

MITSUBISHI DENKI GIHO 三菱電機技報

Vol.44 March 1970

音響機器特集

3

三菱ダイアトーンステレオ DSS-8600



未来を開発する





音響機器特集

目次

《特集論文》

| | | |
|--------------------|---------------------|-----|
| 音響再生の現状と改善の方向 | 中島平太郎 | 361 |
| 最近のダイヤトーンステレオ | 諏訪 寧 | 364 |
| 最近のVカット式ステレオキャビネット | 泉 静雄・野地良寛・小林正美・川名良一 | 368 |
| 最近のダイヤトーンレコードプレーヤ | 三瓶富雄・小畑紘一・西田道雄・結城吉之 | 373 |
| ステレオアンプの技術的問題点 | 東 譲 | 380 |
| ダイヤトーンスピーカースystem | 佐伯多門・杉本宗久・菅原 潔 | 383 |
| 三菱テープレコーダ | 伊藤 実 | 391 |
| 音響施設用スピーカースystem | 佐伯多門・鈴木英男・亀山格彦 | 394 |
| 三菱ICラジオ | 高橋利清・福井 貢・井上忠雄 | 402 |
| カーラジオの最近の動向 | 岩本康雄・奥村 修・増山 敦 | 409 |
| カーステレオの最近の動向 | 藤田恒雄・小幡雅己 | 416 |
| 三菱自動音声通報装置 | 高石 皎・佐藤昌樹・日下俊一 | 421 |

《普通論文》

| | | |
|---|---------------------------|-----|
| MDF-1 形機上用方向探知機 | 小林信三・村山 昇・手塚雅之・池上和生 | 427 |
| MELCOM-9100-5 のソフトウェア | 田原 豊・北原拓也・松本孝郎 | 432 |
| 18GHz 帯半導体直接発信器 | 三宅 隆・香川 哲・角田 登 | 439 |
| テレビジョン受信機のサービス性評価法 | 倉田健一 | 446 |
| レーダブライต์ディスプレイ装置 | 山内信治・松原宏明・徳丸芳孝 | 450 |
| 東京電力安曇発電所 111,000kW フランス式水車、111,000kVA 水車発電機および運転制御装置 | 篠富士巳・富田次郎・森垣誠太郎・森与志彦・石井清隆 | 456 |

《新製品紹介》

6.5mm, 10mm 携帯用電気ドリル・真空しゃ断器収納三菱クリーンクラッド開閉装置・エレベータ用バセンジャーサービス装置完成・MELCOM-7000 システムシリーズ発売

《ニュースフラッシュ》

超高層世界貿易センタービル (WTC) 完成・ミリ波帯高面精度アンテナ・新形三菱低温機器シリーズ・原子力船“むつ”用キャンドモータ完成

《特許と新案》

母線切換断路器保護装置・搬送保護継電装置・静止形積分特性継電装置

表紙 1 三菱ダイヤトーンステレオ DSS-8600

表紙 2 三菱テープレコーダ 情報バック

表紙 3 三菱カーステレオ

表紙 4 日本万国博覧会—三菱未来館第1室(日本の美)





SPECIAL EDITION FOR AUDIO AND VIDEO EQUIPMENT

CONTENTS

SPECIALLY COLLECTED PAPERS

| | | |
|--|---|-----|
| State of Sound Reproduction and Movement toward Improvement..... | H. Nakajima | 361 |
| Recent Diatone Stereo..... | Y. Suwa | 364 |
| Recent Miter-Cutting and Folding Stereo Cabinets..... | S. Izumi • Y. Noji • M. Kobayashi • R. Kawana | 368 |
| The Latest Diatone Turntable..... | T. Sanpei • K. Obata • M. Nisbida • Y. Yuuki | 373 |
| Technical Problems on Stereo Amplifiers..... | Y. Azuma | 380 |
| Diatone Loudspeaker System..... | T. Saeki • M. Sugimoto • K. Sugahara | 383 |
| Mitsubishi Tape Recorders..... | M. Itô | 391 |
| Audio Systems of Sound Facilities..... | T. Saeki • H. Suzuki • N. Kameyama | 394 |
| Mitsubishi IC Radios..... | T. Takahashi • M. Fukui • T. Inoue | 402 |
| Recent Trend of Car Radios..... | Y. Iwamoto • O. Okumura • A. Masuyama | 409 |
| The Latest Trend of Car Stereos..... | T. Fujita • M. Obata | 416 |
| Mitsubishi Voice Annunciator System..... | A. Takaishi • M. Satô • S. Kusaka | 421 |

TECHNICAL PAPERS

| | | |
|---|---|-----|
| Type MDF-1 Automatic Direction Finder..... | S. Kobayashi • N. Murayama • M. Tezuka • K. Ikegami | 427 |
| MELCOM 9100-5 Software..... | Y. Tahara • T. Kitahara • T. Matsumoto | 432 |
| Solid State Microwave Power Sources in 18GHz Band..... | T. Miyake • S. Kagawa • N. Tsunoda | 439 |
| A Method to Evaluate the Serviceability of TV Receivers..... | K. Kurata | 446 |
| Radar Bright Display Equipment..... | N. Yamauchi • H. Matsubara • Y. Tokumaru | 450 |
| 110,000kW Francis Turbines, 110,000kVA Water Wheel Generators and Control Equipment for Azumi Power Station of the Tokyo Electric Power Co.... | F. Shino • J. Tomita • S. Morigaki • Y. Mori • K. Ishii | 456 |

| | |
|-------------------|-----|
| NEW PRODUCTS..... | 469 |
|-------------------|-----|

| | |
|-----------------|-----|
| NEWS FLASH..... | 473 |
|-----------------|-----|

| | |
|-------------------------------|-----|
| PATENT AND UTILITY MODEL..... | 425 |
|-------------------------------|-----|

COVER :

1. Mitsubishi Diatone Stereo Model DSS-8600
2. Mitsubishi Tape Recorder
3. Mitsubishi Car-Stereo
4. EXPO '70-Mitsubishi Pavilion Room 1 <The Nature of Japan>

UDC 534.85:681.84

音響再生の現状と改善の方向

中島平太郎

三菱電機技報 Vol. 44. No. 3・P361~363

ラジオやテレビの音あるいはレコードやテープの音の録音・再生の技術は、多くの人がいろんな角度から長い間、改善に努力し、その蓄積として現在ではかなりの良質再生ができ、音を楽しめるようになってきた。しかし、高度のハイファイ再生を願うものからみれば、これで十分ということではなく、さらにいっそうの音質改善の希望も強いように見受けられる。

本文では、録音から再生までの全音響再生系を通して、現在の音響再生の技術的な限界を、音の大小に関係するダイナミックレンジ、音の高低に関係する周波数領域の両面から検討し再生音質をばむネックはどこにあり、これに対しどのような改善対策が考えられ、したがって再生装置はどういう方向にすすむであろうか、というようなことについて述べた。

UDC 621.375

ステレオアンプの技術的問題点

東 譲

三菱電機技報 Vol. 44. No. 3・P380~382

ステレオに関しては近年特に普及率も増大の一途をたどっている。内容についても真空管式からトランジスタ化、あるいは1C化へと時代とともに変遷しているが、同時に性能についても著しい向上がみられる。しかし需要者自体のレベルアップ、放送電波の外様化に伴い、なお少なくない問題点をかき立てるので、こゝではステレオアンプについてのいくつかの問題点（ひずみ、S/N比、選択性等について）に関して紹介する。

UDC 681.84

最近のダイアトーンステレオ

諏訪 寧

三菱電機技報 Vol. 44. No. 3・P364~367

当社の音響機器の中心製品であるダイアトーンステレオは、ダイアトーンスピーカを中核として、年々著しい躍進をしてきたが、近年は音質に対する市場要求も一段ときびしくなり、真の音質を求めて、再生帯域の拡大、室の音場補正、ひずみの低減など、レベルの高い技術を駆使した製品が標準となり、ますます“サウンド・マシーン”の異名がふさわしくなりつつある。

本文は、こうした躍進する最近のダイアトーンステレオの中から、当社独自の技術的成果である(1)SSC方式(2)ドロンコン方式(3)ワイヤレスマイクロホン(4)オートリードイン付オートリターンプレーヤについて述べる

UDC 681.84.086

ダイアトーン スピーカーシステム

佐伯多門・杉本宗久・菅原 潔

三菱電機技報 Vol. 44. No. 3・P383~390

近年、ダイアトーン スピーカーシステムは、業務用スピーカーシステム中心から幅を広げ各需要分野へ意欲的な進出を行ない、数多くの製品を発表してきたが、中でも業務用スピーカーシステムの中心である放送用モニタースピーカーシステムのASシリーズや、輸出用スピーカーシステムにおけるMARANTZ社向けのIMPERIALシリーズ、さらには、音楽鑑賞用スピーカーシステムのDSシリーズなどは、市場の注目を集めている。

本文は、これらの技術的成果について述べ、その主要製品について解説する。

UDC 681.84.089

最近のVカット式ステレオキャビネット

泉 静雄・野地良寛・小林正美・川名良一

三菱電機技報 Vol. 44. No. 3・P368~372

最近、各キャビネットメーカーともVカット式のキャビネットを製作しはじめている。この方式で造られたキャビネットは寸法精度、外観仕上り、各面の木目のつながりなど品質面での改良と生産能率の向上が著しい。

この工作方法を容易ならしめたのは塩化ビニル板の出現である。柔軟で屈曲性のよいこの材料はキャビネット胴板の上下両肩部分の折り曲げはもちろん、前面の額縁部分の巻きこみ工作まで、簡単にできるようにした。本文では、この塩化ビニル板の製造方法、性能および品質と、これを利用したキャビネットの製造方法について述べる。

UDC 681.846.73

三菱テープレコーダ

伊藤 実

三菱電機技報 Vol. 44. No. 3・P391~393

三菱テープレコーダの開発生産が郡山製作所に移り3年を過ぎたが、その間にわが国の市場の変化は大きく、特にコンパクトカセットの普及とステレオテープデッキの普及が目ざましい。

そこで今回はオープンリール・テープデッキの代表機種DT-1000形および昨年来SEMKO規格ほか欧州規格に合格し輸出してきたT-630形カセットテープレコーダの解説と新製品の紹介をする。

UDC 681.84

最近のダイアトーン レコードプレーヤー

三瓶富雄・小畑紘一・西田道雄・結城吉之

三菱電機技報 Vol. 44. No. 3・P373~379

最近のディスク再生装置の発展はめざましいものがあるが、その再生装置の入口であるレコードプレーヤーの進歩もめざましく、近年特異な技術の成果が次々に発表され話題をにぎわしている。

このような中で今度当社より発表された

- (1) ツインアイドロー方式リムドライブプレーヤー
- (2) ダブルフロート方式ベルトドライブプレーヤー
- (3) ソリッドステートカートリッジ

など、ダイアトーンレコードプレーヤーの最近の話題となっている新技術を概説し、併せてそれら製品の紹介をするものである。

UDC 681.84.086

音響施設用スピーカーシステム

佐伯多門・鈴木英男・亀山格彦

三菱電機技報 Vol. 44. No. 3・P394~401

エレクトロニクスの発展にともない、最近の音響施設は拡声設備の機能も多様化し、効果的な再生方法が要求され、また参集者の音に対する認識も高く、再生音の品質は非常にきびしくなってきた。中でも音の出口であるスピーカーシステムは、特に重要な役割を持ち、その性能は音響施設の再生効果を左右するほどである。

当社ではこの分野でも大きい成果を上げ、数多くのスピーカーシステムを完成、音響施設用として広く使用されている。

本文は、こうした中から劇場用のプロセニウムスピーカーおよび、多用途の指向性スピーカーならびに特長ある一般拡声用スピーカーについての技術成果を述べ、その主要製品について解説する。

UDC 621.396.97:621.396.61:621.382.323

三菱ＩＣラジオ

高橋利清・福井 貢・井上忠雄

三菱電機技報 Vol. 44. No. 3・P402～408

ラジオ、ステレオ等音響機器にかぎらず回路のIC化については半導体IC化か、混成IC化か、また、オールIC化か、部分IC化かなど企画段階で重要な決定をしなければならない。現在では、この点についての確定的な方針があるわけでもないが、ここでは当社が開発したICX-001形AM1バンドラジオとFIC-101形FM/AM2バンドラジオを例にとって、その基本的な設計思想、ラジオの特長、技術的な問題点、信頼性などについて述べる。これらのラジオはともに半導体ICを応用したものであるが、性能の点、信頼性の点、コストの点で個別部品のものに比べ同等またはそれ以上の成果をおさめているが、今後解決しなければならない問題点も多い。

UDC 621.396.93:629.7.058

MDF-1形 機上用方向探知機

小林信三・村山 昇・手塚雅之・池上和生

三菱電機技報 Vol. 44. 3・P427～431

今回、新しく開発したMDF-1形機上用方向探知機について紹介する。本装置は、方向探知機の国際的な規格であるARINC NO.550 およびRTCA Paper158-61/111 に準拠して設計し、さらに耐環境性については、温度-54℃～+55℃、高度0～50,000フィートでの動作を保証するものである。また耐振性についても航空機用として十分な考慮がはらわれている。特長としては、受信周波数帯域の拡張、プラグインモジュール構造の採用、全半導体化、自己点検機能の増設等を盛り込んでいる。

UDC 621.396.97:621.396.62:621.38.049.7-181.4

カーラジオの最近の動向

岩本康雄・増山 敦

三菱電機技報 Vol. 44. No. 3・P409～415

自動車生産の伸びに比例してカーラジオの生産も年々増加している。現在のところ中波1バンドのカーラジオが主流であるが、今後はFMバンドのカーラジオの伸びが期待されている。

カーラジオとして一次性能的には満足されるものが設計生産されているが、その二次性能・形状・安全性・価格等については、今後いっそうの努力が必要である。

本論文においては、最近のカーラジオの市場動向・技術動向を当社の製品を紹介しながら述べてみる。

UDC 681.142.01:007.3

MELCOM 9100-5のソフトウェア

田原 豊・北原拓也・松本孝郎

三菱電機技報 Vol. 44. No. 3・P432～438

最近、各分野で、高速で安価な小形計算機の需要が、急速に高まってきている。これに対して、高速高信頼性のMELCOM 9100-5 計算機システムが開発された。

そのソフトウェアはBOS(Bsric operating system)とディスクメモリを使ったDOS(Disk operating system)とが開発され、ともにスーパーバイザはコンパクトながらマルチタスク処理を行ない、システムの処理能率をあげている。この論文は豊富に用意されたソフトウェアの概略説明と、スーパーバイザ設計の基本的な考え方を記述している。

UDC 681.846.73:621.38.049.7-181.4

カーステレオの最近の動向

藤田恒雄・小幡雅己

三菱電機技報 Vol. 44. No. 3・P416～420

カーステレオの需要の伸びはここ1年たいへんなものである。現在はリジャエットタイプの8トラックカーステレオが主流をなし、その上にAMラジオ付き、FMラジオ付き等の複合製品が伸びようとしている。一方、家庭用に十分普及しているカセットを利用してのカセットカーステレオが最近市場に初登場。カーステレオとして将来どちらの方向に進むかはたいへん興味あるところである。

性能上は特に音質が問題となるがカーラジオと同じく二次性能・形状・安全性・価格等に今後いっそうの努力が必要である。

本論文においてはカーステレオの最近の市場動向・技術動向を当社の製品を紹介しながら述べてみる。

UDC 621.373

18GHz 帯半導体直接発振器

三宅 隆・香川 哲・角田 登

三菱電機技報 Vol. 44. No. 3・P439～445

18GHz帯でFM変調方式による広帯域ITV伝送装置に使用するため、開発したガンおよびインパットダイオード発振器についてのべる。ガンダイオード発振器の外部Qを増加させ、クライストロンと同程度の雑音特性をもった局発源を実用化し、さらに温度変化に伴う変調微分特性の劣化を改良するため、ガンダイオードに帯域阻止空胴を付加したFM変調器を完成すると共に、送信出力の不足を補うため、注入同期を利用したインパットダイオード増幅器を開発した。これらの新機軸をシステムにおり込むことにより、従来に比べ小形化および経済化が計られ保守が簡易化された。

UDC 621.38.049.7-181.4:621.396/.397

三菱自動音声通報装置

高石 峻・佐藤昌樹・日下俊一

三菱電機技報 Vol. 44. No. 3・P421～423

人間に対する情報伝達の手段の必要条件とし正確・具体性・簡明さ、即応性といったものが要求される。従来から存在するランプ・ブザー・文字・絵画・放送・マイクといった手段は必ずしもうに述べた条件を充足しているとはいえない。上記を考えてテープレコーダ技術を応用した多チャンネルのエンドレス磁気テープから、所要のメッセージを即時に、任意に選択しアナウンスする装置を開発したので、その概要、電気的性能につき述べる。装置は録音メッセージを1回アナウンスして自動停止するものと、同一メッセージを繰返してアナウンスするものの2機種あり、用途に応じてさらに細分化している。

UDC 621.37/.38.004.6:621.3:621.397.13

テレビジョン受信機のサービス性評価法

倉田健一

三菱電機技報 Vol. 44. No. 3・P446～449

すべての機器はメンテナンスに対しても設計時考慮が払われなければならない。とくにテレビジョン受信機のようにメンテナンスの担当者に十分な技術力を期待できない電子商品の場合には最も配慮しなければならないであろう。

このレポートでは、総合的な観点からサービス性設計としてどのような配慮が必要かを考え、それに基づきサービス性の評価法を考察した。テレビジョン受信機設計時点に考慮すべきものとして、「修理のしやすさ」「部品の信頼度」「部品の共通性」をとりあげそれぞれの分析評価法を作成した。

UDC 621.396.96

レーダ ブライトディスプレイ装置

山内信治・松原宏明・徳丸芳孝

三菱電機技報 Vol. 44. No. 3・P450～455

近年、航空交通の発達はめざましく、航空機は、ますます大形化、高速化する傾向にあると同時に空港および航空路の過密化も急速に進行している。これらに対処するために、航行援助業務の能率化、正確化が急務となり、その一つとして航空管制レーダ・航空路監視レーダ指示装置のDay light display 化の要求が高まった。本文では、これらの要求を満たすために、当社で開発した走査変換方式によるBright Displayの考え方、原理、性能について解説し、東京国際空港で実施した試験の結果について報告を行なった。



UDC 621.311.21/.224.2:621.313.322-82-82:621.316.71

東京電力安曇発電所111,000kWフランシス水車
111,000kVA水車発電機および運転制御装置

篠 富士己・富田次郎・森垣誠太郎・森 与志彦・石井清隆

三菱電機技報 Vol. 44. No. 3・P456～467

安曇発電所は、信濃川上流梓川の開発工事の一環として建設された揚水発電所である。同所で採用された揚水機の同期起動方式は、わが国でははじめてであり世界的にも類例の少ない試みである全自動による画期的なものである。

水車および発電機を含む機器全般の製作にあたっては、従来の経験を十分に取り入れるとともに、種々の解析・実験を行ない細部にまで検討を加えた結果工場試験、現地試験とも予



想どおりの好成績をあげることができた。
現地試験完了を機会に安曇発電所1、2号機および同期起動試験の概要を紹介する。

音響再生の現状と改善の方向

NHK 放送科学基礎研究所 所長 中島 平 太 郎

1. ま え が き

ラジオやテレビの音あるいはレコードやテープの音の録音・再生の技術は、多くの人達がいろいろな角度から長い間かかって改善に努力し、その蓄積として現在ではかなりの良質再生ができ、音を楽しめるようになってきた。しかし、高度のハイファイ再生を願うものからみれば、これで十分ということではなく、さらにいっそうの音質改善の希望も強いように見受けられる。

本文では、図 1.1 のような録音から再生までの全音響再生系を通して、現在の音響再生の技術的な限界を、音の大小に関係するダイナミックレンジ、音の高低に関係する周波数領域の両面から検討し、再生音質をはばむネックはどこにあり、これに対しどのような改善対策が考えられ、したがって再生装置はどういう方向にすすむであろうか、というようなことについて、日ごろ考えていることを述べてみることにした。

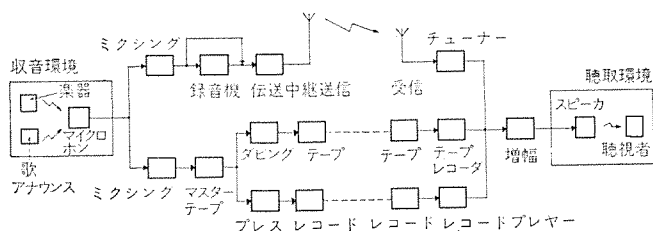


図 1.1 音響再生系の系統図

2. ダイナミックレンジに関して

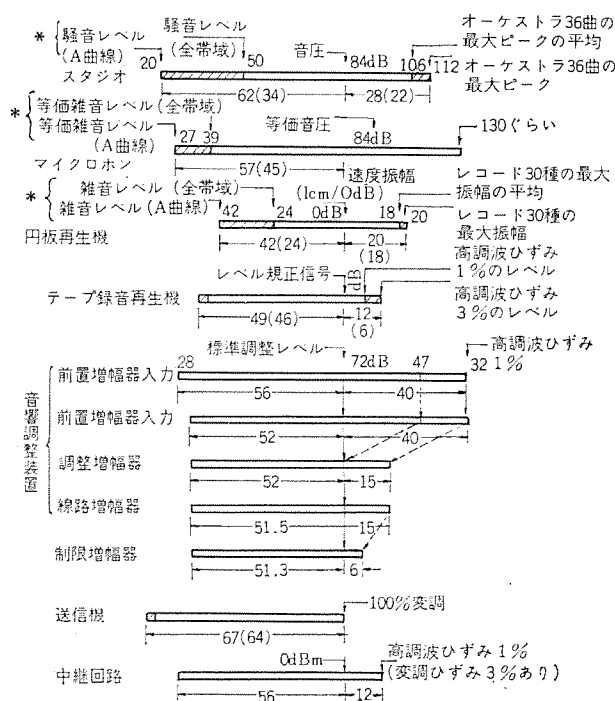
録音・再生系を通じて、ある大きさ以上の信号は系の非直線性のためにひずみ、またあるレベル以下の小さい信号は系の雑音にかくれてしまう。このひずむほどの大きい音から雑音までの再生音の強弱の範囲がダイナミックレンジである。

われわれが収音の対象とする音楽や音声の中で、ダイナミックレンジが大きいと予想されるクラシック音楽について、マイクロホン収音点での音の強弱の範囲をしらべてみる。強いほうの限界は、その演奏音のピーク値で、36曲のピーク値の最高は112 dB、平均は106 dBであり、弱いほうの限界は、演奏されるスタジオやホールの騒音レベルで、およそ20 dB前後（聴感補正A曲線使用）である。したがってダイナミックレンジとしては90 dB内外となる。これをレコードやテープに収録すると、図 2.1 に示すように60 dB内外になり、またマイクロホンや増幅器、あるいは放送機などの録音・再生過程の各構成機器のダイナミックレンジは、それぞれ図 2.1 に示すような値になる。この図を概括的にながめてみると、テープとレコードの録音・再生過程がダイナミックレンジをせばめる主因になっていると考えられる。レコードの場合、通常吹き込む原音は一度マスターテープに収録されるから、なには

ともあれテープ録音機が音響再生系のダイナミックレンジを支配しているものと考えてよい。

テープ録音再生過程におけるダイナミックレンジの改善には、従来から種々のくふうがなされている。運用面からの改善策としては、音楽や音声のエネルギーが一般的に高音域に少ないことを考慮に入れて、プリエンファシスをかけたり、収録の平均レベルを上げて、実効的にダイナミックレンジを改善する方策が考えられてきたが、音楽や音声のレベル分布の検討とテープやヘッドの特性とから、それらの適正値をきめる定量的手法の確立が十分とはいいがたく、今後の課題として残されている。機器の性能向上の方向としては、テープに塗布する磁性粉の改善による低雑音テープの開発が進められてきた。現在、磁性粉の大きさを現在のものの数分の一にし、同時に磁性粉の充てん（填）度を上げたものの製品化のめどがつき、従来のテープと比べて5～10 dB程度のダイナミックレンジの改善ができるといわれているが、転写・安定度・多量生産性を考えると、これ以上の改善には合金メッキテープなど別の材料を追求してゆく必要があろう。

さらに最近、別の録音再生システムとして、音の波形をPCM化し、磁気テープ上にデジタル信号の形で録音する方式が研究されている。この方式の特長は、録音再生の過程を何回重ねても雑音レベ



注 * 雑音レベル (A 曲線) はその系の雑音を聴感補正の A 特性を通したときの雑音レベル、(全帯域) は同補正の C 特性を通したときの雑音レベル、磁気録音機—中継回路についても同じ。
ダイナミック・レンジの値のつかう内値はハッチングの部分を除いた値。

図 2.1 ステレオ放送系のダイナミックレンジ

ルが増加せず、また通常のテーブ録音再生の場合に生ずる変調雑音がこの場合存在しないことである。ジッターやドロップアウトなど別の雑音源の対策が施されれば、良質音源としての将来性もあり、さらにPCM化したときに都合のよいレベル圧縮伸張方式を併用すれば、飛躍的なダイミックスの拡張と音質の改善というオーディオファンの夢を実現できる可能性をもっているものと期待している。

3. 音響再生特性

ハイレファイ再生に必要な周波数帯域は、BBC 研究所の実験結果によると、低音域は 30~50 Hz から高音域は 12,000~15,000 Hz であるといわれている。このような可聴周波範囲のほぼ全域にわたって、いちょうな強さで特性に大きな山谷を生ずることなく、また音をひずますことなく再生するという観点から、録音再生系をしらべてみると、再生音質を劣化させるもっとも大きな狭路は、スピーカーであることは周波数特性の測定結果だけから判断しても明らかであろう。

ハイレファイ再生におけるスピーカーシステムの基本的な方策として、複合スピーカーを採用することは現在では常識となっているが、微少音圧から所要の最大音圧まで、ひずまずに以上の帯域を正面方向だけでなく斜め方向に対しても忠実に再生しようとする、現在なお多くの解決すべき問題がある。複合形式にした場合の中高音用スピーカーを例にとってみても、コーン形では低音域の制動や低音用スピーカーとのバランスに、ホーン形では再生帯域や高音域の指向性に、なお改善すべきいくつかの点が残されている。単に中高音用だけでなくまた形式のいかに問わず、スピーカーとして所要の性能をうるための振動板の最適な形状寸法、もっとも適切な振動板の材料の設定が十分に定量的な解明がなされていないこと、および必要な音量をうるための振動板の振幅が、十分な直線性をもって振動させるための方法が確立されていないことが、その解決を遅らせている原因と考えられる。最近これらに対する各種の報告や特許が各社から活発に出される傾向にあるが、早急の改善は期待しがたい現状である。しかし、このような地味な努力によって徐々にではあるが着実に改善されてきていると考えてよいであろう。一方このような努力と併行して、多少飛躍的ではあるが、動電形以外のスピーカー、たとえば振動板の全面が同相でいちょうな力を受けて振動する特長をもつ静電形とか、振動板を伸介とせずに空気を直接振動させる形式のスピーカーの研究をすすめ、それらの特長を生かした使い方も将来考えてゆく必要がある。

また、出力増幅器とスピーカーとの接続について、入出力インピーダンスの面からの検討は行なわれてきたが、ひずみの面からは十分の考慮が払われていなかったように思われる。たとえば両者の高調波ひずみを比較してみると、図 3.1 に示すようにひずみの傾向も、入出力の受け渡しをきめる最大出力・最大入力・定格入力などの量の考え方も異なっている。

増幅器については本来ならば電気回路だけの問題であるから、最大出力が同じなら音質に影響を及ぼすことはあるまいと推定されるが、意外とその差があるのに驚かされることがある。最近、聴感と比較的よく合うひずみの一測定法として、プログラム音を用い、これを帯域阻止フィルタを通して再生装置に加え、その阻止帯域にあらわれる雑音の量を求め、その帯域雑音の信号音に対するマスキング量で聴感的に目盛る方法が提案されているが、この方法で増幅器やスピーカーのひずみ、それと入力との関連をしらべてみると、それらの接続についても、またそれぞれの機器の設計についても基本的に検

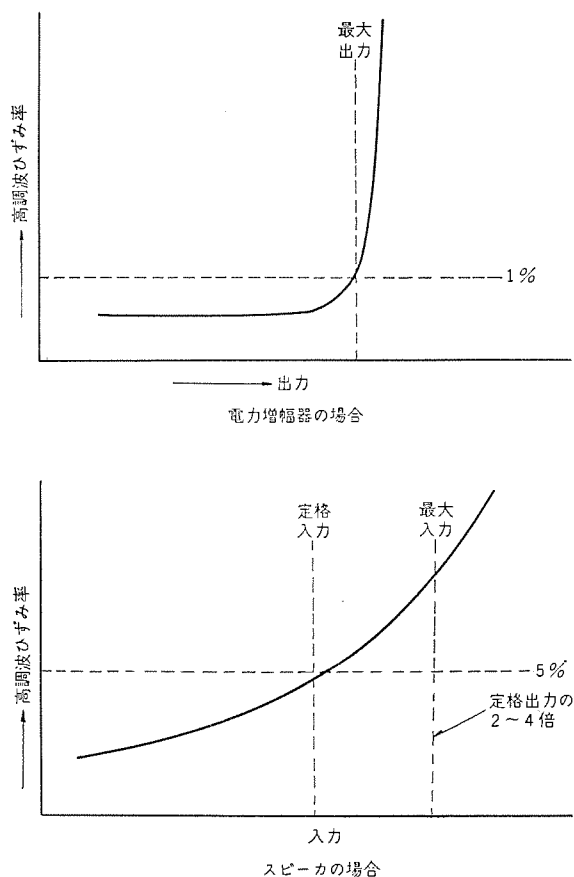


図 3.1 増幅器とスピーカーのひずみのちがい

討し直すことが必要になってきたように思われる。このような検討の集約がどのような形となって、機器やシステムの設計方針となって、また具体的な機器の製品化となってあらわれるかは今後にまつとして、スピーカー・出力増幅器ともに新しい考え方でチャネル分割化が導入されなければならないことは、現時点から予想しうるように思われる。

4. 音響再生で将来考えるべきこと

音響再生をよりよくするために、常日ごろ考えていることを二つほど述べて結びとしよう。

その一つ、音響再生装置は最終的に聞いてみてよい音であり、快適にハイレファイ音を楽しめばそれでよい、これはまさしくそのとおりである。しかし、だからといって、耳にだけ頼って録音や再生を語り再生装置を評価し、その帰結として物理的な特性を軽視してよいということは当たらないと思う。むしろ、現在測定されているいくつかの物理量をもっと積極的に、オーディオックスに検討し、それと聴感との対応の中から改善の方向をつかみ、改良の方策がたてられなければならない。もっと端的にいって、たとえばスピーカーの音質を判定する量として指向周波数特性が用いられているが、感覚を重視する人々の中には、この量が高級な音質の判定には全く不向きな量であると極言される人もおられる。確かに指向周波数特性は音質判定に対してそれなりに限界はあるであろうが、私にはまだまだそれらの対応を追求する努力が不足しているように思われるし、またその努力の中からいくつかの有用な知見がえられるものと確信している。さらにまた、音質と対応する客観的な量、音質を追求するための物理量を非常にむずかしいことと思わずに、大胆にかつ根気よく研究

してゆくことが必要であると思う。前述のプログラム音を用いるひずみの測定法もそのような試みの一つであり、これらを積み重ねる中から聴感と対応する新しい量が導入されて、それらが再生装置を考えてゆく場合の一つのよりどころとして考えられ、その適用によって再生系を違った観点から見直すことが必要であると考ええる。

第2は、製造メーカーの不断努力により、またハイファイファン の要望によって、レコード・テープ・再生装置など個々の機器はそれぞれ改良されてきたし、将来とも改善されてゆくだろうが、さらに高度の、よりハイファイの音質を楽しむためには、このような個々の機器の改善くふうや、単に隣接機器との接続に対する考慮だけでなく、音響再生の全系を通して——たとえば、録音や放送系についていうならば、スタジオの音響特性はもちろんのこと、収音点における音響状態、音源である楽器の性質や演奏の方法、歌手の声質、および使用され

るであろう再生装置の特性にまで考慮が払われ、その中でのマイクロホンや録音装置の性能はいかにあるべきか、マイクロホンの最適収音点はどこであるかが検討される必要がある。再生系についていうならば再生装置の性能はもちろんのこと、テープやレコードはどのような音響特性をもって作られたか、スピーカーはどのような音響特性の室のどこに置かれ、われわれはその中のどこで聞くかということまでを考慮してスピーカーが設計され、レコードプレーヤやテープレコーダが選定されなければならない。さらに将来は単に音だけでなく、試聴室の視覚的なふん囲気や、その中で何を見ながら音を聞くかというような、視覚と聴覚の連けい動作をも考慮に入れて音響再生系が検討される必要があると考えている。そしてその中から新しい、異なった形式の、よりすぐれた録音や放送の形式が、あるいは高度のハイファイ装置が出現してくれることを願っている。

最近のダイアトーンステレオ

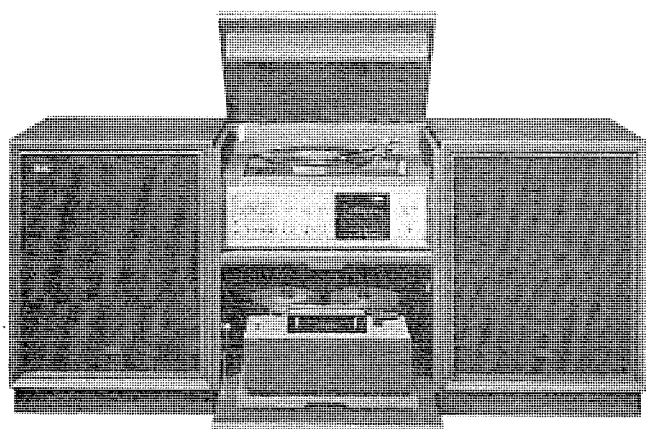
諏訪 寧*

Recent Diatone Stereo

Kôriyama Works Yasushi SUWA

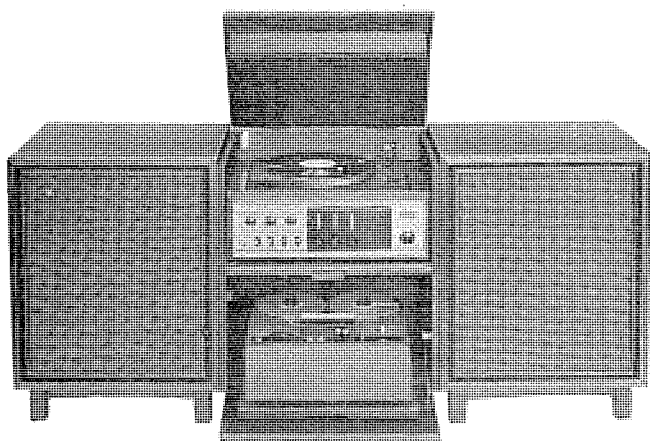
The Diatone stereo, the central product of Mitsubishi sound apparatus, has been making remarkable advancement year after year having the Diatone speaker as the nucleus of its excellent performance. To cope with ever increasing severity of the tone quality in the market of late, the Company worked out with high level technique to enlarge the reproduction zone, to make up the sound field of chamber and to reduce the distortion, contributing all to heightening the standard. These achievements help prove their merits true to the name of Sound machines.

This article describes (1) sound system control, (2) Dron cone phase inverter, (3) Wireless microphone and (4) automatic turntable, which are technical achievements unique to the Company.



アンプ SSC内蔵 最大出力 80 W
スピーカー 3ウェイ 8スピーカー ドローンコーン方式
低音用 25 cm 中音用 10 cm
高音用 5 cm
レコードプレーヤー 制動装置付きオートリターン

図 1.1 DSS-8600 形 ステレオセット
Type DSS-8600 stereo set.



アンプ マルチ SS内蔵 最大出力 90 W
スピーカー 3ウェイ 6スピーカー 密閉方式
低音用 25 cm 中音用 10 cm
高音用 5 cm
レコードプレーヤー 制御装置付きオートリターン

図 1.2 DSS-8700 形 ステレオセット
Type DSS-8700 stereo set.

1. ま え が き

当社の音響製品の主力機種であるダイアトーンステレオは、二十余年にわたる歴史と伝統のうえにつちかわれたダイアトーンスピーカーを中核として、年々著しい躍進を遂げている。近年ステレオの愛好家は若い世代の人々を背景として激増の一途をたどりつつあるが、一方、音質に対する要求もまた一段ときびしいものがある。すなわち、再生帯域の拡大、低歪率、低雑音など音質を左右する基本的な問題に対する要求から、個人の好みの音、時流にマッチした音質、果ては室の音場補正の要求など好みの音、よい音への欲求と要求は尽きるところを知らない。そしてステレオは単に音楽を聞くステレオの域を脱し、音楽を聞き、音そのものを楽しむステレオへと移り変わりつつあるかのような感じがする。人々の間にはステレオが話題を生み、そこに社交が成立し豊かな生活の糧となっているようにも思われる。そこでわれわれはより高いレベルの技術と製品を開発し、すばらしい音造りの創作を試みているわけであるが、以下躍進するダイアトーンステレオの中から、当社の独自の技術的成果として生まれたいくつかの特長について述べることにする。

2. S S C 方 式

へやのもつ音響特性は構造、大きさなどの各種条件でいろいろに変わっている、今いくつかの代表的なへやについてその音響特性を調べてみると

2.1 洋室の場合

洋室(A)における音響特性は図2.1に示すように低音部分が盛り上がったものとなっている、洋室にもいろいろあるが、天井がコンクリートで周囲の壁もコンクリート、そして窓ガラスの多いへやでは特に低音での吸音が少なく、必然的に低音部分が盛り上がってくる。これとは逆に、高音部分は応接セットや床のジュタンなどで吸収され、比較的高音の響きがなくなる。このようなへやでのステレオは、100 Hz~200 Hzの低域部分を下げて聞くと全体的に均整のとれたよい音として聞くことができる。

2.2 和室の場合

和室(A)における音響特性は図2.2に示すように、洋室に比べ

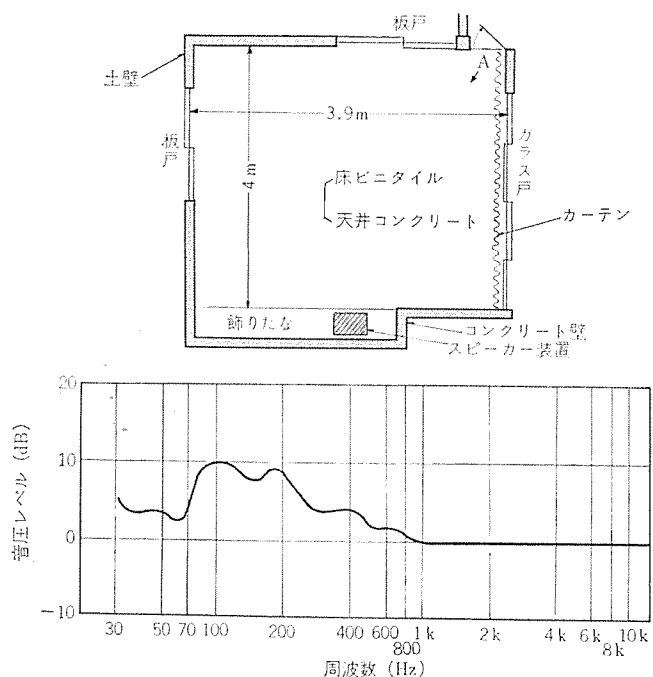


図 2.1 洋室 (A) における音響特性
Sound characteristics at a foreign style room (A).

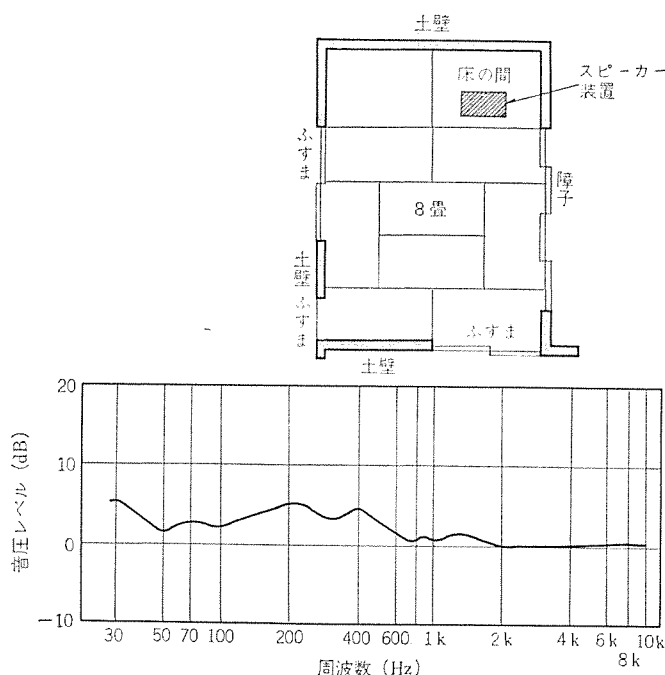


図 2.2 和室 8 畳 (A) における音響特性
Sound characteristics at a Japanese style room 8 mat size.

天井・障子・ふすま・畳など吸音性の材料が多く、音は吸収されたり抜けて外に出てしまうので、低域の響は洋室に比べはるかに少ないことがわかる、したがってこのようなへやで特に低音を望まれるときは、100 Hz~200 Hz 付近をかなり上げて聞くことが必要である。

このように特に低音部分はへやの音響特性に支配されることが多いから、こもりの少ない歯切れのよいすっきりした音を得るためには、ステレオの音をへやの音響特性にマッチさせて適当に調整する必要がある。当社の SSC 方式 (Sound System Control) はこのような必要性から生まれた音質調整方式である。

その一例として当社 DSS-2100 形ダイヤトーンステレオをとってみると、図 2.3 に示すように、LOW・HIGH 共に 3 段階の切換えによ

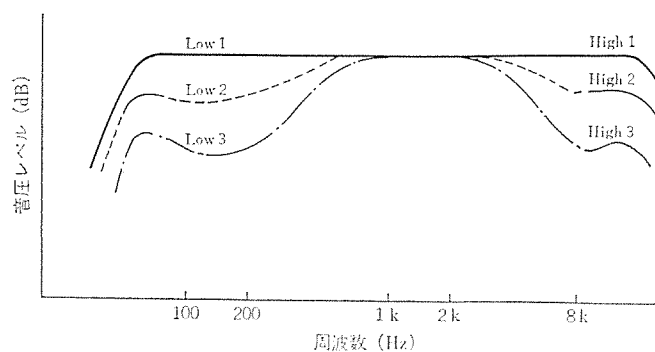


図 2.3 SSC 方式による音響変化 (DSS-2100)
Sound change with SSC system (DSS-2100).

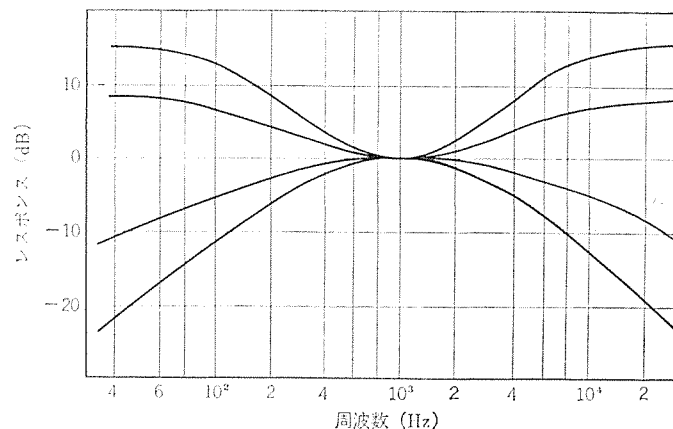


図 2.4 トーンコントロールによる音響変化
Sound change with tone control.

り 9 種類に音質を変えることができる。図に見るとおり従来になく非常にワイドに音質を変えることができる。特にこのシステムは、音の出口であるスピーカーのネットワークの構成を適当に変えて音質を調整しているので、調整範囲も広くかつ微妙に変えることができ、変化の割合がなめらかである。さらに特定周波数の音圧を変えることによって生じやすい、音のひずみがないことにも特長をもっている。また本方式をマルチチャンネル回路のステレオに適用した当社のマルチ SSC 方式は DSS-8700 形に採用されている。

ここで SSC 方式とトーンコントロールとの相違であるが、それは図 2.4 にトーンコントロールの代表的な一例を示すとおり、トーンコントロールによれば、たとえば 200 Hz 付近の音をいくらかでも下げようとするれば、それ以上に 100 Hz 付近の音までも下げってしまう結果となる。それが SSC 方式では、200 Hz 付近を下げようとした場合でも、全体のレベルを同量だけ下げることとなるので、低域をカットするような形にはならない、したがって伸びのある音質を楽しむことができる。

3. ドローンコーン方式

この方式は Dron Cone Phase Inverter といわれ、アメリカの RC A の H. F. Olson の発表による著名なものである (1954 年)。この方式は従来の位相反転形と違って、スピーカーのコーン紙だけを図 3.1 のように設置したもので、Dron Cone とか Passive Radiator と呼ばれるのも駆動系を持たないためである。動作は図 3.2 に示すように、あらかじめ低音用スピーカーの限界周波数 f_0 またはそれ以下にドローンコーンの共振点を設けておくと、空間で合成されたそれぞれの音響出力が同一の密閉形キャビネット方式に比較して帯域幅を延長できる効果がある。この方式の特長を要約すれば、ドローンコーン

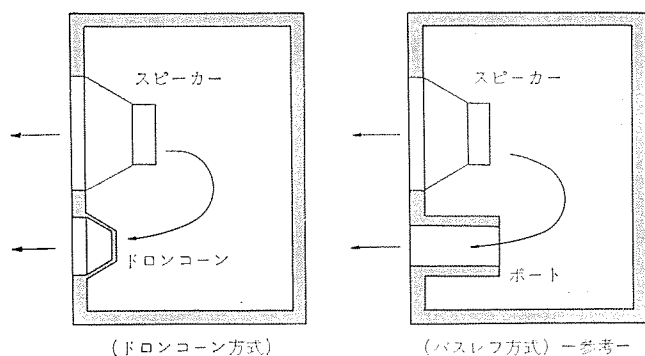


図 3.1 ドロンコーン方式の構造図
Constructional diagram of Dron cone system.

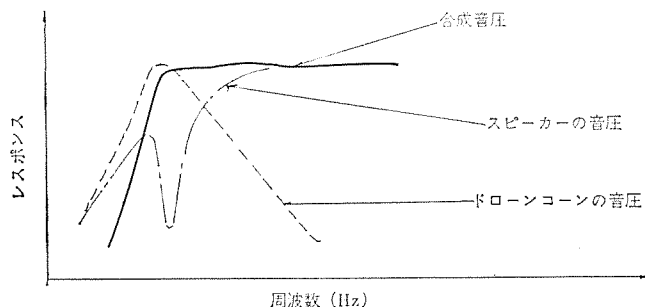


図 3.2 ドロンコーン方式による周波数特性の変化
Change of frequency characteristics with Dron cone system.

の共振周波数は設計段階で設定することができるから、チューニングが容易でよい特性を求めることが可能である。またコーン紙の質量の求めも任意であるから、与えられたキャビネットの容積内で最適設計も比較的容易なわけで音質の向上も求めやすい。また位相反転形と同様に、低音域でのひずみも改善でき音質向上のためにいくつかの特長を持った方式ということができる。当社がこの方式を他社に先駆けて一般ステレオに採用したのも、ここにその意義がありその成果は高く評価されている。

4. ワイヤレスマイクロホン

最近のダイアトーンステレオにさらに一つの特長を付加したものととして、普及形ステレオ DSS-6500 形、DSS-4500 形等に採用したワイヤレスマイクロホンがある。ワイヤレスマイクロホンをステレオのアクセサリシステムとして採用することにより、ステレオにさらにもう一つの効用を持たせることができた。このシステムはステレオ回路にミキサー回路を内蔵させた当社独自の方式で、レコードの音とワイヤレスマイクロホンの音を適度にミックスさせて聞くことができる。このため好きな歌手のレコードや有名楽団のレコードなどを演奏すると同時に、ワイヤレスマイクロホンを通じて演奏に合わせて歌えば、好きな歌手とのデュエットや有名楽団の伴奏で歌って楽しむことができるというものである。けれどステレオの本質を全くそこなうことなく、そのもてる機能を応用してさらに別の機能を付加したものととして高く評価されているゆえんであろう。ここにそのシステムを簡単に紹介すると、図 4.1、図 4.2 のようにファンクションスイッチを MIC にすると、FM の検波信号とレコードの信号とがミキサー回路によりミックスされ、低周波アンプで増幅されスピーカーにより音として再生される。ワイヤレスマイクロホンとステレオとの関係は、マイクロホンが FM 放送局と同じ働きをしていて、ステレオセットで同調をとりマイクロホンの電波を受信できるという仕組みである。単に拡声器としてステレオを使用する場合は、ファンクションスイッチを FM に切り換えればよい。

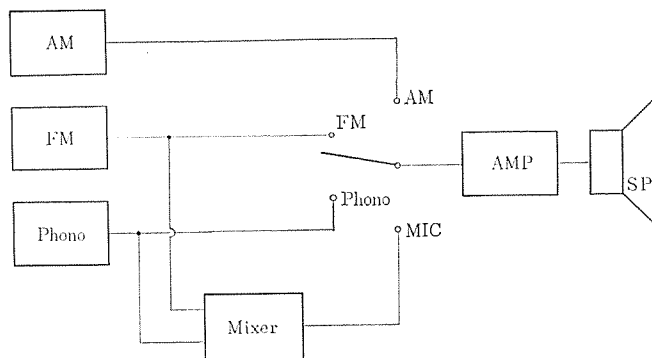


図 4.1 ファンクション部回路 (片chのみ)
Function section circuit.

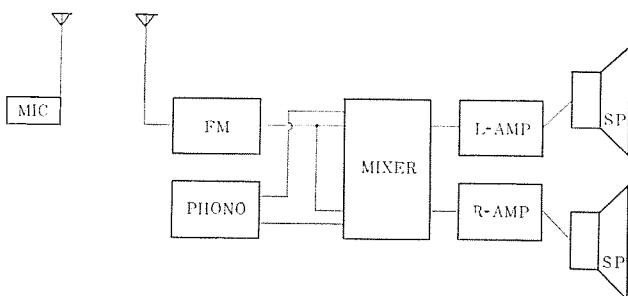


図 4.2 ファンクションスイッチ MIC 時の動作回路
Operation circuit at MIC duration of function switch.

5. オートリードイン付きオートリターンプレーヤ

ステレオは音の入口としてのレコードプレーヤ、テーブデッキ、伝送系としての増幅器、音の出口としてのスピーカ さらにこれらの各コンポーネントを、物理的・感覚的に一体化したキャビネットからなる音響再生の総合システムということができる。したがってこれらのコンポーネントは、それぞれ満足された状態において調和のとれた一体感が要求される。最近のダイアトーンステレオに積載しているオートリードイン付きオートリターン方式のレコードプレーヤは、特に高 S/N 比を目的としたもので、従来のベルトドライブ方式のプレーヤにさらにいくつかの特長が付加されている。その高 S/N 比と安定性はダイアトーンステレオの音質、性能の向上に寄与するところがきわめて大きい、以下 2～3 の特長を述べると、

5.1 二重フロート式モータサスペンション

レコードプレーヤに不可欠の課題としてモータ固有の振動のしゃ断という問題がある。DSS-8600 形・DSS-2100 形等に積載したレコードプレーヤは、図 5.1 に示すようにモータの取付方法としてラパークッションとスプリングによる二重フロート方式を採用し、振動のしゃ断に成功した。

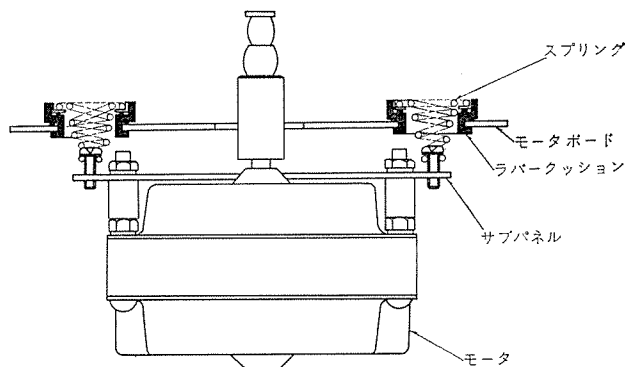
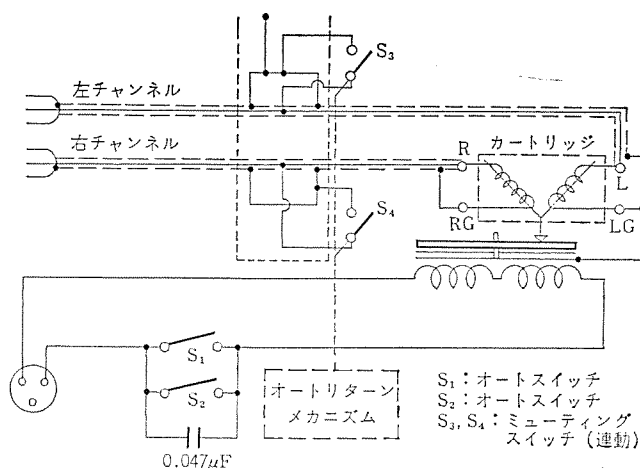


図 5.1 二重フロート方式説明図
Descriptive drawing of double floating.



S₃, S₄はL,R同時に開閉する。リードイン動作が完了し、針先がレコード面に下りて安定すると、SWが開いて音が出る。又リターン動作に入り始めると同時にSWは閉じて音が出なくなる

図 5.2 ミューティングスイッチ 回路図
Muting switch circuit diagram.

加えて吸振効果の大きい重量級ターンプルならびにベルトドライブ方式との相乗効果により、S/N比50dB以上(JISC5521の測定法に準ず)というよい値を示している。なお本機は4極磁気シールド形シンクロモータを使用している。

5.2 オートリードイン(エレベーション)方式

一般にプレーは、演奏開始時の針先の導入に異常な神経を使いがらみ合せをしなければならない。われわれはオートリターンメカニズムを利用して、機械的にエレベートすることができるよう試みた。このため針先の保護と針先のレコードみぞへの導入が容易になった。また針先導入時のレコードとの接触せつな雑音を除去するために、ミューティングスイッチを付加して針がレコード面に完全に下りてからでなければ、カートリッジから信号を拾わないようにした。このため演奏開始時にみられた不快音は全く一掃されている。図5.2にミューテ

スイッチの回路図を示す。

5.3 制動装置付きオートリターンプレー

従来のオートリターンプレーにみられた不円滑復帰動作を除去するために改良されたもので、プレーのピックアップがリターンするときに制動装置を設けている。これによってピックアップは円滑に復帰し優雅なオートリターンを楽しむことができる。DSS-8600形に積載したレコードプレーがその代表的なものである。その他オートマニアル切換え共振を極力さけたトーンアーム等安定した機能とともに、本機の特長は豊でダイアトーンステレオのプレーは一段とその性能を向上したものだといえよう。

6. む す び

以上最近のダイアトーンステレオについてすう勢をのべてきたが、改めて申すまでもなくステレオの生命が音質にあることを思うとき、良い音を求めている飽くなき欲求はわれわれに一時たりともときを与えてくれない。そして一体何がよい音を妨げ、何が悪い音の要因となっているのか、音の世界は物理的の定量化のできないしろものが多いように思われる。それとは全くうらはらに、よりよい音への欲求はとどまるところを知らない奥深いものがある。すなわちたとえばより臨場感にあふれるステレオしかり、より広いダイナミックレンジのステレオしかり、サウンドマシンとしてのステレオ、インテリヤとしてのステレオ、使いやすい人間工学的ステレオ、信頼性におけるステレオ、等等われわれに与えられた課題と使命はますます大きいものがある。1970年代のステレオとして何がいつどこで波紋を呼びおこすか全く予断を許さないものがあるが、音のソフト・ハード両域において、基本に対してあくまでも忠実に問題と取組み、物理的特性と音質の相関性、新しいシステムの開発、新しい材料の研究等をさらに積み重ねて、ダイアトーンステレオの実りをより豊にしていきたいと願っている。ここにあらためて諸先生・諸先輩に敬意を表し、今後のご指導とご協力をお願いしてやまない。

最近のVカット式ステレオキャビネット

泉 静雄*・野地 良寛*・小林 正美*・川名 良一*

Recent Miter-Cutting and Folding Stereo Cabinet

Koriyama Works Shizuo IZUMI・Yoshihiro NOJI・Masami KOBAYASHI・Ryoichi KAWANA

Recently most cabinet makers began to build miter-cutting and folding cabinets for the stereo. The products thus manufactured are featured by the accuracy in dimensions, good appearance in the finish and continuity of lines in the grain all contributing greatly to the improvement of quality and productivity. The success in this new productive techniques owes the advent of vinyl chloride laminated boards. These materials are so flexible and easy to bend that they can be made into desired shapes with the cabinets in numerous points hard to work.

This article describes the method of producing the vinyl chloride decorative laminated boards, their performance and quality. The method of building the cabinets of these boards is also explained in it.

1. ま え が き

従来のステレオやコンポーネントシステムなどに使用されるキャビネットに関しては、一般に天然材や樹脂含浸紙をラワン合板やパーティクルボードなどにオーバーレイしたいわゆる化粧合板を使用して、上面・下面・両側面の各面を個々に製作し、これをトメ構造・ダボ構造・ホゾ組構造などの工法により組立て、前面額縁部分は表面に天然の薄板や樹脂含浸紙などを貼りつける方法がとられてきた。

しかし、できあがったキャビネットの精度、外観等の品質面での向上と加工時間の短縮、生産能率の向上などから当社においては、昭和35年ごろよりVカット式キャビネットの製造方法を開発し、硫酸処理を施した木目印刷紙をラワン合板にオーバーレイし、これにポリウレタン塗装を施したあとV字型のみぞ加工（以下Vみぞ加工と呼ぶ）をして折り曲げることによりキャビネットを成型して、テレビキャビネットに利用してきた。

ただこの方法は折り曲げ部分に曲率半径1.5~2.0mmぐらいのまるいコーナがつくため従来のトメ構造で得られるような繊細な感じの陵線が得られない欠点があり、特に前面額縁部分の折り曲げによる巻きこみは不可能であった。

かかる情勢のもとに出現したのが、塩化ビニル化粧合板（以下塩ビ化粧合板と呼ぶ）である。塩ビ特有の柔軟性を利用すれば、曲げ部分の曲率半径も0.5mm以下になり、すっきりした陵線が得られる結果になる。したがってこれを使用すればキャビネットの前面額縁部分も胴板と一体で木取りを行ない、あらかじめ額縁部分をVみぞ加工により巻きこんで製作しておき、さらに箱の上下四隅部分に該当する個所をVみぞ加工で折り曲げて一体化したキャビネットを製作することが可能となり、品質上、能率上従来の方法に比べ著しい改善が行なわれることになる。

しかしこの工作方法の対象になる塩ビ化粧合板については、塩ビシート自体の性質および基材であるラワン合板へラミネートする際の接着性などいろいろの問題点があったが、最近これらの材料が大幅に改善され安定してきたので、当社においてもいろいろテスト、実用試験を重ねて慎重に検討したうえで採用にふみきったわけである。

現在のところこのVカット式のキャビネットは塩ビ化粧合板に限られているが、前面額縁部の巻きこみを除けばダッウレタンなどの樹脂含浸化粧紙をオーバーレイした合板や、ハードボードおよび天然材をオーバーレイしたラワン合板などもVみぞ加工による曲げは可能であり、この実例としてはすでに当社製のDSS-6500形・DSS-350形・DSS-450形などに利用されている。

以下、塩ビ化粧合板を使用したキャビネットに焦点を絞って説明するが、先に述べたように塩ビ化粧合板の性能についてはいろいろの問題が多いので、この点について詳述し、次に当社におけるこのキャビネットの製法を紹介する。

2. 塩ビ化粧合板の製造

塩ビ化粧合板は、印刷加工された塩ビフィルム、またはシートを台板（合板、パーティクルボード・ハードファイバーボードなど）に強力な接着剤を用い、圧縮オーバーレイしたもので、この製品は最近とみにその需要が増大している。当社はこの塩ビ化粧合板の新建材としての種々の特長に着目し、昭和42年から検討に入ったが、その当時の塩ビ化粧合板は、可塑剤の移行にともなう耐候性なども材料的な性能品質に問題があり、音響キャビネット用外装材として必ずしも適したものではなかった。

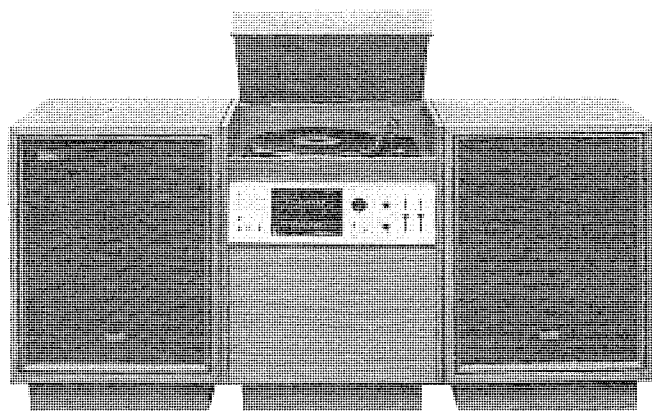


図 1.1 塩ビ化粧合板使用のVカット方式によるDSS-4500形ステレオ
Type DSS-4500 stereo by V cut system using vinyl chloride decorative laminated board.

しかし、その後種々の改良を加え、現在当社で使用しているような品質的に安定したシートが開発されたので、DSS-4500形で量産にふみきった次第である。

この塩ビ化粧合板は大別すると、耐熱塩ビ原反の製造、木目印刷およびダブリングそれにラミネートの3工程に分けることができるので、この製造法の順に従って詳細に述べることにする。

2.1 耐熱塩ビ原反の製造

塩ビ樹脂に、可塑剤・安定剤・充てん材・滑剤・着色剤などを混合し、カレンダー法(図2.2参照)によりフィルムまたはシートに加工したものが耐熱塩ビ原反である。フィルムとシートの区別は一般的にみて厚みによって区分され、0.2mm未満をフィルム、0.2mm以上をシートと呼んでいるが、厳密な区別はない。

さて、可塑剤はDOP(ジブチルフタレート)・DBP(ジペンチルフタレート)を使用するのが普通である。可塑剤を少なくした高重合度の硬質塩ビ原反にすると、キャビネット加工の際、折曲部分に白化現象などが起き

問題となる。そこでキャビネット用として使用する場合は、高度の理化学的性能、品質を有する特殊な可塑剤を混合した半硬質塩ビ原反を採用している。また可塑性を変化させる手段としては、ABS樹脂とか酢酸ビニル樹脂などを適宜、共重合させることによって熱可塑温度の上下を調整可能にしている。安定剤は理化学的安定性を持たせるため使用するが、種類としてはステアリン酸亜鉛、라우リン酸亜鉛などの金属石けんと、エポキシ化合物、アミノ化合物などの非金属安定剤の2種類がある。特にキャビネットに加工されてから要求される耐熱性・耐候性については、エポキシ化合物を使用した場合のほうが増加する。しかし当社の場合、安定剤の相乗効果をねらって金属系・非金属系の複合安定剤を使用している。その他、加工性を向上させるための充てん剤・滑剤なども含有させている。

以上、当社で採用し、現在市場に出している塩ビ化粧合板の耐熱塩ビ原反の組成、および製造方法の概略を述べたが、一口で言えば当社のステレオに使用している塩ビシートは、可塑剤移行防止剤入り耐熱性半硬質塩ビ原反と言える。

2.2 木目印刷およびダブリング

塩ビフィルムまたはシートへの印刷は、主として耐摩耗性に対する考慮から、次の3種類に分けられる。すなわち、バックプリント、トッププリント+ゾルコート、トッププリント+ダブリングで(図2.3参照)これらの方法は、使用場所、キャビネットの大きさ、キャビネット加工工場の環境(輸送条件・温度など)、塩ビシート自身の原価上の問題など種々の理由から、その目的に添った使い方があがるが、この印刷方法および

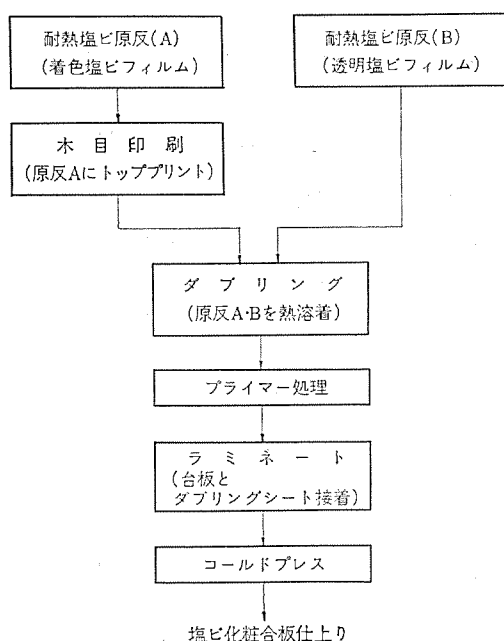


図 2.1 ステレオキャビネット用塩ビ化粧合板の製造工程
Production process of vinyl chloride decorative laminated board for stereo cabinet.

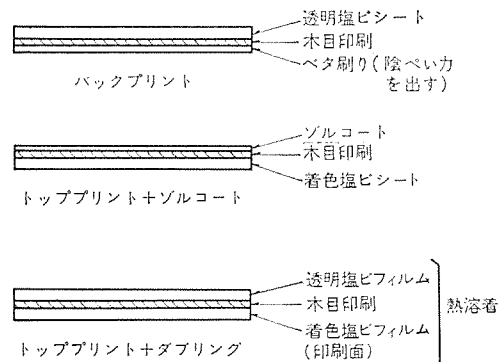


図 2.3 塩ビシートの種類
Kind of vinyl chloride sheet.

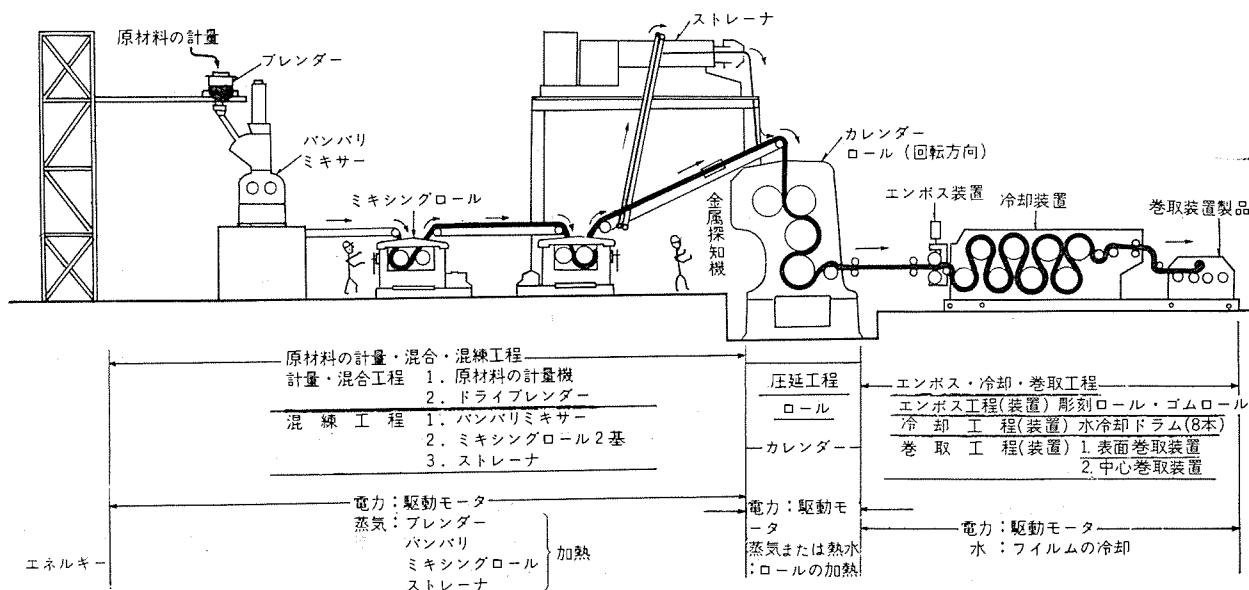


図 2.2 塩化ビニルフィルムの製造工程図

Production process of vinyl chloride film.

特長などについて紹介する。

2. 2. 1 バックプリント方式(シートの仕上り厚さ約 0.2 mm)

透明塩ビシートの裏面に木目印刷と、さらにベタ刷をして台板の色をしゃ断し、シートの表面にエンボスと称する装飾効果などをねらった木目のおうとつ(凹凸)をホットローで加工する方法で、この方法はコストが安く、耐摩耗性を高める長所もあるが、印刷面を直接台板に接着することになるので、インキの陰蔽力不足、台板との接着力不足などの欠点があり、使用場所・条件などが限定される。

2. 2. 2 トッププリント+ゾルコート方式(シートの仕上り厚さ 0.2 mm~0.25 mm)

バックプリントの欠点をなくするため表面に印刷するのがトッププリントで、着色塩ビシートの表面に木目を印刷する。しかし印刷だけでは摩耗性に対し問題があるので、印刷した面に塩ビと密着性の良いアクリル系統のゾル液をコーティングし、その後にエンボス加工を施す。これがトッププリント+ゾルコート方式の塩ビシートである。可塑剤の移行防止、耐摩耗性の向上、つや消しの程度のコントロール、白化現象の防止などの長所を有するが、ゾル液を均一にコーティングすることがむずかしい。また耐摩耗性を高く要求すると、ゾルコーティングの回数を多く必要とするのでコスト高の要因となる。

2. 2. 3 トッププリント+ダブリング方式(シートの仕上り厚さ 約 0.25 mm)

バックプリント方式、トッププリント+ゾルコート方式のそれぞれの欠点をなくし、現在使用している塩ビ化粧合板用耐熱塩ビシートで最も信頼度の高いのがこのトッププリント+ダブリング方式のシートである。すなわち、着色塩ビフィルム(約 0.1 mm 厚)の表面に印刷し、その上に透明塩ビフィルム(約 0.1 mm 厚)をのせ約 175°C で熱溶着(これをダブリングと呼ぶ)その後エンボス加工を施したもので、印刷面をサンドウイッチした状態となる。このようにして加工した場合、バックプリント方式の欠点である台板との接着性の問題や、トッププリント+ゾルコート方式で問題になった表面の耐摩耗性の問題などが一挙に解決できる。当社では、現在塩ビシートはすべてこの方法で加工したものを使用している。ただコストが前記 2. 2. 1、2. 2. 2 項の方法に比較して高いという問題もあるが、製品としての信頼性が抜群である点を考慮し採用している。

2. 3 ラミネート

木目印刷ダブリング加工を経た後、最終工程であるラミネート加工に入り、塩ビ化粧合板ができあがるわけである。そこでこのラミネート加工について説明することにする。

ラミネートとは、台板と塩ビシートを連続的に接着することをいい、強力な接着剤を塗布した台板と塩ビシートをセットしロープレスで圧縮するこ

とにより、オーバーレイが完了する工程になっている。

ここで考慮しなければならないのは、塩ビシートと木材との接着性である。接着剤の種類としては、合成ゴム系、酢ビ-アクリル共重合系、酢ビ-塩ビ共重合系、エチレン-酢ビ共重合系などがあり、酢ビ-アクリル共重合系が現在多く使用されている。接着剤を選択する一つの目安としては、接着性・耐水性・耐熱性・耐寒性・耐老化性などがあげられるが、酢ビ-アクリル共重合系は一応これらの性質を満足していると思われる。しかし耐湿熱状態ではく離(台板と塩ビシート間のはく離)の点でより強力な信頼度を得るため、現在エチレン-酢ビ共重合系の接着剤を検討している。このような種々の条件を満足させた接着剤を採用しているが、この接着方法にも 2 種類あって、台板と塩ビシートをセット後ホットローで一度に接着完了させる方法と、ロープレスで一時仮圧縮めし、ターンバックルを用いて約 24 時間コールドプレスする方法である。前者の場合は生産性は良いが、ホットローの圧力・熱・送り速度などの作業管理が困難で、できあがった塩ビ化粧合板の台板と塩ビシート間の接着に、ばらつきが発生するおそれがある。当社の場合は、品質に対する信頼性の高い後者を選び採用している。

3. 塩ビ化粧合板の性能・品質

塩ビシートはそれ自体可塑剤の移行にともなう老化現象など、熱可塑性樹脂特有の欠点をもっているため、そのシートを台板に接着したいわゆる塩ビ化粧合板をキャビネットに使用するには、それなりの厳重なチェックを必要とする。特に台板と塩ビシート間の接着力、お

表 3. 1 塩ビ化粧合板の性能品質
Performance and quality of vinyl chloride decorativ laminated board.

| 試験項目 | | 試験方法 | 判定基準 |
|-----------------|---------|---|--|
| 接着の程度 | | 70℃ 2 時間浸漬後 60℃ 3 時間乾燥 | 同一接着層におけるはく離しない部分の長さが、それぞれ側面において 40 mm 以上あること |
| 台板と耐熱塩ビシートとの接着性 | | 幅 25 mm、長さ 100 mm の試料を 20℃ 60 % の湿度条件の下に、ショッパー形引張試験機にて 100 mm/min の速度で台板と塩ビシートとはく離時、または破壊時における最大荷重を測定する | 180° ピーリング試験において最低 4 kg/inch 平均 5 kg/inch 以上であること |
| 木破率試験 | | 大板（納入サイズ）の幅方向端から 10 mm をケビキで塩ビシートに傷つけ、引張はく離する。湿度条件は 20℃ 60 % とし、引張速度は 2,000 mm/min とする | 木破率 60 % 以上とする。ただし本試験は全数について行ない、そのデータを化粧板納入時に添付し承認をとることとする |
| 耐水試験 | | 150 mm 平方の試験片を 40℃ ±3℃ の温水中に 1 時間浸漬した後 40℃ ±3℃ の温度で 2 時間乾燥する | 表に異常のないこと 木破率 60 % 以上 |
| 寒熱繰返し試験 | | 40℃ ±3℃, 2 h → -20℃ ±3℃ 2 h, 2 サイクル | 表面にふくれ、しわ・変色および目やせを生ぜず、かつ寸法が安定していること |
| 退色試験 | | 入力 400 W、波長 3,000 オングストローム以上の退色試験用水銀灯で水平距離で 300 mm 離し 48 h さらす | 表面の色彩、およびつやが変化しないこと |
| 可塑剤移行試験 | | 100 mm 平方の試験片に同種の塩ビシートを 200 g/cm ² の荷重をかけ、密着させ 60℃ ±3℃ の温度で 24 h 放置する | 表面状態に異状のないこと |
| 耐衝撃性試験 | | 100 mm 平方の試験片をコンクリート上に固定し、直径 25 mm 重量 300 g の鋼球を 500 mm の高さから 3 個落下させ、状態をしらべる | 割れ、浮き、はがれのないこと |
| 耐候性試験 | | 2 灯式カーボンウェザオメーター（東洋理化 WE-2 型）を使用し、60℃ ~70℃ の湿度条件で 150 h 照射前後の変化を肉眼赤外線吸収スペクトル分析器で調べる | 塩ビシートのちぢみ 0.5 mm 以下、浮き・はがれ・割れ表面の色彩、およびつやが著しい変化を認めないこと |
| 耐乾熱試験 | | 100 V, 250 W の赤外線ランプより水平距離で 200 mm 離し、4 h さらす | 常態接着力と同等の接着力があり、表面に異常のないこと |
| 耐湿熱試験 | | 表面に沸湯水を滴下、その上に 0.5 l の沸湯水を入れた 1 l のアルミニウム容器を 20 分間放置後乾燥した布で摩擦、24 h 放置する | 浮き、ふくれ、はがれ等表面に異常がないこと |
| 耐薬品性試験 | 耐酸 | 5 % 酢酸水溶液を滴下、2 時間後水洗し 24 h 放置 | 浮き、ふくれ、はがれ等、表面に異常がないこと |
| | 耐アルカリ | 1 % 炭酸ナトリウム水溶液、2 時間後水洗し 24 h 放置 | |
| | 耐アルコール | 90 % エチルアルコール水溶液、2 時間後水洗し 24 h 放置 | |
| | 耐石油ベンジン | 石油ベンジン、2 時間後水洗し 24 h 放置 | |
| | 耐汚染 | 一般市販液中性洗剤、2 時間後水洗し 24 h 放置 | |

よび塩ビシートの耐熱性については、ことさら慎重にチェックし、なかでも台板と塩ビシート間の接着が完全に行なわれているかどうかの判定については、製造した大板全数に対し木破率テストを行ない、安全性をチェックしたうえで使用している。以下当社で採用している塩ビ化粧合板の性能・品質の基準を表3.1で説明する。

4. Vみぞ加工によるキャビネット製造方法

Vみぞ加工によるキャビネット作業工程は、図4.1のようになる。つぎに各工程の順序について説明する。

(1) 材料木取りは、あらかじめ受入検査において合格と判定されたロットについて行ない、能率の良いトリミングソーを使用している。

(2) 1個のキャビネットの展開寸法に木取りされた化粧合板は、外観的品質について検査され、きず、おうとつ(凹凸)などの欠点のあるものは除かれ、軽微なものは手直しされて使用する。

(3) つぎに各種のさん(棧)類の接着が行なわれる。すなわち、キャビネット裏板取り付けさんとか、キャビネットの共振防止用の補強さんなどである。これらの作業はライン化され、接着剤とステップルで固定される。

(4) 引続き、縦Vみぞ加工が専用のVカットマシンにより行なわれる。(図4.2参照)この縦Vみぞ加工は表面の塩ビシート約0.25mmの部分を残して、木取りされた材料の端部を長さ方向に平行に、V字形のみぞを2本ないし4本彫り込むものである。

この縦Vみぞ加工の形状寸法および個数により、図4.3のように各種の形状の前縁部分が形成される。この加工はすべて各みぞごとにフォードカッタによって行なわれる。

(5) 縦Vみぞ加工のあとは巻きこみである。とくに巻きこみにより見かけ上の厚さを持たせる場合は、中心に合板やパーティクルボードなどを封入して接着するが(図4.4参照)、この工程も(3)のさん取り付けと同じようにライン化され、高能率で作業が進められる。

(6) つぎに横Vみぞ加工が行なわれるが、この加工には専用のVカットソーが使用される。これは図4.5のようなもので、カットされる材料は前後に油圧で往復する取付台に、真空吸着でしっかりと確実に固定される。

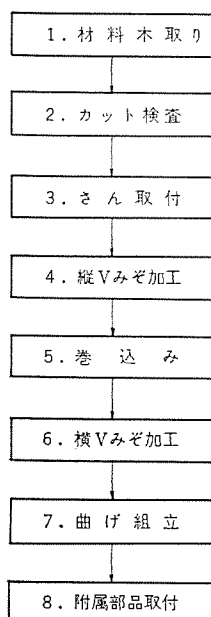


図4.1 キャビネット作業工程
Working process of cabinet.

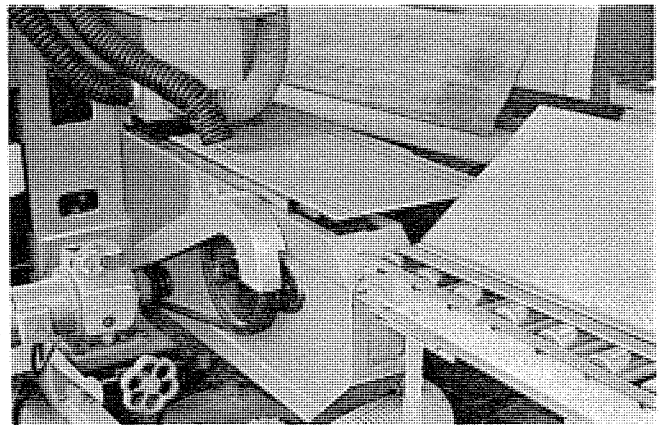


図4.2 縦Vみぞ加工専用機によるVみぞ加工
V groove cutting with longitudinal V groove cutting machine.

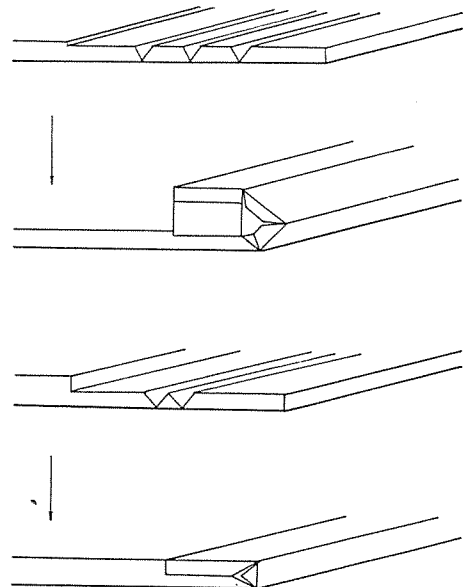


図4.3 縦Vみぞ加工工程
Cutting process of longitudinal V grooves.

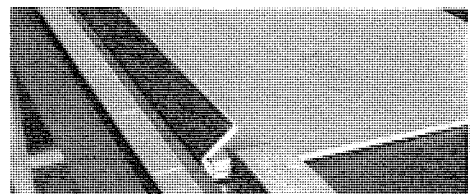


図4.4 巻き込み工程 Winding up process.

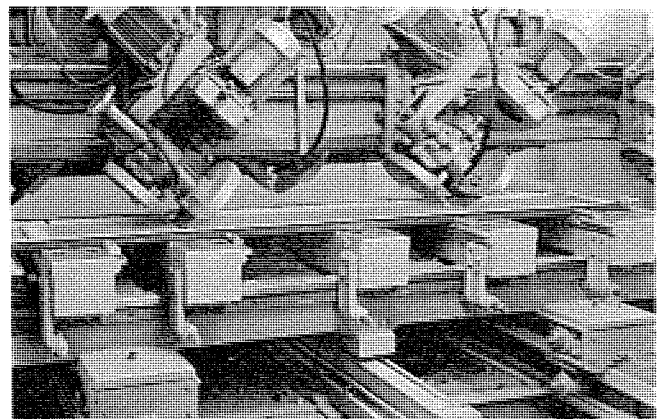


図4.5 横Vみぞ加工を行なうVカットソー
V cut saw for horizontal V groove cutting.

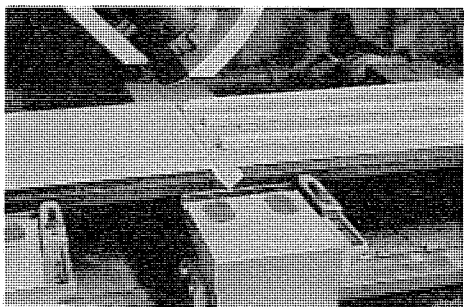


図 4.6 横Vみぞ加工されたキャビネット材料
Cabinet material worked horizontal V groove cutting.

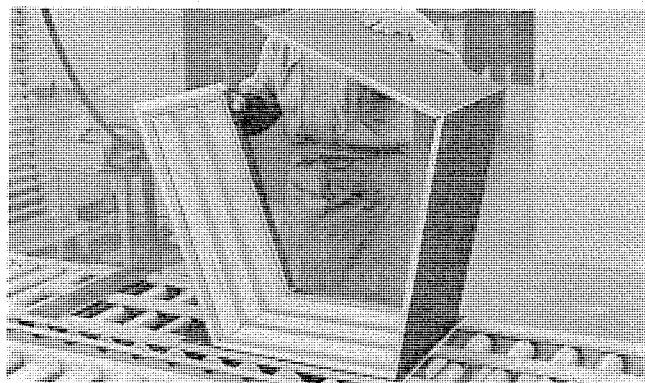


図 4.7 キャビネットの曲げ組立ての例
Example of bending work to assemble cabinet.

一方、Vみぞ加工は相交わる方向にとりつけられた専用丸のこで、その角度・上下・左右の位置は自由に調整される。図 4.6 はカットされた状態を示している。

この横Vみぞ加工は、従来は自製のVカットマシンで、刃物は特殊のカッタを用いていたが、現在の塩ビ化粧合板に対しては丸のこを用いた専用機械を用いている。この場合も、前の縦Vみぞ加工と同様、技術的な考慮が必要であり、材料を固定する取付台の精度や丸のこの管理、材料のそりなどについては十分な配慮が必要である。

(7) 横Vみぞ加工のあとは、キャビネットの曲げ組立てが行なわれる。図 4.7 にその一例を示す。最初と最終部分は接着剤とステープルなどで固定される。

(8) 曲げ組立ての行なわれたキャビネットについて、バックルボード・

化粧わく・その他付属部品の取付が行なわれ作業工程は終了し、直角度・寸法・外観などについて、作業者による自主検査が行なわれ完成する。

以上のような作業工程によりキャビネットができあがるのであるが、この方式を利用することにより単にキャビネットの本体のみならず、サランネットをはったバックルボード周辺に、装飾用に取り付ける化粧わくなども簡単に作ることが可能であり、木製の化粧わくよりもはるかに安価で、品質的にも加工精度のすぐれたものが得られる。現在、当社の各種ステレオの化粧わくのほとんどがこの製法によるものである。

そのほか、アンプ、キャビネットの天板、台輪脚などにも利用しており、近い将来天然材をはじめ、あらゆる材料部品についてもこの製法が大いに活用されたいと考えられる。

5. む す び

本文では、当社で開発したVカット式ステレオキャビネットの製法について紹介したが、この方式の成功の鍵を握った塩ビシートの組成、品質、木目印刷法および塩ビシートと合板のラミネート法、また、その接着剤などについて、今までにあまり発表されていなかったものを特に詳しく説明を加えた。

塩ビ化粧合板によるVカット式キャビネットを最初に採用したDSS-4500形ステレオは、当初計画したすべての試作、実験の結果が好成績をおさめ、品質的にも従来の工作方法によるキャビネットに比較して非常に安定していることがわかり、量産化にふみ切った。また当初に目標としたキャビネット製作のオートメーション化に関して、大きな役割を果たすものと期待されるが、今後のキャビネット製造法についての研究に対しても、一段と自動化の道へ方向づけしものと確信している。逆に今後に残された大きな課題は、ステレオキャビネット生産における自動化機械の研究であると言えよう。

終わりに、このVカット式キャビネットの製作にあたり、種々協力と資料の提供をいただいた、当麻硬板KK・浜二塗料KK・理研ビニール工業KK・東亜ペイントKK・大日本インクKK・三幸木工機KKのかたがたに深く謝意を表するとともに、設計、試作、試験および製造に際し終始ご協力をいただいた郡山製作所の関係各位に深く感謝する。

最近のダイヤトーンレコードプレーヤ

三瓶 富雄*・小畑 紘一*・西田 道雄*・結城 吉之*

The Latest Diatone Turntable

Koriyama Works

Tomio SANPEI・Kooichi OBATA・Michio NISHIDA・Yoshiyuki YUUKI

Study on the sound reproduction system has been steadily going on recently, the fruit being made the best use of in the products. Among them the disk playback system has made remarkable development and its entrance, the turntable, has made a great stride based on unique technique made public in succession. Under the circumstances, Mitsubishi has introduced to the market the following new manufactures.

(1) Turntable with twin idler

(3) Solid state phono cartridge

(2) Turntable with double floated motor

(4) Phono cartridge with optical semiconductors

These Diatone turntables are now much talked about in the circles. This article describes the novel technique relative to them and also introduces the products to the dilettanti.

1. ま え が き

近年音響再生系の研究は着実な歩みをたどり、その成果が製品に対して地道に生かされ日進月歩の変遷をみせている。そして新技術の生かされた新製品は理論的にもオーソドックスで、その時期を代表する新鋭機の見方をされるまでになっている。けれどもレコードプレーヤにあっては、今日でも技術的未決分野の解明がなかなか困難なことが多く、まだまだ技術探索と理論と応用確立の道が残されている。したがって発表せられる製品も特異なものが多く、目的は同じようでもその方法や過程は千差万別である。それはレコードプレーヤがデスク再生装置の入口であるといえども、ピックアップを除いては直接音を再生するものではなく、それを行なわすに必要な補助手段であるばかりか、ピックアップに至ってはやっかいな機械-電気変換系を持つためにいろいろな角度から解明の糸口が見いだせるからであろう。またその新技術が非常にデリケートな面を掘り下げているために、ある新技術要因がその要因のために結果として製品に及ぼす影響がどれだけあるかとなるとはなほだ評価に苦しむことが多い。しかしそのへんの要因は音響再生系においては、本来は別なもっと大きなウエイトをしめる要因にマスキングされ、その影響度の判定に苦しむことがしばしばである。したがってその時点で最も妥当とみなされるある一定の線を引いて、これを目安として判定する以外に方法がない。また基準線の引けない要因については理論上こうなるはずであるという仮説のもとに進めざるを得ない。また測定器のデータと人間の感覚に対する相関および人間対人間の受け取り方の差、および好みの差等も大いに影響する。一般には従来品に比べてどの程度性能が向上したかで判定し、ステップを踏んで高性能化され不動の物となることが通常である。以下に述べる新技術もこの考え方に立脚している。

2. ツインアイドラ方式リムドライブプレーヤ

従来から一般化されたレコードプレーヤのターンテーブル駆動方式としては、鋼板またはダイカスト製のリム付き円板を内面からアイドラと称するゴムタイヤ状のホイールで、駆動するリムドライブ方式がとられてきた。この方式はターンテーブルの回転速度切換(レコードの回転速度の選択)

が構造的に簡単で、メカニズムそれ自体がシンプルで堅固・安価にして作りやすく、性能的に割合まとまっている利点があったため、古くからレコードプレーヤの主流となってきた。この他にもドライブ方式は種々あるが、このリムドライブプレーヤは構造面・耐久性・使いやすさ・作りやすさ・低コストという面で他の方式にまさっているが、性能面のランブル(ゴロ音)の発生が大きく、ここ近年のパワーアップの出力増大と、低音の強調によってランブルが目立ち過ぎ使用限界に達してきた。しかし回転速度の複数切換の面では、絶対的強みがあるこのリムドライブプレーヤをなんとか特殊な方法でもっとランブルの性能を上げ、使用限界範囲を拡大しようと試みられたのが、ここで紹介するツインアイドラ方式リムドライブプレーヤである。

さて一般にリムドライブプレーヤのランブル発生源は、

(a) モータの磁気および回転振動によるもの

(b) ターンテーブル・アイドラ等の回転部分から発生するもの

(c) 構成部品相互の共振等によるもの

等である。またリムドライブ方式のランブル伝達経路は表2.1のとおりである。これらを総合的にながめると、リムドライブ方式の場合のゴロ音は、アイドラに起因するものが全ファクタの約80%をしめていることになる。そこでこのアイドラの宿命的欠陥を改善すべく、このツインアイドラ方式リムドライブプレーヤが考えられた。構造は図2.1に示すとおりである。動力伝達の基本は従来のフォームを変えず、振動源からのランブル成分を振動伝達経路の中でカットする構造になっている。図2.1によりアイドラの構造が従来の物と違って、アイドラのゴムタイヤ部分が二重構造になっていることがわかる。つまり上部アイドラと下部アイドラに分かれている。これが大きな特長で、下部アイドラはプーリーのみに接し、上部アイドラはターンテーブルのみに接している。従来の方式は1個のアイドラがターンテーブル・プーリー双方に接していた。したがって従来の方式であると、ターンテーブルに接しているゴム部の材質と硬度は、プーリーに接しているゴム部の材質や硬度とは同一にしか作り得なかった。

しかし図のように上・下二段に分け、中心軸によって二つのアイドラを合成すると1個のアイドラを二つの異質の材料で作ることができ、硬度もそれぞれ違えることができる。ここに着目した。

いま基本的なリムドライブ方式のアイドラ接触部の圧力は図2.2によ

表 2.1 リムドライブプレーの振動伝達経路
Vibration transmitting route of rim drive player.

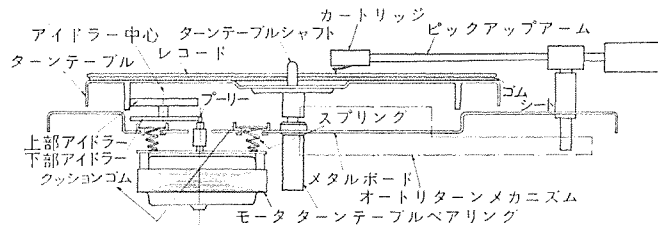
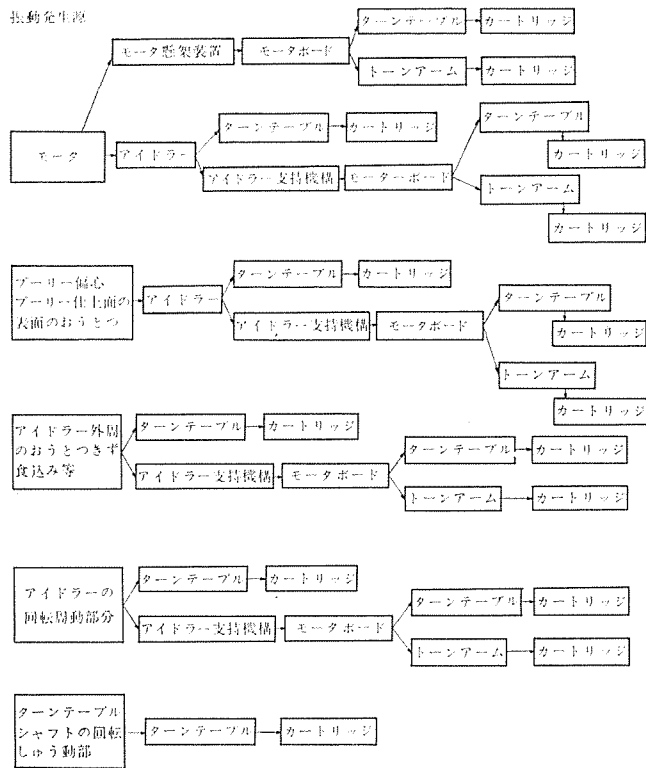


図 2.1 ツインアイドラ方式リムドライブプレー
Twin idler system rim drive player.

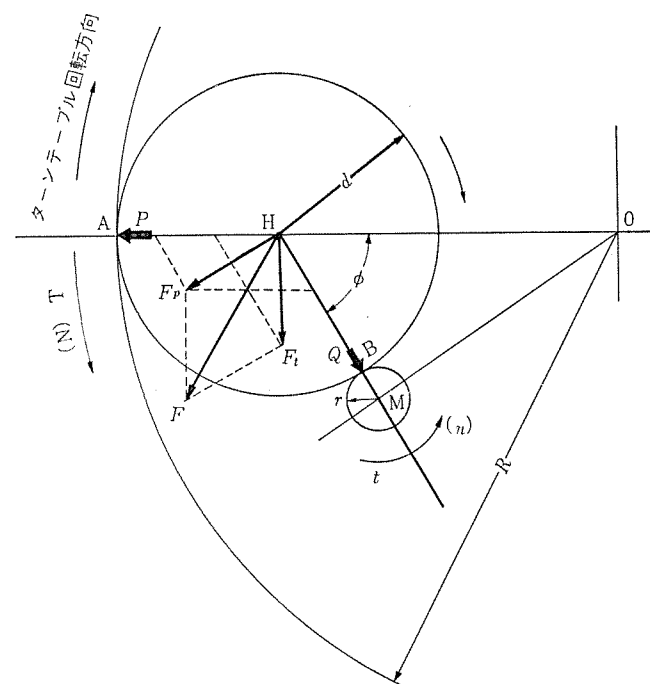


図 2.2 リムドライブ方式のアイドラ接触部の機構
Mechanism of rim drive system idler contacts.

り

R : ターンテーブル 半径

r : プーリー 半径

d : アイドラ 半径

O : ターンテーブル 中心

H : アイドラ 中心

M : プーリー 中心

ϕ : $\angle OHM$

n : プーリー 回転数 (rpm)

N : ターンテーブル 回転数 (rpm)

P : 点Aのアイドラとターンテーブルの接触圧

Q : 点Bのプーリーとアイドラの接触圧

$E : nt = NT = E$ (駆動状態を示す定数)

とすると

$$P = \frac{E}{nN(R-d)(d+r)} \{N(R-d) \operatorname{cosec} \phi + n(d+r) \cot \phi\}$$

$$Q = \frac{E}{nN(R-d)(d+r)} \{n(d+r) \operatorname{cosec} \phi + N(R-d) \cot \phi\}$$

で表わされる。一般に実際は $P/Q \approx 1/2$ に近く、B 点の圧力 Q が A 点の圧力 P より大きい。

また r/R は数十分の一が普通であるため、点Bの接触は単位面積 (本来は線接触) 当たりの接触圧が相当大きく、点Aの変形に比べ変形ははなはだしい。この変形はアイドラの回転しゅう (摺) 動部とともにランブル発生に対し顕著で、これを防止するうえからも点Aの接触部と点Bの接触部の条件を別々にして、それぞれに適合したアイドラを組み合わせるべきである。ここに ツインアイドラの必要性が生ずる。

要約すると、アイドラのゴム硬度は

(1) プーリーと接触する側では変形を防ぐため、ある程度硬くすべきである。

(2) ターンテーブルのリムと接触する側は単位面積当たりの圧力が小さいため、ある程度軟らかくともよい。

(3) モータの振動やアイドラの回転部分の振動を、ターンテーブルに伝えないためには軟らかいほうがよい。

といえる。また $\angle AHM$ に対し、アイドラの変形を少なくするように、ゴム硬度とゴムタイヤ形状を選ばなければならない。すなわち表 2.2 の条件と前述 (1)(2)(3) を一気に満足するのが ツインアイドラ方式といえる。すなわち二重構造 (Twin) のアイドラの上部アイドラは、変形が少ないので防振効果を上げるようゴム部のコンプライアンスを大

表 2.2 アイドラゴム部の所要条件
Required condition of idler rubber parts.

| アイドラゴム部の条件 | 影響する要因 |
|---------------------------|---|
| スリップが少なく、伝達効率がよいこと | スピードスロー、回転むら、起動特性に影響する |
| ゴム部の変形が少ないこと | 喰込みによるランブルの発生が少ない |
| アイドラによるトルク伝達ロスや負荷が発生しないこと | 喰込みが大きいとこの部分での負荷が発生する。伝達効率がよいとそれだけ振動の少ない低トルクモータが使える |
| イレギュラなトルク伝達がないこと | 回転むらとなる喰込みによるイレギュラトルク伝達が生じることがある |
| 振動をよくしゃ断すること | アイドラの回転しゅう動雑音や、プーリー偏心によるアイドラこら (叩) 音モータの振動を伝えないランブルに条件が良くなる |
| 経時変化がないこと | 特にツインアイドラだけでなくすべてにあてはまる |

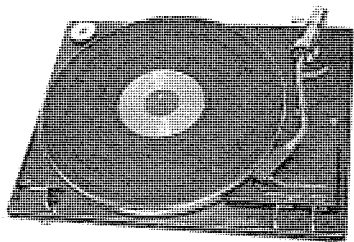


図 2.3 ツインアイドラ式リムドライブプレーヤ外観
Exterior view of twin idler system rim drive player.

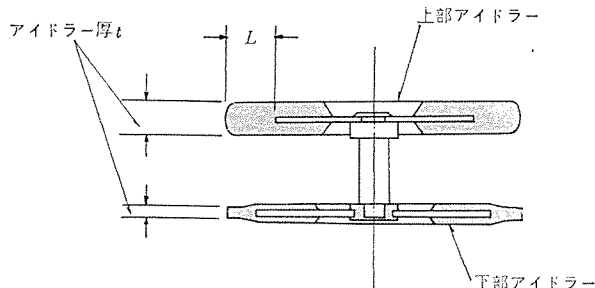


図 2.4 ツインアイドラの構造
Construction of twin idler.

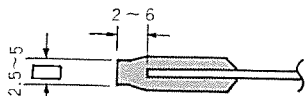


図 2.5 一般的なアイドラの形状
Shape of general use idler.

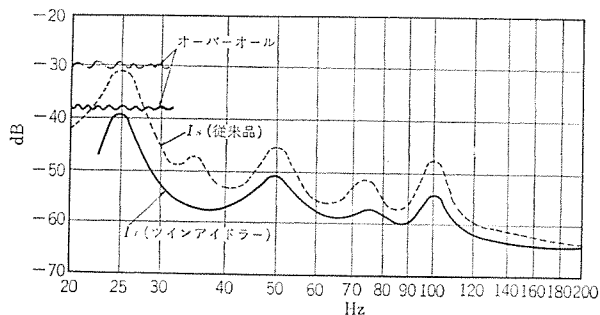


図 2.6 ターンテーブルアイドラの雑音スペクトル
(測定位置 ターンテーブル上)
Noise specter of turntable idler.

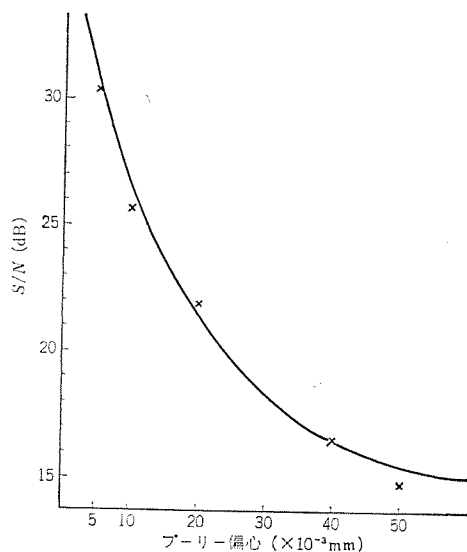


図 2.7 プーリー偏心量対 SN 比の関係
Relation between pulley eccentricity amount and SN ratio.

きく取って振動シャ断に重点を置き、下部アイドラは既述のように、ゴム部の変形が生じないように、硬度を上げ従来条件を維持させ回転伝達に重点を置いた構成になっている。図 2.4 において上部アイドラが下部アイドラよりアイドラ厚が厚いのは、アイドラのゴム部(図 2.4 の L)が長いのでターンテーブルのリム部に接触した場合、その接触圧によってリム面と垂直な方向に倒れが生じやすいので、これを防止するためである。

従来から一般に $\angle AHM=110^\circ \sim 130^\circ$ 、アイドラのゴム硬度 $=45^\circ \sim 65^\circ$ 、ゴム部形状は図 2.5 のようである。当社のツインアイドラの場合は、上部アイドラの硬度は 30° 、下部アイドラの硬度は 50° となっている。

実際に製品について性能比較をしたデータが図 2.6 である。1 kHz 50 mm/s を 0 dB としたときの 50 Hz プレーの無音みぞによる雑音周波数分析結果である。この表は標準使用状態時の振動を従来品のそれと比較してある。

表中 I_t はツインアイドラ方式の振動 I_s は従来方式の振動を表す。この結果、従来方式に比べてオーバーオールで約 8 dB、25 Hz で約 8 dB、50 Hz で約 5 dB の S/N の向上が実証される。このように IM ひずみの発生しやすい 25 Hz の低域の振動カットが顕著に表われる。図 2.7 は従来品のリムドライブにおいてプーリーの偏心量がどのようにランブルに影響するかをみたものである。図からもわかるように、プーリー偏心量が少なくなるに従い放物線状に S/N の良くなることが理解できる。したがってプーリーのアイドラへのこう(叩)音が S/N に相当影響を与えており、プーリーとアイドラに高度の工作精度が要求される。本方式により従来ランブルの発生が大きいという欠点のため、幾多の長所を持ちながら敬遠されてきたリムドライブプレーヤを、測定結果からも明らかに設計目標に対して S/N 比 40 dB とベルトドライブに匹敵する値を得、初期の目標である一応の成果が得られたが、さらに検討を加え高級ベルトドライブプレーヤをしのぐ S/N 比にすることが究極の目的である。今後の課題としてリムドライブ方式プレーヤもモータフロートイングの検討、アイドラの材質の向上を図れば、さらに高性能化するものと考えられる。

3. ダブルフロートイング方式ベルトドライブプレーヤ

この章は当社の高級ステレオ装置に組み合わされた高 S/N 比ベルトドライブプレーヤについてのべる。一般にベルトドライブプレーヤは、振動のシャ断がベルトによるシャ断よりもモータをフロートイング(懸架)する部分のほうが小さく、高性能なベルトを使用しても、その性能はモータをフロートイングしたその状態によってある程度決まってしまう。ベルトドライブにあってはランブル(ゴロ音)の発生源は

- (1) モータの回転および磁気振動
- (2) プーリーの偏心による振動
- (3) 構成部品相互の共振による振動

などである、これらの原因のうち(3)を除いてはすべてモータ部分より発生する振動であって、このモータから発生する振動がランブルに対して大きなウェイトをしめている。したがってこのモータ部分より発生する振動を効果的にシャ断すべく振動シャ断の方法がいろいろ試みられている。モータからのこれらの振動は、カートリッジに伝達して、その振動周波数と同じ周波数のゴロ音として、スピーカーから聞こえる場合(比較的高い周波数で 50 Hz ~ 500 Hz くらいの振動)と、振動によって再生信号が変調され信号がひずんで聞こえる場合、すなわち混変調現象(振動周波数は 50 Hz 以下の低い成分によって

影響を受ける)の二つが考えられる。いずれの場合も聴感上の弊害なので極力除去しなければならない。

さて、これらの振動がカートリッジに伝達される経路は、大別して次の二つの場合がある。

(1) ターンテーブル駆動部分によって伝達される場合

伝達経路は図 3.1 に示すとおりで、ベルトドライブの場合は、従来のリムドライブ方式に比較して駆動機構途中に回転物(たとえばアイドゥ)などが介在しないので、雑音の発生がなくベルトそのものの振動シャ断特性もすぐれているために、高 SN 比プレーヤーにきそって採用されている。

(2) モーターボードによって伝達される場合

伝達経路は図 3.3 に示すとおりで、モーターで発生する振動をシャ断する手段としては、モーターをフローティングするクッションの部分でシャ断するのが最も適切であることがわかる。そして前記(1)および図 3.2 により「ベルトによる振動シャ断レベル \geq モーターのフローティング部分による振動シャ断のレベル」にならないかぎり、いかに駆動機構で振動をシャ断してもプレーヤーの SN 比は良くならないことになる。さてここで従来のクッションゴムのみによるフローティング方式と、本機に採用したダブルフローティング方式の構造と、その構造を等価回路におきかえた様子を図に示すと、おのおの図 3.4(a), (b) になる。

図 3.4 に示すように等価回路は電気回路における、はしご形回路と同じ形で示され、回路上から考えると図 3.5 に示すはしご形回路において v_1 の入力に対して v_2 の出力を低い周波数まで減衰するには“ m ” “ c ” を大きくすればよい。すなわち図 3.4 のモーターの振動“ v_1 ”に対してモーターボードに伝達される振動“ v_2 ”を低い周波数までシャ断するためには、モーターの重量“ m_1 ”, メタルボードの重量“ m_2 ”, クッション部分のコンプライアンス“ c_1 ”を大きくすればよいわけである。

今、ダブルフローティング方式を図 3.4 (b) によって説明すると、モーターをクッションゴムとスプリングによってモーターボードより二重にフローティ

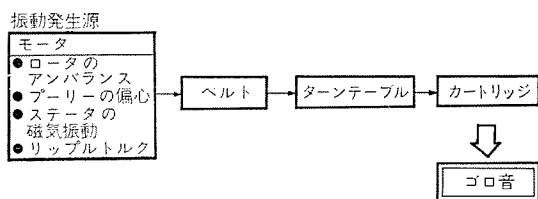


図 3.1 駆動機構における振動伝達経路
Vibration transmitting route in the driving mechanism.

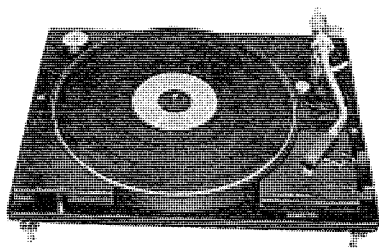


図 3.2 ダブルフローティング方式ベルトドライブプレーヤー外観
Exterior view of double floating type belt drive player.

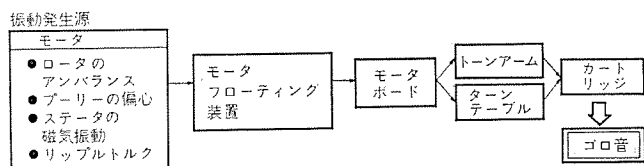


図 3.3 モーターボードにおける振動伝達経路
Vibration transmitting route in motor board.

ングしてある。すなわちダブルフローティングである。図 3.4 (a), (b) によって従来の方式とダブルフローティング方式を比較した場合、相違点は等価回路におけるコンプライアンス“ c ”の部分のみとなる。従来の方式はクッションゴム“ c_1 ”のみで、本方式の場合は、クッションゴム“ c_1 ”とスプリング“ c_2 ”の直列回路となる。従来の方式の場合“ c_1 ”を大きくするにはクッションゴムの材質を軟かくするか、または図 3.4(a)で示すクッションゴムの肉厚“ t ”を薄くするかどちらかである。これらの方法にはおのずから限界があって、クッションゴムのみによるフローティング方式で大きなコンプライアンスによる振動シャ断を求めるには無理があった。しかしダブルフローティング方式の場合は、図 3.4(b)に示すように“ $c_1 + c_2$ ”となり、従来の方式におけるコンプライアンス“ c_1 ”に比べると“ $c_1 < c_1 + c_2$ ”であって、当然大きなコンプライアンスが得られる訳である。したがって前述の電気回路による類推的説明によって照合するならば、クッション部分の“ c_1 ”が従来のものに比べて大きくなったわけであるから、図 3.5 の c が大きくなったことになり、ダブルフローティング方式は低い周波数まで振動シャ断することになる。

以上基本的なことについて述べたが実際の設計に当たっては、クッションゴムのコンプライアンスを大きくするために、クッションゴムのスプリングが接する面には円すい(錐)の突起をつけ、さらにモーターボードに接する部分は環状のリブを採り入れた。また、スプリングはモーターの揺れを防ぐために、すわりの良いテーパースプリングを採用した。図 3.6 はダブルフローティング方式を採用した本機の SN 比および振動の周波数

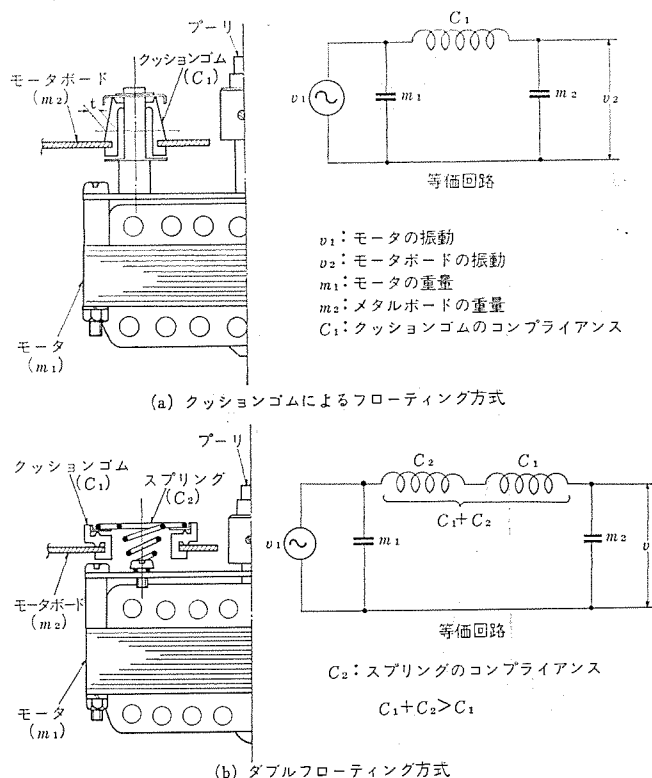


図 3.4 ターンテーブルの駆動方式の比較
Comparison of turntable driving systems.

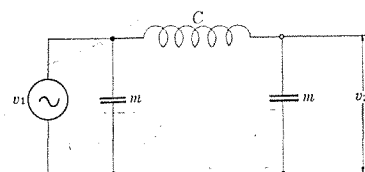


図 3.5 はしご形回路
Trapezoid circuit.

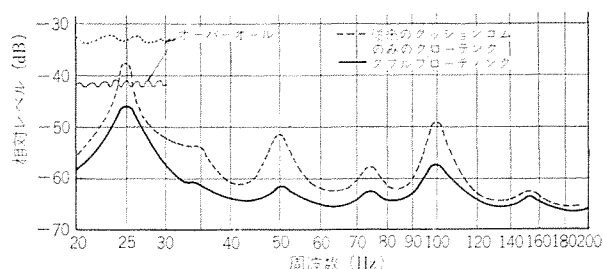


図 3.6 ダブルフローティング方式の SN および振動の周波数分析
Frequency analysis of SN and vibration of double floating system.

分析結果である。図に示すように従来のプレーヤ（図 3.6 の点線で示す）に比較して本機のほうが、オーバーオールで約 8 dB 改善され、さらに振動の周波数分析結果からモータの振動の基本波である 25 Hz の振動が、従来のプレーヤに比べて 8 dB 改善されていることがわかる。

以上、ダブルフローティング方式を主にして本機を紹介したが、ダブルフローティング方式と前述のベルトドライブ方式を採用することによって約 43 dB 以上（イコライザーストレスを通し全帯域の出力特性をフラットにして測定）の SN 比が取れ、従来のこのクラスのプレーヤに比較して 6～10 dB 改善され、高級ステレオ装置に十分使用できるステレオプレーヤが完成した。

4. ソリッドステートカートリッジ

従来レコード再生装置に広く用いられてきた圧電形のピックアップカートリッジは、一般には安物で音質もよくないとの印象が強いうえに、振動系の構造が複雑になりやすく、高性能カートリッジとしての研究対称から落とされてきた。しかし電磁形が速度比例形であるのに対し、圧電形は変位比例形であるので、機構上本質的な長所もそなえており、圧電材料も他の方面での進歩をとげている現在、安価で高性能なカートリッジの開発も可能であると思われる。この前提から開発を進め、その途上で生まれたのがダイアトーンステレオに採用している SLD-5500 形カートリッジである。

4.1 発電素子の小形高性能化

ピックアップカートリッジの高性能化には可動部分の質量を軽くし、針先のコンプライアンスを大きくすることが必要である。可動部の質量軽減には、針先およびカンチレバーの小形軽量化はもちろんのこと、発電素子の小形軽量化が必要となってくる。一方電気回路として考えた場合には、低域特性と出力の面で静電容量の高いことが要求され、単に小形化することはできない。また強度の点からあまり薄くすることもできない。これらの相反する条件を満たすために、圧電性が大きく、誘電率が大きい PZT 系の新セラミックにより図 4.1 のような分極方向を逆方向にしてはり合わせた高容量形バイモルフを作り、従来の 1/10 以下の大きさの発電素子とした。

バイモルフを図 4.2 のように単純化した等価回路で考えると、バイモルフの静電容量 C 、バイモルフの開放出力電圧 E_0 、実効出力電圧 E 、負荷抵抗 R 、周波数 f の間には

$$E = \frac{E_0}{\sqrt{1 + \left(\frac{1}{2\pi fRC}\right)^2}}$$

なる関係があるので、実効出力は $f = 1/2\pi RC$ 以下で 6 dB/oct. の割合で低下することになる。つまり負荷抵抗を大きくするほど低域

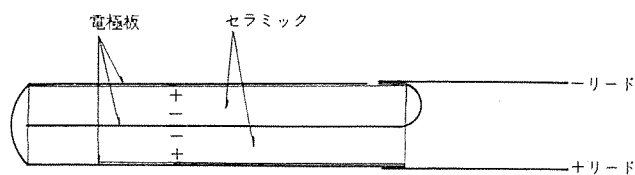


図 4.1 高容量形バイモルフ
High capacity bimorph.

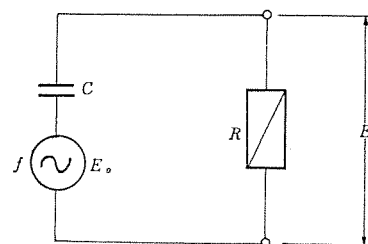


図 4.2 バイモルフの電気的等価回路
Electric equivalent circuit of bimorph

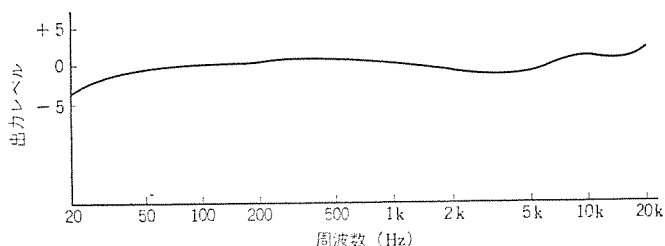


図 4.3 ソリッドステートカートリッジ再生特性
Solid state cartridge play-back characteristics.

の再生が有利になるが、ハムを誘導しやすくなるし、トランジスタアンプでは高入力インピーダンスは容易でない。そこで、低域を無理に伸ばさず、高域特性および S/N を改善しひずみを減少させることに重点を置いた。

4.2 軽針圧トレース

高域の軽針圧トレースは、前述のようにして振動部の実効質量を小さくすることで実現されたが、低域の軽針圧トレースも、制動材（ダンパ）と伝動材（アーマチュア）の材質および形状の研究によるハイコンプライアンス化で実現された。この結果 2 グラム以下の軽針圧で十分に実用できるものが得られた。

4.3 再生特性

振動部の実効質量軽減とハイコンプライアンス化によって、ムービングマグネット形に匹敵する周波数特性（図 4.3）を得、しかもプリアンプを必要としない出力電圧をも得ることができた。

SLD-5500 は、この他にも ムービングマグネット形カートリッジの互換性と使いやすさを重視した構造を持ち、ワンタッチで針交換ができる新しい機構をそなえるなど、従来のものに見られないユニークなカートリッジである。そして、この開発は圧電形カートリッジ高性能化の一道標となるもので、圧電形は振動部分の解析が多少複雑ではあるが経済性の点からさらに追求する価値をもっている。したがって圧電形カートリッジは圧電材料をはじめとした材料分野の今後の進展をも考え合わせると、本腰を入れて取り組むべき課題といえよう。

5. 光電半導体カートリッジ

レコード再生用のピックアップカートリッジは、ディスクに刻まれた信号を電気信号として取り出す意味において、一種のエネルギー変換機構で

あるが、近年の半導体の急速な進歩に伴い様々な半導体トランスデューサが生み出され、それとともに新しい方式のピックアップカートリッジのいくつかが脚光をあびた。中でもフォトエレクトロニクスを応用した光電方式は特異な存在である。それはピックアップカートリッジの高性能化の条件である、可動部分の質量を小さく、針先のコンプライアンスを大きくすることを、容易に実現できるからである。すなわちトランスデューサとしては、エネルギーをディスクの音みぞから直接取るのではなく、図5.1のように光というエネルギーの流れを、ディスクの音みぞをトレースする可動部分の変位によって変化させる信号制御形のトランスデューサであって、可動部分は独立した振動系としてより、理想的に追求できる利点を持っている。

5.1 従来の光電子カートリッジの問題点

このように原理的に有利な光電方式が実現されたが、光源として超小形白熱電球を使用しているために次のような問題点を残していた。

(1) ランプからの発熱は相当大きくなるので、受光素子の温度上昇に伴う特性劣化、特性のばらつきがカートリッジとしての特性に影響を及ぼす。

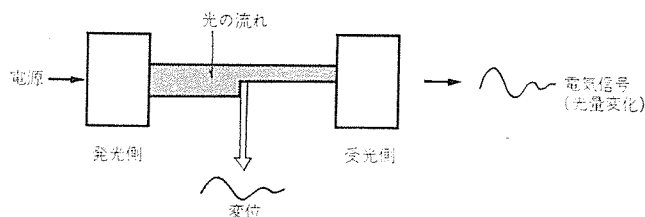


図 5.1 光電方式トランスデューサ原理
Principle of photoelectric type transducer.

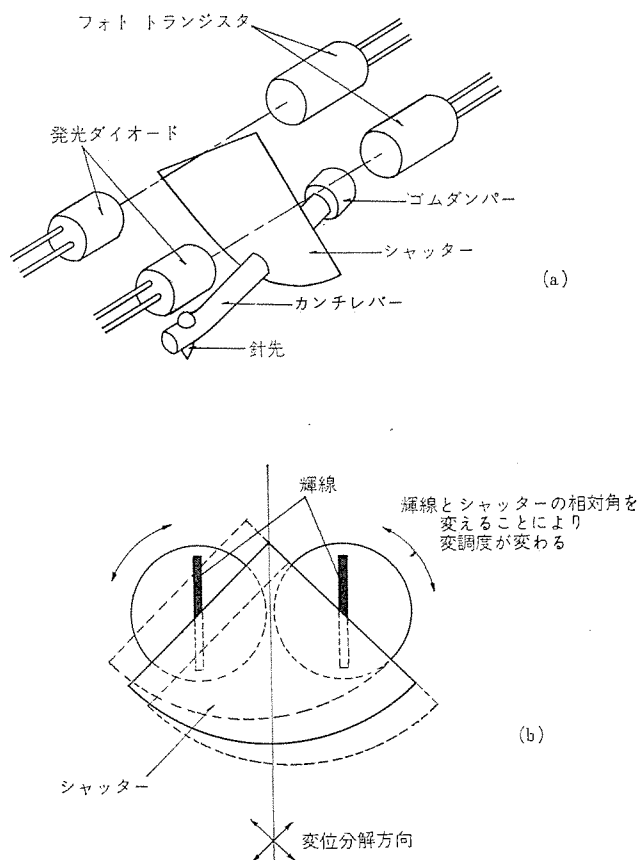


図 5.2 光電半導体カートリッジ構造
Construction of photoelectric semiconductor cartridge.

(2) 光源と受光素子との間で振動するシャッター板（シャッタ）は、温度上昇に対してたわみなどの生じない剛性の高いものが要求される。

(3) ランプは出力光を有効に使うために小さな所へ封じ込められるので、寿命が短くなり、出力の劣化も早まる。すなわち、カートリッジの特性に経時変化を生じ、ランプ交換の必要も生じる。

(4) ランプのフィラメントは熱膨張等により振動しやすくなるし、外部衝撃に弱いので、出力光変化が生じやすく、破損しやすい。

5.2 光電半導体カートリッジの構造と特長

以上のようなランプによる欠点を取り除くために半導体発光素子の利用が考えられた。折良く当社で出力の大きな発光ダイオードが開発されたので、これを生かして、一歩理想に近づいた光電半導体カートリッジが完成された。

構造は図5.2(a)のように、一対一に対向して光軸を合わせた発光ダイオードとフォトトランジスタの間に光量変調用のシャッターを配し、このシャッターを固定したカンチレバーがダンパ・ゴムで支えられている。発光ダイオード用およびフォトトランジスタ用の電源は、イコライザを含むプリアンプに内蔵され図5.3のようにしてカートリッジに供給される。なお光電方式ではディスクの音みぞの変位に比例した出力が得られるので、イコライザは図5.4のような補正特性のものを用いる。

この光電半導体カートリッジの開発を進めるに当たり、特に次の3点を重視した。

(1) 線発光ダイオード：線発光ダイオードを用いれば、その発光方向とシャッターとの相対角を変えることによって、変調率を自由に調節することができる。

(2) 高変換率：発光ダイオードの発熱はきわめて小さいので、発光側と受光側の光軸を短かくし、発光側・受光側共に高指向性の素子とすることによって、変換効率を高めることができる。

(3) 高忠実トレース：可動部の実効質量を下げることによって高

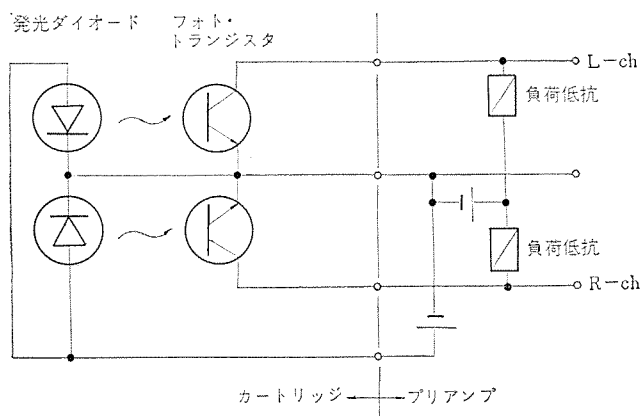


図 5.3 光電半導体カートリッジ回路図
Circuit diagram of photoelectric semiconductor cartridge.

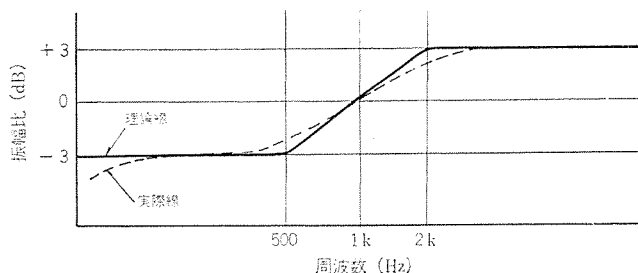


図 5.4 変化比例形ピックアップ補正特性
Change comparison type pick up compensation characteristics.

域トレースの高忠実化を、また針先のコンプライアンスを大きくすることによって低域トレースの高忠実化を計る。

その結果、次のような特長をそなえた高性能カートリッジを作ることができた。

(1) 超高帯域の再生が可能：光源からの発熱を考える必要がないのでシャッタに特殊フィルムを用いて小形軽量化を計り、カンチレバーはアルミ系の特殊軽合金で肉厚を薄く長さも短かくした結果、可動部の実効質量を従来の1/5以下に下げることができ、40 kHzまで軽針圧でトレースすることができた。また光電方式は変位に比例した出力が得られるので原理的には0 Hzからの再生も可能であるが、針先のコンプライアンスの制限を受け可聴帯域内でも軽針圧トレースが困難であったので、ゴムダンパの材質および形状を研究した結果、コンプライアンスを従来の4倍にまで高めることができ、可聴低限まで軽針圧でトレースすることが可能となった。

(2) 低ひずみ率：従来のカートリッジにおいてはその機構上、直線性の飛躍的な改善は望めなかったが、高指向性線発光ダイオードの利用によってきわめて広い直線性を実現でき、従来のものに比べて高調波ひずみで1/5、混交調ひずみでは1/10という低ひずみ率が得られた。特に低域および高域では、再生帯域が可聴帯域外にまで広

げられた結果、再生に余裕を生じたこともあって驚異的な低ひずみ率が得られた。

(3) 高信頼性：完全な固体回路を使用しているので、発熱などによる性能の不安定はなく、スイッチを入れると直ちに使用できるうえに安定した出力が得られる。また振動・衝撃にも強いので、針交換だけで半永久的な使用が可能であり、軽針圧トレースが可能なのでディスクの寿命をも長くしたことになる。

以上のように原理的にきわめて理想に近いカートリッジが実現された訳であるが、現段階ではまだ材料的にも特殊なものとならざるを得ない。しかし発光素子および受光素子が高性能化し一般に広く普及するとともに、諸材料が進歩すれば、この方式の高性能カートリッジが普及することが期待される。

6. む す び

技術解説、製品紹介をとりまぜて、断片的ながら前記表題について概説した訳であるが、これらの技術は音響再生系に対し良い意味での進歩の足がかりになっており、さらに一步一步改良が加えられ、より高度な性能になることが期待されている。近い将来、機会を得てその後の性能アップの経過についての発表を加えたい。

ステレオアンプの技術的問題点

東 譲*

Technical Problems on Stereo Amplifiers

Kôriyama Works Yuzuru AZUMA

Stereos have been on the high road of diffusion. This trend is particularly remarkable recently. With the change of the times the stereo has been turning in its construction from the tube system to the transistor system and further to the integrated circuit type. At the same time, the performance of the apparatus has made much headway. On the other hand the purchasers have come to demand various points to raise the level of quality such a character as High Fidelity. Also as the radio waves in use by broadcast stations changing to multifarious types, many problems are arising. This article deals with a number of points covering concerning the stereo amplifier such as distortion, S/N ratio and selectivity.

1. ま え が き

現在のステレオ再生装置は、モノラルの蓄音機に端を発したその歴史をみても、録音技術あるいは再生技術の進歩・改良と相まって、おもに高忠実度化の方向に進んできたし、また情報伝達装置として多様化されたものは別として、これからますますその方向に進むものと思われる。ここではそのステレオ再生装置の一構成部分であるアンプ部について、おもに Hi-Fi という観点より、最近 クローズアップされている技術的な問題点をいくつかとりあげて紹介する。

2. ラジオ受信部

従来 Hi-Fi 装置におけるラジオ受信部については、おもに感度・S/N 比・ひずみ、等に主眼がおかれてきたが、近年の放送波の普及、あるいは電気機器の普及に伴い、上記項目のみでなく、放送波相互間、あるいは機器の発生する雑音等による干渉に対する Susceptibility、および受信機のスプリアスレスポンス等が他の通信機器と同様に重要視されるようになってきた。クロスモジュレーション、キャプチャレシオ、インターモジュレーション、スプリアスレスポンス、等の言葉がカタログ上をにぎわすようになってきた。

2.1 クロスモジュレーション

周波数の異なる強い非希望信号が希望信号の変調に影響を与えるものであり、おもにチューナフロントエンド部における選択性・増幅度・許容入力に関係し、三次ひずみに起因する。受信機入力端における選択性を高めるために複同調を採用したり、また三次ひずみの少ない FET を採用する等の方策がとられる傾向にあるが、当社製マルチチャンネルステレオ DSS-8700 形においては、AM 部 FM 部ともに受信機入力端にはジャンクション FET を採用してこれに対処している。

2.2 キャプチャレシオ

同一チャンネル妨害に関係するものであり、IHF 規格においては無変調の希望信号と変調された非希望信号を同時に加え、非希望信号出力が、希望信号のみを変調し印加した場合の出力に比べ、-1 dB、および -30 dB となる無変調希望信号の入力レベルの比を dB 表示とし、2 で割った値としている。すなわち二つの信号が同時に加わった場合の希望信号を捕獲する能力を表わしたものである。IF 段の帯域幅、および帯域波形、それから周波数弁別器の特性等がおもに影響を与えるが、Hi-Fi という見地からすれば、IF 段の帯域幅をむやみに狭くするとひずみに関係するので適当な妥協が必要に

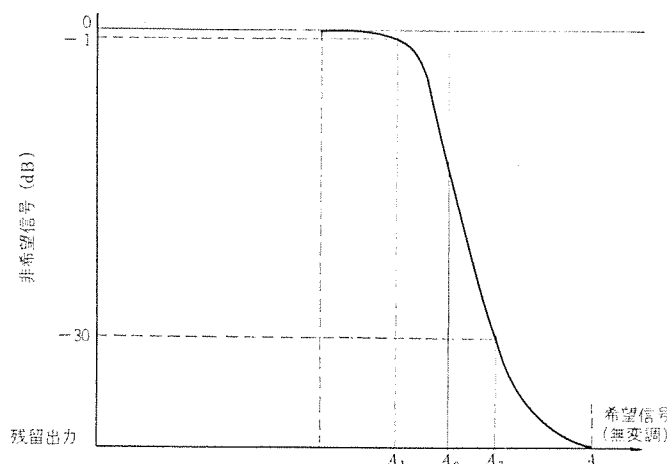


図 2.1 キャプチャレシオ $10 \log \left(\frac{A_3}{A_1} \right)$
Capture ratio $10 \log \left(\frac{A_3}{A_1} \right)$.

なる。したがって周波数弁別器の帯域幅に比べ IF 段のそれを必要以上に広くしないこと、および IF リミッタ段のオーバーロードによる飽和 (IF 帯域波形が変化しキャプチャレシオその他妨害比特性を劣化させる) を防止するために、AGC をかけるとか、リミッタ段として効果的な IC の採用、あるいは飽和を起こしやすいコイルの代わりにメカニカルフィルタの採用等がめだってきている。たとえば 8700 形ステレオにおいては全段複同調を採用し、AGC をかけることにより IF 帯域波形の飽和現象に対処している。

2.3 インターモジュレーション

二つ以上の非希望信号による相互変調成分が通過帯域内に入りこむ場合をいい、やはりチューナフロントエンド部における選択性・許容入力・非直線ひずみ等が問題となる。

2.4 スプリアスレスポンス

希望信号・非希望信号、それに周波数混合段における局発信号が相互して混合段においてビート成分を発生し、それが IF 通過帯域内に入りこむ現象をいい、混合段の非直線性 (おもに偶数次ひずみ) 局発信号の高調波、および上記インターモジュレーション等に起因する。

2.5 雑音

近年の電気機器の普及、モータリゼーション、等による雑音の発生源はますます多くなりはずれ、減ることはないであろうが、これらの雑

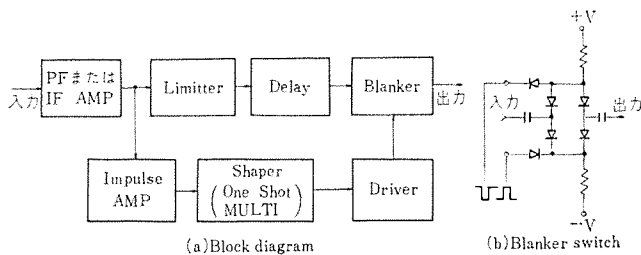


図 2.2 ノイズブランキング回路のブロックダイアグラム
Noise blanking circuit diagram.

音発生源における抑圧は当然の課題である。これに能動的にとりくむものとしてノイズブランキング回路等が提案されている。これはパルス性雑音に関する対策としてRF段、あるいはIF段より雑音をピックアップし、波形整形してブランキング回路を構成し、雑音発生期間のみ受信機の動作を停止させ、あるいはさらに出力波形をその期間のみクラブさせる方式であり、VHF受信機に採用して効果があることが報ぜられている。

2.6 フィギュア オブ メリット

以上ラジオ受信部におけるいくつかの問題点、おもに干渉について紹介したが、これらの問題はつまるところ、選択性・非直線性・増幅度・雑音に帰着すると考えられる。これらラジオ受信機の干渉に対するSusceptibilityを表わすフィギュアオブメリットとしてDesensitization比をあげ、クロスモジュレーション、あるいは三次インターモジュレーションとの関係を求めたものがDuffにより提案されている。Desensitization比(DR)は

$$DR = \frac{\text{干渉のあるときの希望信号レベル}}{\text{干渉のないときの希望信号レベル}}$$

であり、振幅変調の場合

$$= 1 + \frac{3}{2} \frac{a_3}{a_1} I^2 H^2(f_I) G^2$$

で表わされる。ここで a_1 、 a_3 はそれぞれ一次、および三次の非直線定数、 I は干渉信号の振幅、 $H(f_I)$ は周波数 f_I における減衰度(<1)、 G は増幅度である。

3. FMステレオマルチプレックスアダプタ

FM mpxアダプタにおける問題点としてあげられるのはおもにモノ放送に比べて多重放送(ステレオ放送)を受信した場合のS/N比の

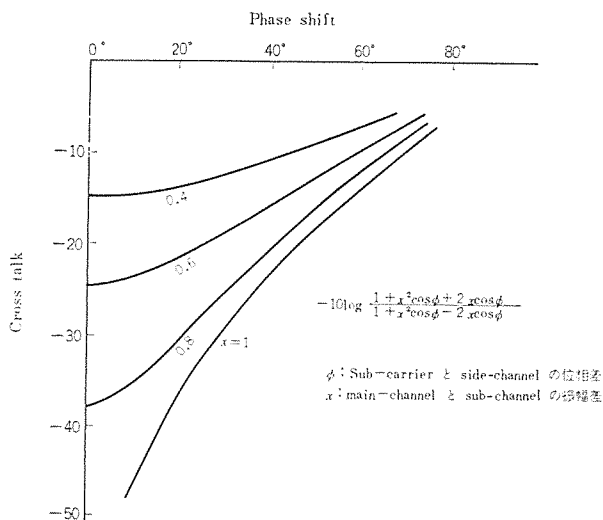


図 3.1 FMマルチプレックスアダプタの分離度
Separation FM mpx adapter.

劣化(10~20 dB)、非直線漏話、復調部のひずみによるパイロット信号(19 kHz)と変調信号、あるいはその高調波成分とのビート、漏話、および将来SCA(Subsidiary Communication Authorization)信号がさらに変調された場合の干渉等であり、今後のとりくむべき課題となる。

4. オーディオアンプ

オーディオ部についてはその取扱いやすさ、あるいはHi-Fiの観点から、アンプ自体に関しては最もよく検討され、改良された部分であるが、それに接続されるピックアップカートリッジ、テープデッキ、あるいはスピーカーシステムとの関連において(音場の条件は別として)、物理特性と聴感との関連等、まだわからない問題が多い。しかしそれらのことは今後につまとして、われわれが反省してみなければならない問題もある。

4.1 負帰還増幅器のオーバーローディング

アンプの設計に際し、プログラムソースの平均値を考慮するのみで過渡的な入力に対する考慮に欠ける場合がある。それもアンプの飽和レベル以下の問題でなく、過渡的な過大入力によりアンプが飽和レベルに近い状態、あるいはそれ以上の状態においやられた場合のひずみ、あるいはバイアスレベルの変動に対して、またそのような状態からの回復の早さに対する考慮が必要であろう。これらの問題は多量の負帰還を施すイコライザアンプ、あるいはパワーアンプに特に問題となる項目である。

4.2 負荷インピーダンス

アンプ出力端に接続される負荷の問題であるが、われわれがアンプの設計あるいは特性の検討を行なう場合に、純抵抗負荷をもって、ひずみその他を云々する場合が多いが、実際に接続されるスピーカーシステムのインピーダンスは、ある1点においてしか純抵抗でしかあり得ない。複素インピーダンス負荷を想定したひずみ、過渡特性、その他の検討はしごく基本的な問題である。

4.3 周波数特性

過渡的な周波数特性に関してであるが、人間の可聴周波数帯域は16~20 kHzとされており、アンプの帯域をそれに合わせた場合、高域における問題はないと思われるが、低域においては、たとえばオクターブあたり6 dBのカットオフ(カットオフ周波数20 Hz)を想定した場合、20 Hzにおいて約6 msの時間的な進みが生じる。建築音響の分野で、数十msの反射音による微細構造が音質を決定する重要な要素になると報ぜられていることから考えて、アンプの音質を決定

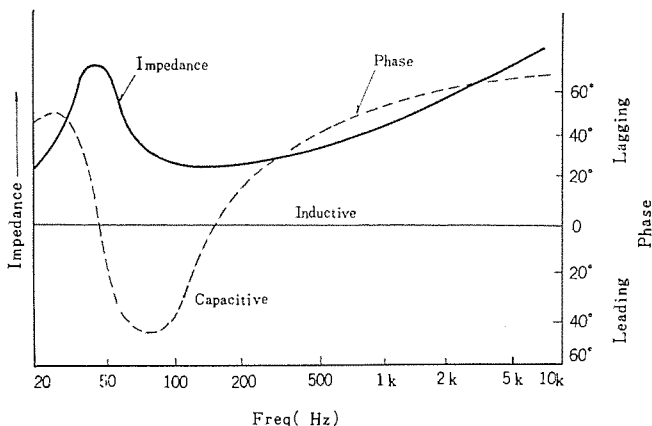


図 4.1 単一コーンスピーカーのインピーダンス特性
Impedance characteristic of single cone loud speaker.

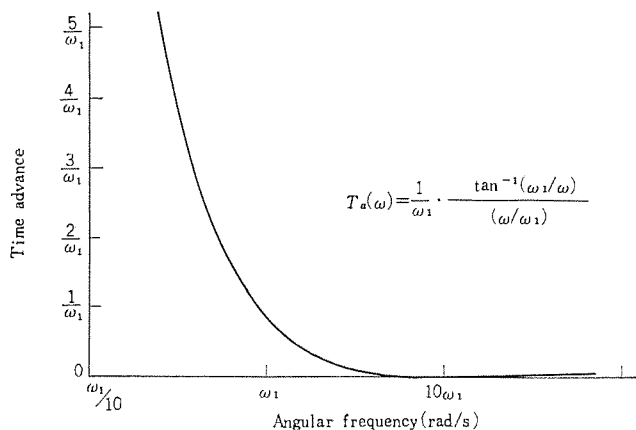


図 4.2 アンプの低域における伝達関数を $\frac{S}{S+W_1}$ とした場合の time advance.
Time advance when the transfer function at the low range of amplifier is $\frac{S}{S+W_1}$.

する一つの要因と考えられる。ただしアンプの周波数特性をスピーカーシステムの低域共振周波数以下にさげることは、スピーカーにとって問題がある（ひずみ発生）とされているし、また低域をのばせばそれだけプレーヤーの雑音（ゴロ）をピックアップするという面から弊害が生じてくる。これら上記項目を含めたスピーカーシステム、あるいはピックアップカートリッジとの相互関係が今後の課題として残されている。

4.4 出力レベル

オーディオアンプの出力レベルについては、いわゆる生の音を再現することが可能なレベルを有することが望ましいわけであるが、現実の問題としてはやはり、聞く部屋の容積、聴感上のスレショールドレベル、およびアンプ自体の S/N 比等を考慮して決定するのが望ましいと言える。典型的なオーケストラ音楽に対する音圧の確率分布に関して Dunn と White による実験式

$$W(x) = 0.381 \exp(-0.932x) + 1.51 \exp(-5.12x^2)$$

$W(x)$: 確率密度

x : $|p|/\text{prms}$

p : 音圧

があり、 $T(x) = \int_0^x W(x) dx$ 、および $1-T(x)$ を求めたグラフが図 4.3 に示されている。これによりクリッピングレベルマージンを決定することができる。ここで $1-T(x)$ は平均値に比べてどの程度のピークがどの程度の割合で存在するかという確率を示す。これと Fletcher のスレショールドレベルを考慮して、アンプに要求されるピークパワーレベルが Daugherty と Greiner により求められている。

$$L_E = 10 \log V - 10 \log T - 10 \log \eta - 12 \text{ dBm}$$

L_E : 10 log (ピークパワー-mW)

V : リスニングルームの容積 f_t^3

T : リスニングルームの残響時間 s

η : スピーカー効率

一方、ダイナミックレンジに関してはクリッピングマージン 17 dB ($T(x)$ 、および $1-T(x)$ がそれぞれ 0.033% に相当) を考慮すると約 92 dB、 $1-T(x)$ が 0.01% に相当するクリッピングマージンをとれば約 95 dB となり、現状の再生装置では不可能に近い数値である。この点からも

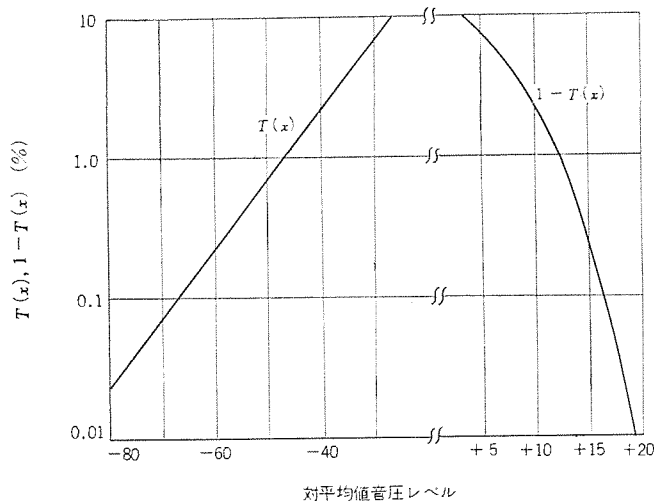


図 4.3 振幅密度関数の積分値
Integrated value of amplitude density function.

必要以上にパワーアップすることはノイズを大きくするだけで Hi-Fi ということにはなり得ない。

4.5 ひずみ

半導体化された現在のアンプのひずみに関しては、単一の正弦波に対しては人間の検知限をはるかに下回るほどに進歩・改良されているが、複合信号入力に対する応答についてはいまだに明確ではない。(二つの信号に対する 1 M ひずみについては古くからとりあげられている) 以上 Hi-Fi 再生装置としてのオーディオアンプ部の問題点は原音を忠実に再生するという方向にますます進歩し、改良されていくであろうし、そういった意味でマルチチャネル化、あるいは多次元化、また同時に PCM オーディオ方式、その他による S/N 比の改善等にとりくんでいくことになるだろう。

5. むすび

以上基本的な問題ばかりになった感じがするが、Hi-Fi 再生装置として今後とりくまねばならない問題点をいくつかあげた。いちやこれら問題にとりくみ改善の方向に進んでいったときにダイアトーンステレオが名声をはくすことになるものと信じている。

参考文献

- (1) 菅原、鼎山 : FM 無線工学, 日刊工業新聞
- (2) Y. Okuno and S. Hagino : Design Consideration on Solid state FM IF stage, American Electronic Enterprises, Ltd., Tokyo, Japan, ER-128 (Jan. 1969)
- (3) William G. Duff : EMC Figure of Merit for Receivers, IEEE Electromagnetic Compatibility Symposium Record (1969)
- (4) Gerald S. Palladino & Robert H. Sugarman : Interference Blanker for HF Receivers, IEEE Electro magnetic Compatibility Symposium Record (1969)
- (5) D. G. Daugherty and R. A. Greiner : Some Design Objectives for Audio Power Amplifiers, IEEE Trans on Audio and Electroacoustics AU-14, No. 1 (March 1966)

ダイヤトーン スピーカーシステム

佐伯 多門*・杉本 宗久*・菅原 潔*

Diatone Loudspeaker System

Koriyama Works Tamon SAEKI・Munekisa SUGIMOTO・Kiyoshi SUGAHARA

Recently the Diatone loudspeaker system has extended its field of application from the professional use in the past to various spheres with might and main. A good number of new models have been put on the market of them. Above all, these drawing attention of the circles are AS series of high quality monitoring loudspeaker system which is the center of professional units, Imperial series produced for exporting to the Marantz Co. and also DS series built as Hi-Fi component loudspeaker system.

This article describes the technical achievement made on them, giving the elucidation on the principal products.

1. ま え が き

昭和22年に誕生したダイヤトーンスピーカーは、主として業務用スピーカーを中心に発展してきたが、近年は各需要分野へも意欲的に進出し、スピーカーシステムの高品質の「音づくり」を中心に、多くの製品を発表してきた。

中でも、業務用スピーカーシステムの中核である放送用モニタースピーカーシステムでは、スピーカー、キャビネットおよび駆動増幅器を組込んだ総合設計により、従来にない高度な総合性能をもつ「ASシリーズ」として今日のモニタースピーカーの主流をなしている。

また、輸出用スピーカーシステムでは、増幅器メーカーとして世界的に著名なマランツ社に、わが国で初めて「音づくり」した高品質のスピーカーシステムを長期にわたり輸出する契約を結び、IMPERIALシリーズの製品を次々と発表して世界のHi-Fiマニアの注目を集めている。

一方、一般市販用スピーカーシステムとして、音楽鑑賞用、Hi-Fiマニア向けに音の好みを考慮した各種の音づくりを行なうとともに、ユニークな製品を次々と発表し市場で好評を得ている。

本文は、これらのスピーカーシステムについて、音づくりを中心とした設計の着眼点など技術的成果について述べ、その主要製品について解説するオムニバス形式の技術報告である。

2. 業務用スピーカーシステム

業務用として高度な性能と安定した品質が要求される代表的なスピーカーシステムにモニター用スピーカーがある。

このモニター用スピーカーは、放送や録音業務で「商品の音」を作るために、音の状態を監視したり音質を判定したりする重要な役割をもっている。このため完全な電気音響変換器としての機能が要求され「ホワイト」な音づくりとして、高忠実度の再生能力を持っていないといけない。

2.1 設計の着眼点

このようなモニター用スピーカーは、すでにたびたびその性能について報告^{(1)~(6)}してきたようになら特殊性をもっておらず、高忠実度スピーカーシステムとしての物理特性を前提としているが、業務用スピーカーとしての用途を考えると、次のような点の考慮をはらった設計が必要である。

2.1.1 無わり(歪)最大出力音圧レベル

モニター用スピーカーは、最終的に商品として放送したり録音したりする「商品の音」を制作する過程で、種々の素材音を混合したり脚色したりするのに使われるため、取扱うプログラムソースは非常にダイナミックレンジが大きく、そのうえミキシング時のミキサーの聴取レベルも非常に高く、スピーカーには無わり最大出力音圧レベルの高いものが要求される。

この無わり最大出力音圧レベルは、再生周波数帯域内の全周波数での高調波ひずみ率が最大5%となる値をいい、聞く室に合ったスピーカーの選定の重要な手がかりとなる。またこの値の大小は、スピーカーおよび駆動増幅器の構成に影響し、価格との関連も大きいものである。

現在、ミキシング時の聴取位置で必要とする最大音圧レベルは目標として106dBといわれており⁽⁶⁾、これがモニタースピーカー設計の基準となっている。

2.1.2 ステレオ用モニター

ステレオ用のモニタースピーカーでは、その性能差によって音像の方向がずれるため、音像の方向のずれが5°以下を目標とした性能を要求される場合が多い。

このためには

- (1) レベル差特性は、100~10,000 Hzで2dB以内
- (2) 位相差特性は、100~10,000 Hzで60°~90°以内

がスピーカーの性能として必要で、製品の品質管理を考えると非常にきびしいものである。

現状では、ステレオ用ペアとして組合わせを指定することが妥当でスピーカーシステムの性能は、再生周波数特性の偏差を極力少なくするとともに、30°方向の指向周波数特性についても十分な検討が必要である。

2.1.3 製品系列と音質

聴覚室の違いや使用条件によって数種類のスピーカーが必要となるが、これらの間での音質の差ができるだけ少ない製品系列でなければならない。

このためには音質に重要な出力音圧周波数特性・指向周波数特性とともに、ひずみについて特に注意しなければならない。

スピーカーのひずみには高調波ひずみ・低調波ひずみ・変調ひずみ・過渡ひずみなどがあるが、残念ながらこれらを完全に防ぐことは今

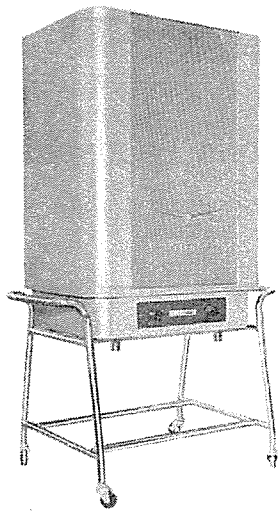


図 2.1 AS-3001 形放送用 モニタースピーカーシステム
Type AS-3001 broadcast monitor speaker system.

日まだむずかしい状況であるため、ひずみを極力少なくする対策を行なうとともに、スピーカーの構成や構造によって決まるひずみの傾向を一定化することが大切と考えられる。

たとえば、位相反転キャビネット採用による低音域のひずみ特性、サスペンションの直線性の考え方、キャビネットの回折効果、変調ひずみを防ぐスピーカー配列、低音用スピーカーのメカニカルカットによる高音の不要ふく射防止などいろいろな要因があり、これを設計時点で考慮することが大切である。

また、スピーカーを駆動する増幅器との適合性についても、音質検討を行ない、方式を一定化することが重要である。

2.1.4 使用条件

モニター用スピーカーは使用場所によっては、据置形のほかにつり下げ形、埋込形などがあるが、据置形では自由に置場所を変えられるため、その設置場所や設置方法によって、中音や低音が変化し音質に影響がある。

したがって、音質を重要視するモニター用スピーカーでは、設置方法による音質変化を極力小さくすることが大切であって、台車などを用いて設置方法を限定することも一つの方法ではないかと考えられる。(図 2.1 参照) この方法では、パツル効果のない脚のため、ちょうど空間にスピーカーシステムが孤立して、無響室で測定する条件に近いものがねえ。しかも、スピーカーシステムの音の基準軸を、ミキサーの耳の高さと一致させておけば、ステレオ再生での音の定位も良く、自然感もそこなわず、最良の状態でモニタースピーカーが使用できる。

こうした傾向は、イギリスの BBC 放送のモニター用スピーカーにも見られる。

2.2 具備すべき条件

次に、こうしたモニター用スピーカーの性能をフルに発揮し、性能を維持するために、スピーカー関係者の立場からみた事項について二、三述べる。

(1) モニタールームは、音響処理された室であるが、ミキシングをするうでは極力室の影響が少ないようにかなりの吸音性が必要で、残響時間周波数特性を 100 Hz 以上で 0.3~0.4 秒程度に選び、その特性が均一であることが望ましいと考える⁽⁷⁾。

(2) モニタールームにはいろいろの機器が持込まれており、この機器類の金属パネル部分がスピーカーの音で共振してびり付きを生じ、スピーカー再生音を著しく阻害することがある。

表 2.1 AS-3001 形の概略仕様
Specification of type AS-3001.

| | | |
|---------|------------|------------------------------|
| 総合特性 | 再生周波数範囲 | 50~15,000 Hz |
| | 入力インピーダンス | 600 Ω : 10 k Ω |
| | 入力レベル | -22 dBm |
| | 最大出力音圧レベル | 108 dB/1 m |
| | 電源 | AC 100 V 60 VA |
| | 周囲温度 | 5°~35°C |
| 増幅器 | 重量 | 68 kg |
| | 形名 | MA-150 形 |
| | 伝送周波数範囲 | 50~15,000 Hz |
| | 入力インピーダンス | 600 Ω ・10 k Ω |
| | 出力インピーダンス | 8 Ω 負荷に適合 |
| | 電力増幅度 | 70 dB |
| スピーカー装置 | 出力 | 42 dBm (ひずみ 1.5% 以下) |
| | 重量 | 5.8 kg |
| | 形名 | 2S-305 M 形 |
| | 方式 | 2 ウェイ方式 |
| | クロスオーバー周波数 | 1,800 Hz |
| | 定格インピーダンス | 8 Ω |
| 移動台 | 定格出力音圧レベル | 96 dB/1 m |
| | 出力音圧周波数特性 | 50~15,000 Hz |
| | 許容入力 | 15 W |
| | 反共振周波数 | 50 Hz |
| | 重量 | 54 kg |
| | 形名 | MC-1370 形 |
| | 重量 | 8 kg |

調整卓やロッカーのとびらや側板、あるいは天井のけい光灯などは、共振が起こりやすいもので注意を要する。

(3) 業務用スピーカーでは、寿命という問題は重要で、寿命に対する考え方を確立する必要があると考えるが、業務用スピーカーでの寿命の尺度がむずかしく決定的なものがない。

特に、

(a) 音響測定が簡単にできない。

(b) 放送録音技術および電気音響機器の技術進歩が早く、製品の性能劣化よりも時代の要求する性能との差が生じる。

(c) 他社との競争のため改良のテンポが早い。

などのために、われわれは、モニター用スピーカーの場合、最大 4~5 年を一つの限度として、性能チェックを行ない、同時に時代を含めた判定を下す必要があるのではないかと考えている。

2.3 製品について

現在、放送用モニタースピーカーとして NHK 放送センターをはじめ NHK 放送局・民間放送局で広く使用されているものに「AS シリーズ」があり、その代表的製品として AS-3001 形スピーカーシステムがある。

このスピーカーシステムは、スピーカーとしてすでに定評ある 2S-305 形 (NHK 指定名称 R 305)⁽⁸⁾ に定格出力 15 W の OTL オルトランジスタ増幅器と移動台車を付属した高忠実度放送用モニタースピーカーシステムである。おもな仕様を表 2.1 に、構成は図 2.2、2.3 に示し、その性能は図 2.4、2.5 に示す。

3. 輸出用スピーカーシステム

すでに国内において高い評価を得ているダイアトンスピーカーの大口

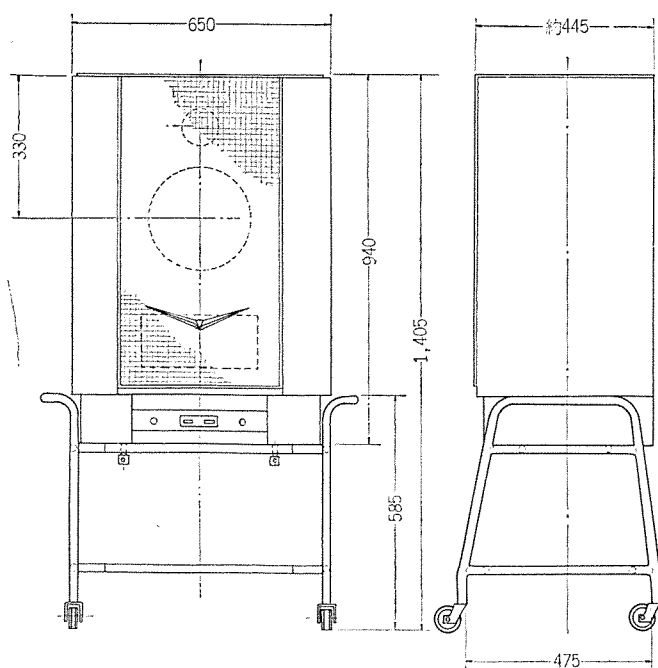


図 2.2 AS-3001 形の外形寸法
Outline dimensions of type AS-3001.

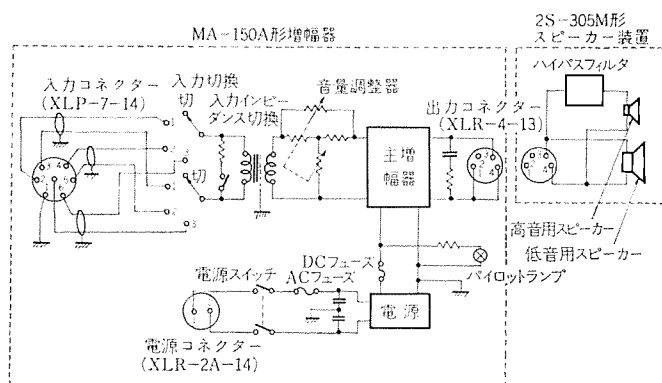


図 2.3 AS-3001 形のブロックダイアグラム
Block diagram of type AS-3001.

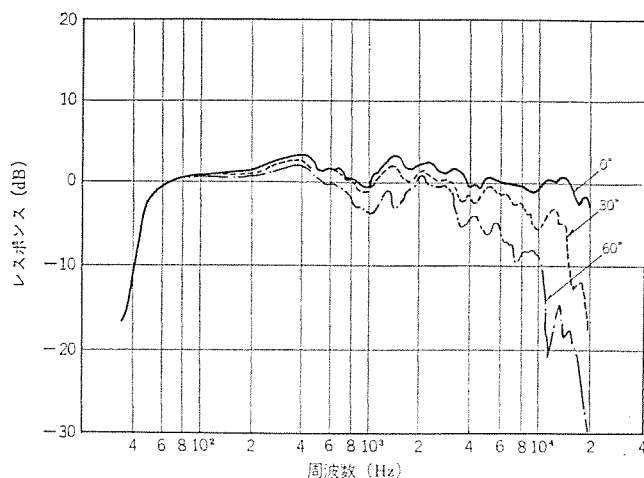


図 2.4 AS-3001 形の出力音圧周波数特性
Output sound pressure frequency characteristics
of type AS-3001.

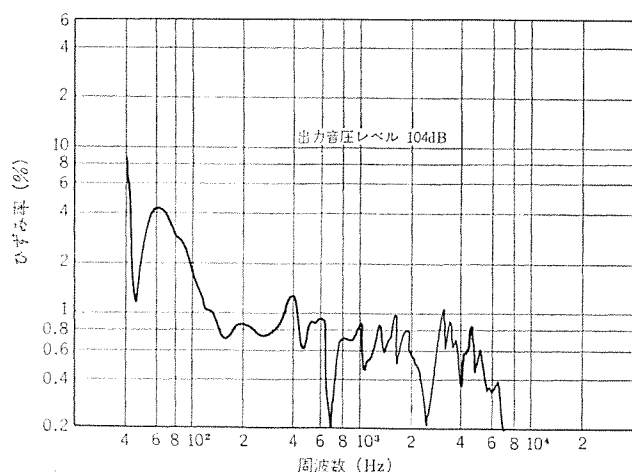


図 2.5 AS-3001 形のひずみ率周波数特性
Distortion factor frequency characteristics
of type AS-3001.

輸出ということについては、かねてより鋭意努力していたところ、一昨年度高級アンプでは世界のトップをいく米国マランツ社と向う10年間、総額にして最低100億円に達する輸出契約に成功した。今回のマランツ社との輸出契約は販売価格が100ドル以上という中級および高級品を主体としているところに特に特長があるといえる。このことはダイアトーンだけでなく日本のハイファイ界にとっても意義深いものである。従来日本から欧米に輸出されているスピーカーシステムはせいぜいモジュラースtereo用クラスのもの为主であり、今回のような高級ハイファイコンポーネント用スピーカーシステムの大量輸出ということはかつてなかったことである。

長い伝統につちかわれた欧米の格調高い高級スピーカーシステムに十分対抗し、しかも非常に割高な輸送費をかけて送り出すには、それなりに音質・意匠・コストその他すべての面について困難が伴うものである。そこでここではこのマランツ社向けスピーカーシステムについて、技術的に問題となった点や、すでに製品化され生産販売されている二、三の製品について簡単に紹介することにした。

3.1 性能

アンプ、プレーヤーなどのオーディオコンポーネントのなかでも特に再生音を大きく左右するのがスピーカーである。スピーカーの場合その動作原理

を考えると再生周波数特性一つをとってみてもアンプのように20～20kHzまで±0.5dBなどということはとうてい望めない。せいぜい±5dBに押えるのがせいじっぱいであろう。

これはとりもなおさず、同じスピーカーでも特性が大きく異なるということにつながっている。それにスピーカーシステムの場合、他のオーディオコンポーネントとちがって、その性能は必ずそれを使用するへやの影響を強く受けるということである。このことは輸出スピーカーにとっては重要なことである。いうまでもなく日本の家屋と欧米のそれとはへやの大きさ・構造・内装方法・家具など大変ちがっている。当然へやの音響特性も大きく異なっている。日本的な造りの試聴室でヒヤリングテストを行ない良い音だと思っても、それを欧米式のへやにもっていったとき、必ずしも良い結果が得られるとはかぎらない。よくあるケースとして、和室で聴いてちょうど良いバランスの音だと思って、洋室にもっていったとき、低音域がラミーになったり、高音域のプレゼンスが悪くなったりする。

したがって輸出する場合、あらかじめ欧米のへや向きに特性を合わせておかねばならない。もちろん、各種のスピーカーシステムを比較試聴したとき、へやの影響を超越して、常に良い音がするのがあるわけだが、そのようなときは、性能上、相当差がある場合であろう。

高級品になればなるほど、各社の性能は非常に接近し、わずかの音質差がその優劣を決定する。すなわち高級品を求める人々にとっては、そのわずかなことが非常に大きな差であり、大きな意味をもっているのである。

今回のような受注製品の場合、当然、客先であるマランツ社が要求する性能を満足せねばならない。スピーカーの場合、やっかいな問題として、通常よく使われている周波数レスポンス特性・指向周波数特性・ひずみ率周波数特性などの物理特性でスピーカーシステムの音質がすべてあらわせない点がある。もしスピーカーの性能を物理特性ですべてあらわそうと思えば、将来はともかくとして、現段階ではそれは膨大な費用と時間を要し、不可能に近いものであって、いきおいスピーカーシステムの音質の最後の決め手はヒヤリングテストということになる。高級品になればなるほど、この傾向は強くなっていく。新機種開発の場合、骨格は物理特性でまとめておいて、最終段階でヒヤリングテストにより悪い点を修正し、追い込んでいくわけであるが、まず第一に、ヒヤリングテストで最終調整を行なうとき、相手（マランツ社側スタッフ）が要求する音質はどういうものかということを見きわめるのが先決問題である。それにはマランツ社スタッフとともにヒヤリングテストを行ないながら、相手側の感覚的にとらえている良い音というイメージを設計技術者が感覚的にとらえ、理解せねばならない。

マランツスピーカーのねらっている音質傾向としては、豊かでしかもタイトな低音——これはとりもなおさずひずみが少なく、制動が良くきいた十分低音域まで伸びた音を意味する——プレゼンスの良い中高音、いわゆる迫力のあるシャープでクリアな音色を求めている。その物理特性については、音質を大きく左右する周波数レスポンス特性の傾向として図3.1の実線に示すように100 Hz～2,000 Hzにかけて、まっすぐ平たんに伸びた特性となっている。点線のように200 Hz～800 Hzにかけて盛り上がった特性は、極力避けるようにしている。

スピーカーは、低音と高音とのわずかのバランスの変化で大きく音質が変わったり、同じ周波数レスポンス特性でもなんらかの原因で音質が変わることがある。量産時の管理としては、周波数レスポンス特性については標準レスポンス特性に対し、偏差幅 ± 2 dB 程度に押えており、出荷に際しては、全数、標準音質サンプル品と一対比較法により試聴テストを行なうという非常にシビヤな検査を行なっている。

性能上の目標としては、たとえば IMPERIAL-III 形についていえば、少なくとも AR-3 程度以上のものが要求される。この AR-3 というスピーカーシステムはハイファイファンなら誰れしも承知と思うが、日本においては、ブックシェルフタイプでは常に最高位にランクされ、よ

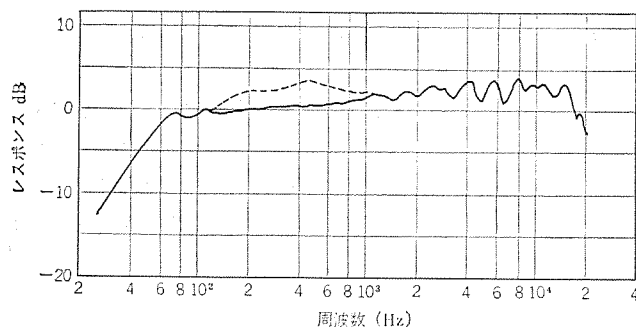


図 3.1 音質に影響の大きい出力音圧周波数特性の違い
Change of output sound pressure frequency characteristics
giving large effect on the tone quality.

く行なわれているオーディオ評論家のかたがたの各社鳴き比べテストでもしばしば評価標準品として扱われている製品である。IMPERIAL III がおもに売り出されるアメリカのスピーカー市場には、この AR-3 はもちろんのこと AR-3 と同等もしくはそれ以上の性能と評価されている KLH-5, TBL-88, …… などそれぞれ個性的魅力に富む格調高い各社のスピーカーシステムが目白押しに並べられている。IMPERIAL-III はこれらのスピーカーシステムに十分対抗し、オーディオファンを十二分に魅了するだけのものをもっている。

3.2 キャビネット

スピーカーシステムのキャビネットについても高級品になればなるほど意匠は重要視されてくる。キャビネット化粧板の材質、仕上、ステレオ用としてペアーに組んだときの色調、木目パターン合せは非常にきびしく塗装技術や材料（ツキ板）の選定がむずかしい。

マランツスピーカーの場合それが売り出される地域は、アメリカはもちろん、カナダや遠くヨーロッパそして日本に逆輸入というケースも考えられる。これらの広範囲にわたる地域での気候は大そうちがっているがどの地域の気候にも十分耐え得るものでなければならない。湿度について考えてみてもロサンゼルスの場合室内の相対湿度は 50 % 以下で 30 % 台のときもたびたびである。一方、日本では平均 60 % 以上、ひどい時には 80 % 台になるのもしばしばである。日本のような多湿地で生産されたキャビネットをロサンゼルスのような非常に乾燥した土地で使っていると、ツキ板のはがれ、目割れ、塗装膜の変色および割れ、キャビネット接合部の変形、そりなどの問題が生ずるおそれがある。今までにも木製品でこういった点についてのトラブルはよく耳にするとところである。これらの問題については、現地で何年もかけて実験するわけにはいかないので、模擬加速試験を行ない解決をはかっている。この実例テストとして、温度 50°C 相対湿度 90 % 48 時間放置後、湿度を 25 % に落とし、500 時間の耐乾試験を行ない 480 時間の屋外暴露テストを行なっている。これは国内製品の試験基準、耐乾試験 100 時間、屋外暴露 100 時間に比べれば相当きびしいものである。またヒートショックテストには -15°C (1 時間) $\rightarrow 20^{\circ}\text{C}$ (IH) $\rightarrow 60^{\circ}\text{C}$ (IH) を 15 サイクルかけ気候の変化に耐え得るかどうかを調べている。この種のテストに十分耐えるには、木工技術やキャビネット材料、ツキ板材料の吟味を十分考慮せねばならない。

3.3 製品について

マランツスピーカーは“IMPERIAL”の称号でもって、一昨年よりアメリカ市場に販売されており、今年より日本においても発売されるに至っている。IMPERIAL I, II, III はすでに発売されており、IV, V 形は開発完了し、その後も続々と新製品の開発計画が推し進められている。ここでは、すでに販売されている IMPERIAL I, II, III 形について簡単に紹介することにした。

3.3.1 IMPERIAL I, II

このスピーカーシステムはマランツ社が誇る世界最高級アンプ用として、十二分にその性能を発揮しうる最高級スピーカーシステムである。

4 ビッグマグネット方式による強力磁気回路をもったダブルエッジ形、ハイコンプライアンスウーファー、後面密閉ハードコーンコーカー、特殊合成ゴムサスペンションを使用したツイーターによる 3 ウェイ 5 スピーカーシステムとなっている。

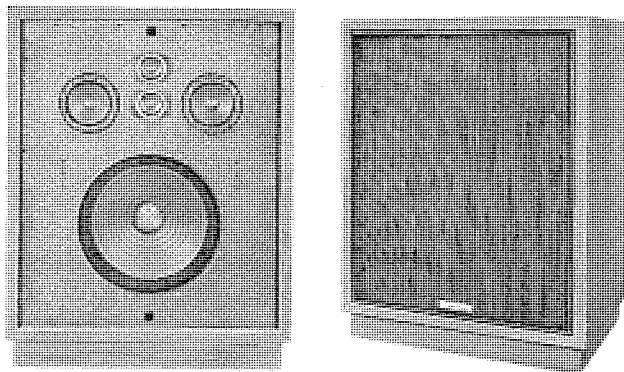
前面グリルは IMPERIAL I 形が美しいクロスグリル、II 形が豪華なウッドグリルとした。

3.3.2 IMPERIAL III

このスピーカーシステムは、高級大形据置のスピーカーシステムに十分匹敵

表 3.1 輸出用スピーカーシステムの概略仕様
Specification of speaker system for export.

| 仕 様 | | IMPERIAL I | IMPERIAL II | IMPERIAL III |
|---------|------------|---------------|---------------|-----------------|
| 規 格 | 方 式 | 3 ウェイ | 3 ウェイ | 3 ウェイ |
| | 最 大 入 力 | 40 W | 40 W | 100 W |
| | インピーダンス | 8 Ω | 8 Ω | 8 Ω |
| | 再生周波数帯域 | 40~20,000 Hz | 40~20,000 Hz | 30~20,000 Hz |
| | クロスオーバー周波数 | 700, 6,000 Hz | 700, 6,000 Hz | 1,500, 6,000 Hz |
| 構 成 | 出力音圧レベル | 100 dB | 100 dB | 96 dB |
| | 低音用スピーカー | 30 cm コーン形(1) | 30 cm コーン形(1) | 30 cm コーン形(1) |
| 外 形 寸 法 | 中音用スピーカー | 10 cm コーン形(2) | 10 cm コーン形(2) | 5 cm ドーム形(1) |
| | 高音用スピーカー | 5 cm コーン形(2) | 5 cm コーン形(2) | 2.5 cm ドーム形(1) |
| | ネットワーク | 12 dB/oct | 12 dB/oct | 12 dB/oct |
| | キャビネット | 密閉形キャビネット | 密閉形キャビネット | 完全密閉形キャビネット |
| 重 量 | | 35 kg | 35 kg | 23 kg |
| 販売価格 | | \$ 299.50 | \$ 369.50 | \$ 199.50 |



スピーカー配置 外観
図 3.2 IMPERIAL-I 形スピーカーシステム
Imperial type I speaker system.

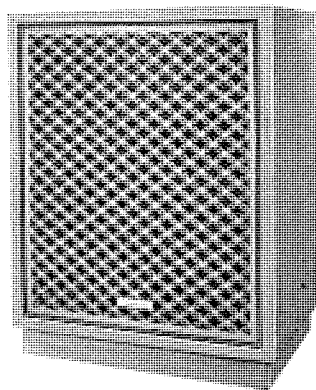


図 3.3 IMPERIAL-II 形スピーカーシステム
Imperial type II speaker system.

する音質、性能を有し、しかもスペースファクターの良さ、使用の利便さなど機能性を発揮させるために最高度の音響技術を駆使し、まとめあげた小形ブックシェルフタイプのスピーカーシステムである。

キャビネットは完全エアータイトのアコースティックサスペンション方式を採用し、特に指向性を良くするために中高音用スピーカーにはドーム形スピーカーを使っている。

4. 一般市販 Hi-Fi 用スピーカーシステム

ダイアトーンスピーカーシステムには業務用として使用されている AS シリーズ (アンプ付)、BTS シリーズをはじめ、建築用 SC シリーズおよび一般市販 Hi-Fi 用の DS シリーズがあり、各方面での需要にこたえている

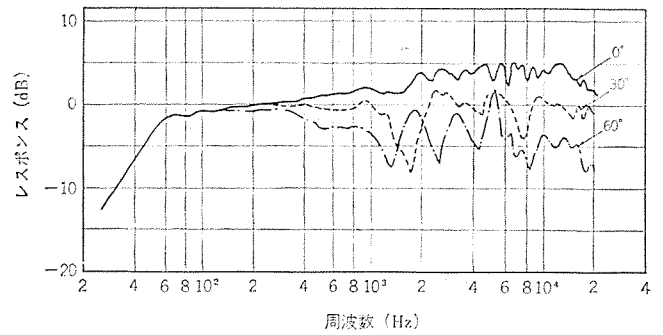
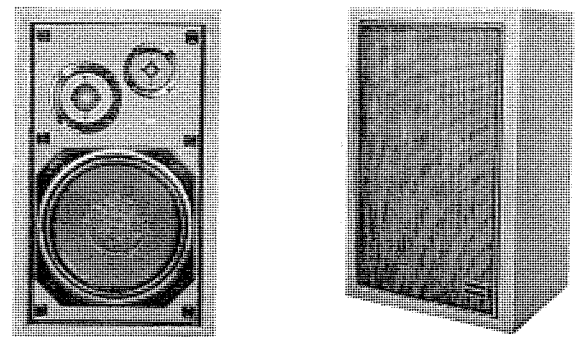


図 3.4 IMPERIAL-I 形 II 形の出力音圧周波数特性
Output sound pressure frequency characteristics of Imperial types I and II.



スピーカー配置 外観
図 3.5 IMPERIAL-III 形スピーカーシステム
Imperial type III speaker system.

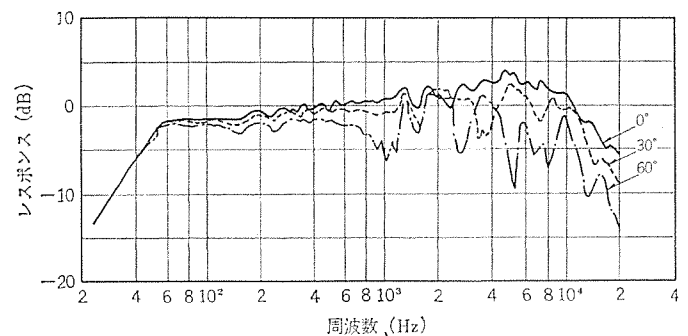


図 3.6 IMPERIAL-III 形の出力音圧周波数特性
Output sound pressure frequency characteristics of Imperial type III.

が、このうちの DS シリーズは音楽鑑賞を主目的とし企画設計されたもので、業務用スピーカーとして長い歴史を持つダイアトーンスピーカーを家庭用にとの要望にこたえて新しいデザインにして市販を開始した一連の製品である。

音楽鑑賞を主目的とするスピーカーシステムといっても、業務用スピーカーシステムとなら最終的に要求される音質そのものに違いがあるわけではないが、業務用スピーカーシステムが機器として規格を満足し高度の信頼性を求められるのに対し、むしろこの種のシステムでは商品として価格、デザイン等の面から制約を受ける傾向が大きい。

4.1 設計の着眼点

音楽鑑賞用スピーカー装置はほとんど一般家庭で使用され、またその聴取者の層も厚いことなどを考え、次のような点に重点を置いて設計を進めた。

(1) 性能的には、Hi-Fi 用として再生帯域が広く、ひずみが少なく、指向性、過渡特性などがすぐれ、性能対価格比 (Cost-Parfor-

mance) も高いこと。

(2) デザイン的には一般家庭用として違和感を与えないよう家具風を基調とする。また大きさについては、普通の家では大形システムを2台置くスペースを持たないので性能に支障をきたさない範囲でキャビネットをできるだけ小形にしなければならない。

(3) 能率は音質の第一義的な要素であるとはいえないが、能率が低いスピーカーシステムでは大出力パワーアンプが必要となり駆動アンプの面から制約を受けることになる。また、ダイナミックレンジを考慮した場合、スピーカーシステムの能率をできるだけ高くし、パワーに余裕を残すことが望ましい。さらに販売上の問題として店頭売りの際の比較試聴では、試聴されるスピーカーシステム相互の出力音圧レベルの調整がほとんど行なわれない現状では、能率の低いスピーカーシステムは音質が劣るという印象を与えがちであり非常に不利になりやすい。

したがって、能率は音質の基本的な問題ではないにもかかわらず本質的にも販売上の面からも主要な要素になる。

(4) 音質の好みについては

本来 Hi-Fi システムは原音再生を目的とするものであり、追求すべき音質は普遍的なものであってダイナミックレンジはすべてこのサウンドポリシーを基礎として音つくりをされている。しかし、また、好みとする音楽の違い、耳の訓練の度合いなどにより、客層の音質に対する好みの傾向が異なるのも事実である。将来、Hi-Fi システムが高級化し、生の演奏会などにふれる機会が増せば、このような問題も解消されていくであろうが、なんらかの形で現在とり組まねばならない問題の一つであろう。

(5) 試聴環境という点から考察すると

業務用スピーカーシステム、建築用スピーカーシステムではへや全体に音響処理が施されておりスピーカーの設置場所も音響効果の良い所に優先されて設置されている。しかし、一般家庭においてはへやの音響的処理はほとんどなくスピーカーの設置場所も一様ではない。すでにへやの音響特性については多数の論文が提出されているが(たとえば文献(9)など)、同じスピーカーシステムであってもへやの残響や、吸音の状態によって実際に耳に達する音は非常に異なるということが指摘されている。また設置場所によっても低域のレベルが変化するというのは周知の事実である。

このため、最良の音質をうるには設置場所などをある程度限定するのも止むを得ないことであろう。

4.2 特長あるスピーカーシステム

4.2.1 薄形スピーカー

近年住宅事情の悪化からスピーカーシステムが小形化する傾向にある。数年前までは小形のスピーカーシステムは十分な性能のものがあまり一般には知られず、Hi-Fi再生を重視する場合には据置形の大形エントラージャーを使用するのが普通であったが、米国 Acoustic-Research 社のいわゆる アコースティックサスペンション方式による Hi-Fi スピーカーシステムの小形化の成功以来、ブックシェルフ形と称される小形密閉形スピーカーシステムが主流となりつつある。

このブックシェルフタイプをさらにキャビネット容積を小さくし、薄くしたものが当社の薄形スピーカーシステムであり、場所的制約からくる小形化の要求に加えて、インテリアデザイン上の感覚的な要求をも満足する製品である。

このように外形々状よりくる制約を受けないのでその用途は広く、一般家庭の音楽鑑賞用として使用できるのはもちろん、喫茶店やホールなどの BGM 装置としてもスピーカーシステムを置くことにより周

囲に違和感を与えない。その上、壁や天井に埋め込む手間を要せずに、従来のスピーカーシステムにない利点を持っている。

現在 DS-11 S 形、DS-12 S 形(厚さ 8 cm) および DS-15 形 S(厚さ 5 cm) が製品化されている。構造的にはすべて完全密閉形 2ウェイ方式で、スピーカーユニットはこれまでの技術と経験を生かしたコーン形を使用している。

各社ともなんらかの方法によりスピーカーシステムを薄形化する研究を進めているので、今後さらにいっそう、薄形スピーカーシステムは普及していくであろう。

4.2.2 音質調整装置付きスピーカーシステム

室内で音を聞く場合、音源からの直接音に加えて必ず周壁・床・天井からの反射音を同時にきいている。

スピーカーシステムから出た音が聞く人の耳に至るまでの経路は一つの伝送系と考えられるが、この伝送系の特性に相当するへやの音響特性により聴取される音が大きく左右されるのはいうまでもない。Hi-Fi 再生を試みる際には常にこの事実を念頭に置き、へやには音響的考慮を払った設計をすることが望ましい。しかしながら現状ではこのような部屋を作ることは費用的に困難であると思われる。したがって、このような試聴室がない場合に、より高度の Hi-Fi 化を望む際には、なんらかの補正を再生系に施さねばならず、ミキシング時の効果音用として開発されたグラフィックコントロールなどが近年このような用途に良く利用されている。

従来より高級なスピーカー装置では中、高音用スピーカーユニットのレベル調整の目的で抵抗減衰器が一般的に取付けられているが、これをさらに発展させ、この減衰量と分割ネットワークの素子を可変にして音場補正を可能にしたのが DS-35 C である。

SSC (Sound-System-Control) と称するこの音質調整装置の回路の概略は図 4.2 のごとくで、各帯域専用スピーカーのレベルとその間のクロスオーバーを変化することにより、30~20,000 Hz の再生帯域を 30~400, 400~1,500, 1,500~4,000, 4,000~8,000, 8,000~20,000 の 5 帯域に分けて、そのおのおのレベルを 5 段階のステップ(-6, -3, 0, 3, 6 dB) で可変にしたものである。(図 4.3 参照)

適当に吸音処理の施された標準的な試聴室に設置する場合は、各レンジをすべて 20 dB としたとき、最良の状態になるよう調整されているが、一般のへやではその音響特性に合わせて各レンジのバランスを取ってへやの音響特性や設置場所などからくる障害を緩和することが可能である。

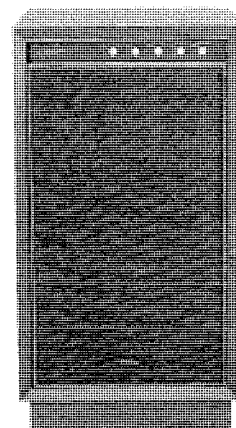


図 4.1 DS-35 C 形スピーカーシステム
Type DS-35 C speaker system.

4.3 DS シリーズの製品

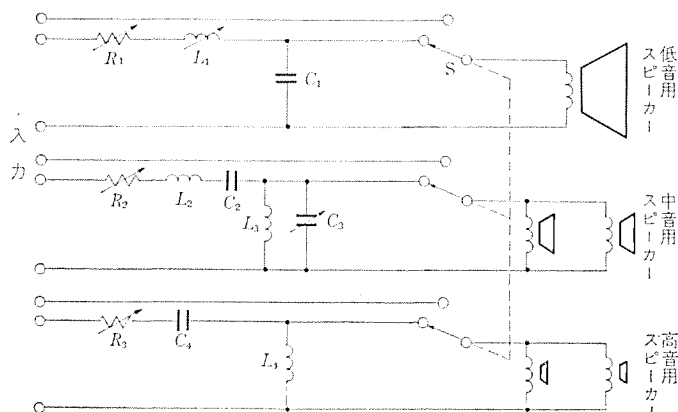
一般家庭向け音楽鑑賞用といっても非常に需要層の幅が広く、そのため DS シリーズには DS-11 S から DS-35 C に至る 9 機種をそろえ、一般市販をしている BTS シリーズの製品をも加えると 12 機種を数える。この概略仕様を表 4.1 に示す。

4.4 今後の問題点

4.4.1 スピーカーシステムのマルチチャンネル化

単一のスピーカーユニットで十分な再生帯域をカバーすることはほとんど不可能に近いので、現在のスピーカー装置は再生帯域を 2 または 3 の帯域に分割して、各帯域に専用のスピーカーユニットを使用している。

この各スピーカーユニットの結合の方法としては、マルチウェイ方式およびマルチチャンネル方式がある。前者は各スピーカーユニットに送る信号をパワーアンプの出力段以降で分割しているもので、普通はスピーカー装置の入力路は一つで、装置に分割ネットワークを内蔵しているため取扱いが簡単である。これに対し後者はパワーアンプ以前で分割ネットワークによって信号を分割しているため、複数のパワーアンプが必要とな



図中の 5 個の可変素子により特定の周波数帯のレベルをコントロールする

図 4.2 DC-35 C 形の回路図
Circuit diagram of type DS-35 C.

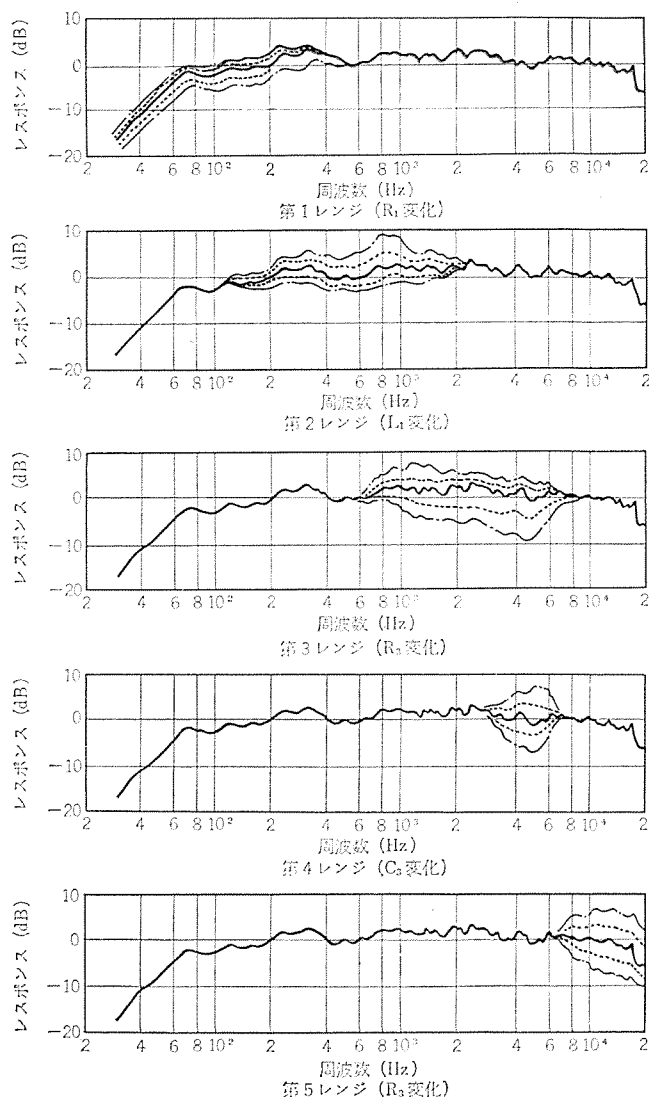


図 4.3 DS-35 C 形の出力音圧周波数特性
Output sound pressure frequency characteristics of type DS-35 C.

表 4.1 一般市販用スピーカーシステム 概略仕様

Specification of speaker system on sale.

| 形 名 | | DS-11 S | DS-12 S | DS-15 S | DS-21 C | DS-22 B | DS-31 C | DS-33 B | DS-34 B | DS-35 C | 2 S-305 D |
|-------------------|---------------------------|----------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------------|
| 方 式 | | 2 ユエイ 壁 掛 形 | 2 ユエイ 壁 掛 形 | 2 ユエイ 壁 掛 形 | 2 ユエイ ブ ッ ク シ ェ ル フ 形 | 2 ユエイ ブ ッ ク シ ェ ル フ 形 | ダ ブ ル 2 ユエイ 据 置 形 | 3 ユエイ ブ ッ ク シ ェ ル フ 形 | 3 ユエイ ブ ッ ク シ ェ ル フ 形 | 3 ユエイ 据 置 形 | 2 ユエイ 据 置 形 |
| 許 容 入 力 | | 10 W | 20 W | 30 W | 25 W | 20 W | 40 W | 30 W | 40 W | 50 W | 20 W |
| 公称インピーダンス | | 16 Ω | 8 Ω | 8 Ω | 16 Ω | 8 Ω | 8 Ω | 8 Ω | 8 Ω | 8 Ω | 8 Ω |
| 再生周波数範囲 (Hz) | | 40～20,000 | 40～20,000 | 60～20,000 | 30～20,000 | 50～18,000 | 30～20,000 | 45～20,000 | 40～20,000 | 30～20,000 | 50～15,000 |
| クロオーバー周波数 (Hz) | | 2,000 | 2,000 | 2,000 | 2,000 | 2,000 | 2,000 | 700, 6,000 | 700, 6,000 | 800, 6,000 | 1,500 |
| 出力高圧レベル (dB) | | 98 | 100 | 93 | 101 | 99 | 104 | 99 | 99 | 97 | 102 |
| 構 | 低 音 用 ス ピ ー カ ー | PW-1607 形 (16 cm) | PW-1607 形 2 個 (16 cm) | PW-1615 形 (16 cm) | PW-2015 形 (20 cm) | PW-2015 B (20 cm) | PW-3012 形 (30 cm) PW-2015 形 (20 cm) | PW-3016 形 (30 cm) | PW-3017 形 (30 cm) | PW-3018 形 (30 cm) | PW-125 C 形 (30 cm) |
| | 中 音 用 ス ピ ー カ ー | — | — | — | — | — | — | PM-1015 形 (10 cm) | PM-1016 形 (10 cm) | PM-1016 形 2 個 (10 cm) | — |
| | 高 音 用 ス ピ ー カ ー | TW-23 B 形 (5 cm) | TW-23 B 形 2 個 (5 cm) | TW-23 A 形 (5 cm) | TW-5014 形 (5 cm) | TW-5014 B (5 cm) | TW-23 形 2 個 (5 cm) | TW-5016 形 (5 cm) | TW-5016 形 (5 cm) | TW-5016 形 2 個 (5 cm) | TW-25 C 形 (5 cm) |
| | ネットワーク | 3 μF NP コンデンサ | 3 μF NP コンデンサ | 12 dB/oct | 4 μF NP コンデンサ | 4 μF NP コンデンサ | 6 μF NP コンデンサ | 12 dB/oct | 12 dB/oct | 12 dB/oct | 12 dB/oct |
| 成 | キャビネット 幅×高さ×奥行 (cm) | 完全密閉形 35×45～8 | 完全密閉形 51×66×8 | 完全密閉形 47.5×47.5×5.4 | 位相反転形 35×55×29.5 | 位相反転形 34×56×28.5 | 完全密閉形 58×86×31 | 完全密閉形 42×69×28.5 | 完全密閉形 42×69×28.5 | 完全密閉形 46×85×37 | 位相反転形 65×88×44 |

り、スピーカー 装置入力路も複数となり取扱いが複雑となる。しかし、この方式では パワーアンプ 出力段と スピーカーユニット の間には 接続コード を除いて損失を有する素子がないので、過渡特性が良好になり、そのほかにも混変調ひずみや パワー の面で非常に有利な方式である。

しかし現状では必ずしもこの方式が有効に利用されていない。スピーカー 付属の ネットワーク ではその スピーカーユニット に対応した定数を決定し、スピーカーシステム の入出力という単なる スピーカーシステム の段階だけで最良の設計をすることが可能であったが、この方式では3対(2対、または4対)の入力路に加えられる信号が、なんらスピーカー の特性の特殊性を考慮されずに決定されている傾向があり、音質的にも十分その成果を見いだせないのが現状である。

本格的な マルチチャンネル 方式を実施する場合は、スピーカーシステム に対応した チャンネルディバイダ が同時に設計されねばならなくなるであろうし、将来は チャンネルディバイダ および パワーアンプ を組み込んだ オーディオシステム 的な方向に発展していくことが望ましいと考えている。

4. 4. 2 音質評価

スピーカーシステム の理論は オルソン によって確立され、現在でもスピーカー 設計の大部分はこの理論に基礎を置いている。

しかし、出力音圧特性・過渡特性・ひずみ特性・指向特性など音質を決める要素と考えられるものは、大部分が明らかになっているにもかかわらず、「音質」とこれら物理特性との総合的な関連は解明されていない。

そのため、スピーカーシステム の性能を決定づける唯一の手段は、人間の聴感による主観的な評価であり文学的表現であって、またそれらは定性的、定量的にも確実には握されていない現状である。

現在、総合的な音質評価の方法の研究が国内各メーカーで続けられており、近い将来、音質の全貌が明らかになっていくとともに、直接音質を決定づける ファクター の定量的な測定法が確立されていくであろう。

5. む す び

以上、ダイアトーンスピーカー の「音づくり」について考え方を、それぞれの角度から用途の違った製品について述べた。

いずれにしても、われわれはこうしたスピーカー の設計には物理特性のうえに立った「音づくり」を行ない、高品質で、信質性の高いスピーカーシステム を提供することが念願であり、今後の進展を考えると、いろいろな分野の科学技術者の知恵を集結し、新しいいぶきをスピーカー 工学に送り込まなければならないと思っている。

本文を終わるにあたって、いろいろとご指導いただいた NHK 技術研究所、ならびに NHK 放送 センター 演奏設備部のかたがた、当社の諸先輩のかたがたに深く感謝する。

参 考 文 献

- (1) 中島, 西村, 山本, 高柳: 2ウェイ複合形スピーカー の設計, NHK 技術研究第27号, (昭31-8)
- (2) 津村, 藤木, 進藤: 高忠実度2ウェイスピーカー 装置の設計, 三菱電機技報30 No 9, (昭31)
- (3) 藤木, 進藤, 佐伯: 2S-208 形複合 2ウェイスピーカー 装置, 三菱電機技報36 No 2, (昭37)
- (4) 中島: 高忠実度複合形スピーカー, 放送技術, (昭32-1)
- (5) 山本, 西村: 20 cm, 5 cm 複合形 モニタースピーカー の設計と試作, NHK 技術研究70, (昭37)
- (6) 中島: ハイファイスピーカー, 日本放送出版協会
- (7) 佃: モニタールーム, 放送技術臨時増刊, (昭42-11)
- (8) 日本放送協会: BTS-6131「モニタースピーカー」放送技術規格
- (9) 永田: 試聴室の室内音響条件の考え方とその音響設計について, 建築音響, 14号

三菱テープレコーダ

伊藤 実*

Mitsubishi Tape Recorders

Koriyama Works

Makoto ITÔ

Tape recorders and tapes have made marked improvement in their performance and their demands are increasing day after day. To cope with the situation, Mitsubishi has moved their manufacturing plant to Koriyama factory and three years have elapsed. During these years the market in this country has undergone a great change. Compact cassettes and stereo tape deck have been particularly prevalent. Herein are elucidated type DT-1000 units, the representative of open reel tape decks, and type T-630 cassette tape recorders passed the SEMKO standard and other european standard last year for export. Also their new products are introduced.

1. ま え が き

最近のテープレコーダとテープとはともに性能向上著しくまたその普及は目ざましい。従来は一部の音響マニアの間で使われてきたテープデッキがステレオ電蓄、コンポネント各機の普及とともに一般大衆へと需要が拡大してき、また今後ともにこの傾向は進むものと考えている。音楽鑑賞用のテープレコーダは性能上、オープンリール式がその主力として使われてゆくことは明らかであるが、あわせて近来普及しはじめたコンパクトカセット式のデッキも営業用・家庭用等に普及してゆくものと考えている。

コンパクトカセットはテープと2個のリールとが1個のケース内に収められ取扱いが容易であり、また容易に録音もできるので一般の電池・電灯線両用のポータブルテープレコーダの主力となり代わってしまった。その性能向上とともに前述のテープデッキの分野にも進出し、さらに従来オープンリールが使われていた分野のランゲージラボなどにもカセットが取って代わろうとしている。今後の情報時代に情報バックとして重要な役割りを果たすであろう。

テープレコーダに関しては各メーカーともにその主力は輸出であり、当然輸出用機を国内にも販売するといった政策になりつつあり、性能上、安全対策上も好ましいことである。

2. 三菱テープデッキ DT-1000 形

高忠実度再生を目ざし、性能その他1モータ方式テープデッキの決定版を目標に開発設計した本機は、需要家・音響評論家各方面から好評をいただいている。本機には数多くの特長を盛込んでいるがその

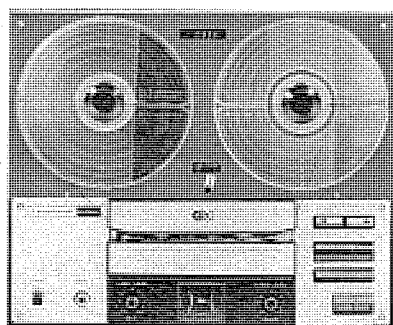


図 2.1 DT-1000 形 テープデッキ
Type DT-1000 tape deck.

主たるものは次のとおりである。

(1) デュアルキャプスタン方式: ヒステリシスシンクロナモータ使用のベルトドライブ2スピードで2個のフライホイールを互いに逆方向に回転させ、テープ走行方向逆転特性を良好ならしめるとともに、ウウフラッタが低減されている。

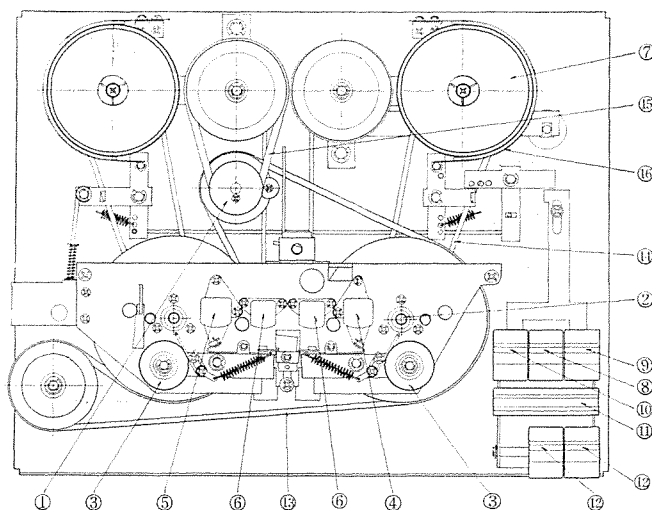
(2) 両方向性オートリバース方式: 左右両方向ともに録音再生できるとともに、テープの両端でオートリバースが可能であるのでエンドレス演奏ができる。

(3) ピンチローラオフになるオートストップ方式

(4) バンドブレーキ採用

(5) 高忠実度アンプ積載

ウウフラッタが存在することは、楽音がウウフラッタによって周波数変調を受けることで、当然不要な周波数の成分が無数に混入しひずみ音となって再生される。ウウフラッタに起因するひずみは、増幅器の非直線ひずみと比べ不快に感じ、これの低減はテープレコーダの重要な問題である。本機はデュアルキャプスタン方式により2個のフライホイールをおのおの逆方向に回転させ、フライホイール効果を倍加するとともに潜在するアンバランスを相殺し0.1% Wrmsという低い値に収めて



①モータブリー ②キャプスタン軸 ③ピンチローラ ④右走行用録音再生
⑤左走行用録音再生 ⑥消去ヘッド ⑦リール台 ⑧PLAY ボタン
⑨FF ボタン ⑩PEW ボタン ⑪STOP ボタン ⑫REC ボタン ⑬主ベ
ルト ⑭巻取用ベルト ⑮早送り用ベルト ⑯ブレーキ

図 2.2 DT-1000 形 メカニズム 平面図
Plan of type DT-1000 mechanism.

いる。本方式はセットの姿勢差によるフワフラッタを押えるうえにも有効である。

本機は録音再生ともにテープ走行方向は左右両方向可能で、はく(箔)センシングまたはマニュアルボタンによりリバース可能である。リバースの方式は、デュアルキャプスタン方式によりピンチローラの当て換えを電磁ソレノイドにより行なっており、モータ逆転式のリバース方式と比べモータやベルトにむりなく、テープ速度の立上がりはきわめてすぐれている。

2個のピンチローラはおのおの独立の電磁ソレノイドにより圧着させているゆえ、動作中に電源を切ったときやオートストップが働いたときには必ずピンチローラがはずれ、ピンチローラのゴム面にへこみ跡を残す心配がない。またバンドブレーキの採用によりテープの停止はなめらかでテープをいためぬなどテープの保護、機械の保護に配慮している。

本機のアンプ部分は周波数特性、非直線ひずみ、SN比の向上を計るとともにさらに中高音域の位相ひずみの低減に留意し忠実な録音再生を計っている。音質評価において物理特性で計測外のところに聴感音質の差があり、既録音テープの再生はもちろんのこと本機による録音再生によって原音の音質が変わっていないということが必要である。本機のアンプは録音アンプとしても再生アンプとしても高調波ひずみ率は0.1%以下で、入力端子から出力端子まで録音系再生系ともにトランスは介在せず、各ステージはトランジスタ2個または3個の直結増幅に多量のNFを施し、出力回路はエミッタフォロアとし物理測定ではあらわれない音の繊細さのびの良さが認められる。

操作はピアノ式ボタン形式であるが、ピンチローラを電磁ソレノイド動作としているため機械的負荷がなく操作所要押圧は少なく軽快である。テープの掛けはずし取扱いを容易にすべくキャプスタン、ピンチローラ、オートストップのレバー、オートリバースのセンシング電極等はすべてヘッドカバー内に収容している。

本機の性能概要は次のとおりである。

電源・消費電力 AC 100 V, 50 または 60 Hz, 58 W

テープ速度 19 cm/s, 9.5 cm/s

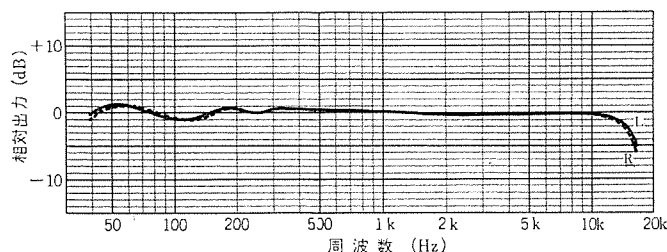


図 2.3 DT-1000 形録音再生周波数特性
Type DT-1000 recording and reproducing
frequency characteristics.

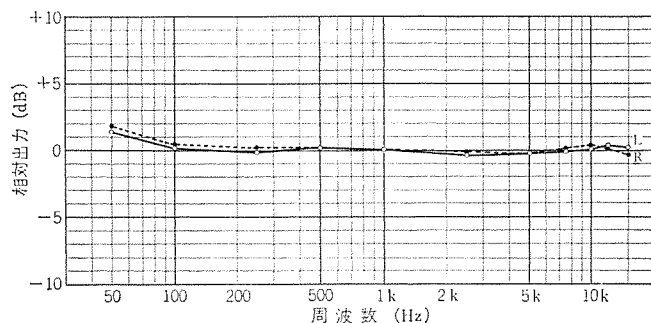


図 2.4 DT-1000 形録音再生周波数特性
Type DT-1000 recording and reproducing
frequency characteristics.

| | | | |
|--------|-------------------|---------|----------------|
| トラック形式 | 4トラック・2チャンネル・ステレオ | | |
| 入出力端子 | MIC | 0.3 mV | 2.2 k Ω |
| | AUX | 0.1 V | 150 k Ω |
| | DIN | 30 mV | 68 k Ω |
| | OUT | 0.775 V | 4.7 k Ω |

ヘッドホン用出力

周波数特性 19 cm/s, 50~15,000 Hz \pm 2 dB

SN比 52 dB 以上

消去率 65 dB 以上

フワフラッタ 19 cm/s, 0.1 % Wrms

9.5 cm/s, 0.14 % Wrms

外形寸法 横 幅 400 mm

高 さ 170 mm

奥 行 340 mm

正味重量 約 10.9 kg

使用トランジスタ 18 個, ダイオード 9 個

3. テープデッキ新製品紹介

3.1 DT-1100 形テープデッキ

テープデッキの需要拡大とともに需要の底辺を対象とした普及形セットが要望され本機の開発に至った。普及機といえども性能は先のDT-1000形同等をねらい、モータはヒステリシスシンクロナスを使用しベルトドライブにて大形のフライホイールを駆動しフワフラッタの低減を計り、アンプ部は先に実績のあるDT-1000形のアンプ一式を流用し積載している。その他ヘッド、モータをはじめ主要部品は極力DT-1000形と共通部品を使用し、性能の安定、アフターサービスの向上を計っている。本機の性能概要は次のとおりである。

電源・消費電力 AC 100 V, 50 または 60 Hz, 50 W

テープ速度 19 cm/s, 9.5 cm/s 切換え 2 スピード

入出力端子 MIC 0.3 mV

AUX 0.1 V

DIN 30 mV

OUT 0.775 V

周波数特性 19 cm/s 再生 50~15,000 Hz \pm 2 dB

フワフラッタ 19 cm/s 0.12 % Wrms

9.5 cm/s 0.18 % Wrms

SN比 52 dB 以上

消去率 65 dB 以上

使用トランジスタ 18 個, ダイオード 8 個

外形寸法 400 \times 190 \times 340 mm

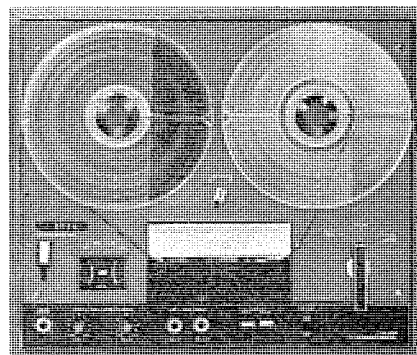


図 3.1 DT-1100 形テープデッキ
Type DT-1100 tape deck.

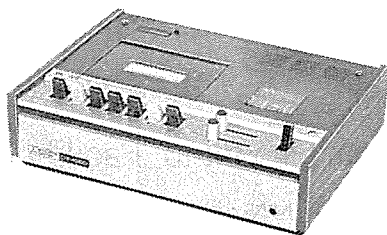


図 3.2 DT-4000 形 カセットデッキ
Tape DT-4000 cassette
deck.

正味重量 約 10 kg

3.2 DT-4000 形 カセット デッキ

コンパクトカセットは、ポータブルテープレコーダにおいてはすでに広く普及し、昨年来 カーステレオ としても採用され 8トラック カートリッジ に比べ家庭で容易に録音できるという長所もあり将来の需要は大きい。今回紹介する DT-4000 形は カセット の性能を可能な限り引き出そうと試みた性能本意のデッキである。カセットはオープンリールに比べテープ速度が 1/4 であり、ワウフラッターの低減は最も問題となる。本機では大形フライホイールをアウターローターヒステリシスシンクロモータによりベルト駆動し各部精度仕上げに留意している。

アンプ部については SN 比向上のため電源トランスにはカットコアを採用し、各増幅段は直結方式をとり多量の NF を施している。ヘッドの周波数特性の高域補償をアンプのピーキングにより行なうのが常であるが、これは再生音色の変化と位相ひずみ増加により音質を損なうので、本機においてはヘッドの特性をのぼしアンプでのピーキングは何も行っていないので、きわめて素直な音質である。なお本機の性能概要は次のとおりである。

| | |
|---------|---|
| 電源・消費電力 | AC 100 V, 50 または 60 Hz, 20 W |
| テープ速度 | 4.8 cm/s |
| トラック形式 | 4トラック・2チャンネル・ステレオ |
| 入出力端子 | MIC 0.3 mV AUX 0.1 V DIN 30 mV OUT 0.5 V |
| 周波数特性 | 再生 50~10,000 Hz \pm 2 dB |
| SN 比 | 45 dB 以上 |
| ワウフラッタ | 0.14 % Wrms 以下 |
| トランジスタ | 17 個、ダイオード 12 個 |
| 外形寸法 | 290×220×86 mm |
| 正味重量 | 4.2 kg |

4. カセット テープレコーダ

カセットテープレコーダはその半数以上は輸出しているが、T-630 形は外觀デザイン上も性能音質もすぐれ欧州に好まれてきた。特に 1968 年に北欧の安全規格に合格し好評を得ている。北欧の安全規格は欧米の規格よりも厳しく、電池・電灯線両用のポータブル機であるために、一般電気器具のようにアース線付き心形式にすると製品のスマートさに欠けるので、2心形式の Class II の規格の適用を受け絶縁耐圧は 48 時間の湿度試験直後に 4,000 V に耐えるものである。また電源配線はすべて 2 重絶縁を施し、電源変圧器の 2 次側に保護用フ

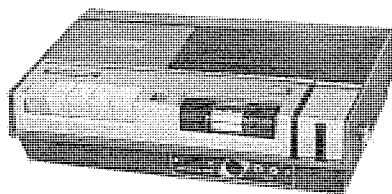


図 4.1 T-630 形北欧向け テープレコーダ
Type T-630 tape recorder
to be exported for Europe.

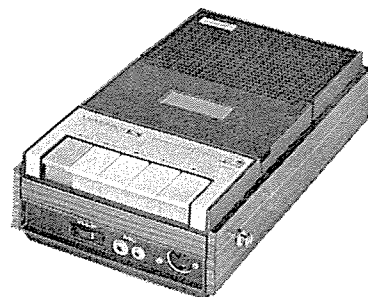


図 4.2 T-660 形 テープレコーダ
Type T-660 tape
recorder.



図 4.3 T-100 形 カセットテープレコーダ
Type T-100 cassette tape recorder

ューズがそう入されている。電源トランス内部の沿面距離の確保には困難な問題が多かったが、ブリッジ整流方式に変更するなど銅体積を減じ絶縁強化を計った。なお T-630 形は電池・電灯線両用テープレコーダとしてわが国から北欧規格に合格した最初のセットである。

T-630 形と並び T-660 形があるが、これも電池電灯線両用機で使いやすく好評である。欧州向けのセットは電源 220 V にするとともに入出力端子は DIN コネクタになっている。

モノリシック IC の M 5101 を付けた小形カセットテープレコーダ T-100 形がある。一般のテープレコーダでは持運びに重く、一方在来 IC 付きカセットははなはだ高価であって、普通のテープレコーダと比較して価格ほどの価値がなかったが、T-100 形は小形軽量で低価格で提供するものである。大きさは薬書と同じで厚みは 43 mm 重量は電池込みで 720 g であるから持運びは至って容易となる。

本機の駆動系は 2 本の角ベルトを用いて仕上り厚の薄いメカニズムとし、マイクロモータにより駆動している。操作は本機の性質上片手操作の多いことも考慮しプッシュプッシュのワンタッチ形式であり、押せば演奏となり前後いずれかに倒せば早送り巻き戻しができる。電池は単 3 形を 4 個入れる電池パック形式をとり、別売り Ni-Cd 電池パックとも容易に交換できる。アンプは半導体 IC 1 個により、内蔵のスピーカーまたは外部スピーカーを駆動できる。屋外での使用には付属のイヤホンが便利である。これからの時代に情報パックとして活用されることを望む。

5. む す び

世界的なテープレコーダの普及に伴い今後ますます需要層の拡大が考えられる。当社もこのすう勢に対処するため特に Hi-Fi 用テープデッキを中心に開発をすすめる音響技術の進歩の一端に貢献してゆきたい。

最後にテープレコーダのために努力された関係各位に深甚の謝意を表する。

音響施設用スピーカーシステム

佐伯 多門*・鈴木 英男*・亀山 格彦*

Audio Systems of Sound Facilities

Koriyama Works

Tamon SAEKI・Hideo SUZUKI・Norihiro KAMEYAMA

With the development of electronics the latest sound facilities have come to require diversified performance of the audio system and an effective method of reproduction. Also the listeners have improved their understanding for sound so much that they demand very high tone quality in the reproduced sound. Above all the exit of the sound, the loud speaker system, is assigned to play a especially important part and its performance governs the reproductive effect of the audio system.

Mitsubishi has made a great achievement even in the field of the audio system working up a good number of speaker systems, which are now in wide use.

This article deals with technical results obtained by the Company with proscenium loud-speakers column loud-speakers of many purposes and public address loud-speakers having specific features together with their principal products.

1. ま え が き

最近のオーディトリウム の電気音響設備は、エレクトロニクス の発展と演出効果技術の向上にともない、機能の多様化、効果的な再生方法や高品質の音質などの要求が著しく強くなってきている。

中でも音の出口を受け持つスピーカーシステムは、オーディトリウム の電気音響設備設計の中でもまず第1に考えねばならないもので、全客席への音の配分とか、音像移動や特殊な音響効果のためのスピーカーの配置、あるいは建築意匠から要求されるスピーカーシステムの形態などいろいろの問題をもっている。そしてこれらの結果と、スピーカーの再生音の品質や効果は、電気音響設備の性能を左右する重要なかぎをにぎっている。

このため、こうした電気音響設備の研究は活発で、いろいろとその成果が、諸先生方によって報告されている^{(1)~(4)}。

本文はこうした中で、当社の音響施設用スピーカーシステムとして開発した各種の中より、劇場ホール用のプロセニアムスピーカー、および多用途の指向性スピーカー、さらには特長ある一般拡声用スピーカーについて、スピーカー関係者の立場からみた設計のねらいなどを述べ、あわせてその実施例を簡単に説明する。

2. プロセニアム スピーカーシステム

業務用の高忠実度スピーカーシステムの一つの方向として、劇場ホールのメインスピーカーであるプロセニアムスピーカーシステムがある。このプロセニアムスピーカーシステムは、取扱う信号も幅広く、しかも最近のように大形化される劇場ホールの全客席へ十分な音量で伝える必要があるため、無わい(歪)最大出力音圧レベルの高い、しかも高品質のスピーカーシステムが要求されている。

2.1 設計のねらい

劇場ホールのプロセニアムスピーカーを設計するとき、ハウリングという大きい妨げがあるが⁽⁵⁾、これは別の検討にゆずるとして、ここでは再生方式から考えて、プロセニアムスピーカーシステムの基本的な構成から考えることとする。

2.1.1 取付位置

プロセニアムスピーカーと称されるものは大部分、集中方式をとってお

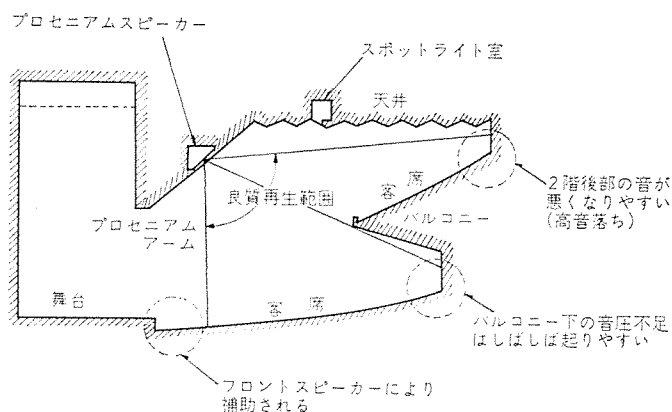


図 2.1 プロセニアムスピーカーの配置 (断面図)
Arrangement of proscenium speakers.

りステージで進められているプログラム信号を、音の方向感が不自然にならないよう再生し、観客席に均一に分配せねばならない。

このため、取付位置は、プロセニアムアーチの左右の壁面に取付ける方法と、プロセニアムアーチより客席のほうに寄った天井に取付ける方法がある。ところが人間の感覚からいって水平方向での音の弁別は敏感なのに対し、垂直方向の弁別では相当鈍感なため、最近では後者の方法が大部分である。これは音を全客席へ分配する点からいっても、電源の位置がある程度高いほうが都合がよく、客席へ直接音を均等に送ることができる。図2.1に示すような関係が大切である。また、配列を考えると2チャンネル〜3チャンネルステレオ再生が常設のため、最少限2組〜3組は必要で、最近では3〜5組のプロセニアムスピーカーを設備し、拡声信号と効果信号を別々に再生するなどの演出効果をねらっている。

2.1.2 スピーカーの構成

劇場ホールの大形化にともない、客席に必要な音圧レベルは、平均75~80 dB、ピーク値90~95 dBであり、これを満足するには無わい最大出力音圧レベルの高い高忠実度スピーカーシステムでなければならず、従来のように寄せ集めて組合わせるものでは、なかなかむずかしい問題があり、最初から高忠実度大出力スピーカーシステムとして総合的に設計されたものが必要である⁽⁶⁾。

このためスピーカーの構成は、単一スピーカーではなく、3ウェイ方式

などを選び、指向性、パワーの配分を考えて各帯域に複数のスピーカーを使用する。

また、音質上からみて次のような点に注意を要する。

(1) 低音の限界と低音域のレベルは、再生音の品質に効果があるので、最初から不必要として切らないこと。

(2) スピーカーと聴取距離が離れているため、直接音のほかに間接音の影響も大きく、このためパワーレスポンスを考慮して、高音部の補正が必要である。

(3) バッフル効果などの影響で、中低音域が上がりぎみになりやすいので、電氣的補正をスピーカーに設ける場合がある。

(4) スピーカー前面に、さん(棧)、格子、空洞、切り込みなどが建築意匠上付けられる場合があるが、これは中音・高音の性能が著しく悪くなるため、工事とは別にシミュレーションにより十分検討をくわえ対策するとともに、極力こうしたものが付かないよう建築部門との話し合いが必要である。

(5) 無わい最大出力を大きくするうえで、スピーカーを駆動する増幅器は余裕度を考えて帯域分割駆動方式を採用することが望ましい。

このようなことから、中音用コーンスピーカー、高音用コーンスピーカーでは、指向性・許容入力点も考え、3～4個を1組としたブロックとして、これを複数個組合わせた集団として構成することが、取扱い・工事・調整の面で有利であろう。

低音用スピーカーは、大きさの制限もあって、中音・高音用スピーカーほどに指向性が改善できないため、別の指向性スピーカーへのくふうが大切である⁽⁷⁾。

2.2 具備すべき条件

プロセニアムスピーカーは、工事の進行にともなって取付けられるため、完成後簡単に変更することは困難な場合が多い。このため設計時点で次の事項に注意が必要である。

2.2.1 スピーカーケーブル

駆動用増幅器とスピーカーはかなり離れた場所に配置されるため、この間のスピーカーケーブルの直流抵抗は無視できず、一般にはマッチングトランスを使用したハイインピーダンス伝送が多い。しかし、音質・性能から考えて、トランジスタ増幅器の直接駆動が望ましい。たとえば国立劇場大ホールでは、増幅器とスピーカー間のケーブルの直流抵抗を、1Ω以下にして直接駆動を行なったため、伝送損失が少なくダンピングファクターが大きく取れ、音質面でも好結果が得られた。

いずれにしても、高出力における1～2dBの伝送損失は、増幅器の最大出力に大きく響くので、この点の検討を初期に十分進めておくとともに、これからますます大形化する劇場ホール向けには、プロセニアム専用の駆動用増幅器関係を、スピーカーの近傍に設置すべきであろう。

2.2.2 キャビネット

プロセニアムスピーカーシステムの低音用キャビネットは、スピーカーの口径や使用数、低音限界からみて大きくなりやすいので、次のような点の考慮が必要となる。

(1) キャビネットの各面が広くなり、中低音で振動しやすいので補強を十分行なうこと。

(2) 内部寸法が大きいため発生する定在波の周波数が低くなり、これを防ぐために使用される吸音材の性能や量を改良しないと効果が上がらなくなる。

(3) 使用する木材は十分厚いものを使用し、補強を行なって、

そりを防ぎ、加重に耐えられるようにする。

また、キャビネットが大きいため、天井張付工事前に、このキャビネットだけ先につり込んだり埋め込んだりするため、キャビネット内部にほこりはいらないようスピーカー取付穴をおおうとともに、コンクリートの生乾きなどによる腐敗を防ぐため耐水性の合板材を使用し、防腐剤を塗布することが大切である。

2.2.3 スピーカーの納入時期

劇場ホールのスピーカーの納入時期は工事の最中が多い。プロセニアムスピーカーにおいても同様で、工事中のじんあいと湿度が高い時期に取付けられるので、スピーカーの振動系に著しく悪い影響をたえる。特に、こうしたふんい気の中に放置されたのち、引渡しテストなどで過酷な試験を行なうことがしばしばで、これが湿気を吸った振動系をいためつけ、好ましくない結果となる。また磁極や支持体にじんあいが付着し、びり付きなどの原因にもなる。

できればキャビネットを先納してもスピーカーは、工程のゆるすかぎり、内部の空気調整が働き、十数日経過した工事の最終時期を待って、取付けるよう最初から関係者に了解をとっておくことが大切である。

2.2.4 点検補修通路

劇場ホールなどの大工事では、天井裏は照明器具やダクトそれに鉄骨やつり金具が複雑に入り乱れている場合が多いため、プロセニアムスピーカーの点検補修のための通路などは案外忘れ勝ちである。したがって通路を確保するとともに、低音用スピーカーのような大形品の持ち込みが可能か足場などを検討することも大切と考える。

2.3 実施例

当社のプロセニアムスピーカーの代表的なものは、AS-4001形スピーカーシステムを基本とした形のもので、このスピーカーは、NHK総合技術研究所の技術協力により開発したものである。

高出力高忠実度スピーカーシステムとするため帯域分割駆動方式をとり、国立劇場をはじめ、立正佼成会普門会館、豊中市民会館など数多くの劇場ホールで使用されている。そのおもな仕様は表2.1に示し、各スピーカーの性能仕様を表2.2に示した。構成、寸法図は図2.2、2.3に、特性を図2.4、2.5に示した。

一方、大形の劇場ホール用に、さらに大形のプロセニアムスピーカーSC-7407形スピーカーシステムがあり、問題になりやすい2階後部客席においても、パワー配分の大きくなるような設計を行なっている。(図2.6参照)

表 2.1 AS-4001形の概略仕様
Specification of type AS-4001.

| 形 名 | AS-4001 形音声モニター装置 | |
|------------|-----------------------|----------|
| ス ピ ー カ ー | 3S-405 形 3 ウェイスピーカー | |
| | PW-4011 形 40 cm ウーフア | 2 台 |
| | PM-1201 形 12 cm スコーカ | 3 台 |
| | TW-25 形 5 cm ツイータ | 4 台 |
| ア ン プ | MA-401 形 40 W 主増幅器 | 3 台 |
| | MA-031 形 分配増幅器 | 1 台 |
| 入力インピーダンス | 600 Ω | 10 kΩ |
| 入 力 レ ベ ル | -22 dBm | |
| クロスオーバー周波数 | 300 Hz | 3,000 Hz |
| 最大出力音圧レベル | 114 dB/1 m | |
| 再生周波数帯域 | 30～20,000 Hz | |
| ひ ゅ う 準 | 音圧レベル 114 dB にて 5% 以下 | |
| 電 源 | AC 100 V | 800 VA |
| | 高 さ | 1,750 mm |
| | 幅 | 950 mm |
| 寸 法 キャビネット | 奥 行 | 535 mm |

表 2.2 各スピーカーの性能仕様
Performance of various speakers.

| | 低音用スピーカー | 中音用スピーカー | 高音用スピーカー |
|--------------------|---------------|--------------|-----------------|
| 口 径 | 40 cm | 12 cm | 5 cm |
| 許 容 入 力 | 20 W(最大 40 W) | 7 W(最大 15 W) | 5 W(最大 20 W) |
| 定格インピーダンス | 32 Ω | 16 Ω | 16 Ω |
| 定格出力音圧レベル (1 m) | 98 dB | 95 dB | 94 dB |
| 低音共振周波数 | 35 Hz | 200 Hz | 2,000 Hz |
| 振動系の等価的 Q | 0.4~0.5 | 0.8 以下 | 1 以下 |
| 再生周波数帯域 | 30~1,000 Hz | 200~6,000 Hz | 2,000~16,000 Hz |
| 使用周波数帯域 | 30~400 Hz | 400~3,000 Hz | 3,000~16,000 Hz |
| 使 用 数 | 2 個 | 3 個 | 4 個 |
| 配 列 | 縦一列 | 縦一列 | 縦一列 |

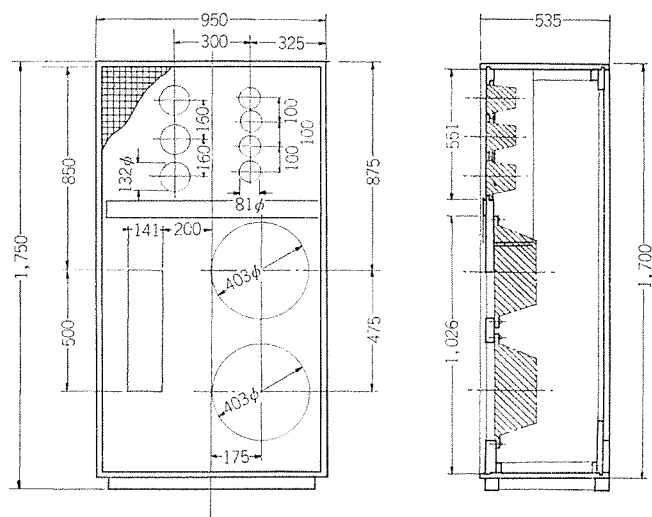


図 2.2 AS-4001 形の寸法図 (基本形)
Dimensions of type AS-4001.

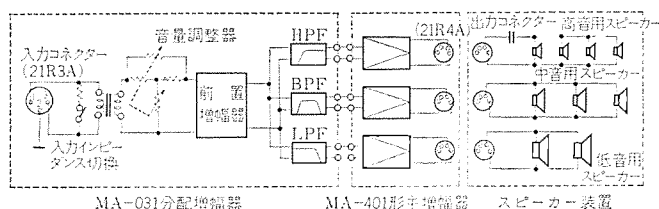


図 2.3 AS-4001 形 ブロックダイヤグラム
Block diagram of type AS-4001.

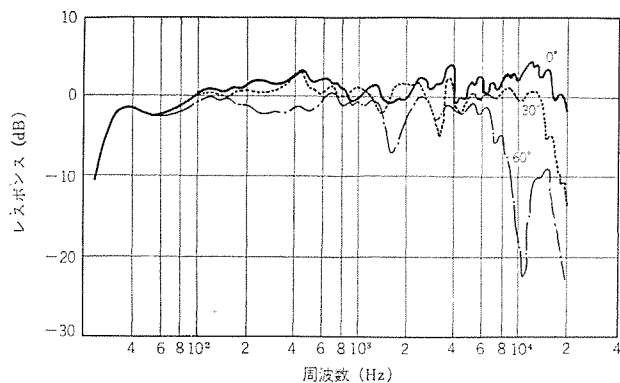


図 2.4 AS-4001 形の出力音圧周波数特性
Output sound pressure frequency characteristics
of type AS-4001.

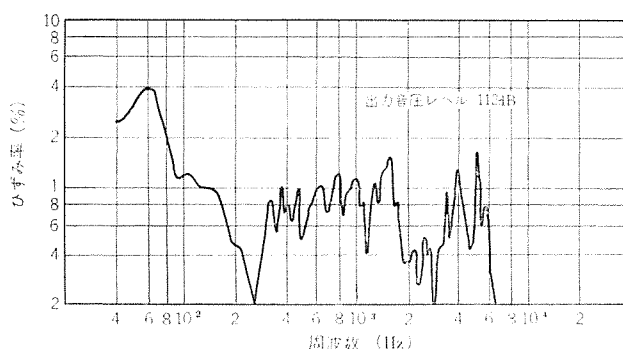


図 2.5 AS-4001 形 ひずみ率周波数特性
Distortion factor frequency characteristics of type AS-4001.

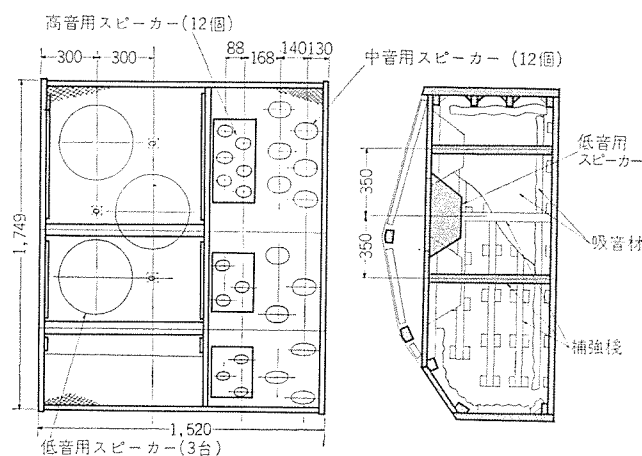


図 2.6 AS-4001 形用スピーカーを基本とした超大形の
SC-7407 形 スピーカーシステム
Huge speaker system type SC-7407 based on a speaker
for type AS-4001.

3. 指向性スピーカーシステム

建築施設用スピーカーの中での指向性スピーカーの役割は、近年音響再生に対する要求の度合が増すに従って、ますます大きくなってきている。前節のプロセニアムスピーカーでもほとんどが指向性を考慮した設計となっている。

この指向性には、無指向性をねらう場合と、その逆に鋭いあるいは任意の指向性パターンを持たせようとする場合の二つがあるが、本節の指向性スピーカーとはもちろん後者の意味である。

3.1 指向性スピーカーのねらい

指向性スピーカーの使用目的についてはいまさら改めて述べる必要もないと思われるが、一応列举すると次のようになる。

- (1) ハウリングの防止
- (2) 広範囲にわたって均一な音場を作りだすこと
- (3) 反射の多い場所における明りょうな情報の伝達
- (4) 比較的近い距離において異なるソースを流す場合に各信号の分離を保つこと

以上の目的のために最初に考えだされたものが、ドイツテレフンケン社のトーンジャイル⁽⁸⁾と呼ばれる指向性スピーカーであり、現在も世界的な特許として生きている。その後種々の研究が行なわれているが、指向性を得るための原理がきわめて単純なことおよびその効果が周囲の音響状態の影響を受けやすいために、画期的と言われるほどの指向性スピーカーは得られていない。

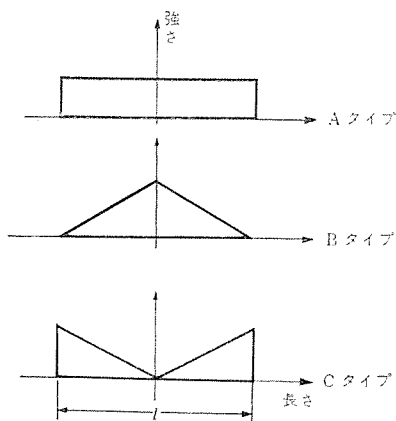


図 3.1 直線音源の三つのタイプ 高さは音源の強さを表わす
Three types of linear sound source.

今までに国内で行われてきた指向性スピーカーに関する研究⁽⁹⁾~⁽¹⁰⁾などから考え合わせると、指向性スピーカーの具備すべき条件として基本的には

- (a) 低域での十分な指向性
- (b) 中高音域でのサイドローブの抑圧

の二つがあげられ、これらの条件を満たすべく種々のくふうがなされてきている。これを見ると今まではおもに点音源を直線状または曲線状に配列した場合の指向性が論じられているが、これは指向性スピーカーとして単体スピーカーを複数個使用するという方法が、一般的に行なわれていることから当然であると言える。しかしながら最近では平板スピーカーがよく用いられ、連続的な分布を持つ指向性スピーカーの実現も不可能ではなくなっている。

筆者らは以上の観点に立ち連続分布をした指向性スピーカーについて二、三の計算を行ない、その利点が見い出されたので試作の結果と合わせて以下に述べる。

3.2 直線音源の指向特性

図 3.1 に示すような連続分布直線音源の指向特性は次のように与えられる。 D_A , D_B , D_C をそれぞれ A, B, C タイプの指向特性とすると⁽²⁰⁾,

$$D_A = \frac{\sin\left(\frac{\pi}{\lambda} l \sin \theta\right)}{\frac{\pi}{\lambda} l \sin \theta} \quad (3.1)$$

$$D_B = \frac{\sin^2\left(\frac{\pi}{2\lambda} l \sin \theta\right)}{\left(\frac{\pi}{2\lambda} l \sin \theta\right)^2} \quad (3.2)$$

$$D_C = \frac{2 \sin\left(\frac{\pi}{\lambda} l \sin \theta\right)}{\frac{\pi}{\lambda} l \sin \theta} - \frac{\sin^2\left(\frac{\pi}{2\lambda} l \sin \theta\right)}{\left(\frac{\pi}{2\lambda} l \sin \theta\right)^2} = 2D_A - D_B \quad (3.3)$$

ここで l は音源の長さ、 λ は音の波長、 θ は正面軸上からの角度である。

図 3.2 は $l/\lambda = 0.5, 1.0, 2.0$ について D_A , D_B , D_C をそれぞれ示したものである。図によればサイドローブの最も大きい C タイプの場合でも正面軸上より 4.7 dB ほど小さくなっており、点音源の場合に見られるようなメインローブと同じ大きさのサイドローブが現われることはない。このことは指向周波数特性でも言える。たとえば式 (3.1) で l および θ を固定し、 λ (すなわち f) を変化した場合の

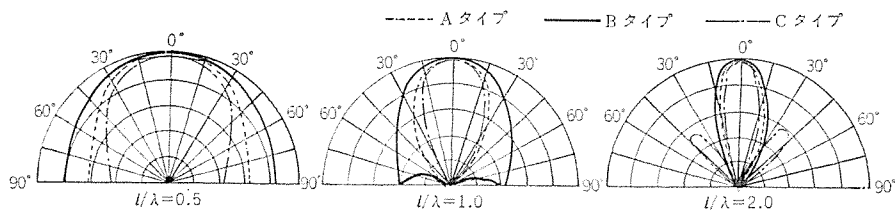


図 3.2 三つのタイプの直線音源による指向性パターン
Directivity pattern due to three type linear sound sources.

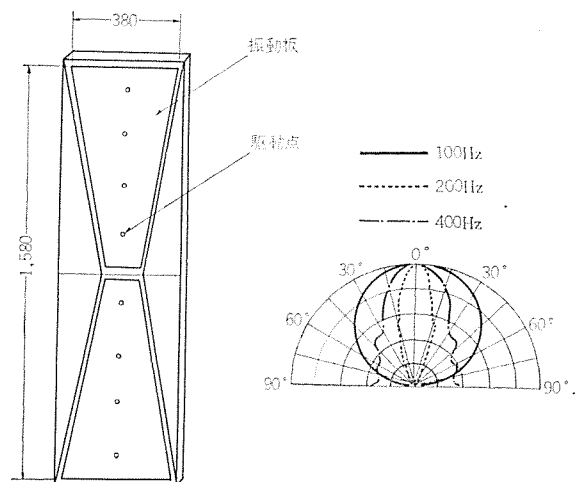


図 3.3 試作指向性スピーカーの形状寸法およびその指向性パターン
Outline dimensions of column speaker and its directivity pattern built for trial.

D_A のピークは 6 dB/oct で減衰するからである。このようにサイドローブの抑圧という観点からは直線音源特に B タイプはきわめて有利である。また低域での指向特性も C タイプの音源を利用すれば、同じ指向性を得るにも何割かは小さい寸法にすることができる。

上述のように直線音源の有利性が知られたので、C タイプに相当する指向性スピーカーを試作した。図 3.3 はその寸法図および指向特性である。100 Hz はほぼ $l/\lambda = 0.5$ に相当するが、図 3.2 の C タイプと比較すると $\pm 30^\circ$ の範囲でよく一致していることがわかる。角度の大きいところで計算値より指向性を増しているのは平板スピーカー自身がハイブリッド形の指向性を持っているからである。400 Hz で指向性が乱れているがこれは振動板が分割振動をしているためである。

上記の計算および試作の結果から言えることは、直線音源が指向性スピーカーとして非常に有効であること、分割振動は指向性にとって大きな障害となること、さらに、良い指向性を得るには 2 ウェイとか 3 ウェイの方式を採用する必要があること、などである。

次に当社における指向性スピーカーの代表的な実施例について述べる。

3.3 実施例

メインスピーカーとして指向性スピーカーが用いられる場合、それは聴取者の前方に位置することが多く、そのために意匠や形状に種々の要求がなされる。図 3.4 に示す指向性スピーカーはそのような要求を十分考慮して設計したものである。その特長をあげると、

- (1) 形状が独創的である。
- (2) 前方の側壁に取付けた状態でちょうど聴取者の方向を向くようになっており目ざわりにならない。
- (3) 2 ウェイ方式を採用し、それぞれの帯域で別々に指向性を持つ

たせている。

などである。特に(3)の方法によってこのスピーカーは非常に良い指向特性が得られている。

万博「三菱未来館」ではナレーション、効果音、BGM等に90余台のスピーカーが使用され、ごく近接した二つのスピーカーが異なる音源を流す場面が数多く見られる。このような場合には3.1節の(4)の目的で指向性スピーカーが使用される。図3.5はそこで使用されている指向性スピーカーであり、6個の単体スピーカーがそれぞれ異なる距離で配置されサイドローブの発生を防いでいる。

また、指向性スピーカーを使用する場合の注意事項として、重要なことは、指向性スピーカーの正面方向はなるべく吸着性にするということである。これは反射物がある場合にはそれによって指向性が乱され、満足すべき指向性の効果が得られなくなるからである。

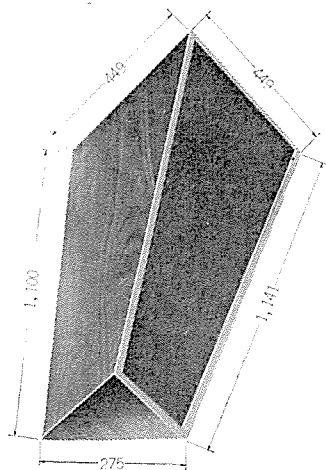


図 3.4 SC-7112 形 外 観 (右側用)
Exterior view of type SC-7112.

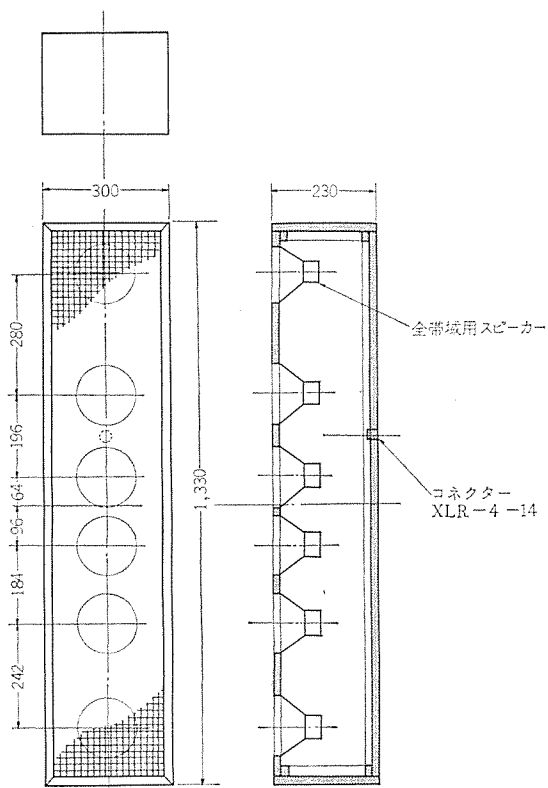


図 3.5 SC-7112 形 構 造
Construction of type SC-7112.

4. 一般拡声用スピーカーシステム

建築施設用スピーカーの内一般拡声用スピーカーと呼ばれるものは、劇場・ホテル・病院・学校・放送局・喫茶店などで使用される補助および各室に供用するスピーカーで、一般連絡・BGM・構内放送・非常連絡・簡易モニターおよび劇場ホールにおいて均一な音圧分布を得るための補助などの目的で施設されるものである。

これらのスピーカーは使用場所・使用目的により、特性・形状・取付方法などそれぞれ要求する条件が異なり、つい立て形、天井・壁うめ込み形、壁つり下げ形など各種各様のスピーカーがある。

4.1 設計のねらい

このように、一般拡声用スピーカーはいろいろな場所・目的に使用されおのおのに要求する条件が異なるが、これらに共通する設計のねらいのおもな事項について考えてみることにする。

4.1.1 取付場所

一般拡声用スピーカーはその設置目的から、“各聴取者に均一な音圧で音を伝送することができる”、“サービスエリアの選択が自由にできる”という利点をもつ分散方式がとられるため、聴取者の位置に比較的近い天井・壁・床に設置されることが多い。しかしこれらの取付場所の決定は音響条件よりも建築条件、特に建築意匠を中心に行なわれるため取付場所がスピーカーの設計前の段階から限定されることがしばしばあるため、設計者はあらかじめどんな場所に取付けられるかということを早くつかみ、その効果・意匠を考慮した設計を行なうことが大切である。

4.1.2 小形化・薄形化

スピーカーを設置する場合できるかぎり取付け・取扱い・保守が簡単であることが望まれる。また聴取者の目に触れる場所に取付けた場合周囲の内装品の美感をそこなうことがあってはならない。

たとえば天井取付用スピーカーは取付スペースの小さな天井内に取付けるため小形のほうが有利であり、壁に露出取付けする場合は薄形のほうが露出部分が小さくなり周囲の美感をそこなうことがない。また床置の場合は薄形であればつい立て形などにでき、設置床面積も小さくすることができ意匠的にもごん新なものが設計できる。

これらの点を考えるときスピーカーはできるかぎり小形かつ薄形であることが望ましい。

4.1.3 再生周波数帯域・能率・指向性

性能に関しては次の点を考慮して設計を進めることが望ましい。

(1) 再生周波数帯域

この種のスピーカーでは使用するプログラムソースによって、その再生周波数帯域が決められるが、音声のみを再生・拡声する目的に使用するときには一般に200~8,000 Hzでよいとされており、音楽をまじえた再生音の品質を考えると80~10,000 Hzを目標としてよいと思われる。

(2) 能率

こうした一般拡声用スピーカーでは、一つの増幅器に数多くのスピーカーが負荷として接続されるため、1台当たりの入力電力は小さくなりがちである。このためできるだけ能率の高いスピーカーがよいが、先に述べた小形化と再生周波数帯域を満足するために能率を犠牲にすることがしばしばある。少なくとも96 dB程度の能率を確保する必要がある。

(3) 指向性

設置場所によって指向性を考慮した設計としなければならない。

たとえば天井取付用スピーカーなどの場合、スピーカーの真下と正面軸よりはなれた位置で聞くと指向性が悪いと特に高音で音量感と音色に大きな差が生じ高品質の再生ができない。この場合のスピーカーは指向性の良い、たとえば2ウェイ複合形などを使用し、かつサービスエリアがスピーカーの正面軸から30°~45°となるよう天井の高さと取付間隔を十分検討しておく必要がある。

4.2 具備すべき条件

一般拡声用スピーカーを設計するとき次の事項に注意することが必要である。

(1) スピーカーの正面軸を聴取者の方向にむけるように設置することはいうまでもないが、実際に取付ける場合意図しない方向にむいてしまう場合があるので、あらかじめ正面軸を考慮のうえキャビネット内部のスピーカーの配置を決定しなければならない。

(2) 床置形の場合の信号ケーブルは移動による余裕が必要なため、その処理に困ることが多い。これは非常に目ざわりなものでこの処理をいかにするか設計段階で考慮することも大切なことといえる。

(3) スピーカーの納入時期については、先のプロセシアムの場合とまったく同じで詳しくは2.2.3項を参照されたい。

(4) じんあいやねずみの害からスピーカーを保護するため防じん布等を取付けた設計とすること。

(5) 外形・取付寸法は建材標準寸法によったものであること。

4.3 実施例

実施例を二、三あげ、その施工方法、設置目的、技術的に解決した点について簡単に触れることとする。

4.3.1 ついたて形スピーカー

ついたて形スピーカーの代表的なものにSC-8102形がある。このスピーカーは、NHKの各放送局の局内モニターとして使用しているもので、各局のロビー・事務所・応接間・廊下等に設置され放送中の番組が自由に選択聴取できるものである。

この局内モニターには、従来R-16形という普通のキャビネットが使用されていたが、設置床面積をできるかぎり小さくするため奥行き寸法の小さい超薄形としたものが要求された。この条件を満足させるうえでの問題は、局内モニタースピーカーとして十分満足できる性能と超薄形化構造の矛盾である。この問題に対して特に性能ではキャビネット容積が小さくなるため低音再生に問題が生じ、使用スピーカーの設計にアコースティックサスペンション方式の設計が必要となり、容積と能率および低音再生限界の最適条件を見出す設計により、その専用スピーカーの開発を行なった。次に薄いキャビネットにスピーカーを収納するためには、スピーカーの全高を極力薄くすることが必要で、このため磁気回路に強力バリウムフェライトを採用し、奥行き80mmのキャビネットに収納できるようにした。さらにこれらの条件を満足すると同時に、能率も96dBと高いものを得ることができた。

このスピーカーの外観は図4.1に見られるようについたて形のほかに例のないデザインで、局内モニターとして好評を得ている。この周波数特性は図4.2に示されているが、これは従来の局内モニターR-16形と比較してなんら劣るものではない。内部接続を図4.3に示す。

4.3.2 天井取付専用スピーカー

天井取付専用スピーカーにSC-7109形がある。このスピーカーは建築物のデザインの関係や取付スペースの関係から天井内にスピーカーを取付ける場合に使用するもので、PA用・BGM用・補助拡声用と

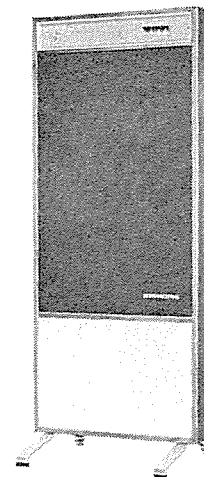


図 4.1 SC-8102 形スピーカーの外観
Exterior view of type SC-8102 speaker.

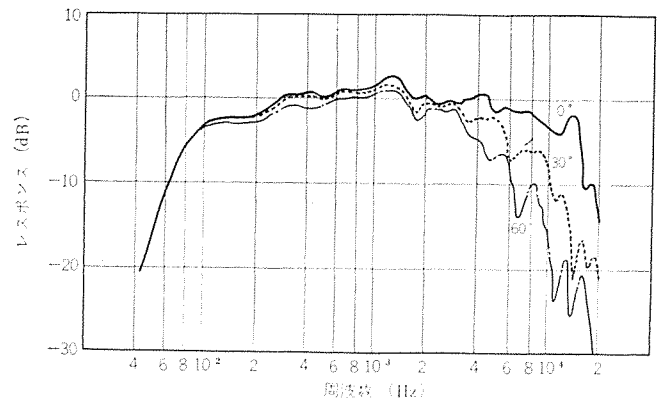


図 4.2 SC-8102 形の出力音圧周波数特性
Output sound pressure frequency characteristics of type SC-8102.

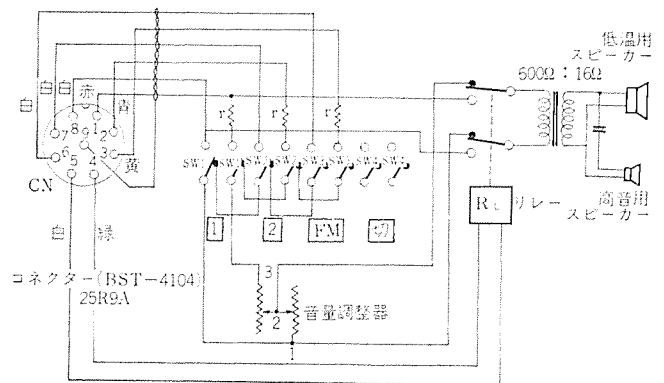


図 4.3 AS-8102 形の内部接続図
Internal connection diagram of type AS-8102.

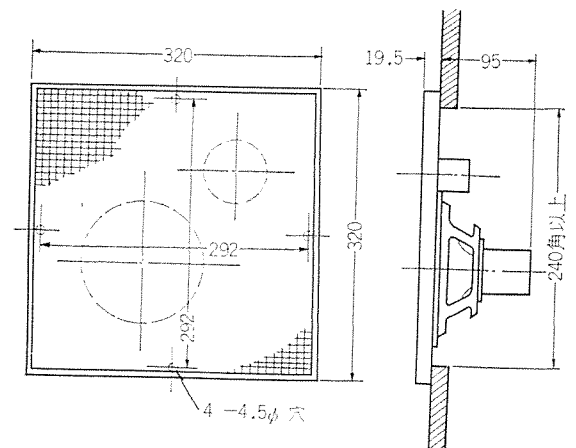


図 4.4 SC-7109 形の外觀寸法図
Outline dimensions of type SC-7109.

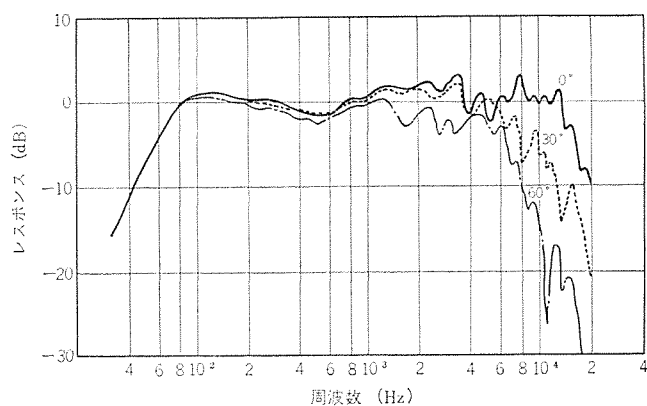


図 4.5 SC-7109 形の出力音圧周波数特性
Output sound pressure frequency characteristics of type SC-7109.

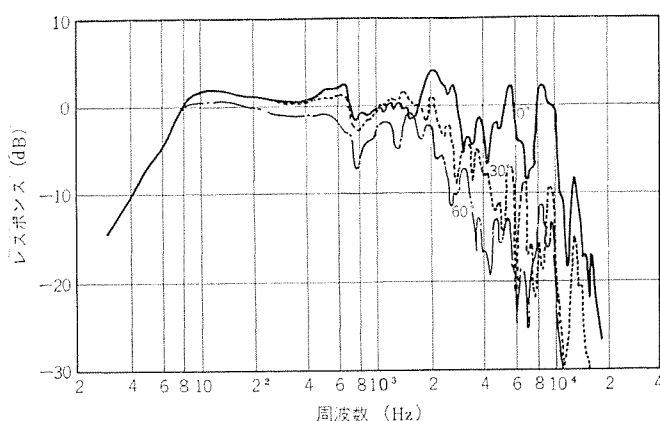


図 4.6 従来の天井取付用の出力音圧周波数特性
Output sound pressure frequency characteristics of the conventional unit for ceiling mount.

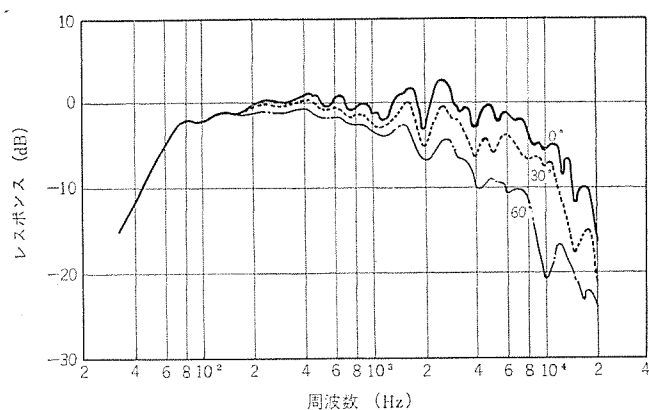


図 4.7 DS-15 S 形の出力音圧周波数特性
Output sound pressure frequency characteristics of type DS-15 S.

して設置し使用するものである。

このスピーカーは天井に取付けるため、スピーカーからの距離が限定され、正面軸からの角度の大きい位置での聴き取りが多くなる。言いかえれば天井取付の場合は指向性が非常に重要である。

従来の天井取付スピーカーは、一般に意匠が重視され指向性の悪いものが多い見られるが、これは単一コーンスピーカー 1 個の使用と前面意匠の構造によるためである。

これらの欠点を改良するため、表面グリルには一般の Hi-Fi スピー

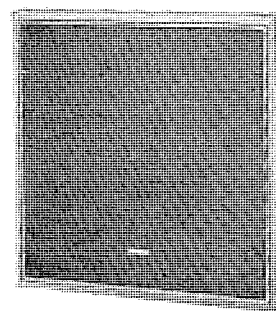


図 4.8 DS-15 S 形スピーカーの外観
Exterior view of type DS-15 S speaker.

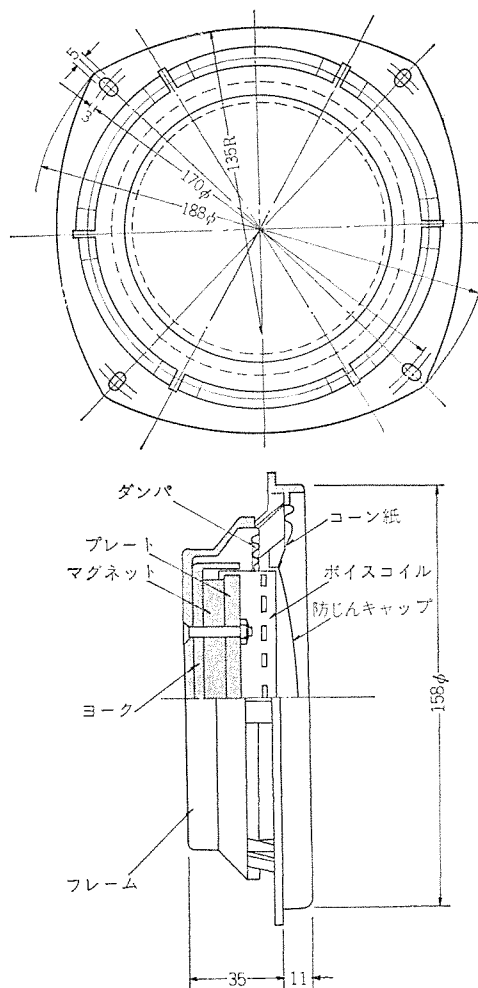


図 4.9 PW-1615 形スピーカーの構造
Construction of type PW-1615 speaker.

カー並みのサラネットを使用し、さらに 2ウェイ方式の採用により指向性の改善を行なっている。

このスピーカーの外観寸法を図 4.4 に周波数特性を図 4.5、従来の品の周波数特性を図 4.6 に示した。

4.3.3 壁掛用スピーカー

壁にスピーカーを取付けたい場合とか、うめ込みたいとか言う場合に使用するスピーカーに DS-11 S, DS-12 S および DS-15 S がある。つまり建築物と一体化したいとか、あまり目立った存在にしたいとか言う場合には、上記の薄形スピーカーが使用される。スピーカーを小形かつ薄形にするには 4.3.1 項の SC-8102 形の場合と同じ問題があるが、先に述べた設計方法でこの問題は解決できる。

特に DS-15 S は、厚さわずか 5 cm と超薄形で、その大きさも 47 cm × 47 cm と小形であり、スピーカーを設置する場合、取付方法

や室内装飾になんら支障なく、一般家庭用はもちろん、営業用としても手軽に使用でき、幅広い用途のスピーカーである。

音響特性はスピーカーを設置した場合のバッフル効果を十分考えて目標の特性を得るように設計しており、図 4.7 に示すように大形なみの音響特性を得ている。外観は、図 4.8、使用スピーカーの構造を図 4.9 に示す。

以上、一般拡声用スピーカーの内、特長のある3機種について簡単に述べたが、当社では、「SC シリーズ」としていろいろの種類のスピーカーがあり、用途・設置場所などによって選別して使えるように準備している。

今後こうしたスピーカーの発展は、建築設計者・音響設計者・施設主の三者のチームワークによって、よりすぐれた一般拡声用スピーカーが誕生するものと思われる。

5. む す び

以上、音響施設用スピーカーシステムについて、別々に異なった目的のスピーカーについて述べたが、いずれも、これらは業務用スピーカーとしての共通のねらいをもっており、その役割は重要であることは、冒頭でも述べたとおりである。

今後は、より良いスピーカーシステムの製品開発を行ない、ご要望にこたえとともに、初期性能を維持していくための定期的な検査測定が、簡便にできる方法を研究し、安心していつまでも使っていたくことも、われわれの使命と考えている。

終わりに、開発にあたり多大なご指導をいただいた、NHK 基礎研究所長 中島平太郎博士、NHK 総合技術研究所 山本武夫博士ならびに開発品の製品化に力強いご努力をいただいたジャパンデンキ(株) 二谷進社長に謝意を表する。

参 考 文 献

- (1) 中島：劇場の電気音響設備，NHK 技研月報，(昭 39-10)
- (2) 中島：建築工事と関連する劇場・ホールの電気音響設備，建築音響，(昭 40)
- (3) 中島：国立劇場の音響設計，日本音響学会誌，23 巻，5 号

- (4) 建築音響装置研究会編：建築音響装置研究会講演論文集，(昭 36)
- (5) 西宮：拡声設備のハウリング防止方式，NHK 技研月報，(昭 44-4)
- (6) 藤本，進藤，佐伯：高忠実度大出力スピーカー AS-4001 形音声モニター装置，放送技術，(昭 41-1, 2)
- (7) 二村，城戸：建築における電気音響装置，(昭 35-7)
二村，城戸：特許公報番号，昭 35-5204
- (8) テレフンケン 社：特許公報番号 昭 32-1261
- (9) 福島，実吉，菊地，二村，紫山，清水，松本：指向性合成と副極大抑圧，東北大通研 音響研究会，(昭 32-3)
- (10) 二村，城戸：室内拡声装置の設計に関する基礎的考察，電気音響研究会資料，(昭 32-7)
- (11) 城戸，二村：室内拡声装置の設計に関する基礎的考察，電気音響研究会資料，(昭 33-10)
- (12) 藤本，柳沢，城戸，二村：スピーカーの指向性合成に関する一実験，電気音響研究会資料，(昭 36-11)
- (13) 藤本，富田：マルチスピーカーによる指向特性に関する一実験，電気音響研究会資料，(昭 39-6)
- (14) 小西：直線配列音源の屋外における指向特性測定結果について，電気音響研究会資料，(昭 39-6)
- (15) 若菜，城戸，後藤：線音源の近傍音圧分布の計算，電気音響研究会資料，(昭 41-2)
- (16) 後藤，城戸，若菜：直線上音源の近傍音場特性，電気音響研究会資料，(昭 41-12)
- (17) 後藤，若菜，城戸：曲線配列音源の一設計法とその近傍音場分布，電気音響研究会資料，(昭 43-11)
- (18) 山本，西宮：拡声用スピーカーのサイドローブの抑圧，電気音響研究会資料，(昭 44-5)
- (19) 大賀，吉川：不等間隔配列指向性音源の死角方向減衰量と帯域幅との関係について，電気音響研究会資料，(昭 44-12)
- (20) H. F. Olson : Acoustical Engineering

三菱 IC ラジオ

高橋 利清*・福井 貢*・井上 忠雄*

Mitsubishi IC Radios

Kyoto Works Toshikiyo TAKAHASHI・Mitsugu FUKUI・Tadao INOUE

Not only in the case of such sound apparatus as radios and stereos, but generally in turning the circuit to IC it is essential to decide in the stage of planning whether or not to have semiconductor IC, mixed IC, all IC or partial IC. At present, however, there is on definite policy in this respect. Herein are discussed, in reference to type ICX-001 AM one band radio and type FIC-101 FM/AM two bands radio developed by the Company, the fundamental design concept, features of the radios, technical problems and reliability. These radios are applications of semiconductor IC, but they are equally or more effectual in the point of the cost than those of being constructed with individual parts, though there still remain several points to need solution.

1. ま え が き

ラジオ、ステレオ等音響機器にかぎらず回路のIC化については半導体IC化か、混成IC化か、また、オールIC化か、部分IC化かなど企画段階で重要な決定をしなければならぬ。現在では、この点についての確定的な方針があるわけでもないが、ここでは当社が開発したICX-001形AM1バンドラジオとFIC-101形FM/AM2バンドラジオを例にとって、その基本的な設計思想、ラジオの特長、技術的な問題点、信頼性などについて述べる。

これらのラジオはともに半導体ICを応用したものであるが、性能の点、信頼性の点、コストの点で個別部品のものに比べ同等またはそれ以上の成果をおさめているが、今後解決しなくてはならない問題点も多い。

2. ラジオのIC化についての基本的な考え方

元来、ICは宇宙開発等の特殊な用途の要求を満たすために研究、開発されてきたものであるが、近來、一般電子機器にもとり入れられるようになり、ICに対する新しい見方がでてきた。すなわち、宇宙開発等の用途ではおもに高信頼度、小形軽量という点がおもな利点であったが、IC自体の潜在的な利点として、量産性にとみコスト的にも有利であることが着目されてきた。とくにラジオ、ステレオ、テレビ等は量産をたてまえとしたものであるから、量産性にとみICを応用することはいろいろな利点が期待できそうである。

一般にIC化の利点としては、(a)信頼性の向上、(b)小形・軽量化、(c)性能の向上、(d)組立工程の省力によるコストダウン、などが考えられる。しかし、これらの四つの利点を十分にいかすためには企画段階において行なう方針の決定に負うところが大きい。特にラジオのように個別部品による回路が十分に研究しつくされ、非常に簡単な形になっている場合、IC化することはコスト的にきびしい条件のもとにあることは十分に予測できるので、この点に特に注意しなくては初期の目的を十分に満たすことができない。

ラジオのIC化については、現在、最良の方向が確定されていないようであるが、このためにも特に企画段階で十分検討する必要がある。ここでは、これらの検討しなくてはならない点を述べる。

(1) 目的はなにか

上述した(a)～(d)の四つの目標がすべて達成できればよいので

あるが、現段階ではそれらを同時にしかも十分に満足することを許さない条件が多い。

IC化すれば、一般に部品点数が少なくなるので信頼性は向上する。しかし信頼度を上げるために集積度を上げることばかり考えているとIC自体が大きくなり、ひいてはコスト高をもたらすことになる。また、半導体ICと混成ICを比較してみると信頼性は前者のほうがまざっているため、信頼性を追求する場合は半導体ICのほうが有利であると思われる。

ポータブルラジオにとって、小形軽量化は非常に魅力のある課題である。IC化によるラジオの小形化は十分に可能であるが、現時点においてはラジオの小形化のネックは電源、アンテナ、スピーカ等にあるとみられる。技術的にはこれらの部品も部品も小形化してラジオ自体を小さくすることは可能であるが、コスト面ではかなり高くなることはまぬがれない。

性能面においてもあまり小形化することはよくない。ラジオの場合に特にスピーカ、アンテナを圧迫するようなことはラジオの性能をおとす原因になる。コストダウンの考え方としては、部品総額と加工費とを合わせて考えるのが普通である。特にラジオの場合は、部品総額ではICを使用するほうが高額につくが、加工費を考慮にいと同等または安価になるみこみがある。

必要以上の小形化はコストダウンと相反する関係にある。ラジオの場合、これはIC自体の問題よりIC周辺部品の小形化によるところが大きい。一般に、必要以上に性能、信頼性の向上させることもコストダウン、小形軽量化とは相反するところがあるようである。このように四つの目標のうちには相反するものもあり、すべてを満足させることは今のところ容易なことではない。したがって現在ではその目的を一つまたは二つにしばることが望ましい。

(2) どこをIC化するか

どこをIC化するかは(1)に述べた目的によってことになってくることは当然である。たとえば信頼度を上げるためには、できるだけ集積度を上げるほうが有利であると思われる。AMラジオにおいては、技術的にもオールIC化は可能である。この場合、複数個によるIC化も考えられ、これは技術的に容易なことであるが部品点数はそれほど少なくならず、信頼性の向上、コストダウンはあまりのぞめない。

これに対して、単一ICによるオールIC化は技術的にかなり困難

なことであるが、信頼性の向上は目をみはるものがある。一見、集積度を上げ部品点数を少なくすれば、ラジオの小形化に有利ように思われる。しかしあまり集積度を上げ IC を大きくすると消費電流が大きくなり、これを駆動する電源が必然的に大きくなる。したがって回路は小さくなくても、ラジオ全体はあまり小さくならない結果をまねく。

単一 IC 化はその IC が専用になるので需要量の点からあまり多くをのぞむことができず、IC メーカーからみた場合、量産しにくいものであるという欠点がある。これに対して部分 IC 化についてはこの点でかなり有利である。たとえば、IF 回路、低周波回路などのラジオでもあるので標準化ができ、需要量のまとまることが期待できる。部分 IC 化の場合はラジオ全体からみた場合の集積度の低下はまぬがれないが、IC 自体の消費電流を小さくおさえることもできるので小形のラジオにも使用できると思われる。

FM ラジオの単一 IC による IC 化はかなりの障害がある。FM チューナについては、インターコネクションなどの技術的な問題から半導体 IC によるオール IC 化はむずかしい。これに対し混成 IC 化することは技術的には容易かも知れないが、個別部品によるものよりかなり高価につくことが予測され、商品としての適性価格を維持することができないばかりか信頼性の面でも懸念が残る。

現在、一般的に考えられることはチューナ部分を混成 IC 化し、その他を半導体 IC 化する方法であると思われる。

(3) IC の種類はなにか

IC 化する対象がきまればこれに適した IC を選び、その回路方式を決める必要がある。現在、音響機器用としては、半導体 IC、薄膜 IC、混成 IC などが考えられている。膜 IC については現在あまりもちいられていないし、また将来もその期待は少ないと思われる。これは膜 IC には能動素子が集積されておらず、特にラジオにおいては非能動素子が主として、トランジスタ等のバイアス回路につかわれているにすぎず、これらを集積しても個別部品に対してあまり有利な点がないことに起因していると思われる。

混成 IC については、IC 自体の製造法が確立しておらず、各メーカーがそれぞれ異なった方法で行なっている。たとえば素子の形成をとっても印刷式、蒸着式、電解生成式などいろいろある。IC メーカーも従来の抵抗メーカー、コンデンサメーカー、半導体メーカーがそれぞれの特長をいかして手がけているが、完成にはまた遠い所にあるようである。特に、最も問題になるところはトランジスタなどの能動素子の組み込みである。国内のメーカーでは、ほとんどがトランジスタメーカーからトランジスタチップの供給をうけているが、この関係は現在のセットメーカーと部品メーカーとの関係の囲域をえず、トラブルが内在している。また加工工程をみても手作業によるところが多く、生産性が必ずしもよいとはいえず、必然的にコストの低下もこのままではあまり期待できない。さらに、大きな問題点は自動化されないところが多いところから高信頼度を要求することはむずかしく、個別部品によるものを大幅に改良することはできないだろう。

これらのことを考慮すればラジオとしてもあまり使用できないように思われるが、前述のように、FM チューナについては技術的にもっとも可能性のあるものであるからぜひとも解決しなければならない問題である。特に混成 IC は、能動素子が自由にえらべる点や抵抗コンデンサの値が正確にだせる等の利点があり、いろいろな回路が比較的容易に開発できる。また回路変更も半導体 IC より容易にできるなどメーカー側にとってもユーザー側にとっても利点は多い。また、

IBM 社のように SLI を高度な自動化で生産し自社の電子計算機に供給していることを考えれば、日本においてもこのような状態にしたいものである。

半導体 IC は現在最もよく利用されているものである。その理由としては、ラジオ用の IC はデジタル IC と同一の製造プロセスでよく、製造上の問題点はほとんど解決されており量産性にとんでいること、IC 自体の信頼度がすぐれていることなどであろう。半導体 IC は他の IC に比べて能動素子の集積が容易で、しかも、集積するトランジスタ等を多少ましてもラップサイズが変わらないかぎりコストはほとんど変わらない。したがって、ラジオのように能動素子を多く集積しなくてはならないものは半導体 IC がもっとも有利であると思われる。

しかし、半導体 IC にも不利な点がある。相当数生産したものに關してはあまり問題にはならないが、新規開発のものについてはその開発費用は膜 IC、混成 IC の比ではない。このインシヤルコストをいかに吸収していくかが IC 自体のコストの点における重要な問題として残っているか、近い将来、生産数量の拡大が予想されるので解決されると思われる。IC 全般についていえることであるが、とくに半導体 IC においては内部の回路変更は事実上できないから、回路決定にあたってはデバイスエンジニアとサーキットエンジニアが一体となり個別部品で十分にシミュレートしなくてはならない。

3. 単一 IC を用いたオール IC ラジオ ICX-001 形

ラジオの IC 化にあたっては考えなくてはならないことが多いが、一番たいせつなことは、その目的をはっきりすることであると思う。特に現在のように、前述の四つの目標がすべて満足できない場合はこの目的をきめることは非常に勇気のいることである。

この ICX-001 形 IC ラジオは、高集積度の IC を使用し部品点数を少なくし、高信頼度を得るとともにひいては加工工程を少なくしてコストダウンを計ることを目的としたものである。これは AM 1 バンドラジオであるが、ラジオに必要な能動素子をすべて一つの IC に集積してあることが最大の特長である。

図 3. 1 はこの ICX-001 形ラジオの外観であるが、大きさは 138×75×35 mm でごく普通の大きさである。このサイズになった原因は、民生機器とくに大衆需要家向けのものとして適正な価格で適正な性能であることに主眼をおいたためである。特に小形化することはコスト高を引きおこすと同時に、性能の低下をまねく原因にもなりかねないので、実用的な性能がえられる限度においた。また、電池は一般市場で入手しやすい単 3 形乾電池 4 本使いを採用した。

3. 1 回路の構成

これに使用した MX-004 形 IC は当社の北伊丹製作所で開発されたものであるが、18 ピンのデアルインラインのモールドタイプである。モールド部分の大きさは約 23×9×4 mm ある。図 3. 2 はこの IC の写真であるが、ピン 18 本のほかに幅広のピンを設け、放熱片として働くようにしてあるのでモールドタイプでありながら 300 mW の出力が出

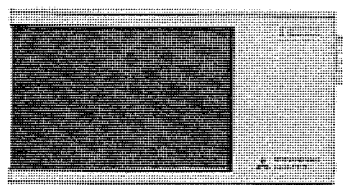


図 3. 1 三菱 IC ラジオ ICX-001 形
Mitsubishi IC radio type ICX-001.

せる。

図 3.3 は MX-004 形の等価回路および ICX-001 形ラジオの回路である。図において Q_3 はコンバータ用のトランジスタでオートダイナ方式をもちいている。この出力はピン⑥よりとりだされ 2 個の IFT を通じてピン⑨より中間周波増幅の Q_2, Q_3 にはいる。 Q_2, Q_3 は直結増幅回路になっていてこの出力は Q_4 でコレクタ検波され、ピン⑩よりフィルタを経て音量調整器へいく。一方、 Q_4 のエミッタから検波された出力の一部は、CR の積分回路を通して Q_1 のベースに接続され AGC 回路を形成する。ピン⑬に接続されたコンデンサは、この時定数を調整するものである。

ピン⑨とピン⑩は高周波的に同電位にたもたれていて、AGC 電流が Q_1 のベースに流れない場合は、ピン⑨とアースの間は高いインピーダンスに保たれているが、AGC 電流が流れ Q_1 が導通し、ピン⑨へ流れる入力をアースへバイパスするようになっている。 Q_5, Q_6, Q_7 は電圧安定化回路でピン③の電位を一定に保つものである。したがってピン⑤に供給される電圧が 4V~12V に変動しても IC の動作には支障はない。 Q_9, Q_{10} は直結形の低周波増幅で、この出力はコンデンサを通じてピン⑩よりピン⑭に供給される。

Q_{11}, Q_{12} は差動増幅器で形成される位相反転回路である。この部分はこの IC の特長の一で、この差動増幅器のために入力トランスが不要になり、小形化、部品の点数減少に大きく貢献している。 Q_{13}, Q_{15} および Q_{14}, Q_{16} はそれぞれダーリントンエミッタホロアで、 Q_{11}, Q_{12} の差動増幅器で位相反転されたものを増幅し、電力増幅トランジスタ Q_{17}, Q_{18} へとおくりこむものである。 Q_{17}, Q_{18} のコレクタはピン①とピン⑮を通じて出力トランスへ接続されている。この場合、スピーカ-

ボイスコイルにセンタタップを出して出力トランスを省くことも考えられるが、コストの点を考慮して特殊なスピーカ-の使用をさせた。図 3.4 に ICX-001 形ラジオの内部の写真を示す。

MX-004 形 IC の温度特性については、放熱片をつけるなど特殊な構造をもたせているが、 Q_{17}, Q_{18} の電力増幅段が内蔵されているので温度補償が必要である。この IC においては電圧安定化回路がこの補償を兼ねている。すなわち、この安定化回路は基準電圧として Q_5 のエミッタベース電圧を利用しているが、この電圧は温度に対して負の特性をもっているため、 Q_{17}, Q_{18} が発熱して温度が上昇しても Q_5 のエミッタベース電圧がさがるのでピン③の電圧がさがり、ひいては Q_{17}, Q_{18} のベース電圧がさがって熱暴走を防ぐようになっている。

3.2 性能

表 3.1 および表 3.2 に MX-004 形 IC の最大定格および電気性能を示す。電圧安定化回路が内蔵されているので、定格電源電圧が 4.5~9V にかわっても使用できる。このことは IC 自体の利用範囲が大きいことも意味する。アイドル電流については、すべての能動素子を一つの IC にまとめたので個別部品のものに比べ少し多いが、単 3 形乾電池以上のものを使用するかぎりには問題ない。

表 3.3 および表 3.4 に ICX-001 形ラジオの定格および性能を示す。また図 3.5 に AGC 特性、図 3.6 に出力特性、図 3.7 に周波数特性を示す。選択度は帯域に比較してかなりよい値がでている。



図 3.2 三菱 IC MX-004 形
Mitsubishi IC type MX-004.

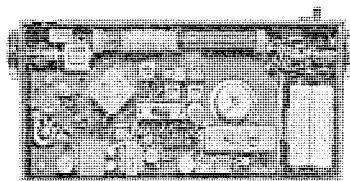


図 3.4 ICX-001 形ラジオ内部
Interior view of type ICX-001.

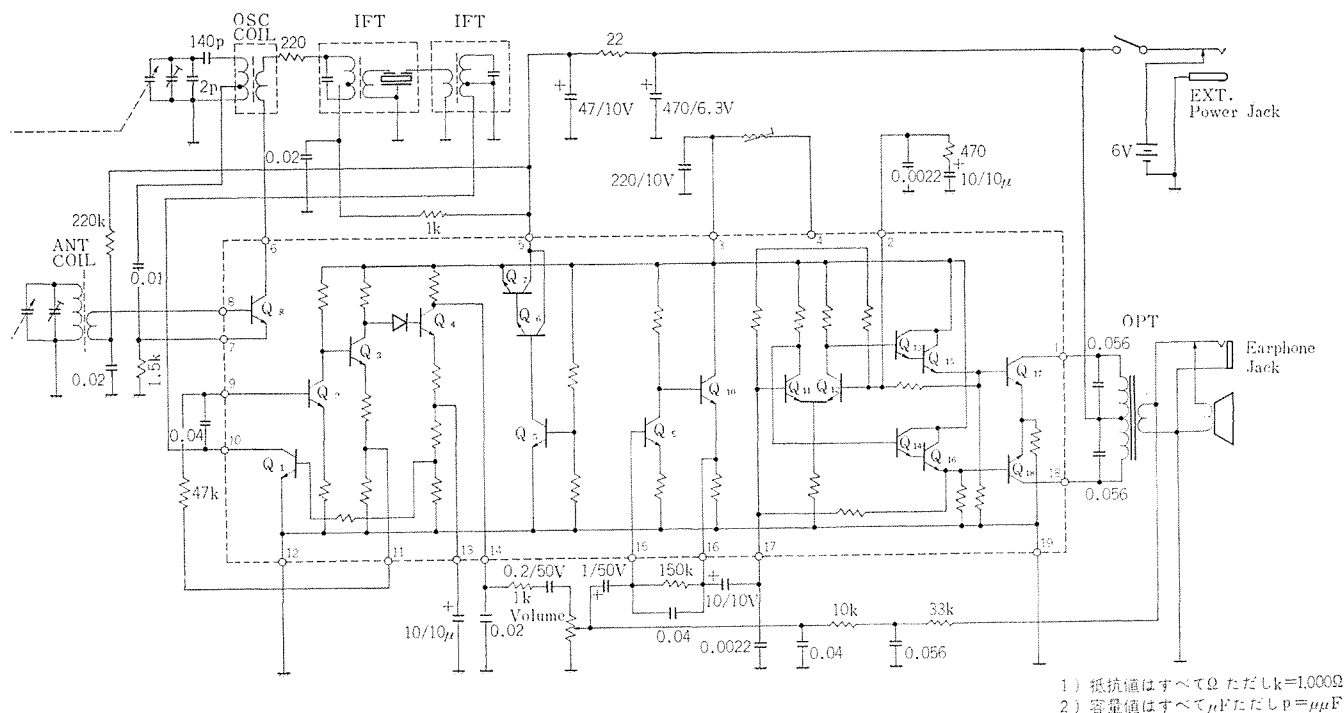


図 3.3 ICX-001 形回路図
Schematic diagram of type ICX-001

表 3.1 MX-004 形 IC 絶対最大定格
Absolute maximum rating of type MX-004.

| 絶 対 最 大 定 格 | | 備 考 |
|-------------|-----------|---------------|
| 供 給 電 圧 | 12 V | ピン①+⑤+⑩に流れる電流 |
| 消 費 電 力 | 300 mW | |
| 動 作 温 度 | -20°~70°C | |
| ブ ロ ッ ク 電 流 | 300 mA | |

表 3.2 MX-004 形 IC の電気性能
Electrical performance of type MX-004.

| 項 目 | | 備 考 |
|-------------------|-------------|-----------|
| 電 源 電 圧 | 6, 7.5, 9 V | 周囲温度 25°C |
| ア イ ド ル 電 流 | 20 mA | |
| 出 力 | 300 mW | |
| 出 力 ひ ず み | 4% | |
| 低 周 波 増 幅 感 度 | 8 mV | |
| 中 間 周 波 増 幅 部 利 得 | 45 dB | |
| 低 周 波 増 幅 部 入 力 | 10 kΩ | |
| AGC メ リ ッ ト | 40 dB | |

表 3.3 ICX-001 形 ラジオ 定格
Rating of type ICX-001.

| | |
|-----------|---------------------------|
| 受 信 周 波 数 | 530~1.605 kHz |
| 中 間 周 波 数 | 455 kHz |
| 電 源 電 圧 | 6 V UM-3×4 |
| ア ン テ ナ | フェライト コア アンテナ (10φ×85 mm) |
| ス ピ ー カ ー | 6.5 cm (丸形) |
| 大 き さ | 138×75×35 mm |
| 重 さ | 400 g |

表 3.4 ICX-001 形 ラジオ 性能
Performance of type ICX-001.

| 項 目 | | 備 考 |
|---------------|--------|--|
| 感 度 | 43 dB | 出力 50 mW 変調 400 Hz 30%, 0 dB=1 μV/m |
| S/N 比 | 25 dB | |
| 出 力 | 250 dB | ひずみ 10% |
| IF 妨 害 比 | 30 dB | 600 kHz において |
| イ メ ー ジ 妨 害 比 | 35 dB | 1,400 kHz において |
| 選 択 度 | 25 dB | 1,000 kHz±10 kHz において |
| 帯 域 幅 | 7 kHz | 6 dB 幅 |

これは局発成分を十分に減衰するために 2 個の LC 回路とセラミックフィルタをもちいたためである。局発成分が十分に減衰しないで中間周波増幅回路にはいると、これが検波出力として表われ AGC を動作させるので、この選択回路はぜいたくなようであるが絶対に必要なものである。

4. 部品 IC 化した FM/AM ラジオ FIC-101 形

この FIC-101 形ラジオの IC 化はおもに IF 回路を中心に行なったものである。このようにした理由のおもなものは、信頼度の高い半導体 IC 化をする場合、チューナ部の IC 化は技術的に困難であること、また電力増幅を組み込むと放熱に注意をはらはなくてはならなくなり、わり高くなる等が考えられたためである。AM 1 バンドの場合は能動素子が少ないので部分 IC 化をおこなっても、特にコストの面、

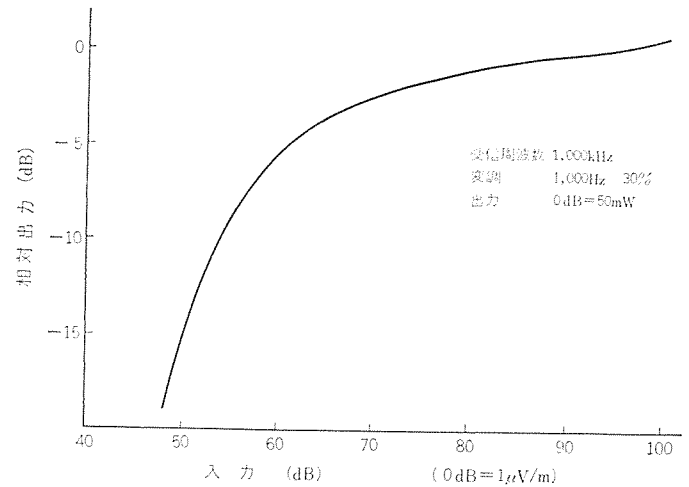


図 3.5 ICX-001 形 ラジオ AGC 特性
AGC characteristic of type ICX-001.

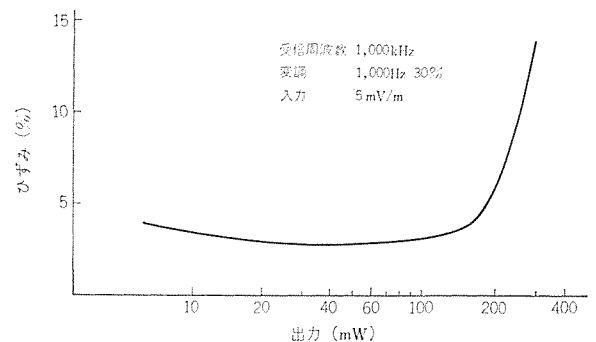


図 3.6 ICX-001 形出力特性
Distortion vs power output of type ICX-001

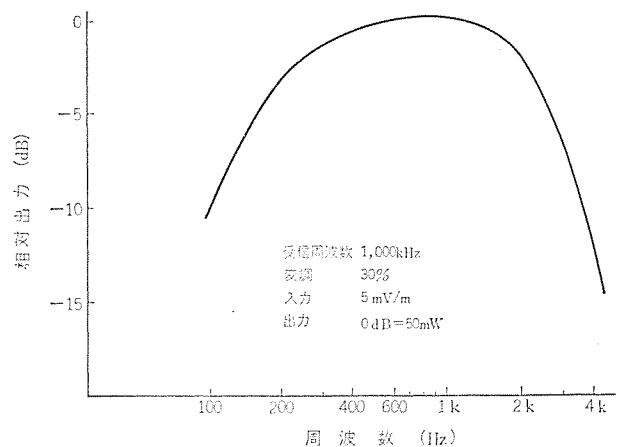


図 3.7 ICX-001 形 ラジオ 周波数特性
Electrical fidelity of type ICX-001.

信頼度の面で IC 化の目標を達することはむずかしいが、FM ラジオの場合ではこの程度の IC 化で個別部品による総部品価格とほぼ同等におさえることができる。これはトランジスタ FM ラジオの場合、IF 回路に比較的高価なトランジスタが多くつかわれていて、しかも IFT も AM よりは多くつかわれているところに起因していると思われる。

図 4.1 は FIC-101 形ラジオの写真である。大きさは 185×93×45 mm で FM ラジオとしては中形ポータブル形に属するもので、ICX-001 形と同じく、あえて小形化をはからずおもに性能面、信頼性面、コスト面に重点をおいたものである。

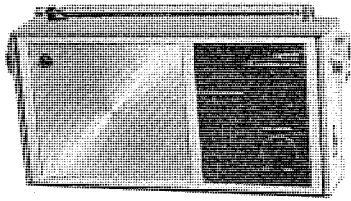


図 4.1 三菱 FM IC ラジオ
FIC-101 形
Mitsubishi FM IC radio type
FIC-101.

4.1 回路の構成

FIC-101 形ラジオに使用した IC は、当社北伊丹製作所で開発された M 5105 形で、14 ピンのディアルインラインのモールドタイプである。モールドの大きさは約 $18 \times 6.5 \times 4$ mm で電力増幅段を内蔵していないので、MX-004 形のように放熱片は設けていない。M 5105 形 IC はトランジスタ 12 個、ダイオード 1 個、抵抗 13 個、コンデンサ 2 個を内蔵したもので、三つのブロックに分けられる。第一ブロックは AGC 回路を中間周波増幅回路、第二ブロックは中間周波増幅回路と AM 検波回路、第三ブロックは低周波増幅回路とドライバ段である。

図 4.2 は FIC-101 形 IC の回路である。 Q_1 は FM 高周波増幅、 Q_2 は FM コンバータ、 Q_3 は FM 中間周波増幅兼 AM コンバータである。AM の場合コンバータの出力は、2 個の LC 選択回路とセラミックフィルタを通して入力端子ピン⑩にはいる。ここで、フィルタを多くつかっているのは ICX-001 形の場合と同じく、局発成分を十分に減衰させるためである。第一ブロックの出力はピン⑫からコンデンサ結合によって第二ブロックの入力端子⑧に入れられる。ピン⑫とピン⑧の結合はコンデンサのかわりに LC 選択回路をつけることも可能である。検波出力はピン⑬よりとりだされ、フィルタ回路を通して音量調整器にはいる。

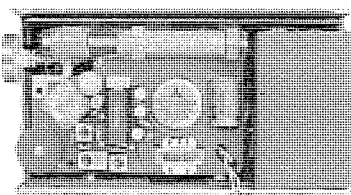


図 4.3 FIC-101 形ラジオ内部
Interior view of type FIC-101.

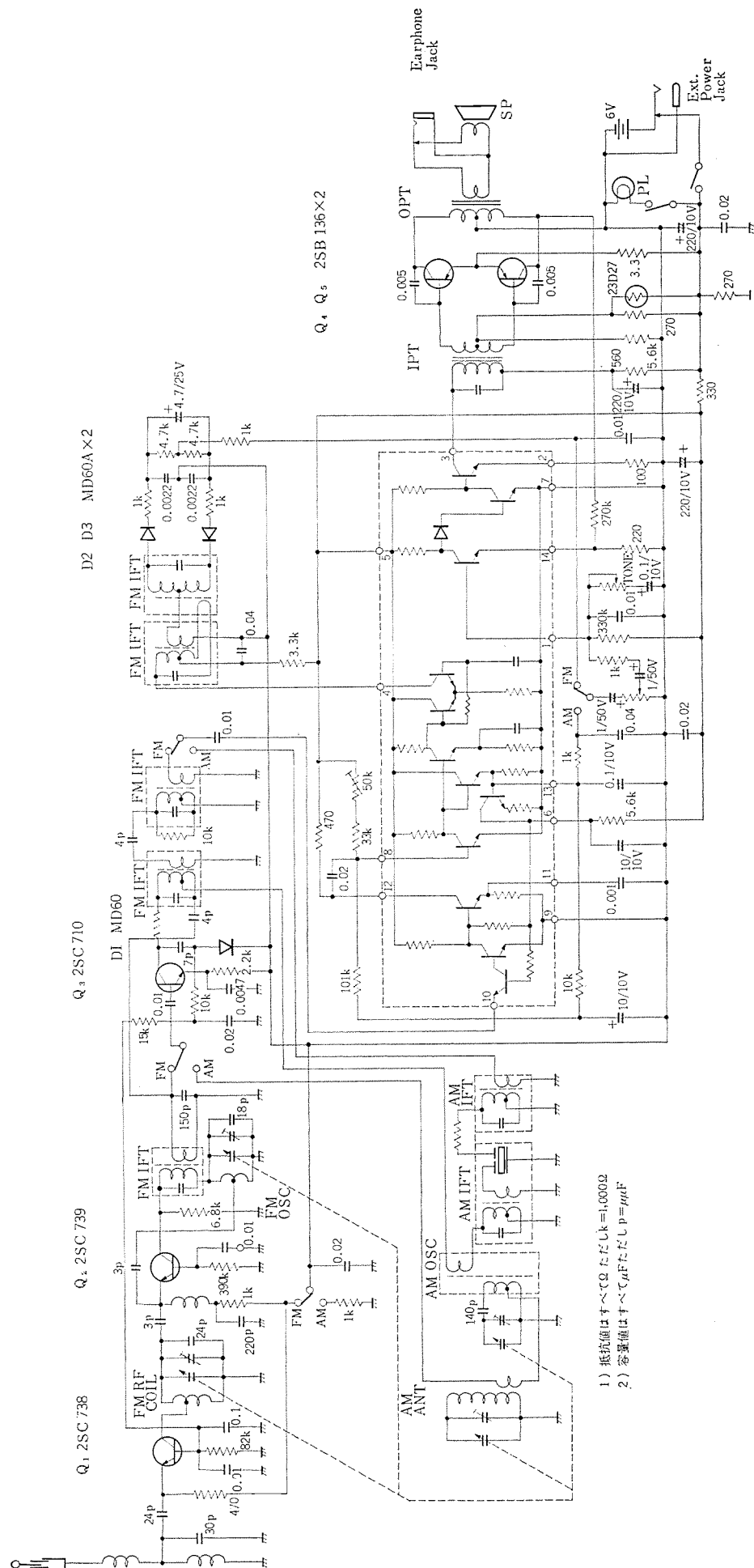


図 4.2 FIC-101 形回路 Schematic diagram of type FIC-101.

FM の場合は Q_3 で中間周波は一段中間周波増幅され、AM の場合と同じく、ピン⑩、⑫、⑬を通じて第一ブロック、第二ブロックで増幅され、ピン④より FM 検波トランスにはいり、比検波されて音量調整器にはいる。

低周波回路の入力はピン①からはいり、その出力はピン③より入

表 4.1 M 5105 形 IC 絶対最大定格
Absolute maximum rating of type M 5105.

| 絶 対 最 大 定 格 | | 備 考 |
|-------------|-----------|------------|
| 供 給 電 圧 | 10 V | ピン③に流れ込む電流 |
| ド ラ イ バ 電 流 | 10 mA | |
| 消 費 電 力 | 250 mW | |
| 動 作 温 度 | -20~+50°C | |

表 4.2 M 5105 形 IC 電気性能
Electrical performance of type M 5105.

| 項 目 | | 備 考 |
|--------------|------------------|------------------------------|
| 供 給 電 圧 | 2.2~4.5 V | IF 入力 700 dB(μ V) のとき |
| ド ラ イ バ 電 流 | 7~10 mA | |
| FM リミッティング電圧 | 45 dB (μ V) | |
| AM 検波出力 | 50 mW | |
| 低周波電圧増幅利得 | 60 dB | |
| AGC メリット | 50 dB | |
| 検波出力ひずみ | 3% | IF 入力 40~80 dB(μ V) のとき |

表 4.3 FIC-101 形ラジオ定格
Rating of type FIC-101.

| | |
|-----------|---|
| 受 信 周 波 数 | FM : 76~90 MHz AM : 530~1,605 kHz |
| 中 間 周 波 数 | FM : 10.7 MHz AM : 455 Hz |
| 電 源 電 圧 | 6 V, UM-3×4 |
| ア ン テ ナ | FM : ロッドアンテナ 85 cm AM : フェラリトコアアンテナ 10φ×100 mm |
| ス ビ ー カ ー | 77 cm 丸形 |
| 大 き さ | 185×93×45 mm |
| 重 さ | 640 g |

表 4.4 FIC-101 形ラジオ性能
Performance of type FIC-101.

| 項 目 | | 備 考 |
|----------|----|-----------------------------|
| 感 度 | FM | 8 dB(μ V/75 Ω) |
| | AM | 45 dB(μ V/m) |
| S/N 比 | FM | 30 dB |
| | AM | 23 dB |
| 出 力 | FM | 360 mW |
| | AM | ひずみ 10% |
| IF 妨 害 比 | FM | 70 dB |
| | AM | 35 dB |
| イメーヂ妨害比 | FM | 36 dB |
| | AM | 38 dB |
| 選 択 度 | FM | 30 dB |
| | AM | 30 dB |
| 帯 域 幅 | FM | 230 kHz |
| | AM | 6 kHz |
| 低周波ひずみ | FM | 2.5% |
| | AM | 3% |
| 消 費 電 流 | FM | 23 mA |
| | AM | 20 mA |

力トランスを経て電力増幅用トランジスタ Q_4 , Q_5 にはいる。出力トランスの一次側よりピン⑭に接続されている抵抗は、低周波のフィードバック回路であるが、トランスの二次側より接続してもさしつかえない。また、入力トランスの仕様をかえることによって OTL 回路にすることもできる。

音質調整回路は低周波回路の入力側にハイカットによるものを施してある。また、ピン⑬とピン⑤の間の抵抗、およびピン②とピン⑭の間の抵抗は温度特性をよくするための直流帰還回路であって増幅作用には直接の働きはない。図 4.3 にこのラジオの内部の写真をかかげる。

4.2 性 能

表 4.1 および表 4.2 に M 5105 形 IC の最大定格および電気性能を示す。この IC は、チューナ部、出力部を自由にかえることがで

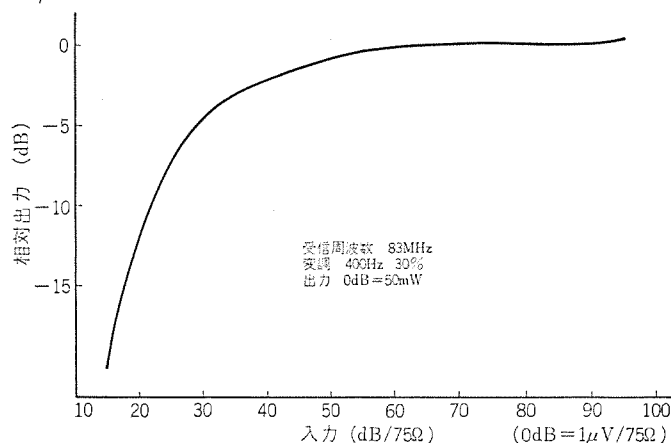


図 4.4 FIC-101 形ラジオリミッティング特性
Limiting characteristic of type FIC-101.

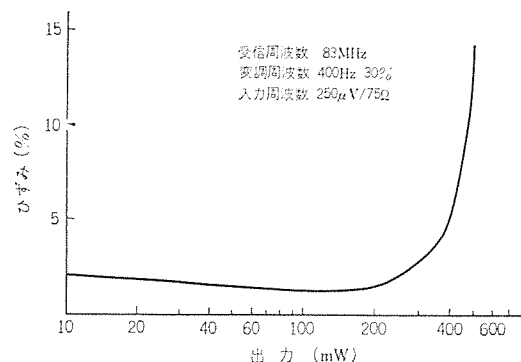


図 4.5 FIC-101 形ラジオ出力特性
Distortion vs. power output of type FIC-101.

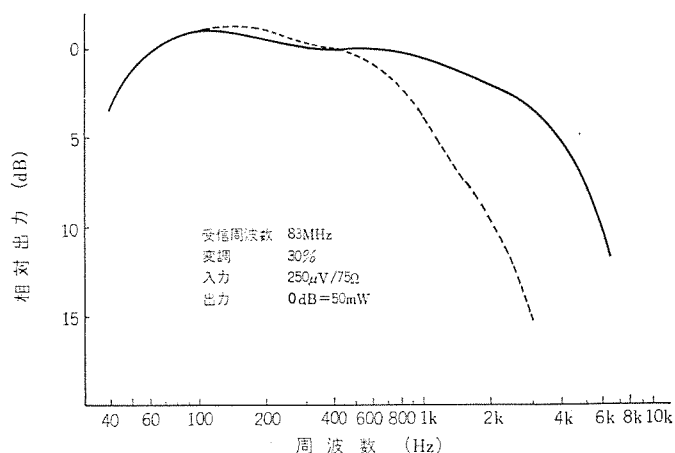


図 4.6 FIC-101 形ラジオ周波数特性
Electrical fidelity of type FIC-101.

きるのでFM/AMのほかにもAMラジオにも利用できる。また使用電圧が低く、アイドル電流も少ないのでラジオのサイズが小形になっても使用できるなど、ラジオ専用ICでありながらその利用範囲がかなり広く、ICの需要は大きいと思われる。またICメーカー側にとっても、デジタルICとほとんど同じ工程でできる利点がある。

次に、表4.3および表4.4にFIC-101形ラジオの定格およびおもな性能をしめす。また、図4.4にFMリミッティング特性、図4.5に出力特性、図4.6に周波数特性をしめす。ともに10石トランジスタポータブルラジオの性能をえていることがわかる。

5. 信 頼 性

電子機器のIC化の利点の一つとして高信頼性があるが、この信頼性の尺度として、MTBF（平価故障間隔）がある。これは文字通り、ある時点の故障から次の時点までの故障の平均時間であって故障率と逆数の関係にある。したがって、ラジオのように部品の組立てでき上がっているものについては、その各部品の故障率とその部品の個数との積の総和の逆数で表わすことができる。さらにこの値に安全係数（環境ストレス係数ともいわれる。）をかけ、MTBFを推測することが一般に行なわれている。

現在一般に市販されている普及形のFM/AMトランジスタラジオを例にとってみた場合、電気部品は約150個程度使用され、はんだ付け箇所は約400にもなっている。半導体ICによるIC化を行なう場合、電気部品のうち特に普通の部品に比べて故障率の高い半導体の集積が行なわれ、部品点数が少なくなると同時にはんだ付け箇所も少なくなる。しかも半導体ICについては、トランジスタ単体の故障率に匹敵することも立証されているので、ラジオの故障率が小さくなることは十分期待できる。

表5.1にはICX-001形とこの性能に匹敵する8石トランジスタ1バンドラジオ、およびFIC-101形とこれに匹敵する11石トランジスタFM/AMラジオを例にとって、MTBFをEarlesの予測法により算出したものを示した。なお、この場合部品としては電気部品のみとし、キャビネット、つまみなどの機構部品はこの対象から除いた。

これによるとICX-001形のように、最も故障率の大きい半導体をすべてICに集積したものは安全係数を10としてもMTBFは19,000時間となる。最近、技術の進歩により地上電子機器の場合は、経験的に安全係数は1.8でも十分といわれているが、これであると

表 5.1 MTBF の比較
Comparison of MTBF.

| セ ッ ト | 電気部品数 | はんだ付け 個 所 | MTBF (時間) | |
|-----------|-------|--------------|------------|-------------|
| | | | 安全係数 K 210 | 安全係数 K 21.8 |
| ICX-001 | 45 | 140 | 19,000 | 105,000 |
| 上 記 同 等 品 | 65 | 190 | 8,450 | 47,000 |
| FIC-101 | 120 | 300 | 6,780 | 37,800 |
| 上 記 同 等 品 | 150 | 400 | 5,000 | 27,900 |

そのMTBFは105,000時間となる。またこれに匹敵するトランジスタラジオと比較してみると、MTBFは約2.2倍に延びている。

FIC-101形についてはICX-001形に比べ集積度が少ないこともあって、安全係数を10とした場合6,780時間、係数を1.8とすれば37,800時間となり、ICX-001に比べるとオーダーが一けた低い。しかし、これに匹敵するトランジスタラジオに比べるとMTBFは1.4倍もよくなっている。

この例をみても、信頼性の向上には個別の部品の故障率を少なくすることも必要であるが、半導体IC化がいかに有効であるかがよくわかる。

6. む す び

ラジオのIC化においては、一般に考えられているIC化の利点をすべて満足することは、現時点では非常に困難である。特に小形軽量化については、性能の面、コストの面で制約を受けやすい。この制約はIC自体によるものよりその周辺部品に起因するところが多く、今後へのこされる課題の一つであろう。またIC自体にも弱点がないではない。たとえば、大容量のコンデンサが集積困難であるとか、コイルの集積がほとんど不可能に近い。

ラジオのようにコイルの比較的多いものについてはIC化の困難さを予告しているともいえる。この他補修の面についても良い面ばかりではない。信頼性の向上によって故障は少なくなることが予測できるが、もし、ICが故障すれば、その修理に多額の費用が必要になる。しかし、IC自体まだ開発途上のものであるので、技術の進歩にともなって解決される時期がくるとと思われる。とくに、IC化によるラジオの小形化は最も魅力のあることであり、ICメーカー、セットメーカーのみならず周辺部品メーカーとも協力して進めなくてはならない問題であろう。

カーラジオの最近の動向

岩本 康雄*・奥村 修*・増山 敦*

Recent Trend of Car Radios

Kyoto Works Yasuo IWAMOTO・Osamu OKUMURA・Atsushi MASUYAMA

As the automobile industry thrives, the production of car radios increases year after year. At present, those of medium wave single band are the main line of manufactures, but FM band units are expected to be extensively produced in future.

As car radios, those satisfying the primary performance are now designed and produced. However, further efforts are necessary with regard to their secondary performance, shapes, safety and prices.

This article introduces the recent trend of the market with car radios and the tendency of technical progress in reference to the products of the Company.

1. ま え が き

当社が、カーラジオを手がけてから早や十数年にもなるが、この間トランジスタ等の半導体による回路技術面での進歩により、その信頼性・小形化・性能の面で長足の伸展があった。一方これに対し、その対象となる自動車のほうもめざましい普及をとげ、カーラジオの需要の面でもこれに伴って非常に伸びがみられ、今日の隆盛に至っている。しかしわが国の自動車保有台数も昭和45年には、1,500万台を越えたと予想され、47年度ぐらいまではまだかなりの需要の伸びはあると思われるが、そろそろ頭打ちの傾向が出てくるであろう。

これに対して技術面でもIC化という一つの転機を迎えようとしており、ここ1、2年が商品としての一つの曲り角ではないかと思われる。このような時機に当たり、カーラジオの市場動向・技術動向をまとめ、一つの方向づけを見い出してみるのも意義のあることと考える。

2. 市 場 動 向

今や世界第二の自動車生産国といわれ、自動車工業会の調査によると、昭和45年のわが国の自動車総需要は実に441万台（乗用車、商業車、バス）と予測されており、なお昭和48年ぐらいまでは30万台ないし20万台増加すると見込まれている。保有台数のほうも昭和45年には1,500万台を越え、昭和47年には老朽化による廃車を見込んで、2,000万台を越えるであろうと予想されている。

一方、カーラジオのほうは電子機械工業会の調査では、昭和45年度の総需要が国内371万台、輸出229万台、合計600万台と予測されているが、自動車・カーラジオ共に昭和46年を境に伸びが鈍るとされている。

わが国の場合数量的には、カーラジオの装着率が非常に高いため、新車の需要変動がそのままカーラジオの需要変動となってあらわれるものと考えられる。質的な面では現在、カーラジオといえばAM 1 Bandのものがほとんどで、ドライブをしながら音楽等を聞くという従来のアクセサリパーツとしての性格より交通情報・天気予報等、車を運転して行くために外部から情報を得るという性格のほうが強くなりつつあり、中波の放送もドライバーを対象とした番組を多く流すようになってきたから、車にとっては必需品に近くなっている。このため乗用車の80%以上はすでに自動車メーカーでカーラジオ装着し

ている車が、市場へ出てからカーラジオを取付けるものはますます少なくなり、トラックや軽自動車の大部分も自動車メーカーで組付けられることになる。そこで自動車の必需品としての新しい仕様が要求されてくる。

この中には最近、特にいわれている車室内の安全性の問題も当然含まれてくるから、従来のようにカーラジオ単体として考えていたのでは済まなくなり、人体への衝撃、防げん（眩）というようなことを自動車の計器板設計時点で折り込んでゆかねばならないわけで、自動車メーカーで組付けられるものは1個の部品と考えるほうが自然である。

車室内の音響特性についても同様であり、車体の設計時にスピーカーを車内のどこへつけるかでほとんど決まってしまうことが多い。これらのことから今後のカーラジオの傾向を考えると

(1) 自動車メーカー単位の専用化が進むであろう。計器板の一部としての要求から自動車メーカー単位の専用化が進むと思われる。

(2) 車種によりカーラジオに求められる機能が変わってくるであろう。現在はAM 1 BandがほとんどであるがFM放送の本格化、カーステレオの普及によりカーラジオは車種により多様化すると思われる。

(3) 需要の上級移行が起こるであろう。現在カーラジオと言えばAM 1 Band押しボタン式が圧倒的であるが、FM付きやオートチューン方式のものが相当ふえ、需要も次第に高級なものへ移ると思われる。

(4) 自動車メーカーによって、装着されたカーラジオの機能に付加される機能をもつものの、新たなアフターマーケットが生まれるであろう。

と言うようなことが考えられ、これらの傾向に対し製品を設計する立場から考えておかねばならないことは、次の3点に集約されるのではないかと思う。

(1) 自動車メーカー向けのものに対しては、いかに共通化を計るか。回路・内部構造の共通化を計り、生産工程を合理化して、コストダウンをさらに進めるとともに環境性能等の二次的性能の向上にも努力する必要がある。

(2) いかなるシステムで付加機能をもたせるか。自動車メーカーに納める主力機種に対応するアフターマーケット用の製品系列をどうするか。顧客の要求をどのような組合わせて満足させるかをシステムティックに考えておく必要がある。

(3) 自動車メーカーとの協調体制の問題。技術的なコンタクトを自

動車メーカーと十分もつ必要がある。今までのようなユニバーサルな形のカーラジオは取付かなくなるであろう。

3. 技術動向

3.1 AMカーラジオ

カーラジオの中でもAMカーラジオはすでに市場に出て20年近く、また、トランジスタ化されてからでも十余年になる。したがって通常の使用条件における性能的な問題といったものは現在ほとんどないといえるが、国内生産台数の1/3以上が輸出であり、単なるアフターマーケット用としての輸出でなく、国外カーメーカーへの本格的な輸出へと発展するにつれ、また計器板の装備密度があがるにつれて二次的な性能面での問題がいろいろと出てきている。

AMカーラジオの場合、カーメーカーにおけるライン組付けが多いということで小形化の問題、安全性の問題が大きくクローズアップされているし、国外メーカーから要求される電気的二次性能・環境性能等が当面の課題である。

3.1.1 安全性

道路網の整備が進むにつれて車対車の事故が激増し、これに伴い乗員の保護ということが問題となりはじめた。

米国等では数年前からいわれ出し、MVSS (Motor Vehicle Safety Standard) という基準が設けられ、これによる法制化にまで進んでいる。

カーラジオも内装品の一部としてこれらの適用を受け、危険性をできるだけ少なくする観点より、1) つまみ等の突出寸法はなるべく小さくする。2) 突出部の平面積を大きくとる。3) つまみ等の材質を軟質化して衝撃を吸収する。4) チューナー押しボタンについては押込まれた状態でパネル面とフラットになる。

等の配慮をはらい、さらに自動車側の計器板パッドで保護したり、

一定以上の力がかかるとラジオが後部へ引っ込む等の対策を加え、カーメーカーで装備されるものは現在では表3.1に表すようなMVSSの要求を満たしている。

また、外装面でカーラジオのアンテナは、運転中の視界をさまたげる等の理由で後部へつけられることもあったが、歩行者への安全配慮や高速走行時の空気抵抗・風きり音・アンテナ伸縮の面倒さ等では根本的な解決策とならず、当社では従来のロッドアンテナに代わるものとして、車体の一部を利用したリッドアンテナを開発し、三菱重工業製69年形コルト1500SSより採用され、また先般発売されたコルトギャロンからは全面的採用となった。

米国でもちょうど69年のGM社シボレーよりフロントガラスの中にアンテナを埋めたウィンドシールドアンテナが採用され、70年車では全面的に採用し、アンテナのない車として話題になっている。

3.1.2 電気性能

カーラジオは電子機器であるため、その電気性能はもちろん重要な要素であり、その特異性より家庭用のラジオに比較し、1) 高感度、2) すぐれた選択度、3) すぐれたAGC効果、4) すぐれた耐雑音性等の性能が要求される。

トランジスタ化されたAMカーラジオが市場に出てからの十余年の間、改良を重ね前記した一次性能は満足されるまでに至っていると言えるが、最近の自動車の増加ならびにラジオ放送の全国的普及により、下記のような二次性能もある地域では現実問題になっており、われわれ製造メーカーも一次性能達成の次の課題として問題解決に力を入れ性能向上に努力している。

(a) スプリアス妨害特性

受信機のスプリアス特性は、受信周波数以外の周波数に対する特性であり、スプリアス周波数を高周波部の動作によって直線性スプリアスと非直線性スプリアスに分けることができる。

表 3.1 米国の自動車安全基準
No. 201 of motor vehicle safety standard.

| No. 項 | 決 定 基 準 (ドケット No. 3) | ドケット No. | 未 決 定 基 準 | 適用車種 |
|---------------------|--|----------|--|------|
| 201 室内衝撃に対する乗員保護 | <p>頭、脚、膝の impact area で</p> <p>○インストルメント 65" - 15lb の head form が 15 mph で衝突したとき減速度は 1 m sec 以上で 80 g 以下 (ただし、inst panel attachment と body 内調構造物との接合部より 5" 以内、または W/S との接合部付近で head form がふれない部分を除く。)</p> <p>・テストは SAE J 921 による。ただし、膝、脚の impact area は予測できる衝撃方向をシミュレートして行なう</p> <p>○シートバック 同上 (ただし、最後方、横向、背中合わせ、折りたたみ、臨時のシートを除く)</p> <p>・調節式前向シートは最後、最低位置で 95% マネキンを設定、リクライニングは真直ぐに立った位置でテスト</p> <p>○突起物 <ノブ、SW、レバー、ハンドル、ベゼル、パネル輪かくを含む></p> <p>・突起物; ・ J 921 でテスト時パネルは head form が突起物にふれることを防ぐ。パネルより引込むか、しゃ断されなくてはならない</p> <p>・90 lb で 0.375" 以上突出不可</p> <p>・インストパネル上以外は 90 lb で 1" 以上突出不可</p> <p>・断面積: マネキンが最初にふれたところで垂直断面 1 in² 以上</p> <p>・90 lb で脱落し突起が残らないこと</p> <p>・角 R 0.125" 以下では不可</p> <p>・ベゼルの突出量: 0.375" をこえぬこと</p> <p>・T/M レバー: 先端から 0.25" 以内の断面で 1 in² 以上</p> <p>・soft pad でおおわれた硬い支持部はその支持部のみに適用</p> <p>○サンバイザー: エネルギー吸収材でつくるまたはおおう (2 個)</p> <p>・取付け 65"φ の head form が接触可能なエッジは 0.125" R 以上は不可</p> <p>○アームレスト: 下記いずれかを満足のこと</p> <p>・エネルギー吸収材で変形、またはつぶれたとき硬い心材にふれぬこと</p> <p>・同上でテストパネル表面から 1.25" 以内で心材にふれぬこと</p> <p>・表面から 0.5~1.25" 心材の高さは 1" 以上</p> <p>・心の上面側面は 0.75" R 以上</p> <p>・シートバックを鉛直から 28° 以下で</p> <p>骨盤のインパクトエリアに 2" 以上鉛直にオーバーラップすること (ただし、マウンティングブラケットの上面側面のエッジが 0.75" R 以下では不可)</p> <p>○シートにたたみこまれるアームレストは上記か、soft pad でおおうこと</p> | 7 | <p>○シートベルトによって拘束されていない児童に対する衝撃事故を減ずるべく必要な条件の開発を推進修正案発行の予定</p> <p>これに必要な意見などを提出せよ</p> | 乗用車 |

直線性 スプリアス は、局部発振周波数に基本波以外の高調波が含まれるために起こるものであり、非直線性 スプリアス は、入力が大きくなると高周波部の非直線性により、信号周波数の高周波が出るために起こるものである。

したがってこれらは次のような関係で計算され、数多くあらわれる。

$$f_u = \frac{n}{m} f_i \pm \frac{1}{m} f_i \dots \dots \dots (3.1)$$

(f_i は局部発振周波数)

(f_i は中間周波数)

$m=1, n=1$ のとき、希望信号と影像信号の関係となる。

このスプリアスが強いと、強電界局があると他の放送にビートを出したり混信を起こすことになり、最近のように中波放送局が大電力化の傾向にあると、十分考慮しておかねばならない問題である。

現在でもスプリアス妨害比が 80 dB 以下になると、われわれの経験では問題が起こるようである。

(b) 2 信号選択度特性

強電界局の近傍で弱または中電界局を受信するとき、強電界局が妨害放送として混信してくるもので、(a) のスプリアスによる混信のようにスポット的に妨害局を受信されるのと異なるため、同調操作により混信を避けることができない。これは、アンテナ回路ならびに IF 段の選択度特性によって決まり、測定データは図 3.1 のようなグラフになる。

入力レベルの一定な無変調の希望信号と希望信号からある周波数を離調させた妨害信号を同時にラジオへ加えたとき、標準出力に対し、-30 dB の出力時の妨害信号の入力比 (dB) をグラフにしたものである。この性能と同様な特性としては他にクロスモジュレーション、2 信号音妨害比等もあるが、だいたい 2 信号選択度が ± 40 kHz OFF

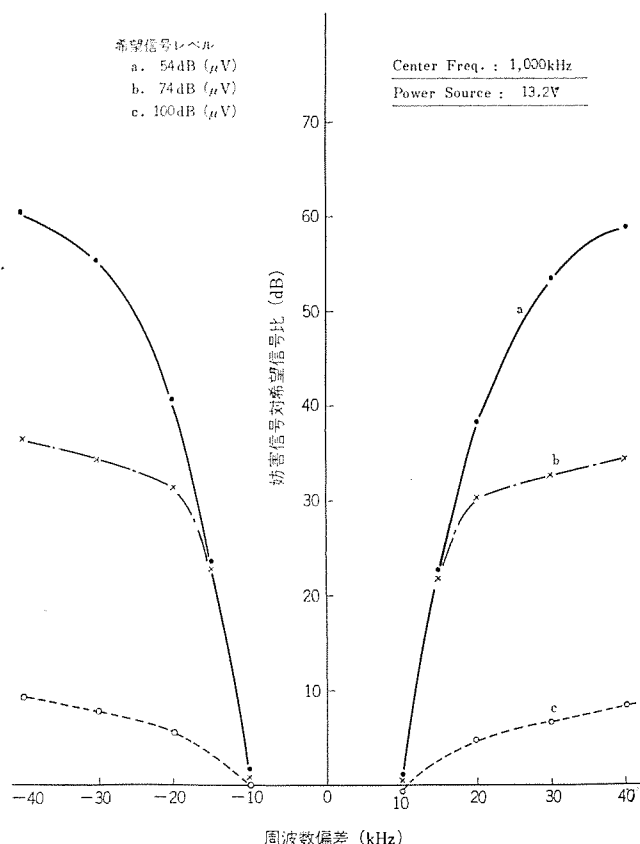


図 3.1 2 信号選択度特性 2 Signal selectivity.

で 54 dB (μ V) 入力するとき、50 dB 以上というのが実用上、一つの基準と考える。

3.1.3 環境性能

電氣的二次性能と同様特殊な条件下で問題となるものであるが、米国の自動車メーカー等では、 -29°C までの動作保証と -40°C までの保存温度を要求しているところがほとんどで、高温側も $+80^{\circ}\text{C}$ の保存温度、 $+60^{\circ}\text{C}$ の動作保証と国内のカーメーカーに比べてかなり範囲が広い。国土の広い米国等では当然のことであり、今まで国内では $-10^{\circ}\text{C} \sim +50^{\circ}\text{C}$ ぐらいまでの動作保証であったが、日本の自動車メーカーでも輸出に力を入れたので要求は次第にきびしくなりつつある。したがって従来使ってきた部品の中でも、特に高誘電率形セラミックコンデンサやケミカルコンデンサ等は、かなり安全度を見込んで使用せねばならず、コストとの兼ね合いで今後適当な仕様を決めてゆかねばならない点だと考える。

3.2 FM カラジオ

FM 付きカラジオは古くから市場に出回っているが、FM 放送局数が少ないことが原因して、今のところその装着率は非常に低いようである。しかし最近のカーステレオの爆発的な普及にみられるように、今までの種々の情報源としてのカラジオから、バックグラウンドミュージックソースとしてのカラジオへと変りつつあり、カラジオのハイファイ化、ステレオ化の要求がますます強まっており、また FM の場合、車のイグニッション雑音等が混入しにくいという点もあり、これらのことから近い将来に FM 放送局の増加が実現すれば、FM カラジオの需要が増加するであろうことは容易に予測できる。

また、FM 放送局数の増加およびそのサービスエリアの拡大に伴って、現在の国内用 FM カラジオでは、ほとんど問題となっていない感度と S/N 以外の種々の妨害特性が重視されるようになるであろう。

一方、回路的にもカラジオとして十二分に固っていないところもあり、放送のほうもあとで述べるように水平偏波で送るなど、まだ車を対象としたものにはなっていないので、今後、普及してゆくに つれてまだまだ改善されなければならない点が多いと思われる。

FM カラジオにも当然前述の AM カラジオと同様な問題はあ るわけだが、ここでは FM 特有の電界強度変動、混交調および FM カラジオの製品形態の問題について述べてみる。

3.2.1 電界強度変動とアンテナ

ホームラジオの場合は、いったん設置されると多少の電波伝ば(播)にフェーディングがあってもほぼ一定の入力信号で動作するが、車の場合は、弱電界地区から走り出し送信アンテナのすぐ近傍を通ることもたびたびである。FM 放送の場合、サービスエリアが狭く限定されるから、AM 放送に比べ距離に対する電界の変化は大きくなり、80 dB ぐらいの電界変動は走行中に容易に起こりうる。さらにこれに加えて自動車移動(走行)することによって、周囲の建物等からの反射波の影響をうけることである。この現象は山間部を走行したり、都会のビル谷間を走行するときに顕著に現われるもので、電波が動作周波数で半波長またはそれ以上の金属導体にあたると、入射エネルギーの一部は反射され反射物が送信アンテナであるかのごとく伝ばする。535 kHz \sim 1,605 kHz の標準 AM 放送帯の周波数で、半波長は 93 \sim 280 m であり、このような大きさの金属体はそう多くない。しかし、76 \sim 90 MHz の FM 周波数帯で半波長は 1.67 \sim 1.98 m で、このような短い寸法は建物や橋等数多くある。したがって大きな反射物のある所では放送局からの直接波と反射波が干渉し、二つの波の位相の合った地点ではその電界強度はその和となり、 180° 位相のずれた

所ではその差となり、電界強度に山と谷ができる。そして直接波と反射波の等しい地点では、たとえ強電界地区であっても、電界強度の非常に弱い点が存在することになる。

FMカーラジオにとってもう一つの大きな問題は、アンテナの指向性とFM放送の偏波面の問題で、自動車の場合、垂直1/4波長で使うのが指向性の点、効率の点で最も良いが、現在のFM放送が水平偏波で行なわれているため効率が悪く、実測でアンテナを1/4波長で合わせて使っても10dB程度以上の差があり、等価的にサービスエリアがさらに狭くなることである。このためFMカーラジオは通信機並みのリミッティング感度とともに、120dB(μV)以上の高入力特性をもたせているので、今後の普及によって垂直偏波のFM放送が考慮されればFMカーラジオの市場はさらに一段と期待できると思われる。

3.2.2 混変調

混変調とは、希望信号を受信しているときに受信帯域外の振幅変調された不要信号が到来し、その変調信号が受信機の非直線性のために希望信号を変調する結果、不要信号が希望信号出力に混入する現象である。これを数式で表わすと、今式(3.2)で表わされる伝達特性を持つ能動素子に、周波数の異なる e_1 (希望信号)、 e_2 (妨害信号)の2信号が加わった場合

$$i_0 = a_0 + a_1 e_1 + a_2 e_1^2 + a_3 e_1^3 \dots (3.2)$$

$$e_1 = E_1 \cos \omega_1 t$$

$$e_2 = E_2 (1 + m_2 \cos n_2 t) \cos \omega_2 t$$

$e_1 = e_1 + e_2$ として i_0 を展開するわけだが、出力側は ω_1 に同調されているので出力電流としては $\cos \omega_1 t$ の成分のみを考えると

$$i_0 = a_1 E_1 \left(1 + 3 \frac{a_3}{a_1} \cdot m_2 E_2^2 \cos n_2 t \right) \cos \omega_1 t \dots (3.3)$$

したがって、変調度: $3 \frac{a_3}{a_1} \cdot m_2 E_2^2$, 変調角周波数 $\cdot n_2$ なる振幅変調を受ける。

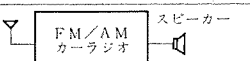
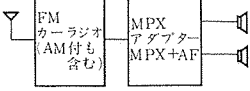

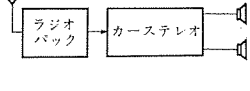
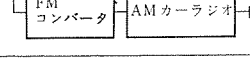
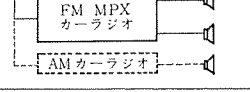
混変調を軽減するには、伝達特性が2乗特性に近く、三次以上の項のほとんど無視できるFETを使用するか、またはバイポーラトランジスタを使用するときには、リミッターを十分きかせて振幅変調抑圧特性を改善する等の考慮が必要であろう。

3.2.3 FMカーラジオの形態

FMカーラジオは、主としてそれが車の計器板に取付けられる関係上、インダッシュタイプの場合にはその大きさは国内向けでH50×W160×D140mm、国外向けでもH50×W160×D160mm程度におさえられている。その容積の中にマルチプレックス回路から2チャンネルの低周波回路まで組み、AM受信部まで入れるとなると、超小形部品を高密度で実装しなければならず、したがって電気性能の低下、全体として作業性・サービス性が低下する一方コストアップとなってしまう。

現在、ほとんどの車にAMカーラジオが装着されており、さらにカーステレオの普及もかなりゆき渡りつつあるとき、第3番手としてFMカーラジオがいかなる形で前者の二つに結合されていくかは非常に興味あるところである。これらをAM、FM、FMMPX、カーステレオおよびそのスピーカー等の機能にわけ、これをシステムとして考えると数十とおりの組み合わせができ、これらの中から市場の主流となりうる製品系列をこれから見出し出していかなければならないが、FM

表 3.2 FMカーラジオの組合わせ例
Combination list of FM car radio.

| No | 構 成 | 利点と欠点 |
|----|---|---|
| 1 |  | FMとAMの2Bandを一つのカーラジオに組込んだものであるがFM、MPXをどうするか問題となり、カーステレオは別に独立したものとなる。 |
| 2 |  | 現在、装着されているFMカーラジオにマルチプレックスアダプタをつけてFM MPXステレオを聞こうとするもので、MPXアダプタには低周波回路を二つつけてステレオ化する方法と、FMカーラジオの低周波回路を利用してMPXアダプタの低周波回路を一つとする方法が考えられる。しかし、カーステレオを装備するとスピーカと低周波回路が重複してむだが多い。 |
| 3 |  | カーステレオには2チャンネルの低周波回路を備えていることからカーステレオにFM MPX回路をつけたもので日本のようにAMカーラジオのライン装着率の高いところでは独立した商品としてアフターマーケットに適しているがや、高価になりすぎる。 |
| 4 |  | これはカーステレオのカートリッジ(バック)の中にFM MPXやAMラジオの検波まで組込んでカーステレオでテープを聞くと同じ要領でFM放送やAM放送を聞こうとするものである。システムとしてはよくまとまるがカーステレオ中心としたものであり、カーステレオのライン装着が行なわれないと大きくは伸びないだろう。また、バックにつけた接点の耐振性、耐久性等も使用条件として問題がある。 |
| 5 |  | すでにAMカーラジオが装着されているとき、FMコンバータをつけてAMに変換してFMを聞こうとするものであり、AMカーラジオ付の車で最も安価にFM放送を楽しむ方法として有効である。 |
| 6 |  | FM 1 Bandのマルチプレックスカーラジオであり現在のカーステレオと同様、全く独立したものでアンダーダッシュタイプである。カーステレオとの組合わせに難点があるが専用のカーステレオデッキを作れば、トータルシステムとして例3のようになる。 |

放送の受信ということを中心にして、おもなものを上げてみても表3.2のように6とおりありそれぞれ得失が出てくる。

このように種々の組合せでFM放送が聞かれるが、その組合せが多様化するに従って接続端子の問題、他のAMおよびカーステレオとのバランスの問題、マッチングの問題等、結合に伴う種々の問題が起こりつつある。

以上は現在市販されているものであるが、今後も種々の新たな組み合わせが現われて、ますます多様化の一途をたどっていくのが現状である。

3.3 その他

3.3.1 IC化の動向

電子計算機等デジタル部門で急速にICが進展しているのに比べて、民生用機器におけるリニアICの導入はやや遅れている感がある。自動車用音響機器においても現段階においてはIC化された製品は数少ない。ICをカーラジオ等に使用する場合、

- (1) 小形化
- (2) コストの低下
- (3) 性能の向上
- (4) 信頼性の向上
- (5) 商品価値の向上

等のメリットが期待されるが、カーラジオにおいてはプリセット機構を必要とするため機構部が大きく、また回路的にはフィルタ数が多く、能動素子だけのIC化では、電気部品の占める面積もあまり減らないため小形化につながらない。コストの面においても現状では、個別部品より安くすることは困難である。性能面では個別部品によって、ほぼ十分な性能が得られているので、IC化によって同等の性能が得られてもメリットとはなり得ない。

IC化によって能動素子の信頼性は向上するが、外付個別部品が多いため、カーラジオとして大きな品質の向上とはならない。またICが開発された当初のように、ICを使うだけで商品価値の向上する時代

は過ぎ、何らかの実質的メリットがない限り IC を導入する意義がない段階になっている。このような理由でカーラジオ等における IC 化はやや遅れているが、近い将来においてこれらの欠点を克服し、徐々に IC 化されていくことはほぼ確実と思われる。以下各部について現状と問題点を簡単にしるす。

(a) AM カーラジオ

RF 部は IC 化の最もむずかしい部門であり、RCA 製 CA 3004 タイプの差動増幅器で IC 化することは可能であるが、性能・コスト面で何らの意義を見出せない。したがってこの部門の IC 化は IF、AF の IC 化後の問題となろう。IF 以降の IC 化では、最近集積度の高い IC が各社から発売されているので実用段階に入りつつある。カーラジオの特質としては、電界変動の激しい走行中も安定した受信ができるように強力な AGC を必要とすること、温度変化・振動等に対しても安定した性能であること等があげられる。

これらの点を考慮して、現在市販されている IC を選択すると、

(i) IF アンプのみ

(ii) IF アンプ+AM 検波

(iii) IF アンプ+AM 検波+ドライバー

等があるが、集積度の高い (iii) が最も有利であろう。(iii) のタイプである当社製 IC、M 5105 を使った場合トランジスタ 3 石、ダイオード 2、抵抗 5、コンデンサ 2~3 の減少となり、基板面積で約 10~20% の減少となる。性能的には現在の個別部品による性能とほぼ同等の性能が得られる。したがってこの分野の IC 化は価格と信頼性の問題となろう。

(b) FM カーラジオ

フロントエンドに関しては AM の RF 部と同様である。IF 部は AM の IF 部より大きな利得が必要であること、混信を防ぐため急しゅん(峻)な選択特性が要求されること、さらにステレオ放送を受信するために広い帯域幅が必要であること等から、現在の個別部品による IF 回路は 4 段複同調となっている。現在発売されている FM に使用できる IC としては、

(i) デイファレンシャルアンプのみ

(ii) 直結形アンプ 2 段+リミッター

(iii) 直結形高利得アンプ+ディスクリミネータ

(iv) 直結形高利得アンプ+ディスクミネータ+ドライバー

などのタイプがある。(i) は性能的に問題ないが個別部品よりはるかに高価なものとなり、一般民生用機器には使えない。やはり集積度の高い (ii), (iii), (iv) タイプのほうが有利である。技術的な問題としては個別部品の 4 段複同調によって得られる性能と同等の性能をいかにしてうるか、の点にある。特に直結形高利得アンプの場合、フィルタ数が少なくなるので同等の性能を得ることは非常に困難である。カーラジオの場合、水晶フィルタ等高性能のフィルタは価格的に使えないので LC フィルタの集中配置方式、またはセラミックフィルタの使用、またはこれらの併用により個別部品の性能に近いものは得られる。当社製 IC、M 5105 を FM に使用する場合、(ii) のタイプに直結 3 石のドライバーを加えたものであるため集積度が高く、IF アンプも 2 段に分割されているので比較的使いよい。集積度の最も高い (iv) のタイプに十分対応できるものと考えられる。

3.3.2 ボディアンテナ

このアンテナは自動車メーカーより従来のポールアンテナでは高速性、安全性の点で問題があるという話があり、当社で車体の一部をアンテナとして利用できるように開発したものである。

ボディアンテナはトランクリッドを絶縁してアンテナとして用いるものであるが、その動作機構はポールアンテナと同様にダイポールアンテナとして説明できる。

ポールアンテナではポールという突起物を形成することによって、ダイポールモーメントを大きくしているが、ボディアンテナは平らなトランクリッドをアンテナとして利用するので、突起物による効果は期待できない。しかしトランクリッドの広い面積によってダイポールモーメントを大きくすることができるので、ポールアンテナに相当する機能をもたせることができる。

その原理は図 3.2 のように垂直偏波面をもって外部電界 E_i がトランクリッドに印加されると、トランクリッドに電荷 q が誘起される。

ここで

$$a = \frac{q}{\epsilon_0 E_i} \dots\dots\dots (3.4)$$

q : アンテナに誘起される電荷

$$\epsilon_0 = \frac{1}{36\pi} \times 10^{-9}$$

E_i : 印加電界強度

で表わされる a を実効面積 (または等価面積) とよび、この a を用いるとアンテナに流れる電流 I は式 (3.5) で表わされ、この電流 I が受信に利用される。

$$I = j\omega \epsilon_0 a E_i \dots\dots\dots (3.5)$$

また、アンテナ単体の等価回路は、図 3.3 のように表わすことができ、アンテナ有効長を l_e とすればアンテナに誘起される起電力 e_i は、

$$e_i = l_e E_i \dots\dots\dots (3.6)$$

となりアンテナの内部インピーダンス Z_A は

$$Z_A = e_i / I = l_e / j\omega \epsilon_0 a \dots\dots\dots (3.7)$$

となる。この式を見ると Z_A は容量からなることがわかり、この容量を C_a とすれば

$$C_a = \epsilon_0 a / l_e \dots\dots\dots (3.8)$$

となり、この C_a をアンテナ有効容量といい、 C_a が大きいものほど、アンテナとしての効率が低い。 C_a は実測できないが

$$C_a = 8\epsilon_0 \sqrt{\frac{A}{\pi}} \dots\dots\dots (3.9)$$

$$\epsilon_0 = \frac{1}{36\pi} \times 10^{-9} \text{ (farad/m)}$$

A : リッド面積 (m^2)

で計算され、国産小形車で 30~40 pF ぐらいとれる。これはポールアンテナの 15 pF に比べかなり大きく効率がよい。しかしカーラジオのアンテナ回路はアンテナ総合容量を共振回路の一部としているため、共振回路全体の等価回路は図 3.4 のようになり、アンテナの評価は電界強度 E_i に対する出力電圧 e_0 で決まる。

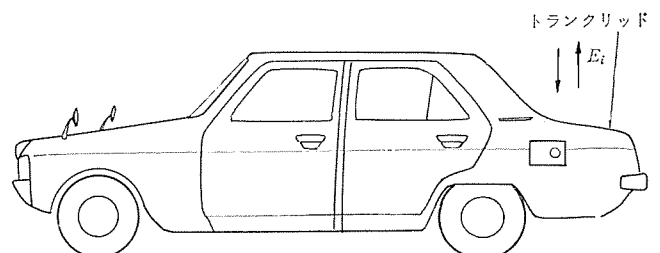


図 3.2 ボディアンテナ説明図
Principle of body antenna.

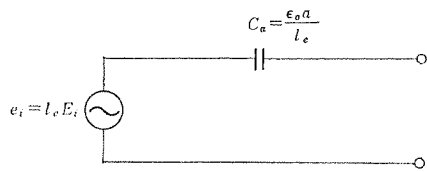
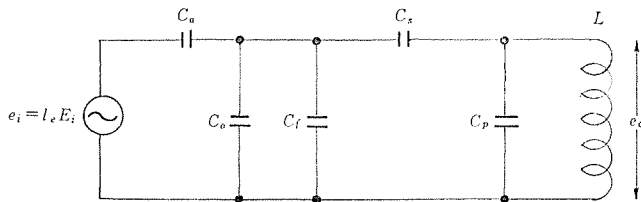


図 3.3 ボディアンテナ 等価回路図
Body antenna equivalent circuit.



C_a : アンテナ有効容量
 C_0 : トランクリッドとボディ間の容量
 C_f : 接続ケーブル容量
 C_s : 直列補正用コンデンサ
 C_p : 並列補正用コンデンサ
 L : アンテナコイル一次側

図 3.4 ボディアンテナを使ったときの等価アンテナ共振回路
Equivalent antenna resonance circuit using body antenna.

ボディアンテナの e_0/E_i を測定データから計算してみると、約 2.5 となり、この値はポールアンテナとほぼ同等となる。また、自動車用アンテナとして指向性も問題となるが、通常の乗用車なら水平面内で 0 ~ 1 dB 程度の変化しかなく、ポールアンテナに劣らない、等方向性が得られることがわかっている。その他、雨・雪に対しても車体設計時に多少の配慮をすれば何ら問題はない。

このボディアンテナを実際に自動車に装備したところ、次のように多くのメリットが出た。

- (1) 安全性……全然突出部がなく、まったく安全である。
- (2) 高速性……車体の気流を乱さず、空気抵抗は 0 である。

表 4.1 主要製品一覧表
Lit of Mitsubishi car radios.

| 品 名 | AM カ ー ラ ジ オ | | | | FM/AM カ ー ラ ジ オ | FM コンバーター | FM ステレオラジオ |
|---------------|--|--|--|--|--|--|--|
| 形 名 | AR-680 形 | CR-500 形 | AR-615 SG-B 形 | AR-620 EV 形 | AR-1830 形 | AT-6050 形 | AR-1526 形 |
| 取 付 方 法 | インダッシュ式 | インダッシュ式 | インダッシュ式 | インダッシュ式 | インダッシュ式 | アンダーダッシュ式 | アンダーダッシュ式 |
| 取 付 車 種 | 国 内 向 け ユニバーサル | 輪 出 用 ユニバーサル | コルトギャラン用 | フォルクスワーゲン用 | 輪 出 用 ユニバーサル | 国 内 向 け ユニバーサル | 輪 出 向 け ユニバーサル |
| 特 長 と 概 要 | AM 1 Band カラジオで市販用の主力機種である。 他に 24 V 用として AR-684 形もある。 いずれも安全対策としてソフトノブを採用している。 | 輪出用として特に二次性能が良く、操作も左ハンドル車用となっている。 安全対策上、ソフトノブを採用している。 | コルトギャラン用として特に設計されたものでボディアンテナと組み合わせて最良の性能が出るように考慮したものである。 | フォルクスワーゲン専用で計器板前面からさし込める特殊な構造をしている。ソフトノブを採用している。 | 輪出用として開発されたもので高性能。ソフトノブを採用。国内向けとして他に AR-100A 形がある。 | AM カラジオと組合わせて FM 放送が聞ける FM コンバーターでありコンパクトにまとまっている。 | FM MPX によるステレオラジオで本機単体で FM ステレオ放送が楽しめる。他に国内向けとして AR-1626 形がある。 |
| 電 源 電 圧, 極 性 | 12 V ⊖アース | 12 V ⊖⊕アース | 12 V ⊖アース | 12 V ⊖アース | 12 V ⊖アース | 12 V ⊖アース | 12 V ⊖アース |
| 形 状 m/m | H. 50×W. 160 ×D. 120 | H. 50×W. 180 ×D. 120 | H. 50×W. 160 ×D. 120 | H. 44×W. 170 ×D. 140 | H. 50×W. 160 ×D. 155 | H. 50×W. 105 ×D. 155 | H. 50×W. 215 ×D. 165 |
| ト ラ ン ジ ス タ 類 | 7 石 2 ダイオード 2 サーマスタ | 7 石 2 ダイオード 2 サーマスタ | 7 石 2 ダイオード 2 サーマスタ | 7 石 2 ダイオード 2 サーマスタ | 14 石 7 ダイオード 2 サーマスタ | 8 石 4 ダイオード | 22 石 9 ダイオード 2 サーマスタ |
| ス ピ ー カ ー | 12 cm 丸形 ボックス付 | 18 cm×12 cm だ円形 | 15 cm×10 cm だ円形 | 12 cm 丸形 | 18 cm×12 cm だ円形 | な し | カーステレオ用を 適用 |

- (3) 操作性……ポールアンテナのような伸縮操作をまったく必要としない。
- (4) 長寿命……可動部がないので無事故、長寿命である。
- (5) 無補修……ポールアンテナのように折れたり、曲ったりすることがない。
- (6) 意匠……目ざわりにならず、車体のスタイリングをこわさない。

4. 製品の紹介

カーラジオの機種は車種に対応して非常に多いため、主要機種・新製品にとどめ、表 4.1 のようにまとめてみた。

これらは、いずれも今まで述べてきたようなことが十分考慮された製品である。

5. む す び

本文においては、カーラジオの現在の市場動向・技術動向を簡単に述べたが、国内において必需品となった AM カラジオ、今後大きな期待をかけられている FM カラジオともに、その二次性能の向上は、強ちに推進する必要がある、また一方、小形化・軽量化、カーステレオ等との組み合わせによる音響製品としてのシステム的な考察等と合わせて、特にその安全性の面についてはユーザーの立場に立つての改善に努力が必要であろう。

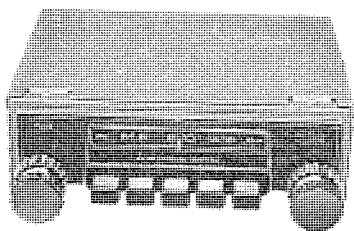


図 4.1 AR-680 形 カーラジオ
Car radio model AR-680.

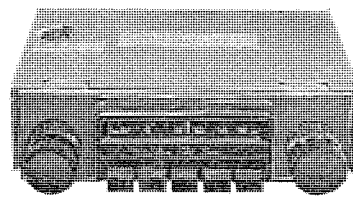


図 4.2 CR-500 形 カーラジオ
Car radio model CR-500.

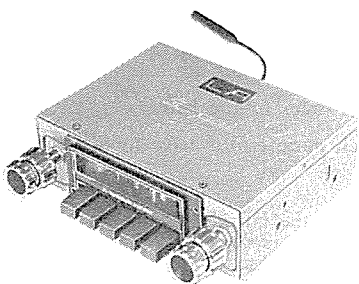


図 4.3 AR-615 SG-B 形 カーラジオ
Car radio model AR-615 SG-B.



図 4.4 AR-620 EV 形 カーラジオ
Car radio model AR-620 EV.



図 4.5 AR-1830 形 カーラジオ
Car radio model AR-1830.



図 4.6 AT-6050 形 FM コンバータ
FM converter model AT-6050.



図 4.7 AR-1526 形 FM ステレオカーラジオ
FM stereo car radio model AR-1526.

カーステレオの最近の動向

藤田 恒雄*・小幡 雅己*

The Latest Trend of Car Stereos

Kyoto Works Tsuneo FUJITA・Masami OBATA

Outstanding is the increase of the demand for car stereos in the past year. At present the eight track car stereo of Lear Jet type is in the main line of the production. In addition, those combined units of AM radio or FM radio are now on the threshold of prevalence. On the other hand, cassette car stereos making use of the cassette type popular in general households are coming in the market nowadays. It is then a matter of great interest to foresee which will dominate in the future : the former or the latter?

As for the performance the tone quality poses problems especially. However, much more efforts have to be paid on the secondary performance, shapes, safety and prices similar to the case of the car radio.

This article describes the movement in the market and technical trend in reference to the introduction of the company's products.

1. ま え が き

カーステレオは、今や自動車産業ブームと結びついて、大きな市場を形成するに至った。と言っても、このカーステレオも現時点では、テープの再生のみの機能を持つ、いわゆるリヤジェット形8トラックカーステレオがその主流であるが、これも、従来の磁気録音器が車の内で使いやすいように改良されたもので、その根本原理については、いまさら述べるようなものはほとんどない。したがって本文では、これらの機器の従来のテープレコーダにはない特長と、車の内で使用するという特殊事情から要求される機能特質について、筆者らが経験したデータ等を盛り込んで紹介する次第である。今後さらに需要が増大すると予測されているカーステレオには、また民生機器としての応用分野も広く、単なる技術的な問題解決ばかりではなく、システムを含めた新しい開発設計も大切な要素となろう。

なお今後、車載用としても大きな需要が期待されているカセット形カーステレオについては、現時点では、車載用よりはむしろ一般家庭用の簡易形テープレコーダの分野での伸びが大きいので、本文では、リヤジェット形8トラックカーステレオとの概略仕様の比較にとどめた。

2. 市 場 動 向

自動車の需要の伸びは、国内のみならず世界的にも著しいものがあり、これに装着されるカーステレオも、国内のみについてみても昨年度普及率は10%を越え、本年度は200万台の需要予測がある。しかも近い将来には装着率も50%には達するものと見込まれており、まだまだ期待のもてる商品である。もっともこの中には、カーステレオのブームを作ったリヤジェット形と、さらにフィリップス式のカセット形が含まれており、今後これら2方式はいずれも両立していくものとの見方が強い。この2方式の概略仕様の比較は表2.1のとおりである。さらにこれら2方式を基本として、そのそれぞれに対し従来からあったAMラジオ(長波・中波・短波を含め)、さらには国内では民放の開設をま近にひかえ、新たなブームを迎えるであろうと予測されているFM、FMステレオラジオ、あるいは高速道路等における通信情報装置等の組合せが考えられている。しかもこれら組合せのシステムについても、すでにカーステレオに内蔵する方式のものと、カートリッジ式のものと混在している有様である。昭和45年度は

表 2.1 リヤジェット形とカセット形の比較
Comparison with Lear Jet type and phillips cassette type.

| 項 目 | リヤジェット形 | カセ ッ ト 形 |
|---|-----------|--------------------|
| A カ ー ス テ レ オ リ ッ ジ ブ | 外 形 寸 法 | 130×100×25 mm |
| | 形 式 | エンドレス式 |
| | 幅 | 6.25 mm |
| | トラック数 | 8 mm |
| | トラック幅 | 0.56 mm |
| B セ ッ ト | テ ー プ 速 度 | 9.52 cm/s |
| | 連 続 演 奏 | センシングテープによる自動切換えで可 |
| | チャネル切換 | 自動および手動 |
| | プログラム選択 | 瞬時的に4プログラム選択可 |
| | 録音・消去 | 困難であるが可能 |
| | 早送り | 可 能 |
| | 巻 戻 | 不 可 |
| | 取 付 | 計器盤埋込みまたはつり下げ式 |

これら組合せ式のカーステレオを含め、自動車メーカーにてライン装着開始の時期ともみられており、近い将来混乱の生じないようセットのシステムのみならずスピーカーシステムもはっきりさせておかねばならないと考えられる。

3. 技 術 動 向

3.1 意匠デザインおよび取り付け

カーステレオがこれだけ普及したのは、もちろんリヤジェット形のカートリッジ自体の開発の主眼が、自動車内で容易に使用できる、という点にあったことにもよるが、さらに従来のカーラジオ以上に意匠デザインと取り付けについて自由度があったことにもよっている。すなわち、カーラジオの取付部から、最初は追い出されてしまったため、いわゆる計器盤の下方において、各種各様の意匠デザインと取付方法

を探ることができたのである。一方最近、車の安全性がクローズアップされ、意匠および操作部品についても、とつ(凸)起物をできるだけ少なくし、かつ、操作の安全性を考慮した小型化の傾向が強い。幸い、これらのボリュームスイッチなどの部品も、小形・多機能化が促進され、比較的タイミングよく、市場の製品化に盛り込まれている。ただ上記のように意匠デザインに自由度が多いという点から、部品およびセットの標準化に逆行する傾向にある。

取り付けについては、当然のことながら運転操作のじまにならず、かつカーステレオの操作がしやすい場所で安全性に富んだものでなければならない。この点では現行のカラジョが取り付けられている位置に取り付けられるのが最も適している。しかしラジオは常装備に近くなり、特に最近では車室および計器盤付近のインテリアデザインが各車それぞれ個性的な傾向があり、かつクーラーその他アクセサリの常設が多くなってきているので、オプションなどでは一般つり下げ式でさえ取り付け困難なものが多くなってきた。しかし少なくとも普及的なセットは何らかの方法で取り付けが可能なような配慮があらかじめ必要であり、したがって自動車メーカーとセットメーカーが一体となり、つり下げ方式、インダッシュ方式等の取付方法の標準化を強力に押し進めることが必要であろう。これらの普及形のセットは、60 H, 190 W, 230 D (MAX) となる。

3.2 音 質

カーステレオはなんと言っても、人間の耳で音楽を聞くことが第一機能になるので、耳にはいてくる音楽が快いもの、いわゆる音質がよいということが第一条件となる。この音質を深く追求すると原音再生：ハイファイ理論につながっていくが、ここではこれら原音を追求するのではなく、車室内の特殊な環境条件下におけるカーステレオの音質という点について考えてみたい。参考のため表 3.1、図 3.1 に原音を生み出す楽器の音質の一物理量である周波数帯域とダイナミックレンジを示しておく⁽¹⁾。

さて、このカーステレオの音質はもちろん、セット、スピーカーおよびその取付方法、車室内の環境条件の総合的なものによって決定されるが、これらをいかに組み合わせて考えるかが重要である。

まずセットの音質決定要素としては、機械的なものと、電気的なものに分けられる。第1の機械的な要素としては、回転系からくるワウ、フラッターがある。これはテータ速度の安定性に関するもので耐振性については別に述べるとして、これら機械部品の単体および組合せの精度をいかに上げるかによっている。また設計上は、回転軸の慣性エネルギーをセットの小形化を考慮していかなる値にとるか重要な問題である。

たとえば、フライホイールの慣性エネルギーが、キャプスタン径の2乗に反比例して大きくなるので、キャプスタン径を小さくすることは、かなり有効な手段であるが、カートリッジ側にあるピンチローラの圧着条件から、この径も小さくできる限度があり、現実には4.7φ〜6.0φぐらいが使用されている。また実用上このワウフラッターの限界値は実験上の結果では、0.35% (Wrms) である。第2の再生増幅器としての電気的なものは、まず出力であり、現行普及形では無ワイ(歪)(10%わい率)出力がチャンネル当たり4Wあればまず使用できる。増幅器の周波数特性については、低域から高域までフラットというより、むしろスピーカーと組み合わせて最終的に車室内にて快い音質に近づけるため、若干の補正がされていることが多い。これは次に述べる車室のスピーカーの取付けを含めた環境条件によるためである。スピーカー自体は増幅器および車室での取付スペースその他の条件に合

表 3.1 楽器のダイナミックレンジ
Dynamic range of musical instrument.

| 楽 器 の 名 称 | 音 の 強 さ (ホーン) | ダイナミックレンジ |
|-------------|------------------|-----------|
| ピ ア ノ | 60~100 dB | 40 dB |
| オ ル ガ ン | 35~112 dB | 77 dB |
| ギ タ ー | 35~ 90 dB | 55 dB |
| ク ラ リ ネ ッ ト | 60~ 95 dB | 35 dB |
| ト ラ ン ペ ッ ト | 55~ 97 dB | 42 dB |
| 大 太 鼓 | 33~112 dB | 79 dB |
| オ ー ケ ス ト ラ | 25~120 dB | 95 dB |
| 男 声 | 25~ 91 dB | 66 dB |

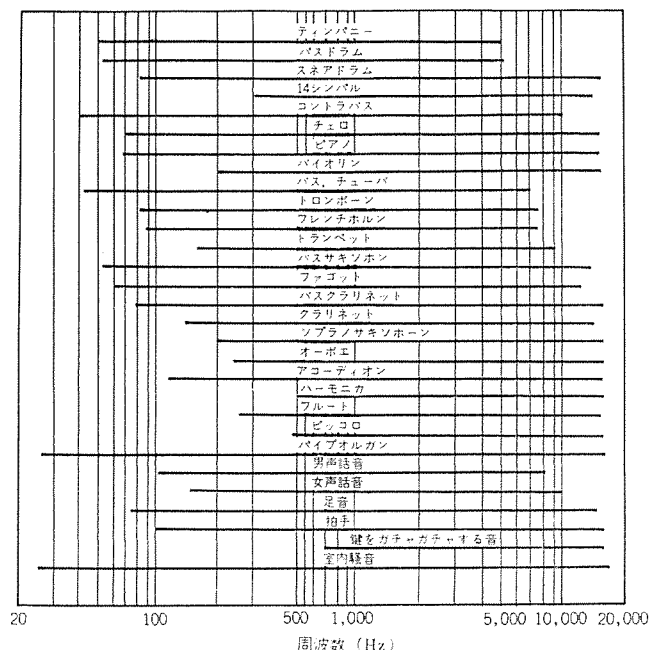


図 3.1 楽器の周波数帯域
Frequency band width of musical instrument.

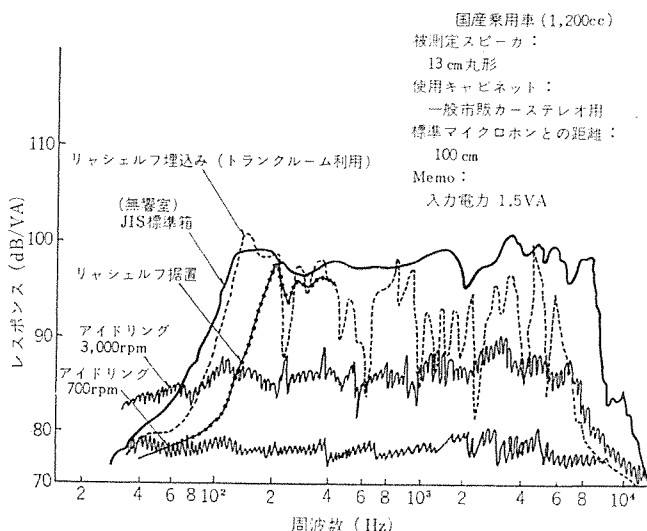


図 3.2 車室内(運転席)の音圧レベル
Sound level of car room (at driver seat).

わせて現行では13 cm 丸形のものが標準となっており、出力・周波数特性は電気回路の特性に等しい。

カーステレオの音質の最も大きな要素である車室内の環境条件であるが、まずスピーカーの取付方法と再生音質の関係について考えてみたい。たとえばスピーカーを同じリヤシェルフに取り付けた場合でも、

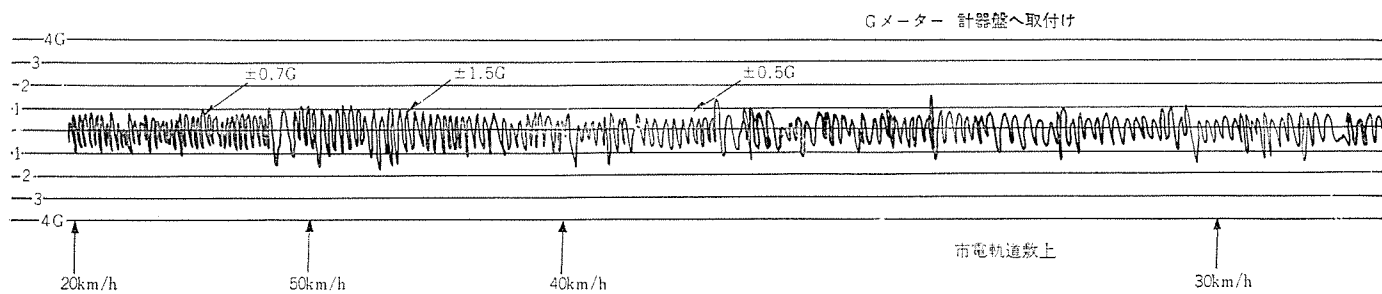


図 3.3 走行時における計器盤が受ける加速度
Acceleration ratio of instrument panel.

トランクルームを音響空間として利用するときと、しないときの運転席での音圧周波数特性は図 3.2 のとおりでかなり異なっている。もちろんトランクルームを利用するほうが低域で伸びのある音が期待できる。また一方、座席の位置によっても特に中域から高域にかけてかなり異なっている。これはその帯域の音波がガラス窓や、天井、シート等の反射や吸収によって干渉を起こしていることと、指向性が強いことによっている。次に車の走行状態をはじめとする環境条件について考えてみたい。スピーカーから再生される音以外はすべて雑音と考えられ、これらは一般に車室内では騒音と呼ばれるものであり、人の耳に対してはマスキング現象を起こして S/N を著しく低下させるものである。特に高域と低域に悪影響をおよぼしている。一例を国産乗用車 1,200 cc クラスについて、スピーカー単体を JIS 標準箱で無響室で測定したものと、同一スピーカーを実用されているスピーカーボックス（樹脂）に入れてリヤシェルフに取り付けた場合、アイドリング時、走行時の騒音レベルと周波数特性の関係を図 3.2 に示す。

以上の結果から車室内での原音再生については問題が非常に多い。またカーステレオが原音再生まで望まれないにしても、取付条件・環境条件により同一の再生音場を作るとはむずかしく、しかも使用する人の好みがかねてまた千差万別であるため、万民に共通な理想の音質は標準化されたセット、スピーカーで得ることはほとんど不可能に近い。少しでも理想の音質に近づける方法としては、たとえばマスキング現象を生む騒音レベルによって車内の再生音圧レベルを変化させる必要があるのなら、聴感補正を考えたラウドネスコントロール方式を採用したり、いわゆる音質（トーン）コントロールの幅をある程度広くとり、環境条件の変化や人の好みの変化に追従できるようにすることが必要であろう。またスピーカーの取り付けについては、できるだけ条件が良くようにトランクルームの空間が利用できるような、またドアマウントができるような構造にしておくなどの配慮が必要であろう。もちろん騒音レベルの軽減も車内音質向上に対して大いに効果があり、自動車メーカーに期待するところでもある。

3.3 動作上の耐振性

車体には走行中常に振動および衝撃が加わっているため、車載用品はすべて耐振構造でなければならない。ただ振動といっても動作時に保証すべきものと、非動作時に衝撃も含め耐破壊性について保証すべきものとがあるが、ここでは特にカーステレオの動作上の耐振性について考えてみたい。

まず現用のカーステレオが取り付けられる場所が受ける振動は、車種によりまた走行スピード、道路条件によりそれぞれ異なるが代表的な国産車による実験の結果では、図 3.3 に示すとおりのかなりおとなげの少ない軌道敷においても 1.5 G を越えることはほとんどない。ただしこれらのデータには衝撃的な加速度は含まれていない。

さて動作上のセット側の耐振性については、まず電気部品関係で

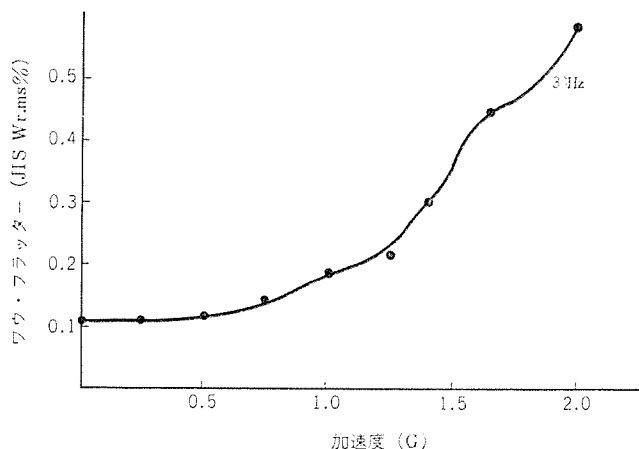


図 3.4 振動加速度対フウ (JIS Wr. m. s.)
Acceleration ratio vs. wow & flutter.

は、トランジスタ、コンデンサー、抵抗、スイッチ、ボリュームも含めこの程度の振動に対してはほとんど問題はなく、機械部品については、テープを定速走行させるテープ駆動部と、ヘッドを上下に移動させるヘッド切替機構、およびカートリッジを最適に保持する機構あたりの部品が振動の影響を最も大きく受ける場所である。モーターをはじめとする各軸のはめ合い、またばね材等を含め動作上の耐振性については、これら部品の一品一品のみでなく、それぞれの部品の組立てられた総合の形でその結果が現われてくる。現行のカーステレオについては図 3.4 に示すとおり、JIS の自動車部品振動試験条件を参考にして測定した結果、1.5 G 程度が動作上の限度のようである。

現段階ではカートリッジ自体の耐振性の実用限界が 1.0～1.2 G 程度にあることも無視できない。またセットの車への取り付けについてもセットに異常な振動が加わらないように注意が必要である。

したがって今後さらにこれら耐振性能を向上させるには、システム全体としてバランスを考えて、それぞれの部品およびそのセットの改良が必要であろう。

3.4 その他

まずカートリッジの規格の統一については、リヤジェット式のカートリッジは EIA の規格の内容があいまいであり、かつ製造についても無制限であることなどから、テープを含め内部構造、外形寸法までいろいろ異なったものが多く、またカートリッジ式のラジオ (AM, FM/M PX) カセットその他などもあり、カートリッジのみならず、システム自体にも互換性については問題がある。国内でも、まずカートリッジについて規格統一の動きもあるがなかなかむずかしい問題である。

次に部品については、モーターでは形状の小形化、寿命、耐振性、信頼性向上等について改良が進められている。すでにブラシレスのモーターも商品化されはじめ、また電圧変動などに対するスピードの制御方法も従来の機械式の接点ガバナではなく、回転数を周波数や電

表 3.2 三菱 カースtereo 代表機種概略仕様一覧
Specification of Mitsubishi car stereo.

| 形 名 | ATP-475 | ATP-490 | ATP-410 | ATP-8000 | ATP-475 D ₂ | ATP-4000 | ATP-4213 |
|--------------|--|---------------------|---------------------|---------------------------------|--|---|--|
| 形 式 | リヤジェット式 再生専用 | リヤジェット式 AM ラジオ内蔵 | リヤジェット式 FM ラジオ内蔵 | リヤジェット式 再生専用 | リヤジェット式 再生専用 | カセット式 再生専用 | カセット式 AM ラジオ内蔵 |
| 取 付 | つり下げ式 | 計器盤埋込み式 | 計器盤埋込み式 | つり下げ式 | つり下げ、据置式 | つり下げ式 | 計器盤埋込み式 |
| 電 源 電 圧 | 12 V ⊖アース | 12 V ⊖アース | 12 V ⊖アース | 12 V ⊖アース | 24 V ⊖アース | 12 V ⊖アース | 12 V ⊖アース |
| 形 状 | 65 H×180 W×180 D | 51H(68)×162W×180D | 70 H×180 W×180 D | 65 H×186 W×180 D | 65 H×180 W×180 D | 70 H×180 W×165 D | 62 H×180 W×165 D |
| 重 量 | 2.5 kg | 2.6 kg | 2.7 kg | 2.5 kg | 2.5 kg | 2.0 kg | 2.4 kg |
| 特 長 | チャンネルリビート装 置、ラウドネスコント ロール方式、ファイン チューニング付、チャ ネルインジケータ付き | マニュアル同調 | マニュアル同調 | ラウドネスコントロー ル、チャンネルインジケ ータ | 大形トラック、船舶用 チャンネルインジケー タ、ラウドネスコント ロール、チャンネルリビ ート装置、ファインチ ューニング | オートリバース付き、 ラウドネスコントロー ル、エレベートカセッ トセッティング方式 | ラウドネスコントロー ル、ハンドチャージ同 調、オートリバース付 きエレベートカセッ トセッティング方式 |
| 使用トラン ジスタ | 12 石 | 15 石 | 19 石 | 12 石 | 12 石 | 14 石 | 20 石 |

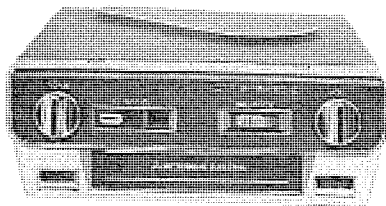


図 3.5 ATP-475 形 カースtereo (つり下げ式)
Model ATP-475 (Underdash inst.-Lear Jet type).

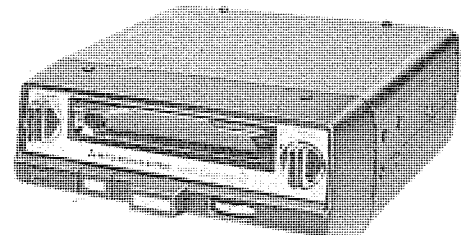


図 3.8 ATP-4000 形 カースtereo (つり下げ式)
Model ATP-4000 (Underdash Inst.-phillips cassette).

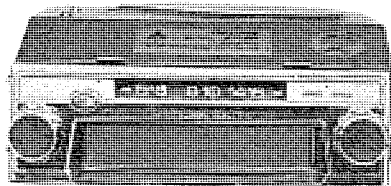


図 3.6 ATP-490 形 カースtereo (埋込み式)
Model ATP-490 (Indash Inst.-Lear Jet type).



図 3.9 ATP-4213 形 カースtereo (埋込み式)
Model ATP-4213 (Indash Inst.-phillips cassette)

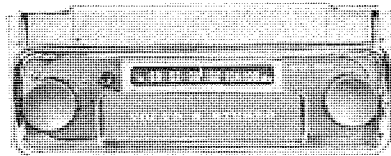


図 3.7 ATP-410 形 カースtereo (埋込み式)
Model ATP-410 (Indash Inst.-Lear Jet type).

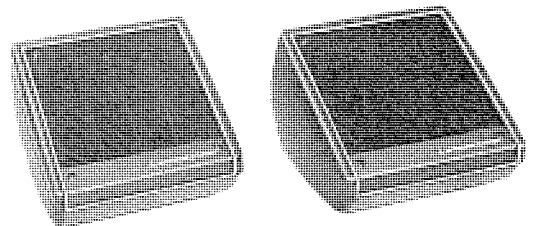


図 3.10 SB-6F 形 スピーカー
Model SB-6F speaker.

圧に変換し、基準値と比較して常に一定になるようなものが商品化されはじめています。いずれも現在コストなどの点で普及に至っていないが、今後需要が増大されるものと予測される。

回転系の主要部品である軸受機も、ほとりの多い車載用にもかかわらずオイルレスメタルが常識となっているが、これも今後高分子の応用製品が温度・振動・ライフ・コストの点などで期待される。

ヘッドについては今までは基本的な性能の向上と精密部品としての生産性の向上に力が注がれていたが、さらに今後のカースtereo用として特殊な条件すなわち耐湿性・耐じん(塵)性そしてヘッドよぐれなどに耐えられるよう改良検討が進められている。

その他ベルトのゴム材をはじめとする機構部品が、新しい要求を満足するよう改良開発が進められている。特に最近の意匠部品を中心とする高分子の応用製品は進歩が非常に早い。

電気回路部品においては IC 化があげられる。技術的には可能であるがコストの点で全面的に採用するには今一步のところにある。

これも年々の人件費の上昇、生産性の向上、資材管理の簡素化および回路の信頼性向上などの点で、メリットではなく実用が常識となる日も近いと考えられる。

3.5 製品の紹介

当社では、昭和42年にカースtereoの生産を始め、すでに現在、カ

表 3.3 三菱 カースtereo 用 スピーカ 代表機種一覧
Specification of Mitsubishi speaker for car stereo.

| 形 名 | | SB-3 B 4 | SB-6 F 4 | SB-6 F 6 | SB-3 B 4 | SD-3 B 4 |
|------------------|--------------|---------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| ス ピ ー カ | 取 付 | 据置形 埋込形 両用 | 同 左 | 同 左 | 据 置 形 | 埋 込 形 (ドアマウント用) |
| | 方 式 | ボックス (ABS 樹脂) 式 分割パネル式 | 同 左 | 同 左 | ボックス式 | パ ネ ル 式 |
| | 重 量 | 650 g | 750 g | 750 g | 600 g | 300 g |
| | 外 形 寸 法 | 115 H×145 W×150 D | 145 H×170 W×170 D | 同 左 | 100 H×175 W×167 D | 140 W×140 D |
| | 口 径 | 13 cm 丸形 | 16 cm 丸形 | 16 cm 丸形 | 13 cm 丸形 | 13 cm 丸形 |
| 1 | イ ン ピ ー ダ ンス | 4 Ω | 4 Ω | 16 Ω | 4 Ω | 4 Ω |
| | 入 力 (定格/最大) | 5.5 W/7 W | 5.5 W/7 W | 5.5 W/7 W | 5.5 W/7 W | 5.5 W/7 W |
| | 周 波 数 特 性 | $f_0 \sim 10,000$ | $f_0 \sim 10,000$ | $f_0 \sim 10,000$ | $f_0 \sim 10,000$ | $f_0 \sim 10,000$ |
| | f_0 | 130 Hz | 100 Hz | 100 Hz | 130 Hz | 130 Hz |

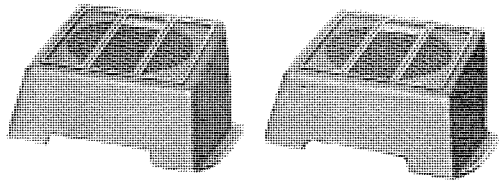


図 3.11 SB-3 B 形 スピーカー
Model SB-3 B speaker.

セット式を含め十数種の機種を生産しているが、表 3.2 に代表機種の仕様概略を紹介する。

また、スピーカーについても、それぞれの機種に適合したものを生産しているので、表 3.3 に代表的なものの仕様概略を紹介する。

4. む す び

本文では カースtereo の市場動向を背景とした現況、および予測さ

れる将来の技術的動向について、総括的にまとめてみたので、内容が幾分定性的になってしまったが、それぞれについては、多くの積み重ねられたデータが存在し、今後のカースtereo全般の見通しについても、明るい材料が豊富である。たとえば、スピーカーを含めたセットの今後の傾向についても、車室内の安全性を含めた居住性の改善とともに、(1)前述の各種のラジオや、さらに録音などの要素が加わった多機種化、(2)同時に意匠デザインの機能美化とセットの小型化、(3)音質、その他二次性能を含めた信頼性の向上、(4)標準化と生産性向上によるコストダウンなど、大いに期待されるところであるが、一方、これらの機能のみならず、車体への取り付けを含めたシステムの確立も大きな課題である。そのためには、今後さらに関連業界のいっそうの協力一致体勢が切望される。

参 考 文 献

- (1) 曾根：放送技術，臨増 No. 11, 20・22 (昭 42)

三菱自動音声通報装置

高石 皎*・佐藤 昌樹*・日下 俊一*

Mitsubishi Voice Annunciator System

Kyoto Works Akira TAKAISHI・Masaki SATÔ・Shunichi KUSAKA

As essential conditions in transmitting information, the method must have in its performance accuracy, concreteness, conciseness and conformity. From this viewpoint, the means in use in the past such as resorts to light, buzzers, letterings, drawings, broadcast and loud speakers are not quite satisfactory to meet the requirements mentioned above. Under the circumstances, voice annunciator systems have been developed by Mitsubishi, being capable of transmitting required message to the recipients instantly. They are ingenious applications of the tape recorder technique to reproduce recorded information through proper selection of messages on an endless magnetic tape of multichnnels. This article describes the performance of the devices, which are of two types ; one reproduces a message once, while the other repeats it a number of times.

1. ま え が き

産業界における最近の目ざましい技術革新の波は、産業構造自体の性格を大きく変容させつつある。新しく登場した技術、産業の中でも、省力化産業と情報処理産業は最も注目されるものの一つであろう。省力化産業の終局目的は完全無人化であるが、その過渡的段階においては、やはり媒体としての人間が存在する。しかも、人間はますます多くの情報を取捨選択し、制御するという高度の機能を要求されるようになる。そうすると人間に提供される情報はより正確、より具体的、より簡明、より早く伝達されなければならない。従来存在する情報伝達手段としては、ランプの明滅、ブザー音、文字、絵、放送等によるものが多く、いずれも上述条件を充足するものとはいえない。これらを考えて、われわれが以下説明しようとするものは、テープレコーダの技術を応用した音声によるアナウンス方式で、多チャンネルのメッセージを即時に、任意に選択してピックアップしアナウンスする機能を有するもので、制御信号が印加されると1回だけアナウンスして自動的に停止するものと、制御信号が存在する間繰り返してアナウンスするものの2種類ある。前者は自動アナウンス装置として、定形的なメッセージを繰り返してアナウンスするエレベータ・デパート・駅・電話・案内所等への利用が考えられる。一方、後者においては警報装置として、自動車・船舶・各種プラント・ビル・発電所等への使用が考えられる。われわれはこの二者を三菱自動音声通報装置 (Mitsubishi Voice Annunciator System—略称 VAS) と呼称する。VAS は単に音声だけに限らず、各種の自動制御機器の記憶素子としての利用も考えられ、多くのソフトウェアへの応用によって、エレクトロニクスの新しい成長商品として、その将来性が期待される。

以下に紹介する製品としては、VAS-100 形シリーズ、VAS-200 形シリーズおよび RA-3 形があり、VAS-100 形は用途に応じてさらに細分化される。

2. 技術的特長

VAS は上述したような、単にテープレコーダの技術を応用しただけのものではなく、次のような技術的特長を持っている。

2.1 チャンネル選択回路

入力制御信号に応じて、磁気テープに録音してある多チャンネルのメッセージから必要なチャンネルを選択し、瞬時にアナウンスするためにチャンネル選択装置を備えている。

(a) 電子切換形磁気ヘッド 固定式

入力信号で、スイッチ回路部のフリップフロップが動作し、対応するチャンネルの前置増幅部に給電する。

(b) 機械的切換形磁気ヘッド 移動式

入力信号でマルチバイブレータが動作し、ランジャが周期的に吸引され、ロータリスイッチとカムを回転させ、単チャンネルの磁気ヘッドを段階的に移動させるのと、入力信号によってランジャが吸引され、クランチが噛み合い、ロータリスイッチとカムを回転させるのと2機種ある。

2.2 自動停止回路

メッセージのアナウンスが終了すると、磁気テープに録音してある停止信号によってスイッチ回路を ON し、その出力は上記 (a) 項のフリップフロップを逆転させる。

2.3 その他

(a) ゲート回路

停止回路にゲート回路を接続して、テープ起動時における誤動作を防いだ。

(b) 信頼性・長寿命

信頼性と寿命を考えると、磁気テープはデータレコーダ用の Heavy duty 仕様のもを使用し、モータはキャプスタンダイレクトモータを使用し直接磁気テープを駆動し、駆動部分に使用される部品数を少なくした。またモータ制御回路で定速駆動を行なう。

3. 製品紹介

3.1 VAS-100 形シリーズ

3.1.1 VAS-100 E 形

(1) ブロックダイグラム

図 3.2 に示す。

(2) 特長

VAS-100 E 形は自動アナウンス装置として開発されたもので、8

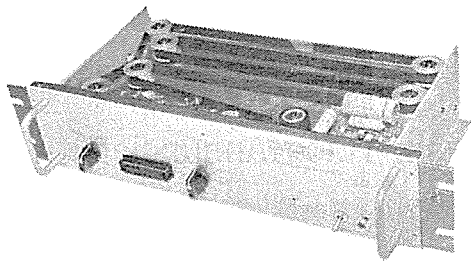


図 3.1 VAS-100 E 形/100 P 形音声通報装置
Voice annunciator system types VAS-100 E/100 P.

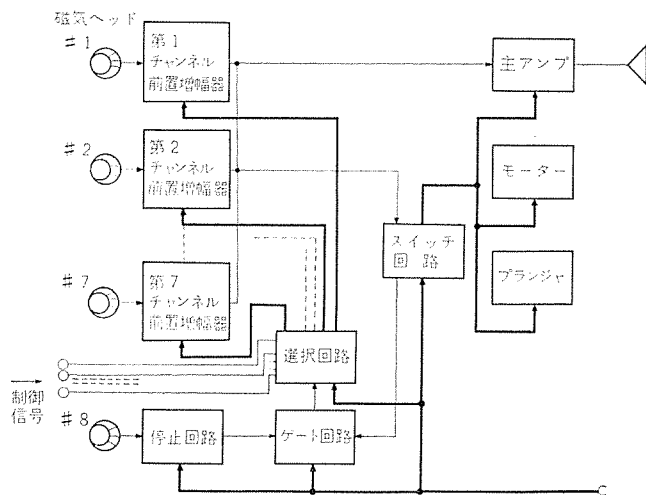


図 3.2 VAS-100 E 形 ブロックダイアグラム
Block diagram of VAS type 100.

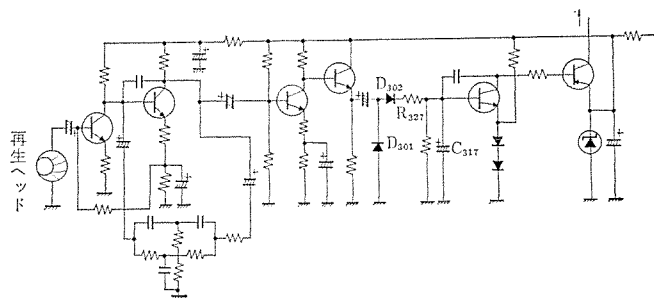


図 3.3 VAS-100 E 形 停止回路
Voice annunciator system (VAS) stop circuit.

チャンネルの固定したエンドレス磁気テープの7チャンネルに、あらかじめ所要のメッセージを、他の1チャンネルに停止用信号(1 kHz)を録音してある。制御入力信号でフリップフロップ回路が動作して、電子的にチャンネル選択が行なわれる。アナウンス終了後は停止回路が動作する。

3.1.2 VAS-100 P 形

(1) ブロックダイアグラム

図 3.3 に示す。

(2) 特長

VAS-100 P 形は自動警報装置として開発されたもので、VAS-100 E 形とは機構的には同一である。機能的には次の点が異なる。

- (a) 8チャンネル全部をメッセージ用に使う
- (b) 自動停止しない。
- (c) 入力信号がある間、繰り返しアナウンスする。
- (d) イコライザ増幅部のみで、低周波出力増幅部がない。
- (e) VAS-100 R 形と組み合わせて録音ができる。

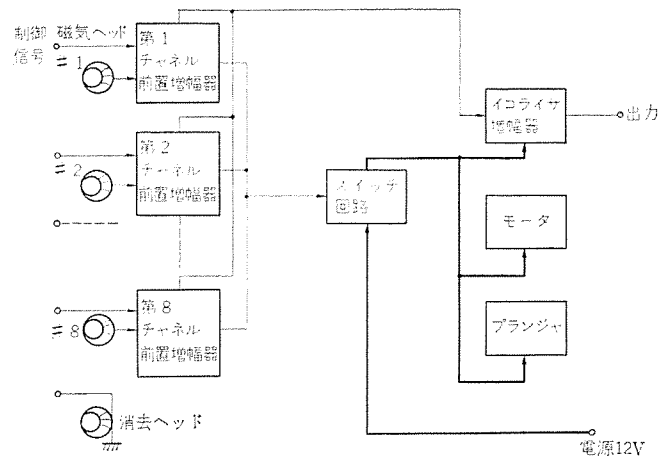


図 3.4 VAS-100 P 形 ブロックダイアグラム
Block diagram of VAS type 100 P.

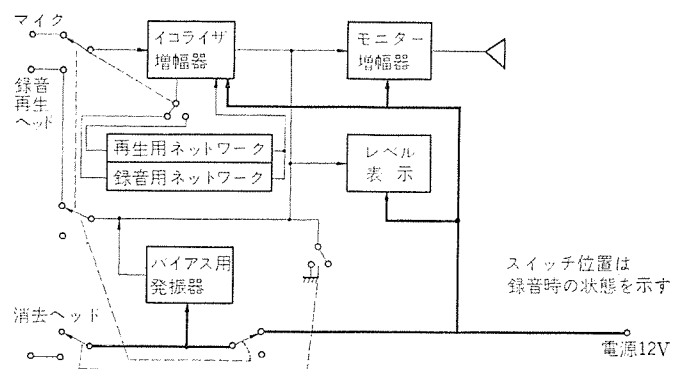


図 3.5 VAS-100 R 形 ブロックダイアグラム
Block diagram of VAS type 100 R.

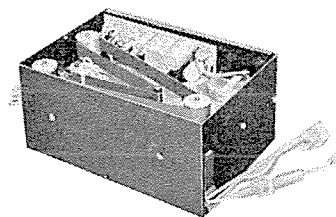


図 3.6 VAS-200 形音声通報装置
Voice annunciator system type 200.

3.1.3 VAS-100 R 形

(1) ブロックダイアグラム

図 3.4 に示す。

(2) 特長

VAS-100 R 形は VAS-100 形専用の録音機である。VAS-100 P 形と組み合わせて、その磁気ヘッドと駆動機構を使い録音操作を行なう。

3.2 VAS-200 形 シリーズ

3.2.1 VAS-200 形

(1) ブロックダイアグラム

図 3.5 に示す。

(2) 特長

VAS-200 形は磁気ヘッド移動形の自動警報装置である。移動方式はマルチバイブレータを使って磁気ヘッドを階段状に移動させる。いま制御信号が印加されると RY 1 が動作し、電源がマルチバイブレータ回路に給電される。マルチバイブレータ回路の動作によってブランジャコイル P

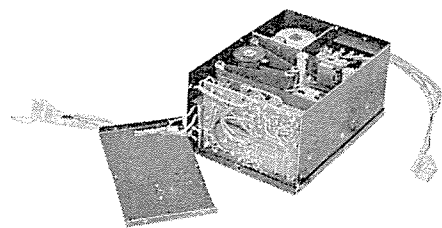


図 3.7 VAS-200 形音声通報装置
Voice annunciator system type 200.

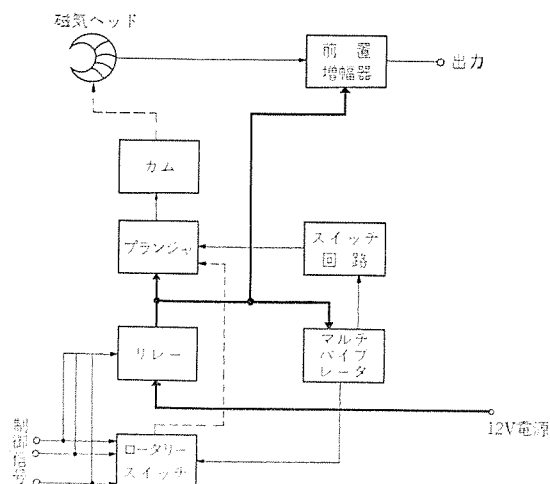


図 3.8 VAS-200 形 ブロックダイアグラム
Block diagram of VAS type 200.

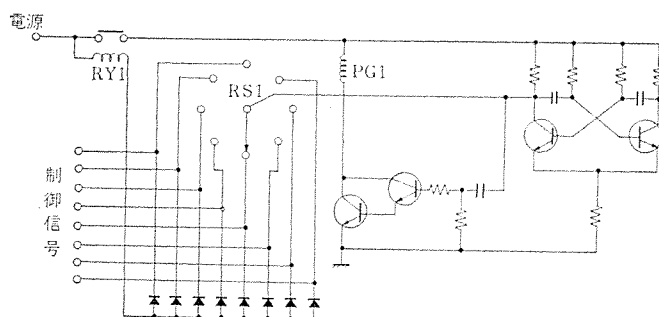


図 3.9 VAS-200 形 信号選択回路
Selective circuit of VAS type 200.

G 1 は ON, OFF を繰り返す。PG 1 によって連動する カム と ロータリスイッチ RS 1 は回転し、RS 1 の接点が制御信号入力回路と一致するとマルチ回路の動作が停止して、カムは磁気ヘッドの位置を所定チャンネル位置で停止させる。

3.2.2 VAS-220 形

(1) 特長

VAS-220 形は VAS-200 形の一変形で、マルチバイブレータを使用せずに、制御入力信号によってランジャーを吸引しクラッチを介してキャプスタンによって RS 1 を回転させている。

3.3 RA-3 形

(1) ブロックダイアグラム

図 3.8 に示す。

(2) 特長

RA-3 形は長時間のメッセージをアナウンスし、自動停止させることを目的とした装置で、カートリッジを使う。カートリッジにはメッセージと、停止信号 (1 kHz) をそれぞれ録音した、2 チャンネルのエンドレス磁気テープを内蔵する。この装置は商用電源で使用するので、整流回路と電圧安定化回路を備えている。

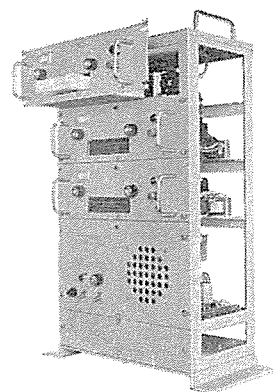


図 3.10 RA-3 形音声通報装置
Voice annunciator system type RA-3.

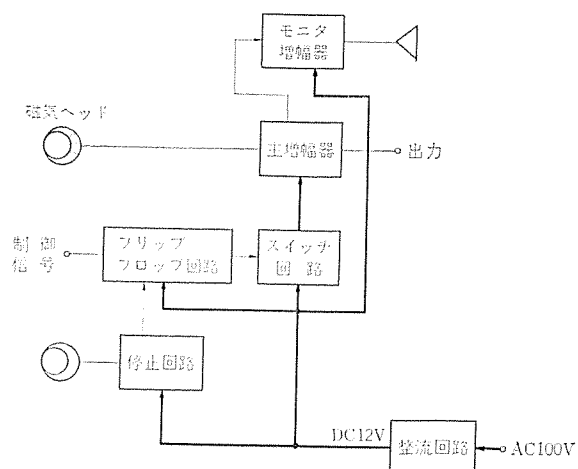


図 3.11 RA-3 形 ブロックダイアグラム
Block diagram of type RA-3.

表 4.1 主要性能比較表
List of comparing principal performance.

| 仕 様 | 形 名 VAS-200/220 | VAS-100 | | | RA-3 |
|------------------------|--------------------|---------------|---------------|-----------|----------------|
| | | VAS-100 E | VAS-100 P | VAS-100 R | |
| 用 途 | 警 報 用 | アナウンス用 | 警 報 用 | 録音専用 | 特殊アナウンス用 |
| 電 源 | DC 12 V | DC 12 V | DC 12 V | DC 12 V | AC 100 V |
| 消 費 電 流 | 2 A | 2 A | 2 A | 1 A | 1 A |
| 音声チャンネル数 | 8 | 7 | 8 | — | 2 または 3 |
| アナウンス時間 (1 ch. 毎最長) | 6 秒 | 20 秒 | 10 秒 | — | 10 分 |
| 出 力 | 0.1 V/600 Ω | 1.5 W/8 Ω | 0.1 V/600 Ω | — | 2 W/4 Ω |
| 自動停止の有無 | なし | あり | なし | — | あり |
| 制御入力信号 | 接 地 | DC 12 V | DC 12 V | — | DC 12 V |
| テープの種類 | 1/2"幅エンドレステープ | 1/2"幅エンドレステープ | 1/2"幅エンドレステープ | — | 1/4"幅カートリッジテープ |
| 標準ラックに適合の可否 | 否 | 可 (据置も可能) | | | 専用ラック |
| 寸 幅 | 170 mm | 480 mm | 480 mm | 480 mm | 290 mm |
| 奥行き (とっ手含まず) | 120 | 200 | 200 | 200 | 215 |
| 高 さ | 80 | 100 | 100 | 150 | 610 |

4. 主要性能比較

表 4.1 に各装置の主要性能を比較表示した。

5. む す び

以上、三菱自動音声通報装置についての概略を説明紹介したが、さらに方式、回路設計および機構上の改善を続け、性能の向上を計っていきたい。はじめに述べたように、本装置の利用分野は全く新しいものであり、これらのソフトウェアの開拓によって今後さらに広い利用が考えられよう。

最近登録された当社の実用新案

| 名 称 | 登 録 日 | 登 録 番 号 | 考 案 者 | 関 係 場 所 |
|-------------------------|----------|---------|--------------------|---------|
| エアータオル | 43- 9-24 | 854539 | {服部信道・森田清司 杉田 信 | 郡馬製作所 |
| 電気歯 ブラシ | 43- 9-24 | 854540 | 武井久夫・熊田泰治 | 郡馬製作所 |
| 電気かみそり用付属品の整理具 | 43- 9-24 | 854541 | 武井久夫・福田興司 | 郡馬製作所 |
| 電気かみそり | 43- 9-24 | 854542 | 小川 昇・福田興司 | 郡馬製作所 |
| 電気かみそり | 43- 9-24 | 854543 | {武井久夫・小川 昇 福田興司 | 郡馬製作所 |
| 電気かみそり | 43- 9-24 | 854544 | {武井久夫・小川 昇 福田興司 | 郡馬製作所 |
| 電気かみそり | 43- 9-24 | 854545 | {武井久夫・小川 昇 福田興司 | 郡馬製作所 |
| 縦形電気掃除機の外被 | 43-11- 7 | 856706 | 武井久夫・加藤 悟 | 郡馬製作所 |
| 可撓軸接手 | 43-11- 7 | 856707 | 久山研一・忍 正寿 | 伊丹製作所 |
| 電圧検出装置 | 43-11- 7 | 856708 | 高田信治 | 神戸製作所 |
| 電圧検出装置 | 43-11- 7 | 856709 | 都 竹 尚 | 稲沢製作所 |
| 蒸気 アイロン | 43-11- 7 | 856710 | 野畑昭夫・荒木 勲 | 郡馬製作所 |
| 限時距離継電装置 | 43-11- 7 | 856711 | 三上一郎・大原洋三 | 神戸製作所 |
| 熱交換器 | 43-11- 7 | 856712 | 鈴木正高 | 静岡製作所 |
| 制御極付半導体整流器の制御装置 | 43-11- 7 | 856713 | 横島洋志 | 伊丹製作所 |
| 整流装置 | 43-11- 7 | 856714 | 佐野善之助 | 伊丹製作所 |
| 空気調和機用 エアフィルタ の目つまり表示装置 | 43-11- 7 | 856715 | 高橋克己・丸山 忍 | 静岡製作所 |
| エアフィルタ- | 43-11- 7 | 856716 | 牛 越 諒 | 中津川製作所 |
| 空気清浄機 | 43-11- 7 | 856717 | 小原英一・小林恵治 | 商品研究所 |
| 自動 テープレコーダ の テープ 制御装置 | 43-11- 7 | 856718 | 和田庄次・上村達雄 | 郡山製作所 |
| 自動 テープレコーダ の テープ 制御装置 | 43-11- 7 | 856719 | 上村達雄・和田庄次 | 郡山製作所 |
| 自動 テープレコーダ の テープ 制御装置 | 43-11- 7 | 856720 | 和田庄次・藤若幹夫 | 郡山製作所 |
| 自動 テープレコーダ の テープ 制御装置 | 43-11- 7 | 856721 | 和田庄次・藤若幹夫 | 郡山製作所 |
| テープレコーダ の リール | 43-11- 7 | 856722 | 中村元男 | 郡山製作所 |
| 空気清浄機 | 43-11- 7 | 856723 | {小原英一・小林恵治 沢崎俊幸 | 商品研究所 |
| ヒューズ 筒着脱用具 | 43-11- 7 | 856724 | 畑野征弘 | 長崎製作所 |
| 電気布裁断機の押え装置 | 43-11- 7 | 856725 | 浜田礼二 | 和歌山製作所 |
| ロータリスイッチ の高速切換装置 | 43-11- 7 | 856726 | 尾崎博規 | 中央研究所 |
| ホール 発電器の不平衡電圧補償装置 | 43-11- 7 | 856727 | 植田親広 | 中央研究所 |
| 自動焼網器 | 43-11- 7 | 856731 | 加藤義明・村岡和典 | 郡馬製作所 |
| 自動給油装置 | 43-11-15 | 857421 | 石田松彦・尾岡亮三 | 稲沢製作所 |
| 冷蔵庫の自動温度調節装置 | 43-11-15 | 857547 | 木下忠男 | 静岡製作所 |
| 磁性体探知装置 | 43-11-15 | 857548 | 寺本吉一・中村謙三 | 鎌倉製作所 |
| 警報用無線機 | 43-11-15 | 857549 | 小林信三 | 通信機製作所 |
| 誘導円板形継電器 | 43-11-15 | 857550 | 天 野 恒 | 神戸製作所 |
| 電気冷蔵庫の ドレン 水蒸発装置 | 43-11-15 | 857551 | 中原四郎・木下忠男 | 静岡製作所 |
| 換気扇 | 43-11-15 | 857552 | 入沢淳三 | 中津川製作所 |
| 二温度式冷蔵庫 | 43-11-15 | 857553 | 中島智信・高田弘明 | 静岡製作所 |
| 内燃機関用点大信号発生装置 | 43-11-15 | 857554 | 浅山嘉明 | 姫路製作所 |
| 角抜き可変下型 | 43-11-15 | 857555 | 坂口最伯 | 鎌倉製作所 |
| 蛍光灯器具の吊下げ装置 | 43-11-15 | 857556 | 小笠原善丸 | 大船製作所 |
| 誘導機器鉄心 | 43-11-15 | 857557 | 山 内 敦 | 伊丹製作所 |
| 回転電機 | 43-11-15 | 857558 | 宇都宮弓輝 | 長崎製作所 |
| テープリーダ の テープ 制御装置 | 43-11-15 | 857559 | 小川芳徳 | 鎌倉製作所 |
| 変色万華鏡 | 43-11-15 | 857560 | 井手平三郎・依田 功 | 大船製作所 |
| ホイス ト などの ロードブロック | 43-11-15 | 857561 | 藤木博愛・国友善雄 | 福岡製作所 |
| プリセットチューナ | 43-11-15 | 857562 | 片山泰一 | 通信機製作所 |
| 自家発電装置 | 43-11-15 | 857563 | 久松章三 | 神戸製作所 |
| 自家発電装置 | 43-11-15 | 857564 | 久松章三・多田 功 | 神戸製作所 |
| 自家発電装置 | 43-11-15 | 857565 | 久松章三 | 神戸製作所 |
| 自家発電系統の負荷選択装置 | 43-11-15 | 857566 | 久松章三 | 神戸製作所 |
| 自家発電系統の負荷選択装置 | 43-11-15 | 867567 | 久松章三 | 神戸製作所 |
| 端子台 | 43-11-15 | 857568 | 松尾宏之・都築勇吉 | 名古屋製作所 |



特許と新案

母線切換断路器保護装置

考案者 久松章三

この考案は二重母線において、母線を切換えるときに断路器が直接電流回路を開閉することのないようにした断路器保護装置に関する。

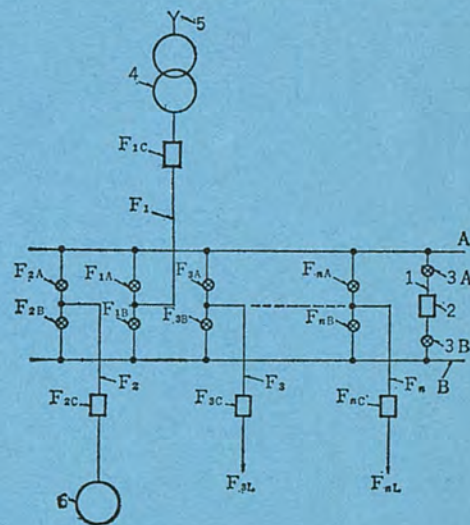
一般に高圧動力回路では事故選択シャ断、無停電切換、系統運用の切換えを容易にする等の必要から、母線構成を二重母線とする場合が多い。図においてA、Bは母線、(1)はブスタイ、(2)はブスタイシャ断器、3A、3Bはこのシャ断器に付属する断路器、 $F_1, F_2, F_3, \dots, F_n$ は電線、 $F_{1C}, F_{2C}, \dots, F_{nC}$ はシャ断器、(4)は変圧器、(5)は事業用電力系統、(6)は自家発電機である。 $F_{1A}, F_{2A}, \dots, F_{nA}, F_{1B}, F_{2B}, \dots, F_{nB}$ は上記各電線 F_1, F_2, \dots, F_n にそれぞれそう入された断路器であり、これら各電線をA、Bいずれの母線にも接続できるようになっている。

いま電線 F_3 に注目するに、この F_3 は断路器 F_{3A} が閉、 F_{3B} が開でA母線に接続されているとし、この状態から無停電でB母線に切換えようとするときには、ブスタイシャ断器(2)の閉を条件にまず断路器 F_{3B} を閉じて F_{3A} と共同して両母線を短絡状態(この状態をブリッジ状態という)とし、その後 F_{3A} を開とするわけである。ブスタイシャ断器(2)の閉を条件とせずに F_{3B} 閉、 F_{3A} 開の切換えを行なうと、これら断路器が直接電流回路を開閉することになるから都合が悪いわけである。このようにブスタイシャ断器の閉を条件に断路器の切換えを行なえば、一見完全な切換えが行なえるように思われるが、切換途中のブリッジ状態において受電系統に故障が発生してブスタイシャ断器がトリップすると、ブリッジ中の断路器が誤って大電流を切

ることになってしまう。

この考案はこのような危険を際去しようとするもので、断路器が操作する以前に、その操作指令によって受電系統故障によるブスタイシャ断器へのトリップ指令を電線シャ断器 F_1, F_2, \dots, F_n に切換え、この切換が完了したことによって断路器を開放または投入するようにした。したがってたとえ断路器の切換え途中で受電系統に事故があっても絶対に断路器が直接電流回路を開閉することがなくなる。

(登録家用新案第871777号)(太田記)



搬送保護継電装置

考案者 古谷昭雄・鈴木健治

この考案は多端子系統を保護する搬送保護継電装置に関する。

図1は従来装置であり、Tは端子 T_1-T_2 間開放時に搬送波(以下fと略称する)を送出する送信装置、RB、RCは相手端B、C端からのfありのとき開放する受信接点、 FD_1 は軽故障検出器、 FD_2 は重故障検出器、Xは内部方向リレー、Yは外部方向リレー、SB、SCはB、C端に電源があるときそれぞれ閉じるスイッチ、CBは自端シャ断器開時閉の補助接点、TLは限時復帰形の補助リレーである。

いま内部故障が発生すると、まず FD_1 動作によりfを送出し、続く FD_2 、Xの動作によりfを停止して内部故障をB、C端に知らせ

る。A端に電源がなくB端に電源があるとき故障が発生するとXは無判定となるが、B端が内部を検出してfを送出ししないからRBが閉成し、SBの閉、Y無判定であることからfを停止する。点検は次のようになされる。

B端から点検波を出すと、A端ではRBが開放してTLを消勢すると同時にfを打返して異常のないことをB端に知らせ、所定時間後接点TL復帰して点検を終える。ところで FD_1 は一般に不足電圧リレーが用いられるから、シャ断器が開放して休止端となると FD_1 が動作してfを送出してしまふ。これを阻止するためにシャ断器開

特許と新案

時閉の接点 CB で端子 T_1 、 T_2 間を短絡している。ところがこの CB は T_1 、 T_2 間を短絡して f の送出をロックしているから、たとえば B 端からの点検波が到来して RB が開となっても A 端から f を打返すことができず点検不能となる。

そこでこの考案は接点 CB による RB、RC の無効を止め FD₁、Y の無効とした。しかしこれでは A 端の休止時に内部故障が発生す

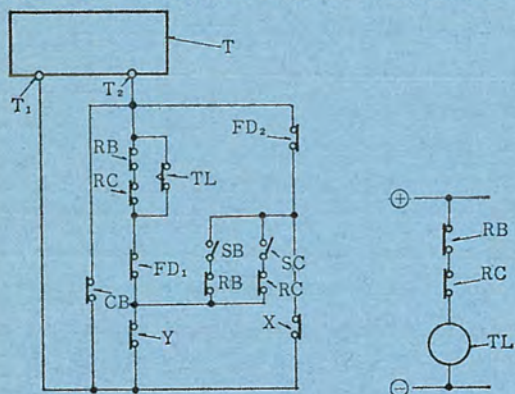


図 1

ると休止端である A 端から接点 TL の復帰するまでの所定時間打返し波が送出され続けるためそれだけ B、C 端のトリップが遅延する。そこでいま一つの接点 CB を FD₂ と並列に接継するものとした。こうすれば B または C 端の f の停止と同時に A 端の f を停止することができると B、C 端のトリップ遅延がなくなる。

(登録実用新案第 860837 号) (太田記)

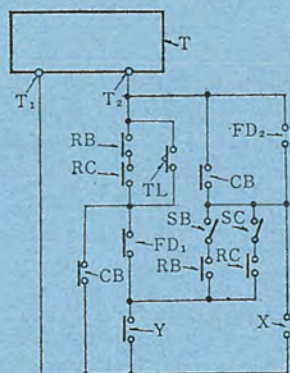


図 2

静止形積分特性継電装置

発明者 森 健・松本 忠士・野沢 輝夫

この発明は静止回路素子を用いた積分特性を呈する継電装置に関する。

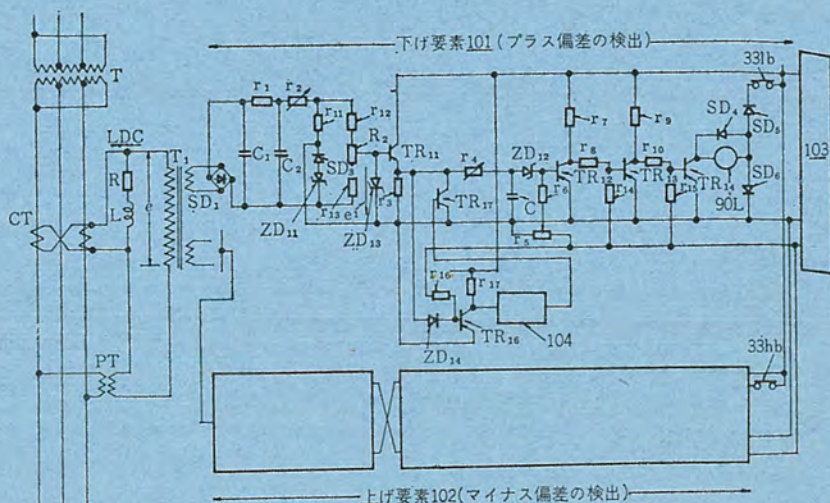
一般に定値制御を行なう場合、制御量が不感帯からはみ出したときに直ちにオン・オフ制御を行なうのでは動作ひん度が増大し、制御機構の消耗が著しい。

この発明は上記欠点を解決するので、制御量偏差 $\pm \Delta e$ の時間的積分値が一定値 K に達したとき動作するような積分特性を有した継電器を用いたものである。図において制御量と基準量との偏差 $\pm e$ を変成器 T_1 でとらえ、これを偏差量に比例した大なる変化分を有した一方方向の電圧 e' に変換する装置 ($SD_1 \sim ZD_{14}$) を介して、抵抗 r_1 とコンデンサ C からなる積分回路に e' を加え、このコンデンサ C の端子電圧が所定値になったとき、必要な継電器を 90L を作動させるようにし、そしてこの積分回路の制御をトランジスタ TR_{10} と記憶回路 104 で行なわせるようにしている。

したがってたとえば $+\Delta e$ で始動した後、 TR_{10} が起動し、 r_1 、 C はただちに積分をはじめ、その途中に偏差が $+\Delta e$ から $-\Delta e_1$ に変化すれば C は

放電を始めて、同時に TR_{10} は復帰し、104 が規定の時間後に復帰し、 C を原状態にもどすことになる。また $+\Delta e$ で始動後いろいろなケースが考えられるが、それぞれ上記同様に適切な動作が行なえる。

(特許第 532757 号) (太田記)



MDF-1 形 機 上 用 方 向 探 知 機

小林 信三*・村 山 昇**・手塚 雅之**・池上 和生**

Type MDF-1 Automatic Direction Finder

Communication Equipment Works

Shinzo KOBAYASHI・Noboru MURAYAMA

Masayuki TEZUKA・Kazuo Ikegami

A newly developed type MDF-1 airborne automatic direction finder system is introduced herein. The apparatus has been designed to meet the requirements of ARINC No. 550 and RTCA Paper 158-61/111 which are the international standards of the direction finder system. Moreover, it is guaranteed for the operation in the temperature range of $-54^{\circ}\text{C}\sim+55^{\circ}\text{C}$ and in the altitude range of $0\sim50,000$ ft. as its environmental condition. Sufficient consideration is also taken to withstanding the vibration of the aircraft on which it is installed. Features of this apparatus are the extension of receiving frequency range, the employment of plug-in module construction, being of solid state and addition of self check function.

1. ま え が き

機上用方向探知機 (ADF : Automatic Direction Finder) は、航空機に積載して地上ビーコン局等の電波を受信し、その到来方向を、方位指示器に自動的または手動的に指示させ、また、同受信局の識別信号を受け、航法装置として使用するものである。

今回、この ADF 新製品として、「MDF-1 形機上用方向探知機」を開発したので、概要を紹介する。

MDF-1 形機上用方向探知機は次のような特長をもっている。

(1) 外形寸法および装備関係の条件は、すべて ARINC No. 550 の要求に準拠して設計されている。この規格は AERONAUTICAL RADIO, INC. の定めたものであり、最新型の ADF の互換性につき規定している。このため、MDF-1 は国際的な互換性を持ち、ユーザーに多大のメリットを与えている。

(2) 電気性能は RTCA Paper 158-61/111 に準拠して設計されている。この規格は RADIO TECHNICAL COMMISSION for AERONAUTICS の定めたものであり、ADF の最低動作基準につき規定している。このため電気性能は国際水準にあり、世界に通用する。また、耐環境性能は、温度 $-54^{\circ}\text{C}\sim+55^{\circ}\text{C}$ 、高度 $0\sim50,000$ フィートでの動作を保証しており、耐振性についても航空機用として、十分な考慮がはらわれている。

(3) 全シリコン半導体化している。

(4) 動作周波数範囲は、4 バンド分割で $90\text{ kHz}\sim1,750\text{ kHz}$ をカバーする。

(5) 自己点検機能を内蔵させ保守の便をはかっている。

(6) 受信機内部はプラグインモジュール化し保守の便をはかっている。

2. 装置の概要

2.1 構成および構造

MDF-1 形機上方向探知機の構成品・付属品等を表 2. 1, 2. 2, 2. 3 に示す。また、主要構成品の外観写真を図 2. 1 に示す。

本装置は保守の便を考慮して、受信機はプラグインモジュール構造になっている。さらにモジュール内部はユニット化して、各ユニットがそれぞれ交換部品として扱える構造となっている。

表 2. 1 MDF-1 形機上用方向探知機の構成品
Units making up the type MDF-1 ADF.

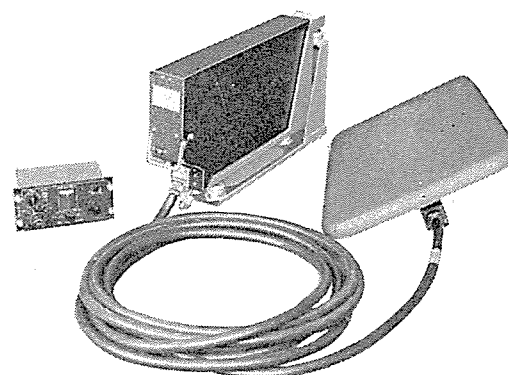
| 名 称 | 形 名 | 数 量 | 公 称 寸 法 mm | 公 称 重 量 kg | 備 考 |
|---------|---------------------------------|-----|------------------------|---------------|---------------------------------|
| 受 信 機 | MRN-1/MDF または MRN-1 A/MDF | 1 | $385\times62\times200$ | 5.3 | MRN-1 A/MDF はセリクスアンテナケーブルを必要とする |
| 制 御 器 | MCU-10/MDF | 1 | $127\times147\times66$ | 1.0 | |
| 防 振 台 | MMT-10/MDF | 1 | $400\times86\times224$ | 0.8 | |
| ループアンテナ | MAT-7/MDF | 1 | $407\times305\times35$ | 2.7 | |

表 2. 2 MDF-1 形機上用方向探知機の付属品
Accessories of the type MDF-1 ADF.

| 名 称 | 形 名 | 数 量 | 備 考 |
|--------------|---------------|-----|------------------------|
| 四分円誤差補正装置 | MCN-1-()/MDF | 1 | 選択器材 |
| ループアンテナケーブル | MCG-1-()/MDF | 1 | 選択器材 |
| セリクスアンテナケーブル | MCN-2-()/MDF | 1 | MRN-1 A/MDF 使用時必要、選択器材 |

表 2. 3 MDF-1 形機上用方向探知機の関連器材
Equipment but not supplied.

| 名 称 | 数 量 | 備 考 |
|---------------|-----|-----|
| 方 位 指 示 器 | 1 | |
| セ リ ス ア ン テ ナ | 1 | |
| セリクスアンテナケーブル | 1 | |

中央上：受信機（防振台付） 左：制御器
中央下：ループケーブル 右：ループアンテナ図 2. 1 MDF-1 形機上方向探知機の主要構成品
Main units making up the type HBF-1 ADF.

2.2 基本動作原理

本装置は図 2.2 に示すようにセットアップして使われる。以下に念のためその主要性能である方向探知動作の基本原理を簡単に説明し、ご参考に供する。

図 2.3 は基本動作原理を説明するためのブロックダイアグラムである。

方向探知機は、ループアンテナの 8 字円指向特性の消音点を使って、電波の到来方向を探知するものである(図 2.4)。しかしループアンテナの消音点は二つ(図 2.4 の A と B)あるので、このままでは方位が一義的に定まらない。そこでセリアンテナからの入力を使って、消音点の一方のみを利用して電波到来方向を一義的に探知するようにしたものが、本装置である。以下その方法を説明する。

ループアンテナからの受信信号は、 $\sin \theta \cos \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right)$ (「 θ : 一つの消音点の方位を 0 として測定した電波到来方向、 ω : 受信角周波数」と表現できる。またセリアンテナからの受信信号は $\cos \omega t$ と表現できる。まず、ループアンテナからの受信信号はゴニオメータに入る。ゴニオメータは、受信電界を受信機内部に再現するものと考えればよく、ゴニオメータ内部のサーチコイルを回転すると、ループアンテナ自体を回転した

のと等価の効果が得られる。本装置のループアンテナは固定しているが、以下の動作説明では、ゴニオメータのサーチコイルを回転することと、ループアンテナを回転することは等価と考える。

ゴニオメータを出た信号は、 $\pi/4$ 移相回路に入る。ここで信号は $\sin \theta \cos \omega t$ の形に変換される。さらに平衡変調器で $\sin \theta \cdot \cos pt \cdot \cos \omega t$ に変換され、セリアンテナからの入力と加え合わされる。(p : 平衡変調角周波数)。

RF, IF 増幅器に加わる信号は $(1 + \sin \theta \cdot \cos pt) \cos \omega t$ である。この信号は振幅変調波であり、変調度およびエンベロープ信号の位相が電波到来方向(θ)により変化する。この信号の検波出力を、制御増幅器を通して、ゴニオメータ駆動用サーボモータに加えた場合、 θ に応じて回転速度および方向が変わる。すなわち、 $0^\circ < \theta < 180^\circ$ と $180^\circ < \theta < 360^\circ$ では、検波信号の位相が π だけ異なり、サーボモータの回転方向は逆になる。また $\theta = 0^\circ$ または 180° で信号がなくなりサーボモータの回転は止まる。以上のサーボ機構により、サーボモータは、ループアンテナ位置が一方の消音点(図 2.4 の A)にくるまで働き、消音点で止まる。すなわち方向を探知したのである。他方の消音点(図 2.4 の B)は、不安定平衡点となるので実用上、方向探知の一義性が達成される。

2.3 機能概説

機上用方向探知機は、普通 ADF Function, ANT Function, LOOP Function の三つの機能をもっている。本装置の場合は、さらに TEST Function を追加した。以下にそれぞれの働きを述べる。

(1) ADF Function

方向探知機の主要機能であって、自動的に電波到来方向を探知して外部指示器に測定方位を指示させる。方向探知動作中に音声信号を聞くことも可能である。

(2) ANT Function

通常の通信用受信機と同様の機能である。

(3) LOOP Function

手でループアンテナを回転し、消音点により電波の到来方向を探知するための機能である。

(4) TEST Function

本装置の自動方向探知動作を点検する機能である。受信機内部で受信信号と等価の信号を合成し、合成信号をそれぞれのアンテナ入力回路に加えてやると、受信機は ADF Function で一定方向からの電波を受信したように働き、指示器の指針は常に一定方向をさす。TEST Function において指示器の指針の動きを観測すれば、受信機の動作が正常か否か判定できる。

2.4 主要性能

MDF-1 形機上用方向探知機的主要性能は次のとおりである。

(1) 消費電力: 27.5 V DC, 1 A NOMINAL

400 Hz 115 V AC, 0.13 A NOMINAL

ただし、指示系統の電源は本装置と独立しており、別に 400 Hz 26 V AC を必要とする。

(2) 音声出力: 600 Ω 負荷に 100 mW 以上

(3) 感度(1,000 Hz 30 % 変調): $S+N/N$ 6 dB となる入力

| | ANT 位置 | LOOP 位置 | ADF 位置 |
|---------------|------------------|------------------|------------------|
| 90~190 kHz | 140 μ V/m 以下 | 250 μ V/m 以下 | 250 μ V/m 以下 |
| 190~400 kHz | 70 μ V/m 以下 | 100 μ V/m 以下 | 100 μ V/m 以下 |
| 400~840 kHz | 50 μ V/m 以下 | 80 μ V/m 以下 | |
| 840~1,750 kHz | | 50 μ V/m 以下 | |

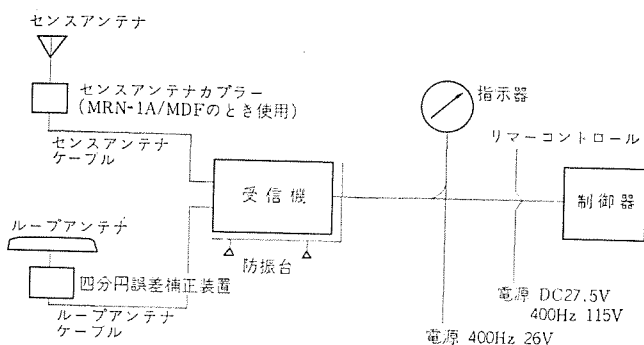


図 2.2 MDF 形機上用方向探知機系統図
System diagram of the type MDF-1 ADF.

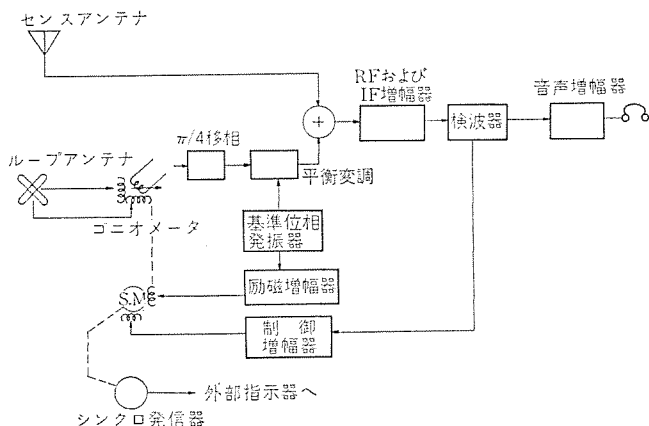


図 2.3 方向探知機的主要部ブロックダイアグラム
Block diagram of the ADF.

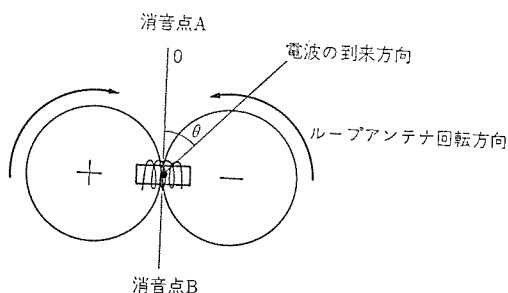


図 2.4 ループアンテナの指向特性
Directional characteristics of the loop antenna.

表のとおりである。

- (4) 指示誤差：90～190 kHz においては、150 $\mu\text{V}/\text{m}$ ～0.5 V/m の入力に対して $\pm 2^\circ$ 以内、乱調 $\pm 2^\circ$ 以内
190～1,750 kHz においては、70 $\mu\text{V}/\text{m}$ ～0.5 V/m の入力に対して $\pm 2^\circ$ 以内、乱調 $\pm 2^\circ$ 以内
- (5) 指示速度：90～190 kHz においては、150 $\mu\text{V}/\text{m}$ ～0.5 V/m の入力に対して、また、190～1,750 kHz においては、70 $\mu\text{V}/\text{m}$ ～0.5 V/m の入力に対して、それぞれ 175° から 2° にもどる時間は7秒以下
- (6) 目盛誤差： $\pm 1\%$ 以内
- (7) 選択度：6 dB 幅 4 kHz 以下，80 dB 幅 14 kHz 以下
- (8) スプリアス：バンド II (90～400 kHz) では 80 dB 以上，バンド I, III, IV (90～190 kHz, 400～1,750 kHz) では 70 dB 以上。ただし バンド I (90～190 kHz) において 455 kHz の整数分の 1 (2 以上) のところに出てくる スプリアスは除外する。

3. 設計上の問題とその検討

3.1 問題点

ADF は、電波到来方向を探知するための測定機であるとともに、通信用の受信機でもある。この二つの働きにつき要求性能を満足させるためには、設計上いくつかの問題点がある。以下に問題点の概略を述べ、さらに項をあらためて詳細検討を行なう。

(1) センサアンテナは機体によって種々異なり、その誘起電圧も異なる。ADF において、センサアンテナとループアンテナの入力レベル関係は、その分解能を左右する。方位誤差 $\pm 2^\circ$ 以内という規格を、広い範囲の航空機について補償するためには、レベル関係の管理を適確に行なう必要がある。

(2) 受信帯域が 90～1,750 kHz と非常に広いため、IF の設定箇所によっては Dead Channel，スプリアス等の問題を発生する。

(3) 受信機のスプリアス感度の規格は 60 dB 以上が普通であるが、本装置の場合 70～80 dB 以上を要求される。これは受信安定度とも関連してきびしい要求である。

(4) RTCA 規格にもとづく本装置の規格のうち、選択度は 6 dB 幅 4 kHz 以下で、音声出力の周波数特性は、350～1,400 Hz において 9 dB 以下と規定されている。この規格は、一般の受信機の概念とは異なっており、ADF 特有の問題点を発生する。

(5) ARINC 規格は 3 ファンクションおよび 3 バンドの ADF を前提として作られている。本装置では、4 ファンクション、4 バンドとなっており、制御ラインが少なくとも 2 本増すことになる。ARINC 規格の互換性を保つためには、制御ラインの増加を防がなければならない。

3.2 分解能

ADF 動作での測定方位分解能は、次の要素によって決まる。

- (1) ループアンテナの消音点での雑音レベル（外来雑音、ループアンテナの熱雑音、受信機の雑音……感度）
- (2) ループアンテナ入力とセンサアンテナ入力の合成時におけるレベル関係
- (3) サーボモータ駆動用制御増幅器のゲイン
- (4) サーボモータ（ゴニオメータ、シンクロ発信器をギヤトレインで結合した状態について）の最低駆動電圧

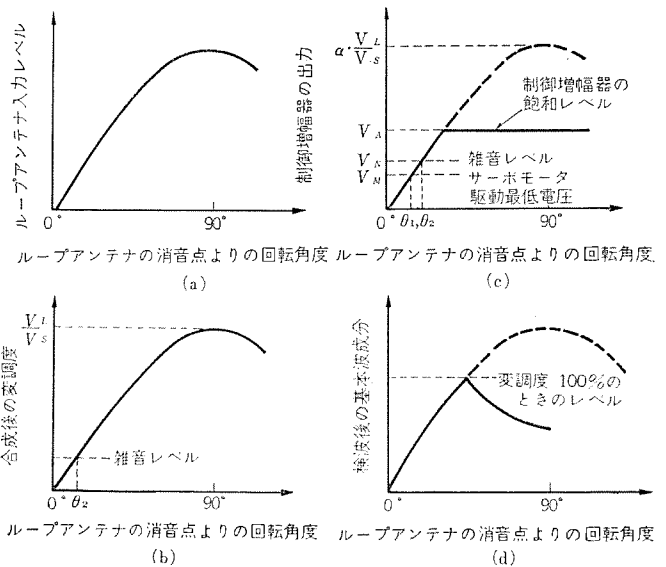


図 3.1 分解能 Resolution.

(5) ギヤトレインのバックラッシュ

これらを、図 3.1 によって定量的に検討するとつぎのとおりである。ループアンテナ入力信号は次のように表わされる。(図 3.1 の (a) 参照)。

$$V_a \cdot \sin \theta \cdot \cos\left(\omega t \pm \frac{\pi}{2}\right)$$

θ : ループアンテナの消音点よりの回転角度

ω : キャリア角周波数

この信号は平衡変調された後

$$\pm V_L \cdot \sin \theta \cdot \cos pt \cdot \cos \omega t$$

p : 平衡変調角周波数

となる。ここで、センサアンテナからの信号 $V_s \cdot \cos \omega t$ と合成されて、

$$(V_s \pm V_L \cdot \sin \theta \cdot \cos pt) \cos \omega t$$

となる。これは $\cos pt$ により変調された振幅変調波であり、その変調度は $V_L \cdot \sin \theta / V_s$ と表わされる。すなわち両アンテナからの信号のレベル関係およびループアンテナの回転角度によって、その変調度が決まる (図 3.1 の (b) 参照)。

検波器での変換定数を含めて制御増幅器系のゲインを α とすると、サーボモータを駆動するための制御増幅器の出力は

$$\alpha \cdot \frac{V_L}{V_s} \cdot \sin \theta$$

となる。(図 3.1 の (c) 参照)

分解能を決定する要素を図 3.1 の (c) に示す。この図中分解能は θ_1, θ_2 のうち大きいほうで決定される。 V_N または V_M があらかじめ与えられた場合、 θ_1, θ_2 をできるだけ小さくするためには、 $\alpha \cdot V_L / V_s$ をできるだけ大きくすればよい。

3.2.1 V_M : サーボモータ最低駆動電圧

サーボモータの無負荷での最低駆動電圧にできるかぎり近い電圧で、ギヤトレインを結合した状態でのサーボモータが駆動するよう、機構設計することが必要である。本装置の場合、ギヤレシオ（指示速度に影響する）、ギヤトレインのバックラッシュ（きびしくおさえると、回転トルクが増大する）を総合性能を劣化させない範囲におさえて、定格電圧の 1/10 で駆動するよう設計されている。

3.2.2 α : 制御増幅器のゲイン

制御増幅器自体の発生する雑音レベルは、前段から加わる雑音レベルに比べて十分小さいため、制御増幅器の出力雑音レベル V_N は、図

3.1の(b)の雑音レベルの α 倍となる。信号出力も図3.1の(b)の信号レベルの α 倍となるので、 θ_2 については、 α のいかにかわらず、図3.1の(b)の値と図3.1の(c)の値と同じである。そこで、 α はサーボループ系の安定度をそこなない範囲で、できるだけ大きくし、 $V_N > V_M$ として V_M の影響を極力少なくするよう設定すれば、図3.1の(b)の θ 、すなわち受信の感度から決まる分解能をフルに生かすことができる。

3.2.3 V_L/V_S と感度

図3.1の(b)の雑音レベルは、受信機の感度によって決まり、キャリアレベルに対して一定の値となる。このため、変調度すなわち V_L/V_S を大きくすればするほど、相対的に雑音レベルは減少し θ_2 は小さくなる。すなわち分解能は向上する。しかし変調度が100%以上になると検波後の出力の基本波成分(サーボモータ駆動に必要な信号)が減少し、高調波が増大する。このため、ループアンテナの回転速度がにぶるとともに回転中の可聴音が増大する。ひどくなると、ループアンテナが90°方向にあるとき回転が止まってしまう、ADFの用をなさなくなる。

上記観点から、全周波数帯でセンサアンテナとループアンテナからの信号を合成する前に、そのレベルを適当に補正して、 V_L/V_S をループアンテナの回転に支障ない範囲で、できるだけ大きな値に保つことが、ADFにとっては重要な問題となる。 V_L/V_S は200~300%相当のレベル関係に設定しても、90°方向(変調度最大)での基本波成分の減少は4~6割程度であるから、まだ使えるが、実用面での V_S の変動(機体のセンサアンテナ定数のばらつき、飛行状態での V_S の変化等)を考慮して本装置の場合 V_L/V_S は標準状態で最大100%変調、最小50%変調相当の値におさえるよう、特に各バンドごとにレベル関係補正素子(固定)を設けた。さらに V_S の大幅な変動、製品のばらつきに対処するため、平衡変調器での変換ゲインを制御して、レベル関係を連続的に変化できるようにし、安定度を向上している。

3.3 方位誤差

方位誤差は、十分な分解能を得る設計をしたあとにも次の要因で生ずる。

- (1) ループアンテナの指向特性……ループアンテナ内の二つの素子の指向特性上の直交関係がくずれた場合
- (2) ゴニオメータの誤差特性
- (3) 外部指示器への伝達系における誤差
- (4) 受信機内部での増幅信号のループアンテナ入力回路への結合……不要帰還
- (5) 機体誤差の補正不十分の場合

上記項目のうち、(1)(2)(3)については、部品設定・機構設計・組立調整で決まるものである。特にゴニオメータの誤差、ギヤトレインの伝達誤差には注意をはらう必要がある。(4)項によって生ずる現象は次のとおりである。すなわち、受信機のRF増幅器後段の増幅信号が、ループアンテナ入力回路に帰還した場合、ループアンテナが真の方位にあり、アンテナからの入力なくなった状態でも、受信機はあたかもループアンテナからの入力があるように働くので、ループアンテナは回転し、帰還信号とアンテナ入力信号が打ち消し合って、零になるところで止まる現象すなわち誤った方位を指示する現象を発生する。この現象は帰還信号レベルが、発振を生じさせるレベルよりはるかに低いレベルでも問題となる。これに対してはリード線の引きまわし等極力帰還を少なくする方法を構ずる必要がある。

3.4 スプリアス感度

スプリアス性能を向上させることは、一般にはRF増幅器の選択特性を決める同調回路の Q を上げれば可能であるが、ADFにおいてはつぎの問題点がある。

(1) 同調素子、特に同調トランスの Q には上限があり、高域周波数では Q が不足しがちである。

(2) スプリアス性能確保に必要なだけ Q を上げると、受信帯域の低域では、RF増幅器の帯域幅が系の帯域幅と同程度、ないしはさらに狭くなり、音声周波数帯域が必要なだけとれなくなるとともに、3.6節に述べる問題点をさらにむずかしくするので、必要な帯域幅を確保するうえで、 Q の上限が制限される。

上記(1)はリッツ線を使用して Q を上げる程度で容易に解決できる。上記(2)に関しては、複同調を用いて所要の帯域を確保するとともに、もっとも問題になったIF阻止特性をIFトラップによって達成している。

3.5 選択度および音声周波数特性

RTCA規格では、6dB帯域幅4kHz以下・20dB帯域幅6kHz以下・65dB帯域幅12kHz以下・80dB帯域幅14kHz以下、また、音声周波数特性は、350~1,400Hzで9dB以内、さらに受信感度測定は1,000Hz変調波で行なうよう規定している。これらの要求は一般の受信機の規格に比べかなり狭帯域であり、かつ規定の思想を異にしている。このため、つぎのような問題点が内在する。

(1) 変調周波数が高くなり、両側帯波が選択特性の傾斜部にかかる、位相特性により搬送波・両側帯波相互の位相関係がくずれ、検波出力に周波数特性および位相特性を生ずる。

(2) 上記周波数特性は、検波出力にハンプ現象を発生し、位相特性は、方向探知サーボループ系およびAGC系に影響を及ぼす。

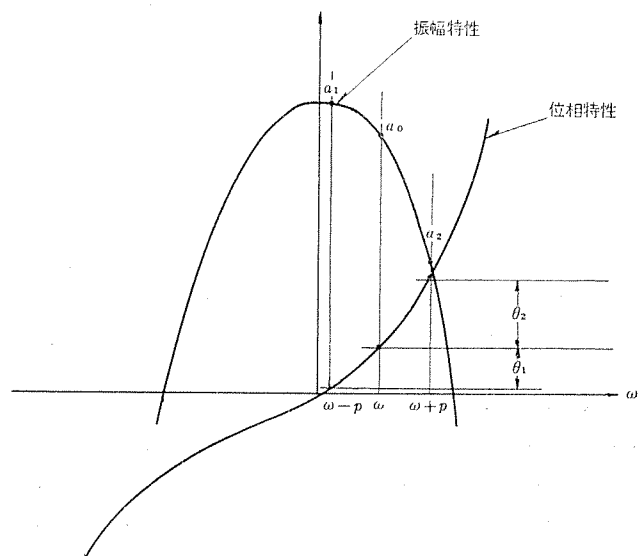


図 3.2 フィルタの伝送特性
Transmission characteristics of the filter.

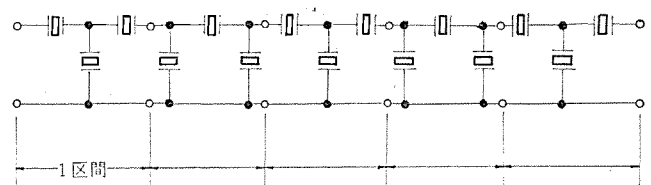


図 3.3 セラミックフィルタの構成
Construction of the ceramic filter.

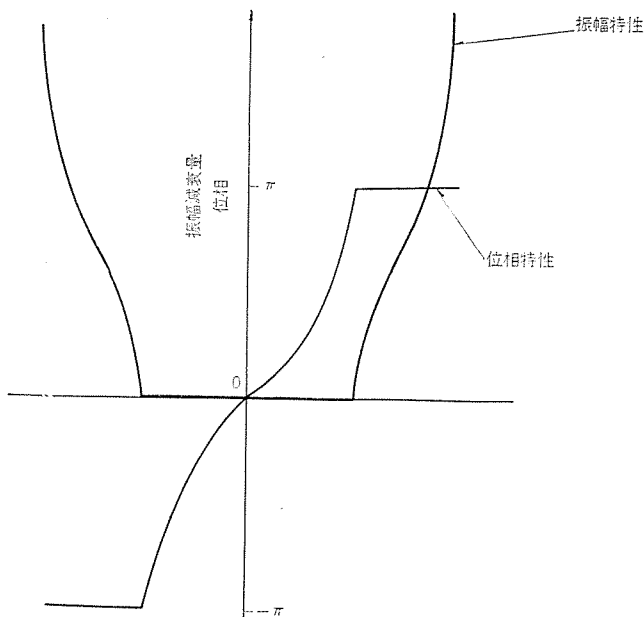


図 3.4 セラミックフィルタ 1 段の伝送特性
Transmission characteristics of one section of the filter.

表 3.1 ファンクションスイッチによる切換え箇所
Switching-over points depending on the function switch.

| 切換箇所 | 機 能 | ADF | ANT | LOOP | TEST |
|--|-----|-----|-----|------|------|
| センサアンテナ入力回路 (OFF のときダミーセンサ アンテナを ON にする) | | ON | ON | OFF | OFF |
| ループ入力信号 (平衡変調器 OFF のときループ 入力を受信機へ伝える) | | OFF | OFF | ON | FF |
| 平 衡 変 調 器 | | ON | OFF | OFF | ON |
| 制 御 増 幅 器 | | ON | OFF | OFF | ON |
| テスト信号合成用ミキサ | | OFF | OFF | OFF | ON |
| テスト信号合成用中間周波発 振器 | | OFF | OFF | OFF | ON |

ハンプ現象を定量的に検討すると、つぎのとおりである。

選択回路に加える信号を

$$(1 + m \cdot \cos pt) \cdot \cos \omega t$$

とすると、その出力は

$$a_0 \cdot \cos \omega t + \frac{a_1 \cdot m}{2} \cos\{(\omega - p)t - \theta_1\} + \frac{a_2 \cdot m}{2} \cos\{(\omega + p)t + \theta_2\}$$

となる。この出力を 2 乗検波したときの p 成分は

$$a_0 \cdot m \sqrt{a_1^2 + a_2^2 + 2a_1 \cdot a_2 \cdot \cos(\theta_1 - \theta_2)} \cdot \cos(pt + \phi)$$

ただし

$$\tan \phi = \frac{a_1 \cdot \sin \theta_1 + a_2 \cdot \sin \theta_2}{a_1 \cdot \cos \theta_1 + a_2 \cdot \cos \theta_2}$$

となる。上式において、 $\cos(\theta_1 - \theta_2) = -1$ 、 $a = a_2$ が成り立つと p 成分は 0 になる。この条件あるいはこれに近い条件が、帯域内の特定の点で成り立つと、そこで p 成分はディップし、全体として p 成分についてハンプが生ずる。

セラミックフィルタは図 3.3 に示すように構成されている。その 1 区間の振幅、位相特性は図 3.4 に示すようになる。多段になればこの特性が加算される。ハンプ減少の方法としては、つぎの方法が考え

られる。

(1) 位相特性をリニアにして $\cos(\theta_1 - \theta_2) \approx -1$ の関係が成り立たないようにする。

(2) $\cos(\theta_1 - \theta_2) \approx -1$ となるとき $a_1 \approx a_2$ の関係が成り立たないように振幅特性をつくる。

上記を行なうには、1 区間の中心周波数または帯域幅の異なるものを組み合わせ、位相特性をリニアに近づけ、振幅特性は三角形に近づければよい。本装置で採用したセラミックフィルタでは、帯域幅の 10~20% 異なる区間を組み合わせることにより、ハンプを減少させることができた。

3.6 ファンクション切換系 (電子スイッチ動作)

本装置で動作の切換を必要とするところは次のとおりである。

(1) ファンクション (ADF, ANT, LOOP, TEST Function) の切換え

(2) 周波数バンド (バンド I~IV) の切換え

(3) IF 増幅器 (142.5 kHz 用・455 kHz 用) の切換え

これらのうち、周波数バンドの切換えは、同調素子の関係でロータリスイッチによる切換え方式をとったため制御ラインを 4 本必要とする。

IF 増幅器の切換えは、周波数バンド切換えと関連するので、受信機内のバンド切換用ロータリスイッチから切換信号を得ることができる。本装置では、入力・出力の切換えをダイオードスイッチにより行ない、電圧信号のみで増幅器の切換えを可能とし、外部からの制御ラインをはぶいた。

ファンクション切換えに応じて、切換えの必要となる箇所は表 3.1 のとおりである。これら六つの切換え箇所のうち、センサアンテナ入力回路以外は、トランジスタ電源電圧の ON-OFF、ダイオード抵抗値の電流による変化を使って、電子スイッチによる切換えが可能である。センサアンテナ入力回路については、90~1,750 kHz の信号を ON, OFF して 60 dB 以上のアイソレーションを得ることが、RTCA の規格から要求される。この要求は単純なダイオードスイッチでは満足できない。そこで、パリオラの考え方をもとにして、アイソレーションのよいダイオードスイッチを設計し、切換え箇所の全電子スイッチ化を実現した。全電子スイッチ化により、切換えが電圧の ON-OFF で可能となり、簡単な論理回路を使うことによって、制御ラインを 3 本にすることができた。

以上の結果、前記(1)、(2)、(3)項の切換えが 7 本の制御ラインで可能となり、ARINC 規格で規定する互換性の要求を満足することができた。

4. む す び

以上、新しく開発された MDF-1 形機上方向探知機に関し、その概要を報告した。この ADF は、最新の国際規格に合致する全固体式 ADF として、わが国最初のものであると考えられる。これは現時点の最新技術を可能なかぎり採用しているが、この開発経験と今後の最新技術とを採り入れ、さらに小形・軽量、操作簡便、高性能、高信頼度の ADF の開発も可能と思われる。

最後に、今回の開発に種々協力いただいた関係各位に、ここにあらためてお礼申し上げる。

MELCOM 9100-5 のソフトウェア

田原 豊*・北原 拓也*
松本 孝郎**

MELCOM 9100-5 Software

Kamakura Works

Yutaka TAHARA・Takuya KITAHARA

Head Office

Takao MATSUMOTO

Demand for inexpensive small high speed computers is becoming acute in every field of late. Under the circumstances, Mitsubishi has developed a MELCOM 9100-5 computer system of high speed and high reliability.

As the software used for the computer, there have been worked out BOS (Basic Operating System) and DOS (Disk Operating System) using disk memory. Each supervisor is compact but given multitask processing feature to improve the process efficiency.

This paper gives the outline of the software variously prepared and also describes the basic concept of the design of the supervisor.

1. ま え が き

近年のデジタル 計算機の発展には、目をみはるものがある。対象システムが、大形、複雑、多種あるいは広範囲となり、これに適用する計算機組織も、大形化、高速化すると同時に、複合システムや、多層構造システムへと発展している。

他方、この多層構造システムの下位の層を構成する計算機、あるいは衛星計算機として、また人—機械、情報伝達の有力手段であるディスプレイ装置等の制御機として、高速かつ経済的な小形計算機の需要も増大している。

リアルタイム 処理の典型である各種プラントの制御も、制御対象が広がり、PID 制御から DDC へと推移し、制御内容も高度化されるに伴い、高速、高信頼性、低廉な計算機が、望まれている。

その他、化学、医学用の分析機器の波形解析、数値制御、レーダ等のデータ処理、あるいは発券集計システムなど、小形計算機の需要は、ますます、増大している。

これらの要求に適合するように製作された MELCOM 9100-5 電子計算機システムのソフトウェアについて以下に記述する。

2. MELCOM 9100-5 システムの設計概念

設計にあたって、つぎにあげる事項を目標とした。

- (1) 高速で安価なシステムを供給するため、補助メモリをもたないコアシステムを、一つの標準システムとして用意する。
 - (2) 高速にして処理データ量が多いシステム、あるいは、処理内容が多岐にわたり、プログラムファイルが必要なシステムの需要に対して、ディスクシステムを、他方の標準システムとする。
 - (3) コアシステムとディスクシステムとで、プログラムの作成過程や、スーパーバイザの制御方式等は、できるだけ統一する。
 - (4) プログラム作成は、上位の計算機でもできるようにする。
 - (5) 広い分野を、適用対象としているので、各種ソフトウェアを豊富に準備する。
 - (6) スーパーバイザをコンパクトにし、各機能をモジュール化し、積木方式で、異なった適用対象に最適な構成が容易にできるようにする。
- これらの目標のもとに MELCOM 9100-5 システムのソフトウェアは、体系づけられている。

3. ソフトウェア体系

MELCOM 9100-5 システムのソフトウェアにはつぎのようなものがある。

- (1) スーパーバイザ (Supervisor)
- (2) ユーティリティプログラム (Utility Program)
- (3) サポートプログラム (Support Program)
- (4) 関数ルーチン (Mathematical Function Program)
- (5) メインテナンスプログラム (Maintenance Program)
- (6) アセンブラ (Assembler)
- (7) フォートラン (Fortran)
- (8) デバッグングエイド (Debugging Aid)
- (9) 診断ルーチン (Diagnostic Program)

(1) スーパーバイザ

システムの中核となり、各種の処理プログラムの管理をするプログラムで、詳細は後述するが、コアシステムのスーパーバイザと、ディスクシステムのスーパーバイザと大きく2とおりに分かれる。

(2) ユーティリティプログラム

プログラムデバッグに便利な道具であると同時に、コアシステムでは、コアメモリのメインテナンスをこれを用いて行なう。

また、システムタイプライタから、キー入力されたステートメントの解釈ルーチンも、この中に含んでおり、おもにユーティリティの一つのプログラムを起動するのに用いられている。標準として、

オブジェクトテープのロード

オブジェクトテープとメモリ内容の照合

メモリ内容のプリントアウト

メモリ内容の紙テープへのパンチアウト

キーボードからメモリ内容の変更

プログラムをフォークする

チェックサム

等の機能を持っている。

(3) サポートプログラム

異なった適用システムにおいても、共通に使われていて、あるまとまった機能を持っているプログラムを集めたものである。これらは積木方式で、スーパーバイザの機能拡張をはかるために使われるものが多い。

い。

たとえば、アナログ入力プログラム、カード入力プログラム、紙テープ入力プログラム、データリンクプログラム、あるいはスケジューラ等である。

(4) 関数ルーチン

各種の関数サブルーチンを集めたものであり、固定小数点の単精度と倍精度、および浮動小数点の数値をとりあつかえる。

(5) メインテナンスプログラム

利用者プログラムをディスクメモリのプログラムファイルとして、登録したり、取消したり、登録の状況をプリントアウトしたりするプログラムである。

(6) アセンブラ

ソースプログラムの媒体は、紙カードと紙テープのいずれも使用可能であり、オブジェクトプログラムは紙テープに出力される。

CPL、コアメモリ4K語およびシステムタイプライタの最小構成で、アセンブルすることができる。

(7) フォートラン

JISの水準5000に相当する、フォートランコンパイラが用意されており、より高度な科学技術計算も容易にプログラミングできる。コンパイルと実行は、フォートラン独自のオペレーティングシステムで行なわれ、オブジェクトプログラムは、インタプリティブに実行される。

ソースプログラムの媒体は、紙テープと紙カードいずれでもよく、コンパイルと実行に必要なハードウェアは、CPU、コアメモリ8K語、システムタイプライタ、PTPおよびPTRである。

(8) デバッグングガイド

上位の計算機MELCOM 9100-30システムで、MELCOM 9100-5の命令を解釈して実行し、トレースするプログラムである。

(9) 診断ルーチン

計算機ハードウェアの機能が正常か否か診断を行なうプログラムであり、各命令の実行、加算器、コアメモリ、ディスクメモリ、システムタイプライタ、FCT、LCT、PTP、PTR、CR、デジタル入出力と割込み、アナログ入力等の動作が正しいことをチェックする。この他、計算機に接続されている入出力装置を、同時に動作させ、おのおのが安定に動作するか否かを検査する動的安定度検査ルーチンや、アナログ入力を繰返し読込んで、その安定度を調べるアナログ入力統計量検査ルーチン等も含まれている。

4. MELCOM 9100-5 のオペレーティングシステム

コアシステムに適用されるベーシックオペレーティングシステム(BOS)と、ディスクシステムに適用されるディスクオペレーティングシステム(DOS)と2種あり、おのおの図4.3および図4.6に示す構成になっている。

4.1 プログラムの処理過程

MELCOM 9100-5システムでは、図4.1に示す過程でプログラムが処理される。

紙カードあるいは紙テープのソースプログラムは、アセンブラによって、紙テープのオブジェクトプログラムに翻訳される。このオブジェクトプログラムは、リロケータブルオブジェクトである。コアローダは、外部からリロケート数を与えられて、コアメモリの所定の領域にロードする。また、ディスクローダは、コアメモリ上でのリロケート数と、ディスクメモリ上でのリロケート数を外部から与えられて、ディスクメモリにロードする。

このとき、ディスクメモリの内容は、実行可能なコアイメージに変換されている。それゆえ、スーパーバイザに含まれるシステムローダが、実行時にディスクメモリから、コアメモリにロードするときには、単に転送の仕

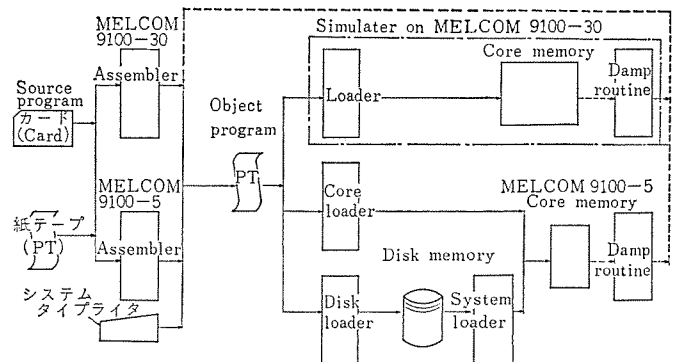


図 4.1 プログラムの処理過程
Process of program production.

事のみ行なっている。

なお、メモリからダンプした紙テープの形式は、バイナリテープではなく、アセンブラのオブジェクトテープと同じ形式になっている。このテープは、アブソリュートテープであり、もはや、リロケートはできないが、コアローダやディスクローダを使って、再び、メモリにロードすることができる。

また、アセンブラやデバッグングガイドのプログラムが、MELCOM 9100-30に用意されているので、図4.1に示すように、MELCOM 9100-5を使わなくても、プログラムを作成することができる。

4.2 オブジェクトテープの形式

オブジェクトプログラムの1語(16ビット)は、4ビットずつに分割して、16進数としてASCIIコードに変換され、紙テープ上では、4フレームになっている。この4フレームの命令語またはデータ語の直前には、必ず、その属性をしめす1フレームのコードがついている。その属性の種類と内容をつぎにしめす。

Space: つぎに続く4フレームが、アブソリュートな命令語またはデータ語であることをしめす。

A: つぎに続く4フレームは、リラティブコンスタントであることをしめす。ロードするとき、リロケート数が加算された値に変換される。

C: コアメモリにロードするときの先頭番地をしめす。

D: ディスクメモリにロードするときの先頭セクタ番地であることをしめす。

S: チェックサムであることをしめす。先頭の属性Cの内容から属性Sの内容まで加算すると、零になるような数になっている。ローダは必ず、このチェックサムの一致を確認している。

EまたはF: オブジェクトテープの最後であることをあらわす。

一つのオブジェクトテープの構成の基本的な例を、図4.2に示す。必ず記号“C”に続くコアアドレスと、記号“D”に続くディスクアドレスが先頭にあり（コアシステムの場合には記号“D”およびディスクアドレスは、はぶかれている）。その後、記号“Space”に先行された命令語やデータ語が続く。テープの最後には、記号“E”または“F”

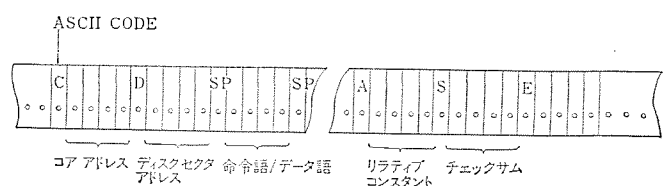


図 4.2 オブジェクトテープの形式
Punched form of object tape.

になっており、その直前には、記号“S”に続くチェックサムが付加されている。これはアセンブラが、自動的にそう入する。

4.3 ベーシックオペレーティングシステム (BOS)

BOS においては、コアメモリをより多く、利用者に開放するよう、コンパクトなスーパーバイザとユーティリティプログラムが用意されている。コアメモリのメンテナンスも、これらを用いて手動で行なうが、簡単にメモリ内容の変更ができることは、逆に危険性を含んでいることにな

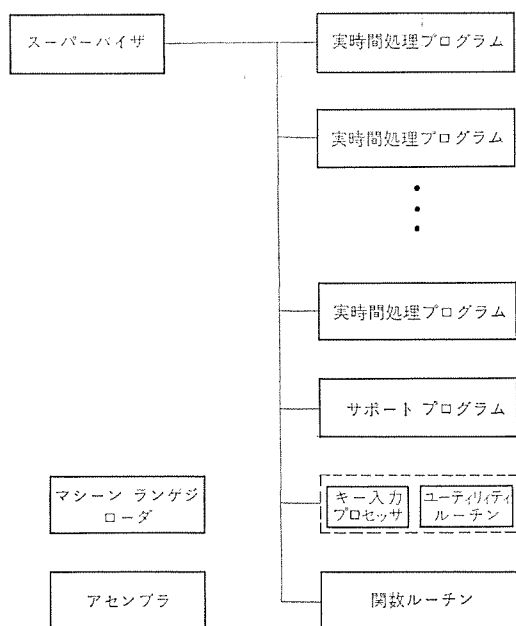


図 4.3 ベーシックオペレーティングシステム (BOS) の構成
Constitution of basic operating system (BOS).

る。このため、必要な部分は、すべてメモリ保護をしておき、保護領域に書き込もうとすると、その旨のエラー割込信号が発生し、警報印字をするという対策がとられている。

適用ハードウェアの基本構成を、図 4.4 にしめす。CPU、コアメモリ 4K 語、システムタイプライタの最小構成にても適用できる。

4.3.1 BOS のスーパーバイザの機能

(1) 処理プログラム実行要求の受付

処理プログラムの実行要求は、つぎのものからだされる。

- (a) システムタイプライタ
- (b) 外部割込み信号
- (c) 実行中の処理プログラム
- (d) システムタイマ

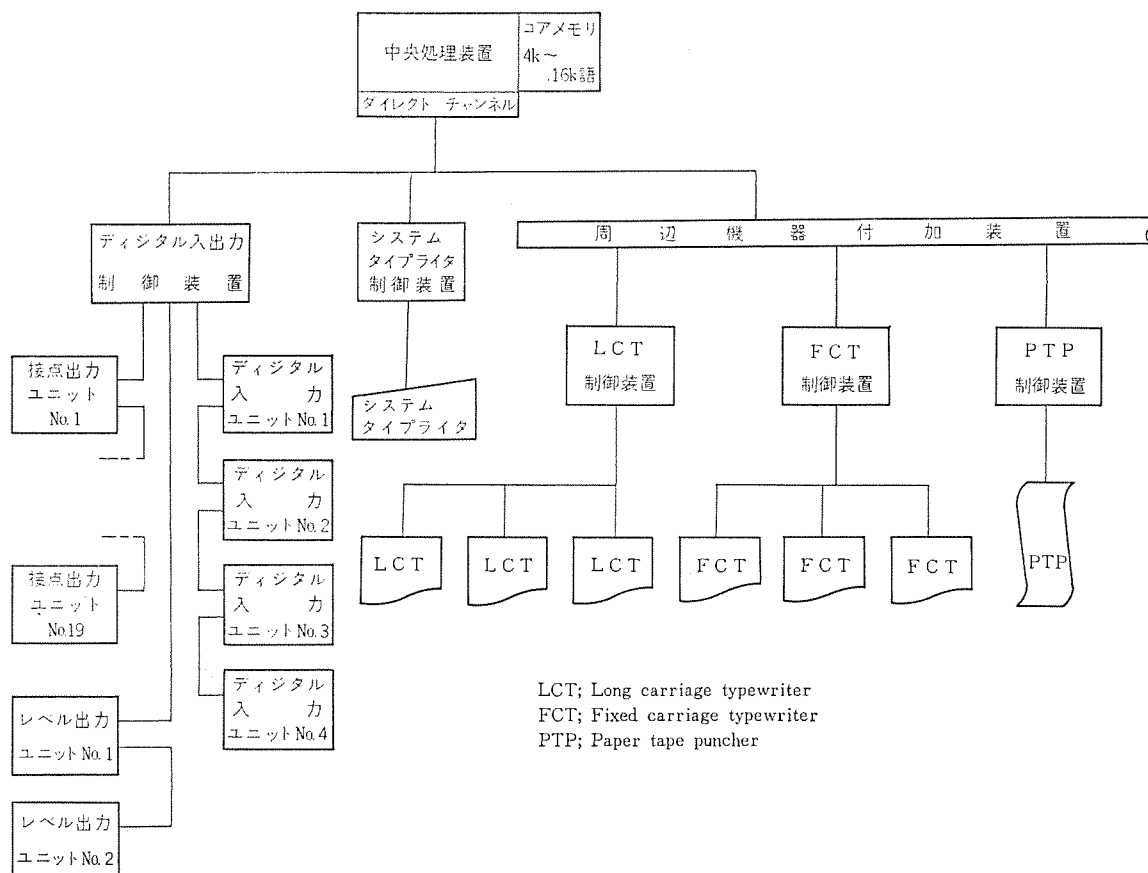
この要求を受け、待行列をつくる。実行要求は、その処理プログラム固有のプログラムナンバを用いて、FORK マクロ命令をコールすることによって行なわれる。プログラムナンバは、3 けたの 16 進数からなり、優先順位と固有名を表わしている。

(2) 優先順位に応じたタスクの起動

いったん実行要求が、スーパーバイザに認められたもの、すなわち処理プログラムを実行することをタスクとよんでいるが、スーパーバイザは、このタスクの待行列から、その先頭のものではなく、優先順位が一番高いものを選びだして、実行に移す。

(3) 優先レベルに応じた実行の流れの変更

優先レベルとは、レベルの低いタスク実行中、より高いレベルの処理プログラムの実行要求がおこると、実行中のものを中断して、より高いレベルの処理プログラムが実行されることを意味する。中断されたより低いレベルのタスクは、高いレベルのタスクが終了した後、順番が



LCT; Long carriage typewriter
FCT; Fixed carriage typewriter
PTP; Paper tape puncher

図 4.4 MELCOM 9100-5 コアシステムの基本構成
Basic core system configuration of MELCOM 9100-5.

くと中断された続きが実行される。後述するが、BOS のスーパーバイザには、この機能があるものとなないものがある。

(4) 処理プログラムの実行終了

タスクは、QUIT マクロ命令を自らコールすることにより終了となる。スーパーバイザはその旨の処理をすませてから、つぎに起動すべきものを、さがしにゆく。

(5) 割込信号処理

各種の割込信号を検知し、レジスタ類の待避、復帰、各種割込処理等を行なう。割込信号には、禁止不可能な割込信号 (NIT) と禁止可能な割込信号 (IT) とがあり、標準的な割込信号の種類を表 4. 1 にしめす。

(6) 実時間のカウンタ

システムタイマは、電源周波数のサイクルのクロックパルスを発生している。これをソフトウェアでカウンタして、この整数倍の周期でタイマルーチン(シンクロナイザとよぶ)を実行させる。

ここでは、実時間の計数を行ない、また各種の周期をつくりだして、種々の処理プログラムの実行要求を出すことができる。周期的に実行するプログラムのスケジュールを行なうスケジュールも、このシンクロナイザに容易に組込めるようになっている。

(7) 低速入出力機器の制御

ダイレクトチャネルに接続された低速入出力機器に、処理プログラムが、入出力を行なうときは、スーパーバイザにその旨要求を出す。スーパーバイザはその入出力機器が使用中でなければ、すぐ入出力実行命令を出し、動作の完了を待つことなく、要求をだした処理プログラムに、プログラム制御を戻すので、続きが実行される。それゆえ、CPU の内部演算と入出力動作とは並行して実行される。入出力動作が 1 命令分終了すると、完了の割込信号が発生するので、スーパーバイザは、つぎのデータの入出力命令を実行する。これらの動作は、入出力機器

表 4. 1 割込信号の種類
Standard interruption.

| 番 号 | 信 号 種 別 | 割 込 種 別 |
|-------|-----------------|---------|
| 00 | 電源断 | NIT |
| 01 | WDT オーバフロー | |
| 02 | インストラクションパリティ | |
| 03 | オペランドパリティ | |
| 04 | 不正命令 | |
| 05 | 不正アドレス | |
| 06 | メモリ保護エラー | |
| 07 | タイマ | |
| 08 | カウンタゼロエコー | IT |
| 09 | インクィリ | |
| 0A | システムタイプライタ入力レディ | |
| 0B | システムタイプライタ出力レディ | |
| 0C | アナログ入力レディ | |
| 0D | デジタル出力レディ | |
| 0E | LCT 出力レディ | |
| 0F | FCT 出力レディ | |
| 10 | PTR 入力レディ | |
| 11 | PTP 出力レディ | |
| 12 | CR 入力レディ | |
| 13~16 | 高速データチャネル | NIT/IT |
| 17 | プロセス信号 | |
| 18~3F | プロセス信号 | NIT/IT |
| | | |

個有の速さで、内部演算とは独立におこなわれる。この実行の模様を図 4. 5 にしめす。

一つの要求に対する入出力をすべて完了したら、入出力要求の待行列のなかのつぎの要求に対する処理を同様な方法で実行する。入出力の完了がないと先に進めないような処理プログラムは、完了したかどうかを調べ、完了していないときには、プログラムディレイをかけ (DELAY マクロ命令をコールして)、ディレイが解けたときにまた調べる。この動作を繰返すことによりその完了を知ることができる。

また入出力装置のおおのは、互いに独立に制御されるので、同時動作を行なう。それゆえ、実際の運転状況は、図 4. 5 にしめたものに他の入出力装置の動作が組合さってもっと複雑な動きをする。

(8) エラーの検出と処置

計算機の各コンポーネントは高い信頼性をもつ必要があるが、万一エラーが発生したとき、その検出と検出後の処置も万全をきす必要がある。検出機能は、ハードウェアに負うところが多いが、スーパーバイザが、検出機構からの情報を判断してエラーと判定するものも多数ある。つぎにおもなエラーとその処置を列举する。

(a) 停電

停電の NIT が発生するので、レジスタ類の退避を行なって停止する。その後ハードウェアで、コアメモリフリーズを行なって、メモリ内容を保護している。

(b) メモリパリティエラー

コアメモリから読出すときにパリティチェックが行なわれエラーが検出されると、NIT が発生するので警報印字を行なう。

(c) メモリ保護エラー

コアメモリの保護がされている領域に書込もうとしたとき、NIT が発生するので、その旨の警報印字を行なう。

(d) 不正命令

許されない命令コードがあると、NIT が発生するので、警報印字を行なう。

(e) 不正アドレス

コアメモリの実装されていないアドレスが、指定されると、NIT が発生するので、警報印字を行なう。

(f) WDT (Watch dog timer) のオーバフロー

一定間隔のパルスを常時カウンタしていて、約 4 秒たつと、オーバフローが起こるカウンタがある。スーパーバイザは、プログラムの流れが正常なら、必ず、4 秒以内にこのカウンタをクリアするが、流れが混乱すると、クリア動作が行なわれないので、オーバフローが起こり、NIT が発生する。これをうけて警報印字を行なう。

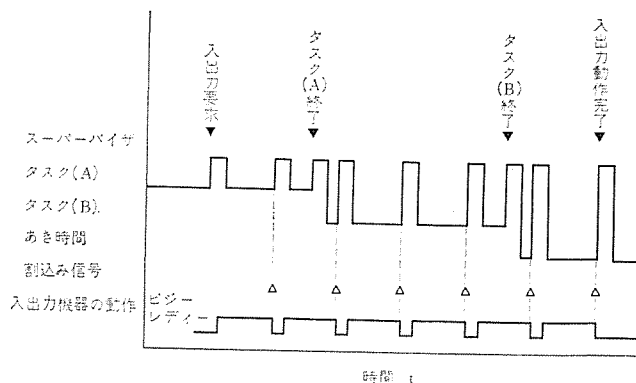


図 4. 5 低速入出力装置と CPU の動作
Timing diagram of low speed input/output device.

(g) 入出力機器のエラー

入出力機器の制御装置は、ある一定時間たっても、1命令分の入出力動作が完了しないと、その旨の情報を保持して、ITを発生する。スーパーバイザはこのエラー情報により、その機器の故障を判定し、警報印字を行なってその後の出力を中止する。

(h) 自己診断エラー

計算機が他にないにもする仕事がないとき、自己診断ルーチンを実行させ、合格不合格をチェックしている。不合格の場合、警報印字を行なう。

上記のうち、停電と入出力機器のエラー以外のエラーについては、警報印字を行なった後必要に応じて、

- 警報ランプを点灯、あるいは、警報ブザーを鳴動させる。
- 現状フリーズの出力をだす。
- 強制的に、プログラム実行を停止させる。
- スーパーバイザをイニシャルスタートさせる。
- 二重系であれば、他の系に切替える。

等の処置をとる。

4.3.2 スーパーバイザの構成

適用システムによって、周辺機器の種類と数、プロセス入出力の点数、あるいは、処理プログラムの数がおおの異なる。広い分野に適用でき、しかも最適な構成で、最適な機能を発揮するように、BOSのスーパーバイザは、数種類用意されている。たとえば、

- (1) 優先レベル構造がシングルレベルで、周辺出力機器を複数台制御する(MPT)機能があるもの。
- (2) 優先レベル構造は、シングルレベルで、MPT機能がないもの。
- (3) 優先レベル構造は、シングルレベルで、MPT機能は特定のタイプライタしか制御できないもの。
- (4) 優先レベルが多重で、MPT機能があるもの。

また、このおのおのは、スーパーバイザの各種の機能、メモリ容量等を左右するパラメータを持っていて、スーパーバイザをアセンブルするとき、そのパラメータを表わすシンボルを定義してやれば、不要なプログラムやテーブルが省かれたり、テーブル等の大きさが、最適化されたりするようになっている。

そのパラメータの代表的なものとして、つぎのものがある。

- 処理プログラム実行要求の最大待個数
- 処理プログラムの最大数
- シンクロナイズを実行する周期
- デジタル入出力のコアイメージの容量(入出力最大点数)
- FCT, LCT, および PTP の機器の有無、および台数出力機器への出力要求の最大待個数

この構造によって、スーパーバイザをジェネレートするとき、容易にそのメモリ容量を最適化することができる。

4.4 ディスクオペレーティングシステム(DOS)

処理プログラムの実行要求のだし方、プログラムナンバ、優先レベル構造、低速入出力機器の制御方式、エラーの処置等、BOSにおける考え方でできるだけ統一させてある。

適用ハードウェアの基本構成を、図4.7に示す。

4.4.1 DOSのスーパーバイザの機能

(1) 処理プログラム実行要求の受付

実行要求は、FORKマクロ命令をコールすることによって行なわれる。プログラムナンバの上位の1けたは、優先レベルナンバであり、優先レベル構造は、標準としてつぎのようになっている。

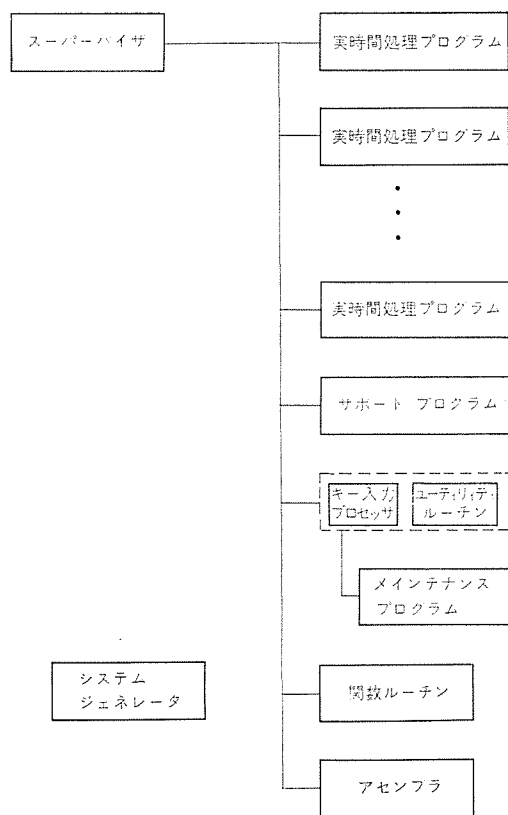


図4.6 ディスクオペレーティングシステム(DOS)の構成
Constitution of disk operating system (DOS).

1'stレベル : コアレジデントの処理プログラム

2'nd~4thレベル : ディスクレジデントの処理プログラム

(2) 優先度に応じたタスクの起動

実行要求が起こると、ディスクレジデントなプログラムの場合、スーパーバイザが、コアメモリに転送してから実行に移す。しかし実行要求は多重に発生するので、一般的には、実行要求がでているタスクは、スーパーバイザの中のタスク待行列にあり、ある時点でみると、すぐ実行に移せるREADYの状態のものや、ディスクメモリから転送中で、コアメモリ内にプログラムが、まだそろっていないもの、入出力動作の完了を待っているWAITの状態のものがある。スーパーバイザは、すぐ実行できるタスクのうち優先レベルの最も高いものを起動する。

(3) 優先レベルに応じた実行の流れの変更

低いレベルのタスクが実行中、より高いレベルのタスクがREADYの状態になると、実行中のタスクを中断してより高いレベルのタスクが実行される。あとで詳細に述べるが、コアメモリの実行領域は各レベルに分割、固定化されているので、このとき、低いレベルのプログラムの待避(Roll-out)は、行なわなくてよい。

中断されても、プログラムは、コアメモリに残っているから、高いレベルのタスクが終了したとき、ロールインすることなく実行が再開できる。

この機能は、(2)項の機能と合わせて非常に緊急度の高い仕事と、そうでない仕事とが混在している実時間処理システムでは、計算機を効果的に使ううえで、非常に重要である。

(4) 処理プログラム実行終了処理

(5) 割込信号処理

(6) 実時間のカウンタ

(7) 低速入出力機器の制御

いずれもBOSにおけるスーパーバイザの機能と同様である。

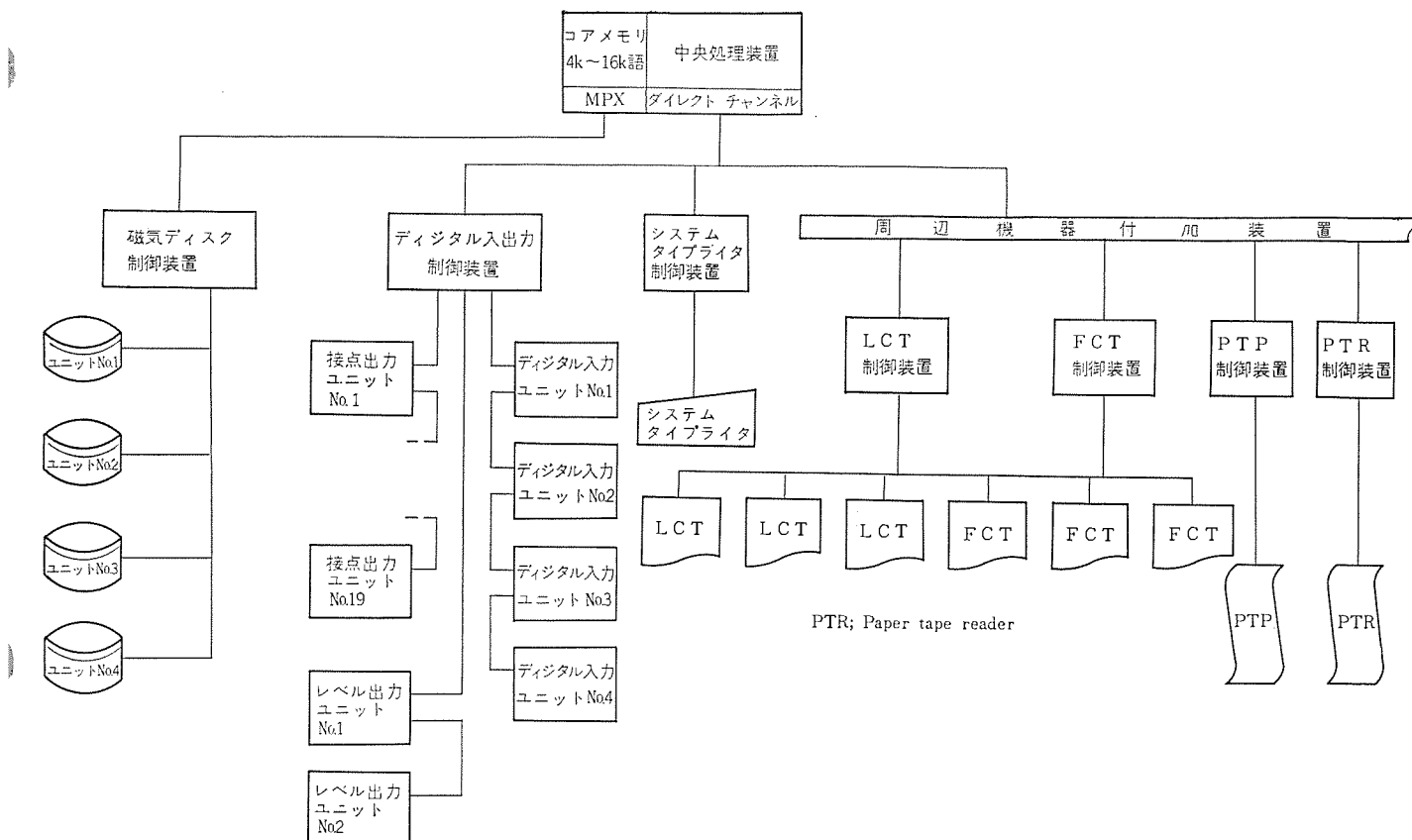


図 4.7 MELCOM 9100-5 ディスクシステムの基本構成
Basic disk system configuration of MELCOM 9100-5.

(8) 高速入出力機器——ディスクメモリ——の制御

処理プログラムが、ディスクメモリとの間でデータの転送をしたい場合、スーパーバイザに要求をだす。スーパーバイザは、転送実行中でなければ、すぐ転送起動命令をだす。もし、転送中であれば、待行列のなかにいれられる。この後すぐ要求をだしたタスクに戻るから、転送動作が完了するまで待つ (WAIT マクロ命令をコールする)。待っている間、他の低いレベルのタスクが実行される。

すなわち、転送動作は、高速データチャネルを通して、CPUの演算とは独立に並行して行なわれる。転送が完了すると、完了の割込信号が発生するので、スーパーバイザは待行列のなかのつぎの要求に対する処理を行なう。CPUの動作と転送動作の関係を図示すると、図4.8のようになる。

(9) エラー処理

計算機本体や入出力機器等のエラー検出のほか、ディスクメモリに関して種々の検出機構と処置が付加されている。ハードウェアで、パリティチェック、ビットカウントチェック、書込時の書込電流のモニタ、セクタパルスの

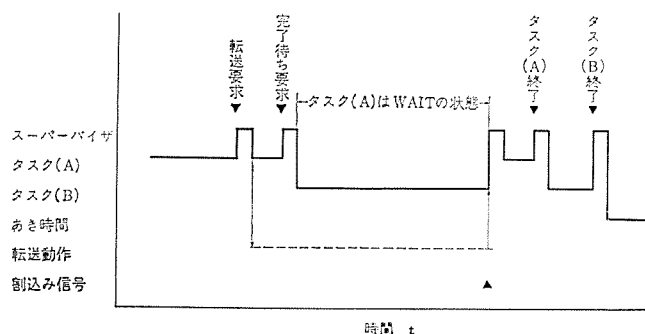


図 4.8 高速データチャネルを通したデータの入出力
Timing diagram for a system with high speed data channel.

欠如など厳重にチェックしている。より厳密性を高める必要があるときは、スーパーバイザでも、データのチェックサムを調べることができるになっている。これらのエラーが検出されると、致命的でないものは、数回再転送を行ない、それでもエラーが発生すれば警報印字をおこない、その旨転送要求をだしたタスクに知らせる。これらの処置により、信頼度が非常に高められている。

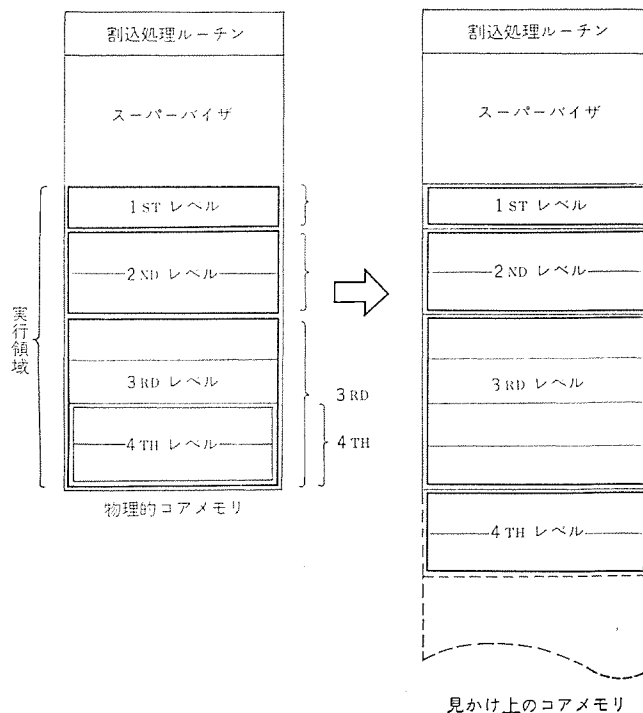


図 4.9 実行領域の割りつけ
Allocation of working area.

4. 4. 2 コアメモリ実行領域の割りつけ

コアメモリは、スーパーバイザと割込処理ルーチン等が常駐されている領域と、必要に応じて、ディスクメモリから転送されて実行される領域（実行領域）とに分かれる。この実行領域の使い方は、非常に重要な問題であり、その計算機システムの効率を、大きく左右する。DOSのスーパーバイザでは、各レベルに固有の領域を割りつける方式をとっている。すなわち、実行領域は128語の区域からなり、この連続した区域を各レベルに任意に割りあててゐる。このとき、実行領域をより有効に使うため、どの区域も複数のレベルに割りつけしてもよいようになっている。この多重割りつけの1例を図4.9に示す。このように、多重に割りつけると、みかけ上実行領域がふえたことになる。

5. む す び

以上、高速、高信頼性、経済的な小形計算機 MELCOM 9100-5 シ

ステムのソフトウェアを、全般にわたって紹介し、特に、中核となるスーパーバイザについて、コアシステムとディスクシステムの両方にわたって、その設計の基本的考え方を述べた。要約すると

(1) 入出力装置群とCPUの並列動作を実現させ、マルチタスク処理を行なっている。

(2) エラーの処理に関して多くの注意がはらわれている。

(3) 各機能がモジュール化されている。

コアメモリの容量が少なく、特にコアシステムについて、機能と所要メモリとの相矛盾する要求をいかに満たすかが、重要な課題であったが、各種パラメータを、ユーザが自分向けに設定できる構造にしたことによって、かなりの程度、解決できた。現在実動中のシステムのスーパーバイザは、この構造によって、おのおの、最適のメモリ容量に再生されたものである。

18GHz 帯 半 導 体 直 接 発 振 器

三 宅 隆*・香 川 哲*・角 田 登*

Solid State Microwave Power Sources in 18GHz Band

Kamakura Works Takashi MIYAKE・Satoshi KAGAWA・Noboru TSUNODA

Description is made herein about a Gunn and IMPATT diode oscillator developed for the purpose of being used for radio transmission equipment for wide band industrial television working by a FM system at 18 GHz band. To increase the external Q of the Gunn diode oscillator, to make a local oscillator having noise characteristics to a similar degree to klystron put into practice, and further to improve the deterioration of the modulation linearity accompanied by the temperature change, a FM deviator having a Gunn diode added with a band rejection cavity has been completed. In addition, to compensate the deficiency of transmission output an IMPATT diode amplifier making use of injection locking has been worked out.

These new points being woven into the system, it is made more compact and economical than old ones and simplicity in the maintenance is enhanced.

1. ま え が き

近年半導体固体素子の進歩はめざましく、マイクロ波からミリ波帯にわたって開発されているガンダイオードやインパットダイオードなどの直接発振素子の実用化の気運が高まってきている。これらの素子は、いわゆる半導体走行時間効果を利用したもので、トランジスタの特性がこの効果のため劣化を生じ使用不可能となる周波数、すなわち約 10 GHz 以上において有用性を発揮する。

現在、画像通信サービスの一段階として広帯域産業用テレビ (ITV) 用としての新周波数帯、18 GHz 帯 (17.7~19.3 GHz) のチャンネルプランが郵政省電波監理局において検討されつつあり、また最近日本電信電話公社においても 18 GHz 帯を用いた画像伝送用実験局の免許が認可され、技術的諸問題およびサービス方式についての検討がなされつつある。当社においても、北伊丹製作所で開発されたガンダイオードおよびインパットダイオードを使用した 18 GHz 帯画像伝送装置の開発を行ってきたが最近に至って実用的段階に達した。

この装置に使用された半導体直接発振器の開発経過は次の通りである。われわれはまず、ガンダイオードおよびインパットダイオード発振器について発振特性、温度特性、負荷特性および雑音特性などの基本特性を検討するかたわら、ダイオードの信頼性を支配する素子自体の問題と熱放散の問題の解明に努めた。次にシステムの検討により FM 変調方式を採用することに決定し、直接 FM 変調器および受信局発用としての低雑音発振器の開発に重点をおいた。前者は帯域阻止空洞をガンダイオード発振器に付加する方式を実用化し、温度変化に伴う変調微分特性の劣化および FM 雑音特性を改良した。また送信電力として約 100 mW が必要であったため、初期はガンダイオードの並列運転を考えたが、インパットダイオードの高出力性に着目し、FM 変調器出力にこれを位相同期させて良好な雑音特性と所要の送信出力を得ることができた。受信局発用としてはガンダイオード発振器の外部 Q の増大により、雑音特性をクライストロンと同程度にすることに成功し、十分実用に供しうる発振器が得られた。以下にこれらの諸項目の開発結果について述べる。

2. 発 振 素 子

2. 1 ガンダイオード⁽¹⁾

1963 年 J. B. Gunn によって発表されたガンダイオードは、きわめて低い直流電圧で直接マイクロ波出力が得られる半導体発振素子である。ガンダイオードは GaAs を材料として作られるが、GaAs の物理的性質により 3 kV/cm 以上の電界では高電界層が発生し、これが陰極から陽極に走行することにより発振が起これと言われている。

したがって動作層の厚さはほぼ周波数に反比例して薄くなり、18 GHz の場合は約 5 μ である。初期のガンダイオードはポト成長の材料で作られていたが、周波数が高くなると所定の厚さにすることが非常に困難となること、抵抗の温度係数が負のために熱暴走を起こして破壊しやすいなどの欠点があった。そのため最近ほとんど気相エピタキシャル成長法で作られている。

18 GHz 帯ガンダイオードの構造は図 2. 2 に示すように GaAs 基板

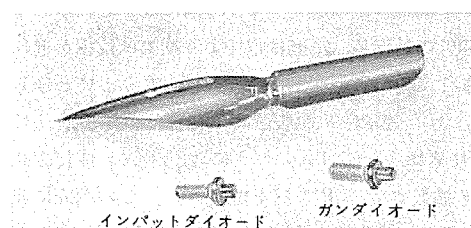


図 2. 1 18 GHz 帯半導体直接発振素子
Gunn diode and IMPATT diode in 18 GHz band.

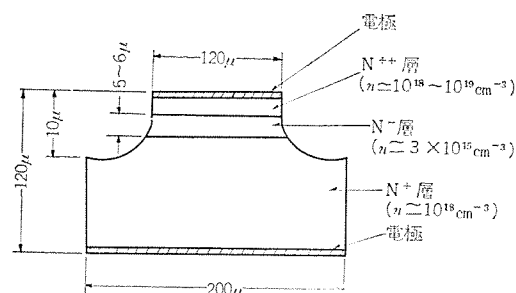


図 2. 2 18 GHz 帯ガンダイオードの構造
Structure of gunn diode in 18 GHz band.

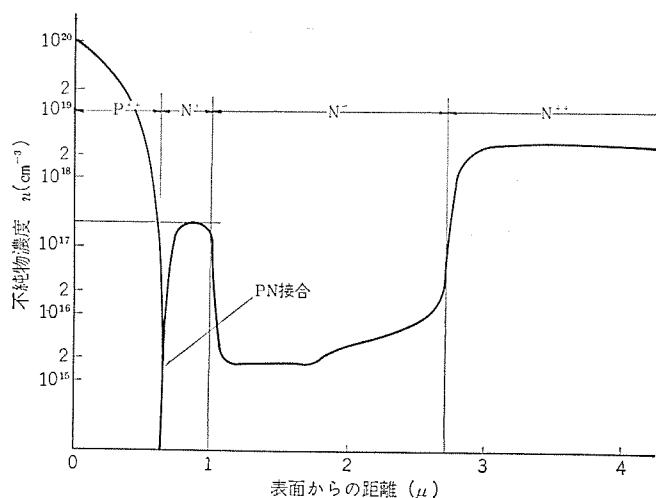


図 2.3 18 GHz リードダイオードの不純物分布
Impurity distribution of read diode in 18 GHz band.

(N⁺ 層) に厚さ数 μ の動作層 (N⁻) を気相エピタキシャル成長法で作る、その上に低抵抗層 (N⁺⁺) を液相成長でつけたいわゆるサンドイッチ構造となっている。この両面に非整流性電極をつけて、メサ形にしたペレットを動作層がヒートシンク側になるようにパッケージにマウントすればダイオードができる。パッケージはマイクロ波特性上から浮遊リアクタンスを小さくしてある。また放熱を考慮して、パッケージにはねじが切っており、ダイオードマウントにねじ止めるようになっている。

2.2 インパットダイオード⁽²⁾

インパットダイオードは降伏電圧以上に逆方向電圧を加えてゆくと、なだれ電流による負性抵抗を生じ、適当な共振器に入れるとマイクロ波出力が得られる半導体発振素子である。インパットダイオードを構造上から分類すると PN 形、PIN 形および PNIN 形の 3 種類となり、それぞれ一長一短を持っている。PNIN 形はリードダイオードと呼ばれ、構造が複雑なため製造がむずかしいと言う欠点があるが、他のタイプのダイオードに比べて低電流動作時の効率が高い長所がある。このため 18 GHz 帯ではリードダイオードを採用している。18 GHz 帯リードダイオードの不純物分布を図 2.3 に示す。このダイオードに降伏電圧以上の逆方向電圧を加えると P⁺⁺N⁺ 接合近傍で非常に高電界となり、なだれによる多数の電子が発生し N⁻ 層に注入される。N⁻ 層の電子は飽和速度で走行し、電流は電圧より次第に位相が遅れ、N⁻ 層の長さが適当であれば電流と電圧は逆相となり、いわゆる負性抵抗が得られる。リードダイオードの製法は Si 基板 (N⁺⁺ 層) 上に N⁻ 層、N⁺ 層をそれぞれ 1.5 μ 、1 μ の厚さにエピタキシャル成長させたウェハーに Boron を拡散させて P⁺⁺ 層を得ている。この両面に非整流性電極を付け、所定の大きさ (100~120 μ sq) とし、接合部がヒートシンク側になるようにパッケージにマウントする。パッケージはガンダイオードのパッケージよりさらに小形になっている。

3. 発振器の基本的特性

3.1 発振回路

ガンダイオード発振器の設計に当っては、雑音特性、温度特性、安定性など考慮すべき事項が多いが、実用に供しうる特性を得るためには出力が少なからず犠牲になることが多い。そこでまず与えられたダイオードから効率良く出力を取り出す必要がある。

Copeland の計算によると共振回路を有するガンダイオードで最大効率を得るためには最適負荷が存在し、この値は低電界での素子の抵抗と密接な関連があることがわかっている⁽³⁾。発振回路とその等価

回路は図 3.1 のように表わされるが、ここでアイリスを取り除き負荷との結合を密にすれば一般に出力は増大する。この場合の負荷は導波管の特性アドミタンスと等しくなるが、効率を最大にする最適の値が存在する。われわれはリーク線図を用いて当社製ガンダイオードについて実験を行なった結果、WRJ-180 形標準導波管の特性インピーダンスの約 1/3 を有する偏平導波管が最適であった⁽⁴⁾。

発振器の実用化に際しては、雑音特性の改善および特性の安定化を計るためにアイリス等を装荷して外部 Q を増す必要があるが、この場合にも上述の実験結果は出力の増大を計るための基礎となった。次にガンダイオードの等価回路は図 3.2 のように表わされる。ここで -G はダイオードの負性コンダクタンス、C_d は素子の等価容量、C_p および L_p はパッケージの容量およびインダクタンスである。

ガンダイオードは負性コンダクタンス成分がかなり優勢であるため Q の低い共振回路に装荷しても容易に発振する。動作時においてそのリアクタンス成分はドメインの発生のため容量性を示すため、発振条件からこれを打消すべくインダクタンスを装荷してやる必要があり、これはダイオードとその後方に設けられた短絡板との間の距離を $(n+1/4)\lambda_0$ ($n=0, 1, 2, \dots$) より短くすれば実現できる。以上のような考え方に基いて設計したガンダイオード発振器の特性の 1 例を図 3.4 に示す。一般にスレッシュホールド電圧 V_{th} = 3~4 V、出力 P_0 = 30~40 mW、

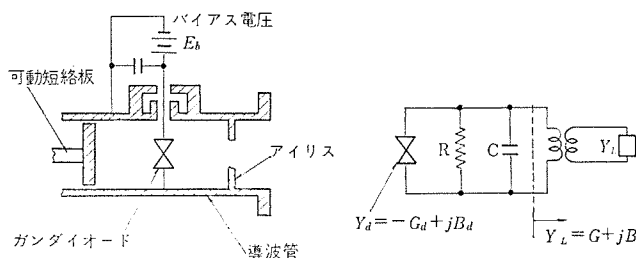


図 3.1 ガンダイオード発振器の構造と等価回路
Structure of gunn diode oscillator and its equivalent circuit.

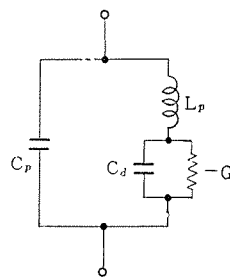


図 3.2 ガンダイオードの等価回路
Equivalent circuit of gunn diode.

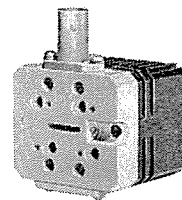


図 3.3 18 GHz 帯ガンダイオード発振器
Gunn diode oscillator in 18 GHz band.

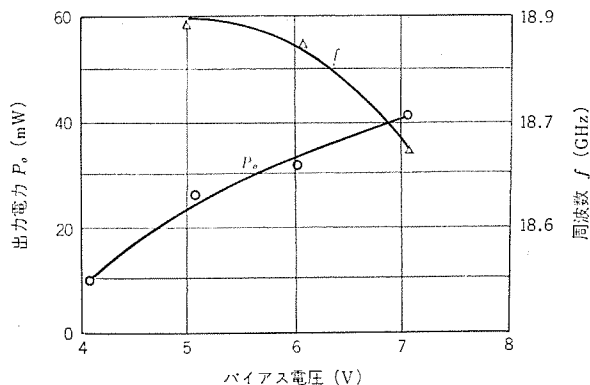


図 3.4 ガンダイオード発振器の特性
Typical characteristics of gunn diode oscillator.

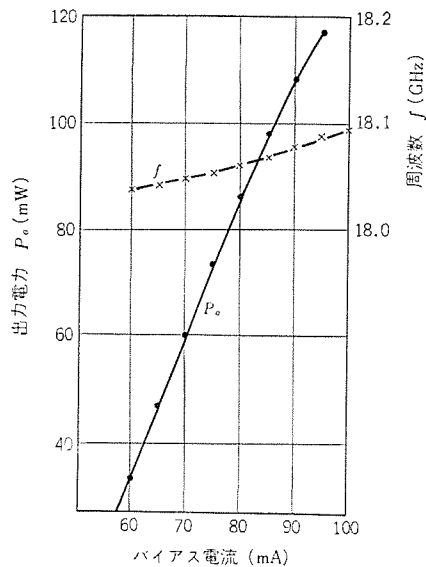


図 3.5 インパットダイオード発振器の特性
Typical characteristics of IMPATT diode oscillator.

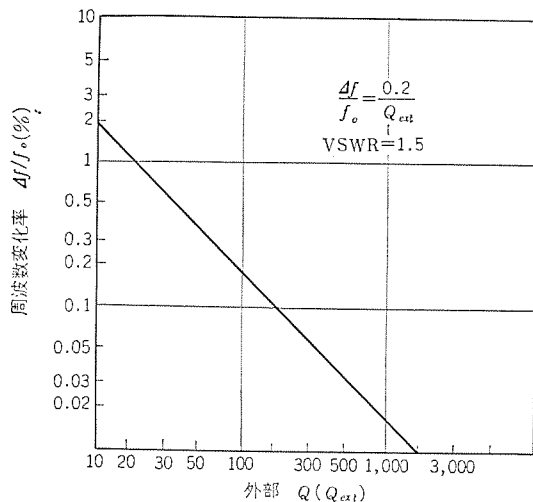


図 3.6 外部 Q と周波数変化率との関係
Relation between external Q and frequency pulling.

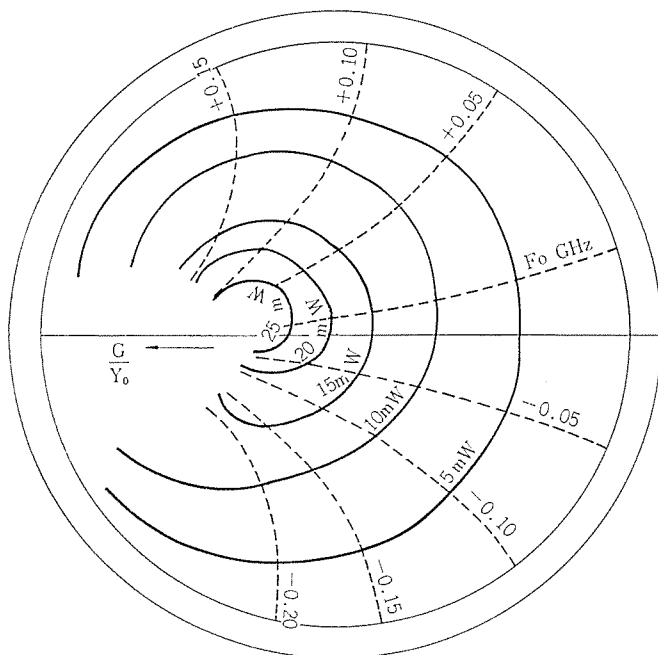


図 3.7 18 GHz 帯ガンダイオード発振器のリーケ線図の一例
A Rieke diagram of gunn diode oscillator in 18 GHz band.

効率 $\eta=1\sim2\%$ が得られ周波数は可動短絡板により約 1,000 MHz は可変可能であり、その場合の出力の変化は約 1 dB である。インパットダイオード発振器にも上述の手法がある程度適用できるが、ガンダイオード発振器と本質的に異なる動作原理を利用しているため高出力、高効率を得られる代わりに外部回路の同調状態に敏感に依存するため、発振器の設計に当たっては種々の考慮を払わなければならない。インパットダイオード発振器の特性の 1 例を図 3.5 に示す。18 GHz 帯では一般に動作電流 $I_B=80\sim100$ mA, 出力 $P_0=80\sim150$ mW, 効率 $\eta=4\sim5\%$ が得られている。

3.2 負荷特性

発振器の出力は一般に負荷の大きさに左右されるため、最適負荷を与えて出力の増大を計る必要があるが、整合負荷で出力が最大になるように調整されていることが望ましい。同時に負荷の変動によって発振出力および周波数の変動が少ない安定した発振が得られなければならない。後者の特性を良好にするには、発振器の外部 Q , Q_{ext} を増加させれば良いが、これを実現するには一般に負荷回路と発振器との結合が疎になるため回路能率が低下し出力が減少するため上記の二つの要求は互いに相反する要素を持っている。

負荷の変動に伴う周波数変化の関係を求めるために図 3.1 の等価回路において平衡条件を求めると次式のようにになる。

$$\dot{Y}_d + j \frac{2\Delta f}{f_0} + \frac{1}{Q_0} + \frac{\dot{Y}_{L'}}{Q_{ext}} = 0 \quad (3.1)$$

ここで

$\dot{Y}_d = -G_d + jB_d$: ガンダイオードのアドミッタンス

$\dot{Y}_{L'} = G + jB$: 空洞からみた負荷のアドミッタンス

Q_0 : 空洞の無負荷 Q

f_0 : 中心発振周波数

Δf : f_0 からの周波数変化

式 (3.1) から次の関係が得られる。

$$\frac{\Delta f}{f_0} = -\frac{B}{2Q_{ext}} \quad (3.2)$$

ただしガンダイオードのサセプタンス B_d はバイアス電圧が一定ならば一定値となりその影響は少ないものとした。

負荷の電圧反射係数を Γ , 反射点までの電気角を θ とすると

$$B \cong \frac{2\Gamma \sin \theta}{2\Gamma \cos 2\theta + 1} \quad (3.3)$$

ただし $\Gamma \ll 1$

今反射点の位置を変化させたとき、すなわち式 (3.3) で Γ を一定に保ち θ を変化させた場合、 $|B| \leq 2\Gamma$ であるから結局外部 Q , Q_{ext} を有する発振器に電圧反射係数 Γ を有する負荷を接続したときの最大周波数変化は次式で与えられる。

$$\frac{\Delta f}{f_0} = \frac{\Gamma}{Q_{ext}} \quad (3.4)$$

Q_{ext} が大きいほど負荷の影響が少ないことが式 (3.4) から明らかである。負荷の $VSWR=1.5$ ($\Gamma=0.2$) に対する Δf の値を Pulling Figure と称し発振器の安定度の目安を表わすのに用いられる。この場合、外部 Q と周波数変化の割合との関係を図示したのが図 3.6 である。任意の負荷の発振器の出力特性への影響はリーケ線図によって表わされる。18 GHz 帯ガンダイオード発振器のリーケ線図の 1 例を図 3.7 に示す。この場合は負荷との結合度を密にして出力の増加を計った場合で外部 Q は小さい。外部 Q を大きくすれば負荷の影響が軽減されこの様子がリーケ線図に表われてくることは

言うまでもない。

3.3 温度特性

GaAs の電子移動度は使用温度範囲で温度上昇に伴って減少し、これがガンダイオード発振器に温度特性を与えるおもな原因と考えられる。共振器で制御されない場合のガンダイオード発振器の周波数安定度は $-2 \times 10^{-3}/^{\circ}\text{C}$ 程度と考えられ、これを共振回路に装荷して外部 Q を増加してゆくと次第に共振回路を構成する金属材料の熱膨張係数で決まる周波数安定度に近づいてゆく。実測によると $Q_{\text{ext}} \approx 60$ 程度のガンダイオード発振器の示す周波数安定度は $-1 \times 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$ (温度範囲: $-10^{\circ}\text{C} \sim +50^{\circ}\text{C}$) 程度であり、中心周波数の変化に直すと約 $1.8 \text{ MHz}/^{\circ}\text{C}$ となる。このように周波数の温度変化の大きいのがガンダイオードの欠点である。実用に際しては外部 Q を増して温度特性を軽減しなければならないが温度範囲 $-10^{\circ}\text{C} \sim +50^{\circ}\text{C}$ にわたって -1×10^{-4} 程度の周波数安定度が要求されるため、ほかになんらかの対策が必要となる。帯域阻止空洞を付加し注入同期を行ない外部 Q を激増させる方法や AFC を設けることにより上記の欠点を解決することができた。インパットダイオード発振器の温度特性はガンダイオードのそれよりいくぶん少なく $-5 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ ($Q_{\text{ext}} \approx 50$) 程度が得られている。

3.4 雑音特性

一般に発振器の出力電力に含まれる雑音は AM 成分と FM 成分とに分けられ、AM 成分は発振器を局発用として使用したときの受信機の雑音指数に影響を及ぼし、FM 成分は発振器を送信源として使用したとき、復調後の信号の S/N 比を悪化させる。これらの雑音の評価方法は次のとおりである。すなわち発振周波数 f_0 から周波数 f_m だけ離れた点において、帯域幅 ΔB の中に含まれる雑音電力 N と発振出力 C との比をとって $(C/N)_{\text{AM}}$ または $(C/N)_{\text{FM}}$ なる量を dB で表わして比較する。負性コンダクタンスを用いた発振器の理論によると FM 雑音は外部 Q の 2 乗に逆比例して減少し、AM 雑音もまた、外部 Q の増加に伴って減少することがわかっている⁽⁵⁾。そこで外部 Q を増加させれば、負荷特性や温度特性ばかりでなく、雑音特性も改善されるわけである。図 3.8 にガンダイオード発振器の雑音特性の 1 例を示す。図 3.8 から明らかなように、外部 Q の増加に伴って FM および AM 雑音共大幅に改善されている。

$Q_{\text{ext}} = 25$ の場合にはクライストロンに比べて 10~15 dB 程度悪いが $Q_{\text{ext}} = 100$ にすることによりほぼクライストロンと同程度の雑音特性に改善されている。この程度になれば実用上問題がなくなる。バイアス電圧によっても雑音特性が変化すること、また出力が最大になる周波数で概して雑音も少なくなること等がわかっている。インパットダイオード発振器の雑音はガンダイオード発振器のそれに比べて一般に 20~30 dB 悪いため、低雑音性が要求される目的に使用するにはさらに検討を要する。なお雑音の測定方法としては、FM 雑音はマイクロ波周波数弁別器を、AM 雑音の測定にはマイクロ波直接検波器を用い、いずれも検波用ダイオードはフリッカ雑音の少ないショットキバリアダイオードを使用した。

3.5 放熱と信頼性

ガンダイオード (またはインパットダイオード) の寿命は動作層の温度に左右されるため、許容動作層温度の上限を知り、使用条件 (与えられた入力電力、周囲温度範囲) のもとで十分余裕のある放熱効果をもったマウント構造の発振器を設計しなければならない。ガンダイオードで最高温度となるのは N^+ 層と N^- 層との境界部分であり、ここで発生した熱は一定の熱抵抗を経てパッケージに伝導される。実用に当た

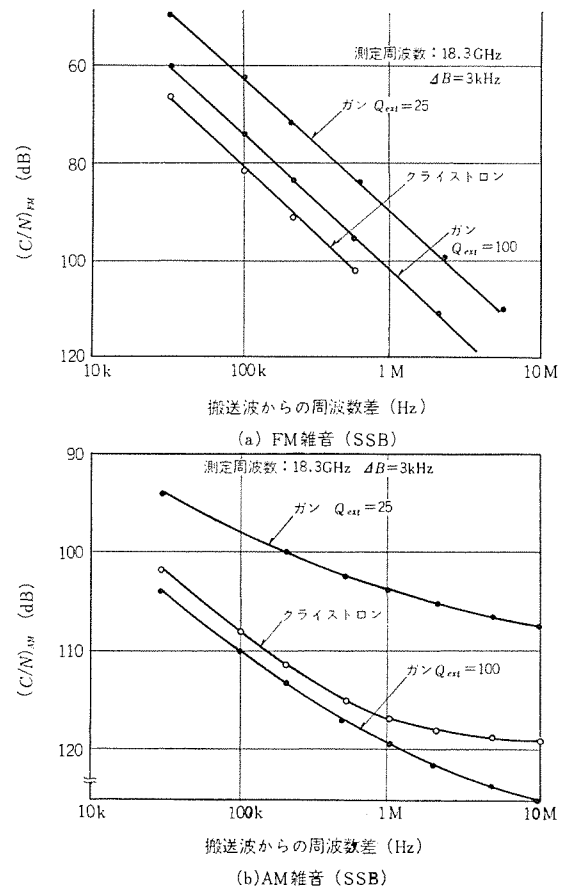


図 3.8 ガンダイオードの雑音特性
Noise characteristics of gunn diode oscillator.

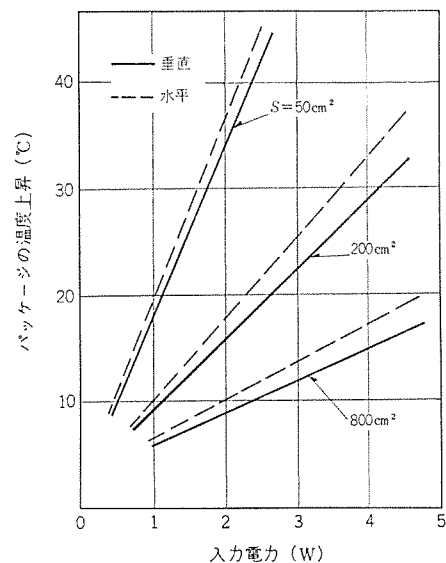


図 3.9 入力電力とパッケージの温度上昇との関係
Relation between input power and temperature rise of diode package.

っては動作層の温度よりパッケージの表面温度で規定した方が便利であり、検討の結果許容パッケージ表面温度の上限値は 73°C であることが判明した。

次に入力電力とパッケージの温度上昇の関係を放熱面積 S をパラメータとして実験的に求めたものが図 3.9 であり、入力電力および最高周囲温度が与えられれば、放熱を考慮したガンダイオード発振器の設計が可能となる。1例として入力電力 3 W の場合周囲最高温度を 50°C とすると放熱面積は約 200 cm^2 となる。実際にはフランジを介

して他の部分に熱が伝導され、等価的に放熱面積が増加するからこの値より少なくて済む。以上のように放熱の点を十分考慮して設計された発振器でガンダイオードおよびインパットダイオードの寿命試験を実施中であるが、いずれも約9,000時間経過した時点では劣化は認められていない。

4. 直接 FM 変調器

4.1 変調器の構成および性能

ガンダイオード発振器はバイアス電圧の変化によっても発振周波数に変化するが、出力電力の変化が大きい欠点があるため、バラクタダイオードを用いて空洞の電気寸法を変化させ FM 変調を行なうのが普通である。次に FM 変調器で規定される項目は主として変調微分特性と雑音特性であり、前者は一般に温度によって変化するためこの点を改良したものでなければならない。これらの要求を満足させるには外部 Q を増せば良いことは 3.3 節および 3.4 節から明らかである。

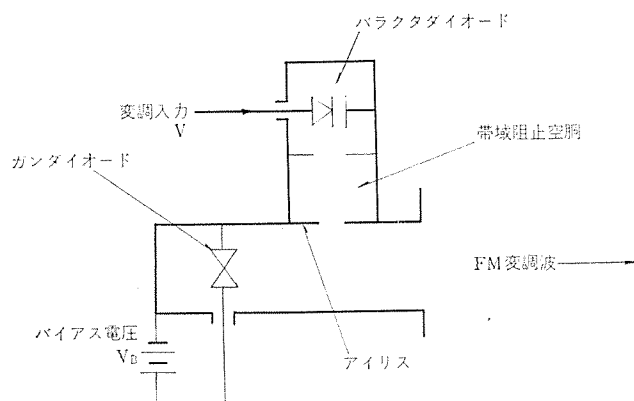


図 4.1 直接 FM 変調器の構成
Structure of FM deviator.

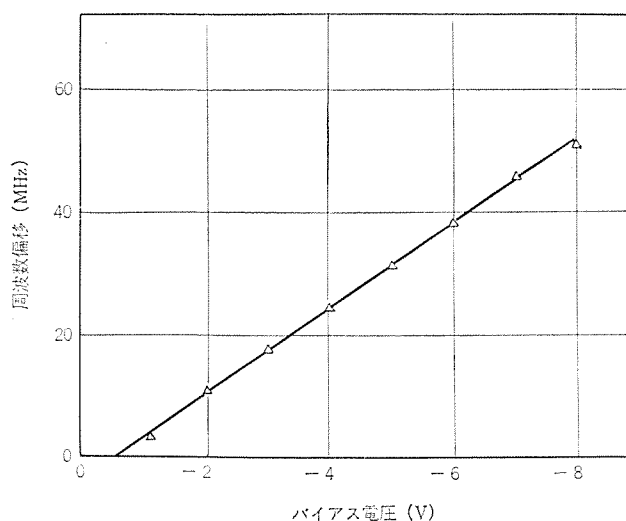


図 4.2 FM 変調器の特性
Typical characteristics of FM deviator.

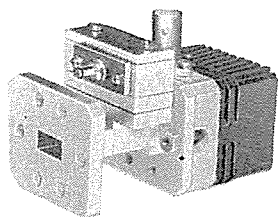


図 4.3 18 GHz 帯直接 FM 変調器
FM deviator in 18 GHz band.

る。採用した直接変調器の構成は図 4.1 に示すようなものでありその動作は次のとおりである。

一定のバイアス電圧が与えられたガンダイオード発振器から $n\lambda_g/2$ ($n=1, 2, \dots$) だけ離れたところにアイリスを介して帯域阻止空洞を設けると、この空洞の共振周波数で出力電力の一部が反射しこの反射電力にガンダイオード発振器が位相同期するため、出力波の周波数は空洞の周波数と同一となる。この空洞に図のように適当なアイリスを介して結合されたバラクタダイオードのバイアス電圧を変調信号に応じて変化させれば、出力波は周波数変調を受けることになる。この方式の特長は発振器の外部 Q がほとんど帯域阻止空洞のそれであるため、変調特性はガンダイオードに左右されないため調整が容易な点である。また注入同期を利用しているため、搬送波近傍の FM 雑音は著しく改善され出力の S/N 比は良好となり十分要求性能を満足するものが得られた。図 4.2 は特性の一例を示したもので、当社製バラクタダイオード MV 8000 シリーズを用いて、温度範囲 $-10^\circ \sim +50^\circ \text{C}$ にわたって変調微分特性は偏差 3% 以下（周波数偏移 8 MHz P-P）が得られた、図 4.3 はこの FM 変調器である。

4.2 変調微分特性の検討

図 4.1 でガンダイオードのバイアス電圧 V_B 一定のもとで、帯域阻止空洞の共振周波数 f_2 を変化させると出力波の周波数 f_3 は図 4.4 のように変化するが $f_2 = f_0$ の付近では $f_3 = f_2$ であるから、この FM 変調器の変調微分特性はバラクタダイオードのバイアス電圧 V の変化に対する帯域阻止空洞の共振周波数 f_2 の変化に着目して検討を

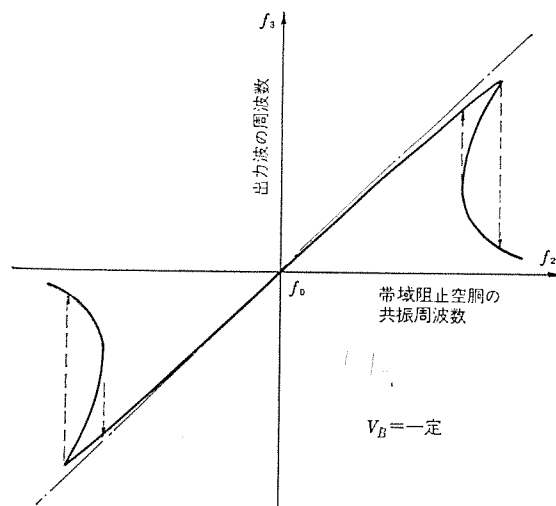


図 4.4 帯域阻止空洞付きガンダイオード発振器の同期特性
Locking characteristics of gunn diode oscillator with band rejection cavity.

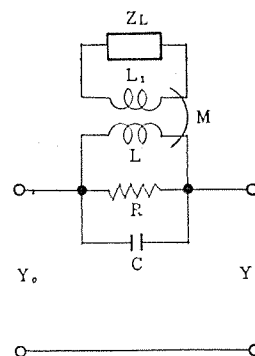


図 4.5 帯域阻止空洞の等価回路
Equivalent circuit of band rejection cavity.

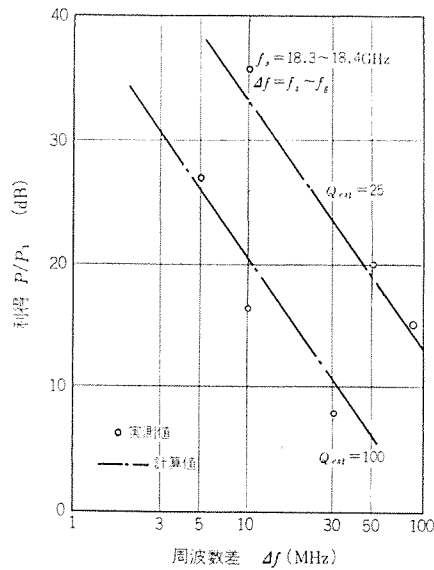
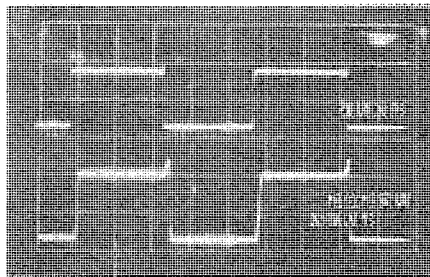
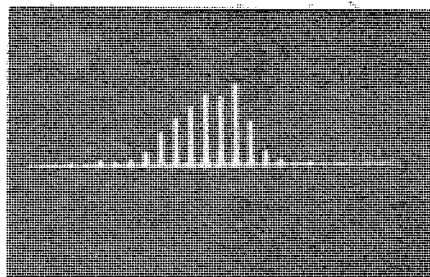


図 5.3 注入同期特性
Injection locking characteristics.



時間軸：1 μs/div.

図 5.4 復調波形および二相位相変調器励振波形
Demodulating waveform and exciting waveform of digital phase.



等号速度：8 Mb/s

図 5.5 PM 変調波スペクトル
Spectrum of phase modulating signal.

次に前述した直接 FM 変調器の出力を インパットダイオード 発振器に注入することにより，出力波の FM 雑音特性が ガンダイオード 発振器のそれと同程度に改善された出力約 100 mW の FM 送信機を得ることができた。

6. む す び

18 GHz 帯広域産業用テレビ (ITV) 伝送装置に ガンダイオード および インパットダイオード 発振器を採用するため，発振器の基本特性を解明し，これを基にして雑音特性の良好な局部発振器および変調微分特性の良好な直接 FM 変調器を実用化し，さらに注入同期を利用したインパットダイオード 増幅器により，出力電力が大きく雑音特性も実用上十分な送信源を開発し，従来に比べて小形化，消費電力の低減および保守の簡易化を計った新しい装置を構成可能にする道を開いた。

また実用化された直接発振器を使用した 18 GHz 帯 ITV 伝送装置は，直径約 300 mm の空中線の背後に送信機または受信機を備えた小形構造であり，良好な品質の標準テレビ画像の伝送を行なうことができる。

おわりに種々のご示唆をいただいた日本電信電話公社電気通信研究所無線伝送研究室の高田室長ほか関係各位，ガン および インパットダイオードの開発を担当された北伊丹製作所，およびひごろご指導いただく電子機器研究部の関係各位に感謝の意を表する。

参 考 文 献

- (1) J. B. Gunn : Microwave Oscillation in Gallium Arsenide, Solid State Communication, 1, 88~91 (1963)
- (2) W. T. Read : A Proposed High Frequency Negative-Resistance Diode, BSTJ, 37, 401~446 (1958)
- (3) John A. Copeland : Theoretical Study of a Gunn Diode in a Resonant Circuit, IEEE Trans., ED-14, 2, 55~58 (1967)
- (4) 三宅, 香川, 角田, 田中 : 昭 43 信学全大, No. 504
- (5) J. Josenhans : Noise Spectra of Read Diode and Gunn Oscillators, P. IEEE, 54, 1,478~1,479 (1966)
- (6) 白幡 : BRF 装荷による負性抵抗発振器の安定化, 信学論 (B) 52-B, 485~487 (1969)
- (7) Richard C. Mackey : Injection Locking of Klystron Oscillators, IRE Trans., MTT-10, 4, 228~235 (1962)
- (8) 三宅, 香川, 山野辺, 角田 : 昭 44 電学連大, No. 513
- (9) 渡辺, 角田, 斎藤 : 昭 44 信学全大, No. 435

テレビジョン受信機のサービス性評価法

倉 田 健 一*

A Method to Evaluate the Serviceability of TV Receivers

Kyoto Works

Kenichi KURATA

Every apparatus has to be given consideration to its maintenance in the course of design. Particularly in such a case of electronic devices as TV receivers with which sufficient technical knowledge can hardly be expected from a person in charge of the maintenance, care should be exercised in this point.

This report states a comment on how much solicitude is necessary from the comprehensive viewpoint on the matter. Based on it herein are quoted those subjects as "Ease in servicing" "Reliability on the parts" and "Interchangeability of the parts". Also described is a method to evaluate worked out in connection with these points.

1. ま え が き

機器や設備においては、設計にもりこむべき事柄として、その機器に本来要求される機能設計のほかに、つぎのものがあげられている。

- (1) 便利さと安全性を有すること (Utility and safety)
- (2) メンテナンスが容易なこと (Maintenance)
- (3) コストが安くなること (Cost)
- (4) セールスアピールをもつこと (Sales appeal)
- (5) 外観がよいこと (Appearance)

以上の内容はドレフュス(アメリカ、ユナイテッドステーツ号等の設計者)によって説かれているものである。

このレポートにおいては上記5項目のうち、「メンテナンス」を中心として、その設計に対する評価法を考えてみた。

メンテナンスが容易であるということは、ただ単に故障修理が行ないやすいといった観点から考えるべきでなく、つぎのような配慮もなされなければならない。

- ・故障個所の発見のしやすさ
- ・故障部品の交換の容易さ
- ・使用部品の信頼度
- ・補修部品の入手の容易さ

要するに機器の信頼度をあげ、か(稼)動率(Availability)をよくし、また修理に要する時間を短かくすることである。

特にメンテナンスを行なう技術者が十分な技術を修得していると言いがたい電子商品については、これらに対する考慮が十分に払われなければならない。

さらに、以上に述べた要素は個々に設計され評価されるものであってはならず、総合的にまとめた体系として設計されなければならないものである。

具体的に述べるならば、部品の信頼度、故障部品の交換の容易さといった項目は、設計時それぞれ単独に追及されるが、設計の最終段階においては総合的に、たとえば部品の信頼度の非常に高い部品は、交換の容易さは多少劣ってもやむを得ないといった総合判断のもとに設計されるべきであろう。この判断の基準となるものは、もちろんコストということになる。

ただし、ここで強調しておきたいのは、コストによる総合判断はあくまでも最終段階で行なわれるべきであり、サービス性がよかつ低

コストの設計を目標とし、設計をすすめたいうで、究極的に判断がくだされるべきであり、安易な態度で「サービス性をよくしたから、コストアップになった」といった考え方をとるべきではない。というのは、この場合のコストとは、設計コストばかりでなくサービスに要するコストも考えるべきだからである。

以上のように総合的なサービス性設計を行なう場合には、まず先にあげた項目を具体的に分析評価する方法を確立するのが、最もよい方法である。もちろんこの評価方法は主観のはいらないものでなければならない。また相対評価でなく絶対評価を行なわなければならない。

というのは、このような評価においては、往々にして主観がはいるものであり、またA社の製品と比較して……とか、Bの機種とくらべてといった相対評価が行なわれやすい傾向をもつからである。相対評価は常に評価基準・判断基準が不確定であり、これから得られるものは思いつき設計あるいは右顧左弁(眊)設計でしかない。

2. テレビジョン受信機のサービス性評価

TVセットの「サービス性」を向上させるには、単なる抽象論ではなく、具体的にどの個所に問題があるのかを指摘する必要がある。先に述べた要素を基礎に、サービス設計(サービス性をよりこむための設計)を評価するフローチャートを図2.1に示す。

各要素の評価方法はそれぞれ、5段階にランク分けを行なう。

すなわち――。

評価 5: サービス性非常に良い

4: サービス性良い

3: サービス性普通

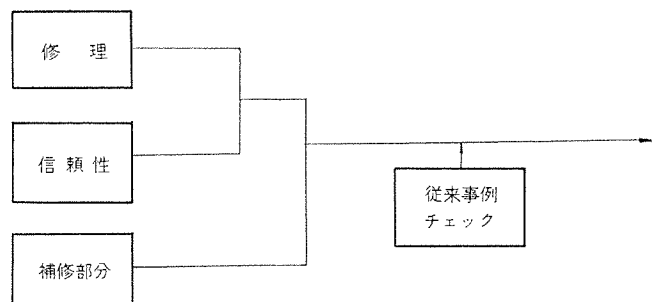


図 2.1 サービス性評価構成
Constitution of serviceability evaluation.

2：サービス性悪い

1：サービス性非常に悪い

以上の判断基準にもとづき、修理、信頼度、補修部品について評価を行ない、その結果を総合して判断を行なう。

なお、内容によってはランク評価のしにくいものがあり、これらについては、チェック項目をきめ、それを個々にチェックする方法をとっている。

たとえば図 2.1 において「従来事例によるチェック」がそれである。TV セットや使用部品の修理、故障状況などに関する情報が、外部の顧客をはじめサービス・営業関係者から伝えられてくる。

これらの情報は一見「断片的」「思いつき」「主観的」なものも少なくないが、受け手が明確な判断基準をもったうえで、選別し体系化すれば価値の高いものとなる。そこで「従来事例によるチェック」においては、そのような外部情報を整理し、体系づけ、チェック項目ごとにウエイトをつけてチェックをするのがよい。

また5ランク評価については、テレビジョン受信機の各回路をとりだし、回路ごとに「修理」「信頼度」「補修部品」の評価を行なっている。このようにして回路ごとに評価した結果を総合すれば、セット自体のサービス性が評価されることになる。

TV セットの回路区分はつぎのように行なう。

チューナ、VIF、ビデオ、SIF および音声、同期分離および垂直偏向、水平偏向および高圧、クロマ、コンバーゼンス、電源、付属回路

このように区分した回路について、トランジスタの1個1個からはじめて、抵抗器、コンデンサ類の1個ずつを対象とすることは、その数からしても不可能に近く、またあまり意味もない。

そこで基本的には、それぞれの部品について信頼度を考慮するが信頼度の比較的低いものは1個1個を対象とし、信頼度の高いものはひとまとめに群としてとりあつかう。なお信頼度の資料は D. R. Earlres の基準故障率によった。

この基準表のうち故障率が平均値において $0.316/10^6 \text{ h}$ を越えるものについては個別に評価し、それ以下のものについては基本的には群として評価している。

Earlres の表より、区分をするとつぎのようになる。

(a) 個々に評価するもの

クリスタルオシレータ、ヒューズ、ランプ、メータ類、セレン整流器、サーミスタ、出力トランス、パワートランス、ゲルマニウムトランジスタ、シリコントランジスタ、ブラウン管、真空管、一部の可変抵抗器等

(b) 群として評価するもの

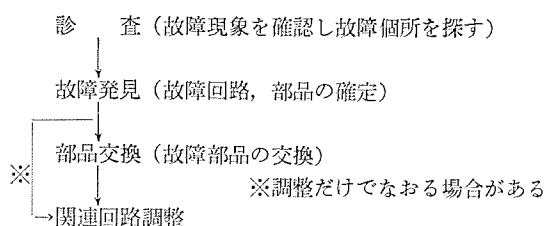
コンデンサ類、抵抗器類、高周波コイル、ソケット類、スイッチ等

3. 評価方法

3.1 修理

修理をここでは故障箇所を発見し、故障部品を交換あるいは良好な状態に調整することに限定する。

作業手順を分析すると、つぎのようになる。



したがって修理評価においては、この手順のすべてについて評価、チェックを行なうことになる。

手順のうち、「部品交換」はランク評価が可能であるが、他の項目については、チェック項目を設定しそれによってチェックを行なっている。つぎにチェック項目の例をあげる。

(a) 修理調整時特殊な工具は必要としないか。

(b) 各回路の配置は信号の流れにスムーズに従ったものとなっているか。

(c) 修理調整時補助工具を必要としないか。

(d) ショッピをみれば説明書がなくともただちに目的の部品を交換する手順がわかるか、

「部品交換」については、交換作業の作業分析を行なえばよいわけであるが、作業内容は非常に複雑であり、逐一分析するのは困難である。

そこでつぎの方法によることとした。すなわち作業時間の測定と、作業内容の記録である。作業時間は作業者の技術レベルにより大きく左右されるように考えられるが、実際にはそのようなことはない。技術レベルにより影響をうけるのは、診査（故障箇所の発見）であり、故障箇所が判明したあとでその部品を交換するに要する時間には、それほど差はない。しかしながらつぎのことは一応考えておく必要がある。すなわち、作業内容が単純であれば個人差は少ないが、複雑であればあるほど差が出ることである。

そこで時間については、等間隔でランクづけをせずつぎのようにした。これは作業に対する疲労度をも考慮している。

| 評 価 | 所要時間 | 段 階 |
|-----|--------|------------------|
| 5 | 2分以内 | 交換に手数を要さないもの |
| 4 | 2～10分 | 交換にほとんど手数を要さないもの |
| 3 | 10～20分 | やや手数を要するもの |
| 2 | 20～40分 | 手数を要するもの |
| 1 | 40分以上 | 非常に手数を要するもの |

なお時間測定だけでは、やはり個人差も多少でることも考えられるので、より客観的な評価を行なうため補助評価としてつぎの事柄を調査する。

(a) はんだ点数

その部品をはずすに要するはんだ箇所数

(b) ねじ点数

その部品をはずすに要するねじ類の数

(c) 部品点数

その部品をはずすために、他の部品をはずす必要がある場合にはその総数

上記3項目の点数を総合し、これを作業点数と呼ぶことにしている。サービス設計においては所要時間、作業点数の少ないものほどすぐれていることになるが、つぎのことも言えよう。

所要時間のわりに作業点数の多いものは、うまい設計であり、作業点数の少ないものはまずい設計である。

3.2 信頼度

機器の故障形態は使用時間の経過に伴って、初期故障、偶発故障、摩耗故障と順次経過してゆくことが知られている。それぞれについてサービスの立場から考えてみた。

(1) 初期故障

この期間の故障はすべて製作所内でのエージングにおいて発生させておくべきものであるが、実際には種々の理由により、そのような

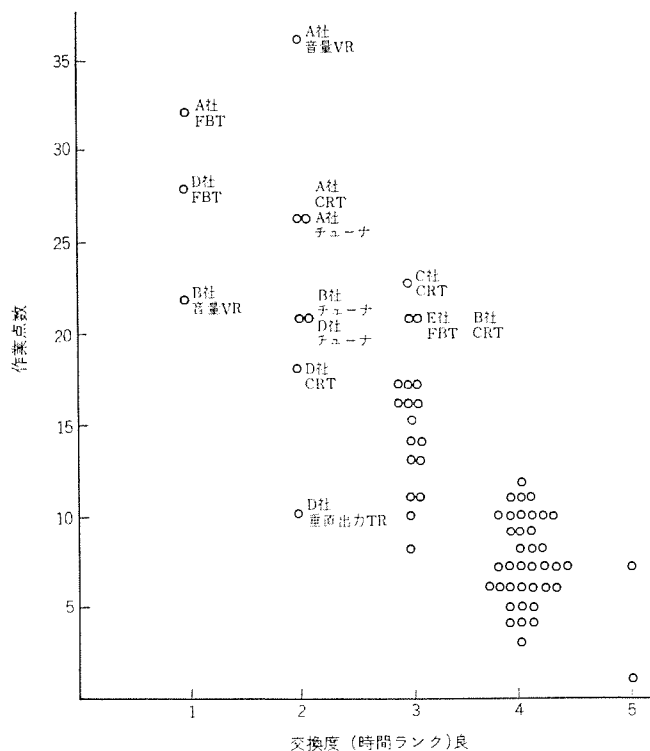


図 3.1 各社トランジスタ式 TV セットの作業点数と交換度
The number of working items and the degree of replacement of transistor type TV sets of various companies.

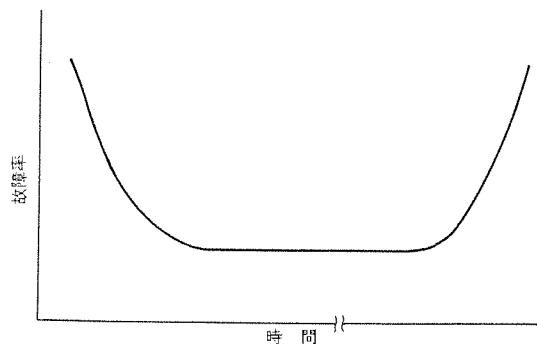


図 3.2 故障率の経過
Progress of fault occurring rate.

状態にはならず、初期故障を発生することがある。初期故障の内容は多岐にわたり、発生率も時間に応じて変化する。サービス性評価法の一要素として定義づけるのは困難であるため、これに関しては、従来に生じた初期故障を参考として、「従来事例によるチェック」の中の項目としてチェックを行なうことにする。

(2) 偶発故障

この期間において、故障率は時間に関係なく一定となり、規定の時間内に発生する故障数が統計的に予測できる。また逆に発生した故障数を知ることにより、故障率を知ることができる。この期間を中心とした故障率は D. R. Earles 等により発表されていることは前述のとおりである。しかしながらこの値は一般的なものであるため、テレビジョン受信機の信頼度評価のためには、独自の資料を集めてそれにより評価するのが望ましいと思われる。

ここで「信頼度評価」はつぎの考えにより行なう。

一般家庭において TV セットの使用される時間を 1 日平均 4 時間とすると、1 年間では約 1,500 時間となる。耐用年数を 7 年と見込むと、延べ使用時間は 10,000 時間となる。

一方 TV セットに使用されている部品の故障率(あるいは MTTF)は、非常におおまかな値としてつぎの値があげられている。

| 品 目 | 故障率(Fr/h) | MTTF(h) |
|--------|-----------------------|-----------------|
| 電 子 管 | 10×10^{-6} | 10^5 |
| トランジスタ | 1×10^{-6} | 10^6 |
| 抵 抗 器 | 0.1×10^{-6} | 10^7 |
| コンデンサ | 0.05×10^{-6} | 2×10^7 |
| ト ラ ンス | 0.5×10^{-6} | 2×10^6 |

これらの部品の MTTF は $10^5 \sim 10^7$ 時間の範囲にあることと、さきほどの耐用年数の両方から考慮してつぎのような範囲について、信頼度評価を行なうことにした。

なお現在のカラー TV セットの MTBF (平均故障間隔) は 2,000 ~ 4,000 時間、白黒トランジスタ TV セットは 10,000 ~ 20,000 時間程度といわれている。

| 評 価 | MTTF |
|-----|---------------------------------|
| 5 | 10^7 時間以上 |
| 4 | $3.16 \times 10^6 \sim 10^7$ 時間 |
| 3 | $10^6 \sim 3.16 \times 10^6$ 時間 |
| 2 | $3.16 \times 10^5 \sim 10^6$ 時間 |
| 1 | 3.16×10^5 時間以下 |

このランク分けは MTTF が $10^6 \sim 10^7$ 時間の間を対数であらわし、それを 4 等分したものである。

(3) 摩耗故障

テレビジョン受信機自体については摩耗期間に関して種々の考察を行なうことが必要であるが、対象を部品に限った場合 MTTF の意味するところは故障までの平均時間であり、偶発故障域に含めて考えられるため、ここではとくに考えなかった。

3.3 補修部品

機器類は必ず故障を生じるものであり、その場合に必要となるのが修理用部品、いわゆる補修部品である。

テレビジョン受信機のような商品は、購入者の多様化に伴って多機種生産の道を歩むものと思われる。一方販売量の増加もあり、このままでは補修部品の量と種類の増加は避けられない。

量の増加を抑えるためには、セットに使用される部品の信頼度を向上することが必要で、TV セットとくに部品数の多いカラー TV セットの半導体化が望まれるところである。また種類の増加を抑えるためには、シャシの標準化が望ましく、また一度開発したシャシは長期間その技術生命を保つように、長期的な展望のもとに開発設計されなければならない。

補修部品の理想的な供給状態は、すべての部品が即時にメンテナンス技術者の手にはいることである。これを達成するには、供給体制その他これに類する問題はさておき、つぎのものを考慮する必要がある。

(1) 精度の高い需用予測を行なう。

部品の信頼性に関する資料と、セットの累積販売台数にもとづき必要数を予測する。(初期故障に関してはこの限りではない)。

(2) 部品の一般性を増す。

どこにでもある部品を使用する。特殊な部品の使用は極力避けるほか、非常に限られた特性の部品でないと使用できないといったクリティカルな設計は行なわない。

なるべく数多くの機種に使用できるような部品を設計するほか、セットの設計においても共通部品を極力使用する。

表 3.1 サービス性評価表
List of serviceability evaluation.

| 回路 | 部 品 | | 評 価 | | | 備 考 |
|----|--------|--------|-----|-----|-----|-------------------------------------|
| | 種 類 | 記 号 | 交換度 | 信頼度 | 共通度 | |
| 音 | トランジスタ | Q 301 | 4 | 4 | 3 | TO-5 IC 足多く交換困難 コントロールパネル部はずしにくい |
| | IC | IC 301 | 2 | 5 | 4 | |
| | VR | VR 371 | 2 | 4 | 3 | |
| | IFT | T 303 | 3 | 5 | 3 | |
| | SOT | T 371 | 3 | 2 | 1 | |
| 声 | R(固定体) | | 4 | 5 | 5 | 今後の SOT の基本形となるものである |

以上のことからして補修部品の評価方法が考えられるが、供給体制や需用予測などについては評価できるものではなく、またサービス性設計には直接関係ないため、ここでは部品の一般性、共通性に着目して評価を行なうこととしている。

評 価 区 分

- 5 一般市販品が使用できる部品
- 4 21 機種以上に共通して使用される部品
- 3 11~20 機種に共通して使用される部品
- 2 2~10 機種に共通して使用される部品
- 1 1 機種のみで使用される部品

このランク区分は、標準シヤシの使用状態、現行機種数等と関連して決めているもので、理論的な根拠はない。

4. む す び

テレビジョン受信機的设计等におけるサービス性設計に対する指針として、評価法を考察した。

テレビジョン受信機は今後ますますその生産方式に自動化が進めら

れることになるが、この自動化はむしろサービス性に関しては後退の方向に進む可能性もある。このような現状において、サービス性を体系的に追求し、実際の設計に生かすことは緊急に必要とされることである。

一般に分析評価は複雑な内容のものを評価する際に使用されるが、その方法を確立するにあたっては、ひとつのまとまった体系のもとに、明確な総合的判断基準を持ち、それに従ってなにを評価の対象とし、なにを対象としないかを決定し整理してゆくことである。このようにして最終的には、最も単純で具体性のあるしかも客観的でバランスのとれた評価方法とする必要がある。この過程は繁茂した植木のせん(剪)定にも似ているものであろう。

このような評価法によって評価されたテレビジョン受信機は、どこに問題点があるのか一目りょう然となるわけで、これに従って改良可能のものはそれを行ない、不可能なものについてはメンテナンス担当者にあらかじめそれを知らせておくことができる。このようにして最終目的である修理時間の短縮(Maintenabilityの向上)ひいては稼働率(Availability)の向上をもたらすことができることになる。

なお最後に、この評価法は経験的なランク分けがその主体をなしており、そのような意味で問題を残しているが、今後この方法による経験と考察を基礎として、裏付けを重ねてゆきたい。とくに問題として残っているのは、評価各項目のランクのバランスのとり方と、各項目の総合の仕方であり、これについてはさらに検討をすすめたいて考えている。

参 考 文 献

- (1) 坪内：人間工学，日刊工業新聞社

レーダブライイトディスプレイ装置

山内 信治*・松原 宏明*・徳丸 芳孝*

Radar Bright Display Equipment

Communication Equipment Works

Nobuharu YAMAUCHI・Hiroaki MATSUBARA・Yoshitaka TOKUMARU

Remarkable is the development of air traffic, and the aircraft is increasingly becoming larger sized and of higher speed. At the same time the airports and the airways are rapidly turning to be congested. To cope with this, it is imperative to improve the efficiency and to attain the accuracy of the business to aid air navigation. As one of the means to answer it, it has come to be in high demand to make the day light display of the air surveillance radar and the air route surveillance radar indicator.

This article elucidates the concept of bright display by means of a scan conversion system developed by Mitsubishi to meet the demand together with the principle of operation and the performance. A report is also made on the result of tests conducted at the Tokyo International Airport.

1. ま え が き

近年航空交通の増加は著しく、航行援助業務の能率化、正確化の要求がますます強まってきた。その一つとして航空管制レーダ、航空路監視レーダの表示装置の高輝度化 (Daylight Display 化) がある。当社では、昭和39年度の運輸省試験研究補助金を受けて走査変換方式による Bright Display を試作、41年4月に標準方式 (読取系走査線数 525 本方式のもの) による装置を完成、引き続き高解像度形 (同 945 本方式によるもの) の Bright Display の試作に着手、43年10月東京国際空港においてその評価試験を実施した結果、航空交通管制上数々の利点を確認され、性能上も十分実用できる確信を得たのでここに報告する。

2. 設 計

2.1 高輝度化の考え方

従来のレーダの表示装置は、暗室または CRT 面にフードを取り付けて監視することが常識となっていたが、レーダスクウェアの監視に関連作業を伴う場合 (たとえば航空交通管制など)、その能率および正確性ならびに人間に対する肉体的、精神的影響において問題があり、Daylight Display 化が早くから試みられている。

従来の表示装置の輝度が低いのはレーダの方式上、PPI (Plan Position Indication) 方式をとった場合、表示される画像の単時間当りの枚数が少ないからである。PPI 方式の表示装置には、通常 P 7 の残光特性をもつ CRT (Cathode Ray Tube) が使われているが、その残光性はけい光面を刺激後 3 秒で 10% に低下する程度のものであるから、周囲をかなり暗くしないと完全なパターンとして見ることはできない。

高輝度化するには、いくつかの方法が考えられる。たとえば、

- (1) 直接 Scanning Rate をあげて毎秒像数を増す。
- (2) 走査変換により間接的に Scanning Rate をあげる。
- (3) 直視形蓄積管 (DVST) を使用する。

などであるが、走査変換による方法は、表示装置が小形になる。増設が容易である。画像の伝送が容易である。などの利点があるため、この方式を採用した。

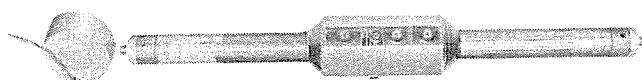


図 2.1 走査変換用蓄積管
Two gun recording storage tube for scan conversion.

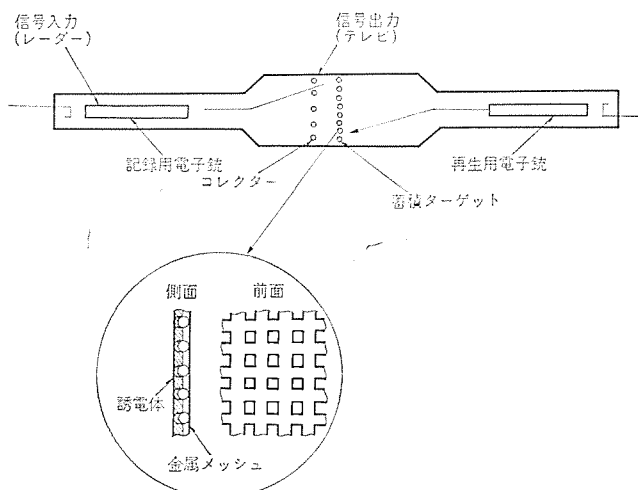


図 2.2 走査変換用蓄積管構造図
Simplified drawing of two gun recording storage tube and magnified section of storage screen.

2.2 走査変換の原理

最も手軽に走査変換を行なうには、走査変換用の蓄積管を使うのが便利であり、レーダ映像の走査変換を行なう場合、同時に記録・再生のできる 2 電子銃形のものが使われる。これは信号の媒体として光を使わない点を除けば、映像管と撮像管を一つにまとめたものとして考えることができる。走査変換用蓄積管は、記録および再生のための電子流を放出する電子銃ならびに像の記録を行なうための蓄積部よりなっている。図 2.2 にその構造の一例を示す。この場合、走査変換は以下のようにして行なわれる。

記録電子銃からの電子をレーダの映像信号で変調し、所定の偏向を行なって、誘電物質をコーティングした格子状電極 (Storage Screen) に適当な速度で当てると、電子の衝突による二次電子放出によって、レーダパターンと相似の正にチャージされた電荷パターンが形成される。この電荷は誘電物の絶縁抵抗をとおして徐々に放電されるが、一般

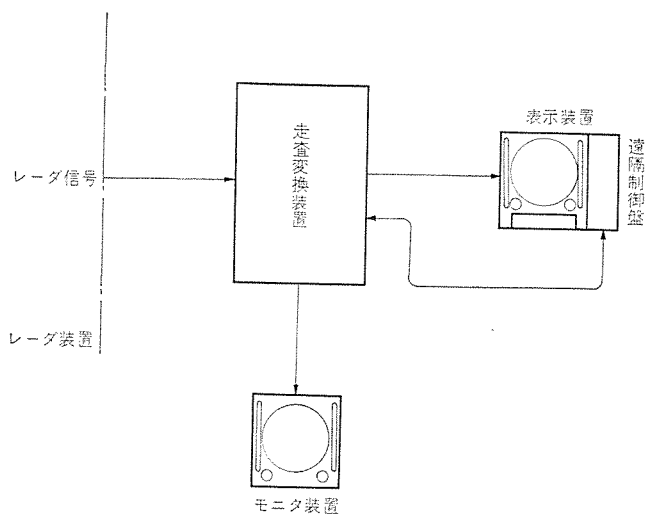


図 2.3 フライトディスプレイシステム 基本構成図
Basic configuration of bright display system.

にこの絶縁抵抗は非常に高いため、二次電子放出比が1以下となるような低速度の電子の注入によって、正電荷が中和されるまできわめて長時間にわたって蓄積される。再生は再生電子銃から発射される無変調の電子流を、変換しようとする走査方式で偏向しながら、低速度で Storage Screen を通過させる。このときに電位分布に比例した変調を受ける。これを Collector 電極で集め増幅することによって行なう。記録を PPI 走査、再生を TV 走査で行なえば、PPI → TV の走査変換が実施される。

2.3 システムの構成

システムは、用途・規模などによってその構成を異にするが、各機器の変更を最少にしてあらゆる組み合わせに対応できる融通性を持つことが、このような機器の場合有利である。そこで、(1) 走査変換装置、(2) 表示装置、(3) モニタ装置、(4) 遠隔制御盤を基本構成とし、走査変換装置には5台までの表示装置を付加できるようにした。上記基本構成の場合、遠隔制御は特定の表示装置からしかできないが、切換装置の設置により任意の表示装置からの制御が可能となる。走査変換装置を多数設置する場合、表示装置は6台までの任意の画像を切替えて監視することができる。

基本構成の場合、再生(読取)システムの同期をとるための同期信号ユニット、およびアンテナの回転信号を、掃引情報に変換するためのリゾパユニットを走査変換装置に内蔵しているが、走査変換装置を2台以上設置する場合、これらを共通にすることが可能である。

2.4 機能

(1) 走査変換装置

トリガ、ビデオ信号、角度信号などのレーダ信号を受け、PPI方式の映像をTV方式の映像に変換する。同期信号発生器を内蔵しており、同期信号、TVビデオの分配を行なう。映像は、表示装置およびモニタ装置によって監視する。

(2) 表示装置

走査変換装置から送られてくる、TV走査に変換されたレーダ映像を表示する。遠隔制御盤を付加して、走査変換装置をリモートコントロールすることができる。

(3) モニタ装置

走査変換装置の動作監視、および調整用として使用される。

(4) 遠隔制御盤

走査変換装置に内蔵する制御盤で制御できるほとんどすべての項

目について、遠隔制御を行なう。

2.5 諸元の決定

2.5.1 分解と走査線数

レーダパターン(r, θ)とTVパターン(X, Y)の解像度は、両者の絵素の配列方法の相異から根本的に異なっている。したがって分解能の規定は、レーダと同じように方位角度および掃引距離方向について規定することは適切でなく、TV走査変換を行なう場合は、TV表示面で識別可能な同心円の数で表現することが妥当である。その同心円の間隔が実距離でいくらに相当するかは、PPI掃引距離を同心円数で割って求められる。もちろん同心円は等間隔でなければならない。

TV走査の場合、垂直方向の分解能は走査線により、また水平方向の分解能は映像帯域幅によって決まる。しかし映像帯域幅は、垂直方向分解能と同じ分解能が水平方向でも得られるように考えるから、走査線数が分解能を決めるすべてである。しかし、走査線の増加に対して、走査変換管、CRTのスポットサイズ、回路設計の難易等から制約を受ける。

走査変換管は、現在、高解像形のもので、1,200 TV line である。

これより垂直解像力 r_v は、

$$r_v = kn(1 - \beta) \quad (2.1)$$

k : 解像率 (0.715)

n : 走査線数

β : 帰線消去率 (0.1)

で表わされるから白黒の判別および半径当たりの表現にすると、約 200 rings となる。現在、航空局で使用されている管制用レーダ、あるいは SSR の性能を満足するために、この方式に要求される分解能について考えると、次のようになる。

(1) ASR (航空管制用レーダ)

距離分解能—最もきびしい条件は、6 マイルレンジで 150 m 離れた 2 目標を分離できること。

方位分解能—最もきびしい条件は、距離に換算して、6 マイルレンジで、60 m 離れた 2 目標を分離できること。

距離分解能に対しては 73.5 rings, 方位分解能に対しては 183 rings が要求性能となる。

(2) SSR (二次レーダ)

SELECT (デコードビデオの一種) に対して 135 rings

一方、CRT としては 2,000 line 以上のものが得られる。

以上の結果より、1,000 TV line 程度のものが必要である。走査線の増加に伴って、映像増幅器、水平掃引回路に対する要求がきわめて過酷なものとなり、製作に多大の困難さと装置の複雑さをもたらす結果となる。現在、アメリカでは 945 本(フレーム数 30)を、ヨーロッパ系で 819, 875 本(フレーム数 25)を採用しており、この装置では、以上の点を考慮して 945 本方式を採用することにした。

2.5.2 走査変換管

変換管としては、大別して容量放電形と格子制御形の2種がある。いずれも記録は二次電子放出による非平衡電位、または電子衝撃による誘起導電性を利用して、絶縁物表面に中間調を含む電荷パターンを入力信号に応じて構成している。

再生作用は、容量放電形と格子制御形では趣きを異にしているが、解像度については同程度のものが得られる。しかし、蓄積管の性能(記録・再生・消去・寿命)、取付方向の自由さでは格子制御形がすぐれているが、容量放電形では信号の Cross Talk が少なく、装置

の構成が簡単である特長がある。通常の用途では容量放電形で十分であるが、管制用レーダと組み合わせる Bright Display では上記の特性から格子制御形が適しており、これを採用した。

2.5.3 表示装置

CRT の大きさは、解像度および実際に管制を行なう場合の使いやすさなどを考慮して、16 インチ、円形とした。CRT の選定は、スポットの大きさ、輝度、けい光色、表面の曲率が重要な決定要素であり、高分解能、大形化になるにしたがい集束特性、フリッカなど画像の安定度について十分考慮する必要がある。

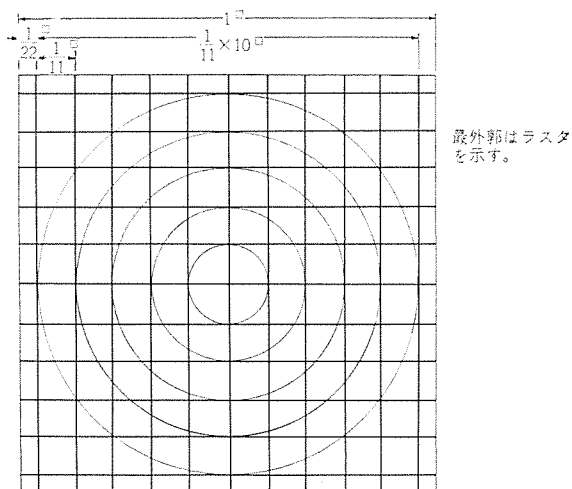


図 2.4 表示画面構成図
Configuration of displayed pattern.

2.5.4 読取（再生）系

(1) 読取系総合周波数帯域幅

式 (2.1) より、945 本方式を採用すれば、同心円数で表現される解像度は 150 rings になるから、Storage Screen の直径を $30 \mu\text{s}$ で走査するものとすれば、再生出力信号の占有周波数帯域幅は 10 MHz になる。したがって読取系の総合周波数帯域幅を、10 MHz で減衰 0 dB となるようなものにすれば、総合解像度を 150 rings にすることができる。

そこで表示装置の映像増幅器帯域幅を 13 MHz まで $\pm 1 \text{ dB}$ とし、読取系増幅器の帯域を、10 MHz までほぼ平坦特性になるようにした。周波数帯域を必要以上に広くとることは、S/N 回路のコストの点から好ましくないので、3 dB down で 14 MHz とした。

(2) Interference の防止

2 電子銃蓄積管では、同時に記録・再生を行なうために記録電子流と再生電子流の間に相互干渉を生じ、画質を著しくそこなうことになる。干渉を軽減するには二、三の方法があるが、半導体化するために $1/f$ 雑音の影響を避け、記録ビームをビデオ帯域で、再生ビームを高周波の連続波で変調する RF Separation を採用した。高周波の周波数は、読取系周波数帯域の関係から 50 MHz とした。読取増幅器はプリアンプとメインアンプに分け、前者で入力電流（変換管の信号出力電流）の利用率高くして S/N の改善をはかり、メインアンプを Triple Stagger にすることによって周波数帯域の制限を行なう方式とした。

2.5.5 同期信号系

同期信号系では、水平、垂直の駆動パルスおよび読取偏向系の直

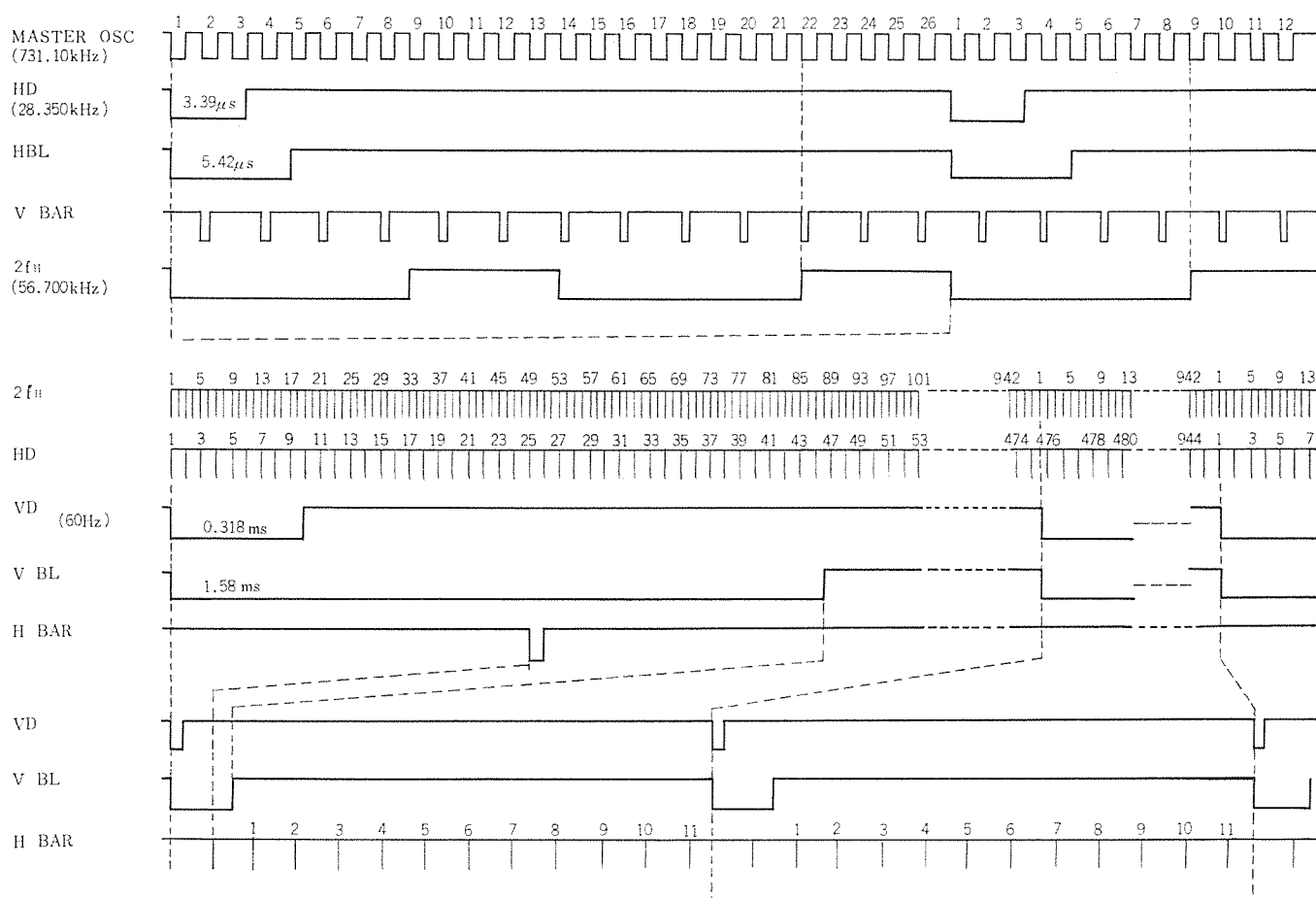


図 2.5 同期信号系 タイミングチャート

Timing chart of sync. system.

線性、掃引の位相関係試験用の grating 信号を発生する。走査線数 945 本、フィールド周波数 60 Hz、2:1 の奇数飛越走査方式を採用するので、水平駆動パルス周波数は 28.35 kHz となる。

Grating は、5 本の等間隔な距離目盛を書き込んだとき表示装置上で両者がピッタリ重なり合うように構成するため、縦、横 11 本ずつの Bar を発生する。水平の帰線期間を考慮に入れると、水平駆動パルスの 13 倍の繰返し周波数を持つ信号を垂直の Bar 信号として用いることができる。以上のことから、同期信号の基準発振周波数を 737.1 kHz とした。

3. 回路構成

3.1 走査変換装置

走査変換装置は、大別して記録回路、再生回路、蓄積管部、電源部、操作部、および同期信号発生部より構成されている。記録回路は従来のレーダ指示機とまったく同じ機能を持っている。掃引方式には、偏向コイルをアンテナの回転に同期して回転させる「回転コイル式」のものと直交した 2 組のコイルにより、電磁氣的に回転掃引

を行なわせる「固定コイル式」のものがあるが、信頼性、騒音などの点から後者を採用している。

電子ビームの集束には、表示範囲全域にわたって高解像度を実現するために Dynamic Focusing を行なっている。

操作部には、各ビデオ信号の利得制御、距離選択、オフセンタ制御の各コントロールおよびスイッチがあり、レーダから独立してこれらの操作、および制御を行なうことができる。

同期信号発生部は、IC 化して動作の安定化、無調整化をはかっている。マスタオシレータには水晶制御方式を採用し、この出力を動作の安定な計数回路によって Count Down して、水平および垂直の駆動をパルス発生する。TV 系の試験用に Grating Generator を有しており、画面上に格子しま(縞)を発生させて直線性などのチェックを容易にしている。系統図を図 3.1 に示す。

3.2 表示装置

原理的には TV 用のピクチャモニタと同じであるが、走査線数 945 本、映像帯域幅は 13 MHz まで ± 1 dB 以内と、広帯域になっている。また偏向停止時の CRT の焼損を防ぐために保護回路を設けて、

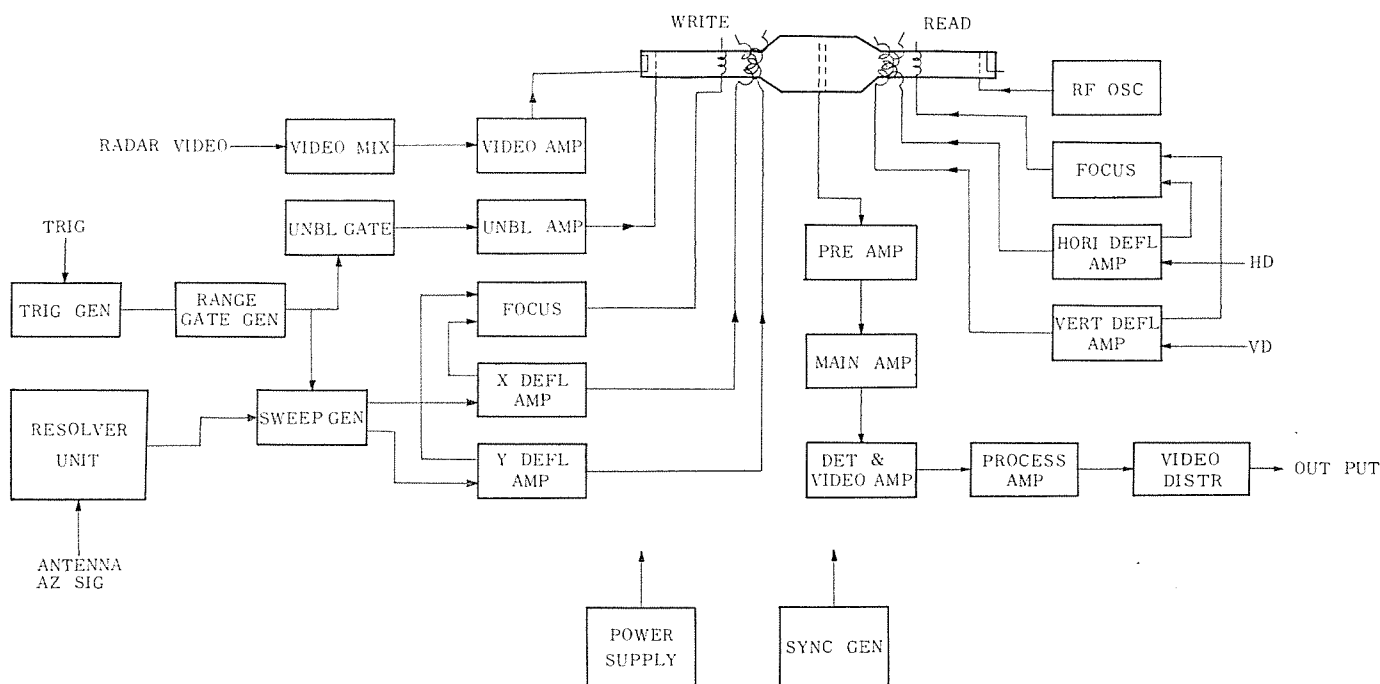


図 3.1 走査変換装置 ブロックダイアグラム
Scan converter block diagram.

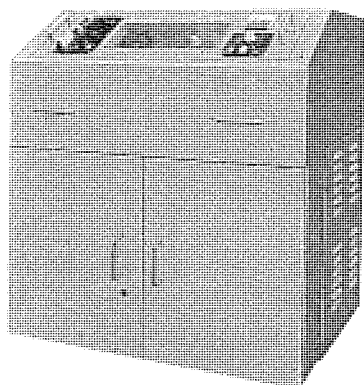


図 3.2 走査変換装置
Scan converter.

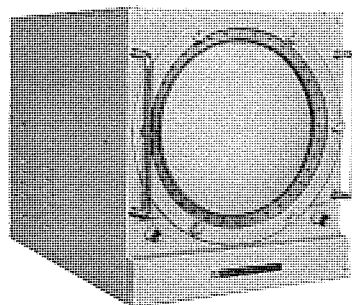


図 3.3 表示装置
Display device.

CRT を保護している。CRT には見やすい緑色けい光体のものを用い、ぎらつきを少なくして高輝度化をはかった。

4. 性 能

4.1 総 合

電源入力

AC 115 V 50/60 Hz

消費電力 約 800 VA

総合精度

表示装置上に示された目標物の位置は、目標物の真の位置を中心として半径が表示装置直径の 2 % であるような円内にある。

総合解像度

すべての掃引距離において、150 の同心円となるような入力信号が与えられたとき、表示装置上で分離して見える。

階 調

黒レベルを含めて 5 段階の Gray Level が識別できる。

蓄積時間

2~60 秒可変 (Short, Medium, Long の 3 段階で、おのおのの長さは調整可能)

消去

(1) 記録した映像を、2 秒以内に消去できる。

(2) 掃引距離、オフセンタ ON-OFF の選択を行なった場合、自動的に消去が行なわれる。

4.2 記録 (レーダ側)

入力信号

(1) NORMAL, MTI, MAP #1, MAP #2,

BEACON の各ビデオ信号

信号レベル 0~2 V 正極性 (75 Ω)

(2) トリガ

入力レベル 5~50 V 正極性 (75 Ω)

PRF 150~1,500 pps

空中線回転速度

5~15 rpm

空中線方位角信号

複速度方式

掃引距離^{注)}

6, 10, 20, 30, 40, 60 海里

距離目盛^{注)}

各掃引距離に固定の距離目盛を持つ。それぞれ、上記掃引距離に対応して、1, 2, 5, 5, 10, 10 海里ごと

MTI レンジ

0~最大掃引距離まで連続可変。

BACK GROUND

MTI ビデオに、BACK GROUND を混合することができる。

オフセンタ

CRT 上の 1 半径

4.3 再生 (TV 側)

フレーム数 30 枚/秒

フィールド周波数 60 Hz (2:1 奇数飛越走査方式)

走査線数 945 本

注) 回路定数の一部変更、またはプラグインユニットの交換によって 6~200 マイルの間で任意の距離に設定できる。

線周波数 28.350 kHz

垂直有効走査期間 90 % 以上

水平有効走査期間 83 % ± 3 %

縦横比 1:1

映像周波数帯域幅 14 MHz

4.4 表示装置

CRT 16 インチ 円形 P-2

輝 度 蛍光面において、75 フートランベルト 以上

解像度 直径方向に対して、420 white dots の識別可能

4.5 遠隔制御盤

遠隔制御盤により下記の操作ができる。

(1) 全系の POWER ON/OFF

(2) 記録系信号の制御

W INTENSITY W FOCUS

NORMAL VIDEO GAIN

MTI VIDEO GAIN

BEACON VIDEO GAIN

MAP VIDEO GAIN

MAP #1 #2 OFF SELECT

BEACON ON/OFF CONTROL

RANGE SELECT

MARKERS INTENSITY

OFF CENTER ON/OFF

OFF CENTER CONTROL

MTI INTERVAL

BACK GROUND

(3) 走査変換装置に関する項目

TARGET TRAIL

ERASE

5. 試 験 結 果

43 年 10 月 東京国際空港において、現用の ASR-61 形レーダと組み合わせて試験を実施した。以下に、この試験によって実証された装置の利点等について述べる。

(1) 残像時間

格子制御形蓄積管は、広範囲にわたってその残像時間を制御することができるといことは先に述べたが、図 5.1, 5.2, 5.3 に残像時間を 3 段階に変えた場合の映像の出方を示す。どの程度の残像時間が見やすいか (航空管制の場合) ということは、監視の対象となる航空機の種類、掃引距離によって異なる。レーダによって航空管制を行なっている人々を対象に実施したアンケートでは、

(a) 短いレンジのときは、残像時間も短かくレンジが長くなると残像時間も長くするのが良い。

(b) ジェット機とプロペラ機を比べるとプロペラ機のほうが残像時間が長くなっている。

という結果が得られた。このことは、レンジに関係なく Trail の長さが一定であることが望ましいということを示している。見やすい Trail の長さは、個人差はあるが、CRT 上で 1 cm 程度が適当なようである。

(2) Tangential fade に対する効果

MTI (Moving Target Indication) を使用したレーダにおいては、

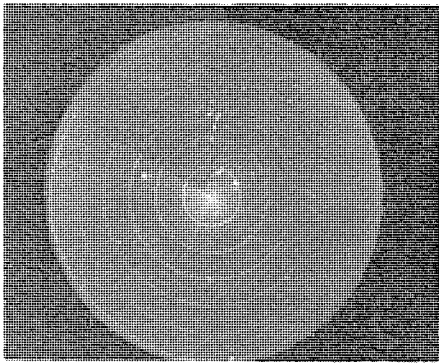


図 5.1 残像時間が短いときの映像
Televised radar presentation when storage mode is in "short" position.

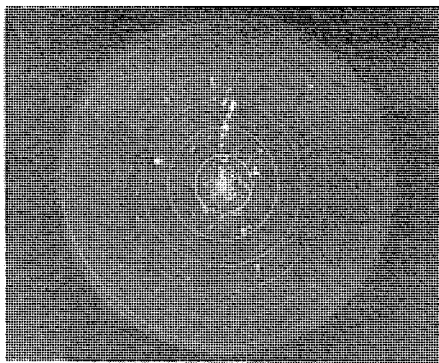


図 5.2 残像時間が中位ときの映像
Televised radar presentation when storage mode is in "medium" position.

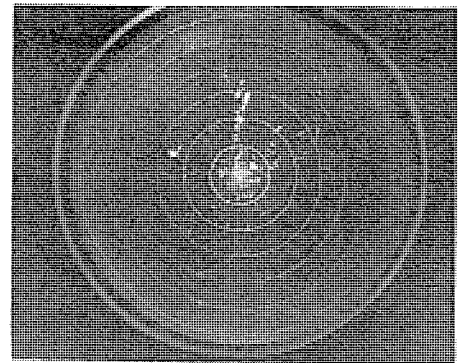


図 5.3 残像時間が長いときの映像
Televised radar presentation when storage mode is in "long" position.

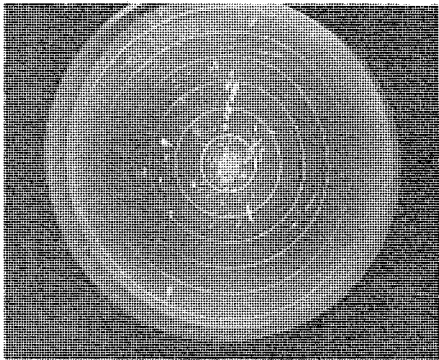


図 5.4 Tangential fade がある場合の映像
Televised radar presentation with tangential fade.

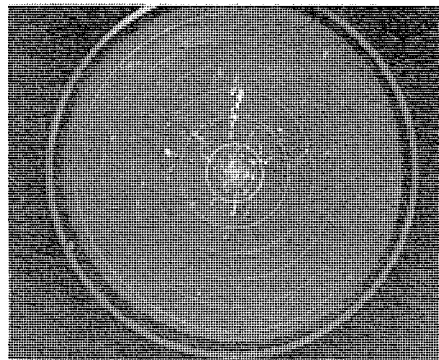


図 5.5 Missing があるときの映像
Televised radar presentation when some returns are missed.

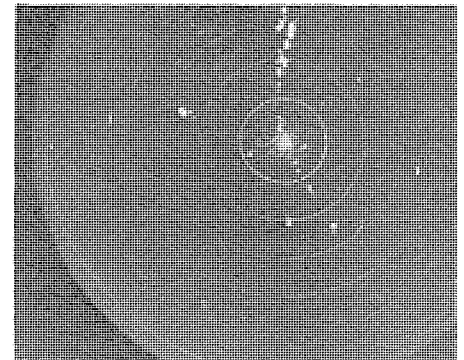


図 5.6 ホールディング中のパターン
Bright display showing radar presentation with a holding airplane's return.

航空機がレーダに対して接線方向に飛行する場合、レーダと航空機間の相対速度が非常に小さくなるために、レーダスクリーン上からその航空機のエコーが消えてしまう。しかし、この装置では図 5.4 にみるように、航跡がはっきり残っているために、航空機を予測することができる。これは明らかにこの装置の大きな特長の一つである。

(3) Missing に対する効果

航空機の飛行姿勢、途中の障害物等の影響により、1～数 Scan にわたってエコーが断絶することがある。この場合も、図 5.5 に示すように、そこに航空機があることが確認できるし記憶に頼っていた従来のものに比べ管制の確度を一段と向上させることができる。

(4) 飛行状況のは握

図 5.6 に Holding Pattern を示す。このように Holding 中の機影をスクリーン上に映し出すことは、従来の方法では考えられなかったことである。この例に見るように、Trail の効果により各機の飛行状態を一見しては握でき、また、従来見落としがちであった小形機も容易に確認できるということは、大きな利点である。

6. む す び

東京および大阪国際空港において行なった試験、関係者による評

価の結果、この装置が十分実用できる性能を有することが明らかとなり期待の声も多く聞かれた。

ここではこの装置の内容と航空管制レーダと組み合わせた場合の特長、利点について述べてきたが、この装置の利用によりレーダ映像の狭帯域伝送、モザイクディスプレイ等の実現も可能であることを申し添えておきたい。この装置の運用面への導入が、航空交通管制の効率化、確実化の一助となり、安全な航空交通が確保されることを期待してやまない。

終わりにこの装置の開発に際し、種々有益な指導、ご高配をいただいた運輸省航空局の無線課、管制課、電子航法研究所、東京国際空港、大阪国際空港、東京管制部の関係官および社内の関係各位に深く感謝いたします。

参 考 文 献

- (1) 片野・石橋ほか：レーダ高輝度表示装置の評価試験，電気通信学会宇宙航行エレクトロニクス研究会 (1966)
- (2) 御法川・小杉：高分解能走査変換装置，電気通信学会宇宙航行エレクトロニクス研究会 (1967)
- (3) 栗木・松原・徳丸：ブライツディスプレイ装置，Air Port Review (1969 No. 7)

東京電力安曇発電所 111,000kW フランシス水車 111,000kVA 水車発電機および運転制御装置

篠 富士巳*・富田 次郎*・森垣 誠太郎**
森 与志彦*・石井 清隆**

111,000kW Francis Turbines, 111,000kVA Water Wheel Generators and Control Equipment for Azumi Power Station of the Tokyo Electric Power Co.

Tokyo Electric Power Co. Fujimi SHINO・Jirô TOMITA
Mitsubishi Heavy Industries, Ltd. Seitarô MORIGAKI
Mitsubishi Electric Corp., Kobe Works Yoshihiko MORI
Mitsubishi Electric Corp., Head Office Kiyotaka ISHII

The Tokyo Electric Power Co. has made a plan in the development of the Azusa river, a branch of the Shinano river. As a link in the chain of the project, Azumi power station has been built to operate for pumped-storage hydro-power generation. Automatic synchronous starting of the generators/motors has been adopted in the plant, being epoch-making, the first trial in Japan and unparalleled in the world. After going through analyses and tests at the factory, the turbines, generators and control equipment have been brought to completion and followed by successful field tests including the synchronous starting. This article deals with the outline on the machines referred to and the test results of the synchronous starting.

1. ま え が き

この発電所は東京電力により行なわれた信濃川上流梓川の開発工事の一環として建設されたもので、日本経済の高度成長にともなう電力需要の増加、および昼夜における負荷の変動幅の増大に対応できるピーク発電所として運用される揚水発電所である。

同所で採用された揚水機の同期起動方式は、わが国でははじめてであり、世界的にも類例の少ない試みの全自動による画期的なものである。水車および発電機を含む機器全般の製作にあたっては、従来の経験を十分に取り入れるとともに、種々の解析・実験を行ない細部にまで検討を加えた結果、工場試験・現地試験とも予想どおりの好成績をあげることができた。

現地試験完了を機会に安曇発電所1、2号機および同期起動試験

の概要を紹介する。

2. 発電所概要

2.1 梓川開発工事概要

梓川は北アルプスの槍ヶ岳に水源を発し、アルプス連峰の渓流を合わせて景勝上高地にいたり、大正池を経て松本平の平地部を流れ犀川と合流して信濃川となって日本海にそそぐもので、流域にアルプスの豪雪地帯をかかえ比較的良好な流況を呈しているため、電源地帯として大正時代から着目され、すでに10個地点、約100MWが開発されている。

しかし、これらの既設開発の発電所は使用水量も平水量程度で河川の利用率が低い水路式発電所であるため、この河川の利用度をさらに高め、設備の近代化をはかるため総合的な再開発が計画された

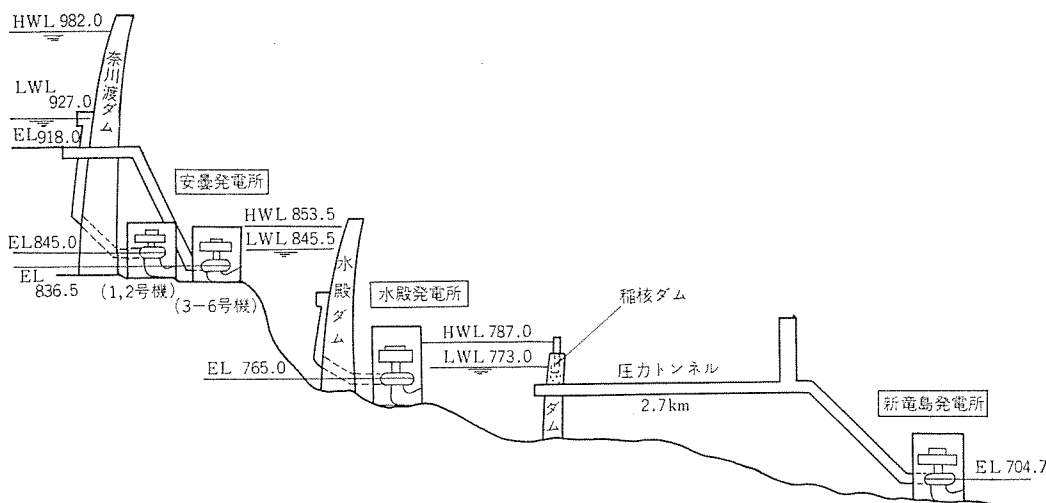


図 2.1 奈川渡・水殿・稲核ダム概要

Outline of Nagawado, Midono and Inekoki Dams.

ものである。

この計画は梓川とその支流奈川との合流点に奈川渡 だ、その下流に水殿 だ、稲核 だなど一連の だをつくり、これらの だを利用し揚水発電を行ない、ピーク 負荷時供給力の充足と、火力・原子力を含めた経済性の向上を期待するため、安曇（揚水式 623 MW）・水殿（揚水式 245 MW）・新竜島（32 MW）の各発電所が計画された。なお、これにともない既設奈川渡・竜島の各発電所は廃止された。図 2. 1 に奈川渡・水殿・稲核各 だの概要を示す。

なお安曇および水殿発電所の発生電力については、500 kV 設計の安曇幹線を新設して、東京の超高圧外輸線の新所沢開閉所に引き込まれる。この安曇幹線は、当面 275 kV 1 回線で運転しているが、将来 500 kV の昇圧と 1 回線の増設を行なって、中地城との連携ならびに東京電力の新高瀬川開発計画に備えることになっている。

2. 2 安曇発電所

安曇発電所は、155 m の奈川渡 だを設け、有効貯水量 $94 \times 10^6 \text{ m}^3$ の貯水池を作り、年平均 $30 \text{ m}^3/\text{s}$ の河川流量を年間調整は行わず、ピーク 負荷時発電に利用してそのまま下流に流すことを原則としているが、さらに大きなピーク 負荷に応ずるため、下流にそれぞれ有効貯水量 $4 \times 10^6 \text{ m}^3$ 、 $6.1 \times 10^6 \text{ m}^3$ の水殿および稲核調整池を 2 段に作り、奈川渡貯水池に揚水する方式を併用することにより、年間を通じてできるだけ貯水池水位を高位に保ちながら最も有効に水が利用できるように計画された。すなわち最大使用水量は $540 \text{ m}^3/\text{s}$ とし、奈川渡貯水池最高水位 982 m と水殿調整池最低水位 845.5 m との落差を利用して最大出力を 623 MW（1, 2 号発電専用機 111 MW 2 台、3～6 号揚水兼用機 109/106 MW 4 台）と決定された。

表 2. 1 に安曇発電所 1, 2 号機の定格を示す。

図 2. 2 に安曇発電所 1, 2 号機断面図を、図 2. 3 に 1, 2 号機水車室機械配置図を示す。1, 2 号発電所建屋は だ直下に設けられ、扇形、半地下式であり、各機器は建屋形状に合わせ扇のかなめを中心とした配置になっている。

2. 3 発電所の制御方式

この計画の完成によって、梓川水系にある発電所は、既設を含めて 9 発電所、総合出力 960 MW となり、梓川水系の発電力は飛躍的に増強された。

これらの発電所群の運用にあたっては、新設の安曇・水殿両発電

表 2. 1 安曇 発 電 所 1, 2 号 機 仕 様
Ratings of main machines for Azumi power station
No. 1 and No. 2.

| 項 目 | | |
|-------|--------|----------|
| 水 車 | 形 式 | 立軸フランシス |
| | 最高有効落差 | 136 |
| | 最低有効落差 | 76 |
| | 最大出力 | 111,000 |
| | 流量 | 90 |
| 発 電 機 | 回転数 | 200 |
| | 形 式 | 三相交流同期 |
| | 最大出力 | 111,000 |
| | 電 圧 | 15,400 |
| | 電 流 | 4,161 |
| 変 圧 器 | 周 波 数 | 50 |
| | 形 式 | 特別三相送油風冷 |
| | 容 量 | 222,000 |
| | 定格一次電圧 | 15,000 |
| | 定格二次電圧 | 275,000 |
| | 周 波 数 | 50 |

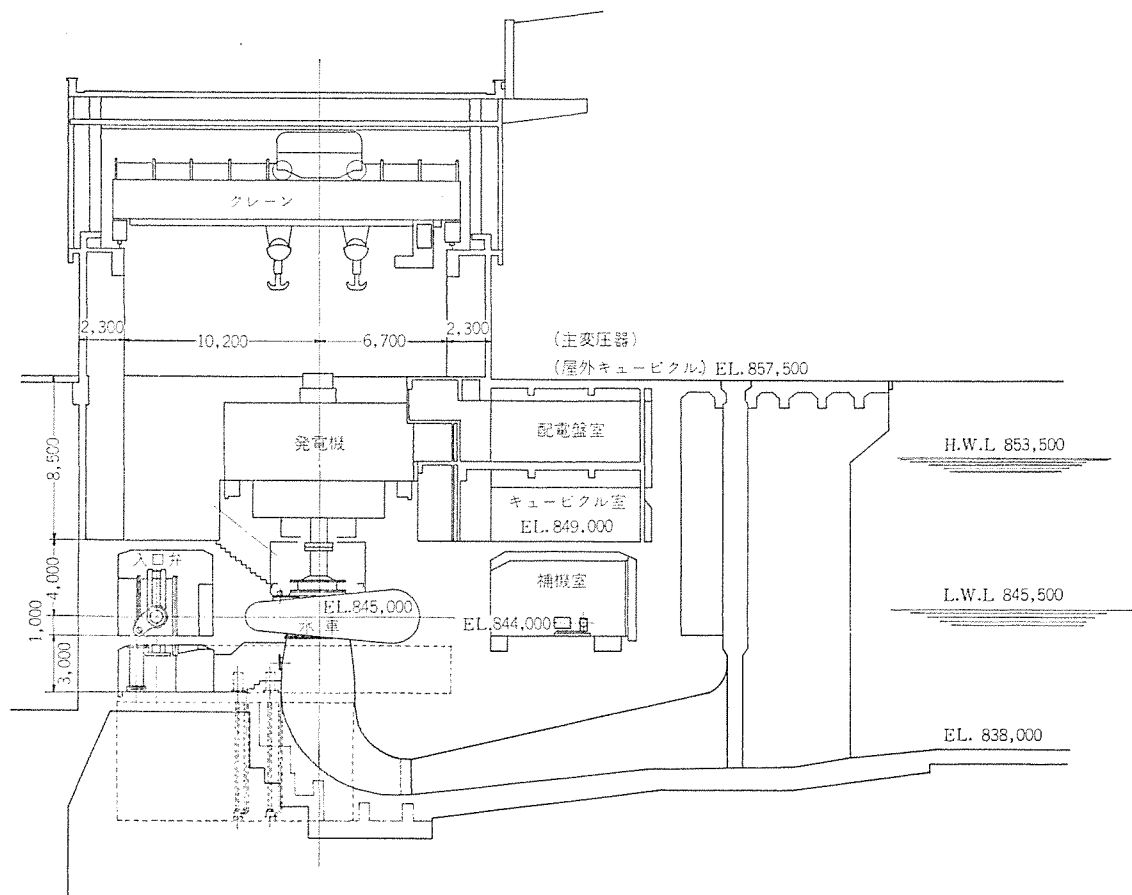


図 2. 2 1, 2 号発電所断面図 Cross section of Power station No. 1 and No. 2.

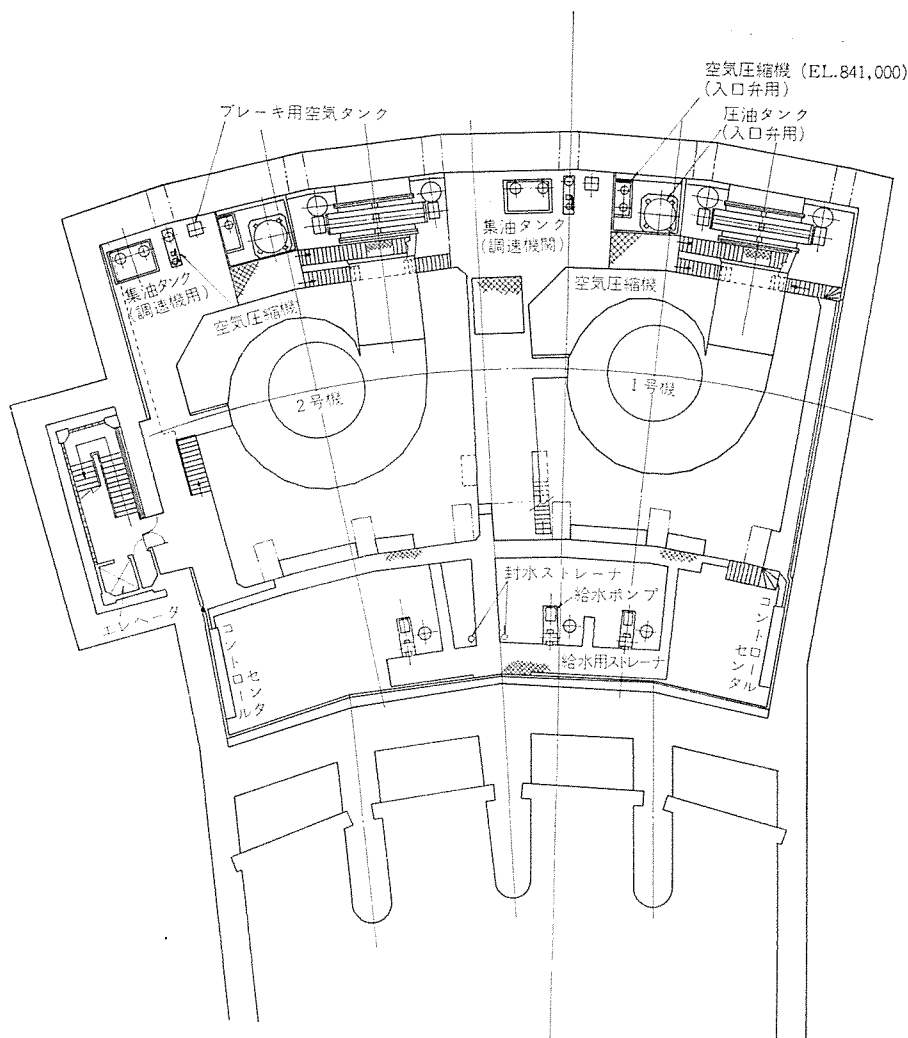


図 2.3 1, 2号水車室機械配置図 (E. L. 844,000)
Machine arrangement on room floor for turbines No. 1 and 2.

所を中心に、全発電所を合理的に総合運用して、その真価を発揮させるため、奈川渡ダム付近に制御所を設け、ここから全発電所の諸機器ならびに土木設備の集中遠方制御ならびに監視を行なっている。

3. 水 車

3.1 水車本体

3.1.1 仕様

表 2.1 に 1, 2号機の水車仕様を示す。

この発電所は落差変動範囲が大きい。したがって水車運転面では、有効落差 136.0 m より 104.0 m まで水車最大流量は $90 \text{ m}^3/\text{s}$ 一定とし、最低落差 75.97 m でも $74.5 \text{ m}^3/\text{s}$ 流せるように選定されている。

3.1.2 構造概要

図 3.1 に水車本体断面図を示す。

(1) ランナ

SC 49 製の鋳造一体構造であり、ランナ外周には取換可能な SUS 51 製のライナを設けキャビテーションによる腐食、砂による摩耗の発生しやすい部分には、ステンレス鋼の肉盛りを行なっている。

(2) 主軸

SF 55 製で中間軸を設けず、水車主軸を発電機主軸に直結するようになっており、主軸は中空とし両端にフランジを一体鍛出している。また、主軸受部には軸受に適するようにスカート設けている。シーリングボックス部は取換え可能な構造の SUS 51 製のスリーブを設けてい

る。

(3) ケーシング、スピードリング

ケーシングは SM 50 A 製とし、マンホール・手動排水弁を備えており、輸送に便利のようにスピードリングと合わせて 14 個に分割し、入口管の一部はフランジによりボルト締めにて組立て、他の部分はすべて溶接接続となっている。スピードリングは 4 個に分割して輸送し、現場ではフランジおよびボルトによって接続する構造となっている。

(4) 軸受

主軸受はセグメンタル自己潤滑式とし、10 個の軸受胴・調整ボルトよりなり、軸受ささえ・油そう(槽)・油冷却管等を備えている。

(5) シーリングボックス

圧力水の流出および空気の侵入を防止するために特殊カーボン 4 段よりなり、冷却用清水を注入するもので、スプリングによる自動調整式であり点検・取換えの便利な構造になっている。

(6) ガイドベーン

羽根と軸とを一体に鋳造した SC 49 製であり、下部軸受部にはステンレス鋼スリーブを焼きばめ、軸受部はグリースで潤滑される。ガイドベーン全閉時の漏水および水面押下げ時の漏気を少なくするために、ベーンの上下面に対応するライナ部分と、閉鎖時合わせ面とに漏水防止用パッキンを設けてある。ガイドベーン軸方向間げき(隙)調整のできる推力軸受を設けてある。

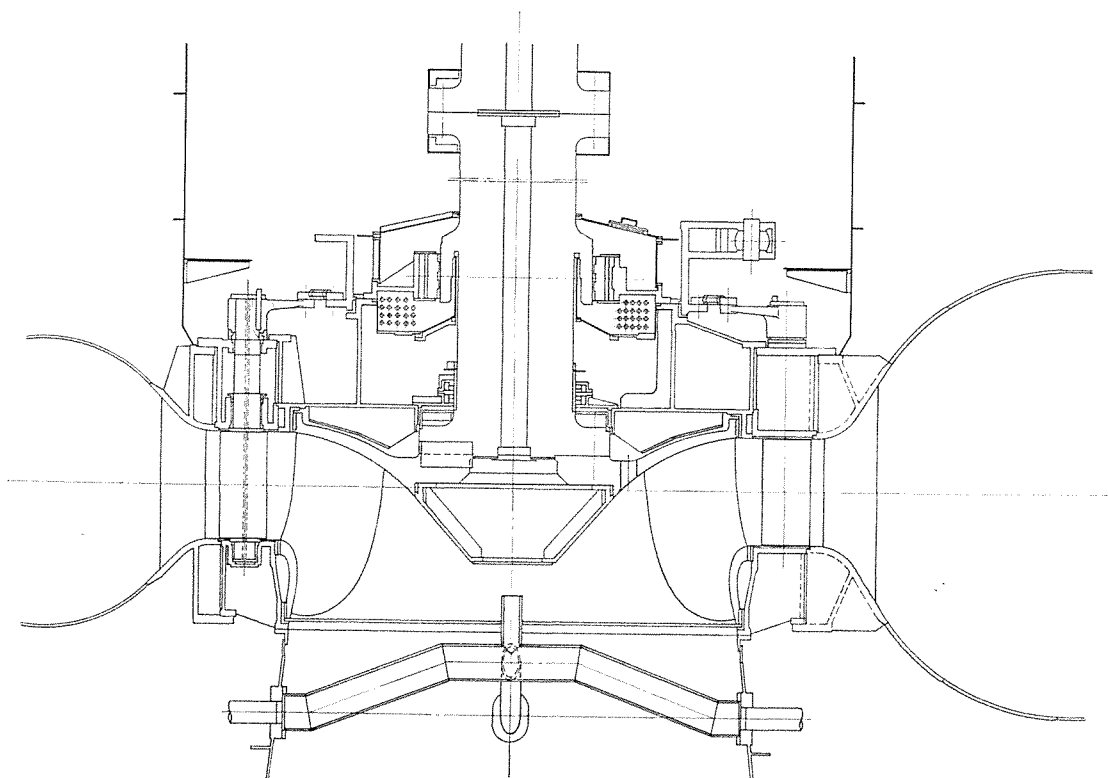


図 3.1 1, 2 号水車本体断面図
Sectional arrangement of water turbines No. 1 and No. 2.

(7) 上下カバー

カバーは SM 41 A 製で、上カバーは内側、外側 2 分割とし、内側上カバーをはずせばランナを取出せる構造となっている。上下カバーは、ランナ背圧および側圧によるたわみを極力小さくするよう十分な剛性をもたせてある。またカバーとランナライナおよびガイドベーンが対応する部分には SUS 51 製のライナを設け、摩耗の際は取換えができるようになっている。

3.2 入口弁

ケーシングは SM 41 A 製とし、二つ割れで弁軸受を設け、弁軸は SF 55 で横軸である。弁体は SM 41 A 製で、外周に漏水防止用ゴムパッキンを備え、弁軸を通過しテーパーピンにより固定する。弁軸端の両側にはアームを取付けロッドを介して 2 個のサーボモータに接続している。主弁およびバイパス弁とも最低常用油圧において、全負荷時の流水を安全確実にシャ断することができ、全閉時には手動による安全確実な機械的ロック装置を備えている。

主弁と水圧鉄管との間に鉄管接続管を設け、主弁ケーシングと接続するためのルーズフランジを付属し、鉄管接続管と水圧鉄管との接続は現地溶接された。

3.3 調速機

調速機は TEA-3 形トランジスタ式電気式調速機を採用し、系統周波数制御に万全を期し、AFC 運転ならびに揚水機の同期起動に対し十分な考慮が払われている。

3.4 圧油装置

圧油装置は調速機用・入口弁用と単独に設け、特に入口弁用については高圧を使用したために、バルブ・継手類には万全の注意が払われた。

3.4.1 調速機用圧油装置

単位式で、電動機駆動の圧油ポンプ 2 台によるエシジョンコントロールによりタンク内の油圧を 22~24 kg/cm² に保つ。またポンプのローディン

グ、アンローディングに伴い油面調整装置により自動給気弁・自動排気弁を適宜動作し、油圧・油面を所定の範囲におさめる。

タンク容量は A 級動作責務とし、第 1 段・第 2 段動作責務中の漏油量は、各動作での消費油量の 10 % として決められている。

3.4.2 入口弁用圧油装置

単位式で、電動機駆動の圧油ポンプ 1 台で、圧油タンクに設けられた油圧継電器により起動、停止し圧油タンクの油圧を 52~55 kg/cm² に保つ。

圧油タンク容量は第 1 段 2 ストローク、第 2 段 1 ストロークとし、漏油量は消費油量の 10 % として決められている。

3.5 給排水装置

給水装置は単位式で各ユニットに常用機 1 台を設け、水車 2 台に対し予備機 1 台を設けている。系統じよう乱後の給水はセントラル方式とし鉄管より取水し、ジェットポンプ用ストレーナを経て 1, 2 号機いずれにも給水できるようになっている。

自動ストレーナはくし歯形回転式を採用し、タイマでスクリーン回転用電動機と汚水排水用電動機を操作し、ごみを自動的に放出するようになっている。

所内排水ピットに排水ポンプ 2 台、ジェットポンプ 1 台が設けられている。吸出管は仕切弁を経て排水ピットと連結されており、給水ポンプとも連結され、吸出管の排水は排水ポンプおよびポンプ給水にても可能となっている。

4. 発電機

4.1 仕様

表 2.1 に 1, 2 号機の発電機仕様を示す。

この発電機は発電専用機であるが、3~6 号の 106 MW 電動機の同期起動を行なう起動用発電機としても使用されるため、特に設計上次の点に考慮を払った。

(1) 発電機諸定数の決定に際して、水車のトルク制御や電動機定数など同期起動の起動条件に影響する諸因子の解析・検討を実施した。このため水車のトルク制御法を包含した全体の同期起動シミュレーションプログラムを開発し、これを使用した。

(2) スラスト軸受にはオイルリフトを設けて、円滑な同期起動を行ないやすくするとともに、ひんぱんな発電機の起動停止にも耐えるよう注意を払った。

4.2 構造概要

つり上げ高さ軽減を図るため半かさ形構造とした。上振止軸受は、発電機の鉄心長が長いために起因する振動増大を防止する目的で設置した。以下構造上の主要な特長のみ紹介する。

固定子は4分割構造とし、空気冷却器8個付きの全閉内冷形である。固定子コイルは、ファンターのハーフコイル波巻構造で、過酷なヒートサイクルにも十分耐える安定した性能のダイヤレジン絶縁(B種)を施した。またコイルの接続には、ろう付けを採用している。コイルエンドの保持には、エポキシレジンを含浸した特殊なマットを使用し、波巻採用と相まってすっきりした構造とすることができた。

発電機軸は、下部主軸(鍛鋼製)、溶接スパイダボスおよび溶接上部軸の3分割構造とした。リムは扇形状の薄板積層構造で、ボルトで強固に一体に締付けられている。ボスとの結合は、当社独特のバネキーを使用している。このため焼きばめを必要とすることなく、リムとボスとの十分な締めしろ(代)を得ることができる。

スラスト軸受は、キングスベリ形で定格荷重695トンである。スラストパッドの変形を防止するため、パッドとピボットとの間にディスクを入れ、さらに12枚のパッドの荷重分担を均一にするため各ピボットの下に圧縮管を設けた。

本発電所は、一般の見学者が訪れる機会も多いため発電機の外観にも意を用いた。風道内面には、ガラス繊維から成る吸音材を使用している。

図4.1に発電機完成写真を示す。

4.3 試験

発電機の工場試験および現地試験のいずれも、非常に好成績裏に完了したが、紙数の関係でその詳細は割愛し、6章に同期起動試験の結果のみ報告する。

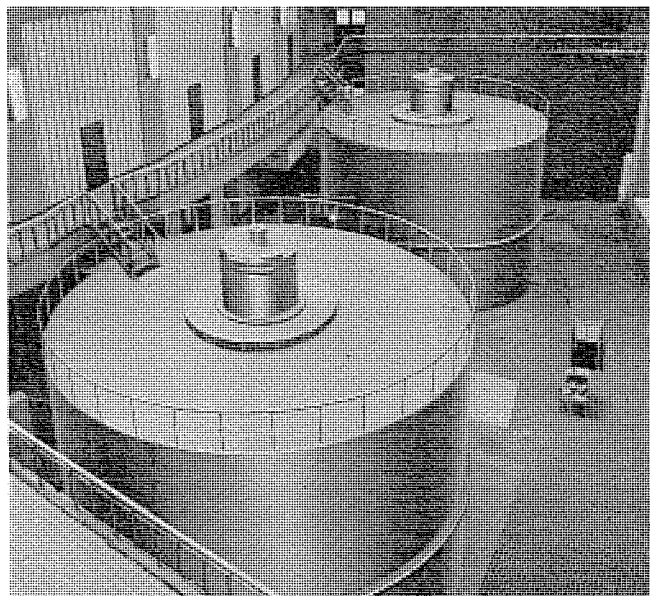


図 4.1 111,000 kVA 水車 発電機
111,000 kVA water wheel generators.

5. 運転制御装置

5.1 回路方式

図5.1は安曇発電所全体の単線接続図である。

揚水発電所の起動方式としては全自動による同期起動方式が採用されている。この方式は、発電専用機と発電電動機を電氣的に接続し、かつ、それぞれに適当な励磁を与えておいて発電専用機を回転させると、その発生する同期化トルクによって発電電動機も同期起動し、定格回転速度にて系統と並列するものである。したがって、この起動方式は起動時系統に与えるじょう乱がなく、起動時間も速く、しかも同時に複数台起動が可能であり、大電流の起動用しゃ断器を省略できるなどの利点がある。

起動用発電機として使用する発電専用機(1, 2号)はダム直下に、また被起動発電電動機(3~6号)は放水路右岸に設置され、これらの建屋間は同期起動母線にて接続されている。1, 2号機用の主変圧器は据付面積の制約上、発電機2台に対し1台のセントラル方式を採用している。

所内動力電源は主変圧器低圧側から分岐するとともに、近接の前川および大白川発電所からも得られるような回路方式が採用され、常に所内動力を得ることができ、系統じょう乱後の試送電も1, 2号機を使用して行なうことができる。

5.2 運転制御

運転制御方式は、梓川制御所からの遠方制御方式(1人制御方式を併用)で、保護方式は非常停止・急停止・無負荷無励磁運転および軽故障となっている。

図5.2(a)および(b)に同期起動シーケンスブロック図を示す。起動用発電機と発電電動機の建屋が離れているため、発電機側条件と電動機側条件とのつき合わせは図5.2に示すように、必要最小限にとどめ、シーケンスの簡単化をはかった。

また1, 2号機側油圧系統は、普通の水車の場合とかなり変わったところはなく、簡便で確実な操作系統となっている。

同期起動のための特殊装置はつぎのとおりである。

- (1) 同期起動母線および断路器
- (2) 静止励磁装置および励磁切換回路
- (3) 水車起動装置
- (4) 脱調検出装置
- (5) 低周波域における保護装置

5.2.1 励磁装置

励磁装置としては、発電機軸直結の直流励磁機のほかに同期起動用の静止励磁装置があり、直結励磁機には磁気増幅器を使用したマグネタット形自動電圧調整器が設けられている。

同期起動の際には、まず静止励磁装置を使用し、水車回転が上昇し直結励磁機の電圧が静止励磁装置の電圧より高くなれば、自動的に直結励磁機に切り換える装置を磁気増幅器式比較器を使用し構成した。なお系統並列前の電圧調整および速度調整は発電機側装置を使用し、同期検出は発電電動機側装置を使用し、系統並列は発電電動機側高圧しゃ断器を使用している。

5.2.2 脱調検出装置

同期起動中での短絡・地絡・界磁喪失などの異常現象は、そのまま脱調現象に発展すると考えられるので、発電機および発電電動機の主軸に直結した回転金属板と近接スイッチにより、発電機と電動機の磁極の位置を検出して、発電機と発電電動機の位相差角が180度

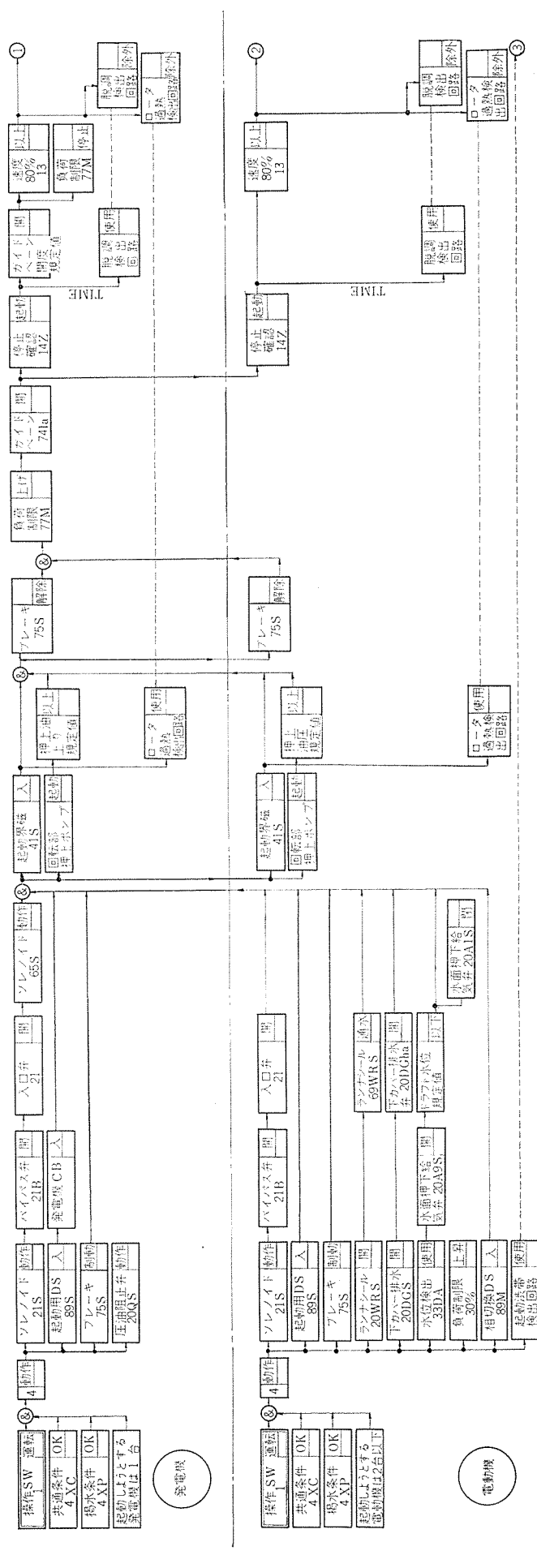


図 5.2 (a) 同期起動ブロック図 (その1)

Block diagram of synchronous starting—Part 1.

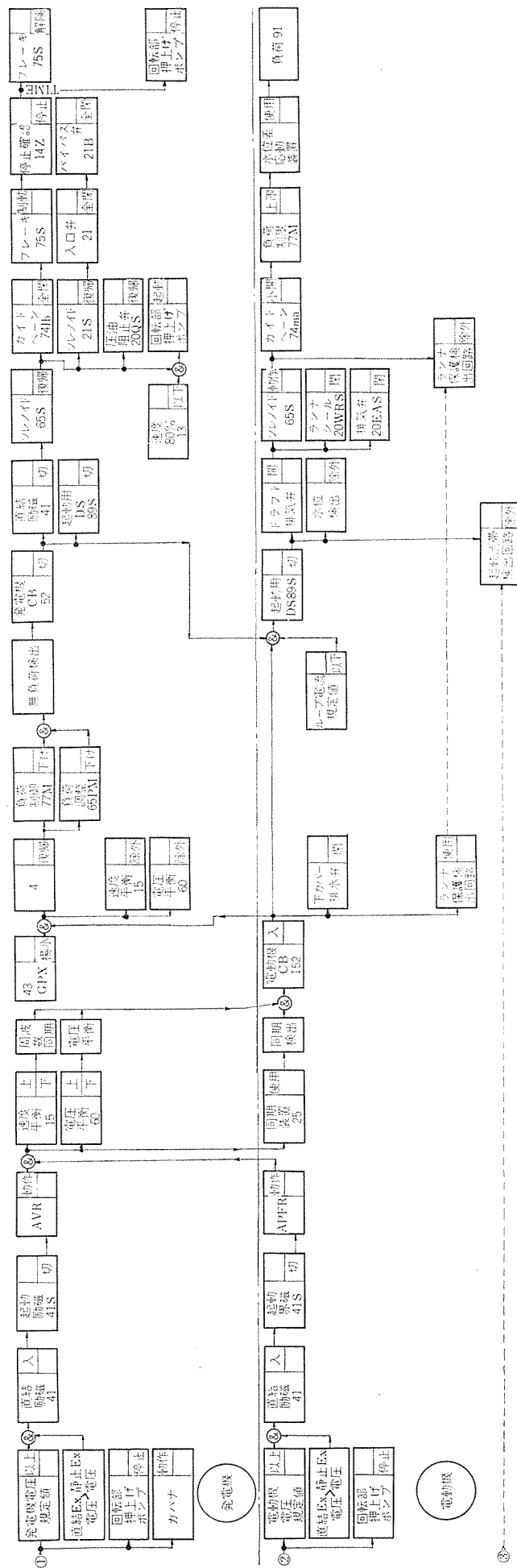


図 5.2 (b) 同期起動ブロック図 (その2)

Block diagram of synchronous starting—Part 2.

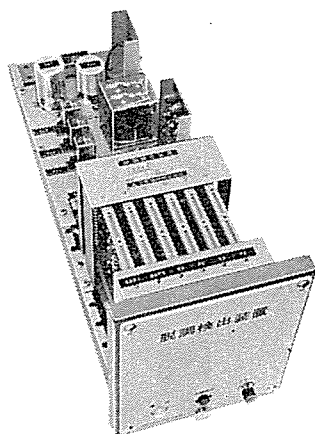


図 5.3 脱調検出装置
Out-of-phase detecting device.

以上ずれたときに、動作するトランジスタ形脱調検出装置（特許出願中）を製作した。

図 5.3 に脱調検出装置を示す。

5.2.3 保護装置

同期起動初期の低周波域では通常の保護継電器を使用できないため、低周波特性の良好なブランジャ形過電流継電器を採用するとともに、起動初期での事故のほとんどが、脱調に発展すると考えられるので前項の脱調検出装置を併用した。

5.2.4 出力制限装置

落差変動がはげしく、落差 104 m 以上では水車のガイドベーンを全開すると出力超過となるため、落差に応じてガイドベーン開度を制限する装置を設けた。

6. 同期起動試験

6.1 試験の概要

6.1.1 予備試験

(1) 計器、継電器の周波数特性

各種計器・継電器の周波数特性を工場にて測定した。

交流電流計および電圧計は、20～50 Hz の範囲では指示誤差は約 1.0 % 以内であることが確認できた。

同期起動中、特に重要なブランジャ形過電流継電器 (51 M) の周波数特性を図 6.1 に示す。その他の継電器については、20～50 Hz の範囲で特性を測定し、実用上特に問題点がないことを確認した。

(2) PT, CT の周波数特性

PT, CT の周波数特性を現地に測定した。PT については、静止励磁装置より一定励磁を与え、水車を起動して測定した。また CT については、発電機を三相短絡した後水車を起動し測定した。PT は 8.0～50 Hz、CT は 6.5～50 Hz の範囲で測定したが、PT, CT

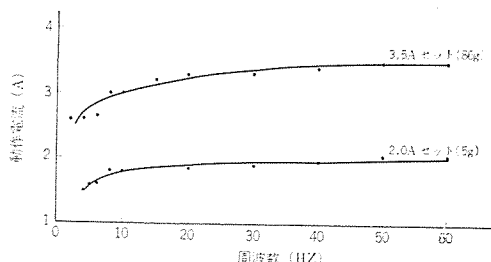


図 6.1 SCA-E 形 過電流継電器周波数特性
Frequency characteristics of type SCA-E overcurrent relay.

とも低周波域で使用しても特に問題となるほどの誤差はないことが確認された。

(3) 予備起動試験

同期起動はわが国最初の試みであり、水車のトルク制御が起動可否に大きな影響を与えるため、揚水機完成に先立ち 1 号機を発電機、2 号機を被起動の電動機として同期起動予備試験を行ない、起動作用水車の発生トルクおよび同期起動の状況を実測した。この試験成功により水車のトルク制御方法、発電機および電動機の励磁量および励磁比など頭初的设计条件で十分であることが確認できた。

6.1.2 1 G-1 M 起動試験

発電機 1 台で電動機 1 台 (5 号機もしくは 6 号機) のみを起動 (1 G-1 M と略称) する試験として、次のとおり起動条件を分類して実施した。

(1) 低速 (約 10 % 定格速度) までの起動加速試験……21 ケース

| | |
|---------|----------------------|
| 条件 | 水車ガイドベーン開度：16.6～29 % |
| 同上開口速度： | 0.37～1.96 %/秒 |
| 発電機励磁： | 0.67～1.17 p. u. |
| 電動機励磁： | 0.35～1.0 p. u |

注) ガイドベーン開度 (%) は最大出力を発生する開度を 100 % とした。励磁 1 p. u. とは、無負荷定格電圧を発生するのに必要な励磁量を示す。

(2) 系統並列までの起動加速試験……19 ケース

| | |
|---------|--------------------------------|
| 条件 | 水車ガイドベーン開度：25～26.9 % (公称 25 %) |
| 同上開口速度： | 0.31～2.92 %/秒 |
| 発電機励磁： | 0.77～1.1 p. u |
| 電動機励磁： | 0.5～0.8 p. u |

(3) ポンプ水車漏水増加時の起動試験……4 ケース

条件 ポンプ水車ガイドベーンストロークを変更 (4 種類)

(4) 中性点接地抵抗器有無の影響……2 ケース

条件 発電機側の中性点断路器が開と閉、電動機側はいずれも閉の状態での起動試験実施

6.1.3 1 G-2 M 起動試験

発電機 1 台で電動機 2 台 (5 号機および 6 号機) の起動試験 (1 G-2 M 起動試験と略称) として、下記のように実施した。

(1) 系統並列までの起動加速試験……33 ケース

| | |
|---------|--------------------------------|
| 条件 | 水車ガイドベーン開度；20～25.5 % (公称 25 %) |
| 同上開口速度： | 0.26～0.56 %/秒 |
| 発電機励磁： | 0.76～1.14 % p. u. |
| 電動機励磁： | 0.26～1.6 % p. u. |

(2) 各電動機の励磁量の異なる起動試験

条件 上記 (1) 項のうち下記 4 ケース実施

| ケース | 発電機励磁 | 電動機 (5 号機) | 電動機 (6 号機) |
|-----|------------|------------|------------|
| 1 | 1.12 p. u. | 0.26 p. u. | 0.36 p. u. |
| 2 | 1.02 " | 0.26 " | 0.38 " |
| 3 | 1.06 " | 0.69 " | 0.84 " |
| 4 | 1.06 " | 0.73 " | 0.49 " |

(3) 2 台のポンプ水車のガイドベーンストロークをそれぞれ変えた起動試験……1 ケース

6.2 試験結果の要約

6.2.1 水車のトルク制御

製作に先立ち水車のモデルテスト、アナログおよびデジタル電子計算機による水車の発生トルクや、発電機および電動機の起動加速特性の

表 6.1 水車の起動制御設計値
Designed data of starting water turbine torque control.

| 起動台数 | 落差 (m) | ガイドベーン | | | 加速時間 (s) |
|-------|-----------|----------------------|-------------------|---------------|-------------|
| | | 開度 α_0 (%) | 開口時間 t_1 (s) | 開口速度 (%/s) | |
| 1 台起動 | 135.73 | 25 | 65 | 0.385 | 80 |
| | 104.0 | 25 | 65 | 0.385 | 90 |
| | 75.97 | 25 | 65 | 0.385 | 110 |
| 2 台起動 | 135.73 | 25 | 65 | 0.385 | 130 |
| | 104.0 | 25 | 65 | 0.385 | 140 |
| | 75.97 | 25 | 65 | 0.385 | 190 |

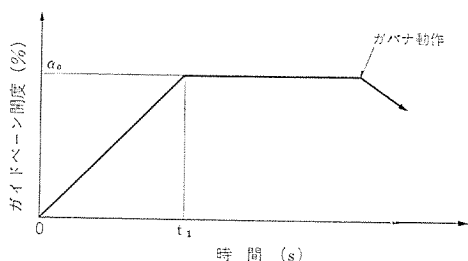


図 6.2 ガイドベーン制御パターン
Control pattern of guide vane.

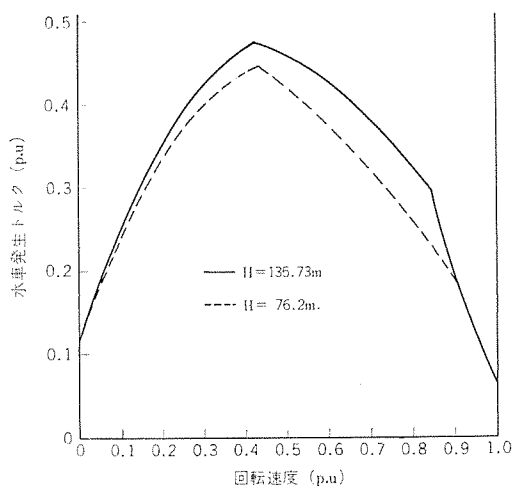


図 6.3 水車の発生トルク (計画値)
Water turbine torque (Designed value).

検討の結果、もっとも簡単で確実な水車の起動トルク制御法として図 6.2 に示すようなガイドベーン開動作特性とすることとし、その設計値として表 6.1 に示す値を採用した。この場合の起動トルク計算例を図 6.3 に示す。これらの設計値採用にあたって考慮したおもな事項は次のとおりである。

- (1) 水車の発生トルク最大値は 0.5 p. u. トルク (1 p. u. トルクとは水車の定格トルクを示す) をこえない。
- (2) 加速時間は電動機 1 台起動時で 2 分以内、2 台起動時で 3 分以内とする。
- (3) 落差の変動があってもガイドベーンの制御法は変えない。
- (4) 上記の条件下でいかなるトルク発生条件でも同期起動が可能なこと。

図 6.4 に水車発生トルクの実測オシロ例を示す。図から明らかに、ガイドベーンの開度とほぼ比例して水車の発生トルクは増加する。一定開度になったあとは、回転速度の上昇とともにトルクは減少し、定格速度付近でガバナが動作して定速運転が行なわれる。最大トルクが現われるのは、ガイドベーンが最大開度となったときであるが、その値は、その時点で発電機の回転速度がどの程度かによって大きく異なる。実測の結果によればガイドベーン開口速度が遅いほど最大トルクは小さくなる傾向にあり、設計開口速度では大略 0.40 p. u. 程度以下である。

6.2.2 水車のトルク制御と励磁量

水車の発生トルクが過大であれば、起動中の電動機が脱調したりあるいは同期加速中に起動母線電流が過大となって過電流リレー 51 M が動作する。同期加速中の 51 M 動作による停止は、ガイドベーン開口速度が著しく早すぎる場合、または発電機と電動機の励磁量の相乗積が小さい場合にみられた。図 6.5 でその傾向を知ることができる。本図からガイドベーン開口速度設計値 0.385 %/秒は十分余裕のある低い値であることがわかる。次節以下でさらに詳細にこの関係を調べてみることにする。

6.2.3 初期励磁と起動可能範囲

1 G-1 M 起動の場合の励磁量と起動可否の関係を図 6.6 に、1 G-2 M 起動の場合を図 6.7 に示す。図において水車が発生する最大トルクがそれぞれ 0.45 および 0.4 p. u. とした場合に、電動機が脱調することなく起動加速できる限界曲線を参考までに示した。この曲線が発電機および電動機の損失トルクを無視し、発電機と電動機間の最大伝達トルクは、両者の内部位相差が 60° で起こるものとして d 軸および q 軸リアクタンスを考慮⁽²⁾して求めたものである。この限界曲線より発電機もしくは電動機の励磁が大であれば、脱調することなく安定に同期加速することができる。これらの図から水車が発

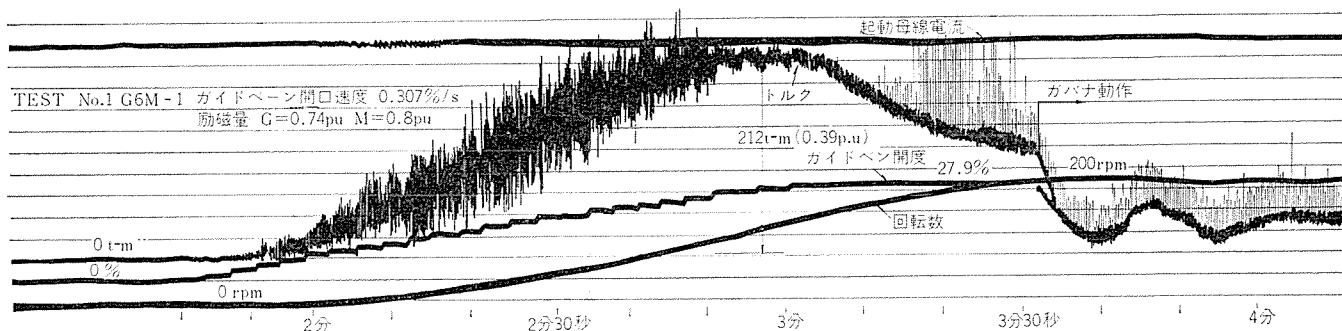


図 6.4 水車の発生トルク
Oscillogram of water turbine torque.

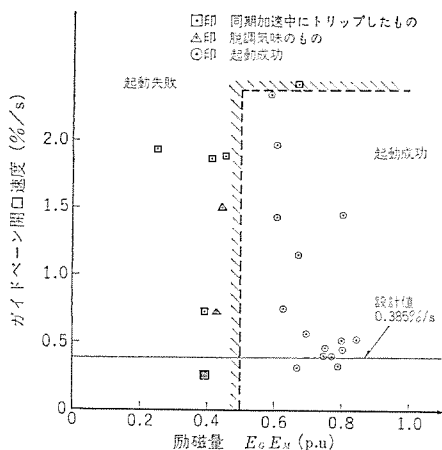


図 6.5 ガイドベーン開口速度・励磁量と起動可否
Guide vane opening speed and excitation vs. possible start criteria.

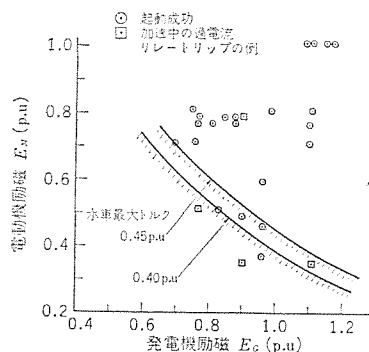


図 6.6 1 G-1 M 起動試験；励磁量と起動可否
1 G-1 M synchronous start ; Excitation vs. possible acceleration limit.

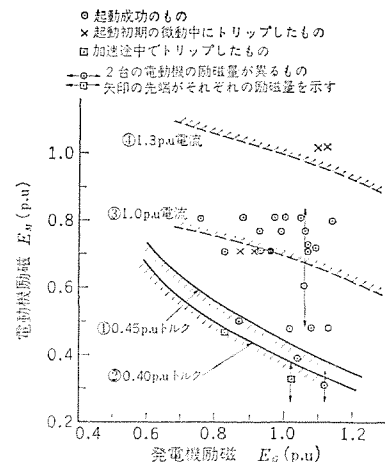


図 6.7 1 G-2 M 起動試験；励磁量と起動可否
1 G-2 M synchronous start ; Excitation vs. possible acceleration limit.

生する最大トルクが 0.4 p. u. 程度とすると、起動可能限界曲線はきわめて実測の結果とよく一致していることがわかる。なお q 軸リアクタンスを無視すれば、この限界曲線はさらに励磁の強いほうに移動することになる。

6. 2. 4 過電流制限と励磁量

電動機 1 台起動の場合はほとんど問題にならないが、2 台同時起動の場合には、起動頭初に発電機および電動機が寸動をくり返すいわゆる非同期微動を生じることがある。その際低周波の大きな過電流が流れる。この際特に近接する 2 台の電動機間では、発電機から流入する電流のほかに相互の電流のやりとりも行なわれ、その結果電動機側の過電流リレー 51 M が動作することがある。図 6. 8 にこのようにして起動失敗したオシロ例を示す。図 6. 9 は、ほとんどこの微動なしに起動成功した例である。今かりに、0.01 p. u. 速度以下の超低速で 1 台の電動機が脱調し、しかも位相関係が最悪となるよ

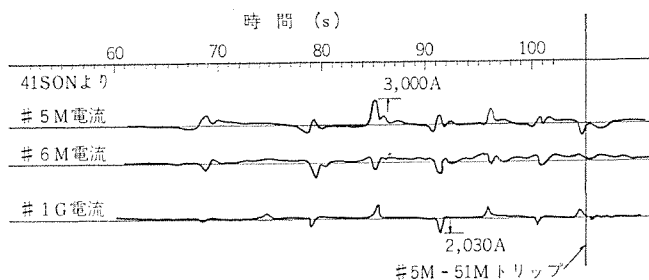


図 6.8 1 G-2 M 起動失敗例
Failure of synchronous starting of 1 G-2 M.

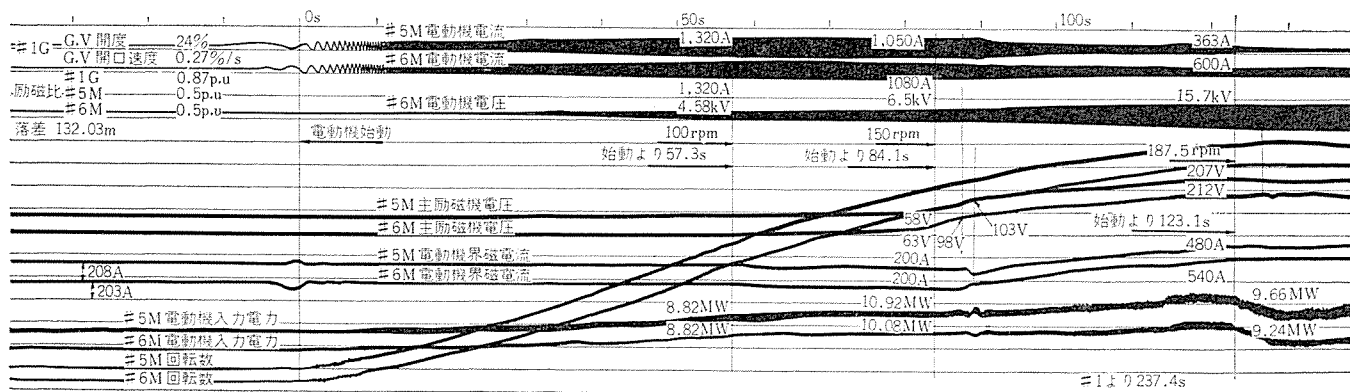


図 6.9 1 G-2 M 起動 オシログラム (電動機側；良好な起動例)
1 G-2 M synchronous starting oscillogram (Motor side ; satisfactory case).

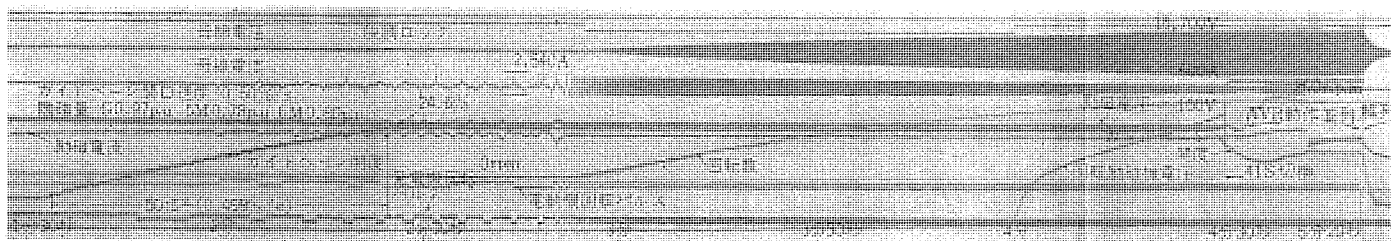


図 6.10 1 G-2 M 起動 オシログラム (発電機側；良好ではない起動例)
1 G-2 M synchronous starting oscillogram (Generator side ; unsatisfactory case).

うな条件下で、この電動機に流入する過電流と励磁量との関係を概算すると図 6. 7 の曲線③あるいは④ようになる。この曲線よりも励磁を弱くしないと起動初期の微動中に、電動機側過電流 リレー 51 M が動作することになる。しかしながらこの制限を設けるには、種々問題も多くまた実際のでもないで最終的には脱調検出器と同様、初期の微動中には電動機側 51 M が動作しないようタイマーで逃がすことにした。図 6. 10 は、この微動がきわめて長時間（約 50 秒）続き、その間にガイドベーン開度が最大となってしまうあとに起動成功した場合のオシロ例である。

このほかに同期加速中の電流については、起動母線の電流容量からきまる過電流制限にも留意せねばならない。損失トルクおよび突極効果を見れば、起動母線の電流を一定値以下に押えるために、発電機励磁 E_g および電動機励磁 E_m は、次の関係式を満足せねばならない。

$$E_m = \sqrt{(I_{max} \cdot X)^2 + E_g^2} - 2\sqrt{(I_{max} \cdot X \cdot E_g)^2 - (T_{max} \cdot X)^2}$$

ただし

X = 発電機および電動機の全等価リアクタンス

I_{max} = 電流制限値

T_{max} = 電動機へ伝達される最大トルク

一般に発電機励磁が大で電動機励磁が小の場合ほど、また最大伝達トルクが大きいほど、同期加速中の起動電流は大きくなる傾向にある。今突極効果を考慮したトルクと励磁量との起動限界曲線から、等価的なリアクタンス X を想定し、起動母線電流を電動機 2 台起動時 3,300 A、1 台起動時 2,700 A と制限した場合の励磁の制限曲線の計算結果の例を図 6. 11 の曲線②および③にそれぞれ示す。すなわち起動電流をこれらの制限値以内とするためには、主として電動機励磁を図示の限界曲線以上に、強める必要がある。

6. 2. 5 起動時間

#1 操作の起動指令より、電動機が同期起動を始め系統並列に至るまでのおよその時間は、表 6. 2 に示すとおりである。このうち電動機が起動を始め定格速度に達するまでの加速時間は、1 台起動時で約 72 秒、2 台起動時で約 110 秒である。試験実施時の落差が 122~135 m 程度であることを考えると、ほぼ表 6. 1 に示す設計値とおりで所期の目標を十分果すことができた。ガイドベーン開口速度と加速時間（正確にはガイドベーン開き始めより定格速度に至るまで）の関係を表 6. 3 に示す。これらの表から明らかなように水車のガイドベーン開口速度をあまり大きくしても、全体の起動時間の短縮には、さほど影響がないことがわかる。

6. 2. 6 その他

紙数の関係で以下の項目については、簡単にその概要のみを紹介するとどめる。

(1) 励磁装置切替

起動初期使用の静止励磁装置より、回転数上昇後の回転励磁機への切替の模様を、図 6. 10 のオシロに示す。

(2) 反抗トルクの影響

もっとも極端な場合、ポンプ水車ランナを水中においたままのいわゆる水中起動にも成功した（1 G-1 M、低速域の試験のみ）。

(3) 初期位相差角の影響

1 G-1 M 起動の場合、無視できることを確認した。

(4) 主変圧器の影響

同期起動時に電動機側主変圧器は、いずれの試験でも接続されたままであった。したがってその影響は考慮済みである。またとくに

表 6. 2 起動時間
Starting time.

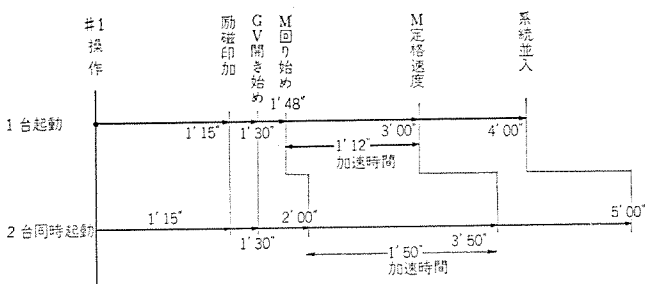


表 6. 3 ガイドベーン開口速度と電動機起動時間
Guide vane opening speed and starting time of motor.

| テスト No. 1 台起動 | ガイドベーン (GV) | | GV 開き始めよりの時間 | |
|------------------|-------------|---------|--------------|--------------|
| | 開口速度 %/s | 開度 % | 電動機回り始め s | 同定格速度到達 s |
| 1 | 0.31 | 26.7 | 22 | 114 |
| 2 | 0.56 | 26.7 | 14 | 87 |
| 4 | 1.15 | 26.7 | 10 | 79 |
| 6 | 1.96 | 26.7 | 9 | 75 |
| 8 | 2.35 | 26.7 | 7 | 72 |

異常な現象も認められなかった。

(5) 中性点接地抵抗の有無の影響

特に差異は認められなかった。

6. 3 まとめ

6. 1 および 6. 2 節に現地で実施した試験の概要およびその結果の検討の一部を紹介したが、これら試験結果を慎重検討のうえ、主要部分の設定値は次のとおりにした。

(1) 水車のトルク制御法

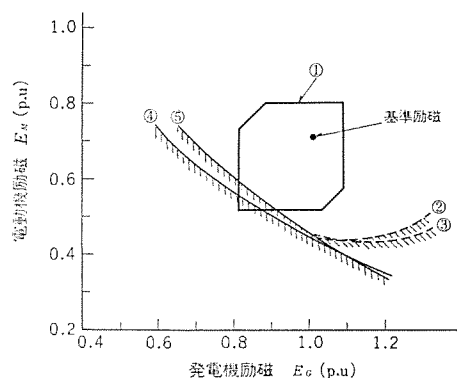
最大ガイドベーン開度は 25 % とし、開口速度は 0.25 %/秒とした。この値は水車が発生する最大トルクを低く押え、なおかつ円滑、じん速な起動加速を行なうに十分な値である。

(2) 発電機および電動機の初期励磁量

発電機励磁は 1.01 p. u.、電動機励磁は 0.71 p. u. とした。ただし界磁巻線温度が 0~100°C に変化したり、受電電圧が最高 285 kV、最低 255 kV 程度に変動し得ることを勘案すれば、励磁の変化範囲は図 6. 11 の曲線①の内側となる。この励磁範囲では、一部最大トルクによる起動限界曲線にかかる部分があるが、上記(1)項に述べたように水車のガイドベーン開口速度を十分遅くしているため、水車の発生トルク最大値が 0.45 p. u. 以上、発電機および電動機両方の界磁巻線温度が最高値 100°C であり、しかも受電電圧が最低という最悪の条件が全部同時に重なることはないと思われることから、実用上支障はないと考えられる。

(3) 過電流 リレー 51 M 設定値

発電機側 3,600 A、電動機側 3,300 A とした。過電流リレーが低周波域では、前述のごとく動作電流が低下することを考慮して、図 6. 11 では、電動機 2 台起動時 3,300 A（発電機側 51 M で制限）、1 台起動時 2,700 A（電動機側 51 M で制限）とした場合の励磁制限の計算結果の例を示した。すなわちこの制限曲線内の励磁範囲では、この過電流制限は受けないと予想される。なお 2 台起動時には、電動機相互の電流のやりとりで電動機側 51 M が動作しやすいため、起動頭初のみタイマーでロックすることにした。



曲線①抵抗および電圧変動を考慮した励磁量の変化範囲
 ・②2台起動最大トルク 0.45 p. u 最大 3,300 A の過電流制限曲線
 ・③1台起動最大トルク 0.45 p. u 最大 2,700 A の過電流制限曲線
 ・④2台起動最大トルク 0.45 p. u の起動限界曲線
 ・⑤1台起動最大トルク 0.45 p. u の起動限界曲線

図 6.11 励磁設定値と限界曲線
 Probable excitation vs. overcurrent and torque limit curves.

(4) 脱調検出器

起動試験を通じて起動失敗は、51 M リレーの動作によるもののみであったが、後備保護として脱調検出器も生かすことにした。

7. む す び

以上水車・発電機・運転制御装置および同期起動試験の概要について記したが、現地試験の結果、同期起動方式の実用性が実証され、今後大容量揚水発電所へ適用した場合、その長所をいかに発揮できることの確信をいっそう深めることができた。

また梓川開発工事の効果は、単に主要ピーク、発電所としてその機能を発揮するばかりでなく、大貯水池群の完成により下流の土地改良事業をも可能とした。さらにダム建設により生まれた三つの人造湖は、観光開発の効果をもたらし、道路の整備とあいまって地域開発促進に寄与するところも大きいと考えられる。

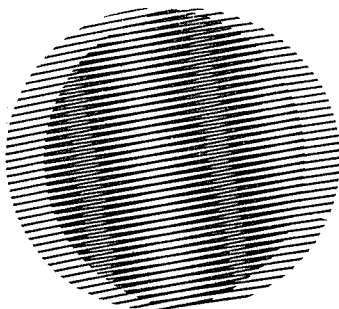
終わりに、この発電所の開発を企画され、機器の設計製作にあたって種々有益なご指導をいただいた東京電力(株)の関係各位に、厚く感謝の意を表する次第である。またあわせて現地における同期起動試験に協力願った東京芝浦電気(株)の関係各位にもお礼を申し上げたい。

参 考 文 献

- (1) 森、芝瀧：三菱電機技報，40，1,673（昭41）
- (2) C. Concordia：Synchronous Machines, p.48（1951）

最近登録された当社の実用新案

| 名 称 | 登 録 日 | 登 録 番 号 | 考 案 者 | 関 係 場 所 |
|----------------------|----------|---------|------------------------|---------|
| 吸収式冷房機の蒸発器 | 43-11-15 | 857572 | 笠 置 紘 | 商品研究所 |
| 冷蔵庫 | 43-11-15 | 857573 | 加 藤 栄一 | 静岡製作所 |
| 換気扇の取付装置 | 43-11-15 | 857574 | {松岡 治・田口 幹雄 近 藤 栄助 | 中津川製作所 |
| 換気扇の取付装置 | 43-11-15 | 857575 | {松岡 治・近藤 栄助 田口 幹雄 | 中津川製作所 |
| 換気扇の取付装置 | 43-11-15 | 857576 | {松岡 治・田口 幹雄 近 藤 栄助 | 中津川製作所 |
| 電気歯 ブラシ | 43-11-15 | 857577 | {武井 久夫・小川 昇 熊田 泰治 | 郡馬製作所 |
| 食器洗滌機 | 43-11-15 | 857578 | 高 沢 正二・関根 文男 | 商品研究所 |
| 単安定 マルチバイブレータ | 43-11-15 | 857579 | 壺 井 芳昭・松原 要 | 中央研究所 |
| 直流電力制御装置 | 43-11-15 | 857580 | 赤 松 昌彦 | 中央研究所 |
| 食器洗滌機の食器かご | 43-11-15 | 857581 | 関根 文男 | 商品研究所 |
| 電氣的鎖錠回路 | 43-11-15 | 857582 | 久 松 章三 | 神戸製作所 |
| 衣類乾燥器 | 43-11-15 | 857583 | 高 橋 賢司 | 郡馬製作所 |
| 燃料 ポンプ | 43-11-15 | 857584 | 菰 原 智・津田 栄一 | 中央研究所 |
| 五徳 | 43-11-15 | 857585 | 勝 間 通夫 | 静岡製作所 |
| 五徳 | 43-11-15 | 857586 | 勝 間 通夫 | 静岡製作所 |
| 親子時計装置 | 43-11-15 | 857587 | 武 田 克己・佐藤 安俊 | 福山製作所 |
| ガバナ スイッチ | 43-11-15 | 857588 | 松 尾 宏之 | 名古屋製作所 |
| ランプ 付押釦 スイッチ | 43-11-15 | 857589 | 西 川 治長 | 名古屋製作所 |
| 分配結合比制御装置 | 43-11-15 | 857590 | 尾形陸奥男 | 通信機製作所 |
| 分配結合比制御装置 | 43-11-15 | 857591 | 尾形陸奥男 | 通信機製作所 |
| ジュース | 43-11-21 | 858198 | {武井 久夫・服部 信道 岩田 尚之 | 郡馬製作所 |
| ジュース | 43-11-21 | 858199 | 高 沢 正二 | 商品研究所 |
| 溶接機の制御装置 | 43-11-27 | 858350 | 竹 内 友彦・野口 昌介 | 名古屋製作所 |
| ブレーキ 付かご形誘導電動機 | 43-12-13 | 860672 | 山 本 慧実 | 福岡製作所 |
| エスカレータ の移動手摺の出入口装置 | 43-12-16 | 860784 | 石 田 松彦 | 稲沢製作所 |
| 回転機用点検 カバー | 43-12-16 | 860785 | 松 原 博・忍 正寿 | 伊丹製作所 |
| 高周波電力監視装置 | 43-12-16 | 860786 | 笹 田 雅昭・花房 正昭 | 通信機製作所 |
| ジュース | 43-12-16 | 860787 | {武井 久夫・服部 信道 岩田 尚之 | 郡馬製作所 |
| 負 イオン 発生装置を備えた空調和機 | 43-12-16 | 860788 | 杉 本 賢 | 商品研究所 |
| 石油燃焼機の燃焼制御装置 | 43-12-16 | 860789 | 小 原 英一・小林 恵治 | 商品研究所 |
| プロセスライン に於ける材料切断検出装置 | 43-12-16 | 860790 | 紙 谷 鉄男 | 神戸製作所 |
| コード 抜け止め装置 | 43-12-16 | 860791 | 蟻 川 正吾 | 郡馬製作所 |
| 端子装置 | 43-12-16 | 860792 | {松尾 宏之・吉田 太郎 清 水 賢一 | 名古屋製作所 |
| 吸引式吊上装置 | 43-12-16 | 860793 | 湊 正 明 | 京都製作所 |
| 自動調心形軸受装置 | 43-12-16 | 860794 | 白 石 和男 | 中津川製作所 |
| 冷蔵庫 | 43-12-16 | 860795 | 木 下 忠男 | 静岡製作所 |
| 過電流遮断装置 | 43-12-16 | 860796 | 赤 松 昌彦 | 中央研究所 |
| 空調和装置 | 43-12-16 | 860797 | 斎 藤 辰夫 | 中津川製作所 |
| 卓上用丸のこ装置 | 43-12-16 | 860798 | 弘 瀬 潔 | 福岡製作所 |
| テーブリーダ の巻取巻戻軸支持装置 | 43-12-16 | 860799 | 志 賀 正明・伊藤 一男 | 鎌倉製作所 |
| 繫索装置 | 43-12-16 | 860800 | 宇 川 彰 | 中央研究所 |
| 機関点火用信号装置 | 43-12-18 | 860801 | 日 野 利之 | 姫路製作所 |
| 加湿器 | 43-12-18 | 860803 | 高 橋 克己 | 静岡製作所 |
| 回路保護装置 | 43-12-18 | 860804 | 勝 田 久登・竹内 孝治 | 神戸製作所 |
| 導線接続装置 | 43-12-18 | 860805 | 高 村 明・熊沢 幸芳 | 名古屋製作所 |
| ポンプ の制御装置 | 43-12-18 | 860806 | 加 来 政博 | 長崎製作所 |
| ダイオード の故障表示装置 | 43-12-18 | 860807 | 森 南 | 長崎製作所 |
| 磁気 ヘッドオートクリーナ | 43-12-18 | 860808 | 東 山 昇 | 鎌倉製作所 |
| 生ビール 冷却装置 | 43-12-18 | 860809 | 山 越 明秀・水野 久隆 | 和歌山製作所 |
| 電気機器 | 43-12-18 | 860810 | 丸 地 謙二・中島 治男 | 名古屋製作所 |
| 電気 アイロン | 43-12-18 | 860811 | 荒 木 勲・鳥山 建夫 | 群馬製作所 |
| 生ビール 冷却機 | 43-12-18 | 860812 | 三津沢武夫 | 和歌山製作所 |



新製品紹介

6.5 mm, 10 mm 携帯用電気ドリル

現在、好評販売中の 6.5 mm 携帯用電気ドリル (SD-6 A-1 形), 10 mm 携帯用電気ドリル (SD-10 T-1 形) のモデルを一新し、出力もアップし、改良形として SD-6 B 形, SD-10 A 形をそれぞれ開発した。

■ 仕様

| 形 名 | 最大穴あけ能力 mm | 電 源 | | | 出 力 W | 全負荷電流 A | 無負荷 回転数 rpm | 重 量 kg | 付 属 品 |
|---------|---------------|------|----------|-----------|----------|------------|-------------------|-----------|----------------|
| | | 種 類 | 電 圧 V | 周波数 Hz | | | | | |
| SD-6 B | 6.5 | 単相交流 | 100 | 50/60 | 160 | 3.2 | 2,800 | 2.3 | 予備炭素ブラシ 1 組 |
| SD-10 A | 10 | 単相交流 | 100 | 50/60 | 170 | 3.4 | 1,200 | 2.6 | 予備炭素ブラシ 1 組 |

■ 改良内容および特長

- (1) モデルチェンジによりデザインを一新し、人間工学にもとづいた使いやすい形状にした。
- (2) モートルは強力で温度上昇が一段と低くなった
6.5 mm 用は出力を 160 W にし 30 % アップ
10 mm 用は出力を 170 W にし 10 % アップ
- (3) 高速回転のため穴あけ性能は抜群である。
- (4) モートルの変更により、ブラシ寿命が一段と長くなった (30 % アップ)
- (5) 受信障害防止器を内蔵し、電波障害をなくした。
- (6) スイッチの変更によりスイッチ寿命を長くし、使いやすくした。
- (7) ISO ねじの採用

[福岡製作所]

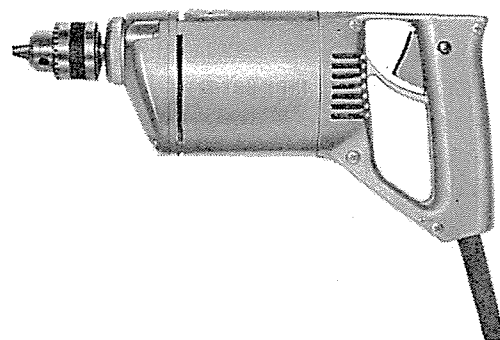


図 1 6.5 mm 携帯用電気ドリル (SD-6 B 形)

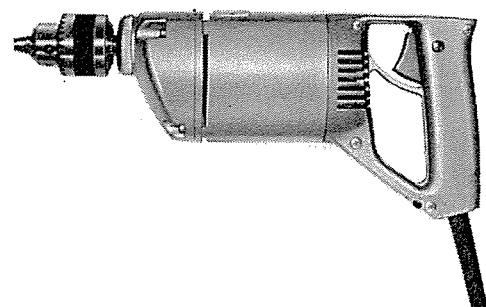


図 2 10 mm 携帯用電気ドリル (SD-10 A 形)

真空しゃ断器収納三菱クリーンクラッド開閉装置

真空スイッチ管の応用製品として、その特長を最もよく生かした画期的な構想による クリーンクラッド 開閉装置を開発した。

クリーンクラッドの主体となる真空しゃ断器は、各相のしゃ断部 (スイッチ管) を垂直方向に配置構成し、しゃ断器を多段積とすることなしに据付け面積の縮小化が計られている。また高圧主回路はすべて FBC (Fluidized Bed Coating) 絶縁を施し信頼性を高め、さらに外部から点検できる透視構造とするなど多くの特長を有するものである。

■ 特 長

- (1) 真空しゃ断器を使用しているので、しゃ断性能は外気条件に左右されることなく火災や爆発を起こす心配がない。また高圧主回路は完全な絶縁被覆が施してあり信頼性が高い。

新製品紹介

(2) 所要床面積は1フィーダ当たり 0.35 m^2 ときわめて小さく、しかも多段積としないための長所(つり上装置不要、引出操作が簡単、ケーブル接続が容易)が生かされている。

(3) 真空スイッチ管は長寿命であり主接点の保守は不要である。また高圧主回路の大部分が“見える構造”なので点検が非常に容易である。

(4) シャ断器をはじめ、PT・アレスタ等の主回路器具が引出形なので互換性に豊み設備の計画が容易である。

(5)ハウジングは半防じん(塵)構造であり、じんあいの侵入が少なく保守点検の周期が長くとれる。

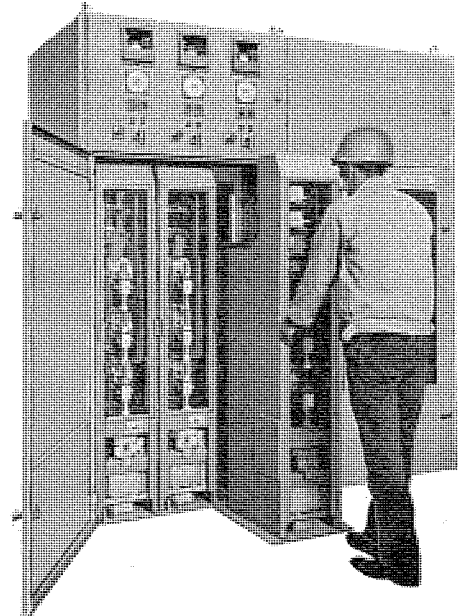
■ 用 途

- (1) ビルディング用途その他の据付面積が狭い場所
- (2) 無人変電所、または保守点検の周期を長くとりたいような場合
- (3) 電気炉用開閉器のように高ひん度・長寿命が要求される場合
- (4) コンデンサ用開閉器として使用する場合
- (5) その他一般用の開閉保護

■ 定 格

| | |
|-----------|--------------------------------------|
| 定格電圧 | 6.9/3.45 kV |
| 定格母線電流 | 600, 1,200 A |
| 定格短時間電流 | 24.1 kA |
| 定格シャ断容量 | 250/150 MVA (7.2/3.6 kV) |
| フィーダ 定格電流 | 600 A |
| 外形寸法 | 1,000(幅)×1,050(奥行)×2,300(高さ)(3フィーダ用) |
| 総重量 | 約 1,100 kg/年(3フィーダ用) |

[神戸製作所]



三菱 クリーンクラッド 開閉装置

エレベータ用パセンジャサービス装置の完成

無味乾燥な自動エレベータに、人間味のあるサービスを付加するきわめてユニークなパセンジャサービス装置二つがこのほど当社で完成、発売されることになった。

■ オートアナウンス装置

「上にまいります」「ドアにご注意ください」など、エレベータの案内や注意を運転手に代わって行なうマルチチャンネル式テープレコーダが京都・稲沢両製作所の手によりエレベータ用として初めて実用化に成功し、世界貿易センタービルの40階展望行きエレベータおよび横浜日活ビル向けエレベータに採用が決った。

この装置は8トラックのエンドレステープを持ち、うち7トラックをアナウンス録音用に、残り1トラックをテープ停止制御用に使用し、エレベータの管理装置から起動信号を受けて必要とするときに適切な内容を自動選択して、かご内に放送するものである。

標準仕様

| | |
|-------------------|---------------------------------------|
| チャンネル数 (アナウンスの種類) | 8 |
| アナウンス時間 | 4～5秒/アナウンス (ただし、要求により30秒/アナウンス程度まで可能) |
| 使用テープ | 1/4 インチ 幅 エンドレステープ |
| 電源 | DC 12 V |

■ アプローチディテクタ

自動エレベータでは、あと一步のときに戸が閉じてしまい乗りそこねたということは、往々経験するところである。

中央研究所、稲沢製作所の共同研究で開発されたこのアプローチディテクタは、エレベータに乗ろうとして近づいてくる人のみをかごのかまちに設けた発振器から出される超音波のドップラ効果を利用して検出する装置であり、利用客が安全に乗り終わるまで戸をあけて待つものである。

アプローチディテクタは、運転手に代わって親切なサービスを提供するだけでなく、無用な戸の開閉を未然に防ぎ、これによる運転系のロスタイムを減少するなど二次的な効果も大きい。

検出範囲 出入口前方 1～1.8 m, 幅 1.8 m までの扇形範囲で、出入口に接近してくる人または物体

検出速度幅 0.3～10 m/s

[本社冷熱事教部]

MELCOM-7000 システム シリーズ発売

1970 年代に入り情報化時代が開かれようとしているが、これに対処して MELCOM-7000 システムの販売を開始した。7000 シリーズには 7500 と 7700 の二つのモデルがあり、従来の MELCOM-350, 9100 や 3100 より一段大形の計数形電子計算機である。

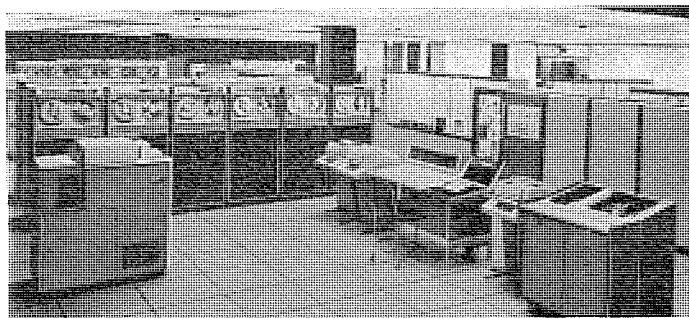
このシステムは実時間制御、実時間管理、データ収集解析、科学技術計算、情報管理などの目的に使用できる。処理形態としてはバッチ処理のほかにリアルタイム処理、タイムシェアリング、遠隔バッチ処理などが可能である。

■ ハードウェア

| | |
|---------|--|
| 記憶装置 | 記憶容量 16,384～524,288 バイト |
| | サイクルタイム 850 ナノ秒/4 バイト |
| | インターリーブ可能 |
| 命令 | 固定小数点、浮動小数点、十進四則などの各種演算命令、論理命令、可変長バイト処理命令、コール命令、スタック命令 |
| アドレス | インデックスレジスタ 7 個 |
| | 間接アドレス 2048 バイトのページを単位としてダイナミックリロケーション可能 |
| はん用レジスタ | 16 個のレジスタを 1 組として 16～32 組まで増加可能 |

新製品紹介

| | | | |
|---------------|----------------------------|--------------|------|
| 演算速度 | | 7500 | 7700 |
| 二進加算 (32 ビット) | 2.0 μ s | 1.4 μ s | |
| 浮動加算 (32 ビット) | 4.9 μ s | 3.3 μ s | |
| 記憶保護 | 書き込み保護, データや命令の読出し保護 | | |
| 外部割込 | 最大 224 レベル までの優先度指定による割込制御 | | |
| 計時機構 | 最大 4 個の計時 レジスタ | | |
| 入出力制御 | 最大 8 個の入出力 プロセッサ が可能 | | |
| | マルチプレクサ | 400~800 kB/s | |
| | セレクト | 4,000 kB/s | |



MELCOM-7000 電子計算機 システム シリーズ

■ ソフトウェア

モニタ システム 全体の制御を行なう各種の モニター がある。リアルタイム 処理を主要 目的 とすると Basic Control Monitor と Real-time Batch Monitor, バッチ 処理と遠隔 バッチ 処理中心の Batch Processing Monitor, タイムシェアリング とはん用 処理用の Universal Time-Sharing Monitor がある。

言語 プロセッサ はん用 コンパイル 言語として FORTRAN IV, COBOL-65, アセンブラ 言語として SYMBOL, META-SYMBOL などを使用できる。

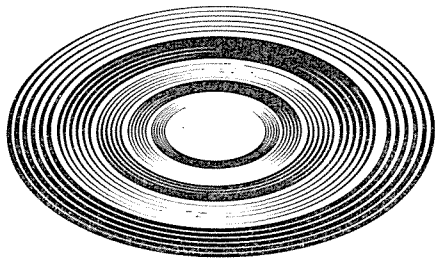
ファイル マネジメント MANAGE や DMS がある。

タイムシェアリング 用 ソフトウェア BASIC, FORTRAN, APL などがある。

アプリケーションソフトウェア 技術計算, 統計計算, 線型計画法, シミュレーション, タイムシェアリング 用 パッケージ など多くの ソフトウェア がある。

今後情報 システム の中枢計算機として発展するように鋭意努力中である。

[鎌倉製作所]



NEWS FLASH

超高層・世界貿易センタービル (WTC) 完成

東京都港区、国電浜松町駅西口に、かねて建築中であった世界貿易センタービルが本年3月竣工し、華々しく開館した。このビルは、地下3階、地上40階建て、先年完成した三井霞ヶ関ビルをしのぐ、本格的超高層ビルとして各界の注目を浴びている。

当社は、このビルの縦の動脈である昇降機設備のうち、エレベータ10台、エスカレータ6台を納入し、その性能、意匠ともに好評を博している。

次に、このビルの昇降機設備の概要を示すと、表1および表2のとおりである。

■ 特 長

超高層ビルは、構造上必然的に柔構造となるため、従来の剛構造ビルと異なり、種々の点で、新しい設計、工法が必要であり、また地震、停電、火災等の災害時の対策も、きめ細かい設計がなされている。

おもな特長、新製品を紹介すると

(1) 展望回廊用エレベータ2台 (第6バンク)

速 度 300 m/min

昇降行程 159.3 m

停止階 B₃ 階～40 階 43 停止

以上は当社記録の仕様である。また本エレベータには、初めて当社

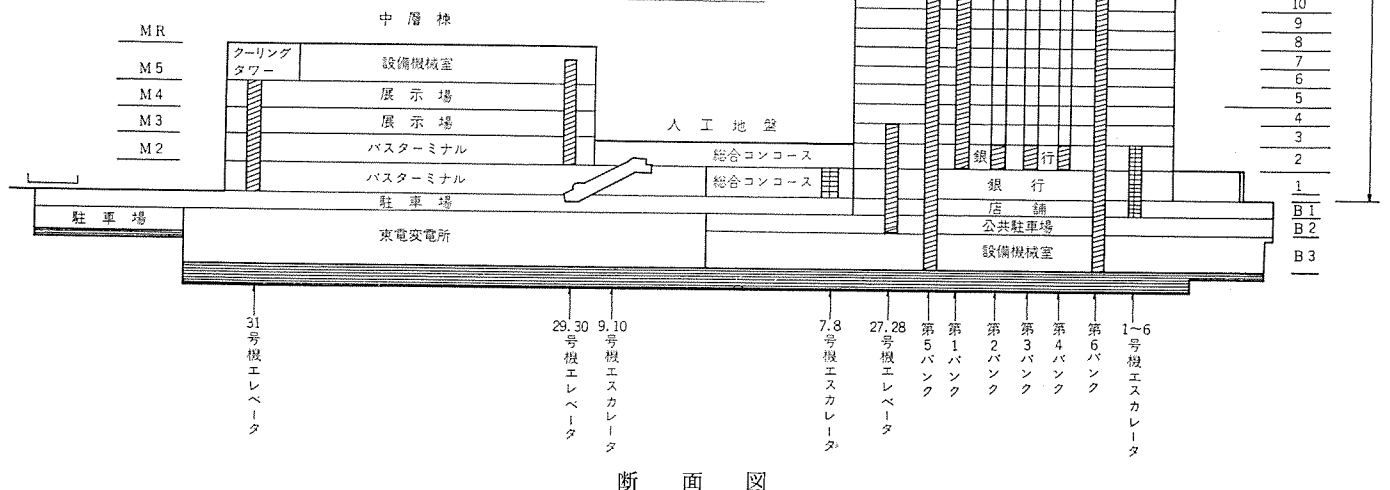
表1 エレベータ

| バンク | 号機 | 台数 | 定員人 | 積載量kg | 速度m/min | 停止階名 | 停止数 | 行程m | 備 考 |
|------|----------|----|----------|----------------|---------|--------------------|-----|--------|---------------------|
| タワー部 | 1 1～5 | 5 | 24 | 1,600 | 180 | 2～12 | 11 | 37.58 | 乗 用 全自動群管理 日立 |
| | 2 6～11 | 6 | 24 | 1,600 | 210 | 2・14～23 | 11 | 79.39 | 乗 用 全自動群管理 日立 |
| | 3 12～17 | 6 | 24 | 1,600 | 240 | 2・23～32 | 11 | 111.97 | 乗 用 全自動群管理 三菱 |
| | 4 18～22 | 5 | 24 | 1,500 | 300 | 2・32～39 | 9 | 137.31 | 乗 用 全自動群管理 日立 |
| | 5 23, 24 | 2 | 23 | 1,500 | 300 | B ₃ ～40 | 43 | 159.43 | 展望用 消防専用運転付 三菱 |
| | 6 25, 26 | 2 | 16 28 | 1,100 1,850 | 150 | B ₃ ～40 | 43 | 159.73 | 入荷用 消防専用運転付 三菱 |
| | 27, 28 | 2 | 6 | 400 | 45 | B _a ～3 | 5 | 17.75 | 乗 用 油圧サイドブランチ 日立 |
| 中層部 | 29, 30 | 2 | 15 | 1,000 | 60 | 2～5 | 4 | 15.16 | 乗 用 日立 |
| | 31 | 1 | 24 | 1,600 | 60 | 1～4 | 4 | 14.55 | 入荷用 日立 |

(注) 2～4バンク中各1台ずつ1階に仮設使用のための乗場あり

表2 エスカレータ

| | 号機 | 台数 | 速度m/min | 欄干幅mm | サービス階 | 形式 | 備 考 |
|--------|-------|----|---------|-------|-------------------|------|-----|
| タワ ー 部 | 1～6 | 6 | 30 | 300 | B ₁ ～3 | 透明形 | 三 菱 |
| 中 層 部 | 7, 8 | 2 | 30 | 1,200 | 1～2 | 透明形 | 日 立 |
| | 9, 10 | 2 | 30 | 1,200 | 1～2 | パネル形 | 日 立 |



のオートアナウンスが採用され、かご内で自動的に案内放送が行なわれる。

(2) 800KK 形 エスカレータ6台

上下 ニュアル 部を角形とした全透明 エスカレータで、ざん新なスタイルは当社独特の新製品である。

(3) 自動化

全昇降機は、中層棟5階の中央監視盤にて集中管理されるが、人手を省くため各バンクとも、全自動運転を主体とし、特に災害時の運転は次のような自動運転パターンを組入れた。

◎停電時

自家発電源が確立すると、各バンクごとに1台ずつ基準階へ自動

的に運転され、最後に1台だけ継続運転される。

◎地震時

ある程度以上の地震が検出されると、自動的に各エレベータは最寄階に強制停止する。

◎火災時

中央監視盤のスイッチ操作により、各エレベータは基準階に帰着する。

(4) 消防専用運転(第5, 第6バンク)

超高層ビルでは、消防専用エレベータの設置が要請されている。これらは、中央監視盤または防災センターのスイッチ操作により消防専用切换到る。

[本社冷熱事業部]

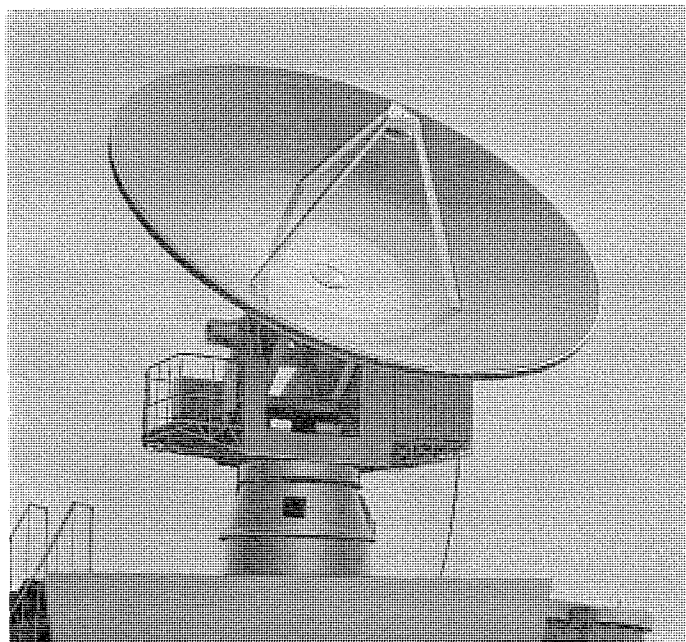
ミリ波帯高面精度アンテナ

ミリ波帯の伝ば実験に用いられる面精度の非常に高いパラボラアンテナが、国際電々茨城衛星通信所内に据付完了した。これは国際電々研究所の発注によるもので、電波星を対象としたミリ波帯の受信実験に供される。この実験を基礎として将来、ミリ波帯の衛星通信が開始されれば、衛星地上局ともに小形のアンテナで鋭い指向性を持たせることができ、電話数千ないし数万回線が収容できる広域通信電波が容易に得られることになる。さらにこのアンテナによる天体電波の観測は、電波天文学の分野でも大きな貢献ができるものと期待されている。

このアンテナの特長は主反射鏡々面精度が、機械加工により0.25mmと従来にない高精度に製作されたことである。またホーンフレクタフィードの高次モードを用いた大気雑音消却回路、偏波変換装置、多周波帯で共用できるロータリージョイント、副反射鏡の位置を遠隔操作で調整する機構、およびホーンフレクタ開口部の除曇装置、等各種のアクセサリを持っている。

主要要目は次のとおりである。

| | |
|----------|------------------------|
| 対象とする周波数 | 15~100 GHz 帯 |
| アンテナ形式 | カセグレン |
| マウント形式 | AZ-EL マウント |
| 主反射鏡、直径 | 回転放物面、直径7m |
| 副反射鏡 | 修正回転放物面、直径50cm |
| 一次放物器、形式 | 円すい(錐)ホーンフレクタ、開口径約50cm |
| 駆動方式 | 油圧駆動、プログラムおよび手動制御 |
| 最大瞬間最大風速 | 50 m/s |



ミリ波帯高面精度アンテナ

[通信機製作所]

新形三菱低温機器シリーズ

われわれが日常口にする食品にも、いったん冷却か凍結かの過程を経たものが種類・量ともに逐次増加してきている。したがって、これら食品類の冷却・凍結・冷蔵などに使われる冷凍装置も、順調な成長を続けているが、その冷凍装置にも改善すべき点は少なくない。

冷房の場合は、ユニットにまとめられた冷房機がそのまま据付けられているのに反し、冷凍装置では上記のようなユニットは現存せず、圧縮機・電動機・蒸発器・凝縮器・制御装置などの機器がそれぞれに集められ、これをもとにその都度設計・配管・配線などの工事が施行されているのが現状である。冷房装置にくらべてバラエティに富み、しかも技術的に困難な問題をかかえているとはいえ、冷凍装置がこの方法が続いているかぎりではその成長性にも限度が感じられる。

このようなことから三菱電機では最新の技術をふんだんに取り入れて、冷凍装置のユニット化を目ざし、低温機器の各種シリーズを完成した。

(1) ブラインクーラ (BCL 形)

これまでの常識を破ったユニットブラインクーラで、ブライン温度 -15°

$C \sim +4^{\circ}C$ に適し、容量は 15 kW で 6 機種をそろえている。

(用途)

(a) 野菜・果実・穀類・魚・肉・乳製品・その他の加工食品の低温貯蔵

(b) 製氷・アイススケートリンク

(c) 化学薬品の低温貯蔵、化学プラント用、その他

(2) 冷蔵クーリングユニット (ACL 形)

スイッチを押すだけで低温の世界を作り出すパッケージで、庫内温度 $-5^{\circ}C \sim +10^{\circ}C$ に適し、容量は 15 kW \sim 30 kW で 3 機種をそろえている。

(用途)

(a) 野菜・果実・穀類・魚・肉・乳製品の低温貯蔵

(b) 低温実験室・工場設備用

(c) その他

(3) 半密閉コンデンシングユニット (UZ 形)

高性能 MZ 形半密閉圧縮機を使ったコンデンシングユニットで、蒸発温度 $-25^{\circ}C \sim +5^{\circ}C$ に適し、容量は 30 kW \sim 90 kW で 5 機種をそろ

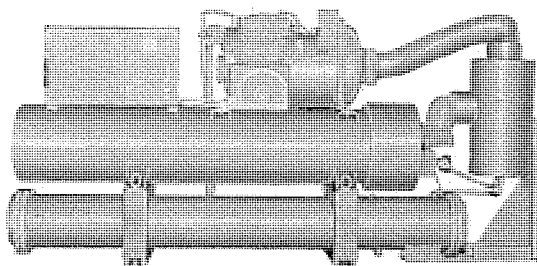


図 1 ブラインクーラ (BCL 形)

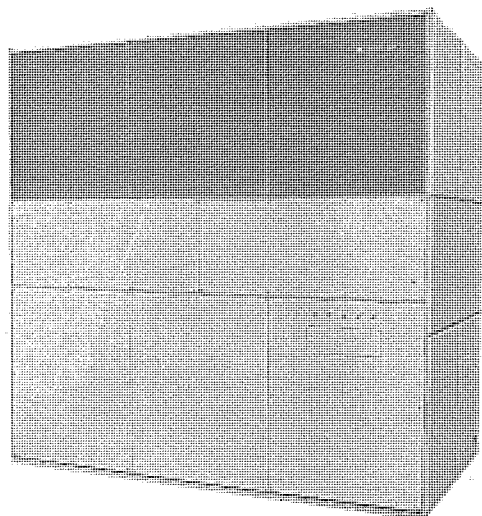


図 2 冷蔵クーリングユニット (ACL 形)

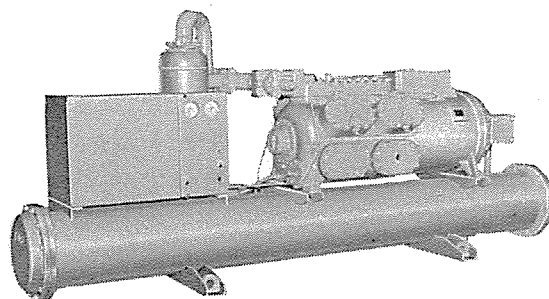


図 3 半密閉コンデンシングユニット (SLU 形)

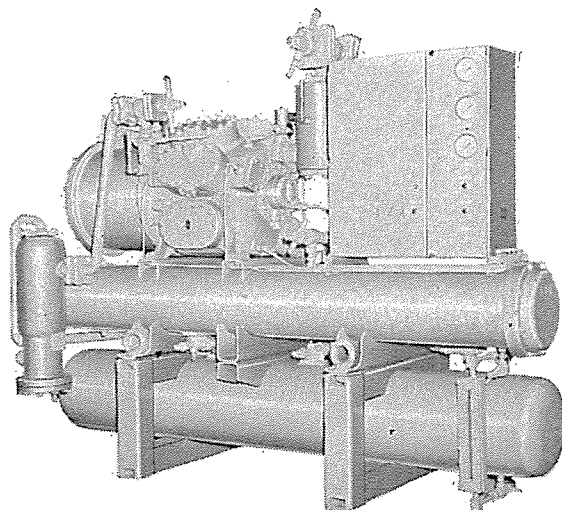


図 4 起低温コンデンシングユニット (SLU 形)

えている。

(用途)

(a) 冷蔵・冷凍・製氷・冷暖房・温湿度調整・化学工業用

(4) 超低温 コンデンシングユニット (SLU 形)

世界最初のコンパクト 2 段 コンデンシングユニットで、蒸発温度 -70°C ～ 25°C に適し、容量は 30 kW～55 kW で 4 機種をそろえている。

(用途)

(a) 凍結・冷凍・冷蔵・超低温装置・真空乾燥装置・化学工業用

(b) 船用——凍結・冷凍・冷蔵用

特に BCL 形と ACL 形には、三菱電機独特の冷媒制御方式である Hi/Re/Li システム (特許) を採用して、性能・信頼性を一段と高めており、また SLU 形は全く新しいコンプレッサ駆動方式「モーターパハ

ング」タイプを採用して、はじめてなし遂げられたコンパクトユニットである。

全機種を通じての基本的特長

——省力化時代をリードする三菱電機低温機器——

(1) 工場のできるかぎりのユニット化を行なっているため、現地工事の大幅な省力化および工期の短縮が可能である。

(2) 全自動運転を採用しているため、運転はきわめて簡単で人手を省ける。特に BCL 形 ブラインク—うでは大容量にもかかわらず、全機種作業主任者を必要としない。

(3) 技術的新機軸を豊富にとり入れているため、性能および信頼性が一段と向上している。

[長崎製作所]

原子力船“むつ”用キャンドモータ完成

原子力第一船“むつ”に積載される原子炉冷却装置の主冷却水ポンプ用キャンドモータが、このほど長崎製作所において完成した。本機は三菱重工製のポンプ部分と組み合わせ使用されるもので、原子炉圧力容器を出た放射能を帯びた高温高压の主冷却水を無漏洩に循環させるポンプ駆動用で、原子炉装置の中では最重要機器の一つであり、高い信頼度が要求される。このため製作に当たっては監督官庁の厳重なる立合い検査、並びに試験が実施された。

構造上の特長、および要目は次のとおり

■特 長

(1) 主冷却水がモータ内に充填するため、全体が耐圧構造となっている。

(2) 主冷却水に鉄さびその他の混入することを避けるため、接液部はすべてステンレス鋼 (SUS 27) または、これと同等以上の耐食性を有する材料が使用されている。

(3) モータとポンプのおおののケーシング間は、溶接またはガスケットを介してボルト締めされており、回転シール部がなく、主冷却水の漏れを確実に防止することができる。

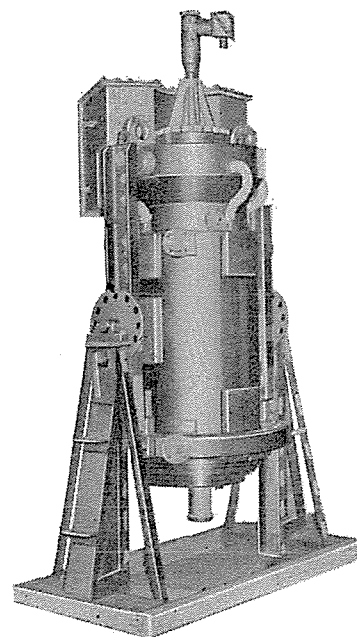
要 目

| | | | |
|------|-----------|----------|---------------------------|
| 定格出力 | 200/30 kW | ポンプ 揚程 | 2.9 kg/cm ² |
| 電 圧 | 440 V | 流 量 | 900 t/h |
| 周波数 | 60 Hz | 吸込圧力(常用) | 110 kg/cm ² ・g |
| 極 数 | 4/8 | 吸込温度(常用) | 271 $^{\circ}\text{C}$ |

回転数 1770/870 rpm

絶縁階級 H 種

定 格 連 続



原子力第一船、主冷却水用 キャンドモータ

[長崎製作所]

本社・営業所・研究所・製作所・工場所在地

本 社 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号(三菱電機ビル) (電) 100 (電) 東京 (03) 218局 2111番

| | | | |
|----------|------------------------------|------------|--------------------------|
| 大阪営業所 | 大阪市北区梅田町8番地(西阪神ビル) | (電) 530 | (電) 大阪 (06) 312局1231番 |
| 名古屋営業所 | 名古屋市中村区広井町3丁目88番地(大名古屋ビル) | (電) 450 | (電) 名古屋 (052) 561局5311番 |
| 静岡出張所 | 静岡市伝馬町16の3番地(明治生命静岡支社) | (電) 420 | (電) 静岡 (0542) 54局4681番 |
| 福岡営業所 | 福岡市天神2丁目12番1号(天神ビル) | (電) 810 | (電) 福岡 (092) 75局6231番 |
| 長崎出張所 | 長崎市丸尾町6番14号 | (電) 850-91 | (電) 長崎 (0958) 23局6101番 |
| 札幌営業所 | 札幌市北2条西4丁目1番地(北海道ビル) | (電) 060-91 | (電) 札幌 (0122) 26局9111番 |
| 仙台営業所 | 仙台市大町4丁目175番地(新仙台ビル) | (電) 980 | (電) 仙台 (0222) 21局1211番 |
| 富山営業所 | 富山市桜木町1番29号 | (電) 930 | (電) 富山 (0764) 31局8211番 |
| 広島営業所 | 広島市中町7番32号(日本生命ビル) | (電) 730 | (電) 広島 (0822) 47局5111番 |
| 岡山出張所 | 岡山市駅前町1丁目9番地(明治生命館) | (電) 700 | (電) 岡山 (0862) 25局5171番 |
| 高松営業所 | 高松市鶴屋町2番1号 | (電) 760 | (電) 高松 (0878) 51局0001番 |
| 東京商品営業所 | 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号(三菱電機ビル) | (電) 100 | (電) 東京 (03) 218局2111番 |
| 城北家電営業所 | 東京都文京区大塚3丁目3番1号(新茗溪ビル) | (電) 112 | (電) 東京 (03) 944局6311番 |
| 城南家電営業所 | 東京都世田谷区池尻3丁目10番3号(三菱電機世田谷ビル) | (電) 154 | (電) 東京 (03) 411局8181番 |
| 城西家電営業所 | 国分寺市南町2丁目16番14号(秀美ビル) | (電) 185 | (電) 国分寺 (0423) 22局1881番 |
| 横浜家電営業所 | 横浜市中区富士見町3番地4 | (電) 232 | (電) 横浜 (045) 251局2226番 |
| 千葉家電営業所 | 千葉市新宿町2丁目49番地(三菱電機千葉ビル) | (電) 280 | (電) 千葉 (0472) 42局5486番 |
| 大阪商品営業所 | 大阪市北区堂島北町8番地の1 | (電) 530 | (電) 大阪 (06) 344局1231番 |
| 洲本出張所 | 洲本市上物部2丁目6番33号 | (電) 656 | (電) 洲本 (07992) 2局0631番 |
| 名古屋商品営業所 | 名古屋市中村区広井町3丁目88番地(大名古屋ビル) | (電) 450 | (電) 名古屋 (052) 561局5311番 |
| 静岡出張所 | 静岡市小島162番地 | (電) 420 | (電) 静岡 (0542) 85局6141番 |
| 福岡商品営業所 | 福岡市天神2丁目12番1号(天神ビル) | (電) 810 | (電) 福岡 (092) 75局6231番 |
| 札幌商品営業所 | 札幌市北2条西4丁目1番地(北海道ビル) | (電) 060-91 | (電) 札幌 (0122) 26局9111番 |
| 仙台商品営業所 | 仙台市大町4丁目175番地(新仙台ビル) | (電) 980 | (電) 仙台 (0222) 21局1211番 |
| 富山商品営業所 | 富山市桜木町1番29号 | (電) 930 | (電) 富山 (0764) 31局8211番 |
| 広島商品営業所 | 広島市中町7番32号(日本生命ビル) | (電) 730 | (電) 広島 (0822) 47局5111番 |
| 高松商品営業所 | 高松市鶴屋町2番1号 | (電) 760 | (電) 高松 (0878) 51局0001番 |
| 新潟営業所 | 新潟市東大通1丁目12番地(北陸ビル) | (電) 950 | (電) 新潟 (0252) 45局2151番 |
| 関東商品営業所 | 与野市上落合後原842番地 | (電) 338 | (電) 与野 (0488) 33局3181番 |
| 東京機器営業所 | 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号(三菱電機ビル) | (電) 100 | (電) 東京 (03) 218局2111番 |
| 大阪機器営業所 | 大阪市北区堂島北町8番地の1 | (電) 530 | (電) 大阪 (06) 344局1231番 |
| 中央研究所 | 尼崎市南清水字中野80番地 | (電) 661 | (電) 大阪 (06) 491局8021番 |
| 商品研究所 | 鎌倉市大船2丁目14番40号 | (電) 247 | (電) 鎌倉 (0467) 46局6111番 |
| 神戸製作所 | 神戸市兵庫区和田崎町3丁目10番地の1 | (電) 652 | (電) 神戸 (078) 67局5041番 |
| 伊丹製作所 | 尼崎市南清水字中野80番地 | (電) 661 | (電) 大阪 (06) 491局8021番 |
| 三田工場 | 三田市三輪町父々部85番地 | (電) 669-13 | (電) 三田 (07956) 局 4371番 |
| 長崎製作所 | 長崎市丸尾町6番14号 | (電) 852 | (電) 長崎 (0958) 23局6211番 |
| 稲沢製作所 | 稲沢市菱町1番地 | (電) 492 | (電) 稲沢 (0587) 32局8111番 |
| 和歌山製作所 | 和歌山市岡町91番地 | (電) 640-91 | (電) 和歌山 (0734) 23局7231番 |
| 鎌倉製作所 | 鎌倉市上町屋325番地 | (電) 247 | (電) 鎌倉 (0467) 46局1111番 |
| 通信機製作所 | 尼崎市南清水字中野80番地 | (電) 661 | (電) 大阪 (06) 491局8021番 |
| 北伊丹製作所 | 伊丹市大鹿字主ヶ池1番地 | (電) 664 | (電) 伊丹 (0727) 82局5131番 |
| 熊本工場 | 熊本市竜田町弓削720番地 | (電) 862 | (電) 熊本 (0963) 62局7211番 |
| 名古屋製作所 | 名古屋市中区矢田町18丁目1番地 | (電) 461 | (電) 名古屋 (052) 721局2111番 |
| 福岡製作所 | 福岡市今宿青木690番地 | (電) 819-01 | (電) 福岡今宿 (09295) 6局0431番 |
| 福山製作所 | 福山市緑町1番8号 | (電) 720 | (電) 福山 (0849) 21局3211番 |
| 姫路製作所 | 姫路市千代田町840番地 | (電) 670 | (電) 姫路 (0792) 23局1251番 |
| 相模製作所 | 相模原市宮下1丁目1番57号 | (電) 229 | (電) 相模原 (0427) 72局5131番 |
| 世田谷工場 | 東京都世田谷区池尻3丁目1番15号 | (電) 154 | (電) 東京 (03) 414局8111番 |
| 静岡製作所 | 静岡市小島110番地 | (電) 420 | (電) 静岡 (0542) 85局1111番 |
| 中津川製作所 | 中津川市駒場町1番3号 | (電) 508 | (電) 中津川 (05736) 5局7151番 |
| 大船製作所 | 鎌倉市大船5丁目1番1号 | (電) 247 | (電) 鎌倉 (0467) 46局6111番 |
| 郡山製作所 | 郡山市栄町2番25号 | (電) 963 | (電) 郡山 (02492) 2局1220番 |
| 群馬製作所 | 群馬県新田郡尾島町大字岩松800番地 | (電) 370-04 | (電) 尾島 (02765) 2局1111番 |
| 藤岡工場 | 藤岡市本郷字別所1173番地 | (電) 375 | (電) 藤岡 (02742) 2局1185番 |
| 京都製作所 | 京都府乙訓郡長岡町大字馬場小字図所1番地 | (電) 617 | (電) 京都西山 (075) 921局4111番 |
| 長野工場 | 長野市大字南長池字村前 | (電) 380 | (電) 長野 (0262) 27局1101番 |
| ラジオ工場 | 尼崎市南清水字中野80番地 | (電) 661 | (電) 大阪 (06) 491局8021番 |
| 札幌営業所 | 札幌市北2条東12丁目98番地 | (電) 060 | (電) 札幌 (0122) 23局5544番 |

空調および冷凍特集

《特集論文》

- 三菱ターボ冷凍機〈CTE 形〉
- Hi/Re/Li システムと特殊空調
- 空調用フィン付き熱交換器—実験計画法による解析—
- マンション向け空調機
- 高層集合住宅の暖房給湯設備
- 冷暖房用冷温水発生機器
- 最近の空気清浄器
- 大形パッケージエアコン〈PF シリーズ〉

- 水スクラバ方式による青果物の CA 貯蔵
- 冷蔵冷凍用小形クーリングユニット
- UZ 形コンデンシングユニット
- 三菱 Hi/Re/Li ブラインククーラ〈BCL 形〉

《普通論文》

- MELCOM-3100 ディスクオペレーティングシステム(3)—プログラム管理—
- レーザ式座標測定装置
- 最近のプレートミル用電機品
- 高温度用 ITV

三 菱 電 機 技 報 編 集 委 員 会

| | | | |
|------|-----------|------|------------|
| 委員長 | 仙 石 廉 | 常任委員 | 祖 父 江 晴 秋 |
| 副委員長 | 神 崎 邇 | " | 湊 武 雄 |
| 常任委員 | 明 石 精 | " | 山 田 栄 一 |
| " | 石 川 理 一 | 委 員 | 尾 畑 喜 行 |
| " | 上 田 重 夫 | " | 北 垣 成 一 |
| " | 宇 佐 見 重 夫 | " | 南 日 達 郎 |
| " | 大 野 寛 孝 | " | 林 昇 寿 |
| " | 北 川 和 人 | " | 松 元 雄 蔵 |
| " | 小 堀 富 次 雄 | " | 和 田 義 勝 |
| " | 鈴 木 正 材 | | (以上 50 音順) |

昭和 45 年 3 月 22 日印刷 昭和 45 年 3 月 25 日発行「禁無断転載」定価 1 部金 100 円(送料別)

編集兼発行人

東京都千代田区丸の内 2 丁目 2 番 3 号

仙 石 廉

印刷所

東京都新宿区市谷加賀町 1 丁目 12 番地

大日本印刷株式会社

(郵便番号 162)

印刷者

東京都新宿区市谷加賀町 1 丁目 12 番地

高 橋 武 夫

発行所

東京都千代田区丸の内 2 丁目 2 番 3 号(郵便番号 100)

三菱電機株式会社内 「三菱電機技報社」

(電) (03) 218 局 2323 番

発売元

東京都千代田区神田錦町 3 の 1 (郵便番号 151) 株式会社 オーム社書店

(電) (03) 291 局 0912 番 振替東京 20018