

未来を開発する
三菱電機

昭和37年9月15日第三種郵便物認可 三菱電機技報 49巻8号(通巻531号)昭和50年8月25日発行(毎月1回25日発行)

MITSUBISHI DENKI GIHO 三菱電機技報

Vol.49 No.8

商品特集

8
1975



沖縄国際海洋博「三菱未来館」納め音響装置

三菱電機技報

Vol. 49 No. 8 AUGUST 1975

商 品 特 集

目 次

特 集 論 文

《クリーンレンジ》の商品化.....	津森昭弘	541
最近の電子レンジ.....	小畑哲男・池田宏司	546
三菱オートサービスシステム冷蔵庫.....	丸山哲朗・西郷 勝	550
最近のカラーテレビ.....	野口善男・岩村清志郎・高田 進	554
オーディトリウム用スピーカーシステム.....	佐伯多門・檜森聖二	558
スピーカーキャビネットの板振動の解析.....	進藤武男・森田 茂・柴田繁憲・酒井新一・田中準一	564

普 通 論 文

MFHX-50SA 形マルチタイプエアコン.....	鷺巣博章	571
《MELCOM-COSMO》シリーズモデル 700 のオペレーティングシステム UTS/VS.....	坂 和磨・中山俊英・吉村康德・武田浩良・藤間孝雄	575
UHF 帯小形マイクロストリップアイソレータ.....	紅林秀都司・折目晋啓・榎山公男・渡井久男・下田光信	579
双方向性のシンクロ電機/デジタル変換器《DISYREXER》100 シリーズとその応用.....	遠藤義昭・山本征二・高山 威	585

FEATURING CONSUMER PRODUCTS ENGINEERING

CONTENTS

FEATURED PAPERS

Commercial Production of the CLEAN RANGE Induction Cooking Appliance.....	by Akihiro Tsumori	541
Recent Trends Involving Microwave Ovens.....	by Tetsuo Obata & Hiroshi Ikeda	546
'Auto-Service' System Refrigerators for Hotels.....	by Tetsuo Maruyama & Masaru Saigo	550
Recent Trends Involving Color TV Receivers.....	by Yoshio Noguchi et al.	554
Speaker Systems for Auditoriums.....	by Tamon Saeki & Seiji Himori	558
Vibration in Loudspeaker Cabinet Panels.....	by Takeo Shindo et al.	564

GENERAL PAPERS

The Model MFHX-50SA Multi-Unit Air-Source Heat-Pump Air-Conditioning System.....	by Hiroaki Washizu	571
The UTS/VS Operating System for MELCOM-COSMO Series Model 700 Computers.....	by Kazuma Ban et al.	575
A UHF-Band Miniature Microstrip Isolator.....	by Hidetoshi Kurebayashi et al.	579
The DISYREXER-100 Series of Synchro-to-Digital and Digital-to-Synchro Converters, and Some Applications.....	by Yoshiaki Endo et al.	585

表 紙

沖縄国際海洋博覧会「三菱未来館」納め音響装置

この装置は、館内のホリミラースクリーン・ミラクルビジョンなどの映像や各種展示物の効果音再生と、マスターテープからの複写録音用に使われるもので、2チャンネルステレオ15系統をもち、三菱電機の音響製品であるダイヤトーンのテープデッキ・アンプ・スピーカーが系統的に組込まれて、音質重点の設計がなされている。

スピーカー装置以外は、集中的に管理するため館内コントロールセンタに集中し、モニタ装置で万一の故障を容易に見つけるようにしており、非常放送時には通常の系統が自動的に OFF になるような切替装置も備えている。

システム構成主要機器

テープデッキ	DT-1601 形	15 台
アンプ	DA-U650 形	15 台
スピーカーシステム	2S-305D 形	6 台
	DS-26B 形	11 台
	DS-22BR 形	25 台

COVER

Sound Equipment for the Mitsubishi Pavilion at the Okinawa Ocean Expo

Used for the production of sophisticated sound effects in connection with the 'Holi-Mirror Screen' and Magic Vision projection systems, and other exhibits, as well as for duplication from master tapes, this equipment has a capacity of 15 2-channel stereo systems. It comprises Mitsubishi's DIATONE tape decks, amplifiers and speakers in an integrated system in which the emphasis is placed on sound fidelity.

To allow centralized control, all the equipment except the speakers is located in a control center, with monitoring for easy location of any malfunction. A transfer switch can silence normal systems during emergency announcements. The main equipment includes: 15 Type DT-1601 tape decks, 15 Type DA-U650 amplifiers, 6 Type 2S-305D speakers, 11 Type DS-26B speakers and 25 Type DS-22BR speakers.

アブストラクト

UDC 621.365.5:683.95

《クリーンレンジ》の商品化

津森昭弘

三菱電機技報 Vol.49・No.8・P541～545

当社応用機器研究所が、世界に先がけて開発した商用周波数位相励磁誘導加熱方式を家庭用の調理器に応用して、クリーンレンジの名称で市場へ出した。ここではその商品化における振動、騒音の抑制、構成部品の耐熱性、各種保護機構などの課題と、クリーンレンジの主要部品を設計する際、その課題をどのようにして解決したかについて述べる。

UDC 621.36.365.5:621.3.029.6

最近の電子レンジ

小畑哲男・池田宏司

三菱電機技報 Vol.49・No.8・P546～549

電子レンジは2,450MHzの電波をオープン内に照射し、オープン内に入れられた食品を誘電加熱によって加熱調理するが、商品として発売されて10年以上過ぎ、最近では普及率も13%を超え台所の必需品になっており、今後急速に伸びることが予想される。

そこで、最近の電子レンジの技術動向を、構造・電気回路及び電気部品・性能・料理の面から述べ、今後の電子レンジについても予想している。

UDC 681.84.089:534.21:534.1

スピーカーキャビネットの板振動の解析

進藤武男・森田 茂・柴田繁憲・酒井新一・田中準一

三菱電機技報 Vol.49・No.8・P564～568

スピーカーシステムに関する問題点の一つにスピーカーキャビネットの板振動がある。しかしスピーカーキャビネットに生じる板振動の発生原因が明確でなかったため、ほとんど経験的な対応策しかとられていなかった。

本稿ではスピーカーキャビネットに生じる板振動の発生原因、及び低周波域での振動の伝達機構を検討し、板振動の主な発生原因は、スピーカー振動板の振動に対する反作用で磁気回路が振動し、これがスピーカーのフレームを介してバッフル板からキャビネット全体に伝達することを確めた。

UDC 697.94:621.5.6

MFHX-50SA形マルチタイプエアコン

鷲巣博章

三菱電機技報 Vol.49・No.8・P571～574

現在家庭用の空調方式としては、ウインド形、セパレート形のルームエアコンが主流を占めているが、最近、マンションや一般家庭を中心として1室の冷房だけではなく、2室以上を冷暖房するセントラルヒーティングクーリング(CHC)方式を希望する声が高まっている。CHC方式としては従来から種々の方法があったが、最近ではヒートポンプ方式が脚光を浴びている。

今回、空気熱源ヒートポンプ方式により、1台の室外ユニットで2室を同時に、又は1室単独に冷房、暖房、除湿できる“マルチタイプエアコン”を開発したので、その概要、仕様、構造などについて紹介する。

UDC 621.565:621.394

三菱オートサービスシステム冷蔵庫

丸山哲朗・西郷 勝

三菱電機技報 Vol.49・No.8・P550～553

三菱オートサービスシステム冷蔵庫は、ホテル・旅館での客室に据付けた冷蔵庫の飲食物消費量を自動的に、フロントで積算し、精算書を打出す一連のシステムである。このシステムの主な特長は、独特の多重伝送システムにより、冷蔵庫内の消費状況を、正確かつ迅速に2本の配線でフロントに伝送すること、ビンの逆入れなどいたずら防止機構が完備きといえること、特殊なとびらの自動ロック装置が取付くことなどであり、ホテルの省力化に貢献する。

現在のMELCOMをベースとしたホテルシステムとこのシステムを組合せれば、ホテルのトータルシステムが可能である。

UDC 681.3.06

《MELCOM-COSMO》シリーズ モデル700の

オペレーティングシステム UTS/VS

坂 和磨・中山俊英・吉村康徳・武田浩良・藤間孝雄

三菱電機技報 Vol.49・No.8・P575～578

MELCOM-COSMOシリーズ モデル700はこのたび新しく開発された中、大規模の範囲をカバーする計算機システムである。このMELCOM-COSMOシリーズ モデル700のためのオペレーティングシステムの一つとしてUTS/VSが開発された。UTS/VSはバッチ処理だけでなくタイムシェアリング処理、オンライン・トランザクション処理、リアルタイム処理、リモート処理と5次元のモードを同時に処理する特長を持つ。ここではUTS/VSの機能及びその内部処理方式について紹介する。

UDC 621.397.13

最近のカラーテレビ

野口善男・岩村清志郎・高田 進

三菱電機技報 Vol.49・No.8・P554～557

国内におけるカラーテレビの普及率は90%台に達し、需要構造も新規需要から買増し、買替え需要に移行し、近年はど横ばいの状態にある。一方、石油危機以降、社会的には省エネルギー、省資源が叫ばれている。このような環境下におけるカラーテレビの技術問題として、省電力、省資材、省工数、低価格化が従来以上に強く要請されている。これらの問題の解決策として、次の項目をとり上げる。

(1) 省電力(低消費電力)

(2) ダイアトロンSSS

(3) 意匠、シャーシ構造の省資材、省工数

UDC 621.396.69

UHF帯小形マイクロストリップアイソレータ

紅林秀都司・折目晋啓・榎山公男・渡井久男・下田光信

三菱電機技報 Vol.49・No.8・P579～584

このアイソレータは、フェライトの磁気共鳴現象を利用するもので、原理的にはおよそ20年ほど前に提案されたが、実用性のあるものができず今日まで放置されていた。しかし基本構造の単純さに目を付け、内部導体やフェライトの形状、寸法、配置などの回路構成に工夫を加え、また最近のマイクロ波IC技術として用いられている真空蒸着、めっき、フォトエッチングなどの手法を用いることにより、構造が簡単に小形のUHF帯アイソレータが開発された。

UDC 681.84.086

オーディトリウム用スピーカーシステム

佐伯多門・檜森聖二

三菱電機技報 Vol.49・No.8・P558～563

最近のオーディトリウムの電気音響設備は、オーディトリウムの大形化及び再生音品質の向上に伴ってますます、高出力化と高忠実度再生としての高性能化が要求されている。スピーカーシステムにおいても同様で、最大出力音圧レベルの向上と再生周波数帯域幅の広帯域化が要求の中心である。しかしこの両者は相反する内容のためややもすると一方が犠牲になる場合が多く、問題のあるところである。

本文は、こうした大形のオーディトリウム用として開発したスピーカーシステムについて、設計上のねらいや問題点について述べる。

UDC 681.325:62-5

双方向性のシンクロ電機/デジタル変換器《DISYREXER》-100シリーズとその応用

遠藤義昭・山本征二・高山 威

三菱電機技報 Vol.49・No.8・P585～590

この装置は機械系と計算機とのインタフェースをつかさどるコンポーネントとして開発・製品化し、約3年前から市販中である。一般産業用制御機器分野で広範囲に利用でき、既に使用いただいているユーザからは従来のエンコーダに比しノイズに強いなどの点で非常に好評を得ている。この装置の第1の機能はシンクロ電機(セルシン)信号を直接デジタル信号に変換すること、第2の機能はデジタル指令により位置決め制御を行うことができる。更に機能モードの選択によって1台のDISYREXERで位置決め制御とデジタル検出を行うことができる。本文ではこの装置の動作原理、仕様、構成、特長とその応用について記述した。

Abstracts

Mitsubishi Denki Giho : Vol. 49, No. 8, pp. 564~68 (1975)
UDC 681.84.089 : 534.21 : 534.1

Vibration in Loudspeaker Cabinet Panels

by Takeo Shindo, Shigeru Morita, Shigenori Shibata, Shinichi Sakai & Junichi Tanaka

One problem concerning loudspeaker systems is vibration in the cabinet panels, but since the causes of this vibration have not been understood, virtually no countermeasures could be taken, save on an empirical basis. The paper discusses the causes of such panel vibration, including the mechanics of transmission of vibration in the low-frequency range. It was found that the main cause of panel vibration is vibration of the magnetic circuit in reaction to speaker-diaphragm vibration. This is then transmitted via the speaker frame to the baffle board, and thence to the cabinet as a whole.

Mitsubishi Denki Giho : Vol. 49, No. 8, pp. 541~45 (1975)
UDC 621.365.5 : 683.95

Commercial Production of the CLEAN RANGE Induction Cooking Appliance

by Akihiro Tsumori

The Product Development Laboratory of Mitsubishi Electric has been the first in the world to succeed in developing a home-cooking appliance based on commercial-frequency induction heating. This appliance is called the CLEAN RANGE. The paper deals with the solutions found to such problems as vibration and noise control, heat resistance of the components, and the incorporation of various safety features.

Mitsubishi Denki Giho : Vol. 49, No. 8, pp. 571~74 (1975) UDC 697.94 : 621.5.6

The Model MFHX-50SA Multi-Unit Air-Source Heat-Pump Air-Conditioning System

by Hiroaki Washizu

At present, home air-conditioning in Japan relies primarily on window-mounted units and single-room systems using a separate outdoor unit for the condenser. Recently, however, there has been an increasing market for centralized heating/cooling systems for homes and apartment suites. Of the many types of equipment that have been used for such systems, the reverse-cycle, or heat-pump, system has recently gained increasing recognition.

Mitsubishi Electric has developed a multi-unit air-source heat-pump system that provides cooling, heating and dehumidification in up to two rooms simultaneously. The paper describes the system, its specifications, and construction.

Mitsubishi Denki Giho : Vol. 49, No. 8, pp. 546~49 (1975)
UDC 621.36.365.5 : 621.3.029.6

Recent Trends Involving Microwave Ovens

by Tetsuo Obata & Hiroshi Ikeda

Microwave ovens in which foods are heated and cooked by induction from 2450-MHz microwaves, have been on the market for over 10 years. With 13% of Japan's kitchens now equipped with them, the microwave oven is becoming a necessary appliance, and demand can be expected to increase rapidly in the future.

The paper discusses recent trends involving microwave ovens, from the aspects of construction, electronic circuitry and electrical components, performance, and cooking techniques, and also speculates on the microwave oven of the future.

Mitsubishi Denki Giho : Vol. 49, No. 8, pp. 575~78 (1975) UDC 681.3.06

The UTS/VS Operating System for MELCOM-COSMO Series Model 700 Computers

by Kazuma Ban, Toshihide Nakayama, Yasunori Yoshimura, Hiroyoshi Takeda & Takao Fujima

The UTS/VS operating system has been designed to serve the recently developed MELCOM-COSMO Series Model 700 medium- and large-scale general-use computer. It features a 5-dimensional processing mode, simultaneously processing not only batch data but also time-sharing, on-line transaction, real-time, and remote. The paper describes the functions of the UTS/VS system as well as its internal processing system.

Mitsubishi Denki Giho : Vol. 49, No. 8, pp. 550~53 (1975) UDC 621.565 : 621.394

'Auto-Service' System Refrigerators for Hotels

by Tetsuo Maruyama & Masaru Saigo

The 'Auto-Service' system is an integrated system for refrigerators installed in hotel and motel guestrooms. It notifies the cashier as items are removed from each refrigerator, and provides automatic billing. The main system features are a unique two-wire multiplex transmission configuration that makes quick and accurate notification of items removed from refrigerators, a foolproof nuisance-detector that detects reversed placement of containers, and a unique automatic door-locking mechanism. This system, with its major labor-saving contribution, can be integrated with existing computerized systems based on the MELCOM series to produce a totally computerized system for hotels.

Mitsubishi Denki Giho : Vol. 49, No. 8, pp. 579~584 (1975) UDC 621.396.69

A UHF-Band Miniature Microstrip Isolator

by Hidetoshi Kurebayashi, Nobutake Orime, Kimio Momiyama, Hisao Watarai & Mitsunobu Shimoda

The isolator, which utilizes the magnetic-resonance phenomena of ferrite, has been known in principle for some 20 years, but has been neglected due to failure to develop devices of practical utility. Noting the basic simplicity of its construction, however, the authors, by means of new approaches to circuit structure involving the shape, size and arrangement of the inner conductor and ferrite, and by application of the vacuum-deposition plating and photoetching techniques used in recent microwave IC technology, have succeeded in developing a UHF-band isolator that is both structurally simple, and small in size.

Mitsubishi Denki Giho : Vol. 49, No. 8, pp. 554~57 (1975) UDC 621.397.13

Recent Trends Involving Color TV Receivers

by Yoshio Noguchi, Seishiro Iwamura & Susumu Takata

With more than 90% of Japanese homes equipped with color TV, first-time purchases are giving way to second-set or replacement buying, resulting in a down-trending market in recent years. Meanwhile, in the wake of the energy crisis, people are exhorted to save on energy and resources. These circumstances have presented a number of technical problems in regard to color TV, following from a strong requirement for a decreased consumption of power and materials, a simplification of production processes, and lower prices. As a means of solving these problems, attention is given to the following points: 1) decreasing consumption of electric power, 2) the DIATRON SSS picture tube, and 3) decreasing the use of materials and labor and simplifying the production processes for the cabinet and chassis.

Mitsubishi Denki Giho : Vol. 49, No. 8, pp. 585~590 (1975) UDC 681.325 : 62-5

The DISYREXER-100 Series of Synchro-to-Digital and Digital-to-Synchro Converters, and Some Applications

by Yoshiaki Endo, Seiji Yamamoto & Takeshi Takayama

Developed as an interface between mechanical systems and control computers, the DISYREXER has been on the market for about three years. It is suited for a broad range of uses in industrial control equipment, and has been widely acclaimed by actual users for its superiority to the encoder in terms of noise resistance. Its functions are: first, to effect direct conversion of a synchro-electrical (selsyn) signal into a digital signal, and second, to effect positioning control on the basis of digital instructions. A single DISYREXER unit can be used selectively for either functional mode. The paper discusses the operating principle, specifications, structure and features of the DISYREXER, as well as some applications.

Mitsubishi Denki Giho : Vol. 49, No. 8, pp. 558~63 (1975) UDC 681.84.086

Speaker Systems for Auditoriums

by Tamon Saeki & Seiji Himori

The increased size and improved acoustics of modern auditoriums has produced a demand for improvements in electric-acoustic-system performance, in terms of higher power and higher reproduction fidelity. For speaker systems, requirements have centered on increasing the maximum output-acoustic-pressure level, and broadening the reproduction frequency bandwidth, but since these two aspects are mutually opposed, the problem of compromising one for the other frequently arises. The paper deals with the design objectives and problems encountered in developing speakers for large auditoriums.

《クリーンレンジ》の商品化

津森昭弘*

1. ま え が き

昭和49年3月に商用周波数位相励磁誘導加熱調理器（以下クリーンレンジと称す）図1.を市場へ出して満1年がすぎたが、この間、近年の安全、無公害、省資源の社会意識の高揚の中で、安全で、効率のよい調理器であるクリーンレンジは関係各方面でまさに注目される商品である。このクリーンレンジの商品化については、応用機器研究所、中央研究所、生産技術研究所、商品研究所と相模製作所の当社関係部門の協力により初めて達成されたものであり、文字どおり三菱電機のクリーンレンジである。

クリーンレンジの加熱原理については本誌 Vol. 49 No. 3 に記述されているので、ここでは商用周波数位相励磁誘導加熱を家庭用調理器として商品化するに際しての技術的な面だけでなく、使用者側からみた使い勝手の面において解決しなければならなかったことについて述べる。

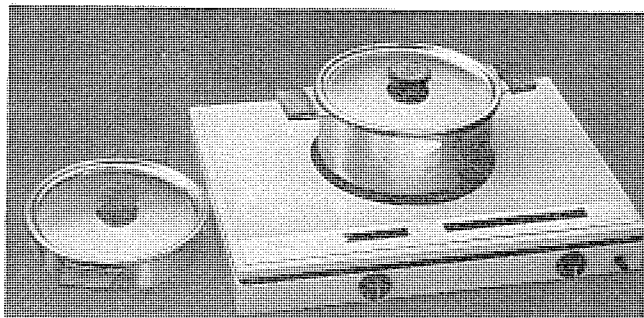


図1.《クリーンレンジ》

2. 《クリーンレンジ》商品化の背景

欧米では、その食生活及び電源事情等の違いにより、最もポピュラーな調理器のスタイルは、上面に4個の加熱ユニットを持ち、その下方にオーブンを持つコンビネーションタイプである。そしてこの上面にある4個の加熱ユニットについては、ガス式のものより、電熱式（ヒータ）のものが好まれており、その電熱式のなかでもヒータが表面に露出したスタイルよりも露出していないスタイルへと、その主流は移っている。その代表的な例としてスムーストップレンジがあげられ、これは1枚の結晶化ガラスで調理台全面を覆い、その裏側にヒータを張りつけてあるものである。そして今後さらに安全性が追求されて赤熱高温部のない調理器が求められるのは当然であり、その手段として誘導加熱を利用した調理器がスムーストップにとって代わるのは時間の問題と米国の調理器メーカーはみている。

誘導加熱を調理器に応用するアイデアは19世紀の末には既にパテントとして出願されているくらいであり、その歴史は古いものであるが実用に至らなかった最大の原因は、振動、騒音を抑制できなかったことである。しかし昭和46年ウェスチングハウス社が半導体技術の進歩により、周波数変換器をコンパクト化し、高周波励磁によってその

表1.《クリーンレンジ》の仕様

出力制御範囲	10～100 %
価 格	99,800 円
重 量	19 kg
外形寸法	520 W×415 D×104 H
騒 音	48 ホン
消費電力	1.27/1.21 kW (50/60 Hz)
力 率	100 %
励磁周波数	商用周波数 50/60 Hz
熱 効 率	70 %

問題を解決し、クールトップレンジの名称でホームビルダーズショーに出品してから、本格的な磁気調理器の幕開けとなった。現在米国では、ウェスチングハウス、ゼネラルエレクトリックなど数社が市販又は試作研究を行っており、国内では松下電器がクールトップワゴンの名称で昭和49年5月より市販しているが、これらはすべて高周波（20 kHz 程度）の電流で励磁加熱するものであり、当社のみが、商用周波数そのまま、振動、騒音を克服し、励磁加熱する方式を、世界に先がけて開発した。

表1.にクリーンレンジの仕様を示す。

3. 《クリーンレンジ》商品化における課題

商用周波数位相励磁誘導加熱を調理器に応用するとき、まず念頭におかねばならないことは、従来の調理器に慣れ親しんでいる使用者（主婦）が、異和感を持つことなく使えるような使い勝手と、クリーンレンジで初めて得られる長所を提供することである。このことから次の3点が課題となってくる。

- (1) 振動、騒音の抑制
- (2) 構成部品の耐熱性
- (3) 各種保護機能

3.1 振動、騒音

従来の調理器は、燃焼音や沸とう音程度の静かなものであり、また振動は全くなかった。クリーンレンジは台所だけでなく、食堂、応接間での客前料理に使用されることが当然予想され、またこの調理器のように電気を利用して、しかも新しく開発されたものでは使用者が初めて手を触れたとき、振動を感じると、あたかも感電したかのように錯覚しがちであることから、振動、騒音についてはより厳しいレベルが要求される。

位相励磁によりなべ（鍋）の振動は数式上は全くなっているが、これはなべが完全剛体であることを前提としてのことであるから、商品化においてはなべ、及びベース、キャビネットなどの剛性には十分考慮しなければならない。

3.2 構成部品の耐熱性

調理器であれば熱は不可欠なものであるが、この熱から構成部品を守る必要も生じてくるのである。一般的な調理をしようとするとき

なべの温度は 300°C もあればこと足るので クリーンレンジ の最高温度はなべの 300°C 程度となる。しかしこの熱は クリーンレンジ の構成部品にとってはか(苛)酷なものであり、できるだけなべの熱が伝わらないようにするとともに、部品自体の耐熱性を増す必要がある。特に励磁装置のコイルはなべからくる熱と、コイル自体に発生するジュール熱にさらされることになり、耐熱性のある絶縁ワニス材の開発が必要になる。

3.3 各種保護機能

クリーンレンジを初めて使用するとき、従来の調理器とその加熱方式が異なり、使用上2, 3の制約もあることから使用者にとまどいが見られ、つい誤使用することも多いと思われるので、そのときのフェイルセーフ機能が要求される。例えば クリーンレンジ では、炎や赤熱高温部がないため、なべをかけずに通電し続けていても気付きにくいし、また専用なべ以外の市販のアルミ なべや鉄なべをかけて、振動や騒音が大きいのに驚いたりする。このようなことを防ぐ必要がある。また従来、ついうっかりしてなべを空焼きしてだめにしてしまうことがよくあったが、自動的にこの空焼きが未然に防げれば、従来の調理器にはなかった大きなメリットとなるし、構成部品の耐熱性を考えるとき有利になる。

4. 《クリーンレンジ》の主要構成部品

4.1 励磁装置

励磁装置はなべを加熱するに必要な磁束を発生する部品であり、4個の磁極(ポール)とその磁極間を磁気的に連絡する継鉄(ヨーク)とからなる鉄心と、磁極に巻き回された巻線(コイル)及び絶縁ワニスなどから構成されるものであり、下記の条件が要求される。

- (1) 必要な磁束を発生でき、しかも効率が良いもの。
- (2) 作業性がよく安価であること。
- (3) 軽量で強度があるもの。
- (4) 耐熱性があるもの。(強制空冷を前提とし、150°C に耐えられるもの)

4.1.1 鉄心

鉄心はその磁極、継鉄の材料、形状を組合せることにより、かなりの数の種類が考えられたが、これらのなかから安価で軽量であるものを重点的に選ぶとともに、また丁度タイミングよく相電が 150°C の温度でもその磁気特性が劣化しないフェライトを開発できたこともあって、けい素鋼板の巻鉄心からなる継鉄とその上に4個の扇形のフェライト磁極を置いた構造を採用することにした。また図2.にこの鉄心の磁極に NF 材と新開発のフェライト材を使ったときの電気特性のグラフを示しているが、これより 150°C 程度でも新フェライトでは安定した特性が得られることがわかる。

4.1.2 巻線

巻線を選ぶに当たり、どの絶縁階級を選ぶかが問題となってくる。その絶縁階級は、なべからの熱と、自己のジュール熱とに十分耐えられるものを選べば済むわけだが、価格、巻線の作業性、また熱が他の部品に与える影響も考慮して、強制空冷の冷却手段を用いることにして、150°C の耐熱限度である F 種絶縁を選んだ。

4.1.3 巻線の絶縁処理材と磁極と継鉄の接着剤

巻線の振動及び放熱を考慮して、樹脂含浸方式をとることにして耐熱性のすぐれた含浸用樹脂、数種について当社生産技術研究所にその検討を依頼し、表2.の結果を得た。この表から作業性を重視し、Bを採用した。

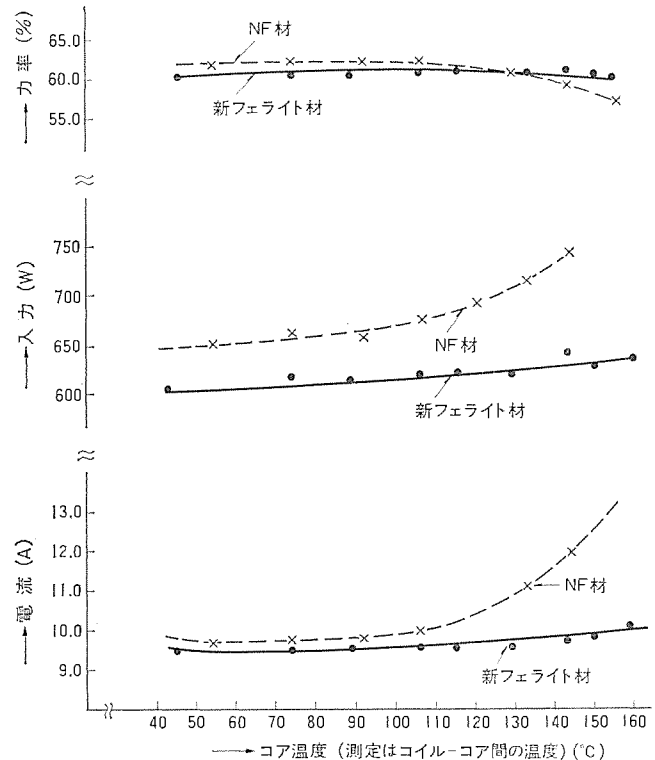


図2. 新フェライト材と NF 材との比較

表2. 巻線含浸樹脂の比較

含浸樹脂	粘度 25°C (CP)	ゲル化時間 130°C (分)	ポットライフ 25°C (日)	硬化時間 150°C (h)	耐熱性 (°C)
A	>10,000	2.0	1~2	<1	>130
B	2,200	6.1	5~7	<1	>130
C	1,900	15.3	1~2	>1	>130
D	104	19.5	>20	>1	>130
E	2,000	2.0	<0.05	<1	<130
F	1,000	2.0	1~2	<1	>130

表3. フェライトポール、けい素鋼板巻鉄心 ヨーク 接着用各種接着剤比較

接着剤	接着力 (kg/cm ²)		衝撃値 (kg-cm/cm ²)		試験片は 接着面積 1 cm ² の鉄棒に接着剤を 塗布 150°C/h 硬化 ・引張り試験機 ・アイゾット衝撃 式試験機
	28°C	130°C	28°C	130°C	
A	117	23	5	3	
B	459	55	40	17	
C	194	60	—	21	
D	130	153	5	21	
E	291	175	19	11	

また磁極と継鉄の接着剤も同様に同研究所から表3.の各種接着剤の試験結果を得て、Eに決めた。

このようにして、前述した要求条件を満足する励磁装置の仕様を決定することができた。

4.2 上板

クリーンレンジの上面のカバーとなり、またなべの熱に直接さらされる上板には下記の条件が要求される。

- (1) 非磁性で高い電気抵抗をもつもの。
- (2) 耐熱性があり線膨脹係数が小さいこと。
- (3) ひっかき傷がつきにくく、なべを落としたりくらの衝撃に対

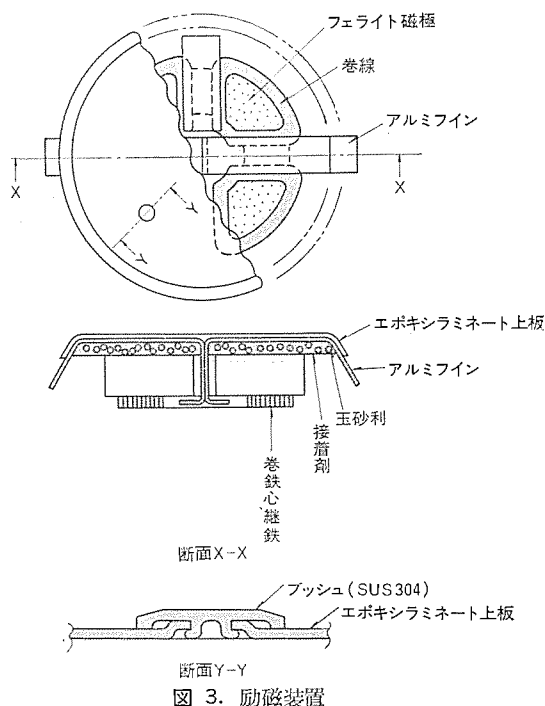


図 3. 励磁装置

しては変形や割れが生じないこと。

(4) 美観上商品価値がある表面状態をもつもの。

またこれらの材料上からの制約のほか、磁気損失を小さくするため上板の板厚はできるだけ薄くしなければならないし、防振、防音上、上板の取付け構造や、なべとの機械的關係に制約をうける。

まず既存の材料から前述の条件を満足するものとして、結晶化ガラスと非磁性のステンレス材を選び、種々の試作検討を行ったが結晶化ガラスは強度に不安が残る、ステンレスはその熱変形を抑えることができなかった。そこで新たに、黒色ガラスエポキシ積層板を盆状に成形するとともに、なべを3点で支持できるようステンレスの支持材(ブッシュ)をエポキシの上板へかしめ更に放熱板としてのアルミフィンとともに励磁装置上部へ接着した。更に接着時の収縮硬化によるソリを防止し、また接着の信頼性を高めるため、玉砂利をしきつめた。図3. に上板を接着した励磁装置の図を示す。

以上のように、3無支持でなべを支え、上板との間に空気層を設けたのと同時に、アルミフィンの放熱効果により、エポキシ上板と、その接着剤の耐熱を保証することができ、また支持材を上板とともに励磁装置へ接着することにより、上板の振動、騒音の発生を抑えることができ、更になべと励磁装置の距離を小さくすることができるので磁気回路の損失を抑えることができた。

4.3 専用なべ

クリーンレンジにはその加熱原理上専用なべが必要であり、それは、

- (1) なべ底は指定された寸法の鉄とアルミニウム(又は銅)の合板であること。
- (2) 十分に剛性があること。
- (3) 軽いこと。
- (4) 安価であること。
- (5) 豪華な外観をもつこと。

の一般的な条件を満足しなくてはならない。

なべはその剛性が十分でないと、図4. に示すような、磁極からの磁束の影響をまともにうけた振動モードで振れ、クリーンレンジの

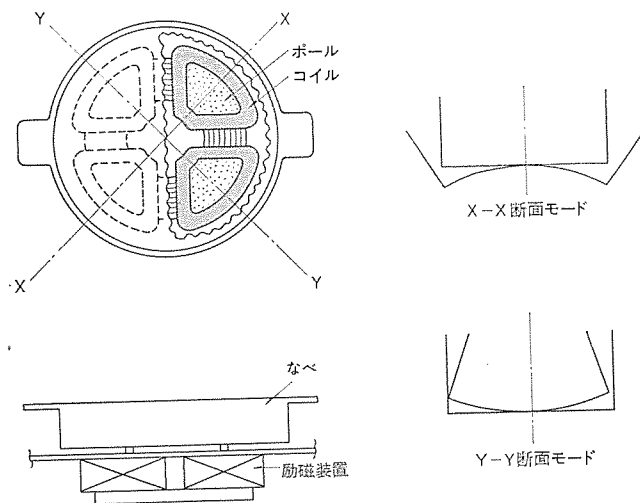


図 4. 専用なべの振動モード

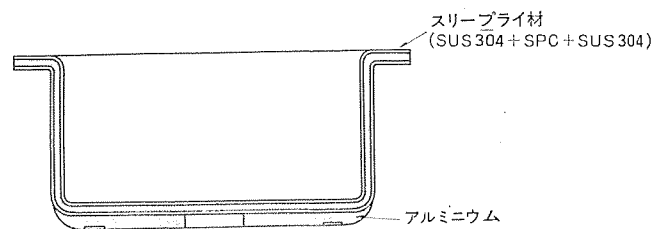


図 5. 専用なべの断面

振動、騒音の発生源となる。これを防ぐためなべの剛性を上げることとし、その方法としてなべの材料及び形状を検討して、なべの材料には、ステンレス+鉄+ステンレスのスリプライ材を使用し、なべの形状においては、上縁部を折り曲げ、フランジをつけることにより目的を達した。またスリプライ材を使用することによりなべの表面処理の手間をはぶくこともでき、表面がステンレスのため豪華な感じも得られた。そしてスリプライ材で成形したなべの底にアルミニウムを接着することにした。しかし採用した接着技術では、接着可能なアルミニウムの最小厚さが1.6mmと制限があるのに対し、専用なべには、アルミニウム寸法が、入力及び後述する保護機能に直接影響するため、1.4mm±0.1mmの精度が要求される。そこで図5. のようにアルミニウムの中央部を円形に一定寸法座ぐることにより電気的に等価にする方法を見出した。その結果寸法管理が容易になり、またなべ底の温度が均一化されることにより、上板が局部的な高熱にさらされることがなくなった。

図6. はなべに使用される鉄材(SPC)の磁気特性を測定したものであるが、なべの中央の磁束密度は5,200 Gaussほどであることから図中の丸印の位置で使用していることになる。

4.4 ベース、キャビネット構造

ベース及びキャビネットについてもその剛性が必要とされるため、その形状において剛性増加を図ることにして、ベースについてはしぼりの形状を検討し、またキャビネットについては、三つの部品に分割し、しかもそれぞれの断面をコの字状にすることにした。

4.5 冷却装置

調理中、クリーンレンジの構成部品は巻線自身の発熱となべからくる熱にさらされることになり、この熱から守るため、またクリーンレンジのキャッチフレーズである冷たい熱をよりイメージアップするよう調理器の表面温度を低く抑える目的で、ベースの下方より吸気し、下方へ排気する強制空冷を採用し、目的を達することができた。

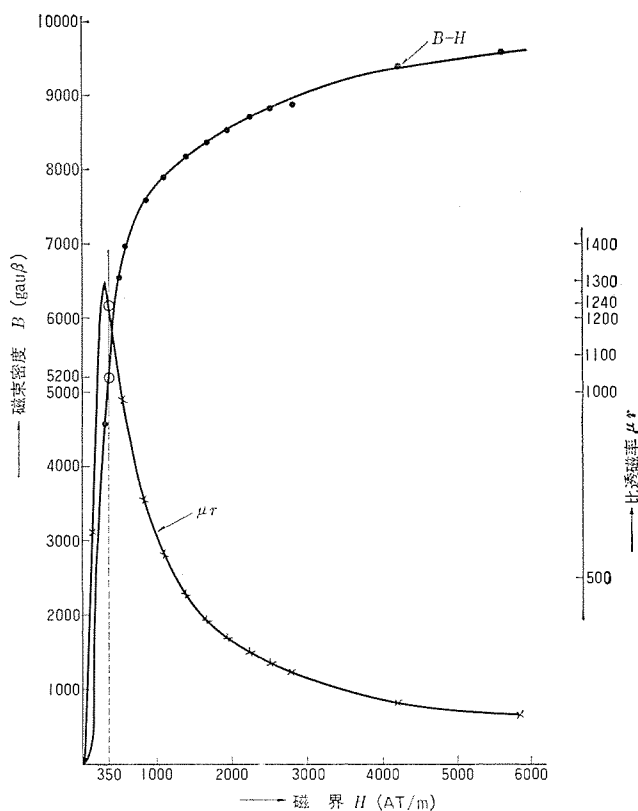


図 6. なべの鉄部 SPC の磁気特性

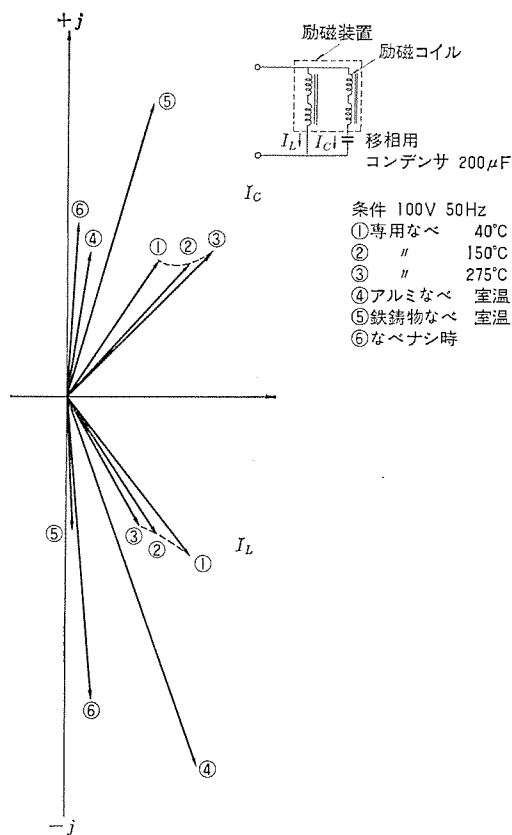


図 7. 各負荷時における励磁電流のベクトル図

表 4. 《クリーンレンジ》の保護装置一覧

名 称	手 段	動 作	ハード面からの役割	ソフト面からの役割
コイルサーモ	バイメタル式サーモスタット	励磁装置に取付けられコイルの温度が 150°C を越えたら接点を開く	コイルの熱による絶縁破壊の保護、及び他の電気品の熱からの保護	
ファンサーモ	リードスイッチサーモ	器体内の空気温度を検知できる場所に取付け 40°C 以下になるまで、メインスイッチを切ってもファンを回転させる		メインスイッチを切った後の器体表面温度上昇を防ぐ
なべナシ検知	電子回路	なべをかけないで、メインスイッチを入れても励磁装置には通電されない	過大電流によるコイル、コンデンサなどの焼損、破損を防ぐ	包丁、スプーンなど磁性体でできた小物が吸いつけられるのを防ぐ、電力のむだ使用を防ぐ
異種なべ検知	電子回路	専用なべ以外のなべやヤカンなどをかけて、メインスイッチを入れても励磁装置には通電されない	過大電流からの電気品の保護	振動、騒音の発生を防ぐ、効率が悪いなべを使用することを防ぐ
空焼き検知	電子回路	専用なべ温度が 350°C をこえたとき、励磁装置への通電をシャ断する	励磁装置上板の接点はがれ、コイルの局部的温度上昇による絶縁破壊を防止	空焼きによるなべの損傷、電力のむだ使用を防ぐ
温度ヒューズ	感温ヒューズ	コイルサーモなどが故障して、励磁装置の温度が上がりがすぎたときの最終段の保護、調理器への通電をシャ断する	部品の保護	漏電、感電、火災の防止

4. 6 《クリーンレンジ》のデザイン

クリーンレンジのデザイン決定については、上記のような構造上の制約と、炎や赤熱高温部のない調理器をより強く印象づけるものとか、高額商品の豪華さをもったものという要求があった。そこで従来の調理器のイメージからは離れた、どちらかといえば、オーディオ機器を思い浮かべそうなデザインにした。(図 1. 参照)

4. 7 保護装置

クリーンレンジの保護装置は次の機能をもつことが必要となる。

- (1) クリーンレンジはその加熱原理上、使用時に 2, 3 の制約があるが、初めての使用者がこの制約に気付かず誤使用しても、驚いたり、不快感をもつことがないようにする。
- (2) 異常時における部品の保護。

このことより表 4. に示す保護装置を備えた。この表の中で、特にクリーンレンジ用に開発した、なべナシ検知、異種なべ検知、空焼き検知についてももう少し詳細に述べる。

4. 7. 1 なべナシ検知、異種なべ検知、空焼き検知

クリーンレンジはその電気回路を解析する際、トランスの等価回路と同一に見なすことができ、なべはトランスの 2 次側の負荷に相当する。したがってなべナシ時、異種なべ使用時、空焼きにおけるなべの異常高温時では、通常の調理時と比べると、2 次側のインピーダンスが大幅に変化することになり、それは励磁巻線に流れる電流の変化となって現れる。図 7. はその変化を示すベクトル図であり、電流の絶対値だけでなく、位相も変化していることがわかる。これらの誤使用時を検出するため、電流の変化を検出の対象とし、その変化をより有効に取り出すよう、図 8. に示すように、別にコイルとコンデンサの直列接続からなる模擬回路を設け、2 群に分かれた励磁巻線のうち的一方で移相用のコンデンサと接続された回路と検出ブリッジを構成して、励磁巻線に流れる電流の変化を、この検出ブリッジの出力電圧としてとりだしている。

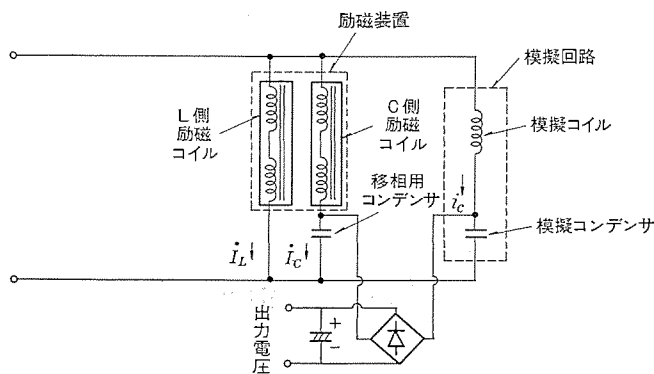


図 8. 検出ブリッジ構成回路図

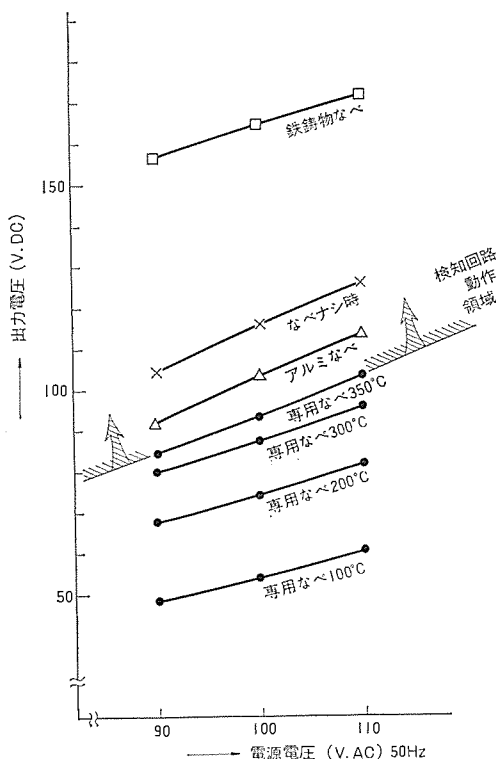


図 9. 各負荷時における検出ブリッジの出力電圧

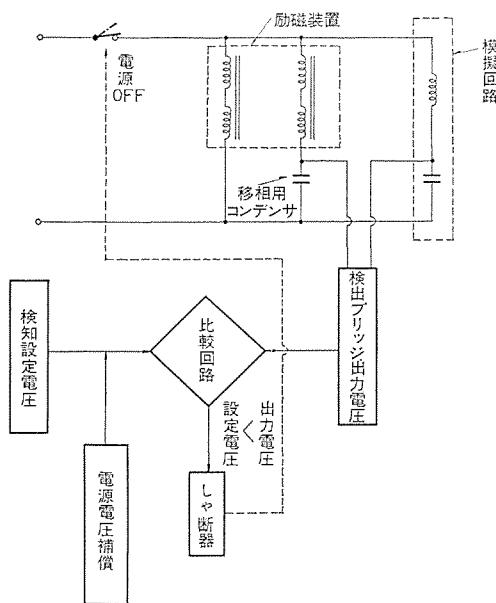


図 10. なべなし、異種なべ、空焼き検知の動作ブロック図

ここで模擬回路のコイルとコンデンサの必要条件は

- (1) コイル： 常温の専用なべをかけたとき、移相コンデンサに接続された励磁巻線と同一の力率をもつ。
- (2) コンデンサ： 上記のときの励磁巻線に流れる電流と同じ位相の電流が模擬回路に流れるような容量をもつ。

模擬回路の定数を上記のように定めることで理論的には、検出ブリッジの出力電圧は、常温の専用なべをかけた瞬間は零 V で、なべなし時、異種なべ使用時、空焼き時では高い電圧となる。

そこで、実際にこの検出ブリッジの出力電圧を測定してみると、図 9. のようになった。このグラフより、電源電圧が 100 V のときなべなし時 116 V、アルミなべ使用時 104 V、鉄鋳物なべ使用時 165 V、空焼き時 (専用なべ温 350°C) 94 V となる。これから検出ブリッジの出力電圧が 94 V 以上になったとき励磁装置への通電をしゃ断する回路を設けると、なべなし、異種なべ、空焼きの三つの場合を一つの回路で検知できることになる。

また電源電圧の変動により検出ブリッジの出力電圧も変化しており、電源電圧の変動にかかわらず、検知回路が動作するときの検出ブリッジの出力電圧 (検知設定電圧) が 94 V のまま変わらないとすると、例えば電源電圧が 110 V 程度だとすると、ちょっと高温を必要とする料理をやっている最中に空焼き検知が働いて、調理できなくなることも起こりうるし、また逆に 90 V 程度だと、なべ温が 350°C をはるかに越えても空焼き検知が動作せず、上板、特にその接着部の温度が限界許容温度以上に上がってしまうことになる。これを防ぐため、電源電圧の変動にともない検知設定電圧を、90 V のときは 84 V、110 V のときは 104 V となるように電源電圧補償をかけてやると、電源電圧にかかわらず、専用なべ温度が 350°C になったらいつも空焼き検知することができる。

また専用なべの温度と出力電圧の特性は、そのアルミ板厚のばらつきにより上下に移動する。そこで誤検知を防ぐ意味においてもアルミ板厚の寸法管理は必要となってくる。図 10. にこの検知回路の動作ブロック図を示す。

このようにして、使用者が最も犯しやすい誤使用である、なべをかけないで、メインスイッチを入れたり、異種なべをかけてスイッチを入れたりしても、それを検知し通電をしゃ断するので、使用者に不快感を起こさせることもなく、部品も保護できる。またなべの空焼きも未然に防ぐことができるのである。

5. む す び

このように振動、騒音その他の問題を解決してクリーンレンジを市場へ送り出すことができたが、まさに生まれたばかりの商品であり、今後、安全で経済的で衛生的な調理器として発展していくためには、まだ幾多の問題が残されており、更に一層の努力を重ねなければならない。最後にこのクリーンレンジの商品化にあたりご指導、ご助力いただいた応用機器研究所、生産技術研究所、中央研究所、商品研究所、相模製作所をはじめとする社内関係各位に感謝の意を表します。

参 考 文 献

- (1) 日比野ほか：マグヒートレンジ、三菱電機技報、49, No. 3 (昭 50)

最近の電子レンジ

小畑 哲男*・池田 宏司*

1. ま え が き

電子レンジが商品として一般市場に現れて十数年経過した。この間電波漏えい(洩)問題で一般市場が低迷したときもあったが、冷凍食品の普及や、他の調理方法に比べ熱効率がよく省エネルギー機器として見直されたこと、また価格が10万円前後で購入しやすくなったことなどで、最近では台所の必需品としてその普及率も13%を超えるようになり今後急速に伸びることが予想されている。

2. 構 造

2.1 オープン部

オープン部は食品調理の金属箱である。図1.に電子レンジの一般的な構造を示す。アルミニウムの絞り加工品も一部あったが外観上及び無負荷運転時のマグネトロンへの電波の反射の問題などから、現在もステンレス鋼板の溶接品が主流である。当社は一貫してステンレス鋼板を使用してきたが、溶接方法をスポット溶接からプロジェクション溶接も採用して正面の外観を美しくしている。

マグネトロンの取付方法は、じか(直)付方式と導波管方式とがあり現在はじか付方式においてもオープンインピーダンスの直視測定が容易にできるようになった。当社は操作部が上側にある機種はじか付方式、操作部が横側にある機種は導波管方式を採用している。

オープン底部は、食品を金属面から約 $1/4$ 波長離すため絞り加工としている。食品の受皿は誘電体損失が少なく耐熱性を必要とするため従来はプラスチック(PPOほか)であったが現在はほうけい酸ガラスなどの耐熱ガラスになっている。当社の主力である横開きとびら機種は食品の受皿が食品だなどとしても使用できるようにオープン側面にストップを設けて着脱自在なスライド式受皿にしている。

オープン上部の非金属の仕切板は、誘電体損失が少なく自己消火性又は難燃性を必要とするためシリコンガラス積層板・PP・PCなどのプラスチックが採用されているが、当社はオープン内の照明が明るくなるよう透光性も考えて自然色のPCを主力機種に使用しておりスターの回転も外部から見る事ができる。

オープン天井には、食品の加熱むらを少なくするため電波かくはん用のスターが設けてある。スターファンはアルミニウムを使用しているが、軸は電界の集中によるスパークなどもあるのでプラスチックになっている。スターは電動機で直接駆動していたが最近ではマグネトロンを強制空冷するブロワの電動機を利用したり冷却風をスターファンに当てて回転している。

2.2 とびら部

とびら本体は電波漏れを防止する金属壁である。亜鉛又はアルミニウムの鋳物も採用されるが、最近では鉄板の絞り加工品が多い。

とびら前面は意匠的に金属又はプラスチックで飾るようになっている。

とびらの電波漏れ防止機構は、頭初金属板ばねなどを利用した金

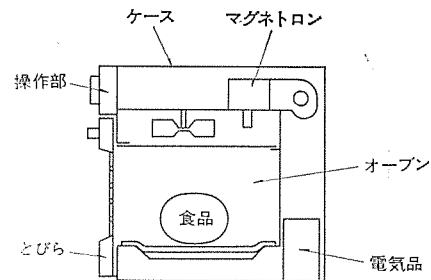


図1. 電子レンジの構造

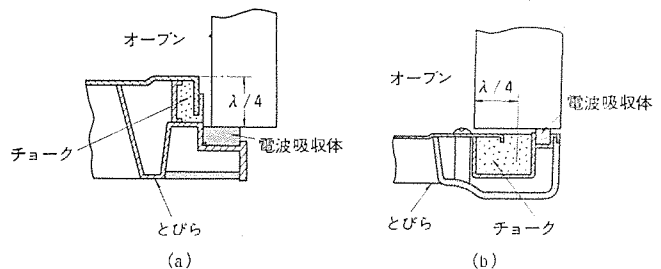


図2. チョーク構造

属接触構造であったが、現在は確実に耐久性のあるチョーク構造を主としている。チョーク構造についても、オープンに入り込んだとびらの周辺に設けたもの図2.(a)からオープンと平面的に接触するフラットタイプ図2.(b)に変わりとびらの厚さを薄くしており当社も主としてフラットタイプを採用している。とびら又はオープンの周辺へ補足的に電波吸収体が採用されるが、当社は接触する部分にはカーボン系の導電性ゴム、離れている部分にはフェライト系の電波吸収ゴムを使用している。

とびらののぞき窓は、アルミニウム板に3mmφ以下の穴を多数打抜いたものに硫酸アルマイト処理したものが採用されている。ただし、JIS規格では0.8mmφの針金が外から入らぬことを規定しており、ガラス・プラスチックの透明板などを設ける必要がある。またオープン内を見やすくするため最近では2mmφ以下の打抜板やステンレス金網が採用されるようになっており、十分な強度を有する範囲で可能な小さい穴径の金属板の開発が行われている。当社のJIS規格適合品RR-618, 518, 413の各機種は1.5mmφのアルミニウム打抜板とプラスチックの誘明板を使用している。

ハンドルはフックが連動する構造で、ハンドルを操作すると同時にフックが動作してロックスイッチを開放するラッチ機構が採用されている。電波の発振中にとびらを開こうとすると、とびらが開く前にロックスイッチが切れ発振を停止するので一瞬の電波漏れもほとんどなく安全基準を十分に満足している。図3.にラッチ機構を示す。更にとびらに固定された操作棒又はとびらに設けたアームの先端でスイッチを動作させとびらを開いた状態でほかから電波を発振させることができない構造のドアスイッチを採用している。つまりラッチ機構とドアスイッチの2重安全装置が設けてある。

とびらの開き方は2通りある。頭初はとびらの下部にちょうつが

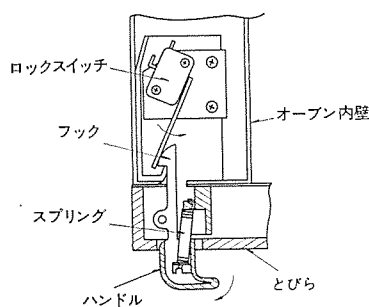


図 3. ラッチ 機構

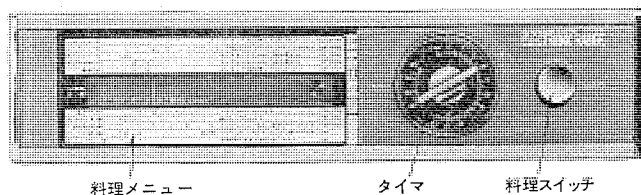


図 4. 操作 板

い(蝶番)を設けて上から前に開く縦開き (Bottom hinge door) であったが、現在は横開き (Side hinge door) が多くなり軽量化されている。当社は最近横開きとびらを使用している。

2.3 操作部

操作部は、鉄板、ステンレス鋼板などに操作スイッチ類を取付けて前面は意匠上プラスチック成形品で飾るものが多い。頭初は電源スイッチが操作部にあったが、現在はタイマを電源スイッチと兼用して使用者の操作を簡略化しタイマをセットした後に料理スイッチを押すだけの2動作式にしている。最近タイマの時間セットを容易にするためスライド式タイマを採用し、指針を料理メニューの時間に合わせるようにしており目安が分かるようになっている。当社の主力機種は料理メニューを交換可能なカード式(100種のメニュー)にして、記入自在のメニューも追加できる白紙カードを付属している。図4.に当社の操作板を示す。なお、当社は使用者が直接触れるタイマスイッチのつまみの取付部を絶縁物にして水のついた手で操作しても安全にしている。

操作部の位置はオープンの上側又は右側に配置されるのが通常であ

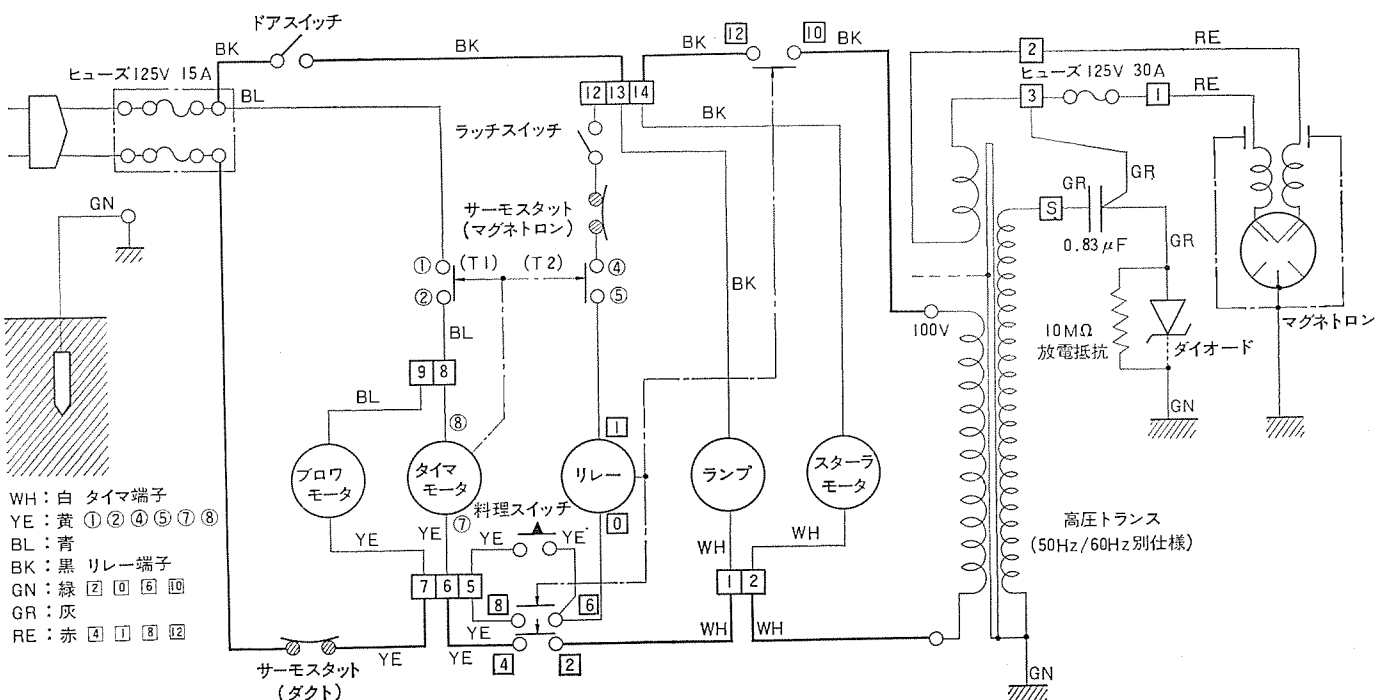


図 5. 電子レンジの電気回路

るが、米国の電子レンジにはオープンの下側に配置したものもある。

2.4 ケース

ケースは不要ふく射を少なくする必要から金属箱になっている。鉄板又はアルミニウム板の折り曲げ加工品が多いが、オープンのステンレス鋼板と一部共用しているものもある。底板は電気部品及びオープンが載せられるよう強度を持たせているが、電気部品だけを分離しているものもある。当社は意匠上及び電子レンジ全体の強度上からケースの共用や電気部品の分離は行っていない。

3. 電気回路及び電気部品

3.1 電気回路

マグネトロンの電源は、磁石が電磁石式から永久磁石式に変わったときに、全波整流電源から半波倍電圧整流電源にすると同時に高圧トランスを漏えいトランスにしてコンデンサとの共振を利用して出力の安定化及び力率の改善が行われるようになった。最近ヒータトランスも高圧トランスと一緒にヒータと高圧を同時に印加するようになっている。

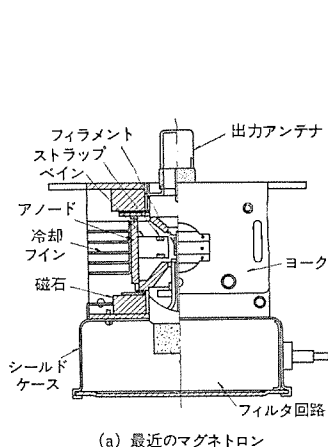
制御回路はその一部に電氣的又は機械的な自己保持回路を設けて1度電波の発振を停止すると、再び料理スイッチを操作しなければ発振しないようにしている。最近同時印加のため、タイマを電源スイッチとして、使用者は発振開始時に料理スイッチを操作するだけで、停止は自動的に行われるようになり電源の切り忘れも防止できる。

図5.に当社の電気回路を示す。

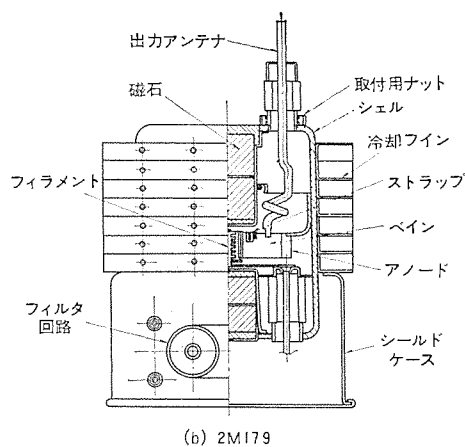
3.2 電気部品

3.2.1 マグネトロン

マグネトロンは永久磁石式になった後に、動作電圧を変えて出力700~400W用と種類がふえた。永久磁石はアルニコ系からフェライト系に変わり磁石も外磁形から内磁形にして小形化と同時に強磁性材料を接近させて使えるようになっている。出力部はガラスドームから耐熱性の良いセラミックになりクラック・吸込みなどが少なく、高温排気が行えるので無負荷動作時の吸蔵ガス放出が減り寿命も長くなっている。また、出力アンテナ構造と入力フィルタの改良により不要ふく射も減



(a) 最近のマグネトロン



(b) 2M179

図 6. マグネトロンの構造

少している。

なお、当社が昭和49年6月より発売した RR-401 (出力 410 W) に採用している マグネトロン 2M179 (図 6.) は構造を大幅に変更したもので、アンテナを偏心させてシェルを強磁性体としてこれを磁路とし永久磁石をシェルの内部へ入れて小形化し、アンテナとオープンを取付けもアンテナ自体のねじをナット締めして結合を確実にしている。

3. 2. 2 トランス

高圧トランスは、電源周波数 50 Hz と 60 Hz とで特性を合わせるためタップ付にして調整していたが、ヒータ巻込みの3巻線化した後は 50 Hz, 60 Hz 各専用になっている。漏えいトランスはうなりなどの騒音が出やすいが、コアの継ぎ目を溶接するなどして騒音レベルを下げています。また、最近是小形化のため耐熱性の良いノーマックスや耐コナ性の良いマイカなどを絶縁材料に採用し、巻線も F ~ H 種と絶縁階級が上がっている。

ヒータ巻線を高圧トランスへ巻込む方法は、1次側と2次側の2通りが行われているが、当社はマグネトロンの発振立上がり時間の早い1次側へ巻込んでいます。また、規格によりマグネトロンのヒータ短絡試験つまりヒータ巻線短絡に耐えるように温度ヒューズ又は電流ヒューズが設けられている。

3. 2. 3 高圧コンデンサ

高圧コンデンサの誘電体は、紙が多かったが含浸油の問題以来プラスチックフィルム又は紙との混合に変わっている。当社は電子レンジ開発頭初より「調理器として有害なものは採用せず」の方針によりサラダ油を含浸したプラスチックフィルムのコンデンサを使用してきたが紙コンデンサより大形になるため、最近、プラスチックフィルムの混合及び紙との混合にして小形化している。

外部端子は高電圧に対する感電防止のために、端子露出形から端子カバー形に変わっている。

3. 2. 4 高圧ダイオード

高圧ダイオードは、低圧のシリコンダイオードを端子板へ直列にはんだ付したものから、ダイオード素子を接続してプラスチック成形したブロック形に変わっているが、ダイオードをアバランシェタイプにしたりサージアブソーバを付けてサージ電圧に対する信頼性も向上している。また、高圧コンデンサの放電抵抗をダイオードと並列に付けているが、逆に高圧コンデンサの内部へ抵抗とダイオードを入れているものもある。

3. 2. 5 安全装置

(1) タイマ 電子レンジのタイマは零にもどった時ベルが鳴ると同時に電波の発振が停止する。当社のタイマは発振停止後もブローによりマグネトロンを冷却後電源を切る2接点タイマを使用している。

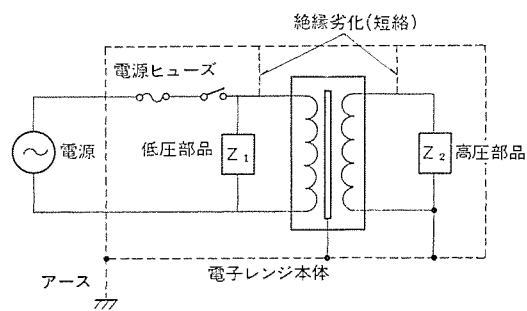


図 7. 電子レンジの等価回路

(2) 電源ヒューズ 高電圧部品や配線に絶縁劣下・短絡があった時に電源をシャ断するために電流ヒューズを設けている。

(3) アース 電子レンジの等価回路 (図 7.) は、電源側は本体と絶縁構造、高圧側はマグネトロンの陽極をアースするため片側が必ず本体と接続してあり、本体がアースしてあれば絶縁劣下時に電源電流が増加し電源ヒューズを切る。そのため、アース棒とアース線及びその説明書を付属している。

(4) 温度過昇防止装置 食品の過加熱などによってオープン内で発炎を生じた場合に (特に背面排気の機種) 周囲へ火災の危険があり、オープン又は排気ダクトにサーモスタット又は温度ヒューズを取付けて安全性を高めている。

(5) マグネトロン保護装置 冷却用ブローの故障などによりマグネトロンが過熱した場合に、サーモスタットで防止している。

4. 性 能

4. 1 高周波出力

電子レンジの出力は、水を負荷として水の温度上昇値からカロリー換算しているが、JIS 規格の制定により周囲温度 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ の時、初期水温 $10 \pm 2^\circ\text{C}$ の 2,000 cc の水を水温が約 10°C 上昇するまで加熱して測定することになった。

定格出力は 1 kW 以上の業務用から始まり、700 ~ 400 W と順次低出力の機種が開発され、現在は 600 ~ 400 W が主力となっている。当社は 600 W, 500 W, 400 W の各機種をそろえている。

4. 2 入 力

電子レンジの消費電力は漏えいトランスと共振コンデンサの設定により力率が約 1 になっている。効率は約 50 % であり、出力 600 W 以下の機種は 100 V 電源を使用している。オープンインピーダンスの直視が容易になりマグネトロンを効率よく動作できるので、出力 600 W の機種が頭初入力電流 15 A であったものが現在は 12 ~ 12.5 A になり、当社のものは 11 ~ 11.5 A まで減らしている。したがって出力 500 ~ 400 W の機種は入力電流も 9.9 ~ 8.2 A と低入力化され通常の家庭でも設置できるようになっている。

4. 3 電波漏れ

電子レンジの電波漏れは、規格によりとびらが閉じている時 (初期状態) 1 mW/cm^2 以下・電波の発振が停止する直前までとびらを開いた時 5 mW/cm^2 以下・100,000 回のとびら開閉試験後 5 mW/cm^2 以下と徹底した安全基準が規定されている。現在は表 1. のようにチョーク構造を主としたとびら周辺の漏れ防止、打抜金属板によるのぞき窓からの漏れ防止、ラッチ機構を含めた 2 重安全スイッチで

表 1. 電波漏れ防止機構

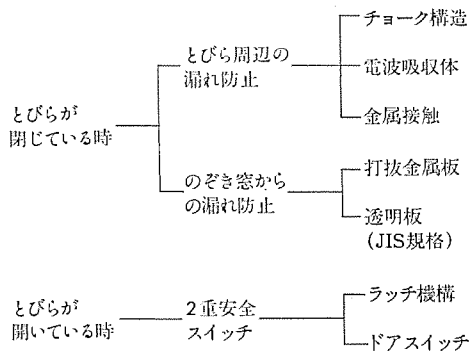


表 2. 形式指定のための技術的条件

- ①占有周波数帯幅に含まれる
周波数が 2450 ± 50 MHz以内
- ②電子レンジから30 mの電界強度
 - (a) VHFテレビ帯
 $\begin{pmatrix} 90 \sim 108 \text{ MHz} \\ 170 \sim 222 \text{ MHz} \end{pmatrix}$ $30 \mu\text{V/m}$ 以下
 - (b) UHFテレビ帯
 $(470 \sim 770 \text{ MHz})$ $100 \mu\text{V/m}$ 以下
 - (c) その他の周波数帯 $\sqrt{20P} \mu\text{V/m}$ 以下
 (ISM帯を除く) P : 高周波出力(W)
 500 W 未満は 500 とする
- ③安全性
 高電圧部のしゃへい、感電防止など

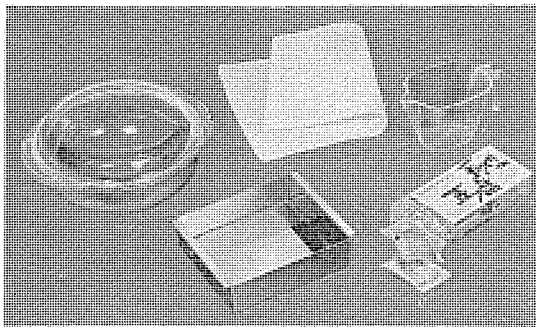


図 8. 手づくり豆腐 セット

とびらが開いている時の漏れ防止を行い規格値を十分下回る構造と
している。更に JIS 規格適合品はのぞき窓から針金を差し込めない
構造であり、当社はプラスチック透明板を設けた機種をそろえている。

4. 4 不要ふく射波

電子レンジは、電波法により無線通信や放送受信に対する妨害を起
こさぬように規定されているが、マグネトロン の改善や オープン とマグネ
トロンの整合、本体のしゃへいを良くすることにより規格値を満たし
ている。昭和47年5月より出力1kW以下の低出力電子レンジは一定
の技術的条件(表2.)を満足する場合設置許可を不要とする形式
指定制度が郵政省によって行われ、当社の電子レンジはすべて形式
指定を受けている。

4. 5 加熱むら

電子レンジの加熱むらは、形状・材質などが均一な食品の加熱むら
と不均一な食品の加熱むらがあり、後者はオープン内の電界強度を一
様にするだけでは加熱むらも少なくならず、位置換え・アルミホイルで

カバー するなどの料理テクニックが必要である。

JIS 規格は高周波出力と同一の方法で水負荷の温度上昇値の差を
評価するが、実際には水と食品では一致しない面もある。現在当社
では JIS 規格の方法以外に、数個の水負荷を規定の位置(6通り)
へ置き水の温度上昇の範囲の平均値を測定する方法と食品の調理試
験の結果を合わせて評価している。

5. 料 理

電子レンジによる料理は従来の火を使用して外側から加熱する方法
と異なり、料理のでき具合も異なってくるので、電子レンジ料理の
簡便化と電子レンジの性質を利用した料理の開発が必要である。

5. 1 料理メニュー

電子レンジに慣れるまで加熱時間の設定を容易にするため、スライドタ
イマと連動した料理メニューを付けて目安としている。当社の主力機
種は、手軽料理・再加熱・冷凍食品の解凍・ゆでもの・生調理など
100種類のメニューカードと使用者が記入する白紙のカードを付け便利
にしている。

5. 2 専用料理容器

料理の簡便化の手段として、焼きもの油ものをカラッと仕上げるす
のこ式金網、ドーナツ形とカップ形のケーキが作れる耐熱プラスチックの
ケーキボール、金属めっき(電気抵抗大)又はフェライトの発熱を利用し
た焦げ目付容器などがある。

5. 3 健康を管理する料理

当社は電子レンジの長所を有効に利用して、フリーザー・ジューサー・ミキサ
ーと組合せて、防腐剤・漂白剤・着色剤などの添加物を使用しない
自然の材料による手づくり料理の開発に力を注ぎ、手づくり豆腐・
かまぼこなど次々と成果を発表している。例えば、図8.の手づく
り豆腐は電子レンジの焦げ目が付かぬ性質を利用したもので、ふや
かした大豆をミキサーにかけ良質のオカと分けた豆乳を電子レンジで
加熱した後に植物性の凝固剤で固めるもので、水の代わりにだし汁
などを入れれば変わり豆腐ができるし、途中でとれるオカもハンパ
ーグをつくる時のパン粉の代わりなどに活用できる。

6. 今後の電子レンジ

現在市場に出回っている電子レンジは必ずしも万能調理器とはい
にくい、今後成長期を迎え普及率の増大を図るためには手軽にだ
れでも使えることが重要である。そのため、将来は主として再加熱
専用的小形低価格化したものと、多機能の万能調理器に近いもの
になることが考えられる。米国では、前者としてオープン塗装した
鉄板にして見かけを良くするとともにオープンの効率(出力)を上げ、
ケースも難燃性プラスチック成形品にしてやわらかい外観にして使いや
すくしたもの、また後者として電気レンジやガスレンジと組合せた万
能形も発売されている。

電波の発振源として大出力の固体発振器の開発も行われており、
将来は複数の固体発振源による加熱むら性能の向上や出力制御によ
る温度調節も自由になり現在難しい生ものの解凍・卵料理も容易に
できるようになり、更にタイマのような時間設定式から自動温度検
知のような温度設定式に変わる時代も考えられる。

三菱オートサービスシステム冷蔵庫

丸山 哲朗*・西郷 勝**

1. ま え が き

最近のホテル、旅館経営の合理化はかなり進められてきつつあるが、その中で省力化は特に必要とされている問題である。しかしながらサービスをモットーとするホテル業としては顧客へのサービスを落とさずに合理化を行わなければならない。

合理化の対象として、会計・予約・給料計算などの事務処理関係、電話・冷蔵庫・テレビなどのルームサービス業務、防災・労務・統計など管理業務関係などがあるが、ここでは特に省力化とともにサービスの向上につながる客室の冷蔵庫内の飲食物消費量をフロントで自動的に積算し、精算を行うシステムを開発したので紹介する。

現在コンピュータの発展にともない、このようなホテル業務自動化システムは当社のMELCOMを始め数社が手がけているが、冷蔵庫の自動管理システムにおいては当社独自の多重伝送システムを採用し、ミスカウントをしないなど数々の特長をもったシステムを開発したのでその内容について述べる。

このシステムに使用した冷蔵庫、ミニコン、プリンタの外観を図1、2に示す。

2. システム設計の前提条件

冷蔵庫システムの開発に当たり最も必要なことは、前記した省力化を計るためにサービスが悪くなったり、ミスカウントなどのトラブルにより信用を低下させることがあってはならないことである。

客によってはいろいろな使用法をされるし、いたずらされることも考慮しなければならない。更に冷蔵庫内の消費状況をフロントに送る信号系にもいろいろなノイズ・干渉など外乱が入ることが予想される。しかもシステムを導入するための工事も簡単にしなくてはならない。このような事項を前提として正確かつ迅速な処理をすることが必要である。

3. システムの概要

通常、ホテルでの冷蔵庫サービス業務は、①客室の冷蔵庫の錠の開閉→②使用量の計算→③金額に換算→④請求書作成→⑤金額の取立て、からなり、メードがこれらの業務を行っていたが、計算違いや料金の取立てミスなどがあり、客とのトラブルを生じることもあり、また、これらの業務はチェックアウト時に集中するため、一人当たりの受持ち室数も限られたものとなっていた。

このシステムではこれらの業務をミニコンピュータにより正確かつ迅速に請算書まで作成することを行うものである。

すなわち、客室に設置された冷蔵庫の飲食物の消費量を冷蔵庫に取付けられた送信装置により1室当たり2本のケーブルで種類、本数をフロントに送信し、フロントのミニコンピュータで受信するとともに、あらかじめ設定された飲食物の単価を積算し各室ごとの精算書を作成する。更に冷蔵庫のとびらの施錠・解錠をフロントで自動的に操作

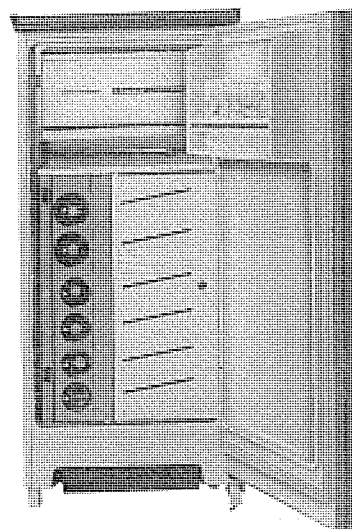


図 1. 冷蔵庫外観

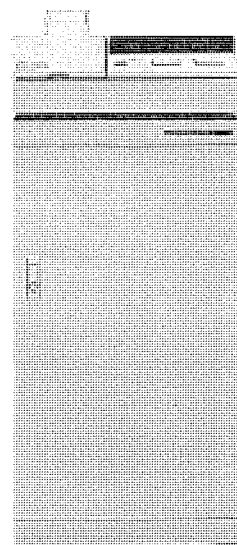


図 2. ミニコンピュータ
操作卓外観

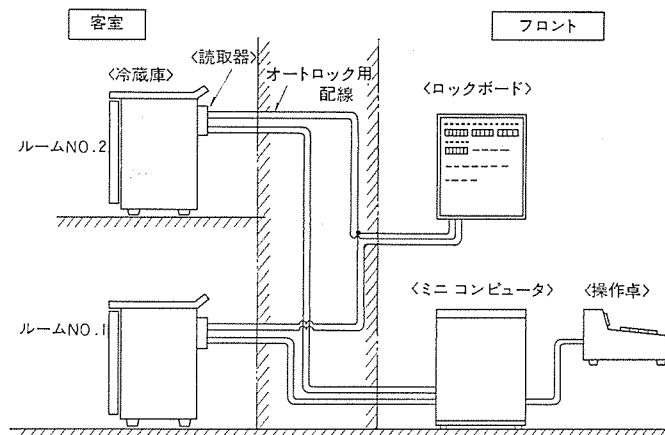


図 3. システム図

できるオートロック装置を加えた一連のシステムである。

4. 各部の構成

4.1 冷蔵庫

物品のカウントに必要なたな(棚)装置、スイッチ装置及び物品を再投入できないようにしたストップ装置を備え、とびらを自動的に施・解錠するロック装置が取付けられている。

4.2 読取器・ミニコン

飲食物の消費本数を信号に変換し、送・受信する。

4.3 操作卓

図3のような操作部をもち、必要事項を表示、プリントする。

4.4 ロックボード

各室の冷蔵庫のとびらを施錠し、解錠するための信号を送る操作部、

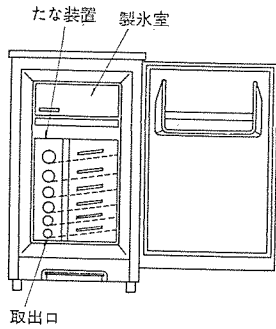


図 4. 冷蔵庫内部

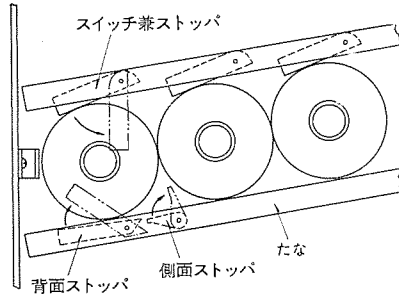


図 5. たな機構

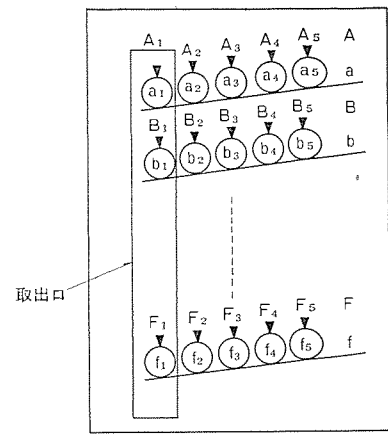


図 8. 冷蔵庫内に貯蔵される品物と検出素子との関係

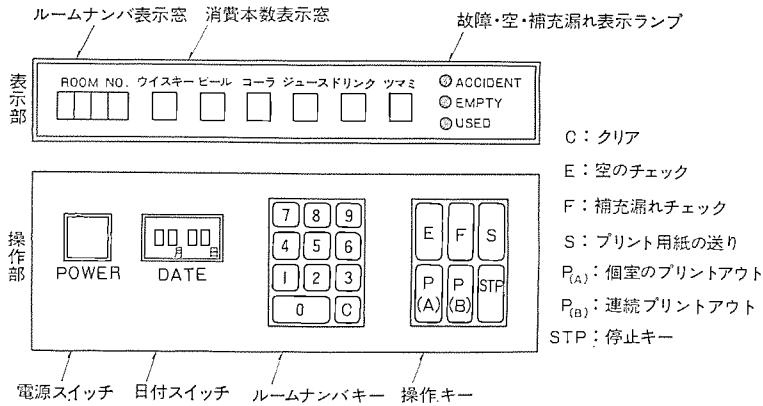


図 6. 操作卓の一例

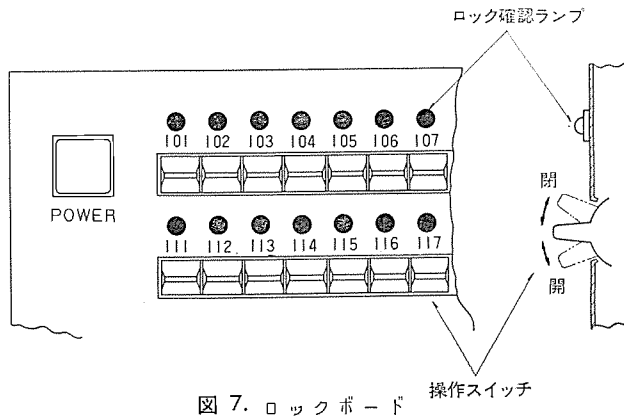


図 7. ロックボード

及び各室の状態を表示する表示部からなっている。

5. 信号伝送システム

客室で消費された飲物の種類と本数をフロントに伝送するシステムには種々の方法があるが、正確性及び迅速性及び信号線を少なくすることを考慮に入れた検討を行った。

図 3., 4., 5. で示されるように、冷蔵庫内の品物を検出するスイッチをもつた装置及び読取器（以下子機という）があり、子機は常時庫内の情報をミニコン（以下親機という）に送っており、親機は必要とする部屋の子機の信号を選択して受信し、復調、演算等を行い、結果を操作卓で表示、プリントアウトする。それらの内容について詳述する。

5.1 たな装置

図 8. は冷蔵庫内に貯蔵される品物（a～f）と検出素子（A～F）の関係を示し、検出素子は品物の数だけ設置されている。例えば、ビール、ジュースなど6種類の品物を各5本入れたとすると検出素子数は $6 \times 5 = 30$ 個が必要となる。冷蔵庫のたな最下段に設けられた取

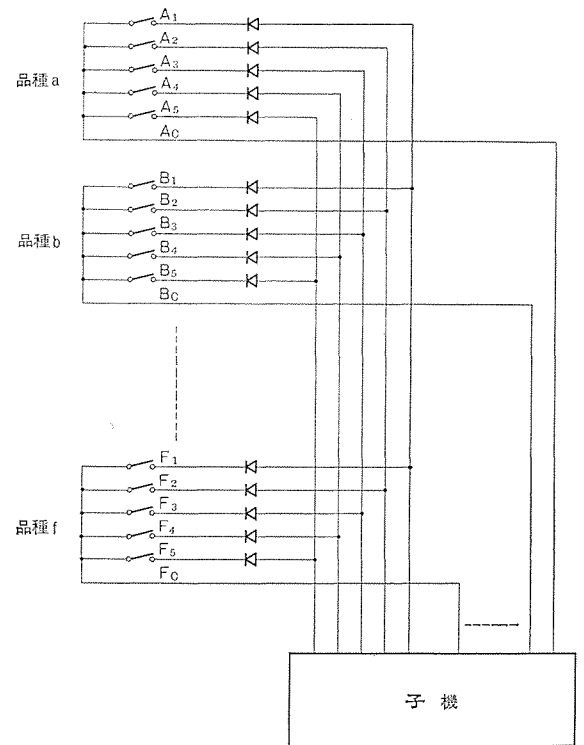


図 9. 検出素子と子機との結線図

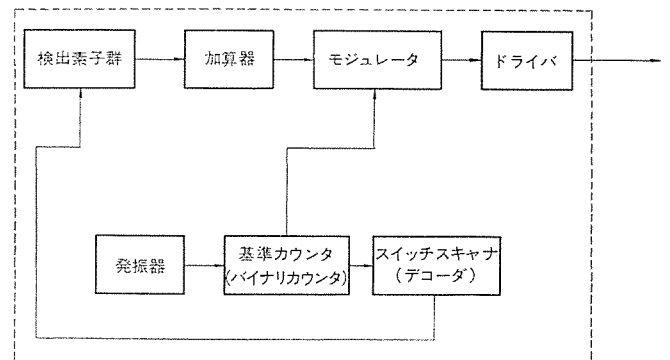


図 10. 子機ブロック図

出口から品物を1本抜くと、その段の品物は順次図の左側に転がり、最右側の検出素子がONし、検出する。検出素子は、リードスイッチ及びダイオードから成っており、それらの素子群と子機の接続は図 9. のようなダイオードマトリクス回路で構成されている。種類（A～F）と本数（1～5）のおおのこの共通線により、30個の検出素子群は11本の信号線で子機に接続されている。

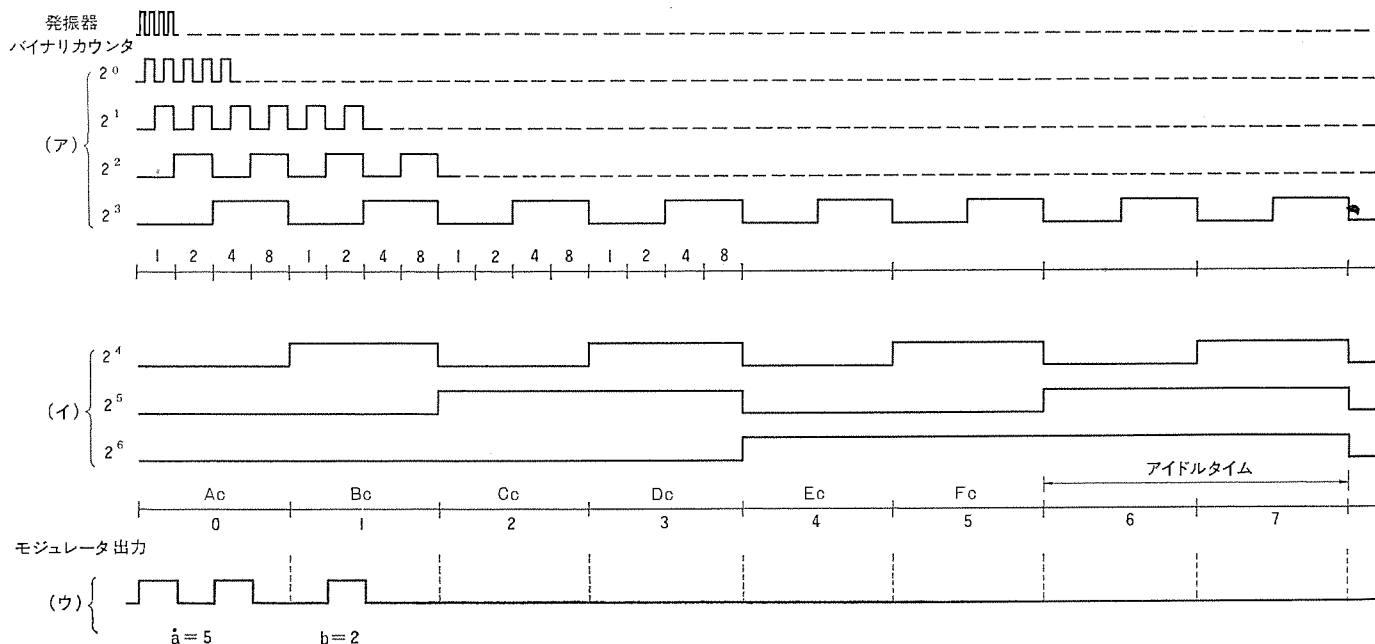


図 11. タイム チャート

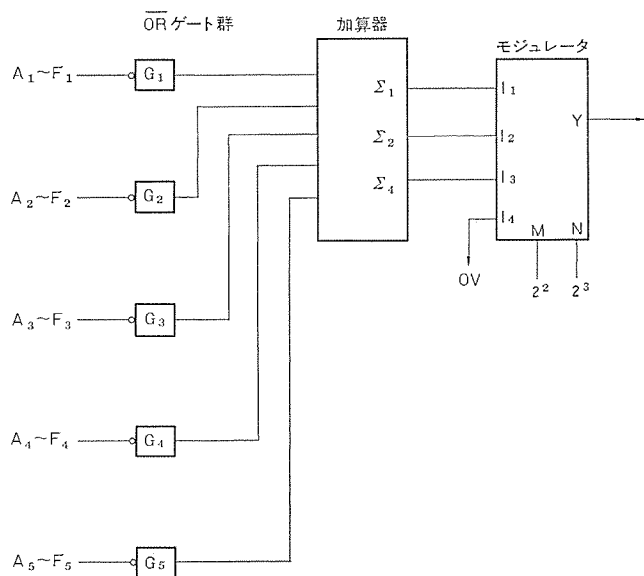


図 12. 検出素子の $\overline{\text{OR}}$ ゲート群と加算器モジュレータの関係図

5.2 子機

図 10. は子機の構成を示すブロック図である。まず約 4 kHz の発振器により基準カウンタ、つまりバイナリカウンタを動作させる。この基準カウンタは 2 進 7 ビットのカウンタで、各ビットの出力を $2^0, 2^1, 2^2, 2^3, 2^4, 2^5, 2^6$ としそのタイムチャートを図 11. に示してある。スイッチスキャナではそのうち 3 ビット $2^4, 2^5, 2^6$ をデコードし、これにより 2 進法で 8 種類の情報を処理できるので、これを共通線 $\text{Ac} \sim \text{Fc}$ の選択用として使用している。つまり 2^4 を 2^0 に 2^5 を 2^1 に 2^6 を 2^2 にそれぞれ対応させて考えれば、0 のとき品種 a の検出素子群 $\text{A}_1 \sim \text{A}_5$ の共通線 Ac をドライブし、以下同様に 1 のとき Bc 、2 のとき Cc 、3 のとき Dc 、4 のとき Ec 、5 のとき Fc をそれぞれドライブさせれば、a ~ f までの 6 品種の使用状態を時間的にずらして順繰りにチェックすることになる。そして 6 と 7 はアイドルタイムとして使用している。この状態は図 11. の (イ) 部分に示してある。

そこで検出素子の出力は図 12. に示すように $\text{A}_1 \sim \text{A}_5, \text{B}_1 \sim \text{B}_5, \text{C}_1 \sim \text{C}_5, \text{D}_1 \sim \text{D}_5, \text{E}_1 \sim \text{E}_5, \text{F}_1 \sim \text{F}_5$ の 5 群にそれぞれ分かれてゲート群 $\text{G}_1, \text{G}_2, \text{G}_3,$

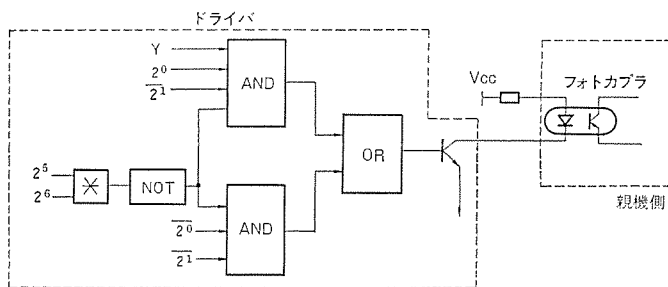


図 13. ドライバのブロック図

G_4, G_5 に $\overline{\text{OR}}$ されるからその各ゲート群の出力によって品種ごとの消費数が見られることになる。つまり共通線 Ac をドライブしているときは、各ゲート群 $\text{G}_1, \text{G}_2, \text{G}_3, \text{G}_4, \text{G}_5$ の出力は品種 a の消費数を示すことになり、以下同じように共通線 Bc をドライブしているときは品種 b の消費数を示すことになる。

一方、加算器では各ゲート群 $\text{G}_1 \sim \text{G}_5$ の 1 になっている数を加算して 2 進で出力する。つまり Σ_1 は 2^0 を、 Σ_2 は 2^1 を、 Σ_4 は 2^2 をそれぞれ示し、ある品物の消費数が 5 であれば $\Sigma_4 = \Sigma_1 = 1, \Sigma_2 = 0$ となる。この加算器の 3 ビットの並列出力は、モジュレータで 2 本のコントロールライン (M), (N) によって時間関数の直列出力に変換する。このコントロールライン (M), (N) には基準カウンタの 2^2 と 2^3 のビットを使用し、 2^2 の重みを 2^0 、 2^3 の重みを 2^1 とすると 0 ~ 3 まで表現可能なので、その 0 のときを I_1 に、1 のときを I_2 に、2 のときを I_3 に、3 のときを I_4 (ただし 0) にそれぞれ選ぶ。モジュレータのタイムチャートは図 11. の (ア) 部分のようになり、(イ) 部分との対応関係から明らかのように、共通線 $\text{Ac} \sim \text{Fc}$ がドライブされているときにそれぞれ 1, 2, 4, 8 の重みが入ることになる。

一方、ドライバでは図 13. にその詳細を示すように、モジュレータの出力 Y が $2^0, 2^1, 2^5 \sim 2^6$ と AND されかつ $2^5 \sim 2^6, 2^0, 2^1$ と AND された出力と OR される。

いま品種 a が 5 本、品種 b が 2 本消費されている場合を例に、モジュレータとドライバ及び、ドライバにより駆動される親機側のフォトカプラの関係をみると、モジュレータの出力は図 11. の (ウ) 部分のごとくなり、このときドライバ及びフォトカプラの出力は図 14. に示すタイムチ

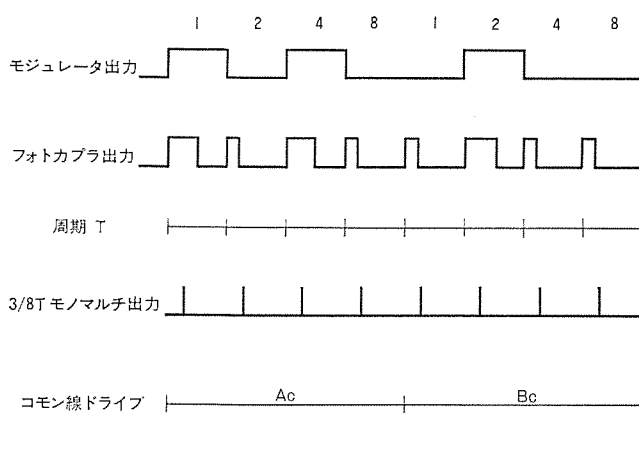


図 14. タイムチャート

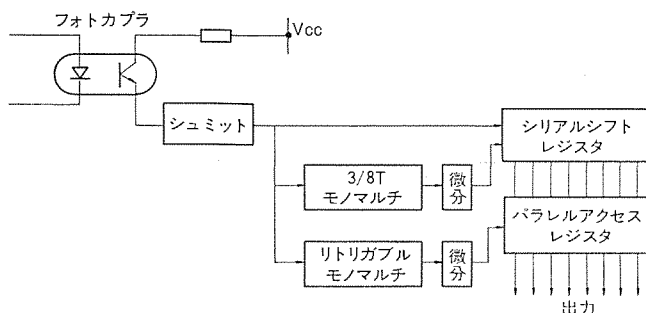


図 15. 復調回路ブロック図

チャートのようになることが理解できる。

5.3 親機

図 14. のタイムチャートに示すように、フォトカブラの出力は常に同じ周期で立上がり、出力の重みが1であればそのパルス幅が0のときの2倍になり、品種がa～fまでの6種類であれば、それぞれに1, 2, 4, 8の重みビットがあるので、 $6 \times 4 = 24$ ビットですべての情報を送ることができる。したがって各ビットを $A_1, A_2, A_4, A_8, \dots$ と書くと、データは $A_1, A_2, A_4, A_8, B_1, B_2, B_4, B_8, \dots, F_1, F_2, F_4, F_8$ とすべてシリアルに伝送することができる。この場合、先頭ビットの判定が必要となるが、これはアイドルタイムつまりどのコモン線をもドライブしない時間では、パルスを発生しないようにし、周期T以上データが来ないときに先頭ビットの判定をする。

図 15. は復調回路のブロック図を示す。フォトカブラの出力はシュミット回路で波形整形され、シリアルシフトレジスタ、3/8 Tモノマルチ及びリトリガブルモノマルチにそれぞれ導びかれる。この3/8 Tモノマルチは、図 11. における周期Tに対しその各周期ごとの3/8 T時間後に1となり、しかもその動作はフォトカブラの出力の立上がりによって行われるため、フォトカブラの出力が24ビットであれば24ビットのクロックパルスが生じる。したがってこれを微分してシリアルシフトレジスタに入れるこ

とにより、シリアルシフトレジスタに復調されたデータがとれる。つまり3/8 Tモノマルチにクロックが出て、このときシリアルシフトレジスタの入力すなわちフォトカブラの出力が「1」であればシリアルシフトレジスタに「1」が、また「0」であれば「0」が入ることになり、パルス幅変調されたシリアルデータがここで復調される。

なおパラレルアクセスレジスタはシリアルシフトレジスタのアイドルタイム時にセットし、スタチックなデータに変換するシリアル・パラレル変換の役を行う。またリトリガブルモノマルチはアイドルタイムをとらえ、これによりパラレルアクセスするクロックが定まるようになる。

このようにして復調された信号は、演算回路などを経てそれぞれ操作卓でプリント、表示される。

また操作卓には子機からの信号の有無（信号線の断線など）を検出し表示するランプや、品物の補充もれをチェックする回路なども組み込まれている。

6. 三菱オートサービスシステムの主な特長

- (1) 冷蔵庫のたな装置は3重安全構造をとっているの、逆入れなどいたずらによるミスカウントはほとんど不可能に近い。
- (2) 独特の伝送方式を採用しているの、ノイズや干渉に強く、断線に対しても判別できるようになっている。
- (3) 多重伝送システムなので、配線が極端に少なく、工事費が安価で簡単である。
- (4) このシステムは独特の冷蔵庫内在庫管理方式なので、客室の冷蔵庫内の状態が瞬時にして分かることができ、例えば客室から催促される前に空になった飲物を提供することができる。
- (5) 連続プリントアウト機能がついており、いちいちキーを打たずにすむのでキャッシャーに有利である。
- (6) 冷蔵庫のオートロック操作は信号で行われるので安全でかつ電力が節約できる。
- (7) その他豊富なオプションとともにホテル・トータルシステムへの接続も可能なため、あらゆる客先仕様を満足させ得ることができる。

7. むすび

今回の開発はホテル・旅館等の客室における冷蔵庫の自動化システムについてのものであるが、ホテル全体の管理システムについても既に開発済みのMELCOMを使用したソフトと組合せれば、当社としてあらゆる要望に対処できる態勢にあるといえよう。

また、このシステムに採用している多重伝送方式は、少ないケーブルで多数の情報を伝送し得るので、今後防災システム等各方面に応用して行きたい。

最後に、今回の開発に当たりご協力いただいた熊本観光ホテル始めホテル各社のかたがた、関係者に深くお礼申し上げます。

最近のカラーテレビ

野口 善男*・岩村清志郎*・高田 進*

1. ま え が き

国内におけるカラーテレビの普及率は90%台に達し、需要構造も新規需要から買増し、買替え需要に移行し、近年ほぼ横ばいの状態にある。

一方、石油危機以降、社会的には省エネルギー、省資源が叫ばれている。このような環境下におけるカラーテレビの技術問題として、省電力、省資材、省工数、低価格化が従来以上に強く要請されている。

これらの問題の解決策をいくつか取り上げて見る。

2. 省電力(低消費電力)

民生用機器の中では、比較的消費電力が大きく、普及率が高く、かつ使用時間の長いカラーテレビに対して特にこの要請が強い。

図1.に示すように、真空管式では300W前後の電力を消費していたが、半導体化によって、大幅に消費電力が減少して現在では100W前後になっている。このうち、瞬間受像のための受像管の予熱電力約5Wは、オールオフスイッチを付けることで対処したが、カラーテレビ自体の消費電力を減少させるためには、いろいろな方策が考えられる。消費電力を回路別に分析すると、(1)受像管を発光させるための高圧電力の発生に全消費電力の1/3を消費している。次に、(2)水平・垂直の偏向電力、更に、(3)定電圧安定化電源がこれに続く。

以上で全消費電力の70%を占めている。(1)、(2)については受像管方式に関係する問題で、その一解決策であるダイアトロンスSSSについては後述するので、ここでは(3)について言及する。

カラーテレビが半導体化されて以後すべてのカラーテレビに定電圧安定化電源が採用されてきた。従来この回路は図2.に示すような直列制御方式であって、トランジスタ Q_1 は等価的に可変抵抗器に置換できる。したがって、制御するとき、不可避免的に発熱が大きく効率がよくない。これに対処するために、図3.に示すようなスイッチング制御方式の採用がある。スイッチSのON-OFFによって電流の流通期間を制御し、負荷に一定の直流出力を供給する方式である。スイッチで制御するので理想的なスイッチングが行われた場合、ここでの損失はなく効率の高い安定化電源回路が実現できる。

図4.にこのスイッチング制御方式の基本回路を示す。この方式には、スイッチングの周波数を制御するものと、ON-OFF期間を制御するものがあるが後者を採用している。スイッチングの周波数としては、水平同期周期(15.75kHz)を選んだ。スイッチのON期間を T_{ON} 、OFF期間を T_{OFF} とすると、入力と出力の関係は次の式で表される。

$$E_0 = \frac{T_{ON}}{T_{ON} + T_{OFF}} \times E_1 \quad (1)$$

$T_{ON} + T_{OFF} = 1/f$ は一定であるから、 T_{ON} に比例して出力を変化させることができる。

図4.の回路及び動作の概要は次のとおりである。 Q_1 はスイッチ

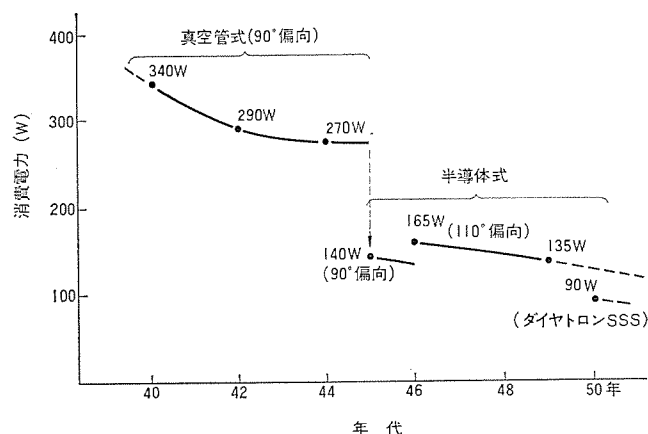


図1. 20形カラーテレビ消費電力(当社)

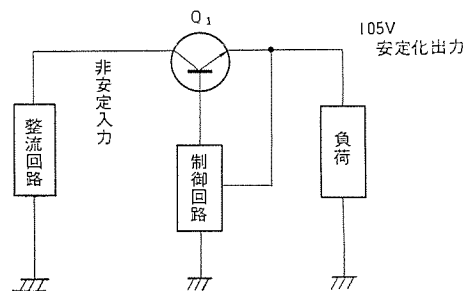


図2. 直列制御方式

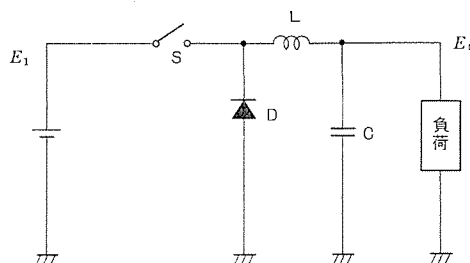


図3. スwitching 制御方式

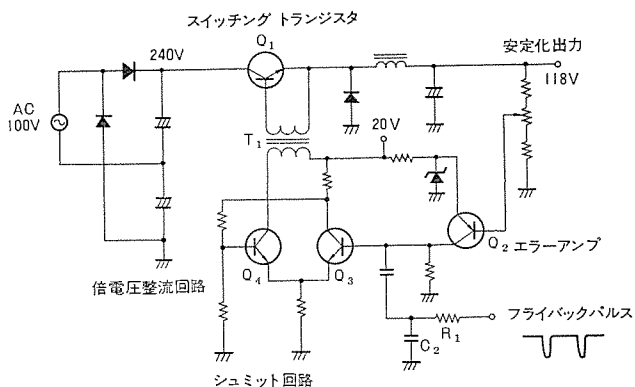


図4. スwitching 方式基本回路

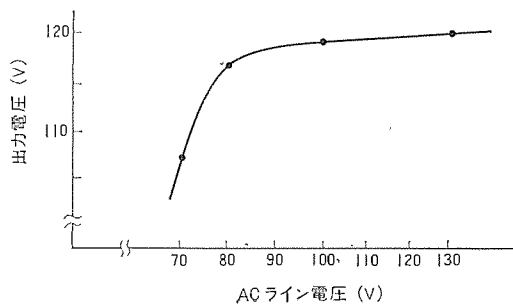


図 5. 入出力特性

トランジスタ、 Q_2 はエラーアンプ、 Q_3 、 Q_4 でシュミット回路を構成している。フライングパルスを成形して得られるのこぎり波と、エラーアンプの出力をシュミット回路に加え、トリガレベルを変える。その結果シュミット回路の出力パルス幅が変わり、それに対応して、スイッチングトランジスタ Q_1 の導通期間 T_{ON} も変わるので出力の制御がなされる。図 5. に、この回路の入出力特性を示す。

上述の回路は、昭和 49 年 6 月に発売した 18 CT-35 P を皮切りに 18 形以上の機種に導入し、18 形で 15 W、20 形では、他回路の効率向上も含め 30 W の省電力を実現した。消費電力の減少にともない熱損失が少なくなるのでトランジスタの放熱板も小形でよく、省資材の点からも望ましいことである。またセット内部の温度上昇も少なくなるので信頼性の面からも有利である。

省エネルギーに対する社会的要請は今後ますます強くなると思われる。更に省電力化をすすめるため、その他の回路、部品の効率向上、またそれを実現するためのシステムの検討などをする必要がある。

3. ダイアトロン SSS

カラーテレビの表示装置としての受像管はシステム全体に対する影響が非常に大きい。したがって、受像管に対して、カラーテレビが市場に出現して以来、1 章に述べた目的のためにも幾多の改良がなされてきた。その結果、現在市場に多種多様の受像管方式が乱立している。その中におけるダイアトロン SSS の位置づけと、その特長について言及する。

3. 1 ダイアトロン SSS の位置づけ

受像管方式を特徴づける要素は、けい光面、電子銃、偏向ヨークとダイナミックコンバーゼンスで、それぞれに幾つかの形式がある。各方式はこれらの形式を組合せたもので、まとめると表 1. のようになる。各要素についてダイアトロン SSS を中心に説明する。

3. 1. 1 けい光面

赤、緑、青のけい光体が三角形に塗布されたドット状けい光面と、けい光体が縦方向に連続的に塗布されたストライプ状けい光面の 2 種類に大別できる。

ドット状けい光面の色選別機構としては、多数の丸穴のあいたシャドーマスクが用いられている。実用化されている穴ピッチは約 0.6 mm である。一方、ストライプ状けい光面は、多数の角穴のあいたスロットマスクか、連続したスリットマスクが用いられ、横方向ピッチは約 0.6～0.7 mm である。スロットマスクの場合縦方向ピッチはシャドーマスクの場合とちがい、モアレが最も少なくなるように選択すればよい。

このストライプ状けい光面はドット状けい光面に対して次のような長所を持っている。

- (1) 明るい画面が得られる。(約 20%)
- (2) モアレが少ない。

表 1. 受像管方式分類

方式	けい光面	電子銃	偏向ヨーク	ダイナミックコンバーゼンス
A	ドット状けい光面 (シャドーマスク)	デルタガン		従来方式 (12カ所)
B		インラインガン (分離構造)	セミトロイダル ヨーク	簡易方式 (2～4カ所)
C	ストライプ状 けい光面			
D ダイアトロン SSS	(スロット又はス リットマスク)	インラインガン (一体構造)		セルフコンバ ーゼンス
E			PST ヨーク	(0カ所)

(3) 色純度、ホワイトユニフォームリティが良好で、地磁気などの外部磁界の影響を受けにくい。

(4) ランディングの経時変化、ドローイングに対して有利である。

(5) 受像管の製造工程が簡略化できる。

3. 1. 2 電子銃

3 電子ビームを正三角形に配置したデルタガンと水平方向 1 列に配置したインラインガンとがある。

インラインガンには、3 電子銃が一体構造のものと分離構造のものがある。この中で一体構造のインラインガンが最も小形で管径が太ネック (36.5 mmφ) に対して細ネック (29.1 mmφ) におさまる、管長も従来の 90° 偏向の受像管に対して約 3.5 cm 短くできる。また、組立精度が高く、ダイナミックコンバーゼンスの簡易化及びセルフコンバーゼンス化にとって有利になる。問題点としては、必然的に電子レンズ径が小さくなるので、フォーカス特性上不利になり設計上の注意が必要である。

3. 1. 3 偏向ヨーク

垂直コイルがコアにトロイダル巻き、水平コイルがくま(鞍)形のセミトロイダルヨークと、垂直、水平コイルともにコアに整列してトロイダル巻きしたオールトロイダルの PST (Precision Static Toroidal) ヨークとがある。これらを比較すると、PST ヨークは精度が高い反面、次のような不利点がある。

- (1) 巻線の構造上、インピーダンスが低く、巻線の占積率が低いため、セミトロイダルヨークに比べ水平は約 1.3 倍、垂直は約 2 倍の偏向電力を必要とする。またコスト高となる。
- (2) 磁界分布の設計自由度が低い。
- (3) 漏えい磁束が多く、他の回路への磁気誘導妨害が大きい。
- (4) コアの精度上研磨工程を必要とし、また耐熱耐圧の高い電線が必要である。

3. 1. 4 ダイナミックコンバーゼンス

まず、デルタガンでは、受像管のネック上に設けられたコンバーゼンスアセンブリに 12 個の調整器を介して補正電流を流して、3 ビームの画を重ね合わせている。

次に、インラインガンでは、特に分離構造の場合が多いが、左右ビームに対して、コンバーゼンスアセンブリに 2～4 個の調整器を介して補正電流を流して重ね合わせをする簡易方式と、一体構造の高精度インライン電子銃と垂直はバレル、水平はピン磁界をもつ偏向ヨークの組合せによるまったく調整器のないセルフコンバーゼンス方式とがある。

ダイアトロン SSS は、表 1. に示すようにストライプけい光面をもつ一体構造のインラインガンの受像管とセミトロイダルヨークの組合せによるセルフコンバーゼンス方式である。

3.2 ダイアトロン SSS の特長

この方式は、前述したように各要素の利点を最大限に組合せたことにあるが、性能、省電力、省資材、価格の面からその特長をまとめてみる。

3.2.1 性能

(1) 明るさと鮮明さ

ストライプけい光面の採用で、約 20% 明るさが向上し、パイポテンシャルフォーカスの採用と相まってモアレの少ない鮮明な画像が得られる。

(2) 色純度、ホワイトユニフォームディ

ストライプけい光面とインライン電子銃の採用によって、従来以上に良好で安定性も向上している。外部磁界の影響も受けにくい。

(3) ダイナミックコンバーゼンス

調整器がないにもかかわらず、従来以上の性能が得られている。また安定性も向上している。

(4) セットの奥行き

偏向角度は 90° であるが一体構造の電子銃の採用によりセットの奥行きが約 5 cm 短縮されている。

3.2.2 省電力

偏向能率の高いセミトイダルヨークの採用及び、ダイナミックコンバーゼンスに電力を必要としないので、従来方式より約 5 W 程度、110° 偏向機種より約 30 W 程度消費電力が減少している。

3.2.3 省資材

ダイナミックコンバーゼンス回路が全くないため、コンバーゼンスアセンブリをはじめ、可変コイル 3 個、可変抵抗器 9 個、その他ダイオード、コイル、コンデンサ、抵抗器など 16 個及びプリント基板、リードコネクタ等が省略されている。

3.2.4 価格

省資材が計られた上、調整工数の低減及び、受像管の製造工程の簡略化によって、従来機種に比して低価格であり、更に 110° 偏向機種に対しては大幅なコストダウンが可能である。

以上のようにダイアトロン SSS は時代の要請に適合した方式として今後の受像管方式の技術的方向を示唆したものといえよう。

当社では、この方式の受像機として 14 形の 14 CP-15 C を 48 年末から発売し、その後 14 CP-19 P、14 CP-17 P、14 CT-18 P 及び米国向け CS-135 と機種を拡充した。また 49 年末には、16 形 16 CT-22 P を追加した。50 年以降も、18 形、20 形へこの方式の拡充を計っていく予定である。

4. 意匠、シャーシ構造の省資材、省工数

意匠構造において、特に石油危機以降プラスチック成形品を多量に使うキャビネットなどについては省資材の必要性が強い。

シャーシ構造においては、省資材はもちろんのこと、人件費の高騰から組立時間の削減、すなわち省工数設計が強く要望されるところとなった。

一方、需要の多様化に対処するための製品の品ぞろえを効率的に行うための標準化も大きな課題である。

4.1 意匠構造

意匠構造については、使用部品、材料の点数減、使用量減をはかる省部品、省工数設計とともに標準化を進めてきた。

意匠面での省資材、標準化は需要の多様性、顧客のし(嗜)好などから難しい問題を含んでいるが、製品企画の段階から、国内、輸出を含めた全製品系列の可能性を検討し、必要最小限の部品でまとめ

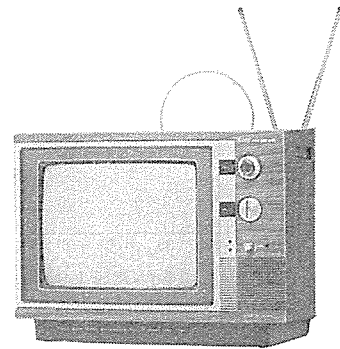


図 6. 三菱 カラーテレビ 14 CT-18 P
(14 形 テーブルタイプ)

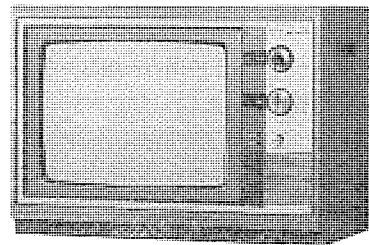


図 7. 三菱 カラーテレビ 16 CT-22 P
(16 形 テーブルタイプ)

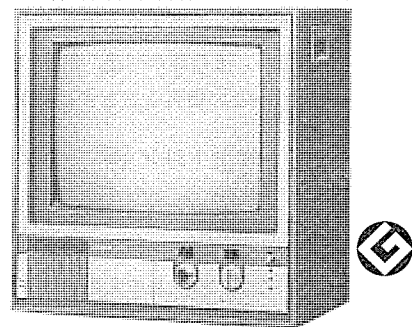


図 8. 三菱 カラーテレビ 18 CT-45 P (18 形 テーブルタイプ)
49 年 通産省選定 グッドデザイン 商品

るよう努めた。実際の設計にあたっては、下記の点に留意した。

- (1) 結合、接合部は徹底的に簡素化し、ねじ 1 本といえども安易に使用しないようにする。
- (2) 部品の取付構造は可能な限りワンタッチ方式とし、作業が一挙動一方向でできるようにする。
- (3) 単一機能に使っている部品に多くの機能をもたせる。特に、意匠構造体の主要部であるプラスチック成形品に、従来の板金その他の部品の機能をもたせる。プラスチック成形品は金型コストが高価であるが、ひとたび量産に入れば、1 台当たりのコストは極端に低減できる。
- (4) スクラップレス方式をはじめから想定し、各部品の構造、寸法を決定する。
- (5) 意匠欠陥の目立ちにくい表面処理法、末端処理法を導入する。これらを具体化し、導入した製品を図 6.~10. に示す。これらのうち 3 機種は、49 年度通産省選定グッドデザイン商品に選定されている。

また、これらの成果を 48 年度製品と 49 年度製品の比較で表 2. に示す。

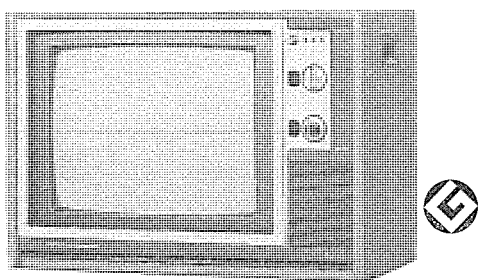


図 9. 三菱 カラーテレビ 18 CT-35 P (18 形 テーブルタイプ)
49 年 通産省選定 グッドデザイン 商品

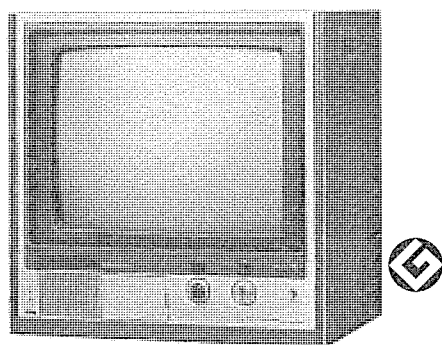


図 10. 三菱 カラーテレビ 20 CT-52 P (20 形 テーブルタイプ)
49 年 通産省選定 グッドデザイン 商品

4.2 シャーシ構造

当社が採用している モジュール 構造 G 形 シャーシの特長は、

- (1) 受像管 サイズ、仕向先、付加機能など仕様の違いに最小限の変更で対応できる。また、モジュール は最大限の標準化が可能である。
- (2) 加工、組立、調整時間が大幅に削減でき、しかも、衛星工場も含めて、生産形態の融通性が高い。
- (3) サービス 性が良好である。

などである。この シャーシ 構造は 46 年から採用されているが、この特長を生かして、当初、小形から大形まで三つの シャーシ 系列があったが、途中ダイアトロソ SSS 方式の導入も計りながら、49 年には小形の 1 系列に統合することに成功した。その成果を表 3. に示す。

今後は、G シャーシ の特長を最大限に生かし、標準化と合理化を更に推進した K シャーシ に移行する予定である。この特長を表 4. に示す。

5. む す び

以上、受像管方式の主要構成要素であるけい光面、電子銃、偏光ヨ

表 2. 意匠構造における省資材、省工数率

機 種		14 形	16 形	18 形	20 形
項 目					
部 品 点 数		30 %	63 %	46 %	46 %
部 品 種 類		20 %	37 %	25 %	17 %
加 工 時 間		24 %	35 %	29 %	29 %
材 料	鉄 板	11 %			
	ア ル ミ	34 %			
	プ ラ ス チ ッ ク	14 %			
	発 泡 材	15 %			
金 型 費 用		68 %			

表 3. シャーシ 構造における省資材、省工数

	48 年	49 年
モジュールの種類	68	36
加工、組立、調整時間の減少率 (20形の場合)	—	10 %
電気部品の減少率 (同上)	—	6 %

表 4.

	G シャーシ (従来形)	K シャーシ (新形)
モジュール分割の単純化	12	7
両面基板の廃止	両 面	—
モジュールの端子めっきの廃止	端子めっき	—
コネクタ類の合理化		
マルチコネクタの廃止	5	0
リードコネクタ	30	23
シャーシ板金類の簡素化		
板金点数	14	6
ね じ	83	34
表面処理の廃止		はんだめっき銅板
自動そう入率の UP	10~20 %	46 %

ーク、コンパネンス 回路などのそれぞれの長所を集合した三菱ダイアトロソ SSS 方式を紹介し、併せてシャーシ、意匠にも触れたが、今後は更に一層、省電力、省資材、省工数、低価格を指向した開発・改良に努め需要家各位の期待に答えたい。

オーディトリウム用スピーカーシステム

佐伯多門*・檜森聖二*

1. ま え が き

最近のオーディオ製品の市場の進展は、家庭でゆっくりと音楽を鑑賞しようとする人々の増加に支えられ、量とともに質（再生音の品質）の向上が著しい。そして音楽会やコンサートも活発になっているが、耳の肥えた来場者の要求はより良い音を求めている音楽鑑賞であろう。それは演奏技術や音楽芸術に影響する電気音響設備を使った演出効果が、自分の家で聞く音の質よりも良いことを望んでいるからである。これに応じるためにはホールの電気音響設備の高い性能とそれを駆使する技術者の演出効果への音づくりの制作、操作が高級化したものでなければ、来場者は十分満足しないところきているといえる。

したがって、オーディトリウムの電気音響設備の設計を行うとき、場内PAにとどまらず演奏会の演出効果としての高忠実度再生や音量を十分に客席にあてるための再生装置でなければならないというのが今日要求されている「オーディトリウムの電気音響設備」といえるのである。

一方、オーディトリウム自体、客層の増加などから1度到大勢の人々を収容できる大形化の傾向が目立っており、ますます電気音響設備の必要性が生じるとともに、その性能は高出力の高忠実度再生が強く要求されるようになってきている。

本文は、こうした現在の大形オーディトリウム用高出力、高忠実度スピーカーシステムをメインスピーカーとして設計する上で、高出力に対する対策や、高忠実度再生への考え方を、2、3の問題点としてとり上げ、述べるとともに、実施例の性能についても述べる。

2. オーディトリウム用スピーカーの問題点

2.1 最大出力音圧レベルと聴取レベル

従来、客席における音量すなわち、聴取レベルは、スピーチ 75 dB、音楽 85 dB が基準とされていたが、今日では観客は、この値では音圧不足を感じるプログラムソースも多く、最近では、ピークレベルは、90～100 dB の値が要求されている。これは、取扱う信号のダイナミックレンジが大きくなり、平均レベルとの差が大きくなってきたことによるが、一方では、家庭でのステレオ再生音が、ひずみが少なくなり、周波数レンジが広がったことにより、聴取レベルがアップしている。したがって、ホールの来場者の聴取レベルは、耳で聴くというより体で感じるといった音量感や、ダイナミックレンジの大きいものを要求するようになってきている。このようにリスナー又は来場者の聴取レベルの値は、90～100 dB の音圧を目標値とするのが、今日の傾向といえる。

ところが、電気音響設備としては、この聴取レベルを高く選ぶほど、設備の規模は著しく大形化してくるものであって、オーディトリウムの室容積とともに重要な要素である。

増幅器の出力及びスピーカーシステムの能率を求めようとするとき、

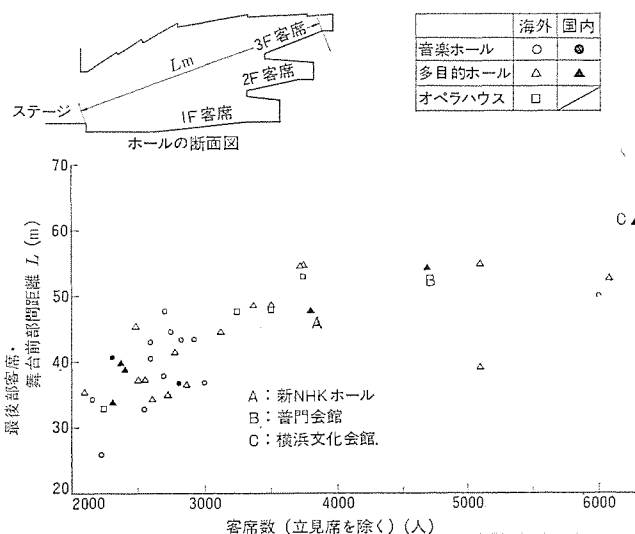


図 1. 内外の大ホールの舞台先端と最後部客席間距離 L

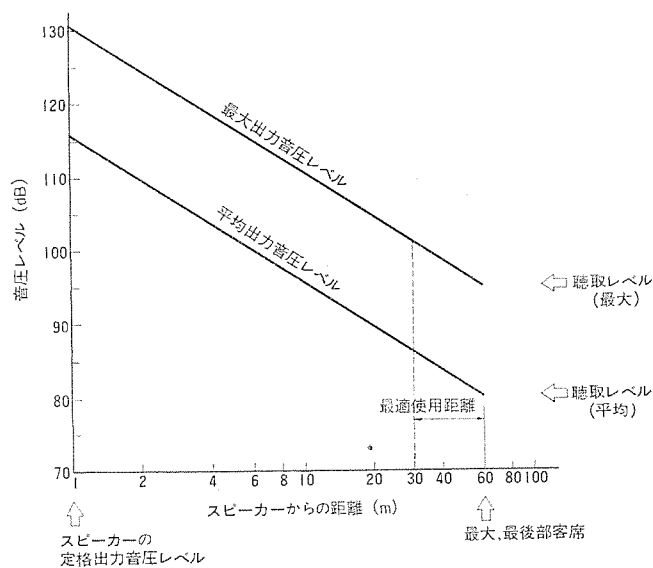


図 2. プロセニアムスピーカーの最大出力音圧レベル

この客席での聴取レベルの値とともにスピーカーシステムからの距離が関係してくる。最近のオーディトリウムの室容積や舞台から最後部客席までの距離⁽¹⁾⁽²⁾をみると図 1. のように客席数 2,000 人以上の大ホールでは 30～60 m の範囲内に入るものが大部分である。中でも A, B, C として特に明記した国内の 4,000 人以上収容の大形ホールでは、この距離が 50～60 m と長いもので、スピーカーシステムの目標としてこの範囲をカバーできる性能を持っていることが大切である。

ここで、スピーカーシステムから最後部客席までの音の減衰特性を考えると、情報量の一番多い中音、高音域では第 1 次音の直接音が重要であって、反射による 2 次音、3 次音はかえって明りょう度の点で悪い結果になりやすいので、第 1 次音の直接音が自由空間と同じ逆

自乗特性(−6 dB/oct.)で減衰する特性で求めるのがよいといえる。したがって、こうした条件を入れてスピーカーシステムの基準軸上1mの点の最大出力音圧レベルを求めると図2.のようなパラメータとなり60m離れた客席で最大聴取レベル95dBとしてスピーカーシステムの最大出力音圧レベルは130dBの音圧レベルが必要になる。

問題はこの130dBという人間の耳の最大可聴値120dBを越える大きな音圧レベルを再生するために、駆動用増幅器の出力とスピーカーシステムの電気音響変換能率をどのように選んで実現させるかが問題である。一般には最大出力音圧レベル S_{MAX} との関係は

$$S_{MAX} = S_0 + 10 \log W_0 \text{ (dB)} \quad \dots\dots\dots (1)$$

S_0 =スピーカーシステムの定格出力音圧レベル

W_0 =増幅器の最大出力(W)

また

$$S_0 = 92.3 + 20 \log_{10} \sqrt{\eta} \text{ (dB)} \quad \dots\dots\dots (2)$$

η =電気音響変換能率(%)

であるから、一例として $S_0=96\text{ dB/W/m}$ のスタジオモニタースピーカーで求めてみると、130dBの最大出力音圧レベルを再生するには2,500W必要になり駆動用増幅器の設計とスピーカーユニットの耐入力を考え合わせると現段階の技術からみて相当困難をとまう。逆に実用的な駆動用増幅器の出力を200Wとしてスピーカーシステムの S_0 を求めてみると107dB/W/mが得られる。

この値と高忠実度再生を考え合わせると実現させる上で問題があるが、しかしこの組合せのほうがスピーカーユニットの組合せなどによって可能性を持っているといえる。

2.2 再生周波数特性と指向特性

先にも述べたように、一般家庭のオーディオ再生装置の高級化、Hi-Fi化に伴い、来場者のオーディトリウム用スピーカーシステムに要求される音質は、従来あった“シアター・サウンド”から一歩進んだ音質へと質的向上が要求されている。これはPA装置の明りょう度重点主義から自然な音質への変化要求であって、聴取レベルのアップによる“やかましき”“キンキン音”から、量感あふれる豊かな音へと変換を望んでいる。

このためには、ハウリングを恐れての貧弱な低音域や、明りょう度を重視した中高音域の張り出した特性などは、スピーカーシステムとしては極力排除し、スピーカーシステムに本来要求される高忠実度再生としての特性を持たなければならない。すなわち、目標としては、高忠実度再生周波数帯域幅50~10,000Hzあるいは40~15,000Hzであり、再生系全体の各音響機器を見ても、今日ではスピーカーシステムだけが特に広い帯域ではなく、S/N比の悪化やひずみ感などが強調されることはないといえる。また、ハウリングその他の効果を考えても、今日では電気系で補正することのほうが、音質的に有利である。問題は、最大出力音圧レベル130dB/W/mという条件下での広帯域化である。

一方、PAとして、客席から要求される再生音は、スピーカーシステム1台で全場内を均一に再生するほうが、明りょう度を向上させる上で大切なところであり、今日要求される方式でもある⁽³⁾。しかし、このためには、最上部客席のふ(俯)角⁽¹⁾⁽²⁾が大きいとかホール形状などによって変わり、プロセシウム・アーチの取付位置や1階後部席及び2・3階後部席、バルコニー下、ギャラリ下などへのスピーカーからの直接音が、均等に分布されるか否か、困難な問題があり、据付工事以前にスピーカーの構成や取付角度などによる指向特性の改善を行って対策しなければ、一つのスピーカーユニットでは手に負える問題では

ない。また、ハウリング防止の点では、舞台前面から1階客席への再生周波数特性は、できるだけ平坦な特性がよく、ピークを作らないことが大切であって、こうした面から特定の周波数での盛り上がりもあらかじめ、予測予備実験などの確認が必要となってくる。

2.3 その他の問題点

こうした大出力、高忠実度スピーカーシステムを取扱う上で、誤動作による故障などは致命的で、音が中断することによって、客席は完全に音が聞きとれないといった状態になり、大問題となる。したがって、万一に備えての故障対策を考慮しておくべきである。このためには、スピーカーシステムの構成を考えると、一つのスピーカーユニットで行うことを避けるなど、最初から安全を考慮した複数構成を考える必要がある。

また、駆動用増幅器における高忠実度再生を考えると、取扱うプログラムソースのダイナミックレンジが大きいため、ピークレベルの余裕との関係で平均レベルを上げることは難かしいが、駆動用増幅器の平均レベルを上げ、同一出力での実用的増幅器の無वाई(歪)出力を増加させるためには、プログラムソースのエネルギー成分の大きい帯域で2分割するなどしてのマルチチャンネル化が効果的である。この方式の採用によるピークマージン改善の期待は、3~6dB程度あるものといえる。

3. スピーカーシステムの設計ポイント

このように、大形のオーディトリウム用スピーカーシステムでは問題は多いが、ここではこれらを解決する設計ポイントについて述べる。

3.1 スピーカーの出力音圧レベル

スピーカーシステムに要求される最大出力音圧レベル130dBを得ようとする場合、スピーカーシステムの電気音響変換能率と駆動増幅器との関係は、実現可能な範囲での“詰め”が必要であって、製品の価格や性能に大きく影響する。現実には、市場にある高性能駆動用増幅器を調べてみると、図3.のように最大出力の大きい製品は、200~300W級が限度で、実用的連続動作を考えると、100~200W級が安全であろう。

一方、スピーカーシステムにおいては、特に中音用、高音用ユニットの定格出力音圧レベルがどの程度かという点が問題であって、スピーカーユニットの種類も限定されてしまう。すなわち、ドーム形やコンデンサ形

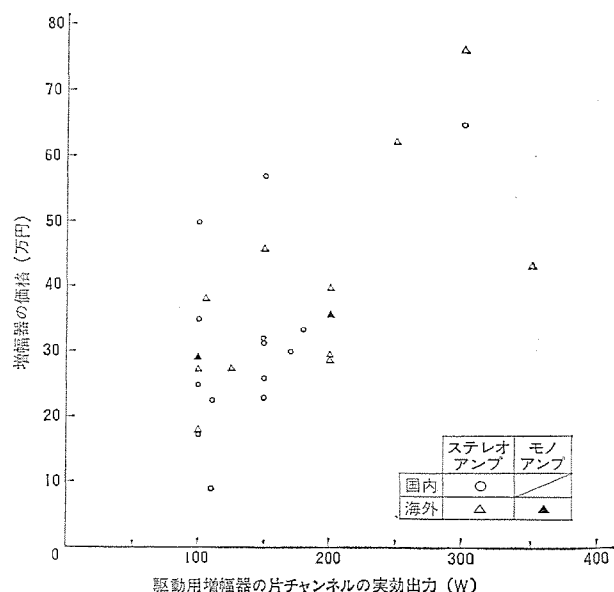


図3. 駆動用増幅器の出力と価格(一般コンシューマ用)

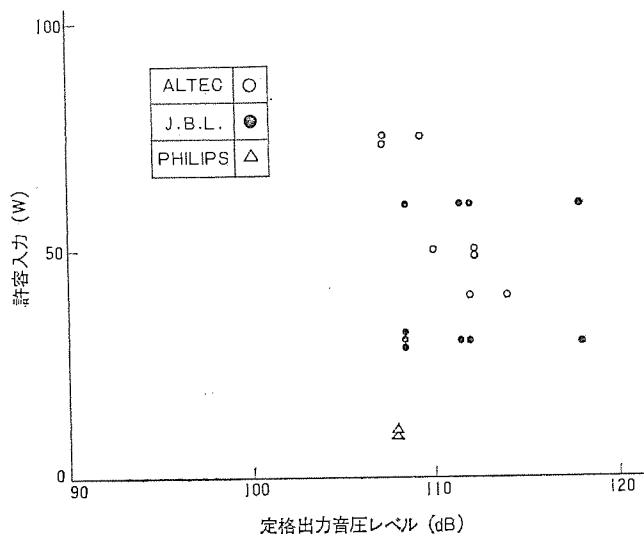


図 4. 中音用の ホーンスピーカー (1)

では、定格出力音圧レベルが低く、オーディトリウム用として使いものにならない。この点、ホーン形は音響変成器を通して音の放射をするため、定格出力音圧レベルは高く、大出力用として適している。現状の市場にあるホーン形としては、図4. (4)のようにJBL, ALTEC及びPHILIPSなど古くから実績のあるメカの製品をみると、ホーンとドライバユニットを選択することによって、定格出力音圧レベル110 dB/W/mも可能であることがわかる。

ここで注意しなければならないことは、ホーン形スピーカーにおいて、指向ファクタ Q の⁽⁵⁾~⁽⁶⁾値が小さい家庭用 Hi-Fi スピーカー 的なものでは、例えば、ドライバユニット自身の放射能率を上げて低い周波数では、直接放射形のようにし、中高音の音圧を上げるためショートホーンにして、この上昇分を音響レンズにより高域を分散させて、高い周波数まで $Q=2\sim4$ の値を維持できるよう工夫した設計思想もあるがここにいう中距離再生用スピーカーはこうした考え方とは異なった使い方であって、それぞれに合った使い分けが必要であろう。

オーディトリウム用としての中距離再生におけるホーン形スピーカーとしては、受持ち周波数の範囲内で、指向ファクタ $Q=7\sim12$ の値をできるだけ均一に保つことが望ましく、図5. のホーンと図6. のホーンは、同じようなカットオフ周波数ではあるが、フレア係数を変えることにより Q の値は変わり、性能・音質にも影響されるので、十分ホーンの形を吟味した設計が必要である。

スピーカーシステムとしての構成では、中音用スピーカーで110 dB/W/mの定格出力音圧レベルが得られるため、これに合わせて低音用スピーカーの定格出力音圧レベルも等しくしなければならない。ところが、市場の低音用スピーカーは、最大100 dB/W/mと低い値であるため、 $S_0=110$ dBを得るには複数個使用による放射インピーダンスの向上を利用して、定格出力音圧レベルを改善するとともに、更にホーンロードによる改善の効果を利用するなどの工夫によって、目的の出力音圧レベルの110 dB/W/mの値を満足するスピーカーシステムとしての構成が定まる。しかし、このためにはホーンはカットオフの低いものであるため大形化したものになる。これは、最大出力音圧レベル130dB/mを再生し、高忠実度再生を可能にするための代償としてやむを得ないところである。

3.2 指向性と音場分布

スピーカーシステムの指向性からみた構成を考えると、一つのシステムでホール客席全体に均一な再生を行おうとすると、スピーカーシステムの取

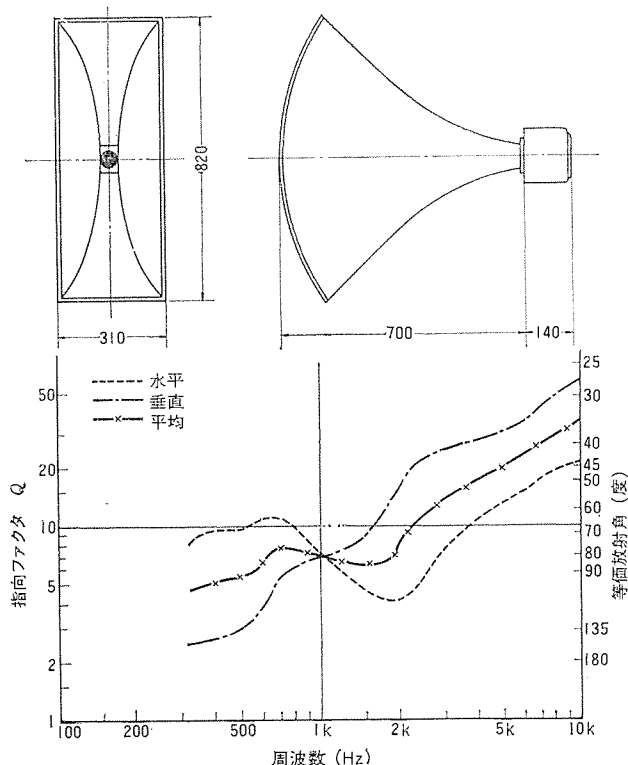


図 5. 中音用の ホーンスピーカー (2)

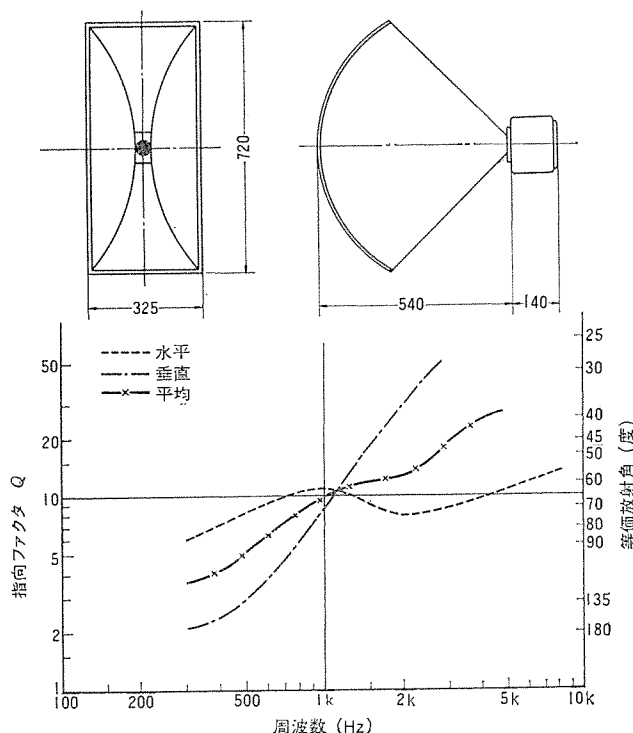


図 6. 中音用の ホーンスピーカー (3)

付位置や、中高音用スピーカーの置配は非常に大切な問題である。

ところが、こうしたオーディトリウム用スピーカーシステムは、建設の着手とともにその方法・構造の設計・検討をしておいて、建物の完成までに取付工事に十分確実な資料を提供しておかなければ十分な効果は、あとでは困難な作業を伴いやすい。そこで考えられるのは、シミュレーションによる音場分布からみた取付位置・角度などスピーカーシステムの構成検討が必要となってくる。

この方法としては、1/10~1/15の縮小モデルを作り、音源の代わ

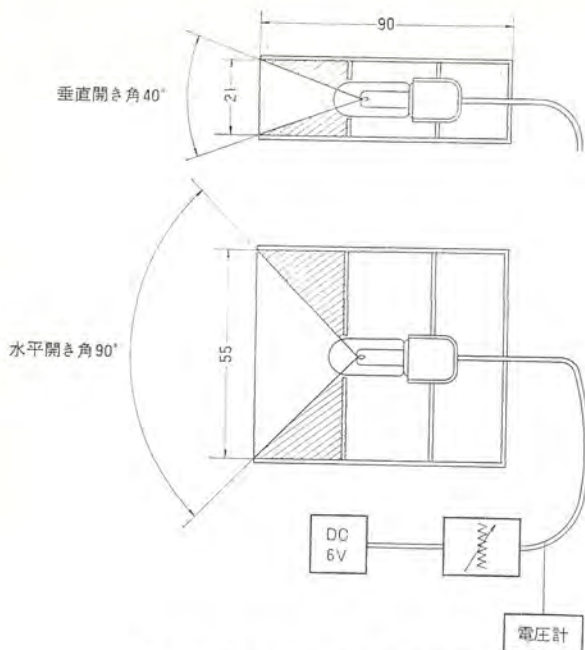
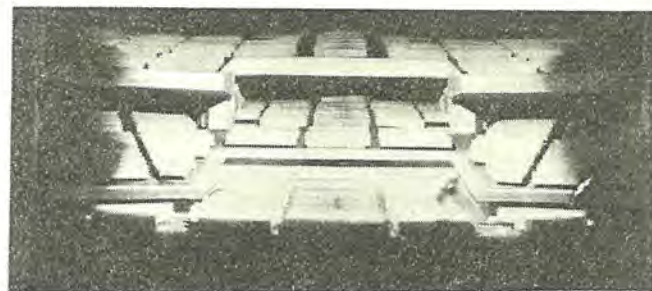


図 7. 指向性係数 $40^\circ \times 90^\circ$ の光源

りに光によるシミュレーションで行うのが効果的である。例えば、図 7. のように中音用、高音用をホーン形スピーカーの指向性係数 $40^\circ \times 90^\circ$ に光源を合わせて、スピーカーユニットのシミュレーションを作る。そして、これをスピーカーシステム取付予定のプロセニアムアーチ近くに取付け、スピーカーユニットのシミュレーションである光源から、投射される照明で照度の違いを照度計で読むことや、写真による撮影あるいは、各スピーカーユニットのシミュレーションである光源の各ユニットの前面にカラーフィルタを取付けるなどして各スピーカーユニットの取付方向を監視すれば、強い所や各スピーカーのオーバーラップも明確に判断でき、スピーカーシステムの取付位置やその構成が効率よく経済的な条件で決定できる。その上、やむをえず全客席をカバーできない場合にも最低限の補助スピーカーシステムの位置を明確につかむことができ、早く処置ができる。図 8. ~10. は、その一例である。図 8. の場合は、光源の配列を、縦に 4 個並べて実験しており、そのうち 2 個は 2・3 階席を、残り 2 個は 1 階席をカバーするように取付方向を決めている。写真で判断すると、この配列では、各階の左右端の客席にデッドポイントができることと、1 階後部席と 2 階前部席で非常に明るくなっており、音が大きくなることがわかる。図 9. の場合は、4 個の光源のうち 2 個を正面に向け、1 個を右、1 個を左に向けた。客席でのレベル差は、1 階席中央にデッドポイントができ、3 階席の両サイドにも暗い部分が生じていることがわかる。図 10. の場合は、光源を 2 個横に並べ、残りの 2 個を縦に平行に並べた。この場合には、かなり広い範囲の席をカバーでき、良好なデータを得た。これらの結果から、スピーカーユニットの数や取付位置、角度が、精度高く求められ、スピーカーシステムを設計する上で非常に役立てることができる。

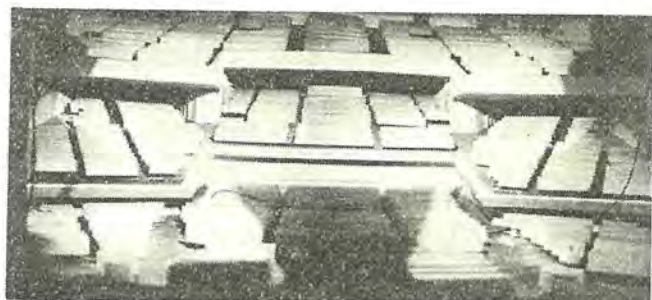
ここで一つ考慮しておかなければならないことは、スピーカーシステムの測定方法である。高忠実度再生を行うスピーカーの性能としては出力音圧周波数特性と指向特性は重要なものであるが、この測定は現在、無響室でマイクロホンとの距離 1 m などの近距離が多く、実際にホールに据付けた場合の数十 m 離れた距離での特性とでは、クロスオーバー付近の周波数でのエネルギー不足や特性に谷が生じるといった違いを経験する。また空気によると思われる高音域の減衰などがあって、今日の Hi-Fi 用スピーカーシステムといわれる近距離用スピーカー



- (1) 光源の配列
- (2) 中央席と両サイド(各階)との間の音のレベル差が大きい
- (3) 1 階後部、2 階前部中央がレベルが高くなる



図 8. プロセニアムスピーカーの検討 (1)



- (1) 光源の配列
- (2) 1 階席中央に、デッドポイントができる
- (3) 1 階、2 階の両サイドは改善できる
- (4) 3 階両サイドは改善できない
- (5) 2 階前部席のレベルむらが多い

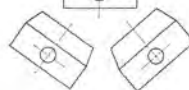


図 9. プロセニアムスピーカーの検討 (2)



- (1) 光源の配列
- (2) 3 階席両サイドは改善できた
- (3) 1 階、2 階席の両サイドは改善できない
- (4) 1 階席中央にレベル差がわずかにある

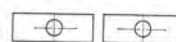


図 10. プロセニアムスピーカーの検討 (3)

と違った中距離用スピーカーの測定条件を考える必要がある。経験的には、8~16 m で測ることを考えたい。

3.3 ネットワークとその構成

つぎに、高出力、高忠実度再生を目標としたスピーカーシステムの設計を進める上で忘れられやすいものにネットワークがある。しかしネットワークは複合形としてクロスオーバー周波数での電氣的な分割を行った

り、音づくりとしてのレベルバランスやクロスオーバー周波数付近の特性偏差の調整、抑制といった働きをもち、その上、大きいパワーを取扱うため耐入力性やひずみあるいは放熱の問題など大切な内容もっている。

したがってネットワークの設計ではパワーロスやダンピングファクターを考慮して電流量の大きい、直流抵抗の少ないコイルを用いるとか、コンデンサの $\tan \delta$ の小さいものを厳選して極力損失を防ぐ必要がある。また熱に対して各素子の余裕度を十分にとり、その上、十分な放熱空間を確保することによって異常な温度上昇を防ぐなどの対策が必要である。

一方プログラムソースの種類に応じて再生音の音質を変えたいという要望もある。例えばミュージックとスピーチでの高音部の帯域幅を変えて聞きやすい音質にするためネットワークの素子を遠隔操作で切換えて2ウエー、3ウエーにするなどネットワークで実施できる。

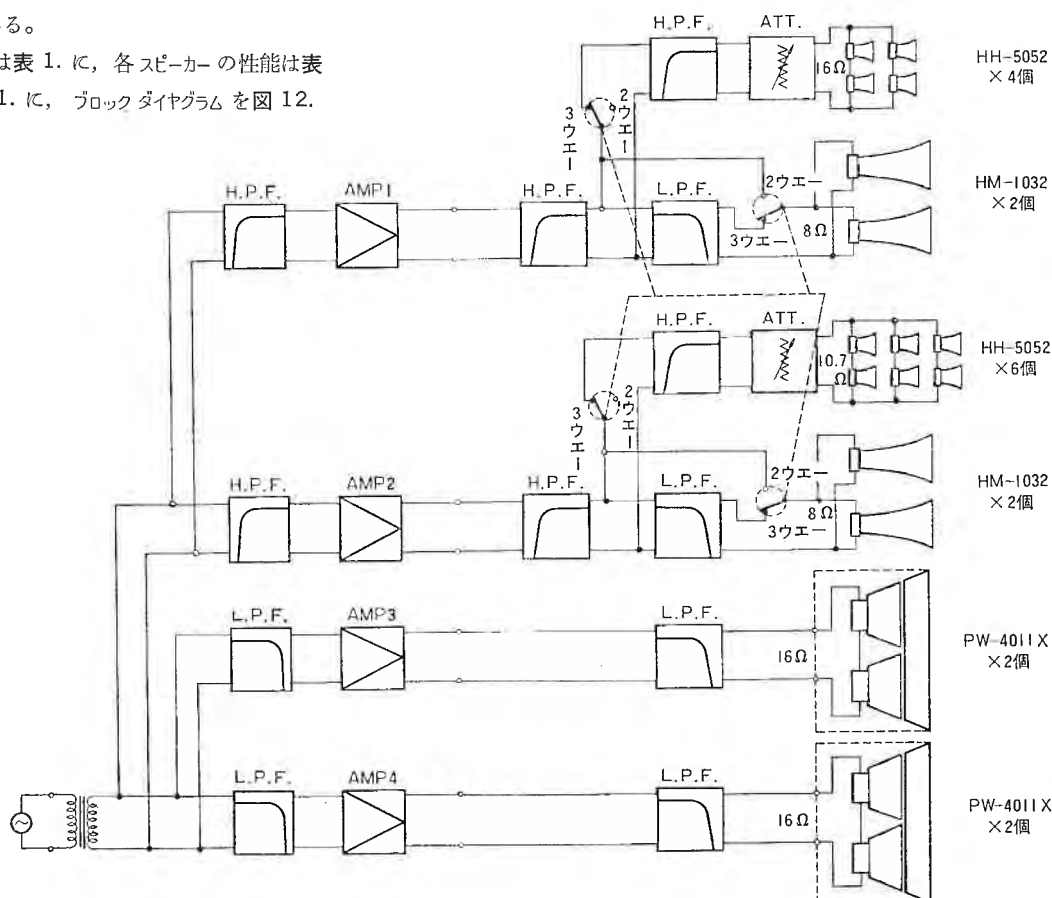
更に、突発的な事故によってホールの拡声が停止するという事態は決して許されないことから、ネットワークを中心とした駆動増幅器とスピーカーユニットの構成を考えて、2重、3重の安全性を工夫した回路構成としておく必要がある。このために1系統に集中せず、2～3系統に分割できる構成として、突発事故にも半分以上の勢力で働くなど、故障時に対して万全を期した設計でなければならない。

4. 実施例

こうした考えのもとに完成したのが、SC-7404形のプロセシアムスピーカーシステムである。このスピーカーシステムは最大出力音圧レベル130 dB (1 m)、許容入力200 W、再生周波数帯域30～16,000 Hzの定格を持ち、スピーカーシステムの構成としては3ウエー18スピーカーユニット使用で、四つの駆動増幅器に区分され突発的な事故にも安全性の高い回路構成となっている。その上、プログラムソースにより2ウエー、3ウエーの切換可能ななどの回路も持っている。

このスピーカーシステムの主な仕様は表1.に、各スピーカーの性能は表2.に示す。また、外観図を図11.に、ブロックダイアグラムを図12.に示す。

図12.
SC-7404形のブロックダイアグラム



一方、このスピーカーシステムの実際の使用例^{(9)～(11)}として、新NHKホールのデータを示すと、伝送周波数特性は図13.のように、30～10,000 Hzと広く高忠実度再生の性能もっている。明りょう度試験では測定各点で表3.のように90%台を確保しており非常に良い結果が得られている。先にも述べたように、ハウリングを少なくする上で舞台側での伝送周波数特性をよくしているため、安全拡声利得

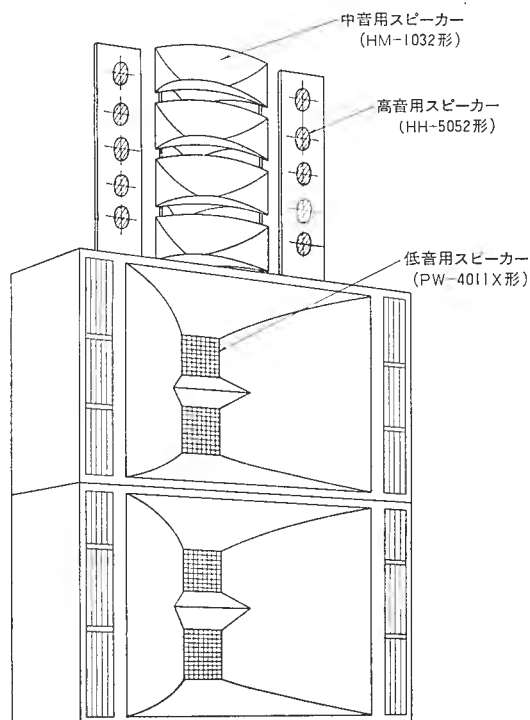


図11. SC-7404形の外観図

表 1. SC-7404 形の概略構成

形 名	SC-7404 形	
構 成		
低 音 部	PW-4011 X 形 40 cm ウーファ	4 台
	ホーンロードキャビネット	2 台
中 音 部	HM-1032 形ホーン スコーカー	4 台
高 音 部	HH-5052 形ホーン ツィーター	10 台
ネ ッ ト ワ ー ク	NT-3405	1 台
インピーダンス	低 音 部 16Ω (2 系統)	
	中 音 部 8Ω, 8Ω	
	高 音 部 10.7Ω, 16Ω	
クロスオーバー周波数	400~600 Hz (可変), 6,000~7,000 Hz (可変)	
最大出力音圧レベル	130 dB/m	
再生周波数帯域	30~16,000 Hz	
重 量	約 800 kg	

表 2. 各スピーカーユニットの性能

	低音用スピーカー	中音用スピーカー	高音用スピーカー
形 名	PW-4011 X	HM-1032	HH-5052
口 径	40 cm	71 mm ダイアフラム	32 mm ダイアフラム
許 容 入 力	40 W (最大 100 W)	40 W (最大 100 W)	30 W (最大 80 W)
定格インピーダンス	8 Ω	16 Ω	16 Ω
定格出力音圧レベル (1 m)	98 dB/1 W	107 dB/1 W	110 dB/1 W
再生周波数帯域	30~800 Hz	500~16,000 Hz	6,500~21,500 Hz
指 向 角 度		40°(垂直)× 90°(水平)	40°(垂直)× 90°(水平)
重 量	28 kg	20 kg	2.7 kg

は非常に良好な値をもっている。(表 4. 参照) また、音圧分布は 1 階席内では 6 dB 以内のレベル差に入っており、2・3 階席では前方の席に対して後方の席で 6~7 dB 以内のレベル差にとどまり、1 個のスピーカーシステムによるホール内の拡声としては十分な性能を示している。

5. む す び

以上、大形オーデトリウム用スピーカーシステムに要求される設計上の問題点を述べ、満足する性能を得るための設計ポイントについて述べた。また、こうした条件での検討成果をもち込んだ SC-7404 形スピーカーシステムの実施例について報告し、その性能からみて大形オーデトリウム用スピーカーシステムとして満足する成果が得られたと確信している。

しかしこうした大形化した高出力、高忠実度再生では、まだいろいろな要求事項が多く、更にこれらを満足するスピーカーシステムとして完成するには長い時間が必要である。

再生音においても同様に、一般家庭用 Hi-Fi 音が世界的に共通したサウンドに自然と統一される動きを示し、“シアター・サウンド”が消えて行こうとしている中で、オーデトリウムの電気音響設備の音質は、来場者の音の好みとホール技術者との間にギャップがあるまま時間が経過して行こうとしている。

我々はどうした中で、電気音響設備の高性能化を計り、より豊かな音づくりをする努力を今後もつづけてゆきたいと念願している。

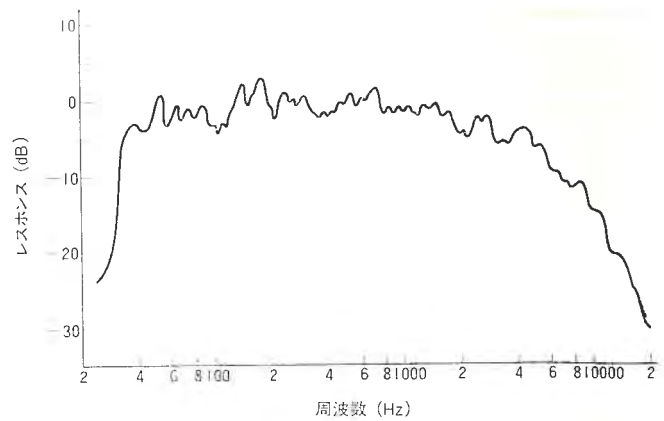
図 13. SC-7404 形スピーカーのホール内の伝送特性
(測定点: 2 階前列)

表 3. 単音節明りょう度試験の測定結果

測 定 点	1 階 席		2 階 席		3 階 席	
	P ₁	P ₂	P ₄	P ₅	P ₇	P ₉
プロセニアム スピーカー系統	96%	97%	97%	96%	97%	94%

表 4. プロセニアムスピーカーの安全拡声利得

	新 NHK ホール		東 京 文 化 会 館	
	舞 台 中 央	オーケストラ・ピット 中央	舞台中央エレベータマイク	オーケストラ・ピット中央エレベータマイク
単 一 指 向 性	-3 dB	-5 dB	-4.5 dB	6 dB

な音づくりをする努力を今後もつづけてゆきたいと念願している。

終わりにあたり、開発において多大なご指導をいただいた前 NHK 総合技術研究所山本武夫氏をはじめ NHK 総合技術研究所溝口章夫氏、山本照二氏ならびに NHK 放送センター鴨下春雄氏、東芝ホーン(株)島原正男氏に謝意を表する。

参 考 文 献

- (1) 山本, 佃, 永田: NHK 技術研究, 24, No. 6, 23 (昭 47)
- (2) 山本, 佃, 永田: 日本音響学会講演論文集, 2-3-2 (昭 45-10)
- (3) 谷口, 江藤, 島原: 日本音響学会講演論文集, 1-3-19 (昭 42-5)
- (4) 江崎, 上村: 音響技術, No. 4, 51 (昭 48)
- (5) D. Davis: AUDIO, 58, No. 6, 34 (1974)
- (6) D. Davis: AUDIO, 58, No. 9, 58 (1974)
- (7) D. Davis: J. A. E. S., 21, 571 (1973-9)
- (8) Leo L. Beranek: Acoustics, 109
- (9) 溝口, 山本, 小川, 福西, 鈴木: 音響学会建築音響研究委員会資料, AA 73-13 (昭 48)
- (10) 店原, 日比野, 鴨下: NHK 技研月報, 16, No. 6, 9 (昭 48-6)
- (11) 山本: 音響技術, 2, No. 2, 99 (昭 48)

スピーカーキャビネットの板振動の解析

進 藤 武 男*・森 田 茂*・柴 田 繁 憲*・酒 井 新 一*・田 中 準 一*

1. ま え が き

スピーカーの性能の向上に伴って生じたスピーカーシステムに関する幾つかの問題点の一つとして、スピーカーキャビネットの板振動がある。

スピーカーキャビネットには、スピーカーユニットを取付ける機能の外に、スピーカーコーンの背面から放射される位相の異なる音をシャ断する機能がある。しかしスピーカーユニットを駆動するとキャビネットの板壁に振動を生じ、キャビネットみずから音が放射する。更にキャビネットの振動がスピーカーユニットに伝達され、スピーカーシステムの音の再生上の問題点となっている。

しかし、スピーカーキャビネットに生じる板振動の発生原因が明確でなかったため、キャビネットの板厚を厚くしたり、補強機を取付けるなど半ば経験的な対応策が多かった。

我々は板振動の低減対策を検討しているが、本稿ではスピーカーキャビネットに生じる板振動の原因及び低周波域におけるキャビネットの振動の伝達機構を検討した結果を報告する。

2. 板振動の発生原因

スピーカーキャビネットの板振動の原因としては、主に次の2点が考えられる。

(1) スピーカーキャビネットに取付けられたスピーカーを駆動すると、スピーカーの振動板の前面からの音の放射と同時に、背面から位相の異なる音をキャビネット内部に放射し、内部音圧の上昇をもたらす。このキャビネット内部の空気の圧力変化によってキャビネットの板振動が生じる。

(2) スピーカーを駆動すると振動板が振動するが、その反作用として磁気回路が振動し、更にフレームを振動させる。このフレームの振動がスピーカーを支持しているキャビネットに伝達され、キャビネットの板振動となる。

以上二つの振動の作用経路をブロック図で図1.に示す。図において太線は振動の作用経路であり、細線は音の放射に関するものである。

この二つの板振動の原因について実験し検討した。

2.1 測定法

測定に使用したスピーカーキャビネットの材質はパーティクルボードで、条件は

- (1) キャビネットの各板壁の厚さを同一にした。
- (2) 板厚は、8, 12, 15 mmの3種類を使用した。
- (3) 各キャビネットの外形寸法は一定とした。

キャビネットの内容積は約22ℓである。スピーカーは口径25cmのウーファと5cmのツイータを使用し、吸音材は密度19 kg/m³のナイロンロックウールを約400g使用した。図2.にキャビネットの寸法と板振動の測定点I, I'を示す。

板振動の測定法は、うなり(唸)周波発振器を掃引してスピーカーを駆動し、各測定点での振動の加速度を圧電形振動ピックアップで測定

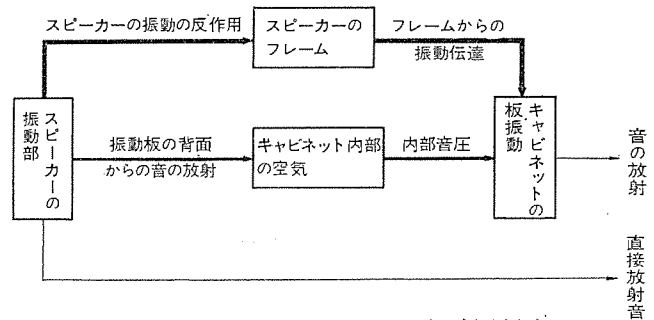


図1. スピーカーキャビネットの振動の伝達経路

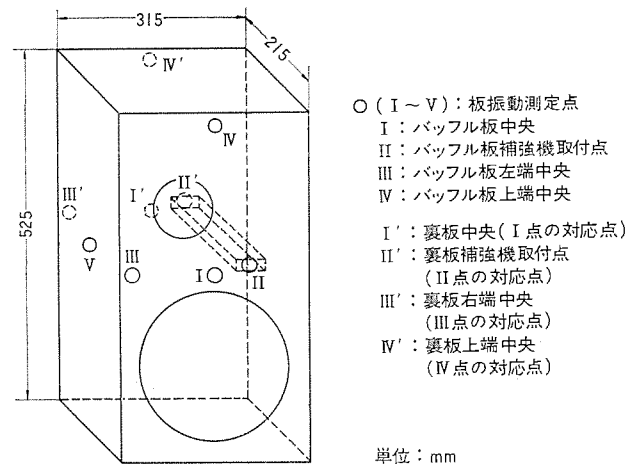


図2. スピーカーキャビネットの概略図

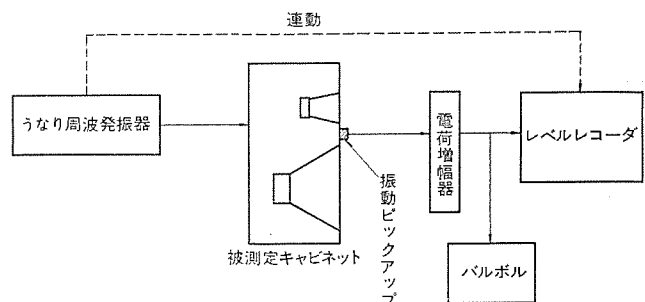


図3. 板振動の測定系統図

し、レベルレコーダで記録した。測定法の系統図を図3.に示す。

2.2 内部音圧に起因する板振動

スピーカーキャビネットの板振動の原因の一つと考えられる、キャビネット内部の空気の圧力変化によって生じる板振動について検討した。

2.2.1 内部音圧の周波数上昇に伴う減少

密閉形スピーカーキャビネットの内部音圧の大きさは、Small⁽¹⁾によれば、キャビネットの内部で吸音による損失がないとすると、

$$P_B = \frac{(2\pi C^5 \rho_0 P_A)^{\frac{1}{2}}}{\omega^2 V_B}$$

である。

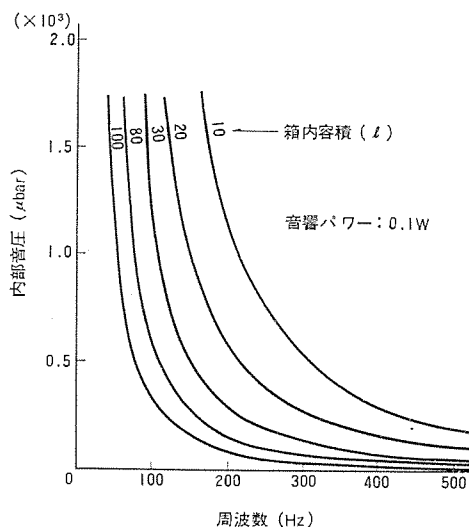


図 4. 密閉形 キャビネット の内部音圧

ここに P_B : キャビネット の内部音圧 (実効値) (N/m^2)
 P_A : スピーカー の放射 パワー (W)
 V_B : キャビネット の容積 (m^3)
 C : 空気中の音速 (m/s)
 ρ_0 : 空気の密度 (kg/m^3)
 ω : 定常状態での角周波数 (rad/s)

この式より キャビネット の内部音圧は、スピーカー からの放射 パワー が一定の場合には周波数の 2 乗に比例して減少することがわかる。

Iverson⁽²⁾ が行ったこの式の計算値を図 4. に示しているが、この図より 500 Hz 以上でのキャビネットの内部音圧は非常に低いことがわかる。また内部音圧を実測した結果、周波数の上昇に従いほぼ 12 dB/oct の割合で減少していることを確認している。

2. 2. 2 吸音材による内部音圧の変化

キャビネット内部の吸音材の効果は茶谷・伊藤・服部の実験⁽³⁾によれば、最低共振周波数 f_0 以下で 3 ~ 4 dB, 200 ~ 300 Hz 以上の周波数で 20 dB 以上の内部音圧の減少となっているが、実測においてもほぼ同様の結果を得ている。

2. 2. 3 定在波の影響

板厚 8 mm のキャビネットに関して、内部に吸音材がない場合と、吸音材を充填させた場合について、図 2. に示した測定点 I における振動加速度の測定データを図 5. に示す。図で丸印をつけた周波数はキャビネット内部の定在波によるもので、振動レベルの変化は吸音材による定在波振幅の減少によるものと推定できるが、振動レベルの差から考えて、低次の定在波の影響はあるが、高次の定在波では影響が小さいと予想できる。したがって、吸音材は低次の定在波によって生じる板振動を減少させる効果はあるが、高次の定在波が生じる比較的高い周波数では、内部音圧が減少しているため、板振動に対する吸音材の効果は現れていない。

2. 2. 4 考 察

以上述べたことを総合すると、内部音圧はほぼ 12 dB/oct の割合で減少し、200 ~ 300 Hz 以上の周波数では、吸音材により更に 20 dB 以上減少するので、全般的に内部音圧は小さい。なお定在波の計算と一致し、内部音圧の影響と考えられる周波数もあるが (約 300 Hz 以上)、大部分の周波数は影響をうけない。

約 300 Hz 以下では内部音圧によってもキャビネットは励振されているようである。

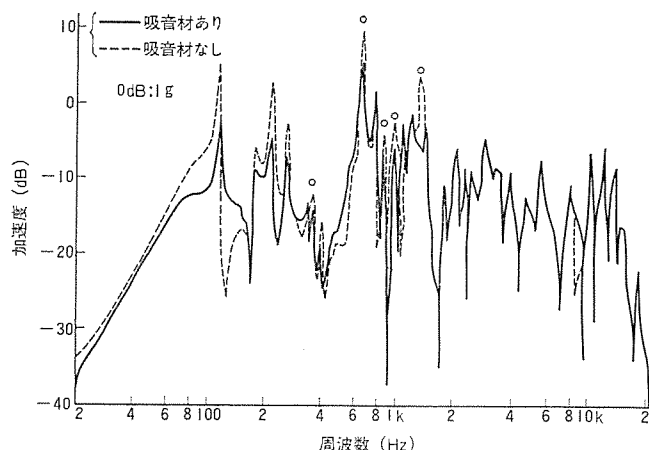


図 5. バッフル 板中央 (I 点) の板振動……板厚 8 mm

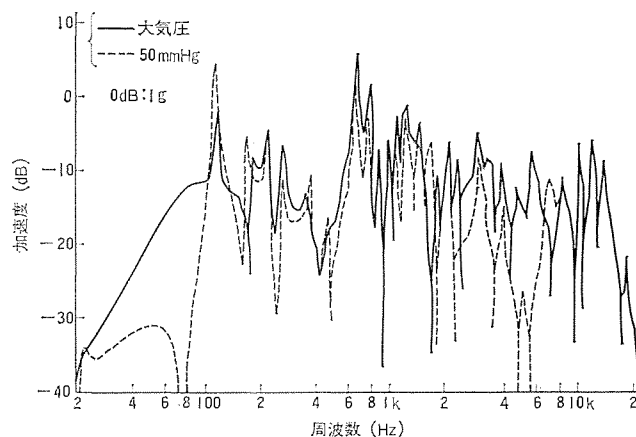


図 6. 気圧の差による板振動の差……板厚 8 mm, バッフル板中央 (I 点)

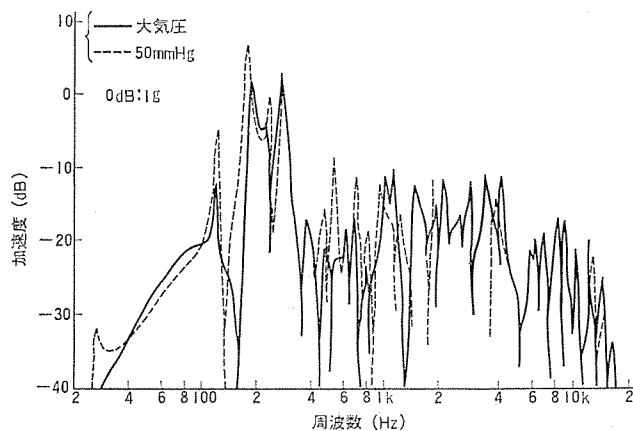


図 7. 気圧の差による板振動の差……板厚 8 mm, 裏板中央 (I' 点)

2. 3 スピーカーの反作用に起因する板振動

2. 3. 1 真空中における測定

2. 2 節において内部音圧によって励振される板振動は小さいと推定したが、このことを確かめるために次の実験を行った。

スピーカー・キャビネットの内部音圧の影響を除くために、スピーカーシステムを真空そう (槽) 内に入れ、真空度 50 mm Hg の状態でスピーカーを駆動し、キャビネット各板壁の振動加速度を測定し、大気圧での測定データと比較した。

測定法は 2. 1 節で述べた方法と同じで、測定したキャビネットの板厚は 8 mm で、吸音材は約 400 g を充てんした。測定点は図 2. の I 及び I' 点で、測定データを図 6., 7. に示す。

2. 3. 2 真空中での測定の問題点

真空状態での測定の問題点としては、次の3点が考えられる。

- (1) 内部音圧に関して、空気の影響を無視できる真空度はどれくらいか。
- (2) 空気の付加質量としての影響がなくなることによるスピーカー振動板の振動に対する影響はどうか。
- (3) キャビネットの空洞のスティフネスがなくなることによるスピーカー振動板の振動に対する影響はどうか。

以下に検討結果を述べる。

真空度に関しては実験の結果、約 200 mm Hg 以下では、それ以上真空度を上げて、板振動の測定結果に差が認められなかったため 50 mm Hg の真空度で測定した。

スピーカー振動板の実効半径は約 11 cm であるため、300 Hz 以上の周波数では付加質量の影響は少ない。300 Hz 以下では振動板の実効質量の約 30 % が付加質量であり、真空中では実効質量の減少によって、振動板の振幅が大きくなる。

密閉形キャビネットの空洞容積とスティフネスとの関係は、スピーカーユニットの最低共振周波数 f_0 の約 4 倍以上の周波数において、空洞容積が変化してもスティフネスの影響が生じないため⁽⁴⁾、これ以上の周波数ではスピーカー振動板に対する空洞内の空気の影響は少ないと考えられる。測定に使用したスピーカーユニットの f_0 は 35 Hz なので、150 ~ 200 Hz 以上の周波数では空気圧の変化によるスティフネスの影響を無視できる。

上述の検討を総合すると、300 Hz 以上の周波数においては空気による内部音圧の影響は無視できると考えられる。

2. 3. 3 測定結果と考察

300 Hz 以上の周波数でデータの検討を行う。

図 6. はバッフル板の振動の測定結果で、3 ~ 6 kHz 以外では、ほとんど差がない。この 3 ~ 6 kHz の振動レベルの差は、ツイーターの振動板とフレームとの間の気柱共振によるもので、キャビネットの内部音圧によるものではないことをツイーター単体での実験で確認した。図 7. は裏板の振動で、300 Hz 以上の全帯域においてほとんど差が生じていないため、スピーカーの振動板に対する反作用に起因するものが主体であることがわかる。

図 6., 7. において、300 Hz 以下の周波数で振動レベルに差があるが、内部音圧による振動とスピーカーの反作用としての振動が共存していることがわかる。

したがってスピーカーキャビネットに生じる振動は、ウーファ振動板の付加質量の影響が少なくなる周波数以下、あるいはウーファの最低共振周波数 f_0 の約 4 倍の周波数以下では、内部音圧による振動と、ウーファ振動板の反作用による振動とが重畳されて発生し、これよりも高い周波数範囲では、板厚 8 mm の比較的薄い板のキャビネットにおいても、内部音圧の影響は非常に少なく、主に振動板の反作用による振動がキャビネットに伝達されて生じていることが結論づけられる。

3. 振動の伝達機構

スピーカーキャビネットの板振動の原因である、スピーカーの反作用による振動がキャビネットに伝達する機構を実験的に検討した。スピーカーは図 8. に示すような構造であり、図に示すように、スピーカーを駆動すると磁気回路部(ヨーク)に反作用が生じる。この反作用による振動でフレームが振動し、フレームの振動がスピーカーの取付板であるバッフル板に伝達され、バッフル板の振動となる。

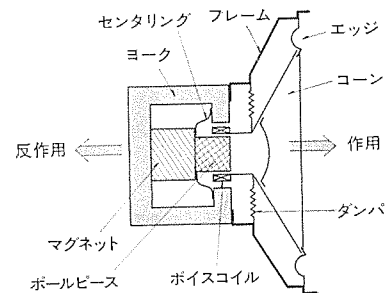


図 8. スピーカーでの作用・反作用

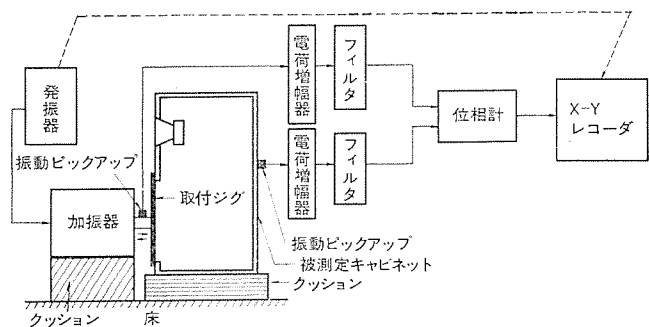


図 9. 板振動の位相測定系

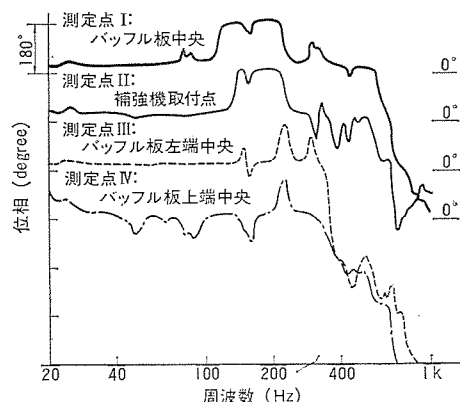


図 10. バッフル板各点と駆動点との位相差……補強機がない場合

このバッフル板に伝達された振動が更にキャビネットの各板壁に伝達される機構を以下の実験によって調べた。

3. 1 測定法

キャビネットにおける振動の伝達経路は、振動の位相を調べることによって検討できる。実験方法は加振器でスピーカーの取付箇所を駆動し、発振器を掃引して加振器(駆動点)と各測定点との間の位相を連続的に測定した。測定周波数が高くなると、板壁は複雑な分割振動を生じるため、20 Hz ~ 1 kHz の周波数範囲で測定した。

測定に使用したスピーカーキャビネットは板厚 15 mm で、バッフル板と裏板とを結合する補強機があるものと、ないものと2種類である。測定系を図 9. に示している。

3. 2 バッフル板の振動

バッフル板の各測定点での駆動点に対する位相差を図 10., 11. に示す。

3. 2. 1 補強がない場合

図 10. は補強機がない場合の位相特性であり、バッフル板の振動状態に関して次のことがわかる。

- (1) 100 Hz 以下の周波数においては、各点が同位相で振動している。
- (2) 100 Hz から 200 Hz すぎの間では、中央部と周辺部は逆位相

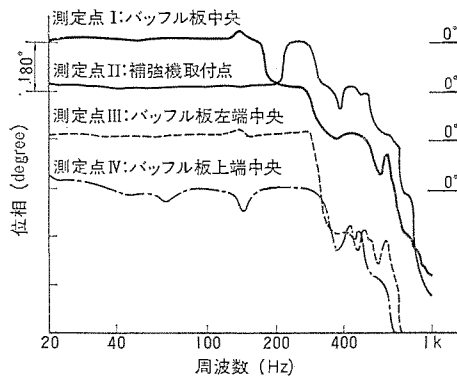


図 11. バッフル板各点と駆動点との位相差
……補強機がある場合

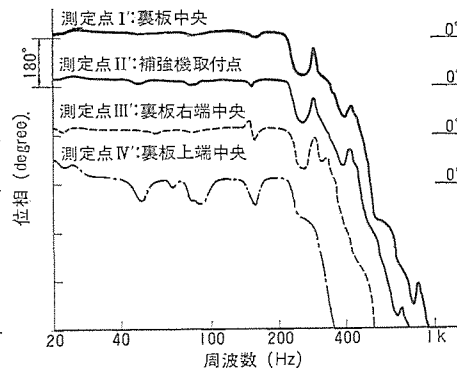


図 12. 裏板各点と駆動点との位相差……
補強機がない場合

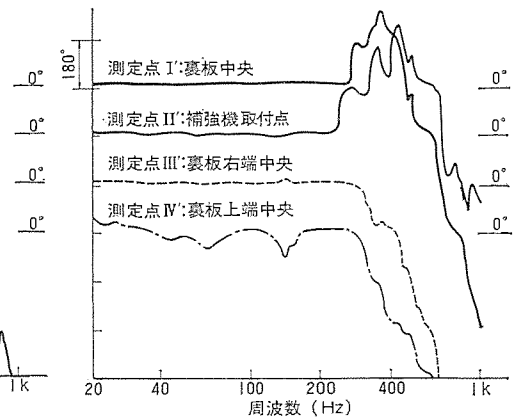


図 13. 裏板各点と駆動点との位相差……
補強機がある場合

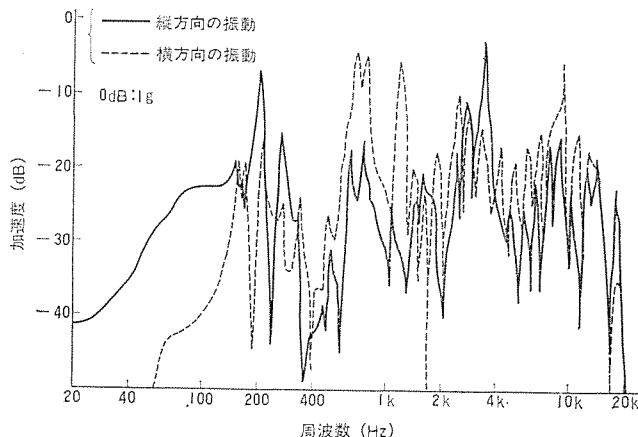


図 14. 側板の縦振動と横振動

の振動をしている。(測定点 I と III)

(3) 200 Hz すぎから 300 Hz すぎの間で各点が同位相となり、300 Hz をすぎると分割振動が生じ始める。

3. 2. 2 補強がある場合

図 11. は バッフル板と裏板との間に補強機を入れた状態での位相特性で、補強機がないものと比較すると、

- (1) 同位相で振動する範囲は 180 Hz くらいまで伸びている。
- (2) 200 Hz をすぎると中央部(測定点 I, II)で位相差が生じ始め、350 Hz 付近から分割振動が生じ始める。

3. 3 裏板の振動

バッフル板の各測定点に対応する裏板の測定点の位相を図 12., 13. に示す。

3. 3. 1 補強がない場合

図 12. は図 10. に対応するもので、補強機がない状態での位相特性である。図より裏板の振動状態に関して次のことがわかる。

- (1) 300 Hz 以下の周波数においては、各点が同位相で振動している。
- (2) 300 Hz をすぎると周辺部(測定点 III', IV')と中央部(測定点 I', II')の位相に差が生じ、分割振動を生じはじめるが、中央部はバッフル板ほど複雑な振動をしていない。

3. 3. 2 補強がある場合

図 13. は図 11. に対応するもので補強機を入れた状態であり、補強機がないものと比較すると、

- (1) 同位相で振動する周波数範囲は 230 Hz に下がっている。
- (2) 周辺部の位相はバッフル板周辺部の位相に近く、補強機がない

場合の裏板周辺部の位相にも近似している。

3. 4 側板の振動

補強機がある場合の側板の板振動を板面に対して垂直方向の横振動と、前後方向(バッフル板から裏板の方向)の縦振動とに分けて、図 3. の測定系で測定した値を図 14. に示す。

図において 150 Hz 以下では縦振動が約 15 dB 大きく、150~300 Hz においても縦振動がわずかに大きくなっていて、この周波数範囲においては、バッフル板の振動が側板に縦振動として伝達され、更に裏板に伝わっていることがわかる。300 Hz 以上の周波数においては、曲げモーメントの作用によって生じる横振動のレベルが大きくなり、縦振動と横振動の両方の振動が側板に生じ複雑な振動となっている。

3. 5 バッフル板と裏板の振動の対比

バッフル板と裏板との対応点の位相関係をみれば、更に振動の伝達機構がはっきりし、また前後にわたした補強機の効果も理解しやすい。

図 15., 16. は バッフル板と裏板の各対応点の駆動点に対する位相関係を示し、測定点 III-III' の対応データには、側板の縦振動の位相も同時に示している。

3. 5. 1 補強がない場合

図 15. は補強機がない状態で、次のことがわかる。

- (1) 100 Hz 付近までは、バッフル板と裏板は全体が同じ方向に振動している。つまりキャビネットは前後方向に一体となって振動する。
- (2) 100 Hz 以上の周波数においては、中央部は 100~400 Hz で逆位相となっているが、更に周波数が高くなると位相差が大きくなる。(測定点 I-I', II-II')
- (3) 周辺部は 200 Hz 付近までは同位相であり、200 Hz 以上になると位相差が生じている。(測定点 III-III', IV-IV')

3. 5. 2 補強がある場合

バッフル板と裏板との間に補強機を入れたものが図 16. で、

- (1) 一体となって振動する範囲が 170 Hz 付近まで伸び。
- (2) 補強機の取付点においては約 300 Hz まで同位相となっている。(測定点 II-II')
- (3) 周辺部も 300 Hz すぎまでは同位相であるが、それ以上の周波数においては位相差を生じている。

したがってキャビネットの板振動は、スピーカーの反作用としてバッフル板が振動し、バッフル板の振動は低周波域において、側板を縦振動として伝わり裏板を振動させる。周波数が高くなると、曲げモーメントの作用も加わり、複雑な振動となり、各板壁は分割振動を生じる。

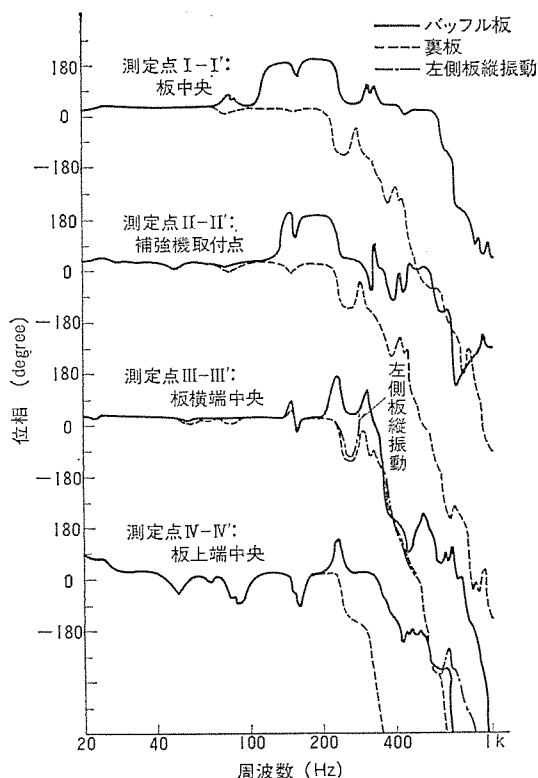


図 15. バッフル板と裏板の対応点と駆動点との位相……補強機がない場合

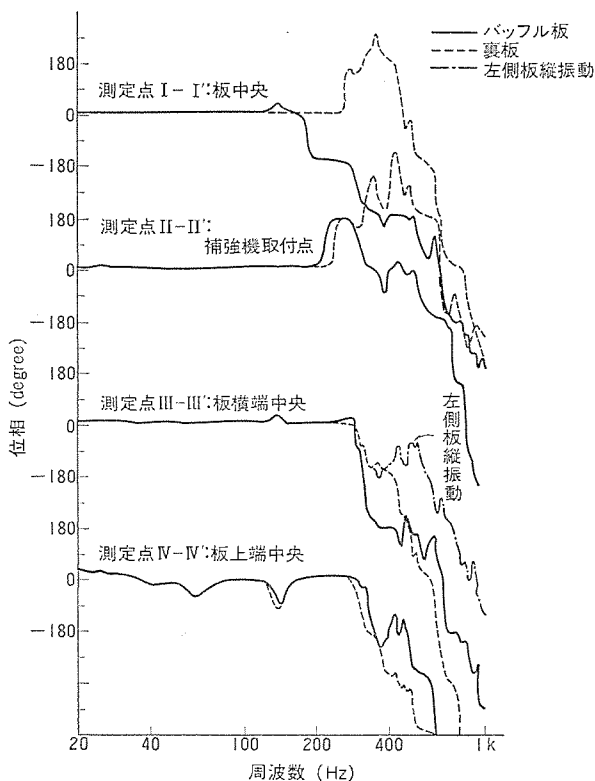


図 16. バッフル板と裏板の対応点と駆動点との位相……補強機がある場合

バッフル板と裏板の間に入れる補強機は、低周波域においてバッフル板の位相が乱れるのを抑制する効果があるが、周波数が高くなると効果がうすれる。

4. 考察及び今後の問題点

スピーカーキャビネットの板振動は音の再生機器であるスピーカーシステムの大

きな問題である。

スピーカーキャビネットの板振動を完全に止めることは、原理的に不可能であるが、板振動の発生原因と、バッフル板の振動のキャビネット全体への伝達機構がかなりわかってきたので、有効な対策をとることができると考えている。

キャビネットが振動すれば音の放射体となり、システムのレスポンスを悪化させ、ひずみの発生や過渡特性の悪化などにつながるが、板壁が複雑な分割振動を生じるような比較的高い周波数においては、板壁の各部分が狭い面積で異なる振動をするため、板壁からの放射音は互いに打ち消しあい、かつ振動部の面積が狭く分割されているため、外部に放射される音は小さくなる。

したがって、キャビネットの設計にあたっては、低い周波数域での振動を減少させる対策を検討すべきであろう。

キャビネットの振動は、全体の構造物としての振動と、板の共振によって生じるものがあるが、構造物としての振動解析はそれほど研究が進んでおらず、これに比べかなり研究が進んでいる板の振動解析（例えば Leissa⁽⁶⁾）の方向から検討が行われているのが現状であるが、木材は均質な材料でなく、特有の異方性により正確な材料定数を決定することが困難であり、また支持条件をとらえにくいなどの問題があり、計算値と実測値の一致を得にくい。実測値とよく合う計算式が得られれば、キャビネット設計上極めて有用であり、今後の研究の大きな課題であろう。

5. む す び

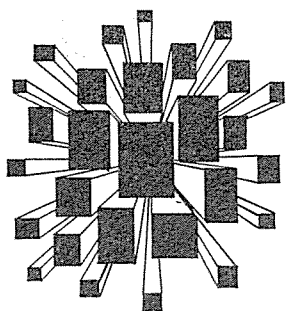
スピーカーキャビネットの板振動の発生原因は、今まで一般的にキャビネットの内部音圧（定在波を含む）の影響が大きいと考えられていたが、内部音圧の影響はスピーカーシステムの最低共振周波数付近において主に生じ、キャビネット内の気柱のステイフネス、及び振動板の付加質量の影響が小さくなる周波数帯域（スピーカーシステムの最低共振周波数の約4倍以上）では、内部音圧の影響が少ない。

全般的には、スピーカーの振動板の振動の反作用として磁気回路が振動し、これがスピーカーのフレームに伝わり、スピーカーを取付けているバッフル板に伝達されていること、またバッフル板の振動は側板を縦波として伝ばし、裏板の振動となっていることがわかった。

また、キャビネットの板壁の相対的な振動状態を調べた結果、板振動の低減にはバッフル板の振動を小さくすることが最も有効であることが明らかになった。

参 考 文 献

- (1) R. H. Small : Simplified Loudspeaker Measurements at Low Frequencies, J. Audio Eng. Soc., 20, 28~33 (Jan/Feb. 1972)
- (2) J. K. Iverson : The Theory of Loudspeaker Cabinet Resonances, J. Audio Eng. Soc., 21, 177~180 (April 1973)
- (3) 茶谷, 伊藤, 服部 : スピーカーキャビネットの板振動について, 電気音響研究会資料 EA 72-3 (昭 47-4)
- (4) 例えば 阪本 : スピーカーとスピーカーシステム, 104, 日刊工業新聞社 (昭 46)
- (5) A. W. Leissa : Vibration of Plates, NASA Rep. SP-160 (1969)



特許と新案

通電加工用電極の修正装置 (特許 第 634916 号)

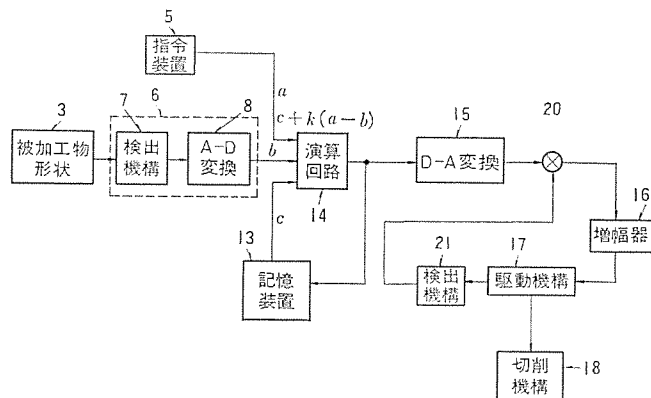
発明者 斉藤長男・小林和彦

この発明は、通電加工用電極の修正装置に関するものである。この発明の構成は図面に示すとおり、所望の製品形状を記憶し各人座標における Y 座標の寸法 (a) を指示する第 1 の指令装置 (5)、n 次電極にて加工した n 次製品形状の寸法 (b) を指令する第 2 の指令装置 (6)、上記 n 次電極形状の寸法 (c) を指令装置 (13)、上記各指令装置からの指令に基づいて $c+k(a-b)$ ($k \leq 1$) の信号を発生する演算装置 (14)、上記演算装置からの信号により $k(a-b)$ に応じた量だけ上記 n 次電極を削り上記 n 次製品形状よりも上記所望の製品形状に近似した製品を加工できる (n+1) 次電極を構成する装置とを備えている。

次に動作を説明すると、まず、第 1 の指令装置 (5) のみの指令により、駆動機構 (17) に ka なる信号を発生させ、これにより切削機構 (18) のカッタを駆動して、1 次電極を作る。次にこの 1 次電極を使用して加工を行い 1 次製品を加工する。続いて所望製品形状との相違を修正して 2 次電極を作る。以下これをくり返して n 次製品の

形状寸法が所望製品形状の寸法公差内に入った時に終了する。

この発明によれば、従来の手作業によらず、修正作業が極めて容易となり、複雑な形状の電極の修正が可能である。



けい光灯器具のカバー着脱装置 (実用新案 第 995094 号)

考案者 保田智行・今井将・石川孝司

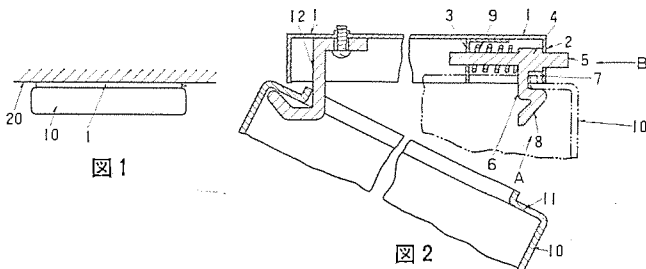
この考案は、カバーを有するけい光灯器具において、ランプ交換時などにおけるカバーの開閉を容易にするためのカバー着脱装置に関するものである。

図を参照して説明すると、図 1. は器具の天井面 (20) への取付状態を示す側面図、図 2. はその要部を示す拡大断面図で、この考案は、基台 (1) の側壁 (2) と所定間隔 (隙) をおいて対向するように、上記基台 (1) 内に支持片 (3) を設け、この支持片 (3) 並びに上記側壁 (2) にしゅう動軸 (4) をしゅう動自在に貫通保持し、このしゅう動軸の操作部 (5) をばね (9) により上記基台側壁外に常時突出させるとともに、上記しゅう動軸 (4) の中間部下面に L 字状の係合片 (6) を突出させて上記側壁の内側部に係合空所 (7) を設け、かつ、この係合片 (6) の先端部を下向きに傾斜するように延長させて案内片 (8) を形成し、上記基台 (1) の下面をおおうカバー (10) の上面開口部周縁 (11) の一边を、上記案内片 (8) に沿ってしゅう動させることにより、上記係合片 (6) 上に載置させるように構成したことを特徴とする。

カバー (10) を基台 (1) に取り付けるに際しては、カバー (10) の開口部周縁 (11) を矢印 A 方向に押し上げると、この開口部周縁 (11) がしゅう

動軸 (4) の案内片 (8) を案内として、ばね (9) に抗してしゅう動軸 (4) を後退させ、仮想線で示すように、自動的に係合空所 (7) 内に入り込んで係合片 (6) 上に容易に載置され、取り付けが完了する。また、カバー (10) を取り外す場合は、しゅう動軸 (4) の操作部 (5) を矢印 B 方向に押すと、カバーの開口部周縁 (11) としゅう動軸 (4) の係合片 (6) との係合が外れ、取り外すことができる。

以上のようにこの考案によれば、基台 (1) に対するカバー (10) の着脱を容易かつ確実に行え、また、基台 (1) の外側に突出する部分が小さくてすむから意匠的にもすぐれ、かつ、カバーには従来のように取付ねじの貫通孔などの加工を施す必要がないから、破損なども少なくすることができる。



MFHX-50SA形マルチタイプエアコン

鷺巣 博章*

1. ま え が き

現在家庭用の空調方式としては、ウインド形、セパレート形のルームエアコンが主流を占めているが、最近、マンションや一般家庭を中心として1室の冷房だけでなく、2室以上を冷暖房するセントラルヒーティングクーリング (CHC) 方式を希望する声が高まっている。CHC方式としては従来より石油、又はガスボイラ及びチリングユニットを使用する方式があったが、最近では清潔で、操作が簡単であり、比較的経済的なヒートポンプ方式が脚光を浴びている。

今回、空気熱源ヒートポンプ方式により、1台の室外ユニットで2室を同時に、又は1室単独に冷房・暖房・除湿できる“マルチタイプエアコン”を開発したので、その概要、仕様、構造などについて紹介する。

2. マルチタイプエアコン

マルチタイプエアコンとは、1台の室外ユニットを屋外に設置し、複数台の室内ユニットを各部屋に設置し、この室外ユニットと、室内ユニットを冷媒配管及び電気配線で接続し、室外ユニットに内蔵されている圧縮機、凝縮器により、圧縮、凝縮された冷媒を各室内ユニットへ送り、蒸発させて、冷房を行うものである。もちろんヒートポンプ式のマルチタイプエアコンの場合には、各部屋の暖房も可能である。

図1にマルチタイプエアコンの一例として、MFHX-50SA形のシステム図を示す。マルチタイプエアコンは、運転方式から切換式と同時式に分類できる。

切換式とは、数台の室内ユニットのうち、いずれか1台しか運転できず、各部屋を切換えて冷房又は暖房するものである。この方式は、構造も比較的簡単であり、圧縮機出力も小さいもので済むという利点があり、同時に利用する可能性が少ない部屋、例えば居間と寝室のような組合せの部屋に室内ユニットを設置するような場合には経済的な冷房又は暖房が可能である。

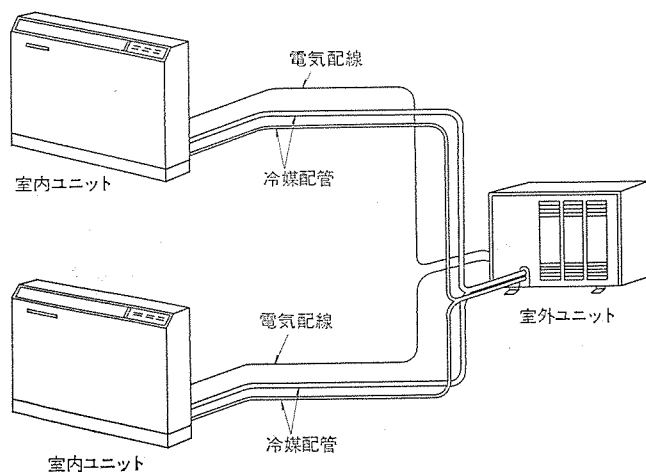


図1. マルチタイプエアコンシステム図 (MFHX-50SA形)

同時式とは、2室以上を同時に冷房又は暖房できる方式であり、構造はやや複雑になるが、通常のエアコンを各部屋に取付けた場合と同様の効果が比較的安価に得られる。

いずれの方式の場合でも、屋外に設置する機器としては、比較的小形、軽量の空冷式コンデンシングユニットだけであり、例えばマンションやアパートのように、屋外のスペースが限られている場合には、このようなマルチタイプエアコンは特に有効な空調システムと言える。

また、1台の室外ユニットに2台の室内ユニットを接続したマルチタイプエアコンを“ツインタイプ”と称することもある。

3. MFHX-50SA形マルチタイプエアコン

MFHX-50SA形ルームエアコンは、1台の室外ユニットに2台の床置形室内ユニットを接続し、冷房・暖房を行うヒートポンプ式マルチタイプエアコンであり、更に除湿専用機能も備えたものである。

3.1 特長

- (1) 2室同時及び1室単独の運転が可能である。また2台の室内ユニットは全く同一仕様のものであり、どちらの室内ユニットからでも室外ユニットの運転、停止が可能であるので、どのような組合せの部屋でも空調可能である。
- (2) 冷房・暖房のほかに、室内ユニットに内蔵されている補助ヒータを利用して、室温を下げずに湿度だけ下げる、除湿専用運転が可能である。
- (3) 2室の冷房・暖房・除湿を行うのに、1台の室外ユニットで済み、また冷媒分岐機構、絞り機構、操作用電気回路等はすべて室内ユニット又は室外ユニットに内蔵されているため、設置スペースが少ない。
- (4) 冷房・暖房時に室温を自動的にコントロールする室内温度調節器を各室内ユニットに内蔵しており、各室個々の温度コントロールが可能である。また室内温度調節器は2ステーションを採用しているため、暖房運転時、室温が特に低い場合のみ補助ヒータに通電し、ある設定温度（暖房運転を停止する温度より5deg低い温度）になると自動的に補助ヒータの通電は停止し、この設定温度以上ではヒートポンプだけによる暖房となるので、経済的で快適な暖房ができる。
- (5) 暖房運転の場合、運転開始直後、又は霜取運転中室内ファンを運転すると室内へ冷風が吹き出され、使用者に不快感を与える。この現象を避けるために室内ファン温調を設け、室内コイルのパイプの温度が一定温度（16℃でON、13℃でOFF）以上にならないと室内ファンが運転しないようにしてある。
- (6) 除湿運転時、室温が26℃以上になると自動的に冷房運転に切換え、更に24℃以下になると除湿運転に切換えるドライサーモを内蔵している。
- (7) 室内ユニットは幅78cm、奥行18cmというコンパクトサイズであるので、室内のフロアスペースを有効に利用できる。
- (8) 室内ユニットの配管は、右、左、後、下の4方向いずれの方向

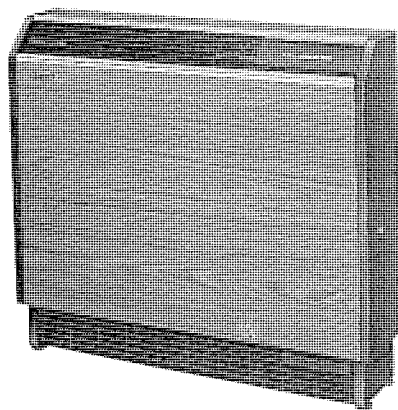


図 2. MFHX-50 SA 形 外観
(室内ユニット)

にも引出し可能であり、据付性が良い。
(9) 冷媒配管の接続は自封式のイン
スタントカップリングにより行うので、配管
作業は非常に簡単である。

3.2 構造

MFHX-50 SA 形 マルチタイプ エアコン は、圧縮機、室外コイル、送風機、
四方弁、暖房用絞り機構等から成る室外ユニットと室内コイル、送風
機、冷房用絞り機構、補助ヒータなどから成る2台の室内ユニットと、
これら室外ユニットと室内ユニット間を接続する冷媒配管、電気配線
等から構成されている。

図 2. に MFHX-50 SA 形の室内ユニットの外観を示す。

3.3 冷媒回路

MFHX-50 SA 形はマルチタイプエアコンであるので、従来のヒートポンプ
式セパレート形エアコンに見られる機構に加え、冷媒分岐回路、絞り調
整機構、バイパス機構を有しているため冷媒回路が複雑になっている。

図 3. に MFHX-50 SA 形の冷媒回路図を示す。

以下、おもな機構につき、その概要を述べる。

(1) 冷媒分岐管、電磁弁

分岐管は室外ユニットの付属配管部に設けられており、冷媒を2台の
室内ユニットに分配する働きを持つ。冷房運転時と暖房運転時は冷媒
の流れが逆方向になるため、往管、復管の両方にそれぞれ設けてあ
る。分岐管としては構造が簡単で、溶接作業性が良く、圧力降下が
少ないY字状に整形した銅管を使用している。

冷房運転時室内ユニットの片側運転を行うため、室内温度調節器と
連動する電磁弁を冷房用絞り機構の前に設け、冷媒の流れを制御す
る。暖房運転時は片側運転を行う場合でも2台の室内ユニットに冷媒
を流し、室内送風機の運転、停止により暖房の入・切を行う。

(2) 絞り機構

マルチタイプエアコンの場合には1台運転から数台同時運転まで行っ
て、負荷の変動幅が非常に大きく、負荷の変動に対応して絞り量を
加減する必要がある。このため MFHX-50 SA 形では通常のエアコン
には見られない特殊な絞り機構を採用している。

図 3. に示すように冷房用絞り機構として、室内コイル入口側に定
圧膨脹弁と毛細管を並列に使用し、暖房用として室外コイル入口側
に2本の毛細管と電磁弁を組合せた絞り機構を採用している。

定圧膨脹弁は低圧側圧力をダイヤフラムで感知し、ボール弁を作動さ
せ、冷媒流量を調整する機能を持つ。

冷房時2台の室内ユニットを同時運転した場合又は室内・外の温度
が高い場合、いわゆる高負荷条件の場合には一般に圧縮機の吐出圧

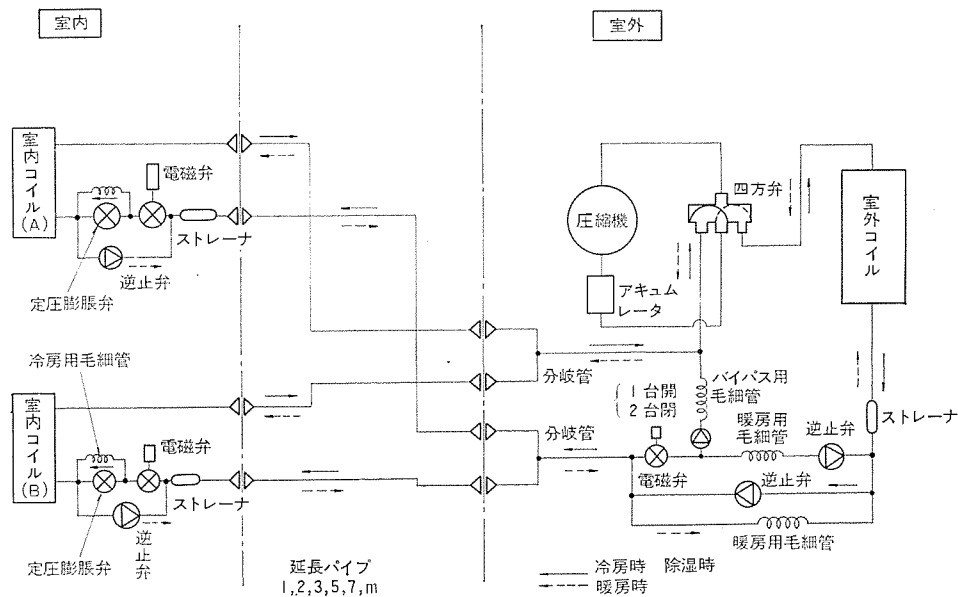


図 3. MFHX-50 SA 形 冷媒回路図

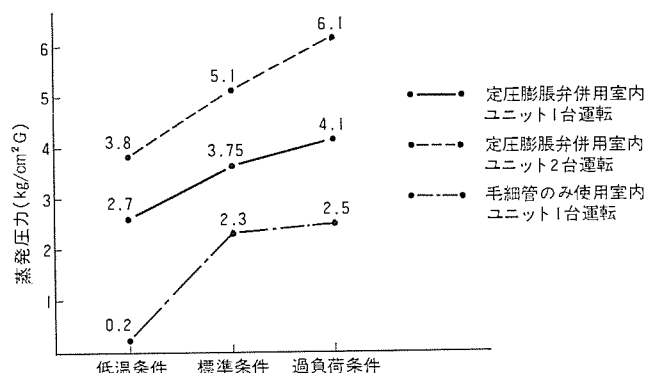


図 4. 定圧膨脹弁の効果

力、吸入圧力が高くなり、圧縮機入力が増加し、吐出冷媒温度は上
昇する。このような高負荷条件の場合、定圧膨脹弁を流れる冷媒量
は非常に少なくなり、定圧膨脹弁は低圧圧力をできるだけ下げるよ
うに働く。

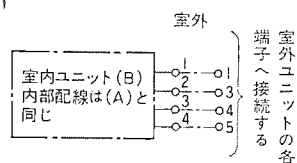
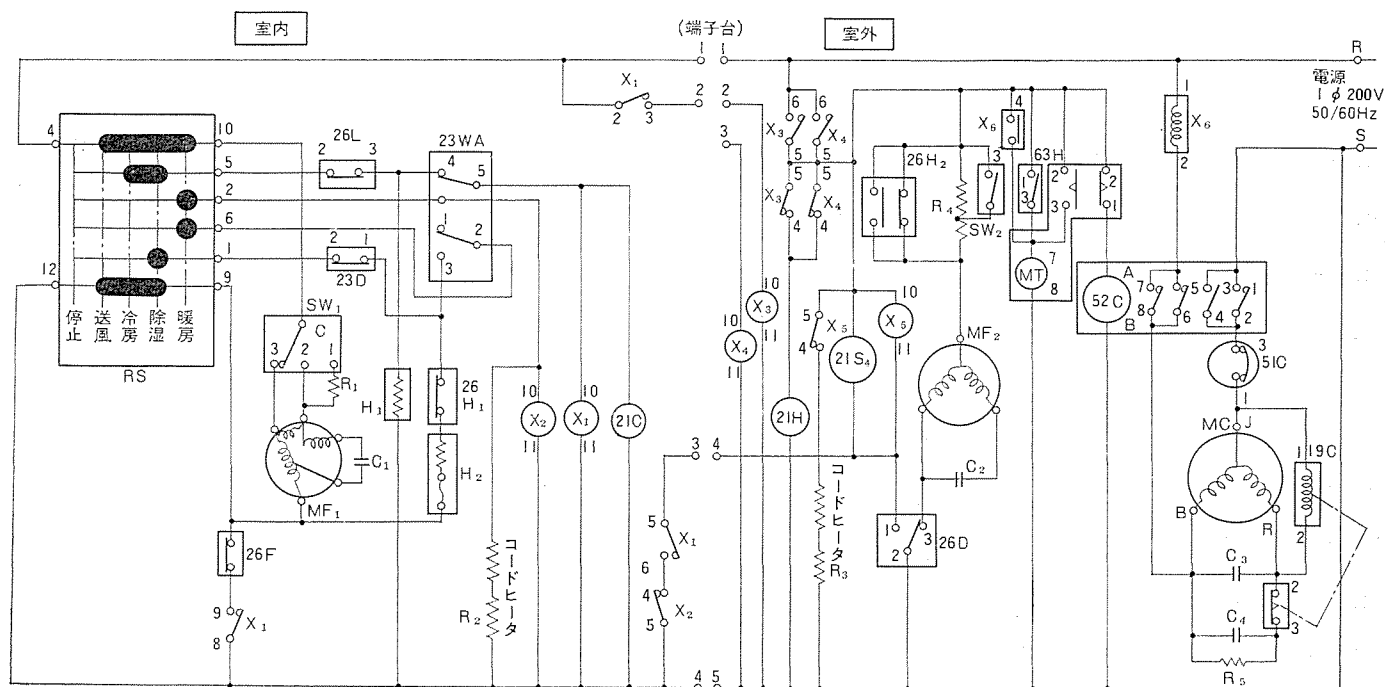
逆に1台運転の場合又は室内・外の温度が低い場合、いわゆる低
負荷条件の場合には、圧縮機吸入圧力、蒸発圧力が極端に低下し、
室内コイルの蒸発温度が 0°C 以下になり、室内コイルへの着霜が激
しくなって実質的に冷房運転が不可能になる。定圧膨脹弁は低圧圧
力が低下すると定圧膨脹弁を通過する冷媒量を増大させ、蒸発圧力
をできるだけ高くするように働くため、室内コイルへの着霜を防止
でき、低負荷条件においても連続運転が可能になる。

図 4. に定圧膨脹弁の効果を示す。温度条件は JIS C 9612 (ルームエ
アコンディショナ) による。

暖房時の絞りとしては室外コイル直前に毛細管を設けている。暖
房の場合室内ユニット1台運転を行うと、凝縮能力が小さくなるため
高圧圧力が増大し、高圧開閉器が作動し、連続運転ができなくなっ
てしまう。これを防止するため1台運転の際には室外側電磁弁を開
き、冷媒を2本の毛細管に並列に流して絞りを小さくする。これに
より高圧圧力は適当な値まで下がり連続運転が可能になる。

(3) バイパス回路

冷房時室内ユニット1台運転を行うと冷媒循環量が減少するため、圧
縮機吐出冷媒温度が高くなり過ぎる傾向がみられる。これを防止す
るため1台運転時のみ凝縮器で凝縮された冷媒の一部を直接圧縮機



MC	圧縮機用電動機	SW ₂	周波数切換スイッチ	26H ₁	温度開閉器(ヒータ)	X ₃	補助継電器	X ₆	電流継電器
MF ₁	送風機用電動機(室内)	H ₁	露付防止ヒータ	R ₁	抵抗器(室内ファン)	X ₄	"	21C	電磁弁(室内冷房)
MF ₂	"(室外)	H ₂	補助ヒータ	R ₂	"(室内ファンサーモ)	X ₅	"	21H	"(室外暖房)
52C	電磁接触器(圧縮機)	MT	タイマ用電動機	R ₃	"(室外ファン)	C ₁	運転コンデンサ(室内ファン)	21S ₄	"(四方弁)
51C	熱動過電流遮断器()	23WA	温調(室温調節)	R ₄	"(室外ファン)	C ₂	"(室外ファン)	26H ₂	温度開閉器(室外)
19C	始動継電器()	23D	温度開閉器(ドライ)	R ₅	放電抵抗器	C ₃	"(圧縮機)	26F	"(ファン)
RS	ロータリスイッチ(メイン)	26D	"(霜取)	X ₁	補助継電器	C ₄	始動コンデンサ()		
SW ₁	ファン切換スイッチ	26L	"(低温)	X ₂	"	63H	圧力開閉器(高圧)		

図 5. MFHX-50 SA 形 電気回路図

表 1. バイパス 回路の効果

	バイパスなし	バイパスあり
圧縮機吐出冷媒温度 (°C)	148	130
圧縮機吸入冷媒温度 (°C)	32.5	13.5
高 圧 圧 力 (kg/cm ²)	21.4	23.7
低 圧 圧 力 (kg/cm ²)	3.0	3.5
ス ー パ ヒ ート (deg)	39.4	17.1

注) 上記のデータは冷房過負荷条件における 1 台運転の場合を示す。

吸入パイプへもどすバイパス管を設けている。冷却器で過大にスーパーヘートされた冷媒は、このバイパスから流入する湿り状態の冷媒と混合することにより冷却され、適当なスーパーヒートとなって圧縮機に吸入されるため吐出温度は下がる。

表 1. にバイパスの効果を示す。過負荷運転時バイパスがない場合には吐出温度が 150°C 近くになり、圧縮機モータの絶縁が劣化する恐れがあったが、バイパスを設けることにより吐出温度は 130°C 程度となりその恐れはなくなった。

1 台運転時だけバイパスさせる機構としては暖房の絞り調整用電磁弁を利用している。また暖房運転時はバイパスしないよう逆止弁を設けている。

(4) 四方弁

冷房・暖房切換用の四方弁は通常のヒートポンプ式エアコンの場合には通電時に暖房状態となるが、MFHX-50 SA 形では高低圧のバランスを早くするため通電時に冷房状態となるように回路を構成している。

3. 4 電気回路

MFHX-50 SA 形はマルチタイプエアコンであるので、操作回路や保護回路がやや複雑になっている。

図 5. に MFHX-50 SA 形の電気回路を示す。

(1) 操作回路

MFHX-50 SA 形ではリレーを多用しているが、これらはそれぞれ次のような目的のために使用される。(図 5.)

リレー X₁ は室内温度調節器 23 WA と連動してリレー X₃, X₄ を作動させ、圧縮機 MC、室外送風機 MF₂ を運転、停止させる。また暖房運転時には室内送風機 MF₁ を運転、停止させる。更に冷房時に四方弁 21 S₄ に通電させる。

リレー X₂ はロータリスイッチ RS を暖房にセットすることにより作動し、四方弁 21 S₄ を暖房状態に保持する。

リレー X₃, X₄ はリレー X₁ と連動して圧縮機 MC、室外送風機 MF₂ の運転、停止を行う。また B 接点を並列に使用することにより暖房用電磁弁 21 H に室内ユニット 1 台運転時のみ通電し、冷媒を流す。

リレー X₅ は霜取温調用コードヒータに暖房時のみ通電するためのものである。

これらのリレーを用いることにより、2 台の室内ユニットのどちら側からも室外ユニットの運転、停止が行えるのである。

(2) 保護回路

保護装置としてはヒータ温調 26 H₁, 高圧スイッチ 63 H, 霜取温調 26 D, ファン温調 26 L などが設けてあるが、通常のエアコンにはあまり用いられないものとして電流リレー X₆ がある。

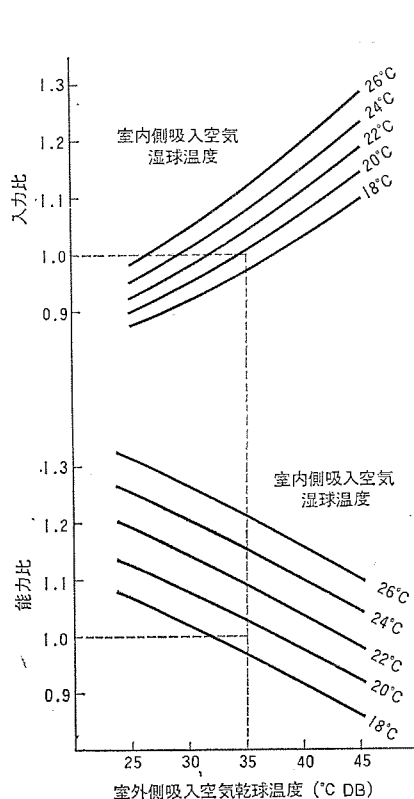


図 6. 冷房運転特性

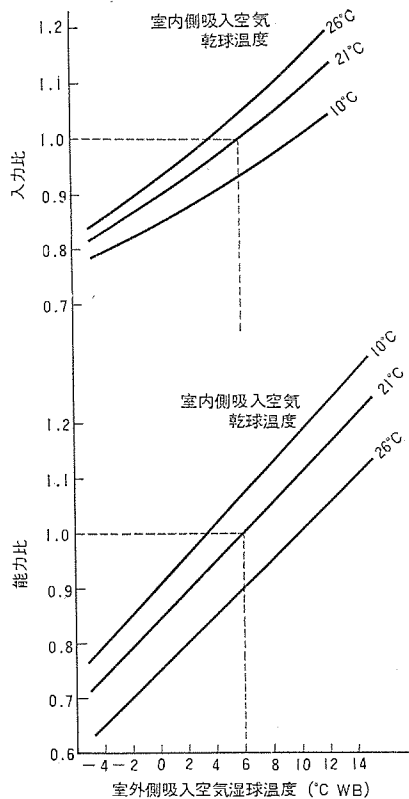


図 7. 暖房運転特性

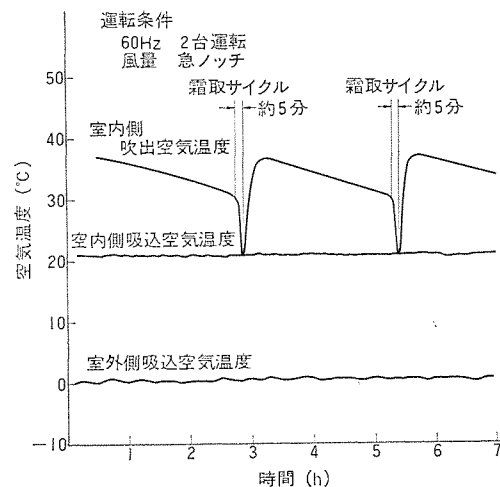


図 8. 霜取り運転特性

表 3. アンバランス状態における冷房能力

	室内ユニット 1 台運転		室内ユニット 2 台運転	
	A ユニット	B ユニット	A ユニット	B ユニット
標準状態	3,050	2,980	2,650	2,560
アンバランス状態	2,780	3,010	2,420	2,620

注) 1. 標準状態では室内AユニットとBユニット及び室外ユニットは水平の位置にあり、延長配管は両方とも3mを使用
2. アンバランス状態では室内AユニットはBユニット及び室外ユニットより3.2m高い位置にある。延長配管は室内Aユニットに10m、室内Bユニットに3mを使用

表 2. MFHX-50 SA 形仕様一覧

項 目	数 値	備 考
性 能	冷房能力 (kcal/h)	4,500/5,000 (2台運転) 2,500/2,800 (1台運転)
	暖房能力 (kcal/h)	6,560/7,060 (2台運転) 3,270/3,530 (1台運転)
	除湿能力 (l/h)	3.2/3.6 1.8/2.0
	室内風量 (m³/h)	420/480
	冷暖面積 (m²)	24~33/26~35 (2台運転) 13~16/14~18 (1台運転)
機 体	電源 (φ, V)	1, 200
	周波数 (Hz)	50/60
	消費電力 (W)	冷房 2,400/2,700 (2台), 1,900/2,100 (1台), 暖房 4,700/5,000 (2台), 3,200/3,600 (1台)
	全電流 (A)	冷房 13.5/14.0 (2台), 10.5/11.0 (1台), 暖房 25.0/25.5 (2台), 18.5/19.0 (1台)
	力率 (%)	冷房 89/96 (2台), 90/95 (1台), 暖房 94/98 (2台), 92/95 (1台)
	始動電流 (A)	58/52
	圧縮機出力 (W)	2,000
	送風機出力 (W)	(内)15×2台, (外)80
	ヒューズ定格 (A)	30
	外形寸法	高さ (mm) (内)670, (外)516 幅 (mm) 780 785 奥行 (mm) 180 470
造 品	製品重量 (kg)	(内)30, (外)73
	冷凍装置	蒸発器, 凝縮器, 空冷銅管アルミフィン
	送風装置	(内)ラインフローファン (外)プロペラファン
	温度調節器	内蔵 (ダイヤル式)
	室内風量切換	急・強・弱 3段
	室外風量切換	弱-自動 2段
	エアフィルタ	サランハニカム織
付 属 品	補助ヒータ (W)	1,200×2台
	使用冷媒	R-22
付属品		置き皿, ドレンパイプ一式

電流リレー X₀ は、室内ユニット 2 台運転の場合、おのこの室内ユニットに設けられた室内温度調節器 23 WA がそれぞれ独自に ON・OFF するため、圧縮機の再始動時間が短くなって圧縮機がロックし、ヒューズ又はノーヒューズブレーカを動作させる恐れがあるので、ロック電流を感知し、ヒューズが切れる前に圧縮機を停止させるものである。

その他の保護装置については説明を省略する。

3.5 仕様

表 2. に MFHX-50 SA 形の仕様を示す。

3.6 特性

図 6. に冷房時の能力、入力特性を示す。図 7. に暖房時の能力、入力特性を示す。

ヒートポンプによる暖房では、外気温が低くなると空気中の水分が室外コイルへ霜状に凍りつき、冷媒と空気との熱交換を妨げるため、冷媒回路を冷房サイクルに切換えて除霜を行う。図 8. に霜取り特性を示す。霜取り運転中は室外送風機及び室内送風機は停止している。

マルチタイプエアコンの場合には 2 台の室内ユニットに接続される延長配管の長さは必ずしも同一ではなく、また 2 台の室内ユニットの設置場所に高低差がある場合も多い。このような使用状態を想定して行った試験結果を表 3. に示す。この試験結果より高低差及び延長配管の長さが異なる場合でも能力の低下は 10% 以下であり、実用上特に問題がないことがわかる。

4. む す び

以上 MFHX-50 SA 形 マルチエアコンにつき構造、仕様、特性などについて述べてきたが、マルチタイプエアコンはこれからの商品であり今後も機種が多様化をはかり、より広範囲のユーザの要求に応じてゆきたいと考えている。

《MELCOM-COSMO》シリーズ モデル700の オペレーティングシステム UTS/VS

坂 和磨*・中山俊英*・吉村康德*・武田浩良*・藤間孝雄*

1. ま え が き

MELCOM-COSMO シリーズモデル 700 は新しく開発された中・大規模の範囲をカバーする計算機システムであり、特にオンライン利用を指向したすぐれたハードウェア性能及びハードウェア機能を有している。

MELCOM-COSMO シリーズモデル 700 のこのようなハードウェアの特長を生かした新しいオペレーティングシステムとして UTS/VS 及び UMS/VS がある。

UTS/VS はバッチ処理だけでなく、会話形のタイムシェアリング処理、オンラインデータベースの即時アクセスと更新を可能とするオンライントランザクション処理、センサベースのクリティカルリアルタイム処理、広範な計算機網（コンピュータネットワーク）の構築を可能とするリモート処理と5次元の処理モードを同時に並行して取扱える際立った特長を有している。

UTS/VS は特に従来のオペレーティングシステムではユーザのニーズを十分満たせずにいたタイムシェアリング処理、トランザクション処理、リアルタイム処理の分野に取組み、これらの分野を得意とするに至るまでにソフトウェア技術の開発を積み重ねてきた成果であり、優れたオペレーティングシステムとして独自性を発揮するものと考えている。また UTS/VS のリモート処理は負荷の相互分担とバランス、ファイルの転送、特別な周辺装置の相互利用、相互バックアップなどができる計算機網（コンピュータネットワーク）を可能とし、コンピュータユーティリティの新しい分野を開拓している。

以下では UTS/VS（以降は UTS と略称する）についてそれがユーザに提供している機能、及びそのために用いられている内部処理方式の特長について紹介を行う。

2. U T S

2.1 概 要

UTS は広い範囲の、多くの使用法を備えた仮想記憶方式のオペレーティングシステムである。

UTS の設計思想の主要なものとしてまず次の3点があげられる。

(1) ハードウェアとソフトウェアとが統合されたシステム

これは、“ハードウェアがもつ多様かつ高度な機能をよりよく使いこなし、すべての能力を100%使い切ることを目指す”ということである。

(2) 多様な処理モードの統合されたシステム

多様な要求に応じ各種の処理環境の実現を可能にするために、複数の処理モードを設ける。すなわち、それぞれ独立でありながら、しかも互換性をもった次の五つの処理モードを考え、これらのすべてにたいしてマルチプログラミングの機能を備える。

- (a) ローカルバッチ処理
- (b) リモート処理
- (c) タイムシェアリング処理
- (d) リアルタイム処理
- (e) トランザクション処理

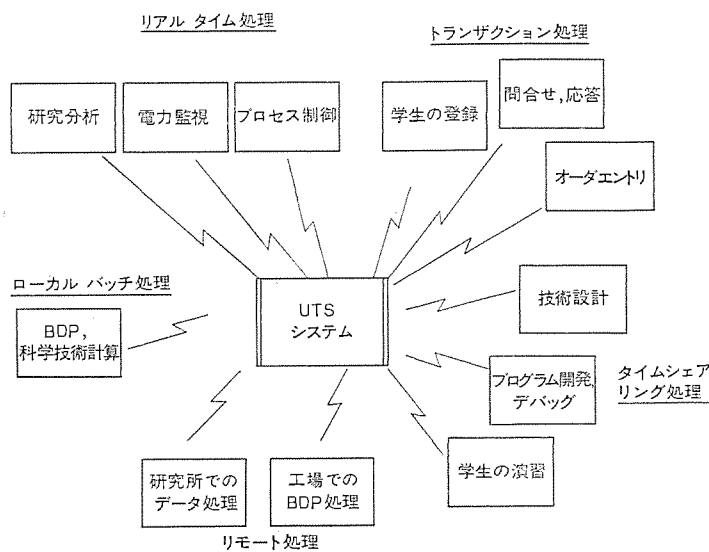


図 1. UTS の五つの処理モード

ユーザは、これら五つの処理モードの中から、自分の必要とするものを選択し、組合せることができる。またモード間に共通な諸サービスやプロセス類を設け、プログラムやファイルはどのモードでも使用できるように、極めて高い互換性を保つ。すなわち、どのモードのジョブも同等であり、プログラムはどのモードの下でも実行できるようにする。（図 1. 参照）

(3) 高い信頼性をもったシステム

言うまでもないことであるが、高度の信頼性を実現するために、ハードウェア、ソフトウェアともに多くの機能を備える。

これらの設計思想から更に、UTS に次のような機能ないし特長をもたせる。

(4) コンピュータネットワーク

コンピュータネットワークを構成することにより、ハードウェア・ソフトウェアともに機能的・地理的な広がりをもつシステムが実現される。すなわち、システムのもつ機能や能力を従来のバッチ処理のわくを越えて、直接にユーザの手許に送り届けることができ、したがってユーザはいつでもどこからでも、システムを利用することができる。これは、コンピュータユーティリティへの大きな前進である。

(5) システムの動的な調整

上述の各処理モードの互換性や柔軟性は、システムにより大きな自由度を与え、変動する負荷にシステムを適合されることを可能にし容易にする。すなわち、ユーザはシステムを動的に調整することが可能である。以下にこの UTS の各処理モードや、内部処理方式及び特長などについて説明する。

2.2 処理モード

2.2.1 バッチ処理

バッチジョブは、システム生成時に作られた最大16個までの論理的なパ

パーティションで並行して走る。パーティション間の実行切換えはTSSと同じくタイムスライスを基本としている。各パーティションはおおの仮想空間をもっており、全仮想記憶領域を使用できる。

ジョブは必要に応じてスワップイン、スワップアウトされる。処理速度を早めるため、指定したパーティションのスワップアウトを禁止する機能もある。

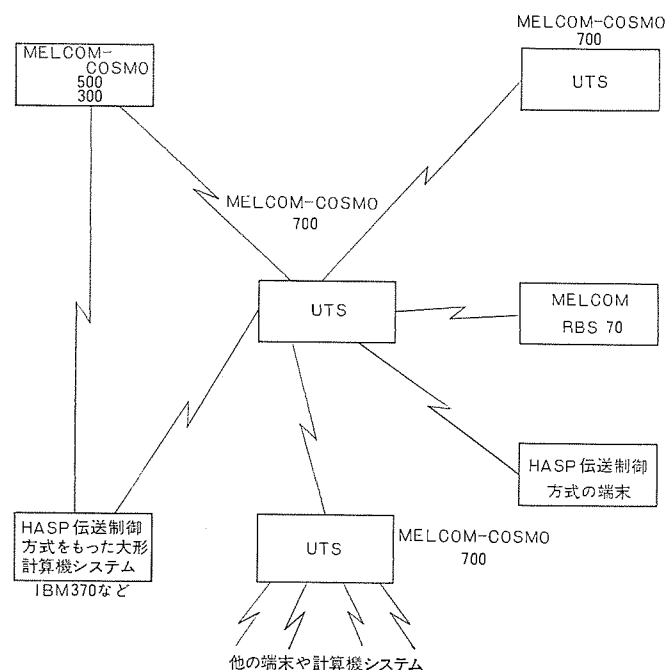


図 2. UTS のリモート処理における計算機網

ある。

バッチジョブの入力は、TSS 端末やリモートバッチ端末及び遠隔の計算機システムからでもできる。プログラムからのジョブ入力もできるので、リアルタイムプログラムからの入力も可能である。

2. 2. 2 リモート処理

UTS では、通常のリモートバッチ端末装置 (RBT) とデータ処理機能を有するインテリジェントリモートバッチ端末装置 (IRBT) の両者を、リモート処理端末としてサポートしている。IRBT サポートソフトウェアとして IBM・HASP マルチリーディング方式を採用しており、バイナリ伝送、両方向同時伝送が可能である。HASP 伝送制御手順を有する計算機ならどれでも端末装置として使用でき、計算機網 (コンピュータネットワーク) を自在に構築することもできる。(図 2. 参照)

IRBT では 14 種のデータストリームを定義でき、多種多様のデータ送受信ができる。

2. 2. 3 タイムシェアリング処理

TSS では 128 台までの端末をサポートする。通信回線は専用回線、公衆回線のいずれでもよく、端末は通常のタイプライタのほか、CRT ディスプレー、感熱式プリンタなど多様な端末が使用できる。TSS の機能の特長を列挙すると次のとおりである。

- (1) バッチとまったく同じ機能が使用でき、FORTRAN-IV、COBOL など高水準言語もそのまま使用できる。
- (2) 会話形プロセッサとして BASIC、APL あるいはファイルメンテナンス用各種プロセッサが用意されている。
- (3) バッチジョブの入力や状態の問合わせ、オペレータとの会話ができる。
- (4) FORTRAN、COBOL、アセンブラのおおののデバッグパッケージを用意し、会話形式でプログラムのデバッグができる。
- (5) システムの動作を妨げずにハードウェア診断プログラムを起動できる (オンライン診断)。

2. 2. 4 リアルタイム処理

リアルタイムプログラムはハードウェア (外部インタラプト、クロックインタラプト) とソフトウェアいずれでも起動できる。プログラムは主記憶常駐形、非常駐形いずれでもよい。

システムの優先度はバッチや TSS よりも高く、また入出力機器や 2 次記憶領域の占有などの特権も許されている。

高速の応答を必要とする場合、スケジューラの介入なしで完全にハードウェアにより数マイクロ秒でプログラムにコントロールを渡す機能もある。

2. 2. 5 トランザクション処理

UTS のトランザクション処理は、端末からトランザクションすなわち入力メッセージを投入するだけで、データ収集やデータベースの内容検索、更新、レポート作成などを自動的に行う各種オンラインシステムを自在に構築できる、はん (汎) 用性に富んだ処理モードである。このためトランザクション処理のパッケージソフトウェアが用意されている。

トランザクション処理 (TP) のメッセージの流れ、処理の概要は図 3. に示すとおりである。まず、遠隔端末から入力されたメッセージは通信回線を經由してモニタの通信網管理ルーチンによって読み込まれ、端末インタフェースコントローラ (TIC) に渡される。TIC は遠隔端末と TP のソフトウェアとのインタフェースを制御し、TP の制御下にあるすべての遠隔端末を一括して管理するルーチンである。受信されたメッセージは、TIC より、トランザクション形式記述表 (TFD) とつきあわされて検査され、モニタのトランザクションキュー管理ルーチンを通してト

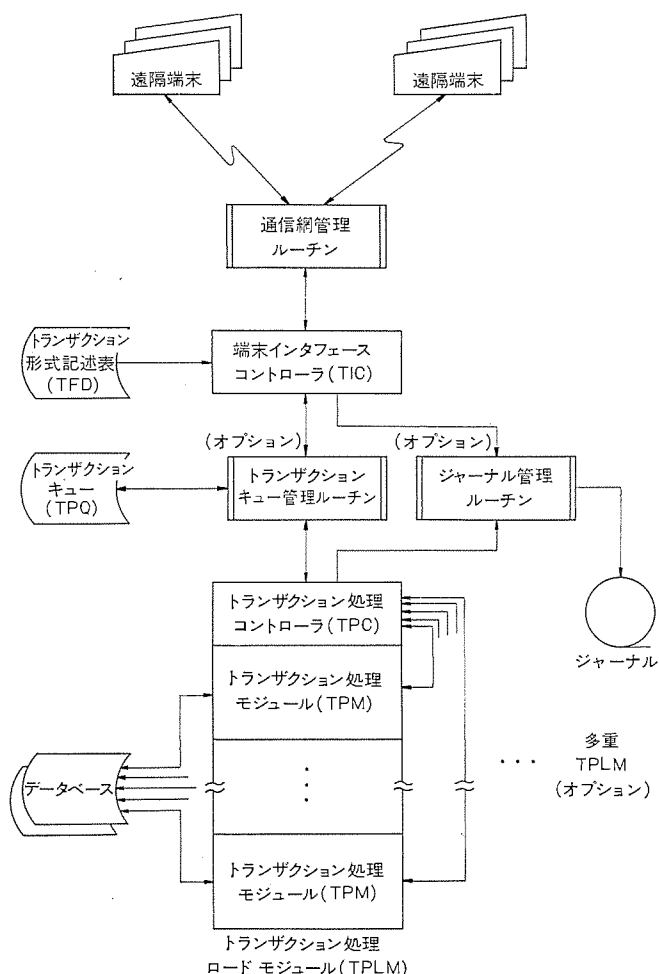


図 3. UTS のトランザクション処理の概要

ランザクション キュー (TPQ) につながる。

続いて トランザクション 処理 ロード モジュール (TPLM) がロードされ、TPLM 内の制御 ルーチン である トランザクション 処理 コントローラ (TPC) の要求により、メッセージ が TPQ から読出される。TPC は、その トランザクション に対応した トランザクション 処理 モジュール (TPM) すなわち ユーザ のアプリケーション モジュール をスケジュールする。したがってメッセージ は TPM に引渡され、TPM は適当に処理を行い、必要に応じてデータベース をアクセスし、データの検索、更新などを行うことになる。

その結果 TPM によってレポート が作成されると、これは TPC を経由して TPQ にキューイング される。次に TIC が呼び出され、このルーチン によってレポート は再び TPQ から取り出され、TFD が参照されて必要な検査 がなされる。レポート は TIC によって適当な形式に整えられ、出力 メッセージ が作成されて指定された遠隔端末 へと送り出される。出力端末 は入力端末 とは異なってもよいし、また一つに限らず複数個でもよい。

以上の処理中、入出力 メッセージ のジャーナル を TIC によって作成したり、トランザクション 処理のいろいろな段階を TPC によってジャーナル 化したりすることもできる。これらのジャーナル 化は、指定しさえすれば モニタ のジャーナル 管理 ルーチン を使用して TP システム が自動的に行う。更に、これらのジャーナル 情報を駆使して、障害回復、統計処理などを自動的に行わせることも可能である。

2. 3 内部処理方式と特長

UTS のいずれの処理 モード も、タスク スケジュール、メモリ 管理、ファイル 管理などの内部的な処理は同じルーチン で統一的に管理される。UTS の内部処理方式及びその特長について説明する。

2. 3. 1 メモリ管理

ユーザ プログラム は、ページ (2,048 バイト) 単位で主記憶の空き領域へ入れられる。これらのページは物理的に連続していないので、「メモリ マップ」というハードウェア 機構を使用する。メモリ マップ は各ページのプログラムの仮想アドレス を実行時に実アドレス に変換する。これによりプログラム はあたかも連続した主記憶にロード されたごとく実行される。1 ページごとに空き領域を使うので、主記憶は極めて有効に使用されることになる。(図 4. 参照)

メモリ マップ で作られる仮想空間は、各ユーザ プログラム ごとに与えられるマルチパーティション スペース 方式である。仮想空間の割当ての例を図 5. に示す。仮想空間の先頭領域はモニタ が占有し、実メモリ 領域でも先頭を占める。引き続き仮想空間の領域は、テーブル、バッファあるいはモニタ のオーバーレイルーチン 領域として使用され、残りの仮想空間領域がユーザ 領域としてプログラム で使用される。また、ユーザ 領域の中に特別プロセッサ 領域をとることができる。この領域には特別なリエントラント なプロセッサ やライブラリ がある。

2. 3. 2 スケジュール方式

スケジューラ は 30 数種類のタスクステータス キュー をもち、ユーザ プログラム はいずれかのキュー につながる。スケジューラ は、次の方法でスケジュールを行う。

- (1) 各タスクステータス キュー を優先度の順に探索し、もっとも優先度の高いプログラム を実行の対象として選択する。
- (2) 選択されたプログラム が主記憶上にあれば実行を開始させるが、主記憶上になければ 2 次記憶装置より主記憶に読込む(スワップイン)。
- (3) プログラム を読込む空き領域が主記憶になければ、もっとも優先度の低いプログラム より 2 次記憶装置に書き出す(スワップアウト)。

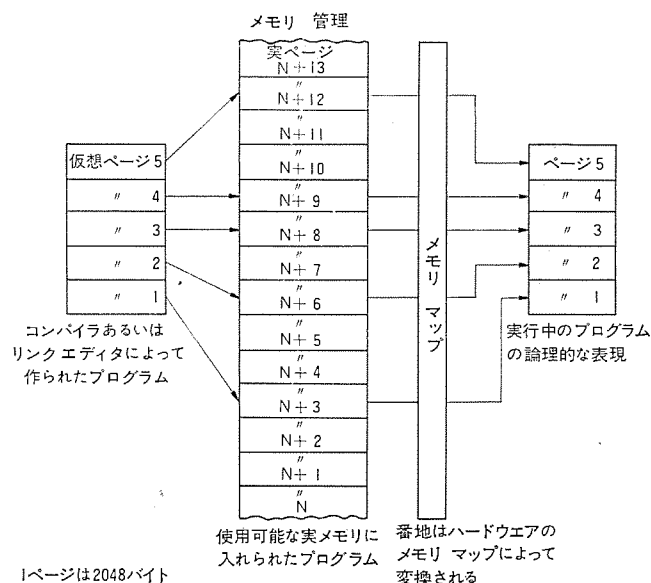


図 4. UTS のメモリマップ動作

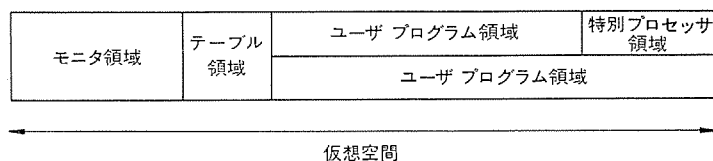


図 5. UTS の仮想空間領域の割当ての例

タスクステータス キュー には入出力待ちキュー、バッファ待ちキュー、タイムスライス切れキュー などがあり、優先度が異なる。例えば、入出力待ちキュー はタイムスライス切れキュー より優先度が高く、入出力待ちプログラム が入出力を行ってその完了を待っている間に、CPU をより多く使用するプログラム が走ることで、システム 資源を効率的に使用することになる。

スワップイン、スワップアウトの間も主記憶上にあるプログラム は並行して実行され、CPU は遊ばないようにスケジュールされる。

TSS ユーザ は一般に入出力待ちが多いため、バッチプログラム よりひん繁にスワップイン、スワップアウトされる。バッチプログラム にたいし、処理時間を早めるためスワップアウトを禁止する機能も用意されている。

以上述べたスケジューラの複雑な処理を、徹底してテーブルを利用することにより、簡潔なロジックで短時間でおこなうことに成功している。

2. 3. 3 システムの動的制御と性能監視

システムの性能は、同時に走るバッチジョブ や TSS ユーザ の数、タイムスライスの長さ、使用できる主記憶容量などの変数に大きく依存する。UTS は性能に影響を与えるこれら 80 種類以上の変数のデータをシステム 動作中に収集しており、指定された時間帯ごとに統計しグラフ として表示する。これにより、時間帯ごとに変動する最大負荷やシステム 性能のあい(隘)路を分析できる。

更に、オペレータ がこれら変数を外部より変更することにより、時間帯や処理環境に応じて動的にシステム を最適化することができる。

2. 3. 4 ファイル管理

ファイル としては次の 3 種が用意されている。

- (a) コンセクティブ ファイル
- (b) キード ファイル
- (c) ランダム ファイル

コンセクティブ ファイル はシーケンシャル 構造のファイル である。キード ファイ

ルはインデックスシーケンシャルファイルに相当するものである。ランダムファイルはファイル領域として確保された物理的に連続した領域にあるデータを、物理的なアドレスを指定してアクセスするファイルである。UTSではランダムファイルの応用プログラムとして、EDMS（エクステンデッドデータマネジメントシステム）を提供している。これにより、ユーザはトランザクション処理などに強力なデータベースを作成することができる。エンキュー／デキュー機能により、複数ユーザが同時にデータベースにアクセスするのを自動的に可能にしている。

2.3.5 リエントラント プロセッサ

FORTRAN, BASIC, 入出力コマンド解析プロセッサ, デバッグプロセッサなどはリエントラントに作成されており、主記憶上に一つあれば複数ユーザをサービスできる。更に、FORTRAN ライブラリもリエントラントに作られており、複数のFORTRAN プログラムを同時にサービスする。

ユーザによるリエントラントプロセッサ、リエントラントライブラリの追加も可能である。リエントラントプロセッサは多くのユーザでコピーが共用されることから、シェアードプロセッサとも呼んでいる。このようなリエントラントプ

ロセッサの利用により、UTSの仮想記憶の効率が著しく高められている。

3. む す び

ソフトウェアはメカ及びユーザの両者を通じて非常に大きなものが蓄積され、財産として長期にわたり保持されるという特質を持つ。このため新しいソフトウェアを開発する場合も過去のソフトウェアとの互換性を慎重に考慮しつつ行う必要があり、大きな慣性を持つ面もある。しかし一方では次々と新しい適用分野が開拓され、これとともに技術革新の必要にせまられて、刻々と変化して行く面もある。

このためUTS/VSの開発に際しても従来のMELCOM 7000シリーズのオペレーティングシステムであるBPMとの互換性を十分配慮している。また今後の発展に対しても配慮しておりここで述べたものをベースに改良及び追加の開発が次々と積み重ねられて行くことになる。

当社の登録実用新案

登録番号	名 称	考 案 者	登録番号	名 称	考 案 者
1049894	磁気記録再生装置	橋本公佑	1049916	ダムウエータの戸の連動装置	徳田泰弘
1049895	テープレコーダの操作ツマミ切換装置	奥 昌 淳	1049917	半導体装置	杉本和彦・上 川 孝
1049896	高耐圧大容量半導体 ダイオード	貞森将昭	1049918	半導体装置	杉本和彦・上 川 孝
1049897	内燃機関点火装置	大西正義	1049919	扉の錠止装置	石倉正男
1049898	エレベータかご室の目地保持装置	宮城 晃・兼松 豊	1049920	機関着火用配電器	荒川利弘・山根恒夫
1049899	自動車用 アンテナ	岡本春樹・奥村 修	1049921	ダムウエータのかごの戸のしめ忘れ防止装置	徳田泰弘
1049901	選択式接触 スイッチ	酒井勝正	1049922	管状発熱体の支持装置	慶野長治・後藤完二
1049902	自動車用 アンテナ	岡本春樹・奥村 修	1049923	小形回転機	目黒友夫
1049903	シフトレジスタの記憶内容表示装置	山崎英蔵・西 健一	1049924	ヒーズ線発熱体の取付装置	{近藤正司・日比野浩一 遠藤 清
1049904	開閉器	立石俊夫	1049925	ダイオード	三井 茂
1049905	電子調理器	高瀬明生・古屋芳明	1049926	ダイオード	三井 茂
1049906	クラッチ・ブレーキ付 モートル	目黒友夫	1049927	エレベータ 捜査鏡装置	河原四良・兼松 豊
1049907	偏波共用一次放射器	佐藤保雄	1049928	電気かみそり	小池利男
1049908	パイプスタンド	安田幸夫	1049929	機関点火用ディストリビュータの装着装置	大西正義
1049909	電池容器	熊田泰治	1049930	内燃機関回転同期パルス検出装置	日野利之
1049910	プロウ電動機	長 領 元	1049931	機関のアイドル検出器	三木隆雄
1049911	ヒーズ線発熱体	町原義太郎・近藤正司	1049932	電気掃除機のちり落とし装置	武井久夫・福田興司
1049912	ダムウエータの戸の連動装置	矢 野 博	1049933	機関着火用配電器の配電ロータ	{斎藤 実・橋本正春 大西正義
1049913	ブレーキ付かご形誘導電動機	武谷勝次・脇山嘉之			
1049914	発熱体	{町原義太郎・近藤正司 日比野浩一			
1049915	エレベータ乗場の防火扉装置	山田春夫			

UHF帯小形マイクロストリップ アイスレータ

紅林秀都司*・折目晋啓*・靱山公男**・渡井久男**・下田光信**

1. ま え が き

近年、電子機器の小形化、集積化の要求に伴い、発振器や増幅器の安定化、保護、混交調防止などの目的で用いられるアイスレータも小形化の努力が続けられてきた。そして、VHF帯やUHF帯では、現在機器内に組み込み用のアイスレータとして集中定数形サーキュレータの一端を整合負荷で終端したものが用いられている。しかし、この形のアイスレータは構造が若干複雑であること、また集積化にも適合しにくい構造となっているため、もっと構造が単純で作りやすく、また集積化にも適合しやすいものが要求されている。

ここで報告するアイスレータは、このような要求を満たすべく開発されたもので、フェライトの共鳴現象を利用したマイクロストリップ形のアイスレータである。これまでフェライトの共鳴現象を利用したものは⁽¹⁾⁽²⁾、大きなFigure of Merit (アイスレータの逆方向減衰量と順方向損失の比)が得られないこと、周波数帯域が取れないことなどの欠点のため、等閑に付されていた。しかし、サーキュレータ形のものとは違い、この形のものでは入力VSWRと逆方向減衰量が独立に選択できるため、それほど大きな減衰量が必要でない場合には、上記欠点が問題なくなり、構造の単純さや吸収体の不要なことなどから、UHF帯ではむしろこの形のほうが優れていると考えられる。そこで集積化容易なマイクロストリップ線路形式を用い、小形のものができれば、実用性が高いと考え開発を行った。

本文2章では、3章及び4章の内容の理解を助けるため、このアイスレータの基本構造と動作原理を、3章には動作の検討と改善の方向を、4章には改善されたアイスレータの材料、回路両面からの検討結果と試作例について述べる。

2. 共鳴吸収形アイスレータの原理

マイクロストリップ線路形式を用いた共鳴吸収形アイスレータの基本構成図を図1に示す。アルミナ等の誘電体基板中に埋めこまれたフェライトと、その基板面にフェライト部分で主線路導体から分岐する先端短絡分岐線路と先端開放分岐線路を有する導体パターン及び基板の裏面に被着された接地導体と、フェライトをz軸方向に磁化するための磁石

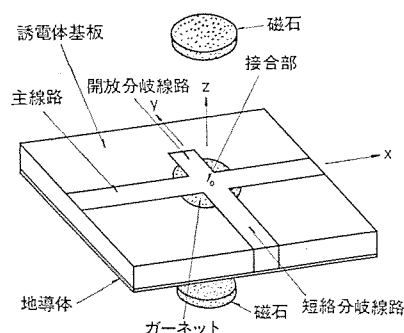


図1. アイスレータの基本構成

からなっている。今このようにz軸方向に磁化されたフェライトに、磁化の方向と垂直な面内に高周波磁界 $\mathbf{h} = i_x h_x + i_y h_y$ 成分を持つ電磁波が入射すると、フェライトの持つテンソル透磁率のためにx方向の高周波磁界に対して、x方向だけでなくy方向の高周波磁束も生じ、高周波磁界と高周波磁束密度 ($\mathbf{b} = i_x b_x + i_y b_y$) の間には次式のような関係が存在する⁽³⁾。

$$\begin{pmatrix} b_x \\ b_y \end{pmatrix} = \mu_0 \begin{pmatrix} \mu & -j\kappa \\ j\kappa & \mu \end{pmatrix} \begin{pmatrix} h_x \\ h_y \end{pmatrix} \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$\left. \begin{aligned} \mu &= \mu' - j\mu'' \\ \kappa &= \kappa' - j\kappa'' \end{aligned} \right\} \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$\left. \begin{aligned} \mu' &= 1 + \frac{\omega_0 \omega_m (\omega_0^2 - \omega^2) + \omega_m \omega_0 \omega^2 \alpha^2}{[\omega_0^2 - \omega^2 (1 + \alpha^2)]^2 + 4 \omega_0^2 \omega^2 \alpha^2} \\ \mu'' &= \frac{\omega \omega_m \alpha [\omega_0^2 + \omega^2 (1 + \alpha^2)]}{[\omega_0^2 - \omega^2 (1 + \alpha^2)]^2 + 4 \omega_0^2 \omega^2 \alpha^2} \\ \kappa' &= \frac{\omega \omega_m \alpha [\omega_0^2 - \omega^2 (1 + \alpha^2)]}{[\omega_0^2 - \omega^2 (1 + \alpha^2)]^2 + 4 \omega_0^2 \omega^2 \alpha^2} \\ \kappa'' &= \frac{2 \omega \omega_0 \omega_m \alpha}{[\omega_0^2 - \omega^2 (1 + \alpha^2)]^2 + 4 \omega_0^2 \omega^2 \alpha^2} \end{aligned} \right\} \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$\omega_m = -\gamma \mu_0 M_s, \quad \omega_0 = -\gamma \mu_0 H_0, \quad \omega \alpha = \mu_0 |\gamma| \Delta H / 2 \quad \dots\dots\dots (4)$$

ここで H_0 は外部直流磁界、 M_s は飽和磁化、 γ は磁気回転比、 α は無次元の損失定数、 ΔH は磁気共鳴半値幅、 μ_0 は真空の透磁率、 ω は角周波数、 i_x 、 i_y はそれぞれ x、y 方向の単位ベクトルである。

直線偏波に対して磁化されたフェライトはテンソル透磁率を有するが、外部直流磁界のN極からS極に向う方向を見て右旋する円偏波 (正の円偏波) $h_x = j h_y$ 、左旋する円偏波 (負の円偏波) $h_x = -j h_y$ は式(1)より次式で示されるような透磁率をもつ。

$$\left. \begin{aligned} \text{正の円偏波} \quad \mu_+ &= \mu - \kappa \\ \text{負の円偏波} \quad \mu_- &= \mu + \kappa \end{aligned} \right\} \quad \dots\dots\dots (5)$$

上式において μ_{\pm} の実部 (μ_{\pm}') と虚部 (μ_{\pm}'') は式(3)より次式で表される。

$$\mu_{\pm} = \mu_{\pm}' - j\mu_{\pm}'' \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$\left. \begin{aligned} \mu_{\pm}' &= 1 + \frac{\omega_m (\omega_0 \mp \omega)}{(\omega_0 \mp \omega)^2 + (\alpha \omega)^2} \\ \mu_{\pm}'' &= \frac{\alpha \omega_m \omega}{(\omega_0 \mp \omega)^2 + (\alpha \omega)^2} \end{aligned} \right\} \quad \dots\dots\dots (7)$$

式(7)より $\omega_0 = \omega$ となるように外部直流磁界をかけた時、フェライトは正の円偏波に対しては強い共鳴現象を示し、 μ_+'' は最大となりマイクロ波はフェライトに吸収される。このときフェライトの単位体積当たり、毎秒吸収される電磁エネルギーは次式で示される⁽⁴⁾。

$$P = \frac{2 \omega \omega_m}{|\gamma| \Delta H} \cdot |h_x|^2 \quad \dots\dots\dots (8)$$

このとき正の円偏波に対する透磁率は式(7)より次式で与えられる。

$$\mu_+ = 1 - j 2 \omega_m / \mu_0 \cdot \gamma \cdot \Delta H \quad \dots\dots\dots (9)$$

ところが負の円偏波に対しては共鳴現象は生じないので、この両円

偏波の性質を利用してアイソレータを実現することができる。図 1. に示したアイソレータにおいて、接合部から短絡分岐線路側を見たインピーダンス z_L は、短絡分岐線路の特性インピーダンスを z_A 、長さを l_{s1} 、位相定数を β_1 、波長を λ_1 とし無損失線路を仮定すれば次式で与えられる。

$$z_L = jz_A \cdot \tan \beta_1 l_{s1} \quad \dots\dots\dots (10)$$

したがって $0 < l_{s1} < \lambda_1/4$ の範囲で z_L は誘導性となる。一方主線路の特性インピーダンスを z_0 とし、主線路は整合負荷が接続されているとする。このとき接合部の電圧を V とすれば、主線路と短絡分岐線路の接合部でそれぞれの線路に流れる電流 I_m 、 I_j は

$$I_m = V/z_0, \quad I_j = V/z_L = V/jz_A \tan \beta_1 l_{s1} \quad \dots\dots\dots (11)$$

となる。円偏波を生ずるための条件は

$$|I_m| = |I_j| \quad (\text{ただし } I_m \text{ と } I_j \text{ の位相差が } 90^\circ) \quad \dots\dots\dots (12)$$

であるから、上式より

$$z_0 = z_A \cdot \tan \beta_1 l_{s1} \quad \dots\dots\dots (13)$$

が求まる。一方開放分岐線路の特性インピーダンスを $z_{A'}$ 、線路長を l_{01} 、位相定数を β_1' 、波長を λ_1' とすれば、接合部から見た開放分岐線路のインピーダンスは

$$z_C = -jz_{A'} \cdot \cot \beta_1' l_{01} \quad \dots\dots\dots (14)$$

ただし $0 < l_{01} < \lambda_1'/4$

であるから、短絡分岐線路を付けることによって生ずる反射を打消すためには次式を満たすことが必要である。

$$1/z_A \cdot \tan \beta_1 l_{s1} - 1/z_{A'} \cdot \cot \beta_1' l_{01} = 0 \quad \dots\dots\dots (15)$$

以上の設計法に基づいて 740 MHz 帯で当社相模製作所製 ガーネット、I-19 材 (飽和磁化 600 Gauss)、直径 (D) 4 ϕ 、厚み (t) 0.64 mm を用いて試作したアイソレータの特性を図 2. に示した。なお逆方向損失 (L_B) の温度特性については電磁石を用い、温度変化させた時の L_B のピーク値が 740 MHz になるように磁界を変化させた。これによると L_B のピーク値及びそれをうる外部直流磁界が変化し、そう (挿)入損失 (L_f) の周波数依存性も大きく、実用的アイソレータを得るには改善を必要とすることがわかった。

3. 検 討

3.1 そう入損失を軽減する回路構成法

L_f 及びその周波数依存性の少ない良好な特性を有するアイソレータを得るには、下記条件を満足することが大切である。

(a) 適当な L_B を得るためには、その周波数に見合ったフェライト径が必要で、フェライトの径が小さすぎると十分な L_B を得ることができない。

(b) L_f 及びその周波数特性を良好にするには、フェライト内の円偏波 RF 磁界の状態及びその分布を良好にしなければならない。そのために直線偏波による損失をできるだけ避けるような形状の内部導体が望ましい。

以上のような条件を満足する内部導体として、図 3. に示すようにフェライトをほぼ覆うような接合部を形成する方式を考案し、その効果について調べた⁽⁵⁾。この接合部の寸法は波長に比して十分小さいので、幅の異なる分岐線路が主線路に接続されたと考え、この回路は式 (16)、(17) の条件を満たす時、接合部に円偏波高周波磁界が生じ、主線路から見ると幅広の接合部を含む短絡分岐線路と開放分岐線路が並列共振を起こして整合がとれている。

$$\left. \begin{aligned} z_A(z_B/z_0 + \tan \beta_2 l_{s2}) \cdot \tan \beta_1 l_{s1} &= z_B(1 - z_B \cdot \tan \beta_2 l_{s2}/z_0) \\ z_{A'}(z_B'/z_0 - \tan \beta_2' l_{02}) \cdot \cot \beta_1' l_{01} &= z_B'(1 + z_B' \cdot \tan \beta_2' l_{02}/z_0) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (16)$$

$$\left. \begin{aligned} 0 < l_{s1} < \lambda_1/4 & \quad 0 < l_{s2} < \lambda_2/4 \\ 0 < l_{01} < \lambda_1'/4 & \quad 0 < l_{02} < \lambda_2'/4 \\ z_B > z_A \tan \beta_1 l_{s1} \cdot \tan \beta_2 l_{s2} & \\ z_{A'} \cdot \cot \beta_1' l_{01} > z_{B'} \cdot \tan \beta_2' l_{02} & \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (17)$$

ここに $z_B, z_{B'}$: 幅広分岐線路の特性インピーダンス

l_{s2}, l_{02} : " の線路長

β_2, β_2' : " の位相定数

λ_2, λ_2' : " の波長

以上の考えに基づいて実際に設計した回路について検討を行う。2 章 図 2. に示した特性を有するアイソレータに用いた ガーネット と同じ材料で、しかも同一寸法のものを用いアイソレータを構成した。図 4.

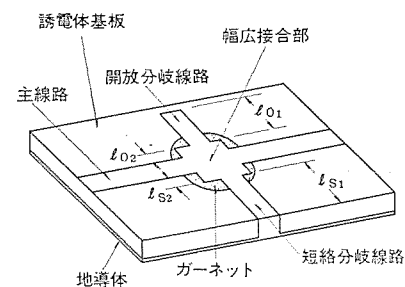


図 3. 内部導体の形状

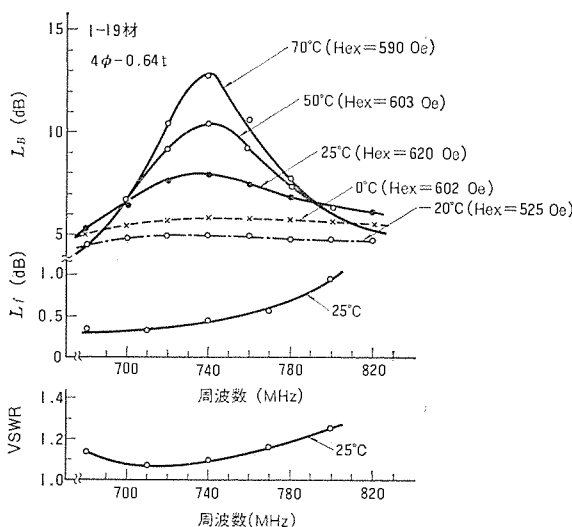


図 2. アイソレータの特性

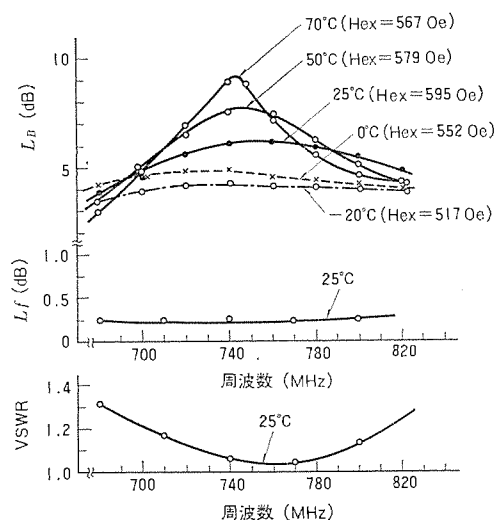


図 4. アイソレータの特性

はそのアイソレータ特性を示したものであり、 L_B の温度特性については前回同様電磁石を用い、温度を変化させた時 L_B のピーク値が740 MHzになるように磁界を変化させている。これによると室温での L_B は740 MHzで図2.に比較して8 dBから6.2 dBに劣化しているが、 L_f の値は0.45 dBから0.25 dBに改善され、その周波数依存性並びに順逆比も改善されている。このことから幅広の接合部は L_f 及びその周波数依存性を改善するのに効果のあることがわかる。

3.2 内部直流磁界の分布の影響

フェライト円板を z 軸方向に磁化した場合、半径方向に対する内部直流磁界の分布は図5.に示すように、フェライト円板の中心部で最も弱く、円周上で最大となるように分布する。これは円板の場合は主に半径方向において、場所により直流反磁場が異なっているためと考えられる。今 $D/t \gg 1$ とすると、フェライト円板の中心部近傍の反磁界 $H_d(r)$ は、半径方向の関数として式(18)で、また内部直流磁界 $H_{in}(r)$ は式(19)で与えられる⁽⁶⁾。

$$H_d(r) = M \left[1 - \frac{g}{(1+g^2)^{1/2}} \left\{ \frac{3g}{(1+g^2)^{3/2}} - \frac{3g^3}{(1+g^2)^{5/2}} \right\} \left(\frac{r}{D} \right)^2 \right] \quad \dots\dots\dots (18)$$

$$H_{in}(r) = H_0 - H_d(r) \quad \dots\dots\dots (19)$$

ここに $g = t/D$

M : H_0 に対応するフェライト円板の平均磁化

次に $H_{in}(r)$ の半径方向に対するこう配 $dH_{in}(r)/dr$ を考えると、それは次式で与えられる。

$$\frac{dH_{in}(r)}{dr} = M \left\{ \frac{3g}{(1+g^2)^{3/2}} - \frac{3g^3}{(1+g^2)^{5/2}} \right\} \frac{2r}{D^2} \quad \dots\dots\dots (20)$$

これより M 、 t 及び D を変化させることにより $dH_{in}(r)/dr$ が変化し、それを小さくするには M を小さくするか、あるいは D 一定で t を小さくしたり、逆に t 一定で D を大きくする必要があることがわかる。

そこで M 、 D を一定として t を変化させ、 $dH_{in}(r)/dr$ の変化がアイソレータ特性に及ぼす影響を調べた。図6.、7.は -20°C から 70°C の温度範囲で H_0 がほとんど変化しない金属磁石とガーネットI-19材($D=4\phi$)を用いてアイソレータを構成し、 D/t (t を変化)を6.8から12まで変化した場合の、各温度に対する L_B のピーク値の変化の様子と L_B のピークが起る周波数の変化を示したものである。両者をみくらべると、室温での L_B を大きく得るには dH_{in}/dr を小さく、また温度の変化により共鳴吸収が得られる周波数の変化を少なくするには適当なこう配 dH_{in}/dr を持たせる必要が生じ、両者相入れない結果となっている。したがって実際にはその両者を勘案した上で D/t の選定を行う必要が生じるが、高温で飽和磁化の変化の少ない材料を用いれば、図7.に示した L_B のピークが得られる周波数の温度依存性を劣化させることなく、大きな D/t を選択することができる。その結果、図6.に示した高温側での L_B の劣化を防ぐことができる。

3.3 飽和磁化の選定

アイソレータの順逆比(L_B/L_f)を良好にするためには、内部直流磁界(H_{in})が常にフェライトを飽和させる値でなければならない。今その値を δH_s とすると H_{in} との間には次式の関係が必要

$$H_{in} = H_0 - N_z \cdot M_s > \delta H_s \quad \dots\dots\dots (21)$$

ここに

N_z : z 軸方向に対する反磁係数

である。一方波長に比べて十分小さな偏平回転(楕)円体(円盤形)状フェライトの場合、共鳴条件は次式のように表される。

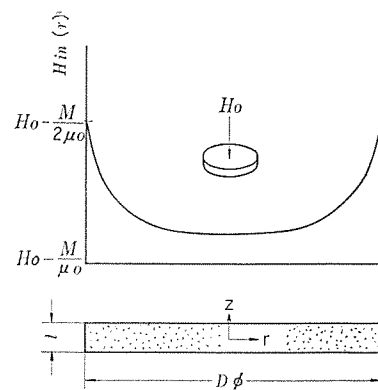


図5. r 方向に対する $H_{in}(r)$ の分布

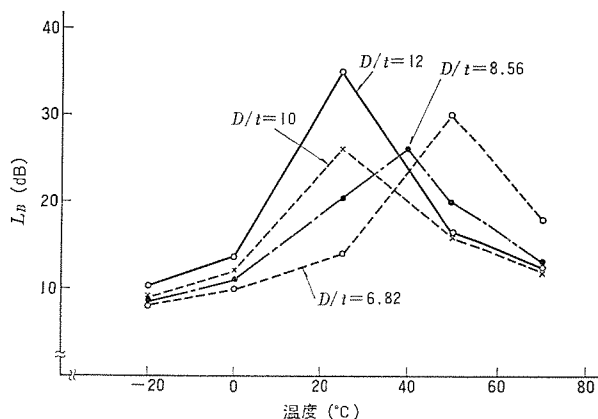


図6. D/t をパラメータとした時の L_B のピーク値の変化

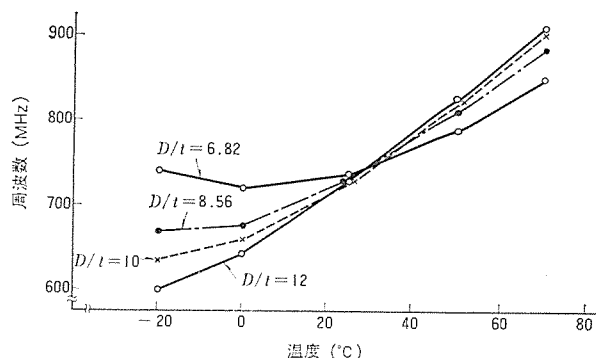


図7. D/t をパラメータとした各温度に対する L_B のピークが得られる周波数

$$\left. \begin{aligned} \omega/\mu_0|\gamma| &= H_0 - (1-3N_t) \cdot M_s \\ N_x &= N_y = N_t \\ 2N_t + N_z &= 1 \end{aligned} \right\} \quad \dots\dots\dots (22)$$

ここに N_x, N_y : x 及び y 軸方向に対する反磁係数

ω_r : 共鳴角周波数

式(21)及び式(22)より次式に示す関係が得られる⁽⁷⁾。

$$\omega/\mu_0|\gamma| > N_t \cdot M_s + \delta H_s \quad \dots\dots\dots (23)$$

そこで $\omega_r=800$ MHz、 $D/t=4.7$ とし、式(23)を十分満足していると考えられる範囲内でYIGの飽和磁化を変化させ、アイソレータの電気特性を調べた。図8.は横軸を ω_m/ω 、縦軸を L_B/L_f 、 L_f 及び $L_B > 10$ dB以上の比帯域幅(W)としてグラフ化したものである。 ω_m/ω を順次変化させると L_B/L_f 、 L_f 及び W が変化し、 L_B/L_f の極大値を与える ω_m/ω と W の極大値を与える ω_m/ω が存在することがわかった。

一般に低電力用あるいは低損失用として用いる場合には前者のほ

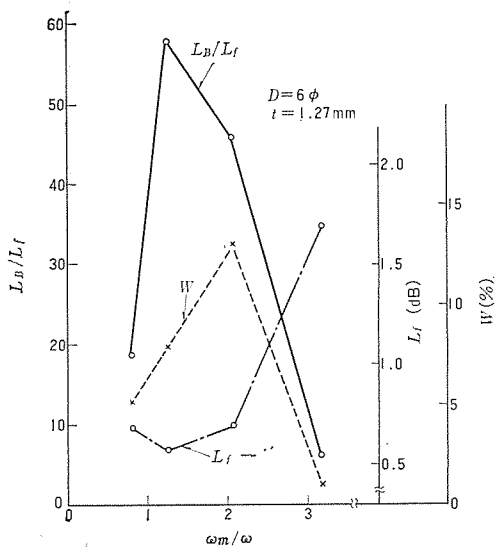


図 8. ω_m/ω を変化させた時の L_B/L_f , 比帯域幅 ($W\%$) 及びその入損失 L_f (dB)

うが得策であるが、低電力でも広帯域用あるいは高電力用として用いるには後者を用いたほうが得策である。これらの値は D/t , 周波数, フェライトの磁気特性, 主線路から見た入力アドミタンス等が変化すると、さきに示した値よりずれると考えられるが、アイソレータを設計するさいの一つの目安にすることができる。また材料としては保磁力 (H_c), ΔH の温度依存性の小さなものが好ましいことはもちろんである。

3. 4 径の比較的大きなフェライトを1個用いる方式のアイソレータの問題点

実用的な L_B を得るために、比較的大きなフェライトを用いた場合のアイソレータ特性を調べる。そこで3.3節で述べた $L_B > 10$ dB 以上の帯域が比較的に広がる ω_m/ω を利用するようにして、周波数 740 MHz で当社相模製作所製 YIG, GY-002 (飽和磁化 530 ガウス) を用いて $D/t = 6.36$ ($D = 7\phi$, $t = 1.1$) としてアイソレータの設計を行った。またバリウム磁石を用い、温度変化による L_B のピークが起こる周波数のずれを前述のバリウム磁石の温度特性を利用して補償するようにした。その時に得られた特性を図9に示す。これによると -10°C から 40°C の温度範囲で $L_B > 10$ dB 以上の帯域幅は 61 MHz であり、710~770 MHz の帯域にわたり $\text{VSWR} < 1.14$, $L_f < 0.78$ dB で特に L_f の温度特性が悪い。比較的大きなフェライトを1個使用する形式のアイソレータの問題点は下記のとおりであり改善を必要とする。

(a) 温度変化による L_f の値の変化を少なくするために D/t を大きくしたものでは、 L_B の帯域幅が狭くなり、温度変化による L_B のピークが起こる周波数のずれが大きい。

(b) D/t を小さくしたものでは、温度変化による L_B のピークが起こる周波数のずれは少なくすることができるが、低温での L_f が急増する欠点がある。

4. 新しい形のアイソレータ

4. 1 構造と特性

3章の検討のごとく、 D/t を大きくしても小さくしても、実用的な特性が得られにくい。そこでフェライトを小分割して、円偏波の生じている部分にだけ効果的にそれを配置し、それ以外の部分には配置

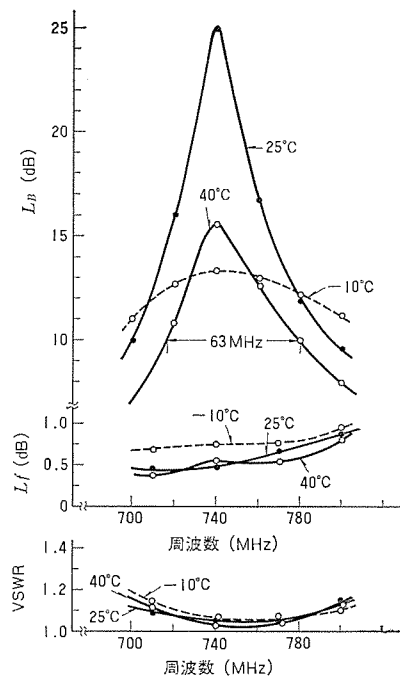


図 9. 温度特性

しないように工夫したアイソレータの構造を図10に示す⁽⁶⁾。

このアイソレータはアルミナ等の誘電体基板中に埋込まれた、径の比較的小きな複数のフェライトとこの基板面にフェライト部分で分岐する短絡及び開放の複数の分岐線路を持つ線路パターン及び基板の裏面に一様に被着された地導体とフェライトを磁化するための磁石からなっている。また回路のより小形化をはかるため、短絡及び開放の分岐線路は折り曲げるようにしている。

図11は3章図9に示したアイソレータに用いた材料と同じ YIG (GY-002) と同じ ω_m/ω 及び D/t (以前用いたものより、 D 及び t ともに小さくした。) を用い、YIG を磁化するための磁石としてはバリウム磁石を用い、温度変化による L_B のピークが得られる周波数のずれを、前述のバリウム磁石の温度特性を利用して補償するように構成した、改善を図ったアイソレータの特性である。これによると -10°C から 40°C の温度範囲において $L_B > 10$ dB 以上の帯域幅は 102 MHz, 710~770 MHz の帯域にわたって $\text{VSWR} < 1.15$ 以下, $L_f < 0.48$ dB 以下である。

図12. 及び13. は3章で述べた、径の比較的大きなフェライトを1個用いる方式のアイソレータとこの方式によるアイソレータの L_f の周波数特性及び L_f の温度変化の様子を比較したものである。これによると L_f の周波数特性ではバンドの端の 770 MHz で 0.18 dB の改善を、また L_f の温度特性の面では $-10^\circ\text{C} \sim 40^\circ\text{C}$ の温度変化による L_f の変化量を 0.27 dB から 0.05 dB まで改善している。明らかに両者とも径の比較的小きなフェライトを近接させて2個直列接続す

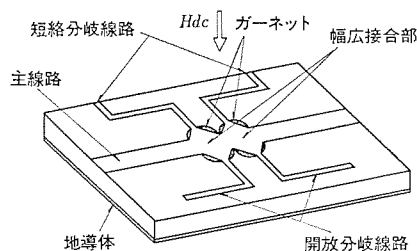


図 10. 改良したアイソレータの構造

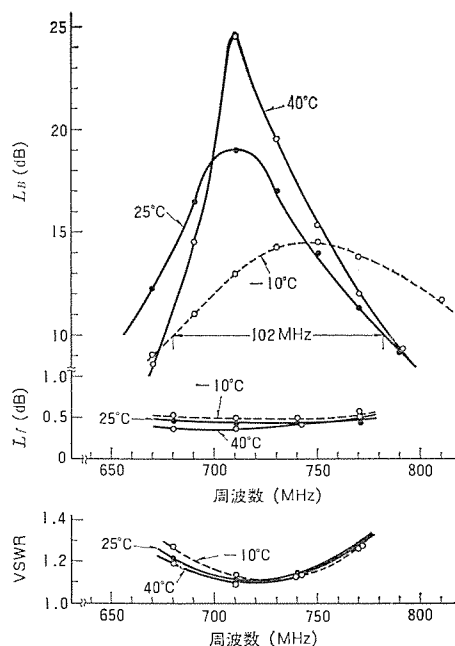


図 11. 改良したアイソレータの温度特性

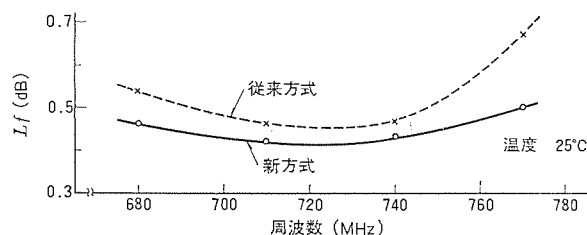


図 12. L_f の周波数特性の比較

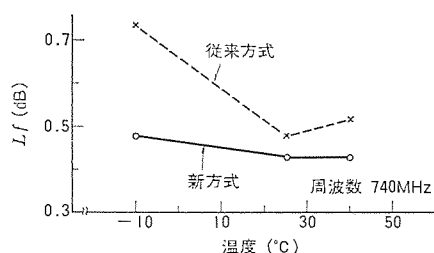


図 13. L_f の温度特性の比較

る形式のアイソレータのほうが優秀である。その主な理由として、そう入損失が増える原因となるフェライト周辺部での円偏波 RF 磁界の乱れが、径の比較的大きなフェライトを 1 個用いる方式よりも少ないためと考えられる。なお、この方式はこの種の共鳴吸収形アイソレータを実用化できるまで性能向上させた重要な点である。

図 14. は改良したアイソレータの外観と内部の構造を示す写真であり基板寸法は 18×26 mm である。

4.2 逆方向損失の改善

逆方向損失のピーク値が温度により変化する原因として、異方性定数の温度特性に起因する ΔH 及び H_c の温度変化と飽和磁化の温度特性に起因するフェライト内の内部直流磁界分布の温度変化が考えられる。 ΔH は結晶粒径に、フェライトの内部直流磁界分布は飽和磁化及び D/t にそれぞれ依存するので、ここでは D/t を一定として飽和磁化をほぼ一定に保ちながら、結晶粒径を変化させ、それがアイソレータ特性に及ぼす影響について調べた。表 1. は当社相模製作所で試作した 3 種のガーネットの磁気特性であり、図 15. は前記ガー

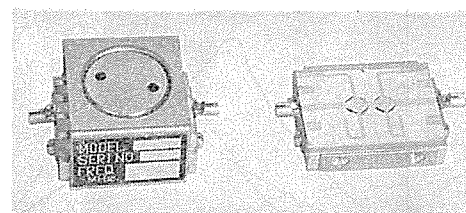


図 14. 改良したアイソレータの外観と内部の構造

表 1. ガーネットの特性

試料名	飽和磁化 (G)	B_{10}^* (G)	H_c (Oe)
I-15	560	525	0.44
I-49	600	554	0.72
I-19	550	450	2.16

* リング状試料に 10 Oe 加えた時の磁束密度

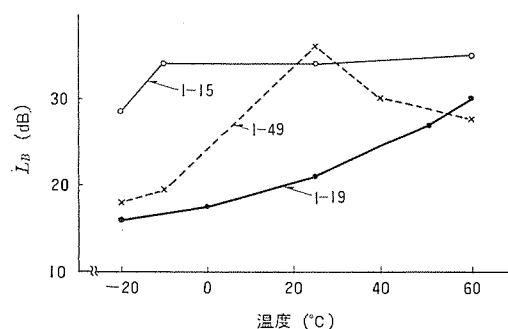


図 15. 各試料に対する L_B の温度依存性

試料	倍率	顕微鏡写真	結晶粒径 (μ)
I-15	$\times 400$		11~13
I-49	$\times 400$		4~5
I-19	$\times 400$		3~4

図 16. 種々の試作ガーネットの電子顕微鏡写真

ットを用いて、アイソレータを構成した場合の、温度に対する L_B のピーク値の変化の様子を示したものである。

L_f 及び電圧定在波比 (VSWR) をほぼ同程度の値になるようにアイソレータを構成すると、試料 I-15 材が他の試料にくらべて各温度に対応する L_B のピーク値が最も大きい。図 16. は各試料の表面を顕

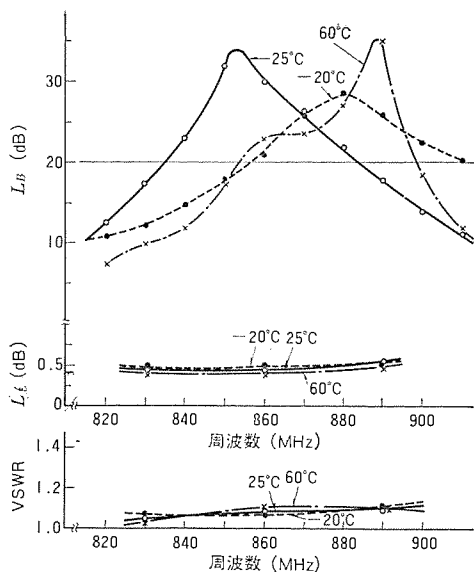


図 17. 温度特性

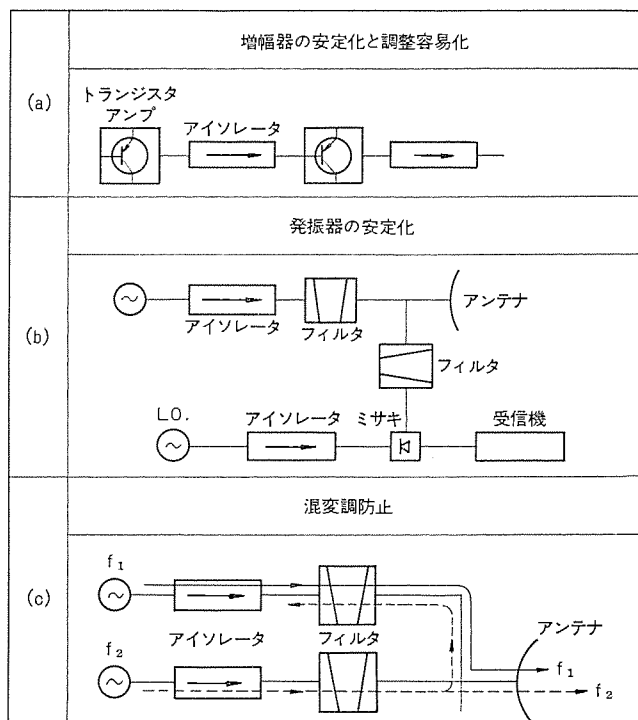


図 18. アイソレータの用途

微鏡で観察をした様子を示したものである。両者を見くらべると結晶粒径の大きな試料のほうが、各温度に対応する L_B のピーク値が大きいようである。図 17. は I-15 材を用いて、周波数 860 MHz でアイソレータを構成した場合の L_B , L_f , VSWR の温度特性を示したものである。-20°C から 60°C の温度範囲において $L_B > 20$ dB 以上の帯域幅は 28 MHz, 840~880 MHz の帯域にわたって VSWR < 1.12 以下, $L_f < 0.55$ dB 以下であり、特性の改善をはかることができた。

4. 3 用途例

比較的簡単な構造で、しかも従来のサーキュレータ形アイソレータに比較して相当小形の共鳴吸収形アイソレータを開発することができた。調整にあたっては両分岐線路長と外部直流磁界の強さを変化させることにより、簡単に中心周波数をかえることができる。図 18. (a), (b), (c) はこのアイソレータの用途例を示したもので、UHF 帯のトランジスタ増幅器や局部発振器の安定化、各送信機間の混交調防止等、セット内組込み用として使用でき、性能向上と価格低減により今後ますます利用されてゆくものと思われる。

5. む す び

現在のところ VHF, UHF 帯においては、集中定数形式のサーキュレータ形アイソレータが多く用いられているが、複数のブリッジを構成しなければならず、必ずしも MIC 化に適合した形とはいえない。そこで上記サーキュレータ形アイソレータよりも、更に小形で単純な構造の共鳴吸収形アイソレータを取り上げ、回路、材料両面からの検討をおこなった。回路面では、フェライトを小分割して円偏波高周波磁界の生じている部分にのみ効果的にそれを配置し、それ以外には配置しないように工夫した新しい回路構成法を提案した。その結果、そう入損失の周波数特性や温度特性及び逆方向損失の帯域幅の改善がなされた。

また材料面では結晶粒径や保磁力がアイソレータの逆方向損失に与える影響を検討し、逆方向損失のピーク値の温度変化が少ない材料を開発し、前記回路構成法と組合せて 0.45 GHz から 1.7 GHz にわたって小形のアイソレータを開発した。MIC 用としては、電気性能もさることながら、価格と信頼性がそれに勝るとも劣らない要因であり、その点でも回路を小形にし構造を単純化したことは大きな価値があると思う。ただ現在では結晶粒径など大きくして、逆方向損失のピーク値の温度特性を改善したアイソレータは、高電力用として用いる場合、逆方向耐電力の面で難点があり、この点の改善が将来の問題である。

最後に、このアイソレータの開発にご協力下さった関係者各位に深謝の意を表します。

参 考 文 献

- (1) L. Lewin : IEEE, Oct. 56
- (2) 吉田ほか : 電気 4 学連大, 810 (昭 34)
- (3) B. Lax and K. J. Button : Microwave Ferrites and Ferromagnetics, 335, Mc Graw-Hill Book Co. (1962)
- (4) R. Roveda, C. Borghese and G. Cattarin : IEEE Trans. MTT, MTT-20, No. 2, February (1972)
- (5) 紅林ほか : 電子通信学会全国大会, 682 (昭 48)
- (6) J. R. Eshbach : J. A. P., 34, No. 4, April (1963)
- (7) J. Deutsch and B. Wieser : IEEE Trans. Mag. MAG-2, No. 3, September (1966)
- (8) 折目ほか : 電子通信学会全国大会, 878 (昭 49)

双方向性のシンクロ電機/デジタル変換器 《DISYREXER》-100シリーズとその応用

遠藤義昭*・山本征二*・高山 威*

1. ま え が き

最近、種々の産業分野で自動化、省力化を図るために、広範囲に計算機特にミニコンなどの導入が盛んに行われ、計算機（デジタル機器）からのデジタル指令により回転角、機械の位置を制御したり、逆に回転角、偏位、長さなどをデジタル検出することが行われている。これらの需要に答えるため、これまで当社のレーダ、アンテナのデジタル検出や制御を行うために開発した技術を利用して、ノイズに強く、使いやすく、経済的で、高信頼度のシステムコンポーネント製品として、3年前より《DISYREXER》（ディシレクサ：Digital Synchro Reversible Converterの略称）の商品名で、S/D変換器（シンクロ→デジタル変換器）、D/S変換器（デジタル→シンクロ位置決め）のシリーズ製品を発売してきた。種々の産業分野で広く利用されているシンクロ電機（セルシユン）、シンクロレゾルバを検出器としてデジタル計測や制御を行うことのできる「ディシレクサ」シリーズは、各方面からの注目をあつめ、既に使用されているユーザからは非常に好評を受けている。以下にその概要、原理、応用例について紹介する。図1.に、アンテナの測角装置へ応用したこのシリーズの実装図を示す。

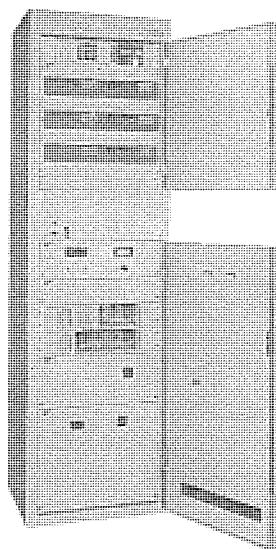


図1. 測角装置実装図（上部の6セットが《DISYREXER》を示す）

2. 機 能 概 要

シンクロ電機は回転角のアナログ検出器として、それ自体で長距離伝送（3本線による直送）能力があり、高精度、外乱雑音に極めて強いなどの優れた特長を有するため、一般産業分野でも広く利用されている。このようなシンクロ電機の特長をそのまま生かした形で、シンクロ電機と組合せ、

（1）回転角そのもの、又は回転角に変換された偏位、長さ、重さなどをデジタル信号に変換して表示したり、計算機（デジタル機器）

へ入力したりする。（S/D変換機能）

（2）デジタルスイッチや計算機からのデジタル指令値を受け、シンクロ電機の回転角の現在値と前記指令値との偏差に応じたアナログ偏差信号（位置決め信号）、又はモータ制御用のON-OFFリレー信号を発生する。（D/S位置決め機能）

3. 利用面から見た特長

図2.に示すように従来の計量装置では、ホッパに取付けられているTX（シンクロ発信機）を計量装置のセンサとしてその回転角に変換された計量値であるシンクロ信号をTR（シンクロ受信機）で受け、計量値をアナログ表示で確認して、計量を行っていた。ここで従来の計量装置をそのまま生かした形で、計量のデジタル化を図り、ミニコンなどを導入した省力化計画を想定して考えてみよう。

図3.に示すように、従来は新規にフォローアップサーボ（サーボレピータ）を組み、アナログ表示を行うと同時に、適当な軸に、エンコーダを取付けて、デジタル化を図っていた。ところがDISYREXERを使用すると、図4.に示すように、既設の系に接続するだけで、デジタル化が行え、コンパクトな構成となる。ここで、図3.、4.に示した二つの方法について比較すると表1.のようになり、このシリーズを利用したメリットが十分あることが理解できる。

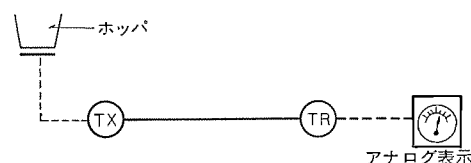


図2. 計量装置例

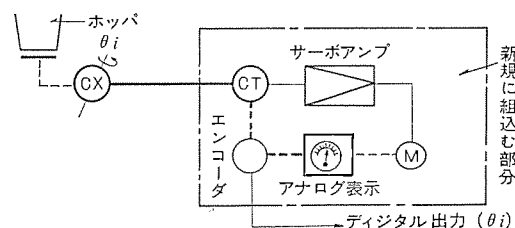


図3. エンコーダ方式

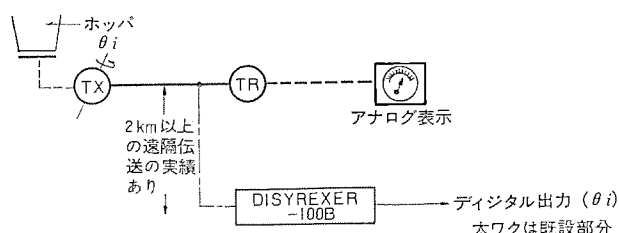


図4. 《DISYREXER》方式

表 1. 比較表

エンコーダ方式	DISYREXER方式
1. 機械的ギヤ結合を行うため、伝達誤差が増大する	1. シンクロ発信機（セルシン）信号を直接入力して、電子的クローズドループ方式で検出しているため、処理時間も速く、変換精度が高い。
2. フォローアップサーボなる機械機構をもつので、装置が大きくなる	2. 全固体回路で構成されているので、小形軽量である。
3. (シンクロ電機+サーボ機構+エンコーダ)の合計は高価で、摩耗部分が多い	3. 左に比較して、安価で、摩耗部分もなく、高信頼性。
4. エンコーダ方式は耐ノイズに弱い	4. クローズドループ方式なので、耐ノイズに強い。
	5. 負荷電流は最大 5mA なので、既設のアナログ表示の指示精度を損なうことなく、シンクロ信号に並列接続ができる。

前述の特長に加え、次のようなところに利用すれば、経済的メリットがあると同時に信頼性も向上する。

(1) 回転角に変換可能な機械的アナログ量をデジタル的に計測、制御するハイブリッドシステムを簡単に実現したい場合。

またアナログ的な計測、制御系とデジタル的な計測、制御系とが共存するシステム。

(2) 既にアナログ検出器として、シンクロ電機（又はシンクロレゾルバ）が設置されているシステムで、デジタル的な計測、制御を導入したい場合。

(3) 計測、制御対象と計算機、デジタル制御装置が遠く離れている場合。（シンクロ電機の3本線による遠隔伝送能力を利用、2km以上の直送実績あり。）

更に、表 1. でも記述したように、このシリーズの入力インピーダンスは高く（負荷電流は最大 5mA）、どんな形名のシンクロ電機とも接続できるので、省力化機器の検出、制御のコンポーネントとして最適である。（図 5. 参照）

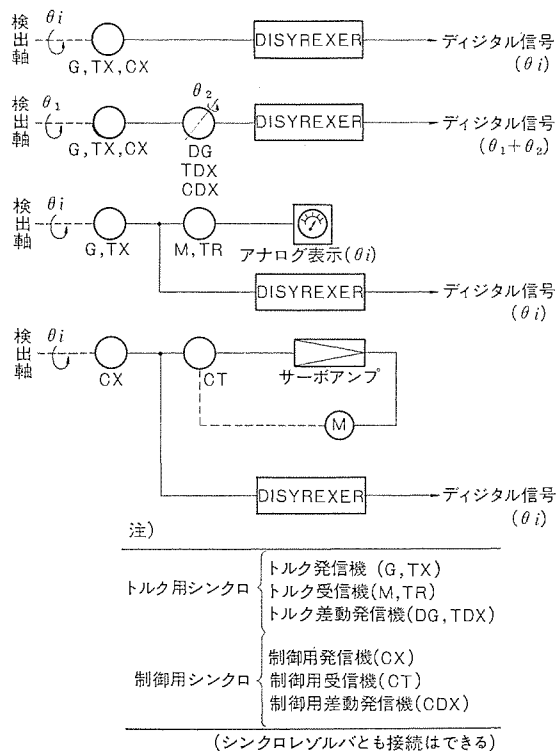


図 5. シンクロ系と《DISYREXER》シリーズとの接続の種類

4. 動作原理

4.1 《DISYREXER》-100

図 6. に、ロール旋盤刃物台の位置決め例を示し、この例を参照して動作原理を述べる。

バイトの移動軸に機械的に結合されているシンクロ発信機からのシンクロ出力 (θ_a) を受けて、トランスにて $\sin \theta_a$, $\cos \theta_a$ 成分に変換する。一方コンピュータ（デジタル機器）からバイトの位置指令 (θ_d) をカウンタレジスタ回路へ送り（絶対値指令の場合は読み込みパルスで読み込み、インCREMENT 指令の場合は、パルス列を計数する）、デコーダ回路を経由して、演算回路へ送る。演算回路において、アナログ量 θ_a とデジタル量 θ_d

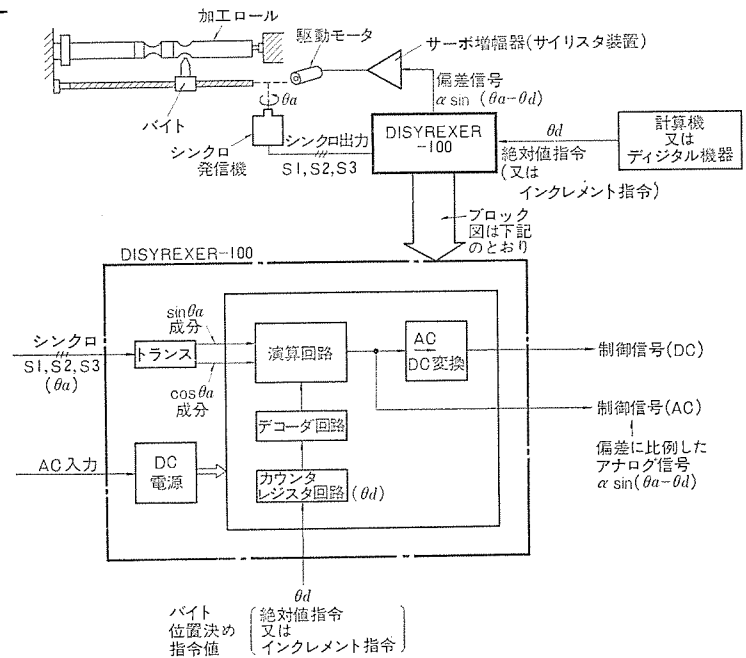


図 6. ロール旋盤刃物台の位置決め例と《DISYREXER》-100 のブロック図

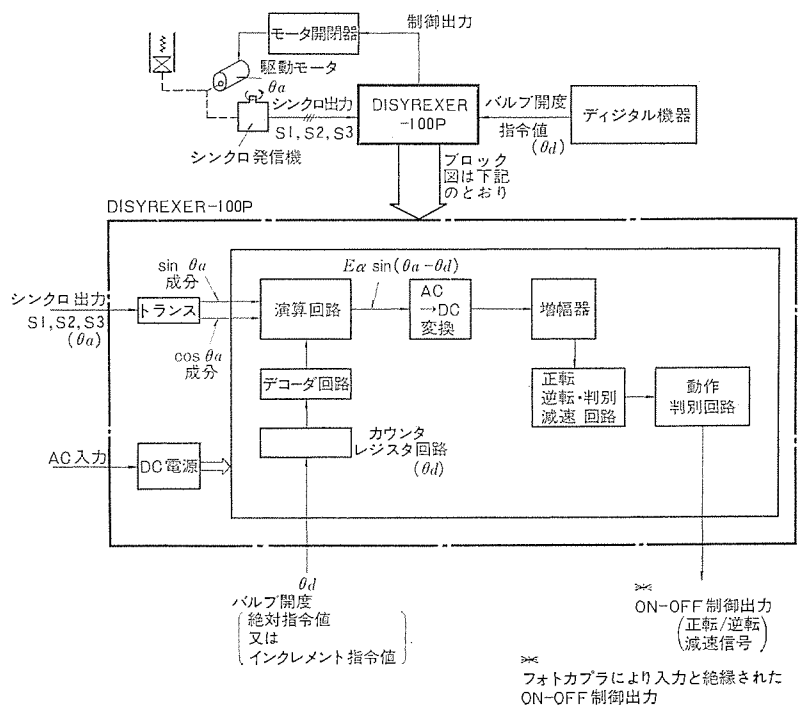


図 7. バルブ弁の開閉制御例と《DISYREXER》-100 P のブロック図

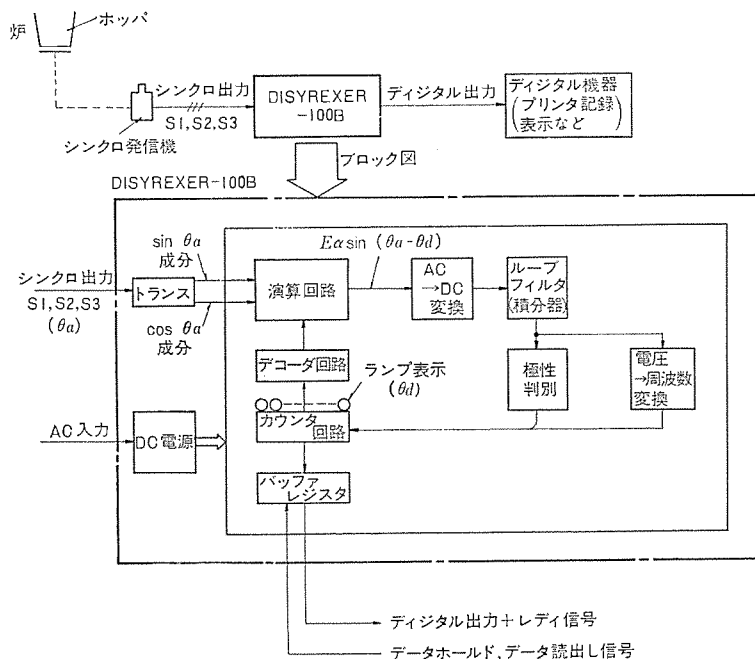


図 8. 鉄鋼関係の炉のホッパ計量機のデジタル検出と「DISYREXER」-100 B のブロック図

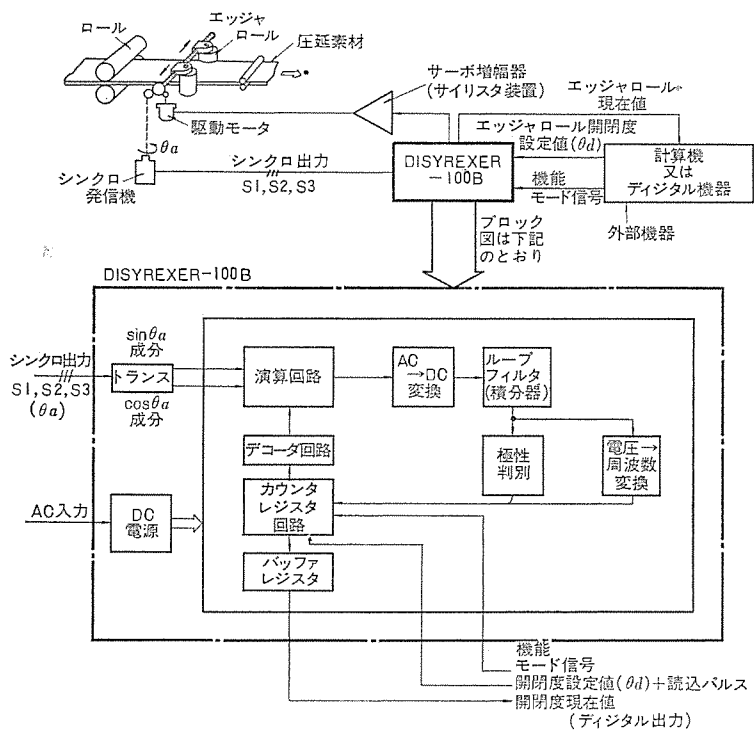


図 9. 時分割によるパーティカルエッジの開閉度位置決めとデジタル検出例とそのブロック図 (1 台 2 役)

との比較演算を行い偏差信号 $E = \sin(\theta_a - \theta_d) \sin \omega t$ なる演算を行う。この偏差信号をサーボ増幅器で増幅し、偏差信号が零となるようにモータを駆動する。この結果 $\theta_a = \theta_d$ となり、バイトを指令値どおりに位置決めを行う。

4.2 「DISYREXER」-100 P

図 7. にバルブの開閉制御例を示し、この例を参照して動作原理を述べる。

バルブに機械的に結合されているシンクロ発信機からのシンクロ出力 (θ_a) をトランスで $\sin \theta_a$, $\cos \theta_a$ 成分に変換する。一方デジタル機器からのバルブ開度指令値 (θ_d) をカウンタレジスタ回路へ読み込み (ある

いはパルス列指令 (θ_d) により計数を行う)、デコーダ回路経由で演算回路へ送る。演算回路では、アナログ量 θ_a とデジタル量 θ_d との比較演算を行い、偏差信号 $E = \sin(\theta_a - \theta_d) \sin \omega t$ なる演算を行う。

AC→DC 変換後、偏差信号に応じて、正転、逆転減速信号を発生し、モータ開閉器を ON-OFF 制御し、バルブに機械的に結合されているモータを $\theta_a = \theta_d$ となるよう駆動し、バルブは指令値 (θ_d) に対応した位置に制御される。

4.3 「DISYREXER」-100 B

デジタル検出 (S/D 変換) として、図 8. を中心に、その原理を述べる。

ホッパに取り付けられているシンクロ発信機のシンクロ出力 (回転角 θ_a) をトランスで $\sin \theta_a$, $\cos \theta_a$ 成分に変換する。一方、電圧/周波数変換回路からのパルス列を計数するカウンタの内容を θ_d とすると、演算回路において、アナログ量 θ_a と、デジタル量 θ_d との比較演算を行い、偏差信号 $E = \sin(\theta_a - \theta_d) \sin \omega t$ なる信号を発生する。AC→DC 変換後、偏差信号に応じた周波数のパルス列に変換し、偏差信号の極性に応じて、アップ方向、あるいはダウン方向に計数する。このようにして、偏差信号が零となるようにクロズドループを組むことにより、 $\theta_a = \theta_d$ となり、カウンタ回路の計数結果が直接デジタル出力として、バッファレジスタを経由して、外部に出力される。

4.4 1 台 2 役について

機能モード信号 (D/S: デジタル・シンクロ位置決め, S/D: デジタル検出) により 1 台の DISYREXER で位置決め、デジタル検出を時分割で行うもので、図 9. を中心にその原理を述べる。

(1) 機能モード (D/S)

エッジロールの開閉度の設定値 (θ_d) を DISYREXER にセットする。その結果シンクロ出力 (θ_a) と (θ_d) の比較演算を行いアナログ偏差信号を出力し、サーボ増幅器で増幅し、モータを駆動し、エッジロールを設定値どおりに位置決めする。

(2) 機能モード (S/D)

制御後のエッジロールの開閉度を確認するために機能モードを S/D にすることにより、ロール位置を上記と同じシンクロ発信機でピックアップし、直接デジタル信号に変換し、この出力を外部へ送出する。設定値と制御後の機械の位置を、デジタル的に照合できるので、确实安定な動作が保証される。

4.5 「DISYREXER」-110

この装置は、スケール変換機能を有するもので、2 チャンネルの純 2 進信号を 2 進 10 進信号に時分割により変換する。

回転角の場合は $0 \sim 359,999^\circ$ 形式、又は偏位 $0 \sim 10^n$ 形式の任意の出力に変換できる特徴をもっている。

5. 仕様

このシリーズの仕様を表 2. に示す。

6. 構成

このシリーズの構成を表 3. に示す。

表 2. 《DISYREXER》-100 シリーズの仕様 (単速構成)

形 名		DISYREXER-100	DISYREXER-100 P	DISYREXER-100 B
機 能		D/S 機能 ……ディジタル/シンクロ位置決め制御		S/D 機能……シンクロ /ディジタル変換
入 力 信 号	シンクロ電機入力	標準タイプ 電 圧 78~98 V 周波数 50~500 Hz	オプション 26 V 50~500 Hz	} なるシンクロ電機
	ディジタル指令入力*	○絶対値制御 純2進 10~14ビット+読込みパルス ○インクrement制御 0~20,000 pps のパルス列+正/逆転信号		
出 力 信 号		AC 信号 0.9V _{P-P} /deg max 20V _{P-P} DC 信号 0.286V/deg max±6.4V (上記は、現在値と指令 入力との偏差を示すアナ ログ信号)	正 転 信 号 } 逆 転 信 号 } 各1メイ 減 速 信 号 } ク接点 設定完了信号 } (フォトカプラで絶縁さ れた ON-OFF 接点信 号)	標準タイプ 純2進10ビット (同時に インクrement出力有) オプション 純2進13, 14ビット BCD 4けた+パリティ ビット
分 解 能		標準タイプ シンクロ軸1回転の	$\frac{1}{1024}$	
		オプション	$\frac{1}{16384}$	
精 度		標準タイプ シンクロ軸1回転の	$\frac{1}{1024}$	} シンクロ電機1級品の精度含む
		オプション	$\frac{1}{2048}$	
追 従 速 度		シンクロ電機軸で、300 rpm まで応答		
計算機 (外部機器) とのインタフェース		ディジタル指令入力* リセット信号 1ビット キャンセル信号 1ビット (ただし 100P のみ)		データ読出し指令 データレディ } 各1 データホールド } ビット パリティビット } データ 純2進10~14ビ ット BCD 4けた
論理レベル		1. 負論理, 2. TTL/DTL 相当 (ただし 100B は Tr レベル出力有)		
電 源		電 圧 AC 100V/115V/200V/220V 周波数 50~500 Hz 消費電力 45 VA		
環 境 条 件		シンクロ電機 温 度 -30~+70°C 湿 度 0~90 %	本 体 0~+50°C (-10°C までは動作可) 0~90%	

7. 特長と用途

前述までで、このシリーズには数多くの特長を有することが、
理解いただけたと思うが、表 4. にまとめて特長を示す。更
に表 5. に用途について示す。

表 3. 《DISYREXER》シリーズ構成

機能*	指令入力		制御出力		備考
	絶対値	インク メント	アナログ偏差信号 (AC又はDC)	ON-OFF制御信号	
D/S(D/R) ディジタル ↓ シンクロ位置 決め	単速 純2進 10ビット	パ ル ス 列	指令入力 ↓ DISYREXER -100 ↓ アナログ信号	指令入力 ↓ DISYREXER -100P ↓ ON-OFF信号	
シンクロ電機 シンクロレゾ ルバ	複速 純2進 (10+n) ビット	パ ル ス 列	組系 1X ↓ DISYREXER -100 ↓ ギヤ ↓ 2X ↓ DISYREXER -100(B) ↓ 組系 アナログ信号	指令入力 ↓ DISYREXER -100 ↓ ギヤ ↓ 2X ↓ DISYREXER -100P ↓ ON-OFF信号	絶対値指令入力の場合 $\frac{(10+n)}{10}$ ビット 入力 1×側(2 ⁿ)×側 指令入力 とする
S/D(R/D) ディジタル 検出	単速	—	出力 DISYREXER -100B ↓ 10 → 純2進10ビット	—	ただしオプションとして 純2進13~14ビット出 力、BCD出力(パリティ ビット付)もある
シンクロ電機 シンクロレゾ ルバ	複速	—	1X ↓ DISYREXER -100B ↓ 2X ↓ DISYREXER -100 ↓ n → 純2進(10+n)ビット 最大17ビット	—	
スケール変換	2 チ ヤ ン ネ ル 処 理	純2進18ビット (最大19ビット)	入力 ch1 ↓ DISYREXER -110 ch2 ↓ 出力 ch1 ↓ ch2 ↓ (1)回転0~359.999° (2)幅位0~10°	—	
DIGITAL-CX	単速 純2進 14ビット	パ ル ス 列	入力 ↓ DISYREXER "S" Type ↓ S1, S2, S3 ↓ シンクロ電機の 2次出力に相当	—	ただしオプションである

表 4. 《DISYREXER》の特長

機 能	特 長
D/S・S/D 機 能 共 通	<ul style="list-style-type: none"> ・全固体化 ・励磁電源、周波数変動に強い ・低価格 ・遠隔検出・遠隔制御が容易 ・複速力が容易(精度、分解能アップ) ・計算機との接続が容易 ・1台2役 <p>大幅に IC 化した全固体化回路を採用、高信頼性、摩耗部分なく長寿命、小形軽量、低消費電力、 シンクロ電機 (シンクロレゾルバ) の励磁電源、周波数変動を受けない方式を採用 回路を簡易化し、価格/性能 比が低い シンクロ電機又はシンクロレゾルバのすぐれた遠隔伝送機能を利用してその出力をそのまま直接伝送し、遠隔点でのディジタル 変換や位置決め制御に最適 (実績最大 2 km) 複速シンクロ系におのおの本体を接続し、本体相互を外部の接続だけで極めて簡単に複速化したディジタル検出や位置決めが できる インタフェース用の信号として、データレディ、データ読出し指令、データホールドなどが用意されている 機能モードを変えることによって、1台の DISYREXER で S/D、D/S 機能を時分割で使い分けができる。</p>
D/S 機 能	<ul style="list-style-type: none"> ・絶対値制御 ・インCREMENT制御 ・経済的 ・インタフェースが簡単 <p>いずれも可能 シンクロ電機又はシンクロレゾルバに本体を直接接続するだけで、絶対値を示すディジタル指令値による絶対値制御、インク メントを示すパルス列指令によるインCREMENT制御又はそれらの組合せが可能。いずれの指令に対しても動作の確実な クローズドループの位置決めが可能 本体価格/性能 比が低いだけでなく、バラエティ、フレキシビリティに富んだ機能・性能により、組み込んだシステム全体 の経済効率が上がる 制御信号はアナログ誤差電圧の形で、AC、DC いずれも出力されておりサーボ増幅器、サイリスタ装置などに直接接続可 能 また駆動モータを ON-OFF 制御するに必要な信号も得られる</p>
S/D 機 能	<ul style="list-style-type: none"> ・確実・安定な動作(外乱雑音に強い) ・経済的 ・高速で高精度 <p>シンクロ電機又はシンクロレゾルバの回転角の絶対値出力が得られる絶対値方式であるから、インCREMENT・エンコー ダ方式のような誤差の蓄積、計数誤りの心配や零点リセットのわずらわしさが無い ディジタル出力を常にフィードバックして入力信号と比較し修正する方式であるから、確実に保証された出力が得られる シンクロ電機又はシンクロレゾルバの高出力電圧 (100V 系シンクロ電機の場合 90V rms) を直接変換しているため、外乱雑 音の影響を受けずに安定な動作が得られる 本体価格/性能 比が低く、エンコーダ方式に比べケーブル本数が減少し、据付も簡単、また既設のシンクロ電機、 シンクロレゾルバがそのまま使用できるので総合的に経済効率が上がる シンクロ電機軸で 300rpm の高速回転でも、0.1 % 以下の高精度でディジタル検出ができる</p>

8. 応 用 例

ここでは、表 5. に示した数多くの用途のなかから、幾つかの応用例を表 6.~10. に示す。

表 5. 《DISYREXER》シリーズの用途

分野	業 種	用 途
一般産業用	水 処 理	<ul style="list-style-type: none"> ダム水位のデジタル検出 タンクの液面制御 ダムゲートの同期制御 バルブ開度計
	鉄 鋼	<ul style="list-style-type: none"> プレートミル系のロール開度、サイドガイドの検出制御 エッジロールの同期制御
	荷 役	<ul style="list-style-type: none"> 各種クレーン（ゴライアス、スタッカ、コンテナクレーンなど）の位置決め、同期制御 コンベヤ搬送制御装置 自動倉庫
	工作機械	<ul style="list-style-type: none"> 数値制御、位置検出 工業ロボットのデジタル制御
	衡 量 器	<ul style="list-style-type: none"> 工業用計量機（ホップ、コンスタントフィードウエア）の検出、制御 原料配合装置のデジタル検出、制御
	そ の 他	自動製図機の位置決め、デジタル検出 など
電子機器用	船 舶	<ul style="list-style-type: none"> レーダの方位角、仰角の検出、位置決め ジャイロ、ログのデジタル検出 舵角の遠方設定制御
	通 信	アンテナ、レーダの方位角、仰角のデジタル検出、制御
	気 象	風向計、風速計、雨量計のデジタル検出、表示
	航 空	各種航空計器のデジタル表示 など
そ の 他	医 療	レントゲン照射位置検出
	光学機械	<ul style="list-style-type: none"> 投影器用の位置決め 位置測定器
	そ の 他	各種シミュレーションの諸元の検出、制御 など

表 6. 応 用 例

装置名称	概 要	方式及び要目	ユーザ
電気連動装置 (エレクトロメカ タイ制御)	形鋼ミル関係では、アブロール長が非常に長くなり、機械的連結だけでは軸振動発生が恐れがあり、この防止のために使用される。上ロールを一定速度で動かし、その位置をD-100Bで検出し、上ロールの位置をD-100へセットし、下ロールを上ロールに連動(同期)して駆動する。		鉄鋼メーカ プラントメーカ
光電幅計の 位置決め装置 (熱延帯鋼用)	熱延帯鋼の幅を検出する光電幅計の走査器を、ディジスイッチにより設定し、D-100BをD/Sモードとして、位置決めをする。制御後の設定確認のため、S/Dモードにもどし、ディジタル検出を行い、幅設定値表示を行うことができるので安心して操作が行える。		鉄鋼メーカ プラントメーカ
ストリップ伸び率 検出装置	入側のブライドルロールと出側のブライドルロールの中間にある圧延機の動作を制御することにより生じるストリップの伸張の度合を検出するもので、各ブライドルロールの回転数をD-100Bで検出している。伸び率が一定以上になると圧延機を駆動する。		鉄鋼メーカ プラントメーカ

CX: シンクロ発信機

RG: ギヤ機構

M: モータ D-100B, -100: DISYREXER-100/100B

表 7. 応 用 例

装置名称	概 要	方式及び要目	ユーザ
原料そう(槽)用 トリップ位置検出	トリップ本体に取付けられている位置検出用のCXからのシンクロ信号を現場から、管制室へ伝送し、そこでD-100Bにより直接ディジタル信号に変換し、トリップの現在値を表示する。またトリップを任意の原料そうへ移動することも可能である。		鉄鋼メーカ プラントメーカ
計重機の 設定制御装置	一定の割合で原料を計り、ミキサ、タンクなどで配合するシステムで、設定指針を設定値どおりに制御(D/Sモード)し、次に原料を計量し、この計量値をCXでピックアップしてディジタル信号に変換(S/Dモード)し、設定値と比較し、等しい時点で計量をストップし、次のシーケンスへ進む。		鉄鋼メーカ 計量器メーカ プラントメーカ セメントメーカ
連続式配合装置 (コンスタント フィードウエア)	輸送量指令信号により、ベルトコンベヤを回転させるもので、輸送量とCXとの比較演算を行い、差があれば偏差信号を出力し、VSモータを制御する。CXの回転数をD-100Bでディジタル信号に変換し、ディジタル機器へ送れるので、リアルタイムの処理が可能である。		鉄鋼メーカ セメント工業 メーカ プラントメーカ

CX: シンクロ発信機 AMP: 出力増幅器

M: モータ

D-100B: DISYREXER-100B

表 8. 応 用 例

装置名称	概 要	方式及び要目	ユーザ
水位計 (開度計)	水位計(水研62形)に接続し、水位をディジタル信号(BCD4けたバリエイビット付)に変換する。		電力会社 水門、ダムの ゲートメーカ
テンタゲート開度 表示装置	テンタゲートの開度を測定するもので、トラネオンハブに取付けられたCXをセンサとし、ディジタル信号に変換し、R-HSINO=垂直開度の演算を行う。		電力会社 ダム ゲートメーカ
ダムゲートの同期 制御装置	マスタ軸側の駆動モータを所定の速度で駆動する。モータの回転角はCXをセンサとして、D-100Bでディジタル信号に変換、このディジタル値をD-100Pにセット、スレーブ軸側のCXの出力信号との比較演算を行い、スレーブ軸のモータを駆動する。		電力会社 水門、ダムの ゲートメーカ

CX: シンクロ発信機 AMP: 出力増幅器 D-100: DISYREXER-100

M: モータ D-100B: DISYREXER-100B RG: ギヤ機構

表 9. 応 用 例

装置名称	概 要	方式及び要目	ユーザ
溶接用ロボット 位置決め装置	トランスファーム位置指令を 操作盤より送り、所定の位置に 制御するもので、 D-100→D-100Bにすれば、 制御後の位置も確認でき、組立 ラインの自動化に有益である。		工作機械 メーカ 自動車メーカ
ゲージストップ 位置決め装置	長尺材料をある定長に切断す るためにゲージストップの位置 決め装置である。 操作盤のディジスイッチにより 切断長を決定し位置決めする。 DISYREXERからは、減速信 号、位置決め完了信号、正転、 逆転信号を送出する。これらの 信号によりモータ開閉器を動作 させモータ(M)を制御する。		工作機械 メーカ 鉄鋼メーカ
回転テーブル 割出し装置	回転テーブルの回転角を数値 (ディジスイッチ)で設定し、そ の角度に位置決め (D/Sモー ド) し、かつ制御後の位置を確 認するためのデジタル検出 (S/Dモード)を行う装置である。		工作機械 メーカ

CX: シンクロ発信機 D-100: DISYREXER-100 D-100P: DISYREXER-100P
M: モータ D-100B: " -100B

9. む す び

以上 DISYREXER シリーズ について紹介した。今後ますます制御 シ
ステムは多様化、複雑化、高能率化の道をたどると思われる。このよ
うななかで、市場の要求として、

- (1) ひとつのまとまった機能ブロックとして、制御システムの中に
容易に適合できるコンポーネント。
- (2) システム全体からみて、コストパフォーマンスが高いこと。
- (3) 外乱雑音、電源条件などの悪い場所でも使用できること。

表 10. 応 用 例

装置名称	概 要	方式及び要目	ユーザ
舵角遠方設定 制御装置	船の舵角を操舵室より遠 方設定制御を行うもので、 オン/オフ制御系を使用し ている。		造船所 計測器メーカ
電磁ログのディ ジタル制御	速度航程発信器に取付け られているCXをセンサと して速度、航程のディジ タル検出をするもので、既設 の発信器(トルク系シンク ロ)にも直接接続が可能。		造船所 計測器メーカ
レーダ(アンテナ) 測角装置	レーダ(アンテナ)の方位 角、仰角を検出するもの である。複速構成により、最 大純2進17ビットまで可 能。 ($360^\circ/2^{17} \approx 2.7^\circ/1000$)		電子機器 メーカ 計測器メーカ
時分割方式による ディジタル検出 (高速性)	時分割により、各チャン ネル(1~n)のディジタル検出 を行うもので、前回サンプ ルされたデータと現時点と の変化分のみを修正する方 式である。		電子機器 メーカ 計測器メーカ

CX: シンクロ発信機 D-100P/100B: DISYREXER-100P/100B
RG: ギヤ機構

などがあげられる。

このシリーズは、これらの要求に適合するシステムコンポーネントではあ
るが、更にユーザ側の適切な指導と助言を賜って、更に充実を図
りたいと考えている。

終わりに、この装置の設計・製作に際し、ご協力いただいた所内
の関係各位に厚く感謝する。

参 考 文 献

- (1) 遠藤, 山本, 高山: オートメーション, 20, 3号(昭50)

当 社 の 特 許

登録番号	名 称	発 明 者	登録番号	名 称	発 明 者
730817	フォトマスク	山崎 照彦	733734	送電線再閉路装置	三 上 一 郎
730818	液体燃料暖房機の燃焼制御装置	山下 紀夫	733735	接点式内然機関点火装置	才 田 敏 和
730819	半導体装置の製造方法	{ 柴 田 浩・藤井正晴 加藤 忠雄	733736	揺動装置	森 光 幸 次・西 上 英 助
730820	高密度フェライトの製造方法	{ 荒 居 徹・井戸猛夫 山田 幸慶	733737	電流測定装置	長谷川雅言
730821	半導体装置及びその製法	須川 嘉幸・山 本 武	733738	電気絶縁材用エポキシ樹脂組成物	{ 伊 藤 公 男・寺 谷 宏 福島 二郎・宮 尾 国 彦
730822	磁性帯の絶縁被膜形成方法	河上 英典・徳 増 治	733739	電気絶縁材用エポキシ樹脂組成物	{ 伊 藤 公 男・寺 谷 宏 福島 二郎・宮 尾 国 彦
730823	炉内監視装置	本谷 昇一	733740	電気絶縁材用エポキシ樹脂組成物	{ 伊 藤 公 男・寺 谷 宏 福島 二郎・宮 尾 国 彦
730824	半導体発振装置	三 井 茂	733741	加工硬化型ばね材料	{ 森 俊 彦 奥島孝司・中島陽三
730825	半導体装置	{ 三 井 茂・石 原 理 西畑 幹夫	733742	故障検出装置	光 岡 宏・多 田 一 彦
730826	ホール素子	梶原 康也	733743	スイッチ回路	藤尾 芳男・北村義弘
730827	電流制限装置	{ 伊 藤 利 朗・宮 本 紀 男 和田 勇一	733744	サイリスタスイッチ回路	赤松 昌彦・高橋一智
730828	部品の間欠送り装置	木下 剛	733745	タイミング抽出回路	太田 堯久
730829	高分子感温材料	{ 草川英昭・野村健次 増見達生	733746	ばっ気装置	田畑 則一・森 貢
731170	マンホールふたの凍結防止装置	近藤 政喜	733747	送電線の高速度再投入方式	三 上 一 郎・団 幸 太 郎
732306	熱回収形排気ガス用排気装置	小椋 義正・小原英一	733748	内然機関の点火時期調整装置	浅山 嘉明
733710	時刻閉鎖装置	神本 明輝・元木義明	733749	内然機関点火装置	三木 隆雄・日 野 利 之
733711	リードスイッチを用いた温度計	川 中 進	733750	機関用回転信号発生装置	才 田 敏 和
733712	パルス幅制御回路	{ 植 竹 勝 人・岩村清志郎 西谷 芳久	733751	密封方法及び装置	田 口 修
733713	真空しゃ断器の真空度検出方法	青木 伸一	733752	可動線輪形継電器	青野 繁雄
733714	真空しゃ断器	竹内 伴治・岡田武夫	733753	陰極線管	鷹 野 泰
733715	電気掃除機	武井 久夫	733754	ならいホルダーロック装置	{ 穂積策太郎・加藤弘之 林 行 蔵
733716	電圧移相角急変装置	{ 三 井 恒 夫・三 上 一 郎 馬場 準一・三浦良和	733755	弾性体の製造法	西崎俊一郎・森脇紀元
733717	導体支持装置	可知 延夫	733756	往復運動発生装置	岸 本 健・小 倉 新 三
733718	可変定速度巻取装置	浅野 哲正	733757	たて向き下進自動アーク溶接法	鵜 飼 順・鉄 豊 造
733719	パルス発生装置	林 正之・山根満徳	733758	薄板巻取装置	吉川 光平
733720	マイクロ波変位計	立川清兵衛・小畑哲男	735235	電動噴霧器	服 部 信 道・森 田 清 司
733721	径差隔測定装置	安 東 滋	735236	磁気記録再生装置の自動記録レベル制御方式	中 沢 啓 二
733722	電力制御装置	赤松 昌彦	735237	丸のこ研磨装置	西 堀 弘
733723	インバータ装置	熊野 昌義	735238	巻取巻出張力制御装置	福 永 武 尚
733724	電力制御装置	赤松 昌彦	735239	パルスを用いた制御装置	佐々木武夫
733725	多相インバータ装置	赤松 昌彦・熊野 昌義	735486	張力制御装置	浅野 哲正
733726	回転磁気ヘッドドラム装置	橋本 公佑・金 場 豊	735487	距離継電器	三 上 一 郎
733727	ひずみ(歪)測定素子	高橋 康英・小鯛正二郎	735488	短絡故障相表示装置	古 谷 昭 雄
733728	スピーカ	鈴木 英男・仁田博昭	735489	脱調分離装置	三 上 一 郎
733729	機関点火時期調整装置	才 田 敏 和	735490	巻返機制御装置	浅野 哲正・中田 幹雄
733730	系統連系装置	三 井 恒 夫・馬 場 準 一	735491	電気掃除機	{ 武 井 久 夫・加 藤 悟 田 山 勇
733731	系統連系装置の制御装置	{ 三 井 恒 夫・馬 場 準 一 山田 郁夫・木下裕道	735492	継電装置	中村勝己・重松章之
733732	米の水中貯蔵装置	田嶋 尚志・河 島 清	735493	周波数共用移動無線方式	小 林 信 三・中 村 信 弘
733733	RADA通信のパルス波形成回路	石川 新助	735494	限流装置	{ 伊 藤 利 朗・宮 本 紀 男 和田 勇一
			735495	追尾測定方式	遠藤 義昭・多田智彦

当社の登録実用新案

登録番号	名 称	考 案 者	登録番号	名 称	考 案 者
1049934	電気掃除機	武井久夫・長領 元	1049954	電気掃除機	南日国伸
1049935	電気掃除機の集じん(塵)装置	長領 元	1049955	プラズマ電子銃装置	杉本盛行
1049936	電気掃除機	長領 元	1049956	半導体制御整流装置	細野 勇
1049937	扇風機の包装箱	吉村 勉	1049957	電動往復駆動装置	奥田安男・安岡博敏
1049938	高周波加熱装置	小沢成彰	1049958	一軸式2連スライド抵抗器	岡崎 康
1049939	ら(螺)子	酒井勝正	1049959	照明器具	桂 秀年・井上員成
1049940	誘導円板形継電器の監視装置	稲垣宏明	1049960	高周波加熱装置	柴田 実
1049941	リードリレー	長尾良章	1049961	浮動ナット	松本 洋・中村健一
1049942	石油ストーブの消火装置	斎藤 勝	1049900	ピンチバルブ装置	斎藤 猛
1049943	電気掃除機の集じん(塵)装置	{武井久夫・加藤 悟 榎 道治	1050419	放電灯点灯装置	森本俊一・山本広二
1049944	電子ビーム加工装置	森 一平・富永 勲	1050942	機器ユニット装置	水溜和哉・川上照夫
1049945	シース線発熱体の支持装置	{町原義太郎・近藤正司 市村伸雄・鶴谷嘉正	1050943	空気調和機	{小原英一・小林恵治 石塚幹夫
1049946	電子レンジの電波もれ防止装置	小林協三	1050944	電気装置	梶野幸男・中村久仁輔
1049947	石油燃焼器の消火装置	加藤栄一	1050945	機器ユニット引き出し装置	水溜和哉
1049948	照明器具	保田智行	1050946	扇風機	加納 実
1049949	扇風機	糸魚川左富	1050947	回転電機の短絡環しょう(摺)動装置	大窪純治
1049950	扇風機	糸魚川左富	1050948	コンデンサ短絡装置	鉄野治雄・芦谷正裕
1049951	作業台	原 広忠	1050949	扇風機	長瀬卯三郎
1049952	電気掃除機の アタッチメント	武井久夫・加藤 悟	1050950	集電環短絡装置	菊田 広
1049953	環状けい光灯器具	{桂 秀年・二木 盈行 鈴木政勝・井上員成	1050951	変圧器 コイル	富樫義弘・渡辺興司
			1050952	扇風機用の スタンド	長瀬卯三郎

〈次号予定〉 三菱電機技報 Vol. 49 No. 9 水力発電特集

特集論文

- 最近の水車及びポンプ水車
- 最近の水車発電機及び発電電動機
- 最近の水力発電所制御装置
- 揚水発電始動装置及び発電機回路用大電流空気しゃ断器
- 関西電力(株)奥多々良木発電所納めポンプ水車、発電電動機及び制御装置
- 北海道電力(株)新冠発電所納めポンプ水車、発電電動機及び制御装置

普通論文

- ホログラフィによる立体像記録
- 液晶ディスプレイ
- 77kV ガス絶縁変圧器
- シーケンサ《MELSEC》-710 の適用

三菱電機技報編集委員

委員長 松岡 治
副委員長 神崎 通
" 武藤 正
常任委員 伊藤一夫
" 宇佐見重夫
" 北川和人
" 祖父江晴秋
" 塚本信雄
" 久松章三
" 日野雅行
" 本間吉夫

常任委員 三輪 進
" 吉山裕二
委 員 飯田春吉
" 大田重吉
" 粕谷一雄
" 久保博司
" 熊本 永
" 橋爪 基
" 林 昇寿
(以上50音順)

8号特集担当 伊藤一夫

三菱電機技報 49 巻 8 号

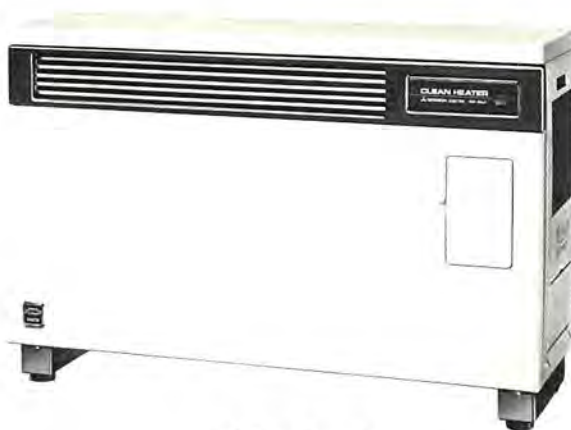
昭和50年8月22日印刷
昭和50年8月25日発行

定価1部300円(送料別)無断転載を禁ず

編集兼発行人 松岡 治
印刷者 高橋武夫
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
発行所 東京都千代田区丸の内2丁目1番2号(〒100)
菱電エンジニアリング株式会社内
「三菱電機技報社」Tel. (03) 218局2494
発売元 東京都千代田区神田錦町3丁目1番地(〒100)
株式会社 オーム社書店
Tel. (03) 291局0912, 振替口座 東京 20018

N E W S F L A S H

この冬新登場!クリーンヒーター2タイプ



VKB-40B

石油カスタムタイプ クリーンヒーター

排気形石油温風暖房機としては、5年前からくヒート66シリーズを出してきましたが、このたび新しく開発した、石油新燃焼方式“VOCS”(Vaporised Oil Combustion System)を内蔵した石油カスタムタイプクリーンヒーターを開発しました。

特長

- 燃焼方式は、灯油をガス状に気化して燃焼させる完全密閉ブルー燃焼であり、当社がクリーンヒーターで採用している“MICS”燃焼方式の灯油版です。
- FF方式(強制吸排気)の採用により、室内空気を使わないので、室内空気が汚しません。
- 安全回路は“VOCS”独自の電子回路を組み込み、完全自動燃焼・過熱・対震・停電時などの各保護を行なう。
- ルームサーモ内蔵により室内温度は自動調整。
- 豊富な温風方式の採用で、均一で迅速な暖房効果が得られる。



VGN-30EC

ガスコンパクトタイプ クリーンヒーター

省資源、省エネルギーの情勢下で、従来のカスタムタイプクリーンヒーターの機能・構造を見直し、省資源タイプのクリーンヒーター(VGN-30EC)を開発、量産化し、消費者にとって実のある買い求めやすい商品にしました。

特長

- 重さ、体積で従来機種ガスカスタムタイプの約60%のコンパクトタイプ。
- 部品の多機能化(フレームとケーシングを一体化など)、部品点数の削減、構造の簡略化により、量産技術を発揮した低価格。
- 信頼性・安全性・快適性は、従来機種のクリーンヒーターと同一。