

# MITSUBISHI DENKI GIHO 三菱電機技報



Vol.58 No.9

ニューメディア特集

# 三菱電機技報 Vol. 58 No. 9 1984

## ニューメディア特集

### 目 次

#### 特 集 論 文

放送衛星2号（BS-2）主地球局用アンテナ設備	1
岡村浩志・河村英四郎・佐藤 澄・伊藤 昇	
直接衛星放送受信システム	6
浦崎修治・八尾政治・森 哲郎・栗原裕司・小林忠昭	
テレビプリンタ	10
江頭英隆・和田隆吉	
家庭内情報通信システム	14
皆川良司・上村一穂・井上雅裕・江崎光信・藤井 學	
最新形VTR HV-81HF, HV-34T	19
丹羽喜一・森 好春・三橋康夫・中島義郎・川地正男	
ダイヤトーンコンパクトディスクプレーヤー DP-103	25
平沢和夫・石田禎宣・藤原 修・宮本浩一・久山浩二	
第二世代オーロラビジョンシステム	31
寺崎信夫・原口 聰・渡部敏克・宅島 隆	

#### 普 通 論 文

受配電用ガス絶縁変圧器	36
佐藤辰夫・松本正市・田村 清	
屋外用エポキシ樹脂の変成器への適用	40
山内欣二・野上文夫・平沢栄一・坂井龍吉・土橋 勝	
コンピュータ制御式新形電子ビーム溶接機	45
原 且則・中村正之・福田司朗・大野義隆・村上英信	
溶融炭酸塩形燃料電池	51
村橋俊明・佐藤一直・漆畑広明・松村光家	
超マイクロフィルム（UMF）を利用した電子ファイリングシステム	56
望月純夫・飯田 登・近江 清・伊藤修莘・苗村水戸夫・向井文章	
POSシステム用簡易プログラム言語	61
松村雅司・中嶋英雄・作田允紘・芋生信一・細見祐策	

#### 特許と新案

超音波探触子装置	67.68
カラーテレビジョン受信機	
水平走査線のカウント装置	

#### ス ポ ッ ツ ラ イ ト

三菱衛星放送受信システム〈BSアンテナ〉〈BSチューナー〉	(表3)
-------------------------------	------

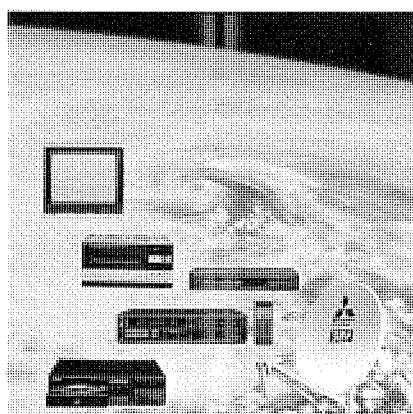
#### 表紙

##### 明日を開くニューメディア製品

衛星から見た地球は美しい雲に包まれて神秘的とも云える景観を呈しているが、雲の下の地球上には情報化の波が押し寄せており、人々の生活はひとときたりとも情報なしでは済まされなくなつて来ている。この表紙に登場している製品はニューメディア時代の人々の生活をより快適に、より便利に、そしてより高度にすることを目指して開発された代表選手と云えるものであり、これらの製品を支えている技術はいずれも先端技術と云えるものばかりである。

従来家電製品と云えば、業務用機器の流れを汲んだものが多かったが、最近のものは逆の流れのものも出るようになってきている。このように最先端の技術を駆使した製品が今後も次々と世に出て来るものと思われるが、この絵はやがてこの大きな地球をそれらの製品で包みながら更に高みに進んで行くことを象徴している。

本号はニューメディア時代にふさわしい製品をとり上げて、それら製品について特長となる技術解説を中心に特集した。



## アブストラクト

### 放送衛星2号（BS-2）主地球局用アンテナ設備

岡村浩志・河村英四郎・佐藤 澄・伊藤 昇

三菱電機技報 Vol.58-No.9-P1~5

このアンテナ設備は、日本放送協会が放送衛星2号を使用して実用衛星放送サービスを行うことを目的として、放送センター屋上に設置したものであり、三菱電機株が製作・建設を担当した。放送という公共性の高い目的に使用されることから、実用性に主眼をおいた設計を行い、高い信頼性、保守・運用の利便性、市街地放送局の屋上設置という設計条件と電気特性は、WARC-BSで設定された諸条件を十分満足する設備とすることができた。本文ではその概要を報告する。

### 最新形VTR HV-81HF, HV-34T

丹羽喜一・森 好春・三橋康夫・中島義郎・川地正男

三菱電機技報 Vol.58-No.9-P19~24

最近、技術的にも量的にも著しい進歩をとげているVTRの状況を、当社の新製品であるハイファイVTR、縦形VTRを例にあげて紹介する。前者はビデオからオーディオ機器へと広がる可能性を技術面から説明し、後者は当社の差別化商品として話題をよんでいる点を、また、両者に搭載されているDデッキのメカニズムについて紹介する。

### 直接衛星放送受信システム

浦崎修治・八尾政治・森 哲郎・栗原裕司・小林忠昭・

三菱電機技報 Vol.58-No.9-P6~9

ニューメディア時代の幕開けと注目され、昭和59年1月に打上げられた放送衛星「ゆり2号a」は5月12日、NHKにより1チャンネルで試験放送が開始された。当社においても、直接衛星放送実用化に対応して受信システム：BSアンテナUA-75形、BSチューナーUT-11形を開発、製品化し、日本本土において良好な受信を可能にした。

この論文は、このシステムの概要を紹介する。

### ダイヤトーンコンパクトディスクプレーヤー DP-103

藤原 修・石田禎宣・平沢和夫・久山浩二・宮本浩一

三菱電機技報 Vol.58-No.9-P25~30

デジタルオーディオ技術の進歩によって、コンパクトディスクが普及段階に入った。当社では導入期に1号機であるDP-101形を、続いて本格普及期に対応して2号機のDP-103を開発し上市した。いずれもこれからデジタルオーディオ時代にふさわしい高性能で信頼性の高いコンパクトディスクプレーヤーである。

本稿では、DP-103についてその仕様、特長、機能、各部の構成と動作について紹介する。

### テレビプリンタ

江頭英隆・和田隆吉

三菱電機技報 Vol.58-No.9-P10~13

ニューメディア時代に入り画像のハードコピーに対する需要が増加している中で、テレビ画像がその場でプリントできる、テレビプリンタの世界初の商品化を民生品としてふさわしい価格で実現した。技術的には、映像信号のA/D変換、映像信号ディジタル処理、フィールドメモリ、ゲートアレーなど、最新のデジタルテレビ技術及び半導体技術の活用により商品化されたものであり、以下にテレビプリンタの原理と構成について紹介する。

### 第二世代オーロラビジョンシステム

寺崎信夫・原口 聰・渡部敏克・宅島 隆

三菱電機技報 Vol.58-No.9-P31~35

オーロラビジョン（海外向商品名：DIAMOND VISION）は既に世界中に50セット以上の実績を持ち、スポーツ、エンタテインメント、広告ボードへと応用範囲を拡大している。初期開発から5年目を迎えて多様化するニーズに対応しながらオーロラビジョンも第二世代に入ったと言える。本稿ではこの第二世代を生み出した主な技術開発項目と最新システムの中から香港競馬場向システムを紹介するとともにニューメディア時代への対応について述べる。

### 家庭内情報通信システム

皆川良司・上村一穂・井上雅裕・江崎光信・藤井 学

三菱電機技報 Vol.58-No.9-P14~18

INS（高度情報通信システム）・双方向CATV・キャプテンシステムなどのニューメディアシステムが数年後に実用化され、我々は家庭に居ながらにして、各種情報を入手したり、家庭外に情報を送出する「情報化（HA化）家庭」の時代を迎える。

ここでは家庭内情報化に関し、KEC（関西電子工業振興センター）で提案しているホームバスシステムに準拠した「家庭内情報通信システム」の一モデルを開発したので、その概要を説明する。

### 受配電用ガス絶縁変圧器

佐藤辰夫・松本正市・田村 清

三菱電機技報 Vol.58-No.9-P36~39

都市のビル受配電設備には特に防災性、環境調和、縮小化が重要である。ガス絶縁変圧器はこれら受配電用変圧器として最適なもので、ビル構内、地下街、地下鉄などに最近設置されるようになった。66kV級以上の受電用や33kV以下の配電用で、耐湿性、低騒音、低損失、小形軽量などの特長から、需要家の要求にかなったものになっている。ガス断路器やガスRMUと一体化した複合機器も実用化され、配電用機器の縮小化、信頼性向上に貢献している。

# Abstracts

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 58, No. 9, pp. 19 ~ 24 (1984)

## New VCRs, Models HV-81HF and HV-34T.

Yoshikazu Niwa, Yoshiharu Mori, Yasuo Mitsuhashi, Yoshiro Nakajima & Masao Kawaji

The article discusses the recent technological progress in VCRs that has stimulated strong demand, taking the latest Mitsubishi Hi-Fi and vertical-format VCRs as examples. The article discusses the technical aspects of expanding the coverage of video products to the audio market in the form of the Hi-Fi VCR. The vertical-format VCR is attracting attention as an original-feature product. The article also introduces the "D<sub>0</sub>" deck mechanism incorporated in both these VCRs.

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 58, No. 9, pp. 25 ~ 30 (1984)

## The Model DP-103 Compact Disc Player

by Kazuo Hirasawa, Yoshinobu Ishida, Osamu Fujiwara, Koichi Miyamoto & Koji Kuyama

Rapid advances in digital audio technology have stimulated the widespread use of compact disc players. Mitsubishi Electric first developed the Model DP-101 in response to the initial marketing requirements of compact disc players. The Model DP-103 was then developed to satisfy the demand for full-scale marketing. These models feature the high performance and high reliability appropriate for the digital audio age. The article introduces the specifications, features, functions, structure, and operation of the DP-103.

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 58, No. 9, pp. 31 ~ 35 (1984)

## The Second-Generation Diamond Vision System

by Nobuo Terazaki, Satoshi Haraguchi, Toshikatsu Watanabe & Takashi Takushima

More than 50 Diamond Vision systems have already been installed around the world, and are in use for a wide range of applications, including sports, entertainment, and advertising displays. A second generation of Diamond Vision systems has now, five years after the initial development stage, been launched. The article lists the main technical developments behind the second-generation system and introduces, from among the latest such systems, one that was recently installed at a racetrack in Hong Kong. It also describes Mitsubishi Electric's policy for the age of new media.

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 58, No. 9, pp. 36 ~ 39 (1984)

## Gas-Insulated Transformers for Distribution and Power Receiving

by Tatsuo Sato, Masaichi Matsumoto & Kiyoshi Tamura

Protection against fire hazards, harmony with the environment, and small size are very important for the distribution and power-receiving facilities of urban buildings. Gas-insulated transformers are ideal for such applications, and are already being installed in buildings, underground shopping areas, and subways. Mitsubishi Electric offers gas-insulated transformers of the 66kV class and larger for power receiving and 33kV class or smaller for distribution. These transformers satisfy user requirements with features that include protection from humidity, low noise, low loss, compact size, and light weight. Gas-insulated transformers are also offered in combination with gas-insulated breakers and gas ring-main units, and contribute to a significant reduction in the size power-distribution equipment and a marked improvement in reliability.

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 58, No. 9, pp. 1 ~ 5 (1984)

## A Main Earth-Station Antenna for Broadcasting Satellites in Japan

by Hiroshi Okamura, Eishiro Kawamura, Shigeru Sato & Noboru Ito

Mitsubishi Electric has manufactured and erected an earth-station antenna for Nippon Hosō Kyōkai (NHK: Japan Broadcasting Corporation). The antenna was erected on the roof of the NHK Broadcasting Center to implement a public satellite broadcasting service. The public nature of the service led to the adoption of a design with the highest practical viability. More specifically, the antenna features high reliability, easy maintenance and high operability. It also satisfies both the physical requirements for erection on the roof of a suburban broadcasting station and the electrical characteristics of WARC-BC (World Administration Radio Conference-Broadcasting Satellites). The article gives a brief outline of the main earth-station antenna.

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 58, No. 9, pp. 6 ~ 9 (1984)

## A Direct-Broadcasting Satellite Receiving System

by Shuji Urasaki, Masaharu Yao, Tetsuro Mori, Yuji Kurihara & Tadaaki Kobayashi

The launch of broadcasting satellite BS-2a ("Yuri-2a") in January 1984 marked the dawn of a new age of information and entertainment media. Using this satellite, NHK (Japan Broadcasting Corporation) has already commenced trial broadcasting services on one channel. Mitsubishi Electric has developed, manufactured, and marketed a direct-broadcasting satellite receiving system consisting of a Type UA-75 BS antenna and a Type UT-11 BS tuner. This receiving system provides satisfactory reception throughout Japan. The article discusses this direct-broadcasting satellite receiving system.

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 58, No. 9, pp. 10 ~ 13 (1984)

## A Television Printer

by Hidetaka Egashira & Ryukichi Wada

With the dawn of a new media age, there is a growing demand for devices making hard copies of the characters and graphics shown on TV screens. Mitsubishi Electric has succeeded in manufacturing and marketing the world's first video printer at a low, commercially viable price. It combines the latest digital and semiconductor technology for video-signal A/D conversion, the digital processing of video signals, field memories, and gate arrays. The article introduces the principle and structure of the video printer.

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 58, No. 9, pp. 14 ~ 18 (1984)

## A Home Information-Network System

by Yoshiji Minagawa, Kazuho Uemura, Masahiro Inoue, Mitsunobu Esaki & Manabu Fujii

New media systems, including information-network systems (INS), two-way CATV, and the CAPTAIN system, will be coming into practical use within the next few years. In the coming age of home automation, they will enable access to and generation of a variety of information in the home.

Mitsubishi Electric has developed a model home information-network system in accordance with the home-bus system proposed by KEC (the Kansai Electronics Center). The article provides a brief discussion of this home information-network system.

## アブストラクト

### 屋外用エポキシ樹脂の変成器への適用

山内欣二・野上文夫・平沢栄一・坂井龍吉・土橋 勝  
三菱電機技報 Vol.58-No.9-P40~44

屋外へ、エポキシ樹脂を適用するための材料開発、モデルにおける評価試験を基にして、約10年前から実機モデルにおける長期屋外課電暴露試験を実施してきた。これらによって選定されたエポキシ樹脂を用いて実際の製品として変成器へ適用し、良好な結果が得られた。この論文では、長期屋外課電暴露試験における各材料の評価結果と実際に製品化した変成器の内容、構造、試験結果などについて述べる。

### 超マイクロフィルム(UMF)を利用した電子ファイリングシステム

望月純夫・飯田 登・近江 清・伊藤修翠・苗村水戸夫・向井文章  
三菱電機技報 Vol.58-No.9-P56~60

オフィスオートメーション(OA)の一環として、超マイクロフィルム(UMF)を記憶媒体とした電子ファイリングシステムを開発し、(社)発明協会へ納入した。このシステムは、UMFに蓄積された1,800万ページの特許公報を計算機により検索し、イメージプリンタ装置へ出力するものである。ここでは、UMFの特長、UMFを扱うハードウェア、及びシステムの構成、機能などについて解説する。

### コンピュータ制御式新形電子ビーム溶接機

原 且則・中村正之・福田司朗・大野義隆・村上英信  
三菱電機技報 Vol.58-No.9-P45~50

この電子ビーム溶接機シリーズは全面的にコンピュータ制御化するとともに、電子ビーム系を始め、各種機能構成要素をブロック化、階層化することにより、次の特長をもつ。

- ①溶接条件をプログラム入力できるので、多様な継手形状の溶接、円群溶接に対応できるほか、熱処理、刻字への適用も可能となる。
- ②すべての操作がCRTとの対話形式でできるので、初心者でも容易に操作できる。③用途に合わせて最適な機器構成が選択できる。

### POSシステム用簡易プログラム言語

松村雅司・中嶋英雄・作田允絵・芋生信一・細見祐策  
三菱電機技報 Vol.58-No.9-P61~66

POSシステム(販売時点情報管理システム)は店舗情報処理システムの最先端に位置し、リアルタイムで売上情報管理を行う専用端末である。そのソフトウェア開発を効率よく行うためには、現場で、簡単に、ユーザーの要求に合ったプログラムの作成が可能な言語体系が必要である。POS専用の簡易プログラム言語として、高速処理可能な汎用サブルーチンを組み込んだ、セルフコンパイル方式の高水準言語を開発したので報告する。

### 溶融炭酸塩形燃料電池

村橋俊明・佐藤一直・漆畑広明・松村光家  
三菱電機技報 Vol.58-No.9-P51~55

溶融炭酸塩形燃料電池について、電池の動作原理、単電池(セル)の構成と構成材料について述べるとともに、セルの特性について種々の条件下での結果を示した。更に今後の大出力に向けてセルの積層技術の開発に取り組み、5セルスタックの試験結果を報告した。最後に発電システムの検討結果について、特に内部改質技術を取り入れたシステムについて述べ、発電効率が55%以上に達することを明らかにした。

## Abstracts

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 58, No. 9, pp. 56 ~ 60 (1984)

### An Electronic Filing System Using Ultra-Micro Film (UMF)

by Sumio Mochizuki, Noboru Iida, Kiyoshi Omi, Shuji Ito,  
Mitoo Naemura & Fumiaki Mukai

Mitsubishi Electric has delivered to the Japan Institute of Inventions and Innovations an electronic filing system using ultra-micro film (UMF) as a storage medium for office automation. This system retrieves and prints the desired information from 18 million pages of the *Patent Office Gazette* stored in a computer. The article describes the features of UMF, the hardware to handle it, and the system configuration and functions.

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 58, No. 9, pp. 61 ~ 66 (1984)

### The Development of a Programming Language for the MELPOS T-7100 POS Terminal

by Masaji Matsumura, Hideo Nakajima, Yoshihiro Sakuta,  
Shin'ichi Imo & Yusaku Hosomi

A point-of-sale (POS) system is an information management system that handles primary real-time data processing of in-store sales information using dedicated terminals. To promote the efficient development of software, a language system is needed that meets the demand for user-oriented program generation. The article introduces a high-level, POS-oriented and self-compiling language that incorporates general-purpose subroutines for high-speed processing.

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 58, No. 9, pp. 40 ~ 44 (1984)

### Epoxy-Resin-Molded Instrument Transformers for Outdoor Use

by Yamauchi Kinji, Fumio Nogami, Eiichi Hirasawa, Ryukichi Sakai  
& Masaru Tsuchihashi

Following the development of epoxy resins for outdoor use and tests using model transformers to evaluate their suitability for this application, Mitsubishi Electric has performed a series of long-term outdoor exposure tests of actual practical trnasformers extending for over a decade. The series of tests has established that selected grades of epoxy resin are ideally suitable for use in outdoor transformers. The article presents the evaluations of the materials undergoing the long-term outdoor exposure tests, and details the content, construction, and test results for transformers already being marketed.

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 58, No. 9, pp. 45 ~ 50 (1984)

### New Computer-Controlled Electron-Beam Welders

by Katsunori Hara, Masayuki Nakamura, Shiro Fukuda, Yoshitaka Ono  
& Hidenobu Murakami

This series of electron-beam welders is completely computer-controlled. The use of electron-beam guns, and the blocking and stratification of functional components, provide the following features:

First, welding-condition inputs can be programmed, allowing welding of complicated shapes and multicircle welding. This makes the welders applicable to heat treatment and marking. Second, all the operations can be performed interactively, enabling inexperienced operators to operate the equipment. Third, the hardware configuration is flexible, so that units can be matched to specific forms of production.

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 58, No. 9, pp. 51 ~ 55 (1984)

### The Development of a Molten-Carbonate Fuel Cell

by Toshiaki Murahashi, Kazunao Sato, Hiroaki Urushibata & Mitsue Matsumura

The article discusses the operating principles, cell construction, and materials applied to molten-carbonate fuel cells, as well as the cell characteristics under a variety of conditions. To meet the future demand for large output, Mitsubishi Electric has promoted the development of stack technology. The article reports on the test results of a five-cell stack. Finally, the article describes the power-generating system—specially the system using internal reforming technology—and establishes that the efficiency in power generation exceeds 55%.

# 放送衛星2号(BS-2)主地球局用アンテナ設備

岡村 浩志\*・河村英四郎\*\*・佐藤 滋\*\*\*・伊藤 昇\*\*

## 1. まえがき

放送衛星2号は、既に打上げられ実験に供せられていた実験用放送衛星(ゆり)の実用機として1984年1月に打上げられ、同5月に衛星放送サービスが開始された。

日本放送協会(NHK)は東京・渋谷の放送センターに放送衛星主地球局を新設したが、三菱電機(株)はこのうちのアンテナ設備を担当し放送センター屋上に設置したので、ここにその概要を報告する。

放送衛星主地球局の基本的機能は、放送衛星との間にTV信号のアップリンクを形成し、十分大きなC/NのTV信号2波を衛星に送出すると同時にCMD送信・TLM受信により衛星の監視・制御を行うことである。

公共性の高い放送に供せられるこの設備の設計に際し、その基本方針を「実用性の高さ」におき、次の4点を主な設計条件とした。

- ・非冗長構成で高い信頼性が得られること。
- ・CCIR・WARC-BSに定められた諸条件を満足すること。
- ・保守・運用に便利であること。
- ・市街地の放送局屋上に設置されること。

図1.にこのアンテナの全景を示す。以下、本文においてこれらの概要を報告する。

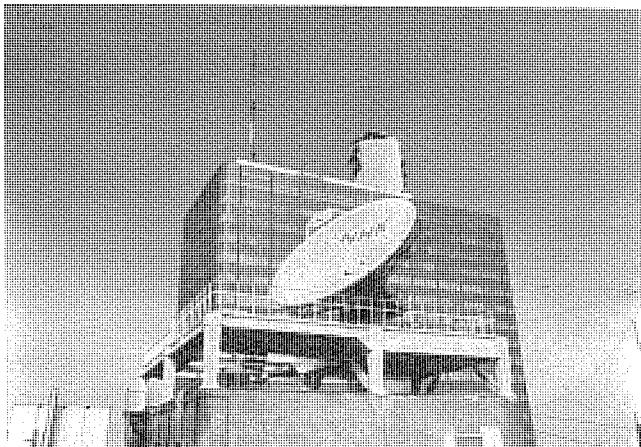


図1. 放送衛星2号主地球局用アンテナ全景

## 2. 設備の概要

アンテナ設備のブロック図を図2.に示す。この設備は次に示すサブシステムから構成され、表1.に示す性能・諸元を有している。

- (a) アンテナ装置(主反射鏡・副反射鏡・一次放射器・給電部・支持構造部・駆動機構部・接続導波管部・付帯設備)
- (b) 主給電線(主給電線・主給電線ラダー)
- (c) 駆動制御装置(追尾受信部・制御表示部)
- (d) 融雪装置(熱発生部・融雪制御部)
- (e) 空気充てん(墳)装置

### (f) 付属品・予備品・試験用機器

以下に主なサブシステムの特長を説明する。

#### (1) アンテナ装置

アンテナ装置はコレガート円すい(錐)ホーンにより給電される直径8mのカセグレン形であり、駆動方式は静止衛星追尾用であることからAz軸(方位軸)及びEl軸(仰角軸)共ねじジャッキによる限定駆動方式を採用した。ホーン給電方式にもかかわらず主反射鏡背面のセンターハブに低雑音増幅器及び追尾用ダウコンバータを収納するに十分なスペースを確保した設計を行い、保守・運用を容易にすることができた。またアンテナ地上高を可能な限り低く抑えることにより局舎への風などによる荷重を軽減し、美観も保つことができた。電気特性ではCCIR・WARC-BSの諸条件を満足したものとすることができた。

#### (2) 主給電線

主給電線は機器室に設置された送信装置の出力電力をアンテナ装置へ給電するための導波管で、十分大きなアップリンクC/Nを得るために

表1. アンテナ設備の主要性能・諸元(仕様値)

項 目	性 能 ・ 諸 元
(1) アンテナ 直 径 (m)	8
(2) マウント 形 式	Az-El形式による限定駆動方式
(3) 主 反 射 鏡 鏡面精度 (mm rms)	0.5以下
(4) 周 波 数 帯 域	
・送 信 (GHz)	14.0~14.5
・受 信 (GHz)	11.7~12.2
(5) 偏 波	右旋円偏波(送受同旋)
(6) 利 得	
・送 信 (dB)	58.7 (14.0 GHz)
・受 信 (dB)	57.4 (11.7 GHz)
(7) 指 向 性	
・第1サイドローブ (dB)	-14以下
・広角特性	90%ビーグ値でCCIR勧告値以下
(8) 雜 音 温 度 (K)	65 (El=38°)
(9) 耐 電 力 (kW)	平均電力2.22(尖頭電力7.4 kW)
(10) 耐 風 性 (m/s)	瞬間最大風速72
(11) 耐 震 性	
・水平入力加速度 (G)	1.2
・垂直入力加速度 (G)	0.6
(12) 追 尾 方 式	高次モード使用モノパルス自動追尾
(13) 追 尾 精 度	
・無風時	±0.025°P-P (3σ)
・瞬間最大風速40m/s時	±0.06°P-P (3σ)
・ 〃 60m/s時	±0.12°P-P (3σ)
(14) 駆 動 方 式	交流モータによるON-OFF駆動方式
(15) 駆 動 範 囲	基準角度±5°(Az・El共)
(16) 融 雪 電 力 (kVA)	21

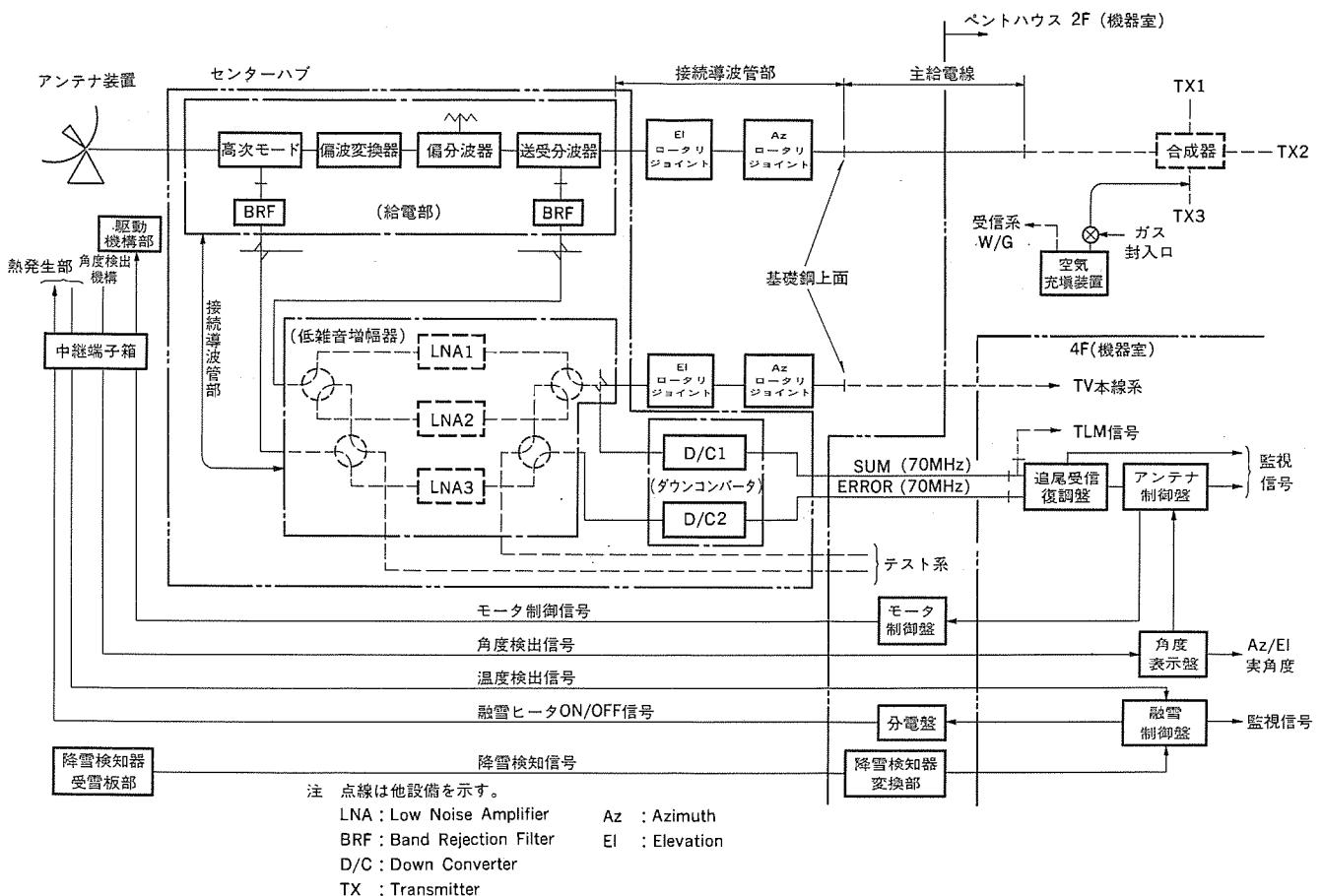


図 2. アンテナ設備ブロック図

必要な 2.2 kW (CW) 以上の送信出力を伝送するため、温度上昇抑制用放熱フィン (40°C 以下に抑制) を装備している。

#### (3) 駆動制御装置

駆動制御装置は追尾受信部としての ダウンコンバータ 及び追尾復調盤と制御表示部から構成され、アンテナ装置給電部の TM<sub>01</sub> モードカップラで検出された モノパルス 追尾誤差信号を使用して、駆動用交流モータの ON-OFF により零点追尾を行う自動追尾方式を採用している<sup>(1)</sup>。この結果、直流モータサーボの場合に必要な駆動用電力増幅器を必要とせず、簡易な構成となり信頼性を高くすることができた。

#### (4) 融雪装置

融雪装置は主反射鏡、副反射鏡及びコルゲート円錐ホーンカバー上面の融雪を行うもので、主・副反射鏡の融雪方式は熱による鏡面の変形が少ない間接加熱方式、ホーンカバー上面の融雪にはヒータで加熱した空気をブロウで吹きつける方式を採用した。また必要以上の電力消費を避けるため、降水と外気温度により降雪を判別する降雪検知器を採用し、降雪時のヒータに電力を供給するシステムとし、省電力化を図った。

### 3. アンテナ系

#### 3.1 アンテナ放射給電系

このアンテナは、晴天時上り回線 C/N 比を 2 kW 送信機を用いて 35 dB 以上確保でき、設置場所における最悪月 0.1% 降雨確率に相当する降雨減衰に対しても、システム運用に支障をきたさない条件及び設置場所の広さから、直径 8 m のカセグレンアンテナとしている。アン

テナ放射給電系は、前述の主要設計条件に基づき、次のように設計されている。

(1) 主・副反射鏡は、高能率・低雑音特性のみならず、他システムとの電波干渉軽減を図るべく良好な 広角サイドローブ特性を実現するため、開口分布にテープを付け、主反射鏡エッジ部で急峻にロールオフする分布が得られるように鏡面修整されている。

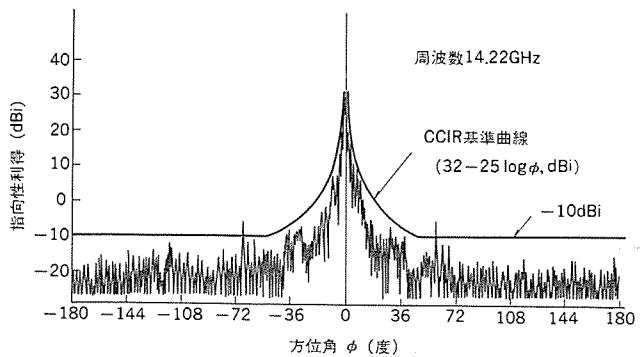
(2) 副反射鏡エッジ回折波による広角サイドローブ劣化を軽減するため、円錐台スカートを周辺に設け、それによる反射波も主ビーム近傍に集まるように光線追跡法により形状が設計されている。

(3) 一次放射器にはコルゲート円錐ホーンを使用し、円形導波管からの伝送モードの変換にはリング装荷コルゲート導波管技術を用いて、広帯域にわたり回転対称なビームと低サイドローブ特性を得ている。

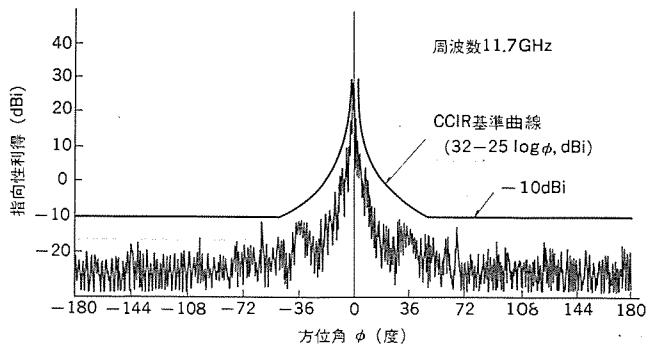
(4) 給電系は図 2. に示したように、追尾誤差検出用の TM<sub>01</sub> モード結合器、偏波変換器、偏分波器、送受分波器及び送信波阻止フィルタで構成している。副反射鏡や一次放射器からの反射波及び降雨時に発生する一次放射器ホーンカバー上の水膜の反射波による(梢)円偏波率の劣化を防ぐために偏分波器を挿入し、送・受信帯域で交差偏波レベル -25 dB (梢円偏波率 0.98 dB 相当) 以上とし、降雨時の劣化も少なくしている。

(5) アンテナ入力の送信電力 (平均 : 2.2 kW, ピーク : 7.4 kW) に耐え、最大電力送信時の導波管部品の温度上昇を 40°C 以下に抑えるために、マルチホール形偏波変換器を使用したり、放熱フィン付き導波管を使用している。

(6) 降雨時に一次放射器開口部のホーンカバー上に水膜が発生し、



(a) 送信帯広角 サイドローブ



(b) 受信帯広角 サイドローブ

図 3. 広角 サイドローブ実測値

電気特性を劣化させるので、ホーンカバー材料として水膜ができるにくいものを選定し、温風を吹き付けて水膜厚さをできるだけ薄くするよう配慮している。また、降雪時の雪の付着をさけるため主・副反射鏡面を間接加熱している。

以上のように設計したアンテナの主要性能の実測値を表2に示す。アンテナ開口能率は約70%（受信帯）で、図3に示すように、広角サイドローブはCCIR観告465の基準曲線（Reference Diagram）を十分満たしており、橭円偏波率もWARC-BSの勧告値0.98 dB（交差偏波レベル-25 dB）を十分満たし得た。また、上述の最大送信電力で耐電力テストを行った結果、導波管部品の温度上昇は最大24°Cで、ピーク電力による絶縁破壊も観測されず、所要の送信電力伝送を十分行い得ることが確認された。更に、降雨時のホーンカバー上の水膜による反射電力もシミュレーション実験により測定した。運用仰角において、45 mm/h 降雨強度に相当する条件下では、反射電力は約13%であり、温風吹付けを行うことによって反射電力は約半減することが確認された。また、降雨強度と反射電力の関係はほぼ自乗比例となり、アンテナ仰角が大きくなれば反射電力が増加することが観測された。

### 3.2 アンテナ機械系

アンテナ機械系としては、次の点に主眼をおいて設計した。

(a) 放送の公共性を考慮し、風、雪などで放送が中断することのないように、耐環境性を高め、高信頼性を実現する。

(b) 屋上設置に適した構造とする。

(c) 保守、運用が容易な構造とする。

特に耐風性については、通常の衛星通信用アンテナの場合、運用風速は瞬間最大30 m/s程度、駆動可能風速は40~50 m/s程度であるのに対して、この装置の場合、運用風速を瞬間最大40 m/s、駆動可能風速を瞬間最大60 m/sとするという厳しい条件とした。これを満足するために、アンテナの剛性（ばね定数）は、通常の衛星通信用アンテナに比べて2倍ほど高くしている。

上記の設計主眼をふまえて、アンテナ各部で留意した点、配慮した点を以下に示す。（図4.）

#### (1) 主反射鏡

表 2. アンテナ放射給電系の主要性能（実測値）

	送信帯	受信帯
周波数範囲 (GHz)	14.0~14.5	11.7~12.2
開口能率（利得）(%)	61	71
雑音温度 (EI=38°) (K)	—	38
第1サイドローブレベル (dB)	-20 以下	-18.5 以下
広角サイドローブ	CCIR勧告の標準曲線を満たす	同上
橭円偏波率 (dB)	0.8 以下	0.3 以下
VSWR	1.19 以下	1.24 以下
送受波結合量 (dB)	—	-96 以下
耐電力性 (kW)	平均: 2.22 (温度上昇 24°C 以下) ピーク: 7.4	—
給電系損失 (dB)	0.19 以下	0.34 以下

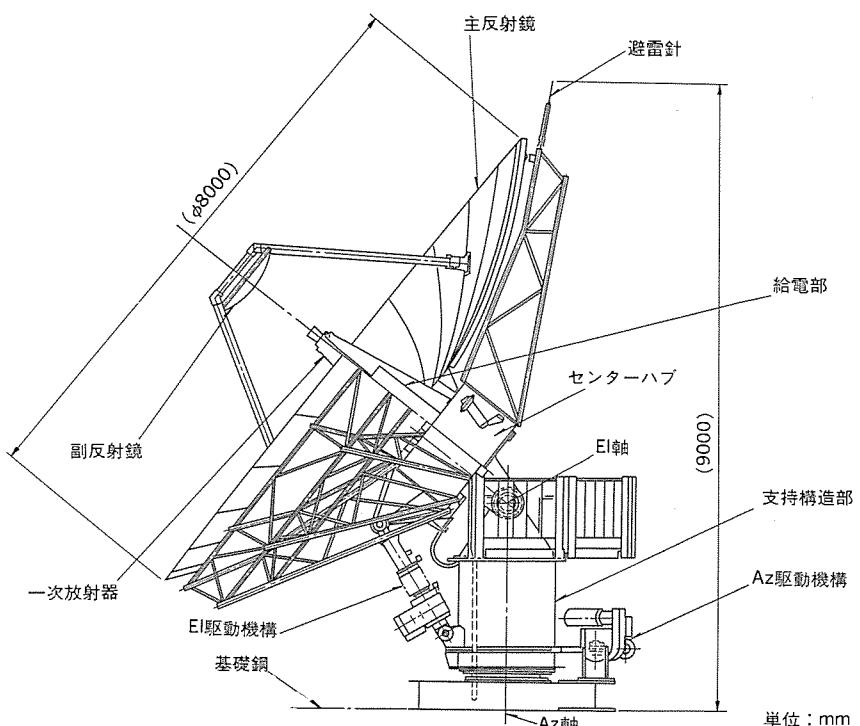


図 4. アンテナ装置

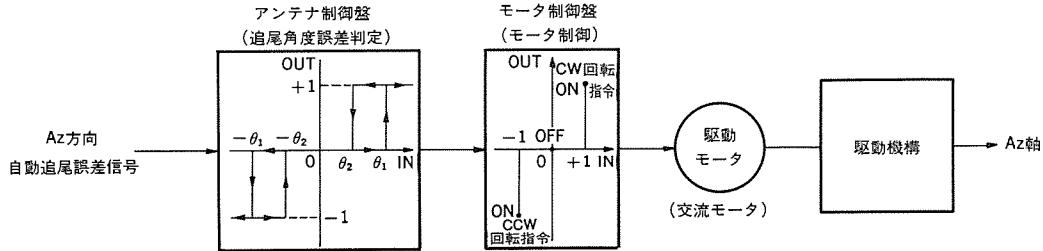


図 5. アンテナ ON-OFF 制御機能 (Az 軸の例)

反射鏡面は、直径 8 m 程度の場合、従来 12 枚のパネルからなっていたが、この装置の場合、パネル支持間隔をせばめて風荷重による変形を小さくするために、パネル枚数を 24 枚に増やした。センターハブは、LNA を収納できる構造となっており、LNA の保守が容易なようにセンターハブ内の機器が配置されている。また、センターハブへアクセスするための、十分な広さを持ったプラットフォームが設けられている。

#### (2) 支持構造部

アンテナ基礎への荷重を軽減し、保守運用を容易にするために、また屋上設置しても美観を損なうことのないように主反射鏡の位置をできるだけ低くした。その結果、支持構造部の風荷重による変形も小さくなり、構造部材を厚くしたり、大きくしたりせずに、高い剛性を得ることが可能となった。

#### (3) 駆動部

駆動部には、ねじジャッキを用いているが、高い剛性を得るために、従来のものと比較すると断面積で 2 倍以上のねじを使用した。

#### (4) 融雪装置（熱発生部）

主・副反射鏡には、熱変形による利得低下が少ない間接加熱方式を採用した。この方式はパネルを対流とふく（輻）射で暖めるようにしたもので、一般的に温度が上がりにくいパネルの補強枠部も輻射熱で暖められ、パネル全体が均一に温度上昇し、熱変形が小さい。その結果、熱変形による利得低下は、従来の直接加熱方式と比較すると 1/4 以下に抑えることが可能となった。

### 4. 追尾制御系

衛星の自動追尾方式には、衛星からのビーコンなどの受信信号を基準として、定められた角度幅（ステップ）だけアンテナを駆動し、駆動前後の受信レベルを比較してピークを追尾（ヒルクライム）するステップ追尾方式と、ビーコン信号などを利用して給電部に設けられた誤差検出器で衛星方向からのずれを検出し、その誤差が零となる方向へアンテナを指向させるモノバス追尾方式が一般的である。前者は構成は単純であるが、降雨などによる受信レベル変動により追尾精度が左右されやすく、後者は受信レベルの変動の影響を受けにくく追尾精度が高いが構成は多少複雑となる。この設備では角度測定機能が要求されていること及び 12 GHz 帯での降雨減衰特性を考慮してモノバス追尾方式を採用した。

駆動方式は追尾対象が静止衛星であることから低速・間欠駆動で良く、また信頼性向上の観点から構成をできる限り単純にするため、交流モータによる ON-OFF 駆動方式を採用した。その結果、直流モータを使用して連続制御を行う場合に必要な駆動増幅器を必要とせず、制御表示部の信頼性を高く（従来の 2 倍）することができた。

ダウコンバータは構成の単純なシングルコンバージョンタイプを採用し、RF (12 GHz 帯) で機器室までの長い距離（約 120 m）を伝送することを避けるため、基準信号系及び誤差信号系の 2 系統が主反射鏡背面

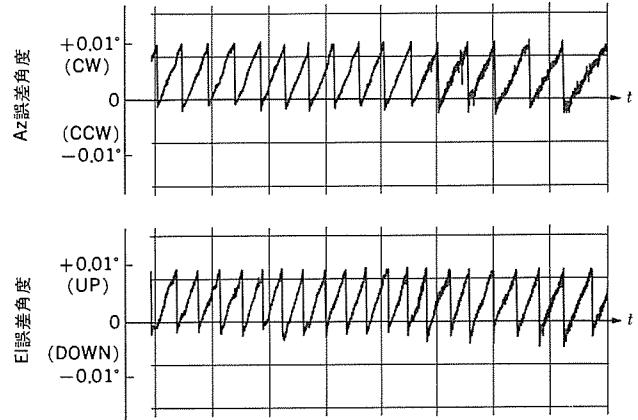


図 6. 追尾誤差角度

のセンターハブ内に設置され 70 MHz IF 信号を出力している。センターハブ内は外気温度と直射日光の影響で温度変化が大きく、特に追尾特性に重要な影響を与える基準信号と誤差信号の温度による位相及び振幅変動差を抑える（振幅：±0.5 dB、位相：±8°）ために、ミキサー及びフィルタ部は温度制御を行っている。

追尾復調盤は誤差信号を基準信号で同期検波し、直交する Az 及び El 軸追尾誤差信号を出力するが、低雑音増幅器の現用・予備切換及び放送衛星の現用・予備切換の際に生ずる基準信号と誤差信号の位相ずれをデジタル位相器のプリセットで補正している。

アンテナ制御盤は追尾誤差信号の極性及び誤差角度を判別し、誤差角度が定められた一定値 ( $\theta_2$ ) 以上となった場合に交流モータへ零点方向への ON 信号を出し、また一定値 ( $\theta_1$ ) 以下となった場合に交流モータ ON 信号を停止する機能及び各種アンテナ監視・インタロック機を有し、これらをマイクロプロセッサで処理している。図 5. は上記のアンテナ制御機能を示す図であり、Az・El 共誤差角度が 0.012 度以上になると交流モータを ON し、誤差角度が 0.008 度以下になるまで零点方向へ駆動することを示している。

モータ制御盤は、アンテナ制御盤からの信号に応じて交流モータの電源を供給遮断する機能をもち、交流モータの ON-OFF にはゼロクロススイッチング特性をもつ SSR (Solid State Relay) を使用している。

図 6. はこのアンテナ設備で放送衛星 2 号を追尾した場合の誤差角度パターンの一例であり、0.012 度以内の精度で追尾していることを示している。角度測定系は Az・El 軸共精・粗 (1 × 64 × 複速) のシンクロ発信器を使用し、デジタル角度表示盤でデジタル量に変換し表示（分解能 0.01 度）するとともに BCD (Binary Coded Decimal) コードで衛星監視用計算機へ送出している。

図 7. に駆動制御装置アンテナ制御架、及び図 8. に融雪装置融雪制御架のそれぞれ外観を示す。

## 5. む　す　び

以上、放送衛星2号主地球局用アンテナ設備の概要について述べたが、この設備が今後の高度情報社会のニューメディア展開の一翼を担い活躍することを確信する。なお、この設備は放送衛星2号打上げ後、衛星の各種試験に供され、5月から開始された実用衛星放送サービスに使用されている。

筆をおくにあたり、この設備の設計・建設のすべてにわたり、終始御指導いただいた NHK 技術本部岩崎部次長・緒方部次長をはじめとする NHK 関係各位、設計・製作に御協力いただいた三菱電機(株)の関係各位に深謝の意を表す。

### 参 考 文 献

- (1) 安川ほか：インテルサットV号14／11GHz帯のON／OFF制御による自動追尾装置、信学全大、2089（昭58）

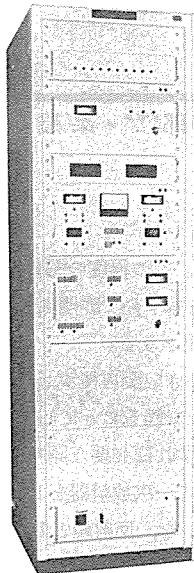


図 7. 駆動制御装置 アンテナ制御架

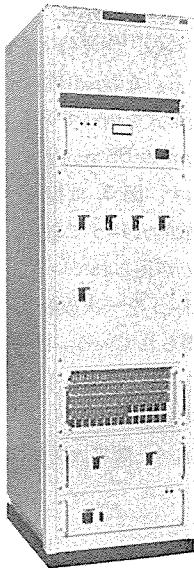


図 8. 融雪装置融雪制御架

# 直接衛星放送受信システム

浦崎修治\*・八尾政治\*\*・森 哲郎\*\*\*・栗原裕司+・小林忠昭+

## 1. まえがき

我が国における衛星放送は、昭和53年打上げのBS「ゆり」による各種の技術実験及び電波技術審議会での審議・答申を経て、昭和59年1月に打上げられたBS-2a「ゆり2号a」により5月からNHKにおいて試験放送が開始されている。直接衛星放送は、東経110°の赤道上空35,800kmの静止衛星から直接受信するために地上放送と比べてゴースト障害がなく、しかも映像帯域は4.5MHzと広く、音声は世界に先駆けてデジタル化されるなど高品質な画像と音声を得られるという特長をもっている。

当社においても、衛星放送実用化に対応して受信システムBSアンテナUA-75形とBSチューナーUT-11形を開発・製品化した。BSアンテナUA-75形は、一次放射器に複モードホーンを使って高開口能率を実現するとともに、付帯のBSコンバータに低雑音GaAs FETを使用して低NF化を図ることにより、降雨減衰を考慮しても日本本土において良好な受信を可能とした。BSチューナーUT-11形は、逆変調形の4相DPSK復調器の採用により低C/Nでも安定な復調を確保するとともに、PCMデコーダに専用のLSIを採用して機器の小型化を実施した。

以下にその概要を述べる。

## 2. BS アンテナ

衛星放送用の直接受信アンテナが各家庭で普及するために低価格であることが必要であり、その一つとしてパラボラアンテナがある。

この直接受信用アンテナの性能としては、衛星放送受信技術調査会の報告書によると、開口能率は52%以上、VSWRは1.3以下(反射電力が18dB以下)、及び主ビーム方向での交差偏波識別度は25dB以上(軸比が1dB以下)である。ここで、周波数範囲は11.71398~12.0095GHzである。

パラボラアンテナは一次放射器とパラボラ鏡面から構成されている。一次放射器には円すい(錐)ホーンを用いることが多い、この場合、開

口能率は55%位になる。この程度の開口能率では、BSコンバータの雑音指数にもよるが、日本4島で鮮明に受信するためには開口径1m位のパラボラ鏡面が必要となる。

設計の目標としては小さい開口径で、より広い範囲内で使用できるように開口能率の向上を図ることにした。この範囲を日本4島とし、開口径を75cmとすれば必要な開口能率は75%程度となる。この高能率を得るために一次放射器としては回転対称なビームをもつフレア形の複モードホーンを、反射鏡としては一次放射器のブロッキングによる能率低下のないオフセットパラボラを選んだ。複モードホーンの諸元はパラボラの中心を基準とした周辺における照射レベルが-10dBとなるように設計した。次に、円偏波を得るために複モードホーンの後に、円偏波発生器が接続される。また、給電系の損失を小さくするために、BSコンバータはこの円偏波発生器の後に分波器形丸角変換器を介して直結されている。なお、円偏波発生器は調整の容易さを考慮して金属ビスの装荷形式を用いている。

今回開発の開口径75cmのBSアンテナの外観を図1に、複モードホーンの外観を図2に示す。図3は複モードホーン単体の電界面(E面)、磁界面(H面)の放射パターンであり、両面のパターンが一致しており、回転対称なビームが得られている。このため開口能率は75%になっており、円錐ホーンを一次放射器とする開口径90cmのアンテナに相当する利得が得られている。図4、図5に軸比及び反射電力の周波数特性を示す。これより、帯域内で軸比は1dB以下(交差偏波識別度は25dB以上)、反射電力は-22dB以下(VSWRは1.2以下)であり、先に述べた衛星放送受信技術調査会の推奨値を満足している。

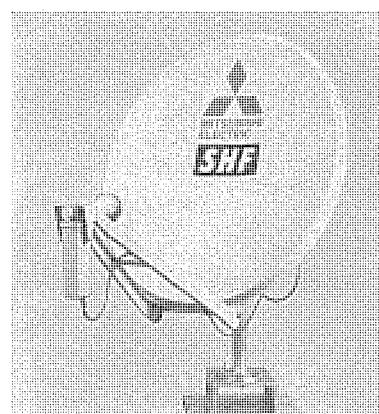


図 1. BS アンテナと BS コンバータ

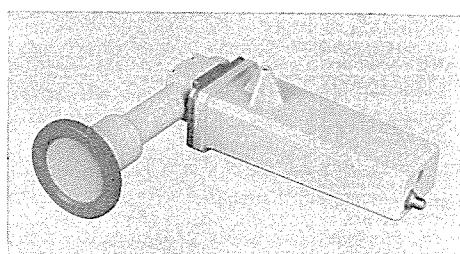


図 2. 複モードホーンと BS コンバータ

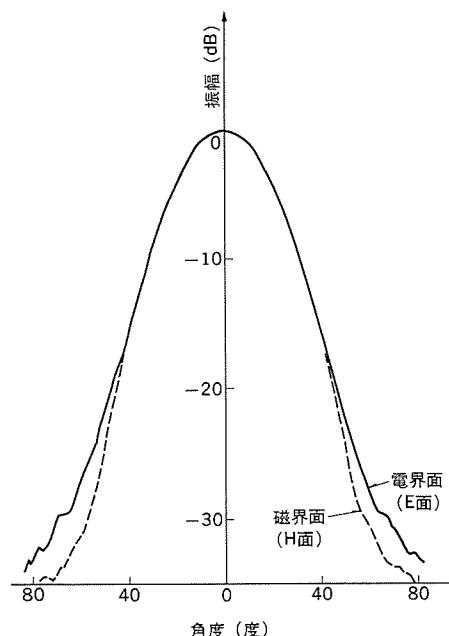


図 3. 複モードホーンの放射 パターン

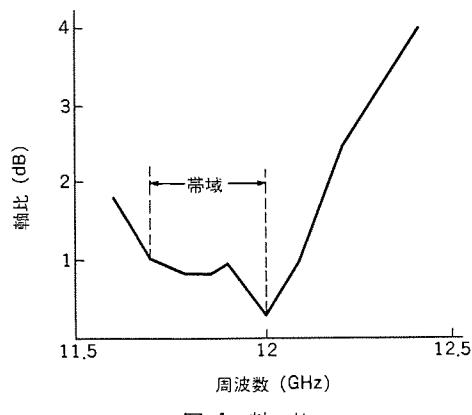


図 4. 軸 比

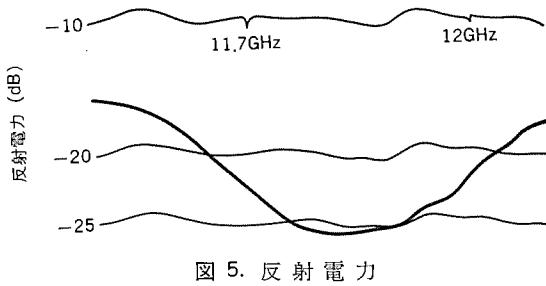


図 5. 反 射 電 力

### 3. BS コンバータ

BS アンテナで受信した信号は、BS コンバータで増幅し、第一中間周波数(1,035~1,335 MHz)に変換している。BS コンバータは、低雑音増幅器・ミキサー・局部発振器・IF 増幅器・電源回路から構成される。またマイクロ波及び第一中間周波増幅回路は、量産性を考慮して低誘電体損失の基板にマイクロストリップラインで構成した。

低雑音増幅器は、低雑音構造の MGF 1400 シリーズの GaAs FET による 2段増幅回路とした。低雑音増幅器の特性を図 6. に示す。整合回路は、雑音指数最小をねらった設計とした。ミキサーは、ショットトキーバリヤダイオードによるシングルエンディッド形とし、変換損失を少なくするため、信号入力端子及び局発端子にそれぞれイメージ阻止フィルター・局発用帯域通過フィルターを付けた。局部発振器には、GaAs FET のゲート側ストリップラインから誘電体共振器を介して直接ドレイン側ストリップラインに帰還をかける当社独自の回路を用いた。

図 7. に局部発振器の回路パターンを示す。GaAs FET のソース・ゲート間及びソース・ドレン間に抵抗を接続し、ドレンに約 5 V の電圧

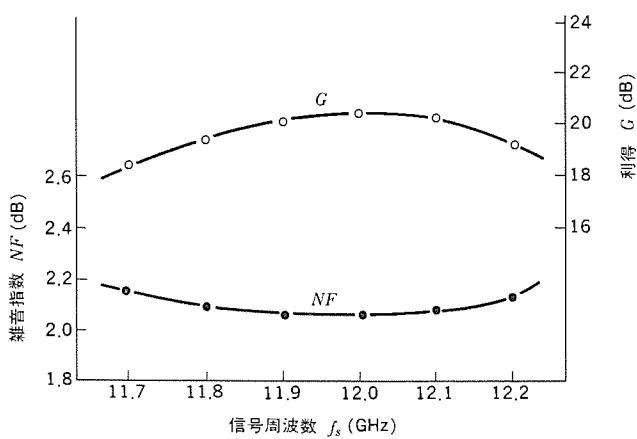


図 6. GaAs FET 2段増幅器の特性

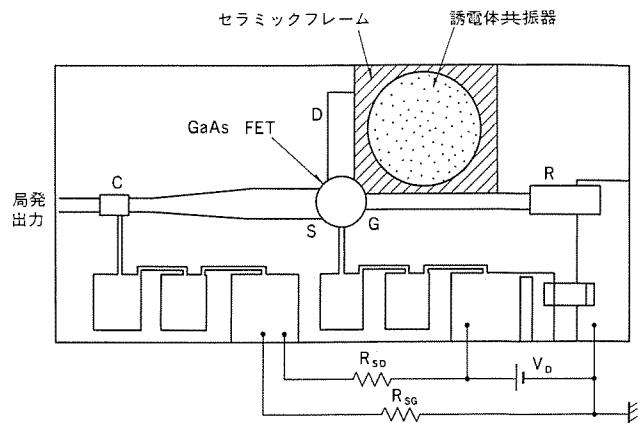


図 7. 局部発振器の回路 パターン

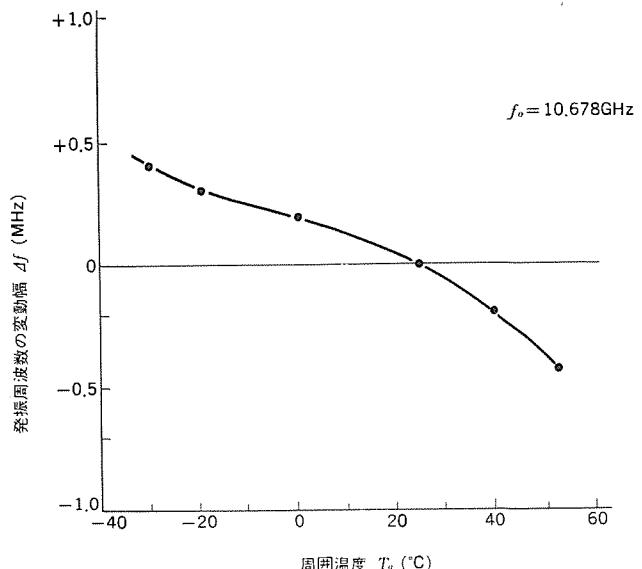


図 8. 局部発振周波数の温度特性

を印加する自己バイアス方式で GaAs FET を動作させ、ソースのストリップラインから約 15 mW の電力をミキサーに供給している。また、発振周波数の安定度は、①誘電体共振器の共振周波数及び共振周波数の温度係数を十分管理することと、②誘電体共振器の位置を精度よく決めるセラミックのフレームを発振器基板に取り付けたことにより、-30~+50°C の範囲で ±1.5 MHz 以内とすることができた。図 8. に発振周波数の温度特性を示す。

### 4. BS チューナー

BS チューナーでは、BS コンバータで変換された 1 GHz 帯の第一中間周波数(BS-IF 信号)から希望する衛星チャンネルを選局したのち、復調して映像及び音声のベースバンド信号を得ている。また、BS コンバータに BS ケーブルを通して動作電源(直流 15 V)を供給している。

我が国の衛星放送の主な信号伝送諸元を表 1. に示す。表から、(1) 映像の帯域幅が 4.5 MHz と地上のテレビ放送に比べ若干広がっており、映像の画質が改善される。

(2) 音声は PCM 副搬送波方式、すなわち、音声信号を PCM 信号に変換したのち、約 5.73 MHz の副搬送波を 4 相 DPSK 変調し、副搬送波を映像信号に周波数分割多重した後 FM 変調して伝送している。

表 1. 衛星放送の主な伝送諸元

区分	項目	諸元
映像	映像信号方式	走査線数 525 本 (M/NTSC 方式)
	映像信号最高周波数	4.5 MHz
	主搬送波変調方式	周波数変調
	主搬送波周波数偏移	17 MHz <sub>p-p</sub> (同期信号を含む)
	変調極性	正極性
	エネルギー拡散信号	15 MHz 対称 3 角波 (主搬送波周波数偏移 600 kHz)
音声	主搬送波周波数帯域帯	27 MHz
	传送モード	モード A モード B
	符号化方式	音声信号帯域幅 15 kHz 20 kHz
	標準化周波数	32 kHz 48 kHz
	量化化及び圧伸	14/10 ビット準瞬時圧伸 16 ビット直線
	多重方式	符号伝送速度 2.048 Mb/s ± 10 b/s
	チャネル数	4 チャンネル 2 チャンネル
	独立データ伝送容量	480 Kb/s 240 Kb/s
	変調方式	副搬送波周波数 5.727272 MHz ± 16 Hz
	副搬送波による主搬送波の周波数偏移	± (3.25 MHz + 10% - 5%)
偏波方式	副搬送波変調方式	4 相 DPSK
	偏波方式	右旋回偏波

(3) 音声の伝送モードには 4 チャンネル多重の A モードと 2 チャンネル多重の B モードがある。

(4) 特に B モードの音声は、音声帯域幅 20 kHz, 16 ビット直線量子化、と現在市販されているコンパクトディスクなみの音質が期待できる。

(5) 将来の新サービスを可能にする独立データ伝送容量をもつてている。

など、衛星放送は多様な特長をもっている。このため、従来業務用通信機器で用いられてきた 4 相 PSK 技術、最新の民生用デジタル技術など様々な技術が、BS チューナーで駆使されている。

BS チューナーの基本構成を図 9. に示す。図から BS チューナーは、選局及び周波数変換部、中間周波增幅及び FM 復調部、映像信号処理部、音声信号処理部、RF 再変調部、電源から成り立っている。

選局及び周波数変換部では、高周波増幅器、可変帯域通過フィルター、周波数変換器及び可変局部発振器から構成される第二中間周波数変換ユニットにより、BS チューナー入力の BS-IF 信号から希望の衛星チャンネルを選択し、第二中間周波数に変換する。選局方式としては、1 ボリューム電圧シンセサイザ方式を採用した。

また、第二中間周波数として、

(1) BS チューナー相互間の干渉が生じないこと。

(2) 第二局部発振信号の漏れによる妨害を与えないこと。

などを考慮し、衛星放送受信技術調査会で、134.26 MHz 又は 402.78 MHz を推奨している。当社は 134.26 MHz を採用した。

第二中間周波数に変換された信号は、中間周波增幅及び FM 復調部で、AGC 回路、帯域通過フィルター、中間周波增幅回路、振幅制限回路、低域通過フィルター、及び FM 復調回路を経て、映像信号と 4 相 DPSK 音声副搬送波に復調される。AGC 回路は、地域による電界強度差、アンテナ径による利得差、BS コンバータの利得偏差、BS

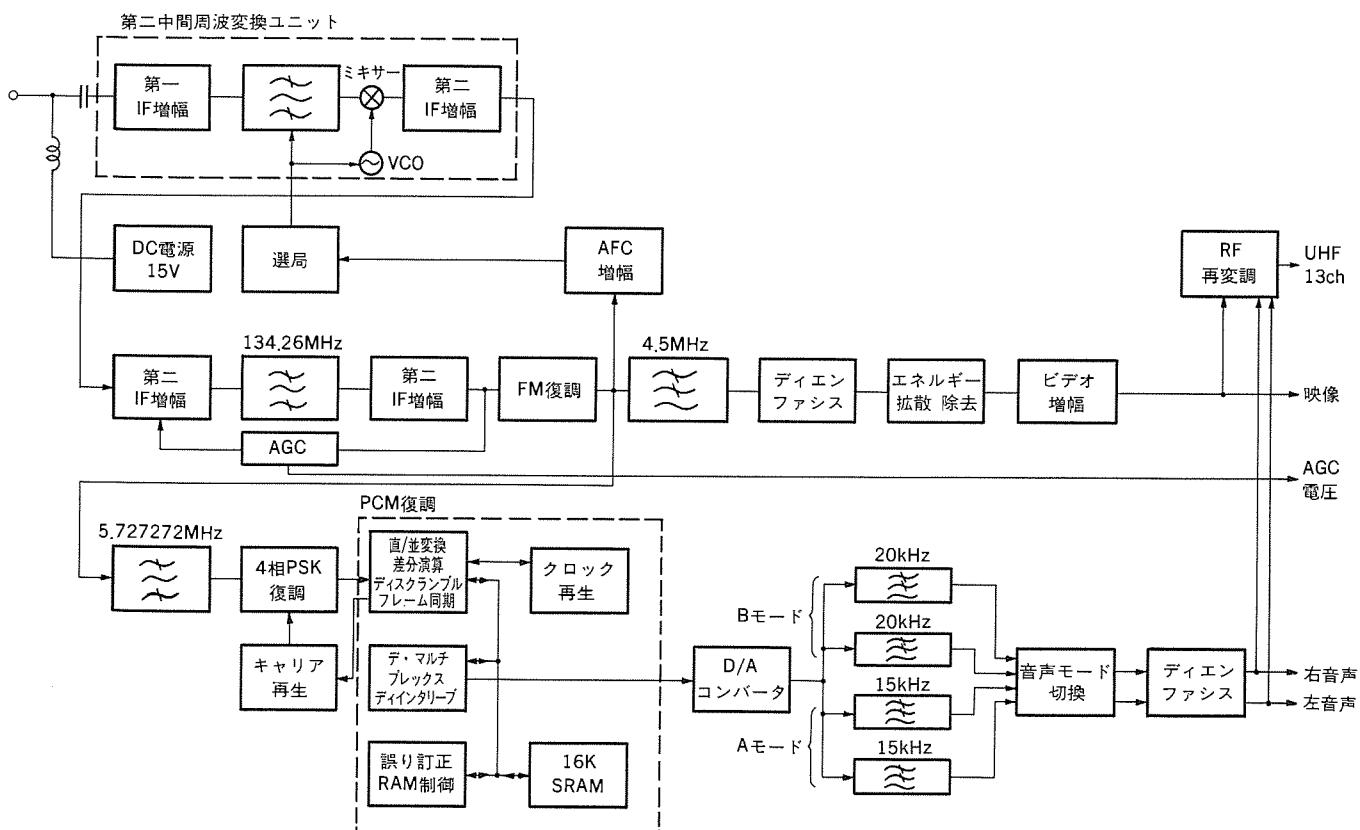


図 9. BS チューナーの基本構成

ケーブルの挿入損失差、降雨・積雪による減衰などの入力信号レベルの変動を抑えることにより、次段の振幅制限回路を最適に動作をさせている。一方、アンテナ設置時の方向調整に利用できるように、BSチューナーの背面にAGC電圧出力端子を設けた。帯域通過フィルターには、減衰特性及び帯域内通過群遅延特性の良好な表面弹性波素子を採用した。また、FM復調回路には、広帯域かつ直線性のよい3回調形を用いた。

FM復調出力の映像信号は、映像信号処理部で、4.5MHzの低域通過フィルター、ディエンファシス回路、映像信号増幅回路及びエネルギー拡散信号除去回路を経て、 $1\text{V}_{\text{P-P}}$ ( $75\Omega$ 負荷時)の映像信号となり、映像出力端子に供給される。ここで、音声副搬送波と色副搬送波による相互変調の発生を考慮し、音声副搬送波の減衰特性の十分なものを4.5MHz低域通過フィルターに用いた。

衛星放送では、SHF帯における地上局への干渉を考慮して、映像信号にエネルギー拡散信号(垂直同期信号に同期した15Hzの対称三角波信号)が重畠されている。ここでは、エネルギー拡散信号を2段ピーククランプ回路により除去した。

一方、FM復調出力の4相DPSK音声副搬送波信号は、音声信号処理部で、4相PSK復調回路、PCM信号処理回路、D/A変換回路、低域通過フィルター、ディエンファシス回路、ミューティング回路を経て、 $142\text{mV}_{\text{rms}}$ (基準入力時)の音声信号となり、音声出力端子(右・左)に供給される。

4相PSK復調回路は受信機のビット誤り率特性を大きく左右する重要な回路であり、ここでは低C/N入力信号時におけるビット誤り率特性が優れている逆変調形の同期検波方式を採用した。また、同期検波回路として従来から使われているテレビ受像機の色信号復調用ICを流用し、復調回路の簡素化を実現した。

PCM信号処理回路では、4相PSK復調された2系列のデジタル信号入力に対し、並列/直列変換、差分演算、フレーム同期、ディスクランブル、ディインタリーブ、誤り制御などの信号処理を行い、D/A変換回路に対し16ビットのデジタル音声を出力する。

衛星放送では、

- (1) クロック再生を容易にするスクランブル
  - (2) バースト誤りに対するデータ保護を目的とするインタリーブ
  - (3) データに対する1ビット誤り訂正・2ビット誤り検出(SEC, DED)可能なBCH(63, 56)符号
  - (4) レンジビットに対しては(3)に加えてBCH(7, 3)符号
- などの誤り保護がなされている。PCM信号処理回路では、これらに加え、フレーム同期保護(前方・後方)、二重誤り検出時の前値補間、制御符号の多数決判定と強力なビット誤り対策を採用した。更に、PCM信号処理回路は、音声伝送モード(A, B)の表示出力、

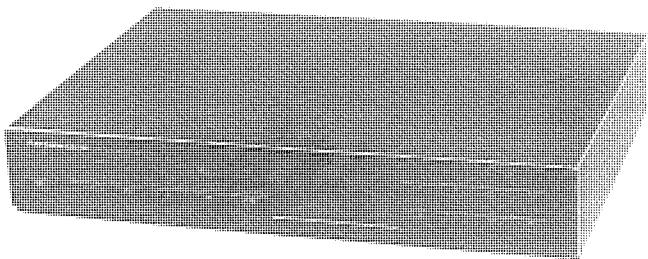


図 10. BSチューナーの外観

音声運用モード(ステレオ、二重音声、モノラル)の表示出力、二重音声再生モード(主、副、主+副)の選択機能をもっている。これらのPCM信号処理回路は、3個のCMOSゲートアレイLSIで構成した。

衛星放送のPCM音声の特長を生かすには、PCM信号処理回路以降のアナログ信号処理技術が重要である。当社では、低ひずみ率・低雑音部品の使用、半導体バイアス点の十分な吟味、信号相互干渉を抑えた回路構成により、市販のコンパクトディスクプレーヤーと同等の低ひずみ率・高S/Nの音声出力信号を得ている。

今回開発したBSチューナーは以上のほかに、

- (1) 将来のデータサービス対応としてデータ出力(誤り訂正前のビットストリーム出力)
- (2) 復調された映像信号及び音声信号を、AV対応でない従来形のテレビに接続するためのUHF再変調出力(UHF 13CH)
- (3) システムの拡張を容易にする2系列映像・音声(右・左)出力などの豊富な出力をもっている。図10.はBSチューナーUT 11形の外観である。

## 5. む す び

以上、今回開発した直接衛星放送受信システムについて、その構成と特長を中心に述べた。開発にあたっては民生用機器として、性能はもとより低コスト化を考慮した。今後は、BSアンテナの平面アンテナ化、BSコンバータのGaAsモノリシックマイクロ波IC(MMIC)化、BSチューナーの高周波部及び復調部のIC化などを図り、更に高性能と低コスト化を達成し、直接衛星放送受信システムの普及に寄与したい。

終りに、直接衛星放送受信システム開発にあたり、御指導、御尽力を賜った関係各位に深く感謝の意を表する次第である。

## 参 考 文 献

- (1) 衛星放送受信技術調査会：衛星放送受信技術調査会報告書(その1)～(その3)，電波技術協会(昭58)
- (2) 浦崎ほか：衛星放送直接受信用復モードホーン給電オフセットパラボラアンテナ，昭和59年度信学全大No. 765

### 1. まえがき

本格的なニューメディア時代を迎え、「種々の新しい映像情報が実用化されつつある中で、映像をハードコピーとして記録に残し、利用するという要求が増加している。我々はそれにこたえて、テレビ映像をその場でプリントできるテレビプリンタを商品化した。この種の製品は、一部業務用あるいは試作品にその例が見られるが、一般家庭向けの商品化としては世界初のものである。

さて時々刻々変化しているテレビ映像をプリントするには、技術要素として、瞬時の映像をフリーズし記憶する技術、その内容を多階調でプリントする技術が要求される。ハードウェア上では大容量の映像メモリ、階調記録プリンタが必要である。これらはシステムが複雑、かつ大規模であり、それに伴うコスト高、形態の大きさ、信頼性などの問題が商品化を阻んできた大きな原因の一つであるが、我々は近年の半導体技術の進歩により、大幅にコストダウンされたダイナミックメモリの効率的な使用、性能向上の著しいサーマルプリンタの採用で商品化への道を開き、更に必要なデジタル映像信号処理をすべて新開発のゲートアレーLSIにより行うという手段で小形化にも成功し、今回

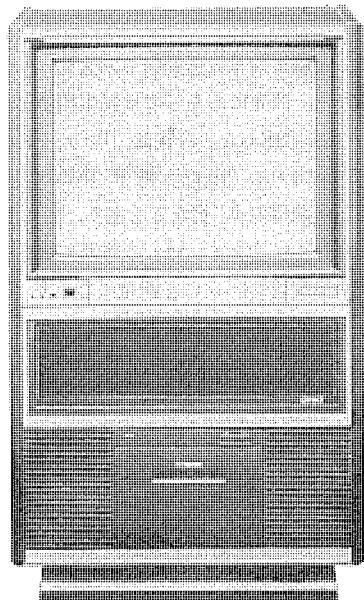


図 1. テレビプリンタ 内蔵形 カラーテレビ 21C 675 P

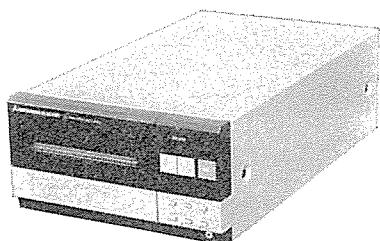


図 2. テレビプリンタ SCT-P 50

の製品化となったものである。

製品形態として、図1.のテレビプリンタ内蔵形カラーテレビ「21C 675 P」、図2.の単体形のテレビプリンタ「SCT-P 50」がある。映像情報端末として新しい分野であるテレビプリンタの今後の発展が期待される。

### 2. テレビプリンタの基本

我々はテレビプリンタの開発に当り、次の3点を課題として取り上げ検討した。

(1) 多階調記録の手段

(2) 画像品質

(3) 小形化、低コスト化を実現するハードウェア

#### 2.1 多階調記録

現在種々のタイプのプリンタが開発されている。例えばワイヤドットタイプ、インクジェットタイプ、放電破壊、サーマルタイプなどである。我々はこれらの中から次の特長を持つサーマルプリンタを採用した。表1.にサーマルプリンタの仕様を示す。

(1) 多階調記録を適用しやすい。

(2) 現像、定着が不要であり、インク、トナーを必要としない。

(3) 騒音、異臭を伴わない。

(4) 印字品質が比較的良好、印字スピードも速い。

(5) サーマル紙を必要とするが、安価であり記録保存性も実用上問題がない。

多階調記録には2種類の方法がある。すなわち目の積分効果を利用する面積階調法と、画素ごとにその濃度を直接制御する濃度階調法である。前者は白黒2階調記録を基本としており、サーマル紙をその飽和濃度まで発色させる点で記録保存上有効であるが、十分な階調性と解像度を得るには高密度のヘッドを必要とする。そこで我々はサーマル紙の中間発色を利用する後者の方針を採用した。具体的には、サーマルヘッドに印加する電力を画素の濃度に応じてパルス幅変調し、16階調を得ている。

次に濃度階調にとってサーマル紙の特性は大きな役割を持っている。それに必要な特性は下記のようにまとめられる。

(1) 発色濃度-温度特性が適当な傾斜を持っている。

(2) 表面平滑度が十分である。

(3) ステッキングを起こさない。印字カスが少ない。

表 1. サーマルプリンタ仕様

1. 形 式	ラインヘッド形サーマルプリンタ
2. ヘッド形式	薄膜タイプ
3. プリント幅	100 mm, 280 ドット
4. ヘッドドット密度	2.8 ドット/mm
5. ヘッド構成	ダイオードマトリクス形 14セグメント×20グループ

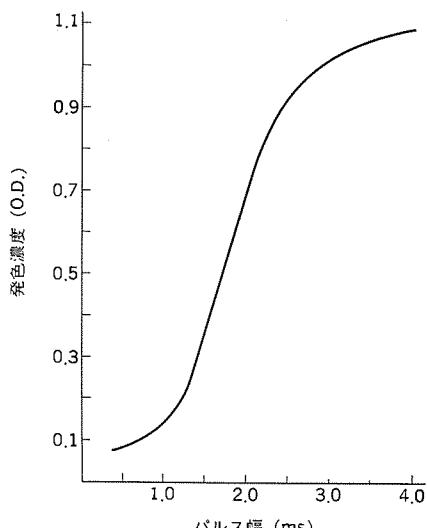


図 3. サーマル紙発色特性

#### (4) 染料、発色剤、バインダなどの発色粒子が細い。

図 3. はサーマル紙の発色濃度とヘッドへの印加電力パルス幅の特性を示しているが、図の傾斜が急であるとパルス幅変調による濃度制御が困難である。また、表面平滑度が低いとヘッドとサーマル紙の密着が悪くなり印字品質の劣化をもたらす。そこで我々は、テレビプリンタ用に標準サーマル紙「SCT-K 50」を設定し良好な結果を得ている。

#### 2.2 画像品質

プリントされた画像の品位について重要な要素は、階調数と画素数である。階調数について我々は実験により 16 階調を採用した。すなわち 8 階調以下ではぎ(偽)輪郭が発生し、自然な階調の画像が得られず 16 階調以上が必要であった。32 階調は A/D 変換、映像メモリなど、より大規模になりコスト上問題がある。サーマル紙の階調特性にも限界がある。これらの理由から上記の階調数としているが、ほぼ満足できる画質を得ている。

次に画素数については、その数を増すほど画像の解像度は上がる。しかし、ヘッド素子密度、映像メモリ容量の制約があり、これらを考慮に入れねばならない。そこで映像信号の周波数帯域幅を考え、約 3 MHz までを再現すること、標準的なヘッド素子密度 2.8/mm のサーマルプリンタを利用することから、映像信号の量子化周波数を 6 MHz に決定した。テレビ画像とテレビプリンタの画像との関係は図 4. のようになっている。テレビ画像は、インターレースにより 241 ライン/1 フィールドが 2 フィールド、合計 482 ラインで構成されているが、我々は 1 フィールドのみの情報を 234 ラインで表している。また、水平方向は 280 画素であり、表示時間は 46.7 μs である。CRT 上のテレビ画面は約 10 % 近くオーバスキャンされているので、ほとんど画が欠けることなくプリントできる。

上記の画素数から映像メモリ容量は次のようになる。メモリ容量 :  $280 \times 234 \times 4 \text{ ビット} = 262.5 \text{ K ビット}$  「64 K ダイナミックメモリを 4 個映像メモリとして使用しているので、利用率は 99 % 以上になり非常に効率が良い結果となっている。」

#### 2.3 ハードウェアの小型化

テレビプリンタは一部アナログ信号を扱っているが、大部分をデジタル信号処理している。その主な部分は映像メモリの読み書き制御と、映像データのプリントデータへの変換である。これらの回路を図 5. に

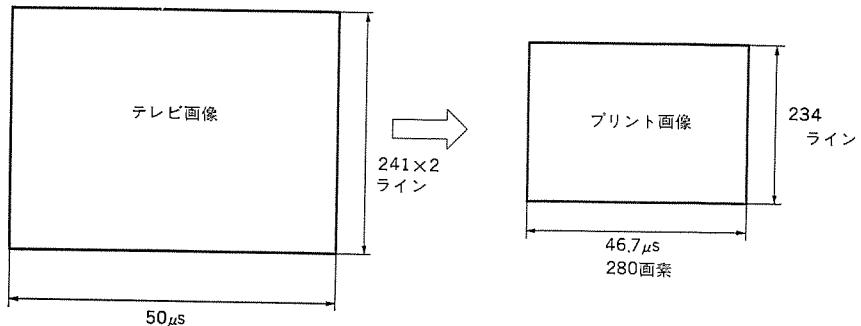


図 4. テレビ画像とプリント画像の関係

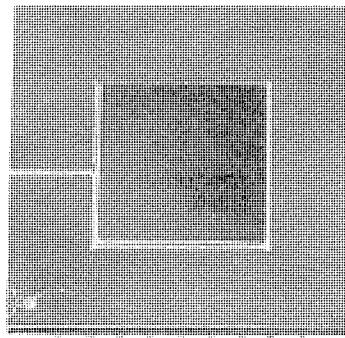


図 5. ゲートアレー

示すゲートアレー LSI によって実現し小形化している。その規模は 2,600 ゲートである。更にソフトウェアにかなりの仕事を受け持たせ、そのためには 2 K ROM 内蔵マイクロコンピュータを採用した。これらテレビプリンタの主要部を 1 枚の両面基板に収め、コンパクトな構成としている。

#### 3. テレビプリンタの構成

テレビプリンタのブロックダイヤグラムを図 6. に示す。図に示すようにテレビプリンタは、次の六つの基本的なブロックで構成されている。

- (1) 入力映像信号を量子化してデジタル信号に変換する A/D 変換部
- (2) このデジタル信号を映像メモリに書き込み、読み出す映像メモリコントロール部。前述のようにゲートアレー LSI で構成している。
- (3) 64 K ダイナミックメモリ 4 個からなる映像メモリ部
- (4) プリンタヘッドにパルス幅信号を与えるドライバ部
- (5) サーマルプリンタ部
- (6) 全体のコントロールをするマイコン部

以下に主要ブロックの動作について概説する。

##### 3.1 A/D 変換器部

テレビプリンタへの入力は二つあり、一つは映像信号、もう一つは文字多重プリント用入力である。

まず、映像信号は一般的なコンポジットビデオ信号 (1 V p-p, 同期負極性, 75 Ω 入力) としている。テレビ信号のほか、VTR、カメラ、パソコンなどはすべてこの信号である。入力された映像信号は、まずナイキストフィルタで高域の成分が除かれる。これは A/D 変換時にサンプリングによる折返しノイズが出ないようにするためのもので、LC R フィルタで構成されている。フィルタされた後の信号は、クランプアンプで A/D コンバータ入力に適したレベルになるよう増幅、反転され黒レベルをクランプされる。A/D コンバータは入力をサンプリングパルスで黒レベルから白レベルまでを 16 階調に分解し、4 ビットのデジタル信号

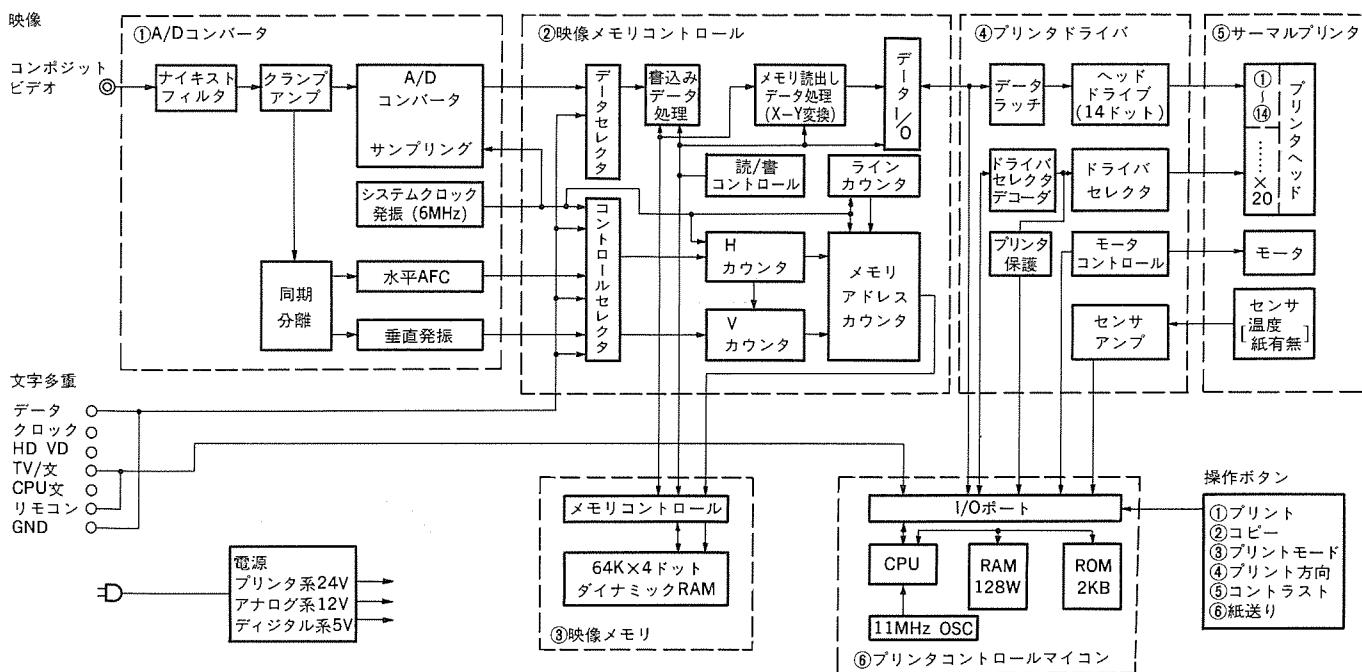


図 6. テレビプリンタのブロックダイヤグラム

に変換する。このプロセスは高速 4 ビット並列形バイポーラ IC で、IC 内部では映像処理に適したグレードコードで処理される。クランプアンプの出力は同期分離回路にも加えられ映像信号から水平、垂直の同期信号が分離される。この信号をもとに水平 AFC 回路、垂直発振回路を動作させて映像メモリコントロールに水平、垂直各ドライブパルスを与える。

もう一つの入力は文字多重プリンタ用の専用入力である。この信号には、白と黒二つのレベルしかないので A/D 変換の必要はなく、直接映像メモリコントロール LSI に加えられる。この専用入力は文字多重アダプタ若しくは文字多重内蔵テレビから得られる文字多重データ、クロック、水平垂直ドライブパルスのほか、各種コントロールパルスからなる。

### 3.2 映像メモリコントロール及び映像メモリ部

このブロック以降はすべてデジタル信号である。入力はまずデータセレクタ及びコントロールセレクタで映像信号か文字多重信号かどちらかを選択される。次にメモリ IC 書込みを適したデータに配列された後プリントボタンが押されると映像メモリに書き込まれる。

データ量は 1 走査線あたり 280 ビット、走査線数は 234 本、階調 16 (4 ビット) より  $280 \times 234 \times 4 = 262 \text{ K} (\text{ビット})$  となる。

また映像メモリ内容は、プリントボタン又はコピーボタン操作により読み出される。読み出されたデータは、メモリ読出し処理部でプリンタにより階調表現するためのパルス幅データに変換される。このパルス幅データをマイコンが所定単位時間ごとにプリンタドライバ部に与えると、プリンタに画素の濃度に応じたパルス電流が流れ、階調が再現される。この動作を繰返して約 15 秒で 1 面画を完成するわけである。このときのパルス電流の時間幅は、0.5 ms から 3 ms まで変化している。しかし、単位階調レベルに対する単位パルス幅は一定ではない。これは図 3. に示したサーマル紙の発色特性が、必ずしもリニアでないからである。低濃度部と高濃度部は傾斜が緩くなっている。そこで平均した階調を再現するため、中濃度に対して高・低濃度部の単位パルス幅を長くしている。更に周囲温度によりプリントした画像の濃

度が影響を受けないよう、サーミスタにより温度検出を行い、その検出値によっても時間幅を変えている。

### 3.3 プリンタドライバ

前述のように、マイコンからのパルス幅データを所定時間ラッチして、プリンタヘッドにドライブ電流を流す動作をしている。プリンタヘッド部は 280 発熱素子が 14 ドットずつ 20 のグループに分かれており、グループごとに 20 回順次ドライブし、これを 234 ライン繰返して 1 画面を完成する。ヘッドに過電流が流れないように規定時間以上電流が流れる場合、動作するプリンタ保護回路も設けられている。

### 3.4 プリンタコントロール部

テレビプリンタ全体の諸コントロールは、8 ビットマイコンで行われる。ソフト容量は 2 K バイトであり、高速処理を必要とするため 11 MHz クロックを使用するとともに、ソフトにも工夫をこらしている。また、外部操作ボタンにより次の六つの指令を処理している。

#### (1) プリント

映像メモリへの書き込みと読出し、プリントの開始。

#### (2) コピー

既に書き込まれている映像メモリの読出しとプリントの開始。これによって同一画像を複数枚プリントできる。

#### (3) プリントモード

書き込みデータを反転させてポジ、ネガ画像をプリントする。

#### (4) プリント方向

通常、画像が正立して出てくるように、画像の下部からプリントするのを逆に画像の上部からプリントする。これにより、例えばパソコンプログラムリストを命令順にプリントすることができる。

#### (5) コントラスト

プリント画像の濃淡を 3 段階に変化させる。

表 2. にテレビプリンタの仕様、図 7.、図 8. にプリント画像例を示す。図 8. は文字多重放送のプリント例である。

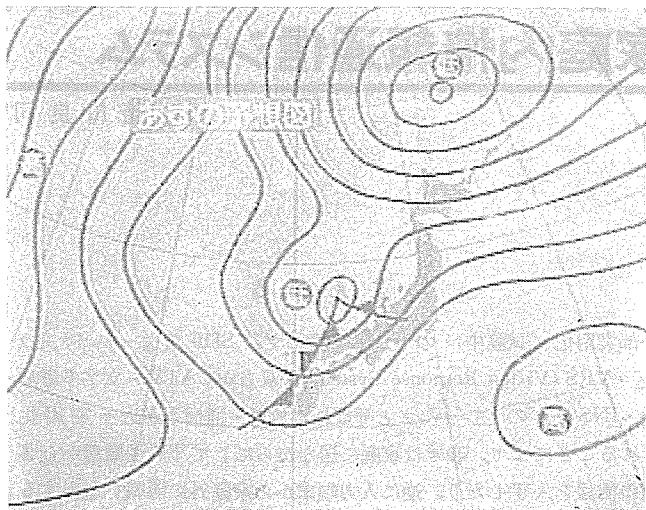
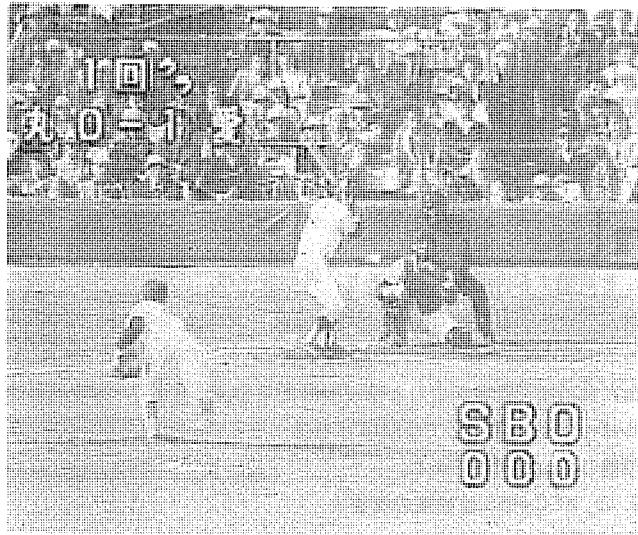


図 7. テレビ 画像 プリント 例

表 2. テレビプリンタの仕様

1. 方式	サーマル式ディジタルテレビプリンタ
2. 画像サイズ	100 mm × 84 mm
3. プリント速度	15 秒/1 枚
4. 解像度	280 × 234 ドット
5. 階調	グレースケール 16 階調
6. 用紙	特殊サーマル紙 110 mm 幅 25 m ロール (220 枚 / ロール) (1 枚あたり約 3.6 円)
7. 電源	100 V 50/60 Hz 約 39 W (全黒プリント時)
8. 使用半導体	専用 LSI (2,600 ゲート, ゲートアレー) メモリ (64 K D. RAM × 4) A/D コンバータ (4 ビット並列形) マイコン (8 ビット 2 K ROM)

#### 4. むすび

今回のテレビプリンタの商品化で、テレビ 画像のハードコピーが身近かなものになった。これから更に高画質化、カラー化に進むと思われるが、テレビプリンタの開発で得られた経験を生かし対処していきたいと思っている。

なお テレビプリンタ内蔵形 カラーテレビは、日刊工業新聞社の昭和58年度10大新製品賞、日本経済新聞社の昭和58年日経年間優秀製品賞、海外でも東ドイツの'84春季 ライプチヒ 見本市でゴールドメダルを受

支那放送テストパターン A2 02-01 (F mode)

#### きょうの天気



( 図形例 )

図 8. 文字多重放送画像 プリント 例

賞するなど、多くの表彰を受けており。関係各位に対し深く感謝の意を表す。

#### 参考文献

- (1) 電子テクノロジー (昭 58-10)
- (2) H. Egashira et al. : MITSUBISHI ELECTRIC ADVANCE, 26, p. 1 (1984-3)

# 家庭内情報通信システム

皆川 良司\*・上村 一穂\*・井上 雅裕\*・江崎 光信\*・藤井 学\*\*

## 1. まえがき

一部実用化（試験中）のシステムも含めて、SHF放送・キャブテンシステム・VRS（Video Response System）・双方向CATV・文字多重放送・INSなどのニューメディアと呼ばれる放送・通信系が日々実用化されることにより、我々は家庭に居ながらにしてTV受像機から各種の情報を入手したり、逆に入力端末から家庭外に情報を送出する「情報化（HA化）家庭」の時代を迎えることになる。

HA（ホームオートメーション）の定義は明確ではないが、大きく分けて、上記ニューメディアにより地域・社会システムとの対話を中心とした情報化に重点をおく志向と、地域・社会システムとの制御情報の送受信を含め、家庭内の機器を従来になかった組合せによって安全性・快適性・信頼性・経済性・利便性を追究する方向とに分類できる。

HAシステムの発展段階で要求されることは、情報化に即応できる家庭内端末機の充実と、それらを有機的（互いに関連をもたせて新しい機能を生み出すよう）に接続できる家庭内情報伝送路（ホームバスシステム、以下HBSと略す）の確立であろう。ここでは、HBSを基幹として、AV（オーディオ・ビジュアル）やホームセキュリティ・コントロールシステムを含む「家庭内情報通信システム」の一モデルを開発したので、その概要について説明する。

## 2. ホームバスシステム（HBS）

HBSは最近話題になっているHAやHEシステムの基幹技術で、人間の体に例えれば血管・神経系に相当する。HBS内の情報コンセント（AC 100 V のコンセントに相当するもので、情報の出入口となるもの）に接続される機器は、メーカーや機種が多種多様になることからHBS、情報コンセント、伝送媒体などの物理的・電気的な標準化が必ず（須）で、その全国的な規模での標準化が実現できれば、今後のHAシステムの発展普及において大きな武器となろう。

### 2.1 ホームバスの標準化動向

HBSの標準化についてはその必要性は認めながらも、対象とする範囲や目標とする年代など各社間の思惑もあり、早くから提唱されているものの実現には至っていない。1979年米国のSRI（スタンフォード研究所）がHBS標準化の調査委員会設立を提唱しているが、時期尚早ということで実現していない。その間、国内外の各メーカーでは独自の家庭内ネットワーク（バス形式とは限らない）と、それを利用したシステムの発表が相次いだが、昭和56年になってKEC（関西電子工業振興センター）を中心として、KEC-HBS研究会（通商産業省）<sup>(1)(2)</sup>、続いて「家庭の情報化に関する調査研究会」<sup>(3)</sup>（郵政省）の下部組織として技術標準化部会（WG 6）、BL推進協議会の電気設備調査研究委員会（建設省）などの関係省庁の外に、電子機械工業会のEIAJ-HBS研究会、電気工業会のHA懇談会など関係業界でも標準化に関する研究会が相次いで設立されている。

一方、家庭内情報システムに存在する種々の課題を探り出し、前もって解決しておくために、特定のHBS方式を想定して、モデルシステ

ムを構築する作業が必要であり、今回我々は、比較的標準化作業が進んでいると思われるKEC-HBS方式に準拠してシステムを構成することにした。KEC方式では多重化方式を一つの基本としており、仮に他の標準化案が主力となった場合でも、多重化の部分を除外すればシステム全体としては簡単に移植できるのが今回KEC-HBSに準拠した主な理由である。

### 2.2 KEC-HBS仕様案の概要<sup>(1)</sup>

KEC-HBSは一戸の家庭内の情報伝送方式を提供するものであり、使用周波数帯により図1のように区分している。

- |            |                   |
|------------|-------------------|
| (1) ベースバンド | 主として双方向化制御信号と低速情報 |
| (2) サブバンド  | 主として高速データとアナログ情報  |

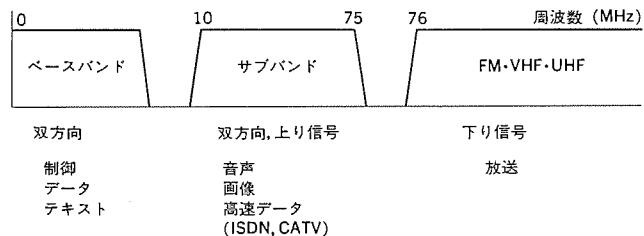


図1. 各バンドの周波数割当て

表1. ベースバンドデジタル諸元 (Ver. 1.1)<sup>(1)</sup>

項目	諸元	備考																	
伝送媒体	同軸ケーブル	(例) TVEFCX																	
端末数	255 (最大)																		
最大ケーブル長	200m	ホーム共聴の場合																	
ネットワーク形態	バス形式																		
伝送方式	9,600ビット/s																		
伝送方式	ベースバンド直列伝送																		
同期方式	調歩同期	スタート, ストップ式																	
伝送レベル	0~5ボルト																		
伝送論理	正論理																		
パリティ	水平 (偶数パリティ)																		
バイト形式	<table border="1"> <tr> <td>5ボルト</td> <td>D<sub>0</sub></td> <td>D<sub>1</sub></td> <td>D<sub>2</sub></td> <td>D<sub>3</sub></td> <td>D<sub>4</sub></td> <td>D<sub>5</sub></td> <td>D<sub>6</sub></td> <td>D<sub>7</sub></td> <td>P</td> <td>論理(1)</td> </tr> <tr> <td>0ボルト</td> <td>S<sub>L</sub> (0) B</td> <td>データ</td> <td>M S B</td> <td>ス ト ップ (1) (1)</td> <td>論理(0)</td> </tr> </table>	5ボルト	D <sub>0</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>6</sub>	D <sub>7</sub>	P	論理(1)	0ボルト	S <sub>L</sub> (0) B	データ	M S B	ス ト ップ (1) (1)	論理(0)	
5ボルト	D <sub>0</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>6</sub>	D <sub>7</sub>	P	論理(1)									
0ボルト	S <sub>L</sub> (0) B	データ	M S B	ス ト ップ (1) (1)	論理(0)														
制御手順	CSMA/CD	衝突検知後送出停止																	
情報形式	パケット雙方向																		
パケット形式	<table border="1"> <tr> <td>SA</td> <td>DA</td> <td>CW</td> <td>BC</td> <td>データ</td> <td>n</td> <td>FCC</td> </tr> </table> <p>SA : 自己アドレス (01H~FFH) DA : 相手アドレス (但し00Hは一齊同報) CW : 制御コード BC : データ数バイト (最大256) FCC : フレームチェックコード</p>	SA	DA	CW	BC	データ	n	FCC											
SA	DA	CW	BC	データ	n	FCC													
誤り検出	パリティ及びFCC																		
パケット優先	4レベル																		
衝突検出	ビット照合による																		

(3) TV バンド 従来の FM・TV の下り信号サブバンド仕様は昭和58年9月時点では明確に定義されていないこともあり、今回のシステムでは当社独自の周波数割当てを行っているので、その詳細は後述するとして、ここでは KEC-HBS のサブバンドについては省略し、主としてベースバンド仕様を中心で説明する。

#### 2. 2. 1 ベースバンドの基本仕様

KEC-HBS ではバス(同軸ケーブル)をデジタル双方向伝送路として使用し、

情報コンセントに対応する個々の端末がすべて対等の機能をもって動作する。各伝送モジュールは表1.に示す諸元・機能を処理する能力を個々にもつていて、バスを監視制御するホームバスコントローラなどの装置が基本的に不要である。制御手順及び衝突検出方式として CSMA/CD(衝突検知後送出停止)を採用していることも、上記端末の独立性を保証している一つの理由である。

その外、伝送形式として可変長パケット伝送方式を採用していることも大きい特長で、1~256 バイトの任意のデータ数を選ぶことができる、家電機器やセンサのオン・オフ信号など簡単なものから、パソコン間のデータ伝送まで取り扱うことが可能である。

#### 2. 2. 2 KEC-HBS ベースバンドの特長

- (1) キャリア優先の制御手順(CSMA/CD)をもつ。
- (2) 衝突時LOWアドレスをもつパケットが必ず優先して通過する。したがって衝突強化パルスの発生や、バックオフ処理の必要がない。
- (3) HBS のサブバスとして同一モジュールを用いた、より(擦)対線、平行線、光ファイバなどによる簡易バスシステムが構成可能である。

### 3. ホームバスの構成要素

KEC-HBS 仕様のモデルを構成するには図2.に示すように同軸線路はもちろん、機器を接続するための情報コンセント、機器の制御信号、データを送受信する伝送モジュールなどが必要になる。そこで、ホームバスの構成要素として今回試作した情報コンセント及び伝送モジュール、ヘッドエンドについて説明する。

#### 3. 1 ヘッドエンド

図3.にヘッドエンドの構成を示す。ヘッドエンドは双方向CATVで使用されるものと全く同じで、システムの大きさにより内部構成も異なる。図に示すものは当社が試作したHAシステムモデル用に開発したものである。

ヘッドエンドは、HBS のブロードバンド帯の信号の混信・妨害などを少なくする意味で信号レベルの均一化を図ることを目的とし、周波数

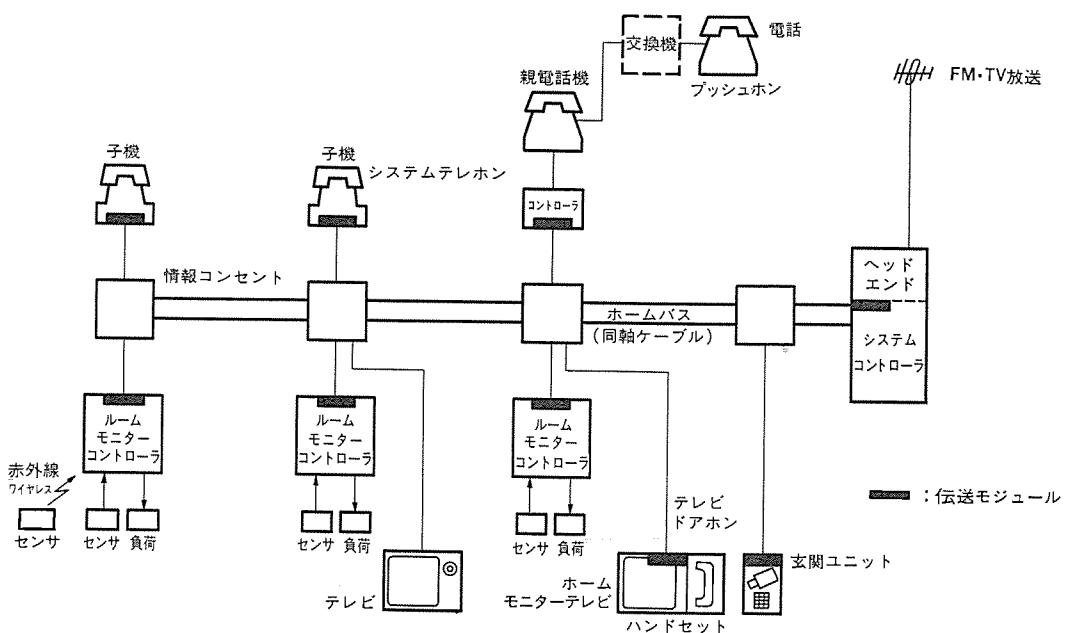


図2. システム構成図

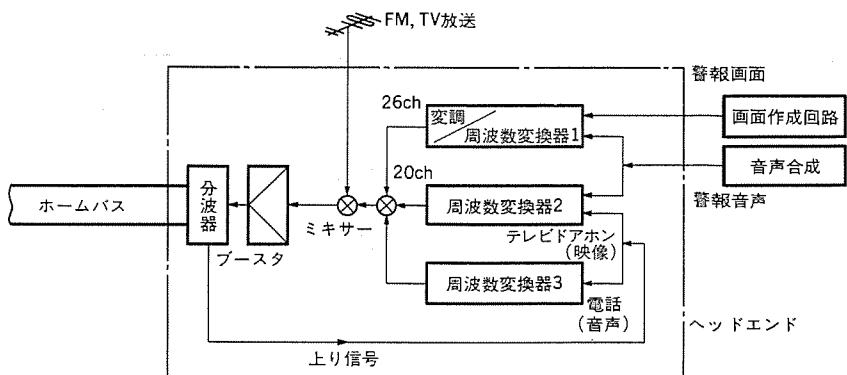


図3. ヘッドエンド構成図

変換器・変調器・ブースタ・ミキサーなどから構成される。ブースタは、10~770 MHz の広帯域を3分割し、各々の帯域で最大40 dBのゲイン調整ができる。またKEC-HBS仕様(線路長200 m、分歧点数16点)の減衰量を考慮して、バスへの信号注入レベルは約110 dBとした。

#### 3. 2 情報コンセント

情報コンセントはホームバス上の信号の出入口で、AC 100 V の電源コンセントと同様に各部屋あるいは任意の場所に設置し、テレビ・インターホンなどの機器を移動し簡単に接続して使うことができるようになしたものである。KECで提案しているHBSの仕様から当社は、一つのモデルとして「ベースバンド」と「ブロードバンド」のコンセントを備えた情報コンセントを試作し、後述する HA システムに使用した。図4.に情報コンセントの回路構成を示す。回路の特性は挿入損失 2 dB 以下・結合損失 10 dB・逆結合量 -35 dB で、ベースバンドコンセントの帯域は、0~10 MHz、ブロードバンドコンセントの帯域は 10~770 MHz に設計した。

#### 3. 3 伝送モジュール

伝送モジュールは、KEC-HBS のベースバンド仕様(表1.)に従って試作したもので、その構成を図5.に示す。図に示すように伝送モジュールは、マイクロコンピュータとアドレススイッチ、モード選択スイッチ、トランシーバーと非常にシンプルな構成であるとともに高度な処理機能が8ビット

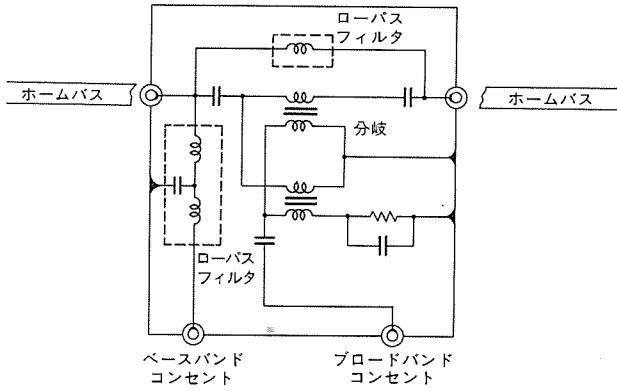


図 4. 情報 コンセント の回路構成

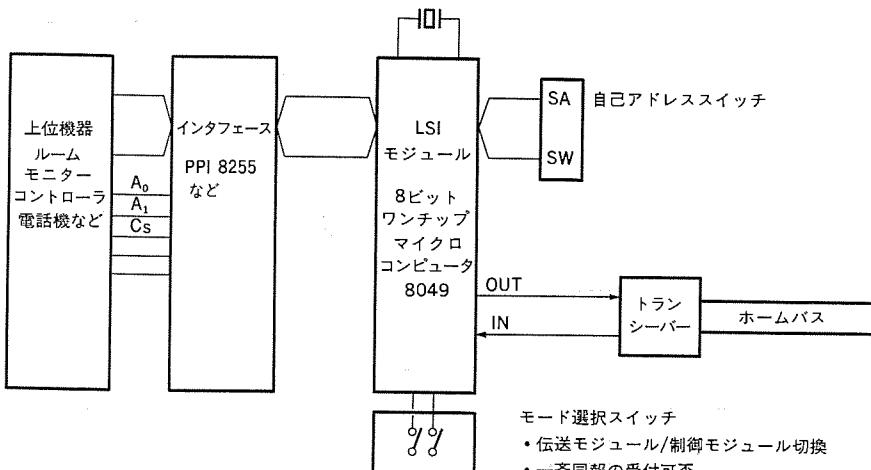


図 5. 伝送 モジュールブロック 図

1 チップマイクロコンピュータ (8049) に プログラム した。

伝送 モジュール の種類は大きく二つに分けられ、その一つは機器と ホームバスとの間に接続され、機器と ホームバス の間での データ の送受信を行なう「情報 モジュール」、他の一つは直接 センサ、負荷などに接続（インターフェースは必要）して使用する「制御 モジュール」があり、モード 切換スイッチにより選択して使用する。伝送 モジュールについて、前記情報 モジュールを例にとって簡単に説明する。情報 モジュールは、接続された機器から相手 アドレス、送信 データ などが与えられると

- (1) 送信 パケット の組立（エラー チェックコード 付加も含む）
- (2) 送信 タイミング の管理（キャリア 検知及び送信優先度の制御）
- (3) ビットストリーム 送出（スタートビット、ストップビット、パリティビット を付加し、データ をシリアル に送出する）
- (4) 衝突検出・衝突時再送信
- (5) 送信 エラー の検出及び再送信

などの機能を果たし、情報 モジュール は物理層及び データリンク 層の大部分の機能を含んでいる。したがって機器側では衝突や再送などのバスライン 上の制御から開放され、情報 モジュール は対して送信 データ を送出し、送信の成否に関する情報を情報 モジュール から受けるだけで HBS を通して他の機器への データ の送信の可能となる。また、情報 モジュール は ホームバス 上の信号を常に監視し、自己あての パケット があれば、取り込んで エラー チェック の後、受信 データ として接続されている上位機器に送出する。

#### 4. HA システム

HBS を用いた ホームセキュリティ・コントロール、テレコントロール・テレモニター・電話・インターホンなど家庭の情報化の基本的機能を備えた HA システム の外観を図 6. に示し、その概要を説明する。

##### 4. 1 システム構成

HA システム は図 2. に示すように情報 コンセント に接続した ルームモニターコントローラ、テレビドアホン、ホームモニターテレビ、システムコントローラ で構成してあり、 ホームバス 上の信号は図 7. に示す周波数割当てを採用した。

ルームモニターコントローラ は、センサの監視や負荷制御など ホームセキュリティ・コントロール 機能を備えている。テレビドアホン は来客を室内から映像で確認するもので、カメラを含む玄関ユニットとモニター用の ホームモニターテレビ で構成する。ホームモニターテレビ は、テレビドアホンのモニターの外に一般テレビ放送や異常発生時の警報放送を自動的に チャンネル を切り換えて受信するなど、家庭内の情報を映像として集中表示する機能をもつ。システムテレホン は内線、外線通話など コミュニケーション の外に、外出先から ブッシュホン を用いて家庭内の センサ、負荷をモニターしたり オン・オフ する テレコントロール・テレモニター 機能を備えている。また、システムコントローラ は図 8. に示す構成であり、非常放送の作成、ホームモニターテレビ の チャンネル 制御など HA システム の中心的機能を果たす。

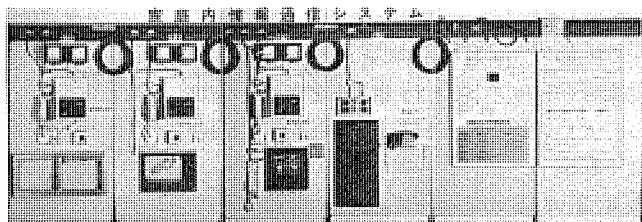


図 6. HA システム の外観

周波数 (MHz)		
UHF	770	警報画面26ch. TVドアホン20ch. UHF放送13~54ch.
	470 222	
VHF(H)	170	VHF放送4~12ch.
	168	
VHF(M)	110	システムテレホン音声 FM 124.1MHz 130.1MHz
	108	
VHF(L)	76	VHF放送1~3ch.
	75	
Sub Band (KEC準拠)	10	TVドアホン 63MHz システムテレホン音声 FM 48.1MHz 54.1MHz
Base Band (KEC準拠)	0	制御信号 テキスト情報
双方		

図 7. HA システム の周波数割当て

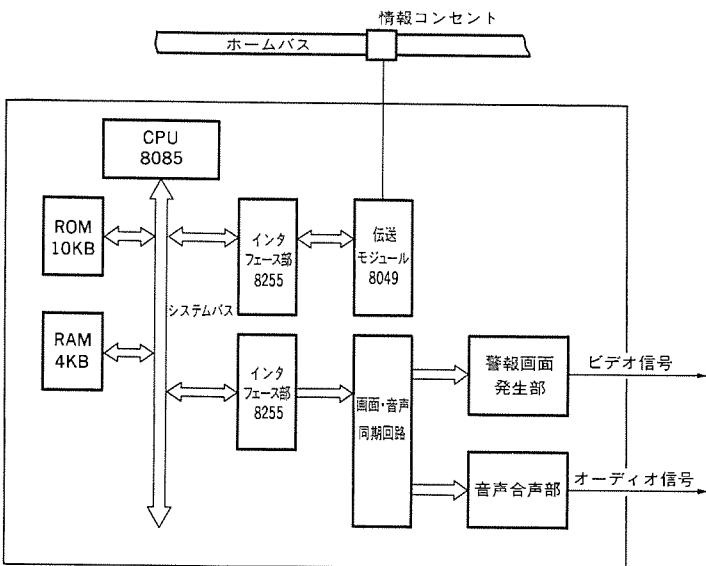


図 8. システムコントローラブロック 図

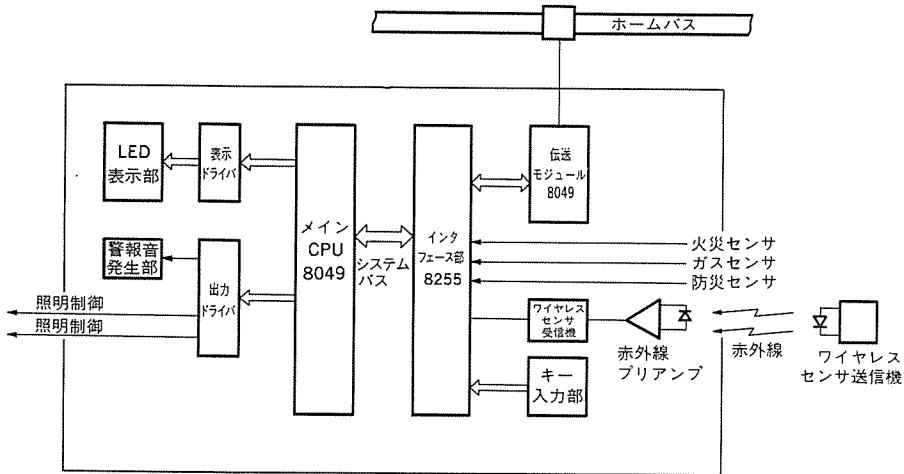


図 9. ルームモニターコントローラブロック 図

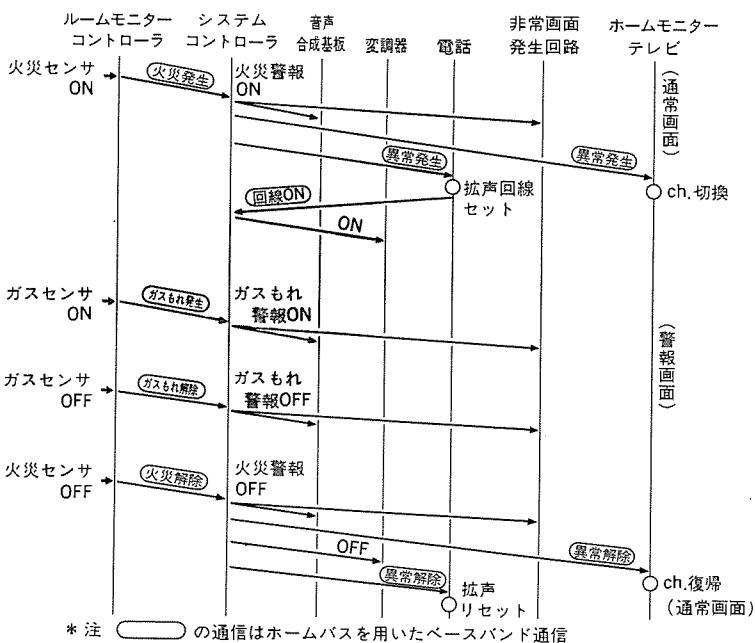


図 10. ホームセキュリティの通信手順

#### 4.2 ホームセキュリティ・ホームコントロール

ホームセキュリティは部屋ごとに分散配置するルームモニターコントローラと、そこに接続する火災・ガス漏れなどのセンサが基本構成である。ルームモニターコントローラの構成を図 9.、そのホームバスを介しての通信手順を図 10. に示す。ルームモニターコントローラは各々が表示・警報音機能を備えているため、1台でも独立して動作が可能であると同時に、ホームバスに接続することによってシステム化され、外のルームモニターコントローラのセンサの動作を報知できる。また、ホームバスが故障した場合でも単独での動作は可能であり、信頼性の高いシステムとなっている。更に増設の際もホームバスに接続するだけで調整やソフトウェアの変更なしでシステムとして動作が可能なよう考慮してある。また、セキュリティ情報の報知はルームモニターコントローラの警報音の外に、ホームモニターテレビによる警報放送の受信、システムテレホンによる一斉放送も同時に行われる。この警報放送画面や一斉放送の音声は、システムコントローラにより作成される。

ルームモニターコントローラは設置された部屋内の負荷の集中制御や、システムコントローラからの指令による負荷のリモートコントロール機能を備えている。

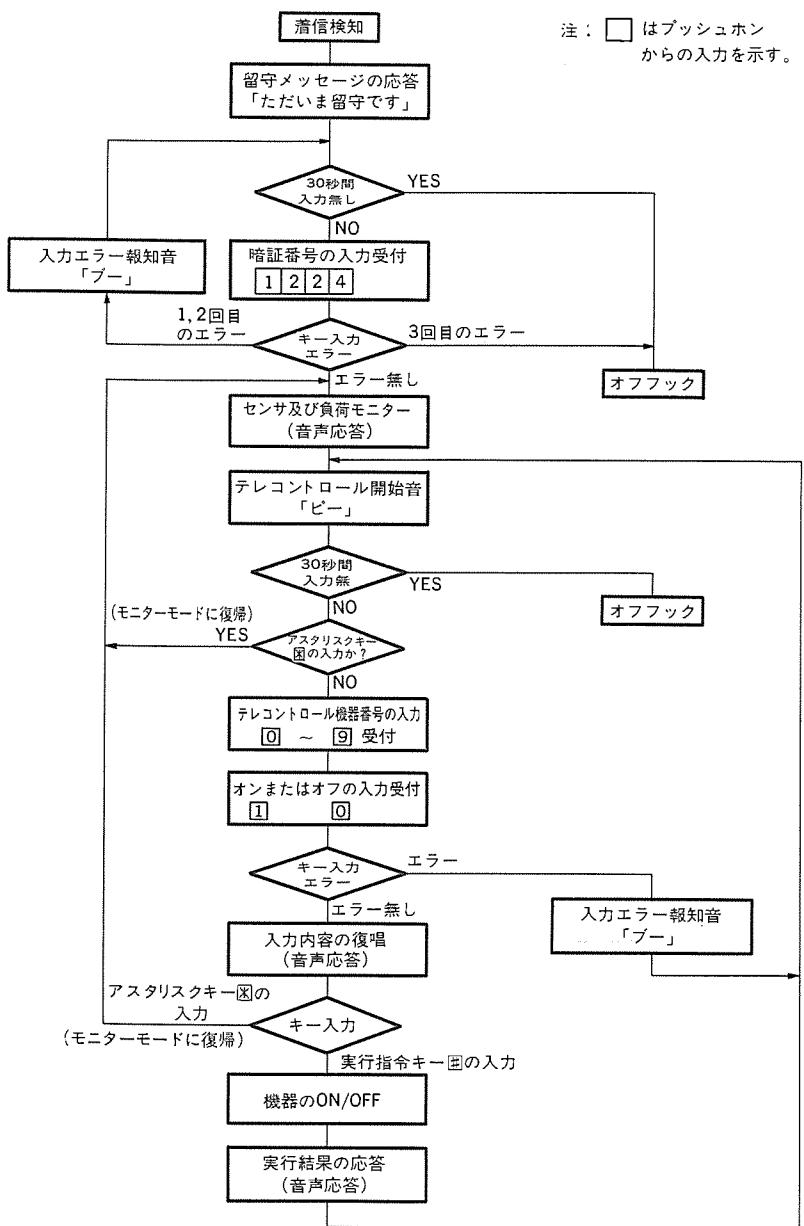
#### 4.3 テレコントロール・テレモニター

テレコントロール・テレモニターは外出先から家庭内の機器を制御するもので、操作入力はプッシュボタンの押しボタンで行い、応答はシステムテレホンの親電話機内の音声合成で行う。この操作手順を図 11. に示す。今回試作したシステムでは、操作手順の单纯化を図るために暗証番号を入力すると、自動的にテレモニターとなり、センサ・負荷の状態を応答する構成にした。テレコントロールは誤操作・誤入力による危険を防止するために、入力に対して音声により入力内容を復唱し、入力内容を確認後、実行指令により負荷を制御して、更に実行結果を応答する構成とした。また、他人のいたずらによる操作を防止するために、暗証番号の採用の外、暗証番号の入力ミス 3 回又は無入力時間が 30 秒以上の場合は、自動的にオフックして動作を終了するようにした。テレコントロールの対象とする負荷は、危険防止のため照明など誤動作によつても危険が少ない機器や、高いセルフコントロール機能付きの機器に限定すると同時に、動作状態のモニターが重要になる。

#### 4.4 電話・インタホーン

システムテレホンによる通話機能は、インターホンとしての内線通話及び電話としての外線通話以外に、内線拡声、外線の保留転送や着信指定など、現在のホームテレホンと同等以上の機能を備えている。これらの制御はすべて伝送モジュールにより実行する。一方、音声は送話信号をサブバンドに FM 变調してホームバスに注入し、ヘッドエンドで周波数変換して受話信号としている。したがって同時通話 1 回線を実現するために、ホームバス上に 4 周波数（送話 48.1, 54.1 MHz, 受話 124.1, 130.1 MHz）を使用している。

テレビ「アホン」では、玄関ユニットでコールボタンが押されると、カメラが動作し映像信号をサブバンド（63 MHz）に変調し、こ



の信号をヘッドエンドで20chに周波数変換してホームモニターテレビで受信する。通話はシステム電話と同一周波数を用いて、ホームモニターテレビの映像を見ながら付属のハンドセットで行う構成にした。

## 5. む す び

以上、家庭の情報化を進めるうえで基幹となる多重化ホームバスシステムに、AVやホームセキュリティ・ホームコントロールシステムなどを含む、家庭内情報通信システムについて報告した。

今後も各種の委員会のホームバス標準化作業に参画するとともに、その動向に注目する必要がある。更に、ここで開発したルームモニターコントローラなどのマンマシンインターフェースの改善による操作性の向上や、サブバス(副情報伝送路)の開発による省工事・省配線化を図って、HAシステムの基本機能であるホームセキュリティ・ホームコントロールシステム、テレコントロール／モニター、インターホンなどを中心に、製品化を進める考えである。

## 参 考 文 献

- (1) KEC-HBS研究会：ホームコントローラのシステムデザイン調査研究報告書—2、(社)関西電子工業振興センター(昭58)
- (2) 滑川ほか：ホームオートメーションシステム'83年電子工業技術大会資料、3A-1-1～3A-3-7
- (3) 郵政省電気通信政策局「家庭における情報化に関する調査報告書」(昭58)

図 11. テレコントロール手順フローチャート

# 最新形VTR HV-81HF, HV-34T

丹羽喜一\*・森好春\*・三橋康夫\*・中島義郎\*\*・川地正男\*\*

## 1. まえがき

昭和58年の家庭用ビデオテープレコーダーの生産台数は、18,203千台と過去最高を記録した。その後も高水準を維持し、次年上四半期は国内出荷について前年比30~40%の伸びを示している。このような市場を背景に、今回中級価格帯で特徴ある2機種のVTRを製品化したので紹介する。昨今のVTRの映像性能の向上は、ビデオヘッド技術、テープ技術、更に電子回路技術の進歩により目覚しいものがあるが、一方で音質向上は技術革新の片隅に忘れられていた感がある。これに対し、音声のハイファイ化を特徴とするHV-81HFを開発・製品化した。また、低価格帯に走る、いわゆる普及機と、多機能に走る高級機の二極分化傾向の中にあって、使用者の使い勝手に主眼をおいた、縦形に特徴を持つHV-34Tを開発・製品化した。これらは共に新開発D<sub>0</sub>デッキと名付けたメカニズムデッキを搭載している(製品外観を図1に示す)。



図1. HV-34 T, HV-81 HF の外観

## 2. ハイファイ VTR HV-81 HF

### 2.1 ハイファイオーディオの背景

家庭用VTRの著しい画質向上に対し、オーディオは依然としてテープ端部の狭いトラックに固定ヘッドによる交流バイアス方式で記録されている。特に記録の長時間化に伴い、テープ送りスピードは11.1 mm/sと低速となり、高域周波数特性の劣化、テープ走行むらの影響を受けるなど、音質向上には限界があった。より高音質を求めて、VHSグループでは高級オーディオ並みのハイファイ音を得るべく、オーディオ専用回転ヘッドによる深層記録方式を開発採用した。これにより、ダイナミックレンジ、ひずみ率、周波数特性、及びワウフラッター特性などを飛躍的に向上させることができた。

### 2.2 オーディオ深層記録

ハイファイVHS記録方式の規格を表1に、この記録信号スペクトラムを図2に示す。この方式の記録原理は図3に示すように、周波数変調されたオーディオ信号は、回転ドラムに新たに設けられた一对のオーディオ専用回転ヘッドで、テープ上のビデオトラック部分に記録される。この場合2チャンネルのFMオーディオキャリアは、1.3 MHz, 1.7 MHzと低周波域に設定され、ヘッドギャップも記録波長に合わせて広くしてあるので、テープの深い層まで磁化される。そのすぐあとをビデオヘッドが追いかける形でビデオ信号を従来のフォーマットで上から重ね書きする。先に書かれたFMオーディオ信号は、後から書かれたビデ

表1. ハイファイ VHS 方式の規格 (NTSC)

記録方式	2周波FM深層記録方式	
中心キャリア周波数	(L) 1.3MHz±10kHz (R) 1.7MHz±10kHz	
最大周波数偏移	±150kHz	
動作周波数偏移	±50kHz	
エンファシス	56μs	
ノイズ低減方式	新開発ハイファイVHSノイズリダクション方式	
テープフォーマット	標準モード	3倍モード
	 Amin=20μm Amax=58μm	 Amin=16μm
オーディオヘッドアジマス角	+30°, -30°	+30°, -30°
オーディオアジマス角とビデオアジマス角との関係	逆アジマス方向	同一アジマス方向

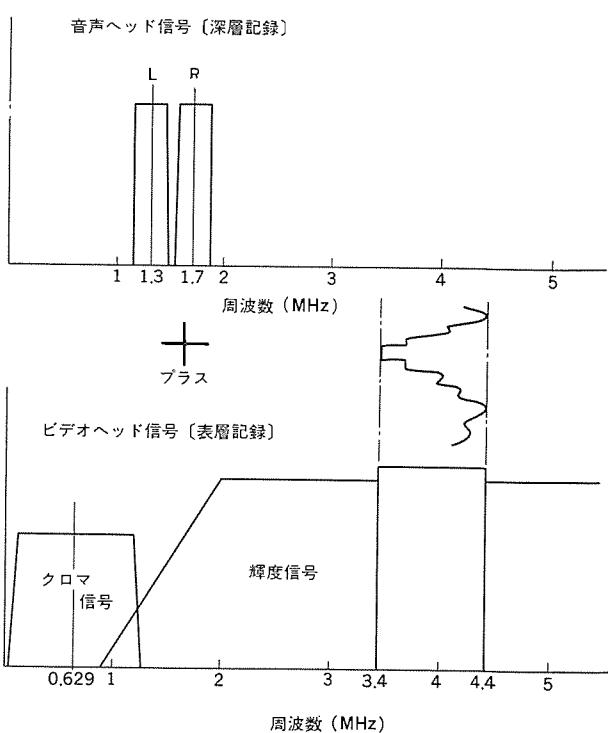


図2. ハイファイ VHS 方式の周波数 スペクトラム

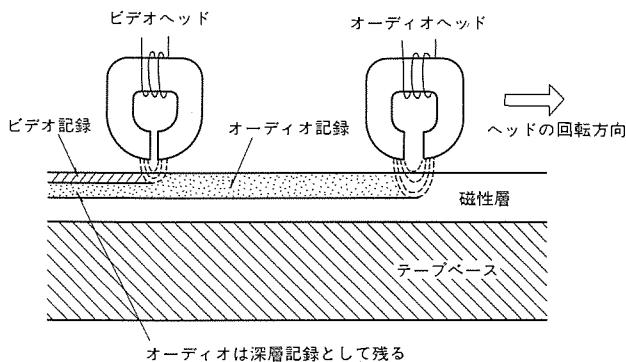


図 3. ハイファイ VHS 深層記録の説明

オ信号によって表層部は消去されるが、深層部には深層記録として残ることになる。

### 2.3 アジマス記録の活用

再生時には、オーディオ信号とビデオ信号は、それぞれ記録時に用いたヘッドで取り出される。図 2. に示したように FM オーディオ信号は、輝度信号とかー信号のスペクトラムの谷間の比較的相互干渉の少ないところに配置されてはいるが、ビデオとオーディオのトラックが重なっているので、オーディオ信号とビデオ信号が混り合わないようにアジマス記録が積極的に用いられている。

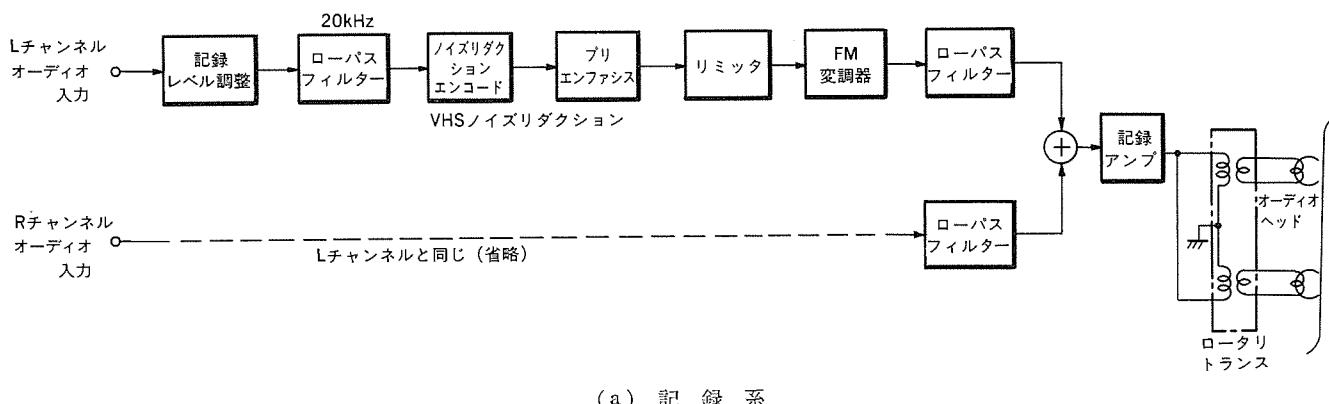
この技術は従来からビデオヘッドに用いられているもので、二つの

ヘッドギャップに ±6° の角度が付けてあり、これにより隣接ビデオトラックからの輝度信号クロストークを抑えている。

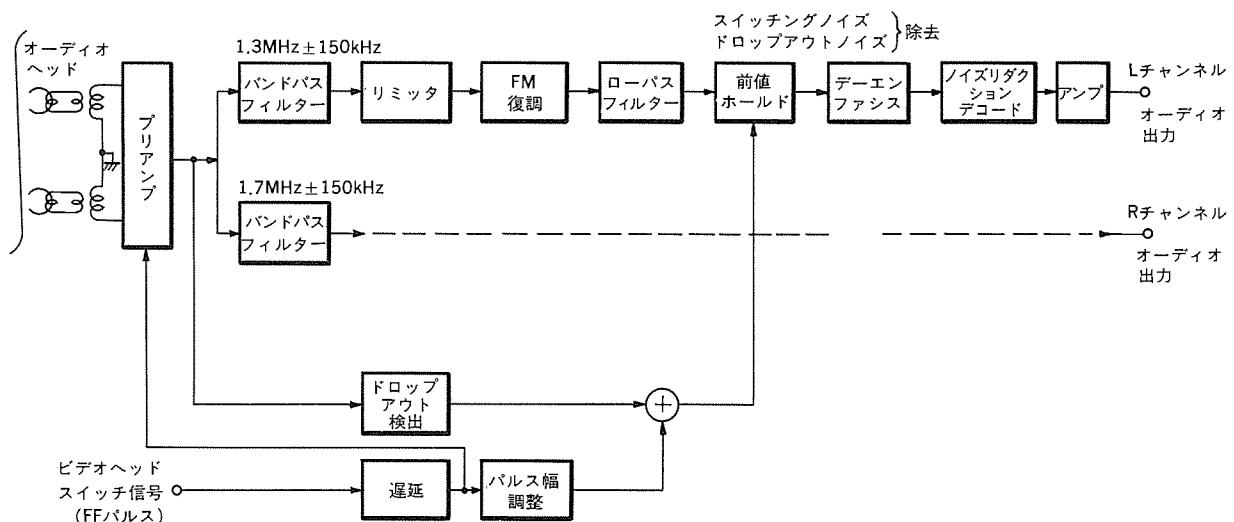
今回ビデオ信号にオーディオ信号が重畠されたことにより、隣接オーディオ信号間のクロストーク低減はもちろん、重なっているビデオ信号とのクロストークも抑えなければならない。更に 3 倍モード時にはオーディオヘッドが、隣接ビデオトラックにかかることも考慮して、アジャス損失の計算式に基づく検討及び実験により、オーディオヘッドのアジャス角度は ±30° に選ばれている。このようにしてオーディオ相互間、ビデオオーディオ間のクロストークを排除しているので、オーディオビデオ間の妨害は全く問題とならない。したがってビデオ記録は従来と全く変わらない周波数配置となっており、現行の VHS との互換性は完全に保たれている。

### 2.4 ハイファイ VHS の基本構成

以上の原理に基づいたハイファイ VHS の基本回路構成のブロック図を図 4. に示す。信号対雑音化を向上させるため、最大周波数偏移を ±150 kHz と広帯域にしている。これは深層記録により、オーディオ信号専用トラックを設けたことにより、ビデオ信号との干渉の心配なく実現できたものである。また、FM 特有の三角ノイズ低減のため、エンファシスをかけることはもちろん、更に広いダイナミックレンジを得るために、ハイファイ VHS 用に新しく開発されたノイズ低減方式が用いられている。この方式はハイファイ VHS の実態に合わせて、記録再生の圧伸特性は 2:1 の対数圧伸となっている。その結果ダイナミック



(a) 記録系



(b) 再生系

図 4. ハイファイ VHS 基本ブロック図

ンジは 30 dB 以上向上する。また、この種のノイズ低減方式で生じがちな過渡応答時のブリージング(息つき)現象は時定数を注意深く選ぶことで処理してある。再生時のヘッド切換時の FM 信号位相乱れやドロップアウトによるノイズは、前値ホールド回路により防止されている。

このように、ハイファイ VHS 方式はオーディオ専用回転ヘッドを導入することにより、ビデオヘッドを使用してオーディオ信号とビデオ信号を周波数多重して記録する方式に比べて自由度が大きくとれる。この結果、シンプルな回路構成で画期的なハイファイサウンドを可能にし、現行 VHS との互換性も損なわないという大きな特長をもつこととなった。また、他のテレビジョン方式(PAL, SECAM)への展開も容易に行える方式となっている。

## 2.5 HV-81 HF への展開

ここ製品は上述の VHS ハイファイ方式に準拠し、かつオーディオ志向にまとめた VTR である。下記に列挙するような特徴がある。

- (a) 26 ファンクションのワイヤレス(近赤外線)リモコンを付属している。
- (b) スプリットキャリア方式の音声多重チューナーユニットを内蔵している。
- (c) FM チューナーを初めとする各種オーディオ機器との電源が連動するタイマーオンライン機態付きである(エアチェック用電源具備)。
- (d) ウィドレンジのピークレベルメータを採用している。
- (e) マニュアル録音レベル調整が可能である。
- (f) 2週間 4 プログラムのチャンネルプログラムタイマーを内蔵している。

以下技術面よりみて特長のある部分について述べる。

### 2.5.1 回転ドラムの構成

オーディオ深層記録の項で述べたように、回転ドラムにビデオヘッドとは別に専用のオーディオヘッドを設けている。回転ドラムの構成は図 5. に示すように、ビデオヘッド(アジマス角度 6°)とオーディオヘッド(アジマス角度 30°)が直交して配置されている。VHS ハイファイではオーディオヘッドで深層記録を行った後に、ビデオヘッドにより表層記録を行うのでオーディオヘッドより 90° 隔てて取り付けられている。また、磁気テープ上のビデオヘッドとハイファイヘッドの位置関係は、単位走行量(58 μm)の 1/2 である 29 μm の段差をもたせている。

回転ドラム全体の構成は、図 6. に示すように従来の

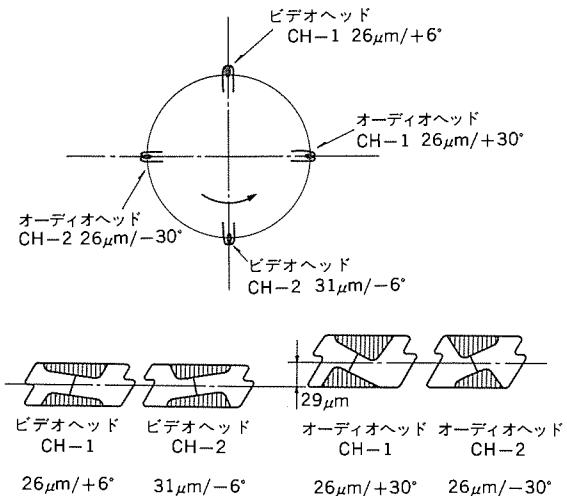


図 5. 回転ドラムのヘッド構成

ハイファイドラムの複雑さを一掃するため、6 溝のロータリトランジを開発した。これは 53 φ の平面円板のロータリトランジの外側溝から、a 溝…AUDIO-CH-1, b 溝…AUDIO-CH-2, c 溝…VIDEO-CH-1, d 溝…VIDEO-CH-2 を担当させ、組み合わせインダクタンス 40 μH 以上、漏れいインダクタンス 5 μH 以下、結合係数 0.95 以上(回転ロータリトランジと固定ロータリトランジ間のギャップ 75 μm) という電気性能をもたせている。また、X 溝 Y 溝を設け、ここにシールドリングを埋め込んでオーディオ間及びオーディオ-ビデオ間のクロストーク(共に FM 信号)を軽減している。このようにしてオーディオ信号のセパレーション及びオーディオ信号が、輝度信号、クロマ信号に及ぼすビート妨害をなくしオーディオの性能はもちろん、ビデオの画質も向上させている。

### 2.5.2 テレビジョン受信方式の構成

テレビジョンの音声多重放送の音声 FM 検波段では、主チャンネル信号と副チャンネル信号(FM)及び制御信号(AM)を取り出さねばならない。この FM 検波段への IF 信号を発生する方法にインタキャリア方式とスプリットキャリア方式がある。

インタキャリア方式は、テレビ、VTR に従来から広く採用されているもので、映像搬送波(58.75 MHz)と音声 IF 搬送波(54.25 MHz)の差の周波数 4.5 MHz ビート成分を得るもので、周波数の安定度が優れている。しかし、映像 IF 選択度特性の性質上、映像搬送波附近のナイキストローブ部分において、位相変調が生じ音声信号がバズ妨害を受ける。しかも、このバズは水平走査周波数  $f_H$  の整数倍のところにピークをもつため、副チャンネル信号の影響が大きく、バズビートの原因になる。このバズ妨害は、映像搬送波に対する音声搬送波のレベル比が低い場合、顕著になる。スプリットキャリア方式では、上述の弊害を除くためチューナー IF 出力のうち音声搬送波を、第 1 SIF として増幅し、第 2 局発と混合して第 2 SIF(10.7 MHz)を得ている。したがって映像変調波の影響を受けにくく、S/N 特性が優れているのが特長である。HV-81 HF は、図 7. に示すようにこの両者を具備し、背面のスイッチで切り換えられるように配慮されている。

このような主旨で開発された製品の性能を、従来の VTR の性能と比較すると表 2. のようになる。ハイファイ VTR が飛躍的に向上し

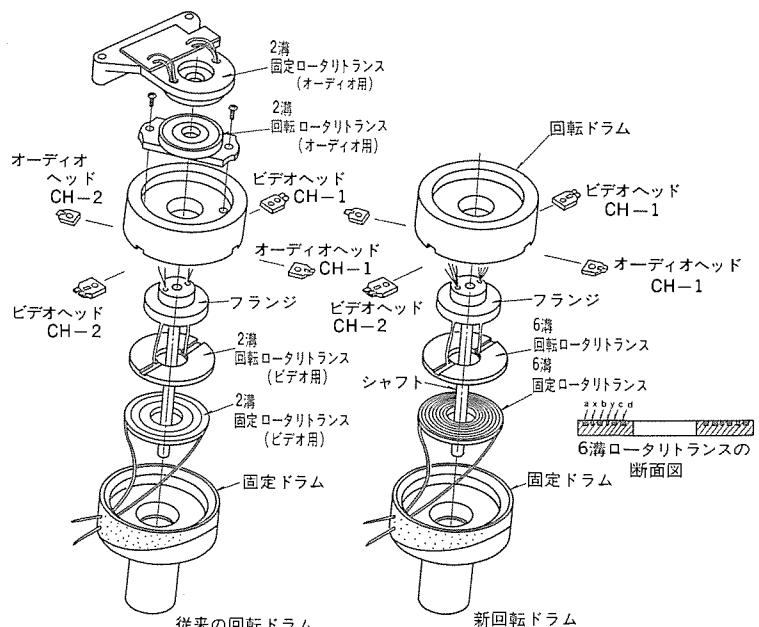


図 6. ハイファイ VTR の回転ドラム全体の構成図

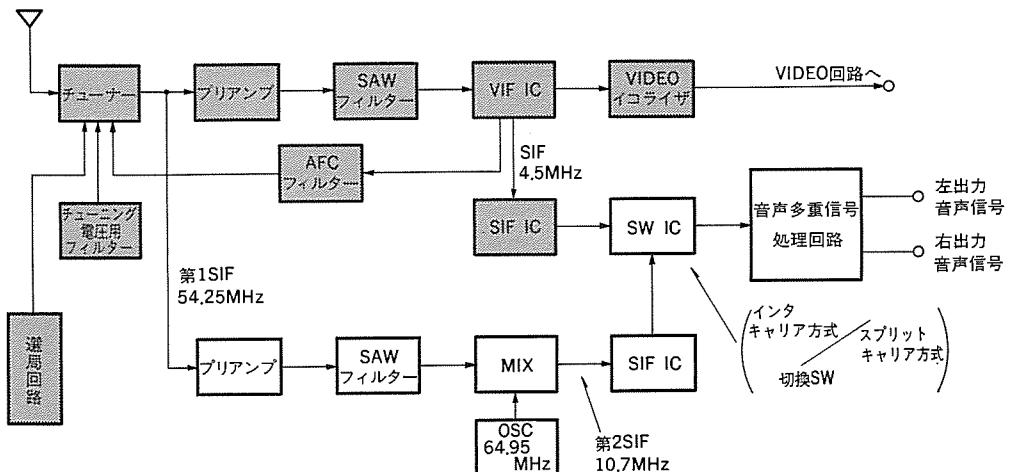


図 7. VIF/SIF 検波方式構成図（暗色部分のみで構成される部分が インタキャリア 方式）

表 2. ハイファイ VTR の性能

	ハイファイ VTR	従来の VTR
ダイナミックレンジ (dB)	80 以上	40 以上
周波数特性 (Hz)	20~20 k	50~7 k (3倍モード)
ワウフラッタ (%)	0.005 以下	0.35 以下
高調波ひずみ率 (%)	0.3 以下	2 以下
チャンネルセパレーション (dB)	60 以上	45 以上

ていることが分かる。

### 3. 縦形 VTR HV-34T

#### 3.1 縦形ビデオの背景

家庭用 VTR の使用形態は大きく分けて、テレビ信号の録画、すなわち タイムシフト機としての使い方と、カメラ撮りがある。それぞれに対応し据置形とポータブル形があるが、据置機はポータビリティに対する配慮はされておらず、ポータブル機は高価格製品となっている。両機能を備えた中級価格帯製品が強く要望されていた。当社は従来からこの市場要求にこたえて、ポータビリティ重視の据置機として縦形 VTR を製品化してきた。今回重量は、5.9 kg と当社比約 2 割削減を図り、かつ、諸機能を充実させた縦形 VTR を開発することができた。

#### 3.2 新開発 D<sub>0</sub> デッキ

当社は従来、5 モータ電子制御方式 (5 DD 方式) を基本として VTR の開発を進めてきたが、今回 5 DD 方式の持つ機能を落さず、3 モータ化を図り、関連エレクトロニクス技術と相まって低価格小形軽量縦形 VTR を実現した。D<sub>0</sub> デッキの詳細は別項を設け後述する。

#### 3.3 信号処理系の IC モジュール化

電気部品と調整箇所の削減を目的に、輝度信号処理、FM 信号処理、色信号処理と 3 種類の IC モジュールの開発導入を実施した (図 8.)。

これら IC モジュールには、IC チップを直接アルミタ基板にボンディングし、調整を必要とする抵抗はレーザによる機能トリミングを行うことで輝度処理ブロック、FM 処理ブロック、色信号処理ブロックを合わせて、約 130 点の部品点数削減と 4 箇所の調整箇所削減を実施できた。

#### 3.4 ディジタルサーボの導入

このデッキの駆動制御には、従来のアナログ方式サーボに代ってディジタル処理によるサーボ方式を導入し、従来のいわゆるサーボ調整箇所を 10 箇所削減して 5 箇所とし、部品点数は 40 % の削減を行って

いる。

#### 3.5 HV-34 T への展開

これら部品点数削減により、従来機が 11 枚の基板構成であったのを、今回 5 枚に簡素化することができた。また、その結果生産性の向上はシャーシ組立時間で 25 % の削減となった (図 9.)。従来機 (HV-33 T) との体積比は 78 % と小形軽量化を図り、ポータビリティの追求を実施する一方で、使い勝手の良さにも重点をおき、従来高級機がもっていた機能も合わせもち、次のような製品となっている。

- (1) ポルテージシンセザイザによる同調整機能をもつチューナーを内蔵しながら、3 電源 (AC 100 V, カーバッテリ、充電可能バッテリ) 対応形とし、簡単に持ち運べるようにハンドルを付けた。
- (2) カメラ接続端子を備え、カメラ撮り後の編集のためにインサート機能、音声アフレコ機能、自動つなぎ撮り機能、マイク端子、早送り巻戻し再生、スロー再生、カウンタメモリといった編集機能を充実した。
- (3) ビデオヘッドは四つ独立にシリンドラ上に搭載し、VHS 方式の標準モード、3 倍モード共に高画質を追求している。
- (4) フルファンクションワイヤレスリモコンの搭載、3 プログラム 2 週間のチャネルプログラム機能、ワンタッチ録画機能の搭載。
- (5) アンテナ系の接続は、本体の移動性を容易にするためにも簡単に着脱可能なアンテナ結合器を考案し同こん(樋)している。また、こ

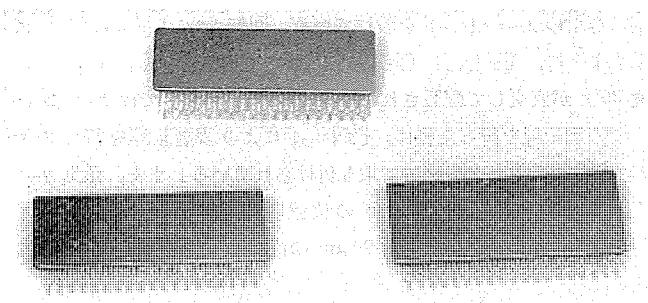


図 8. IC モジュール (輝度信号処理 モジュール、FM 信号処理 モジュール、色信号処理 モジュール)

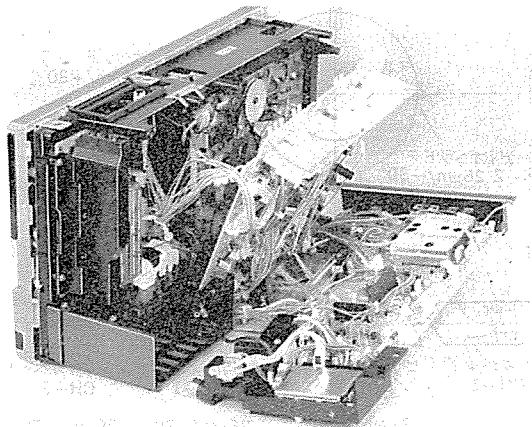


図 9. HV-34 T シャーシ構造の外観

の移動性のために、チャンネルプログラムメモリのバックアップ機能を1時間もたせている。

#### 4. 新開発 D<sub>0</sub> デッキ

このデッキはHV-81 HF, HV-34 Tの両機種に搭載されている。このデッキは、各機能を各々の独立モータで駆動する5DD方式と異なり、キャプスタンモータでキャプスタンシャフト、巻取りリール、供給リール、及びフロントローディングの各駆動を行っている(図10.)。

##### 4.1 Alダイカスト一体化メインプレート

D<sub>0</sub> デッキでは、メインプレートをAlダイカスト一体構造としている。テープ走行系の高精度化を図っている。Alダイカストは、高精度化に有

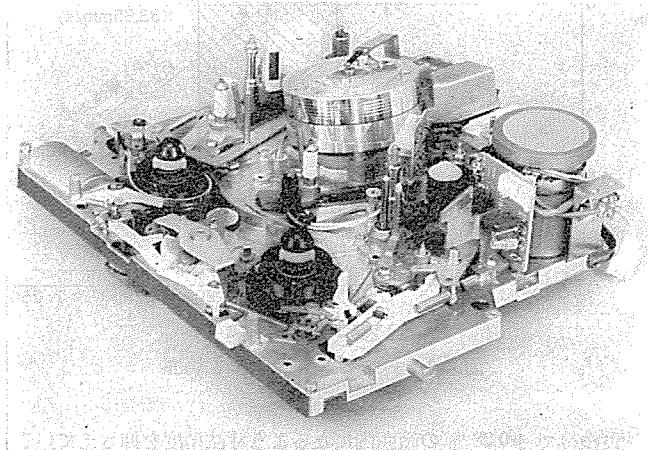
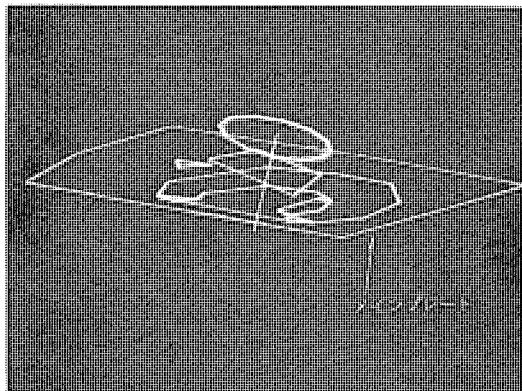
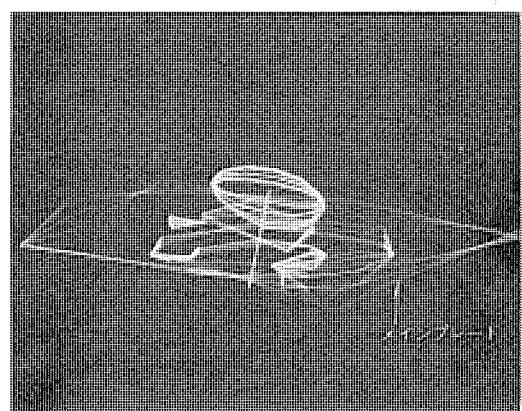


図 10. D<sub>0</sub> デッキの外観



(a) 静止状態



(b) 加振周波数 720 Hz

図 11. メインプレートモーダル解析

利な反面、プラスチックなどと比べ、振動に対する共振ピークが高い欠点がある。デッキ内には、ドラムやキャップstanなどの回転系による固有振動数があり、これらがメインプレートの共振周波数と一致すると、映像揺れとなって現れるため、振動周波数が一致しないように設計的配慮を払っている。図11.はモーダル解析によるメインプレートの振動アニメーションの一例で、ドラム取付け部が720 Hzで共振しているのが分かる。D<sub>0</sub> デッキではメインプレートの形状をこのドラムモータ固有振動数と共振点をもたぬよう設計した。

##### 4.2 ウラフラッター

キャップstanモータの回転数は、3倍モード再生時の380 rpmから、スピードサーチ時の3,420 rpmまでの9倍のダイナミックレンジを必要とし、特に380 rpmの低い回転数でのワウが問題となる。ウラフラッターの要因として、モータのトルクリップルやコギング以外にも次の要素がある。

- キャップstanモータの慣性モーメント
- キャップstanフライホイールの慣性モーメント
- ベルト剛性
- キャップstanモータのFG精度(残留ウラフラッター)

特にキャップstanモータ及びキャップstanフライホイールの慣性モーメントやベルト剛性は、キャップstan回転系の伝達特性において、デッキ外乱周波数と一致しないように定数を決める必要がある。図12.は、キャップstanモータからキャップstanシャフトへの伝達特性を示し、実線はキャップstanモータ加振時のモータ軸の振動特性、点線は同じく加振時のゴムベルトを介したキャップstanシャフトへの振動伝達特性を示す。図中キャップstanモータには476 Hzのモータ軸のねじり共振があるが、伝達周波数とは一致しない。また、振動伝達特性上の共振点は16 Hzにあるが、ドラムのもつ30 Hzの外乱周波数やその他の外乱周波数にも一致していない。D<sub>0</sub> デッキでは、キャップstanモータの慣性モーメントを0.1 g cm s<sup>2</sup>、キャップstanフライホイールの慣性モーメントを1.5 g cm s<sup>2</sup>とし、ウラフラッターを0.2 % Wrms以下とした。

##### 4.3 キャップstanモータ負荷特性

キャップstanモータで駆動する各部の負荷は、温度により変化する。図13.は、特に厳しい使用状態であるスピードサーチ時のキャップstanモータ負荷の温度特性を示す。キャップstanモータの負荷は温度の低下と共に急激に増加するが、これは主にメタル軸受けのオイル粘性抵抗の増加

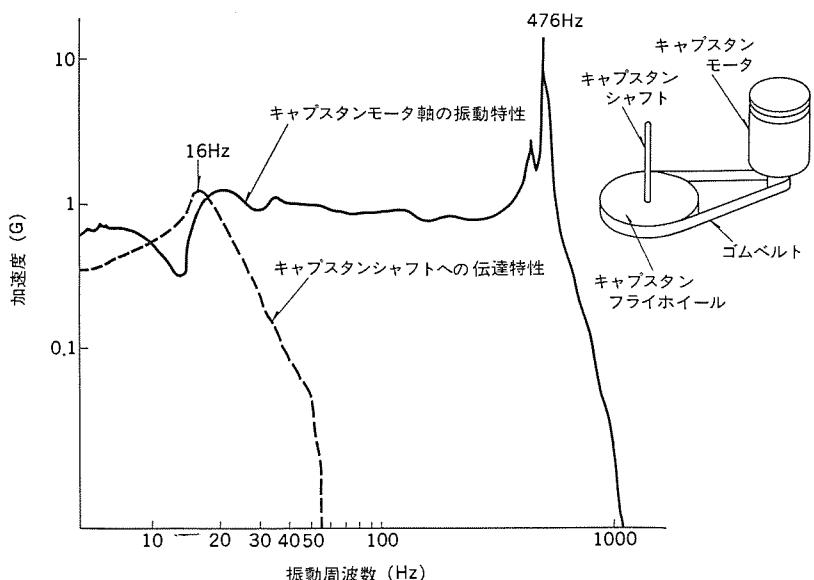


図 12. キャップstan系振動伝達特性(加振時)

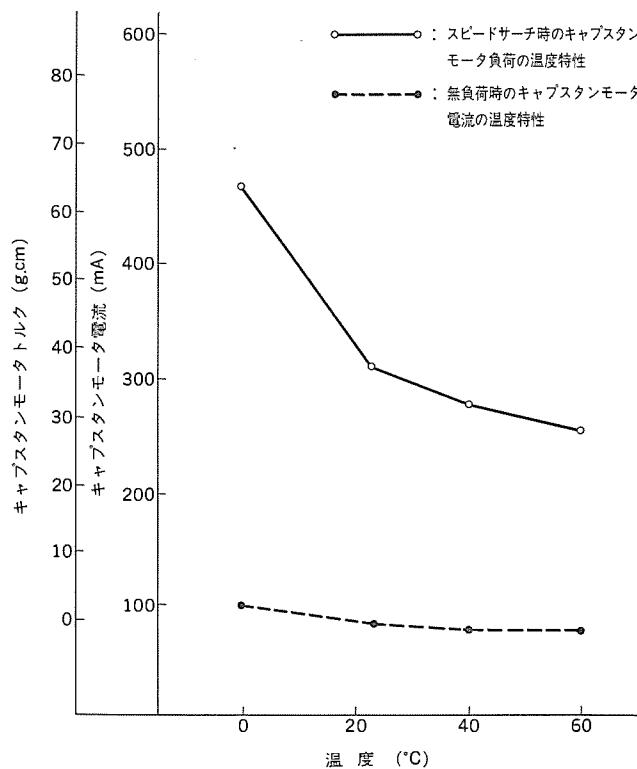


図 13. キャプスタンモータ負荷の温度特性（スピードサーチ時）

と、リールディスクに使用しているフェルトの摩擦係数の増加が要因である。設計的には、メタル軸受けのオイル粘度を103 cStとし、フェルトは特硬5号を使用している。また、駆動系の減速比を適正にすることで、5°Cから40°Cまでキャプスタンモータへの負荷をその許容値である70 g cm以下に抑えている。

#### 4.4 テープ速度

3モータベルトドライブキャプスタン方式は、ダイレクトキャプスタン方式に比べ、テープ速度のばらつきが大きい。これは、減速比のばらつきや、キャプスタンモータにかかる負荷の変化により、ベルト弾性スリップが変化するためである。図14.はテープ速度の設計値と実測値を示す。図中、菱形に囲んだ部分が計算値によるテープ速度のばらつき範囲、黒印が実測値を示す。VHS規格では、テープ速度のばらつきは33.35 mm/s ±0.5%以内と規定されている。D<sub>0</sub>デッキでは、録画再生時ベルト弾性スリップの要因となるキャプスタンモータ負荷を18.5±3.5 g cm（モータ電流換算で180±20 mA）の範囲に設定されるように、回転系の負荷ばらつきを抑えている。また、減速比のばらつきは、テープ

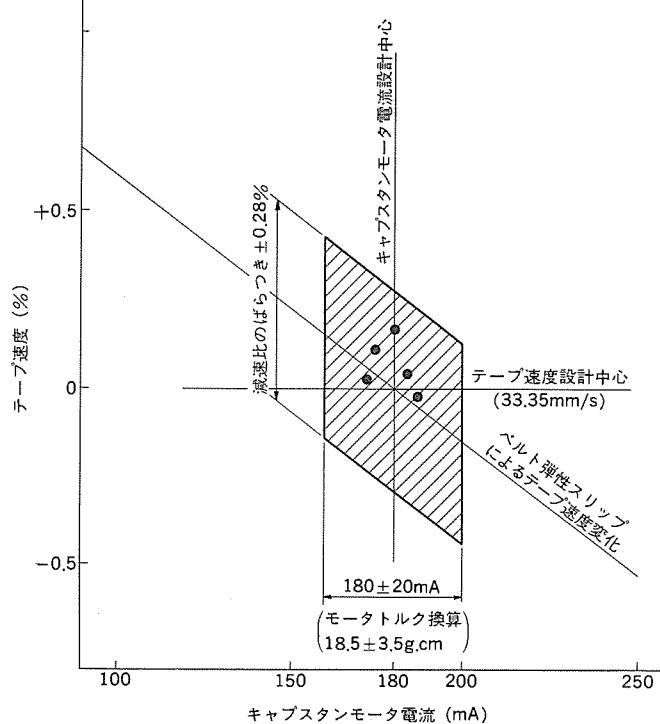


図 14. テープ速度のばらつき範囲

速度換算で±0.28%の範囲内になるよう寸法精度を抑さえている。

#### 5. むすび

VTRは高度のファインメカニズム技術と、高度のエレクトロニクス技術の結集でありながら、その技術革新は日進月歩である。1年前のモデルが市場では陳腐化した製品となり、技術的価値が失われてゆく。今回紹介したモデルの開発完了時点で、既に次に来る一層の性能向上、高生産性、低価格といった総合的見地に立ったVTRを強く意識する。

#### 参考文献

- (1) 細見ほか：複数の調整用抵抗を機能トリミングしたVTR用高密度ICモジュール、日経エレクトロニクス、1984.2.27, No.337, p.203~227
- (2) 友田ほか：音声多重用テレビ受信機、テレビジョン学会誌34-4 p.337(昭55)

# 《ダイヤトーン》コンパクトディスクプレーヤー DP-103

藤原 修\*・石田 権宣\*・平沢 和夫\*・久山 浩二\*\*・宮本 浩一\*\*

## 1. まえがき

これまでレコード、テープ、放送などから得られていた音楽ソースは、アナログ方式の録音再生であったため、生の音楽の臨場感を忠実に再生する上で信号伝送系や記録再生系の性能に不満が残されていた。この点で音楽信号をデジタル化して記録再生を行うデジタルオーディオ機器が注目を集め、その優れた性能のために、オーディオの新世代を開く革命商品として期待されている。当社では昭和51年10月に業務用固定ヘッド形PCM(Pulse Code Modulation)録音機を、また52年8月には民生用レーザ方式デジタルオーディオディスクプレーヤーを、更に同年9月には、民生用回転ヘッド方式PCMデッキを業界に先駆けて発表した。中でも業務用固定ヘッド形PCM録音機は、既に、日本、米国、欧州などの放送局、レコード会社や録音スタジオなどで広く使用されている。

民生用レーザ方式デジタルオーディオディスクプレーヤーについては、製品化の前提として、方式の規格統一が提唱されていたが、フィリップス社提案のCD(Compact Disc)方式<sup>(1)</sup>が実質的に世界統一規格として認められたため、この規格に沿ったプレーヤーの1号機として、DP-101を開発し、57年秋に業界一番手を期して発売した。コンパクトディスクには従来のアナログ式レコードと違い、デジタル化された音楽信号と曲番、曲内経過時間、インデックス番号(=曲内分割番号)、累積経過時間などの制御信号が記録されており、これらの情報をマイクロコンピュータで処理することによって、アナログレコードでは実現できなかつた便利な操作が可能となる。1号機のDP-101は、こうしたコンパクトディスクの信号情報を最大限に生かし、高品質な音楽再生に加えて豊富な付加機能の実現と操作性の向上、更に大形ディスプレイを用いた各種情報の集中表示を行っており、これからコンパクトディスクプレーヤーのあり方を示唆する機種であった。その後コンパクトディスクプレーヤーは各社から続々と発売され、ソフトウェアの発売も進むにつれて普及度も日増しに向上してきた。一方プレーヤー製造業界では生産性向上のための合理化と回路の集積化が行われ、普及価額帯販売(10万円前後)へのコストダウンが急務となつた。当社もこれに対応した普及形新機種DP-103を開発し、58年秋に、プライスリーダー的価額で発売した。このDP-103は基本性能は落とさず、操作機能や表示などを、必要かつ十分な範囲に合理化し、50%近い製造コストの低減を行つた機種であるが、他社の普及価額帯機種とは異なり、特に聴感音質の向上のためにIFL(Interference Less)シャーシという特別な構造をもつている。これは、音質を阻害する雑音源である電源回路及びデジタル回路を、アナログ回路に対して電磁的に遮へいするよう配慮したもので、高級機に優る分解能と透明感に富んだ再生音を得ることができる。

## 2. DP-103の仕様と特長

図1.に外観を、また表1.に仕様を示す。いずれもデジタルオーディオ時代にふさわしい、高度の性能、機能を持っており、主な特長を以下に述べる。

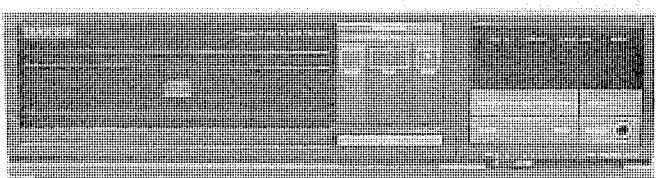


図1.《ダイヤトーン》コンパクトディスクプレーヤー DP-103 の外観

表1. DP-103の仕様

形名	DP-103
販売価額	¥110,000
発売日	83-10
外観	
外形寸法 (mm) (W×H×D)	350×100×320
重量 (kg)	7.2
消費電力 (W)	22
オーディオ周波数レンジ (Hz)	5~20,000Hz±0.5dB
ペダルゲイナミックレンジ (dB)	90
クイックS/N (dB)	90 (1kHz)
オート高調波・ひずみ率	0.004% (1kHz)
ディスクローディング方式	水平
ディスク装填法	電動、水平リニアスケート
リモコン	×
光ピックアップ方式	3ビーム
曲単位の頭出し	●
時間指定の頭出し	×
インデックス指定の頭出し	×
演奏開始/終了位置ダイレクトメモリ	×
巡回機能	
ワンタッチスキップ	●
FF/FR	●
リピート	全曲通し
プログラム選曲	×
表示デバイス	FL+LED
曲番	●
経過時間	●
インデックス番号	×
次の演奏曲番	×
曲配置表示	×
表示機能	
ピックアップの現在位置	×
出力レベル	×
POWER ON	●
DISC SET	●
PLAY,PAUSE	●
REPEAT	●
MEMORY	×
PROGRAM	×
デッキ操作ボタン照明	PLAY, PAUSEのみ
ヘッドホンジャック	●
ヘッドホン出力レベルコントロール	●
オートエンファシス検知	●

## 2.1 オーディオ特性

- 従来のアナログプレーヤーでは達成不可能な特性を実現している。
- (1) ダイナミックレンジ 90 dB 以上。
  - (2) 5 Hz~20 kHz,  $\pm 0.5$  dB の極めて平坦な周波数特性。
  - (3) 水晶発振子精度と同じ極小のワウフラッター。
  - (4) 0.004 % の低ひずみ。
  - (5) チャンネルセパレーション 90 dB 以上。

## 2.2 操作機能

大容量の8ビットマイコンにより、多くの機能を簡単に操作できるように、細かい配慮がしてある。

- (1) 指定した曲番まで急行して演奏を開始する。
- (2) ディスク全体を何回でも繰返し演奏できる。
- (3) 演奏中の曲の頭へ、又は次の曲の頭へワンタッチでスキップできる。
- (4) 任意の位置で再生を一時中断させることができる。
- (5) 早送り、早戻しのとき、短かいインデックススキャン音が出るので、曲捜しが容易にできる。
- (6) ヘッドホンで再生音をモニターできる。音量調整もできる。
- (7) ディスク水平装填、オートグライドアウト方式のローディングメカニズムをもち、ディスクの着脱が便利になっている。

## 2.3 表示

専用の表示管を開発し、諸々の表示を集中化している。その主なものは下記のとおりである。

- (1) 演奏中の曲番、曲内経過時間、インデックス番号の表示。
- (2) ディスク装着時にディスク内周情報を自動的に読み取り、ディスクの総曲数と総演奏時間の表示を行う。
- (3) ディスクの有無、及びPAUSEの表示。

## 3. コンパクトディスクプレーヤーの構成と動作

コンパクトディスクプレーヤーのブロックダイアグラムを図2.に示す。大きく分けて、ピックアップ部、各種サーボシステム、信号処理部、システムコントロール部、デッキメカニズム、ローディングメカニズム及び電源部から構成されている。以下、各部の構成と動作について述べる。

### 3.1 ピックアップ部

CD方式の信号取りはレーザ光を用いた専用ピックアップで行う。図3.(a)はコンパクトディスクに刻まれた信号ピットの構造を、(b)は信号読み取りの原理を示す。ピックアップに組み込まれたレーザダイオードからのレーザ光を対物レンズで集光し、ピット列の上に焦点を結ばせ、かつ、レーザ光スポットがピット列をトレースするよう制御している。そして同じ対物レンズでピットの有無に応じた反射光を集め、光検知器で反射光量の変化を受けることにより、ピットの有無に応じた信号を読み取る。

### 3.2 サーボシステム

CDプレーヤーのサーボシステムはフォーカスサーボ、トラッキングサーボ、SLIDEサーボ、CLV(Constant Linear Velocity)サーボからなり、ピックアップがディスクに刻まれたピット列(トラック)から正確に信号を読み取ることができるように各サーボが働く。以下各サーボシステムについて上記の順に述べる。

まず、ピックアップで読み取られた信号はプリアンプに送られる。ここではピットの有無に応じたHF(High Frequency)信号を得るとともに、HF信号を演算してフォーカス誤差信号及びトラッキング誤差信号を作成する。回転するディスクには面振れや偏心があり、フォーカスサーボとトラッキングサーボが必要になる。フォーカスサーボは焦点ずれを検出して、その誤差信号によって対物レンズを駆動し焦点合わせを行っており、焦点ずれは  $\pm 1 \mu\text{m}$  以下に抑えている。なお、フォーカスサーボ起動時にはフォーカス自動引込み回路により対物レンズを合焦点近く

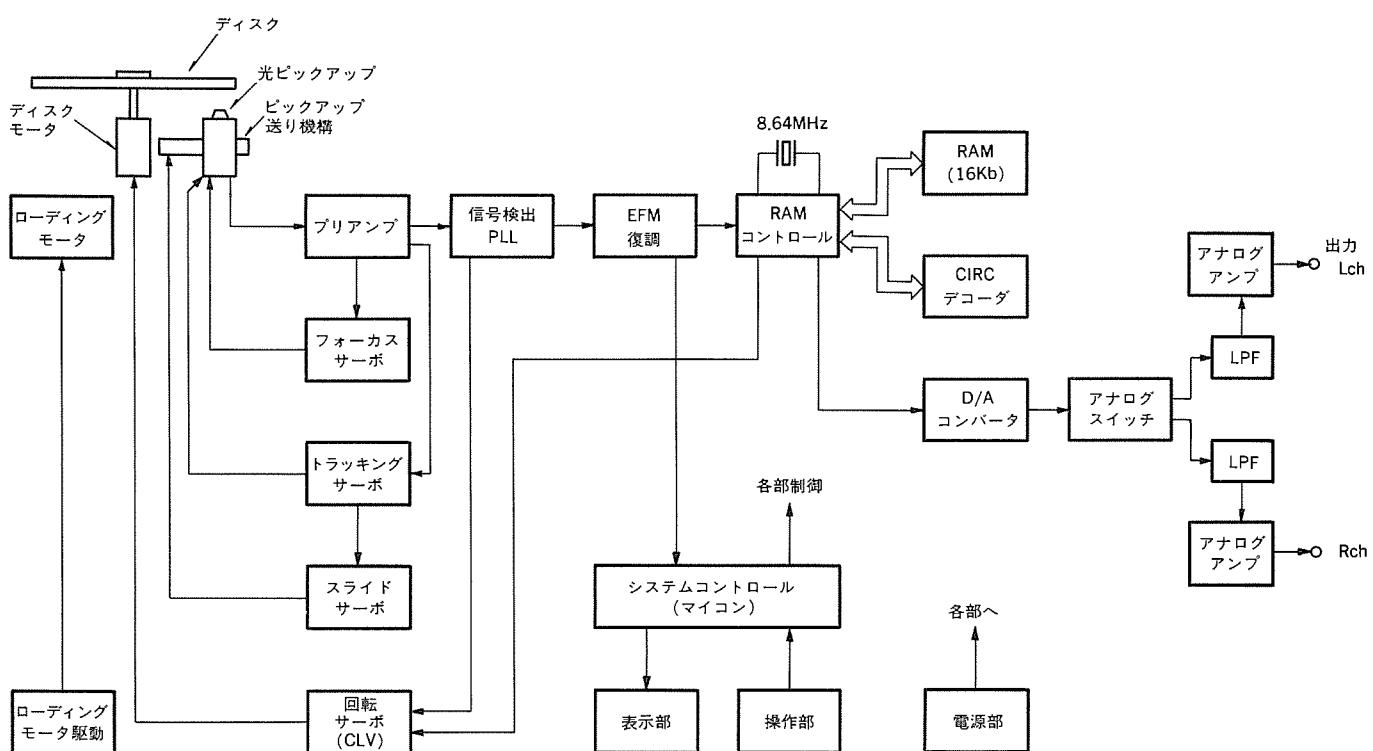
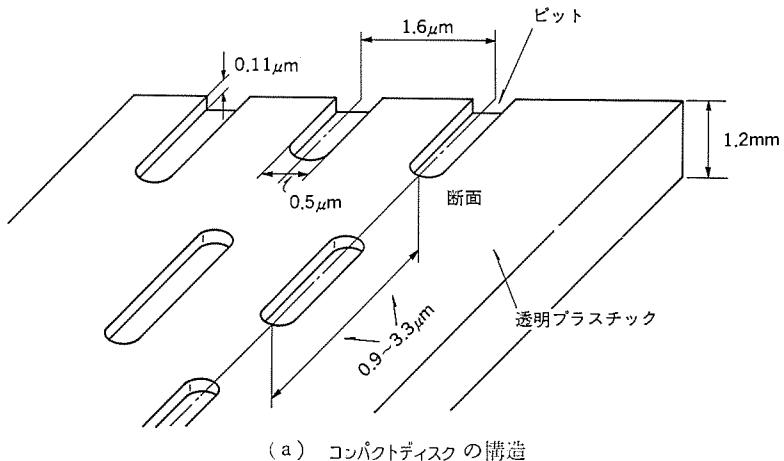
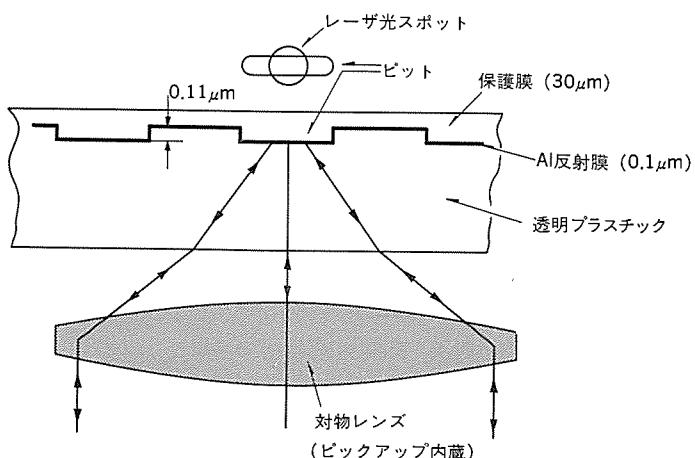


図2. コンパクトディスクプレーヤーのブロックダイアグラム



(a) コンパクトディスクの構造



(b) 信号読み取りの原理

図 3. CD 方式の信号読み取り

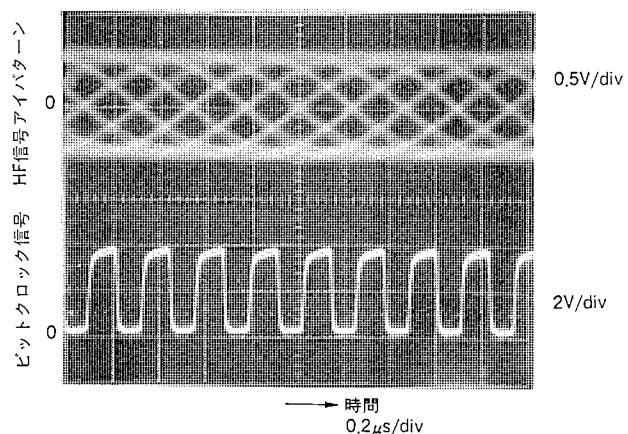


図 4. HF 信号 アイバターンとビットクロック信号

傍に駆動し、確実に フォーカスサーボ がかかるようにしている。

トラッキングサーボは、レーザ光スポットとピット列のずれを検出し、その誤差信号によりスポットをピット列に追従させており、トラックずれを  $0.1 \mu\text{m}$  以下に抑えている。プレーヤーの安定性はトラッキングサーボに依存するところが大きく、本機では、振動などで大きなトラックずれが生じた時には自動的にサーボ系の応答を速め、すばやく元のトラックに戻したり、曲の頭出し時においてピックアップがスキップするごとにピックアップに特殊な制御信号を与える。スキップ後の収斂を早めるなどの回路を採用し、高度の安定性を保証している。通常演奏時はトラッキング誤差信号の直流成分が零になるようにピックアップ送り機構の

送りを行う。選曲 サーチ、早送り、早戻しなどの場合は、ピックアップを強制的に移動させる。

次に、ディスクの回転制御について説明する。CD 方式では、ディスクの中に線密度一定で信号が記録されているので、ディスクの回転速度を再生半径位置に応じて変化させなくてはならない。ディスク回転数は内周から外周に向って 500 rpm から 200 rpm と変化する。このような回転数変化を行いピットと光スポットの相対速度を一定に保つものが CLV サーボである。CLV サーボはディスク内の信号を検知する必要があるが本機ではディスク回転立ち上り時及びプログラム選曲などのアクセス時は、ディスクから読み取られた HF (High Frequency) 信号すなわち EFM(Eight to Fourteen Modulation) 信号中の最長ピットの時間が一定値になるように AFC (Automatic Frequency Control) 回路でディスクの回転速度を粗く制御している。更に、フレーム単位の正確な制御のために EFM 信号中のフレーム同期信号 (7.35 kHz) と基準水晶から作られる 7.35 kHz と位相比較を行う APC (Automatic Phase Control) 回路でモータの回転を位相制御することによって極めて回転むらの少ない特性を得ている。

このように各サーボシステムが動作するとピックアップはピット列から正確に信号を読み取ることができる。

### 3.3 信号処理部<sup>(2)</sup>

ピックアップにより読み取られた HF 信号はプリアンプで増幅された後、信号検出回路でゼロクロス検出され EFM 信号が復元される。同時に PLL(Phase Locked Loop) 回路で、EFM 信号からチャンネルビットレート 4.32 MHz のビットクロック信号が作成される。図 4. に HF 信号のアイバターンとビットクロック信号を示す。信号検出回路には、信号波形のひずみにより HF 信号のゼロクロス点がシフトしても、自動的に正しいゼロクロス点を検出する ATC(Automatic Threshold Control) 回路を搭載し、データの誤り率の低減を図っている。信号検出回路及び PLL 回路で再生された EFM 信号とビットクロック信号は、デジタル信号処理部へ送られる。

デジタル信号処理部は、EFM 復調器と CIRC(Cross Interleave Reed-Solomon Code) デコーダとからなり、三つの LSI で構成されている。EFM 復調回路では 14 ビットの EFM 信号を 8 ビットに変換する EFM 復調が行われ、8 ビットを 1 シンボルとするシンボルデータが得られる(図 9. 参照)、同時にフレーム同期信号 (7.35 kHz) の抽出、曲番などの制御信号の復調が行われる。

次に、シンボルデータは、CIRC デコーダに送られ、ここでリードソロモン符号の訂正動作を 2 段階行うとともに、ディインタリープを行っている。めったに生じないが、訂正できない符号誤りが生じた場合は、音楽の誤った部分に平均値内挿などの補間処理を施し、聴感上目立たないようにしている。ディスクの傷などによるバーストエラーに対する CIRC デコーダの訂正能力は、約 8 フレーム(ディスク上で約 1.5 mm)、補間能力は、約 48 フレーム(ディスク上で約 9.1 mm)と強力な構成になっている。外部に設けられた RAM(Random Access Memory) の容量は、2 K バイトでディインタリープ用に使用されるとともに、ディスクの回転むらから発生する信号の時間変動(ジッタ)の除去にも使用される。この場合のジッタ吸収量は、±4 フレームである。

訂正されたデータは、D/A(Digital to Analog) コンバータで PAM(Pulse Amplitude Modulation) 信号に変換される。次いで低域フィルターで不要な高調波成分が十分除かれ、原音に忠実なオーディオ信号

が再生される。この部分には、最高級の 16 ビット D/A コンバータを採用すると同時に、部品選定、アース配線などシャーシ構造に至るまで音質に対しきめ細かい配慮を払い、ダイナミックレンジ 90 dB 以上、ひずみ率 0.004 % 以下などの今までのアナログプレーヤーでは考えられなかった高性能（表 1. 参照）を達成した。

### 3.4 システムコントロール

コンパクトディスクには、デジタル信号の状態で高品質な音楽が記録されているが、同時に音楽の曲番や曲内経過時間、各曲の演奏開始時間などが制御信号として記録されている。これらの情報をもとに、システムコントロールではマイクロコンピュータを駆使して各種の自動演奏機能を実現するとともにプレーヤーの各種サーボシステムや、信号処理回路の制御を行っている。

図 5. にコンパクトディスクの制御信号の一部を示す。曲番は 10 進 2 けたで表され、ディスクのリードイン部（音楽の始まるまでの最内周部分）では 00 を、リードアウト部（音楽が終了した最外周部分）では AA（16 進表示）を割り当て、演奏部分では各曲番に対応した数字が割り当てられている。時間情報は 2 種類あり、各曲の曲内経過時間と累積経過時間がある。更に、ディスクの内周リードイン部には、総曲数、総演奏時間、各曲の開始時間などが一覧表の形で記録されている。この内周情報をベースに自動的に選曲が行われる。

図 6. に選曲サーチシステムの手順を示す。サーチに用いられるピックアップの移動速度には高速、中速、微速の三速があり、これらが現在地と目標位置との距離に応じて使い分けられる。高速動作は百数十本のトラックを飛び越しながら再生を行うもので、中速動作は十本ごと、微速動作は 1 本飛びの再生を行うものである。スキップキー (FS or FR) が押されると直ちにピックアップは指定された方向に高速で移動を開始する。目的の曲内に入ると曲頭との距離に応じて高速、中速と移動スピードを落とし、最後に微速で位置合せを行い目標位置の 1 秒前で選曲完了とする。この動作により平均 2 ~ 3 秒間で選曲を行うことが可能となっている。

### 3.5 デッキメカニズム

デッキメカニズムはディスク回転機構とピックアップ送り機構とからなる。ディスクの回転はスピンドルモータによりダイレクト駆動される。モータは前述の CLV により線速度が一定になるように回転数が 200 ~ 500 rpm の範囲に制御されている。運転中はディスクがターンテーブルから外れないようスラストベアリングでターンテーブルを押圧している。

図 7. に DP-103 のデッキメカニズムを紹介する。ピックアップを載せ

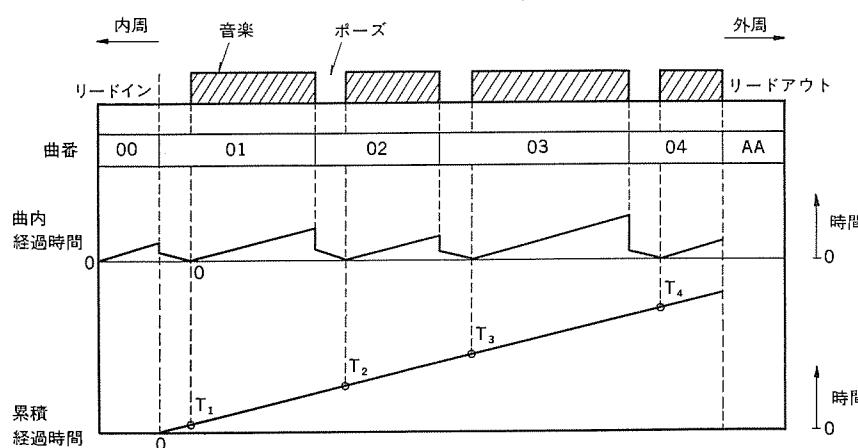


図 5. コンパクトディスクの制御信号概要

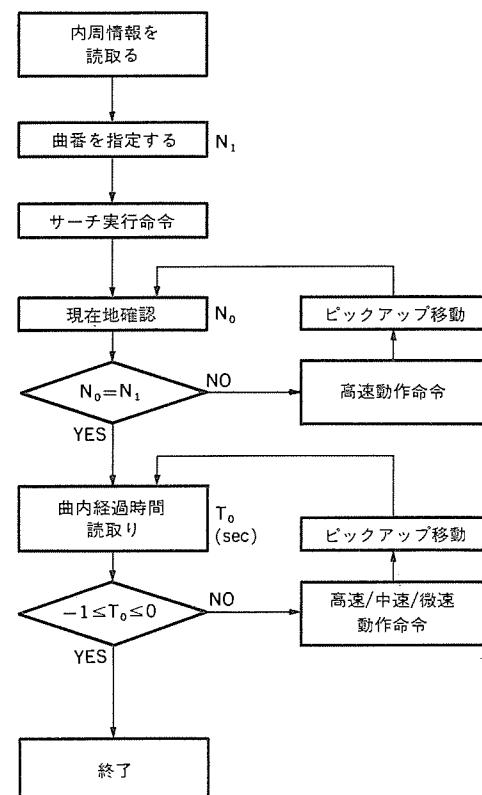


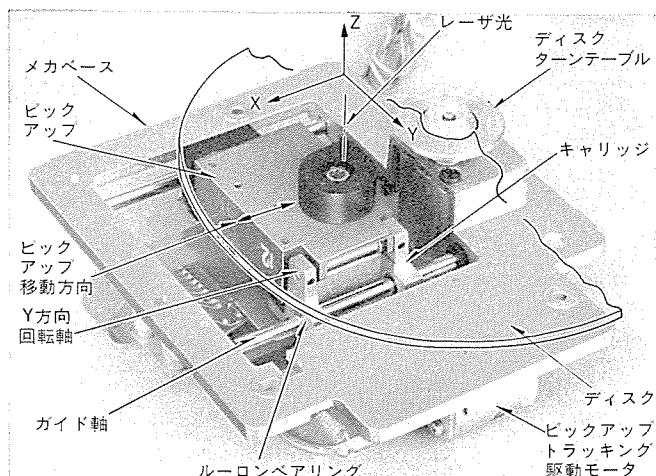
図 6. 選曲サーチシステムの手順

たキャリッジがリニアに動く構造となっている。実際の音楽演奏時の送り速度は 5 ~ 13  $\mu\text{m}/\text{s}$  と低速なため、アクセス時との速度比を大きくすると一つのモータで連続的に制御するのが困難となる。このため間けつ的に駆動しているが、これを滑らかにする目的で静止摩擦と動摩擦の差の小さい、ルーランペアリングを採用した。駆動モータは回転数範囲の広くとれるモータを採用し、アクセス時送り速度 12 mm/s、速度比約 2,000 を得ている。送り機構はスライドサーボをかけることから駆動系は剛性を高めるためにラックピニオンを用いた。

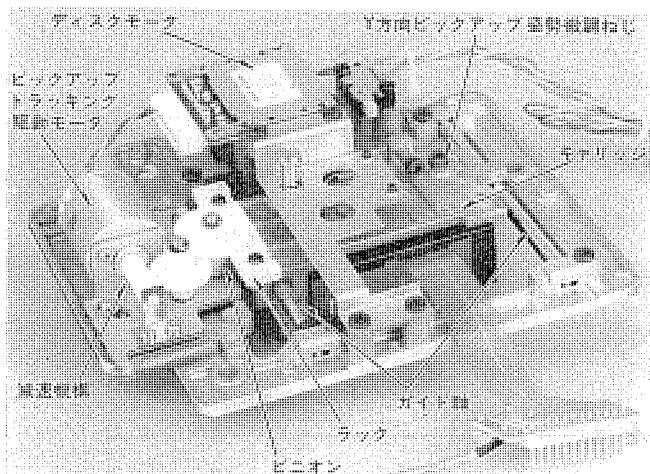
ピックアップの取付けは、対物レンズの光軸とディスク面とが直交することが重要である。直交度が出ていないと収差を生じ、HF 信号の読み取りに支障をきたす。その許容限は、図 7. に示す X 方向が 1.3 度以下、Y 方向が 0.9 度以下である。しかし、ディスク自身が規格上、最大 0.8 度の角度誤差を持っているため、プレーヤーに許容される取付角度誤差はそれぞれ 0.5 度、0.1 度以下となって、特に Y 方向に厳しくなる。このためキャリッジにはピックアップの姿勢微調機構を設け、調整用基準ディスクから信号をモニターしながら光軸を正しく調整している。またディスクモータの取付面と軸受けサポートを一体構造にして高い精度が得られるよう工夫し、調整の簡略化を図っている。

### 3.6 ローディングメカニズム

DP-103 に用いたディスク水平装填オートグラライアウト方式を図 8. に示す。図中 (a) はディスク演奏時、また (b) はディスク取り出し又は装填時の様子を示すものである。このローディング機構はデッキメカニズムの上に水平方向に滑動するディスクトレイとディスクのリフトアップ機構、



(a) ディスク側から見たところ



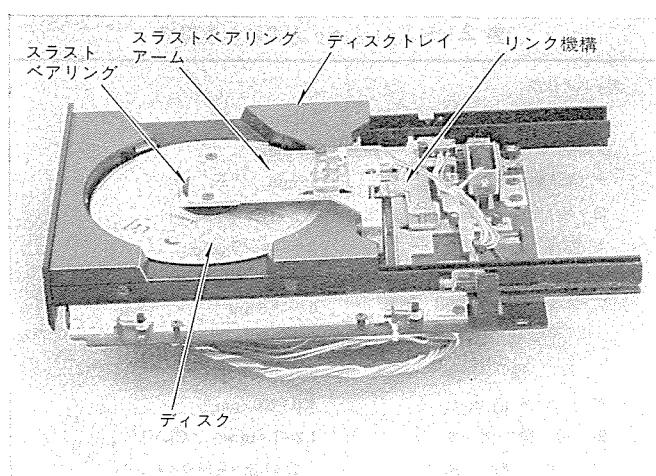
(b) 底面から見たところ

図 7. DP-103 のピックアップ送り機構

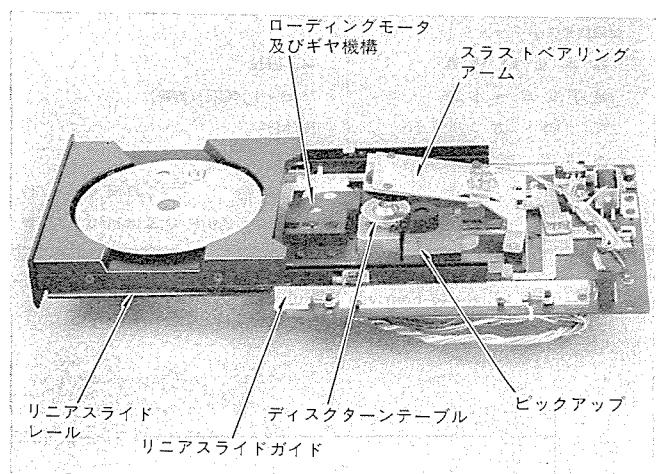
及び演奏時にディスクをターンテーブルに押圧保持するスラストベアリングアーム、そしてこれらをシーケンス駆動するリンク機構と駆動用DCモーターなどから構成されている。ディスク演奏時は図(a)の状態でディスクが回転しているが、ディスク取り出し時はまずスラストベアリングアームが上方へ動いてディスクの押圧を解放し、次いでディスクトレイ中のリフトアップ機構がディスクを数mm持ち上げ、ディスクトレイが図(b)のように前方へスライドして機外にディスクを運び出す仕掛けになっている。ディスク装填時はこの逆の行程である。これらの操作はいずれも電動で行い、高級オーディオ機器にふさわしいフィーリングを付与している。

#### 4. むすび

80年代は、デジタルオーディオの時代となることが予想されており、コンパクトディスクがその普及に大きく寄与するものと期待される。再生専用のレコードに対して録音機のデジタル化は、もっと早い時期から開発が行われており、当社では、家庭用VTRと接続して用いる『ダイヤトーン』デジタルオーディオプロセッサD-102を商品化している。このように、ディスクと録音システムのデジタル化が完了し、今後はアンプ系のデジタル化やデジタルオーディオチューナーなどの開発をはじめ、家庭用オーディオシステムのデジタル化は、ますます進むものと思われる。



(a) ディスク演奏時



(b) ディスク取り出し又は装填時

図 8. DP-103 のディスクローディング機構

#### 参考文献

- (1) General Information : Compact Disc Digital Audio, SONY / PHILIPS (1980)
- (2) 石田ほか : DAD のシステム構成、電子通信学会電気音響研究会資料、EA-81-62 (昭 57)

#### コンパクトディスク方式の紹介

フィリップス社 (N. V. Philips オランダ) が開発し規格提案したデジタルオーディオディスクの一方式である。原理はレーザダイオードからのレーザ光をディスク上に焦点を結ばせ、その反射光量の変化によってディスク上のピットの有無を検出する。

ディスクに非接触で信号検出を行うため、ディスクの寿命は従来のアナログ式レコードに比べて半永久的といえる。ディスクには、デジタル化されたステレオ音楽信号のほかに、曲番や曲内経過時間、インデックス番号などの制御信号も同時に記録されているため、その制御信号を利用して様々な自動演奏や表示が可能である。また、この制御信号には、まだ規格化されていない未使用の部分があり、将来は静止画や、曲のタイトル、歌詞などのディスプレイ也可能になる。

コンパクトディスク方式の主な規格及びCD方式の記録信号のフレーム構成を表2. 及び図9. に示す。

表 2. コンパクトディスク 方式の主な規格

ディスク仕様	
ディスク外径	120 mm
ディスク厚さ	1.2 mm
ディスク穴径	15 mm
信号記録部(直径)	46~116 mm
トラックピッチ	1.6 $\mu$ m
ピット寸法	
長さ	0.9~3.3 $\mu$ m
幅	0.5 $\mu$ m
深さ	0.11 $\mu$ m
ディスク回転数	500~200 rpm
相対線速度	1.2~1.4 m/sec. CLV*1
記録時間	約60分(片面のみ)
ディスク材質	透明プラスチック材
記録信号フォーマット	
標準化周波数	44.1 kHz
量子化ビット数	16ビット/CH(直線)
変調方式	EFM*2
誤り訂正方式	CIRC*3
伝送レート	変調前 2.03 Mビット/秒 チャンネルビット 4.3218 Mビット/秒

注 \*1 CLV : Constant Linear Velocity

\*2 EFM : Eight to Fourteen Modulation

\*3 CIRC : Cross Interleave Reed-Solomon Code

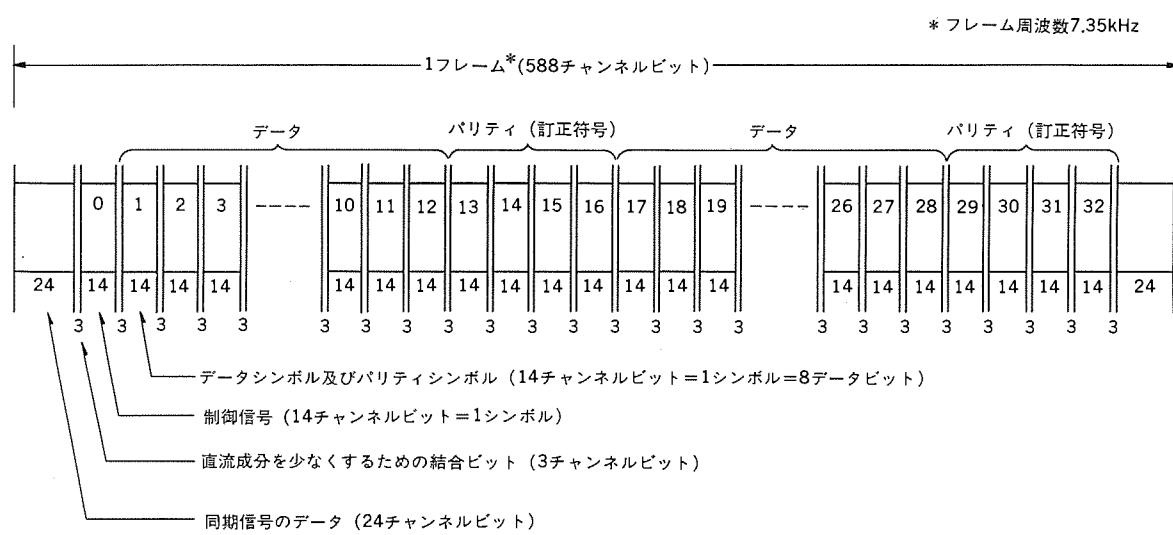


図 9. CD 方式の記録信号 フレーム 構成

# 第二世代《オーロラビジョン》システム

寺崎信夫\*・原口聰\*\*・渡部敏克\*\*・宅島隆\*\*\*

## 1. まえがき

《オーロラビジョン》(海外向け商品名:《DIAMOND VISION》)は、1号機を1980年米国トヨタース球場に納入して以来、世界各国に50セット以上が設置されてきた。用途も野球からサッカー、クリケット、アメリカンフットボール、ラグビー、競馬、ゴルフなどのスポーツ関係からロイヤルウェーディング、ロックコンサートなどのエンターテイメント、更に広告ボードまで広がり、大形カラー映像表示装置の市場開拓者としてその地位を確実なものとしてきた。要求される技術も単なる大型表示装置の供給だけでなくトータル情報システムとして最適な運用、効果的な事業展開の支援まで含まれてきており、《オーロラビジョン》システムも第二世代に入ったと言える。

今回は、この第二世代を生み出した主な技術開発項目と、最新システムの中から香港競馬場(RHKJC: ROYAL HONG KONG JOCKEY CLUB)向けシステムを紹介するとともに、ニューメディア時代への対応について述べる。

## 2. 第二世代を生み出した主な技術開発項目

第二世代を迎えるにあたり、大形カラー映像表示システムに期待される応用形態と事業展開により、次の点に開発の主眼をおいた。

### 2.1 設置範囲の拡大

近距離小形から遠距離大形スクリーンを実現するため図1.のような各種発光素子(Lighting Tube: L/T)を図2.のライティングユニット(Lighting Unit: L/U)と合わせて開発した。

装置の原理などについては三菱電機技術報 Vol. 57 No. 6 (昭58)

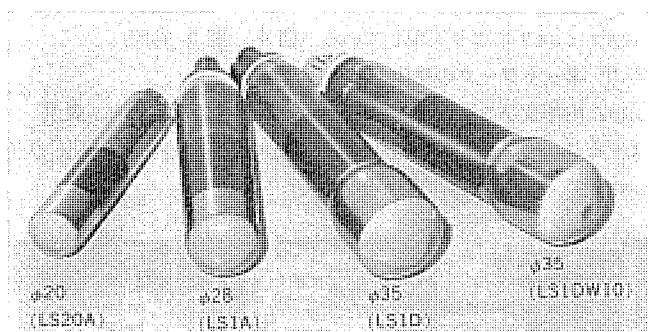


図1. 各種発光素子

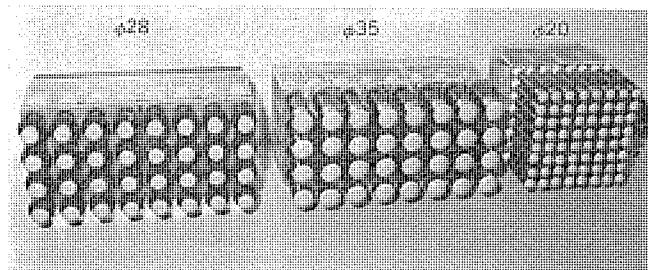


図2. ライティングユニット

にて紹介したが、今回は更にスコアボードやインフォメーションボード用として(表1.に示す)白色L/T(LSIDW10)を追加し用途を拡大した。このLSIDW10は今年完成した阪神電気鉄道(株)甲子園球場スコアボードに採用され、読みやすい字体とともに好評を得ている。

### 2.2 小形軽量化

図2.のL/Uは従来のものに比較し15%の軽量化を実現しており、防水、冷却、取付方法も図3.のように改良されている。

### 2.3 現地工事の簡略・短縮化

40ftコンテナ形ブロックタイプ(Vol. 57にて紹介)に加え室内競技場や広告ボードなどを用途とした近距離小形版として表2.のようなDV-S100シリーズを開発した。

### 2.4 表示機能の強化

#### 2.4.1 各国の文字表示機能

英数字、スペイン語、漢字JIS第1・第2水準、中国漢字3,000種、アラビック用各種フォントを開発し、文字・文章の登録・編集表示を可能にした。

表1. LSIDW10の仕様

形 名	方 式	寸 法 (mm)			電気的定格		輝 度 (nt)	色温度 (K)
		最大部径	全 長	ネック径	陽極電圧 (kV)	ヒータ電圧(V)/ 電流(A)		
LSIDW10	単管フラットビーム電子銃	35.0	157.0	28.6	10	2.5/0.3	7,300	10,000

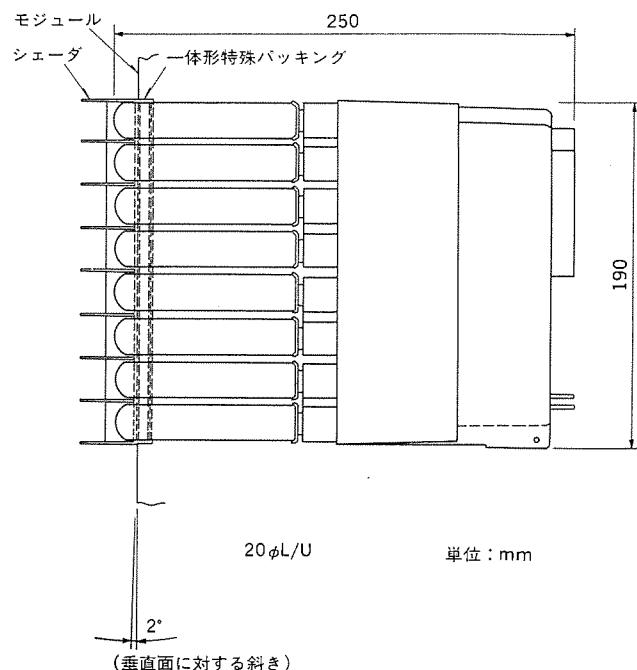


図3. LSIDW100の構造

表 2. DVS 100 シリーズ

TYPE	DVS-100A	DVS-200A	DVS-300A	DVS-400A	DVS-500A
SCREEN SIZE	2.7m × 3.8m (8' - 10 1/2" × 12' - 5 1/2")	3.5m × 5.0m (11' - 6" × 16' - 5")	4.0m × 5.4m (13' - 1 1/2" × 17' - 8 1/2")	4.6m × 6.1m (15' - 1" × 20')	5.2m × 6.9m (17' - 1" × 22' - 8")
L/U (H × W)	280 (14 × 20)	468 (18 × 26)	588 (21 × 28)	768 (24 × 32)	972 (27 × 36)
INDOOR TYPE	WT (APPROX.) 4.3TON  SCREEN OF STRAIGHT TYPE  SIDE VIEW	WT (APPROX.) 7.5TON  SCREEN OF INCLINE TYPE  SIDE VIEW	WT (APPROX.) 9.0TON  SCREEN OF INCLINE TYPE  SIDE VIEW	WT (APPROX.) 12.0TON  PANEL...BOTH SIDE TYPE 1 WT (APPROX.) 10.5TON  PANEL..REAR SIDE TYPE 2 WT (APPROX.) 8.5TON  PANEL...SEPARATE TYPE 3 WT (APPROX.) 14.0TON  TYPE 1 WT (APPROX.) 12.0TON  TYPE 2 WT (APPROX.) 9.5TON  TYPE 3	WT (APPROX.) 14.0TON  TYPE 1 WT (APPROX.) 12.0TON  TYPE 2 WT (APPROX.) 9.5TON  TYPE 3
OUTDOOR TYPE	WT (APPROX.) 5.0TON 	WT (APPROX.) 8.0TON 	WT (APPROX.) 9.0TON 	WT (APPROX.) 10.5TON 	WT (APPROX.) 12.0TON 

表 3. ネットワークを実現している回線仕様

プロトコル 電気的 インターフェース規格	同期式		調歩同期式
	BSC <sup>*1</sup>	HDLC <sup>*2</sup>	
RS 232 C 1,200~19.2 KB	スクリーン制御	同上 外部大形計算機器	入力ターミナル
RS 422 1,200~34.2 KB	—	—	ビデオ機器制御

注 \*1 BSC : IBM Binary Synchronous Communication  
\*2 HDLC : IBM High Level Data Link Control

## 2. 4. 2 自動送り出し制御

ビデオシステムと計算機の連動による自動送り出し(スケジューリング表示)機能により、誤操作を防止し、少ないオペレータで運転することを可能にしている。これらを実現するためデジタル表示機能、ビデオ表示機能をインタプリタ方式で実行するスケジューリングプログラムと、ビデオ機器を計算機により制御するハードウェアインターフェースを開発した(表

3.)。

一般にビデオ機器に付属する外部制御用インターフェースは各メーカーごとに異なっており、VTR、VCR制御用として今回採用したRS 422規格38.4 K Baud調歩同期式の仕様は、映像信号の同一フィールド内での交信が可能になっており、そのプロトコルとともに国内外において今後のビデオ機器制御用標準インターフェースとして規格化されていくと思われる。

### 2. 4. 3 特殊効果

表示内容に変化やアクセントを付け表示効果を高める主な機能には、ワイプ、ロール、クロール、ブリンク、spark、ボーダーチェイスがあり、高速ビットパターンメモリにより実現している(図4., 図5. 参照)。

### 2. 5 ネットワークの強化

システム内部及び外部情報システムと有機的に結合するため、表3.のようなネットワークが開発されている。更に各種ニューメディア対応のインターフェースも開発を進めている。



図 4. 表示例 (1)



図 5. 表示例 (2)

### 3. RHKJC 向けシステム

#### 3.1 システム構成

1期工事（1983年）と2期工事（1984年）に分かれており、2期

工事終了時は図6のような構成になり、両競馬場間との Cross Betting が《オーロラビジョン》を使用して行われることになる。

両競馬場間は映像情報用としてマイクロウェーブ、《オーロラビジョン》制御用としてデジタルリンク、連絡用として電話回線、更に上位大形計

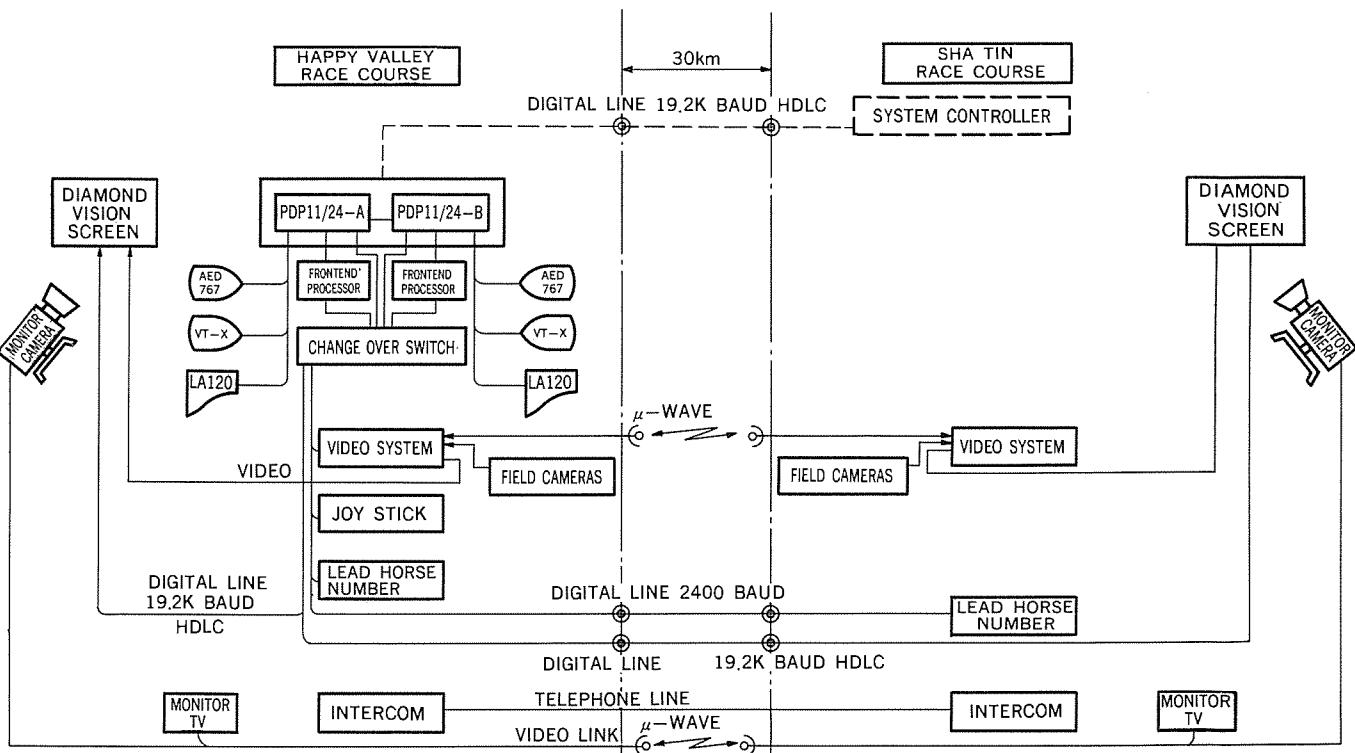


図 6. 総合システム系統図

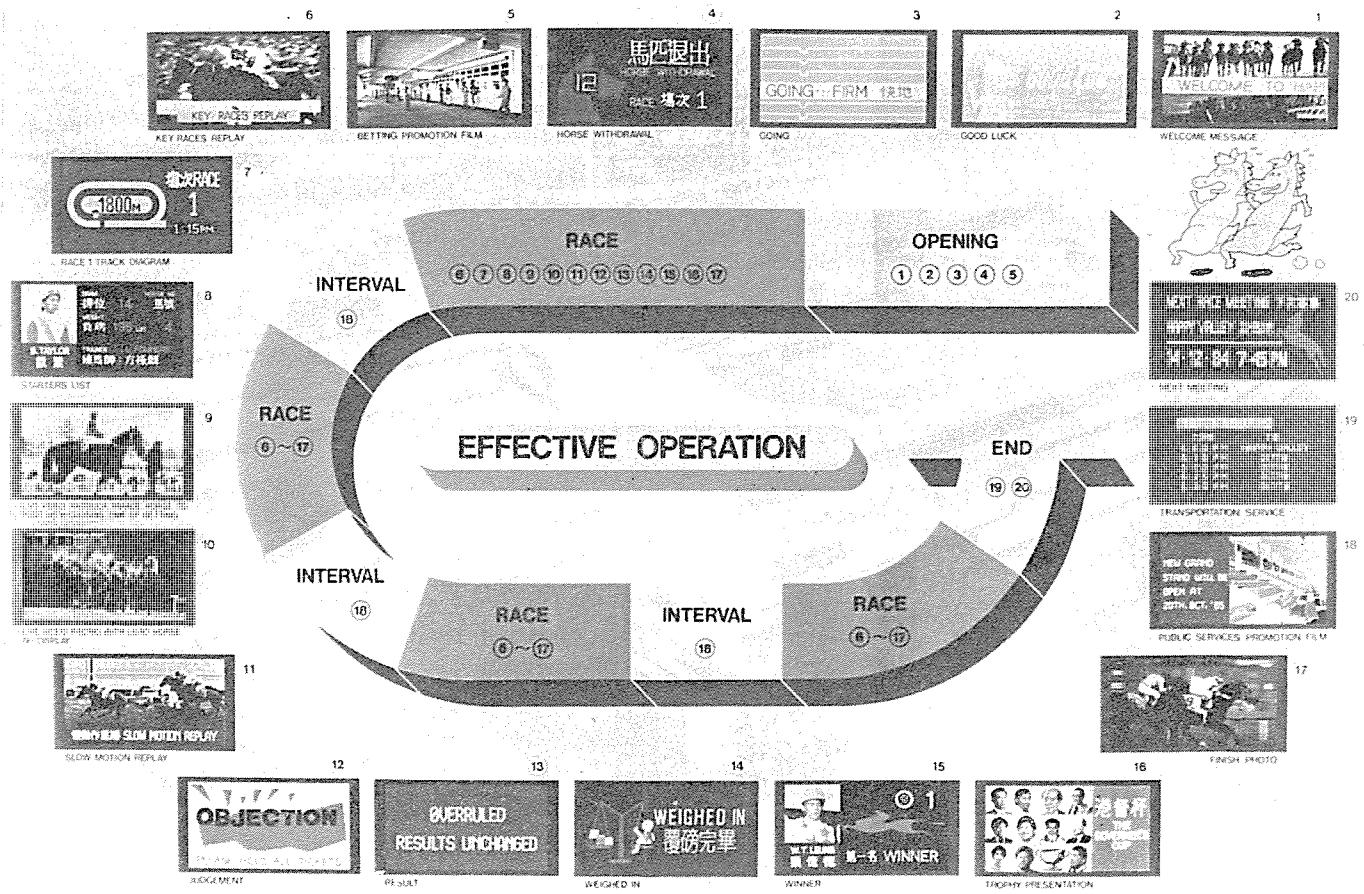


図 7. エフェクティブオペレーション

表 4. 主要機能

名 称		機 能
プロダクション	デジタル	メッセージ ポートレート グラフィック アニメーション スタット レイアウト
		英数字、中国漢字の組合せ 騎手の顔写真を記録する 図 7. 参照
		3種類のエレメントから選択できモザイク パターンを描ける
		タブレット上で自由に作図、着色でき出力 はビデオ信号で得られ他のビデオ素材と組 合せ使用も可能である
		騎手や調教師などの戦績を記録表示する 上記表示情報を任意の位置に組み合わせ レイアウトしつつ表示データを生成する
		スローモーシ ョン 静止画記録 特 殊 効 果 コ ピ ー
表 示		1" VTR 2台 (CPU制御) 3/4" VTR 2台 ( ) 360フレーム×2台 ( ) デジタルエフェクト装置による回転縮 小、モザイク表示 カメラによる写真、絵などを映像信号に変 換する
		スケジューリ ング表示

		H.V.	S.T.
BRIGMTNESS	%	%	
FREEZE			
TARGET			
BORDER CHASE		SPARK	ROLL
WINK		SPOT BLINK	THREE DIMENSION
LEAD HORSE NUMBER	BRIGHTNESS CONTROL	PRE-SEND DISPLAY	FLIP FLOP
VIDEO EQUIPMENT CONTROL	CCTV	CCTV ON	OVERLAY
VIDEO 1	VIDEO 2	VIDEO 3	BLOCK TEST
VIDEO 4	VIDEO 5	VIDEO 4	CROSS LINE TEST
VIDEO 6	VIDEO 6	VIDEO 5	D/V CLEAR
BH	BS	BN	VIDEO CLEAR
		HB	FREEZE ON
		HS	FREEZE OFF
		HN	
		SB	SN
		SH	NB
			NH
			NS
		ABORT	EXIT
		SHIFT	
HOME		PRODUCTION	LAYOUT
SCHEDULE		DISPLAY	UTILITY

図 8. グラフィックモニタメニュー

算機からの専用回線がネットワークとして構成されている。

### 3.2 システム機能

主要機能とそれを実現しているコンポーネントを表 4. に示す。

### 3.3 エフェクティブオペレーション

情報システムを設計する上で最も大切なことは“どんな情報”が“い

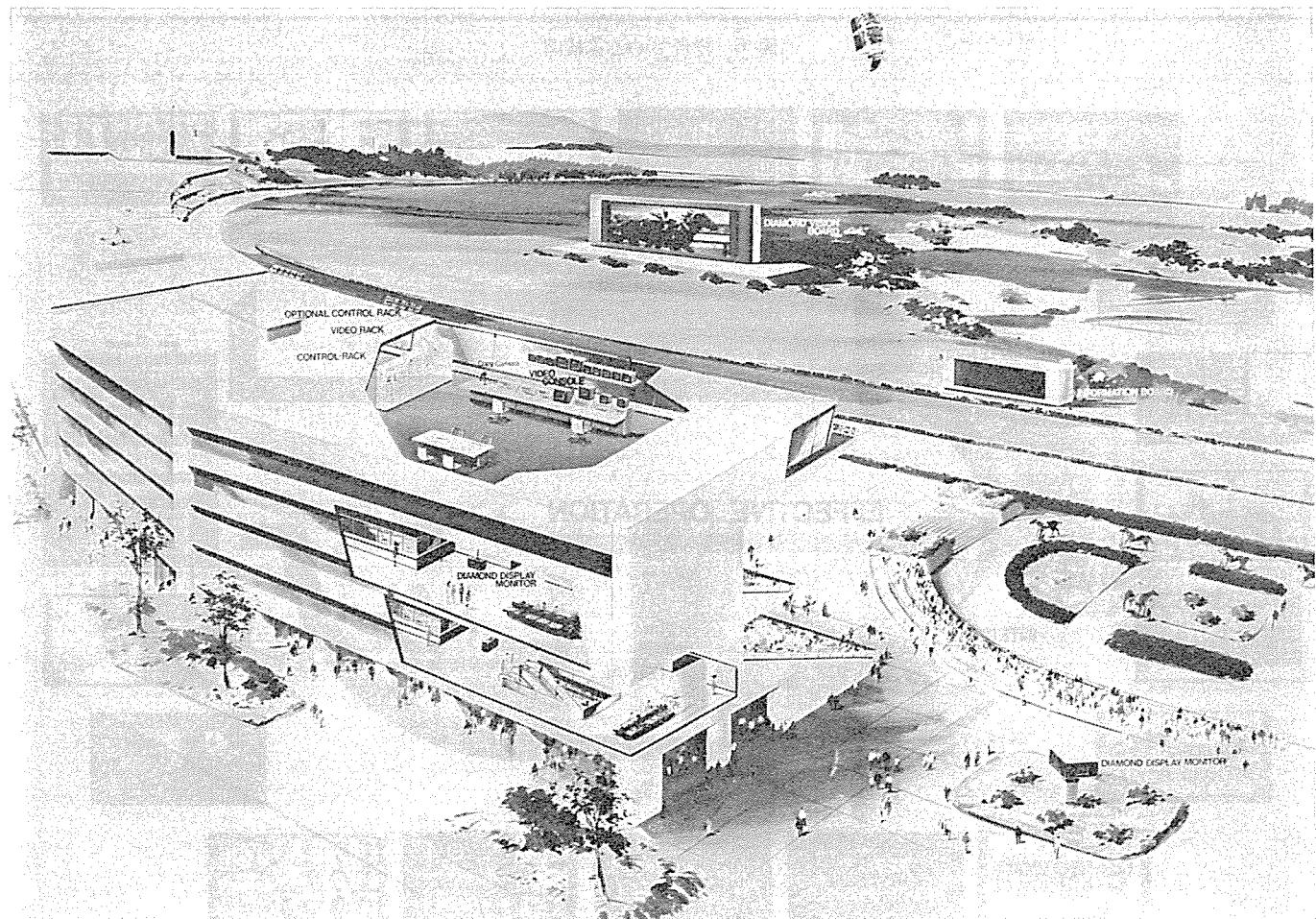


図 9. ニューメディアを含めたシステム概観図

REF.No.	PHYSICAL PACKAGE NAME	OPT.*	COMPONENT No.	QT.
1	Diamond Vision Display Board	*	PDVL59	1
2	Control Rack		PCOR01	1
3	Color Corrector		HCC001	1
4	Joy Stick Unit		PJOS01	1
5	Inter Phone		HINP01	2
6	Video Display		SVDO01	1
7	Message Display		SMED01	1
8	Graphic(Mosaic) Display		SGRD01	1
9	Display Freeze		SDIF01	1
10	Brightness Control		SBRG01	1
11	Display Test		SDIT01	1
12	Line Monitor		HLIM01	1
13	Operational Terminal		HOPT01	1
14	Scheduling Display		PPRD01	1
15	Special Effect		PSPE01	1
16	Viewing Zone Display		PVIZ01	1
17	Production Switcher		PPRS01	1
18	Video Editing		PVIE01	1
19	Video Slow Motion		PVIS01	1
20	Frame Recording		PFRG01	1
21	TV Receiver		PTVR01	1
22	Copy Camera		PCOP01	1
23	Audio Mixer		PAUM01	1
24	Video Console		HVIC01	1
25	Video Rack		HVR01	1
26				
27				
28				
29				
30	Screen Monitoring	*	HSCM01	
31	Lead Horse Number	*	PLEH01	
32	Chinese Character Display	*	PCHC01	
33	Digital Effect	*	PDIE01	
34	Field Camera	*	HFIC01	
35	Video Titler	*	HVT01	
36	Installation	*	PINS01	
37	Warranty	*	PWAR01	

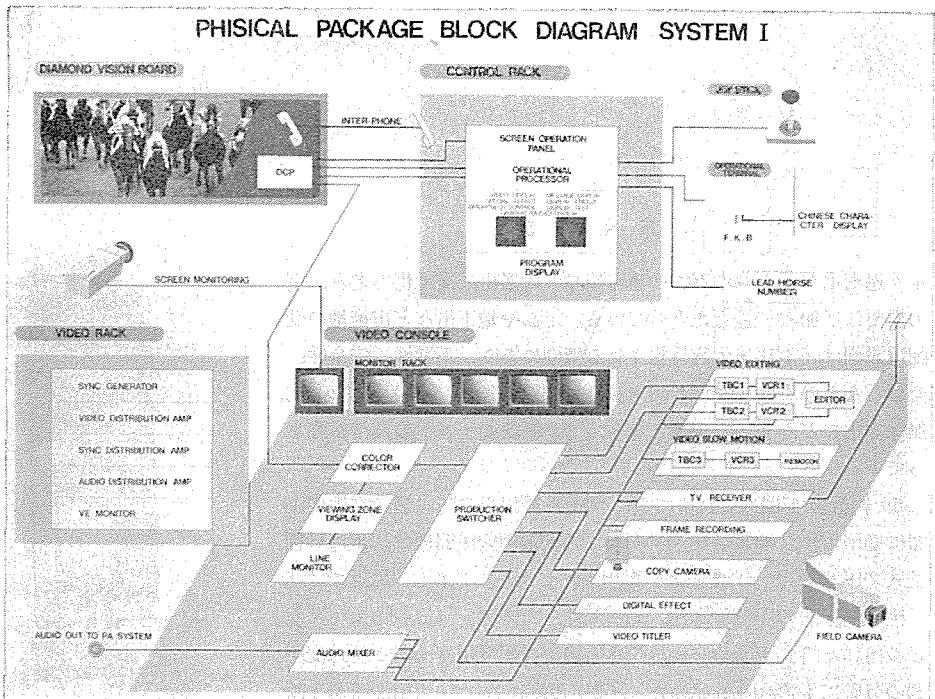


図 10. 競馬場向け パッケージシステム

つ”, “何のため”に必要かということを明確にすることである。その後それを“だれが”, “何を”, “どうやって”情報を提供するか具体的にシステム解析し設計を進めていくことになる。

競馬場向けシステムを検討するなかで上記検討を行い、図7.のような表示内容を企画した。各々の表示パターンは、ビデオ情報と計算機から直接送信されるデジタル情報を組み合わせている。ビデオ情報は事前に様々な映像情報を製作・表示できるが、リアルタイムで頻繁に更新されるデータの表示(騎手戦績、レース結果など)にはデジタル情報が有効である。これらの操作はグラフィックモニタ上のメニュー図8.をタブレットとペンでヒットすることにより、ワンタッチで指定できるようになっている。このメニューは2台の《オーロラビジョン》を同時に操作でき、すべての機能がスケジューリング機能に組み込むことができる。

#### 4. ニューメディアへの対応

ニューメディアを含めたシステム概念図を図9.に示す。製作コストの面から表示情報・素材の有効利用に対する要求が高くなってきており、情報の提供と借用という相互乗り入れを可能にする各種インターフェースを装備する必要がある。

現在この要求に対して、音映像用として衛星からの直接受信やマ

イクロ波地上ネットワーク、更に文章、制御情報用として文字多重放送(テレテックス)などのインターフェースを開発し機能の充実を図っている。

#### 5. 用途別パッケージシステムによるきめ細い運用サポート

競馬場標準パッケージシステムを図10.に示す。ほかに野球場シリーズ、競技場シリーズ、広告ボードシリーズ、競艇場シリーズなど、それぞれの用途ごとにハードウェアとソフトウェアを選択組み合わせ、具体的な運用サポートと合わせて最適パッケージシステムを開発している。

#### 6. むすび

米国ドジャース球場でのデビュー以来、当社では大形カラー映像表示システムのワールドワイドなマーケットを育ててきたが、最近各社で同様なシステムが発表されはじめ、更に科学万博においても大形映像情報システムが注目されており、日本国内での本格的需要拡大の時期を迎えようとしている。

この期待にこたえるべく、今回紹介した最新のデジタル映像処理技術と効果的な表示・運用ソフトウェアを更に発展させ、時代を先取りした夢のある情報システムを提案していきたい。

# 受配電用ガス絶縁変圧器

佐藤辰夫\*・松本正市\*・田村清\*

## 1. まえがき

年々過密化が進む都心部では建造施設の大形化、複雑化が進み、電力需要は増加の一途をたどっている。ビルや地下街など市街地の受配電設備は高電圧・大容量化される傾向にあり、不燃性、安全性、低騒音などの環境調和性の向上、高信頼性、省エネルギー、コンパクト化、無保守化などが重要な課題となり、ガス絶縁変圧器への期待が高まっている。

ガス絶縁変圧器はこれまで主に 66 kV 級以上の防災形受電用変圧器に適用され、33 kV 10 MVA 以下の配電用変圧器には、主に H 種乾式変圧器やモールド変圧器が採用されてきた。しかし、最近ではガス絶縁変圧器の環境調和性、高信頼性、低損失、メンテナンスフリーなどの優れた特長が認められ、33 kV 以下の配電用変圧器や特殊変圧器の分野にも適用され始めた。また、スポットネットワーク用変圧器と断路器を一体化した断路器直付式ガス絶縁変圧器や、配電用変圧器とリンクメインユニット(RMU)を直結した「リンクフォーマ」など、ガス絶縁式の配電用複合電気機器も実用化され、配電設備の縮小化、信頼性向上が図られている。

ここではガス絶縁変圧器の発展、特性、特長について述べ、最近の配電用ガス絶縁複合機器についても紹介する。

## 2. ガス絶縁変圧器の発展

ガス絶縁変圧器は、もともと密封形乾式変圧器に用いられていた空気、窒素ガスの代りに、絶縁と冷却特性の優れたふつ素系ガスを用いたものである。特に SF<sub>6</sub>ガスは、1930 年代に優れた絶縁特性、消弧特性が認められ、無毒、無臭で物理的、化学的にも安定なことから、電気機器へ適用する研究が始められた。米国では、1956 年に世界第 1 号の三相 2 MVA 69 kV SF<sub>6</sub>ガス絶縁変圧器が製作され、その後も高電圧・大容量器の開発が行われたが、実用化への大きな発展はなかった。

当社では、1965 年当初から SF<sub>6</sub>ガス絶縁変圧器の開発に着手し、30 kV 車両搭載用変圧器や 120 kV 試験用変圧器を製作した。その後しばらくの間、電力用変圧器としての実用化は停滞していたが、1972 年の PCB 油入変圧器の製造禁止は、不燃性変圧器に一大転機をもたらし、66 kV 以上の高電圧に SF<sub>6</sub>ガス絶縁変圧器が適用できる点が見直された。また、1970 年代におけるガス絶縁技術の進歩やガス絶縁開閉装置(GIS)の目覚しい普及は、ガス絶縁変圧器の進歩に大きく貢献した。1979 年に世界で初めて 3 MVA 66 kV の GIS 直結式ガス絶縁変圧器を実用化し、変電所全体のガス絶縁化を可能にした。また、変電設備全体のコンパクト化、不燃化、防災化のため SF<sub>6</sub>ガス絶縁変圧器が有益であることを立証した。その後、水力発電所、駅ビル、下水処理場、トンネル内変電所などに多数納入してきた。1983 年には最大容量級の 15 MVA 66 kV のガス絶縁変圧器 2 台(図 1 参照)を屋外用変電所に納入し、環境調和性の点から屋外用としてもガス絶縁変圧器が適用され始めた。

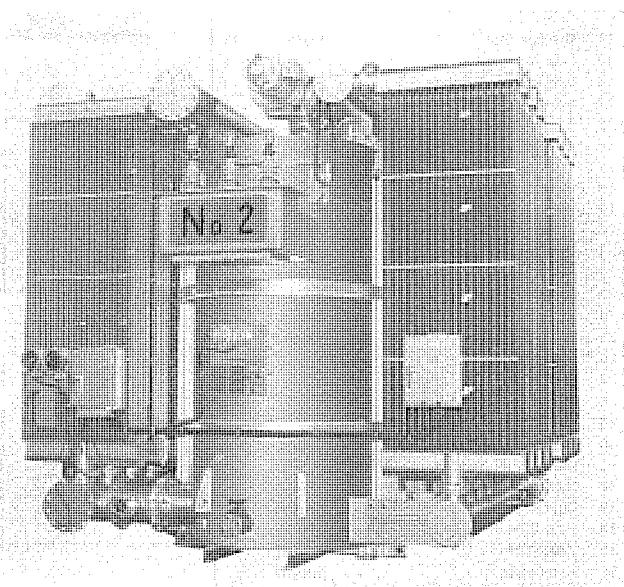


図 1. 三相 15 MVA 66 kV 受電用ガス絶縁変圧器  
(GIS 直結式)

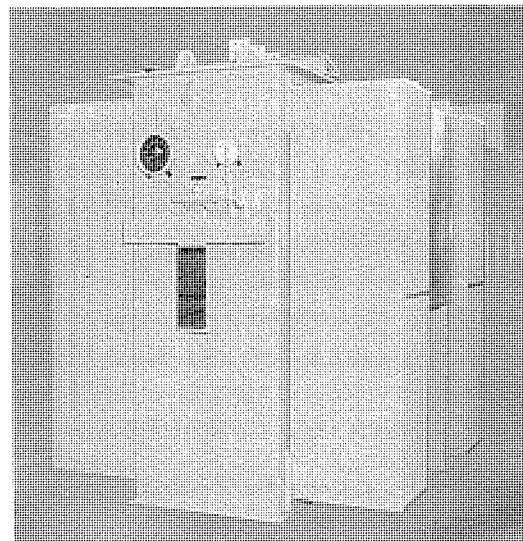


図 2. 三相 1.5 MVA 11 kV 配電用ガス絶縁変圧器

一方、33 kV 以下の配電用部門においても、1981 年に 2.5 MVA 11 kV ガス絶縁変圧器を実用化し、その後も 1.5 MVA 級を中心に多数製作している(図 2 参照)。1983 年には、22 kV 整流器用ガス絶縁変圧器やインバータ用ガス絶縁変圧器スポットネットワーク(SNW)用ガス絶縁変圧器とガス断路器を組み合わせた複合機器、更には 6 kV 級ガス絶縁変圧器も実用化され、その適用範囲は更に広がりつつある。

図 3. に当社ガス絶縁変圧器の製作経歴、生産台数を示すが、最近のガス絶縁変圧器の伸びは著しく、既に 300 台余の製品を世に送り出しており、当社技術の優秀さが認められたものである。ガス絶

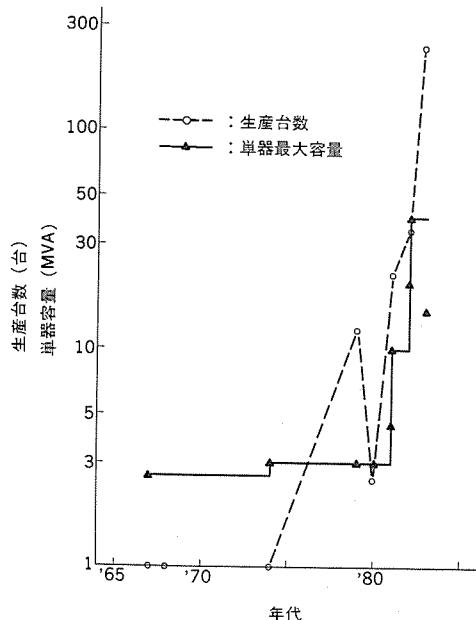


図 3. 当社単器最大容量器と生産台数の推移

絶縁変圧器は現在、90 MVA 154 kV 級まで製作可能となり、更に高電圧・大容量化達成のための研究・開発も進められている。

### 3. SF<sub>6</sub> ガス絶縁変圧器の特性

SF<sub>6</sub> ガス絶縁変圧器はその使用材料、構造、設計・製造技術に、次のような特性をもっている。

#### (1) SF<sub>6</sub> ガスの特性

SF<sub>6</sub> ガスは分子量約 146 で、電子を捕そくして負イオンになりやすい電気的負性気体であり、絶縁特性、消弧特性に優れ、絶縁破壊電圧はガス圧力の約 0.8 乗に比例して増大する。熱的には、それ自体では 500°C まで分解することなく極めて安定しており、水分やけい素鋼板との共存下においても、-20~+150°C 程度の変圧器運転温度範囲では、その特長を損なうことなく十分使用できる。また、熱容量、熱伝達率も空気、窒素ガスに比べて大きく、動粘性係数も約 1/6 であるため、冷却特性に優れている。送ガス冷却の場合には、鉱油自冷とほぼ同等の熱伝達率を得ることができる。(表 1.)

#### (2) PET の特性

巻線の絶縁材料には SF<sub>6</sub> ガス中で使用するのに適し、絶縁耐力、機械的強度、耐熱性に優れた高分子材料のポリエチレンテレフタレート(PET)フィルムを使用している。表 2. に他の絶縁物との特性比較を示す。PET フィルムは気体を透過させにくいため、テープ材を多数回巻回する導体絶縁は脱気しやすい構造とし、水分や空気の残留を防止し、SF<sub>6</sub> ガスの含浸を容易にしている。PET の耐熱性は JEC-147(1960) では E 種に分類されているが、最近は B 種などの高耐熱性のものも製造されており、不活性ガスである SF<sub>6</sub> ガス中では酸化劣化し難く、空気中よりも更に高い耐熱性を示す。

#### (3) 不燃性

SF<sub>6</sub> ガスそれ自体は不燃性であるが、変圧器巻線には PET、樹脂製品などの固体絶縁物を使用している。変圧器内部事故時の巻線異常加熱を模擬するため、PET フィルム上にニクロム線を巻き付けたモデルを作り、これを SF<sub>6</sub> ガス及び SF<sub>6</sub> と空気の混合ガス中に置き、ニクロム線に通電して加熱した。試験結果は表 3. に示すとおり、ニクロム線は約 570°C に熱せられた。しかし PET フィルムは、SF<sub>6</sub> ガス中及び

表 1. SF<sub>6</sub> ガス、空気、鉱油の特性比較  
(大気圧の空気に対する比)

項目	SF <sub>6</sub> ガス	空 気	鉱 油
絶縁耐力	3	1	7
誘電率	1	1	2.3
比重	5	1	740
動粘性係数	1/6	1	2
熱伝達率(自冷)	2	1	9
燃焼性	不燃	不燃	引火点 130°C
アークによる爆発性	無し	—	有り
熱安定性	500°C 以下	良	105°C 以下
酸化劣化	無し	—	有り

表 2. 固定絶縁物の特性

特性	種類	クラフト紙	ポリアミド紙 NOMEX®	PET
	密度 (g/cm <sup>3</sup> )	0.60~0.85	0.99	1.40
引張強さ (kg/mm <sup>2</sup> )	たて	4.5 以上	12	25
	よこ	1.5 以上	7.7	
伸び (%)	たて	2.0 以上	23	130
	よこ	3.0 以上	21	
絶縁破壊強さ (kV/mm)		5.5 以上	29	160
加熱劣化率 (%) 140°C 24h		5.0 以下	300°C 0.6%	150°C 2h 1.3%
誘電率	乾式	1.5~2.0	2.6	3.3
	油浸紙	3.2~3.7	—	—
融点 (°C)		—	—	263
絶縁の種類	A(95°C)	H(180°C)	E(120°C)	

表 3. 燃焼性試験結果

試験番号	絶縁物	燃焼性	最高温度 (°C)	発火温度 (°C)	発火までの時間 (s)	混合比率 (%)	
						SF <sub>6</sub>	空 気
1	PET	不燃	570	—	—	100	0
2	PET	〃	〃	—	—	75	25
3	PET	〃	〃	—	—	50	50
4	PET	可燃	—	380	20	0	100
5	油浸紙	〃	—	150	7	0	100

空気比率 50% の空気-SF<sub>6</sub> 混合気体中のいずれの場合も発火しなかった。比較のため、同一モデルを空気中に置いた場合は通電後 20 秒後に、変圧器を含浸したクラフト紙の場合は通電後 7 秒後に発火した。

#### (4) 圧力上昇

ガス絶縁変圧器は、容積一定の容器内に SF<sub>6</sub> ガスを密封しているため、ガス温度変化や内部事故に起因する圧力上昇が問題になる。ガス温度変化には、周囲温度の変化、負荷変動によるガス温度変化があるが、圧力はボイル・シャルルの法則により絶対温度に比例して変化する。封入ガス圧力が 1.2 kg/cm<sup>2</sup>·g at 20°C の場合、定格運転時の最高ガス圧力は約 1.7 kg/cm<sup>2</sup>·g である。自冷式変圧器の負荷率とガス圧力の関係を図 4. に示すが、130% の過負荷状態で運転したとしても、ガス圧力は約 1.8 kg/cm<sup>2</sup>·g でタンク設計許容圧力値に対しては十分余裕がある。

内部事故時のタンク内圧力上昇については、大電流アーキによる模

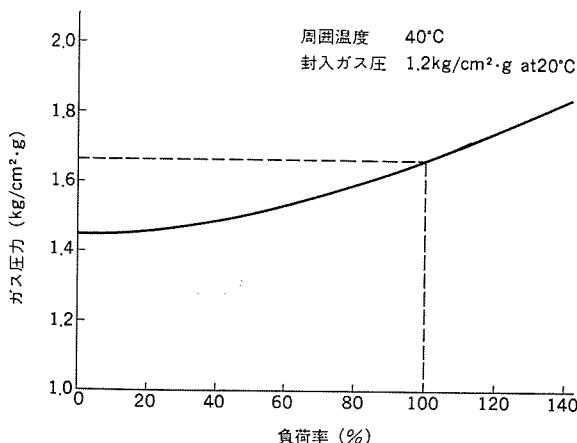


図 4. 変圧器負荷率とガス圧力変化

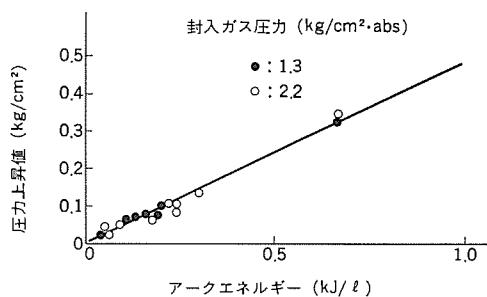


図 5. 圧力上昇とアーケネルギー特性 (PET フィルム有り)

概試験を実施し、検証している。アーケ電極は銅材とし、固体絶縁物の内圧上昇に及ぼす影響を見るため、PET フィルム有・無の 2 種類の電極を製作した。タンク容積を 1,000~12,700 ℥まで変化させたほか、封入ガス圧力、電極間ギャップ長、アーケ電流などを各種変化させ試験した。PET フィルムの有・無、封入ガス圧力とも内圧上昇への影響は顕著に現れなかった。内圧上昇は図 5. に示すように、単位容積当たりのアーケエネルギーに比例することがわかった。実験結果をもとに、三相 20 MVA ガス絶縁変圧器の一次側相間、一次巻線セクション間、一次巻線タップ間、二次側相間について計算した。その結果、遮断器動作までのアーケ時間は 0.13 秒、アーケ電流 26 kA とした一次側相間短絡の場合が最も圧力上昇が高く、約 0.2 kg/cm²·g であった。

##### (5) ガスシール

ガス絶縁変圧器において、SF<sub>6</sub>ガスは絶縁・冷却上非常に重要な媒体である。このため、SF<sub>6</sub>ガス絶縁変圧器の製作に当っては、溶接部、ガスシール面には細心の注意を払い製作・試験している。シール構造は各種の漏れ検証試験により、長年の使用実績を有するセミコン方式と O リング方式を使い分け、信頼性の高いものとしている。パッキン材料にはガスや水分の透過率が小さく、耐熱性、耐候性、耐久性に優れた材料を選定している。製造工程におけるガス漏れ管理には SF<sub>6</sub>ガスや透過性の高いフレオングスを使用し、積分蓄積法により各部品ごとにガス漏れ試験を実施している。更に、変圧器組立後に機器全体の気密試験を最高使用ガス圧力でリーフ量 1% Vol/年以下とし、ガス漏れ管理に万全を期している。

##### (6) タンク強度

SF<sub>6</sub>ガスの封入圧力は 20°Cにおいて 1.2 kg/cm²·g とし、周囲温度 40°C の下で定格運転しても圧力値は 2.0 kg/cm²·g を超えることはない。製品タンクについては電気設備に関する技術基準に従い、耐

圧力試験を実施している。また、安全性、信頼性を重視して各種の実規模タンクを製作し、耐圧力試験、耐真空試験、繰返し加圧試験を実施し、内圧 3.0 kg/cm²·g 以上の強度をもっていることを確認している。

#### 4. ガス絶縁変圧器の特長

前述のような特性を備えたガス絶縁変圧器は、低電圧から高電圧大容量器まで製作でき、次のような特長をもっている。

##### (1) 防災性に優れている。

不燃性、非爆発、無毒、無臭で物理的・化学的にも安定な SF<sub>6</sub>ガスが封入されているので、防災性、安全性に優れている。このため、消化設備や防火設備の大幅な簡素化が図れ、噴油対策、油だめなどが不要である。

##### (2) 保守・点検が容易である。

鉄心、コイルなどの変圧器本体は、SF<sub>6</sub>ガスを密封したタンク内に収納し、外部の空気、湿気、ごみなどにより汚損されないため、変圧器内部の保守・点検は不要である。内部の温度、ガス圧力などは外部から容易に監視・点検でき、各種の保護装置も具備している。また、5,000 kVA まで完全自冷式で製作できるため、補機の保守・点検も不要である。

##### (3) 省エネルギー化が図れる。

変圧器本体が絶縁・冷却に優れた SF<sub>6</sub>ガス中に収納されているため、本体寸法を小さくでき、図 6. に示すように鉄損、銅損が小さく、運転経費が安価である。

##### (4) 騒音が小さい。

変圧器内部で発生した騒音は音響インピーダンスの大きい SF<sub>6</sub>ガス中を伝ば(播)し、更に変圧器タンクによって遮音されるので、騒音を小さくできる。図 7. に示すように、JEM 規格の乾式変圧器に比べ約 10 dB 以上騒音が低い。

##### (5) 小形軽量である。

油入変圧器に比べ、鉛油が比重の軽い SF<sub>6</sub>ガスに置き換わるため、変圧器重量が軽くなる。また、モールド変圧器や H 種乾式変圧器のように空気絶縁に依存する箇所がないため、コンパクトに製作できる。

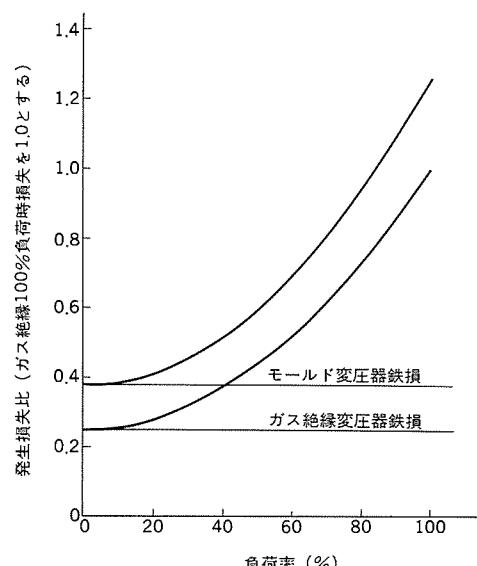


図 6. 負荷率による発生損失の比較  
(当社三相 2 MVA 22/6.6 kV 試算例)

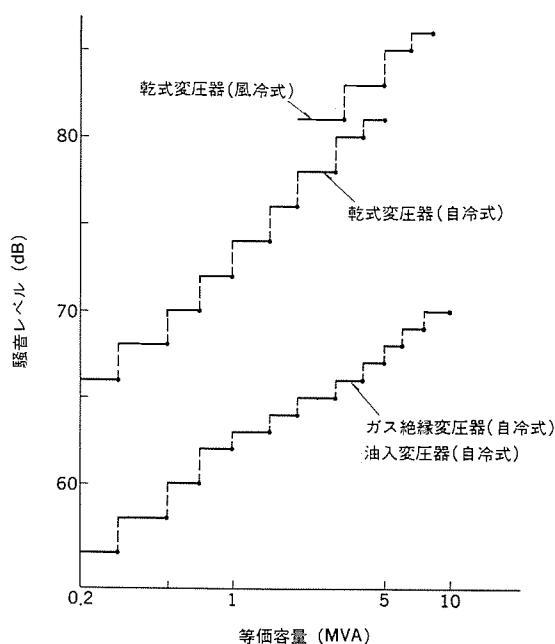


図 7. 変圧器騒音レベルの比較 (JEM-1118)

表 4. 各種電力用変圧器の特徴比較

項目	ガス絶縁 変圧器	モールド 変圧器	H種乾式 変圧器	鉛油入 変圧器
絶縁種別	E	F	H	A
巻線温度上昇 (°C)	70	95	120	55
絶縁材料	SF <sub>6</sub> PET	空気 ブリブレグ エボキシ	空気 ポリアミド 紙	鉛油 クラフト紙
電圧範囲 (kV)	154 以下	30 以下	30 以下	500 以下
容量範囲 (MVA)	90 以下	10 以下	10 以下	1,500 以下
騒音 (3 MVA 自冷式 JEM) (dB)	65	78	78	65
効率率	◎	○	△	○
使用場所	屋内・屋外	屋内	屋内	屋内・屋外
消火設備	大形消火器	大形消火器	大形消火器	固定式消火設備
耐湿性	◎	○	○	◎
耐じん(震)性	◎	○	○	◎
燃焼性	不燃性	難燃性	難燃性	可燃性
環境調和	◎	◎	◎	○
据付け	ガス封入作業	ケースとの組合せ作業	ケースとの組合せ作業	油処理作業
保守(定期点検)	2~3年に1回	1年に1回	1年に1回	2~3年に1回

注 ◎優, ○良, △可

このため、7,500 kVA 程度まで完全組立輸送が可能で、搬入、据付けにも有利である。

このように、SF<sub>6</sub>ガス絶縁変圧器は防災性、絶縁性に優れ、乾式変圧器と油入変圧器の両者の優れた特長を兼ね備えた変圧器と言える。ガス絶縁変圧器と他の変圧器の特徴比較を表 4. に示す。

## 5. 配電用電気機器の複合化

ビル、地下街などの配電設備は不燃化が要求される一方、大幅な小型・軽量化、信頼性の向上に対し根強い要求がある。この要求にこたえるものとして、複数の配電用電機品をガス絶縁により一体化し

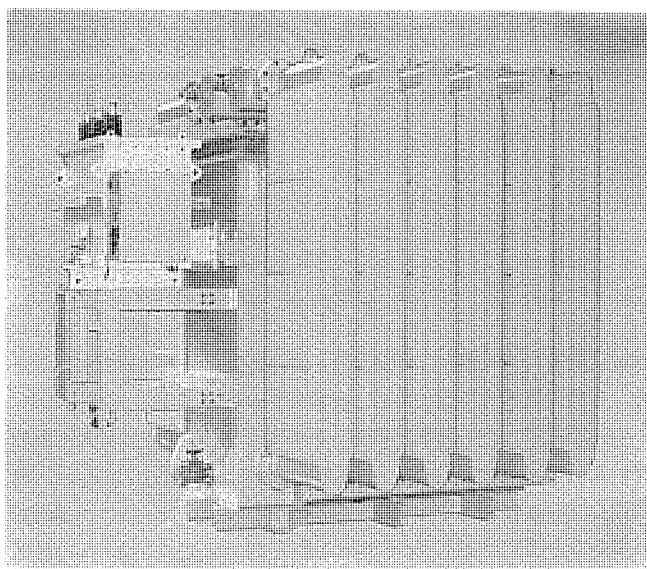


図 8. 断路器直結式ガス絶縁変圧器

た複合機器が実用化されている。

その一つに、最も信頼性の高いスポットネットワーク(SNW)配電方式に使用される変圧器と断路器を一体化した、断路器直付式ガス絶縁変圧器を図 8. に示す。断路器は SF<sub>6</sub>ガス絶縁による切一入一接地の3位置式で、変圧器の励磁電流を 5 A まで遮断でき、インタロック装置も備えている。この断路器は各電力会社の SNW 用指針の仕様条件を満たしており、変圧器一次側とはブッシングを介してガス中で直結している。

海外において使用されているリング配電用の開閉装置(リングメインユニット)と変圧器を SF<sub>6</sub>ガス絶縁により一体化した、ガス《リングフォーマ》も開発している。大幅な小形・軽量化、耐環境性の向上、長期信頼性の向上、メンテナンスフリー化を達成するとともに、RMU と変圧器を一体化することにより、接続ケーブルが不要となり、現地工事も大幅に簡素化される特長をもっており、ビル、地下街などの配電用変電設備として有望視されている。

## 6. むすび

電力需要の増大とともに受変電設備は高電圧大容量化され、GIS の発展とあいまって、SF<sub>6</sub>ガス絶縁変圧器は 66 kV 以上の防災形変圧器として、その地位を確保しつつある。また、H種乾式変圧器やモールド変圧器が主に使用されている 33 kV 以下の不燃性配電用変圧器としても、保守が簡単、低騒音、低損失、屋外用にも適用可能といった特長から、需要家の要求にかなったものとなっている。今後、高層ビル、地下街や化学プラントなどの不燃性を要求される所、港湾施設、水処理プラントなどの環境汚染防止を要求される所、環境調和の要求される所などの防災形変圧器として次第にその適用拡大が図られよう。

また、変圧器以外の配電用電気機器についても SF<sub>6</sub>ガス絶縁化が進められており、各種機器の複合化により、変電設備のよりコンパクト化、信頼性向上が推進されよう。

## 参考文献

- (1) 白井ほか：静止器研究会資料、SA 83-61
- (2) 伊奈ほか：昭和 57 年電気学会全国大会、No. 632

# 屋外用エポキシ樹脂の変成器への適用

山内欣二\*・野上文夫\*・平沢栄一\*\*・坂井龍吉\*・土橋勝\*

## 1. まえがき

エポキシ樹脂注型絶縁は、絶縁機能と構造機能とを兼ね備えているため、各種の高電圧機器に使用され始めてから20年以上が経過した。一方、脂環族エポキシ樹脂の開発とあいまって、欧米では従来の磁器がいしにとて代るべく、一部の屋外用支持がいし、ブッシング、計器用変成器などでエポキシ樹脂製品が生産、販売、実ラインへ適用されている<sup>(1)(2)</sup>。当社においてもエポキシ樹脂注型品を屋外用の高電圧機器に適用するための開発・研究を長期にわたって進めてきた。屋外用注型絶縁材料として特に問題になる性質は、耐トラッキング性や耐候性、汚損特性であり、これらの性質は劣化因子の変化によって影響をうけやすいので、材料選別のための材料開発とともにモデルによる無課電暴露試験<sup>(3)</sup>や課電暴露試験<sup>(4)</sup>を、更には実機モデルによる長期にわたる屋外での課電暴露試験から屋外に使用可能な屋外用注型絶縁材料の選定を行った。

また、更にこの長期屋外課電暴露試験からエポキシ樹脂の表面粗度が、汚損特性、表面漏れ電流特性に大きな影響を与えることが判明した。このためエポキシ樹脂表面が長期にわたって使用中に侵食されにくくするためMerry-go-roundトラッキング試験方法やウェザーメータを用い各材料の評価を行い、更に優れた材料を見いだすことができた。これらの結果に基づいて、屋外用のエポキシ樹脂を用いて経済性、生産性などで最も効果があると考えられる計器用変成器へ適用するため、製品開発に着手し各種の評価試験を行い、良好な結果が得られた。

## 2. 注型材料の選定経過

屋外用注型絶縁材料として要求される性能は、屋内用と共通の一般的な要求に加え、屋外での汚損環境下において性能を長く維持することが要求される。このため当社では数種類の材料を選定し、材料開発と種々の評価を進め、エポキシ樹脂の化学構造、耐トラッキング性、耐アーキ性、燃焼性、耐候性<sup>(5)</sup>などの関係について研究するとともに、実機による実使用状態での長期にわたる検証が重要であると考え、実機製品形状モデルとして、20号ブッシング、70号支持がいしを作成し、長期屋外課電暴露試験<sup>(6)(7)</sup>を実施することにより、耐トラッキング性、耐クラック性、表面漏れ電流、汚損特性、表面荒れなどの評価を各選定材料について行った。

材料の選定にあたっては耐トラッキング性がDip-track試験方法<sup>(8)</sup>でせん(閃)絡電圧が3kV以上のものを対象とした。また屋外用注型品の充てん材としては、耐トラッキング性を向上する目的から水和アルミナがよく用いられるようであるが、その結晶構造に起因する機械強度の悪さと、耐クラック性への悪影響、樹脂相互間の比較への影響、実製品製作に対する見通しの悪さなどから使用しないことにし、耐クラック性に優れた溶融石英粉を用いた。このモデル及び実機モデルにおける試験の結果、脂環族グリジル系のエポキシ樹脂が長期の屋外使用に十分耐える優れた特性をもっていることが判明した。また、

表 1. 試料の内容と組成

試料	エポキシ樹脂の種類	熱たわみ温度(°C)	組成
A	脂環族 (グリジルエスチル系)	110	
B	脂環族 (グリジルエスチル系)	110	
C	脂環族 (環内エポキシド系)	178	 + 可とう性付与剤
D	脂環族 (ヒダントイン系)	116	
E	脂環族 (環内エポキシド系)	153	
F	エビーピス系+E	125	

長期の屋外使用では、電気的、化学的、物理的な劣化からエポキシ樹脂表面が侵食されることにより、初期特性と比較して使用中に表面漏れ電流の増大、汚損特性の低下が生じることがわかり、このエポキシ樹脂表面をより侵食されにくくすることが長期にわたり安定した性能を有するためには重要であることがわかった。

このため更に、現在国際大電力網会議(CIGRE, SC-15, WG 06, TG-4〈絶縁材料、固体絶縁、屋外絶縁〉)の中で検討されているMerry-go-roundトラッキング試験方法及びサンシャインウェザーメータを用いて材料特性の検討を行った結果、脂環族グリジル系のエポキシ樹脂にカップリング処理をした溶融石英粉を充てん材として用いることで表面が侵食されにくくなるという結果を得ることができた。評価の対象としたエポキシ樹脂は6種類でその内容を表1に示す。材料における報告は参考文献(6)により既に報告されているので省略し、長期屋外課電暴露試験及び表面侵食深さに関する結果を主に述べる。

## 3. 長期屋外課電暴露試験

### 3.1 試験試料

表2に長期屋外課電暴露試験の供試品数量、寸法を示す。試験試料として20号ブッシングと70号支持がいしを用いたのは、形状が比較的簡単で電気的に検討しやすいためである。長期屋外課電暴露試験によって脂環族エポキシ樹脂の化学構造の差異と、長期寿命との関係を明らかにすることを目的としたため、材料配合はできるだけ単純なものとした。この配合の要点としては、①充てん剤はすべて一定粒度分布の溶融石英粉とした。②硬化剤はすべて酸無水物(飽和脂環族系)で同一種類とした。③促進硬化剤は、それぞれの配合特有のものを用いたが完全硬化するようにした。また注型品の特徴である形状の任意選択性を有効に利用して大小のひだを組み合わせたものとした。その結果、沿面長の増大、汚損閃絡特性の向上、紫外線遮へい部分の増大、小型軽量化などを図った。

### 3.2 試験条件

長期屋外課電暴露試験は昭和48年2月から58年7月まで行い、その間の課電合計時間は53,000時間(約6年間)である。試験は、当社伊丹製作所構内の屋外試験場で実施した。試料の取付位置は、地

表 2. 実験モデルの内容

試料の形状、寸法		
	20kV ブッシング	70kV 支持がいし
高さ (mm)	235	750
漏えい長 (mm)	665	1,860
ひだの数	10	16
大ひだ	5	8
小ひだ	5	8
大ひだの径 (mm)	140	220
小ひだの径 (mm)	110	180
直径 (mm)	80/120	120
重量 (kg)	10	18

表 3. トラッキング、クラック及び表面劣化層の深さ

試料	トラッキングマークの有無	クラックの有無	表面浸食深さ $t$ (mm)				太陽光照射面 地向面 太陽光照射面 地向面	$t$ : 劣化層の深さ
			20kV ブッシング	70kV 支持がいし	太陽光照射面	地向面		
A	有り(小)	有り	0.16	0.10	0.16	0.04		
B	無し	無し	0.10	0.06	0.09	0.01 以下		
C	有り(大)	有り	0.80	0.69	0.50	0.20		
D	有り(小)	無し	0.50	0.28	0.28	0.01 以下		
E	有り(小)	有り	0.25	0.19	0.16	0.01 以下		
F	有り(微小)	無し	0.13	0.09	0.08	0.01 以下		

上から約 1.5 m の所に垂直に立て、印加電圧は常規対地電圧の 1.3 倍、すなわち 20 号 ブッシングで 18.5 kV rms、70 号 支持がいしで 63 kV rms、周波数は 60 Hz とした。

### 3.3 試験結果

#### 3.3.1 トラッキングとクラック

トラッキングは脂環族グリシジル系の B 試料を除き、他の試料すべてに生じた。特に脂環族環内エポキシ系の C 試料では、大きなトラッキングが発生した。またクラックは脂環族グリシジル系の B 試料、脂環族ヒダントイン系の D 試料、エピーベス系+環内エポキシド系の F 試料には発生しなかったが、他の試料にはクラックが認められた。この結果を表 3 に示す。

#### 3.3.2 表面の劣化

各試料の大ひだ部を切り出した試料片を探傷液中に 24 時間侵し(漬)した後、顕微鏡にて液の侵食深さを測定することにより表面劣化層の深さを調べた。この結果、劣化深さの最も小さいものは 20 号 ブッシング、70 号 支持がいしとともに脂環族グ

リシジル系の B 試料であった。また太陽光照射面とその反対側すなわち地向面では、いずれの試料においても太陽光照射面の方が表面の劣化の進む傾向にあるがこの結果を表 3 に示す。

#### 3.3.3 表面の漏れ電流

各試料の表面漏れ電流を長期にわたって測定した 20 号 ブッシングの結果を図 1 に示す。この測定結果から表面漏れ電流の最も小さいものは脂環族グリシジル系の B 試料で、長期課電暴露期間中において最大の表面漏れ電流は

10 mA 以下であった。この表面漏れ電流は降雨量が増せば増加し、降雨に対して漏れ電流は極めて敏感に変化する。降雨時の漏れ電流は、乾燥時のそれに対し非常に大きな倍数として測定された。

#### 3.3.4 汚損特性

長期屋外課電暴露試験を行った試料と、そうでない試料との汚損特性にどの程度の差異が生じるかを測定した結果を図 2 に示す。いずれの試料においても初期の特性と比較して、汚損特性は低下している。これは課電による電気的な劣化、屋外環境における化学的、物理的劣化の複合作用により、表面の劣化層の深さが大きくなつて汚損液と試料のなじみが良くなり、表面漏れ電流が増大するためと推定される。試験結果から試料は重汚損 ( $0.1 \text{ mg/cm}^2$ ) 下でも閃絡電圧が 25 kV 以上であり実用上問題ないことが判明した。

#### 3.3.5 結果のまとめ

長期屋外課電暴露試験の結果をまとめると、

- (1) いずれの試験においても良好な結果を示したのは脂環族グリシジル系の B 試料であった。
- (2) 脂環族グリシジル系の材料を用いることにより、屋外機器へエポキシ注型絶縁物を適用することができる。

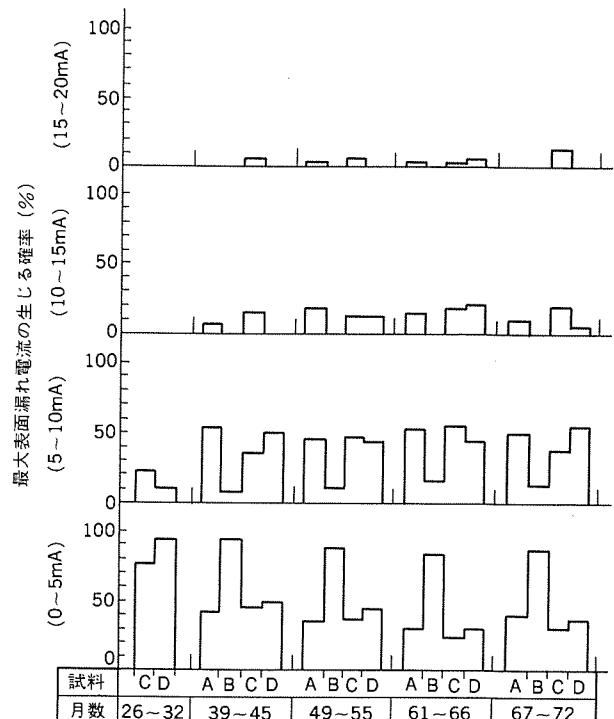


図 1. 課電期間中の表面漏れ電流

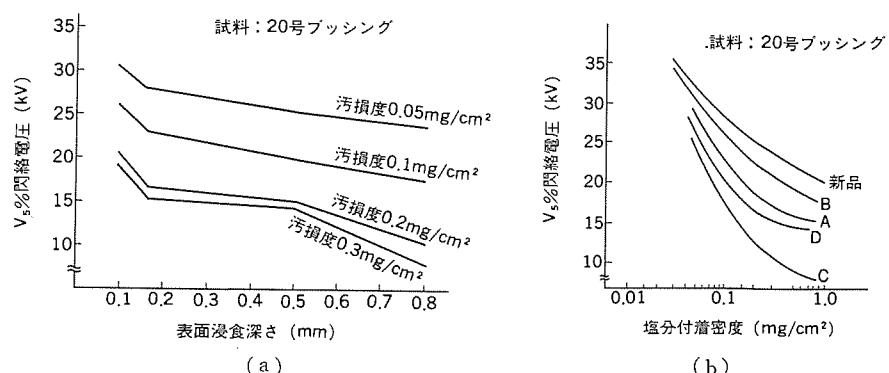


図 2. 汚損特性

(3) 長期にわたってエポキシ注型絶縁物を屋外で使用するためには、表面の劣化を小さくすることが必要である。

#### 4. 表面劣化の改善

長期屋外課電暴露試験結果から、脂環族グリシジル系のエポキシ樹脂が屋外用機器へ適用できることが判明したが、電気的、化学的、物理的な劣化からエポキシ樹脂表面が劣化することにより初期特性と比較して使用中に表面漏れ電流の増大、汚損特性の低下が予想される。

この特性のより良い材料配合を選定する目的で、Merry-go-round トランクリング試験方法<sup>(9)</sup>、サンシャインウェザーメータを用いて、数種の材料の表面漏れ電流及び表面劣化の経時変化を測定した。Merry-go-round トランクリング試験方法は、Dip-track 方法に類似したもので、円板に取り付けられた供試物が円板の回転によって汚損液を想定した電界質の水溶液中に浸され、その後供試物が水溶液から出た後に電圧が印加されるという浸漬と電圧印加のサイクルが絶縁破壊まで繰り返される。この絶縁破壊までに要する課電-浸漬サイクル数によって耐トランクリング性を評価するものである。

##### 4.1 試料及び試験条件

使用材料は前述の脂環族グリシジル系のエポキシ樹脂に充てん材としてカップリング剤を処理した溶融石英を用いたものと、無処理の溶融石英を用いたものを、Merry-go-round トランクリング試験方法、サンシャインウェザーメータにて比較した。

##### (1) Merry-go-round トランクリング試験方法

試料の大きさ：直径 26 mm、電極間の長さ 120 mm

印加電圧 : 10 kV rms, 60 Hz

汚損液：食塩水 750 Ω·cm, 25°C

##### (2) サンシャインウェザーメータ

試料の大きさ：厚さ 3 mm、幅 70 mm、長さ 150 mm

試験機 : スガ 試験機製 サンシャインウェザーメータ

水の噴霧条件：120 分中 18 分間

##### 4.2 試験結果

Merry-go-round トランクリング試験方法による表面漏れ電流の経時変化の測定結果を図 3. に、サンシャインウェザーメータによる表面劣化層の深さ、曲げ強度の経時変化を図 4., 図 5. に示す。この両方の試験結果からカップリング剤を適用した試料は、そうでないものに比較して、表面漏れ電流の増加度合、表面劣化の進行度合、曲げ強度の低下度合などいずれも良好な結果を示した。

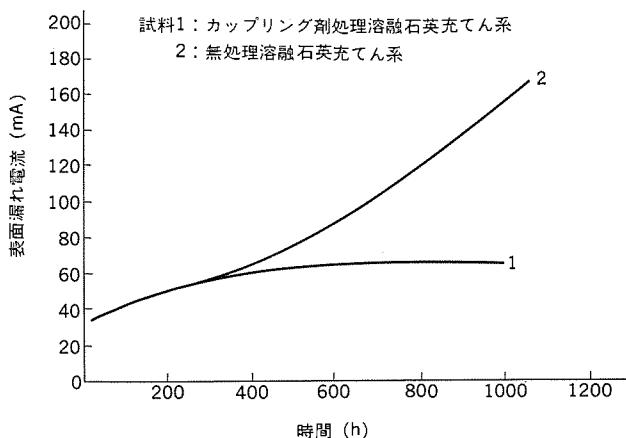


図 3. Merry-go-round トランクリング試験方法による表面漏れ電流

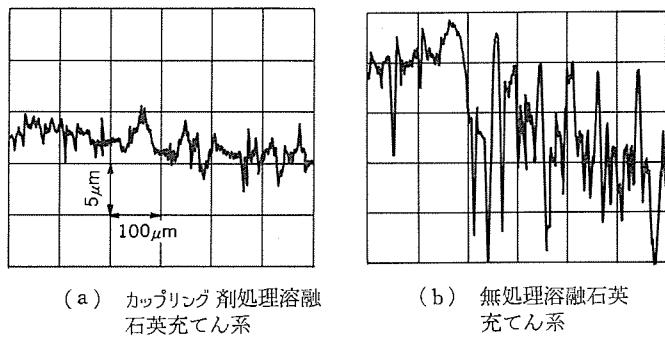


図 4. サンシャインウェザーメータ 4,500 h 時点の表面粗度

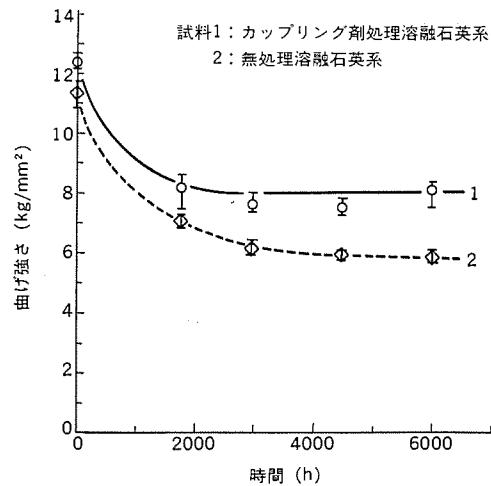


図 5. 曲げ強さの経時変化

#### 5. 屋外用エポキシ樹脂の変成器への適用

屋外用注型絶縁物としての注型材料を用いて経済性、生産性などから最も効果があると考えられる変成器（変流器 CT、計器用変圧器 VT）へ適用するため製品化に着手して各種の評価試験を行い良好な結果が得られた。実際の適用にあたって用いた注型材料配合は、各種の選定試験を通じて得られた結果に基づき、更に当社独自の工夫を行った材料配合を用いている。

##### 5.1 変成器に屋外用のエポキシ樹脂を適用する理由

現在、屋外用の変成器（以下、CV, VT と称す）としては、EPT（エチレンプロピレン）ゴムモールド形又は油入形が一般的である。EPT ゴムモールドによるものは、EPT ゴム圧入時の圧力が樹脂モールドの場合と異なり、数 10 気圧であるため製作上種々の困難性があるうえ、その金型も非常に高価であることから、CT, VT としての多様な要求に答えていく。一方、油入形は、その製品構造上寸法が大きく、経済的にも高価であるうえ保守、点検の必要がある。したがって屋外用の CT, VT をエポキシ樹脂で製作することは、次のような種々の利点がある。

- (1) 従来の油入形に比較して小形軽量となるため据付け面積の大半縮小化が図れ、経済性に優れたものとなる。
- (2) 油入形のよう日に日常の保守・点検が不要となり非常に取扱が容易となる。
- (3) 注型品の特長を生かし複雑な形状が採用できるため、長い漏えい長が確保でき汚損特性が優れている。
- (4) 製作期間が油入形に比較して大幅に短縮できるため、短納期化が可能であるうえ生産性に優れている。

表 4. エポキシ樹脂の特性

## 電気的特性

絶縁破壊電圧 (kV/mm)	誘電率 (60 Hz)	誘電正接 (60 Hz) (%)	抵抗率 (Ω・cm)	耐トラッキング Dip tracking 法
29.7	3.91	0.80	$8.8 \times 10^{15}$	3.0 以上

## 機械的特性

曲げ強さ (kg/mm <sup>2</sup> )	引張り強さ (kg/mm <sup>2</sup> )	圧縮強さ (kg/mm <sup>2</sup> )	シャルピー衝撃 (kg·cm/cm <sup>2</sup> )	耐熱衝撃性 IEC pub 455-2
15.5	9.05	26.2	4.04	+120°C ~ -60°C パス

注: JIS K 6911

表 5. 変成器の仕様

区別	電圧 (kV)	仕様	外観
CT	22/33	一次電流 10~2,000 A 二次電流 1 又は 5 A 確度階級 0.3~1.2 定格負担 0~100 VA 過電流定数 >20 過電流強度 40~150 倍 周波数 50/60 Hz 鉄心の数 1 又は 2 規格 IEC/ANSI/JEC 他	図 6.(a)(b)
VT	22/33	一次電圧 22/ $\sqrt{3}$ 又は 33/ $\sqrt{3}$ kV 二次電圧 100/ $\sqrt{3}$ ~ 120/ $\sqrt{3}$ V 三次電圧 110.3 又は 190.3 V 定格負担 200/200 VA 確度階級 0.3~1.2 周波数 50/60 Hz 規格 IEC/ANSI/JEC 他	図 6.(c)

(5) エポキシ樹脂注入時の圧力が小さいため製作しやすく、品質上も安定した製品が提供できる。また金型も比較的安価であるため多種多用な仕様に適合できる。

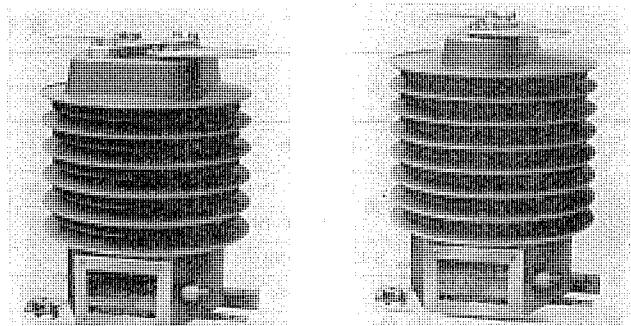
この変成器の製品化にあたって適用したエポキシ樹脂の電気的・機械的特性を表 4. に示す。

## 5.2 製品化した変成器の仕様と構造

製品化した変成器の仕様は表 5. に示すように、電圧 22/33 kV 級で各国規格に適用できるようにしている。CT は仕様的には単比だけでなく複比(一次切換、二次切換)のものも製作できるとともに、計測用、送電線(機器)保護用、母線保護用などに鉄心、二次巻線を独立させた多重鉄心形も製作可能である。

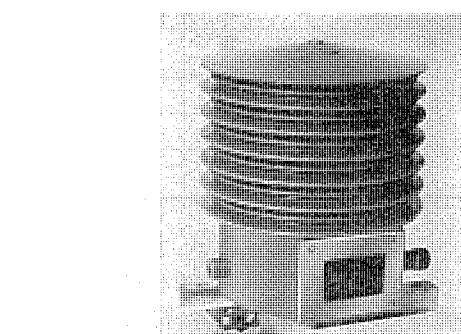
CT, VT の外観を図 6. に示す。CT はリング状の鉄心(方向性けい素鋼板)に均一に巻かれた二次巻線と一次巻線からなり、これらを組み合わせ金型に固定後エポキシ樹脂を注型している。また VT は接地形であることから、二次巻線のうえに一次巻線を巻き、これと鉄心を組み合わせた後、金型に固定しエポキシレジンを注型している。CT, VT いずれも端子箱はエポキシレジンで一体注型して部品の簡略化を図っている。この CT, VT の特長は、

- (1) 紫外線、汚損、降雨時の放電などの劣化因子の作用を考え、大小のひだの組合せ構造とし、長い漏えい長を確保するとともに、大ひだ間の間隔を確保することにより降雨時の放電を生じにくくしている。
- (2) 部分的な汚損を考慮して小さい沿面電界強度としている。
- (3) 回転対称形とすることにより放電の集中を防止し漏れ電流を



(a) OEC-2 E形 CT  
22 kV BIL 150 kV  
700×1,400 : 5 A  
0.3 級 25 VA

(b) OEC-3 E形 CT  
33 kV BIL 200 kV  
400×800 : 5 A  
0.3 級 25 VA



(c) OEP-2 E形 VT  
22 kV BIL 150 kV  
22,000/ $\sqrt{3}$  / 110/ $\sqrt{3}$  V  
0.3 級 75 VA

図 6. 22/33 kV CT, VT の外観

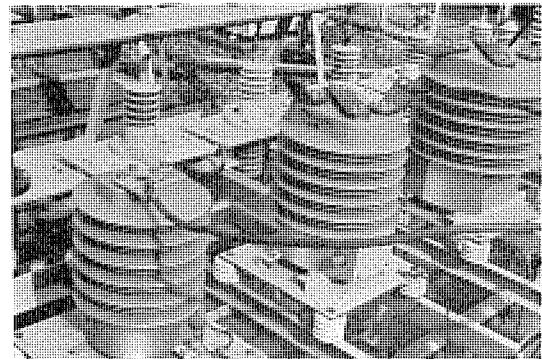


図 7. 長期課電状況

少なくしている。

(4) エポキシ樹脂表面が長期の使用でも荒れにくいため、安定した性能を維持できる。

(5) 常規使用状態で部分放電による絶縁劣化を生じないよう、部分放電発生電圧が高くなる構造を採用している。

(6) 注型品の特長を生かし端子箱を一体注型している。  
などである。

## 5.3 試験結果

製品による開発試験として、各種の評価試験を実施した。その結果すべての項目において良好な結果が得られ、特に最高回路電圧まで印加しても部分放電の発生は認められなかった。また長期の使用を考慮して冷熱試験は従来屋内使用の注型絶縁物に採用している 3 サ

表 6. 試験結果

試験項目	C T		V T	
	22 kV	33 kV	22 kV	33 kV
絶縁抵抗測定	P-S, E 間, S-E 間 (1,000 V メーター) 2,000 MΩ 以上 良好			
商用周波耐電圧試験 (60 Hz)	P-S, E 間 DRY (1分間)	50 kV 良好	70 kV 良好	10 kV 良好
	WET (10秒間)	70 kV 良好	95 kV 良好	—
雷インパルス耐電圧試験	S-E 間 (1分間)		2 kV 良好	
部分放電試験	P-S, E 間	150 kV 良好	200 kV 良好	150 kV 良好
耐電流試験	S-E 間	±7 kV 良好		±7 kV 良好
過電流定数試験		23 kV で部分放電認めず	34.5 kV で部分放電認めず	23 kV で部分放電認めず
温度上昇試験			良好	
耐電流試験			良好	
汚損試験 (等価霧中法)		F. O. V は 0.03 mg/cm² で常規対地電圧以上 良好		
以外の電気特性	冷熱試験 D R Y	−40～+90°C 20サイクル 良好		
	W E T	5～90°C 20サイクル 良好		
吸水劣化試験		煮沸試験 300 h 後 部分放電認めず 良好		

イクルではなく 20 サイクルを実施するとともに、雨水・海水・高湿度に対しての耐水性を確認するため吸水劣化試験を行い、この試験前後で CT, VT として満足のいく性能をもつていてることを確認した。試験項目と結果を表 6. に示す。また実フィールドにおいての検証として長期課電試験として 1.3 倍の過電圧を印加しており、現時点では電圧換算 20 年相当以上となっているが、特性上何ら問題は発生していない。長期課電状況を図 7. に示す。

## 6. むすび

以上、長期にわたって屋外で使用可能なエポキシ樹脂を選定するための各種評価試験の内容、結果とこれらを基にして実際に製品化した変成器について紹介した。屋外の注型材料は注型品のもつ優れた特性から考えて今後ますます各種の分野、より高電圧機器に適用され

ていくものと考えられる。

## 参考文献

- (1) M. J. Billing, K. W. Humpherys : IEE 32 C, 79-71
- (2) CIBA-GEIG : Technical Bulletin (1968)
- (3) 寺谷ほか：昭和 48 年電気学会関西支部連合会, G 5-15
- (4) 川上：絶縁材料研究会資料, IM-72-10 (昭 48)
- (5) 寺谷ほか：三菱電機技報, 47, No. 10, p. 1033 (昭 48)
- (6) 平沢ほか：三菱電機技報, 54, No. 3, p. 21 (昭 55)
- (7) 坂井ほか：三菱電機技報, 51, No. 8, p. 533 (昭 52)
- (8) 平林ほか：三菱電機技報, 47, No. 11, p. 1172 (昭 48)
- (9) 平沢ほか：絶縁材料放電合同研究会資料 E 0-83-40, EIM-83-50 (昭 58)

# コンピュータ制御式新形電子ビーム溶接機

原 且則\*・中村正之\*・福田司朗\*・大野義隆\*・村上英信\*\*

## 1. まえがき

電子ビーム溶接の適用分野には、二つの大きな流れがある。その一つは、航空機部品の溶接に代表されるもので、継手の高精度・高信頼性を目的とし、特殊材料、特殊形状の部品をミニコンピュータ、NC装置などを駆使して単品生産する汎用機の流れであり、他方は、自動車関連部品を対象とし、高速で低ひずみという溶接特性を生かした部品の多量生産機の流れである。

最近、電子ビーム溶接機が生産現場に浸透するにつれて、多量生産機に対しても、軸対称の単純形状部品から、非軸対称の複雑形状部品へ、単一部品の多量生産から多種少量生産への対応を迫られており、更に、焼入れ、マーキング、穴明けなど溶接以外の要求も増えってきた。

一方、マイクロエレクトロニクスの急激な発達に伴い、ボードコンピュータが低価格化、高信頼度化し、NC加工機をはじめとした産業機分野で、コンピュータの機器組込みが一般化してきた。

このような背景のもとに、当社では、電子ビーム溶接機を全面的にコンピュータ制御化するとともに、溶接機の各種機能構成要素をブロック化、階層化することにより、①多様な溶接形状に対応できる。②CRT画面との対話方式で容易に操作ができる。③用途に合わせて最適な機器構成を選択できる。などの特長をもつ新形電子ビーム溶接機を製品化したので、ここにその概要を紹介する。

## 2. 装置の構成

### 2.1 システムの構成

コンピュータ制御式電子ビーム溶接機シリーズのうち、基本的なものの外観を図1に示す。

装置は、図2の構成図に示すように、基本要素、選択要素、選

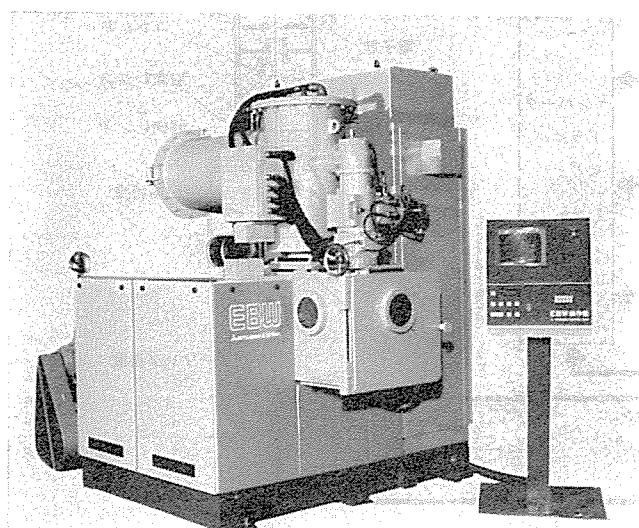


図1. コンピュータ制御式新形電子ビーム溶接機の外観

択付加要素により構成され、これらを組み合わせることにより、ユーザーは用途に応じて最適な機器構成を選択することができる。ここで、電子ビームを発生・収束する電子ビーム系と高電圧電源は、制御盤、操作盤とともに全シリーズに共用される基本要素である。一方、溶接室、真空排気系、ツーリングユニットは、選択要素である。また、選択付加要素として特筆すべきものに溶接線検出装置がある。

### 2.2 構成機器

装置を構成する機器の基本仕様を表1に示す。

表1. コンピュータ制御式新形電子ビーム溶接機の基本仕様

構成機器	基 本 仕 様
電子ビーム系	定格ビーム出力 6kW 電子ビーム加速電圧 60kV 電子ビーム電流 3~100mA 陰極方式 電子衝撃形棒状熱陰極
高電圧電源	絶縁方式 SF <sub>6</sub> ガス絶縁
制御盤	制御方式 マイクロコンピュータと専用シーケンサによる集中制御 出力安定度(電圧、電流) ±1%/h以内 フォーカス電流安定度 ±0.1%/h以内 溶接速度安定度 ±3%/h以内
操作盤	16ビットコンピュータによる対話形操作
溶接室	寸法 250°~500°まで3寸法
真空排気系	方式 タンデム排気方式 (MB1-MB2-RP) 排気能力 4段階
ツーリングユニット	方式 1ステーション/2ステーション テーブル 回転テーブル XYテーブル 多軸回転テーブル

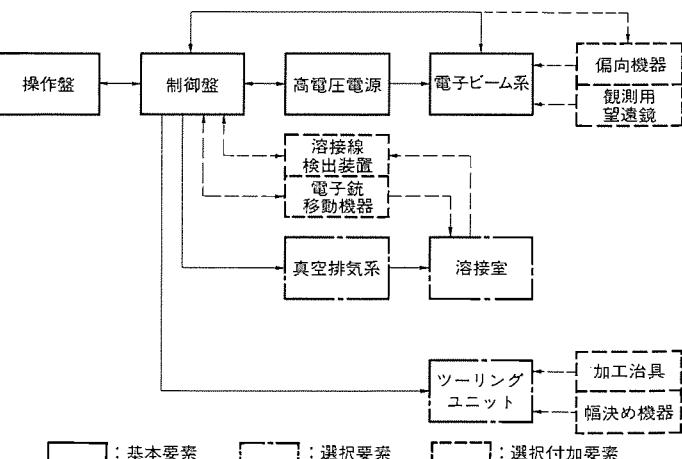


図2. 新形電子ビーム溶接機の機器構成図

### (1) 電子ビーム系

高性能で長時間安定な棒状陰極を使用した電子銃は、コンパクト化されており、定格出力は 6 kW である。また、電子銃室の排気には、ターボ分子ポンプを使用しているので、拡散ポンプ使用時に比べ大幅に準備時間が短縮できる。

### (2) 高電圧電源

電子銃と直結された高電圧電源は、絶縁性の良い SF<sub>6</sub>ガスで絶縁されており、しかも内蔵されている加速電源は、高周波インバータ制御のもとにコッククロフト方式で昇圧しているので、コンパクトで、しかも高速応答が可能である。

### (3) 制御盤

制御盤は、電子銃用電源とテーブル駆動電源により成る電源部と、8 ビットマイクロコンピュータ、シーケンサなどにより成る制御部により構成される。

電子銃用電源のうち、電子ビーム発生に係る加速電源と陰極加熱電源とは、共に高周波インバータ方式であるので、使用部品を小形化できるとともに、高速制御応答性をも備えている。また収束・偏向用レンズ電源には、それぞれ高帯域パワーアンプを使用し、磁界の高速変化を可能としている。一方、テーブル駆動には、位置決めと溶接速度制御を兼用させるためパルスマータを使用しているので、その電源には、高速パルス応答が可能なドライバが使用されている。

このように、ここで使用される電源は、コンピュータの多様性、制御性を生かすため、すべて外部信号により高精度で高速度の追従ができるものとなっている。制御部は、装置の神経系統に当るもので、操作盤からの各種信号を受けて、前述の電源機器をはじめとするすべての動作機器の制御を行う。

ここで使用されるコンピュータは、他のコンピュータを統括する溶接制御CPU(マスタCPU)と、これに制御される各種スレーブCPUとで構成され、このスレーブCPUは、更に、各溶接制御要素に対応したビーム制御CPU、レンズ制御CPU、テーブル制御CPUと、シーケンス制

御を主体とする真空排気シーケンサ、ツーリング制御シーケンサにより構成される。

### (4) 操作盤

操作盤は 16 ビットマイクロコンピュータを内蔵し、盤面には漢字表示のカラーCRTのほか、ファンクションスイッチを配置したもので、溶接条件の設定、溶接機の操作及び動作状態の確認がすべてCRTとの対話形式で行える。ここで、通常の始業・終業操作、繰返し溶接操作を行う際には、画面は溶接機の動作状態に応じて自動的に更新されるので、画面操作の必要はなく、また特殊な操作を行う場合でも、現在の動作状態と操作可能なスイッチが画面に表示されているので、初心者でも容易に操作することができる。

### (5) 溶接室

ワークを収納し、真空を形成するところで、ワークの方法に応じて、250匁×200匁、350匁×300匁、500匁×500匁の3寸法を選択できる。

### (6) 溶接室排気系

溶接室を  $5 \times 10^{-2}$  Torr 以下に排気するもので、溶接室寸法ごとに、4段階の排気能力を持ったポンプ構成を選択できる。

この排気系では、メカニカルブースタポンプをタンデムに使用して、ロータリポンプの特性劣化を補うことができるので、長時間にわたり初期の真空排気特性を維持することができる。

### (7) ツーリングユニット

ツーリングユニットには、ワークを溶接室まで搬送する機構と、溶接室内でワークを移動させるワークテーブルとがある。

ワークの搬送機構には、ワークセットと溶接とを同一位置で行う1ステーション形と、それぞれを独立の位置で行う2ステーション形とがあり、2ステーション形では、搬送ロボットと組み合わせて自動化ラインを構成できる。

ワークテーブルとしては、3種類のテーブルを選択することができる。すなわち、ワークが軸対称部品の場合には回転テーブルを多数個の小物の軸対称部品の場合には多軸回転テーブルを、そして、ワークの直

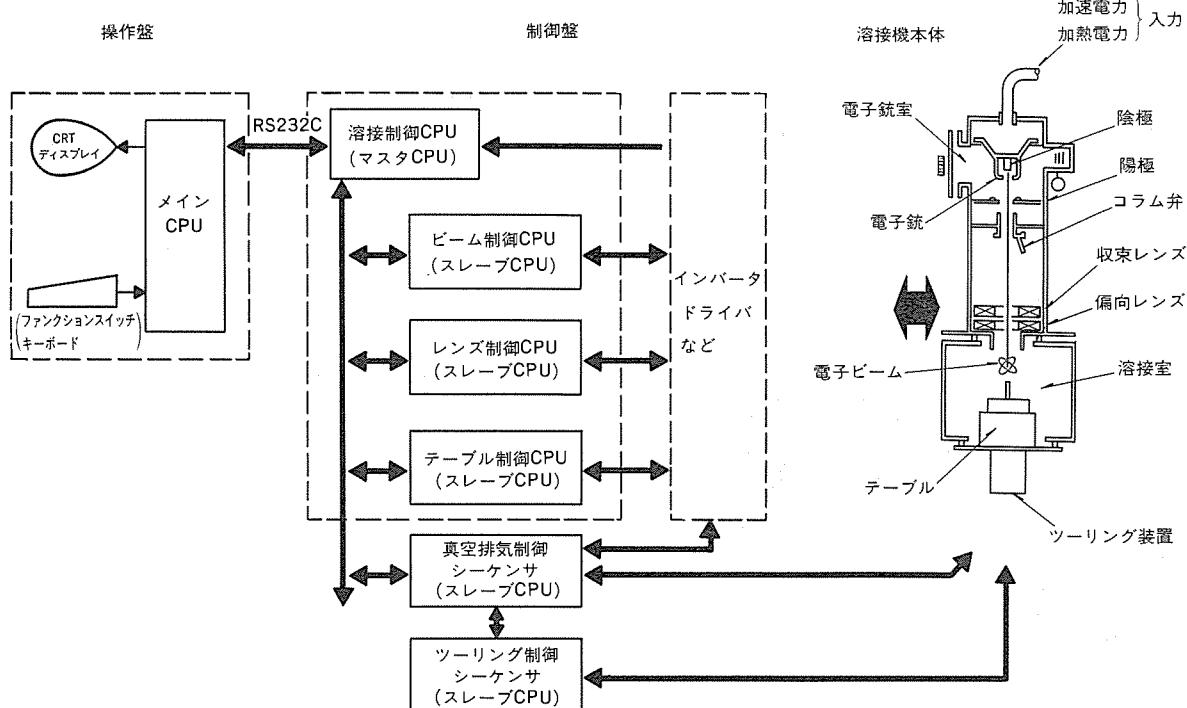


図 3. コンピュータ制御式電子ビーム溶接機の制御ブロック図

線移動には XY テーブルをそれぞれ使用する。この XY テーブルを、電子ビーム偏向機能と組み合わせて使用すれば、円群溶接などの複合溶接が可能となる。

#### (8) 溶接線検出装置

溶接線検出装置は、溶接線に直交方向に弱ビームをスキャンした時に、X線センサで検出するX線量の強弱で、溶接線の位置をブラウン管上に表示するもので、電子ビームの照射位置と溶接線とのずれが瞬時に認識できる。

### 3. 制御システム

図3. ICコンピュータ制御式電子ビーム溶接機の制御ブロック図を示す。図において、操作盤に配置された対話形のメインCPUから入力された溶接データや操作信号は、メモリされるとともに、専用ケーブル(RS232C)を通して、制御盤に組み込まれた溶接制御CPU(マスタCPU)に転送され、ここで、いったんメモリされた後、実行プログラムに従って、マスタCPUに制御される各種スレーブCPUを通して実行される。

この装置で使用されるCPUは各々、以下の役割を持っている。

#### 3.1 各CPUの役割

##### 3.1.1 メインCPU

複雑な溶接条件の設定、溶接機の操作を簡易化するため、このCPUは、ファンクションスイッチ、キーボード、CRTの入出力機器を通じて、作業者との対話をを行い、以下の作業を実行する。

(1) 溶接データ及び操作信号を受け付け、コード化した後マスタCPUへ転送する。

(2) 制御部の動作状態信号をマスタCPUから受け付け、CRT上に動作状態を表示する。

(3) 溶接データのワークごとの登録と管理を行う。

##### 3.1.2 溶接制御CPU(マスタCPU)

このCPUは、メインCPUからの作業指示を受け、スレーブCPUを通じて、溶接機全体を制御する。以下にその主な役割を示す。

(1) メインCPUから作業指示及び溶接データを受け取り、コード判別とメモリを行った後、スレーブCPUへ転送する。

(2) スレーブCPUの作業内容を管理し、作業完了時には、完了信号をメインCPUへ転送する。

(3) スレーブCPUへの複雑な溶接制御信号を、プログラムに従って、経過時間あるいはテーブル位置に同期させて出力する。

(4) 各制御要素からの実測値データをチェックし、メインCPUへデータ転送する。

##### 3.1.3 スレーブCPU

このCPUは、マスタCPUからの作業指示を受け、受持ちの制御対象機器を高速で制御する。以下にその主な役割を示す。

(1) マスタCPUで処理された作業指示及び溶接データを受け取り、制御対象機器対応のI/O制御のため、演算処理を行い保持する。

(2) マスタCPUからの同期信号を受けて、溶接制御データを進めていく。

(3) 制御対象機器の異常信号を受け取り、自CPUの制御を停止すると同時に、マスタCPUへ転送する。

スレーブCPU対応の制御要素について表2.に示す。

#### 3.2 制御フロー

##### 図4., 図5. ICマスタCPUとスレーブCPUの制御フローを示す。

真空排気など溶接準備作業中には、CRT画面対応でメインCPU

表2. スレーブCPU対応の制御要素

スレーブCPUの種類	制御要素
ビーム制御CPU	加速電圧、電子ビーム電流、補助電源電圧
レンズ制御CPU	収束レンズ電流、偏光レンズ(X, Y)電流
テーブル制御CPU	最大3軸のテーブル用モータ軸 (X, Yテーブル、回転テーブル、多軸回転テーブル、電子銛移動)
真空排気制御シーケンサ	電子銛室・加工室の吸気、排気を行うバルブ、ポンプ類 確認機器と異常検出器 電源系統のON/OFF制御機器
ツーリング制御シーケンサ	加工ワークの搬入、搬出機器

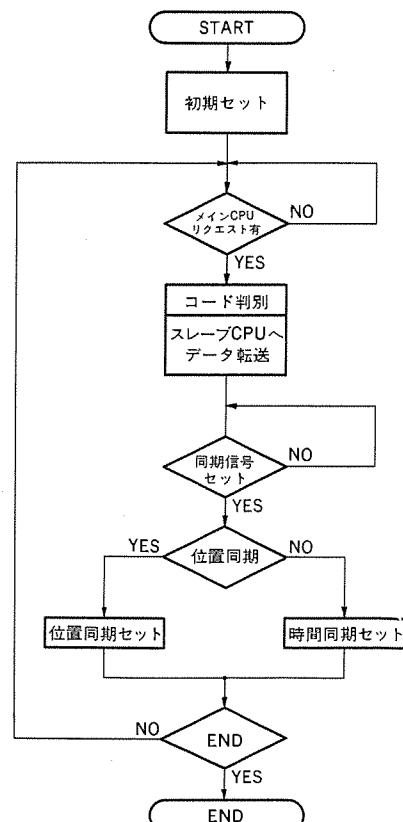


図4. マスタCPU制御フロー

からの作業指示が、マスタCPUを通してスレーブCPUであるシーケンサを制御していくが、この間にメインCPUの溶接データをマスタCPUに転送する。こうして溶接開始までに、メインCPUの溶接データはすべてマスタCPUに移されているので、溶接開始信号を受けると、マスタCPUの同期コード・テーブルを基に、位置同期、時間同期をマスタCPUが判別し、各スレーブCPUに同時に作業指示を与える。

この信号を受けて各スレーブCPUは、保持しているデータテーブル内の処理内容を基に、データを直接出力するか、演算後出力するか、既演算データをデータエリアから取り出して出力するかを判別し、プログラムを実行する。

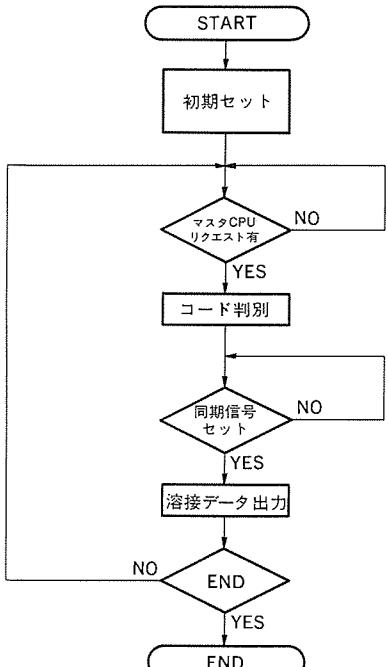


図 5. スレーブ CPU 制御フロー

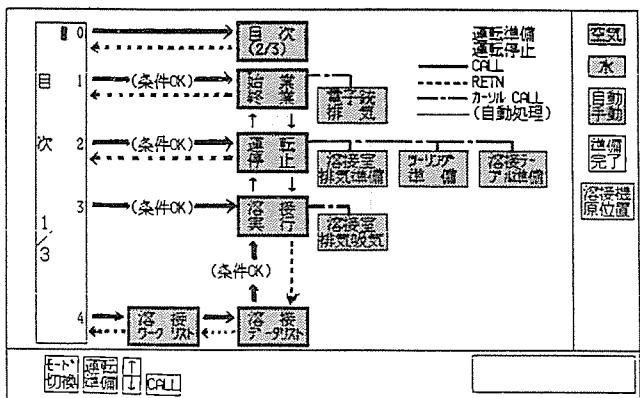


図 6. CRT 画面（目次画面の一部）

### 3.3 操作フロー

電子ビーム溶接機の操作は、次のように分類できる。

- (1) 主操作……溶接 プログラム の設定, 溶接条件出し, 溶接実行
  - (2) 準備操作(始業・終業操作)……電子銑排気・給氣, 陰極加熱・冷却
  - (3) 卓検操作……機器の卓検, 部品交換

このように、操作内容は多岐にわたっているので、その操作には習熟度が必要であった。そこでこの装置では、初心者でも、操作盤面のCRT画面と対話することですべての操作が行えるよう、以下の点に重点をおいて操作インターフェンスを構築した。

- (a) CRT の画面対応で操作機能が変化する ファンクションスイッチ を導入することによって、操作を簡易化した。
  - (b) 目次画面を導入することで、操作概念を容易に把握できるものとした。
  - (c) シーケンス 実行項目ごと及び シーケンス 階層ごとに画面を区分し、処理を明確化した。
  - (d) 画面表示 エリアを 3 区分し、それぞれの表示内容を固定化した。
  - (e) 溶接データを、ワークの種類 溶接内容に従って登録と管理

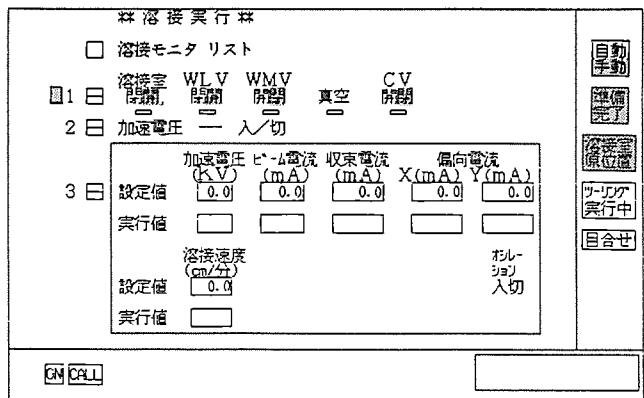


図 7. CRT 画面（溶接実行画面）



図 7 (a) 溶接排気 (待機状態表示)

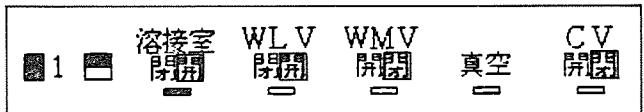


図 7 (b) 溶接室排気 (シーケンス処理状態表示)

手動モードで[ON]スイッチ操作により溶接室・閉処理実行中。



図 7 (c) 溶接室排気 (シーケンス処理状態表示)

手動モードでONスイッチ操作により溶接室・閉処理完了、  
WL V・閉処理実行中。

できるものとした。

図 6. は、目次画面の一部である。画面の表示エリアのうち、右端の部分が運転状態を示すエリア、下の部分が操作可能なスイッチを示すエリア、中央が作業内容を示すエリアである。

目次画面では、処理する作業内容に応じて、条件チェックされた矢印が示す方向に、ファンクションスイッチを操作して画面を切り換える。また操作は、画面切換2種類(CALL, RETN), シーケンス進退指令5種類(運転準備, 運転停止, 起動, ON, OFF), 運転モード切換1種類(自動/手動)のファンクションスイッチで行えるようになっており、シーケンス処理区分ごとに、連続又は各個処理ができる。

図 6., 図 7., 図 8. に操作の一例を示す。図 6. の目次画面では，“条件 OK”，つまり始業操作が完了している時に溶接画面を CALL できる。次に、図 7. の溶接実行画面では，“自動”モードの場合、起動スイッチの操作のみで画面に表示されている一連の溶接シーケンスを完了する。また“手動”モードの場合には、溶接室の排気、加速電圧印加、溶接実行をそれぞれ ON, OFF スイッチで各個前進、後退させることができる。図 7. (a)は、溶接実行画面のカーソル位置 1 の溶接室排気シーケンスを取り出したもので、シーケンスが待機状態にあることを示している。この状態で ON スイッチを押せば、図 7. (b)に示すごとく、1 は溶接室・閉処理実行中の表示となるが、溶接室の状態は閉である。次に、図 7. (c)に移った時、溶接室は閉

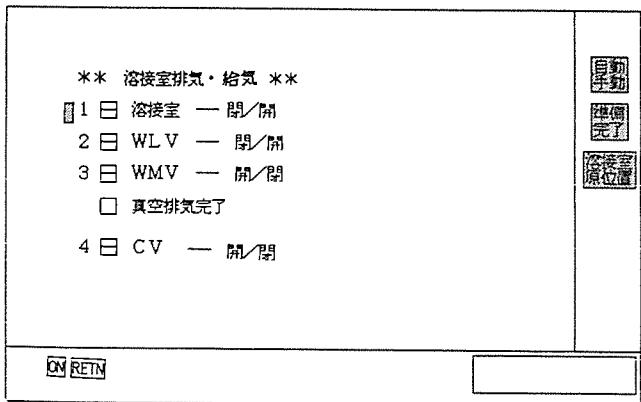


図 8. CRT 画面（溶接室排気・給気画面）

となり、WL V・閉処理を実行する。

#### 4. 溶接機能

電子ビームは、高いエネルギー集中性と電磁界制御に対する高速応答性とを本質的に備えており、コンピュータの導入による電子ビーム電力制御、収束・偏向制御及びワークの CNC 制御によって、その機能は、従来の単純形状継手の溶接から複雑形状継手の溶接へと広がり、更に、局部焼入れ、チル化、刻字、高速マーキングなど溶接以外の加工への適用も始まり、多くの産業分野で部品生産の低コスト化に寄与できる。

##### 4.1 電子ビームの集中性とその応用

図 9. は、出力 6 kW の電子ビームを収束させた時の電流密度分布をスリット法で測定したものである。この時の平均電力密度を、半値全幅（約 0.3 mm）を使って求めると、 $8 \times 10^6 \text{ W/cm}^2$  に達していることがわかる。

図 10. は、このエネルギー集中性の高い電子ビームによって得られる溶込み特性を示したものである。この特性を利用すると、図 11. のように、アルミニウム合金材に、空間を飛び越して 2 層の溶接が一度に出来るほか、図 12. に示すように、低融点部材を局所的に溶融して、高融点部材に加工された溝に流し込み、アルミニウムと鉄のように溶接が困難な異種金属をも接合することができる。

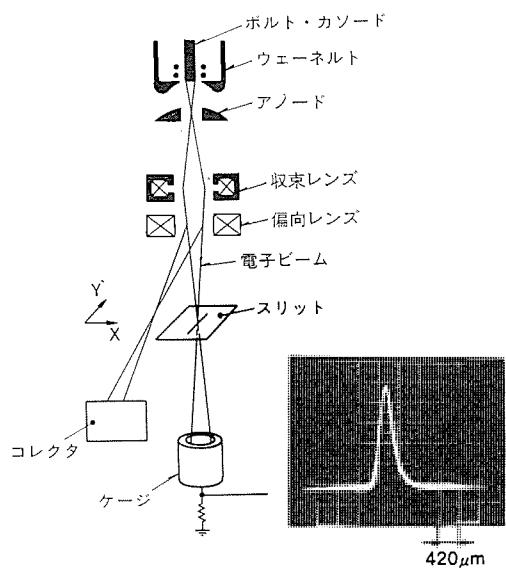


図 9. スリット法による 60 kV-100 mA 電子ビーム電流分布の測定

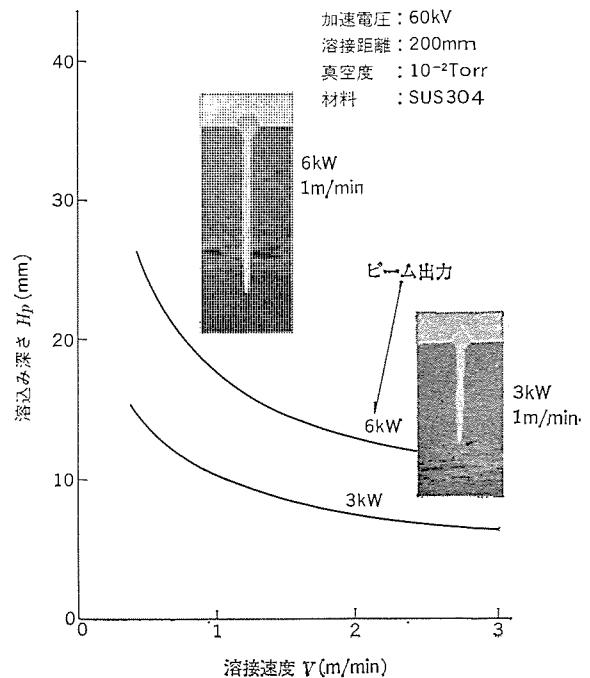


図 10. 6/3 kW 出力における溶込み特性

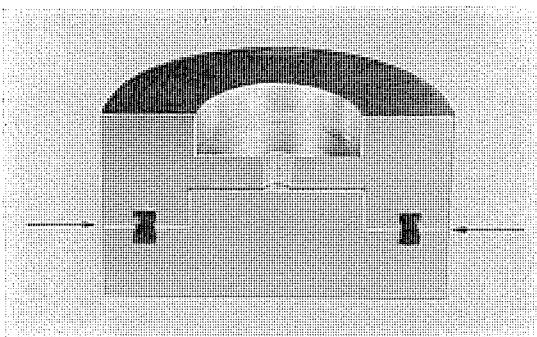


図 11. 2 層同時溶接例

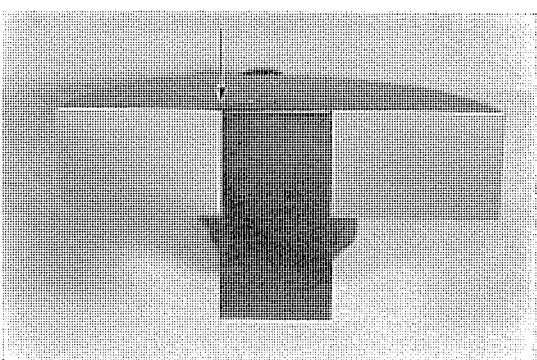


図 12. 溶接不能材の接合例

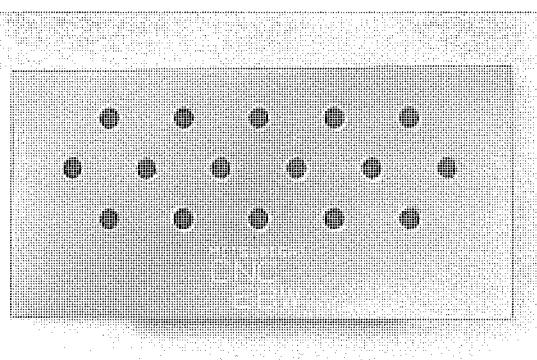
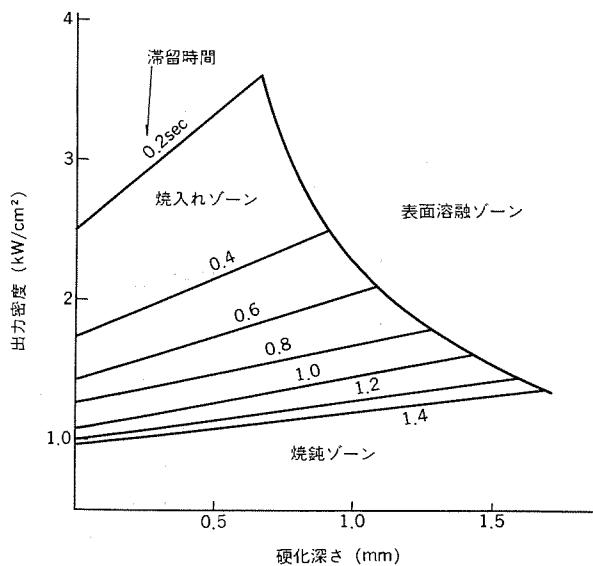
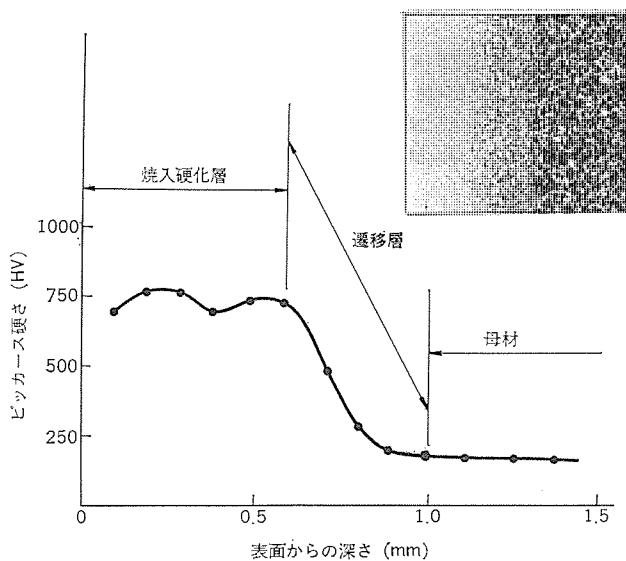


図 13. 高速円群溶接と刻字例



(a) 焼入 データ



(b) 焼入硬化分布 (S 45 C)

図 14. 表面焼入れ条件範囲と焼入れ硬化分布

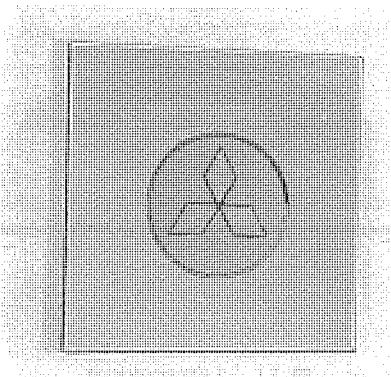


図 15. パターン走査による表面処理例

#### 4.2 電子ビームの電力・偏向制御とその応用

コンピュータを用いて電子ビームの電力とその偏向角度とを制御すると、電子ビーム自身を移動させて溶接を行うことができる。この方法は、熱交換器のように短い溶接線が多数あるときに、非常に有効である。

図 13. は、電子ビームをスキャニングして溶接線を検出した後、電子ビームを円偏向させて溶接した高速円群溶接の一例である。図中の

文字もまたコンピュータのプログラムにより高速偏向制御された刻字例である。

また、コンピュータに所要の偏向パターンをプログラムすれば、電子ビームの電力集中度の使い分けによって、マーキング、チル化、表面焼入れなどをを行うことができる。

図 14. は、電子ビームによる表面焼入れ条件範囲と焼入れ硬化分布とを示したものである。この機能と、電子ビームの偏向処理パターンとを組み合わせることによって、図 15. に示すような所定の形の金属の表面処理が可能となる。

#### 5. む す び

この装置は、6 kW 出力領域におけるあらゆる小物部品の溶接に適用できるよう、コンピュータにより多様化、高性能化したものであるが、溶接の各条件が、プログラム入力によって設定できるため、複雑な形状の部品の溶接ができるだけでなく、電子ビームの高速偏向機能を生かした高速マーキング、エネルギー密度の変化も加えた金属表面加工などの新加工が可能となった。

これにより、今後、電子ビーム溶接機が多機能な加工機として発展することが大いに期待できる。

# 溶融炭酸塩形燃料電池

村橋俊明\*・佐藤一直\*・漆畠広明\*・松村光家\*\*

## 1. まえがき

大規模電源立地の困難さとエネルギー源多様化の社会的要請を背景に高効率の発電システムの開発が望まれている。燃料電池発電システム<sup>(1)</sup>は発電効率が40%以上あり、更に排熱利用も含めた総合熱効率は80%以上が可能であるとして開発が進められてきた。当社はここ数年来、第一世代形と呼ばれるりん酸形燃料電池の開発に取り組んでおり、既に50kWの改質装置、電池モジュール、直交変換装置及び制御装置からなるトータルシステムを開発した。同時に通商産業省のムーンライト計画に加わり、現在1MW実証プラントの建設に着手している。

燃料電池にはりん酸形のほかに第二世代と呼ばれる溶融炭酸塩形<sup>(2)</sup>が存在する。この溶融炭酸塩形は従来、材料上の問題からその実現はかなり先の将来と考えられていたが、昨今の電池技術の進歩は著しく、また、この溶融塩形が石炭ガスの利用が可能であること、及び内部改質技術を取り入れることによって、55~60%もの高効率が期待されることが明らかになるとともに急速に現実性が増し、米国、日本を中心に各所で精力的な開発が進められるに至った。

当社でも早くは昭和30年頃にいったん研究に着手し、その後中断した経緯をもつが、りん酸形とほぼ並行して再び中研で開発を進めてきた。この報告ではこの溶融炭酸塩形の開発の現状を報告する。

溶融炭酸塩形をりん酸形と比較した場合の特長としては高温運転(650°C)のため白金触媒が不要であること、触媒被毒のためりん酸形では用いられない一酸化炭素(CO)を含んだ石炭ガスも燃料ガスとして使用可能であること、発電効率がりん酸形よりも高いこと、更により効率の良い廃熱利用が可能である点などが挙げられる。

当社はこれまでに電池技術の開発を強力に進め、10cm<sup>2</sup>、300cm<sup>2</sup>級の単セルテストを行い、多くの基礎的数据を蓄積してきたが<sup>(3)</sup>、今回更に将来の大出力化に備え、積層技術の開発を目的として1,000cm<sup>2</sup>級のセルサイズの5セル・スタックの試験を行った。そしてこれら一連の試験から今後の電池技術とスタック技術の改良及びより一層の高性能化への手がかりを得ることができた。しかしながら、この溶融炭酸塩形は高温で運転し腐食性の強い溶融塩を用いるため、使用する材料のクリープや腐食などの問題を抱えており、今後解決されねばならない課題も依然として多い。

この報告では溶融炭酸塩形燃料電池について、その原理を簡単に述べたあと、これまでに開発した電池要素技術、単セル及びスタックの運転特性について報告するとともに今後の課題について述べる。

## 2. 電池要素技術

### 2.1 動作原理

溶融炭酸塩形燃料電池の発電原理を示すモデル図を図1.に示す。動作温度(650°C)では炭酸塩は溶融状態にあり、優れたイオン導電性を持っている。アノードには水素あるいは水素と一酸化炭素(CO)を含む燃料ガスが、カソードには空気と炭酸ガス(CO<sub>2</sub>)を加えた混合ガ

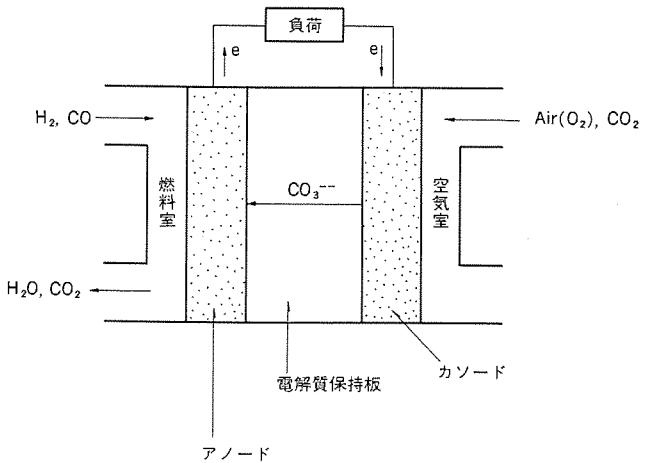


図1. 溶融炭酸塩形燃料電池の原理

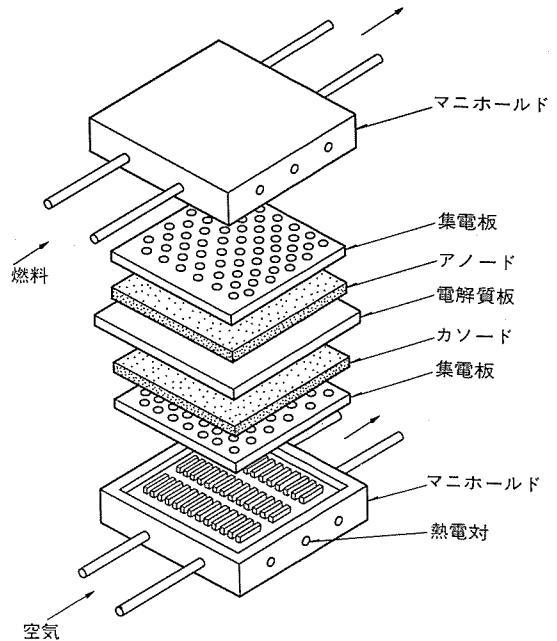
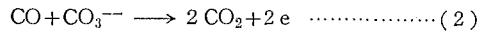
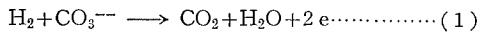


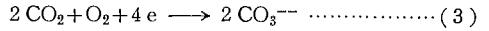
図2. 単セル電池の構成

スが供給される。外部回路を接続すると下記の反応がそれぞれの極で進行する。

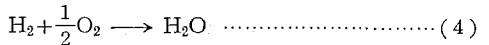
アノード：



カソード：



電池反応：



上記反応で生じる電子が外部回路を流れるときに成す仕事が発電である。この電池の電極反応の特徴は、アノードでは水素だけでなく、

CO も電極反応にあずかること、更にカソードでは CO<sub>2</sub> も反応の活物質となることである。

## 2.2 電池構成

溶融炭酸塩形燃料電池の基本構成はアノード、カソード及び電解質板から成る。単セル試験のためには反応ガス供給のためのマニホールド及び電流を取り出す集電板が必要であり、それらを含めた単セルの構成を図 2. に示す。

## 2.3 電極

### 2.3.1 アノード

アノードにはニッケルの多孔質焼結体を用いた。溶融炭酸塩形では、電解質による電極のぬれ性をコントロールする方法としては、電解質板と電極（アノード及びカソード）の平均気孔径を相対的に適切な値にすることが、今のところ唯一の有効な方法と考えられ、したがって製作時におけるそれぞれのコンポーネントの平均気孔径のコントロールが極めて重要である。アノードは更に一定面圧下で運転中に収縮（クリープと呼ばれる）が生じやすく、その結果、電気的接触が不良になり、特性の低下をもたらす。したがって、アノードのクリープ特性を向上させることは大変重要であり、我々は LiAlO<sub>2</sub> をアノード中に注入することにより、クリープ特性を大きく改善することが出来た。

### 2.3.2 カソード

カソードにもニッケル多孔質焼結体を用いた。ニッケルカソードは、セル運転時に酸化剤ガスにより酸化されて NiO に変る。この NiO は更に電解質中のリチウム塩と反応し、Li がドーピングされて NiO(Li) となり電気抵抗が大きく減少し、電極として機能するようになる。カソードの問題点は NiO が電解質中に溶解していくことで、特に加圧下での溶解が大きいとされている。この NiO の溶解は、カソードの電気的コンタクトの不良化や、電解質板中での電気的短絡の原因になるとして問題視されている。今後の NiO カソードの安定化、及び NiO に代る新しいカソード材料の開発が重要課題である。

### 2.3.3 電解質板

電解質板は溶融炭酸塩に対して安定なセラミックスから作られる多孔質板で、セル運転時に溶融状態の炭酸塩を保持し、アノードとカソード双方のガスが混合しないように隔壁の役割を果たす。セラミックスとしては LiAlO<sub>2</sub> を用いており、ホットプレスを用いて 450~500°C でタイル状にプレスして成形した。平均気孔径は、アノードやカソードに比べて非常に小さく、電解質の保持性を高めている。先にも述べたように、アノードとカソードの気孔径分布は電解質板の気孔径分布とわずかに重なっており、ガス拡散電極の電解質による適正なぬれを維持している。

電解質の問題点は、製造時の欠陥から生じるクラックやピンホールによるガスのクロスオーバー、更に温度サイクルを加えた場合の熱応力によるクラックの発生などである。これらの問題の解決のために、LiAlO<sub>2</sub> の合成法の最適化及びホットプレスの成形条件の最適化が重要である。更に一步進めて、より薄くて生産性に優れ、しかも材料最適化のためのフレキシビリティのある製法として、テープキャスティング法やホットローリング法などがある。これらの方法はホットプレス法と違い、大面积積化も容易であるので、今後これらの製法の開発を強力に進める予定である。

## 3. セル技術

### 3.1 セル構成材料

開発コンポーネントの評価及び特性確認のために、10 cm<sup>2</sup> と 300 cm<sup>2</sup>

の二つのサイズの単セル試験を行っている。前者は主として材料の評価に、後者は主として長時間運転テストに用いている。セル構成については先に図に示したが、集電板としてはアノード側にはニッケル、カソード側にはステンレスの穴あき板を用いている。単セルの場合、反応ガスは内部マニホールドを介して供給される。電解質とセルフレームの間のガスシールはウェットシール方式を用いている。このウェットシール方式といふのは、電解質板が運転時にシャーベット状の電解質を保持した弾性のある構造体となるので、セルフレームと電解質板とのスキ間を、溶融状態の炭酸塩によってガス気密性をもたせる方式をいう。セルフレームのウェットシール部及びガス室部はカソード、アノードそれぞれのガス雰囲気及び電位下でも腐食の見地から安定であるように、適切な表面処理を行った。

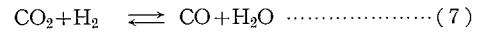
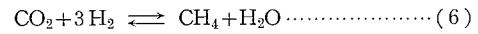
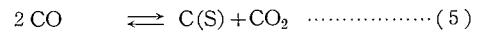
現在のところ、長時間の運転中の電解質のロスはある程度避けられず、特性の低下を招く。そこで電解質の補給が必要となるが、電解質の補給はフレームの中に補給溝を設け、細孔を通して電解質板に供給されるようにした。一般的には 2,000~3,000 時間までは電解質の補給は不要である。

### 3.2 セル試験

溶融炭酸塩形燃料電池の場合、前述したように構成材料がクリープしやすい性質を持っているため、あらかじめクリープ量を予測した上で、セル組立を行った。また接触抵抗の低減化及びガス気密性の見地から、各構成部材はできるだけ均一な厚みを持つように注意を払った。

温度は室温よりゆっくりと昇温するとともに、セルには最初 N<sub>2</sub> ガスを流し、その後アノードには H<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub> を、カソードには Air/CO<sub>2</sub> に切り換えた。これはアノードのニッケルの酸化を防止することと、カソードの Ni を NiO に変えるためである。アノードガス中の CO<sub>2</sub> は、電解質である炭酸塩の分解を防止するために加えた。

溶融炭酸塩形燃料電池では、アノードにおいて先に示した電解反応以外の、付随的な反応が生じていることに注目する必要があり、それを考慮した適切な運転上の処置が必要である。アノード側で生じる反応を以下に示す。



式(5)はカーボン生成反応であり、カーボンがアノードガス流路入口部やアノードそのものに付着し、特性の低下をもたらす。式(6)はメタノ化反応であり、改質反応の逆反応である。式(7)はシフト反応の逆反応であり、CO を生成する。したがって、これら的好ましくない反応（右向の反応）を抑えるためには、H<sub>2</sub>O をアノードガス中に加えることが必要である。実際にはアノードガスを 40~50°C の温水 バラーパーを通して H<sub>2</sub>O 蒸気を含ませてアノードに供給した。アノードガスは標準として H<sub>2</sub> 80 %, CO<sub>2</sub> 20 % を、カソードガスは Air 70 %, CO<sub>2</sub> 30 % の組成比を用いた。

運転の開始時にはウェットシール部からのガスもれ、タイルのクロスオーバーなどの有無を流量チェック、ガスクロマトグラフィーを用いてのガス分析及び開放端電圧のチェックなど定形化されたいわゆる診断技術を用いて初期状態の確認を行った。

### 3.3 セル特性

300 cm<sup>2</sup> の電極サイズを持つ単セルの特性を図 3.~図 6. に示す。図 3. は 650°C、大気圧における電流-電圧特性であり、150 mA/cm<sup>2</sup> で 0.77 V を得ている。特性は 650°C に達してから 40~50 時間

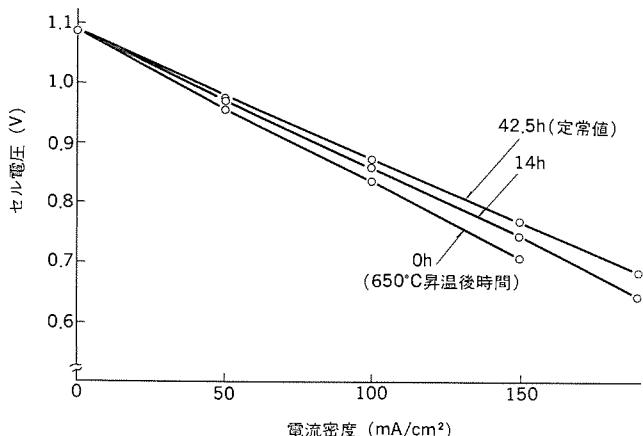


図 3. 単セルの V-i 特性

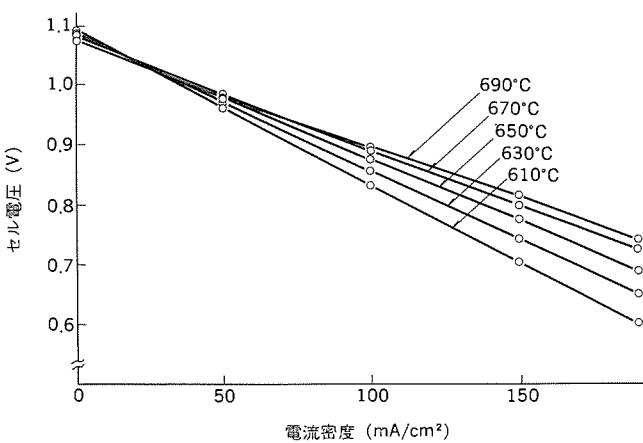


図 4. 単セル出力の温度依存性

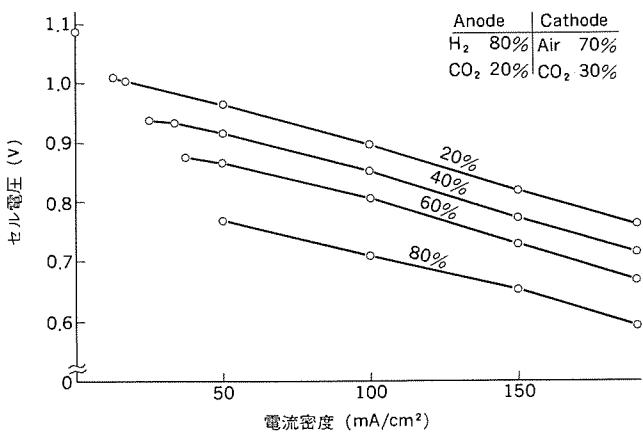


図 5. 単セル出力のガス利用率依存性

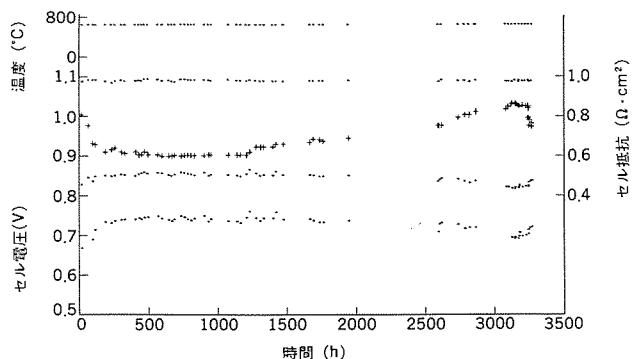


図 6. 長寿命 テスト

程度の短時間で安定動作状態に達し、りん酸形に比べると短い時間で安定化した。開放電圧はガス組成と温度から決る理論値と一致し、クロスオーバー やウエットシール部からのものは存在していないことが分かる。図 4. に特性の温度依存性を示した。動作温度を低くすることは材料の腐食及び電解質ロスの見地からは望ましいが、反面、分極も大きくなり特性が低下する。同図が示す温度依存性は 1.3 mV/°C である。650°Cを中心として上下に 40°C の温度変化を加えたが、その後の 650°Cにおける電池特性には何らの影響は見い出されなかった。今後、熱サイクル試験及び運転温度と電解質ロスとの関係をより詳しく明らかにしていく予定である。ガス利用率もまた特性に大きく影響する因子であり、更にプラント効率にも密接に結びつく因子である。

図 5. に特性のガス利用率依存性を示す。同図にはアノード、カソード共に同一利用率で運転した場合の特性を示したが、アノード、カソードどちらか一方の利用率を変えて測定した結果から、りん酸形と異なり、アノードガス利用率の特性依存性がカソードのそれよりも大きいことが認められた。これはアノードの組成ガス分圧の電気化学的ポテンシャル(ネルンスト項)への影響が大きいことを反映している。この単セルは約 200 時間で予定通り運転を止めたが、最後に至るまで特性の変化は認められず、終始安定に動作した。

一方同形の単セルで昭和 58 年 10 月以来長時間運転を行っており、既に 59 年 5 月現在で 4,500 時間を経過している。図 6. にその特性を示す。開放端電圧、150 mA/cm²での電圧及び内部抵抗は共に安定に推移していることが分かる。同セルはこれまで電解質を補給していなかったが、3,000 時間前後で内部抵抗の増加の傾向が認められたので、電解質の補給を行ったところ、内部抵抗の減少及び特性の回復が認められ、以後も引き続き安定に運転を続けている。

#### 4. スタック技術

##### 4.1 スタック構造及び構成材料

前節に述べた単セル特性を基に、セル積層技術開発の一環として 1,000 cm² のセルサイズをもつ 5 セル・スタックのテストを行った。スタックの構造を図 7. に、スタックの試験の様子を図 8. に示す。単セル構造と異なる主な点はバイポーラ板を用いて積層していること、外部マニホールドを用いていること、集電板として平板ではなく電気的接触を良くするために必要な弾性を持たせ、かつ電極に対して均一なガス分配を行わせるために波形の断面をもつ集電板を用いていることである。ガスシールは単セルと同じく、ウエットシール方式を用いている。マニホールドとスタック本体との間は弾性のあるセラミックスのフェルト材を用いて電気的絶縁とガスシールを行った。スタックの締め付けは内部抵抗及びガスリーク量をモニタしながら、適正な締め付け圧まで増し締めした。運転立ち上り方法は単セルとほぼ同じである。

##### 4.2 スタック特性

今回のスタックテストは各コンポーネントの特性、機能の確認及び積層化に伴う固有の問題(例えば温度分布、ガスフロー)の把握を目的とした。運転条件は動作温度 650°C、大気圧、150 mA/cm² で 40% ガス利用率(アノード、カソード共)とした。図 9. に特性を示すが、今回の試験では 150 mA/cm² で 370 W の出力を得ることができ、目標の 400 W をほぼ達成することができた。セル温度分布については 5 セル・スタックという小さなスタックであったため、セル間及びセル内温度分布はほとんど問題ないことが分かった。更に組立前のダミースタックでのガスフローテストの結果は、電極への均一なガスフローが得られ

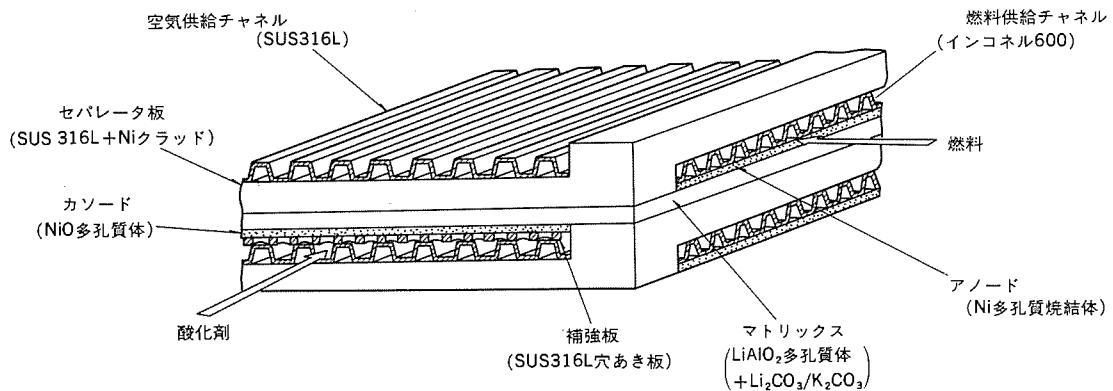


図 7. スタックの構造

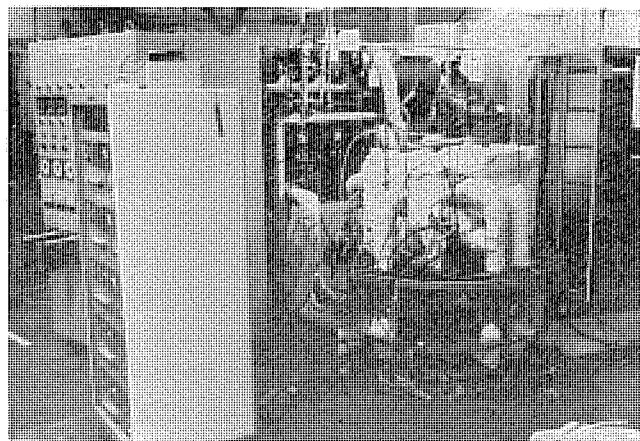


図 8. スタック試験

ていることを示した。しかし一方で、一部のセルに内部抵抗の増加が見られることや、3.3節に述べた単セル特性と比較すると、各セルの特性が若干低いことが認められるなど、セルサイズの大形化及びスタック化に伴う問題の存在が明らかになった。今後はこれらの問題の解決に全力を挙げ取り組む予定である。

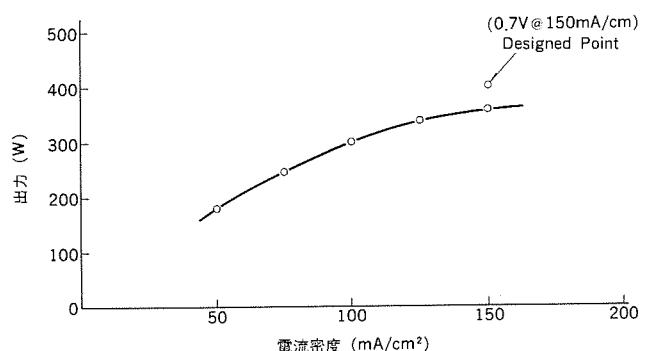


図 9. スタックの出力特性

## 5. 発電システム

溶融炭酸塩形燃料電池発電システムについては様々なシステム検討を行ってきたが、ここでは最も注目を集めている内部改質システムを中心について述べる。後述するように、このシステムでは55%以上の高効率が期待でき、このため、従来から溶融塩形は大規模発電システムと限定されてきた考えが一変し、分散配置形としても十分経済性があるものとして注目されてきている。

### 5.1 内部改質技術について

内部改質とは、燃料ガスの主成分であるメタンを水素に変換する改

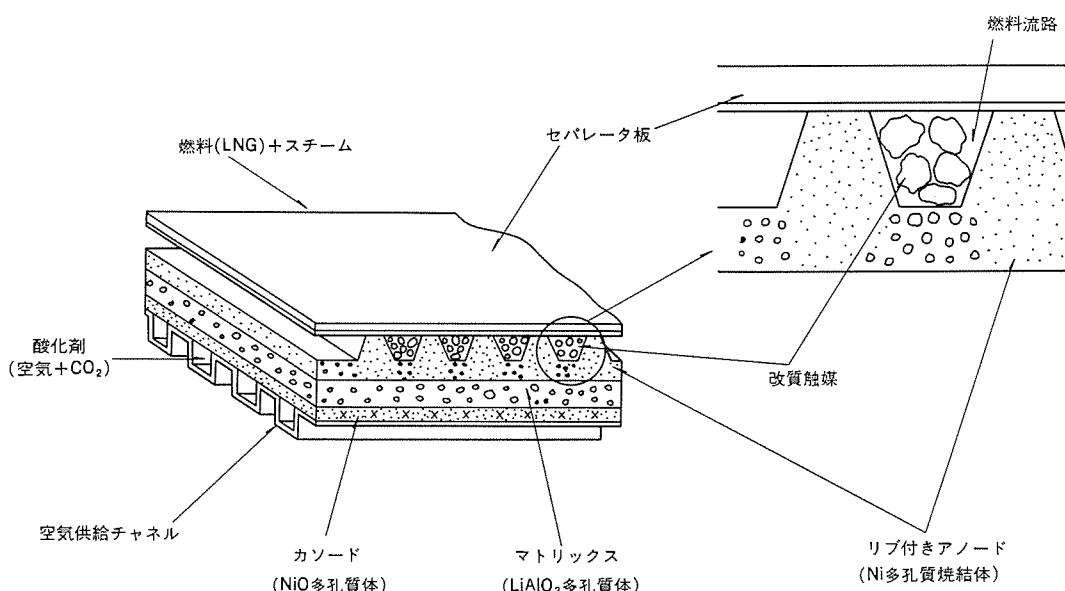


図 10. 内部改質技術の概念図

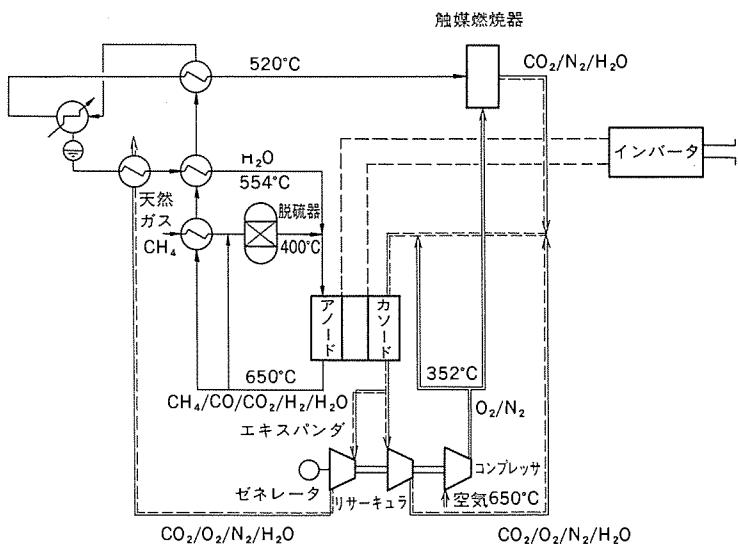


図 11. IMW システムフロー 図

質反応を、燃料電池のアノード室の近傍あるいはアノード室内部で行わせるもので、改質反応で生成した水素は速やかにアノード電極反応で消費されるので、改質反応はほぼ完全にメタン分解の方向へ進む。同時に、改質反応は吸熱反応であるのに対し、電池反応そのものは発熱反応であるので、アノード室は直接熱交換の場となり、トータルの反応効率が向上する。実際我々が行った種々の内部改質をとり入れたシステム分析の結果は、発電効率として 55% 以上が可能であることを示している。図 10. に内部改質技術の概念を示す。同図では改質触媒をアノード室に入れた、いわゆる直接形内部改質の場合を示している。

## 5.2 発電システム

システムの一例として天然ガスを燃料とする内部改質形の発電システムを検討した。図 11. にプロセスフロー図を示す。内部改質方式の場合、上述のように電池で発生する熱のかなりの割合が改質反応に消費されるため、冷却のためには、酸化剤である空気を理論的に決められる値の 5~6 倍流すだけでよい。このため空気のリサイクル方式を採用し、カソード排出ガスの一部をリサイクルし、スチームの形で熱を回収し、低温にしてカソード入口に戻している。カソード排出ガスの残りは膨脹機で動力を回収している。次に動作条件の最適化を目的として、同システムについてパラメトリックな検討を行った。図 12. に動作圧力とシステム効率の関係を示す。膨脹機、圧縮機ユニットやインバータの効率としてそれぞれ 0.72, 0.96 を仮定している。5 kg/cm<sup>2</sup> G 付近で

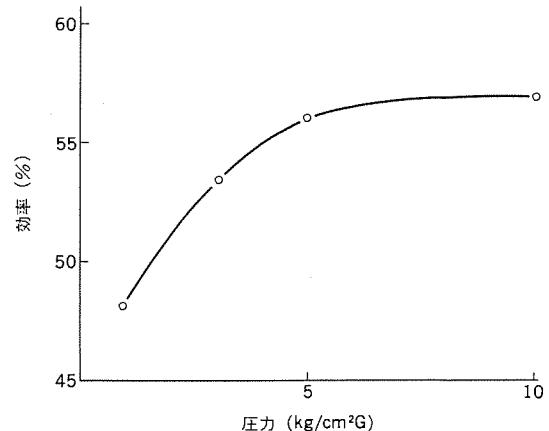


図 12. 動作圧力と発電効率の関係

送電端発電効率は 57% に達することが分かる。

## 6. むすび

溶融炭酸塩形燃料電池について電池の原理、電池要素技術、セル試験、スタック試験について述べ、更に内部改質方式とそれを取り入れた発電システムの検討結果について述べた。単セル試験においては、ほぼ当初目標としていたレベルを達成しているが、より高い特性と長寿命を得るために一層の努力が必要である。今後電極及び電解質板の大形化が重要となり、とりわけ電解質板については現行のホットプレス方式からテープマトリクス法などの新しい方法の開発が急務である。スタックについてはほぼ当初の目標の出力を達成することができたが、多数セルを積層する場合の問題点について今後の具体的な開発課題が明らかになった。

システム構成については、更にシステム全体のバランスを考えてケーススタディを行う。溶融炭酸塩形燃料電池の開発には材料の開発を主軸とする電池本体の開発と、内部改質技術を取り入れたシステムの開発とを、バランスよく進めなければならず、これらの技術課題について今後も鋭意開発を進める。

## 参考文献

- (1) Hand book of Fuel Cell Performance IGT (1980)
- (2) 内田、外島：日本金属学会誌, 21, 679 (昭 57)
- (3) 漆畠ほか：電気学会研究会資料, ESC-82-42, p. 21 (昭 57)

# 超マイクロフィルム(UMF)を利用した電子ファイリングシステム

望月純夫\*・飯田登\*・近江清\*・伊藤修華\*\*・苗村水戸夫\*\*・向井文章\*\*

## 1. まえがき

近年、オフィス作業の合理化、高速化を図るOA(オフィスオートメーション)の機運が急速に高まりつつある。OAの代表的な分野を担う電子ファイリングシステムとして、比較的小容量で、高速アクセスを可能とする光ディスクを用いたシステムが商品化されている。

当社は、特許公報など、膨大な資料を半永久的にファイリングするシステムとして(社)発明協会、(株)特許データセンターと共に、蓄積媒体として超マイクロフィルム(UMF)を用いた電子ファイリングシステム(UMFシステム)の開発を行った。UMFシステムは、最大約1,800万ページの文書、画像情報を蓄積・自動検索し、高速出力を実現するものであり、OAのファイリングシステムとして、光ディスクシステムと相補い合いながら利用していくことが期待される。

ここでは、UMFとUMFを蓄積し、文書、画像情報をイメージデータとして読み取るためのUMF読取り装置及びイメージデータを高速に出力するためのイメージプリント装置、更にこれらの装置を用いたUMFシステムの具体例として、特許公報をUMF化し、自動検索する発明協会公報複写自動化システムの構成と機能について解説する。

## 2. 超マイクロフィルム(UMF)

UMFは超微粒子の銀塩フィルムである。フィルムはストリップと呼ばれ、200mm×35mmのシート形状で、A4版又はB5版の文書画像情報を1ページあたり2mm×3mmのサイズ、すなわち約1/10,000という超高密度に縮小し、1枚のストリップに560ページ記録する。この様子を図1に示す。1台のUMF読取り装置の中にこのストリップを512枚収容できるので、1台の装置には286,720ページ蓄積することができる。

このUMFを使用した電子ファイリングシステムの特長は、

### (1) 超大容量のファイリング

標準構成でUMF読取り装置64台を接続し、1,800万ページもの文書画像情報を蓄積・検索できる。また、この標準システムを複数台LANに接続し、更に大容量のファイルに拡張できる。

### (2) 半永久的保存

銀塩フィルムであるUMFは、安定性、保存性、信頼性などに優れて

いることが既に実証されている。

### (3) 高速検索

蓄積情報の任意の1ページを平均2秒という高速で検索できる。

### (4) 省スペース

UMF読取り装置1台でオフィスの書架10台分に相当する。

### (5) 遠隔検索

検索端末装置を増設すれば、同じ建設の各階、各部署で同時に検索できる。また隣接する建物や遠隔地からの検索もLANや日本電信電話公社回線により簡単に実現可能である。

### (6) 遠隔出力

遠隔地の端末装置からの検索、又は電話での検索依頼を受けた場合、検索結果を全国各地のファクシミリに出力可能である。

### (7) 安価な安全対策

UMFは簡単に安価にコピーができる。このコピーした貴重な情報を日本各地に分散保管して、万一の災害や事故に対し迅速に復旧することができる。

### (8) 情報の目視確認が可能

UMFは文書を電気信号に変えず、そのまま光学的に縮小記録する。万一の災害や事故などでシステムが使用できない場合にも、UMFを光学的に拡大し容易に内容の確認ができる。

### (9) 高い蓄積情報量

UMFはアナログ記録で16本/mm以上の高い分解能を有しているので、将来のハードウェアの技術向上により、更に高精度の画質がフィルムを替えることなく実現できる。

## 3. UMFシステム用ハードウェア

### 3.1 構成上の留意点

UMFシステムの情報は文書と画像が混在しているため、コードデータとしてではなく、イメージデータとして取扱う必要がある。コードデータの場合、A4版1枚(1,600字収容と仮定)を1文字あたり2バイトでコード化すれば、3.2Kバイトのデータ量である。しかし、イメージデータの場合は、A4版1枚を8.9本/mmで走査すれば約500Kバイトのデータ量となる。

この大容量のイメージデータを標準的な帯域圧縮技術であるGIII規格を用いて、データ量を1/5~1/7に圧縮し、システム効率の向上を図っている。また、計算機とのインターフェースは、将来的な適用機種の増加なども考慮し、汎用のGP-IB規格を採用している。1枚のイメージデータは200Kバイト/秒という高速データストリームとして計算機に入出力される。

以下、UMFシステムを構成するハードウェアについて説明する。

### 3.2 M8911 UMF読取り装置

#### (1) 仕様

この装置は1台で286,720ページの蓄積、検索が可能な装置で、仕様及び外観を表1、図2に示す。UMFストリップは円筒状のカルセルに放射状に収容する。

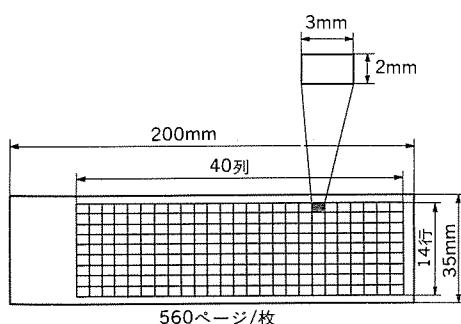


図1. UMFストリップ

表 1. M 8911 UMF 読取り装置仕様

総記憶容量(ページ)	286,720
UMF 収容枚数(枚)	512
UMF 記録単位(ページ/枚)	560
データ量(非圧縮)(K バイト/ページ)	500
検索時間(シークタイム)(秒)	平均 2
読み取り時間(リードタイム)(秒)	約 6
読み取り解像度(本/mm)	8.9(A4), 10.4(B5)
原稿サイズ	A4 又は B5

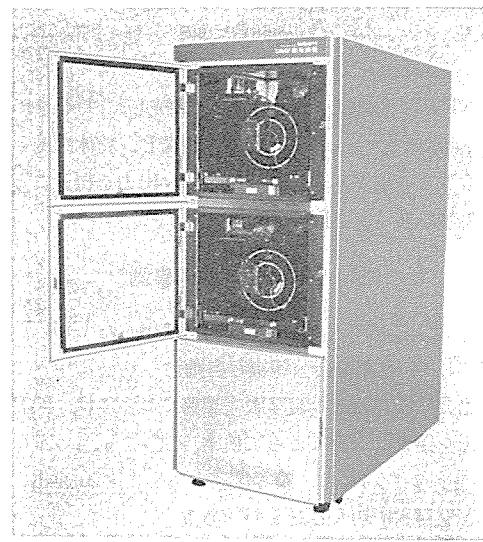


図 2. M 8911 UMF 読取り装置

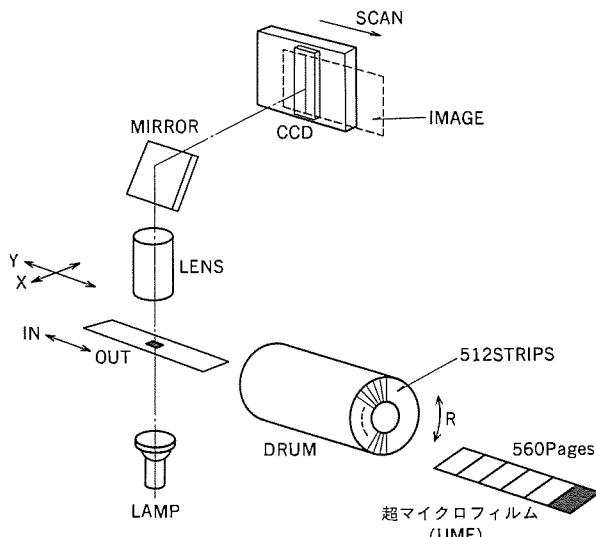


図 3. UMF 読取り装置原理図

## (2) 読取り原理

UMF の読み取り原理を図 3. に示す。UMF 読取り装置に検索コードが与えられるとカルセールが回転し、所望のフィルムを後方に引き出す。次に光学系が XY 方向に移動し、所望の 1 ページのコマに位置決めされる。このコマをランプで照明し、特殊高解像レンズで光学的に拡大した光学像を CCD センサによる主走査、及びスキャナによるメカニカルな副走査により 1 枚の画像信号に変換する。原文書が A4 (B5) 版であれば 8.9 本/mm (10.4 本/mm) の分解能に相当する精度で走査し、CCD センサの各画素の濃淡から白黒を判定し、それを

表 2. M 8912 UMF 制御装置仕様

画像信号入力	専用
画像信号出力	GP-IB
制御信号	GP-IB
帯域圧縮方式	GIII 規格準拠
帯域圧縮速度	1.1 μs/dot 以下
圧縮率	標準文書で 1/5~1/7
1 架実装台数	2 CH 単位で 8 CH まで

注 GP-IB は General Purpose Interface Bus (IEEE 488) の略

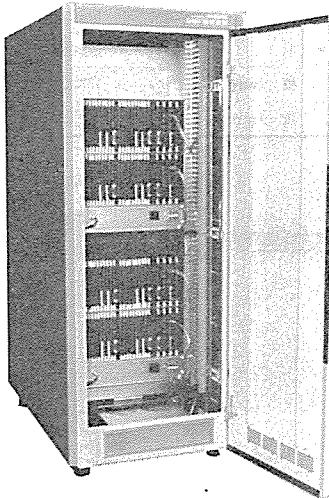


図 4. M 8912 UMF 制御装置

1 ビットのデジタル信号に変換する。なお、CCD センサは 1 ライン 2,048 ビットのものを使用しており、1 ビットは UMF 上で 1 μm の大きさに相当する。

## (3) 画像処理

この装置は画質を向上するために、種々の最新画像処理技術を採用している。主な回路として、"ダイナミックスレッショルド" 回路、輪郭強調回路、ノイズ消去回路及び画面切出し回路がある。ダイナミックスレッショルド回路は、UMF フィルムの濃度の変化、ランプ照度の経年変化、光学系の周辺光量比などで変化する画像信号に対し、二値化レベルを追隨変化させ、常に同じ条件の出力信号を得ることができる。輪郭強調回路は画像中の文字の輪郭や細線部を強調し、見やすくするもので、この回路では自画素の上下左右の画素との関連により強調の程度を決定している。ノイズ消去回路は、画像内の孤立したノイズを消去するもので、3 × 3 ドットのマトリクスウインドー方式を採用している。画像切出し回路は、黒枠で囲まれている画像から黒枠のない有効画像のみを抽出する回路である。

以上述べた処理は高速性を要求されるため、ほとんどハードウェアで実現している。出力信号はシリアルビデオデータとして UMF 切換装置を経由して UMF 制御装置へ送出される。

## 3.3 M 8912 UMF 制御装置

この装置は UMF 読取り装置からの画像信号を受け、GIII 規格に準じた圧縮信号として計算機に送出する。仕様及び外観を表 2., 図 4. に示す。なお、圧縮時間は 1 ページ当り 6 秒で、B5 版文書のデータ量は 1 ページ当り平均 40~50 K バイトである。

## 3.4 M 8914 UMF 切換装置

この装置は 64 台の UMF 読取り装置と 16 台の UMF 制御装置の間

表 3. M 8914 UMF 切換装置仕様

切換信号	画像信号
画像信号入力台数	64 max
画像信号出力台数	16 max
制御信号	GP-IB (UMFR, UMFC共に)
1架実装台数	入力 16 対出力 4 の単位ごとに 入力 64 対出力 16まで実装可能

表 4. M 8321 イメージプリンタ装置仕様

印刷方式	乾式電子写真方式
走査線密度 (dot/mm)	8.9/10.4
出力用紙種類	普通上質紙 55~135 kg
出力用紙形状	連続折畳用紙
出力用紙幅 (mm)	177.8~457.2
印刷速度 (mm/s)	172.2

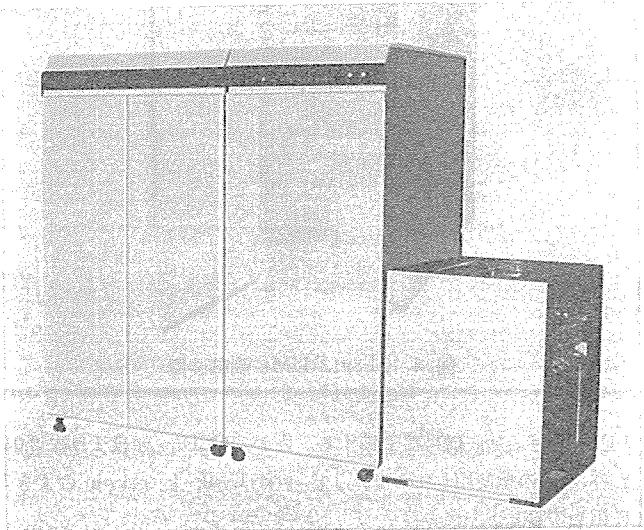


図 5. M 8321 イメージプリンタ装置

の画像信号の切換を行うことができると同時に、これらを接続されているすべての装置の動作状態などの接続情報管理を実行している。仕様を表 3. に示す。

### 3.5 M 8323 イメージプリンタ制御装置

この装置はイメージプリンタ装置の状態管理と、計算機からの圧縮画像信号を復号化する伸長回路を備えている。G III 規格に準じて圧縮された画像信号を、1 ページあたり約 1.6 秒という高速度で復号化する。

### 3.6 M 8321 イメージプリンタ装置

この装置は、OFT (Optical Fiber Tube) を使用した乾式電子写真方式のイメージプリンタ装置で、1 ページ約 1.6 秒の速度で高速プリントが可能である。イメージプリンタ制御装置で伸長された画像信号は、ビットシリアルデータとして OFT に供給される。

次に OFT により光伝導ドラムを走査露光し、1 ページの静電潜像をドラム表面に形成する。この画像を現像し、粉体画像として普通紙に転写することにより 1 ページのプリント出力を得ることができる。仕様及び外観を表 4., 図 5. に示す。

## 4. UMF システム事例

ここでは、以上述べてきたハードウェアを使用した UMF システムの代表的な例として、発明協会公報複写自動化システムについて解説する。(社)発明協会の特許公報の複写販売業務においては、顧客からの公報複写依頼を従来、人手によって検索、コピー、丁合い及び課金を行っていた。このシステムは、複写業務の省力化、高速化、省スペースを図ることを目的に導入したものである。

図 6. にシステム概念図を示す。公報複写自動化システムは、UMF 及びそのアドレスデータを作成する UMF 製作室、データの入力を扱う公報入力システム及び複写業務を行う公報複写システムから構成される。以下に、当社が担当した公報入力システムと公報複写システムの機能などを紹介する。

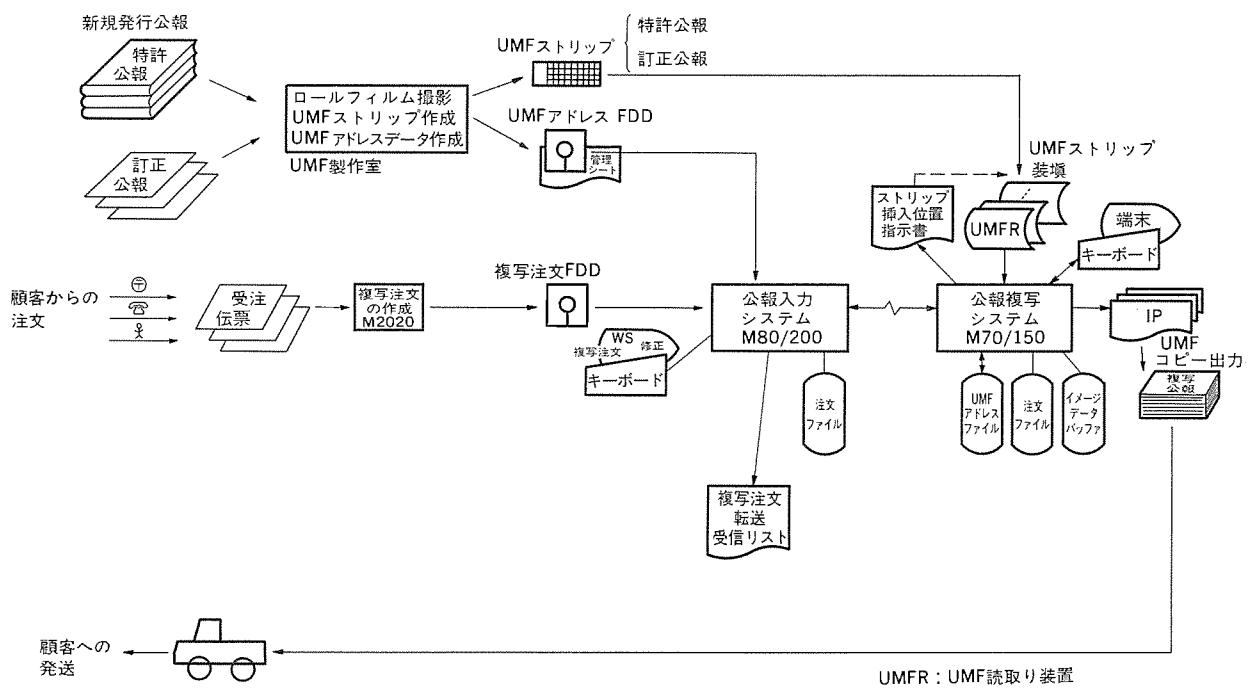


図 6. 公報複写自動化システム概念図

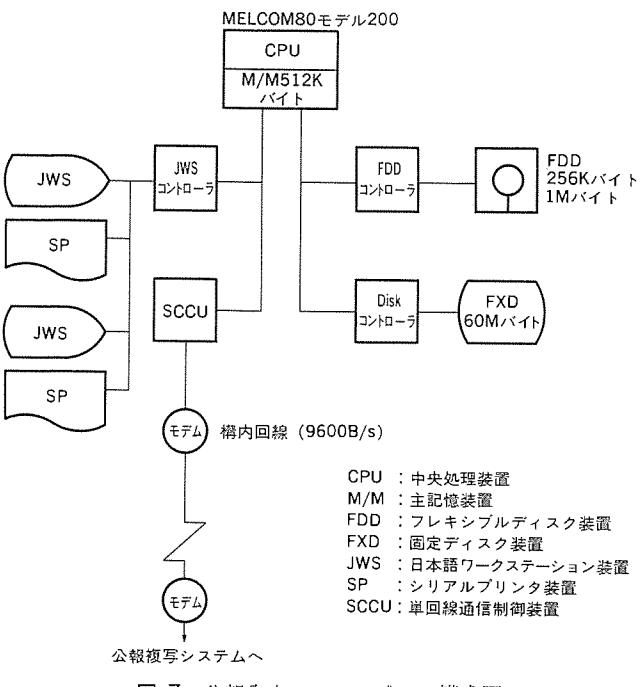


図 7. 公報入力システムハードウェア構成図

#### 4.1 公報入力システム

このシステムは、公報複写システムが効率良く稼働するために、UMFアドレスと複写注文のチェックを行うものである。図7.にハードウェア構成を示し、以下に機能を述べる。

##### (1) UMFアドレステータの入力及び転送

特許公報が撮影されたUMFは、ストリップのどの位置に収容されているかを、公報番号と対応付けたUMFアドレステータ(FDD上に作成される)と共にUMF製作室から提供される。UMFアドレステータは、このシステムにてフォーマットチェック、データ変換を行った後、回線にて接続されている公報複写システムへ転送する。

#### (2) 複写注文の入力及び転送

複写注文は、公報番号、優先順位、複写部数、伝票番号からなりFDD上に作成される。

このシステムにて、フォーマットチェック、UMF読み取り装置に登録されている公報番号範囲チェックなどを行い、注文ファイルへ登録する。エラーのある場合は、ワークステーションより修正することができる。複写注文は、公報複写システムからの送信要求によって転送される。また複写注文の内容と、公報複写システムの出力結果をプリンタに出力する。

#### 4.2 公報複写システム

このシステムは公報入力システムからの複写注文によって、公報の検索、読み込み、複写を行うものである。ハードウェア構成を図8.に示す。このシステムは、読み出し処理効率を最大限に発揮できるように、UMF切換装置を介し、12台のUMF制御装置とGP-IB制御装置を通して画像データを同時に読み取りできる構成となっている。更に残り13台の読み取り装置に対して次の読み取り準備(シーク)も同時にを行うことが可能である。10台の磁気ディスク装置は、2台をシステム及びプログラムに、6台をイメージデータのバッファ用ファイルに、残り2台を各々UMFアドレスファイルと、複写注文用の注文ファイルに使用している。

以下に、このシステムの機能を述べる。

##### (1) 複写業務の前処理

###### (a) 使用デバイスの設定

UMF装置、イメージプリンタ装置、磁気ディスク装置の各デバイスに対し、以下のリコンフィギュレーション機能をもっている。カルーセルには論理番号が付けられており、通常はUMF読み取り装置の番号と1対1に対応している。メンテナанс及びデバイスダウンなど、システムから当該読み取り装置を切り離す場合、UMFストリップを予備機に入れ替えて、そのカルーセル論理番号を予備機の読み取り装置番号に割り付け、当該読み取り装置を切り離して運用することができる。

同様に、磁気ディスク装置の装置名と、ファイルの論理番号が対応

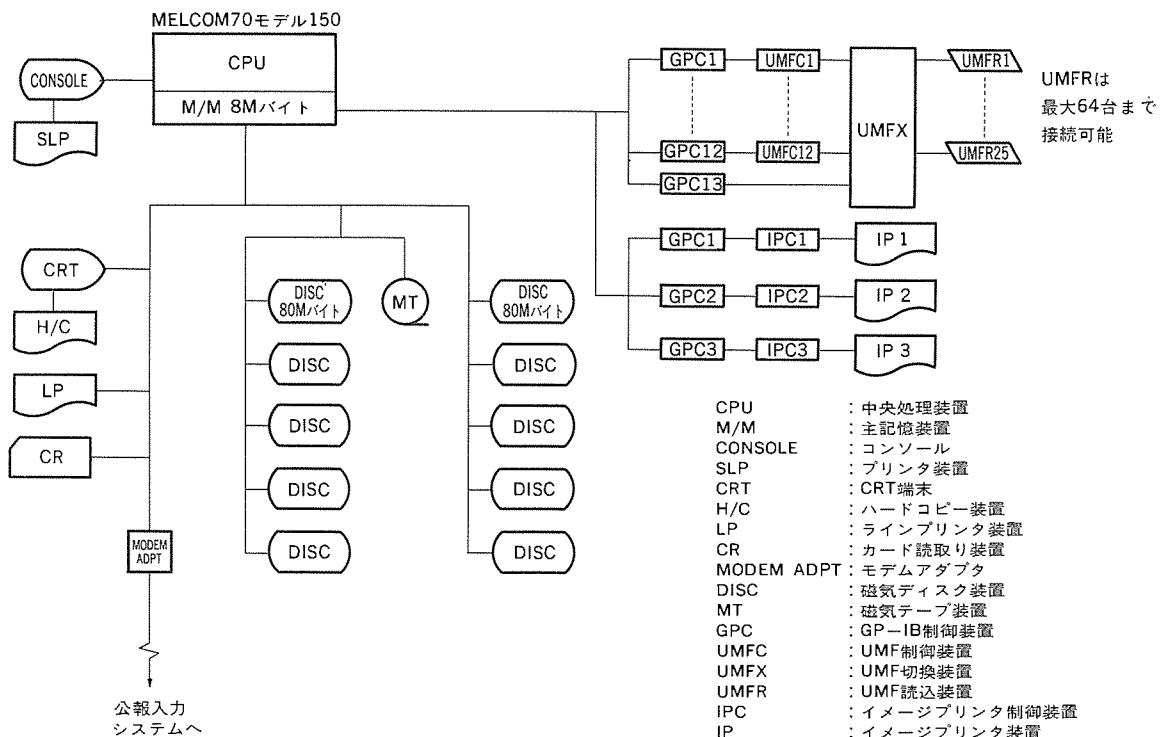


図 8. 公報複写システムハードウェア構成図

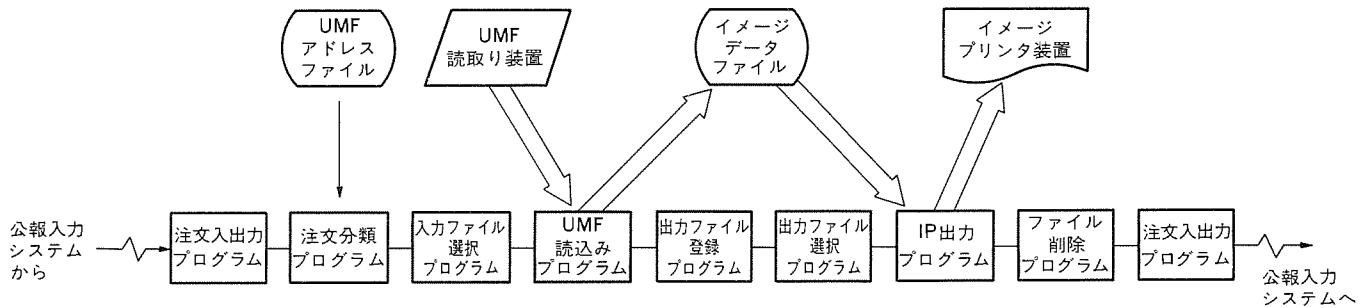


図 9. 公報複写システム 内部処理概念図

付けられており、この装置名と論理番号の割付けを変更することができる。この機能によって、磁気ディスク装置に異常が発生した場合、6台あるイメージデータバッファ用ディスク装置の1台に、当該ディスク装置のファイルを割り付け、当該ディスク装置を切り離すことにより、縮退運転が可能である。

#### (b) UMFストリップの登録

公報入力システムからUMFアドレスデータを回線経由入力し、UMFアドレスファイルに登録する。このとき、UMF読取り装置に対する負荷分散を図るため、どのカルーセルに、どのUMFを挿入すべきかをストリップ挿入位置指示書としてオペレータに通知する。また、既に発行されUMF読取り装置に登録されている公報に対する修正情報（訂正公報と呼ぶ）に関しても、オリジナルの公報UMFアドレスと関連付けて登録し、その公報を複写する際、同時にに出力する。

更にUMFアドレスの修正、削除、内容の表示が可能である。

#### (2) 公報複写処理

公報入力システムから入力された複写注文は、回線経由入力され、いったん注文ファイルに登録される。それから複写注文を構成する公報番号は、UMFアドレスに変換される。複写注文は、UMFアドレスから最も多く検索するUMF読取り装置に対応付けられる。公報番号に対応するイメージデータは、UMFアドレスを検索コードとしてUMF読取り装置から読み込まれる。UMF読取り装置に対応付けられた複写注文が減少してきた場合には、注文ファイルから選択することにより、UMF読取り装置を最大限に稼働させ、システムのトータルスループットの向上を図っている。

複写注文には注文を識別するための識別子と共に、課金のための情報（出力公報数、読み込みページ数など）を非圧縮データにて作成し、先頭ページとして付加する。このようにして、複写注文のイメージデータは、読み込まれ、複写注文単位のイメージデータが、イメージデータバッファ上に完成した後、イメージプリンタ装置へ出力される。イメージプリンタ装置の複写処理中に発生するペーパージャムなどに対し、複写注文単位にリカバリする機能と、現在出力中のページから5ページさかのぼってリカバリする機能を有するなど、運用面での細い配慮がなされている。

また、端末からのキーインにより、下記の処理を行うことができる。

- (a) 注文データの優先順位変更、キャンセル、処理状況の表示
- (b) UMF装置、イメージプリンタ装置、及び回線の制御、状態表示

図9.にアプリケーションソフトウェアの内部処理フローを示す。

#### (3) リカバリ処理

停電などの原因によって、システムダウンが発生し運用が中断されることが無いとは言えない。このような場合、公報複写システムの注文ファイル及びイメージデータバッファを用いて複写注文のリカバリを行う。この機能によって、既にイメージデータの読み込み完了した複写注文を公報入力システムから再注文し、再度UMF読取り装置から読み込むことを極力減らすことができる。このように、異常発生後、再起動しリカバリを行うことにより、運用の延長時間を短縮するよう努めている。

## 5. む す び

以上、UMFを使用した電子ファイリングシステムのハードウェアの特長、及びその具体例として公報複写自動化システムについて述べた。公報複写自動化システムは、昭和59年4月に運用が開始され、以来順調に稼働している。

UMFはフィルムであることから、UMF読取り装置の解像度の向上（8.9本/mmから16本/mmなど）に対しても、ストリップを作り直すこと無く、ハードウェア技術の向上によって、更に鮮明な画質を出力することができる。

このように超マイクロフィルムシステムは、フィルムの特長を十分に生かしながら、最新の電子技術を駆使したシステムであり、ファイリングシステムとして、

- (1) 超大容量のファイリング
- (2) 半永久的保存
- (3) UMFの高い蓄積情報量

などの特長をもっている。

今後は、小容量、高速アクセスの光ディスクとの結合により、最適な電子ファイリングシステムが構築できるものと期待される。最後に、このシステムの開発に当って御指導と御協力いただいた(社)発明協会殿及び(株)特許デイタセンター殿の関係者各位に深く感謝する次第である。

# POSシステム用簡易プログラム言語

松村 雅司\*・中嶋 英雄\*・作田 尤絃\*・芋生 信一\*・細見 祐策\*

## 1. まえがき

近年、生産現場、研究・設計現場、オフィスなど、各分野でオートメーション化の動きが活発化する中で、流通業界でも例外ではなく各種店舗においてもストアオートメーションとして、店舗情報管理システムの展開が図られ、その一環としてPOS(Point Of Sales:販売時点管理システム)ターミナルの導入が本格化しつつある。

当社では、この動向に鑑み昭和58年に高性能POSターミナルT7100を開発したが、今後ますます機能の多様化と高性能化が要求される中で、市場の要求にこたえるべくT7100専用簡易言語《MELPOS》言語を開発したので、ここに報告する。

## 2. 《MELPOS》言語の開発目的と特長

《MELPOS》言語は、店舗情報システムにおけるPOS端末処理(登録・点検・精算)に対して、システムごとの機能多様化の市場ニーズに対応するため、POS端末機能の一部をプログラムとし、システムごとのソフトウェア作成を効率化するために開発された簡易プログラム言語である。

POSシステムは、本来、店頭販売情報の即時把握処理を目的とした専用端末であり、その上で動作するソフトウェアは、リアルタイム性の要求から、ある程度専用化されたものとする必要がある。《MELPOS》端末用簡易言語に必要な機能として、

- (a) 専用言語であり、店舗情報端末という特定分野で最も使いやすいソフトウェア体系であること。
  - (b) 変換効率が良く、レスポンスタイムの速い言語体系であること。
  - (c) POS端末用I/O機器(ディスプレイ、プリンタ、フロッピディスクほか)とJISキーボード程度の簡単なシステム構成で、容易にプログラム開発ができること。
- などに配慮する必要がある。

また、《MELPOS》言語をサポートするための、《MELPOS》言語コンパイラ、エディタ、デバッガなど、ソフトウェアサポートツールを併せて整備することにより、POSターミナルを主体とした最小の開発環境によって、簡単な操作で、容易に、アプリケーションプログラムを開発可能とする必要がある。

### 2.1 機能

《MELPOS》言語は、POSシステムが具備する基本機能(オペレーティングシステム、入出力制御、通信制御など)を利用して、特定の応用システムを構築するためのツールとしての機能をもっている。《MELPOS》言語は、POS基本機能とアプリケーション要求仕様とのインターフェースを見ることができる。

### 2.2 ソフトウェア構成

《MELPOS》言語を用いた応用システムのソフトウェア構成を図1.に示す。アプリケーションプログラムは、システムが提供する基本ライブラリを適当に組み合わせて接続することにより必要な機能を実現させることができる。

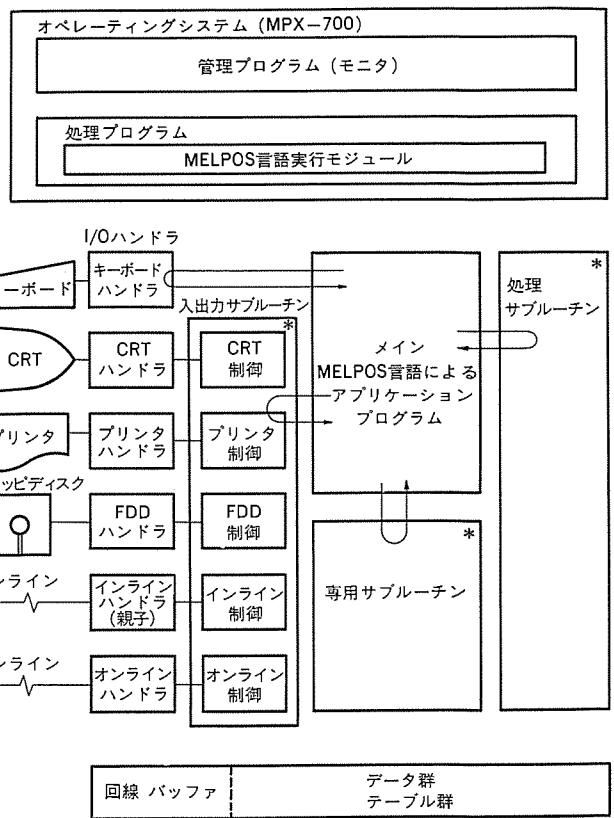


図1. 《MELPOS》言語によるソフトウェア構成

基本ライブラリ方式は、《MELPOS》言語仕様の主な特長の一つとなっており、POS特有の入出力装置の制御を行う入出力サブルーチン群、汎用的なデータ処理を行う処理サブルーチン群、適用業種に固有な処理機能を標準化した専用サブルーチン群の三つのプログラム群から構成されている。《MELPOS》言語機能の実現をサポートするソフトウェア群(セルフコンパイラ、実行モジュール、基本ライブラリ、エディタデバッガなどの各種ユーティリティ)のオペレーティングシステムにおける位置付けを図2.に示す。

### 2.3 プログラミング

《MELPOS》言語のもう機能をプログラムの形式に具体化するための構文規則の特長を以下に示す。

- (1) プログラム記述を平易にするため、パソコンなどで流通している簡易言語に似た文法を採用している。
- (2) 基本ライブラリとのリンク機能を実現するための文を備えている。
- (3) POS特有のデータ構造を扱えるよう、配列及び構造体形データの定義が可能になっている。
- (4) キーボード制御を効率よくプログラム化するための文を備えている。

主な構文規則の一覧表を表1.に示す。

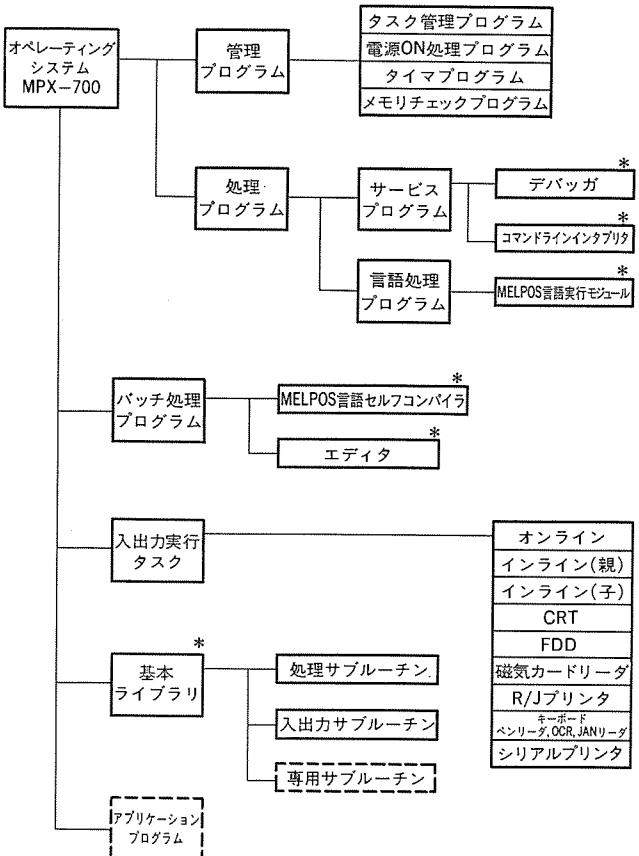


図 2. 《MELPOS》言語関連ソフトウェア（＊印）の位置付け

表 1. 主要構文規則一覧

諸元	仕様
扱える文字	数字, 英字, カナ文字, 特殊文字
データの種類／形	定数, 変数, 配列／整数形, 文字形
定数の種類	10進整定数, 16進定数, 文字列定数, 漢字定数
データ定義	TABLE文, DATA文
演算	算術演算／論理演算／関数演算 代入文
判断	IF文
繰返し	FOR～NEXT文
分岐	GOTO文, ON～GOTO文, ON～GOSUB文
手続き	GOSUB文, RETURN文, DEFSUB文, CALL文*
データ移動	MOVE文
キーボード制御	DEFKEY文, KEY文, KEYIN文

注 \* CALL文によって基本ライブラリ

（処理サブルーチン）  
（入出力サブルーチン）  
専用サブルーチン

### 3. 言語の基本仕様

#### 3.1 プログラムの構成

一つのプログラムは複数の文とEND文から構成される。プログラムの種類は大別するとメインプログラムとサブプログラムに分けられる。

##### （1）メインプログラム

最初にデータ宣言文(TABLE文, DATA文)があり、次にサブルーチン宣言文(DEFSUB文, DEFTBL文)更にKEY宣言文(DEFKEY文, KEY文)が続き、その後実行文の集りがありEND文で終る。実行文の先頭にはSTART文が必ず存在する。

データ宣言文 TABLE文 DATA文
サブルーチン宣言文 DEFSUB文 DEFTBL文
KEY宣言文 DEFKEY文 KEY文
START文
実行文 代入文 データ変換文 実行制御文 KEY入力文(KEYIN) KEY以外の入出力文 CALL文 ほか END文

図 3. プログラムの構成

#### （2）サブルーチン

最初にサブルーチン宣言文(DEFSUB文, DEFTBL文)があり、次に実行文の集りがあり最後にEND文がある。原則として、サブルーチンではデータ宣言は行わず、使用するすべてのデータ(変数及び定数)はメインプログラムで宣言する。なお、サブルーチンには複数のサブルーチンを含んでよい。

#### （3）プログラム単位

プログラム単位とはメインプログラム及びサブルーチンの各々一つをいい、作成やコンパイル、メモリへのロード、フロッピディスクへのファイル化の単位となるものである。

以上の関係を図3.に図示する。

#### 3.2 データ

プログラムで扱うことのできるデータは定数及び変数である。定数は、数字直定数(10進直定数及び16進直定数)、文字直定数、漢字直定数、複合文字直定数からなる。変数は、単純形変数(整数形及び文字形)と構造形変数とからなり、構造形変数は単純形変数の並びとして定義される。

構造形変数には、

配列形……………同一種類の要素の並び

構造体形……………異なる種類の要素の並び

構造体配列形……要素が構造体形である配列

の三つが定義できる。

#### 3.3 《MELPOS》言語コマンド

《MELPOS》言語コマンドは、機能上大別すると、データ定義文、演算文、データ変換文、実行制御文、入出力制御文、サブルーチン定義文、テーブルアクセス文に分けられる。

(1) データ定義文……………プログラムで使用する変数及び定数とそれらの形をTABLE文とDATA文で指定でき、変数及び定数はプログラム中にあっては名前で引用できる。

(2) 演算文……………算術演算、論理演算、関数演算は代入文で指定する。また、演算の種類としては、POSデータの演算処理で必要な四則演算、論理演算、絶対値に絞った。

(3) データ変換文……………プログラム内及びプログラム間のデータの移動・変換をMOVE文とCONV文で指定する。データ変換は各種コード変

換を行う。

(4) 実行制御文………実行制御機能 (IF 文, FOR 文, NEXT 文, GOTO 文, ON～GOTO 文, ON～GOSUB 文, GOSUB 文, END 文) を中心に、POS 特有のリアルタイムマルチタスク処理を可能とするために、START 文, EXIT 文を提供し、プログラムの実行開始、終了をオペレーティングシステム下で可能にした。また、複数プログラムや基本ライブラリとのリンク可能なように、CALL 文, RETURN 文をサポートしている。

(5) 入出力制御文………入出力制御は、入出力サブルーチンで実行することを原則としたが、POS は 5 章の事例に示すように、入力種類が多く、複雑なシーケンスになるため《MELPOS》言語では、POS のキーボード、ペンリーダ、OCR リーダ、JAN リーダからの入力データをモード、フロー、レベルの 3 状態で処理する命令を用意した。まず、DEFKEY 文、KEY 文により、キーシーケンスに対応する状態遷移図を

表 2. 《MELPOS》言語 コマンド一覧

CALL	KEY
CONV××	KEYIN
DATA	MOVE
DEFKEY	NEXT
DEFSUB	ON
DEFTBL	RETSUB
DELETE	RETURN
END	RDDATE
EXIT	SEARCH
FOR	SOUND
GOSUB	START
GOTO	TABLE
IF	WTDATE
INSERT	

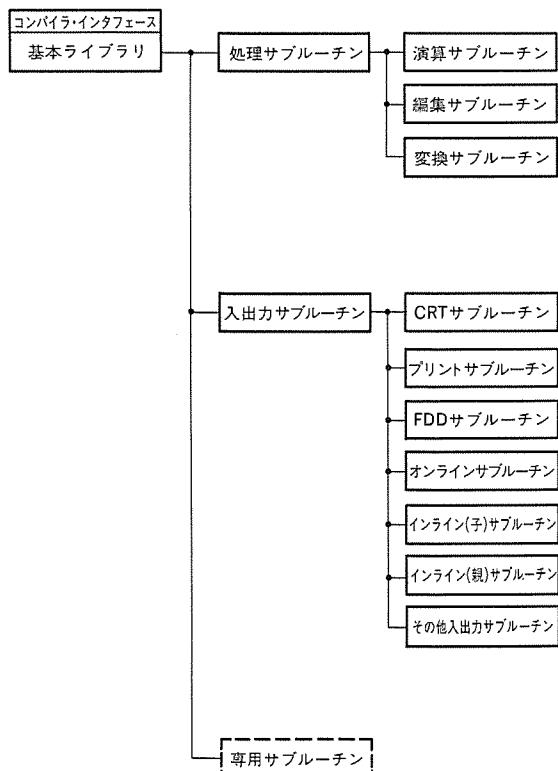


図 4. 基本ライブラリの構成

コード化して宣言し、所定の処理ルーチンへ分岐するよう定義しておき、次いで KEYIN 文により入力装置からデータ入力をを行うようにした。

(6) サブルーチン宣言文………メインプログラムからサブプログラムを呼び出すために、サブルーチンを DEFSUB 文で定義し、CALL 文によってサブルーチンにリンクする。また、基本ライブラリや OS 上のデータは DEFTBL 文で参照できる。

(7) テーブルアクセス文………POS の大容量テーブル（部門、単品など）へのアクセスとして、SEARCH 文、DELETE 文、INSERT 文を提供し、大容量テーブルの検索、削除、追加を容易に行えるようにした。コマンドの一覧表を表 2. に示す。

### 3.4 基本ライブラリ

基本ライブラリは、《MELPOS》言語によるアプリケーションプログラム開発の効率化と処理の高速化を目的としたサブルーチン群である。基本ライブラリの構成を図 4. に示す。

(1) 処理サブルーチン………データの演算、編集、変換などの処理の高速化を図るためのサブルーチンである。

(2) 入出力サブルーチン………CRT、プリント、FDD、オンライン、インラインなどの入出力制御を行うサブルーチンである。

(3) 専用サブルーチン………テーブル操作などの業種に固有な処理を標準化したサブルーチンである。

## 4. 《MELPOS》言語によるプログラム開発手順

《MELPOS》言語を用いてアプリケーションプログラムを開発する場合、プログラム作成、コンパイル、実行などに必要なプログラムはすべて OS コマンドにより起動され、実行される。

### 4.1 使用環境

《MELPOS》言語によるプログラム開発に必要なハードウェア構成を図 5. に示す。

(1) JIS キーボード：プログラムの作成、編集、コンパイル実行時のコマンドの入力用

(2) シリアルプリンタ：ソースプログラムの出力、コンパイル結果（オブジェクトコードリスト、エラーリスト）の出力用

(3) フロッピーディスク：エディタコンパイラロードモジュール、ソースプログラム、オブジェクトコードファイルの格納用

### 4.2 操作の概要

プログラムの作成から実行までの流れは、大きく分けて次の三つの手順となる。

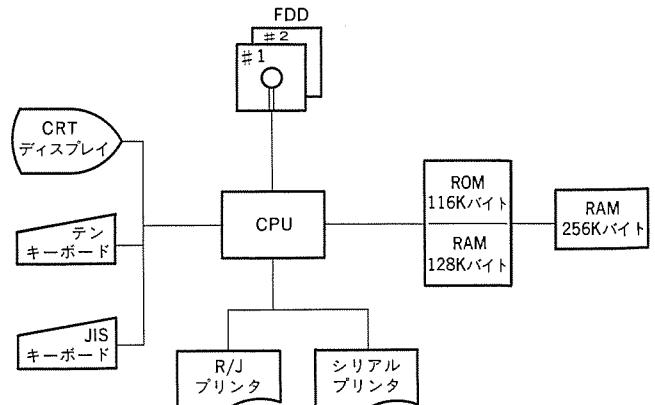


図 5. プログラム開発用システム構成

- (1) ソースプログラムの作成……《MELPOS》言語によるコーディングを行い、エディタによりソースプログラムファイルを作成する。
- (2) コンパイル……《MELPOS》言語コンパイラによって、ソースプログラムをオブジェクトコードに変換し、プログラム単位ごとのオブジェクトコードファイルを作成する。
- (3) 実行……オブジェクトプログラムをメモリにロードし、所定の開始アドレスから実行を開始させる。

コンパイルや実行時にプログラムの誤りが発見された場合は、エディタによりソースプログラムの修正が可能である。また、メインプログラムとサブプログラムを分割作成することにより、プログラムのモジュール化開発が可能である。操作手順の概略フローを図6に示す。

#### 4.3 デバッガ

《MELPOS》言語ではプログラムの実行時の誤りを発見し、修正するためのデバッグ機能として、①スタティックデバッグ法、②デバッガによる方法、をサポートしている。

##### (1) スタティックデバッグ法

ソースプログラム中にデバッグ用文を組み込んでおいて、実行時にデバッグ情報（変数の値、ループの回数など）を出力し、これによってデバッグを行う方法で、主としてオンラインで機能チェックを行う場合に用いる。

#### (2) デバッガによる方法

プログラムの実行中の各種内部詳細情報の取り出しや、変更を行うための方法である。この方法は、オブジェクトコードレベルのプログラムに対して有効で、使用者のアセンブラーの知識を利用するこことにより、リアルタイムに近い状態でのデバッガが可能である。

デバッガには、メモリ内容の表示／変更、指定番地からのプログラムの実行、一命令単位の実行、ブレークポイントの指定などの機能がある。

#### 4.4 運用の方法

プログラム開発システムで作成されたプログラムを実機（ターゲットマシン）に実装（ローディング）する方法として、①FDDシートによる方法、②オンラインによる方法、が可能である。

##### (1) FDDシートによる方法

実機にFDDが接続されている場合には、プログラム開発システムで作成されたオブジェクトコードをファイルユーティリティプログラムにより、1枚のFDDシートに格納し、これを実機にロードし実行することができる。

##### (2) オンラインによる方法

実機にFDDが接続されていない場合には、FDDの接続された開発システムから実機に対して、オンライン経由でオブジェクトプログラムを転送することができる。

### 5. 応用システム事例

専門店（家電店、衣料品店など）は、1店舗当たり普通1～3台のPOSターミナルを必要とする程度の小規模店が多く、少量多品種販売形態の業種である。このため、仕入れの協同化などを行って1回の仕入量の増加による仕入価格のダウンを図り利益の確保をめざすために、チェーン組織(FC, VC)をとる例が最近非常に増えている。したがって、各店の発注、仕入れ、売上動向をコントロールする本部と店舗独自で利益確保に必要な店舗データ処理を行うという要求が生じている。

5.1 POSターミナルに要求される機能  
店舗におけるPOSターミナルとしては、上記要求から対本部処理機能と店内処理機能に大別することができる。

##### (1) 対本部処理機能

売上データ、発注データ、仕入データの送信及びチェーン店全体の仕入動向、売上動向のデータ受信機能がある。

##### (2) 店内処理機能

レシート・伝票発行、取引種別（現金売り、配達売り、クレジット売り）などレジスターとしての客処理及び売筋出力リスト（品切れ防止）、在庫リスト（資金回転率の増大）、担当者別売上リスト（販売意欲向上）、平均売上価格リスト（荒利益確保）などの経営資料の出力処理がある。

上記機能を実現するためのシステム概要を図7に示す。

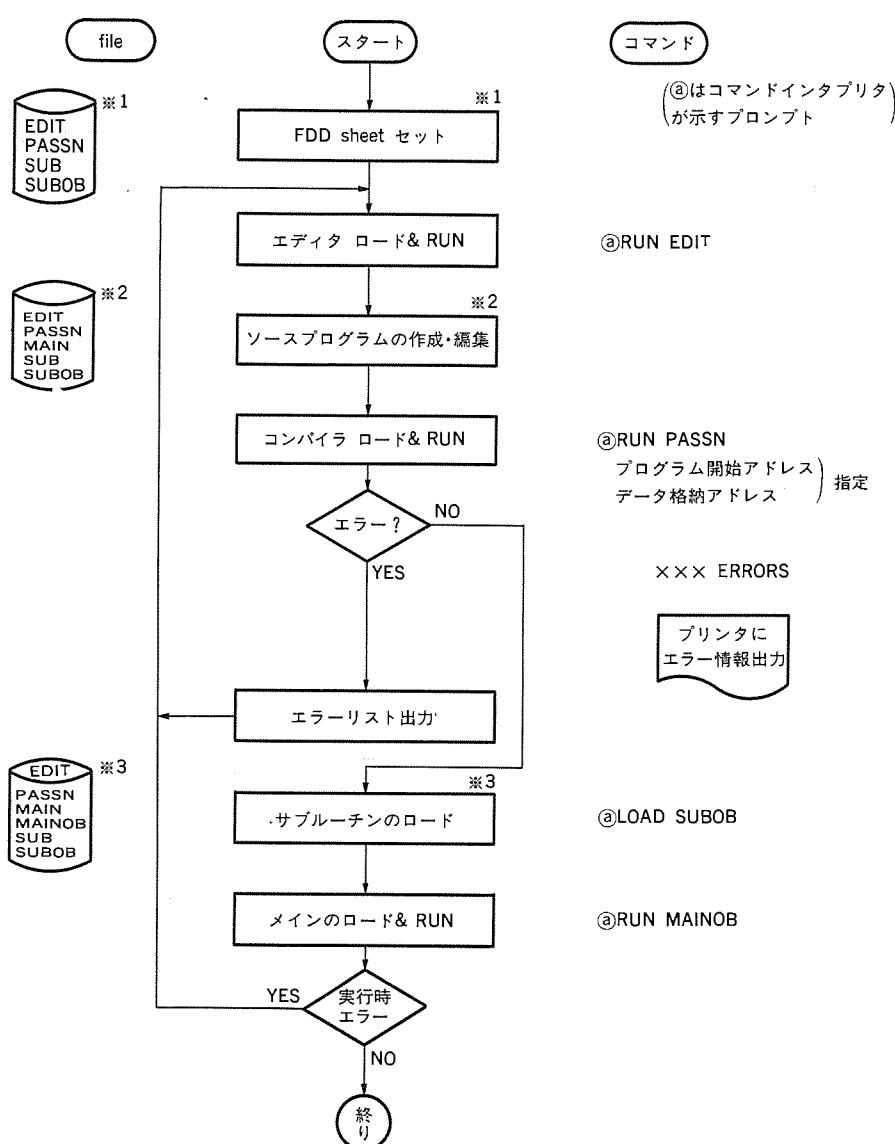


図6. エディット・コンパイル・実行の操作手順

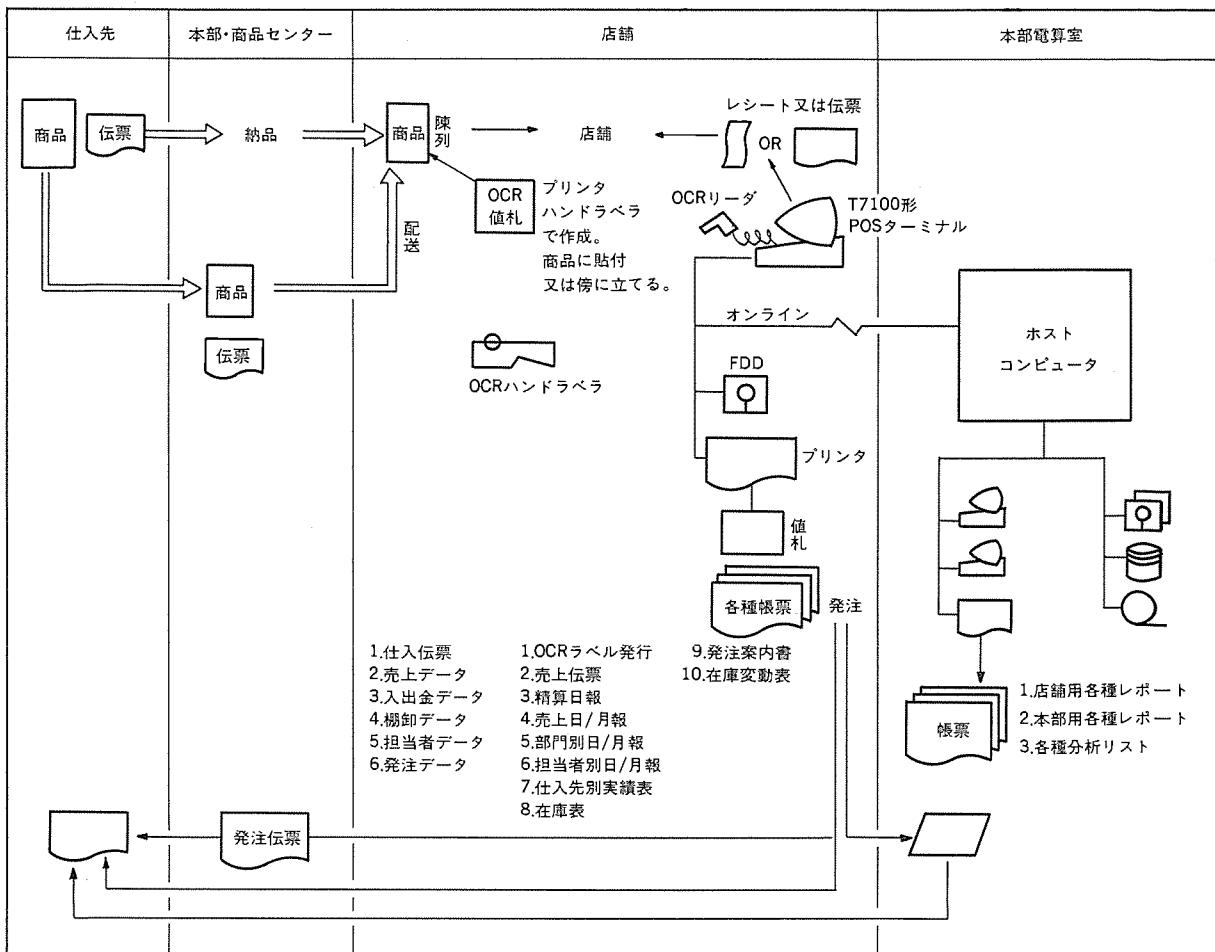


図 7. システム概要図

毎度ありがとうございます 専門店	
店番号	オオカテン TEL (000)000-0000
キャッシャーコード	0001-0337 担当者 ホミ
形名	AB-123
单品コード	321050203 ... 1 .... ¥22,800
	合計 .... ¥22,800
	お買り金額 .... ¥25,000
	お釣り ..... ¥2,200
取引連番	0535 17:05 現金
	時刻

(a) 単品管理商品の場合

毎度ありがとうございます 専門店	
店番号	オオカテン TEL (000)000-0000
キャッシャーコード	0001-0337 担当者 ホミ
品目名	タンス
品目コード	902000 ... 3 .... ¥2,160
	合計 .... ¥2,160
	お買り金額 .... ¥2,500
	お釣り ..... ¥340
取引連番	0536 17:07 現金
	時刻

(b) 部門管理商品の場合

図 8. レシート例

## 5.2 入力データの種類

- (1) 売上入力 (返品入力) (2) 入金 (出金) (3) 発注 (発注取消し) (4) 仕入れ (仕入返品) (5) 店間移動 (入庫, 出庫) (6) 棚卸 (棚卸訂正)

## 5.3 出力データ (帳票) の種類

- (1) 取引別売上 (2) グループ別 (大分類) 売上 (3) 部門別 (中分類) 売上 (4) 単品別 (小分類) 売上 (5) 部門・サイズ／メーカー別

売上 (6) 担当者別売上 (7) 仕入先別売上 (8) 発注リスト (9) 在庫リスト

## 5.4 管理コードの種類

- (1) 単品コード (2) 部門コード (3) グループコード (4) メーカー／仕入先コード (5) 店舗コード

## 5.5 実施例

《MELPOS》言語使用の設計事例を図 8., 図 9., 図 10. に示す。

***** タントクシヤ ハーブクリアケ *****							
コード	タントクシヤ	ウリアケキンカク	キヤクスル	スイティアラリカク	ネヒキカク	タツセイリツ	コウセイヒ
0001	ホソミ	2,943,100	22	0	0	1,471.55	92.32
		3,115,210	29	0	-3,120	62.30	84.30
0002	イモウ	39,800	1	0	0	22.11	1.24
		264,540	7	0	-5,520	6.61	7.15
0003	ナカシマ	97,700	1	0	0	48.85	3.06
		200,900	3	0	14,000	4.01	5.43
	担当者コード	売上金額日計	客数	日計	推定荒利額日計	売上達成率日計(%)	売上構成比日計(%)
	担当者名	売上金額累計	客数	累計	推定荒利額累計	売上達成率累計(%)	売上構成比累計(%)

図 9. 帳票例

```

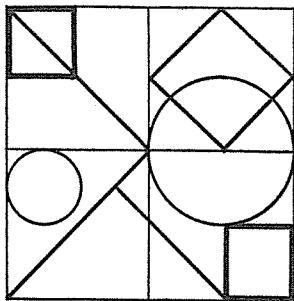
02E1E1 5500 IF ERR <> 0 THEN 5660
02E1F1 5502 IF PRT = 0 THEN 5630
02E201 5505 MOVE MDN(PL1), XNA
02E213 5520 CALL RJPRT (TU1, RWK, 0, 0, 0)
02E23D 5530 CALL ROTIM
02E244 5540 CALL RJPRT (TU2, RWK, 0, 0, 0)
02E26C 5600 GOSUB 6300
02E272 5610 ON CF3 GOSUB 5700, 5620, 6150, 5700, 5620, 5620, 5900, 6050
02E28D 5620 CALL RJTIM
02E294 5630 MOVE 1, FLW
02E2A0 5640 MOVE 1, LEV
02E2AC 5650 SOUND 7
02E2B1 5655 CALL XHOME
02E2B8 5660 RETURN
02E2BC *
02E2BC * ----- TOR S & T PRINT SUB -----
02E2BC *
02E2BC 5700 MOVE 1, WC2
02E2CB *
02E2CB 5720 MOVE STR(WC2), S2, WC1
02E2DC 5730 MOVE STR(WC2), S1, RTL.M1
02E2F0 5740 IF CF3 = 1 THEN 5780
02E300 5750 MOVE TRI(WC2), T3, WC1
02E314 5760 MOVE TRI(WC2), T1, RTL.M1
02E328 *
02E328 5780 MOVE TRM(WC2), WM1
02E33C 5790 CALL RJPRT (TP1, RWK, 0, 0, 0)
02E344 *
02E364 5800 WC2=WC2+1
02E372 5805 IF WC2 < 7 THEN 5720
02E382 5810 MOVE TRM(WC2), WM1
02E396 5820 CALL RJPRT (TP2, RWK, 0, 0, 0)
02E3BE 5830 WC2=WC2+1
02E3CC 5840 MOVE TRM(WC2), WM1
02E3E0 5850 CALL RJPRT (TP3, RWK, 0, 0, 0)
02E40B 5860 RETSUB
02E40C *
02E40C * ----- NYUSYUKIN DATA PRINT -----
02E40C *
02E40C 5900 CALL RJPRT (TP4, RWK, 0, 0, 0)
02E434 5910 MOVE 1, WC2
02E440 5920 MOVE 1, WC3
02E44C *
02E44C 5930 MOVE NM1(WC3), WM2
02E460 5950 GOSUB 51100
02E466 5960 IF WC2 < 9 THEN 5930
02E476 5970 CALL RJPRT (TP7, RWK, 0, 0, 0)
02E49E 5980 MOVE 1, WC3
02E4AA *
02E4AA 5990 MOVE NM2(WC3), WM2
02E4BE 6000 GOSUB 51100
02E4C4 6010 IF WC2 < 15 THEN 5990
02E4D4 6020 RETSUB
02E4D6 *

```

## 6. むすび

POS ターミナルは単なるホストコンピュータの手足ではなく、それ自身で独立したコンピュータ機能（インテリジェンシー）を要求されるとともに、レジスタ機能を必ず（須）とし、この点が一般的なコンピュータ（汎用機、オフコン、パソコンなど）と大きく異なる点である。これらの点を考慮して、この報告に述べた POS ターミナル T 7100 に最適の簡易言語体系『MELPOS』言語を開発し、今後、POS 用プログラム開発に適用する予定であるが、今後一層、市場の要求にマッチした機能の多様化、性能向上に努力する所存である。

図 10. プログラム例



# 特許と新案 有償開放

有償開放についてのお問合せ先 三菱電機株式会社 特許部 TEL (03) 218-2136

## 超音波探触子装置 (実用新案 第1490231号)

考案者 寺西知幸

この考案は超音波を用いて被検材の欠陥の有無を検査する超音波探触子装置に用いられる超音波探触子装置の改良に関するものである。

超音波探触子装置と被検材との音響結合を得る方法には種々あるが、被検材と探触子間に所定のギャップを保つ方法は、被検材表面の面あらさ、小突起物、温度などの影響を受けにくく有効な手段である。しかし、この方法において、探触子装置の一部を構成するシャーに設けた流水路を介して水を被検材に向けて噴射させるタイプでは流水口が小さいほどシャーと被検材との間のギャップを大きく保てるが、反対に水の圧力損失が大きくなり、水の供給圧力を大きくする必要がある。

図1、図2はこの考案の実施例であり、その特徴とするところは、探触子装置と被検材との間のギャップを大きく保つようにシャー(6)に設けた凹部(11)に流水口(8)の断面積に比べ充分に小さい断面積を有する流通孔(12)を所要数凹部(11)の中心より偏心した位置に設け、前記流通孔(12)を通る水の作用によって凹部に滞留する気泡等の異物を除去して、気泡等による偽信号の発生を防ぐようにしたところにある。

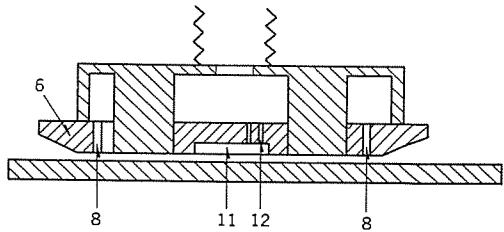


図1

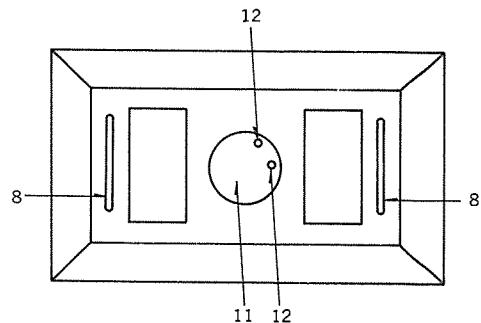


図2

## カラーテレビジョン受信機 (実用新案 第1455802号)

考案者 江頭英隆

この考案は、カラーテレビジョン受信機における輝度調整を簡略化する信号処理回路に関するものである。

従来の原色ドライブ方式カラーテレビジョン受信機においては、映像信号の黒レベルが画面上で真黒になるように駆動トランジスタのベースバイアスを調整する必要があり、また色差信号増幅回路と輝度調整回路の基準レベルを別々に調整しているため、温度ドリフトあるいは受信状態の変化により映像信号の黒レベルが変動することになっていた。

この発明は色信号回路における少なくとも一つの色差信号と、映像信号の基準レベルを水平帰線期間中に比較して、この比較出力により映像信号増幅回路における輝度バイアスを可変する輝度調整回路を設け、色差信号と映像信号の基準レベル差を所定の値に保つよう構成したもので、ドリフトや受信状態の変化、更に電源電圧の変動に影響されることなく黒レベルを固定しておくことができる。

したがって、個々に基準レベルを調整する必要がなくなり、またIC化によって装置の生産性を大幅に向上させることができる。図1はこの考案の一実施例で、(3)は色差信号増幅回路、(4)は映

像增幅回路、(6)は駆動トランジスタ、(20)は自動輝度調整回路である。

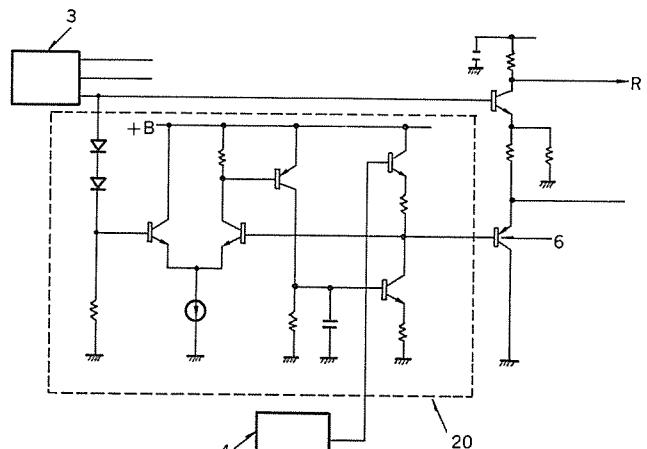


図1

# 特許と新案

## 有償開放

有償開放についてのお問合せ先 三菱電機株式会社 特許部 TEL (03) 218-2136

### 水平走査線のカウント装置 (特許 第1122801号)

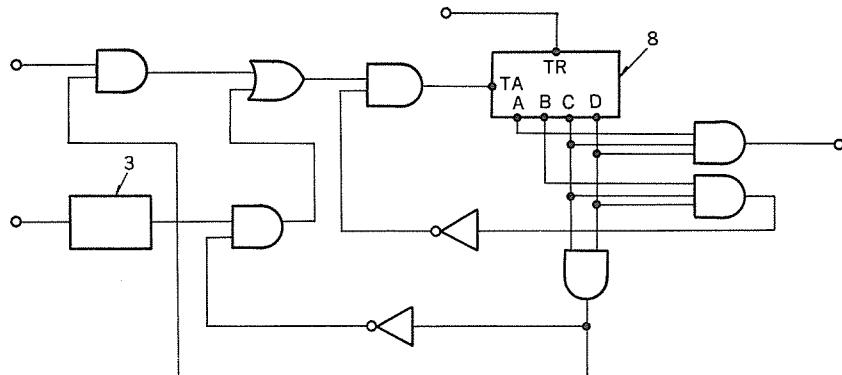
発明者 古賀良男・河村博至

この発明は、テレビジョン受信機等における水平走査線を計数するカウント装置に関するものである。

テレビジョン放送信号の垂直帰線期間に他の情報信号を挿入することが考えられており、このような場合テレビジョン受信機においては他の情報信号を抜き出したり、画面上の所望の位置にこの情報信号を再生することが必要となり、情報信号の所在あるいは信号の再生開始時を指定するために水平走査線を計数することが必要となる。

この発明は、水平同期パルスに同期したパルスをTTLレベルに変換

する TTLレベル変換回路(3)と、この出力パルス数を計数するカウンタ(8)と、カウンタ(8)の計数値が所定値になったとき、TTLレベル変換回路(3)の出力パルスの供給を停止するとともに、複合同期信号をカウンタ(8)に供給するゲートと、複合同期信号がカウンタ(8)に供給されたとき出力を発生するゲートとを備えたもので、計数誤りがなく、しかも必要な水平走査線の位相が一致した出力を発生させることができ、実用価値の高い装置を得ることができる。



〈次号予定〉 三菱電機技報 Vol. 58 No. 10 カーエレクトロニクス及び自動車関連特集

#### 特集論文

- 感熱式燃料流量センサ
- FM高感度ラジオ
- 切替ダイバーシチ FM受信機の特性
- 車両動態管理システム(AVMシステム)『MACOMシリーズ』
- キャブレタの電子制御装置
- 電子制御サスペンション“ECS”システム
- ライン用エンジントランスマッショング自動試験システム
- 最近の自動車試験用シャーシダイナモーメータ

#### 普通論文

- 熱間圧延用大形直流電動機の絶縁劣化診断
- 『MELFLEX 330』遠方監視制御装置
- 衛星搭載用姿勢制御ソフトウェア
- 『MELCOM 80』DPS 10 リレーショナル形データベースシステム
- 漢字プリンタによるバーコード印刷システム『BARGEN』
- 高速大容量 256 K ビットマスク ROM
- 8,000 V, 1,500 A 光トリガサイリスタとその特性

#### 三菱電機技報編集委員

委員長	馬場準一	委員	山内 敦
副委員長	岸本駿二	"	柳下昌平
"	三浦 宏	"	桜井 浩
委員	峯松雅登	"	徳山 長
"	翠川祐	"	柴山恭一
"	佐藤文彦	"	酒井靖夫
"	大年倉像	"	武富大児
"	井上通	"	瀬辺国昭
"	立川清兵衛	"	倉橋浩一郎
"	吉田太郎	"	小原英一
"	野畑昭夫	"	尾形善弘
"	田中克介	幹事	岡田俊介
"	的場徹	9号特集担当	浜田恒朗
"	野村兼八郎		

#### 三菱電機技報 58巻9号

(無断転載を禁ず)

昭和59年9月22日 印刷  
昭和59年9月25日 発行

#### 編集兼発行人

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

發 行 所 東京都千代田区大手町2丁目6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) 243局1767

發 売 元 東京都千代田区神田錦町3丁目1番地 (〒101)

株式会社 オーム社

Tel. (03) 233局0641(代), 振替口座東京6-20018

定 価 1部 500 円送料別 (年間予約は送料共6,700円)

# スポットライト

## 三菱衛星放送受信システム <BSアンテナ> <BSチューナー>



このたび三菱電機では、静止衛星「ゆり2号a」による衛星放送が受信できるBSアンテナUA-75形、及びBSチューナーUT-11形を新発売しました。

今年5月から開始されたSHF衛星放送は、当面難視聴地域の解消が目的ですが、音声がデジタル化されたPCMで放送されるため、コンパクトディスクプレーヤー並みの音質を楽しむことができ、また従来の放送方式では実現が難しいとされている高品位放送や静止画放送など多くの可能性をもっています。

今回発売のBSアンテナ、BSチューナーは、こうした衛星放送受信に対応できるよう配慮しています。

### 特長

#### ●BSアンテナ：UA-75形

①一次放射器に当社独自の複モードホーンを採用することにより、開口能率70%以上の高効率を実現しました。

②ガリウムひ素FET（電界効果トランジスタ）を採用した低雑音のコンバータを搭載しています。

③仰角43°±15°以上、方位角360°と地域に応じて幅広い調整が可能です。

④アンテナ部分はアルミを使って軽量化を図るとともにコンバータ部分にはアルミダイカストケースを使って防水性・気密性を高めています。

⑤オフセットタイプであるためアンテナ鏡面をほぼ垂直に近い状態に据え付けることができ、耐雪性に優れています。

#### ●BSチューナー：UT-11形

①豊富な出力端子群を備え、AV機器との接続による高画質・高音質な受信、従来形のテレビ受信機との接続による受信、将来の静止画・ファクシミリ放送に対応した受信が可能です。

②将来への対応を考えて8チャンネルの選局が可能です。

③放送モード、受信レベル、チャンネルなどの使用状況が一目でわかるように表示しており、操作スイッチはソフトタッチで使い易くなっています。

### 仕様

品名(形名)	仕様		消費電力	大きさ(cm)	重量
BSアンテナ (UA-75)	本体	オフセット方式パラボラアンテナ アンテナ利得38dB・開口能率75%(標準値) 右旋円偏波受信用	—	高さ103.5×幅80.0×奥行94.0 (コンバータ含む)	14.8kg (コンバータ 含む)
	コンバータ	雑音指数 2.5dB(標準値) 電力利得 48dB±4dB	DC15V 3W以下	高さ20.5×幅8.2×奥行7.5	0.67kg
BSチューナー(UT-11)	映像出力・音声出力(右×左)2系統 (ブリッジ接続含む) データ出力・UHF出力(UHF 13CH)		29W	高さ7.5×幅42.4×奥行31.5	5.4kg