

MITSUBISHI

三菱電機技報

MITSUBISHI DENKI GIHO Vol.60 No.11

11
1986

AV機器特集



AV機器特集

目次

特集論文

AV製品の展望	1
糸賀正巳	
フレームメモリを応用した多機能デジタルカラーテレビ	4
和田隆吉・戸塚治身・石井良典	
ハイビジョン受信機	9
渡辺尚友・八尾政治・茅嶋 宏・山口典之・浜田恒朗	
VHS方式VTRのデジタル化	14
中島義充・木村恵爾・大川雄敬・大橋知典・堀 高明	
ハイビジョンVTRの広帯域記録技術	18
石橋通保・藤井敏史・山崎辰雄・佐々木慶幸・菊池 潤	
小形カラービデオカメラ	22
望月 哲・松本新太郎・杉原正一	
コンパクトディスクプレーヤー DP-209R形	27
久山浩二・平沢和夫・木目健治朗・西村清光	
回転ヘッド式デジタルオーディオテープレコーダー	32
石田楨宣・石田雅之・中川邦彦・国井郷志	
ビジュアル サウンドスピーカーシステム	37
森田 茂・鈴木 仁・原 宏造・酒井新一	
公衆情報表示システム《DIAMOND NET》	42
一マルチメディア情報サービスへのアプローチ	
野沢俊治・中野雅章・足達満則・岩田修司・森田俊二	

普通論文

超高速同報転送ファクシミリ《MELFAS 4570》	48
山中喜夫・中山典夫・高木勝則・大原 彰・金田 俊	
M6385 グラフィックディスプレイ装置	52
中須弘平・大楠喜代志	
グラフィックイコライザーICシリーズ	56
山田友右	
アモルファスシリコン密着形イメージセンサ	60
羽山昌宏・飛田敏男・加藤雅敏・井岡晃雄	
大出力CO ₂ レーザ溶接技術	65
平本誠剛・大峯 恩・奥田滝夫・永井治彦・菱井正夫	

特許と新案	72
液体加熱器	

スポットライト

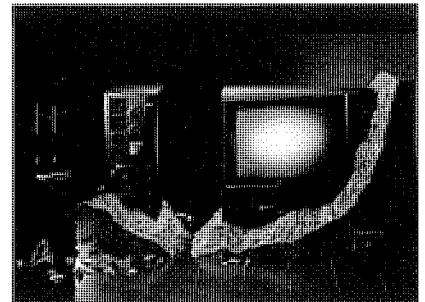
三菱入退室管理システム《MELACCESS》	69
三菱ユニバーサルコントローラ	70
業務用空気熱源ヒートポンプ給湯機CAH-FQ形シリーズ	71
三菱深夜電力用電気温水器自動運転形《マイコンダイヤホット》	73
第二世代CDプレーヤー用LSI M51563P, M51564P, M50421P	74
コンパクトディスクプレーヤー DP-1000H形	(表3)

表紙

E² System 37

61年7月に発売された大画面37形ディスプレイを核としたAVシステム

- テレビ ワールドスクエア37(37C962)
高純度蛍光体・ファインピッチ・新ティントフェイスブラウン管
広帯域映像回路などの高画質技術を投入
水平解像度560本(ビデオ入力時), 2000文字表示(RGB入力時)
AV入力3系統・出力3系統 2RGB端子, デジタルリモコン, デジタル画面表示
- スピーカーシステム(VS-100F)
4ウェイ9スピーカー・バスレフ方式・防磁タイプ
片チャンネル4個のスクーカーユニットでボーカル帯域(中域)を充実
背面に30cmスーパーウーファー・ステレオ音場を広範囲に, WAS方式採用
- AVプリメインアンプ(DA-U10AV)
- HiFi VTR(F-10)
- リアースピーカー(DS-107V)



アブストラクト

AV製品の展望

糸賀正巳

三菱電機技報 Vol.60・No.11・P1～3

AV製品は40年代のカラーテレビ、50年代のVTRにより飛躍的に成長した。60年代に入って、CDプレーヤ、ビデオムービーなどが大きな伸びを示している。今後導入されるDATを始めとして新しいテレビジョン方式に基づくテレビ受信機、VTRの開発も活発に進められている。ここでは、AV製品のニーズ動向について述べ、テレビジョン、VTR及びデジタルオーディオの製品動向について展望した。

ハイビジョンVTRの広帯域記録技術

石橋通保・藤井敏史・山崎辰雄・佐々木慶幸・菊池 潤

三菱電機技報 Vol.60・No.11・P18～21

近い将来に開始されるハイビジョン（高品位テレビ）放送を録画するためのVTRを開発した。このVTRではビデオS/N比44dB以上、ジッタ検知限以下と高画質記録再生を達成しており、65分間の録画が可能である。

ここでは、このVTRを実現するために新たに開発した技術について、広帯域ビデオ信号を記録再生するための広帯域磁気記録技術を中心に述べる。

フレームメモリを応用した多機能デジタルカラーテレビ

和田隆吉・戸塚治身・石井良典

三菱電機技報 Vol.60・No.11・P4～8

近年のデジタル技術、半導体技術の進歩により、カラーテレビはアナログからデジタルへと進んでいる。当社では、その第1ステップとして多機能形デジタルカラーテレビを開発、製品化した。

このデジタルカラーテレビは、フレームメモリを備え画像の特殊効果を可能としている。ニューメディア時代に向けて多様化するテレビへの機能要求にこたえ開発したもので、本稿ではその原理と構成について紹介する。

小形カラービデオカメラ

望月 哲・松本新太郎・杉原正一

三菱電機技報 Vol.60・No.11・P22～26

ビデオカメラやカメラ一体形VTRの市場拡大に伴い、操作性の重要な要素となる小形軽量化の問題が大きくクローズアップされてきている。この解決策として、固体イメージセンサを使った小形で軽量のビデオカメラを開発した。この小形軽量化を実現した技術の中から、固体イメージセンサとカラー化方式、信号処理回路、レンズ及び実装技術についてその概要を報告する。

ハイビジョン受信機

渡辺尚友・八尾政治・茅嶋 宏・山口典之・浜田恒則

三菱電機技報 Vol.60・No.11・P9～13

次世代のテレビジョンであるハイビジョン受信機の開発に関するものであり、パラボラアンテナからコンバータ、チューナー、映像デコーダ、音声デコーダまでの機器の構成と動作及び技術内容について紹介する。特に映像信号を衛星放送1チャンネルの帯域幅で伝送するための帯域圧縮技術と、そのスペクトラム解析及びデジタルフィルター技術、RF時分割多重された4相DPSK（差動位相シフトキーイング）音声信号の復調技術について述べる。

コンパクトディスクプレーヤー DP-209R形

久山浩二・平沢和夫・木目健治朗・西村清光

三菱電機技報 Vol.60・No.11・P27～31

当社はCDプレーヤーの急激な市場拡大と価格低下に対処するため、CDプレーヤーのキーパーツである光ピックアップや専用IC/LSIを独自に開発し、競争力ある製品を市場に導入するための全社的な開発プロジェクトを昭和59年8月発足させた。その開発成果であるキーパーツと、それを搭載したCDプレーヤーの概要について述べる。

VHS方式VTRのデジタル化

中島義充・木村恵爾・大川雄敬・大橋知典・堀 高明

三菱電機技報 Vol.60・No.11・P14～17

現行VHS方式VTRは家庭用VTRの主流の座にあり、その機能、性能の向上に対する要求はますます高まっている。今回、特殊再生機能（スチル、スロー、スピードサーチ）の改善のためにデジタル特再生技術を開発し、製品に導入した。ここでは、デジタル画像メモリとそのマイコン制御技術を応用したDSS（Digital Speed Search）方式などのデジタル特再生技術とこれらの技術を採用したVTRの概要について述べる。

回転ヘッド式デジタルオーディオテープレコーダー

石田禎宣・石田雅之・中川邦彦・国井郷志

三菱電機技報 Vol.60・No.11・P32～36

小形カセットを用いた回転ヘッド式デジタルオーディオテープレコーダー（車載用及びホーム用）を開発した。今回開発したモデルには次の特長がある。①フロントローディング機構を採用し、従来のオーディオデッキと同じように使える。②訂正能力の高いアルゴリズムを採用し、システムの信頼性を向上させている。③サブコードを利用して高速選曲を実現し、操作性を向上させている。

ここでは、システム構成と信号処理を中心に報告する。

Abstracts

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 60, No. 11, pp. 16 ~ 21 (1986)

Wide-Band Recording Technology for High-Definition VCRs

by Michiyasu Ishibashi, Toshifumi Fujii, Tatsuo Yamasaki, Yoshiyuki Sasaki & Jun Kikuchi

In the near future, direct satellite broadcasting of high-resolution video programs ("High Vision" services) will begin in Japan. The Corporation has developed a VCR capable of recording high-resolution video programs for up to 65 minutes. It offers extremely high picture quality: the S/N ratio is better than 44dB, and the jitter below measurable levels. The article introduces new technologies developed for this VCR, focusing on the wideband magnetic recording technology developed to enable recording and playback of wideband video signals.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 60, No. 11, pp. 1 ~ 3 (1986)

An Overview of Current Audio and Video Equipment

by Masami Itoga

The late 60s saw a boom in color TVs, and the late 70s the spread of the VCR. As we pass through the mid-80s, the CD player and camcorder are becoming increasingly popular. In the future, we can expect to see the commercialization of digital-audio tape (DAT) equipment, new TV signal-processing and receiver technology, and increasingly advanced VCR equipment. The article follows recent trends in consumer demand for AV products, and highlights product trends in television, VCR, and digital-audio equipment.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 60, No. 11, pp. 22 ~ 26 (1986)

A Compact Color-Video Camera

by Akira Mochizuki, Shintaro Matsumoto, & Shoichi Sugihara

The growing market for color video cameras and camcorders has brought strong demand for small, lightweight equipment that increases ease of operation. To meet this need, the Corporation has developed a small, lightweight color video camera based on a solid-state image sensor. The article describes the color system, signal-processing circuitry, and the lens and component-mounting technologies.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 60, No. 11, pp. 4 ~ 8 (1986)

A Color Television Receiver with a Digital Frame Memory

by Ryukichi Wada, Harumi Tozuka & Yoshinori Ishii

Recent advances in digital and semiconductor technologies have enabled color television manufacturers to replace analog circuits by digital circuits offering sophisticated signal-processing capabilities. As a first step in this direction, Mitsubishi Electric has begun commercial production of a multi-function digital color television. This set employs a digital frame memory to retain video images, permitting a variety of special effects. The article describes the configuration and principles of operation. The set was developed to provide the advanced information-control functions required in the latest generation of "new-media" oriented equipment.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 60, No. 11, pp. 27 ~ 31 (1986)

Model DP-209R, a Compact Disc Player

by Koji Kuyama, Kazuo Hirasawa, Kenjiro Kime & Kiyomitsu Nishimura

To compete in the burgeoning CD player market, where prices have been falling sharply, Mitsubishi Electric has been developing its own optical pickups and custom semiconductors in a company-wide effort since August 1984. The article introduces these components and one CD player that uses them.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 60, No. 11, pp. 9 ~ 13 (1986)

A High-Definition Television Receiver

by Takatomo Watanabe, Masaharu Yao, Hiroshi Kayashima, Noriyuki Yamaguchi & Tsuneakira Hamada

A television receiver (of the type known in Japan as "High Vision") including a parabolic antenna, converter, tuner, video decoder, and audio decoder has been developed to enable reception of the next generation of high-resolution satellite broadcasts. The article introduces the configuration and technologies of these components. Described in detail are the bandwidth-compression techniques used to transmit the signal within a single satellite channel (including the spectrum-analysis results), the digital filtering techniques, and the method of demodulating the audio signal by four-phase differential phase-shift tracking. The audio signal is time-division multiplexed with the RF signal.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 60, No. 11, pp. 32 ~ 36 (1986)

A Rotary-Head Digital Audio Tape Recorder

by Yoshinobu Ishida, Masayuki Ishida, Kunihiko Nakagawa & Satoshi Kunii

The Corporation has developed a digital audio tape recorder for home or car use that employs small cassettes as the recording medium. Its features are: (1) a front-loading mechanism offering the same convenient operation as conventional cassette recorders, (2) a digital-recording algorithm that facilitates error correction and realizes high system reliability, and (3) a high-speed song-selection function, based on a subcode, that simplifies user operation. The article reports on the configuration and signal-processing techniques of this system.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 60, No. 11, pp. 14 ~ 17 (1986)

Digital Technology for VHS VCRs

by Yoshimitsu Nakajima, Keiji Kimura, Katsuhiro Okawa, Tomonori Ohashi & Takaaki Hori

Video cassette recorders using the VHS system have succeeded in capturing the lion's share of the home video market. VHS equipment manufacturers now face growing demand for VCRs with sophisticated functions and improved overall performance. The Corporation has recently used a digital frame memory to achieve significant advances in special-effects playback functions including still-frame, slow-motion, and speed-search reproduction. These advances have been introduced in the Corporation's commercial VCR models. The article introduces a VCR with digital special-effects playback such as digital speed search, and describes the operation of the frame memory and its microcontroller.

アブストラクト

ビジュアル サウンドスピーカーシステム

森田 茂・鈴木 仁・原 宏造・酒井新一

三菱電機技報 Vol.60・No.11・P 37～41

映像を伴った音響再生においては、視覚情報が加わることにより、従来の2チャンネルステレオとは異なる音場再生方式が必要となる。その主なものは、映像と音像の定位の一致性及び音と映像の相乗効果による臨場感の増大である。《ダイヤトーン》では、広い視聴範囲にわたってステレオ感を損なわずに音像を画面に定位させるWAS方式を開発すると同時に、臨場感再生に有効なサラウンド用スピーカーを開発し、VSシリーズとして製品化している。

グラフィックイコライザーICシリーズ

山田友右

三菱電機技報 Vol.60・No.11・P 56～59

ホームステレオやカーオーディオ、ラジカセなどのオーディオ市場分野において、音楽を聞く人の好みに応じて音質をコントロールするグラフィックイコライザーシステムが広く普及してきている。当社は業界に先駆けて、これらのシステムに最適なりニアICをシリーズで製品化したので紹介する。

公衆情報表示システム《DIAMOND NET》 —マルチメディア情報サービスへのアプローチ—

野沢俊治・中野雅章・足達満則・岩田修司・森田俊二

三菱電機技報 Vol.60・No.11・P 42～47

カラー動画像、静止画像、音声（2ch）を多重化し、1本の光ファイバによって多数の端末に伝送する映像・音響情報システムを開発し、米国のスタジアムへ納入した。このシステムは、TV画像、文字情報、音声が一体となった多彩な情報を公共空間やレジャー施設などで提供することを目的とした新しい情報メディアである。

本稿では、システム構成、情報センターと端末の構造、動画の帯域圧縮や静止画・音声の重畳を含む伝送方式について紹介する。

アモルファスシリコン密着形イメージセンサ

羽山昌宏・飛田敏男・加藤雅敏・井岡梶雄

三菱電機技報 Vol.60・No.11・P 60～64

ファクシミリ、イメージリーダなどの画像読取り装置の小形化を実現するためのキーデバイスとなる、密着形イメージセンサを開発した。これは、アモルファスシリコン フォトダイオードと専用の駆動用ICを用いて、分解能8ドット/mm、A4サイズの高画質を2.5ms/ラインで光電変換でき、基板寸法が他社の $\frac{1}{2}$ 以下のコンパクトな密着形イメージセンサである。

超高速同報転送ファクシミリ《MELFAS 4570》

山中喜夫・中山典夫・高木勝則・大原 彰・金田 優

三菱電機技報 Vol.60・No.11・P 48～51

《MELFAS 4570》は、《MELFAS 4500シリーズ》の上位機種で感熱G3機として業界内でも最高級機に相当し、標準原稿を9秒で電送、しかも当社独自の誤り再送機能により伝送系のノイズに対して誤りのない画像を送ることができる。更に、相手先機種を選ばない同報転送、ワンタッチ自動送信、送信予約、メモリ受信、親展送受信、電話機など豊富な機能を備え、A3判イメージセンサを用いた卓上機である。ここでは、これらの特長、性能、構成を紹介する。

大出力CO₂レーザ溶接技術

平本誠剛・大峯 恩・奥田滝夫・永井治彦・菱井正夫

三菱電機技報 Vol.60・No.11・P 65～68

新しい放電励起方式SAGE（無声放電を補助とした直流グロー放電励起方式）を採用した大出力CO₂レーザによる深溶込み溶接技術を開発した。不安定形共振器によるリングモードビームでは、ビームの拡大率 M が溶接結果に大きな影響を及ぼすが、本稿では M 値と溶込み深さやビード形成現象との関係や焦点深度の溶込み深さに及ぼす影響について述べた。ステンレス鋼の溶接において、 $M2.5$ 、出力10kW、溶接速度1m/minで14.5mmの深溶込み溶接ができた。

M6385グラフィックディスプレイ装置

中須弘平・大柳喜代志

三菱電機技報 Vol.60・No.11・P 52～55

近年、CADシステムの応用分野が大きく広がってきており、グラフィックディスプレイに対する要求仕様も多様化してきた。このニーズにこたえて、高性能CAD用グラフィックディスプレイM6385を開発した。この装置は、ラングムスキャン形に匹敵する高速形モデル1から、GKS三次元対応のモデル3までを、統合化ハードウェアアーキテクチャで実現したものである。ここでは、各モデルの特長、ハードウェアなどについて述べる。

Abstracts

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 60, No. 11, pp. 56 ~ 59 (1986)

A Series of Graphic Equalizer ICs

by Yusuke Yamada

Graphic equalizers, which allow the listener to tailor audio-reproduction characteristics to ambient acoustics or personal preferences, have been increasingly used in home, car, and portable audio equipment. The Corporation has led the industry in developing a series of linear ICs that provide optimum control over equalization. The article introduces these ICs and their operation.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 60, No. 11, pp. 37 ~ 41 (1986)

A Visual-Sound Speaker System

by Shigeru Morita, Hitoshi Suzuki, Kozo Hara & Shin'ichi Sakai

Due to subjective factors, the reproduction of audio signals that accompany visual images requires a very different method of reproducing the sound field than that provided by conventional two-channel stereo reproduction. The main factors are the increased realism that accompanies the interaction between audio and visual effects, and the localization of the audio and visual images. Under our domestic "Diatone" brand name, Mitsubishi Electric has developed a wide-area sound system that locates the audio image within the video field without losing the wide acoustic field reproduced by conventional stereo. VS Series "surround sound" speakers have also been developed for use in this system to permit more effective ambient reproduction.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 60, No. 11, pp. 60 ~ 64 (1986)

An a-Si Contact-Type Image Sensor

by Masahiro Hayama, Toshio Tobita, Masatoshi Kato & Akio Ioka

The Corporation has developed a contact-type image sensor to help miniaturize facsimiles, image readers, and similar image-readout equipment. It employs amorphous silicon photodiodes and custom driver ICs to achieve eight dots/mm resolution, and can read an A4-size sheet (i.e., perform photoelectric conversion) at 2.5ms/line. The dimensions of the sensor's printed-circuit board are less than half those of competitive sensors.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 60, No. 11, pp. 42 ~ 47 (1986)

Diamond Net: A New Integrated-Media Information System

by Toshiharu Nozawa, Masaaki Nakano, Mitsunori Adachi, Shuji Iwata & Shunji Morita

The Corporation has developed an audiovisual information system that transmits motion pictures, still pictures, and two audio channels to multiple terminals over optical fibers using a new multiplexing technique. The system, named "Diamond Net," has already been delivered to a stadium in the United States. Since it can combine TV pictures, text information, and sound in a single system, Diamond Net is ideally suited for handling communications in airports, public squares, leisure facilities, and other large complexes. The article describes the system configuration, the construction of the central controller and the terminals, the bandwidth-compression techniques used for motion pictures, the multiplex system used with still pictures and audio signals, and other details of the system protocol.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 60, No. 11, pp. 65 ~ 68 (1986)

Deep-Penetration Welding with High-Power CO₂ Lasers

by Seigo Hiramoto, Megumi Omine, Takio Okuda, Haruhiko Nagai & Masao Hishii

A high-power CO₂ laser system incorporating silent-discharge-assisted, DC glow-discharge excitation (SAGE) has been developed for applications requiring deep-penetration welding. In systems such as this where ring-mode beams are produced by an unstable resonator, the beam-magnification factor has a large effect on welding performance. The article discusses the relationship between magnification factor, penetration depth, and bead formation. It also examines the effect of depth-of-focus on welding depth. With a magnification factor of 2.5, an output of 10kW, and a welding speed of 1m/min, the system welds to a depth of 14.5mm.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 60, No. 11, pp. 40 ~ 51 (1986)

The MELFAS 4570 Facsimile Transceiver

by Yoshio Yamanaka, Norio Nakayama, Katsunori Takagi, Akira Ohara & Masaru Kaneda

The MELFAS 4570 is the top-of-the-line facsimile model in the MELFAS 4500 series. It is a desktop transceiver with an A3-size image sensor, G3 transmission mode, and thermal printer. A standard sheet is transmitted in nine seconds, and a proprietary automatic retransmission function guarantees error-free transmission, even over noisy communication lines. Other advanced functions include forwarding without the need to manually specify the protocol of the destination facsimile, one-touch automatic transmission, programmed transmission, memory-buffer reception, mailbox communication, and full telephone functions. The article introduces the features, performance, and configuration of the facsimile transceiver.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 60, No. 11, pp. 52 ~ 55 (1986)

The M6385 Graphic Display

by Kohei Nakasu & Kiyoshi Ogushi

Recently, CAD systems have come into widespread use, making increased and varied demands on the associated graphic display units. The M6385 was developed for high-performance CAD graphics. It is available in a variety of specifications, from the high-speed Model 1, which is comparable in speed to random-scan displays, to the Model 3, which features the Graphics Kernel System, a three-dimensional display-support package. All models share a unified hardware architecture. The article describes the features and hardware of each model.

1. ま え が き

昭和55年ごろからVTRの需要が、国内・輸出共に飛躍的に伸びたことにより、我が国のAV製品の生産規模は、昭和55年の2.93兆円から昭和60年の4.95兆円になり、年平均11%の急成長を示した。この間に、昭和60年代の有望製品と期待されているCDプレーヤー、ビデオディスクプレーヤー、ビデオムービー、液晶カラーテレビなどの新製品が次々に登場した。また、DAT (Digital Audio Taperecorder) の製品化も間近にひかえている。

このように、AV製品は、従来のオーディオ機器、カラーテレビ及びVTRにとどまらずに、今後はLSI化の進展、新デバイスの搭載及びデジタル技術の導入などにより多様化し、市場は広がっていくであろう。

そこで、60年代のAV製品について、放送メディアの動向や製品ニーズ及び技術ニーズの動向を展望してみよう。

2. 放送メディアの動向

(1) 放送衛星による新しい放送サービスが始まる。昭和59年に打ち上げられた放送衛星 (BS-2a) により、難視聴地域向けの試験放送が開始され、更に昭和61年のBS-2bの打上げにより本放送になる予定である。また、ハイビジョンの実験放送がこのBS-2bにより開始される計画である。昭和65年にはBS-3aの打上げが予定されており、これによるハイビジョンの本放送も検討されている。またPCM (Pulse Code Modulation) による高品質音声放送の実験も検討されている。

(2) 一方、地上放送においても現行NTSC方式と両立性を保ちつつ、より高精細度な画像を送信するEDTV (Extended Definition TV) 方式の放送システム及びその受信機の開発が進められている。

この二つの新しい放送メディアの進展により、家庭において高精細度な画像と高忠実度な音声を楽しむことができるようになる。

3. 製品ニーズの動向

物質的に豊かな環境になり、モノに対する価値観やライフスタイルが多様化していくに従って、消費形態もモノ自体を使うための消費から生活の場を作り出すための消費へと変わってきている。また、社会の情報化が進むにつれて、情報伝達手段の一つとしての画像が担う役割は極めて大きくなっていく。

このような状況の中で、AV製品に対するニーズは、

- (1) ハイコオリティ化：ハイテクによる高品質・新機能
 - (2) ハイライフ化：生活の場を豊かにするエンターテイメント
 - (3) ポータビリティ化：パーソナルユースに適した使いやすさ
- の方向にいくであろう。

この方向から、AV製品のニーズと具体的な製品を表1.にまとめることができる。

表 1. 製品ニーズの動向

製品分野	製品ニーズ	具 体 例
TV	(1) 高画質化 高精細度化	IDTV*1, EDTV, HDTV*2
	(2) 大画面化	37インチカラーテレビ、 プロジェクションテレビ
	(3) 薄形化	液晶カラーテレビ、平面ディスプレイ
VTR	(1) 高画質化 高精細度化	現行VTRのHQ化*3、デジタル化 EDTV及びHDTV対応VTR デジタルVTR
	(2) 音声の高忠実度化	PCM化
	(3) 高速化	高速検索、高速ダビング
	(4) 小形化	テレビ・カメラとの複合化
デジタル オーディオ	(1) 高忠実度化	DAT、デジタルコントロールアンプ
	(2) 臨場感の創生	サラウンド、4チャンネル化
	(3) オーディオとビデオの結合	ビデオとのシステム化

注 *1 Improved TV
*2 High Definition TV
*3 High Quality

4. 製品動向

AV製品の主流であるテレビジョン、VTR、デジタルオーディオの分野について製品・技術動向を展望してみよう。

4.1 テレビジョン受信機

テレビジョン受信機は、半導体の高集積化及びデジタル信号処理などの技術の進展に伴い、高画質化や画像の高精細度化が進む。現行方式のテレビにおいて、マルチ画面表示やPIP (Picture in Picture)などを目的としたデジタルテレビが製品化されているが、最近では更にラインメモリ又はフレームメモリを用いて画質改善を行うIDTVの開発が進んでいる。

一方、現行方式とは別に将来新しい放送メディアとして、次の二つの方式が研究開発されている。

一つは、EDTVと呼ばれ現行方式と両立性があり、現在の伝送チャンネル内に高精細度信号を多重し送信する方式である。この方式は、現在、郵政省の主管のもとにメーカー、放送業者によって開発が進められており、昭和63年末に技術開発が終了する計画である。EDTV受信機は、フレーム間の画像処理を三次元的に行い、水平・垂直方向共に解像度が現行方式に比べ約60%向上する。

もう一つは、衛星放送対応のHDTV (別名 ハイビジョン) である。これは、走査線数が1,125本 (現行方式は525/625本) で、横縦比は16:9 (現行方式は4:3) であり、現行方式の5倍の情報量を

もっている。そのため、画像は高精細度であり、現在の 35 ミリスライドと同等の鮮鋭度をもっており、大画面に適している。本格的なハイビジョン放送が開始される前に、その特長を生かして、映画産業・印刷・教育・医療分野において実用化されるであろう。

次にディスプレイに関する動向をみると、一つに大画面化の方向がある。住環境の改善や放送内容・ビデオソフトのニーズの変化などから、大形ブラウン管（例えば、当社が発売中の 37 インチ）を採用した家庭用カラーテレビの需要が増えてきている。従来、この分野は投写形が独占していたが、今後、40 インチ前後は両者が競合する。投写形は更に大形化開発が進み、ビデオシアタ用の大画面ディスプレイが実用化される。

もう一つの方向は、平面ディスプレイ化である。現在、画質の点では不十分であるが、液晶パネルやプラズマディスプレイなどは将来の最も有力なデバイスとして各社で開発が進んでいる。液晶パネルは、OA 機器用への応用は別として、テレビ用には当面ポケットテレビ（3 インチ程度）として製品化が進むが、将来 VTR やカメラとの複合化機器として発展していく。また、プラズマディスプレイは大画面用途が期待されている。

4. 2 VTR

昭和 39 年に最初の家庭用 VTR が発売されたが、その後昭和 50 年に β 方式、続いて 51 年に VHS 方式の発売によって本格的な普及が始まった。図 1. に示すように家庭用 VTR は、2 ヘッドヘリカルスキップ方式と色信号低域変換方式を基本に、アジマス記録方式、更にライオン相関を利用したカラー信号のクロストーク除去方式として PI (Phase Invert) / PS (Phase Shift) 記録方式が開発され、記録の高密度化が図られてきた。これと並行してテープやヘッドの記録性能は著しく向上し、この 2～3 年の間に相次いでハイファイ VTR、高画質 VTR 及び新フォーマットの 8 ミリビデオが商品化された。今後、デジタル画像信号処理、デジタル記録などの技術開発により、更に高画質化及び画像の高精細度化が進展しよう。

(1) 音声の高忠実度化・高画質化

VTR のオーディオ信号記録は、従来リニアトラックへの直接記録のみであったが、回転ヘッドを用いた FM 記録方式が付加され音質が飛躍的に向上した。今後は、DAT などの普及に伴って、PCM 記録が主役となることも考えられる。

一方、画質の面においては、信号処理回路の改良により画像の

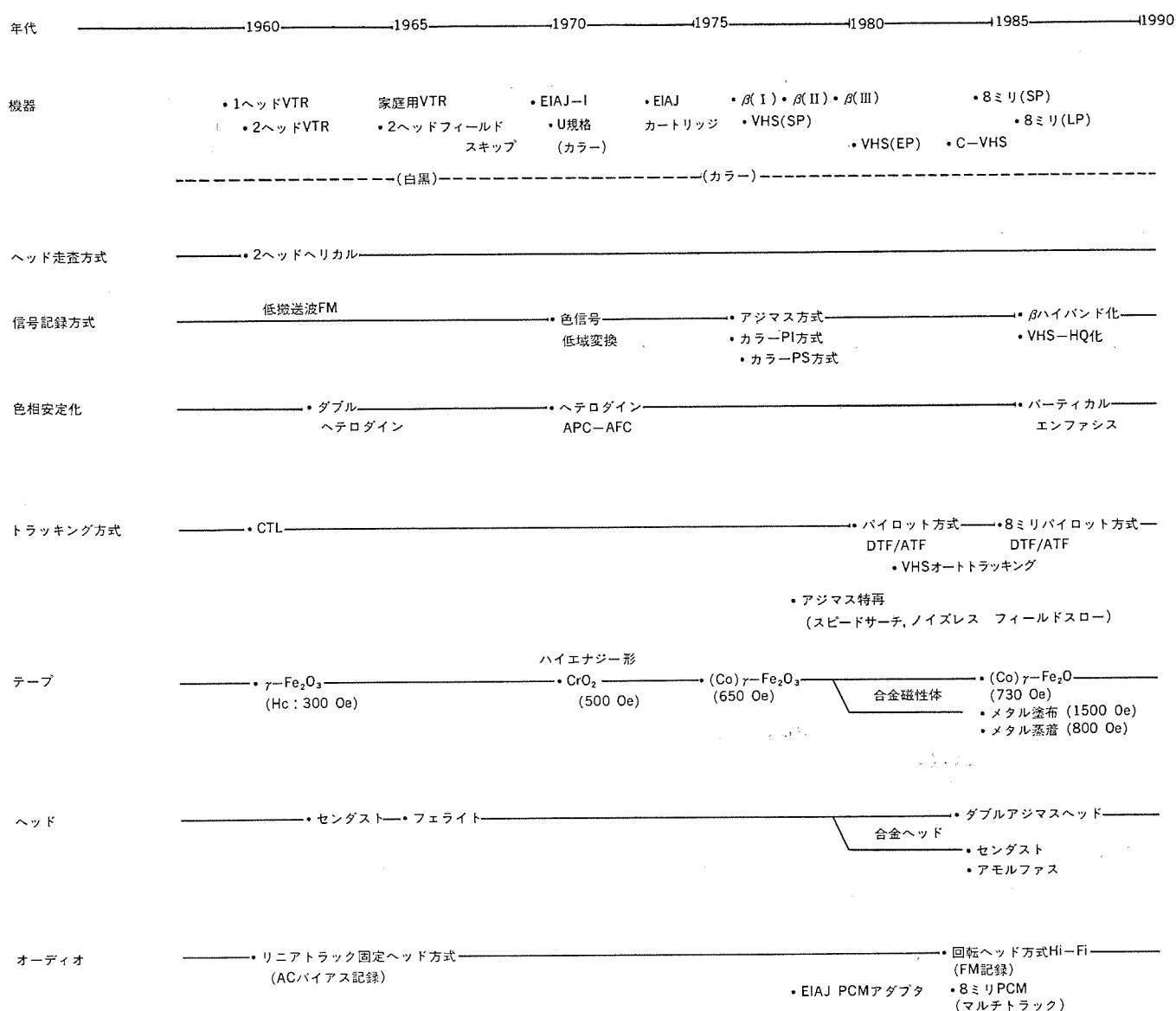


図 1. 家庭用 VTR の技術変遷

S/N 比や鮮鋭度が向上し、画質改善が図られているが、解像度や S/N 比の面からはまだ不十分であり、信号記録方式の見直しや高性能(テープ高抗磁力テープ)の導入など新しい高画質化技術開発が行われている。

(2) 信号系のデジタル化

最近、デジタルメモリを用いて特殊再生画質を改善した VTR が市場に登場しているが、デジタルメモリを用いることにより、信号の時間軸処理が容易になるため、多種多様な画像処理が可能となる。例えば、画面分割によるマルチ画面表示、PIP 及びモザイク画面表示などを追加することができる。今後は、信号処理回路にデジタル処理技術を導入することにより、ノイズリダクション、輪郭補正、ジッタ補正など画質の改善を図ることができるようになり、信号回路の本格的なデジタル化が進む。

(3) 高精細度化

4.1 節で述べたように、我が国におけるハイビジョン方式や EDTV 方式の開発、また欧州における MAC (Multiplexed Analog Component) 方式の推進など、テレビジョン放送の高精細度化の研究が世界的レベルで進行中である。当然のことながら、このような動きに対応した VTR の開発が必要になってくる。そのためには、広帯域ビデオ信号処理技術、合金磁性体テープとヘッドの性能改善及び広帯域記録技術などが今後取り組むべき重要課題である。

(4) 記録のデジタル化

VTR をタイムシフトを伴った伝送機器とみなせば、信号の劣化を最小にするためには、デジタル記録が理想であることは自明である。したがって、放送機器では既にその規格化が進められている。家庭用 VTR のデジタル化のためには、前記(3)項と同様に記録の高密度化技術、高能率符号化技術、VTR に適した誤り訂正符号技術などの技術開発が必要である。

以上のように、VTR の技術開発は将来に向けて多くの質的向上の余地があり、特にデジタル技術の導入を中心に研究開発がますます加速されていく。

(5) ビデオカメラの固体化

ビデオカメラに関しては、従来撮像管が主流を占めていたが、最近では固体イメージセンサの感度・解像度などの基本性能がほぼ撮像管に匹敵し、従来欠点とされていたブルーミングやスマアなどの性能にも大幅な改善が図られた。これにより、固体イメージセンサがカメラ一体形 VTR においては撮像管に代わって本格的に立ち上がってきた。今後、半導体微細加工技術の進展に伴い、より高画素化が図られ固体化が更に進むものと考えられる。

4.3 オーディオ機器

エジソンのフォノレコードの発明以来約 100 年間、オーディオ機器はアナログ信号の形態で記録再生が行われてきたが、昭和 50 年代に至って、業務用をはじめとして民生用にまでもデジタル化が浸透し始めた。このデジタル化により、新しいオーディオの動きが顕著になりつつある。

(1) 高忠実度化

昭和 40 年代後半から研究開発が行われてきた DAD が、昭和 57 年に CD 方式プレーヤーとして発売された。デジタル化による高音質化

のニーズは極めて強く、また、デジタル回路の LSI 化による小形、低価格化が急速に進行したために、昭和 61 年の国内生産規模は約 800 万台に達する見込みであり、従来のアナログ式プレーヤーの数倍の規模になると予測されている。

一方、デジタル録音再生が可能な DAT については、昭和 58 年に国内外のオーディオ関連メーカー(機器、媒体、ソフトウェアメーカー)が集まり、DAT の標準化作業を進め、60 年に固定ヘッド方式(S-DAT)と回転ヘッド方式(R-DAT)の標準化を終了した。このうち、技術的に確立された R-DAT が 62 年前半に据置形として商品化される見込みである。その後、CD プレーヤーと同様に、車載用、ポータブル用など製品の多様化が進み、現在のコンパクトカセットにとって代わるものと期待されている。前述のように放送衛星の打上げにより PCM 放送が開始されれば、オーディオのデジタル化は一層加速されるであろう。また、DAT は記録容量が極めて大きいので、計算機用のメモリとして用途が拡大していくと思われる。

(2) 臨場感の創生

演奏会場と同じような音の臨場感を創生しようとする試みは、昭和 33 年のステレオ化により音像の定位が可能となり、更に 45 年に 4 チャンネルの録音再生方式が開発されたが、各メーカーの方式が乱立し、技術的にも未成熟であったために、普及するまでに至らなかった。最近になって、デジタル技術の進歩により、音場を決定する要素である音源からの直接音や壁面からの各反射音の方向、遅延時間やレベルをデジタル演算により生成し、リスニングポイントの周囲に配したスピーカーから再生する技術開発が行われている。これによりコンサートホールと同じようなアンビエンス感を味わえるし、またライブ演奏のようなプレゼンス感を楽しむこともできるようになるであろう。

(3) AV の結合

音声の高忠実度化と高画質化が進む中で、臨場感を更に高めるために、音と映像を組み合わせた AV のシステム化が新しく登場し、エンターテイメントに欠かせぬ大きな商品となってきた。

音と映像の相乗効果を出すために、ソフトの内容、音響システム画面サイズなど、心理的な面を含めたシステム開発が今後の課題である。

5. む す び

我が国の AV 製品は、カラーテレビ、VTR を中心に、好調な輸出によって支えられ、順調に発展してきた。今後も以上に述べたように、様々な新技術の開発により、新しいメディアの出現をもたらし、また製品の多様化が図られて、市場は着実に拡大を続けていく。しかしながら、次のように AV 製品をとりまく経済、社会環境は極めて厳しいものがある。

- (1) 円高や貿易摩擦などによる生産拠点の海外進出
- (2) 韓国、台湾などの技術力・生産力の拡大
- (3) VTR の市場成熟に伴う全需の伸びの鈍化

しかし、我が国の AV 製品は先行技術による新製品の開発にその発展の道があり、我々は常に世界市場の新しい需要を創成し、またニーズにこたえながら、国際社会の発展とよりよい生活の具現化に貢献していく役割を担っている。

フレームメモリを応用した多機能デジタルカラーテレビ

和田 隆吉*・戸塚 治身*・石井 良典*

1. ま え が き

カラーテレビは、アナログ技術としては歴史が長く完成度の高い製品となっているが、近年のデジタル技術、メモリ技術の進歩によって、従来のアナログ技術では実現困難であった新機能を導入した製品が市場に出てきている。

今回、我々はデジタル技術の導入により、画像の特殊効果を可能とするデジタルカラーテレビ CS-2670 R 形（図 1.）を開発・製品化した。家庭における視覚情報機器の中心として、多様化するカラーテレビへの機能要求にこたえてデジタル画像メモリを付加し、新機能をもつテレビとして開発したものである。本稿では、その構成と原理を中心に概説する。

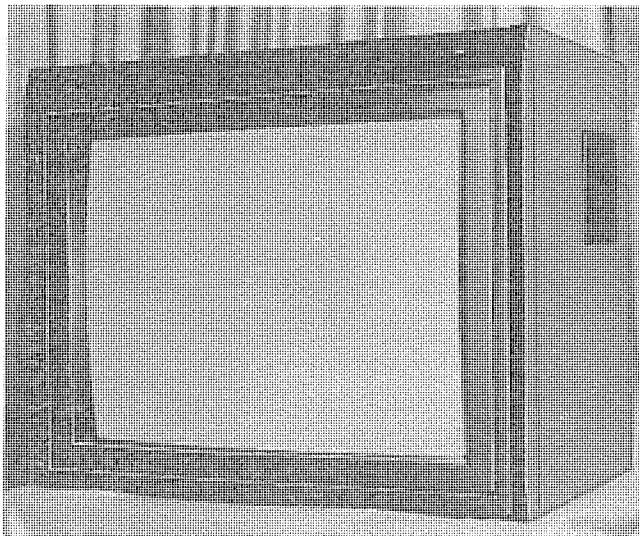


図 1. 三菱 デジタルカラーテレビ CS-2670 R 形（米国向け）

2. カラーテレビのデジタル化

カラーテレビのデジタル化の目的は、表 1. に示すように分類できる。いずれも、従来のアナログ技術では実現困難でありデジタル技術により可能となるものである。すなわち、

- (1) 画像メモリを利用した画像の特殊効果など、新機能の付加
- (2) 同じく画像メモリを利用した、デジタル画像処理による画質改善
- (3) システムの合理化、製造コストの低減

(1)と(3)の項目は、カラーテレビの基本回路であるビデオ、クロマ、偏向回路などをデジタル化することで可能となるもので、現在、半導体メーカーからデジタルカラーテレビ用 LSI が紹介され、一部のメーカーで商品化されているが、アナログカラーテレビと置き代わるには今少し時間が必要である。したがって現状においては、(1)項の新機能付加がデジタル化の第一段階となる。

表 1. カラーテレビのデジタル化の目的

1	付加機能	フィールドメモリの使用によるテレビ画面の特殊再生。 ① 静止画面 ② モニターイン TV ③ マルチ画面 ④ ストロボマルチ画面 ⑤ ズーム ⑥ ハードコピー（ビデオコピープロセッサ）
2	基本的なカラーテレビの性能（画質）の改善	① 適応形 Y/C 分離 ② 輪郭補償 ③ ノンインタレース ④ ノンフリッカ ⑤ ノイズ軽減 ⑥ ゴーストキャンセル
3	合理化（製造コストの低減と信頼性の改善）	① 省部品化、ローコスト ② 無調整化 ③ システムの合理化 ・ NTSC/PAL/SECAM マルチシステム ・ テレテキスト、ビデオテキスト、コンピュータに対して合理的なインタフェース ④ 回路の信頼性

3. 製品の特長

3.1 付加機能

今回のデジタルカラーテレビ（CS-2670 R）は、A/D、D/A 変換器、フレームメモリなどのデジタル回路の付加により、従来技術では困難であった以下のような画像の特殊効果機能を可能にしている。

- (1) 動いているテレビ画像を瞬時に止める静止画機能
- (2) 主画面のなかに別の画像を子画面として表示するモニターイン TV 機能（図 2.）
- (3) 9 分割した画面に異なるチャンネルの画像を表示するチャンネルサーマルチ画面機能（図 3.）
- (4) 9 分割した画面に連続した画像を静止画で表示するストロボ機能



図 2. モニターイン TV

能(図4.)

(5) 9分割した画面に任意の画面を表示できるダイジェスト機能(図5.)

以上の機能に加えて、全面の静止画の一部に動画を表示する機能をもっている。いずれも、フレームメモリを利用したテレビ信号の時間軸変換、画面サイズ変換により、特殊効果表示を行っている。表2.に、それぞれの表示仕様を示す。

3.2 フレームメモリ

このデジタルカラーテレビに備えているフレームメモリは、汎用256KD-RAM(4×64K)10個で構成されており、この規模のフレームメモリが民生機器に導入されるのは初めてのことである。また、特殊再生さ

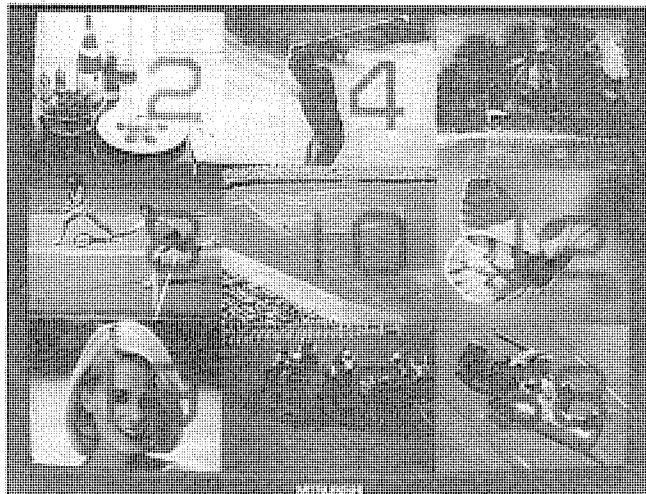


図3. チャンネルサーチ

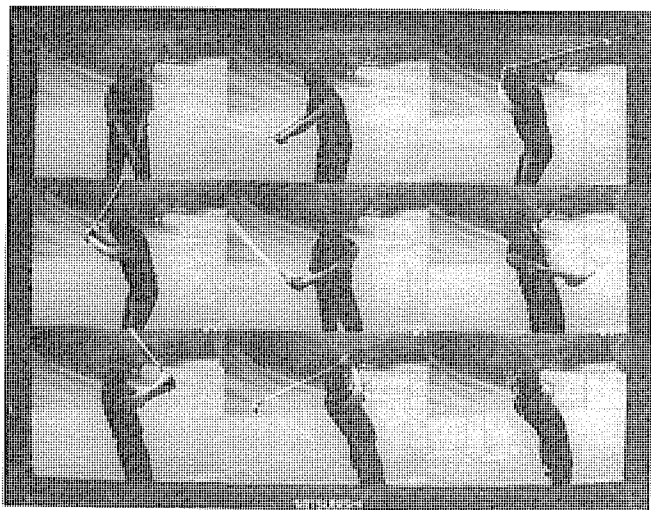


図4. ストロボマルチ

れる画像の信号帯域幅は5MHzと十分に広く、階調は5ビット処理であるが、ディザ法を用いて6ビット(64階調)相当の階調を得ている。

このフレームメモリは、リアルタイムで読み出ししながら、かつ同時にリアルタイムでフレームメモリの一部を新しいデータで書き換えることができるのが特長である。これについては5章で述べる。

4. デジタルカラーテレビの構成

図6.にデジタルカラーテレビのブロックダイアグラムを示す。一点鎖線内部が画像の特殊効果のために付加したデジタル回路を中心とするブロックで、次の8ブロックに分けることができる。

- (1) 特殊効果処理する映像信号を輝度信号Y、色差信号R-Y、B-Yに復調するビデオ・クロマ回路
- (2) Y、R-Y、B-Yのアナログ信号を5ビットのデジタル信号に変換するA/D変換器
- (3) 1ライン分の映像信号を一時記憶するバッファメモリ
- (4) 汎用256KD-RAM10個で構成されるフレームメモリ
- (5) D/A変換器及びRGBの原色信号に変換する色マトリクス回路
- (6) フレームメモリ、バッファメモリの読出し、書き込み制御回路
- (7) 局部同期信号発生器
- (8) 全体のシステムをコントロールする8ビットマイクロコンピュータ

特殊効果処理するための映像信号は、ビデオ・クロマ回路で輝度信号Y、色差信号R-Y、B-Yに復調され、次に5ビットのA/D変換器によりデジタル信号に変換される。このときの色差信号のサンプリング周波数は、色信号の帯域が狭いことから、表2.に示すように輝

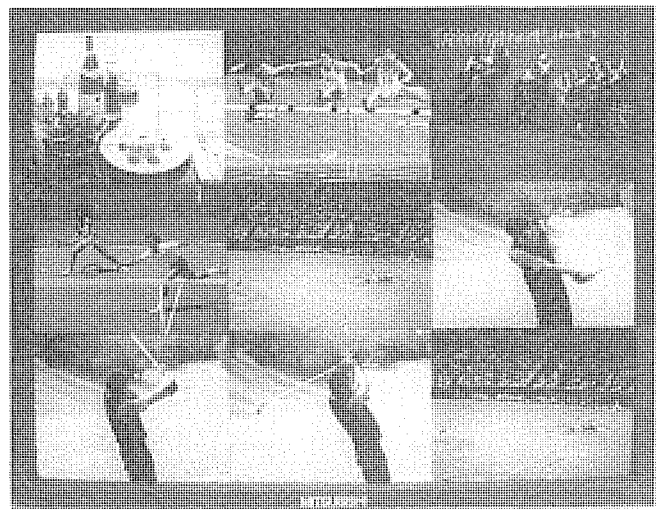


図5. マルチダイジェスト

表2. 表示仕様

項 目 \ モード	静 止	モニターインTV	チャンネルサーチ	ス ト ロ ボ	ダイジェスト
画 面 サ イ ズ	オリジナル	1/9 オリジナル	9画面マルチ表示		
画 素 数 (H×V)	480×480	240×160	160×160/1画面		
階 調	Y : 5 ビット (疑似6ビット) C : 5 ビット				
サンプリング周波数 (MHz)	Y : 10	5	10/3		
	C : 5	5/2	10/6		
そ の 他	—	主画面／子画面反転 子画面表示位置指定 子画面の静止画表示	画面更新 4.5 秒ごと チャンネル表示 ON/OFF 空チャンネルスキップ	ストロボ間隔 低速: 1/7.5 秒 高速: 1/15 秒	リモコン操作による任意の画面のマルチ表示

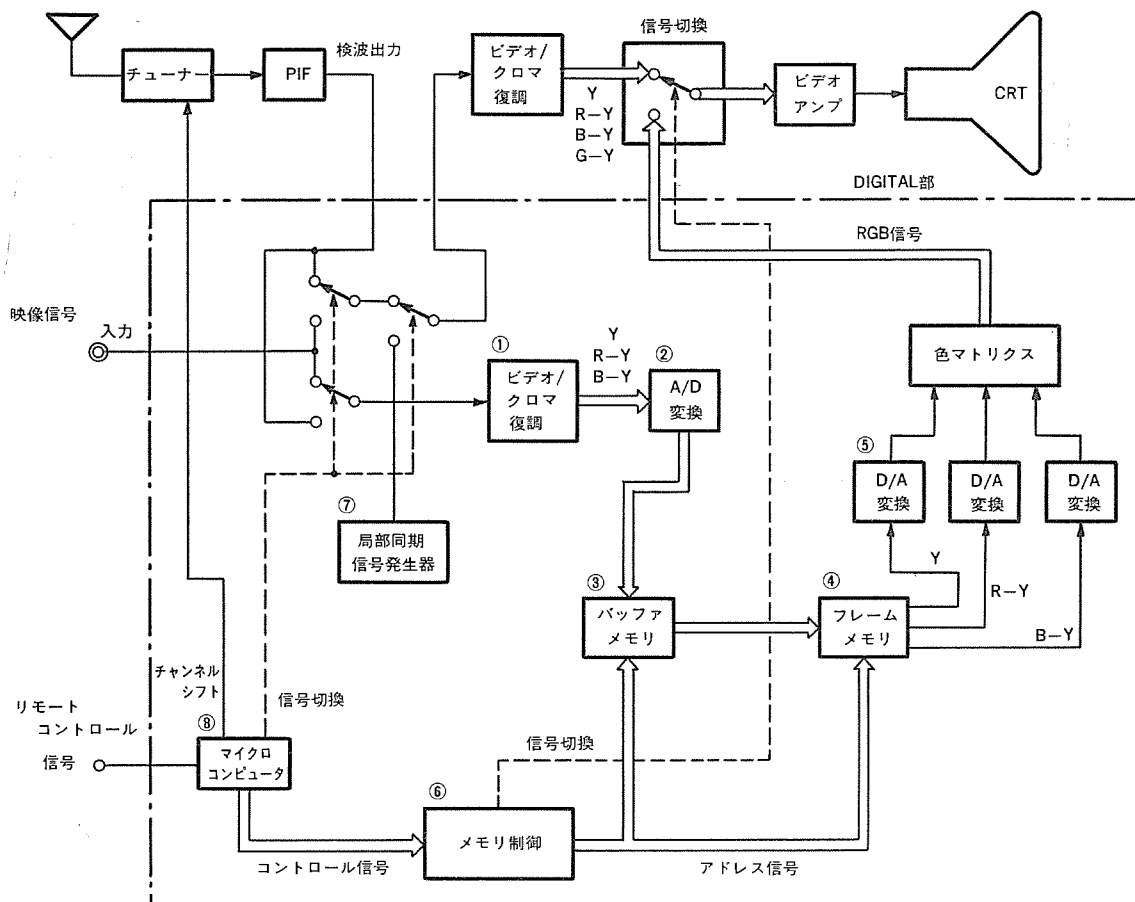


図 6. CS-2670 R ブロックダイアグラム

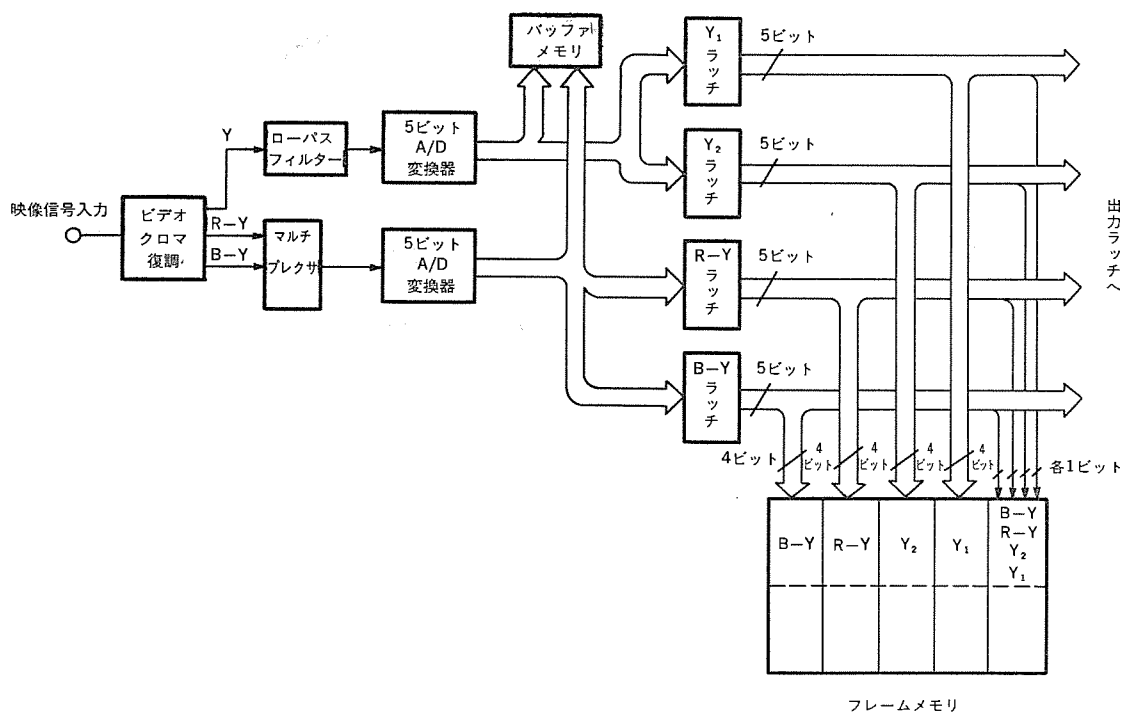


図 7. フレームメモリ 周辺 ブロックダイアグラム 1

度信号の 1/2 としている。このため メモリ 容量が節約される。

続いて、これらの デジタル 画像信号は、いったん ラインメモリ に書き込まれ、その後フレームメモリ へ転送される。フレームメモリ は表示のための読出しと、表示内容更新のための書換えを同時に行う必要がある。しかも A/D 変換器に入力される映像信号の同期と、表示する

ための同期関係が独立していることから、バッファメモリ を利用して時間軸を調整し、同期をとるようにしている。ただし、静止画モードでは、フレームメモリ の読出しと書込みを同時に行う必要がないためバッファメモリ は使用しない。256 KD-RAM 10 個からなる フレームメモリ に書き込まれた内容は、モニターイン TV モードでは主画面の映像信号

に同期して、またそれ以外のモードでは局部同期信号のタイミングに同期して読み出される。

したがって、テレビへ入力される映像信号がなくなった場合でも、静止画像はそのまま同期が乱れず表示を続けることが可能である。そしてフレームメモリから読み出されたデジタル信号は、3個のD/A変換器でY、R-Y、B-Yのアナログの信号に変換される。次に色マトリクス回路で原色信号に復調されてブラウン管へ導かれる。マイクロコンピュータ部は、赤外線リモートコントロール信号を受けて、各表示モードに応じた制御信号をメモリ制御回路、その他へ出力する。その主なものは、

- (1) チャンネルサーチマルチ画面時のチャンネルシフト信号
 - (2) 各表示モードを指定するための制御信号
 - (3) ストロボ画面のための表示時間制御信号
 - (4) モニターインTVモード時、四つの表示位置を指定する信号
- などである。

5. フレームメモリ制御部の回路構成

このシステムの特長は、リアルタイムでフレームメモリを読み出しながら、かつ同時にフレームメモリの一部を新しいデータに書き換えることが可能なことである。これによって画面全体の静止画の中に1/9サイズの動画を表示する機能、9コマのストロボ画面の中で9コマ目を動画表示する機能、またダイジェスト機能が可能となった。その回路構成を図7.及び図8.に示す。

特殊効果処理する映像信号は、まずビデオ・クロマ復調ICにより、輝度信号Yと色差信号R-Y、B-Yに分離される。Y信号は静止画、モニターインTV、ストロボの各モードでそれぞれサンプリング周波数が異なるため、それに応じた帯域を持つローパスフィルタで帯域制限され、折り返しひずみを防いでいる。一方、色差信号はマルチプレクサにより、R-Y、B-Yが時分割でA/D変換器に加えられる。

A/D変換は、5ビット処理であり、できるだけ映像信号のダイナミックレンジを増すため、同期信号部を除き、映像信号の黒レベルから、白つぶれしないように最大変調時の白レベルまでをサンプリングしている。また5ビット処理であるが、A/D変換器の基準電位にサンプリングクロックの1/2周波数で、1/2LSBレベルのパルスを重畳することで、量子化による偽輪郭の発生を6ビット処理相当までに改善することができた。この重畳するパルスと、サンプリングクロックとの位相を、ラインごと、フィールドごとに反転させることで、LSBの境界レベルの信号でも不自然さが目立たないように工夫している。

A/D変換された5ビットのデジタル信号は、いったんバッファメモリに蓄えられる(但し、前述のように静止画モード時は、直接フレームメモリに書き込まれる)。バッファメモリからフレームメモリに転送する際には、フレームメモリICのアクセスタイムを長くするためシリアル・パラレル変換する。すなわち、時間的に異なるY信号(Y₁)と続く(Y₂)をそれぞれのラッチパルスによりY₁ラッチ、Y₂ラッチにデータをホールドして、フレームメモリには同時に書き込む。これによりメモリICは、サンプリング周波数の1/2の周波数で動作することになる。

モニターインTVやストロボモードでは、画面を1/9サイズに縮小するために、垂直方向には走査線を3本ごとに1本を抜き取り、フレームメモ

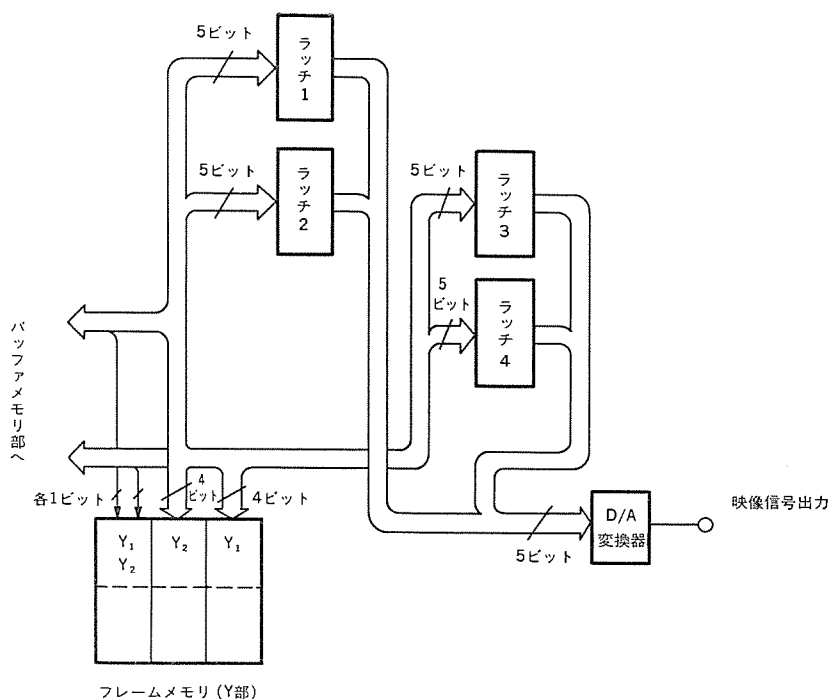
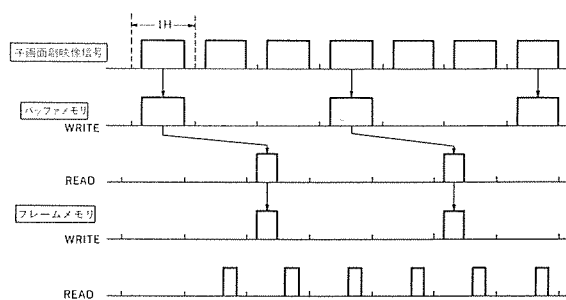
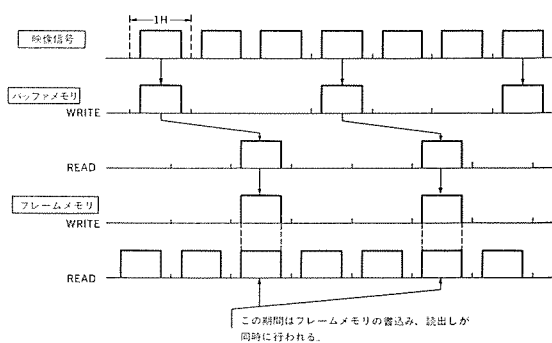


図8. フレームメモリ周辺ブロックダイアグラム2 (Y信号について)



(a) モニターインTVモード



(b) ストロボ、マルチ画面モード

図9. バッファメモリからフレームメモリへの転送タイミング

りに転送し、水平方向はサンプリング周波数の3倍の周波数で読み出している。図9.にそれぞれのモードでのバッファメモリへの転送タイミングを示す。モニターインTVモードでは、子画面として表示する副映像信号の同期と主画面の映像信号の同期が異なるために、走査線3本に1本の割合でサンプリングしたバッファメモリの副映像信号内容は、残った2本分の走査期間で主画面に同期して転送される。すなわち1

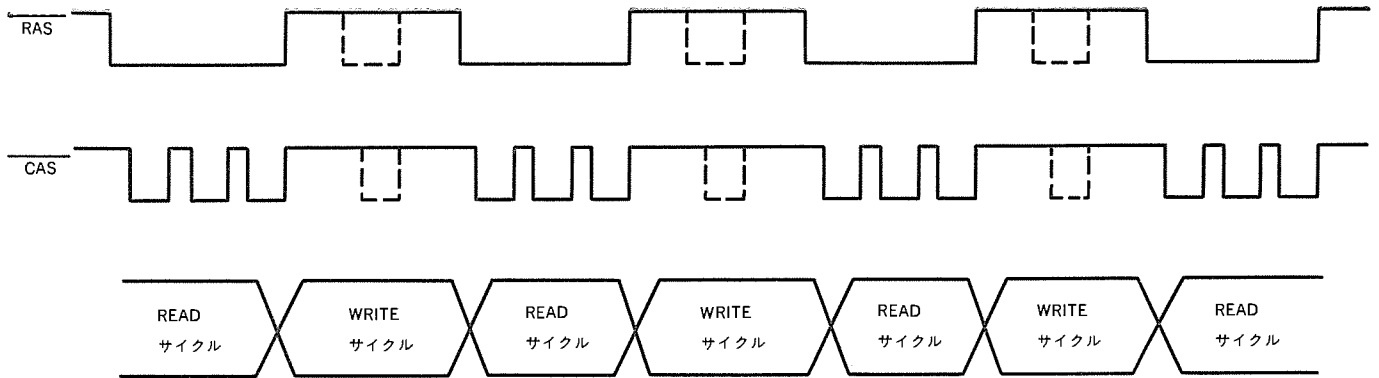


図 10. フレームメモリ READ WRITE サイクルのタイミング (ストロボモード, マルチ画面モード)

水平走査期間要してバッファメモリに書き込まれた副映像信号1ライン分のデータの子画面の表示期間と重ならない主画面の1/2水平走査期間で読み出し、フレームメモリに転送している。ストロボモードでは、画面全体がフレームメモリの読み出し期間にあたるため、バッファメモリからの転送と読み出しを同時に行う必要がある。ここでは、メモリの読み出しサイクルのすき間を利用して転送している。

しかし、フレームメモリを高速に書き込み、読み出すために次のような工夫が必要である。図10.に示すように読み出しサイクルをページモードで読行い、6個のデータ(Y信号のみ)を連続して読み出すことで、読み出し時間を短縮し、そのあいた時間を書込みサイクル時間に割り当てている。この連続して読み出したデータは、4個のラッチ(1~4)を効率良く利用して、クロックとアウトプットコントロールの制御により時間順に並べ直され、間断なくデータが出力される。このようにして、見かけ上フレームメモリの同時読み出し/書き込みを実現している。

このフレームメモリは、汎用256KD-RAM(4×64K、アクセスタイム100ns)を使用しているが、データは5ビットであるので4ビット並列構成のメモリでは1ビット足りない。そこで、Y₁、Y₂、R-Y、B-Yのそれぞれ不足分を集めてメモリをもう一つ割り当てることにより、効率良くフレームメモリを構成している。図11.にこのフレームメモリの構成を示す。フレームメモリは、偶数フィールドメモリと奇数フィールドメモリから成っており、書き込みは入力映像信号に同期して行われ、読み出しはそれと非同期の内蔵の局部同期信号に従っている。

モニター型TVやストロボモードでは、フレームメモリは動画を表示する際、書き込みの同期と非同期で読み出され、読み出し時の垂直アドレスは書き込み時の垂直アドレスの3倍の速度で動作している。したがって、二つの映像信号の同期関係によっては、奇数フィールドメモリを奇数フィールドで読み出す場合、読み出しアドレスが書き込みアドレスを追い越す可能性がある。この場合、追い越したアドレスから先のフィールドメモリの内容は、前フレームの内容であるので、動きの大きな信号の場合、画面の上と下で異なるフレームを表示することになり不自然な画像となる。このため、このシステムは、読み出しアドレスが書き込みアドレスを

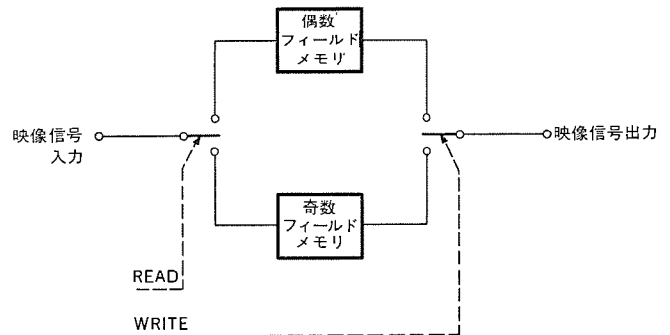


図 11. フレームメモリの構成

追い越すような同期関係のときには、読み出し時のフィールドが奇数であっても、完全には書き込み終えた偶数フィールドを読み出すようにしている。ただし、この場合奇数フィールドで偶数フィールドメモリを、またその逆で読み出すことになるため、走査線の上下関係が逆となり画像の内容が1ラインごとに上下反転するので補正を行っている。すなわち表示中のフィールドと逆のフィールドメモリを読み出す場合は、奇数フィールドメモリを読み出すときに垂直アドレスを一つ加算し、1走査線先のメモリを読み出すことで、走査線の上下関係を補償して表示している。

6. む す び

デジタル画像メモリを導入することにより、従来アナログ技術では困難であった画像の特殊表示効果を可能にするカラーテレビCS-2670R形を製品化した。これは、今後視覚情報センターとして一層の多様性、高機能化が要求されるであろうカラーテレビの一つの方向を示したものと考えている。一方、カラーテレビのデジタル化の大きなメリットである画質改善など基本性能の向上も今後の大きな課題である。当社は昭和61年に適応形C/Y分離フィルター、輪郭補償フィルターなどを内容とするデジタル画像信号処理VLSIを発表したが、これらの利用により更に高画質のカラーテレビが製品化できよう。

ハイビジョン受信機

渡辺 尚友*・八尾 政治*・茅 嶋 宏*・山口 典之*・浜田 恒朗*

1. ま え が き

ハイビジョン放送は、次世代のテレビジョン放送システムを目指して、十数年来NHK放送技術研究所において開発が進められているものである。現在、カメラ、VTR、テレビネなどのスタジオ機器に関しては、番組制作が可能な段階に達している。

郵政省においても、我が国での開発の状況とCCIR（国際無線通信諮問委員会）での世界統一規格へ向けての動きを踏まえ、昭和59年5月から電気通信技術審議会において、スタジオ規格、伝送方式などの技術的条件を定めることを目的として審議が行われている。これら関係者の努力により、昭和61年5月にユーゴスラビアで開催されたCCIRの総会において、スタジオ規格の唯一の勧告(案)として採択された。

更に、放送衛星による1チャンネル伝送とパッケージ系への利用を考慮した新しい帯域圧縮方式が、昭和59年1月NHK放送技術研究所において開発され、現行の放送衛星によるハイビジョン放送への道が開けた。

当社においても、このような背景を踏まえて新しい帯域圧縮方式のハイビジョン受信機の開発を進め、科学万博つくば'85(昭和60年3月～9月)をはじめ、各種ショーへの出展を通じハイビジョンの素晴らしさを訴える努力をしてきた。以下、この受信機の概要と信号処理の内容について説明する。

2. ハイビジョン受信機の概要

ハイビジョン放送は、将来放送衛星により実現する予定である。我が国には、12GHz帯に八つの衛星放送チャンネルが割り当てられており、1チャンネルの無線周波数帯域幅は27MHzである。NHKの開発した新しい帯域圧縮技術は、この1チャンネルの無線周波数帯域幅でハイビジョン信号を伝送可能としたもので、ハイビジョン信号のベースバンド帯域幅約20MHzを8.1MHzに圧縮する方式である。開発試作したハイビジョン受信機の構成を図1.に、仕様を表1.に示す。

放送衛星からの12GHz帯の電波はパラボラアンテナで受信したあと、

BSコンバータ(屋外ユニット)で1GHz帯の第1中間周波(第1IF)信号に変換される。次に、BSチューナー(屋内ユニット)において、選局・第2中間周波(第2IF)増幅・FM復調をおこない、帯域幅8.1MHzの映像信号と中心周波数134.26MHzの第2IF信号を得る。これらは、それぞれ映像信号デコーダと音声復調部へ送られる。映像信号は、映像信号デコーダで処理した後、ハイビジョンディスプレイ上に映し出される。第2IF信号は、音声復調部で復調・時間伸長したあとPCMデコーダで音声信号として復号される。

3. ハイビジョンのデジタル画像処理

3.1 映像信号デコーダの概要

新しい帯域圧縮方式のサンプリングパターンを図2.に示す。このサンプリングパターンは、4フィールドで一巡する多重サブサンプリングである。図2.の d はサンプリング間隔を示しており、 $1/d$ は64.8MHzに相当する。

表 1. ハイビジョン受信機の仕様

項 目	内 容
受 信 周 波 数	11.7～12.0GHz
受 信 チ ャ ン ネ ル	BS-1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15 の各 ch
中 間 周 波 数	第2IF 134.26 MHz
信 号 形 式	動き補正多重サブサンプル方式、色信号多重は色信号の圧縮比4のTCI信号型式(線順次)
走 査 方 式	1,125本/60 2:1(インタレース)
伝送ベースバンド帯域幅	8.1 MHz (-6dB)
リサンプリングクロックレート	16.2 MHz
輝度信号水平帯域幅	静止領域 20～22 MHz 動 領域 12.5 MHz
色信号水平帯域幅	静止領域 7.0 MHz 動 領域 3.1 MHz
同 期 形 式	正極デジタル同期
音 声、付 加 情 報 多 重	垂直帰線期間中に多重、PCM 4φ DPSK (2.048 Kbps)
映 像 出 力	R, G, B出力 0.7 V _{p-p} (75Ω)
映 像 モ ニ タ ー	高品位ディスプレイ

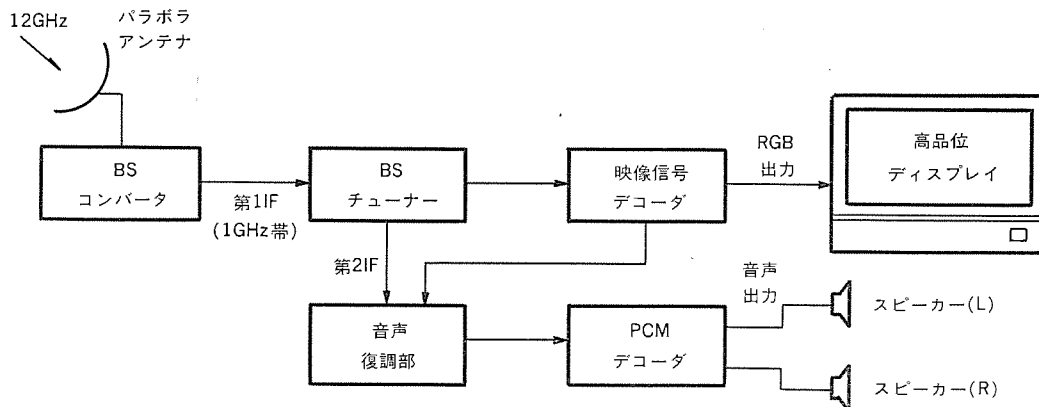


図 1. ハイビジョン受信機の構成

また、リサンプリングクロックは $1/4 d$ の 16.2 MHz、伝送 ベースバンド 帯域は 8.1 MHz である。

次に、映像信号デコーダの基本構成を図 3. に示す。BS チューナーで FM 復調した映像信号は、16.2 Mbps のデジタルデータに A/D 変換された後、同期信号・コントロール信号が分離される。同期信号はデジタル PLL 部に送られ、ここで基本クロック (32.4 MHz) や各種タイミングパルス (水平、垂直同期パルス など) を発生している。コントロール信号は、サブサンプリング位相などの情報を伝える信号で、各部の制御を行う。

マルチプレクサは、現在の映像信号データ (16.2 Mbps) とフィールドメモリ (2) の出力データ (32.4 Mbps) を、サブサンプリング位相に合わせて 32.4 MHz で切り換え、フィールドメモリ (1) の入力に送っている。例えば、現在の入力データが図 2. の○に対応するとき、フィールドメモリ (1) の入力には、図 2. の実線で示したライン上の○と●が交互に並んだデータが送られる。一方、フィールドメモリ (1) の出力には、1 フィールド前のフィールドメモリ (1) の入力データが送られるので、図 2. の破線で示したライン上の□と■が交互に並んだデータが得られる。つまり、フィールドメモリ (1) の入力データと出力データから 4 フィールド分のすべての伝送データが得られる。このようにして得られたデータは、静止領域と動領域に分けられ個別の処理が行われる。

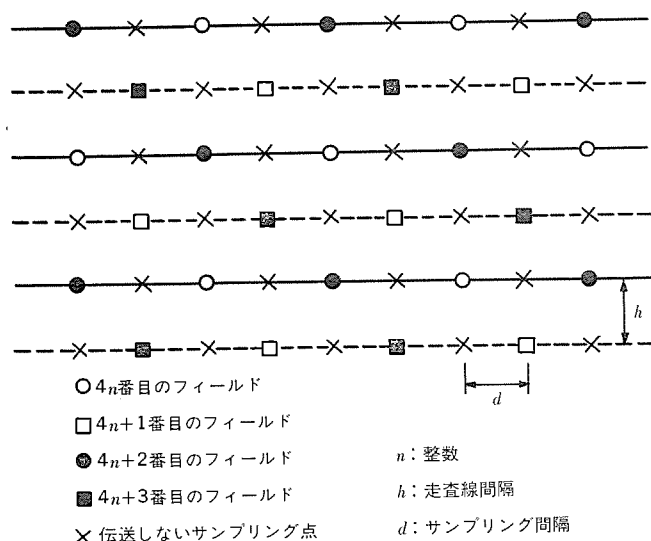


図 2. サンプルパターン

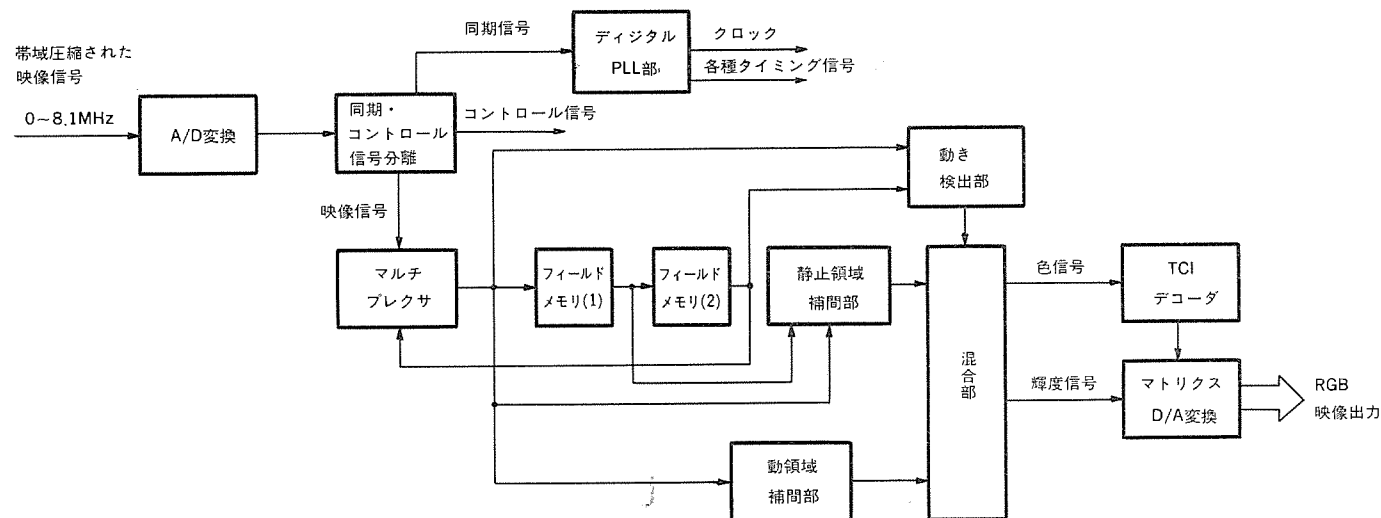


図 3. 映像信号デコーダの基本構成

静止領域補間部では、この 4 フィールド分のデータから、伝送されないサンプリング点 (図 2. の×印) のデータを補間する。補間はサンプリングレート 64.8 MHz の二次元フィルタ (静止領域補間フィルタ) で行っている。動領域では、過去のサンプリング点のデータを使用してデータの補間を行うと、二重像などの妨害が画面に現れるので、動領域補間部では、現在のフィールドの伝送データのみを使用して、その他のサンプリング点のデータを補間する。補間はサンプリングレート 32.4 MHz の二次元フィルタ (動領域補間フィルタ) で行っている。

動き検出部は、画像の動きをフレーム間のデータの差分から判定している。静止領域と動領域の切替は、動き検出部の情報に基づいて画素ごとに混合部で行っている。混合部の出力信号のうち、輝度信号はそのまま、色信号は TCI (Time-Compressed Integration : 時間軸圧縮多重) デコーダで復号してから D/A 変換を行う。

こうして、もとの帯域のハイビジョン信号に復元された輝度信号 (帯域 20~22 MHz) と色信号 (帯域 7 MHz) を、マトリクス回路で RGB 信号に変換してハイビジョンディスプレイへ供給している。

3.2 スペクトラム解析

3.2.1 方式の原理

新しい帯域圧縮方式では図 2. のようなサブサンプリングを行っているが、これは 32.4 MHz の第 1 次サンプリングと 16.2 MHz の第 2 次サンプリングの 2 回のサブサンプリングに分けることができる。前者はフィールド間オフセットサンプリングであり、後者はフレーム間オフセットサンプリングである。

以下に静止領域及び動領域の帯域圧縮について述べる。静止領域での原信号成分は、図 4. の実線のように 32.4 MHz 以下に帯域制限されている。この信号を 32.4 MHz でサブサンプリング (第 1 次サンプリング) すると同図の一点鎖線のように折り返しが生じる。更に 16.2 MHz でサブサンプリング (第 2 次サンプリング) を行うと同図の破線のような折り返しが生じる。このスペクトル状態を細かく見ると、原信号成分は、水平走査周波数 f_H の整数倍の周波数を中心に $2f_F$ (f_F : フレーム周波数) 間隔の側波帯が広がる。第 1 次及び第 2 次サンプリングによる折り返し成分は、原信号のスペクトルに対し f_F 及び $\frac{1}{2}f_H \pm \frac{1}{2}f_F$ だけずれた周波数を中心に側波帯が広がる。これらのスペクトルは、すべて周波数インターリーブの形で多重されており、8.1 MHz の帯域に圧縮することが可能である。

一方、動領域での原信号成分は図 5. の実線のように、16.2 MHz

に帯域制限されている。2回のサブサンプリングによって、同図の一点鎖線、破線のような折り返しが生じる。このうち、第2次サブサンプリングによる折り返し成分が静止領域と同様に原信号成分と周波数インターリーブの形で多重され、8.1 MHzの帯域内に圧縮される。

3. 2. 2 標本化の三次元表現

映像信号処理を行う場合に、三次元時空間とそれに対応した三次元周波数空間を考えることは有効である。ここでいう三次元時空間とは、1画面を構成する二次元情報 x, y と、それらとは独立な時間情報 t で構成される空間であり、一方三次元周波数空間とは、それぞれ x, y, t 方向の空間周波数 f_x, f_y, f_t で構成される空間をいう。

図2. に示したサンプリングパターンを、三次元時空間上に表現すると図6. (a) のようになる。図は画面上の水平 $4d$ ($d=64.8$ MHz), 垂直 $4h$ ($h=1,125$ TV本) の格子内の各フィールドの標本点を5フィールド分表現したものである。このサンプリングパターンの配列が、 x, y, t 方向に無限に広がっているととして、これのフーリエ変換を行い、標本化スペクトルを求めると図6. (b) のようになる。このときの標本化スペクトルは、60 Hz で一巡し、 f_x, f_y, f_t 方向に無限に広がっている。また f_t が 30 Hz の整数倍である平面上のスペクトルは実数成分のみを持っているが、それ以外のスペクトルは複素成分を持っている。

ある映像信号が図6. (a) のようなサンプリングパターンで標本化されたとき、同図(b)の周波数空間上で原信号成分は、原点にある標本化スペクトルを中心にある広がりを持って存在する。また、その折り返し成分は、同図(b)に示した原点以外の各標本化スペクトルを中心と同じ広がりを持って存在する。折り返しひずみが発生しないためには、原信号成分と折り返し成分が周波数空間上で重ならないように原信号成分を帯域制限する必要がある。

3. 2. 3 伝送可能な周波数帯域

新しい帯域圧縮方式において、伝送可能な周波数帯域を周波数空間上で表現すると図7. のようになる。同図(a)は静止領域の伝送帯域、(b)は動領域の伝送帯域を示している。静止領域と動領域では、伝送方法が異なることから同図(a), (b)のように伝送帯域も異なる。したがって、送信側において静止領域と動領域で異なる前置フィルターが必要である。しかし、静止領域、動領域共に前置フィルターには二次元フィルターを用いているために、 f_t 方向の帯域制限を加えていない。そのため、静止領域では 7.5 Hz, 動領域では 30 Hz 以上の t 方向の変化がある画像では折り返しが生じる。前置フィルターの切替は画素単位で行っており、30 Hz 以下の t 方向の変化のみの画像では、折り返しひずみは発生しない。

3. 3 補間フィルターの特性

この節では、伝送された信号から受信側で欠落点を補間するフィルターについて述べる。この補間フィルターは、図3. の静止領域補間部

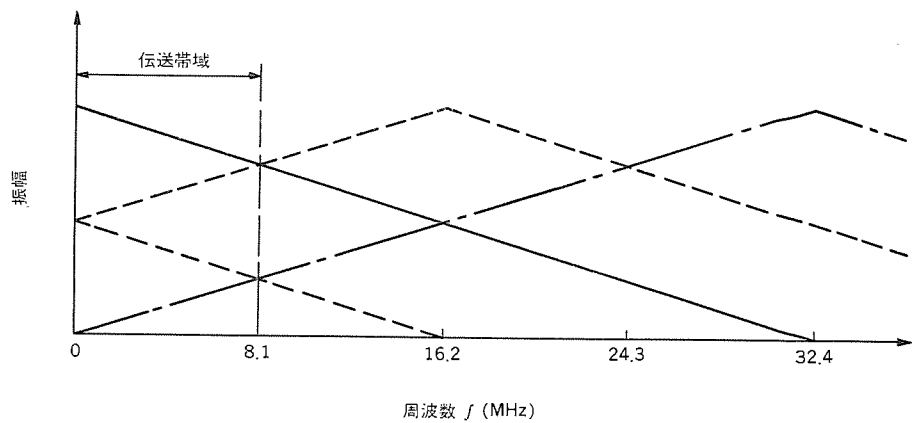


図4. 標本化された信号のスペクトル（静止領域）

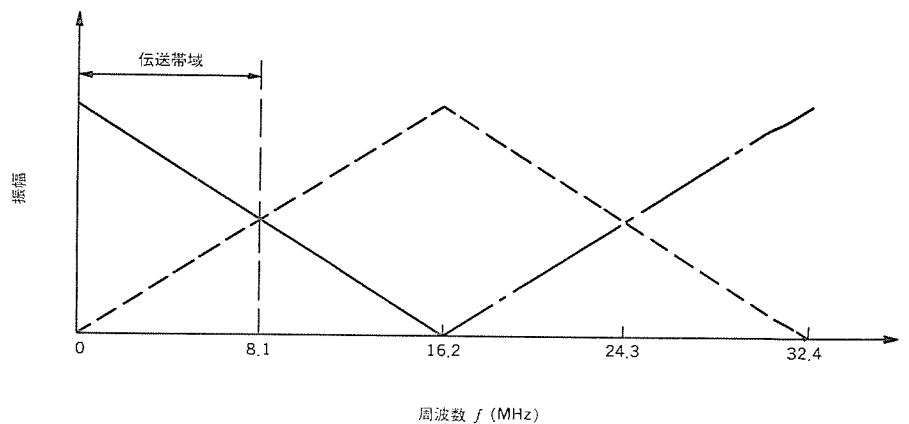
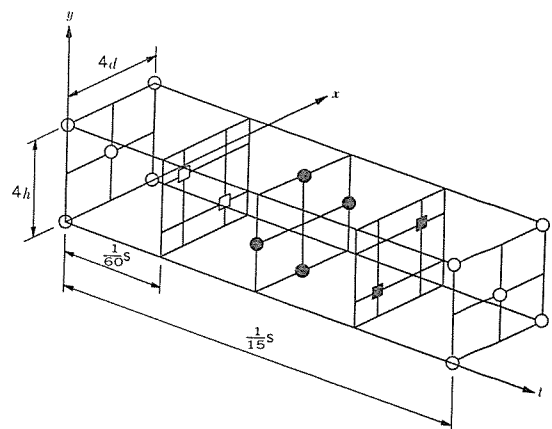
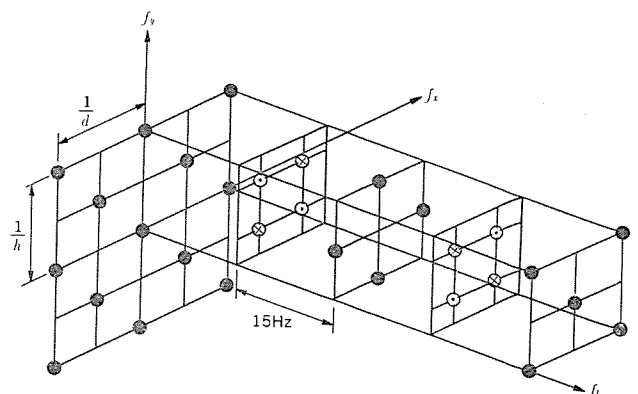


図5. 標本化された信号のスペクトル（動領域）



(a) サンプリングパターンの時空間位置



(b) 標本化スペクトル

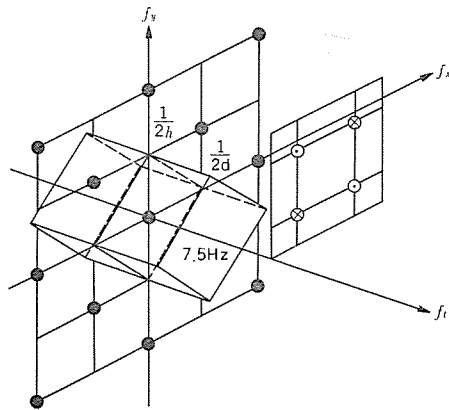
図6. 標本化の三次元表現

と動領域補間部で示す2種類のフィルターである。

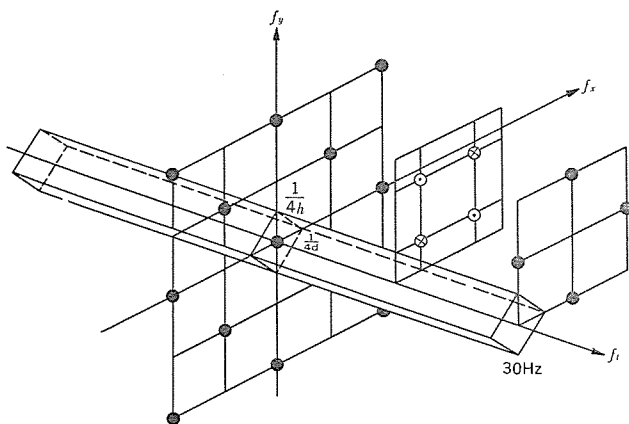
3.3.1 静止領域フィルター

静止領域の補間フィルターは、フィールド間補間により欠落点を補間するフィルターで、その振幅の二次元周波数特性を図8.(a)に示す。

図8. は画面の水平周波数 f_x と垂直周波数 f_y で構成される二次元周波数平面上でのフィルターのゲイン A を立体表示したものである。同図(a)からわかるように、静止領域フィルターでは、水平方向、垂直方向の周波数成分は通過するが、図6.(b)の $f_t=0$ Hz 平面上

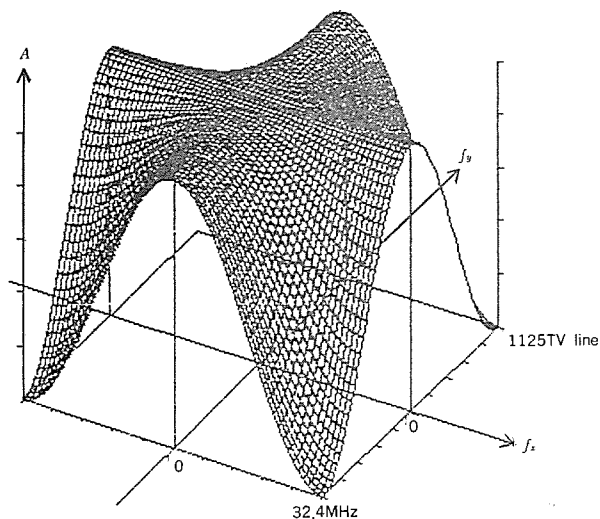


(a) 静止領域



(b) 動領域

図7. 伝送可能な時空間周波数領域



(a) 静止領域フィルター

の斜め方向の標準化スペクトルによる折り返しひずみを防ぐために、この周波数成分を遮断している。なお、垂直周波数を表す単位としては、画面の垂直方向に白黒の繰り返しが見える合計本数で表しTV本としている。

3.3.2 動領域フィルター

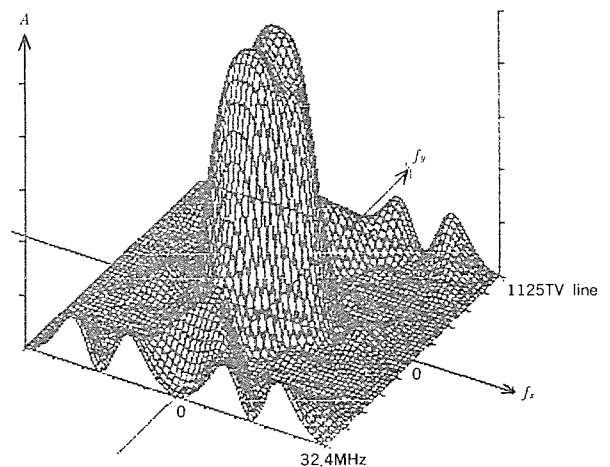
動領域の補間フィルターは、フィールド内補間により欠落点を補間するフィルターで、水平 16.2 MHz、垂直 1,125/2 TV 本で遮断され、しかも斜め方向成分も除くものである。静止領域の補間フィルターは、フィールド間補間を行うのに対して、動領域の補間フィルターはフィールド内補間を行う。この補間フィルターのフィールド間の二次元周波数特性は図8.(b)のようになる。

4. ハイビジョンの音声信号処理

ハイビジョンの音声データは、映像信号の垂直帰線期間に RF 時分割多重されて伝送される。すなわち、RF 信号において、映像信号期間は FM 変調信号で、音声データ期間は 4 相 DPSK (差動位相シフトキーイング) 変調信号で多重されている。

図9. に音声信号処理構成図を示す。この受信機ではチューナー、第2IF増幅、PCMデコーダなどは、現在製品化されている衛星放送受信機の回路と同じである。図に示すように、BSコンバータの出力(第1IF信号)はチューナーに加えられ、希望のチャンネルの選局が行われる。このとき、環境条件の変化によるチューナー局部発振器の周波数変動を抑えるため、AFC(自動周波数制御)をかけている。このAFCの方式として、画像の変調内容により局部発振周波数が変動しないようにキードAFC方式を採用した。増幅された第2IF信号からは、RFスイッチにより映像信号期間のFM変調信号成分を減衰させ、PSK変調信号成分のみが取り出される。前述のキードAFC及びRFスイッチに必要なタイミングパルスは、映像信号処理部で再生されるリサンプリック、水平同期信号、フレーム同期信号などから得ている。

PSK変調信号は、帯域中心周波数が134.26 MHz、符号伝送速度が32.4 Mbpsの4相DPSK信号であり、これは、同期検波回路と搬送波再生回路により復調される。この搬送波再生回路は、4相DPSK信号から同期検波に必要な基準搬送波を再生する回路である。RFスイッチの出力の4相DPSK信号は、パースト状態であるため搬送波再生回路として応答特性の速い4倍/AFC方式を採用した。



(b) 動領域フィルター

図8. 補間フィルターの特性

この構成図を図 10. に示す。4 相 DPSK 信号を 4 倍することにより、基準搬送波に相当する無変調波を再生し、単同調回路により雑音を除去した。また、AFC 回路により、入力信号の周波数変動にかかわらず、その入力周波数が単同調回路の中心周波数に保持されるように構成している。基本的には、周波数変換回路〔4 倍 - ミキサー (ダウンコンバート) - 単同調 - 4 分周 - ミキサー (アップコンバート)〕と AFC 回路〔位相検波 - ローパスフィルター - 電圧制御発振器 (VCO)〕から構成されている。したがって音声系として 2 段の AFC をかけ、周波数の安定化を図っている。

次に 4 相 DPSK 復調された信号は、差動デコーダにより、位相不確定が除去される。この出力は、符号伝送速度 32.4 Mbps に時間圧縮された音声データであり、これはデータ伸長回路により 2.048 Mbps の PCM データに伸長される。このとき、クロック、コントロール信号などは、映像系で再生したものを使用するので、特にビットタイミング再生回路は用いていない。このようにして得られた PCM データは、PCM デコーダにより音声信号に復号される。

5. む す び

以上、ハイビジョン受信機の概要について、帯域圧縮された伝送信号のスペクトラム構造を踏まえて説明した。将来、ハイビジョン放送を実現するためには、送信側において帯域圧縮方式の改良により性能の一層の向上を図るとともに、受信側においても大幅な LSI 化を図り、一般家庭用として小形で低価格な受信機の供給を可能にしなければならない。

終わりに、この受信機の開発にあたり、御指導と御協力をいただいた NHK 放送技術研究所並びに技術本部の関係者の方々に深く感謝の意を表す。

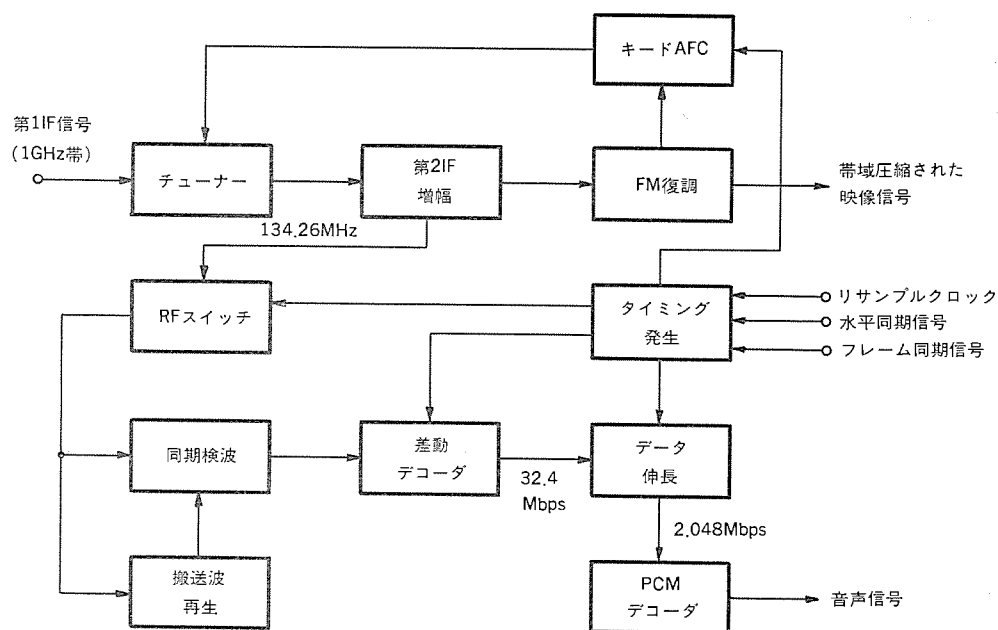


図 9. 音声信号処理構成図

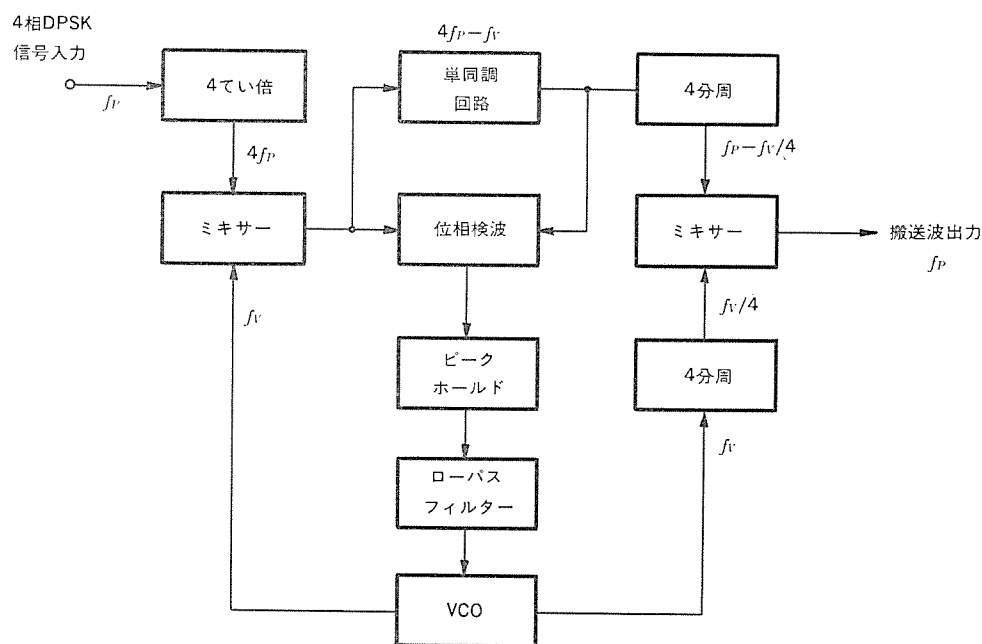


図 10. 搬送波再生回路の構成図

参 考 文 献

- (1) 二宮：高品位テレビの新しい伝送方式—MUSE—, NHK 技研月報, 27, No. 7 (昭 59-7)
- (2) 二宮ほか：高品位テレビの衛星 1 チャンネル伝送方式—MUSE—, 信学論, J 68-D, No. 4 (昭 60-4)
- (3) 杉山ほか：MUSE 高品位 TV 送信装置, テレビ学会技報, T EBS, 106-5 (昭 60-10)
- (4) 梅田ほか：衛星通信用 120 Mb/s 4 相 PSK 変復調装置, 三菱電機技報, 53, No. 12 (昭 54)

VHS方式VTRのデジタル化

中島義充*・木村恵爾*・大川雄敬*・大橋知典*・堀 高明*

1. ま え が き

VHS方式VTRは家庭用VTRの主流の座にあり、その機能、性能はますます向上している。これらはヘッド、精密メカニズム、電子回路などの進歩によるものであるが、今後一層の飛躍をするためにはデジタル信号処理技術の導入が必要である。家庭用VTRのデジタル化には大きく分けて三つの方向がある。第一に現行のアナログ回路にデジタル回路を付加して、機能、性能の向上を図るもの、第二にアナログ処理の機能をデジタル処理に置き替えるもの、そして第三にはテープへの記録そのものをデジタルで行うものである。第三のデジタル記録はVHSフォーマットではなくなるため、VHS方式の範囲内では第一、第二のものが開発の対象となる。

今回開発したデジタル特殊再生(特再)VTRは第一の範ちゅうに入り、現行のVHS方式VTRにデジタル画像メモリを応用して、特殊再生(スチル、スロー、スピードサーチ)時の画質改善を図る。従来のVTRでは困難であったノイズやぶれのない鮮明なスチル、スローはもちろんのこと、スピードサーチについてもノイズバーやスキューひずみのないデジタルスピードサーチを実現することができた。更に内蔵のデジタル画像メモリを利用して、画像の特殊効果処理機能も付加してVTRの用途の幅を一段と広げている。なお、この技術を導入したVTRは今秋から製品化(HV-V14)される(図1.)。

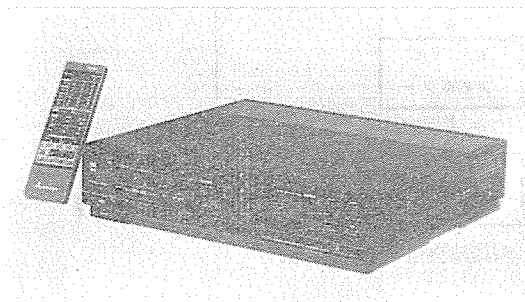


図1. デジタル特再VTR

2. 製品の概要

デジタル特再VTRの製品仕様の概要について述べる。HV-V14は、当社のビデオのイメージを変えるに十分とAV誌でも絶賛されたHV-F10をベースに、デジタル画像メモリを応用した製品で、HV-F10の高画質、高音質、多機能にデジタルスチル・スローはもちろん、業界初の本格的デジタルスピードサーチとデジタルビデオエフェクタ機能を付加した最高級機である。その特長は次のとおりである。

2.1 デジタル特殊再生

従来の家庭用VTRでは、スチル、スロー、スピードサーチなどの特殊再生時において、ノイズやぶれ更に画像の曲がり(スキューひずみ)が生じ、画質の面で改善の余地があった。これを改善するために、このVT

Rではデジタル画像メモリを採用し特殊再生回路のデジタル化を図っている。そのため、以下のように画質のよい安定な特殊再生機能を再生モード(SP、EP)に関係なく実現している。すなわち、

- (1) ノイズやぶれのないスチル再生画が瞬時に得られる。
- (2) ノイズ、横ゆれのないスロー再生ができる。
- (3) 見たい所を素早く見つけ出すためのスピードサーチ(6倍速/SPモード、10倍速/EPモード)もノイズバーやスキューひずみのない画像で行える。

2.2 特殊効果機能

前に述べたデジタル特再のために、このVTRがもっているデジタル画像メモリを利用して特殊効果機能も付加した。これは、放送局でも使用されているDVE(Digital Video Effect)機能を簡易化したもので、画像に各種の加工(個人用途に限定)を加えて特殊な効果を出すものである。今回は次の三つの機能を選んだ。

(1) ストロボ効果

デジタル画像メモリの利用により、再生画面を四つの小画面にして連続写真のように表示するマルチ画面機能で、スポーツなどの動きを分解して研究したり楽しむことができる。

(2) ソラリゼーション(ペイント)効果

デジタル画像の階調を変化(3段階)させて、油絵やアニメーションのような効果を出すことができるので、タイトル画面の作成やバックグラウンド用ビデオとしての利用などVTRの用途が拡大する。

(3) モザイク効果

デジタル画像のきめを意図的に粗く(3段階)して、モザイクのような効果を出しクイズなどにも利用できる。

2.3 TV画像のデジタル効果機能

放送を受信したテレビ画像やカメラからの画像に対しても、前に説明したスチルや特殊効果機能がこのVTRを通すことによって利用でき、従来のTVがデジタルTVに早変わりする。

3. デジタル特再回路の構成

今回開発したデジタル特再VTRのブロック図(特再回路部分)を図2.に示す。VTR本体は従来のものと同じで、VHSフォーマットのVTRであるが、デジタル特再のために図2.の回路が追加されている。追加した回路は次のとおりである。

(1) メモリ回路

256KビットのデュアルポートD-RAMを5個使用したデジタル画像メモリで、輝度(Y)信号に256(行)×512(列)×6(階調)ビット、色(C)信号に256(行)×256(列)×6(階調)ビットを割り当てている。

サンプリング周波数は、Y信号が10MHz、C信号が5MHzである。ただし、C信号は二つの色差信号(R-Y、B-Y)を時分割多重して取り扱っているので、各々の色差信号のサンプリング周波数は2.5MHzとなる。A/Dコンバータは6ビットで、Y信号に1個、多重化C信号に1個使用している。一方、D/Aコンバータは6ビットのものを、Y信号に1個、C信号に2個と1個増えているが、これはメモリから

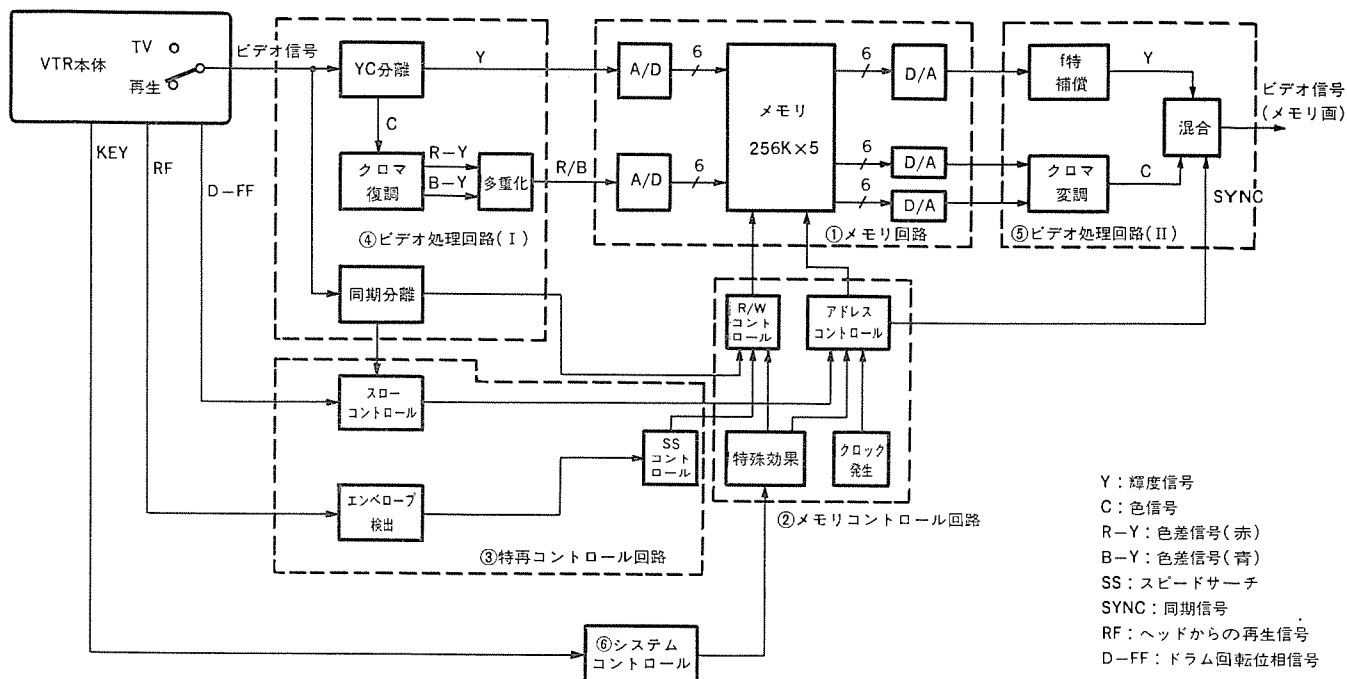


図 2. デジタル 特再 VTR のブロック図

読み出された多重化 C 信号を D/A 変換する際に元の二つの色差信号に分離するためである。

(2) メモリコントロール回路

前に述べたメモリに対する映像データの読み書き (R/W) をコントロールする回路で、特再の各モードに応じて外部からの制御信号に従ってメモリのアドレス指定と R/W の指令を行う。更に、特殊効果のコントロールも行っている。この回路はゲートアレイ IC (4,800 ゲート) として新規に開発した。

(3) 特再コントロール回路

VTR 本体側の特再動作に応じて、メモリコントロール回路に対する制御信号を発生する回路である。例えば、スロー時にはテープが間欠送りとなるが、テープの移動ごとに映像信号が完全な形で再生されるタイミングにメモリへの書き込み (W) を指令する (図 3.)。

(4) ビデオ処理回路 (I)

入力ビデオ信号からメモリへの輝度信号、多重化色差信号を生成する回路である。また、タイミング用の同期信号も出力する。

(5) ビデオ処理回路 (II)

メモリの出力信号から NTSC コンポジット信号を生成する。

(6) システムコントロール

人間の操作に応じて特再と特殊効果の制御を行うマイコンである。

4. 技術的特長

デジタル特再 VTR の実現にあたり、開発を要した要素技術について述べる。

4.1 R/W 非同期画像メモリ技術

VTR の特再時に映像信号を一度再像メモリに記憶することによって、ノイズなどの不要な部分を除去しようとするのがデジタル特再 VTR の原理である。ところが、映像信号のメモリへの書き込み (W) 中にも VTR からの映像信号出力が、とどえてはならない。そのためには、①映像信号をメモリに書き込むと同時に同じ信号を出力する方法と、②書き込みのタイミングと非同期でメモリからの映像信号の読み出し (R)

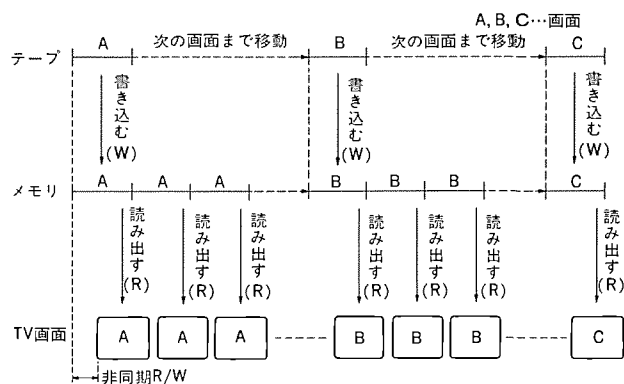


図 3. スローの原理

を連続して行う方法とがある。

前者①の方法ではメモリの R/W を入力映像信号に同期させて、うまく制御してやる必要があり、特にスローやスピードサーチでは R/W の切換時の同期信号の不連続が避けがたく、スキューひずみ (画面の曲がり) の原因となる。今回は、特再時の画質改善という立場からより安定な画像の得られる後者②の方法を選択した。そのために、まず 256 K ビットデュアルポートメモリを採用した。このメモリは、その名が示すようにデータの入出力 (ポート) が二つ独立しており、基本的にデータの読み書き (R/W) が独立して行える。したがって、このメモリを用いれば、前述の R/W 非同期方式 (後者の方法) の画像メモリを原理的には構成できる。しかしながら、実際には乗り越えねばならない問題が一つあった。

すなわち、デュアルポートメモリは二つのポートが独立とはいっても、実際は 1 行分のデータをメモリセルからデータレジスタへ転送するわずかな時間 (約 600 ns) は書き込むことができない。通常の画像メモリでは、データを書き込む必要のない期間 (水平ブランキング期間) を選んでこのデータ転送を行うので問題はないが、デジタル特再のための画像メモリでは特にスピードサーチの場合などには、VTR の出力映像

信号は不連続でありそのようなことはできない。

今回は、図 4. に示すように、前述のデータ転送期間の入力データを遅延させるシフトレジスタを付加することで、この問題を解決している。偶数倍速のスピードサーチを行うとテープから再生される信号は、フィールドごとに映像信号とノイズが交互になる。この映像信号の部分だけメモリに書き込むことでノイズを除去するのであるが、その書き込み期間中に必ず 1H (水平期間) に 1 回上述の 1 行分 (1H 分) のデータ転送期間が存在する。

このシステムでは、データ転送期間の入力映像信号データ (6 画素分) を上記のシフトレジスタに待避させてメモリへの書き込みを停止させる。6 クロック (画素) 分の時間が経過するとデータ転送は終了しているので、映像信号の書き込みを再開するが、このとき先にシフトレジスタに待避したデータから書き込みを開始し、それ以後はその行が終わるまで映像データはシフトレジスタを経由してメモリに書き込まれる。

これを別の言葉で説明すると、入力映像データをメモリに書き込み中に、データ転送のタイミングに合うと映像データを 6 クロック分の遅延線 (シフトレジスタ) にう (迂) 回させ、その 6 クロック分の時間だけメモリへのデータ書き込みを停止してデータ転送を行う。データ転送が終了し、書き込みが再開された後は、映像データはすべて遅延線側を通してメモリに入る。このようにして 1H 分の映像データの書き込みを終了すると、データの通路は元へ戻りシフトレジスタを経由せずに、新しい 1H 分の

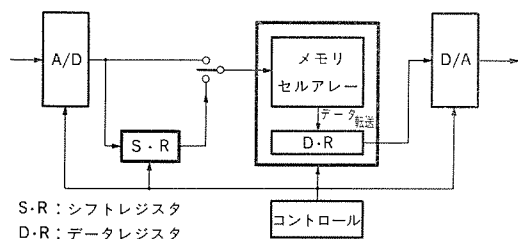
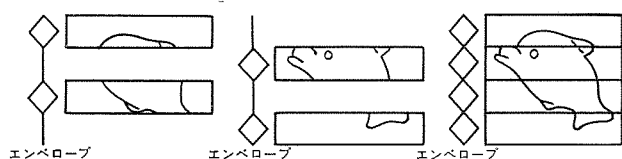


図 4. R/W 非同期画像メモリ



(a) 1フィールド目 (b) 2フィールド目 (c) 補間された画像
図 5. フィールドメモリを利用したスピードサーチ

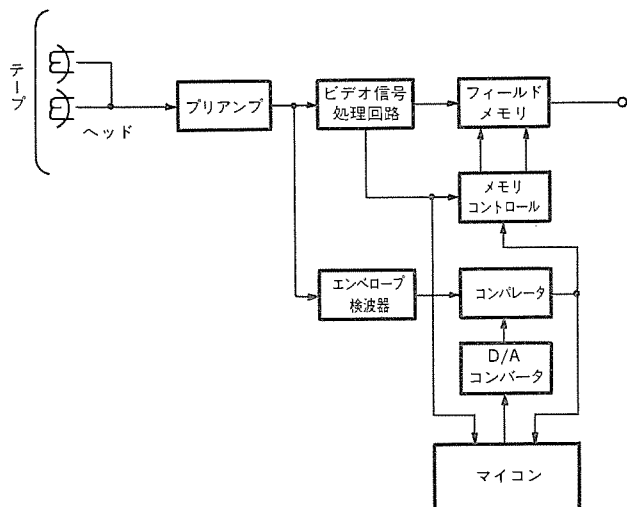


図 6. スピードサーチ時の回路構成図

映像データの書き込みが始まり以下同様の動作が繰り返される。

4.2 デジタルスピードサーチ (DSS) 技術⁽¹⁾

従来、スピードサーチはノイズバーを固定するために奇数倍速が採用されている。一方、デジタルスピードサーチでは、前述のように偶数倍速とし、フィールドごとにノイズのない信号の得られる位置が交互に入れ替わることを利用する (図 5.)。デジタル画像メモリを用いて再生信号の得られる部分のみをメモリに書き込み、ノイズの部分を除くして、二つのフィールドで完全な画像を補間して作る。この画像をメモリから読み出すことにより、ノイズバーのないスピードサーチの画像を得ることができる。このように原理的には単純なものであるが、実際には記録状態 (トラック幅) が様々であるテープを再生して、すべてにノイズバーのないスピードサーチを実現することは容易ではない。今回、この問題を解決するために、マイコン応用によりテープの記録状態に適応したメモリの R/W 制御を行って、常にノイズバーのないスピードサーチ画像を得るデジタルスピードサーチ (DSS) 方式を開発した。

回路構成は図 6. に示すとおりで、前に述べた R/W 非同期の画像メモリ (フィールドメモリ) をマイコンで制御している。図 7. に示したビデオテープ上の記録トラックに対して、例えば逆方向 4 倍速のスピードサーチを行うと、再生エンベロープ信号はフィールドごとにそれぞれ図 8. のようになり (上下対称であるので上側のみ図示)、2フィールドの内容が互いに補間されて 1フィールドの画像となる (ただし、実際にはこのエンベロープ信号を復調したベースバンド映像信号の状態でメモリに書き込んで補間している)。

この 2フィールドのエンベロープ信号が時間軸上で交わるレベル (S で表示) をコンパレータのスレシールド電圧に設定してメモリの R/W を制御すれば過不足なく両フィールドの画像が画面上でつながる。このとき、2フィールド目に対する R/W 信号は図 8. (d) となる。ところが図 7. において、記録トラック幅 W_r は記録済みテープにより様々

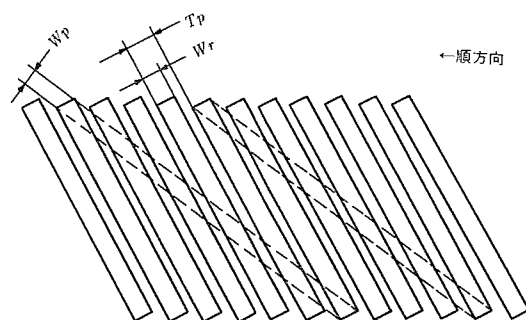


図 7. 記録テープとスピードサーチのヘッド軌跡図

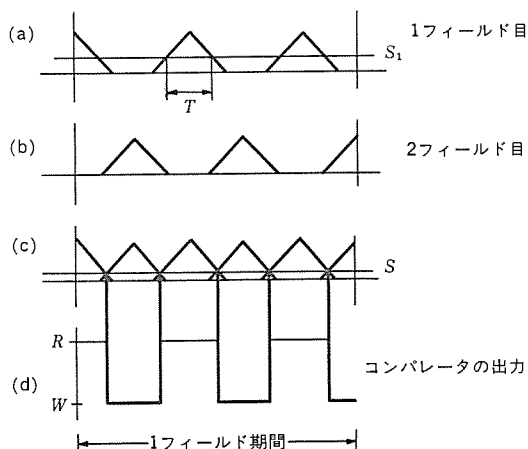


図 8. エンベロープ信号とコンパレータの出力

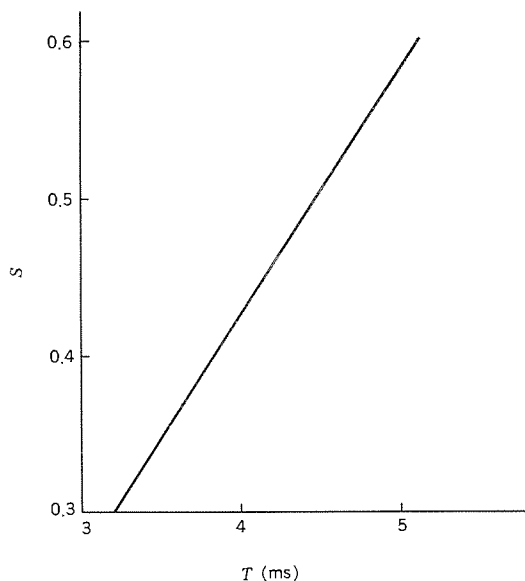


図 9. 測定時間 T と最適 スレシールドレベル S との関係

である。したがって、 W_r の値によって変化するエンベロープ信号に応じて、図 8. (c) に示したスレシールド電圧 S も変える必要がある。今回開発した DSS 方式では W_r の値に応じ、マイコンを用いて最適なスレシールド電圧を発生し、D/A コンバータを介してコンパレータに入力する。

そのために、まず図 8. (a) に示したように一定電圧 S_1 をマイコンから出力する。 S_1 はエンベロープ信号の最大レベルより低い任意の値である。この S_1 レベルと入力のエンベロープ信号レベルをコンパレータで比較して得られるパルスから、図 8. (a) に示した時間 T をマイコンにより測定する。この T の値は記録トラック幅 W_r の大小に対応している。この T の値とその記録トラック幅に最適なスレシールド電圧 S との関係は、計算により求められる。図 9. はその一例で、標準 (SP) モード順方向 6 倍速のスピードサーチの場合に、 S_1 としてエンベロープ信号の最大値の $1/3$ に選んだときの T と S の関係を示す。ただし、再生ヘッド幅 (W_p) は $70 \mu\text{m}$ であり、 S の単位は $W_p = W_r = 58 \mu\text{m}$ のときのエンベロープ信号の最大値で規格化されている (VHS 方式のビデオトラックピッチ $= 58 \mu\text{m}$)。

図 9. の関係を用いたデジタルスピードサーチの動作は次のようになる。まず、マイコンからエンベロープ信号の最大値の $1/3$ にあたる電圧を出力してコンパレータの比較電圧とし、時間 T を測定する。その T の値に対応して、図 9. の関係から決まる電圧 S をマイコンから出力してコンパレータへのスレシールド電圧とすれば、図 8. (d) に示すように、そのときのコンパレータの出力が、画像メモリへの最適な R/W 信号となる。このようにして実際に得られたノイズバーのない画像を図 10. に示す (図 11. はメモリのない場合)。

5. 今後の展開

これまで述べたように、今回は家庭用 VTR のデジタル化の第一段階として、デジタル画像メモリを応用して特再時の画質改善を実現した。今後、このメモリ応用の領域での特再性能の改善、機能付加、コストダウンが課題であり、更に VTR 本体の画質改善や合理化などを図るためのデジタル信号処理分野への展開も考えられる。

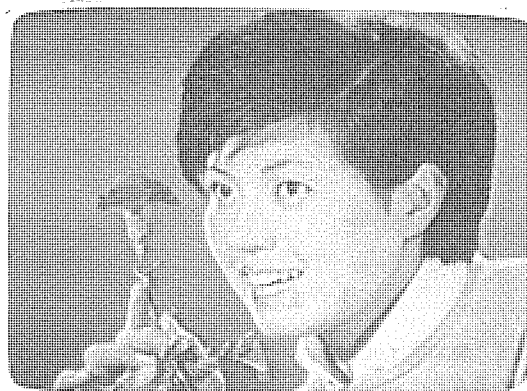


図 10. デジタルスピードサーチ技術による画面



図 11. 2 ヘッドのスピードサーチ画面

すなわち、今回開発した DSS 技術を基に、更に特再性能の向上を図るとともに、当社の特長であるコンポーネント方式 (色信号を一度復調してデジタル処理する方式) を生かして、特殊効果など付加機能を更に豊富にしていく。また、今回汎用 IC やゲートアレイ IC で構成した回路を専用 IC 化してコストダウンを図る。更に VHS 方式 VTR のデジタル化の第二段階としてデジタルフィルタによる画質改善や FM 変復調、YC 信号処理のデジタル化による部品点数の削減、性能向上、信頼性向上への展開も行われる。

6. む す び

以上、家庭用 VTR のデジタル化について、デジタルメモリの応用によるデジタル特再 VTR を中心に述べた。デュアルポートメモリを使用して、書込み、読出しが非同期動作の画像メモリを構成し、更にそれをマイコンを用いて最適に制御するようにして、デジタルスピードサーチを実現した。この技術を利用して特再時の画質を改善し、更に同じ画像メモリを使って特殊効果機能も付加したデジタル特再 VTR の製品化に成功したが、これは家庭用 VTR のデジタル化の第一歩にすぎない。今後はデジタル技術の更に本格的な導入が行われ、名実共に家庭用 VTR のデジタル化が進展することであろう。

参 考 文 献

- (1) 畠中ほか：家庭用 VTR のデジタルスピードサーチ技術，1986 年テレビジョン学会全国大会 (7-13)

ハイビジョンVTRの広帯域記録技術

石橋 通保*・藤井 敏史**・山崎 辰雄*・佐々木慶幸*・菊池 潤*

1. ま え が き

ハイビジョン（高品位テレビ）は、NHKが次世代テレビとして提唱しているものである。画面の横縦比を16対9（現行テレビは4対3）とワイドにし、走査線を1,125本（現行テレビは525本）に増して、精細度が高く臨場感のある画像を実現したシステムであり、最近の高度情報化への対応及び高品位テレビの世界統一規格化を目指すシステムとしても注目されるものである。そして近い将来、NHKにおいて新たに開発された帯域圧縮方式⁽¹⁾を用いて、衛星によるハイビジョン放送が行われようとしている。

これらに対応して、当社ではハイビジョン受信機及びVTRの開発に取り組んでいる⁽²⁾⁽³⁾。本稿ではハイビジョンVTRを実現するために新しく開発した要素技術について、広帯域ビデオ信号を記録再生するための広帯域磁気記録技術を中心に述べる。

2. 開発のねらい

NHKが開発した帯域圧縮方式は、帯域20MHzのハイビジョン信号を8.1MHzに圧縮し、衛星放送の1チャンネルによるハイビジョン放送を可能にした。図1に示すハイビジョン受信機では、衛星から12GHz帯で送信されるFM変調信号をBSチューナーで受信し復調して、帯域圧縮ハイビジョン信号を得ている。この帯域圧縮ハイビジョン信号は、帯域圧縮デコーダで元のハイビジョン信号に復元される。

今回開発した家庭用ハイビジョンVTRは、この帯域圧縮ハイビジョン信号を記録再生するVTRであり、ハイビジョン放送の普及に伴う一般家庭でのテレビ録画用を目指している。ハイビジョン放送は、精細度が高く臨場感のある画像の再現をねらうものであり、家庭用ハイビジョンVTRの場合は、従来の家庭用VTRとは異なり、放送と同じぐらいの高画質再生が前提となる。

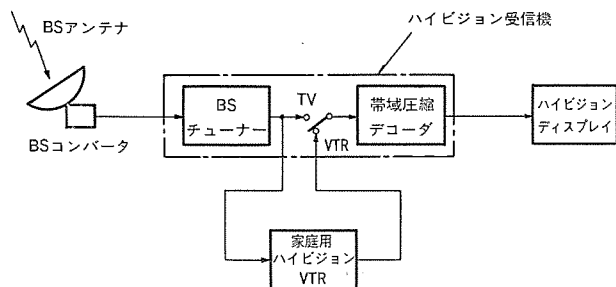


図1. ハイビジョン衛星放送受信システムの構成

3. VTRの記録方式

帯域圧縮された信号は、その伝送特性が劣化すると復元した信号への影響が大きくなる。そこで、ハイビジョンVTRの開発では、帯域8.1MHzの帯域圧縮ハイビジョン信号を忠実に記録再生することが重

要になる。このため、テープヘッド系の記録帯域は、後で述べるように、従来の家庭用VTRの約5倍となり30MHz近い広帯域信号記録が必要になる。一方、家庭用VTRであるということから、従来のVTRと同程度の大きさにまとめることが要求される。

このような条件を満足する記録方式としては、ビデオ信号を分割してマルチチャンネル記録する方式と、1フィールドのビデオ信号（1画面）を複数トラックに分割して記録するセグメント記録方式がある。今回開発したVTRでは、信号処理が単純であり、記録再生系が1チャンネル分ですみ、回路規模を小さくできる点を重視してセグメント記録方式を採用した。

セグメント数は、再生ビデオS/N比と、高速回転時のドラムの信頼性とを考慮して3とした。すなわち、このVTRではドラムの回転数を従来のVTRの3倍の毎分5,400回転とし、1フィールドのビデオ信号を3本のトラックに分割して記録している。

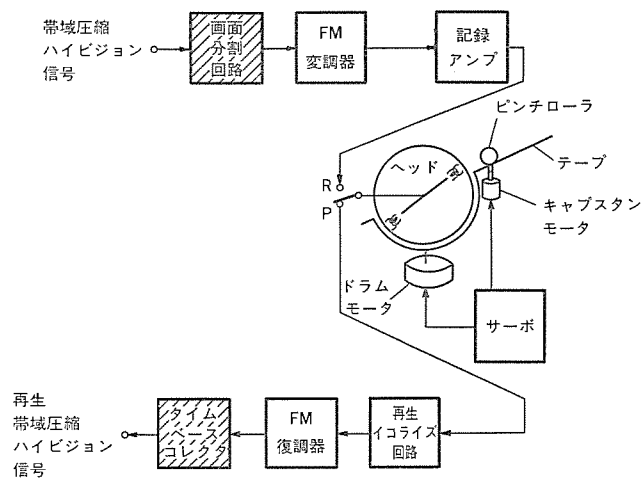
4. 要素技術の開発

4.1 要素技術

この方式のように1フィールドのビデオ信号を3トラックに分割して記録するセグメント記録方式において、高精細で安定な再生画像を得るためには、特に下記のことが重要になる。

表1. ハイビジョンVTRの基本仕様

(1) テープ	1/2インチメタルテープ
(2) 走査方式	回転2ヘッドヘリカルスキャン
(3) 相対速度	17.4m/s
(4) ドラム径	62mm
(5) ドラム回転数	5,400rpm
(6) トラックピッチ	58μm
(7) 記録方式	セグメント記録方式（帯域圧縮ハイビジョン信号を直接FM変調）
(8) 録画時間	65分
(9) カセットサイズ（mm）	188(W)×25(H)×104(D)



■部分は従来の家庭用VTR（VHS）にはない機能

図2. 家庭用ハイビジョンVTRのシステム構成

(1) 記録する帯域圧縮ハイビジョン信号が、多重サブサンプリング方式で帯域圧縮された信号であるため、再生信号に含まれるジッタ(時間軸変動)を数 ns 以下に抑える。

(2) 3分割された1フィールドの信号を画面上で継目が見えないように再生する。

上記を実現するためのハイビジョンVTRの基本仕様を表1.に、またシステム構成を図2.に示す。広帯域信号に対応するため、直径62mmの小形ドラムを毎分5,400回転と高速回転させ、テープヘッドの相対速度を17.4m/sに高めている。更に、記録するビデオ信号及びテープヘッド系の広帯域化に伴い、FM変復調器、記録アンプ、再生イコライズ回路などの記録再生信号処理回路を広帯域化している。従来の家庭用VTRと比較して、システム構成上で異なるのは斜線を施した画面分割回路及びタイムベースコレクタの部分であり、上記(1)、(2)項の実現に不可欠な構成要素である。

図3.に示すように、このハイビジョンVTRを実現するために新しく開発した要素技術は、広帯域ビデオ記録技術、広帯域・高密度磁気記録技術及びVTR固有のデジタル信号処理技術が基盤になっている。このうち、デジタル信号処理技術の導入による画面分割・合成及びタイムベースコレクタ技術については既に報告している⁽³⁾。ここでは、帯域圧縮ハイビジョン信号の記録再生について、広帯域ビデオ記録技術及び広帯域・高密度磁気記録技術を中心に述べる。

4.2 帯域圧縮ハイビジョン信号の記録再生

4.2.1 VTR用信号の付加

帯域圧縮ハイビジョン信号には、図4.(a)に示すように正極同期信号

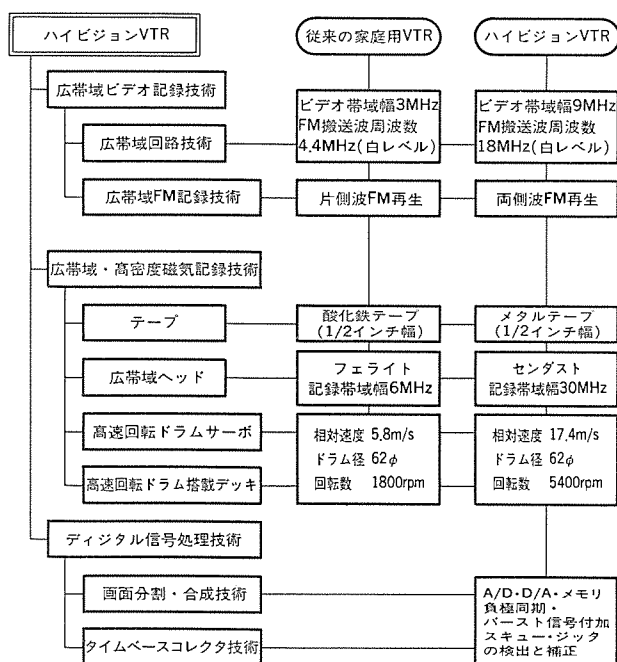


図3. 家庭用ハイビジョンVTRの要素技術

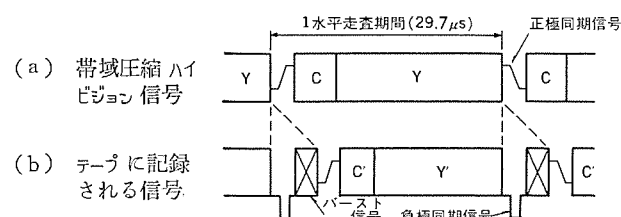


図4. 負極同期信号及びバースト信号の付加

が採用されている。なお、Yは輝度信号であり、Cは時間軸が1/4に縮められ水平ブランキング期間に時分割多重された線順次色信号である。この信号をそのまま記録したのでは、再生時に同期分離ができずジッタ補正を行うことができない。そこで、同図(b)に示すように、帯域圧縮ハイビジョン信号を1H(Hは水平走査期間)単位で時間軸圧縮してブランキング期間を設け、そこにジッタ検出のための負極同期信号とバースト信号を挿入している。今回採用した圧縮比は24/25であり、テープに記録される帯域圧縮ハイビジョン信号の帯域は、8.1MHzの25/24倍の約8.5MHzとなる。

4.2.2 FMパラメータの設定

(1) FMパラメータ

上記の帯域8.5MHzの帯域圧縮ハイビジョン信号は、直接FM変調されてテープに記録される。ビデオ信号帯域は余裕をみて9MHz(-3dB)とした。

VTRの再生画質は、ビデオ信号帯域、S/N比、モアレ、ジッタによって大半が決まる。このうちビデオ信号帯域、S/N比はテープヘッド系の特性とFMパラメータにより決まる。そこで、テープヘッド系の特性と整合をとり、高画質再生に最も適したFMパラメータを設定した。図5.(a)に帯域9MHzのビデオ信号のスペクトラムを、同図(b)に設定したFMパラメータとテープに記録するFM信号のスペクトラムを示す。

(2) モアレ

画質劣化の要因の一つにモアレがある。モアレは主にFM復調過程で発生する。FM復調器では図5.(c)に示すように再生FM信号を2通倍して復調し、9MHzの低域フィルタでビデオ信号を取り出している。このため、同図の黒部分に示すように、2通倍したFM信号の下側帯波がビデオ信号に混入し画質を劣化させる。ビデオ信号帯

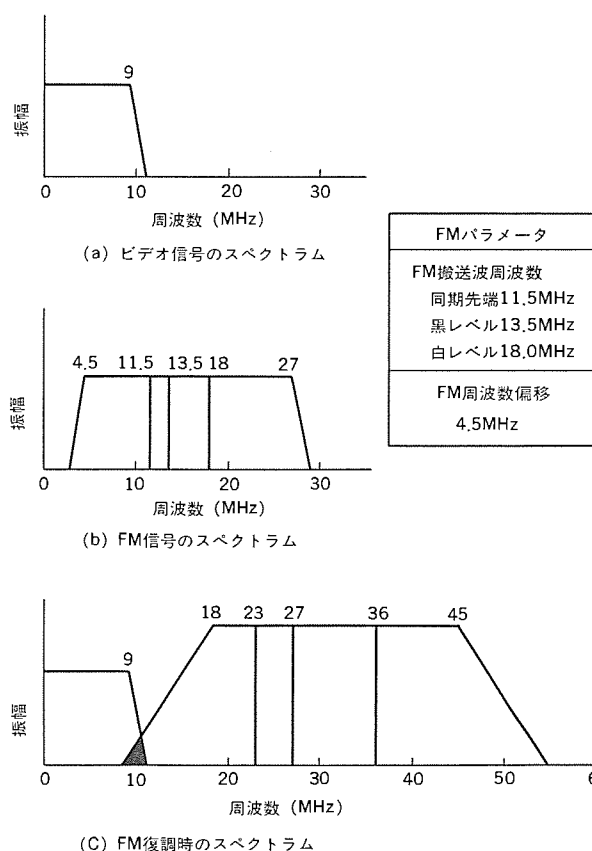
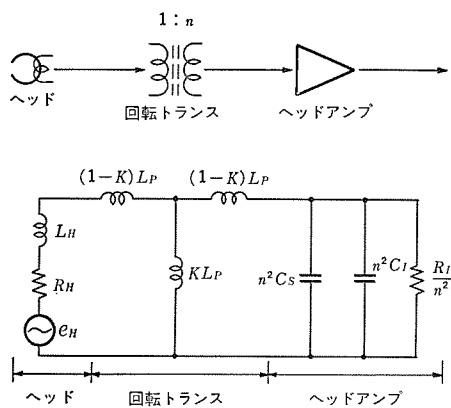
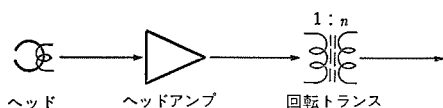


図5. ハイビジョンVTRの信号スペクトラム



(a) 従来タイプ



(b) 回転ドラム内蔵タイプ

L_H : ヘッドのインダクタンス
 R_H : ヘッドの実効抵抗
 e_H : ヘッドの出力電圧
 L_P : 回転トランス一次巻線のインダクタンス
 K : 回転トランスの結合係数
 n : 二次巻線と一次巻線の比
 C_S : 回転トランスとヘッドアンプ間の浮遊容量
 C_I : ヘッドアンプの入力容量
 R_I : ヘッドアンプの入力抵抗

図 6. RF 再生回路系の系統図と等価回路

域は 9 MHz に設定しているもので、モアレは FM パラメータによって決まる。ここでは、2 通倍した FM 信号の第 2 下側帯波がビデオ信号に混入しないように FM 搬送波周波数を設定することにより、モアレを -40 dB 以下に抑えている⁽⁴⁾。

4. 2. 3 広帯域信号記録と C/N 比改善

上記の FM パラメータによる FM 変調信号から帯域 9 MHz のビデオ信号を忠実に再生するには、両側波 FM 記録再生を行う必要がある。そのためには、30 MHz 近い記録帯域のテープヘッド系を要する(図 5. (b)参照)。このような広帯域信号を記録再生するには、テープヘッド系の広帯域化並びに回転トランス、ヘッドアンプを含む RF 再生回路系の広帯域化が課題となる。更に、FM 復調された再生ビデオ信号の S/N 比はテープヘッド系の C/N 比に比例するので、 $(C$: 灰色レベルの FM 搬送波のヘッド出力の $P-P$ 値, N : FM 信号の所要帯域幅のノイズの実効値)、高 S/N 比の再生画像を実現するためにはテープヘッド系の C/N 比改善が重要になる。

(1) テープヘッド系の広帯域化

テープは抗磁力が高く短波長記録に適した 1/2 インチメタルテープ ($H_C=1,500$ Oe) を採用している。ヘッドは、テープの抗磁力の向上並びに広帯域信号記録に対応するために、高周波領域まで十分強い記録磁界を発生させ、かつ、高感度再生ができることが重要である。そこで、飽和磁束密度と透磁率が大きく、かつ、高周波特性の良いセン

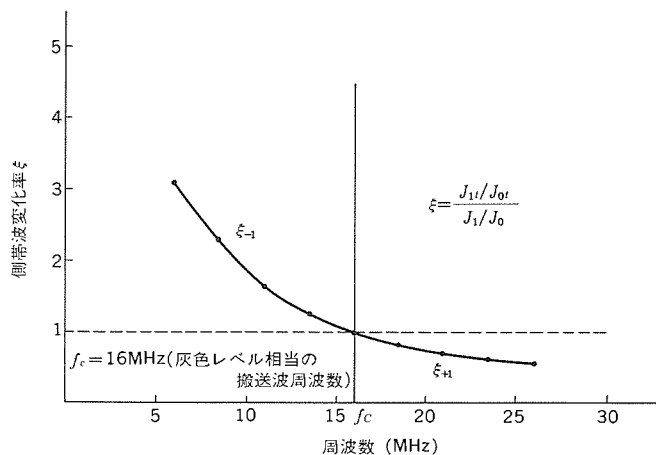


図 7. 側帯波変化率の一例

ダストヘッドを新しく開発した。メタルテープと新開発のセンダストヘッドの採用及び既に述べたように、テープヘッドの相対速度を 17.4 m/s と高めることにより広帯域信号記録を実現している。

(2) RF 再生回路系の広帯域化と C/N 比改善

RF 再生回路系の広帯域化とテープヘッド系の C/N 比改善を図る方法として、ヘッドアンプを回転ドラムに内蔵する方法を採用した⁽⁵⁾。図 6. (a)(b)にそれぞれ従来タイプ及び回転ドラム内蔵タイプの RF 再生回路系の系統図と等価回路を示す。従来タイプのヘッドアンプの場合、ヘッド及び回転トランスのインダクタンスと、ヘッドアンプの入力容量及び回転トランスとヘッドアンプ間の浮遊容量により共振特性を持っている。そのため共振点において位相が大きく変化し、復調された再生ビデオ信号にひずみを生じる。したがって、RF 再生回路系の帯域はこの共振周波数によって制限される。このハイビジョン VTR では両側波 FM 記録再生を行うので、共振周波数は図 5. (b)に示す FM 信号の最高周波数付近の 24 MHz に設定している。

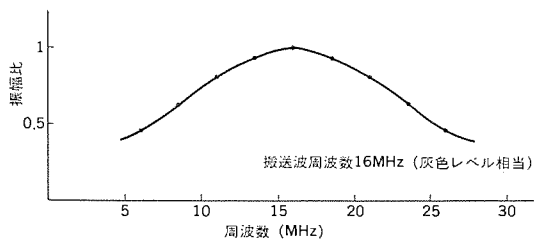
回転ドラム内蔵タイプの場合、ヘッドアンプの共振周波数 f_0 は式(1)に示すように、ヘッドのインダクタンス L_H とヘッドアンプの入力容量 C_I により決まる。(図 6. (b)参照)

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_H \cdot C_I}} \quad \dots\dots\dots (1)$$

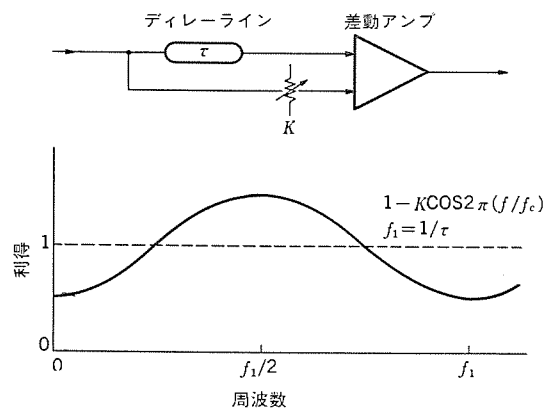
この場合 f_0 は 50 MHz と従来タイプのほぼ 2 倍であった。RF 再生回路系の共振周波数は 24 MHz に設定しているもので、回転ドラム内蔵タイプの場合、ヘッドのインダクタンスは約 4 倍にすることができる。インダクタンスは巻線の 2 乗に比例し、ヘッドの出力は巻線に比例するので、ヘッドの巻線を 2 倍に増すことができ、ヘッド出力を 2 倍に向上することができる。実際にヘッド巻線を 2 倍に増し、ヘッドアンプを回転ドラムに内蔵したところ、ヘッド出力を約 2 倍にすることができた。この結果、テープヘッド系の C/N 比は 38 dB と約 6 dB もの大幅な改善を行うことができた。

4. 2. 4 再生イコライズとビデオ S/N 比の改善

ビデオ信号を FM 変調してテープに記録する場合、再生 FM 信号の下側帯波は強調され上側帯波は抑圧される。図 7. に側帯波変化率の一例を示す。ここで、 J_0 , J_{+1} , J_{-1} は記録する FM 信号の搬送波、上側波、下側波の振幅を、また、 J_{0t} , J_{+1t} , J_{-1t} はヘッド出力での再生 FM 信号の搬送波、上側波、下側波を示す。 ξ_{+1} , ξ_{-1} はそれぞれ上側帯波変化率及び下側帯波変化率を示す。ビデオ信号の振幅特性を平坦に再生するためには、この磁気記録特有の下側帯波強調及び上側帯波抑圧作用を再生イコライズ回路により補償する。すな



(a) 再生 イコライズ 特性 (計画値)



(b) 再生 イコライズ 回路の構成と振幅特性 (理論値)

図 8. 再生 イコライズ 特性と回路

わち、再生 FM 信号の等価変調指数が記録 FM 信号の変調指数に等しくなるように補償する必要がある。また、補償と同時に、ビデオ信号の S/N 比改善が可能な再生 イコライズ が望ましい。

この条件を満足する再生 イコライズ として、搬送波付近にコサイン特性のピークを持ち、その両側の傾斜部分で上下側帯波を抑圧するコサインイコライズ 特性を採用した⁽⁶⁾。図 8. (a) に灰色レベル相当の搬送波 (16 MHz) に対する再生ビデオ信号を、9 MHz まで振幅平坦にするための再生 イコライズ 特性 (計画値) を示す。再生 イコライズ 特性の求め方は、灰色レベル相当の搬送波に対する側帯波変化率を実測し、この実測値から計算で求めた。このような特性を実現するための再生 イコライズ 回路の構成と振幅特性 (理論値) を図 8. (b) に示す。ここで、 $f_1/2$ を灰色レベルの搬送波周波数に選んでいる。ビデオ信号の S/N 比改善は、コサイン特性のピークの両側の傾斜部分で上下側帯波を抑圧することにより、搬送波から離れた周波数のノイズほどその復調ノイズ出力が大きくなる FM 特有の三角ノイズに対し、ノイズ低減を行っている。また、この回路は位相特性が直線であり、位相特性比に起因する波形ひずみは発生しない。

このコサインイコライズ 特性を持つ再生 イコライズ 回路の採用により、所期の目標であった 9 MHz (−3 dB) まで振幅特性が平坦なビデオ信号を再生することができ、かつ、ビデオ S/N 比を 5~6 dB 改善することができた。

エンファシス回路による FM 三角ノイズの低減を含む一連の C/N , S/N 比改善策により、再生ビデオ信号の S/N 比を 44 dB 以上と高 S/N 比を実現することができた。

5. ハイビジョン VTR の性能と特長

開発したハイビジョン VTR の外観を図 9. に、ビデオ性能を表 2. に示す。ビデオ性能は、記録帯域 9 MHz (−3 dB), S/N 比 44 dB 以上、ジッタ・モアレとも検知限以下で、ノイズもほとんど目につかない、家庭用 VTR としては高水準の画質を得ることができた。

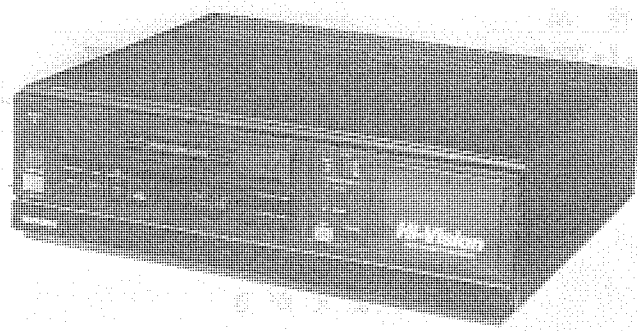


図 9. 家庭用 ハイビジョン VTR の外観

表 2. ハイビジョン VTR のビデオ性能

(1) 帯域幅	9 MHz (−3 dB)
(2) S/N 比	44 dB 以上
(3) モアレ	40 dB 以下
(4) ジッタ	5 ns 以下

以下にこのハイビジョン VTR の主な特長をあげる。

- (1) 直径 62 mm の小形ドラムを毎分 5,400 回転と高速回転させ、画面を 3 分割するセグメント記録方式を採用することにより、小形の VTR で帯域圧縮ハイビジョン信号の記録再生を可能にしている。
- (2) 高速回転ドラムに適したスパイラルグルーブベアリング (流体軸受) を採用し、長寿命で低騒音・低振動の高速回転系を実現している。
- (3) テープ厚 13 μm の 1/2 インチメタルテープの採用と新しく開発した高感度で広帯域なセンダストヘッドの搭載により、小形カセットで 65 分間の高画質録画を実現している。
- (4) 新しく開発した記録時の画面分割回路及び再生時のタイムベースコレクタにデジタル信号処理技術を導入し、これによりジッタを検知限以下に抑え、安定で高精細な画像を実現している。
- (5) 広帯域記録に対応して、新しく開発した FM 変調器を始めとする広帯域記録再生信号処理回路は、すべて高密度実装によりコンパクト化を図っている。

6. む す び

今回開発したハイビジョン VTR では家庭用として十分な高画質録画を実現できた。今後はビデオ S/N 比の改善を更に進め、その結果得られる S/N 比の余裕を狭トラック化に振り向けて長時間録画を目指す。また、特殊再生、音声のデジタル記録などの機能の充実を図り、来るべきハイビジョン時代に備えたい。

参 考 文 献

- (1) 二宮ほか：高品位テレビの衛星 1 チャンネル伝送方式—MUSE—, 信学論 (D), J 68-D, p. 647 (昭 60)
- (2) 渡辺ほか：ハイビジョン受信機, 三菱電機技報, 60, No. 11, p. 9 (昭 61)
- (3) 石橋, 藤井：家庭用ハイビジョン VTR, 三菱電機技報, 60, No. 3, p. 28 (昭 61)
- (4) 佐々木ほか：VTR 用広帯域 FM 変調回路におけるモアレ特性, 昭 60 年電気関係学会関西支部連大, G 14-4
- (5) 上原ほか：VTR ヘッドドラムへの前置増幅器内蔵による再生回路系の広帯域化, 信学会磁気記録研資, MR 85-54
- (6) 上條ほか：広帯域 FM 記録における記録・再生特性の改善, 昭 59 年テレビ全大, 7-5

1. ま え が き

昭和60年の家庭用ビデオカメラの生産台数は、257万台に達し対前年比64%増であった。カメラ一体形VTRが需要に拍車をかける結果となっている。ユーザー層の拡大に伴って小形軽量化などの操作性を重視する要求も一層強くなりつつある。小形、軽量、低消費電力などの特長を持つ固体イメージセンサはこの要求に適したカメラを実現でき、特にカメラ一体形VTRではカメラ部分のレイアウトを一新させ、全体を小形軽量化に上げることが可能となる。

今回固体イメージセンサを用い、仕様を簡略化し、小形軽量化に主眼をおいたカラービデオカメラを開発した。小形軽量化に関連した技術の中から、固体イメージセンサとカラー化方式、信号処理回路、レンズ及び実装技術につき以下に概要を説明する。

2. カメラの構成

図1.にカメラ本体部の構成を、表1.にその概略仕様を示す。カメラの構成要素を、光学系、主回路部、電源部及び付加機能などに分けた。このカメラのレンズは焦点距離 $f=11\text{ mm}$ の固定焦点レンズとし、通常のズームレンズのようなカメラケースから突き出した形ではなく、カメラケース内に納まる形態となっている。主回路部は、

(1) イメージセンサとその周辺回路(タイミングパルス発生回路及びイメージセンサ駆動回路)

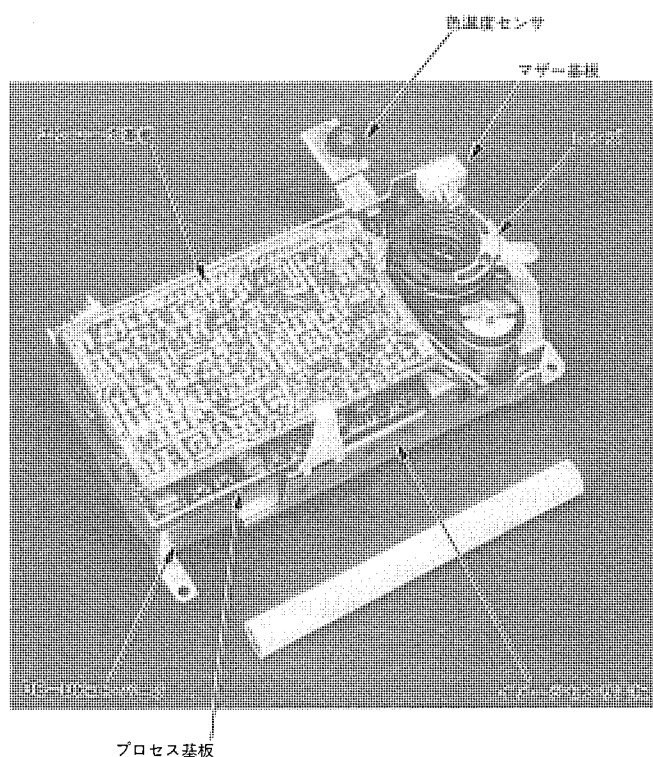


図 1. CCD カラービデオカメラ 本体部の構成

表 1. CCD カラービデオカメラ の仕様

方 式	色差 順次方式
撮 像 素 子	1/2 インチ CCD カラーイメージセンサ
水平解像度	270 TV 本
輝度 S/N	48 dB 以上
最低被写体照度	15 lx (38 dB)
レ ン ズ	$F1.4$, $f=11\text{ mm}$ 固定焦点レンズ (オートアイリス付き)
ビューファインダ	非 TTL 光学式
ホワイトバランス	追尾式全自動
電 源	DC 6 V
消費電力	1.7 W
寸 法 (mm)	50(W)×103(H)×35(D) (色温度センサユニットは含まず)
重 量	175 g (カメラ意匠, ビューファインダ, マイク含まず)

(2) プロセス回路及び色分離回路

(3) エンコーダ回路

の3ブロックに大別し、各ブロックごとに1枚の基板で構成できるよう回路区分を配慮した。これら3枚のメイン基板は、1枚のマザー基板を介して相互に接続している。イメージセンサの駆動に要する4種類の電源は、ユニット化したカメラ専用のDC-DCコンバータから供給した。また、このカメラは小形軽量を基本コンセプトとしながらも、付加機能として追尾式オートホワイトバランス機能を備え、固定焦点レンズの採用と相まって、操作の簡便さを考慮した設計になっている。なお、ビューファインダ及びマイクなどもカメラとしては不可欠な要素であるが、カメラの意匠上の自由度を残すため、カメラ本体から分離した形(32g)で別途開発とし、本稿では触れなかった。

3. イメージセンサとカラー化方式

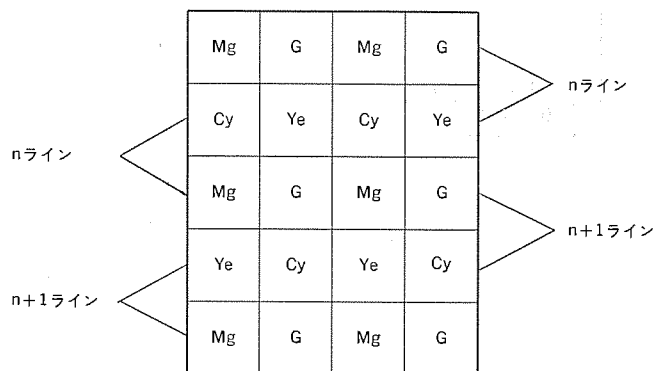
採用したイメージセンサは、1/2 インチ光学系に適合したCCDイメージセンサ(MN 3734 F)とした。このイメージセンサの基本仕様を表2.に示す。主な特長は、高感度、低スミヤ、低残像であり、家庭用VTRと組み合わせたとき、バランスの良い性能が得られる設計となっている。

3.1 フィールド蓄積モードイメージセンサ

イメージセンサにおける受光蓄積モードとしては、1フレーム期間(1/30秒)信号電荷を蓄積するフレーム蓄積モードと、1フィールド期間(1/60秒)蓄積するフィールド蓄積モードとがある。このイメージセンサは、フォトダイオードに1/60秒間蓄積された信号電荷を、垂直ブランキング期間に垂直CCDへ転送し、1水平期間ごとに水平CCDへ転送する、いわゆるフィールド蓄積モードのインタライン転送方式となっている。水平CCDへ転送された電荷は、クロック周波数7.95 MHz(水平周波数の505倍)の2相駆動パルスにより水平方向に転送され出力信号となる。

表 2. イメージセンサ (MN 3734 F) の仕様

方 式	インタライン転送方式 CCD
撮像面サイズ (V×H mm ²)	1/2 インチ (4.89×6.41)
画 素 数 (V×H)	489×422
画 素 寸 法 (V×H μm ²)	10.0×15.2
チップ寸法 (V×H mm ²)	6.42×7.88
色フィルター	モザイクフィルター (Mg, Cy, Ye, G)
蓄積モード	フィールド蓄積



(Bフィールド)

ただし Mg=R+B, Cy=B+G, Ye=R+G
(Magenta) (Cyan) (Yellow)

(Aフィールド)

図 2. イメージセンサ (MN 3734 F) の色フィルター配列

信号の読出しは、隣接する縦方向二つの画素の信号を、イメージセンサの内部で混合して読み出す2行混合読出しとしており、また2:1のインタレースを行うため、混合する2行は、フィールドごとにその組合せを変える。このようにフィールド蓄積モードのイメージセンサであるため、フレーム残像がなく、また垂直方向の偽信号の少ない画像を得ることができる。

3.2 色フィルター配列と色変調

図 2. に示すように色フィルターは、Mg (マゼンタ), Cy (シアン), Ye (イエロー), G (グリーン) の4色をモザイク状に配置しており、R (レッド), G (グリーン), B (ブルー) の3色を配置した原色フィルターに比べ、約2倍の光透過率となり高感度化が可能となる。輝度信号と色信号は次のようにして得ている。Aフィールドの場合、輝度信号はイメージセンサの各画素の出力信号を、LPF (Low Pass Filter) を通すことによって得る。すなわち、

$$Y_n = (Mg + Cy) + (G + Ye) = 2R + 3G + 2B \dots \dots \dots (1)$$

$$Y_{n+1} = (Mg + Ye) + (G + Cy) = 2R + 3G + 2B \dots \dots \dots (2)$$

ただし Y_n : n ラインの輝度信号 Y_{n+1} : n+1 ラインの輝度信号
このように各水平ラインごとに $2R + 3G + 2B$ が得られ、これを輝度信号としている。

次に色信号について説明する。色フィルター配列は水平方向に2画素ごとの繰り返しとなっている。色信号は、水平方向隣接画素間の信号の差を求めることにより得られる。このため得られる色信号は、

水平駆動周波数の半分 (約 4 MHz) で変調されていることになる。すなわち、

$$C_n = (Mg + Cy) - (G + Ye) = 2B - G \dots \dots \dots (3)$$

$$C_{n+1} = (Mg + Ye) - (G + Cy) = 2R - G \dots \dots \dots (4)$$

ただし C_n : n ラインの色信号 C_{n+1} : n+1 ラインの色信号

このように色信号は、1 水平ラインごとに $2B - G$, $2R - G$ の色差信号が得られる。B フィールドについても全く同様に輝度信号及び色信号が得られる。このように各水平ラインから、一つの色差信号の得られる色差順次方式は、水平走査線間での演算を行わずに色信号を得ることができるので、信号処理回路が簡単になり小形軽量化には最適の方式である。また、被写体の境界に発生しやすい偽現象も最小限に抑えることが可能となる。

4. 信号処理回路

4.1 相関二重サンプリングと高感度化

カメラのブロック図を図 3. に示す。レンズ、光学フィルタ、ローパスフィルター、赤外カットフィルターを通過した被写体像は、イメージセンサ上に結像し電気信号として出力される。この信号は相関二重サンプリング回路へ供給され、イメージセンサの出力回路で発生するリセットノイズと $1/f$ ノイズとの抑圧を行う。これは1画素ごとにノイズ期間及びノイズプラス信号期間をそれぞれサンプルホールドした後に減算処理を行い、ノイズ成分を除去する回路となっている。この結果 S/N 比は輝度信号で 4 dB 改善され、補色フィルターによる入力光量増加効果と相まって高感度化を達成している。 S/N 比の改善された信号は γ (ガンマ) 補正、AGC 回路へと供給されるが、AGC 回路ではレンズの絞り (アペラチャー) が開放になった

場合から、12 dB の利得アップを行うように設定し、15 ルックス前後の低照度でも十分使用できるよう高感度化を図っている。

4.2 信号処理

輝度信号は前述の色信号成分 (約 4 MHz) 及び水平 CCD 転送クロック成分 (約 8 MHz) を除去するため、カットオフ周波数 3.2 MHz に設定した LPF を通して分離される。分離された輝度信号は各種の信号処理を行い、出力信号となる。図 4. に EIAJ-A チャートにおける撮像例を示す。水平解像度約 270 TV 本を得ている。

次に色信号について説明する。AGC 回路の出力信号は、 4 ± 0.5 MHz の帯域を持つ BPF (Band Pass Filter) を通して 4 MHz の変調成分のみが抜き取られ、同期検波回路でベースバンドの色差信号として取り出され、前述のような $2B - G$ と $2R - G$ の信号が1水平走査線ごとに得られる。この信号に補正を加えることにより、 $B - Y$ と $R - Y$ の色差信号として用いる。この補正は図 3. の色温度補正回路で行うが、被写体の色温度に対してホワイトバランス及び色差信号のバランスをとるようにしている。ホワイトバランスの補正は、0.5 MHz の狭帯域の LPF で帯域制限した輝度信号を色信号に加減算することにより行い、色差信号のバランスは $B - Y$ 信号と $R - Y$ 信号の利得を制御することにより行っている。

これらの補正は全自動で行うように構成している。図 5., 図 6. にカメラの色再現性を示す。このベクトル図は、ITE カラーチャートの左半分を撮像した例であり、図 5. は 3,200 K のハロゲンランプで照明し

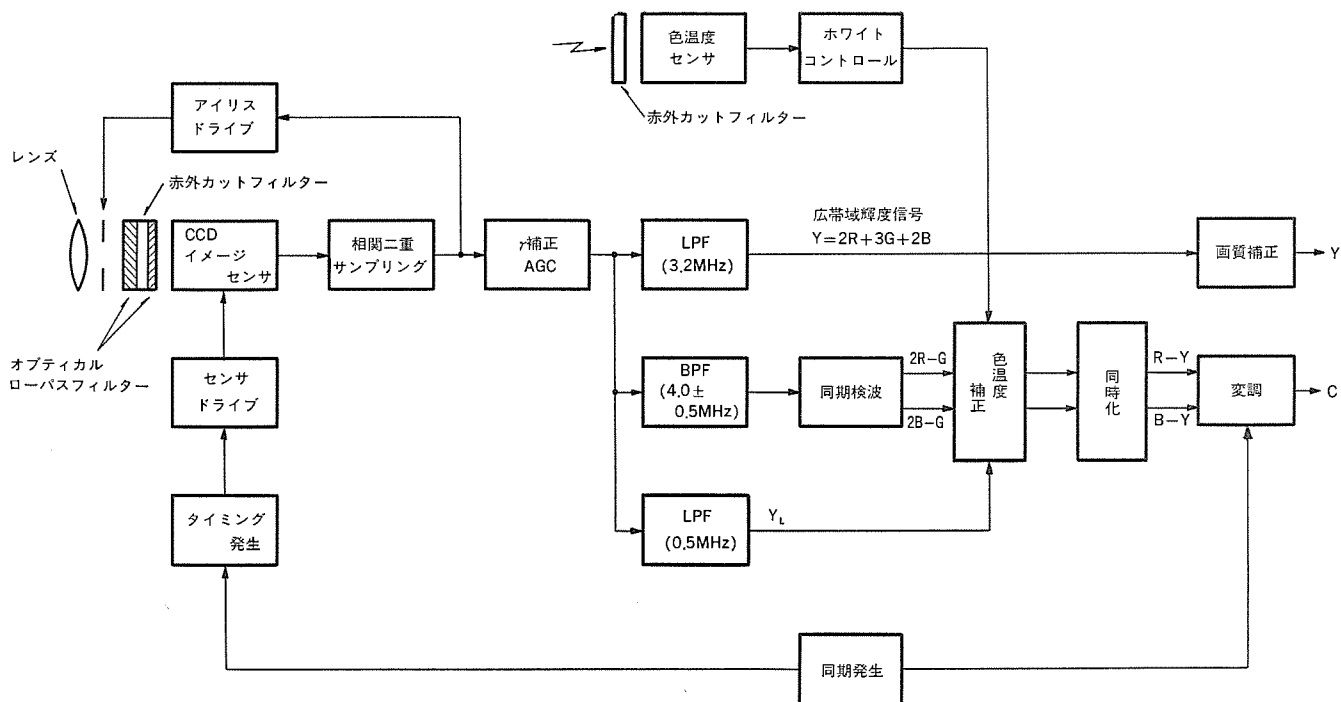


図 3. CCD カラービデオカメラのブロック図

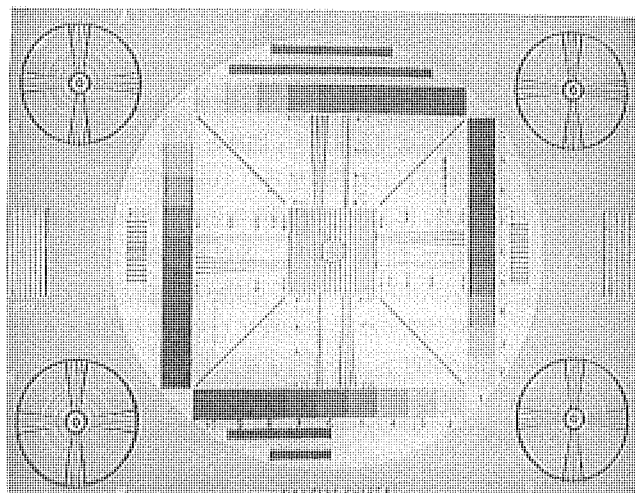


図 4. 解像度チャート撮像例

た場合、図 6. は更に色温度変換フィルター W 14 (5,800 K 相当) を使用した場合の撮像例を示したものである。家庭用のカラービデオカメラとして十分な色再現性をもっているといえる。

4.3 オートホワイトバランス

このカメラでは操作性の向上を図るため、全自動の追尾式オートホワイトバランスシステムを開発採用した。ブロック図を図 7. に示す。カメラの前面に設けた受光窓から被写体周辺の光を取り込み、拡散板、赤外カットフィルターを通した後、フォトダイオードで赤色成分と青色成分を検出し、その両成分の比率から色温度を検知するようにしてある。ここで、一つの工夫として誤動作防止回路を入れている。レンズなどの操作を行う場合、誤って受光窓前面に触れ、入射光を遮断した場合の対策である。色温度検波出力信号の急変時における高域成分を検知し、規定値以上の変化があった場合に前値ホールドを行うようにしている。この出力は制御信号発生回路に供給され 4 種の制御信号が出力される。この信号により、前述したようにホワイトバランス及び色差

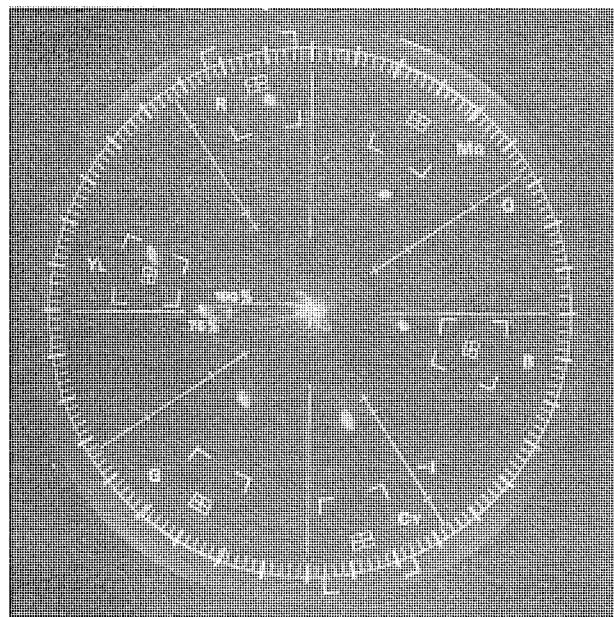


図 5. 3,200 K における色再現性

信号バランスを自動的に制御している。

以上の電気回路による撮像特性のうち、一般被写体の撮像例を図 8. に示す。

5. 光 学 系

5.1 レンズ

このカメラのレンズは図 9. に示すように 4 群 5 枚構成で、 $F1.4$, $f=11\text{ mm}$ の固定焦点レンズである。枚数の少ない小形のレンズであるが、フォーカシングレンズとテーキングレンズの間に絞りを配した最も一般的なビトウィーン(Between)絞り方式を採用した。この方式は、フォーカシングレンズに影響を与えないでフランジバックの調整ができ、ひとみ(瞳)距離を長くできるため収差が少ない利点はあるが、ビハインド

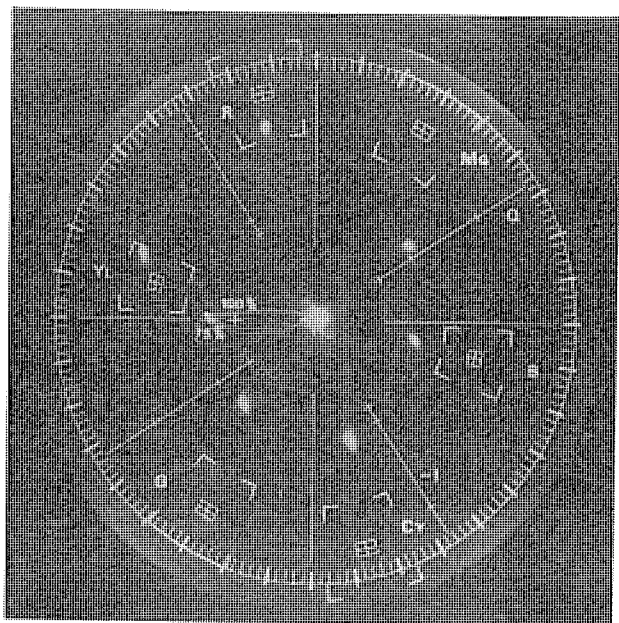


図 6. 5,800 K (相当) における色再現性

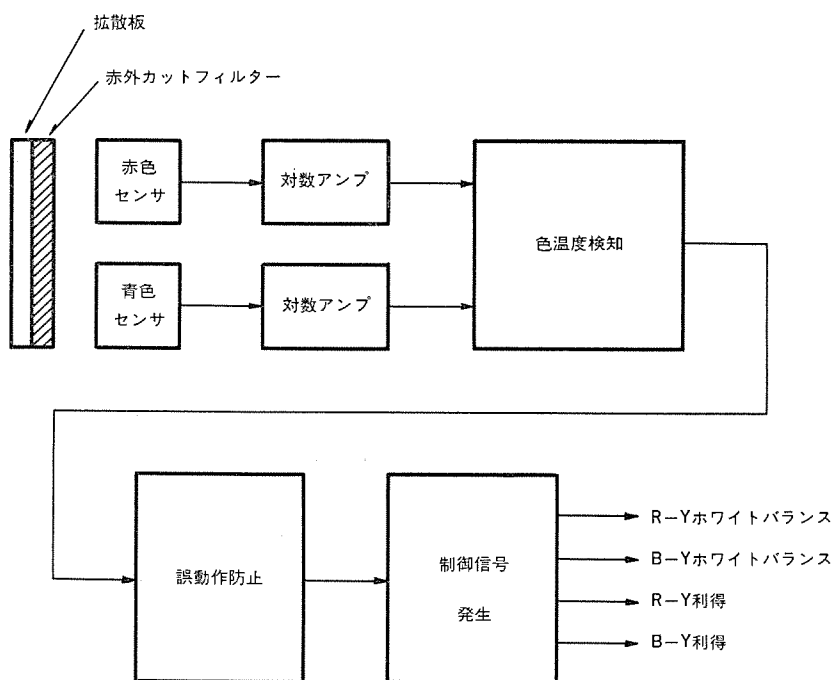


図 7. 追尾式 オートホワイトバランス の ブロック 図

(Behind) 絞り方式に比べ、外径、長さなどが若干大きくなる。

$f=11\text{ mm}$ の焦点距離は、一般のビデオ用ズームレンズでは広角に近い領域であるが、35 mm スチルカメラに換算すると $f=60\text{ mm}$ に相当し、標準サイズ ($f=50\text{ mm}$) より若干望遠寄りの画角 (約 40°) となっている。

光学的な最至近撮影距離 (MOD) は 1.2 m となっているが、被写界深度が深いので 1 m 以下からの撮影も可能で、 $F8$ 以上に絞られる明るい被写体の場合は、フォーカスレバーの設定位置にほとんど関係なく $0.6\text{ m} \sim \infty$ の範囲の撮影ができ、これが固定焦点レンズの使いやすい最大の特長でもある。このことは次の被写界深度の式から算出できる。すなわち、

$$\text{前側被写界深度 } t_1 = \frac{\delta F a^2}{f^2 + \delta F a} \dots\dots\dots (5)$$



図 8. 一般被写体撮像例

$$\text{後側被写界深度 } t_2 = \frac{\delta F a^2}{f^2 - \delta F a} \dots\dots\dots (6)$$

ただし f : レンズの焦点距離 F : レンズの口径比 (絞り) a : 被写体設定距離 δ : 許容錯乱円

ここで $1/2$ インチイメージセンサの場合、許容錯乱円 (δ) はその解像本数から計算して $25 \sim 30\text{ }\mu\text{m}$ となるため、計算上ではフォーカス設定位置は 1.5 m と 5 m 程度の 2 点ゾーン切換でも可能であるが、実用面でほぼ固定的に最も使いやすい中間点も設け 3 点ゾーン方式とした。

オートアイリスの絞り羽根は小形化のため 2 枚式とし、高輝度での過絞りを緩和するための ND (Neutral Density) フィルターは $F5.6$ 以降で効くようにしている。

5.2 オプティカルローパスフィルター

単管式や単板式のように、輝度信号に色信号を多重化して取り出すビデオカメラでは、被写体に含まれるナイキスト限界を越える高い空間周波数成分は、低域に折り返されて偽色信号が発生するため、これを抑制するオプティカルローパスフィルターが欠かせない。このカメラでは 2 枚の複屈折板の間に、 $1/4$ 波長板を配した複合形のローパスフィルターを採用、入射光は水平方向 4 点に分離され、310 TV 本と 465

TV 本の 2 点にトラップポイントをもったローパス特性となっている。

図 10. に オプティカルローパスフィルターの効果を CZP (Circular Zone Plate) チャート撮像例で示す。

なお、CCD イメージセンサは近赤外域にも感度をもっており、これが色再現性に悪影響を及ぼすため、赤外カットの色ガラスをオプティカルローパスフィルターと一体に組み込んでいる。

6. 小形軽量化

このカメラは別ピースとなっているファインダ (非 TTL 光学式) 及び音声関係を除き、 175 g の軽量化 (意匠ケースは除く) と、図 1. のような小形化を達成している。その主な内容を紹介します、

(1) ハイブリッド IC 及びサブ基板の効果的な配置による体積実装密度の向上

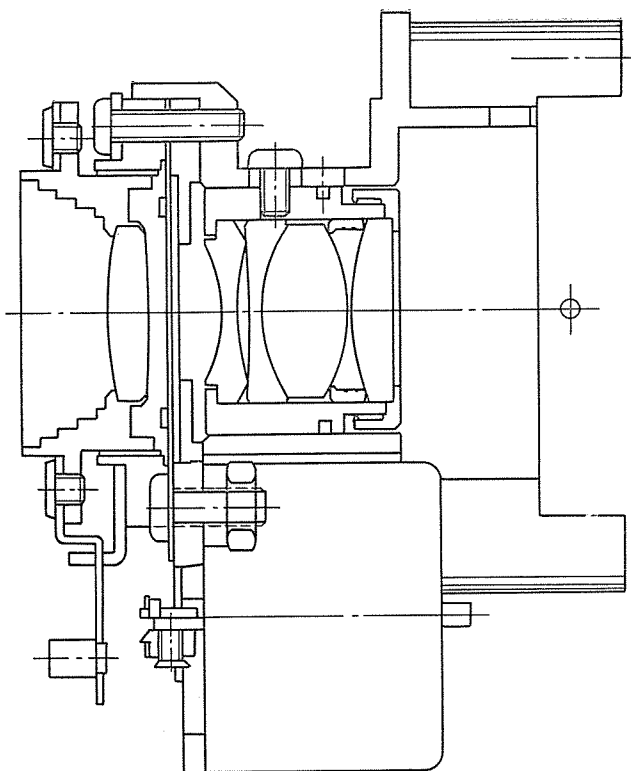


図 9. 固定焦点レンズの構成図

メイン基板は前述のように、イメージセンサ基板、プロセス基板、エンコーダ基板の3枚で、合計基板面積 83.4 cm^2 の中に 415 個の部品を装着している（実装密度 $5 \text{ 個}/\text{cm}^2$ ）。更にこの3枚のメイン基板上にハイブリッド IC 2 個とサブ基板3枚を立体的に配置して、面実装部品上の余剰空間を有効に利用し、体積実装密度の高い構造としている。

(2) マザー基板方式による配線の削減

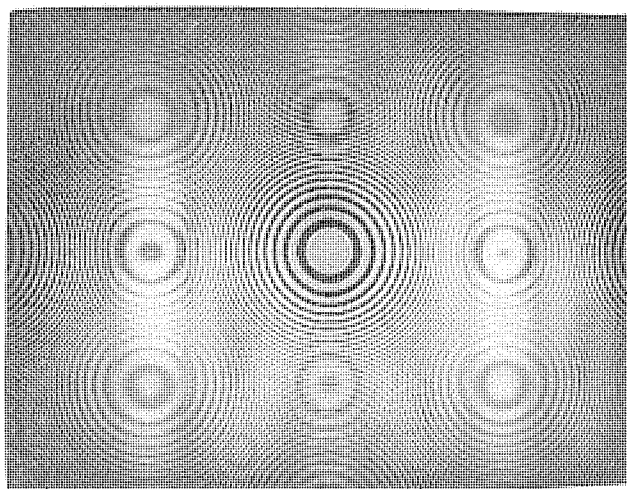
上記3枚のメイン基板間の接続に、マザー基板を採用したことによって基板間の配線類が全く不要となり、重量面はもちろん配線スペースの点でも、あるいは組立性、メンテナンスなどあらゆる面でメリットとなる。また、各メイン基板とマザー基板との相互接続にヒンジコネクタや基板対基板コネクタを採用したため、各基板間を 90° 近くまで展開でき、調整やメンテナンスも極めて容易となっている。

(3) ユニット部品の基板直付け化とシャーシレス化

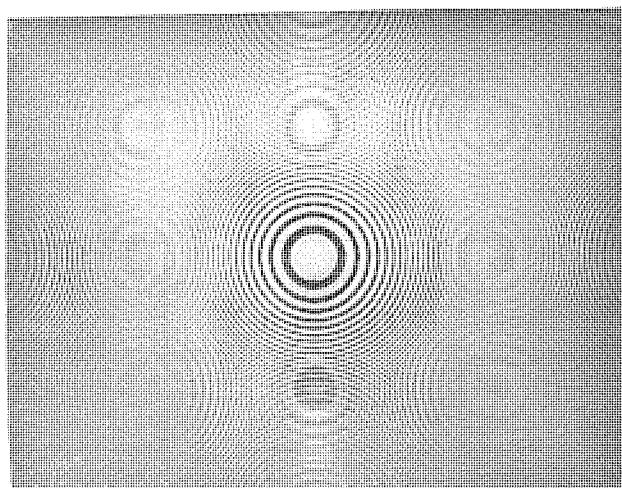
DC-DC コンバータ、オートホワイトバランス用色温度センサなどのユニット部品を、上記マザー基板に直付けしたことも無配線化に大きく貢献し、同時にイメージセンサ基板に直付けしたレンズユニットと併せてカメラ部分のシャーシレス化にも寄与している。

7. む す び

固体イメージセンサの出現は、ビデオカメラの小形軽量化を一気に加速した。半導体技術の進展とともに固体イメージセンサは、その主要性能において撮像管の領域に迫ってきており、センサ自体の小形化とともに高感度化（低雑音化）、高解像度化が強力に推し進められている。また、もう一方の主要キーパーツであるレンズについては、樹脂化が進



(a) オプティカルローパスフィルター 無し のとき



(b) オプティカルローパスフィルター 有り のとき

図 10. CZP チャート 撮像例

められようとしている。電気回路に目を転ずれば、多機能で複雑化する回路構成も、大規模 LSI の出現と、より高密度な実装技術とにより、更に小形軽量化が進展しつつある。これらの技術が一步一步前進し着実に具現化されたとき、よりユーザーに身近なビデオカメラやカメラ一体形 VTR が実現でき、一層の普及が期待できる。

参 考 文 献

- (1) 石川ほか：フィールド蓄積モード単板カラー化方式，National Tech. Rept., 31, No. 1 (昭60-2)
- (2) 井手ほか：CCD 固体カメラの信号処理 IC，National Tech. Rept., 31, No. 1 (昭60-2)
- (3) 小園ほか：小型 CCD 撮像素子，TV 学会技報 ED 940 (昭61)
- (4) 中村：写真レンズの性質，写真レンズハンドブック（写真工業出版社）

コンパクトディスクプレーヤー DP-209R形

久山 浩二*・平沢 和夫**・木目健治朗***・西村 清光***

1. ま え が き

コンパクトディスクプレーヤー（以下、CDプレーヤーと記す）は、昭和57年10月に市場導入された。CDプレーヤーは従来のLPレコードプレーヤーに比べて様々な特長を持つが、特にそのデジタルオーディオの音の良さと、格段に優れた操作性とで市場を急激に拡大している。また、市場拡大に伴い市場価格も急速に低下し、昭和61年春には4万円前後まで下がってきている。今後更に、Hi-Fiオーディオからゼネラルオーディオまで幅広い分野への用途開発が進み、CD市場が拡大することが予想される。（図1. 参照）

当社でもこの動きに対応するために、光ピックアップや専用LSIなどのキーパーツコストダウンを重点においた技術開発を推進している。ここで紹介するDP-209R形CDプレーヤー（図2.）は、この開発の成果を取り入れて昭和61年7月から量産が開始された機種である。

2. 全 体 構 成

CDプレーヤーは、光ピックアップとその光ピックアップが搭載されるメカニズム及び電子回路から構成されているが、そのブロックダイアグラムを図3. に示す。

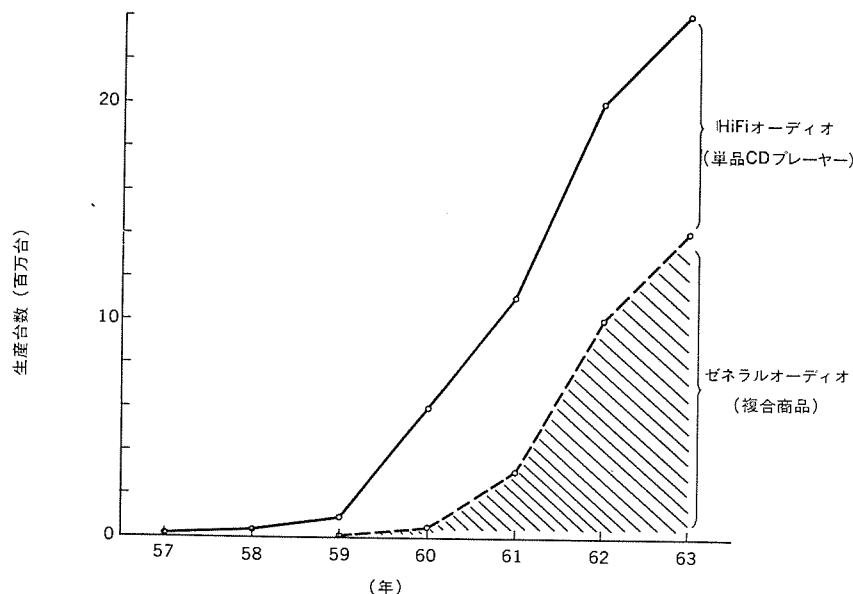


図1. CDプレーヤーの生産規模

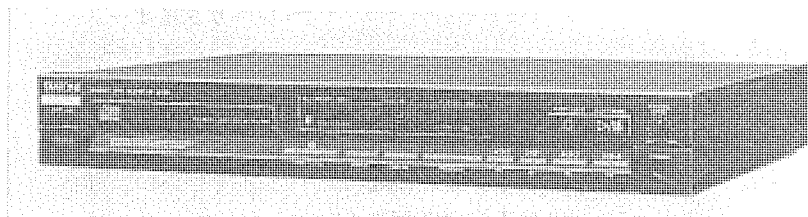


図2. CDプレーヤーDP-209形の外観

CDプレーヤーで最も重要な（コストウエートの高い）部品は、光ピックアップであり、MLP-4D形光ピックアップ（図4.）を新たに開発して搭載している。この光ピックアップの詳細は後述するが、有限系対物プラスチックレンズの採用や、光検知器としてオプティカルダイレクトリアンプM51563P形の搭載など、新しい技術を取り入れて小形化、高性能化かつ低価格化を実現している。

電子回路部には、光ピックアップサーボ用IC、M51564P形とデジタル信号処理LSI、M50421P形を新たに開発し搭載した。この2種類の新ICの採用により、電子回路部品点数が50%以上削減され調整箇所も半減している（当社比）。これらにより電子回路の簡略化と低価格化が実現された。

以下、新たに開発したキーパーツについて詳述する。

3. 光ピックアップ

3.1 光路構成⁽¹⁾

MLP-4D形光ピックアップの光路構成図を図5. に示す。レーザダイオードからのレーザビームは、回折格子、ハーフプリズム、対物レンズを透過してディスクに焦点を結ぶが、このように途中で光路を折り曲げない方式を直管方式と呼んでいる。直管方式は最も光学部品点数が少なく

コスト面で有利であるが、反面、光ピックアップの全高が大きくなる欠点があった。光ピックアップの高さはCDプレーヤー全体の高さを左右するが、薄形化スリム化の市場要求にこたえるには、光ピックアップの高さを極力小さくする必要がある。

MLP-4D形では有限系プラスチック対物レンズの採用とレーザダイオードの薄形化、アクチュエータの薄形化により、直管方式でありながら全高28mm（従来機種MLP-3形は41mm）を実現している。有限系対物レンズと従来使われていた無限系対物レンズとの光路の違いは、図6. に示すように拡散レーザビームを平行ビームに変えるコリメートレンズが有限系対物レンズの採用で不要となることであり、これにより構成の簡素化及び大幅なコストダウンを可能とした。

3.2 薄形アクチュエータ⁽²⁾

アクチュエータとはオートフォーカシング、オートトラッキングのために、対物レンズを光軸方向及びディスク半径方向の2軸方向に動かす機構をいう。MLP-4D形光ピックアップでは、対物レンズを取り付けたホルダーを1本の軸に沿って、しゅう動及び回転させる「2軸1体形」のアクチュエータを採用している。この方式は可動部重量が小さく周波数特性が優れているため、安定したサーボ系を構成することができCDプレーヤーの再生能力を向上させている。図7. に構成を示す。

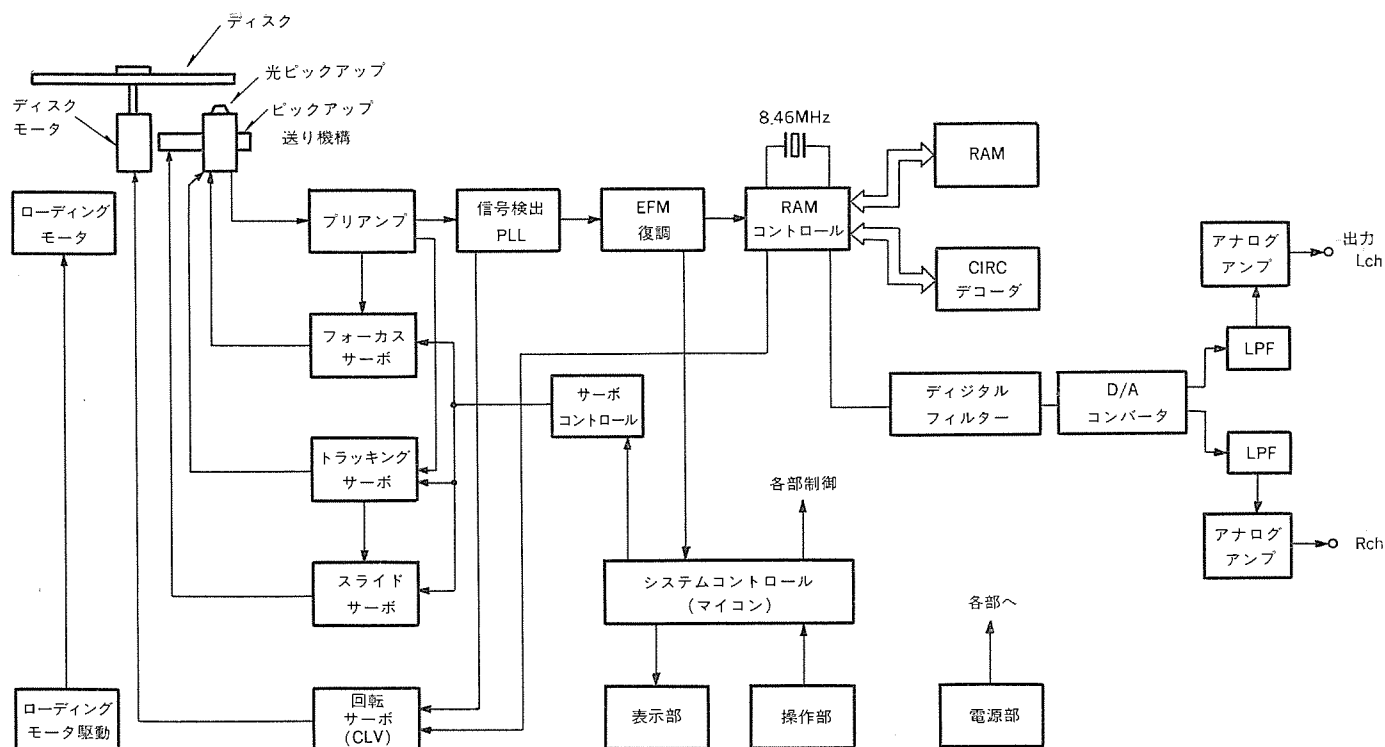


図 3. コンパクトディスクプレーヤーのブロックダイアグラム

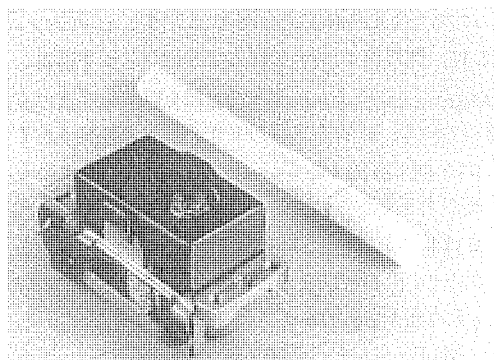


図 4. MLP-4 D 形光ピックアップの外観

3.3 オプティカルダイレクトプリアンプ M 51563 P 形⁽³⁾

微小信号をすべて光ピックアップ内で処理し、必要な信号のみを扱いやすいレベルで取り出すことをねらいとして開発された 3 ビーム方式対応の IC で、当社独自の光センサ技術を用い、光検知器とプリアンプ回路を同一チップ上に構成している。これにより外乱雑音による影響を受け難く、正確な光ピックアップのサーボコントロールが実現できる。また、光検知器の光電流を別個に IC 外に取り出せる構成となっているため、光ピックアップ組立時の光検知器位置調整に利便が図られている。

このオプティカルダイレクトプリアンプのブロックダイアグラムを図 8. に示すが、主な内蔵機能は以下のとおりである。

- (1) 6 分割光検知器
- (2) 電流、電圧変換アンプ (各検知器)
- (3) 再生信号アンプ
- (4) トラックエラー信号形成回路
- (5) フォーカスエラー信号形成回路
- (6) 再生信号レベル検知回路
- (7) 再生信号波形整形回路 (オートレベルスライサ)
- (8) ミラー検出回路

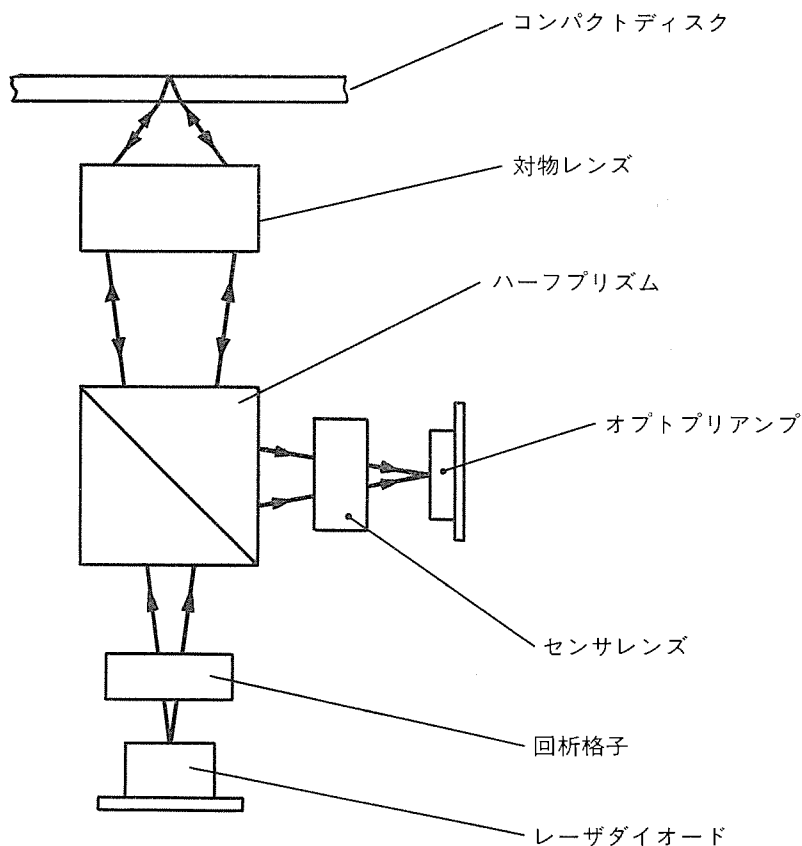


図 5. MLP-4 D 形光ピックアップの光路図

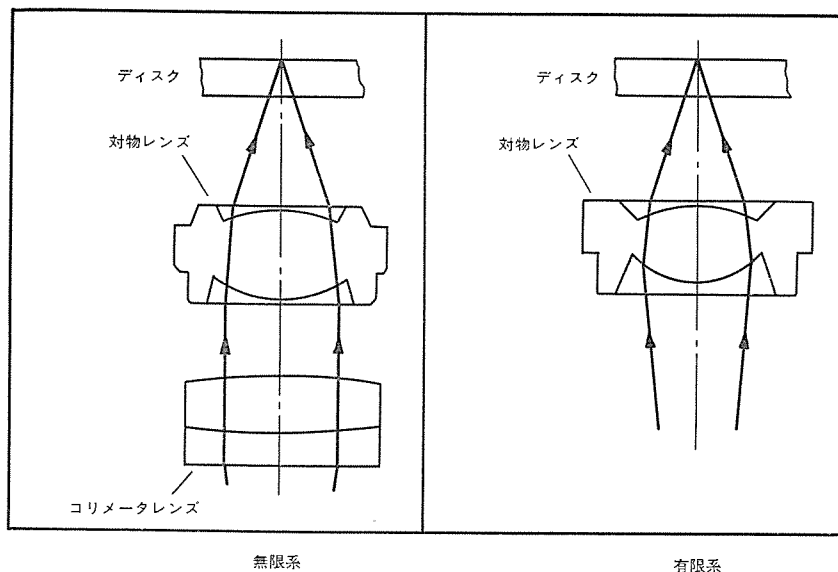


図 6. 無限系と有限系対物レンズの構成

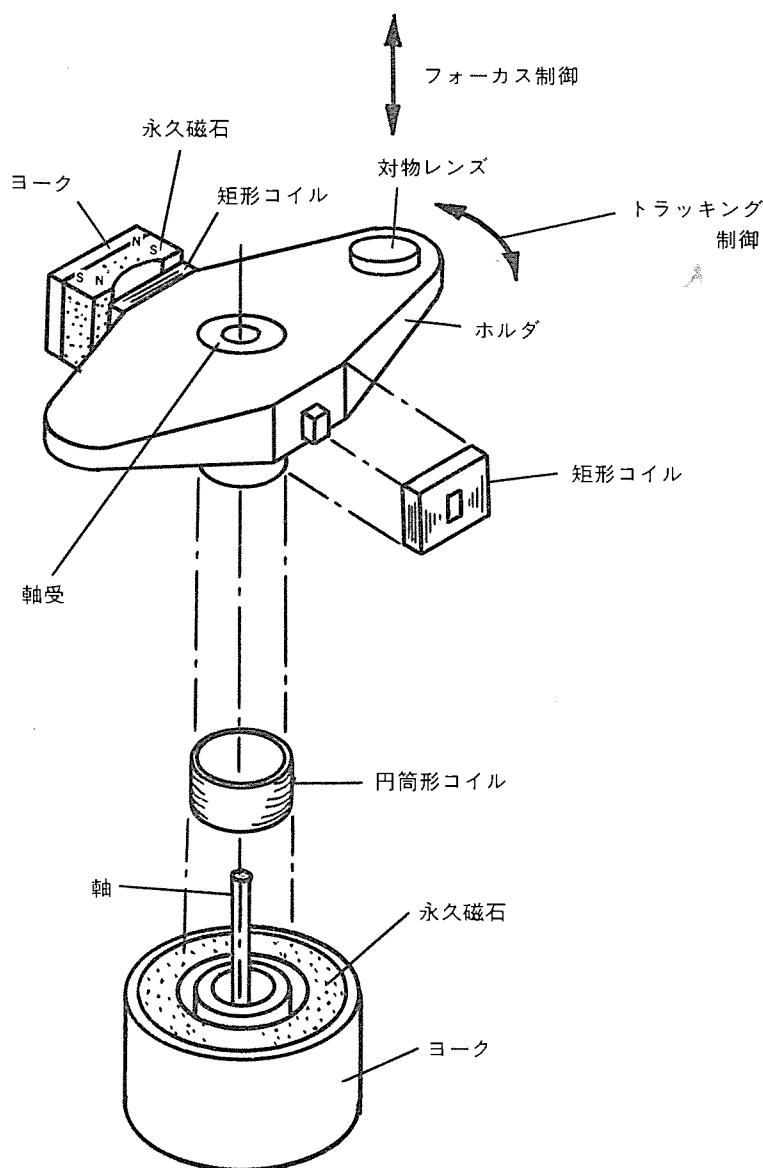


図 7. アクチュエータ構成

4. 電子回路部

4.1 光ピックアップサーボIC M 51564 P 形⁽³⁾
 セットの小型、高密度実装化をねらいとして開発された IC で、IIL を含んだ バイポーラプロセスの IC である。光ピックアップの制御を行うために、従来はマイコン から複雑な指令を サーボ IC に与える必要があったが、この IC では専用の ロジック回路を内部に組み込んでいるため、マイコン からの指令は簡単なもので制御可能である。機能としては、光ピックアップのサーボ回路に必要な増幅器、スイッチ及びシリアルインタフェースのロジックコントローラ回路を組み込んでいる。更に $\pm 5\text{V}$ と単一 5V 電源の両用を実現し、ポータブルプレーヤーなどへの使用に利便を図っている。

また、アンプの利得や周波数特性は外付部品を変えることにより自由に設計できるため、種々の光ピックアップに対応できる。この IC のブロックダイアグラムを図 9. に示すが、主な機能は以下のとおりである。

- (1) フォーカスサーボアンプ
- (2) トラッキングサーボアンプ
- (3) フォーカスサーチ回路
- (4) フォーカス・ゼロクロス検知回路
- (5) トラッククロス検知回路
- (6) ショック検知、対策、傷ディスク対策回路
- (7) ロジックコントローラ

4.2 デジタル信号処理 LSI M 50421 P 形⁽³⁾

デジタル信号処理技術、CMOS アナログ技術、デジタルフィルタ技術、デジタルサーボ技術を駆使し、CD プレーヤーに必要なデジタル回路を高密度に集約した IC である。この IC 実現のために、当社独自の CMOS アナログ技術が波形整形回路部、PLL 部に用いられており、IC の外付部品点数を大幅に削減している。

この LSI のブロックダイアグラムを図 10. に示す。また特長は下記のとおりである。

- (1) CMOS VCO (Voltage Control Oscillator) を内蔵し、少ない外付部品で無調整ビットクロック再生 PLL 回路を構成できる。
- (2) 外部 RAM として、64 K D-RAM を用いるためジッターを ± 8 フレームまで吸収することができる。
- (3) 26 次位相直線デジタルフィルタにより、サンプリング周波数を 2 倍に変換し DA コンバータ以降のローパスフィルタの負担を軽減している。
- (4) 位相補償部を含んだデジタル CLV サーボコントロール回路を内蔵しているので、モータドライバ回路が簡略化できる。
- (5) 簡素化されたマイコンシリアルインタフェースにより、マイコンの負担を軽減している。

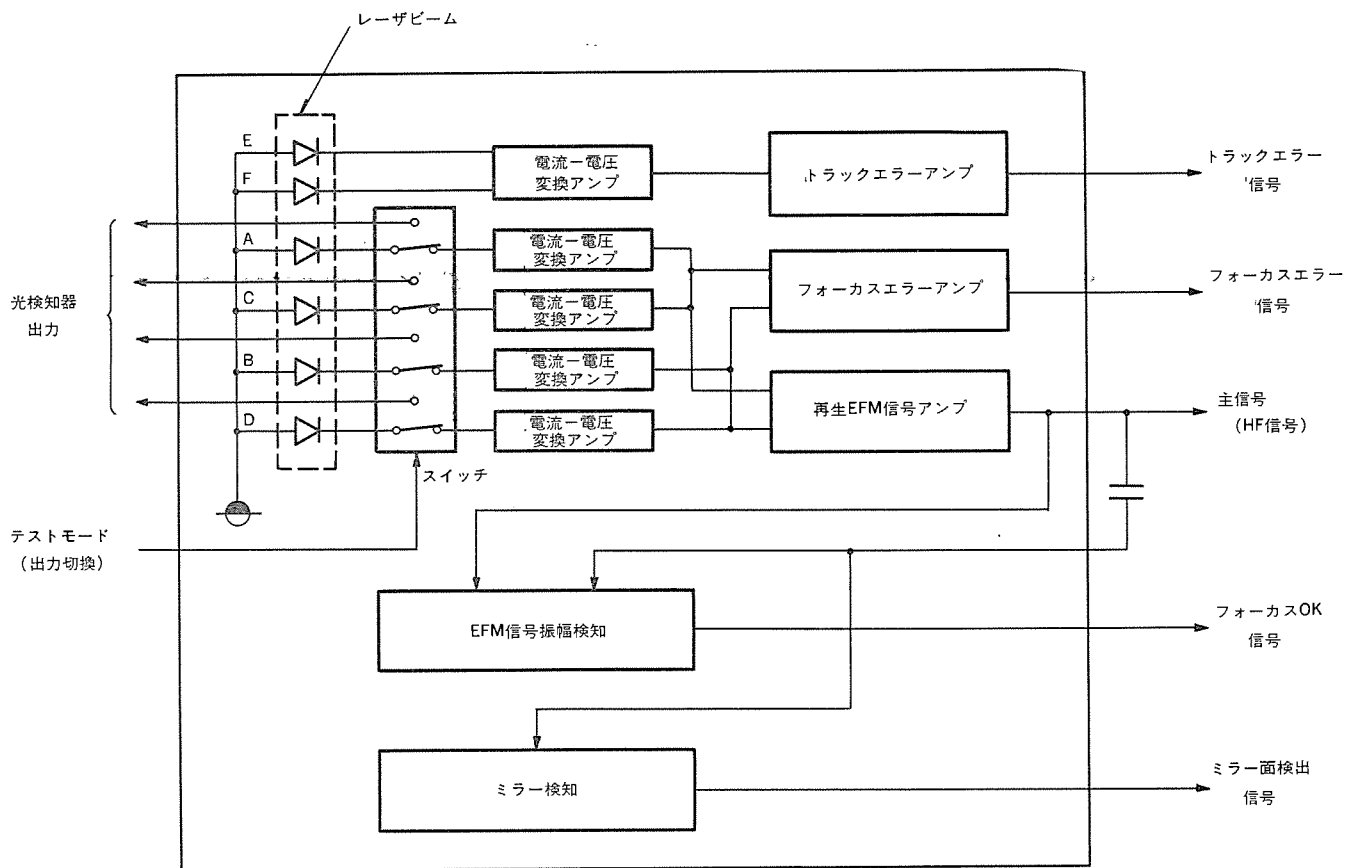


図 8. オプティカルダイレクトプリアンプ (M 51563 P) のブロックダイヤグラム

5. CD プレーヤー DP-209 R 形

DP-209 R 形 CD プレーヤー は、前述した当社独自の開発パーツを搭載したレギュラサイズの単品 CD プレーヤーである。この CD プレーヤーの特長、定格、性能について述べる。

5.1 特 長

- (1) パネル高さ 58 mm のスリムタイプ、新しいハイテック感覚の CD プレーヤー
動作がスムーズで機械的動作音が小さい高精度薄形メカニズムを新規に開発し、このメカニズムに前述した薄形光ピックアップ MLP-4 D 形を搭載して、パネル高さ 58 mm のスリムタイプを実現している。
- (2) 優れた音像定位、クリアな再生音を生み出すデジタルフィルタを採用
デジタル信号処理 LSI M 50421 形に内蔵されているダブルオーバーサンプリングのデジタルフィルタは位相特性が平坦で、高調波含有率が低いので、音像定位の優れたクリアな再生音が得られている。
- (3) 安定な再生を可能にする強力なサーボシステム
新開発の光ピックアップサーボコントロール用 IC M 51564 P 形とその周辺回路により構成された強力なサーボシステムの働きにより、外部からの振動やディスクの傷やよごれに対して安定した再生が可能になっている。
- (4) 優れた操作性と豊富な機能

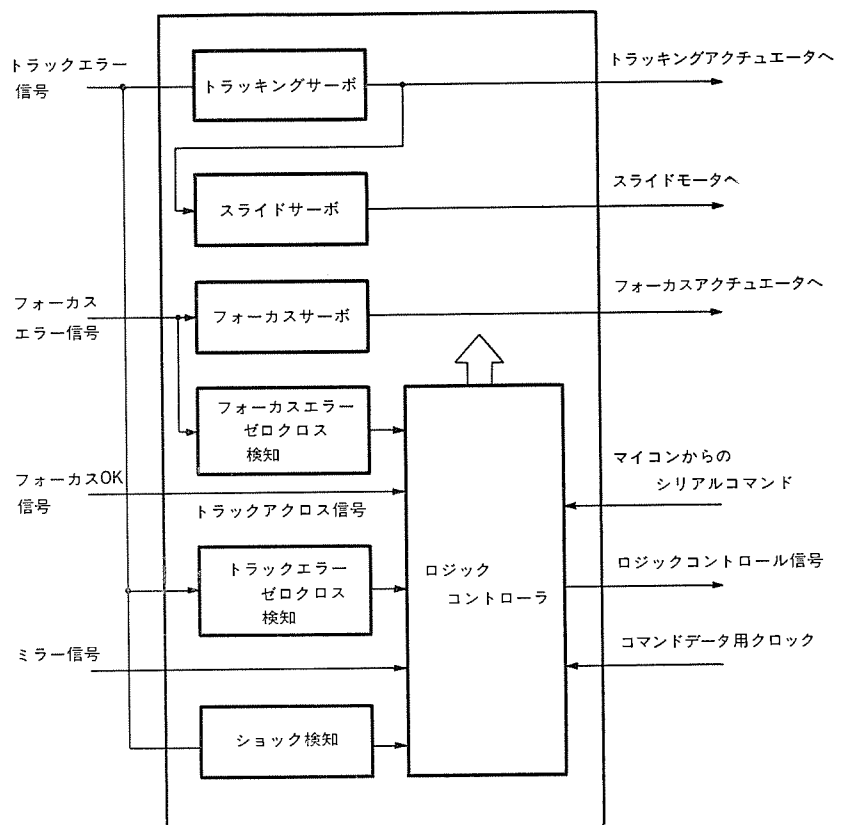


図 9. 光ピックアップサーボ IC (M 51564 P) のブロックダイヤグラム

36 曲ランダムプログラム選曲機能や 3 モードリピート機能など豊富な機能を持ちながらも、簡単なキー操作で機能達成ができるようマイコンプログラム

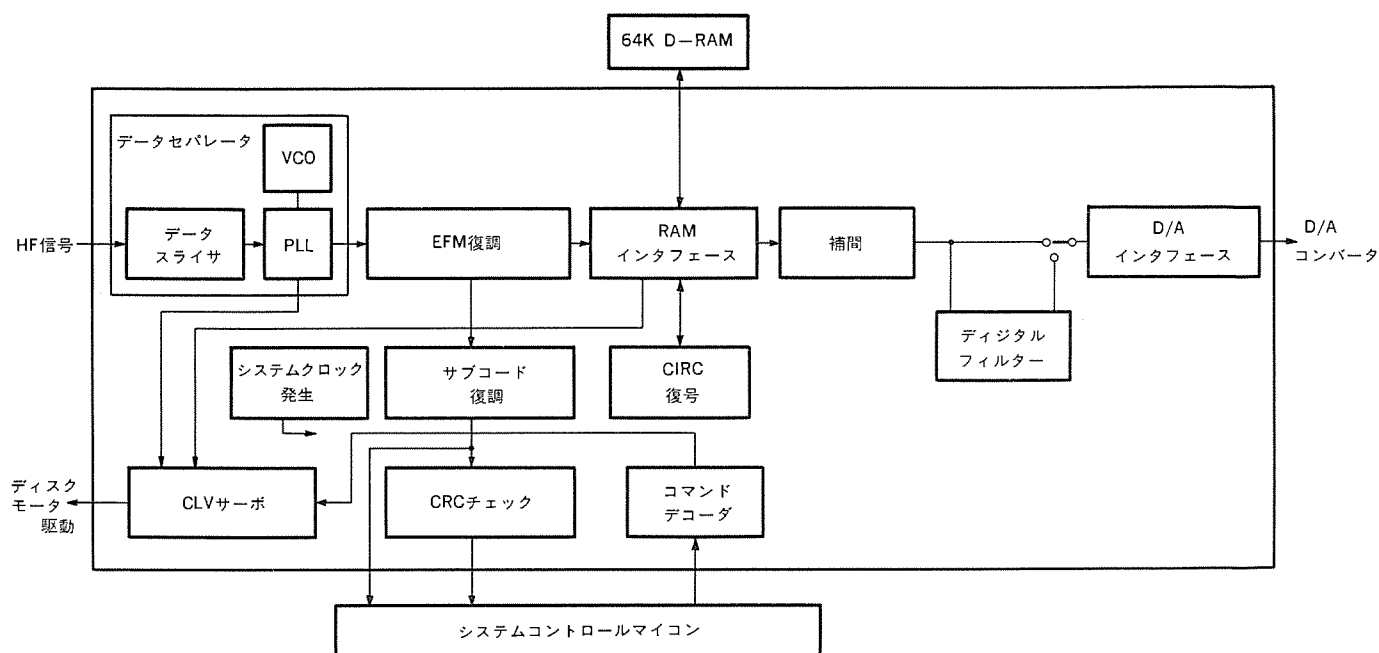


図 10. デジタル 信号処理 LSI (M 50421 P) のブロックダイヤグラム

ラムが工夫されている。このために操作性が向上し、使いやすいプレーヤーとなっている。

5.2 定 格

形 式	: コンパクトディスクプレーヤー
チャンネル	: 2チャンネルステレオ
ディスク 装着方式	: 前面 スライドローディング 方式
光ピックアップ	: 3ビーム方式光ピックアップ MLP-4D形
電 源	: AC 100 V 50/60 Hz
消費電力	: 12 W
外形寸法	: 424 mm(W)×63 mm(H)×280 mm(D)
重 量	: 3.3 kg

5.3 性 能

周波数特性	: 4 Hz~20 kHz±0.5 dB
高調波含有率	: 0.004% rms 以下
ダイナミックレンジ	: 94 dB 以上
チャンネルセパレーション	: 90 dB 以上
ワウフラッター	: 測定限界以下
出力電圧	: 2 V

6. む す び

以上、今回開発した CD プレーヤー 用 キーパーツ 及びそれら を使った DP-209 R 形 プレーヤー につき、その構成と特長について述べた。開

発された光ピックアップ及び専用 IC は、部品単体ではもちろんのこと、組み合わせて CD 再生ユニットとしての販売も行われている。ユニットは現在 CDU-10 形を始め、2機種が生産されているが、ホーム用据置きプレーヤーから CD プレーヤー付きラジカセまで幅広い展開が行われている。

また、CD プレーヤーとしては、DP-209 R 形を始め 7 機種の展開が行われ拡大する CD 市場に対応している。しかしながら、CD プレーヤーの価格低減、多機能化は今後も続くことが考えられ、これらに対応するための技術開発を今後も進めてゆきたい。

参 考 文 献

- (1) 鹿間ほか: Optical Pick-up for CD using no glass lens, SPIE's 30th Annual International Technical Symposium on Optical and Optoelectric Applied Sciences and Engineering, 695-31 (1986)
- (2) 木目ほか: 光ディスク装置用フォーカシング、トラッキングアクチュエータの開発, 昭和 61 年精密工業会秋季大会
- (3) 平沢ほか: THREE ICs (INCLUDING ADVANCED PRE-AMPLIFIER WITH BUILT-IN PHOTO DETECTOR) FOR CD PLAYERS, ICCE Digest of Technical Papers, FAM 20.2 (1986) p. 290

回転ヘッド式デジタルオーディオテープレコーダー

石田 禎 宣*・石田 雅 之*・中川 邦 彦*・国井 郷 志*

1. ま え が き

民生用 デジタルオーディオ 機器としては、既に再生専用の コンパクトディスク (CD) プレーヤー が商品化され、着実に普及しつつある。これに対し、記録再生機能をもった デジタルオーディオテープレコーダー (DAT) の出現が期待され、その標準化のため DAT 懇談会が 1983 年 6 月に発足した。国内外約 85 社にも及ぶメーカーが参画して審議と検討を重ねた末、1985 年 7 月に、ヘリカルスキャン方式による回転ヘッド式 DAT (R-DAT) と、マルチトラック方式による固定ヘッド式 DAT (S-DAT) のそれぞれについて技術仕様がまとめられた。

DAT のシステムは、一般オーディオからハイファイオーディオに至るまで幅広く使用されることを目的としており、高品位なオーディオ特性はもちろんのこと、装置の小形軽量化、操作性の向上、機能面の充実などに対して様々な配慮がなされている。

当社では DAT 懇談会の技術仕様に基づいたホーム用及び車載用 R-DAT を開発したので、以下にそのシステム構成と信号処理及びメカニズムについて述べる。

2. DAT 懇談会の R-DAT 技術仕様

DAT 懇談会でまとめられた R-DAT の技術仕様は表 1. に示すとおりであり、合計 6 モードと豊富な用途に対応できるように考慮されている。とりわけ標準化周波数は、現在ほぼ世界の標準となりつつある三つの周波数 (48/44.1/32 kHz) のいずれにも対応できるように、システムパラメータが選定されている。DAT の基本モードは、48 kHz であり、32 kHz はオプションで、長時間又は 4 チャンネル化が可能である。44.1 kHz は、PCM プロセッサや CD プレーヤーなどで民生用として広く採用されている周波数である。DAT では、このモードをプリレコーディングテープ (市販の音楽テープ) 対応の再生専用モードと規定している。

ワイドトラックのモードを設けたのは、コンタクトプリントによるプリレコーディングテープ製作に対応できるようにしているためである。コンタクトプリント法は、マスターテープとスレーブテープを接触させて、磁化パターンを転写させるものであり、スレーブテープには、メタルテープより保磁力の低い酸化物系のテープを使用する。このため、再生出力が少し低下するので、トラックピッチを 1.5 倍に広げてこれを補償している。これに

伴って再生時間も短くなるが、安価なテープの使用ができ、ソフトの大量生産が可能になるなど利点が多い。

DAT の場合、デジタル記録であり、時間軸の操作が容易にできることから、回転ドラムの径とテープの巻付け角は固定する必要がなく、その積が一定の値になるようにするだけで、設計は自由となっている。一例として、技術仕様ではドラム径 30 mmφ、テープ巻付け角 90°をあげているが小径ドラムと浅い巻付け角のおかげで、機構系の小形化、簡素化などを図ることができる。

テープ上の記録トラックは、VTR と同様 2 個の回転ヘッドを用いて斜め方向に形成される。記録はアジマス方式を用いているので、トラック間にガードバンドを設ける必要がなく、狭トラックピッチと相まって 114 Mビット/平方インチという高密度記録を達成しており、テープの単位時間消費量の削減に役立っている。使用カセットは、従来のコンパクトカセットの約 1/2 の大きさで 2 時間の記録が行える。テープ開口部はリッドとスライダと呼ばれる二つのふたで密閉され、テープが保護されている。

図 1. にトラックフォーマットを示す。1 トラックに記録される PCM 信号領域、曲番、時間情報などのサブコード信号領域、トラック用 ATF (Automatic Track Finding) 信号領域は IBG (Inter Block Gap) で分離されているので、PCM 信号とサブコード信号のアフターコーディングが独立して行えるようになっている。サブコード信号は、273 Kbps (CD の約 4.6 倍) の容量があり、多様な用途に対応できる。

表 1. R-DAT の技術仕様

項 目	記 録・再 生 モ ー ド				再 生 専 用 モ ー ド	
	標 準	オプション1	オプション2	オプション3	ノ ー マ ル ト ラ ッ ク	ワ イ ド ト ラ ッ ク
チャネル数 (ch)	2	2	2	4	2	2
サンプリング周波数 (kHz)	48	32	32	32	44.1	
量子化ビット数 (ビット)	16(リニア)	16(リニア)	12(ノンリニア)	12(ノンリニア)	16(リニア)	16(リニア)
面記録密度 (Mbp ²)	114	114			114	76
サブコード容量 (Kbps)	273.1	273.1	136.5	273.1	273.1	
変調方式	8-10変換					
訂正方式	二重リードソロモン符号					
トラッキング方式	エリア分割ATF					
カセットサイズ (mm)	73×54×10.5					
記録時間 (min)	120	120	240	120	120	80
テープ幅 (mm)	3.81					
テープ種類	メタルパウダ					酸化物テープ
テープ厚 (μm)	13±1 μ					
テープ速度 (mm/s)	8.15	8.15	4.075	8.15	8.15	12.225
トラックピッチ (μm)	13.591					20.41
標準ドラム仕様	φ30 90°ラップ					
ドラム回転数 (rpm)	2,000		1,000	2,000	2,000	
ヘッドアジマス角	±20°					

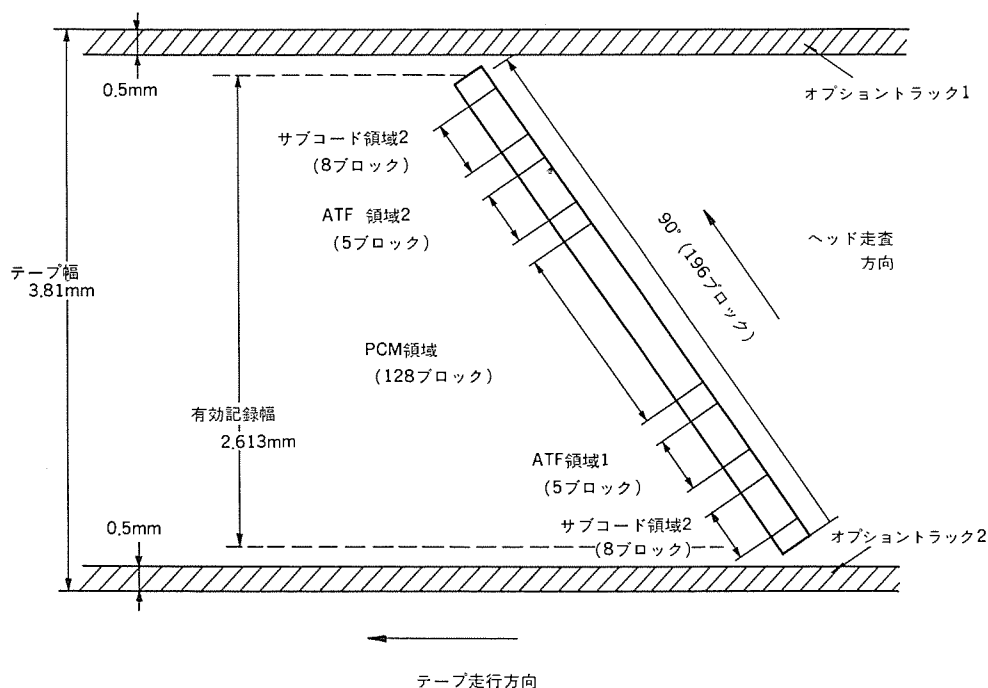


図 1. トラックフォーマット

3. システム構成と信号処理

3.1 システム構成

図 2. は当社で開発したホーム用 R-DAT のシステム構成を示す。車載用は再生専用機としており、ホーム用の記録回路を削除した構成となる。

記録系では、まず 2 チャンネルのオーディオ信号をローパスフィルタ(LPF)

で高域成分を除去した後、AD 変換器で 16 ビットのデジタル信号に変換する。この 16 ビットデータを上位、下位それぞれ 8 ビットに分割する。以後 8 ビットのデータをシンボルと呼ぶことにする。エンコーダでは誤り訂正のためのパリティを付加する。次にシンボル単位で 8 ビットを 10 ビットに変換する 8-10 変調を施し、これに同期信号、ATF 信号を付加した後、記録アンプ、回転トランスを介して 2 個の磁気ヘッドにより交互に磁気テープに記録する。

再生系では、ヘッドで再生した信号を再生アンプで増幅し、波形等化器で周波数特性を改善し、信号検出器によりデジタル信号を取り出す。次に復調器に入り、ここでブロック同期信号の復調が行われる

とともに、10 ビットごとに 8 ビットに変換され、もとのシンボルデータが得られる。シンボルデータは、デコーダに入り、ここで誤り訂正、あるいは補正処理を受けた後、DA 変換器、LPF を通してオーディオ信号として出力される。

RAM は、記録系と再生系で個別に 128K ビットの容量を必要とするが、このシステムでは、録画兼用にしており、64K ビット RAM 2 個で構成している。その役割は、データのバッファメモリ、テープ上にデー

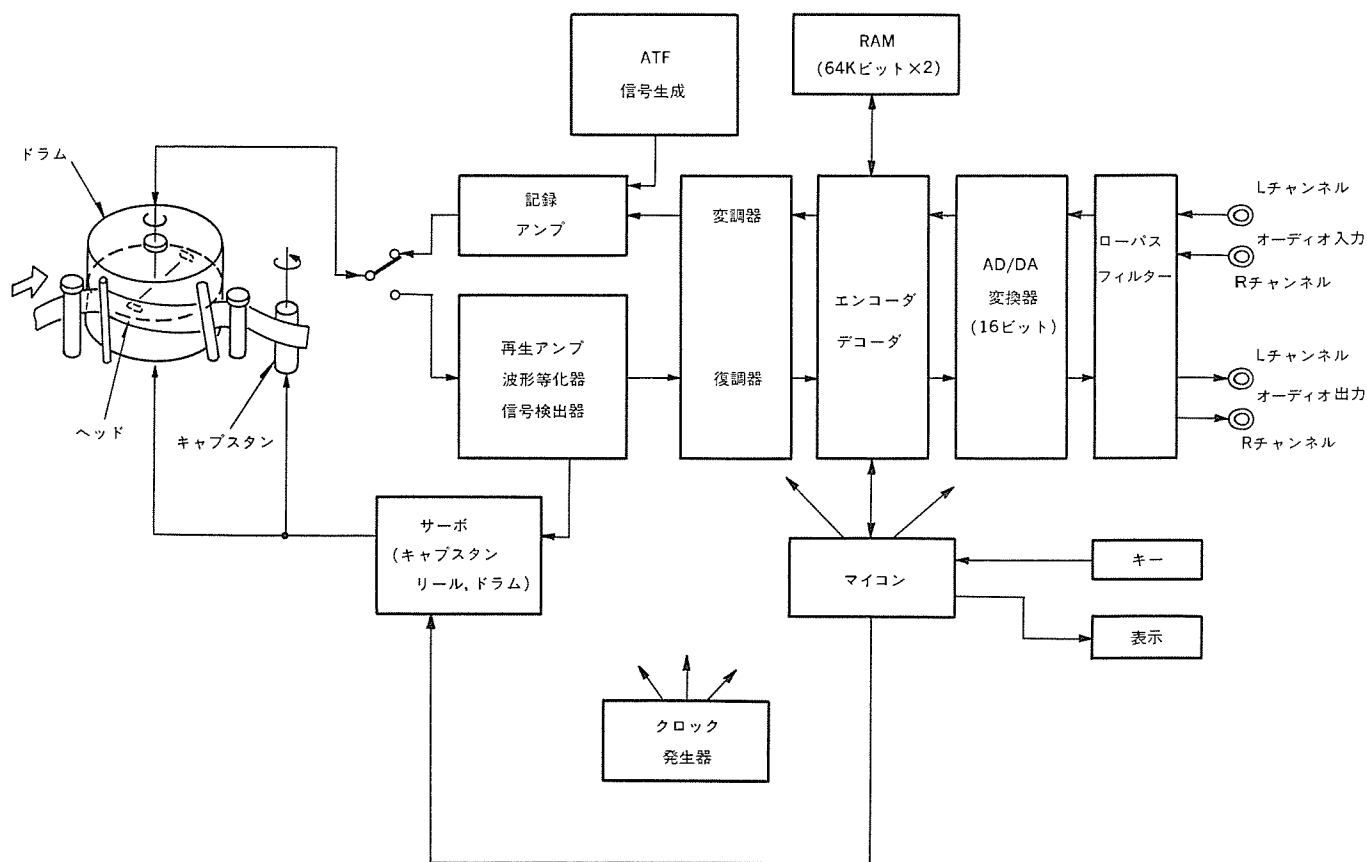


図 2. システム構成

タを分散させるインタリーブ、これの逆操作であるデインタリーブ、ヘッドがテープに接触する90°の期間内に信号を記録するための時間軸圧縮、これの逆操作の時間軸伸張である。サーボ回路は、ドラムサーボ、リールサーボ、キャプスタンサーボから構成されており、テープから再生されたATF信号を利用してトラッキング制御などを行っている。マイコンは、システム全体の制御を統轄し、キー入力、サブコード、高速選曲の処理及び曲番、時間の表示などを行っている。このシステムでは48 kHzモードと44.1 kHzモードを実現しており、以下にオーディオ特性を示す。

周波数特性	5 Hz~20 kHz ±0.5 dB
ダイナミックレンジ	96 dB以上
ひずみ率	0.005%以下

3.2 誤り制御

R-DATでは、誤り訂正能力の高い二重リードフロン符号と補正能力の高い2トラック完結形インタリーブが採用されている。図3.にインタリーブの概要を示す。2トラック分のデータを単位として、左右2チャンネルのデータを偶数サンプルと奇数サンプルに分け、互いに対角上に交差するように配置する。このため、まれではあるがヘッド目づまりが原因となって完全に1トラックの信号が欠落したり、テープエッジからテープ幅の約半分までの信号が欠落しても、それぞれのチャンネルでみると、必ず偶奇いずれかのサンプルが残るので、誤ったサンプルを前後の正しいサンプルの平均値で置き換える平均値補正が可能となり、信頼性が著しく高まっている。

図4.に誤り訂正符号の構成を示す。符号は二次元符号であり、符号平面は1トラックにつき四平面で構成され、それぞれC₁、C₂の方向に符号化されている。このように二重に符号化されているので、復号アルゴリズムにはいろいろな方法が考えられる。

このシステムでは、バースト訂正能力を符号の持てる能力いっぱいまで高め、ランダムエラー訂正能力は、CD以下の補間レートとなる復号アルゴリズムを採用した。初段のC₁復号では二重誤りまで訂正を行うとともに、二重誤り以上ではC₁フラグを付加する。次段のC₂復号では、C₁フラグを用いて最大6消失まで訂正を行っている。また、

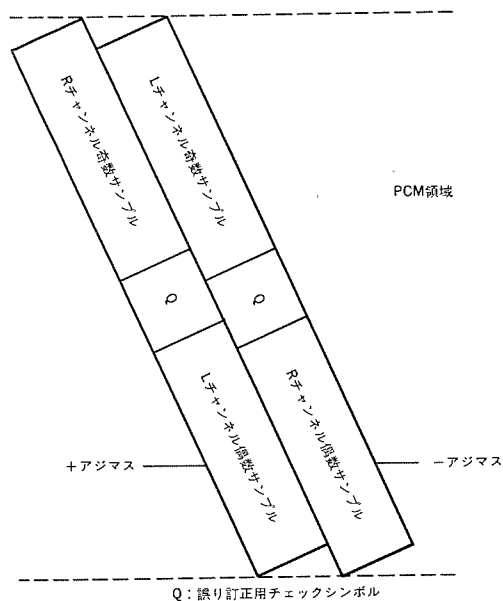


図3. インタリーブによるデータ配列

訂正できない場合は、補正フラグを付加するが、正しいデータを救うために、すべてのパターンを綿密に確率計算して以下のA補正フラグ、B補正フラグを選択している。

(1) A補正フラグ

符号を構成する32シンボルのうち、C₁フラグが付加されているシンボルのみ補正フラグを付加する。

(2) B補正フラグ

符号を構成する32シンボルすべてに補正フラグを付加する。

バーストエラー訂正は、トラック方向に792シンボル（テープ上で幅方向に約0.3 mm）まで訂正可能である。

図5.にランダムエラー訂正能力を示す。図中、訂正領域とは誤りのすべてが訂正される領域、補正領域とは誤り検出はできたが訂正できずに補正される領域、異音領域とは誤り訂正も誤り検出もできずに誤りがそのまま出力される領域を示す。ここで示したのは、完全ランダムな誤りに対する訂正能力であり、実際にはランダムエラーとバーストエラーが混在している。

図6.に実際のシステムで測定したブロック誤り率のデータを示す。これは横軸をオフトラック量にして、ヘッドずれに対する誤り率の劣化を示すものである。DATの伝送系の場合、ブロック誤り率とシンボル誤り率の比は約10:1程度であるので、土約60%程度のオフトラックが起こっても、シンボル誤り率を10⁻³（ブロック誤り率で10⁻²）以下に抑えることができるので、バーストエラー混在を加味しても、システムの動作上、十分な性能が確保できる。

3.3 トラッキング

トラッキング方式はエリア分割形ATFが採用されている。この方式は、ヘッドがATF領域の信号を再生するとき、両隣接トラックから再生されたクロストーク成分の差が0となるように、トラッキング制御を行うものであり、トラック中央からのずれ量に応じた電圧を発生させてキャプスタンモータを駆動し、テープの送りスピードを制御している。また、記録されたパイロット信号でトラッキングを行うので、VTRのような固定ヘッドが不要となり、メカの小型化に有利である。ATF領域は、トラックフォーマットからも明らかなように、2箇所に分離されているので、多少のトラック曲がりがあっても、良好なトラッキングが行える。

3.4 高速選曲

R-DATは、従来のテープシステムにはない高速選曲が可能という大きな特長をもっている。テープ速度はわずか8.15 mm/sで従来のコンパクトカセットの47.6 mm/sに比べ、非常に低速となっているため高速選

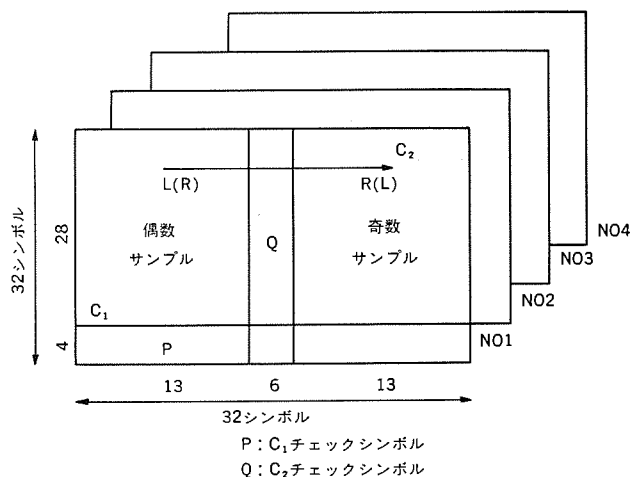


図4. 符号構成

曲に有利である。しかも、30 mmφのドラム径を使用した場合、90°の巻付け角となり、テープをドラムに巻き付けたままテープを高速で送り、ヘッドがトラックを斜めに横切るときに再生される信号から選曲に関する情報を読みとることが可能となる。図7.は高速走行時のヘッド軌跡と再生信号を示しており、プラスアジマスヘッドで再生したときのものである。図示のように、再生信号は山と谷の部分をもっており、山の部分から選曲情報を読みとることができる。

テープ速度を高速にしただけでは、ヘッドとテープの相対速度が通常再生時の値からずれてしまい、40倍速程度的高速選曲しか実現できない。本機では200倍速を達成するために、相対速度が一定となるよう、ドラムの回転制御を行っている。

テープを通常再生時の N 倍で走行させたとき、相対速度が一定となるドラム回転数 $V(\text{rpm})$ は次式で近似的に求まる。

$$\text{フォワード方向} \quad V \cong 60 \cdot (R + T_S \cdot N) / \pi D \quad (1)$$

$$\text{リバース方向} \quad V \cong 60 \cdot (R - T_S \cdot N) / \pi D \quad (2)$$

ただし D : ドラム直径(30 mmφ) R : ヘッドとテープの相対速度(3.13 m/s) T_S : 通常再生時のテープ速度(8.15 mm/s)

テープ速度 N (倍速)は式(3)で求まる。

$$N = T \cdot V / 500 \quad (3)$$

ただし T はドラムが90°回転する期間に再生されるエンベロープの山の数

以上の式に基づき、マイコンでは次に示す手順でドラム制御を行っている。①エンベロープ検出回路で再生エンベロープの山の部分を抜き出したパルス信号を発生させ、これをマイコンの内部カウンタで計数する。②計数値(T)と現在マイコンからドラムサーボ回路へ指示しているドラム回転数(V)を用いて式(3)に基づき N を計算する。③求めた N を用いて式(1)及び(2)に基づき相対速度が一定となる V を計算して、ドラムサーボ回路へ指示する。この方法により、ヘッドとテープの相対速度を一定に保ち、200倍速の高速選曲を実現している。コンパクトカセットの実用的限界は、50倍速程度と言われており、R-DAT

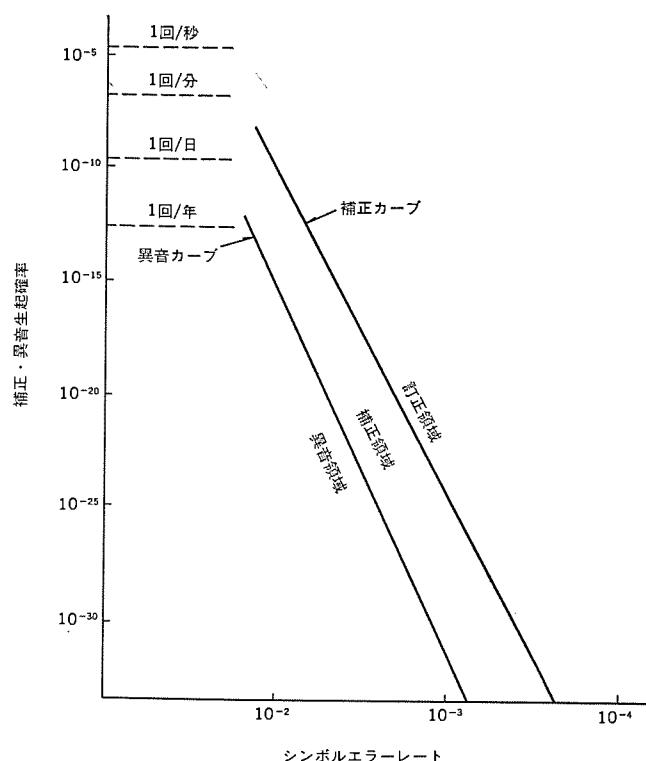


図5. ランダムエラー訂正能力

は操作性の点でも格段に有利である。

4. デッキメカニズム

DATの機構部は、基本的にはVTRと同様で高速回転するヘッドにより記録再生を行う。回転ヘッド方式は相対速度が大きくとれるため、広帯域な信号を記録するのに有利であり、またテープをカセット外部に引き出し走行案内手段によって高精度に走行規制することが

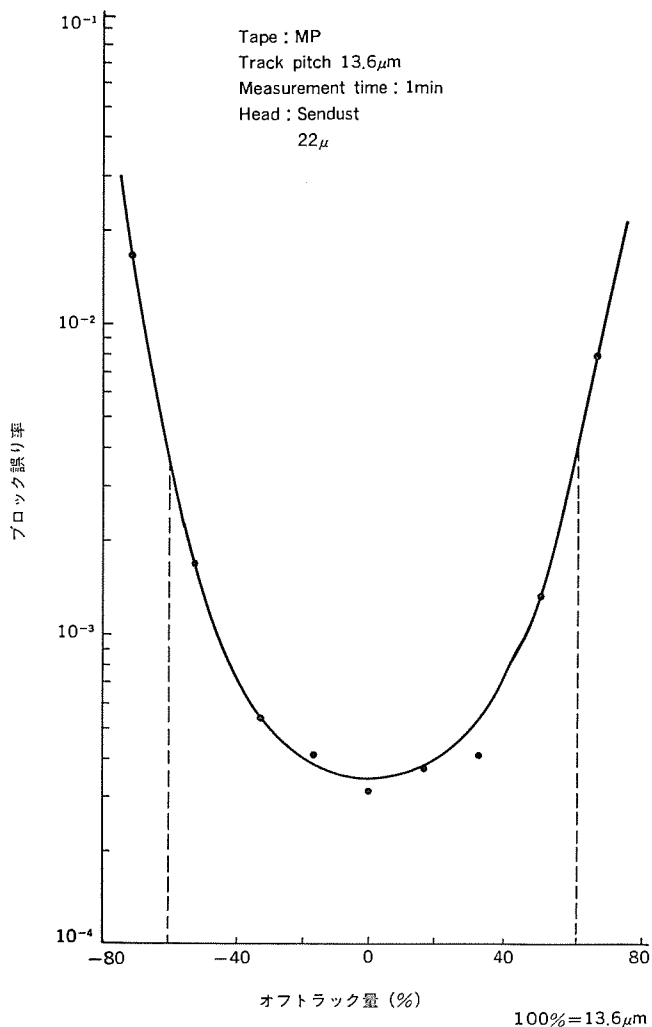


図6. オフトラック対ブロック誤り率

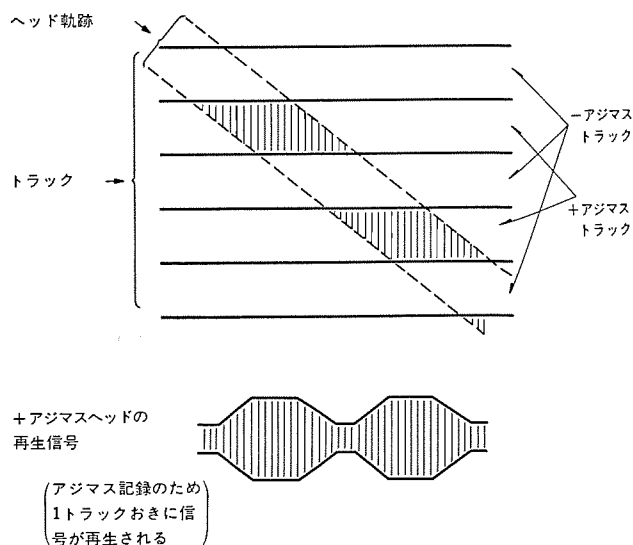


図7. 高速選曲時のヘッド軌跡と再生信号

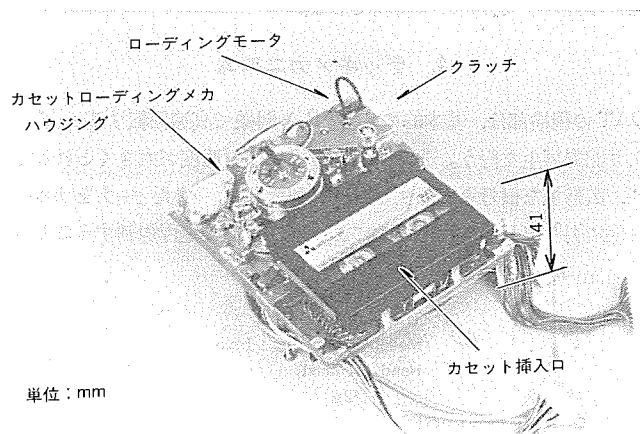


図 8. テープ走行系 (カセット装着時)

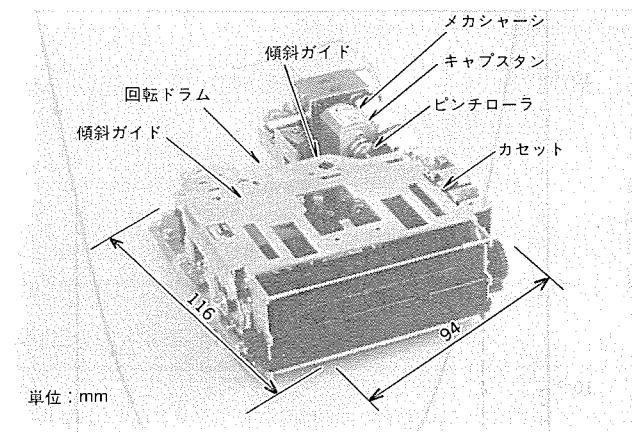


図 9. カセットローディング機構

できるので、トラックピッチの狭小化にも十分対応できることから DAT のような高密度記録に適した方式である。

テープを外部に引き出して回転ドラムに巻き付ける方式は、VHS 方式 VTR と同様の M ロード方式を採用している。その理由はテープの引き出し量が少ないので、ロード時間が短縮できるとともにスペースが小さくでき、かつテープの大半はカセットと平行に走るので厚さ方向のスペースの節約にもなり、メカニズムの薄形化、小形化に適しているからである。

テープの安定走行は回転ドラムを傾斜させ、その前後に対称な位置に設けた一対の傾斜ガイドで行っている。回転ドラム、傾斜ガイドの配置は、コンピュータシミュレーションで最適位置を求めた。信号を記録再生する過程では、スペーシングロスが少なく安定なヘッドあたりが要求される。これにはヘッド形状とテープテンション値の選定が重要となる。ここでは、テープ剛性、テープ厚、相対速度をパラメータとして、解析モデルを構築し、最適ヘッド形状及びテープテンションをシミュレーションにより求めた。テープテンションはドラム入口で 8~10 g で、これを一定値に保つためテンションサーボをかけている。これにより安定な信号が得られている。

テープ走行系を保持するメカシャシは、高精度のテープ走行を実現す

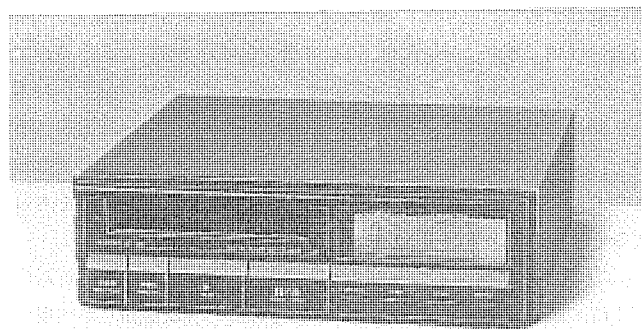


図 10. 車載用 R-DAT の外観

るため剛性の高いアルミダイカストを採用した。また、軽量化を図るため、肉厚は、モデル解析により強度を確認した薄肉構造としている。カセットローディングは、VTR で主流となっているフロントローディング方式とした。カセットを水平に挿入するときスライダが開かれる。この部分が VTR と異なっている。次の動作は VTR と同様で、カセットが吸引された後、下方に降りる動作でふたが開き、これと連動してリールブレーキが解除され、テープローディング部材をマウス内に挿入する。カセットローディングとテープローディングは同一のモータで行っており、それぞれの動力をクラッチで切り換えている。また、カセットのセッティング時とイジェクト時にロード機構に過負荷がかかった場合のメカを保護するリミッタは、セッティング用とイジェクト用を共用するように工夫し、ロード機構メカの小形化と信頼性の向上を図っている。図 8. にテープ走行系、図 9. にカセットローディング機構を示す。

最後に、車載用 R-DAT の外観を図 10. に示す。外形寸法は、車載用の標準となりつつある DIN サイズで、車のダッシュボードに収納できるように小形化を図っている。

5. む す び

以上、今回開発した R-DAT について述べた。R-DAT は性能の大幅な向上、カセットの小形化、機能や操作性の向上などの点で現行のコンパクトカセットテープレコーダーより優れており、一般オーディオからハイファイオーディオに至るまで幅広く製品展開されるものとして期待される。今後はこれらの特長を生かし、適正な価格で製品を提供してゆくことにより、デジタルオーディオ機器の中で DAT は中心的位置を占めるものと考えられる。

参 考 文 献

- (1) DAT 懇談会：デジタルオーディオテープレコーダー (R-DAT) 技術仕様 (昭 61-4)
- (2) 石田(禎)ほか：回転ヘッド式 DAT のシステム構成と信号処理, AES 東京 コンファレンス (昭 60-6)
- (3) 石田(禎)ほか：ON THE DEVELOPMENT OF A CAR USE R-DAT, 80 TH AES (昭 61-3)

ビジュアル サウンドスピーカーシステム

森田 茂*・鈴木 仁*・原 宏造*・酒井新一**

1. ま え が き

映像を伴った音響再生は、従来の 2 チャンネルステレオ に比べて次のような特徴をもっている。

- (1) 映像と音像との定位が一致する必要がある。
- (2) 音と映像との相乗効果により臨場感が増大する。

従来の 2 チャンネルステレオ による音響再生においては、聴取者は二つのスピーカーの左右対称な位置において最適なステレオ感を得ることができ、この中央の位置からわずかも横にはずれると正面方向から聴こえていた音は、一方のスピーカーの方へ偏ってしまうことになる。

一方、映像を伴った音響再生においては、一人の人が二つのスピーカーの中央で映像を見ながら音を聴く場合よりも、多数の人々が同時に視聴する場合が多い。この場合、従来の 2 チャンネルステレオ再生と同じような音響再生を行うと、特定の一人(左右のスピーカーの中央にいる人)を除いた人は、最適なステレオ感を得ることがむずかしくなる。しかし、テレビジョンなどの映像を伴った音響再生においては、このような視聴方法が一般的であるため、広い視聴範囲において映像と音像の定位が一致するような音響再生方式が必要となる。

《ダイヤトーンスピーカー》では、映像を伴った音響再生系におけるスピーカーによる音場再生方式として、“WAS 方式(WIDE AREA SOUND 方式)”を開発し、テレビジョン前方の広い視聴空間のどの位置で映像を見ても、音は中央のブラウン管に定位させることを可能とした。この WAS 方式は、《ダイヤトーンスピーカー》の VS シリーズ、VS-30 A 形、VS-20 形、VS-15 形及び VS-100 形に搭載されて製品化されている。

ここでは、この WAS 方式を中心にビジュアルサウンドスピーカーシステムについて述べる。

2. 音像定位に及ぼす画像の影響

従来の 2 チャンネルステレオ 再生の場合は、左右のスピーカーを結ぶ線を一辺とする正三角形の頂点が理想的なリスニングポジションであり、聴取位置が中央から左右にずれると音像の定位はその方向にずれることが、牧田氏によって報告されている⁽¹⁾。

映像を伴ったときの音の定位については、NHK の中林氏によって報告されている⁽²⁾。それによると、左右方向定位については、音像の方向と画像の方向との差が 10° 以内のときは音は画像の方からくるように感じられ、方向差が 20° 以上のときは、ほとんど画像の影響を受けない。方向差が 10~20° の範囲では影響の度合に個人差が生じる。これは、映像を伴った音響再生を行う場合、画面のサイズが小さく、画面のすぐそばにスピーカーを設置する場合には音は画面の方から聞こえるが、画面が大きくなるにつれて、音の方向と画面が一致しないことを示していて、大画面での再生時の音像と映像の不一致についての問題を提起している。

大画面による映像と音の再生の代表例として映画がある。映画に

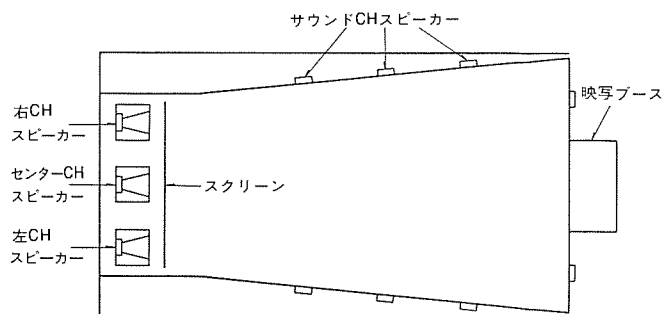


図 1. 映画館におけるスピーカー配置例

における音響再生方式は、前方 3 チャンネル、サラウンド 1 チャンネルの 4 チャンネル再生が主流である。映画館では、図 1. に示すようなスピーカーの配置になっていて、左右のスピーカーによりステレオ再生を行い、センターのスピーカーによって台詞を再生させるために、ステレオ再生と同時にボーカルは画面の中央に定位するようになっている。

しかし、家庭において家族と一緒にテレビジョンで映画などを楽しむときには、画面の正面の理想的な位置に視聴者全員が位置を占めることはできない。また、一人だけでテレビジョンを見る場合のことを考えても、2 チャンネルステレオを試聴する場合とは異なり、リスニングのベストポジションに位置するケースは少ないのが実状であろう。このような場合、音の定位方向と画像が一致しないという問題が生じ、ステレオ再生の特長が発揮できない。

このような問題を解決するために、《ダイヤトーン》では映像を伴った場合のスピーカーによる音響再生方式として、WAS 方式を開発し、画面の前方の広い視聴空間の任意の位置で視聴してもステレオ感を損なわずに、音像を画面の中央に定位させることを可能にした。

3. WAS 方式

WAS 方式は前述のように、広い視聴範囲に対応してステレオ感と音像の画面への定位を実現するものである。その原理としては、ハース効果⁽³⁾を応用し、スピーカーシステムの指向性をコントロールすることにより、ステレオ音場の聴取範囲を拡大したものである。

ステレオ感を損なうことなく、音像を画面に定位させる方法としては、前述の映画での音響再生方式である前方 3 チャンネル方式が有効である。しかし、家庭用のテレビジョンでの音響再生の場合にセンターチャンネルを設け、左右のスピーカーに対して更にセンターチャンネル用スピーカーを加えることは、スペース上の問題とコスト上の問題が生じ、実現が困難である。

《ダイヤトーン》では、左右のスピーカーのみでの再生で、スピーカーの指向性をコントロールすることにより、虚音源としてのセンターチャンネルを構成する方式を開発し、広い視聴範囲に対応してステレオ感を損なうことなく音像の画面への定位を可能とした。

3.1 スピーカーユニットの異軸配置

WAS 方式の一つの具体例として、同じ再生帯域のスピーカーユニットを

2個上下に配置し、更にこれらスピーカーユニットの一方は正面を向け、他方を内側に30°程度傾けて構成する異軸配置構成のスピーカーシステムについて述べる。

スピーカーユニットの一般的な指向パターンを図2.に破線で示している。図からわかるように、スピーカーユニットは特有の指向性をもっているため、スピーカーから放射される音圧はスピーカーユニットの正面軸上で最もレベルが大きく、正面軸からずれるにつれて音圧が減少する。このような指向性をもつスピーカーでステレオ再生を行う場合、左右のスピーカーのセンターからずれることにより、

- (1) 指向性による、左右スピーカーの音圧差が生じる。
 - (2) 左右スピーカーと試聴位置との距離差による音圧差が生じる。
- という問題により、二つのスピーカーからの音圧レベルに差が生じるとともに、音の伝達距離が異なることによる伝達時間差が生じ、音像は中心に定位しなくなる。

図2.の実線は同じ特性の二つのスピーカーユニットを上下に配置し、互いに25°傾けて異軸配置構成とした場合の指向パターンである。同一特性のスピーカーユニット2個を同一方向に上下に配置した特性である破線と比較すると、500 Hzではどちらも全指向性に近い特性を示すが、6 kHzと12 kHzでは指向性に差が生じ異軸配置にするこ

とにより、正面と30°方向の音が放射されていることがわかる。すなわち、中高域で内側の音が強くなり、ボーカルが画面に定位する原理が理解できる。

図3.は周波数に対する音圧の変化を、正面軸上と内側30°及び60°について示している。同図(a)は従来方式、(b)は異軸配置方式の特性であるが、異軸配置方式にすることにより30°方向の特性が再生周波数全帯域にわたって、正面軸上特性とほぼ同一であることがわかる。これは、スピーカーシステムの内側が正面方向と同じ音圧となりスピーカーのサービスエリアが広がっていることを示している。

図4.はテレビジョンの両側にスピーカーを配置したステレオ再生の場合の音圧分布を示している。図において、実線はテレビジョンに向かって右側のスピーカーから放射される音の分布であり、破線は左側のスピーカーから放射される音の分布である。従来の方式による音圧分布を図4.(a)に示しているが、左右スピーカーの中心となるブラウン管の中心軸上を除くと、1～2 dBの音圧差が生じていることがわかる。これは、中央からずれた位置で視聴すると、ずれた方のスピーカーの音が大きく聴こえるために、音像の定位方向がブラウン管と一致しなくなることを示している。

図4.(b)は異軸配置方式による音圧分布である。テレビジョンの前

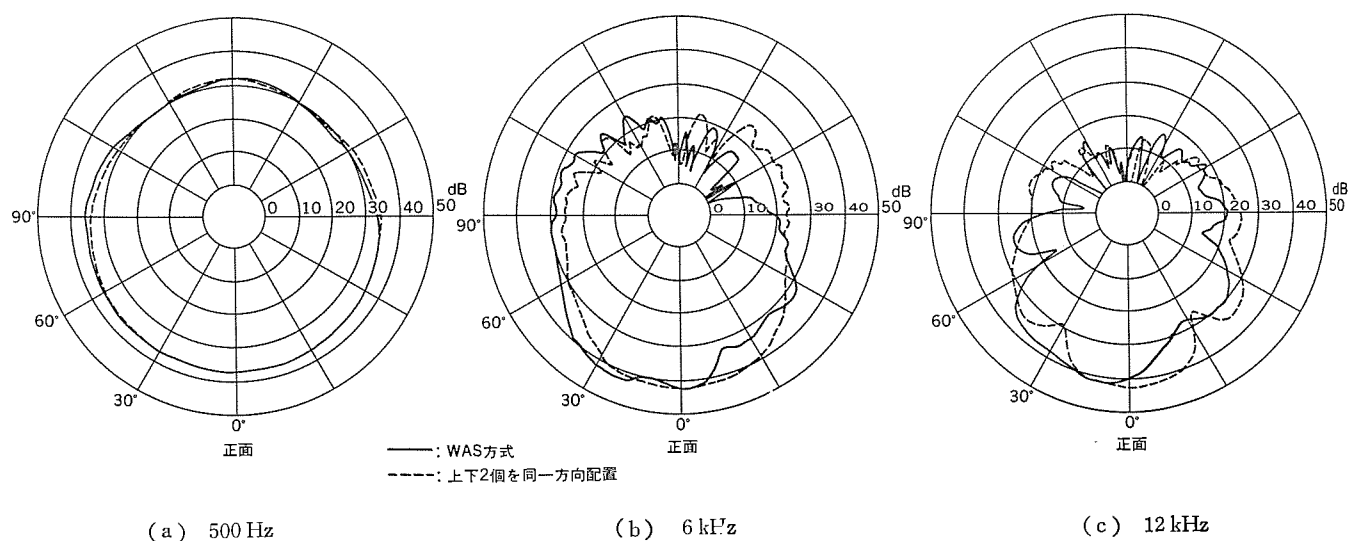


図2. WAS方式の指向パターン

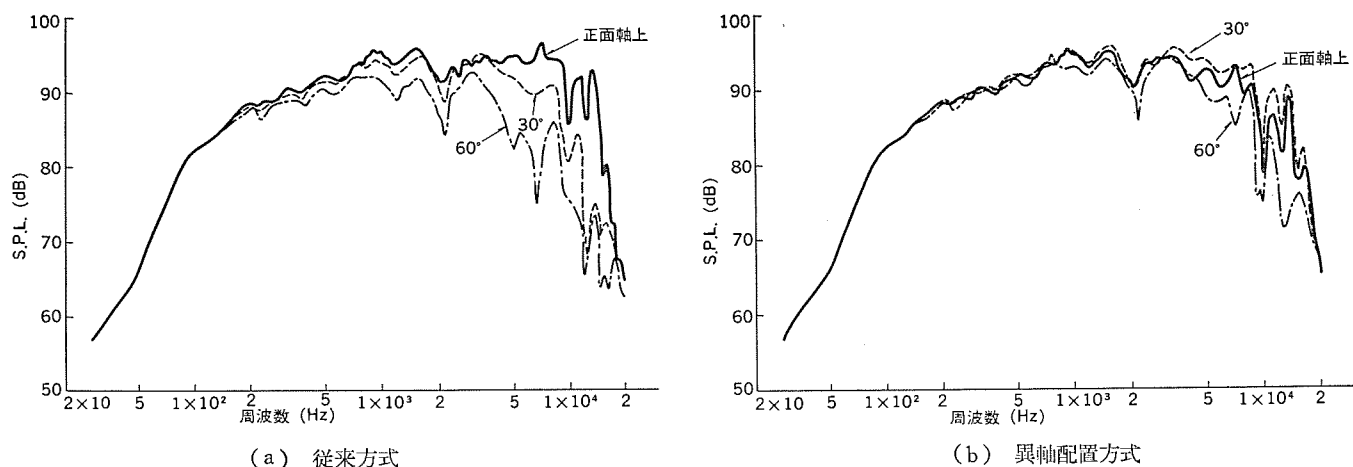


図3. 音圧指向周波数特性

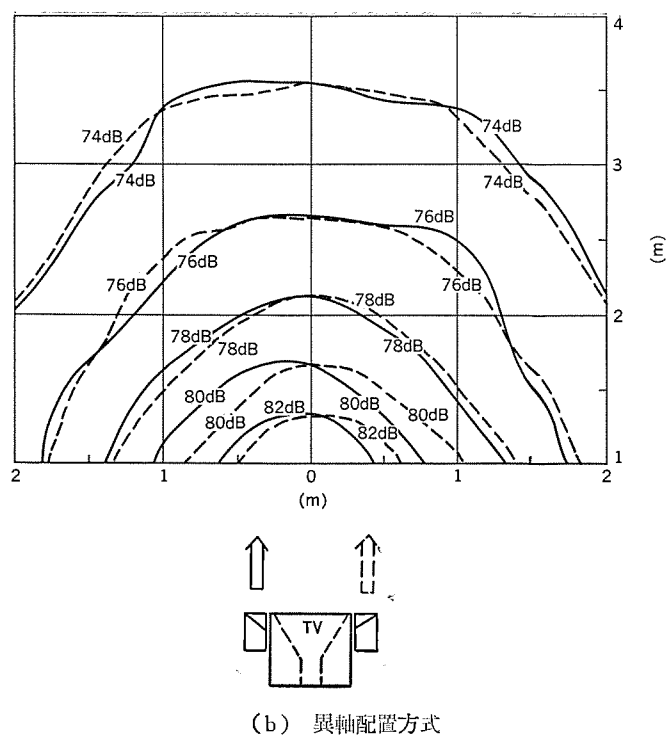
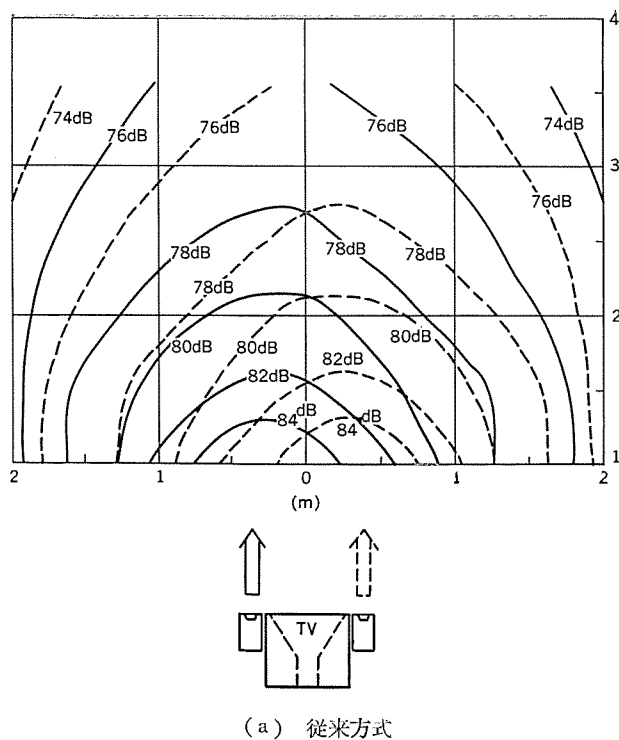


図 4. 音圧分布パターン

方の広い視聴範囲にわたって、左右のスピーカーから放射される音圧がほぼ同じであり、どの位置でテレビジョンを見ていても、左右のスピーカーからの音に大小の差がほとんどなく、音像はブラウン管に定位することが理解できる。

《ダイヤトーン》では、この異軸配置方式を搭載した WAS 方式のスピーカーシステムを VS-30 A 形及び VS-20 形として製品化している。図 5. は、VS-30 A 形のスピーカーシステムである。なお、VS-30 A 形は異軸配置の WAS 方式であると同時に、サラウンドアップを内蔵した、サラウンド対応の AV 用のスピーカーシステムである。

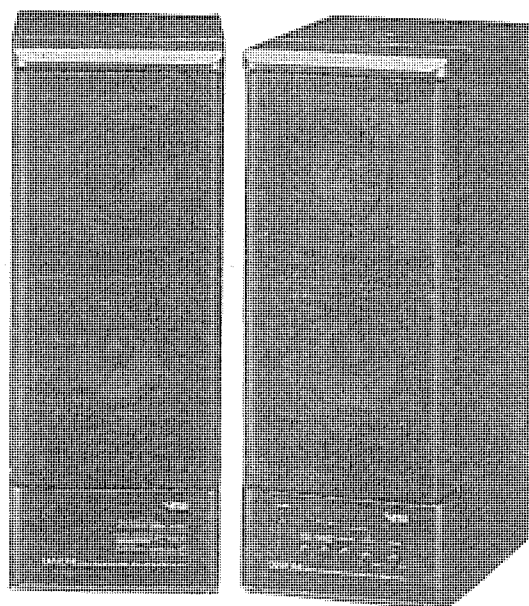


図 5. VS-30 A 形

3. 2 偏指向性音響レンズによる WAS 方式の展開

スピーカーシステムの指向性をコントロールする方法として、音響レンズが一般に知られている。音響レンズの作用は、スピーカー前方の音波の通路に音響レンズを配置することにより、音波の径路長を長くして等価的に音速を下げ屈折率を変えるものであり、一般的にはホーンスピーカーの指向性をブロードにするためにその開口部に取り付けられる。

音響レンズの原理を応用し、図 2. の実線のような指向パターンを

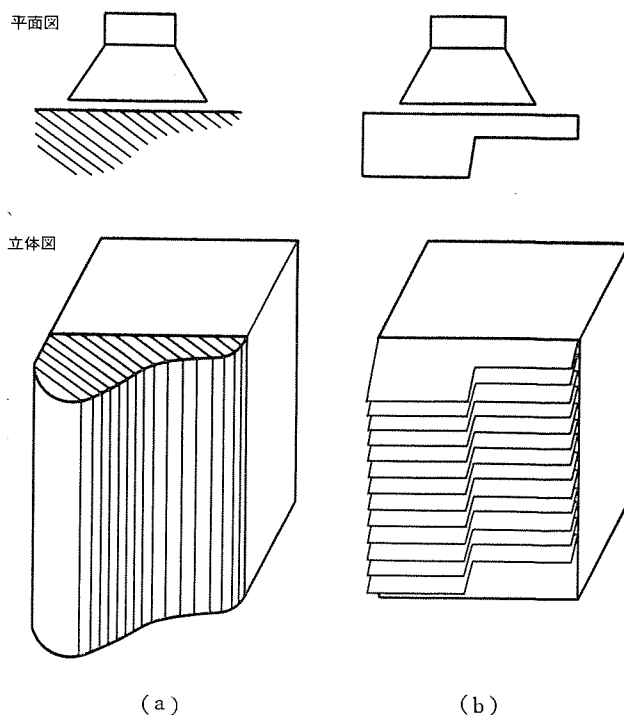


図 6. 偏指向音響レンズの例

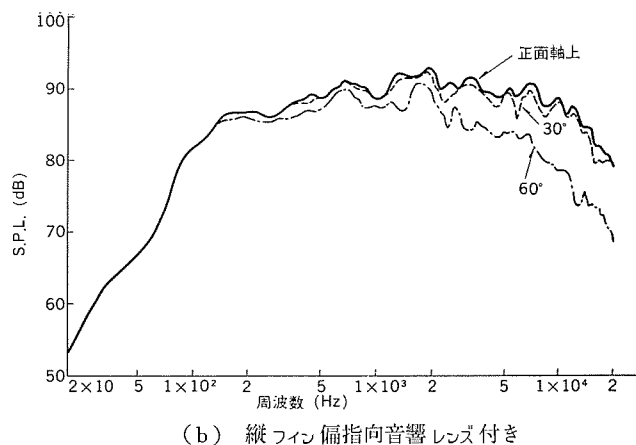
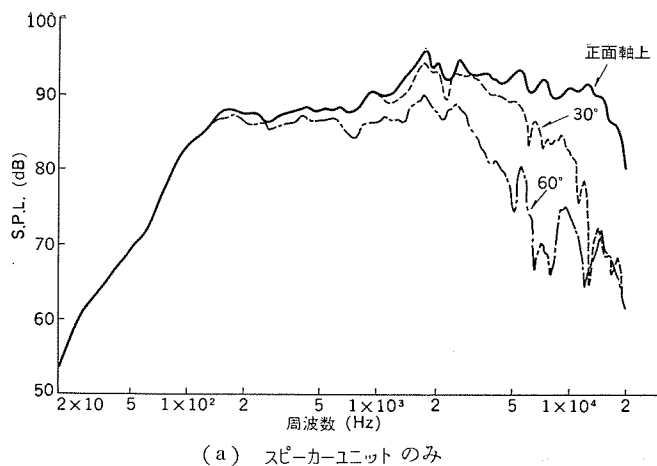


図 7. 音圧指向周波数特性 (縦フィン方式)

得る方法として開発したのが偏指向性をもつ音響レンズである。偏指向性音響レンズの具体例を図 6. に示している。同図(a)は幅がそれぞれ異なるフィンを傾斜させて縦方向に配置し、スピーカーユニット

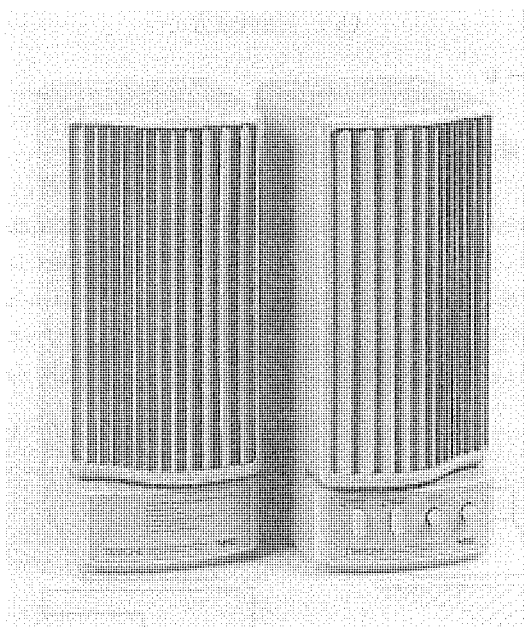


図 8. VS-15 A 形

の前方に取り付ける構成のものであり、フィンの傾斜方向とは逆方向の指向性をブロードにし、フィンの傾斜方向の指向性はこの音響レンズがない場合とほぼ同一の特性となるものである。

図 7. に図 6. (a) に示す縦方向フィン形式による偏指向音響レンズの効果を音圧指向周波数特性として示している。図からわかるように、正面方向と 30° 方向の音圧レベルが再生周波数の全帯域にわたって、ほぼ同一であり、図 3. に示す異軸配置方式による特性と同じ傾向を示していることがわかる。更に 60° 方向に対しても音響レンズがない場合と比べて、約 10 dB の改善が行われていることがわかる。《ダイアトーン》ではこの偏指向性音響レンズによる WAS 方式のスピーカーシステムとして、図 8. に示す VS-15 A 形を昭和 61 年 9 月に製品化している。

図 6. (b) は横方向のフィン配置であり、幅が左右非対称なフィンを下方に傾斜させて横方向に配置し、スピーカーユニットの前方に取り付ける構成のものである。この方式では、フィンの幅が広い方向の指向性がブロードになり、幅が狭い方向の指向性は音響レンズがない場合の特性とほぼ同じになる。

図 9. に図 6. (b) に示す横方向フィン形状による偏指向性音響レンズの効果を音圧指向周波数特性として示している。この方式の特性も、図 3. に示す異軸配置方式と同じ傾向を示し幅が広いフィン側の指向性がブロードになり、図 4. に示すような音圧分布を得ることができる。

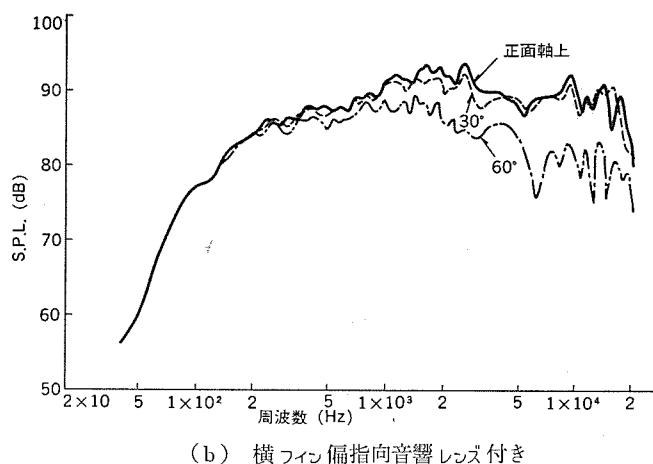
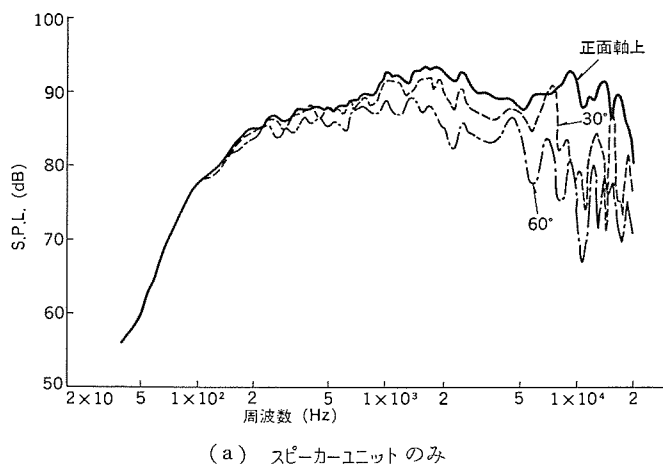


図 9. 音圧指向周波数特性 (横フィン方式)

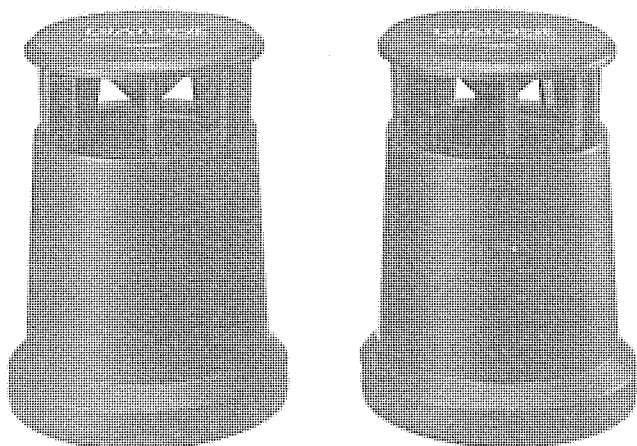


図 10. RS-10 形

4. サラウンド再生

音と映像との相乗効果による臨場感再生の代表例は、映画でのサラウンドによる音響再生である。映画での音響再生は、前述のように前方 3 チャンネルとサラウンド 1 チャンネルの 4 チャンネル再生が主であり、図 1. のようなスピーカー配置により、効果音や雰囲気音を側方と後方のサラウンドスピーカーから再生し、観客が音に囲まれるような臨場感を出している。また最近、ビデオディスクプレーヤーの出現により、パッケージ系のソフトでドルビーサラウンド方式によるサラウンド効果をもつものが増えている。このような状況の中で、今後は一般家庭でのサラウンド再生の需要が増大するものと思われるし、大画面化が進行する中でホームシアター化も進むであろう。

サラウンド効果を有効に再生するスピーカーとしての課題は、

- (1) 広い指向性
- (2) 簡便な設置性

であり、部屋の側方及び後方の広い範囲からサラウンドを再生できるスピーカーが望まれる。

《ダイヤトーン》では、このサラウンド用スピーカーとして広指向性をもつとともに多様な設置性をもつ RS-10 形及び RS-8 形を製品化しているが、特に RS-10 形は図 10. に示すような全指向性のスピーカーシステムになっている。

5. む す び

映像を伴った音響再生においては、視覚情報が加わることにより、従来の 2 チャンネルステレオとは異なる音場再生方式が必要となる。それは、

- (1) 映像と映像の定位の一致性
 - (2) 音と映像との相乗効果による臨場感の増大
- である。

《ダイヤトーン》では、映像と映像の定位の一致性を実現するために WAS 方式を開発し、ステレオ感を損なわずに、画面の両サイドのスピーカーによる音場が画面に定位するスピーカーシステムを開発し製品化

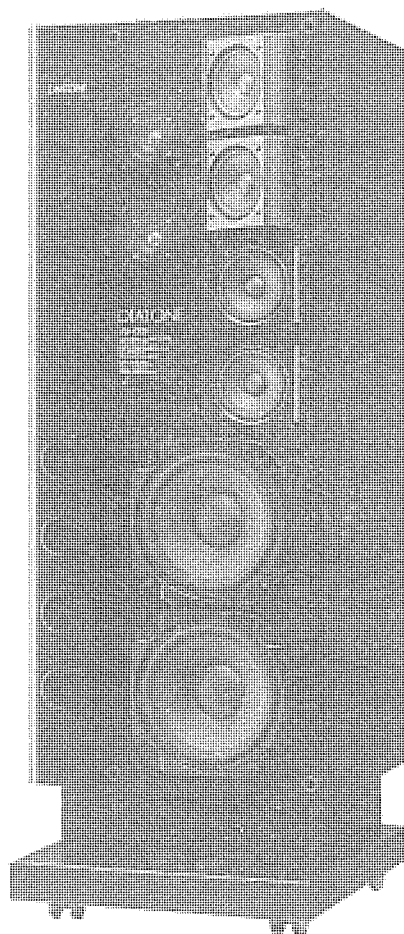


図 11. VS-100 F 形

している。更に、臨場感を再生するためのスピーカー装置として、広い指向性をもつとともに、設置性の多様なサラウンド用スピーカーも製品化している。

AV 機器としてのテレビジョンは近年大画面化の傾向にあるが、音響再生機器も大画面化に対応した臨場感再生が重要であり、シアターサウンド的な音場再生用スピーカーが今後更に要求されてくると考えられる。《ダイヤトーン》では、37 インチカラーテレビ用のスピーカーシステムとして、高能率で臨場感再生に優れた VS-100 F 形スピーカーシステムも製品化し(図 11.), 多数の機種のビジュアル対応のスピーカーシステム群をシリーズ化している。

参 考 文 献

- (1) 牧田：2 回路立体再生音場における水平内方向定位，日本音響学会（昭 28-5）
- (2) 中林：ステレオ映像とテレビ映像の相乗効果，テレビジョン学会誌，37 (12)，p. 984 (昭 58)
- (3) H. HAAS: The Influence of a Single Echo on the Audibility of Speech, JAES, 20, No. 2 (1972)

公衆情報表示システム《DIAMOND NET》

— マルチメディア情報サービスへのアプローチ —

野沢 俊 治*・中野 雅 章*・足達 満 則*・岩田 修 司*・森田 俊 二**

1. ま え が き

高度情報社会の到来に伴い、多様化した情報を新しい形態で提供できる情報システムの開発が求められている。当社では駅、空港などの公共空間や競技場、ホールなどのレジャー施設において動画（ビデオ）、静止画、音声を組み合わせた情報提供サービスを行う新しい情報メディア《ダイヤモンドネット》を開発、製品化した。

本稿では《ダイヤモンドネット》のシステム構成、情報センターと端末の構造、情報の伝送方式などシステムの全容と、実際の運用例について述べる。

2. システムの概要

図 1. に《ダイヤモンドネット》の基本的なシステム構成を示す。システムは《MVP》(Mitsubishi Video Processor) と呼ばれる映像処理装置を中心とする情報センターと、センターから送られた映像音響情報を表示・再生する端末群から成っている。情報センターと端末の間は 1 本の光ファイバで結ばれており、マルチドロップ方式で最大 65,536 端末まで接続可能である。センターは帯域圧縮と多重化技術により RGB 各 6 ビットの動画、255 枚の静止画、2 チャンネルの音声を同時に送出することができる。回線上の伝送速度は 80 Mbps(メガビット/秒)である。

《MVP》は動画系、静止画系、音声系の各情報を取り込み、デジタル処理を施して回線に送出する。動画信号入力には 10 MHz サンプルで RGB 各 6 ビットにデジタル化され、必要であれば縮小などの特殊効果が加えられた後、帯域圧縮処理をうけ送出される。この動画情報は常時全端末で表示可能となる。

静止画情報はパソコンをベースとした画像作成装置で作成し、《MVP》に入力する。《MVP》はこれをパケット化し、動画情報の垂直帰線期間に重畳して送出する。この静止画は画面ごとに、時分割多重された 255 のチャンネルに分けて送出され、各端末は指定されたチャンネルの情報のみを受信し表示する。2 チャンネルの音声入力、各チャンネルとも 31.5 kHz サンプルで 10 ビットに PCM 符号化後、動画情報の水平帰線期間に重畳して送出される。これにより動画情報に同期したバイリンガル又はステレオ音声も全端末にサービスされる。

また、《MVP》は映像音響情報だけでなく、制御情報を静止画伝送用のチャンネルを通じて送出することにより各端末を個別に制御でき、静止画受信チャンネルの指定や端末電源の入切などを指定することができる。

一方、端末は光ファイバを通して送られてきた情報の内、動画情報は帯域伸長した後、常時表示する。音声も動画情報から分離後 D/A 変換、フィルタリングを行い常時再生する。静止画情報に関しては、指定されたチャンネルの情報のみを動画

情報から分離・復号してリフレッシュメモリ上に画像を描画し表示する。また、センターが制御情報によって許可した場合は、端末で任意の静止画チャンネルを選択し受信・表示することができる。この場合、送信中のどのチャンネルを選択しても 2 秒以内に表示が可能である。端末で表示される映像は、RGB 各 6 ビットの動画とそれに重ね合わされた静止画で構成される。静止画は 1 画面最大 60×20 字の文字が表示でき、表示色は 4,096 色の中から 16 色が選択できる。文字サイズは 6 種類が混在使用でき、英数字以外に漢字、カナ、モザイク、外字が表示できる。表 1. に端末の仕様を示す。

このように《ダイヤモンドネット》は、情報を全デジタル化し光ファイバケーブルを通して伝送することにより、高品質、高信頼、高速で多彩な映像音響サービスが行える。

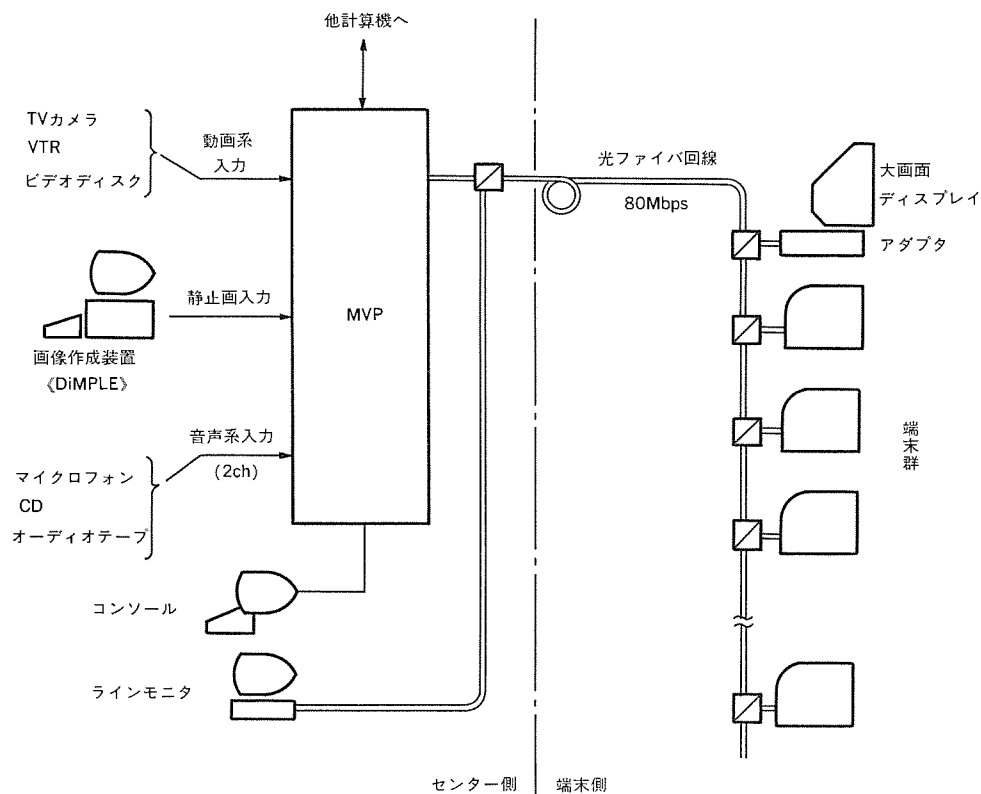


図 1. システム構成図

表 1. 端 末 仕 様

項 目	仕 様・機 能 説 明
表 示 情 報	動 画 情 報 静 止 画 情 報
表 示 構 成	全 面 動 画 全 面 静 止 画 動 画 + 静 止 画 分 割 表 示 画
静 止 画	表示文字数：1,200 (60 字 × 20 行) 文字サイズ：6 種類 文字種類：英数、カナ、漢字 外字 (DRCS) モザイク 表示色：4,096 色中 16 色選択 前景色、背景色独立指定 全面背景色 4,096 色中 1 色
特 殊 効 果	フラッシング (正・逆点滅) 縦方向スクロール (全面、部分) 静止画の表示エリア指定
動 画	RGB 各 6 ビット 映像帯域 3.5 MHz
端 末 制 御 機 能	センター側からのコントロール：電源 ON/OFF 静止画受信チャンネル指定、静止画受信チャンネル選択の可否 端末側でのコントロール：電源 ON/OFF 静止画受信チャンネル選択、スクロール ON/OFF 制御

3. 伝 送 方 式

3.1 静止画情報伝送方式

《ダイヤモンドネット》における静止画の伝送は、DiMNIS と呼ばれる独自のプロトコルによって行われている。DiMNIS は ISO (International Organization for Standardization) の OSI (Open System Interconnection) レイヤモデルに準拠した形式で階層化されており、各階層における規定事項は表 2. に示すとおりである。

伝送は センター から端末への片方向通信で行われる。伝送データは

表 2. DiMNIS における各階層の規定事項

レ イ ヤ	規 定 事 項
アプリケーション	提供サービス
プレゼンテーション	画像表示、符号化方式
セッション	表示同期、優先処理
トランスポート	無 し
ネットワーク	チャンネル接続
データリンク	パケット化、誤り検出、多重化
フィジカル	電気・物理規格

DiMNIS で
サポート

パケット化され動画情報の空き水平走査期間 (以下、水平走査期間を H と表す) に重畳される。1 H に 1 パケットが重畳され、1 フィールドで最大 12 H が重畳のために使用される。パケットは最大 512 バイトの可変長で図 2. に示すような形式をとる。ヘッダ部は定長でネットワーク層以下の情報を含み、1 バイトごとに誤り訂正が行える。セッションフィールド及びユーザーデータフィールドは、可変長でそれ自身に含まれる長さを示す情報により終端を検出する。セッションフィールドでは、表示の同期や優先度を示す情報が送られ、ユーザーデータフィールドでは、表示データや制御用データが送られる。

《ダイヤモンドネット》では センター と端末群 は単一伝送路で接続されているため、物理的には全端末に同一データが送られるが、論理的なチャンネルを設けることにより、各端末に個別の情報を伝送することができる。このために、パケットのヘッダ部にはそのパケットが伝送されているチャンネル番号を示す情報が含まれており、各端末は、センターから指定されたチャンネル番号のパケットのみを取り込み復号する。各端末の受信チャンネル番号は、センターから制御情報を送ることにより随時変更することができるので、個々の端末に異なる情報を表示したり、端末をグループに分け各グループごとに異なる情報を表示させるような制御が容易に行える。また、伝送されている他チャンネルのデータを端末側で選択することも可能である。各チャンネルのデータは内容が変更されるまで繰り返し伝送されるので、端末で伝送誤りが検出されたパケットは放棄され、次の繰り返し周期でそのパケットから受信を行う。静止画情報の伝送速度は平均毎秒 360 K バイト (720 パケット) で、1 画面は通常 2 パケット程度で伝送できる。したがって、255 チャンネルすべてで静止画情報を伝送している場合でも繰り返し周期は

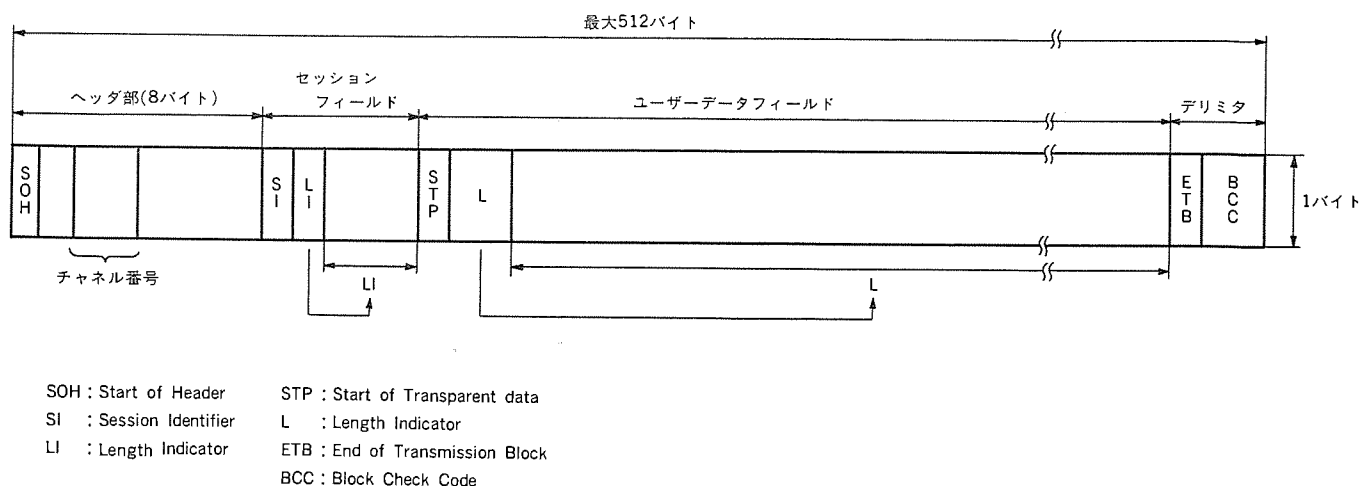
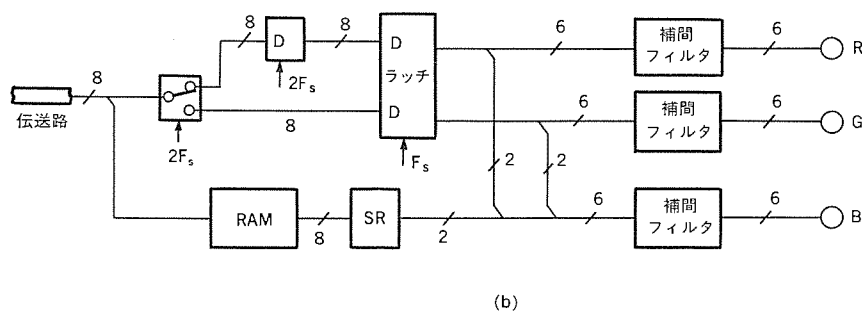
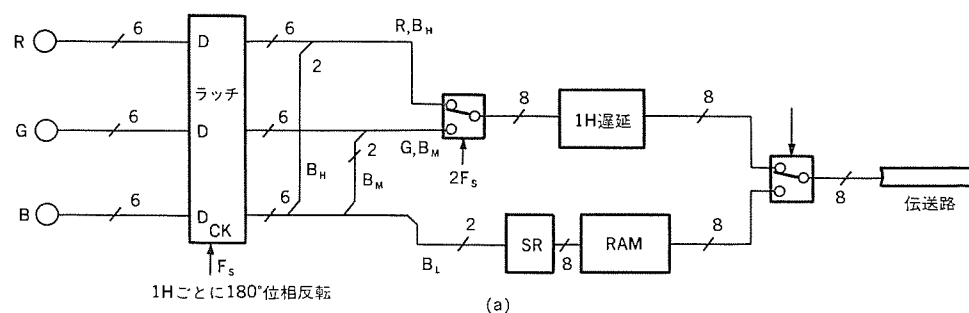


図 2. パケット構成図



SR: シフトレジスタ
F_s: サブサンプリング周波数(5MHz)

図 5. 動画帯域圧縮・伸長回路の構成図 (a) 圧縮回路, (b) 伸長回路

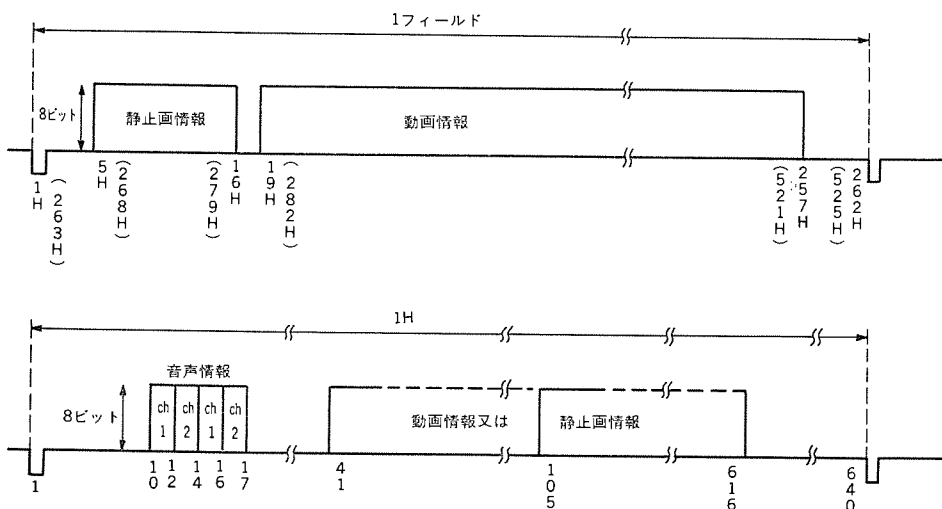


図 6. 静止画及び音声の重畳位置

3.2 動画の伝送方式

10 MHz サンプルで RGB 各 6 ビットにデジタル化されている動画情報は、1 H 形 PASS 方式⁽²⁾によるサブサンプリングと時間多重により情報圧縮され伝送される。この方式により情報量を 1/2 に、伝送効率を 3 倍にでき、80 Mbps の伝送系 1 系統で高品位なデジタル動画が伝送できる。以下、図 4. をもとに情報圧縮の手法を示す。

動画情報は 1 H を 6 ビット×640 クロックでサンプリングされているが、有効画像信号領域は第 105 クロックから第 616 クロックまでの 512 クロックである。そこで以下の 3 ステップの圧縮処理を行う。

Step 1: サブサンプルにより RGB の各情報量を 1/2 にする。サブサンプルの位相は H ごとに反転させる。(図 4. (a))

Step 2: B のサブサンプル情報 (6 ビット) を下位から 2 ビットごとに B_L, B_M, B_H の三つの端数情報に分割・分離する。

Step 3: RG のサブサンプル情報を多重化すると同時に、B_H, B_M を各

各 R と G の上位に乗せて 8 ビット×512 クロック分の情報にする。一方、B_L は 1 H 分を蓄積した後、4 サブサンプル分 (8 ビット) づつまとめ、第 41 クロックから第 104 クロックの間に時間圧縮して送出する。(図 4. (b))

上記の処理は 1 H 内で行え、かつ動画情報を 80 Mbps 以下に圧縮することができる。

図 5. にこの手法を実現する帯域圧縮・伸長回路の構成図を示す。伸長回路は、補間フィルタ部をゲートアレイ化することにより、IC 約 50 個とコンパクトにまとめることができた。画質も RGB とも同一解像度が保障され、クロスカラーの無い高品質なものが得られる。

3.3 静止画及び音声の重畳方式

帯域圧縮された後の動画情報は、

1 H が 8 ビット×640 クロックで 1 フレームが 525 H の信号とみなせるが、有意な動画情報部分は第 19 H から第 257 H 及び第 282 H から第 521 H の間で、各 H の第 41 クロックから第 616 クロックの範囲である。それ以外の部分は垂直及び水平の帰線期間に相当する。したがって、この帰線期間部分に静止画情報及び音声情報を重畳することで、すべての映像音声情報を 80 Mbps の伝送路 1 本で伝送することができる。以下、図 6. によって重畳方式を説明する。

静止画情報は前述のように、1 H に 1 パケットが重畳されるがその

位置は第 5 H から第 16 H 及び第 268 H から第 279 H の 24 H (1 フレーム当たり) で、各 H の第 105 クロックから第 616 クロックの間とする。24 H すべてにパケットが重畳される必要はなく、またパケット長により 1 H に占めるクロック数も変化するが、パケットの先頭は常に第 105 クロックに一致する。

音声は 31.5 kHz サンプルで 10 ビットに A/D 変換された後、8 mm ビデオと同等の方式で 1 サンプル 8 ビットに圧縮される。したがって、必要な伝送レートは平均 31.5 KBps (キロバイト/秒) で、これは 1 H に 2 バイトに相当する。そこで各 H の水平帰線期間に 2 チャンネル分 4 バイトのデータを重畳して伝送する。重畳位置は、第 10 クロックから第 17 クロックの 8 クロック間で、2 クロックにわたり同一バイトを重畳する。

4. 装置構成

4.1 《MVP》

《MVP》は《ダイヤモンドネット》の中核としてセンターの役割を果たす映像処理装置で、外部からビデオ（動画）信号を取り込みデジタル化し、リアルタイムで映像処理を施しながら出力することができる。

図7に《MVP》の基本構成を示す。各構成要素は機能ごとに基板化されており、各基板は三つの独立したバスで接続されている。マイクロプロセッサは通常のCPU制御用のバス、DMAバスは静止画などの大量のデータを転送するためのバス、ビデオバスはデジタル動画の転送用バスである。大半の基板はマイクロプロセッサを搭載しておりメインプロセッサに制御されながら並列動作を行う。

ビデオバス制御部は、ビデオバス全体の制御を行う部分で、入力されるビデオ信号に従ってバス制御に必要なタイミング信号を発生する。ビデオ入力部は各種ビデオ機器から入力されたビデオ信号をRGB各6ビットでA/D変換し、動画情報としてビデオバスに出力する。その過程

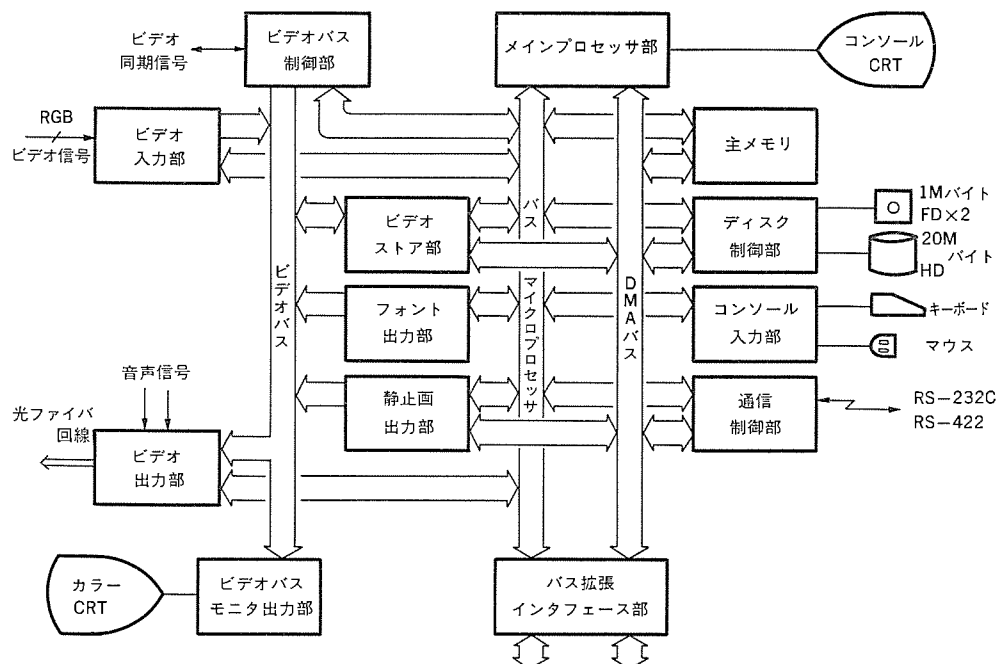


図7. 《MVP》構成図



図8. 《MVP》の外観（外形寸法
600 mm×600 mm×600 mm）

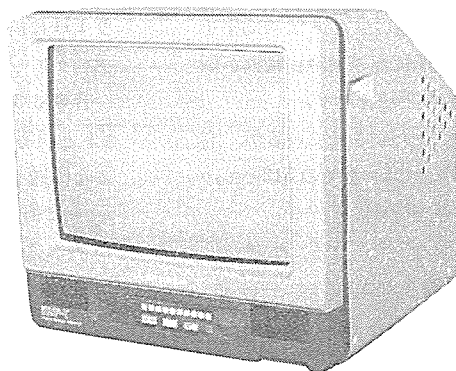


図9. 端末の外観

で縮小、反転、フリーズなどの処理を施すことも可能である。フォント出力部は、動画情報にスーパーインポーズする文字や図形の信号をビデオバス上に出力する役割を持ち、文字の縦横スクロールやリアルタイムの時計表示などの機能も持っている。ビデオ出力部は必要な処理が施された後の動画情報をビデオバスから取り込み、前章で述べた帯域圧縮を行って80 Mbpsのシリアル信号として光ファイバ回線に出力する。また、音声入力のPCM符号化とビデオ情報への重畳もこの部分で行われる。

静止画情報は、あらかじめパソコンベースの画像作成装置で作成された後、《MVP》へ移され、パケットフォーマットに成形された後ハードディスクに蓄積される。情報サービスが始まるとスケジュールに従ってディスクから読み出され、DMAバスを通じて静止画出力部へ送られる。静止画出力部はパケットのヘッダ部情報を付加した後、定められたタイミングでビデオバス上に出力し動画情報に重畳する。

以上のように、《MVP》は最新のデジタル技術を随所に織り込んだ強力な機能を持つ映像処理装置で、なおかつLSI化や実装技術の

改善により図8.に示すようなコンパクトな構造となっている。

4.2 端末

《ダイヤモンドネット》の端末は、高速デジタル伝送されるデータを受信・復号し、高品質な映像音響情報を再生しユーザーに提供するターミナルである。図9.に端末の外観を、図10.に構成を示す。

端末は、回線インタフェース部、動画情報復号再生部、音声情報分離再生部、静止画情報分離受信部、静止画表示メモリ、映像信号発生部、ディスプレイモニタ部、端末制御部の八つの部分に大きく分けることができる。

回線インタフェース部は、80 Mbpsの光信号をO/E変換してデータとクロックを再生し、更に同期検出を行って10 MBpsの並列データに変換する。

動画情報復号再生部は並列データから同期パターンを検出して、水平・垂直の同期信号を発生すると同時に、図5.に示した伸長回路によりビデオ情報の伸長を行い、RGB各6ビット、10 MHzの信号を再生する。音声情報分離再生部は、並列データから音声情報を分離して1サンプル8ビットを10ビットに伸長してD/A変換し、更にアナログ伸長を行いダイナミックレンジ85 dB以上のハイファイサウンドを再生する。

静止画情報分離受信部は、並列データから静止画情報を分離すると同時にパケットのヘッダ部をチェックし、端末制御部が指定したチャンネルと一致した場合は端末制御部に割り込み信号で通知し、そのパケットを保持する。

端末制御部は、静止画受信の通

超高速同報転送ファクシミリ《MELFAS 4570》

山中喜夫*・中山典夫*・高木勝則*・大原 彰*・金田 優**

1. ま え が き

画像情報の優れた通信手段であるファクシミリは、国際規格(G II, G III)に適合することにより、他機種との相互交信が可能になったばかりでなく、集積回路技術の発達により、装置の小形化及び低価格化が進み、ここ数年来、急速に普及してきた。また、近年、オフィスオートメーションとしてその一端を担うファクシミリは、その機能として市場の要求にマッチしたマンマシンインタフェースを持ち、更に小形、多機能であることが、ますます必要とされるようになってきた。

ここに紹介する新製品《MELFAS 4570》は、このような市場の要求に基づいて開発・設計された《MELFAS 4500 シリーズ》の上位機種で、A 4 判標準原稿を約 9 秒という超高速で電送でき、更に、ファクシミリネットワークのセンターマシンとして必要な順次同報、同報転送機能などを備えている。また、大容量メモリの採用により、受取人が限定できる親展通信、記録紙がなくなった場合でも、メモリが代行して受信するメモリ受信など、先進機能をスリムなボディに搭載した最高級ファクシミリである。

2. 特 長

主な特長を次に示し、図 1. に外観を、表 1. に主な仕様を示す。

(1) 9 秒電送

三菱 U-FAST モードでの交信では、A 4 判標準原稿で G III モード MR 方式 (Modified Read) に比べ、約 40 % 短縮、9 秒電送が可能である。

(2) 自動誤り再送

9 秒伝送モードでは自動誤り再送を行う。回線状態の悪化による画像の乱れが自動的に訂正される。

(3) A 3 判ワイド読取り

密着形イメージセンサを採用し、A 3 判の原稿を読取り電送する。オフ

イスで使用するほとんどすべての文書を扱うことができる。

(4) 電話機内蔵

ファクシミリに電話機を内蔵している。内蔵の電話機は、ダイヤルパルス回線及びプッシュホン回線にも対応可能である。

(5) 順次同報、同報転送

最大 100 箇所のグループ同報及び最大 6,500 箇所の同報転送ができ、幅広いシステムを構築することができる。

(6) メモリ受信

受信時に記録紙がない場合は、内蔵メモリに受信内容を A 4 判標準原稿で最大 80 枚分記憶することができる。

(7) 親展通信

暗証番号を入力して電送すると、受信側ではいったんメモリに蓄積し、受信側で同じ暗証番号が入力された場合、受信紙が排出される。

表 1. 《MELFAS 4570》の主な仕様表

構 成	送受兼用卓上式
使 用 回 線	加入電話回線、2 線式専用回線 (3.4 kHz) ファクシミリ通信網 (第 1 種、第 2 種接続契約)
結 合 方 式	直接結合
電 話 機 能	オートダイヤル、オートリダイヤル PB DP (10 PPS・20 PPS) 共用
伝 送 速 度	9,600/7,200/4,800/2,400 bps (自動フォールバック付き)
走 査 線 密 度	(主) 8 ドット/mm、(副) 7.7, 3.85, 2.57 本/mm (MF-1 受信時)
電 送 時 間	9 秒* (G II モード) 3 分 (MF I モード) ファイン 3 分、標準 90 秒、送信は 3 分
送信原稿の大きさ	最大幅 297 mm (A 3)、最大長 1.1 m
有 効 走 査 幅	読取り 303 mm、記録 254/210 mm、205 mm (G II)、192 mm (ミニ)
記 録 紙 サ イ ズ	257 mm/216 mm×100 mm 巻ロール紙
受信紙カット方式	原稿長さに合わせてオートカット
帯 域 圧 縮 方 式	G III 規格 MR (二次元)、MH (一次元) 三菱 U-ファーストモード
読 取 り 方 式	密着イメージセンサによる平面走査
記 録 方 式	サーマルヘッドによる感熱記録方式
寸 法	150 mm (高)×420 mm (幅)×435 mm (奥行) (突出部除く)
重 量	約 13 kg
電 源	AC 100 V±10 % 50/60 Hz
消 費 電 力	動作時平均 58 W 待機時 7 W
使 用 環 境	5~35°C、35~80 % RH

注 * は A 4 標準原稿を線密度 8 ドット/mm×3.85 本/mm、9,600 bps で送信したときの画像情報の伝送時間。

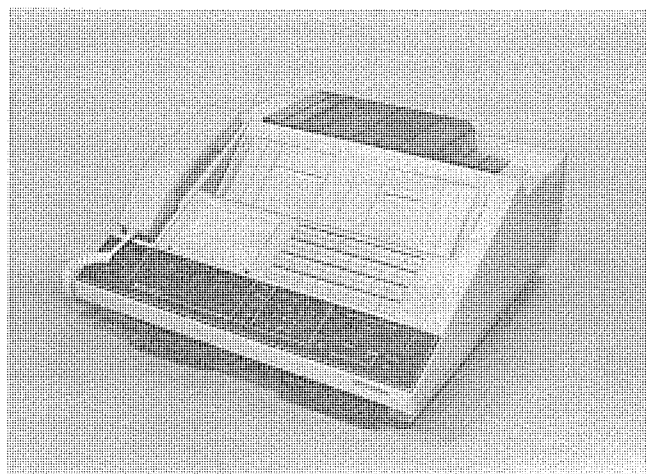


図 1. 《MELFAS 4570》の外観

(8) プログラム送信

16箇所のアて先へ異なる原稿を自動的に順次送信することができる。

(9) 中間調電送

16階調の中間調により、写真や絵などのハフトーンも電送できる。

(10) ワンタッチダイヤル

原稿をセットし、アて先ボタンを押すだけで自動的にダイヤルして送信する。32アて先まで設定可能である。

(11) 送信済みスタンプ

送信が正常に完了した原稿に、スタンプを押すことができる。

その他《MELFAS 4570》では、マルチコピー、自動受信ポーリング、発信元印字、受信日時・ページ印字、通信管理レポート、自動給紙、自動線密度切換、短縮ダイヤルによる自動発信、自動均等縮小送信機能など、数多くの機能を備えている。

3. 機構系の構成

機構系の構成を図2.に示す。セットは前部の操作面が約25度傾斜している。送信部は、原稿をその傾斜面に沿って直線的に搬送するように配置している。受信部は、セットの中央に位置し、記録紙は同じく直線的に原稿とほぼ平行に搬送し、セットの前部下方から排出す

る。電気系主要部品は、セットの後部及び最下部に収納している。これらの機構部分は、ガラス繊維で強化したプラスチックシャーシで一体化し、装置の小形軽量化を達成している。

(1) 送信部

送信部は、自動給紙部、原稿読取り部、原稿駆動部及び原稿排出部で構成している。自動給紙部及び原稿駆動部は、従来の《MELFAS 3000シリーズ》の構造を基に開発した。原稿読取り部は《MELFAS 4570》用に新たに開発したA3判読取りの密着形イメージセンサを搭載し、送信部の小形化、画質の向上、信頼性の向上を図った。この密着形イメージセンサについては(3)項で詳しく述べる。

原稿排出部は、ソレノイド駆動方式の送信済み確認用のスタンプ機構を持ち、原稿が正常に相手先に送信されたことを確認した後に、原稿表面の後端中央付近に“済”の押印を行う。

(2) 受信部

受信部は、記録紙収納部、記録部、カッタ部、記録紙駆動部及び記録紙排出部で構成しており、ほぼ全般にわたって従来の《MELFAS 3000シリーズ》と同等の構造とした。

(3) 密着形イメージセンサ

この密着形イメージセンサは、画素密度8本/mm、総画素数2,432ピ

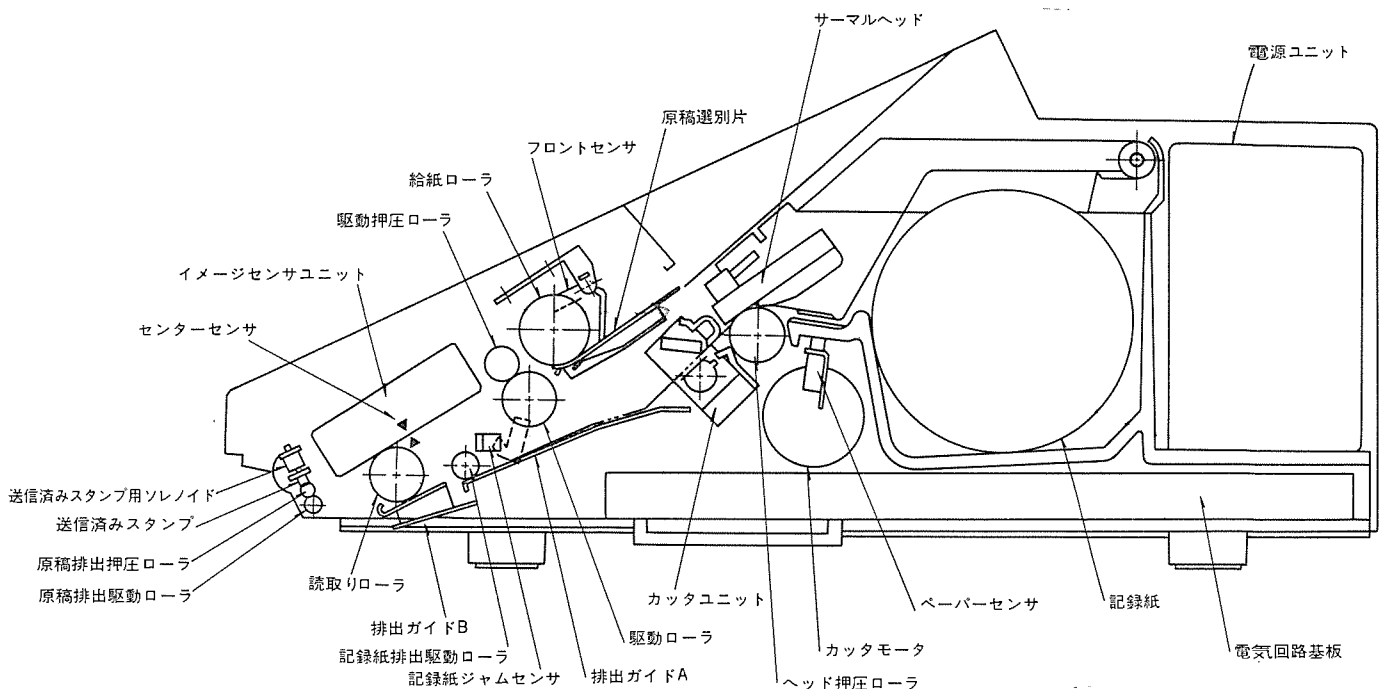


図2. 機構系の構成図

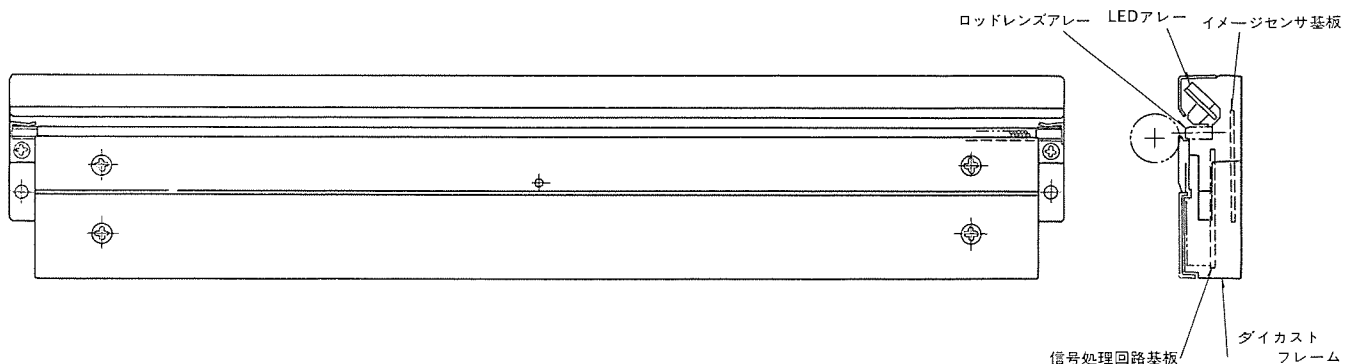


図3. 密着形イメージセンサの外観図

ット、有効読取り幅 303 mm で、読取りスピード 6 ms、2 値及び 16 階調の中間調出力が可能である。

構造は図 3. に示すように、受光素子に前述の 2,432 ビットの画素を持つアモルファスシリコンイメージセンサ基板、原稿の照明用に発光波長 570 nm の発光ダイオードアレー、導光系に F 値 1.0 の明るさを持つロッドレンズアレー、更に信号処理基板をアルミダイカスト製の一体フレームに収納している。特に、信号処理回路基板を薄形化して、ロッドレンズアレーの光学的な物像間距離の内側に収納することで、ユニットの厚み寸法を 21 mm にまで短縮している。

この密着形イメージセンサの開発によって、従来の CCD 受光素子と球面レンズの組合せによる読取り系に比べて、原稿読取り部の簡略化、小形化、信頼性の向上に大きく寄与した。

4. 電気系の構成

《MELFAS 4570》のブロック構成を図 4. に示す。この装置は大別して、キー操作部、画信号処理部、メモリ部、符号圧縮・伸張部、記録部、通信制御部、機構制御部により構成される。以下、各ブロックの主な特長について説明する。

(1) パネル操作部

操作部には、テンキー、ワンタッチキー、その他約 64 個のスイッチ類及び 16 けた 2 行の液晶表示器があり、これらを制御するために 1 チップ CPU を採用した。

(2) 画信号処理部

読取り部には密着イメージセンサを使用して、画質の向上、装置の小形化及び装置の信頼性を高めた。画信号処理回路では、カスタム LSI を開発し、画信号縮小処理、線密度変換処理など、主に画素変換処理を行っている。

(3) メモリ部

メモリ部は、画信号ラインメモリ及び符号化信号メモリに分けられる。前者は、紙走査系のスミージングにより騒音軽減を図るとともに、ソフトウェアによる画信号の生成などを容易にしている。後者は、符号化された画信号を蓄積するための大容量メモリであり、A4 判標準原稿を約 80 枚分蓄積することができる。

(4) 符号圧縮・伸張部

G III 規格適合の MR (Modified Read)・MH (Modified Huffman) 符号化、及び G IV 規格 MMR (Modified Modified Read) を基にした高能率符号化方式を採用している。

(5) 記録部

1 チップ CPU を採用し、黒画素の多い画信号に対しても高速記録を可能とし、また広範囲な温度変化に対しては一定の記録濃度になるよう最適制御を行っている。

(6) 通信制御部

三菱 U-FAST モードでの超高速伝送を実現するため、誤り再送方式を含む新伝送制御手順を採用した。

(7) 機構制御部

パルスモータ制御に安価な 4 ビット系 1 チップ CPU を採用し、機構制御回路の簡素化を図った。

5. 超高速伝送の実現

この装置は、G III、G II、MF-1 の各モードのほかに、三菱独自のモードである U-FAST モードを搭載している。以下、U-FAST モードの特長を述べる。

U-FAST モードを構成する要素として、①高能率符号圧縮方式 MMR の採用、②誤り再送方式、③交信手順の短縮化、④大容量メモリの搭載などがある。画信号読取り部から得られた画情報は、符号圧縮されて伝送路に送出されるが、この符号圧縮方式として G IV 規

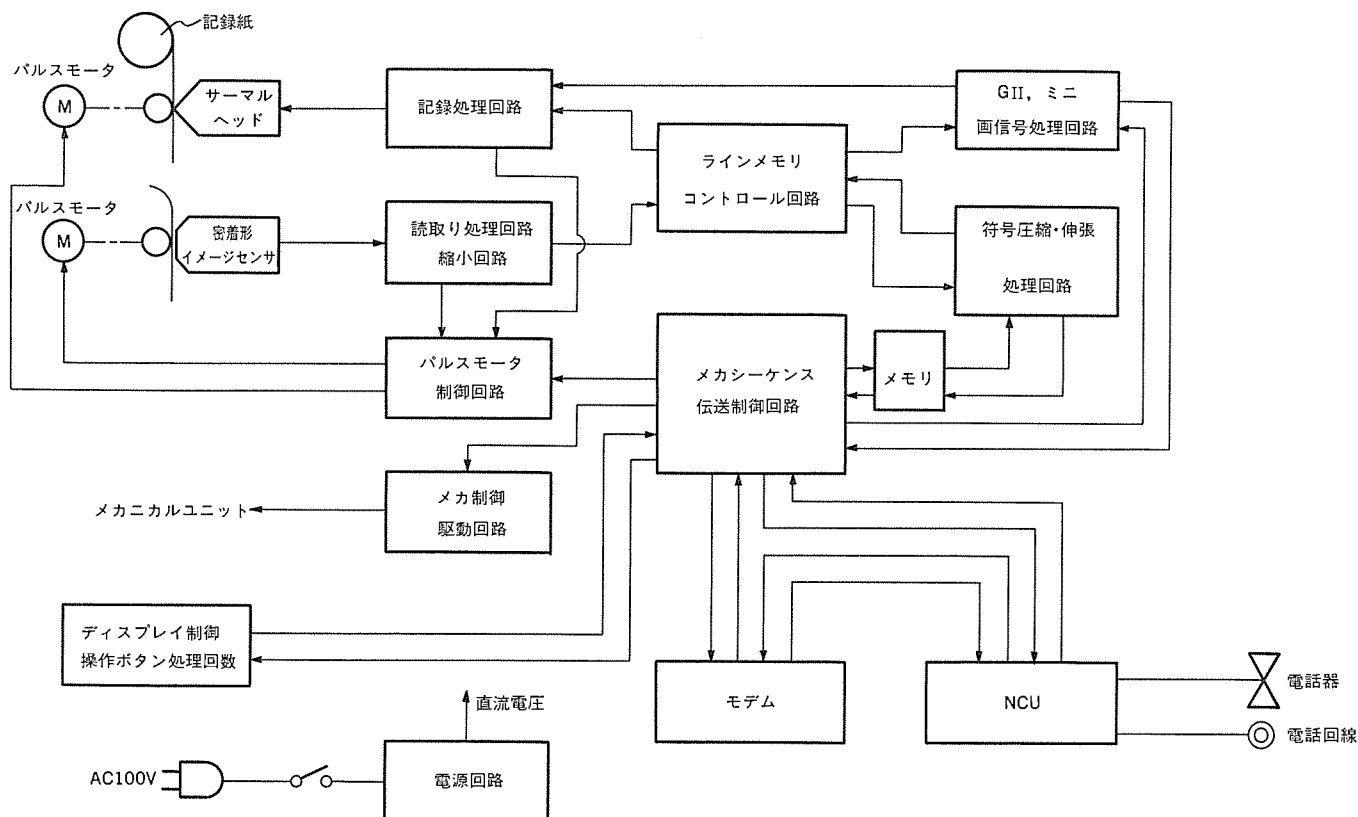


図 4. ブロック図

格の MMR をベースにした二次元圧縮方式を採用している。しかしながら、この方式によれば画情報のすべてを二次元にて符号化するため、伝送路上でビットエラーが発生した場合、復号側（受信側）ではそれ以降の画情報を復号することが不可能となる。したがって、

上記ビットエラーが発生した場合、これを訂正する機能は不可欠である。この装置では従来機種から採用している信頼性の高い三菱誤り再送方式に修正を加え、U-FAST モードに最適な方式を実現した。この方式の概略は次のようなものである。

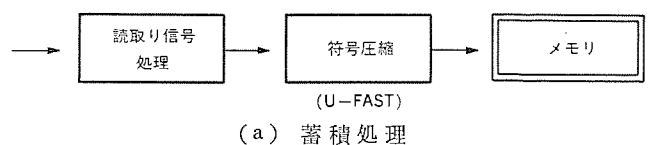
送信側で符号化した 2K ビットの画情報を一つのブロックとしてフレーム構成を行い、伝送路に送出すると同時にメモリにもストアしておく。各々のフレームには、フレーム No. 及びフレームチェックワードが付加されている。受信側は、各々のフレームについてフレームチェックを行い、伝送エラーが検出された際には、再送要求信号を返送して、エラーがあったフレームからの再送信を要求する。送信側はそれを受けて、要求されたフレームのデータをメモリから再送信する。また、画信号送出時間の短縮のほかに、交信手順にも三菱独自の方式を採用している。従来 300 bps のモデムで行っていた手順の一部を高速モデムで行うなどの方法により、1 枚の原稿を送信する場合、G III モードに比べ 5 秒以上の手順短縮効果を得ている。更に、伝送路上のビットエラーが多い場合にモデムの通信速度を下げる機能、逆にビットエラーがない場合に通信速度を上げる機能により、きめ細かな伝送制御を行っている。高速伝送のためには、画信号の高速読取り及び高速記録が必要であるが、この装置では大容量メモリを採用し、効果的なバッファリングを行うことにより、その目的を達成した。

以上により、三菱 U-FAST モードにおいては、A 4 判標準原稿を約 9 秒で伝送できるとともに、交信手順に要する時間も短縮、しかもデータエラーのない高品位な画質を得ることができる。

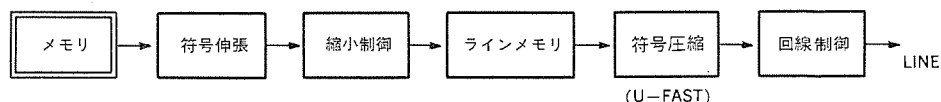
6. 同報時のマルチモード交信

従来のファクシミリ同報機能では、画情報を前もって符号圧縮してメモリに蓄積し、この符号圧縮した画信号をそのまま相手機に送出する方式が一般的であり、例えば、符号圧縮を MR モードにて行った場合には、MH 機との交信が不可能であった。

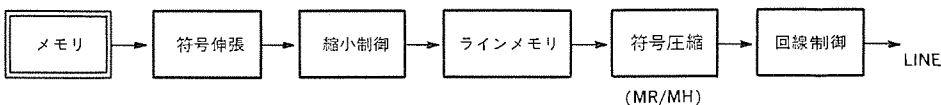
この装置では、カスタム LSI の採用、符号圧縮・伸張処理の高速化により、前もってメモリに蓄積した圧縮画信号を、いったん元の画情報に復号し、相手機に合わせた通信モードに再符号化するようにしたので、MR 機、MH 機が混在する場合でも同報交信が可能となった。また、画信号処理 LSI の採用により、画信号の均等縮小処理及び線密度変換処理を容易に行うことができ、G III、G II、MF-1、MF-2 機が混在するシステムでの同報機能も可能となった。以下、この符号変換処理について説明する。



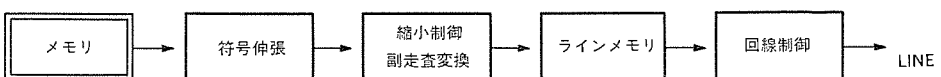
①受信側 MELFAS 4500シリーズ(U-FASTモード)



②受信側 GIII機



③受信側 GII/MF-1/MF-2機



(b) 圧縮符号変換処理

図 5. 同報時の符号変換処理図

図 5. (a) は画情報をメモリに蓄積する過程を示したもので、メモリの使用率を高めるため、符号化方式として G IV 規格の MMR を基にした高能率符号化（以下、U-FAST と記す）を採用した。同図(b)はメモリに蓄積された符号圧縮信号を、受信機側のモードに合わせて再符号化する過程を示したものである。

①は受信機側が《MELFAS 4500 シリーズ》であるが、メモリに蓄積した U-FAST 符号圧縮信号が、例えば B 4 判であって相手機記録紙が A 4 判の場合、相手記録紙に合わせて縮小する必要があるため、同一符号化モードでもいったん符号伸張処理を行い、画信号縮小処理により A 4 判サイズに変換した後、U-FAST モードにて再符号化している。②は受信機側が G III 機の場合で、再符号化処理が相手機に合わせ、MR 又は MH に変わるだけで符号変換処理過程は上述と同様である。③は、受信機側が G II 機又は MF-1/MF-2 機の場合を示したもので、このモードでは、符号伸張処理し復号した元の画信号をそのまま相手機に送出する。ただし、メモリに蓄積された符号圧縮信号の副走査線密度が 7.7 本/mm である場合は、相手機に合わせ 3.85 本/mm、又は 2.57 本/mm になるよう副走査線密度変換処理を行う。

7. む す び

市場の要求にマッチしたファクシミリを実現するため、《MELFAS 4570》では、基板の高密度実装化及びカスタム IC の採用による部品点数の大幅削減、また、メイン CPU のソフトウェア容量を軽減するとともに処理速度の向上を図るため、複数個の CPU を使用し、機能別に分担、処理するマルチ CPU 方式を採用した。その結果、同報機能を装備したファクシミリとしては、従来機種に比べ多機能で、かつ、小形、低価格化が可能となった。

今後、更にこの技術を発展させて、市場の要求に適合する製品を開発、設計していきたい。

M6385 グラフィックディスプレイ装置

中 須 弘 平*・大 櫛 喜 代 志*

1. ま え が き

近年、各種アプリケーションソフトウェアの開発により、CADの応用分野が大きく広がってきている。これを支えているのが、グラフィックディスプレイの普及である。当社では、《MELCAD-MD》をはじめとする各種CADシステムを販売している。応用分野の拡大により、ユーザーの要求も多様化してきた。また、マンマシンインタフェースの重要性から、機能・性能の向上も要求されてきた。一方、ISOによるグラフィックスの標準化がなされ、各社で標準化が進められている。このように、グラフィックディスプレイには、ユーザーの要求にこたえ、標準化を図るといふ二つの課題がある。M6385(図1.)は、これらの課題に対する一つの解答である。

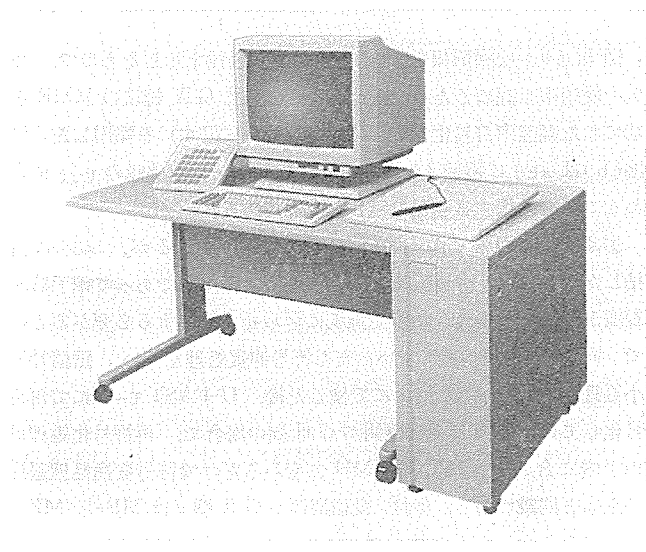


図 1. M6385の外観

2. グラフィックディスプレイの技術動向

グラフィックディスプレイを表示方式で分類すると、ランダムスキャン形、ストレージチューブ形、ラスタスキャン形に分類される。これらのうち、最も新しいラスタスキャン形が、明るい画面、カラー表示、塗りつぶし表示などの特長により、現在の主流となっている。M6385は、このラスタスキャン形である。

グラフィックディスプレイを機能面からみると、ホスト計算機依存形と機能分散形に分類される。ホスト依存形は、処理が単純で高速処理ができる反面、計算機に負荷が集中する。機能分散形は、端末側に図形のセグメント処理と座標変換機能を持たせている。端末側で、図形の移動・回転・拡大・縮小などを処理できるので、計算機の負荷は比較的軽い。大容量の表示を行う場合は、機能分散形が適している。CAE/CAD/CAMの分野では、用途に応じてホスト依存形と機能分散形が使い分けられている。

グラフィックディスプレイは、マイクロプロセッサの普及、各種電子部品の進歩などにより機能・性能が向上してきている。このようなハードウェアの発展に対して、ソフトウェア財産の活用を図ることを目的に、グラフィックスの標準化が進められている。1980年ごろから、CORE仕様による標準化が進められ、各社からCORE仕様準拠の製品が発売された。最近では、ソフトウェアインタフェースが、より厳密に規定されているGKS規格に進展している。

(1) CORE仕様

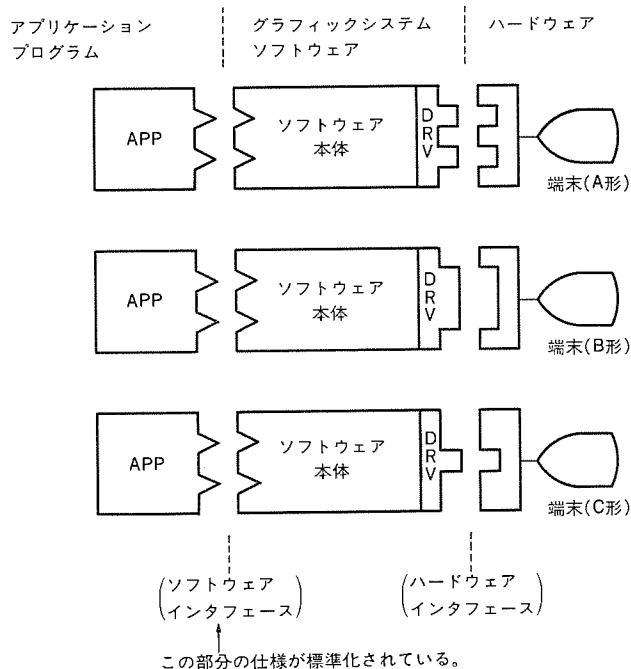
COREとは、コア(核)という意味で、CORE仕様は米国ACMのSIGGRAPH(グラフィック専門委員会)により、1977年に発表され、1979年に改訂された。

(2) GKS規格(Graphic Kernel System)

ISOにより、1984年にGKS-2D(二次元版)が規格化された。GKS-3D(三次元版)は現在審議中である。

図2.に示すように、アプリケーションプログラムは、標準化されたソフトウェアインタフェースにより、グラフィックシステムを使用する。各端末の相違点に対しては、グラフィックシステムソフトウェアが対処する。このように標準化によって、ソフトウェアのマシンへの依存性は小さくなり、各種のグラフィックディスプレイ、各種の計算機が使用可能になった。この結果、システムの自由度が増し、多様なユーザー要求に対しても、対応が容易になった。

標準化の考え方は、アプリケーションプログラムのレベルのものであるため、直接的には端末の機能に依存しない。しかし、端末側に標準化



APP: アプリケーションプログラム

DRV: 端末ドライバ(端末制御ソフトウェア)

図 2. GKSシステムの概念図

されたシステムで使用される基本的な機能がないと、ソフトウェアに多大な負荷がかかり、機能・性能の面で不利となる。このため、端末側にも標準化されたシステムに適した機能が必要となる。M 6385-2/-3 では、将来性を考慮し、CORE 仕様よりも GKS 規格に準拠することとした。また、現在の他社の状況や将来動向から考えて必要な機能は、GKS の拡張として盛り込んだ。特に、三次元隠面処理、光源計算によるシェーディングは、必ず(須)と考えた。

3. システム構成と各モデルの特長

M 6385 は、汎用計算機《MELCOM EX シリーズ》、《MELCOM-COSMO シリーズ》(以下、EX シリーズ、COSMO シリーズとよぶ)又はミニコン《MELCOM 70 MX シリーズ》に接続され、CAD システムを構成する(図 3.、図 4.)。接続方式は計算機の違いに応じて、高速シリアルインタフェースと汎用パラレルインタフェースを備えている。転送速度は、500 Kbps (キロバイト/秒) (パラレル)と最大 1 Mbps (シリアル)を実現し、端末の高速処理性能にマッチする転送速度を確保した。

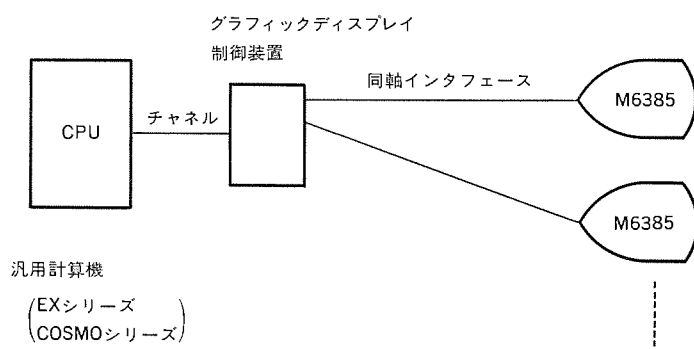


図 3. システム構成図(同軸インタフェース)

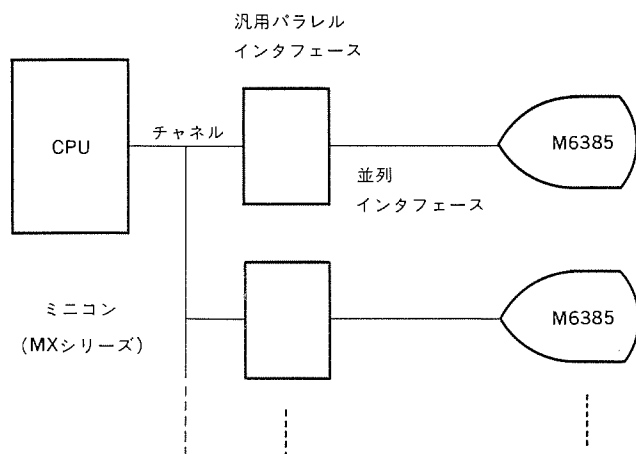


図 4. システム構成図(並列インタフェース)

表 1. 共通仕様

項	目	仕	様
表示部	C R T	20 インチカラー	
	走査方式	60 Hz ノンインタレース	
	分解能	1,024 × 1,024	1,280 × 1,024
	表示寸法 (mm)	270 × 270	337 × 270
入出力機器	キーボード	JIS 配列	
	ファンクションキーボード	32 キー、LED 付き	
	タブレット	11 インチ	
	ハードコピー	A 3/A 4 カラー (熱転写方式)	
ホストインタフェース		高速シリアル (同軸) } 一方を選択 高速パラレル (HDC)	

M 6385 には、機能に対応した三つのモデルがある。各モデルの大きな違いは、図形の座標系である。

- M 6385-1.....デバイス座標系
- M 6385-2.....二次元座標系
- M 6385-3.....三次元座標系

表 2. M 6385-1 の概略仕様

項	目	仕	様
グラフィック機能	図形定義空間	10 ビット又は 11 ビット*	
	バッファサイズ	256 K バイト	
	表示色/パレット色	16 色/1,670 万色 (標準) 256 色/1,670 万色 (オプション)	
	プリミティブ	点、線、文字	
	プログラム制御	プログラム分岐、ライトペン制御、タブレット制御	
	表示属性	表示色、線種、プリント	
	文字種	英・数、カナ漢字 (JIS 第 1 水準)	
性能	座標変換/クリッピング	なし	
	ピクセル描画	80 ns/ピクセル	
	ベクタ処理	50 万ベクタ/秒	

注 * 印 1,280 × 1,024 表示の場合に X 座標のみ 11 ビット有効。

表 3. M 6385-2 の概略仕様

項	目	仕	様
グラフィック機能	図形定義空間	16 又は 32 ビット (モード切換)	
	バッファサイズ	0.8 M バイト (標準) ~ 3.8 M バイト (最大)	
	表示色/パレット色	16 色/1,670 万色 (標準) 256 色/1,670 万色 (オプション)	
	プリミティブ	ポリライン、ポリマーカ、キャラクタ、ポリゴン、円、円弧、扇、長方形、格子点など、GKS+拡張	
	表示属性	表示色、線種、プリント、中塗り	
	文字種	英・数、カナ漢字 (JIS 第 1, 第 2 水準)	
	座標変換/クリッピング	専用ハードウェアあり	
性能	ピクセル描画	80 ns/ピクセル	
	ベクタ処理	15 万ベクタ/秒	
付加機能	カナ漢字変換	あり	
	コンソール機能	あり	

表 4. M 6385-3 の概略仕様

項	目	仕	様
グラフィック機能	図形定義空間	16 又は 32 ビット (モード切換)	
	バッファサイズ	0.8 M バイト (標準) ~ 3.8 M バイト (最大)	
	表示色/パレット色	256 色/1,670 万色 (標準) 4,096 色/1,670 万色 (オプション)	
	二次元機能	M 6385-2 に同じ (プリミティブ、表示属性、文字種)	
	座標変換/クリッピング	専用ハードウェアあり (透視変換可能)	
	隠面処理	Z バッファ式、深さ 15 ビット	
	シェーディング	あり (コンスタント、グーロー)	
性能	デプス処理	最大 256 段階	
	光源処理	点光源、平行光源、周囲光 (合計 16 まで)	
	半透明表示	16 種の半透明パターン	
	ピクセル描画	80 ns/ピクセル	
	ベクタ処理	10 万ベクタ/秒	
付加機能	カナ漢字変換	あり	
	コンソール機能	あり	

(1) M6385-1

従来機種 M4385-1C の機能拡張を行ったものである。

- (a) 高速処理性能……システムレスポンス 0.5 秒 (平均)
- (b) メモリ容量増加……32 K バイト→256 K バイト
- (c) 表示色増加……8 色→16 色又は 256 色
- (d) 文字表示機能向上……拡大, 縮小, 回転

(2) M6385-2

GKS-2D 規格に対応したものである。

- (a) 高速処理性能……ハードウェアによる座標変換・クリッピング
- (b) 多色表示……256 色(同時表示色)/1,670 万色
- (c) 表示精度向上……16 又は 32 ビット図形定義空間

(3) M6385-3

M6385-2 に三次元処理機能を加えたものである。

- (a) 透視変換を含む三次元座標変換
- (b) 専用ハードウェアによる高速隠面処理
- (c) 光源計算によるシェーディング
- (d) 半透明表示

4. ハードウェア

4.1 ハードウェア構成

M6385 は、デバイス座標系のモデル 1 から、三次元座標系の隠面処理・光源処理を行うモデル 3 までを、統一ハードウェアアーキテクチャで実現している。この結果、上位モデルへの機種の移行は、ハードウェアモジュールの追加及びマイクロプログラム用ディスクの差し換えにより、フィールドグレードアップが可能になっている。以下に各モジュールの概要を述べる(図 5.)。

(1) 計算機インタフェース

汎用の高速パラレルインタフェースと三菱標準同軸シリアルインタフェースの両方をサポートし、各種のホスト計算機に接続可能とした。制御ハードウェアは、Am 2910 と 8 ビットの ALU を使用し、サイクル 160 ns、32 ビット/インストラクションの水平形マイクロプロセッサを構成している。

(2) ディスプレイプロセッサ

M6385 全体の管理を行うプロセッサで、MC 68010 と 512 K バイトのプログラムメモリで構成している。また、キーボード、タブレットなどの IO デバイスの制御もしている。

(3) セグメントバッファメモリ

図形表示用のコマンドとデータの記憶を行うメモリで、最大 4 M バイト実装される。計算機とのデータ転送効率及びセグメントデータトラバース時(バッファプログラム実行時)の効率を考え、計算機インタフェース、システムバス(ディスプレイプロセッサ)、ディスプレイコントローラの三つのプロセッサからアクセスできる 3 ポートメモリを構成した。

(4) ディスプレイコントローラ

セグメントデータ構造の解析、セグメントデータのトラバースを行う表示処理用の専用プロセッサで、Am 2910、Am 29116、32 ビット乗算器、64 ビットパレルシフタを使用し、サイクル 160 ns、64 ビット/インストラクションの水平形マイクロプロセッサを構成した。

(5) 座標変換・クリッピング機構

M6385-2/-3 で実装される座標変換・クリップ処理用の専用プロセッサで、Am 2910、Am 29116、32 ビット乗算器、64 ビットパレルシフタを使用し、サイクル 160 ns、64 ビット/インストラクションの水平形マイクロプロセッサを構成した。

(6) 直線発生器 (DDA: Digital Differential Analyzer)

Bresenham のアルゴリズムを実行する XY 座標 DDA と、こう配加算を行う Z 座標 DDA、カラーインデックス DDA をハードウェアで構成している。実行サイクルは 80 ns で、各サイクル 1 ピクセルの座標データを出力する。

(7) Z バッファメモリ

M6385-3 で実装される隠面処理用メモリで、1,280×1,024 ピクセル×16 ビットの構成である。Z 座標の比較用にはその内 15 ビットを使用し、残り 1 ビットは特殊用途に使用している。

(8) フレームバッファメモリ

表示用メモリで、1,280×1,024 ピクセル×12 ビット(最大)構成のメモリを

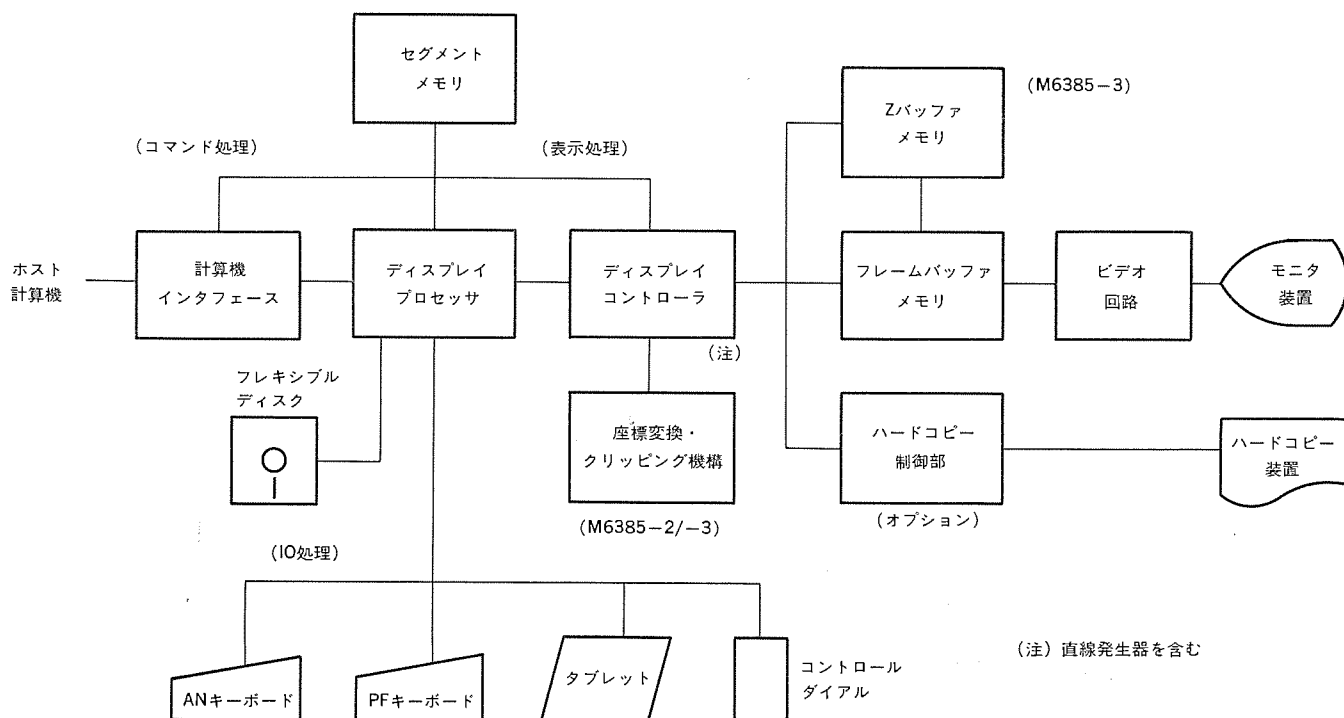


図 5. M6385 ハードウェア構成図

2組使用しダブルバッファを構成している。

(9) ビデオ回路

カラーlookupテーブル (LUT), 120 MHz ビデオ DA 変換器を使用し、表示データをビデオ信号に変換する。LUT はフレームバッファメモリの構成に合わせて、8ビット入力 (256色) 24ビット出力と12ビット入力 (4,096色) 24ビット出力の2種を用意した。

4.2 ハードウェアの特長

(1) マルチプロセッサ構成

グラフィックディスプレイの機能を大別すると、コマンド処理、表示処理、IOデバイス処理の3大機能となる。

(a) コマンド処理

ホスト計算機との間のコマンド処理及びデータ転送処理を行う。

(b) 表示処理

図形データを処理し、線分や文字の表示を発生させる。

(c) IOデバイス処理

キーボードやタブレットなどのオペレータ入力処理及びアラーム鳴動、ランプ点灯などの出力処理を行う。

以上の3大機能に、全体制御の機能を加えると、ディスプレイの全機能完成となる。M 6385 では、この3大機能を各々の個別プロセッサに割り当て、負荷の分散・最適化を図った。なお、IOデバイス処理と全体制御を、一つのプロセッサに割り当てた。プロセッサには、汎用プロセッサと専用プロセッサがあり、各々の特長がある。汎用プロセッサは、多くの入力/出力を時分割で処理でき、ダイナミックな動作が可能である。その反面、微妙なハードウェア制御には適していない。専用プロセッサは、設計に応じて機能・性能が決まり、一般には高速なハードウェア制御を行う場合に使用される。汎用プロセッサに比べると、入出力数は少なく、逐次処理形のスタティックな動作に適している。

M 6385 では、これらのプロセッサの特性から、IOデバイスと全体制御には汎用プロセッサ、コマンド処理及び表示処理には専用プロセッサを採用した。更に、表示処理の性能向上のため、座標変換・クリッピング機構を増設可能とした。このように、処理ブロックを分割することによって、各モデルに対して最適なハードウェア構成が得られた。

(2) クリップ処理

GKSのように高度なグラフィック機能を実現するディスプレイでは、描画効率を向上するとともにDDAの有効けたからあふれた図形が回り込んで表示されないよう、ビューポートで図形を切り取るクリップ処理が必須となる。従来のクリップ処理では、線分の中点を順次求めてビューポート枠に収束させる中点分割法が多く使用されたが、M 6385-2/-3 では、同次座標空間で高速にクリップ計算を行うため、行列演算により直接図形とビューポート枠の交点を求めるアルゴリズムを開発

し採用した。

5. コマンドセット

5.1 M 6385-1

従来機 M 4385-1 C のコマンドに対し、大量データの表示、文字のきめ細かな制御、漢字の充実などの要求に対応するため、以下のコマンドの追加・拡張を行った。

- ・バッファプログラムアドレス空間の拡張
- ・文字の拡大・縮小・回転・文字間隔などの属性制御
- ・文字セットの拡張 (JIS 第2水準まで)
- ・カラーlookupテーブル設定

5.2 M 6385-2/-3

(1) GKS コマンド

二次元・三次元 GKS に準拠した機能の内、端末側でサポート可能なレベル1 C までのコマンド約160種をインプリメントした。なお、三次元については、ISOで審議中であるのでDP 8805を参考に機能を決定した。また、GKS-3Dの言語バインディングについても、現状では二次元のバインディングを参考とした独自なものとなっているが、これらはISOで規格化され次第バージョンアップを考慮する。

(2) 拡張コマンド

CADのインタラクティブな操作で要求されるセグメント内プリミティブの編集コマンドを追加した。このコマンドの一部の機能は専用プロセッサで実行させることにより、応答性能の向上を図っている。また、ウィンドウ制御、セグメントの階層化、光源処理・シェーディング処理など約50種のコマンドをGKS矛盾しない形で拡張し、グラフィック端末の将来動向を考慮したコマンドセットを用意した。

6. む す び

当社では、《MELCADシリーズ》として、機械設計CAD、金型設計CAD、その他各種のCADシステムを販売している。今回開発したM 6385-1は、《MELCAD-MD》システムで使用しているM 4385-1 Cの後継機として最適であり、システムの性能向上に役立つものと確信している。また、二次元/三次元処理のM 6385-2/-3も、今後発展するCADシステムの機能・性能の向上に寄与できるものと考えている。

CADシステムに限らず、機械にとって、人間が主役でなくてはならない。このためにはユーザーの声を反映し、更に使いやすいシステムに改良していきたい。

最後に、開発にあたって、CADシステム構築の立場から御指導、御協力いただいた関係各位に深く感謝の意を表する。

1. ま え が き

ホームステレオやカーオーディオ、ラジカセなどを中心とした最近のオーディオセットでは、その基本性能の向上もさることながら、マイコンや専用LSIを使用してエレクトロニクス化することにより、操作性の向上や機能面での向上が図られている。中でも音楽を聞く人の好みに応じて音質をコントロールするグラフィックイコライザーシステムは、広く普及し始めており、コンパクトディスク(CD)の登場などで飛躍的に音質が向上し、また多様化した音楽ソースとあいまって、オーディオシステムにおいて重要な付加機能となってきた。

グラフィックイコライザーとは、周波数別に分けられたレベル調整用のスライドボリュームを数個(民生用では3~12素子程度)並べたもので、このスライドボリュームによってグラフ化された周波数特性を、目で見ながら細かくコントロールできる特長がある。元来グラフィックイコライザーシステムは、レコーディングスタジオなどでミキシングやトラックダウンをする場合の音質補正用や、劇場、音楽ホール、屋外ステージなどのPA(Public Address)と呼ばれる音響システムにおいて、音質補正やハウリング防止のためのシステムとして用いられており、いわゆるプロ用装置として知られていた。しかしながら、最近では半導体技術の発達により、トランジスタやオペアンプICなどが低価格で供給可能となり、これらのシステムがホームステレオやラジカセなど一般民生機器にも展開されてきた。今回当社は、業界に先駆けてこれらグラフィックイコライザーシステムに最適なリアICシリーズを4機種製品化したので、その特長、用途などについて紹介する。

2. グラフィックイコライザー回路の基本動作原理

図1. はグラフィックイコライザーの基本回路で、増幅器AにはトランジスタやオペアンプICなどを用いた負帰還増幅器で基本的に構成されている。図においてCLRの直列回路が共振することにより、共振周波数 f_0 やQ(共振特性の山のすださを示す)が決定され、可変抵抗VR(スライドボリューム)の操作により、特定の周波数 f_0 のみを増強(ブースト)したり、低下(カット)あるいは平坦(フラット)な特性を自由に作ることが可能である。ここで、LCによる直列共振回路は、 $f_0=1/2\pi\sqrt{LC}$ で決定される周波数で最も低いインピーダンスZとなるので、この共振回路を増幅器Aの入力側へ入れるか、負帰還ループ

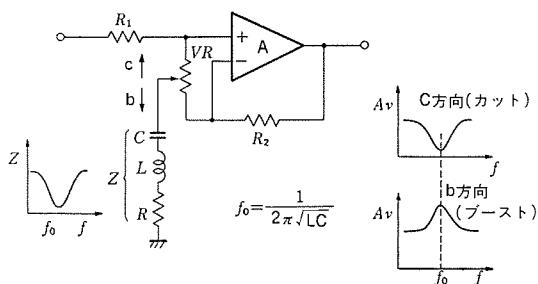


図1. 基本回路

内に入れるかで共振周波数に対する増幅度 A_v を変化させて、周波数特性に山や谷の特性をもたせることでコントロールする。ここで、この共振インピーダンスをZとし、フラット、ブースト、カット特性について説明する。

図2. はオペアンプを増幅器Aに応用したフラット時の回路である。オペアンプの正入力+INと負入力-INは、イマジナルショート(虚数短絡)の原理により端子間には電位差がないように動作する。図のフラット時は、ボリュームVRの midpointを共振インピーダンスZで接地した形となる。ここで、 R_1 や R_2 に対してVRを大きな値に選び、かつ共振インピーダンスが $VR/2$ より十分小さく無視できる値とし、入力信号を V_i とすると、+INに印加される信号 V_i' は、

$$V_i' = V_i \times \frac{\frac{VR}{2}}{R_1 + \frac{VR}{2}} \quad (1)$$

となり、 V_i が少し減衰された形で入力される。一方、-IN側は負帰還ループの中に $VR/2$ が入ることになり、その増幅率 A_v' は、

$$A_v' = \frac{R_2 + \frac{VR}{2}}{\frac{VR}{2}} \quad (2)$$

となり若干の増幅度が得られ、先に示した V_i' をこの A_v' で増幅する形となり、 R_1 と R_2 を同じ値にすれば、増幅度 A_v は1となって平坦な特性が得られる。

図3. 及び図4. はそれぞれカット時とブースト時の例で、VRの値が R_1 、 R_2 に比べて十分大きいとすれば、VRは無視して共振時の増幅率が求められる。この場合、共振インピーダンスをZとすれば、カット時は R_1 とZのアッテネータ回路(減衰回路)となり増幅率 A_v は、

$$A_v = \frac{Z}{R_1 + Z} \quad (3)$$

となり、周波数特性は大きくカットされる。一方、ブースト時は、このZと R_2 によるオペアンプの反転増幅器として動作し、その増幅率 A_v は、

$$A_v = \frac{R_2 + Z}{Z} \quad (4)$$

と大きくブーストされる。もちろんこれらの増幅率は、カット、ブーストともに最大変化時を説明したもので、スライドVRの位置によっては、

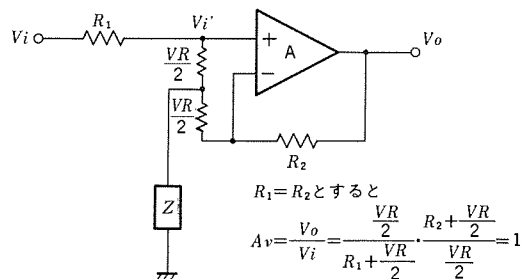


図2. フラット時

これらのレベルは自由に可変できるものである。この原理は、バンドパスフィルタ、又はバンドカットフィルタと同様のもので、グラフィックイコライザーは、この共振回路を応用したフィルタの集まりと考えてもよく、必要数、これらのフィルタと共振

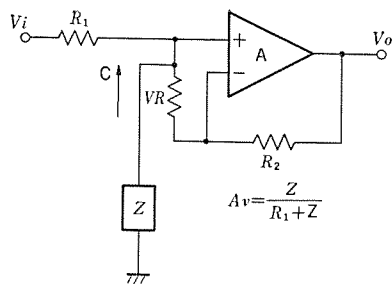


図 3. カット時

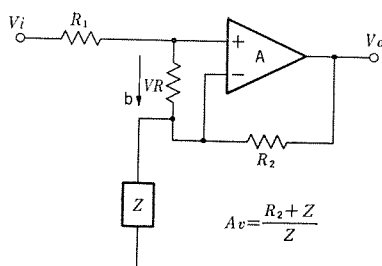


図 4. ブースト時

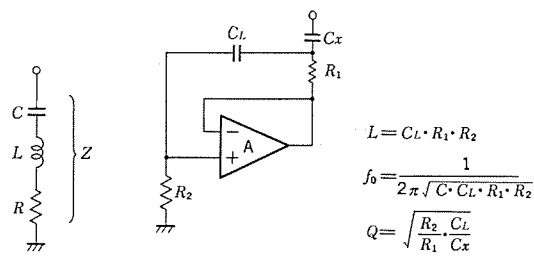


図 5. シミュレート インダクタンス 回路

回路を並列に接続して、スライド VR によるグラフ化された周波数特性コントロールシステムである。

3. 三菱グラフィックイコライザー IC の基本構成

グラフィックイコライザーは、古くは前述のような共振回路を構成させるためにコイル L とコンデンサ C の直列共振回路を用いてきたが、コイルを必要とし、特に低い周波数では数ヘンリの大きなものが要求されるため、小形、軽量、低価格の点で民生用セットには現実的でなかった。

当社は、このコイルに相当する部分をトランジスタ、又はオペアンプなどを使用して疑似的にコイルと同等の動作を可能とするシミュレートインダクタ回路を使用し、コンデンサとスライドボリュームを接続するだけで簡単にグラフィックイコライザー回路が構成できるように 1 チップ IC 化で製品化した。このシミュレートインダクタ回路は、図 5. に示すようにトランジスタ又はオペアンプで構成された増幅器 A と、コンデンサでインダクタ L を実現するものである。シミュレートインダクタ回路の詳細な動作原理は省略するが、図 5. において、コンデンサ C_L がオペアンプの正帰還ループに入っているのが特徴で、コンデンサが周波数が高くなるとインピーダンスが低下する、すなわち、インダクタンスと逆の周波数特性になることを利用して、この帰還ループ内に C_L を入れることで疑似的にインダクタンス特性をもたせている。この場合、インダクタンス L は、 $L = C_L \cdot R_1 \cdot R_2$ で表せるので、この回路に外付け C_x を直列接続すると、共振回路 f_0 は、

$$f_0 = 1 / 2\pi \sqrt{LC} \quad \text{..... (5)}$$

式(5)の基本式から、

$$f_0 = 1 / 2\pi \sqrt{C_L \cdot R_1 \cdot R_2 \cdot C_x} \quad \text{..... (6)}$$

と表される。また、共振周波数における山の鋭さを表す Q は、

$$Q = \sqrt{\frac{R_2 \cdot C_L}{R_1 \cdot C_x}} \quad \text{..... (7)}$$

となる。三菱グラフィックイコライザー IC は、この共振回路にトランジスタを使用した普及版と、オペアンプを使用した Hi-Fi 形と、用途に応じてシリーズ化している。このシリーズでは、共振回路用のトランジスタ及びオペアンプのほかに、共振回路用の抵抗 2 本と、帰還増幅用のオペアンプを内蔵している。特にこのシリーズでは、各共振回路はもとより負帰還増幅用のオペアンプには、高耐圧低雑音のプロセスを使用して、オーディオの厳しいスペックに対応している。なかでも、オペアンプは単品としてオーディオ市場で実績の高い低雑音汎用オペアンプ M5218 の回路構成及びプロセスを流用しており、高い性能を得ている。

4. 三菱グラフィックイコライザー IC ラインナップ

表 1. に三菱グラフィックイコライザー IC シリーズのラインナップを紹介する。M5226 は、トランジスタ方式の共振回路を用いた 5 素子のタイプで、この製品が、業界で初めてモノリシック IC として製品化されたもので、主にラジカセ、普及タイプのカーオーディオ、モジュースtereoなどに採用されている。

M5227, M5229 は、それぞれ 5 素子、7 素子のタイプで、共振回路をオペアンプ構成にすることにより、高ダイナミックレンジ、低ひずみ率化特性が図られており、ホームステレオ、高級カーオーディオなど、Hi-Fi オーディオ対応となっている。M5243 は、トランジスタ構成による 3 素子ステレオタイプのもので、普及形のラジカセやカーオーディオに対応させた製品で、特にラジカセなどの単一電源を使用するセットに対応させ、内部に基準電圧 V_{ref} 回路を内蔵させることにより、 $V_{cc}/2$ レベルシフト回路を外付けしなくても、安定なバイアス状態が保てる回路が内蔵されている。

表 1. 三菱グラフィックイコライザー IC の製品一覧

形 名	外 形	機 能	特 長	動作電源電圧 範 囲 V_{cc} (V)	許容消費電力 P_d (mW)	回路電流 I_{cc} (mA)	利得可変範囲
M5226P/FP	P: 16ピンDIL 	汎用5素子 (1ch) (TR共振回路方式)	● 共振回路5個、バッファアンプ1個 内蔵したモノリシックタイプ ● 部品点数の大幅削減 ● 低雑音	4~20	700/550	5.2	$G_v = \pm 10\text{dB}$
M5227P/FP	FP: 16ピン ミニフラット 	高耐圧Hi-Fi5素子 (1ch) (オペアンプ共振回路方式)	● 高耐圧 $V_{cc} = \pm 18\text{V}$ ● 低ひずみ率 THD=0.002% ● 部品点数の大幅削減 ● 出力バッファアンプ内蔵	$\pm 2 \sim \pm 18$	1,000/550	8.0	$G_v = \pm 12\text{dB}$
M5229P/FP	20ピンDIL 	高耐圧Hi-Fi7素子 (1ch) (オペアンプ共振回路方式)	● 高耐圧 $V_{cc} = \pm 18\text{V}$ ● 低ひずみ率 THD=0.002% ● 部品点数の大幅削減 ● 出力バッファアンプ内蔵	$\pm 2 \sim \pm 18$	1,000/550	11.0	$G_v = \pm 12\text{dB}$
M5243P/FP	FP: 20ピン ミニフラット 	汎用3素子 (2ch) (TR共振回路方式)	● 電源電圧範囲が広い ● 部品点数の大幅削減 ● 出力バッファアンプ内蔵 ● V_{ref} 回路内蔵	4.5~20	1,000/550	9.0	$G_v = \pm 12\text{dB}$

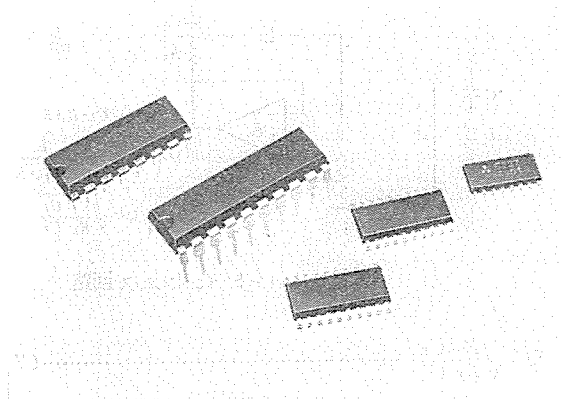


図 6. 三菱グラフィックイコライザー IC シリーズ

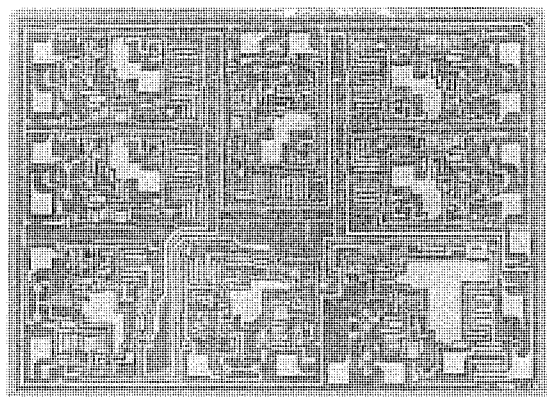


図 7. M5229 P チップ写真

表 2. M5229 P の最大定格, 電気的特性

絶対最大定格 (指定のない場合は, $T_a=25^\circ\text{C}$)

記 号	項 目	定 格 値	単 位
V_{CC}	電 源 電 圧	36(±18)	V
I_{LP}	負 荷 電 流	50	mA
P_d	内 部 消 費 電 力	1,000	mW
T_{opr}	動 作 周 囲 温 度	-20~+75	°C
T_{stg}	保 存 温 度	-55~+125	°C

電気的特性 ($T_a=25^\circ\text{C}$, $V_{CC}=\pm 15\text{ V}$)

記 号	項 目	測 定 条 件		規 格 値			単 位
		$f(\text{Hz})$		最 小	標 準	最 大	
I_{CC}	回路電流	—	$V_{in}=0$	8	12	16	mA
$GV(FLAT)$	フラット	1 k	$V_{in}=-10\text{ dBm}$	-2.3	-0.3	+1.7	dB
$GV(BOOST)$	電 圧	60	$V_{in}=-10\text{ dBm}$ $V_{O(FLAT)}=0\text{ dB}$	9.0	12.0	14.0	dB
		120		9.0	12.0	14.0	
		360		9.0	12.0	14.0	
		1 k		9.0	12.0	14.0	
		2.5 k		9.0	12.0	14.0	
		6.7 k		9.0	12.0	14.0	
		15.7 k		9.0	12.0	14.0	
$GV(CUT)$	利 得	60	$V_{in}=-10\text{ dBm}$ $V_{O(FLAT)}=0\text{ dB}$	-14.0	-12.0	-9.0	dB
		120		-14.0	-12.0	-9.0	
		360		-14.0	-12.0	-9.0	
		1 k		-14.0	-12.0	-9.0	
		2.5 k		-14.0	-12.0	-9.0	
		6.7 k		-14.0	-12.0	-9.0	
		15.7 k		-14.0	-12.0	-9.0	
V_{OM}	最大出力電圧	1 k	THD=1% フラット	7	9.5		V rms
THD	ひずみ率	1 k	$V_O=5\text{ V rms}$ フラット		0.002	0.1	%
V_{No}	出力雑音電圧	入力ショート BW: 10 Hz~30 kHz(3 dB) フラット			9	35	$\mu\text{V rms}$

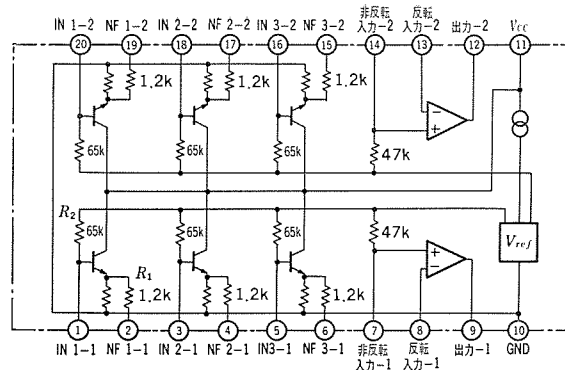


図 8. M5243 P/FP ブロック図

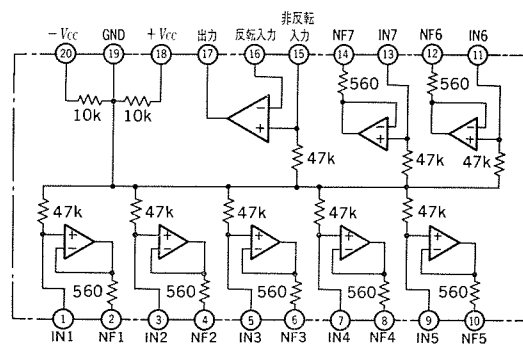


図 9. M5229 P/FP ブロック図

また, 図 6. に紹介するように, これらのシリーズは, 16 pin 及び 20 pin DIL の標準 パッケージのほか, 超小形セットや, ハイブリッド IC などに最適な ミニフラット (SO タイプ) パッケージ も シリーズ 化 されて おり, 高密度実装化にも対応している。図 7. は, このシリーズの最も素子数の多い Hi-Fi 7 素子タイプ M5229 のチップ写真である。また, 図 8. は M5243 の, 図 9. は M5229 のブロック図を示す。表 2. は M5229 P/FP の最大定格, 電気的特性, 図 10. は代表的な応用回路列, 図 11. はその周波数特性を示す。

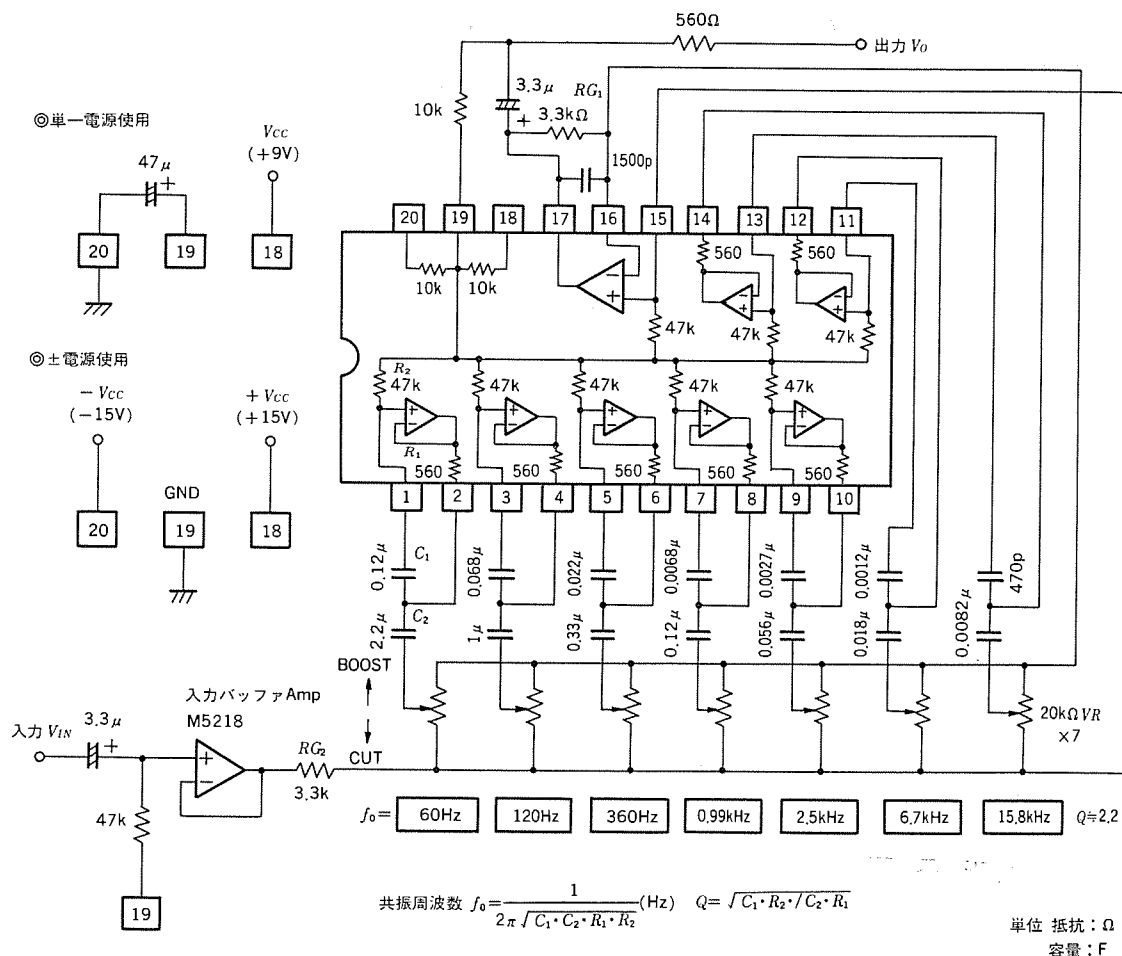


図 10. Hi-Fi グラフィックイコライザ IC M5229P の応用回路例

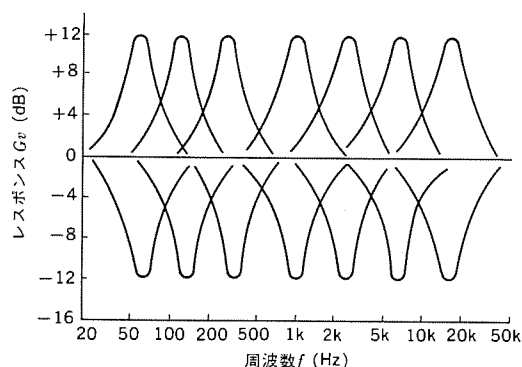


図 11. 7 素子グラフィックイコライザ (M5229P) の周波数特性

5. 用 途

三菱 グラフィックイコライザ IC は、今まで述べてきたように、ホームステレオやカーオーディオ、ラジカセなどはもとより、最近では、音質を重視したステレオタイプのテレビ、カラオケセット、更には電子ピアノ、シンセサイザー、エレキギターなどの電子楽器まで用途は広がっており、今後ますます音づくりのかねめとして成長する分野と思われる。また、単に今回紹介したシリーズを使用するだけでなく、複数個直列接続して素子数を増やした応用や、スライド VR の代わりに、あらかじめ設定しておいた抵抗を、CMOS 電子スイッチとマイコンの組合せで切替コントロール

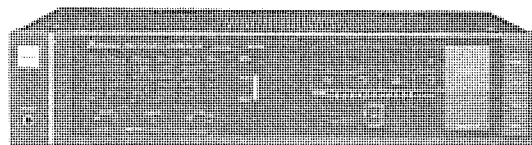


図 12. グラフィックイコライザ 付き プリメインアンプ

することにより、プリセットタイプの音質コントロールシステムなども展開されている。図 12. は M5227P を採用したグラフィックイコライザ 付きのステレオプリメインアンプの例である。

6. む す び

今回製品化したグラフィックイコライザ IC の概略を紹介してきたが、今後の製品化の課題として、CD などで代表されるデジタル音源による高 S/N 、高ダイナミックレンジに対応して、グラフィックイコライザ IC も、更に低雑音、高ダイナミックレンジ、低ひずみ率化が必要となってくる。また、機能面でも、マイコンや専用 LSI とインタフェース化して、スライド VR を電子化したり、また、バーグラフ化表示されたスペクトラムアナライザディスプレイなどとも接続可能な製品が要求されてくると思われるので、今後更にシリーズ化に努めたい。

アモルファスシリコン密着形イメージセンサ

羽山昌宏*・飛田敏男*・加藤雅敏**・井岡晃雄***

1. ま え が き

近年、情報化社会の到来に向けて急激な情報量の処理が必要になっている。このため、ファクシミリ、イメージリダなどの画像読取り装置においても読取り速度、画質の向上とともに小形化・低価格化が望まれている。画像読取り装置の小形化、薄形化、ユニット化を図るために、従来のような縮小光学系ではなく等倍光学系を用いた密着形イメージセンサが必要とされるようになってきた。密着形イメージセンサの出現により、従来品の置き換えとともに新しい用途の展開も予想される。

光電変換材料として優れた特長を持つ a-Si:H 薄膜を用いたサンドイッチ形フォトダイオードアレー、及びこのフォトダイオードを駆動するための専用 LSI と信号処理回路及び光学系を一体化したアモルファスシリコン (a-Si) 密着形イメージセンサを開発し⁽¹⁾、分解能が 8 ドット/mm で A 4 サイズの G 3 ファクシミリ対応のセンサユニットを実用化した。

2. 構造と製造プロセス

新しく開発した密着形イメージセンサは、小形化及び読取り特性の均一化を図るために、フォトダイオードと駆動用 IC とで構成されるセンサ基板、信号処理回路、周辺回路実装などに新技術を開発・適用した。

2.1 構造

a-Si 密着形イメージセンサは、図 1. に示すような七つの要素から構成されている。以下にその要素と機能を示す。

- (1) 原稿ガイド：原稿を搬送するガイド板
- (2) LED アレー：中心波長が 570 nm (Yellow-Green) の原稿照明用光源
- (3) ロッドレンズアレー：原稿上の画像情報をセンサ基板上に等倍結像する光学系で、開口角 20°、物像間距離 16.7 mm、焦点深度 0.2 mm、等価 F 値 0.95 である。
- (4) 放熱板：LED アレーの放熱と機構部を構成
- (5) センサ基板：a-Si ストラップ形 p-i 接合フォトダイオードアレーと駆動用 IC で構成され、光電変換を行う。

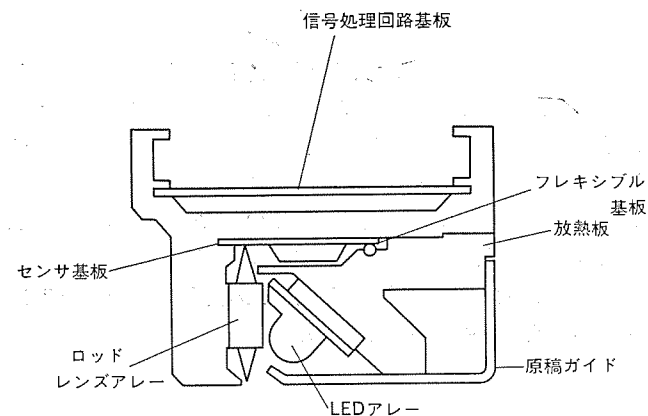


図 1. a-Si 密着形イメージセンサの構成

(6) フレキシブル基板：センサ基板と信号処理回路基板との電気的な接続を行う。

(7) 信号処理回路基板：センサ基板を駆動し、サンプルホールド、不均一補正、などを行い 2 値信号を出力する。

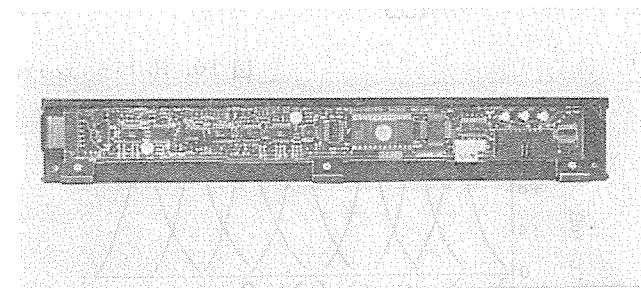
図 2. は読取り原稿サイズ A 4、分解能 8 ドット/mm、の a-Si 密着形イメージセンサの外観である。

2.2 製造プロセスフロー

a-Si 密着形イメージセンサのプロセスフローを図 3. に示す。センサ基板の



(a) センサ基板



(b) 信号処理回路基板

図 2. 密着形イメージセンサユニットの外観
(45.5 mm × 36 mm × 260 mm, A 4 版)

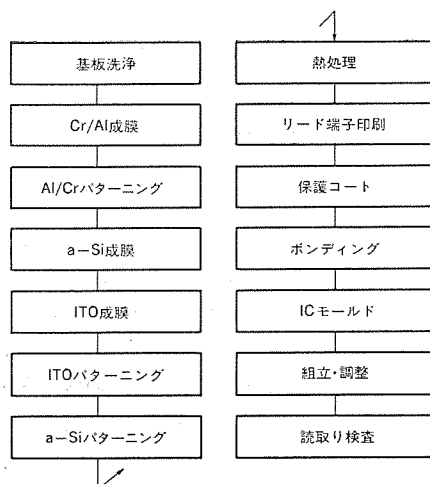


図 3. a-Si 密着形イメージセンサのプロセスフロー

断面図を図 4. に示す。パイレックスガラス基板 (270 mm×20 mm×1.1 mm) 上にフォトダイオードの個別電極及び配線導体として Cr・Al、光電変換材料として i 形及び p 形 a-Si : H、共通電極として ITO が順次成膜及びパターンニングされ、1,728 ドットのサンドイッチ形 a-Si フォトダイオードアレーが形成される。その後、暗電流の低減と特性の安定化のため、250°C の熱処理を経てセンサ部の保護コートが施される。その後、1 チップ 当たり 64 個のフォトダイオードが駆動できる 27 個の駆動用 IC (チップサイズ 7.6 mm×2.5 mm) のボンディング及び IC 保護用モールドが施される。

その結果、フォトダイオードアレーと振動用 IC とを高密度に一体化実装した極めてコンパクトなセンサ基板 (他社に比べて 1/2 以下) が得られた。作成されたセンサ基板に、光学系、信号処理回路基板、機構部などが組立・調整される。

3. 読取りユニット

3.1 センサ基板

3.1.1 フォトダイオード素子

密着形イメージセンサに用いられるフォトダイオードアレーは、良好なフォトダイオード特性と低コスト化が要求される。したがって、コストパフォーマンスの良いフォトダイオード素子構造の設計と材料の選択が重要となる。

水素化アモルファスシリコン (a-Si : H) 薄膜は、

- (1) 不純物のドーピングにより p, n 制御が可能である。
- (2) 可視光に対する吸収係数が大きいため、分光感度が視感度とマッチングしている。
- (3) 高抵抗のためフォトダイオード素子間の a-Si 層のアイソレーションが不要である。
- (4) 大きな明暗比で光応答性の良いサンドイッチ形フォトダイオード素子が可能である。

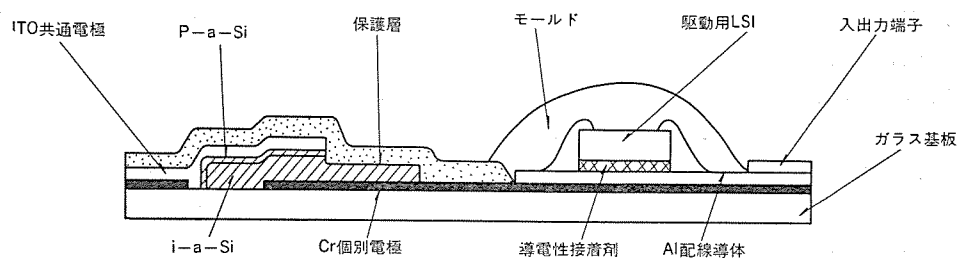


図 4. イメージセンサ基板の構造

(5) 大面積にわたり均一で安定な薄膜が形成できるため、長尺化、大面積化が容易である。

(6) 基板との整合性が良いため、長尺化が容易で安価なガラス基板が使用できる。

などの特長があるため、フォトダイオードの光電変換材料として適しており、密着形イメージセンサのフォトダイオード素子の主流になりつつある。

密着形イメージセンサに用いられるサンドイッチ形 a-Si フォトダイオードアレーの素子構造は、図 5. に示すように a-Si 層がフォトダイオード素子ごとに分離された a-Si 分離形と、連続している a-Si ストライプ形の二つの流れがある。a-Si 分離形の代表例は p-i-n 形フォトダイオードアレー (以下、p-i-n 形と呼ぶ) で、a-Si ストライプ形の代表例はショットキー形フォトダイオードアレー (以下、i ストライプ形と呼ぶ) である。p-i-n 形、i ストライプ形及び a-Si ストライプ形 p-i 接合フォトダイオードアレー (以下、p-i ストライプ形と呼ぶ) のそれぞれについて、素子構造及びフォトダイオード特性を調べた⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾。

その結果、p-i ストライプ形の設計の最適化を図ることによって p-i-n 形と同等の特性をもち、低コスト化を達成することができた。図 5. (a) に示すように、p-i-n 形は隣接フォトダイオード間で a-Si 層が分離されているため、隣接間のクロストークがなく、また a-Si 層の有効面積が小さいことから受光感度領域の広がりが無い反面、a-Si 端面のリーク電流を抑制するために端面パッシベーション膜を必要とする。このため、素子構造及び製造工程の複雑化は避けられず、コスト高になる。しかしながら、p-i-n 接合を用いているため特性は優れ、

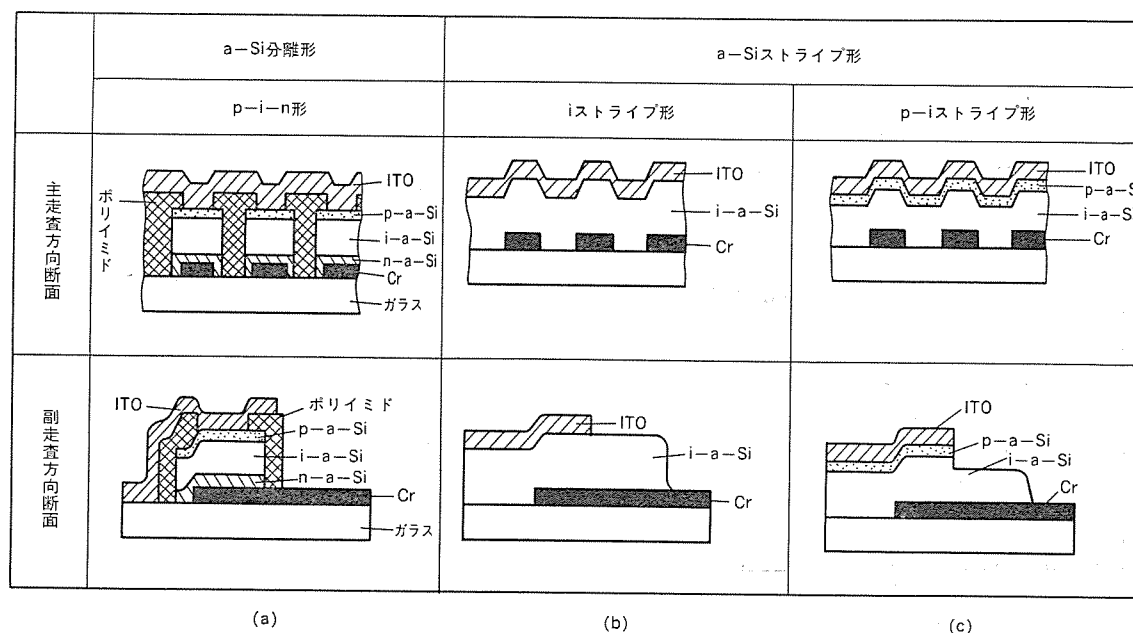


図 5. フォトダイオードアレーの素子構造

安定性、再現性も良い。

一方、iストライプ形は図5.(b)に示すように、素子構造と製造工程が簡単になり低コスト化が図れる。しかしながら、ショットキーバリアはp-i-n接合に比べてその再現性が悪く、i形a-Si層上に特別な前処理を施さずにITOを直接成膜した場合、実用に耐える明暗比と再現性が得にくい。

新しく開発したa-Siストライプ形p-i接合フォトダイオード素子構造は図5.(c)に示すように、パイレックスガラス基板上に、Cr個別電極をパターン形成した後、i形とp形のa-Si層を成膜し、共通上部電極にITOを用いた。a-Si層は、フォトダイオード素子間を分離しないストライプ形状としているが、a-Siの高低抵抗性を利用して端面パッシベーション膜を不要とした。また、p形a-Si層は、受光感度領域の広がりを抑止する目的でITO膜が被覆されていない領域を除去した。

a-Si薄膜は、 H_2 希釈した SiH_4 ガスのグロー放電法を用い、i形とp形a-Si:H膜を連続したチャンバで積層した。なお、p形a-Siのドーピングガスは B_2H_6 ガスを用いた。a-Siの成膜条件は成膜圧力が130 Pa、基板加熱温度が250°Cである。i形とp形a-Siの成膜速度は、それぞれ、23 nm/min、3.1 nm/minである。

i形a-Siの標準的な暗導電率と光学的バンドギャップは、 1×10^{-9} S/cm、1.76 eVであり、p形a-Siのそれぞれは、 4.5×10^{-3} S/cm、1.60 eVである。a-Si薄膜は CF_4 ガスを用いたプラズマエッチング法によりパターン形成をした。ITO膜の特性はシート抵抗 $15 \Omega/\square$ 、透過率は85%以上である。

図6.にp-iストライプ形の標準的な電流-電圧特性を示す。光電流は570 nm、100 lxのもとで測定した。なお、図には比較のため同じ解像度である8ドット/mmのp-i-n形と、ITO成膜前に特別な前処理を施したiストライプ形の標準的な暗電流-電圧特性を示した。この図から分かるように、p-i-n形は良好な整流特性を示している。密着形イメージセンサの使用領域である負印加電圧のもとでは、p-iスト

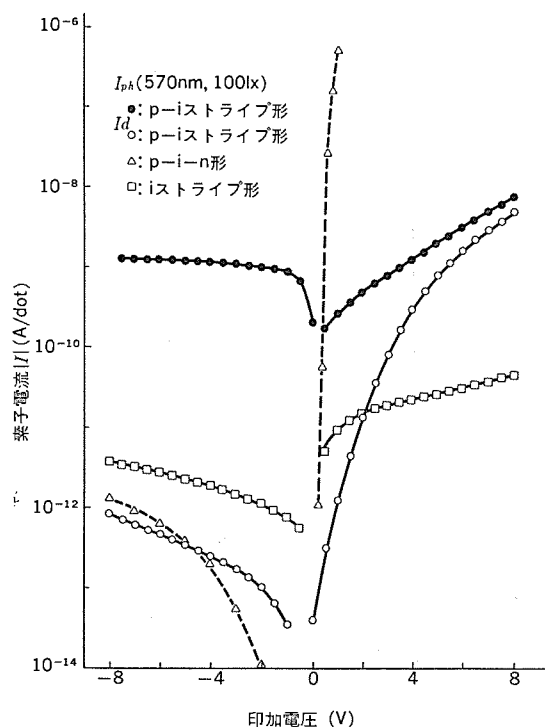


図 6. 電流-電圧特性

ライプ形はp-i-n形と同レベルの小さなリーク電流を示し、iストライプ形より優れていることが分かる。

p-iストライプ形とiストライプ形の光電流と電極構造について調べた結果、光電流はa-Siのストライプ幅に依存することが分かった⁽³⁾⁽⁴⁾。受光感度は、a-SiがCrとITOの両側電極によって挟まれた領域だけでなく、特にa-SiがCrの片側電極のみをもつ領域にも存在することが分かった。Crの片側電極のみをもつa-Si領域の受光感度は、両側電極によって挟まれたa-Si領域の5%弱(100 lx)であった。

Crの片側電極のみをもつa-Si領域幅が0.7 mmのとき、光電流は両側電極によって挟まれたa-Si領域の光電流の1.2~1.3倍程度であった。これに対して、ITOの片側電極のみをもつa-Si領域の光電流は、両側電極によって挟まれたa-Si領域の約0.4%で無視できることが分かった。Crの片側電極のみをもつa-Si領域は、光電流の負電圧依存性を大きくさせる原因となり、また光電流(I_p)-照度(L)特性の γ 値($I_p \propto L^\gamma$)は0.85と小さく γ 値を低下させる原因となっている。

以上のように、a-Si層をストライプ形状とすることによるフォトダイオード特性の低下を抑止する目的で、Crの片側電極のみをもつp形a-Si層の除去と、a-Si幅及びセンサ部からのCr電極取り出しパターンなどの設計の最適化を行うことによって、極めて良好な特性を得ることができた。

その結果、明暗比が1,000以上で、光電流のバイアス電圧依存性が小さくなり、 γ 値として0.96が得られた。分光感度特性は図7.に示すように可視光620 nmで極大をとる。素子を形成した後、暗電流の低減と特性の安定化を図る目的で250°Cの熱処理を施した。

3. 1. 2 周辺実装

フォトダイオードは、光透過率95%以上の透明シリコン樹脂をスクリーン印刷した保護コート(膜厚50 μ m)で被覆した。その結果プレッシャックカーテスト(121°C、2 atm.) 330時間、温度サイクル(-30~+85°C、各30分) 350サイクルの信頼性試験後もフォトダイオードの光電流、暗電流、などフォトダイオード特性にはほとんど変化がなく、極めて良好なパッシベーション効果が得られた。

ICチップは、Al配線にAgエポキシ系の導電性ペーストでダイボンディングした後、115 μ mピッチのワイヤボンディングを行った。センサ基板の共通電極の一部及びI/O端子はAlパッド上にAuポリイミド系の導電性ペーストを用いたコーティングを行い、フレキシブル基板と圧接により電気的なコンタクトを得ている。フレキシブル基板には、ノイズ抑止用のチップコンデンサが電源ラインとアース間にはんだ付けされ、センサ基板との接続部の端子はAuめっきされている。

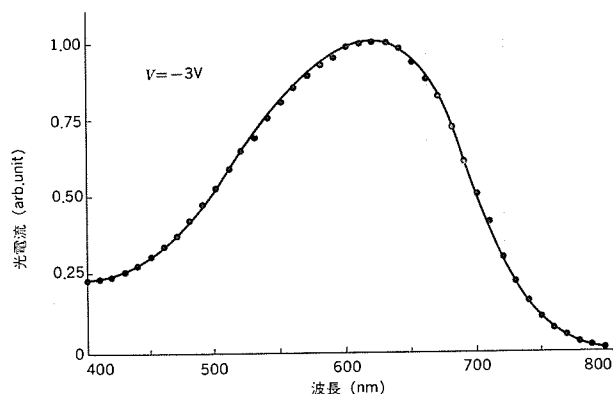


図 7. フォトダイオードの分光感度特性

これらの周辺実装ではセンサ基板に加わる熱履歴、基板のハンドリング・保管・乾燥時におけるセンサ基板の帯電、ワイヤボンディング時のサージ発生、などに起因するフォトダイオードの特性劣化ないしは破壊が発生しやすい。そこで、センサ基板の製造プロセス及び実装プロセスにおける静電気対策のため、プロセスの細部において特別な工夫を行った。

3.2 駆動回路

3.2.1 基本動作

読取りユニットの光電変換方式として、蓄積方式を用いている。図8. に回路構成を示す。シフトレジスタには、クロック信号と1クロック分だけHighレベルのSIN信号が、周期的に入力される。図において、2番目のフォトダイオードS₂に注目すると、シフトレジスタのQ₃出力がHighレベルになったときトランジスタTr₂がONになり、ダイオード容量C_dが充電される。Q₃がLowレベルになり、再びSIN信号が入力されてQ₃がHighレベルになるまでの時間には、フォトダイオードに、入射光量に比例した光電流が流れ、これはダイオード容量C_dの放電電流となる。この1周期の時間を蓄積時間T_sといい、蓄積時間T_sを経過した後、Q₂がHighレベルになると、バッファアンプの出力に接続されたアナログスイッチがONになり、出力端子には次式で与えられる電圧V_oが出力される。

$$V_o = \frac{-\int_0^{T_s} I_P \cdot dt}{C_d} \dots\dots\dots (1)$$

動作領域で光電流I_Pは、端子間電圧に依存しないため、入射光量が一定であれば式(1)は、

$$V_o = \frac{-I_P \cdot T_s}{C_d} \dots\dots\dots (2)$$

となり、入射光量に比例した出力が得られる。

3.2.2 駆動用IC

駆動用ICは図8. に示すように、64個のバッファアンプ、アナログスイッチ、センサリセット用スイッチ及び65段のシフトレジスタで構成されている。図において、配線パターン線の線間容量の影響を考えると、2番目のフォトダイオードS₂の信号が、出力端子V_oへ出力されるとき、同時に1番目のフォトダイオードS₁への充電が行われ、線間容量C₁₂を通じて電荷が流れ込み出力信号を変動させることが分かる。したがって感度均一性を高めるためには、線間容量を小さくし、更にそのばらつきを小さくすることが必要である。

このために駆動用ICのセンサ入力パッドは、ICチップの一辺に千鳥状に集中して配置させている。フォトダイオードからの配線長がほぼ一定になり、個別電極の線間容量のばらつきによる感度均一性への影響はなくなっている。また、このICを使用した結果、センサ基板幅を20mmと極めて減少させることができた。なお、駆動用ICはフォトダイオードからの入力リーク電流を100pA以下とするために、回路全体をCMOSで構成した。

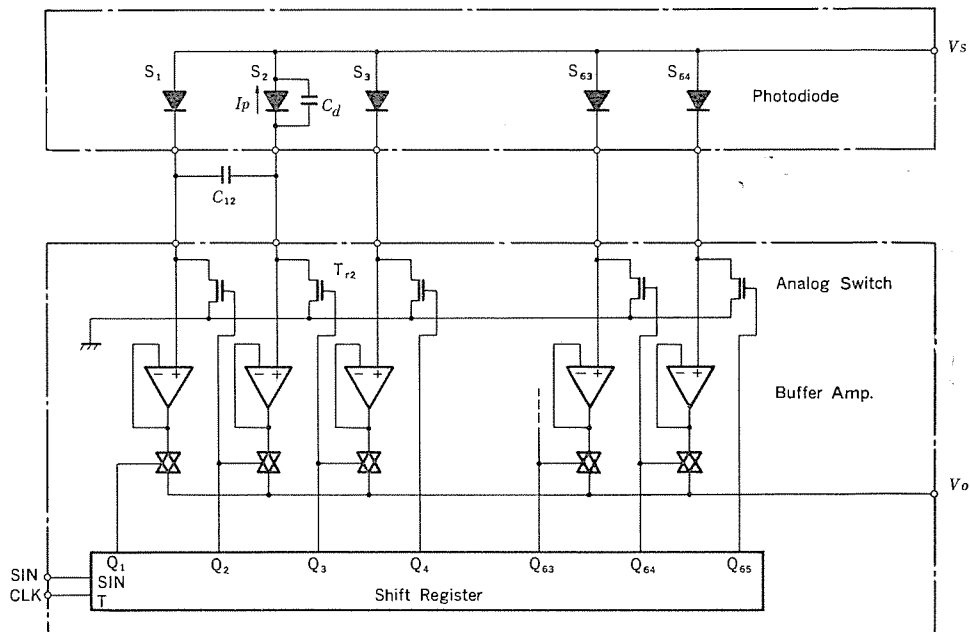


図8. 密着形イメージセンサの等価回路（駆動用IC1チップ分）

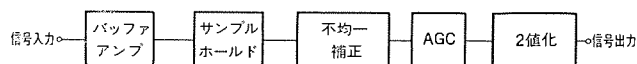


図9. 信号処理回路のブロック図

3.2.3 信号処理回路

信号処理回路のブロック図を図9. に示す。センサ基板から得られる信号入力、バッファアンプにより増幅されサンプルホールドされた後、不均一補正回路に入力される。不均一補正回路では、センサの感度ばらつき、照明むら、などに起因する信号の不均一性が、あらかじめROMに格納されているデータによりビットごとに補正される。補正された信号は、AGC回路、2値化回路を経て2値信号として出力される。したがって、外部からクロック信号とデータ要求信号を入力するだけで2値信号を得ることができる。

このように、読取りユニットは信号処理回路と光学系が一体化されているため、ユーザーは無調整で使用できるようになっている。

3.3 読取り特性

図10. はセンサ基板の光電変換特性を示している。図から飽和露光量は1.5lx・s、光電変換特性のγ値は0.96となり非常に良い直線性を示している。この数値は、精度の高い2値出力が得られるだけでなく、このセンサが中間調の読取りにも十分適用できることを示している。

図11. は解像度特性を示しており、4lp/mm (line pair/mm) の空間周波数におけるMTF (Modulation Transfer Function) は56%であり、十分な解像度を持っている。表1. にこの密着形イメージセンサの諸特性を示す。また、図12. にはこの密着形イメージセンサで読み取った信号を感熱プリンタに出力させた例で、主走査方向及び副走査方向ともに十分な解像度が得られている。

4. む す び

a-Siフォトダイオード素子とその駆動用IC、信号用処理回路及び光学系を非常にコンパクトにユニット化したa-Si密着形イメージセンサを開発・実用化した。これは、分解能8ドット/mm、A4サイズ、読取り速度

表 1. 密着形イメージセンサの性能

項 目	仕 様
光 セ ン サ	a-Si ストライプ形 p-i 接合フォトダイオード
有効読取り幅	216mm (A4 サイズ)
総画素数	1,728 ドット
画素密度	8 ドット/mm
M T F	56%
飽和露光量	1.5 lx·s
走査時間	2.5 ms/line
最大クロック周波数	0.85 MHz
照明光源	LED アレー ($\lambda=570$ nm)
導光系	ロッドレンズアレー
駆動方式	専用 IC を用いた独立駆動方式
信号出力	2 値

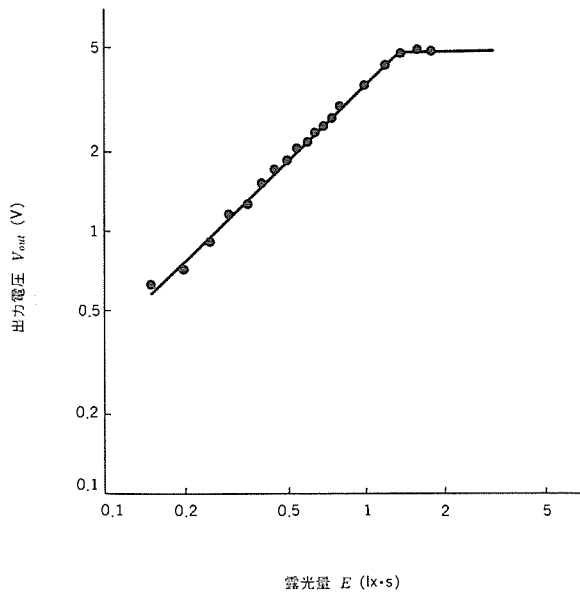


図 10. 光電変換特性
(飽和電光量: 1.5 lx·s)
(γ 値(傾き): 0.96)

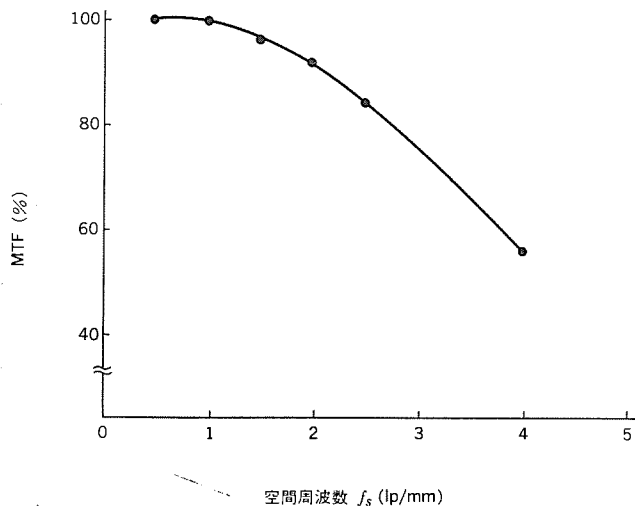


図 11. 解像度特性

2.5 ms/ラインの G3 ファクシミリ対応のもので、コストパフォーマンスに優れている。この a-Si 密着形イメージセンサは装置の小形化、ユニット化、

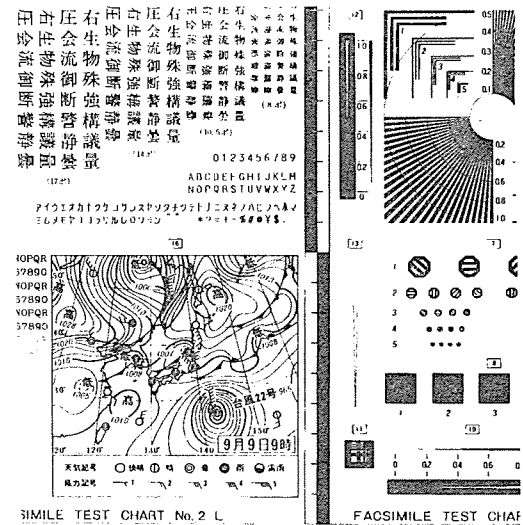


図 12. 読取り例

高性能化、高信頼性によって、ファクシミリのみならず、今後新しい応用・展開を図れるものと期待される。

今後は高解像度化、読取りサイズの大形化、コストパフォーマンスの更に向上を目指した開発により、市場ニーズにこたえる所存である。

(原稿受付昭 61-6-4)

参 考 文 献

- (1) 加藤ほか: 信学総全大, No. 1254 (昭 61)
- (2) H. Miki, M. Hayama, K. Kobayashi, N. Nakagawa, M. Otani and Y. Onishi: J. Non-Crystal, 77 & 78 (1985) 1417
- (3) 羽山ほか: 信学部門全大, No. 248 (昭 60)
- (4) M. Hayama, K. Kobayashi, H. Miki and Y. Onishi: Mat. Res. Soc. Symp. Proc., 1986 Spring, to be published.
- (5) 小林ほか: 第 32 回応物理学全国大会, No. 30 a-T-9 (昭 60)

大出力CO₂レーザ溶接技術

平本 誠剛*・大峯 恩*・奥田 滝夫*・永井 治彦**・菱井 正夫***

1. ま え が き

CO₂レーザは、近年その大出力化が図られ、電子ビームとともに高エネルギー密度熱源として、切断をはじめ溶接、熱処理などの加工分野に適用されている⁽¹⁾。筆者らは通商産業省の大型プロジェクト「超高性能レーザ 応用複合生産システム」(昭和52~59年度)の一環として、20 kW 級大出力 CO₂レーザ 発振器及び加工技術の開発を行ってきた⁽²⁾。

本稿では、新しい放電励起方式 SAGE を採用した加工用の連続発振大出力 CO₂レーザを用いた深溶込み溶接について紹介する。特に、不安定形共振器の主要パラメータであるビームの拡大率 (M 値) や、集光ビームの焦点深度の溶込み深さやビード形成現象に及ぼす影響について、電子ビーム溶接の場合と比較しながら述べることにする。

2. 20 kW 級大出力 CO₂ レーザ

2.1 SAGE 式レーザの特徴

ここで使用した大出力レーザでは、長時間にわたって安定したビーム品質と出力を確保するために、半透過鏡を使用しない不安定形共振器を採用している。この発振器は3軸直交形(光軸、放電、ガス流の

3軸が互いに直交した構成のものをいう)で、無声放電(Silent Discharge: SD)を補助放電とした直流グロー放電の励起方式(Silent-discharge Assisted DC Glow Discharge Excitation: SAGE方式)を新しく取り入れたものである⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾。

20 kW 級大出力 SAGE 方式 CO₂レーザの外観を図1に示す。写真からもわかるように、20 kW レーザとしてはコンパクトな装置である。図2は共振器の光学系を示したものである。正分岐共焦点形共振器の不安定形共振器で、一組の凹面及び凸面全反射ミラーで構成されている。ビームの取り出しは、凸部ミラーの近くに配置された穴あきミラーで行われるが、取り出されるビームはドーナツ状のリングモードビームである。

不安定形共振器では、リング状パターンの外径 D_2 と内径 D_1 との比(D_2/D_1)をビーム拡大率 M と呼ぶが、この拡大率 M がビームの集光特性、エネルギー分布特性や溶接性能に重要な影響を及ぼす⁽⁶⁾。

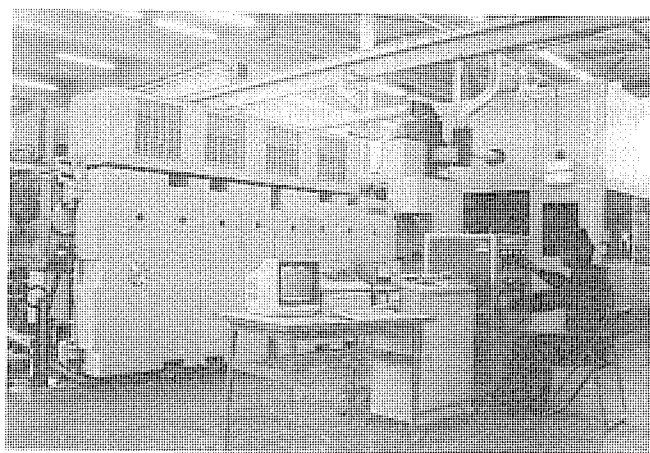


図 1. SAGE 方式 CO₂レーザの外観

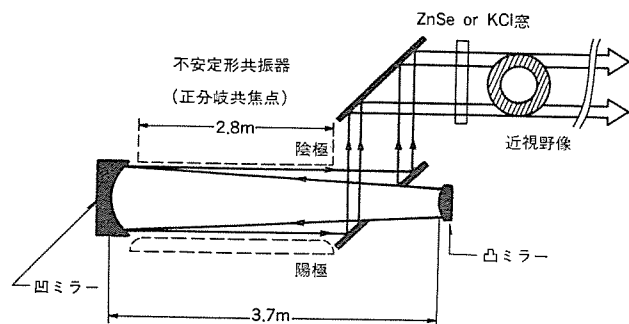
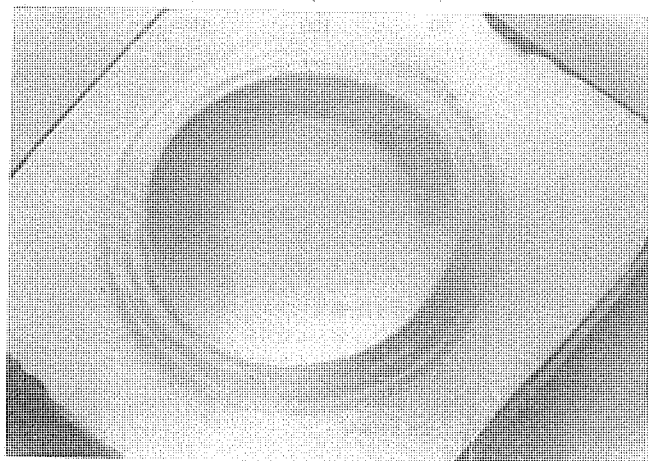
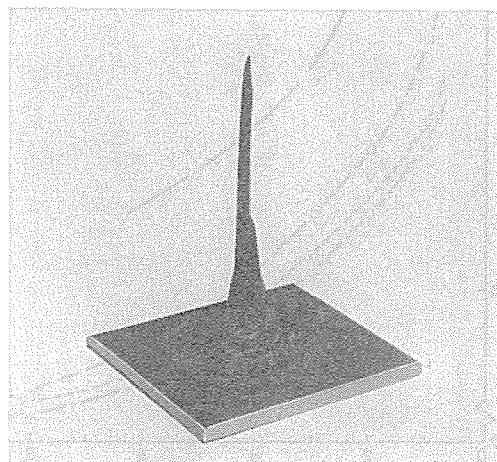


図 2. 共振器光学系の構成



(a) 近視野パターン



(b) 遠視野パターン

図 3. ビームパターン

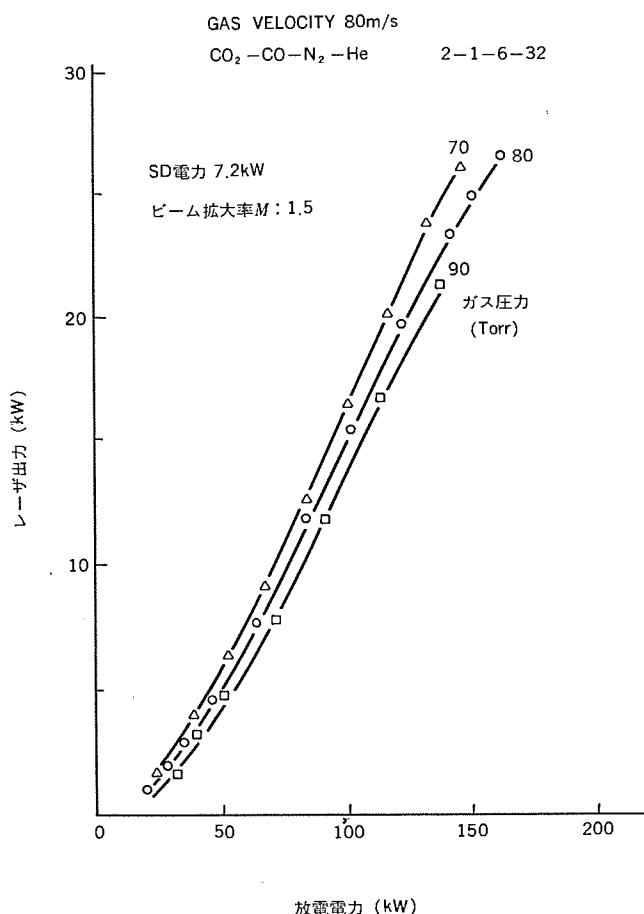


図 4. 発振出力特性

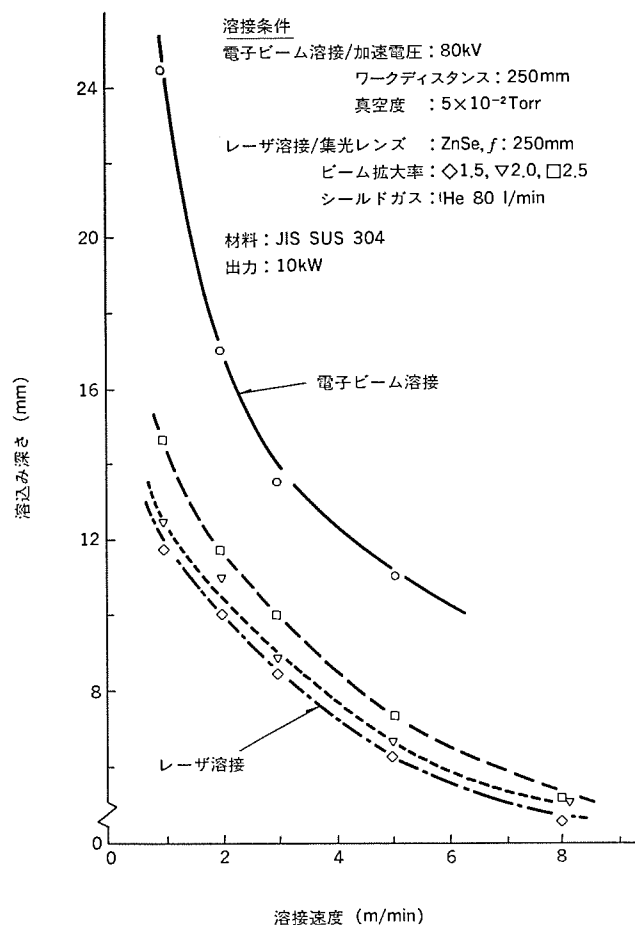


図 5. 溶接性能

ビーム拡大率 M は、共振器を構成する光学素子を変更することにより設定できるが、本稿では M の値を 1.5, 2.0, 2.5 に設定した場合について述べることにする。

取出しミラーにより、共振器外部に取り出されたビームは、取出し窓近傍（近視野）では、図 3. (a) のアクリルパターンレプリカ像で示すような中抜けのリング状をしているが、レンズやミラーなどの集光用光学素子により集光すると、光の回折現象により遠視野像は、同図(b)に示すような中央に鋭いピークをもつ軸対称のガウシアンモードに近いエネルギー分布形態となる。

2.2 発振特性

20 kW 級大出力 CO₂ レーザの発振特性を図 4. に示す。これは最大出力を得たときの発振特性で、高出力領域でも発振効率が低下しないように、補助放電用の SD 電力を適当な値に設定することにより得られたものである。各ガス圧力において、出力はほぼ直線状に増加し 20 kW 以上の出力が得られている。

ガス圧力 80 Torr, ガス封じ切り条件下において、最大出力 26.5 kW, 発振効率 16.5 % が得られ、長時間の連続運転においても安定した出力が確保されている。

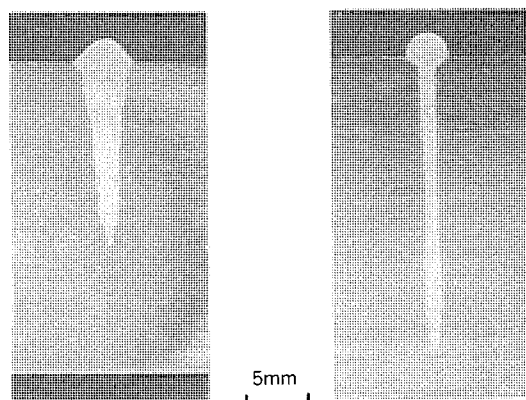
3. 溶接現象の特徴

電子ビーム溶接やレーザ溶接では、被溶接材のビーム照射部にビームホールと呼ばれる深いキャビティが形成され、被溶接材内部にエネルギーが直接伝達され、深い溶込みが形成される。このビームホールは、照射ビームの集光状態によって大きな影響をうける。ここでは、ビームの集光特性に影響を及ぼすビーム拡大率 M や焦点深度とビード形成現象との関係について述べることにする。

3.1 ビーム拡大率 M の溶込み深さに及ぼす影響

ビーム拡大率 M は既に述べたように、ビームの外径と内径との比であるが、リングモードビームをレンズで集光すると、中心部に鋭いピークをもつエネルギー分布形態となり、 M 値が大きいくほど中心強度は高く、集光スポットは小さくなる（ただし回折理論が成立する範囲）ので、エネルギー密度は高くなる。

図 5. は各溶接速度における溶込み深さを、 M 値をパラメータとして示したものである。なお、図中には比較のために電子ビーム溶接の場合の溶込み深さを併記してある。供試材料は 25 mm 厚のステンレス鋼 SUS 304 で、溶接姿勢はすべて下向き姿勢である。レーザ溶接ではシールドガスとしてヘリウムガスを用いたが、プラズマ除去は特に



レーザー溶接 ($M: 2.5$)

電子ビーム溶接

(材料: JIS SUS 304, 出力: 10kW, 溶接速度: 1m/min)

図 6. ビード断面形状の比較

こなわなかった。

レーザや電子ビーム溶接では、ビーム集光位置（焦点）を被溶接材のどの位置に設定するかによって、溶込み深さが著しく変化するビードの遷移現象⁽⁷⁾が現れるが、予備検討の結果から各速度における最大溶込みを与える位置に設定した。いずれの溶接法においても、溶込み深さは溶接速度が大きくなるとともに減少してゆくが、低速度域での溶込み深さの減少傾向は電子ビーム溶接の方が著しく、レーザ溶接では比較的小さい。いかえると、電子ビーム溶接では溶接速度を遅くすると溶込みは急に大きくなるが、レーザ溶接ではさほど大きくならないということである。

これはレーザ溶接の場合は、低速域ではプラズマの発生が顕著で、レーザビームがこのプラズマに吸収あるいは散乱され、ビームエネルギーがビームホール底部に有効に伝達されなくなるためであること、及び溶込みが深くなって溶融金属の一部がビームホール底部に流れ込み、ビームが底部に直接作用しなくなるためであると思われる。しかし M 値が大きくなり、ビームエネルギー密度が高くなると、ビームホールの形成が安定に維持されるので、ビームホール底部まで直接エネルギーが投入され溶込みが大きく増加するものと考えられる。

レーザ及び電子ビーム溶接におけるビード断面形状の一例を図 6. に示す。 M 値が 2.5 と大きいので、底部のとがった“くさび形”のビードが得られ、電子ビーム溶接の場合と同様にアスペクト比（溶込み深さ／ビード幅）の大きなビード形状となっている。図 7. は M 値を変化させたときの溶込み深さ及び溶込み形状の変化を示したものである。 M 値が大きくなるに従いビード幅が狭くなり、溶込み深さが大きいビード形状へと変遷していくのがわかる。

3.2 ビード形成現象

ビーム拡大率は、溶込み深さのみならずビード形成現象にも大きな影響を及ぼす。

図 8. は各 M 値におけるハンピングビードの発生限界を示したものである。ここでハンピングビードというのは、ビード幅が周期的に変動した凹凸のはげしいビード形態を示すもので、ときにはビード側部に鋭い切り込みの生じたアンダカットを伴うことがある。これは溶接進行方向に細長のびた液柱の不安定現象に基づくもので、高速になるほど発生しやすいものである。したがって、このハンピングが発生すると健全な溶接部が得られないので、これが溶接の限界速度となるわけである。ハンピング発生限界が高速側にあればあるほどよいわけであるが、図 8. に示すように、 M 値が大きくなってビームの集光性が良くなるほど、すなわちエネルギー密度が高くなるほど低速側でハンピングが発生する。 M 1.5 でのハンピング発生限界は約 10 m/min であるのに対し、 M 2.5 では約 5 m/min 付近でハンピングが発生するようになる。アンダカットを伴うハンピングは、いずれの M 値においてもほぼ 15 m/min 付近で発生するようになる。

電子ビーム溶接の場合と比較したものを図 9. に示す。いずれの出力においても M 値が大きいくほど低速でハンピングが発生しており、 M 2.5 の場合には電子ビーム溶接の場合とほぼ同様の傾向を示す。

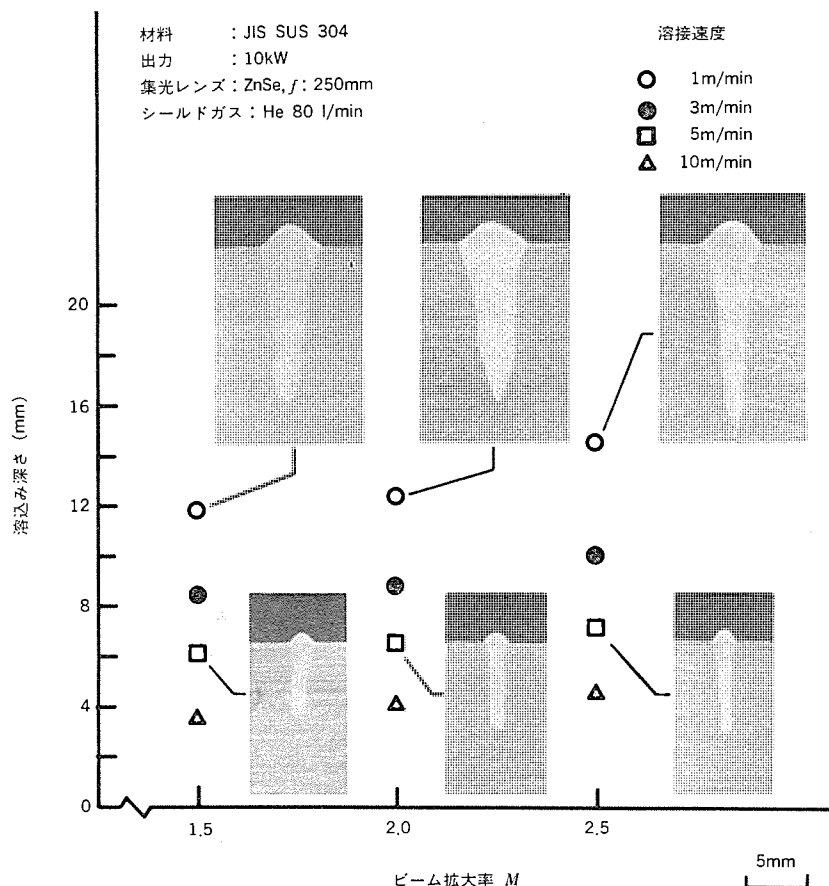


図 7. ビーム拡大率の溶込みに及ぼす影響

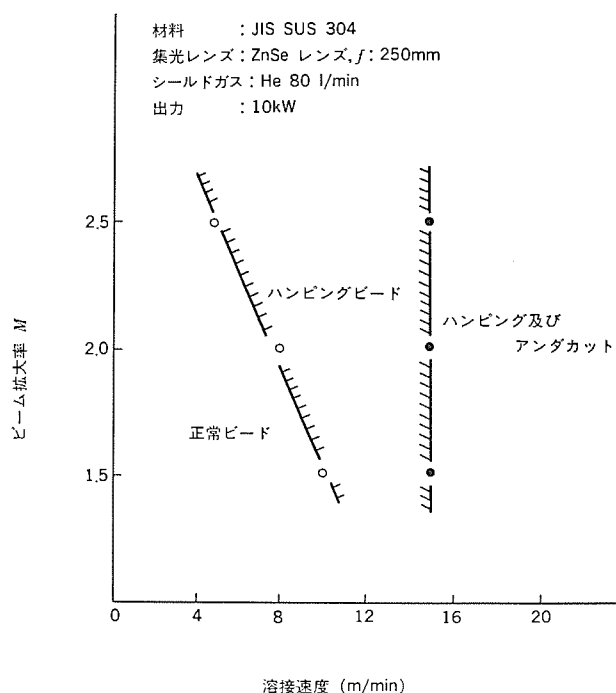


図 8. ハンピング発生限界 (M 値の影響)

ただし、電子ビーム溶接の場合にはいずれもアンダカットを伴うハンピングとなっている。

以上のことからレーザ溶接の場合、ビーム拡大率 M を大きくするとビード形成現象は電子ビーム溶接の場合とよく似たものになること

がわかる。

3.3 焦点深度の溶込み深さに及ぼす影響

レーザービームは一般に焦点深度が浅いといわれており、深溶込み溶接を行うには、できるだけ焦点深度の深い光学系を選択する必要がある。焦点深度とは、ビームの活性領域（ビームのエネルギー密度がほぼ一定の領域）の大きさをいうが、ここでは集光ビームのスポット半径が焦点面でのスポット半径の $\sqrt{2}$ 倍になる点の焦点面からの距離の2倍を焦点深度と定義する。回折理論によれば、焦点深度は光学系の F 値（ F =焦点距離/ビーム径）の2乗に比例するが⁽⁴⁾、その反面 F 値が大きくなると、焦点面でのビームスポット径は F 値に比例するのでビームが絞られなくなり、結果としてエネルギー密度が低下する。

図10. は F 値の溶込み深さに及ぼす影響を示したものである。低速（1 m/min）では、 F 値が大きくなるに従ってビード幅が広くなり、“ワインカッブ”状のビード形状となるものの溶込み深さはあまり変化しない。すなわち低速域では長焦点レンズを用いても、ビームの活性領域が長いので溶込み深さはあまり減少しないものと思われる。しかし、高速（5 m/min）の場合にはビームのエネルギー密度が溶込みを大きく支配するようになるので、エネルギー密度の低い長焦点レンズを用いた場合には、溶込み深さは急激に小さくなってゆくことがわかる。

4. む す び

新しい放電励起方式 SAGE を用いた 20 kW 級大出力 CO₂ レーザを用いた深溶込み溶接技術を紹介した。要点をまとめると次のようになる。

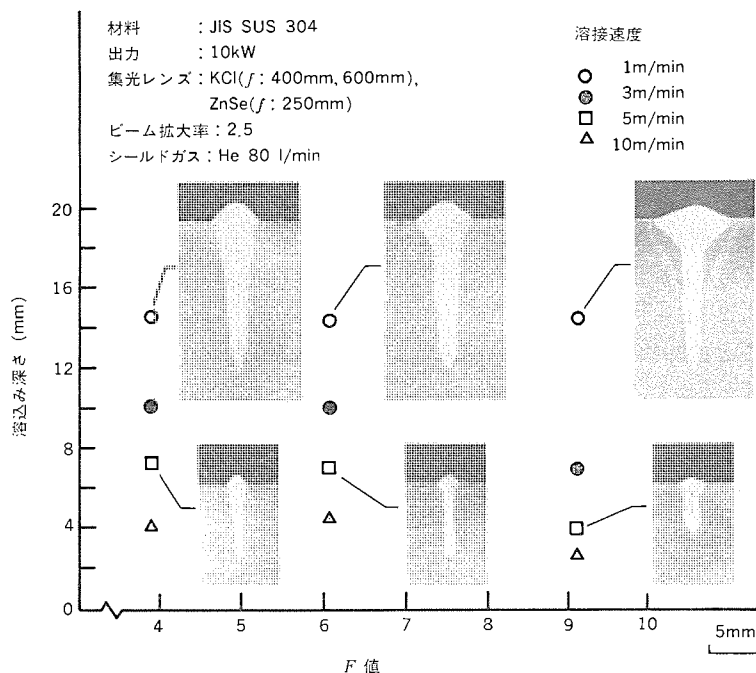
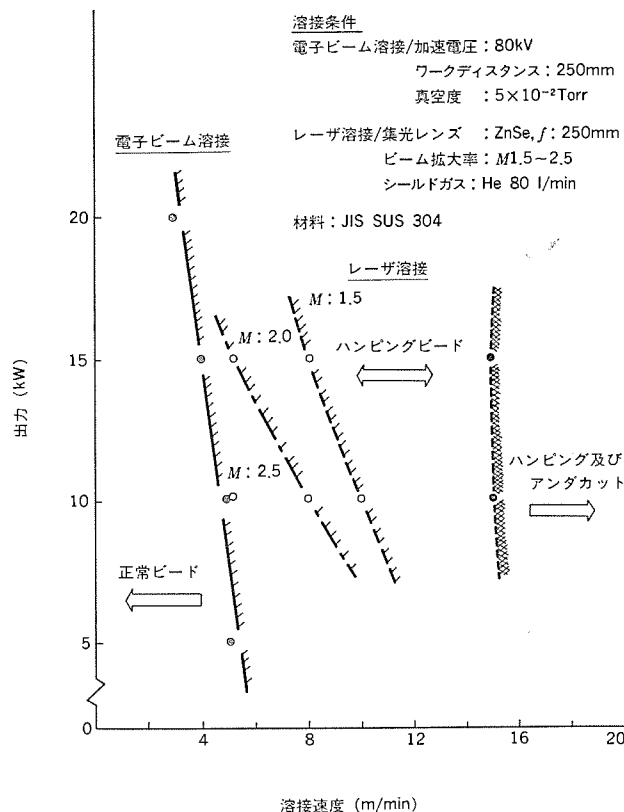
- (1) リングモードビームにおいては、ビーム拡大率 M は溶込み深さに大きな影響を及ぼし、 M 値が大きいほど深溶込みが得られ、アスペクト比の大きな溶込み形状となる。今回、溶接速度 1 m/min、出力 10 kW の条件下でステンレス鋼の溶接に対して、14.5 mm の溶込みが得られた。
 - (2) ビード形成現象は、 M 値が大きくなるに従い電子ビーム溶接のそれに近づき、ハンピング発生限界も低速側に移行する。
 - (3) 低速度条件下では、 F 値を約4～約9まで変化させても溶込み深さに大きな変化はみられなかった。ただし F 値が大きくなると表面ビード幅が広くなり、溶込み形状はワインカッブ状を呈するようになる。また高速域では F 値の増大とともに溶込み深さは急に浅くなり、ビームのエネルギー密度低下の影響が大きいものと判断される。
- 20 kW 級大出力 CO₂ レーザは、産業用レーザとして信頼性、耐久性が証明され、今後ますます高能率加工機として溶接や熱処理といった熱加工分野で広く利用されるものと期待される。

（原稿受付 昭61-6-30）

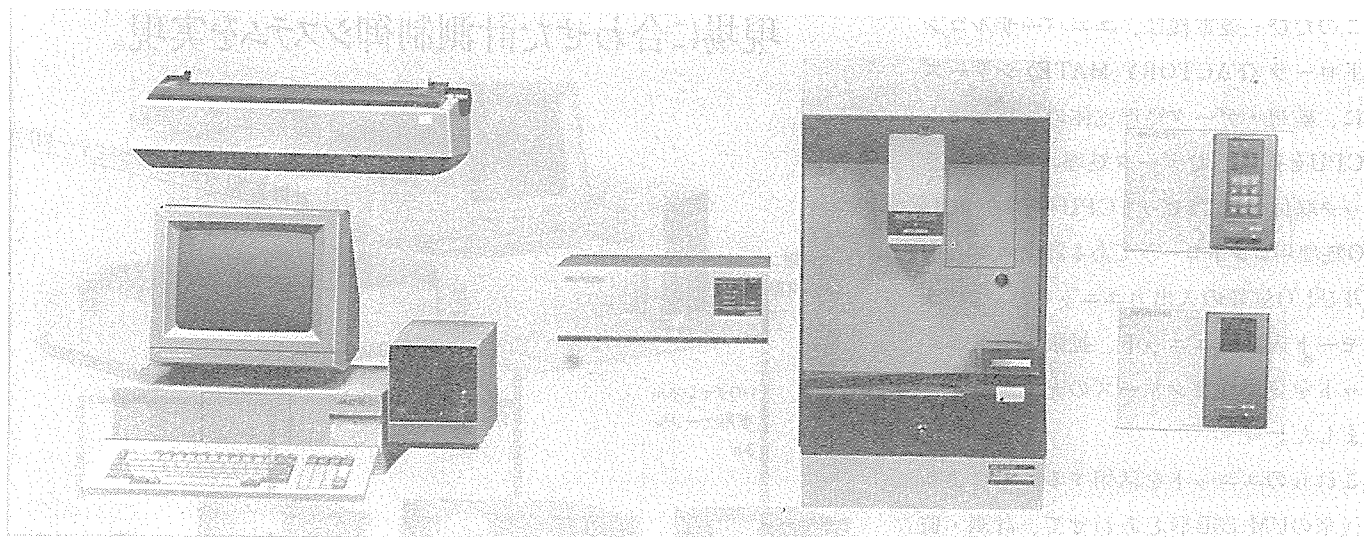
参 考 文 献

- (1) A. Uomori et al.: IIW Doc. No. IV-375-84 (1984)
- (2) 秋葉ほか：超高性能レーザ 応用複合生産システム研究開発成果発表会論文集，p. 295 (1985)
- (3) 菱井ほか：三菱電機技報，60，No. 3，p. 22 (昭61)

- (4) 菱井ほか：レーザー学会研究会報告，RTM-84-26，p. 19 (昭59)
- (5) 永井ほか：光学，14，No. 3，p. 185 (昭60)
- (6) 高浜ほか：レーザー研究，13，No. 4，p. 17 (昭60)
- (7) 荒田ほか：溶接学会誌，49，No. 10，p. 29 (昭55)



三菱入退室管理システム 《MELACCESS》



このたび三菱電機では、三菱入退室管理システム《MELACCESS》(メルアクセス)を製品化しました。

急速な情報化を遂げ、複雑になっていく現代社会では、より高度なセキュリティが必要となっています。《MELACCESS》は、その要請に応えるべく、これまでのシステムが持たなかった掌形判別機を個人識別装置として採用。より正確なID(個人識別)を実現し、さらにアクセスコントロール機能と管理機能を一段と充実させ、厳重で確かな入退室管理を可能としました。

《MELACCESS》は、重要施設からオフィスにいたるまで、安全対策を求められるあらゆる場所に適用できます。

特長

●最大2000人の個人識別能力。

ID番号、氏名、所属、アクセスレベルなどの個人情報の変更、抹

消も簡単に行え、個人情報管理のわずらわしさを解消しました。

●入室時だけでなく、退室時も管理。

入室・退室の対(つ)い管理も行っており、不正な行動を見逃さず、管理エリアへのアクセス状況を細かく把握できます。

●4種類の個人識別装置は構成自在。

個人識別装置として掌形判別機、テンキー付カードリーダー、カードリーダー、テンキーが用意されています。管理エリアのセキュリティレベルに合わせて、適性かつ柔軟なシステム構成が可能です。

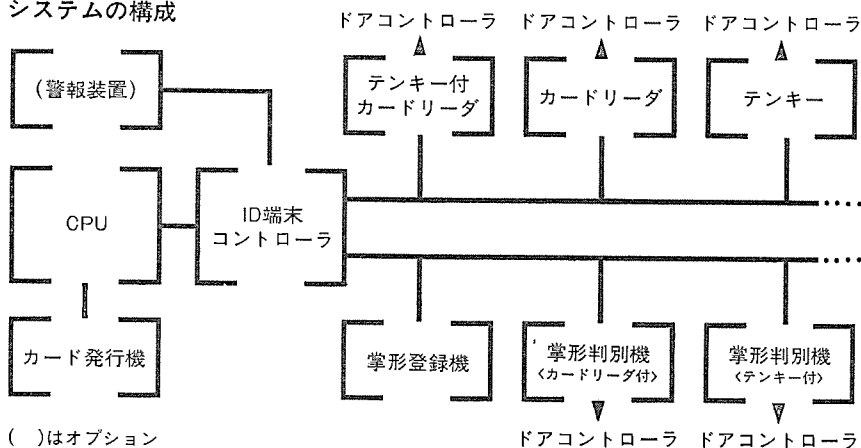
●入退室記録データの記憶容量は、約36万回分。

フロッピーディスクによる外部バックアップも可能で、データ検索機能も充実しており、これまでのシステムのように多大な保管スペースと時間を必要としません。

●充実したアクセスコントロール機能。

中央処理装置(CPU)による一元管理のもとに、アクセスレベル規制、時間帯規制、不正アクセス監視、在室者確認など、ほかにも多くの機能が用意されています。

システムの構成



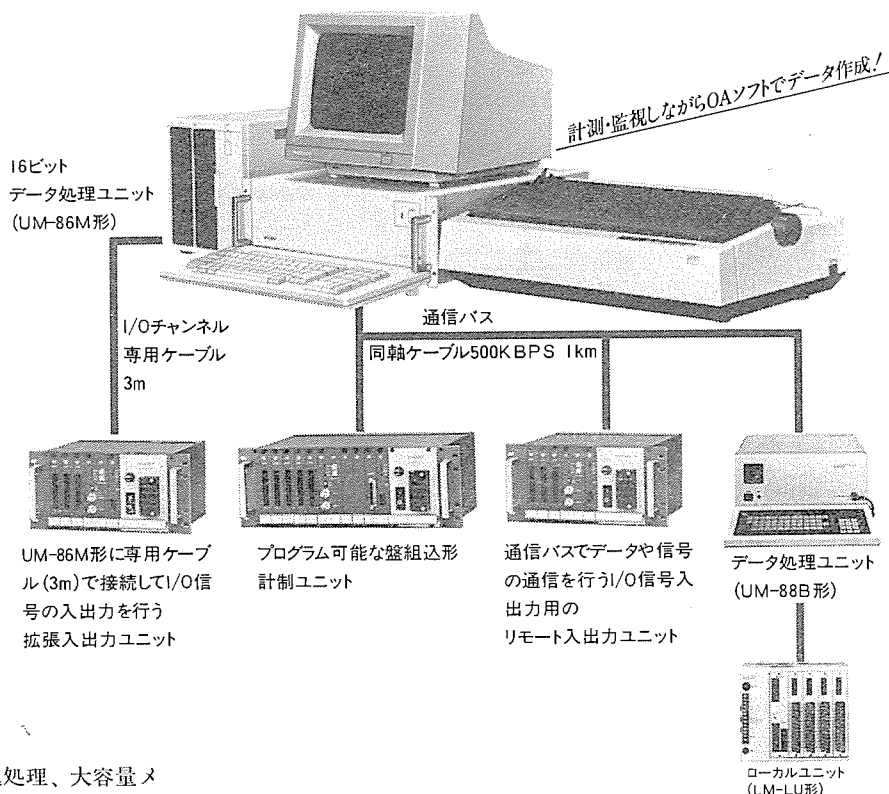
仕様

項目	諸元
暗証番号	最大7けた
発行レベル	最大8レベル
アクセスレベル	最大16レベル
時間帯規制	最大16レベル
パスワード	2レベル
登録人数	最大2000人
端末機数	最大30台
伝送距離 (IDTC～端末間)	最大1 km

現場に合わせた計測制御システムを実現。

このたび三菱電機は、ユニバーサルコントローラ〈FACTORY MATE〉シリーズに、監視・データ処理主体の、16ビットCPUを搭載したデータ処理ユニット、ラック取付構造で8ビットCPUを搭載したI/O処理用コントローラである計制ユニット及びI/O信号の入出力ユニットとして、リモート入出力ユニット、拡張入出力ユニットを登場させシリーズの充実をはかりました。

これらのユニットを活用することにより従来のUM-88B形とあわせて、計測・監視・データ処理のシステムが、より一層システム構成しやすくなりました。



特長

■データ処理ユニット

- 16ビットCPU(8086-2、8MHz)を採用し、高速処理、大容量メモリ(最大832Kバイト)を実現しています。
- 日本語コンカレントCP/M-86を採用し、マルチタスク処理が可能です。
- 三菱パーソナルコンピュータMULTI-16と互換性を持たせてあるため、MULTI-16の資産がそのまま流用できます。
- リモート入出力ユニット、計制ユニット、UM-88Bとは500KBPSの高速通信でリンクでき、配線工事の費用の削減がはかれます。

■計制ユニット

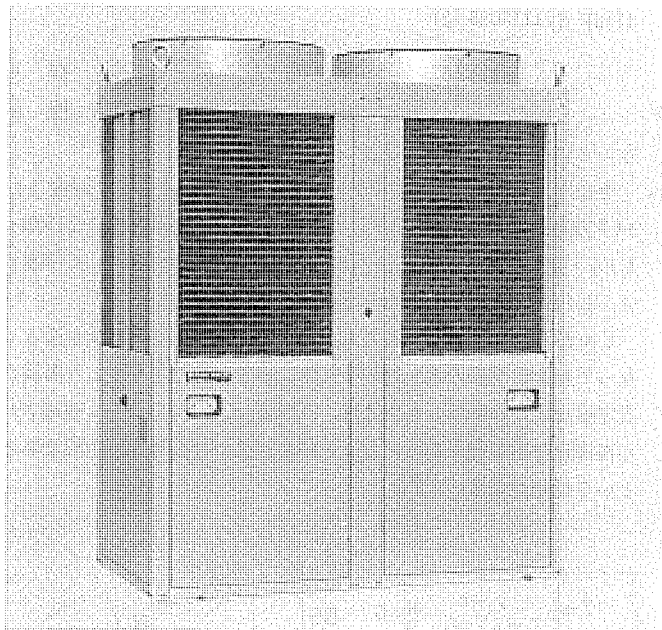
- Z80B(6MHz)相当品のCPUを採用することにより、1・5倍(当社UM-88B比)の高速処理を実現すると共に、お客様で蓄積された8ビットCPUのノウハウが活用できます。
- VMEバス(IEEE 1014)のローカルバスであるI/Oチャンネルバスを採用しましたので、I/Oチャンネルバス規格に合致したボードが計制ユニットで使用できる環境を整えました。
- I/Oチャンネルバスの採用により、小型で多くの入出力信号の処理を行うことができます。
- 割込み処理やビット処理をコマンドレベルで装備したR-BASICを準備しましたので、イベントに対するレスポンスを必要とする処理に適しています。
- SRAMディスク(オプション)により、フロッピーディスクを使用しなくてもファイル処理が行えるため、高速かつ高信頼性なファイル管理ができます。
- マシン語開発用のモニターデバッグにより、マシン語プログラムの開発が効率よく行えます。

日本語コンカレントCP/M-86はデジタルリサーチ社の商標です。

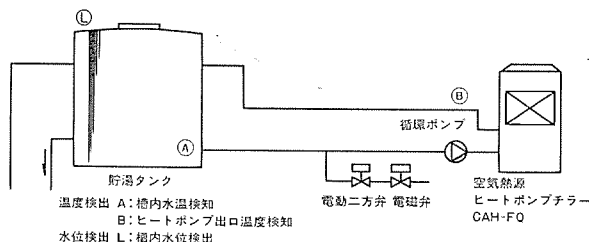
仕様

項目	機器	UM-86Mデータ処理ユニット	計制ユニット
本	CPU	i 8086-2(8MHz)	Z80B(6MHz)相当品
	主メモリ (RAM/ROM)	最大832Kバイト(RAM)	BASIC(ROM):32Kバイト メイン(RAM):32Kバイト Rバンク(RAM):32Kバイト×8=256KB ROMバンク(ROM):32Kバイト×8=256KB
	外部メモリ	8"FD、ノバブル	5"FD、ノバブル
	カレンダー・時計	年、月、日、時、分、秒(バッテリーバックアップ付)	年、月、日、時、分、秒(バッテリーバックアップ付)
体	ブート	ソフトによる設定、8"FD/ノバブル	スイッチにて設定、5"FD/ノバブル/Rバンク
	内蔵インタフェース	5"FD、8"FD、CRT、K/B RS-232-C、プリンタ	RS-232-C CRT、K/B、プリンタ、5"FD(オプション)
	汎用スロット	3スロット	12スロット/7スロット/2スロット
	電源	AC85~121V 50-60Hz 200VA以下	AC85~121V 50-60Hz 170VA以下
表	停電補償	—	メイン/Rバンク停電補償
	プログラム自動立上	8"FD/ノバブルより可	5"FD/ノバブル/Rバンクより可
	サイズ・色	12/14/20インチカラー(8色)	14インチカラー(8色)/12インチグリーン
	文字種類	英数、カナ、図形、第1/第2水準漢字	英数、カナ
記	グラフィック	640×450(カラー2画面)	—
	サイズ・色	132字/行1色	132字/行1色
	文字種類	英数、カナ、図形、漢字	英数、カナ、図形、漢字
	キーボード	標準キーボード(防塵カバー付)	シートキーボード/簡易キーボード
オ	OS言語	●日本語 CCP/M-86 ●MBASIC plus(Ⅲ)	CP/M-80 R-BASIC
	オプションボード	SDCA(伝送)I/F、拡張I/F その他MULTI-16Ⅲ用の 各種オプションが 装着できます。	拡張入出力ユニットおよび、 リモート入出力ユニット用の 入出力ボード メモリ、ユーティリティソフトボード等 I/Oボードは下記品があります。 D/I 16CH、D/O 16CH A/I 16CH、A/O 2CH P/I 16CH 4CH
	周囲温度	0~50℃	0~50℃(ファン冷却時)
	ノイズ耐量	電源:±1000V、外部入出力:±500V(コモンのみ)	
イ	ンパルス耐量	1.2×50μsec	標準波形 7kV

業務用空気熱源ヒートポンプ給湯機 CAH-FQ形シリーズ



タンク貯湯システム例



空冷式ヒートポンプによる給湯分野は著しく伸長しており、安全・衛生的・無公害・省エネ等々で市場の高い評価を得ています。

当社はこのヒートポンプ給湯普及の推進役の一翼をになってきましたが、このたび、業界初の60℃出湯が可能な空気熱源ヒートポンプ給湯機を開発いたしました。

用途として、ホテル、寮施設、病院、リハビリセンター、スポーツクラブ、温水プール、浴場等が見込まれており、このような大量に湯の必要な場所および、安全性が重視される場所に最適な給湯機と考えられています。以下にCAH-FQ形シリーズのすぐれた特長をご紹介します。

特長

- ①幅広い使用範囲……外気温は冬の-15℃から夏の40℃まで、ヒートポンプ給湯機の出湯温度60℃が可能です。
- ②マイコンによる新冷媒制御の採用……当社独自の冷媒制御方式(SPEX)採用により、常に最適な運転が可能です。
- ③全自動給湯……安全でクリーンな電気によるヒートポンプ給湯のため、運転は全自動。リモコン操作で運転管理ができます。
- ④赤錆のない温水……銅製水側熱交換器の採用により、赤錆の心配がありません。
- ⑤省スペース・省工事……給湯システムは屋上に集中して設置でき、しかもユニット内に温水循環ポンプが内蔵可能です。
- ⑥槽内の水位が下がれば①より信号をもらい電磁弁が開き給水します。
- ⑦給水量はヒートポンプチャラーの出口水温が一定(57℃)になるように調節されます。
- ⑧従って槽内の水の温度は常に一定に保たれているわけです。
- ⑨この方式は、貯湯槽を割合に小さくできます。またヒートポンプ給湯機は可能な限りフル回転させます。(冬期で約20時間)

仕様

項目		形名	CAH-3FQ	CAH-5FQ	CAH-8FQ	CAH-10FQ	CAH-15FQ	CAH-20FQ
性能	給湯能力(kcal/h)		8900/9900	14900/17000	21300/24400	29100/32600	43400/49500	59000/67000
	水量(m ³ /h)		1.20/1.34	2.10/2.34	3.00/3.40	4.32/4.80	6.37/7.1	8.7/10.0
	水頭損失(mAq)		0.6/0.8	2.1/2.5	1.25/1.60	3.3/4.0	1.4/1.6	3.3/4.3
	消費電力(kW)		3.2/3.7	4.4/5.2	6.8/8.0	9.0/10.8	12.9/15.8	18.1/21.8
	騒音(ホン(A))		47/47	47/48	49/51	52/53	54/55	56/57
電源			三相 200V 50/60Hz					
塗装色			パールグレー<マンセル 2.5Y 6/1>					
外形寸法	高さ(mm)		1360	1550	1900	2000	1900	2000
	幅(mm)		788	788	788	978	1580	1960
	奥行(mm)		788	788	788	978	790	980
製品重量(kg)			160	215	260	355	530	720
圧縮機	形式×個数		全密閉×1			全密閉×2		
	始動方式		直入始動方式			直入(順次始動)		
	電動機容量(kW)		2.2	3.75	5.5	7.5	5.5×2	7.5×2
	法定冷凍トン(法定トン)		1.4/1.6	2.1/2.4	3.3/3.9	4.1/4.8	3.3×2/3.9×2	4.1×2/4.8×2
水交換器	形式		二重管式					
	材質		銅・鉄					
	冷媒		銅					
制御	冷媒制御		SPEXシステム					
	温水温度制御		8ビット マイクロコンピュータ制御					
	霜取制御		8ビット マイクロコンピュータ制御					
	運転制御		スイッチによる切替(遠方操作、手元操作可能)					
温水循環ポンプ			組込可能(ポンプは客先手配)					
付属品			リモコンパネル1個(DC24V)					
貯湯用タンクの最小容量(ℓ)			500	800	1100	1500	1100	1500

※1. 能力、電気特性は次の条件による。外気温15℃、温水出口50℃

※2. 騒音値は吸込面から1m離れて、1mの高さの位置で測定したAスケールの音です。(反響音なし)

※3. 貯湯用タンクの容量は、デフロスト運転を正常に行うため上表以上の容量としてください。

「液体加熱器」(特許 第1113025号)

発明者 高橋正晨・村岡和典
藤本昇市・栗田博純

この発明は湯沸器と保温器の両機能を備えた液体加熱器に関するもので、保温中の湯に常温の水を追加したり、あるいは停電等により湯温が設定温度よりも低下した場合に、再沸騰させるようにして自動的に殺菌・消毒が行われるようにしたものである。

図において、容器(図示せず)に常温の水を満し、電源(1)に接続すると、各温度スイッチ(2)、(3)、(4)が水温を検知して ON となり、リレー(6)が動作し、接点(5)が ON、接点(7)は b-c 間が接続されて沸騰し主ヒータ(8)に通電される。その後水温の上昇とともに温度スイッチ(3)、温度スイッチ(2)が順次各々の設定温度で OFF し、水温が 100°C に達して沸騰すると、最後に温度スイッチ(4)が OFF となり、リレー(6)が OFF して接点(7)は a-c 間を接続する。リレー(6)が OFF した後、しばらく自然放冷されて湯温が保温温度まで低下すると、それ以後は温度スイッチ(2)の ON-OFF 動作により、リレー(10)を制御して保温ヒータ(9)への通電が断続し、容器内の湯温を一定に保持する。

ここで容器内に満した保温中の湯を約半分取り出し、新たに常温の水を追加して満水としたときの湯温は図 2 の A 点から B 点まで低下するが、これを保温ヒータ(9)で加熱して保温温度まであげるとは長時間を要するとともに追加された水の殺菌・消毒が行われ

ないという不具合が生じる。

そこで、図 1. に示すこの発明の液体加熱器においては温度スイッチ(3)が保温温度よりも低下した湯温を検知してリレー(6)を動作せしめ、主ヒータ(8)に通電を行い、再び 100°C まで加熱して沸騰させ、しかる後前記の動作をくり返すように構成している。

したがって、この発明によれば、湯の使用により残湯量が少なくなって新たに常温の水を追加したり、あるいは停電等により湯温が設定温度以下に低下したときは、自動的に主ヒータ(8)に通電されて再沸騰作用を行うので、殺菌・消毒が必ず行われて衛生的であるという効果がある。

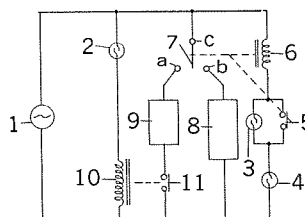


図 1

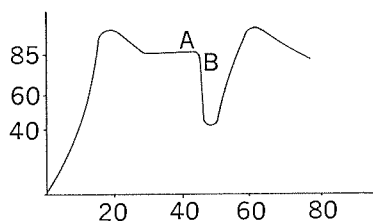


図 2

〈次号予定〉 三菱電機技報 Vol. 60 No. 12 光応用計測制御システム特集

特集論文

- 光プロが拓いた時代
- 工業技術院大型プロジェクト「光応用計測制御システム」
- 光プロに対する三菱電機の取組
- 光速プロセス情報サブシステム—サブシステム全体構想—
- 光速プロセス情報サブシステム—情報幹線系—
- 光速プロセス情報サブシステム—情報支線系—
- 光速プロセス情報サブシステム—光応用計測系—
- 集積形位相同期半導体レーザ

● 光弾性方式振動センサ

● 無中継広域伝送サブシステムの現場実証

普通論文

- 誘導形リニアモータ《MELLINER》とリニア駆動搬送装置
- 赤外線撮像素子冷却用スターリング冷凍機
- 乗用車におけるオーディオシステムの音質評価
- 図面管理ワークステーション
- 画像伝送装置 MVC-3000 シリーズ
- 《MULTI 16》パソコンクラスシステム

三菱電機技報編集委員

委員長 鶴田敬二
委員 峯松雅登
" 松村 充
" 三迫弘明
" 高橋宏次
" 藤井 学
" 三輪 進
" 郷 鉄夫
" 高橋誠一
" 杉岡八十一
" 柳下和夫
幹事 岡田俊介
11月号特集担当 堀 高明

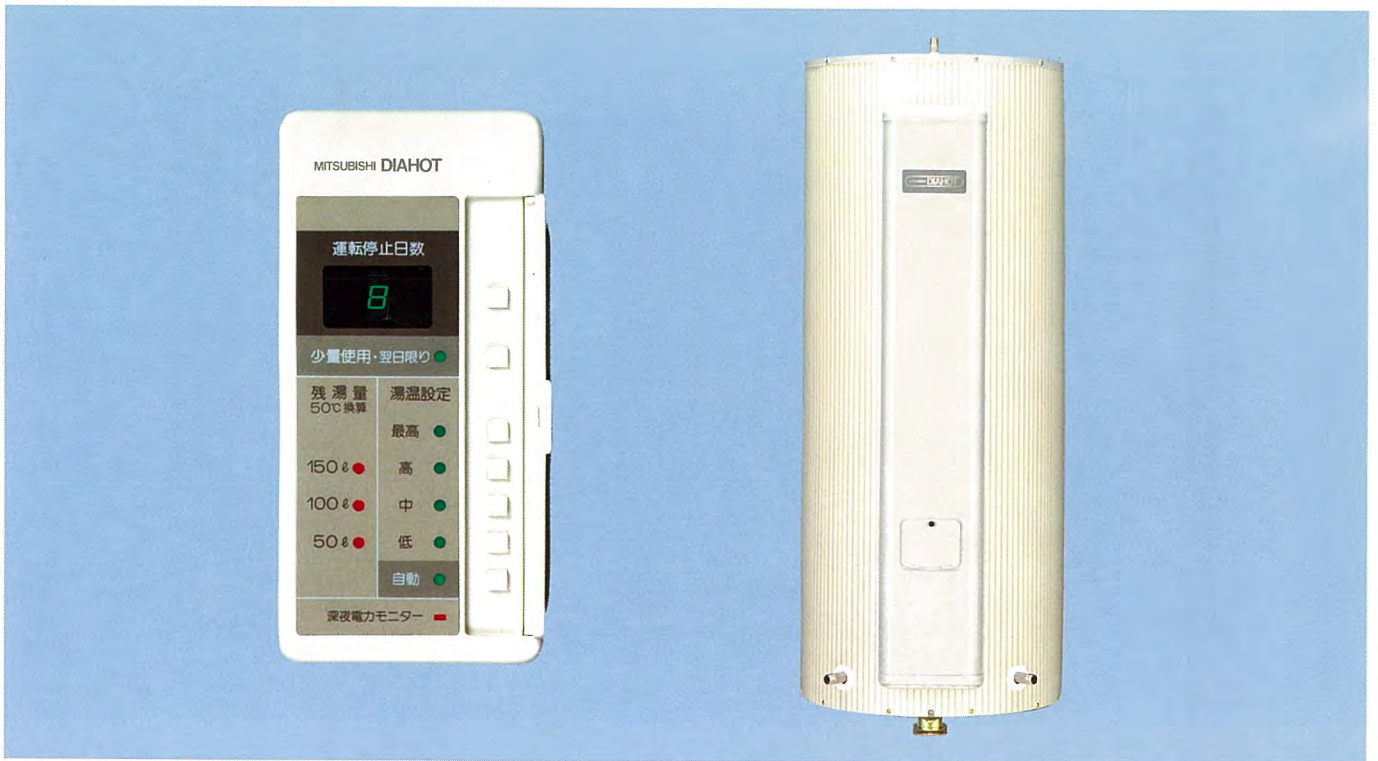
三菱電機技報 60 巻 11 号

(無断転載を禁ず)

昭和 61 年 11 月 22 日 印刷
昭和 61 年 11 月 25 日 発行

編集兼発行人 岡田 俊 介
印刷所 東京都新宿区榎町 7
大日本印刷株式会社
発行所 東京都千代田区大手町 2 丁目 6 番 2 号 (〒 100)
三菱電機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
発売元 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)

三菱 深夜電力用 電気温水器 自動運転形《マイコンダイヤホット》



マイコン制御形温水器は、優れた節電効果が評価され、業界の主流機種となっています。このたび三菱電機では、このマイコン制御形温水器の操作性をさらに向上させた、自動運転機能付マイコン温水器(自動マイコンダイヤホット)を新発売しました。

この自動マイコンダイヤホットは、従来からの手動切替えによる湯温設定の他に、毎日変化する給湯負荷データに基づき、翌日の使用湯量を自動的に予測制御し、ユーザーの使用状況に合った沸上げをしながら節電を実現する、自動運転機能を採用しています。さらに、旅行などに便利な運転停止予約機能と、離れた所からのON/OFF制御ができる、テレコントロール端子を備えるなど、今までにないユニークな機能を採用し、現代の社会状況にマッチした、利便性追求形の温水器となっています。

特長

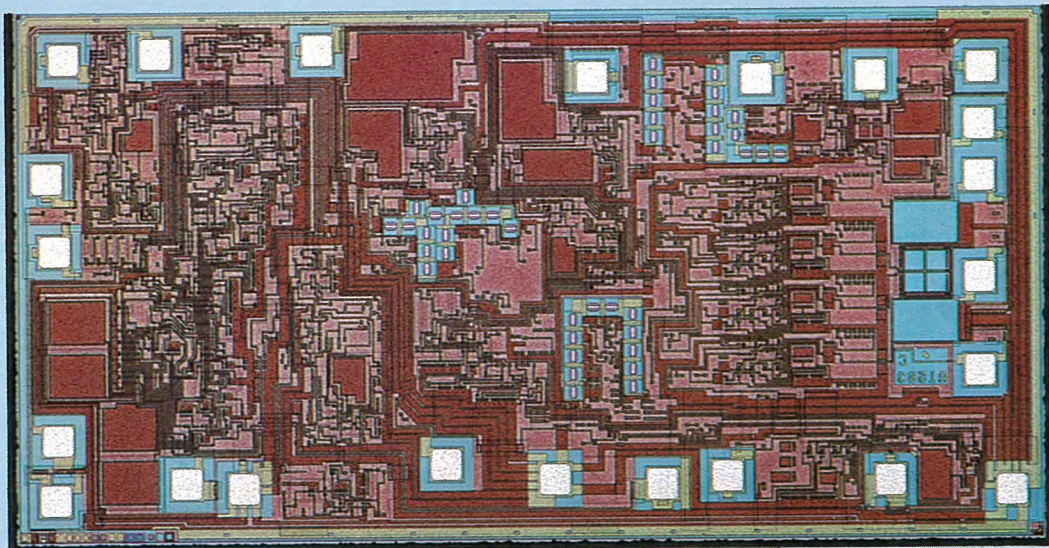
- 過去の使用湯量からマイコンが翌日の使用湯量を予測し、沸上げ湯温を自動制御する「自動」運転機能により、約15%の節電ができます。
- 使用湯量に応じて沸上げ能力を4段階に選択できる「湯温設定」スイッチを適切に使用すれば、約24%の節電が可能です。
- 沸上げ湯温を約92℃(当社従来品は約85℃)と高くし、保温材の強化と合わせ、給温能力を拡大しました。
- 運転停止予約機能により、最高9日間までの沸上げ停止ができます。停止日数を経過した翌日には自動的にもとの設定で沸上げ

るので、家族旅行に出かける時などにとっても便利です。

- タンク内の残湯量を50℃の混合湯に換算して3段階に表示する、便利な残湯表示方式を採用しました。

仕様

適用電力制度		深夜電力(8時間)用通電制御型(マイコンダイヤホット)						第2深夜電力(5時間)用(マイコンダイヤホット)
機種区分		標準タイプ		防雨タイプ		配管内蔵防雨タイプ		標準タイプ
形名		GRE-3742	GRE-4642	GRE-3752	GRE-4652	GRE-3762	GRE-4662	GRE-3272
タンク容量		370ℓ	460ℓ	370ℓ	460ℓ	370ℓ	460ℓ	320ℓ
定格	発熱体	単相 200V						
	消費電力	4.4kW	5.4kW	4.4kW	5.4kW	4.4kW	5.4kW	6kW
格		単相 100W 消費電力 約3W(常時通電)						
沸き上げ湯温		約55℃～約92℃						
外形寸法 (cm)	高さ	176	176	179	179	185	185	156.5
	外径	φ68(75)	φ76(83)	φ68(75)	φ76(83)	幅 69 奥行 77	幅 69 奥行 84	φ68(75)
製品重量 (kg)	本体	95	105	95	105	128	139	87
	満水時	465	565	465	565	498	599	407
型式認可番号		▽81-11521	▽81-11521	▽81-11521	▽81-11521	▽81-11521	▽81-11521	▽81-11522
タンク		圧延鋼板+グラスライニング						
ケース		塗装鋼板+アクリル塗装						
保温材		グラスウール 50mm						
温度調節器		温度検知サーミスタ(熱量制御方式)						
温度過昇防止器		バイメタル式 220V 200mA						
発熱体		脱酸銅パイプシーズヒーター、スズメッキ処理						
アース		アース端子(アース棒付属)						
漏電しゃ断器		電流動作形 200V 30A 感度 15mA・0.1sec						
給(湯水)接続口		3/4"(20A)						
表示ランプ		自動運転 少量使用 運転停止日数(デジタル) 残湯表示 (50ℓ、100ℓ、150ℓ) 湯温設定 深夜電力モニター						
その他		リモコン操作 湯温設定スイッチ、自動運転スイッチ 少量使用スイッチ、運転停止日数スイッチ リモコンケーブル(別売)						
防食法		外部電源防食法						



CDプレーヤー市場は急速に拡大し、今年度は800万台規模に達する勢いです。製品形体も据え置き形だけでなく、ポータブル形、ラジカセ一体形、車載形などバリエーションが拡がりつつあります。このような動きに対応し、このたび三菱電機では、第二世代CDプレーヤー用IC、M51563P、M51564P、M50421Pを開発いたしました。高性能化に加え、ポータブル化に対応した小形化、低消費電力化、省外付部品化を図り、より幅広い要求にこたえます。

特長

●M51563P

『透明モールド技術』の適用により、微弱光電流を扱うフォトディテクタとプリアンプを世界に先がけて1チップ化し、耐外来雑音特性を向上させました。光ピックアップ本体上の、従来光検知器がマウントされていた部分に実装されるため、セットの高密度化にも大きく貢献します。

●M51564P

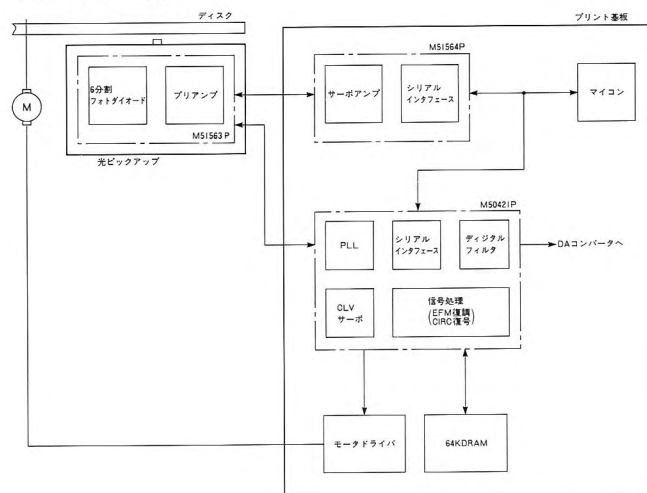
光ピックアップサーボコントロール用アンプとロジックコントロール機能を1チップ化しました。ポータブル用途を考慮し、UP/DOWN両方向にオートサーチできるフォーカスサーチ回路を備えています。マイコンとのインタフェースもM50421Pと共通のシリアルバスにより簡単化しています。

●M50421P

HFコンパレータ、無調整VCO、PLL回路を内蔵し、少ない外付部品で検波、ビットクロック再生PLLを構成することができます。また、2倍のオーバーサンプリング変換を行うデジタルフィルタを内蔵し、M51563PからのHF信号を受けて、DAコンバータヘータを送出するまでの全ての信号処理を行います。加えてマイコ

ンとのインタフェースを単純化したCLVサーボコントロールを備え、これらの機能を高密度CMOSプロセスにより低消費電力で1チップに集積しました。

システム構成図

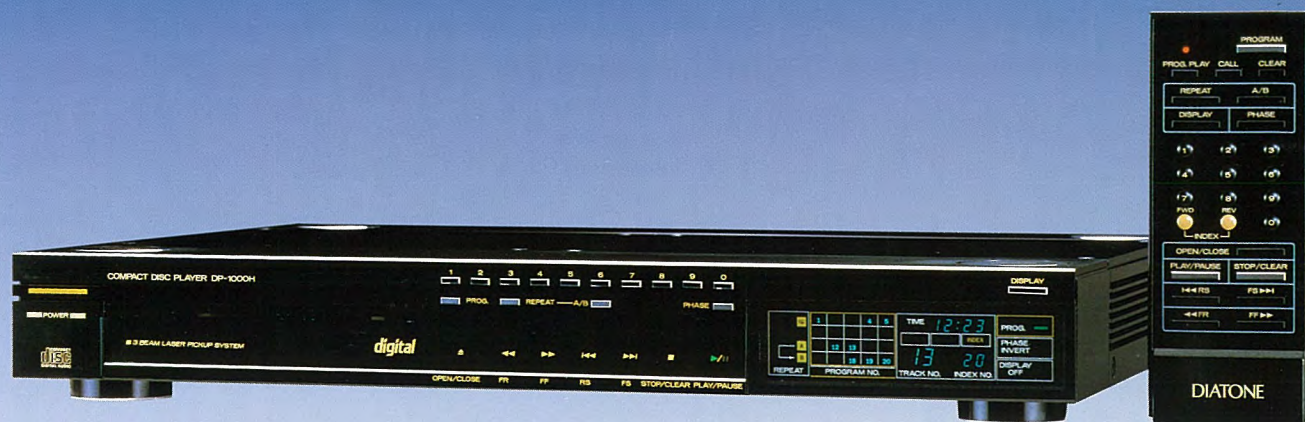


仕様

	M51563P	M51564P	M50421P
定格電源電圧	±5V or +5V ^{注1)}	±5V or +5V	+5V
パッケージ リードピッチ	24ピンフラット 透明モールド 0.8mm	36ピンフラット パッケージ 0.8mm	72ピンクワッド フラットパッケージ 0.8mm
ウエハプロセス	BIP	BIP+I ² L	CMOS
消費電力	±5Vシステム	140mW	140mW
	+5Vシステム	70mW	70mW

注1) M51563P +5V仕様は開発中

コンパクトディスクプレーヤー DP-1000H形



当機種は、ダイヤトーンコンパクトディスプレイヤーのフラッグシップ機として開発。パネル高さ50mmの薄形設計で、高密度のデザインと豊かな音楽性を訴求しています。

豊かな音楽性の実現のために、高純度信号伝送と高剛性無共振機構を設計思想として、次のような特長を備えています。

特長

●当社独自のオプティカルダイレクトアンプ内蔵光ピックアップを開発。信号検出用の光検知器とプリアンプを一体化、検出信号のSN比を改善し、高純度信号伝送を可能にしています。

●キャビネット構造を、電源部、デジタル回路部、アナログ回路部、メカニズム部の4分割とし、相互の電気磁氣的干渉を防止。音質の高品位化をはかると共に各部を徹底した制振構造とし、高剛性無共振構造を追求しています。

●光ピックアップ[®]の走行にはリニアモータ方式を採用、低騒音高速アクセスを可能にし操作性を高めました。

● 4 倍オーバーサンプリングデジタルフィルタ、オーディオ回路部専用電源トランスを使用し、デジタル部とアナログ部を分離し音質の向上をはかっています。

仕様

形 名	DP-1000H
チャンネル数	2 チャンネル
周波数特性	4 ～ 20000Hz + 0.3dB
ダイナミックレンジ	96dB以上
SN比	94dB以上
高調波含有率	0.003%以下 (1 kHz)
チャンネルセパレーション	94dB以上 (1 kHz)
ワウ・フラッター	測定限界 (± 0.001%w. peak) 以下
出力電圧	2 + 0.2V
外形寸法	(幅) 425 × (高さ) 60 × (奥行) 330mm
重量	7 kg
消費電力	15W