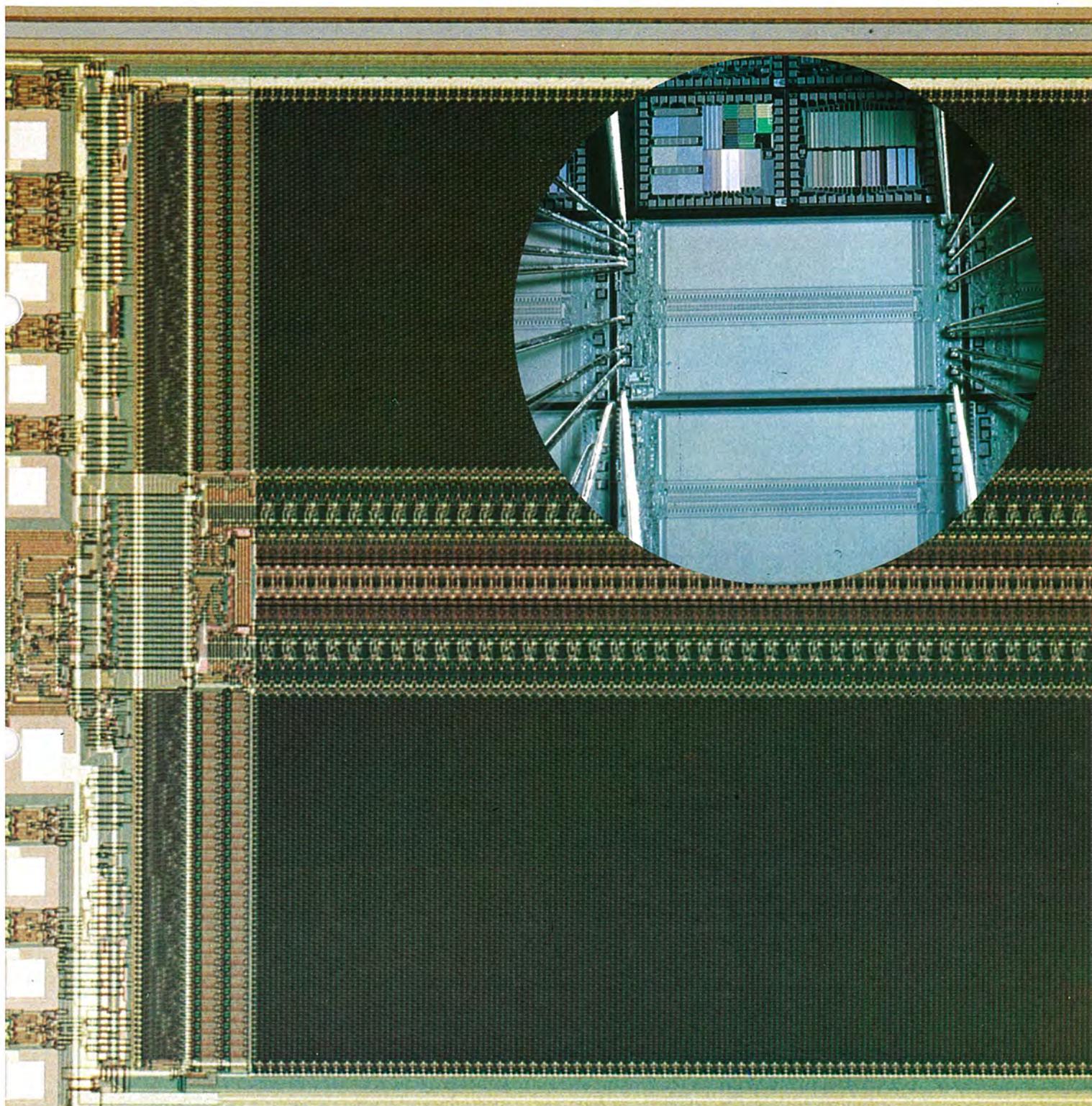


MITSUBISHI DENKI GIHO 三菱電機技報



Vol.53 No.7

集積回路特集

三菱電機技報

Vol. 53 No. 7 JULY 1979

集積回路特集

目 次

特 集 論 文

集積回路特集号によせて	今北孝次	477
8 ビット CPU M5L8085A の機能と応用	浜野尚徳・梅木恒憲・山内直樹	478
8 ビットマイクロプロセッサ用キーボードディスプレインタフェース LSI	富沢 孝・山田達雄・田上英治・大久保 至	483
16K ビット紫外線消去形 EP ROM	張間寛一・松尾龍一・鍋谷 弘・安東 亮・松田幸正	487
64K ビットダイナミック MOS RAM	下西和博・市山寿雄・加藤忠雄・魚谷重雄・伝田匡彦	491
高集積度メモリの製造技術	榎本龍弥・長沢紘一・坪内夏朗・松本平八	495
8 ビットマイクロプロセッサの応用基板コンピュータとサポート装置	樋口敬三・杉本正樹・三木 務	499
マイクロ波集積回路の現況	小野寺俊男・神生忠興・沢江哲則	503
マイクロ波集積回路フェライト回路	武田文雄・溝淵哲史・松永 誠・紅林秀都司・折目晋啓	507
マイクロ波集積回路増幅器	町田一三・佐伯昭夫・藤井良郎・鍛治栄二・天野 旭	512

普 通 論 文

超高压用ガス絶縁式計器用変圧器	白井 満・鶴田敬二・高橋宏次	517
M2363 漢字ディスプレー装置	小川 勇・安藤澄夫・成岡祥匡・大竹 東・下田康秀	522
車載オルタネータ用新樹脂封止形ダイオード	岩城良之・和田一二三・山根正熙・石橋清志・上田和男	526
北上操車場総合自動化システムの概要	浅野勝弘・山田晃男・千葉智昭・明智憲三郎	530
海洋石油掘削リグ「第6白竜」用電機品	深田浩一・上向康将・井上 均・田中 実・高江国雄	535
全自動洗たく機へのマイコン応用	安藤博男・広岡 博・本田嘉之・竹谷康生・中村新一	539
特許と新案		515
空気清浄器・炊飯器・電子レンジ・電磁粒子式連結装置		
当社の登録特許一覧		547
スポットライト		544
デュアル／クワッドコンパレータ・リモートコントロール用 CMOS LSI・省電力形水銀ランプ・可児工場と MS-A シリーズ電磁開閉器(表紙-3)		

FEATURING INTEGRATED CIRCUITS

CONTENTS

FEATURED PAPERS

Functions and Applications of the M5L8085A 8-bit CPU	Hisanori Hamano et al.	478
A Programmable Keyboard-Display LSI for 8-bit Microprocessors	Takashi Tomizawa et al.	483
A 16K-bit UV-Erasable and Programmable ROM	Hirokazu Harima et al.	487
A 64K-bit Dynamic MOS RAM	Kazuhiro Shimotori et al.	491
Production Technology for High-Density Semiconductor Memories	Tatsuuya Enomoto et al.	495
The PCA8501 Board Computer and PC8500 Support System, as Applications of the M5L8085AP 8-bit Microprocessor	Keizo Higuchi et al.	499
The Present Situation Concerning Microwave ICs	Toshio Onodera et al.	503
Ferrite Devices for Microwave ICs	Fumio Takeda et al.	507
Microwave IC Amplifiers	Ichizo Machida et al.	512

GENERAL PAPERS

EHV Gas-Insulated Potential Transformers	Mitsuru Shirai et al.	517
The M2363 Sino-Japanese Character Display	Osamu Ogawa et al.	522
A New Plastic-Packaged Diode for Use in a Motor-Vehicle Alternator	Yoshiyuki Iwaki et al.	526
An Automatic Control System for JNR's Kitakami Marshalling Yard	Katsuhiro Asano et al.	530
Electrical Equipment for the Hakuryu VI Off-Shore Oil-Drilling Rig	Koichi Fukuda et al.	535
The Application of Microprocessors to a Fully Automatic Washing Machine	Hiro'o Ando et al.	539

表 紙

64K ビット ダイナミック MOS RAM: M58764

M58764 はアクセスタイム最大 120ns、消費電力（標準）150 mW の性能を有し、大形計算機からマイクロコンピュータまで広い応用分野に適した代表的 IC メモリで、n チャネル 2 層シリコンゲート MOS プロセスにより、3.9 mm × 6.9 mm のシリコン小片（チップ）上に約 15 万個の素子を集積化して作られたものである。

表紙は、チップの一部にウエハテストの状況を重ねて示したものである。

COVER

The M58764 64K-bit Dynamic MOS RAM

The M58764 IC memory has an access time of 120ns (max.) and power consumption of 150mW (std.), and is suitable for a broad range of applications from microcomputers to the largest mainframes. Manufactured using n-channel 2-layer silicon-gate MOS technology, it integrates some 150,000 semiconductor elements on a 3.9 × 6.9 mm chip.

The cover shows a magnification of a portion of the chip superimposed on a photo showing the wafer testing process.

アブストラクト

<p>8ビットCPU M5L8085Aの機能と応用 浜野尚徳・梅木恒憲・山内直樹 三菱電機技報 Vol.53・No.7・P478～482 当社では、従来、8ビットCPUとして、M5L8080Aを量産しているが、このたびM5L8080Aとソフトウェアの互換性をもち、システムをより高集積化した8ビットCPU「M5L8085A」を開発したので、その機能の概要と応用例につき述べる。</p>	<p>高集積度メモリの製造技術 榎本龍弥・長沢紘一・坪内夏朗・松本平八 三菱電機技報 Vol.53・No.7・P495～498 MOSダイナミックRAMを例にして、高集積度メモリの製造に必要なプロセス技術を検討する。基本は、選択酸化及び2層多結晶シリコン構造を含む微細化の進んだnチャンネルシリコンゲートMOS構造であり、とくに高圧酸化技術とプラズマエッチング技術の活用について述べる。更に、ダイナミック動作に特有のリフレッシュ不良に対する考慮、ホットエレクトロンによるアクセス時間の劣化など微細化の進展に伴って生ずる問題点への対処を述べる。</p>
<p>8ビットマイクロプロセッサ用キーボードディスプレーインタフェースLSI 富沢 孝・山田達雄・田上英治・大久保至 三菱電機技報 Vol.53・No.7・P483～486 近年マイクロプロセッサのための高機能周辺用LSIがつぎつぎと発表されている。このたび開発されたM5L8279Pもそのひとつである。キーボードと表示装置を持った8ビットマイクロコンピュータシステムのための周辺用LSIとして設計され、約5,500個の素子を4.94×4.93mm²のチップ上に集積している。 この論文では、マイクロプロセッサ周辺用LSIの現況に触れ、M5L8279Pの構成と動作概要、応用について述べる。</p>	<p>8ビットマイクロプロセッサの応用基板コンピュータとサポート装置 樋口敬三・杉本正樹・三木 務 三菱電機技報 Vol.53・No.7・P499～502 PCA8501は8ビットマイクロプロセッサM5L8085APを搭載した基板コンピュータで、従来のPCA0801と寸法は同じでも機能向上を図っている。PC8500はM5L8085APを使用したシステムのデバッグ装置で、被デバッギングシステムとの接続はCPUのICソケットより行う、ハンディタイプのマイクロコンピュータシステムである。これら、M5L8085APにかかる応用システムについて紹介する。</p>
<p>16Kビット紫外線消去形EPROM 張間寛一・松尾龍一・鍋谷 弘・安東 亮・松田幸正 三菱電機技報 Vol.53・No.7・P487～490 電気的書き込み、紫外線照射消去可能なMOS EPROMは、マイクロプロセッサの出現、発展とともに確実にその地位を築きつつある。大容量化、高速化、単一電源化といった性能面の向上も急ピッチで進められている。この論文では、今回当社で開発した16Kビット、5V単一電源の紫外線消去形EPROM M5L2716Kについて述べる。</p>	<p>マイクロ波集積回路の現況 小野寺俊男・神生忠興・沢江哲則 三菱電機技報 Vol.53・No.7・P503～506 マイクロ波集積回路は通信機・レーダーの重要部品として進歩してきた。この論文は加工・組立て・テスト・バーンインに関する当社の最新技術を述べ、代表的製品としてレーダースピードメータ・テレビサテライト・移動無線機・ロケットテレメータ送信機用マイクロ波集積回路とファクシミリ用感熱ヘッドについて、性能・信頼性・価格と製造技術の関連を述べる。</p>
<p>64KビットダイナミックMOS RAM 下西和博・市山寿雄・加藤忠雄・魚谷重雄・伝田匡彦 三菱電機技報 Vol.53・No.7・P491～494 ダイナミックMOS RAMの集積密度の向上は、ほぼ年率2倍で進み1980年には64Kビット(D)RAMが現状の16Kビット(D)RAMに代わり多量に使われると考えられている。この状況を踏まえ当社においても世界標準と考えられる5V単一電源による64Kビット×1ビット構成のRAMの開発を行っているが、本稿では5V単一電源化の64Kビット(D)RAMを可能とした設計技術、デバイス構造の概要、得られた性能、今後の方向づけを述べる。</p>	<p>マイクロ波集積回路用フェライト回路 武田文雄・溝渕哲史・松永 誠・紅林秀都司・折目晋啓 三菱電機技報 Vol.53・No.7・P507～511 フェーズドアレイアンテナなどにおいては、マイクロ波を制御するフェライト回路が重要な役割を果たす。ここでは最近研究開発された、マイクロ波集積回路用フェライト回路の内、特徴があり、また将来使用ひん度が多いと思われる小形マイクロストリップサーチューレータ、共鳴吸収形アイソレータ及びメアンダ線路形位相調整器についてそれぞれの特徴、試作結果を述べる。</p>

Abstracts

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 53, No. 7, pp. 495~98 (1979)

Production Technology for High-Density Semiconductor Memories

by Tatsuya Enomoto, Koichi Nagasawa, Natsuro Tsubouchi & Heiichi Matsumoto

The article considers the process technology required in the manufacture of high-density semiconductor memories, taking the example of a MOS dynamic RAM. The device is basically of n-channel silicon-gate MOS structure with advanced miniaturization, including selective oxidation and a double polysilicon structure. The article focuses on the technologies of high-pressure oxidation and plasma etching, and also discusses the measures taken against problems that occur as a result of increasing miniaturization, such as the refresh failure characteristic of dynamic operation, and the degradation in access time due to hot electrons.

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 53, No. 7, pp. 499~502 (1979)

The PCA 8501 Board Computer and PC8500 Support System, as Applications of the M5L8085AP 8-bit Microprocessor

by Keizo Higuchi, Masaki Sugimoto & Tsutomu Miki

The PCA8501 board computer, incorporating the M5L8085AP microprocessor provides improved functions over the present PCA0801 while dimensions are unchanged. The PC8500 is a debugging device for systems using the M5L8085AP. Connection is made conveniently via the IC socket of the CPU. The article describes these application systems involving the M5L8085AP.

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 53, No. 7, pp. 503~06 (1979)

The Present Situation Concerning Microwave ICs

by Toshio Onodera, Tadaoki Shinsei & Tetsunore Sawae

Microwave integrated circuits have become vital components in communications and radar equipment. The article presents the state of the art at Mitsubishi Electric in terms of fabrication, assembly, testing and burn-in, and takes up the performance, reliability, costs and manufacturing techniques involved in such typical products as microwave ICs for radar speed meters, TV satellites, mobile two-way radio equipment and rocket telemetry transmitters; as well as thermal heads for facsimile equipment.

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 53, No. 7, pp. 507~11 (1979)

Ferrite Devices for Microwave ICs

by Fumio Takeda, Akihito Mizobuchi, Makoto Matsunaga, Hidefoshi Kurebayashi & Nobutake Orime

Ferrite devices, which serve to control microwaves, have an important role to play in phased-array antennas, etc. The article takes up recently developed ferrite devices for microwave ICs, with particular emphasis on the features, and the result of producing prototypes of a miniature microstrip circulator, a resonance-absorption isolator, and a meander-line phase adjuster—all devices which either are of particular interest, or are expected to be in frequent use in the future.

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 53, No. 7, pp. 478~82 (1979)

Functions and Applications of the M5L8085A 8-bit CPU

by Hisanori Hamano, Tsunenori Umeki & Naoki Yamauchi

The article outlines the functions and describes typical applications of the M5L8085A, an 8-bit CPU which is software-compatible with the M5L8080A CPU now in production, but offers a higher degree of system integration.

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 53, No. 7, pp. 483~86 (1979)

A Programmable Keyboard-Display LSI for 8-bit Microprocessors

by Takashi Tomizawa, Tatsuo Yamada, Eiji Tagami & Itaru Okubo

In recent years, large numbers of multifunction LSIs have been developed for use with the peripherals of microprocessors. The recently developed M5L8279P is of this type. Designed as the interface for an 8-bit microcomputer system having keyboard and display equipment, it packs approximately 5500 elements onto a chip measuring 4.94 × 4.93 mm.

The article touches on the present situation concerning LSIs for microprocessor peripherals, and describes the structure, basic operation and applications of the M5L279P.

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 53, No. 7, pp. 487~90 (1979)

A 16K-bit UV-Erasable and -Programmable ROM

by Hirokazu Harima, Ryuichi Matsuno, Hiroshi Nabetani, Ryo Ando & Kosei Matsuda

With rapid growth in microprocessors, MOS EPROMS featuring electric programming and UV erasing have established a solidly entrenched position. And performance is being rapidly upgraded in the direction of higher densities, higher speeds, and use of a single power supply. The article describes the M5L2716K UV-erasable 16K-bit EPROM with single 5V power supply recently developed by Mitsubishi Electric.

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 53, No. 7, pp. 491~94 (1979)

A 64K-bit Dynamic MOS RAM

by Kazuhiro Shimotori, Toshio Ichiyama, Tadao Kato, Shigeo Uoya & Masahiko Denda

The scale of integration of MOS RAMs is virtually doubling every year, and it is expected that by 1980, 64K-bit dynamic RAMs will be in general use in place of the 16K-bit devices of the present. In preparation for this, Mitsubishi Electric has embarked on the development of a 64K-word × 1-bit dynamic RAM with a single 5V power supply. The article describes the design engineering that makes this possible, gives an outline of the structure of the device, and describes the performance obtained, along with some orientation of future developments.

アブストラクト

マイクロ波集積回路増幅器

町田一三・佐伯昭夫・藤井良郎・鍛治栄二・天野 旭

三菱電機技報 Vol.53-No.7-P512~514

マイクロ波無線装置に使用しているMIC回路のうち、主としてMIC増幅器について、得られたデータなどを記述したものである。製品例としては開発品種も含めて、バイポーラトランジスタを使用した2GHz帯増幅器をはじめとして、FETを使用した3.5GHz帯及び6~8GHz帯の低雑音及び電力増幅器に關し記述する。

北上操車場総合自動化システムの概要

浅野勝弘・山田晃男・千葉智昭・明智憲三郎

三菱電機技報 Vol.53-No.7-P530~534

国鉄北上操車場における総合自動化システムは、武藏野YACSと類似の情報処理・貨車制御・進路制御を行うもので昭和53年10月初めに実運用に入った。このシステムはこれまでの諸技術の上に、機能整備・改良、ヤード設備の充実が図られている。またシステムの評価によって性能的にも満足なものと確信する。翻えってシステムの建設過程では作業の合理化を図り、順調な建設と大きな成果をもたらした。本稿で北上YACSの概要、特徴について述べる。

超高压用ガス絶縁式計器用変圧器

白井 満・鶴田敬二・高橋宏次

三菱電機技報 Vol.53-No.7-P517~521

ガス絶縁変電所（GIS）用としてガス絶縁式計器用変圧器（PT）を作成し、GISの信頼性向上・縮小化に寄与した。ガス絶縁式PTは、油入式PTの製作技術とGISにおけるガス絶縁技術とに基づき製作した。GIS用PTとして、設計・工作の両面から、電気的、機械強度的及び熱的信頼度の検討を重ねて、ポリエチレンフィルムを使用したPTを完成した。このガス絶縁式PTは、72kVから300kVまでのGISに使用する。

海洋石油掘削リグ「第6白竜」用電機品

深田浩一・上向康将・井上 均・田中 実・高江国雄

三菱電機技報 Vol.53-No.7-P535~538

日本海洋掘削（株）建造のジャッキアップ式石油掘削リグ「第6白竜」向け掘削用電機品の全システム1式を納入した。中近東向けという過酷な環境条件を克服し、かつ小形軽量化を達成するため、整流器には、平均電流1,500Aのリグ用としては世界最大級のサイリスタ素子を採用し、またリグ用直流電動機600kWには専用の特別の設計を行い“MTB-800形”と命名して国際性のある設計の標準を確立した。本稿ではこの電機品の概要を紹介する。

M2363漢字ディスプレー装置

小川 勇・安藤澄夫・成岡祥匡・大竹 東・下田康秀

三菱電機技報 Vol.53-No.7-P522~525

情報処理システムの入出力機器として、ディスプレー装置が大きな比率を占めるが、この分野において、従来の英数カナ方式ではなく、直接漢字を使用した漢字入出力方式の需要が増加している。

M2363漢字ディスプレー装置開発のねらいと、機器の仕様、特徴及び実現しているハードウェア、ソフトウェアについて紹介する。

全自动洗たく機へのマイコン応用

安藤博男・広岡 博・本田嘉之・竹谷康生・中村新一

三菱電機技報 Vol.53-No.7-P539~543

全自动洗たく機は、機構的側面を中心に改良を進めてきたが、省資源・省エネルギーの観点と、衣類の多様化に応じるための、よりきめの細かい制御方式の要求が強くなっている。従来の機械式コントローラでは、その機能的制約と、複雑化に伴う操作性悪化の問題があった。今回、コントローラにマイコンを用い、操作性の向上を図った全自动洗たく機、〈AW-300形〉を開発したのでその仕様・操作方法・ソフトウェア構成などについて述べる。

車載オルタネータ用新樹脂封止形ダイオード

岩城良之・和田一二三・山根正熙・石橋清志・上田和男

三菱電機技報 Vol.53-No.7-P526~529

自動車用充電発電機の電圧調整器が機械式から混成集積回路式に移り、かつ発電機の中に内蔵するという技術変革期に合わせて、発電機にコンパクトに装着しやすい外装をした信頼性の高いガラスパシベーションを用いた樹脂封止形ダイオードを国内で初めて開発し、目的とする技術的に優れた斬新な発電機を実用化したので報告する。

Abstracts

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 53, No. 7, pp. 530~34 (1979)

An Automatic Control System for JNR's Kitakami Marshalling Yard

by Katsuhiro Asano, Teruo Yamada, Tomoaki Chiba & Kenzaburo Akechi

A yard automatic control system (YACS) went into service in JNR's Kitakami Yard in October 1978. Like that at the Musashino, Yard, it carries out data processing, freight-car control and route control. Building on the technology employed in earlier systems, it offers improvements in function and upgrading of yard facilities, while experience with existing systems has meant that satisfactory performance is assured. The process of system construction has been rationalized, and smooth progress in this area was a significant achievement. The article presents a general description of the Kitakami YACS, and discusses its noteworthy features.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 53, No. 7, pp. 535~38 (1979)

Electrical Equipment for the Hakuryu VI Offshore Oil-Drilling Rig

by Koichi Fukuda, Yasumasa Uemukai, Hitoshi, Inoue, Minoru Tanaka & Kunio Takei

Mitsubishi Electric supplied all electric equipment for drilling to the Hakuryu VI, a jack-up type oil-drilling rig built by Nippon Off-Shore Drilling Co., Ltd. In order to withstand the severe environmental conditions at its Middle East destination and to reduce size and weight, the rig is equipped with thyristors having an average current rating of 1500A, among the largest for any rig anywhere. The 600kW DC motor for the rig was built to specially developed designs and, designated Type MTB-800, has set new standards for international design. The article provides a general description of the electrical equipment.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 53, No. 7, pp. 539~43 (1979)

The Application of Microprocessors to a Fully Automatic Washing Machine

by Hiro'o Ando, Hiroshi Hiro'oka Yoshiyuki Honda, Yasuo Takeya & Shin'ichi Nakamura

Improvements in fully automatic washing machines have been concentrated in the mechanical elements, but from the point of view of resource- and energy-saving, and the need to handle an increasing variety of garments, there has been a growing demand for control systems of greater sophistication. Problems have arisen with conventional mechanical controllers when it comes to functional control or increasing difficulty of operation as controllers become more complex. The article describes the specifications, operating method and software configuration of the AW-300 fully automatic washing machine recently developed incorporating a microprocessor for increased ease of operation.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 53, No. 7, pp. 512~14 (1979)

Microwave IC Amplifiers

by Ichizo Machida, Akio Saeki, Yoshiro Fujii, Eiji Kaji & Akira Amano

The article reports on data obtained on the MIC circuit used in microwave radio equipment, and primarily on the MIC amplifier. Examples of products, including types developed in-house. The article presents specifically a 2GHz-band amplifier using bipolar transistors, 3.5GHz- and 6—8GHz-band low-noise amplifiers using FETs, and a power amplifier.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 53, No. 7, pp. 517~21 (1979)

EHV Gas-Insulated Potential Transformers

by Mitsuru Shirai, Keiji Tsuruta & Koji Takahashi

Potential transformers insulated with SF₆ gas have been developed which make a major contribution to increasing the reliability and decreasing the size of gas-insulated substations (GISs). The new PTs combine the manufacturing technology of conventional oil-insulated PTs with gas-insulation technology derived from the development of the GIS. In the design and fabrication of these GIS PTs, the greatest emphasis was placed on electrical and mechanical strength, and on thermal reliability, resulting in PTs that make use of polyester film. The new PTs are for use in GISs of from 72—300kV.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 53, No. 7, pp. 522~25 (1979)

The M2363 Sino-Japanese Character Display

by Osamu Ogawa, Sumio Ando, Hiromasa Norioka, Azuma Otake & Yasuhide Shimoda

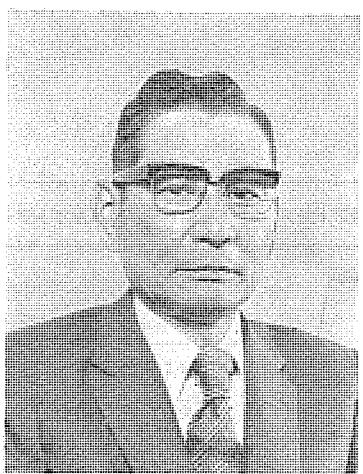
Display equipment accounts for a large portion of the I/O devices of data-processing systems, and there has been an increasing call for an input-output system that allows the direct use of Sino-Japanese characters, instead of the alphanumeric or kana-syllabary systems used until now. The article tells why the M2363 was developed, and introduces equipment specifications and features, as well as the hardware and software realized.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 53, No. 7, pp. 526~29 (1979)

A New Plastic-Packaged Diode for Use in a Motor-Vehicle Alternator

by Yoshiyuki Iwai, Hifumi Wada, Masahiro Yamane, Kiyoshi Ishibashi & Kazuo Ueda

The technological breakthroughs of converting voltage regulators from mechanical to hybrid IC construction, and incorporation them in the alternator have been accompanied by the production of a domestically developed plastic-packaged diode utilizing highly reliable glass passivation and having a configuration that facilitates compact mounting on the alternator. The article reports on the technologically advanced alternator that was made possible as a result.



集積回路特集号によせて

三菱電機株式会社
専務取締役 電子事業本部長

今 北 孝 次

内外情勢が大きく激動するうちに 1979 年も既に半年経ち、そしてあと数か月で我々は不安と期待に満ちた 80 年代を迎えます。

当社北伊丹製作所は、昭和 34 年にゲルマニウム・トランジスタを生産し始め、特に昭和 40 年代からは本格的な集積回路 (IC) の実用化時代に入り、この 8 月 1 日が設立 20 周年に当たります。

この機会に、本号を「集積回路特集」として、最近開発した IC 数件のご紹介をすることにいたしました。

IC は、1958 年発表された米国テキサス・インスツルメント社のシリッド・サーチットと、ウェスチングハウス社のモレキュラー・サーチットをこう (図) 矢としています。

我が国では、1960 年（昭和 35 年）前記ウェスチングハウス社から譲り受けたサンプルを、当社中央研究所で調査、検討し、翌 36 年 2 月、試作品として発表した 10 種類の機能ブロックが、我が国メーカーによる最初の IC となりました。この頃、RCA 社のマイクロ・モジュール等の混成 IC も斯界の強い関心を呼び、当社はこれら各種技術を統合開発する目的で、昭和 36 年 6 月メーカーとしては恐らく始めてモレクトロン（当社の IC 商標）製作班を北伊丹製作所内に設けました。

これが、現在の集積回路製造部の母体であります。

当時から見ると、現在我が国半導体素子の売上げの半分を占める IC の隆盛は、まさに驚嘆すべきものがありますが、ひるがえって IC 技術の目覚ましい進歩と、急速なエレクトロニクス化のすう (趨) 勢から考えれば、IC の今後の発展は無限の可能性を秘めていると言つてよいでしょう。

当社でも、来るべき 80 年代に予想されるし (熾) 烈な技術開発競争の時代に備えて、引き続き先行技術の開発に全力を傾注いたしております。

技術レベルの進歩を示す 1 つの尺度として、IC チップ上の最小パターン幅についてみると、初期の 10~15 μm あるいはそれ以上から、70 年代後半には 5 μm に、そして最近の 64 K ビット ダイナミック RAM では 3 μm が実用段階に入り、更に研究段階では既にサブミクロンが議論されております。この進歩はそのまま IC の集積度の向上を示すものであり、高性能、多機能化を示すものであります。

一方、製造面でも、各方面で合理化が追求され、各工程の自動化、省力化あるいはコンピュータ・コントロール化が強力に推進され、時代の要求する高性能 IC が大量に生産される態勢作りが進んでおります。

本号のご紹介は、上記 64 K ビット ダイナミック RAM を含む、半導体 IC 関係 6 件、マイクロ波 IC 関係 3 件であります。これらは単に当社技術レベルの一端を示すだけでなく、広く当社製品のエレクトロニクス化に、寄与するものとお考いいただければ幸いに存じます。

例えば電子計算機で、IBM は最近 64 K ビット ダイナミック RAM のとう (搭) 載を発表いたしましたが、これに応じて当社を含む国内の各電算機メーカーは、いずれも積極的に 64 K ビット化を行おうとしています。

このように、高度な製造技術及び波及技術に支えられた IC は、産業用・民生用を問わず、すべての分野の機器に広く応用が期待されており、当社もこれに対し、一層の技術力強化と生産性向上に努め皆様方のご支援に応えたいと存じております。

8ビットCPU M5L8085Aの機能と応用

浜野尚徳*・梅木恒憲*・山内直樹*

1. まえがき

最初のはん(汎)用8ビットマイクロプロセッサ8008が、世に出現したのは1972年であった。以来、半導体技術の進歩は著しく、当社でも1975年にM5L8080A(旧形名、M58710)を開発し、その汎用性と高機能性により、ECR、POS、各種制御機器をはじめとして、TVゲームに代表されるがん(玩)具にまでも使用されるようになり、その応用範囲はますます広がりつつある。このたび、当社ではM5L8085Aと完全にソフトウェア(機械語レベルを含む)の互換性をもち、よりパフォーマンスを向上させた8ビットマイクロプロセッサM5L8085Aを開発したので、その機能の概要と応用について紹介する。

2. M5L8085AとM5L8080Aの相違

M5L8085Aは、M5L8080Aのマイクロコンピュータシステムにおいて補助的機能として要求されるクロック発生回路、システムコントロール、割込みの優先及びマスク機能などをワンチップに集積し、更に、おのおの1ビットの入出力ポートを増設した8ビットCPUであり、5V単一電源で動作する。図1.にM5L8085Aのブロック図をM5L8080Aをベースとして示す。図に示すように、M5L8080Aに付加された機能を実現するためには、ピン数の増加が必要となるが、M5L8085Aにおいては、アドレスバスを上位8ビットと下位8ビットに分け、上位8ビットは、従来どおりスタティックに出力されるが、下位8ビットは、データバスにマルチプレクスされ、図2.に示すように時分割で、アド

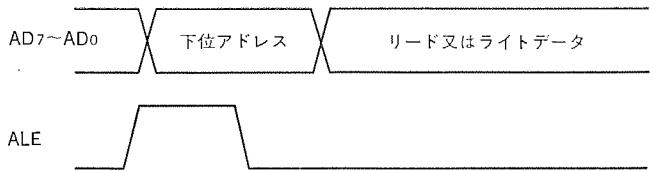


図2. 時分割バスとALEの関係

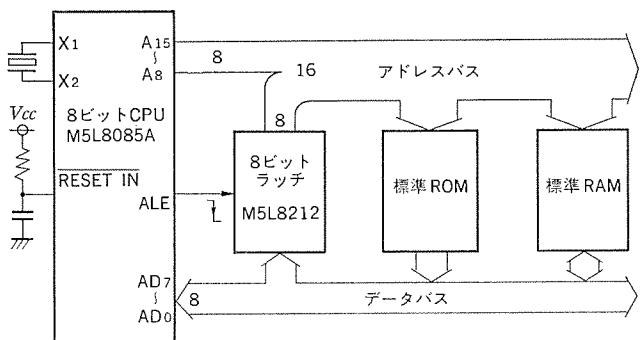


図3. 時分割バスの復元と基本接続図

レスバスとデータバスに使い分けることにより、ピン数の増加を抑え40ピンのDIL(Dual In Line)パッケージに収めている。上記のように、データバスにマルチプレクスされたアドレスをデマルチプレクスするためのストローブ信号としてALE(Address Latch Enable)が outputされる。図3.に示すように、ALE信号により外部ラッチ(M5L8212)にアドレス情報をラッチすることにより下位8ビットのアドレスを復元することができ、標準のメモリなどと容易に接続できる。

3. M5L8085Aの機能概要

3.1 基本構成

M5L8085Aは、ゲート長(設計値)5μm以下のnチャンネルシリコンゲートED-MOSプロセスを採用することにより5V単一電源で動作し、命令のサイクルタイムが最小1.3μsの高速性を実現している。

チップサイズは、5.68×4.31mm²で、チップ上に集積された全トランジスタ数は約5,700素子、全ゲート数は約1,700ゲートである。チップ写真を図4.に示し、図5.にチップ写真上の機能をおのおの機能別にブロック化して示す。図5.で示すブロック中M5L8080Aと比べて設計上、あるいは機能上異なる点につき説明する。

(1) 内部制御信号発生回路

内部制御信号発生回路は、インストラクションデコーダの

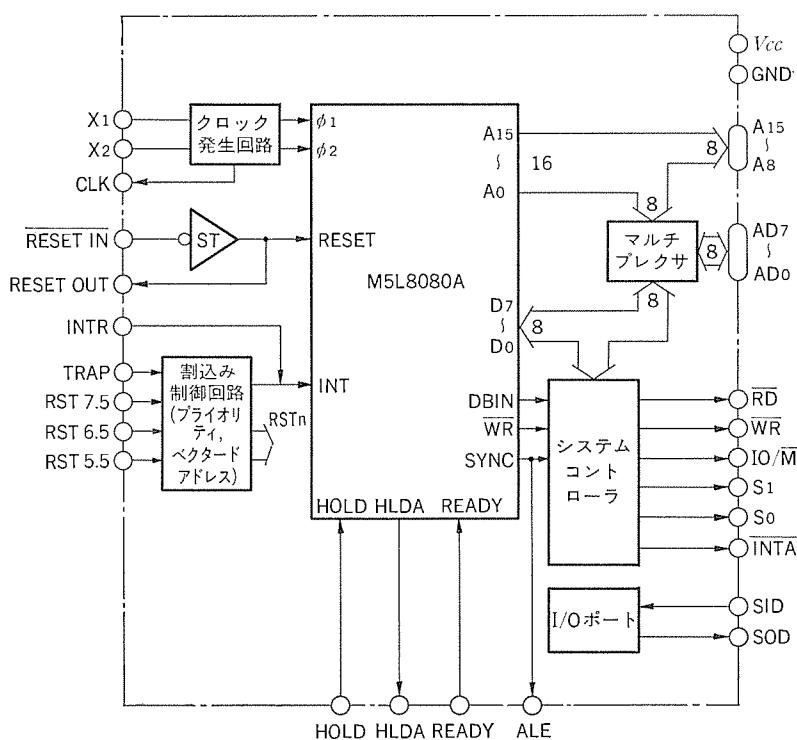


図1. M5L8080AをベースとしたM5L8085Aのブロック図

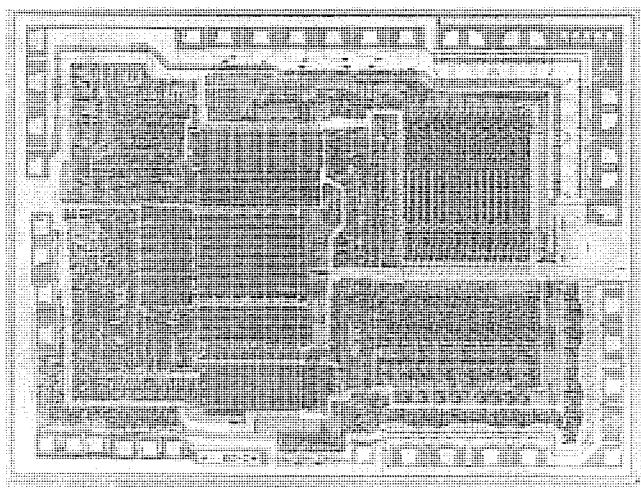


図 4. M5L8085A のチップ写真

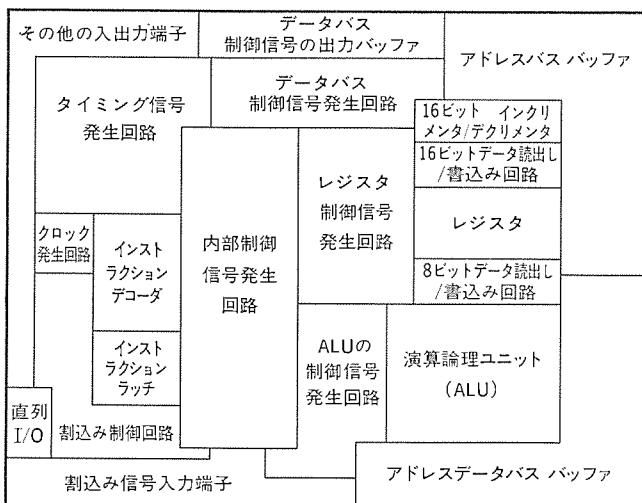


図 5. M5L8085A のチップ上の機能ブロック図

出力信号及びタイミング発生回路から出力されるマシンサイクルとクロックサイクルを示すタイミング信号を組合せたタイミング信号を入力して、各インストラクションの処理内容に応じてレジスタ制御信号発生回路及び演算論理ユニット(ALU)の制御信号発生回路に必要な信号を出力する。この制御信号発生回路は、マイクロプロセッサの基本動作を制御し、本来、非常に複雑な論理回路であるがチップ写真に示されるように極めて単純な回路構成となっている。これは、ノアロジックを基本とするPLA(Programmable Logic Array)を採用することにより達成されたもので論理設計及びパターン設計を単純化している。

(2) クロック発生回路

外部にクリスタル又はRC回路を接続するだけで、内部クロック信号を発生できるよう、シュミット回路と1/2分周回路を内蔵しており、M5L8080Aのようにクロック発生用IC(M5L8224)を必要としない。また、M5L8224よりシステム全体に供給していたクロック信号は、M5L8085Aから供給される。

(3) 割込み制御回路

M5L8080Aと互換性のある割込み機能に加えて、4レベルのベクトル化された割込みを制御するためプライオリティ、あるいは割込みマスクの設定と割込み時の飛び先番地を発生する。

(4) データバス制御信号発生回路

外部メモリ、又は入出力機器に対するデータバスの方向を示すステータス信号は、M5L8080Aではマルチプレクスされたデータバスより時分割で出力していたが、M5L8085Aでは直接、あるいは符号化して出力することにより、M5L8080Aのようにシステム制御用IC(M5L8228)を必要としない。

(5) 直列I/Oポート

おののおの1ビットの入出力ポート端子の機能を制御する。このポート制御のために、M5L8085Aでは、SIM(Set Interrupt Mask)とRIM(Read Interrupt Mask)の命令が追加されている。

3.2 命令実行のタイミング

CPUの基本動作は、外部メモリからCPUが実行する命令コードを

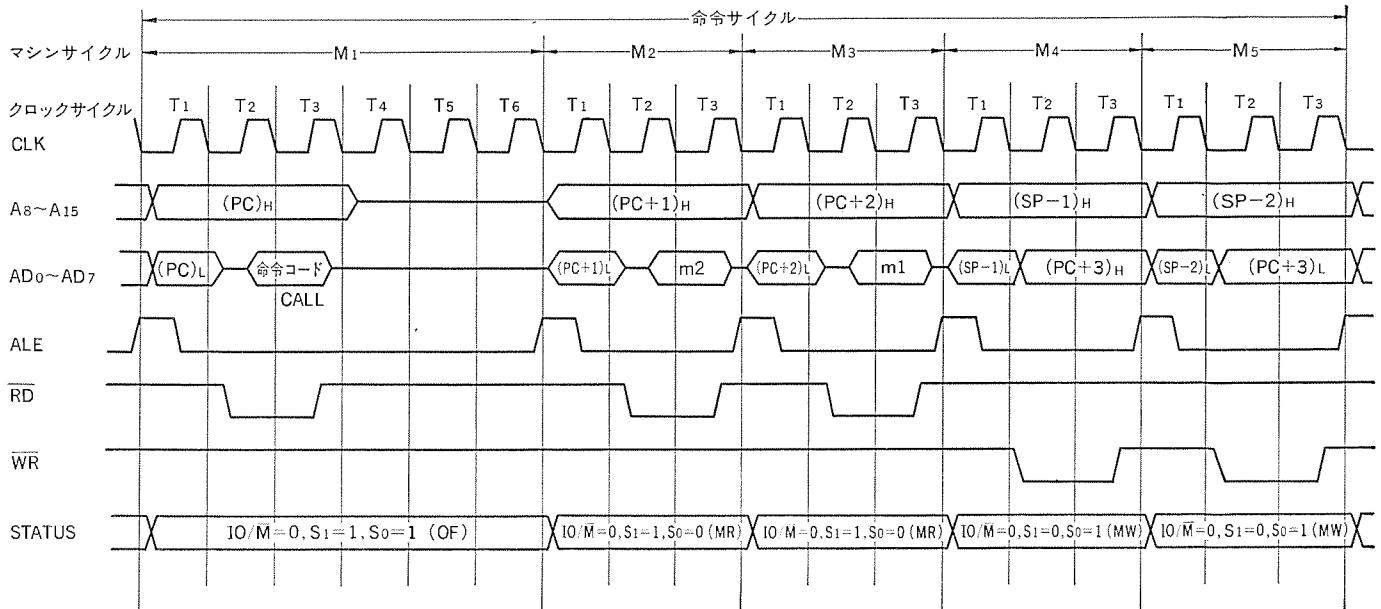


図 6. CALL m_1 m_2 命令のタイミング図

読み込み、必要に応じて外部メモリ、あるいは特定の入出力機器との間で8ビット単位のデータ転送を行っている。命令の実行サイクルは、最小1マシンサイクルから最大5マシンサイクルであり、おのののマシンサイクルは、最小3クロックサイクルから最大6クロックサイクルで構成されている。

次に、CALL命令のタイミング図を図6に示し、命令実行例として説明する。CALL命令は、無条件サブルーチン呼び出し命令でプログラムカウンタの内容((PC)+3)の上位8ビットは、スタックポインタが示す((SP)-1)番地に、下位8ビットは((SP)-2)番地にストアし、第2、第3バイトの値が示す番地(m₁, m₂)をスタート番地とするサブルーチンを呼び出す。

図6. 第1マシンサイクル(M₁)でCPUは、プログラムカウンタの内容(PC)をアドレスバスに出力して、命令コードをフェッチするためのメモリ読み出し動作を行う。このM₁サイクルは、すべての命令に共通で、命令によっては4クロックサイクルで完了する命令もある。CPUは、M₁サイクルのT₄クロックサイクルで、読み込まれた命令を解読して、それがCALL命令であることを判断し、M₁サイクルが6クロックサイクルで、全マシンサイクルが5マシンサイクルであることを確認する。

第2マシンサイクル(M₂)では、プログラムカウンタの内容((PC)+1)をアドレスバスに出力して、サブルーチンスタート番地の下位8ビットのデータ(m₂)を読み込むためのメモリ読み出し動作を行う。

第3マシンサイクル(M₃)では、プログラムカウンタの内容((PC)+2)をアドレスバスに出力して、サブルーチンスタート番地の上位8ビットのデータ(m₁)を読み込むためのメモリ読み出し動作を行う。

第4マシンサイクル(M₄)では、スタックポインタ(SP)の内容((SP)-1)をアドレスバスに出力して、プログラムカウンタの内容((PC)+3)の上位8ビットを外部メモリに退避するためのメモリ書き込み動作を行う。

第5マシンサイクル(M₅)では、スタックポインタの内容((SP)-2)をアドレスバスに出力して、プログラムカウンタの内容((PC)+3)の下位8ビットを外部メモリに退避するためのメモリ書き込み動作を行う。以上の動作でCALL命令は完了し、引きつきCPUはm₁ m₂で示される番地の命令を実行する。

3.3 M5L8080Aに対し追加された機能

M5L8085Aは、TRAP, RST7.5, RST6.5, RST5.5, SID, SODの新しい端子を追加し、この端子を制御する命令として、RIM, SIM命令が追加されている。

(1) TRAP

トラップ割込みは、マスクできない再スタート割込みで、INTRと同じタイミングで受付ける。この割込みは、最優先割込みでソフトウェアによる禁止はできない。この割込みが入力されると、CPUは内部でRSTの命令コードを発生して、RST命令を実行し、プログラムカウンタは、24₁₆番地にセットされる。

(2) RST n (n=7.5, 6.5, 5.5)

再スタート割込みは、ソフトウェアによってマスクあるいは禁止できる点を除いてトラップ割込みと同じ機能である。優先順位は、RST7.5が一番高く、RST5.5が一番低いがINTR割込みよりは高い。また、RST7.5の端子はペンドイング機能を持つ。割込み発生後のプログラムカウンタの値を下記に示す。

RST 7.5	3 C ₁₆
RST 6.5	34 ₁₆
RST 5.5	2 C ₁₆

(3) SID

直列データ入力端子で、RIM命令が実行されたときには、この端子のデータはアキュムレータの第7ビット目に入る。

(4) SOD

直列データ出力端子で、SIM命令により、この出力をセット／リセットする。リセット入力により“L”レベルにリセットされる。

(5) RIM命令

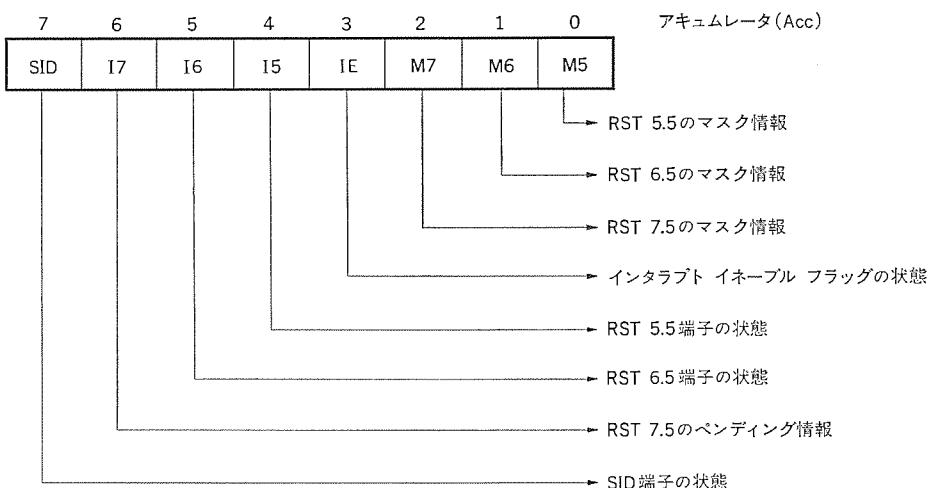


図7. RIM命令におけるアキュムレータの情報

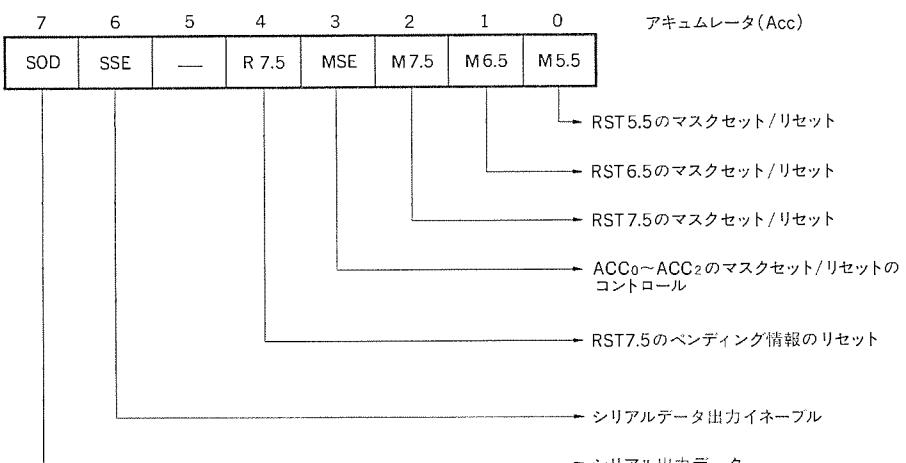


図8. SIM命令におけるアキュムレータの情報

RST 割込みのマスク情報、ペンドイングになっている RST 割込み要求、及び SID 端子のシリアル入力データはアキュムレータに入る。アキュムレータに入るデータのビット対応を図 7. に示す。

(6) SIM 命令

アキュムレータの値に応じて、RST 割込みのマスクをセット／リセットし、かつシリアル出力データをSOD ラッチに出力する。アキュムレータのビット対応を図 8. に示す。

4. M5L8085A の応用

8ビットCPU M5L8085Aと、汎用メモリ及び周辺用LSI素子を用いて構成された、素子数の少ないマイクロコンピュータシステムの構成図を、図9.に示す。

図において、全素子は5V単一の供給電源で動作するため、電源部の簡略化に寄与することが期待される。また、抵抗とコンデンサによる積分回路を附加することにより、電源投入時に自動リセットをかけることが可能である。

TRAP、RST7.5、RST6.5、RST5.5の4本の割込み機能に対する、割込み処理プログラムは、図10.に示す例のように構成される。この場合、CPU内部で割込み命令が自動発生されるので、割込み発生時にCALLあるいはRST命令を発生させる回路は必要としない。

また、M5L8085Aに附加されたSID端子及びSOD端子を使用することにより、外部にあるタイマ回路からの定期的な割込み、あるいはソフトウェアによるタイミングに同期して、直列データを処理することが可能となった。図11.に直列データの入出力例を、図12.に直列データ処理プログラムの概略フローチャート例を示す。

図11.において、外部装置(例えばテレタイプ端末)からの出力はインターフェース回路を通って、M5L8085AのSID端子に入力される。また、反転された信号はRST7.5端子に入力される。外部からスタートビットが送られると、RST7.5入力端子は“L”レベルから“H”レベルに変化し、CPU内部のペンドイングフリップフロップがセットされる。

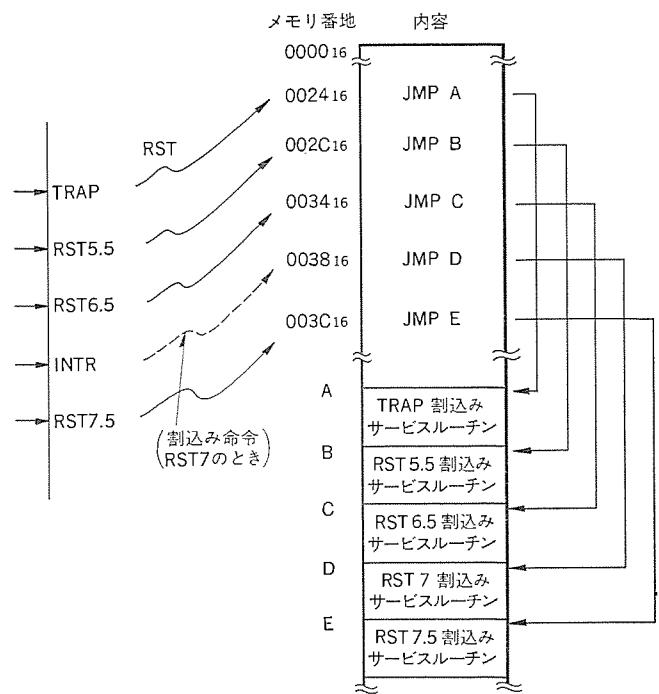


図 10. 割込み処理プログラムの構成例

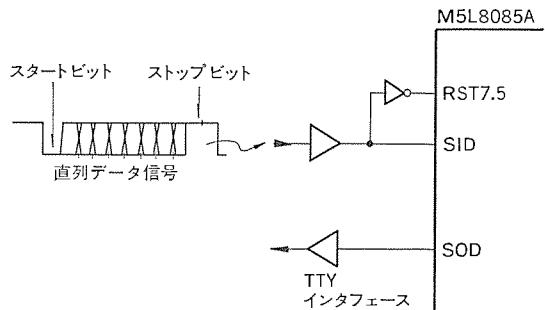


図 11. 直列データの入出力例

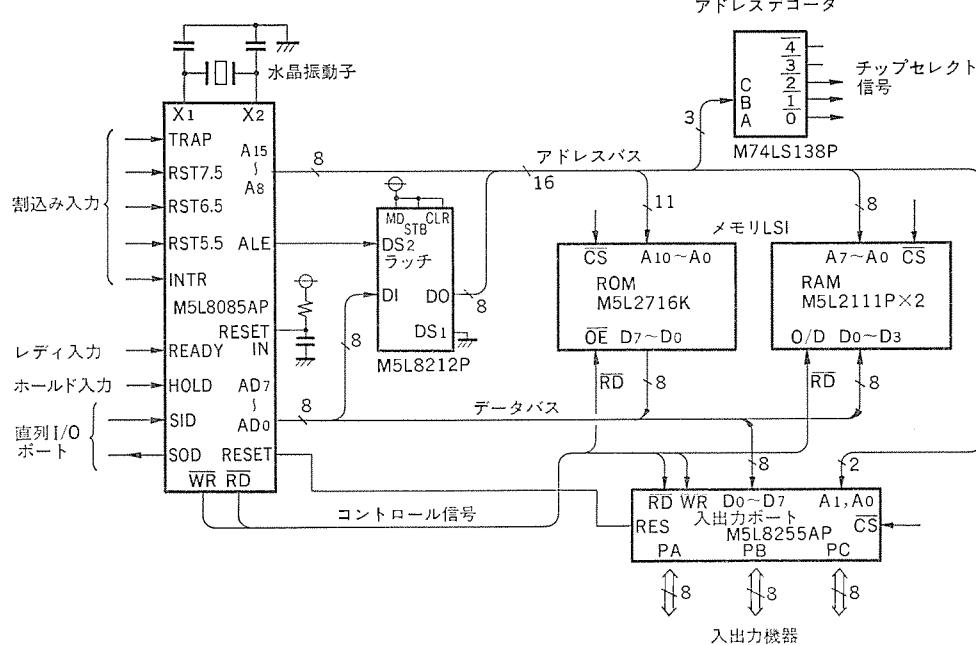


図 9. M5L8085Aによるマイクロコンピュータ構成例

この結果CPUに割込みがかけられ、CPUは図12.に示すフローチャートに従って実行する。

スタートビットの入力後、CPUは一定時間ごとにSID端子からデータを取り込み、直並列ビット変換処理を行う。その後、ストップビットの存在を確認した後、ペンドイングフリップフロップをリセットしておく。以上に示す処理により、専用のLSIを使用せずに、直列データを順次取込むことが可能となる。また、CPUから外部に対して直列データを出力することも、同様な手順で処理可能である。

SID, RST7.5, RST6.5, RST5.5入力端子については、RIM命令を実行することにより、入力信号の状況をアキュムレータ内に読み込

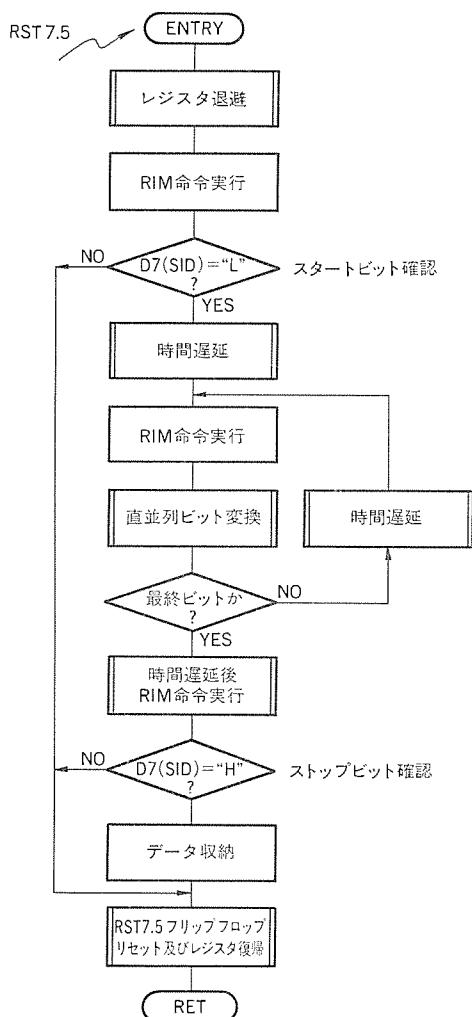


図 12. 直列データ処理プログラムの概略フローチャート

ることは前述のとおりであるが、RST 7.5, RST 6.5, RST 5.5に割込みマスクをかけて、割込みを禁止しておけば、これらの4端子は4ビットのデータ入力ポートとして使用できる。なお、RST 7.5入力は、入力信号が“L”レベルから“H”レベルに変化した時、内部のフリップフロップ回路がセットされるので、立上がり信号検出入力として使用できる。このフリップフロップは、SIM命令の実行によりリセットさ

れる。

M5L8085Aのアセンブリ言語は、追加されたRIM, SIM命令を除いて、M5L8080Aのアセンブリ言語と互換性があるが、M5L8085A応用システムの開発支援用ソフトウェアとして、《MELPS》85クロスアセンブリ及び《MELPS》85シミュレータが準備されている。また、応用システムのハードウェア及び、ソフトウェアのデバッグには、ポータブルコンソールPC8500を使用することにより、効率的なシステム開発が期待される。

5. むすび

マイクロコンピュータは、既に従来のハードウェアの置き換えにとどまらず、その特長である小形・汎用・廉価のゆえにマイクロコンピュータにおいて初めて可能となるような応用分野を開拓しつつあり、産業界だけでなく、一般家庭内へのコンピュータの導入も可能とした。

現在、発表されているマイクロコンピュータには、2つの方向がある。1つは、CPU(Central Processor Unit)機能と外部機能の一部を1～数チップに集積したマイクロプロセッサを中心に数チップでマイクロコンピュータを構成するものであり、他の1つは、CPU機能のほかに、ROM, RAM, I/Oポート等を1チップに集積した1チップマイクロコンピュータである。前者は、4ビット、8ビット、16ビットCPUのごくビット長の増大に代表されるように、データの処理効率(処理速度の向上、命令の充実、割込み機能の充実、ほか)の向上を主として目指すものであり、後者は、ROM, RAM容量の増大に代表されるように機能の高集積化(タイマ、シリアルI/O、A/D変換器の内蔵、ほか)を目指すものである。これらは、相互に関連をもちつつ、その目的とする用途に適応できるよう発展しつつある。これらのマイクロコンピュータを効率よく適用し、機能の分散を図るとともに有機的に結合することにより、従来の大形コンピュータでは困難と考えられたような機能を実現することができ、SFの世界で活躍するようなロボットの実現もそれほど遠い未来の話ではないと確信する。

本文では、今回開発した8ビットマイクロプロセッサM5L8085Aの機能と動作について量産中のM5L8080Aと比較して、その概要を述べ、追加機能の応用について紹介した。

参考文献

- (1) 水野、井手口、大槻、山田、浜野：三菱電機技報、51. No. 3, p. 192 (昭52)

8ビットマイクロプロセッサ用キーボードディスプレーインターフェースLSI

富沢 孝*・山田達雄*・田上英治*・大久保至*

1. まえがき

1970年に初めてマイクロプロセッサが世に出てからその進歩は目覚ましいが、マイクロプロセッサの発展とともに、マイクロプロセッサの周辺用ICもまた著しい変化をみせている。

初期のマイクロプロセッサ周辺用ICといえば、簡単なラッチやクロックゼネレータ、バスドライバといったものであったが、次第に集積度の高い周辺用LSIが開発されるようになった。最近では、CRTターミナルやフロッピディスクなど複雑で高度な制御を必要とする周辺機器の制御回路をワンチップ上に収めた、いわゆる高機能周辺用LSIが出現している⁽¹⁾。

ここに紹介するM5L8279Pも、nチャンネルシリコンゲートE/D MOSプロセスを採用した総素子数が約5,500個の高機能周辺用LSIである。キーボードと表示装置を持った8ビットマイクロコンピュータシステムのための周辺用ICとして設計された。

この論文では、マイクロプロセッサ周辺用LSIの現況とM5L8279Pの構成と動作概略、応用について述べる。

2. マイクロプロセッサ周辺用LSI

図1. ICマイクロコンピュータシステムの構成図を示す。初期に開発された周辺用ICは、図中点線で囲まれた領域内のクロックゼネレータやバスドライバなどで、SSIからMSIクラスのICであった。マイクロコンピュータが普及するにつれ、次のステップとして、I/Oポートやタイマなど比較的単純ではん(汎)用性のある周辺用ICがMOSLSIでつくられるようになった(図1.の1点鎖線で囲まれた部分)。これらのICは周辺機器を直接コントロールするわけではないが、マイクロコンピュータシステムの中で基本的な動作をする部分を汎用化させたもので、システムの設計・開発を容易にした。しかしながら、単純な周辺用ICだけでは、フロッピディスク装置など複雑な制御が必要な周辺機器のインターフェースは難しい。ハードウェアで構成すると、CPUは小形化されたにもかかわらず周辺に多くのICが必要となり、ソフトウェアの制御では高速処理の必要なところで時間的に処理不能といった問題につきあつるのである。

したがって、マイクロコンピュータシステム全体を小形化・簡略化しようと思えば、周辺機器それぞれに専用のインターフェース用LSIが必要で、

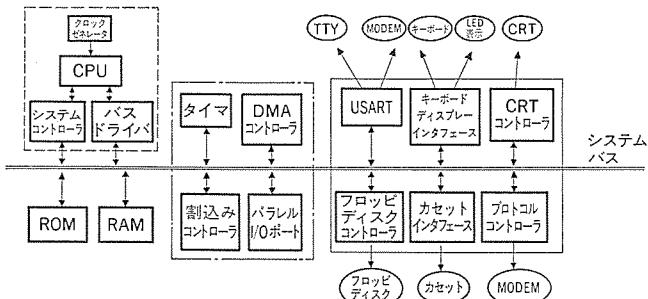


図1. マイクロコンピュータシステム構成図

近年続々と出現をみるに至った(図1.実線部)。この論文で扱うキーボードと表示装置のためのインターフェース用LSIもその1つであるが、ほかにCRTコントローラ、フロッピディスクコントローラ、通信用プロトコルコントローラなどで、複雑な機能を1個のIC上に収めるため集積度ではマイクロプロセッサをしのぐものが少なくない。

3. キーボードディスプレー周辺用LSI

3.1 概要

比較的小さなマイクロコンピュータシステムの入出力装置としてよく使われるのがキーボードとLEDなどの表示装置である。現在最も普及しているキーボードは機械的接点を有したキーを使用しているが、この種のキーでは接点の開閉時にチャタリングがあるのが普通である。このチャタリングの防止とキー操作の際の誤入力を防ぐキーのローリング機能は從来からソフトウェアよりも専用のハードウェアで処理されることのほうが多いかった。またLEDなどの表示装置は通常、時分割に表示を行いういわゆるダイナミック表示方式が用いられるが、このための走査タイミング信号なども専用のハードウェアで処理すると簡単である。

M5L8279Pは、上記2つの入出力装置と8ビットマイクロプロセッサとの専用インターフェースICとして開発されたもので、キーのデバウンス回路や表示用のレジスタ、タイミング発生回路などを内蔵していて、しかも8ビットマイクロプロセッサに直接接続が可能なように設計されている。

3.2 ハードウェアの構成と機能

表1.にM5L8279Pの機能と特性を、図2.にブロック図を示す。図3.はチップ写真であるが $4.94 \times 4.93 \text{ mm}^2$ のチップ上に約5,500個のトランジスタを集積している。チップ内部は大きく分けてキーボード部

表1. M5L8279Pの機能と特性

項目		内容
機能	キーの数	64個(シフト・コントロール端子により最大 64×4 まで可能)
1	キー入力のモードの種類	キーボードモード センサマトリクスマード ストローブモード
2	ローリング機能の種類	2キーロールオーバー Nキーロールオーバー
3	キーのデバウンス時間	プログラムにより可変
能	キー入力用 FIFO	8×8ビットのRAM
表	表示レジスタ	16×8ビットのRAM
示	表示桁数	8桁又は16桁
	置数の方向	左右どちらからも可能
	走査タイミング	デコード又はエンコードモード
特性	プロセス	nチャンネルシリコンゲートE/D MOS
	電源	5V 単一
	最小クロックサイクル時間	500ns (M5L8279P) 320ns (M5L8279P-5)
性	消費電力	350mW (標準)
	動作温度	0~70°C
	パッケージ	40ピンプラスチックDILパッケージ

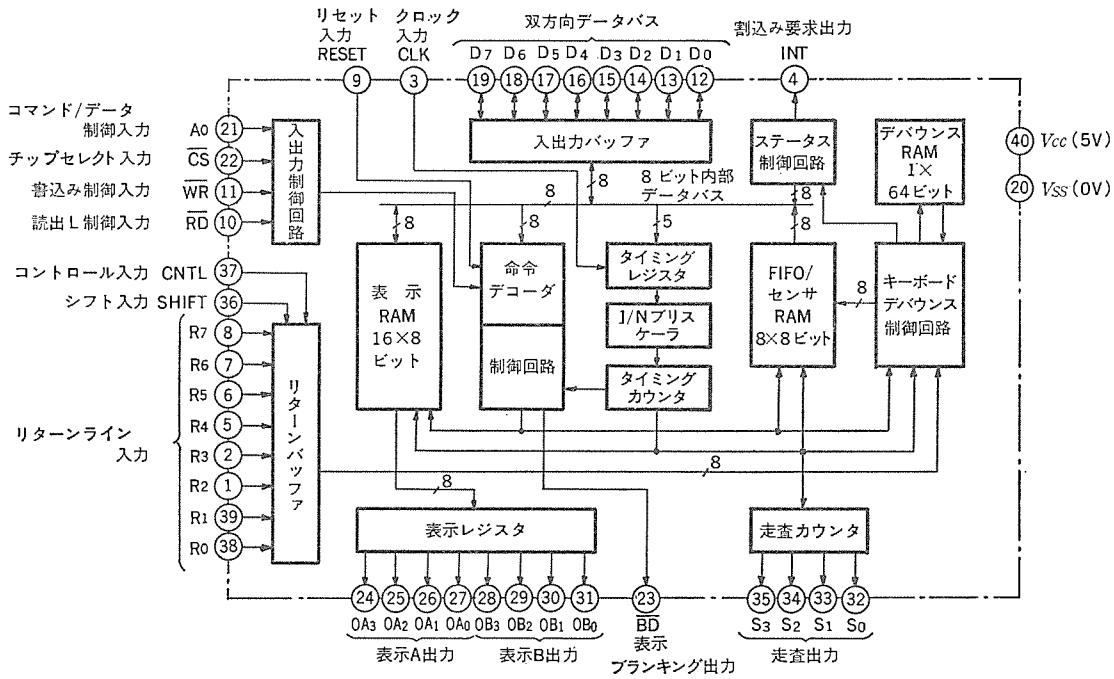


図 2. M5L8279P のブロック図

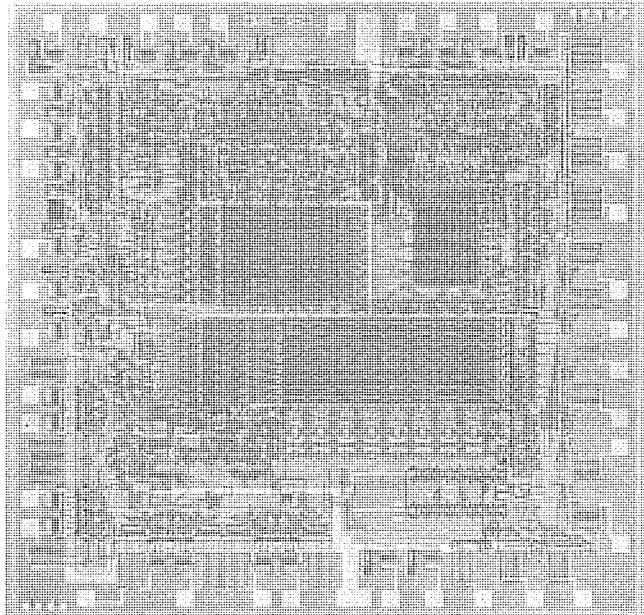


図 3. M5L8279P のチップ写真

と表示部とから成っている。

キーボード部は、 8×8 ビットの FIFO と 1×64 ビットの デバウンス RAM、キーボードデバウンス制御回路とで構成されている。外部キーボードとのインターフェースは、走査タイミング出力で走査される最大 8×8 個のキーマトリクスのリターン入力とコントロール入力、シフト入力とを介して行われる。キーの入力には、キーボードモード、センサマトリクスモード、ストローブモードの3つのモードがあり、制御コマンドによって選択が可能である。キーボードモードではキーデバウンス回路が動作し、あらかじめプログラムされたデバウンス時間を持ってからキー入力が受けられる。キーが受けられると、キーの位置に応じた8ビットのコードが FIFO へ入力され CPU への割込み信号が発せられる。FIFO は 8×8 ビット構成で、8個までのキーが CPU からのサービスを待たずに連続に受付け可能であり、通常のシステムでは十分の容量である。キーボードモードで

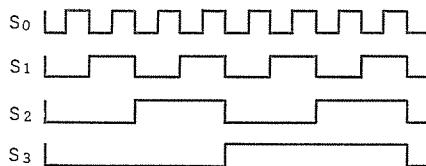
は、2キー-ロールオーバーとNキー-ロールオーバーの2種類のキー操作が選択可能である。2キー-ロールオーバーは2個以上のキーが同時に押された時すべてのキーの入力を禁止してしまうモードで、比較的遅いキー操作に適し、Nキー-ロールオーバーは一定のデバウンス時間キーが押されていれば他のキーと重なり合って押されてもつづつとキーの読み込みを許すモードで、高速のキー操作に適している。

センサマトリクスモードは、外部にある最大 8×8 構成の接点の内容が常にチップ内部にある 8×8 ビットのセンサ RAM (キー-ボードの FIFO が使われる)に読み込まれていて、この内容に変化が生ずると直ちに割込みを発して CPU に知らせるモードである。キー-ボードモードではキーが受けられたことのみが CPU に知られるが、このセンサマトリクスモードではキー-デバウンス回路は動作せず CPU は外部スイッチがいつ閉じられ、いつ離されたかをはっきり知ることができる。他のもう1つのモード、ストローブモードはストローブ信号により FIFO へ 8 ビットのデータを取り込むモードで、M5L8279P を 8×8 ビットのラッチとして使用することができる。

表示部には 16×8 ビットの表示レジスタ(RAM)があり、表示用のデータは8本の表示出力から外部へ出力される。表示レジスタはプログラムにより8けた(桁)と16桁のモード選択が可能で、更に $16 \times 4 \times 2$ ビットや $8 \times 4 \times 2$ ビットといった構成の2本のレジスタとしても使うことができる。レジスタへの箇数は左右どちらの方向からでも行うことができ、読み出し・書き込み時のアドレス指定はオートインクリメントモードを使えば最初のアドレスだけを指定すればよい。

表示とキーの走査は入力クロックの1/Nプリスケーラとタイミングカウンタを通してつくられる共通の走査タイミング信号で行われる。プリスケーラの値がプログラム可能なので、一定の範囲内で走査時間は可変である。走査モードには図4.に示すデコードモードとエンコードモードとがあり、デコードモードでは内部で既にデコード化したタイミング信号が output され、エンコードモードでは4ビットのバイナリ出力を外部でデコード化して使用する。デコードモードは表示の桁数と最大キー接点の数が少なくなるが、外部にデコードが不用なので小規模のシステムに便利である。どちらのモードでも、表示ブランディング出力が別に出力されていて走査タイミ

(1) エンコードモード



(2) デコードモード

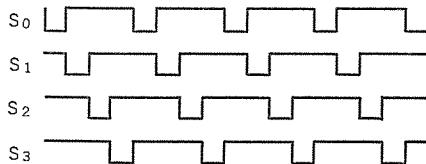


図 4. 走査タイミングのモード

ングの境界での表示の重なりが防止できるようになっている。

リセット入力端子は電源投入時などのリセット用である。リセット入力があると、左置数・16行・エンコードモード表示、2キーロールオーバーのキー入力モードに初期設定される。

3.3 制御コマンド

既に述べたように、M5L8279Pは用途に応じて種々の使い方ができるように工夫されている。図5.はプログラムによって選択が可能なモードをまとめたものである。これらのモード選択を含めてチップ全体には8種類のコマンドによって制御される。チップ内部には8ビットのステータスワードがあり、CPUはいつでもこのステータスワードを読み出して FIFOへ入力されたキーの数やエラーの有無を知ることができる。

ユーザは、まずシステムのイニシャライズルーチンの中でプログラムクロックコマンド、モードセットコマンド、書き込み禁止／ブランギングコマンド、クリアコマンドによってM5L8279Pの状態を決め、その後必要に応じ FIFOや

クロックのプリスケール値(2~31分周)

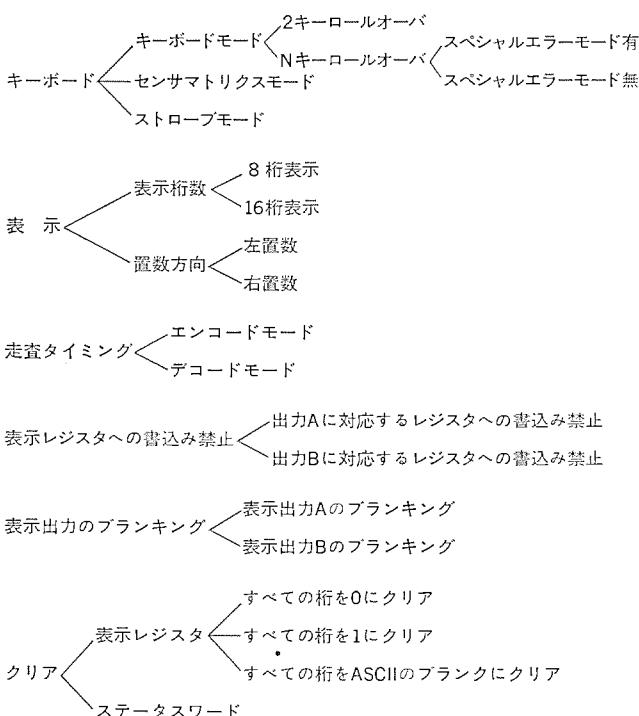


図 5. プログラム可能なモードの種類

表 2. 制御コマンド一覧

コマンドの種類	コード	内容
モードセットコマンド	000 DDKKK	DDとKKKでキーボードと表示のモードを指定する。
プログラムクロックコマンド	001 PPPPP	PPPPPでプリスケーラの分周比を決める。
FIFO読み出しコマンド	010 AIXAAA	読み出しのデータソースを FIFO又はセンサ RAMに指定する。AAAはセンサRAMのアドレス。
表示レジスタ読み出しコマンド	011 AIAAAA	読み出しのデータソースを表示レジスタに指定する。AAAAで表示レジスタのアドレスを指定する。
表示レジスタ書き込みコマンド	100 AIAAAA	表示レジスタへ書込む際のアドレス指定をAAAAで行う。
書き込み禁止／ブランギングコマンド	101 XIW _A IW _B BLABL _B	表示レジスタへの書き込み禁止(IWA, IW _B)とブランギング(BLA, BL _B)を制御する。
クリアコマンド	110 CdCdCdCfCa	表示レジスタとステータスワードのクリアを制御する。Cd, Cf, Caで何をクリアするか選択できる。
割込み終了／エラーモードセットコマンド	111 EXXXX	センサマトリクスモードでの割込み信号の制御とNキーロールオーバーにおけるスペシャルエラーモードの指定を行う。Eはスペシャルエラービット。

AI : オートインクリメント指定ビット X : 不使用のビット

表示レジスタの読み出し・書き込みをそれぞれのコマンドで行う。FIFOの読み出しは割込み処理ルーチンの中で行われるのが普通である。

制御コマンドやステータスワード、データの読み出し・書き込みは8本の双方向データバスと4本の制御入力(CS, A₀, RD, WR)によって行われる。このインターフェースはインテル系8ビットマイクロプロセッサに直接接続が可能となるよう設計されている。

3.4 応用

キー入力や表示装置を必要とするマイクロコンピュータシステムであれば、どのようなものにも応用が可能であり用途は広い。センサマトリクスモードを使えば入力は必ずしもキーに限らず、プロセスコントロールに使用されるセンサなどが考えられ、新しい応用を考え出していくのは今後

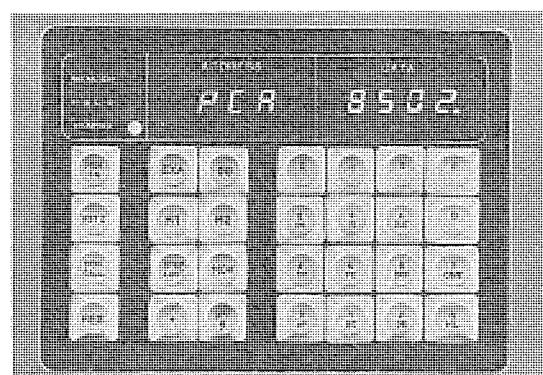


図 6. サポート装置 PC 8500 の部分写真

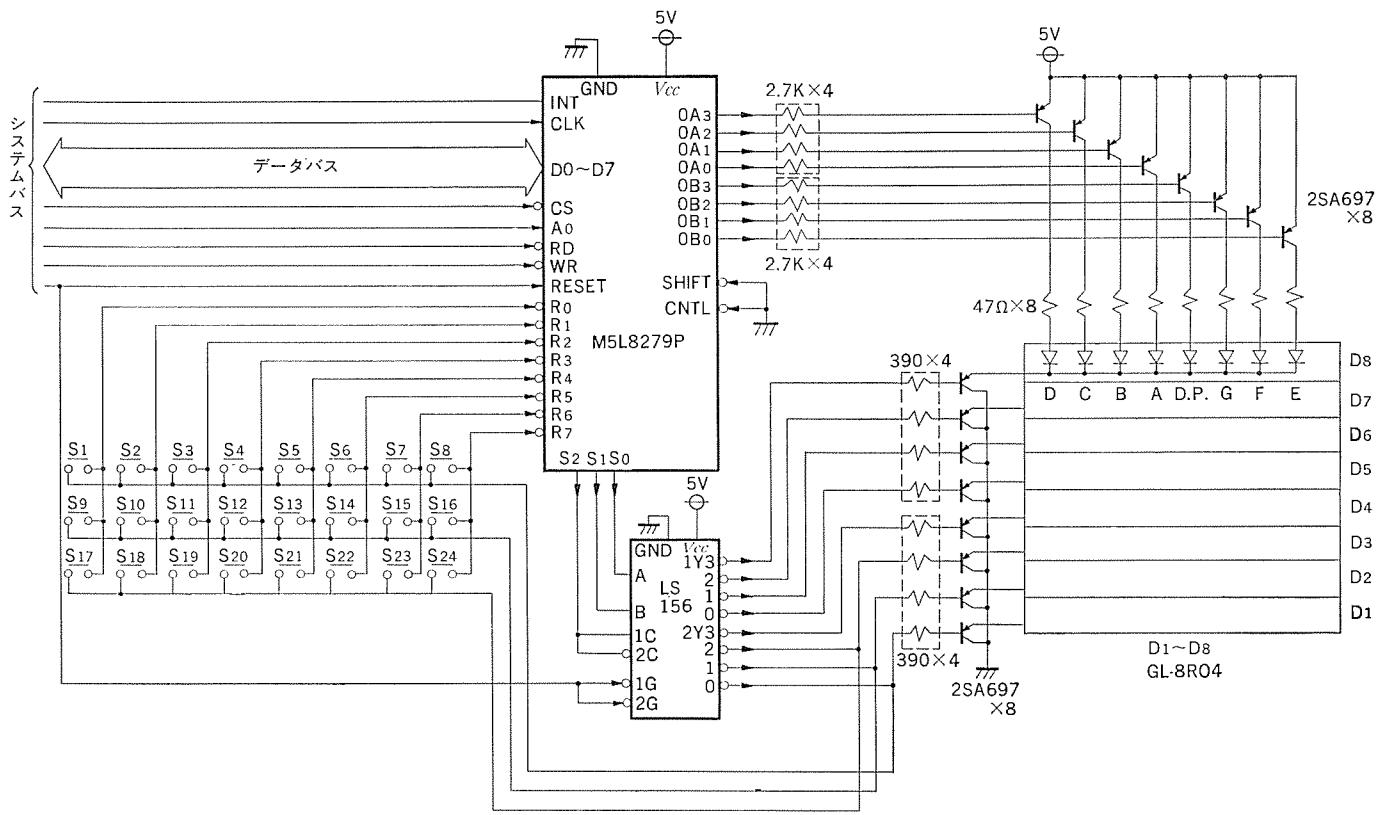


図 7. PC 8500 の回路図

の課題である。

現在、最もよく用いられているのが電子キッシュレジスタ(ECR)であるが、自動発券機・自動販売機・教育用ボードコンピュータなどにも多く使われている。米国では、数字表示装置を備えたプッシュボタン式の電子電話器⁽²⁾やCRTターミナルのキーボード部のインターフェースに使用した例などが報告されている。

図6. は当社で開発した8ビットマイクロプロセッサのサポート装置PC-8500の一部写真であるが、M5L8279Pを写真の部分のインターフェース用ICとして使用している。図7.に回路図を示すが、8桁・エンコードモード表示、2キーロールオーバーのモードを利用している。LEDのセグメント表示は、8本の表示出力を8個のセグメントに直接対応させ、外部にデコーダを用いずにソフトウェアで処理している。

4. む す び

以上、高機能周辺用 LSI の 1 つである M5L8279P の概要を紹介した。マイクロコンピュータは現在 ワンチップ化と高機能化の 2 つの道を進んでいる。周辺用 IC のうち簡単な機能のものは ワンチップマイクロコンピュータの中に包含されていくであろうが、高機能周辺用 LSI それ自体はまだまだ多種多様化していくであろう。

高機能のものに限らず一般に周辺用 IC の難しい点は、多くのユ

ーザの使用に耐えるよう汎用性を持たせると、チップサイズが大きくなりコスト高となってしまい逆にどのユーザにも使ってもらえないといった危険性があることと、周辺機器そのものの知識の少ないICメーカーにとって汎用性のあるものを設計すること自体が非常に難しいという点である。解決策として、スレーブ用のワンチップマイクロコンピュータを使用してソフトウェアで種々の応用に対処する試みもあるが⁽³⁾、処理スピードの問題などで応用が低速のものに限られているようである。ほかに高速のシリアルインターフェース用にビットプロセッサとバイトプロセッサを組合せて汎用化を図ったデュアルプロセッサタイプのものも発表されている⁽⁴⁾。いずれにしてもマイクロプロセッサの普及とともに、今後ICメーカーとシステムメーカーとの緊密な関係がますます必要になるであろう。

参 考 文 献

- (1) J. Beaston : Electronics. 51, No. 24, pp. 127~132 (1978)
 - (2) D. K. Melvin : Proceedings of the IEEE, 66, No. 2, pp. 182~191 (1978)
 - (3) D. Phillips, A. Goodman : Electronics, 50, No. 14, pp. 109 ~112 (1977)
 - (4) G. Louie et al. : ISSCC Digest of Technical Papers, pp. 144~145 (1977)

16Kビット紫外線消去形EPROM

張間 寛一*・松尾 龍一*・鍋谷 弘*・安東 亮*・松田 幸正*

1. まえがき

半導体のさまざまな物理現象が不揮発性メモリ実現のために利用されている。この中にアバランチブレーキダウンで発生させた電子をフローティングゲートに注入して生じるしきい値電圧の変化を利用するMOSトランジスタがある。その構造及び動作原理からFAMOS(Floating gate Avalanche injection Metal Oxide Semiconductor)と呼ばれる。電気的にプログラムができる、紫外線を照射することによりその内容を消去することができる、いわゆるEPROM(Erasable and Programmable Read Only Memory)として用いられ、最近さまざまな分野で活用されている⁽¹⁾。このタイプのEPROMとしては既に2Kビット及び8Kビットのものがあり、当社においてもM58563S(M5L1702AS), M58732K/S(M5L2708K/S)として製品化されている。EPROMの分野でも他の集積回路の一般的な傾向である高密度化、高性能化が急ピッチですすみ、ますます大容量で使いやすいものが市場に供給されつつある。

筆者らは16Kビットの容量をもち読み出しが5V単一電源で行えるEPROM(M5L2716K)を開発したので、メモリトランジスタの構造と基本特性、M5L2716Kの回路構成や諸特性、信頼性などを従来のものと比較しながら紹介する。

2. メモリトランジスタの構造とその基本特性

2Kビット、8Kビット及び今回開発された16KビットのEPROMで用いられたメモリトランジスタの断面図と1ビットの構成を図1.(a),(b),(c)に示す。2Kビットのものはpチャンネル形のMOSトランジスタであり完全に絶縁された单層ポリシリコンのフローティングゲートで構成されている。これに対して8K、16Kビットのものはnチャンネル形トランジスタであり、2層ゲート構造である。すなわち外部から電圧印加ができるコントロールゲートがフローティングゲート上に設けられている。コントロールゲートはフローティングゲートと容量的な結合がありエレクトロン注入の加速電界を形成させることになり書き込み効率の向上ひいては低電圧書き込みに寄与している。書き込みは次のように行われる。書き込み時はドレイン、コントロールゲートに高電圧が印加される。この時コントロールゲート、フローティングゲート及び基板のそれぞれの間の容量結合によりソース・ドレイン間にチャンネルが形成されチャンネル電流を生ずる。この結果ドレインに高電圧が印加されている状態ではいわゆるカレントインデュースブレークダウン(Current induced Break down)現象が現れる。このブレークダウン現象で生じたホットエレクトロンが高いエネルギー障壁をのりこえてフローティングゲートに注入される。エレクトロンの注入はコントロールゲートからみたしきい値電圧を上昇させ、読み出し電圧をコントロールゲートに印加しても非導通のまま保つようになる。このようにして書き込みが完了する。

8Kビット及び16KビットEPROMのメモリトランジスタはこの点ではなく同じ動作をすると考えてよい。図2.(a)に16Kビットのメモリトランジスタの書き込み特性(しきい値が書き込みパルス幅によってどのよ

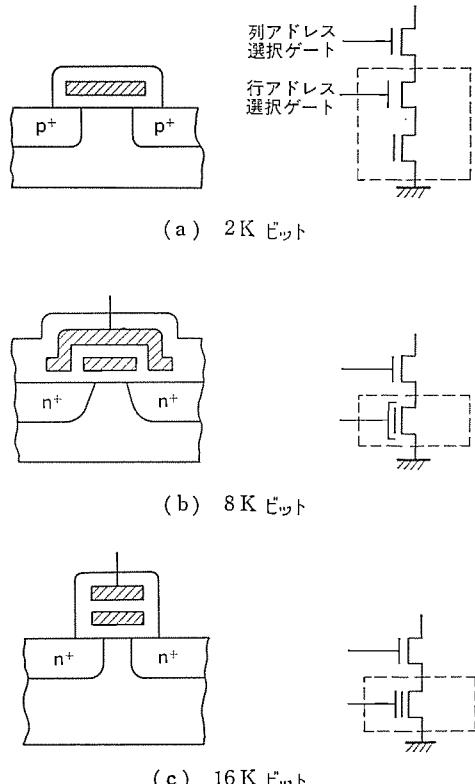
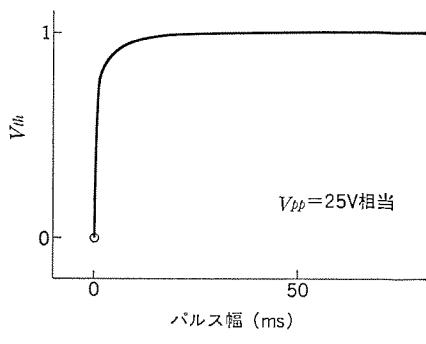
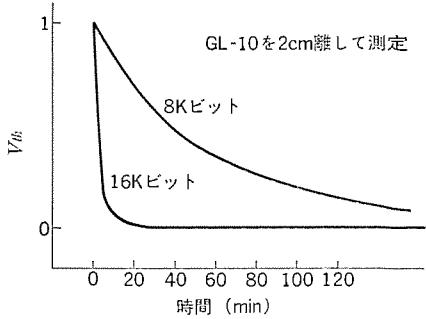


図1. メモリトランジスタの構造



(a) 書込みパルス幅による V_{th} の変化



(b) 消去時間による V_{th} の変化

図2. メモリトランジスタの書き込み、消去特性

うに変化するか)を示す。

注入された電荷は1,000 Å程度の厚い絶縁性のよいシリコン酸化膜に囲まれたフローティングゲート上有るため長くここにとどまる。すなわち書き込まれた情報が保持されるわけである。

2層ゲート構造の採用は高密度化という点でもまた、大きな意味をもつ。図1.に示すように単層ゲートのメモリが行選択用のもう1つのトランジスタを必要としたのに対して2層ゲート構造のメモリトランジスタではコントロールゲートがこの機能を兼ねているためである。

8Kビットから16Kビットへの移行に際しても高密度化という点でメモリトランジスタに改良が加えられている。図1.に示すように8Kビットのもの(b)ではフローティングゲートがコントロールゲートに完全に覆われているのに対し16Kビットのもの(c)では側面が覆われていない。微細化に対するウエハ製造技術の向上はあるもののチップ面積がわずか

8.2%しか増加していないのはこの効果によるところ大である。

消去は紫外線を照射することにより行われる。紫外線のエネルギーを得たフローティングゲート上のエレクトロンが酸化膜を通過して逃げることを利用する。ポリシリコンの紫外線透過率はシリコン酸化膜に比べて極めて低い。側面にポリシリコンのない16Kビットのメモリトランジスタはこういう点でフローティングゲートに到達する紫外線エネルギーが大きい。したがって消去特性も8Kビットのものと大きな差があり早く消える傾向にある⁽²⁾。図2.(b)に両者のしきい値電圧が紫外線照射によりどのように変化するかを示す。

3. M5L2716 Kの回路構成と諸特性

3.1 回路構成

M5L2716 Kは1ワード8ビット構成のEPROMである。チップ写真を図3.、ブロック図を図4.に示す。

メモリアレイはD₁～D₈のデータごとの8個のブロックに分かれています。アドレス信号などは共通に与えられる。アドレスはA₀～A₃の列デコーダ入力とA₄～A₁₀までの行デコーダ入力に分けられ、結局メモリは2⁴(=

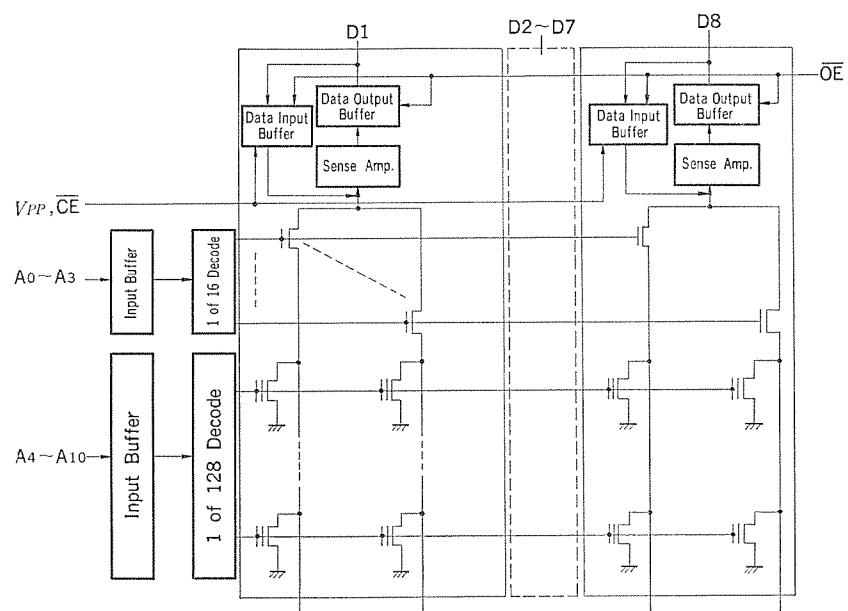


図4. M5L2716 Kのブロック図

表1. 各種EPROMの比較

メモリ容量	2,048 bit	8,192	16,384	
形名	M5L1702 AS (M58563 S)	M5L2708 K/S (M58732 K/S)	M5L2716 K	
トランジスタ数/bit	2	1	1	
チップ面積	3.4 mm ² 相当	4.21	4.39	
読み出し	アドレスアクセス(max)	1,000 ns	450	450
	消費電力(max)	600 mW	800	525
	ビットあたりの消費電力	0.3 mW	0.1	0.03
書き込み	使用電源	+5, -5, +9	+5	
	プログラム方式	インテリジェント	ループ	逐一アドレス
	プログラム時間	20 s	100	100
	プログラム時間/ワード	80 ms	100	50

16)列×2⁷(=128)行に配列されている。

A₀～A₃はデコードされたあとメモリセルのドレンにつながるデータラインの開閉をコントロールする列選択ゲートに入る。A₄～A₁₀はデコードされたあとメモリのコントロールゲートに接続される。列選択ゲートでコントロールされるデータラインはセンスアンプ、出力バッファへと接続されている。

3.2 動作と特性

従来のデバイスと比較したM5L2716 Kの特徴を表1.に示す。M5L2716 Kの動作には書き込み、読み出し、消去がある。各動作について説明し、特性を紹介する。

3.2.1 書込み

書き込みはアドレス端子で選択されたワードごとに8ビット並列に行われる。V_{pp}を25 Vに、OEを“H”にすればプログラムモードになる。アドレス及びデータを設定したあとCE端子にパルスを印加する。プログラムに必要なV_{pp}の値及びパルス幅は製品のばらつきを考慮してマ

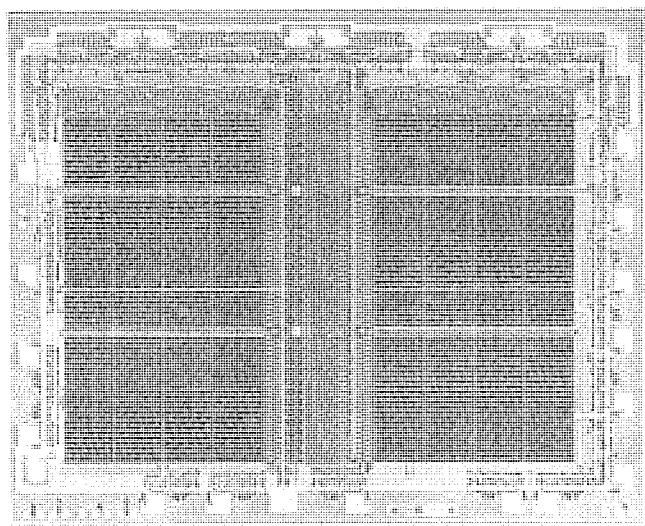


図3. M5L2716 Kのチップ写真

ーションがあるように最適値にしてある。図 5. にプログラム電圧と必要パルス幅を、図 6. にパルス幅の増加によって $V_{pp} - V_{cc}$ の動作領域がどのように変化していくかを示す。プログラム電圧の依存性は図 5. でわかるように電圧の増加とともに書き込みやすくなるがしだいに飽和し効率の低下とともに最後には破壊へと結びつく。これは周辺回路の耐圧などの要因がからんでくるためである。25V という値は効率及び周辺回路に及ぼす影響を考慮して決定されている。

書き込みパルス幅の依存性についてはメモリトランジスタの飽和特性からも推定されるように数 ms で飽和するがばらつきを考慮して 1 アドレスあたりのパルス幅が 45~55 ms と規定している。

プログラムの方式は 8 Kビットの製品とは異なっている。8 Kビットのループ方式(0番地から 1023 番地までシーケンシャルにアドレスを進め各アドレスごとに短いプログラムパルスを 1 回印加する。このループをアドレスあたりのトータルパルス幅が 100 ms 以上になるまで繰り返す方式)とは違い任意のアドレスに任意の順番に 1 パルス印加するだけである。

V_{pp} を DC 電源で与えプログラムパルスを TTL レベルで与えればよい点と、上記方式の簡略化は M 5 L 2716 K の大きな特長であり、PROM ライタの製作、プログラムデバッグ上からも注目すべきところである。

3.2.2 読出し

M 5 L 2716 K は、極めて高度な n チャンネル ダブルシリコンゲート ED-MOS プロセスを採用しており 1 電源ながらアクセスタイムは最大 450 ns と高速を誇っている。読み出しモードにするには \overline{CE} を “L”, \overline{OE} を “L” にする。ここでアドレスを入力するとデータが読み出される。読み出し時の消費電力は最大 525 mW であり、ビットあたりの消費電力は表 1. からもわかるように 2 Kビット、8 Kビットの時と比較して半分以下になっている。更にチップを選択しないときは \overline{CE} を “H” にしてスタンバイ(パワーダウン)モードにすることも可能であり、この場合には消費電力は更に 1/4~1/5 に減少する。出力はトライステートが可能だが \overline{CE} , \overline{OE} のどちらか又は両方を “H” にすることによりハイインピーダンス状態にできメモリ容量拡張時に用いられる。図 7. (a) にア

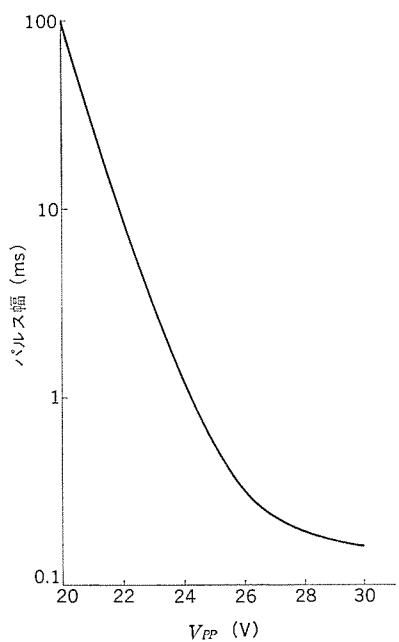


図 5. 書込みパルス幅の V_{pp} 電圧依存性 (M 5 L 2716 K)

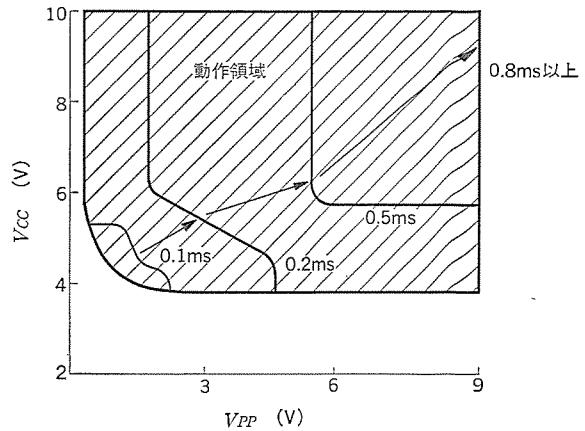
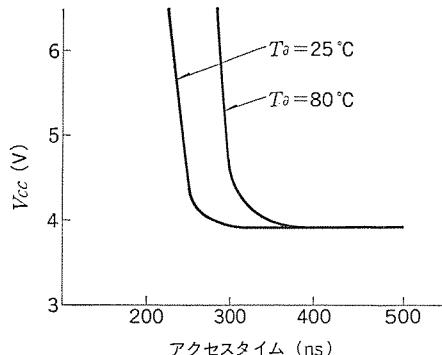
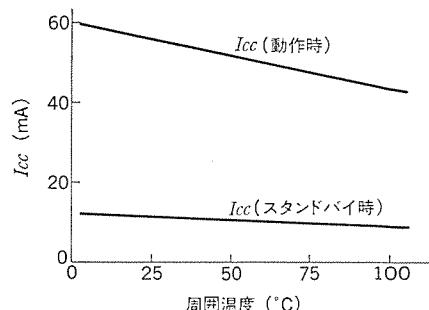


図 6. 印加パルス幅による動作領域の変動 (M 5 L 2716 K)



(a) アドレスアクセス時間の V_{cc} 、温度依存性の例



(b) 電源電流 (I_{cc}) の温度特性

図 7. M 5 L 2716 K の読み出し特性

ドレスアクセス時間の V_{cc} 電源及び温度依存性を、図 7. (b) に電源電流の温度依存性の 1 例を示す。

3.2.3 消去

紫外線照射によるメモリトランジスタのしきい値の変化は 2 章で述べた。集積回路としてみた場合は 16K 個のばらつきを考慮して全ビットが消去される時間だけ照射せねばならない。

また単純に PROM ライタで消去が確認されただけで十分消去されていると思うのも誤りである。消去時間は使用するランプ、ランプの劣化の度合、素子との距離などの要因により異なるが、全ビットの消去に必要な時間を求めその 5 倍以上かけるようにしたい。8 K ビットと 16 K ビットではメモリトランジスタの構造からくる消去特性の差があることは既に述べたが、これは太陽光やけい光灯に長時間さらされて使用する場合、データ消失の危険性にも差があることを示している。M 5 L 2716 K の実使用時には紫外線をカットするシールをはることが義務づけられなければならない。

消去による動作領域の変動は図 6. とは逆、すなわち V_{cc} , V_{pp} が共に大きな値の時に動作領域は減少となって現れることを知つておくことも役立つであろう。

4. M 5 L 2716 K の信頼性

EPROM には通常の MOS 集積回路に関する信頼性項目のほかに特殊な構造及び動作原理の故に次に挙げるような特別に注意せねばならない項目が存在する。

(1) プログラムされた情報の保持

(2) 書込み、消去による特性の劣化

書込まれた情報の保持特性は周囲温度及びメモリトランジスタのコントロールゲートに電圧を印加することにより加速させて調べることができる⁽³⁾⁽⁴⁾。高温保存、動作試験による結果を図 8. に示す。

これによると 70°C で動作させた場合平均寿命では 10^5 年といった天文学的な数字となっており実使用上は全く問題がないと推定される。

書込みの繰り返しに対してはホットエレクトロンによるシリコン酸化膜の損傷やトラッピングによる特性の変化が予想されるが⁽⁵⁾ 製品レベルでみる限り数 100 回の繰り返しでは顕著な変化は観測されていない。消去については紫外線による影響が考えられる。長時間の紫外線照射によって消去時間が長くなることが確認されている。しかしながらこれが飽和特性を示し(図 9. 参照)、規格に対しては十分なマージンを有していることから実使用は全く問題にならない。

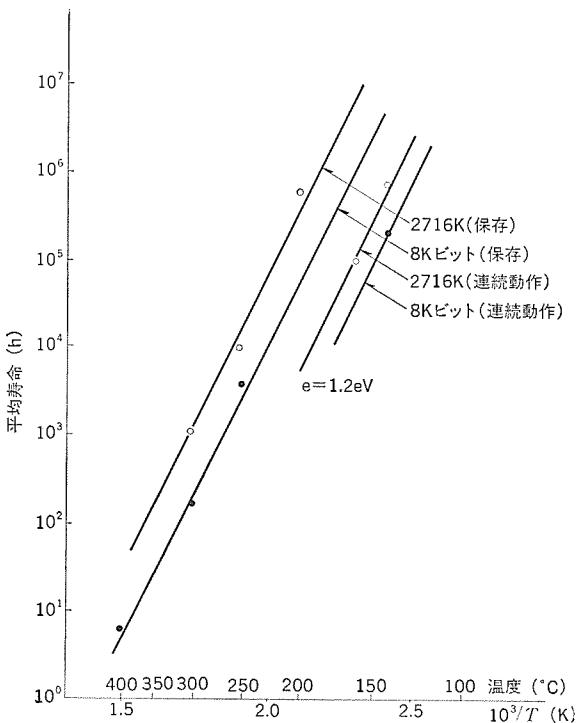


図 8. 保 持 特 性

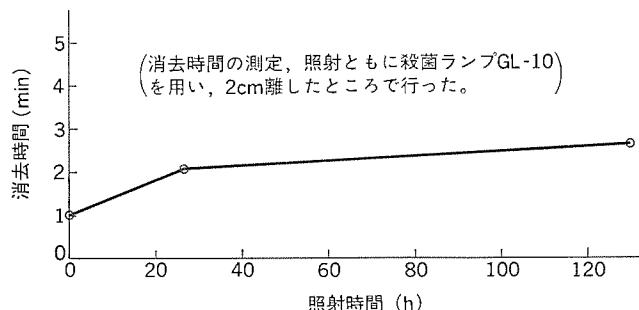


図 9. 紫外線照射による消去時間の変動 (M 5 L 2716 K)

EPROM の信頼性は 2 Kビット、8 Kビット、16 Kビットと移行するにつれ書き込み電圧の低下、書き込み方式の簡略化、ウエハ製造技術の改良、出荷スクリーニングの充実といった要因によって飛躍的に向上してきた。しかしながら“書き込み”という市場での信頼性を大きく左右する操作が使用者の手で行われる点で他の一般の集積回路とは趣きを異にしている。使用者は書き込み、読み出し、消去の規格をよく守るように留意する必要がありこれが高い信頼度を保つ秘訣である。

5. む す び

最初プログラムデバッグ用として注目された EPROM はその使いやすさと市場での実績をもとに最終製品の部品として近年飛躍的に発展し、メモリの 1 つの分野にまで成長してきた。これとともに EPROM に対する顧客の要求も“より高速で、より大容量で、より使いやすく、より高い信頼性を”と年々高くなっている。今回開発された EPROM はこの要求に添ったものであり顧客を満足させるものと思われる。特に 5 V 単一電源化はシステムの設計を容易にし、プログラム方式の改良は書き込み時の煩雑さをなくすという点で大きなメリットになった。こういったメリットとともに応用分野もキャッシュレジスタ、POS、自動販売機、各種端末器、各種家庭電気製品へと無限に広がる様相を呈している。

今後の課題としては信頼度を低下させることなく一層の大容量化、高速化をはかること、及びより効率のよいスクリーニング方法を確立することなどがあげられよう。

参 考 文 献

- (1) D. F. Bentchkowsky : Solid-State Electronics, 17, 513 (1974)
- (2) R. Kondo et al. : IEEE Trans. on ED, 25, No. 3, 369 (1978)
- (3) R. M. Alexander : 16 th Annu. Proc. of Int. Reliability Phys. Symp., 229 (1978)
- (4) 松本ほか：電信学全国大会予稿, 2-111 (昭 52)
- (5) R. C. Dockerty : 13 th Annu. Proc. Reliability Phys., 6 (1975)

64KビットダイナミックMOS RAM

下西 和博*・市山寿雄*・加藤忠雄**・魚谷重雄*・伝田匡彦*

1. まえがき

MOSメモリの大容量化及び高速化は、設計・製造両面の技術進歩によって目覚ましい速度で進められてきている。MOSメモリの内、特にダイナミック Random Access Memory ((D) RAM) の進歩についてみると、1970年代はじめから現在にかけて1チップ当たりのビット数はほぼ2年で4倍増加し、一方、1ビット当たりのアクセス時間と消費電力の積は、この間に1/30以下にまで減少している。これは主に1ビットを構成するデバイス数を6個のスタティック形から4個、3個、2個のダイナミック形とする設計上の改良と、微細パターンの加工技術、ウエハの大口径化を可能とした製造技術の進歩によっており、現在では16K(D) RAMが市場の主流を占め、更には64K(D) RAMが市場にあらわれようとしている。

64K(D) RAMは、開発当初16K(D) RAMと同じ12V、-5V電源を使用したものや、素子の耐圧などの検討から7V、-2V電源を使用した形⁽¹⁾で発表されたが、今日では使用の容易さのためほとんどTTLロジックと同じ5V単一電源で、また電源以外は極力16K(D) RAMとピンコンパティブルになるような方向で開発が進められている。当社においても、この使いやすさと実装密度の大幅な向上を目標に、5V単一電源で動作する16ピンパッケージに収納された64K(D) RAMの実用化を進めてきたが、このたびその開発に成功した。本稿では、その製品の特長及び5V単一電源化を達成する上で特に考慮しなければならなかった設計上の諸問題について触れ、その解決方法と、それから得られた結果についての紹介を行う。

2. 64KビットダイナミックMOS RAMの設計

64K(D) RAMに使用するパッケージとピン配置については、開発が各所で始められた当初からアメリカのJEDEC(Joint Electron Device Engineering Council)が提唱した16K(D) RAMと同じパッケージで、9ピンをアドレスピンA₇とすることが世界標準として認められていた。しかし、使用する電源電圧とリフレッシュ方式、及びもし基板に与えるバックバイス電位V_{BB}をメモリチップ内部で発生するか、若しくは接地電位とした場合に、不要となる1ピンをどのように扱うかは未決定であり、今もって標準化がなされていない状況にある。当社では幅広い市場調査、及び16K(D) RAMと同じ大きさのパッケージに4倍の密度をもった64K(D) RAMを収納するための種々の技術的検討から、次のような製品仕様を立て開発に着手した。

2.1 製品仕様

- 64K(D) RAMの製品仕様を、上に述べたように使用の容易さと、それを実現するための技術的検討から次のように設定した。
- (1) JEDECの提唱しているパッケージとピン配置の採用。
 - (2) 5V単一電源動作(基板電位V_{BB}はチップ上で発生)。
 - (3) 最大アクセス時間／サイクル時間：120ns/230ns。
 - (4) 最大消費電力 動作時／スタンバイ時：200mW/22mW。
 - (5) リフレッシュ方式：256リフレッシュ／4ms。

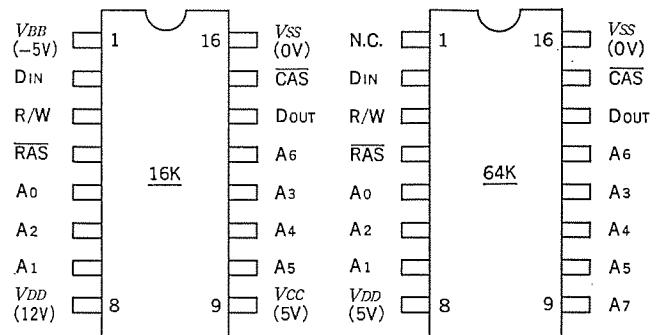
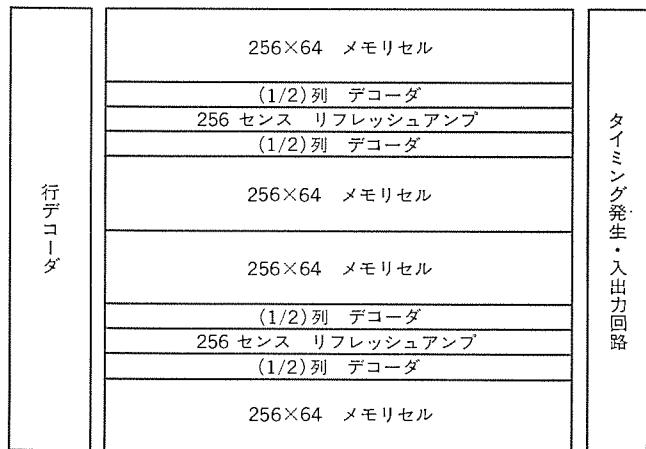


図1. 16Kと64KダイナミックMOS RAMのピン配置

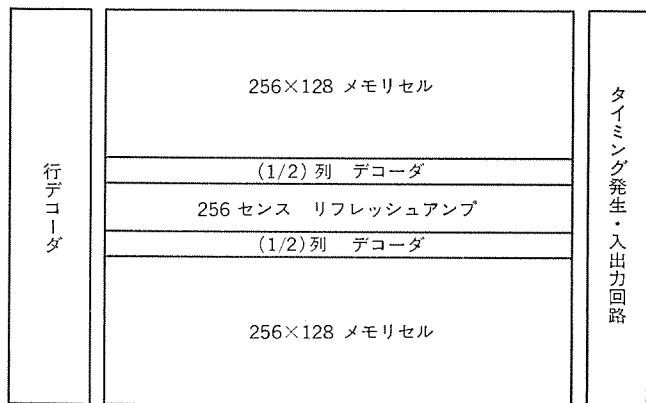
(6) 動作機能は16K(D) RAMと同じ⁽²⁾、すなわち

- (a) リードサイクル、アーリーライトサイクル、リードモディファイライト動作が可能。
- (b) リードサイクルとアーリーライトサイクルだけでメモリチップを動作させればデータ入力端子とデータ出力端子の共通使用が可能。
- (c) ページモード動作可能。
- (d) RASオンリーリフレッシュ可能。
- (e) すべての入力端子は低入力容量でTTLコンパティブル。
- (f) 出力端子は低容量で、3状態を有したTTLコンパティブル。
- (g) アドレス入力のマルチプレクス方式の採用。

これらの内、(1)の内容は図1.に示したように16K(D) RAMで採用されていた9ピンのV_{CC}(5V)をアドレスピンA₇に、8ピンのV_{DD}12Vを5Vにすることである。アドレスは(6)の(g)で述べたようにマルチプレクス方式なので、これだけで16Kの4倍の64Kビットをカバーすることができる。(2)、(3)は、従来12V系で動作していたダイナミックMOS RAMを使用の容易さ、すなわち電源の設計の容易さ、費用の低減化と、高性能化を目標に設定したものである。この目標値は16K(D) RAMと同じパッケージに64K(D) RAMを収納することと並んで大きな技術的課題であった。これについては以下で詳述する。最大消費電力(4)は、メモリチップが消費する瞬間最大ピーク電流を16K(D) RAMと同等ないしそれ以下にするという要求からで、これを実現するために徹底したダイナミック回路化と、浮遊容量を低減するためのチップ構成プロセス改良が図られた。(5)のリフレッシュ方式は、16ピンの4K(D) RAMが64リフレッシュ／2ms、16K(D) RAMが128リフレッシュ／2msであったことの自然な延長としてとられたものである。ただしメモリ利用効率を16K(D) RAMより小さくしないためにリフレッシュ時間を4msとしたが、これは4K、16KダイナミックMOS RAMでつちかわれたプロセス技術によって十分に保証されている。この256リフレッシュ方式は次の点からも選択された。すなわち図2.に示したように、128リフレッシュ方式では、512個のセンスリフレッシュアンプと一般には2組の列デコーダが必要であるのに対して、256リフレッシュ方式では256個のセンスリフレッシュアンプと1組の列デコーダだけが必要とさ



(a) 128 リフレッシュ



(b) 256 リフレッシュ

図 2. 64 K(D) RAM のチップ構成例

れ、その分だけチップサイズを小さくすることができ、また消費電力の低減が図れるからである。(6)は16 K(D) RAMの自然な延長として取り入れられたものであり、これらによって16 K(D) RAM用に開発されたシステムは、ほとんどそのままの形で一挙に実装密度を4倍にすることができる。

2. 2 5 V 単一電源化のポイント

64 K(D) RAMでも採用された、2素子形のダイレックメモリセルは16ビンパッケージに収納された4 Kビット(D) RAMではじめて実用化され、16 Kビット(D) RAMで2層ポリシリコン技術の採用とともに定着したもので、今のところ実用的な記憶素子の最小単位と考えられている。しかしメモリセルからの読み出し電圧が極めて小さいのが普通で、この微少電圧を検知し増幅する高感度なセンスアンプの設計が実用上必要であった。このことは、電源の5V化で一層大きな問題となり新しいデバイス構造、センスアンプ回路、周辺のクロック発生回路が採用された。

2. 2. 1 デバイス構造

64 K(D) RAMに採用されたプロセスは16 K(D) RAMで実績のある2層ポリシリコンゲートのnチャンネルMOS LSIプロセスの縦・横のディメンションを比例縮小したHMOS(High Performance MOS)プロセスであるが、チップ面積の約50%を占めるメモリセル構造は図3.のように改良された。図3.で第1ポリシリコン直下のn-領域は、V_{DD}に接続された第1ポリシリコンと自己整合され、互いに情報記憶のためのMOS形コンデンサの電極となっている。このような構造で選択され

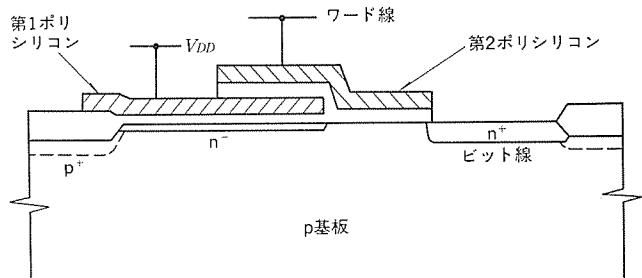


図 3. メモリセルの断面構造図

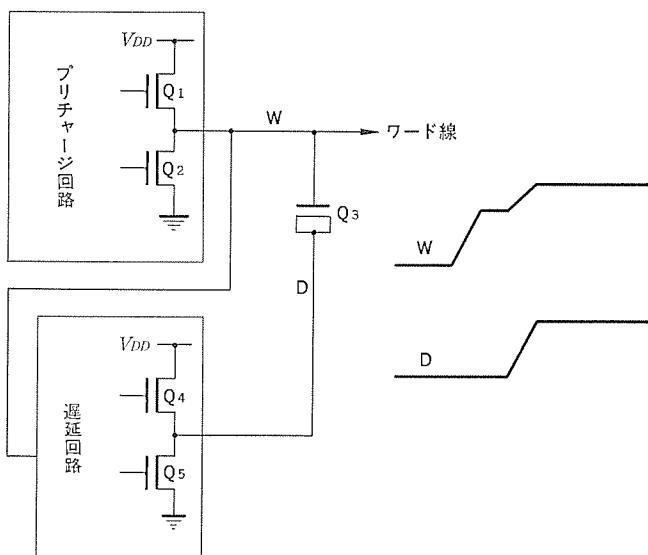


図 4. ワード線駆動回路図

たワード線をV_{DD}以上にまであげる回路方式と、MOS形コンデンサに記憶された高電位('H'状態)が読み出されたときにビット線をV_{DD}にまで充電する回路方式を併用した結果、MOS形コンデンサには、V_{DD}の電位が再書き込みされ、一方、MOS形コンデンサのゲート酸化膜を薄くすることによって、16 K(D) RAMとほとんど同等な電荷量が蓄積されるようになった。

図4.は、ワード線駆動回路の模式図である。プリチャージ回路でトランジスタQ₃を導通状態にし、遅延信号Dで信号線Wを持ち上げるこの方法は“Boosted Word Line”として知られているものである。

2. 2. 2 センスアンプ回路

16 K(D) RAMでは1個のセンスアンプの左右におのの64個のメモリセルが接続されている。64 K(D) RAMでも図2.(a)に示したような構成が可能であるが、前に述べたように、チップサイズの縮小と消費電力を小さくするために図2.(b)の構成が採用された。このため、1個のセンスアンプの左右におのの128個のメモリセルが接続されることになり、ビット線の容量とメモリセルのMOS形容量の比は16 K(D) RAMの場合より大きくなつた。このため情報の読み出し電位が小さくなり、センスリフレッシュアンプの感度を一層向上させなければならなくなつた。

図5.は、このために新しく開発された64 K(D) RAMに採用されたセンスリフレッシュアンプの回路図、図6.はその動作タイミング図である。図5.においてQ₁～Q₄はフリップフロップを構成したセンスアンプ、Q₅～Q₆はこのフリップフロップを活性化するための駆動トランジスタである。

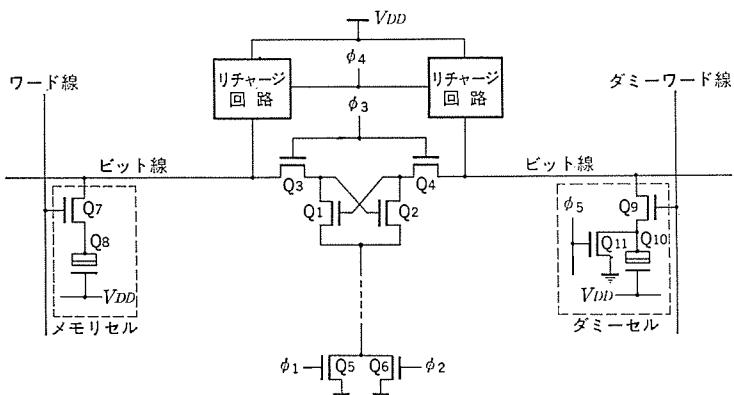


図 5. センスリフレッシュアンプ回路図

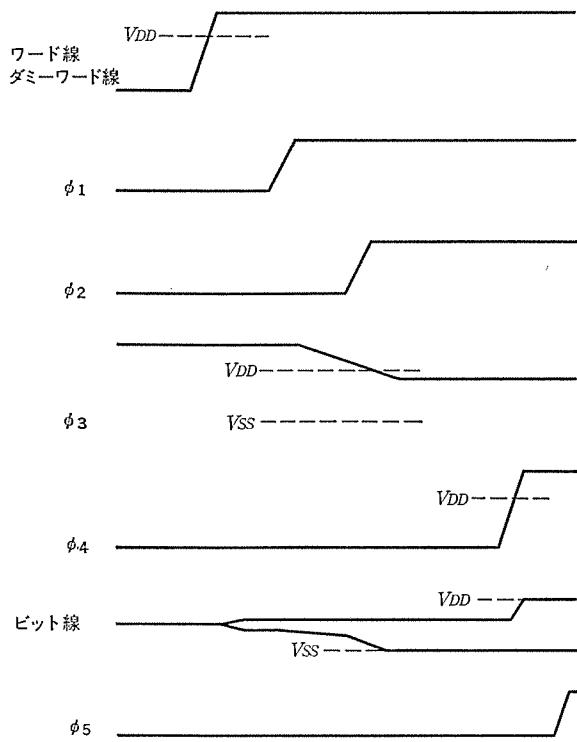
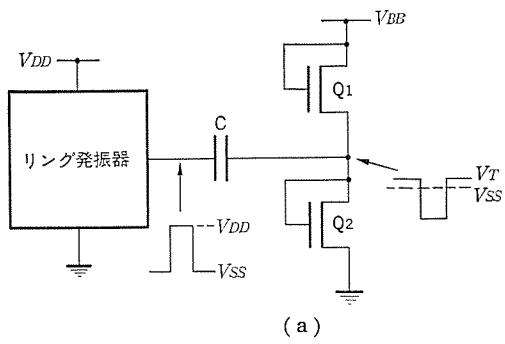


図 6. センスリフレッシュアンプの動作タイミング図

データの保持状態において、センスアンプ左右のビット線はほぼ $V_{DD}/2$ の電位にプリチャージされる。データの読み出しは、ワード線とダミーワード線が立上がりおののトランジスタ Q_7 , Q_9 を導通状態にし、 Q_8 , Q_{10} に蓄積されていた電荷をビット線に転送することによってなされる。この際左右のビット線に生じた微少な電位差は、まず ϕ_1 を、続いて ϕ_2 を立上げて Q_5 , Q_6 を導通させ、センスアンプ Q_1 ～ Q_4 を活性化させることによって増幅される。その後 ϕ_4 がリチャージ回路を活性化させビット線の一方 (“H” レベル側) を V_{DD} まで充電し、その電位をメモリセル（ないしはダミーセル）に書き込む。ワード線電位は V_{DD} 以上にまで上がっていることと、MOS 形容量 Q_8 , Q_{10} は、図 3. で示したように n^- 領域を有しているために、このことが可能となっている。

センスアンプの感度は、トランジスタ Q_1 ～ Q_4 の電流駆動能力、しきい値電圧の不均衡、 ϕ_1 , ϕ_2 のタイミング及び左右のビット線容量の不均衡によって決定されるが、回路定数の最適化、パターンの重ね合わせずれの影響を受けにくいレイアウトを採用することによって十分に大きくなる。



(a)

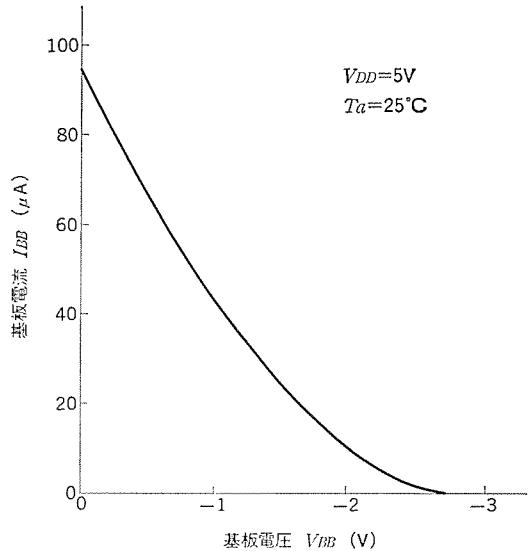


図 7. 基板電位発生回路(a)とその特性(b)

くすることができた。

2.2.3 基板電位の発生回路

従来の (D) RAM では、基板電位 V_{BB} をチップ外部から与えるのが普通であったが、電源の 5V 化とともに外部からの V_{BB} 電源を取り去ることが 64K(D) RAM に要求されるようになった。5V 単一電源化 64K(D) RAM の実用品として最初に発表されたテキサス・インストゥルメンツ 社製 TMS 4164⁽³⁾ は、基板電位を外部からも、またチップ上でも発生させていない。しかし当社では、次の事情から基板電位は必要と考えてチップ上で発生させた。

- (a) 入力端子での負のアンダーシュートによる電子の注入を防ぐ。
- (b) 接合容量を減少させて高速化をはかるとともに、ビット線容量を減少させ、メモリセルの MOS 形容量との比を小さくし大きな読み出し電位を発生させる。
- (c) しきい値電圧の基板効果定数を小さくし、しきい値電圧の増大量を小さくする。

図 7. (a) は、64 K(D) RAM のチップ上に集積された基板電位発生回路を示したものである。リング発振器による約 8 MHz のく(矩)形波は結合コンデンサー C を介してトランジスタ Q_2 のゲート、ドレンと Q_1 のソースに伝達される。このとき Q_2 , Q_1 の整流作用によって電子が V_{BB} 端子に“汲みあげられ”て、基板を約 -2.8 V に充電する。図 7. (b) は基板に汲みあげられる電流と基板電圧の関係を示している。基板電圧が 0 V のときの基板電流を約 100 μ A に設定することにより、リーク電流を十分に補償でき、また電源投入時の基板電圧の設定時間が最大でも 500 μ s 以下になっている。この基板電位発生

回路は、ボンディングパッド 4 個程の面積に集積化され、消費電力は 2.5 mW 以下である。

3. 64 K(D) RAM の特性

図 8. は、開発した 64 K ダイナミック MOS RAM の顕微鏡拡大写真である。チップの大きさは 6.96 mm × 3.87 mm, メモリセルの大きさは 190 μm^2 で、このチップに 65,536 個のメモリセルと約 12,000 個の MOS トランジスタが集積されている。写真で、中央には図 2. (b) で示したように 256 個のセンスリフレッシュアンプと 1 組の列デコーダが、その上下にはおのおの 256 × 128 個のメモリセルが配置されている。左側には 8 個のアドレスバッファと 256 個の行デコーダが、右側にはタイミング発生

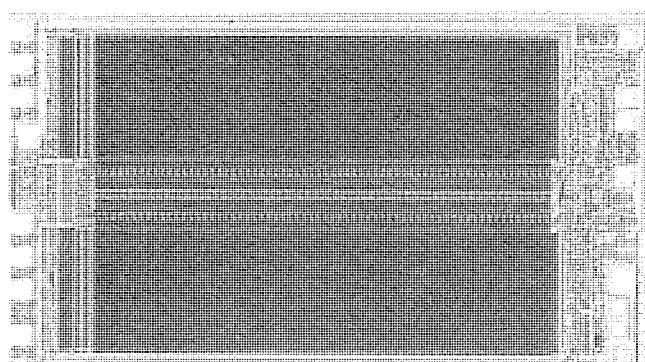


図 8. 64 K ダイナミック MOS RAM の顕微鏡写真

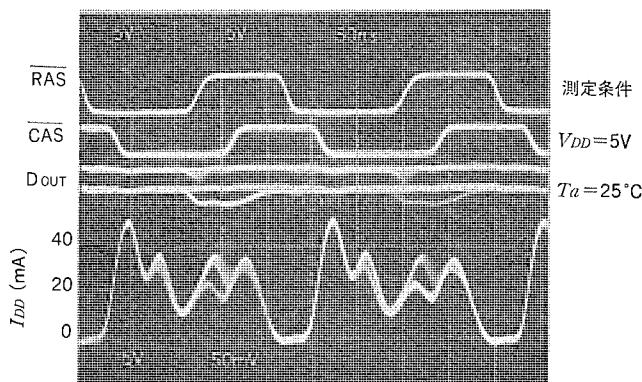


図 9. 64 K(D) RAM の動作波形

表 1. 64 K(D) RAM の性能一覧

構成	65,536 ピット × 1 ビット
使用技術	3 μm ルールの nMOS
チップサイズ	6.96 mm × 3.87 mm
セルサイズ	190 μm^2
使用電源	5 V
出入力レベル	TTL, 出力は 3 状態
サイクルタイム	230 ns
アクセスタイム	120 ns
消費電力	200 mW
リフレッシュ	256 リフレッシュ / 4 ms
基板電位設定時間	500 μs

回路、入出力制御回路、基板電位発生回路が配置されている。

図 9. は、動作波形を示したものである。図からこのメモリは、サイクルタイム 230 ns, アクセストライム 120 ns で動作することがわかる。表 1. に開発した 64 K(D) RAM の性能一覧を示す。

4. むすび

IC, LSI の開発は目覚ましい速度で進められてきているが、特にメモリ素子においては、それがはん(汎)用品であり広い市場を有しているというために一層顕著であり、わずか 20~25 mm^2 のシリコンチップ上に 64 K ピットの記憶情報を収納可能なまでになってきた。本稿では当社が開発した 5 V 単一電源動作の 64 K ピット (D) RAM について述べた。64 K ピット (D) RAM の標準品が決まるまでには、ピン 1 の機能⁽⁴⁾、リフレッシュサイクル等ユーザがらみの問題もあり今少しの時間を要しそうであるが、ここ半年程の内にはユーザ、メーカ合意による標準スペックが固まり、64 K(D) RAM 時代に突入することになる。

参考文献

- (1) N. Ieda et al. : 9 th Conf. SSD, supplement to J. Japan Soc. Appl. Phys. 17, p. 57 (1978)
- (2) 市山ほか : 三菱電機技報, 52, No. 4, p. 269 (昭 53)
- (3) G. R. Mohan Rao et al. : Electronics, September 28, p. 109 (1978)
- (4) D. C. Ford et al. : Electronics, February 15, p. 141 (1979)

高集積度メモリの製造技術

榎本龍弥*・長沢紘一**・坪内夏朗*・松本平八*

1. まえがき

近年の情報処理産業は応用分野の開発において目覚ましい発展を遂げているが、情報処理システムが複雑かつ高度になればなる程、記憶容量が大きく、高速かつ低価格のメモリを必要とする。このような高速・大容量・低価格の要求は1種類のメモリで満足させることは困難であり、高密度・低価格はMOSメモリで、高速性はバイポーラメモリで主として追求されているが、これらを組合せたメモリの階層構成において、特にMOSダイナミックRAMは、大容量化による素子及びシステムレベルでの性能／価格比と信頼性の向上により、大きな地位を占めるに至った。

MOSダイナミックRAMの集積度は2年ごとに4倍の割合で向上している。これは、デバイス及び回路技術の進歩、パターンの微細化、チップの大形化によってもたらされたものであるが⁽¹⁾、本稿ではこのような進展の著しいMOSダイナミックRAMにスポットを当てて、最近の高集積度メモリの製造技術について検討を加える。

2. 基本構造- n チャンネルシリコンゲート

MOS構造の微細化

高集積度MOSRAMの製造を可能にしているデバイス構造は、HMOVと称されている微細化の進んだnチャンネルシリコンゲートMOS構造である。MOSダイナミックRAMの普及に先駆的役割を果たしたのは、インテル社のシリコンゲートMOS技術を用いた1Kビット素子であったが、以後nチャンネル化と1トランジスタ+1キャパシタ/セルの部分的な採用により4Kビットへ、更に1トランジスタ/セルの全面的採用と2層多結晶シリコンプロセスの導入により16Kビットへと移行し、現在は電源電圧の低減と短チャンネルトランジスタを含む各種プロセス技術の向上により64Kビットへと移行しつつある。

nチャンネル化で大きな役割を果たしたのは、窒化膜をマスクにしてシリコン基板表面を選択的に酸化する選択酸化技術である⁽²⁾。選択酸

化プロセス及び前述の2層多結晶シリコンプロセスを採用したnチャンネルシリコンゲートMOSLSIの製造工程順の断面の一部を図1に示す。(a)は窒化膜を活性領域のパターンに加工したもので、選択酸化時のマスクとなる。窒化膜のパターンは、ホトレジスト膜をマスクにして後述のCF4ガスプラズマエッチングで加工されている。(b)は窒化膜をマスクにして非活性領域に寄生チャンネルによる漏れ電流防止のためのp形不純物を導入し、かつこの領域に選択酸化により厚い酸化膜を形成したもので、厚い酸化膜の厚さの一部分がシリコン基板中に埋没した構造になるので表面の段差が軽減され、高集積化に伴う微細パターンの形成を容易にする。(c)は窒化膜を取除いた後ゲート用酸化膜を生成し、第1層と第2層の多結晶シリコン膜より成るゲート電極が形成された状態を示している。

選択酸化プロセスを実施するには、窒化膜の熱酸化特性を(把)握しておくことが重要である。820°CでSiH₄とNH₃の気相化学反応によりたい(堆)積し1,100°Cで焼きしめを行った窒化膜を、結晶面(111)の単結晶シリコン基板と同時に熱酸化し、両者の酸化速度を比較した⁽³⁾。結果を図2に示す。シリコン基板の酸化速度はDeal-Groveのモデルから導き出される $x_{ox} \propto t^{1/2}$ (x_{ox} =酸化膜厚、 t =酸化時間)に従っているが、窒化膜では実験式 $x_n \propto t^{2/3}$ (x_n =酸化により消耗した窒化膜厚)が成立っている。窒化膜をマスクにして熱酸化すなわち熱処理を加えると窒化膜によりシリコン基板に損傷が加わるが、この損傷は窒化膜を薄くする程軽減される。一方、窒化膜は酸化のマスクとして作用する最小限の厚さを必要とするので、シリコン基板と窒化膜の酸化速度の比(酸化に対するマスク効果)の大きい酸化条件を選定すれば、必要とする窒化膜厚を薄くすることができ、損傷の軽減だけでなくパターン精度の向上の面からも好ましい。図2より酸化温度を低くする程窒化膜の酸化に対するマスク効果が向上することが分かる。選択酸化の温度を低くすることは、マスクとして必要な窒化膜厚を薄くすることを可能にすると同時に、同じ膜厚でも窒化膜によるシリコン基板への損傷そのものも軽減す

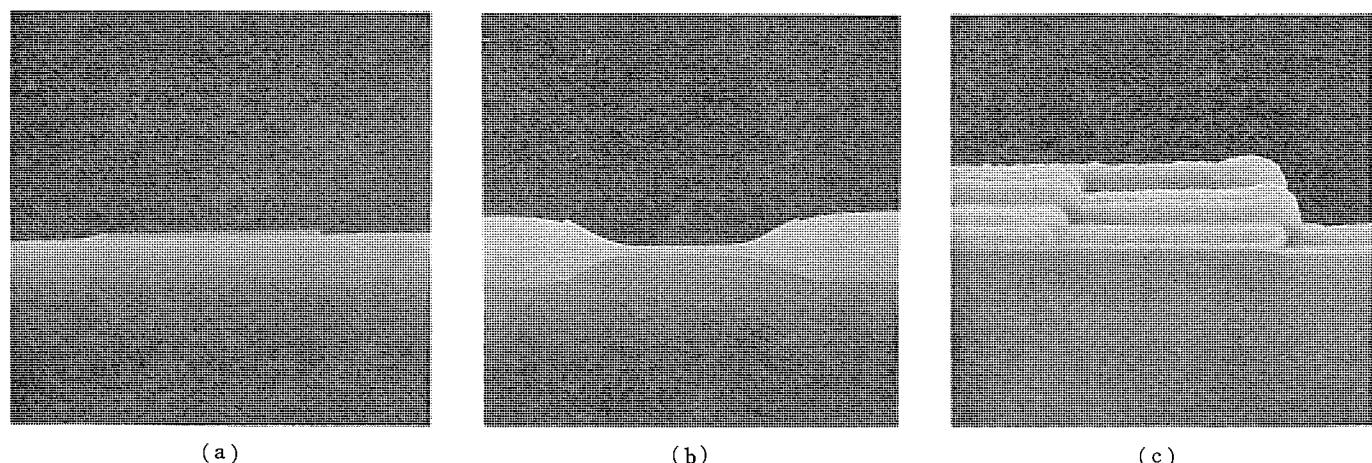


図1. nチャンネルシリコンゲートMOSLSIの製造工程中の断面

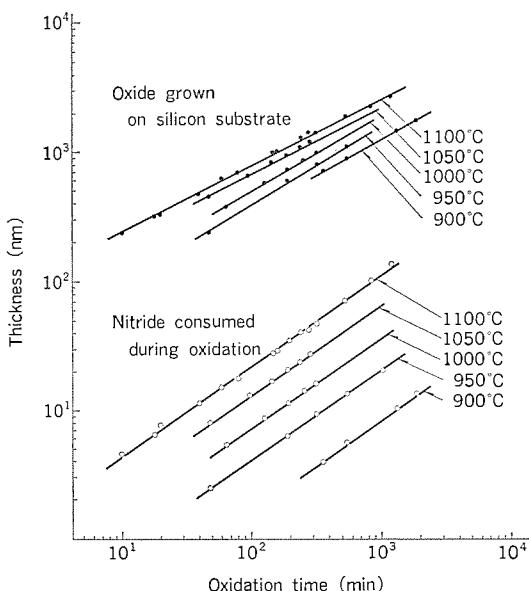


図 2. 窒化膜と単結晶シリコンの酸化速度の比較（水蒸気分圧は 0.95 atm で酸化温度をパラメータとしている）

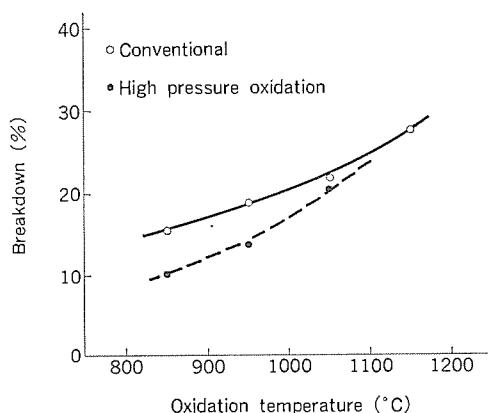


図 3. ゲート用酸化膜の絶縁耐圧不良率の選択酸化温度依存性

る効果がある。1例として、選択酸化後に窒化膜で覆われていた活性領域にゲート用の厚さ 43 nm の酸化膜を形成し、この酸化膜の絶縁耐圧不良率と選択酸化温度の関連を評価した結果を図 3. に示す。選択酸化温度の低いほうへ、不良率が減少する傾向にある。

酸化温度の低温化を図る上で注目したい技術として、酸化ふんいきの圧力を数気圧にする高圧酸化技術がある⁽⁴⁾。図 3. に示す評価結果は高圧酸化法を適用した場合も含んでいる。更に高圧酸化法は OSF (Oxidation-induced stacking faults) と称される結晶欠陥の発生を抑える効果もある。非活性領域上に 1.1 μm の酸化膜厚を得るべく、選択酸化工程を常圧湿潤酸化法 (950°C, 常圧, 900 min) と高圧酸化法 (950°C, 水蒸気分圧 4.2 kg/cm², 95 min) で行い、他の工程は同一条件で MOS ダイナミック RAM を試作し、特性を比較した⁽⁵⁾。25°C におけるリフレッシュ時間 (t_{ref}) の分布を図 4. に示す。高圧酸化法を用いることにより t_{ref} の改善が見られる。ダイナミック RAM の t_{ref} は、酸化処理によって基板表面に発生・成長した OSF に基づく漏れ電流によって定まるこことを後述の解析で明らかにするが、高圧酸化法によってこのような結晶欠陥の発生が抑制され、漏れ電流が減少したものと考えられる。

n チャンネルシリコンゲート MOS 構造の製造においては、選択酸化用としての窒化膜及びゲート電極としての多結晶シリコン膜の写真製版

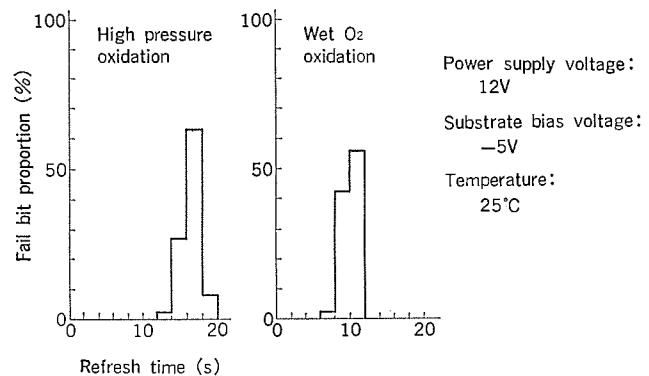


図 4. 高圧酸化法と常圧酸化法により製作した素子のリフレッシュ時間の比較

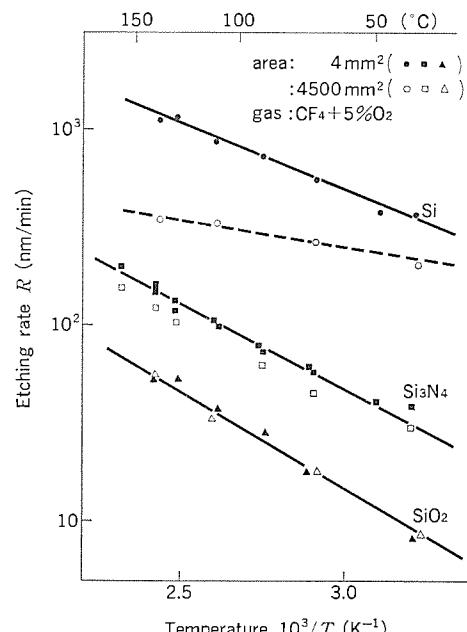


図 5. シリコン、窒化シリコン膜、酸化シリコン膜の $CF_4 + 5\% O_2$ ガスプラズマによるエッティング速度の温度依存性

を必要とし、ホトレジスト膜をマスクにしてこれらの材料をエッティングすることにより微細かつ高精度のパターンを形成しなければならない。従来から普及している溶液を用いたエッティングでは、耐薬品性の点でホトレジスト膜をエッティングのマスクとして直接使用することができず煩雑な手順を要しつつ加工精度が悪くなり、更に使用する薬品の種類が多く作業の安全性並びに廃液処理の点でも問題があったが、ガスプラズマによるウエハ処理技術の実用化が進み、湿式化学処理に置き換えることにより上記問題点が克服された⁽⁶⁾。すなわち、前述の窒化膜及び多結晶シリコン膜は CF_4 ガスプラズマによりエッティングすることができ、しかもこれらの膜の下地となる酸化膜よりもエッティング速度が速く、ホトレジスト膜は損傷を受けないのでエッティングのマスクとして直接用いることができる。このガスプラズマエッティング技術の導入により n チャンネルシリコンゲート MOS LSI の微細化がはじめて可能になったとも言える。 CF_4 ガスプラズマによるシリコン及びシリコン化合物のエッティング特性の基本であるエッティング速度の温度依存性の1例を図 5. に示す⁽⁷⁾。試料露出面積の小さい場合 (4 mm²) の特性からプラズマエッティング反応の活性化エネルギーとエッティングの選択性が得られる。一方、試料露出面積の大きい場合 (4,500 mm²) の単結晶シリコンの特性は、

面積が増加するとエッティング速度が低下する効果（面積効果）を示しており、これはエッティングに必要な活性種の濃度が希薄であるプラズマエッティングに特徴的な現象である。面積効果は、プラズマエッティングの選択性、エッティング速度の制御、エッティング時間の超過により生ずるアンダカットなどに悪影響を及ぼすので、これを抑えることが望ましい⁽⁷⁾。

電極孔・配線の微細化はLSIの高密度化を進める上で極めて重要であり、電極孔を形成すべき酸化膜、配線材料であるアルミニウム膜のドライエッティング化も平行平板電極構造のプラズマエッティング装置を用いて実用化されつつある。

高集積度メモリに必要な微細加工は、エッティング技術も重要であるが、まずホトレジスト膜による微細パターンの形成が要求され、平面方向の微細化と調和のとれた厚み方向の縮減化も要求される。同時に、集積度の拡大にもかかわらず歩留りを低下させないよう、パターン欠陥・結晶欠陥・膜の欠陥などの発生を極力減らさねばならない。これらの点を考慮し、高集積度メモリの製造では電子ビーム露光による超低欠陥マスクの製作、マスクからウェハへのパターン転写時の欠陥導入の防止に対し投影式マスク合わせ装置の導入、膜質向上に対しHClを添加した酸化ふんいきでの酸化シリコン膜の生成、パターンの微細化に対処してポジティブ形ホトレジストの採用、厚み方向の縮減化に対処してイオン注入による浅いpn接合の形成と浅い接合に対するオーム接觸の形成などが必要である。

3. MOS RAM のダイナミック動作への影響

リフレッシュ不良ダイナミックRAMが他のメモリと本質的に異なるのは、記憶が非平衡状態で行われているという点である。最近の高集積度メモリで多用されている1トランジスタ+1キャパシタ/セル構造を有するダイナミックRAMでは、メモリキャパシタへの非平衡荷電状態で記憶状態を定義している。すなわち、“0”に対応する“Low”電圧の状態は熱平衡状態にあるものの、“1”に対応する“High”電圧の状態は非平衡状態にあり、このため種々の漏れ電流によって“Low”に移る可能性がある。したがって、ダイナミックRAMを使うにあたつ

ては、“High”が“Low”に変化する前に不完全な“High”を完全な状態にもどす動作を一定時間ごとに繰り返し強制的に行う、いわゆるリフレッシュ操作が必ず(須)となる。しかし過剰な漏れ電流が存在すると、上記の一定時間ごとのリフレッシュ操作以前に“High”が“Low”に変化してしまい、リフレッシュ不良と称する不良に至る。漏れ電流の内容によっては“Low”が“High”に変化するリフレッシュ不良も生ずる。このためダイナミックRAMの製造プロセスでは、微細化に加えてこのようなリフレッシュ不良に影響を与える漏れ電流をできるだけ抑える製造技術が必要となる。特にメモリの高密度化が進むにつれてメモリキャパシタの容量が小さくなるため、今まで無視し得たような微小漏れ電流の発生が、新たにリフレッシュ不良として顕在化していく。

メモリキャパシタへの外部からの少数キャリアの注入が皆無である場合、キャパシタに記憶された“High”的情報が“Low”に変化してしまう時間 - リフレッシュ時間 (t_{ref}) - はキャパシタ内の表面あるいは空乏層内での電子 - 正孔対の発生による漏れ電流によって定まる。 t_{ref} の温度依存性から0.5~0.7eVの活性化エネルギーが得られ、シリコン禁制帯間の中央付近にある深い準位からの電子の発生が t_{ref} を決定していることが分かる。更に t_{ref} の電源電圧依存性の評価から、表面電流と空乏層電流のいずれが t_{ref} の律速原因となっているかを解析することができる。図6.は t_{ref} の V_{BB} (基板バイアス電源電圧) 依存性を示す1例であるが、実測値は空乏層電流を仮定した場合の計算値とよい一致を示し、 t_{ref} の主要因はメモリキャパシタの空乏層内での再結合電流であることが分かる。

深い準位を形成するシリコン内の汚染金属は、種々の処理によってメモリキャパシタから取除くことが試みられている。これはゲッタ処理と呼ばれ、りんによるゲッタ、Arイオン注入によるゲッタ、HClによる

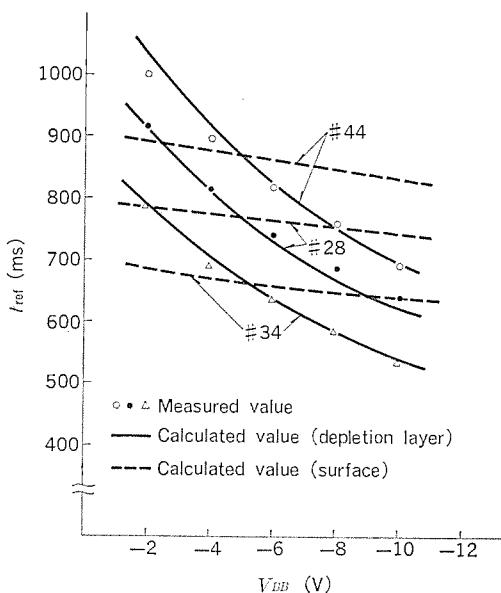


図6. リフレッシュ時間の基板バイアス電源電圧依存性
(3種類の試料についての実測値と、表面電流による漏れ及び空乏層電流による漏れを仮定した場合のそれぞれの計算値を示す)

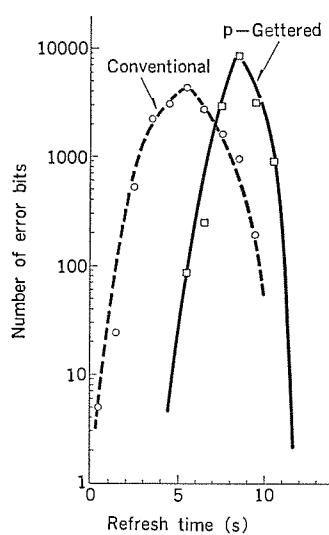
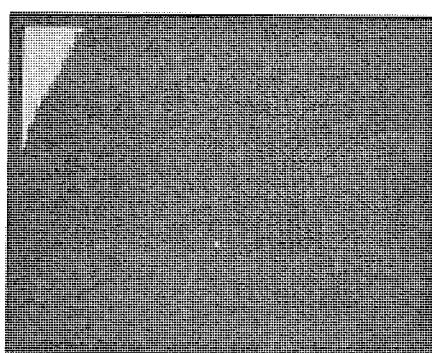
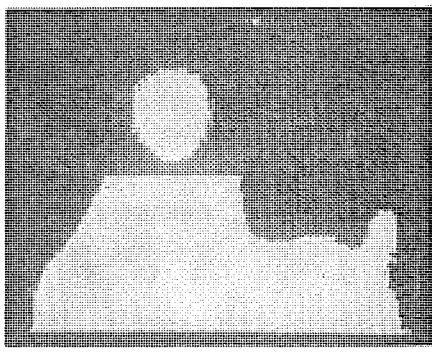


図7. 特殊なリングゲッタ処理のリフレッシュ時間に対する効果



(a)



(b)

図8. 基板内部からの少数キャリアの注入によるリフレッシュ不良の例

酸化、特殊な熱処理工程などが考えられる。図7.は、通常のプロセスで製造した場合と特殊なりんゲッタを施した場合の16KビットダイナミックRAMの素子内の各ビットの t_{ref} 分布を示したもので、顕著なゲッタ効果が得られている。このようなゲッタ処理の進歩によって、キャパシタ内の漏れ電流によるリフレッシュ不良は非常に低下したが、最近の高集積度メモリではパターンの微細化によってメモリキャパシタの電荷量が少なくなったため、今まで無視し得た基板内部からの少数キャリアの注入が問題となりつつある。

ダイナミックRAMの周辺回路において飽和状態で動作しているトランジスタのドレイン近傍の空乏層内では衝突電離により電子-正孔対が発生し、この電子の一部が基板内部を移動してメモリセルに到達し、“High”の記憶情報を“Low”に変えてしまうことがある。このような誤動作は大きな電流が流れるトランジスタの位置と強い相関を持って現れるのが通例であり、また電源電圧に大きく依存する。図8.(a)はメモリディスプレー上で観測されるこの種の不良の1例で、白い部分が不良セルの位置を示しており、この近傍に大きな電流の流れるトランジスタが配置されていることを示唆している。対策としては、飽和領域で大電流が流れるトランジスタをメモリ領域から離れた位置に配置したり、この周囲を n^+ 拡散領域でかこみ正の電圧を印加して電子を引き寄せる方法などがとられる。動作中に基板に流れる過渡的電流によっても不良の発生がある。この不良例を図8.(b)に示すが、白い部分で示されている不良領域は基板に流れる電流のピーク値が大きい程拡大する。更に、放射能を含むパッケージなど外部から α 粒子が照射されシリコン基板内に突入すると、電子-正孔対が発生して電子がメモリキャパシタに集められ、臨界電荷を超えるとダイナミックRAMの記憶情報を狂わせ誤動作を生ずる⁽⁸⁾、いわゆるソフトエラー現象についても今後の十分な検討が必要である。

4. 高集積度MOS RAMの信頼性への影響 —ホットエレクトロンの注入

MOSメモリの高集積度化に伴いトランジスタも微細化されるが、このようなプロセス上の変化は信頼性の面で新しい問題を引き起こす。前章でも述べたが、飽和状態で動作しているトランジスタのドレイン近傍の空乏層内で衝突電離により発生した電子-正孔対の内、ゲート酸化膜方向への運動量を持ち、Si-SiO₂界面のエネルギー障壁より大きなエネルギーを持っている一部のホットエレクトロンはゲート酸化膜に注入され、そのほとんどがゲート電極に吸収されてゲート電流となる。しかし注入された電子の一部はゲート膜化膜中に捕獲され、トランジスタのしきい値電圧(V_{th})を変化させる。 V_{th} の変化はダイナミックRAMのアクセス時間に敏感な影響を与えるので、アクセス時間の変化を評価することによりこの現象に基づく V_{th} の変化を把握することができる。図9.は動作バイアスを高くした加速試験におけるダイナミックRAMのアクセス時間の劣化の1例を示すもので、動作温度が低い程劣化が著しいことに注目すべきである。

ホットエレクトロンによるこのような効果を抑制するには、ゲート用酸化膜の膜質を改善し、膜中の捕獲密度を減らすことが必要である。

5 むすび

MOSダイナミックRAMを例にして、高集積度メモリの製造に必要な

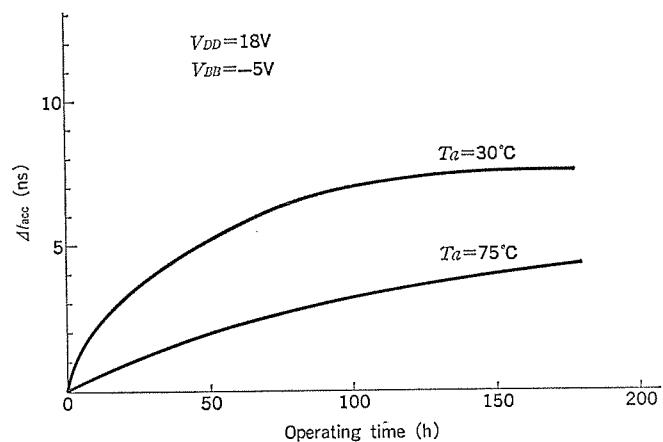


図9. 動作バイアスを高くした加速動作試験によるアクセス時間の劣化

プロセス技術について検討を加えた。

高集積度MOSメモリの基本構造としては、選択酸化及び2層多結晶シリコン構造を含む微細化の進んだnチャンネルシリコンゲートMOS構造が一般的であり、ホトリソグラフィ技術に加え、高圧酸化技術、プラズマエッチング技術などを活用して微細構造MOSLSIを歩留りよく製造することが製造技術の基本であるが、ダイナミックRAMの製造に際しては、上述の基本構造の実現に加え、ダイナミック動作に特有のリフレッシュ不良に対する考慮、ホットエレクトロンによるアクセス時間の劣化など微細化の進展に伴う新しい信頼性上の問題点への対処が非常に重要なものとなる。

今後ますます微細化が進む高集積度メモリの製造技術としては、電子ビーム露光の利用などを含む微細加工技術のレベルアップは当然であるが、LSIチップ表面の素子だけでなく基板内部、裏面及びパッケージ材料も含めた複雑な相互作用と微細化素子の動作特性についての緻密な解析が重要になるであろう。

(昭和54-4-11受付)

参考文献

- (1) G. E. Moore : IEDM '75, p. 11.
- (2) J. A. Appels, E. Kooi, M. M. Paffen, J. J. H. Schatorjé and W. H. C. G. Verkulen : Philips Res. Rep., 25, p. 118 (1970)
- (3) T. Enomoto, R. Ando, H. Morita and H. Nakayama : Japan. J. Appl. Phys., 17, p. 1,049 (1978)
- (4) 坪内、西本、阿部、榎本：三菱電機技報, 52, No. 5, p. 382 (昭53)
- (5) N. Tsubouchi, H. Miyoshi, H. Abe and T. Enomoto : IEEE Trans. Electron Devices, ED-26, (1979)
- (6) 阿部、園部、榎本：三菱電機技報, 47, No. 7, p. 737 (昭48)
- (7) T. Enomoto, M. Denda, A. Yasuoka and H. Nakata : Japan. J. Appl. Phys., 18, p. 155 (1979)
- (8) T. C. May and M. H. Woods : IEEE Trans. Electron Devices, ED-26, p. 2 (1979)

8ビットマイクロプロセッサの応用基板コンピュータとサポート装置

樋口敬三*・杉本正樹*・三木務*

1. まえがき

マイクロプロセッサが、プログラム可能な、演算機能を持つはん(汎)用コントローラとして登場して以来、目覚ましい半導体技術の進歩に支えられ、機能的にも経済的にも優れたマイクロプロセッサや、その周辺回路LSIが続々と登場している。

一方、その応用分野においては、かつて一部の産業用機器にしか用いられなかったものが、今や家電製品にまで応用されますますそのすそ野を広げている。

今回、8ビットマイクロプロセッサ M5L 8080 AP に続き、新マイクロプロセッサ M5L 8085 AP 及び、その応用製品として、汎用基板コンピュータ PCA 8501 と、サポート装置 PC 8500 を製品化したので、その内容について紹介する。

2. 製品化のねらい

前述のように、マイクロプロセッサ技術を大別すると、半導体のデバイス技術とその応用技術に分けることができる。特に、マイクロプロセッサが柔軟性の高い機能を有しているため、どう応用すればこの機能が最大限に生かせるかが重要であり、逆に言えばこのことが、マイクロプロセッサ応用製品の開発・検査・保守などを難しくしている一因でもある。

8ビットマイクロプロセッサの場合の応用として、まず「慣れる」目的のため、マイクロプロセッサの周辺回路として、リードライトメモリ、入出力インターフェースLSI、表示素子、入力スイッチなどを1枚の基板に組込んだ、教育用基板コンピュータが数多く市場に出ていている。

しかし、実際にマイクロコンピュータを製品に応用する場合、前述の教育用基板コンピュータでは、機能的にも実装面積的にもむだが多く経済的とは言えない。今回製品化した汎用基板コンピュータPCA 8501は、マイクロコンピュータ応用上の基本周辺回路を1枚のコンパクトな基板に実装したものであり、コンピュータというより一種の部品的発想に基づいた製品である。

また、マイクロプロセッサの応用プログラム開発コストは、応用システム全体の6~8割近くを占めるとも言われ⁽¹⁾、従来は高級な開発装置が用いられてきたが、今回製品化したPC 8500は比較的手軽なサポート装置として、開発だけでなく検査・保守などの分野にも使用可能なものであり、汎用マイクロコンピュータとして各種装置に応用することができるものである。

3. PCA 8501

3.1 構成と機能

表1.に、PCA 8501の仕様の概略を、また図1.にブロック図をそれぞれ示す。PCA 8501は、新しいLSIを積極的に採り入れ、高機能化をねらっており、従来のPCA 0801との比較を表2.に示す。また、単に新しいLSIを採用する

だけでなく、メモリバックアップ回路及びタイマを実装するなど、より新しい機能を盛り込んでいることも特色と言える。

実装方法も、コンパクトな方法を生かすため、従来どおりピンヘッダタイプのコネクタを使用している。したがって、PCA 8501はマザーボードに数枚の基板を並べるような大きなシステムに使用する場合よりも、PCA 8501とインターフェース用のユーザで設計したボードを組合せるような、比較的小さいシステムのほうがよりその効果を発揮できる。図2.にPCA 8501の外観を示す。

表1. PCA 8501の仕様

項目	内容				
方式	8ビット並列演算処理方式				
マイクロプロセッサ	M5L 8085 AP (インテル 8085 A相当)				
マイクロプロセッサクロック	2.4576 MHz				
基本サイクルタイム	1.6 μs				
メモリ	<table border="1"><tr><td>EPROM</td><td>• 4K バイト最大 M5L 2716 2個使用 (0000₁₆~0FFF₁₆) • 2K バイト最大 M5L 2708 " (0000₁₆~07FF₁₆)</td></tr><tr><td>RAM</td><td>• 1K バイト最大 (4000₁₆~43FF₁₆) • G 02 はメモリバックアップ可 (注)</td></tr></table>	EPROM	• 4K バイト最大 M5L 2716 2個使用 (0000 ₁₆ ~0FFF ₁₆) • 2K バイト最大 M5L 2708 " (0000 ₁₆ ~07FF ₁₆)	RAM	• 1K バイト最大 (4000 ₁₆ ~43FF ₁₆) • G 02 はメモリバックアップ可 (注)
EPROM	• 4K バイト最大 M5L 2716 2個使用 (0000 ₁₆ ~0FFF ₁₆) • 2K バイト最大 M5L 2708 " (0000 ₁₆ ~07FF ₁₆)				
RAM	• 1K バイト最大 (4000 ₁₆ ~43FF ₁₆) • G 02 はメモリバックアップ可 (注)				
入出力インターフェース	<ul style="list-style-type: none">入出力プログラマブルポート 8ビット×6ポート (6000₁₆~6003₁₆) (7000₁₆~7003₁₆)シリアル入出力マイクロプロセッサの SID, SOD 開放				
DMA	可				
タイマ	周波数固定 I _L タイマ (9.6, 4.8, 2.4, 1.2, 0.6, 0.3, 0.15 kHz)				
割り込み	5要因 タイマ割り込み可 (RST 7.5 使用)				
サポート装置	<ul style="list-style-type: none">PCA 0803 プログラムチェックPC 8500 ポータブルマイクロコンピュータ 使用可 コンソール				
電源	5V 単一/900 mA 最大 M5L 2708 使用時にはほかに +12V, -5V 必要				
使用コネクタ	50極, 60極, ピンヘッダタイプ				
外形寸法	145(縦)×125(横) mm				

注) PCA 8501 G 01 は RAM が NMOS RAM

PCA 8501 G 02 は RAM が CMOS RAM でメモリバックアップ回路付き

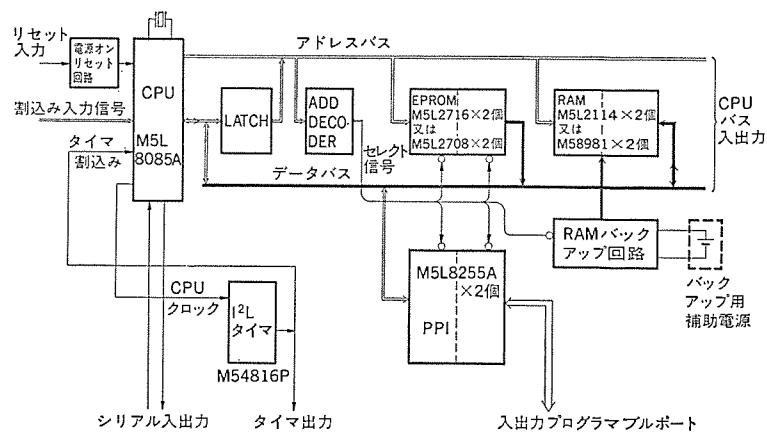


図1. PCA 8501のブロック図

3.2 応用方法

基板コンピュータは、ミニコンピュータとマイクロコンピュータLSIとのギャップを埋めるものであり、組立検査されたコンピュータ的部品として使用する場合、価格、柔軟性などに大きな長所を持っている。特に、少量多品種の応用にマイクロコンピュータを使用する場合に汎用部に基板コンピュータを使用するとき、設計・製造・検査コストなどを考慮すると、その価格的長所は大きいと思われる⁽²⁾。

基板コンピュータの応用分野には次のようなものがあげられる。

- (1) プロセスコントローラ
- (2) 自動機械装置⁽³⁾
- (3) テスト装置

表 2. PCA 0801 と PCA 8501 の比較

基板コンピュータ 項目	PCA 0801	PCA 8501 G 01, G 02 (注)
マイクロプロセッサ	M5L 8080 A ^P	M5L 8085 A ^P
クロック	2 MHz	2.4576 MHz
基本サイクルタイム	2.8 s	1.6 s
メモリ	EPROM 2 K バイト 最大 M5L 2716 2 個使用、M5L 2708 を 2 個使用可能	4 K バイト 最大 M5L 2716 2 個使用、M5L 2708 を 2 個使用可能
	RAM 256 バイト	1 K バイト G 02 の場合、メモリバックアップ可
入出力 インターフェース	入出力プログラマブル 8 ビットポート × 6 ポート	・入出力プログラマブル 8 ビットポート × 6 ポート ・シリアル入出力有
D M A	可	可
タイマ	無	I ² L タイマ内蔵
割込み	1 要因	5 要因
サポート装置	プログラムチャッカ PCA 0803	・プログラムチャッカ PCA 0803 ・ポートブルマイクロコンピュータ コンソール PC 8500
電源	5 V 単一	・5 V 単一 EPROM 用 M5L 2708 使用時 3 電源
使用コネクタ	50 極 × 2	50 極、60 極
外形寸法	145 × 125 mm	145 × 125 mm

注) PCA 8501 G 01 は RAM が NMOS、PCA 8501 G 02 は RAM が CMOS でメモリバックアップ可能なもの

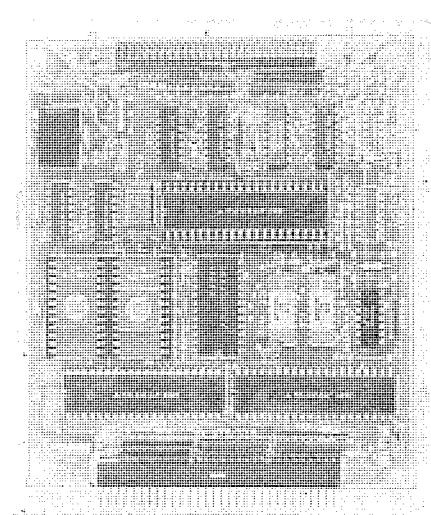


図 2. PCA 8501 G 01 の外観

(4) 通信制御装置

(5) 端末機器のコントローラ

4. PC 8500

4.1 概要

マイクロコンピュータシステムの開発には一般に図 3. に示すような手順が踏まれるが、この開発を能率よく行なうことが特に重要となる。開発時には、デバッグマシン(Debug machine)と呼ばれる、開発用サポート装置を用いて行われるが、この装置にはできるだけ多くの機能があることが望ましいものの、それだけ高価で入手しにくいという問題

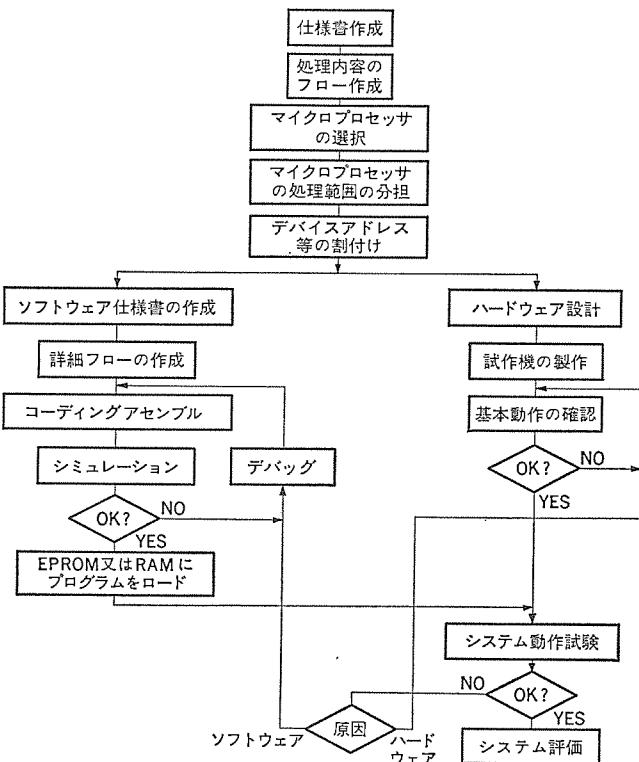


図 3. マイクロコンピュータシステムの開発手順

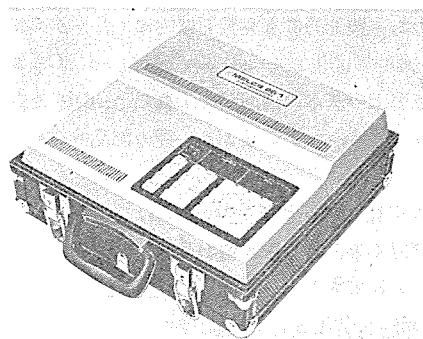
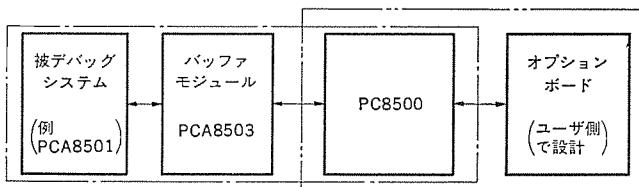


図 4. PC 8500 の外観



□ 内はデバッグ装置としての応用

□ 内は汎用マイクロコンピュータとしての応用

図 5. PC 8500 の使用方法

があった。

今回製品化した PC 8500 は、図 4. に示すとおりコンパクトなキャリングケースに内蔵され、システムの開発時だけでなく、検査・保守時にも、現場に持込み使用できるような手軽さをもつサポート装置である。ユーザシステムとのインターフェースは、ユーザシステムの CPU の IC ソケットから行うため、インターフェース上の制限は少なくなっている。また、図 5. に示すように、デバッグ装置だけでなく、汎用マイクロコンピュータとして応用できる多目的な装置と言える。

4.2 システム構成と特長

4.2.1 PC 8500 の構成

PC 8500 の構成は、図 6. で示すようにマイクロプロセッサ M5L 8085 AP を中心として、メモリ部、I/O インタフェース部、キーボードディスプレーパー部、デバッグ用特殊回路部よりなり、更にデバッグ用特殊回路部は、システム割込み発生部、バスバッファ部、バスコントロール部、システムコントロール部などより構成される。これらの機能は、積極的に LSI を採用することで 1 枚の基板 (310×300 mm, PCA 8502) に実装されている。

4.2.2 PC 8500 の特長

表 3. に PC 8500 の仕様を示す。この主な特長は次のようなものである。

- (1) PC 8500 とユーザシステムとは、ユーザシステムのマイクロプロセッサ (40 ピン) を介してインターフェースしているため、接続上の制限が少ない。
- (2) 擬似プログラムメモリという RAM を持ち、ユーザシステム内の ROM のかわりとして動作させることができる。このため、プログラムデバッグ時において、プログラムの小変更が容易となる。
- (3) マイクロプロセッサのアドレス空間のうち、0 番地付近をユーザ領域として開放しているため、マイクロプロセッサのすべての割込みはユーザ

に開放できる。

(4) デバッグ装置としての機能だけでなく、汎用マイクロコンピュータとしての機能をあわせ持つ。

(5) 持ち運びに容易なキャリングケースに内蔵されたコンパクトな寸法であるため、システム開発だけでなく、検査・保守など広範囲な場所で使用が可能。

(6) 1 枚基板に収めることで原価をはかった。

表 3. PC 8500 の仕様

項目	内容	
方式	8 ビット並列演算処理方式	
マイクロプロセッサ	M5L 8085 AP	
サイクルタイム	基本 1.3 μs (内蔵水晶振動子 6.144 MHz 使用時)	
EEPROM	モニタプログラム領域 2K バイト ユーザ開放領域 1K バイト	
メモリ	RAM モニタ使用領域 256 バイト ユーザ開放領域 4K バイト 4K バイトごとにアドレス可変、プログラムメモリとして使用可 (擬似プログラムメモリ)	
I/O インタフェース	パラレル I/O インタフェース シリアル I/O インタフェース ユーザ開放 入出力プログラマブルポート 8 ビット × 3 ポート ドライバ、レシーバ 20mA カレンントループ (ソース電源付) 又は TTL レベル (負論理) 転送速度 110, 1,200, 2,400, 4,800 band ASR-33, カシオタイプビュータなどに接続可能	
キーボードディスプレー	24 キーボード 2-キーロールオーバスキャニン ディスプレー 7 セグメント LED × 8 個	
適用 CPU	M5L 8085 AP 相当	
CPU クロック	ユーザシステムのクロックで動作可 (3.125 MHz max)	
ユーザシステムとのインターフェース	バッファモジュール PCA 8503 を通じてユーザシステムの CPU の IC ソケット (40 ピン) より接続	
割込み	すべての割込み要求信号をユーザに開放 TRAP 割込みはモニタコマンドにてマスク可能	
擬似プログラムメモリ	ユーザシステムのアドレス領域のうち 0000 ₁₆ ～0FFF ₁₆ の領域を PC 8500 内の RAM と置き換える可能	
デバッグ装置としての機能	PC 8500 内で使用する次のアドレス領域はユーザシステムで使用禁止: メモリアドレス F 000 ₁₆ ～FFF ₁₆ I/O アドレス F 0 ₁₆ ～FF ₁₆	
モニタプログラム	PC 8500 内のキーボードとディスプレーを I/O とする。 キーボードディスプレーモニタとシステムタイプライトを I/O とするテレタイプモニタの 2 種類	
モニタプログラムの機能	○メモリ、CPU のレジスタの内容の点検、修正 ○ユーザプログラムの実行 ○ブレークポイントアドレスを設定してプログラム実行 ○インストラクションステップでのプログラム実行 ○I/O 命令の実行 ○データのブロック伝送 ○割込みマスクのセット、リセット (TRAP のマスクも含む) ○メモリへのデータロード、ダンプ (システムタイプライト使用時、フォーマット 16 進)	
オプションボード	ユーザ側で PC 8500 を専用マイクロコンピュータとする場合のオプションボード追加可 寸法 140×310 mm 1 枚	
電源	AC 100 V ±10%, 50/60 Hz (標準で 5V/2.5A, 12V/150mA, -5V/200mA) (外部で使用可)	
動作周囲温度	10～40°C	
外形寸法 (キャリングケース)	370(幅) × 140(奥行) × 350(高さ) mm	
重量	7 kg	
バッファモジュール PCA 8503	機能 PC 8500 とユーザシステムの M5L 8085 A の IC ソケットとをインターフェースするためのバッファモジュール ケーブル長 90 cm	
電源	5V/350 mA (標準) PC 8500 より供給	

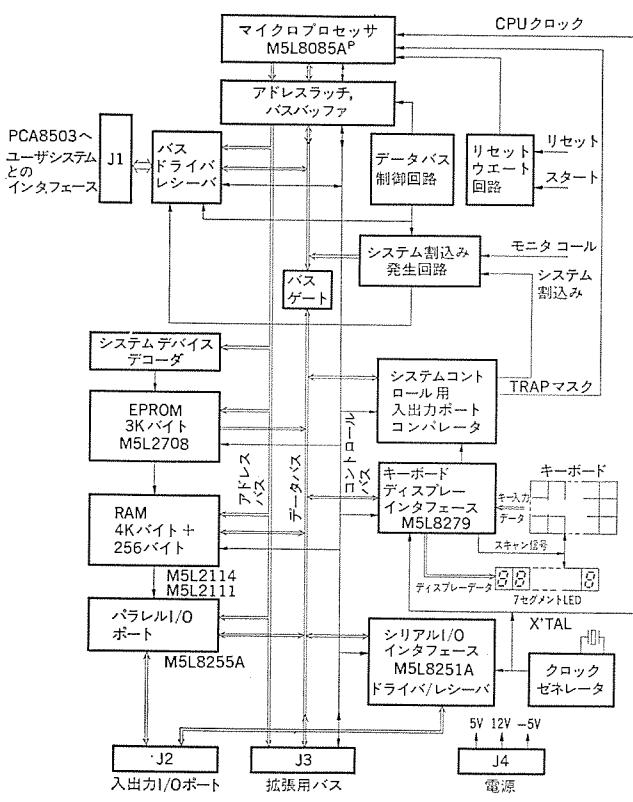


図 6. PC 8500 のブロック図

擬似プログラムメモリは、4Kバイトで構成される4バイトごとにアドレスが変えられるRAMであるが、擬似プログラムメモリ使用を設定すると、ユーザシステムのアドレス空間の、 $0000_{16} \sim 0FFF_{16}$ で選択されるメモリとなる。この場合、ユーザシステム側のオーバラップしたアドレス領域は禁止される。

システム割込み発生回路は、マイクロプロセッサの割込み端子を使用せずに、外付け回路で CALL 命令を強制的に割込ませる方式を用いている⁽⁴⁾。

これにより、システム割込みがかかる

EEEEE-EEEE-EEEEE-EEEEE

は FFFF₁₀ 又は FFF₁₆ になる。このかかったとき実行中のプログラムカウントがプログラム中で指定した、スタックポインタ用する。システム割込み要因は、モニターアプローチ実行時にかけるブレーク電圧

ユーザシステムのマイクロプロセッサとPC 8500との接続は、ハッファモジュールPCA 8503を介して行われる。PC 8500内のマイクロプロセッサは、メモリアドレスで $F\ 000_{16}$ ～ $FFFF_{16}$ 、I/Oアドレスで $F\ 0_{16}$ ～ FF_{16} が選択されたときのみPC 8500内のデバイスとデータのやり取りを行い、それ以外の場合はユーザシステムとデータのやり取りを行う。PC 8500内のマイクロプロセッサは、内蔵水晶発振子のクロックで動作しているが、ユーザシステム側のクロック源で動作させることも可能である。

4.3 ソフトウェアの構成と機能

4. 3. 1 構成

PC 8500 の モニタプログラムは、コンソールパネルのキーボードと 7 セグメン LED を入出力とするモニタと、システムタイプライトを入出力装置とするモニタの 2 種類が用意され、それぞれ 2 K バイトで構成され、図 7. に示す領域に置かれている。前者は、PC 8500 以外の入出力装置を必要としないため、保守点検など比較的簡単な使用に適し、後者は、システム開発時など入出力データが多い場合に適している。

4. 3. 2 モニタの機能

(1) $\pi = 3.14$

マイクロプロセッサの制御をモニタ領域へ移す機能で、これによりモニタコマンド受付け状態となる。

(2) 沈川三一参考修正

(3) 1572年参考修正

ヨイクロプロセサ 肉のレシピデータの参照及び修正

(4) I/O モドicon を有するレジスタへのデータの入出力

(5) ユザボロダニ、害無

指定した アドレス から、 ユーザプログラム を実行する。 この場合、 マイクロプロセッサ の制御は モニタ にはもどらない。

(6) ブレークポイントアドバイス

ブレークポイントアドレスを設定してユーザプログラムを実行する。設定したアドレスになると、マイクロプロセッサの制御はモニタコマンド受け付け状態となる。また、ブレークポイントアドレスをn回($n=1\sim 127$)通過した後、モニタコマンドを受け付ける。

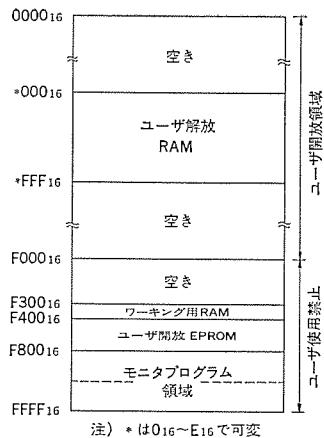


図 7. PC 8500 のメモリアドレスマップ

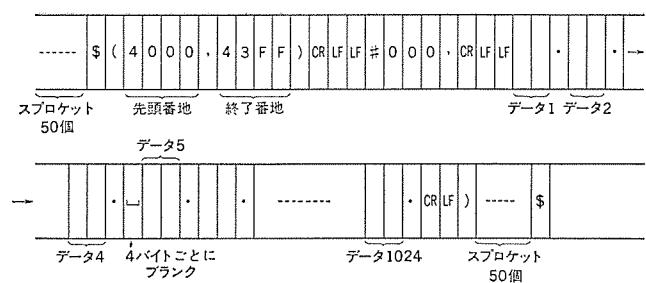


図 8. メモリダンプの紙テープフォーマット

ニタにもどすよりも設定が可能となっている。

- (7) インストラクションステップ
n 命令 (n=1~256) ごとに、ユーザプログラムを実行する。

(8) データのブロック転送

(9) 割込みマスクのセット、リセット

(10) メモリデータのダンプ、ロード

システムタイプライタを使用するモニタでは、紙テープにメモリの内容をダンプしたり、紙テープのデータをメモリにロードすることが可能である。この紙テープのフォーマットは16進フォーマットで、図8.にこの例を示す。

(11) インストラクショントレース

これは、システムタイプライタを用いたとき、1命令ごとにマイクロプロセッサのレジスタの内容を出力しながら、ユーザプログラムを実行するもので、リアルタイムな実行ではないが、プロセッサ内部を順次展開できる利点がある。

4.4 PC 8500 の応用

PC 8500 をデバッグ装置として使用する方法は、前項で述べたが、図5.で示したように汎用コンピュータとしての応用も考えられる。その例として、セルファセンブラーのホストマシン、PROMライタなどに利用する場合、PC 8500 内のハードウェアをそのまま使用できるため便利である。

5 ま す べ

8ビットマイクロコンピュータの場合、その応用においては既に、いかに応用するかではなく、いかに速く応用システムを開発するかの段階に達している。こうした中で基板コンピュータPCA 8501を利用し、また、そのサポートシステムPC 8500を利用し、能率的なマイクロコンピュータの導入を図るメリットは大きく、こうした形での応用が広がることを期待している。

参 考 文 献

- (1) 日本電子工業振興会：マイクロコンピュータに関する調査報告書
p. 282 (昭 53-3 月)
 - (2) John Doer : Proc. IEEE, 66, No. 2, pp. 124~130 (1978)
 - (3) 杉本, 川口, 大谷, 石井 : 三菱電機技報, 52, No. 11, p. 849 (昭 53)
 - (4) 大川, 小笠原, 保刈 : 日経 エレクトロニクス, 1976-6-28, p. 92
~111

マイクロ波集積回路の現況

小野寺俊男*・神生忠興*・沢江哲則*

1. まえがき

マイクロ波集積回路（以下 MIC と略称する）は混成集積回路（以下 HIC と略称する）の一分野として誕生してから、既に約 10 年を経過した。この間、種々の通信機・レーダなどの装置の重要な部品として、確実にその地位を築いてきた。MIC が従来技術に代わって真に主役を演じるためには、次の 3 点を解決する必要がある。

- (1) 高性能化（小型軽量化）
- (2) 高信頼化
- (3) 低価格化

2 章に述べる MIC の製造技術はいずれもこの 3 点を実現するためにつながってきたものである。表 1. に MIC のフローチャートを示す。ここでデバイスとはパターン化された基板に部品をとう（搭）載したもので、モジュールとはいくつかのデバイスとケースよりなる機能ブロックである。2 章ではこのフローチャートの主な項目について当社の最新技術を述べた。

3 章は上述の製造技術によって可能となった代表的な製品例について述べる。

表 1. MIC のフローチャート

工程	簡単な説明
受入検査	目視検査 特性選別試験
基板作成	メタライズ エッティング（薄膜・厚膜）
デバイス組立	キャリアのはんだ付け 素子のはんだ付け
デバイス Q.C.	目視検査 電気特性試験
モジュール組立	ケース組立 金リボンの熱圧着
モジュール Q.C.	目視検査 電気特性試験
バーンイン	ヒートショック 通電ヒートサイクル
封止	コーティング・発泡 気密封止
最終検査	電気特性試験 外観検査

2. 製造技術

2.1 基板作成の現状技術

トランジスタ増幅器・電力分配器などの MIC で、抵抗を一体化した抵抗基板の実用化が要求されてきたが、薄膜の場合はサブストレートのグレーズ層により誘電率のばらつきが大になること、また厚膜の場合

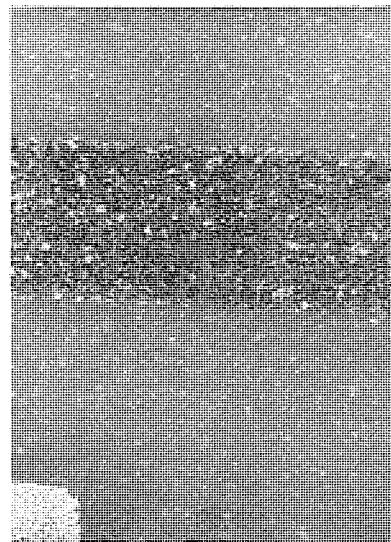


図 1. レーザトリミングした窒化タンタル抵抗基板

は従来のスクリーン印刷法では導体パターンの精度が悪いことのため、試作程度にとどまっていた。ここではこの 2 つの改良について報告する。

薄膜抵抗基板ではグレーズ層の無いアルミナの上に抵抗膜を精度よく形成することを検討した⁽¹⁾。大気中で使用しても経時変化の少ない窒化タンタルを抵抗体に選び、各種のアルミナ基板に直流 2 極式のスパッタリング装置で抵抗膜を形成して、抵抗偏差を測定した。その結果は表面研磨は余り効果がなく、むしろアルミナの粒度に関係することが分かり、これを管理することにより抵抗値精度を 10% 以内に抑えることができた。必要な場合はレーザトリミングで更に 0.5% 程度に合わせることができる。図 1. にレーザトリミングした窒化タンタル抵抗を示す。MIC 基板のマイクロ波特性は実効誘電率と伝送損失の 2 つで決められるが、10 GHz までの測定では窒化タンタル膜の有無により影響ないことが分かった。グレーズ層の無いことのもう 1 つの利点は抵抗膜の耐電力が大幅に向上したことである。

厚膜は価格的には魅力があるが、性能的には UHF 帯で既に薄膜に劣り、マイクロ波帯では完全に使えないというのが従来の通念であった。筆者らは厚膜プロセスを以下に述べるように改善して、薄膜に近い特性の厚膜基板を得た。

(1) 导体材料に高純度 フリットレス 金ペーストを 900°C 以上の高温で焼成する。この結果、1 GHz での伝送損失が従来の厚膜の場合 0.15 dB/cm に対して、0.044 dB/cm となった。

(2) 基板全面に導体を焼成した後、ケミカルエッティング法で微細パターンを作成する。この結果、最小導体幅及び最小導体間隔が従来の方法では 150 μm 程度に対して、50 μm 程度は可能となった。

今後数 GHz 程度の量産の MIC に適用できると考えている。

2.2 組立技術の信頼性

MIC では次の 3 つの理由から、導体膜として金を使用する。

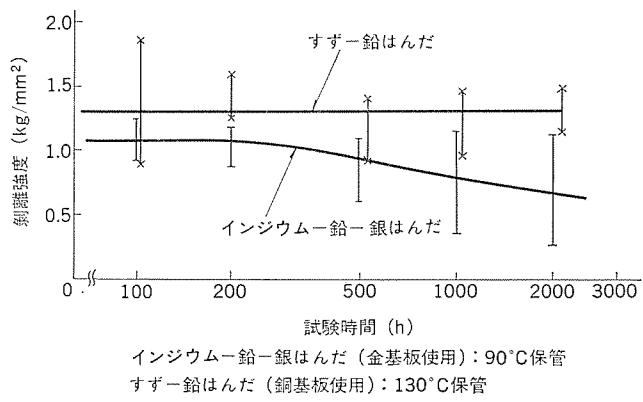


図 2. はんだと基板の接着力の高温保管経時変化



図 3. トランジスタチップを使用した MIC

- (1) エッチング 精度が高い。
- (2) 熱的・化学的に安定で、経時変化が少ない。
- (3) 热压着・超音波 ボンディング が可能。

金膜に対するはんだとしてはすず一鉛はんだは不適⁽²⁾、インジウム系の低融点はんだを使用せざるを得ない。動作温度が 60°C くらいまでは、この金膜とインジウムはんだの組合せは十分な信頼性を有することとは確認されているが、80°C を超す保存温度では不安があった。このため高温で使用する基板として、プリント基板で実績のある銅膜とすず一鉛はんだの組合せを MIC 基板に適用することを試みた。これはアルミナ IC クロムと金を真空蒸着し、金の代わりに銅をめっきし、パターン化した後でその上にはんだめっきして使用する。この 2 つの基板とはんだの組合せについて、接着力の経時特性を調べた結果を図 2. に示す。銅基板は熱压着・超音波 ボンディング にやや難があり、完全とは言えないが、高温の環境で使用する基板として 1 つの方法である。

MIC の組立方法として、はんだ付けの外に金リボンの熱压着がある。これは主として基板間又は基板と同軸の接続に用いられる。この場合は接合の界面が同一金属であるため、はんだ付けのような経時変化はないので、初期強度のみが問題となる。

MIC は平面回路であるので、基板上に搭載する部品はリードの無いチップ状のものか、可能な限りリードの短いものを主としてはんだ付けで組立ててある。このため従来のプリント基板より広帯域特性が得られるとともに、機械的強度が大きいと定性的に考えられている。これまでに実施した種々の MIC の環境試験結果をまとめると、以下の機械強度があることが分かった。

- (1) 正弦波振動 : 28 g (10~2,000 Hz)
- (2) ランダム 振動 : 27.5 g rms (10~2,000 Hz)
- (3) 衝撃 : 700 g (1.2 ms)

更に機械強度を向上させるため、コイル や不安定な部品を発泡スチロールにより固定することを進めている。

2.3 素子使用方法の改善

MIC は使用する素子のばらつきにより特性が大きく変化し、そのばらつきを補償するための調整に手間がかかる場合が多い。調整を単純化させる方法として、大出力トランジスタの並列運転には、トランジスタ単体で特性測定用のジグを使用し、出力や位相を測定して、互いに似た特性のものを並列動作させるように組込んだり、Xバンドデイジタル移相器や送受切換スイッチに使用するピンダイオードの場合には、個々の ジャンクション 容量を測定し、動作条件を計算で求め、ダイオード

と使用する回路との組合せを決定したりする。

また、多段トランジスタ増幅器や多機能 MIC モジュールの場合には、トランジスタ単体、デバイス単体の特性を規定のものに調整したのち組合せて、目的とする特性の MIC とする。

移動無線機などでは、小形軽量化、低価格化という点から半導体をチップで使用した MIC を求めている。図 3. は、UHF 帯、出力 2 W のこの種の MIC のトランジスタマウント部を示す写真である。また通信機器の高周波化による準ミリ波帯の使用や航空機搭載用 HIC の小形化、高性能化にはチップの半導体が使用されており、チップの保管、チップのボンディング及び組立品の試験やパッケージなどの技術が必要である。

2.4 バーンイン

MIC には能動的動作をさせるものと受動的動作をさせるものとがあるが、能動的動作をさせる MIC の特性の安定化が最も必要とされ、また大切な工程となる。かかる MIC では素子として高周波・高出力トランジスタを使用するが、その理由は経済的な面から単体で通電エージングすることが難しいためである。この種の MIC のバーンインの方法について述べる。

初期故障の検出や特性の安定化のためのバーンインとしては、大別して高温バーンイン試験とヒートサイクル試験の 2 つがある。ここで述べる高温バーンイン試験は、通常の使用状態の最高温度より 10°C 程度高い 60°C のふんい気で行うバーンインである。ヒートサイクル試験は、高温エージングと同じ 60°C を高温側とし、通常の最低温度より 10°C 低い -20°C のふんい気を低温側とし、最高最低温度に各 1 時間、高温→低温の遷移時間を各 1 時間とする 1 サイクル 4 時間のヒートサイクルである。この場合、MIC には規定の電圧を印加し、規定の高周波入力を入れた状態で行う高周波ヒートサイクル試験と、トランジスタに高周波動作をさせているときと同じ程度にアイドル電流だけを流す直流ヒートサイクル試験がある。

これら高温バーンイン試験、高周波ヒートサイクル試験及び直流ヒートサイクル試験の効果を比較するための試験を行った。用いた MIC は、UHF 帯の 5~10 W 出力のトランジスタ増幅器である。バーンインの 1 回目、2 回目共に 48 時間の試験を行い、各 MIC の比較のパラメータとしては利得の変化量に着目した。利得の変化量が 0.5 dB 以上の台数の割合 (N%) を 1 回目バーンインの前後と、2 回目バーンインの前後で比較した。結果を図 4. に示す。図を検討すると、高温バーンイン試験では、2 回目バーンイン前後で利得の変化する台数が多い。これは特性を安定化させるためには、60°C 一定の高温エージングでは

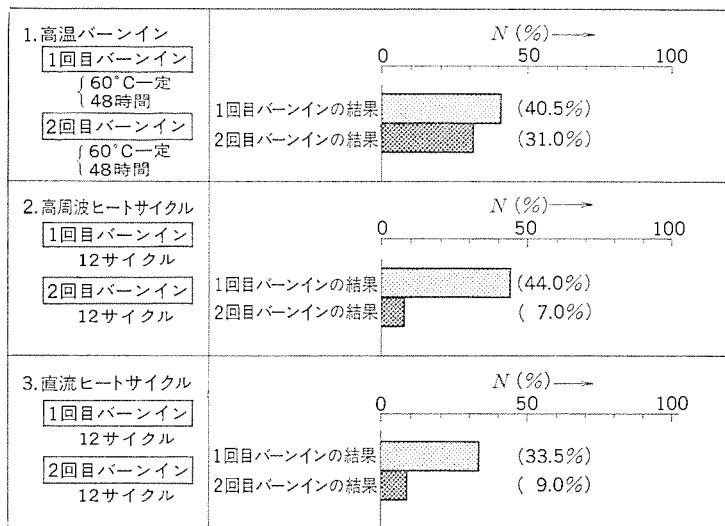


図 4. UHF 帯高出力トランジスタ増幅器のバーンイン効果の比較

96 時間よりももっと長い時間を要することを示している。

高周波ヒートサイクル試験及び直流ヒートサイクル試験の場合、2回目のバーンインの前後で利得の変化する台数の割合が大幅に減少している。これは、ヒートサイクルでは短い時間で特性の安定化ができ、バーンインの時間が短くて済むことを示している。また、高周波ヒートサイクル試験と直流ヒートサイクル試験の差はみられず、設備、装置が複雑になる高周波ヒートサイクル試験は、比較的簡単な設備で行える直流ヒートサイクル試験で十分代用できることがわかる。

3. MIC 製品例

3.1 ドップラモジュール

10.525 GHz の電波のドップラ効果を使って自動車・貨車などの移動物体のスピードを測定するレーダースピードメータに使用されるドップラモジュールを図 5. に示す。気密封止されたモジュール内に発振器と受信器の2つのデバイスを有し、発振器はガンドイオードチップを使い、その出力と周波数を -20~+60°C の温度範囲で規格値に入れるため MIC 共振器は温度補償されている。

3.2 テレビサテライト用 MIC

テレビ電波の届かない難視聴地域で、テレビ電波の受信・周波数変換・增幅・送信をする無人のテレビサテライトの電力増幅器に使用する。サテライトの出力・周波数は立地条件などによりいろいろな場合があり、表 2. に示す標準化された MIC の組合せにより電力増幅器を構成することができる。小形・軽量で広帯域であるとともに、無人の山間へき地で使用されるため 2.4 節で述べた直流ヒートサイクルを実施して高信頼度を得ている。

3.3 移動無線機用 MIC

VHF・UHF 帯移動無線機の小形化・低価格化の動向は著しく、ここで使用する部品は受信部を中心に IC 化が進んでおり、送信部の電力増幅器も MIC 化することにより小形化・低価格化に成功した。これらの代表例を図 6. と表 3. に示す。従来のディスクリート式に比較して体積比で 1/3 以下となっている。この小形化に最も効果があったのはトランジスタチップの採用で、チップは金電極であり、窒化タンタルでパッセーベートされたものを使っている。トランジスタのロットごとに先行テストを行い回路諸元を決めた後は回路の調整を行わずに MIC は高歩留りで量産できる。無線機は放熱効果の良い銅キャリアが簡単

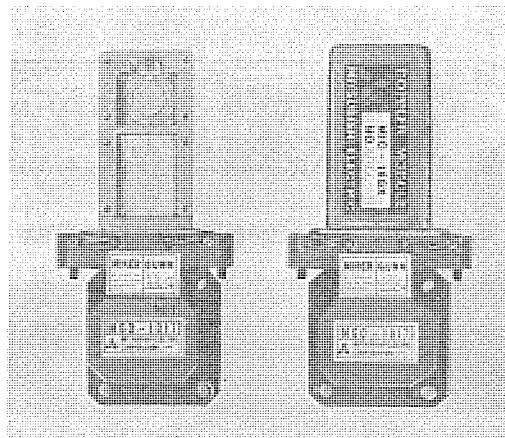


図 5. レーダースピードメータ用 ドップラモジュール

表 2. テレビサテライト用 MIC 性能一覧

項目	形名	303 A	352	402	432	462
帯域幅	MHz	450~470 の 320 以上	450~470 の 320 以上	450~470 の 100 以上	450~470 の 100 以上	450~470 の 60 以上
飽和出力	W	1.5 以上	4.5 以上	12 以上	20 以上	40 以上
直線性	W	0.7 以上	3 以上	9 以上	17 以上	34 以上
電力利得	dB	23 以上	12 以上	11 以上	7 以上	7 以上
入出力インピーダンス	VSWR	2.0 以下	2.0 以下	2.0 以下	2.0 以下	2.0 以下
電源電圧	V	24	24	24	24	24

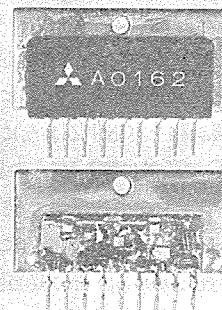


図 6. 移動無線機用 MIC の外観

表 3. 移動無線機用 MIC の性能

形名	A 0162	A 0165	
帯域	MHz	142~174	450~470
出力	W	2	2
利得	dB	23	23
スプリアス	dB	-70	-70
入力インピーダンス	VSWR	3 以下	3 以下
動作クラス	級	C	C
電源電圧	V	13.8	13.8
外形寸法	mm	30.3×14.0×5.7	

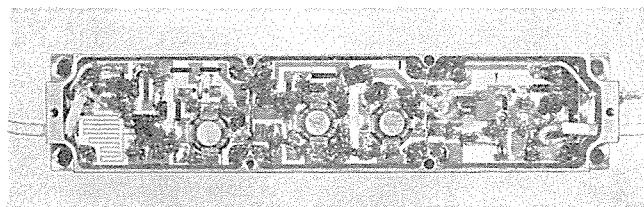


図 7. ポケットテレメータ送信機用 VHF 帯電力増幅器

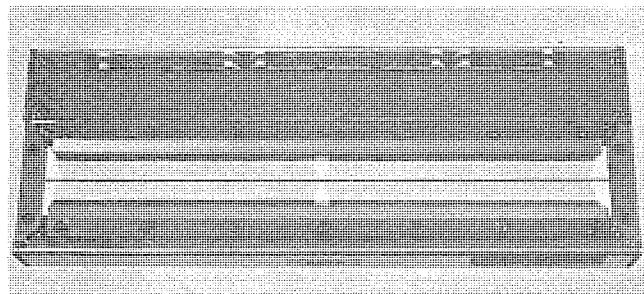


図 8. ファクシミリ用感熱ヘッド

に取付けられる構造になっている。

3.4 ポケット搭載用 MIC

Nポケット第3段 テレメータ送信装置の軽量小形化をはかる開発の一環として、その電力增幅回路部の MIC 化を実施した⁽³⁾。図 7. にこの MIC の内部を示す。この MIC の主な性能は周波数 295 ± 3 MHz, 公称出力 +33.6 dBm, 重量 72g, 動作温度範囲 -30~+82°C である。また、耐振性としてはランダム振動 27.2 G rms に耐えるものである。この MIC はポケットに搭載するため、地上用のものに比し一段と高い信頼性が要求されるので以下実施した品質保証方法について述べる。

部品は、性能及び品質が明確で、認定済のもの、又は地上機器で使用実績のあるものを採用している。主要部品は調達又は受入段階で電気的、環境的スクリーニングを実施し、特に重要な部品は更にロットバイロットの耐候性破壊試験を実施するように、それぞれの部品仕様書を設定した。MIC の設計に際して、各回路素子は部品ごとにあらかじめ定めたディレーティング基準内で使用されているか、温度・振動などの環境ストレスは部品の定格内に設計されているか、などをまとめて設計審査を実施し、その妥当性を確認した。管理面ではプロダクト FMEA により製造工程で生ずる故障モードを洗い出し、そのモードの製品への影響の度合に応じて、従来の製造技術の見直しと同時にその対策としての製造仕様書を設定し、製造工程を厳しく管理した。ハードウェアの初回品は環境試験を含む品質確認試験を実施し、その電気的、環境的性能を確認している。製品は全数環境スクリーニングテスト及びバーンインテストを実施し、その後最終電気

表 4. 厚膜感熱ヘッドの性能

項目	単位	性能
有効記録幅	mm	206
印字ドット密度	ドット/mm	6
発熱体抵抗値	Ω	200
印字電力	W/ドット	1.15
印字パルス幅	ms	6
印字ドット寸法	μm	100 W × 300 L
記録濃度	D	0.9~1.1
外形寸法	mm	250 W × 90 L × 25 H

特性を確認した。

3.5 ファクシミリ用感熱ヘッド

MIC は機能を全く異なる製品であるが、同一製造技術の応用例として感熱ヘッドがある。ファクシミリの普及は安価で保守性の優れた感熱記録方式の出現で更に加速されてきた。感熱ヘッドには薄膜・厚膜の2方式があるが、厚膜ヘッドは量産性・価格・記録濃度・寿命などで薄膜ヘッドに勝り、感熱ヘッドの主流になりつつある。図 8. に 6 ドット/mm の厚膜ヘッドを示す。25×9×2.5 cm のケースの中に、1,216 個の発熱体を 1 列に配列した発熱基板と個々の発熱体に電流を選択的に流すダイオードマトリクスを内蔵する。この発熱基板は 2.2 節で述べた厚膜技術で製造されている。表 4. に主な性能を示す。

4. むすび

以上を要約すると

- (1) MIC の高性能化・高信頼化・低価格化のための製造技術は一應確立し、多くの MIC 製品が稼働している。
- (2) MIC の製造技術を使った感熱ヘッドなどの応用製品を開発・生産して、製品のすそ野を広げることができた。

参考文献

- (1) 小野寺、堀切：電子通信学会、電子部品・材料研究会資料 CP M 74-63 (昭 49)
- (2) 近江、小野寺、尾形、高倉：電子通信学会、信学技報、75, No. 129 (昭 50)
- (3) 小泉、松田、寺本、小川：宇宙開発事業団、第2回宇宙開発における信頼性および品質保証シンポジウム論文集、93 (昭 53)

マイクロ波集積回路用フェライト回路

武田文雄*・溝渕哲史**・松永誠**・紅林秀都司***・折目晋啓+

1. まえがき

マイクロ波集積回路技術は、各種レーダ装置、通信装置、衛星とう（搭）載用機器等の高信頼化、小形化、低価格化などの必要性から、ここ数年間に飛躍的発展を続け、マイクロストリップ線路を基本としたハイブリッド形式の集積化は実用化段階に達している。

集積回路用フェライト回路も同様の発展をとげ、フェライトの非可逆特性、共鳴現象、透磁率可変特性を利用したサーキュレータ、アイソレータ、移相器、スイッチなどが開発されている。

ここでは、最近開発され、かつ今後広い実用が期待される小形マイクロストリップサーキュレータ、共鳴吸収形アイソレータ、メアンダ線路形位相調整器について報告する。

2. 小形マイクロストリップサーキュレータ

マイクロ波集積回路への組込みに適しているマイクロストリップサーキュレータ⁽¹⁾は、低周波数帯になると接合部寸法が大きくなる欠点があり、その解決策として集中定数形サーキュレータが考案された⁽²⁾。しかし、このサーキュレータは内部導体を立体的に構成する必要があり、構造が複雑な難点がある。ここでは、新しい考えに基づく小形マイクロストリップサーキュレータの動作原理、試作結果について述べる。

2.1 動作原理

無損失の3端子回路は、各端子がすべて整合された場合にサーキュレータ動作をすることが回路理論により証明できる⁽³⁾。したがってマイクロストリップサーキュレータの各端子に適当なインピーダンスを装荷して、外部回路を整合すれば、原理的にはサーキュレータ接合部すなわちフェライト円板の寸法を任意に選び得る。この点に着目し小形接合部と整合回路とからなるサーキュレータの小形化の可能性につき検討を行

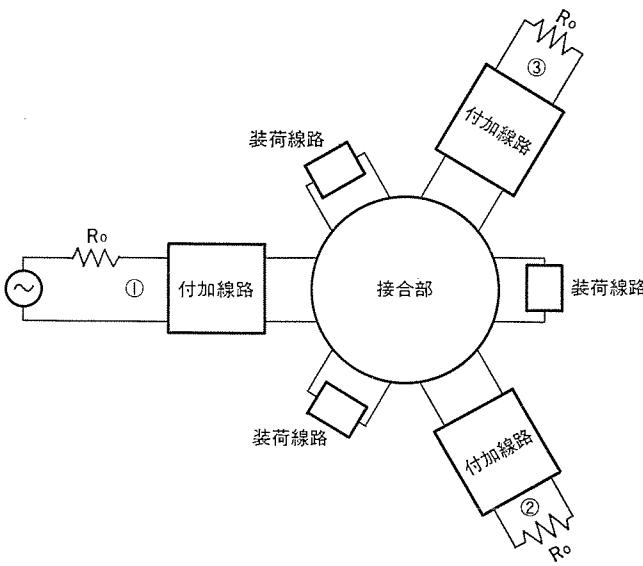


図1. サーキュレータの基本構成

った。図1にサーキュレータの基本構成を示す。図中、装荷線路は広帯域化のために、付加線路は整合をとるために用いたものである。従来は Bosma や Fay らによる方法⁽⁴⁾⁽⁵⁾を用い、周波数とフェライト材料定数からサーキュレータ動作する接合部寸法を決定していたが、今回は、前述のようにより小さな直径の接合部に扇形形状の装荷線路及び付加線路として外部線路とは特性インピーダンスの異なる一様線路を設けたときのサーキュレータ条件について数値計算を行い各部寸

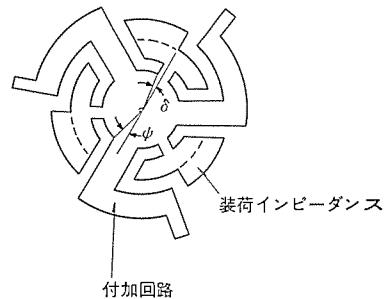


図2. 小形マイクロストリップサーキュレータ

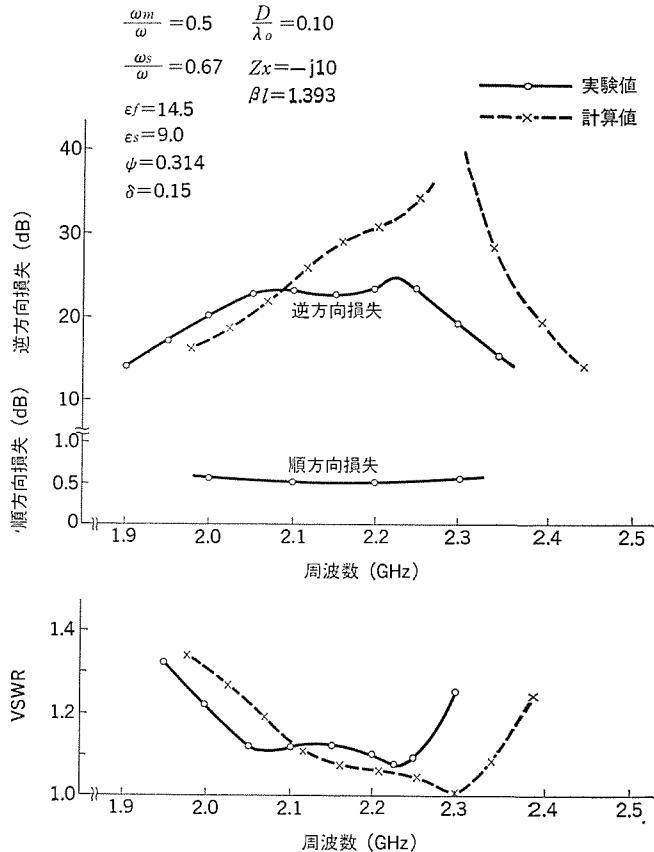


図3. 小形マイクロストリップサーキュレータの特性
(計算値と実験値との比較)

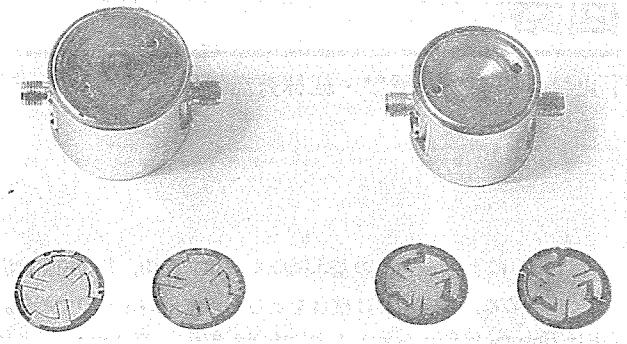


図 4. UHF 帯試作 サーキュレータ

法を決定した⁽⁶⁾。

2.2 実験結果

前節で述べた考えに基づき設計した 2.2 GHz 帯 マイクロストリップ サーキュレータの線路パターンを図 2. に、また、図 3. には サーキュレータ特性の実験結果を計算値と対比して示す。図中、 2ψ は接合部の付加線路への開口角、 2δ は装荷線路への開口角、 D は接合部径、 βl は付加回路電気長、 λ_0 は自由空間波長、 ϵ_f 、 ϵ_d はフェライト及び誘電体基板の比誘電率、 $\omega_m = \gamma \cdot 4\pi M$ 、 $\omega_s = \gamma \cdot 4\pi M_s$ (γ : 磁気回転比) である。計算値と実験値は、中心周波数及び 20 dB 比帯域幅はよく合っているが、逆方向損失値（以下 L_B と示す）の一一致度がよくない。これは、同軸との変換部の反射、材料定数の誤差などが原因と考えられる。小形化に関しては、従来のマイクロストリップ サーキュレータに比較して、全体の直径で約 1/3 の寸法に縮小されている。1 例として 860 MHz 帯で設計した小形 マイクロストリップ サーキュレータの 1 端を終端し、アイソレータとして使用している写真を図 4. に示す。

3. 共鳴吸収形アイソレータ

共鳴吸収形 アイソレータ⁽⁷⁾は、従来から UHF 帯で多用されている集中定数形 サーキュレータに比較して順方向損失（以下 L_F と示す）、順逆比 (L_B/L_F) またそれらの周波数特性などにおいて劣る面はあるが、簡単な構造で小形であることなど集積回路用として有利な面を有している。ここでは、UHF 帯における特性改善の検討と試作結果について示す。

3.1 基本構造と動作

基本構造は、図 5. に示すように、フェライト埋込誘電体基板上に先端開放及び短絡線路並びに主線路から成る線路を形成し、共鳴磁界を印加した構造である。分岐線路は、接合部において円偏波を生ぜしめ、かつ、反射波を発生しない並列共振条件を満足するよう設計しなければならない。そのためには、次の条件

$$Z_0 = Z_A \cdot \tan \beta_1 l_{s1} = Z_B \cdot \cot \beta_2 l_{o2} \quad (1)$$

を満足すればよい。ここに、 Z_A 、 Z_B 、 l_{s1} 、 l_{o2} は、それぞれ、短絡、開放分岐線路の特性インピーダンスと長さであり、 β_1 、 β_2 はその位相定数である。ただし回路は無損失で出力端は整合負荷 Z_0 が接続されているとする。

このような基本構造によるアイソレータの特性は、試作結果によれば、一般に図 6. に示すようになる。すなわち、 L_F は高周波数側で大きく、 L_B は小さくかつその温度変化が大きい。

3.2 特性改善の検討

上記のように、このアイソレータの特性は狭帯域であるなど実用上特

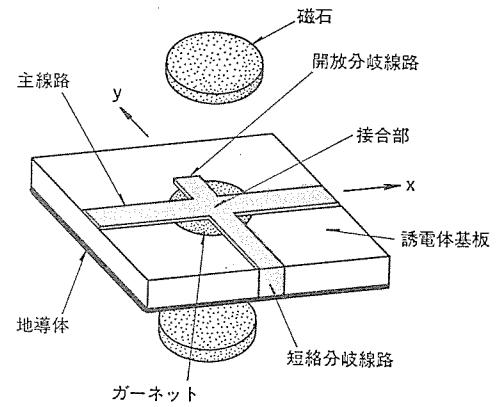


図 5. 基本構造による共鳴吸収形 アイソレータ

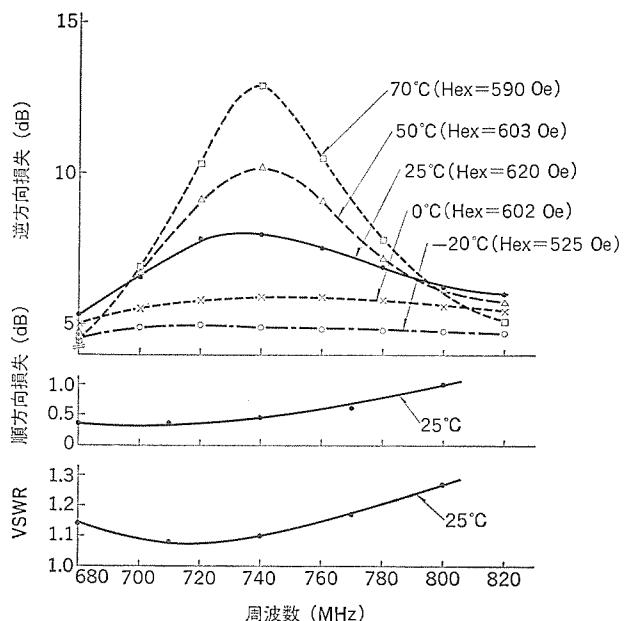


図 6. 基本構造による アイソレータ の特性

性改善が必要である。そのためには、接合部における円偏波発生及び整合条件を広帯域に渡って満足するようしなければならない。そこで以下に示す検討を行った。

アイソレータの接合部近傍の高周波磁界の振幅及び位相分布の測定によれば、高周波直交磁界の強度 (h_x, h_y) 及び位相量 (ϕ_x, ϕ_y) は、接合部中心近傍で

$$h_x \approx h_y, |\phi_x - \phi_y| = 76^\circ \quad (90^\circ \text{ が要望値})$$

である。したがって、このアイソレータにおいては、位相差のずれによる直線偏波成分による吸収が生じ、 L_F の増加原因になっているものと考えられる。そこで、図 7. に示すように、内部導体の形状に工夫をし、幅広接合部を設けることにより位相差を 84.5° にまで改善することに成功した。この方法によるアイソレータの特性を図 8. に示すが、 L_F は 0.45 dB から 0.25 dB に、また、その周波数特性も改善されている⁽⁸⁾。しかし、このときの L_B は常温において 6.2 dB と小さく、かつ、温度に応じてその大きさが著しく変化している。この温度変化の原因としては、材料自体の温度変化と、ガーネット形状に基づく変化が考えられる。材料の問題は別として、同一材料を使用した場合の形状の温度特性に及ぼす効果を調べた結果を図 9.、図 10. に示す。図 9. は、ガーネット寸法比 D/t (D : 直径, t : 厚

み) をパラメータとし温度に対する L_B 最大になる周波数をプロットし、図 10. はそのときの L_B の値を示したものである。この結果から D/t を小さく設定したほうが温度変化は小さくなるが、その反面、 L_B の値が小さくなる⁽⁹⁾。

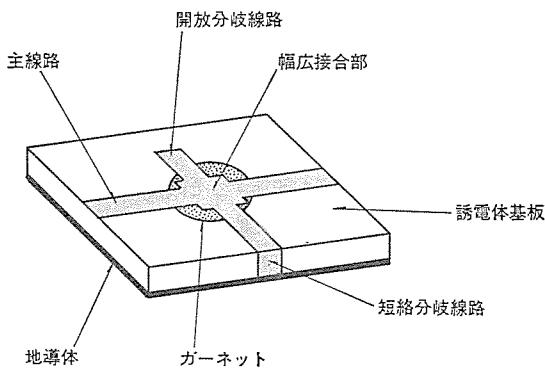


図 7. 幅広接合部を有するアイソレータ

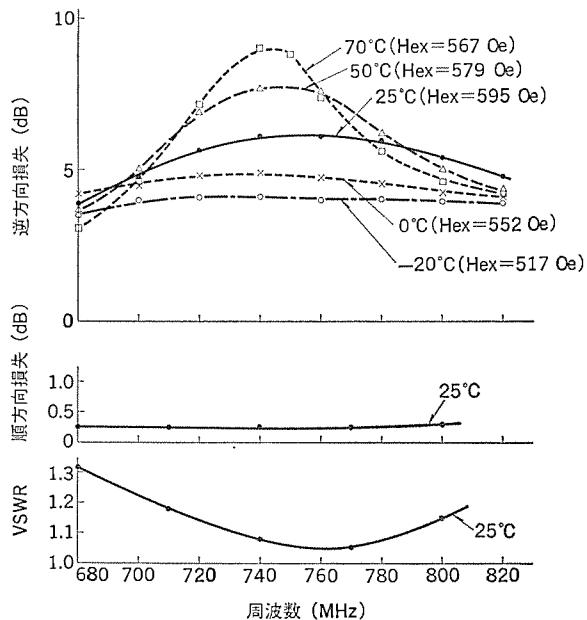


図 8. 幅広接合部を有するアイソレータの特性

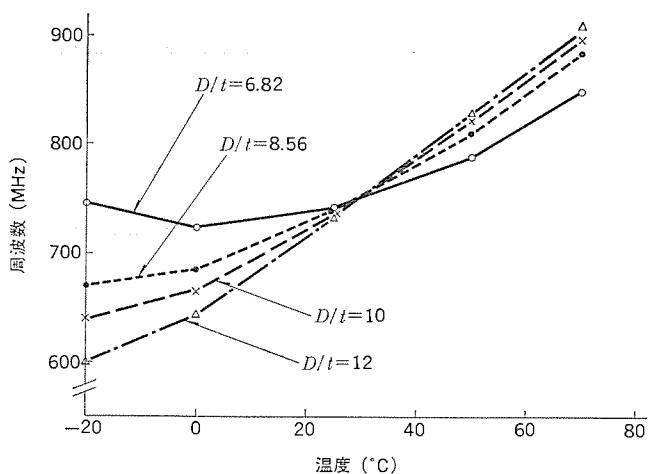


図 9. 最大逆方向損失を与える周波数の温度特性

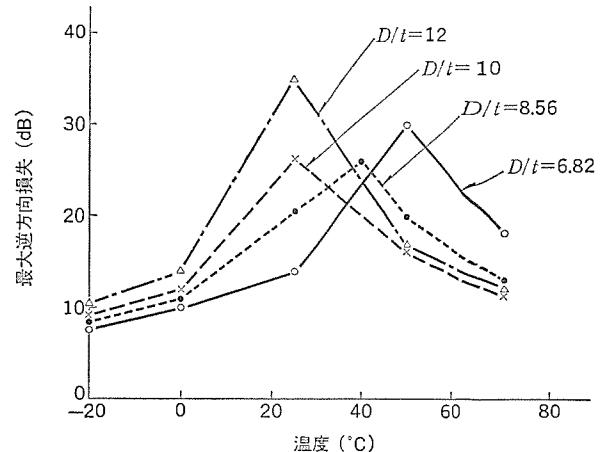


図 10. 最大逆方向損失の温度特性

3.3 試作アイソレータの特性

L_B を大きく (10 dB 以上) かつ、比較的良好な温度特性を有する構造として、 D/t を 6.3 に選定し、図 11. に示すような 2 段接続構成とした。試作アイソレータの写真を図 12. に示す。450~1,100 MHz の周波数範囲でのアイソレータ基板寸法は $18 \times 26 \text{ mm}^2$ 、1,400~1,700 MHz では $10 \times 15 \text{ mm}^2$ である。

図 13. は、試作アイソレータの特性例で、温度範囲 -20~60°C、80 MHz 帯域幅、 L_B 10 dB 以上、 L_F 0.55 dB 以下、VSWR 1.15 以下の特性である。

4. メアンダ線路形位相調整器

メアンダ線路形位相調整器は、フェーズドアレイアンテナなど一定の位相関係を保ち並列動作させる場合に各線路の位相ずれを補正するために開発したもので、メアンダ線路形移相器と動作原理は同じであるが、直

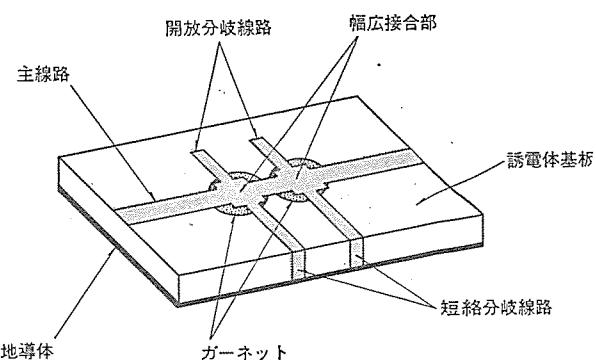


図 11. 2つの幅広接合部を有するアイソレータ

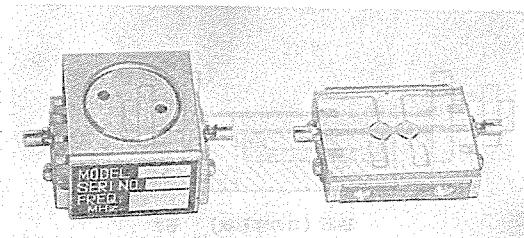


図 12. 試作アイソレータ

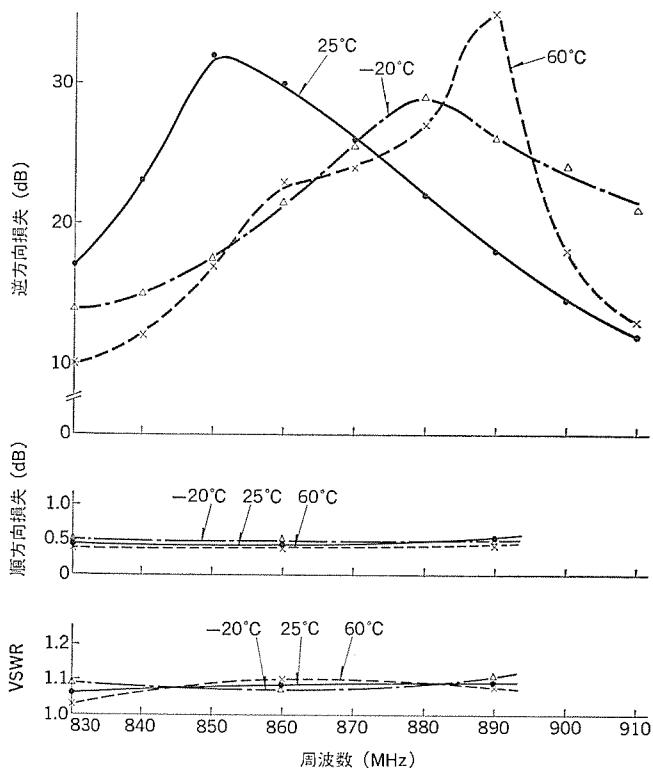


図 13. 試作アイソレータの特性

流磁界を印加する磁石の回転により位相調整が可能な構造となっている。ここでは、X 及び Ku 帯の試作結果について報告する⁽¹⁰⁾。

4.1 構造と動作

図 14. に位相調整器の構造を示す。フェライト円板埋込アルミナ基板に蒸着、めっき、フォトエッチングなどの手法により折返し線路（マンダ線路）を形成し、裏面には、全面被着された地導体を介してフェライトの磁化状態を変化させるための回転可能なコの字形磁石を装着した構造である。図 15. は、マンダ線路部分の横断面図であり、フェライト内でのマイクロ波磁界円偏波が生ずる様子を示すものである。マンダ線路の結合長は、1/4 波長に設定されているために、隣接線路との結合の結果、最大量の円偏波成分がフェライト内に発生する。

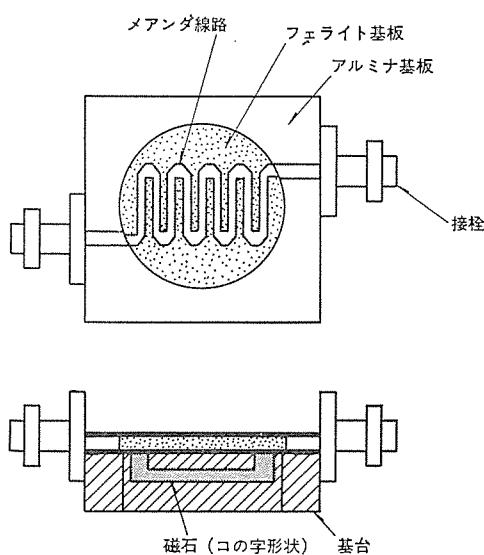


図 14. マンダ線路形位相調整器

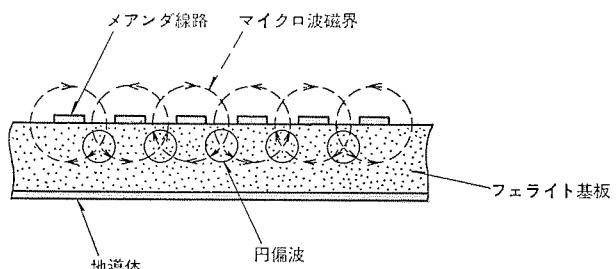


図 15. マンダ線路の断面構造

この円偏波成分に対して磁界を印加すると、その直交磁界の強さと方向に応じて、フェライトは、マイクロ波に対して異なる透磁率を示す。したがって、図 14. に示したコの字形磁石を回転すると直交磁界の強さが変化し、位相変化をもたらし、位相調整器として動作することになる。

4.2 試作位相調整器の特性

図 16. 及び図 17. は、それぞれ、Ku 及び X 帯の特性であり、Ku 帯の場合、16.5~17.5 GHz の周波数範囲で VSWR 1.45 以下、 L_F 0.8 dB 以下、位相可変量 90° 以上、また、X 帯の場合、9~10 GHz の周波数範囲で VSWR 1.35 以下、 L_F 1.1 dB 以下、位相可変量 180° 以上の特性である。図 18. は、磁石の回転角度に対する位相変化量を示すもので、その温度変化は、-40~70°C の範囲で ±4% 以下 (Ku 帯)、±6% 以下 (X 帯) である。

図 19. は、試作位相調整器を示すもので、フェライト寸法は、直径 5 mm (Ku 帯)、直径 9 mm (X 帯) である。

5. む す び

マイクロ波集積回路用フェライト回路の内、比較的最近開発されたサーキュレータ、アイソレータ、位相調整器について述べた。

2 章のマイクロストリップサーキュレータは、サーキュレータの小形化に対する新しい設計指針を示すものとして注目されており、600 MHz から

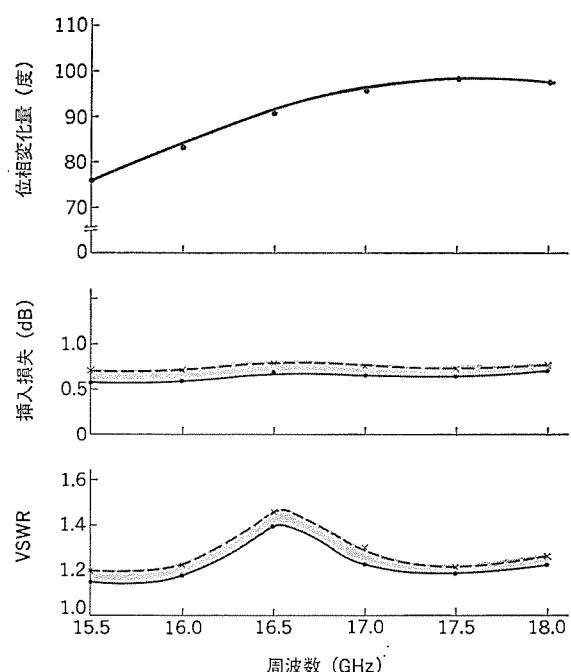


図 16. Ku 帯 マンダ線路形位相調整器の特性

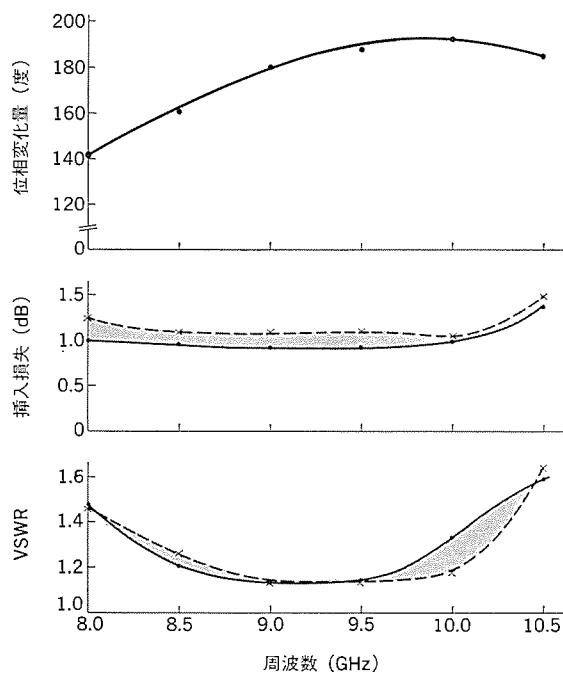


図 17. X 帯 メンダ 線路形位相調整器の特性

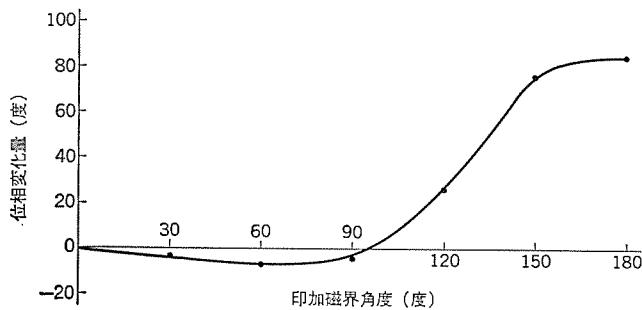


図 18. 位相変化量の印加磁界角度特性

3 GHz の各周波数帯で動作する サーキュレータ の設計法が確立されている。

3 章の共鳴吸収形 アイソレータ は、従来の集中定数 サーキュレータ 形 アイソレータ に比較して、格段の低価格化に成功しており、各種無線機に実用されている。

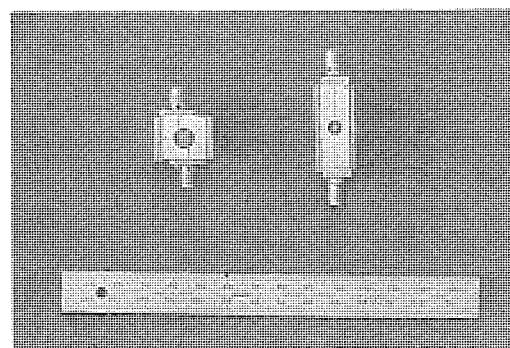


図 19. 試作位相調整器

4 章の位相調整器は、フェイズドアレイアンテナ のモジュールなどに使用され良好な特性を示しており、非接触構造による位相調整が可能であるために、特性の安定性がよく、将来も集積回路にて多く使用されることが期待される。

参考文献

- (1) 紅林, 折目: 電子通信学会, 論文誌, 1, J 60-B, No. 5, 327 (昭 52)
- (2) Y. Konishi : IEEE Trans., MTT-13, No. 11, 852 (1965)
- (3) M. J. Carlin : Proc. Sym. on Modern Advance, IV, 175 (1954)
- (4) H. Booma : Proc. IEE, 109, No. 21, 137 (1962)
- (5) C. E. Fay, R. L. Comstock : IEEE Trans., MTT-13, No. 1, 15 (1965)
- (6) 紅林, 折目: 電子通信学会, マイクロ波研究会資料, MW-75-88 (昭 50)
- (7) L. Lewin : Proc. IEE, Oct. 56
- (8) 折目, 紅林, 粱山: 電子通信学会, マイクロ波研究会資料, MW-74-89 (1974)
- (9) 紅林, 折目, 粱山, 渡井: 電子通信学会, 全国大会 No. S 8-7 (昭 50)
- (10) 紅林, 溝淵, 古屋: 電子通信学会, 総合全国大会 No. 604 (昭 51)

マイクロ波集積回路増幅器

町田一三*・佐伯昭夫*・藤井良郎*・鍛治栄二*・天野旭*

1. まえがき

ここでは主として多重無線装置用に実用化あるいは開発中の 2 GHz 帯をはじめとし、3.5 GHz 帯及び 6 ~ 8 GHz 帯マイクロ波集積回路 (Microwave Integrated Circuit, 以下 MIC と略す) 低雑音増幅器、中出力電力増幅器及び高出力電力増幅器の設計概略及び実用化した製品の性能について記述する。

2. MIC 増幅器の設計

2.1 低雑音増幅器の設計概要

低雑音増幅器の設計は、次のとおり行っている。

(1) 図 1. に示す多段増幅器の入力整合回路 MN-1 は、初段トランジスタ Tr1 より電源側を眺めたインピーダンス Z_s を設計帯域の中心で雑音指数が最小となるよう回路定数を決定する。

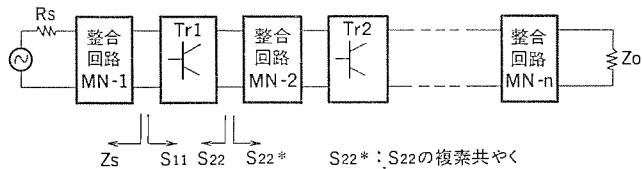


図 1. 多段増幅器の構成図

(2) MN-2 以後は、Tr の出力インピーダンスと利得整合がなされるよう、すなわち S_{22}^* (Tr の小信号 S パラメータ S_{22} の複素共役やく (輻)) と等しくなるよう回路定数を決定する。

(3) MN-n は、最終段トランジスタが負荷インピーダンス Z_o と整合するよう回路定数を決定する。

(4) 所要帯域及び利得を得るよう CAD により回路定数の補正を行う。

2.2 電力増幅器の設計概要

電力増幅器の設計は、次のとおり行っている。

(1) 入出力整合回路は、所要周波数においてトランジスタの小信号入出力インピーダンスと利得整合がなされるよう、すなわち S_{11}^* 及び S_{22}^* と等しくなるよう回路定数を決定する。

(2) 大信号下での回路定数補正是、増幅器の調整時点で MIC パターンにあらかじめ設けたランドを調整することにより行う。

3. 増幅器

3.1 2 GHz 帯増幅器

2 GHz 帯の FDM あるいは PCM 方式無線装置に MIC 增幅器を採用し、要求される低雑音化・高出力化を実現している。

S バンド (1,650 ~ 2,300 MHz) の各種増幅器はシリコンバイポーラトランジスタを使用している。増幅器はすべて 0.8 mm 厚のテフロン積層基板を用いて構成した。

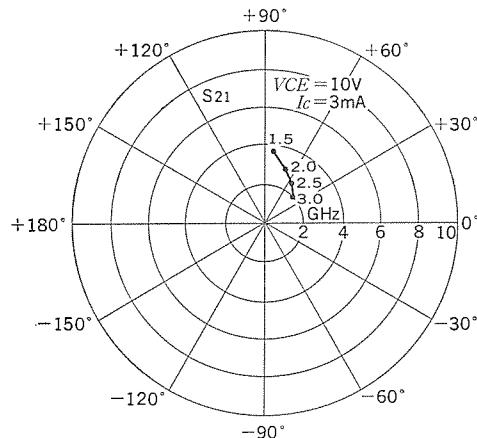
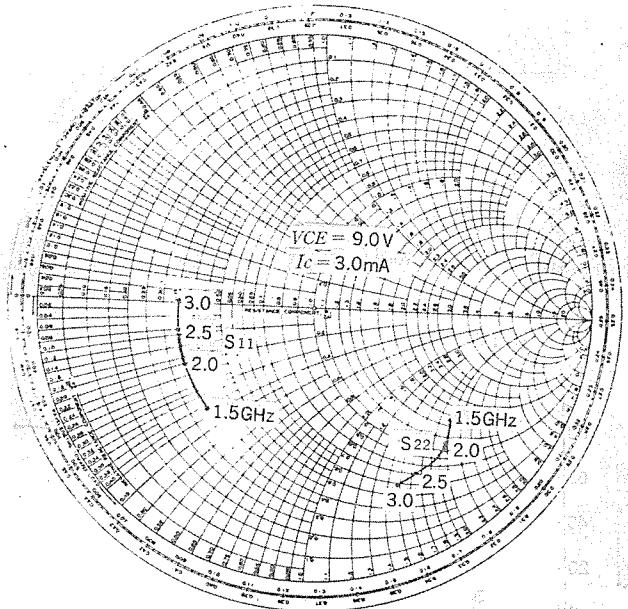


図 2. 低雑音バイポーラトランジスタの S パラメータ

表 1. 2 GHz 帯低雑音増幅器の特性

項目	性能
周波数範囲	1,650 ~ 2,300 MHz
利得	16 dB (min)
利得偏差 (上記周波数範囲)	2 dB
雑音指数 (NF)	3 dB 以下
出力電力 (1 dB 压縮点)	0 dBm

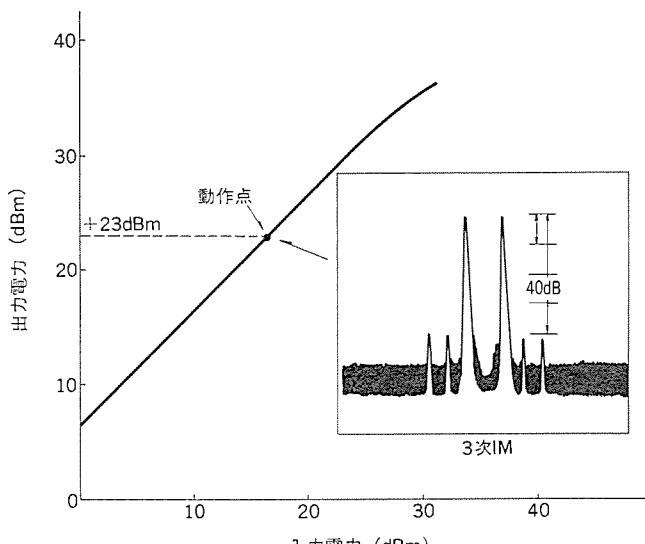


図 3. 入出力電力特性

表 2. 2 GHz 帯電力増幅器の特性

項 目	性 能	
	C 級 増 幅 器	リニア 増 幅 器
周 波 数 範 囲	1,700~2,300 MHz	1,850~2,110 MHz
利 得	10 dB(TYP)	33 dB(TYP)
帶 域 幅 (1 dB)	80 MHz	50 MHz
出力電力(1 dB圧縮点)	+33 dBm 以上	+35 dBm 以上

表 3. 3.5 GHz 帯低雑音増幅器の特性

項 目	性 能
周 波 数 範 囲	3,500~3,620 MHz
利 得	20 dB(TYP)
利 得 偏 差	1 dB 以内
入 出 力 特 性	-20 dBm で利得圧縮 1 dB 以内
雑 音 指 数 (NF)	3 dB(TYP)
入 出 力 VSWR	1.5 以下

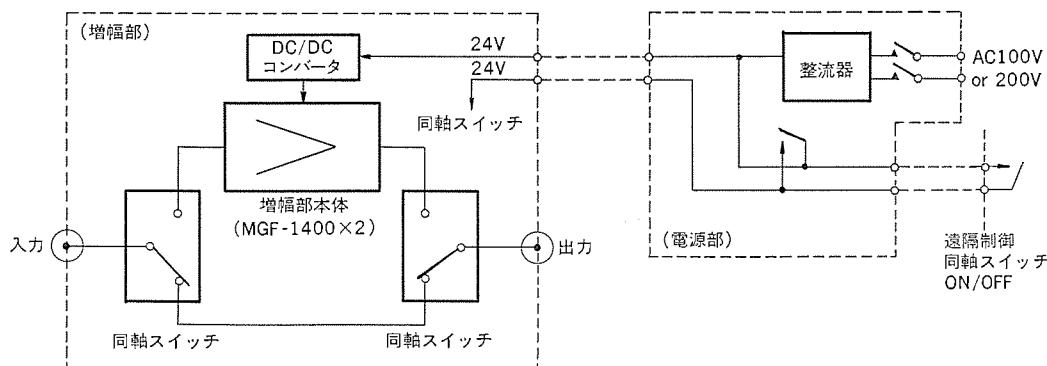


図 4. 3.5 GHz 帯低雑音増幅器の構成

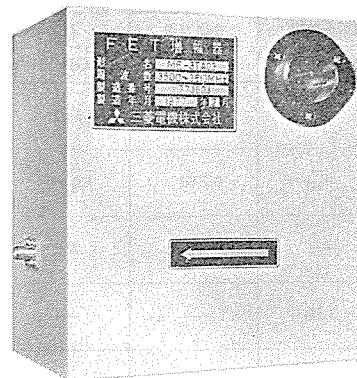


図 5. 3.5 GHz 帯低雑音増幅器の外観

(1) 低雑音増幅器

低雑音増幅器はマイクロ波無線装置の受信機及び直接中継器の初段増幅器として用いられる。図 2. の特性のトランジスタを使用し 2 段増幅器を構成した。低雑音増幅器の雑音指数(NF)は 3 dB 以下で、長距離回線及び見通外通信方式にも十分適用できるものである。表 1. に増幅器の特性を示す。

(2) 電力増幅器

高出力増幅器には FDM 用の C 級増幅器と PCM 用の直線(リニア)増幅器があり、トランジスタ 2 段及び 5 段で構成されている。それぞれの出力電力は、2 W と 0.2 W (1 dB 圧縮点出力 3 W) である。特にリニア増幅器には、隣接チャンネルへの干渉上、変調スペクトラムに帯域制限があり、3 次混変調積(IM)が 35 dB 以上であることを要求されている。測定結果は、図 2. 入出力電力特性に示したように動作出力 0.2 W で 3 次 IM は 40 dB 以上の値が得られている。表 2. に性能を示す。

3.2 3.5 GHz 帯低雑音増幅器⁽²⁾

3.5 GHz 帯低雑音増幅器は A バンド(3,500~3,620 MHz)をカバーし、テレビ中継用の FPU 装置と STL 装置の受信機初段増幅器として使われ、回線品質の改善を行う。当社 GaAs FET(MGF-1400) 2 段を用いた増幅器で表 3. に示す特性を有する。この増幅器は図 4. の構成で図 5. に示すような箱体に実装され、屋内外で使用できる。

3.3 7 GHz 帯増幅器

7 GHz 帯増幅器は B・C バンド(6,425~7,125 MHz)テレビ中継用 FPU 装置/STL 装置の受信ヘッド及び 6~8 GHz 帯の FDM 方式無線装置の送受信機に使用できる。増幅器には表 4. に示す代表特性を有する当社製の、MGF-1400, MGF-1800 及び MGF-2000 シリーズ GaAs FET を使用している。

低雑音増幅器は 0.63 mm 厚アルミナセラミック基板上に、中出力及び高出力電力増幅器は 1.6 mm 厚低損失テフロン積層基板上に形成されている。

(1) 低雑音増幅器

表 5. IC 2 段及び 3 段増幅器の特性を示す。低雑

表 4. GaAs FET の特性

型 名	低雑音用	中出力用	高 出 力 用	
	MGF-1400	MGF-1800	MGF-2016	MGF-2032
利 得 GL	—	9 dB	7.5 dB	7 dB
出力電力 PdB	—	0.2 W	1.0 W	1.5 W
効 率 η_{ADD}	—	28%	23%	22%
雑音指數 N _F	3 dB	—	—	—
付隨利得 G _A	7 dB	—	—	—
備 考	@ 8 GHz $V_{DS}=3 \text{ V}$ $I_{DS}=15 \text{ mA}$	@ 8 GHz $V_{DS}=6 \text{ V}$ $I_{DS}=100 \text{ mA}$	@ 6 GHz $V_{DS}=8 \sim 10 \text{ V}$	@ 6 GHz $V_{DS}=8 \sim 10 \text{ V}$

表 5. 7 GHz 帯低雑音増幅器の特性

項 目	性 能	
	2 段 增 幅 器	3 段 增 幅 器
周 波 数 範 囲	6,400~7,800 MHz	6,425~7,125 MHz
利 得	15 dB	30 dB(TYP)
利得偏差(上記周波数範囲)	2 dB	2 dB
雑 音 指 數	4 dB 以下	3.5 dB 以下
出 力 電 力 (1 dB 勝縮点)	+10 dBm	+4 dBm

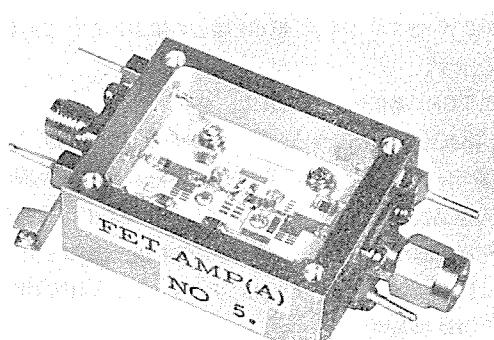


図 6. 7 GHz 帯低雑音増幅器の外観

音特性を要求されている 3 段増幅器の初段には、MGF-1401 を用いており、3.5 GHz 帯低雑音増幅器と同一構成の箱体に実装され屋内外で使用される。図 6. に増幅器本体の外観を示す。

(2) 電力増幅器

表 6. に 2 段中出力電力増幅器及び 2 段高出力電力増幅器の特性を示す。各電力増幅器の出力電力は、0.2 W 及び 1 W である。図 7. に 1 W 出力送信部電力増幅器の出力電力 - 周波数特性を示す。図 8. に電力増幅器の外観を示す。

4. む す び

以上主として多重無線装置に使用している MIC 増幅器について、

表 6. 7 GHz 帯電力増幅器の特性

項 目	性 能	
	中出力増幅器	高出力増幅器
周 波 数 範 囲	6,400~7,200 MHz	6,400~7,200 MHz
利 得	16 dB	10.5 dB
利得偏差(上記周波数範囲)	2 dB	2 dB
出 力 電 力 (1 dB 勝縮点)	+22.0 dBm	30.2 dBm

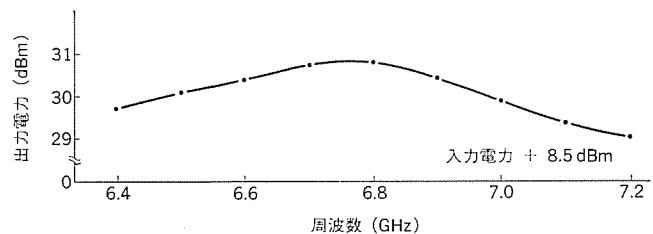


図 7. 7 GHz 帯電力増幅器の出力電力 - 周波数特性

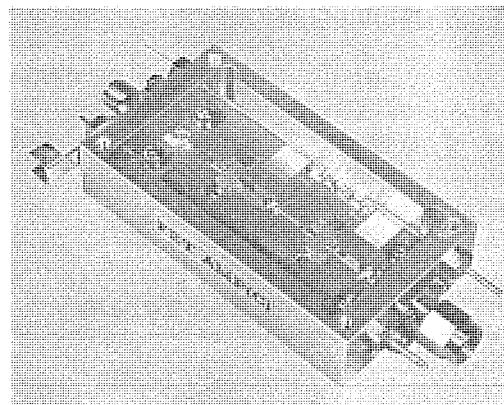
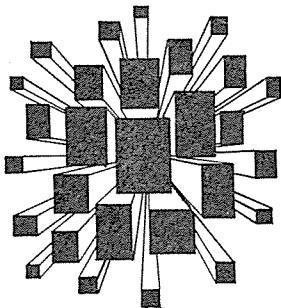


図 8. 7 GHz 帯電力増幅器の外観

その設計概要を述べたが、このほかにも種々の機種分野に MIC 増幅器が開発・実用化されている。また、MIC 技術は、製造上の均一性や高信頼性、小形化など製品に与えるメリットも大きいため、単にマイクロ波増幅器だけでなく発振器や変調器等マイクロ波機器の主要部分すべてに適用されつつある。これら MIC 化装置の進歩発展のためには、製造技術の進歩や使用部品、半導体素子の開発、改良等関連技術の協調が不可欠である。ここに述べた各種増幅器の実用化のために寄せられた社内関連各部門の協力に感謝する。

参 考 文 献

- (1) 隠岐ほか：FET を用いたマイクロ波増幅器、放送技術、30, No. 6 (昭 52)
- (2) 三井ほか：低雑音及び高出力 GaAs FET、三菱電機技報、52, No. 12 (昭 53)



特許と新案

空 気 清 浄 器 (実用新案 第 1004564 号)

考案者 平山建一

この考案は、空気清浄器、特にろ(沪)材をジグザグ状に配設したジグザグ式空気清浄器の沪材送り装置の改良に関するものである。

一般にこの種ジグザグ式空気清浄器は、図1に示すように構成されており、沪材(1)は、本体(2)の上部に設けられた沪材供給部(3)からジグザグ状に配設された上部ローラ(4)(4)，ガイドローラ(5)(5)，下部ローラ(6)(6)を経て、本体(2)の下部に設けられた沪材収納部(7)に送り込まれるわけであるが、この沪材の送り手段として、この考案は、沪材(1)の両側端部の清浄空气中において、図1及び図2に示すように、沪材(1)にチェーン(8)を沿わせ、かつ、このチェーン(8)の沪材(1)との接触面のリンクプレートに、沪材(1)に突き刺される針(9)を突設してチェーン(8)の移動とともに、沪材(1)をジグザグ状に搬送するようにしたものである。

したがって、この考案によれば、沪材(1)を送るチェーン(8)を、上記沪材(1)により沪過された清浄空気ふんい気中にのみ設けたので、チェーン(8)にじんあい(塵埃)が付着することもなく、従来のようにチェーンをたびたび清掃する必要のない優れた実用的效果を有

するものである。

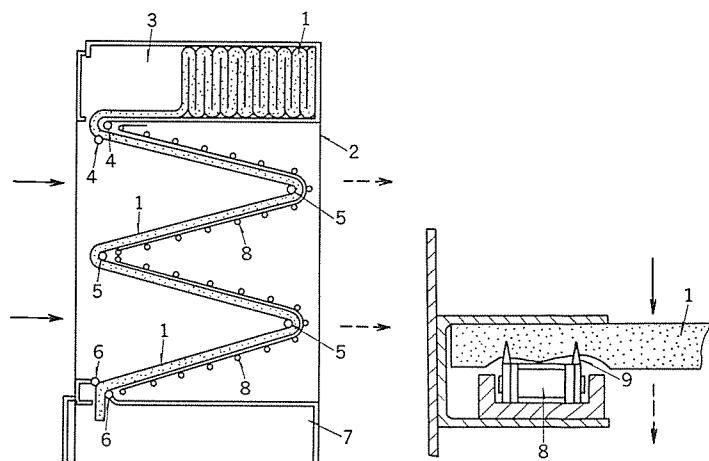


図1

図2

炊 飯 器 (実用新案 第 1163879 号)

考案者 高橋正晨・大沢和夫・石井寛夫

この考案は保温中におけるご飯の蒸気の流出を抑止するようにした炊飯器に関するものである。

図1、図2において、(1)は外がま、(2)は内がま、(3)は発熱体、(5)は外ふた、(6)は外ふた(5)に設けた蒸気抜き管(8)に装着され、内部に圧力弁(7)と、上部に蒸気抜き穴(16)を設けたキャップ(9)は中ふたで、蒸気抜き穴(10)が設けられている。

内がま(2)内に入れられた米と水は発熱体(3)によって加熱され沸騰し、内がま(2)内の圧力が上昇して蒸気はおねばとともに中ふた(9)に設けた蒸気抜き穴(10)から外ふた(5)と中ふた(9)の間の空間Aに流出し、蒸気はそのまま外ふた(5)に設けた蒸気抜き管(8)を通して圧力弁(7)を押し上げ、キャップ(6)に設

けた蒸気抜き穴(16)から外方へ流出する。炊飯が終わって内がま(2)内の圧力が下がると、圧力弁(7)は自重により下がって蒸気抜き管(8)をふさいで蒸気の流出を防ぐ。したがって保温中に内がま(2)のご飯から発生する蒸気は全く外方へ逃げることなく、保温中におけるご飯の乾燥を防止して美味なご飯を長時間保つことができるという効果がある。

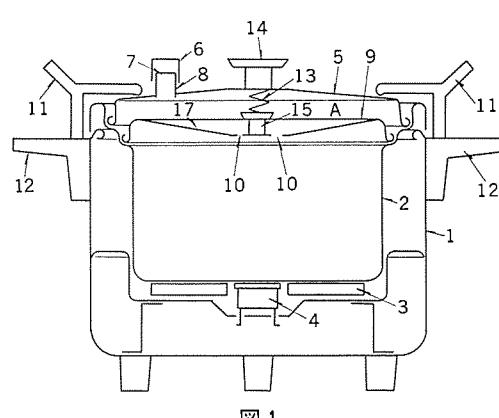


図1

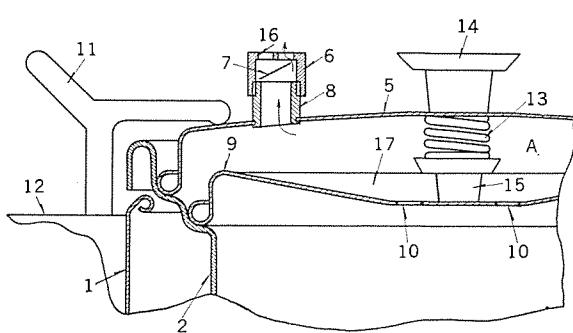


図2

電子レンジ (実用新案 第 1197829 号)

考案者 熊田泰治

この考案は加熱室内に効果的に送風を行うようにした電子レンジに関するものである。

図 1、図 2において(1)は外箱で、外気吸入口(2)と排気吹出口(3)とを形成している。(4)は加熱室でこの正面に設けた食品投入用の開口(8)はとびら(扉)装置(21)により覆われており、更に加熱室(4)の天井面前部には空気取入口(9)が、また背面上部には排気取出口(11)がそれぞれ形成されている。(10)は空気取入口(9)の下部に加熱室(4)内を区画するよう突設した仕切壁である。(15)は外気吸入口(2)から外気を吸引してこれをマグネットロン(12)へ送る送風装置であり、マグネットロン(12)へ送られた風はそのマグネットロン(12)を冷却したのち空気取入口(9)を通って加熱室(4)内へ導入される。

この考案では特に仕切壁(10)をその一部が取入口(9)の前半部と対面し、かつ残余の部分は加熱室(4)の開口(8)に沿って取入口(9)との対面部分以外にも及ぶよう横方向に延在させている。したがってマグネットロン(12)の冷却風が取入口(9)から加熱室(4)に入ると、その一部はそのまま下方に流れ扉装置(21)の内面にあたり、また一部は仕切壁(10)にて加熱室(4)の横壁に向かって流れ、もって冷却風が加熱室(4)内にくまなく循環するので、食品から発生する水蒸気が加熱室(4)内壁及び扉装置(21)裏面に結露せず、したがって扉装置(21)にあってはのぞき窓の効果を損なわず常に透明状態を維持でき、加熱室(4)内壁にあっては結露がないため食品の調理効率が良く、かつ加熱室(4)内へ均等に送風が行えるので熱分布が均一になるなどの効果がある。

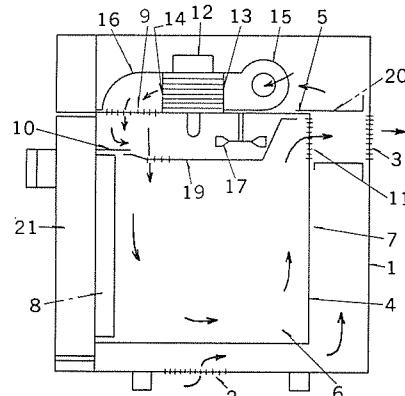


図 1

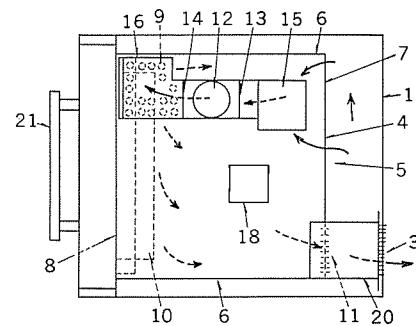


図 2

電磁粒子式連結装置 (実用新案 第 1198445 号)

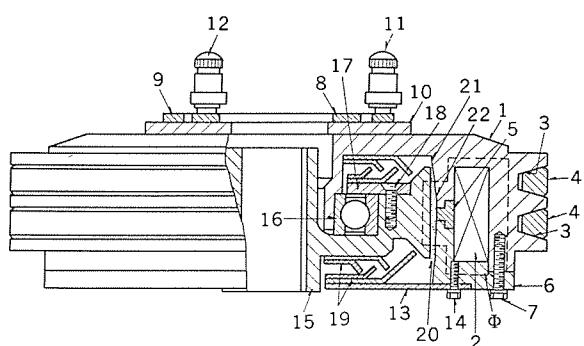
考案者 小林良治

この考案は電磁粒子式連結装置に関して、トルクの安定性の向上を目的としたものである。

従来装置における磁性粒子の状態についてみると、無励磁状態のとき、磁性粒子は重力によって駆動体の動作面の下方に落ちるが、駆動体が回転すると磁性粒子は遠心力によって駆動体の動作面の傾斜に沿って上部に集中される。このため、従来においては磁性粒子は下部の動作面には分布されにくくなり、磁性粒子は有効に働くことができず、トルクの低下、ばらつきなどの不安定な状態を示すという欠点があった。

この考案は図に示すように、駆動体(1)の動作面(21)のほぼ中央部にテープになった環状のおう(凹)所(22)を設けたものである。このような構成によれば、無励磁の状態において、駆動体(1)が回転すると磁性粒子(20)は遠心力によって、動作面(21)の凹所(22)に集中されることになり、励磁すれば磁性粒子(20)は磁束 Φ によって、

動作面(21)の両側にむらなく分布されることになる。したがって、この考案によればトルクの低下、ばらつきといった不安定な状態を解消することができ、安定性の向上を図ることができる。



超高压用ガス絶縁式計器用変圧器

白井 满*・鶴田敬二*・高橋宏次**

1. まえがき

変電所の信頼性向上、縮小化、無保守化を図ったガス絶縁変電所(Gas Insulated Substation)が広く使用されている。このGISに使用する計器用変圧器(Potential Transformer)には、従来、エポキシレジンモールド形やコンデンサ形計器用変圧器を用いていた。しかし、GISの寸法の縮小と製造工程の効率化とを図るために、SF₆ガスとポリエチレンフィルムとを用いたガス絶縁式PTを、新たに製作した。

ガス絶縁式PTについては、ヨーロッパでかなりの使用例⁽¹⁾があり、また国内でもその利点が報告⁽²⁾されている。当社では油入式超高压PTの製作経験とガス絶縁変圧器⁽³⁾における巻線絶縁技術、及び多くの製作実績があるGISのガス絶縁技術に基づいて、昭和50年から研究開発を行った。全3相一括化によるGISの寸法の縮小やガス管理方法などでGISシステムとの協調を考え、72kVより300kVまでのガス絶縁式PTを製作した。

2. ガス絶縁式PTの特長

ガス絶縁式PTは、主にGIS用として製作するもので、ガス管理・取付方法などがGISシステムと協調がとれる構造をしている。ガス絶縁式PTの一般的な特長として、次のような項目が挙げられる。

(1) GISシステム全体を縮小できる

従来のコンデンサ形計器用変圧器と比べて約1/3に小型・軽量化され、GISシステム全体の寸法を縮小することができる。

(2) ガス絶縁式で信頼性が向上した

吸湿が少ないポリエチレンフィルムを巻線層間絶縁に用い、対地絶縁にはSF₆ガスを封入し、信頼性のある絶縁構造である。

(3) オイルレス構造で火災の心配がない

可燃性の絶縁油を使用した油入式PTとは異なり、オイルレス構造であるので、火災の心配がない。

(4) GISの現地耐圧試験が簡便である

GISの現地耐圧試験時にPTをGISから切り離さず、試験ができる。

(5) 過渡電圧などの高い周波数の電圧に対して応答性がよい

共振法による電圧変成を行うコンデンサ形計器用変圧器とは異なり、2次電圧の周波数特性がよく、高い周波数の過渡電圧に対して応答ができる。

更に、従来の超高压用コンデンサ形計器用変圧器の製作経験を基にし、GIS構造と協調をとつて次のような特長をもたらした。

(6) 300kV, 1,000VAまでコンパクトにシリーズ化した

図1に示すように超高压用1,000VAの定格負担までコンパクトな構造にしてある。更に、あらゆる電圧階級に適用できるようにシリーズ化(表1.)したので適用範囲が拡大した。

(7) 204kVまでの3相一括形構造ができる

204kV、GISの全3相一括化に合わせてPTも、図2のように、3相形構造にした。

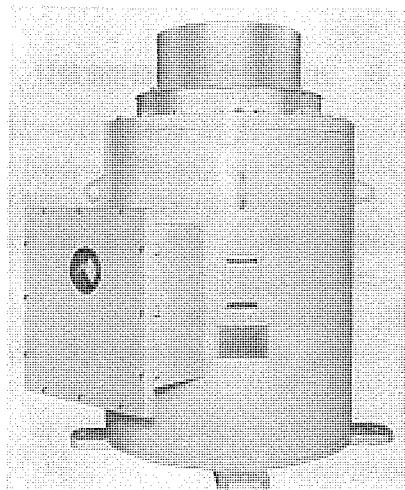
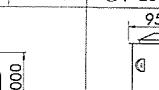
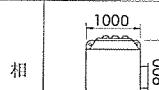


図1. 275kV 単相形 ガス絶縁式計器用変圧器

表1. ガス絶縁式計器用変圧器シリーズ表

公称電圧(kV)	66	77	110	154	187	220	275
形名	GV-6	GV-7	GV-10	GV-14	GV-17	GV-20	GV-25
単相				重量 300 kg ガス量 6 kg	重量 500 kg ガス量 11 kg	重量 950 kg ガス量 25 kg	
3相				重量 1000 kg ガス量 20 kg	重量 2400 kg ガス量 35 kg		

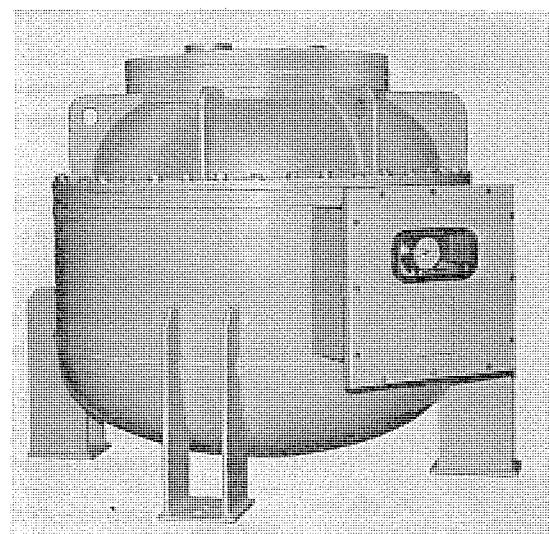


図2. 204/168/120kV 3相一括形 ガス絶縁式計器用変圧器

(8) 2次回路の短絡・断線による继電器誤動作が防止できる
2次回路に生じた短絡・断線故障によって1次回路があやまって閉鎖を行わないように、副2次回路と電圧平衡继電器とを組合せて、保護继電器が誤動作するのを防止する。

このような特長をもつガス絶縁式PTの製作に当たっては、厳選した材料・部品の使用、充実した製造作業環境、徹底した品質管理を行った。長期間にわたる製品信頼度の検証を含めて以下に、製品化の過程を述べる。

3. ガス絶縁式PTの信頼度設計

ガス絶縁式PTの製品化に当たり、信頼性予測の一方法であるFM ECA(Failure Mode Effect and Criticality Analysis)を駆使して検討した。まず、PTの機能を(把)握し、部品の故障モードと、製品全体に与える影響とを予測した。また、故障に対して有効な対策を考え、その効果を検討した。

3.1 製品機能、構造上の必要条件

ガス絶縁式PTの機能、構造上の必要条件として、次のことが挙げられる。

- (a) 1次回路が故障したときに正しく動作する
- (b) 2次電圧の誤差特性が良い

表2. PT部品の故障モードと信頼度試験項目

機能条件	故障モード	PT部品	信頼度試験	
			試験項目	試験要旨
動作特性	誤動作	巻線	誤差	比誤差、位相角誤差を求める。
			周波数特性	2次電圧の周波数特性を求める。
		鉄心	继電器組合せ動作	2次回路故障を副2次回路との電圧比較で求める。
	励磁電流			1線地絡時の鉄心飽和を調べる。
耐電圧特性	絶縁破壊	巻線、絶縁スペーサ、端子板	短時間耐電圧	交流誘導耐電圧、雷及び開閉インバ尔斯耐電圧を求める。
			長時間耐電圧	部分放電による絶縁劣化と実運転時の寿命期間を求める。
	破損、ガス漏れ	巻線、タンク、取付架台	耐震強度	地震に対してPT中身及びGIS取付部の強度を調べる。
機械強度特性	焼損	巻線、端子	輸送振動強度	PT運搬中の振動に対するPT中身及びGIS取付部の強度を調べる。
			2次回路短絡	2次回路を短絡させて巻線、端子の温度上昇を求める。
			ケーブル残留電荷の放電	1次回路のケーブル残留電荷の放電で巻線が焼損、変形しないことを調べる。

- (c) 長年月の使用に耐える
- (d) 使用環境に左右されない
- (e) GISシステムの保守管理と協調している
- (f) GIS構造にあった構造である
- (g) 1次回路の異常電圧に耐える

これらの構成部品が故障なく機能を果たすことを検証するために、信頼度試験を実施した。表2.は、ガス絶縁式PTの主な機能を動作特性、耐電圧特性、機械強度特性、それに熱特性の4つに分け、各特性に対するPT構成部品の名称と試験項目とを示す。

3.2 PT部品の信頼度分析

ガス絶縁式PTの構造を、図3.に示す。閉路鉄心の片脚に1次巻線及び2次巻線を巻き、1次導体をGIS絶縁スペーサの端子に接続したユニット組立状態でタンクカバーを取り付け、下部タンクに入れてある。主な部品は、巻線とタンクである。そこで、巻線を構成する材料・部品の信頼度を電気的、機械強度的、熱的に分けて検討する。

3.2.1 PT巻線の電気的信頼度

巻線はエナメル皮膜の導線とプラスチックフィルムとで構成する。導体の絶縁皮膜については、ポリビニールホルマール(PVF)電線とポリエチレン(P EW)電線との2種類を検討した。電線を、SF₆ガス分解生成物質であるSF₄を0.3%相当含んだSF₆ガス中に約60時間暴露して、絶縁皮膜の電気抵抗値を測定した。PEW電線の電気抵抗値は暴露前と変わらなかつたのに比べて、PVF電線は暴露前の1/100以下に低下した。またPEW電線は、SF₆ガス中で500pc程度の放電電荷にさらしても、絶縁皮膜の電気抵抗値は変化しない。ガス絶縁式PTにはPEW電線を使用するが、PT運転時に隣接導体間に生ずる電位差は約1~5V程度であり、それほど過酷な状態ではない。むしろ製造の途中で絶縁皮膜にきず、き裂を生じさせないように、品質の確認が大切である。

層間絶縁のフィルムに関しては、ポリエチレン(PET)、ポリプロピレン(PP)、ポリエチレン(PE)の3種類のフィルムを検討した。SF₆ガスに対する親和性はいずれも良く、誘電正接は20°CでPP、PEは0.03%程度に対し、PETは0.3%と約10倍大きいが、耐電圧特性に優れ、また、130°Cまで使用できる利点がある。ガス絶縁式PTはPETフィルムを層間絶縁に用いている。PETフィルムの耐電圧特性を、図4.

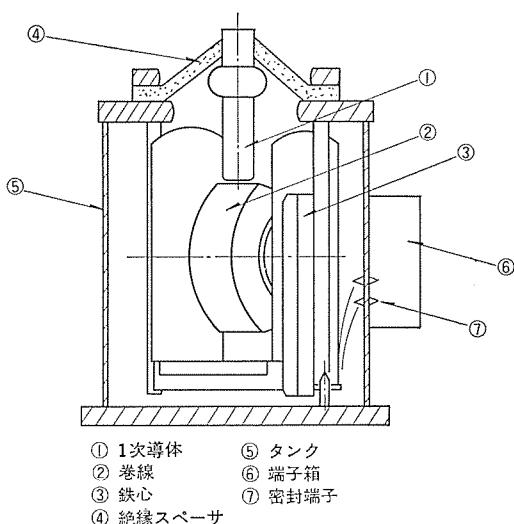


図3. ガス絶縁式計器用変圧器の構造図

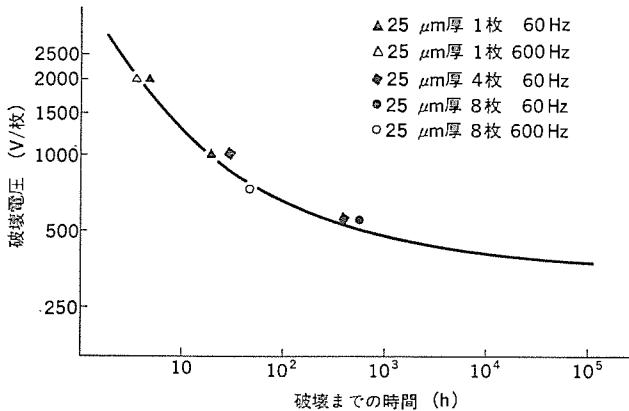


図 4. ポリエチレンフィルムの長時間課電特性

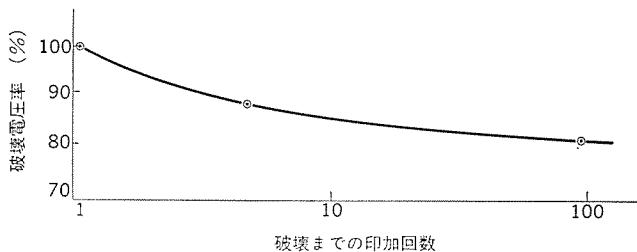


図 5. ポリエチレンフィルムの繰り返し雷インパルス電圧印加特性

長時間課電特性 ($V-T$ 特性) と図 5. 繰り返し雷インパルス ($1 \times 40 \mu\text{s}$) 電圧印加特性 ($V-N$ 特性) とで示す。IEC(b) 電極を用いて 60 Hz 及び 600 Hz の交流電圧を SF_6 ガス大気圧中で、 $25 \mu\text{m}$ 厚の PET フィルムに印加した。図 4. に絶縁破壊するまでの時間と印加電圧との関係を示す。破壊するまでの時間は高電圧領域では印加電圧の $-2 \sim -3$ 乗に比例し、低電圧領域では $-8 \sim -10$ 乗に比例する。 $V-T$ 特性から推定した 30 年印加可能な電圧は約 400 V/枚になる。この値は、超高压用 PT の巻線層間に生ずる電位差と比べて 5 倍以上大きい。運転中に遭遇する異常電圧による絶縁劣化を考慮しても、なお余裕のある値である。また、 $V-N$ 特性は、雷インパルス電圧を繰り返し印加すると絶縁破壊電圧が若干低下することを示している。繰り返し回数 100 における絶縁破壊電圧は、超高压用 PT に雷インパルス電圧試験を行ったときに巻線層間に生ずる電位差と比べて 10 倍以上大きな値である。また、 $V-N$ 特性は飽和特性を示すので、繰り返し雷インパルス電圧に対して PT 巷線の絶縁は余裕があると言える。

層間絶縁では、フィルム間の空気・水分を取り除き、 SF_6 ガスをよく含浸させることが大切である。これは、フィルムの表面粗さにより影響を受ける。図 6. に、PET フィルムの表面粗さと SF_6 ガス含浸との関係を示す。PET フィルムの表面は $0.1 \mu\text{m}$ 程度のおうとつ(凹凸)がある。窒素、酸素、 SF_6 ガスや水は分子径が $2 \sim 4 \text{ \AA}$ であり、フィルム層間を自由に行き来できる。超高压用 PT では幅の広いフィルムをきつく巻くことを考慮しても、PT タンクを真空引きすれば、フィルム間の空気・水分は十分に取除かれる。また、ガス封入によって SF_6 ガスはフィルム間に浸透すると考えられる。

3.2.2 PT 巷線及びタンクの機械強度的信頼度

導線及びフィルムの機械的強度は主に巻線製作時の巻張力に関係す

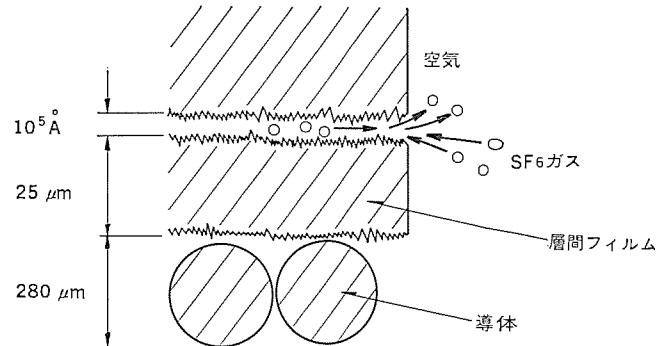


図 6. 層間フィルムへの SF_6 ガス含浸

る。導体に張力をかけると絶縁皮膜に応力が発生し、クラックやクレージングを発生させるものとなる。一般に、伸長率 3 % 程度の応力で絶縁皮膜に異常が発生すると言われている⁽⁴⁾。PT 巷線に用いる PET 電線は 0.5 ~ 3 % に伸ばして、絶縁皮膜に異常があるか否かをピンホール試験で検討した。その結果、絶縁皮膜が異常を起こすことのない 1 % 以下の伸長率で巷線を行った。また、フィルムは 2 軸延伸 PET フィルムを用いて引張り力、伸び、引裂き強度などを測定し、巷線作業の条件を決めた。

タンクの機械強度的信頼度は 9.5 atm の圧力容器水圧試験と GIS に取付けた状態で耐震試験、輸送振動試験を行い変形を起こさないこと、ガス漏れを起こさないことなどで信頼度を確認した。

3.2.3 PT 巷線の熱的信頼度

ガス絶縁式 PT では運転中の温度上昇が極めて小さい。巷線の熱的信頼度の検討項目は、主に真空加熱乾燥過程におけるフィルムの熱収縮と、2 次回路故障時の巷線温度上昇によって生ずる巷線の損傷である。PET フィルムの熱収縮は、 110°C で 0.3 ~ 0.6 % で小さい。また、巻張力によって伸長されたフィルムは、加熱乾燥過程で応力緩和を起こすのでフィルムにしわ・やぶれなどは生じない。万一 2 次回路に短絡故障が生じても、1 次巷線は温度上昇が小さいので、巷線は熱によって変形を起こすことはない。PT 巷線に過電流が流れたとき、フィルムが溶け、導体が混触し始める温度をカットスルー試験 (JIS 3003) を行い調べた。約 280°C にならないと導体は混触し始めず、PET フィルムは熱的に安定している。

3.3 製造作業環境

超高压用のガス絶縁式 PT を製造するには、材料や部品を厳重に品質管理するとともに、巷線・組立て・乾燥処理における作業方法、作業環境を整備・充実することが大切である。ガス絶縁式 PT の巷線、中身組立て及びタンク入れまでのすべての作業は特別に防じん(塵)した作業室で行われる。巷線の内部及び周囲にごみ・ほこりが付かないように細心の注意を払っている。PT 中身は、図 3. に示すように完全に組立てた状態でタンクカバーを取付けるユニット組立方式としているので、1 次導体の接続や巷線、絶縁スペーサにごみ・ほこりが付いていないことを十分に点検できる。乾燥処理には PT 自身のタンクを用い、外気としゃ断された状態で中身の真空加熱乾燥を行う。

巷線作業中に万一、フィルムの間にごみがまじったときに PT 製品の品質がどの程度の影響を受けるかを検討した。フィルムの間にわざと鉄粉・導体くずなどをはさみ、部分放電開始電圧や破壊電圧を求めた。その結果を表 3. に示す。直径 44 mm の 1 対の平板電極の間

表 3. 異物混入による層間フィルムの耐電圧変化

異物種類	混入量 (mg/cm ²)	破壊電圧低下率 (%)
異物なし	—	100
鉄粉 0.125 mm 径	0.01	98
0.254 mm 径	0.05	82
0.254 mm 径	0.22	60
細電線 0.1 mm 径 10 mm 長さ	3 本	85

表 4. 275 kV ガス絶縁式計器用変圧器定格

公称電圧 (kV)	275
用途	母線用／線路用
形式	GV 251
相数	単相
絶縁階級 (号)	200
1 次電圧 (V)	275,000/ $\sqrt{3}$
2 次電圧 (V)	110/ $\sqrt{3}$
副 2 次電圧 (V)	110/ $\sqrt{3}$
階級 (級)	1.0/10.0
周波数 (Hz)	60

に厚さ 25 μm の PET フィルム 6 枚をはさみ、3 枚目と 4 枚目との間に異物を入れた。大気圧の SF₆ ガス中で 60 Hz の交流電圧を電極間に印加し、1 分印加 - 2 分休止の間欠法で上昇させて破壊電圧の低下率を求めた。0.125 mm 径の鉄粉を 0.01 mg/cm² の割合で入れても、破壊電圧は、鉄粉を入れなかった場合の 98 % にしか低下しない。しかし、1 pc での部分放電開始電圧は鉄粉がないときの 90 % 程度まで低下し、1 分間印加中の最大放電電荷量も 100 pc 程度と大きな量になる。部分放電開始電圧の値は、超高压用 PT が運転時に巻線層間に生ずる電位差の約 2 倍程度の値である。実際の PT 製品では 0.125 mm 径より小さい金属粉を考え、長期間にわたって絶縁劣化する影響を検討せねばならない。

3.4 製品信頼度の検証

ガス絶縁式 PT の製作に当たっては、PEW 電線、PET フィルムの使用及び特別防塵室内での巻線・組立作業など巻線の部品・材料との工作方法について信頼度を検討した。ガス絶縁式 PT としては、製品としての信頼度を総合的に検討する必要がある。表 4. に示す定格の 275 kV ガス絶縁式 PT を製作し、電気的、機械強度的及び熱的の 3 点から製品信頼度の検討を行った。

3.4.1 耐電圧試験

275 kV ガス絶縁 PT の耐電圧特性については雷インパルス (1 × 40 μs)、電圧 (全波 1,050 kV、さい断波 1,210 kV)、開閉インパルス (170 × 3,400 μs)、電圧 (870 kV) 及び 180 Hz 交流誘導電圧 (460 kV - 1 分間)、官序試験電圧 (60 Hz 207 kV - 10 分間)、大気圧耐電圧 (60 Hz 216 kV - 10 分間) の各試験電圧を印加して耐電圧特性の良いことを確認した。また、最高運転電圧 (287.5 kV $\sqrt{3}$) の 1.5 倍の交流電圧

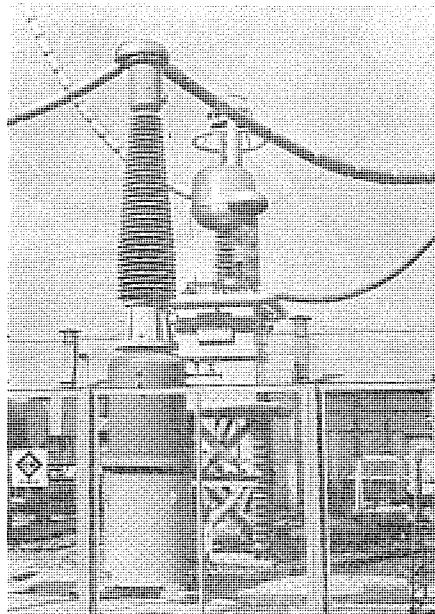


図 7. 275 kV ガス絶縁式計器用変圧器の長期課電試験

をかけて部分放電電荷が 1 pc 以下であることを確認した。

3.4.2 長期課電試験

図 7. に長期課電試験の様子を示す。1 次側に 1.5 E (E : 最高運転電圧) の 60 Hz 交流電圧を 4 か月間印加した後、2 次側に 1,000 VA 相当の実負担を接続して、印加電圧を 1.7 E に上昇させ、更に 3 か月間印加した。部分放電量・絶縁抵抗・誘電正接の変化と、PT タンク内の SF₆ ガス分解生成物を調べた。PT の電気特性は、試験の前後で変化はなく、また SF₆ ガスの分解生成物も検出しなかった。154 kV、77 kV ガス絶縁式 PT も同様な実負担過電圧試験を約 1 年間行ったが、いずれも PT 特性に変化はなく、良い耐電圧特性を示した。

3.4.3 緊電器組合せ動作試験

動作特性としては、2 次電圧の比誤差、位相角誤差を測定し、1.0 級の精度を満足する良い結果を得た。緑電器の誤動作を防止するために副 2 次回路を用いることがある。この副 2 次回路と電圧平衡緑電器との組合せ試験を 154 kV 3 相一括形 PT で行った。主 2 次回路故障時に生ずる主 2 次 - 副 2 次回路間の出力電圧は、回路インピーダンスに基づいて計算した結果とよく一致した。超高压用 PT の場合にも、回路インピーダンスの計算を行い、緑電器が正しく動作することを確認した。

3.4.4 耐震試験

図 8. に PT を GIS に取付けた状態で耐震試験を行っている様子を示す。写真の手前は、84 kV 3 相一括形 GIS に取付けられた 3 相形 PT と単相形 PT を示す。後方に 275 kV ガス絶縁式 PT が架台上に載せられ、頭部に GIS 分岐タンクが取付けられた状態を示す。耐震試験には、前後・左右に 0.3 g 正弦 3 波と 0.33 g エルセントロ地震波との試験を行った。PT タンク及び架台取付足の部分でひずみと加速度とを測定し、鋼材の降伏点の約 1/10 以下の応力しか発生しないことを確認した。また、耐震試験直後に耐電圧試験と誤差特性試験を行い、耐震試験前後で特性が変化せず、良い結果を示した。

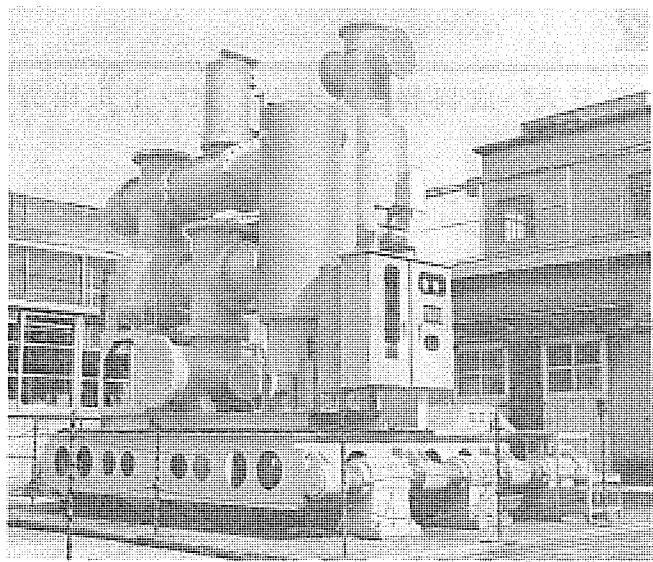


図 8. ガス絶縁式計器用変圧器の耐震試験

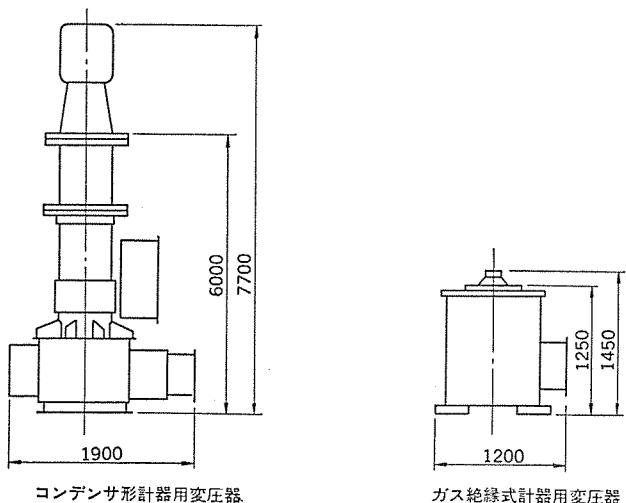


図 9. 300 kV GIS 用計器用変圧器の比較図

3. 4. 5 2 次短絡試験

1 次側に 60 Hz の定格電圧 ($275/\sqrt{3}$ kV) を印加した状態で、主 2 次側を約 1.0 秒間短絡し、2 次側引き出し端子と 2 次リード線との温度上昇を測定した。2 次側の短絡電流は 1,145 A、2 次側引き出

し端子は 4.5°C 、2 次リード線は 9.0°C の温度上昇を示した。短絡試験前後では誤差特性は変わらず、また 1.5 E で部分放電試験を行ったが、1 pc 以下であった。2 次短絡故障に対しては、熱的に安定していることを確認した。

4. コンデンサ形計器用変圧器との比較

図 9. に、300 kV GIS に用いる油入式コンデンサ形計器用変圧器とガス絶縁式 PT との寸法比較を示す。1,000 VA, 1.0 級の定格で比較すると、横幅寸法で約 $2/3$ に、高さ寸法で約 $1/5$ に縮小できる。このガス絶縁式 PT は、GIS に正立、倒立、水平状態で取付けができるので、この PT を使用することによって GIS システムの寸法を縮小することができる。このほか、ガス絶縁式 PT には、オイルレス構造であること、2 次電圧の周波数特性が平たんなことなどの利点がある。

5. む す び

GIS 用 PT としてポリエチレン (PET) フィルムを用いたガス絶縁式 PT を 275 kV 用まで製作した。製作に当たっては、まず PEW 電線、PET フィルムなどの材料・部品の信頼度を、特に SF₆ ガスとの親和性の点から検討した。PT 製品の製作に当たっては、巻線・組立て・タンク入れ作業までを特別な防塵室で行い、ごみ・ほこりによる PT 製品への影響を除去した。最後に、PT 製品の総合信頼度を検討するため、275 kV, 1,000 VA, 1.0 級の PT を用いて電気的、機械強度的、熱的の 3 点から試験を行い良い結果を得た。

超高压用変電機器では、製品を構成する部品の機能を把握して、十分な信頼度があることを確認することが大切である。また、この部品の性能を生かす製造方法を整えることも大切である。275 kV ガス絶縁式 PT では、このような方法で製品信頼度を検討した。

ガス絶縁式 PT は、従来のコンデンサ形計器用変圧器と比べて、約 $1/3$ に小型・軽量化を行った。この PT を使用することによって、GIS システムの寸法を縮小することができる。今後、ガス絶縁式 PT は、UHV 用 PT をはじめ、高電圧試験用変圧器などの分野へと技術的発展が期待できる。

参考文献

- (1) C. H. Petersen et al.: IEEE PES 1976 Summer Meeting A 76-306-1
- (2) 青柳：公開実用 昭和 49-126522
- (3) 白井ほか：三菱電機技報，49, No. 9, p. 638 (昭 50)
- (4) 浅田ほか：住友電気第 112 号 (昭 53-1 月)

M2363漢字ディスプレー装置

小川 勇*・安藤 澄夫*・成岡 祥匡*・大竹 東*・下田 康秀*

1. まえがき

漢字情報処理は業務上漢字を必要とする新聞、印刷、出版などの分野で発展したが、最近はその見やすさの面から官公庁や地方自治体及び一般企業の EDP 分野へと拡大普及してきている。

漢字ディスプレー装置は漢字情報のデータ照会、検索、漢字ファイルの更新、文章の編集、校正など広い用途に使用され、従来のアルファベットやカナのデータと比較して、日常生活で使用している漢字かな混り文でデータを扱うことにより一目で理解できる良さがあり、事務の合理化や迅速化を計ることが期待できる。

一般に漢字ディスプレー装置はアルファベットやカナのみを表示するキャラクタディスプレー装置にくらべ、文字種が極めて多い、字形が複雑であるなどの特徴があり、用途により上つき、下つきなどのサフィックス機能や文字の合成を必要とし、また棒グラフやけい(野)線などの簡単な図形表示機能及び装置の低価格化が要求されている。

M 2363 漢字ディスプレー装置はこのような要求に答えるようはん(汎)用性ある漢字ディスプレー端末として開発したものである。

2. 装置の特長

M 2363 漢字ディスプレー装置は、次のような特長を備えている。

- (1) 3色カラー表示、リンク表示、野線表示により表示データの多次元化が可能である。(図 1. 参照)
- (2) 表示データをフィールド単位に保護／非保護フィールド、数字入力フィールド、カーソル自動スキップフィールドなど任意に指定でき、オペレータ操作が容易である。
- (3) 画面消去、入力消去、部分消去、そう(挿)入、削除及び各種カーソル移動など豊富な画面編集機能がある。
- (4) 漢字入力装置は操作が容易なペンタッチ式を採用し、また地名、人名、商品名など使用ひん度が高い多文字は単語キーとしワンタッチ入力ができる。
- (5) フィールド制御機能によるデータ転送の効率向上は回線を効率よく使用でき、また応答速度が速い。
- (6) 外観構造は小形なデスク一体形で設置スペースが小さい。
- (7) きめ細かく漢字を印字できるワイヤドット式漢字プリンタ装置、

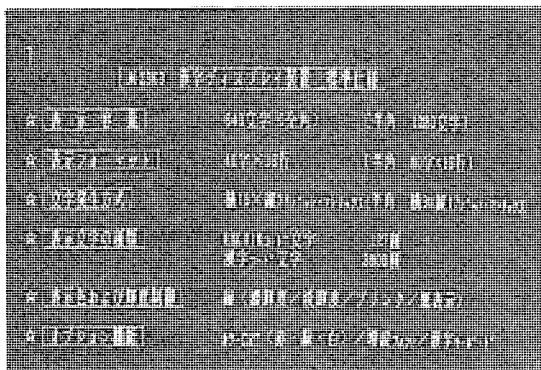


図 1. 漢字画面表示例

操作が簡単なライトペン、1度に漢字1,280文字を受信できる第2画面バッファ及び漢字多項目入力装置など豊富なオプション装置がそろっている。

(8) 漢字コードはJIS-C-6226に準拠しており、汎用性のある漢字ディスプレー装置である。

(9) 文字発生装置は装置立ち上げ時にフレキシブルディスク装置からICメモリ(フォントメモリ)へパーターンロードする方法とし、表示処理の高速化が可能であり字体変更や文字種の追加が容易である。

(10) 文字の合成、上つき・下つき機能は科学技術計算などの複雑な数式を自然に表現できる。

(11) 装置内で検出したハードウェアエラーはセンタ計算機へステータス情報として報告するとともに、装置内にロギングし、フィールドでの保守を容易にしてある。

3. 装置の構成

M 2363 漢字ディスプレー装置は1コントローラ、1ディスプレーで構成されるスタンドアロン形端末装置であり、そのシステム構成例を図 2. に、外観を図 3. に、装置仕様を表 1. に示す。

この装置は図 4. に示すように構成されており、各部の動作は次

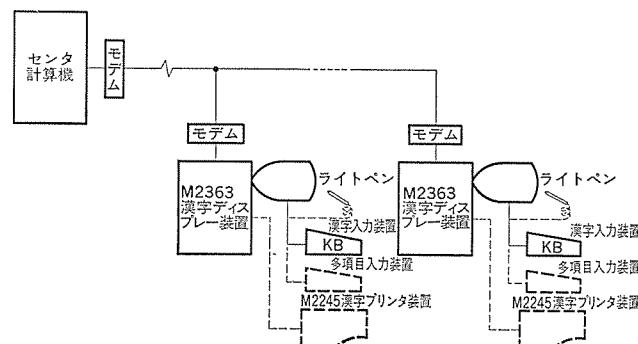


図 2. システム構成例

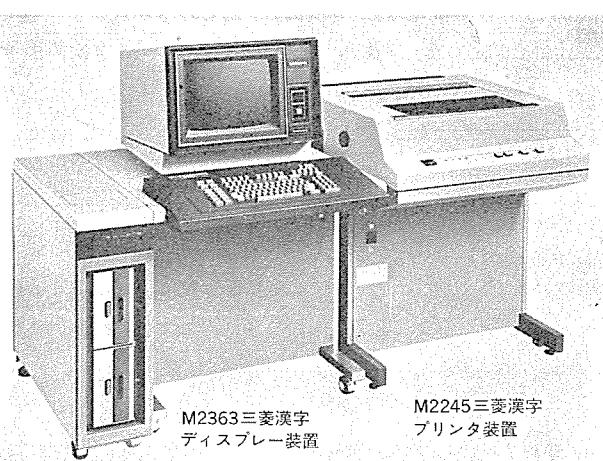


図 3. M 2363 漢字ディスプレー及び漢字プリンタの外観

表 1. M 2363 漢字 ディスプレー 装置仕様

区分	項目	仕様
伝送制御部	通信方式	BSC セレクション ポーリング方式
	同期方式	独立同期方式
	通信速度	2,400/4,800 BPS
	適用回線	特定通信回線
	使用コード	EBCDIC 漢字コードは JIS-C-6226準拠
	CRC チェック	誤りチェック方式 生成多項式 $X^{10}+X^5+X^2+1$ 又は $X^{10}+X^{12}+X^5+1$
表示部	使用 CRT	14 インチモノクロ(緑), 又は 14 インチ高分解能長残光カラー CRT
	画面の大きさ	横 240 mm × 縦 130 mm
	文字の大きさ	漢字(全角) 横 4.8 mm × 縦 7.0 mm EBCDIC. 半角 横 2.3 mm × 縦 4.9 mm
	表示文字容量	漢字(全角) 640 文字 40 字 × 16 行 EBCDIC. 半角 1,280 文字 80 字 × 16 行
	表示色	モノクロ CRT 淡淡輝度 カラー CRT 緑, 白, 赤
	文字表示方式	漢字 横 19 × 縦 24 ドットマトリクス EBCDIC. 半角 横 9 × 縦 17 ドットマトリクス
	特殊表示	駆逐表示 合成表示 上つき, 下つき表示 ブリンク, 非表示指定
機器諸元	その他の機能	第 2 画面オプションにより漢字 1,280 文字受信可能
	外形寸法	幅 970 mm × 高さ 1,110 mm × 奥行 880 mm
	重量	190 kg
	消費電力	700 VA

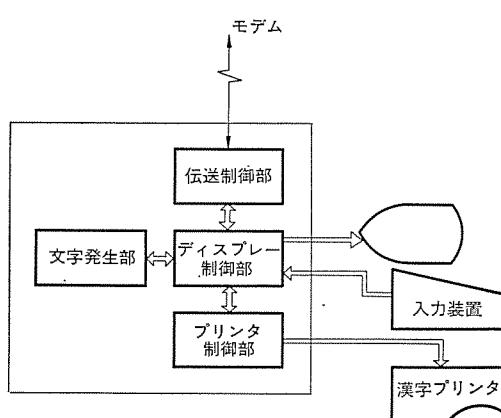


図 4. 内部構成

のとおりである。

3.1 伝送制御部

BSC (Binary Synchronous Communication) セレクション・ポーリング手順に従い センタからのテキスト・メッセージ受信処理及びオペレータ操作による送信処理を行う。

受信 テキストは 1 テキスト・1 ブロック 又は 1 テキスト・複数 ブロックを受信可能であり、送信 テキストは ETB コードにより 256 バイトの ブロッキング処理を行う。

CRC チェックは表 1. に示すように、2 種の生成多項式を備えており、どちらでも選択できる。またトランスペアレン特監視機能により、透過モード端末装置と同一回線に分岐接続することも可能である。

表 2. 文字発生部仕様

項目	仕様
文字パターン記憶方式	RAM+FDD によるイニシャルロード方式
文字種	EBCDIC 127 種
	2 バイトコード 全角 半角 サフィックス (上つき, 下つき)
	数 字 10 10 20
	ロ ー マ 字 52 52 104
	特 殊 文 字 108 108 216
	平 仮 名 83 — —
	片 仮 名 86 — —
	ギリシャ文字 48 48 96
	ロシア文字 66 66 132
	第 1 水準漢字 2,965 — —
文字フォント	第 2 水準漢字 3,384 — —
	カスタマイズ文字 985 86 86
増設単位	漢字(全角) 横 19 × 縦 24 ドット
	EBCDIC. 半角 横 9 × 縦 17 ドット
	サフィックス 横 9 × 縦 12 ドット
機器諸元	基本構成 第 1 水準漢字集合まで収容 増設単位 4K 字単位
	漢字ディスプレー内蔵

3.2 ディスプレー制御部

ディスプレー制御部は伝送制御部からのテキストデータ及び入力装置からの入力を解読して、文字表示又は画面編集処理を行う。漢字コードなどの表示キャラクタは、コードを文字発生部に渡し漢字パターンを返送してもらい、これをディスプレー バッファへ書き込みディスプレー表示する。コマンド及びバッファ制御キャラクタを解読したときは、その内容によりディスプレー バッファの編集処理を行う。

ディスプレー バッファに書込まれた文字パターンはタイミング発生回路の TV 走査制御信号と同期した信号により、一定周期で読み出され、画面のリフレッシュを行う。

3.3 文字発生部

文字発生部は漢字パターンを記憶する大容量メモリであり、オペレータインターフェースを良好にするために高速処理を必要とする。

文字発生部はディスプレー制御部より受けた漢字コードから、そのパターン格納アドレスを算出し、文字パターンを読み出してディスプレー制御部へ送出する。文字発生部のメモリ素子は 16 K ピット RAM を使用し、装置立ち上げ時にフレキシブルディスク装置から文字パターンを読み出し、イニシャルロードする方式とした。この方式により文字について顧客の多様な要求を比較的容易に対応できる。

基本文字パターンは縦 24 × 横 10 のドットマトリクスで記憶されており、漢字のときは、これを 2 個分使用して縦 24 × 横 19 のドットマトリクスにしている。

基本構成では JIS-C-6226 第 1 水準集合の漢字パターンが記憶されており、更にメモリ部を増設することで第 2 水準集合の漢字パターンを記憶することができる。

文字発生部仕様を表 2. に示す。

3.4 入力装置

M 2363 漢字ディスプレー装置には、表 3. に示す入力装置が使用できる。

A 9730-1 形アルファニューメリック・カナキーボードは英数字、カナ及び記号を入力するタイプライタ式キーボードであり、漢字入力を必要としないデータ照会、検索業務に使用する。

A 9730-2 形漢字キーボードはペンタッチ式の漢字入力装置であり、6 mm × 6 mm のピッチで漢字を音訓順で配列してある。配列上、特

表 3. 入力装置仕様

項目	A 9730-1 形 アルファニューメリック・カナ キーボード	A 9730-2 形 漢字キーボード	A 9730-7 形 多項目キーボード
入力方式	タイプライタ式	ペンタッチ式	ブックキー式
入力文字数	114種 (アルファベット) カナ 数字 記号	2,782種 (記号 ローマ字 数字 平仮名、片仮名 漢字)	127種 (アルファベット) カナ 数字 記号
項目入力数	一	144種	3,328種
外字入力キー	一	有	一
ファンクションキー	35種 (画面翻集 カーソル制御 プログラム ファンクション プログラム アクセス プリント 送信)	34種 (画面翻集 カーソル制御 プログラム ファンクション プログラム アクセス プリント 送信)	33種 (画面翻集 カーソル制御 プログラム ファンクション プログラム アクセス プリント 送信)

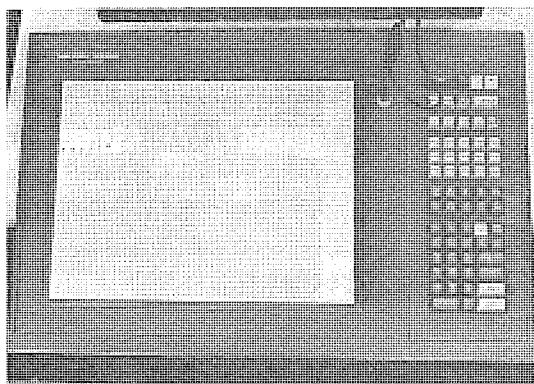


図 5. A 9730-2 形漢字キーボード配列

表 4. M 2245 漢字プリンタ装置仕様

項目	仕様
印字方式	ワイヤドット 24 ピン
最大印字数	66 字/行 (全角) 132 字/行 (半角)
印字ピッチ	5 字/インチ (全角) 10 字/インチ (半角)
改行ピッチ	3 行/インチ, 6 行/インチ 切換可
印字速度	40 字/秒
用紙寸法	幅 8.5~15 インチ
復写枚数	オリジナル + 4 枚
外形寸法	幅 720 mm × 奥行 680 mm × 高さ 860 mm
重量	180 kg
消費電力	1,100 VA

に使用ひん度が高い当用漢字、平仮名、片仮名とそれ以外の漢字を分けオペレータの文字検索を容易にしている。

単語キーについては 6 mm × 12 mm の大きさにして操作性を良くしている。図 5. に漢字キーボード配列を示す。

A 9730-7 形多項目キーボードはブックキー式の漢字項目入力装置で、1 項目につき 5 文字の漢字を割付け可能であり、項目数 3,328 を入力することができる。

3.5 漢字プリンタ装置

M 2245 漢字プリンタ装置はワイヤドット方式のプリンタで、文字パターンをディスプレー装置と共に用いている。漢字プリンタは縦方向に 24 ドットの文字パターンをもらい印字するので、文字発生部から受けた文字パターンを漢字プリンタで印字出力できるドット形式に変換する必要がある。この変換処理はプリンタ制御部で行われる。漢字プリンタ装置仕様は表 4. に示す。

4. 装置の機能

4.1 コマンド

M 2363 漢字ディスプレー装置が実行するコマンドは表 5. に示すとおり 5 種類あり、それぞれの動作は次のとおりである。

(1) ライトコマンド

ディスプレー バッファにライトコマンドには続くデータを書込む。データを書込まなかつたバッファはそのまま前のデータを表示する。

(2) イレーズ／ライトコマンド

ディスプレー バッファを消去 (NULL キャラクタの書込み) し、バッファアドレス及びカーソルアドレスを 0 番地にセット後、ライトコマンド動作を行う。

(3) リードバッファコマンド

ディスプレー バッファに格納されているすべてのデータを読取る。データはバッファアドレスの小さい順に NULL キャラクタ、フィールド制御キャラクタも含め読取る。このコマンドは装置の診断に使用する。

(4) リードモディファイドコマンド

ディスプレー バッファにあるフィールド制御キャラクタのフィールド送信要求ビットが立っているフィールド内のデータのみを読取る。このとき NULL キャラクタがあれば、これをサプレスする。

(5) イレーズオールアンプロテクテッドコマンド

ディスプレー バッファにある非保護フィールドの内容をすべて消去する。非保護フィールドに対応するフィールド送信要求ビットはリセットする。カーソルは最初の非保護フィールドの先頭に位置付ける。

4.2 フィールド制御機能

ディスプレー バッファはフィールド制御キャラクタによりフィールド単位に属性を指定できる。M 2363 漢字ディスプレー装置は次のように、種々のフィールドを設定できる。

(1) 濃輝度／淡輝度／ブリンク／非表示 フィールド

ただし、カラー CRT のときは緑／白／赤／非表示となる。

(2) ブリンク／ノンブリンク フィールド

(3) ライトペン 使用可能／不可能 フィールド

(4) 保護／非保護 フィールド

(5) 数字 フィールド／自由 フィールド

(6) 印字／非印字 フィールド

(7) 転送／非転送 フィールド

表 5. M 2363 漢字ディスプレー コマンド一覧

分類	名称	コード (16進表示)
ライト	ライト	F1
	イレーズ／ライト	F5
リード	リードバッファ	F2
	リードモディファイド	F6
コントロール	イレーズオールアンプロテクテッド	6F

4.3 バッファ制御機能

通常の キャラクタ ディスプレー 装置と同様に ディスプレー バッファ 上の位置付け、カーソル の位置付け、同一文字を繰り返し書く機能、非保護 フィールド 間を飛ぶ TAB 動作がある。

4.4 虹線表示機能

半角 ピッチ で虹線を引くことができるので、見やすい作表が可能である。また フルドットパターン による棒グラフ 表示が可能である。

4.5 漢字制御機能

(1) 漢字コード開始／EBCDIC コード開始

2 バイト コード と 1 バイト コード の区別を行う。

(2) 半角開始／半角終了

2 バイト コード 文字のうち、ローマ字、アラビア 数字などは半角 ピッチ でも表示できる。

(3) 合成開始／合成終了

2 バイト コード 文字同志の 1 文字までの合成ができる。

(4) 上つき開始／上つき終了

2 バイト コード 文字を例えば X² の 2 のように スーパースクリプト 表示する。

(5) 下つき開始／下つき終了

2 バイト コード 文字を例えば X² の 2 のように サブスクリプト 表示する。

4.6 プリンタ制御機能

漢字 プリンタ へ印字する データ 形式には固定形式と自由形式とがある。

固定形式は画面表示と同一の イメージ で印字出力するときに使用し、自由形式は ニューライン コード、エンド オブ メッセージ コード 及び フォーム フィード コード があれば、その機能に従って印刷する形式であるので帳票へ印字出力するとき便利である。

4.7 画面編集機能

画面消去、入力消去、部分消去、削除、挿入、復改 (NL)、TAB、カーソル 移動 (\leftarrow , \rightarrow , \uparrow , \downarrow) の機能を持っている。

5. 制御プログラム

M 2363 漢字 ディスプレー 装置の ソフトウェア 構成、各種 プログラム 間及び ハードウェア との関連は、図 6. のとおりである。

5.1 キーボード制御プログラム

(1) 文字／カーソル／編集キー処理：該当 キー に応じて、制御 キャラクタ、表示 キャラクタ を生成してこの処理を ディスプレー 制御 プログラム にゆだねる。またこの結果 エラー を検知したときには、ランプ と ブザー で オペレータ に通知する。

(2) ライトペン処理：オペレータ が ライトペン を操作したときに MDT ビット (フィールド送信要求 ビット) 及び ライトペン フィールド 検出・未検出 マスク を反転する。またこの フィールド が 転送 フィールド ならば、AID (送信要求) を セット し送信待状態に移る。

(3) 送信キー処理：打けん(鍵)された送信要求 キー に対応した A ID を セット して送信待状態に入る。

(4) プリントキー処理：プリント 要求 (固定形式) を プリンタ 制御 プログラム に渡す。

(5) リセットスイッチ処理：各種 ランプ・ブザー を消灯する。また AID 解除、プリント 中断を実行する。

5.2 ディスプレー制御プログラム

(1) 入力及び受信した制御 キャラクタ に対応した編集、バッファ 移動 及び カーソル 移動を制御する。

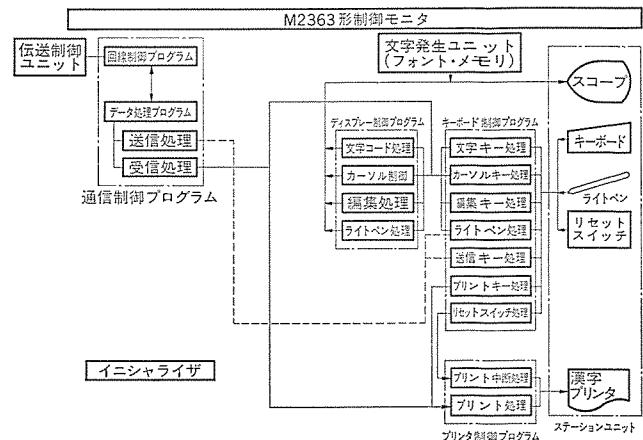


図 6. 制御 プログラム の構成

(2) センタ からの受信 データ に対しては、該当 バッファ 位置に フォント メモリ から読出した文字 パターン を表示し、バッファ 位置を次の位置に アドバンス する。オペレータ からの入力 データ に対しては上記動作の前に、その データ 位置の属性から入力 データ の正当性を調べ、不正入力ならば オペレータ に ブザー で警告する。正当な データ 入力ならば文字 パターン を表示後、この位置の属性に従って カーソル 表示位置を アドバンス する。

5.3 プリンタ制御プログラム

(1) 印字要求時には、指定された印字形式及び バッファ 内の データ 属性、書式制御文字に従って バッファ の内容を印字出力する。

(2) プリント 中断要求が入力された時、直ちに印字出力を中断する。

5.4 通信制御プログラム

(1) 回線制御 プログラム：伝送制御 シーケンス を解読、付加して センタ との間で回線を制御する。

(2) 送信処理 プログラム：読み取り形 コマンド 及び AID の種類に応じて、リフレッシュ メモリ の内容を所定の フォーマット に整える。

(3) 受信処理 プログラム：書き込み形 コマンド、WCC を解読して、表示・印字処理の流れを制御する。

5.5 イニシャライザ

電源投入時において、フレキシブル ディスク 装置から文字 パターン を読み出し、フォント メモリ にこの パターン を設定する プログラム である。

6. む　す　び

以上 M 2363 漢字 ディスプレー 装置の構成、機能を中心紹介した。漢字 ディスプレー 装置は低価格端末、新聞・印刷などの専用端末及びオフィス オートメーション 志向の文章処理可能な インテリジェンス を備えた端末へと多様化していくであろう。

漢字情報処理は業務必然性の時代から業務自然性の時代へ行くと考えられる。この装置が漢字情報処理の発展に大きく寄与できるものと期待している。

参　考　文　献

- 小畠、小川ほか：M 2365 形 カラー 漢字 ディスプレー 装置、三菱電機技報、50、No. 5 (昭 51)
- 志賀、三井ほか：ディスプレー 端末装置、三菱電機技報、52、No. 8 (昭 53)

車載オルタネータ用新樹脂封止形ダイオード

岩城良之*・和田一二三*・山根正熙**・石橋清志**・上田和男**

1. まえがき

自動車産業は厳しい排ガス規制を技術的に切抜け、現在は排ガス対策のために低下した機関効率を元のレベルへもどす研究に着手してその成果を上げつつある。その解決策の一環として当面、自動車の重量を軽減する努力が払われ、GM社の車体サイズ縮小とFF化等のダイナミックな方針はその典型例と考えられている。もう1つの重要な課題は自動車制御系統へのエレクトロニクスの導入である。

自動車用電装品の1つであるオルタネータ(ACダイモ：交流式自動車用蓄電池充電発電機)もこれに関連して軽量化とコンパクト化の要請が強く、一方では系電圧の精度を上げるために電圧調整器のHIC化が進んでおりエレクトロニクス化の先兵の役割を果たしている。

軽量化とコンパクト化を実現する中で価格競争力を維持するためには加工の自動化を完成しなければならない。今回HICレギュレータ内蔵オルタネータの最終組立ての自動化に主眼を置いて開発した新構造の整流器及び新構造を可能にしつつそれ自体組立ての自動化に成功した整流器用樹脂封止形ダイオードに焦点を合わせて報告する。

2. 新形オルタネータ

2.1 新形オルタネータの構造

新形オルタネータは、最終組立ての自動化を徹底して図っていることが特徴である。図1.はその外観、図2.はカット見本で内部構造を示すものである。図3.は断面図である。キャラメル形の樹脂封止形ダイオードで構成した対向形の整流器及びブラシホルダにそのサブストレートをそのままう(挿)入したHICレギュレータが構造上の主要な点であるが、HICレギュレータについては稿を改めることにし、ここでは整流器の報告に絞る。

2.2 整流器の構造

オルタネータの整流器はダイオード6個による全波整流方式で、強制風冷をするために正・負それぞれに共通のヒートシンクを有している。整流器はオルタネータコストの10数%を占めるので各社、製造工程に適した独自の方式となっている。代表的な整流器の構成例を図4.に示す。それぞれに異なったダイオードに合わせてヒートシンクの形状が

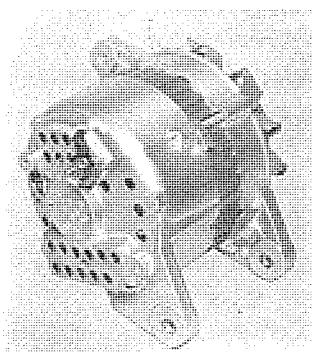


図1. 新形オルタネータの外観

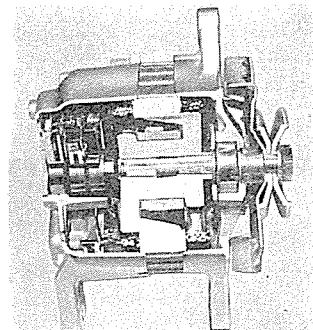


図2. 新形オルタネータのカット見本

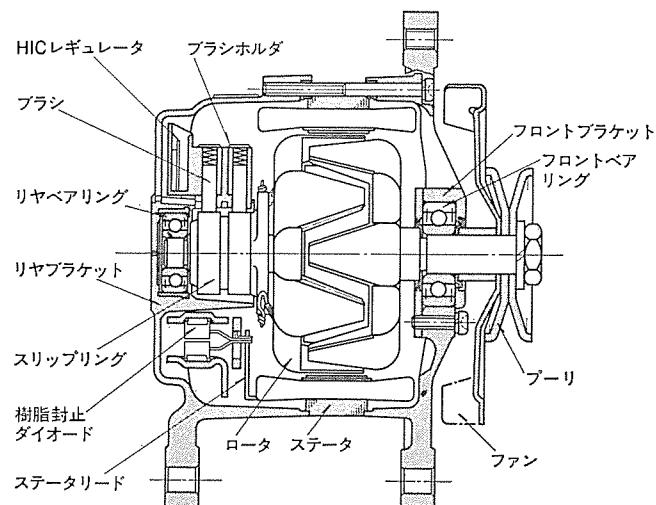


図3. 新形オルタネータの断面図

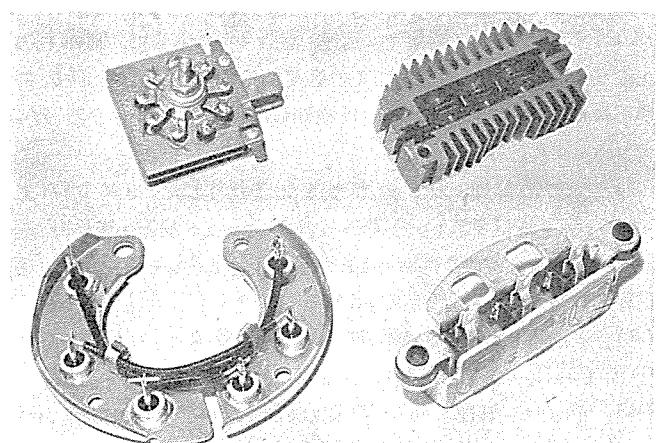


図4. 整流器構造の代表例

- 左上 ルーカス(チップダイオード)
右上 GM(ボタンダイオード): 対向形
左下 当社(キャンダイオード): 馬蹄形
右下 当社(キャラメルダイオード): 対向形

著しく変わり、各社の特徴となる様子がよくわかる。キャンタイプのダイオードを使いこなすために馬てい(蹄)形構造の整流器が採用され、世界のリーディングメーカーではフォード(米)、ボッシュ(独)、日本電装(日)がこの形式を採用しており、当社も長くこれを使用してきた。ボタンタイプには対向形の整流器が適しており、GM(米)、モートローラ(米)がこれを採用している。もう1つの構造はヒートシンクにそのままチップを融着してパッケージを省略する方式で、ルーカス(英)、日立(日)が採用している。この方式は30 g'sを越える振動加速度を受ける部品構造としては耐久性の上で問題を残していると推定される。

ダイオードのヒートシンクへの接着は圧入方式となんだ融着方式の両方が採用されているが、基本的にはかん(嵌)合といふ加工技術上の制約がなく、放熱効果が優れているはんだ融着に集約されると思われ、今回開発した新構造の整流器にもこのはんだ融着方式を採用している。

近年、機器の最終組立ても自動化が要請されており、パーツフィードのために機能部品アセンブリ単位でユニット化が必要である。自動組立ての現有技術上の制約条件は非常に多いが、その最大のものは、

- (1) 下から上へ順番に積重ねる方法でしか自動化は達成できない。
- (2) リード線のように形が決まりにくく変形しやすいものは自動結線ができない。

というものである。これらの技術的難点は合理的に克服し、“データリードと整流器、レギュレータとブランの接続点数を最少にする”というのがその正解である。その結果として、整流器構造は対向形構造を採用することに決定した。キャンタイプダイオードはこの設計思想に対しても不適である。樹脂封止形ダイオードには既にボタンタイプ(GM、モートローラ)とプレスインタイプ(ボッシュ)の2つが実用化されている。しかしボタンタイプは構造上外部ストレスに非常に弱い欠点があり、今のところ日本の自動車メーカーが要求するZD(ゼロ・ディエクト)に対処することが困難であり、プレスインタイプは上述のはんだ融着の傾向に逆行する。

こうして新たにキャラメルタイプの樹脂封止形ダイオードの開発に踏み切りSR 16 EMとして実用化に成功し十分な市場実績を得た。図5に当社の新・旧ダイオードを示す。キャラメルタイプのダイオードSR 16 EMを対向形構造の整流器に組みむことにより、GMの構造に比して、オルタネータ完成品のレベルで、部品点数を少なくすることに成功した。

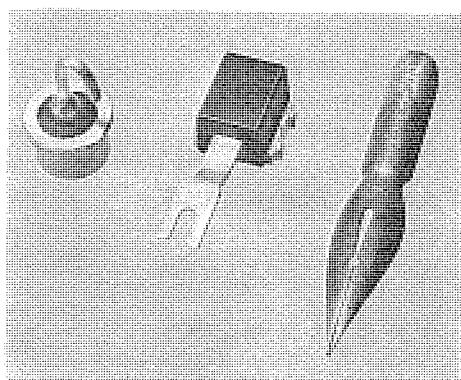


図5. 当社の新・旧ダイオード
左 キャンタイプダイオード
右 キャラメルタイプ新樹脂封止形ダイオード

3. 樹脂封止形ダイオードの構造と特長

3.1 ダイオードの構造

樹脂封止形ダイオード、形名SR 16 EMの構造上の特長は図6に示すように、放熱を兼ねた厚い電極銅ベースの上に、ガラスパッシベーションしたウエハから切り出したダイオードチップを置き、更に板状リード電極を置いてこれらを交互にはんだ付けし、ダイオードチップを外部からの機械的衝撃から保護するためトランスファーモールド法で樹脂封止した非常に簡素な構造をしていることである。リードは板状であり、かつ電極銅ベースに対して平行に樹脂封止部から取り出している。このダイオードはオルタネータへの装着のしやすさも考慮しダイオード機能を満足するのに必要にして最小限の部品数で構成している。更に、この簡素な構造がダイオード組立て工程の自動化を可能にし、省力化及び工程の短縮を可能にした。このダイオードは絶縁性の樹脂で外側が覆われているため、ダイオードをプリッジに組んでオルタネータに実装する際、従来の金属密封ケース形のいわゆるキャンタイプダイオードのように他の金属導体との絶縁に特に注意を払う必要がなく、十分コンパクトにオルタネータに組込むことができる。

次に樹脂封止形ダイオードの製造を可能にしたガラスパッシベーションされたダイオードチップについて述べる。

このチップの構造は、キャンタイプダイオードのそれとは著しい相違がある。すなわち、従来のキャンタイプに使われているダイオードチップは、側面に露出しているp-n接合をシリコンワニスやシリコンゴムなどの有機樹脂で保護しているが、これらのワニスやゴムなどは通気性があり周囲環境の影響を受けるのでキャンの中に入れて気密保護する必要があった。しかし、ガラスパッシベーションされたダイオードチップは、図6に示すように、チップに設けられたみぞ(溝)に露出したp-n接合を絶縁性のよい無機ガラスによって直接保護しているので、チップ状態ですでに周囲の環境からの影響を受けない安定な電気的特性をもっている。したがって、ガラスパッシベーションされたチップはキャンの中に入れる必要がなく、樹脂封止で十分である。

3.2 製造方法

3.2.1 ウエハプロセス

n形シリコンウエハの両面から、p形不純物のほう素及びn形不純物のりんをそれぞれ同時に熱拡散して、p⁺-n-n⁺構造のウエハを作り、新しく開発した自動スクリーン印刷技術を用いて耐酸性レジストを印刷し、化学エッチングしてウエハに溝を形成する。溝の中に有機溶剤で練ったガラス粉末を充てんし、適当な温度の焼成ガスふんい気中でガラスを焼成することによって、ガラスを溝内に露出したp-n接合部に融着させる。パッシベーションに用いたガラスの種類は鉛系ガラス

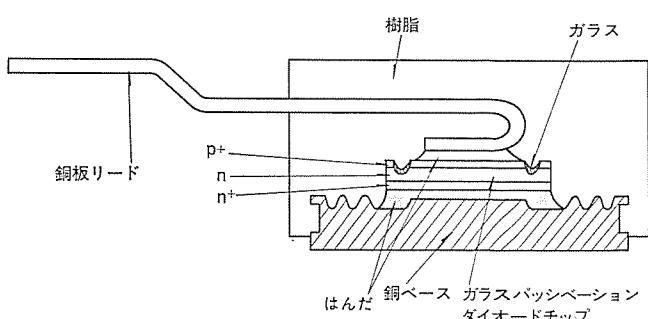


図6. 樹脂封止形ダイオードSR 16 EMの構造

であり、焼成温度が比較的低く、焼成時の流動性に富み、また耐薬品性に非常に優れている⁽¹⁾。この特長を生かして新しいメタライズ技術を実用化し、断続通電寿命や電流サージ耐量の改善を行うとともにメタライズ工程の省力化を行うことができた。メタライズ後ウエハをガラスパッセンベーションされた溝と溝の間のどこで状の部分から高速ダイサ用いて切削分離し、ガラスパッセンベーションダイオードチップを製作する。

3.2.2 組立て工程

樹脂封止形ダイオードの組立て工程には新しい技術と自動化を大幅に導入した。

厚い銅製の銀めっき連続プレートの上に、はんだ、ダイオードチップ、はんだ、及びリードを順に自動供給してはんだ付けし、次にトランスマーモード法による樹脂封止をして連続プレートの上に多くのダイオードをつくる。更に、ダイオードチップがはんだ付けされている部分にストレスが加わらないように連続プレートを切断して、個々の樹脂封止形ダイオードとする。切断された素子は自動測定機にかけ、電気的特性の各項目を自動的にチェック選別すると同時にリードの成形を行う。

このように、ダイオードの製造に適した組立て技術の開発と、組立ての自動化によって、生産されるダイオードの品質は均一で、かつ高い性能をもっている。

3.3 最大定格及び電気的特性

樹脂封止形ダイオード SR 16 EM の最大定格及び電気的特性の一覧表を表 1. に示す。平均順電流は定格 15 A であるが 20 A の実力を備えており、サージ順電流も 500 A の能力がある。

表 1. SR 16 EM の最大定格及び電気的特性

最大定格

記号	項目	定格値(条件)			単位
V_{RRM}	ピーク繰返し逆電圧	100	200	300	V
V_{RSM}	ピーク非繰返し逆電圧	150	250	400	V
$I_F(\text{rms})$	実効順電流	23.5			V
$I_F(\text{AV})$	平均順電流	15 (商用周波数、正弦半波 180 度断続通電, $T_c=113^{\circ}\text{C}$)			A
I_{FSM}	サージ順電流	300 (60 Hz 正弦半波 1 サイクル波高値、非繰返し)			A
T_f	接合温度	-20~+150			°C
T_{stg}	保存温度	-20~+150			°C

電気的特性

記号	項目	最大値(測定条件)	単位
I_{RRM}	逆電流	1.5 ($T_f=150^{\circ}\text{C}$, V_{RRM} 印加)	mA
V_{FM}	順電圧降下	1.2 ($T_c=25^{\circ}\text{C}$, $I_F=40 \text{ A}$, 瞬時測定)	V
$R_{th(j-f)}$	熱抵抗	2 (接合フィン間、はんだ付けにより取付け)	°C/W

4. 新形ダイオードの信頼性評価

ダイオードの信頼性はオルタネータに取付けて市場に出たとき、最低 10 万 km の寿命を要し、それに至るまでの故障率は生産台数対応で 0.01 % 以下となっている。ダイオードには次のような性能が要求される。

- (1) オルタネータが自動車のエンジンに装着されるため過酷な温度サイクル、振動及び湿気・泥水などに耐えること。
- (2) オルタネータがエンジンの始動・走行・停止に従って断続的に働くため、電流が断続的に流れるので、いわゆる断続通電に耐えること。
- (3) 主として点火系からの高圧サージがあるので逆方向サージ耐量を必要とすること。

表 2. はこれらを満足しているかどうかを確認するダイオード単体の保証テストコードの一覧を示すものである。この中で、ダイオード単体に関しては断続通電テストと耐湿性に関連するテストが重要である。オルタネータとしての状態ではホットボックステストと実車耐久テストが重要である。すべてのテストコードは実車テストに耐えるかどうかの事前評価ということが言える。

4.1 ダイオード単体の信頼性評価

ガラスパッセンベーションダイオードチップを内蔵した樹脂封止形自動車用ダイオード SR 16 EM について各種の過酷な信頼性試験を行ったところ、すべての信頼性項目において良好な結果を得た。そのなかでも興味ある信頼性試験項目のいくつかについて述べる。樹脂封止形であるため問題となる耐湿性では、周囲温度 $65 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度 90~95 % の条件で 1,000 時間試験をしても不具合を発生しなかった。自動車用ダイオードの信頼性の中で最も重要な信頼性試験項目である断続通電寿命試験の結果を図 7. に示す。その試験方法は、平均順電流 20 A を数 10 秒間隔で断続的に通電してダイオードのケース温度を $90^{\circ}\text{C} \sim 130^{\circ}\text{C}$ に上下させることを約 2,600 サイクル行い、引き続き 15 A を数 10 秒間隔で断続的に通電してダイオードのケース温度を $100^{\circ}\text{C} \sim$

表 2. ダイオード単体の保証テストコード

AD II 保証試験

コード	試験項目	関連規格	
		JIS	その他
AD II	保証試験		
AD 2·0	一般項目		
AD 2·1	断続通電試験		
AD 2·2	サーマルショックテスト		MIL 750-1056·1
AD 2·3	高温・高湿試験	D 0203	MIL 883-1004
AD 2·4	サーマルサイクルテスト	D 0204	MIL 883-1010
AD 2·5	高溫放置試験	D 0204	EIAJ IC-121 MIL 883-1008, 4 750-1031·1
AD 2·6	低温放置試験	D 0204	
AD 2·7	落下試験	C 7030, 7031	EIAJ SD-121-A-15 MIL 883-2002

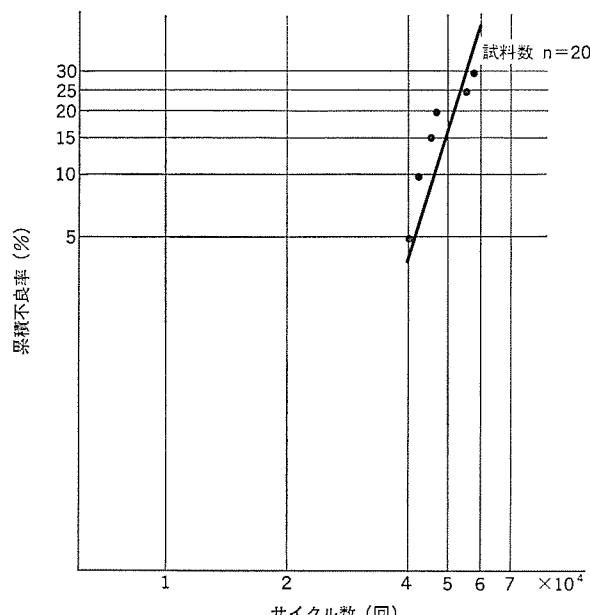


図 7. 断続通電寿命試験結果

140°C に上下させることである。ダイオードの銅ベース温度は 100°C から 140°C の間を上下し、チップをはんだ付けしているはんだに相当な熱疲労を与えていてもかかわらず 20,000 サイクル程度の断続通電寿命試験では全く不具合を発生しなかった。この結果は従来の同電流容量のダイオードに比べ優れている。その他高温逆電圧印加試験、ヒートサイクル試験及びヒートショック試験でも良好な結果であった。

以上述べたように樹脂封止形自動車用ダイオードは、キャンタype 自動車用ダイオードに匹敵する信頼性を有していると言うことができる。

4.2 新形オルタネータでの評価

オルタネータでの評価ではホットボックスと実車耐久が最も重要である。90°C のふんい気内で 500 時間実施した 3 台とも異常なくテストを完

表 3. 新形オルタネータの信頼性評価

試験項目	試験条件	結果	
		試料数	不良数
ホットボックス	$T_a=90^\circ\text{C}$ $N=3,000 \text{ rpm}$	500 時間	3 0
エンジン耐久	エンジン 5,800 rpm 連続	200 時間	2 0
泥水耐久	関東ローム層土混合水を噴霧	100 時間	2 0
実車耐久	タクシ装着	MTBF > 50 万 km	15 0

了し、最終的な実車テストでも MTBF > 50 万 km のコードをクリアした。これらの結果を表 3. にまとめて示す。

こうして 1 年以上にわたる評価テストで自動車用ダイオードとして十分に実用的であることを実証した。

5. むすび

樹脂封止形ダイオードの開発により対向形の整流器構造が可能になった。その結果、対向形整流器を内蔵した新形オルタネータを自動組立てにより製造することに成功した。現在約 100 万台の SR 16 EM を実装した新形オルタネータがかかる(稼)動中であるが、クレーム件数は極めて少なく、成功裏に商品化を完了した。

今後は整流器ヒートシンクへの樹脂封止形ダイオードのはんだ融着、技術の向上に務め、より封止性能が高く経済的な封止樹脂の選定を通してキャラメルタイプという新構造を市場に定着させるため努力を続ける所存である。

参考文献

- (1) 市村ほか：三菱電機技報, 53, No. 4, p. 282 (昭 53)

北上操車場総合自動化システムの概要

浅野 勝弘*・山田 晃男*・千葉 智昭*・明智憲三郎*

1. まえがき

日本国有鉄道向北上操車場総合自動化システムは、昭和53年10月2日をもって営業運転に入り、その後順調に稼動している。貨車操車場（以下ヤードという）における自動化システム（YACS）は郡山YACSを母体として、高崎、塩浜、周防富田各ヤードの貨車制御システムと、武藏野、北上各ヤードの総合自動化システムの両方式に分かれ。両者とも、長年に亘るシステム技術、生産技術の経験を経て大きな成果を得るに至ったが、昨今、コストパフォーマンスなどからこれら方式の見直しもされている。特に総合自動化システムにおいては、今後システムの階層化、分散化などへの新展開が考えられ、北上YACSは従来構想の1つの頂点として位置づけられる。この時にあたり、北上YACSの概要、特徴などを述べ、総合自動化システムの整理としたい。

2. システムの概要

2.1 北上ヤードの概要

北上ヤードは、東北新幹線建設により支障する東北本線北上、盛岡両駅の代替と、更に小牛田、一ノ関各駅の貨車中継作業を吸収して

表 1. 北上ヤード諸元

輸送諸元	線路諸元	規模諸元
列車本数（1日）	到着線 6本	構内面積 330 km ²
始発列車 42本	構内最大幅 160 m	
終着列車 42本	構内最大長 3,400 m	
着発列車 12本		
ハンプ分解車数 1,800両／日	ハンプ諸元	
貨車取扱車数 2,000両／日	ハンプ高さ 2 m	
	最大勾配 30%	
	平均カット時分 24秒	
	駅別仕訳線 9本	
	作業諸元	
	押上機 1台	
	組成機 3台	
	押上速度 2 km/h	

当地区貨物輸送体系の改善を図る2つの目的で、総合自動化ヤードとして新設された。

北上ヤードは表1の規模をもち、立地条件から寒冷・降雪地帯であること、主要本線上にあり近隣に緩衝場所がないこと、支線区が多く発着列車の約半数はローカル列車であること、などの特徴をもつている。北上ヤード構内配線略図を図1に示す。

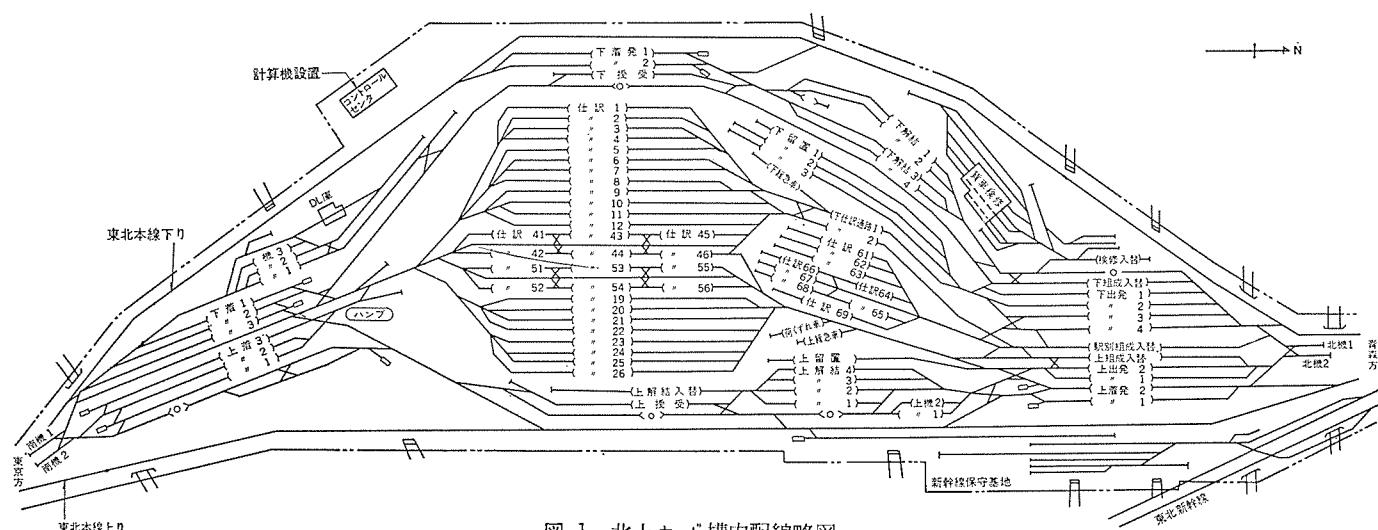
2.2 ヤード機能の概要

ヤードの構内作業は列車到着に始まり、ハンプ（小丘）への押上作業、ハンプから貨車を散転して行先方向別に仕訳する分解作業、仕訳線その他から貨車を集めて出発列車を編成する組成作業、着発列車から一部貨車の切り離し、あるいは連結を行う継送作業、構内貨車の整理作業、機関車の入出区作業その他からなり、列車ダイヤに基づく貨車配計画、構内作業計画に従って行われる。

総合自動化システムは、情報処理システム(DPC)と制御システム(PCC)とにより構成され、両者れんげいしてこれらの作業計画作成・出力、貨車情報の作成・出力、作業実施における進路・貨車移動の制御・追跡などを、構内作業従事員の諸入力と相携えて、自動的に行う。

YACSによるヤード作業の進行を通常の作業形態で例示する（図2. 参照）。分解側は下記の流れになる。

- (1) 列車の到着以前に組成通報を受取り貨車情報を作成する。
- (2) 列車到着に続き機関車切り離し、入区、貨車の検査などを行う。
- (3) 組成通報と実車の照合を現場で行い、異なる場合貨車情報を訂正する。
- (4) 各貨車（群）の分解先を決め分解表をハンプに出力する。
- (5) 分解列車の後尾に押上機関車を連結して到着線からハンプに移動。押上げつつ順次、貨車を切り離し散転する。
- (6) 各貨車群（カット）の行先に従い、仕訳進路を構成し所定線へ向かわせる。走行途上でカーリーターダにより速度を制御しつつリニアモ



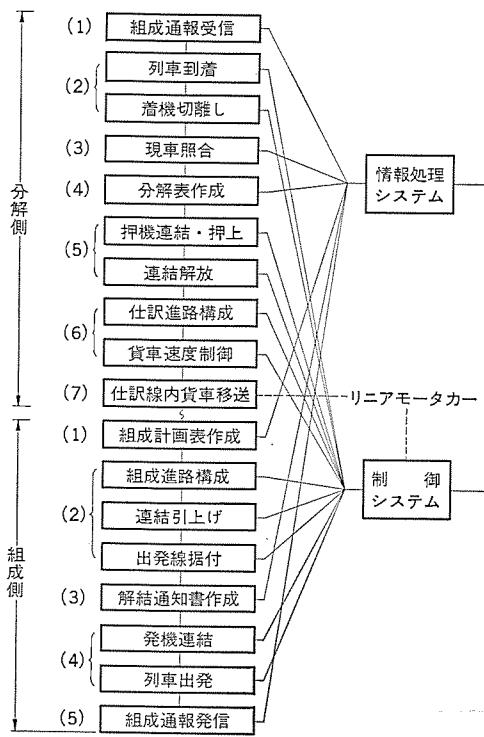


図 2. ヤード作業の流れとシステムの関連

ーター (L 4) に所定速度で引き渡す。

(7) L 4により各貨車群は仕訣線の奥まで運ばれ前の貨車に連結される。

組成側は下記のようである。

(1) 輸送計画とヤードの状況により、各出発列車の貨車編成、対象貨車を決める。現場からの要求により、それに基づく組成計画表を要求元へ出力する。

(2) 仕訣線その他から組成計画表に指示された貨車を、指定順序で集め列車の編成を行う。その後出発線へ移動し出発時までえ（据）置く。これらは入替機関車によって行われ、その移動に伴う進路を構成する。

(3) 組成計画作成時点、又は出発線据付時、出発後の途中駅における貨車の解放・連結情報を印字した解結通知書を出力し、列車乗務員に渡す。

(4) 機関車を連結した後、所定時

刻に出発する。

(5) 出発列車の組成通報を作成し次ヤード等、所定宛先へ送る。以下 4, 5 章において PCC, DPC それぞれの機能構成を述べる。

2.3 計算機構成

このシステムは、武藏野 YACS とほぼ同じ計算機構成である。図 3., 図 4. に構成を示す。PCC は《MELCOM》350-30 2 台による並列運転、DPC は《MELCOM》7500 2 台により 1 台はオンライン運転、他方は予備待機を行う。PCC 相互間、DPC-PCC 間はデータリンクによりデータ授受を行う。切換装置により DPC-PCC 系を 2 組構成し一方を YACS 運転系 (PCC は単独運転)、他方を試験系として使用可能のように考慮されている。

PCC 並列運転では、現場機器からのデータが両系に入力され、DPC・タイプライタ その他からのデータは主系にのみ入力され、更に従系へ転送される。両系で独立に処理し所定時点結果を照合し、主系から現場機器、DPC、その他に出力される。

輸送本部、ハンプなどに各種制御卓があり、分解作業、列車の本線出入などの諸入力、ランプによる状況表示など、制御におけるマンマシンインターフェースを行い、現場機器の 1 つとして PCC と接続されている。

DPC は大量のオンラインファイルをベースとするマンマシンシステムである。オンラインデータを格納する高速磁気ディスク (RAD), 及び PCC とのデータリンクは、高速切換装置 (PSE) を経由してオンライン系に接続される。

マンマシン端末としてキャラクタディスプレー (CD), 遠隔タイプライタ (RTW) があり、前者は輸送本部に設置され主として輸送計画業務に使用、後者は構内各作業詰所に置かれ作業指示書類の要求・出力に使用される。これらは回線切換装置により接続系を切換えることができる。各詰所の RTW は常用・予備 2 台あり、RTW 切換スイッチにより

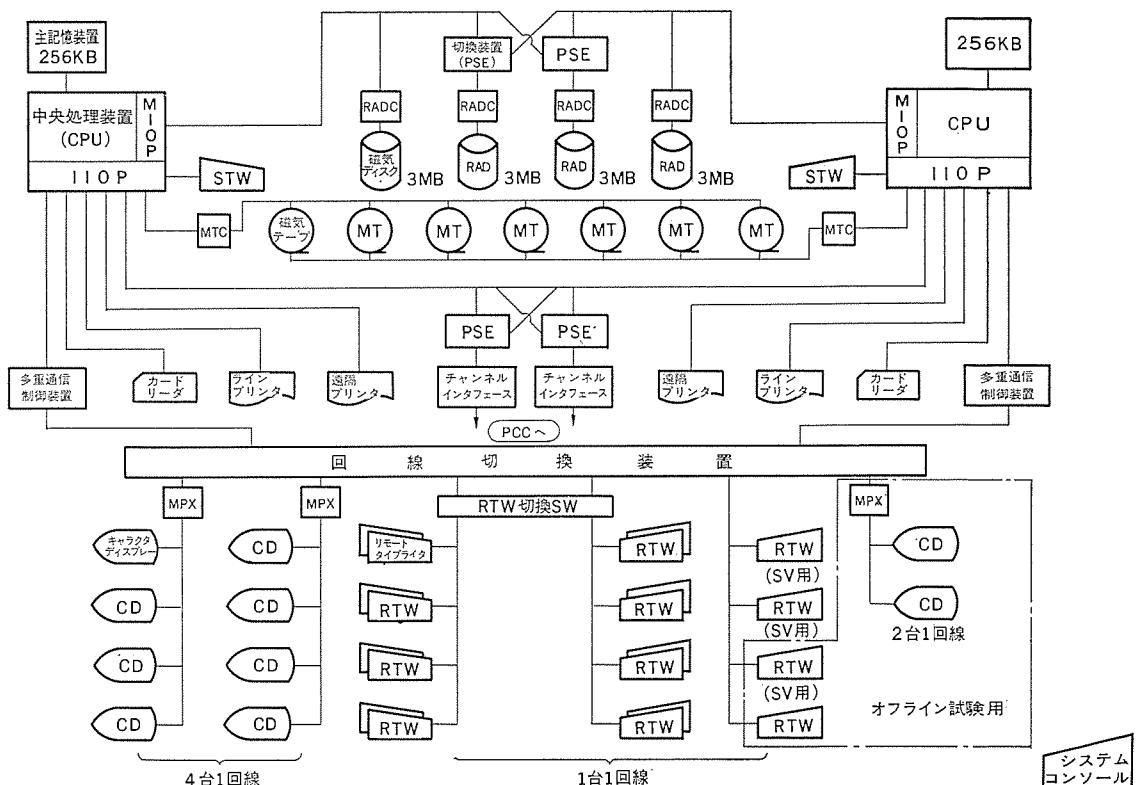


図 3. DPC ハード構成図

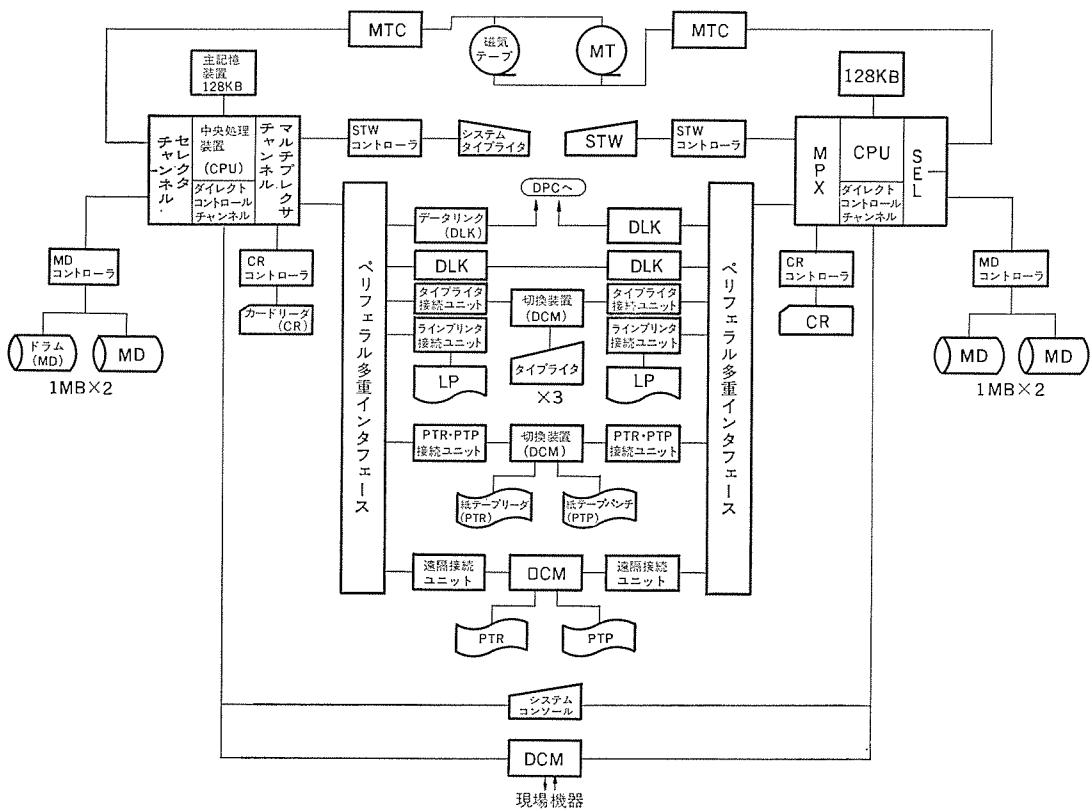


図 4. PCC ハード構成図

一方がオンライン系に、他方がオフライン（待機）系に接続される。故障時オフライン系と接続して診断・試験を行う。更に試験用にCD, RTWが備えられている。

他のDPC周辺機器は、信頼度向上と系切換操作を簡明にするため各系直結にしている。

DPC-PCCデータ授受では主として、前者から後者へ制御用データを送り、制御結果を後者から前者へ送る。

DPC, PCCおのおのシステムコンソール(SYC)を持ち、システム管理者の操作によりシステム構成、運転形態、現場機器との接続・切り離しなどの切換えを行う。またこれらの状態、機器故障などを表示する。

3. システムの特長

3.1 ヤード設備

ヤードが寒冷・降雪地帯にあり、主要本線上に位置することから、ヤード構内のポイント付近に融雪装置の設置、仕訳線内の貨車制御にリニアモータカーの採用、及びヤード構内の障害による本線上への支障を与えないようにするために、主本線継電連動装置の計算機システムからの分離、スクリュー・ブースタ(SB)、カーブッシュ(CP)によるローカル取扱い能力強化といったヤード設備の新技術が導入されている。

3.2 システム機能

計算機システムの機能では、次の点が特に留意されている。

(1) フェイルセーフ

ヤード作業の安全性確保はシステムの使命の1つであり、計算機ダウン時などのフェイルセーフ機能が充実している。

(2) 高負荷対策

ヤード機器の制御は極めて高い即応性が必要とされる一方、計算機システムの負荷もヤード作業ダイヤに応じて一定時間帯に集中する特性が

あるため、高負荷に対応できる設計がなされている。

(3) 大量データの管理

システムで管理する情報は1両ごとの貨車情報や1列車ごとの作業情報など大量多岐にわたり、そのデータ管理には高度な設計技術が要求された。また計算機ダウン後これらデータを自動的に回復する処置もとられている。

(4) マンマシンの協調
人間と計算機の協調を特に配慮し、できるだけ誤操作による障害を発生させない設計となっている。特に操作の複雑となりがちな変更処理は即応性を持たせると同時に単純な仕様

とした。

3.3 生産性・信頼性

大規模システムの開発の生産性、及びソフトウェアの信頼性は従来あまり高いものでなかった。この点の改善を目標とし、当初からプロジェクト体制及びプログラム設計・製作の管理を明確にし、シミュレータなどのテストツールの充実を図った。この結果実車試験期間の短縮やバグの減少（最終総合テストでは25月のテストランで発生したバグは、0.1件／キロステップ以下）という顕著な成果が得られた。

4. 制御システムの機能

制御システムは、操車場ハンプから転送する貨車の仕訳制御、速度制御及びL4制御を行う「貨車制御」と、列車の到着・出発に対する進路及び構内入替えに対する進路を構成する「進路制御」並びに、これらの制御の実行を管理する「実施管理」から成り立っている。

また、システム建設の最終段階における各種試験、及びこの操車場の地域性から生ずるであろうある程度の改修などに対応できる各種システム形態をとること、並びにヤードを分割制御することからヤード全体を1つのシステムと考え、これを管理、運転していくために、上記3つのサブシステムを総括的に制御する「システム管理」が付加される（図5. 参照）。各サブシステムの概要は以下のとおりである。

4.1 システム管理

計算機ベースックソフトウェアと他サブシステムとの間に在って、計算機運用の形態をオペレータが指定することにより、その形態に対応するハードウェア、ソフトウェアを選択して、システムの構成を決定する。

また、システムの異常に対して状態を判定して、異常に対する処置を行い、制御ブロック間のインターフェース調整を行うに必要な情報を、他サブシステムに与える。更に現場制御卓との入出力を行い、各サブシステムと操作者との仲介を行う。

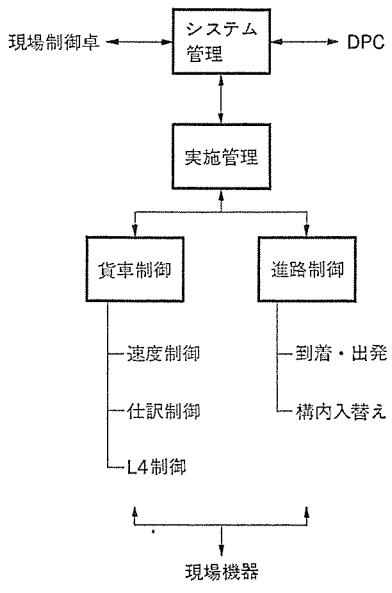


図 5. 制御システム機能構成

4.2 実施管理

実施管理は DPC や操作者の入力情報に基づいて、制御を行うために必要なデータの編集、各種チェック、作業監視を行うための各種テーブルファイルのメンテナンスを行う。ここで作成された制御データは実施制御処理を介して、貨車制御、進路制御に渡され、制御が実行された結果として各サブシステムから制御の状態が実施管理にフィードバックされる。このフィードバック情報をもとに DPC や操作者に必要な情報を出力する。

4.3 貨車制御

貨車制御は仕証制御、速度制御及び L4 制御からなり、塩浜 YACS とほぼ同じ制御方式である。このシステムの特長として、L4 除雪運転による降雪対策、駅別仕証における SB・CP による速度制御などがあげられる。

4.4 進路制御

進路制御は、継電連動装置を実施管理からの制御データに従って制御し、車両の移動をトレースして、制御結果を実施管理に返す。構内作業の複雑さに対応するため継電連動装置を 7 ブロックに分割しそれぞれを単独に制御できるようにしている。このサブシステムは本線関係と構内入替えの準路制御から成り、前者は列車制御卓 (TCC) から接続・切り離しが可能であり、異常時の本線への支障を未然に防ぐ。

5. 情報処理システムの機能

貨物ヤードでは列車の到着から出発まで作業の流れに応じて多種多量の情報が必要である。基本的な情報としてヤードで扱う列車の編成方を示す列車組成方情報、及び発着各列車の分解・編成のために必要な構内作業ダイヤ情報がある。またヤード構内に散在している貨車の情報（在線貨車情報）があり、これらの情報から日々の作業が立案され実施される。情報処理システムはこのような大量の情報を一括管理し、計画を立案する計画員に最新の情報を提供する。立案（一部は計算機が自動立案する）された計画情報を蓄積し、PCC に対して全構内の進路構成を自動的に行えるような制御データを送る。現場の作業員に対しては作業手順を示す作業計画表を発行する。更に PCC から作業実績を受信し、貨車の移動及び作業進ちょくを管

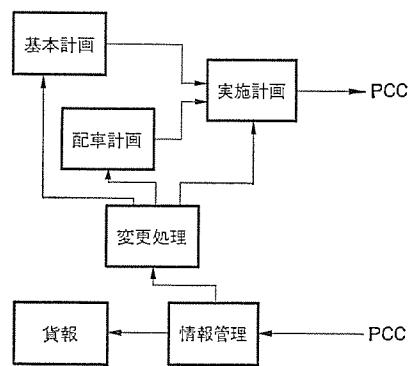


図 6. 情報処理システム機能構成

理するとともに作業報告や統計類を作成する。これらの多様な機能は図 6. に示す 6 サブシステムより構成されている。以下に各サブシステムの機能を述べる。

5.1 基本計画

情報処理システムで必要とされる全ファイル・テーブル情報を作成し提供する。情報を大別すると配線構造・作業形態などに依存する情報（第1基本データ：初期設定されるとほとんど変わらない）、設定ダイヤ及び組成方に依存し、ダイヤ改正時に決定され、局達や指令などにより変更される情報（第2基本データ：変更はその都度行われ 12 時間単位で提供される）、日々の作業に必要で第1及び第2基本データを組合せて作成する当日作業ダイヤ情報（列車ごとに前日の作業が終了すると即自動的に当日用が作成される）とがある。

5.2 配車計画

貨車の在線状態と列車組成方、仕証線使用方などから列車の分解・組成作業計画を立案する。つまりあらかじめ設定されている作業ダイヤに対して、貨車の情報を与えることにより現実の作業を可能とする。また貨車の流动に従って効果的かつヤードを効率的に使うよう立案される。このために計画員が計画内容を指示する立案方法を探っているが一部計画員からトリガのみ与えて立案することも可能である。立案業務としては、仮・本分解表作成、再散転指示、一般・D 形仕証線からの組成計画、駅別仕証線を使っての分解組成計画、整理留置計画などがある。

5.3 実施計画

作業ダイヤ及び配車計画で立案した計画情報を基にして、PCC がヤード作業の進路を構成できるような制御情報を作成する。制御情報には機関車がけん引若しくは推進で貨車の移動などを行うために必要な進路制御情報と、分解作業（ハンプ及び駅別）に必要な貨車制御情報とがある。また構内現場の作業員用の作業計画表を作成する。これらは作業種別により、前作業の終了に続き自動的に若しくは現場の作業員の要求により作成する。

5.4 情報管理

ヤード内の貨車情報の管理及び計画員へ情報の提供を行う。具体的には到着・出発する列車の編成を示す組成通報の送受信（データ通信又は紙テープによる）、PCC から送られる作業実績に基づく構内貨車移動、途中駅での連結情報の読み込みや解結通知書の作成、貨車情報の訂正、在線貨車情報表の作成などを実行する。

5.5 貨報

貨車輸送統計報として、作成が義務づけられている統計及び駅で必要としている資料の作成を行う。2時間報、日報、旬報、月報、年報があり、2時間報、日報はオンラインで作成し、その他はオフライン

で作成する。また6か月間蓄積される貨車データから必要なものを取り出すこともできる。

5.6 変更処理

ヤード内外の状況により、計画どおりの作業が不可能になり何らかの変更が必要となることがある。そのために列車組成方情報の変更、作業ダイヤの再作成、配車計画の取り消し、実施計画の取り消し、強制終了(PCCへも指示する)、各ファイルごとの修正などが可能である。

6. システムの運転管理

6.1 PCC 運転方式

システムの運転方式は、並列同期運転を基本とし、主系・従系の区別がつけられ、業務処理レベルで照合・同期をとる。これを軸にシステム管理サブシステムでは下記の各種制御を行う。

- (1) 2重系システム状態管理：並列運転・並列回復・単独運転・単独回復・システム停止の各状態を定義し、相互の遷移、機器構成のチェック、入出力データ処置方などの管理を行う。
- (2) 制御モード管理：各继電ブロックなど、制御対象別に切り離し・実制御・試験制御・追跡・シミュレート・ヤード保守の諸制御モードを定義しヤード内の各種状態に対応して多彩な制御管理を行う。
- (3) 障害・回復処理：障害の内容に応じ警報・再起動・フォールバックの対応処置をとり、システム運転の続行を可能にしている。ファイルの回復は他系からの転送を主とするが一部は回復イメージをとる。

6.2 DPC 運転方式

システムの運転方式は、2つのCPUのうちいずれか一方をオンライン運転に使用し、他方は待機予備としてオフライン処理やプログラム開発などに使用する。各系は手動で切換えを行う。

オンラインの運転ができるだけ続行可能なよう以下のような異常回復処理を行う。

- (1) アポート処理—計算機をシステムダウンに持ちこまず、オンライン処理を続行するための処理。
- (2) ディスク回復処理—ディスク上に残されているトランザクションの状況、ファイルの状況を基にシステムを再起動する。
- (3) テープ回復処理—ファイルRADの内容が破壊された場合、MT上のログデータを基にシステムを再起動する。

更に、オンライン・テストの2つの運転モード管理を行っている。

7. システムの評価設計

以上に述べたようにこのシステムの使命にかんがみ、信頼度設計、負荷設計を重視、設計当初よりそれらの評価を行って諸パラメータをきめた。更にシステム建設の最終段階において負荷試験を実施し、立地条件から予想される大きな輸送変動に対する受容性を確認した。

7.1 信頼度設計

図2、図3の構成のように、DPC、PCC本体の2重化に加え、周辺入出力装置、端末装置の2重化によってシステムとしての信頼度、稼動率を高くしている。特に切換装置の乱用を避け(安易な使用は故障要因を増し、介在位置によってはシステムのあい路となつてシステム信頼度を大きく落とす)、各種装置を各系に直結した。切換装置の必要箇所には、高信頼度の物又はそれ自体を2重化するなどの考慮を払った。

この構成によりシステム運転の信頼度(MTBF)は約3,600時間、

表2. 北上YACS性能評価

システム	項目	設計値	負荷試験実測値	(注1)
D P C	CPU負荷	19%	44.3%	(注2)
	CD応答時間	20.5秒	25.7秒	
	RTW応答時間	19.2秒	31.5秒	
P C C	CD回線負荷	27%	17%	(注3)
	CPU負荷	50.8%	60%	
制御	制御応答時間	5.4秒	6.5秒	(注4)
	負荷試験は通常負荷(1日1,800両分解)に対応。 負荷試験は通常負荷の2.5倍対応。			

注1) 設計値は通常負荷(1日1,800両分解)に対応。

負荷試験は通常負荷の2.5倍対応。

注2) 操作員から計算機への処理要求入力後、応答の最初の文字が出るまでの時間。

注3) このシステムにおけるキャラクタディスプレーの使用方が待ち合わせモデルによくならないこと、及び負荷試験時のデータ数が少ないとによる相違と考えられる。

注4) 作業開始要求が計算機に入った後、進路設定データが作成されるまでの時間。(機回り作業を除く)

稼動率99.9%以上を得ている。なお、毎日のメンテナンス、定期点検などの保全作業により、実績は更によくなるであろう。

7.2 負荷設計と性能評価

主記憶(コア)、外部記憶(MD・RAD)容量、回線数などの設備量及びソフトウェア生成パラメータ設定にあたり、このヤードの輸送能力仕様(表1.参照)とふくそう度2~2.5倍(貨物輸送では電話トラフィックなどと異なりこの程度と言われている)の負荷に対応する検討を行った。主な検討項目として下記のものが挙げられる。

- (1) PCC CPU負荷、制御応答時間、コアバッファ容量、コアキューイリア容量、同時制御作業数、など。
- (2) DPC CPU負荷、マンマシン(CD, RTW)応答時間、コアバッファ容量、キューエリア(RAD)容量、回線負荷、など。
- (3) データリンクPCC間、DPC-PCC間の各データリンク負荷。

これらの評価により容量・パラメータ見直し、負荷対策を行い要求性能を満たした。更に1例としてDPCのコアで若干余裕のあることを利用し、性能向上よりも共通サブルーチンの常駐化に充当してメンテナビリティの改善を図る、など評価を積極的に役立てた。

システム機能試験終了後、DPC、PCCそれぞれ負荷試験を行い設計の妥当性とシステム性能を再確認した。表2.に性能指標の設計値と負荷試験結果を示す。設計値は通常負荷(1日1,800両分解)に対応、負荷試験値はその2.5倍のものである。負荷試験における現場入出力はシミュレータを用いている。

8. むすび

開業当初1日300両分解で稼動し始めたこのヤードは、この10月に目標の1,800両分解に増両される。開業後もYACS機能の改良、増両に対する強化などシステムの改善・安定化に努力が払われている。

冒頭に述べたようにこれまでの成果を基に今後のYACSの技術面・コスト面における新展開を期したい。例えば、既設ヤードへの自動化システムの導入(従来はすべて新設ヤードであった)、あるいは既設システムの置き換えといった技術の開拓や、高位言語(ESPRIT)の採用など新生面への検討に踏み出している。

終わりにこのシステムの建設に際し多大のご指導をいただいた、日本国有鉄道仙台電気工事局、同北上ヤード電気工事所の方々に深く感謝する次第である。

海洋石油掘削リグ「第6白竜」用電機品

深田 浩一*・上向 康将*・井上 均**・田中 実***・高江国雄†

1. まえがき

エネルギー源としての石油への依存度は、相変わらず非常に高いものであり、石油資源の開発プロジェクトは、世界的に一層盛んになっていく傾向にある。海洋石油資源の開発用として、海洋石油掘削リグの需要は高く、その建造件数は着実に増加している。海洋石油掘削リグには、固定式、潜水着底式、自己昇降式(ジャッキアップ式)、半潜水式(セミサブマージブル式)、船形式(ドリルシップ式)などがあり、現在では半潜水式、船形式、自己昇降式の3形式がその主流となっている。最大か(稼)動水深は、半潜水式で500m、船形式で1,000m、自己昇降式で100m程度である。

表1.は、全世界の掘削リグ総数、表2.は地域別、形式別の掘削リグの稼動数であり、近年特にジャッキアップ式リグの建造数、稼動数共に非常に多いことがわかる。

当社では、1968年に石油開発公団向けにジャッキアップ式リグ「ふじ」(中国に売却され「ぼっ海2号」と名称変更になった)の電機品1式を納入して以来、リグ用電機品に積極的に取組み、「第3白竜」、「第5白竜」で着実に実績を伸ばし、これらを足掛かりにして、この度日本海洋掘削(株)向けにジャッキアップ式リグ「第6白竜」の電機品1式を納入した。

図1.はその外観である。「第6白竜」は、主として中近東地区で

表1. 世界の掘削リグ総数

方 式 年 度	半 潛 水 式	ジャ ッ キ ア ッ プ 式	船 形 ド リ ル バ ージ
1975	64	136	61
76	84	149	70
77	107	173	81
78	118	179	81
79(予定)	119	214	82

表2. 海洋掘削リグの稼動件数状況
(1978年5月調査)

方 式 地 域	半 潛 水 式	ジャ ッ キ ア ッ プ 式	船 形 式	その 他	計
北 米	21	63	7	19	110
南 米	12	21	11	9	53
ア フ リ カ	2	5	3	1	11
地 中 海	8	4	5	1	18
中 東	1	39	4	0	44
極 東 オース ト ラ リ ア	8	13	11	3	35
北 海	38	15	1	1	55
計	90	160	42	34	326

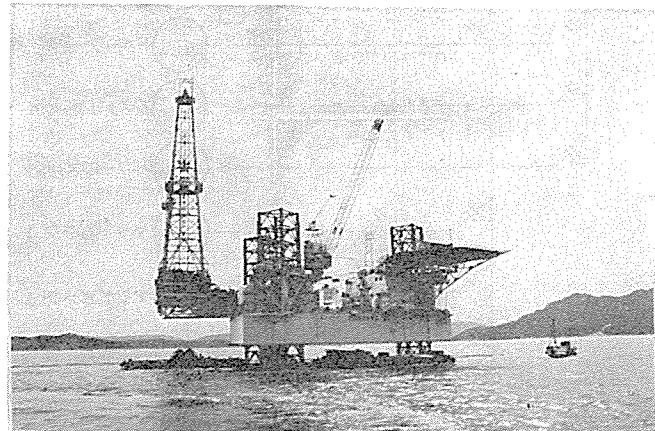


図1. 「第6白竜」外観

使用されるものであり、その電機品は、当社の掘削リグについての豊富な経験が随所に生かされた最新鋭のものである。

以下の電機品について説明する。

2. 「第6白竜」の概要

「第6白竜」は、最新鋭のジャッキアップ形リグであり、全長56m、全幅48m、重量6,000t、最大掘削深度6,000m、最大稼動水深約57m、最大風速51.5m/s等の高度な能力を有している。図2.に交流主回路、図3.に直流主回路を示す。

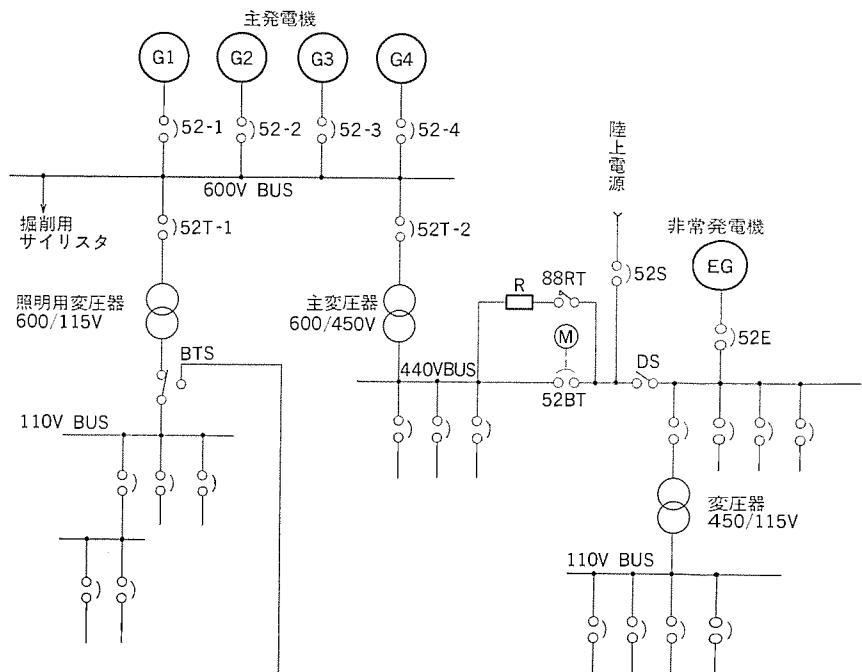


図2. 交流主回路

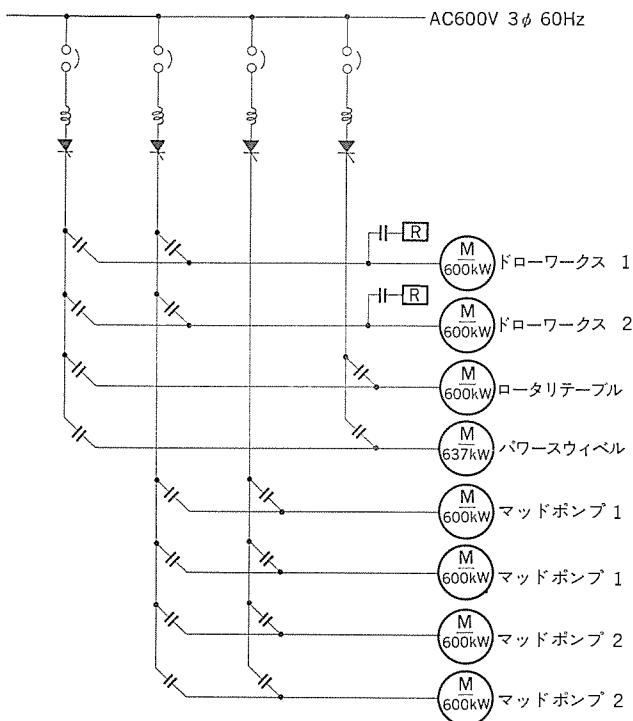


図 3. 直流主回路

掘削機械としては、ドローウォクス 1 台、マッドポンプ 2 台、ロータリーテーブル 1 台に加えて、パワースイベル (POWER SWIVEL) を備えているのが大きな特色である。パワースイベルは、ロータリーテーブルと同じくドリルパイプに回転を与える装置であるが、ロータリーテーブルと異なり、駆動装置がトラベリングブロックの下に懸架され直接ドリルパイプのトゥールジョイントを駆動するので、パイプ接続時の揚管作業が不要となり、掘削作業の能率が非常に高くなるという利点がある。

なお、主電機品は ABS AMS、及び NK 規格に合格している。

3. 電機品の特色

「第6白竜」は、主として中近東にて使用されるため、電機品には過酷な環境条件を考慮した設計を行っている。その特色を列挙すると下記のようになる。

(1) 全電機品が、最高周囲温度 65°C にし連続運転可能である。

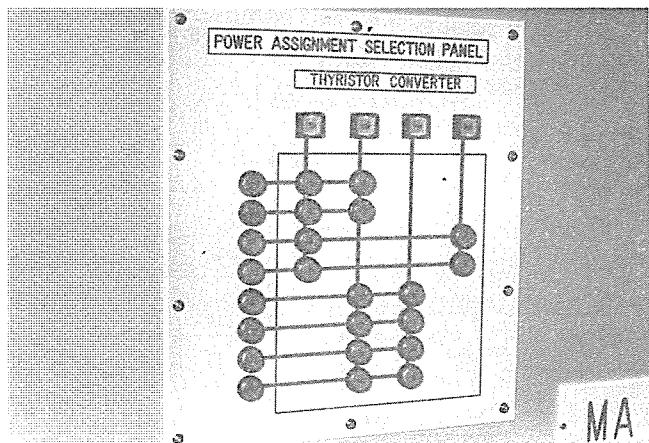


図 4. パワーアサインメント 切換 パネル

(2) 整流器の素子には、素子定格 1,500 A 級のサイリスタを使用してコンパクトな盤のサイズとし、かつ温度上昇に対して十分な余裕を持っている。

(3) 掘削用直流電動機と整流器との組合せは、電磁接触器により切換え可能である。(Power Assignment)

(4) (3)項の切換えは、電気室の集中グラフィックパネル上の押しボタンスイッチで簡単に選択できる。(図 4. 参照)

(5) 直流電動機は、掘削リグ専用に開発した MTE-800 形を使用し大出力で小形軽量化している。

(6) 直流電動機は、すべて分巻界磁をサイリスタにて定電流励磁し、安定な運転を実現している。

(7) 制御盤はすえ(据)付スペース、盤容積とも当社比で 50% と大幅に小形化し、ジャッキアップリグの狭い床面積を有効に利用できる。

4. 交流発電設備

主発電機は、1,750 kVA, AC 600 V, 3φ, 60 Hz, 1,200 rpm, 0.7 PF, F 種絶縁、ブラシレス励磁、防滴保護形であり、4 台備えられている。

主発電機は、負荷の大部分がサイリスタレオノードであり、サイリスタより発生する高調波電流に対し十分な対策を行った。特にダンパーの過熱、コア損失・漂遊損失の増加、固定子巻線の表皮効果による損失増加などを配慮して、ダンバサイズとその構造、コアの磁束密度、及び固定子コイルの導体寸法とその電流密度について慎重な選択を行った。

電路系統は、掘削電動機用サイリスタ装置への給電用として AC 600 V 母線、一般動力補機電動機への給電として AC 440 V 母線、照明用給電として、AC 110 V 母線から構成されている。

5. ジャッキアップ用電動機

「第6白竜」は、図 1. に示すように 3 脚でプラットホームを支持しており、プラットホームの上げ下げ用として、ジャッキアップ用電動機を 1 脚 12 台、合計 36 台納入した。この電動機の仕様は、18.5 kW, 4P, 600 V, 60 Hz, 3φ、全閉防水形、電磁ブレーキ付きである。特にこの電動機の電磁ブレーキ手動解放装置は、過去に前例を見ない画期的なもので、ブレーキの過負荷耐量を増し、耐摩耗性の高い ライニング材を使用し、ブレーキギヤップ調整などの保守作業を容易にしている。

図 5. にこの電動機の外観を示す。

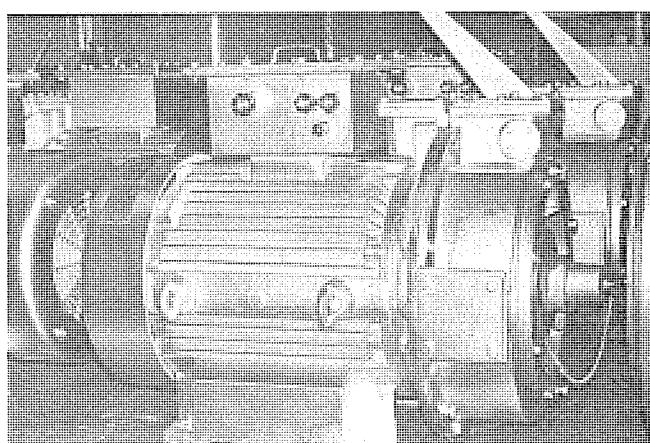


図 5. ジャッキアップ用電動機

6. 掘削用電動機

海底石油の試掘には、時間あたりのコストが安く、作業性の良い経済的な運転が必要とされる。また、掘削作業を開始すると、昼夜連続のフル操業が数か月間継続され、この間多少の環境(風・雨など)の悪化にも耐えて運転を継続する必要がある。したがって、これらの過酷な使用環境に耐えるようがんじょうで信頼性の高い構造であるとともに、低慣性・安定な負荷特性などの制御応答性能の良い電動機が要求される。また、各種掘削機械はそれぞれ異なる負荷特性、保護構造、据付け要領などが必要で、掘削用電動機はこれらの異なる要求を満足するとともに相互に互換性を持ち、不具合発生の際のアイドルタイムを最小限にする必要がある。

当社は、1968年国産初の掘削用直流電動機として370 kW・7台を日本海洋掘削(株)「ふじ」に納入し、続いて「第3白竜」では容量増大・改善して600 kW・7台の実績をつくり、今回更に大幅に性能を向上した掘削用電動機MTB-800形電動機を「第6白竜」に納入した。図6.に電動機外観を示す。

MTB-800形掘削用電動機は次の諸元と特長をもっている。

出力：600 kW

電圧：750 V

回転速度：1,100 rpm

定格：連続

絶縁種別：H種

形式：内圧防爆・屋外防まつ(沫)

付属品：内圧検知器・スペースヒータ

掘削用電動機7台は、ドローウェックス駆動に2台、ロータリーテーブル駆動に1台、マッドポンプ駆動に4台使用されているが、その他セメントポンプ駆動にもそのまま使用が可能である。

この電動機は、従来機に比べ寸法・重量共に大幅に小形、軽量化し、6極・小径フレーム、防爆・防沫構造、NK・ABS規格に合格している。電動機上部には結線しやすい広幅の端子箱を設け左右いずれにも外部電線接続の可能な構造とし、また、給気口部を3か所設けいずれの方向からも冷却空気の送風が可能である等の互換性能に万全を期しており、同一電動機すべての掘削機械に適用できる。

ドローウェックス・ロータリーテーブルは、爆発性ガス発生のおそれがある掘削坑井に近いため電動機は労働省産業安全研究所防爆指針に準拠した内圧防爆構造である。運転中は常時清浄な空気を外部より供給し、

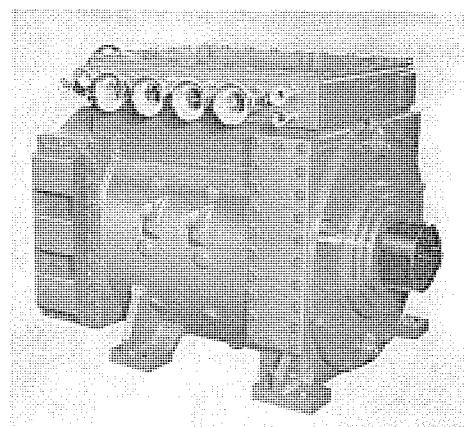


図6. 掘削用電動機

電動機内の各部圧力を外気より高くして、圧力低下の場合には電動機に付属している防爆形圧力検知器により運転を中止するように設計している。また、防爆形スペースヒータを取り付け結露防止も安全に行える。

電動機軸端部及び排気開口部は、多重に設けた水切り構造により激しい風・雨の条件のもとでも、水の浸入のおそれではなく、甲板上で屋外設置が可能である。

負荷側軸受は負荷容量の大きい23軸受を用い、高級軸材質を採用することにより約6,000 kg近い大横引荷重に耐える構造とし、掘削機械との結合は直結及びチェーン駆動いずれも可能である。

電動機巻線は、ノメックスを主体としたH種・真空含浸絶縁方式を採用し、耐熱性並びに放熱特性の向上により、定格出力600 kW連続運転はもちろん、750 kW断続使用(ドローウェックス負荷用)及び670 kW連続使用も可能である。

電動機主極片形状は最適設計としたのでほぼフラットな安定した負荷特性を得ており、低慣性と合わせ、制御性能を向上し、ドローウェックス駆動の場合のひん度の高い加減速のくり返し作業において、作業時間の短縮が可能である。

各導電部は、洋上使用時の塩分を含んだ湿気の多いふんい気による吸湿・絶縁抵抗低下を防止するため真空含浸方式と合わせて、静電粉末塗装処理している。

また通常、補極巻線は裸銅帯を採用し、ふんい気中に露出面を生じているが、この電動機ではすべて絶縁材料でおおい露出面を無くした構造としており、絶縁抵抗低下の抑止力を大幅に向上せしめている。

整流子ライダ部と電機子巻線の接続はTIG溶接を行い強固な構造としており、耐振性能の高い電動機である。

この電動機は、現在稼働中及び製作中の掘削機械の大部分に対して機械側の寸法・レイアウトの変更なしに使用できるような軸中心高さ及び取付け方法を採用している。

なお、この掘削用電動機は、2重管式海水クーラーを用意することによりアンカーウィンドラス駆動用にも使える。

7. サイリスタ変換器

サイリスタ変換器はシングルコンバータ4台を各直流電動機に切換えて使用しており、どの電動機に対しても2台のサイリスタ変換器が選択できる。

サイリスタ変換器の定格は入力電圧600 Vに対し、出力1,290 kW、直流750 V、1,720 Aで、一般より点弧角を小さくし、力率を良くしている。

特に、小形・軽量化に留意し、サイリスタ素子は掘削リグ用として世界最大級の大容量素子FT1500CH形平形素子を使用し、並列素子数1個(装置1台当たり素子数6個)で構成し、主回路を簡素化して信頼性を向上させるとともに収納スペースを大幅に縮小した。また4台のサイリスタ変換器は背の低い列盤構造とし、上部には直流制御盤を設置するコンパクトな構造となっている。使用温度条件として、サイリスタ変換器の設置されるエンジルーム内は最高65°Cに達するため、冷却は各サイリスタ盤ごとに別個に設けた水冷却器によって冷却された空気を循環させる方針とした。冷却風は密閉された盤内を循環する方式であるので、塩害に対しても極めて信頼度の高いものとなっている。

図7.に正面の外観を示すが、正面にノーヒューズレザ断器、表示灯

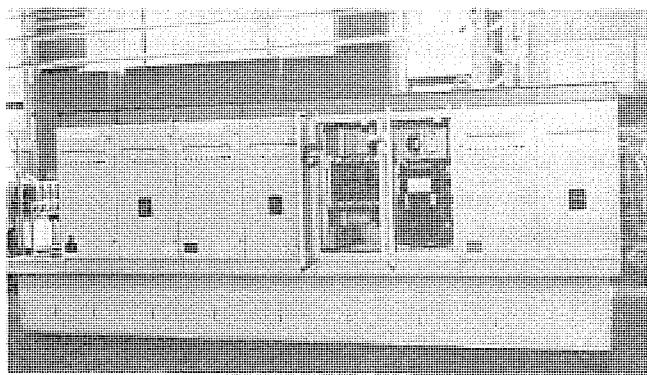


図 7. サイリスタ 変換器（正面）

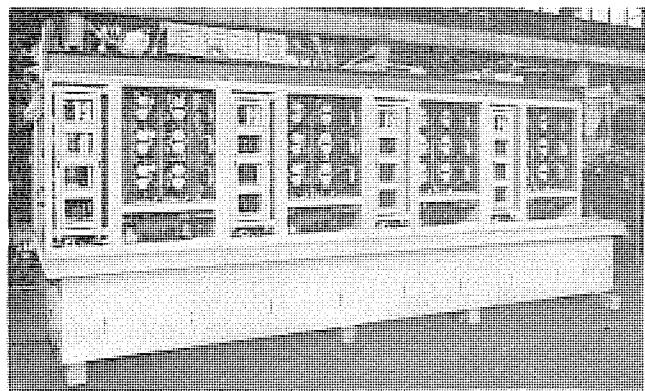


図 8. サイリスタ 変換器（裏面）

を集め、下部には水冷却器、冷却扇、冷却水配管及び交流側 ブスバーを収納している。

図 8 の背面に示すようにサイリスタスタック、ヒューズ、及び制御カードを収納した制御フレームを盤背面に取付けているのでサイリスタ素子やヒューズの交換、及び制御回路の点検は背面より容易にできる構造となっている。なお正面側はとびら（扉）構造としているが背面はカバード構造とし背面保守スペースを縮小している。サイリスタ変換器はエンジンルーム内に設置されるため、十分な耐振動強度を考慮した構造としている。

サイリスタ制御方式は、当社の豊富な実績を誇る大容量サイリスタレオナード制御方式を基本とした電圧フィードバック制御方式により、加減速制御、電流制限制御、ゲートシャット機能により、制御及び保護機能を向上させるとともに構成部品も耐震、耐塩害性の高い部品を必要に応じて採用している。

制御用演算増幅器は、すべて IC 化し信頼度、精度の高いものとなっている。

また、制御回路機能ごとに基板実装化し点検・修理時の取替え作業を容易にするとともに各基板ごとに電圧チェック回路を設け、調整点検・保守・復旧などのときの作業性を向上させていている。また振動による基板の脱落防止、リレーの誤動作防止及び使用部品の温度特性補償について十分な設計配慮を施している。

今回のサイリスタ変換器は高温環境下での使用、設置スペースの制限という条件の下で、水冷却器と大容量素子の使用による素子数の低減により、従来のものに比べ大幅に小型化された。

8. 操作盤

操作盤は、ドローウェーブ操作盤とマッドポンプ操作盤の 2 面で構成する。ドローウェーブ操作盤は主としてドローウェーブ、ロータリーテーブル、パワースイベル及びマッドポンプの操作に用い、掘削用やぐら下のドリルフロアに設置される。やぐら下は防爆区域であるので、労働省産業安全研究所規格に準ずる内圧防爆構造としている。

マッドポンプ操作盤は、マッドポンプ室に設置され、泥水による汚染に耐えるよう、防水形としている。

9. むすび

以上「第 6 白竜」の電機品について、その概要を紹介した。

近年、大陸棚における海洋石油開発は、経済的に見直され、それに伴い海洋石油掘削用リグの建造は活況を呈している。当社は 1968 年にジャッキアップ式リグ「ふじ」の電機品 1 式を納入して以来、半潜水形リグ「第 3 白竜」及び「第 5 白竜」の電機品を納入し実績を重ねてきたが、これらの実績をベースに、今回再びジャッキアップ式リグ「第 6 白竜」の建造に参画し、厳しい環境条件での使用に耐える最新鋭の掘削用電機品 1 式を設計、製作した。「第 6 白竜」は 1978 年 12 月より中近東アラビア海で好調に稼動中であり、ユーザ及びオーナー各位から好評をいただいている。

今後、更に種々の海洋石油掘削技術の進歩及び新しいニーズにこたえるべく、掘削作業の自動化、大深度掘削技術の開発、電機品の小型軽量化、信頼度向上に鋭意種々の技術検討、開発を進めていく所存である。

最後に電機品の製作にあたって終始、ご指導、ご援助を賜った日本海洋掘削（株）の関係各位並びに、三菱重工業（株）広島造船所の関係各位に深く感謝する次第である。

参考文献

- (1) 香川ほか：三菱電機技報, 49, No. 12, p. 798 (昭 50)
- (2) 関島：海洋産業研究資料, 5, No. 5 (昭 49)
- (3) 石油開発公団編：海洋石油開発, 1969
- (4) OFFSHORE : MAY, 1978, p. 389~409

全自动洗たく機へのマイコン応用

安藤 博男*・広岡 博*・本田 嘉之**・竹谷 康生***・中村 新一***

1. まえがき

全自动洗たく機は1973年の石油ショックで一時伸び悩んだが、現在は洗たく機全出荷台数の内20%弱を占めるまでになり、都市部では最近2年間に購入された洗たく機のうち30%が全自动洗たく機であった。このことは、全自动洗たく機の特長が広く認識されてきたためと考えられる。また米国では既に1968年に全自动洗たく機の出荷比率が90%を超えており、今後我が国でも全自动洗たく機の需要増大が期待されている。

全自动洗たく機が開発されて以来、洗净性能・信頼性の向上、重量・振動騒音の低減など、主として基本性能の機構的侧面において大きく改良されてきたが、操作性や制御方式については、現在使用されている機械式タイマの構造上の限界から、多様化した要求に対応することは逆に操作性を悪くすることになるため、柔軟な制御方式を備えることは困難であった。

一方、最近のLSI技術の急速な進歩により、ワンチップマイコンが出現し、その応用分野の拡大に伴って経済的にも家電品への応用も可能になった。マイコンはその豊富な情報処理能力により、多様なソフトウェアを実現できるもので、かなりの要求にも対応が可能になった。このような状況から当社では、コントローラにマイコンを応用した三菱全自动洗たく機AW-300形を開発したので、その概要を報告する。

2. 洗たく機に要求される性能

消費者が洗たく機に要求している性能を、「洗たく機を購入する時に重視する性能」というアンケートにより調べた結果、次のものが挙げられた。(多重回答方式のため合計は100%以上になっている)

- (1) 洗浄性能がよいこと.....41.6%
- (2) 音が静かであること.....39.1%
- (3) 脱水性能がよいこと.....34.2%
- (4) 衣類のいたみが少ないこと.....24.2%
- (5) サビないこと.....23.6%
- (6) 節水できること.....21.7%
- (7) 操作性がよいこと.....19.3%
- (8) その他(色、など).....19.2%

これらの事項のうち、(1)～(4)項は洗たく機の基本性能であり、安全性とともに当然満足せねばならないものである。次いで耐久性を含めた「サビ」の問題と、「節水」と「操作性」の問題が示されている。

3. マイコン制御全自动洗たく機の仕様設定

マイコンによる制御を行う全自动洗たく機は、基本性能が確かに節水形であり、「サビ」に強いものを選び、しかも価格的にも広い需要層に適したものとすることが目標として開発部門に与えられた。「サビ」の問題から本体をオールプラスチック製のものとし、「節水」効果の

大きい単独槽(槽)形全自动洗たく機を基本形とすることを決定した。単独槽形とは、従来の全自动洗たく機のように洗たく脱水槽の外側に外槽を有する形式と異なり、洗たく脱水槽の側壁に開孔部がないため、洗剤液が洗たく時に外槽と洗たく脱水槽の間に流れ込むことがなく、水量が少なくてすみ同時に洗剤も節約できる方式である。また、外槽内壁の汚れなどが洗たく脱水槽内に逆流することができないので、石けんカスなどの問題が少なく粉石けんの使用についても便利なものである。この形式では排水は洗たく脱水槽の上部から行われるため、排水弁が不要となり、排水弁の動作時に発生する衝撃音がなく、静かな全自动洗たく機に1歩近づけることができる。

制御部について、使いやすくするために

- (1) 洗たく物の量、衣類の質、汚れの程度などに応じた洗たくコースが選べること。
- (2) 操作が簡単であること。

この2つの条件を満足するよう、次の点を考慮して開発した。

- (1) 標準的な洗たくコースを用いる場合には1回の操作で運転できること。
- (2) 運転中の内容がわかる表示のこと。
- (3) スイッチ類を極力少なくすること。
- (4) 異常運転時は安全に停止させること、再運転の可能なものは自動復帰できること。

多様な使用方法に対応して、単純に選択スイッチ類を多数備えることは使用方法を煩雑化させ、著しく操作性を低下させる。例えば、水位・水流・すぎ回数・洗たく時間・脱水時間の5つの選択要素に各3水準設定した場合、その組合せは243通りとなる。この組合せを毎回セットすることは極めて煩わしいばかりか誤操作による失敗を招く心配すら考えられる。したがって、これらの組合せのうち少数のものを固定的に用いることが使いやすく、便利である。それで、標準的な組合せをワンタッチで選択できる「標準コース」キーと「節約コース」キーの2つを設けた。節約コースは少量洗たくや汚れの少ない場合に用いる組合せである。節約コースは、使用している人、又は使用したい人が、当社の調査で81%もあり使用ひん度の高い使用方法であった。この2つの「コース」以外は比較的使用ひん度が低いと考えられるので、キーの形状も小さくしありと区別できるようなデザインとした。操作性をよくするためワンタッチ操作になるよう、標準コース、節約コースはキーを押すだけで電源スイッチ、コース設定スイッチ、スタートスイッチが同時にセットできるようにした。また、これらのキーでステップ送りを行ないようにし、洗たく時間の選択やコース順に各工程を送れるようにした。

4. AW-300形の構成

AW-300形の外観と構造を図1、図2に、仕様を表1に示す。この洗たく機はサビないオールプラスチック製の箱体を採用した2.5kgの標準洗たく容量をもつ全自动洗たく機で、節水形の単独槽方式のものである。これにマイコン制御部を組んだもので、主な構成は次

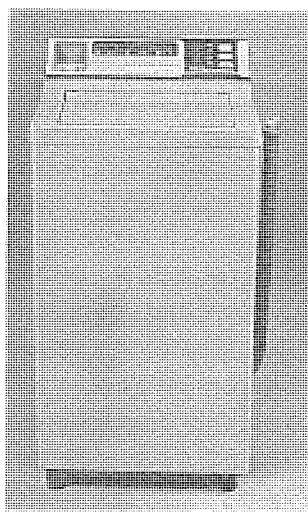


図 1. AW-300 形の外観

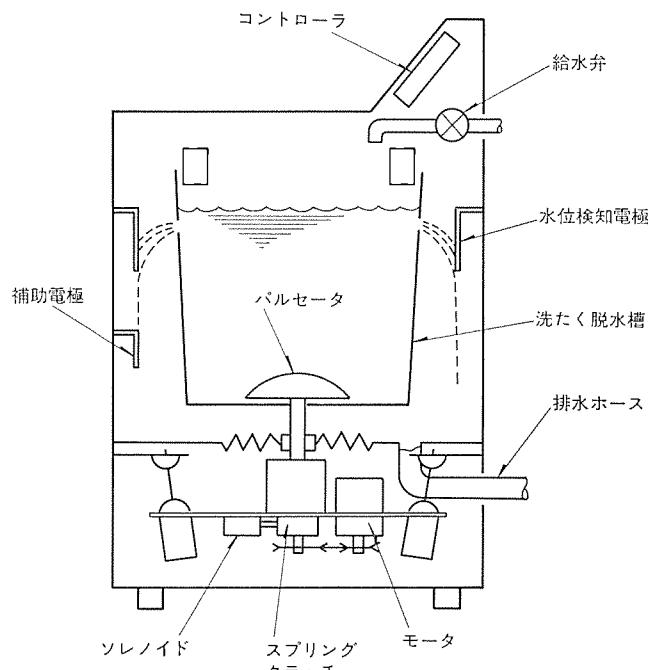


図 2. AW-300 形の構造

表 1. AW-300 形の仕様

仕 様 (50/60 Hz)	
標準洗たく容量 (kg)	2.5
標準水量 (l)	26
標準使用水量 (l)	92
洗たく方式	自動反転うず巻式
脱水方式	遠心脱水式
電 源	単相 100 V
消 費 電 力 (W)	405/420
モータ定格時間	洗いのみ 30 分、全自动連続
外 形 尺 法 (mm)	579(W) × 508(D) × 955(H)
重 量 (kg)	29

のようになっている。

4. 1 制御部

コントロールパネル部は図 3. に示す配置になっており、使用ひん度の高い「標準コース」、「節約コース」と「切」のキーを最右端に配置し、ほとんどの場合はこの部分の操作だけで使用できる。この 3 つのキ



図 3. AW-300 形のコントロールパネル

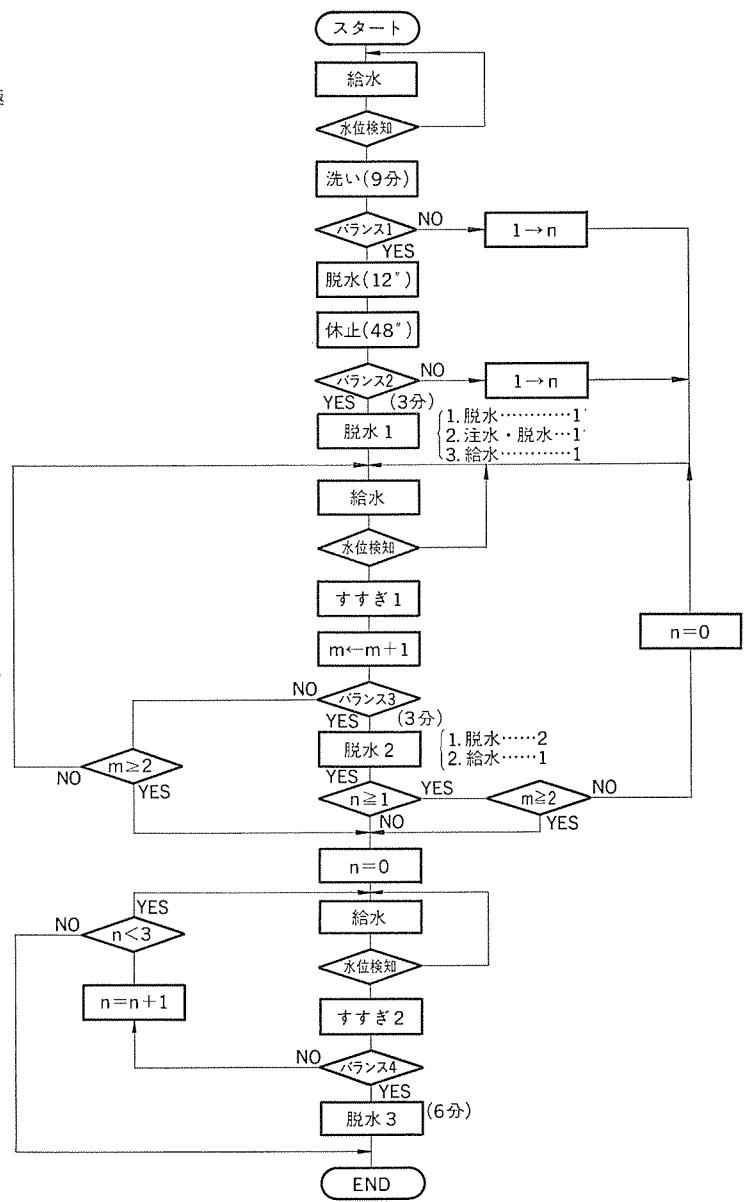


図 4. 標準コースの動作フロー

– の左側に、「ソフト水流」・「中水流」・「洗いのみ」・「脱水停止」・「アラーム」を選択するキーを配置し、各種の使い分けができるようにした。

表示部は全行程を8分割したそれぞれのステップに対応したLED8個からなり、コースキーによって選択された洗たくコースの工程内容を表示するほか、洗たく工程の進行状態の表示及び、早送り操作時の早送り状態の表示を行う。

4. 1. 1 マイコンプログラムの概要

標準コースの動作フローを図4.に示す。コントロールパネルより入力された「洗いのみ」・「脱水停止」などの選択キー入力信号及びふたセンサ、水位センサなどの状態検知入力信号に応じ、このフロー内で行程の停止・分岐・早送り又は繰り返しが行われる。このためマイコンには、図5.のプログラムを収めている。

主な内容について説明する。

START

電源が投入されることによりオートリセットの状態になり、カウンタのクリア及びRAM領域に所期パラメータがセットされる。

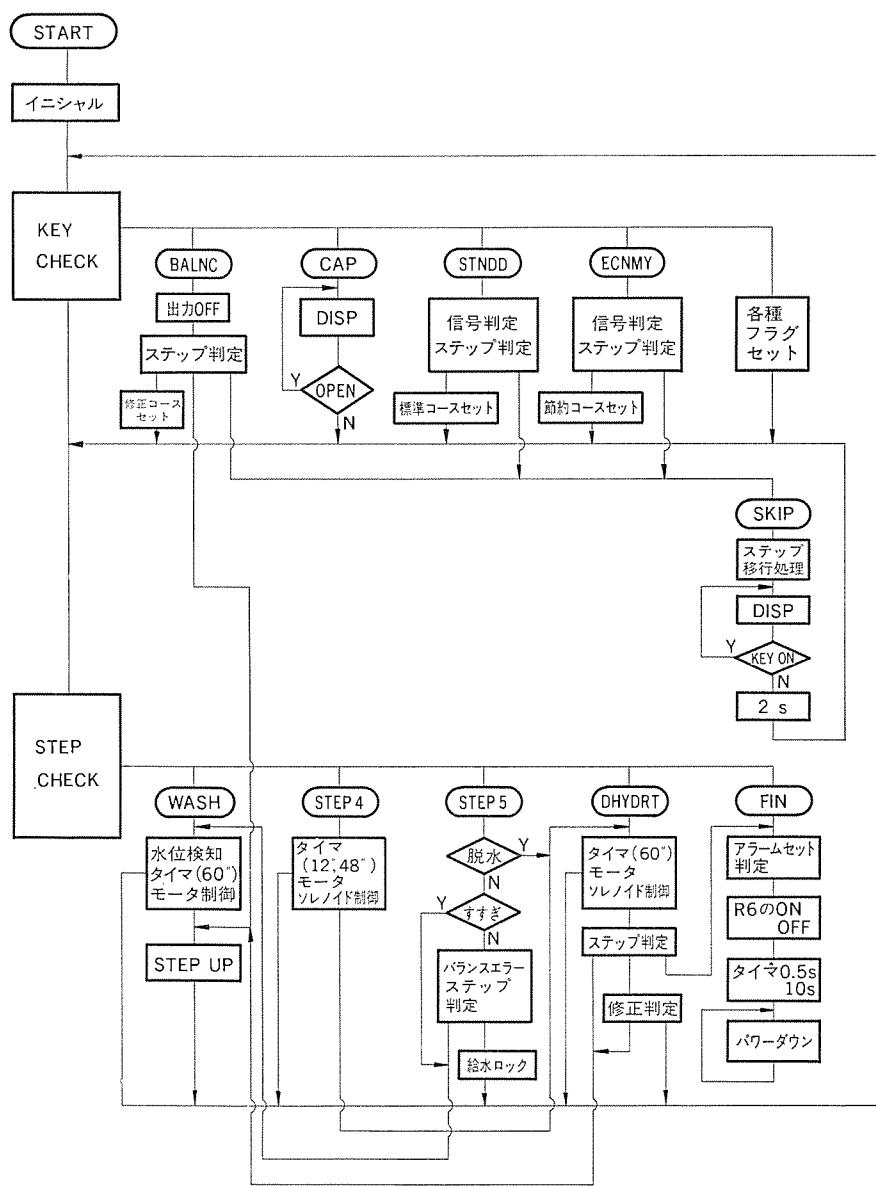


図 5. プログラム

KEYCHECK

コントロールパネルの選択キー、及び水位センサなどの状態検知センサを順次スキャニングし、入力の有無を判定するルーチンで、チャタリングによる2重打防止処理を行った後デコードされ、それぞれのルーチンへ分岐させる。

BALNC

脱水中にアンバランスが発生した場合、その信号により対応するステップに分歧させ、所要のアンバランス修正動作を行わせる。

CAP

脱水中にふたを開けた場合、直ちにモータを停止させる。

STNDD, ECNMY

標準コース、節約コースの各キーは早送りキーを兼ねているので、どちらかの入力があった場合、現在セットされているコースと比較し、同じであればSKIP(早送り)を行う。

WASH

洗い行程・すすぎ行程及び アンバランス 修正用に使用される ルーチンで、モータなどの制御とそれぞれの ステップ に対応する タイマカウント 处理を行なう。

SKIP

早送り処理を行う ルーチンで、入力があると出力を OFF し、洗たく機の運転を止めむだな作動を行わないようとする。キーがはなされた後 2 秒の遅延時間をおいて運転を開始させる。

4.1.2 マイコンの仕様

マイコンは、1 K バイトの ROM と、データ収納、各種 フラグ用の 256 ビットの RAM を有し、15 V 単一電源動作、28 ピンの DIL パッケージの 4 ビット並列処理のワンチップのものを用いている。システム構成を図 6. に、コントロール部のカードユニットを図 7. に示す。

4. 1. 3 雜音対策

マイコンを使用しているため、雑音による損傷、誤動作対策が重要である。雑音には外部雑音のほか内部で発生するものがあり、おののおの回路に雑音防止対策を施すとともに、瞬間的な停電、電圧降下によるメモリの消失のために生ずるプログラムの暴走を防止する瞬停保護回路を設けている。図8.の(a)は瞬停保護回路のない場合のマイコン電源電圧の状態を示すもので、同図(b)は保護回路を設けた場合を示している。(a)の場合は、電源電圧が低下してもINIT(イニシャル)端子電圧が0Vに復帰していないため、停電が復帰した場合に、イニシャルリセットが行われずプログラムが暴走する心配があることが分かる。(b)は保護回路により、電源電圧が0Vに復帰する状態を示している。

4.2 機構部

単独槽、プラスチック箱体を用いた本機の主な構造を説明する。

X₁, X₂ モータ駆動リレー
 X₃ ソレノイド駆動リレー
 X₄ 給水弁駆動リレー
 X₅ 電源ON-OFFリレー
 A アラーム

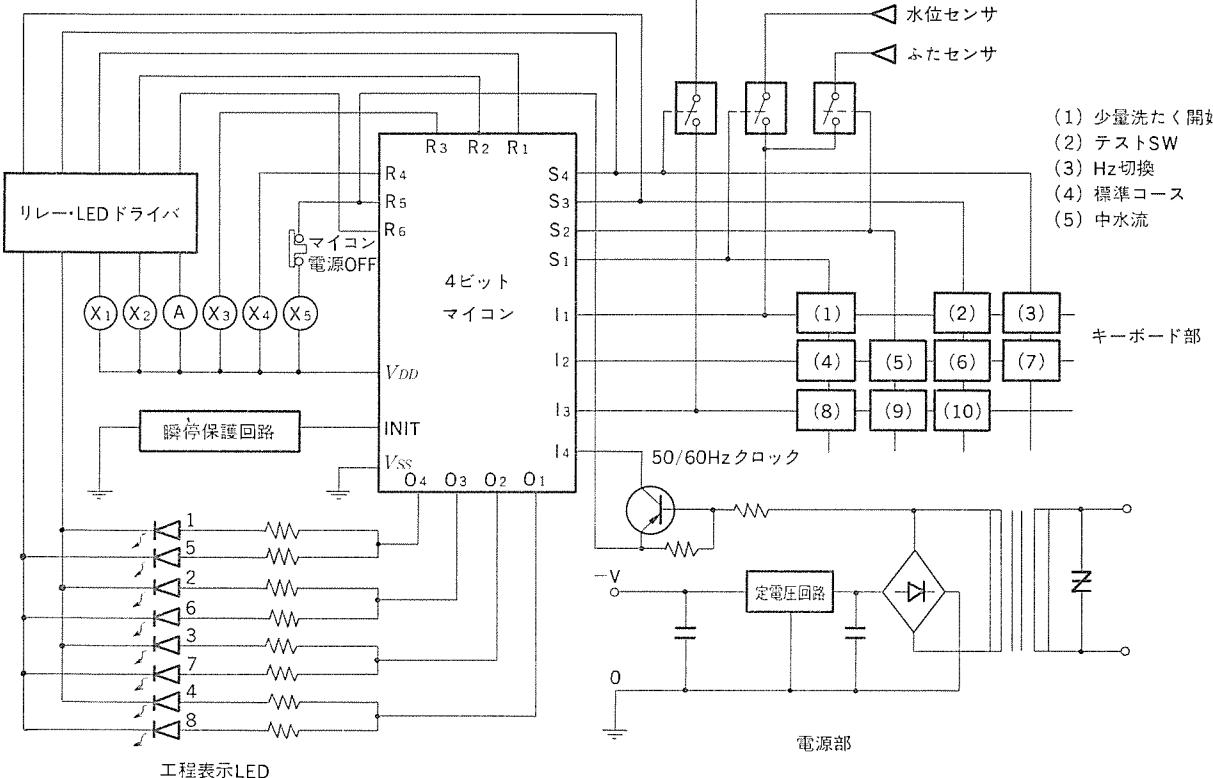


図 6. システム構成

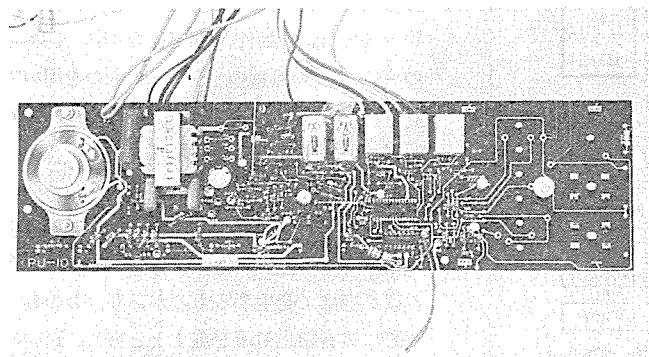
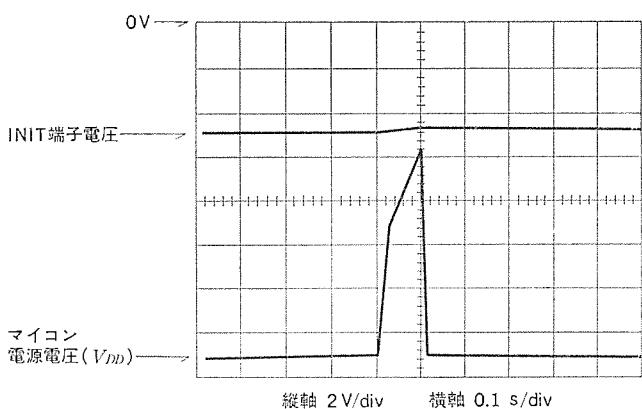
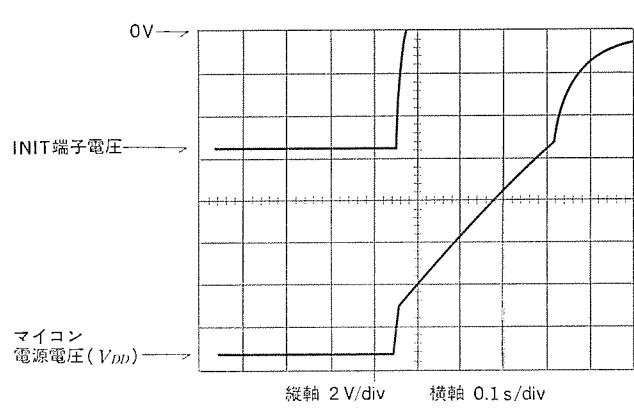


図 7. コントロール部カードユニット



(a) 瞬時停電保護回路がない場合



(b) 瞬間停電保護回路がある場合

図 8. 瞬間停電時のマイコン動作波形

Q₁: 水位検知用トランジスタ
Q₂: スイッチングレベル補償用トランジスタ

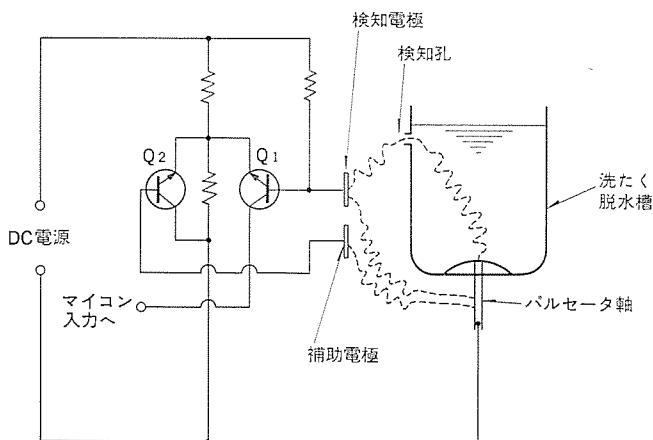


図 9. 水位検知の原理図

温度・水質・槽内壁の汚れによる影響を補助電極により補償して誤動作を防ぐよう構成している。

4. 2. 3 箱体

箱体は上下2つに分割したプラスチック胴を採用し、軽量化とサビない洗たく機を実現した。プラスチックは耐候性、耐熱性及び耐衝撃性のよいポリプロピレンを使用している。

4. 2. 4 駆動機構

正逆回転用4極2相コンデンサランモータと、スプリングクラッチ、ブレーキ及び両方を制御するソレノイドから構成されている。モータの回転はベルトを介して減速され、パルセータに伝達される。

脱水時はスプリングクラッチを切換え、洗たく脱水槽を高速回転させる。

5. 操作方法と動作

5. 1 標準コースと節約コース

標準コース又は節約コースのコースキーを押す。この操作によって電源セットが同時に行われ、押したキーに対応するコースがセットされる。セットされた行程内容はLEDによって点灯表示され、点灯されたコースが左方から順次実施される。実施された行程はLEDを消灯させ、現在の進行状態を表示する。

5. 2 洗いのみ

標準又は節約いずれかのコースキーを押した後、洗いのみのキーを押

表 2. AW-300形の操作方法

セレクトキー	洗たくコース	標準コース、節約コース 洗いのみ 脱水停止
	水流	強水流、中水流、ソフト水流
	小量洗たく開始	任意水量で洗たく開始可能
	アラーム	洗たく終了報知(10秒)
早送り		洗い工程→すすぎ工程→脱水工程 (3ステップ) (3ステップ) (2ステップ)
	アンバランス処理	脱水動作中に負荷のアンバランスが発生した場合の自動処理
表示		セットコースの表示 工程進行表示

すことによりセットされる。LEDは洗たく行程のみ点灯し、セットされたことを表示する。

5. 3 脱水停止

標準又は節約コースをセットした後、脱水停止のキーを押すことにより脱水行程を除くことができる。セットと同時にLEDの脱水行程に対応する部分が消え、セットされたことが確認できる。

5. 4 早送り

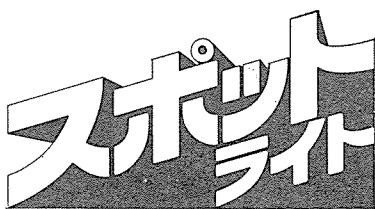
標準又は節約コースのキーをセットした後、再度押せば各行程を1ステップずつ早送りすることができ、表示LEDが順次消灯し、早送りの状態が確認できる。

同様に「水流」「アラーム」のセットを行うことができる。アラームは必要な場合のみセットするようにした。

AW-300形の操作方法を表2にまとめた。

6. むすび

全自动洗たく機の制御にマイコンを応用したAW-300形の開発について概要を報告した。マイコンの応用によってかなり自由にプログラムを選択することができるが、選択の自由度が大きいことと、操作性がよいことは必ずしも一致しない。このことは今後マイコンを家庭用の機器に導入する際に十分に検討しなければならない第1の点である。第2点は単なるシーケンスタイマ代わりに用いても、信頼性の向上、小型化など優れた特長をもっているが、更にその長所を生かすためには、機器の機能の見直しと、その機能に対応する各種センサの開発が必要である。今後とも「より使いやすい」機器の実現に努力したい。



デュアル/クワッド・コンパレータ

三菱電機はこのたび、独立した2個のコンパレータを内蔵したデュアル・コンパレータ(M51207L)と、独立した4つのコンパレータを内蔵したクワッド・コンパレータ(M51209P)を開発しました。2品種ともモノリシックICであり、広い電圧範囲で動作可能なため、各種計測、制御機器への応用に適しています。

一般にコンパレータは、入力の微小変動を検出して増幅し、出力負荷を制御するため、低電圧から高電圧まで動作し、入力感度が高く、かつ增幅利得が高くなればなりません。また、広範囲な信号インピーダンスを持つ入力を検出するためには入力インピーダンスをきわめて高くするとともに、あらゆる負荷を駆動するために、出力インピーダンスをきわめて低くする必要があります。

さらに、現在の電子機器はシステムが複雑になってきているために、高密度実装化の傾向にあります。そのため、複数個のコンパレータを使用する場合、実装基板上のIC占有スペースが問題となってきます。

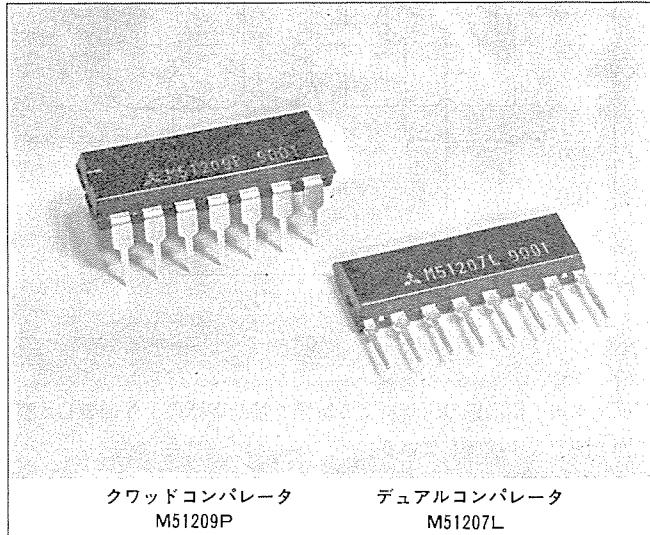
当社では、以上のような問題点を解決するため、次のような特長を持つデュアル/クワッド・コンパレータを開発しました。

- 2.5Vの低電圧から28Vの高電圧まで使用可
- 消費電流が2.5~28Vの範囲ではほぼ一定(図参照)
- 100MΩ以上の高入力インピーダンス($I_I=20\text{mA}$)
- 10Ω以下の低出力インピーダンス($I_{OL}=60\text{mA}$)
- 低消費電流のため、電池などの簡易電源による動作が可能
- 140dBの電流利得をもっています
- pnp入力であるため入力電圧は0Vから使用可能
- リレー、ランプ、LED等を直接駆動可能
- 100kHzの高速動作が可能

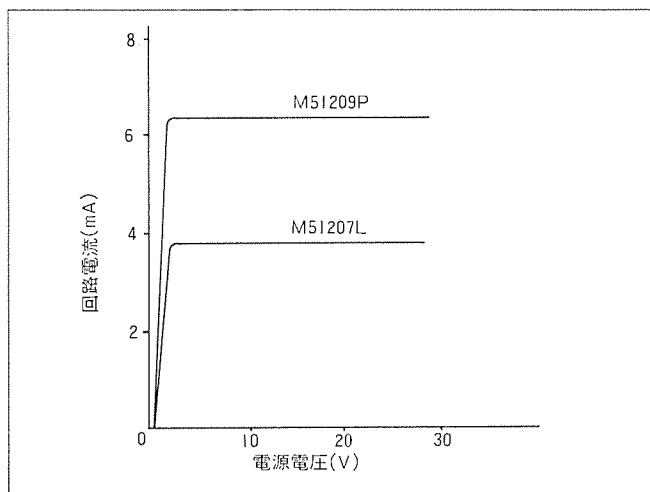
数々の特性を持つコンパレータ2個を実装容易な8ピンSILタイプに収納したものがデュアル・コンパレータM51207Lで、4個を14ピンDILタイプに収納したものがクワッド・コンパレータM51209Pです。

この2品種は非常に広範囲な応用が期待できます。用途としては電圧比較器、タイマ、発振器等のほかに、各種の信号を検出して電子機器をコントロールする制御用や、光、音、温度センサ等を検出して、ブザー、ランプを駆動する警告用等、応用範囲は多岐にわたります。

今回発表・発売の新2品種を加えて、三菱のコンパレータは8品種となりました。従来のシングル・コンパレータ(M51201L~M51206L)の姉妹品として、機器の合理化、省力化にご活用ください。

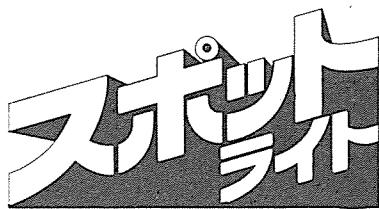


M51207L、M51209Pの回路電流—電源電圧特性



M51207L、M51209P電気的特性

項目	記号	規格値	単位
電源電圧	Vcc	2.5~28	V
回路電流	Icc	M51207L : 5.3(max) M51209P : 9.5(max)	mA
反転入力電圧	V _I ⊖	0~Vcc-1.5	V
非反転入力電圧	V _I ⊕	0~Vcc-1.5	V
入力オフセット電圧	V _{IO}	2 (typ)	mV
反転入力電流	I _I ⊖	20 (typ)	nA
非反転入力電流	I _I ⊕	20 (typ)	nA
入力オフセット電流	I _{IO}	5 (typ)	nA
"L"出力電圧	V _{OL}	0.2 (typ) (I _{OL} =60mA)	V
出力流入電流	I _{sink}	60 (max)	mA
出力漏洩電流	I _{LO}	0.1 (max)	μA
出力 "L"→"H" 伝搬遅延時間	t _{PLH}	2 (typ)	μS
出力 "H"→"L" 伝搬遅延時間	t _{PHL}	1 (typ)	μS

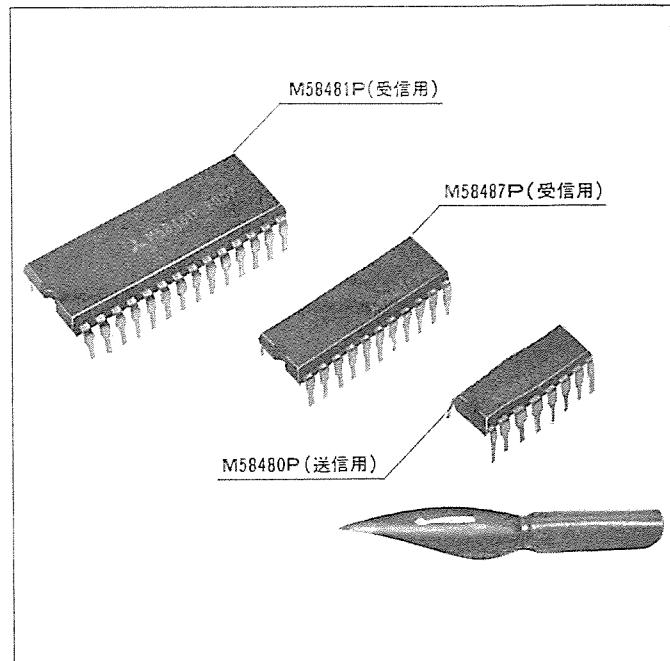


リモートコントロール用CMOS LSI

三菱電機は、テレビ受象機の前面パネルで行っている操作のほとんどの機能を遠隔操作することができる、22~30機能リモートコントロール用CMOS LSIを5機種開発しました。送信用LSIとしてはM58480PおよびM58484P、受信用LSIとしてはM58481P、M58485PおよびM58487Pがあります。LSIを用いたリモートコントロールシステムは、赤外線を利用したパルスコード変調方式で、3回同じ命令が送信側より伝送されたときのみ、受信側でその命令が実行されるように設計しているため、外部雑音による防害に強いという大きな利点を持っています。

特長

- CMOS構造を採用したため、1電源で動作し、かつ動作電圧範囲が広く、消費電力が少なくなっています。
- 伝送搬送波に単一波を用いているため、受信システムが作り易くなっています。
- 送信用LSI M58480PおよびM58484Pは、外付部品として、キーボード、赤外線LED、駆動用トランジスタ、単3乾電池2個(~4個)、セラミック発振子およびコンデンサ2個のみで送信機が構成できる省部品化回路を採用しています。
- 受信用LSIにおいても、8~16の制御命令を直接入力することができます。
- 受信用LSIは独立した3組(M58487Pは1組)のD/Aコンバーター(6ビット構成)を内蔵しているので、たとえばテレビの場合音量、色相、輝度などのアナログ量を64段階に変えることができます。
- 任意の機能をON/OFF制御できる命令(CALL)を持っているので、たとえば音声多重放送の受信モード切換え、チャンネル番号表示のON/OFF等をリモートコントロールで行うことができます。
- 送信機および受信機の動作周波数トレランスが大きいので、水晶振動子を使用しなくとも、LC(あるいはセラミック)発振回路で十分です。



リモートコントロールの命令機能一覧表

機能面	機能	命令数	受信用LSIで実行できる命令		
			M58481P	M58485P	M58487P
CH1~CH16	16チャンネルの直接選局	16	○	○	○
CH UP CH DOWN	チャンネルのアップ/ダウン	2	○	○	—
VO UP VO DOWN	音量のアップ/ダウン	2	○	○	○
BR UP BR DOWN	輝度のアップ/ダウン	2	○	○	—
CS UP CS DOWN	色相のアップ/ダウン	2	○	○	—
MUTE	消音のオン/オフ	1	○	○	○
VO (%)	音量を最大値の1%に正規化	1	○	○	○
BR (%)	輝度を最大値の1%に正規化	1	○	○ ^(注2)	—
CS (%)	色相を最大値の1%に正規化	1	○	○ ^(注2)	—
POWER ON/OFF	テレビ本体の電源のオン/オフ	1	○	○	○
CALL	CALL出力の制御	1	○	○	○

注1) ○印が実行可能な命令です。

注2) M58485PにおいてBR(%)、CS(%)機能は同一命令で実行します。

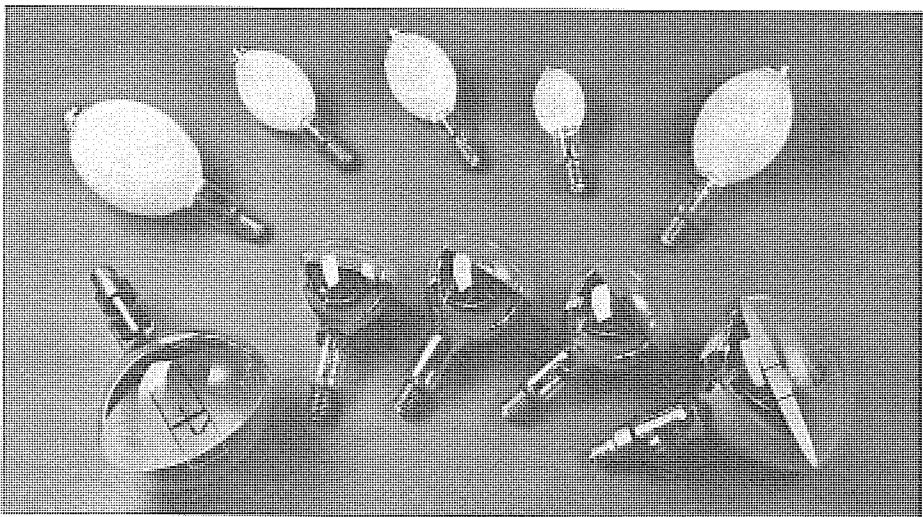
送信用、受信用LSI一覧表

仕様	送信用		受信用		
	M58480P	M58484P	M58481P	M58485P	M58487P
外形	16ピンDILパッケージ	16ピンDILパッケージ	28ピンDILパッケージ	28ピンDILパッケージ	22ピンDILパッケージ
動作電圧範囲	2.2~8V	2.2~8V	4.5~8V	8~14V	8~14V
リモートコントロール命令数	30	30	30	29	22
アナログ量のコントロール			音量、輝度、色相の3つ	音量、輝度、色相の3つ	音量のみ
受信用LSIから直接入力できる命令			16	12	8
キー入力仕様	先押し優先	キーに優先順位あり	先押し優先	キーに優先順位あり	キーに優先順位あり

スポットライト

省電力形水銀ランプ《ワットカッター》

三菱電機は、かねてより照明の省電力化に努めてきましたが、このほど一般形水銀灯安定器がそのまま使え、約8%の入力電力が節約できる省電力形水銀ランプ《ワットカッター》の開発に成功し、昭和54年4月から10機種を発売いたしました。このランプは一般形けい光水銀ランプと比較し、明るさ、光色、演色性ともに同等の特性を有していますので、既存の設備でそのまま点灯でき、明るさを変えずに節電できる、新しい省エネルギー光源です。



特長

●明るさは一般形とほぼ同じで約8%の節電

ランプの設計諸元、および蛍光体の改良により、ランプの全光束は一般形水銀ランプとほぼ同じで、入力電力が約8%節約されますので、大幅な省電力化が図れます。ただし反射形の明るさは若干減少します。

●節電総額はランプ価格とほぼ同じ

12,000時間(平均寿命)までの節電総額は、ランプ価格とほぼ同額となりますので、従来の一般形水銀ランプを《ワットカッター》にかえるとランプ価格分だけ経済的です。

●水銀ランプ用安定器(一般形)でそのまま点灯

《ワットカッター》は、従来の水銀ランプ用一般形安定器(100V用、200V用)でそのまま点灯できます。点灯中のランプ電流は従来の水銀ランプより少ないので、安定器が過熱するおそれは

ありません。

●光色、演色性は従来とほぼ同じ

《ワットカッター》の光色(色温度4,200K)および演色性(平均演色評価数Ra53)は一般形水銀ランプと同等の特性を有していますので、一般形水銀ランプと支障なく取換えることができます。

●形状・寸法は一般形水銀ランプと同一

《ワットカッター》の形状・寸法は、一般形水銀ランプとまったく同じですので、従来の一般形水銀ランプを使用した器具にそのまま使うことができます。

用途

屋内、屋外を問わず、一般水銀ランプが使用されている場所に使用できます。とくに工場照明、スポーツ照明等の保守用ランプとして最適ですが、新設の工場やスポーツ施設、広場、公園、街路等にもその省電力効果を發揮し、経済的照明ができます。

一般形水銀ランプ《ニューデラックスホワイト》と省電力形水銀ランプ《ワットカッター》の特性比較

種類	形名	安定器入力電流(A)		大きさ(W)	ランプ電流(A) 始動時 安定時	ランプ電圧(V)	全光束(lm)	※1 効率(lm/W)	※2 総合効率(lm/W)	※3 節電金額(円)	ランプ価格(円)		
		始動時	安定時										
一般形	HF250X-W	2.7	1.5	273	250	3.7	2.1	130	12,600	50.4	46.2		
ワットカッター	HF250X-W-EW/235		1.3	251	235		1.8	146	12,600	53.6	50.2		
一般形	HF300X-W	3.3	1.8	326	300	4.5	2.5	130	15,800	52.7	48.5		
ワットカッター	HF300X-W-EW/280		1.6	300	280		2.1	146	15,800	56.4	52.7		
一般形	HF400X-W	4.0	2.3	430	400	5.6	3.3	130	22,000	55.0	51.2		
ワットカッター	HF400X-EW/375		2.1	396	375		2.8	146	22,000	58.7	55.6		
一般形	HF700X-W	7.0	4.2	745	700	10.0	5.9	130	40,500	57.9	54.4		
ワットカッター	HF700X-W-EW/660		3.6	685	660		4.9	146	42,000	63.6	61.3		
一般形	HF1000X-W	9.7	5.9	1060	1000	13.5	8.3	130	59,500	59.5	56.1		
ワットカッター	HF1000X-W-EW/940		5.2	975	940		7.0	146	62,000	66.0	63.6		
※1 表中の値は一般形200V高力率安定器を使用した場合です。全光束、および電気的特性は100時間点灯後の値を示します。													
安定器により多少の違いがあります。《ワットカッター》は一般形100V用または200V用安定器でのみご使用ください。													

$$2) \text{※1 効率} = \frac{\text{全光束}}{\text{ランプ電力}} \quad \text{※2 総合効率} = \frac{\text{全光束}}{\text{安定器入力電力}}$$

※3 平均寿命時間12,000時間とした場合の総節電金額を示します。(15円/kWhで算出)

3) 節電率の平均は約8%ですが、個々のランプの節電率は、約4~11%の範囲にあります。

4) 電源電圧は定格電圧の95%以上で、かつ安定器の電源タップ指定電圧の±5%以内でお使いください。

5) 多形寸法、始動再始動特性、電源電圧変動特性、管壁温度分布および動作特性は当社一般形水銀ランプ《ニューデラックス・ホワイト》と同じです。

6) HF形の他にHRF形(反射形)もあります。

当社の特許

登録番号	名 称	発 明 者	登録番号	名 称	発 明 者
853445	マーキング法	{太田基義・矢田俊雄 豊田裕美	856317	ヘリウムガス純化装置	相良泰一
853446	アーク溶接機のワイヤ送給方式	鵜飼順・鉄豊造	856318	回転機の速度設定制御方式	高柳正弘
853447	電磁連結装置のスリップ状態検出装置	岡本清秀・浜田富美雄	856319	追尾受信装置	山田洪平
853448	伸線機の駆動制御装置	佐藤寿一	856320	表面波線路のランチヤー	{立川清兵衛・橋本勉 島田禎晉・小山正樹
853449	隅肉溶接ならい装置	赤枝潤二郎・真田義夫	856321	パルス幅切り替え装置	中司浩生・橋本一
853450	ガスの密封方法	左中英夫	856322	エレベータの運転表示装置	石嶋進・田中稔
853451	円周自動溶接装置のワイヤー装置	鵜飼順・中谷隆男	856323	自動探索方式	太田堯久・北村春夫
854897	保護継電装置	{古谷昭雄・鈴木健治 三宅康明	856324	ゲート移相回路	遠藤義昭・岡野弘志
854898	保護継電装置	高田信治	856325	エレベータの運転方式	竹内照男
854899	距離継電装置	鈴木健治・畠田稔	856326	溶接トーチの自動位置補正装置	森一平・安藤隆
854900	距離継電装置	古谷昭雄・前田耕二	856327	レーザ溶接方法およびその装置	吉田寿夫
854901	調圧器	森川允弘・吾妻健国	856328	直流アーク溶接法	{鵜飼順・鉄豊造 林吉之
854902	レーザ・レーダ装置	中原昭次郎・伊藤克能	856989	Nb ₃ Sn系化合物超電導材料の製造方法	橋本康夫・小島英則
854903	レーザ・レーダ装置	{中原昭次郎・伊藤克能 稻場文男・小林喬郎	857086	タンカ揚油ポンプの自動制御装置	木内修
854904	限時継電装置	中川秀人・須本一雄	857172	時限距離継電装置	{三上一郎・鈴木健治 野沢輝夫
854905	コレゲート導波管	橋本勉・武田文雄	857173	位相比較継電装置	北浦孝一・鈴木健治
854906	アンテナの切換装置	池上和生	857174	保護継電装置	北浦孝一・鈴木健治
854907	アンチスキッド制御装置	内藤靖雄	857175	搬送保護継電装置	{古谷昭雄・中村勝己 坂本昌一
854908	自制式高周波インバータ装置	熊野昌義・寺野義夫	857176	静止形電力継電装置	畠田稔・原邦芳
854909	自制式高周波インバータ装置	熊野昌義・塚本昭三	857177	信号転送回路	高田信治
854910	回転機軸受	武藤淨	857178	位相比較継電装置	鈴木健治
854911	自動部品選出装置	浅野哲正・小西寛示	857179	張力制御装置	柏原正信
854912	乗員保護装置	{古東啓吾・藤井孝知 阪本稔	857180	保護継電装置	鈴木健治・古谷昭雄
854913	乾式計器用変成器	長谷川逸史・村上貞利	857181	保護継電装置	鈴木健治
854914	送受信装置	中川幹雄・花房正昭	857182	保護継電装置	鈴木健治
854915	掃除機用床ブラシ	井上敏	857183	半導体装置の製造方法	伝田隆治
854916	フレキシブルシャフト	{熊沢勉・富士茂憲 久保弘行	857184	事故点標装置	高田信治・前田耕二
854917	耐アルカリ金属性マイカ塑性体	{西楽隆二・大谷勝也 寺本和良・西森忠雄	857185	真空遮断器の接点形成法	{青木伸一・加藤勝 片山康平・橋口年春
854918	エポキシ樹脂組成物	田中誉郎・藤本隆光	857186	インバータ装置	{中堀一郎・赤松昌彦 熊野昌義
854919	熱硬化性樹脂の製造法	{不可三晃・江藤昌平 山本泰・中島博行	857187	回転速度検出装置	才田敏和
854920	電着絶縁導体の製造法	{柴山恭一・佐藤文彦 五島浩一	857188	プラズマを用いた半導体試料の特性制御装置	阿部東彦・伊藤和男
854921	電動工具用整流子電動機の電機子の製造方法	{隈本定宏・大塚敏勝 大西力	857189	インバータ装置	奈良愛一郎
856154	電力変換制御装置	赤松昌彦	857190	半導体装置の電流定格試験回路	赤松昌彦
856313	保護継電装置	前田耕二	857191	電気車制御装置	飯田隆彦・岩本英雄
856314	保護継電装置	鈴木健治・野沢輝夫	857192	電気弁の位相制御回路	成戸昌司
856315	搬送保護継電装置	鈴木健治・鈴木懇	857193	装置動作監視回路	池田和郎・越智紀明
856316	エレベータ制御方式	壱井芳昭・成川武文	857194	超電導マグネット	{石橋賢悟・山中彪生 松本直巳・吉田日出夫
			857195	乾式変成器の製造方法	{山田忠利・佐藤隆 藤原健三
					村上貞利・長谷川逸史

当社の特許

登録番号	名 称	発 明 者	登録番号	名 称	発 明 者
857196	タイムスイッチ	林 正 之	857211	ハロリン酸カルシウム系けい光体の 処理方法	小峰義治・粟津健三 〔末安高幸〕
857197	永久電流スイッチ	森川鉄也・佐藤 隆 山田忠利	857212	ホール素子熱起電力補償回路	佐藤重信・赤松健三
857198	感熱高分子材料	野村健次・草川英昭	857213	溶接アーチ揺動装置	鶴飼順・中谷隆男
857199	パルストラシスの可変周波駆動装置	石堂道治	857214	塗装仕上面の仮保護方法	朝野泰平・池田 弘
857200	連続圧延加工装置の制御方式	吉谷 豊・浜崎芳治	857215	すみ肉ならい溶接装置	真田義夫
857201	タイムプログラム装置	林 正 之・山根 満徳	857952	選択呼出方式及びその子局装置	竹垣 弘
857202	半導体装置の封止方法	大島征一	858005	半導体装置	竹村誠次・竹原克尚
857203	絶縁ゲート形電界効果トランジスタ の保護装置	榎本龍弥・森田洋司	859262	回転体の自動調心釣合装置	平野一郎・松倉欣孝
857204	キャリア濃度分布制御法	大坪陸之	859263	磁気ディスク記憶装置	東山 昇
857205	ポンディング用金線の圧着方法およ びその装置	阿部東彦	859264	六方晶形型酸化物磁石	〔友森正信・石井良衛 田辺登〕
857206	半導体結晶製造方法	大坪陸之	859265	点火信号発生装置	日野利之
857207	タイムプログラム装置	林 正 之・山根 満徳	859809	オゾン発生量制御装置	高木茂・梶野幸男 〔久慈陽一〕
857208	透湿性の改善された気体遮蔽物	〔草川英昭・高橋健浩 増見達生・吉野昌孝〕	862937	保護繼電装置	鈴木健治・野沢輝夫
857209	アーチ溶接方法	山本利雄・島田 弥	862938	インバータの過電圧保護方式	塙本昭三・矢野頼成
857210	自己融着性絶縁電線	江藤昌平・西崎俊一郎	862939	表示線監視装置	〔高田信治・菅井英介 下迫賀生〕

訂正 前号 Vol. 53 No. 6 に次のような誤りがありましたので、訂正しておわびいたします。

432 ページ 欄外の筆者所属場所 *商品営業所は⇒*商品研究所

468 ページ 図 9. 『MACTUS』 610 本体（写真の上、下が逆）

469 ページ 図 12. コントロールパネル ディスプレー (図の上、下が逆)

〈次号予定〉 三菱電機技報 Vol. 53 No. 8 交流電動機特集

論文集序

- 交流電動機特集によせて
 - 同期電動機の最近の動向
 - 新系列大形3相誘導電動機下“F2ライン”
 - 新系列小形誘導電動機
 - 交流高圧電動機用絶縁の最近の動向
 - 1次冷却材ポンプ用モータ
 - PAM方式極数変換電動機と省エネルギーへの応用
 - 多相形サイリスタモータ

普通論文

- 高調波対策リーシリーズ《MULTIFLEX》F
 - 新形 550 kV ガス絶縁母線
 - 可変速定位置停止クラッチモートル《リミ・ストップ》V
 - 新しい灯油気化式燃焼機—Air Jet Burner—
 - 《MELCOM》80 シリーズオフィスコンピュータシステム新モデル
 - 三菱 POS システム
 - 三菱モジュラーエスカレータ

三菱電機技報編集委員				三菱電機技報 53巻7号			
委員長	喜連川 隆	常任委員	久保田伸夫				
副委員長	浦德太郎	"	斎藤春雄				
"	後藤正之	委 員	遠藤裕男	(無断転載を禁ず)		昭和 54 年 7 月 22 日	印刷
常任委員	佐々木二郎	"	樋口 昭			昭和 54 年 7 月 25 日	発行
"	増瀬悦男	"	神谷友清	編集兼発行人	本間 吉夫		
"	葛野信一	"	橋爪 基	印 刷 所	東京都新宿区市谷加賀町 1 丁目 12 番地		
"	三輪 進	"	秋吉俊男		大日本印刷株式会社		
"	奈川敏雄	"	土井貞春	発 行 所	東京都千代田区大手町 2 丁目 6 番 2 号 (〒 100)		
"	瀬原田三郎	"	貴志清志		菱電エンジニアリング株式会社内		
"	高橋 広光	"	小野勝啓		「三菱電機技報社」Tel. (03) 243 局 1785		
"	忍足 博	幹 事	本間吉夫	発 売 元	東京都千代田区神田錦町 3 丁目 1 番地 (〒 101)		
"	武田克巳	"	足立健郎		株式会社 オーム社書店		
"	清田 浩	7号特集担当	忍足 博		Tel. (03) 233 局 0641, 振替口座 東京 20018		
"	福家 章			定 価	1部 400 円送料別 (年間予約は送料共 5,200 円)		

スポットライト

可児工場と MS-Aシリーズ電磁開閉器



可児工場全景

三菱M S形電磁開閉器は、昭和43年に

- 信頼性、安全性の向上
- 性能の向上
- 取扱い性の向上
- 国際商品化
- 短納期化

などの目標を追求して発売、さらにM S-A形として改良され、生産設備の重要な機能部品として、総計2,000万台へと大きく成長しています。

また、これらの目標をより一層、確固たるものとするために、新しい自動化された電磁開閉器の一貫生産工場として、三菱電機名古屋製作所可児工場が昭和54年4月に稼動を開始しました。新工場は自動試験、部品制作、組立ての自動化、コンピュータによる生産管理システムを大幅に導入し、より顧客の要望に応え、品質の安定した優れた製品を納期どおりに製作する体制が確立しました。世界でも指折りの電磁開閉器の量産工場として、各方面から大きな期待が寄せられています。



MS-Aシリーズ電磁開閉器

MS-Aシリーズの特長

- 取扱いが容易…コイル定格表示、器具番号スペース、動作表示、手動チェック等
- 信頼性が高い…機械的インタロック標準装備、コロガリ接点
- 高性能長寿命…400V定格容量大、瞬時電圧降下に強い
- 国際商品化…IEC、NEMA、BS、VDE準拠。UL、CSA、欧州安全規格、ロイド、BV、GL取得。

MS-Aシリーズ電磁開閉器の種類と定格

フレーム	A10	A11	A12	A20	A21	A25	A35	A50	A60	A80	A100	A120	A150	A220	A300	A401	A600	
AC3級	220V	1.5	2.5	2.5	4	4	5.5	7.5	11	15	19	25	30	37	55	75	110	150
定格容量(kW)	440V	2.2	4	4	7.5	7.5	11	15	22	30	37	50	55	75	110	150	200	300