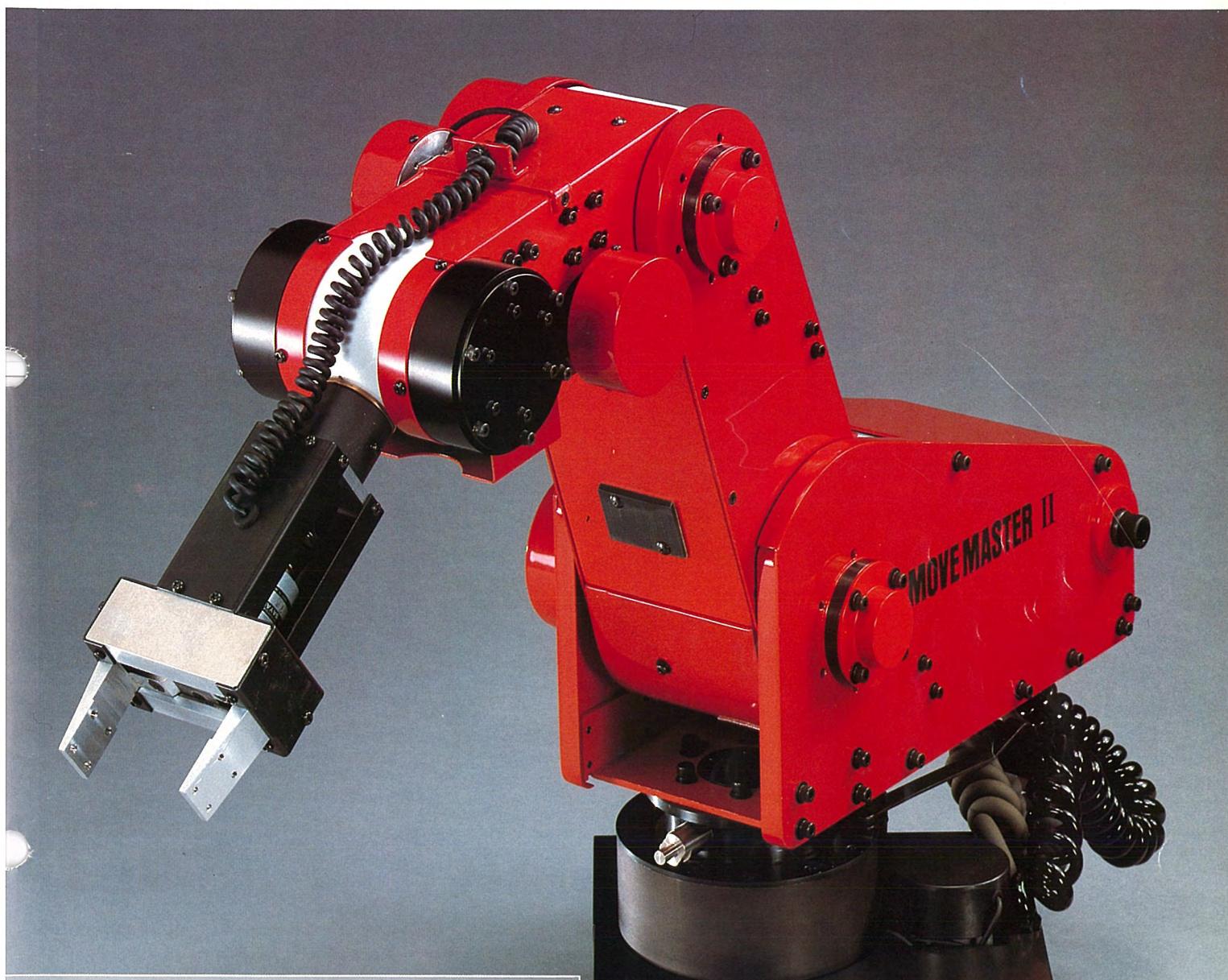


MITSUBISHI DENKI GIHO 三菱電機技報



Vol.56 No.12

マイコン技術とその応用特集

三菱電機技報 Vol. 56 No. 12 1982

マイコン技術とその応用特集

目 次

特 集 論 文

知的資源 "マイコン技術" に思う 1
相坂秀夫

最近のマイクロコンピュータ技術の動向と当社製品への応用 2
大野栄一

CMOS高機能 8ビットワンチップマイクロコンピュータ 4
中川博雅・倉田 勝・脇本昭彦・城田省三・藤田絢一

16ビットマイクロコンピュータの開発サポート装置 9
亀井達也・広川祐之・中村和夫・村井正弘・山内直樹

三菱パーソナルコンピュータ《MULTI 16》のRS-232Cインターフェース 14
二木康裕

三菱汎用シーケンサ《MELSEC-Kシリーズ》のデータリンクシステム 19
伊藤善文・葛西由夫・吉沢美行

マイクロロボット《ムーブマスター》とそのコントローラにおけるマイクロコンピュータ技術 25
沢田 忠・高橋 修・曾原泰之・猫塚正道

POSターミナルにおけるマイクロプロセッサの応用 29
津波勝一・芋生信一・大和真二

マイクロプロセッサを用いたディジタル式単機能形繼電器 33
伊藤 真・矢野恒雄・大谷則夫・山下 晃

パワーエレクトロニクスにおけるマイクロコンピュータの応用 37
林 伸一郎・東野重紀・佐志田伸夫・水野公元・坂崎正一

電子商品におけるマイクロコンピュータの応用 41
大川雄敬・西沢文俊

普 通 論 文

蒸発冷却式ガス絶縁変圧器 48
春本容正・吉田良男・梶山諭一・伊奈照夫・田村 清

熱間仕上圧延用直流電動機の進歩 52
副島孝由・志田邦明・竹内詔夫・中塙洋司・中西悠二

西独TRAUB社向け新形NC装置 55
赤祖父恭介・北爪次男・鈴木悦郎・朽木 清

数理計画と予測最適レギュレータによる雨水・汚水ポンプの自動制御 60
中堀一郎・中崎勝一

電子計算機室用パッケージエアコンPWC形 63
成田勝彦・西 源一郎・森 美喜男・北内 肇

暖房室内における温度気流分布と快適性 67
菅原作雄・原 正規・山崎起助

特許と新案 46, 74

スキー場の混光照明方法

メタルハライドランプ

開閉器

高圧水銀ランプ用電極体の製造方法

ス ポ ッ ツ ラ イ ト

コルゲート変圧器 72

POSターミナルT-7100シリーズ 73

三菱《MELCAD-MD》システム (表3)

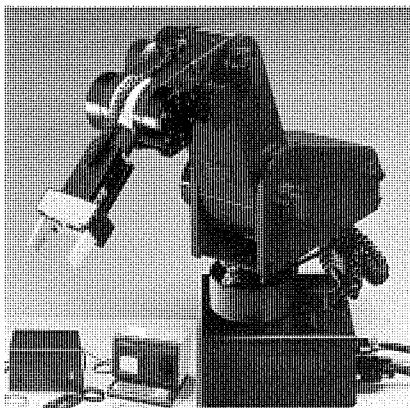
三菱電機技報56巻総目次 75

表紙

産業用マイクロロボット《ムーブマスターII RM-501》

昭和57年4月から本文に掲載の教育・研究用マイクロロボット《ムーブマスターRM-101》を発売したが、産業用向けとしてスピードアップした低価格のマイクロロボットの要請が高まり、この要望にこたえて、小形DCサーボモータを採用した軽作業用マイクロロボット《ムーブマスターII RM-501》を開発し、昭和58年1月から発売する。

このロボットは、垂直多関節形、小形・軽量可搬形で、各社のパーソナルコンピュータとも準セントロニクスを介して接続でき、操作も簡単なポジショニング可能なティーチングボックスを持っている。ドライブユニットにはプログラム化機能を付加したので、プログラムをROM化すれば、パーソナルコンピュータを切り離して操作することができる。また、このドライブユニットにはインテリジェンス回路を装備しているので、5軸制御、ティーチングによる教示モード、原点復帰機能を持っている。



アブストラクト

CMOS高機能8ビットワンチップマイクロコンピュータ
中川博雅・倉田 勝・脇本昭彦・城田省三・藤田絢一

三菱電機技報 Vol.56-No.12-P4~8

従来、家電・民生機器制御用としては、コストパフォーマンスの良い4ビットワンチップマイコンが多く使用されていた。しかし、アーキテクチャの工夫による規則的パターンの使用及びウェーハプロセスの微細化技術の進歩により8ビットワンチップマイコンにおいてもコストパフォーマンスの良い、拡張性の高いマイコンを設計できるようになった。

この論文では、今回開発したマイコンのアーキテクチャ、機能、応用などについて述べる。

マイクロロボット《ムーブマスター》とそのコントローラにおけるマイクロコンピュータ技術

沢田 忠・高橋 修・曾原泰之・猫塚正道

三菱電機技報 Vol.56-No.12-P25~28

このたび汎用のパーソナルコンピュータと接続できるマイクロロボットRM-101形とロボット専用コントローラMX-6000を発売した。RM-101形は本体にCPUを搭載しインテリジェンス化されている。また、MX-6000はロボットを同時に2台制御できるほか、視覚センサなどのロボット関連機器も制御できる。

16ビットマイクロコンピュータの開発サポート装置

亀井達也・広川祐之・中村和夫・村井正弘・山内直樹

三菱電機技報 Vol.56-No.12-P9~13

三菱16ビットCPU M5L8086S並びに基板コンピュータ PCA8601の応用ソフトウェア開発用として、PC9100クロスマシンブル装置及びPC9110デバッグ装置を開発したので、その機能、特長について紹介する。PC9100は、汎用OS、標準システムバスを採用して汎用性を高めており、PC9110には大容量メモリと実用的なデバッグ機能を搭載した。ソフトウェア開発の効率向上に対する寄与が期待される。

POSターミナルにおけるマイクロプロセッサの応用

津波勝一・芋生信一・大和真二

三菱電機技報 Vol.56-No.12-P29~32

8ビットCPU(8080)の応用からスタートした三菱POSターミナルも(8085)へと移行しながら、機能拡張、システム化、より高度化への道を進んできた。このたび百貨店、大形量販店を対象として、16ビットCPU(8086)を使用したセルフコンパイル方式の多機能POSターミナルT-7100を開発、発売を開始したので、マイコンの応用を中心に、機器の特長、ハードウェア、ソフトウェアの概要を紹介する。

三菱パーソナルコンピュータ《MULTI 16》のRS-232Cインターフェース

二木康裕

三菱電機技報 Vol.56-No.12-P14~18

三菱パーソナルコンピュータ《MULTI 16》に、ユーザーI/Oインターフェースの一つとして用意されたRS-232Cインターフェースについて、ハードウェアのインターフェース条件と入出力プログラミングにおいて使用されるRS-232C制御モジュールを説明する。RS-232Cインターフェースはコンピュータを代表する技術の一つで、《MULTI 16》の応用分野の拡大に貢献している。

マイクロプロセッサを用いたディジタル式単機能形継電器

伊藤 真・矢野恒雄・大谷則夫・山下 晃

三菱電機技報 Vol.56-No.12-P33~36

電力系統の保護・制御などのシステム又は装置を構成する単一機能形の継電器としては、従来、電気回路、電子回路などの部品を使用したワイヤードロジック方式を採用していた。今般、高性能化、高信頼度化、経年変化低減、保守性の向上及び小型化を図り、しかも従来の継電器と同じ感覚で扱える継電器を実現すべく、1チップマイクロプロセッサを使った不足周波数継電器、周波数変化率検出継電器、配電線再閉路継電器などを実用化したので概要を述べる。

三菱汎用シーケンサ《MELSEC-Kシリーズ》のデータリンクシステム

伊藤善文・葛西由夫・古沢美行

三菱電機技報 Vol.56-No.12-P19~24

最近、特にシーケンサ市場は急速な適用範囲の拡大をとり、FMSの一環として階層化システムの要求が急増している。この要求にこたえるためにデータリンクシステムを開発したので紹介する。《MELSEC-Kシリーズ》のデータリンクシステムは、複数のシーケンサや入出力ユニット間で直列又は並列にデータの交信を行い、遠距離入出力の配線工事の削減、トータル入出力点数の拡大及び分散制御を可能にし、パソコンなどと制御情報の授受を行う。

パワーエレクトロニクスにおけるマイクロコンピュータの応用

林 伸一郎・東野重紀・佐志田伸夫・水野公元・坂崎正一

三菱電機技報 Vol.56-No.12-P37~40

マイクロプロセッサとLSI技術は急速な進歩を遂げ、その性能は著しく向上しパワーエレクトロニクスの分野にも広く適用されつつある。本稿では(1)ロボット、NC機械用AC主軸インバータ装置、(2)金属表面処理用ディジタル制御整流装置、(3)電力系統用静止形無効電力補償装置、(4)高耐圧サイリスタバルブ用監視装置、(5)電力系統の電気の質を計測する周波数分析装置へのマイコン応用の概要について紹介する。

Abstracts

Mitsubishi Denki Gihō : Vol. 56, No. 12, pp. 25~28 (1982)

Move master: A Micro-Robot with Microcomputer Control

by Tadashi Sawada, Osamu Takahashi, Yasuyuki Sohara & Masamichi Nekozuka

Mitsubishi Electric has recently marketed the RM-101 Move master micro-robot, capable of interfacing with personal computers, and the MX-6000 special-purpose controller. The RM-101 carries its own central processor unit which enables the robot to perform "smart" functions. Its controller, the MX-6000 computer can control two RM-101s simultaneously or a robot equipped with "vision" sensors or other devices.

Mitsubishi Denki Gihō : Vol. 56, No. 12, pp. 29~32 (1982)

The Application of Microprocessors to POS Terminals

by Shoichi Tsuwa, Shin'ichi Imo & Shinji Yamato

Point-of-sales (POS) terminals produced by Mitsubishi Electric, initially based on the 8080 8-bit microprocessor, were subsequently converted to the 8085 microprocessor. In the process, advances were made in providing a wider range of functions and increased systematization. A 16-bit 8086-microprocessor-based POS terminal capable of a wide range of self-compiled functions for use in department stores and other large volume retailers has now been developed and marketed. In the article, the functions of this new terminal, the T-7100, its special features, hardware, and software are described and related to the use of the 8086 microprocessor.

Mitsubishi Denki Gihō : Vol. 56, No. 12, pp. 33~36 (1982)

Microprocessor-Controlled Digital Relay Units

by Makoto Ito, Tsuneo Yano, Norio Otani & Akira Yamashita

Until quite recently, electric or electronic hard-wired logic circuits predominated in the construction of power-system protection and control systems and individual relay units. More recently, however, Mitsubishi Electric has developed a microprocessor-controlled digital relay unit that offers expanded capabilities and increased reliability. It reduces maintenance requirements and minimizes changes in performance with time, and occupies less space than existing units. It has been designed to be interchangeable with existing units, but the single-chip microprocessor it incorporates enables several new functions including underfrequency relaying, frequency rate-of-change detection, and feeder reclosing. The article summarizes the new relay unit's main features.

Mitsubishi Denki Gihō : Vol. 56, No. 12, pp. 37~40 (1982)

The Application of Microcomputers to Power Electronics

by Shin'ichiro Hayashi, Shigenori Higashino, Nobuo Sashida, Masamoto Mizuno & Shiochi Sakazaki

In recent years, remarkable advances have been made in the technology of LSIs and microprocessors. These devices are now being adapted for use in power electronics. The article describes the application of microcomputers to provide control functions in the following areas: AC spindle inverters for robots and NC equipment, digitally controlled rectifiers for metal-surface treatment applications, static VAR compensators for electric-power systems, high-voltage thyristor valve-monitor systems, and frequency analyzers for power-supply-system measurements.

Mitsubishi Denki Gihō : Vol. 56, No. 12, pp. 4~8 (1982)

A High-Performance CMOS 8-Bit Single-Chip Microcomputer

by Hiromasa Nakagawa, Masaru Kurata, Akihiko Wakimoto, Shozo Shirota & Koichi Fujita

Recently, 4-bit single-chip microprocessors have been used to provide cost-effective control of household electrical appliances. The use of regular-pattern circuit architecture in conjunction with improvements in fine-pattern wafer-processing technology, however, has now made it possible to begin cost-effective use of 8-bit single-chip microcomputers to provide expanded variety and flexibility of control functions. The article treats the architecture, performance data, and applications of the newly developed microcomputer chip.

Mitsubishi Denki Gihō : Vol. 56, No. 12, pp. 9~13 (1982)

Software Development Tools for 16-Bit Microcomputer Systems

by Tatsuya Kamei, Hiroyuki Hirokawa, Kazuo Nakamura, Masahiro Murai & Naoki Yamauchi

In conjunction with the development of the M5L8086S 16-bit CPU and the PCA8601 one-board computer, Mitsubishi Electric has produced two units to assist in the development of application software. These are the PC9100 cross assembler and the PC9110 debugging unit. The PC9100 uses a general-purpose operating system and a standard system bus to provide a wide range of flexibility. The PC9110 contains a large memory and has a variety of practical debugging routines. Together, they make it possible to greatly reduce software development time. The article discusses their functions and special features.

Mitsubishi Denki Gihō : Vol. 56, No. 12, pp. 14~18 (1982)

The RS-232C Interface for the Mitsubishi Electric MULTI 16 Personal Computer

by Yasuhiro Futagi

The Mitsubishi MULTI 16 personal computer is often used in I/O applications that require the installation of an RS-232C serial-communications interface. The article describes an RS-232C control module that comprises both the necessary interface hardware and input/output programming. An RS-232C interface provides important supporting functions for computer operation, so the development of this control module will make a significant contribution to the expansion of application fields for the MULTI 16.

Mitsubishi Denki Gihō : Vol. 56, No. 12, pp. 19~24 (1982)

A Data-Link System for the MELSEC Series K Programmable Controllers

by Yoshifumi Ito, Yoshiro Kassai & Yoshiyuki Furusawa

Recently, the range of applications for programmable controllers has grown tremendously. The rise in demand for hierarchical systems for use in flexible manufacturing systems has been particularly steep. The article introduces a data-link system developed to meet this need. The MELSEC Series K data-link system provides serial or parallel data transmission between a multiplicity of programmable controllers, I/O units, or similar devices. This arrangement allows a reduction in the length of I/O wiring and an increase in the total number of I/O connections. Another benefit is that control information can be passed between the data-link system and a personal computer or similar equipment, allowing control analysis to be performed.

アブストラクト

電子商品におけるマイクロコンピュータの応用

大川雄敬・西沢文俊

三菱電機技報 Vol.56-No.12-P41~45

近年、家庭用オーディオ・ビデオ機器の分野で、機能の高度化、複雑化が進んでいる。当社においても、VTRをはじめとする多くの電子商品にマイコンを採用して、多機能化に対応すると同時に、信頼性、操作性などの性能の向上を図っている。

本稿では、ビデオ機器を対象として、ポータブルVTRにおけるシステムコントロール制御とテレビのチューナーにおける周波数シンセサイザへの4ビットワンチップマイコンの応用例を示す。

数理計画と予測最適レギュレータによる雨水・汚水ポンプの自動制御

中堀一郎・中崎勝一

三菱電機技報 Vol.56-No.12-P60~62

近年、下水処理場の運用制御は自動化が進められ、水処理、汚泥処理、揚水機能と計装・制御が普及してきている。揚水機能のうち、晴天時の下水流入を対象とした汚水ポンプの自動制御は実現されてきた。晴天時の流入量の数倍にもなる雨天時の雨水流入に際して、流入渠や調整池の貯水能力を十分に利用し、下水処理の流入負荷を平滑化することを目指した運用制御が望まれている。ここでは、そのような制御として予測レギュレータによる方法について述べる。

蒸発冷却式ガス絶縁変圧器

春本容正・吉田良男・桃山諭一・伊奈照夫・田村 清

三菱電機技報 Vol.56-No.12-P48~51

電力需要の増大に対応して既設変電所の容量拡大が重要課題となっている。この場合、既設変圧器室の耐荷重や寸法に制約があり、従来の油入変圧器での容量拡大に限度があることから最近になって蒸発冷却式変圧器が見直され、実用化検討がなされている。このたび関西電力㈱と三菱電機㈱が共同開発した77kV 40MVA蒸発冷却式ガス絶縁変圧器は世界最大容量のものである。

電子計算機室用パッケージエアコンPWC形

成田勝彦・西 源一郎・森 美喜男・北内 肇

三菱電機技報 Vol.56-No.12-P63~66

電子計算機室用空調機の省エネルギー化を図るために、従来ユニットの温度制御に使用していた電気ヒーターレヒートシステムに代って凝縮器で捨てていた熱を利用した冷媒レヒートシステムを開発した。このシステムにより、従来に比較して約50%の省エネルギーを達成できた。このシステムを採用した電子計算機室用パッケージエアコンPWC形を開発したのでここに報告する。

熱間仕上圧延用直流電動機の進歩

副島孝由・志田邦明・竹内詔夫・中塙洋司・中西悠二

三菱電機技報 Vol.56-No.12-P 52~54

昭和57年4月に新日本製鐵㈱八幡製鐵所の熱間連続圧延設備が稼働開始した。この新設備の仕上圧延用直流電動機に適用した各種の新技術を紹介し、特に高効率化と保守の省力化について述べる。この電動機群は、総出力57,600kWに達し世界最大級であるだけでなく、双電動機駆動を採用するなど次世代の圧延用電機品の姿を示している。また、三菱電機㈱の従来の標準設計と比較すると、電動機の定格負荷時の効率向上分は2~3.7%で、年間の節電量は約11GWhに達する。

暖房室内における温度気流分布と快適性

菅原作雄・原 正規・山崎起助

三菱電機技報 Vol.56-No.12-P 67~71

現在、冷暖房機器は様々な種類や形態のものが市場に出現している。しかし、これらの機器が実際に使用される室内環境の快適性評価に関しては、ほとんど研究がなされていない。これに対し、当社は室内環境における快適性の新しい評価指標として、快適分布指数(CDI)を開発したのでその概要について紹介する。更に壁掛け及び床置形温風暖房機を例にとり、CDIを用いて解析を行った室内環境における快適性の評価結果について述べる。

西独TRAUB社向け新形NC装置

赤祖父恭介・北爪次男・鈴木悦郎・朽木 清

三菱電機技報 Vol.56-No.12-P 55~59

機械加工産業において、最近ライン化、システム化とそのフレキシブル化が注目を集めている。一方、NC工作機械の普及につれて、その操作性、プログラミングに対する簡便さを求める声は大きい。

当社は西独工作機械メーカーTRAUB社との共同研究により、新形NC装置TX-8の開発及び量産化に成功したのでそのシステムの概要と特長を紹介する。

Abstracts

Mitsubishi Denki Gihō : Vol. 56, No. 12, pp. 60~62 (1982)

Storm-Sewage Pump Control Using a Predictive Regulator and Mathematical Programming

by Ichiro Nakahori & Katsuichi Nakazaki

In recent years, sewage-treatment plant operation and control has become increasingly automated. Instrumentation and electronic control of pumping operations required for sludge treatment are being widely adopted. Automatically controlled sewage pumps have been developed for use on clear days, but to deal with the several-fold larger volumes of storm sewage encountered during rainy weather, effective use of channels and reservoirs and a smooth flow of the sewage-treatment loads is necessary. The article describes a pump-controller system designed for this purpose in which operation is based on predictive regulating techniques.

Mitsubishi Denki Gihō : Vol. 56, No. 12, pp. 63~66 (1982)

The Type PWC Packaged Air Conditioner for Computer Rooms

by Katsuhiko Narita, Gen'ichiro Nishi, Mikio Mori & Hajime Kitauchi

To increase the energy efficiency of packaged air conditioners for computer rooms, the existing electric-heater reheat system with thermal control has been discarded in favor of a newly developed refrigerant-reheat system that makes use of heat released by the condenser. This system has resulted in energy savings of about 50% over previous systems. The article describes the Type PWC packaged air conditioner incorporating this new system for use in computer rooms.

Mitsubishi Denki Gihō : Vol. 56, No. 12, pp. 67~71 (1982)

The Measurement of Warm-Air Distribution and Comfort in Heated Residential Rooms

by Sakuo Sugawara, Masanori Hara & Kisuke Yamazaki

A wide variety of air-conditioning equipment incorporating many different functions is currently available. The degree of comfort these systems create once installed, however, has remained uninvestigated. To meet the need for a means of measuring climate-control efficiency, Mitsubishi Electric has developed a new evaluation index to indicate the level of comfort within room interiors. This index, called the Comfort Distribution Index (CDI), is summarized in the article, and examples of its use to analyze room comfort using wall-mounted and floor-standing forced-air heaters are given.

Mitsubishi Denki Gihō : Vol. 56, No. 12, pp. 41~45 (1982)

The Application of Microprocessors to Consumer Electronics

by Katsuhiro Okawa & Fumitoshi Nishizawa

In recent years, the complexity and performance of consumer audio and video equipment has been growing. Mitsubishi Electric has employed microprocessors in a large number of products. Prominent among them are VTRs, where microprocessors provide an expanded range of functions with increased reliability and operating ease. As an example of this process, the article discusses the use of 4-bit single-chip microprocessors in VTR-control systems and television-tuner frequency synthesizers.

Mitsubishi Denki Gihō : Vol. 56, No. 12, pp. 48~51 (1982)

Vapor-Cooled Gas-Insulated Transformers

by Yoshinobu Harumoto, Yoshio Yoshida, Yuichi Kabayama, Teruo Ina & Kiyoshi Tamura

With demand for electric power increasing, the development of methods for raising substation power-output capacity has become an important area of research. In existing oil-filled transformer systems, the maximum-load capacity is limited, the potential for expansion is small, and measurements are difficult to make. As a result, vapor-cooled transformers have drawn attention and are now undergoing development for commercial application. The article describes a 77kV, 40MVA vapor-cooled gas-insulated transformer—the highest capacity yet achieved in a single unit. This transformer is the product of a joint development effort by The Kansai Electric Power Company and Mitsubishi Electric.

Mitsubishi Denki Gihō : Vol. 56, No. 12, pp. 52~54 (1982)

The Development of Main-Drive DC Motors for State-of-the-Art Hot-Strip-Mill Finishing Stands

by Takayoshi Soejima, Kuniaki Shida, Norio Takeuchi, Yoji Nakatsuka & Yuji Nakanishi

In April 1982, Nippon Steel Corporation began operation of a new-generation, state-or-the-art continuous hot-strip mill. The article introduces the many technological innovations made in the development of DC motors for the finishing stand in the new facility. In particular, the methods by which operating efficiency was increased and maintenance requirements reduced are treated in depth.

This group of motors has a full-output load capacity that reaches 57,600kW, the highest in the world to date. Their development marks the advent of a new generation of motors for mills employing electric-motor drive. Compared with Mitsubishi Electric's previous designs, the new motor shows an efficiency improvement of 2.0~3.7% under full-load conditions. This is equivalent to savings of about 11GWh over a full year.

Mitsubishi Denki Gihō : Vol. 56, No. 12, pp. 55~59 (1982)

A Numerical-Control System for Hermann Traub GmbH & Co.

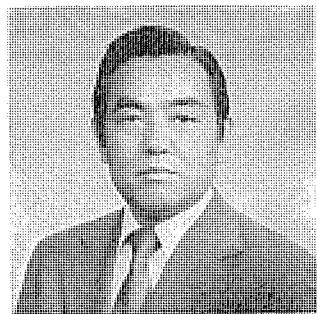
by Kyosuke Akasofu, Tsugio Kitazume, Etsuro Suzuki & Kiyoshi Kuchiki

In the field of metalworking, flexible manufacturing systems (FMS) are currently a focus of attention and development activity. There is also an urgent call for simpler operation and programming of the NC machine tools being widely introduced.

The TX-8 numerical-control system described in the article was developed and successfully adapted to mass-production by Mitsubishi Electric in a joint research project with Hermann Traub, a West German machining equipment manufacturer.

知的資源“マイコン技術”に思う

慶應義塾大学理工学部教授 工学博士 相 磐 秀 夫



物質資源やエネルギー資源の乏しい我国にとって知的資源の開発は宿命的な課題である。鉄鉱石や石油資源に対抗しうる知的資源の代表的なものは取りも直さず VLSI 技術とそれを活かしたマイクロコンピュータ（以下、マイコンと略称）技術である。VLSI 技術は改めて述べるまでもなく、電気・電子に関連する広い分野に測り知れない波及効果をもっている。製品をハードウェアとして実現する場合に、誰しもが頼る技術が VLSI である。その VLSI の最も手近かな成果がマイコンであろう。多方面のユーザーが自分の製品の質的な改善と付加価値の増大を図ろうとしたとき、必ず思いつくのがマイコンの利用である。したがって、一般的のユーザーにとって、VLSI とマイコンは同義語的な性格をもっているといえる。ここでは、そのようなマイコンをとりまく、いくつかの課題について思いつくまま述べてみたい。

まずマイコンのハードウェアともいべきマイクロプロセッサ・メモリ・周辺回路などの開発は我国のお家芸ともいべきもので、世界のトップ・レベルの力を発揮している。ただ残念なことに、その多くのものは設計思想（アーキテクチャともいえる）が固まっているものに限っての話である。メモリや周辺回路の一部は新しいアーキテクチャを取り入れる必要はなく、いかに実装密度の高い安価なチップを開発するかに課題が集中している。しかしマイクロプロセッサに関しては最初に設定するアーキテクチャによって、その性格は大きく変わってしまう。ところが、我国で生産しているマイクロプロセッサはほとんどが米国とのものと同じである。つまり、我国のメーカーの多くは米国メーカーのセカンド・ソースになりきってしまっているのである。セカンド・ソースすなわち 2 番手メーカーは莫大な初期投資を避けることができ、最初の製品よりも良いものが開発でき、しかも確実にマーケットがあるという利点を追求しているに過ぎない。マイコン応用の多くの分野は何も新しい製品を必要としないという事実があるかも知れない。また、ソフトウェアの互換性の方が重要で、なまじっかアーキテクチャなどいじらない方がよいという意見はあろうが、このまま 2 番手メーカーの考え方を押し進めれば、日米間の経済摩擦の原因につながる心配がある。

ところで、なぜ我国では新しいアーキテクチャの開発が苦手なのだろうか。その理由にはいろいろあるとは思うが、一つはアーキテクチャがもつ性格にある。この分野は、現時点では理論的な面よりも経験や広い知識、あるいはセンスといったアート（芸術）的な面が幅をきかしている。近代エンジニアリングには多分にこのようなアート的なノウハウが重要な役割を果すように思われるが、我国の技術者はその重要性を適格にとらえていないし、またそのような教育も受けていない。もう一つの原因は我国の科学者・技術者の性格である。日本人は目標がはっきり定まったものに対するアプローチには抜群の生産性を発

揮するといわれている。しかし、新しい目標を設定すること、あるいは独創性につながる新しい概念を創造するのは下手である。その理由は今まで追いつけ、追い越せの時代であって、そうする必要性も少くなかったこともあるが、我国の教育のあり方にも関係があるようと思う。我国の教育が入試のために終始している事実を見れば、とても新しい概念形成や独創性を養う環境がないことが分かる。共通一次試験という枠にあてはめるような教育をしている限り、そのような情況を大きく改善することは無理であろう。しかし、見方を変えれば、我国の教育は品質管理（QC）向であるように思う。ここで誤解のないようにお断わりしておくが、QC も近代エンジニアリングには不可欠な重要な技術だということで、決してこれを無視せよといっている訳けではない。一見して異質な性格をもつ独創性と QC 的な技術を適度に組合せないことには一流の知的産業は成長しないということである。

ソフトウェアの開発についても同じことがいえる。ソフトウェアは今までの工業製品と違って、物理的な実体がなく、無形で、しかも高価なことである。このことは正にソフトウェアにおいては、概念形成が重要な役割を果していることを意味している。マイコンのソフトウェアに関して、特に重要なのはマン・マシン・インターフェースの開発である。十人十色の人間を相手にする理想的なマン・マシン・インターフェースが短期間のうちに、しかも一回の開発でできるはずがない。使用経験を積んで、何回も改善を重ねなければ、使い勝手のよいシステムにつながるはずがない。また、それ以外によいものを作る方法もない。したがって、開発に時間がかかることを覚悟する必要がある。時間がかかるっても、世界のトップ・レベルを維持できてこそ最先端技術といえるのではないだろうか。

マイコンの応用に関してもお面白い動きがある。ハードウェアやコンピュータ技術の急速な進歩に伴って、1 台の大型コンピュータだけに頼る時代は去り、間もなく高機能パソコン（スーパー・パソコン）の時代が到来しよう。大学に例をとれば、スーパー・パソコンなしに近代的な教育や研究を進めることは考えられなくなるに違いない。現に、米国の一流大学ではその動きを示している。先生や学生の必需品は計算尺から関数電卓、そしてスーパー・パソコンへと移りつつあるのである。

知的資源としてのマイコン技術はこれからますます重要になろう。幸い、我国の技術本質に適った性格をもっており、大きな期待をかけることができるが、その反面、解決すべき問題も多い。しかし、この分野ほど止まるところを知らない、豊かな将来性をもつ、楽しみな分野も少くない。難解な問題も先進国最先端技術の一端として積極的に取組んで行きたいものである。

最近のマイクロコンピュータ技術の動向と当社製品への応用

大野 栄一*

1. まえがき

1971年に初めての4ビットマイクロプロセッサが出現して以来、わずか11年経過したのみであるが、その間における関連技術の進歩と応用分野への展開には目をみはるものがある。

総合電機メーカーである当社は、半導体部門において各種の用途に対応したマイクロプロセッサ、マイクロコンピュータを生産する一方、重電、電子、機器、商品、システムの各部門における幅広い製品群への応用展開を進めてきているが、その速度は更に加速されつつある。

この特集号では、それらの中から代表的なものを選んで以下に紹介している。ここでは、それらに先立って、マイクロコンピュータとその応用に関する全般的な動向と、当社における応用の現状を紹介し、参考に供することにしたい。

2. 新しい技術の動向

図1.は、マイクロコンピュータの基本構成図である。ここで、コンピュータの中心部分であるCPU(セントラルプロセッシングユニット)を1チップ化したのがマイクロプロセッサであり、ROMやRAMなども含めて全体を1チップ化したのがワンチップマイクロコンピュータ(ワンチップマイコン)と呼ばれることは今更説明する必要はないであろう。

そこで、このマイクロプロセッサに関する最近の技術動向を挙げると次のようになる。

2.1 ハードウェア関連の動向

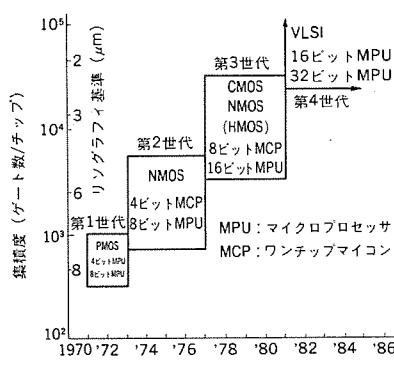
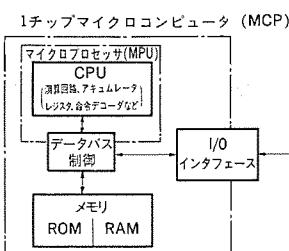
(1) 高集積化

初期の第1世代では1チップ当たり数百ゲートの集積度であったものが、第2世代では数千ゲートとなり、更に最近の第3世代では3マイクロパターンが確立して集積度も1万ゲートを超える状況にある。これによってワンチップマイコンが4ビットのみでなく、8ビットをも実現する一方、高機能の16ビットマイクロプロセッサが定着した(図2.参照)。

更にVLSI技術に基づく第4世代も目前となり、32ビットマイクロプロセッサの開発・実用化も強力に進められている。

(2) プロセスの進展

第1世代のPMOSからスタートしたマイクロプロセッサは、第2世代でNMOSが主流となり処理速度の向上を始めとする高性能化を達成した。更に第3世代に入りNMOSの高集



積化されたプロセス(HMOS)が進展するとともに、消費電力が格段に少なく、発熱の点でも有利なCMOS技術が急速に進み実用化されてきた。

CMOSは電池の小形化と共に携帯用・移動用電子装置の普及に最大の貢献をしたのであるが、更に大型の固定装置においても、電源の小形化、冷却システムの簡素化など多くの利点をもたらすものであり、今後ますますCMOS化の拍車がかかるものと思われる。

(3) 多機能化と多様化

高集積化の実現により、多様な機能を1チップに含めることも可能となった。特にI/O機能の強化をねらってA/Dコンバータを内蔵したワンチップマイコンなど目的に応じて多様なものが実現している。

また、周辺LSIについても、システム構成に必要な各種のデバイスが実現している。最近では、音声合成用LSI、フロッピーディスクやCRTディスプレイなどの入出力機器制御用LSIなど専用機能デバイスが市販されている。その他半導体メモリもRAMの大容量化とROMの多様化が進みマイコンシステムの普及に大きく貢献していることはいうまでもない。

(4) CAD・CAMの普及

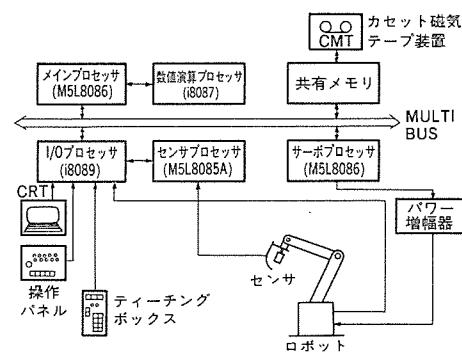
1チップに数万・数十万の素子を含むLSIの設計には、計算機を駆使したCADは必ず(須)のものである。今後更にこの傾向は強まるとともに、CAD端末がLSIのユーザーであるシステム設計者に開放され、それぞれの用途に応じたカスタムマイコンの出現も夢ではないよう思われる。

2.2 ソフトウェアとシステム関連の動向

(1) マルチプロセッサシステム

マイクロプロセッサの性能向上は著しいものがあるが、1台のみでは要求に応じられない場合が多い。これに対し複数のプロセッサを用いて機能を分担し、全体の能力を向上させる方式としてマルチプロセッサシステムが用いられている。これにより処理速度の向上、信頼性の向上、システムの柔軟性・拡張性の付与などの利点が得られる。

図3.にロボット制御に用いられた実例の構成を示す。ここでは全体で5個のプロセッサがそれぞれの機能を分担し協調動作していることがわかる。



(2) ソフトウェア開発の効率化

マイコンハードウェアの高性能化・大規模化に伴って、それを実際に動作させるためのソフトウェアの量は急速に増大している。このためソフトウェアの開発を効率化することが大きな問題となってきた。

これに対処するには、開発サポートシステムの充実による環境整備、高級言語の採用によるソフトウェア生産性の向上及び効率的なソフトウェア開発手順の実施が必要であろう。

(3) 使いやすいシステムへ

マイコンが普及し、身近なものになるに従って、特別にソフトウェアの知識のない人でも使えるようなシステムにすることが要求される。これはマンマシンインターフェースの充実の問題となる。CRT、液晶などディスプレイの完備によって視覚を通じてのほかに、音声合成、音声認識による聴覚を通じてもマイコンとの交流を容易にし、使いやすさの向上が図られている。

また、ソフトウェアの面でもPOL(問題向き言語)の充実により、コンピュータと自然語に近い形で対話しながら必要な情報の入出力ができるシステムが普及しつつある。

(4) 信頼性の向上

ハードウェアとしての半導体素子の信頼性は最近著しく向上しているが、ソフトウェアや周辺機器を含めたシステム全体の信頼性の確保を図

ることは常に重要な問題である。また、各種の制御に用いられるマイコンシステムでは、かなり劣悪な環境条件にも耐えることが必要となり、電気的なノイズ対策も考慮しなければならない。

更に故障の自己検出診断から自己回復、自己修復までをプログラム化し、システムの高信頼化を確保する方向に進んでいる。

3. 当社製品への応用

マイクロコンピュータを応用した製品は、そのすべてを挙げることは極めて困難なほど広く普及している。ここでは、当社における応用の現状を可能な範囲で集約し、表1に示した。

これらの内容についてここで詳述することは不可能なので省略するが、この表からマイコンが発電電やプラント・環境、更に金融や通信・防衛といった大規模システムから、家庭における空調・照明や調理・衛生機器、更に教育・娛樂・健康機器にまで、広く用いられていることが展望できるであろう。

これらの分野はまさに、OA(Office Automation)、FA(Factory Automation)、HA(Home Automation)そしてSA(Social Automation)の分野に直結するものであり、今後の産業、社会、そして個人の生活を支えるものとしてますます発展していくことが期待される。

表1. マイコン応用分野と当社代表製品

応用分野	項目	一般名称	当社製品
ソシアル (社会・公共)	エネルギー	発電保護制御	・発電用計装制御システム・水力発電所ディジタル保護システム(HDPS)・変電所ディジタル保護システム(SDCS) ・直流送電制御保護システム・ディジタル保護リレー・ディジタル系統保護制御装置(SSC)
	環境	計測制御、水質管理、水系制御、気象情報	・水処理プラント計装制御システム(MACTUS)・水処理プラント総合監視システム(MELWAC) ・プロセス情報伝送装置(MELFLEX)・気象レーダ
	交通	鉄道、船舶、自動車、航空機用システム カーエレクトロニクス機器	・車両推進制御装置・鉄道用ATC、ATO・鉄道用車載監視システム・車両検査試験装置・定期券発行システム ・船舶用自動化システム・エンジン制御システム・トリップコンピュータ・インバネ表示装置 ・道路交通管制システム・バス運行管理システム・航空管制システム・航空機搭載情報システム
	建築・設備	ビル管理、機器管理、配電機器、エレベーター、照明	・ビル管理システム(MELBAS)・ビル遠隔監視システム(MELSENTRY)・エレベーター運転システム(ACCEL)・産業用冷凍・空調システム制御器 ・照明集中制御器・電磁開閉器・オーロラビジョン・デマンド監視制御装置(MICAM)・集中自動検討システム(MICAM)
	医療	メディカルエレクトロニクス機器、システム	・超音波診断装置
	防衛	防衛用システム	・特殊計算機
	宇宙	人工衛星システム、衛星通信システム	・衛星搭載用計算機・衛星通信用地上接器
インダストリ (産業)	計装制御	プラント計装コントロールシステム、伝送制御、計測、診断	・プラント計装制御システム(MACTUS)・MELPLAC・シーケンサ(MELSEC)・汎用伝送装置(MULTI-ECHO, MELLINE) ・超音波自動探傷システム・プロセス特殊分析装置・プロセス情報伝送装置(MELFLEX)
	電機制御	工業用コンピュータ、可変速制御、パワーエレクトロニクス	・MELCOM 350-50, 60・シリスタレオナードディジタル制御・交流モータVVVF制御
	N C	CNC, DNC, 放電加工機制御、レーザ加工機制御	・NC装置(MELDAS)・ワイヤカット放電加工機・レーザ加工機・工業用ミシン(電子凹止ミシン、電子バターン縫いミシン)
	ロボット、FMS, FA	溶接ロボット、組立ロボット、知能ロボット、自動化工場	・ロボットコントローラー・アーク溶接ロボット(MELFA-RW)・組立ロボット(MELFA-RH, RV)
コマーシャル (商業)	コンピュータ	汎用コンピュータ、ミニコン、オフコン	・汎用コンピュータミニコンオフコン(MELCOM-COSMOシリーズ)・(MELCOM 70シリーズ)・(MELCOM 80シリーズ)
	情報ターミナル	インテリジェンターミナル、OCR、電子ファイルシステム	・グラフィックターミナル・インテリジェンターミナル・日本語ワークステーション・OCR
	通信・放送	光通信システム、一般通信システム、放送システム	・光通信ネットワークシステム・電子交換機回線制御・無線通信制御装置 ・自動放送装置・PCM録再装置
流通・金融	POS、バンキングシステム、倉庫管理、店舗管理		・POSシステム(MELPOS)・バンキングシステム・自動倉庫管理システム・店舗省エネ管理システム(MELTIC) ・農水産物形状選別機(MELSORT)
	OA	パソコン、ファクシミリ、ワードプロセッサー、プリンタ、コピー機	・パソコン(MULTI 16)・ワードプロセッサー・ファクシミリ(MELFAS)・漢字プリンタ ・漢字入力装置・OAネットワーク
コンシューマ (民生)	A V	オーディオ機器、ビデオ装置	・ラジカセ・DAD・カラーTV・VTR・ビデオディスク・カラーラジオ
	空調・照明	冷暖房機器、照明機器	・エアコン・クリーンヒーター・ファンヒーター・空調機集中コントローラ
	調理・衛生	厨房機器、衛生機器	・オープンレンジ・クッキングヒーター・冷蔵庫・瞬間湯沸し器・ジャー炊飯器・洗濯機
	セキュリティ	防犯、防災システム	・マンション管理システム(MELSENTRY)
	教育、娯楽、健康	教育機器、娛樂機器、健康機器	・ゴルフ練習器・ムーブマスター・算数学習機

CMOS高機能8ビットワンチップマイクロコンピュータ

中川博雅*・倉田 勝*・脇本昭彦*・城田省三*・藤田紘一*

1. まえがき

近年マイクロコンピュータ（以下マイコンと称す）は、低価格化に伴ってVTR、電子レンジなどの家電・民生機器の制御に使用されるようになり、従来の機械式の制御では考えられないきめの細かい制御が可能になった。民生機器の制御では、それほど高度な制御を必要としないことと価格の点から4ビットマイコンが多く使用されていた。

当社においてもPMOS及びCMOS4ビットマイコンを十数品種開発してきた。我々は、エアコンの制御であれば温度の制御のためのA/D変換器を内蔵するなどシステム全体としてコストパフォーマンスの良い専用マイコンを開発している。しかし、制御対象群ごとに専用マイコンを開発するためには入出力機能、メモリ容量などの変更が容易な構造でなければならないし、また民生機器でも次第に制御内容が複雑となり、機能的に4ビットマイコンの延長では限界が見えはじめている。入出力機能、メモリ容量などの変更に対しては入出力部もメモリの一部として扱うアーキテクチャを持つ8ビットマイコンの方が容易であるが、これをそのままCMOS化したのではチップサイズが大きくなり4ビットマイコンに対抗できない。

我々は中央演算処理装置（以下CPUと称す）の制御部をROM化し、極力ランダムロジックを減少させることによりコストパフォーマンスにおいて4ビットマイコンに対抗できるCMOS高機能8ビットマイコンM50740-XXXXSPを開発したので紹介する。

2. 開発のねらい

開発にあたっては以下の3点に重点を絞って開発した。

- (1) 周辺機能を容易に取込める構造
- (2) 民家用としてコストパフォーマンスの良いこと
- (3) CMOSのメリットを生かす徹底した消費電力化

(1)については、複雑なCPU部を変更せずにROM、RAMの容量、周辺機能の変更などが容易にできるようにマイコンを演算制御部、演算部、ROM部、RAM部にブロック分けし、それらを短冊状に積み上げ、その周りに入出力部を配置するような回路構成としている。図1の概念図に示すような配置にすることにより、信号線

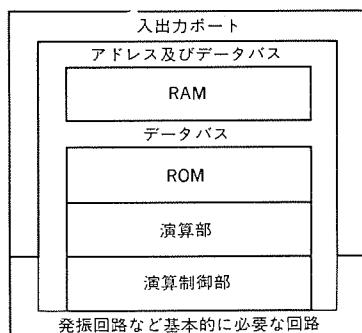


図1. M50740-XXXXSPの構成概念図

を短かくできシリコン表面を有効に使用できる。

(2)については、すべての分野にわたってコストパフォーマンスを良くすることは不可能で、制御対象別に分ける必要がある。今回の開発では4ビットマイコンの機能では不足するような分野をカバーすることを目的とし、コストパフォーマンスの向上に努めた。

(3)については、世界のエネルギー事情から省エネルギーが叫ばれており、この開発においてもCMOS化によりこれにこだえている。更にマイコンの使用状態を考えてみると必ずしも常時最高速度で動かす必要がない場合が多い。必要なときはクロック速度を落としたり停止させて消費電力を極端に下げ、必要なときのみクロック速度を回復させることができるように完全スタティック構成している。

3. M50740-XXXXSPの概要

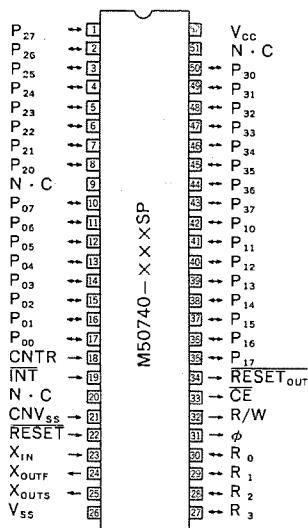
M50740-XXXXSPは、多数の入出力端子を必要とするVTRなどの制御用に開発した専用マイコンであり、これもまた専用に開発した40本の入出力端子を持つI/OエキスパンダM50790Pと一緒に使用する。表1に性能概要を示す。また図2にピン接続図とブロック図を示す。表2に従来の命令に比べて特徴のある命令をあげてお

表1. M50740-XXXXSPの性能概要

項目	性能										
基本命令数	70										
命令実行時間	2μs(最短命令、クロック周波数4MHz時)										
クロック周波数	DC~4MHz										
メモリ容量	<table border="1"> <tr> <td>ROA</td><td>3,072語×8ビット</td></tr> <tr> <td>RAM</td><td>96語×8ビット</td></tr> </table>	ROA	3,072語×8ビット	RAM	96語×8ビット						
ROA	3,072語×8ビット										
RAM	96語×8ビット										
入出力ポート	<table border="1"> <tr> <td>P₀, P₁, P₂</td><td>入出力 8ビット×3(Nチャネルオーブンドレイン出力)</td></tr> <tr> <td>P₃</td><td>入出力 8ビット×1(Pチャネルオーブンドレイン出力)</td></tr> <tr> <td>R</td><td>入出力 4ビット×1(I/Oエキスパンダ用)</td></tr> <tr> <td>CNTR</td><td>入出力 1ビット</td></tr> <tr> <td>INT</td><td>入力 1ビット</td></tr> </table>	P ₀ , P ₁ , P ₂	入出力 8ビット×3(Nチャネルオーブンドレイン出力)	P ₃	入出力 8ビット×1(Pチャネルオーブンドレイン出力)	R	入出力 4ビット×1(I/Oエキスパンダ用)	CNTR	入出力 1ビット	INT	入力 1ビット
P ₀ , P ₁ , P ₂	入出力 8ビット×3(Nチャネルオーブンドレイン出力)										
P ₃	入出力 8ビット×1(Pチャネルオーブンドレイン出力)										
R	入出力 4ビット×1(I/Oエキスパンダ用)										
CNTR	入出力 1ビット										
INT	入力 1ビット										
タイマ	8ビットプリスケーラ付8ビットタイマ×3本(2本はプリスケーラ共用)										
サブルーチンネスティング	最大48段										
割込み	外部割込み2、内部タイマ割込み3										
クロック発生回路	内蔵(RC、セラミック共振子、水晶共振子)										
電源電圧	<table border="1"> <tr> <td>動作時</td><td>5V±10%</td></tr> <tr> <td>停止時</td><td>2Vまで保持</td></tr> </table>	動作時	5V±10%	停止時	2Vまで保持						
動作時	5V±10%										
停止時	2Vまで保持										
消費電力	<table border="1"> <tr> <td>高速動作時</td><td>20mW(クロック周波数4MHz時)</td></tr> <tr> <td>低速動作時</td><td>100μW(クロック周波数20kHz時)</td></tr> <tr> <td>停止時</td><td>50μW</td></tr> </table>	高速動作時	20mW(クロック周波数4MHz時)	低速動作時	100μW(クロック周波数20kHz時)	停止時	50μW				
高速動作時	20mW(クロック周波数4MHz時)										
低速動作時	100μW(クロック周波数20kHz時)										
停止時	50μW										
入出力特性	<table border="1"> <tr> <td>入出力耐圧</td><td>13V(ポートP₀, P₁, P₂)</td></tr> <tr> <td>出力電流</td><td>10mA(ポートP₃)</td></tr> </table>	入出力耐圧	13V(ポートP ₀ , P ₁ , P ₂)	出力電流	10mA(ポートP ₃)						
入出力耐圧	13V(ポートP ₀ , P ₁ , P ₂)										
出力電流	10mA(ポートP ₃)										
メモリ拡張	可能										
動作周囲温度	-10~+70°C										
素子構造	CMOSシリコンゲート										
外装	52ピンシングルプラスチックモールドDILパッケージ										

く。

ビット処理命令はアキュムレータ及びゼロページの指定されたビットをセットしたり、リセットしたり、テストしたビットが“0”か“1”かによりブランチを実行することができ、制御用としては必要不可欠の命令である。ここでゼロページとは0～255番地のこととで2バイトでアクセスでき、よく使うメモリをここに置くと、プログラムステップ数が少なく



52P1B 注 N・Cは無接続

表2. 特徴のある命令

ニーモニック	シタックス	機能説明	機械語(16進表記)
CLT	CLT	Tフラグを“0”にする。	12
FST	FST	発振器の出力を XOUTF に接続する。	E2
SLW	SLW	発振器の出力を XOUTF から切断する。	C2
STP	STP	発振器の発振を停止する。	42
SET	SET	Tフラグを“1”にする。	32
RRF	RRF \$XX	メモリの内容を4ビット右へ回転する。	82 XX
TST	TST \$XX	メモリの内容が“0”かどうかテストする。	64 XX
COM	COM \$XX	メモリの内容の“1”的補数をとってメモリに入れる。	44 XX
LDM	LDM #\$XX, \$XX	メモリにイマーディエット値を入れる。	3C XX YY
BBC	BBC i, A, \$XX	アキュムレータの指定されたビットが“0”的とき分歧する。	(2i+1)3 XX
	BBC i, \$XX, \$YY	メモリの指定されたビットが“1”的とき分歧する。	(2i+1)7 XX YY
BBS	BBS i, A, \$XX	アキュムレータの指定されたビットが“1”的とき分歧する。	(2i)3 XX
	BBS i, \$XX, \$YY	メモリの指定されたビットが“1”的とき分歧する。	(2i)7 XX YY
CLB	CLB i, A	アキュムレータの指定されたビットを“0”にする。	(2i+1)B
	CLB i, \$XX	メモリの指定されたビットを“0”にする。	(2i+1)F XX
SEB	SEB i, A	アキュムレータの指定されたビットを“1”にする。	(2i)B
	SEB i, \$XX	メモリの指定されたビットを“1”にする。	(2i)F XX
BRA	BRA \$XX	無条件ブランチをする。	80 XX
DEC	DEC A	アキュムレータの内容を-1する。	1A
INC	INC A	アキュムレータの内容を+1する。	3A
JMP	JMP (\$XX)	ゼロページのXX+1, XX番地の内容の示す番地へジャンプする。	B2 XX
	J SR #XX	特別ページのサブルーチンを呼出す。	22 XX
J SR	J SR (\$XX)	ゼロページのXX+1, XX番地の内容の示す番地のサブルーチンを呼出す。	02 XX

注 (1) i は 0～7 の値

(2) XX, YY は OO～FF の16進数又はラベル

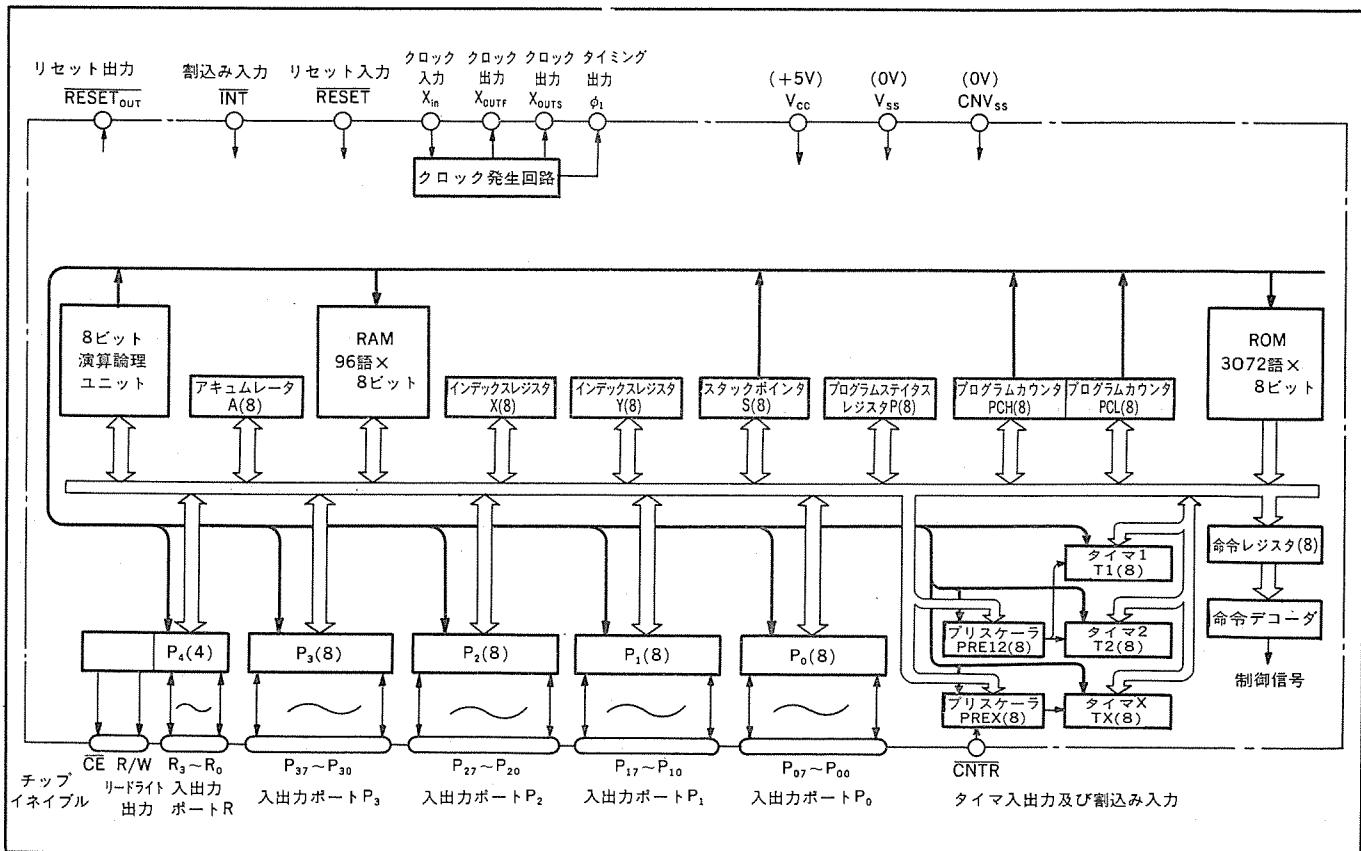


図2. M50740-XXXX-SPのピン接続図及びブロック図

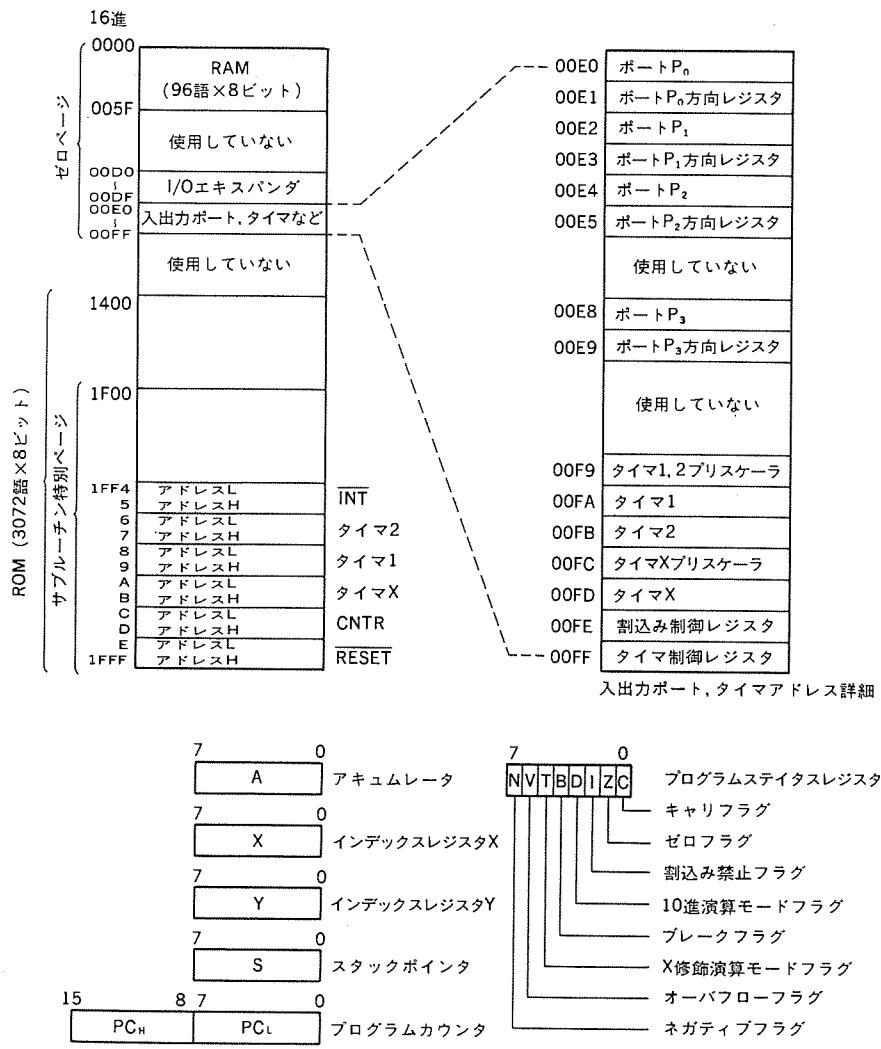


図 3. メモリマップ 及び CPU レジスタ

て済む。図 3. に示すメモリマップでわかるとおりゼロページには RAM, タイマー及び入出力端子が割付けられているので、入出力端子についてもビット処理命令を適用できる。その他 JMP 命令, JSB 命令にも改良が加えられている。JMP 命令には相対アドレスモードが追加され、現在の番地から -128 ～ +127 番地の間であれば 2 バイトでプランチできる。JSB 命令にも特殊ページがあり、このページのサブルーチンは 2 バイトで呼出すことができる。

また、図 3. のプログラムステータスレジスタ中に X 修飾演算モードフラグが追加されている。加算、論理積などの 2 オペランドを必要とする命令は T フラグが “0” のときはアキュムレータとメモリ間で演算が行われ、結果はアキュムレータに入るが、T フラグが “1” のときはアキュムレータを経由しないで直接、メモリとメモリ間で演算ができる。M 50740- $\times \times \times$ SP のアーキテクチャでは入出力ポートもメモリの一部として扱うのでアキュムレータをこわさないでポートとポートを加算して結果をポートへ出力するようなこともできる。

LDM 命令はアキュムレータを経由しないでゼロページにイミーディエット値をセットする命令で、タイマーなどに定数をセットする場合などに使用すると便利である。そのほかにクロック制御命令があり、クロックを停止したり、早くしたり、遅くしたりできる。クロックを停止してもマイコンの内部状態は保持されており、再びクロックを発振させると、あるクロックパルス数をカウントした後、停止前の状態からスタートする。クロック数をカウントする理由は、セラミック共振子などで発振させた場

合に発振の立ち上がりに時間を要するためである。発振の再開は割込みで行う。

ポート P₀₀～P₀₇, P₁₀～P₁₇, P₂₀～P₂₇, P₃₀～P₃₇ は各々 8 ビットの入出力ポートで、各ポートには方向レジスタが付いており 1 ビット単位に入力ポートとして使用するか、出力ポートとして使用するか指定できる。方向レジスタの内容が “1” になっているビットは出力端子として働き、ポートに書込んだデータはポートのラッチに記憶され、それがそのままポート端子に出力される。出力モードに指定されているビットを読んだ場合は端子からではなく出力ポートのラッチの内容が読み込まれる。したがって、発光ダイオードなどの駆動で出力 “L” レベルが上っていても以前に出力した値を正しく読み取ることができる。

方向レジスタの内容が “0” になっているビットはフローティング状態になり、入力端子として働く。入力モードになっている端子に書込みを行うと、データはポートのラッチに書込まれるのみで端子はフローティングのままである。図 4. に入出力ポートの構成を示しておく。ポート P₀₀～P₀₇, P₁₀～P₁₇, P₂₀～P₂₇ はモードレジスタの内容により、アドレス及びデータの入出力端子としても働く。モードレジスタは図 3. のメモリマップで、ゼロページの FF 番地の “0” ビット目と “1” ビット目のこと、この内容により下記の四つのモードになる。

(1) シングルチップモード [00]

通常使用するモードで、入出力は本来の入出力としてのみ働く。リセットからスタートするとこのモードになる。

(2) メモリ拡張モード [01]

このモードでは外部にメモリを拡張できる。アドレスはポート P₀₀～P₀₇ とポート P₀₁～P₁₄ からポートデータとタイムシェアリングで出力される。データはポート P₂₀～P₂₇ からポートデータとタイムシェアリングで入出力される。ポート P₁₅, P₁₆ からは制御信号 R/W, SYNC が output され、ポート P₁₇ からは RDY が読み込まれる。いずれも本来のポートデータとのタイムシェアリングである。

(3) マイクロプロセッサモード [10]

このモードでは、ポート P₀₀～P₀₇, ポート P₁₀～P₁₄ はアドレス出力ポートとして働き、ポート P₁₅～P₁₇ は制御信号 R/W, SYNC, RDY のポートとして働き、ポート P₂₀～P₂₇ はデータバスのポートとして働く。内蔵の ROM と入出力ポート P₀₀～P₀₇, P₁₀～P₁₇, P₂₀～P₂₇ の機能は失われる。

(4) エバチップモード

CNVss 端子を “H” にするとこのモードになる。メモリ拡張モードとほぼ同じであるが、内蔵 ROM の機能が失われ、外部 ROM に置き換わる点が異なる。

ポート R₀～R₃ は、専用の I/O エキスパンダ M 50790 P とデータのやりとりを行うための専用の入出力ポートである。メモリマップから分かることおり I/O エキスパンダはゼロページのメモリの一部に置かれているので、プログラムする上では I/O エキスパンダはゼロページのメモリとして扱えばよく、ポート R₀～R₃ の存在を意識する必要はない。すなわち、

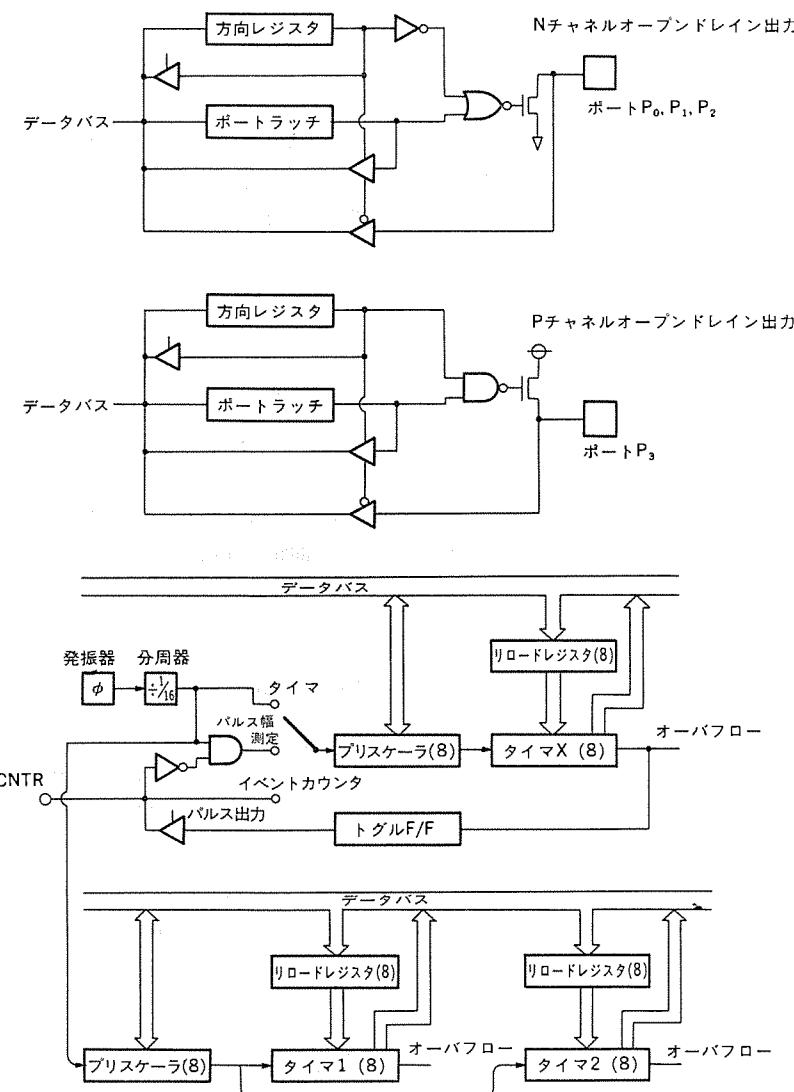


図 4. 入出力ポート及びタイマの構成

I/O エキスパンダに対してもすべての命令を適用できるのである。

シーケンスの制御に必要なタイマは 3 本持っている。その構成を図 4. に示す。タイマ X は四つのモードを持っている。それらはタイマモード、イベントカウントモード、パルス出力モード、パルス幅測定モードである。タイマ 1 とタイマ 2 はタイマモードのみであり、1 本のプリスケーラを共用している。すべてのタイマはリロードレジスタを持っており、カウントの内容が “0” になると再びリロードレジスタの値がカウントにロードされるようになっている。割込みは、ベクトル方式でタイマ X、タイマ 1、タイマ 2 の内部からの 3 要因による割込みと INT、CNTR の外部からの 2 要因による割込みがある。優先順位は、タイマ X > CNTR > タイマ 1 > タイマ 2 > INT の順である。

4. M 50740- $\times \times \times$ SP の構成

M 50740- $\times \times \times$ SP の設計に当たっては、高性能である N チャネルトランジスタをできるだけ使用し、P チャネルトランジスタは補助的に使用する回路構成にし、チップサイズの縮小化に努めている。したがって、ウェーハプロセスとしては高性能な NMOS プロセス技術を利用できる N ウエル方式の CMOS プロセスを使用している。デザインルールは最小 3 μm ルールである。

次に回路構成について説明する。ROM、RAM、タイマなどは一

般的な回路構成があるので省略し、CPU の制御部についてのみ説明する。従来の NMOS マイコンの制御回路はランダムロジックで構成されており、これをそのまま CMOS 化したのでは非常に大きな面積を必要とする。我々は制御部を ROM 化し、ランダムロジックを極力減少させた。図 5. にその構成を示す。図に示すように制御部は大きく分けて、命令レジスタ部、エントリポイント発生部、シーケンス ROM 部、制御信号発生 ROM 部からなっている。動作を簡単な例について説明する。

図 6. でレジスタ A とレジスタ B の AND をとって結果をレジスタ A に入れる場合及びレジスタ A とレジスタ C の AND をとって結果をレジスタ A に入れる場合について考えてみると、レジスタを開閉するゲート信号 $S_1 \sim S_4$ 、ALU に AND 处理を行わせる信号 S_{AND} 及び次の新らしい命令を命令レジスタに取込むための信号 S_{ENT} はそれぞれ図 6. に示すように開閉すればよい。今、レジスタ A とレジスタ B の AND 命令の命令コードを “00”，レジスタ A とレジスタ C の AND 命令の命令コードを “10” とすれば、図 6. のゲート開閉を実現するためには、シーケンス ROM、制御信号発生 ROM の構成は表 3. のようにすればよいことが理解される。すなわち、レジスタ A とレジスタ B の AND をとる場合について説明すると、AND 命令の前に実行された命令の最後で S_{ENT} 信号が出力され、命令レジスタに AND 命令のコードが取込まれる。このコードがエントリポイント発生回路を通して、シーケンス ROM、制御信号発生 ROM のアドレスデコーダに入る。ここでは簡単のため、命令コードはエントリポイント発生回路で変換を受けないでそのままアドレスとなるとする、アドレスは “00” なので、それに対応する出力コードとして、シーケンス ROM の出力は “01”，制御信号発生 ROM の出力は “110000” となり、図 6. の 1 番目のステップの制御信号パターンが得られる。シーケンス

表 3. AND を実行するシーケンス ROM、制御信号発生 ROM の一例

アドレス	シーケンス ROM		制御信号発生 ROM						
	A ₁	A ₀	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S _{AND}	S _{ENT}	
0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
0	1	1	1	0	0	0	0	1	0
1	0	0	0	1	0	0	1	0	0
1	1	X	X	0	0	1	0	0	1

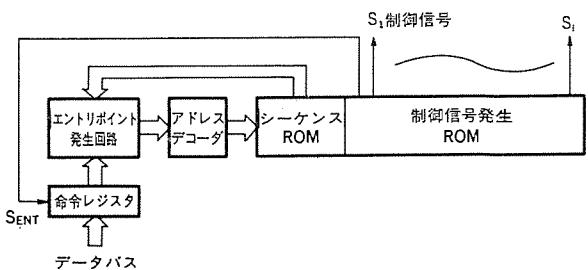
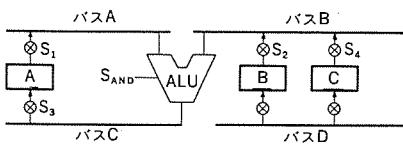


図 5. 演算制御部の構成



レジスタAとBのANDをとる場合

	信号S ₁ ～S ₄ , S _{AND} , S _{ENT} の動作	信号S ₁ ～S ₄ , S _{AND} , S _{ENT} の状態					
		S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S _{AND}	S _{ENT}
ステップ1	S ₁ とS ₂ を開きレジスタの内容をバスA及びバスBへ出す。	1	1	0	0	0	0
ステップ2	S _{AND} を働かせANDをとる。	0	0	0	0	1	0
ステップ3	S ₃ を開きALUからの出力データをバスCを通してレジスタAに取込む。同時にS _{ENT} により新しい命令コードを命令レジスタに取込む。	0	0	1	0	0	1

レジスタAとCのANDをとる場合

	信号S ₁ ～S ₄ , S _{AND} , S _{ENT} の動作	信号S ₁ ～S ₄ , S _{AND} , S _{ENT} の状態					
		S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S _{AND}	S _{ENT}
ステップ1	S ₁ とS ₄ を開きレジスタの内容をバスA及びバスBへ出す。	1	0	0	1	0	0
ステップ2	S _{AND} を働かせANDをとる。	0	0	0	0	1	0
ステップ3	S ₃ を開きALUからの出力データをバスCを通してレジスタAに取込む。同時にS _{ENT} により新しい命令コードを命令レジスタに取込む。	0	0	1	0	0	1

図 6. AND 命令実行動作説明図

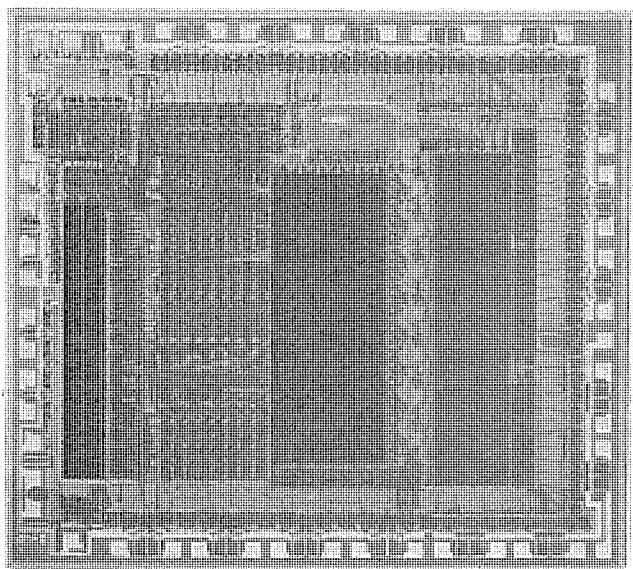


図 7. M 50740-xxxPS のチップ写真

ROM の出力 “01” が次のステップのアドレスになるので、次のステップのシーケンス ROM の出力は “11”，制御信号発生 ROM の出力は “000010” となり図 6. の 2 番目のステップの制御信号パターンが得られる。次のアドレスは “11” なので制御信号パターンは “001001” となり図 6. の 3 番目のステップの制御信号パターンが得られる。ここで AND 命令は終わって、次の新しい命令により次のアドレスが決まるので、シーケンス ROM の出力は何であってもよい。

実際の回路では、エントリポイント発生回路でのアドレス変換などがあり、もう少し複雑な動作をするが、基本的には上記説明と同じ動作をする。以上のような構成により制御部を ROM 化することができ、図 7. に示すチップ写真のようにすっきりしたパターン配置が可能となった。CMOS の ROM でもメモリ部は NMOS ランジスタのみで構成できるので NMOS の ROM より少しだくなる程度に抑えることができる。また、CPU 部においてもできるだけ NMOS ランジスタを使用し、PMOS ランジスタは補助的に使用するように構成したので、高機能にもかかわらず $4.90 \times 5.36 \text{ mm}^2$ のチップサイズに納めることができた。

5. 應用

M 50740-xxxSP の応用としては、M 50790 P との組合せによる VTR の制御用の用途がある。出力ポートは 10 mA の駆動能力を持ち、LED の直接駆動が可能である。入出力ポート（M 50790 P の入出力ポートを含めて）は方向レジスタの内容をプログラムすることにより、入力としても出力としても使用でき、設計の自由度が大きい。ポート（M 50790 P のポートを含めて）はメモリの一部として扱われ、ポートに対してもシフト命令とかローテイト命令などの全命令を実行できるので入出力の制御が極めて容易である。

M 50790 P を 2 個付ければ、112 本以上の入出力端子となり複数の機制にも好適である。一方、まえがきにも述べたように容易にメモリを増大したり、周辺機能を変更できるので学習機器、その他の広範な応用が考えられる。

6. むすび

規則的な ROM を使用して制御部を構成することにより、コンパクトな CPU を構成できることが示された。我々はできるだけ規則的なメモリを多用し、ランダムロジックを減少させるこのようなアーキテクチャを更に発展させようと考えている。

16ビットマイクロコンピュータの開発サポート装置

亀井達也*・広川祐之*・中村和夫*・村井正弘*・山内直樹*

1. まえがき

LSI(大規模集積回路)の設計・製造技術の発展によって、16ビット並列処理機能を持った高性能ワンチップマイクロプロセッサが市場に出始めている。当社においてもM5L8086Sを中心とする16ビットマイクロプロセッサ及び関連LSIと、それらを組合せた基板コンピュータを量産している。基板コンピュータ《MELCS 86シリーズ》は、プリント基板上に16ビットマイクロコンピュータの機能を搭載し、機器内に組込んで使用される。

これらのマイクロコンピュータ(以下マイコンと称す)を使用した機器において、ソフトウェアの占める役割がますます大きくなることが予想され、ソフトウェア開発の効率を高めるためのサポート装置の重要性が増している。“PC 9100 16ビットCPUソフトウェア開発サポート装置”及び“PC 9110 M5L8086Sインサーキットエミュレータ”は、16ビットマイコンを用いた応用機器の開発をサポートすることを目的として開発したものである。以下、その機能について紹介する。

2. 開発の背景

マイコンは、一般的にソフトウェアによる柔軟な仕様対応性をその特長として有している。一方、マイコン応用機器の機能の高度化・多様化に対して、ソフトウェアの開発及び不具合修正時間の比重が大きくなっている。特に、少量多品種開発への対応及びモデルチェンジへの迅速な対応のためには、複数のソフトウェアの同時開発が必要となり、各担当者が専的に使用できる開発サポート装置が要求してきた。

また、今まで世界中で蓄積してきたソフトウェア財産は莫大なものであり、その有効活用ができると今後生産されるソフトウェアについても広く共有化できることとの2点が重要視されている。したがって今回の開発にあたっては、以下に掲げた項目を目標とした。

- (1) 個人レベルで使用できるように廉価・小形化を図る。
- (2) 汎用OS(オペーレーティングシステム)を採用し、市販の汎用ソフトウェアが使用できるようにする。
- (3) プログラムをハードウェア上で走らせて、そのデバッグ(虫取り)作業を行う「デバッグマシン」については、可搬形として更に単独での使用も可能とする。
- (4) 当社の16ビット標準基板コンピュータを採用することにより、信頼性の向上を図る。

特に汎用OSの搭載は、開発サポート装置自体の開発の効率化、ユーザーからの汎用化という双方の要求に合致するものといえる。

3. システムの機能と特長

3.1 PC 9100 の機能

PC 9100 は、M5L8086S 16ビットマイクロプロセッサの応用ソフトウェア開発装置であり、表1.に示す機能を有する。この装置の設計にあたっては、小形・高性能を実現するために薄形両面倍密度8インチフ

表1. PC 9100 の機能

機能	内容	対象
アセンブル	ソース入力: キーボード入力により作られた任意のファイル 出力: リスト, EPROM, エミュレータへのデータ伝送	8086 8085A
デバッガ	ソフトウェアデバッガ: CP/M-86でサポートするデバッガ CP/M-86上で走る86のアプリケーションS/Wの強力なデバッガとなる。	8086
PROMライタ	ソフトウェアデバッガ: CP/M-80でサポートするデバッガ CP/M-80上で走る80のアプリケーションS/Wの強力なデバッガとなる。	8085A
データ伝送	EPROMの書き込み、読み出し、ペリファイ(8086用に上位バイト、下位バイトの2個同時に書き込みが可能)	M5L2716K M5L2732K 2732Aタイプ M5L2764K
エディタ	外部装置とのファイルベースでの双方向データ伝送	RS232C規格
アプリケーションS/Wの実行	CP/Mでサポートするエディタを標準装備 CP/Mマシンであるため市販の豊富なアプリケーションS/Wを実行できる。 例えば、8086用高級言語として市販している「TCIS COBOL 86」「PASCAL/M-86」などがすべて購入後、すぐにPC 9100で実行できる。 (但し、メモリの拡張が必要) 同様に、標準のエディタ以外にユーザーが更に高機能の市販のエディタを購入して使用可能。(但し、ユーザーによるインストールが必要なものがある)	8086 8085A

注 8080用のCP/M®をCP/M-86T.M.と明確に区別するために、CP/M-80と記している。本文中CP/M-80はCP/M®を示し、CP/M-86はCP/M-86T.M.を示す。CP/M®及びCP/M-86T.M.はディジタルリサーチ社の登録商標である。

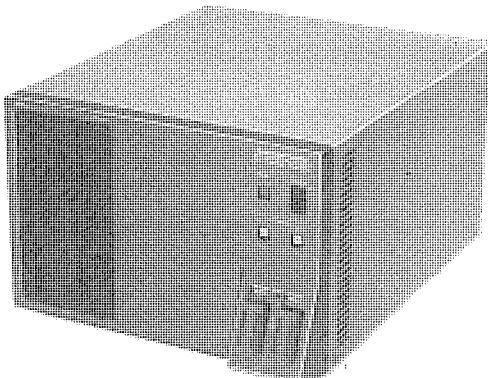


図1. クロスアセンブル装置PC 9100 の外観

ロッピディスクドライブを採用し、EPROM書き器も16ビットのオブジェクトデータを2個のEPROMに対して同時に書きめるようにした。また、ロッピディスクの出し入れ並びにEPROMの着脱がスムーズに行えるように、前面パネルのレイアウトを検討して操作面での改良を図った。

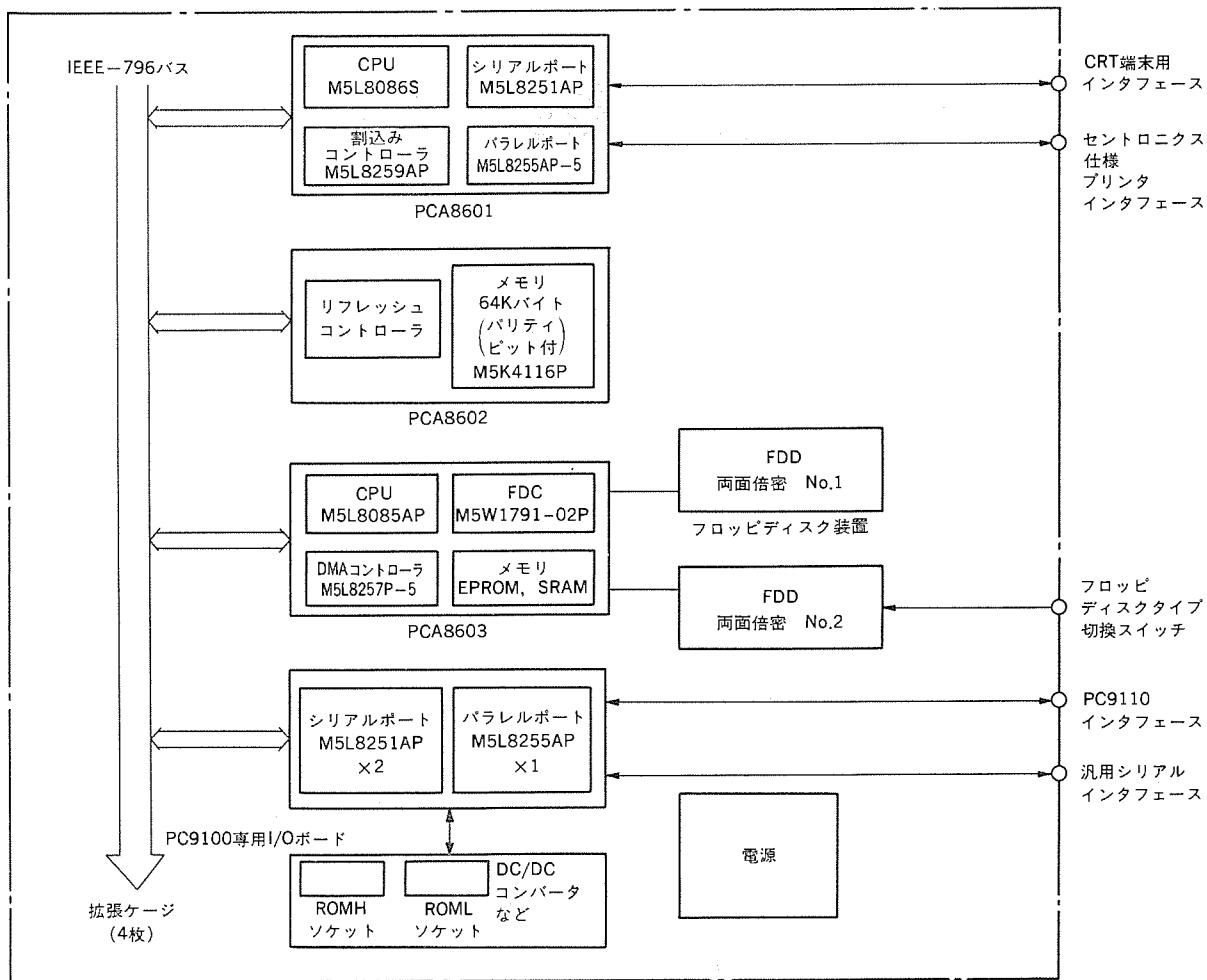


図 2. クロスアセンブル 装置 PC 9100 の構成図

図 1. に PC 9100 の外観を示す。

3.2 PC 9100 のハードウェア構成

PC 9100 の本体は、IEEE-796 標準システム・バスによって結合された 4 枚の基板と、2 基のフロッピディスク装置を中心 EPROM 書込器、電源モジュールなどによって構成している。図 2. にこの装置のハードウェアブロック図を示す。図に示された 4 枚の基板は、それぞれ次の機能を分担している。

(1) PCA 8601 CPU ボード

16ビットCPUが搭載されたCPUボードであり、CRTディスプレイ装置及び外付けプリンタとのデータ転送を行うためのインターフェース回路も含まれている。

(2) PCA 8602 64 K バイト RAM ボード

ダイナミックRAMを用いた64 K バイトの容量を持つRAMボードである。parityチェックビットを付加することによって、信頼性の向上を図った。

(3) PCA 8603 フロッピディスクコントローラボード

比較的大容量で使いやすい磁気記憶媒体である。フロッピディスクを使用したシステムのためのコントロールボードであり、ローカルCPUとして、8ビットCPU M5L8085 APを搭載している。この8ビットCPUは、通常PCA 8601上の16ビットCPUの管理下で、

表 2. PC 9100 のハードウェア仕様

項目	内 容
構 造	デスクトップタイプ一体構造 (CRT, キーボード, プリンタは外付け)
CPU	三菱 M5L8086S 4.9152 MHz 三菱 M5L8085AP 2.4576 MHz
IC メモリ	PCA 8601 プログラムメモリ 16 K バイト (8 K バイトのみ実装) RAM 16 K バイト PCA 8602 RAM 64 K バイト PCA 8603 プログラムメモリ 6 K バイト RAM 4 K バイト (2 K バイトのみ実装)
記憶装置	両面高密度標準フロッピディスク × 2 台 (裏面スイッチで、両面単密度、片面単密度も使用可能)
CRT インタフェース	シリアルインターフェース (電気的特性、コネクタは RS 232 C 規格とコンパチブル), 転送速度 9,600 ポー/s 標準
プリンタインターフェース	セントロニクス仕様パラレルインターフェース (コネクタは、DDK アンフェノール 36 ピンのものを使用)
PC9110 インサーキット エミュレータコントロール用 インターフェース	シリアルインターフェース (電気的特性、コネクタは RS 232 C 規格とコンパチブル) 転送速度 …… 9,600 ポー/s
汎用シリアル入出力 インターフェース	1 本 (電気的特性、コネクタは RS 232 C 規格とコンパチブル) 転送速度 …… 1,200 / 2,400 / 4,800 / 9,600 から選択可能 9,600 ポー/s 標準
EPROM ライタ装置	2 構マルチ M5L2764 K, M5L2732 K, 2732 A タイプ, M5L2716 K に書き込み可能
適用マイコン	MELPS 86, MELPS 85
拡張可能範囲	マルチバスボード 4 枚分 (電源は、5 V 5 A までユーザーで使用可能)
外形寸法 (mm)	デスクトップタイプ 420(W) × 450(D) × 260(H)
使用温度 (°C)	15~35

フロッピディスク装置のコントロールプログラムを実行するがコマンド切換により、PC 9100全体のメインCPUとして動作させることができる。

(4) I/O ボード

後述のデバッグマシンとのインターフェース及び他のシステムとデータ転送を行うためのインターフェースを持ち、EPROM書き込みユニットを制御するための入出力ポートを持っている。これらのボードにより構成したハードウェア仕様を表2.に示す。特に、使用者からのコマンドによる指定で、装置のメインCPUを8ビット又は16ビットから選択使用できること、並びに装置裏面のスイッチ切換えによって片面単密度のフロッピディスクも使用できるようにした。これにより、現在広く普及している市販ソフトウェアを簡単に有効活用できると考えられる。

また、装置内部のIEEE-796バスのカーデスロットには基板4枚分の拡張スロットが準備されており、電源にも余裕を持たせてあるので、メモリの増設やIEEE-796バスによる市販ボードの拡張にも対応可能となっている。実際に使用する場合は、市販のCRT端末及びプリンタを接続して図3.に示すような形態となる。

3.3 PC 9100 のソフトウェア構成

表3.にこの装置に含まれるソフトウェアの一覧を示す。これらは機能的にみて次の四つに大別される。

(1) PCA 8601 モニタプログラム

CPUボードPCA 8601にEPROMに書込まれた形で標準実装されているものであり、機械語レベルでのプログラムデバッグを目的とする。このモニタプログラムに加えて、後述のCP/M-86を起動するためのブートプログラム及び前述した8ビットCPUをメインCPUとする場合に、16ビットCPUをその管理下で動かせるためのプログラムが追加されている。

(2) CP/M-86^{T.M.} (表1.の注参照)

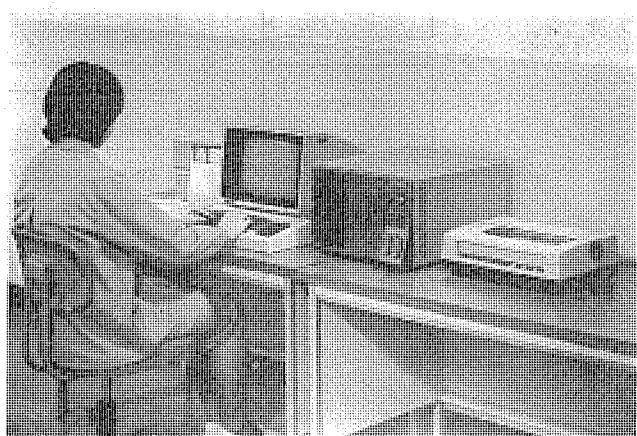


図3. クロスアセンブル装置PC 9100の使用形態例

表3. PC 9100に含まれるソフトウェア一覧

項目	内容			
モニタプログラム	PCA 8601 実装のモニタと同等の8086モニタプログラム			
オペレーションシステム	CP/M-86 デジタルリサーチ社の8086用の汎用OS(バージョン1.1) CP/M-80 デジタルリサーチ社の8080系用の汎用OS(バージョン2.2)			
ユーティリティ	ASM 86. CMD DDT 86. CMD STAT. CMD SUBMIT. CMD PIP. CMD GENCMD. CMD ED. CMD HELP. CMD PROM. CMD DDFMT. CMD	8086アセンブラー CP/M-86デバッガ ファイルステータスユーティリティ バッチ処理ユーティリティ ファイル交換ユーティリティ CMDファイル生成ユーティリティ プログラム作成用エディタ CP/M-86の使用方法のインフォメーション用ユーティリティ EPROMライタ制御プログラム ディスクケットのイニシャライズ及びディスクケットのコピー(両面倍密度)		
ソフトウェア (8086ベース)	SDFMT. CMD G 80. CMD PRINT. CMD SAVEUDR. CMD	同上 CP/M-80へのモード変更 80桁プリンタへのリスト出力 システムディスク生成(ローダ変更時に使用)		(片面単密用)
ユーティリティ	ASM. COM DDT. COM STAT. COM SUBMIT. COM XSUB. COM PIP. COM LOAD. COM ED. COM DUMP. COM MOVCPM. COM DDFMT. COM	8080アセンブラー CP/M-80デバッガ ファイルステータスユーティリティ バッチ処理ユーティリティ SUBMIT. COMの拡張ユーティリティ ファイル交換ユーティリティ COMファイル生成ユーティリティ プログラム生成用エディタ 16進ダンプユーティリティ BDOSエリア変更ユーティリティ ディスクケットのイニシャライズ及びディスクケットのコピー(両面倍密度)		
ソフトウェア (8080ベース)	SDFMT. COM G 86. COM SAVECPM. COM	同上 CP/M-86へのモード変更 システムディスク生成(BIOS変更時に使用)		(片面単密用)
ライブラリなど	BIOS, A 86, DEBLOCK, LIB, BIOS, ASM, DUMP, ASM			

表4. 《MELPS 86 CP/M》フォーマット

トラック	サイド0		サイド1	
	セクタ 1~4	セクタ 5~8	セクタ 1~4	セクタ 5~8
φ	CP/M-86 LOADERプログラム		CP/M-80 システムプログラム	
1	ディレクトリ	1	2	3
2	4	5	6	7
3	8	9	10	11
4	12	13	14	15
75	296	297	298	299
76	300	301	302	303

注: 数字はCP/Mが管理するアロケーションブロック番号を示す。

1セクタの容量は1,024バイトである。

CP/M[®]は、米国デジタルリサーチ社によって開発されたプログラム開発用のOS(オペレーティングシステム)で、CP/M-86は、M5L8086Sタイプの16ビットCPU用として開発されたものである。この装置においては表4.に示すフォーマットにより、フロッピディスク1枚当たり1.2Mバイトのディスク容量としている。また、スイッチ選択によって、片面単密度のフォーマットもアクセス可能なため、フォーマット変換を行わ

ずに市販のソフトウェアを直接利用することができる。

(3) CP/M-80 (表 1 の注参照)

この装置では、フロッピディスクの制御に使われているローカルCPU M5L8085APを用いて、この広く普及している8ビットCPU用CP/Mを実行することができる。このとき、16ビットCPUは、入出力コントロール専用のプロセッサとして機能する。CP/M-80上で走る各種ソフトウェアによって、この装置の用途が拡大する。例えば、高機能エディタを用いた8ビットCPU用の開発サポート装置としての使用、又は市販クロスアセンブルソフトウェアによるワンチップマイコン用の開発サポート装置としての使用が可能となる。

(4) ユーティリティソフトウェア

表3に示したこの装置のソフトウェア仕様において、アセンブラー、デバッガ(作成したプログラムを装置本体のCPUを用いて実行することで、ソフトウェアの不具合をデバッグするソフトウェア)、エディタ(ソースプログラムの修正)などのソフトウェアは、前述のCP/M-80及びCP/M-86に付属のものである。これに加えて、開発サポート装置として機能させるために、EPROMライタ制御用プログラム及び両面倍密度フロッピディスク用のディスクユニシャライズプログラムを開発した。

上記の二つのOS(CP/M-80及びCP/M-86)は、図4に示した手法で簡単に他のOSへ遷移できるように、G(GO)コマンドにより結合されている。これは、16ビットマイコンのプログラムを、市販の高機能エディタ(CP/M-80上で働く)によって修正し、次にCP/M-86のアセンブラーを用いて機械語にするという場合に効果を發揮すると考えられる。また、この装置上でこれらのOSを走らせるのに必要なBIOS(ベーシックI/Oソフトウェア)は、そのソースリストを付属のフロッピディスクの中に書込んで提供することで、ユーザーのシステム変更の際の便宜を図っている。

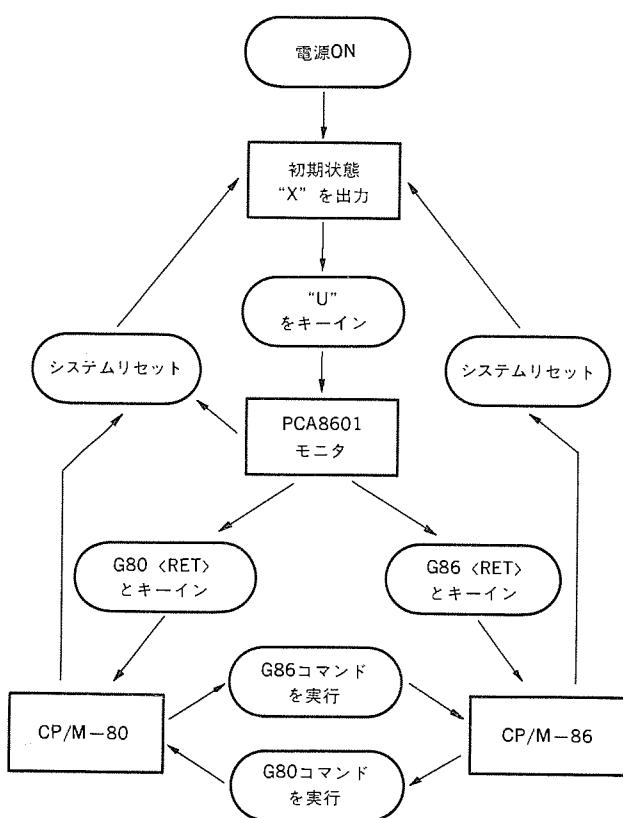


図4. OS, モニタ間の遷移図

3.4 PC 9110 の機能

PC 9110 は、前述の PC 9100 で開発された 16ビットCPU M5L8086S のオブジェクトプログラムを実行し、その確認及び修正を行うことが可能なデバッグ装置である。試作された応用機器のCPU部のICソケットにM5L8086Sの代わりとして、本機のケーブルプラグを挿入することで、CPU内部の状態やメモリ内容を監視しながらのプログラム制御及び修正が可能となる。図5にPC 9110の外観を示す。

応用機器の試作ハードウェア上でのプログラムデバッグにおいては、その作業形態から考えてデバッグ装置の可搬化、専有化が要求される。そのため、本機では持ち手をつけた軽量な筐体を使用し、またCRT端末を付加するだけで手軽にプログラムのデバッグができるようにした。なお、本機はPC 9100と接続して、PC 9100側のCRT端末から制御するときに最大の効果を発揮すべく、その入出力形態をCP/M-86付属のソフトウェアデバッガと同一にしてある。したがってその操作方法は、PC 9100と同等に行うことができる。

本機は図6に示す構成を探っている。16ビットCPUを中心にユーザー開放用RAM、ブレークポイント(指定番地でのプログラム実行停止)検出回路、直列入出力インターフェース回路及びシステム制御用EPROMなどで構成しており、メモリ及び入出力の番地はコマンドによって移動可能としている。

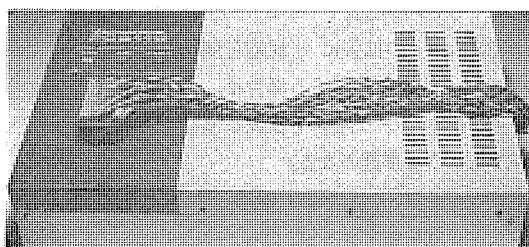


図5. デバッグマシン PC 9110 の外観

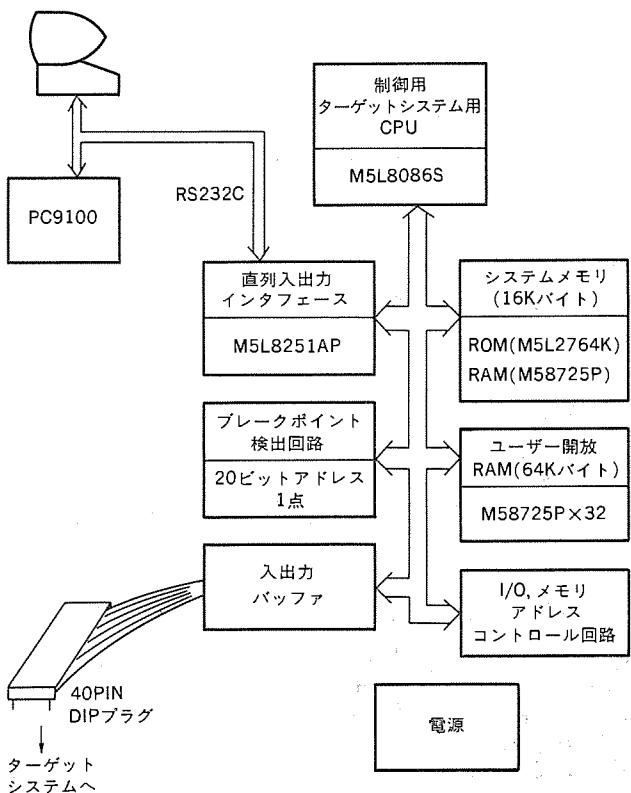


図6. デバッグマシン PC 9110 の構成図

表 5. デバッグマシン PC 9110 の仕様

項目	内容
方式	16ビット並列演算処理方式
CPU	M5L 8086 S
内部メモリ	システムメモリ ROM 14K バイト RAM 2K バイト ユーザーメモリ RAM 64K バイト アドレス可変
内部I/O	8 バイト アドレス可変
入出力インターフェース	RS 232 C シリアルインターフェース 19,200, 9,600, 4,800, 2,400, 1,200 b/s
キーボードディスプレイ	PC 9100 又は CRT ターミナル
デバッグ装置としての機能	適用 CPU M5L 8086 S (インテル 8086 相当)
	CPU クロック ユーザーシステムのクロックで動作 (最大 5 MHz)
	ユーザーシステムとのインターフェス 40 PIN IC プラグ付ケーブルを通してユーザーシステムの CPU ソケット (40 ピン) で接続。
	ユーザーアドレス領域 I/O 64 K バイト, メモリ 1 M バイトすべてユーザーに開放。ただし I/O 8 バイト, メモリ 16 K バイトはシステムで使用する。
	割込み TYPE 1, 2, 3 をシステムで使用他はすべてユーザーに開放。一部コマンドを使用しない場合は使用可。
	擬似プログラムメモリ ユーザーシステムのアドレス領域のうち 64 K バイトをユーザー RAM と置換可。
	オブジェクトデータ処理 直列入出力インターフェース (RS 232 C) により外部機器 (PC 9100) とのデータ転送
	デバッグ機能 (1) メモリの内容の表示, 変更 (2) レジスタ類の内容の表示, 変更 (3) I/O ポートのリード/ライト (4) 指定アドレスからの実行, 停止 (5) 過アセンブル, 1 行ごとのアセンブル (6) トレース機能 (7) シングルステップ ほか
電源	AC 100 V(90~115 V) 50/60 Hz
外形寸法 (mm)	270×440×85

上記のシステム構成によって、本機は表 5. に示した仕様を有している。コマンドによって指定した番地からのプログラムの実行又は停止や、トレース機能によるプログラム実行の追跡に加えて、機械語の判読容易なアセンブリ言語に戻す「逆アセンブル」と簡単なアセンブルも開発し、制御プログラムの中に準備した。

本機のようなデバッグ装置は、多種多様なハードウェアと接続される可能性があるため、ユーザー開放用 RAM にはリフレッシュ操作の不要な static RAM を採用している。また、ユーザーの試作基板上に実装された EPROM の中に書込まれているプログラムについてもデバッグができるよう、ソフトウェアによるブレークポイントとともにハードウェアによる検出回路を設けた。これにより、既に EPROM に書込まれたプログラムの実行確認が可能となった。

16ビットマイクロプロセッサは、処理の高速性の点からシステムの制御に使われることも多いと思われる。この場合、アセンブリ言語によって開発されたプログラムを実際のハードウェアに組込んで、機械語レベルでデバッグするという作業が要求されると考えられる。本機はこのような要求に対して、手軽にしかも専有的に使用できることを目的として開発された。

4. む す び

マイクロプロセッサの高機能化に伴い、応用機器のソフトウェア開発の重要性がますます増加しているといわれる現在、汎用化及び専有化を図った開発サポート装置を開発・提供することが、マイコンの供給側に要求されてきた。この装置はそのような要求を満たすべく開発されたものである。16ビットマイコンの応用分野の広がりとともに、応用機器のソフトウェア開発の効率向上に貢献できることを信じている。

三菱パーソナルコンピュータ《MULTI 16》の RS-232Cインターフェース

二木 康裕*

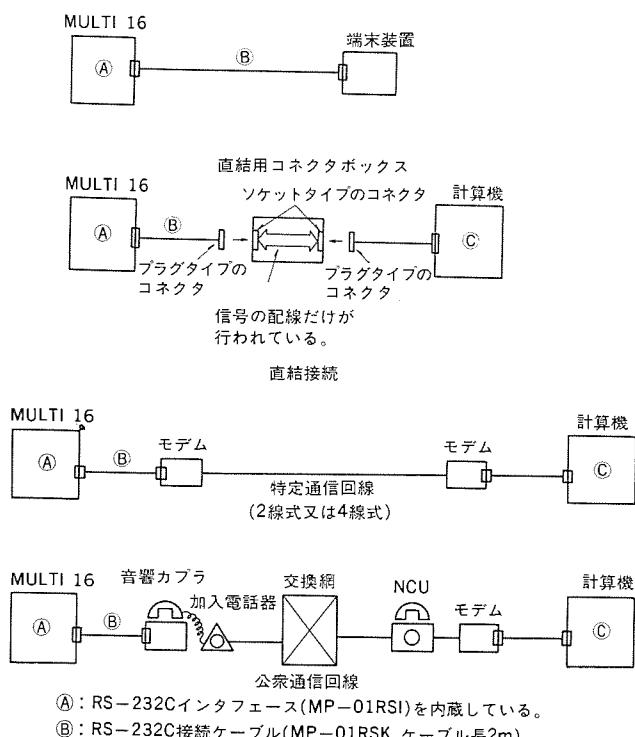
1. まえがき

三菱パーソナルコンピュータ《MULTI 16》には、ユーザーI/Oインターフェースとして、セントロニクスインターフェース、RS-232Cインターフェース及び入出力バスインターフェースが用意されている。セントロニクスインターフェースは、プリンタやXYプロッタの接続に使用されていて8ビット並列データの出力機能がある。

入出力バスインターフェースは、《MULTI 16》本体のI/Oスロットに定義されていて、内部バスとデータの入出力をを行うことができる。本体のI/Oスロットに実装可能な入出力インターフェースボードと専用の入出力制御モジュールを開発すれば、オプティマイズされた入出力システムを構成することができる。

RS-232Cインターフェースは、直列データの入出力機能があり、他の計算機や端末装置と接続してデータ通信又はデータの入出力をを行うことができる。また通信回線と変復調装置（以下モデム）や網制御装置（以下NCU）又は音響カプラを利用してすれば、遠隔地との間でもデータ通信が可能になる。図1.に接続例を示す。

本稿では、パーソナルコンピュータの分野でよく利用されるRS-232Cインターフェースの調歩同期式（又は非同期式）のハードウェアインターフェース条件と入出力プログラミングにおいて使用されるRS-232Cインターフェース制御モジュールを説明する。



2. RS-232C規格

米国電子工業会(EIA)ではRS-232C(Cは最新改訂版を示す)で、データ端末装置又は通信制御装置とモデムなどのデータ通信機器間の標準インターフェースを規定している。この規格に対応して、日本工業規格(JIS)及び国際電信電話諮問委員会(CCITT)でも、それぞれJIS C 6361及びCCITT勧告V.24及びV.28が制定されている。

このインターフェースはデータ通信システムでの採用を意図されていたが、専用LSIの出現にも助けられ、手軽なインターフェースとして端末装置や周辺装置で広く採用された結果、今やパーソナルコンピュータの分野では非常に利用頻度の高い汎用インターフェースとなった。しかし一方では、完全なRS-232Cとは異なる仕様の装置が増加し、また計算機や端末装置を直結するときの接続方法が一意的でないので、相互接続に当たってインターフェース信号の接続に注意を要するのが現状である。

3. ハードウェアインターフェース

RS-232Cでは、インターフェース信号の動作条件と電気特性をデジタル不平衡電圧インターフェースとして規定している。文字や制御文字の符号化（例えば、JIS 8単位、ASCII、EBCDIC）及び伝送制御手順については規定していない。

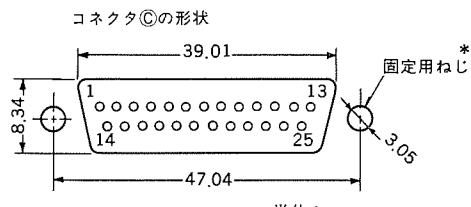
次にRS-232Cのインターフェース条件を述べる。

(1) コネクタとインターフェース信号

図2.と表1.に《MULTI 16》のRS-232C接続ケーブルの形状とピンアサイン及びインターフェース信号の動作条件を示す。図2.のコネクタ②及び④の形状とピンアサインが規格化されているのでモデムなどとそのまま接続できる。



- ①: 住友3M社製 3431-5002LCSC (プラグタイプのコネクタ)
②: 住友3M社製 3414-6000SC (ソケットタイプのコネクタ)
③: 日本航空電子工業社製 DBC-25P-F0 (プラグタイプのコネクタ)
④: 日本航空電子工業社製 DBC-25S-F0 (ソケットタイプのコネクタ) 又は相当品



注 *印JIS B 1101(すりわり付き小ねじ)
丸平小ねじ(M2.5)

図2.《MULTI 16》のRS-232C接続ケーブル(MP-01RSK)

表 1. RS-232C インタフェース信号

信号名称	略称	ピン番号 (注2)	信号方向 (注1)	ピン番号 (注3)	動作条件								
保安用接地又はフレームグランド	FG	15		1	モデム又はデバイスのフレームグランド。インターフェースボード内部では開放されている。MULTI 16本体のフレームグランドと接続するときは、別にアースケーブルを用意しなければならない。								
信号用接地又はシグナルグランド	SG	9, 11, 13, 17, 19, 27		7	インターフェース信号に対するシグナルグランド								
送信データ	SD	10	→	2	<p>シリアルデータが、インターフェースボードからモデム又はデバイスへ送信される。データが送信されないときは、“1”的状態が保持される。</p> <p>データは次の信号がすべてONであるときに送信される。</p> <table> <tr><td>送信要求</td><td>RS</td></tr> <tr><td>送信可</td><td>CS</td></tr> <tr><td>データセットレディ</td><td>DR</td></tr> <tr><td>データ端末レディ</td><td>ER</td></tr> </table>	送信要求	RS	送信可	CS	データセットレディ	DR	データ端末レディ	ER
送信要求	RS												
送信可	CS												
データセットレディ	DR												
データ端末レディ	ER												
受信データ	RD	14	←	3	<p>モデム又はデバイスからのシリアルデータが、インターフェースボードで受信される。</p> <p>データは次の信号がすべてONであるときに受信される。</p> <table> <tr><td>データセットレディ</td><td>DR</td></tr> <tr><td>データ端末レディ</td><td>ER</td></tr> <tr><td>データチャネル受信キャリア検出</td><td>CD</td></tr> </table>	データセットレディ	DR	データ端末レディ	ER	データチャネル受信キャリア検出	CD		
データセットレディ	DR												
データ端末レディ	ER												
データチャネル受信キャリア検出	CD												
送信要求	RS	16	→	4	データがインターフェースボードから送信されることを知らせる信号で、データの送信に先立ってONになり、送信終了まで保持される。								
送信可	CS	20	←	5	モデム又はデバイスの状態が、送信データを受付可能であることを知らせる信号。								
データセットレディ	DR	22	←	6	モデム又はデバイスが動作可能な状態で、送受信データや制御信号を授受できることを知らせる信号。								
データ端末レディ	ER	24	→	20	インターフェースボード側が動作可能な状態で、送受信データや制御信号を授受できることを知らせる信号。								
データチャネル受信キャリア検出	CD	25	←	8	モデム又はデバイスからデータが送出されていることを知らせる信号。インターフェースボード側ではこの信号がONのときはデータを受信する。								
送信信号 エレメントタイミング	ST1	28	→	24	計算機や端末装置と直結接続して、独立同期伝送を行うとき使用し、送受信データのタイミングを知らせる。								
送信信号 エレメントタイミング	ST2	12	←	15	独立同期伝送のとき使用し、送信データのタイミングとして与えられる信号。								
受信信号 エレメントタイミング	RT	18	←	17	独立同期伝送のとき使用し、受信データのタイミングとして与えられる信号。								
被呼表示	CI	26	←	22	<p>公衆通信回線と接続されたとき、自動着信機能を実現するときに使用する信号。</p> <p>公衆通信回線と接続しても、手動着信を行うとき及び特定通信回線と接続するときは使用しない。</p> <p>またデバイスなどと直結接続する場合も使用しない。</p>								
(未使用)	—	23		11									
(未使用)	—	21		23									
(アキ)	—	1~8 29~34		—									

注 (1) →は信号方向がインターフェースボードからモデム又はデバイスへ向くことを示し、←はその逆方向を示している。

(2) 図2.⑩のコネクタのピン番号である。

(3) 図2.⑪のコネクタのピン番号である。

(2) ラインドライバ回路

使用素子	TI 社製 SN 75188 N 相当品
信号電圧	±(5~15)V : 負荷抵抗 3~7 kΩにて
開放電圧	25 V 以下

(3) ラインレシーバ回路

使用素子	TI 社製 SN 75154 N 相当品
負荷インピーダンス	3~7 kΩ, 実効容量 2,500 pF 以下 : 印加電圧 ±(3~15)V にて
開放電圧	2 V 以下

(4) 信号の極性

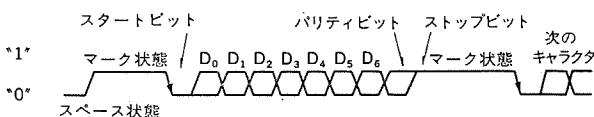
表 2. に示す。-3 V ~ +3 V の範囲を極性反転領域と呼ぶ。

(5) 信号の立ち上がり特性

データ信号及び
タイミング信号 極性反転領域を通過する時間は、1 ms
及び 1 ビットを伝送する時間の 3 % より

表 2. 信号の極性

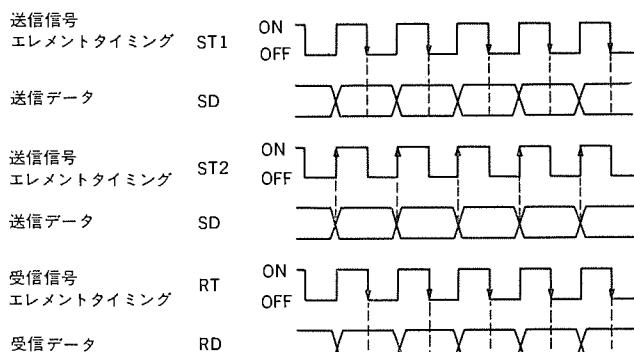
電圧	データ信号		タイミング 及び制御信号
	状態表示	2進表示	
インタフェースボード内 回線上	A (スペース状態)	"0"	"ON"
"Low"	+3 V 以上		
"High"	-3 V 以下	Z (マーク状態)	"1"
			"OFF"



メモリ上のデータ X | D₆, D₅, D₄, D₃, D₂, D₁, D₀

- 注 (1) データはキャラクタ単位に同期がとられ伝送される。ビット列のサンプリングは内部のクロックで行われる。
(2) 上位のビット X は送信時は無視され受信時は 0 になる。
(3) パリティビットはハードウェアで自動的に生成及びチェックされる。
(4) データが送信されない時は "1" のマーク状態が保持され、ブレーク送出中は "0" のスペース状態が保持される。

図 3. 調歩同期式データ伝送



- 注 (1) データはブロック単位に同期キャラクタ SYN によって同期がとられ伝送される。ビット列のサンプリングは外部から供給されるクロックによって行われる。
(2) データが送信されない時は、同期キャラクタ SYN が挿入されなければならない。

図 4. 独立同期式データ伝送

短いこと。

電圧変化の最大瞬間速度は 30 V/μs
極性反転領域を通過する時間は、1 ms
より短いこと。
電圧変化の最大瞬間速度は 30 V/μs

(6) 制御回路の断線

電源断時のラインドライバのインピーダンスは、±2 V 以下の印加電圧において 300 Ω 以上とする。電源断時又は接続ケーブルの断線時、ライントラミーでは信号が OFF であると見なす。

(7) 調歩同期式(又は非同期式)のデータ伝送

図 3. に示す。

(8) 独立同期式(又は同期式)のデータ伝送

図 4. に示す。独立同期式の詳細な説明は省略する。

4. 入出力プログラミング

RS-232 C インタフェース(調歩同期式又は非同期式)の制御モジュールは、&ASYNC. MOD のファイル名で CP/M-86 のシステムディスクシートに含まれていて、システム生成コマンド GENSYS によって CP/M-86 に組込まれる。&ASYNC. MOD を組込まれた CP/M-86 でシステムを立上げると、利用者プログラムは "BDOS 機能の呼び出し" によって &ASYNC. MOD を呼び出し、容易に RS-232 C インタフェースでデータの入出力を行うことができる。

"BDOS 機能の呼び出し" は、アセンブリで書かれた利用者プログラムにおいて、レジスタにパラメータを設定した後、ソフトウェア割込み命令 INT 224 の実行によって実現される。RS-232 C インタフェースに対する &ASYNC. MOD の機能は次の三つに分類される。

(1) 初期設定と状態制御

(2) 状態読み込み

(3) データの読み込み/書き出し

4.1 初期設定と状態制御

初期設定及び状態制御は "BDOS 機能の呼び出し" のうちダイレクト BIOS の呼び出し又はディスプレイ画面への制御手順の出力によって行う。

(1) ダイレクト BIOS の呼び出し方法

CL レジスタに機能コードとして 50 を設定すると、"BDOS 機能の呼び出し" のうちダイレクト BIOS の呼び出しが行われる。

パラメータは図 5. のように設定する。

機能コード 50 (ダイレクト BIOS の呼び出しを指定) レジスタには 16 進数に変換した 32 H (H は 16 進数であることを示す) を設定する。

BIOS 記述子 BIOS 呼出しパラメータがあるメモリ番地。

FUNC 80 (初期設定と状態制御を指定)

VALUE(CX) RCB (注意) のオフセット番地。

VALUE(DX) RCB のセグメント番地。

RCB 制御の内容で(3)項に従って設定する。

注 RCB は RS-232 C 制御ブロックを表す。

(2) ディスプレイ画面への制御手順の出力方法

CL レジスタに機能コードとして 2 を設定すると、"BDOS 機能の呼び出し" のうちディスプレイ画面への文字の出力が行われる。図 6. の機能コード 2 に示される実行を繰返して、次の制御文字列を出力する。

E
S] 02 : I₀I₁I₂I₃.....I₁₀I₁₁ S
C

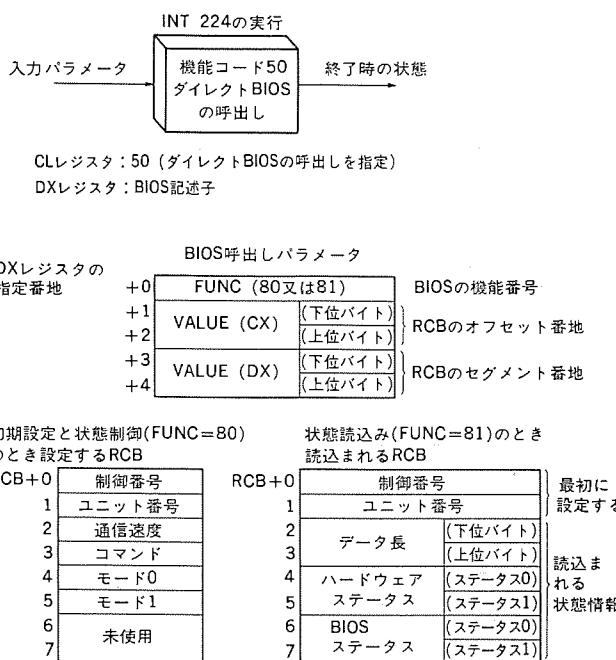


図 5. ダイレクト BIOS の呼び出し

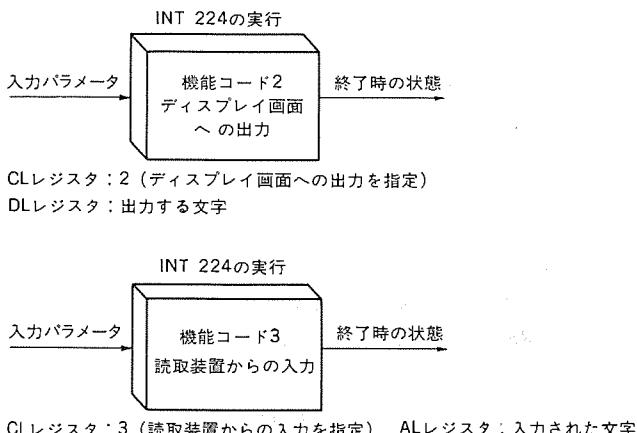


図 6. “BDOS 機能の呼び出し”によるデータの入出力

I₀I₁I₂I₃……I₁₀I₁₁ は制御の内容で(3)項に従って設定する。

I ₀ I ₁	制御番号
I ₂ I ₃	ユニット番号
I ₄ I ₅	通信速度
I ₆ I ₇	コマンド
I ₈ I ₉	モード0
I ₁₀ I ₁₁	モード1

(3) RCB で指定する制御の内容

(a) 初期設定

制御番号	0 (初期設定を指定)
ユニット番号	初期設定するユニットを指定する。(0~3)

通信速度	1 …… 110 ボー 2 …… 150 ボー 3 …… 300 ボー 4 …… 600 ボー 5 …… 1200 ボー 6 …… 2400 ボー 7 …… 4800 ボー 8 …… 9600 ボー
コマンド	ビット1 0 …… ER OFF 1 …… ER ON
	ビット5 0 …… RS OFF 1 …… RS ON
	他のビットは使用しないので0に設定する。
モード0とモード1は図7に示す。	
(b) ER信号制御	
制御番号	1 (ER信号制御を指定)
ユニット番号	制御するユニットを指定する。(0~3)
コマンド	ビット1 0 …… ER OFF 1 …… ER ON
	他のビットは使用しないので0に設定する。
RCBの他のパラメータは使用しない。	
(c) RS信号と送信インバブルフラグの制御	
制御番号	2 (RS信号制御を指定)
ユニット番号	制御するユニットを指定する。(0~3)
コマンド	ビット0 0 …… 動作なし 1 …… 送信ディセーブル
	ビット5 0 …… RS OFF (注意) 1 …… RS ON
	他のビットは使用しないので0に設定する。

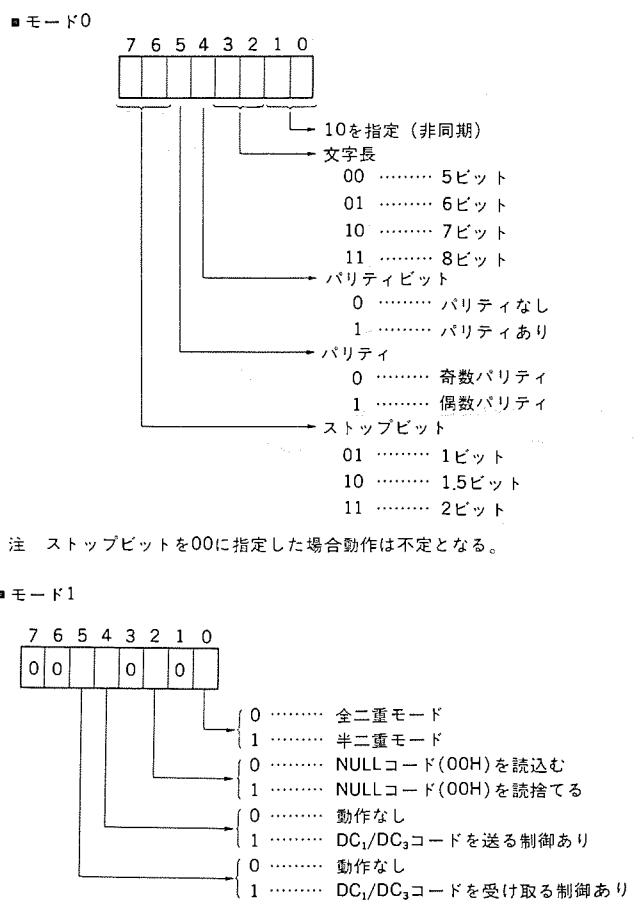


図 7. モード0とモード1の設定

RCB の他の パラメータは使用しない。

注 RS OFF を指定すると、同時に送信 ディセーブル になる。

(d) BREAK 信号制御

制御番号 3 (BREAK 信号制御を指定)

ユニット番号 制御する ユニットを指定する。(0 ~ 3)

コマンド ビット3 0BREAK OFF
1BREAK ON

他のビットは使用しないので0に設定する。

RCB の他の パラメータは使用しない。

4.2 状態読み込み

状態読み込みは “BDOS 機能の呼び出し” のうち ダイレクト BIOS の呼び出しによって行う。

(1) ダイレクト BIOS の呼び出し方法

4.1 項と同様の方法で呼び出される。パラメータは図 5. のように設定する。

機能コード 50 (ダイレクト BIOS の呼び出しを指定)

BIOS 記述子 BIOS 呼出し パラメータがある メモリ 番地。

FUNC 81 (状態読み込みの指定)

VALUE(CX) RCB の オフセット 番地

VALUE(DX) RCB の セグメント 番地

ダイレクト BIOS の呼び出しによって RCB に状態情報が読み込まれる。

(2) RCB に読み込む状態情報の内容

(a) 状態情報の読み込み

制御番号 0 (状態情報の読み込みを指定)

ユニット番号 状態を読み込む ユニット番号を指定する。(0 ~ 3)

データ表 BIOS に受信済 データの バイト数

ハードウェアステータス と BIOS ステータス は図 8. に示す。

(b) CI 信号の読み込み

ハードウェアステータス 1 の CI 信号が ON になるまで BIOS は実行を開始しない。CI 信号が ON になってから状態情報の読み込みを実行し、その後利用者 プログラム に戻る。

制御番号 1 (CI 信号の読み込みを指定)

ユニット番号 CI 信号を読み込む ユニット番号を指定する。(0 ~ 3)

データ長 BIOS に受信済 データの バイト数

ハードウェアステータス と BIOS ステータス は図 6. に示す。

4.3 データの読み込み／書き出し

CP/M-86 では、論理読み取り装置と論理せん孔装置がともに RS-232C インタフェース に初期設定されている。したがって “BDOS 機能の呼び出し” のうち、読み取り装置からの入力及びせん孔装置への出力によっ

■ ハードウェアステータス 現在のハードウェアの状態

ステータス 0 :

7	6	5	4	3	2	1	0
DR	SYNC/LS 検出	フレミング エラー	オーバ ラン	バリティ エラー	誤バッファ エンティ	受信 エンド	送信 レディ

ステータス 1 :

7	6	5	4	3	2	1	0
CS	RS	DR	ER	CI	0	CD	0

■ BIOS ステータス RS-232C 制御 モジュールがデータの入出力中に検知したハードウェアステータスを RCB にセットする。その後、RS-232C 制御 モジュール内に格納されているステータスをリセット(0000H)する。

ステータス 0 :

7	6	5	4	3	2	1	0
DR	SYNC/LS 検出	フレミング エラー	オーバ ラン	バリティ エラー	誤バッファ エンティ	受信 エンド	送信 レディ

ステータス 1 :

7	6	5	4	3	2	1	0
CS	RS	DR	ER	CI	パッファ オーバ	CD	パッファ エンティ

ドライバの出力バッファ
エンティ時に1をセットする。
ドライバの入力バッファがオーバ
フローしたときに1をセットする。

図 8. ハードウェアステータス と BIOS ステータス の内容

て、ディスプレイ 装置や プリンタ 装置と同じように データ 入出力が行える。図 6. に データ の入出力方法を示す。

ただし RS-232C 制御 モジュール には次の特徴がある。

(a) RS-232C 制御 モジュール は、データ入出力用の バッファ を持っている。

(b) パリティビット の生成と検出を行う。利用者 プログラム に渡る入力データ からは パリティビット が除かれている。

(c) データ 入力中に パリティエラー を検出すると、入力 データ の代わりに ダブルクオーツ (〃 : ASCII コードで 22 H) を利用者 プログラム に渡す。

5. む す び

RS-232C インタフェース は、データ 通信 システム の基礎を支える重要な技術であるだけでなく、コンピュータ を代表する技術の一つでもある。

この論文が、『MULTI 16』に限らず エレクトロニクス の応用技術の発展に貢献できれば幸いである。

三菱汎用シーケンサ《MELSEC-Kシリーズ》のデータリンクシステム

伊藤 善文*・葛西由夫*・古沢 美行*

1. まえがき

三菱汎用シーケンサ《MELSEC-Kシリーズ》は、昭和55年末にK1タイプを発売以来、その高機能性、経済性及び使いやすさなどによりユーザーの好評を得ているが、昭和56年末小形薄形構造のK0タイプの発売を機会に、K0とK2を組合せることによりリモートI/Oシステムや分散制御システムが構成できるデータリンクシステムコンポーネントも同時発売した。

このデータリンクシステムは、コンベヤラインやトランスマシンなどの分散制御や、パソコンと組合せて生産指示、生産管理を行うシステムなど広範囲な用途に使用され、今後FMS化やFA化のシステムコンポーネントとして更に用途が拡大されることが期待される。

以下データリンクシステムの開発の目的、仕様、特長、システムの概要及びプログラミング方法について紹介する。

2. データリンクシステムの目的

データリンクシステムの目的として以下のことがあげられる。

(1) 外部配線及びその工事費の削減

リモートI/Oシステムを構成することにより遠距離入出力用外部配線及びその工事費が大幅に削減できる。

(2) システムの簡素化

大規模システムになるとそのプログラミングや据付調整などが複雑化する傾向にあるので、システムを各機能ブロックごとに分散化することにより簡素化を図る。

(3) 入出力点数の拡大

Kシリーズでは、K2タイプの512点が最大入出力点数であるが、並列データリンクシステム、分散制御システムを構成することにより、システム全体としての入出力点数の拡大ができる。

(4) 用途拡大

シーケンサの制御情報をパソコンなどと容易に授受できるようにすることにより、シーケンサの応用範囲を拡大する。

3. 仕 様

3.1 システムの構成

《MELSEC-Kシリーズ》のデータリンクシステムは以下のシステム構成ができる。各システムに使用するデータリンクユニットKJ61、KJ71、KJ72、KJ81の外観を図1に示す(KJ81はKJ71、KJ72に内蔵)。

(1) 並列データリンクシステム

入出力点数(512点)やプログラムステップ数(4Kステップ)が不足したときに並列データリンクユニットを用いて2台若しくは3台の並列運転を行うシステムである。図2.(a)に3台並列運転の構成を示す。

(2) 直列データリンクシステム

遠距離間のライン制御などの場合に各シーケンサ間を直列データリンクユニットを用いて高速で直列信号伝送を行う。シーケンサはマスタ局とローカル局で構成し、最大1:7の直列伝送を行い、マスタとローカルは1

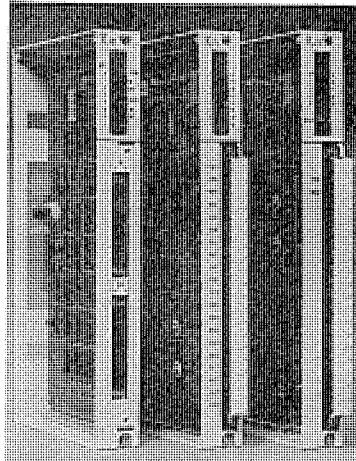
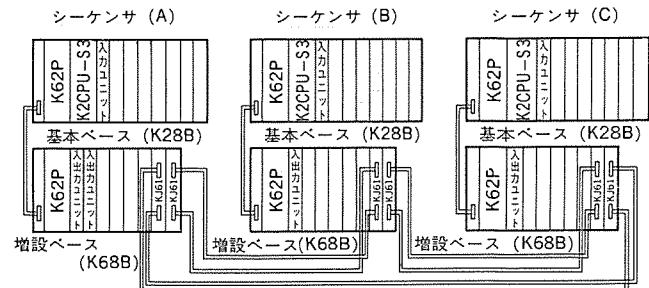
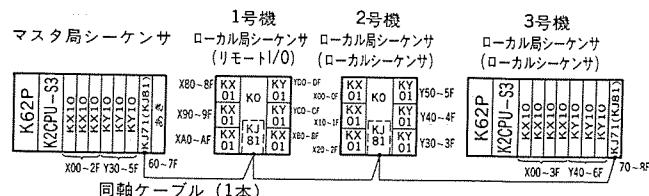


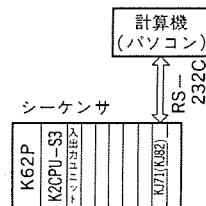
図1. データリンクユニット外観



(a) 3台並列運転



(b) 直列データリンクシステム



(c) 計算機リンクシステム

図2. システムの構成

本の同軸ケーブルで接続する。ローカル局はリモートI/O、ローカルシーケンサのいずれでも使用できる。図2.(b)に直列データリンクシステムの構成を示す。

(3) 計算機リンクシステム

パソコンなどの計算機と計算機リンクユニット(RS-232Cインターフェース)を

表 1. データリンクシステムの仕様

(a) 並列データリンクシステム

並列運転台数	3台(max)
伝送路	多心ケーブル、長さ3m
リンク信号点数	128点/1台(Y00~Y7F) 16点単位で入力、出力の選択可能
信号伝送方式	時分割多重伝送方式(サイクリック伝送)
繰返し伝送周期	繰返し演算処理の1周(END命令後)
受信タイミング	シーケンス命令演算中
異常検出	相手側ハードウェアアレジ 伝送路異常 リンク信号の入力、出力のアンマッチ不良

(b) 直列データリンクシステム

ローカル局数	7台(max)
伝送路	同軸ケーブル1本、長さ500m(max)
信号伝送数	256点(マスタ局に対して) 16点単位で入出力の選択をプログラムで行う データレジスタ(16ビット)24点も同時伝送可能
信号伝送速度	250Kb/s
繰返し伝送周期	繰返し演算処理の1周(END命令後)
受信タイミング	割込み処理で受信 END命令後シーケンサのイメージメモリに転送
エラー検出	CRCチェック タイムチェック (エラー局番はマスタ局のデータレジスタに収納)

(c) 計算機リンクシステム

传送方式	調歩同期式
传送速度	1,200, 2,400, 4,800, 9,600 b/s (スイッチにより選択)
アクセスサイクル	1バイト/10ms
脱出内容	X, Y, M, T, C, F, D
書込内容	Y, M, T, C, F, D
エラー検出	バリティチェック有/無 サムチェック有/無 (有/無はスイッチにより選択)

注 Xは入力、Yは出力、Mは一時記憶、Tはタイマ、Cはカウンタ、Fは外部故障、Dはデータレジスタを示す。

用いて、シーケンサの動作状態を監視したり、データレジスタなどの内容の読み取りや書換えを行ったりすることができる。図2.(c)に計算機リンクシステムの構成を示す。

3.2 仕様

『MELSEC-Kシリーズ』のデータリンクシステムの仕様を表1.に示す。

4. 特長

(1) K0ユニットが三つの用途に使用できる。

K0ユニットを、K2のリモートI/Oあるいはローカルシーケンサとして、更にはK0ユニット単独の小規模シーケンサとして、三つの用途に使い分けることができる。

(2) 周辺装置の互換性

各リモート局のI/O点数やリンク点数の設定などを従来の周辺装置と共用して行えるよう工夫している。

(3) システムの安全性と操作性に対する配慮

伝送データの信頼性、一部の局が故障したときのシステム全体の安全性や応急的な解列運転及び試運転時の部分運転など、システムの安全性と操作性に対し配慮している。

(4) システムの融通性、拡張性

下記のような特長をもち融通性、拡張性に富んでいる。

- (a) リモート局として、リモートI/Oユニットとローカルシーケンサを7局まで混合で結合できる。
- (b) リモートI/Oとして、K0用及びK1/K2用の各種入出力ユニットが用途に合わせて使用できる。
- (c) アナログデータもデジタル化して伝送できる。
- (d) 複数のリンクシステムを組合せて更に階層化したシステムを構成することができる。

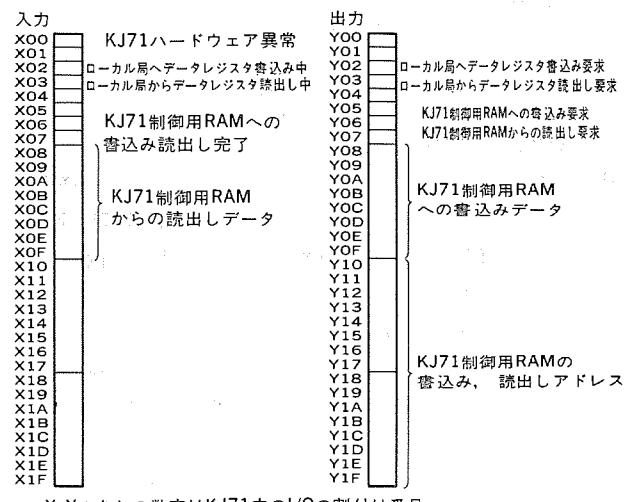
5. システムの概要

5.1 ハードウェアの構成

5.1.1 直列データリンクシステム

直列データリンクシステムは、マスタ局1局に対し最大7局までのローカル局との間を同軸ケーブル1本でデータリンクをするシステムである。マスタ局のK2CPUは、各入力ユニットから入力情報を読み取り、あらかじめプログラムされた手順に従って演算を行い、その結果を各出力ユニットに出力するというシーケンス機能以外に、データリンク機能を持っている。データリンクユニットKJ71が通常の入出力ユニット挿入位置に装着されると、K2CPUはKJ71を32点占有の特殊入出力ユニットと見なし、図3.に示す割付けの出力を制御して入力を読み取ることにより、KJ71に各ローカル局へのリンク出力情報を書き込んでKJ71と各ローカル局間の交信開始指令を出し、交信完了後リンク入力情報を読み取るという一連の処理を行う。このようなK2CPUのリンク機能にシーケンス機能を併用することにより、マスタ局のK2CPUはデータリンクシステム全体の総括制御を行う。

データリンクユニットKJ71のハードウェア構成を図4.に示す。K2CPUはユニット情報設定回路を読み取ることによりKJ71の有無と挿入位置を認識し、以後K2CPU、KJ71共用RAMに、図3.に示したアドレス、データ、コントロール信号を読み書きすることにより、KJ71CPUを起動してKJ71内の制御用RAMを間接的にアクセスする。直列データリンクシステムとして使用する場合は、KJ71ユニット内にデータリンクアダプタKJ81と、制御用ROMとしてマスタ局側にはL2ROMを、ローカル局側にはL3ROMを装着する。KJ71CPUは、制御用ROMとK2CPUからの共用RAM経由の指令により、KJ81内の通信制御用LSIにアクセスし、各ローカル局内のKJ81との間で送受信を行なう。



X, Yのあとの数字はKJ71内のI/Oの割付け番号

図3. KJ71入出力割付け

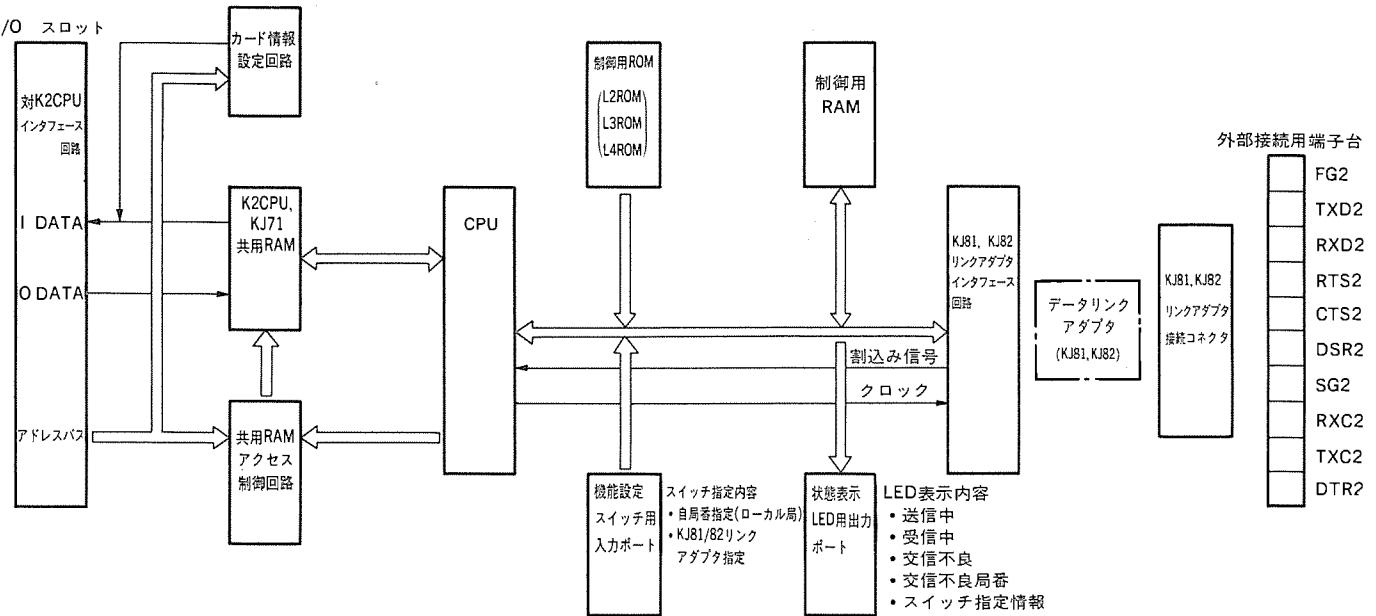


図 4. KJ 71 ハードウェア構成ブロック図

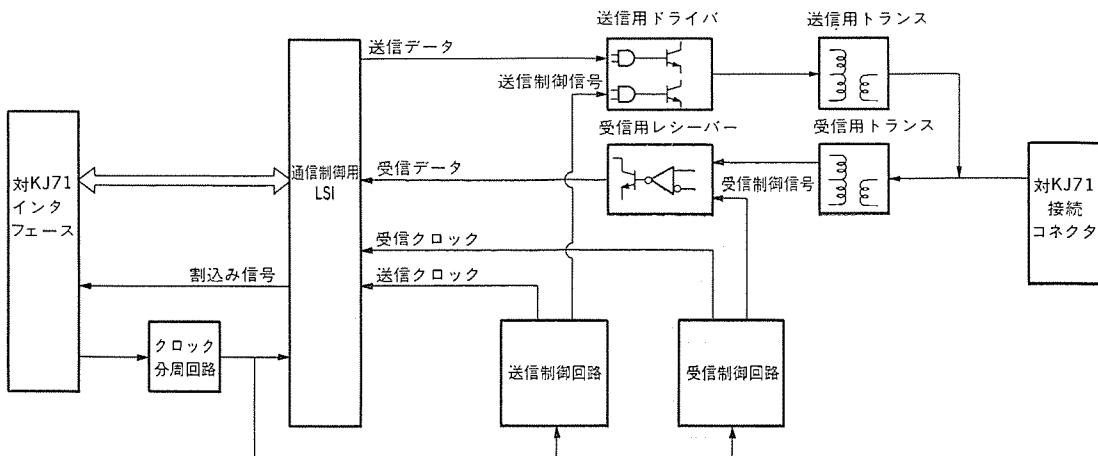


図 5. KJ 81 ハードウェア構成ブロック図

行う。全ローカル局との間で1回の送受信が完了すると、KJ 71 CPUは制御用RAM内の完了フラグをセットし、これを監視しているK2 CPUはフラグがセットされたことを認識する。制御用RAM内のローカル局からのリンク入力を読み取り、ローカル局への次のリンク出力を書き込み、最後に送受信開始フラグをセットして1回の処理が完了する。

データリンクアダプタ KJ 81 のハードウェア構成を図 5. に示す。通信制御用 LSI は、KJ 71 CPU と授受する 8 ビットパラレルデータを直列データ列に変換して同期送受信する機能、CRC コードの生成、チェック機能、有効データ受信で CPU へ割込みを発生する機能などを有している。送受信制御回路はシフトレジスタなどのデジタル回路のみで構成し、通信制御用 LSI からの送信データに同期クロックを重畠して 250 kb/s の周波数で送信する機能、受信信号から同期クロックと受信データを分離する機能を持っている。図 6. (a) に 1:7 でデータリンクした場合のローカル局の伝送波形を、図 6. (b) に同拡大波形を示す。

5.1.2 計算機リンクシステム

KJ 71 を計算機リンク用のユニットとして使用する場合には、図 4. の制御用 ROM として L 4 ROM を、データリンクアダプタは KJ 82 を装着する。

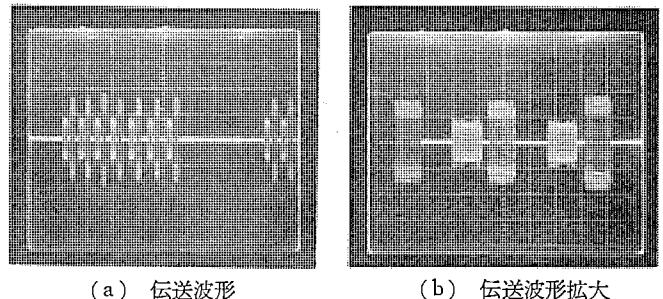


図 6. ローカル局の伝送波形

データリンクアダプタ KJ 82 のハードウェア構成を図 7. に示す。伝送仕様は EIA RS 232 C に準拠しており、送受信クロックは、送受信クロック選択スイッチにより外部／内部発生の選択、内部発生の場合は 1,200, 2,400, 4,800, 9,600 b/s のいずれかに設定可能である。

5.2 ソフトウェアの構成

図 8. に L 2 ROM のメインプログラムの構成を示す。KJ 71 CPU はインシャライズ処理完了後、K 2 CPU からの書き込み読出し要求を監視し要求があれば応答している。K 2 CPU は KJ 71 内の制御 RAM に、データリンクを行うローカル局数、各ローカル局のリンク入出力点数などの

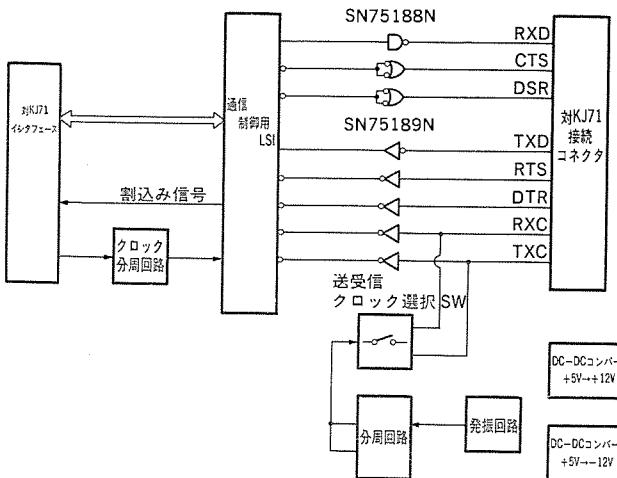


図 7. KJ 82 ハードウェア構成 ブロック図

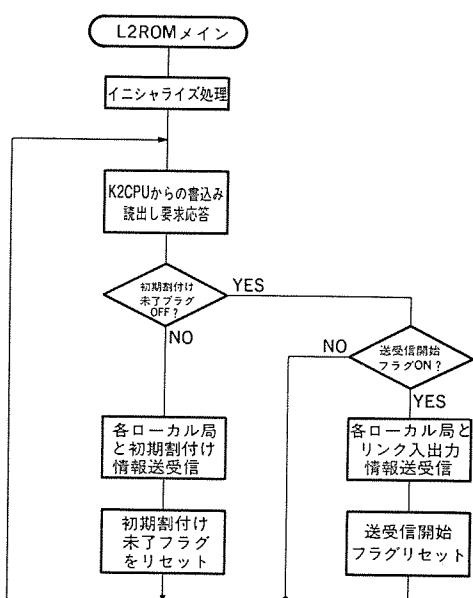


図 8. L2ROM メインプログラム

初期情報を KJ 71 CPU に要求して書き込み完了し、同様に制御 RAM 内の初期割付け未了フラグをセットする。KJ 71 CPU は、メインプログラム中で初期割付け未了フラグがセットされたことを認識すると、各ローカル局に初期割付け情報を送信すると同時に、受信情報により各ローカル局の健全性のチェックを行う。

KJ 71 CPU は送受信完了後初期割付け未了フラグをリセットするので、これを認識した K 2 CPU はリンク出力情報を制御 RAM に書き込み、完了後送受信開始フラグをセットする。KJ 71 CPU は送受信開始フラグがセットされると各ローカル局へリンク出力情報を送信し、各ローカル局からリンク入力情報を受信する。全ローカル局と 1 回の送受信が完了すると、KJ 71 CPU は送受信開始フラグをリセットする。K 2 CPU は、KJ 71 が各ローカル局と送受信を行っている間にデータリンク以外の入出力シーケンス演算を行っており、シーケンス演算完了後、

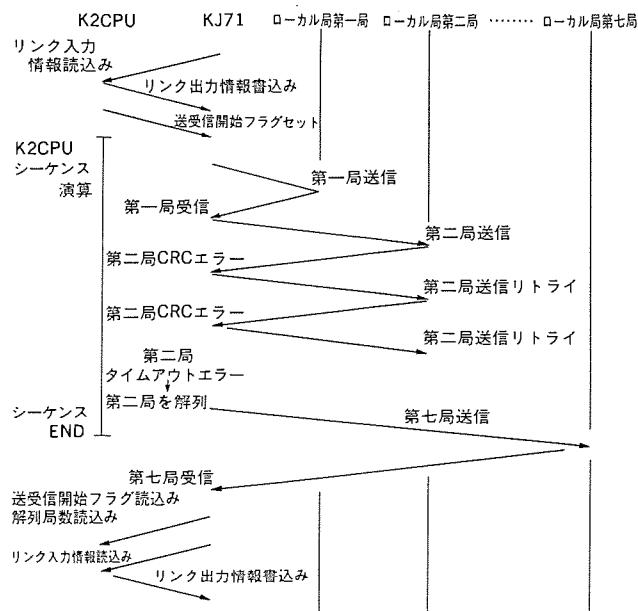


図 9. リンク入出力情報送受信手順

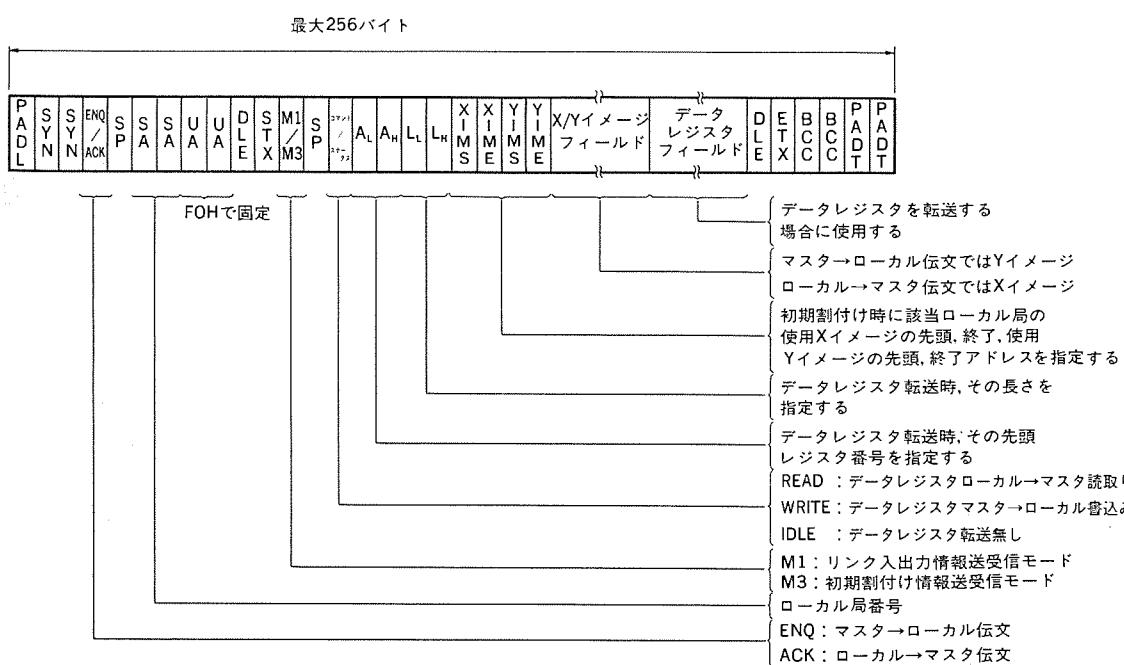


図 10. 直列データリンク伝送フォーマット

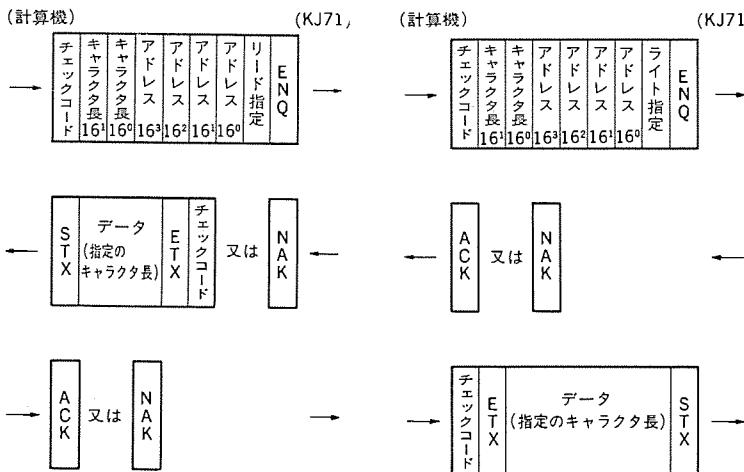


図 11. シーケンサのデータ読み取り手順

制御 RAM 内の送受信開始 フラグの状態を監視している。送受信開始 フラグがリセットされて、1回の送受信が完了したことを K2 CPU が認識すると、K2 CPU ユニット内のリンク入出力情報と KJ 71 制御 RAM 内のリンク入出力情報との交換を行い、完了後送受信開始 フラグをセッテし、以後は繰返しとなる。

KJ 71 CPU は、各ローカル局の送受信では CRC チェックとタイムアウトエラーチェックを併用しており、エラーが発生すると数回のリトライを行い、なおかつ正規の応答がない場合は該当局を解列して、以後送受信の対象から除き、エラー発生内容、エラー発生局数を K2 CPU に知らせる機能を持つ。図 9. にリンク入出力情報の送受信手順を示す。

5.3 伝送方法

5.3.1 直列データリンク传送フォーマット

マスタ局より図 10. に示す伝送フォーマットにより送信が行われると、全ローカル局の KJ 81 内の通信制御用 LSI は同期キャラクタを検出して各ローカル局の CPU に割込みを起動する。各 CPU は伝文を先頭より受信開始し、伝文中のローカル局の番号が自局番号と一致しないものは伝文受信を中止し、通信制御用 LSI をシンクハンドモードに復帰させる。自局番号と一致したものは全伝文を受信完了後 CRC エラーのチェックを行い、エラーがなければ同一伝送フォーマットで ACK 応答を行い、エラーが発生した場合は無応答でマスタ局からのリトライ待ちとなる。

5.3.2 計算機リンク传送制御手順（プロトコル）

伝送の起動は計算機側でかけ、KJ 71 は計算機からの書き込み、読み出しあれかの要求に応答するのみである。図 11. に計算機がシーケンサのデータを読み取る場合のプロトコルを、図 12. に計算機がシーケンサへデータを書込む場合のプロトコルを示す。

6. シーケンスプログラムの方法と使い方

6.1 並列データリンクシステム

シーケンサの I/O スロットの位置に並列データリンクユニット (KJ 61) を装着し、各々を“たすきがけ”接続する構成 (図 2. (a)) で最大 3 台まで並列運転できる。若番から 128 点分 (00~7F) は入力ユニットを装着し、この相反する出力イメージを並列データリンク信号としている。各シーケンサが入力するか、出力するかは KJ 61 内のスイッチにより 16 点単位で選択できる。シーケンサ (A) の出力信号 Yn はシーケンサ (B)，

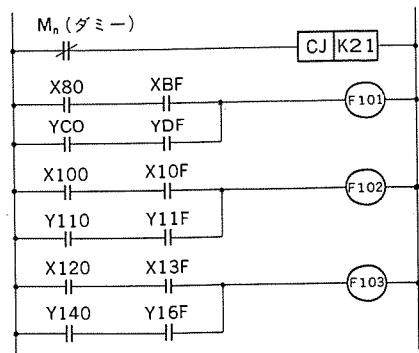


図 13. イニシャルプログラム例

シーケンサ (C) が Yn で入力信号として受信する。

6.2 直列データリンクシステム

6.2.1 プログラムの方法

データリンクの範囲をマスタ局のシーケンサのシーケンスプログラムの先頭に図 13. に示すイニシャルプログラムを挿入することにより各ローカルへリンク範囲を初期時に伝送する。

(1) F 101: 1号機のローカル局 (リモート I/O)

X 80～XBF : マスタ局への入力信号

YCO～YDF : マスタ局からの出力信号

(2) F 102: 2号機のローカル局 (ローカルシーケンサ K 0)

X 100～X 10 F : マスタ局への入力信号 (ローカル局からの Y 100～Y 10 F の出力信号)

Y 110～Y 11 F : マスタ局からの出力信号 (ローカル局への X 110～X 11 F の入力信号)

(3) F 103: 3号機のローカル局 (ローカルシーケンサ K 2)

X 120～X 13 F : マスタ局への入力信号 (ローカル局からの Y 120～Y 13 F の出力信号)

Y 140～Y 16 F : マスタ局からの出力信号 (ローカル局への X 140～X 16 F の入力信号)

このイニシャルプログラムは図 2. (b) のシステム構成における例である。マスタ局のシーケンサはイニシャルプログラムで指定した対ローカル局に対しての X/Y 番号を用いてシーケンスプログラムを作成する。ローカル局のリモート I/O はシーケンスプログラムが不要である。ローカルシーケンサはマスタ局のシーケンサのイニシャルプログラムで指定した Y/X 番号を用いてシーケンスプログラムを作成する。マスタ局、ローカル局ともに直接のプロセス入出力信号とデータリンクの入出力信号とを区別なくシーケンスプログラムを作成できる。

6.2.2 データレジスタの送受信

マスタ局はローカル局に対して X/Y の入出力信号のデータリンク以外にデータレジスタの内容も送受信できる。

(1) マスタ局からローカル局への書き込み要求

プログラム方法は図 14. に示す。マスタ局は D 120 にローカル局の号機番号、D 121 に書き込みたいデータレジスタの先頭番号、D 122 にデータレジスタの個数を収納し、ファンクション番号 F 120 をオンすることによりローカル局に送信する。ローカル局はマスタ局から送信データを受信すればファンクション番号 F 121 がオンする。

(2) マスタ局からローカル局への読み出し要求

プログラム方法は図 15. に示す。マスタ局は D 120 にローカル局の号機番号、D 121 に読み出したいデータレジスタの先頭番号、D 122 にデータレジスタの個数を収納し、ファンクション番号 F 122 をオンすることによ

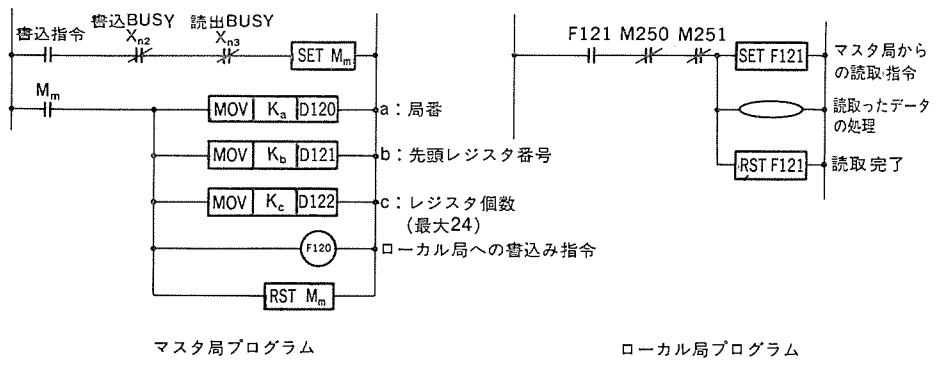


図 14. マスター局からローカル局へのデータレジスタの書き込みプログラム

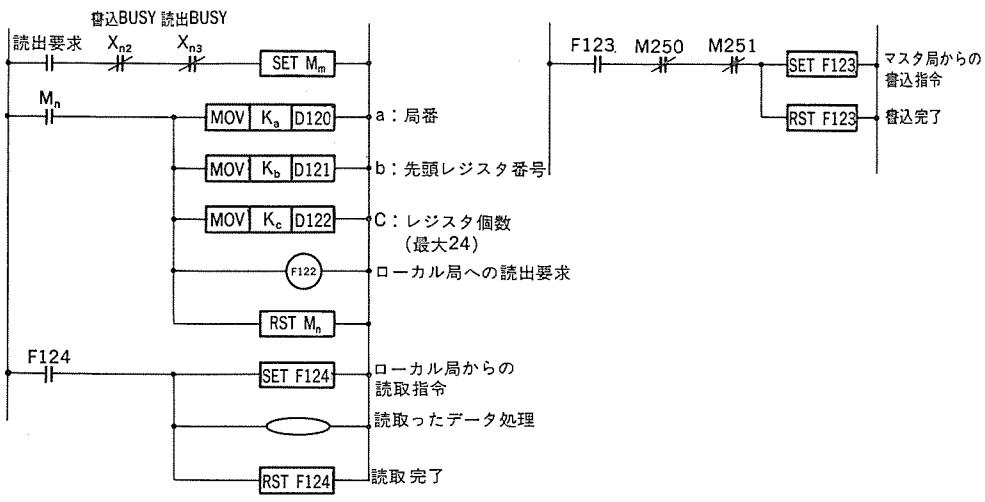


図 15. マスター局からローカル局へのデータレジスタの読み取りプログラム

りローカル局へ読み出し要求する。ローカル局はマスター局からの読み出し要求を受信するとファンクション番号 F123 がオンし、読み出し要求に応じてデータレジスタの内容を送信する。マスター局はローカル局から送信されるとファンクション番号 F124 がオンする。

6.2.3 シーケンサの処理時間と伝送の遅れ時間

シーケンス演算処理の 1 周は KJ 71 との交信時間(約 10 ms)分だけ長くなる。マスター局で生じた Y の変化、ローカル局で生じた Y の変化はいずれもマスター局のシーケンス演算処理の 1 周時間とローカル局のシーケンス演算処理の 1 周時間で相手局に伝達することができる。

6.2.4 異常局の検出と解列運転

伝送路もしくはローカル局に異常が生じたとき、マスター局はそれを検

出し、データレジスタ D 124 に異常局番を収納し、以後自動的に該当ローカル局を解列して運転する。ローカル局はマスター局からのイニシャル情報(リンク範囲指定)を受信したとき一時記憶 M 250 をオフする。またデータリンク情報の周期をタイムチェックし、タイムチェックのエラーを検出したとき一時記憶 M 251 をオンする。

これらの D 124 と M 250, M 251 を用いてシステム全体のフェイルセーフや応急的な解列運転及び試運転時の部分的運転などができる。

6.3 計算機リンクシステム

シーケンサの I/O スロットの位置に計算機リンクユニット(KJ 71, KJ 82)を装着し、シーケンスプログラムでは何ら計算機リンクのために考慮する必要はない。計算機からの書込み、読み出し要求に対して計算機リンクユニットが媒体となり、シーケンサのマイクロプログラムが自動的にこの要求に対して応答する。この応答はシーケンス演算の処理時間の制約があり 1 バイ

ト／10ms の時間規制をしている。

7. むすび

以上紹介したデータリンクシステムは、オフィスコンピュータ《MELCOM 80》、パーソナルコンピュータ《MULTI 16》及びプラントコントローラ《MELPLAC》などの上位機器と接続して使用され、今後ますますその用途は拡大するであろう。またシーケンサは、最近話題の FMS, FA システムにおけるシステムコンポーネントとして位置付けられており、それらのシステムに適用しやすいように機能面、インターフェース仕様、制御規模などをより一層改善していくつもりである。

マイクロロボット《ムーブマスター》とそのコントローラにおけるマイクロコンピュータ技術

沢田 忠*・高橋 修*・曾原泰之*・猫塚正道**

1. まえがき

当社は、昭和57年4月に教育研究用を主な用途にしたマイクロロボット《ムーブマスター》RM-101形とそのコントローラ《ムーブマスター》コンピュータMX-6000を発売した。このような用途を対象にしたロボットは国内では初めてであり、今後のコンピュータ及びロボット社会の到来を示唆するものとして注目されている。

以下に、RM-101形及びMX-6000のハードウェア及びソフトウェアについて述べる。

2. 開発の背景

本来、ロボット開発推進の方向はFA(Factory Automation)やFMS(Flexible Manufacturing System)につながる高知能化された産業用ロボットを目指したものであると考えていたが、それとは別に、ロボットに関する関心、導入意欲の高まりという状況の中で、ロボットについての研究、研修、シミュレーションなどや、学校でのメカトロニクス教育でも、価格及び取扱い面で手ごろな製品が望まれている点に、市場調査などを通じてかねてより着目していた。

一方、パソコン（以下パソコンと称す）にこれから取組もうという人も多く、そのような人にとって、パソコンで何かを動かしながらプログラムを学習することは、十分興味あることであり修得も早いと考えた。

また、ユーザーとしてマイクロコンピュータやメカニカル機器の製作、プログラミングを楽しむ人も少なくない。このような背景をもとに、
 (1) ロボット導入に役立つ研究
 (2) ロボット及びパソコンの教育
 (3) 店頭でのディスプレイの道具
 (4) ホビースト向け

などを主な目的とした安価で、インテリジェンス化され、しかも汎用パソコンにも接続できるマイクロロボットを提供しようとするものである。

3. ロボットの構造

ここでは、《ムーブマスター》RM-101形の構造の概略について説明する。

RM-101形の外観構造図を図1.に示す。このロボットは構造的には多関節形に属し、独立して自由に動かせる関節はウエスト、ショルダー、エルボ、リストホール（手首の回転）、リストピッチ（手首の曲げ）の5箇所、すなわち自由度5のロボットである。なお、フィンガの開閉は空間座標の決定に影響を及ぼさないので、ここでは自由度に含めない。これらの各関節はすべてステッピングモータにより駆動される。

ロボットベース内部には、電源及びモータ駆動回路から構成されるドライバーボードとCPU(Z80A)が搭載されたインテリジェンスボードとが格納されている。またベース外部には、各種操作スイッチとヒューズホルダなどが取付けられている。ボディ内部には、カウンタウエイト兼用の電源用絶縁トランジスタとアーム部の一次モーメントを軽減するためのスプリングが

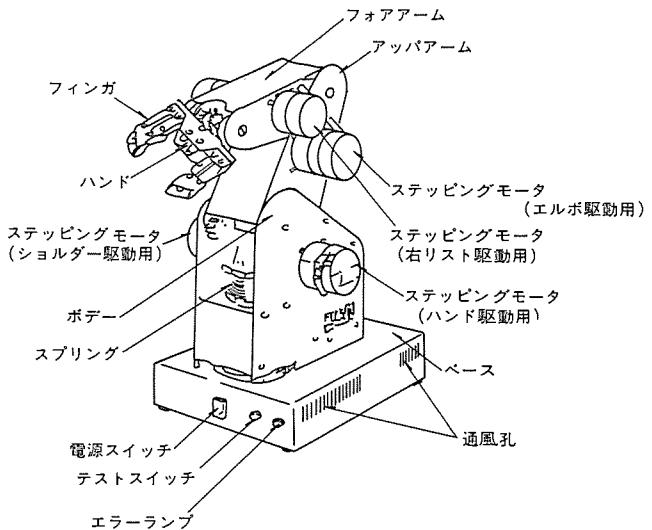
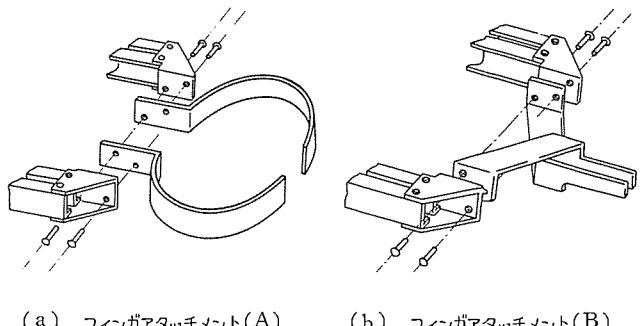


図1. RM-101形の外観構造図



(a) フィンガタッチメント(A) (b) フィンガタッチメント(B)

図2. フィンガ付属品の形状

格納されている。また、ボディ外側にはショルダー及びフィンガ駆動用のモータが取付けられている。ショルダーはドライブギヤにより、また、フィンガはワイヤを介して駆動される。

アッパーアーム内部には、フィンガの握り圧力を前記ワイヤの張力で検出するためのリミットスイッチが取付けられている。また、アッパーアーム外部にはエルボ駆動用のモータが取付けられ、ローラチェーンを介して駆動される。フォアアーム外部には、リスト駆動用モータが左右対称に2個取付けられ、これら2個のモータの回転方向を変えることで、リストのホール又はピッチ、あるいはホールとピッチの複合動作をさせることができる。ハンドは、フィンガ駆動用ワイヤを引張ることによりフィンガが閉じ、逆にゆるめるとハンド内部に設けられているばねの力で開く。なお、フィンガは図2.に示す2種類の形状のものも付属している。

4. 仕様及び特長

表1.にこのロボットの仕様を示す。このロボットの主な特長は次のとおりである。

表 1. RM-101 形の仕様

形 式		RM-101	可 撥 重 量 (g)	500 (ハンドの重量含まず)
用 途		教育用・ホビー用	最 大 速 度 (cm/s)	ハンド元端で 7
構 造		関節形・構板構造	位 置 精 度 分 解 能 (mm)	0.3 台
動 作 自 由 度		5	駆 動 モ ダ	ステッピングモータ 6個
動作範囲 (°)	腕 体 旋 回	240 (左右 120)	速 度 制 御	台形波制御
	肩 回 転	150 (後方 75, 前方 75)	各 軸 制 御	6 軸同時複合動作可能
	肘 回 転	120 (後方 45, 前方 75)	イ ン タ フ エ ー ス	セントロニクス準拠
	手 首 曲 げ	180	ブ ロ グ ラ ム 言 語	ロボット言語「M-ROLY」又は BASIC Assembly, その他
	手 首 ね じ り	360	所 要 電 源	AC 100V 単相 50/60 Hz 60 W コード 2m 付
	矩形ハンドの爪の間隔 (mm)	最大 80	重 量 (kg)	約 10

4.1 ロボットのインテリジェンス化

このロボットは、パソコンなどのコントローラからコマンド（命令語）を受取るため、ロボット自体がCPUを搭載している。

(1) ロボットにCPUを搭載し、あらかじめ人間の意志に近い文字のコマンドを覚え込ませておく。

(2) 次に、前述のコマンドを用い、コントローラに入力する。

(3) ロボットのCPUはこのコマンドを翻訳し、各関節のステッピングモータを駆動する信号を出力する。

(4) この翻訳過程でロボット自体の制限条件などを判定演算し、自動的に最適運動をする。

(5) この際、コンピュータは、ロボットのCPUにコマンドとそれに付随するパラメータを受渡した後は、必要に応じて動作の終了又はエラー動作を確認するだけでよく、この間ソフト的な工夫をすることできコンピュータには別の演算、制御をさせることができる。すなわち、ロボットの複数台制御とかビジョンセンサとの結合といった高度のシステム化が可能になる。

4.2 セントロニクス準拠のインタフェース

パソコンとロボットとのインターフェースはセントロニクス社のプリンタインターフェースに準拠している。これは汎用パソコンがプリンタとのインターフェースとして最も一般的なものであるため、ユーザーの新たな経済的負担なしにパソコンと接続できることを配慮したためである。

4.3 ステッピングモータによる駆動

ロボットの関節部はすべてステッピングモータによる閉ループ制御で駆動され、一般的に産業用ロボットと呼ばれるものが閉ループ制御であるのに比べて大きな違いである。こ

れは教育・研究用という用途を考慮して、ユーザーがプログラムを作る場合、モータの移動角とステップ数との関係が比例関係にあるため、空間座標の演算が簡単になることと、コスト的にも有利であることの理由による。

5. RM-101 形制御 プログラム

RM-101 形のソフトウェアは、2 種類のテストモードプログラムと 15 のインテリジェンスコマンドで構成する。

5.1 テストモードプログラム

これは、ロボットをパソコンから切り離し、ロボット本体内蔵の制御回路で、ロボットのハードウェア及びソフトウェアの機能チェックをするためのプログラムであり、テストモード 1 は、ロボットの各関節を 1 軸ずつ動かすことができ、またテストモード 2 は全関節を複合動作により、連続自動運転させることができる。

5.2 インテリジェンスコマンド

インテリジェンスコマンドは以下に示すように、コマンドだけのものとコマンドにパラメータが付随したものとに分類される。これらのコマンドはすべてロボットコントローラ(例えはパソコン)で、ASCII コードに変換して出力する必要がある。

(1) コマンドターミネータ

(2) コマンドパラメータ(パラメータ、……、パラメータ)ターミネータ

表 2. にインテリジェンスコマンド及びパラメータの形式を示す。表 3. にインテリジェンスコマンドとその機能を示す。ロボットを動作させるには、これらのコマンドをパソコンから出力命令(MX-6000 では LPRINT

表 2. インテリジェンスコマンド及びパラメータの形式

項 目	形 式
コ マ ン ド	英大文字
パ ラ メ ー タ a	10進数整数
パ ラ メ ー タ b	16進数
カ ン マ	ASCII コード 2C
タ ー ミ ネ タ	ASCII コード 0A 又は 0D

表 3. インテリジェンスコマンドとその機能

名 称	イ ン テ リ ジ ェ ン ス コ マ ン ド	パ ラ メ ー タ 数	パ ラ メ ー タ		機 能	備 考
			形 式	最大桁数		
G. CLOSE	C	0	—	—	グリップを閉じる。	1
HERE	E	1	a	3	ロボットに任意の現在位置を記憶させる。	2
G. OPEN	F	0	—	—	グリップを開く。	1
HOME	H	0	—	—	ロボットに動作基準位置を記憶させる。	2
MOVE I	I	6	a	4	パラメータで指定した分だけ各関節を動かす。	1
LIMIT	L	1	a	1	ロボットの可動範囲をソフト的に監視する。	6
MOVE	M	1	a	3	E 又は P コマンドで定義した位置に動かす。	1
NEST	N	0	—	—	H コマンドで定義した位置にもどす。	1
OUT 8	O	1	b	4	8 ビットパラレル出力ポートを制御する。	5
POSITION	P	7	a	a ₀ :3 a ₁ ~a ₄ :4	ホームポジションからの位置と位置 No. を指定する。	2
OUT 4	Q	1	a	2	4 ビットパラレル出力ポートを制御する。	5
SPEED	S	1	a	1	ロボットの動作速度を定める。	3
TIME	T	1	a	2	パラメータで指定した分だけ動作を一時停止する。	4
SWH	U	4	a	1	4 ビットパラレル出力ポートを制御する。	5
SWL	V	4	a	1	4 ビットパラレル出力ポートを制御する。	5

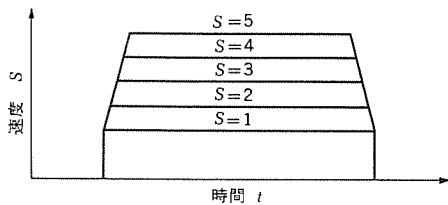
注 備考欄の数字は以下を示している。

- 1: ロボットに動作を指示するコマンド。
- 2: 位置を記憶するためのコマンド。
- 3: 速度を制御するためのコマンド。

- 4: 時間を制御するためのコマンド。
- 5: I/O ポートを制御するためのコマンド。
- 6: そのほか。

表 4. 應用 プログラム例

コマンド	行番号	プログラム	動作説明
HOME	5	LPRINT "H"	ホームポジションを定める。
POSITION	10	LPRINT "P1, 2000, 0, 0, 0, 0, 0"	ホームポジションを基準に入力数を記憶する。
POSITION	20	LPRINT "P2, -2000, 0, 0, 0, 0, 0"	ホームポジションを基準に入力数を記憶する。
POSITION	30	LPRINT "P3, 0, 500, 0, 0, 0, 0, 0"	ホームポジションを基準に入力数を記憶する。
POSITION	40	LPRINT "P4, 0, -500, 0, 0, 0, 0, 0"	ホームポジションを基準に入力数を記憶する。
MOVE	50	LPRINT "M1"	P1で記憶させた位置に動作させる。
TIME	60	LPRINT "T1"	1秒間動作を停止する。
MOVE	70	LPRINT "M2"	P2で記憶させた位置に動作させる。
TIME	80	LPRINT "T2"	1秒間動作を停止する。
MOVE	90	LPRINT "M3"	P3で記憶させた位置に動作させる。
MOVE	100	LPRINT "M4"	P4で記憶させた位置に動作させる。
NEST	110	LPRINT "N"	ホームポジションに戻す。
MOVEI	120	LPRINT "10, 500, 0, 0, 0, 0"	ステッピングモータを入力数の位置に動作させる。
HERE	130	LPRINT "E5"	行番号120で動作させた位置を記憶する。
NEST	140	LPRINT "N"	ホームポジションに戻す。
MOVE	150	LPRINT "M5"	行番号130で記憶させた位置に動作させる。
NEST	160	LPRINT "N"	ホームポジションに戻す。



又は OUT 命令) で出力する。ロボット側では、このコマンドをセントロニクス 準拠のインターフェースで受けて CPU に取込み、ロボットを動作させる。インテリジェンスコマンドは表3. (注) に示すように 6 種類に分類される。以下にこれらのコマンドの内、主な幾つかについてその特徴を説明する。

5.2.1 動作コマンド (I, M, N)

これらのコマンドでロボットに動作を指示した場合には、ロボットのハンド先端が略直線補間（各関節動作同時開始、同時終了）になるよう動く。すなわち、各モータへのパルス配分が時間的に均一になるよう制御される。

5.2.2 位置記憶コマンド (P, E)

これら2種コマンドは次のとおりである。

(1) P コマンドはホームポジションを基準にした絶対位置をプログラム上で指定するコマンドである。

(2) E コマンドは実動作上でこのコマンド実行時の任意の位置を記憶させるコマンドである。

記憶できる位置は、標準装備 RAM 2 K バイトで両コマンド合わせて 100 点まで、また RAM 6 K バイト増設時 600 点までである。

5.2.3 速度制御コマンド (S)

ロボットのすべての動作に対して図3. に示すような台形波速度制御を行い、荷重時の二次モーメントの影響がステッピングモータの起動及び停止特性に及ぼす影響が少なくなるよう配慮している。

5.2.4 I/O ポートを制御するコマンド (O, Q, U, V)

これらの命令はロボットに接続される視覚センサなどの入力機器やリレーなどの他の出力機器を制御するコマンドである。

5.3 応用プログラム

表4. にインテリジェンスコマンドを用いた応用プログラム例を示す。表3. から分かるように、インテリジェンスコマンドを用いることにより、プログラムのそれぞれのステップをロボットの具体的な動作に対応させて記述できる。

6. MX-6000 の仕様

『ムーブマスター』RM-101 形の専用コントローラ MX-6000 の仕様とハードウェア、ソフトウェアについて述べる。

6.1 MX-6000 の仕様と構成
MX-6000 を開発するにあたり、次の点を主眼とした。

- (1) 2 台のロボット (RM-101) を駆動できる。
- (2) ロボット操作プログラム作成後容易にプリントアウトできる。
- (3) 将来の拡張性 (特にビジョ

ンシステムとの接続) をもたせる。

(4) 小形ながら大容量のメモリを設ける。

このため MX-6000 は、入力装置としてキーボード、表示装置としてコンパクトな 5 インチ CRT 装置、出力装置としてプリンタ装置、外部記憶装置として 5 インチフロッピディスク装置を一体に構成したオールインワンタイプの 8 ビットマイクロコンピュータとした。また内部のメモリには、64 K ダイナミック RAM を使用し、フロッピディスク装置とメモリ間はダイレクトメモリアクセスを使用している。表5. に MX-6000 の仕様を示す。

また、上記ハードウェア機器をコントロールするためにオペレーションシステム (以下 OS と称す) として、CP/M バージョン 2.2 を用い、高級言語として CP/M ベースのカバーシックを使用した。

6.2 MX-6000 のハードウェア

この項では、MX-6000 のハードウェアの構成並びにその特長について述べる。

図4. に MX-6000 のブロック図を、図5., 図6. にそれぞれメモリマップと I/O マップを示す。ディスクベースのコンピュータのため、ブートロード用に ROM を 4 K バイト、CRT 用にビデオ RAM を 2 K バイト使用し、他の 58 K バイトをユーザーエリア並びに OS エリアに開放するようにした。この 58 K バイトのメモリには 64 K ダイナミック RAM を使用

表 5. 仕 様

形 式			MX-6000
C	P	U	Z-80 A クロック周波数 4 MHz
メモリ	R O M	4 K バイト	
	R A M	58 K バイト (64 K ダイナミック RAM 使用 VRAM 2 K バイト含む)	
語 長	命 令	8, 16, 32 ビット	
	デ ー タ	8 ビット	
C	R	T	5 インチ グリーンディスプレイ フォーマット 40 文字 × 16 行 640 文字 キャラクタフォント 7 × 9 ドット
扱える文 字			カナ、数字、英大文字、英小文字、記号
使 用 言 語			BASIC, Assembly
キ ー ボ ー ド			JIS 準拠 (5 ファンクションキー、5 スイッチキーを含み 71 個)
フ ロ ッ ピ デ ィ ス ク			5.25 インチ両面倍密度 1 台内蔵 (増設 内部 1 台)
ブ リ ン タ	印字方式	インパクト式ドットマトリクス	
	印字構成	5 × 7 ドットマトリクス	
	印字速度	約 1.2 行 / 秒	用紙 普通紙又はノーカーボン紙
周辺機器へのインタフェース	送り速度	約 10 行 / 秒	用紙幅 114.3 mm
	文字数	40 文字	スロット付き
シリアルポート RS-232 C 1 個			
パラレル { セントロニクス準拠 2 個 (ロボット用)			
インターフェース { システムバス 1 個 (ビジョンシステム用)			
電 源	AC 100 V	単相 50/60 Hz	140 W コード 2 m 付き
重 量	約 22 kg		

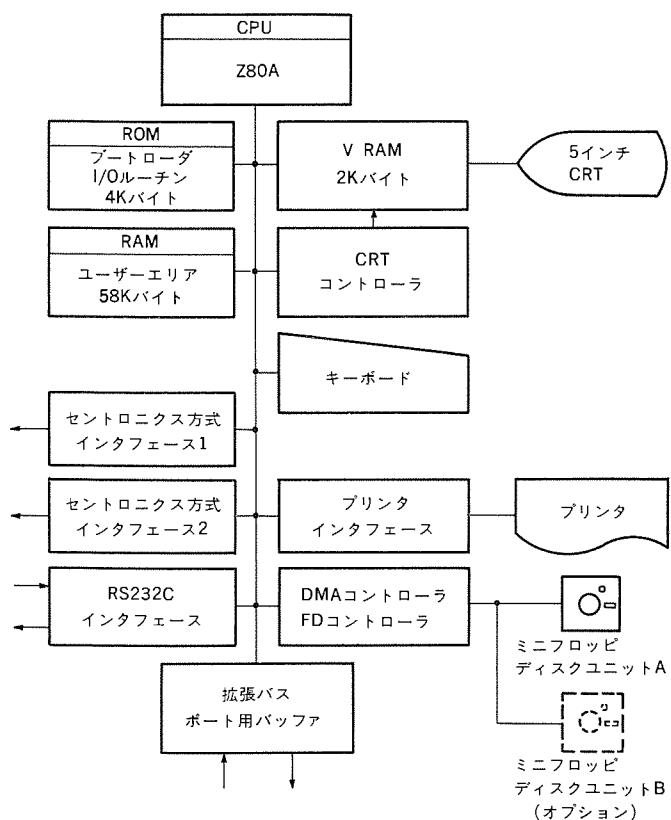


図 4. MX-6000 ブロック 図

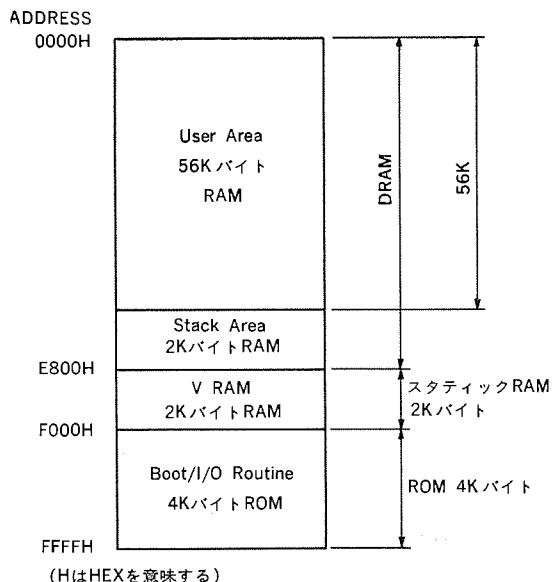


図 5. メモリマップ

し、リード、ライトの高速化を図っている。また、外部出力インターフェースにセントロニクス方式インターフェースを2系統(ロボット駆動用)、RS 232Cインターフェースを1系統設け、更に拡張バスコネクタを設けている。I/Oマップではユーザーが利用しやすいようにDOH～FFHまでを使用している。また、内部58Kバイトメモリとフロッピディスク間はDMAを使用して高速化を図るようにした。

6.3 MX-6000 のソフトウェア

MX-6000には現在マイクロコンピュータ用のOSとして広く用いられて

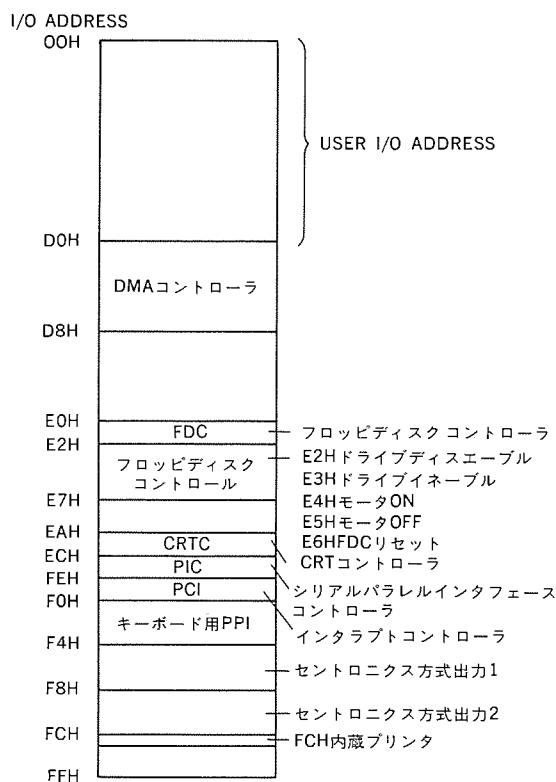


図 6. I/O マップ

いるCP/Mの2.2バージョンが用いられている。以下、MX-6000の関連ソフトを紹介する。

(1) BASIC-80 (インタプリタ)

MX-6000に付属しているBASIC-80は完全なカナ文字表示が行え、だれでも簡単にプログラムを組むことができる。

(2) OS

MX-6000のOSとしてCP/Mが搭載されているので、付属のエディタ、アセンブラー、デバッガにより、作られた機械語プログラムと、BASIC-80を組合せることにより、より高速でフレキシブルなプログラムを作ることが可能である。

(3) そのほかの付属プログラム

(a) FORM

$5\frac{1}{4}$ インチフロッピディスクをイニシャライズするためのプログラムである。

(b) COPY

ディスクのコピーを1台のフロッピディスク装置で行うためのプログラムである。

(c) ROBOT用プログラム

MX-6000はRM-101形を2台同時に接続することができる。このため2台同時に動すためのプログラム参考例がファイルされている。

7. むすび

以上、今回開発したマイクロボットRM-101形とそのコントローラMX-6000について概略説明してきたが、今後ロボットの用途はますます多様化し、またその操作性、コストなどに対する要求も一段と厳しくなるであろう。今後これらの要求に対して安価で操作性の優れたロボットの供給を目指し、開発を進めていく考えである。

POSターミナルにおけるマイクロプロセッサの応用

津波 勝一*・芋生 信一*・大和 真二*

1. まえがき

三菱 POS システム《MELPOS 3000》は、主に食品スーパー向けの POS (Point of Sales) システムとして好評を博してきたが、今回、百貨店、大型量販店を対象とした POS ターミナル T-7100 を開発した。本機は 16 ビット CPU (Micro Processor) (M5L 8086) をメインプロセッサとし、最高 9 個の 8 ビット CPU (M5L 8085) を接続して、各種入出力の並行動作を可能にした高性能で、本格的なプログラマブル POS ターミナルである。マイコンの応用を中心に、機器の特長、ハードウェア構成、ソフトウェア構成などを紹介する。

2. 特 長

T-7100 POS ターミナルは、CRT ディスプレイを搭載したプログラマブルでかつ高性能な POS ターミナルで、本格的なコンピュータインテリジェント端末として使用可能である(図 1.)。

(1) 業務停滞を起こさない完全マルチジョブシステム

16 ビット CPU を中心とするマルチプロセッサシステムを採用し、データエントリー、プリント、表示、ファイルアクセス、データ伝送などをマルチタスクで実行するため、オペレータのイライラの原因になる操作の待ちを生じたり、業務停滞を起こさない。

(2) システムダウンを防止する二重ループデータ伝送

データ伝送方式は親ループと子ループを接続するのに二重ループ方式を採用したので、データ伝送スピードが上がると同時に完全システムダウンが防止できる。更にサブ親ターミナルを使用することにより、親ターミナルがダウンしても、自動的にサブ親ターミナルに切換わり、ダウンレスが実現できる。

(3) 業務変更に対応しやすいプログラマブルターミナル

プログラムの容易な《MELPOS》言語により、簡単にプログラムの変更が可能である。しかもセルフコンパイラ付きのため自機でプログラムの開発が可能があるので、業務、システムの変更などが発生したときも、容易にかつ迅速に対応が可能である。

(4) タイムリーでかつ適確な情報伝達



図1. POS ターミナル T-7100 の外観

CRT ディスプレイの採用により、顧客情報、在庫情報、売上情報のフラッシュレポート及び未決処理情報などを見やすい形式で表示することができ、必要な情報をタイムリーに適確に必要な人に伝達することができる。

(5) 見やすい丁寧なオペレータガイド

CRT 上に見やすい丁寧なオペレータガイド表示を行うので、次にすべき操作の判断が容易にできるとともにだれにでも操作ができるため、教育時間の短縮が図れる。

(6) 確実なオペレーションコントロール

T-7100 のプログラムは取引種別などの情報に応じた入力の強制や禁止、伝票強制、キーロックなど完璧なシーケンスコントロールを行ないので、オペレーションミスを防止できる。

(7) 高速レシート、ジャーナル、伝票プリンタ

プリンタは 2 行/秒の印字スピードを持つ 2 ヘッド、9 × 9 ドットの高速 3 ステーションプリンタで、英数、カナ記号及び 104 字の漢字印刷が可能である。また横倍角印字が可能であるのでレシートの印字が見やすい。レシート、伝票のフォーマッティングはプログラムにより簡単に実現できる。

(8) 優れた拡張性と豊富なオプション群

T-7100 は RAM を 896 K バイトまで拡張することができる。またオプションとして、8 インチフロッピディスク、5 インチフロッピディスク、磁気カードリーダ、OCR オンド、バーコードリーダ、シリアルプリンタ、オンラインインターフェースなど豊富な I/O 機器を持っているのであらゆる売場に適用可能であるばかりでなく、データエントリーマシンとして検収場、クリエットセンターなどにも、適用が可能である。またオプションの組合せ、プログラム変更により、システムにおけるグランドマスター ターミナル、親ターミナル、サブ親ターミナルとして使用することが可能である。

3. ハードウェア

T-7100 のハードウェア構成を図 2. に示す。

3.1 メインプロセッサ

メインプロセッサは 16 ビット CPU (M5L 8086) を使用し、各種 I/O の制御、内部演算など本機の核となる部分である。

3.2 メモリ部

メモリは ROM、CMOS RAM、ダイナミック RAM によって構成しており、その概要を下記に示す。

(1) 構成、容量、用途

ROM 最大 112 K バイト OS 他ベーシック部分

CMOS RAM 4 K バイト システム管理情報

ダイナミック RAM 128 K バイト OS 及びユーザーデータ

(2) バッテリバックアップ

停電時にはバッテリにて電源を供給し、ダイナミック RAM、CMOS RAM など、メモリの内容を保護している。メモリ保護時間は、ダイナミック RAM は 48 時間、CMOS RAM は 1 か月である。

(3) 停電時の処理

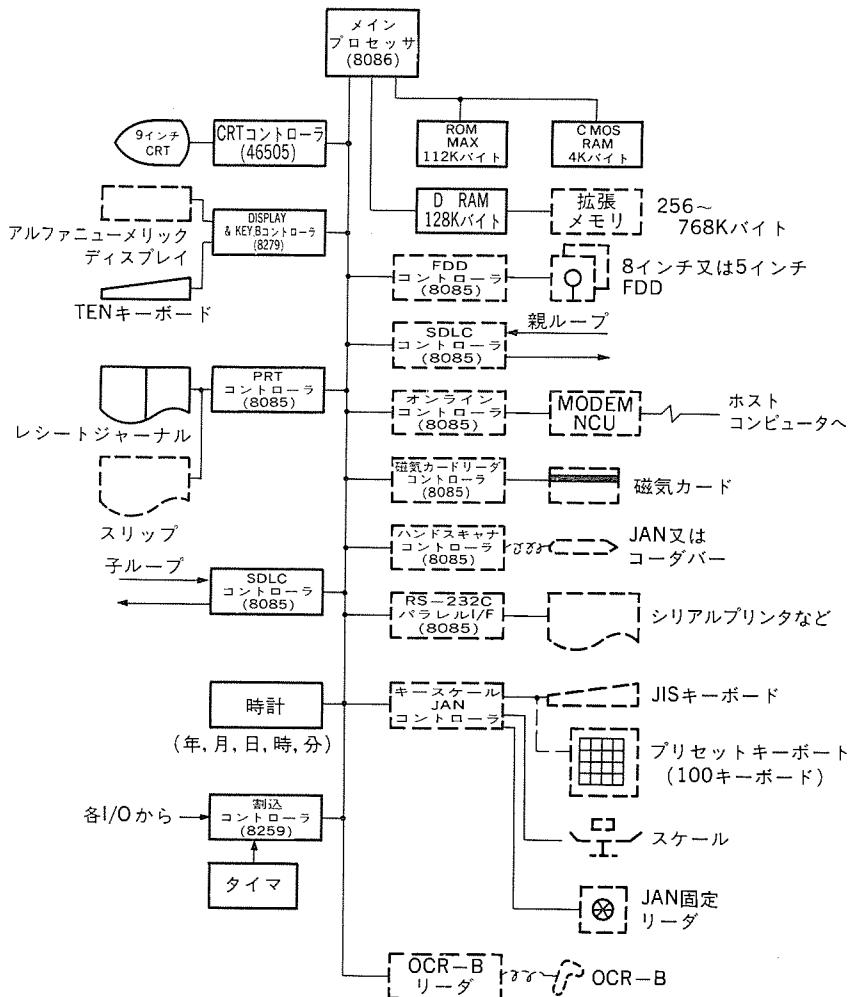


図2. T-7100 ハードウェアの構成

運用中における停電時はメモリ内容は保持され、電源再投入のときメモリが電源断時点より再スタートするので、電源断がなかったように処理、実行される。

3.3 表示部

9インチのCRTディスプレイが標準装備であるが、CRTのかわりにアルファニューメリックディスプレイを取付けることも可能である。CRTディスプレイの表示は横40字、縦20行であり、登録明細や問合せ内容などを

を表示する詳細領域（通常のキャラクタ、倍長キャラクタ、グラフキャラクタの表示が可能）16行と仕切線1行、及びオペレータガイダンス、機器の状態などオペレーターに伝達すべきメッセージ領域の3行によって構成している。表示文字種は英数、カ記号、漢字（104字）で、ブリンク、リバース、倍角文字、グラフキャラクタなどの表示が可能である（図3）。

3.4 キーボード

キーボードには通常の売上用に使用するTENキーボードのほか、オプションとしてJISキーボード、プリセットキーボードが使用可能である。

3.5 プリンタ

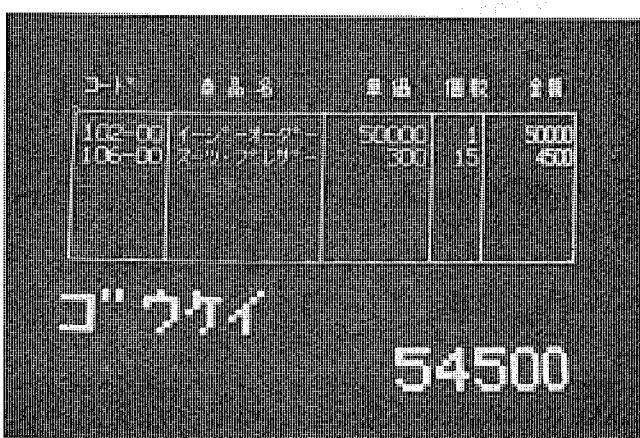
コントローラにはサブプロセッサとして8ビットCPU（M5L 8085）を使用し、レシート、ジャーナル印字用とスリップ印字用の2ヘッドを同時にコントロールしている。プリンタは9×9ドット、シリアルドットマトリクス方式で、左右2方向印字、レシート、ジャーナルとも最大32けた（桁）、伝票は最大53桁の印字が可能で、2行／秒の印字速度である。

3.6 SDLCコントローラ（Synchronous Data Link Control）

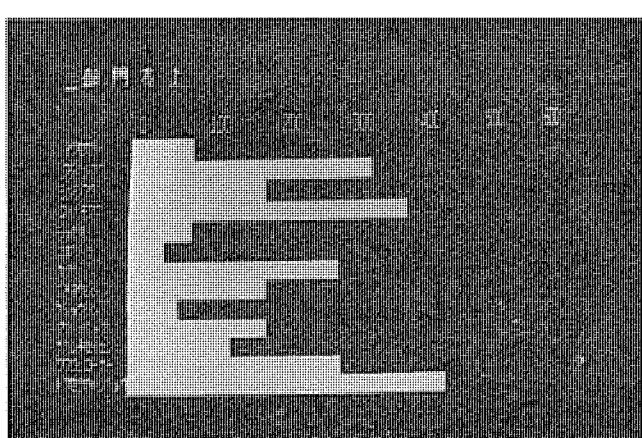
標準として子局のSDLCが内蔵されているが、オプションとして親局用のSDLCも同時に内蔵することが可能である。それぞれサブプロセッサのM5L 8085によりSDLCコントローラ（8273）、DMAコントローラ（8257）を制御し、伝送速度48kb/s（キロビット／秒）のデータ伝送を行う。図4.1cシステムにおけるループの構成を示す。1ループに最大16台のT7100 POSターミナルが接続でき、システムとして最大240台+1台（グランドマスター・ターミナル）接続が可能である。また1ループ当たり最大2kmの伝送路が構成可能である。

3.7 その他のI/O

高速処理又はシーケンスコントロールを必要とする入出力装置はサブプロセッサとして8ビットのM5L 8085を持ち、メインプロセッサM5L 8086にできるだけ負荷をかけない方式を取っている。POSターミナルではI/O



(a)



(b)

図3. ディスプレイ表示例

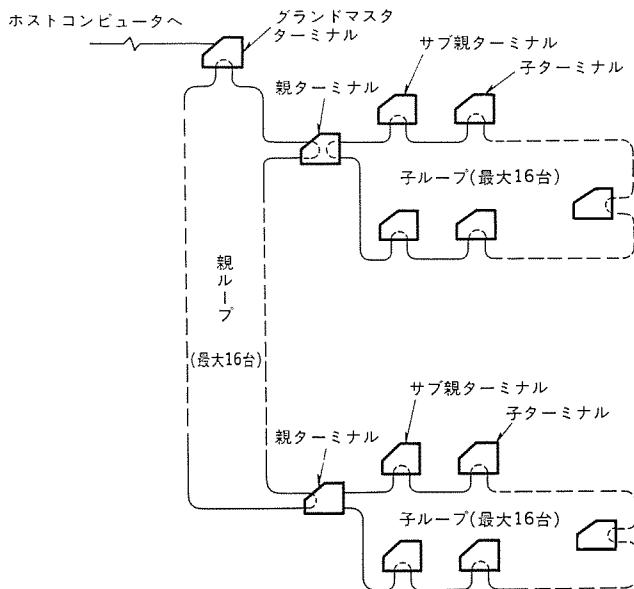


図 4. システムにおけるループの構成

○機器のスピード、回線スピードなどの影響で、売上業務に停滞を起こすことは絶対に避けねばならない。

4. ソフトウェア

売場で発生する各種データを POS ターミナルとして、またグランドマスターターミナルとして、処理、伝送、ロギングなどの即時処理をするが、オペレーティングシステムの概要及びタスクコントロールシステムの概要、並びに T7100 自身でプログラム開発をする《MELPOS》コンパイラ言語の概要を説明する。

4.1 オペレーティングシステム (MPX-700 A)

MPX は時々刻々と発生する外部イベントに対して、リアルタイムに処理を実行していくオペレーティングシステムである。MPX は図 5. に示すように主に七つのモジュールで構成している。

(1) 核 (NUCLEUS)

このシステムの中心に位置し、各種処理要求をコーディネートして、各の実行プログラムを動作させるシステム管理プログラム。

(2) 割込コントローラ (INTERRUPT)

外部事象はその発生のつど、システムに対して割込んでくる。割込コントローラはこの割込みを処理して、外部事象の要求を各の処理プログラムに伝達する。このシステムは 0~15 の 16 個の割込レベルがあり、0 が最優先のレベルである。

(3) タイマ

時刻管理、定周期実行プログラムの起動などを行うタスク。

(4) エラーバックアップ

入出力処理でエラーが発生したとき、バックアップ要求のあるデータについて、自動バックアップを行うタスク。

(5) 入出力実行タスク (I/O タスク)

各デバイスごとにプログラムされ、実際の入出力動作を実行するタスク。

(6) アプリケーションプログラム

このシステムをユーザーの各々の目的を実現するために作成したプログラム。

(7) サポートプログラム

このシステムを運用する上で必要なプログラムであり、言語処理プログラ

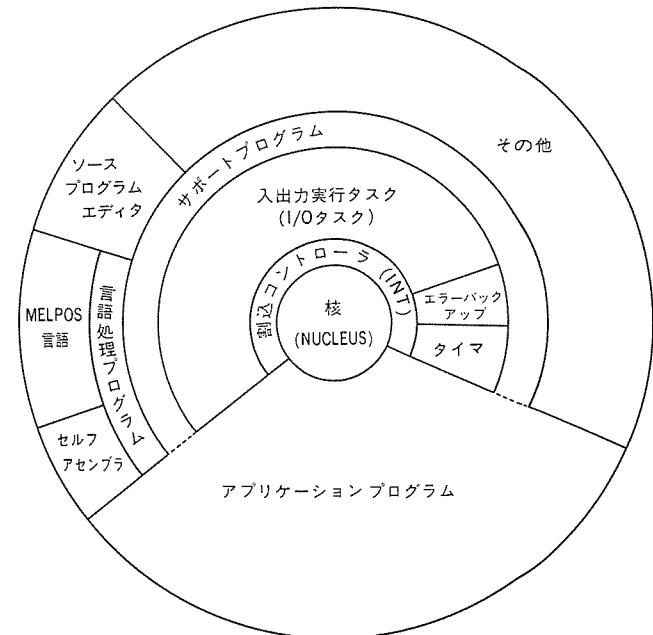


図 5. MPX のモジュール構成

ム、ソースプログラムエディタ……などがある。

4.2 タスクコントロールシステム

(1) タスク

タスクはシステム内のアクティブな要素であり、システムの仕事 (JOB) を実行する。そして、システムの核となる部分では各々のタスク属性を管理している。

(a) Work-in-Progress

タスクは各々に自分自身のス택領域を保有し、タスクが実行状態から停止状態になると、そのタスクのスッタクにタスクのレジスタ値を PUSH する。その後、他のタスクを実行する場合は、その実行するタスクのスッタクより、レジスタ値を POP して実行する。若しこのタスクが前に実行されていれば、このタスクはまさに停止していないかったように停止していた所から実行する。

(b) Priority

このシステムでは 32 個のタスクを管理し、各々のタスクは優先レベルが 0 から 31 のいずれかにある。このシステムでは、レベル 0 を最優先とし、数字が大きくなるほど優先レベルは低下する。

(c) Execution State

タスクの実行ステートは時々刻々変化し、実行中か、実行中でないならばその理由を示している。これらはタスクをスケジュール (Schedule) 及びディスパッチ (Dispatch) するとき必要となる。

(2) タスクステート

タスクは常に 5 種の実行ステートの一つに存在しており、そのステートは実行中 (Running)、実行待ち (Ready)、入出力実行完了待ち (Waiting)、サスペンド (Suspended) 及びポーズド (Paused) ステートである。システムの実行に伴って、各々のタスクは図 6. に示すようにステートからステートへと遷移を行う。

4.3 《MELPOS》コンパイラ言語

《MELPOS》コンパイラ言語は三菱 POS システムのために開発された言語で、主に次のように分類することができる。

(1) テーブルの定義

プライスルックアップテーブル、取引別合計器及び分類別合計器など主メモリ

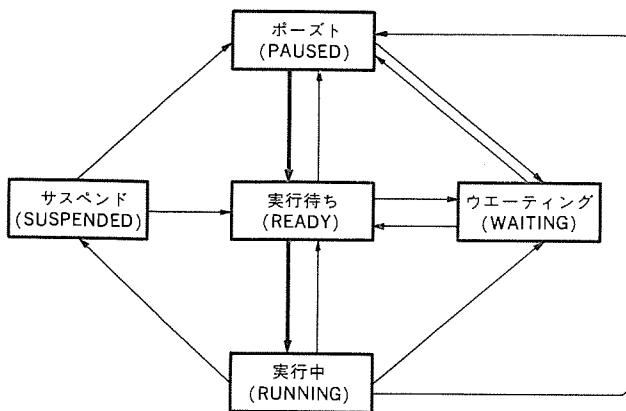


図 6. タスクの状態遷移 ダイヤグラム

上で扱う テーブル、 ワーキングエリア、 定数などを定義するものである。

(2) 一般ステートメント

データを処理するための データの移動、 編集、 算術演算、 論理演算、 検索及び分類などの ステートメントである。

(3) ファイル制御

外部ファイルとして 5インチ及び 8インチの フロッピディスク装置が制御できる。ファイルは シーケンシャルな ファイルであり、 ファイルの論理 ブロックは物理的 ブロックに等しく、 256 バイトとしている。

(4) キャラクタディスプレイ 画面制御

キャラクタディスプレイ 装置の画面を制御する コマンドで、 枠画面の作成、 カーソル 制御及び スクロールなどの制御に関するものと、 表示 データの 出力に関する制御がある。

(5) プリンタの制御

レシート、 ジャーナル 及び スリッププリンタと、 外部のシリアルプリンタの制御ステートメントである。

(6) キーボードのシーケンス制御

POSターミナルの キー操作は キーの押下時の順序、 キーに割当てた意味合いなど ユーザーによって異なるため、 ある一定の枠内において自由に操作上の仕様変更ができるなければならない。これらの入力の手続を定義するもので、 キーの名称、 配置、 動作する モードなどを定義する ステートメントである。

(7) インライン伝送制御

インライナーブル 制御に関する ステートメントであり、 親 POSターミナル、 子 POSターミナル の伝送を制御する。

(8) オンライン伝送制御

ホストコンピュータとの伝送制御を行うもので、 伝送手順は BSC (Binary Synchronous Communication) をサポートする。

(9) 一般入出力装置制御

POSターミナルの入出力装置として、 時計、 磁気カードリーダ、 固定スキャナ、 ハンドスキャナ、 ペンリーダ及びスケールなどがあるが、 これらの入出力を制御する ステートメントである。

5. むすび

三菱 POSターミナル T-7100 の概要について述べた。小形でありながら、 最高 1M バイトの メモリ空間を持つ POSターミナルは 画期的と言えるであろう。機能の多様化、 高級化に対する市場要求に即応することはもちろんであるが、 更に安くかつ更に使いやすい POSとは何かを目指して努力してゆく所存である。

マイクロプロセッサを用いたデジタル式単機能形継電器

伊藤 真*・矢野恒雄*・大谷則夫*・山下晃*

1. まえがき

電力系統の保護・制御の機能をマイクロプロセッサを使ってデジタル処理を行わせ、機能アップ、小形化、高信頼度化、省力化などを図るデジタル式保護及び制御装置は今日では実用機として多数制作され、順調に稼働している。

マイクロプロセッサによる保護・制御のデジタル化の範囲（対象）としては、電気所の保護・制御・監視・計測などの全機能をトータル的にデジタル化してメリットを得る「システムのデジタル化」、保護・制御などの各装置対応でデジタル化をして装置としての性能・信頼度・保守性・スペースファクターなどの向上を図る「装置のデジタル化」、及び装置を構成する継電器単体をデジタル化して単体としての性能・信頼度・保守性・スペースファクター・フレキシビリティなどの向上を図る「継電器単体のデジタル化」がある（表1.にそれらの概要を示す）。

表 1. 保護、制御のデジタル化の範囲（対象）

範囲(対象)	デジタル化の目的	適 用 例
システム	デジタル化によるシステムとしてのトータルメリットの追求	電気所デジタル保護、制御システム (SDCS)
装置	装置としての性能、信頼度、保守性、スペースファクターの向上	方向比較複送保護継電装置 回線選択継電装置 送電線後備保護継電装置 脱調分離装置 故障継続検出装置 水力発電所保護継電装置 系統安定化装置
継電器単体	装置を構成する継電器単体として性能、信頼度、保守性、スペースファクター、フレキシビリティの向上	不足周波数継電器 周波数変化率検出継電器 再閉路継電器

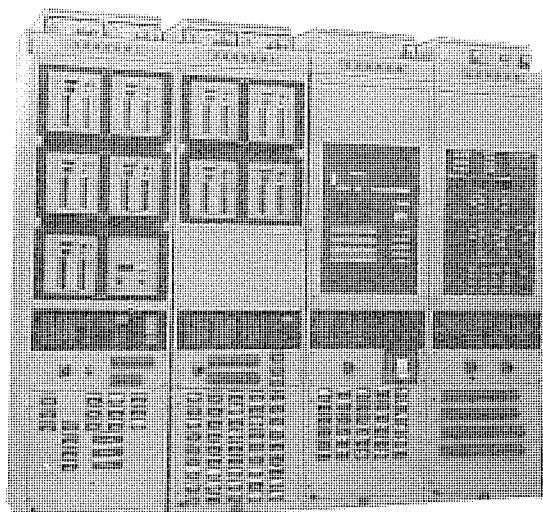


図 1. デジタル化システム外観例 (SDCS 電気所デジタル保護、制御システム)

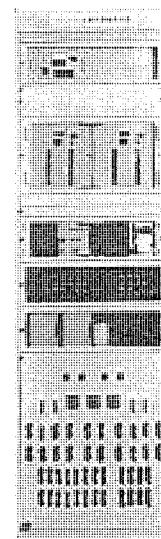


図 2. デジタル化装置外観例 (送電線後備保護継電装置)

当社は昭和49年にデジタル式保護継電装置を開発しフィールドテストを行って以来、表1.に示すようにシステム・装置・継電器単体についてデジタル式の実用機を多数製作、納入してきた。システムとしてのデジタル化の例（外観）を図1.に、装置としてのデジタル化の例（外観）を図2.に示す⁽¹⁾。

本稿では単機能形継電器のデジタル化について、不足周波数継電器(UF3AA-R4S)などを例にして、その構成、開発に際して留意した点その他について述べる。

2. デジタル式単機能形継電器の構成

デジタル式単機能形継電器の一般的な構成を示すブロック図を図3.に示す。その各部の概要は次のとおりである。

(1) 演算処理部

継電器の中心となる部分で、マイクロプロセッサ、メモリ及びその周辺回路又は1チップマイクロプロセッサなどにより構成している。入力ポート経由で読む入力信号に対し演算処理を行い、結果を出力ポート経由で出力する。

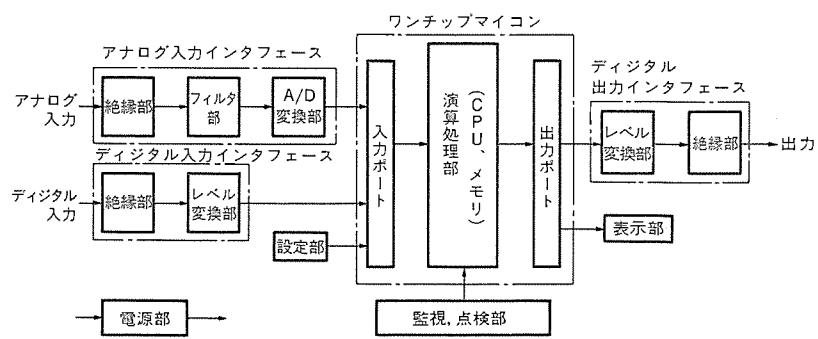


図 3. デジタル式単機能形継電器ブロック図

(2) アナログ入力インターフェース

電気所のPT、CTなどから送られるアナログ信号を処理する部分で、入力信号を補助トランジスタなどで受信・絶縁する絶縁部、波形ひずみを除去するフィルタ部、などのアナログ量をデジタル化し、演算処理部に出力するA/D変換部で構成する。アナログ信号の処理方法としては、交流の瞬時値を一定時間ごとにサンプリングしてデジタル量に変換する形のもの、交流を直流に変換(整流・平滑)した後、デジタル量に変換する形のもの、及び周波数計測を行う場合などで交流波形の零クロス点を検出して零クロス点と零クロス点の間を基準クロックパルスでカウントし、更にカウント内容を交流波形の周期(周波数)に対応するデジタル量とする形のものなどがある。

(3) デジタル入力インターフェース

電気所のCBの開閉状態その他の状態信号、動作信号などを受信し処理する部分で、接点、レベルなどの形の信号を補助リレー、ホトカプラなどで受信・絶縁する絶縁部、論理信号レベルに変換し演算処理部に出力するレベル変換部で構成する。

(4) 設定部

继電器の運用モード、タップ値などをスイッチ、ジャック、デジタルスイッチなどにより設定し、演算処理部に出力する。

(5) デジタル出力インターフェース

演算処理部の判定結果を出力ポート経由で受取り、処理した後、外部へ出力する部分で、受信した信号をレベル変換するレベル変換部、補助リレー、ホトカプラなどにより絶縁を行う絶縁部にて構成する。

(6) 表示部

继電器の動作、状態などを继電器正面の発光ダイオード、デジタル表示器などにて表示する。

(7) 監視・点検部

继電器内部の異常を検出し、異常が発生した場合には继電器機能の停止(出力ロックを含む)、警報、表示を行う。常時、继電器各部の異常の有無をチェックする監視機能と继電器の動作点検指令が与えられるとき、強制的に点検用入力データ(メモリなどに内蔵)を入力として与え、それに対する演算処理部の動作(出力)が正常であることを確認する点検機能がある。

(8) 電源部

制御電力を入力し、フィルタを通過させた後、继電器内の各部に必要な電圧の電源に変換する。

3. デジタル化に際して留意した点

单機能形继電器のデジタル化にあたって以下の点に留意した。

(1) 従来と同じ感覚で扱える继電器

继電器のユニットとしての体裁上はもちろん、運用上・保守上などにおいても従来形と同じ感覚のものとした。しかも、以下に示すように従来形に比べて、機能・信頼度・保守性・その他の面で大きなメリットが出るようにした。また、继電器の形態としては、当社の静止形继電器において標準的に使用して実績の大きい《MULTIFLEX》用のSU形ユニットケースに収納した。

(2) 機能アップ

動作値精度、スピード、耐環境性能、ひずみ波特性、消費VAなどの面で改善を行った。一例として、今回開発を完了した不足周波数继電器(UF3AA-R4S)と従来形(当社)不足周波数继電器の性能比較例を表2に示す。

(3) 信頼度向上

表2. 不足周波数继電器性能比較例

項目	従来形(当社)の性能例	今回開発品(デジタル式)の性能例
動作値誤差(Hz)	±0.05以下	±0.01以下
入力電圧変動特性(Hz)	±0.07以下 (AC 88~120V)	±0.01以下 (AC 50~130V)
制御電源電圧変動特性(Hz)	±0.05以下 (DC 80~140V)	±0.01以下 (DC 10.5~13.5V)
周囲温度特性(Hz)	±0.2以下 (0~40°C)	±0.01以下 (-10~50°C)
ひずみ波特性(Hz)	—	±0.03以下 (3f~1kHz高周波5%重畠)
過渡応動特性	—	位相急変60°に對して誤動作なし
PT回路消費(VA)	8	0.24

表3. デジタル式单機能形继電器の監視及び点検(項目)

区分	項目	監視、点検の内容		異常時の対応	
		対象	内容	继電器機能	異常の表示
監視	ウォッチドッグタイム	演算処理部(全体)	処理が行われていること、処理の周期が正常であることとの確認	停止	出力
	チェックサム	演算処理部(制御メモリ)	制御メモリの内容(ビット)の総和が一定であることとの確認	✓	✓
点検	電源監視	電源部	電源部の出力電圧が正常であることを確認(電源部の入力が正常であるとき)	✓	✓
	動作点検	演算処理部	点検用入力データ(メモリに内蔵)を入力として与えたときの演算処理部の動作(出力)が正常であることを確認	—	—

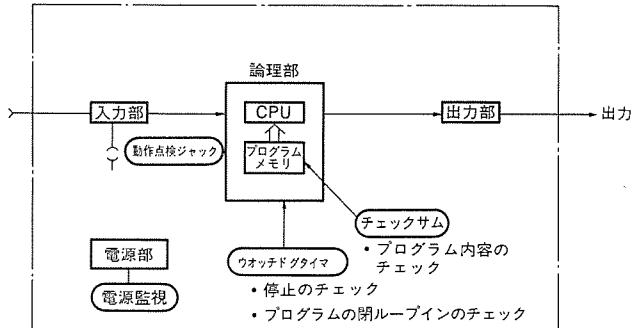


図4. デジタル式单機能形继電器の監視及び点検(ブロック図)

電力系統の保護・制御を行うシステムの主要部分を占める继電器なので、万一、故障が発生したときに、社会的に与える影響が大きい。したがって、继電器単体として信頼度向上にポイントをおいた。具体的には、高集積度部品の採用による部品数の大幅減少、ストアードプログラム方式の採用によるハードウェアの簡素化と標準化、ソフトウェアによる判定結果の複数回連続照合・監視・点検機能の充実などを行った。デジタル式单機能形继電器において採用した一般的な監視・点検機能を表3に、またそのブロック図を図4に示す。

(4) フレキシビリティの向上

ストアードプログラム方式を採用することにより、ハードウェアを変更することなくソフトウェアの変更のみで、機能追加、変更などにある程度対

応できるようにした。

(5) 小形化

高集積度部品 (LSI) を使い小形化した。一例であるが、デジタル式周波数変化率検出继電器 (DF 1 AA-R 4 S) の大きさ (正面の面積) は従来形 (当社) に比べ約 1/7 に縮小できた。

(6) 保守性の向上

総合信頼度の向上、監視点検機能の充実、デジタル化による特性の経年変化の低減等により、保守性の向上を図った。

(7) 波形ひずみ対策

電力系統の事故時はもちろん、平常時にも PT、CT 出力には電圧急変、位相急変、波形ひずみが発生するが、このような状態でも继電器は正常に動作しなければならない。今回デジタル式继電器の試験において使用した波形ひずみシミュレータによるひずみ波印加例 (波形ひずみ: 第三調波含有率 (対基本波) 100 %, 位相急変: 60°, 電圧急変: 110 V → 55 V) を図 5. に示す。対策として、まずアナログのアクティーブフィルタによる波形ひずみの低減、ソフトウェアの入力データ平均値法などによる波形ひずみの影響の除去及び演算処理結果の複数回照合による判定の確実化などを行った。これらの対策により、波形ひずみに対しても安定した動作を行う继電器を実現することができた。デジタル化を完了した不足周波数继電器 (UF 3 AA-R 4 S) などに使用しているアナログのアクティーブフィルタの特性例を図 6. に示す。

(8) サージ対策

继電器が設置される電力系統の発電所・変電所などでは雷、系統事故、機器操作、その他の要因によるサージが発生する。继電器はこれらの状況になっても故障しないことはもちろん正常に動作しなければならない。電源 フィルタ、入力トランジスタ、補助リレー、ホトカプラなどによる絶縁と遮へい、继電器内部の効果的な器具配置・配線分離・論理部の冗長設計により、サージに対しても極めて安定な動作を行う继電器を実現した。今回、不足周波数继電器 (UF 3 AA-R 4 S) などに行なったサージ試験例を図 7. に示す。

(9) 热設計

热対策として、大幅な低消費電力素子の採用、低消費電力化の回路方式の採用により低消費電力化を図った。更に放熱 フィンの効果的利用などにより、幅広い周囲温度範囲に対して、安定した動作を行うファンレス形继電器が実現できた。

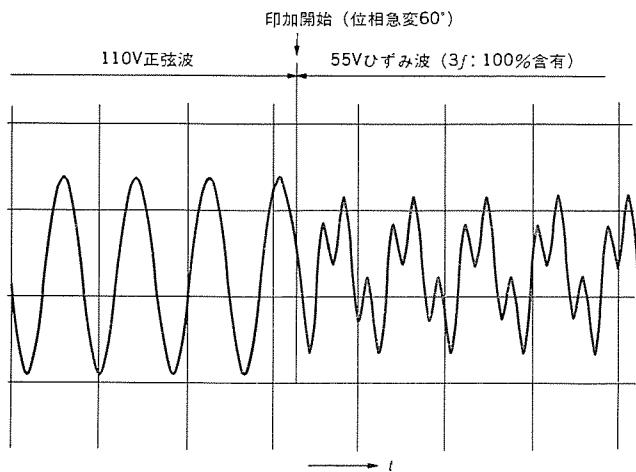


図 5. ひずみ波印加例 (波形ひずみ+位相急変+電圧急変)

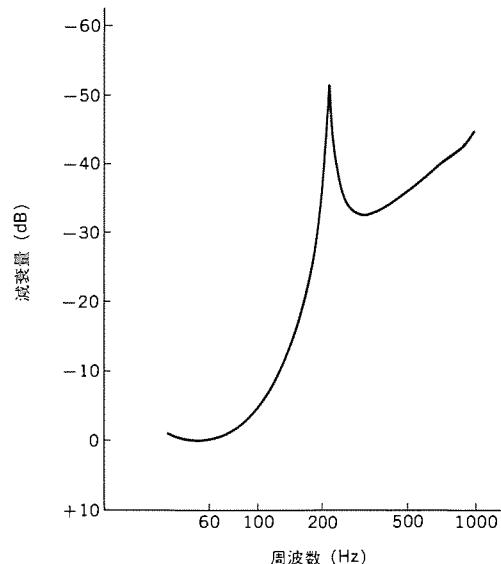


図 6. フィルタ 特性例

試験条件 (ANSI規格に準拠)

サージ波形	減衰振動数 50%減衰 $6\mu\text{s}$ 以上
電圧レベル	3kV
周波数	1MHz
繰返し周期	120回/s
印加時間	2s
サージインピーダンス	150Ω

試験回路

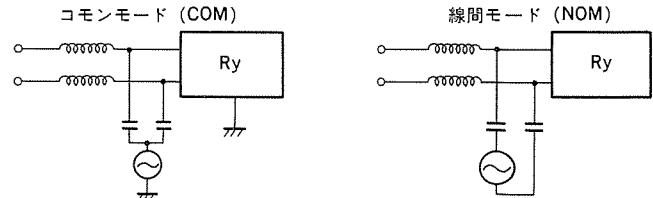


図 7. サージ 試験例

4. デジタル式单機能形继電器の例

デジタル化を完了した单機能形继電器の中の一例として、不足周波数继電器 (UF 3 AA-R 4 S) についてその概要を述べる。

(1) 继電器の概要

不足周波数继電器 (UFR) は電力系統の周波数が設定値より低下したことを見出する機能を持ったもので、電力系統の事故発生の波及による周波数低下時に負荷制限 (遮断) する事故波及防止保護に用いられる。

従来、この目的の继電器としては L・C・R などの回路素子の周波数共振を利用したいわゆるアナログ式のもの (当社形名: TF-1 B-D) が使用されていたが、今回精度、経年変化、スピードなどの性能の面、製作時・保守時の調整の容易性の面で改善をすべく、1 チップマイクロプロセッサ (8ビット) を使用したデジタル形不足周波数继電器 (UF 3 AA-R 4 S) を開発した。この继電器の構成を示すブロック図を図 8.、外観を図 9. に示す。

(2) 继電器の特長

この继電器は以下の特長を持っている。

(a) 検出方法

系統電力波形の零クロス点を検出し、その1サイクル間の周期を基

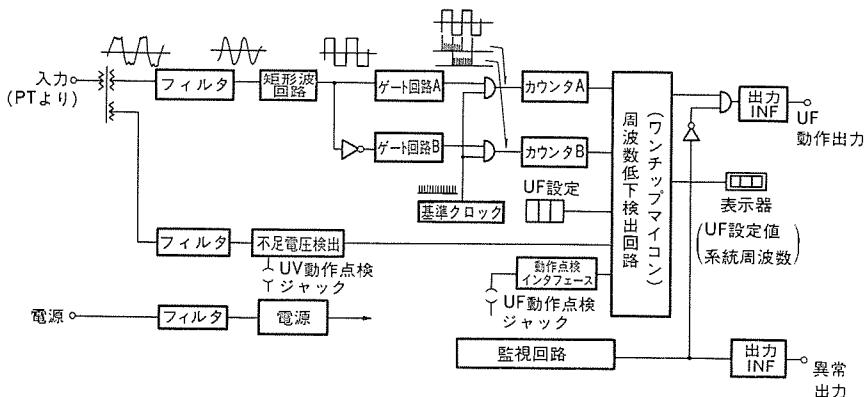


図 8. 不足周波数継電器 (UF 3 AA-R 4 S) ブロック図

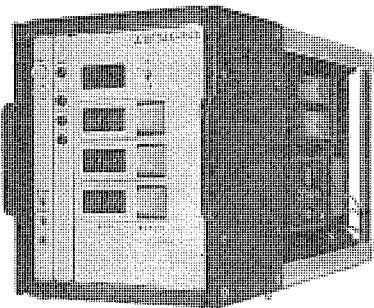


図 9. 不足周波数継電器 (UF 3 AA-R 4 S) 外観

準クロックパルス (1 MHz) にて計測した結果を演算処理することにより、周波数低下を検出・判定する方式としたので高精度が実現できた。動作判定も入力電圧の半サイクルごとに行う方式としたので高速度が実現できた。また、原理上経年変化もほとんどない。

(b) 波形ひずみ対策

波形ひずみ対策用フィルタを内蔵しており、系統の擾乱時にも高精度の周波数低下の検出が可能である (ex. 第三調波を 5% 含有する入力に対して、誤差 0.03 Hz 以内)。また、ソフトウェアによる判定方式を 4 回連続照合方式としたので、確実な動作判定が可能となった。

(c) 動作点検機能

継電器正面のジャックにて動作点検起動指令を与えることにより、自動的に機能チェックを行わせる。

(d) 系統周波数表示

この継電器が検出した系統周波数を継電器正面にてデジタル表示する。これは高精度の周波数計として使うことができる。

5. 今後の目標及び課題

(1) 単機能形継電器 デジタル化の推進

一般的にデジタル化を行うことにより、大きなメリットが出てくる単機能形継電器の範疇として下記の例があげられる。

(a) 継電器機能としてのシーケンス処理が大きく、従来方式では物理的に大形になるもの。

(b) 複雑な演算処理が必要で、従来方式では構成が複雑となるもの。

(c) 高精度又は高速度が必要で、従来方式では性能的に十分ではない面があるもの。

(d) 高精度の長時間 タイマが必要で、アナログ方式では精度上限界であるもの。

これらの範疇の継電器のなかで、必要性、効果の大きいものからデジタル化を推進する。

(2) 継電器機能の拡張

今回は単一機能を持った継電器のデジタル化を対象としたが、複数継電器機能又は継電器機能と計測機能などの複数機能を持った継電器の開発についても検討中である。

(3) 論理部とインターフェース部との機能分担

シーケンス処理を行う前の処理 (レベル判定、位相差判定、周期判定その他のアナログ量に対する判定など) を行う方法として下記が考えられる。

(a) シーケンス処理を行うマイクロプロセッサにこれらの処理も行わせる。

(b) シーケンス処理を行うマイクロプロセッサの前段にインターフェース処理専用のマイクロプロセッサを別途設ける。

(c) これらのインターフェース処理は従来のアナログ回路にて行わせ、その判定結果をシーケンス処理を行うマイクロプロセッサに入力する。

デジタル化の対象である継電器の機能、スピード、性能、目標コスト、汎用性に対する考え方などから、総合的に検討することが必要であろう。

6. むすび

デジタル式単機能形継電器について開発、実用化を完了したものを例にとってその考え方、留意した点、その他について述べた。これらの継電器は電力から需要家まで広く適用できる性能を有している。また、いずれの継電器も現在実用機として多数製作納入し、フィールドにて順調に稼働している。今後も、デジタル化によるメリットがある継電器についてデジタル化の開発、実用化を推進する所存である。

この継電器の開発及び実用化にあたって御指導いただいたユーザー各位に紙上を借りてお礼を申し上げるとともに、今後共、御指導御鞭撻をお願いする次第である。

参考文献

- 畠田ほか：三菱電機技報、54、No. 11, p. 814 (昭 55)

パワーエレクトロニクスにおけるマイクロコンピュータの応用

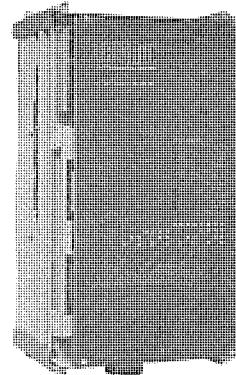
林 伸一郎*・東野重紀*・佐志田伸夫*・水野公元**・坂崎正一**

1. まえがき

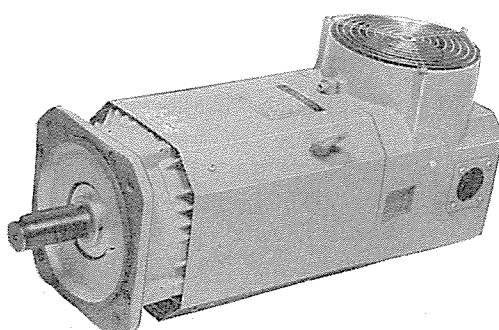
サイリスタ、GTO、大容量トランジスタなどの電力用半導体デバイスを適用して、電力を自由に制御するパワーエレクトロニクス技術は着実に発展してきた。近年それらのパワーエレクトロニクス応用製品は普遍化され、社会のすみずみまで深く浸透し社会を支える重要な役目を担っている。このように重要性が増すにつれて、その制御、保護、監視技術も高度になりかつ信頼性の高いものが要求されてくるが、マイクロプロセッサの持つ高度の演算処理、判断能力はそれらの要求を実現するのに非常に適したものと考えられる。本稿ではこのようなマイクロコンピュータ(以下、マイコンと称す)の特長を生かしパワーエレクトロニクス応用機器に適用した例を述べる。

2. AC主軸インバータへの応用

工作機械の主軸駆動は耐環境性の向上、高速回転などの要求から正弦波PWMによるACモータ駆動方式が採用されてきた。当社も《FREQROL-SB, SD》形インバータを発売し好評を博してきたが⁽¹⁾、このたび最新のパワーエレクトロニクス技術、マイコン技術を駆使した《FREQROL-SX》(図1.) 3.7~22kWを製品化したのでマイコン応用を中心にその概要



(a) AC主軸インバータFR-SX形 7.5 kW



(b) AC主軸モータ（フランジ形）5.5/7.5 kW

図1. AC主軸インバータ、モータの外観

を示す。

図2.は、マイコン化《FREQROL-SX》の製品化の背景を示す図

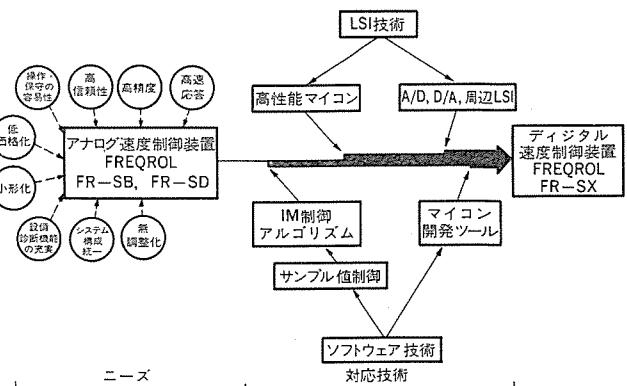
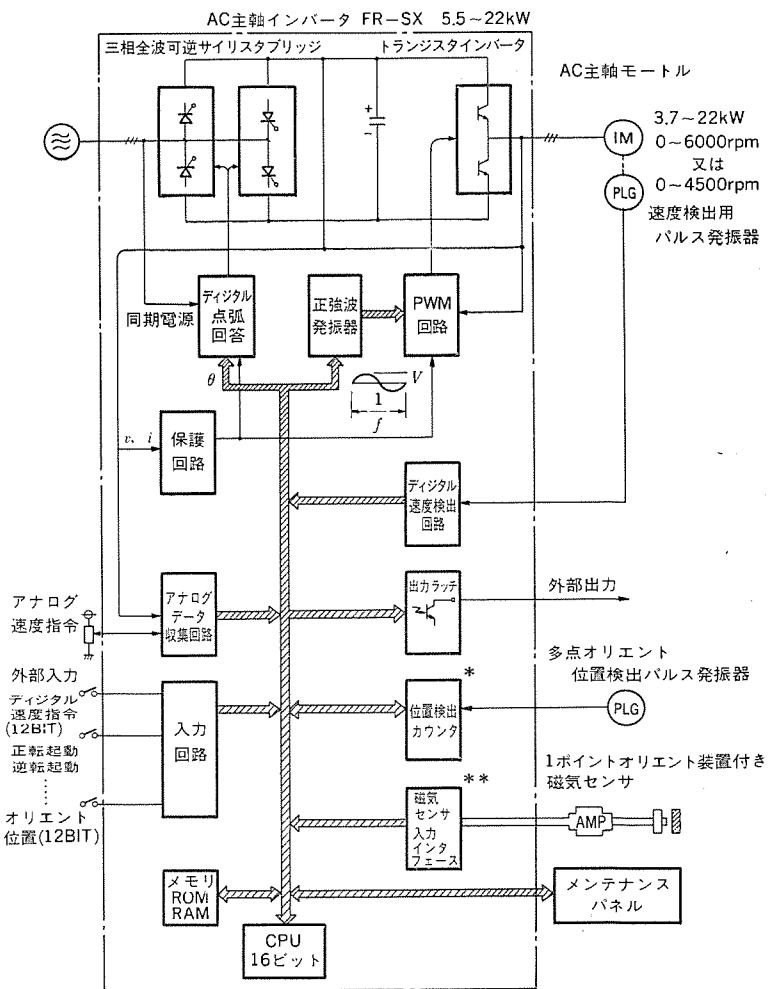


図2. 開発の背景



注 *、**は仕様によりいづれか1種類取付可能

図3. AC主軸インバータ装置の構成ブロック図

である。

2. 1 装置の構成

AC 主軸インバータ装置の基本構成 ブロック 図を図 3. に示す。 AC 主軸 インバータ 装置は、 より精密な速度制御、 位置制御をするためにすべり周波数制御、 ベクトル制御を適用している。 制御回路は 16 ビット CPU と周辺 LSI⁽³⁾ で構成した全 デジタル 制御回路と、 数 kHz の応答を得るこの装置唯一の アナログ 式の積分形瞬時値制御 PWM 回路⁽²⁾ からなり、 0 ~ 6,000 rpm 全回転数域にわたり、 高調波成分の少ないきれいな正弦波電流を モータ に供給している。

以下に代表的な制御機能 ブロック の動作を述べる。

(1) ディジタル速度検出回路

工作機械の主軸制御用として、特に重要なポイントである停止速度付近の超低速時の速度検出法として、正弦波パルス発振器とマイコン演算の併用法を採用した。

(2) サイリスタコンバータ用点弧回路

PLL 回路を用いた全 デジタル 制御方式を採用したほか、 50 / 60 Hz の周波数自動補正機能、自動相順判別機能を付加した。

(3) オリエンテーション機能

ロボット応用、自動工具交換装置では、主軸を任意の固定点に停止させるための純電気式 オリエンテーション機能の付加が不可欠となっている。

この装置は、1 ポイントオリエント 装置付磁気 センサ 又は多点 オリエント 位置検出 パルス 発振器のいずれか 1 種を選択取付可能とした。多点 オリエント 機能では NC からの停止指令により、主軸停止角度 $360^\circ \times (1/4,096 \sim 4,095/4,096)$ の位置に停止させることができる。また、この装置はマイコンによる位置制御演算を行うため停止精度 0.1° 以下の高速停止と、停止時の大きなストールトルクの発生を実現した。

(4) 正弦波発振器

すべり周波数制御を行うために、 PWM 回路に入力する正弦波指令波形は、 すべり周波数と電動機回転数により速度ループ演算をした結果により、 ROM テーブルと D/A コンバータを用いて発生させていく。

(5) 保護回路

保護回路は、マイコン処理とハードウェアによる二重系システムとして、異常検出時にはコンバータゲート遮断、インバータベース遮断を実施し、万全を期している。

2.2 ソフトウェア構成

ソフトウェアは、アナログ又はデジタルで入力される速度指令などを読み込むベーシックプログラムと、所定サンプリング周期ごとに処理を必要とする速度ループ、電圧ループなどの割込プログラムのほか、非常停止、起動処理、メンテナンスプログラムで構成している。メンテナンスプログラムではすべりなどの内部デジタル値の状態をD/Aコンバータによりアナログ変換し、シンクロスコープなどにより状態がトレースできるようにした。

速度 ループ、 電圧 ループなどの制御演算は一般的な位置形 デジタル PID 制御式を利用しているが、 マイコン 制御の特長を十分にいかし運転状態に応じた モード 切換えや予測演算を行い、 高精度の制御をソフトウェア により実現した。

3. 整流器のデジタル制御システムへの応用

めっき・アルマイト用整流器は、プラントで使用される台数が数十台に及ぶことがあり、制御性能面で特性の均一化と、処理電圧・電流パラメータに応じて再現性の良い制御が必要とされてきています。

模が大形化すると、機器の製作、試験期間の短縮及びプラント立上がり時の調整時間の短縮を考慮した制御回路構成や動作の自動診断機能の実装化が望まれてきた。

当社はそれらにこたえて、マイコンを用いた高機能デジタルサイリスタ制御回路の開発を行い、一つのシステムで複数台数のサイリスタ整流回路の制御と動作の自動診断を行うデジタル制御システムを完成了した。

3. 1 制御回路構成

この装置の基本構成を図4.のブロック図に示す。CPU部は16ビットマイクロプロセッサ(8086)を使用した回路をメインとし、サブCPUとして8ビットマイクロプロセッサを使用した回路構成となっている。制御に必要な定数類は、着脱可能な定数設定パネル(図5.)より10進数値のまま入力又はディスプレイ可能な方式としており、設定時の煩雑な定数換算の手間を不要としている。また可変定数類は電気的な書き込み、消去可能なメモリに記憶する方式とし、バッテリ交換の手数からユーザーを開放する配慮を行った。

試験調整期間の短縮に対する配慮として、回路を全デジタル化することにより、基本回路動作の自己診断をソフトウェア上で自動的に行うほか、アナログレベルの調整ポイント数の大幅な低減が図られ、デジタル化による再現性のよい均一な特性が得られるようになった。また、製造及び基本ハードウェアの手配期間は機種間の共用化が行えるため、適用システム数の増加に応じてストック化が可能となる。

3.2 ソフトウェア

デジタル 化制御回路の ソフトウェア は、現段階で最も実用的な PI 制御を差分形式に表現したもの（速度形 PI 制御方式）を基本とし、各種 リミット 機能を付加して使用している。また、可変定数類は ママシンインターフェース を重視した考えとして 10 進数で直接取扱い可能な ソフトウェア で サポート している。更に、テスト 及び自己診断用 ソフトウェア を準備している。

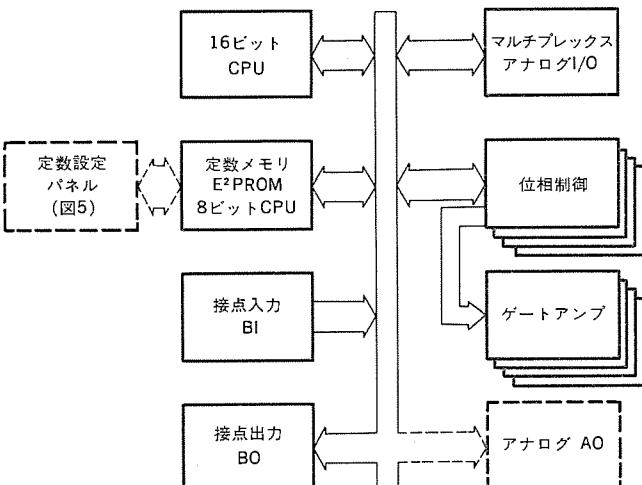


図 4. 整流器デジタル制御回路ブロック図

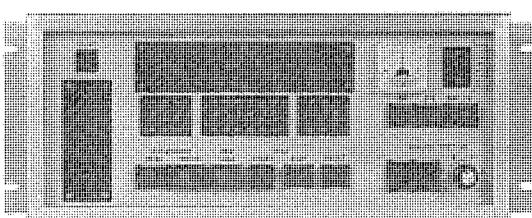


図 5. ディジタル制御システム用定数設定パネル

4. 静止形無効電力補償装置への応用

電力系統規模の拡大、送電線の長距離大容量化などにより、系統の安定度は悪くなる方向にあり、電圧の安定化が必要となっている。このために、サイリスタ制御によりリアクトルやコンデンサを迅速に投入する静止形無効電力補償装置(Static Var Compensator : SVC)が適用されつつある。SVCは基本的に次の3方式がある。

- (1) サイリスタ制御リアクトル方式 (TCR)
- (2) サイリスタ開閉コンデンサ方式 (TSC)
- (3) (1)と(2)の組合せ方式 (TCR+TSC)

これらの各方式で、リアクトルの制御角とコンデンサの投入量とを算出する制御回路を8ビットマイクロプロセッサを応用して開発した(図6)。制御回路はタイミング信号発生部、基準信号発生部、A/Dコンバータ、マイクロプロセッサ(M5L8085A)、メモリ、トリガ信号発生部からなる。以下に動作をまとめると。

- (1) PT二次側の電圧から、割込信号に使う各相の零点信号、90°信号及び相判別信号を発生する。
- (2) 系統電圧からアナログフィルタを通して無効電力の必要量(Q_0)を導出する。
- (3) U相の90°割込信号で、マイクロプロセッサはA/Dコンバータから無効電力の必要量を読み込み、リアクトルとコンデンサバンクの投入量(Q_L と Q_C)を算出する。
- (4) リアクトルの制御角を決定するため、 $Q_L = Q_{max} \cdot \frac{2}{\pi}(\alpha + \frac{1}{2} \sin \alpha)$ の関係から、ROMで $f(\alpha) = \frac{2}{\pi}(\alpha + \frac{1}{2} \sin \alpha)$ の関数を発生させておき必要無効電力 Q_L/Q_{max} と $f(\alpha)$ をデジタルコンパレータで比較してゲートトリガパルスを出力する。
- (5) コンデンサバンクはバイナリーステップになっていて、必要量を満たす投入バンクを決め、トリガパルスを出力する。
- (6) V相、W相の90°信号では、U相と同一量のリアクトル、コンデンサを投入して、相間非対称が発生しないようにする。
- (7) 系統事故時にはあらかじめ定めてある制御動作を行い、事故復帰後は速かに制御を回復して、電圧の安定化に寄与する。

マイクロプロセッサを応用したことにより、複雑なSVCの制御回路を比較的簡単にすることことができた。

5. サイリスタ監視装置への応用

サイリスタ素子個別の耐電圧は高々数kVであり、電力系統用などの高耐圧が要求される機器では、多数のサイリスタを直列接続して、サイリスタバルブとして使用する必要がある。これらのサイリスタはサイリスタ自体の故障、分圧回路の故障、ゲート回路の故障などで、短絡モードに破壊する。そこで、サイリスタ直列数に予め冗長数を加えておき、故障したサイリスタの数が設定した余裕よりも少ない間は運転を継続することで、サイリスタバルブとしての信頼性向上させることができる。

このような機能を果たすためには、信頼度が高く応答の速いサイリスタ監視装置が必要であり、8ビットマイクロプロセッサを応用したサイリスタ監視装置を開発した(図7)。監視装置は短絡したサイリスタには電圧がかからないことを利用して、各サイリスタの端子間電圧を光信号を使って測定し、素子の故障を監視する。各部から故障判別設定

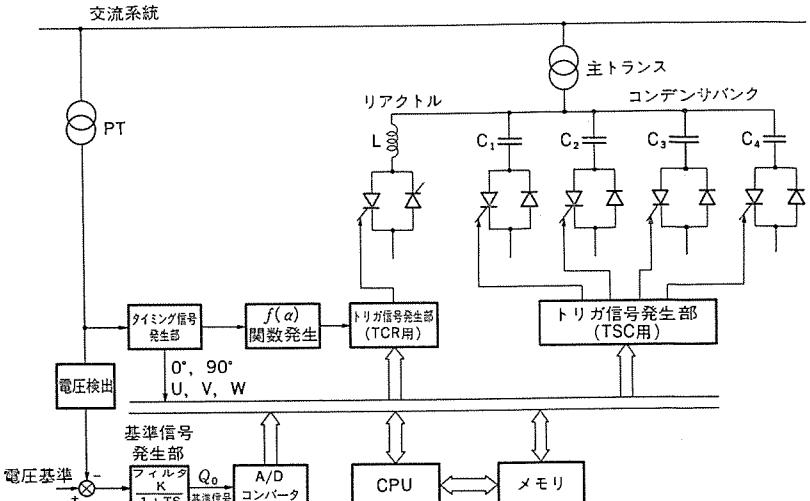


図6. 静止形無効電力補償装置のブロック図

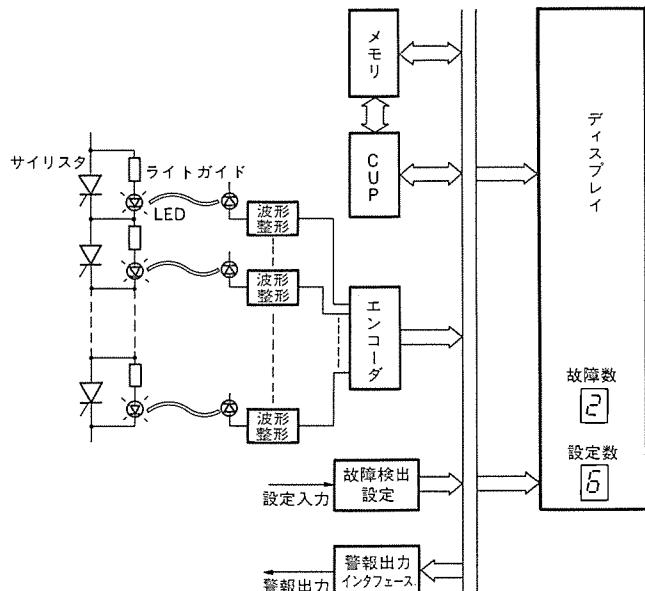


図7. サイリスタ監視装置のブロック図

数が入力でき、サイリスタの故障状況、設定数及び現在の故障数を表示する。動作をまとめると以下のようになる。

- (1) 各サイリスタの端子間に分圧抵抗と赤外発光ダイオード(LED)を接続し、サイリスタに電圧が印加されたときに光信号を送る。
 - (2) LEDの光信号をライトガイドを介して受光ダイオードに伝達し、その信号を波形整形してエンコーダに入力する。
 - (3) マイクロプロセッサ(M5L8085A)は周期的にエンコーダの状態を監視して、サイリスタに電圧が印加されてエンコーダの状態が変化したときに、その状態をメモリにとり入れる。
 - (4) 設定スイッチにより故障検出の設定数を入力する。設定数はディスプレイに表示される。
 - (5) サイリスタの状態が記憶されているメモリを参照して、故障しているサイリスタがあれば、その位置と故障数をディスプレイに表示する。
 - (6) 故障数が設定数以上になったときは、警報信号を出力する。
- サイリスタ監視装置にマイクロプロセッサを応用したことにより、複雑な論理回路にもかかわらず、比較的簡単なハードウェアで実現すること

ができ、また、サイリスタ直列数、設定数の変化に対しても融通性をもたせることができた。

6. 周波数分析装置への応用

電力系統などに含まれる高調波成分を精度よく、かつ高速に解析するため、マイコン及びFFT(高速フーリエ変換)を使用した周波数分析装置を製品化した。外観を図8に示す。

この装置はA/Dコンバータからのデジタル入力をメモリに格納後、D/Aコンバータによりメモリ内容をシンクロスコープにモニタ出力する。8ビットCPUによるFFTを実行後、調波分析した結果をプリンタに出力し再びD/Aコンバータによりメモリの内容をシンクロスコープに出力後、次のレコード入力を待つ。この装置の仕様及び次数の演算誤差を表1に示す。

7. む す び

以上パワーエレクトロニクスにおけるマイコン応用の一例について述べたが、

表 1. 周波数分析装置の仕様及演算誤差

(a) 仕 様

入力チャネル数	2
レシージ	オート、マニュアル切換可能 ($\times 0.1, \times 0.2, \times 0.5, \times 1, \times 2, \times 5, \times 6$)
同期入力	電圧、電流、電源(PLL)
ビット長	12
サンプリング点数	512
演算時間(s)	3(256次まで)
打出し時間(s)	30(50次まで)
演算誤差(%)	0.02(51次、く形波)
演算方式	FFT
打出し次数	99次(最高次数選択)
その他の	定時自動解析可能 奇数次選択可能

(b) 演算誤差

次 数	理論値(%)	実測値(%)	誤差(%)
5	20.00	19.99	0.01
41	2.44	2.45	0.01
55	1.82	1.85	0.03
71	1.41	1.44	0.03
99	1.01	1.06	0.05

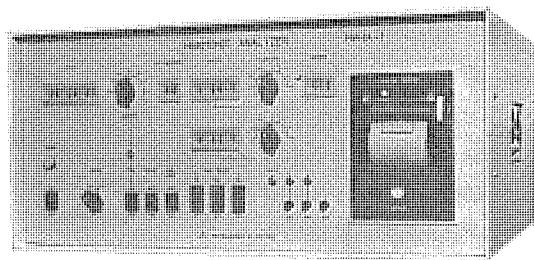


図 8. 周波数分析装置の外観

今後ともパワーエレクトロニクスの重要性の増加とともにマイコンの適用は更に増えてくるものと思われる。しかしながらマイコン化に当たっては、ハードウェアとソフトウェア処理の分担を十分に検討し、

ハードウェアに関しては、

- (1) ハードウェアの標準化
- (2) 外部機器とのインターフェースの標準化

ソフトウェアに関しては、

- (1) オーバフローを考慮した入出力レンジの設定
- (2) 積分形の場合の出力リミット
- (3) あらかじめセットすべき初期値
- (4) 処理時間を短かくするためのプログラムの工夫
- (5) 演算上のけた(桁)落ち切捨てによる伝達特性の劣化
- (6) 入力周波数帯域とサンプリング周期
- (7) デジタルの特長を生かした制御アルゴリズム

などの検討を行い、性能、機能、信頼性の向上とともにユーザー要求にマッチしたパワーエレクトロニクス装置を製作していく所存である。

参 考 文 献

- (1) 松本ほか：工作機械主軸インバータ駆動ACモータル、三菱電機技報、56、No. 5(昭57)
- (2) マイコンによるモータ制御技術特集、オートメーション、26巻、14号(昭56)
- (3) 坪井ほか：誘導電動機のデジタルベクトル制御、電気学会電力半導体研究会資料、SPC-81-51(昭56)

1. まえがき

制御機能を主体に専用化を指向した 4 ビットワンチップマイクロコンピュータ（以下、4 ビットワンチップマイコンと称す）は昭和 50 年より供給されてから一躍全盛時期を迎え、以後、現在に至るまでのワンチップマイコンの性能向上、価格低下、種類の多さには目を見張るものがあり、応用分野も家電製品を中心とした民生機器全般へと拡大していった。

これは、昭和 56 年度の全マイコン生産高の 80% 以上をワンチップマイコンが占めているのをみても容易に理解できる。このワンチップマイコンを製品へ応用することにより、電子部品の削減、仕様の変更に対するフレキシビリティ、きめ細かな制御やコンピュータ機能の活用による機能向上などの効果を期待することができる。これらの特長を生かすべく、当社においても、多くの家電製品にワンチップマイコンを採用して多機能化に対応すると同時に信頼性、操作性、量産性、実装スペースなどの向上を図っている。

本稿では、この家電製品の中で比較的機能の高度化が進んでおり、複雑な制御を必要とするテレビ、VTR の電子商品を取り上げ、4 ビットワンチップマイコンの応用について述べる。

2. ポータブル VTR へのマイコン応用

2.1 概要

昭和 49 年、当社は業界に先がけてマイコンを採用した VTR “マイコンビデオ”を発表した⁽¹⁾。以後、VTR においてマイコンは不可欠なものとなっている。近年、VTR の機能拡大とともに、1 台の VTR に複数のワンチップマイコンが使用されることもめずらしくなくなった。応用回路もシステムコントロール、録画予約タイマー、リモコン、テープ残量表示、特殊再生の制御など多彩で、その制御内容、制御方法にそれぞれの考え方反映されている。

ここでは、システムの動作状態を集中的に管理し、安全、確実にテープを走行させるとともに、従来よりきめ細かい制御を可能とするシステムコントロールを取り上げてマイコンの応用について述べる。紹介する VTR は、ブランジャレス方式のデッキを採用したポータブルタイプの HV-7000 形（図 1.）である。この VTR におけるシステムコントロールは、周辺部品の削減と機能の拡大を比較的大容量メモリのワンチップマイコンと I/O エキスパンダの 2 チップ構成の採用とマイコンのソフトウェアを充実

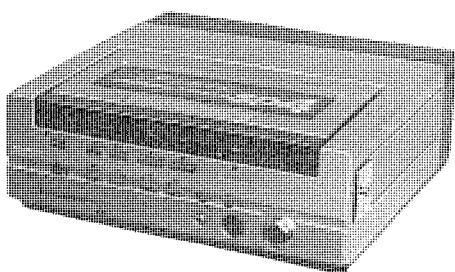


図 1. ポータブル VTR HV-7000 形

させることによる集中制御方式により可能とした。これにより簡潔な回路を構成することができ、ポータブル VTR 特有の小形化、省電力化を図ると同時に撮りぎなどの特殊機能の実現を達成している。また、マンマシンインターフェースも考慮して、操作性的向上、表示方法の工夫とシステムとしてのセーフティ機能を充実させているのが特長である。

2.2 基本的な動作

システムコントロールとはデッキ部のメカニズムコントロールを主体としたシーケンス制御である。このシステムコントロール回路の基本的な動作は、

(1) 操作キー入力により動作モードを設定し、そのモードに応じたモード信号を出力することにより、表示制御、モータ、電源、回路信号の切換えを行う。

(2) 各センサ（デッキの状態スイッチ、システムの状態信号）からの入力を常時監視し、状況に応じ、メカニズムの駆動シーケンスに従って制御信号を出力する。

の 2 点である。これらの動作を実現するためには 1 個のマイコンでは I/O が不足する。一方、2 個のマイコンを使用して機能を分担させる方法では、時間管理をしながらハンドシェイク動作を行うので、処理が複雑になると同時に不要な処理が増加する。したがってここでは、全体の処理工程が一度に把握でき、制御が容易となる方式とするため、比較的大容量メモリのマイコンと出力拡張を目的とした I/O エキスパンダを採用した構成をとった。また、これらのチップはシュリンクタイプの 28 PIN・DIL パッケージであり、実装密度の向上に寄与している。

2.3 システム構成とハードウェア

HV-7000 形のシステムコントロールは図 2. に示すようにモード入力部、センサ入力部、マイコン、表示部、I/O エキスパンダ、モード制御出力部及びシステム付加機能部で構成している。使用マイコンは、ROM : 4 K バイト、RAM : 4 ビット × 128 ワードの 4 ビットワンチップマイコンで、処理内容はすべてこの中に集約されている。

マイコンの入力情報はラッチ機能を持つ O 出力と K 入力との間でマトリクスを構成し、O 出力の順次スキャンに同期させて取込む。この O 出力はほかに制御出力として利用し、表示制御、I/O エキスパンダへのデータ転送を時分割で行う。出力としてほかに R 出力があり、電子カウンタ、ブザーなどのシステムとしての付加機能と I/O エキスパンダの出力ポートのアドレス指定用に使用する。I/O エキスパンダは、すべてラッチ機能を生かした出力モードで使用しており、各モード信号出力、モータドライブ用制御信号などに利用している。

K 入力には、マトリクス回路を経て操作キーよりのモード選択信号及びデッキ、テープ、システムの状態を知らせるセンサ信号によるカセット検出、並びにローディング検出、テープ始終端検出、誤消去防止、リール回転検出、露センサ、テープたるみ検出、カウンタ状態、ドラム回転信号、カメラボーズ入力などがバッファを介して入力される。このモード選択信号により動作モードが設定され、かつ、センサ信号よりもシステムの状態を判断し、メカニズムの動作シーケンスに従ってマイコン、I/O エキ

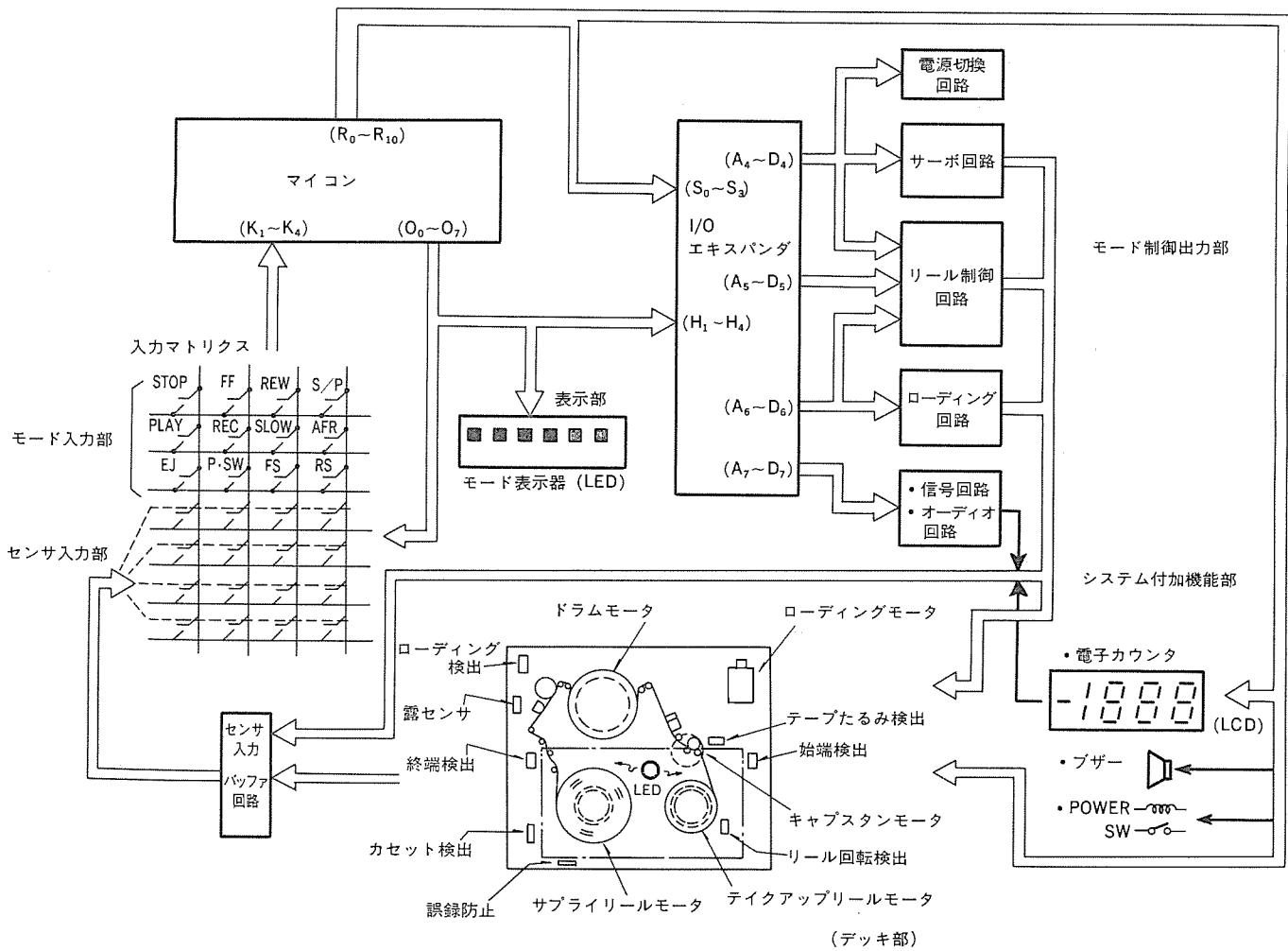


図 2. HV-7000 形のシステム構成図

スパンダよりデッキの各駆動部へ制御信号を出力する。

これらの制御信号により制御されるものはテイクアップ、サプライ、ローディング、ドラム、キャップstan の5個の各モータのほか、記録・再生の切換、ビデオ信号の切換えなどである。また、これらセンサ入力はセーフティ機能の重要な検出源で、マイコン内のソフトウェアタイマーと相まって、テープ保護、モータ焼損防止、節電などの役割を果たす。例えば、ローディング開始後5秒経過してもローディングが完了しない場合、ローディング動作を停止してモータへの電源を切り、モータ焼損を防ぐとともにメカニズムに損傷を与えない設計となっている。

2.4 ソフトウェア

マイコンに内蔵するソフトウェアの概略フローを図3.に示す。図に示すように一連のシーケンス制御で、1回のループに約10ms要す。このシステムでは、各種タイミング時間発生のためのカウンタ用クロックは、ソフトウェアの処理時間を利用する方式をとっている。したがって、外部クロック入力は必要としないが、処理ルートにより時間差を生じるので、ディレイを挿入して調整している。

このディレイは、またダイナミック表示をするモード表示のちらつきを無くすのにも利用している。キー処理においては、ランダムダイレクト操作を基本とし、多重押しは認めず、優先順位も無い処理方式である。特に、このキー処理と表示処理は、マンマシンインターフェースを十分に考慮して、いかなる条件においても誤った動作に陥らないようにしている。

次にフローに基づいて、再生(PLAY)モードへ移行する場合のシ

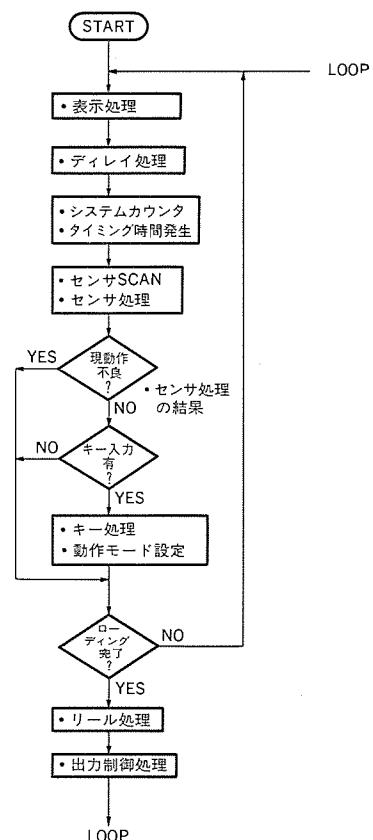


図 3. ソフトウェア概略フロー

一ケンス動作について説明する。キースキャンによりPLAYキー入力が受けられると、キー処理の過程において、先に処理を終了しているセンサ内容よりシステムの状態（例えば、カセット挿入の有無、テープの終端、ローディング状態など）を知る。これによりPLAYモードへの移行が可能と判断すれば、PLAYのモード信号とローディング信号を出力してキー処理は終了する。

ローディング処理では、ローディングが終了するまでローディングモータへの回転制御信号を出力する。このとき、フローはスタート位置との間でループ動作をしており、その間に現モードのPLAY表示を行うとともに、センサ処理にてローディング状態を検知する。このセンサ処理でローディング完了の確認をすると、ローディングモータへの回転制御信号を止め、次のリール処理に移行する。ここでは、テイクアップ、サプライの両リールにPLAYモードに応じた制御信号を出力すると同時にキャプスタンモータを駆動させ、テープ走行を行う。すなわち、いかなる条件においてもローディング動作が完了しないと、テープ走行ができない処理フローとなっている。

出力制御処理は特殊再生や停止状態がある一定時間経過した場合、テープ保護と節電のために電源スイッチを自動的にオフにしたり、バッテリの電圧降下を検知し、その状態を表示すると同時に停止状態として以後動作不可とする。また、ビデオカメラとの接続が不完全な状態で録画を行った場合、録画ミスをブザーで知らせるアラーム機構、以前に記録されていた画像と次に記録する画像の同調を図り、乱れや、ノイズの少ない記録をするつなぎ撮りなどの処理を行うなどポータブルVTRとしてマイコンの特色を生かした機構を盛り込んでいる。

3. テレビ受像機へのマイコン応用

3.1 概要

テレビ受像機の周波数シンセサイザ方式選局システムへのマイコンの応用について種々発表され、量産化されている。ICの構成方法としては大きく分けて二つの方法があり、一方はPLL部と制御部を分離する方法で、他方はPLL部と制御部を一体化する方法である。最近の傾向としては、本受像機でも用いている後者の方法が増えつつあり、周辺回路をもできるだけ内蔵して1チップ化し、専用マイコンとすることによって簡素化を図る傾向にある。

マイコンを利用した周波数シンセサイザ選局方式には、

- (1) ユーザー調整が不要
 - (2) 同調精度が高い
 - (3) 多機能化が容易
 - (4) 多チャンネル化への対応が簡単
- などの特長がある。

米国においては、CATV(Cable Television)が発達し、多チャンネル化へ進んでいることがあって、上記特長をもつ周波数シンセサイザ選局へと移行しつつある。次に米国向けに開発し量産している周波数シンセサイザ選局方式についてその具体例を述べる。図4.は搭載モデル例である。

3.2 構成

図5.に選局システムのブロック図を示す。このシステムの主要部分は、PLL内蔵の専用マイコン(ROM:16ビット×1,016ステップ、RAM:4ビット×64ワード、CMOS、42PIN・DIL)、プリスケーラ、低域ろ過器、受信信号検出回路、リモートコントロール送受信器、キャラクタゼネレータなどから構成している。

主な仕様は、

- (1) CATV対応105チャンネル受信機能
- (2) 自動探局機能
- (3) AFT(自動微調)機能、MFT(手動微調)機能

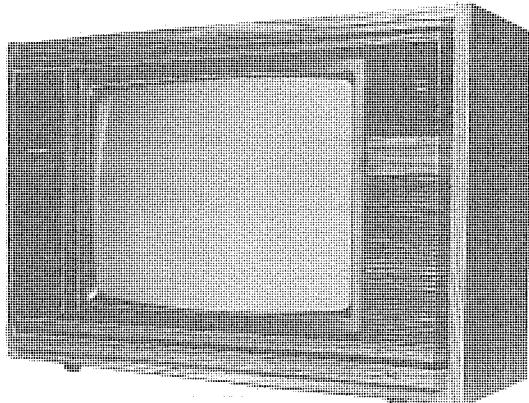


図4. 米国向けカラーテレビ CS-1982

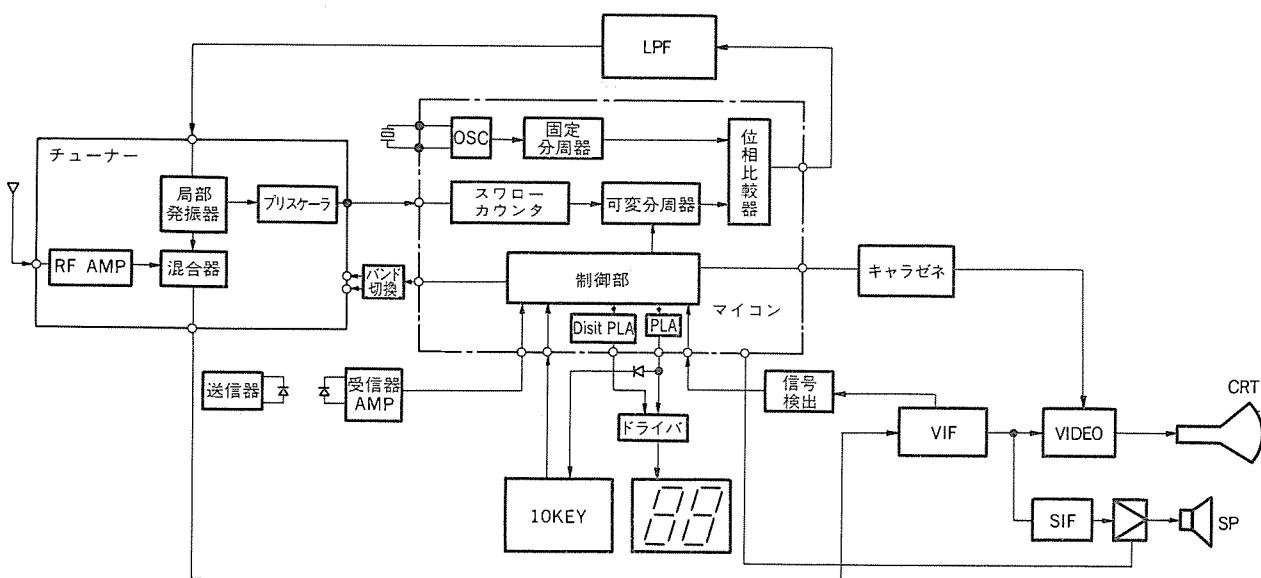


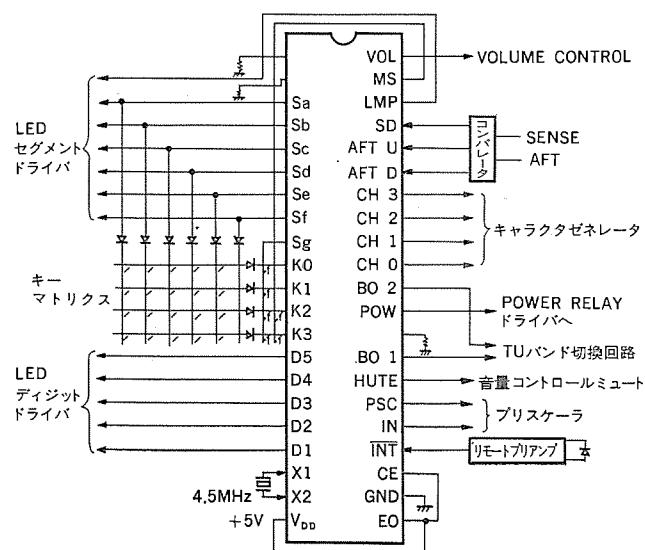
図5. 周波数シンセサイザ選局システムブロック図

- (4) 17 ファンクションリモートコントロール
 (5) 2 けた(桁) LED による チャンネルナンバー 表示
 (6) 時計, タイマー 機能
 (7) チャンネルナンバー の CRT 表示
- である。

マイコンにはキー操作入力に対応した処理、すなわち、PLL 分周比の計算及び基準周波数と入力周波数の位相比較、受信バンド切換え、手動／自動探局、時計及びタイマー機能とそのための 5 桁表示出力、CRT 表示用 BCD 出力、リモートコントロール入力信号処理などを行わせている。図 6. にマイコンの入出力端子の割り振りを示す。

3.3 主要機能の動作

チャンネル選局は、ダイレクト選局用 10 キー(2 桁入力)と UP/DOWN キー及びリモートコントロール送信器により入力し、マイコンは入力に対応した PLL 分周動作を行うとともに、バンド切換え及びチャンネル表示のための出力を送出し、PLL がロック状態になるのを待って選局動作を完了する。更に自動探局機能を有しており、切換スイッチで選択



する。また、同調周波数の微調は AFT と MFT があり、AFT は自動探局時に動作する構成とした。

受信チャンネルはバンドを二つに分け、一方はノーマルバンドと称し 2～83 チャンネルを、他方は CATV バンドと呼んで 2～13 チャンネル及び A～W チャンネルを受信できる構成とし、CATV チャンネルのチャンネル表示をアルファベットから数字に置換え表示(表 1.)した。

3.3.1 PLL 部

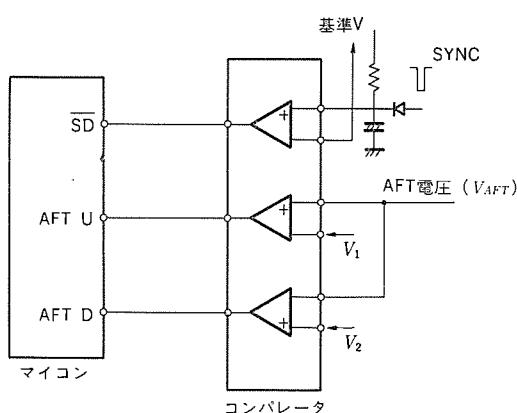
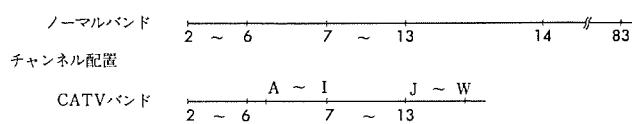
パルススワロー方式を採用しており、プリスケーラは ECL、TWO-MODULUS 方式で、その分周比は 1/128, 1/136 である。動作原理は既に詳しく紹介している⁽²⁾。基準周波数は 5 kHz であり、これによって得られる微調周波数は 40 kHz/ステップ であり、細かい微調が得られることが特長である。

3.3.2 自動探局

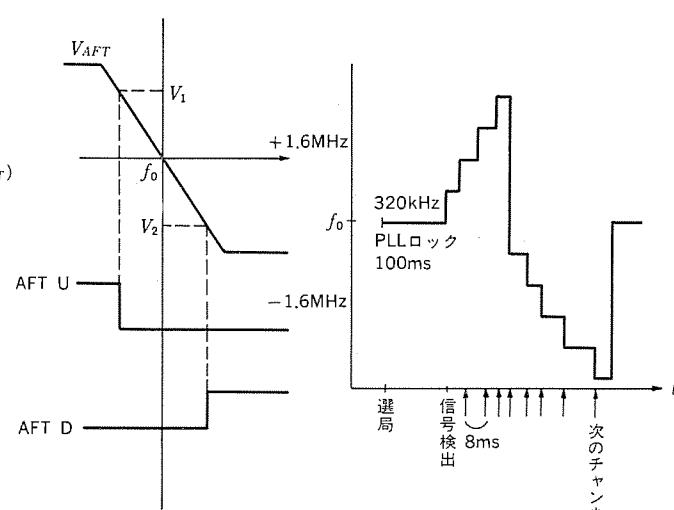
選局に際し、放送局の有無を自動的に検出するため、放送のあるチャンネルまでのサーチを同期信号の有無で判定している。また、放送局側のいずれに対応すべく AFT 動作を行わせている。すなわち、正規の周波数で信号検出できない場合は、図 7. に示すように 320 kHz おきに最大 ±1.6 MHz まで受信周波数を変化させて(粗調)，途中で信号を検出した場合はサーチを終了させる。次にマイコンの AFT 入力端子レベルに対応して、40 kHz/ステップで最大 ±2.2 MHz まで変化し(微調)，AFT 入力端子が共にローレベルになると動作を停止する。

表 1. 米国 CATV チャンネル 配置

ノーマルバンド		CATV バンド	
受信チャンネル	表示ナンバー	受信チャンネル	表示ナンバー
2	02	2	02
83	83	13	13
		A	14
		W	36



(a) マイコンと信号検出回路の接続



(b) マイコンの AFT 入力電圧

(c) AFT 動作

図 7. 信号検出回路及び AFT 動作

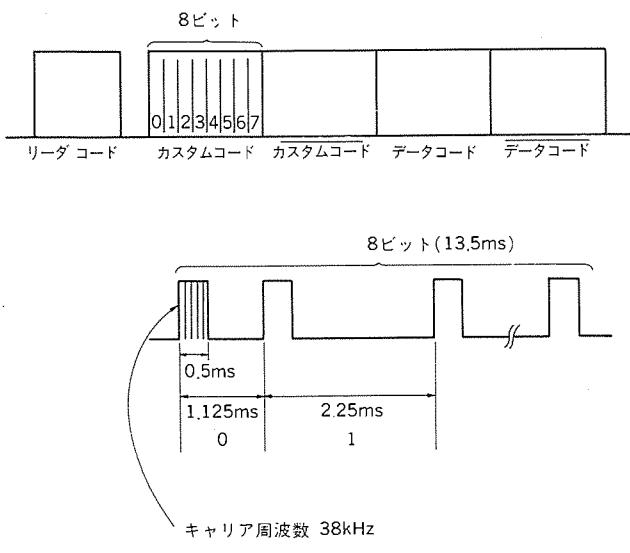


図 8. リモートコントロール送信出力

3.3.3 リモートコントロール

送信用 LSI は CMOS, 16 PIN・DIL で、3 V 駆動させており、20 種類のキーコードを持っている。出力コードは、リーダコード（8ビット）とカスタムコード及びデータコードとそれぞれの逆コード（各8ビット）で構成している（図8）。送信信号は赤外線を搬送波として送出され、フォトダイオードで受信、増幅、波形成形後マイコンのインターフェース端子（INT）に入力される。0.1は、1.125 ms に1 パルスで0, 2.25 ms で1 とし、0か1かの判定は 1.125 ms ごとに時間分割し、この間のインターフェース端子に入力されたパルスの回数によってチェックを行う。また、正規コードと判定されたときのみ、受信表示出力を端子 LMP より出力する。

3.3.4 表示

デジット、セグメントのための PLA を内蔵しており、表示形式は 7セグ

メント、5桁のダイナミック表示である。チャンネル表示の場合は D₃, D₄ のタイミングで、また時計表示の場合は D₁～D₅ のタイミングで表示する。チャンネル表示と時計表示の切換えはリコールキーにより交互に出力される。

3.3.5 CRT表示

端子 ch 0～ch 3 に CRT 表示用 チャンネルナンバー のための BCD 出力を設けてあり、この出力は表示同様ダイナミックで出力し、D₃ のタイミングで 10 の桁を、D₄ のタイミングで 1 の桁を出力するので、外部にラッチ回路及びキャラクタゼネレータを設けることにより、出力を取出している。

3.3.6 音量コントロール

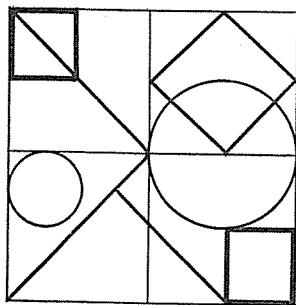
音量コントロール出力は 64 段階のパルス幅可変出力で、音量 Up/Down キーにより 100 ms ごとに 1ステップずつ Up/Down する。繰返し周波数は 130 Hz で、外部にローパスフィルターを介して音量制御回路に接続する。またミュート出力はミュートキーにより交互にオン/オフするとともに、チャンネル選局時も選局動作完了が完了するまではミュート出力が出るようにした。

4. むすび

テレビ、VTR の電子商品へのマイコン応用について技術面を中心に述べてきた。これらに採用しているマイコンはそれぞれ処理内容は違うが、製品の性能向上といふ点では一致している。しかも、ユーザーの直接目にふれない使われ方をしながら機能の向上を図っている。そういう意味でマイコンが使用者の使いやすい形で製品の中に生かれている一例と言えよう。

参考文献

- (1) 中島ほか：三菱電機技報, 54, No. 6, p. 35 (昭55)
- (2) 平田ほか：三菱電機技報, 55, No. 7, p. 59 (昭56)



特許と新案

スキー場の混光照明方法 (特許 第 990859 号)

発明者 斎藤正人・山ノ下真理・内田 安・桂 秀年・明道 成・前山紘一郎

この発明は、スキー場において複数個のカラーランプを用いて混光照明を実施するときに、雪面などの被照面上にうつしだされるスキーや樹木・構築物などの被照物体の着色した影が美しく、かつ効果的に作り出されるように、R, G, B の 3 種のグループのランプによる影 P_R , P_G , P_B の互いの 2 つの間隔 L_1 , L_2 , L_3 を特定したものに関するものである。

従来のこの種の方法は、スキー場の夜間照明においては、高圧水銀ランプ・高圧ナトリウムランプなどを主に用いて、スキーを行なうのに必要な明るさを得ていた。

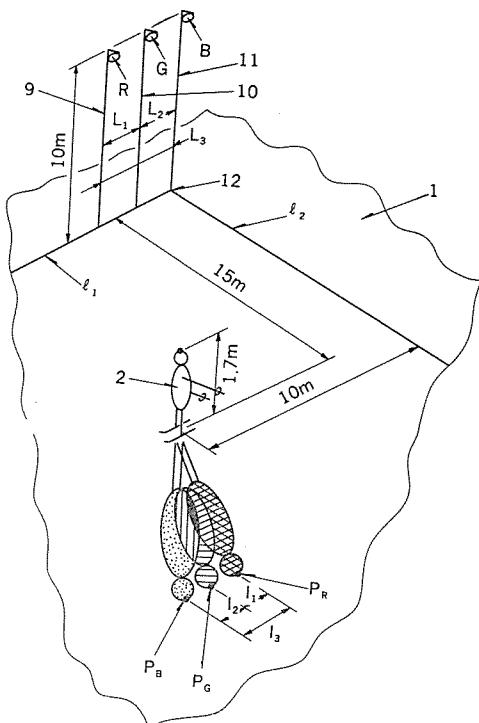
この発明は、この従来の方法にかえて図に示すように、水平な被照面(1)上に被照物体(2)としてスキーや樹木・構築物などを配置し、R, G, B の 3 種のカラーランプを、直線 l_1 上に配置した照明用ポール(9), (10), (11)に設置した場合に、上記水平な被照面上に生ずる着色した影の様子を示す。上記 R, G, B の 3 種のカラーランプ、並びに上記照明用ポール、並びに上記被照物体としてのスキーや樹木の配置は、水平な被照面(1)上にある互いに直交する任意の 2 直線 l_1 , l_2 の交点(12)上に照明用ポール(11)を設置し、該照明用ポール(11)から L_2 , L_3 の間隔をおいて照明用ポール(10), (9)をそれぞれ設置し、3 本の照明用(9), (10), (11)の被照面(1)から高さ 10 m の位置にそれぞれ R, G, B の 3 種のカラーランプを設置し、高さ 1.7 m の被照物体(2)は、被照面(1)上に直線 l_1 から 15 m, 直線 l_2 から 10 m 離れた位置に配置した。

したがって、この方法は従来のものと比較して次のような特徴がある。

(1) 着色した影の効果を利用した、全く新しい雰囲気をスキー場

にかもし出すことが可能である。

(2) スキーに必要な明るさを得ながら、かつ着色した影の効果を楽しみながらスキーをすることができ、また、スキー場周辺施設の新しい雰囲気を楽しむことができる。



メタルハイドランプ (特許 第 910579 号)

発明者 土橋理博・馬場景一・管野文夫

この発明は、ランプの始動を容易にしてスロースタートを防止し、かつ電極の製作を容易にし、更に電極のスパッタを少なくして光束維持率の優れたランプに関するものである。

従来のこの種のメタルハイドランプは、電極芯線の先端に圧縮成形して得た電子放射体を備え、該電子放射体の周囲をとり囲み電極先端方向に伸び、その先端に橋架部が設けられた外側コイルを作り、該橋架部により固定コイルを介して上記電子放射体を保持するよう

にした電極が使用され、該電極を用いると、スイッチインしてからランプが始動するまで数 10 秒程度かかるスロースタート現象が度々発生していた。

この発明は、この従来の方法にかえて図に示すように、両端に主電極(2), (2)を備え、内部に水銀、アルゴン及び金属ハロゲン化物を封入した石英製発光管で、上記電極は各々モリブデン箔(8), (8)を介して、電気的に外部リード(9), (9)に各々接続され、上記石英製

特許と新案

発光管端部封着部は非常に薄い上記モリブデン箔(8), (8)によって発光管内外の気密が保たれている。更に、上記電極(2)は、塊状の固定保温体(7)が用いられ、外側コイル(5)の内径との間に特定の間隙を作るようになされている。したがって、芯線(3)の先端部に置かれた電子放射体(4)は、上記固定保温体(7)を介して、放電空間側端部に橋架部Tを備え、上記芯線先端部に嵌着され、上記電子放射体の周囲及び上記固定保温体の周囲に備えられた外側コイル(5)の橋架部によって固定保持されている。

したがって、この方法は従来のものと比較して次のような特徴がある。

- (1) 電極の製作が容易
- (2) ランプのスロースタートの現象を著しく改善でき、実質的にスロースタートを防止できる。
- (3) 発光管の管壁を黒化させることを防止でき、ランプの光束維持率も大幅に改善できる。

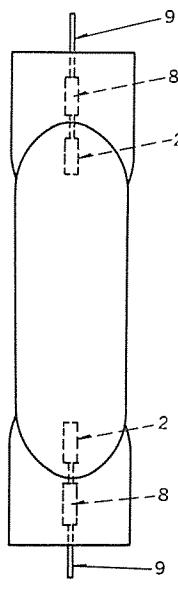


図1

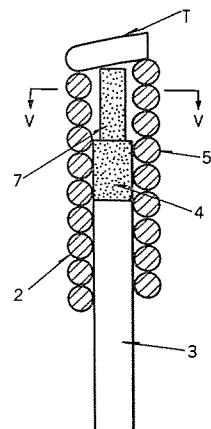


図2

開閉器 (実用新案 第1311352号)

考案者 飯田博・小平建夫

この考案は、常時閉、常時開の回路にオーバトラベルをもたせる開閉器に関するものである。

従来のこの種の装置は、たとえば1枚可動接触子形式のものでは、常時開の回路にはオーバトラベルがあるが、常時閉の回路ではオーバトラベルがないものや、あるいはその逆のものが多い。特に常時閉の回路ではオーバトラベルがないと、たとえば押ボタン開閉器ではボタンにわずかに触れただけで回路が開放して大きなトラブルを生じことがある。また、常時開、常時閉それぞれにオーバトラベルをもつものは、可動接触子を2個使用するとか接触子ばねを2個使用するなど価格的に高いものになっている。

この考案は、この従来の方法にかえて図に示すように、ばね(3)で上方に付勢され、中央に窓孔(12)を有するクロスバ(1)と、窓孔(12)に押し込まればね(2)によって下方に付勢されている可動接触子(4)と可動接触子(4)の上下両面両端部に固定された可動接点群(7)と、これらの可動接点群の上、下方に対応した固定接点群(5), (6)を備えたものにおいて、クロスバ(1)の窓孔(12)の貫通方向に沿った底辺中央に突条(11)を形成すると共に、常時閉側の可動接点あるいは固定接点の何れか一方の対向接点面に頂部陵線が突条(11)と平行方向に配設された突起条(711)を設け、常時閉側の可動接点と固定接点が圧接されている状態では、可動接触子(4)が回転位置にあるようにした。

したがって、この方法は従来のものと比較して次のような特長がある。

ある。

(1) クロスバに押し込んだ可動接触子が、クロスバ内で回転でき接点の接触面に突起条が一端に形成されているから、可動接触子の回転角に対応する垂直方向のストロークがオーバトラベルとなって確実に動作する信頼度の高い開閉器を安価に提供できる。

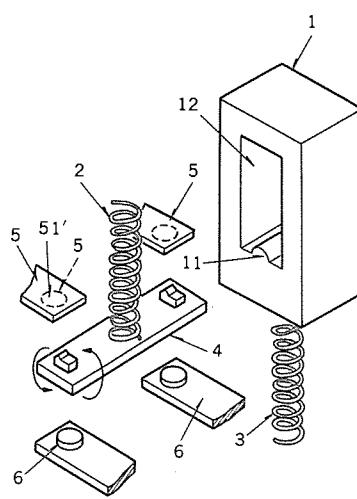


図1

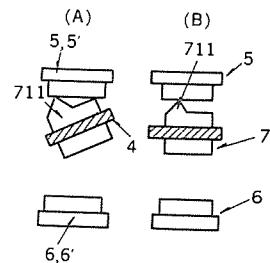


図2

蒸発冷却式ガス絶縁変圧器

春本容正*・吉田良男*・桝山諭一*・伊奈照夫**・田村清**

1. まえがき

近年、市街地の過密化と高層化がますます顕著になってきており、電力需要は今後とも増大する傾向にある。この電力需要増加に対しても配電用変電所の新設又は既設変電所の大容量化が必要となるが、地価の高騰などにより今後新しく用地を取得することが困難であることから、既設変電所における容量増大が重要な課題となつてきている。この場合、既設屋内変電所の変圧器室の設計荷重及び寸法の制約が生じる。したがって従来の油入変圧器での大容量化に限度があるため、変圧器の軽量化・小型化が強く要請される。更に不燃化対策、防災対策、騒音対策といった環境調和性の向上も重要視されるようになってきた。蒸発冷却式ガス絶縁変圧器は、これらの課題を解決しうる電力用変圧器として、最近になって活発な研究、実用化検討が行われてきている。蒸発冷却式ガス絶縁変圧器は発熱体表面で冷却液を気化させ、その蒸発潜熱で冷却するものであり、極めて高い冷却効率が得られるので変圧器を小形、軽量化できる。このたび関西電力(株)と三菱電機(株)は従来のガス絶縁変圧器の技術をいかし、蒸発冷却方式を新たに開発、適用した世界最大容量の77kV 40MVA 蒸発冷却式ガス絶縁変圧器を開発し⁽¹⁾⁽²⁾、長期的な信頼性、実用性能を検証するため、実系統において長期実証試験を実施し、その高い信頼性と実用性を確認した。ここでは蒸発冷却式ガス絶縁変圧器の概要と開発状況について述べる。

2. 蒸発冷却システム

高効率の冷却特性が得られる蒸発冷却方式には、低温時の絶縁耐力を確保するためSF₆ガスのような非凝縮性ガスを充満した状態で冷却液をポンプでくみ上げてコイルや鉄心に散布させる散布方式⁽³⁾(図1.)と、主絶縁をSF₆ガスで行い冷却はコイル・鉄心内に冷却ダクトを設け、この冷却ダクト内に冷却媒体を循環させるセパレート方式⁽⁴⁾(図2.)、及び冷却液の中にコイル・鉄心を浸し(漬)して冷却する浸漬方式(図3.)などの冷却方式があるが、信頼性・工作性や経済性の点から高電圧・大容量変圧器においては散布方式が適していると考える。

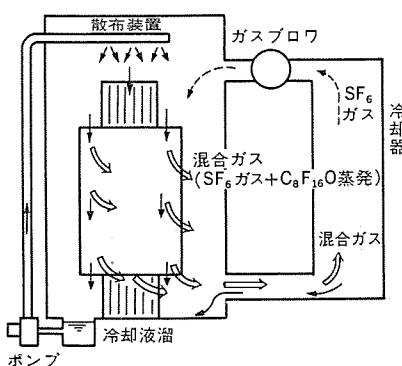


図1. 散布方式の概念

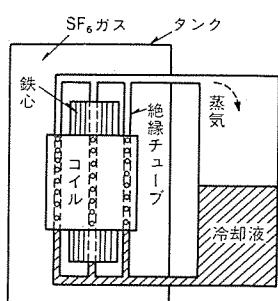


図2. セパレート方式の概念

2.1 散布方式

散布方式による蒸発冷却システムの概念を以下に示す。この場合、変圧器タンク内には絶縁の目的でSF₆ガスを、また冷却液として化学的に安定なフロロカーボン(C₈F₁₆O)を封入している。

- (1) タンク下部に設けた冷却液ため(溜)から冷却液をポンプによってくみ上げ、変圧器のコイル・鉄心上部に取付けた散布(滴下)装置に導く。
- (2) その散布装置から冷却液をコイル及び鉄心に散布する。
- (3) コイルと鉄心に散布された冷却液は、それらの発熱体表面から蒸発して多量の気化熱を奪う。
- (4) 蒸発した冷却液の蒸気は、絶縁の目的で封入されているSF₆ガスとともにガスプロワにより冷却器に導かれる。
- (5) 冷却器内で冷却された混合ガスのうち、蒸気は凝縮して液体に戻り重力に従って冷却器壁に沿って下降し、再び冷却液溜に戻る。また、冷却されたSF₆ガスも循環されて再びタンクに戻ってくる。

2.2 セパレート方式

セパレート方式は絶縁と冷却を分離した方式であり、主絶縁はSF₆ガスで行い、冷却はコイル・鉄心内に設けた冷却ダクト内に冷却液を循環させる方式である。セパレート方式による冷却システムの概念を以下に示す。

- (1) コイル・鉄心内に設けた冷却ダクト内の冷却液はコイル・鉄心から熱を吸収して気化する。
- (2) 気化した蒸気は冷却ダクト及び絶縁チューブを通じて冷却器に導かれる。
- (3) 冷却器に導かれた蒸気は冷却されて凝縮し、再び液体となってコイル・鉄心内へ戻る。

この方式においてはタンク内圧力はSF₆ガスの圧力によってのみ決まり、冷却器及び絶縁チューブ内の圧力は冷却液の蒸気圧によってのみ決まる。

2.3 浸漬方式

浸漬方式は別名プールボイリングとか沸騰冷却といわれている方式で、冷却液の中にコイル・鉄心を浸漬し冷却するものである。冷却の概

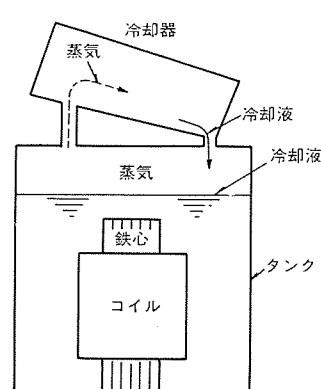


図3. 浸漬方式の概念

念はセパレート方式とほとんど同じである。この方式においては絶縁ガスは封入されず、タンク内圧力は冷却液の蒸気圧によって決まり、常温付近では負圧となることが多い。

以上、各冷却方式について述べたが、散布方式とセパレート方式はSF₆ガスなどの絶縁ガスを封入するため、冷却状態でも絶縁耐力

が高く、高電圧変圧器に適している。一方、浸漬方式はコイル・鉄心を冷却液に浸漬しているので冷却効果は大きいが沸騰とともに蒸気泡が絶縁特性に悪影響を及ぼすため、高電圧変圧器への適用は難しいと言えよう。

3. 冷却液体の特性

3.1 物理特性

蒸発冷却に使用される液体の例としては表1.に示す種類があり、大きく分けてフッ化炭素系と塩化炭素系の2種類である。これらの液体はいずれも絶縁耐力が高いので絶縁材料として用いられる場合もある。表1.において塩化炭素系のものはフレオンと呼ばれているもので市場性が比較的ゆたかで入手しやすく安価である。フッ化炭素系のものは通称フロロカーボンの名で呼ばれている。今回、開発した蒸発冷却式ガス絶縁変圧器用として採用した冷却液体はフロロカーボン($C_8F_{16}O$)であり、変圧器巻線の温度上昇限度70°C(E種)に対し協調のとれた沸点102°Cを有している。フロロカーボンの物理特性を表2.に示す。

3.2 蒸気圧特性

フロロカーボンの蒸気圧の温度特性を図4.に示す。常温付近における

表1. 蒸発冷却液体の種類

材料名	沸点(°C)	密度(g/cm³)	冰点	絶縁耐力(kV/mm) 1気圧 20°C	備考
$C_8F_{16}O$	102	1.78	-113	54	高価
$(C_4F_9)_2O$	97	1.70	-100	45	高価
C_2HCl_3	87	1.64	-87	50	
C_2Cl_4	121	1.62	-23	50	安価
$C_2H_5Cl_3$	75	1.32	-37	-	

表2. 物理特性比較

物質 緒元	フロロカーボン液 ($C_8F_{16}O$)	SF ₆ ガス	空気	鉱油
分子量	420	140.06	28.95	-
密度(g/l)(20°C, 1気圧)	1,760	6.1	1.16	866
粘度(CP)(20°C)	1.44	0.0153	0.0182	31.6
比熱(kcal/kg °C)(20°C)	0.24	0.154	0.24	0.452
熱伝導率(kcal/mh °C)(20°C)	0.060	0.0117	0.0221	0.107
臨界温度(°C)	227.2	45.64	-140.7	-
臨界圧力(kg/cm²)	16.24	37.19	37.2	-
融点(°C)	-	-50.8	-	-
昇華点(°C)	-	-63.8	-	-
蒸発熱(沸点)(kcal/kg)	21	-	-	-
沸点(°C)	102	-	-	-

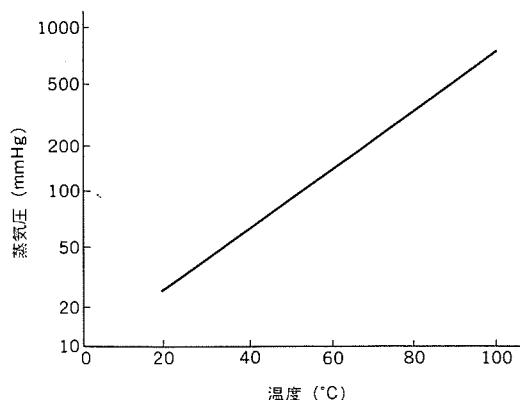
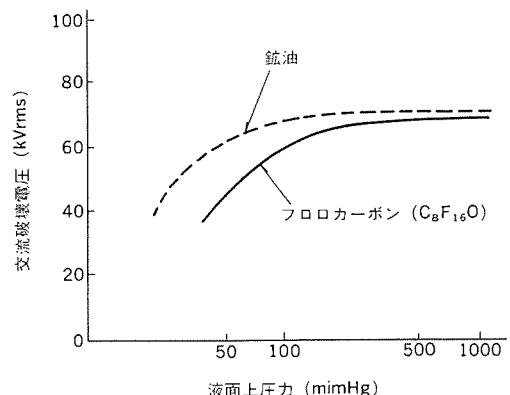


図4. フロロカーボンの蒸気圧特性



(a) 液相

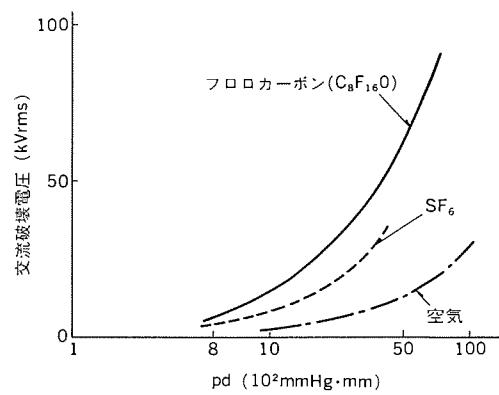


図5. フロロカーボンの交流絶縁破壊電圧

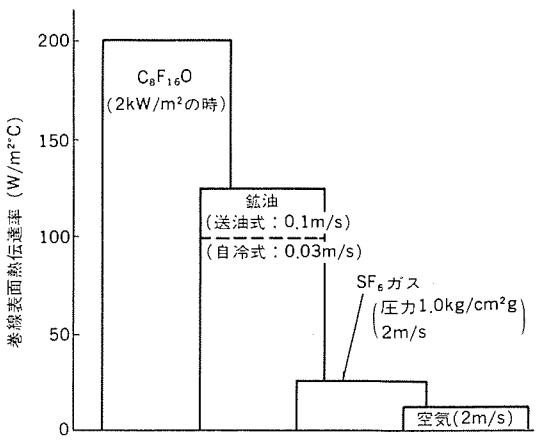


図6. 热伝達率の比較

フロロカーボンの蒸気圧は非常に小さく、20°Cにおいて40mmHg程度である。したがって次項に示すように低温においてはフロロカーボンの絶縁性能はほとんど期待できないことになる。

3.3 絶縁特性

フロロカーボンの交流絶縁破壊電圧を図5.に示す。図からわかるように液相の絶縁耐力は液面上圧力(温度によって決まる)の影響を受けるが、液面上圧力が100mmHg以上の範囲では鉱油の絶縁耐力にはほぼ等しい。また、気相においても同一条件のSF₆ガスの約1.5～2倍の絶縁耐力を有しており、絶縁材料としても優れていることがわかる。

3.4 热伝達特性

蒸発冷却方式の大きな特長は相変化を利用して高い冷

却効率が得られる点である。図 6. はフロロカーボンを用いた蒸発冷却方式と他の冷却方式の熱伝達率を比較して示したもので、従来の油入送油式と比較して、はるかに高い熱伝達特性を示している。したがって蒸発冷却方式では他の熱伝達形態に比べて発熱体表面での温度差を小さくすることができる利点がある。

4. 40 MVA プロトタイプ変圧器の開発

40 MVA 蒸発冷却式ガス絶縁変圧器は SF₆ ガスの絶縁性能とフロロカーボンの蒸発冷却性能を組合せた蒸発冷却システムで、高電圧、大容量器に適した散布方式を採用している。この変圧器の開発にあたっては、基礎研究、モデル変圧器による検証などにより十分な検討、評価を行った。

4.1 定格

40 MVA プロトタイプ変圧器の定格を表 3. に示す。この変圧器は二次側の短絡容量、電圧変動などの条件から同一定格の 20 MVA 変圧器中身 2 台を同一タンク内に収納する構造とした。インピーダンス電圧は 15 %、巻線の温度上昇限度（抵抗法）は 70°C である。また、タップ切換器は切換開閉器の電流開閉要素に真空スイッチを使用し、アークによる分解ガスの影響やしづら（摺）動接点部からの金属粉生成の可能性を除いた真空スイッチ式ガス絶縁負荷時タップ切換器 2 台をタンク内に取付けている。

変圧器タンク内圧力は図 7. に示すように、フロロカーボンの蒸気圧と SF₆ ガスの圧力 (0.3 kg/cm² · g at 20°C) の和となる。既に述べたように、常温付近においてはフロロカーボン蒸気圧が低いため絶縁は SF₆ ガスのみに依存することになる。フロロカーボンポンプは 2 台取付け、万一、1 台が故障しても運転に支障のないように設計している。

4.2 内部構造

プロトタイプ変圧器の巻線構造を図 8. に示す。コイル及び鉄心の上部にフロロカーボン液の散布装置を設け、この散布装置から滴下されたフロロカーボン液がコイルに満遍なく行き渡るように、一定間隔のジグザグストップを設けていることが特長である。次に使用材料は表 4. に示すように絶縁性、耐熱性に優れた材料や吸湿性の少ない材料を主に選定している。例えば素線絶縁には難吸水性で、しかも従来の油入変圧器で使用されているクラフト紙に比べて著しく絶縁耐力の大きいポリエチレンレターレートフィルム (PET フィルム) を使用し、また耐熱性の高いポリエステル成形品を多く用いている。

4.3 試験

プロトタイプ変圧器の試験は、

- (1) 一般特性試験
- (2) 絶縁特性試験
- (3) 温度上昇試験
- (4) 長時間耐電圧試験
- (5) 流動帶電試験
- (6) 騒音試験
- (7) 構造試験

などを実施し良好な結果を得た。コイル内に熱電対とサーモラベルを埋込んで測定したコイル温度分布を図 9. に示す。コイル内の温度分布はコイル上部が低く、下部が高くなる分布を示している。

4.4 長期実系統試験

プロトタイプ変圧器は前記の諸特性試験を実施後、系統運転電圧と負荷電流を同時に供給できるタップ差通電による長期実系統運転試験を実施した⁽⁵⁾。タップ差通電試験状況を図 10. に、試験回路を図 11.

表 3. 40 MVA プロトタイプ変圧器の定格

形 式	蒸発冷却式 (ガス絶縁送ガス風冷式)
容 量	40,000 kVA (20,000 kVA × 2)
相 数	三 相
周 波 数	60 Hz
電 一 次 側	F 84～R 75.25～F 66.5 (17 tap) kV
压 二 次 側	6.9 kV
内 部 圧 力	0.35 kg/cm ² · g (20°C), 1 kg/cm ² · g (定格状態)
冷 却 方 式	散布方式
冷 却 媒 体	フロロカーボン (C ₈ F ₁₈ O)
総 重 量	50,000 kg
絶 縁 種 別	E 種絶縁

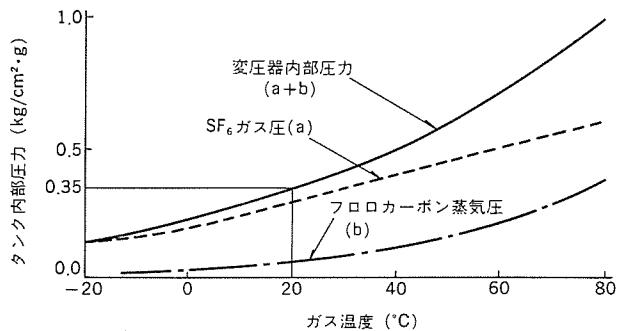


図 7. 変圧器内部圧力曲線

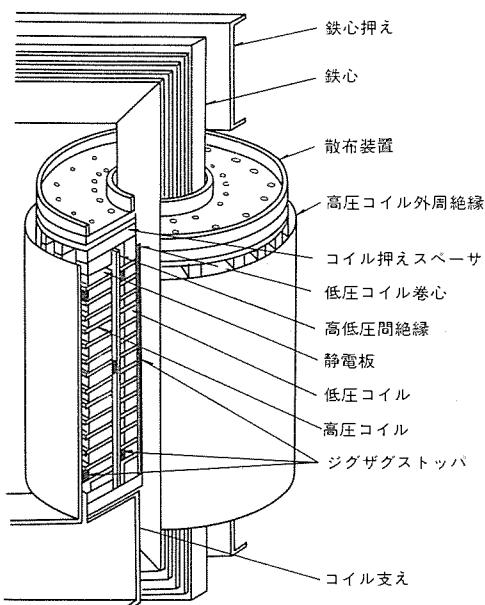


図 8. 卷線構造

表 4. 使用材料比較

名 称	蒸発冷却式変圧器	油入変圧器
コ イ ル	銅	
鉄 心	けい素鋼板	
コイルセクション間スペーサ	ポリエチレン樹脂	プレスボード
コイルタテストペーサ	ポリエチレンガラス	プレスボード
コイル素線絶縁	ポリエチレンフィルム	クラフト紙
高 低 圧 間 絶 縁	プレスボード	プレスボード
コイル押えスペーサ	フェノール樹脂	プレスボード
ジグザグストップ	プレスボード	プレスボード
コイル巻心	フェノール樹脂	フェノール樹脂
高 圧 コ イ ル 外 周 絶 縁	フェノール樹脂	プレスボード
静 電 板	銅箔+ポリエチレンフィルム	銅箔+クレープ紙

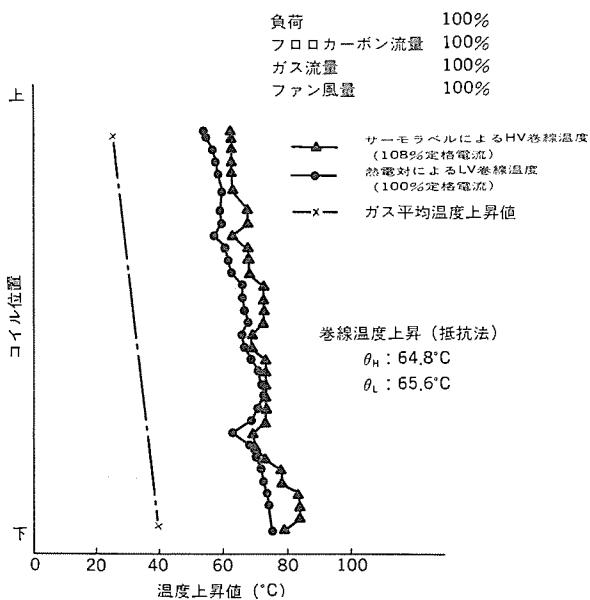


図 9. 卷線温度分布

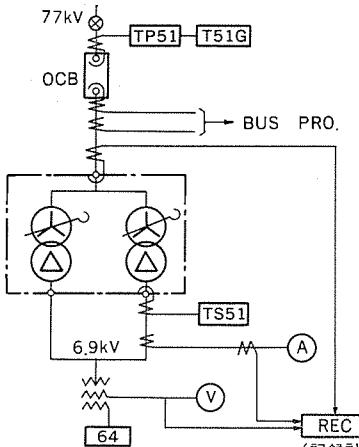


図 11. 試験回路

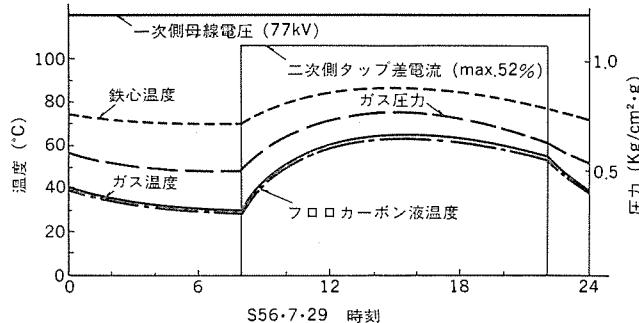


図 12. 温度・圧力測定結果例

に示す。二次側のタップ差電流は次式で与えられる。

$$I = I_L \left(\frac{77}{VH_2} - \frac{77}{VH_1} \right) / (Z_1 + Z_2)$$

但し, I_L : 二次側定格電流 (20 MVA ベース A)

VH_1, VH_2 : 一次側の各タップ電圧 (kV)

Z_1, Z_2 : 20 MVA ベース の各インピーダンス (%)

この場合、一次側の各タップ電圧 VH_1, VH_2 は鉄心の過励磁率を 10 % 以下に抑えるため、 $77 \text{kV} \pm 10 \%$ の範囲内でタップ切換を行い、最大タップ差電流を定格電流の 52 % とした。そこで冷却器の一部を停止することにより、定格運転時に近い温度上昇が得られるようにした。タップの切換は 2 台の真空スイッチ式負荷時タップ切換器をタイマにより自動制御し、また負荷のとり方は季節に応じて下記の特長をもたせた。

- (1) 夏期……………昼間に最大負荷時間を長くとり高温時の熱的ストレスを与える。
- (2) 秋期……………市街地の日負荷曲線を模擬し、実負荷変動にともなう熱的ストレス (ヒートサイクル) を与える。
- (3) 冬期……………昼間の最大負荷時間を短く、夜間の無負荷時間

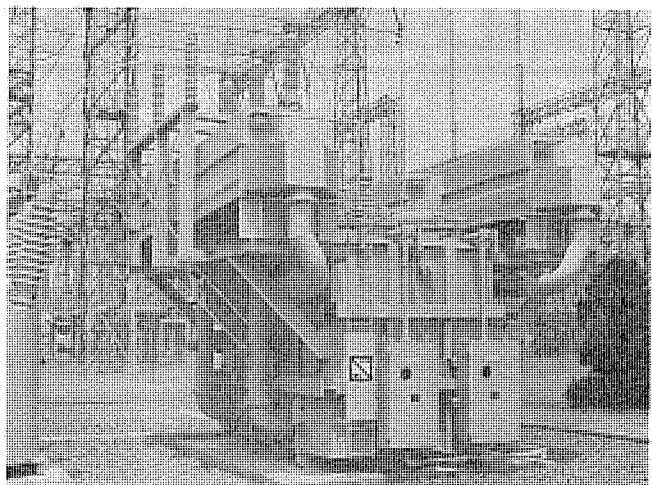


図 10. タップ差通電による長期実系統運転試験状況

を長くして冷温時の熱的ストレスを与える。

試験中のガス圧は圧電素子を封じ込んで検出し、各部温度は内部に熱電対を埋込んで測定した。温度、圧力の測定結果の一例を図 12. に示す。試験終了後は内部点検のほか、諸特性試験を再度実施し、その性能を慎重に評価し、その高い信頼性・長期安定性・実用性能を確認することができた。

5. むすび

蒸発冷却システムの原理と冷媒の特性、プロトタイプ変圧器での試験結果などについて述べた。蒸発冷却の考え方は古くからあったが、蒸発冷却式変圧器として初めて実用化されたのは 1958 年である (ウェスチングハウスマ社が 7,500 kVA, 34.5 kV を製作)。国内では 77 kV 40 MVA 変圧器が開発され

たのが最初であり、これは世界最大容量の蒸発冷却式ガス絶縁変圧器である。変電技術における将来の課題は、変電所の不燃化、環境調和、軽量化・小型化トータルガス絶縁化の方向にあり、SF₆ガス絶縁の容量限界をカバーできる蒸発冷却式ガス絶縁変圧器の開発は、これらの課題に十分対応できるものであり、これから期待は大きいと言えよう。

参考文献

- (1) 所ほか:「蒸発冷却式ガス絶縁変圧器の開発と変電所のトータルガス絶縁化」 OHM 68, 9, 18 (昭 56-9)
- (2) K. Tokoro, et al.: "Development of 77 kV 40 MVA Gas-Vapor Cooled Transformer" IEEE 82 WM 193-1 (1982)
- (3) 春本ほか:「蒸発冷却式ガス絶縁変圧器の研究」昭 55 電気関係学会関西支部連大, No. G 3-60 (昭 55)
- (4) W. J. McNutt, et al.: "Technology Development for Advanced Concepts in Gas-Insulated Power Transformers" IEEE 81 TD 648-5 (1981)
- (5) 春本ほか:「77 kV 40 MVA の蒸発冷却式ガス絶縁変圧器実験試験」昭 57, 電気学会全大, No. 630

熱間仕上圧延用直流電動機の進歩

副島孝由*・志田邦明*・竹内詔夫**・中塚洋司**・中西悠二**

1. まえがき

昭和57年4月新日本製鐵(株)八幡製鐵所の熱間連続圧延設備が稼働を開始した。大形化・高速化を目指してきた従来の圧延設備に対し、この設備は省資源・省エネルギー環境下で操業する新世代の圧延設備のモデルとなろう。

三菱電機(株)はこの設備の電機品を担当し、このうち仕上圧延機駆動用直流電動機にも最新の技術を適用した。この設備完成を通じて得た成果を紹介し、今後の発展のステップとしている。熱間連続仕上圧延で、初めて双電動機駆動を採用し、新しい圧延を可能とした主直流電動機の概略仕様を表1に示し、その配置を図1に示す。

表1. 直流電動機仕様

スタンド	出力 (kW)	回転速度 (rpm)
F1	2~5,100	47/123
F2	2~5,100	78/205
F3	2~5,100	122/318
F4	2~4,500	210/526
F5	2~4,500	262/657
F6	2~4,500	305/763

共通仕様
過負荷耐量：常用最大 220%
非常最大 250%
規格：JEM 1157-2
電圧：1,500 V
駆動方式：双電動機駆動

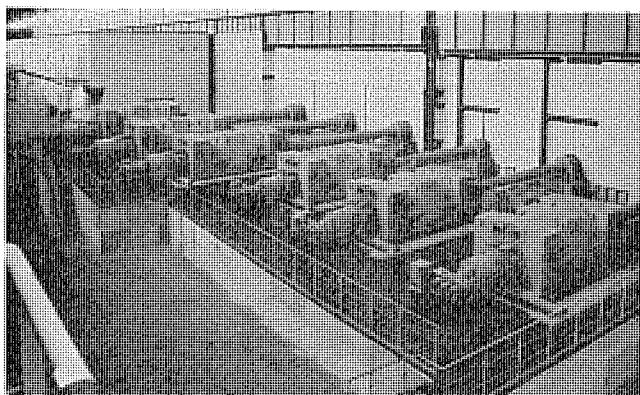


図1. 仕上圧延用主電動機

2. 圧延用直流電動機の技術進歩

近年の生産力の拡大は圧延設備の大形化・高速化をもたらし、その駆動系を担う直流電動機も高速大容量化の傾向は著しい。同時に既存設備も増加する需要に応じるために、これまでに例を見ない過酷な操業を強いられるようになった。このような市場動向が背景となって直流電動機の設計・製造技術は急速に進展した。

この数年間の主な進歩の内容は次のとおりである。

(1) 芳香族系薄葉絶縁材などの新材料、プリプレグ絶縁、真空加圧含浸及び静電粉体塗装⁽¹⁾に代表される新しい絶縁システムをベースと

した耐熱区分の高いH種絶縁が確立し、製品への適用が定着した。

(2) サイリスタ素子や高速度遮断器の耐電圧性能の向上とあいまって、電動機の少極数設計の採用など高電圧適用技術が確立した。その結果、主回路電流が低減し設備の小型化及び保守の便宜に貢献した。

(3) 電子計算機を使って電動機内部の機械強度の設計、整流・磁束及びコイル温度の解析などに際して、より豊富なデータ処理と精度の高い計算ができるようになった。

これらの技術は直流機の製作限界を拡大した。この結果、高速大容量仕様には従来二重電機子にしていたものが単電機子で製作できるようになり、単電機子のものは鉄心寸法が小さくなり、制御性の向上に寄与するとともに設備費も低減した。しかし、石油ショック後我が国経済は低成長期に入り、従来のような大規模設備の新設は抑制され、資源とエネルギーの有効利用と省力化が生産設備の中心課題となった。電動機の技術動向も設備費の最小限化から軌道修正されて次のようにになった。その第一は設備稼働後の運転費を含めた総費用の低減、すなわち省エネルギー技術であり、その第二は設備の能力を最小のコストで最大に発揮させる技術、すなわち保守の省力化技術と設備診断技術である。

3. 省エネルギー

エネルギー多消費産業の代表である製鉄業では石油ショック後ただちに省エネルギー対策に取組み、エネルギー原単位の引下げを焦(び)眉の課題としている。圧延準備においては特に圧延電力の総エネルギーに占める割合が大きく電力量節減の必要性が大きい。

従来の圧延設備用電機品ではイニシャルコストミニマム指向であったが、今回の設備では運転費を含む総費用低減化を目指した。運転費を下げるために機器の効率向上や省エネルギー運転の導入などを実施したので、設備費は若干増加したが、仕上圧延用主直流電動機だけに限っても、消費電力量の節減で稼働後短期間のうちに設備費増加分を償還できる予定である。

3.1 損失の構成と効率

圧延用直流電動機の効率を向上するためには、電動機の損失の構成と負荷のパターンを知っておく必要がある。

直流電動機の効率ηは励磁損を除いて表すと、

$$\eta = \frac{VI - (L_f + L_i)}{VI} \quad \dots \dots \dots (1)$$

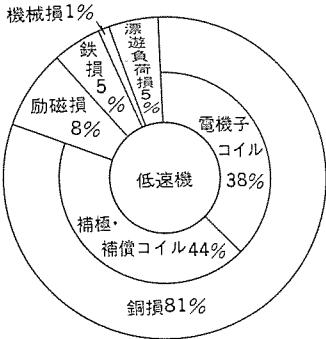
V: 端子電圧, I: 負荷電流, L_f : 固定損, L_i : 負荷損
負荷損はほぼ銅損で代表されるものとすると、

$$L_i = RI^2 \quad \dots \dots \dots (2)$$

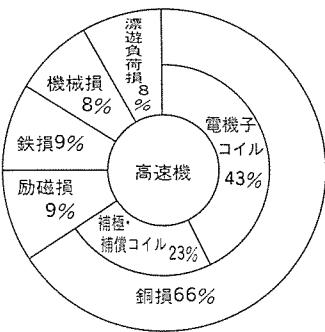
R: 電機子回路抵抗

式(1)に式(2)を代入し、ηをIの関数とみると最高効率になる負荷電流I₀が求まり、更に定格電流I_gで割ると、

$$\frac{I_0}{I_g} = \sqrt{\frac{L_f}{RI_g^2}} = \sqrt{\frac{\text{固定損}}{\text{定格負荷における負荷損}}} \quad \dots \dots \dots (3)$$



(a) 低速機



(b) 高速機

図 2. 直流電動機の損失構成例

表 2. 電動機の損失と効率向上対策

損失	効率向上対策	効果
銅損	電気荷低減 電流密度低減 コイル平均長短縮	比例減
	冷却効果改善	$234.5 + t$ に比例 t : 改善による温度差
励磁損	磁気荷低減	起磁力減による界磁抵抗損減少
	電流密度低減	比例減
鉄損	磁気荷低減	渦流損・ヒステリシス損の2乗比例減
	低損失鉄心材料の採用	ヒステリシス損の減少
機械損	高電圧化によるブラシ数減少	比例減
	軸受形化によるかくはん損減少	損失減
漂遊負荷損	電機子スロット形状の検討による渦流損減少	損失減

となる。すなわち、負荷損に対する固定損の比率が高ければ最高の効率を示す負荷が大きくなることが分かる。仕上庄延用直流電動機では損失の比率は 30~50 % なので、最高効率の負荷は定格負荷の 50~70 % である。実際のピーク電流は定格電流の 2 倍にも達するため効率を向上するには負荷損を大きく減らすことが重要である。

3.2 損失低減対策

庄延用直流電動機の損失を分類して示したのが図 2., 表 2. である。これらからも負荷損のうち銅損を減らすことが効率向上に最も効果のあることが分かる。

銅損の中でもその約 50 % を占める電機子コイル銅損を低減するために電気荷及び電流密度を下げ、更にコイル長を短縮した。鉄心部の電機子コイルの固定方法は、従来のくさびをやめてガラスバインディングとして、スロット寸法を増さないでコイル断面積を大きくした。また、熱伝導率のよいブリブレグ絶縁の適用による冷却効果の改善や特殊形コイルエンドの採用によるコイル長の短縮などが主な改良点である。

電気荷を下げるとき電機子寸法が増加するが、図 3. に例示するように固定子の界磁空間を活用して極鉄心の高さ (H) を短縮し、その分だけ電機子直径を大きくして外径寸法はそのままとし、上下電動機の軸中心間距離の制限を解決した。また磁極鉄心の高さの短縮により漏れ磁束を減少させたために励磁アンペア数が減少し、主極コイル銅損を低減した。補償コイルは全閉スロットに挿入後真空含浸し、補極コイルは鉄心と密着した新構造として、いずれも冷却効果の向上による損失低減を図った。また、寸法の許す限り各コイルの導体寸法を大きくし電流密度を下げた。

これらの工夫の結果、図 4. に示すように定格負荷で最高 3.7 %,

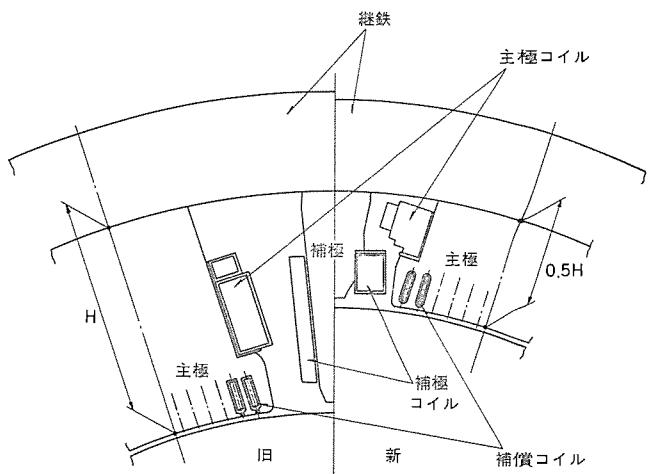
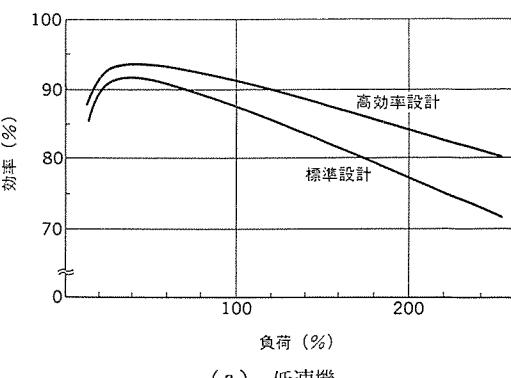
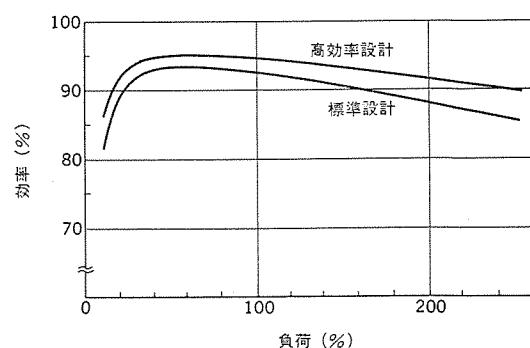


図 3. 界磁空間の活用（新旧比較）



(a) 低速機



(b) 高速機

図 4. 効率の向上

表 3. 庄延時の省エネルギー

スタンダード	庄延負荷パターン例 電動機出力(上段)と回転速度(下段)	電動機入力(MW·s)	
		標準設計	高効率設計
F1	9,800kW [30.1pm] 7,470kW [36.5rpm]	11,960kW 43rpm 694	652
F2	11,000 [60] 14,400 [73]	17,400 87 1,021	983
F3	10,760 [106] 14,100 [130]	16,700 154 980	945
F4	8,900 [220] 12,100 [318]	13,600 318 787	760
F5	9,040 [326] 12,800 [399]	13,520 427 709	687
F6	7,230 [439] 10,730 [540]	11,550 640 639	620

最低でも 2.0 %, 220 % 負荷では最高 7.7 % も効率を向上できた。励磁損については、空転時界磁電流が最高速度相当まで自重的に弱める方式を採用し、低減を図った。従来は基底速度相当に強めていたもので、今回の方法を界磁節電制御と呼ぶ。この制御を全体の 40 % の時間、行うと年間節電力量は 521 MWh にものぼる。

3.3 省エネルギー効果

具体的にこの設備の省エネルギー効果を算定する。1 サイクル 125 秒の圧延負荷 パターンの電動機の入出力を表 3. に示す。年間電力量に換算すると標準設計で 282 GWh, 高効率設計で 271 GWh となり、1 年間で 11 GWh の電力節減となる。直流電動機の高効率化はサイリスタ電源、変圧器、電動機付帯設備、母線材料などの節減にも寄与し、サイリスタ電源で 2 %, 変圧器で 7 % の容量低減、電動機通風冷却用水量では約 25 % 減となった⁽²⁾。

4. 保守の省力化

最低限の人員により設備を最高効率で稼働させるという近年の鉄鋼業界の要求は機器の信頼性の向上、保守業務の省力化や各種の予防保全システムの実施・発展を一層促している。圧延用電動機が故障すると、復旧にかなりの日数を要し、修理工事に相当の費用がかかるだけでなく生産に莫大な損害を与える場合が多い。したがって保守の最大の目的は、故障を未然に防止すること、更にできるだけ初期に異常を発見して損害を最小限度にとどめることである。

製鉄所現場では、①消耗部品の補充・取替え、②日常運転時の異常有無の点検、③劣化や故障の診断、④故障発生後の原因究明と対策などが行われているが、従来はごく限られた項目以外は保守員の五感に依存し、長期の経験に負うところが大きかった。これに対して最近は、特に電子計算機によるデータ処理技術・センサや記録機器の発達によって、従来よりも科学的、定量的なデータに基づく保守方法、更には従来容易に得られなかつた電動機内部の稼働中及び停止時の各種データを利用した診断システムへと発展つつある。

今回の主圧延用電動機には各種の自動監視装置が設置されており、振動・温度・トルク・力などを定量的に把握し、他の保守情報とともに設備信号伝送装置を経由して中央の計算機で解析・診断するシステム (Condition Diagnosis Technique : CDT) をとっている。このため、より的確な保守指令が出せるとともに稼働時の設備の挙動についても有益な情報を得られることを期待されている。直流電動機に実際に装備した監視装置の一部を紹介する (図 5. 参照)。

4.1 軸トルク監視

軸トルク監視装置は、圧延材のかみ(噛)込時の衝撃に起因するピクトルクを検出し、電動機の機械的耐力を越えないように監視するもので、頻度演算、最大トルク記録などの表示・記録・警報装置と組合せて使用する。トルク検出法には FM テレメータ法・スリップリング法・位相差法などがある。

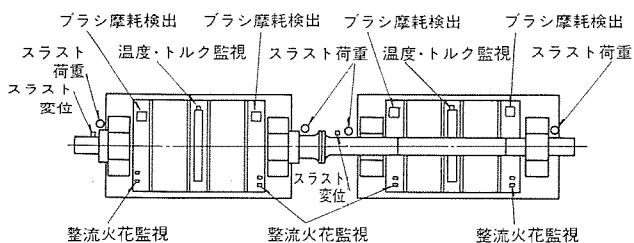


図 5. 監視装置の配置

前二者は軸に取付けたひずみゲージの信号を検出するが、後者は軸のねじれ角差をインダクタで検出するものである。連続監視には非接触で検出できる FM テレメータ法と位相差法が使用される。精度及び応答性は両方とも優れており、価格面では位相差法が有利であるが、この設備では電機子温度検出にも併用するために回転変圧器を利用して誘導電源形 FM テレメータを使用している。軸に取付けたひずみゲージの電圧信号を周波数変調し監視側に伝送する。

4.2 電機子コイル温度監視

一般的には計測しやすい補極コイルなど固定子の温度を監視しているが、この設備では温度管理の信頼性を高めるため、電機子コイルの温度を直接把握する方式とした。すなわち、電機子コイルに熱電対形温度センサを埋込み、FM テレメータで信号伝送し、検出している。従来の温度管理は限度値管理だけであったが、今回は二乗平均電流値から温度推定を行い、実際に計測された温度値と比較することにより異常を早期に発見する方式とした。

4.3 スラスト変位監視

電動機軸のスラスト移動量を計測し、計算機により軸方向移動速度とその加速度を求め、この値と記憶している正常時の軸挙動と比較してカップリングの焼付きなどの異常を早期に発見できるシステムとしている。接触形と非接触形の変位センサがあるが、この設備では非接触形誘導変位計を採用した。地上のセンサと軸端に取付けたターゲット間の距離の変化を渦電流を利用してセンサコイルのインダクタンス変化として検出する。

4.4 スラスト荷重監視

ミルスピンドル折損など異常事態や地盤沈下によるスラスト荷重の増加を検出し、軸受の油圧ダンパーの油圧を検出するものとスラスト軸受に取付けたロードセルの信号を動ひずみ計で検出するものがある。ピストンとシリンドラで構成される油圧式は油粘性のため低速機に適し、ロードセル式は利用範囲が広い。この設備では後者を採用した。

4.5 ブラシ摩耗監視

これは頻繁な日常保守作業の一つであり、自動監視の要求は高く、その方法も多い。保守省力化に役立つと同時に摩耗限度まで使用できるので省資源にもつながる。一つの方法として今回採用したのは接点付ブラシ保持器を使用するものである。

5. むすび

今回の仕上圧延用主直流電動機に適用した技術について省エネルギーと保守の省力化を中心に紹介した。これらの成果は工場出荷試験で実証し、現地営業運転でもその効果を確認した。今後の設備では更に省エネルギーと保守が省力化に重点がおかれるが、そのためにも電動機設計にとっては従来の小形軽量化志向のみでなく、信頼性向上、高効率化、保守の省力化の面に対しても、より高い技術水準を確立する必要性がある。

終わりにこの設備の完成にあたり御指導と御協力をいただいた関係者各位に深く感謝する。

(昭和 57-9-8 受付)

参考文献

- (1) 藤原ほか：静电粉体塗装の直流機への適用、三菱電機技報、50, No. 9 (昭 51)
- (2) 長崎、川崎ほか：ホットトリップミル用電機品の省エネルギー、電気学会産業電力応用研究会資料、IA-81-16 (昭 56)

西独TRAUB社向け新形NC装置

赤祖父恭介*・北爪次男*・鈴木悦郎*・朽木清*

1. まえがき

最近、機械加工の分野において従来の少種多量生産指向の生産システムから、多様化する市場ニーズに適応するための多種少量生産指向の生産システムへの移行が熱心に検討され始めており、FA (Factory Automation), FMS (Flexible Manufacturing System) といった、新しい生産技術が研究されている。こうした流れの中で従来最も効率良いとされてきた専用工作機械についてもその NC (Numerical Control) 化が進められており、NC 工作機械、NC ロボットに寄せる FA, FMS の核としての期待はますます増大している。

一方、このように NC 工作機械、NC ロボットが普及し、その市場が拡大するにつれて、運転操作や加工プログラミング手法やメンテナンスなどの簡便さを求める声は更に大きくなっている。

当社は西独旋盤メーカー TRAUB 社と共に、機械加工市場が求めているこのような要求や問題を研究してきたが、このたび、多目的、マルチシステム形新 NC 装置 TX-8 の開発及び量産化に成功したので、そのシステムと特長を紹介する。

2. システムの目的

2.1 システムの対象

この NC 装置は西独旋盤メーカー TRAUB 社納めのシステムで、TRAUB 社が製造・販売する NC 旋盤、NC ロボット（加工素材ハンドリング用）の数値制御機能及び同じく TRAUB 社が販売する自動化システムと結合するためのインターフェース機能を持っている。

2.2 従来のシステム

一般に NC 装置と言えば、その制御対象は 1 台の工作機械あるいは 1 台のロボット機に限られ、NC 工作機械と NC ロボットとを組合せたシステムでは 2 台の NC 装置を必要とした。またそれぞれの NC 装置は、その制御対象によって異なる操作パネル、異なる制御ユニットを持ち、そのプログラミング手法や操作方法も異なるために、NC プログラム、オペレータ、メンテナンス技術者はそれぞれの装置について学ばねばならないといふ不便があった。更にシステム導入の初期コストや導入後のメンテナンスコストもそれぞれに必要となり、システム導入によるコストパフォーマンスの向上が図りにくいという欠点があった。

また従来の NC 機能について言えば、NC 運転の準備段取りの複雑さや加工形状の交点計算、工具刃先ノーズ R 補正機能などプログラミングの煩わしさはオペレータやプログラマに対して、高度な技術知識と細心の注意力を要求していた。

2.3 システムの目的

このような従来システムの問題点を解決しながら、TRAUB 社の開発した自動化システムとの結合を図るために次の項目の実現を目的とした。

(1) NC 旋盤と NC ロボットを同時に稼働させながら、次の加工のためのプログラミング（バックグランドプログラミング）もできるマルチシステム NC をつくる。

(2) このマルチシステムはシステム共通ユニットとシステム規模に応じて増設される増設ユニットとで構成し、システムのコストパフォーマンスを向上する。

(3) 増設ユニットについては、その制御対象の相違にかかわらず、そのハードウェア及びソフトウェア両面にわたって共通化を図り、多目的 NC とすることにより、その操作性、プログラミング手法、メンテナンス技術及びメンテナンスパートの一元化を図る。

(4) 従来から装備されている NC 旋盤専用仕様や NC ロボット専用仕様についてはその特長をそのまま残して、共通化を図る。

(5) NC 運転の準備段取り操作を簡便にし、オペレータの負担を軽減するために、自動座標測定システムを開発する。

(6) NC 加工プログラムを作成・編集する際のプログラマやオペレータのケアレスミスを防ぐために、パターン機能を開発する。

(7) 加工形状交点計算機能、荒削り複合固定サイクルやノーズ R 補正方向自動判別機能などの開発により、プログラマの負担を軽減する。

(8) 自動化運転のために工具寿命管理、加工物自動計測システム、工具自動選択システムを開発する。

(9) 自動化ラインの核として上位計算機とのインターフェース機能を持つ。

(10) 12 インチ CRT スクリーンを最大限に活用した自己診断システムを開発する。

3. システムの概要

3.1 システム構成

このシステムは、オペレータの操作入力、NC 状態の表示出力などをを行う NC 操作部と、NC 旋盤あるいは NC ロボットの加工プログラムを記憶し、そのプログラムに従って機械の動作を制御する制御部と、制御部からの機械移動指令を機械の駆動モータへ伝達する駆動部で構成する（図 1.）。

制御部と駆動部とはそのシステム規模に応じて増設するようになっており、NC 操作部は 1 セットを共通に使えるようになっている。このために、NC 旋盤と NC ロボットとの組合せシステムでは従来のものと比べ 20 % 程度のコスト低減が図れる。

3.2 操作部

操作部はこのシステムを NC オペレータが操作・監視するための機能を有し、12 インチ CRT、操作パネル、CRT 制御ユニットとマルチシステムインターフェースで構成している（図 2.）。CRT 制御ユニットは、1 個のマイクロプロセッサと 32 K バイトの IC メモリを装備したソフトウェアロジックのシステムである。

操作部の主な機能は次のとおりである。

- (1) 加工プログラムの CRT 表示
- (2) NC 制御部の状態表示
- (3) 機械運転前の段取り操作
- (4) NC 加工プログラムの記憶及び編集操作
- (5) 手動データ入力運転のデータ入力

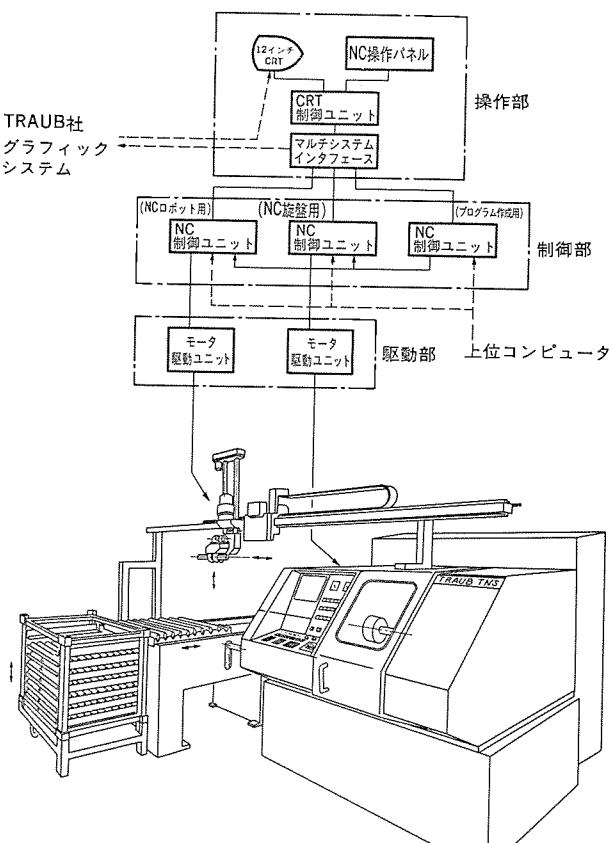


図 . 1 システム構成図

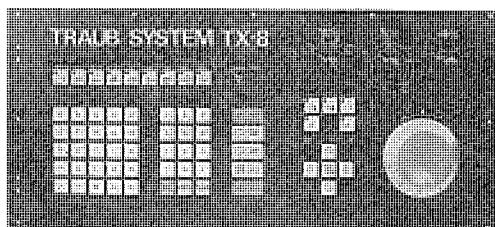


図 2. 操作パネル

- (6) 各種補正データ入力
- (7) マルチシステムのための切換機能
- (8) 自己診断のコメント表示
- (9) TRAUB社グラフィックシミュレーション装置インターフェース

3.3 制御部

制御部は、ICメモリに記憶した加工プログラムを呼出し、順次その加工プログラムに従って機械を運転する制御機能を持ち、NC旋盤、NCロボットなどシステムを構成する機械ごとに1式用意する。また、機械を運転しながら次に必要な加工プログラムを作成し、TRAUB社グラフィックシミュレーション装置によるプログラム確認を行う(バックグラウンドプログラミング機能)目的にも使用する。

この制御ユニットは、①加工プログラムの呼出し、解読、演算、制御と、②高速サーボ処理と、③プログラムブル機械シーケンス制御処理とを、それぞれ効率良く実行するため3個のマイクロプロセッサとICメモリ(ROM: 96 Kバイト、RAM: 20 Kバイト)を使用したマルチプロセッサ形のCNC(Computer-NC)システムである。また、LSI、カスタムLSIの採用により論理基板のワンボード化に成功し、小形、軽量、省エネルギーを特長としている(図3)。

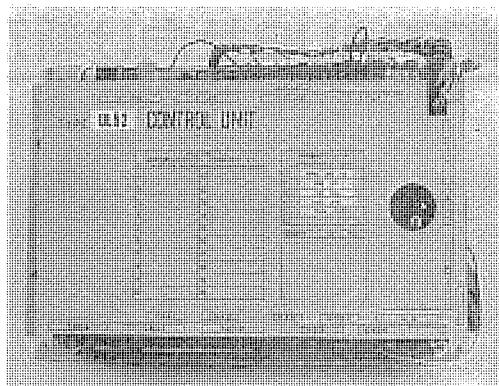


図 3. 制御ユニット

3.4 駆動部

駆動部は、トランジスタ増幅器、パワーユニット、DCサーボモータ及び位置/速度検出器で構成している。

前述した制御ユニットによって求められた機械移動量及び速度指令を受けて、トランジスタ増幅器によりその信号を増幅し、DCサーボモータを駆動する。トランジスタ増幅器は、ハイブリットIC、カスタムLSIの採用により大幅な小型、軽量化を実現したNCサーボシステム専用増幅器である。

4. システムの特長

4.1 自動座標測定機能

この機能は、工具長補正量の測定、プログラム座標系の測定、チャックバリヤ・テールストックバリヤの測定など機械運転前準備の操作について、従来より簡単に、誤りなく、速く、測定できるようにしたものである。この機能によって、従来、熟練したオペレータが20分以上要した上記測定を5分以内で終えることができる。図4.によってこの機能を説明する。

ここにM点を原点とする機械座標系がある。R点は機械の定点で、刃物台を正確に位置決めできる点である。N点は工具長測定点で、マイクロスコープを用いて工具刃先を容易にこの位置に位置決めで

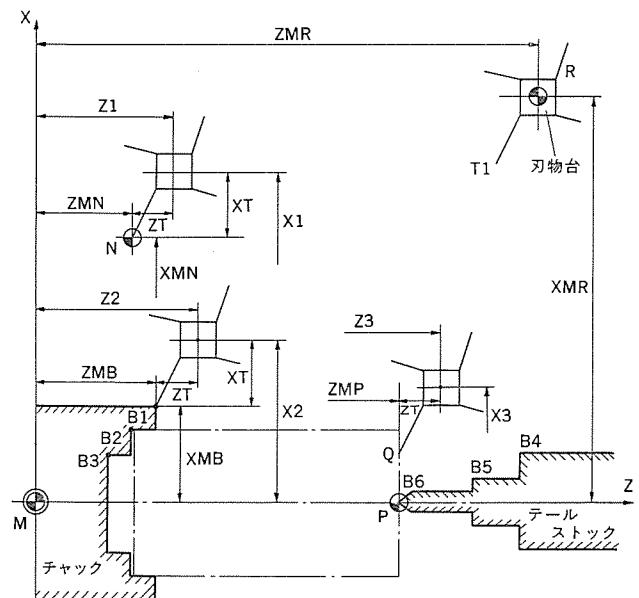


図 4. 機械座標系と自動座標測定システム

きるようとした点である。R 点、N 点は機械設計上で定められた点で、その座標値 (XMR, ZMR) (XMN, ZMN) は既知の値として NC 装置に記憶されている。

(1) 工具長 (XT) (ZT) の測定

測定する工具 (T1) を選び、その刃先を N 点に位置決めする。このとき、刃物台の機械座標値 (X1, Z1) は NC 装置によって追跡されている。したがって工具 (T1) の工具長 (XT) (ZT) は次の式によって求まる。

$$(XT) = (X1) - (XMN)$$

$$(ZT) = (Z1) - (ZMN)$$

以下、同様にすべての工具についてその工具長を測定できる。

(2) バリヤ点 (XMB, ZMB) の測定

測定に使う任意の工具 (Tn) を選び、その刃先を バリヤ点 (B1) に位置決めする。このとき、刃物台の機械座標値 (X2, Z2) は NC 装置によって追跡されている。また、工具 (Tn) の工具長 (XT) (ZT) は前項の測定によって既に求まっているから、バリヤ点 (B1) の座標値 (XMB, ZMB) は次の式から求まる。

$$(XMB) = (X2) - (XT)$$

$$(ZMB) = (Z2) - (ZT)$$

以下、同様に他の バリヤ点 (B2) …… (B6) について測定できる。

(3) 加工プログラム原点の測定

加工プログラムに従って機械を運転し、希望する加工物を得るために NC 装置に加工プログラムの座標系を設定しなければならない。これは、そのための機能でプログラム座標系の原点 (P) と同じ Z 軸上の位置 (Q) に、測定工具 (Tn) を位置決めする。このとき、刃物台の機械座標値 (X3, Z3) は NC 装置によって追跡されており、工具 (Tn) の工具長 (XT) (ZT) は前項の測定によって既に求まっているから、加工プログラム座標系の原点の Z 軸座標値 (ZMP) は次の式から求まる。

$$(ZMP) = (Z3) - (ZT)$$

ここで、加工プログラム座標系の X 軸原点は機械座標系の X 軸原点と同じ主軸回転中心だから、その座標値は常に零である。

自動座標測定機能はこのような計算処理とその結果の記憶とをワンタッチ操作によって行うようにしたものである。

4.2 パターン方式プログラミング機能

CRT 操作パネルを使って加工プログラムを作成・編集するとき、準備語 (G 指令) に対応して許されるプログラムのアドレス語を決定する。そのアドレスパターンを準備語が入力されたときに表示し、そのパターンに従ってプログラミングできるようにした機能である。表 1. にアドレスパターンを示す。

この機能は、オペレータがプログラムするとき、そのガイドを行う同時に、プログラミングミスを未然に防ぐ効果を持ち、安心してプログラムの編集を行うことができる。

なお、加工プログラムを紙テープリーダから入力するときにも、このアドレスパターンに従っているかどうかチェックして、プログラムテープの作成ミスを発見できるようにしている。

4.3 ジオメトリック機能

この機能は、プログラムが機械加工画面から加工プログラムを作成するときに必要な手計算ができるだけ少なくする目的のものである。

図 5. に加工図例を示し、表 2. にそのプログラミング例を示す。

(1) 直線角度指定

片軸の終点座標とその直線の傾きにより、直線を指令できる。

表 1. 準備語とアドレスパターン一覧

準備語	アドレスパターン	機能
G 00	X/U Z/W S M B	早送り位置決め
G 01	X/U Z/W A C/R F S M B	直線切削
G 02	X/U Z/W R/I,K F S M B	円弧切削(右回り)
G 03	X/U Z/W R/I,K F S M B	円弧切削(左回り)
G 04	X/U S M B	ドウエル
G 09	X/U Z/W A C/R F S M B	減速停止形直線切削
G 22	A P Q H	メモリサイクル呼出し
G 28	X/U Z/W S M B	リファレンス点復帰
G 33	X/U Z/W F/E M B	ねじ切り
G 53	X Z S M B	機械座標系位置決め
G 59	X/U Z/W S M B	プログラム座標系シフト
G 71	A P Q I K D F S	棒材長手荒削りサイクル
G 72	A P Q I K D F S	棒材端面荒削りサイクル
G 73	A P Q I/K D F S	成形材荒削りサイクル
G 74	X/U Z/W I K D F	端面溝入れサイクル
G 75	X/U Z/W I K D F	長手溝入れサイクル
G 76	X/U Z/W I K H F/E A Q	深ねじ切サイクル
G 77	X/U Z/W I K F	長手切削サイクル
G 78	X/U Z/W I K F/E	ねじ切サイクル
G 79	X/U Z/W I K F	端面切削サイクル
G 81	U W F	マルチサイクル
G 82	Z/W F	タップサイクル
G 83	X/U/Z/W D H F	ドリルサイクル
G 92	P Q	主軸速度プリセット
G 96	V	周速一定制御
G 97	S/V, X	主軸回転一定制御
G 98	S M B	速度補正

注 α/β はどちらか一方のみプログラム可

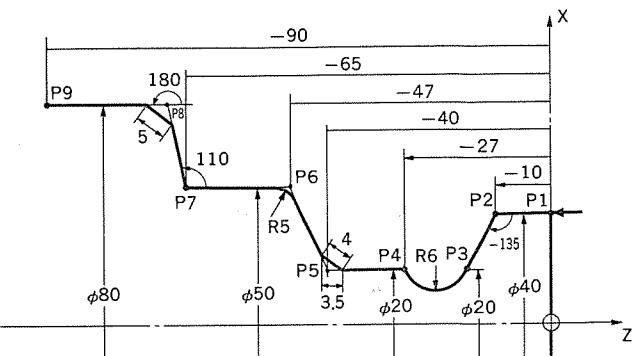


図 5. ジオメトリック機能加工図例

表 2. ジオメトリック機能プログラム例

N 01	G 01	X 40	Z 0	F 0.2	
N 02	G 01	Z-10			
N 03	G 01	X 20	A-135		………(直線角度指定)
N 04	G 02	X 20	Z-27	R 6	………(円弧半径指定)
N 05	G 01	X 20	Z-40	C 3.5 (C-4)	………(コーナ面とり)
N 06	G 01	X 50	Z-47	R 5	………(コーナ丸め)
N 07	G 01	X 50	Z-65		
N 08	G 01	A 110	C-5		………(交点自動計算+コーナ面とり)
N 09	G 01	X 80	Z-90	A 180	

(2) 円弧半径指定

終点の座標と円弧半径により、円弧を指令できる。

(3) コーナ面とり

交わる二つの直線の交差部に自動的に面とりを入れることができる。

(4) コーナ丸め

交わる二つの直線の交差部に自動的に丸めを入れることができる。

(5) 交点自動計算

交わる二つの直線の交点座標値が不明のとき、第一の直線の傾きと第二の直線の終点座標値とその直線の傾きとを指令すると、NC装置がその交点計算を行う。

4.4 ノーズ R 補正方向自動判別機能

工具の刃先丸みを補正するノーズ R 補正機能において、その補正方向が右側か左側かの判別を従来プログラム指令によって行っていた。

この機能は、こうしたプログラムによる判断をNC装置が自動判別することにより、プログラムの負担を軽減しプログラムミスを防ぐものである。

NC装置には、あらかじめ各工具ごとに、その刃先点の位置が刃先形状に従って登録されている(図6.)。この刃先点とプログラムの進行ベクトルからと、表3.に従って補正方向を自動決定する。

4.5 荒削り複合固定サイクル

一般に、棒材や成形材から希望する加工形状に加工するまでには数回の荒削りサイクルを必要とする(図7.)。したがって加工プログラムは長くなり、プログラムは加工図面からは見出せない取り代などを考慮した多数の座標値を計算で求めなければならない。

この機能は、こうしたプログラムの煩わしさと計算ミスによる誤動

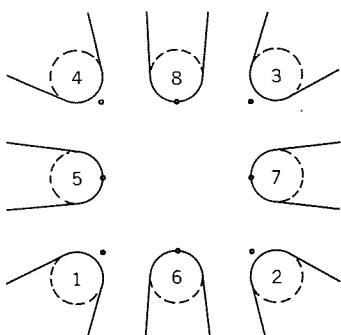


図 6. 工具刃先形状と刃先点番号

表 3. ノーズ R 補正方向一覧

		刃先点							
		1	2	3	4	5	6	7	8
進行ベクトル	→	右	右	左	左	X	右	X	左
	/	X	右	X	左	左	右	右	左
	↑	左	右	右	左	左	X	右	X
	↖	左	X	右	X	左	左	右	右
	←	左	左	右	右	X	左	X	右
	↙	X	左	X	右	右	左	左	右
	↓	右	左	左	右	右	X	左	X
	↘	右	X	左	X	右	右	左	左

作を防ぐために、最終加工形状(図7. ①→⑪)のプログラムと、荒削り複合固定サイクルを指令する1ブロックの指令で荒削りのすべてを行うようにしたもので、荒削り途中の座標値はすべてNC装置が計算する。表4.にプログラム例を示す。

4.6 工具寿命管理と自動計測

NC運転の自動無人化を実現するためには、工具摩耗量の自動計測及び補正機能、工具寿命管理並びに自動選択機能が必要である。

(1) 工具寿命管理

各工具ごとにその切削寿命時間を設定できる。各工具ごとに使用時間を積算し、その積算時間が設定した寿命時間に達したときに警報を出して機械は停止する。

(2) 工具摩耗量計測と補正

タッチセンサによる計測機能を持ち、加工終了後その寸法を自動測定で

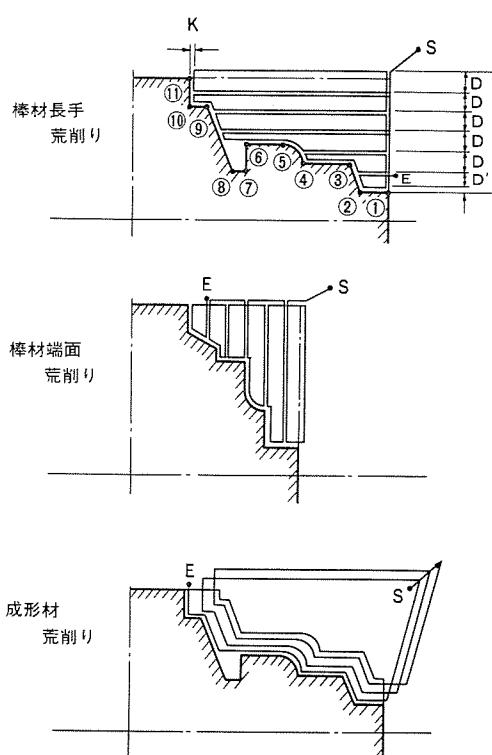


図 7. 荒削り複合固定サイクル

表 4. 棒材長手荒削り複合固定サイクルプログラム例

棒材長手荒削り 命令							
N 20	G 71	P 50	Q 60	I 0.2	K 0.3	D 7	F 1.0
N 50	G 00	X 20	Z 0				
N 51	G 01	X 20	Z-10				
N 52	G 01	X 40	Z-14				
N 53	G 01	X 40	Z-30				
N 54	G 03	X 55	Z-37.5	R 7.5			
N 55	G 01	X 55	Z-50				
N 56	G 01	X 35	Z-50				
N 57	G 01	X 35	Z-55				
N 58	G 01	X 80	Z-64				
N 59	G 01	X 80	Z-70				
N 60	G 01	X 100	Z-70				

表 5. 工具選択 スケジュール 例

20	20	20	20	20	T01 T02 T03 T04 T05	荒削り(1)用工具
35	35	30			T06 T07 T08	荒削り(2)用工具
30	30	30	10		T09 T10 T11 T12	仕上げ(1)用工具
70		30			T13 T14	仕上げ(2)用工具

表 6. 工具選択 スケジュールプログラム 例

N 11	T 01	M 06
N 12	T 02	M 06
N 13	T 03	M 06
N 14	T 04	M 06
N 15	T 05	M 13
⋮		
N 35	T 06	M 06
N 36	T 07	M 06
N 37	T 08	M 13
⋮		
N 61	T 09	M 06
N 62	T 10	M 06
N 63	T 11	M 06
N 64	T 12	M 13
⋮		
N 81	T 13	M 06
N 82	T 14	M 13
⋮		

きるようしている。計測した寸法とプログラム寸法の誤差が次回の加工時、自動的に工具補正量になる。

(3) 寿命時間の自動修正

計測した寸法誤差が許容値を超えたとき、前項の工具使用積算時間をその工具の寿命時間として自動的に書換えてしまう。このようにして各工具についてその寿命管理を行い、その寿命範囲内で工具摩耗による加工寸法誤差を自動補正している。

(4) 工具自動選択

長時間の無人化自動運転のためには、摩耗の激しい工具の順に多数

の同じ工具を装着し、1本の工具がその寿命時間に達すると自動的に次の工具を選択できなければならない。このシステムでは工具の選択スケジューリングをプログラムできるようにしている（表5.、表6.）。

表6.で、M 06は同じ種類の工具選択指令が次ブロックにも続いて指令されることを意味する命令で、M 13はその終了を意味する命令である。

このプログラムによってNC装置はT 01からT 05まで同じ工具の選択指令と判断し、この中からいまだ寿命に達しない工具を1本選択する。そしてこの中のすべての工具がその寿命に達したとき警報を出して機械を停止させる。

4.7 上位計算機システム結合

このシステムは上位計算機との結合が容易にできるシリアル入出力インターフェース (RS 232 C) を持っている。これにより加工プログラム、各種工具補正データ、NCパラメータのデータ転送が可能である。また、NC制御ユニット間のデータ転送も可能にしている。

4.8 自己診断とメッセージ表示

このシステムでは豊富な情報量をわかりやすい言葉でオペレータに与えるように12インチCRTを使用している。そして、60項目以上にわたるシステム異常チェックと200項目以上の加工プログラムミスのチェックを常時行い、異常やミスが発生したときには直ちにその原因をCRT画面に言葉で表示する。

また、表示する言葉は簡単にどこの国の言葉にも変換できるように考慮されている。

5. むすび

以上、新形NC装置TX-8のシステムとその特長を紹介した。このように、旋盤とロボットという異なる制御対象を共通化し、かつマルチシステム制御に成功したことは、FA・FMSというシステムの核としてその期待にこたえるものと確信する。また、このシステム自身最小単位の自動化システムとしてその機能を果たすものである。

今回の開発は、異なる国のお工作機械メーカーと電機メーカーとの共同作業というシステム開発には不利な条件のもとで行われたが、比較的スムーズに量産化できたことは両社の関係者が共通の問題意識と目的意識を持ち、お互いの信頼関係が保たれたことによるもので、その意義は深い。

なお、このシステムを1981年第4回ヨーロッパ国際工作機械見本市（ハノーバーにおいて）に出品して大好評を博し、現在ヨーロッパを中心世界各国に納入している。

数理計画と予測最適レギュレータによる 雨水・汚水ポンプの自動制御

中堀一郎*・中崎勝一**

1. まえがき

本稿では、雨水ポンプの自動運転と汚水ポンプのより高度な運用を目指した実用的な方法について述べる。この方法は、流入下水量の把握が制御に重要であることを踏まえ、直接計測することが難しいこの量をカルマンフィルタにて推定する手段を備えている。この推定下水量は更にARモデルによる予測に用いられて、ポンプの運転計画が2次計画の形で立てられ、ROSEN法で求解される。実際のポンプ制御は上記計画を基本として、流入下水量の予測誤差及び水位の基準からのズレをフィードバック機構で修正する構成をとっている。

この手法は我が国第一の規模をもつ東京都森ヶ崎下水処理場(ポンプ台数30台)で実現され、調整試験を順調に終え、現在、実運転による検証期間に入っている。

2. 雨水・汚水ポンプのプロセス

雨水・汚水ポンプのプロセスを図1に示す。雨水及び生活廃水は水管きょ(渠)網を介して下水処理場への流入渠に集められる。大規模下水処理場では、この流入渠は毎秒数十トンの流量を持つ河川レベルのものとなる。流入渠は沈砂池・ポンプ井に接続されており、流入下水はポンプ井から雨水・汚水ポンプで揚水され、下水処理場の着水井に導かれる。以下、流入下水は着水井から自然流下により、最初沈殿池・ばく(曝)気槽・最終沈殿池を経て放流される。

図1に基づいて次の変数を導入する。

$Q_{in}(k)$: 期間 $k(k \cdot \Delta t \leq t \leq (k+1) \cdot \Delta t)$ の流入下水量

$Q_{out}(k)$: 期間 k のポンプ揚水量

$H(k)$: 時刻 $k(t=k \cdot \Delta t)$ の流入渠水位

$A(k)$: 時刻 k の流入渠水面積

ここで流入渠とは下水管渠、沈砂池、ポンプ井を含めて同一水位の部分をいう。

これらの変数を用いれば、プロセスは次の単純な差分式で表すことができる。

$$H(k+1) = H(k) + \frac{1}{A(k)} \cdot \{Q_{in}(k) - Q_{out}(k)\} \quad \dots \dots \dots (1)$$

式(1)は、流入渠における下水量の収支を表している。流入下水量 $Q_{in}(k)$ は外力、ポンプ揚水量 $Q_{out}(k)$ は操作量、流入渠水位 $H(k)$

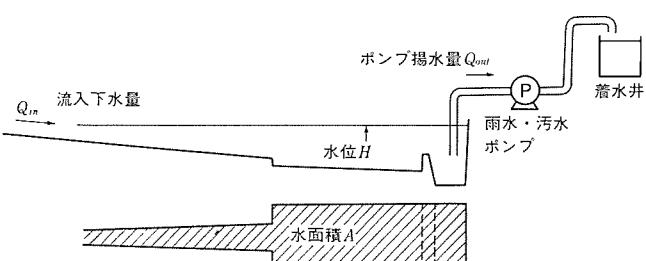


図1. 雨水・汚水ポンプのプロセスと変数

及び流入渠水面積 $A(k)$ は状態量であると解釈することができる。式(1)は非常に簡潔な形式であるが、操作量 $Q_{out}(k)$ を適切な形に定めることは容易なことではない。以下、 $Q_{out}(k)$ を求めるための手続きを順を追って説明しよう。

3. 流入下水量の推定

下水管渠のように満管とならない水路の流量を精度良く計る計測器で保守性の優れた実用的なものは現状では求めがたい。その上、流量の適切な計測地点は揚水ポンプの運用状態によって変化する。したがって、現在では流入下水量を直接計測することは困難であると思う。しかしながら式(1)で明らかのように、流入下水量 $Q_{in}(k)$ はこのプロセスの外力であり、操作量 $Q_{out}(k)$ を決定するための非常に重要な要素である。このため、以下では流入下水量を推定する方法について考えよう。

雨水・生活廃水を問わず、流入下水の流量の時間変化には、ある種の法則性(パターン)があることが知られている。これを流量時系列の自己相関の存在としてとらえ、ここでは次のARモデルで表現する。

$$Q_{in}(k+1) = a_1 Q_{in}(k) + a_2 Q_{in}(k-1) + \dots + a_n Q_{in}(k-n+1) + \xi_1 \dots \dots \dots (2)$$

$k+1$ 期間の流入下水量は式(2)に示すように、過去の k , $k-1$, ..., $k-n+1$ 期間の流入下水量の線形形式で表される。 ξ_1 はこの線形形式で表現しきれない要素でありモデル誤差と考えることができる。式(2)は流入下水量がごく最近の値や増減傾向を引き継ぐことと解釈してよい。

次に、水面積 $A(k)$ の性質について調べて見よう。流入渠の土木形状が与えられれば、流入渠の水面積の流入渠の水位の関数 $A^*(H(k))$ として求めることができる。図2は水位と水面積の関係の一例を示したものである。この関係は定常状態ではかなり信頼できる関係であるが、非定常状態では必ずしも正しいとはいえない。した

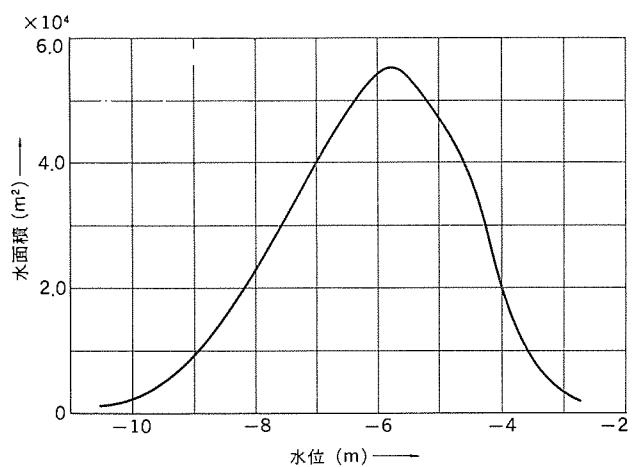


図2. 水位・水面積曲線

がって、水面積についても自己相関性を若干加味した次の実用的な関係式を仮定する。

$$A(k+1) = \theta A(k) + (1-\theta) A^*(H(k)) + \xi_2 \dots \dots \dots (3)$$

ここに θ は水面積に対する自己相関性と関数 $A^*(H(k))$ の依存度を表す荷重係数である。また、 ξ_2 はこの形式で表現しきれないモデル誤差である。

式(1)に式(2), (3)を付加すれば、流入渠の動的な水収支をかなり正確に表現したことになる。以下ではこれら(3)式をこのプロセスのシステム方程式と考えよう。

式(1)のポンプ揚水量 $Q_{out}(k)$ 及び流入渠水位 $H(k)$ は計測することができる。ポンプ揚水量 $Q_{out}(k)$ は電磁流量計又は超音波流量計で精度よく計測できるだけでなく、もし計測器が設置されていない場合でも、ポンプの特性を利用してかなりの精度で推定できる。流入渠の水位 $H(k)$ は各種水位計によって得ることができるが、水面振動、水面こう(勾)配などの外乱要素がある上に計測地点の選定も難しいため、かなりの誤差を伴う。今、水位の計測値を $Z(k)$ とすれば、 $H(k)$ との間に次の関係がある。

$$H(k) = Z(k) + \eta \dots \dots \dots (4)$$

ここに η は計測誤差を表す。式(4)はこのプロセスの観測方程式と考えることができる。

式(1)～(3)をシステム方程式とし、式(4)を観測方程式として、流入渠水位 $H(k)$ 、流入下水量 $Q_{in}(k)$ 及び水面積 $A(k)$ を推定することを考える。式(1)には水面積 $A(k)$ と流入下水量 $Q_{in}(k)$ の積の項を含むが、それぞれの量の変動が大きくなることを考えればこの系はほぼ線形系とみて差しつかえない。したがってここでは实用性を考慮した次の準線形カルマンフィルタを構成してみよう。

$$\left. \begin{aligned} \hat{H}(k+1) &= \hat{H}(k) + \frac{1}{A(k)} \{ \hat{Q}_{in}(k) - Q_{out}(k) \} \Delta t \\ &\quad + F_1(k) \{ Z(k) - \hat{H}(k) \} \\ \hat{Q}_{in}(k+1) &= a_1 \hat{Q}_{in}(k) + a_2 \hat{Q}_{in}(k-1) + a_3 \hat{Q}_{in}(k-2) \\ &\quad + F_2(k) \{ Z(k) - \hat{H}(k) \} \\ \hat{A}(k+1) &= \theta \hat{A}(k) + (1-\theta) A^*(\hat{H}(k)) \\ &\quad + F_3(k) \{ Z(k) - \hat{H}(k) \} \end{aligned} \right\} (5)$$

ここに $\hat{\cdot}$ は推定値を表す。 $F_1(k) \sim F_3(k)$ は式(1)～(4)に含まれる誤差 ξ_1, ξ_2, η の分散によって定まるカルマンゲインである。また式(5)のパラメータ a_1, a_2, a_3 及び θ についてもシステムモデルとして適切な値が定まるはずである。しかし、誤差分散及びパラメータのいずれも正確な値を論理的に求めるることはむずかしい。したがって、

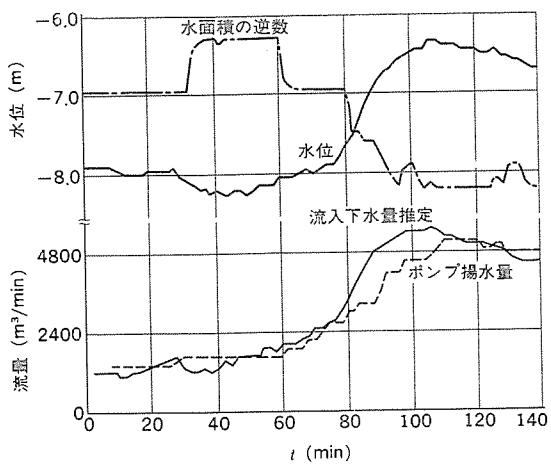


図 3. 流入下水量と水位の推定結果

ここでは適当な想定のもとにこれらを仮定し、現実のデータと組合せて推定結果を出し、これを現象面より判断して試行錯誤的にその値を定めていく手順をとった。これにより得られた推定結果の一例を図 3. に示す。

4. 流入下水量の予測

前章で述べた方式で流入下水量を逐次推定すれば、それらのデータを用いて今後の流入下水量の予測も行いうる。この予測には式(2)の AR モデルをそのままの形で適用すればよい。

$$\hat{Q}_{in}(k+1) = a_1 \hat{Q}_{in}(k) + a_2 \hat{Q}_{in}(k-1) + \dots + a_n \hat{Q}_{in}(k-n+1) \dots \dots \dots (6)$$

ここに \sim は予測値を示す。すなわち、次の期間 $k+1$ の予測流入量は過去の推定流入量から得ることができる。更に、 $k+2$ 以降の予測も式(6)を順次使用することによって得ができる。ただし、予測期間が長くなれば予測誤差も大きくなることに注意しておく必要がある。

現実のプラントのデータとしてポンプ揚水量 Q_{out} と流入渠水位 H とを十分用意しておき、流入下水量 Q_{in} の推定を十分行っておけば、このデータから式(6)の係数 $a_1 \sim a_n$ を赤池⁽³⁾の方法により定めることができる。ここで定まる係数 $a_1 \sim a_n$ が推定に使ったものと等しいことが望ましい。我々は何回かの試行により、式(2)及び(6)の項数 n を指標 AIC で求め、係数も簡単に収束させうることを確かめている。

この予測法で求めた流入量が以後 30 分間程度は晴天時 5 % 程度、雨天時 10 % 程度の誤差範囲に維持できることが、実データより明らかとなった。この例を図 4. に示す。

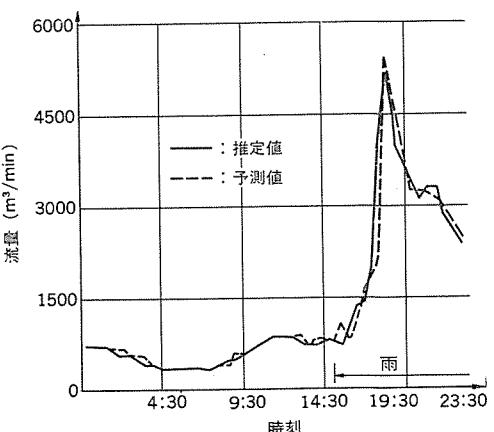


図 4. AR モデルによる予測の様子

5. ポンプ揚水量の計画

今後の流入下水量がかなり正確に予測できれば、これを基に今後のポンプ揚水量を適切な形で予め求めておくことができる。これは一般に数理計画法に定式化された問題の求解となる。

まず、ポンプ揚水量を定めるための制約条件は次の三つとなる。

条件 1：水量収支の制約

$$\left. \begin{aligned} H(1) &= H(0) + \frac{1}{A(0)} \{ \hat{Q}_{in}(0) - Q_{out}(0) \} \\ H(2) &= H(1) + \frac{1}{A(1)} \{ \hat{Q}_{in}(1) - Q_{out}(1) \} \\ &\vdots \end{aligned} \right\} (7)$$

$$H(m) = H(m-1) + \frac{1}{A(m-1)} \{ \tilde{Q}_{in}(m-1) - Q_{out}(m-1) \} \quad \left. \right\}$$

条件2：水位の上下限制約

(H_L , H_H は下限値, 上限値を示す)

条件3：ポンプ揚水量の上下限制約

$$Q_L \leqq Q_{out}(i) \leqq Q_H \quad (i=1, \dots, m) \quad \dots \dots \dots \quad (9)$$

(Q_L , Q_H は下限値, 上限値を示す)

式(7)～(9)に示した三つの制約条件は、雨水・汚水ポンププロセスの運用で必ず満足させなければならない。ここで、計画時間の原点(現在時刻)を0とし、最終点を mAt としている。この期間を m 分割してきめの細かい計画を行う。

ポンプ揚水量の計画を行うためには、どのような運用制御が望ましいかを評価関数の形に表現することが必要となる。ここで、運用制御の主要な目的をまとめると次のようになろう。

- (1) 適切な水位の保持 (安全性, 信頼性)
 - (2) ポンプ揚水量の安定化 (流入下水量負荷の一定化, ポンプの安全運転)
 - (3) ポンプ揚水コストの低減 (経済性)

これらの目的を明確に数式化することは難しいことであるが、ここでは次の評価関数を与える

評価閾数・

$$J = \sum_{i=1}^m W_1 (H(i) + H^*)^2 + W_f (H(m) - H_m^*)^2 \\ + \sum_{i=1}^{m-1} W_2 (Q_{out}(i) - Q_{out}(i-1))^2 \\ + \sum_{i=0}^{m-1} W_3 Q_{out}^2(i) \quad \dots \dots \dots \quad (10)$$

式(10)において、右辺第1項は水位一定条件であり、第2項は水位最終条件である。第3項はポンプ揚水量の安定化を揚水量の増減量の2乗和の最小化で記述し、第4項はポンプ揚水コストの低減を揚水量の2乗和の最小化で記述している。式(10)において W_1 , W_2 , W_3 及び W_f は重み係数である。重み係数は、いくつかの例について計画計算結果を求め、これを現場のオペレータの意見などを交えて討論して決定する。

式(9)の制約条件の基に式(10)の評価関数を最小化するポンプ揚水量 $Q_{out}(i)$, $i=1, \dots, m$ を求めこれを $Q^*_{out}(i)$, $i=1, \dots, m$ とすれば、これは計画されたポンプ揚水量となる。式(9)と式(10)で構成される計画問題は2次計画問題としてよく知られているものである。ここでは、この問題を Rosen 法(勾配射影法)を用いて数値求解した。この計画法によって求めたポンプ揚水量の計画の例を図5.に示す。

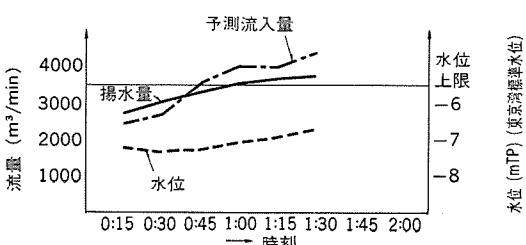


図 5. ポンプ揚水量の計画

6. ポンプの運転制御

流入下水量の予測には誤差が存在することは避けられない。したがって、この予測に基づいて得られたポンプ揚水量計画のままに運転した場合、流入下水量の予測誤差分に応じて水位が計画水位からズレることになる。この水位のズレを除くため水位フィードバック機能を付加する必要がある。これは予測した流入下水量 Q^{*in} 、計画ポンプ揚水量 Q^{*out} 及びこの時の計画水位 H^* からの変分の関係から線形最適レギュレータの形、すなわち次のフィードバック形に表現することができる。

$$Q_{out}(k) = Q^*_{out}(k) + G_{FB}(H(k) - H^*(k)) \quad \dots \dots \dots (11)$$

式(11)の右辺第1項 $Q_{out}^*(k)$ は前章で得られた計画ポンプ揚水量であり、フィードフォード項と解釈することができる。右辺第2項は水位フィードバック項である。 G_{FB} はフィードバックゲインであり従来の PID 調節計に置きかえて考えればよい。 $H^*(k)$ は計画水位である。

現実には、式(11)の結果をポンプ運転台数及びポンプ選択アルゴリズムで処理し、更にこれを回転数制御装置に伝達して制御が実行される。下水流入量推定、予測、ポンプ揚水量計画及び運用制御に至る制御構造をブロック図の形で示すと図6のようになる。

以上述べた雨水・汚水ポンプ制御は東京都下水道局森ヶ崎処理場において採用され、この処理場の三つのポンプ場合計30台のポンプ運転のオペレーションガイドとして順調に実用試験中であり、今後自動化へもつていかれる計画である。

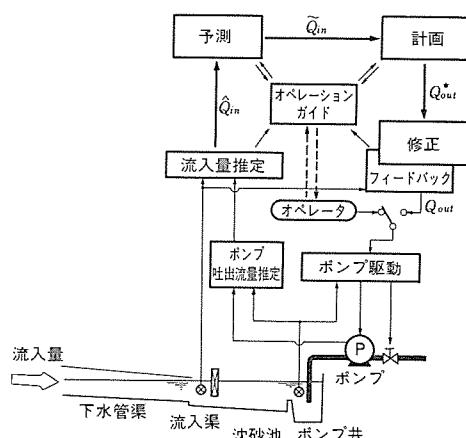


図 6. 雨水・汚水ポンプ制御の制御構造

7. す く て

本稿では雨水・汚水ポンプの自動制御を目指した手法について述べた。この手法は流入下水量の推定・予測を行い、これに基づいてポンプ揚水量の計画をし、更に水位フィードバックを最適レギュレータで実現するという、いわゆる アドバンス制御である。しかしながら、対象プロセスは非常にわかりやすく簡単なものであるため、各種分野で参考にし得るものと考える。読者の御意見がいたければ幸いである。

参 考 文 献

- (1) 今野ほか：非線形計画法，日科技連（昭53）
 - (2) 加藤ほか：下水ポンプ場における流入量の予測モデルの同定化の度合について，第19回下水道研究発表会講演集（昭57）
 - (3) 赤池ほか：ダイナミックシステムの統計的解析と制御，サイエンス社（昭47）

電子計算機室用パッケージエアコンPWC形

成田 勝彦*・西 源一郎**・森 美喜男***・北内 肇***

1. まえがき

最近の電子計算機の発達には目を見張るものがある。特に超LSIの開発により、従来の大形コンピュータが小形化され、かつ低電力消費形となってきた。このような中で、電子計算機室の空調に用いられる空調機は、そのシステム構成がほとんど変わっていないこともあり、電子計算機室で消費される電力に占める空調機に要する電力の割合が徐々に増加する傾向にある。

電子計算機に対する空調は、空調機から吹出されていく空気の温度を一定に保つ必要がある。この制御は一般空調のような圧縮機のON-OFF運転だけでは困難で、通常、いったん冷却した空気を再加熱（ヒート）して温度調節を行う。このヒートに従来は電気ヒータを用いてきた。しかしながら、電子計算機室は年間を通して空調されるため、その制御に使用される電気ヒータの消費電力も膨大となる。そこで東京電力（株）と三菱電機（株）はこの問題を解決するため、凝縮器で従来捨てていた排熱を利用した“冷媒ヒート”システムを共同開発し、新たに開発した電子計算機室用パッケージエアコンPWC形を採用したので、ここにその概要を述べる。図1.はPWC-30A形の外観、図2.はその内部構造を示す。

2. ユニット方式とセントラル方式

電子計算機室の空調には冷却とヒート用熱源機器を一つにまとめたセントラル方式と電子計算機室に熱源機器を分散して据付けるユニット方式の2方式がある。

セントラル方式とユニット方式を比較すると、一般には機器単体比較ではセントラル方式の方が寿命が長く、信頼度が高いと言われている。しかし、複数台設置の場合は、一台が故障しても他の機器で運転が継続できるので、万一のことを考慮するとユニット方式の方が高い信頼性を発揮することができると言える。また、ユニット方式では負荷に見合った台数の機器を運転すればよく、むだな電力消費が生じにくい。このようなユニット方式のメリットに加え、“冷媒ヒート”システムで更に省エネルギー化を進めた電子計算機室用パッケージエアコンPWC-20A・30A形は時代の要請に十分こたえられる空調システムということができる。

3. ユニットの構成

3.1 冷媒ヒートの特長

PWC形は水冷式パッケージエアコンであり、仕様を表1.に示す。PW

表1. 製品仕様

項目	形名	PWC-20 A	PWC-30 A
冷房能力 (kcal/h)		50,000/56,000	75,000/85,000
ヒート能力 (最大) (kcal/h)		37,500/42,000	50,000/56,700
※定格消費電力 (kW)		32.5/36.6	47.1/51.8
定格電源		三相 200 V 50/60 Hz	
外形寸法 高さ×幅×奥行 (mm)		1,950×2,450×1,280	1,950×3,330×1,280
分割後の上下枠高さ (mm)		下枠 1,246 上枠 1,100	下枠 1,246 上枠 1,100
圧縮機称呼出力 (kW)		7.5×2	7.5×3
風量 (m³/min)		300	450
機外静圧 (mmAq)		15	15
送風機用電動機 (kW)		7.5	11
凝縮器形式		シェルアンドチューブ×2	シェルアンドチューブ×3
冷却水量 (m³/h)		12.5/14.0	18.8/21.3
冷却器形式		プレートフィン式	
ヒートコイル形式		プレートフィン式	
ヒート量調整		3段×2	2段×3
冷媒制御		キャビラリチューブ	
冷媒量 (kg)		9×2	9×3
温度調節		ステップコントローラ (別売)	
加湿器		3 kW×2	4 kW×2
エアフィルタ		フィレドン A3/305 (集塵効率AFI 92%)	
製品重量 (kg)		1,400	1,800

注 ※ベーパーバンの消費電力も含む

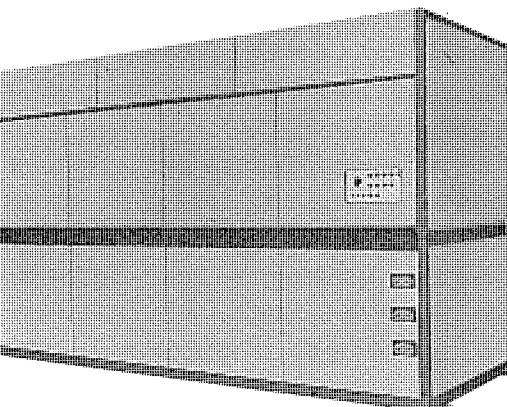


図1. PWC-30 A形外観

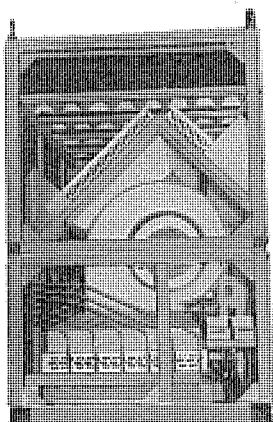


図2. PWC-30 A形内部

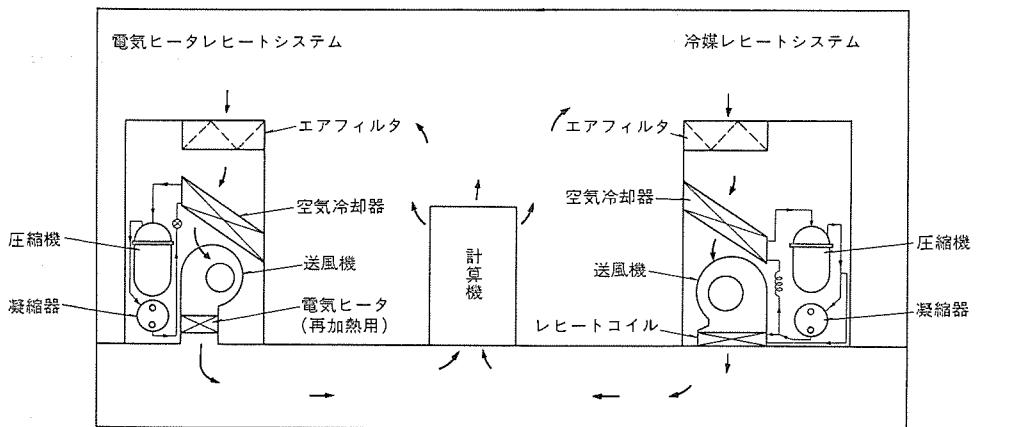


図 3. システムの構成

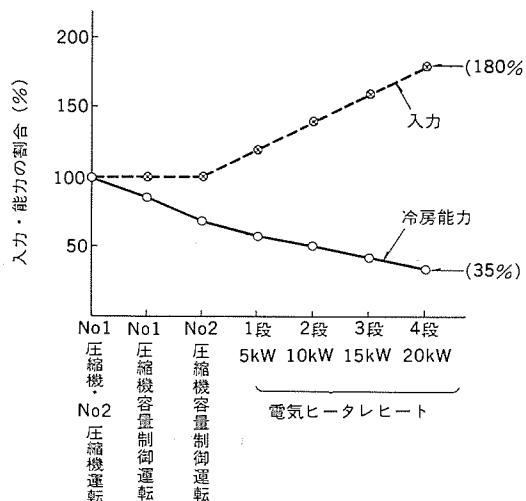


図 4. PC-20 形での入力・能力の変化

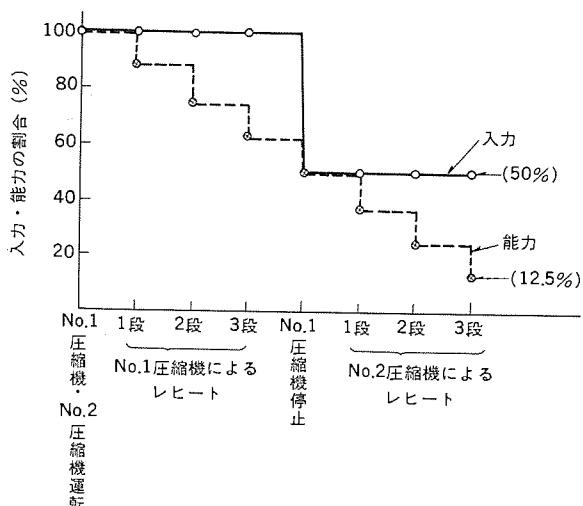


図 5. PWC-20 A 形での入力・能力の変化

表 2. 消費電力比較

負荷率 (%)	消費電力 (kW)		差 (kW) ②-①
	PWC-20 A ①	PC-20 ②	
60	27.7	28	0.3
50	17.4	34.3	16.9
40	17.4	40.5	23.1
30	17.4	46.8	29.4

注 (1) 負荷率は PC-20 形を 100 とした
(2) 消費電力には加湿器分は含まない

C 形の大きな特長は冷媒レヒートシステムを採用し、省エネルギーを図っていることである。従来の電気ヒーターシステムとシステムの構成を比較すると図 3 のようになる。図において左側が従来の電気ヒータを利用したシステムで、右側が PWC 形の冷媒レヒートシステムである。従来のシステムでは、電子計算機室の空気はエアフィルタを通り、冷却器で冷やされ、

その後電気ヒータによってレヒートされ、温度調節される。一方冷媒レヒートシステムでは冷却器で空気が冷却されるまでは同じであるが、レヒートの熱源として電気ヒータを使用せず、圧縮機から出た高温の冷媒を一部レヒートコイル内に導いて凝縮させ、この凝縮熱がレヒートの熱源となる。したがって、冷媒レヒートシステムでは電気ヒータを使用しない分だけ省電力ということになる。

従来からよく知られていた凝縮器で捨てていた熱をレヒート用の熱源として利用するこのシステムは、冷媒回路の構成が複雑になるためあまり使用されなかったが、近年省エネルギーの観点から見直されてきたのである。

3.2 運転制御

PWC-20 A 形(冷媒レヒートシステム)と PC-20 形(電気ヒーターレヒートシステム:従来形)を例にとって制御の相違を比較する。図 4. に PC-20 形、図 5. に PWC-20 A 形の入力・能力の関係を示した。図 4. の PC-20 形では負荷が小さくなり冷却された空気の温度が低下すると、まず No. 1 圧縮機が容量制御運転に入る。次いで No. 2 圧縮機が同様に容量制御運転を行う。

この容量制御方式はホットガスバイパス方式と呼ばれ、冷却能力を制御して能力を低下させても入力はほとんど低下しない。つまり容量制御を行っても圧縮機入力はほとんど変わらないのである。更に負荷が小さくなると電気ヒータが通電される。電気ヒータは 4 段で 1 段当たり 5 kW のレヒート量である。電気ヒータのレヒート能力分はすべて入力の増加となって現れてくる。最終段まで電気ヒータが通電されると、能力は最初の 35 %、入力は逆に 180 % となり、入力と能力が逆比例している。一方 PWC 形の方では負荷が小さくなると、No. 1 圧縮機回路の 1 段目のレヒートが開始される。このレヒートは 3 段階になっており、3 段目のレヒートの後は No. 1 圧縮機が停止する。圧縮機入力はレヒート中も変わらないので、No. 1 圧縮機が停止した時点で入力が半減することになる。このようにレヒート段数を多くし、しかも圧縮機を 2 台(PWC-30 A 形では 3 台)と複数台搭載しているため、温度制御をきめ細かに行なうことが可能である。PWC-20 A 形では最終段のレヒート時点では、容量制御しないときと比較して冷房能力が 12.5 %、入力は 50 % となる。

電子計算機室の空調は年間を通して行われ、しかもそのほとんどが冷房負荷である。電子計算機室の設計負荷は電子計算機の最大負荷と真夏日の外部負荷に合わせていているため、通常は部分負荷となり、レヒートの必要な時間の方がより多くなる。そのため、従来の電気ヒーターシステムでは電気ヒータの通電率が高くなり、多大の電力を消費することとなる。表 2. には PC-20 形の最大冷房能力を 100 とし

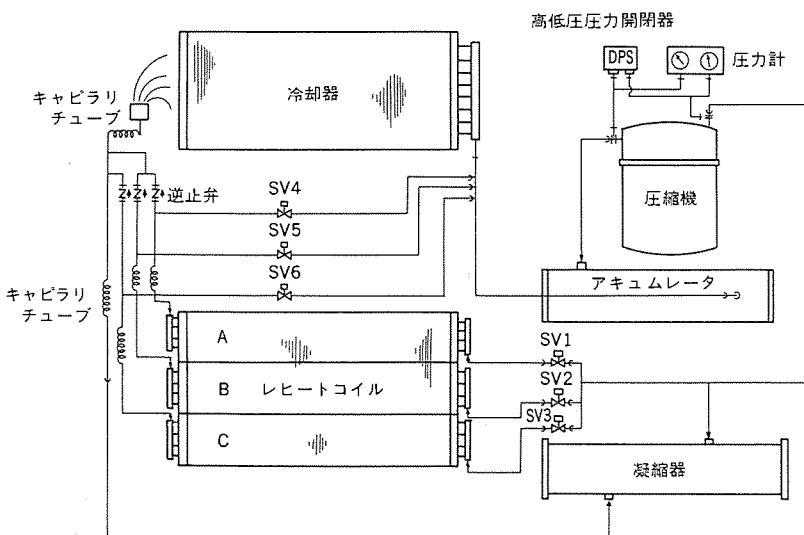


図 6. 冷媒回路図

た場合の負荷率 60 %～30 % における PWC-20 A 形との消費電力の比較を示した。負荷率 50 % では、PWC-20 A 形は従来の PC-20 形に比べて 50 % の電力消費である。

3.3 冷媒回路

図 6. は PWC-20 A 形冷媒回路の 1 回路分を示し、実際にはこの回路を 2 回路有している。冷媒ヒートシステムはヒートコイルに高温の冷媒を通すことによりヒートを行うわけであるが、PWC-20 A 形では図のように、6 個の電磁弁と 3 個の逆止弁にてその制御を行っている。ヒートを行っていないとき、ヒートコイル入口側の電磁弁 (SV1～SV3) は閉じており、圧縮機からの冷媒はすべて水冷式凝縮器に流れ込む。このとき、ヒートコイル出口側の電磁弁 (SV4～SV6) は用いている。これは、冷媒がヒートコイル内に凝縮し、回路内の冷媒が不足した状態になることを防止するためで、圧縮機の吸入側と同じ圧力にすることによってヒートコイル内を冷媒の飽和温度以下の圧力としている。

一方 キャビラリーチューブからの冷媒の流入は逆止弁にて防止されている。これにより、冷媒回路内の必要冷媒量を少なくすることが可能になった。ヒート状態ではヒート量によって必要な電磁弁 (SV1～SV3) を開とする。開となった電磁弁に対応する電磁弁 (SV4～SV6) は閉となり、冷媒が冷却器をバイパスしないようにしている。

4. その他の特長

4.1 高い除湿性能

梅雨時期などの多湿状態では圧縮機をフル運転し除湿する必要がある。PWC 形では外部の湿度調節器からの信号により圧縮機を全数運転して除湿効果を最大にする減湿回路をもっている。この様子を図 7. の空気線図に示す。

図において番号 1 はユニットの吸込空気を示す。圧縮機 2 台が運転し、ヒートを行っていないときのユニット吹出空気を番号 6 とする。通常の運転ではヒートをかけることによって、吹出空気温度は 7→8→9 番へと移動する。1 台の圧縮機が停止することにより、吹出空気の状態は 2 番へと移る。更にヒートすることによって 3→4→5 の変化となる。減湿回路では圧縮機を停止させないため、ユニットは 9 番の状態から 10→11→12 の変化を行う。すなわち、2～5 の状態と 9～12 の状態を比べると、9～12 の状態の方が絶対湿度が小さく、

	SV1	SV2	SV3	SV4	SV5	SV6
ヒートなし	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON
ヒート1段	ON	OFF	OFF	OFF	ON	ON
ヒート2段	ON	ON	OFF	OFF	OFF	ON
ヒート3段	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF

注 OFF：閉、ON：開

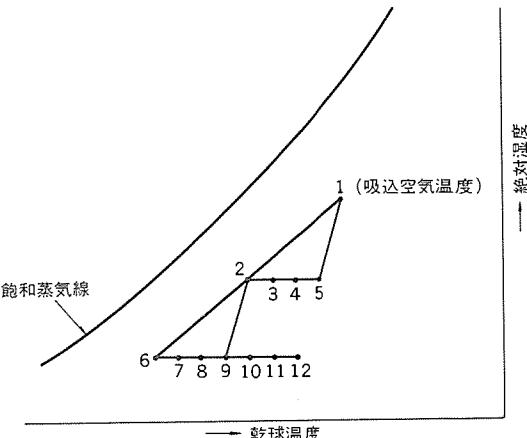


図 7. 空気線図上における PWC-20 A 形の吹出空気温度の状態

除湿効果が大きくなっている。除湿が十分に行われた後はまた元の運転モードに戻ることができる。

4.2 吹出空気温湿度の均一化

PWC 形は床下送風方式であるため、電子計算機への空調効果が良くまた美観上も良いが、その反面ユニットを出た空気を直接電子計算機に吹きつけるため、ユニットの吹出口では完全に均一化された空気を送ることが必要となる。PWC 形ではこの点を考慮し、構造面の改良を行った。

図 8. に PC-20 形の内部構造図、図 9. に PWC-20 A 形の内部構造図を示す。図においてわかるように、PWC 形は空気冷却器の No. 1, No. 2 系統を並べて設置し、一つの系統が運転を停止しても吹出空気温度に不均一が生じないようにしており、また加湿器も 2 台設置している。更に送風機の吹出口に内部ガイドを設け、ヒートコイルに満遍なく空気が当るように工夫を行った。

4.3 制御回路の充実

PWC 形のようにユニット方式の空調の場合、ユニットを複数台設置することが多く、遠方盤による集中操作が多く採用される。PWC 形では遠方操作回路を装備しているので、遠方盤に送風・空調用のそれぞれ ON-OFF ボタンを用意するだけで集中操作が可能である。また、そのほかに圧縮機の運転台数を手動で選べるシステムスイッチを装備した。

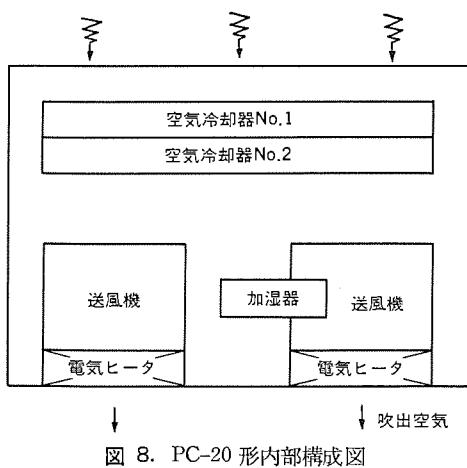


図 8. PC-20 形内部構成図

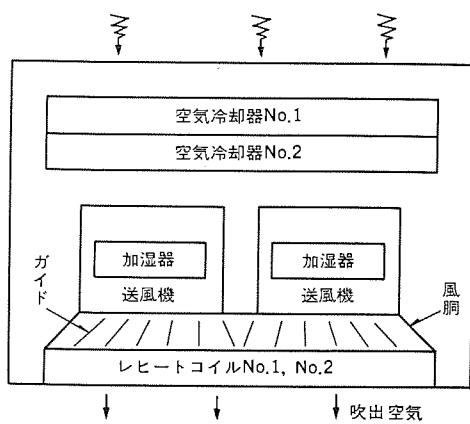


図 9. PWC-20 A 形内部構成図

4.4 ユニットの2分割搬入が可能

ユニットを上部（冷却器部）と下部（送風機部）の2分割とし、搬入スペースが小さいところからでも容易に搬入可能である。

4.5 豊富なオプション

- (1) 冬季の補助熱源用電気ヒータ
- (2) 圧縮機の運転時間を計る積算時間計
- (3) 2段制御ができるベーパーパン（2台×2段）
- (4) 温度制御用のステップコントローラの内蔵

5. PWC形の今後の方向

今後更に省エネルギー化・高信頼性を追求して改良を進めていく上で、その方向を述べてみたい。

(1) マイコン制御による無段階ヒート

PWC-A形ではヒート調節を段階的に行っているが、これを一步進め、比例式流量制御弁を用いた無段階制御とし、より安定した空気を送ることができる。これは、ユニットの吹出空気温度をサンプリングし、一定値となるようにマイクロコンピュータで比例式流量制御弁の開度を調整し、ヒート量を制御するものである。

(2) 高効率圧縮機の採用

全密閉形圧縮機JH-Eシリーズを採用し、EER向上を図る。

(3) 内面溝付管採用の空気冷却器

従来プレートフィン形冷却器に使用されている冷却管はペアチューブが一般的であったが、冷却管に内面溝付管を使用することにより熱伝達率を向上させ、EERの向上を図る。

(4) 温度制御装置の内蔵

PWC-A形は、温度制御用のステップコントローラは計装工事側手配となっているが、マイクロコンピュータをユニットに組込み吹出空気温度を検出してヒート量を調節する。また温度設定も容易にできるように設定値と吹出空気温度を可視化する。更に吸込空気温度を検出し、ユニットの始動時の制御も行う。

(5) 信頼性の向上

複数台の圧縮機の発停をマイクロコンピュータで制御し、圧縮機のローション・再始動制限を行う。

(6) 冬季ヒートアップ制御

冬季のヒートアップ用に電気ヒータを使用する場合があるが、この電気ヒータの制御も2段階を行い、無駄な電気ヒータの使用を無くすようとする。

(7) その他

運転・異常状態の個別表示機能、手動運転可能な制御装置

以上のように、今後はユニットの各部の効率を向上させ、更にマイクロコンピュータで最適制御を行いより省エネルギー化により信頼性の高いユニットを目指したい。

6. むすび

以上省エネルギータイプの冷媒ヒート式電子計算機室用パッケージエアコンPWC形の特長と今後の方向について述べたが、省エネルギー化は半永久的な課題であり、PWC形で得た多くのデータをもとに他の空調機にも展開し、空調機器全体の省エネルギー化に努力してゆく所である。なお冷媒ヒート式PWC形の1号機は東京電力(株)千葉支店に納入され順調に稼働中である。

D 暖房室内における温度気流分布と快適性

菅原作雄*・原正規*・山崎起助*

1. まえがき

近年、一般住宅における冷暖房機器として、省エネルギーでかつ快適な室内環境を生みだすものの要望が高まってきている。こうした背景の中で機器の省エネルギー化については、ルームエアコンのEER改善に見られるように毎年著しく向上している。しかしながら、快適な室内環境についての評価は、人体の温熱環境を表す新有効温度(ET*: AHRA規格の表示)などの評価指標のように、室内の上下温度差、温度・風速分布のない均一な環境条件における実験より導かれたものであり、実際の室内における温熱環境は、上下温度差が存在し室内の各位置における温度・風速分布が異なるので、新有効温度(ET*)などの評価指標を適用することが困難であった。

当社では、室内の温熱環境に対する居住者の要求にこだえるべく、室内環境における快適性の新しい評価指標として快適分布指数(Comfortable Distribution Index: CDI)を開発した。CDIの特長は、室内の温熱環境条件と居住者の感覚試験の結果から生みだされたことにより、実際に冷暖房機器が使用された室内環境における快適性の定量的評価を行うことができる。

ここに壁掛け形及び床置形温風暖房機を例にとり、CDIを用いて解析を行った室内環境における快適性の評価結果について述べる。

2. 新評価方法・快適分布指数(CDI)

快適分布指数(CDI)は、一般空調環境に居住する人の感覚量と温度風速などの物理量の相関を求め、人体の快適範囲を定義し、室内温熱環境を評価しようとしたものである。この新評価指標・CDIについて述べるとともに、このCDIを定義するために行った試験及び結果について述べる。

2.1 モデル室及び温度・風速測定点

当社居住環境実験室内に設けたモデル室内に壁掛け形温風暖房機を設置する。モデル室は、8畳間(3.6m × 3.6m × 2.4m)であり、その熱負荷はおよそ90kcal/hである。モデル室の外気温度を0°Cに設定し、モデル室内に暖房能力2,400kcal/hの壁掛け形温風暖房機を設置して実験を行った。壁掛け形温風暖房機を運転し、室温が十分に安定した後、室内温度分布、風速分布、各壁面温度(壁中央部)、湿度(壁面付近3点)を測定した。室内の温度分布、風速分布は図1.に示すように、高さ方向12点、横方向及び奥行方向11点の計1,452点にT形熱電対、無指向性熱線式風速計を用い、湿度は高分子形湿度センサを用いて測定を行った。

これらのデータはすべて測定装置、コンピュータを介して記憶装置に集録し、必要に応じてデータ処理、図形処理などを行った。

2.2 試験方法

室内の温熱環境の快適感覚の調査は次のように行っている。健康な男子5名(26~43才)を被試験者とし、外気温度条件に10分間暴露した後、定常状態のモデル室に入室し(椅子に座る)。入室10分後より10分間隔で各椅子に座った被試験者の安静時における快適

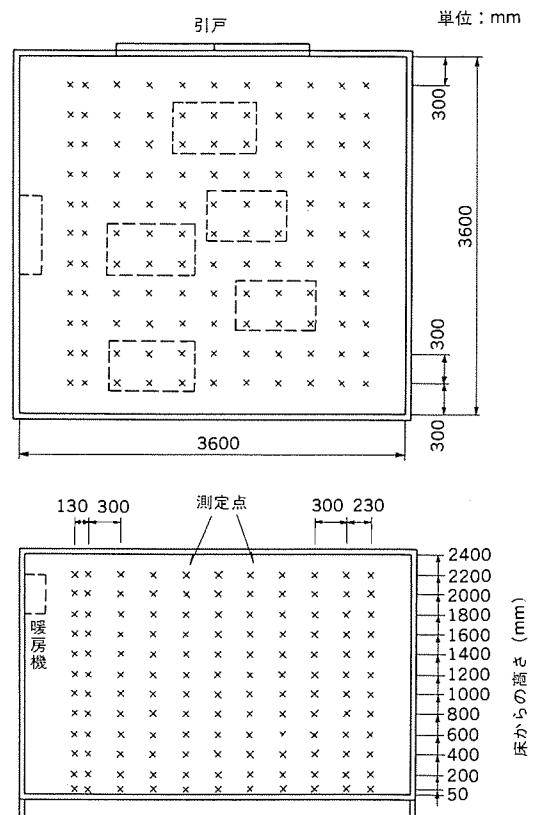


図1. 温度・風速測定点

表1. 温度・風速測定点との対応

部位	温度・風速測定点との対応
全身	温度・風速測定点(mm) 前後方向 全点
頭部	
上半身	
下半身	
足部	

感覚を次にあげる6段階に対して申告した結果を集計する。

- (1) 快適
- (4) やや不快
- (2) やや快適
- (5) 不快
- (3) どちらでもない
- (6) 非常に不快

なお、椅子は図1.の破線で示す位置に5個設置している。

試験は1日2回(午前10時、午後3時)の割合で昭和56年7月に行い、各被試験者の着衣は0.9 clo (clo: 着衣量の単位)程度で冬期の室内にいる服装であり、被試験者間の差は小さい。人体を頭部、上半身、下半身、足部に四分割し、表1に示すように温度・風速測定点と対応させ、集録したデータより各椅子及び各部位ごとの代表温度、代表風速を求める。代表値として平均値、最大値(最高値)、最小値(最低値)を用いる。

試験は、壁掛形温風暖房機の吹出角度(水平より下に30~90°)、吹出風量(4~7 m³/min)を変化させて温度・気流などの室内温熱環境を変えながら、10条件について行った。温度・風速などの物理量は各試験条件、各椅子の位置により異なるので、各10条件の試験に対して50の物理量のデータを得ることができる。また、感覚量となる快適感の申告値は各被試験者により異なり、各物理量のデータに対して5データ得られるので計250サンプルとなる。

2.3 試験結果

快適感の申告値の中で「(3)どちらでもない」はその温熱環境条件に対して不快ともまた快適とも感じていないので、快適と不快のどちらかに分類する場合快適の方に入れることにする。これより「どちらでもない」から快適の方を快適、やや不快から不快の方を不快の領域とすれば、各部位別に不快にならない範囲を定義することができる。

図2.は、各部位別に全身の快適感と物理量の関係を示したものである。図の縦軸は5名の被試験者の快適感申告値の平均であり、横軸は物理量の代表値である。図2.の「頭部」は、頭部の空気温度及び風速と全身の快適感の関係を示したものである。空気温度の代表値には平均値を用い、風速の代表値には最大値を用いている。風速の場合、代表値に最大値を用いた理由は平均値など他の代表値を用いるよりも快適感との相関関係をより明らかに説明することができる。

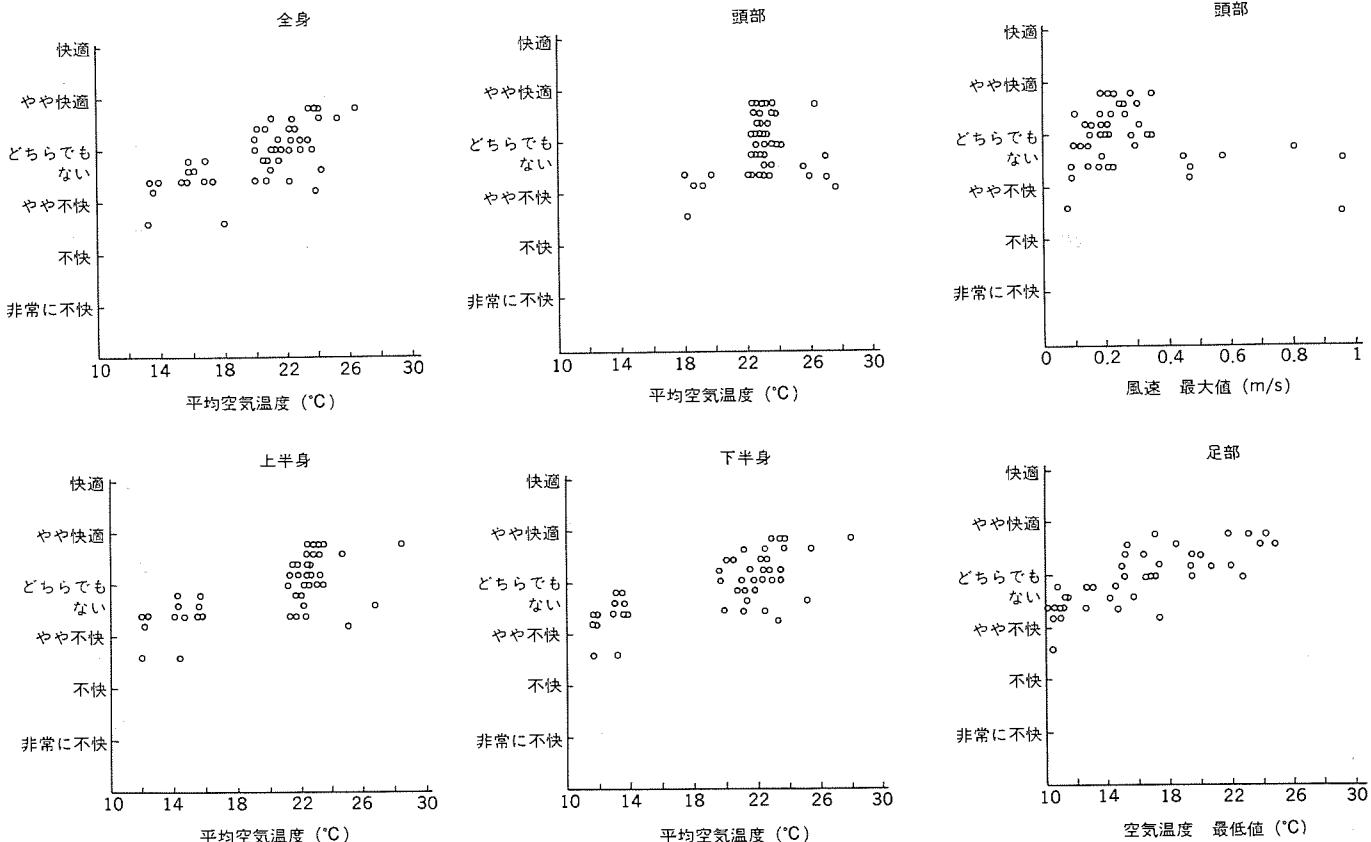


図2. 感覚試験結果

できる。頭部の空気温度が21°C以下及び25°C以上では不快が多く、21~25°Cでは快適、不快の限界ができない。頭部空気温度21~25°Cの範囲の快適性は、頭部空気温度以外例えば頭部風速や他の部位の温熱環境により決定されることがある。つまり、頭部空気温度が21°C以下及び25°C以上では不快と定義することができ、また21~25°Cは不快にならない範囲として定義できる。同様に頭部風速が0.4 m/s以上になるとすべて不快であり、0.4 m/s以下は快適、不快が入り混っている。したがって、頭部風速の不快にならない範囲は0.4 m/s以下と定義できる。

図2.の「足部」は、足部における空気温度と全身の快適感の関係を示したものである。空気温度の代表値は最低値を用いている。足部の空気温度が15°C以下になると不快となり、15~18°Cになると快適、不快が入り混り、18°C以上になるとすべて快適となる。したがって、足部空気温度の不快にならない範囲は15°C以上と定義する。

このようにして、試験結果より定義した各部位の空気温度、風速別の不快にならない範囲を表2.にまとめる。また表2.には感覚試験の行われた空気温度及び風速の範囲を示している。足部の代表値として最低値を用いており、このことから足部は低温に対して敏感であることが推察される。風速について快適不快が限定できたのは頭部だけである。頭部風速の代表値には最大値を用いており、肌の露出している頭部は風速に対して敏感であると言える。他の部位は比較的風速が速くても全身の快適感に對して大きな影響が出でないが、これは着衣によって肌に感ずる風が防げられるからである。なお、この試験を通じて、各壁面温度から求めた平均輻射温度(mrt)は17.5±1°Cであり、相対湿度は30~40%である。

部位別の不快にならない範囲を定義した表2.をすべて満足できる環境を実現すれば快適であり、すべて満足できなければ不快である。

表 2. 感覚試験範囲と不快にならない範囲

部位	温度 (°C)		風速 (m/s)	
	不快にならない範囲	試験範囲	不快にならない範囲	試験範囲
全 身	平均値 19 以上	13.3~26.5	—	0.05~0.52
頭 部	平均値 21 以上 25 以下	18.1~31.1	最大値 0.4 以下	0.08~1.44
上 半 身	平均値 18 以上	12.1~28.5	—	0.05~0.48
下 半 身	平均値 18 以上	11.8~28.1	—	0.05~0.72
足 部	最低値 15 以上	8.8~24.1	—	0.05~0.42

表 3. 感覚試験結果と判定値との比較 (サンプル数)

快適感	感覚試験結果	判定結果
快適	19	24
どちらでもない	7	
不快	24	26

表 4. 快適分布指數の判定条件

部位	温度 風速測定点との対応	温度条件 (°C)	風速条件 (m/s)
全身	温度風速測定点 (mm) — 全点	平均値 19以上	—
頭部	床からの高さ 1600 1400 1200 1000 800 600 400 200 50	平均値 23±2以内	最大値 0.4以下
上半身		平均値 18以上	—
下半身		平均値 18以上	—
足部		最低値 15以上	—

ると仮定する。このように空気温度及び風速の値が所定の範囲に入っているかを調べることで快適、不快の判定ができる。感覚試験を行ったときの空気温度及び風速データより各部位別の代表値を求め、表 2. にしたがって快適、不快の判定を行い、感覚試験結果と比較したのが表 3. である。このとき両者の差は 8 % 程度であり良い一致を示している。

2.4 快適分布指數 (CDI)

以上の感覚試験結果から、室内温熱環境の評価を行う指標・快適分布指數 (CDI) を定義する。

表 2. にまとめた人体各部位の不快にならない範囲を人が立っている場合に適用する。温度風速測定点との対応及び快適温度風速範囲を表すと表 4. のようになる。室内の各位置による温熱環境は空調機の設置位置、吹出方向、吹出風量により異なり、室内温熱環境を評価する場合、室内の水平方向の分布まで考慮する必要がある。立位人体モデルを室内のあらゆる位置に配置し、各々の位置における快適、不快を判定することで、室内の水平方向の分布を考慮した室内温熱環境の評価を行うことができる。

立位人体モデルを、非居住域と考えることのできる部屋の周辺で

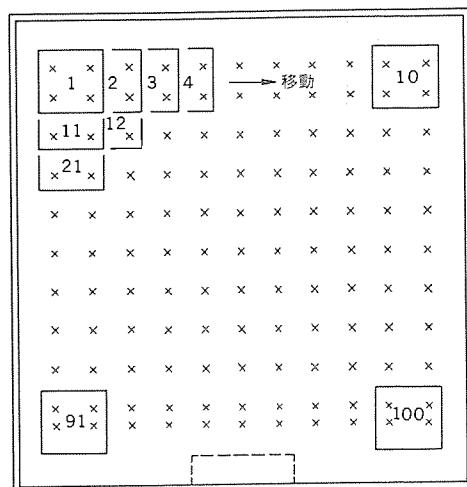


図 3. 人体モデルの移動 (モデル室平面図)

は疎に、居住域となる部屋の中央部では密になるように、図 3. に示す番号順に移動させながら、各番号の位置において各部位の代表値を求め、各位置における快適、不快の判定を行い、次式に定義する CDI を求める。

$$CDI = \frac{\text{快適判定数}}{\text{全判定数}} \times 100 \quad (\%)$$

CDI は、人体を四分割し、感覚試験結果から求めた部位別の快適温度風速範囲より定義したものである。この評価指標は、室内温熱環境を人体の感覚単位で評価を行い、更に室内分布まで評価するという点に大きな意義があり、これまでの評価指標とは異なるものである。また、空気温度、風速だけではなく他の温熱環境要素（湿度、輻射温度）についても、快適範囲の限定を行うことにより、更に人体の感覚に近い室内温熱環境の評価ができる。機器の本来の目的は、空調室内に居住する人体を温熱的に快適な状態にすることであり、快適性について定量的に比較することによってより快適な空調機器への開発に有効に活用できる。

3. 室内環境の評価

定義した CDI を用いて室内環境の快適性について評価を実施した壁掛け及び床置形温風暖房機を例にとり、説明を行う。

3.1 壁掛け形温風暖房機 (吹出風量の最適化)

モデル室内に設置した壁掛け形温風暖房機の吹出角度を水平面から下向きに 65°、暖房能力を 2,400 kcal/h に設定して、室温が 21~25°C になるように外気温度を 0 °C に調整し、吹出風量を 4~7 m³/min に変化した場合の暖房時定常状態における室内環境の評価を CDI により行った。その結果を図 4. に示す。これによると、CDI の値は吹出風量が 4.6 m³/min までは 0 % であるが、5.0 m³/min 以上では急激な増加を示し、5.6 m³/min 以上では 90 % 以上になり、ゆるやかな上昇傾向となる。CDI の値が 0 % になることは室内のどの位置においても不快であることを示し、吹出風量 4.6 m³/min 以下では室内の温熱環境が悪く、好ましくないことを意味している。

図 5. には吹出風量が 4.0 m³/min と 6.0 m³/min の吹出気流の到達状態がわかる室内中央断面等温線を、図 6. は室内全域の温度測定値の全点を床面からの高さに対してプロットした図である。これによると、CDI の値が 0 % になる吹出風量 4.0 m³/min では、吹出一次気流が床面まで到達せず床上 800 mm を境にして上部に高温となる

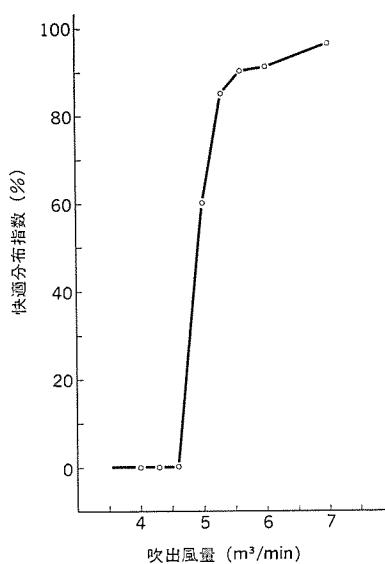


図 4. 吹出風量と快適分布指数の関係

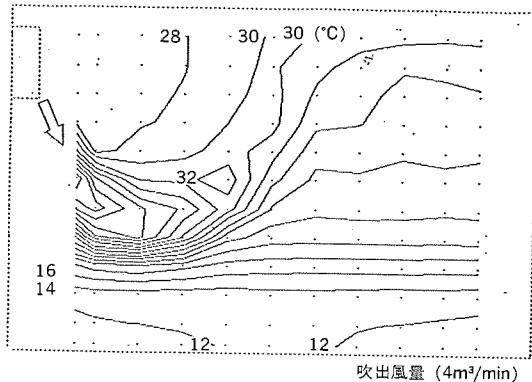


図 5. 部屋中央断面等温線

領域が多く下部に低温となる領域が多く出現し、いわゆる頭熱足寒形となっている。CDI は、上半身の快適範囲は満たしているものの、下半身、頭部については一部、足部の全点において快適範囲が満たされず、この結果 CDI の値は 0 % となる。CDI の値が 90 % になる吹出風量 6.0 m³/min では、4.0 m³/min に比較して吹出気流が床面まで到達し、高温域、低温域の区別がなく、床上 200 mm 以上では温度のばらつきが小さくほとんどの点が ± 1.5 deg の範囲に入っている。このとき CDI は各部位において快適範囲を満足しており、CDI の値は高い値となる。

以上より、前述の吹出条件下では吹出風量が 5.6~7.0 m³/min の範囲が最適といえる。

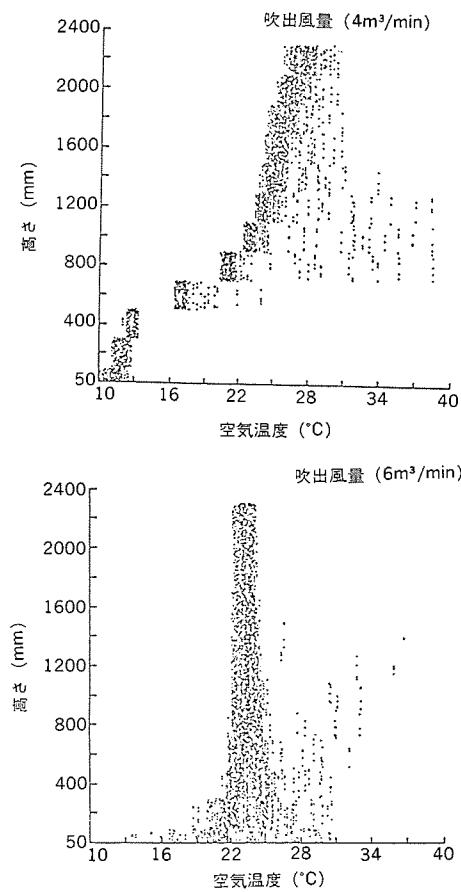


図 6. 各高さごとの温度分布

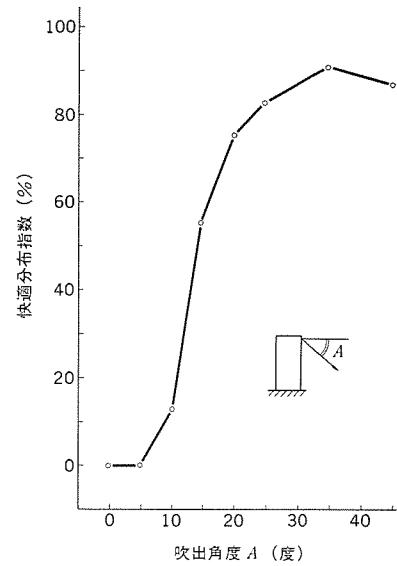


図 7. 吹出角度と快適分布指数の関係

3.2 床置形温風暖房機（吹出角度の最適化）

機器上部に温風の吹出口があり、下面に吸込口のある床置形温風暖房機をモデル室内に設置して、吹出風量を 2.5 m³/min、暖房能力を 2,000 kcal/h と設定した時に室温が 21~25°C になるように、外気温度を 3°C に調整し、吹出角度を水平面から下に 0~45° に変化した場合の暖房時定常状態における室内環境評価を CDI により行った結果を図 7. に示す。

CDI の値は吹出角度が 5° までは 0 % であるが、10° 以上になると急激に増加し 35° で最大の 90 % となる。

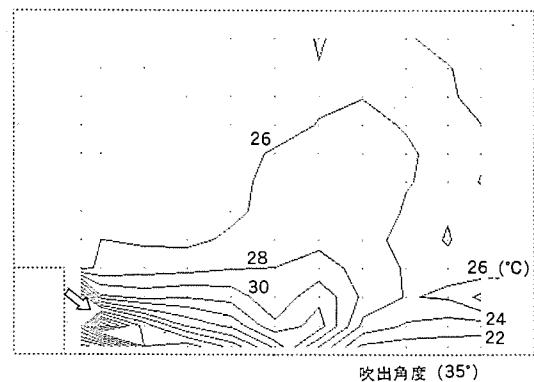
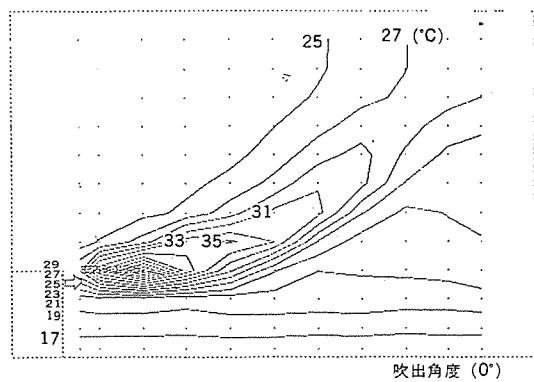


図 8. 部屋中央断面等温線

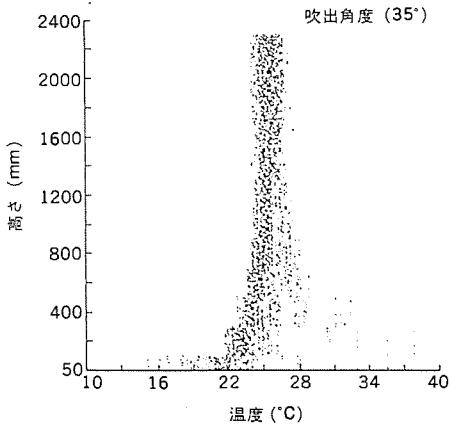
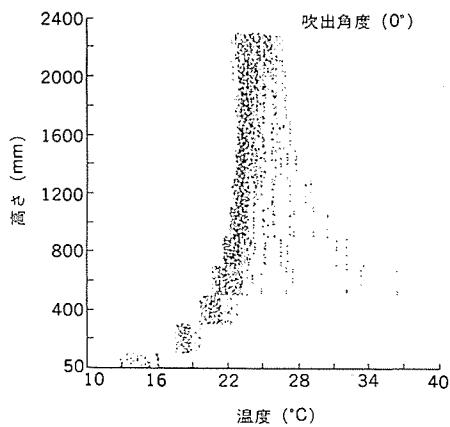


図 9. 各高さごとの温度分布

図 8. に吹出角度が 0° と 35° の吹出気流の到達状態がわかる室

内中央断面等温線を、図 9. に室内全域の温度測定値の全点を床面からの高さに対してプロットした図を示す。

これによると CDI の値が 0 % になる吹出角度 0° では、吹出気流が床面まで到達せず、温度分布は高さが低くなるに従って低下し、特に床上 400 mm では急激に低下して、頭熱足寒形となっている。CDI は、上半身、下半身の快適範囲は満たしているものの、頭部、足部については快適範囲を満たさない部分があり、特に頭部については温度、風速共に快適範囲を満たさない部分がある。これにより CDI の値が 0 % となる。

CDI の値が 90% となる吹出角度 35° では、吹出気流が床面まで到達し、その後気流が床面に沿って流れれる。温度分布は床上 600 mm 以上ではほとんど変化がないが、600 mm 以下では高さが低くなるに従って若干温度が低下する傾向がある。CDI は、頭部、足部の快適範囲を若干満たしていないが、上半身、下半身は快適範囲を満たしており、CDI の値が 90% という高い値を示している。

以上より、前述の条件下では吹出角度は $30\sim45^\circ$ が最適範囲となる。しかし、吹出角度が大きくなるに従って床面温度が上昇するので、床面の敷物などへの熱による影響を考慮すると吹出角度 $30\sim35^\circ$ が最適と思われる。

4. む す び

冷暖房機器が実際に使用される室内の温熱環境に対する快適性の評価指標として、快適分布指數 (CDI) を開発し、壁掛形及び床置形温風暖房機について吹出風量・吹出角度が変化した場合を例にとり、室内環境の快適性について評価解析を行った。

求めた CDI 値により、室内の温熱環境に対する吹出風量・吹出角度の最適値を求めることができた。更に、室内中央断面等温線、室内全域の高さごとの温度分布の図形処理を行うことにより、吹出気流の到達状態や全域における温度分布が確認できた。以上のように、CDI により、製品に対し実際の使用状態における室内環境の快適性について定量的評価ができるとともに、吹出口形状・吹出風量・吹出角度などの仕様について最適設計を行うことができ、製品開発のスピードアップを図ることが可能になった。

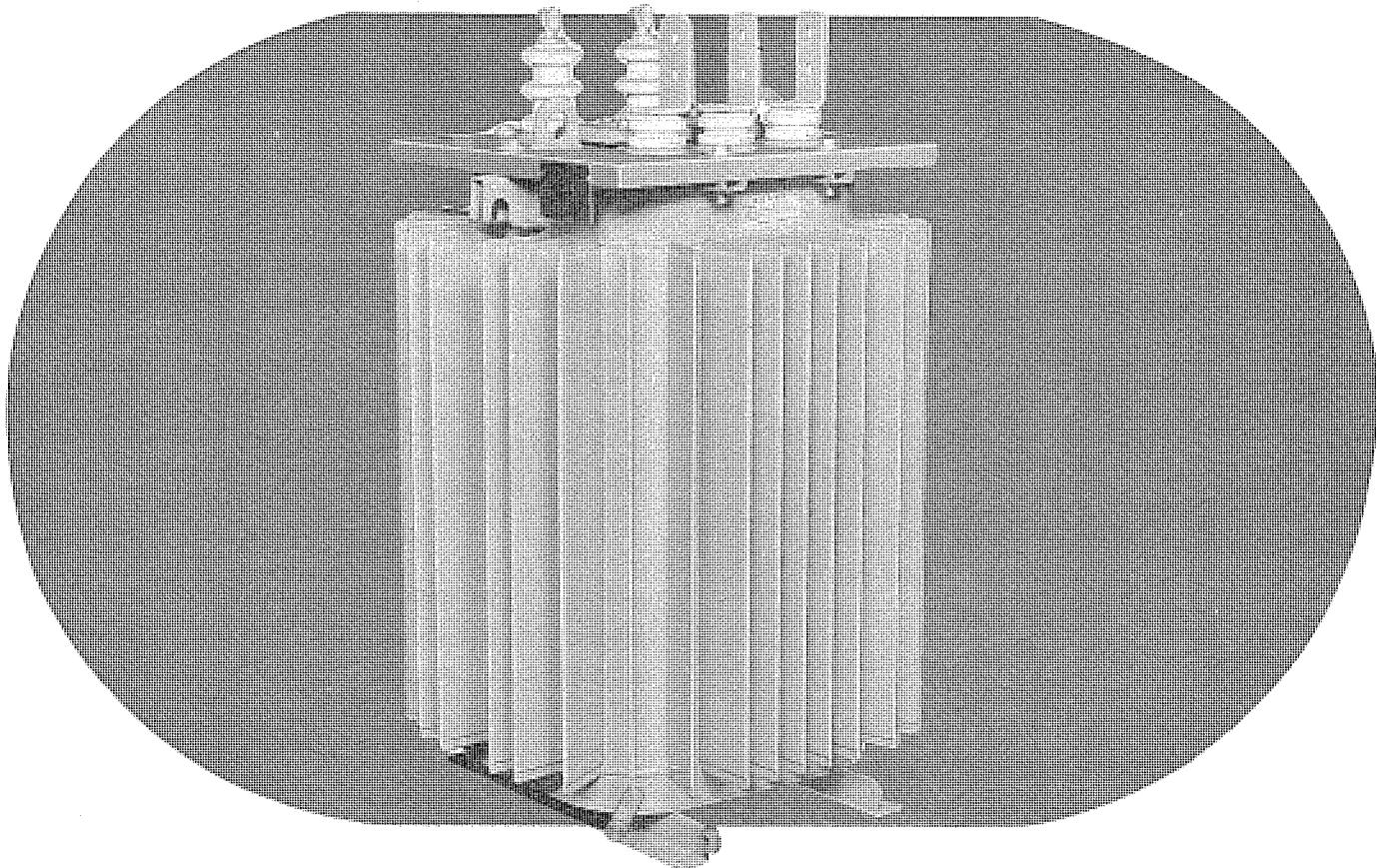
本稿では、CDI を定義するにあたり、人体の各部位に対する快適判定温度及び風速条件を求めたが、更に温度及び風速条件の領域を明確にするため、壁掛形温風暖房機の実際に使用される室内の温熱環境条件下における感覚試験だけでなく、床置形温風暖房機などの室内温熱環境における場合についても研究を進め、今後の快適な空調機器開発への評価方法として活用していく予定である。

参 考 文 献

- (1) 原・菅原・山崎：温風暖房における室内環境の評価、空気調和・衛生工学会学術論文集（昭 56）
- (2) 射場本：体感温と暖冷環境の設計理論、(財)科学技術広報財團（昭 53）
- (3) 内野：運動時の中枢性体温調節、第 2 回人間一熱環境系シンポジウム 報告集（昭 53）
- (4) 菅原ほか：温風暖房における室内環境の評価、第 5 回人間一熱環境系シンポジウム 報告集（昭 56）

コンパクトで使いやすい

三菱低損失形油入変圧器《コルゲートシリーズ》



このたび三菱電機では、コンパクトで使いやすい低損失形の油入変圧器《コルゲートシリーズ》を発売しました。

三菱配電変圧器は、従来のパネル放熱器タイプ変圧器の発売以来、その使いやすさ、信頼性、安全性、省エネに於て好評を博してきました。この新しい《コルゲートシリーズ》は、業界で最もコンパクトな変圧器を目標に、最新の技術を駆使した波状放熱器ケースを使い10~500kVAをフルモデルチェンジしたものです。

特長

●時代の要請にこたえた省エネルギー化

全機種良特性けい素鋼帯の採用と、巻鉄心化の拡大により無負荷損失を大幅に軽減。省エネルギー時代にふさわしい変圧器です。

●変電室・キューピックルの省スペース化にこたえたコンパクト化
従来のパネル放熱器ケースに比べて、補修塗装の容易な波状放熱器ケース(コルゲートケース)を採用。業界で最もコンパクトな変圧器となり、空間を有効に利用できます。搬出入、据付けもらくになりました。

●どの方向からも監視できる油面温度計の採用

150kVA以上に新形の油面温度形を標準装備しています。新形の油面温度計は、フタ上面取り付けとし、ネジ類の取り外しをすることなく容易に監視方向を転換できる構造です。狭い変電室やキ

ューピックル内でも簡単に運転管理できます。

●ノックアウト式高圧絶縁端子キャップの採用

従来の高圧側絶縁端子キャップは、挿入ケーブル一本用でしたが、これを必要に応じノックアウト式により、挿入ケーブル2本の場合でも使用できるよう改良しました。高圧ブッシング端子から他の機器へ渡り線を引き出す場合などに御利用いただけます。

●ブスバー接続にも便利な低圧ブッシング端子の向き

低圧ブッシング端子の向きは、低圧接続導体がケーブルはもとより、ブスバーの場合でも容易に対応できます。

●豊富なオプション

異電圧のほか基礎ボルト、防振ゴム、耐塩ブッシング、端子箱など、11種類のオプションを揃え仕様の多様化に備えています。

標準仕様

機種	単相/三相油入変圧器
定格容量	10~500kVA
周波数	50, 60, 50/60Hz
一次電圧	6kV級, 6/3kV級
二次電圧	210/105V(単三専用) 210V, 420 or 440V 3,150 or 3,300V

スポットライ

三菱POSターミナル T-7100シリーズ

三菱電機では、このたび「三菱POSシステム」の新製品として「T-7100シリーズ」を開発し、発売を開始しました。この三菱POSシステムは、主に食品スーパー、レストランなどのPOSシステムとして好評を博してきましたが、新たに百貨店、大形量販店、専門店、ホテルレストランなどを対象業種として開発。機種系列の強化拡充を図ったものです。T-7100シリーズのPOSターミナルは、CRTディスプレイを搭載した本格的なコンピュータ端末としての機能を有する、高インテリジェントなプログラマブルPOSターミナルです。



特長

- インテリジェント端末としての機能を充実しています
大容量メモリー（標準244KB、拡張1MB）の採用、CRTディスプレイの搭載など、電算機システムの本格的インテリジェント端末としてのPOSターミナルを実現しました。
- 業務変更にも、すぐ対応できるプログラマブル・ターミナルでユーザーの業務形態に合わせたシステムのプログラム開発・変更が、POS言語（独自の簡易言語）によりPOSターミナル自体で簡単にできます。
- CRTディスプレイの採用により、必要な情報を見やすく表示します
9インチCRTディスプレイの採用により、顧客情報、売上情報、在庫、たん卸情報などを見やすく表示できます。また、オペレータガイダンスを表示することによって、オペレータの操作性を高めています。
- 完全マルチジョブシステムで業務をスムースに処理することができます
16ビットCPUを中心としたマルチ・プロセッサ・システムを採用しており、データエントリー、表示、プリント、ファイルアクセス、データ伝達などが、待ち時間なしで処理できますので業務停滞を起こしません。
- 表現力豊かな高速レシート、ジャーナルプリンタ付きです
2ヘッド・9×9ドットプリンタを搭載。英・数・カナ・漢字の印字が可能ですから、ユーザー独自の見やすい帳票作成・レシート・伝票の発行ができます。
- 豊富なオプションと拡張性があります
最大1MBの拡張メモリ、OCRウォンド（OCR文字読取装置）、JANコード・スキヤナ（バーコード読取装置）を始め、磁気カードリーダ、8インチフレキシブルディスク装置、5インチフレキシブルディスク装置、JISキーボード、シリアルプリンタなど、あらゆる用途に対応できる豊富なオプションを持っています。
- ダウン対策が万全です
データ伝送方式に二重ループ方式が採用されているので、データ伝送スピードの高速化と同時にシステムダウンが防止されています。

主な仕様

メモリー部	●244KB～1MB(最大)
キーボード	●66個(最大)(譲用:11個)、制御用(固定):3個、制御用(フリーファンクション):52個(最大)
ディスプレイ	●9インチCRT(80'字×20行) ①表示文字種 英、数、カナ、漢字(80'字)、記号 ②シリアルドットマトリクス方式 9×9
プリンタ	●印字位置:3ポジション ●印字速度:2行/秒 ●印字桁数:レシート・ジャーナル 32桁MAX 伝票　　　　　　　53桁MAX (倍角印字の時は各1/2)
タイマー	内蔵(日付自動更新)
使用電源	AC100V±10% 50/60Hz
消費電力	動作時160VA 待機時80VA
寸法	516(W)×520(D)×455(H)mm
重量	45kg
オプション	●8インチFDD装置(最大2台) ●5インチFDD装置(最大2台) ●MODEM ●磁気カード・リーダ ●ペン・リーダ ●100キー・ボード ●JANコード・スキヤナ ●OCRウォンド ●JISキーボード ●シリアルプリンタ ●アルファ・ニューメリックディスプレイ ●トップ・ディスプレイ ●リア・ディスプレイ ●スリップ・プリンタ

特許と新案

高圧水銀ランプ用電極体の製造方法 (特許 第914017号)

発明者 伊藤 弘・今井 純・菅野 文夫

この発明は、高圧水銀ランプの発光管の端部に封着される電極体の製造方法に関するものである。

従来のこの種の方法は、接合すべき2つの部材間に介在される鉄材(14)としては白金箔を用いていた。すなわち白金箔を接合すべき2つの部材の間にはさみ、この接合部材に電流を通じて2つの部材を溶接していた。

この発明は、この従来の方法にかえて図に示すように、水銀始動用アルゴンガスその他所定の添加金属を封入した発光管(1)の端部に封着される電極体(4)を構成するタンクステンまたはモリブデン等よりなる難融性金属部材同士の接続部に、クロム金属粉末を溶剤に混合してスラリーとなして介在させ、電気点溶接機で白金箔の場合と同一の溶接電流にて溶接し、上記難融性金属部材を接合したものである。

したがって、この方法は従来のものと比較して次のような特徴がある。

- (1) クロム金属粉末を溶剤に混合してスラリーとなして介在させ、電気溶接により接続したので、白金箔の場合のように高価にならない。
- (2) 溶接作業の機械化が容易で自動的かつ連続的に行うことができる。
- (3) 水銀とアマルガムを形成してランプ発光率を低下させることがない。
- (4) 溶接時に大気中の酸素、窒素または水素と反応して変質したり、溶接後に体積膨張を起こすことなく、溶接強度は強く、発光管の封止部を破損しない。

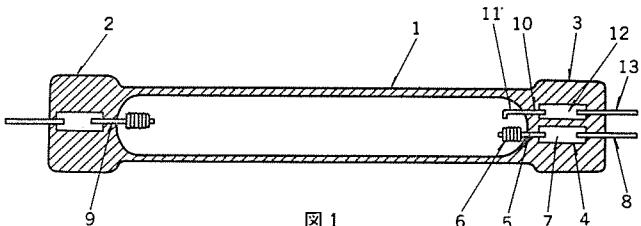


図1

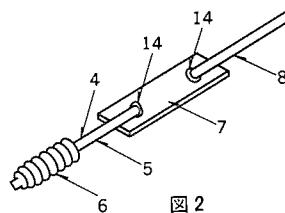


図2

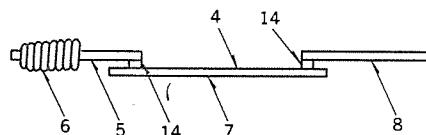


図3

〈次号予定〉 三菱電機技報 Vol. 57 No. 1 技術の進歩特集

- 研究
- 電力・エネルギー
- 産業用システム機器
- 汎用電機品
- 通信・伝送と宇宙機器

- 情報処理とオフィスシステム
- 集積回路と半導体素子
- 建築関連設備
- 交通
- 家電関連機器

三菱電機技報編集委員会

委員長	志岐守哉	委員	野村兼八郎
副委員長	岸本駿二	"	山内 敦
"	三浦 宏	"	柳下昌平
委員	佐藤文彦	"	立川清兵衛
"	峯松雅登	"	徳山 長
"	田中克介	"	柴山恭一
"	葛野信一	"	町野康男
"	井上 通	"	荒野皓也
"	阿部 修	"	瀬辺国昭
"	吉田太郎	"	倉橋浩一郎
"	野畑昭夫	"	小原英一
"	的場 徹	幹事	諸住康平
"	尾形善弘	"	翠川祐
12号特集担当		大野栄一	

三菱電機技報 56巻 12号

(無断転載を禁ず)	昭和57年12月22日 印刷
	昭和57年12月25日 発行
編集兼発行人	諸住 康平
印刷所	東京都新宿区市谷加賀町1丁目12番地 大日本印刷株式会社
発行所	東京都千代田区丸の内2丁目1番2号 (〒100) 菱電エンジニアリング株式会社内 「三菱電機技報社」 Tel. (03) 218局2045
発売元	東京都千代田区神田錦町3丁目1番地 (〒101) 株式会社オーム社 Tel. (03) 233局0643(代)、振替口座東京6-20018
定価	1部 500円送料別 (年間予約は送料共6,700円)

三菱電機技報 (昭和57年) 総目次

1号 技術の進歩特集	5号 レーザ応用特集	9号 オーディオ、ビデオ特集
2号 新しい材料特集	6号 大規模システム特集	10号 発電プラント特集
3号 オフィスオートメーション特集	7号 大型電波望遠鏡特集	11号 省エネルギー特集
4号 半導体特集	8号 交通エレクトロニクス特集	12号 マイコン技術とその応用特集

《技術の進歩特集》

	号	ページ	号	ページ	
1. 研究	1	6	6. 情報処理とオフィスシステム	1	64
2. 電力・エネルギー	1	16	7. 集積回路と半導体素子	1	82
3. 産業用システム機器	1	29	8. 建築関連設備	1	89
4. 汎用電機品	1	44	9. 交通	1	97
5. 通信・伝送と宇宙機器	1	53	10. 家電関連機器	1	109

特集論文

〈新しい材料〉

1. 超電導材料	吉崎 浩・田口 修・今泉三之・藤原二三夫・橋本康男	2...123
2. 高強度 Cu-Ni-Sn 合金	中西輝雄・北風敬三・久保薦健治	2...127
3. GaAs 系化合物半導体材料—現状と将来—	大坪睦之・石井 恰	2...132
4. 無機系絶縁材料《ミオレックス》及び《ミオナイト》	石井勇雄・村上忠喜・阪本芳昭・内海良和・池田泰彦	2...136
5. 電気機器用液状ゴム	森脇紀元・羽仁 潔・久保田 繁・渡邊隆比古	2...141
6. 濡度センサ用水酸アバタイトセラミックス	小峰義治・沢田隆夫・武藤勝俊	2...145
7. 有機エレクトロクロミック表示材料	野村健次・増見達生・西岡克典・出口弘子・小野 博	2...149

〈オフィスオートメーション〉

1. わが国の OA—その問題点と今後の対応	鵜澤昌和	3...199
2. オフィスオートメーションへの取組み姿勢	榎 清武	3...200
3. オフィスオートメーションにおけるネットワーク技術	松永 宏・石坂充弘・水野忠則・井手口哲夫・市橋立機	3...201
4. IPS-70 ドキュメントシステム	加藤真名井・田中久之	3...206
5. 《MELCOM 80》日本語ワードプロセッシング機能	山崎洋美・萩原正敏・千葉祐治	3...210
6. 三菱日本語ワードプロセッサ “M 8510”	渡辺武雄・森本克英・旭 貞男・津波勝一・佐々木敏憲	3...214
7. 漢字入出力装置	柴田信之・鈴木文雄・畠中靖通	3...219
8. オフィスオートメーションにおけるシステム事例 (ある商社の OA 化例)	辻阪元一	3...224

〈半導体〉

1. 1チップ低速モジュール LSI	勝見千昭・魚住信裕・堀口 彰・岡村 繁・田中 智	4...273
2. 高速 64 K ビット EPROM	外山 毅・山本 誠・張間寛一・安東 亮・中島盛義	4...276
3. 高速 16 K ビットスタティック MOS RAM	穴見健治・吉本雅彦・篠原尋史・平田勝弘	4...280
4. 高密度 LSI の信頼性評価システム	松本平八・沢田功吉・長沢紘一・高倉康一・松村 宏	4...284
5. トランジスタモジュールとその応用	山根正熙・岩本英雄・高木義夫・高田育紀・小山 博	4...288
6. オーディオディスク、ビデオディスク用レーザダイオード	柿本昇一・十河敏雄・仁田重之・玉利邦喜・高宮三郎	4...293
7. 10 GHz 帯内部整合形高出力 GaAs FET	小引通博・渡瀬 学・酒寄隆雄・鈴木 武・楠 和郎	4...297

〈レーザ応用〉

1. 半導体レーザを用いたビデオディスクプレーヤー	上村 勝・久保高啓・平沢和夫・近藤光重・木目健治朗	5...341
2. 三菱 POS バーコードリーダ	大和真二・妹尾俊彦・西 和郎・倉橋浩一郎	5...345
3. 光ファイバ応用計測装置	田井修市・久間和生・布下正宏	5...349
4. 三菱レーザ式表面検査装置	鈴木明夫・亀井光仁・稻荷隆彦・竹内宗昭・向井文章	5...353
5. 無声放電励起 (SD) 式炭酸ガスレーザ加工機	田畠則一・八木重典・森 一平・金原好秀・林 栄吉	5...358

〈大規模システム〉

1. 科学技術計算分野における《MELCOM-COSMO シリーズ》のネットワークシステム	
---	--

.....	市村 洋・西川正文・平塚 尚・新沢 誠	6…409
2. インテリジェント端末による建設機械物流オンラインシステム	田中正美・久保博明・川上真二・木村 淳	6…414
3. 東京電力(株)向け店舗所給電自動給電システム	周磨 要・渡辺 進・中井幸夫・武田邦義・高橋成夫	6…418
4. 電力設備計画策定システム(CAPPS)	佐藤勝雄・猪俣 繁・浅野勝弘・池田一成・中村静香	6…423
5. 多端末TSS志向教育用電算機の授業援助システム	岡部洋一・市村 洋・松本裕司・井上清知	6…428
6. 大阪府村野浄水場向け中央監視制御システム	井上省三・田代俊一・伊地知政弘	6…433
7. 東京都下水道局向け森ヶ崎処理場(西)監視制御システム	池上隆信・中崎勝一・長束晴弘・飛山哲幸	6…438
8. 鉄鋼プラント用分散形高速DDCシステム	三品英二・山本 修・香川栄一・三浦敬一・吉良広文	6…443

〈大型電波望遠鏡〉

1. 大型電波望遠鏡特集号に寄せて	田中春夫	7…483
2. 電波望遠鏡と新しい天文学	森本雅樹	7…484
3. 大型宇宙電波望遠鏡観測装置	赤羽賢司・森本雅樹・立川清兵衛・水沢丕雄・塚田憲三	7…488
4. 45m電波望遠鏡	赤羽賢司・片木孝至・石井康一・滝沢幸彦・尾形良征	7…494
5. 大型アンテナのホモロジー設計	森本雅樹・海部宣男・滝沢幸彦・青木克比古・柳原 修	7…499
6. 10m 5素子干渉計	田中春夫・倉藤 康・岡野弘志・佐藤 巧・文田次哉	7…503
7. 5素子干渉計用10mアンテナ	石黒正人・別段信一・河村英四郎・増田剛徳・蛭子井 貴	7…508
8. 電波望遠鏡用CFRP製反射パネル	田嶋尚志・大段永治・村山邦彦・島本幸三・高橋一郎	7…513

〈交通エレクトロニクス〉

1. ターミナルレーダ情報処理システム(ARTS)	苅田正雄・小西秀俊・青野正宏・鵜沢 清	8…557
2. 高速道路トンネル内防災用通信設備	近弘澄夫・山際豊行・重森留幸・児山淳弥・小山勝行	8…561
3. マイクロ波による車両番号読取装置	佐瀬克巳・井上晴雄・関川一彦・室園章貴	8…566
4. 東北・上越新幹線列車無線設備	三浦清蔵・松本和臣・横山保憲・花房正昭・原田永康	8…571
5. 日本国鉄道の磁気浮上式鉄道における光伝送車上制御装置	佐々木拓二・森原健司・池田博昭・石原正彦・松本輝仁	8…577
6. 阪神電気鉄道納め電鉄変電所集中管理システム	森本博文・鍋倉浩一郎・伊藤雅寛・川原健志	8…580
7. サイリスタ遮断器を用いた電鉄用静止形直流給電システム	大沢喜信・鈴木敏夫・冬広 力・米畑 讓・田中 実	8…585
8. 熊本市交通局納め8200形インバータ電車	太田幹雄・加我 敦・宗行満男・三橋英一・赤川英爾	8…590
9. 新方式高周波4象限チョッパシステム	刈田威彦・東 捷敏・成戸昌司・金田順一郎	8…595
10. 車両補助電源用GTOインバータ装置	鈴木敏夫・米畑 让・重信正広・田原 先・金沢 熱	8…601

〈オーディオ、ビデオ〉

1. ディジタルオーディオの最近の動向	国井郷志・石田禎宣・田中邦麿・山口哲成	9…637
2. 業務用ディジタル録音システム	古川輝雄・尾崎 稔・中村元行・楠 好次	9…642
3. コンパクトタイプたて形レコードプレーヤーLT-10V形	石郷岡博和・八木沼寿幸・山本 哲・船井 潔	9…646
4. 最新のスピーカー技術	菅原 潔・宇佐見栄久・伊藤 実	9…650
5. 一体構造形スピーカー	矢島幹夫・八嶋 修	9…656
6. オーディオ装置の電子制御用IC	川端啓二・加藤直之・川畑英雄・糸林 学・千葉喜代一	9…659
7. ビデオプロジェクションテレビ	岩村清志郎・足立和男	9…664
8. VTR用大規模信号系リニアIC	戸室泰太・佐藤忠信・出田 洋・福山 誠・小島正典	9…667

〈発電プラント〉

1. 改良型原子炉保護装置“ANCAP80保護系”	岡野美彦・平山廸義・長谷川雅言・松本雄二・馬場彰憲	10…707
2. PWR型原子炉用炉内温度計装装置	松尾慶一・片山俊彦・森本広海・馬場彰憲	10…711
3. PWRプラント廃棄物処理系のディジタル制御・監視システム	上田敏晴・潤上一行・下里正夫・高沢一男	10…715
4. 原子力プラント多機能シミュレーションシステム	三木哲志・荻野敬迪・牧戸正紀・佐々木和則・峯尾佳幸	10…720
5. 中小水力発電への誘導発電機の適用	加古文敏・川口和孝・大釜寛修	10…725
6. 中小水力発電所向け運転制御装置	有本 満・山本潤二・畠中康陸・稻田純一・岡 仁志	10…729
7. 水力発電所用総合監視装置	山田光洋・堀田悌二・山本潤二・芥 和弘・山内克彦	10…733
8. 四国電力(株)分水系各発電所納め出力自動制御装置	坂本 寛・監崎 章・芥 和弘・西川正治・三宮靖典	10…738
9. 火力発電所納め高圧電動機の信頼性向上	森永恭光・沖田哲夫・田島正明・岩渕 直	10…743

D	10. 相生火力1号最新鋭中間負荷火力の電気設備と自動化の概要	山岡 隆三・妻鹿恒雄・谷口政弘・赤木一夫・山下 武宏	10…748
	11. 集光形太陽光発電システム	牧野 鐵雄・大野義隆・神尾昌司・田中伸雄・坂田末男	10…753

〈省エネルギー〉

1.	省エネルギー特集の発刊にあたって	三浦 宏	11…787
2.	電力分野における省エネルギー	高橋 宏次	11…788
3.	産業用設備の省エネルギー	有賀 恵藏	11…797
4.	ビル・店舗設備の省エネルギー	梅本 隆司	11…816
5.	交通分野における省エネルギー	岩村 衛	11…836
6.	家庭用電気品の省エネルギー	澤崎 俊幸	11…856
7.	半導体素子の省エネルギーへの役割	上田 守	11…873

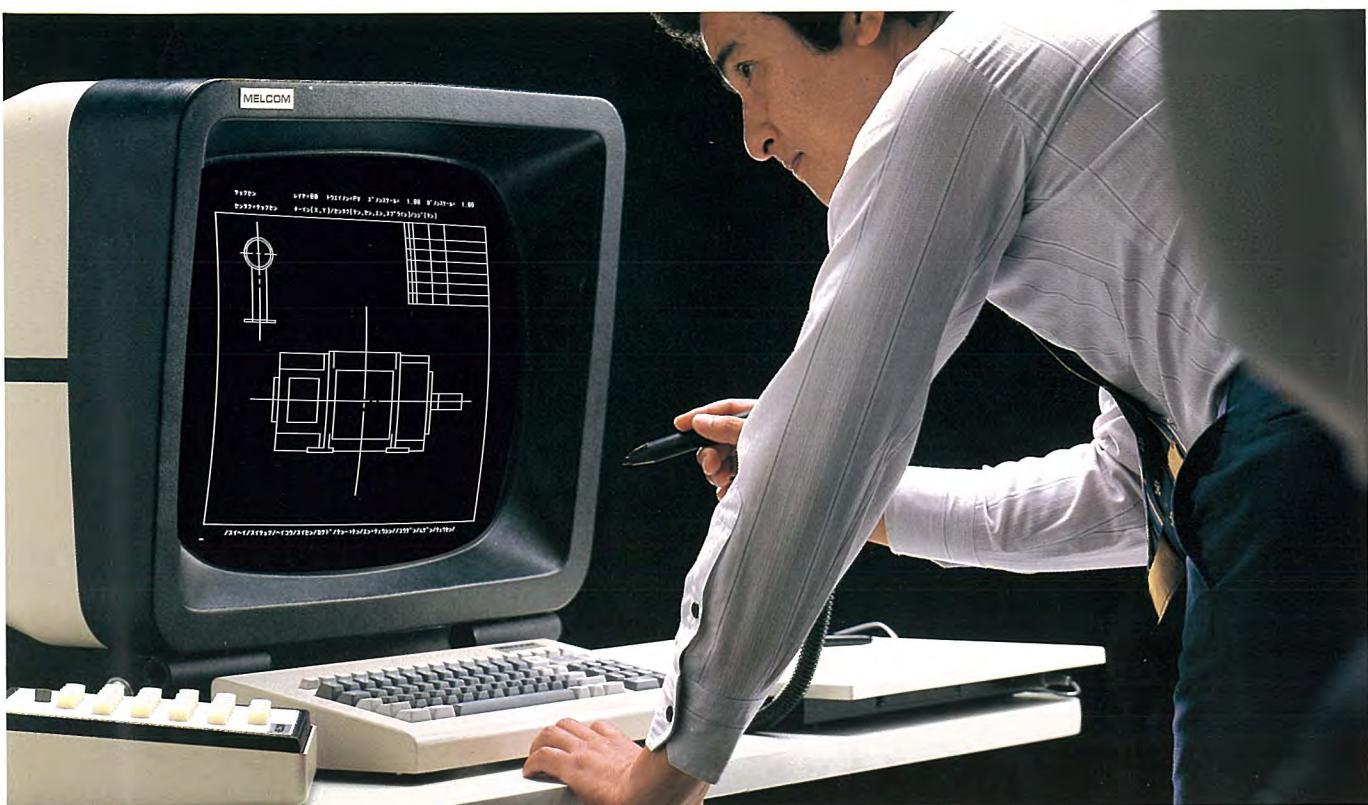
〈マイコン技術とその応用〉

1.	知的資源“マイコン技術”に思う	相馬 秀夫	12…879
2.	最近のマイクロコンピュータ技術の動向と当社製品への応用	大野 栄一	12…880
3.	CMOS高機能8ビットワンチップマイクロコンピュータ	中川博雅・倉田 勝・脇本昭彦・城田省三・藤田紘一	12…882
4.	16ビットマイクロコンピュータの開発サポート装置	亀井達也・広川祐之・中村和夫・村井正弘・山内直樹	12…887
5.	三菱パーソナルコンピュータ《MULTI 16》のRS-232Cインターフェース	二木 康裕	12…892
6.	三菱汎用シーケンサ《MELSEC-Kシリーズ》のデータリンクシステム	伊藤善文・葛西由夫・古沢美行	12…897
7.	マイクロロボット《ムーブマスター》とそのコントローラにおけるマイクロコンピュータ技術	沢田 忠・高橋 修・曾原泰之・猫塚正道	12…903
8.	POSターミナルにおけるマイクロプロセッサの応用	津波勝一・芋生信一・大和真二	12…907
9.	マイクロプロセッサを用いたディジタル式単機能形繼電器	伊藤 真・矢野恒雄・大谷則夫・山下 晃	12…911
10.	パワーエレクトロニクスにおけるマイクロコンピュータ応用	林 伸一郎・東野重紀・佐志田伸夫・水野公元・坂崎正一	12…915
11.	電子商品におけるマイクロコンピュータの応用	大川 雄敬・西沢文俊	12…919

普通論文

1.	UHV試験所	富永正太郎・村上卓彌・菅 寿郎・渡邊次男	2…157
2.	GIS用ディジタル変成装置の開発	吉田良男・迎 久雄・大野義隆・井田芳明・島田基博	2…161
3.	新系列大形誘導電動機“F4ライン”	高橋卓夫・宇都宮弓輝・安部 誠・松野 博・小原健一	2…165
4.	最近の変圧器の鉄損解析技術	土屋英司・岡田 將・鈴木 裕・林 哲・岡部正志	2…170
5.	高精度ワイヤカット放電加工機DWC 90P形	倉橋安則・山内基夫	2…175
6.	UTS/VS汎用情報検索システム IRS-1	森嶋俊一・三尾宏樹	2…181
7.	《MELCOM 80》OCRオフィスコンピュータ	田雀昭夫・竹沢 明・塙本久雄・飯塙信雄	2…186
8.	M 2860小形固定ディスク装置	深尾忠一郎・千石真治・桜井貫智	2…191
9.	電力プラント運転監視システム向け和文表示ソフトウェア	小林 洋・土田耕介・笠野義房・近藤章比呂	3…231
10.	三菱広域監視制御装置《MELFLEXシリーズII》	田中 智・小村 明・村田尚生・矢野哲雄	3…235
11.	パターン計測技術応用の魚種・魚体自動選別装置	島立征夫・野村良忠・井出俊之・伊藤修寧	3…242
12.	携帯用音声モニターシステムAS-1051形	桧森聖二・古賀士朗・伊藤 実・小笠原 鍾	3…247
13.	フロッピディスク互換形バブルメモリカセット	小玉哲次・今村宗立・和田尚武	3…252
14.	ステレオラジカセ用リニアIC	西村清光・福山 誠	3…256
15.	電子ビーム描画用ソフトウェア	齊藤和則・森本博明・加藤高秋・渡壁弥一郎・加藤忠雄	3…260
16.	壁掛形冷暖房“音声モニター”ルームエアコン MSH-2514R形	小林豊博・安藤正俊・三木 務・井上雅裕・藤井 学	3…266
17.	回生・発電ブレーキ併用界磁チョッパ電車電機品	東 捷敏・関根康祐・牧 美好・四方 進	4…303
18.	スペイン国鉄納め高出力サイリスタチョッパ電気機関車	古杉光史・永岡 栄・平尾新三・金田順一郎・西条 滋	4…310
19.	香港地下鉄完全空調換気制御システム	酒井亜男・野村大也・加山 勉・山田 淳・竹野宏平	4…314
20.	中高層ビル用自動窓拭きシステム	奥田安男・三田村隆輝	4…318
21.	トランジスタバルスマグ溶接機《クリーンマグII》	殖栗成夫・田畑要一郎・平本誠剛・瀬川博久・木谷 基	4…323
22.	加入電話回線利用自動検針システム	岸 由雄・藤原謙一・岡村 繁・西村俊彦・酒井勝也	4…327

23. 新形ガスファンヒーター	松井安次・金山清・林康男・福田光男	4…333
24. 三相一括形ガス絶縁母線	桑原宏・但田昭司・倭雅英・沼芳伸・安田勝	5…365
25. 走行風利用送油自冷式車両用主変圧器	佐藤正信・佐藤辰夫・安部勉・遠藤道忠・平山良雄	5…371
26. 水道用広域監視制御システム	津吉信夫・中野栄・中島弘善・真坂博好・坂下龍司	5…376
27. 工場内設備集中管理システム	石田準一・林洋一・赤塚和禧・矢野哲雄・有村慎一	5…381
28. 三菱パーソナルコンピュータ《MULTI 16》	貴田篤志・赤桐行昌・中川正護・押見哲朗	5…386
29. 三菱パーソナルコンピュータ《MULTI 16》のソフトウェア	貴田篤志・出口博章・飯川昭一・居原田邦男・北原拓也	5…391
30. 工作機械主軸用インバータ駆動ACモートル	松本圭二・深沢和夫・杉本英彦	5…396
31. マルチセントラル空調システムのシミュレーションの実証研究	山下紀夫・阿川正憲・小松正樹	5…402
32. ベネズエラ グリ第2発電所向け単相 268.5 MVA 800 kV 升圧変圧器	青木俊之・但馬常夫・谷黒文弥	6…449
33. SVG(静止形可変容量調相設備)の開発と実系統運転試験	春本容正・川越英二・大沢喜信・玉置栄一・松浦敏明	6…455
34. VVVFインバータによる誘導電動機の速応制御	赤松昌彦・矢野禎成・瀬戸誠・坪井克剛・荒井喜八	6…461
35. 高揚程モジュラーエスカレータ	立川宏・北堀克己	6…466
36. 多機能形感熱高速ファクシミリ《メルファス 600》	西本恒俊・泉信行・印南学・中山哲郎・須田良吉	6…470
37. 冷媒加熱冷暖房機(石油タイプ)	酒井正博・野間口有・宇野丈治・上妻親司・遠藤正和	6…475
38. 高速増殖実験炉「常陽」向け原子炉停止中破損燃料位置検出実験装置の開発		
39. 高電圧大容量変圧器の技術開発〔I〕	土肥明・神代哲哉・武田淳・佐藤勲雄・大戸敏弘	7…521
40. 高電圧大容量変圧器の技術開発〔II〕	菅邦郎・渡辺次男・石井敏次・武智盛明・玉置栄一	7…526
41. ブラントコントローラ《MELPLAC-550》	菅寿郎・渡辺次男・石井敏次・武智盛明・玉置栄一	7…531
42. 《MELPLAC-300》制御監視トータルシステム	大野宣男・石井哲夫・村川利幸・山中喜美雄・藤井信明	7…536
43. 電気クリッキングヒーター“マイコンタッチコントロール式”	片岡猪三郎・重岡文昭・江上憲位・故島利美・桜井治夫	7…542
44. 冷蔵庫内箱用押出連動真空成形システムの開発	日比野浩一・鳥山建夫・岩松孝寿	7…547
45. サウジアラビア向け海水ポンプ用同期電動機	馬場文明・斎藤勝・大村武・柏直	7…550
46. 合成開口レーダの画像再生信号処理	加藤之敏・松谷恭司・松村喬二・河面英則・阪部茂一	8…609
47. 制御用CRT画面作成支援システム“ピカソ”	小野誠・田中宏和・葛岡成樹・松井保憲・桐本哲郎	8…614
48. 機械構造設計のCAD/CAMシステム《MELCAD-MD》	臼井澄夫・大原彰・西村宏・細谷裕美	8…617
49. 大形空調用高効率圧縮機“JH-Eシリーズ”	三井大三郎・山中尚光・稻垣洋光	8…621
50. AE-S形低圧気中遮断器	石川尊義・玄羽康司・田丸繁見・矢木沢守・黒瀬治	8…625
51. 高圧交流電動機固定子巻線絶縁の経年変化とその診断	平林庄司・越場宏・川上剛・山口巻夫・岩渕直	8…629
52. 240/300 kV一点切り及び550 kV二点切りタンク形ガスしゃ断器		9…675
53. 本州四国連絡橋公団大鳴門橋納めエレベーター	伊吹恒二・懸山弘・近藤和正・田中正治・尾田真治	9…680
54. 特注形乗用エレベーター《アクセルシリーズ》	小西正彦・神野柳太郎・筒井章二・井上昭雄	9…685
55. 高温用ヒートポンプ	梅田安和・米本正志・高橋亮司・勢力峰生・牧野克己	9…689
56. 三菱マイコンゴルフ練習器 GL-500形	高瀬明生・小川幸治・堤孝夫・安田佳則・田口博識	9…699
57. 高圧配電線用電撃防止器	遠藤光一・望月友良・加藤博明・増田直毅	10…761
58. 抵抗溶接機用漏電遮断器	有信一郎・近藤邦昭・赤木則夫	10…765
59. 5インチ固定ディスク装置 M 4863	深尾忠一郎・浜敬三・坂井英明・菊地清秋・馬場宏	10…770
60. 密閉形カードユニットの新冷却法	中尾一成・藤井雅雄・長久竹彦・桜井治夫・羽仁潔	10…774
61. パターン計測応用の新形果実・野菜選別システム	滝沢恒治・平林守男・半田一郎・向井文章・永田博俊	10…778
62. 蒸発冷却式ガス絶縁変圧器	春本容正・吉田良男・桃山論一・伊奈照夫・田村清	12…826
63. 熱間仕上圧延用直流電動機の進歩	副島孝由・志田邦明・竹内詔夫・中塚洋司・中西悠二	12…930
64. 西独 TRAUB 社向け新形 NC 装置	赤祖父恭介・北瓜次男・鈴木悦郎・朽木清	12…933
65. 数理計画と予測最適レギュレータによる雨水・汚水ポンプの自動制御	中堀一郎・中崎勝一	12…938
66. 電子計算機室用パッケージエアコン PWC 形	成田勝彦・西源一郎・森美喜男・北内肇	12…941
67. 暖房室内における温度気流分布と快適性	菅原作雄・原正規・山崎起助	12…945



三菱MELCAD-MDシステムは、CAD/CAMシステムの中でも最も大きな需要が期待されている電気機器、工作機械、精密機械など、各種機械の構造設計分野を対象として開発。設計技術者がよりいっそう創造的な仕事に専念できるよう配慮された、コンピュータ高度利用の設計システムです。豊富な機能とともに、応答時間の速さ、操作のしやすさなど、設計技術者の道具としての実用性を追求。とくに、日本の設計技術者向けに開発されたシステムです。設計から製造、試験にいたる仕事の中での有効利用が図れるようCAM/CATをはじめ、既存のコンピュータシステムとの接続やシステムの拡張を容易にするなど、一元化された思想のもとに構築されており、省力化、合理化の効果をさらに高めたシステムです。

特長

●会話形式による図面作成

設計図面は、点、直線、円、スプライン(曲線)、文字などの図面要素を使って作成していきます。不要部分のトリミングや図面の拡大、縮小、図形の移動、注記の記入など、すべてをキーボード、ライトペンを使ってディスプレイ画面と対話しながら行なうことができます。

●JISに準拠した製図法

図形の定義は幾何学法に基づいており、寸法記入方式などの製図法はJISに準拠しています。

●日本語によるメニューガイド

操作のメニューや指示メッセージは、設計技術者に分かりやすいよう、すべて日本語で表示します。

●タブレットによる漢字入力

図面に多く使用される注記や品目欄の作成には、英数字・カナの

ほかに漢字をタブレット装置から入力することができます。

●作図機能の単純化

32個のプログラム・ファンクション・キーにMELCAD-MDの各種作図機能(点、直線、円など)をもたせてあります。一つのキーが一つの機能群をもつよう単純化させ、操作をしやすくしています。

●シンボル図、標準図の参照機能の強化

シンボル図は、システムシンボル(一般的なシンボル)とユーザー・シンボル(ユーザー特定のシンボル)に分けてもつことができます。また、標準図もシンボルと同様にシステムライブラリ、ユーザー・ライブラリと二つの方法でもつることができます。

●図面データベース

図面は、すべて磁気ディスク装置内に図面データベースとして管理され、図面の変更や流用設計、出図に対し迅速に対処できます。

仕様

ハードウェア構成

本体装置(MELCOM-COSMOシリーズ) MELCOM-70/150, 250	1台
磁気ディスク装置(80MB又は635MB)	2台以上
磁気テープ装置	1台以上
ラインプリンタ／フレキシブル・ディスク(カードリーダ)	各1台
XYプロッタ装置	1台以上
グラフィックディスプレイ装置	1~60台

ソフトウェア構成

オペレーティングシステム(UTS/VS又はVOS)	1式
MELCAD-MDシステムプログラム	1式

グラフィックディスプレイ装置

C R T	21インチ、ランダム・スキャン・リフレッシュタイプ
キーボード	ANカナ・キーボード、32キー・ファンクション・キーボード
タブレット	11インチ角、2次元データタブレット
外形寸法 テーブル	C R T部 510H×560W×760Dmm テーブル 760H×1,700W×910Dmm