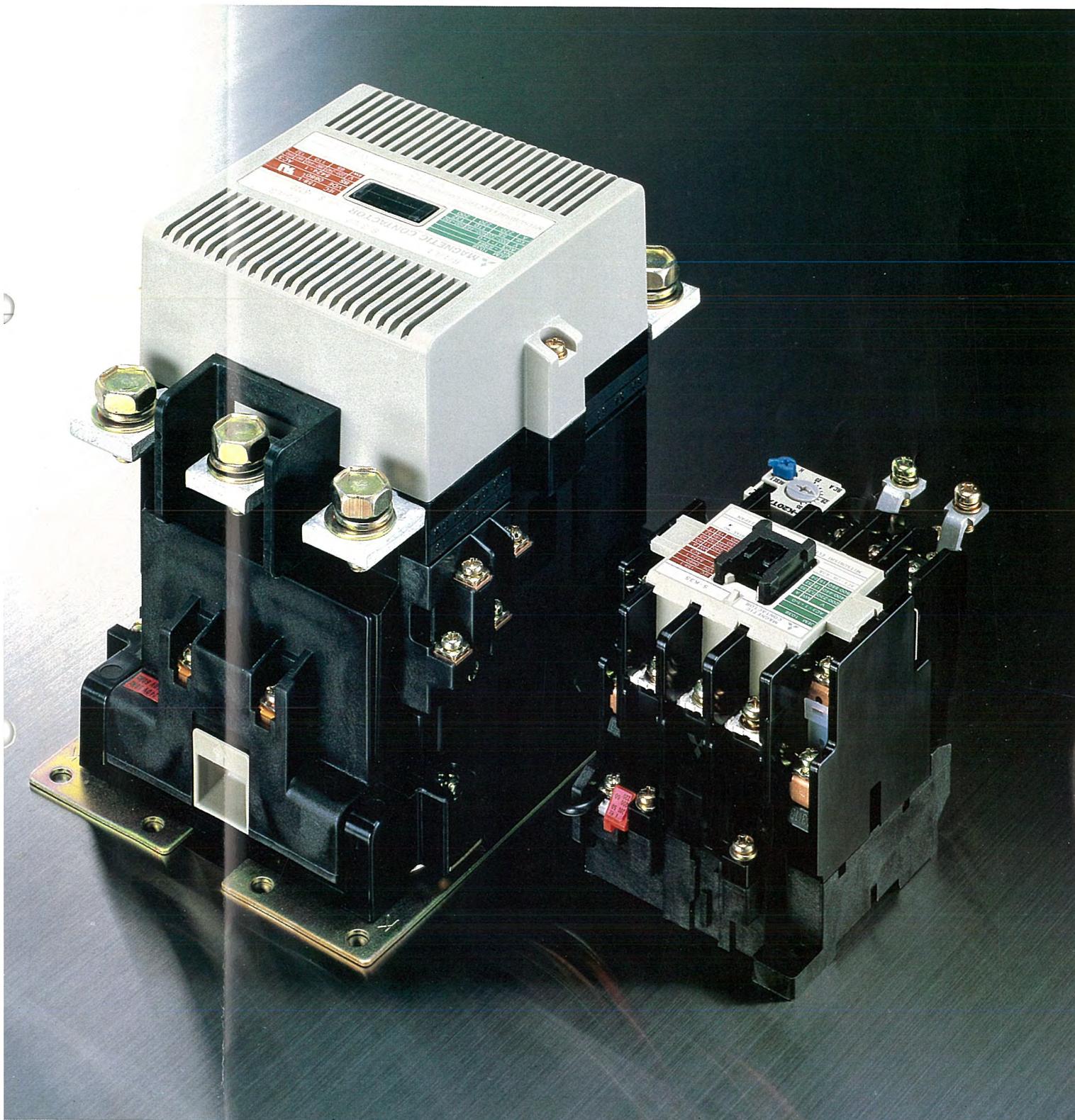


# MITSUBISHI DENKI GIHO 三菱電機技報



Vol.57 No.12 エレクトロニクス応用配電機器特集

## エレクトロニクス応用配電機器特集

### 目 次

#### 特集論文

複合機能形電子式保護装置	1
伊藤 真・大谷則夫・上田豊樹	
新形電磁開閉器	6
——電子制御時代への対応——	
松本文雄・西迫静隆・大塚重治	
ノーヒューズ遮断器とエレクトロニクスの応用	12
——高低圧保護協調に最適——	
山本清美・前田信吾・藤久博章	
マイコン利用の低圧モータ保護リレー	17
——サーマルリレーの電子化——	
榎原正己・近藤一三・和田勇一	
電子式電力量計・電力管理用計器	21
野口 駿・池田 修・戸田政義	

#### 普通論文

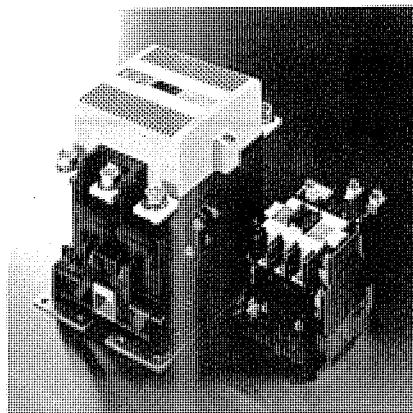
低圧電磁接触器における新転流遮断方式	28
森 貞次郎・和田勇一・村井 裕・岡戸弘行・増田 茂	
超電導発電機	32
上田明紀・免太 享・平尾俊樹・岡本紘一・中村史朗	
九州電力(株)高野系統開閉所納め240kVガス絶縁開閉装置(GIS)	38
塩田 博・赤池大吉・屋並弘康・佐藤邦彦・箱井信夫	
光応用リレーシステム	44
畠田 稔・東 信一・野口好朗	
大画面液晶ディスプレイ《スペクタス》	48
今井直治・太田 誠	
グラフィックデザインシステム70 (GDS-70) シリーズ	52
井上 進・広瀬 修・山縣 修	
三菱パーソナルコンピュータ《MULTI 8》	58
赤桐行昌・田窪昭夫・柴田信之・江村 弘・渡部重彦	
64Kビット完全CMOS RAM	64
吉本雅彦・長尾繁雄・吉原 務・赤坂洋一	
特許と新案	69, 70
力率自動調整装置	
時限回路	
計数装置	
スポットライト	
三菱電子ジャー炊飯器《マイコンかまどっ子》	26
三菱掃除機《風神》TC-820形	27
3V用オーディオICシリーズ	68
三菱暖・冷房エアコン《霧ヶ峰シリーズ》	(表3)
三菱電機技報57巻総目次	71

#### 表紙

##### 三菱電磁開閉器MS-Kシリーズ

電磁開閉器は、各種産業用設備の自動化・省力化機器の重要なコンポーネントとして多量に使用されている。MS-Kシリーズはエレクトロニクス技術に、多年のノウハウを結集し、画期的ともいえる電子化に適した電磁開閉器である。

MS-Kシリーズでは、新電磁石構造による省エネルギー化・広範囲なコイル定格・うなり低減、新消弧機構の採用による660V遮断能力の向上、オプションのワントッチ取付け、DINレール取付け、小型軽量化、過電流継電器の独立した1a1b接点・欠相保護、接点の点検容易化、電子機器からダイレクトドライブが可能、輸出(海外規格に適合)に適した製品の実現化を図っている。



## アブストラクト

### 複合機能形電子式保護装置

伊藤 真・大谷則夫・上田豊樹

三菱電機技報 Vol.57-No.12-P1~5

従来より、高圧需要家の保護リレーは誘導円板形過電流遮断器が使用されている。最近、消防設備に關係するキューピタル式非常電源専用受電設備で保護協調が厳しく言われ、また地震に対する耐震特性向上も求められるはじめた。この要求にこたえるため、1チップマイクロプロセッサを利用し、地絡・短絡・過負荷の複合機能を1台にまとめ、複合機能形電子式保護装置として開発した。これは(社)日本電気協会の登録品として認められており、ここに紹介する。

### 電子式電力量計・電力管理用計器

野口 肇・池田 修・戸田政義

三菱電機技報 Vol.57-No.12-P21~25

恒常的な省エネルギー努力が要求される今日、電力管理の手段として広く使用されている電力量計・電力管理用計器についても、その要求される性能、機能はより高度なものとなってきている。当社では、これらの要求をこれらの計器を電子化することにより、従来の計器では不可能であった性能、機能を付加させ、一連の電子式電力量計、電力管理用計器のシリーズを開発したので、この内容の概要について述べる。

### 新形電磁開閉器

#### —電子制御時代への対応—

松本文雄・西迫静隆・大塚重治

三菱電機技報 Vol.57-No.12-P6~11

電磁開閉器は、各種産業用設備の自動化・省力化機器のコンポーネントとして多量に使用され、特に最近のエレクトロニクス、メカトロニクスの急速な伸展に伴い、信頼性、省エネルギー化、保守性向上が強く呼ばれている。MS-Kシリーズでは画期的な電磁石構造、超ワイドコイル定格の達成、新消弧機構の採用による遮断能力の向上、オプション機構のワンタッチ化、小形軽量化など先進技術を駆使した製品を開発したので、新技術、信頼性を中心に紹介する。

### 低圧電磁接触器における新転流遮断方式

森 貞次郎・和田勇一・村井 裕・岡戸弘行・増田 茂

三菱電機技報 Vol.57-No.12-P28~31

接点に生じたアークを自己磁気駆動して接点外の転流電極とアークランナに転移し、消弧グリッドにより消弧する新しい転流遮断方式を開発した。この方式を低圧電磁接触器に適用することにより遮断性能が高められ、1,000V回路の遮断、遮断電流の増大及び消弧室の小形化を実現できる。更に、接点消耗が低減されるとともに可動接触子の温度上昇が抑制されるので、低圧電磁接触器の過負荷電流開閉寿命を伸長できる。

### ノーヒューズ遮断器とエレクトロニクスの応用

#### —高低圧保護協調に最適—

山本清美・前田信吾・藤久博章

三菱電機技報 Vol.57-No.12-P12~16

工業の進歩と文化の向上に伴い、給電の連続性に対する要求もますます強いものとなっている。低压電路の保護協調の主役である配線用遮断器においては、動作特性が調整でき、保護協調をとりやすくした電子式ノーヒューズ遮断器《MELNIC》を225A~4,000Aフレームまでそろえて、一層の保護協調が可能となったので、高圧から低压までの最近の機器間の保護協調について考察を加えた結果を報告する。

### 超電導発電機

上田明紀・免太 享・平尾俊樹・岡本紘一・中村史朗

三菱電機技報 Vol.57-No.12-P32~37

超電導線を界磁コイルに用いた超電導発電機は電気特性が優れているだけでなく、経済上の効果も大きいと期待されており、世界各国で活発な開発が実施されている。当社も、6MVA超電導発電機、30MVA超電導同期調相機の開発に続き、大容量超電導発電機の開発を進めている。

ここでは、開発の進展とともに明確になった大容量超電導発電機の構造、特長、運転制御特性及び各国の開発状況について述べる。

### マイコン利用の低圧モータ保護リレー

#### —サーマルリレーの電子化—

榎原正己・近藤一三・和田勇一

三菱電機技報 Vol.57-No.12-P17~20

ワンチップ4ビットマイコンを応用したデジタル方式のモータ保護リレー“電子サーマル”を開発した。変流器で検出した負荷電流をA/D変換器でパルス化し、マイコンにより事故モードを判別し、トリップ信号の出力と事故モードの表示をする。切換スイッチにより過電流はもちろん、欠相及び反相の検出、動作時間の変更など多機能化したほか、高精度化、高信頼度化、電流定格の広域化、取扱いの簡素化が可能となった。本稿では“電子サーマルET”的概要を述べる。

### 九州電力(株)高野系統開閉所納め240kVガス絶縁開閉装置(GIS)

塙田 博・赤池大吉・屋並弘康・佐藤邦彦・箱井信夫

三菱電機技報 Vol.57-No.12-P38~43

九州南部地区における220kV送電系統の運用の柔軟性、安定性の向上図るため、5変電所と連係する新設の九州電力(株)高野系統開閉所において、信頼性、保守性、縮小性及び経済性などを総合的に検討し、主母線にアルミパイプバスを適用した二重母線1½LS方式のガス絶縁開閉装置を適用することになり、一点切りガス遮断器、ガス絶縁計器用変圧器などの採用により、画期的な220kV開閉所が完成したので、その概要について述べる。

## Abstracts

Mitsubishi Denki Giho : Vol. 57, No. 12, pp. 21~25 (1983)

### Electronic Energy-Metering Equipment for Electric-Energy Management

by Hajime Noguchi, Osamu Ikeda & Masayoshi Toda

Energy conservation is still an ongoing concern, with an increasing demand for energy-metering equipment with higher performance and capabilities for the efficient management of electric energy. In response to this demand, Mitsubishi Electric has developed electronic energy-metering equipment with functions and performance impossible for conventional equipment. The article describes a series of this equipment.

Mitsubishi Denki Giho : Vol. 57, No. 12, pp. 28~31 (1983)

### A New Commutation-Interruption Method for Low-Voltage Contactors

by Teijiro Mori, Yuichi Wada, Yutaka Murai, Hiroyuki Okada & Shigeru Masuda

A new method of commutation interruption for low-voltage contactors uses electromagnetic force to transfer the arc generated in a contactor to a commutation electrode, arc runner, and metal plates so as to extinguish the arc outside the contactor. Applied to low-voltage contactors, this method improves breaking capability, allowing interruption of 1,000V circuits with higher interruption current and a smaller arc chamber. The method also reduces contact wear and inhibits rises in the moving contact-bridge temperature, thus lengthening the overload-current switching life of the low-voltage contactor.

Mitsubishi Denki Giho : Vol. 57, No. 12, pp. 32~37 (1983)

### A Superconducting Generator

by Akinori Ueda, Susumu Uda, Toshiki Hirao, Koichi Okamoto & Shiro Nakamura

The application of superconducting field coils to generators not only gives them outstanding electric performance but also offers potential benefits from cost reductions. This has stimulated active development of the technology. As an integrated manufacturer of electrical and electronic equipment, Mitsubishi Electric is developing high-capacity superconducting generators after first developing 6 and 30MVA superconducting synchronous condensers. The article focuses on the construction, features, and operation-control characteristics established for superconducting generators, and the current levels of research and development by the nations working on them.

Mitsubishi Denki Giho : Vol. 57, No. 12, pp. 38~43 (1983)

### 240KV Gas-Insulated Switchgear for the Takano Switchgear Station of Kyushu Electric Power Co.

by Hiroshi Shiota, Daikichi Akaike, Hiroyasu Yanami, Kunihiko Sato & Nobuo Hakoi

To assure flexible, stabilized operation of a 220kV transmission system in the Southern Kyushu area, Kyushu Electric Power Co. and Mitsubishi Electric jointly investigated the needs for reliability, ease of maintenance, reductions in size, and improved cost performance at the Takano Switchgear Station and five associated substations. As a result, double 1-1/2 LS-type gas-insulated switchgear with an aluminum-pipe bus was installed, resulting in an innovative switchgear station system with a 1-break gas circuit breaker and a gas-insulated potential transformer, as introduced in the article.

Mitsubishi Denki Giho : Vol. 57, No. 12, pp. 1~5 (1983)

### Digital-Type Multiplexed-Function Protective-Relay Equipment

by Makoto Ito, Norio Otani & Toyoki Ueda

Induction-disc-type overcurrent relays are important in the protective equipment widely used by high-voltage (HV) power consumers. Recent trends in fire-protected equipment include stringent requirements for protective coordination that covers cubicle-type power-receiving equipment exclusively for emergency power-source use, and demands for improved earthquake-proof characteristics. Mitsubishi Electric has combined multiple capabilities for protection against ground faults, phase faults, and overloads into a single multiplexed electronic protector using a single-chip microprocessor. This protective equipment has already been authorized by the Japan Electrotechnical Committee.

Mitsubishi Denki Giho : Vol. 57, No. 12, pp. 6~11 (1983)

### A New Series of Low-Voltage Magnetic Motor Starters

by Fumio Matsumoto, Shizutaka Nishizako & Shigeharu Otsuka

Magnetic motor starters are in widespread use as components for automatic, energy-efficient equipment in a variety of industrial facilities. Recent rapid growth in the fields of electronics and mechatronics has stimulated calls for high reliability, low power consumption, and easy maintenance. Mitsubishi Series MS-K magnetic motor starters feature an innovative electromagnet structure, an exceptionally wide range of coil ratings, and a new arc-quenching mechanism. This combination achieves high breaking performance and facilitates the installation of optional parts. The article introduces this top-of-the-line series of compact, lightweight low-voltage magnetic motor starters centering on the technological advances made and the reliability achieved.

Mitsubishi Denki Giho : Vol. 57, No. 12, pp. 12~16 (1983)

### The Application of Electronics to No-Fuse Breakers for Enhanced Protective Coordination

by Kiyomi Yamamoto, Shingo Maeda & Hiroaki Fujihisa

Developments in industry and society have led to increasing demand for uninterrupted power supplies, and there is a corresponding demand for No-Fuse breakers, the key element in protective coordination for low-voltage electric wiring. Mitsubishi MELNIC electronic No-Fuse breakers, with readily adjustable operating characteristics, which facilitate protective coordination, have been developed with frames for currents from 225 to 4,000A. The series represents a significant further improvement in protective coordination. The article discusses considerations affecting its extension to the full range of voltages, and reports the results achieved.

Mitsubishi Denki Giho : Vol. 57, No. 12, pp. 17~20 (1983)

### A Microprocessor-Equipped Electronic Motor-Protection Relay for Induction Motors

by Masami Sakakibara, Kazumi Kondo & Yuichi Wada

Mitsubishi Electric has developed a digital electronic motor-protection relay with a single-chip microprocessor. This unit includes a current transformer to detect load current, an analog/digital converter to generate a pulse train corresponding to the current, and the microprocessor to identify the trip mode, generate a trip-signal output, and display the mode. The relay also includes selector switches for a variety of capabilities including overcurrent detection, single- and reverse-phase current detection, and modification of the preset operation time. The relay features a high-precision, high-reliability mechanism, a wide range of current ratings, and simple handling. The article deals specifically with the concept of electrothermal (ET) motor protection.

## アブストラクト

### 光応用リレーシステム

畠田 稔・東 信一・野口好朗

三菱電機技報 Vol.57-No.12-P44~47

光ファイバケーブルを情報伝送手段としてPCM信号により、電気所間の電流情報伝送を行う電流差動保護システムを開発、実用化した。このシステムは多端子系などの保護能力が優れているほか、電磁誘導障害の排除や伝送系の総合的な監視方式により、極めて信頼性の高いシステムになっている。光ファイバ伝送技術の応用として、都市部EHVケーブル系の保護などに最適のシステムであり、今後、様々な系統の保護に適用されることが期待される。

### 三菱パーソナルコンピュータ《MULTI 8》

赤桐行昌・田窪昭夫・柴田信之・江村 弘・渡部重彦

三菱電機技報 Vol.57-No.12-P58~63

三菱パーソナルコンピュータ《MULTI 8》は、先進の半導体技術とソフトウェア技術を駆使した、より高性能で使いやすく、数々の特長ある機能をもつパーソナルユースのパソコンである。特に「フルカラーグラフィック」、「サウンドシンセサイザ」、「コミュニケーション」の三つの機能は、高度情報化社会のパソコンには必須機能であり、本稿では、この3点を中心にハードウェアとソフトウェアの機能、特長とその使い方について述べる。

### 大画面液晶ディスプレイ《スペクタス》

今井直治・太田 誠

三菱電機技報 Vol.57-No.12-P48~51

《スペクタス》は、ビデオ画像・デジタル画像を表示することができる屋内用平面形カラーディスプレイである。市場分野は、駅・地下街・空港などの情報案内板、管制室・操作室などの監視盤が考えられる。このディスプレイは、当社の材料、画像処理、照明などの基礎技術及びこれらを組み合せるアセンブル技術の結晶である。表示素子は、生産性・駆動回路との整合性からTN液晶を使用しており、フルカラーにてダイナミックな画像表示が可能である。

### 64Kビット完全CMOS RAM

吉本雅彦・長尾繁雄・吉原 務・赤坂洋一

三菱電機技報 Vol.57-No.12-P64~67

Nウェル2層ポリシリコンCMOSプロセスを用いた8K語×8ビット構成の完全CMOSスタティックRAMを開発した。2μm設計基準の微細化プロセスと階層的ワード線選択方式により、最大アクセス時間100ns、最大消費電力250mW(標準100mW)の高性能RAMを実現した。チップサイズは、6.55×7.93mm<sup>2</sup>で標準28ピンDILプラスチックパッケージに封入している。本稿では、これの設計・製造技術及び電気特性について紹介する。

### グラフィックデザインシステム70(GDS-70)シリーズ

井上 進・廣瀬 修・山縣 修

三菱電機技報 Vol.57-No.12-P52~57

《MELCOM GDS-70シリーズ》をより性能アップするため、新たにソニーテクトロニクス社の4010シリーズと上位互換性を保つディスプレイ装置“M4380シリーズ”を開発した。パッケージソフトウェアとして配置形CAD：図面作成支援システム(モデルDS)と、土木設計システム(橋梁設計分野を中心とするモデルCIII)の機能、性能を中心に、評価及び今後の開発方向もまじえ紹介する。

## Abstracts

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 57, No. 12, pp. 58~63 (1983)

### The MULTI 8 Personal Computer

by Yukimasa Akagiri, Akio Takubo, Nobuyuki Shibata, Hiroshi Emura & Shigehiko Watabe

The MULTI 8 is a sophisticated, easy-to-use personal computer backed by Mitsubishi Electric's semiconductor and software technologies. It offers a variety of functions, including color-graphic, sound-synthesizing, and communication capabilities, which are indispensable to our highly integrated information-oriented society. The article describes these three capabilities, and the functions and features of the hardware and software.

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 57, No. 12, pp. 44~47 (1983)

### A Fiber-Optic Current-Differential Relaying System

by Minoru Hatata, Shin'ichi Azuma & Yoshiro Noguchi

Mitsubishi Electric has developed and marketed a current-differential relaying system that performs current-waveform data transmission between electrical stations using fiber-optic cables carrying PCM signals as the data-transmission medium. Not only does this system provide protection capability for multiterminal transmission lines but it also eliminates the effect of electromagnetic induction noise and provides for comprehensive monitoring of the data-transmission system, forming a system with extremely high reliability. This system, with its fiber-optic data-transmission technology, is ideally suited to protect urban EHV lines, and is expected to come into widespread use for transmission-line systems.

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 57, No. 12, pp. 64~67 (1983)

### A 64K-Bit Full CMOS RAM

by Masahiko Yoshimoto, Shigeo Nagao, Tsutomu Yoshihara & Yoichi Akasaka

Mitsubishi Electric has developed a full CMOS static RAM with  $8\text{kW} \times 8$  bits using N-well double polysilicon technology. The adoption of a fine fabrication technique with a design calling for  $2\text{ }\mu\text{m}$  standards and a hierarchical word-line selection scheme has created a high-performance RAM with a maximum access time of 100ns and a maximum power consumption of 250mW (standard: 100mW). Chip size is  $6.55 \times 7.93\text{mm}^2$ , in a standard 28-pin DIL plastic package. The article describes the design, manufacturing technology, and electrical characteristics of these full CMOS RAMs.

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 57, No. 12, pp. 48~51 (1983)

### Crystal Color: Large-Screen, Full-Color, Flat Display Systems Using an Array of Liquid-Crystal Devices

by Naoharu Imai & Makoto Ota

Crystal Color is a series of novel, full-color flat displays for indoor use designed to display video and digital images. Target applications include monitoring and display panels for operation and control rooms, and the display of information at rail stations, underground shopping arcades, and airports. The display unit combines several basic Mitsubishi technologies, in materials, image processing, and illumination. Twisted nematic (TN) liquid-crystal devices were adopted for their satisfactory productivity and compatibility with driving circuits, creating dynamic, full-color displays.

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 57, No. 12, pp. 52~57 (1983)

### The Graphic Design System 70 (GDS-70) Series

by Susumu Inoue, Osamu Hirose & Osamu Yamagata

To further upgrade the capabilities of the MELCOM GDS-70 Series, Mitsubishi Electric has developed Series M4380 displays for upward compatibility with Sony-Tektronix's 4010 Series. The article introduces the functions and performance of software packages for the series, including the layout-type CAD (Model DS) and a civil-engineering system (the CIII, specially designed for bridge design), along with an evaluation and overall perspective.

# 複合機能形電子式保護装置

伊藤 真\*・大谷 則夫\*・上田 豊樹\*

## 1. まえがき

従来より、高圧需要家電気設備の短絡・過負荷保護は、誘導円板形過電流継電器が用いられている。この継電器に要望される最近のニーズは、消防設備などの非常用電源を確保するため過電流保護協調が可能であること、複雑な力の加わる地震振動に対して誤動作しないこと、キュービクルの扉に取り付けの場合、扉の開閉により誤動作しないこと、容量の大きなCTを使用せずに済むように低消費負担であること、などが求められるようになってきた。

誘導円板形過電流継電器のような電磁方式では要求に応じ難い点もあり、電子化によりこれらの要求にこたえることにした。この種の継電器の電子化は高圧需要家用の継電器としては転機となるため、最適な仕様は何か、また最適な特性は何かについて基本から検討し、製品化を進めた。検討に基づいて、高圧受電保護に必要な地絡保護と短絡過負荷保護をまとめた複合機能化を図り、電子回路には要求特性が実現しやすいマイクロコンピュータを利用したデジタル方式を採用することで基本方向を定めた。

このような経緯により、当社ではこのたび高圧受配電用としてMPR-1形複合機能形電子式保護継電器（図1.）の開発を完了し、また(社)日本電気協会の登録品として認定され、非常用認定キュービクルへの適用も可能であるのでここに紹介する。

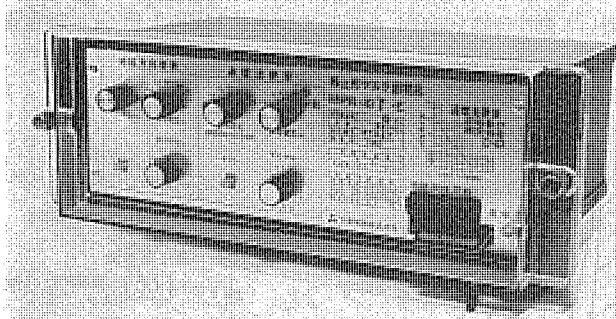


図1. 複合機能形電子式保護装置 (MPR-1)

## 2. 背 景

### 2.1 保護協調の要求

(1) 消防関係設備では、高圧の非常用電源は低圧側短絡のような場合も保護協調が確保される必要がある。低圧側のMCBと保護協調が取れていないと、非常用電源区分以外の事故により高圧側が遮断されたり、非常用電源区分の低圧フィーダの事故により高圧側が遮断され、火災などの非常時に電源が確保できなくなる不都合が生じる。そこで高圧側に設置される過電流継電器に保護協調のとりやすい製品の要求がでてきている。

(2) 建設会社、設計事務所、電力会社配電部門より保護協調がとれていることを確認するために、保護協調図の提出を求められる場

合が増えてきている。

### 2.2 耐震・耐衝撃性能向上の要求

(1) 過去に大地震が発生したことがある地方においては、仕様書に「耐震形又は静止形」が指定される場合がある。

(2) 地震に対する耐震性能については、原子力関係が最も厳重であるが、電力関係の継電器についても規格化される動きがある。耐震性については一般常識化されつつあり、高圧需要家向けの機種に対しても要求や問合せがある。

(3) 耐衝撃性能については、現実に誤動作が取扱不注意により発生している場合がある。実例は誘導円板形継電器をキュービクルの扉に取り付け、動作限時ダイヤルを短く整定した場合に、扉を乱雑に開閉すると、その衝撃で継電器の接点が閉じ、誤動作となる場合がある。しかしユーザーからは動作時間ダイヤルの設定に関係なく、かつ扉の多少雑な扱いにも耐えて誤動作がないように耐衝撃性能向上の要求がある。

### 2.3 他機器からの要求

(1) 最近の高圧用変圧器は省エネタイプ化され励磁損失が減少してきたが、逆に励磁突入電流は増える傾向にある。このため短絡保護用の瞬時過電流要素が動作整定値によっては、励磁突入電流で誤動作する場合が増えている。瞬時過電流要素の動作整定値をあげると誤動作は防げるが、実際の短絡故障時にCT二次電流が飽和して動作不安定となるおそれがあるなどの弊害がある。励磁突入電流に対して応動しにくいタイプの瞬時過電流要素の要求がある。

(2) CTは負担が大きくなると容量を大きくする必要がある。高圧需要家向け遮断器は、バッテリなどの独立した電源が無い場合が多く、このときはCT二次電流を利用したCT二次過電流引外し方式を採用している。この場合、事故遮断する瞬間は、常時負担となっている継電器や計器のほかに、遮断器のトリップコイルが負担として加わる。瞬間的な負担であるトリップコイルも考慮するとCT容量を大きくしなければならないので、CT容量が小さくても使用できるように継電器の低負担化の要求がある。

(3) 低圧MCBの大電流域での遮断時間は、約20ms程度である。

最近は、高圧受電用変圧器のインピーダンスが小さくなっているため、低圧側の短絡事故電流の高圧側換算値はかなり大きい。よって高圧受電設備指針に示される瞬時過電流要素の動作値整定範囲である契約電力の5~15倍に整定すると、低圧側の短絡事故電流が動作電流を越す場合が多い。しかし、低圧短絡事故の場合でも低圧MCBの遮断時間と保護協調がとれることの要求がある。

### 2.4 その他の要求事項

(1) 高圧需要家向けの地絡継電器においては、従来より静止形が使用されており、短絡保護及び過負荷保護も静止形が欲しいとの要求がある。

(2) 段積み方式のキュービクルにおいては、継電器、計器、試験端子、操作SW、表示灯を取り付けるスペースが小さく、継電器の小形

が要求されている。

(3) 受電点と構内配電側間の地絡保護の協調を要求されている。

### 3. 特 長

#### 3.1 製品化の基本方針

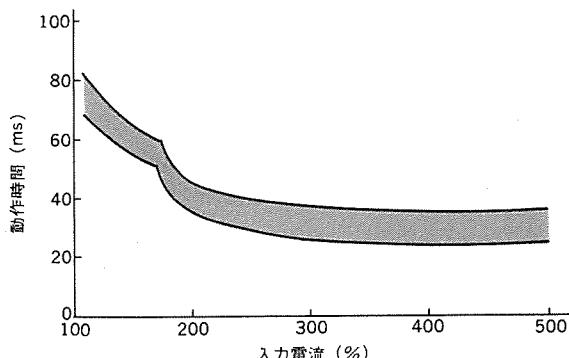


図 2. 瞬時要素特性

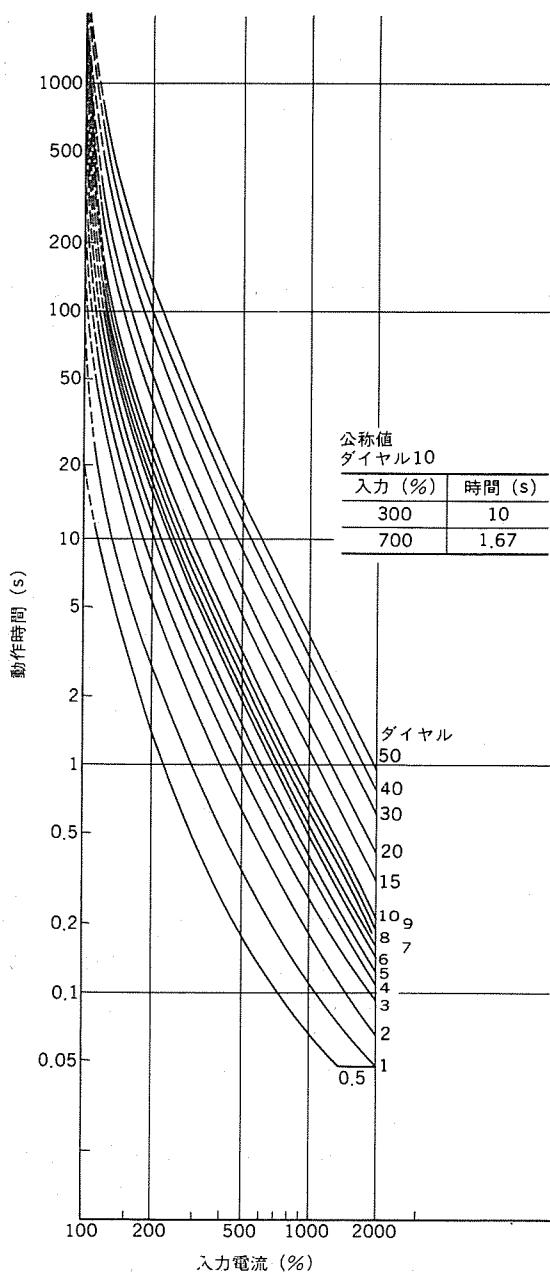


図 3. 限時要素特性

高圧需要家向け継電器の転機と認識して、前述の諸要求を勘案するとともに、従来製品のイメージにとらわれず構成し、保護特性も被保護機器の特性、他保護装置との動作協調を検討して、将来動向にも適合する製品“MPR-1形マルチ継電器”を開発した。

#### 3.2 過電流の保護協調の向上

高圧受電用過電流継電器の保護協調は、低圧 MCB、変圧器、変流器、構内配電線の過電流継電器と、かつ電力会社の配受変電所の過電流継電器などの各機能に対して考慮する必要がある。詳細は表 1. 保護協調まとめを参照いただきたい。

MPR-1形マルチ継電器は、保護協調をとりやすくするために、瞬時要素は、その整定値の 170 %で時限に差をもつけた 2 段特性としており、図 2. 瞬時要素特性を参照いただきたい。

同じく保護協調をとりやすくするために、限時要素は被保護機器の過負荷耐量特性、MCB の動作時間特性を考慮した特性とした。この特性は継電器の規格で見ると、JEC-174 では超反限時特性になり、海外の BS-142・IEC-255 規格では、Extremely Inverse (超反限時) となる。前記 BS 及び IEC 規格においては代表的な特性の数式表現があるがこれと合致している。

$$T = \frac{80}{I^2 - 1} \times \frac{10}{D} \quad T = \text{動作時間 (s)}, D = \text{限時 ダイヤル 整定値}, I = \text{電流値 / 電流整定値}$$

図 3. 限時要素特性を参考いただきたい。代表的な受配電システムにおける保護協調の例を図 4. に示す。

#### 3.3 地絡保護協調の向上

高圧受電の地絡保護においても、配電変電所の地絡継電器との協調及び受電配電設備の配電線の地絡継電器との協調を考慮する必要がある。まず、動作時間協調であるが、高圧地絡継電器は規格 JIS C 4601 で、動作時間は 0.2 秒以下に規定されているため、従来は動作時間を固定したもののが多かった。しかし、個々においては需要家で動作時間協調をとるためには、電力会社に確認の上、外部にタイマをおいて動作時間を延ばしたりしていた。MPR-1形マルチ継電器

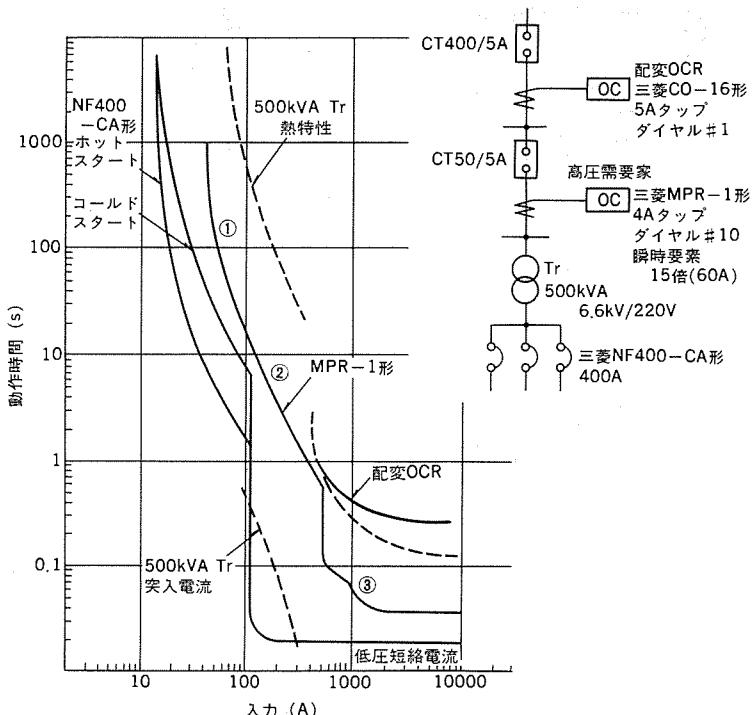


図 4. 保護協調例

表 1. 保護協調まとめ

項目	高圧必要事項	保護協調実用のポイント
低圧 NFB との協調	短絡 <ul style="list-style-type: none"> <li>① 瞬時要素動作時間……JIS 規格により動作整定値の 200 % 入力で 50 ms 以下が必要。</li> <li>② 瞬時要素不動作特性……低圧短絡事故は変圧器定格電流の 25 倍以下、20 ms 以下の維続時間。高圧受電設備は一般に三相変圧器、単相変圧器などの複数の負荷がある。変圧器容量が相対的にかなり大きく全容量の 2/3 あるとすると、低圧短絡事故の受電点ベース換算では電流 16 倍以下、20 ms 以下の維続となる。受電点ベース換算で不動作とする必要がある。</li> <li>高圧受電設備指針に瞬時要素は 5~15 倍で整定の指示あり、低い整定では変圧器励磁突入電流での誤動作の問題があるため 10 倍以上とすると、瞬時要素としては電流 1.6 倍以下、20 ms 以下で不動作であればよい。</li> </ul>	図 2. 瞬時要素特性参照。 電流 200 % で動作時間 50 ms 以下で動作。 電流 160 % 以下、維続時間 20 ms 以下で不動作。
	過負荷 <ul style="list-style-type: none"> <li>① 限時要素限時ダイヤル最大整定……高圧受電設備指針により瞬時要素付きの場合で大電流域の定限時となる部分で 1 秒以下が必要。</li> <li>② 限時要素限時ダイヤル最小整定……MCB は形式によって多少差があるが、MCB 定格電流の 600 % で 30 秒程度のものが多い。MCB が 2 台とすると高圧側の限時要素は、300 % で 30 秒以上であればよい。</li> </ul>	図 3. 限時要素特性参照。 図 4. 保護協調例の NFB 特性参照。 電流 2,000 % まで動作時間は飽和しない。 電圧設備指示の大電流域 1 秒以下は全限時ダイヤル合致する。 電流 300 % で 30 秒以上としては限時ダイヤル 30 以上が該当する。
高圧受電用変圧器との協調	励磁突入電流 <p>瞬時要素不動作特性……変圧器の励磁突入電流は三相より单相、大容量より小容量のほうが自己ベースでの励磁突入電流が多い傾向にある。変圧器の定格電流の実効値で 20 倍以下、減衰サイクル 14 サイクル以下が一般的である。励磁突入電流により誤動作しないことが必要であり、瞬時要素動作値近くの電流での動作時間はある程度長くする必要がある。</p>	図 2., 図 3. 参照。 瞬時要素は 170 % で 2 段特性となっている。 100 % 近くでは動作時間が 60 ms 以上になっている。 保護協調例に示すように、余裕がある。
	過負荷 <p>限時要素限時ダイヤル……変圧器の過負荷による温度上昇の寿命にあたえる影響から熱特性が決められている。この熱特性から限時要素特性の動作時間が下回る必要がある。</p>	図 3. 参照。 変圧器熱特性と限時要素特性ではかなり余裕がある。
変流器との協調	負担 <p>繼電器負担が小さいほど、CT 容量は小さくでき経済的になる。 特に遮断器が CT 電流引外しの場合、トリップコイルも負担として加わるので負担は小さい方がよい。また大電流域では CT 飽和の問題から定インピーダンス負担ではなく、インピーダンスが低下する特性が好ましい。</p>	負担 動作時 3 VA 大電流域でも負担があまり増加しない定 VA に近いタイプである。
フィーダとの協調	地絡 <ul style="list-style-type: none"> <li>① 地絡要素動作時間……JIS C 4601, JEM-1394 では動作時間は 1 種類しか定義していないので、この動作時間が整定できることが必要。</li> <li>② フィーダとの協調……受電点及び各フィーダにも地絡繼電器を設置してフィーダ側地絡事故でフィーダのみ遮断し、受電点遮断による全停の阻止を可能であれば果たすようにしたい。このためには地絡繼電器の動作時間が可変であり、フィーダと受電点に動作時間差がつけられることが必要。</li> <li>③ ②を行う場合は受電点の動作時間を前記規格の時間より少し長くする必要がある。電力会社の承認を得る必要がある。</li> </ul>	図 1. 複合機能形電子式保護装置 MPR-1 参照。 地絡の動作時間は瞬時(約 75ms)~0.9 秒まで段階的に可変可能。 規格の動作時間は 0.2 秒整定で満足する。
配変 過電流繼電器との協調	短絡 <p>瞬時要素動作時間……配変側での動作時間は一般には 200 ms で想定しているが、これより早い場合もある。配変側からのみ考えると瞬時要素動作時間が早いほど良いが、逆に前述のような低圧側からみると遅いほど良い。両者矛盾した要求となるが JIS C 4602 よる動作整定値の 200 % 入力で 50 ms 以下で判断する。</p>	図 2., 図 4. 参照。 図 4. の配変 OCR 動作特性の下に点線で慣性特性を表現している。この慣性特性と協調とされている。
	過負荷 <p>限時要素特性……配変過電流繼電器の慣性特性と限時要素の特性との保護協調がとれていることが必要。配変過電流繼電器は誘導円板形過電流繼電器の場合が多いが、その慣性特性は限時ダイヤル整定 10 の場合は JEC 規格にもあるように 1,000 % 入力ではよいが、現実の限時ダイヤル整定 2 以下では 50~60 % 程度である。高圧側の限時要素の特性はこの慣性特性と協調するために、動作特性カーブの傾斜が大電流域でも飽和せずに大きいことが必要。</p>	図 2., 図 4. 参照。 限時要素の大電流域では $T \propto \frac{1}{I^2}$ $T$ : 動作時間 $I$ : 電流 であり動作特性カーブの傾斜大。 電流 2,000 % まで動作時間は飽和しない。

表 2. 耐震評価試験条件

	試験条件	備考
静的水平加速度	1.5 G	$1.5 G = 0.3 G \times 2 \times 2.5$ 地表水平加速度 0.3 G
振動周波数	機器の共振周波数	建屋の増幅度 2倍 盤の応答倍率 2.5倍 (設置は3段以下として規定している)
印加時間	30波	

は、この外部のタイマをリレー内部にとりこみ、地絡継電器の動作時間を瞬時・0.2秒から0.9秒まで0.1秒間隔で整定できるようにし、簡単に多段の動作時間がとれるようにした。

次に地絡方向継電器の場合であるが、配電変電所の地絡方向継電器の零相電圧検出値は、従来はおよそ30%に整定されていたが、近年では系統の事情にあわせて10%程度に整定するところもでてきた。このため、需要家では配電変電所よりも小さな値に整定しないと、零相電圧検出、値の協調がとれなくなる。

この継電器では、零相電圧の検出値を2~12%に整定できるようにしたために、配電変電所の整定にあわせて整定でき、適切な動作値の協調がとれるようにした。

### 3.4 耐震・耐衝撃特性の向上

電子化することにより、主要可動部は出力用の補助リレーのみとなつたので、耐震、耐衝撃特性は精密な機械機構の誘導円板形過電流継電器と比較して向上している。耐震特性は、(社)日本電気協会の技術指針である「電気設備の耐震対策指針」: JEAG-5003の配電盤類の耐震設計の項に基づいた評価試験を実施し、支障のないことを確認している。表2. 耐震評価試験条件、を参照いただきたい。またこの継電器の準拠規格である「高圧受電用誘導形過電流継電器」; JIS C 4602の振動・衝撃特性に対しても、十分な余裕を持っていることを確認している。

### 3.5 保守性の向上

(1) 誘導円板形過電流継電器の場合は、試験用電源装置により電流を印加する以外に動作点検する方法はない。一方同じ高圧需要家の地絡継電器は、押しボタンを手動で押すことにより簡易点検が

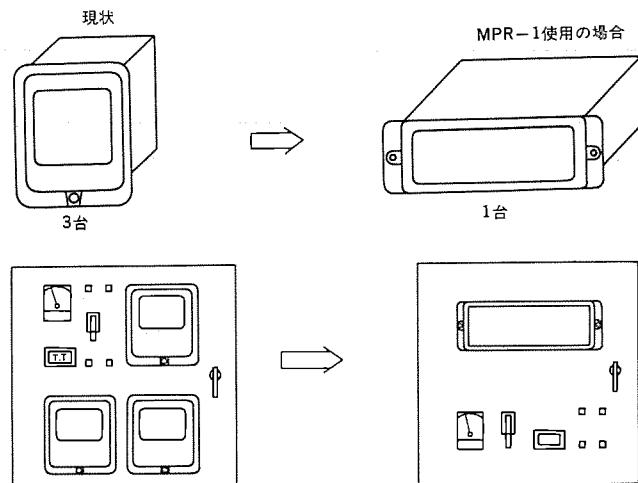


図 5. 取付イメージ対比

でき、同じ設備に使用する継電器においても保守性に差があった。MPR-1形マルチ継電器においては、PT入力がAC 100~110V又はCT入力が3Aのいずれかがあれば制御電源が確立するようにしている。常時の使用状態で、試験用の押しボタンを押すと制御電源から試験用の電圧が印加され、動作点検が可能なように配慮している。したがって、動作に十分な入力があれば動作することを確認する動作点検は、試験装置なしに簡単に行える。

(2) 誘導円板形過電流継電器の場合は、電流を少しづつ増やしてゆきながら円板が極くわずかに動き始めるのを目で確認して、始動値を測定する必要がある。これは、時間と根気の要る作業であったが、MPR-1形マルチ継電器は、過電流検出時に発光ダイオードを点灯するようにしたので、始動値試験が容易に行える。

### 3.6 その他

(1) 従来は過電流継電器2台と地絡継電器1台で、高圧受電保護システムが構成されていたものを、1台にこれらの保護機能を収納したため占有スペースで約60%の節減となった。また、盤の穴明け作業も3台分から1台分と、2台分の節減となった。取付イメージの対比を図5. 取付比較に示す。

(2) 個々の継電器で構成している現在の配電盤では、継電器間の

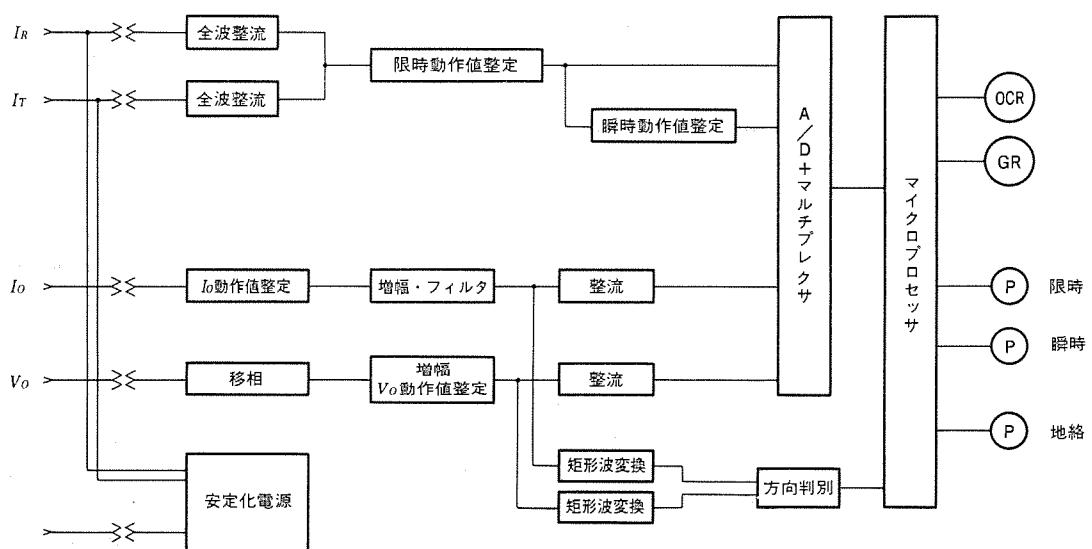


図 6. ハードウェアブロック図

渡り線の結線が必要であったが、1台に収納したため不要となった。

## 4. 構成

### 4.1 構成

- (1) この繼電器は過電流保護と地絡保護とが行えるものであるが、全体構成の一例を図6.にハードウェアブロック図で示す。地絡保護は回路が複雑な地絡方向の場合でブロック図を示した。
- (2) ブロック図でもわかるように、全波整流、増幅、フィルタ動作値整定、矩形波変換などのアナログ回路と、動作判定・タイマなどの機能を演算するデジタル回路から構成されている。マイクロコンピュータを使用したデジタル继電器であるが、マイクロコンピュータの処理時間制約を少なくするために、アナログ入力は直流電圧に変換してマイクロコンピュータに読み込む方式としている。
- (3) 地絡方向保護用の方向判別は、矩形波の重なりを外部タイマ要素で計測して方向判定する方式としている。
- (4) プログラムは、サンプル周期タイマにより管理された周期の間で、A/D変換制御、設定信号の読み込み、瞬時要素の判定、限時要素の判定、地絡要素の判定、出力制御の処理を実行する構成としている。図7.にその概要を示す。

### 4.2 マイクロコンピュータ

- (1) マイクロコンピュータも用途別に種々の種類がある。この继電器のように比較的小規模な場合は、CPU、RAM、ROM、I/Oポートを一つのチップ内に収納している自己完結タイプの、ワンチップマイクロコンピュータで能力は十分であり、周辺部品が少ない点から信頼性、経済性において最適である。
- (2) マイクロコンピュータは、8ビット(80C49)の品を使用し、広範囲の入力幅に対して精度を確保するためにアナログ入力部の周辺回路を工夫し、整定値の2,000%以上の入力に対しても所期の特性が確保できている。
- (3) 内蔵電源はPT電圧又はCT二次電流により作っているが、負担低減のためマイクロプロセッサその他のICは、CMOSを使用し

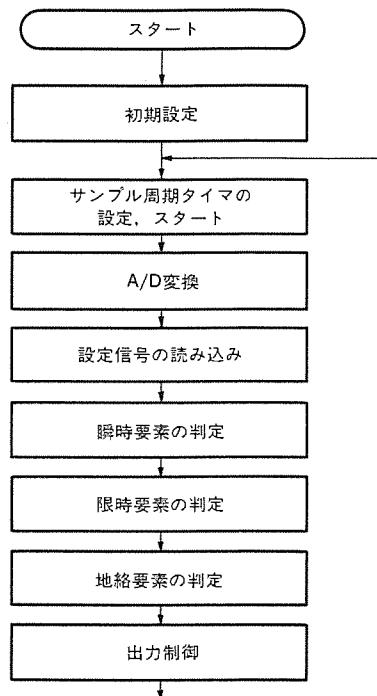


図7. プログラム構成

た。

## 5. むすび

従来より使用されているアナログ技術では、保護特性上から必要な特性を実現しようとすると、回路規模が大きくなるほど生産コストが上昇する。そして性能を多少犠牲にしてコストとの折り合いをつけ製品化される場合がある。しかしこのような妥協をさけるには、マイクロコンピュータは有力な手段となり得る。今後も一步一歩実績を踏んでマイコン制御の電子化推進を図る計画である。

# 新形電磁開閉器——電子制御時代への対応——

松本文雄\*・西迫静隆\*・大塚重治\*

## 1. まえがき

電磁開閉器、接触器は、モータルを始めとする主回路機器の制御用として広範囲に多数使用されている。したがって固有信頼性の向上のみならず多種多様な使用環境に対する適用性、取付け、配線又は保守・点検時における取扱性を向上させることにより、使用信頼性を向上させることも必要となる。

また、最近では制御回路の電子化が急速に普及し、一つの制御装置として主回路機器と電子式制御機器が混在するケースが増え、信号のインターフェース、開閉サージ保護などの協調の問題も発生している。新形 MS-K シリーズ電磁開閉器・接触器は、使用信頼性の向上と電子式制御機器との協調を図ったもので、今後の電子制御時代に対応できる電磁開閉器、接触器としての機能充実を図っている。ここにその一端を紹介する。

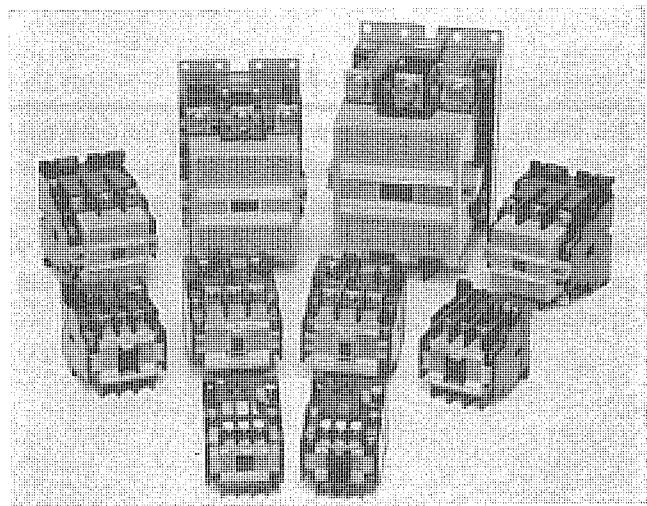


図 1. 新形 MS-K シリーズ 電磁接触器の外観

## 2. 新形 MS-K シリーズ電磁開閉器の概要

### 2.1 種類と定格

MS-K シリーズは、定格電流 20~400 A の範囲で 15 のフレームで構成し、フレームごとに箱入形 (MS-K)、開放形 (MSO-K) 電磁開閉器、電磁接触器 (S-K) 及びモータル保護リレーとしての熱動形過電流繼電器 (TH-K)、電子式モータル保護リレー (ET) があり、用途により非可逆式と可逆式に使い分けができる。表 1. にフレームサイズ及び定格を示す。(図 1.)

### 2.2 特長

MS-K シリーズの特長は、「高信頼性と高性能」、「省エネルギー」、「使いやすさと安全性」の三つに集約でき、これらの特長をまとめると次のとおりである。

#### (1) 高信頼性と高性能

表 1. MS-K シリーズの定格

フレーム	AC 3 級 (かご形モータルの標準責務)				AC 4 級 (かご形モータルの寸) (動・逆転寸動用)			定格通電電流 (A)	
	定格容量 kW (A)				定格容量 kW (A)				
	200 ~220V	380 ~440V	500 ~550V	660V	200 ~220V	380 ~440V	500 ~550V		
K 20	4( 20)	7.5( 20)	7.5( 17)	7.5( 9)	3.7( 18)	5.5( 13)	5.5( 10)	32	
K 21	4( 20)	7.5( 20)	7.5( 17)	7.5( 9)	3.7( 18)	5.5( 13)	5.5( 10)	32	
K 25	5.5( 26)	11( 24)	11( 19)	11( 12)	4.5( 20)	7.5( 17)	7.5( 12)	50	
K 35	7.5( 35)	15( 32)	15( 24)	15( 17)	5.5( 25)	11( 24)	11( 17)	60	
K 50	11( 50)	22( 46)	22( 33)	22( 26)	7.5( 35)	15( 32)	15( 24)	80	
K 65	15( 65)	30( 62)	30( 45)	30( 35)	11( 50)	22( 47)	22( 38)	100	
K 80	19( 80)	37( 75)	45( 75)	45( 52)	15( 65)	30( 62)	30( 45)	135	
K 95	22( 93)	45( 93)	45( 75)	55( 65)	19( 80)	37( 75)	37( 55)	135	
K 100	25(100)	50(100)	55( 80)	55( 60)	19( 80)	37( 75)	37( 55)	150	
K 125	30(125)	55(110)	55( 80)	60( 70)	22( 93)	45( 90)	45( 65)	150	
K 150	37(150)	75(150)	90(140)	90(100)	30(125)	55(110)	55( 80)	200	
K 180	45(180)	90(180)	110(180)	110(120)	37(150)	75(150)	90(140)	230	
K 220	55(220)	110(220)	132(200)	132(150)	45(180)	90(180)	90(140)	260	
K 300	75(300)	150(300)	160(250)	200(220)	55(220)	110(220)	132(200)	350	
K 400	110(400)	200(400)	200(350)	250(300)	75(300)	150(300)	160(250)	450	

- ・うなり音を完全に防止 (S-K 50~K 400 : AC 操作 DC 励磁方式電磁石)
- ・うなりレベルを低減 (S-K 20~K 35 : IC 形鉄心)
- ・開閉サージの出ないコイル (S-K 50~K 400)
- ・優れた遮断性能 (660 V 回路へ適用)
- ・熱動形過電流繼電器のトリップフリー化
- ・低電圧補償コイルを標準装備 (定格電圧の 35 % 電圧降下まで許容)
- ・電磁接触器・熱動形過電流繼電器の過電流耐量向上 (最大目盛定格の 13 倍通電で、熱動形過電流繼電器のヒータ不溶断)
- ・防じん性の向上 (JEM-1030 の防じん構造 IP 40)
- (2) 省エネルギー
  - ・コイルの消費電力を大幅に減少 (S-K 50~K 400)
  - ・小形・省スペース化
- (3) 使いやすさと安全性
  - ・共用定格コイルの広範囲化 (S-K 50~K 400)
  - ・DIN レール取付機構の標準装備 (S-K 20~K 65)

- ・補助接点・ラッピングユニットの追加取付可能 (S-K 21~K 65)
- ・補助接点ユニットの追加取付可能 (S-K 80~K 400)
- ・機械的インタクロックのカセット化
- ・サーボ吸収器の取付可能 (S-K 20~K 35)
- ・熱動形過電流遮断器の補助接点 1a 1b 付き
- ・端子バリヤによる安全性向上
- ・多くの国際規格に適合

## 2.3 構造

電磁接触器の構造は、全機種とも接触子部と電磁石部を二階建てにして直結した水平動作方式を採用している。構造の代表例を図2., 図3. に示す。

### (1) 接触子部の構造

S-K 80形以上には、転流板・グリッド・アーフランナ・U字形固定接触子を採用し、接点間に発生したアーカーを大きな駆動力で移動、伸長させ、グリッドでみやかに消弧する構造となっている。グリッド方式はS-K 50形以上に、アーフランナ方式は、S-K 25形以上に採用している。

### (2) 電磁石部の構造

S-K 50形以上には、AC操作DC励磁方式の電磁石を採用した。特にS-K 100形以上では、電磁石部分をユニット化し、固定鉄心と共に外部へ引き出せる構造となっている。電子回路部分は、S-K

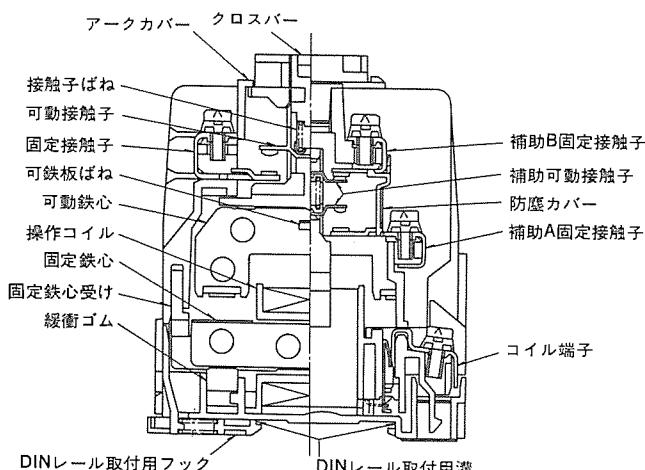


図2. S-K 21形電磁接触器の構造

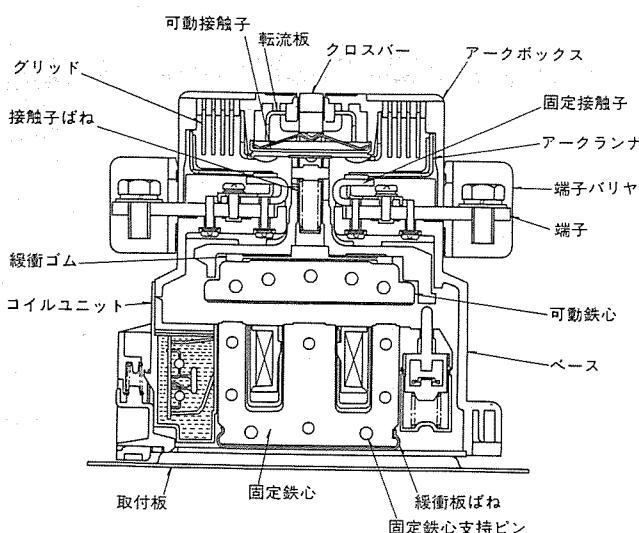


図3. S-K 220形電磁接触器の構造

100形以上ではコイルユニット内部に、S-K 50~K 95形では取付台の内部に注型モールドにより固定している。またクロスバーにより動作する切換スイッチが、前述ユニット及び取付台に設置している。固定鉄心あるいは可動鉄心の接極面には、残留磁気による吸着防止のため、非磁性体の薄板スペーサを設けている。

S-K 20~K 35形は、くま取りコイルを使用した交流電磁石が使用されているが、固定鉄心にI形、可動鉄心にC形のIC形鉄心形状を採用している。

### (3) 多機能付加構造

盤への取付方法として、従来のねじ取付方式とともに西ドイツ工業規格DINに規定されたレールにも取付けできるように、取付台底部にレール取付用の溝と固定用のフックをS-K 20~K 65形で装備している。追加補助接点はユニット化し、S-K 80形以上では電磁接触器の側面に、S-K 21~K 65形では電磁接触器の上部に取付けることができる構造とした。S-K 21~K 65形では補助接点のほかに、機械的ラッピングユニットも上部に取付けできる。またS-K 20~K 35形では、コイルの開閉サージを吸収するためのサージ吸収ユニットが簡単に取付けできるよう、構造的に工夫している。

## 3. 新形MS-Kシリーズの新技術

### 3.1 電子制御時代への対応技術

#### (1) AC操作DC励磁電磁石

S-K 50形以上の機種では、図4.に示すコンデンサによる電圧ドロップ方式を採用し、AC操作電源を内部でDCに変換するAC操作DC励磁電磁石を開発した。

電磁接触器投入時は、切換スイッチ(SW)がON状態にあり、電流が操作コイル(MC)に流れ吸引し、定常時は切換スイッチがOFF状態になり、コンデンサ(C)により操作コイル(MC)に流れる電流が制限され、小さな消費電力で保持状態を保つ。電磁石はDC電磁石となっているので、電磁石のうなり音は完全に無くなり、またくま取りコイルを使用した交流電磁石と異なり、ヒステリシス損、くま取りコイル損が無いため大幅な消費電力の低減ができた。

図5.に消費電力、VAの比較を示す。これにより、省エネルギーを

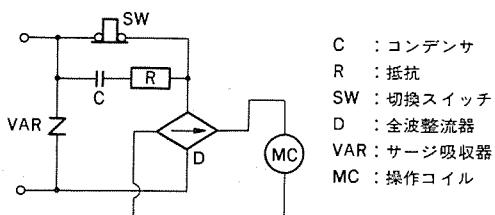


図4. DC保持方式コイル回路図

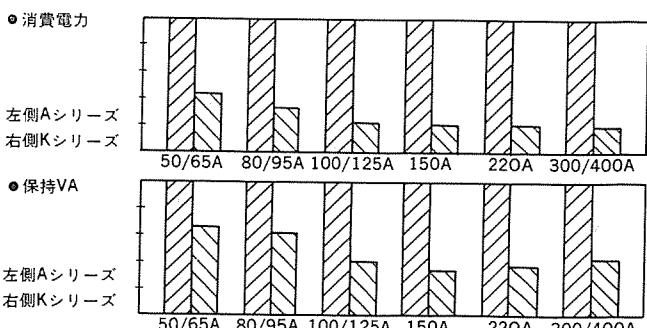


図5. 消費電力の少ない操作コイル

表 2. シーケンサによる電磁接触器の制御

シーケンサ			電磁接触器	
形名	出力定格	コイル負荷(AC 11級)定格 AC 100~AC 240V 50/60Hz	直 接 駆 動	直 接 駆 動 不 可 (リレーを介する)
MELSEC-K 0, K 1, K 2 有接点(リレー)に限る	AC 100V 2A cosθ=1 AC 220V 2A cosθ=1 DC 24V 2A	80VA以下 120VA	100万回 20万回	SR リレー 100万回 S-A 10 RM~S-A 150 100万回 S-A 220 20万回 S-K 20~S-K 400 100万回
MELSEC-F 20	AC 100V 2A cosθ=1 AC 200V 2A cosθ=1 DC 24V 2A	35VA以下	100万回	SR リレー 100万回 S-A 10 RM~S-A 80 100万回 S-K 20~S-K 150 100万回

表 3. サージ吸収器によるコイル開閉サージ抑制効果

形名 (コイル定格)	コイル印加 電圧	サージ電圧(V)(波高値)			
		サージ吸収器なし		サージ吸収器付	
		X	max	X	max
S-A 11 RM (200V) SR-40RM, SR-80RM	220V 60Hz	2164	2260	540	550
S-A 12 RM (200V) SR-50 RM	"	2276	2600	546	580
S-K 21 (200V)	"	2089	2560	540	540
S-K 35 (200V)	"	2042	2460	545	530
S-A 11 RM (100V) SR-40RM, SR-80RM	110V 60Hz	1541	1800	320	320
S-K 21 (100V)	"	1924	2560	350	350

測定回数 50回

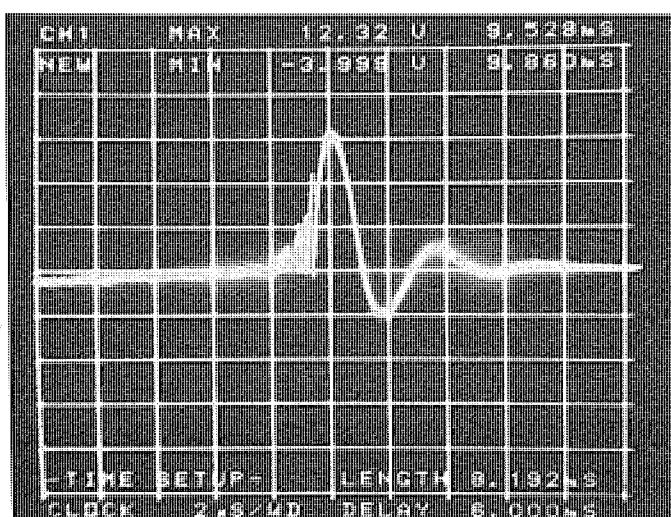
実現するとともに、当社《MELSEC-K シリーズ》などのプログラマブルシーケンスコントローラの出力接点へ全シリーズ直接接続することが可能となった。DC 電磁石は残留吸着力が大きく、落下不良を防ぐために、MS-K シリーズでは 0.12~0.2 mm のステンレス板を接極面に特殊ろう付けしている。入力が小さくなり、コイル温度に余裕ができたことにより、コイルの定格の広範囲化(例えば、MS-K シリーズの AC 200V コイルの定格は 200~240V 50Hz/60Hz であり、MS-A シリーズの 4 種類の定格のコイルを一つにまとめている)が実現できた。更に入力と同様に定常時の鉄心の磁束量も小さくなり、電磁石をコンパクトにまとめることができ、次項で述べる新遮断技術と合わせ、製品本体を小形にすることができた。

## (2) サージ吸収器

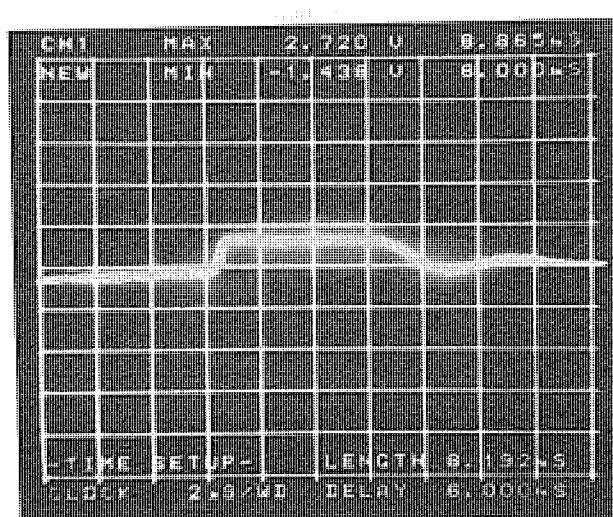
S-K 50 形以上の AC 操作 DC 励磁方式では、コイルの開閉サージは図 4 のダイオードにより吸収されるため、サージの発生はない。また S-K 35 形以下については、本体にサージ吸収器ユニット UA-SA 21 が取付けることができる。これにより、電子機器との組合せ使用が容易にできる。(表 3.) (図 6.)

3.2 新遮断技術<sup>(1)</sup>

S-K 80 形以上では、転流板・グリッド・アーチランナ・U 字形固定接触



サージ吸収器なし



サージ吸収器あり

S-K35 200V コイル  
コイル印加 220V 60Hz

図 6. サージ吸収器(UA-SA 21)の効果

子による新しい消弧機構を採用し、接点間に発生したアーカーを速かに転流板・アーチランナに移し、強いアーカー駆動力によりアーカー時間を安定して1サイクル以下に抑えることができた。この優れた遮断性能により、660V適用も可能となり電気的寿命も向上した。

### 3.3 新交流電磁石

S-K 20~K 35形においては、くま取りコイルを使用する交流電磁石を採用しているが、鉄心をIC形状にし、脈動吸引力の低減を実現している。MS-Kシリーズでは、有限要素法による磁界計算と実験により磁束の漏れ(図7)を調べ、鉄心の形状の最適化を図った。定常時の吸引力計算は、鉄心内部の磁気飽和による非線形性も含めたコンピュータシミュレーション(図8.)を実施し、最小吸引力を大幅に上げ、最高吸引力を抑えること、すなわち吸引力の脈動成分を小さくし、直流成分を大きくすることに成功した。

計算結果は実測に良く合い、鉄心接極面に25μmのさび(錆)がある

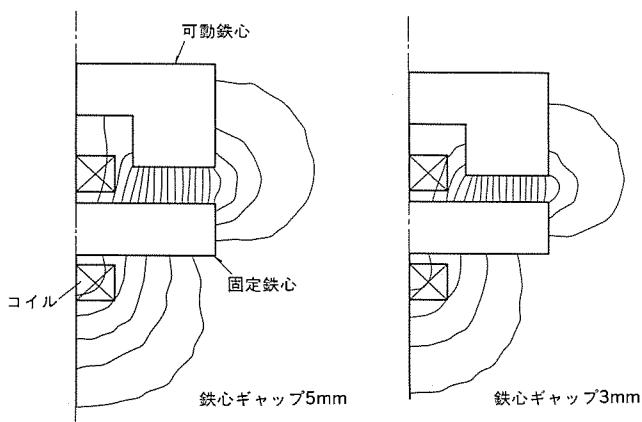


図7. 吸引過程の磁束の漏れ

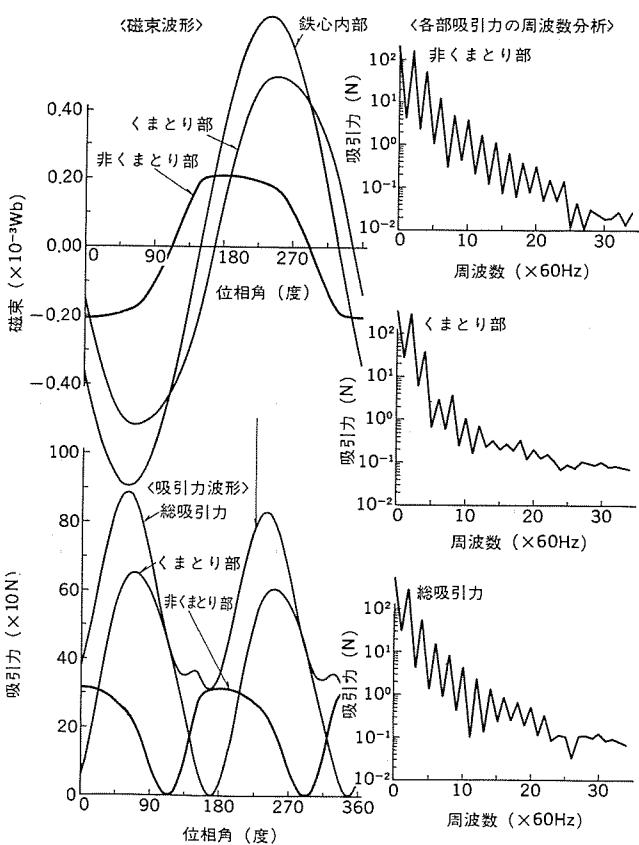


図8. 定常時吸引力のコンピュータシミュレーション

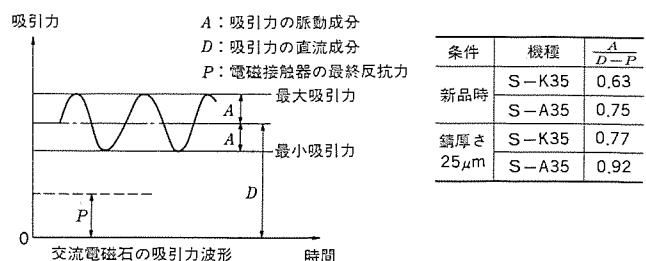


図9. S-K 35形とS-A 35形の吸引力比較  
(AC 200Vコイルに170V 60Hzを印加)

出た場合でも鉄心のうなり音を防止することができた(図9.)。また残留磁気による吸着防止用の空げき(隙)を鉄心内部に設けることで、開閉による空隙の減少を防ぎ、機械的寿命の向上が図れた。

### 3.4 安全性への対応

安全性については端子バリヤによる相間短絡防止策を、全機種にも実施し、シリーズとして一貫した思想をもつとともに、MS, MS-Aシリーズで培われた細部にわたる安全性を継承している。熱動形過電流继電器では、リセットバーが電線などにより拘束されてもトリップできるトリップフリー機構を採用している。機械的インタロックユニットを付けた場合、二つの電磁接触器の位置決めを確実にするための連結部品が標準で付いている。防じん性も直径1mmの球が内部に入らない構造(IP 40)となっている。また、UL規格、CSA規格及び欧州安全規格に、標準品で適合できるように設計的配慮をしている。

### 3.5 モートル保護リレー

バイメタルを使用した熱動形過電流继電器(熱動形モートル保護リレー)TH-Kシリーズを、MS-Kシリーズの一環として開発したが、TH-Kシリーズでは前述のトリップフリー機構のほかに、3素子付きのものは過負荷、欠相の二つの保護機能を持った(2Eリレー)構造とした。補助接点は、1a 1b接点で電気的にお互いに独立している。したがって、使いやすく、コイル回路と警報回路が異電圧の場合でも補助リレーを追加する必要がない。

TH-Kシリーズのほかに、マイコンを使用したET形電子式モートル保護リレーを開発した。保護の種類(過負荷、欠相、反相保護)の選択及び動作特性(速動、標準、遅動特性)が、切換スイッチにより任意に選択できる。定格電流も1台で3~4倍の範囲をもち、また保護機能が働いてトリップした場合、発光ダイオードの点滅の仕方で、過負荷、欠相、反相のいずれによるものかがわかる。ET形モートル保護リレーは、MS-Kシリーズの電磁接触器と組み合わせての使用に便利な構造となっており、MS-Kシリーズの電子制御時代への対応の一環といえる<sup>(2)</sup>。

### 4. 信頼性評価

電磁開閉器はJIS、JEM規格も含め世界的にIEC規格へ統一化されつつある。MS-Kシリーズは、この規格を満足するだけでなく各国の安全規格に標準品で適合させるため、また従来形シリーズの市場故障を分析し、対策結果を確認するための評価を実施し性能及び信頼性を確認した。

#### 4.1 開閉性能

MS-Kシリーズは、AC 3級定格で規格の8倍より大きな10倍の閉

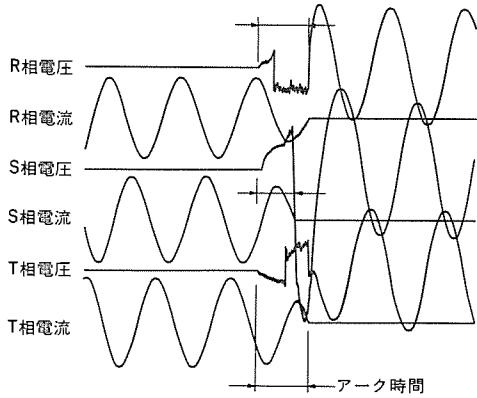


図 10. S-K 95 形遮断電流容量試験 オシログラム  
3 φ 492 V 1,245 A Pf=0.31 lag

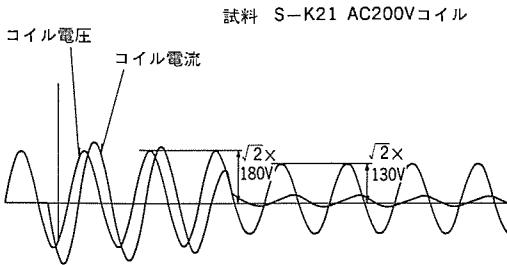
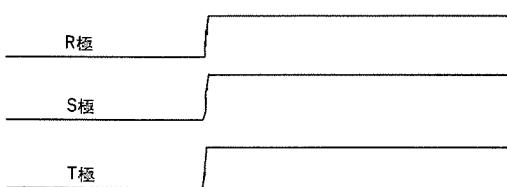


図 11. 電圧降下試験のオシログラム

路遮断容量をもたせるとともに、短絡保護専用遮断器との組合せを考慮して 13 倍の遮断性能をもたせた。

#### 4.2 動作特性

モータ始動時、接点が接触した瞬間に流れる過渡突入電流に起因する電圧降下により、電磁接触器がポンピング動作し、接点溶着又は溶断を発生する。従来形シリーズは、この始動瞬時の電圧が定格の 75 %まで降下しても耐えるよう設計していたが、主接点の溶着及び溶断が市場故障で大きなエラーを占めている。この原因の大半は始動瞬時及びスタートルタ始動で、スターからデルタへの切換時の電圧降下が予想よりも大きいためであった。この対策として従来形は低電圧補償形（瞬時の電圧が定格の 65 %までの降下に耐える仕様）を用意していた。MS-K シリーズでは、標準品で従来の低電圧補償形までカバーできる配慮をした。

#### 4.3 電磁石の騒音

盤製作時の電線くず、切り粉などが電磁接触器内部に侵入し、電磁石間にかみ込まれた場合及び屋外盤などで、結露により電磁石が発せい（錆）した場合に交流操作電磁接触器は騒音を発生する。MS-K シリーズは 2.3 節で述べたように、原理及び構造面でこの騒音を大幅に低減している。騒音レベルの評価により、電線くずなど異物侵入防止の確認及び次の加速環境試験を実施し、発錆しにくさと万一発錆時の騒音レベルが低いことを裏付けた（表 4.）。

##### 4.3.1 加速湿潤試験 I

表 4. 電磁石の発錆及び騒音比較試験結果

試料	腐食試験 観察部	加速湿潤試験 I								加速湿潤試験 II					
		発錆状況（注 2）						10サイクル後のうなり（dB） (注 1)	発錆状況（注 2）		1サイクル後のうなり（dB） (注 1)				
		1サイクル	5サイクル	10サイクル	接極	中央	接極		接極	中央	接極				
20 A フレ ーム S K 形	可動鉄心	9	10	7	8	9	4	4	9	4	X=37.3 max=45 min=33	2 4 7	9 9 —	1 3 7	X=46.5 max=79 min=35
	固定鉄心	10	10	10	10	10	10	9	9	9					
	可動鉄心	10	—	10	10	—	10	9	—	9	X=34.5 max=35 min=34	7 10	— —	X=29.9 max=31 min=29	
	固定鉄心	10	—	10	10	—	10	10	—	8					
50 A フレ ーム S K 形	可動鉄心	9	10	10	6	6	10	5	6	10	X=48 max=64 min=38	3 5	5 10 10	4 10 10	X=59.7 max=88 min=37
	固定鉄心	9	10	10	8	10	10	7	10	10					
	可動鉄心	10	—	10	10	—	10	9	—	9	X=33* max=33 min=33	7 9	— —	8 9	X=27* max=27 min=27
	固定鉄心	9	—	9	9	—	9	9	—	9					

注 (1) コイルに定格電圧印加し、10 cm 離れた位置で測定

(2) 鉄心の発錆状況は JIS D 0201 のレイティングナンバーにて記録

(3) \*は、暗騒音

表 5. MTTF 予測

#### 部品故障率 (MTTF)

条件 1. 環境 フラクタ地上固定

2. 周囲温度 70°C

形名: S-K 220 AC 200 V コイル

部品	部品 No.	故障率 (E-06/Hr)	部品	部品 No.	故障率 (E-06/Hr)
D	1	1.9116560 E-02	C	1	7.8244460 E-02
D	2	1.9116560 E-02	VAR	1	6.1035620 E-02
D	3	1.9116560 E-02	PWB	1	3.4560000 E-04
D	4	1.9116560 E-02	S	1	2.9232000 E-01
R	1	1.6509230 E-01	S	2	6.5520000 E-02
R	2	1.6509230 E-01			0.0000000 E+00

注 故障率 (MTTF)=1.10605 E+06 時間

D: ダイオード VAR: バリスタ

R: 抵抗 PWB: プリント板

C: コンデンサ S: 接続点

PPM として検出されない程度の SO<sub>2</sub> ガス (0.1 %) を含む 40°C 高湿度雰囲気中で試料を 10 サイクル (1 サイクル とは SO<sub>2</sub> ガス封入加湿 7.6 時間、0.4 時間開放) 放置後の鉄心発錆状況及び電磁石騒音試験を実施。

#### (2) 加速湿潤試験 II

SO<sub>2</sub> ガス (0.2 %) を含む 40°C 高湿度雰囲気中で試料を 1 サイクル (SO<sub>2</sub> ガス封入加湿 7.6 時間、0.4 時間開放) 放置後の鉄心発錆状況及び電磁石騒音試験を実施 (加速湿潤試験 I に引き続き実施)。

#### 4.4 電子部品の評価及び寿命

交流操作直流励磁電磁石は、コイルダイオードなどの電子部品を内蔵している。MIL 規格に基づき、部品の故障率 (MTTF) が約 100 万時間と推定した。また実機にても開閉寿命試験、高温連続通電試験、高温多湿放置試験及びヒートサイクル試験を実施し、従来のコイルと同等以上の性能があることを確認した。(表 5.)

##### 4.4.1 機械的寿命試験

機械的寿命試験を多数個列盤にて実施し、開閉衝撃及び突入電流の繰返しによる熱的ストレスによる電子部品の異常もなく、90 % 信頼寿命で 500 万回以上であることを確認した。

##### 4.4.2 環境試験

主回路無通電で周囲温度90°C中に、操作コイルに定格電圧の110%を印加し、4,000時間の放置試験を実施した。試験後開閉特性及びコイル特性とも異常なく、アレニウス則より周囲温度55°C中で連続使用して10年以上の寿命が推定される。また、周囲温度50°C、相対湿度95%中に操作コイルに定格電圧の110%を印加し、4,000時間の放置試験及び-10~70°Cのヒートサイクル試験を12サイクル実施し、高湿度及び温度変化に対しても従来の製品(通常のコイル)と同等以上の性能であることを確認した。

#### 4.4.3 部品の選定

部品選定上、電磁石の開閉衝撃及び熱的ストレスに耐えるためエポキシ樹脂で注型するなど構造面で配慮した。また各部品について、コンデンサは耐熱性(90°C中で連続通電を4,000時間実施し容量変化1%以下を確認)、充放電による劣化(直列に抵抗を入れ電流値を規制し部品として1,000万回の充放電試験を確認)を、ダイオードは突入電流が大きいのでサージ耐量(部品として90°C中で実負荷の繰返し通電試験を1,000万回確認)と、耐電圧(繰返しピーク電圧を使用電圧の3倍以上に選定)を、また切換スイッチは機械的寿命(単体で1,000万回の開閉試験を確認)を配慮し選定した。

#### 4.5 レール取付けの評価

MS-Kシリーズは、65AクラスまでDINレール(EN規格、IEC規格に適合する35mm幅のもの)に標準品で取付けできる。レール取付使用における信頼性確認として下記項目を試験した。

##### (1) 機械的寿命試験

機械的寿命試験中、横ずれのないこと及び各部の部品破損のないことを確認した。

##### (2) 耐振動試験

10~55Hzで共振点のないこと及び16.7Hz 2gの振動耐久試験を各方向1時間実施し、横ずれ及び各部品の破損のないことを確認した。

##### (3) 耐衝撃試験及び落下衝撃試験

振り子式試験機で確認した結果を表6に示す。またパネル取付後の運搬時の耐衝撃性を確認するため、製品を図12に示すように取り付け、パネルを落下させ製品への影響を調査した。いずれもフック破損又は脱落が発生する加速度は大きく(誤動作限界値は約5g)、運搬時にかなりの高所より製品を落下しないかぎり問題ない(表7)。

#### 4.6 電気的寿命

接点開閉時に発生するアーカーのすみやかな駆動及び投入時の接点バウンスを減少させることにより、製品は大幅に小形化しているが従来機種以上の性能を確保できた<sup>(1)</sup>。

表6. レール取付時の耐衝撃性

衝撃方向	前→後	上→下	下→上	左↔右
結果	50g OK	50g OK	20g以上 つめ破損あるいは脱落	20g以上で 横ずれ発生

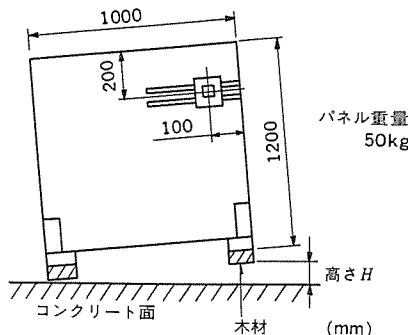


図12. レール取付時の落下衝撃

表7. レール取付時の落下衝撃

	加速度(g)	高さH(mm)
結果	30 OK	200
	35以上で、つめ破損あるいは脱落	250以上

注 高さHは目安としての参考値

## 5. むすび

新形MS-Kシリーズは、電子化制御に対応、標準品で各国規格に対応など市場ニーズを適格にとらえた製品で、その内容及び信頼性について概要を紹介した。適用に際し需要家各位の参考になれば幸甚である。なお今後とも需要家各位の貴重な御意見をいただき製品の改善を進め、より満足いただける製品とするよう努力する所存である。

## 参考文献

- 森ほか：低圧電磁接触器における新転流しゃ断方式、三菱電機技報、57、No. 12 (昭58)
- 榎原ほか：マイコン利用の低圧モータ保護リレー、三菱電機技報、57、No. 12 (昭58)

# ノーヒューズ遮断器とエレクトロニクスの応用 —高低圧保護協調に最適—

山本清美\*・前田信吾\*・藤久博章\*

## 1. まえがき

低圧電路 (AC 600 V 以下), 特に化学プラントや超高層ビルなどのように, 負荷の制御システムが高度でかつ複雑な電路においては, 経済性とともに停電を極力避けるための給電の連続性が重要となる。

このため電気設備における最大限の連続給電を目的として, 配電系統で高圧側は過電流遮断器 (OCR) や電力ヒューズ (PF) の動作特性上の協調を, 低圧側はノーヒューズ遮断器 (以下, NFB と称す) の動作特性上の協調をそれぞれ検討している。しかしながら高圧側だけ, あるいは低圧側だけで保護機器間の動作上の協調が完全であっても, 変圧器を介して, 高圧・低圧間の協調が損なわれていたのでは低圧側の系統の全停電の危険性があり, せっかく取り付けられている保護機器がその役目を果たしても, 系統全体の協調 (最大限の連続給電) という本来の目的を達していないことになる。

したがって系統全体から考えると, 高圧・低圧の保護機器間の協調の検討が重要な項目となる。過電流保護機器として使用される NFB においては, 配電系統内で他の保護機器と動作上の協調をと

り, 最大限の連続給電機能をもつことが要求される。このような要求に答えて, 最適な協調を得るために引外し特性を調整できる電子式ノーヒューズ遮断器《MELNIC》(形名: NFE) を開発, 販売している。

このたび, 従来の 400, 600, 800, 1,200, 2,000, 3,000, 4,000 A フレームに加えて新たに 225 A フレームを開発し, より一層の保護協調が可能となったので, ここに《MELNIC》による高圧・低圧の保護機器間の保護協調について述べる。

## 2. 《MELNIC》の仕様

低圧側の保護機器に要求される機能は, 過負荷及び短絡事故からの電路保護, 負荷電流の開閉及び断路, 過渡的な突入電流に対する時延動作特性及び高圧側及び低圧側の他の保護機器との協調をもつことである。

このため《MELNIC》は図 1. に示すように長限時引外し, 短限時引外し及び瞬時引外しの動作特性を持たせている。しかも定格電流及び短限時引外し特性が広範囲に調整できる。これらの調整はいずれもカバー表面のダイヤルを回すことにより, 簡単に行うことができる。

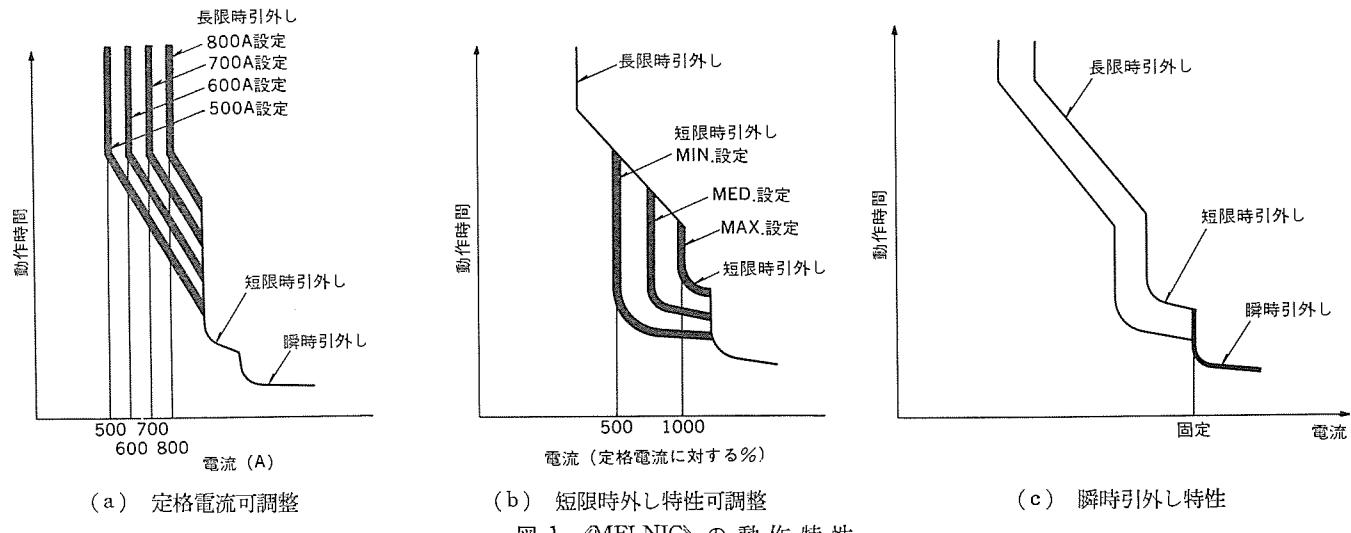


表 1. 基本仕様

フレーム	225 A	400 A	600 A	800 A	1200 A	2000 A	3000 A	4000 A
形名	NFE 225-S	NFE 400-S	NFE 600-S	NFE 800-S	NFE 1200-S	NFE 2000-S	NFE 3000-S	NFE 4000-S
定格電流設定値 (可調整) (A)	125~225	250~400	350~600	500~800	700~1,200	1,200~2,000	1,800~3,000	2,500~4,000
短限時	ピックアップ設定値 (可調整) (定格電流設定値に対する%)	MAX 設定	500±50%				300±30%	200±20%
	MED 設定	750±75%				450±45%	300±30%	
	MIN 設定	1,000±100%				600±60%	400±40%	
瞬時	ピックアップ電流値 (固定) (A) (ピックアップ電流範囲は士10%)	4,000	7,500	10,000	15,000	20,000	30,000	35,000

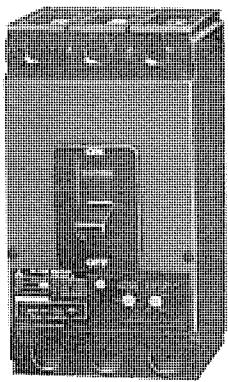


図 2. NFE 225-S 形の外観

きる。《MELNIC》の基本仕様を表 1. に、225 A フレームの NFE 225-S 形の外観を図 2. に示す。

### 3. 《MELNIC》と PF との協調

#### 3.1 PF を使用する高圧受電設備

300 kVA 以下の高圧受電設備においては経済性に重きをおいて、PF と高圧開閉器 (LBS) を組み合わせて保護する PF・S 形が採用される。一般に LBS は、地絡継電器によるもの以外は、自動引外しをさせないため、PF と低圧側の NFB との協調を考慮すればよい。(図 3.)

注 PF と NFB の 1 対 1 の対応にて協調がとれないときは、NFB を小容量化し分割配置することもある。

300 kVA を越えるか受電容量の大きい重要回路では、PF・CB 形及び CB 形が採用されるが、これは過電流継電器付きであり、PF は CB の遮断容量不足を補うものであるので PF と NFB の間の協調はとりやすくなる。

#### 3.2 PF の定格電流の選定

PF の時間一電流特性には、①溶断特性（平均、最小、最大、ただしカタログには一般に平均値が示される）、②動作特性（カタログには一般に最大動作時間が示される）、③許容特性の 3 種類がある。上位側過電流継電器との協調や被保護機器に対する保護特性を検討す

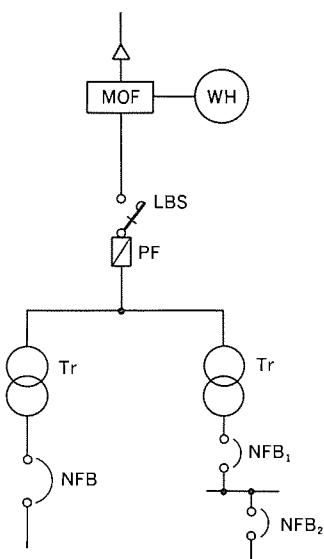


図 3. 高・低圧スケルトン図

るためには②を用い、下位側保護機器又は負荷の過渡特性（例えば変圧器の励磁突入電流）との協調を検討するには③を用いる。図 4. は PF の①、②、③特性の関係を示したものである。PF の定格電流は次の事項により選定する。

(1) 変圧器の定格電流との関係は、PF の T 種定格電流 > 変圧器定格電流とする。

(2) 変圧器の励磁突入電流で劣化、溶断がないように、許容特性が励磁突入電流より上側にあること。変圧器励磁突入電流の代表値は、変圧器定格電流の 10 倍、0.1 秒とされている。

(3) 二次側短絡時の変圧器保護のため、変圧器定格電流の 25 倍の電流を 2 秒以内に遮断すること。

ただし、これらの条件は絶対的なものではなく、他の条件により満足されない場合は変圧器と変圧器二次側開閉器間は、絶縁強化によって短絡事故がないものとして、過電流保護協調を考えることが高圧受電設備指針に記されている。

一般に変圧器定格電流の直近上位 T 種定格電流のヒューズを選定すると、上記(1)～(3)の条件を満足する。

#### 3.3 PF と《MELNIC》の協調

高圧側の保護機器として PF を使用する場合は、二次側の《MELNIC》とは協調していかなければならない。つまり、過負荷領域においては《MELNIC》が必ず先に動作し、PF が動作しないことはもちろん、過負荷電流の繰返しによるヒューズエレメントの劣化があってはならない。

したがって、具体的には PF の許容特性曲線と《MELNIC》の動作特性曲線を重ね合わせ（PF を二次側へ、又は《MELNIC》を一次へ換算する）両者が過負荷領域でクロスしないようにする必要がある。

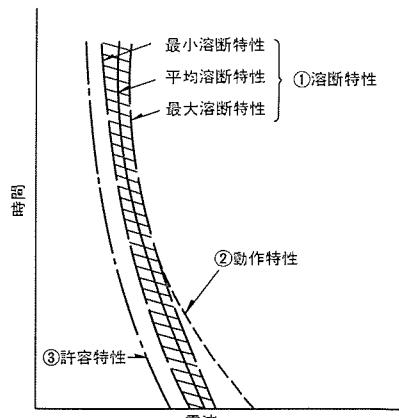


図 4. 電力ヒューズの動作特性

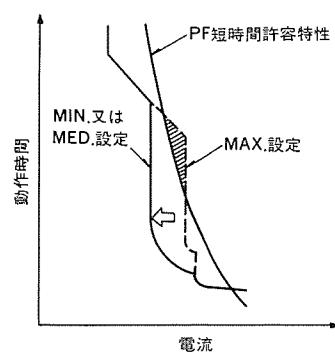


図 5. 電力ヒューズと NFB の協調

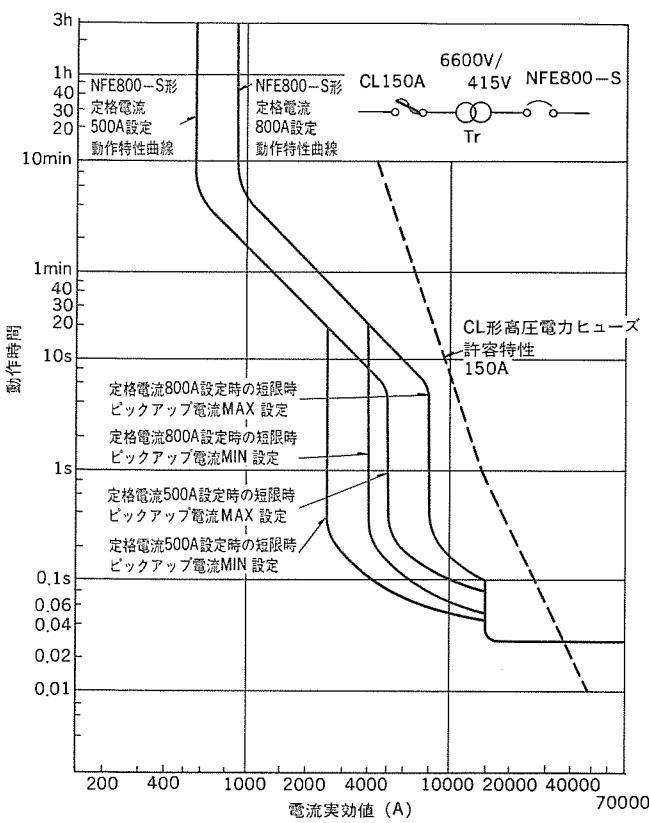


図 6. 高圧側電力ヒューズと《MELNIC》の協調例

表 2. 《MELNIC》と高圧ヒューズ(CL形)との協調  
6.6 kV/200-220 V

NFEの定格電流(A)	CLの定格電流(A)	5	10	20	30	40	50	60	75	100	150	200	300	400
NFE225-S	125			◎MED										
	150			◎MIN										
	175			◎MIN										
	200			◎MIN										
NFE400-S	225			◎MED										
	250			◎MED										
	300			◎MIN ◎MED										
NFE600-S	350			◎MIN ◎MED										
	400			◎MIN ◎MED										
NFE800-S	350			◎MIN ◎MED										
	400			◎MIN ◎MED										
	500			◎MIN ◎MED	◎MIN ◎MED									
	600			◎MIN ◎MED	◎MIN ◎MED	◎MIN ◎MED								
NFE1200-S	500			◎MIN ◎MED	◎MIN ◎MED	◎MIN ◎MED								
	600			◎MIN ◎MED	◎MIN ◎MED	◎MIN ◎MED	◎MIN ◎MED							
	700			◎MIN ◎MED										
	800			◎MIN ◎MED										
NFE2000-S	700			◎MIN ◎MED										
	1000	◎MIN ◎MED												
	1200	◎MIN ◎MED												
NFE3000-S	1200	◎MIN ◎MED												
	1400	◎MIN ◎MED												
	1600	◎MIN ◎MED												
	1800	◎MIN ◎MED												
NFE4000-S	2000	◎MIN ◎MED												
	2500	◎MIN ◎MED												
	3000	◎MIN ◎MED												
	3500	◎MIN ◎MED												
NFE4000-S	4000	◎MIN ◎MED												

ある。PFと《MELNIC》との協調の取りにくい点は図5.に示す斜線部である。この場合、《MELNIC》は短限時特性が調整できるから図中の矢印で示すとおり、その設定を下れば容易に協調をとることができる。

なお、PFとNFBとの協調を考えるにあたって、図5.に示す非協調部分は過負荷領域であり、この領域の電流は、NFB1とNFB2の間の電路での高インピーダンス短絡以外は、通常NFB2以降で発生するものである。したがって、PFとの協調はNFB2との間で検討し、NFB1との非協調は場合によっては許容するのも一方法であろう。

高圧側のPFと低圧側の《MELNIC》との協調を検討するに当たって、《MELNIC》の特性を6.6 kV/200-220 Vの率にて高圧側に換算し、PFの特性との間の協調を調べた結果を表2.に示す。両者間の協調の考え方は、PFの許容特性と《MELNIC》の特性（短限時特性は電流軸にそって+10%移動させたもの）がクロスしないことを条件としている。PFと《MELNIC》の協調例を図6.に示す（この例では低圧側の電流目盛にて示す）。

表2.の欄内記号は次の意味をもつ。

(1) ◎MINは短限時可調整のノッチの位置がMINであること意味する。例えば、◎MEDは短限時可調整のノッチの位置を、MED以下に設定すれば協調可能であることを意味する。

(2) 何も記入していない欄は、ノッチの位置に関係なく協調が得られることを意味する。

#### 4. 《MELNIC》とOCRとの協調

##### 4.1 OCRの整定

高圧受電設備CB形及びPF・CB形においては、OCRがCBと組み合わせて使われるが、そのOCRと低圧側NFBとの選択協調を考慮する必要がある。受電OCRの整定は電力会社変電所の送り出しOCRとの協調を考慮して、そのCT比、タップ値及びダイヤル整定が決定されるが、同時に下記の条件も考慮する（上位の送り出しOCRとの動作協調をとらなければならないので、比較的早い動作時間のダイヤルに整定される）。

(1) 間接引外し素子付きの場合は、変圧器励磁突入電流で誤動作がないように、その整定値は変圧器定格電流の10倍以上とする。

(2) 変圧器の短絡保護のため、定格電流の25倍の電流値で2秒以下で動作すること。

OCRの電流（タップ）を整定する場合、下記の係数 $\alpha$ を考慮しなければならない。

$$\alpha = \frac{\text{继電器の整定電流値(一次換算)}}{\text{変圧器の一次定格電流}}$$

JIS C 4602「高圧受電用誘導形過電流继電器の解説」によると、この系数 $\alpha$ は各需要家によってまちまちであり、いちがいに決めることはできないと断りながら1.5を考慮している。

##### 4.2 OCRと《MELNIC》の協調

系数 $\alpha$ はCT比及びOCRのタップ荒さのため、一定の値に定まるものではないので、ここでは $\alpha=1.2\sim1.8$ を採用し《MELNIC》との協調を検討した。《MELNIC》の負荷が始動時に大きな始動電流を必要とし、この始動電流をさけて《MELNIC》の短限時引外し電流値を上げた場合には、OCRとの協調が得られない領域が現れる可能性がある。そのときにはOCRのタップを大きくして（配変OCRとの協調を考慮の上）《MELNIC》との協調を図るのが望ましい。

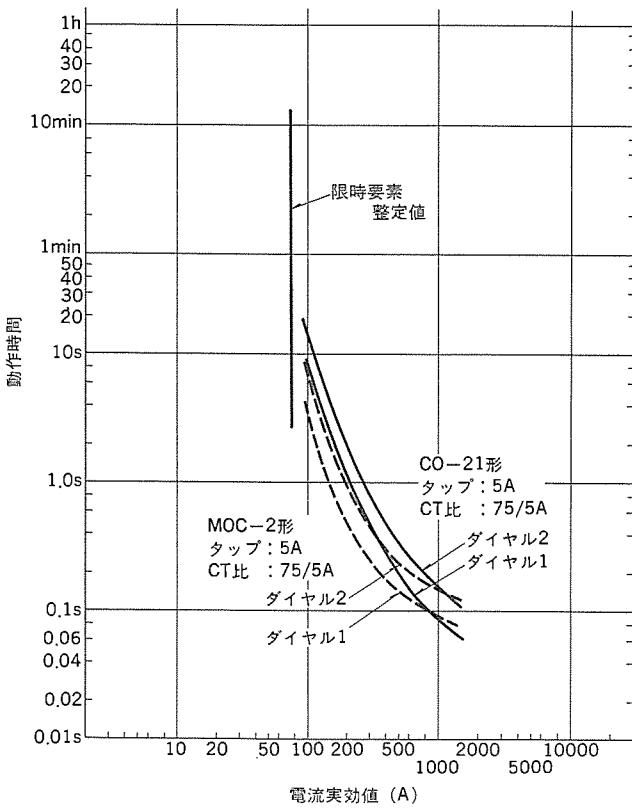


図 7. 三菱過電流繼電器 MOC-2 形と CO-21 形との動作特性比較

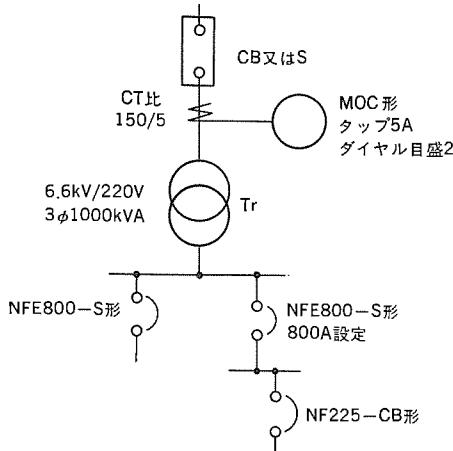


図 8. 《MELNIC》と高圧側OCRとの協調

短絡時の変圧器保護のためOCRが瞬時引外し素子付きの場合は、OCRと《MELNIC》の選択遮断可能領域は、この電流値以下までとなる。OCRと《MELNIC》の動作協調範囲をより広げる目的で、のOCR動作特性的傾斜を変更した三菱非常電源受電設備用過電流繼電器と過電流繼電器(強反限時特性)との動作特性比較を図7.に示す。図8.の回路構成において、《MELNIC》の定格電流、短限時ピックアップを任意に設定することにより、OCRとの選択協調を得ることができる。

OCRの動作特性にCTの変流比を乗じ、更に変圧器の電圧比によって、その値を二次側電流に換算した特性は、《MELNIC》の動作特性より上回ってクロスしないように《MELNIC》の特性を調整する。図8.の例において、OCRとして過電流繼電器MOC-2形

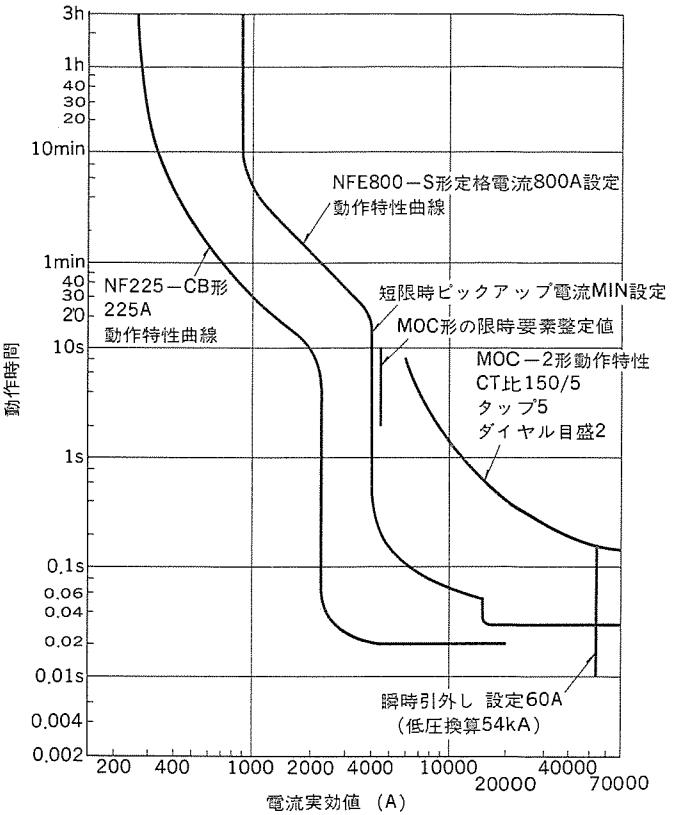


図 9. OCR と NFB の選択協調例

表 3. 《MELNIC》と高圧OCR(MOC-2形)との協調  
6.6kV/200-220V

Tr容量3φ(KVA)	300	500	750	1000	1500	2000	
NFB 形名	電流(A)一次/二次	26.2/787	43.7/1312	65.6/1968	87.5/2624	131.2/3937	175.0/5249
	CT比	50/5	75/5	100/5	150/5	200/5	250/5
NFE225-S	定格電流(A)	4	5	5	5	5	5
	125						
	150	◎MED					
	175	◎MIN					
	200	◎MIN					
NFE400-S	225						
	250		◎MED				
	300		◎MED				
	350		◎MIN	◎MED			
NFE600-S	400		◎MIN	◎MED			
	350		◎MIN	◎MED			
	400		◎MIN	◎MED			
	500			◎MIN			
NFE800-S	600				◎MED		
	500				◎MIN		
	600				◎MED		
	700				◎MIN		
NFE1200-S	800				◎MIN	◎MED	
	700				◎MIN		
	800				◎MIN	◎MED	
	1000					◎MIN	◎MED
NFE2000-S	1200					◎MIN	◎MED
	1200					◎MIN	◎MED
	1400					◎MIN	◎MED
	1600					◎MIN	◎MIN
	1800					◎MIN	◎MIN
NFE3000-S	2000					◎MIN	◎MIN
	1800					◎MED	
	2000					◎MIN	◎MED
	2500					◎MIN	◎MIN
NFE4000-S	3000					◎MIN	◎MIN
	2500					◎MIN	◎MIN
	3000					◎MIN	◎MIN
	3500					◎MIN	◎MIN
	4000					◎MIN	◎MIN

注 二次電流は220Vの場合を示す。

(強反限時特性)を使った場合の《MELNIC》との協調を図9.に(低圧側の電流目盛にて)示す。それらの選択協調可能な組合せを

表 4. 《MELNIC》と高圧 OCR (CO-21 形)との協調  
6.6 kV/200-220 V

	Tr容量3φ(KVA)	300	500	750	100	1500	200
NFB 形名	電流(A)一次/二次	26.2/787	43.7/1312	65.6/1968	87.1/2624	131.2/3937	175.0/5249
	CT比 UCRタップ	50/5	75/5	100/5	150/5	200/5	250/5
定格電流(A)	4	5	5	5	5	5	5
NFE225-S	125						
	150						
	175	◎MED					
	200	◎MIN					
	225	◎MIN					
NFE400-S	250						
	300						
	350	◎MED					
	400	◎MIN					
NFE600-S	350	◎MED					
	400	◎MIN					
	500		◎MED				
	600		◎MIN				
NFE800-S	500		◎MED				
	600		◎MIN				
	700			◎MED			
	800			◎MIN			
NFE1200-S	700			◎MED			
	800			◎MIN			
	1000				◎MED		
	1200				◎MIN	◎MED	
NFE2000-S	1200				◎MED		
	1400				◎MIN		
	1600				◎MIN	◎MED	
	1800				◎MIN		
	2000				◎MIN		
NFE3000-S	1800				◎MED		
	2000				◎MED	◎MED	
	2500					◎MIN	
	3000					◎MIN	
	2500					◎MIN	
NFE4000-S	3000					◎MIN	
	3500					◎MIN	
	4000					◎MIN	

注 二次電流は220Vの場合を示す。

表3. 及び表4.に示す。この場合いずれのOCRのダイヤルセットもダイヤル目盛2を採用している。

#### 4.3 選定例

##### (1) OCRの整定

6.6 kV/200 V, 3 φ 1,000 kVA の Tr をもつ系統(図8. 参照)を例に考えると、定格一次電流は 87.5 A であり、 $\alpha=1.5$  の関係から継電器の整定電流値(一次換算) 131 A 程度となるので CT 比は 150/5 とし、限時ダイヤルは配変 OCRとの関係で、通常定限部分で 0.2 秒以下、瞬時要素付きの場合は 1 秒以下に整定される。ここでは MOC-2 形においてダイヤル目盛 2 の動作特性である。瞬時引外

し素子の設定は、4.1節(1)項から、ここでは 60 A としている。

##### (2) 《MELNIC》の設定

上記のように、OCR は配変 OCR との協調を要求され、一方下位 NFB は需要機器や負荷との関係で定格が定められるので、間にに入る NFB は通常の NFB では協調検討がむつかしい面が多いが、特性の変更が可能な《MELNIC》であれば容易に協調が得られる。ここでは NFE 800-S 形 800 A 設定について考えてみる。短限時引外し特性は次に述べる理由から、MIN にダイヤルセットする。

##### (3) OCR と《MELNIC》の協調

《MELNIC》の短限時引外し電流値は定格電流の 5 倍(MIN 設定時)~10 倍(MAX 設定時)であり、MAX に設定すると  $800 \times 10 = 8,000$  A となる。つまり MAX に設定すると《MELNIC》の短限時引外しのピックアップ値が OCR のピックアップ値 4,500 A(二次換算)より大きくなるので、4,500 A 以下となるように MIN 目盛に設定すれば良好な関係になる。

OCR に瞬時引外し素子があり、その設定値が 60 A(二次換算 54 kA)であるから、OCR と《MELNIC》の選択遮断領域はこの電流値までとなる。

##### (4) 《MELNIC》と下位 NFB との協調

下位 NFB として 225 A フレームがあると想定する。機種は NF 225-CB 形(225A)とし、その動作特性を描くと図9. のようになる。NF 225-CB 形の動作特性曲線が、《MELNIC》の動作特性曲線に対してクロスすることなく良好な選択遮断関係にあることが理解できる。

## 5. む す び

以上、高圧側機器として電力ヒューズや過電流継電器、低圧側機器である《MELNIC》との間の保護協調について、その考え方と協調用ブレーカである《MELNIC》の特長の活用による給電の連続性の最大限の確保のための事例検討を行った。

本稿では割愛したが、低圧側においては、《MELNIC》同志の組合せによる 2 段、3 段の選択遮断により、末端の分岐回路まで協調を得ることもできる。このように選択協調に優れているだけでなく、便利で使いやすい(定格電流可調整・短限時可調整・現場での引外し特性確認など)製品がより一層充実したことにより、停電が重大な影響を与える重要回路に対し、更に需要が期待できると確信する。

本稿で述べた事例検討が需要家各位の保護協調検討資料として参考になれば幸甚である。

# マイコン利用の低圧モータ保護リレー —サーマルリレーの電子化—

柳原正己\*・近藤一三\*・和田勇一\*\*

## 1. まえがき

モータを保護するモータ保護継電器には、バイメタルの熱変化を応用した熱動形サーマルリレーや電磁誘導を応用した誘導形保護継電器、半導体応用による静止形(電子式)保護継電器などがあり、安価ということでサーマルリレーが、高精度ということで静止形保護継電器が各々使いわけられている。そして時代の流れと共に、これらの保護継電器に対して短・小・軽・薄が求められるのは当然のことながら、モータの制御が高精度化・多様化となるに従って保護継電器の性能面・機能面においても同様の要求が生じてきている。現に内線規程では、モータの保護に対して過電流保護だけでなく、電源断線などの欠相異常に對しても“有効なる保護”という項目が追加・改正されている。

今回、開発した“電子サーマル”は、保護継電器分野へのマイコン応用の実用化を実証したものであり、その主旨はサーマルリレーのもつてゐる低価格性・操作性を追求し、更に静止形保護継電器のもつてゐる高精度をも追求し、機能面においてはフレキシビリティをもたせることであった。ここでは“電子サーマルET”的概要を述べる。

## 2. 特長

図1.は“電子サーマルET”単体(右)と、“電子サーマルET”付き電磁開閉器であり、以下に“電子サーマルET”的特長を述べる。

### (1) 自由な保護機能選択

切換スイッチにより、過電流・欠相(不平衡)・反相の機能選択ができるため、3Eリレーとして、あるいは2Eリレーや1Eリレーとして使うことが可能であり、更に標準モータは当然のことながら、水中モータ(速動形)やブロワモータ(運動形)など用途にあわせて自由な設定ができる。

### (2) 広い定格電流

定格電流の設定範囲(MAX/MIN)が、3~4倍と広いため負荷の変更にも容易に追従できる。

### (3) 事故内容の判別可能

発光表示(LED)の点滅状態により、事故内容が判断できるため事故の原因調査が容易で復旧が早くなる。また、表示レバーによって、停電時にもトリップしたかどうかの判別が可能である。

### (4) 容易な電流設定

設定電流の115%以上の電流で発光表示するため、始動時間の測定や、より正確な電流設定が容易である。

### (5) 容易なシーケンスチェック

表示レバーをドライバなどで矢印方向(製品に表示)にトリップさせることにより、異常時のシーケンスチェックができる。

### (6) 高圧回路に適用可能

すべて電流検出方式としているため、高圧用CTと組み合わせることにより、高圧回路にも適用できる。

### (7) 配線が容易

変流器内蔵のため主回路も、ねじ締めするだけで、貫通や巻付けする必要がない。

### (8) 操作電源切換式

操作電源はタップの切換によって、AC 100 V, AC 200 Vでの使用が選択可能である。

## 3. 構成と動作原理

### 3.1 回路構成

“電子サーマルET”は、次の8ブロックで構成している(図2.参照)。

#### (1) 電源部

マイコンや出力リレーなどを動作させるための制御電源部であり、降圧用電源トランジスタ、整流平滑回路、定電圧回路などで構成している。操作電源が変動しても動作に影響のないよう、各回路には定電圧回路からパワーが供給されている。また操作電源が三相主回路電源の相間から供給される場合、その相がモータ運転中に欠相すると供給電圧は約半分になるが、このとき欠相検出回路が動作してモータを欠相運転から保護するよう考慮している。

#### (2) 検出部(センサ部)

3個の簡易CTによって構成しており、負荷電流に比例した微小電流に変換し、更に変流器二次側に接続した抵抗器によって微小電圧

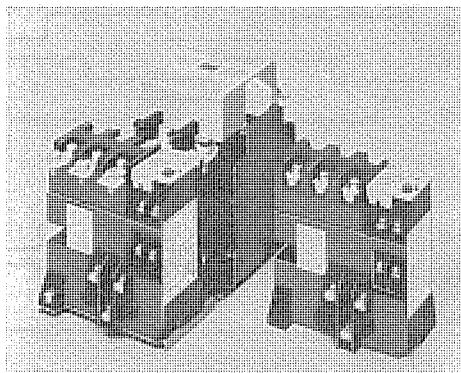


図1. 電子サーマル付き電磁開閉器(左)と電子サーマルET

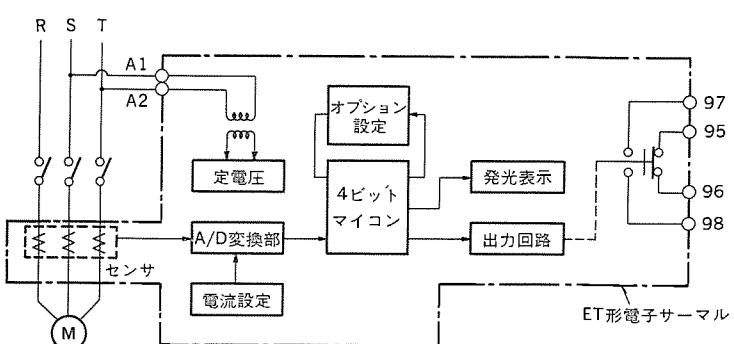


図2. ブロック図



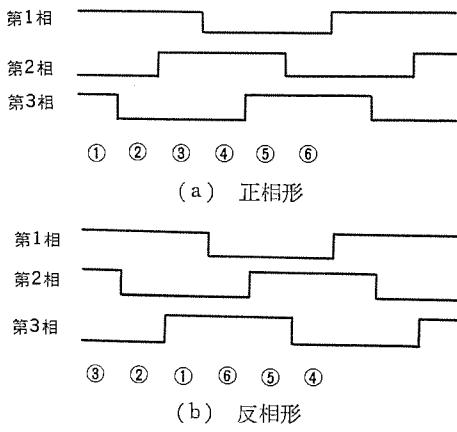


図 5. 反相サンプリング波形

### 3.4 反相検出

図 5. は、正相時(a)と反相時(b)のA/D 変換部の出力信号であり、第1相“H”，第2相“L”，第3相“H”を状態①と定義すると、正相時の場合、状態①②③④⑤⑥の繰返しとなる。同様に反相時の場合、状態③②①⑥⑤④の繰返しとなる。すなわちこの状態変化をマイコンで検出し、瞬時にトリップして逆転防止を行うと同時に、LEDを約0.2秒周期で点滅させ、反相でトリップしたことを表示する。

また反相検出は、正転から逆転への切換が0.5秒以内に行われる場合は動作しないようになっているので、Plugging 運転のように瞬時に切り換える場合は支障なく運転できる。しかし通常のクレーンの正逆運転のように、正転から逆転への切換時間が長い場合は、反相機能をはずして2Eリレーとして使用しなければならない。

### 4. ノイズ対策

“電子サーマルET”のノイズに対する注意点を次に述べる。

#### (1) 入力部のコンデンサ

センサの出力からマイコンの入力ポートまでの信号ラインには、できるだけコンデンサを付けないようにした。つまりノイズはコンデンサでとらずに、ロジック(ソフト)で除去するようにした。

#### (2) サンプリングデータのモデル化

サンプリングデータに矛盾がある場合、ノイズと見なすなど、ジャッジプログラムによってデータのモデル化を図った。

#### (3) プログラムの暴走

ループプログラムを作らないようにして、プログラムが暴走しても必ずある状態に戻るようにした。

以上のようなノイズ対策により、ノイズシミュレータ2kV以上は、当然のことながらコンタクタなどの実機レベルでのノイズや溶接機などのアーカノイズなど、過酷な評価に対しても十分耐えうる結果が得られている。

### 5. 仕様・特性

表1.に“電子サーマルET”的仕様を、また図6., 図7., 図8.に“電子サーマルET”的動作特性を示す。

“電子サーマルET”は、過電流保護特性が図6.のように、ステップ制御方式となっている。これは少し荒らすぎるようと思われるが、モータを過電流から保護する場合、定格電流に対して6～7倍のポイント(直入れ始動での始動電流あるいは拘束電流に相当)と、2～3

表 1. 仕 様

		仕 様							
操 作 電 源		100-110/200-220 V 50-60 Hz							
消 費 電 力		約3VA							
出 力 接 点 定 格		級 別		AC 11級定格用電流(A)	DC 11級定格使用電流(A)				
定 格 電 壓		110 V	220 V	550 V					
接 点	1a	2	1	0.5	0.5				
	1b	5	2	1	0.25				
検 出 電 流 範 囲		2~8A・5~20A・15~60A・40~150A・110~360A の5種類							
検 出 要 素		1E(過負荷のみ) 2E(過負荷・欠相) 3E(過負荷・欠相・反相)							
過 電 流 耐 量		速 動 形	最大整定電流×20倍×8s						
		標 準 形	最大整定電流×20倍×8s						
		遅 動 形	最大整定電流×10倍×30s						
過 負 荷 検 出 (図6参照)		動 作 値	整定電流×1.15						
動 作 時 間 (at 600%)	速 動 形	3s							
	標 準 形	7s			最大整定電流× 40倍×1s				
	遅 動 形	28s							
欠 相 検 出 (図6,7参照)		動 作 値	整定電流×0.7以下						
		動 作 時 間	3s						
		検出不平衡率	起動時80%以下、運転時55%以下						
反 相 検 出 (図6,8参照)		動 作 値	整定電流×0.7以下						
		動 作 時 間	0.5s以下						
使 用 温 度 範 囲		-10~55°C (45~85% RH)							
電 源 変 動 範 囲		定格×(0.85~1.1)							
耐 振 動 /衝 撃		10~55Hz 2g/5g							

倍のポイント(Y結線としたときの始動電流あるいは拘束電流に相当)を確実に保護すれば、通常問題なく、したがって“電子サーマルET”は上記2ポイントを基本に、モータの熱特性とクロスしないことを条件に3ポイントのステップ制御とした。

また欠相の動作値は、整定電流の70%以下(すなわち70%以上の電流が流れていれば欠相検出可能)であるため、無負荷、あるいは軽負荷状態では欠相検出しないことがあるが、モータが焼損することはなく問題ない。ただしこれは運転中の欠相であり、モータ停止後、再始動する場合には、70%以上の始動電流が流れるため、異常(欠相あるいは過電流)を検出して保護動作が完了するのは、いうまでもない。

また欠相の検出感度(検出不平衡率)が、始動時と運転時とで変化するため(図7.)、リアクトル始動など始動時に、かなりの不平衡電流が流れる場合でもミストリップすることもなく、実用にあった保護特性となっている。参考までにマイコンが始動中と見なすのは、始

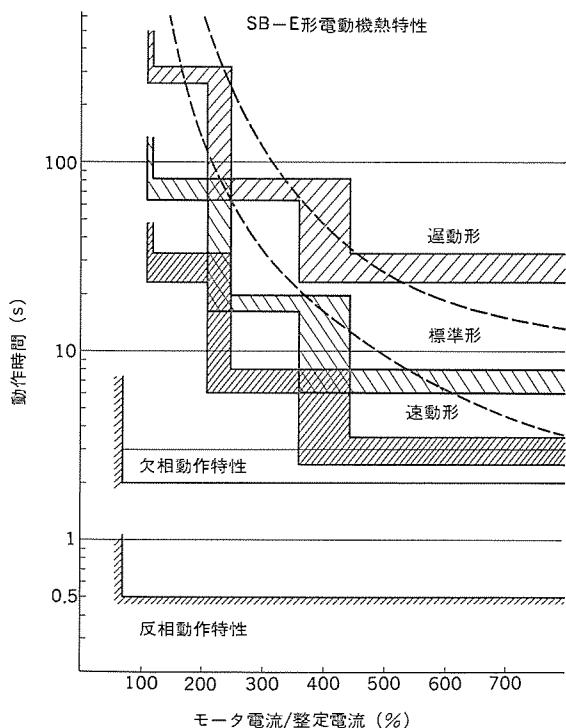


図 6. 過電流、欠相・反相動作特性

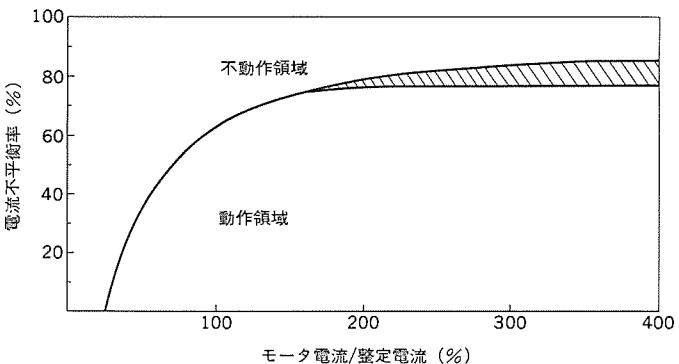


図 8. 反相動作特性

動してから約30秒間であり、それ以後を運転中と判断して、欠相の検出感度を良くしている。また過電流耐量に対しては、センサをCT方式としているため、従来のバイメタル方式のサーマルリレーに比べ、2倍、あるいはそれ以上の耐量となっている。

## 6. むすび

“電子サーマルET”は、保護继電器の分野にマイコンを使用した最初の製品であり、実用に耐えうることが実証された。今後は、マイコンのフレキシビリティを十分に生かすことにより、機能・性能などの改善を図っていきたい。

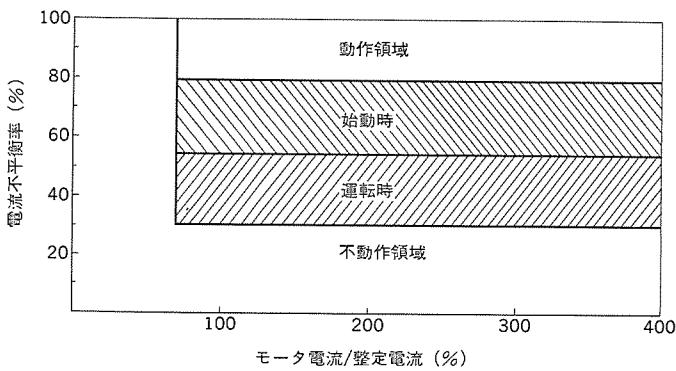


図 7. 欠相動作特性

# 電子式電力量計・電力管理用計器

野口 肇\*・池田 修\*・戸田政義\*

## 1. まえがき

従来、電気エネルギーの計測、管理については、誘導形電力量計、機械式のパルス変換器、パルス合成器、印字記録計などの電力管理用計器が使用されてきた。しかし恒常的な省エネルギー努力が強く要請される状況下にあって、各種エネルギーの中でもその質の高さと量の面からもエネルギーの重要な部分を占める電気エネルギーの管理の重要性は論を待たないところである。このことにより、電力量計、電力管理用計器に求められる機能、性能も、より高度なものとなっており、当社では電力管理用として、電子化された電力量計、パルス変換器、パルス合成器、印字記録計の一連のシリーズを開発した。

これらの電子化された計器類は、電力管理システムの中に組み込まれてゆくものであるが、このシステムアップに際して、全体として合理的な組合せを可能とする極めてフレキシビリティの大きな数々の特長をもつものであり、その概要について紹介する。

## 2. 電子式電力量計／無効電力量計

### 2.1 構成と動作

図1. にこの計器の外観を、図2. にこの計器の内部回路構成図を示す。図2. によりこの計器の動作について説明する。被測定回路の電圧は、被測定回路で発生するノイズ、サージ電圧の内部回路への侵入を阻止する保護回路、及び電圧値を電子回路で扱えるレベルまで分圧するアッテネータを介して時分割乗算回路の一部をなす位相変調回路へ変調入力として導入する。一方、被測定回路からの電流は、計器内部の小形変流器(CT)により、やはり電子回路で扱えるレベルまで変流した後、過電流、ノイズ、サージ電圧を吸収する保護回路を介して振幅変調回路に入力し、前述の位相変調信号をクロック信号とする振幅変調回路で振幅変調を行い、この変調信号がローパスフィルタを通過することにより、被測定回路の電力に比例した電圧を得る。(時分割乗算)電力量計の場合には、この瞬時電力の値を永久積算す

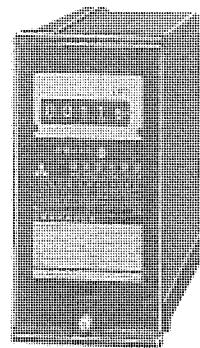


図1. 電子式電力量計  
MSE形の外観

る必要があるが、この手段として電圧周波数(V/F)変換回路を用いる。被測定回路に比例した電圧をこのV/F変換回路に入力して瞬時電力に比例した周波数をもつパルス列に変換する。

この動作は発光ダイオードにより、点滅パルスとして表示する。電力量計は一般に計器用変圧器、変流器と組み合わせて使用されるため、一次側の値をできるだけ直読の形で一次側の定格電圧、電流にかかわりなく読めることが望ましい。このためパルス変換器部分において変換比設定値に従い、パルス変換を行った後、ステップモータを駆動して計量器を進める一方、単位電力量計量ごとにパルス信号を出力する。以上の動作に必要な電源は、内蔵のトランジスタ(T)により被測定回路の電圧を変圧、整流安定化し、各回路へ供給している。

### 2.2 機能、性能上の特長

この計器は電子化したことにより、従来の誘導形電力量計には無い数々の特長をもっている。

#### 2.2.1 高い精度、信頼度

内部の電子回路は様々な外乱(温度、湿度、ノイズ、サージ)に対する抗性を考慮した設計と、個々に高い信頼度をもつ半導体部品により高い信頼度をもつほか、電圧、電流、周波数、温度の変化に対しても良好な特性を示している(図3. 参照)。

#### 2.2.2 小形軽量

電力量計としての機能は従来計器と同等以上であるにもかかわらず、盤面積は72mm×144mmと極めて小形化、軽量化(盤面積で1/4、重量で1/3:当社比)されており、盤の小形化あるいは同一面積への多数個取付けが可能としている。

#### 2.2.3 組合せ変成器の拘束を受けない

従来の誘導形電力量計は、客先より指定された合成変成比からメーカーが工場にて規定の歯車を組み合わせて出荷していたが、この計器では内蔵のパルス変換器の変換比が客先においても設定可能なた

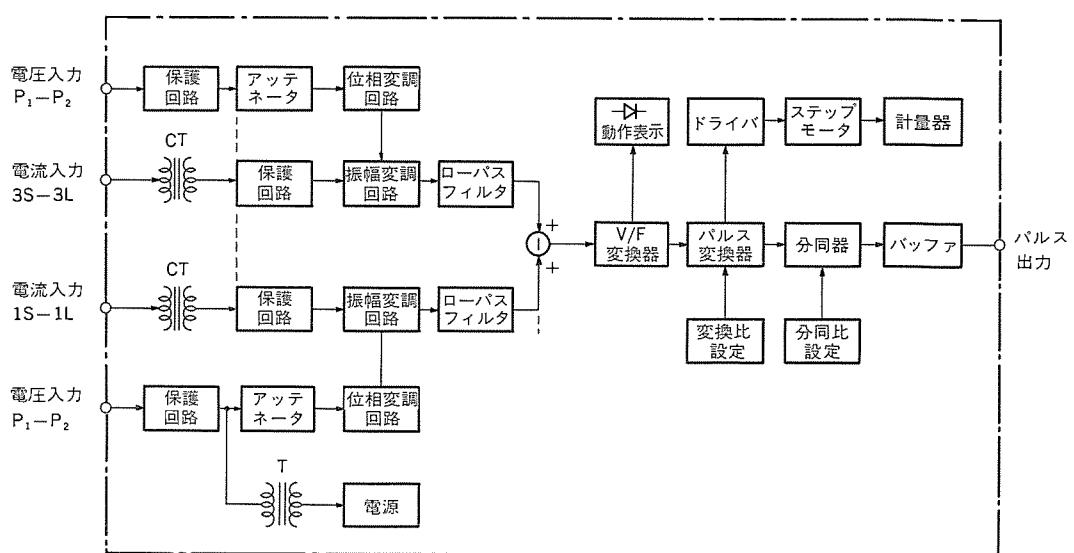


図2. 電子式電力量計 MSE形の内部回路構成図

表 1. 電子式電力量計無効電力量計の仕様

項目		精密電力量計		無効電力量計			
形名		MSE-310 K 10 VR		MPE-310 K 10 VR			
取付け・接続方式		半埋込取付け, 背面接続					
相線式		三相3線式		三相3線式			
定格電圧 AC (V)		$\sqrt{3}/110$		$\sqrt{3}/110, 110/190$			
定格電流 (A)		$/5$ 又は $/1$					
定格周波数 (Hz)		50/60 共用					
負担 (平均)	電圧素子 (VA)	$P_1-P_2 2.7, P_3-P_2 0.5$		$P_1-P_0 3.0, P_3-P_0 0.1$			
	電流素子 (VA)	$P_3-P_1 0.1$		$P_1-P_1 2.7, P_3-P_2 0.5$			
パルス定数 (計器固有)		0.5					
出力パルス (一次側換算)		トランジスタオーブンコレクタ出力 (出力電流 $I_{OL} 30 \text{ mA}$ , コレクタエミッタ間耐電圧 $V_{CE} 35 \text{ V}$ ) 10,000 パルス/ $\text{kWh}$ (二次側), パルス幅 100~150 ms					
乗率		接点出力: 無電圧 a 接点 (接点容量 AC 110 V 0.5 A, DC 110 V 0.1 A) パルス幅 100~150 ms) 出力パルス単位: 乗率の $1/1, 1/10, 1/100 \text{ kWh}/\text{パルス}$ (切換式)					
設定定		合成変成比: ロータリスイッチ 3 枝, 出力パルス単位設定: スライドスイッチによる切換式					
動作表示		赤色発光ダイオード点滅					
外形 (mm)		72(W) × 144(H) × 217(D)					
製品重量 (kg)		1.6	1.7	1.6	1.7		

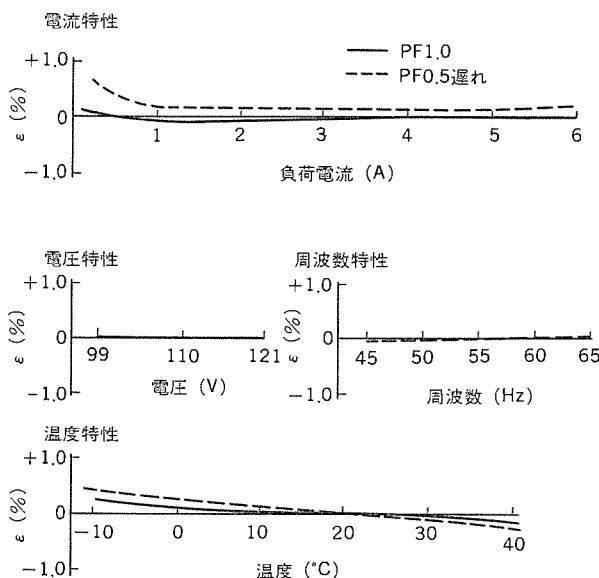


図 3. 電子式電力量計 MSE 形の主要特性

め、組合わせる変成器と必ずしも一対一の対応をつける必要はない。

#### 2.2.4 低消費電力で波形ひずみにも強い

計器自身の自己消費電力が極めて小さく、組み合わせて使用される変成器の負荷を小さくすることができるほか、独自の時分割乗算回路方式により、電流波形が大きくひずんだ回路においても高い計量精度が得られる。

#### 2.2.5 2 系統の出力パルス

この計器は水銀接点リレーの無電圧 1 a 接点のパルス出力と、コレクタオーブンの出力パルスの 2 系統を並列に出力しており、前者は乗率の  $1/1, 1/10, 1/100$  のパル

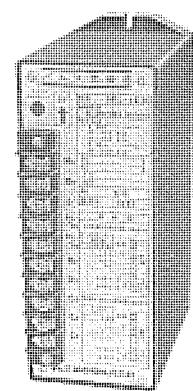


図 4. パルス交換器 QRE 形の外観

ス単位 ( $\text{kWh}/\text{パルス}$ : 一次側) のうちの任意のものが選べるようになっており、用途に応じた使い分けを可能としている。

### 3. パルス変換器 QRE 形

#### 3.1 構成と動作

図 4. にこのパルス変換器の外観を、図 5. に内部回路構成図を示す。図 5. によりこのパルス変換器の動作について説明する。電力量計などからの発信パルスをパルス入力端子 ( $R_0 \sim R_3, R_A, R_B$ ) に受け、インターフェース回路において外来的ノイズサージ電圧から内部回路の保護及び絶縁を行い、内部回路で処理できる信号レベルに変換される。次に入力回路において三相パルス (当社 K1 形パルス) の場合には逆転パルスの阻止、三相パルスの合成を行い入力パルス到来ごとにゲート回路を開く。一度ゲートが開かれると、クロック発生回路からの高速のパルスが分子計数回路と分母計数回路へ入力される。分子設定部及び分母設定部には、パルス変換器内のデジタルスイッチによって分子 10 進 2 けた (桁)、分母 10 進 4 桁の値で出力パルス数/入力パルス数 (入力パルス単位/出力パルス単位) の設定を行い、希望のパルス変換比を設定する構成となっている。したがって出力パルス数/入力パルス数 =  $M/N$  である場合、分子計数回路は  $M$  進カウント、分母計

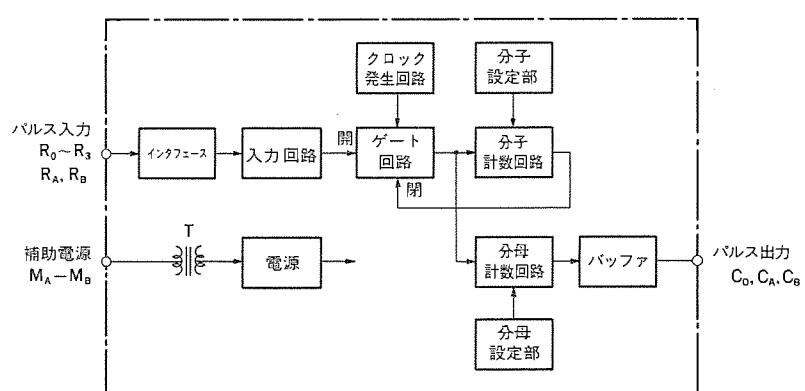


図 5. パルス交換器 QRE 形の内部回路構成図

表 2. パルス交換器 QRE 形の仕様

形名	QRE-10	
取付方式	垂直取付け	
入力パルス	三菱製KI形/無電圧a接点又はオープンコレクタ (負担 DC 12V 10mA, パルス幅 30ms以上)	
出力部	受信表示	赤色発光ダイオード点滅
	パルス仕様(切換え)	無電圧a接点
	パルス幅	50~75ms/100~150ms 切換えスイッチで選択
設定部	接点容量	AC 110V 0.5A (抵抗負荷) DC 110V 0.1A (抵抗負荷)
	設定値 入力/出力	入力2桁、出力4桁をディップローテリスイッチで設定 設定可能範囲 1/1~1/9999
	出力切換	出力パルス幅及び形態をスライドスイッチで切換設定 a接点出力パルス幅 50~75ms, 100~150ms, 又はc接点出力
停電補償時間	5分以上	
補助電源	AC 100/110V ±10% 50/60Hz共用 2.5VA	
耐電圧	AC 1500V 1分間(出力・補助電源とE端子間) AC 500V 1分間(入力とE端子間)	
使用温度・湿度	-10~45°C 90%以下(但し、結露しないこと)	
外形寸法 (mm)	A	205
	B	75
	C	125
重量(kg)	0.7	
標準仕様納期	即納(弊社にて設定出荷の場合10~20日)	

数回路は  $N$  進のカウンタとして動作し、分子計数回路はクロック発生回路からのクロックパルスを  $M$  個計数するごとにゲート回路を閉じる。

この動作を繰返すことにより、 $N$  個の入力パルスに対して  $M$  個のパルスを出力するパルス変換の機能を発生する。パルス変換された出力は、バッファ回路により、リレー接点出力として、無電圧の 1a 接点若しくは無電圧 1c 接点のいずれか任意の形態で出力できる。これらの動作に必要な電源は  $M_A$ ,  $M_B$  端子に供給される交流の補助電源から、整流安定化して各回路へ供給されるほか、電源回路は、前述の回路に対して 5 分以上の停電補償を行う機能を付加しており、短時間の停電における誤動作を無くしている。

### 3.2 機能、性能上の特長

#### 3.2.1 入出力パルス形態の制約が小さい

従来のパルス変換器では、常に特定の発信装置、受量器と組み合わせる必要があったが、このパルス変換器は三相パルス(当社 K1 形)及び無電圧 1a 接点のパルスが入力でき、無電圧 1a 接点及び無電圧 1c 接点の出力ができる、また無電圧 1a 接点の場合その出力パルス幅が 100~150 ms, 50~75 ms の 2 種類に選択ができるものとしているため、広い範囲の発信器、受量器と組み合わせが可能となっている。

#### 3.2.2 パルス変換比が自由に設定できる

従来のパルス変換器は、客先より指定された入力パルス単位/出力パルス単位をもとに、内部の歯車比をメーカー側にて所定の値のものにセットして規定のパルス変換を行っていたが、このパルス変換器では内部に設けたロータリスイッチを操作することにより容易に設定できるため、客先においても設定が可能となった。

#### 3.2.3 小形軽量

電子化により機械的動作をするものが無くなり、小形軽量とすることができた(取付面積 1/2, 重量 1/3: 当社比)。このことにより、変換器盤の小形化、多数個取付けを可能としている。

#### 3.2.4 停電補償付き

このパルス変換器を含めて、これらの計器はすべて永久積算の動作を基本としており、ミスパルスは発信器と受量器の指示差となって現れる。このため電源回路に特殊コンデンサを用い、少なくとも 5 分ま

での停電に対しては、内部状態を維持するものとしている。

## 4. パルス合成器 TZE 形

### 4.1 構成と動作

図 6. にこのパルス合成器の外観を、図 7. に内部回路構成図を示す。図 7. において入力端子  $R_{1B} \sim R_{8B}$ ,  $R_{0A}$  に入力される最大 8 回路までの入力パルスは、それぞれインターフェース回路にて絶縁した後、 $\times 1$ ,  $\times 10$  の倍率設定部で  $1/10$  若しくは  $1/1$  の分周を行った後、後述の A ブロック合成(8 回路合成)若しくは B ブロック合成(4 回路)のパルス合成回路に導かれるが、 $R_{1B} \sim R_{4B}$  に入力されたパルス(4 回路分)は、A・B ブロック選択部で A 若しくは B ブロックへの合成とすべく独立して選択される。

A ブロックで合成されたパルスは、B ブロックとのパルス加算( $A+B$ ), パルス減算( $A-B$ )を行い、加算、減算若しくは A のみの出力のいずれかが出力回路に導かれ、水銀リレーパルス出力及びオープンコレクタ出力として並列に同時に出力する。

また B ブロックで合成したパルスは、前述のパルス加算、減算部へ送られるほか、独立して水銀リレーパルス出力として出力する。これらの動作は、すべて  $M_A$ ,  $M_B$  端子に入力される補助電源(交流)を、整流安定化する電源回路で供給する直流電源で支えており、また停電時には一時的に内部回路の状態を維持する特殊コンデンサをもち、短時間の停電補償を行っている。なお入力されるパルスは、各々全く独立した発信器からランダムに発信するものであり、最悪の場合は全回路同時着信の可能性もあるが、このパルス変換器は当然のことながらこれらのパルスをもれなく合成し、一定の速度で一つのパルス列として出力する。

### 4.2 機能、性能上の特長

このパルス合成器 TZE 形は、以下の従来の機械式パルス合成器では不可能であった特長をもっている。

#### 4.2.1 8 回路のパルスを自由に合成できる

このパルス合成器 TZE 形は、8 回路までの無電圧 1a 接点が入力できるが、内部の動作モードの設定を各種選択することにより、2 回路と 6 回路、3 回路と 5 回路、4 回路と 4 回路の独立した 2 台のパ

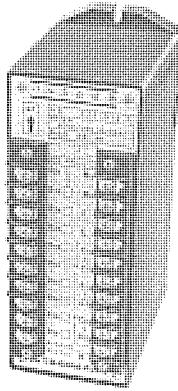


図 6. パルス 合成器  
TZE 形の外観

ルス 合成器、あるいはこれらの組み合わせにおいて互いの加算、減算を行う パルス 合成器と、種々の自由度の高い動作を行うことができる。

#### 4. 2. 2 パルス単位の変換ができる

各回路ごとに独立した パルス 変

換(分周)を行うことができるため、パルス 単位が 1 桁異なった発信器も同一の合成器に入力できる。

#### 4. 2. 3 パルス一時記憶回路を採用

前述のようにこの パルス 合成器 TZE 形は、パルス の同時着信に対しても、その合成した パルス 数を一時記憶し、250 ms の パルス 周期で、記憶値に従って入力された パルス 数に等しい パルス を出力するため、この パルス 合成器の パルス の受量器に必要以上に高速のものを使う必要がない。

#### 4. 2. 4 停電補償回路付き

この パルス 合成器も前述の パルス 変換器と同じく、永久積算を行うシステムの要素として使用するため、短時間の停電によりミスパルスが生じると、発信器、受量器の指示差が生じ、極めて不都合な状況とな

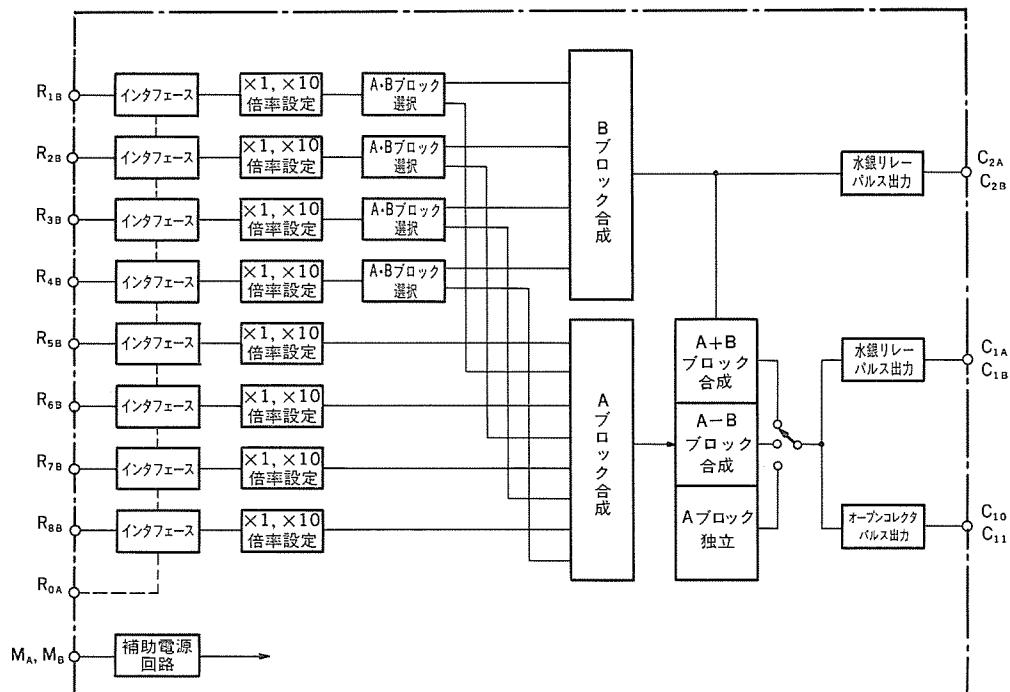


図 7. パルス 合成器 TZE 形の内部回路構成図

る。このため、電源回路に特殊 コンデンサ を用い、少なくとも 5 分間は停電前の回路状態を維持する機能をもっている。

#### 4. 2. 5 小形軽量

従来の パルス 合成器は、ステップモータ の回転を変動歯車機構により機械的変位の加算、減算の動作を基本としていたため、大きな機械的作動部分をもち、重量、形状ともに大きいものであった。この パルス 合成器 TZE 形は、これらの機能をすべて電子回路で達成しているため、極めて小形軽量化を図ることができた。

### 5. 印字記録計 MZE 形

#### 5. 1 構成と動作

図 8 にこの印字記録計 MZE 形の外観を、図 9 に内部回路構

表 3. パルス 合成器 TZE 形 の 仕様

形 名		TZE-810
取付方 式		垂直取付け
入力部	入力回路数	最大8回路 (4回路減算設定可能)
	入力パルス	無電圧a接点又はオープンコレクタ信号 (負担 DC 12V 10mA, パルス幅 30ms以上)
出力部	第1合成出力 (A+B/A-B/A)	接点出力 (C1A-C1B) 無電圧a接点 (接点容量 AC 110V 0.5A DC 110V 0.1A) トランジスタ出力 (C10-C11) オープンコレクタ (出力電流 I <sub>OL</sub> 30mA コレクタ・エミッタ間耐電圧 V <sub>CE</sub> 35V)
	第2合成出力 (B)	接点出力 (C2A-C2B) 無電圧a接点 (接点容量 AC 110V 0.5A DC 110V 0.1A)
	出力パルス	パルス幅 100~150ms, 最小パルス間隔 210~290ms, 最大出力パルス数 14400パルス/時
設定部	パルス単位倍率 (ディップスイッチ)	×1/×10 (8回路)
	入力回路ブロック設定 (ディップスイッチ)	A/B (R <sub>1</sub> ~R <sub>4</sub> ・4回路)
	第1合成出力設定 (スライドスイッチ)	A+B/A-B/A
外形寸法 (mm)	A	205
	B	75
	C	125
停電補償時間		5分以上
補助電源		AC 100/110V ±10% 50/60Hz共用 5VA
耐電圧		AC 1500V 1分間 (出力・補助電源とE端子間) AC 500V 1分間 (入力とE端子間)
使用温度・湿度		-10~45°C, 90%以下 (但し、結露しないこと)
重量 (kg)		1
標準仕様納期		即納 (弊社にて設定出荷の場合10~20日)

成を示す。図9においてパルス入力端子には、無電圧1a接点のパルス出力の発信機構をもつ電力量計、パルス変換器、パルス合成器が接続される。入力されたパルスは、入力回路にて内部回路と絶縁、インターフェースがとられた後、計数回路に入力される。計数回路では、水晶発振子を時間基準とする水晶時計からの時限信号を制御回路を介して受け、時限値を計数するほか、累計値を計数する。プリンタは、折り畳み式の記録紙を使用するインパクトプリンタであり、前述の時計からの信号による定時記録(日、時、分、累計値、時限値)を行なうほか、任意の時刻の手動記録、24時における1日合計記録、停電があったとき復電時の記録を行う。表示器は赤色発光ダイオード数字表示器であり日、時、分、累計値、時限値の現在状態を表示する。

設定操作部は、前述の累計値、時限値、時刻合わせ、月末日の設定、手動印字、紙送り、時限の選択を行う部分であり、カバーをした状態では見えない構造としている。電源は常時、補助電源端子に加えられる交流電圧を内部電源トランジスタ(T)により降圧、整流安定化して直流電圧を得るほか、停電時には、浮動充電状態の電池により100時間以上の停電補電を行っている。

## 5.2 機能、性能上の特長

この印字記録計MZE形は、従来の機械式印字記録計では得られなかつた次の特長をもっている。

### 5.2.1 運転操作が容易

記録は連続3か月(60分時限)の容

量をもち、また記録紙の装着、取外しが簡単なほか、長時間の連続運転においても記録紙の収納が確実になされる。また記録文字を大きくし、表示項目は、日、時、分累計値、時限値すべてを同時表示とし動作状態の確認を容易にした。

### 5.2.2 長い停電補償時間

100時間以上の停電補償能力をもたせ、不測の停電によるデータの揮発及び復電時の初期状態の再セットの不便を無くするようにした。

### 5.2.3 初期設定が容易

取付け時、あるいは長期の停電が発生した場合など、初期状態の設定は、計器の台数が多いときにはこの作業は一般に多大の手数を要する。このため設定操作部については、その作業が容易な設計とし

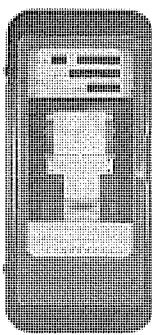


図8. 印字記録計  
MZE形の外観

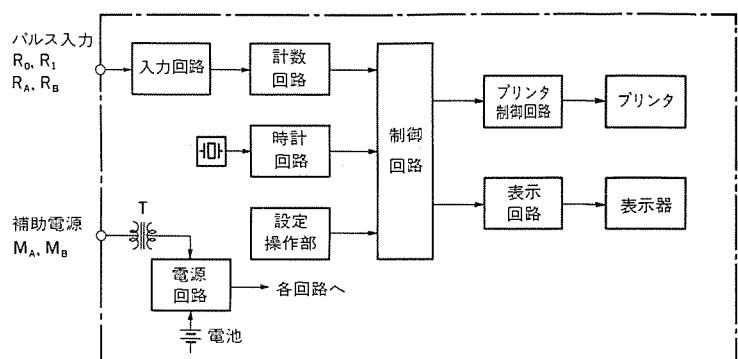


図9. 印字記録計 MZE形の内部回路構成図

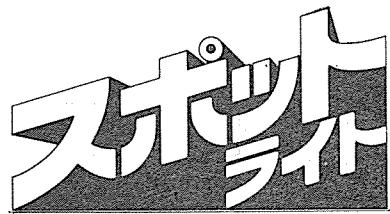
表4. 印字記録計 MZE形の仕様

形名	MZE-110									
取付け・接続方式	半埋込取付け、背面接続									
入力信号	1回路									
入力回路数	無電圧a接点又はオープンコレクタ(負担 DC 24V 5mA, パルス幅 30ms以上)									
累計値	6桁LEDディジタル表示									
時限値	4桁LEDディジタル表示									
日・時・分	各2桁LEDディジタル表示									
時計	水晶時計									
方 式	インパクト印字									
精度	±1秒/日 (5~35°C)									
記録方式	感圧紙 76mm幅 (1冊を60分時限で3ヶ月使用可能)									
印字記録	日・時・分、時限値、累計値									
一日合計記録	1日合計値 (印字マークT)									
手動記録	日・時・分、時限値、累計値 (印字マークM)									
停電記録	日・時・分、時限値、累計値 (印字マークS)									
校正設定	累計値・時限値 設定 (デジタルスイッチ) 累計値・時限値 校正 (レバースイッチ)									
日・時・分	日・時・分 選択 (レバースイッチ)									
時計	時計校正・停止 (レバースイッチ)									
印字時限	15分・30分・60分 選択設定 (レバースイッチ)									
当月末日	28・29・30・31日 選択設定 (ロータリスイッチ)									
操作 (レバースイッチ)	バッテリ (ON/OFF), 手動印字、紙送り									
停電補償時間	100時間以上 (24時間以上充電後)									
補助電源	AC 100/110V±10% 50/60Hz共用									
消費電力	15VA (但し、プリンタ動作時約1秒間は45VA)									
耐電圧	AC 1500V 1分間 (出力・補助電源とG端子間) AC500V 1分間 (入力とG端子間)									
絶縁抵抗	20MΩ以上 (DC 500Vメガ)									
使用温度・湿度	-10~45°C, 90%以下 (但し、結露しないこと)									
外形寸法 (mm)	<table border="1"> <tr> <td></td> <td>A</td> <td>380</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td></td> <td>170</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td></td> <td>280</td> </tr> </table>		A	380	B		170	C		280
	A	380								
B		170								
C		280								
重 量 (kg)	9.4									
標準塗装色	N1.5 (JEM-1137-1977 準拠)									
標準付属品	記録紙 4冊									
標準仕様納期	即納									

ている。

## 6. むすび

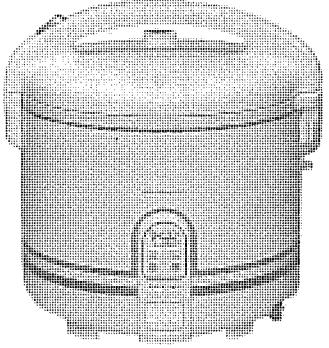
以上、今回開発した電子式電力量計、電力管理用計器の概要について述べた。電子化により従来の機械式の計器では得られなかつた数々の特長を新しい計器の中に付与することができた。すなわち高精度、高機能、高信頼度、システムの要素としてのフレキシビリティの向上などである。これらの計器が電気エネルギーの管理の道具としての期待にこたえるべく、更にこのシリーズ開発、改良に努力してゆく所存である。



おいしいごはんは、マイコンまかせ！  
三菱電子ジャー炊飯器《マイコンかまどっ子》



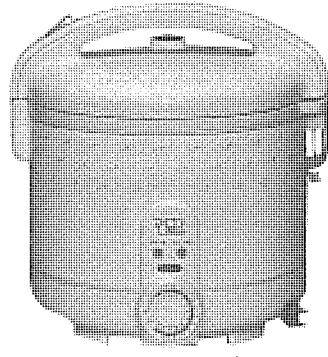
パステルシャワー(P)



ブルーストライプ(B)



エレガントフラワー(H)



予約タイマーフラッシュ

このたび三菱電機では、「操作が簡単で、おいしく炊飯・保温したい」という消費者のニーズを追求した三菱電子ジャー炊飯器《マイコンかまどっ子》(NJM-010形、NJM-015形、NJM-018形)と、12時間の予約タイマーフラッシュの《マイコンタイマーかまどっ子》(NJM-010T形、NJM-015T形、NJM-018T形)を発売しました。

《マイコンかまどっ子》シリーズは、従来のかまど炊きに加え、理想的な炊飯のプログラム(予熱、炊飯、むらし、2度炊き、保温)をマイコンにメモリー。スイッチを押すだけで、自動的においしく炊飯、保温します。

### 特長

#### ●ワンタッチ簡単操作

- ①スイッチを押すだけで、あとはマイコンまかせ。おいしく炊飯、保温できます。(NJM-010形、NJM-015形、NJM-018形)
- ②タイマーをセットするだけの1アクション方式。食べたい時に、おいしい炊きたてごはんが食べられます。(NJM-010T形、NJM-

#### 015T形、NJM-018T形)

#### ●お米をといで、すぐ炊き始められる予熱機構付き

炊き始めには、お米の吸水を促進させる予熱機構が付いていますから、といですぐに炊き始めてもおいしいごはんが炊きあがります。

#### ●お米の量に合わせて、自動的に火加減

炊飯量を検出し、炊飯量に応じた強火→弱火の火加減はもちろん、2度炊き、むらしに致るまで、マイコンがきめ細かく自動的に行います。少量でもふっくらと炊けます。

#### ●圧力タイプでおいしく炊飯と保温

フタのパッキンと圧力調整弁とで、ふっくらと炊きあげ、蒸気を逃さず、おいしく保温します。

#### ●ダブルサークルヒーターで、均一な炊きあがり

カマドの秘伝を受け継いだ“かまど炊き”に加えて、ダブルサークルヒーターを採用したことにより、均一な炊きあがりになります。

#### ●さわやかプロポーションの可愛いデザイン

従来のデザインを一新し、スリムなコンパネとストレートなボディにシェイプアップしました。色柄は三種類、可愛いパステルシャワー、根強い人気のブルーストライプ、シックなエレガントフラワー。

### 仕様

形 名	マイコンかまどっ子			マイコンタイマーかまどっ子		
	NJM-010形	NJM-015形	NJM-018形	NJM-010T形	NJM-015T形	NJM-018T形
消費電力 炊飯	620W	670W	700W	620W	670W	700W
保温	平均30W	平均35W	平均35W	平均30W	平均35W	平均35W
炊飯容量	0.18ℓ～1.0ℓ (1合) (約5.6合)	0.36ℓ～1.5ℓ (2合) (約8.3合)	0.36ℓ～1.8ℓ (2合) (1升)	0.18ℓ～1.0ℓ (1合) (約5.6合)	0.36ℓ～1.5ℓ (2合) (約8.3合)	0.36ℓ～1.8ℓ (2合) (1升)
機構方式	●電源スイッチつき			●予約タイマーフラッシュ (12時間)		
	●予熱・炊飯・むらし自動方式 (予熱→炊飯→むらし→電子保温)					
	●オール・シーズン均一保温式 (サーミスター式コントロール)					
	●安全装置付 (底センサー+温度ヒューズ)					
	●ふっ素樹脂加工内がま					
	●自動コードリール (コードの長さ1.4m)					
外形寸法(幅×奥行×高さcm)	28.7×26.4×29.2	31.1×28.8×31.3	31.1×28.8×32.9	28.7×27.9×29.2	31.1×30.3×31.3	31.1×30.3×32.9
重量	3.1kg	3.4kg	3.6kg	3.3kg	3.6kg	3.8kg
色柄	●パステルシャワー ●ブルーストライプ	●パステルシャワー ●ブルーストライプ ●エレガントフラワー	●パステルシャワー	●パステルシャワー	●パステルシャワー	●パステルシャワー

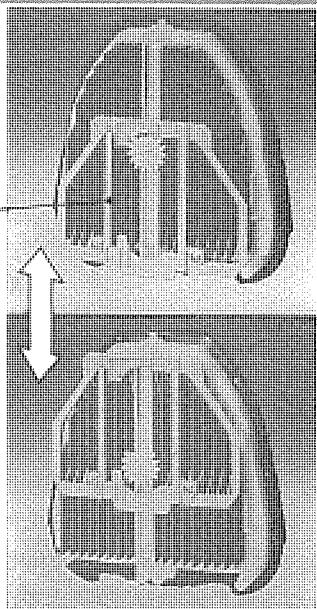
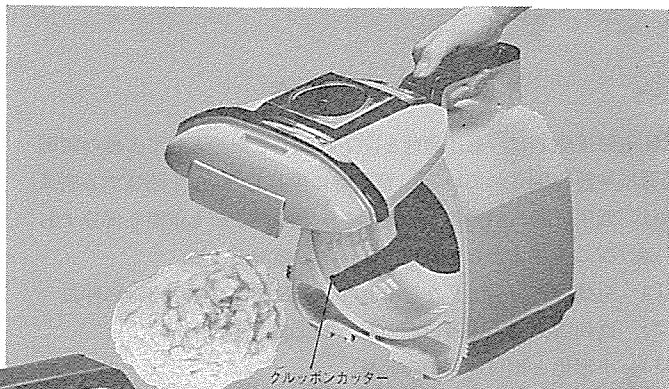
# スポットライト

## ゴミ捨て簡単な「クルッポンカッター+チリカッター」を採用 三菱掃除機《風神》TC-820形

このたび三菱電機では、好評の「クルッポン」シリーズの第3弾として、オレンジ色の「チリカッター」採用のTC-820形掃除機を新発売しました。

掃除機に対する消費者のニーズはいま、①チリ処理の簡便さ②吸じん力が強じんなこと③音の静かなこと、この3つに集約されます。現在、市場ではさまざまなチリ処理方式の掃除機が販売されていますが、ゴミ捨て時のわざわしさはまだ解消されていません。新発売のTC-820形「クルッポン+チリカッター」では、お客様のニーズに

応えて、チリ処理を飛躍的に簡便化したものです。

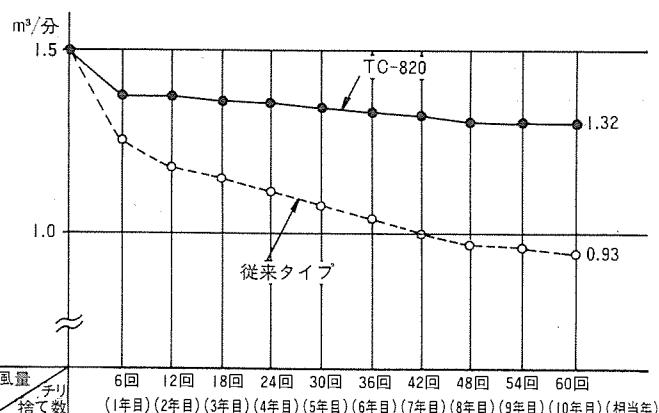


### 特長

#### ①オレンジ色の「チリカッター」採用

コードを引き出すたびに、クシ刃状に形成された「チリカッター」がロシポーザの谷間に自動的に上下動し、谷間に堆積しているチリを掃き落します。このため、ロシポーザの目つまり、すなわち吸じん力の低下を防止するとともに、ロシポーザの清掃を不要としました。(下図参照)

#### 吸じん力(風量)変化比較 (2ヵ月に1回のチリ捨て)



#### ②好評の「クルッポンカッター」採用

「チリカッター」と同時に、コードを引くたびに「クルッポンカッター」も円筒に形成されたプレフィルター内を回転。綿ゴミをフィルターから離します。

また、クルッポンカッターの回転とともに、ゼンマイに力を蓄え、ゴミ捨ての際ボタンを押すと自動的にクルッポンカッターが回転し、ゴミがスムーズに捨てられます。

#### ③ハイレベルの低騒音、吸じん力の実現

プロアモータの回りに、独自の二重構造を採用。このクラス最高級の49ホンの低騒音と吸込仕事率150Wを実現しました。

### 仕様

消費電力	500W
吸込仕事率	150W
外形寸法	長さ422mm、高さ307mm、幅230mm
本体重量	4.9kg
運転音	49ホン
色	ブルー、グリーン、レッド

# 低圧電磁接触器における新転流遮断方式

森 貞次郎\*・和田 勇一\*・村井 裕\*\*・岡戸 弘行\*\*\*・増田 茂\*\*\*

## 1. まえがき

低圧電磁接触器は、低圧負荷を開閉制御する機器として各種の制御装置に多数使用されている。遮断時に生じるアーカを消弧する消弧室は、低圧電磁接触器の主要性能を決定づける最も重要な部分であるが、次に示すような性能向上に対する要求がある。

- (1) 電動機のインチングなどにおける過負荷電流開閉寿命の伸長
- (2) 直列機器との保護協調のための遮断電流の増大
- (3) 小形化と据付け面積の低減
- (4) 高電圧化による海外規格への対応

上記(1)項を満たすためには、接点消耗を低減するとともに可動接触子の温度上昇を抑制して、可動接触子を保持するクロスバーの熱劣化を低減することが必要である。上記(2)～(4)項を満たすためには遮断性能を高めることが必要である。これらを実現するため、新転流遮断方式を開発した。以下に、新転流遮断方式の構成、動作及び諸特性について述べる。

## 2. 構成・動作

新転流遮断方式を従来の遮断方式と比較して図1.に示す。従来の遮断方式では、接点に生じたアーカの足が接点外に転移されないので、接点消耗を更に低減できる可能性は少ない。また、可動接点に生じたアーカの足が可動接点・可動接触子以外に転移されないために、過負荷電流を高頻度で開閉する場合に、可動接触子の温度上昇によるクロスバーの熱劣化を低減することが難しい。これらのことから、従来の遮断方式では長寿命化を図ることが困難である。更に、アーカに対する駆動力が弱いために、消弧室内のグリッドによるアーカの冷却が不十分であり、遮断性能を高める上で限界がある。

新転流遮断方式は上記の限界を打破すべく開発したもので、可動接点上のアーカの足を転移させる磁性体の転流電極、固定接点上のアーカの足を転移させる磁性体のアーカランナ、接点の開離方向に対し平行に設けた消弧グリッド及びコの字状の固定接触子で構成してい

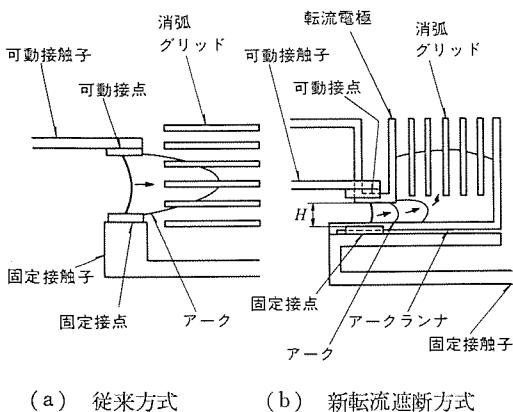


図1. 消弧室構成

る。転流電極には下端付近の中央部に中空部を設け、可動接触子は開極時この中空部に入り込む。一方、アーカランナの表面は固定接点表面より高い所に位置している。

接点間に生じたアーカは、可動接触子と固定接触子に流れる電流が作る磁界によって自己磁気駆動し、固定接点上のアーカの足はアーカランナに、可動接点上のアーカの足は転流電極に転移して、固定接点と可動接点の間に流れていったアーカ電流は、アーカランナと転流電極の間に転流する。転流したアーカは転流電極とアーカランナに流れる電流が作る磁界により自己磁気駆動し、消弧グリッドにより消弧される。新転流遮断方式では、接点上のアーカの足が接点外の転流電極とアーカランナに速やかに転移するので、接点消耗が低減される。また、可動接点上に生じたアーカの足が速やかに転流電極に転移するので、過負荷電流の高頻度開閉時における可動接触子の温度上昇が抑制される。更に、転流電極とアーカランナにより可動接点の開離距離が小さくても、アーカが強力に自己磁気駆動して広い消弧空間に移動し、多数の消弧グリッドにより効果的に冷却される。これらのことから、新転流遮断方式により長寿命化と遮断性能の向上を実現することができる。

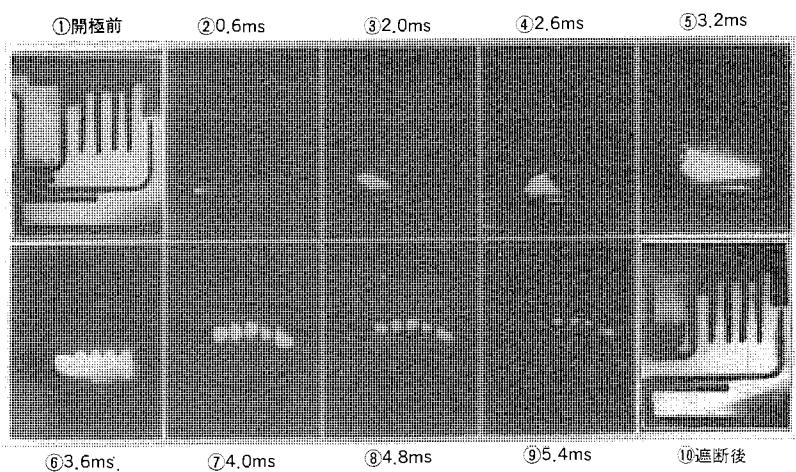
新転流遮断方式の基本的特性であるアーカのこう(膠)着時間特性、接点消耗特性、高頻度開閉時における可動接触子の温度上昇特性、遮断特性について、次章で詳しく述べる。

## 3. 新転流遮断方式の諸特性

### 3.1 アーカの膠着時間特性

接点の消耗はアーカの接点膠着時間に支配され、過負荷電流を高頻度で開閉する際のクロスバーの熱損傷の程度は、アーカの可動接触子膠着時間に強く影響される。したがって、アーカの膠着時間特性を十分に把握して、消弧室を設計することが重要である。

アーカの膠着時間を測定する方法としては、光学的方法と電気的方法の二つの方法がある。光学的方法は、高速度カメラによりアーカの



駆動状況を観測してアーカの膠着時間を求める。アーカの駆動状況の一例を図2.に示す。図において、①は可動接点が閉じた状態を示す。②は接点開極後0.6msの写真で固定接点と可動接点の間にアーカが発生している。③は2.0ms後の写真で固定接点上のアーカの足はアーカランナに転移している。④は2.6ms後の写真で可動接点上のアーカの足は転流電極に転移している。⑤は3.2ms後の写真でアーカは右方向に駆動している。⑥は3.6ms後の写真でアーカは消弧グリッドの下端まで駆動している。⑦は4.0ms後の写真でアーカは消弧グリッドに引き込まれている。⑧、⑨はそれぞれ4.8ms後、5.4ms後の写真でアーカは消弧グリッド間に位置し、この直後、電流零点にて消弧が完了する。⑩は可動接点が全開した状態を示す。

このように高速度カメラによりアーカの膠着時間だけでなく、アーカの駆動状況を詳細に観測することが可能である。しかし、アーカの膠着時間に関するデータを数多く取る場合には、高速度カメラによる光学的方法では膨大な労力を要する。

そこで、膠着時間のみを調べる簡単な方法として、筆者らは転流電極とアーカランナに流れる電流を検出することにより、アーカの膠着時間を測定する方法を用いた。図2.に対応する測定結果を図3.に示す。図より、接点開極後1.8msにて電源側固定接点上のアーカの足が電源側アーカランナに転移したこと、接点開極後2.1msにて負荷側固定接点上のアーカの足が負荷側アーカランナに転移したこと、接点開極後2.8msにて可動接点上のアーカの足が転流電極に転移したことがわかる。この結果は光学的観測結果とほぼ一致している。

アーカの接点膠着時間は、転流電極の位置とアーカランナの有無に依存する。実験結果を図4.に示す。アーカランナを設けることにより、固定接点の膠着時間だけでなく可動接触子側の膠着時間も短縮される。これは、磁性体のアーカランナを設けることによりアーカの駆動速度が速められるためである。また、転流電極の下端を固定接点表面に近づけることにより、可動接触子側の膠着時間だけでなく固定接点側の膠着時間もやや短縮される。これは磁性体の転流電極の下端を固定接点側に近づけることにより、アーカの駆動速度が速められるためである。転流電極の下端を固定接点に近づけ過ぎると、転流電極の下端でアーカが膠着して動かなくなる。

次に遮断電流とアーカの膠着時間の関係を図5.に示す<sup>(1)</sup>。図に示すように、アーカの膠着時間は広い電流範囲でほぼ一定であるのに対し、アーカ時間は図5.に示すように遮断電流が大きくなるにつれて長くなる。このことは新転流遮断方式が広い電流域で有効である

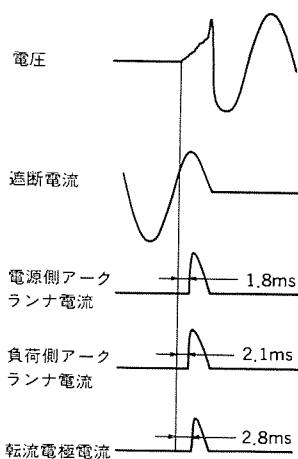


図3. アーカの膠着時間の電気的測定結果

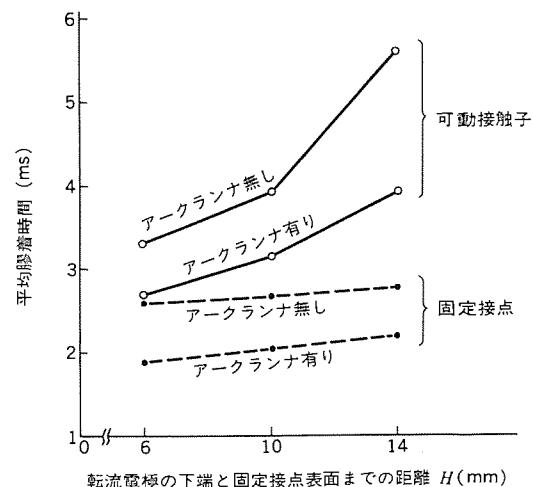


図4. 消弧室構成とアーカの膠着時間の関係

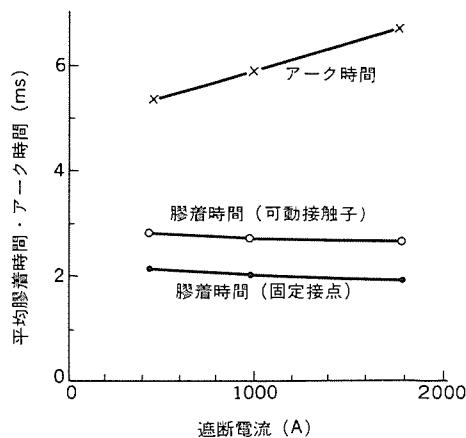


図5. 遮断電流とアーカの膠着時間の関係

こと、遮断電流が大きくなるほど接点消耗の低減効果と可動接触子温度上昇の抑制効果が大きくなることを意味する。

### 3.2 接点消耗特性

接点の消耗はアーカの足の部分から接点に流入する熱によって生じるので、接点消耗を低減するためには、接点上に生じたアーカの足を接点外に速やかに転移することが必要である。ここでは、まずアーカの接点膠着時間の短縮が接点消耗に及ぼす効果について述べ、次に新転流遮断方式の接点消耗低減効果について述べる。

単位時間当りの接点消耗量は接点消耗率と呼ばれ、アーカ時間が1ms程度以上の場合、接点消耗率はアーカ時間によらず次式で表されると言われている<sup>(2)</sup>。

$$m = \frac{M}{t_a} = K I_a^{1.6} \quad \dots \dots \dots (1)$$

式(1)において、 $m$ は接点消耗率、 $M$ は一对の接点の消耗量、 $t_a$ はアーカ時間、 $I_a$ は平均アーカ電流、 $K$ は接点材料によって決まる定数である。正弦波電流が流れる場合、アーカの接点膠着時間と接点消耗量の関係は式(1)から次のように表される。

$$M = m t_a = K t_a^{-0.6} \left[ \int_{t_0}^{t_0 + t_a} \sqrt{2} I \sin(\omega t) dt \right]^{1.6} \quad \dots \dots \dots (2)$$

式(2)において、 $I$ は回路電流、 $t_0$ は開極位相である。

接点として銀合金接点を用い、この接点を正弦波交流半波時間の間、アーカにさらした場合の接点消耗量と接点消耗率を実験により求めた結果を図6.に示す<sup>(3)</sup>。実験に用いた銀合金接点においても

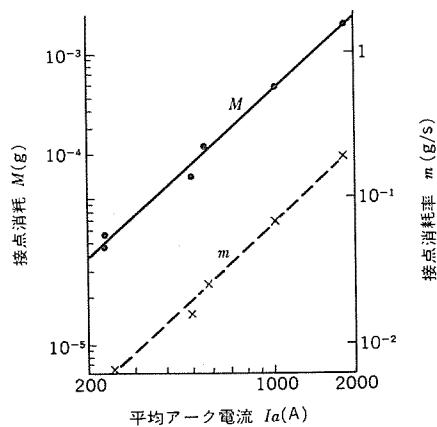


図 6. 平均アーカ電流と接点消耗の関係

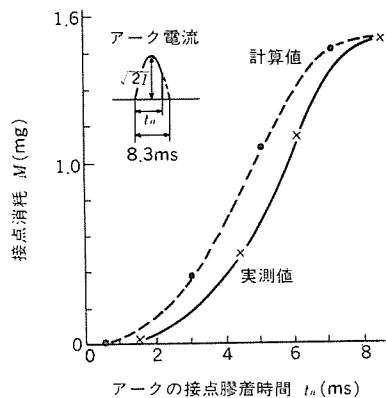


図 7. アークの接点膠着時間と接点消耗の関係

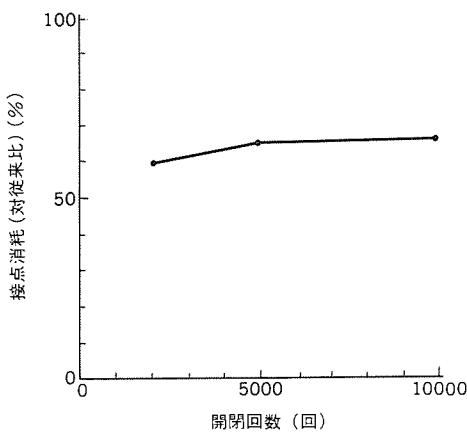


図 8. 接点消耗特性

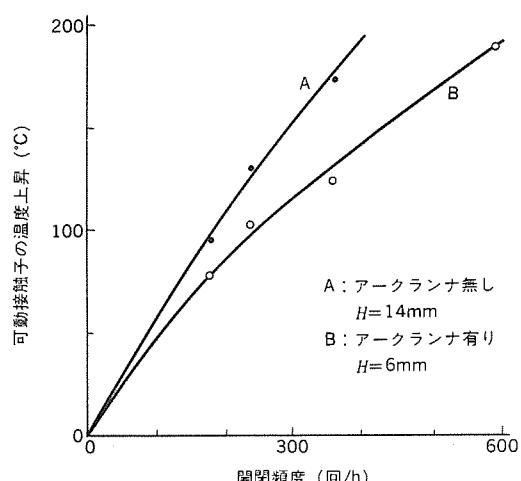


図 9. 開閉頻度と可動接触子の温度上昇の関係

接点消耗率は、平均アーカ電流の1.6乗に比例している。式(1)と式(2)における $K$ の値は、図6.より $1.14 \times 10^{-6}$ となる。この $K$ の値を用いて、式(2)から接点消耗量をアーカの接点膠着時間の関数として計算することができる。一例として、式(2)における $t_0$ を零として、すなわち正弦波交流電流の零点直後にアーカが発生することを想定して、接点消耗量を計算した結果を実験結果と比較し図7.に示す<sup>(3)</sup>。図より接点消耗量は、アーカの接点膠着時間を短縮することにより顕著に低減できることがわかる。図7.において計算値が実験値より大きくなっているのは、アーカ時間が短くなると式(1)と式(2)における接点消耗率が小さくなるためと考えられる。

低圧電磁接触器により三相の実負荷電流を遮断するとき、式(2)における $t_0$ の値は一般に零でなく0~1/2サイクルの間に分布して、最初の電流零点で遮断される場合が多いこと、三相のうち1相が遮断された後、残りの2相を流れる電流が小さくなることにより、接点消耗量は図6.と図7.に示された値よりかなり小さくなる。実験モデルにより1,000Aの三相電流を遮断した場合の接点消耗を図8.に示す<sup>(1)</sup>。新転流遮断方式の実験モデルの接点消耗は、図1.(a)に示す従来の遮断方式のそれと比べ約35%低減している。

### 3.3 高頻度開閉における可動接触子の温度上昇特性

電動機のインチングなどにおける過負荷電流遮断寿命を伸長するためには、前述のとおり可動接触子の温度上昇を抑制してクロスバーの熱劣化を低減することが必要である。ここでは、新転流遮断方式による可動接触子の温度上昇の抑制効果を実験により求めた結果について述べる。

図9.は単相250V、500Aの回路で電流零点後1msで、接点を

開いてアーカを発生させた場合の開閉頻度と可動接触子の温度上昇(飽和値)の関係を示す。図9.において、Aはアーカランナが無く転流電極の下端から固定接点表面までの距離H(図1.参照)が14mmの場合の可動接触子の温度上昇を示し、Bはアーカランナを備え転流電極の下端から固定接点表面までの距離が6mmの場合の可動接触子の温度上昇を示す。図9.から、同一開閉頻度の条件下でBの場合の可動接触子の温度上昇は、Aの場合のそれより約30%低減できることがわかる。なお、可動接触子におけるアーカの膠着時間は、Aの場合が5.7ms、Bの場合が2.7msである。Aにおける可動接触子上のアーカの膠着時間は、図1.(a)に示す従来の遮断方式におけるそれとほぼ同一であり、Bの構成は新転流遮断方式の典型的な一例であるから、新転流遮断方式では可動接触子の温度上昇が大幅に抑制され、クロスバーの熱劣化の低減に大きな効果があることがわかる。

### 3.4 遮断特性

消弧室は低圧電磁接触器において最も重要な部分である。低圧電磁接触器の重要な性能である遮断容量や最大適用電圧は消弧室の遮断性能に支配される。また、低圧電磁接触器の全容積に占める消弧室部分の割合が非常に大きく、電磁接触器の据付け面積は消弧室の大きさでほぼ決められてしまう。更に遮断に必要な接点開離距離も消弧室の遮断性能から決められるので、消弧室の遮断性能は操作マグネットの小形化にも影響を与える。消弧室の遮断性能は消弧室の構成に強く依存するので、気中の消弧機構を理解して最適な消弧室構成を見い出して行かねばならない。

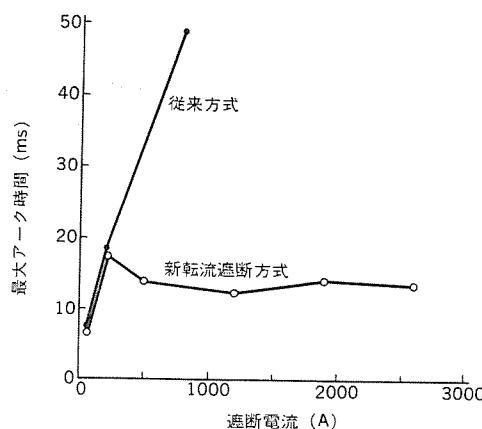


図 10. 1,000 V における遮断特性

低圧電磁接触器は消弧媒体として空気を用いている。低圧電磁接触器が通常、遮断する電流は  $10^2 \sim 10^4$  A で、このオーダーの電流の零点における陽光柱部分の温度は高く、したがって電離度が高いため、陽光柱部分の電流零点直後の絶縁回復電圧は低い。気中アーカの消弧が行われるのは電流零点にて電極直前に低温の中性ガス層が形成し、この部分の絶縁耐力が気中ギャップの再起電圧に耐えるためである。このため気中ギャップの電流零点直後の絶縁回復電圧はギャップ長を長くしてもわずか高くなるに過ぎない<sup>(4)</sup>。したがって気中ギャップにて大電流又は高電圧の回路の遮断を行うためには、陰極直前の低温中性ガス層の数を増すことが必要であり、これを実現するためには消弧グリッドの有効枚数を増して直列アーカの数を増すことが必要である。

新転流遮断方式では 2 章で述べたように転流電極とアーカランナによりアーカを強力に駆動できるため、接点開離距離が小さくても消弧グリッドの有効枚数を多くすることができる。小形の消弧室においても優れた遮断性能が得られる。高い電圧域で遮断を行なうとき、新転流遮断方式の効果が顕著である。新転流遮断方式の 1,000 V における遮断特性を従来方式のそれと比べて図 10. に示す<sup>(1)</sup>。従来の遮断方式では、小電流の遮断はできるものの消弧グリッドの有効枚数が少ないので、数百アンペアを越える大電流域では遮断不能になる。新転流遮断方式では、電流が 200 A 程度になるとアーカの自己磁気駆動力が弱くなり、アーカ時間は若干長くなるが、電流が 200 A 程度より小さくなると接点ギャップの絶縁回復電圧が高くなるので、最初の電流零点で遮断が行われアーカ時間は短くなる。2,600 A を越える電流域での遮断特性は未確認である。1,000 V で 2,600 A の電流を遮断したときのオシログラムの一例を図 11. に示すが、12 ms という短いアーカ時間で遮断に成功している。

以上述べたように、新転流遮断方式の採用により、低圧電磁接触器の遮断性能が大幅に高められ、遮断電流の増大、高電圧化及び小

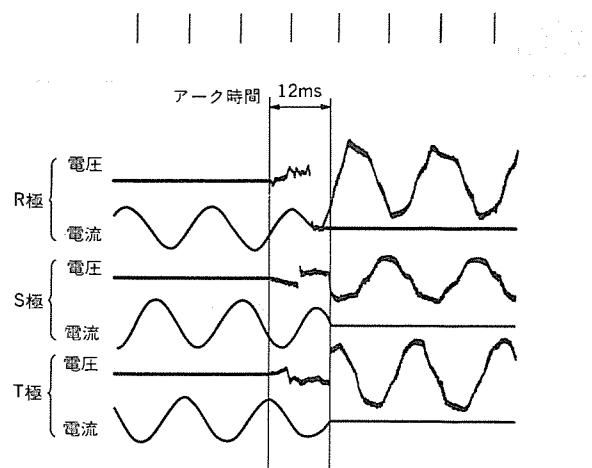


図 11. 1,000 V, 2,600 A 遮断時 オシログラム

形化を実現することができる。

#### 4. む す び

新転流遮断方式は接点に生じたアーカの足を、速やかに接点外の転流電極とアーカランナに転移し、転移後のアーカを強力に自己磁気駆動して、消弧グリッドにより消弧する新しい遮断方式である。

この方式ではアーカの足が速やかに接点外に転移されるので、接点消耗が大幅に低減する。更に、可動接点に生じたアーカの足が速やかに転流電極に転移されるので、大電流の高頻度遮断時における可動接点子の温度上昇が低減される。これらのことから、低圧電磁接触器の開閉寿命が伸長される。また、アーカが強力に自己磁気駆動され消弧グリッドにより効果的に冷却されるので、消弧室を小型化し接点開離距離を小さくでき、更に遮断電流の増大及び 550 V から 660 V や 1,000 V への高電圧化が実現できる。

新転流遮断方式が適用された最初の電磁接触器は、昭和 57 年 4 月より発売を開始し、80~400 A の 9 機種をシリーズ化している。また、国内初の 1,000 V 定格の電磁接触器も製品化している。

(昭和 58-9-13 受付)

#### 参 考 文 献

- (1) 森ほか：低圧コンタクタ用新転流遮断方式、昭和 58 年電気学会全国大会 1249, P. 1581
- (2) H. W. Turner et al : Contact Wear by Arc Erosion, Electrical Times, 10 March, 1966, P. 363
- (3) 森ほか：アーカの接点滞留時間と接点消耗の関係、昭和 57 年度電気関係学会関西支部連合大会 G 3 B-53, G 127
- (4) J. D. Cobine : Gaseous Conductors, Dover P. 359 (1958)

# 超電導発電機

上田 明紀\*・免太 享\*・平尾 俊樹\*・岡本 紘一\*・中村 史朗\*\*

## 1. まえがき

超電導とは、ある種の金属を極低温に冷却すると抵抗が零となる現象をいう。超電導線を界磁コイルに用いた超電導発電機は、発電機としての電気特性が優れているだけでなく、経済上の効果も大きいと期待されている。その特長をまとめると次のようになる。

(1) 大容量化、小形軽量化（発電機の製作限界が拡大する。同一容量では発電機が小形軽量になる）。

(2) 効率向上（発電機効率が絶対値で0.5～1.0%高くなる。換言すれば、発電機損失が1/2～1/3と小さくなる）。

(3) 系統安定度向上（低リアクタンスであり、系統安定度が向上する）。

(4) 高電圧化の可能性（空げき巻線固定子の採用により、端子電圧を高電圧化できる可能性が生じる）。

超電導発電機の開発は、世界各国で活発に実施されており、米国、ソ連、西欧などでは、数年後に数百MW機が完成する予定である。我が国でも通商産業省の補助金による試作研究（6MVA機、30MVA機）の完了をはじめとして、超電導発電機の大規模な開発が進められている。超電導発電機は、数有る超電導の工業応用の可能性の中で、実用化への最短距離にあると考えられる。米国エネルギー省の検討例では1990年までに実用化が開始され、2000年には米国の運転開始電力の75%に超電導発電機が使用されるとしている。

ここでは、開発の進展とともに明確になった電力プラント用大容量超電導発電機の構造、特長、運転制御特性及び各国の開発状況について述べる。

## 2. 超電導発電機の構成

### 2.1 発電機本体

超電導発電機と従来形発電機の比較を表

1. IC、超電導発電機の構造を図1.と図2.に示す。

#### 2.1.1 回転子

界磁コイルには、銅基材の中に多数の細いNb-Ti フィラメントをツイストして埋め込んだ超電導線を用いる。液体ヘリウムで極低温（-269°C）に冷却された界磁コイルには、極めて高い電流密度の励磁電流が通電され、巨大な起磁力を発生する。界磁コイルは比較的厚肉の中空円筒であるコイル取付軸の外周に加工されたスロットの中に巻線し、ウエッジで固定する。コイル取付軸内径側には多量の液体ヘリウムが貯えられており、スロット部とは流路で結ばれている。界磁コイルの発熱は液体ヘリウムの対流によりコイル取付軸内径側へ運ばれ、ヘリウムの蒸発熱とし

て放散する。

界磁コイルとコイル取付軸を極低温に保持するため、周囲の常温部からの熱侵入を極力抑制する必要がある。伝導熱の侵入抑制のためトルクチューブを、ふく射熱の侵入抑制のためふく射シールドを用いる。また、対流による熱侵入抑制のため、コイル取付軸と常温ダンパ、端部軸で囲まれる空間は真空に保持する。トルクチューブはコイル取付軸端部の円筒で、発電に必要なトルクを端部軸からコイル取付軸に伝達するとともに、室温の端部軸から極低温のコイル取付軸へ熱が侵入

表 1. 超電導発電機と従来形発電機の比較

		超電導発電機	従来形発電機
回転子	界磁コイル	種類	超電導線
		冷却媒体（温度）	液体ヘリウム（-269°C）
	回転子軸	材 料	非磁性鋼
固定子	電機子コイル	構 造	多重円筒、真空断熱構造
		種類	常電導線
		構成	細線二重転位
		冷却媒体	水
	電機子コイル外周	卷線方式	空げき巻線
		磁気シールド（積層けい素鋼板）	鉄心（積層けい素鋼板）

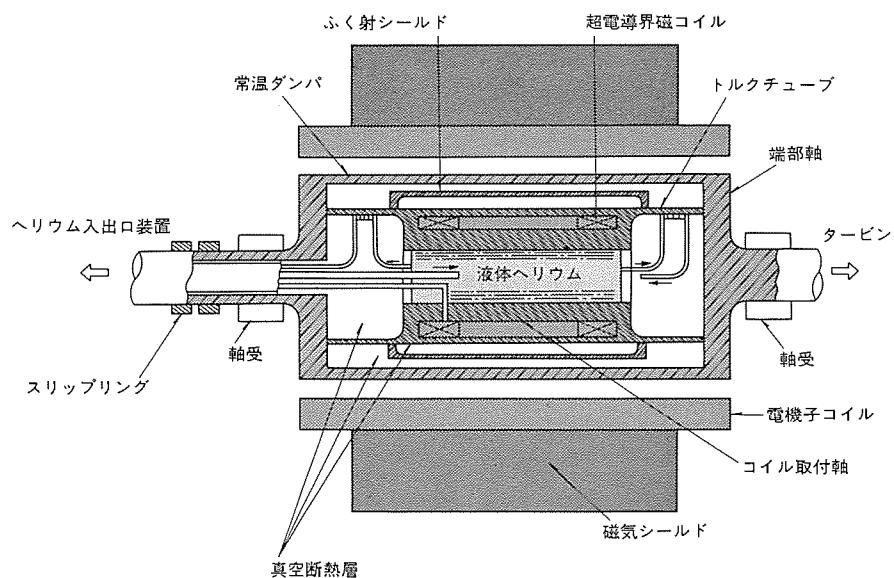


図 1. 超電導発電機の基本構造

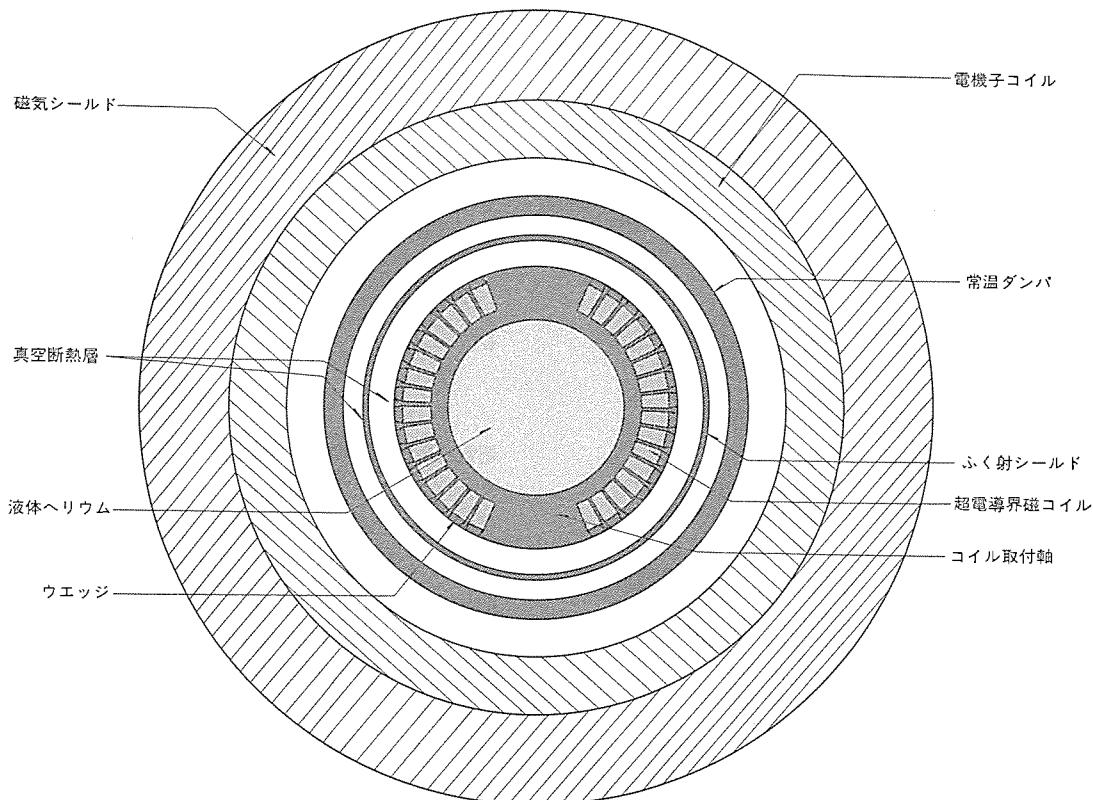


図 2. 超電導発電機横断面図

するのを抑制する。このため、トルクチューブの断面積はトルク伝達機能を害さない範囲で小さくするとともに、表面に設けた、ら旋状の溝にガスヘリウムを流して冷却し、伝導熱の大部分を取り去る。

コイル取付軸の外周には、ふく射シールドと常温ダンパの二つの円筒がある。常温ダンパは電力動搖に対しダンパとして作用するとともに、電機子コイルからの変動磁界が界磁コイル部へ侵入するのを抑制し、界磁コイルでの渦電流損の発生を防ぐ。界磁コイルの巨大な起磁力による磁気飽和を避けるため、コイル取付軸などの回転子軸には非磁性材を使用する。スリップリング側の軸端にはヘリウム入出口装置が設置されており、回転子冷却用の液体ヘリウムの供給、回転子で温められたガスヘリウムの回収を連続的に行う。

## 2. 1. 2 固定子

電機子コイルには、交流を流せる実用的な超電導線が存在しないため、常電導線を用いる。鉄心歯部の磁気飽和を避け、回転子の巨大な起磁力を有効に利用するため、電機子には鉄心歯部のない空心電機子(空げき巻線)構造を採用する。電機子コイルには高磁束密度の空げき磁束の大部分が鎖交するため、渦電流と循環電流損の増大を抑制する工夫が必要である。このため電機子コイルは、直径1mm程度の細線をより合わせた小導体を更にレベル転位した二重転位構造とする。小導体ごとに1本のSUS中空管があり、管内を流れ水で電機子コイルを冷却する。図3に電機子コイルを示す。電機子コイルの外周には磁気シールドを設け、外部への磁束の漏れを防止するとともに、主磁束の磁気回路の一部をも形成する。

## 2. 2 励磁・保護系

励磁系は、サイリスタ励磁装置、AVR及び励磁系保護装置からなる。超電導界磁コイルの抵抗が零のため、定常状態の励磁機出力はブラシ及びリード部の抵抗による数kW程度の小さな値となる。励磁機の

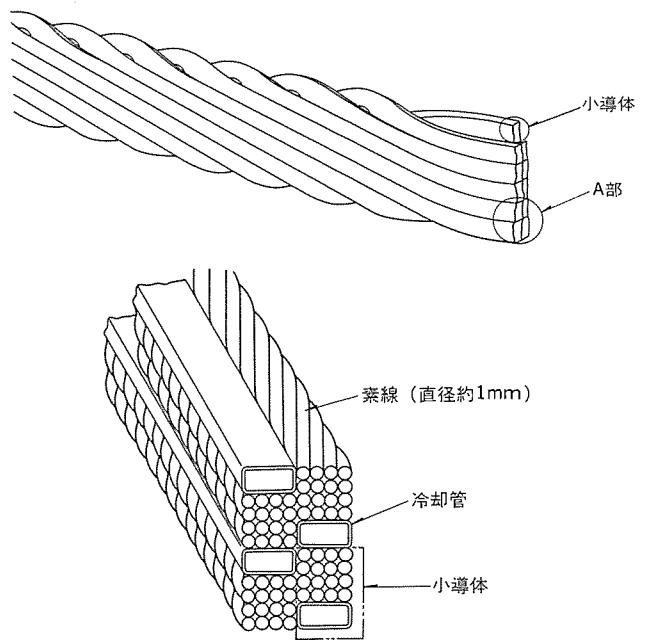


図 3. 超電導発電機固定子コイル

定格容量(kVA)は、過渡時の所要容量で決定する。界磁回路はインダクタンスが大きく、抵抗が非常に小さいため、時定数  $T_{do'}$  が長く、界磁の応答を速めるため頂上電圧を定格電圧(約3V)の数百倍(～600V)にするとともに、逆フォーシングも可能なものとする。

励磁系の保護装置には、従来形発電機に使用されるもののほかにクエンチ(超電導線の常電導転移)の検出装置がある。クエンチは界磁

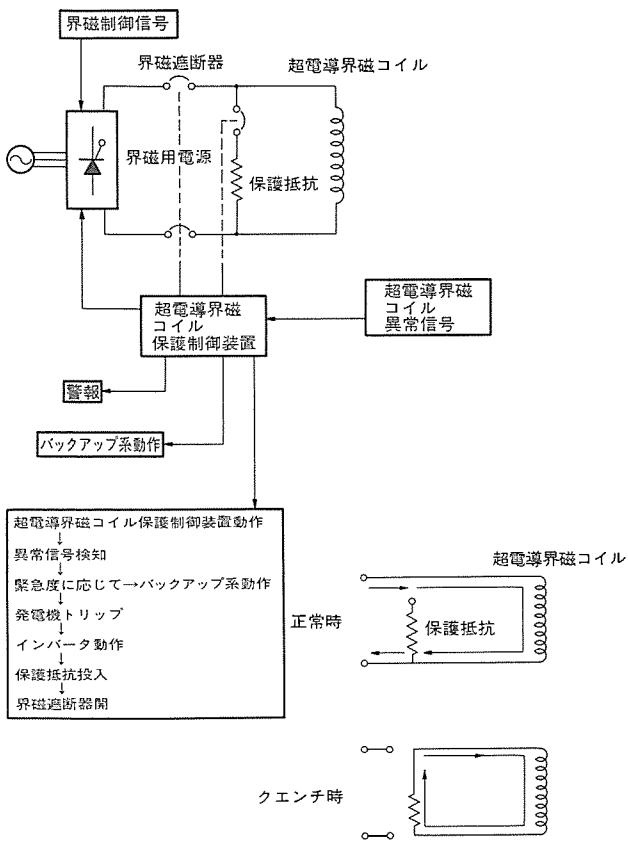


図 4. 超電導発電機励磁保護系

コイル電圧の変化として検出する。クエンチが生じた場合には、界磁遮断器を開くとともに保護抵抗を投入し、界磁コイルのエネルギーを吸収し、界磁コイルを保護する。図 4. に励磁保護系の概念図を示す。

### 2.3 ヘリウム液化機系統

ヘリウム液化機系統は、回転子から回収した室温のガスヘリウムを極低

温まで冷却し、液化したヘリウムを再び回転子へ供給するものである。ヘリウム液化機系統は、主ヘリウム圧縮機、ヘリウム液化冷凍装置、液体ヘリウム貯槽、低温弁タンク及びヘリウムガス回収装置などで構成する。また付属装置として、ヘリウムガス補給ポンベカーボル、冷却水設備クリーニングタワー、計装用空気圧縮機及び計装用無停電電源などがある。長期運転の信頼性を確保するため主ヘリウム圧縮機などの主要部品は、二重構成とする。図 5. はヘリウム液化機系統の構成を示すフローシートである。ヘリウムの液化方式は、タービン膨脹機の2段と、ジュールトムソン膨脹弁 (JT 弁) 1段を基本とする Claude サイクル方式である。

### 3. 超電導発電機の利点

超電導発電機の従来形発電機に対する利点を図 6. に示す。

#### 3.1 大容量化、小形軽量化

発電機容量 ( $KVA$ ) と発電機体格 ( $D^2 \cdot L$ ) の間には、

$$KVA = K_0 \cdot D^2 \cdot L \cdot RPM$$

の関係がある。ここで、 $K_0$  = 出力係数、 $D$  = 回転子外径、 $L$  = 固定子鉄心長、 $RPM$  = 回転数、である。出力係数  $K_0$  は空げき磁束密度  $B_g$  とアンペア導体数  $AC$  の積に比例する量である。したがって  $C$  を定数とすれば、

$$K_0 = C \cdot B_g \cdot AC$$

となる。 $K_0$  を増大させることは同一定格に対して小形軽量化を、同一寸法に対しては大容量化を意味する。

発電機の単機容量を増大するためには、 $D$ 、 $L$ 、 $B_g$ 、 $AC$  を大きくすればよいが、 $D$  は遠心力に対する強度から、 $L$  は曲げ振動特性から制限されるので、それほど大きな増加は期待できない。また、鉄心にスロットを設けその中に電機子コイルを納める従来形発電機の場合には、 $B_g$  が鉄心歯部の飽和磁束密度の半分程度に制限されるので、 $B_g$  の増加の余地は少ない。このため、従来形発電機では主として冷却性能の向上で  $AC$  を増加させることにより、出力係数  $K_0$  を上昇させ、発電機体格  $D^2 \cdot L$  を大幅に増大させることなく、

大容量化を達成してきた。

しかし、大容量化に伴う  $AC$  の増加はリアクタンスの増大をもたらし、系統安定度が低下する問題がある。

これに対し回転子や鉄心歯部に磁性体を用いない超電導発電機は、磁気飽和による  $B_g$  の制約がなく、超電導線の使用により界磁コイルの電流密度が飛躍的に増大し、回転子起磁力が著しく増大するので、 $B_g$  は大幅に増加する。このように、超電導発電機の出力係数  $K_0$  の上昇は、主として  $B_g$  の増加により達成される。リアクタンスは  $AC$  に比例し、 $B_g$  に反比例す

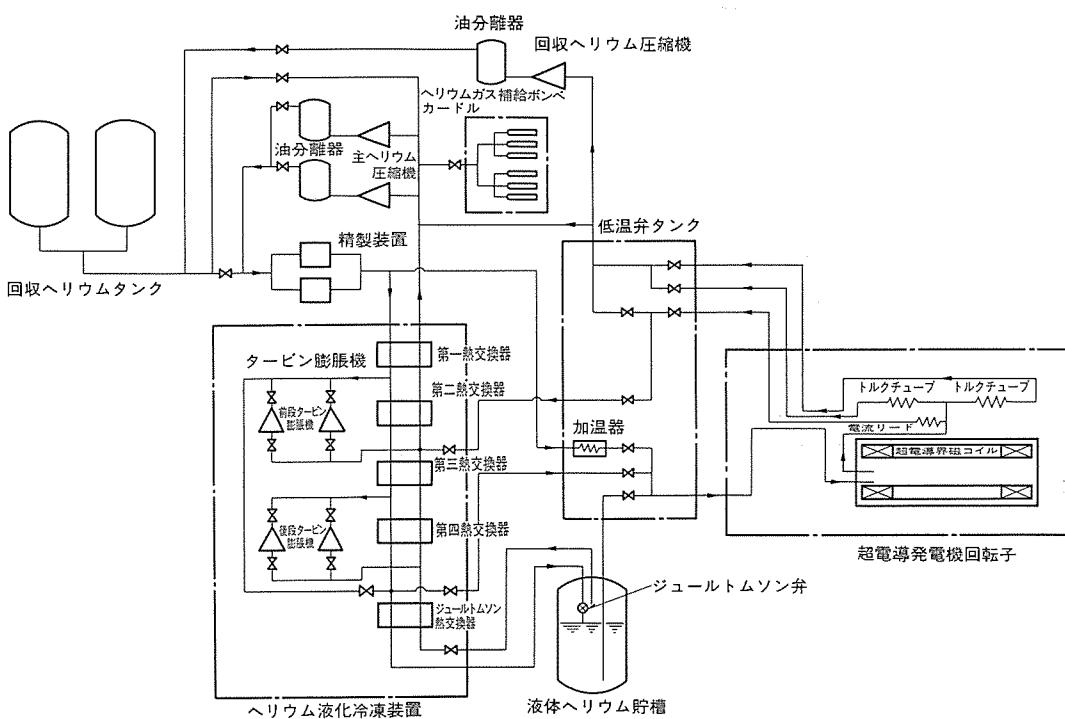


図 5. ヘリウム液化機系統

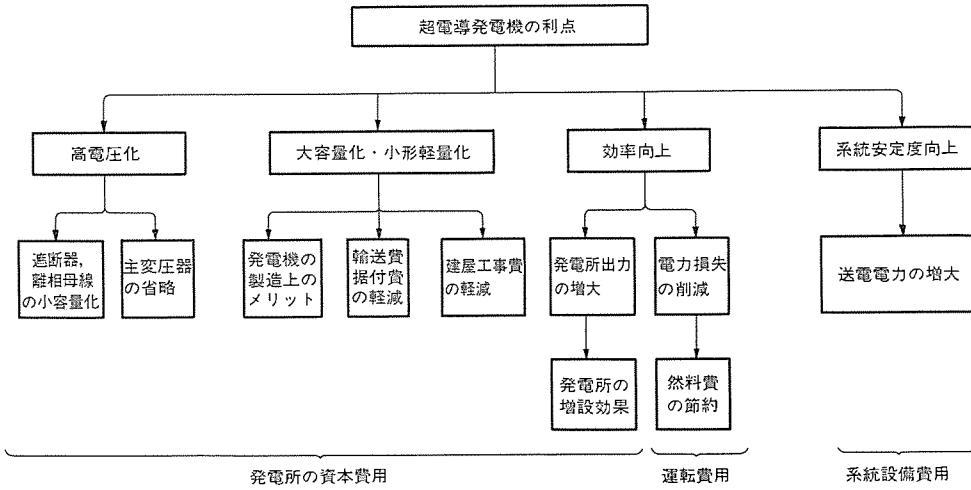


図 6. 超電導発電機の利点

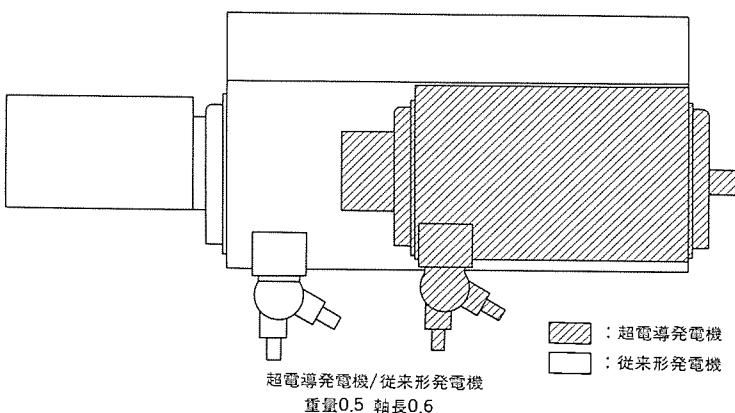


図 7. 超電導発電機と従来形発電機の比較 (2極 1,200 MVA 機)

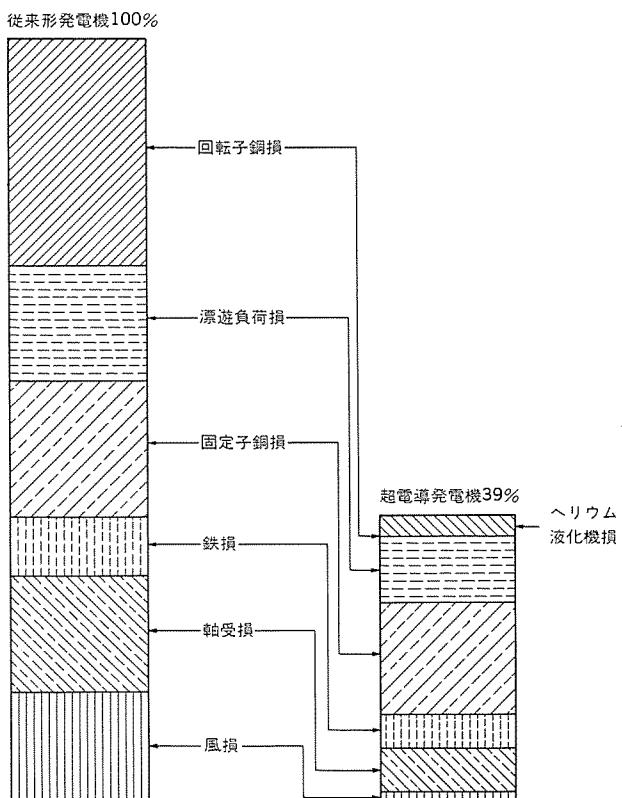


図 8. 2極 1,200 MVA 発電機の損失比較

るので、超電導発電機では大容量化に伴うリアクタンス増大の問題はない。

超電導発電機の出力係数は、従来形発電機に比し大幅に増加するため、単機最大容量限界も拡大する。また、同一容量で比較すれば、超電導発電機は従来形発電機に対し、重量が約50%に、軸長が約60%に減少する。このため、発電機の輸送・据付けが容易になる。またタービン建屋及び基礎架台の長さを減少できるなどの利点が生じる。

図 7. に超電導発電機と従来形発電機の体格比較を示す。

### 3.2 効率向上

発電機の損失を1/2以下に減少できる。図8.に損失の比較を示す。全負荷時の効率は99.5%程度であり、従来形発電機に比べ約0.7%向上する。図9.に効率比較を示す。固定損の減少が大きいため、部分負荷時の効率は更に大きく向上する。

#### (1) 回転子銅損

界磁コイルを超電導化することにより、界磁コイル銅損は零となり、回転子銅損はブラシ及びリード部の常電導部分に発生するわずかな抵抗損のみになる。

#### (2) 固定子銅損

超電導発電機の電機子コイルは、従来形発電機と同様水冷却であり、両者の電流密度はほぼ同程度の値である。また、超電導発電機は、従来形発電機に比し軸長は減少するが、発電に寄与の少ない端部の占める割合が増加するので、出力電圧あたりの電機子コイル長の減少はわずかである。したがって、超電導発電機の固定子

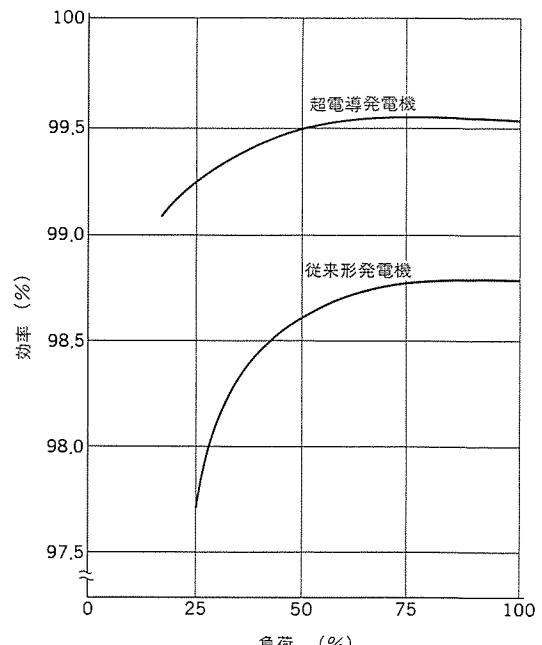


図 9. 2極 1,200 MVA 発電機の効率比較

銅損は、従来形発電機に比し若干減少するにすぎない。

### (3) 漂遊負荷損

細線を二重転位した電機子コイルの使用により、変動磁界が鎖交することによって発生する電機子コイルの渦電流損と循環電流損が減少する。このため、漂遊負荷損は従来形発電機の約1/2に減少する。

### (4) 鉄損

超電導発電機の鉄損は、磁気シールドで生じる。磁気シールドの磁束密度は、従来形発電機の鉄心とほぼ同一であるため、鉄損は磁気シールドの重量に比例して減少する。超電導発電機の鉄損は従来形発電機の約1/2になる。

### (5) 風損

超電導発電機の水素で冷却される部分は、回転子表面と磁気シールドである。いずれも損失密度が小さいので水素圧力は低く(2 kg/cm<sup>2</sup> g)定めることができる。また、通風路の面積は十分大きくとれるので、通風抵抗も小さくすることができる。風損の大部分を占める通風動力(プロフ損)は、水素圧力、通風量、通風抵抗の積に比例するので、風損は従来形発電機の約1/10に減少する。

### (6) 軸受損

超電導発電機の回転子は小形軽量であるので、軸受サイズを減少できる。このため、軸受損は従来形発電機の1/2以下に減少する。

### (7) ヘリウム液化機損

ヘリウム液化機の動力は他の損失に比べて小さく、効率に対する影響は小さい。

## 3.3 系統安定度向上

### (1) 定態安定度の向上

超電導発電機では、同期リアクタンス $X_d$ が0.5以下と小さく、「位相角が90°以上開くと不安定」という意味での定態安定度限界は発電機の可能出力限界の外側にくる。また、超電導発電機の固定子は空げき巻線構造であるため、固定子鉄心端部の加熱による進相運転領域

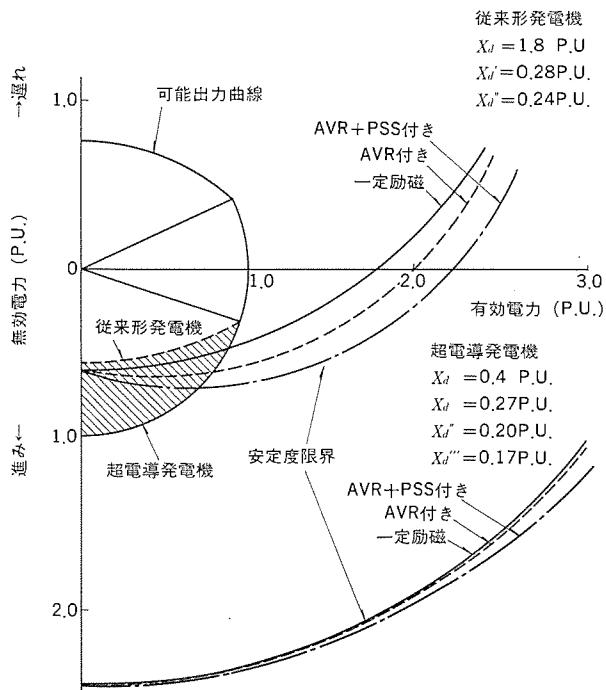


図10. 安定度比較 (2極 1,200 MVA 機)

域の制限をうけない。したがって定態安定度限界(進相側)は発電機のkVA限界で決まり、従来形発電機に比し格段に進相運転領域が拡大する。安定度比較を図10.に示す。

### (2) 動態安定度の向上

動態安定度は、電力動搖に対するダンピングの与え方によって異なる。ダンピングをダンパにより与える場合は、AVR(Automatic Voltage Regulation)・PSS(Power System Stabilizer)の効果は薄いが、逆にネガティブダンピングによる安定限界の減少もない。定態安定度限界が広いため、動態安定度限界も十分に広く、励磁制御をかけて更に拡大する必要はないといいうのが一般的な意見である。超電導界磁コイルを磁界変動に強いものにし、励磁制御によりダンピングを与える場合は、速応形AVR・PSSの使用により、従来形発電機と同様の超速応励磁制御が可能で、超電導発電機の低リアクタンス特性とも相まって、系統安定度も大幅に向上する。過渡安定度も低リアクタンスのため、慣性定数の減少分を差し引いても従来形発電機よりも向上する。

### (3) 限界送電電力の増大

安定度の向上に伴い、系統でじょう(擾)乱が発生した場合でも安定に送電できる電力、いわゆる限界送電電力が増大する。従来形発電機では、動態安定度限界により制限されていたものが過度安定度限界一杯にまで拡大し、超速応励磁制御をかけない場合でも従来形発電機より20~50%増大する。

### (4) 不平衡負荷耐量及びSSR(Sub Synchronous Resonance)耐量の増大

超電導発電機には界磁コイルを変動磁界から遮へいするため、強力な全周・全長ダンパを設置しており、このため不平衡負荷耐量も従来形発電機に比べ大幅に増加する。また、ダンパが強力なため、系統側から見た回転子の等価抵抗が小さく、SSR耐量も増加する。

## 3.4 高電圧化の可能性

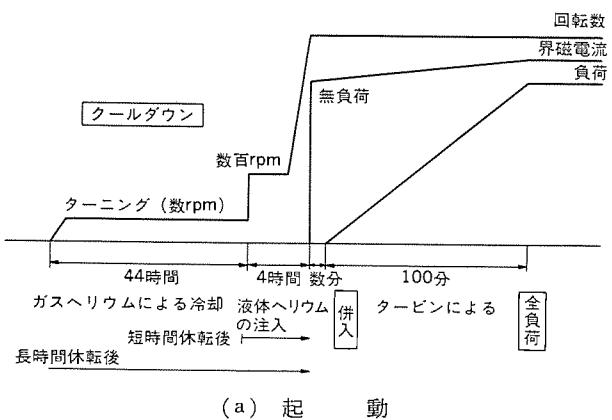
超電導発電機の固定子は空げき巻線方式であり、電機子コイルの巻線層を貫通する大地電位の鉄心歯部がない。このため、電機子コイルと大地電位の磁気シールド間の絶縁距離をとるのが容易であり、端子電圧を高電圧化できる可能性がある。従来形絶縁方式で50 kV程度まで、ガス絶縁方式で150 kV程度まで、また油絶縁方式で500 kVから1,000 kVの高電圧化が可能といわれている。

発電機の端子電圧を高電圧化することにより、遮断器や離相母線容量の低減が図れる。また、端子電圧を系統電圧まで上昇できれば、主変圧器が省略できる、などの利点が生じる。

## 4. 超電導発電機の運転制御特性

超電導発電機の運転を開始するには、超電導界磁コイル及びその収納部を室温から極低温(-269°C)まで冷却する必要がある。これには、ガスヘリウムによる冷却時間44時間と液体ヘリウム注入時間4時間の合計48時間を要する。冷却を完了してから通電、同期併入、定格負荷まで立ち上げる過程には発電機側からの制約はなく、従来形発電機と同様である。運転を停止する際もほぼこれと逆のパターンを取り、負荷の減少、解列、通電停止に至る過程には、緊急時の突発負荷遮断をも含めて従来形発電機と差はない。発電機を長期間停止する場合は、起動時と逆のパターンで極低温から室温にまで昇温する必要があり、液体ヘリウムの回収に4時間、ガスヘリウムによる昇温に32時間を要する。

週末などに数日間発電機を停止する場合は、室温にまで昇温する



(a) 起動

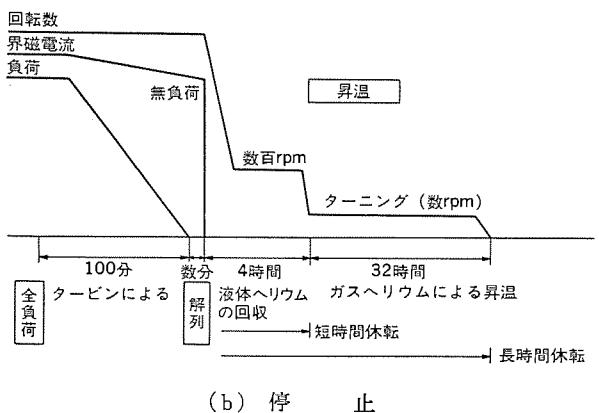


図 11. 起動・停止のスケジュール

必要はなく、ガスヘリウムで $-240^{\circ}\text{C}$ 程度に保冷しておけば、運転再開には液体ヘリウムの注入に4時間を要するだけである。また、夜間などの数時間の停止には、回転子に液体ヘリウムを貯えたまま保持すれば、従来形発電機と同様の起動・停止が可能である。図11.に超電導発電機の起動・停止のスケジュールを示す。

## 5. 超電導発電機の開発状況

超電導発電機の開発状況を図12.に示す。

### (1) 三菱電機(株)における開発状況

通商産業省重要技術開発費補助金の交付を受け、当社は富士電機製造(株)と共に6MVA発電機と、30MVA同期調相機の開発を行った。

6MVA機は昭和49年度から3年計画で研究試作したもので、超電導発電機の原理の実証と問題点の抽出及びその解決を目指した。研究の第2ステップとして、昭和52年度から30MVA機の試作研究を開始し、昭和57年度に運転試験を実施した。実用機の高い遠心力を考慮して、回転子の直径を70cm以上にするとともに、チタン材回転子やスロット・ウェッジによる界磁コイル支持など多くの技術課題を取り込み、将来の大容量機製作に必要な技術の研究と習得を目指した。

### (2) 海外の開発状況

中小容量機の試作研究に続き、数百MVA級の開発が始まっている。米国WH社はEPRIの支援をうけ、300MVA機を製作中で、

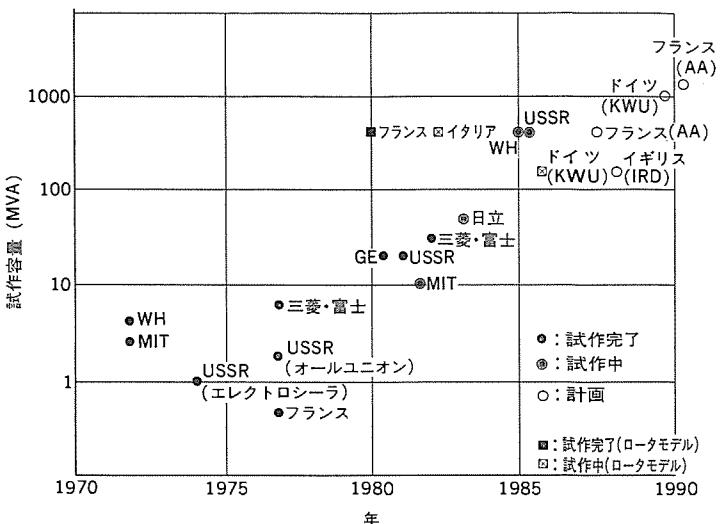


図 12. 超電導発電機の開発状況

1985年に実負荷試験を実施する予定である。ソ連のエレクトロシーラでも300MW機を1985年に製作完了する予定である。フランスのアルストム社はEDFの支援をうけ、大形モデルロータの試作完了に続き、250MW機の設計を開始した。ドイツのKUW社は1,000MVA機の1990年完成を目指し、その前段階として大形モデルロータを製作中である。

## 6. むすび

当社が超電導発電機の開発を開始してから、既に10年余りを経過し、この間に6MVA機、30MVA機を製作し、超電導発電機の基本的な設計・製造技術を確立した。今後の開発課題は実用規模の数百MVA級の実証機の製作及びその信頼性の検証にあるといえる。実証機の実負荷試験により信頼性が確認されれば、超電導発電機が広範に採用されるものと確信し、関係各位のより一層の御支援、ごべんたつをお願いする次第である。

## 参考文献

- (1) J. S. Edmonds : Superconducting Generator Technology—An Overview, IEEE Trans. on Mag., Mag. 15, No. 1, 673~679 (1979-1)
- (2) J. S. Edmonds, W. R. McCown : Large Superconducting Generators for Electric Utility Applications—The Prospects, Proc. of the American Power Conference, 42, 629~638 (1980)
- (3) Westinghouse Electric Corporation : Superconducting Generator Design, EPRI EL-577, Research Project 429-1 (1977)
- (4) 岩本ほか：三菱電機技報 52, No. 11, p. 779 (昭53)
- (5) 岩本、大石：三菱電機技報 55, No. 7, p. 497 (昭56)
- (6) T. Yamada, et al : Nb<sub>3</sub>Sn/NbTi Superconducting Windings for 30 MVA Synchronous Condenser, IEEE Trans. on Mag., Mag. 17, 2194~2197 (1981)

# 九州電力(株)高野系統開閉所納め 240kVガス絶縁開閉装置(GIS)

塩田 博\*・赤池 大吉\*・屋並 弘康\*・佐藤 邦彦\*\*・箱井 信夫\*\*

## 1. まえがき

九州電力(株)では、九州南部地区における220kV送電系統の運用の柔軟性、安定性の向上を図るために、都城市郊外に高野系統開閉所を新設することになったが、立地条件、運用性、保守性などから、ガス絶縁開閉装置(以下、GISと称す)を適用することになった。

高野系統開閉所の構成は、主母線に気中アルミパイプバスを適用した二重母線1 1/2 LS方式で、GISを適用したこの種の開閉設備は九州電力(株)では、これまでに500kV変電所で標準的に採用しており、220kV系統では初の適用であるがGISの配置構成を様々な角度から検討した結果、500kV変電所と同様に大幅な縮小化が図れる特長のあることがわかった<sup>(1)(2)</sup>。

開閉所の建設は、昭和57年2月着工、昭和58年3月に各設備の据付け・調整試験を完了し、順次、送電線を区分して引き込み接続したのち、同年6月より営業運転を開始した。GISは、既に開閉設備の主体として多くの実績をもっており、高信頼性と共に多様なニーズに対してGISを構成する各機器要素をフレキシブルに組合せができることから、縮小化、合理化に大いに貢献してきている。高野系統開閉所におけるGISもこれらの特長を活用したものであり、変電所計画の参考になるとを考え、以下に概要を紹介する。

## 2. 高野系統開閉所の概要

九州電力(株)の電力系統と電源分布を図1に示すが、高野系統開閉所は、南九州S/S、霧島S/S、都城S/S、宮崎S/S及び今回同時に新設した大隅S/Sの各変電所と連絡することにより、九州南部地区の220kV送電系統の運用の柔軟性と安定性の向上を図ることを考慮して建設された。また、電力需要の増加に伴い、将来は図2の単線結線図のように、10回線を増設して18回線にもなることが計画されている重要な大規模開閉所である。

この開閉所は、もちろん、単体機器を適用した配置方式の開閉設備で検討されたが、建設地点が農地振興地区であることや、無人化運転の採用などから、用地の縮小化と省力化並びに運転信頼性の向

上を図っている。

開閉所の母線構成は、系統運用の条件、経済性などを総合的に検討して、二重母線1 1/2 LS方式を採用した。この方式は、500kV

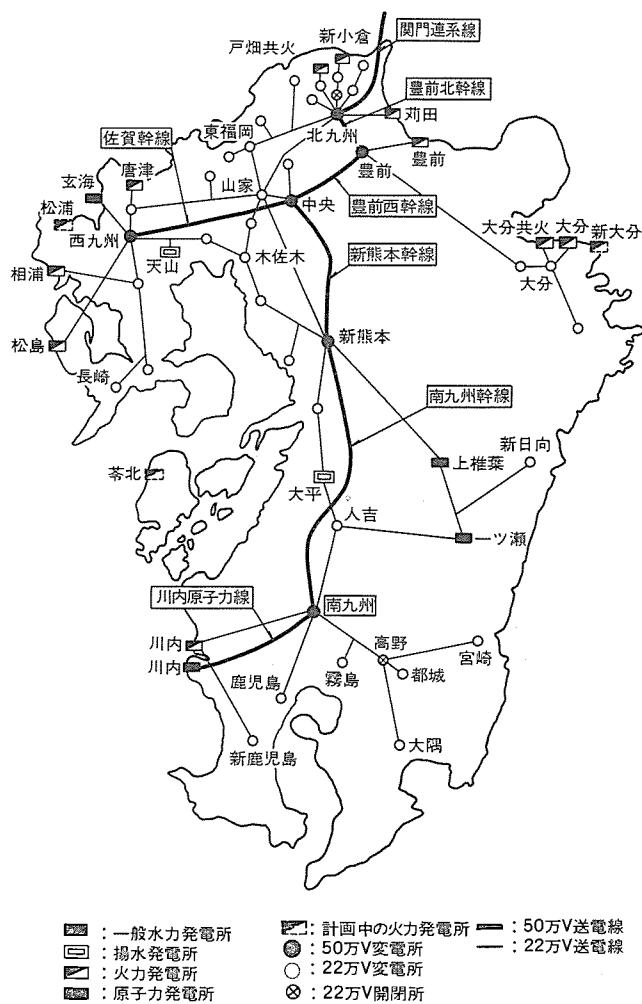


図1. 九州電力(株)の主幹系統図(昭和60年頃)

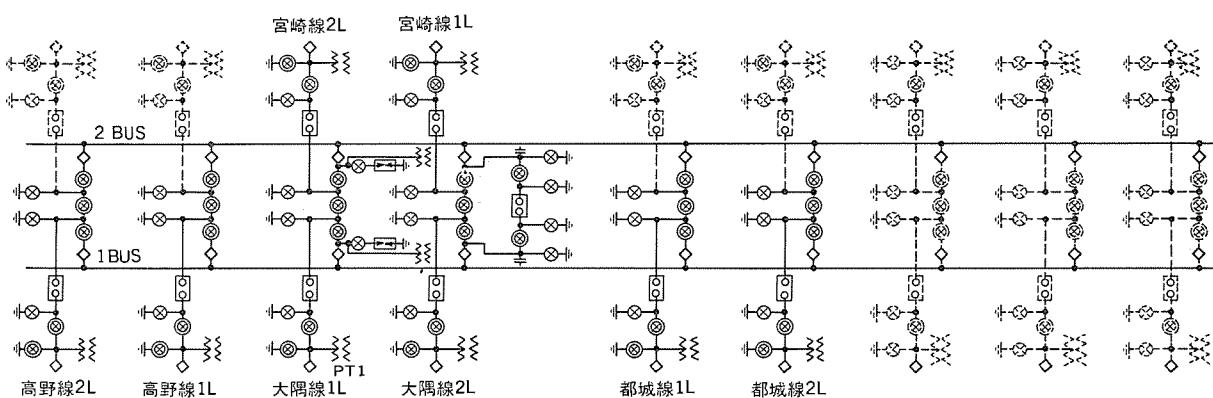


図2. 高野系統開閉所の単線結線図

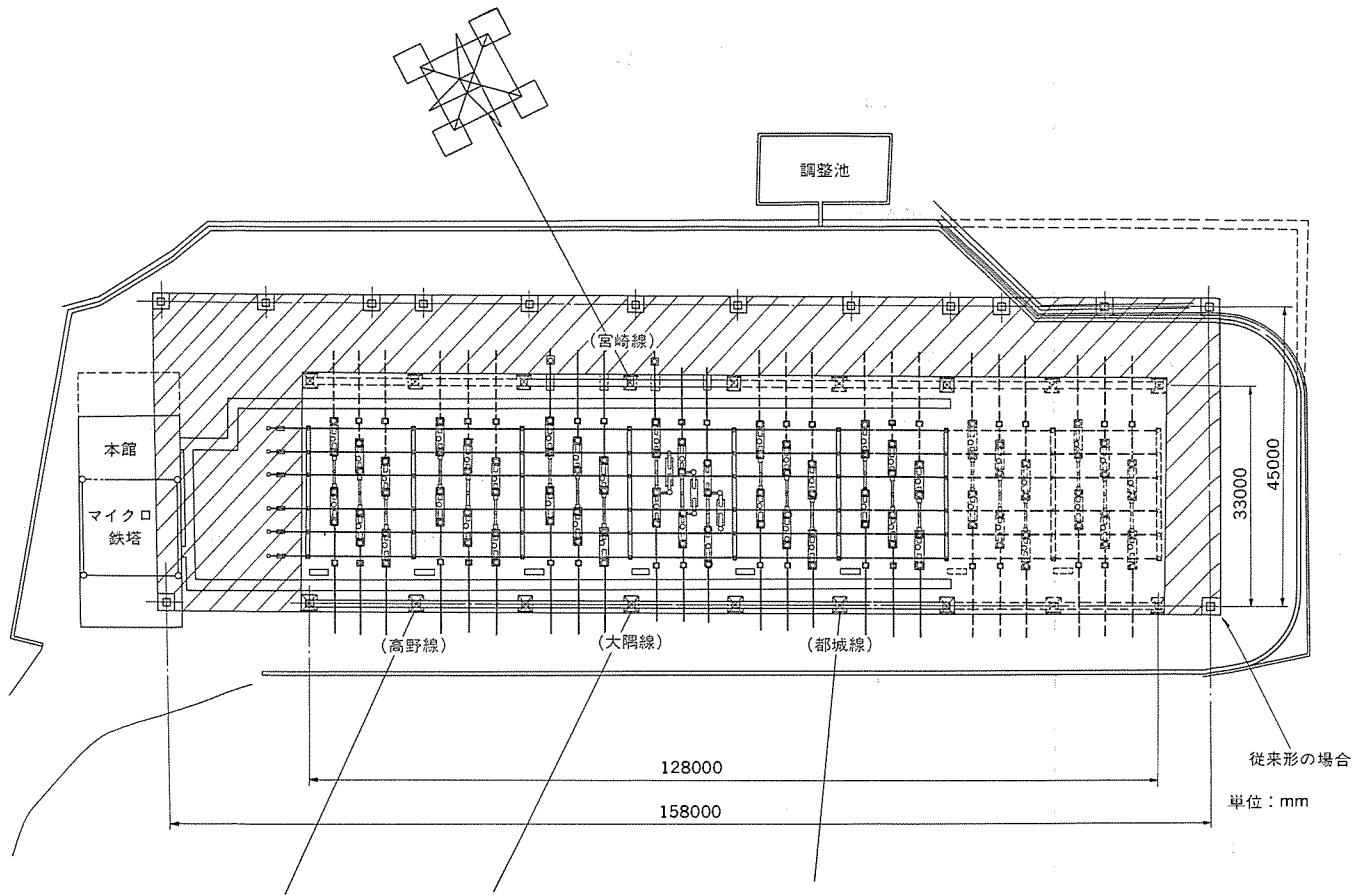


図 3. 高野系統開閉所の配置比較図

変電所で標準的に採用している方式であるが、このように多数回線を連系する開閉設備では、従来から使用してきた単体機器を適用した配置構成とすると、広い開閉所敷地面積が必要となるため、開閉装置の縮小化を検討した。また、決められた開閉所用地の中で、経済性、保守性、用地の有効活用などを検討するとともに、系統の重要性から開閉設備の高信頼性を図るために、主母線にアルミパイプを使用した従来の気中絶縁方式に、開閉機器として GIS を適用する方式を採用した。このような複合形の開閉設備は次の特長がある。

- (1) GIS が回線ごとに分散して設置できるため外観がよくなる。
- (2) 気中絶縁方式のアルミパイプ母線を使用するため経済的である。
- (3) 機器設置スペースが縮小され、送電線引込口との協調も図れる。

(4) 数多回線の引出しが可能である。

図 3. に従来形機器適用の配置方式とこの配置方式との比較を示すが、引込鉄構間寸法だけでなく長さ方向にも縮小化が可能となり、用地の面積比（16回線分の鉄構間寸法比）で約 60 % に縮小できた。

図 4. に高野系統開閉所の外観を示す。

また、この開閉所周辺の地域では、汚損時のがいし洗浄用水の確保が困難なため、重汚損用がいしを使用するとともに定期的に清掃することにしたが、GIS の適用により従来の単体機器を適用した配置方式に比較すると、その使用するがいし数を大幅に削減することができ、保守の省力化を図っている。

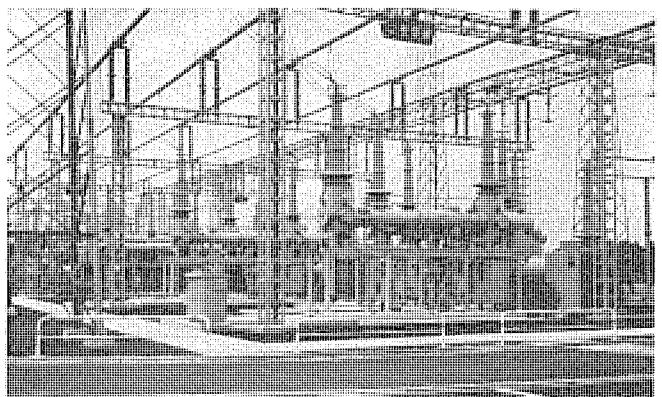


図 4. 高野系統開閉所の外観

### 3. ガス絶縁開閉装置の構成

GIS の配置構成は、造成費の低減、接続母線長の縮減、所要スペースの縮減、施工の容易性、点検及び保守性、耐震性、安全性、増設の容易性、環境との調和性、事故時の対応性などと密接な関係があるので、GIS として最も合理的な配置構成にするために以下のよう種々の検討を行った。

- (1) ブッシングの合理的配置による GIS の縮小化
- (2) 送電線ユニットと周辺機器及び母線連絡ユニットとの一体化による鉄構の縮減とブッシング本数の削減
- (3) 小形機器適用による配置構成の簡素化

表 1. 240 kV GIS 定格表

全般	定格電圧 (kV)	240
	絶縁階級 (号)	170
一般	定格電流 (A)	4,000/1,200 (LA 用 DS のみ)
	定格周波数 (Hz)	60
遮断器	定格短時間電流	50 kA, 2s
	SF <sub>6</sub> ガス圧 (kg/cm <sup>2</sup> )	遮断器 5, その他 4
遮断器	定格遮断電流 (kA)	50
	定格遮断時間 (サイクル)	2
断路器	操作方式	油圧操作 R 号
	電流開閉能力 (ループ用のみ)	150 V - 4,000 A 200 V - 2,000 A
接地開閉器	操作方式	空気操作又は手動操作
	電流開閉能力 (送電線接地のみ)	20 kV - 400 A 電磁誘導 49 kV - 3 A 静電誘導
変流器	操作方式	空気操作又は手動操作
	変流比 (A)	4,000 - 2,000/5
避雷器	定格二次負担 (VA)	100/40
	定格電圧 (kV)	210
避雷器	公称放電電流 (kA)	10
	開閉サージ動作電圧 耐電容量 ( $\mu$ F)	50
計器用変圧器	定格一次電圧 (kV)	220/ $\sqrt{3}$
	定格二次電圧 (V)	110/ $\sqrt{3}$ (副二次 110/ $\sqrt{3}$ )
ブッシング	定格二次負担 (VA)	50/1,000 (50)
	誤差階級 (級)	3.0/1.0 (3.0)
ブッシング	定格電圧 (kV)	230
	ガス管呼称 (号)	220-2
ブッシング	耐汚損仕様	0.03 mg/cm <sup>2</sup> , 173 kV

(4) 各機器の解体・組立時にブッシングがい管の移動を必要とする配置構成

(5) 各種操作装置及び各種制御装置を地上付近に配置することによる操作性及び保守・点検性の向上

### 3. 1 主要構成機器の定格

GIS 全般の仕様と各機器の主な定格事項を表 1. に示す。

### 3. 2 全体の構成

地中母線方式の GIS は、母線接続用ブッシングが必要なため、ブッシング本数がガス絶縁母線方式の GIS に比べて多くなる。したがって、ブッシング相互間あるいは接続架線と機器間の絶縁距離を確保しながら、GIS の縮小化を図るために、合理的なブッシングの配置が重要なポイントとなる。

GIS の構成は、対向する 2 回線の遮断器と母線断路器 (1 1/2 LS) が各相単位に GIS 母線で接続しており、ブッシングの配置は図 5. のように 1 相当り 4 本で構成している。4 本のブッシングの内、中側の 2 本は各々水平に配置したパイプ母線と架線で接続し、外側の 2 本のブッシングには各々の送電線が引き込まれている。母線側ブッシングは、送電線側ブッシングに対して高い位置に 2 段配列することにより、主母線への接続架線と送電線側ブッシングとの地中絶縁距離を確保し、ブッシング間寸法を縮小して GIS の縮小化を図っている。

更に GIS の各相を、接続される主母線に対応して長手方向に順次ずらすことにより、主母線側ブッシングとパイプバスとの関係位置を各相とも同一とすることができる、GIS の一層の縮小化が可能となっている。

### 3. 3 各ユニットの構成

この開閉所に適用した GIS は、3 種類の配置構成となっている。第 1 は対向 2 回線と 1 1/2 LS で構成する送電線ユニットで、今回は片

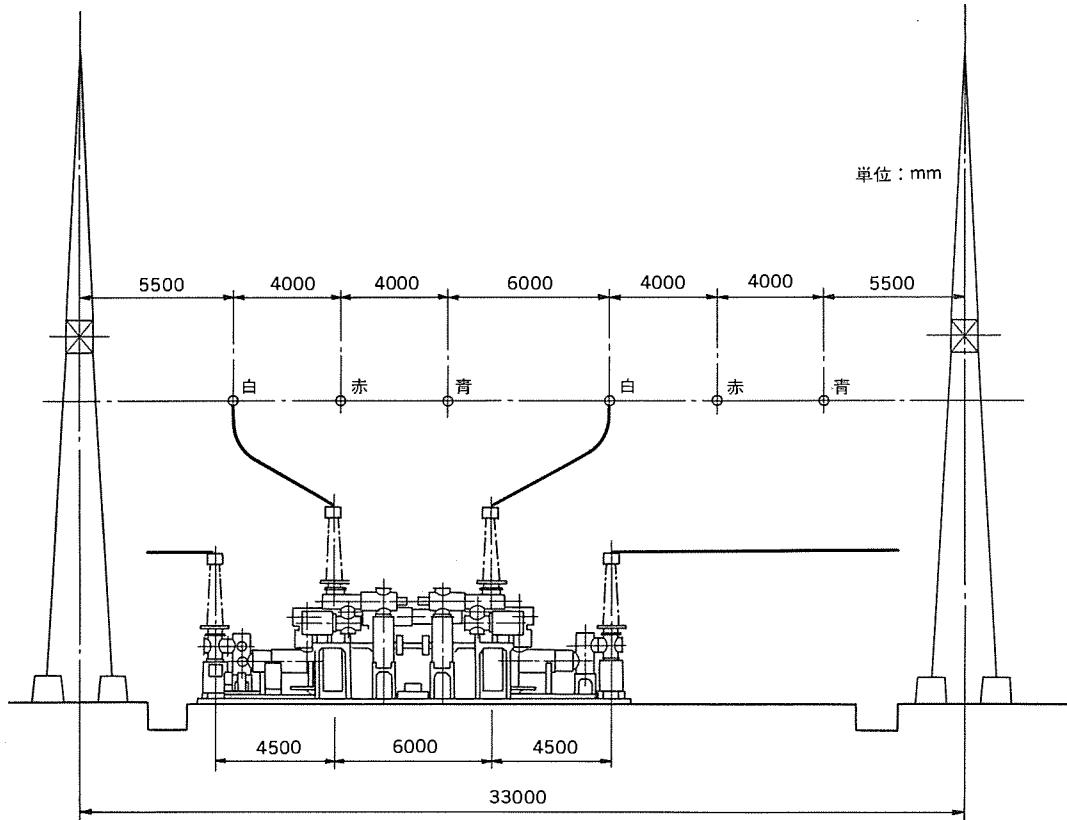


図 5. 240 kV GIS 外形図

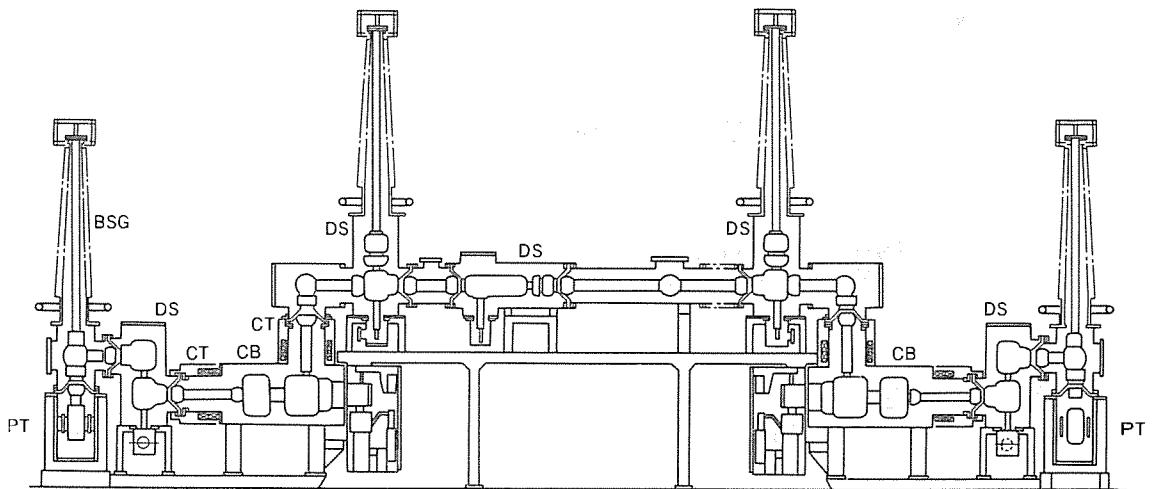


図 6. 240 kV GIS 内部構造図例

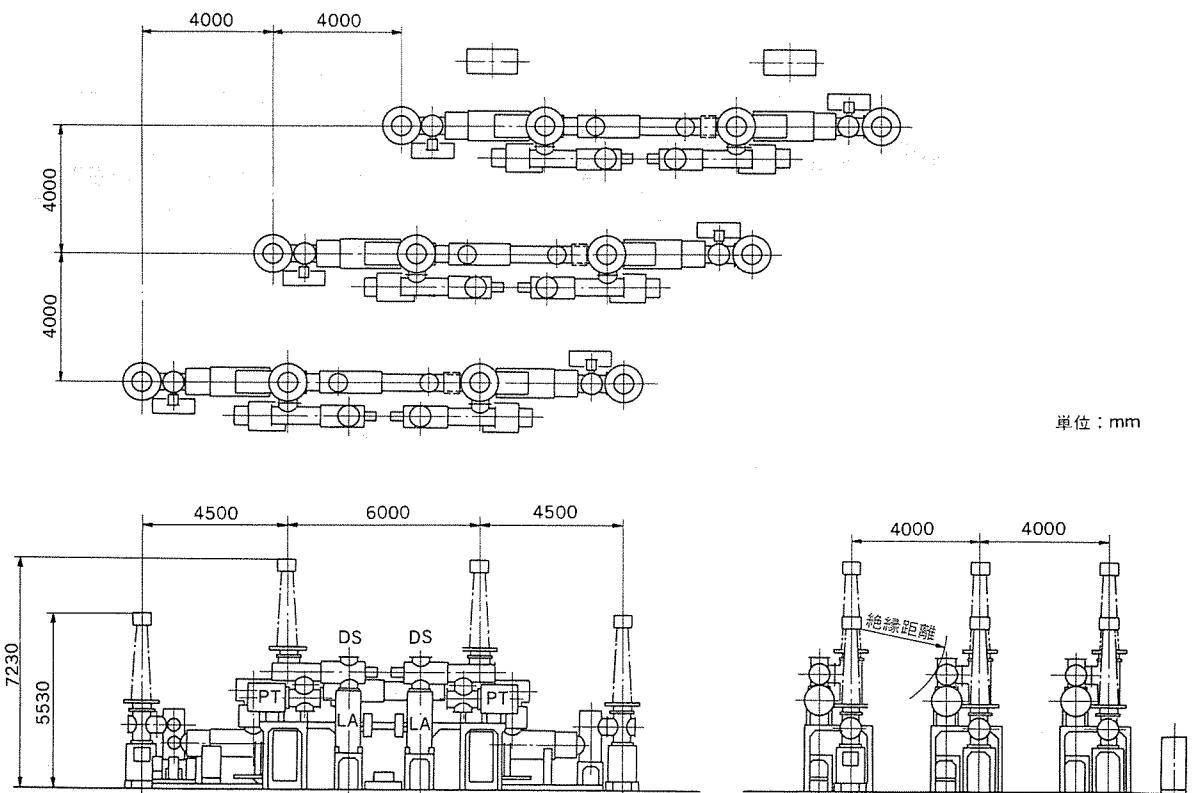


図 7. 240 kV GIS 構造図 (送電線 ユニット 及び周辺機器)

側の回線が将来増設の計画であり、増設時には 1 1/2 LS 部を挟んで両回線が接続される。単体形機器を適用した従来の配置方式は、送電線の引込方向の寸法が多く必要であり、この方向の寸法を縮小するために今回の配置構成としたもので、その内部構造を図 6. に示す。1 1/2 LS 部は、母線側 ブッシングの支持を兼ねている二組の縦形の直角形断路器と水平形の直線形断路器の組合せにより構成し、架台にて支持する構造とし各々の母線側断路器から分岐接続したガス遮断器を水平に配置し、操作機構部を架台内に収納することにより、据付けスペースの有効活用を図っている。また、送電線側 ブッシングの下部に送電線用の計器用変圧器を配置することにより据付け面積の縮小化を図っている。

第 2 は、従来の配置方式では母線用避雷器及び計器用変圧器などは前述の送電線 ユニット 内に設置が不可能であり、専用の スペース が

必要となるため広い据付け面積を要していたが、これらの改善を図った配置構成としたものである。図 7. の構造図のように、前述の送電線 ユニット に母線用避雷器とその断路器、及び計器用変圧器を 1 1/2 LS 部の ブッシング 下部より分岐接続したものであり、1 1/2 LS 部と平行に相間方向へずらして配置している。このように、相間内に機器を配置して一体化することは GIS の縮小化に効果があるが、この電圧 クラス では、隣接相の送電線側 ブッシング と接近することになり、相間絶縁距離を確保するために避雷器用断路器及び避雷器を更に GIS 長さ方向にずらすなどの検討によって、周辺機器の一体化が可能になった。

第 3 は、従来の配置方式で母線連絡 ユニット に必要な 1 スパン 分の鉄構の省略を図って、据付け面積の縮小、及び経済性を向上するために配置構成したものである。図 8. の構造図のように前述の第 2

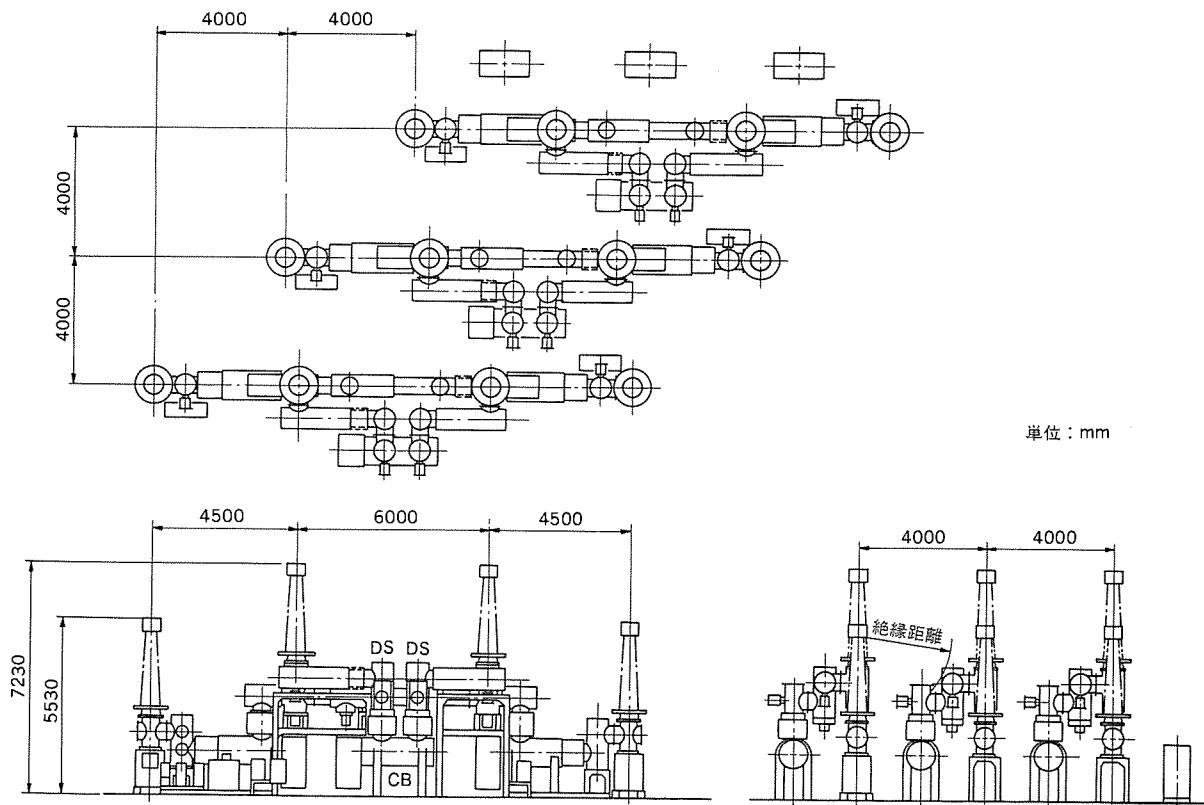


図 8. 240 kV GIS 構造図（送電線 ユニット 及び母線連絡 ユニット）

と同様、送電線ユニットに母線連絡用遮断器、断路器を相間内に配置することにより、2回線1母線連絡ユニットを複合化している。同様に相間内に母線連絡ユニットを配置することは、隣接相の送電線側ブッシングとの絶縁距離の関連から、断路器を1 1/2 LS部と平行に相間及び長さ方向にも接続母線によりずらし、遮断器をその断路器よりも更に相間方向へずらして配置構成することにより、母線連絡ユニットとの複合化が可能となった。したがって、母線連絡ユニット用に必要だった1スパン分の鉄構が削減できるため、相間方向の寸法が大幅に縮小できることともに送電線引込方向の縮小化も可能になった。しかも母線連絡ユニット用のブッシングが送電線ユニットのものと共に用化でき、ブッシング使用本数の縮減により縮小化と同時に経済性の向上と保守の省力化を図っている。

また、主母線に設置されるフォルトロケータ用の容量分圧器をGIS母線に設ける必要があり、前述の母線連絡ユニット用断路器の接続母線を利用して、中心導体と外被容器との間に中間電極を収納した合理的な配置となっている。

第1～3のユニット共、各機器の操作性及び保守点検性を考慮し、各操作装置をはじめ、各種制御装置などを地上付近に配置し作業の容易性を図っている。

#### 3.4 ガス系統

ガス監視は各相ごとに管理する相分離方式となっており、各機器の外被容器からゲージ箱までのガス配管長さを短かくして、ガスシール箇所を減らすとともに、据付け作業性の改善を図っている。各相のガス区分は、据付け作業性、事故波及範囲の限定及び保守上より遮断器、断路器、避雷器、計器用変圧器などの構成機器対応に単独区分としている。

各ガス区分ごとに温度補償圧力スイッチを設けるとともに、遮断器1台に対応に各ガス区分のガスゲージ、ガス補給口、及びバルブなどをす

べて一括して一組のゲージ箱内に収納し、保守点検性の向上を図っている。ガス系統図の例を図9.に示す。

#### 3.5 解体時の配慮

万一のGIS機器の解体を必要とする場合に、パイプ母線あるいは他回線の充電などにより、レッカ作業によるブッシングの取り外しができないことがあるが、このような場合を考慮してブッシングがい管を仮架台にて支持し、がい管を取り外すことなく機器の解体及び組立作業が可能となるよう構造上の配慮を行っている。

#### 3.6 構成機器の概要

##### 3.6.1 一点切りガス遮断器<sup>(3)</sup>

GISの主要構成機器である遮断器は、当社の豊富なガス絶縁技術により完成したパッファ形一点切りガス遮断器を適用している。このガス遮断器は、従来より多数の実績のあるパッファ二点切りガス遮断器を1遮断点当たりの遮断性能の向上により一点切り化したもので、消弧室の数が従来の半分になり部品数の削減による信頼性の向上、及び操作力の低減による低騒音化を図るとともに、遮断器の据付け面積も縮小されており、GIS全体の縮小化に大きく貢献している。

また、この遮断器にはGIS用として垂直形と水平形があり、GISの配置構成に応じて適切なものを選定できるようになっている。この開閉所に適用したものは水平形で、その軸方向の一端に油圧操作機構を備えているためGISとの接続位置を低くでき、更にGISとの接続方向、いわゆる通電方向はGISの配置構成に対する多様性を考慮し、上下方向及び直線方向のいずれも可能な設計となっている。前述の図8.のように、送電線用遮断器にはL形接続、母線連絡用遮断器にはπ形を適用し装置の立体化を図っている。

##### 3.6.2 ガス絶縁形計器用変圧器<sup>(4)</sup>

GIS直結形計器用変圧器としては、従来からコンデンサ形PDが使用されてきたが、開閉設備の縮小化と開閉所のオイルレス化を目指して、

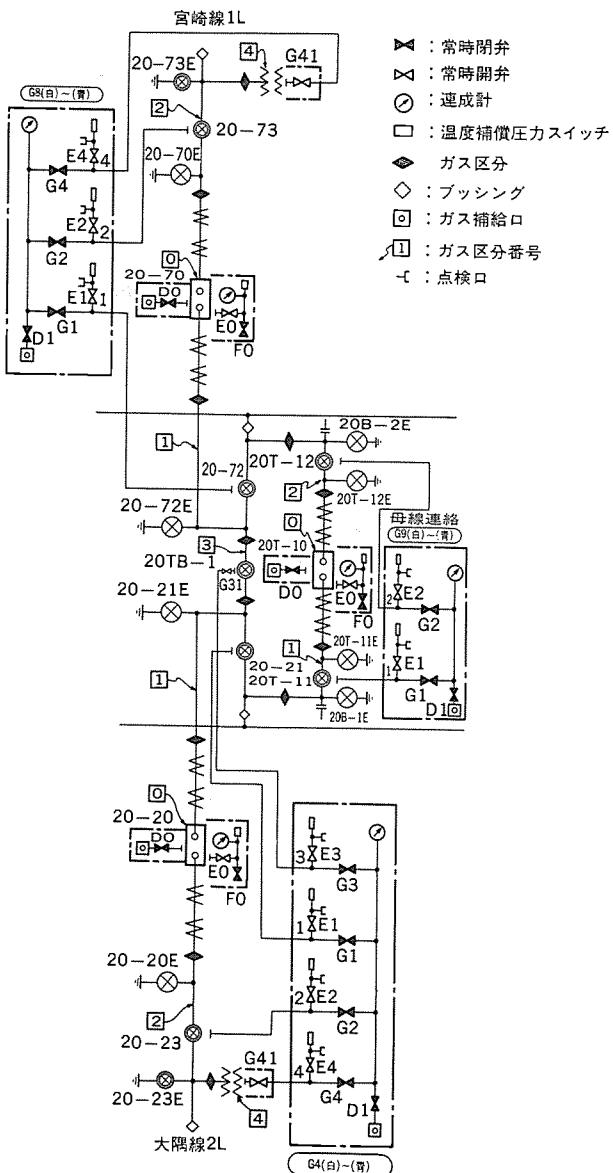


図 9. 240 kV GIS ガス系統図例

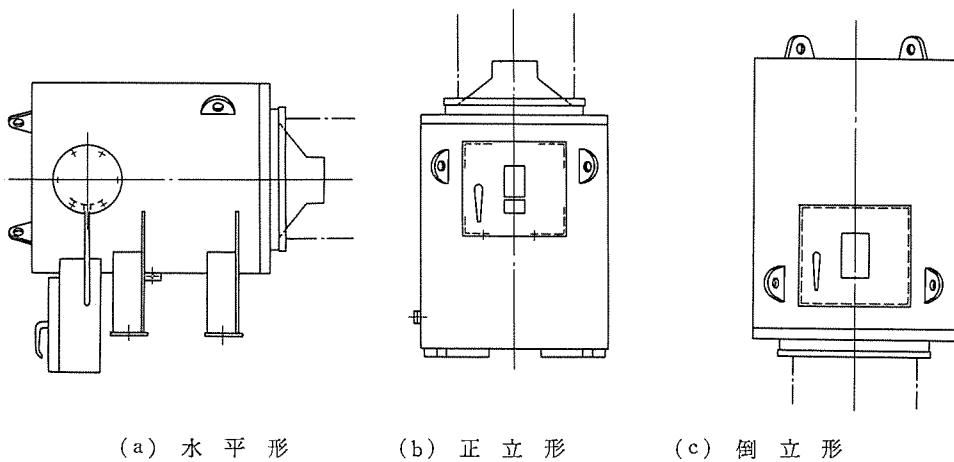


図 10. ガス絶縁形計器用変圧器構造図

$SF_6$  ガスとポリエチレンフィルムを用いた絶縁方式による信頼性の高いガス絶縁形計器用変圧器を適用した。この計器用変圧器は、特に GIS 用として開発したものであり、GIS の配置構成の多様性を考慮して、図 10. のように正立形、水平形、及び倒立形があり、GIS との接続方向と配置方法が合理的に自由に選定できるよう設計している。今回、送電用には正立形、母線用には水平形が各々適用され、GIS の縮小化と保守・点検性を考慮して最適な配置構成を採っている。

### 3. 6. 3 断路器及び接地開閉器

断路器は、GIS の配置構成上、遮断器などと同様その接続方向を多様化できるよう設計しており、前述の図 6. のように縦形と水平形、更に通電方向として直角形と直線形があり合理的な配置構成ができるようになっている。また性能面からは、母線のループ電流開閉の必要な 1 1/2 LS 部に電流開閉能力付きの断路器を適用している。同様に接地開閉器も電流開閉の必要な送電線用接地開閉器に電流開閉能力付きのものを適用している。

### 3. 6. 4 酸化亜鉛形避雷器

酸化亜鉛形避雷器は、開閉所全体として主母線に接続し、その優れた保護特性により開閉所全体の絶縁協調を図っている。また GIS 化により開閉所全体を縮小化しているため、更に良好な絶縁協調が図られている。

## 4. むすび

以上述べたように、高野系統開閉所建設に当っては、信頼性、保守性、縮小性、及び経済性などを総合的に十分検討し、更に環境対策など地域社会への配慮も盛り込むと共に、一点切りガス遮断器、小型ガス絶縁計器用変圧器など最新の GIS 技術の採用によって、画期的な 220 kV 開閉所を完成した。この 220 kV 開閉所の完成により、九州南部地区の 220 kV 連系線による電力の安定広域運用を可能にし、社会発展に大きく寄与すると同時に、これらの成果は今後の開閉所設備の建設にも大きく貢献するものと期待できる。

終りに高野系統開閉所の建設に当り、御指導、御尽力賜った関係者各位に深く感謝の意を表する次第である。

## 参考文献

- (1) 山口ほか：三菱電機技報，53, No. 10, p. 768 (昭 54)
- (2) 木佐貫ほか：三菱電機技報，54, No. 6, p. 19 (昭 55)
- (3) 伊吹ほか：三菱電機技報，56, No. 9, p. 44 (昭 57)
- (4) 白井ほか：三菱電機技報，53, No. 7, p. 517 (昭 54)

# 光応用リーシステム

畠田 稔\*・東 信一\*・野口好朗\*

## 1. まえがき

光ファイバ通信は、数々の優れを特長を持った光ファイバケーブルが容易に入手できるようになったこと、発光・受光素子の性能、信頼性が向上したことなどを背景に、近年、急速な進歩を遂げ、様々な分野にその適用が進められている。

一方、近年の都市過密化による電力需要増に伴い、EHVケーブルの都市部導入が進められているが、その保護には高い信頼性が要求されるとともに、次の問題点を解決する新技術が必要となった。

- (1) 表示線保護における電磁誘導問題
- (2) 長距離ケーブル系統の保護性能の確保
- (3) 情報伝送量の増大と伝送品質の確保
- (4) マイクロ波回線に代る伝送路の確保

当社では、これらの問題を解決するものとして、上記の光ファイバ通信を応用した電流差動保護方式（以下、光電流差動保護システムと称す）が最適であるとの結論に達し、試作装置の開発に続き、実用装置を完成させた。ここでは、開発に際しての留意事項と、実用装置の仕様などについて述べる。

## 2. 光電流差動保護システム開発の背景

### 2.1 光ファイバ伝送のメリットと電力分野への応用

光ファイバ伝送では、信号の伝送媒体である光ファイバが絶縁体であるため、電磁誘導や静電誘導を生じないので、高圧電線に近接配置させても耐圧上の配慮が不要であり、漏話や雑音の発生しない高品質の信号伝送を行うことができる。また、光ファイバは金属ケーブルに比べて伝送帯域幅が広く、伝送損失も小さいので情報を高速度かつ長距離無中継で伝送することができる。

更に、光ファイバは細心軽量であり、可とう性、耐食性にも優れていることから、取扱いが容易であり、布設工事面でのメリットも大きい。これらの特長をいかして、各分野において積極的に適用が進められているが、電力の分野でも、保護制御情報の電気所構内伝送や光CPT、雷波形観測処理システムなどに試験用あるいは実用システムが製作されている。

### 2.2 従来方式の適用上の問題点

送電線保護における表示線保護方式(PW)や搬送保護方式(CA)では電気所間で情報伝送が行われるが、都市部におけるEHVケーブル系保護では、次のような問題点をもっている。

PW方式では伝送媒体に金属線を使用していることによる制約が最も大きく、伝送波形のひずみによるリレー特性の劣化や、電磁誘導電圧により適用できる送電線こう(亘)長に制限を受ける。すなわち、表示線を電力ケーブルと同一管路に布設すると、系統故障時に地絡電流によって表示線に高い誘導電圧が発生するため、高耐圧ワイヤ及び高耐圧絶縁トランクを適用する必要があり、機器の絶縁レベルの確保及び作業時の安全対策上問題となる。

誘導電圧は、電力ケーブルと表示線の配置や、ケーブルの遮へい係数

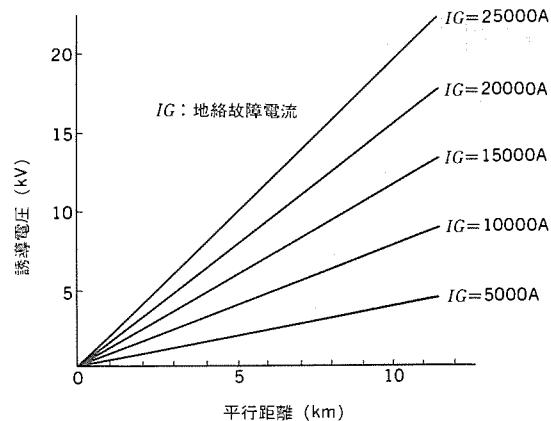


図1. 表示線に誘起される誘導電圧の計算例

により変化するが、平行距離に比例し図1. のような値となる。表示線の耐圧限界は20kVであり、図示のケースで25,000Aの最大地絡電流を考慮すると、線路亘長10kmが適用限界となる。CA方式では、伝送路の確保が最も大きい問題となる。CA方式は伝送媒体により電力線搬送方式とマイクロ波搬送方式に細分されるが、前者では適用できるリレー方式に制約を受け、多端子系統など複雑な系統の保護には不十分である。後者では電流差動保護方式の適用により十分な保護性能をもっているが、都市部では建物の高層化や認可の面で伝送ルートの確保が困難である。

### 2.3 研究開発の経緯

上述の問題点を解決するため情報伝送手段として、光ファイバを適用することとし、慎重な配慮のもとにシステムの基本設計を行った。その結果、リレー方式は故障検出能力の優れた電流差動リレー方式とし、伝送信号の変調方式は、光ファイバにおける多重伝送を考慮してPCM変調方式を採用した。リレーの判定方式はアナログ方式、デジタル方式を比較検討したが、伝送系を汎用的な非同期系で運用できる利点からアナログ判定方式を採用した。

この基本設計の基に、種々の工場試験を重ねて試作システムを完成させ、関西電力(株)八日市線において約1年間の実系統検証試験を実施した。検証のねらいは、リレー動作特性の確認及び光ファイバ伝送の信頼性と伝送系異常時のシステムの応動の検証であったが、リレーは内部故障1件、外部故障34件に対し、すべて正常な応動を示した。また、検証試験全期間を通じて伝送系の異常は1回も無く、光ファイバ伝送が極めて高品質であることも確認できた。

## 3. 光電流差動保護システムの構成

実系統検証試験において所期の性能を確認できたので、実用システムを製作し関西電力(株)に納入した。検証試験では、専用伝送路として光ファイバでリレー装置間を直接接続したが、実用化に際しては、TDM方式により信号を多重化して、リレー信号とテレコンなどの信号とによる光ファイバ伝送系の共用化を図った。以下にこのシステムの

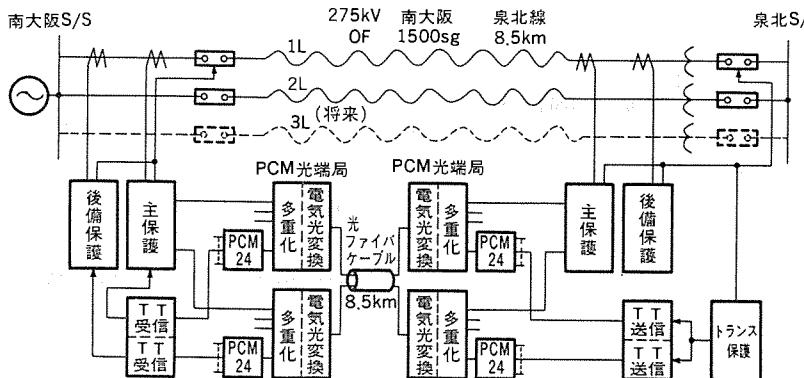


図 2. 光電流差動保護システムの構成

概要を説明する。

図 2. にこのシステムの適用系統と全体の構成を示す。適用系統は全地中送電線 2 回線（将来 3 回線）であるが、泉北 S/S はユニット受電方式であるため、トランク保護動作により南大阪 S/S 側遮断器を転送遮断させる必要があり、送電線 3 回線分のリレー用電流情報に併せて、転送トリップ信号など音声チャネル信号 24ch 分を多重化している。

送電線両端の電流情報はリレー装置で PCM 信号に変換し、光 PCM 端局で多重化及び電気一光変換を行い、対向する相手端に光ファイバケーブルにより伝送している。光 PCM 端局及び光ファイバは、通信作業など運用面に対する配慮や信頼性の向上を考慮して二重化しており、送信側は當時並列送り出しとし、受信側で受信信号の監視をすることにより、「現用系」異常時「予備系」に自動切換を行っている。

リレー側も、光ファイバ伝送による電流差動方式の主保護装置に加え、後備保護装置として、距離継電装置を設けて動作信頼度を向上させている。図 3. は送電線 2 回線分の装置構成であり、左より 1L, 2L の主保護、後備保護装置及び光 PCM 端局、転送遮断装置となっている。

#### 4. 送電線保護リレー装置

送電線保護リレーは電流差動方式による主保護装置と、方向距離あるいは不足電圧継電方式による後備保護装置との 2 系列構成になっているが主保護装置について説明する。

##### 4.1 装置の構成

主保護装置は、図 4. IC ブロックの構成図を示すが、フェイルセーフとしての不足電圧リレーと、光ファイバ伝送による PCM 電流差動リレーとで構成している。今回の適用系統はケーブル系であるため、再閉路は実施せず三相トリップとなっている。外観は図 5. に示すが 1 面で構成しており、再閉路、自動点検機能などの付加も可能である。

##### 4.2 PCM 電流差動リレーの動作原理

図 6. に示す様に各端子の電流  $i_A$ ,  $i_B$ ,  $i_C$  は PCM 変調し、光ファイバ伝送システムを通じて対向端に伝送する。例えば、C 端では A 端、B 端から伝送した PCM 信号を復調し、自端電流と共に動作判定部で所定の演算を行う。各端子の電流を合成した差電流  $i_d$  は次式になる。

$$i_d = i_A + i_B + i_C$$

$i_d$  は系統平常時又は外部故障時には区間内充電電流に相当する小さな値となるが、内部故障時には故障電流に相当する大きな値となるため、そのレベルを監視することにより、高感度に故障を検出す

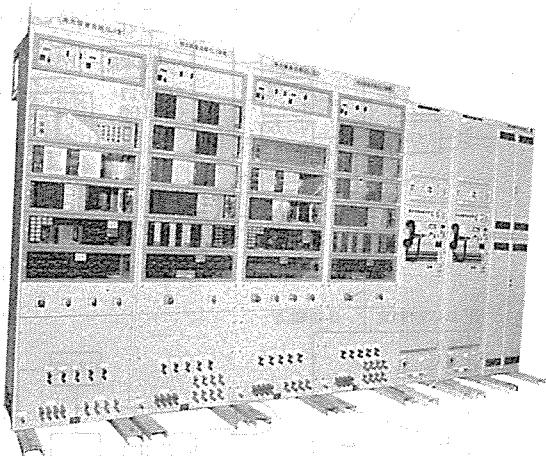


図 3. 光電流差動保護システムの外観（1 電気分所）

ことができるものである。このように各端子の電流波形を PCM 伝送して電流差動演算を行うので、重潮流系統や多端子系統など複雑な系統にも適用可能であり、系統故障を高感度、高速に検出することが可能である。

##### 4.3 PCM 電流差動リレーの構成と性能

図 7. に PCM 電流差動リレーの構成を示す。各端子の入力電流はフィルタにより系統の高調波、直流分を除去した後、電気角 30° ごと、各相ごとに標本化し、順次 A/D（アナログ～デジタル）変換する。このデジタル信号は更に所定の規則に従って符号化して、1.544 Mb/s（メガビット／秒）の一次群信号として光 PCM 端局に受け渡す。（図 8.）

一方、対向する相手端から同様の手続きにより光ファイバ伝送システムを通じて伝送されてきたデジタル信号は、D/A（デジタル～アナロ

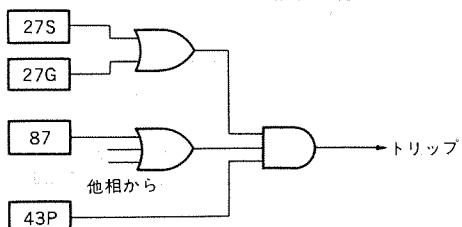


図 4. 主保護ブロック構成

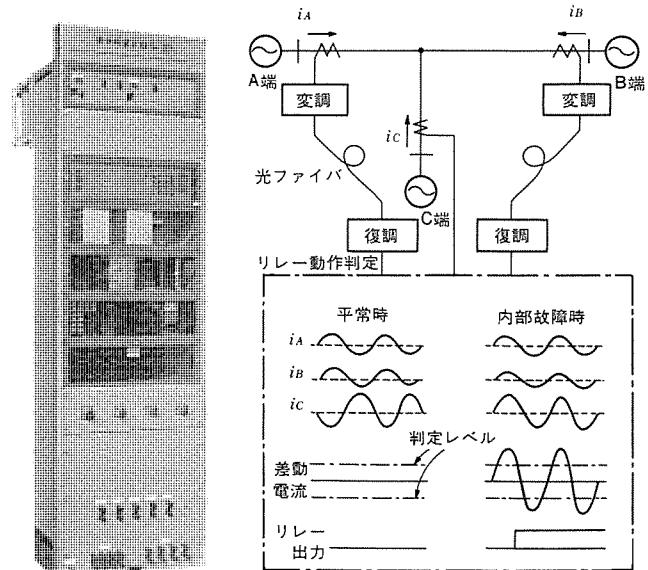


図 5. 主保護リレー装置の外観

図 6. 光 PCM 電流差動の原理

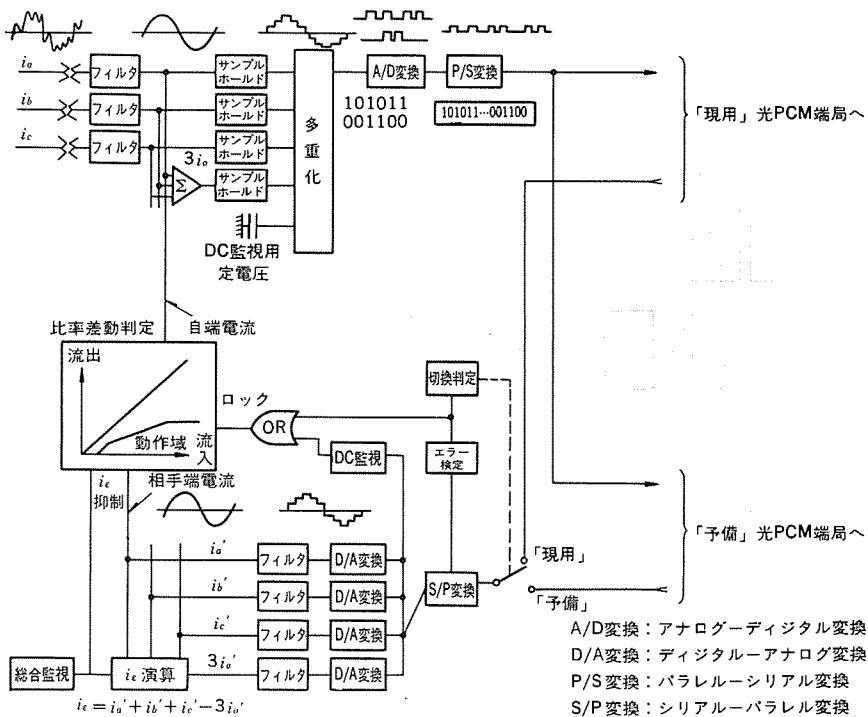


図 7. PCM 電流差動リレーの構成

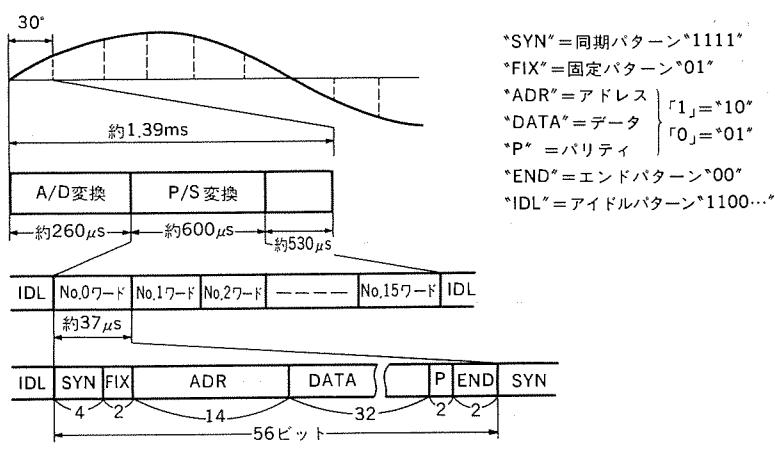


図 8. PCM 信号の構成

表 1. PCM 電流差動リレー 装置の仕様

項 目		仕 様 及 び 性 能	
リ レ ー 特 性	CT 定格電流 (A)	5	
	定格周波数 (Hz)	50 又は 60	
	制御回路定格電圧 (V)	DC 110 (DC 88~DC 143)	
	整定範囲 (A)	0.5~0.7~1.0~1.4~2.0	1.0~1.4~2.0~2.8~4.0
	比率特性	図 8.による	
	動作時間	(①差動リレー 200% 入力時 25ms 以下 (図 9.) ②リレー装置 200% 入力時 2 サイクル以下)	
信 号 伝 送	伝送方式	光 PCM 伝送	
	変調方式	パルス符号変調 (PCM) 方式による電流波形伝送方式	
	サンプリング周波数 (Hz)	720 (60 Hz 系) 600 (50 Hz 系) 電気角 30°ごと	
	受渡し	PCM 光端局装置との直接渡し	
	符号形式	バイポーラパルス符号	
	伝送速度 (Mb/s)	1.544	
監 視 方 式	エラー検定	符号検定, 受信信号喪失検出, 同期喪失検出	
	DC 監視	一定 DC 電圧を A/D 変換し特定パターン検定	
	総合監視	抑制力 $i_E = i_a + i_b + i_c - 3i_o$ を監視	
	ロック方式	エラー検定及び DC 監視出力によるリレーロック	
	伝送路切換	エラー検定の頻発, 繼続により伝送路切換	

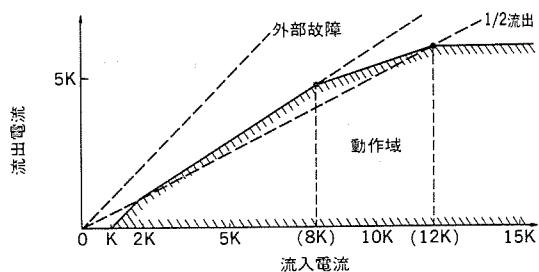
グ) 変換された後、自端電流波形と共に比率差動演算される。このように受信したデジタル信号を元のアナログ信号に復調してから判定を行うことにより、各端子ごとの標本化のタイミングを独立で行うことが可能で、特殊な同期回路を持たない汎用の伝送装置への接続が可能となった。

また、1.544 Mb/sの高速信号で信号を伝送するため、伝送遅延時間はリレーの判定にとって無視し得るものとなっている。したがって、自端電流波形の伝送遅延補償回路は、A/D、D/Aの変換時間だけを補償する固定のものとなり、複雑な現地調整試験なしで運用可能となる。

リレーの諸元を表 1. に示し、比率特性、動作スピードを図 9., 図 10. に示す。比率特性は流入電流の  $1/2$  の流出電流の存在する内部故障に対しても動作できるように構成しているが、伝送できる電流波形の大きさ（ダイヤミックレンジ）に制約があるため、一定値以上の流出電流があるときには、特性をフラットにして

#### 4.4 システムの監視

A/D, D/A 変換回路を含めて電流波形の伝送回路に異常が発生すると復調波形が乱れ、リレーの不要動作に結びつくため表 1. の対策を施している。対策は、



### 図 9. 比 率 特 性

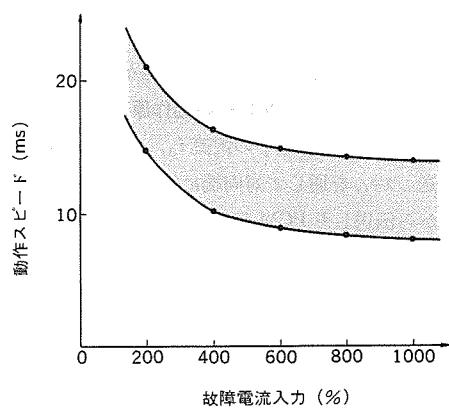


図 10. 動作スピード

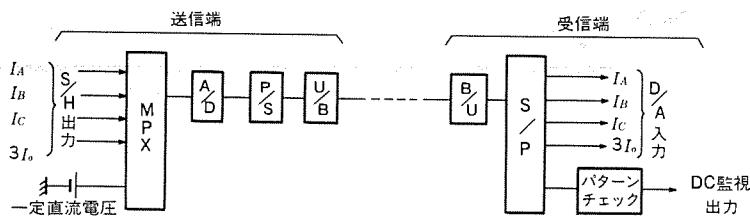


図 11. DC 監 視

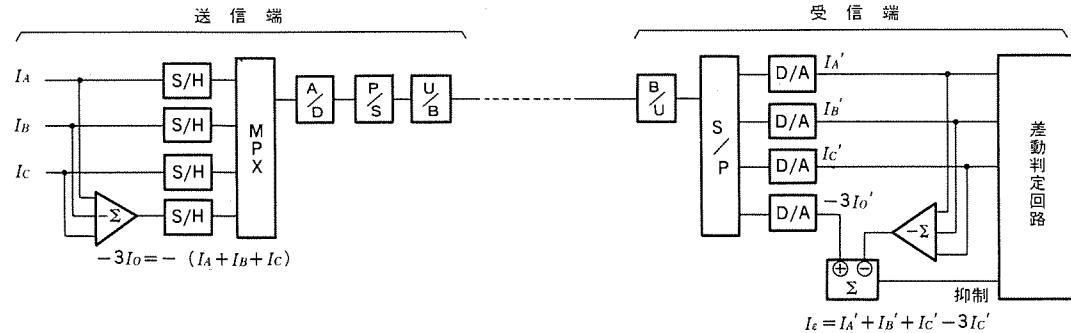


図 12. 総 合 監 視

① エラー検定 ② DC 監視、③総合監視の 3 方式からなっており、伝送回路異常時には電流差動リレーのロックあるいは抑制を行う。

エラー検定は符号間距離を“4”とすることにより光ファイバ伝送の低誤り率とも相まって、誤り見逃し確率を実質的に零にしている。DC 監視(図 11.)は主として A/D 変換回路の監視用であるが、伝送系の異常に対しても有効である。総合監視(図 12.)は送信端を受信端とで  $3I_o$  演算チェックを行うことで、光ファイバ伝送系を含めて、伝送回路全般にわたって監視機能をもっている。これらの監視方式により、伝送系のあらゆる異常現象に対して装置の不要応動は皆無となっている。

一方、伝送系異常時に送電線の内部故障が発生すると、装置の誤不動作になるため、次の基本思想のもとに装置の信頼性を高めている。まず、瞬発的な伝送系異常に対しては、リレーが不要応動しないような差動判定方式(120° 判定)を採用するとともに、異常解消後は速やかに復調波形を正常波形に回復させ、リレーロックの保持時間を 10 ms という最小時間で問題ないように構成している。このため、内部故障と伝送系異常が重なっても、若干の動作遅延を伴うのみで実用上問題のないシステムになっている。

更に伝送系に継続的な異常が発生しても、異常の継続時間やエラーチェックの頻度を監視しており、伝送系を「現用系」から「予備系」へ自動的に切り換える構成にしているため、システムの信頼性は極めて高いものになっている。

## 5. 光 PCM 端局装置

3 回線分のリレー用信号及び転送トリップなどの信号を多重化して等価音声チャネル 96 ch の信号を電気～光変換し、電気所間 8.5 km を光ファイバで接続している。

光 PCM 端局は CCITT 勧告、NTT 規格に準拠して製作した汎用装置であるが、その外観を図 13. に、主要諸元を表 2. に示す。この装置は、符号化装置(一次群端局)、多重化装置(二次群端局)及び 6.3 Mb/s 光送受信部で構成し、サブラック構造をとっているため、伝送容量に応じた ch 実装が可能である。

一次群端局装置は、音声通話容量 24 ch、1.544 Mb/s の符号化装

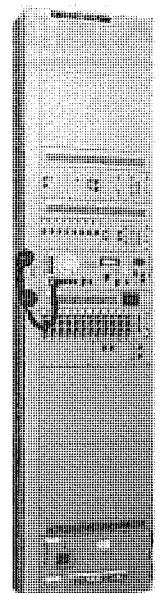


図 13. 光 PCM 端局装置の外観

表 2. 光 PCM 端局装置の仕様

項 目	諸 元
伝 送 速 度 (Mb/s)	6.312
伝 送 符 号	スクランブル付きユニボーラ RZ パルス
変 調 方 式	PCM-IM
発 光 素 子	LED/LD
受 光 素 子	APD
発 光 波 長 ( $\mu\text{m}$ )	0.85 帯
発 光 出 力 (dBm)	-15/-5 以上 -60 以下
最 低 受 光 レ ベ ル (dBm)	BER $1 \times 10^{-9}$ 以下 一次群 4 システム、二次群 1 システム
伝 送 品 質	AC 100 V ±10%, DC -24 V ±10%
端 局 装 置	GI ファイバ
電 源 電 圧	
伝 送 路	

置で、単一通話路 LSI CODEC の採用により、データ端局などとの接続も容易になっている。また二次群端局装置は、一次群 4 システムを時分割多重化により、二次群 6.312 Mb/s PCM 信号に変換するものであり、音声通話路換算 96 ch の伝送容量である。製作に際しては、小形化、受光レベル変動に追随する AGC による無調整化を図るとともに、信頼性の向上に配慮している。

## 6. む す び

電力系統保護システムに光ファイバを使用した情報伝送を適用することは、情報量の大容量化、多様化に対処できるとともに、電磁誘導などに起因する障害を回避することが可能であり、システム全体の信頼性向上を図ることが可能である。

一方、架空地線や電力ケーブルに光ファイバを内蔵する技術も実用化されてきており、光素子や光ファイバの性能向上による無中継距離の長距離化や高信頼度化とも相まって、今後電力用通信として光情報伝送網が拡充し、このシステムも幅広く適用されていくものと考えられる。

これに対応して当社では、ここで紹介した各相電流差動タイプのほか、標本量電流差動タイプや、光アナログ変調を用いた電流差動方式などの研究あるいは実用装置の製作を行っており、光応用リレーシステムとしての様々な要求にこたえられる体制を整えている。

# 大画面液晶ディスプレイ《スペクタス》

今井直治\*・太田誠\*\*

## 1. まえがき

現在日本では、工業社会もその成長がゆるやかになり成熟の域に近づきつつある。そして最近では、来るべき情報化社会に備えて産業界、学界ともどもOA化（オフィスオートメーション）、FA化（ファクトリーオートメーション）、LA化（ラボラトリオートメーション）に勢力を注いでいる。キャブテンシステム、文字多重放送、双方向CATVなどのニューメディアの研究、開発、実施が行われ、ビジュアル情報（ビデオ画像、デジタル画像など）の複合化が進行している。

このような状況下において、情報を表示するディスプレイとしては、テレビやコンピュータディスプレイを代表として広く普及している至近距離形ディスプレイが主流である。また、大きい方では当社は昭和55年に、遠距離形の大画面フルカラーディスプレイ《オーロラビジョン》を開発した。しかし10~1,000人程度を対象として、一般屋内照明下でも鮮明な画

像が得られる近距離大画面ディスプレイはなく、その実現が強く期待されていた。図1.のディスプレイの用途別分類に示すように、近距離形ディスプレイは画面高500~3,000mm程度に相当する。この範囲では、投写形ディスプレイが対応するが、画面の大きさ、設置スペースなどの制約があり、屋内汎用ディスプレイとしての要求を十分満たすことができない。

今回、開発した超大形フルカラー液晶ディスプレイ《スペクタス》は、近距離形で屋内汎用を目指したものであり、クリーンサイズは自由に設定でき、かつ薄形で設置スペースを大幅に節約できる。更にこのディスプレイは、デジタル画像、ビデオ画像の両者を表示することが可能で、情報の複合化に伴う多様なニーズにも十分対応できる機能を備えている。《スペクタス》のねらいとする市場分野は、ショッピングセンター、デパート、ショールームなどの広告・宣伝分野、駅、空港、地下街などの情報サービス分野、プラント制御監視室、交通管制室などの情報管理分野、会議場、大学の大教室、劇場、ホール、などの演出分野などを中心としている。

本稿においては《スペクタス》の特性、特長、ハードウェア及びソフトウェアの機能について述べる。なお、図2.に据置き形《スペクタス》の例を示す。（海外名《クリスタルカラー》）

## 2. 原理と特性

《スペクタス》は、表示素子として透過形液晶セル（TN液晶を使用）を応用した世界で初めての大画面フルカラーディスプレイシステムである。フルカラーを現出する基本原理は、液晶セル面に格子状に数多く配列された光の三原色である赤、緑、青の各画素の輝度を独立に変化させ、加法混色によってフルカラー画像を得る。

近距離形ディスプレイの表示素子としては、他にLED、PDP、VFD（蛍光表示管）などがある。これらの表示素子は、フルカラーの再現性、ICとの整合性、大画面の構築化などの総合的な面で液晶セルに比べ大画面用表示素子として技術的制約が多い。一方、液晶セルは従来、応答速度、コントラストなどの特性が劣るとされていたが、液晶材料の開発、駆動技術の改良により、変化の速い動画像でも全く残像がなく鮮明に再現できる。

《スペクタス》で使用している液晶セルの概略構造を図3.に示す。液晶セルは透過形TN液晶を用いており、光源側に、赤、緑、青のカラーフィルタを設けている。色再現性能は、これらカラーフィルタ、液晶セル及び光源の総合的な光学特性により得られる色純度とR、G、Bの各階調数に依存する。《スペクタス》の色度値は図4.に示すように、カラーテレビ用ブラウン管の色度に近い値を達成している。色再現性能は、その色度値で階調数をR、G、Bの各々の10レベル以上とすれば実用上問題ないことを確認した。

加法混色によりフルカラーを現出する場合、観視距離は画素ピッチで決定される。《スペクタス》の市場目標は前述の屋内汎用ディスプレイ分野であることを考慮し、画素ピッチは7.2mmとなっている。この結果、観視距離はデジタル画像で3m以上、ビデオ画像で6m以上

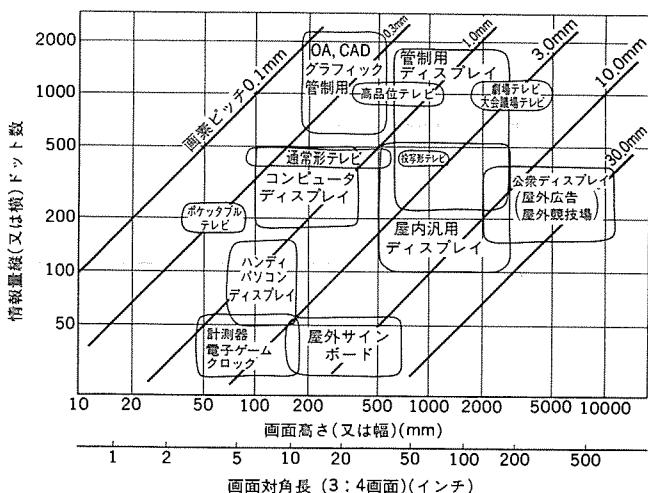


図1. ディスプレイの用途

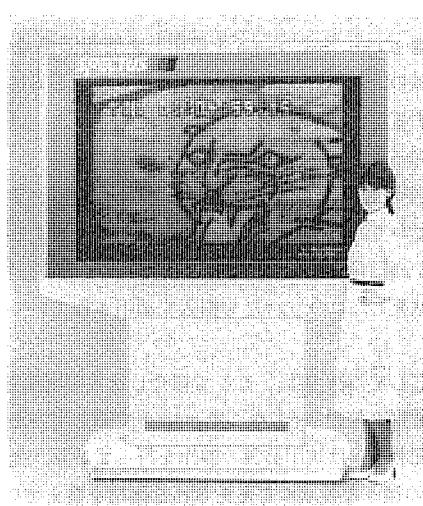


図2. 《スペクタス》据置き形

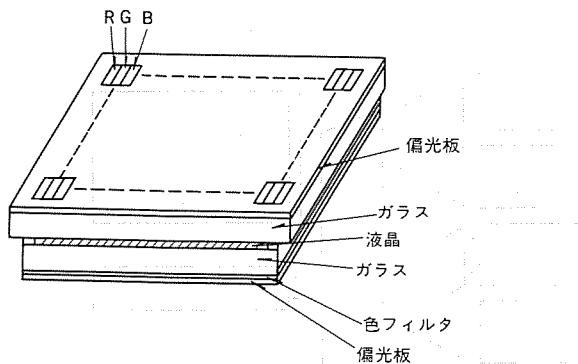


図 3. 液晶セルの概略構造

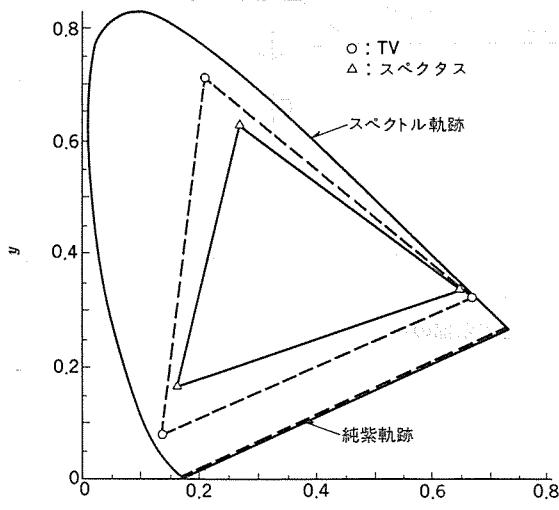


図 4. 色の再現範囲

表 1. 《スペクタス》の仕様

表示素子	タイプ	透過形 TN 液晶
	画素ピッチ (mm)	7.2
	応答時間 (ms)	30 以下
観視距離 (m)	ビデオ画像: 6 コンピュータ画像: 3 以上	
視野角度 (°)	-45~+45	
画面の色及び明るさ	自然色に近いフルカラー画像、カラー TV と同程度の輝度	
表示画像の種類	ビデオ画像 コンピュータ画像 ・グラフィック ・キャラクタ (JIS 第1水準の漢字、かな、英数字、特殊記号) 流し文字 (クロール機能)	
設置環境	湿度 (°C) 湿度 (%)	動作時 10~40 動作時 90 以下 (結露なきこと)
電源	100 V 1φ 50/60 Hz	

となることを確認した。画面の明るさは、光源に高輝度の特殊蛍光灯を使用し、更にその光学特性をカラーフィルタと整合させ光の利用効率を高めているので、室内照度 (700~1,000 lx) でも十分実用できる輝度を確保している。また液晶セルの駆動方式は、次の理由によりスタティック駆動である。

- (1) 視野角が低下しない。
- (2) コントラストが低下しない。

(3) 階調制御が容易にできる。

以上、《スペクタス》の仕様をまとめて表 1. に示す。

### 3. 特長

近距離形ディスプレイ《スペクタス》には、次に示す特長がある。

(1) 鮮明なフルカラー表示

スクリーンに色純度の高いカラーフィルタと発光効率の高い特殊光源を採用しているため、通常の照明下でも鮮明なフルカラー画像が表示できる。

(2) 薄形の大画面

スクリーンサイズに依存せず奥行きは 40 cm である。このため設置スペースが小さくなる（従来のビデオ・プロジェクション・テレビと比べて）。

(3) 自由なスクリーンサイズ

スクリーンは標準として、1.3~13.3 m<sup>2</sup>までの5種類のサイズがある。

図 5.に標準スクリーンの寸法を示す。スクリーンは 8×64 画素のユニット単位で構成しているので、前記標準以外のサイズも可能である。設置方式は、据置き形、壁掛け形と天つ(吊)り形がある。

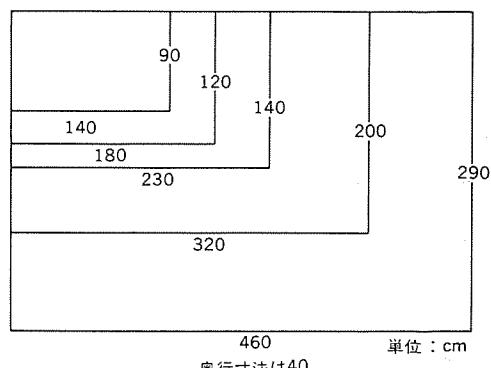


図 5. 標準スクリーンサイズ

(4) 豊富な入力装置

入力装置は、VTR、生カメラ、TV チューナー、ビデオディスクなどのビデオ機器やコンピュータなどのデジタル機器が接続可能であり、用途に応じて、これらの機器を自由に選択できる。

(5) ビデオ画像と文字の重ね表示

パソコンと接続することにより、ビデオ画像に文字を重ねるスパインポーズ機能や流し文字を表示するクロール機能ができる。

(6) 映像の合成表示

前述の映像用入力装置と特殊効果装置を組み合せて、ワイプ、ミックス、フェードイン／アウトなどの表示が可能である。

(7) 容易なグラフィック画面作成

パソコン《MULTI 16》とタブレットにより、コンピュータの知識がなくても簡単にグラフィック画面の作成、変更ができる。

### 4. ハードウェアの構成

#### 4.1 システムの構成

《スペクタス》のシステム構成を図 6. に示す。このシステムは大別して、コンピュータ部、ビデオ・オーディオ部、画像制御部及び画面表示部の各部からなり、それらの構成は次のとおりである。

(1) コンピュータ部

コンピュータ部は、パソコン《MULTI 16》とタブレットで構成

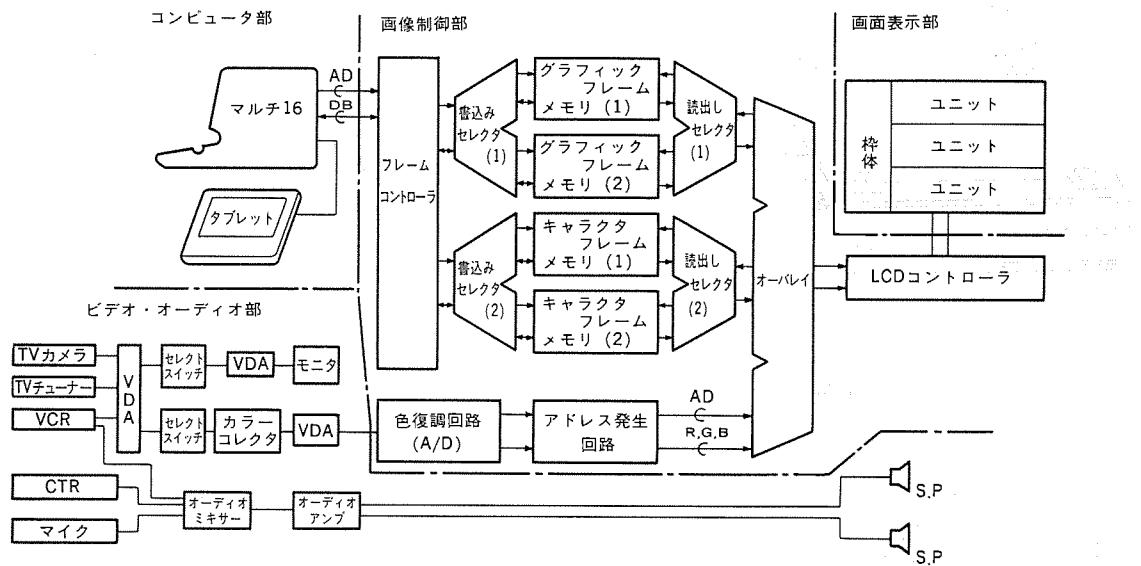


図 6. 『スペクタス』のシステム構成

し、キャラクタ及びグラフィックの生成を行っている。もちろん、『MULTI 16』以外のコンピュータも容易に接続できる。

#### (2) ビデオ・オーディオ部

ビデオ・オーディオ部は、ユーザーの好みに応じて自由に構成することができる。また各機器のグレードも自由に選択できる。一般的には、ビデオテープレコーダー(VTR)、TVカメラ、カセットテープレコーダー(CTR)、オーディオアンプ、スピーカー、及びモニタテレビなどにより構成し、必要に応じて、ビデオデバイディングアンプ、セレクトスイッチ、カラコレクタ、及びオーディオミキサーなどを付加して機能向上を図ることも可能である。

#### (3) 画像制御部

画像制御部は、色復調及びA/D変換回路、アドレス発生回路、フレームメモリコントローラ、書込みセレクタ(1), (2)、グラフィックメモリ(1), (2)、読み出しセレクタ(1), (2)、オーバレイ回路及びLCDコントローラなどで構成している。

#### (4) 画面表示部

画面表示部は、8×64画素(1画素は、R, G, Bの3ピクセルで構成する)を1単位としたスクリーンユニットを、複数個配列することによって構成する。このスクリーンユニットは、液晶セル、ドライバ回路、特殊光源で構成する。

より構成する。このスクリーンユニットは、液晶セル、ドライバ回路、特殊光源で構成する。

#### 4.2 画面表示部の構造

液晶セルを用いて大画面を構成するために、表示部の構造開発に際して次の条件を満たすことを前提とした。

- (1) 保守・点検作業が容易なこと。
- (2) 任意のスクリーンサイズが可能なこと。
- (3) 画像の連続性が保持できること。
- (4) 堅ろうな構造であること。
- (5) 設置スペースが小さいこと。

その結果、図7に示すような構造で前記条件を満足することを確認した。図においてスクリーンユニットが枠体のレールに沿って収納され、前面からの交換が可能な構造となっている。

#### 5. パソコン『MULTI 16』用ソフトウェアの構成

利用者がパソコンでデジタル画像を作成するのは難しく、また異なるスクリーンサイズの『スペクタス』に対して専用のソフトウェアを開発することも容易ではない。これらの問題を解決するために、このソフトウェアを作製した。図8にソフトウェアの構成を示す。このソフトウェアはCP/M 86の下で動く。

このソフトウェアは、画像の処理に画素変換という方法を用いており、会話形式で画像や流し文字などを作成できるプログラム群をメニューから選択して使うように構成している。

#### (1) プログラム作成機能

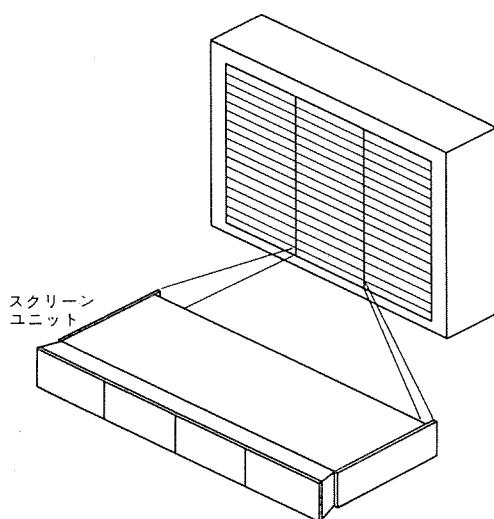


図 7. 画面表示部の構造概略

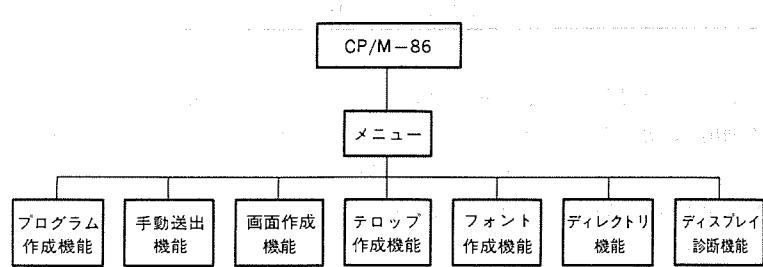


図 8. ソフトウェアの構成

通常の BASIC 言語にて アプリケーションプログラム を作成することにより、利用者が任意に『スペクタス』へ送出する画像を作成することができる。アプリケーションプログラム 作成時には『スペクタス』専用に製作した パッケージ プログラム（円、直線などの作画 プログラム、『スペクタス』の表示機能を制御する プログラム など）を使用する。

#### (2) 手動送出機能

作成した画像や流し文字を オペレータ の操作通りに『スペクタス』へ表示することができる。

#### (3) 画面作成機能

タブレット を用いることにより、円、だ円、直線、長方形及び連続線を描いたり、塗りつぶし、部分消去及び画面消去を行う作画機能を用いて画面を作成し、この画面をフロッピーディスク に データファイル として記録する。また記録した画面の読み出し、修正、消去も可能である。

#### (4) 流し文字作成機能

タブレット に文字（漢字、英数字、カタカナ）を割り付け、CRT を見ながら スタイラスペン で文字を入力し、テロップ を作成すること並びに作成した テロップ も データファイル として扱うことができる。

#### (5) フォント作成機能

ディスプレイ を見ながら作成された フォント は、タブレット の利用者 エリア に割り付けられ、あらかじめ準備してある フォント と同時に使用できる。

#### (6) ディレクトリ 機能

フロッピーディスク に記録されている データファイル の検索を行うことができる。

#### (7) ディスプレイ 診断機能

『スペクタス』の画面の状態を簡単にチェック することができる。利用者はこの ソフトウェア を用いることにより、思いのままの画像を作って『スペクタス』に表示することができ、更に BASIC の心得があれば、静止画ばかりでなく動画やスケジュールに基づいた一連の画面も可能である。

## 6. 表示機能

『スペクタス』の表示機能は次のとおりである。

#### (1) ビデオ 画像表示（コンポジット 信号入力）

VTR、TV カメラ、TV チューナー などの ビデオ 機器による フルカラー ビデオ 画像表示

表 2. 流し文字の仕様

項 目	内 容
文 字 数	max 216
文 字 色	8
背 景 色	8
文 字 サ イ ズ (ドット)	16×16
速 度 (s/ドット)	1/60, 1/30, 1/15, 1/7
文 字 位 置	画面最下段

#### (2) デジタル 画像表示

コンピュータ で生成した グラフィック、キャラクタ の表示。カラー は最大 8 色まで可能

#### (3) 流し文字表示

最大 216 の流し文字の表示が可能である。流し文字の速度、画面位置についての詳細を表 2. に示す。

#### (4) オーバレイ

(1)～(3) 項の表示を任意の組合せて重ね合わせた画像の表示

## 7. む す び

『スペクタス』は昭和 58 年 6 月発売以来、米国シカゴで開催された SCES (スマーコンシーマ エレクトロニクス ショー) 及び大阪での エレクトロニクス ショー に出展され、新しい情報媒体として注目された。そして筑波の科学博\*にも出展が計画されている。世の中への実際の適用面においては、プラント監視などの情報管理用や、ショッピングセンター などの情報 サービス 用を中心に広く導入されようとしている。このディスプレイ が新しい情報媒体として社会に役立っていくことを願うとともに、更により良い製品となるよう今後も性能・機能の向上を図ってゆく予定である。

『スペクタス』の開発にあたっては、従来にない液晶応用 ディスプレイ であり、技術上の課題解決のため各研究所の多分野にわたる知識、技術が結集され完成を見た。この結果、関連の特許も多数申請中であることを付記して本稿のむすびとする。

注 \*国際科学技術博覧会（科学万博—つくば'85）

# グラフィックデザインシステム70(GDS-70)シリーズ

井上 進\*・廣瀬 修\*\*・山縣 修\*\*

## 1. まえがき

ミニコンピュータ《MELCOM 70 シリーズ》は、製造販売後約10年を経過し、技術計算・計測制御・通信制御・事務管理・医療・OEMと広い分野に供給されている。しかし、近年の市場動向をみると、32ビットミニコンピュータあるいはパーソナルコンピュータなどとの競合関係がみられる。これに対応し、技術計算・計測制御分野を対象とし、「標準のハードウェア、ソフトウェアでだれにでも気軽に使えるミニコンピュータをシステムアップできないか」という発想のもとに、

(1) ソニーテクトロニクス社 4010 シリーズに代わるグラフィックディスプレイ装置の実用化。

(2) 8インチウインチスター形ディスク装置を中心に、デスクサイド化による設置空間の節約。

(3) ミニコンピュータの特長である多重処理・高速応答性・拡張性の維持。

(4) オペレーティングシステム(OS)のローカル性を操作キー化し、FORTRAN言語の知識のみで使用可能とする。

(5) 図形処理機能強化によるバッチ形処理から対話形処理への移行。

(6) 対話形パッケージの拡充強化。

を目標とし、

(1) ラスタスキャン形でセレクティブリース(部分消去)、パターン指定によるぬりつぶしを含み 4010 シリーズの上位互換性を保った。“M4380 シリーズ”。

(2) 統計解析、簡易グラフ表示、信号処理及び連続系シミュレーションなどの対話形ソフトウェアパッケージ。

を新たに開発し、《MELCOM GDS-70》として昭和56年10月にシステムアップを完了した。

また、更に対話形サブシステムの延長線上にタンキーシステム(専用システム)として、

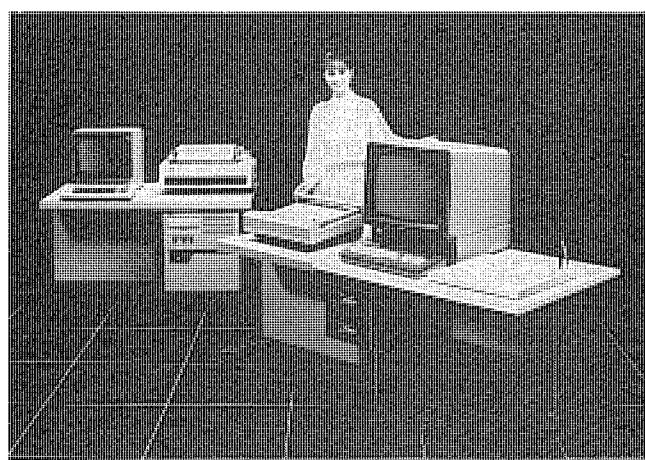


図 1. ハードウェア構成

## (1) 土木設計システム(モデル CIII, CIV)

### (2) 図面作成支援システム(モデル DS)

の開発を進め、昭和57年10月に原形の製造を完了、現在これらの改良開発を進めている。

開発が一段落したこの機会に、《MELCOM GDS-70 シリーズ》のプロファイルを紹介する。

## 2. 汎用形システム

まえがきで述べたように、“何を開発したか”より“どうシステムアップしたか”が重要である。これは図 1. に示すハードウェア構成(左側奥が標準構成、右側手前がオプション機器)であり、表 1. に示すシステムレパートリーである。

## 3. 土木設計システム

### 3.1 開発の目的

土木設計において、設計業務から設計計算書の作成までは繁雑で膨

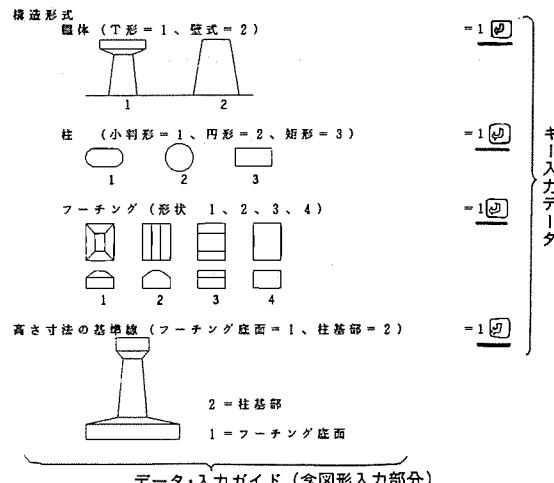


図 2. データ入力用ディスプレイ装置の表示例 1

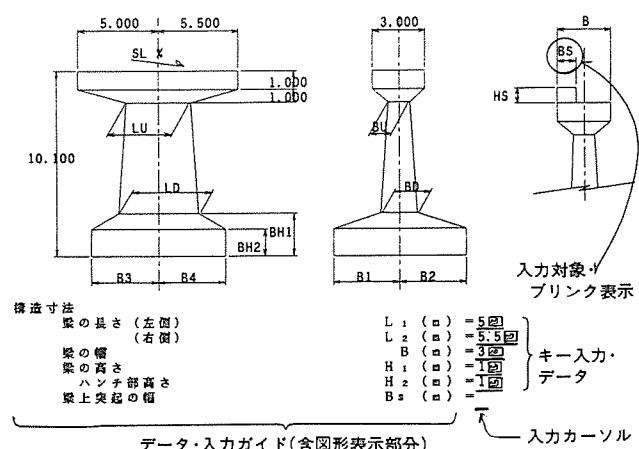
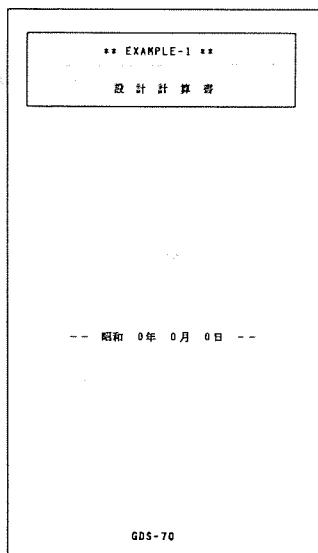


図 3. データ入力用ディスプレイ装置の表示例 2

表1. システムレパートリー

構成			モデルII	モデルIII	モデルIV <sub>M</sub>	モデルIV <sub>M</sub>	モデルV	備考	寸法(mm)	※ スロット数		
GDS-70基本部	中央処理装置	MELCOM70/10	○						H250			
		MELCOM70/30C		○	○	○	○		H300			
	主記憶装置	128Kバイト	○	○		○						
		256Kバイト			○		○					
		512Kバイト					○					
	標準装置	浮動小数点演算機構	○	○	○	○	○		モデルIIはB2231形、その他はB2431形			
		DMAチャネル	◎	○	○	○	○					
	グラフィックディスプレイ装置	モノクロ14インチ	○	○	○	○	○		どちらか1台のみ接続	卓上		
		カラー14インチ	◎	◎	◎	◎	◎					
プリンタ装置			○	○	○	○	○		卓上	卓上		
ディスク装置	フレキシブルディスク装置(システム用)	○	○	○								
	フレキシブルディスク装置(付加シート用)	○	○	○				M2894形、IMB	H200			
	固定ディスク装置(システム用)				○	○	○					
	フレキシブルディスク装置(付加シート用)				○	○	○					
キャビネット	デスクサイドタイプ(実装スペース650mm)	○	○	○				B2566形	自立			
	デスクサイドタイプ(実装スペース500mm)				○	○	○					
汎用卓			○	○	○	○	○	グラフィックディスプレイ装置用 ●ハードコピー装置として M4605の接続可 ●III <sub>M</sub> 、IV <sub>M</sub> では、実行結果の 表示用に使用	自立	卓上		
M4380-B/-1 (モノクロ)(カラー) M4381	ディスプレイ装置	—	—	1	—	1	2					
M4410	紙テープ読み取りせん孔装置	1	1	1	1	1	1					
B6401-B	シリアル入出力機構	1	1		1			●1ポートのみサポート ●ディスプレイ装置(オプション)で スクリーンエディタを使用時は必須	1	卓上		
B6402	シリアル入出力機構			1		1	1					
B6721	汎用ディジタル入出力機構	1	1	1	1	1	1	●コネクタパネル付き	H200	1		
B6725	汎用アナログ入出力機構	1	1	1	1	1	1					
B6701	高速アナログ入出力機構	—	1	—	1	—	1	●コネクタパネル付き	H200	2		
B6731	GP-IB機構	1	1	1	1	1	1					
M4303/4/7-B/8-B	XYプロッタ装置	1	1	1	1	1	1	●GP-IB機構必須	卓上	—		
M521-A1/A2/C1/C2	カード読み取り装置	—	—	—	1	1	1					
M4610/20/30	ラインプリンタ装置	—	—	—	1	1	1	●ワンマークFORTRANはモデルIV <sub>M</sub> のみ ●基本構成のプリンタ装置は、 ハードコピー専用になる	卓上	自立		
M2748	磁気カセットテープ装置	—	—	—	2	2	2					
M2751	磁気テープ装置	—	—	—	1	1	1	H200	1	—		
A1362	キャビネット	可	可	可	可	可	可					
B2566	キャビネット(デスクサイドタイプ)	可	可	可	—	—	—	●実装スペース 1,350mm	自立	—		
B2567	キャビネット(デスクサイドタイプ)	—	—	—	可	可	可					
B2565	汎用卓	可	可	可	可	可	可	●実装スペース 650mm	自立	—		
オペレーティングシステム	BDOS	○	○		○							
	RTMS(FOO)			○		○		●実装スペース 500mm	自立	—		
	UOS						○					
言語	FORTRAN-7					○	○	ANS77	—	—		
	リアルタイムFORTRAN	○	○	○	○							
	会話形FORTRAN	○	○		○			JIS7000				
	BASIC-E	○	○	○	○	○	○					
エディタ	BDOSエディタ	○	○		○			●BDOSエディタとディスプレイエディタはどちらか選択して使用のこと	—	—		
	ディスプレイエディタ	○	○		○							
	スクリーンエディタ			○		○	○					
IBMデータFDDの読み書き			○	○	○	○	○	I8080/85用	—	—		
クロスアセンブラー	MELPS8/85クロスアセンブラー	◎	◎	◎	◎	◎	◎					
	Z80クロスアセンブラー	◎	◎	◎	◎	◎	◎	Z80用				
GPLシミュレータ			○	○	○	○	○	—	—	—		
ミニTCS			○	○	○	○	○					
XYプロッタライブラリ	基本サブルーチン	○	○	○	○	○	○	—	—	—		
	(ファンクショナルサブルーチン (GPL-FUNC))	○	○	○	○	○	○					
数値解析パッケージ(NSP)			○	○	○	○	○	汎用又は高速アナログ入出力機構必須	—	—		
波形解析パッケージ(DSPP)			◎	◎	◎	◎	◎					
リアルタイムシステムパッケージ(RTSP)			○	○	○	○	○	GP-IB機構必須	—	—		
GP-IBライブラリ			○	○	○	○	○					
統計解析サブシステム(SASL)			—	◎	◎	◎	◎	汎用アナログ入出力機構又は 高速アナログ入出力機構必須	—	—		
対話形简易グラフ表示サブシステム			◎	◎	◎	◎	◎					
対話形信号処理サブシステム			—	◎	◎	◎	◎	汎用アナログ入出力機構又は 高速アナログ入出力機構必須	—	—		
対話形連続系シミュレーションサブシステム			—	◎	—	◎	—					

注 ○ 標準仕様 ◎ オプション



目次	
§ 1 構造条件	1
§ 2 形状寸法	4
§ 3 柱の計算	5
3-1 形状	5
3-2 応力度の計算	6
3-3 垂直方向曲げ応力度	7
3-4 水平方向曲げ応力度	8
3-5 垂直方向せん断応力度	9
3-6 水平方向せん断応力度	10
§ 4 柱の計算	11
4-1 断面形状	11
4-2 柱基部の鉄筋量	11
4-3 計算ケース	11
4-4 柱基部に作用する剪断力	12
4-5 曲げ応力度 (柱基部)	13
4-6 鉄筋変位位置	14
§ 5 安定計算	15
5-1 計算ケース	15
5-2 荷重	15
5-3 安定計算	17

(a)

(b)

図 4. 設計計算書のプリント例

表 2. 土木設計システムのパッケージプログラム一覧

パッケージ プログラム名	プログラムの内容
FRAME	任意形平面骨組構造物の断面力計算を行う。 ・段階施工時の解析も行える。(ただし、クリープ計算は除く) ・道路橋については、影響線解析を行う。
GRID-S	任意形単純格子桁橋の断面力計算を行う。 ・断面性能 (I, J, G など) は入力。
GRID-C	任意形連続格子桁橋の断面力計算を行う。 ・断面性能 (I, J, G など) は入力。
ABUT	重力式、逆 T 式 RC 橋台の設計計算プログラム(抜け壁式は除く)
PIER	壁式、ハンマ式、RC 桥脚の設計計算(門形ラーメン式は除く)
PILE	橋台、橋脚用くい基礎 (RC, PC, 鋼管, H くい) 設計計算。
GMPC	プレストレストコンクリート道路橋(単純桁橋)の設計計算プログラム。 ・出力は日本語と図形で。
RET-WALL	重力式、逆 T 式、抜け壁式 RC 擁壁の設計計算を行う。
RC-SET	RC 部材の設計計算を行う。
SLOPE	円弧すべりの設計計算を行う。
COFFER	矢板締切、土留杭の設計計算を行う。
LINER	道路線形計算(直線、クロソイド曲線組合せ)を行う。

大な人手を要している。この作業の計算機化は業界のニーズも強く、市場規模も膨大である。現在一部のメーカーでパソコンシステムとして商品化されているが、処理能力、図形表示能力や日本語処理の点で不十分であり、より高度な性能が求められている。当社は土木技術計算でこれまで培っていったノウハウと、高度な市場の要求を結びつけて、本格的なパッケージソフトウェアの開発を行ってきた。

### 3.2 機能

このシステムは表 2. に示す計算処理プログラムを備えている。

### 3.3 特長

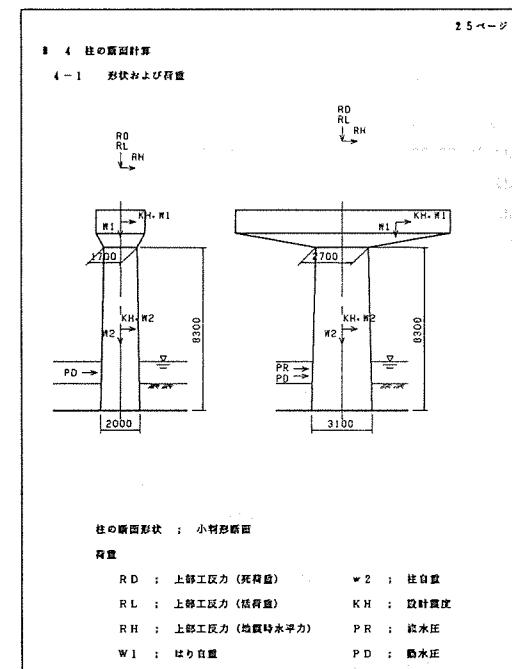
次の特長を設定してシステムの開発を行った。

#### (1) 操作が簡単

(a) ディスプレイ装置のファンクションキーとメニュー表示の全面的な採

1 ページ		
<b>§ 1 設計条件</b>		
1-1 橋脚の形式		
T形橋脚		
柱の形状 小判形		
1-2 基礎の形式		
直接基礎		
1-3 材料		
コンクリート (梁および柱) $\sigma_{ck} = 210 \text{ kg/cm}^2$		
許容応力度 寸時 地震時		
曲げ圧縮応力度 $\sigma_{ca} = 70.0 \text{ kg/cm}^2$ 105.0 $\text{kg/cm}^2$		
せん断応力度 $\tau_{cu} = 3.6 \text{ kg/cm}^2$ 5.4 $\text{kg/cm}^2$		
$\tau_{cz} = 16.0 \text{ kg/cm}^2$ 24.0 $\text{kg/cm}^2$		
コンクリート (フーチング) $\sigma_{ck} = 210 \text{ kg/cm}^2$		
許容応力度 寸時 地震時		
曲げ圧縮応力度 $\sigma_{ca} = 70.0 \text{ kg/cm}^2$ 105.0 $\text{kg/cm}^2$		
せん断応力度 $\tau_{cu} = 3.6 \text{ kg/cm}^2$ 5.4 $\text{kg/cm}^2$		
$\tau_{cz} = 16.0 \text{ kg/cm}^2$ 24.0 $\text{kg/cm}^2$		
注: $\tau_{cu}$ コンクリートのみせん断力を負担する場合。 $\tau_{cz}$ 斜引張鉄筋と協同してせん断力を負担する場合。		
鉄筋の種類 SD 30		
寸時 地震時		
許容引張り応力度 $\sigma_{sa} = 1800 \text{ kg/cm}^2$ 2700 $\text{kg/cm}^2$		
( 1600 $\text{kg/cm}^2$ )		
注: ( ) 内は水中あるいは地下水位以下に設ける筋材の値。		

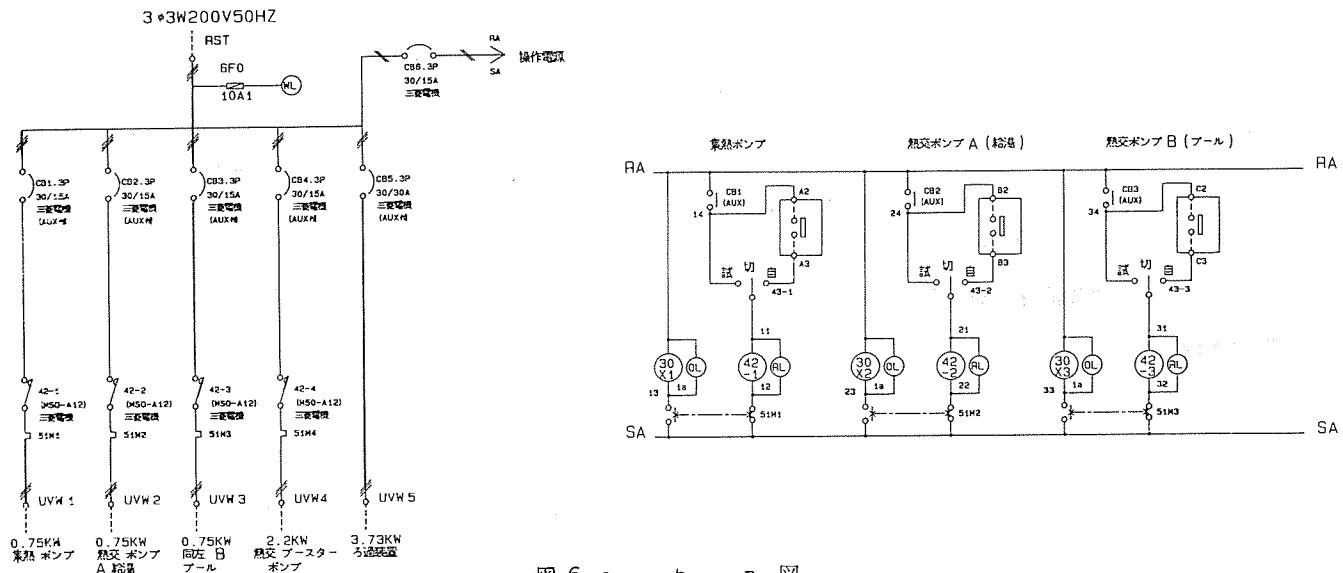
(c)



(d)

- 用により、キーの並びを覚えないでも簡単に使える。
- (b) 図形をまじえた、漢字まじりの平易な日本語による、ディスプレイ装置の入力ガイドがあり、操作説明書がなくても使える。
- (2) 施主提出用書類の作成
- (a) 設計図を要所要所にまじえ、漢字まじりの日本語による繊細で緻密な編集のプリント出力を行う。
- (b) 表紙、目次、及びページを付け即座に製本ができる。
- (3) 処理の効率化
- (a) 設計計算書のプリント出力と、次の計算のためのデータ入力作業を並行して実施できる。





### 図 6. シ - ケ - ン - ス 図

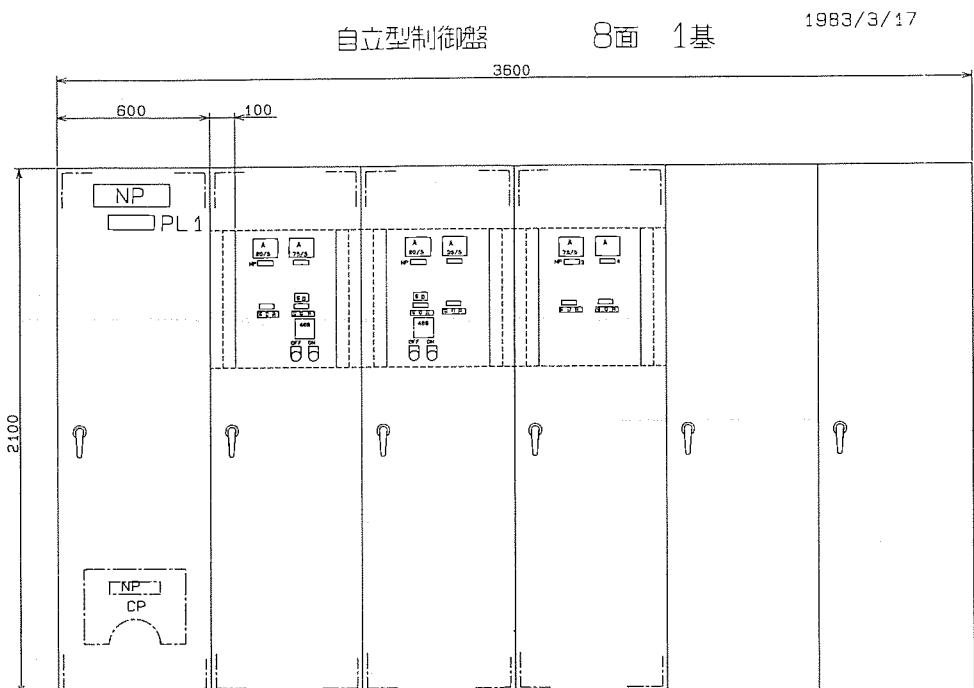


図7. 配電盤外形図

### 図 8. 部 品 表

- (a) 線番号, タグを追加する  
コマンド

(b) 積算書, 部品表

(c) 端子台帳, 布線表, 接点  
表, 銘板表

この一例として図 8. IC部品表を  
示す。この部分は COBOL 言語で  
記述している。

## 5. ハードウェア

### 5.1 開発の目的

分解能を上げて, 曲線などの表示  
がなめらかに表現できるようにし,  
更に漢字での表現を可能とするた  
め, 高解像度で漢字サポート機能を  
持った M4381 ディスプレイ装置, M  
607-1 プリンタ装置の開発を行った。

### 5.2 仕様, 性能

(1) M 4381 ディスプレイ 装置  
(図 9.)

## 5. ハードウェア

### 5.1 開発の目的

分解能を上げて、曲線などの表示がなめらかに表現できるようにし、更に漢字での表現を可能とするため、高解像度で漢字サポート機能を持ったM4381ディスプレイ装置、M4607-1プリンタ装置の開発を行った。

## 5.2 仕様、性能

- (1) M 4381 ディスプレイ 装置  
 (図 9.)

(a) 画面サイズ：14 インチ モノクロ  
 □

(b) 分解能：1,280 × 960 ドット

(c) 漢字表示：JIS 第 1 水準  
 + 非漢字及び  
 JIS 第 2 水準

(d) 漢字入力：roma 字・カナ  
 漢字変換、区  
 点データ／漢字  
 コード入力

(2) M 4607-1 プリンタ 装置

(a) 印字方式：ドットマトリクス  
 方式 (24 ピンヘッド)

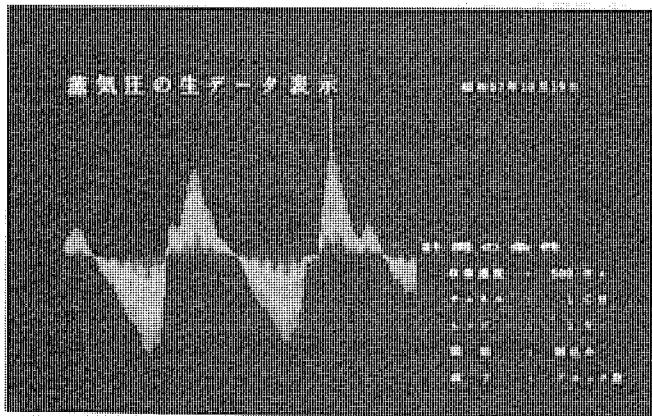


図 9. M 4381 ディスプレイ装置の表示例

表 3. ディスプレイ装置仕様比較

項目	M 4380-B	M 4381
1. 分解能	横 640×縦 480 ドット (0.375 mm/ドット)	横 1,280×縦 960 ドット (0.25 mm/ドット)
2. 表示文字数	ワークエリア 80 字×30 行 (メモリ 136 字×100 行) モニタエリア 80 字×1 行 (メモリ 136 字×1 行)	ワークエリア 80 字×(30-n) 行 (メモリ 136 字×240 行) モニタエリア 80 字×(1-n) 行 (メモリ 136 字×16 行) $n=0, 1, 2, \dots, 15$ 漢字表示では文字数が半分になる。
3. 漢字表示	なし	JIS 第 1 水準+非漢字及び JIS 第 2 水準, ROM にて装置内に実装
4. 外文字	なし	1,000 文字

表 4. プリンタ装置仕様比較

項目	M 4605	M 4607-1
1. 分解能	72 ドット/インチ (0.352 mm/ドット)	180 ドット/インチ (0.141 mm/ドット)
2. 印字速度	180 字/秒 (英数, カナ)	210 字/秒 (英数, カナ) 70 字/秒 (漢字)
3. ハードコピー時間	約 90 秒 (グラフ含む)	約 90 秒 (グラフ含む)
4. 漢字印字	なし	JIS 第 1 水準+非漢字及び JIS 第 2 水準, ROM にて装置内に実装
5. 外文字	なし	1,000 文字

(b) 分解能 : 180 ドット/インチ (7.092 本/mm)

(c) 印字速度 : 英数, カナ 210 字/秒

: 漢字 70 字/秒

(d) 漢字印字 : JIS 第 1 水準+非漢字及び JIS 第 2 水準

(e) ハードコピー キャラクタ : 約 10 秒/画面

時間 グラフ : 約 90 秒/画面

表 3., 表 4. にディスプレイ装置とプリンタ装置の仕様比較を示す。

### 5.3 特長

- (1) 明朝体で見やすい漢字表示が可能。
- (2) 分解能が約 2.5 倍 (M 4380-B, M 4605 に比べ) に上がり、グラフ表示が見やすくなった。
- (3) プリンタ装置の操作性が向上した (特に用紙セットがワンタッチになつた)。

## 6. 評価

### 6.1 汎用形 GDS-70 の評価

(1) 量産効果の上がる“単体販売”を指向したため、2 年を経過した現在でも購入層の拡大が望める。

(2) 対話形サブシステムは、すべて FORTRAN 言語により記述している点で、今後開発される機種に容易に移行できる利点がある。

### 6.2 土木設計システムの評価

(1) ハードウェア (ディスプレイ装置、プリンタ装置) の高度な性能を生かすことにより、同業他社に一步先んじたパッケージソフトウェアの開発に成功した。特に、自然な日本語による操作のガイドと、美しい設計計算書のプリントは、ユーザーから高い評価を得ることができた。

(2) 現在は橋りょう (梁) 設計計算にとどまっているが、今後はユーザーのニーズをつかみ、水利関係などの土木設計への機能拡大が今後の課題である。

### 6.3 図面作成支援システムの評価

ミニコンに特有の“カスタマイズの容易さ”を生かし、高速応答、操作の容易さが実現でき、“気軽に使える”という目的は達成した。今後は、ユーザーのノウハウを積極的にソフトウェア化するとともに、同一ソフトウェアを異なったハードウェア構成で走行できるようにすること。すなわちシリーズ化を進め、購入層の拡大を図る方針である。

### 6.4 ハードウェアの評価

M 4381 ディスプレイ装置については、漢字まじりで見やすく、グラフ表示も高解像度となり、土木設計システムにおいてかなりの評価を得た。今後は図形処理の高度化を目指し、カラー化、ハードコピー時間の短縮などを考慮し開発していく。

M 4607-1 プリンタ装置についても、ディスプレイ装置と同じように土木設計システムにおいてかなりの評価を得た。ディスプレイ装置のカラー化に伴い、プリンタ装置もカラー化する必要がある。現在カラー化については、数種類の方法が発表されているが、価格、性能を考慮し決定していくねばならない。

## 7. むすび

以上、『MELCOM GDS-70 シリーズ』の概要について述べた。今後、更にハードウェア、ソフトウェアの両面より改良を加え、より使いやすく、かつ信頼性を向上するために更に努力していくつもりである。

最後に、このシステムの開発に当り、御協力、御指導をいただいた関係者各位に厚くお礼を申し上げる次第である。

# 三菱パーソナルコンピュータ《MULTI 8》

赤桐 行昌\*・田窪 昭夫\*・柴田 信之\*・江村 弘\*・渡部 重彦\*

## 1. まえがき

パーソナルコンピュータ（以下、パソコンと称す）は、機能の充実とコストパフォーマンスの著しい改善によって、本格的な普及期を迎えている。《MULTI 8》は、業界初の 16 ビットパソコンとして好評を博している《MULTI 16》の姉妹機であり、ホビーからビジネスまでをカバーする本格的なパーソナルユースの 8 ビットパソコンである。また先進の半導体技術を駆使して、数々の優れた機能を付加し、豊富なソフトウェアとともに、より高度で高性能なパソコンを実現した。

本稿では、《MULTI 8》のシステム概要、ハードウェアとソフトウェアの特長、機能及び構成について述べる。図 1. は《MULTI 8》の外観を示す。

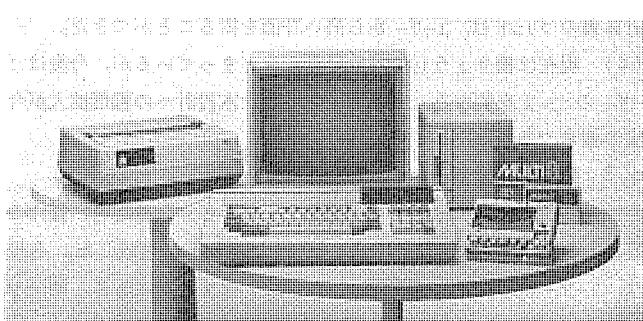


図 1. 《MULTI 8》の外観

MULTI 8 本体（基本処理装置）

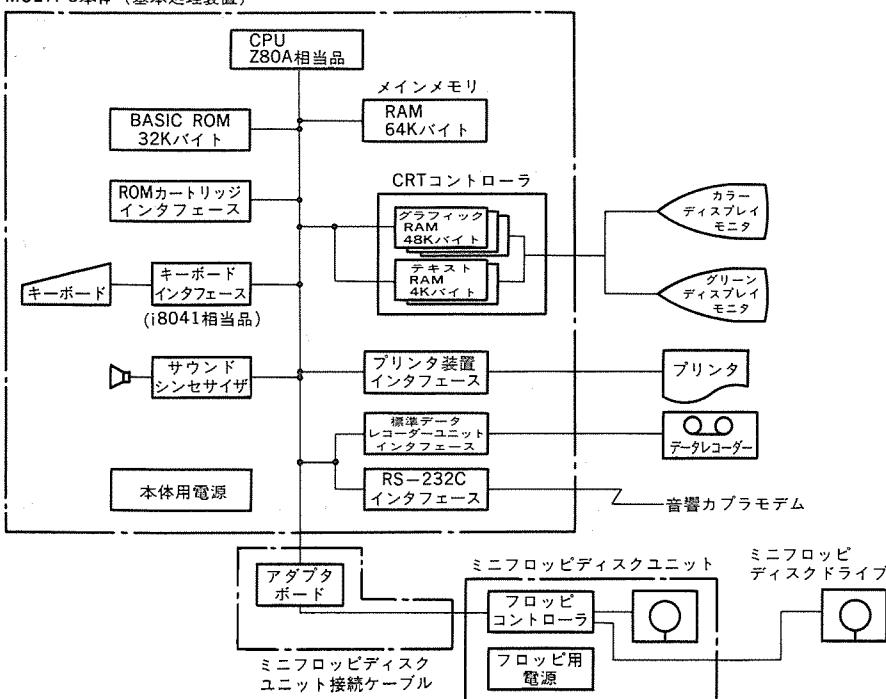


図 2. 《MULTI 8》のシステム構成

## 2. 開発のねらい

パソコンの国内出荷台数は、昭和 58 年度に 100 万台を突破し、今後とも年率 5 割を越えて成長すると予想されている。先進のパソコン《MULTI 16》は、大きなメモリ空間を持ち、日本語処理やマルチ言語処理などの多彩な機能を持つビジネスパソコンとして高い評価を得ている。《MULTI 8》はその姉妹機として、これら多彩な機能をより手軽に個人ベースでも利用できることを主眼に開発した。

ホビー向け基本構成では、補助記憶装置にカセットテープレコーダーを使用し、ディスプレイモニタに家庭用テレビが使用できる。一方、拡張構成のビジネス向けシステムでは、ミニフロッピディスク装置、高解像度カラーディスプレイモニタとプリンタといった構成となる。また、RS-232C インタフェースを内蔵しているので、ホストコンピュータとも接続できる。このように、幅広いシステム構成を可能としているため、入門用、ホビー、教育、ビジネスやターミナルとして多彩な用途に家庭やオフィスで活用できる。

このような意図のもとに開発した《MULTI 8》は、次のような基本的特長を持っている。

- (1) 高速フルカラーグラフィック処理
- (2) 三重和音、8 オクターブ、1 効果音の音楽機能
- (3) 他システムとのコミュニケーションのための RS-232C の内蔵
- (4) 日本語表示と印字機能（オプション）
- (5) コンパクトな筐体と優れた操作性
- (6) だれもが簡単に使える豊富なソフトウェア

## 3. システム構成

図 2. に《MULTI 8》のシステム構成を、表 1. に《MULTI 8》本体の仕様を示す。

## 4. ハードウェアの特長

### 4.1 強力なグラフィック機能

- (1) 640×200 ドットの分解能で、鮮明なカラーグラフィックパターンを高速で画くことができる。
- (2) 8 色カラーでドットごとに色指定ができる。
- (3) カラーディスプレイ用として RGB セパレート出力、白黒ディスプレイ用としてコンポジットビデオ出力をもち、各ディスプレイを同時に使用することもできる。

- (4) パレット機能を用い、瞬時に表示色の変更ができる。
- (5) 白黒モード時、マルチページ機能を使い、各々独立に画面を作成し、任意の組合せで

表 1. 《MULTI 8》の本体仕様

項目		内容
CPU		Z 80 A 相当品 (4 MHz)
メモリ	ROM	BASIC 32 K バイト キャラクタゼネレータ 2 K バイト 34 K バイト
	RAM	メインメモリ 64 K バイト (BASIC動作時は 32 K バイト 但し、機関語に) グラフィック RAM 48 K バイト テキスト RAM 4 K バイト (文字 2 K バイト, 属性 2 K バイト) 116 K バイト
CRT 表示	テキスト表示	80 行 × 25 行, 72 行 × 25 行, 40 行 × 25 行, 36 行 × 25 行 80 行 × 20 行, 72 行 × 20 行, 40 行 × 20 行, 36 行 × 20 行 ソフトにて選択が可能 モノクロ リバース, ブリンク, シークレット カラー 8 色, リバース, ブリンク, シークレット キャラクタ単位に指定が可能
	グラフィック表示	(横) (縦) モノクロ 640 × 200 ドット 3 画面 (マルチページ機能) カラー 640 × 200 ドット 1 画面……ドットごとに 8 色のカラー指定が可能
	表示色	8 色 (赤, 緑, 青, 黄, 水色, 紫, 白, 黒) パレット機能有り
	重畠表示	テキスト表示とグラフィック表示とを任意に重ね合せが可能 (テキスト優先)
	文字パターン	8 × 8 ドット マトリクスパターン 英数字, 記号 96 種 カナ, 句読点 63 種 グラフ文字 60 種
漢字表示 (オプション)	画面表示	最大 40 行 × 12 行
	文字パターン	16 × 16 ドット マトリクスパターン
サウンド機能		サウンドシンセサイザ機能内蔵……三重和音までのメロディー及び効果音, 音量調整が可能 外部 (アンプ, スピーカーなど) へのオーディオ出力端子内蔵
キーボード		JIS 標準配列準拠 テンキー, 5 ファンクションキー (シフトにより 10 ファンクション設定が可能) コントロールキー, キャビタルロックキー キー総数 88 個
ディスプレイ インターフェース	カラーディスプレイ グリーンディスプレイ 家庭用テレビ	R. G. B. セパレート出力 コンポジットビデオ信号出力 家庭用 TV アダプタ (オプション) 経由で接続が可能
標準データレコーダーユニットインターフェース		内蔵。転送速度 600/1,200 ポーリング モンタ機能有り
プリンタ装置インターフェース		内蔵。セントロニクス社仕様に準拠
RS-232 C インタフェース		内蔵。転送速度 37.5~9,600 ポー
ROM カートリッジ インターフェース		ROM カートリッジ (オプション) 又は漢字 ROM カートリッジ (オプション) を装着が可能
ミニフロッピーディスク インターフェース (オプション)		ミニフロッピーディスクユニット接続ケーブル (オプション) を経由して、本体とミニフロッピーディスクユニットを接続 5 1/4 インチ, 四方, 両面倍密, 320 K バイト / 1 台
電源		AC 100 V ± 10% 50/60 Hz 40 W
環境条件		温度 0~35°C 湿度 20~80% (但し、結露しないこと)
外形寸法 (mm), 重量 (kg)		460(W) × 260(D) × 95(H), 約 4.4

重ね合わせて表示できる。

#### 4.2 独立したテキスト用メモリ

(1) グラフィック用メモリ (48 K バイト) とは別に、4 K バイト (文字 2 K バイト, 属性 2 K バイト) のテキスト用メモリをもち、キャラクタごとに色及びブリンクなどの属性を指定できる。

(2) グラフィックとテキスト画面を重ね合わせて表示できる。このときテキスト画面の色を優先する。

#### 4.3 サウンドシンセサイザ機能

(1) 8 オクターブの音域にわたって三重和音までのメロディーと一つ

#### 4.8 その他

##### (1) 操作性への配慮

画面編集のためのキー (DEL, INS, CLS など), ファンクションキー やテンキーは、各々独立しているため操作が簡単である。また文字入力部のキートップの形状は、ステップスカルプチャ となっているため入力やすい。

##### (2) 自己診断ルーチンの内蔵

電源 ON とリセット時、内蔵の自己診断ルーチンが CPU, ROM と RAM を診断し、異常のときはブザーで知らせている。

の効果音が発生できる。

(2) 外部スピーカーなどへのオーディオ出力端子を持っている。

#### 4.4 二つの 8 ビットマイクロプロセッサ

(1) メインプロセッサに Z 80 A 相当品、サブプロセッサとしてキーボード制御用に M 5 L 8041 A を使用し高速処理を実現した。

#### 4.5 大容量補助記憶装置

(1) 薄型 5 1/4 インチ両面倍密度のミニフロッピーディスク (320 K バイト) を 2 台まで接続できる。

(2) データレコーダー、又は市販のカセットテープレコーダーをプログラムファイルとして使用できる。

#### 4.6 豊富なインターフェースを標準装備

(1) RS-232 C インタフェース (以下、I/F と称す)

ホストコンピュータ、ディジタイザやセカンドプリンタなどとの接続に使用できる。

(2) プリンタ I/F

8 ビットパラレルのセントロニクス社仕様に準拠し、プリンタ、X-Y プロットヤロボット《ムーブマスター》が接続できる。

(3) カラー CRT I/F

RGB 対応のカラーモニタや家庭用 TV アダプタを経由して家庭用テレビに接続できる。

(4) 白黒 CRT I/F

コンポジットビデオ信号対応の白黒モニタと接続できる。

(5) カセット I/F

データレコーダーと接続できる。

(6) ROM カートリッジ I/F

プログラムのローダや拡張インターフェースとして使用できる。

#### 4.7 漢字サポート

(1) 漢字 ROM カートリッジの使用により、JIS 第 1 水準の漢字 2,965 字、非漢字 453 字種が使用できる。漢字のドット構成は 16 × 16 ドットである。

## 5. 基本処理装置

### 5.1 概要

基本処理装置は本体に内蔵し、1枚の基板に実装している。そのブロック図を図3に示す。その構成は、CPU、BASIC ROM、メインメモリ、CRT制御、テキストRAM、グラフィックRAM、バンク切換、キーボード制御、シリアルインターフェース、プログラマブルタイマ、割込み制御、サウンドゼネレータなどからなっている。以下にその概要を紹介する。

### 5.2 CPU

CPUは、マイクロプロセッサ Z80 A（相当品）を中心に、クロックの発振回路とその1/4分周回路、バスドライバ、WAIT制御回路からなっている（CPUクロックは、約4MHz）。

### 5.3 メインメモリとそのレイアウト

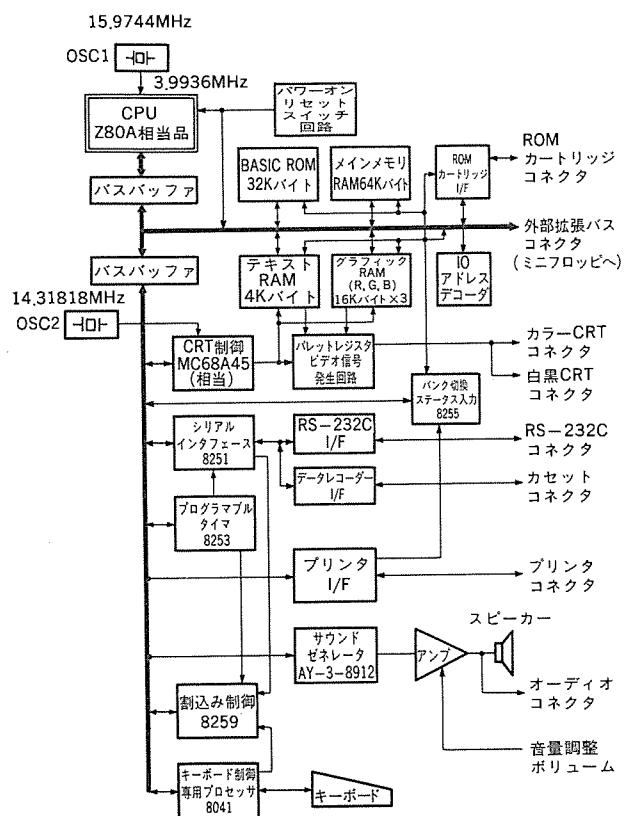


図3. 基本処理装置のブロック図

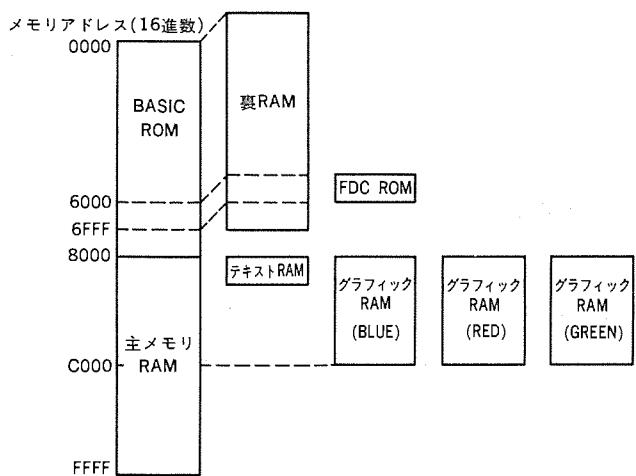


図4. 《MULTI 8》のメモリレイアウト

メインメモリは、64 K ダイナミック RAM を使用し、メモリサイクル (750 ns) を確保するため、アクセスタイム 200 ns の高速タイプとしている。図4. に《MULTI 8》のメモリレイアウトを示す。図中 FDC ROM は、ミニフロッピディスク接続ケーブルのアダプタボードに実装している。各メモリのバンク切換は、I/O ポート (M 5 L 8255) にて行う。

### 5.4 CRT制御

#### (1) CRTC (MC 68 A 45相当)

表示文字の構成の制御、水平・垂直同期信号の発生、外付けのリフレッシュメモリ（テキストとグラフィック RAM）のアドレス制御キャラクタゼレータの読み出し制御などを行っている。水平ドット周波数 14.32 MHz、水平同期 15.98 kHz、垂直同期 62.42 Hz (25ライン時) で動作している。

#### (2) ビデオ RAM の時分割制御

ビデオ RAM のリフレッシュ（読み出し）と CPUによる書き込みとを時分割で制御し、高速表示を実現している。テキスト RAM は、高速のスタティック RAM (アクセス時間 150 ns) を使用して、リフレッシュサイクル 560 ns を実現している。

#### (3) ビデオ信号発生回路

ビデオ信号発生回路では、グラフィック RAM からの各 R, G, B のカラー信号とテキスト RAM からの信号を合成して、RGBセパレート信号とグリーンディスプレイ用のコンポジットビデオ信号を作り出している。

### 5.5 キーボード制御

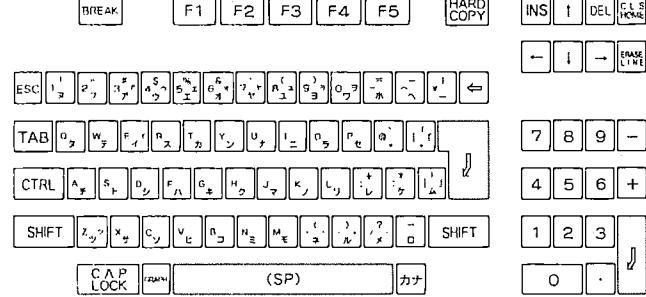
専用プロセッサ M 5 L 8041 A を使用して、キースイッチをスキャニングし、キーが押されるとデータを読み込み ASCII II コードに変換する。このとき同時に入力ポートにステータスをセットして CPU に知らせていている。

図5. (a), (b) にキー配列を示す。

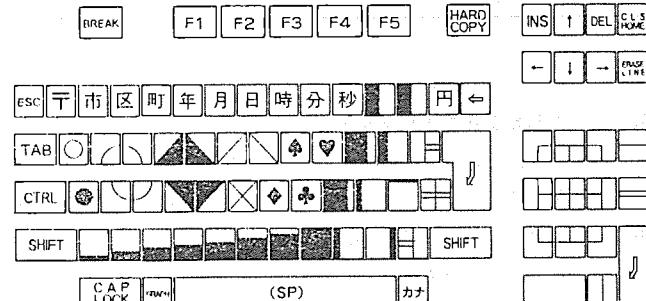
### 5.6 シリアルインターフェース (M 5 L 8251 AP)

#### (1) データレコーダーインターフェース

マーク(1)が2,400 Hz、スペース(0)が1,200 HzのFSK変調方式で送信（テープへの書き込み）し、送信速度は600と1,200 ポーが選択で



(a) 通常モード



(b) グラフィックモード

図5. キーの配列

きる。受信(テープからの読み込み)回路は、1,800 Hz の自走発振周波数をもつ PLL を使用した FSK 復調回路で行っている。

#### (2) RS-232 C インタフェース

スタートストップビット方式の TTY 手順(調歩同期方式)を可能としている。

#### 5.7 その他諸機能

##### (1) タイマコントローラ(M5L8253)

3 個の 16 ビットダウンカウンタを持ち、それぞれ ポーレートゼネレータ 1 ms と 1 s の インタバ尔斯イマとして使用している。

##### (2) 割込み制御(M5L8259 AP)

8 レベルの割込み要求が可能で、そのうち四つが、ミニフロッピディスクコントローラ、RS-232 C からの受信レディ、1 ms タイマ、1 s タイマからの割込みに使用している。

##### (3) サウンドゼネレータ(AY-3-8912)

プログラマブルサウンドゼネレータを使用して、3 チャネルの音を 8 オクターブの周波数で出力し、音量、エンベロープとノイズの発生を 15 個の内部レジスタでコントロールできる。

## 6. ソフトウェアの特長

『MULTI 8』のソフトウェア体系は、基本言語の「M-BASIC 80」、マイコン向け標準 O/S の「CP/M®-80」(CP/M はデジタルリサーチ社の登録商標)と簡易言語やゲームといった「各種アプリケーションソフトウェア」からなっている。これら三つのソフトウェアの特長について以下に述べる。

### 6.1 M-BASIC 80

基本言語「M-BASIC 80」は、パソコンの標準言語として広く採用されているマイクロソフト社の「BASIC-80」を機能拡張したものである。

「M-BASIC 80」には本体に内蔵され、電源 ON とともに使える「ROM 版」とミニフロッピディスク(オプション)を増設したシステムで使用できる「DISK 版」がある。「M-BASIC 80」を使うときの主メモリのマップを図 6 に示す。ROM 版では、主メモリ内の約 28 K バイトがプログラムとデータ領域として使用できる。またユーザー領域にマシン語プログラムをおくこともできる。「ROM」と同一アドレスのため、BASIC 言語で直接アクセスできない残りの 32 K バイトの「裏 RAM」を使用するときは、マシン語(OUT 命令)でバンクを切り換えるこ

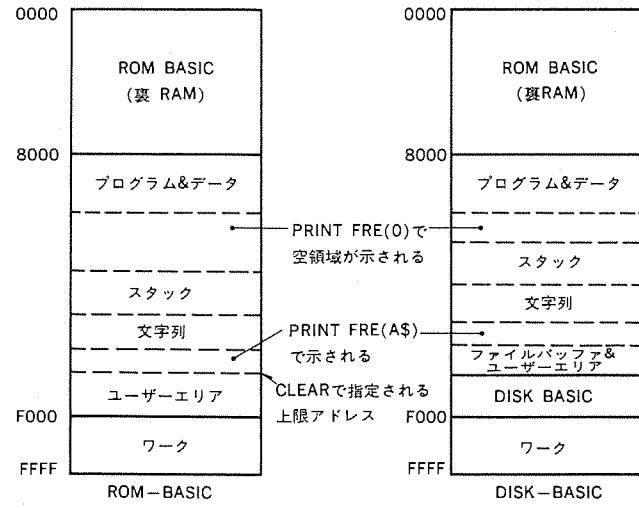


図 6. 『MULTI 8』主メモリのマップ

とによってアクセス可能となる。なお CP/M などの OS をディスクシートからロードする場合 64 K バイトをすべて使用できるよう考慮している。

「DISK 版」を使うときは、約 6 K バイトの DISK BASIC インタプリタが主メモリを専有するため、ユーザー領域は約 22 K バイト(一度に使用するファイル数により異なる)となる。「M-BASIC 80」の基本仕様を表 2. と表 3. に示す。この表中の特長ある機能について、その概要を以下に紹介する。

#### (1) 8 色カラーグラフィック機能

横 640、縦 200 の各ドットごとに 8 色の指定ができる。このときパレットに割り付けるカラー番号を変えることによって、画面の赤を瞬時に黄色に変えるといったことができる。その他高速ペイント機能、白黒 3 画面に分割し、表示と書き込み画面を指定するマルチページ機能、線や円を画くなどの多彩なコンピュータグラフィック機能がある。

#### (2) テキスト表示とグラフィック画面との重畳

横 80、縦 25 計 2,000 文字を表示し、各文字ごとに 8 色とブリンクやリバースといった属性が指定できる。このテキスト表示は、非常に高速で、グラフィック画面と重畳させて表示することもできる。このとき、テキスト画面を変更してもグラフィック画面に影響を与えないという特長を持っている。

#### (3) 音楽機能

PLAY 及び SOUND 文によって、メロディー演奏や効果音が簡単にできる。このとき、サウンド用のバッファを持っているため、BASIC

表 2. M-BASIC 80 の一般仕様

諸元	仕様
扱える文字	英大文字、英小文字、数字、カナ、特殊記号
数の表現	整定数 -32,768~32,767 単精度実定数 有効数字 6 桁 指 数 $10^{-38} \sim 10^{38}$ 倍精度実定数 有効数字 16 桁 指 数 $10^{-38} \sim 10^{38}$
行番号	16進定数 & H 0~& H FFFF 8 進定数 & 0~& 177777 & O 0~& O 177777 文字定数 0~255 文字
行の長さ	0~65,529 255 文字
変数	先頭が英字である 255 文字以内の英数字列、最初の 40 文字までが有効。変数名の後に属性文字をつけて、変数の形が指定できる。% (整数)、! (単精度実数)、# (倍精度実数)、\$ (文字列)
配列	多次元配列が可能 文をコロン(:)で区切ることにより可能
マクロステートメント	マクロステートメント
サブルーチン	メモリの範囲内で何レベルでもネスティング可能
FOR~NEXT	メモリの範囲内で何レベルでもネスティング可能
編集機能	スクリーンエディタ
グラフィック機能	640×200 ドット、パレット、マルチページ
カラーフィルタ機能	8 色指定可能
機械語モニタ	メモリの内容の表示、変更、指定アドレスへの分岐、カセットテープへのライトとリード
ファイル機能	カセットテープレコーダー、フロッピディスク
ターミナル機能	TTY 手順

表 3. M-BASIC 80 のコマンド、ステートメントと関数

機能	コマンド・ステートメント・関数
一般命令	AUTO, DATA, DELETE, INPUT, LINE INPUT, NEW, PRINT, PRINT USING, READ, REM, RENUM, RESTORE
ファイル入出力命令・関数	CLOAD, CLOAD ?, CLOSE, CSAVE, FILES, GET, INPUT #, KILL, LINE INPUT #, LIST, LOAD, MERGE, NAME, OPEN, PRINT #, PRINT # USING, PUT, RLOAD, SAVE, EOF, LOC, LOF
実行制御命令	CONT, END, FOR-NEXT, GOSUB-RETURN, GOTO, IF-THEN-ELSE, IF-GOTO-ELSE, ON-GOSUB, ON-GOTO, RUN, STOP, TRON, TROFF, WAIT
エラー処理命令・関数	ERROR, ON-ERROR GOTO, RESUMEERL, ERR
定義・代入命令	CLEAR, DEFDBL, DEFFN, DEFINT, DEFSN G, DEFSTR, DIM, ERASE, FIELD, KEY, LET, LSET, RSET
プリント入出力命令・関数	LCOPY, LFILES, LLIST, LPRINT, LPRINT USING, LPOS
画面制御命令・関数	CLS, COLOR, CONSOLE, LOCATE, WIDTH, CSRLIN, POS, SPC, TAB
グラフィック、日本語命令・関数	CIRCLE, COLOR, GET @, KANJI PRIM, LINE, PAINT, PRESET, PSET, PUT @, SCREEN, POINT
音楽演奏命令	PLAY, SOUND
回線制御命令・関数	INIT %, INPUT %, PRINT %, TERM, PORT
機械語制御命令	DEFUSR, MON, USR
数値関数	ABS, ATN, CDBL, CINT, COS, CSNG, CVD, CVI, CVS, EXP, FIX, INT, LOG, RND, SGN, SIN, SQR, TAN
文字列関数	ASC, CHR \$, HEX \$, INSTR, LEFT \$, LEN, MID \$, MKD \$, MKI \$, MKS \$, OCT \$, RIGH T \$, SPACE \$, STR \$, STRING \$, VAL
その他の命令・関数	BEEP, DSKO \$, KEY LIST, MOTOR, OUT, POKE, SET, SWAP, MID \$, ATTR \$, DATE \$, DSKF, DSKI \$, FPOS, FRE, INKEY \$, INP, INPUT \$, PEEK, TIME \$, VARPTR

プログラムの実行と並行して演奏することもできる。

#### (4) 通信機能

内蔵された RS-232C インタフェースを利用することによって、デジタルイザや計測器を接続したり、音響カプラを経由して遠方へのデータ転送が簡単に行える。例として、もう1台の《MULTI 8》とデータ交換するプログラムを図 7. に示す。これ以外に、TERM コマンドを使用して、《MULTI 8》を直接他のコンピュータのターミナルとすることもできる。

#### (5) 日本語表示と印字機能

「漢字 ROM カートリッジ」(オプション)を装着したシステムでは、JIS 第1水準の日本語を表示し、プリンタ(MP-80 PR)に印字できる。このとき、表示された字をそのまま印字して長体字形とする方法と、縦寸法を1/2に縮小して標準字形とする方法のいずれかを選択できる。

#### (6) ROM カートリッジ機能

本体に「ROM カートリッジ」(オプション)を挿入すれば、BASIC 又は機械語のプログラミングを自動的にローディングし即実行できる。

```

10 INIT% &H8F, &H37.5
20 A$=INKEY$
30 IF A$<>" " THEN PRINT% A$;
40 IF PORT(1)=0 THEN 20
50 B$=INPUT$(PORT(1), %)
60 PRINT B$;
70 GOTO 20

```

MULTI 8をRS-232Cインターフェースを使用して、もう1台のMULTI 8と接続し、それぞれのマシン上で左記のプログラムを実行させると、自分の方で押したキーの内容が相手の方に、相手の方で押したキーの内容が自分の方に表示される。

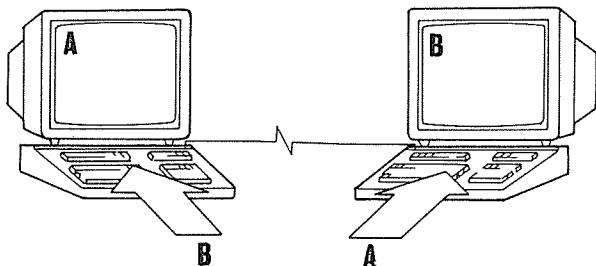


図 7. 《MULTI 8》によるデータ交換

#### 6.2 CP/M-80

《MULTI 8》の「CP/M-80」は、デジタルリサーチ社の標準仕様をもとに、コンソール機能の拡充、メモリ空間の 56K バイト化、カナ文字のサポート及び RS-232C などの機能を盛り込んだものである。これによつて、アセンブラーを含む各種高位言語によるソフトウェアの開発が《MULTI 8》で可能となるとともに、「Multiplan」などの各種パッケージソフトウェアが利用可能となった。また「CP/M-86」をベースとしている《MULTI 16》とファイルの互換が可能である。

#### 6.3 アプリケーションソフトウェア

《MULTI 8》には、ビジネス、ゲーム、教育、音楽などの豊富なソフトウェアを用意している。これらの中から一部を紹介しその特長について述べる。

##### (1) AP-1 (Auto Programming One)

このソフトウェアは、六つの質問に答えるだけで「BASIC」のプログラムを自動的に作成してくれる。一例として、図 8. のデザインシートをもとに作成したプログラム“SHUKEI”を走らせて図 9. のような集計リストを表示させることができる。また成績順に並べ換えたり、クラス番号による検索ができる。「AP-1」により作成したプログラムは「BASIC」で書かれているために、機能の追加や変更が簡単に実現できるといつ特長をもっている。

このソフトウェアは、カセットテープにて提供され、本体に添付されている。これをを使って、請求明細書、種類別販売員別売上統計、売掛金状況、スケジュール管理、仕入管理といった業務プログラムを素早く作成し動かすことができる。

##### (2) Multiplot

これはビジネスグラフ作成用のソフトウェアで、《MULTI 8》の高解像度カラーディスプレイを生かすことができる。画面に表示されるメッセージに従って、パラメータ(項目名)とそのデータを入力することによって、9種類のグラフ(棒、ヒスト、折線、点、円、帯、データ、HI-LO チャート、レーダチャート)を画面に表示し、プリンタ(MP-80 PR)にハードコピーすることができる。図 10. に円グラフの例を示す。

##### (3) Data Box

これは個人用ファイルシステムのソフトウェアで、10種類のメモ用紙の枠組の中から選択した画面に、見出し、項目やデータを書き込み、

D

**AP-1 DESIGN SHEET**

項目名		実数	合計	実数	インプットしないときの計算式	項目名
No.	クラスNO	N	5	Y	105(N)	コメント
0	1 シメイ	N	15	Y	115(N)	クラス番号
1	2 スウガク	Y	5	Y	12:(N)	氏名
2	3 コクゴ	Y	5	Y	13:(N)	数学
3	4 エイゴ	Y	5	Y	14:(N)	国語
4	5 ゴウケイ	Y	10	N	15:(N)+12:(N)+13:(N)+14:(N)	英語
5	6 ハイキン	Y	5	N	16:(N)+15:(N)/3	合計
6	7				17 (N)	平均
7	8				18 (N)	
8	9				19 (N)	
備考		プログラム・ファイル名				
クラス NO	シメイ	スウガク	コクゴ	エイゴ	ゴウケイ	ハイキン
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

図 8. AP-1 デザインシート の例

D

セイセキカリ						
クラス No.	シメイ	スウガク	コクゴ	エイゴ	ゴウケイ	ハイキン
1	ヨシダ やすひろ	100	98	89	287	96
1	中川 ナオタキ	67	85	40	192	64
1	オカムラ 七一	80	68	85	233	78
1	ヤマナカ マコ	32	65	78	175	58
2	オオタ ゴウ	90	65	88	243	81
2	トガシ ヒツコ	50	80	76	206	69
2	二郎 フクイチ	88	76	40	204	68
2	イソカイ ミミ	75	63	54	192	64
		582	600	550	1732	577

図 9. AP-1 集形リスト の例

それをミニフロッピディスクに記録できる。後ほどこのメモに書き込んだ情報を検索し、件数表示、集計や一覧表の出力が可能である。

#### (4) Multiplan (マイクロソフト社の登録商標)

日常あらゆるところで行われている集計、作表、計算などの業務をパソコンの画面上で簡単に、しかも能率よく行うための簡易言語であり、《MULTI 16》で広く使用されているものの《MULTI 8》版で

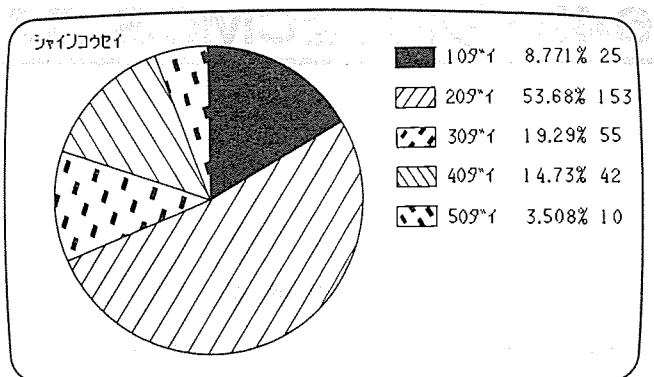


図 10. MULTIPILOTによる円グラフの例

ある。この「Multiplan」は「CP/M-80」上で動く。そこで《MULTI 8》で作成したファイルは、《MULTI 16》上でも使用することができる。

#### (5) その他のソフトウェア

給与計算、顧客管理、仕訳日計表作成用パッケージなどのビジネスソフトがあり、小規模のデータ処理やビジネスソフトの修得用として利用できる。ゲームソフトとして一人ないし数人で楽しむTVゲームや将棋といったソフトが豊富にそろっている。更に今後、最も普及が期待される教育分野向けソフトとして「必修英単語」、「たし算ひき算の基礎」、「化学実験シミュレーション」などが用意しており、学習の理解を助ける手段として有効である。

## 7. むすび

以上、三菱パーソナルコンピュータ《MULTI 8》のハードウェアとソフトウェアの機能と特長について述べた。その大きな特長である「グラフィック」「サウンド」「通信」機能は、今後の高度情報化社会でのパソコンによるコミュニケーションにとって必ず(須)である。今後とも、これら機能を生かしたソフトウェアの充実に努力し、ますます多様化するパソコンユーザーの期待にこたえていきたい。

# 64Kビット完全CMOS RAM

吉本 雅彦\*・長尾繁雄\*・吉原 務\*・赤坂洋一\*\*

## 1. まえがき

電子機器の小形軽量・低消費電力化の急速な進展を背景として、VLSI デバイス技術としての CMOS の応用分野が広がりつつある。スタティック RAM においても集積度の増大とともに、NMOS を用いた設計では高速性を維持しながら消費電力を抑えることは、種々の回路上の工夫にもかかわらず限界に近づきつつあり、逆に本質的に低消費電力である CMOS 化の比重が増大している。CMOS スタティック RAM には、メモリセルを NMOS で構成し、周辺回路を CMOS 化した複合 CMOS RAM<sup>(1)</sup> と、全回路を CMOS で構成した完全 CMOS RAM<sup>(2)</sup> がある。前者はコストを含めた使いやすさが要求され、マイクロコンピュータなどの小容量メモリシステムを対象とした分野への応用をねらったものである。一方、後者は待機時消費電流を、複合 CMOS の場合よりも約 3 けた(桁)小さい、数 nA のオーダーで実現できることに特長があり、電池によって記憶内容を保持する不揮発応用の分野では独壇場である。今回、我々はバッテリバックアップ応用をねらい、完全 CMOS プロセスを用いた 64 K スタティック RAM を開発した。

図 1. に CMOS RAM の容量の年次推移を示す。2 年ごとに 4 倍ずつ、その容量を増大させてきていることがわかる。当社は既に、1 K に始まり、4 K, 16 K<sup>(3)</sup> の容量の完全 CMOS RAM を製品化し市場に供給してきた。この間微細加工技術の進展は、デバイスの最小寸法を着実に縮小し、集積度の増大のみならず、RAM の速度及び消費電力性能を上向させてきた。しかしながら、今後の大容量スタティック RAM は、これまでのような比例縮小則では解決されない問題、すなわちコラム電流の増大、ワード線におけるアクセス遅延などがトータルの性能を制限するようになり、これらの問題を解決しなれば性能向上が期待できなくなっている。今回、当社はこれらの問題に対する現実的な解の一つとして、分割ワード線構造<sup>(4)</sup>を提案する

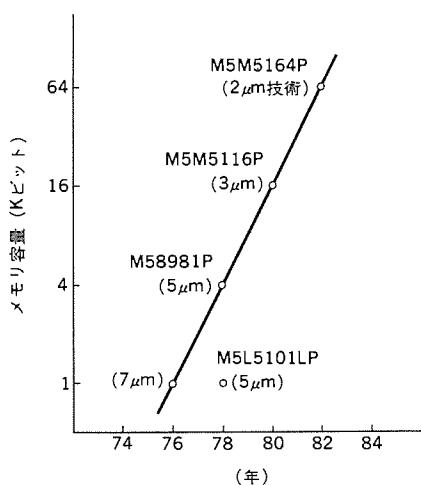


図 1. CMOS RAM 容量の年次推移

とともに、この構造を適用することによって、高速、低消費電力特性をもつ 64 K ビット完全 CMOS RAM (製品形名 M5M5164 PL) を開発した。

本稿では、この 64 K ビット RAM の設計・製造技術及びその諸電気特性について紹介する。

## 2. 開発のねらい

64 K ビット CMOS RAM の開発にあたり、主なねらいを次のように設定した。

### (1) 高速、低消費電力

最大アドレサクセスタイム及び最大チップセレクトアクセストライムを、100/120/150 ns とする。消費電力は、最大 200 mW、標準値で 100 mW と小さく、大容量システムでの電力低減を可能にする。

### (2) バッテリバックアップ応用

完全 CMOS 回路の導入により、データリテンション時の電源電流を、標準条件で 10 nA 以下に抑え、バッテリバックアップ応用を可能にする。データリテンションモードへの移行は、異なる論理を持つ二つの CS(CS1, CS2) 信号で制御する。

### (3) EPROM とのピン接続の互換性

2764 タイプの 8 K × 8 EPROM のピン配置と互換性を持たせユーザーのシステム設計を容易にする。

### (4) 冗長回路設計

完全 CMOS RAM の大チップサイズに対処して、歩留りを改善するためにレーザによるプログラム回路を含む冗長回路を内蔵させるとともに、不揮発応用に対処するために、全く電流を消費しないようにプログラム回路に工夫を加える。

### (5) プロセス

縮小投影露光技術、反応性イオンエッチング技術などの最新のウェーハプロセス技術を取り入れた、2 μm レベルの微細化 2 層ポリシリコンプロセスを採用する。

## 3. 設計技術

図 2. は、この RAM の設計に導入された分割ワード線構造の概念図である。セルアレーとワード線が、 $n_B$  個のブロックに分割されている。したがって RAM が  $n_C$  列のコラムをもつならば、 $n_C/n_B$  列が 1 ブロックに含まれる。行(X)デコーダ出力は、水平方向に走る行選択線をドライブする。各ブロックのワード線は、行選択信号と、これに対して垂直に走るブロック選択信号とを入力とするスイッチングゲートによって活性化される。このようにワード線を分割して、階層的に選択することによって、低消費電力化と高速化を同時に達成できる。

すなわち、行選択線の浮遊容量は、メモリセルのアクセスゲートを構成する従来のワードラインに比べ十分小さく、いわゆるワード線遅延を低減できる。また、選択されたブロック中の 1 本のワード線に連結されたメモリセルのみがアクセスされるので、ビットラインのブルアップトランジスタからメモリセルへ流入するコラム電流が、従来に比べ  $1/n_B$  に低減

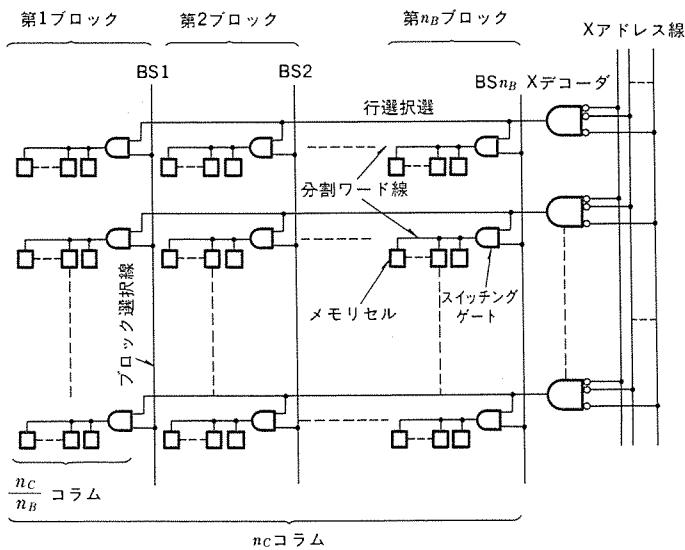
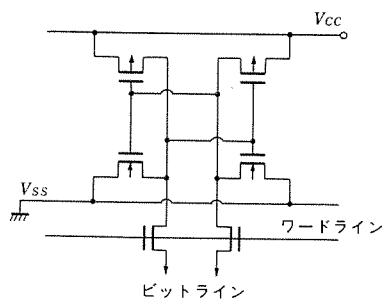
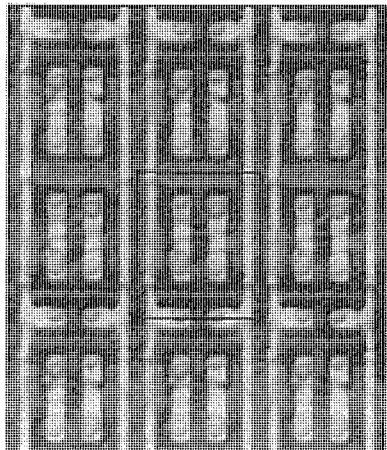


図 2. 分割ワード線構造の概念図



(a) 回路図



(b) 顕微鏡写真

図 3. メモリセル

できる。上記分割ワード線構造を適用して、 $8\text{K} \times 8$  CMOS RAM を設計した。以下、設計の要点をメモリセルと周辺回路について紹介する。

### 3.1 メモリセルの設計

図 3.(a) は 6 トランジスタ形 CMOS セルの回路図であり、同図(b) はそのレイアウトを示す顕微鏡写真である。待期時の CMOS セルを流れる直流電流は、トランジスタのサブレッショルド電流などのリーク電流のみであり、したがって 1 セル当たりのセル電流は、 $10^{-14}\sim10^{-15}\text{ A}$  に抑えることができる。このセル構成により、10 nA 以下の待期時電流を実現した。

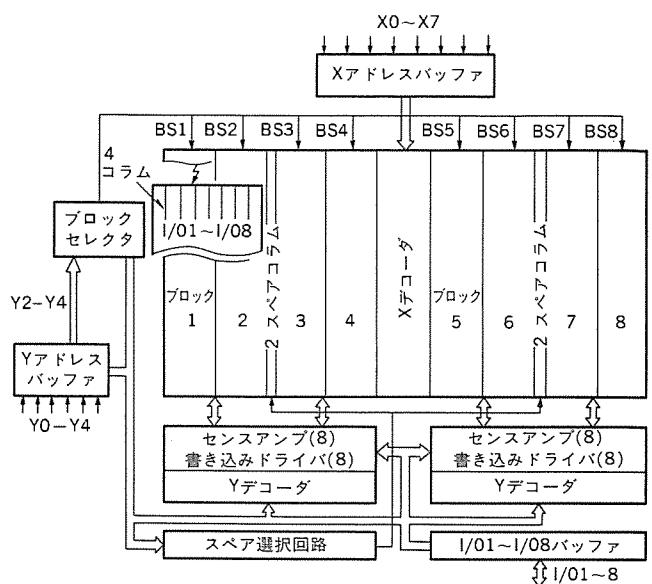


図 4. RAM のブロック図

トランジスタのゲート電極とワード線は第 1 層ポリシリコンで、 $V_{SS}$  線と行選択線は第 2 層ポリシリコンで形成した。各セルへの $V_{SS}$  線の連結は、ポリシリコン層と $N^+$ 拡散層間の埋込コンタクトで行った。Al 層はビットラインとセル内部配線を形成し、その結果、1 セル当りの Al 線を 4 本に減らすことができ、セルの短辺を縮小できた。また、分割ワード線構造によるセル面積の増大を全く生じさせないために、行選択線は、ワード線上に重ねて配置している。 $V_{CC}$  線は $P^+$ 拡散層で形成する。セルサイズは  $21 \times 24.5 \mu\text{m}^2$  である。

### 3.2 周辺回路の設計

RAM のブロック構成図を図 4. に示す。セルマトリクスは、行デコーダで分けられた左右二つの平面で構成するとともに 8 ブロックに分割している。各ブロックは  $32\text{列} \times 256\text{行}$  を含み、32 列の中に各 8 ビットに対応した列を 4 個ずつ配置している。つまり各ブロックの中で、バイト構成が実現されている。上位 3 本の Y アドレスのデコードにより発生させたブロック選択信号 (BS1~BS8) により、各ブロックは活性化される。また、ブロックセレクタはコラム系のプリデコーダとしても働き、BS 信号はコラムデコーダにも入力する。以上の構成により、コラム電流は従来の  $1/8$  に低減し、各ブロック中のワード線の寄生容量は従来構成に比べ  $1/4$  に軽減した。センスアンプと書き込みデータドライバは、左右アレー下部に 8 個ずつ配置しており、最上位 Y アドレスによりマルチプレクスする。センスアンプは、ゲインの高いカレントミラー形差動增幅回路を用いている。

図 5. に読み出し回路を示す。0 V 付近にしきい値をもつ  $0\text{V}_{TH}$  トランジスタを、ビットラインと I/O バス間の転送ゲートデバイスとして用いた。この配置は読み出し時における、転送ゲートデバイスのターンオンを加速し、アクセスタイムを決めるクリティカルパスであるビットラインから I/O バスへの信号伝搬遅延を改善する。CMOS のトランスマッショングートのような大面積を必要としないことも利点である。

また、パワーダウン機能のために、すべての入力バッファ初段は、CS 信号でコントロールされるが、その結果、CS サイクルでは、CS 信号入力後に周辺回路が動き出すというアクセス時間上の不利がある。これに対してこの RAM では、ビット線、I/O 線のすべてのデータバスに PMOS で構成したイコライザを設け(図 5.)、チップ非選択時のイコライザを迅速かつ確実に行い、CS アクセスタイムを改善した。

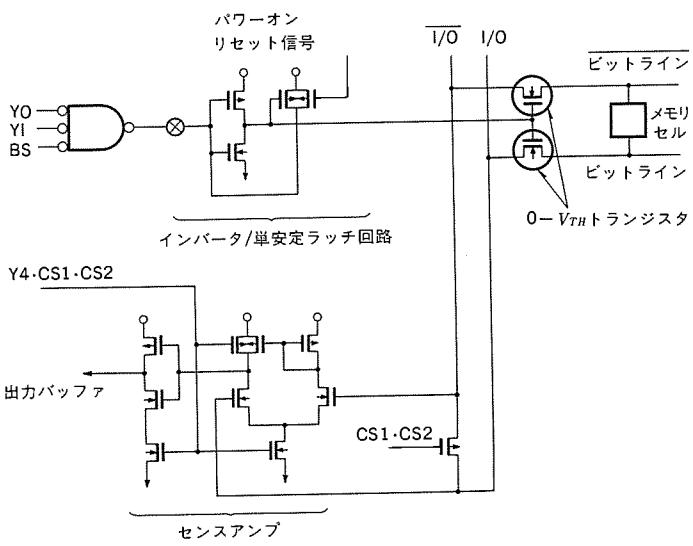


図 5. 読出し回路

このほか アクセスタイムを改善する工夫として、大きな負荷容量を駆動する必要のある行アドレスバッファの出力線は、全くクロスアンダを介さず、行デコーダ回路に入力されるようにした。更に行デコーダ回路は Tree 構造をとることによって、トランジスタ数を低減し、行アドレスバッファ出力線の寄生容量を低減している。

また、データリテンションモードへの移行は、CS1あるいはCS2ピンでコントロールするが、いずれのピンに優先度を持たせるかは、Al工程のマスクスライスでつくり分けている。

以上に説明したメモリセルと周辺回路によって構成したRAMの中には、約40万個の素子が含まれるが、このように高集積化したチップの歩留りを改善するために、冗長回路設計を行っている。冗長回路技術は、同一チップ内に用意されたスペアメモリセルを不良セルと置換することによって、不良チップを良品として救済する技術である。このRAMでは左右のアレーに2本ずつ、計4本のスペアコラムを内蔵している(図4)。チップ中に不良が発見されると、その不良セルを含むコラムをI/Oバスから切り離し、不良コラムのアドレスをスペアデコーダにプログラムする。プログラミングは、レーザ光でポリシリコンリンクを電気的に切断することで達成する。なおプログラム回路は、単安定ラッチ回路を用いて、直流電流が全く流れないように工夫し設計している。

#### 4. プロセス技術

基本プロセスは $2\mu\text{m}$ ルールの2層ポリシリコン、1層アルミ構造のCMOS技術を採用している(図6)。微細化に関しては縮小投影露光、反応性イオンエッティングなどの微細加工技術を積極的に駆使することと、低温化プロセスの導入により、ゲート長 $L=1.9\mu\text{m}$ ,  $2.4\mu\text{m}$ のNMO SとPMOSのトランジスタを実現した。また、このRAMのメモリセル構成では、カラム方向に1セル当たり4本のアルミによるビット線が走り、この幅/間隔を小さくすることもチップ縮小化のかぎ(鍵)となる。そこで、アルミの加工に関しても縮小投影露光、及び最新のドライエッティング技術を用いてアルミ間隔 $2\mu\text{m}$ を可能にした。表1にこのプロセスの基本仕様を示す。

6トランジスタ構成CMOSメモリセルの場合、ウェル境界領域をできる限り小さくすることがチップサイズ縮小化の点からも重要である。このプロセスではウェル接合深さを浅くすることにより $\text{N}^+-\text{P}^+$ の間隔

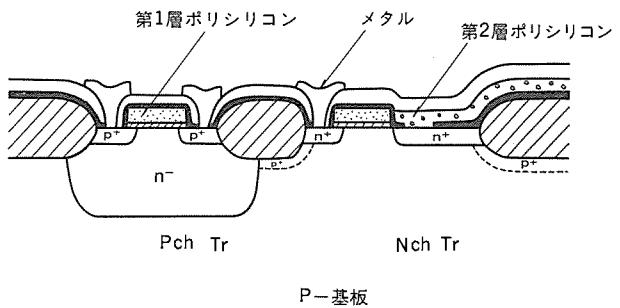


図 6. チップの断面構造図

表 1. プロセスの基本仕様

プロセス	2層ポリシリコン
ウエル	Nウェル
P <sup>+</sup> -N <sup>+</sup> 間隔 ( $\mu\text{m}$ )	6
ゲート長 ( $\mu\text{m}$ ) NMOS PMOS	1.9 2.4
ゲート酸化膜厚 ( $\text{\AA}$ )	400
ポリシリコン(幅/間隔) ( $\mu\text{m}$ )	2/2
コンタクト孔サイズ ( $\mu\text{m}$ )	2×2
メタル(幅/間隔) ( $\mu\text{m}$ )	2.5/2

を $6\mu\text{m}$ までに短縮することができた。また、不純物タイプは、速度上の利点を生かすためP形基板を用いたNウェル方式を採用した。

プロセス上の特長としては、回路設計の項で述べたように分割ワード線構造を実現する目的で分割したワード線にはノンドープポリシリコン中にりんをデポする方法を用いた。更に、この1層目ポリシリコンはすべてのトランジスタのゲート電極にもなっている。行選択線となる2層目ポリシリコンにはドープポリシリコンを用い低抵抗化を実現した。同時にこれはメモリセルの $V_{SS}$ 線及び冗長回路のヒューズにも使われている。この行選択線の寄生容量はアクセスタイムの点から小さいことが望ましく、それにはポリ-ポリ間の層間絶縁膜を厚くすることも一つの手段となる。このプロセスではCMOSトランジスタの特性を損なうことなく、低温プロセスを維持したままこの目的を達成するという方針で、ノンドープのシリコン酸化膜をポリ-ポリ間にたい(堆)積する方法を用いた。

一方、微細化CMOSの場合、特にPチャネルトランジスタではソースドレインの拡散には拡散係数の大きいボロンを使うため、いわゆるパンチスルーよるソースドレイン耐圧の低下及びサブレショルド電流の増大を招く。この点を考慮し、ウェル濃度、チャネルドーズ量を最適化することでこの現象を抑えている。

#### 5. 電気特性

図7に、このRAMのアクセスタイムと動作時電源電流の電源電圧依存性を示す。 $V_{CC}=5\text{V}$ 、常温でアクセスタイム60nsを得ている。また動作電流も20mAと小さく、分割ワード線構造を採用したことにより、従来構成の場合の1/2以下に低減できている。図8は、アドレス入力とそれに対応するデータ出力の波形である。図9は、待機時電源電流の電源電圧依存性を示している。常温で10nA以下で

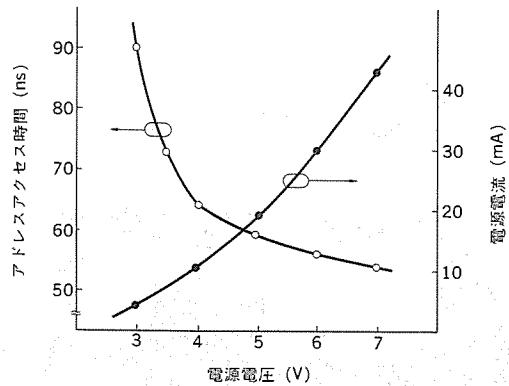


図 7. アクセスタイム、動作時電源電流の電源電圧依存性

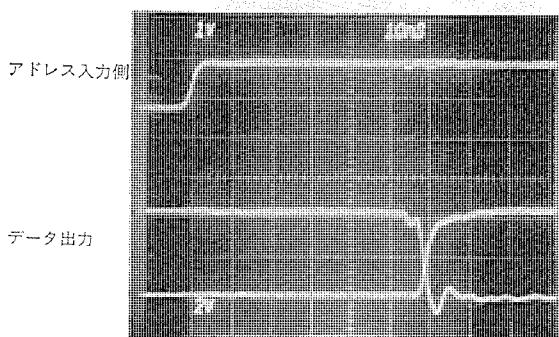


図 8. アドレス入力に対するデータ出力の波形

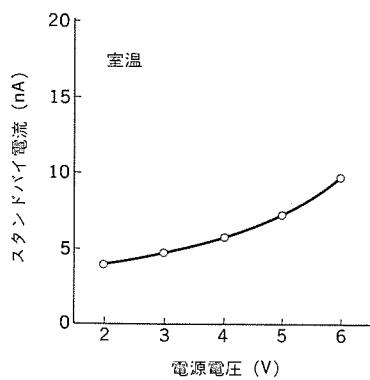


図 9. 待機時電源電流の電源電圧依存性

表 2. 64 K スタティック RAM の性能一覧

構成	8 K ピット
動作電圧	完全スタティック
I/O ベル	5 V 単一
セル構成	TTL コンパチブル
セルサイズ	6 トランジスタ CMOS
チップサイズ	21.0 × 24.5 $\mu\text{m}^2$
アドレスアクセスタイム	100/120/150 ns (最大)
チップセレクトアクセスタイム	100/120/150 ns (最大)
消費電力 (動作時)	100 mW (標準)
	250 mW (最大)
消費電力 (待機時)	50 nW (標準)
	1 $\mu\text{W}$ (最大)
パッケージ	28 ピンプラスチック

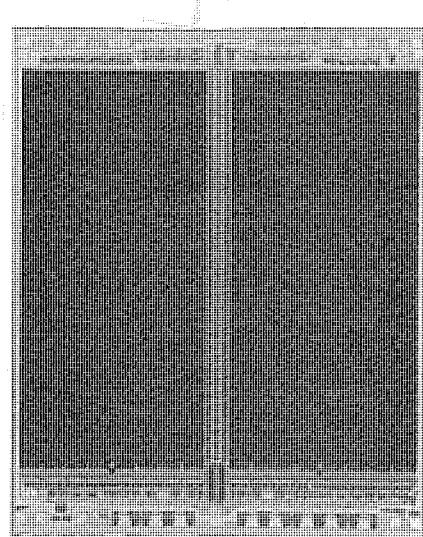


図 10. 8 K × 8 完全 CMOS RAM のチップ写真

あり、電池による記憶内容の保持が可能である。また CMOS 構成のメモリセルを用いているため、 $\alpha$  粒子などによる外來雑音に極めて強く、ソフトエラー率は全く問題ないレベルにある。

この RAM の性能一覧を表 2. に、チップ写真を図 10. に示す。チップサイズは、6.55 × 7.93 mm<sup>2</sup> であり、JEDEC 標準のピン配置となっている。また、600 mil 幅の 28 ピン DIL プラスチックパッケージに収納している。

## 6. むすび

この RAM の特長をまとめると、次のとおりである。

- (1) 6 トランジスタ形 CMOS メモリセルの採用により、10 nA 以下の待機時電流が得られ、バッテリバックアップ応用を可能にした。
- (2) セルアレーとワード線を分割し、1 セルにワード線として 1 層目のポリシリコンと、行選択線として 2 層目のポリシリコンを設ける分割ワード線構造を導入することにより、行選択を階層的に行うこと可能とし、アクセス時間の短縮と消費電流の低減を同時に達成している。
- (3) 高集積化されたチップの歩留りを改善するために、レーザでプログラムを行う冗長回路を内蔵しており、冗長回路には直流電流を全く消費しない工夫がなされている。
- (4) 縮小投影露光技術、反応性イオンエッチング技術などの最新のウェーハプロセス技術を取り入れた 2  $\mu\text{m}$  レベルの 2 層ポリシリコンプロセスにより、約 40 万個の素子を集積している。

## 参考文献

- (1) O. Minato et al.: ISSCC Dig. Tech. papers, pp. 256-257 (1982-2)
- (2) K. Ochiai et al.: ISSCC Dig. Tech. papers, pp. 260-261 (1982-2)
- (3) 有田ほか：三菱電機技報, 57, No. 2, p. 58 (昭 58)
- (4) M. Yoshimoto et al.: ISSCC Dig. Tech. papers, pp. 58-59 (1983-2)

# スポットライト

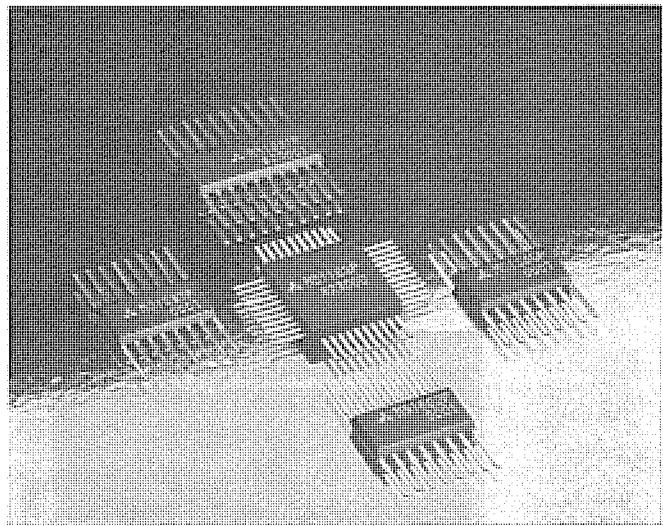
## 3V用オーディオICシリーズ

このたび三菱電機では、3Vコンパクトオーディオセットに対応し、低電圧動作(1.8V保証)、低消費電流、高性能なオーディオ用ICを8品種開発しました。

超小形フラットパッケージを採用し、高出力が必要なICには、高性能バーティカルPNPトランジスタを含む新開発のウエハプロセスを用いています。

M51691Pは、FMフロントエンド部以外のすべての機能を内蔵したチューナー用IC。M51537Pは、ステレオノイズコントロール付きPLL方式MPX用ICで、パッケージは20、16ピンです。M51545Pは、メカスイッチ対応の簡易形プリアンプ用ICでパッケージは16ピンです。M51163PとM51165Pは、電子スイッチ内蔵形多機能プリアンプ用ICで、それぞれ42ピンのパッケージです。更に、M51163PとM51165Pには、音質向上をはかるために、録音アンプにBTL方式を採用しています。

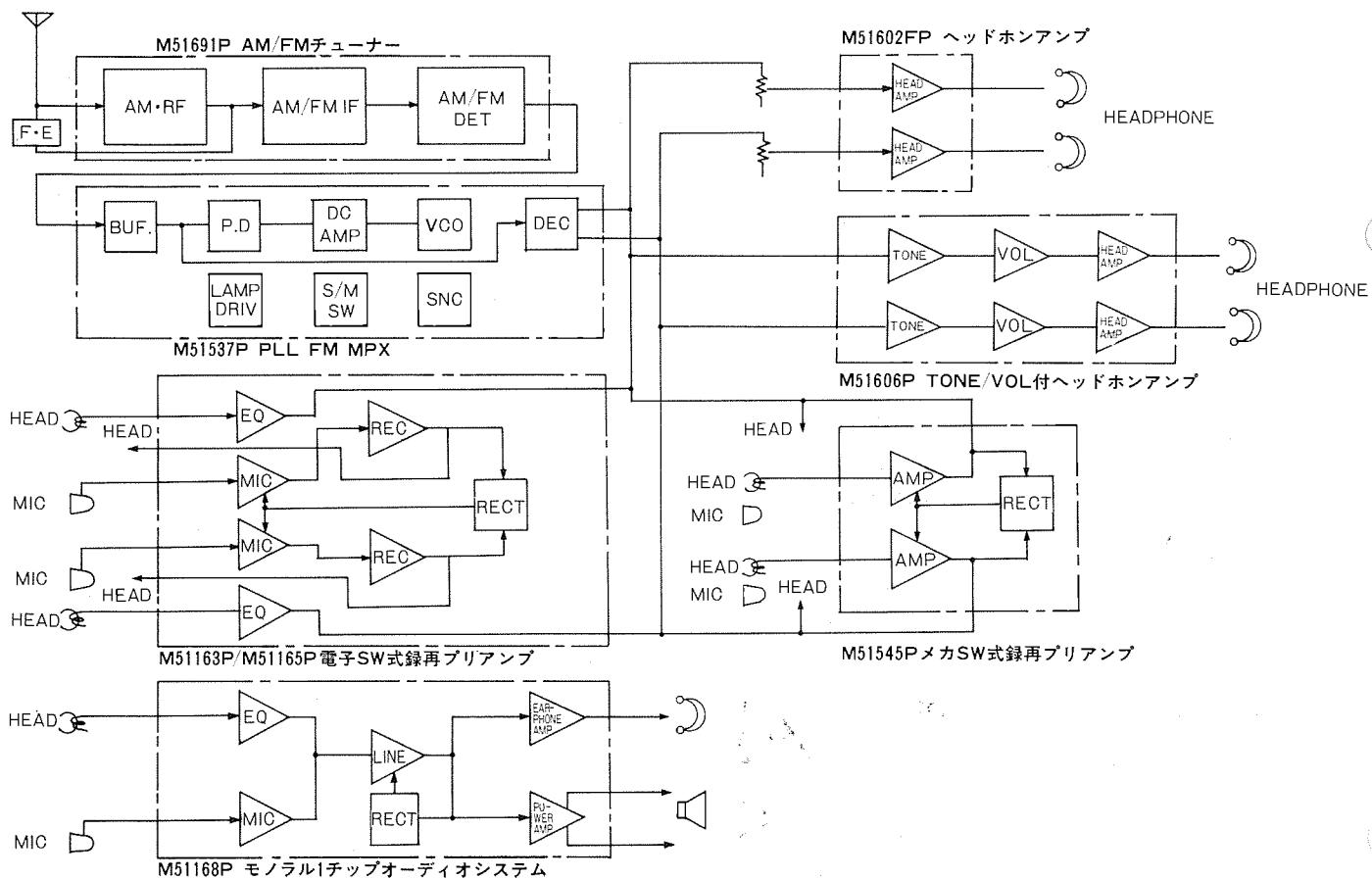
M51602FPは、ヘッドホンアンプ用ICで、 $32\Omega$ の負荷から30mWの出力を得ることができます。M51606Pは、ヘッドホンアン

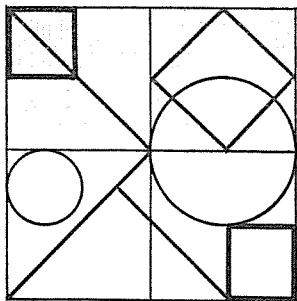


に加えて電圧制御トーンアンプ、ボリュームを付加しています。パッケージは、それぞれ16、24ピンです。

M51168Pは、24ピンに封入したプリアンプ+パワーアンプのモノラル・1チップテープレコーダ用ICです。 $8\Omega$ の負荷から180mWの出力を得ることができます。

3V用オーディオ信号系IC接続図





# 特許と新案 有償開放

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

## 力率自動調整装置 (実用新案 第 1330744 号)

考案者 渡辺京治・西岡隆文

この考案はコンデンサを適宜投入遮断させ、負荷回路の力率を 100% 付近の目標範囲内に調整する力率自動調整装置に関するものである。

この考案の目的はコンデンサの投入遮断回数を最小限にとどめ、力率を所定の範囲内に收めると共に、全コンデンサが投入または遮断されても力率が制御目標範囲に入らない場合は不要の投入又は遮断の信号を発生させぬようにして寿命を高めるようにした装置を提供することにある。

この考案の一実施例を図 1 に、またコンデンサの投入遮断の動作説明を図 2 に示す。図中改善前の負荷  $P$  が増加し、a 点に達すると検出部(4)の出力は下限基準値 A 点を下廻るので投入の指令が発信され、コンデンサ(152)を投入し、無効電力は a 点から b 点に移る。更に負荷  $P$  が増加して c 点に達すると再度投入指令が発信され、コンデンサ(153)が投入され c 点から d 点へ移る。次に負荷  $P$  が減少し i 点に達すると検出部(4)の出力は上限基準値 B を上廻るため遮断指令が発信され、コンデンサ(152)を開放し無効電力は i 点から j 点に移る。次に負荷  $P$  が増加すると c 点に達し、投入指令が発信されコンデンサ(154)を投入し、c 点から d 点に移る。以上の動作を投入用と遮断用の各々のカウント(10A), (10B), 及びデコーダ(11A), (11B)の出力接点が交番動作をして、コンデンサ群が投入され、無効電力の上限と下限の基準 A, B の範囲内に(実線 Q のように)収まるよう自動調整される。

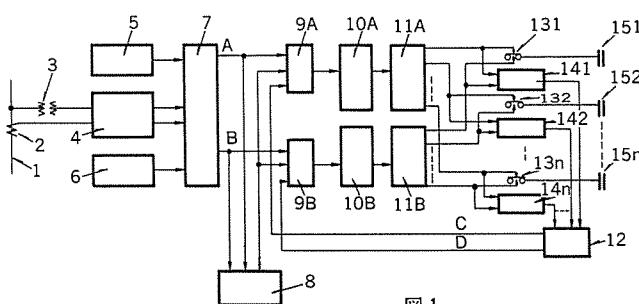


図 1

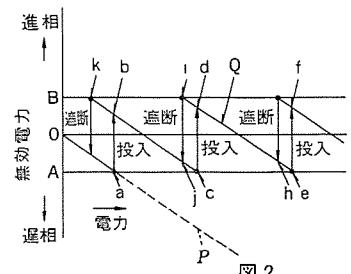


図 2

## 時限回路 (実用新案 第 1440790 号)

考案者 五十嵐正光

この考案は、インピーダンスが高いことから、長時間の時限回路が得られるトリガ素子 PUT (プログラマブル・ユニジャニクション・トランジスタ) を使用し、かつ、その出力によりトランジスタ等を駆動してリレーコイルを連続的に励磁することの出来る時限回路に関するものである。

一般に、PUT はトランジスタ等に比べ、そのインピーダンスが高いことから、この PUT を使用した時限回路が例えば図 1 に示されるように周知である。ところが、この従来の時限回路の出力は、図 2 にあるようにパルス状であり、この出力を使用してトランジスタ等を駆動し、出力リレーコイルを連続的に励磁するためにはその励磁状態を保持させる保持回路を設ける必要がある。

この考案は図 3 のように、トリガ素子 PUT のゲート電圧設定用抵抗  $R_2$  をトランジスタ TR のベース電極 B に接続すると共に、トランジスタ TR のコレクタ電極 C と PUT のアノード電極 A 間に、トランジスタ TR の導通時充電される時限充電用コンデンサ  $C_0$  を接続し、更に、時限完了コンデンサ  $C_0$  に半導体素子  $D_1$  を並列接続することにより、時限完了後、半導体素子  $D_1$  を通して PUT に保持電流を供給し、図 4 に示す出力特性を得るものである。

上記回路構成にすることにより、長時間の時限特性を有し、かつ、時限完了後連続的な出力の得られる時限回路を、特別な保持回路を設けることなく実現することが出来る。

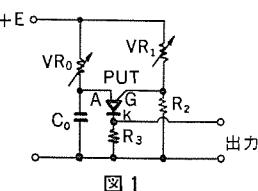


図 1

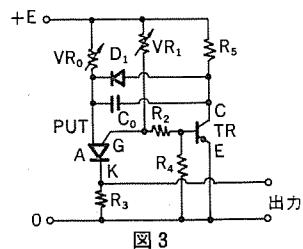
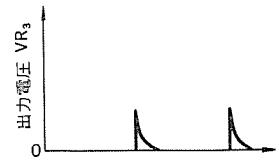
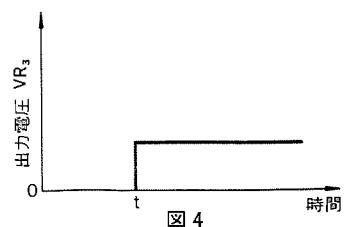


図 3



# 特許と新案 有償開放

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

## 計 数 装 置 (特許 第 1015271 号)

発明者 戸田政義

この発明は電気、ガス等の計量パルスの計数装置に関するものである。

従来この種の計数装置は図1に示す如き送量器(1)と受量器(2)とで構成されており、送量器(1)が受量器(2)の追従能力以上の速度で計量パルスを発進した場合受量器(2)が誤計量を生じ、計数装置としては極めて不都合なことが多かった。

この発明は図2に示すように送量器(1)から発信される計量パルスを高速の電子カウンタ(3a)で計数し、その計数値に追従する第2のカウンタ(3c)を設け両カウンタの計数値が不一致の時にゲート(3d)を開くコンペレータ(3b)を備え、低速の例えは電磁式のカウンタ(3f)の追従できる速度でパルスを発信するクロック信号源(3e)のパルスによりカウンタ(3c)とカウンタ(3f)を駆動することによって、一時的に何等かの原因で送量器(1)が短い間隔で発信した計量パルスをもれなく、低速のカウンタ(3f)が計数できるようにしたものである。このことにより、例えは送量器(1)が複数の発信器から全く同期性のない計量パルスを直列パルスに合成するパルス合成器等であった場合、一時的に高速のパルスが送量器(1)より発信されるが、このよ

うな用途においてもれなく計量パルスを計数することのできる計数装置を構成することができる。

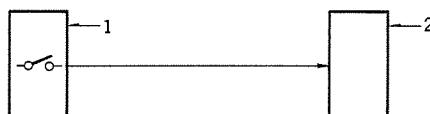


図1

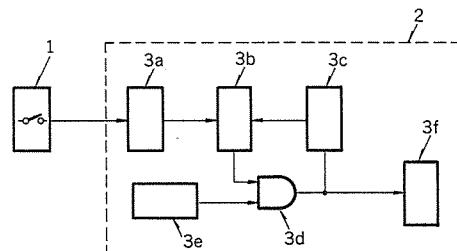


図2

〈次号予定〉 三菱電機技報 Vol. 58 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

委員長	馬場準一	委員	山内 敦
副委員長	岸本駿二	"	柳下昌平
"	三浦 宏	"	櫻井 浩
委員	峯松雅登	"	徳山 長
"	翠川祐	"	柴山恭一
"	佐藤文彦	"	酒井靖夫
"	大年倉像	"	武富大児
"	井上通	"	瀬辺国昭
"	立川清兵衛	"	倉橋浩一郎
"	吉田太郎	"	小原英一
"	野畑昭夫	"	尾形善弘
"	田中克介	幹事	岡田俊介
"	的場徹	12号特集担当	和田宏康
"	野村兼八郎		

### 三菱電機技報 57巻12号

(無断転載を禁ず)	昭和58年12月22日 印刷
	昭和58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	東京都千代田区大手町2丁目6番2号 (〒100) 菱電エンジニアリング株式会社内 「三菱電機技報社」Tel.(03) 243局1767
発売元	東京都千代田区神田錦町3丁目1番地 (〒101) 株式会社 オーム社 Tel.(03) 233局0641(代), 振替口座東京6-20018
定価	1部 500円送料別 (年間予約は送料共6,700円)

# 三菱電機技報 (昭和58年 第57巻) 総目次

1号 技術の進歩特集	5号 圧縮機と冷熱制御特集	9号 ガス絶縁閉閉機器 (GIS) 特集
2号 照明特集	6号 表示・印字特集	10号 直流送電技術開発、計測・制御特集
3号 ファクトリーオートメーション (FA) 特集	7号 交流可変速技術と応用特集	11号 昇降機特集
4号 工業用計算機システム《MELCOM 350-60》特集	8号 オフィスコンピュータ特集	12号 エレクトロニクス応用配電機器特集

## 〈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.....74
2. 電力・エネルギー	1.....18	7. 集積回路と半導体素子	1.....85
3. 産業用システム機器	1.....32	8. 建築関連設備	1.....94
4. 汎用電機品	1.....50	9. 交通	1....104
5. 通信・伝送と宇宙機器	1.....61	10. 家電関連機器	1....116

## 特集論文

### 〈照 明〉

1. 高効率3波長域発光形蛍光ランプ	村上勝男・山崎 均・田中紀彦・明道 成・狩野雅夫	2...129
2. 屋内照明における HID ランプの活用	田中民雄・馬場景一・土橋理博	2...133
3. 最近の住宅照明		藤田敏春
4. 照明器具反射板の CAD システム	明道 成・狩野雅夫・山ノ下真理・深川雅敏・閑 哲明	2...141
5. 照明自動制御システム	大塚洋侯・石井重行・小泉登夫・水原博久・河野教人	2...145
6. マイクロ波放電光源装置とその応用	児玉仁史・吉沢憲治・正田 黙・大貫一志・伴 和生	2...151

### 〈ファクトリーオートメーション(FA)〉

1. ファクトリーオートメーション(FA)の現状と今後の動向	藪 和也・佐竹幸雄	3...193
2. FA, FMS 専用の新しいコンピュータシステム《FACTORY LAND シリーズ》	長井 孝・竹崎智康・中野宣政・杉山 彰・菅 茂	3...197
3. 三菱電機ロボット《MELFA》組立マテハンロボット RH・RL シリーズ	志賀康宣・稻荷隆彦・中野宣政・大富貞行	3...201
4. 三菱電機ロボット《MELFA》溶接ロボットシリーズ	丸山寿一・小村宏次・古池一成・鵜飼 順・神田政典	3...207
5. 炭酸ガスレーザ加工機	八木重典・吾妻健国・橘川 雄・丸山正彦・井上準一郎	3...211
6. 金型加工における電気加工機	小林和彦・高鷲民生・荒檍淳・大丸隆正	3...216
7. 新形数値制御装置《MELDAS-M 2》	米谷光雄・飯田秀正・伊藤暢彦・吉田利夫	3...221
8. ファクトリーオートメーション(FA)応用システム	山田 進・野間 務・三輪登志彦・溝口昌宣	3...225

### 〈工業用計算機システム《MELCOM 350-60》〉

1. 工業用計算機《MELCOM 350-60》モデル 500 のハードウェアシステム		4...265
2. 工業用計算機《MELCOM 350-60》の基本ソフトウェア	朱雀二朗・黒田健児・下間芳樹・科野順蔵・渡辺信也	4...269
3. 工業用計算機《MELCOM 350-60》のソフトウェア開発支援システム	小川義高・菊竹秀夫・野村晃男・大原 彰・池山茂樹	4...274
4. 工業用データウェイシステム《MDWS-60》	加藤幸男・小林 博・竹田栄作・David. G. BLIESNER・大久保忠雄	4...279

### 〈圧縮機と冷熱制御〉

1. 低温用半密閉形圧縮機の新シリーズ	原 明・藤條邦雄・森 常徳・大井手正彦	5...335
2. ツインロータリ式カーエアコンシステム	西沢敏造・勇内和秀・川崎勝行	5...340
3. 低温用ロータリ圧縮機 RL (Z) 形	大石善堂・山田秀彦	5...343
4. 冷凍機の運転制御	川井 治・辻 弘之	5...346
5. 冷凍・冷蔵ショーケースシステムの省エネルギー制御	小松文昭・水原博久・岩瀬 進	5...351
6. パッケージエアコン《Mr. SLIM》の自己診断機能	佐藤康夫・杉本達彦・小林靖夫・中島康雄	5...356

### 〈表示・印字〉

1. 自動車用液晶メータ	伊藤久嗣・近藤信幸・山根啓司・新居宏王	6...403
--------------	---------------------	---------

2. 高解像度カラーディスプレイモニタ	小舟英喜・平居宣威	6…407
3. M 2312/M 2315 キャラクタディスプレイ	小田勇介・片野田和一・山下一昭	6…411
4. カラーブラウン管蛍光面構造の色純度への影響	石井 隆・上羽保雄	6…415
5. 映像表示システム 《オーロラビジョン》	吉岡加寿夫・岩辺一郎・小林弘男・野阪英莊	6…419
6. 高解像度2色ファクシミリ 《MELFAS 8500》	戸村光一・鯨島一博・満田 浩・上野 裕・渡辺公司	6…423
7. ドライバ搭載形厚膜サーマルヘッド	畠部悦生・飛田敏男・山下博實・遠藤孝文・内田晶久	6…428

#### 〈交流可変速技術と応用〉

1. 交流可変速技術の車両への応用	居蔵和徳・加我 敦・大野義隆・小尾秀夫・中本紀明	7…467
2. 電動機可変速制御用汎用 DDC システム	岩永俊之・坪井克剛・小宮弘道・増田博之・荒井喜八	7…472
3. 鉄鋼補機用トランジスタ VVVF 装置	矢野禎成・蘿 幸男・西 祥男・重信正広・原 康博	7…476
4. 圧延用直流多相式サイリスタモータの特性と応用	朝枝健明・松浦敏明・富永善治・細川靖彦・宇高正晴	7…481
5. 工作機用 AC 主軸装置のディジタル化	水野公元・海野真人・坂崎正一・林田隆洋	7…485
6. AC サーボシステム	杉本英彦・松本 宏・竹下虎男	7…489
7. 新形汎用インバータ	長南克彦・多田英明・甲藤政之・宮島 徹・大上正勝	7…493
8. インバータ駆動ポンプ・ファン専用中容量電動機	照山英俊・森 邦雄	7…497
9. 可変速シミュレーション装置の開発と応用	柳沢公人・鎌倉孝幸・大上正勝	7…501

#### 〈オフィスコンピュータ〉

1. オフィスコンピュータの動向及び 《MELCOM 80 オフィスランドシリーズ》	魚田勝臣・福隅正憲・入江正夫	8…535
2. 《MELCOM 80 オフィスランド》 モデル 500・400 とオペレーティングシステム “DPS 10”	渡辺修亭・太刀掛伸一・高須賀立夫・樋口雅宏・山崎洋美	8…540
3. 《MELCOM 80 オフィスランド》 モデル 300・200・100・50	繁沢 実・荒井訓男・背尾 薫・菊地敏幸・木村広隆	8…545
4. 《MELCOM 80 オフィスランド》 モデル 300・200・100・50 のオペレーティングシステム “DPS IV”	小碇暉雄・本間雅美・富沢研三・峰崎秀生・馬場 理	8…550
5. 《MELCOM 80 オフィスランドシリーズ》 のアプリケーションパッケージ	岡 廣昭・木下吉秀・伊藤喜代史・三浦勝行・米沢寛泰	8…554
6. 《MELCOM 80 オフィスランドシリーズ》 のアプリケーション適用事例	石野正彦・大森良平・喜多村重昭・藤川尚史・小林公介	8…559
7. 《MELCOM 80 オフィスランドシリーズ》 のネットワーク・多機能化システム	渡辺義彦・由留部政則	8…563

#### 〈ガス絶縁開閉機器 (GIS)〉

1. ガス絶縁開閉装置 (GIS) の現状と将来	桑原 宏・稻村彰一	9…601
2. ガス絶縁開閉装置 (GIS) における解析技術	松田節之・佐藤邦彦・宮本龍男・荒畑吉邦・本吉健郎	9…604
3. ガス遮断器 (GCB) における解析技術	山田和豊・伊吹恒二・米沢 穂・丹羽春美・佐久間秀一	9…609
4. ガス絶縁開閉装置 (GIS) のシステム技術	田辺俊雄・但田昭司・高塚桂三・今瀧満政・萩野 嶽	9…614
5. ガス絶縁開閉装置 (GIS) の製造技術と管理技術	篠本 栄・小川敦道・仁科 敦・松野輝男・篠原悠浩	9…618
6. 設置環境とガス絶縁開閉装置 (GIS)	吉田頼弘・千葉晴夫・田中久雄・塩見 実・犬塚敬彦	9…623

#### 〈直流送電技術開発、計測・制御〉

1. 新しい直流送電技術の開発	松村 晋・富永正太郎・桑原 宏・永井信夫	10…669
2. 直流送電用ガス絶縁ガス冷却サイリスタバルブ	田邊忠夫・大沢喜信・山本吉彦・丸谷朋弘・佐志田伸夫	10…673
3. ガス絶縁交直変換所用機器	川越英二・今瀧満政・東模良旺・本田義勝・光庵豊一	10…681
4. 直流送電の制御・保護	春本容正・甲木莞爾・下村哲朗・長沢 宏	10…690
5. ガス絶縁交直変換所モデルプラント	阿部陽一郎・矢野昌雄・多田一彦・林 成男・西尾 功	10…695
6. 直流ガス絶縁技術	長谷川清・渋谷義一・仲西幸一郎・荒畑吉邦・吉岡昭義	10…698
7. 直流送電用サイリスタ	中川 勉・大滝 要・庭山和彦・清原豊彦・小久保吉裕	10…702

#### 〈昇降機〉

1. 高速エレベーター用新制御・駆動装置	渡辺英紀・横田 達・釜池 宏・山崎真治	11…739
2. 住宅用小形エレベーター 《コンパクト 4》	吉川 博・野村正実・城 健次	11…744
3. 輸出向け電子化エレベーター	稻毛晴英・川合重貞・米本正志・勢力峰生	11…748

4. 斜行エレベーター	篠田昌孝・森田 進	11…753
5. 車いす用階段昇降装置	栗原照男・寺沢宏保・中村秀樹	11…758
6. 移動足場工法による中高層ビル向けエレベーターの据付け	国岡徹郎・伊藤憲治・阿部洋海	11…762
7. 三菱昇降機の顧客情報管理システム	高野文夫・間仁田俊行・田辺仁夫	11…767

#### 〈エレクトロニクス応用配電機器〉

1. 複合機能形電子式保護装置	伊藤 真・大谷則夫・上田豊樹	12…807
2. 新形電磁開閉器	松本文雄・西迫静隆・大塚重治	12…812
3. ノーヒューズ遮断器とエレクトロニクスの応用—高低圧保護協調に最適—	山本清美・前田信吾・藤久博章	12…818
4. マイコン利用の低圧モータ保護リレー—サーマルリレーの電子化—	柳原正己・近藤一三・和田勇一	12…823
5. 電子式電力量計・電力管理用計器	野口 雄・池田 修・戸田政嘉	12…827

#### 普通論文

1. 大規模燃料基地の電気設備	戸田 忠・戸川隆司・谷口政弘・植田 哲	2…157
2. 新日本製鐵(株)八幡製鐵所納め新熱延設備用電機品	小藪俊昭・小笠原昭宣・三原 誠・志田邦明・川崎宗男・今道周男	2…162
3. 赤熱鋼板クロップ形状認識装置	三宮静悦・白石 順・植木勝也・高嶋和夫・田中 実	2…168
4. 石炭ヤード自動化システム	小沢史郎・真條幸雄・山口克樹・片桐正夫	2…172
5. 新宿 NS ビル向けエレベーター監視システム	橋浦良介・岩地康正・安倍 勉・深沢 豊・鈴木 修	2…178
6. パトカー動態表示システム	桜山 享・阿部 悟・林 信喜・永田良茂・田辺一郎	2…181
7. 16 K ピット CMOS スタティック RAM	有田 豊・河野芳雄・浅井外寿・茅野晋平・舟越也寿宏	2…186
8. 高速大容量二重重ね巻直流機の試作	高月 一・阪部茂一・中西悠二	3…232
9. キュービクル形ガス絶縁変電所	信崎泰秀・丹羽春美・寺田健次・笹森健次・太田照雄	3…236
10. キュービクル形ガス絶縁変電所用ガスしゃ断器	大沼昭栄・矢部 潔・吉光悦司	3…241
11. 陸上掘削リグ用電機品	深田浩一・池見克二	3…246
12. MRT 形負荷時タップ切換器	松本 進・古川一弥・吉田和夫・古川重芳・源川一志	3…249
13. 南極昭和基地設置計測処理システム	福西 浩・佐藤夏雄・藤井良一・荒川直人・中島大輔	3…254
14. 衛星搭載フェーズドアーレアンテナ用小形ダイオード移相器	手代木 扶・小室英雄・青木 浩・松永 誠・折目晋啓	3…258
15. 原子炉核計装用高温核分裂計数管一電離箱の開発	友田利正・深草伸二・山下進一・若山直昭・山岸秀志	4…285
16. 韓国 KETRI(電気通信研究所) 納め大容量短絡試験設備	辺 勝鳳・林 重雄・合田啓治・斎藤博士・斎藤伸朗	4…290
17. 韓国 KETRI(電気通信研究所) 納め 6,000 MVA 短絡発電機	田中正昭・田熊良行・河相成孝	4…295
18. 24 kV 及び 36 kV, 40 kA 大容量ガス遮断器と閉鎖配電盤	堤 透・片山 明・古林 昇・長谷川裕	4…301
19. インバータ駆動時の電動機の機械的諸特性	竹下光夫・佐藤公夫・柳沢公人・清水正義	4…307
20. 《MELCOM-COSMO 900 II》の高速ベクトル演算処理システム	益田嘉直・森 伯郎・藤掛 遵・佐々木良男	4…312
21. 《MELCOM 80》ビジネスグラフシステム	富沢研三・太田将夫・高橋真理・川上孝仁	4…317
22. ソフトウェア品質評価支援システム “SQUARE”	中山俊英・佐伯正夫	4…321
23. 高出力 GaAs FET のパルス動作特性	大橋光雄・酒寄隆雄・鈴木 武・西岡保彦・斎藤日出夫	4…325
24. MASS 付カラジオ RX-240 SY 形	池田洋介・井上弼文・金森一憲	4…328
25. 50 kW りん酸形燃料電池発電システム	岸田公治・西山 杉・平田郁之・浜崎晏行	5…362
26. 発電プラント運転訓練用シミュレータの最近の動向	川畠哲二・若林繁久・長谷川紀夫	5…367
27. 四国電力(株)本川発電所納め総合監視システム	川崎晶司・宮西洋太郎・倉光 寛・実松良次	5…372
28. 水力発電所ディジタル保護継電装置(HDPS)	小林倫明・川勝善治・畠田 稔・岡田 明・木村良一	5…378
29. 分散処理システムのハードウェア、ソフトウェア	古形 昌・中嶋 昇・鷹取東朋・三浦廣伸・岩間一男	5…382
30. 海洋観測衛星 1 号搭載用マイクロ波放射計	石沢禎弘・今谷敏夫	5…387
31. トランジスタモータ	打田良平・山崎辰男・森 好春・浅妻定平・田中 博	5…393
32. 高速大容量 64 K ピットマスク ROM	松尾龍一・張間寛一・高橋広成・田原次夫・松野葉子	5…398
33. 中部電力(株)新三河変電所 550 kV ガス絶縁開閉装置(GIS)	石田秋男・牧野 巧・稻村彰一・宮本龍男・土江 瑛	6…433
34. 電力用変圧器の計測の自動化	徳永博典・大竹一生・神尾昌司・福田司朗・芳田修二	6…438
35. エレベーターの振動解析—居室騒音低減への応用—	杉山美樹・成田正夫	6…442
36. マルチプロセッサ形 1 対 N 集中遠方監視制御装置	金井三男・西川正治・寺地信夫・浜田久志・村田尚生	6…446
37. 工業用マイクロコンピュータシステム 《MELMUS 16》	萱島帶刀・岩崎俊郎・西山幸和・森田俊二	6…450

38. トランジスタインバータ式無停電電源装置	鹿野義郎・守川哲郎・中村 透・綿加英男・金子哲昭	6…454
39. 長崎県防災行政無線向け自動計測機能付き遠方監視制御装置	野田和人・藤井良郎・竹野宏平・鈴木敏明・斎藤素直	6…459
40. 愛知県納め東浦支線地区配水管理システム	三浦 望・城島登士治・牧本健二	7…507
41. 高速道路用振動制御装置	藤野正太郎・丸山 泰・亀井信夫・吉石喜郎・富沢正雄	7…512
42. 在来鉄道車両用総合試験装置	阿武茂生・小林博行・本多隆一・長井成吉・宮川誠二	7…517
43. 加入電話網用専用端末装置	岡村 繁・西村俊彦・林 信喜・田辺一郎	7…522
44. 20 kV 級受配電用小形高性能限流ヒューズ	藤田武彦・不動弘幸・秋定三津男・横内一浩	7…527
45. 車両用主電動機における電着マイカ絶縁システム	西土井進・栗山 啓・小早川芳嗣・橋爪愛一郎・地大英毅	8…568
46. 新形 2GHz 帯 PCM 小容量多重通信装置	一ノ瀬友次・藤田清志・原尾 敦・木下克己・河野正明	8…572
47. 気象用ドップラーレーダーシステム	萩原謙也・若林 勝・浜津享助	8…577
48. 電磁超音波探傷装置	川島捷宏・曾我 弘・岩井邦夫・三好哲夫・実森彰郎・林 修	8…581
49. マイコン制御による省エネルギー・ピークシフト形電気温水器	窪田秀治・原 和夫・伊藤美和・久保 亨・阿川正憲	8…584
50. マイコンによる石油ガス化ファンヒーターの燃熱制御	山口博志	8…589
51. 三菱音声合成学習機《さんすうめきめき》TM-11 MB(R) 形	小林豊博・坪井俊次・関口 浩・上妻親司	8…594
52. 札幌市交通局納め電車教習装置	岸 由久・後藤 茂・三箇良己・吉村元由・芦谷正裕・長井成吉・宮川誠二	9…630
53. 鉄道車両におけるマイクロコンピュータの応用	芦谷正裕・森原健司・本間英寿・小西直行・大野義隆	9…635
54. 総合運動公園集中管理システム	丹波光夫・林 信喜・竹野宏平・岡野 勝・豊村 明	9…641
55. オーストラリア・OTC 納め偏波基準アンテナ及び位相・振幅測定装置	岡野弘志・大河内敏進・藤原知博・伊藤富美夫	9…647
56. GMSK 復調用 LSI	久米敦也・藤田夏男・水川繁光	9…652
57. 三菱半導体圧力センサ PS105	山上偉三・石橋清志・森 敏	9…656
58. 高耐圧大電流トランジスタモジュール	岩本英雄・由宇義珍・高木義夫・高田育紀・小山 博	9…661
59. 総合計装制御システム《MACTUS》の概要	橋本健治	10…708
60. 分散形総合計装制御システム《MACTUS 800》ファミリー	山上信太郎・河合一洋・志岐紀夫	10…710
61. 総合計装制御システム《MACTUS 710》	古木寿人・浅野光雄・古屋鍵司・今田達裕・石崎 貴	10…714
62. 総合計装制御システム《MACTUS 600》ファミリー	松本公雄・清宮忠昭・安居院憲彰・片岡猪三郎・大久保龍二	10…719
63. 1ループコントローラ《MACTUS 200》ファミリー	土屋輝彦・森 俊吾・成原弘修・安藤 隆・古谷悦一	10…725
64. 光ファイバセンサの原理と応用	久間和生・田井修市・布下正宏・佐藤 建・吉永 淳	10…730
65. トランスミッション用異音検出器	深田浩一	10…735
66. 複合発電プラントにおけるトータルディジタル監視制御システム	齊藤義孝・神立文夫・前原史彦・渡部隆行・巽 一馬・横田史朗	11…771
67. 三菱ビル遠隔監視システム《メルセントリー》	中谷 讓・蒲原捷行・徳井一雄・杉山鉄男・宮田敏夫	11…776
68. 光技術応用ビル管理システム	藤原謙一・齊藤正光・湯川健二・臺目義和	11…780
69. 日本道路公団納め中国自動車道牛頭山トンネル換気制御システム	中川昭二・長友利広・小川一郎・真崎和美・中崎勝一	11…785
70. 三菱パーソナルコンピュータ《MULTI 16》日本語 CP/M-86 の特長と機能	山下省治郎・安藤澄夫・成岡祥匡	11…790
71. 高速大容量 128 K ピット EP ROM	外山 敏・香田憲次・張間寛一・小山利弘・安東 亮	11…795
72. VHD 方式ビデオディスクプレーヤー用信号系リニア IC	田口欽也・加藤喜久男・阪口康則・吉富正夫	11…800
73. 低圧電磁接触器における新転流遮断方式	森貞次郎・和田勇一・村井 裕・岡戸弘行・増田 茂	12…834
74. 超電導発電機	上田明紀・兔 太 享・平尾俊樹・岡本紘一・中村史朗	12…838
75. 九州電力(株)高野系統用閉鎖所納め 240 kV ガス絶縁閉鎖装置(GIS)	塩田 博・赤池大吉・尾並弘康・佐藤邦彦・箱井信夫	12…844
76. 光応用リレーシステム	畠田 稔・東 信一・野口好朗	12…850
77. 大画面液晶ディスプレイ《スペクタス》	今井直治・太田 誠	12…854
78. グラフィックデザインシステム 70 (GDS-70) シリーズ	井上 進・広瀬 修・山縣 修	12…858
79. 三菱パーソナルコンピュータ《MULTI 8》	赤桐行昌・田窪昭夫・柴田信之・江村 弘・渡部重彦	12…864
80. 64 K ピット完全 CMOS RAM	吉本雅彦・長尾繁雄・吉原 務・赤坂洋一	12…870

# スポットライト

# 三菱暖・冷房エアコン《霧ヶ峰》シリーズ

近年、省エネルギー暖房としてのヒートポンプの効果が広く認識され、暖・冷房ルームエアコンの総販売台数の半分を占めるところまで成長してきました。

このような市場背景から三菱電機では、このたび壁掛形冷房能力2000～2500kcal/hクラスのヒータレスでエレクトロニクスドライ(除湿機能)付の標準タイプ<sup>3</sup>機種をはじめ、ワイヤレスリモコン付の高級タイプ<sup>9</sup>機種、インバータ搭載1機種など、多彩な新製品を開発・新発売。三菱暖・冷房エアコン《霧ヶ峰》シリーズをますます充実させて、時代のニーズにお応えしています。

特長

#### ●モニターリモコンの採用

操作部と表示を一体化。見易くて、操作も簡単です。高級タイプは、操作部がワイヤレスになっていますから、離れた位置からもコントロールできます。

●エレクトロニクス・ドライメカ(除湿機能)搭載

除湿は、マイコンのプログラムコントロールシステムで行ないます。さらに、室温により暖房気味・冷房気味ドライ運転が自動的に切換えられます。高級タイプのインバータ機種は、湿度センサーによる温湿度制御のドライ運転ができます。

#### ●自動運転回路の採用

スタート室温により、自動的に冷房・暖房・除湿を判断し、自動

**仕様**(上段暖房、下段冷房、50/60Hz)



コントロールの運転ができます。

#### ● ミクロス回路の搭載

三菱独自の新冷凍回路“ミクロス回路”を搭載。ON-OFF時の冷媒ガスの循環に伴うロスを排除し、運転効率の向上を実現しました。また、運転中の高低圧バランスを圧縮機OFF中も保持し、再起動時のロスを極限まで抑えました。(MSHE-2525、2524、MSHZ-2223Rに搭載)

#### ● インバータ搭載

インバータ制御と「ミクロス回路」の組み合わせにより、幅広い省エネルギーの改善がなされています。周波数は30Hz～120Hzまで、可変・負荷に応じた省エネ快適運転コントロールができます。  
(MSHZ-2223Rに搭載)