

MITSUBISHI DENKI GIHO

三菱電機技報



Vol.54 No.9

コンピュータ特集

 未来を開発する
三菱電機

9
1980

三菱電機技報 Vol.54 No.9 1980

コンピュータ特集

目次

特集論文

《MELCOM-COSMO 900 II》の本体装置	1
田淵謙也・横山繁盛・渡辺照久・老田清五	
《MELCOM-COSMO 900 II》の素子実装	6
今村貞良・竹内 哲・有賀幾夫・吉岡 猛	
ミニコンピュータ《MELCOM 70モデル60》	11
福岡正憲・渡辺修亨・木村広隆・斉藤 巧・小嶋滋弥	
オフィスコンピュータ《MELCOM 80》日本語システム	16
浜田 勝・荒井訓男・川上孝仁・本間雅美・吉田瑞穂	
工業用計算機《MELCOM 350-50》の入出力システム	21
橋本健治・中尾好宏・前花芳夫・西出政司	
16ビットマイクロプロセッサ	25
富沢 孝・花村公一・中前美登里・山田達雄・佐藤 茂	
計算機間通信における高性能光ループシステム	30
松永 宏・石坂充弘・中塚茂雄・江口眞行・新沢 誠	

普通論文

たて形レコードプレーヤーのトーンアーム送り機構	37
山本 哲・岡田克己・二川暁美・平松勝蔵	
新しい変電所の構成	41
—北海道電力(株)苗穂変電所へのガス絶縁母線の適用— 柳浦嘉紀・高橋憲隆・左近一郎・但田昭司・佐保和生	
低圧需要家負荷測定装置	46
由利誠司・三好明好・吉原孝夫・沖石良憲	
愛媛県納め鹿森ダム諸量処理システム	51
大仲 悟・竹野宏平・田辺一郎・真坂博好	
7.2kV, 63kA大容量SF ₆ ガスしゃ断器	56
宮本紀男・植田至宏・大野 玲・堤 透・古林 昇	
72.5~765kVがいし形ガスしゃ断器新系列の完成	61
佐藤邦彦・山田和豊・坂本成義・奥野満晴・矢賀雅人	
三菱煙道ガス測定器SA-601形	66
宇野沢 讓・金 文夫・松田 茂・小堺 孝	

特許と新案

けい光放電灯	35
エポキシ樹脂組成物	
断路部を有する電気機器	

当社の登録特許一覧	72
-----------	----

スポットライト

電子温風式家具調こたつ	70
フライホイール式電車線電力蓄勢システム	71
電子カラービジョンシステム《オーロラビジョン》	(表3)

表紙

《MELCOM-COSMO 900 II》電子計算機システム

《MELCOM-COSMO 900 II》電子計算機システムは、《MELCOM-COSMO》シリーズ電子計算機の最上位機種で、昭和54年12月に発表、昭和55年7月に1号機が稼働を開始した。

論理素子には、世界最高水準のゲートあたり0.75nsの遅延時間の高速論理回路(ECL)と1チップ当たり250ファンクションのECL-LSIを使用している。最大8Mバイトの主記憶と、32Kバイトの高速バッファ記憶を持ち、最大16台までの入出力処理装置が接続可能であって、下位モデルの《MELCOM-COSMO 900》の約3~3.5倍の処理能力を持っている。



アブストラクト

《MELCOM-COSM0900II》の本体装置

田淵謙也・横山繁盛・渡辺照久・老田清五

三菱電機技報 Vol.54・No.9・P1~5

900IIは、基本処理装置、主記憶装置、システム制御処理装置の機能と性能を飛躍的に高め、高い性能価格比を実現した大形汎用電算機であり、この論文では、これら本体装置の方式設計、論理構造、性能について述べ、システム制御処理装置を中心とするシステム運転管理、異常監視、自動運転機能等の省力化機能及びシステム再構成制御、保守コンソール機能等の高度のRAS機能についても述べる。

工業用計算機《MELCOM350-50》の入出力システム

橋本健治・中尾好宏・前花芳夫・西出政司

三菱電機技報 Vol.54・No.9・P21~24

情報の集中化と処理の分散化を指向する最近の工業用計算機システムにおける種々の要求に対処するため、工業用計算機《MELCOM350-50》の新しい入出力システムを開発した。新入出力システムは、マイクロプロセッサやROMシーケンサを用いた回路をベースとし、高速化、単純化されたプログラムインタフェースと強化されたRAS機能を持ったものであって、幅広いレパートリーと相まって、新しい工業用計算機システムに適合するものである。

《MELCOM-COSM0900II》の素子実装

今村貞良・竹内 哲・有賀幾夫・吉岡 猛

三菱電機技報 Vol.54・No.9・P6~10

《MELCOM-COSM0900II》では遅延時間がゲート1段当たり0.75ナノ秒の高速論理素子及び1KビットのECLROM/RAM等を使用しており、これらの高性能素子の特性を生かした実装方式を採用する必要があった。

本稿では高速論理素子及びECLROM/RAMの実装上の問題点と《MELCOM-COSM0900II》の実装方式について記述している。

16ビットマイクロプロセッサ

富沢 孝・花村公一・中前美登里・山田達雄・佐藤 茂

三菱電機技報 Vol.54・No.9・P25~29

集積度の向上とともに、マイクロプロセッサは2つの方向に発展しつつある。1つはメモリを内蔵させるシングルチップ化の方向であり、もう1つはCPUそのものの機能を向上させる高機能化の方向である。今回開発した16ビットマイクロプロセッサ M5 L8086Sは、最新のMOS LSI技術を駆使した素子数25,000個に及ぶ高機能マイクロプロセッサである。

本文では、ハードウェアを中心に、機能概略を紹介する。

ミニコンピュータ《MELCOM70モデル60》

福隅正憲・渡辺修亨・木村広隆・齊藤 巧・小嶋滋弥

三菱電機技報 Vol.54・No.9・P11~15

《MELCOM70モデル60》は、ミニコンピュータ《MELCOM70》シリーズの16ビット・モデルの最上位に位置づけられるスーパーミニコンピュータである。ミニコンピュータにおける我が国初のサービスプロセッサの採用をはじめ、キャッシュメモリ、パイプライン制御など新しいハードウェアの方式技術により、高性能で信頼性の高いシステムを実現している。

本文では、ハードウェアの方式上の特長、機能、論理構造について説明する。

計算機間通信における高性能光ループシステム

松永 宏・石坂充弘・中塚茂雄・江口眞行・新沢 誠

三菱電機技報 Vol.54・No.9・P30~34

構内領域における計算機ネットワークや、複合計算機システムの構築に必要な通信サブシステムとして、高性能光ループシステム(LOOP-3)を開発したので、その概要を述べる。

LOOP-3は、体系化された通信ソフトウェアのもとに、通信プロトコルのファームウェア化と、光ファイバ伝送により、高スループット、高レスポンスで、信頼性の高いシステムを実現しており、今後の計算機通信など幅広い適用が期待されている。

オフィスコンピュータ《MELCOM80》日本語システム

浜田 勝・荒井訓男・川上孝仁・本間雅美・吉田瑞穂

三菱電機技報 Vol.54・No.9・P16~20

漢字、ひらがなを本格的に扱えるオフィスコンピュータ《MELCOM80》日本語システムを開発した。このシステムは24×24ドットのワイヤドットマトリクスを有し高品位の漢字を高速に印字できる。ディスプレイは1画面に漢字1,000字の表示ができるとともに各種の表示機能を有している。本文では本格的な日本語マルチワークシステムを構成するハードウェア及びオペレーティングシステムDPS-IIIの特徴につき述べる。

たて形レコードプレーヤーのトーンアーム送り機構

山本 哲・岡田克己・二川暁美・平松勝蔵

三菱電機技報 Vol.54・No.9・P37~40

この報告は、当社で開発したたて形レコードプレーヤーのトーンアーム送り機構の最適設計技術の概要について述べている。この報告では、アームベースとトーンアームの運動を解析し、これらを再生音質の観点から評価する方法を開発し、これにより、量産性がよく、再生音質のよいたて形レコードプレーヤーを開発した。

Abstracts

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 54, No. 9, pp. 21~24 (1980)

The Input and Output Systems for MELCOM 350-50 Industrial Computers

by Kenji Hashimoto, Yoshihiro Nakao, Yoshio Maehara & Masashi Nishide

The input and output systems for MELCOM 350-50 industrial computers have been developed by Mitsubishi Electric to meet demands for integrated information systems and for distribution of the processing capabilities in modern industrial-computer systems. These systems offer a high-speed, simplified program interface in addition to such improved functions as reliability, availability, and serviceability (RAS). They are based on a circuit using microprocessors and ROM sequencers, and owing to their broader capacity will be applied to new industrial-computer systems.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 54, No. 9, pp. 1~5 (1980)

The Main Frame of the MELCOM-COSMO 900II Computer

by Kinya Tabuchi, Shigemori Yokoyama, Teruhisa Watanabe & Seigo Oida

The MELCOM-COSMO 900II is a large general-purpose computer that provides the vastly improved functions and performance of a basic processing unit, a main memory unit, and a system control processor, and has also reduced the cost-performance ratio. The article describes the system design, logical construction, and performance of the 900II, and further discusses manpower savings, including system operation control, the supervisory emergency system, and an automechanism focusing on the system control processor, together with sophisticated RAS functions, including system reconfiguration control and the maintenance console.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 54, No. 9, pp. 25~29 (1980)

A 16-Bit Microprocessor

by Takashi Tomizawa, Koichi Hanamura, Midori Nakamae, Tatsuo Yamada & Shigeru Sato

With the increased capacity in the number of transistors on a chip, the technological advance of microprocessors has branched into two directions. The first is the application of the single-chip packed memory, and the second aims at the high performance to be gained by the use of improved functions in central processing units. The 16-bit M5L8086S microprocessor developed by Mitsubishi Electric offers high performance by virtue of the 25,000 transistors packaged on it by taking full advantage of the latest MOS LSI technology. The article focuses on this microprocessor hardware system, and provides a general description of the functions achieved.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 54, No. 9, pp. 6~10 (1980)

The Packaging and Technology of the MELCOM-COSMO 900II Computer

by Sadayoshi Imamura, Satoshi Takeuchi, Ikuo Aruga & Takeshi Yoshioka

The MELCOM-COSMO 900II employs a high-speed logic IC with a propagation delay time of 0.75 nanosecond/gate and a 1K-bit ECLROM/RAM to establish a high-performance package offering excellent characteristics. The article discusses the ECLROM/RAM packaging problems and the MELCOM-COSMO 900II packaging system.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 54, No. 9, pp. 30~34 (1980)

A High-Performance Optical-Loop System for Computer Communications

by Hiroshi Matsunaga, Michihiro Ishizaka, Shigeo Nakatsuka, Masayuki Eguchi & Makoto Shinzawa

The article describes the LOOP-3, a high-performance optical-loop system developed by Mitsubishi Electric and designed as a communications subsystem for use in the construction of computer networks and computer in-station complex systems. On the basis of the systematization of a communications system, the LOOP-3 establishes high throughput, response, and reliability via communications protocol firmware and optical-fiber transmission, and is expected to be widely used in future communications systems.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 54, No. 9, pp. 11~15 (1980)

The MELCOM 70, Model 60 Minicomputer

by Masanori Fukuzumi, Nobuyuki Watanabe, Hiroataka Kimura, Takumi Saito, & Shigeya Kojima

The MELCOM 70, Model 60 minicomputer is a supermini computer having the most sophisticated performance among the 16-bit models of the MELCOM 70 minicomputer series. The Model 60 is the first minicomputer employing a service processor, and establishes a high-performance, highly reliable system by the use of newly developed hardware technology, including cache memory and pipeline control. This article deals with the features, logical construction, and functions of the minicomputer.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 54, No. 9, pp. 37~40 (1980)

The Development of a Tangential-Tracking Tonearm

by Tetsu Yamamoto, Katsumi Okada, Akemi Futakawa & Katsuzo Hiramatsu

The article discusses the optimum design technology of a tonearm-base drive mechanism for a vertical, linear-tracking, electronically controlled turntable developed by Mitsubishi Electric. It describes the method of evaluation, from the viewpoint of reproduced sound quality, of the results of analyses of the drive mechanism between an arm base and a tonearm, and describes how this enables mass production of the vertical, linear-tracking, electronically controlled turntable with improved sound-reproduction quality.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 54, No. 9, pp. 16~20 (1980)

The MELCOM 80 Japanese-Language Office Computer

by Masaru Hamada, Norio Arai, Takato Kawakami, Masami Homma & Mizuho Yoshida

Mitsubishi Electric has developed the MELCOM 80 Japanese-language office computer offering a greatly improved capability of processing Sino-Japanese characters (*kanji*) and the Japanese syllabary (*kana*). This computer, with a 24×24 wire-dot matrix, combines the performance of high-speed printing with the very complicated Sino-Japanese characters, and offers various display functions, including a maximum display rate of 1,000 characters per picture. The article describes the characteristics of the hardware for use with a sophisticated Japanese-language multi-work system and the DPS-III operating system.

アブストラクト

新しい変電所の構成

—北海道電力(株)苗穂変電所へのガス絶縁母線の適用—
柳浦嘉紀・高橋憲隆・左近一郎・但田昭司・佐保和生
三菱電機技報 Vol.54・No.9・P41～45

北海道電力(株)苗穂変電所は、元、66kVの配電用変電所であったが、電力需要の増大に伴って187kV系が導入され、1次変電所へ昇圧された。この昇圧に際し、敷地上の制約や環境調和对策上から、GISとともに、ガス絶縁母線(GIB)が導入されている。このGIBは、3相一括形では本邦最初のもので、現地で溶接して長尺化したり、鉄塔部立上がりを使用するなど、種々の新しい技術が採用されている。

7.2kV、63kA大容量SF₆ガスしゃ断器

宮本紀男・植田至宏・大野 玲・堤 透・古林 昇
三菱電機技報 Vol.54・No.9・P56～60

原子力、火力発電所の所内補機回路保護用しゃ断器としては、最大容量器である定格電圧7.2kV、定格しゃ断電流63kAのSF₆ガスしゃ断器を開発した。ここにその特長、構造、各種性能等について報告する。このしゃ断器は、単圧式パッファ形、接地金属タンク形消弧室、ばね操作方式の操作機構等の採用により大幅な小形軽量化、高信頼性、高い安全性が達成でき、多くの優れた特長を有しているメタルクラッド収納形しゃ断器である。

低圧需要家負荷測定装置

由利誠司・三好明好・吉原孝夫・沖石良憲
三菱電機技報 Vol.54・No.9・P46～50

柱上変圧器負荷管理システムでは、需要家の口数・使用電力量から変圧器ピークを求める算定式を定め、機械処理により負荷を管理する手法が用いられている。負荷と使用電力量の相関は年々変化する要素を持っている。需要家の電力消費状況の変化を確実に把握し、負荷管理の精度を向上させるため、柱上変圧器バンク内の各需要家の単位時間ごとの使用電力量を簡単に測定する低圧需要家負荷測定装置を開発したので報告する。

72.5～765kVがいし形ガスしゃ断器新系列の完成

佐藤邦彦・山田和豊・坂本成義・奥野満晴・矢賀雅人
三菱電機技報 Vol.54・No.9・P61～65

日本で最初にガスしゃ断器(GCB)を製作した当社は、我が国の条件に適したタンク形の系列を完成し、多くの実績を持っている。今回、がいし形72.5～765kV GCBの新系列も完備し、IEC及び外国規格を満足せしめ、イラク・イラン向けに多数納入した。特に、245kV 1点切り、420kV 2点切りGCBには、消弧室ユニット電圧として世界最高電圧級の245kVを採用するとともに、実機による耐震試験も行き好結果を得た。新系列の概要と特長を紹介する。

愛媛県納め鹿森ダム諸量処理システム

大仲 悟・竹野宏平・田辺一郎・真坂博好
三菱電機技報 Vol.54・No.9・P51～55

愛媛県鹿森ダム堰堤改良事業の一環として、ダムの適正な運用を行うため、ダム諸量処理装置をこのたび納入した。このシステムは、複合マイクロプロセッサ方式による処理装置で、ダム管理に必要な情報を最適な形で、迅速に提供できる機能を有している。

本文では、このシステムの機能・方式及び構成などについて概要を紹介する。

三菱煙道ガス測定器SA-601形

宇野沢 譲・金 文夫・松田 茂・小堀 孝
三菱電機技報 Vol.54・No.9・P66～69

煙道排ガス中のNO_x及びSO₂の同時測定器として当社煙道ガス測定器SA-302形、SA-401形は鉄鋼、電力、セメント製造等の分野で多くの実績をもち好評を得ている。今回、マイコンの採用により、保守点検機能をもたせ保守性を向上し、煙道監視システムへの対応を容易にし、更に自動計測器としてより充実させたSA-601形を製品化した。

本文はSA-601形の概要、構成、特長等について紹介する。

Abstracts

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 54, No. 9, pp. 56~60 (1980)

A 7.2kV, 63kA Large-Capacity, SF₆-Gas Circuit Breaker

by Toshio Miyamoto, Toshihiro Ueda, Akira Ono, Toru Tsutsumi & Noboru Kobayashi

Mitsubishi Electric has developed an SF₆-gas circuit breaker with a rated voltage of 7.2kV and a rated interrupting current of 63kA that offers the maximum capacity of circuit breakers for station service use in auxiliary equipment for nuclear- and thermal-power plants. The article reports on the construction features and performance achieved with this breaker. Housed in a metal-clad cubicle, this breaker displays many excellent features, including size reduction, higher reliability, and greater safety by employing a puffer-type, arc-extinguishing chamber, a column-enclosed grounded metallic tank, and a spring-operated mechanism.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 54, No. 9, pp. 41~45 (1970)

The Application of Gas-Insulated Buses to the Naebo Substation

by Yoshinori Yanaura, Noritaka Takahashi, Ichiro Sakon, Shoji Tada & Kazuo Saho

With growing demands for electric power, a 187kV substation of Hokkaido Electric Power Co. was completed in Naebo as a primary substation to replace a 66kV distribution substation. To cope with such restrictions as the size of construction site and environmental disruption, gas-insulated switchgear and SF₆-gas-insulated busbars (GIBs) have been incorporated in this substation. These GIBs are the first three-phase packaged types, and employ such new technology as welding of the buses and tanks, and installation of various types of apparatus on steel towers.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 54, No. 9, pp. 61~65 (1980)

A New Series of 72.5~765kV Live-Tank-Type, SF₆-Gas Circuit Breakers

by Kunihiko Sato, Kazutoyo Yamada, Nariyoshi Sakamoto, Michiharu Okuno & Masato Yaga

Mitsubishi Electric, producers of Japan's first SF₆-gas circuit breakers (GCBs), a dead-tank type, has now developed a new series, of 72.5~765kV live-tank-type SF₆-gas circuit breakers. They have been delivered to Iraq and Iran, and satisfy both IEC and other standards. In particular, the 245kV single-breaking and the 420kV double-breaking GCB, which employ the world's highest arc-extinguishing chamber voltage of 245kV, have produced good results in seismic tests. The article provides a general description and discusses the characteristics of this new series.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 54, No. 9, pp. 46~50 (1980)

Load-Survey Equipment for Secondary Distribution Lines

by Seiji Yuri, Akeyoshi Miyoshi, Takao Yoshihara & Yoshinori Okiishi

This load-management system for pole transformers employs a means to manage load by computer processing following determination of an equation that calculates the peak transformer load from the number of customers and power consumption. The relationship between load and power consumption represents variable annual elements. The article introduces the technological development achieved in load-survey equipment for secondary distribution lines, and provides a simple method of measuring power consumption at regular intervals for each customer in a pole-transformer bank to determine the variations of power consumption so as to improve the precision of load management.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 54, No. 9, pp. 66~69 (1980)

The Model SA-601 Stack-Gas Analyzer

by Yuzuru Unozawa, Fumio Kon, Shigeru Matsuda & Takashi Kozakai

Developed by Mitsubishi Electric as simultaneous analyzers of the NO_x and SO₂ gases contained in stack gas, Models SA-302 and SA-40 have earned an excellent reputation in the fields of steel, electric power, and cement production. Now, Model SA-601 is being offered as a sophisticated continuous analyzer with emphasis on reduced maintenance, improved checking functions, and simpler compatibility with stack-gas monitoring systems achieved by the use of a microcomputer. The article presents a general description of Model SA-601, together with details of its construction and special features.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 54, No. 9, pp. 51~55 (1980)

A Data-Processing System for the Shikamori Dam

by Satoru Onaka, Kohei Takeno, Ichiro Tanabe & Hiroyoshi Masaka

Dam data-processing equipment has been delivered to the Shikamori Dam in Ehime Prefecture to increase the capacity and functions of the dam. This processing equipment, using a multimicroprocessor system, offers functions that transmit the information required for appropriate, prompt control of the dam. The article provides a general description of the construction, system, and functions achieved with this equipment.

《MELCOM-COSMO 900II》の本体装置

田 渕 謹 也*・横 山 繁 盛*・渡 辺 照 久*・老 田 清 五*

1. ま え が き

《MELCOM-COSMO 900 II》は、《MELCOM-COSMO 900》の後継機種として、最新のテクノロジーを結集して開発した《MELCOM-COSMO》シリーズの最上位機種である。

高速化を図るため基本処理装置には、32Kバイトの高速バッファメモリ、パイプライン制御を行う命令処理ユニット、主記憶装置に対する8-ウェイインターリーブの多重アクセス制御を行う主記憶制御ユニット、高速テーブル変換バッファ(TTB)、高速乗算機構を装備している。更に、0.75 ns/ゲートの高速ECL論理素子、1石当たり250~300ファンクションの高速ECL-LSI、大形10層プリント基板を採用し高密度実装技術と強制空冷方式によって大形機として優れた性能/価格比を実現している。

本文では、《MELCOM-COSMO 900 II》の概要、本体装置の方式設計、論理構造、性能について述べ、更にシステム制御処理装置を中心とするシステム運転管理、異常監視、自動運転機能等の省力化機能及びシステム再構成制御、保守コンソール機能等のRAS機能についても述べる。

図1.に《MELCOM-COSMO 900 II》本体装置の外観を示す。

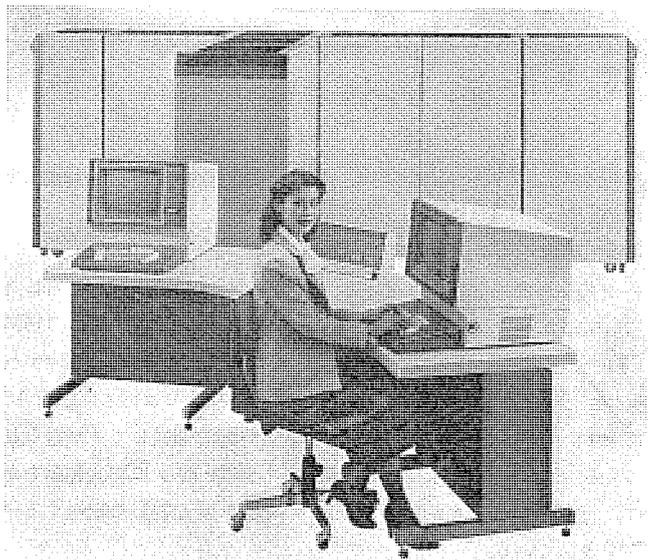


図1. 《MELCOM-COSMO 900 II》本体装置の外観

2. システムの概要

2.1 システムの特長

(1) 《MELCOM-COSMO》シリーズの最上位機種
900 II は、《MELCOM-COSMO》シリーズの最上位機種であり、《MELCOM-COSMO 900》に対し3~3.5倍の処理能力をもち、シリーズのソフトウェア、入出力機器、端末を接続することができる。

更に、バッチ処理、TSS処理、オンラインデータベース、遠隔処理、リアルタイム処理の5つの処理モードを同時に処理する実績のあるUTS/VS(Universal Total Processing System/Virtual Storage)によって、計算機システムに対する多種多様のニーズに適応することができる。

(2) 高速演算性能の実現

基本処理装置には、32Kバイトの大容量高速バッファメモリ、16バイト×2組の命令バッファ、8バイト×4組のオペランドバッファを装備した本格的パイプライン制御、主記憶の8重インターリーブ制御、高速乗算機構などの方式上の工夫を行い、高速演算性能を達成している。

(3) 最新のハードウェア技術

論理回路には、高速ECL素子(0.75 ns/ゲート)、クリティカルパスにはECL-LSI(250~300ファンクション/石)を使用し、高速化を図った。

(4) 可用性、保守性の向上

本体部と独立した2台のサービスマニピュレータを、システム制御処理装置(SCP)として装備し、オペレータコンソール及び保守コンソールとして使用できる。保守コンソールは、運転を継続しながら行う同時並行保守、オペレータコンソール障害時のバックアップ、システムの異常監視、システム状態のCRT画面への表示などを行い、保守性とシステムの可用性を高めている。

2.2 システムの構成

図2.に900 IIのシステム構成図を示す。900 II本体装置は、主記憶装置(MMU)、基本処理装置(BPU)、SVP 2台を含むシステム制御処理装置(SCP)、チャンネル制御処理装置(CHC)より構成する。

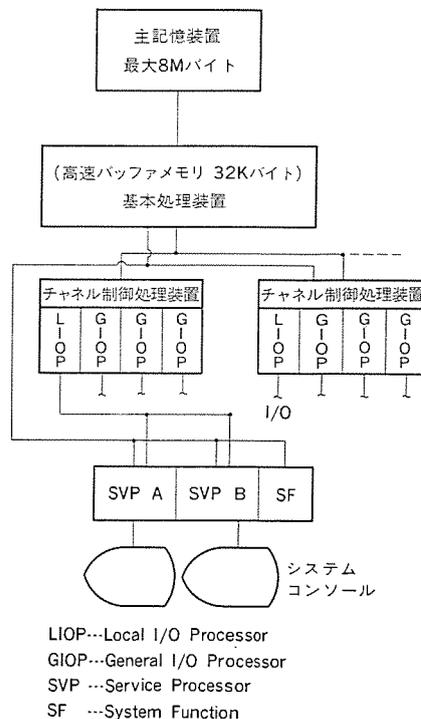


図2. 《MELCOM-COSMO 900 II》システム構成図

* 計算機製作所

表 1. 《MELCOM-COSMO 900 II》 本体部諸元

分類	項目	内容
主記憶装置	記憶素子	N-MOS LSI (16K ビット/石)
	記憶容量	最大 8M バイト
	増設単位	2M バイト
	インタリーブ	8-way インタリーブ
	アクセスタイム	560 ns/8 バイト
	読出し幅	8 バイト+1 チェックバイト
	最大転送レート	114 M バイト/秒
停電保護	バッテリー標準装備	
高速バッファメモリ	アクセスタイム	70 ns/8 バイト
	構成	16 ロー×32 カラム×64 バイト(ブロック)
	記憶容量	32 K バイト
基本処理装置	命令アドレスレジスタ	2 組
	命令バッファ	16 バイト×2 組
	オペランドアドレスレジスタ	4 組
	オペランドバッファ	8 バイト×4 組
	命令キュー	4 組
	アドレス変換バッファ	128 エントリ×2 組
	アドレス空間スタック	29 組
	命令数	213
	命令長	4 バイト
	アドレス方式	直接, 間接, インデックス, ベースレジスタ, 直接オペランド
	アドレス変換	マップアドレス変換, テーブルアドレス変換 (1 レベル, 2 レベル)
	データ形式	2 進, 10 進, 浮動小数点 (単精度, 倍精度, 4 倍精度)
	割込レベル	最大 48 レベル
入出力処理装置	汎用入出力処理装置	2.2~3.0 M バイト/秒 (最大 12 台)
	多重入出力処理装置	70~90 K バイト/秒 (最大 4 台)

主記憶は最大 8M バイト, 1 BPU に対し最大 4 台の CHC, 各 CHC に対し最大 4 台の入出力処理装置 (IOP) (計 16 台の IOP) を接続することができ, 標準的構成では, 本体部は 4,176×2,415 mm (10.1 m²), システムコントロールは 2,894×1,073 mm (3.1 m²) の平面積に設置することができる。

またシステムの高性能化に伴う大容量ファイルや多数の通信回線の接続のために, 入出力スループット (最大 19M バイト/秒) を高めた。

2.3 基本仕様

表 1. に 《MELCOM-COSMO 900 II》 の本体部諸元を示す。

900 II は, 《MELCOM-COSMO》 シリーズの最上位機種として従来の《COSMO》 シリーズとの互換性を保つとともに, 高速化を図るため本体装置のハードウェア仕様を大幅に拡大した。

各ユニットの方式設計, 論理構造の詳細は 3 章以降で述べる。

3. 主記憶装置 (MMU)

3.1 構成

主記憶装置は図 3. に示すように記憶部 (BMU) と制御部 (MCU) より構成する。BMU には, 2M バイトを単位として, 最小 2M バイトから最大 8M バイトまで実装できる。BMU は 8 個の論理バンクに分かれ, 各バンクが 8 バイト幅 (64 データビット + 8 ECC ビット) のデータの書込み又は読出しを互いに独立して行うことができる。

MCU は BPU クロックと完全同期で動作し, BPU より送られてくるアドレス情報, 制御情報により対応するバンクへの書込み, 読出し

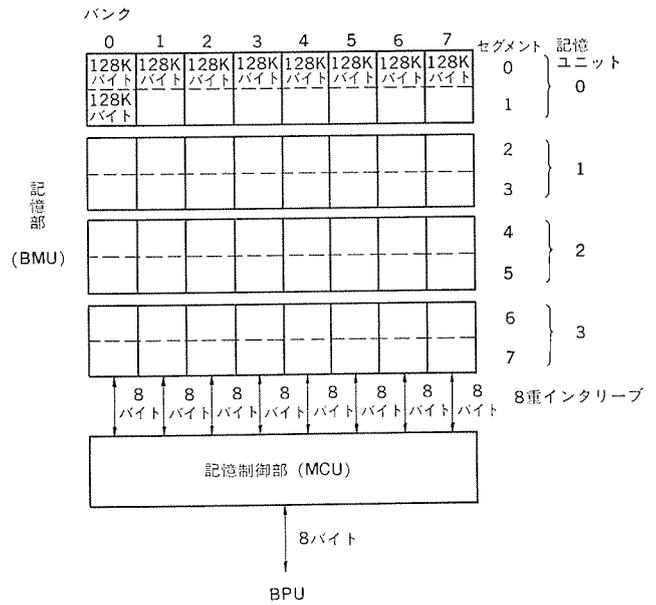


図 3. 主記憶装置の構成

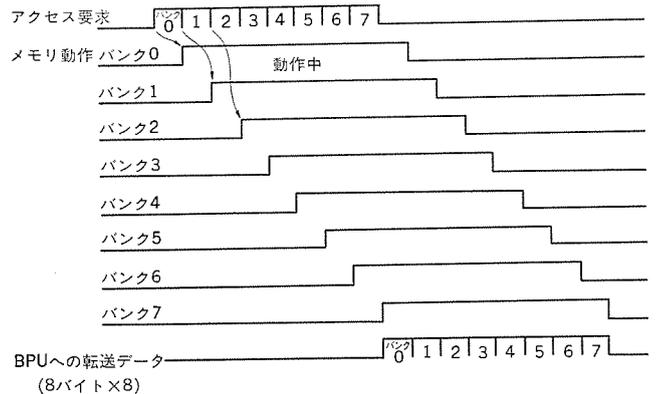


図 4. 8重インタリーブ動作タイミング

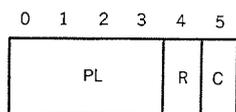
を制御する。MCU には, ECC (誤り訂正) 機構, 記憶保護機構を含む。

3.2 8重インタリーブ制御

データの転送能力を高めるために, 8 個の異なる論理バンクに対しオーバーラップしてアクセスを許す 8 重インタリーブ制御方式を採用し, 114M バイト/秒の最大転送レートを実現した。この方式は, バッファメモリへのブロック転送時に効果が大きく, その場合の動作タイミングを図 4. に示す。このタイミングは, BPU より一定間隔で連続して 8 回送られてくるメモリアクセス要求に対して, MCU が各バンクに順次起動をかけ, 一定時間後に 8 バイトの読出しデータを 8 回連続して転送する動作を表している。

3.3 記憶保護

多数のプログラムを同時に処理する場合に, 各プログラムが互いに他のプログラムの情報を無断でアクセス又は破壊しないように, 主記憶の保護を行っている。これには実アドレスに対する保護 (書込保護) と論理アドレスに対する保護 (アクセス保護) とがある。書込保護は主記憶の全領域に対して, 2 K バイト (ページ) 単位で行われ, ページごとに図 5. で示す記憶制御コードを割当て, MCU 内のロックメモリに格納している。各プログラムはおのの対応する記憶保護キーと, ロックメモリ中の記憶保護コードとが一致した場合にのみ, 該当ページへの書込みが許される。



PL：記憶保護ロック
R：参照ビット
C：変更ビット

図 5. 記憶制御コード

アクセス保護は、論理ページ単位に行われ、BPU内の論理アドレス変換用テーブル変換バッファ(TTB)中のアクセス制御コードによって、読み出し、書き込みの制御を行っている。

3.4 主記憶装置におけるRAS機能

(1) 1ビット誤り訂正, 2ビット誤り検出

64ビットのデータに対し、8ビットの冗長ビットを付加し誤り訂正符号を構成し、1ビット誤りの自動訂正、2ビット誤りの自動検出を行っている。

(2) 障害の検出、記録

アドレス、データ、各種制御信号の伝送回路及び制御論理回路の障害を検出しMCU内のレジスタにその内容、発生時の状態を記録する。この情報をシステム制御処理装置(SCP)のフレキシブルディスクにログアウトすることにより障害の解析、修復を容易にしている。

(3) 再構成制御

SCPからの制御により、主記憶を図3.示すセグメント(1Mバイト)単位にアドレス付けすることができるので、障害の発生したセグメントを切り離し主記憶を再構成して縮退運転を行うことができる。

4. 基本処理装置 (BPU)

図6.に示すように基本処理装置は、命令処理ユニット(IPU)、高速バッファ制御ユニット(HBU)、命令実行ユニット(EXU)、保守ユニット(MAU)で構成する。各ユニットはそれぞれ独立に動作しながら全体で命令の処理を行う。以下各ユニットの動作を概説する。

4.1 命令処理ユニット (IPU)

IPUは命令の前処理を行うユニットであり、いわゆるパイプライン制御を行う。HBU経由MMUからの命令のフェッチ、命令のデコード、オペランドのプリフェッチを行い、EXUに渡しその使用効率を最大にするように制御する。主要構成要素として、命令アドレスレジスタを2組、

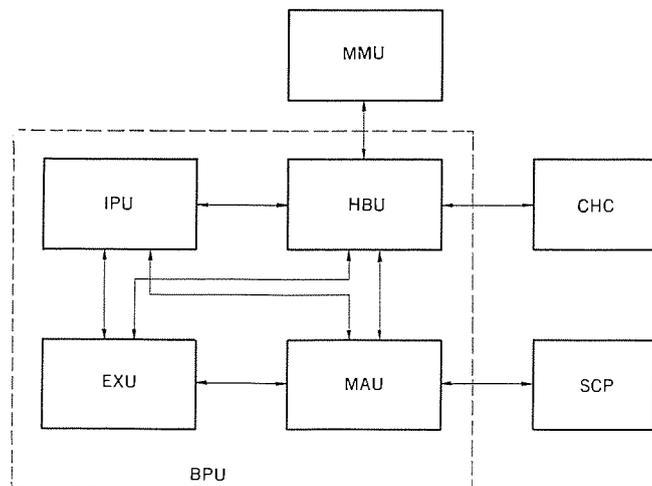
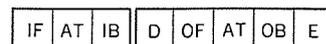
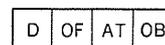
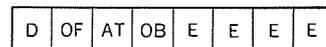
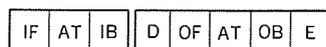
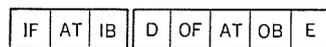


図 6. 基本処理装置の構成



IF 命令読み出しリクエスト
AT アドレス変換
IB 命令読み出し
D 命令デコード
OF オペランド読み出しリクエスト
OB オペランド読み出し
E 命令実行

図 7. 基本処理装置のパイプライン制御

16バイトの命令バッファを2組、オペランドアドレスレジスタを4組、命令キューレジスタを4組、アドレスインクリメンタ、アドレスアダー等を持つ。IPUはHBU, EXUとは独立に動作し、図7.のようにパイプライン制御で命令の前処理を行い、2進ロード、ストア、加減算等の基本命令については、1クロック単位に処理結果をEXUに渡す。4組の命令キューレジスタを使用することにより、最大4命令までの命令の前処理まで先行して行うことができる。またブランチ命令の高速化のため、ブランチ命令がデコードされ、それが成功と予測されると、2組の命令アドレスレジスタと命令バッファのうち使用していないほうの組を使って、ブランチ先の命令をフェッチし、命令デコードを行い、オペランドのプリフェッチまで行う機能を持たせている。更に間接命令やスタック命令の高速化のために専用ハードウェアを装備している。

4.2 高速バッファユニット (HBU)

HBUはIPU, EXU及びIOPからのメモリリクエストを受け、論理→実アドレス変換、高速バッファメモリ制御、主記憶アクセス制御を行うユニットである。

256エントリのテーブル変換バッファ(TTB)、29エントリのSTPスタック、32Kバイトの高速バッファメモリ、メモリ制御部で構成する。

HBU制御はIPU, EXUからのクロックごとの連続フェッチリクエスト、連続ストアリクエストを受け可能なように高度のパイプライン制御を行っている。TTBは論理アドレスを実アドレスに高速に変換するためのもので、1度メインメモリ上の変換テーブルによりアドレス変換が行われると、論理アドレスと実アドレスの対がTTBに登録される。以降のアドレス変換はTTBにより高速に行う。また29エントリのSTPスタックを持ち、最近に使われた29個までの異なるアドレス空間の変換対が同時にTTBに登録可能である。更にTTBの使用効率を高めるため、TTBの空間単位の消去、空間中のページ単位の消去機能、共通領域の指定機能がある。共通領域とは、管理プログラムの領域のように、異なるプログラムで共通に使用している領域である。この指定を行うことによってTTBへの登録をプログラムごとに別エントリに登録しないで1つにまとめることができ、TTBの使用効率を高めることができる。高速バッファメモリは図8.で示すように、1ブロック64バイト、32カラム×16ローで構成し、1クロックに8バイトのデータフェッチ又はストアが可能である。マッピングアルゴリズムにはセットアソシアティブ方

式、入替えアルゴリズムはLRU (Least Recently Used) 方式を採用し、高いヒット率を実現している。HBU はまた IOP (入出力プロセッサ) とのデータインタフェースと入出力バッファを持ち、IOP からのメモリクエストを制御する。

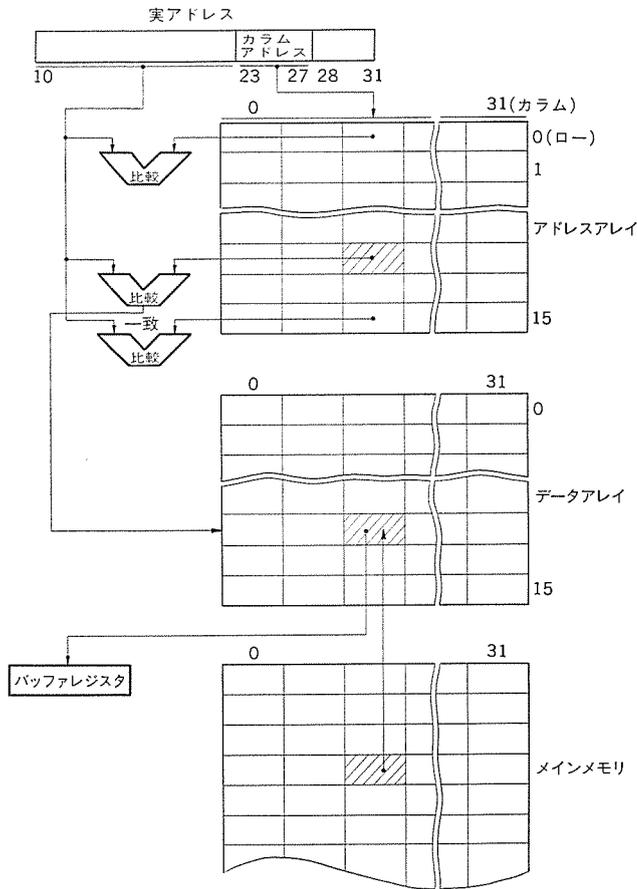


図 8. 高速バッファメモリのマッピング方式

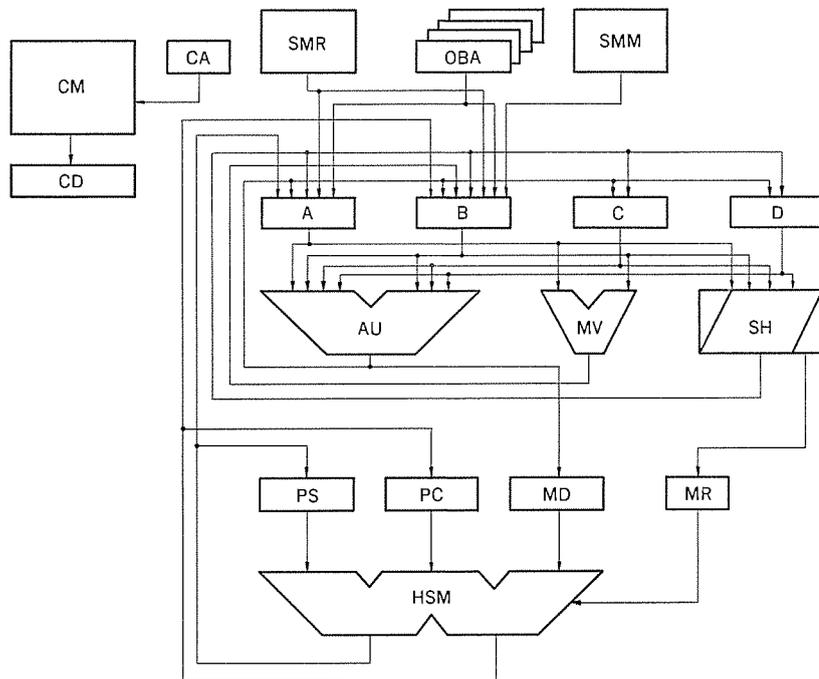


図 9. 命令実行ユニットの構成

4.3 命令実行ユニット (EXU)

EXU は IPU で前処理された命令の実行を行うユニットである。

図 9. に示すように、ワーキングレジスタ、演算器 (ALU)、シフト (SH)、ムーバ (MV)、スクラッチメモリ (SM)、高速乗算器 (HSM)、制御メモリ (CM) 等で構成している。

演算器は 64 ビットの 2 進加減算、10 進加減算、論理演算が可能である。シフトは 64 ビットのデータの 0 ビットから 64 ビットまでの任意ビットのシフトと PACK, UNPK 命令のためのパックシフト、アンパックシフト機能を持つ。この機能は、演算器の 10 進加減算とともに、10 進関連命令の高速化に寄与している。

ムーバはバイト単位のデータの 2 進加減算、論理演算を行い、スクラッチメモリは 64 ビット×256 ワード×2 組で構成され、4 組のはん(汎)用レジスタ、ベースレジスタとワーキング用に使用する。2 組のスクラッチメモリの装備により RR タイプ命令の高速化を図っている。また高速乗算器が標準装備され、64 ビット×16 ビットの乗算が 1 クロックで行われ、32 ビットの乗算命令は 4 クロックで実行できる。EXU での命令実行は 2 進ロード、ストア、加減算等の基本命令はほとんど 1 クロックで終了する。また EXU の制御は 126 ビット幅のマイクロプログラムで行われ、機械語命令の他ファームウェア、マイクロ診断等を実現している。

4.4 保守ユニット (MAU)

MAU は基本処理装置の保守診断のためのユニットであり、他のユニットと独立に動作するマイクロプロセッサである。サービスプロセッサ (SVP) とのインタフェースを持ち、SVP からの指令に基づく各種診断動作、障害発生時の命令のリトライのためのデータバッファリング、内部レジスタのログアウト制御等の機能をもつ。

5. システム制御処理装置 (SCP)

システム制御処理装置はシステムの基本的な制御 (運転, 操作, 監視, 記録, 診断, 構成制御等) を行う独立した処理装置である。

図 10. に示すように、システムファンクション (SF) 部と 2 台のサービスプロセッサ (SVP) 部とから構成する。

SF は割込処理機構とタイムオブディックロックで構成する。割込処理機構はシステムグループ、カウンタゼログループ、入出力グループ及び外部グループ 2, 3, 4, 5 の割込みグループを含む。外部グループはそれぞれ 12 レベルの割込みレベルを持ち、合計 48 レベルの割込みレベルの設定が可能である。外部グループ 3, 4, 5 はオプションである。また SF は、ダイレクト入出力機構、制御パネル等を簡単に制御できるパネル入出力機構、計算機結合機構をオプションで付加することができる。

SVP はシステムのリモート診断を含む RAS 機能向上とシステム運用の省力化を図るための装置である。2 重系を採用し信頼度を高めるとともに通常運転では、オペレータコンソールと保守コンソールとに機能を分担して動作する。SVP にはカラーディスプレイ、キーボードとフロッピディスク装置とをそれぞれ専用に装備している。リモート診断用のモデムとオプションの補助コンソール用ディスプレイ、キーボード装置は 2 台の SVP が共用可能な構成としている。また構成制御機構、オプションの自動運転機構、音声出力コンソール付加機構は 2 台の SVP より制御可能として

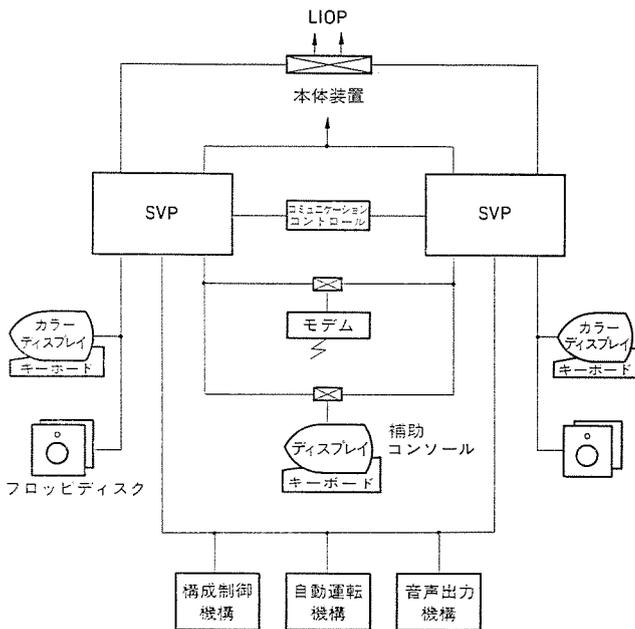


図 10. システム制御処理装置 (SCP) の構成

いる。

オペレータコンソール機能は、計算機システムの運転に必要なマニュアル操作、OS との情報交換及びシステムの構成制御を分担し、保守コンソール機能は、システムの異常監視、記録、解析及び異常部の診断機能を持つので、システム運転を継続しながら同時並行保守も可能である。また保守コンソールは、システムの運転状態を一定周期で表示するシステム運転状態表示 (ADSP) 機能も持つ。2 台の SVP は一定時間間隔で互いに動作確認を行い、もし一方の SVP からの応答がなくなると他方の SVP がオペレータコンソール機能と異常監視、記録機能を自動的に代行し、故障と判断された SVP をシステムから切り離しシステム運転を継続する。

定期保守並びにハードウェア、ソフトウェア要因のシステム障害発生に対する原因追求と障害の回避処置をリモートから可能とする MERIT (MELCOM REMOTE INSTRUCTION BY TELECOMMUNICATION) システムの接続は SVP により行い、広範囲なサービス網の確立により、即時処理による均一な保守サービスをユーザーに提供する。

補助コンソールはオペレータコンソール機能の代行及び 500 m まで延長設置が可能のため、計算機室外からシステム運転操作が可能である。自動運転機構は OS のもとで動作する自動運転制御プログラムと結合し、計算機の自動 (無人) 運転システムを構築するハードウェアであり、SVP により制御される。自動運転システムは、計算機操作員の省力化を主目的とした計算機運用システムである。あらかじめ計画したスケジュールに従ってジョブの実行、計算機電源及び計算機付帯設備 (空

調、照明等) 電源の切断、投入並びにその後のジョブの継続などを操作員の介入なしに自動的に行う。また環境異常検知時の処理機能も備えている。

音声出力コンソール付加機構は、運転中に生ずる介入操作要求、警告等のメッセージを音声で操作員に知らせるもので、操作員がほかの作業をしながら計算機操作を行う場合に効果を発揮する。

6. RAS 機能

RAS 機能には、一般に回復機能と修復機能とがあるが、900 II ではこれらの機能について大形汎用機としての高い可用性を実現するために、従来のシステムより質的に高度の RAS 機能を装備している。

(1) 命令再試行: 24 バイトの再試行データバッファを持ち命令実行前に再試行に必要なオペランドをバッファリングすることができるので、従来のシステムより再試行可能な領域が著しく増大している。

(2) きめ細かいエラー検知回路: 障害を検知するためのパリティチェック、高速乗算回路の剰余チェック、演算回路の 2 重化による照合チェックなど豊富な障害検知回路を備えていて計算の正当性を確実に保証することの他に障害箇所がチェック出力により指摘できるように設計している。

(3) 自動縮退運転: TTB 及び高速バッファメモリについては障害発生時にその一部を切り離して運転を継続できる。

(4) ログアウト: エラー発生時の全内部状態を SVP の制御によってフレキシブルディスク装置にログすることができ、障害の自動解析に使用し、間欠障害箇所を指摘することができ。

(5) マイクロ診断: 命令機能診断プログラム、システム診断プログラムの走行不可能な障害状態におけるハードコア部分を対象とした診断を SVP の制御によって行うのがマイクロ診断であり、BPU の保守ユニットのサービス機能を利用することにより MTTR の短縮を図っている。

(6) トレース機能: BPU と独立に動作するトレース機構を内蔵しており 32 クロック期間にわたる信号値の変化を連続的に記録し、SVP より指定した事象の発生により記録動作を凍結し内容を CRT 上に表示することができる。

上記の機能は遠隔診断端末上でそのまま実行でき MERIT システムで保守支援の重要なツールとなっている。

7. むすび

以上 900 II の本体装置の概要について述べた。また 900 II 開発に当たり論理シミュレーションシステム、LSI の CAD システムなどの開発支援システムを整備した。

今後は、このシステムに対する保守支援に一層の努力を払うとともに、性能の向上、マルチプロセッサシステムの導入などのシステムの拡充を図りユーザーの要求、期待にこたえてゆく所存である。

《MELCOM-COSMO 900II》の素子実装

今村 貞良*・竹内 哲*・有賀 幾夫*・吉岡 猛*

1. ま え が き

《MELCOM-COSMO 900 II》では高性能化を目的として、ECL 100 Kシリーズ という極めて高速の論理素子及びメモリ素子を使用した。一般に素子が高速になるにしたがって、その実装は技術的により難しくなるが、《MELCOM-COSMO 900 II》の実装設計では、特に下記のような点を配慮した。

(1) 素子の高速性を生かすために素子間の配線長を可及的に短くする。具体的には10層の多層プリント配線板を用いた高密度実装方式を採用した。

(2) 素子が高速になればなるほど消費電力が増大するために実装コスト特に冷却コストは増大するが、強制空冷方式を採用して冷却コストの増大を抑えた。

(3) ECL 100 K のプログラマブルリードオンメモリ (PROM-1 Kビット) 及び168ゲートのECLゲートアレー等を使用してハードウェア量の削減を行った。

(4) ラインのインピーダンスについては、プリント配線板の製造の容易性、素子のライン駆動能力、消費電力の抑制などを考慮して約100Ωのラインインピーダンスで設計した。

《MELCOM-COSMO 900 II》の実装設計で配慮した点を要約すれば、高性能の素子をいかに低価格の実装方式で、性能を生かした実装にするかという点にあった。

2. ECL 論理素子

2.1 MSI, SSI

従来の《MELCOM-COSMO》シリーズでは性能価格比の最適条件から、主な論理素子はTTL (Transistor-Transistor Logic) ICを使用してきた。一般に知られているように、高速性能のためにはTTL ICよりECL (Emitter-Coupled Logic) ICのほうが優れており、900 II ではその高速性能の要求から、全面的にECL ICを採用している。

表1. に従来ICとの比較を示す。スイッチング速度は従来ICの約1/3になっており、このECL ICは現在得られるICの中で最高速のものである。またECL ICは消費電力が多いため、システム全体の給電、冷却設計はTTL IC使用のものに比べて、難しくかつコスト高でもあったが、今回採用したECL ICには、内部に温度補償、電圧補償回路が組込まれているため、冷却、給電実装が単純になり、実装でのコストアップの要因を除くことができたと同時に、システム全体の信頼性向上にもつながっている。また24ピンパッケージを使っているので、パッケージ当たりのピン効率、集積度が向上している。

2.2 論理LSI

前述したように、SSI/MSIとして極めて高速のものを使用しているが、一方で後述するように素子間の配線による遅れが素子内部の遅れに対して相対的に大きくなっていくため、LSI化による高速化が必要となる。900 II でははん(汎)用性と高速化に対する効果を考

表 1. SSI/MSI の比較

項目	回路方式	TTL	ECL
	シリーズ	74S シリーズ	100 K シリーズ
使用機種		MELCOM-COSMO 900	MELCOM-COSMO 900 II
集積度		1~100 ゲート	3~150 ゲート
スイッチング速度		3 ns/Gate	0.75 ns/Gate
消費電力		20 mW/Gate	40 mW/Gate
電源電圧		+5 V	-4.5 V
電圧、温度補償		—	有
パッケージ		DIL (Dual in-line)	24ピンフラットパッケージ

表 2. LSI 仕様

集積度	250 ファンクション
スイッチング速度	0.7 ns/Gate
消費電力	4 W/チップ (TYP)
電源電圧	-4.5 V
電圧、温度補償	出力ゲートのみ有
パッケージ	68ピンフラットパッケージ
品種展開方式	マスタスライス方式

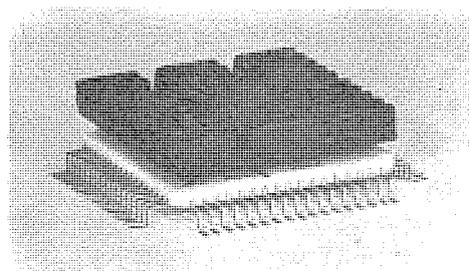


図 1. LSI パッケージ

慮して6品種のLSIを開発した。このLSIを900 IIの本体部分で約300石使用している。

表2. にLSIの仕様を示す。このLSIは、前述のSSI/MSIと混在して使用できるように、電源電圧、入出力特性はSSI/MSIのそれと一致させている。またこのLSIはSSI/MSIに比べて消費電力が大きくなるが、低熱抵抗のパッケージ及びヒートシンクの開発により、SSI/MSIと同一温度条件下で動作できる。図1. にヒートシンクを付けた状態のパッケージを示す。パッケージの大きさは、約25mm角である。LSIの品種展開はマスタスライス方式であり、LSI内部の基本セルは3入力OR/NORであり、ワイアードOR/ANDも可能で

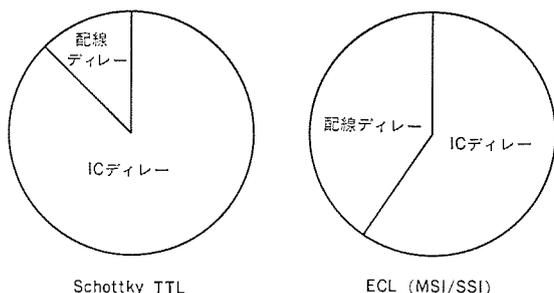


図 2. 配線ディレイの占める割合

ある。1～4セルでマクロゲートライブラリがあらかじめ定義され、これらを用いて論理設計を行った。LSI 開発フローでは、十分な CAD (Computer Aided Design) サポートを行っている。

2.3 配線設計

論理素子の高速化に伴い、システム性能(速度)に占める配線によるディレイの割合が増大する。従来の TTL IC と 900 II の ECL の場合の比較を図 2. に示す。この配線ディレイをより小さくするためには、配線長を短くする必要があり、その方策として考えられるのは 1 つは前述の LSI 化であり、1 つは高密度実装である。900 II では、後述するように大形 (310×290 mm) の多層 (10 層) プリント基板を使用することにより実現している。

一方、ECL 素子のような高速論理素子を使用するときには、ディジタル信号でも、いわゆる高速伝送線路として扱わなければ、反射、クロストーク(漏話)により、実際の配線長の数倍の配線ディレイが生ずる。そこで 900 II では、特性インピーダンス(Z_0)が 100Ω のマッチングのとれた伝送系を形成している。高速伝送系では、特性インピーダンスが 50Ω の伝送系が一般に使用されているが以下の点を考慮して 100Ω 系を選択した。

- (1) プリント基板での実現の容易さ。
- (2) ディスクリット配線材の工作性、コスト。
- (3) 伝送系の低消費電力化。

しかし、特性インピーダンス 100Ω の系は、50Ω の系に比べて信号間の漏話、負荷の多い場合の容量性の反射、あるいは伝送系のインピーダンスの低下による負の反射がより顕著に現れるなど 100Ω 系のほうがかえって技術的に難しい面がある。900 II では主に以下の対策により、これらの問題点を解決している。

- (1) 平行線長を制限した配線。
- (2) 分岐線長の制限(基本的には一筆書き配線)。
- (3) 負荷による配置・配線制限。

(2), (3) の適用は、高速伝送を要求する信号だけに適用され、配線長の 2～3 倍のディレイの許容される信号についてはこの制限はない。この割合は、機能ブロックごとに異なり、高速伝送が要求される割合は 20～80% になっている。これらの配線上の規則、制限はチェックシート、CAD により各信号ごとに十分な管理、チェックを行っている。

3. 高速 RAM (Random Access Memory), PROM (Programmable Read Only Memory)

3.1 使用素子の種類と特徴

900 II 形では表 3. に示す 64 ビットから 1 K ビットまでの 3 種類の RAM 素子と 1 K ビットの PROM 素子の計 4 種類の素子を超高速

表 3. ECL RAM/PROM 素子の種類と特徴

		構成	アクセス タイム (max)	消費電力 (TYP)	パッケージ	素子 タイプ
1	64 ビット RAM	16×4	7.9 ns	765 mW	24 pin フラット パッケージ	100 K
2	256 ビット RAM	256×1	10 ns	450 mW	16 pin フラット パッケージ	
3	1,024 ビット RAM	1,024×1	20 ns	475 mW	16 pin フラット パッケージ	
4	1,024 ビット PROM	256×4	20 ns	520 mW	16 pin フラット パッケージ	

表 4. 素子と適用機能

		適用機能
1	64 ビット RAM	<ul style="list-style-type: none"> ・HBU (アドレスアレイ, リプレースアレイ) ・TTB ・トレースバッファ ・スタック等
2	256 ビット RAM	<ul style="list-style-type: none"> ・EXU (スクラッチメモリ) ・IPU (スクラッチメモリ)
3	1,024 ビット RAM	<ul style="list-style-type: none"> ・HBU (データアレイ) ・制御メモリ ・MMU (ロックメモリ)
4	1,024 ビット PROM	<ul style="list-style-type: none"> ・定数メモリ ・制御ロジック

を必要とする部分に使用している。

素子はいずれも 100 KECL 論理素子と直接電氣的に接続可能な 100K タイプの ECL メモリである。表 3. 中のアクセスタイムは 0～85℃ の周囲温度(風速 2 m/s 以上)で保証されており、従来のショットキー TTL の約倍程度の高速性を持っている。

パッケージにはフラットパッケージを使用し、同じフラットパッケージである論理素子と合わせてシステムの高性能、高信頼性を実現している。

素子の品種の選択に当たっては、システムの高性能、高密度化のバランスを考え、RAM 素子はアクセスタイムの点から 10 ns 以下の素子、10 ns の素子、20 ns の素子の 3 種類を選んだ。また従来大形機には使用されていなかった ECL の PROM 素子を、定数メモリや特に論理の縮小効果の大きい制御ロジック部に採用することによるハードウェア量の削減と高密度化をねらって選んだ。それぞれのメモリ素子の適用部分は表 4. に示す結果となっている。

3.2 高速メモリの実装技術

高速メモリ素子は、素子をどう(搭)載する格子の種類で分類して 2 種類の基板を利用して実装している。64 ビット RAM は 24 ピンのパッケージで、論理素子とまったく同一パッケージであり、更に論理素子との混在部分に使用されることが多い。そのためこの素子は論理カードと共用しうる格子を持つ基板に実装している。一方、他のメモリ素子は 16 ピンのパッケージであること、比較的多数個のメモリ素子がマトリクス状に配列され使用される部分が多いことから高速メモリ素子専用の格子を設けた基板を用意しこれに実装している。それらの実装例は図 3., 図 4. に示した。

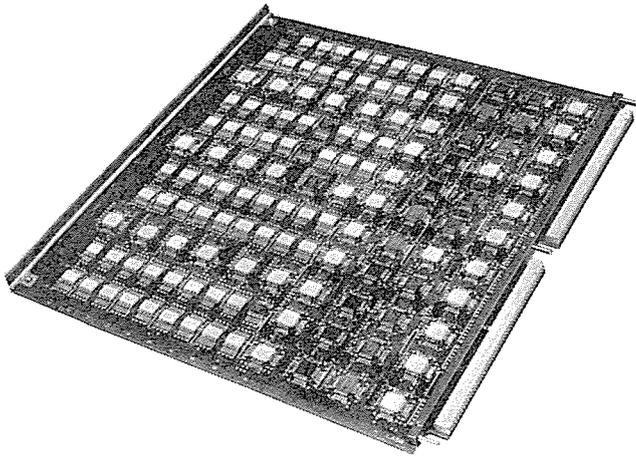


図 3. 16 ピンフラットパッケージ用基板の実装例

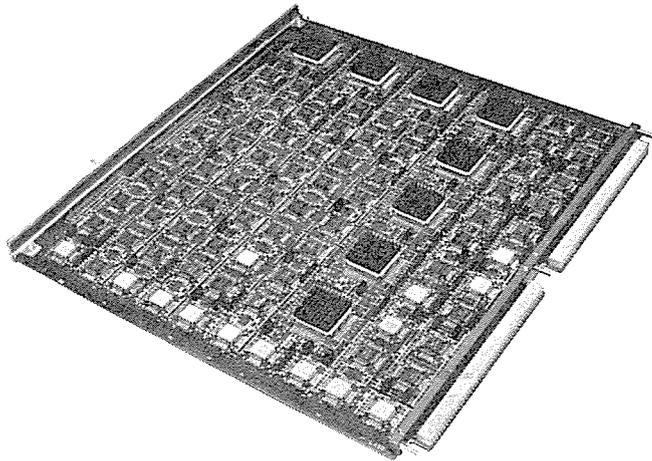


図 4. EM 01 格子を用いたカード例

高速メモリ素子専用の基本格子の設計に当たっての配慮は次の通りである。メモリ素子を駆動する論理ゲート当たりの最大メモリ素子数を9石とし、駆動時には各メモリ素子を等間隔に配列しその入力容量で一定の特性インピーダンスを持つ分布定数線路を構成するように素子間隔を選んでいる。また駆動ゲートからメモリ素子への距離及び最終段のメモリ素子から終端抵抗までの距離も、その線路インピーダンスとの整合をとれる範囲に選べるようメモリ素子の周辺論理ゲートや終端抵抗が入る位置範囲を指定している。更にメモリ素子においては出力側がWIRED ORされることが多く、出力側の線路に対しても素子の出力容量で一定のインピーダンスを持った分布定数線路を構成できるよう入力線路同様の考慮に基づき基本格子を設計している。

2種のメモリカードに搭載されるメモリ素子は、駆動ゲート当たりのメモリ素子数が5石以上の場合と4石以内の場合で終端抵抗値を変え線路の反射の影響を極力押さえて高性能を引き出している。一般にメモリ素子によって分布定数線路を構成する場合、その等価インピーダンスは線路そのもののインピーダンスがより低くなり、終端抵抗値を線路インピーダンスに選んだのではインピーダンスの整合が図れず遅延時間の増大、素子の規格外の使い方などの悪影響を生じやすくなる。表5.に基板パターンの持つ特性と素子の入力容量、出力容量との関係を入れて計算した値を示す。この場合、基板パターンの持つインピーダンスは内外層のばらつきを考えると70~100Ω範囲にある。抵抗値は表5.に基づき選んでいる。

表 5. 等価インピーダンスと伝播遅延時間
(規則的に配列された場合)

	入力容量	出力容量	素子入力ライン		素子出力 WO ライン	
			$Z_0(\Omega)$	$T_d(\text{ns/m})$	$Z_0(\Omega)$	$T_d(\text{ns/m})$
64 ビット RAM	2 pF	2 pF	65~78	7.5~8.8	65~78	7.5~8.8
256 ビット RAM	3~4 pF	5~7 pF	52~71	8.2~11.1	42~62	9.5~13.8
1,024 ビット RAM						
1,024 ビット PROM						

高速メモリ素子の性能を最大限に発揮させるために上記以外に以下の点も実装設計の基本としている。ECLメモリ素子はTTL同様WRITE系のACパラメタマージンが使用上のポイントであり、これを十分考慮して設計した。入出力線路の伝ば(播)遅延時間は表5.に示すように、メモリ素子が多数個接続された線路では増大するので、動作マージンにこれを十分留意した。また反射、クロストーク、遅延の点から周辺論理ゲートとメモリ素子の最適配置を最優先とした。

3.3 検査

素子はメモリ専用のテストで検査する。テスト精度は±500psである。1nsの精度を問題とする素子がテストの経時的な変動や異常でテスト上の問題を発生せぬよう、既に特性を確認済みのサンプル素子を用意しておき、その特性のモニタを定期的に行うことで対処している。テストはDC及びACパラメタに対し、85°Cの高温下で規格値につき電源電圧、アドレス及びデータパターンの最悪条件でGO/NO GO検査を行う。ただしPROMの場合にはDCテストと初期データテスト(書込まれていないことの確認)及びチップ内に用意されている予備ビットを利用したアクセスタイムの検査を行う。これに合格したものが書込装置に送られて書込まれる。

メモリカードの検査は素子同様専用のテストを用意している。テスト精度は被検査カードのテストインタフェースにラッチ回路を設け±1nsを達成している。各メモリカードは実際に使用されるタイミングを保証できる規格で検査するが、検査は常温で行うため、最悪温度条件と相関をとった値に常温検査規格を設定している。検査はGO/NO GOだけでなく、特に高速性能が要求されるカードに対しては電圧とパラメタとの関係をグラフに表すいわゆるシュムプロットを併用して性能を保証している。

4. カード実装

900 II では24, 68ピンフラットパッケージタイプ的高速論理素子及び16ピンフラットパッケージタイプのROM/RAMの採用に伴い、これら新実装素子の導入しやすいカード実装方式を実現した。

4.1 基本格子図

カード基板設計に基本格子図という概念を導入し、各カードの設計意図が十分反映できるように配慮している。基本格子図はEM 01, EM 02, EM 03の3種類を用意しており、論理設計者はそのいずれかを選択して設計を進める。EM 01は最も標準的な格子であり、高速論理素子及びROM/RAMの搭載が可能である。EM 02, EM 03は特殊用途の格子であり、EM 02は高速バッファ機構など多数のROM/RAMを搭載するために用い、EM 03はTTL素子で構成する装置との接続のために用い、ECL-TTL変換を行う。

EM 01, EM 02, EM 03各格子において、24ピンフラットパッケージと68ピンフラットパッケージの混在実装は24ピン4石及び68ピン1石用の給

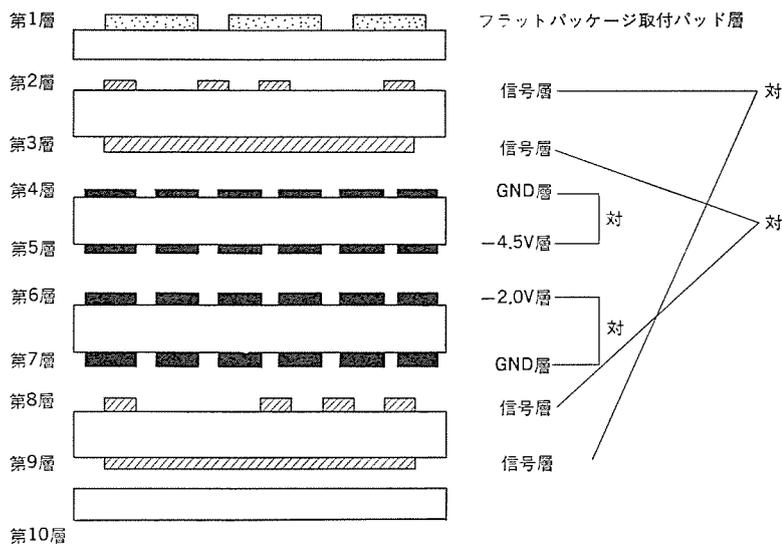


図 5. カード層構成

電スルーホールを電源・GND層に標準的に設けている。このため部品取付層において 24ピン 4石用取付パッド若しくは 68ピン 1石用取付パッドのいずれかを選択することにより、24ピン 4石若しくは 68ピン 1石が搭載可能である。68ピンフラットパッケージの搭載位置は 24ピンフラットパッケージ 4石搭載位置であればカード内を自由に選択でき、24、68ピンフラットパッケージの搭載数の組合せは (24ピン: 68ピン) = (110石: 0石), (78石: 8石), (10石: 25石) 等自由に選択可能である。なお、16ピンフラットパッケージについても 24ピン 1石に対して 16ピン 1石の割合で混在実装ができる。

このように、基本格子図の導入及び混在実装処理により、異なったタイプの素子実装を容易に処理している。

4.2 カードの仕様

カードの概略仕様は、カードサイズ 310×290 mm、10層構成、標準スルーホール径 0.9φ、0.8φ、0.55φ、格子ピッチ 1.27 mm/2.54 mm、標準カード入出力ピン数 200ピンであり、従来の 4～6層構成を 10層構成とし、0.55φスルーホールの導入及び多極コネクタの採用により高密度実装を実現している。また、一部のカードではカード組立て・基板製造を考慮して耐熱性新基板材料を採用している。図 4. は EM01 格子を用いたカードである。

カード層構成において、第 4層、第 7層は GND層、第 5層、第 6層はおののおの -4.5V、-2V の給電層であり、従来の約 2 倍に強化している。第 2層、第 3層、第 8層、第 9層は信号層であるが線路インピーダンスを考慮し、原則として第 2層と第 9層、第 3層と第 8層を対として配線している。第 1層は部品搭載面でありフラットパッケージ取付用パッドなどを用意している。最外層である第 1層、第 10層は基板製造、カード組立ての歩留りを考慮して通常は信号配線には用いない。ただし、一部特殊信号に用いることは可能であり、その場合は線路インピーダンスを他の信号層と合わせるために線幅 0.3 mm のパターンを走行させている。図 5. にカード層構成を示す。

5. ボード実装

ボード実装方式は基本処理装置など各装置のハードウェア量(素子数)、バスケット実装方法、給電方式、冷却方式、ボード内及びボード間布線長などを考慮して決定する必要がある。900 II では《MELCOM-

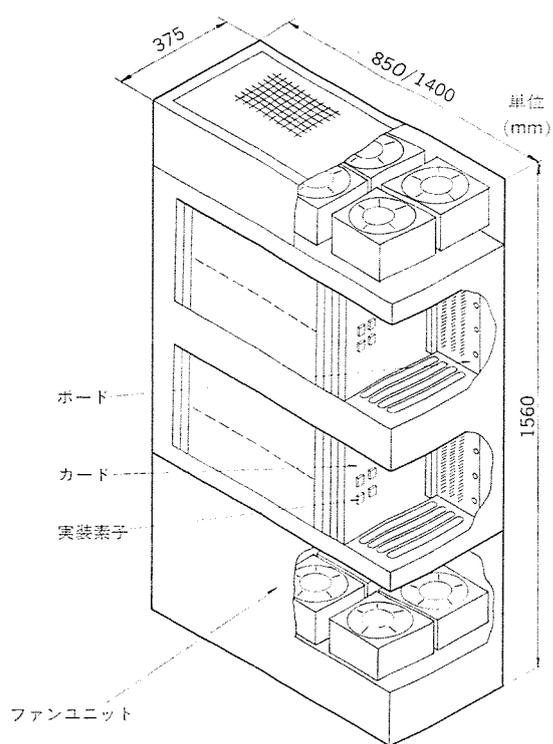


図 6. 《MELCOM-COSMO 900 II》の架実装

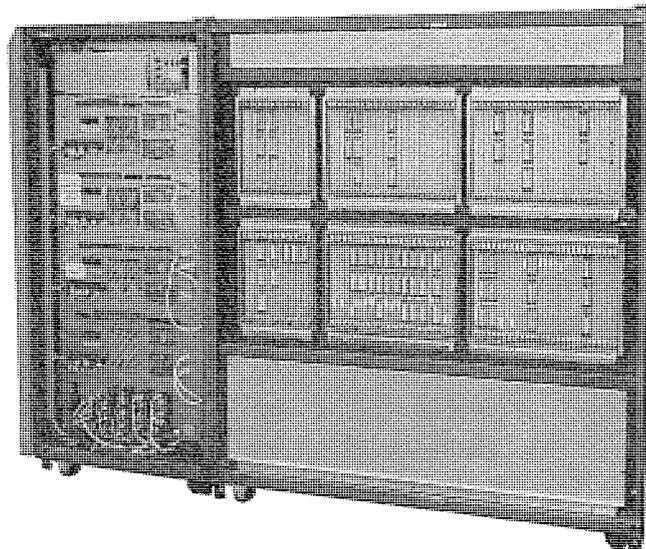


図 7. 基本処理装置部と電源装置部

《COSMO 700 S》と比較して約 5 倍のハードウェア量の処理とゲート当たりのスイッチング速度 0.75 ns の高速論理素子に見合ったボード内及びボード間布線長の実現のため、高密度実装が可能な 3 次元実装方式を採用している。

ボードには 28 枚若しくは 16 枚のカードが実装可能であり、複数枚のボードの組合せにより基本処理装置などを構成している。

電源装置は架全体の重量バランス、組立てやすさ及び搬入性を配慮して独立装置としている。ボードへの給電は積層バス方式を採用して、ボード 1 枚当たり -4.5V-300A、-2.0V-150A の大容量給電を実現している。図 6. は 900 II の架実装を示している。図 7. は基本処理装置部と電源装置部である。

6. 冷却方式

電子計算機の冷却方式には3次元実装方式と強制空冷の組合せ、2次元実装方式と強制空冷の組合せ、ボード間に水冷熱交換機を置く間接水冷と3次元実装の組合せ、その他特殊冷却方式がある。900IIでは、冷却能力、冷却コスト、信頼性及び電子部品の保守性の比較検討と高速論理素子採用に見合った実装方式の検討を行った結果、3次元実装方式と強制空冷の組合せによる冷却方式を採用している。

ここで、素子ジャンクション温度 T_J を次式に示す。

$$T_J = T_{JC} + T_{CA} + \Delta T_A + T_A = q \cdot (\theta_{JC} + \theta_{CA}) + \Delta T_A + T_A \quad \dots\dots\dots (1)$$

- ただし T_{JC} : 素子ジャンクション—素子表面間温度差 (°C)
- T_{CA} : 素子表面—素子周囲空気間温度差 (°C)
- ΔT_A : 架内温度上昇 (°C)
- T_A : 冷却空気温度 (°C)
- q : 素子発熱量 (W)
- θ_{JC} : 素子ジャンクション—素子表面間熱抵抗 (°C/W)
- θ_{CA} : 素子表面—素子周囲空気間熱抵抗 (°C/W)

式(1)より、ジャンクション温度 T_J を下げるためには熱抵抗 θ_{JC} 、 θ_{CA} と ΔT_A を下げるにより可能であるが、900IIでは次のような実装方式改良を行い約85W/lの発熱密度に対処可能な冷却方式を実現している。

- (1) 低熱抵抗フラットパッケージの開発。
- (2) 68ピンフラットパッケージ用放熱フィンの開発。
- (3) 風量×風圧積の大きな強力ファンの採用—《MELCOM-COSMO 700S》の3倍。
- (4) ファンの風速分布を考慮し、各カードの冷却風量を一様化するファンユニットの設計。
- (5) カード実装ピッチの最適化。
- (6) ボード段数の制限。

図8. に実装方式改良による熱抵抗の改善を示す。

900IIの標準状態における各部温度は室温24°Cにおいて、

- | | |
|--------------------------|------|
| (1) カード表面温度 | 41°C |
| (2) 24ピン高速論理素子ジャンクション温度 | 51°C |
| (3) 68ピン高速論理素子ジャンクション温度 | 73°C |
| (4) 16ピンROM/RAMジャンクション温度 | 63°C |

であり、各素子の信頼性及び回路動作の保証がなされている。なお900IIの熱設計には、従来の《MELCOM-COSMO》シリーズ同様、

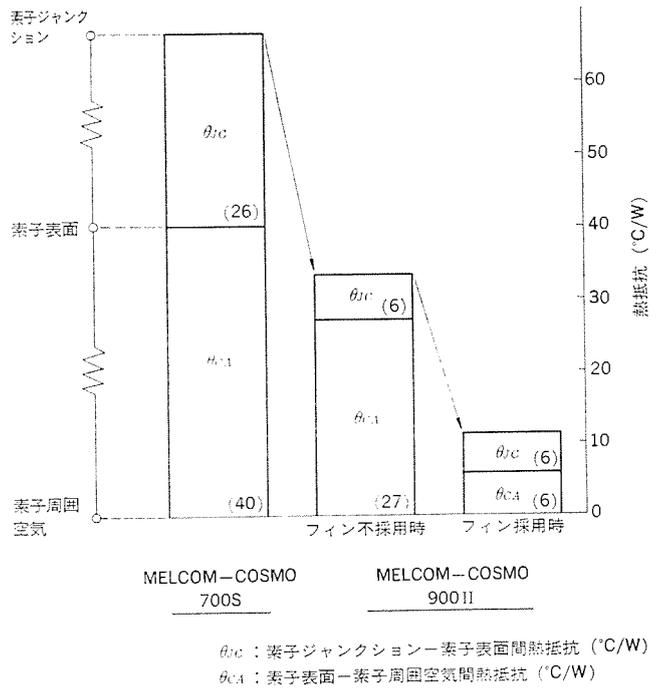


図8. 熱抵抗の改善

当社で開発したシミュレータ STAC⁽¹⁾ (Static Thermal Analysis Simulator for Computer Packaging) を全面的に採用している。

7. むすび

以上、900IIの素子・実装技術の概要及び設計上の留意点について述べた。900IIは使用素子の100%をLSI化したわけではないので、カード枚数及びマザーボード枚数が比較的多くなっている。しかも使用素子は現在市販されている中では最高の速度を有するECL100Kシリーズであることから、布線設計、構造設計は従来にもまして慎重に行った。また高性能の強制空冷方式はファンの騒音が無視できなくなり、単に強力ファンを選定するだけではすまなくなり、むしろ詳細な熱設計に基づいて、必要十分な冷却能力のファンを選定するようにした。

参考文献

- (1) 木村ほか：電子機器実装のための定常熱解析シミュレータ“ST-AC”三菱電機技報，52，No. 10 (昭53)

ミニコンピュータ《MELCOM70モデル60》

福隅正憲*・渡辺修亨*・木村広隆*・斉藤 巧*・小嶋滋弥*

1. ま え が き

《MELCOM 70 モデル 60》は、ミニコンピュータ《MELCOM 70》シリーズの16ビット・モデルの最上位に位置づけられるスーパーミニコンピュータである。近年、ミニコンピュータのシステムが多様化・高度化するに伴い、例えばバッチ処理、リアルタイム処理、会話処理など異なる処理形態を組合せ、業務を効率よく総合的に処理しようとするシステムが増えている。そのためには、データベース、分散処理、センサベースなどのシステム機能の充実とともに大規模化をはじめ技術計算の高速化、システムの総合的な性能/価格比の向上、高信頼性システムの構築なども要求されている。これらの要求を満たす目的で、モデル60を開発し、《MELCOM 70》シリーズのラインアップの強化を図った。

モデル60は、LSIに代表される半導体技術や高密度実装を積極的に取り入れるとともに、汎用大形機のハードウェア方式技術をバランスよく採用することにより、高性能で信頼性の高いシステムを実現している。以下モデル60のハードウェアの方式技術、機能及び論理構造について概要を説明する。

2. 方式設計上の特長

モデル60(図1.)は、従来のミニコンピュータの適用分野をカバーするとともに、汎用機の適用分野にもミニコンピュータの手軽さで提供するマシンである。このような観点から、方式設計上特に次の点に留意した。

(1) 高性能・高機能の実現

処理能力の向上は、LSIを中心とする半導体技術を核として、新しいハードウェアの方式技術を取り入れて実現している。命令実行速度の高速化を実現する目的では、例えばキャッシュメモリ、パイプライン制御、高速掛算器など採用した。また、メモリインターリーブの採用や、チャンネルの動的アドレス変換の拡充、マルチプレクサチャンネルの処理装置からの分離など、入出力動作を含めたシステム性能の向上にも努力を払っている。

小規模システムから大規模システムまで柔軟に対処する目的では、最大主記憶容量2Mバイト、最大データ論理空間16Mバイト、最大バススループット13Mバイト/s以上、最大高速チャンネル数6サブチャンネルを

実現した。

(2) 高信頼性システムの追求

LSIや多層基板(4~6層)の採用による高密度実装、モジュール間接続のマザーボード上での実現とその無配線化など、使用部品数や機械的結合部分を少なくすることで信頼性を高めている。

モデル60では、単に部品の信頼性を高めるだけでなく、ハードウェアによるRAS機能の充実を図っている。例えば障害検出回路の強化、エラー自動訂正機能、命令の再試行機能、再構成機能、障害情報のログアウト機能などがある。これらハードウェア機能を核に、ソフトウェアのサポートによるトータルシステムとしての信頼性の向上を図っている。

(3) システムの運転、操作性の向上

従来のランプやスイッチ類で構成する操作パネルを用いたプログラムデバックや保守は、操作員の種々の表示判断と適切なスイッチ操作の繰返しによって行われていた。モデル60では、操作パネルの断片的なランプ表示と複雑なスイッチ操作を、単純、定型化する目的で、キャラクタディスプレイ装置とキーボードによるコンソール機能を実現した。また、システムの運転という観点からは、自動化、無人化システムを指向し、例えばリモート電源投入/シャ断機能、自動IPL機能、リモートコンソール機能、システム監視機能などを設けた。以上の機能を実現するにあたっては、ミニコンピュータ分野において我が国初のサービスプロセッサ方式を採用した。

(4) 下位モデルとの互換性

モデル60は、《MELCOM 70》シリーズのハードウェア、ソフトウェアの蓄積の有効利用と、下位モデル(モデル10, 30, 40)からの移行を容易にするため、下位モデルとの間で入出力インタフェース、ソフトウェアインタフェースの互換性を堅持した。

入出力インタフェースの統一により《MELCOM 70》シリーズの入出力制御装置と入出力装置とをすべて共用できる。また、ソフトウェアインタフェースの統一により、《MELCOM 70》シリーズのオペレーティングシステム(UOS)をそのまま利用することができる。

3. システム構成

モデル60は、小規模システムから大規模システムまでバランスよく対処できるよう配慮している。図2.にモデル60のシステム構成例を示す。中央処理装置は、主記憶装置(MMU)、基本処理装置(BPU)、システム制御処理装置(SCP)、チャンネル制御装置(CHC)から構成する。更に大規模システムに対しては、主記憶容量とチャンネル数を増す目的で、増設処理装置を用意している。

(1) 主記憶装置

主記憶装置は、最大2個の記憶モジュールで構成する。この記憶モジュールをバンクといい、バンク当たり最大1Mバイトの記憶容量を持つ。停電対策としてバッテリーバックアップが可能である。

(2) 基本処理装置

基本処理装置をマルチプレクサ(MPX)チャンネルの処理から解放し、命令

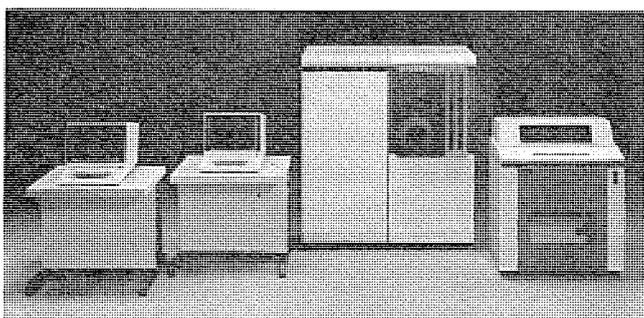


図 1. 《MELCOM 70 モデル 60》外観

表 1. 《MELCOM 70 モデル 60》の概略仕様

●主記憶装置 (MMU)		諸機能	ブッシュダウンスタック	アドレスサーチ	プログラムトレースなど
素子	N チャンネル MOS-LSI	演算性能	固定小数点加減算	0.3 μs (R-R)	
記憶容量	256 K バイト~2 M バイト (1 M バイト/バンク 最大 2 バンク)		固定小数点乗算	2.0 μs (R-R)	
増設単位	128 K バイト/バンク		固定小数点除算	5.5 μs (R-R)	
アクセス単位	32 ビット+7 ビット (ECC)		浮動小数点加減算	1.5 μs (単精度) 1.7 μs (倍精度)	
サイクルタイム	600 ns/4 バイト	●システム制御処理装置 (SCP)			
インターリーブ	2 ウェイ	主機能	コンソール機能	システムコンソール	ハードウェアコンソール
エラーチェック	1 ビット誤り自動訂正 2 ビット誤り検出			保守コンソール	
記憶保護	書き込み禁止 アクセス禁止 (4 K バイト単位)	チャンネル機能	プログラム制御チャンネル		
バッテリ	オプション		マルチプレクサチャンネル (100 K バイト/秒)		
●基本処理装置 (BPU)		システム監視機能	エラーログ	エラー解析	システム初期化制御
制御	制御方式	諸機能			
	マイクロプログラム方式-3 レベル	IPL リアルタイムクロック マイクロ診断 遠隔診断			
	パイプライン	入出力装置	システム制御コンソール	キャラクタディスプレイ装置	1 台
命令	命令数	システム制御ファイル			
	命令語長	フレキシブルディスク装置			
	248	遠隔診断機能			
	命令語長	通信制御装置			
	2/4/6/8 バイト	1 回線 (300 bps)			
データ形式	固定小数点数値	●チャンネル制御装置 (CHC)			
	16/32 ビット	DMA チャンネル			
	浮動小数点数値	最大 10 IOC の接続可 (1.5 M バイト/秒)			
	32/64 ビット	ISC インタフェース			
	10 進数値	最大 2 IOC の接続可 (2.2 M バイト/秒×2 ポート)			
	1~31 桁	●オプション			
	論理数値	形番 名称 諸元			
レジスタ	汎用レジスタ	B 2553 主記憶装置			
	8 (16 ビット)	128 K バイト/ユニット			
	インデックスレジスタ	B 2531 浮動小数点演算機構			
	5 (汎用レジスタと兼用)	単精度/倍精度			
	ベースレジスタ	B 2275 付加電源装置			
	8 (24 ビット)	15 分/1 M バイト (バンクごとに必要)			
アドレス変換	変換方式	B 2229 システム監視機構			
	マップ方式/テーブル変換方式	ウォッチドグタイマ 拡張リアルタイムクロック			
	変換単位	自動 IPL リモート電源シャ断機能 デジタル入出力機能			
	4 K バイト	ユーザーパネル インタフェース			
	論理アドレス	命令アドレス: 128 K バイト			
		データアドレス: 16 M バイト			
キャッシュメモリ	容量	B 2541 チャンネル制御装置			
	8 K バイト	DMA チャンネル/ISC インタフェース (ISC 2 ポート)			
	サイクルタイム	●基本構成			
	150 ns	B 2501 中央処理装置			
割込み	割込レベル	基本キャビネット+MMU (256 K バイト)+BPU+SCP+CHC (1)			
	外部: 34 レベル 内部: 4 レベル	B 2511 増設処理装置			
	外部割込処理	増設キャビネット+MMU (256 K バイト)			

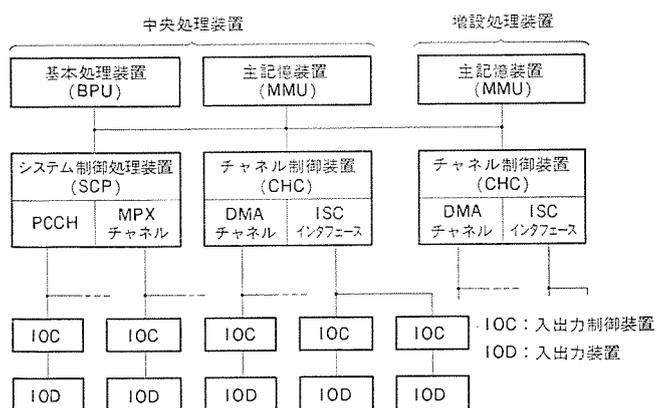


図 2. 《MELCOM 70 モデル 60》のシステム構成

の実行と割込処理に専念させた。この方式では、MPX チャンネル処理のオーバーヘッドが零になるため、システム性能は大幅に向上できる。なお、オプションとして浮動小数点演算命令を高速に実行する浮動小数点演算機構 (FPP) が接続できる。

(3) システム 制御処理装置

システム 制御処理装置は、一般に サービスプロセッサ と呼ばれ、システム全体の監視と制御を行う 1 つの独立したサブシステムである。プログラム制御チャンネル (PCCH) と MPX チャンネルの低速チャンネル機能をはじめ、システムの信頼性、操作性、保守性などの向上に関する機能を受けもっている。

(4) チャンネル 制御装置

チャンネル 制御装置は、ダイレクトメモリアクセス (DMA) チャンネル 1 台と インテグレートドストレージコントローラ (ISC) インタフェース 2 台を具備する高速チャンネル装置である。システムには最大 2 台まで接続できる。

(5) 入出力 チャンネル

入出力チャンネルには、プログラムの制御によりデータ転送を行う PCCH と、周辺入出力装置などを接続し多重データ転送を行う MPX チャンネルと、磁気テープ装置や通信制御装置などを接続し高速多重データ転送を行う DMA チャンネルと、主に磁気ディスク装置を選択的に接続し高速データ転送を行う ISC インタフェースの 4 種がある。

表 1. にモデル 60 の概略仕様を示す。

4. ハードウェア

モデル 60 は、高度なハードウェア方式技術の採用により、開発当初の目標性能、機能を実現した。以下にハードウェアの方式技術上の要点を概説する。

4.1 主記憶装置

(1) スプリットサイクル方式のメモリバス

メモリバスは、システムの各構成要素（以下プロセッサと呼ぶ）を結合する主システムバスである。バスのスルーパットはシステム性能に大きく影響する。このため、データ幅を 32 ビットにするとともに、データ転送方式をスプリットサイクル方式とした。

スプリットサイクル方式とは図 3. に示すように、アドレスやデータを転送するバスロックだけバスを占有し、アクセス動作完了待ちの間バスを一時解放して、別のプロセッサ間のデータ転送や、他の主記憶装置のバンクに対しアクセス動作を可能にするデータ転送方式である。この方式では、バスのスルーパットが向上するのをはじめ、8 台までのプロセッサが容易に接続できるバス構造となっているので、将来に予想される多様なニーズに対し、柔軟に対処できる。

(2) メモリインタリーブ

メモリバスの 32 ビット化は、バスのスルーパットを向上したが、更にモデル 60 では、主記憶装置のデータ転送能力を大きくする目的でインタリーブ方式を採用した。メモリインタリーブとは、記憶モジュールを多重化し、複数個の記憶モジュールを同時に動作させることにより、各プロセッサからの主記憶への競合によるむだな待ちを少なくする方式である。



図 3. スプリットサイクル方式のメモリバス動作

バンク 0				バンク 1			
100000	100001	100002	100003	100004	100005	100006	100007
100008	100009	10000A	10000B	10000C	10000D	10000E	10000F
100010	100011	100012	100013	100014	100015	100016	100017
1FFFF0	1FFFF1	1FFFF2	1FFFF3	1FFFF4	1FFFF5	1FFFF6	1FFFF7
1FFFF8	1FFFF9	1FFFFA	1FFFFB	1FFFFC	1FFFFD	1FFFFE	1FFFFF

注) 16進数で示す。

図 4. 2 ウェイ・インタリーブ時のバンクのアドレス割付け



図 5. 2 ウェイ・インタリーブ時のバンクの動作例

モデル 60 では、バンク間の 2 ウェイインタリーブ方式を採用した。インタリーブ動作の場合、同時に動作するバンクに対し、アドレスが分散して割付けられる。モデル 60 では図 4. に示すように、バンク 0 とバンク 1 に対し、4 つの連続した語アドレスを交互に分散して割付けている。インタリーブ動作の概要を図 5. に示す。

4.2 基本処理装置

一般に処理装置の処理能力は、マシンサイクルを高速化すること、同時に処理できる情報量を増すことにより改善できる。一方、これに伴いハードウェア量が増大するという一面がある。以上の点から基本処理装置の設計にあたっては、命令形式やデータ形式を十分分析するとともに、目標性能と価格のバランスを考え、以下に示す論理方式とした。図 6. に、基本処理装置のハードウェア構成を示す。

(1) 32/64 ビットの演算ユニット

命例を実行する演算処理部 (E ユニット) は、標準的に 32 ビットの演算器と 32 ビット×4 ビットの掛算器などで構成した。また、浮動小数点演算機構を付加することで、64 ビットの演算器と 56 ビット×4 ビットの掛算器を実現する論理構造とした。これにより倍長語 (4 バイト) 以上のデータを扱う命令も高速化できる。

(2) 3 レベル・パイプライン制御

命令実行の前処理をする命令制御部 (I ユニット) は、演算処理部と完全に独立させ、これらのユニットを同時に動作させて、実効的な命令実行時間を短縮している。図 7. に示すように、3 つの命令を同時に実行させ、モデル 60 の標準的命令を 2 BPU クロックで実行可能とした。特にオペランドのアドレス計算を命令実行と同時に進行するため、24 ビットの副演算器を設けている。

(3) 動的アドレス変換

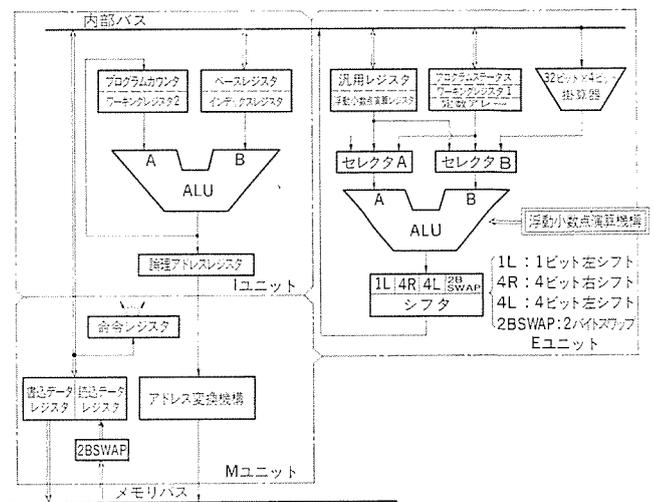


図 6. 基本処理装置のハードウェア構成

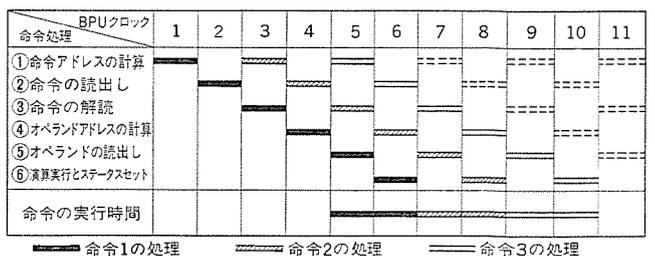


図 7. 3 レベル・パイプライン制御

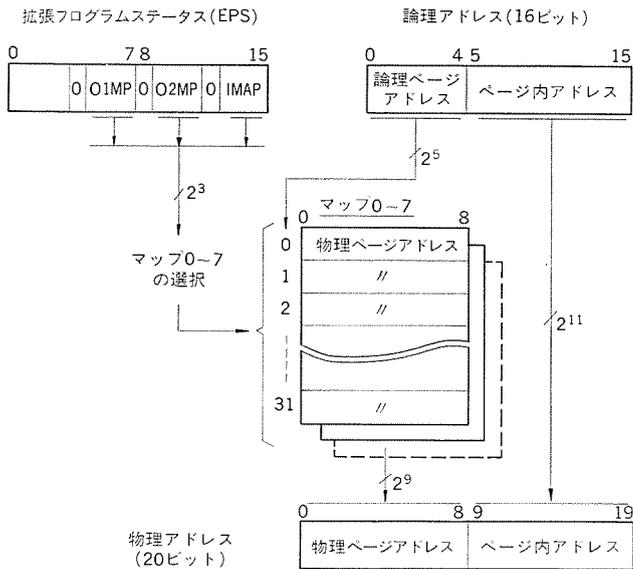


図 8. マップアドレス変換

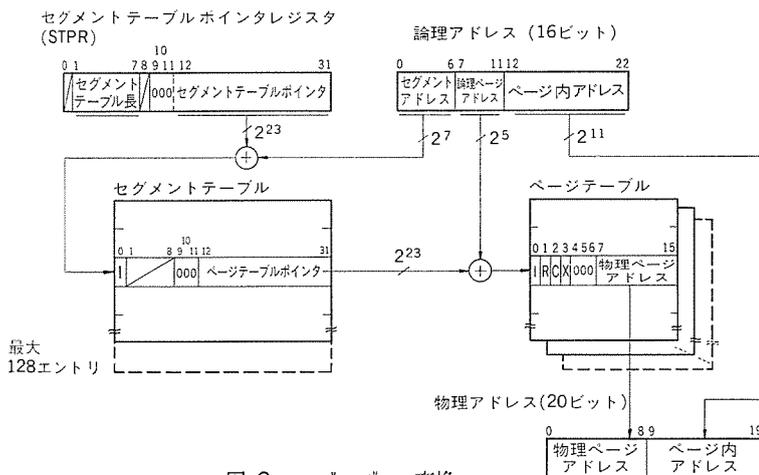


図 9. テーブルアドレス変換

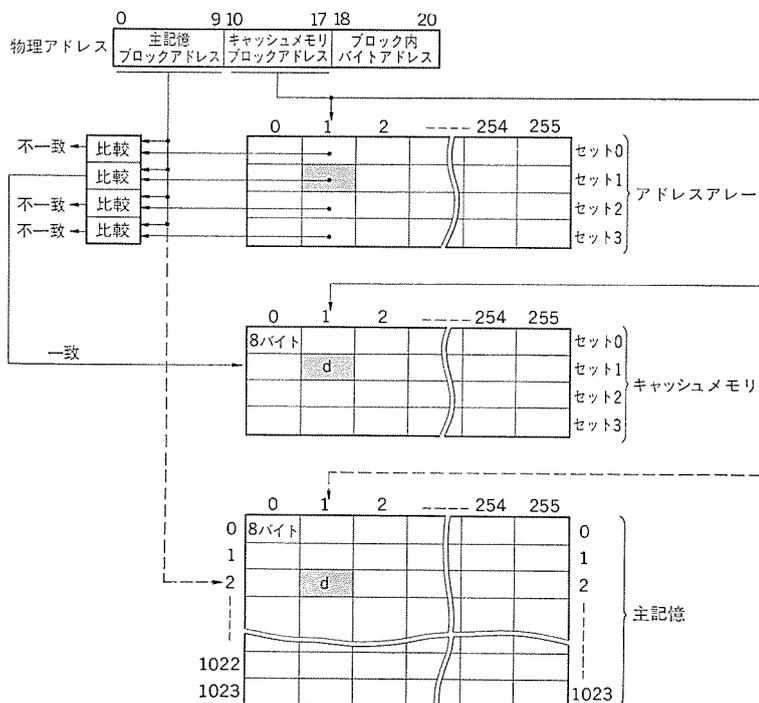


図 10. キャッシュメモリのマッピング方式

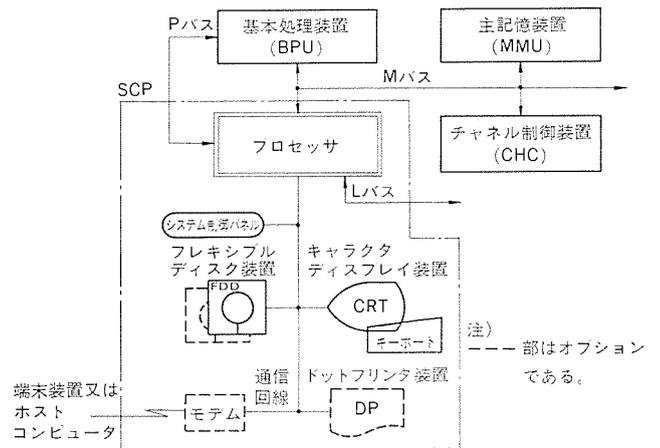


図 11. システム制御処理装置の構成

プログラムの実行により発生する論理アドレスを、物理記憶上のアドレスへ変換する動的アドレス変換には、マップアドレス変換とテーブルアドレス変換の2種がある。前者は、下位モデルとの互換性を持つアドレスモードAに適用し、後者は、データ論理空間16Mバイトを実現する仮想記憶方式のアドレスモードBに適用する。

(a) マップアドレス変換

論理アドレスの形式は16ビットで、これをマップ機構により20ビットの物理アドレスへ変換する。マップ機構は、システムに4組設け、1組を命令実行用、3組を入出力動作用とした。1組のマップ機構は、それぞれ8個のマップで構成している。図8.にマップアドレス変換の手順を示す。

(b) テーブルアドレス変換

論理アドレスの形式は23ビットで、これを主記憶上のセグメントテーブルとページテーブルを使って20ビットの物理アドレスへ変換する。図9.にテーブルアドレス変換の手順を示す。この変換過程では、オペレーティングシステムのサポートにより、主記憶と外部補助記憶との間で仮想記憶方式が実現される。テーブルアドレス変換では、主記憶上の変換テーブルを2回参照する必要があるため、命令の実行のたびにこうした変換を行っていたのでは、システム性能は低下する。モデル60ではこれを防止する目的で、1度変換した論理アドレスと物理アドレスの対応情報を記憶するテーブル変換バッファなる高速記憶を設け、ある確率でテーブル変換バッファの参照だけで物理アドレスが求まるように配慮している。

(4) キャッシュメモリ

キャッシュメモリ(Cユニット)は、高速な基本処理装置と大容量ではあるが、比較的低速な主記憶装置との間にあって、主記憶から使用頻度の高いプログラムやデータを移しておく高速記憶である。モデル60では、主記憶から命令やオペランドを読出すとき、同時に8バイトのブロックをまとめてキャッシュメモリに格納する方式を採用した。それ以後、同一データ又は隣接データを使用する場合、直接キャッシュメモリから読出せるため、基本処理装置から見て主記憶のサイクルタイムを実効的に高速化(6倍以上)したことになる。図10.にキャッシュメモリの参照方法を示す。

4.3 システム制御処理装置

システム制御処理装置は、図 11. に示すようにプロセッサと周辺装置からなる 1 つの独立したサブシステムである。システム制御処理装置の目的とするところは、システム性能の向上をはじめ、信頼性、操作性、保守性の向上である。これらの向上をはかりながらモデル 60 をいかに安く実現するかが重要な課題であり、設計にあたってはこの点を十分に配慮した。例えば LSI、入出力装置、性能、機能、バス方式、実装方式などシステムを総合的に検討した結果、コスト増を極力押さえることに成功した。以下、システム制御処理装置の主な機能を概説する。

(1) システム初期化制御機能

電源投入や IPL 操作からのシステム立上げ時の機能で、事前にハードウェアを診断する初期マイクロ診断、基本処理装置へのマイクロプログラムロード、システムの構成状況(例えば主記憶容量)をセンスし以後のシステム制御を行う構成制御、システム構成要素の初期値化、IPL 機能などがある。

(2) システム制御コンソール機能

従来の操作パネルの機能で、システムの起動と停止、主記憶やレジスタの表示と変更、各種モードの設定などを行うハードウェアコンソール機能、オペレーティングシステムとの会話に使うシステムコンソール機能がある。また、マイクロプログラムのデバッグ支援機能、マイクロ診断プログラム、エラー解析プログラムなど、主に保守員や設計者に提供する保守コンソール機能がある。更に、通信回線を介して端末装置又はホストコンピュータと接続し、上記 3 種のコンソール機能を遠隔地からも実現可能とした。

ENTRY		
= MANUAL(A00) =		
ADDRESS SEARCH	CHECK CTRL * M IT U STOP	RESET CTRL H RESET W D-RESET K CLEAR
MODE CTRL * X OFF Y IT Z STOP	COMPUTE CTRL * Q CONTINUE T STEP	MANUAL IPL SET I DA = 22
EVENT SELECT * J FETCH O STORE	SYSTEM CTRL * S STOP R RUN N IPL-NRM G IPL-VLD	PC SET P PC = 1000
SEARCH ADRS SET * L LOGI = 00-0004 V VIRT =		CDL =
		IT0-3 (*)

ENTRY					
= ALT/DISPLAY(A00) =					
L MEMORY LOGI	0	* 903A	903C	903E	9040
V MEMORY VIRT					
* R MEMORY REAL	4	9042	E4FF	E4FF	E4FF
M MAP REGS					
S BASE REGS	8	E4FF	E4FF	E4FF	E4FF
G GENERAL REGS					
T FLOAT REGS	C	0000	0000	6651	0150
P PSW					
N BTR/SAR	10	9039	900E	9010	9012
J ADRS TRANS A					
K ADRS TRANS B/C	14	9014	9016	9018	901A
	18	E4FF	E4FF	901A	901C
ADRS = 00000100	1C	01D0	01D4	0000	0000

注) 上段マニュアルフレーム、下段オールタ/ディスプレイフレーム

図 12. フレーム表示例

各種コンソール機能は、キャラクタディスプレイ装置の表示(フレームと呼ばれる)とキーボード操作により実現するので、操作性が大幅に改善されている。図 12. にフレームの表示例を示す。

(3) その他システム機能

低速チャネル機能をはじめ、リアルタイムクロック、障害情報のログアウト機能など、システム運転中にかかわる機能を分担している。

5. RAS 機能

モデル 60 では、ソフトウェアのサポートによるトータルシステムとしての高信頼性の実現を前提に、ハードウェアによる RAS 機能の充実を追求している。以下に主な RAS 機能を概説する。

(1) 障害検出機能の強化

障害検出回路の強化により、プログラミング上の誤りやハードウェアに起因する障害を確実に検出し、処理結果の妥当性を保証している。

(2) エラー自動訂正機能

主記憶装置のデータに 1 ビット誤りが検出されると、ECC 機構により 1 ビット誤りを自動訂正する。

(3) 命令の再試行機能

命令実行時に誤りが検出されると、命令の再試行を行う。

(4) 再構成機能

代替機能や経路変更が可能なハードウェアに障害を検出すると、障害ハードウェアを切り離してシステムの運転を続ける。

(5) 障害情報のログアウト機能

障害を検出すると、プログラムによる回復処理のための障害情報を主記憶へ格納すると同時に、保守や故障解析のための詳細な障害情報を、システム制御処理装置のフレキシブルディスク装置へ格納する。

(6) マイクロ診断機能

機械命令語では診断が不十分なハードウェア(エラー検出回路など)に対して行うマイクロ命令語による診断機能である。スモールスタート方式による障害箇所への指摘分解能の向上を図っている。

6. むすび

以上、《MELCOM 70 モデル 60》のハードウェアについて概要を説明した。多くの新しいハードウェア方式技術の採用により、ほぼ目標通りの性能、機能を達成した。今後、引き続きフィールドからの信頼性データをもとに、より一層システムの信頼性を高めるとともに、来るべき VLSI 化時代へスムーズに移行すべくシステムの改善に努力する。

参考文献

- (1) 渡辺、高崎ほか：《MELCOM 70》シリーズモデル 60, 40, 30, 10, L の開発、三菱電機技報, 53, No. 6 (昭 54)
- (2) 田中、渡辺ほか：MELCOM 70 シリーズモデル 60 のシステムアーキテクチャ、昭和 55 年度信学総全大, 1384
- (3) 数馬、稲坂ほか：基本処理装置 (BPU) の高速化手法、昭和 55 年度信学総全大, 1385
- (4) 渡辺、西井：ミニコンピュータにおけるサービプロセッサの実現手法、昭和 55 年度信学総全大, 1386

オフィスコンピュータ《MELCOM 80》日本語システム

浜田 勝*・荒井訓男*・川上孝仁*・本間雅美*・吉田瑞穂**

1. ま え が き

《MELCOM 80》日本語システムは、日本語ワークステーションを中核とした新しいオフィスコンピュータファミリーで事務精度の向上、事務の効率化、ユーザーの顧客サービス充実を目的に開発したものである。

これまで日本語情報処理システムは、日本語そのものを扱っている新聞社、出版社あるいは漢字使用の効果が大きい証券会社、保険会社、公共機関などに導入されてきた。しかしこれらのシステムは、それぞれのユーザーの特殊用途向けに開発された専用システムであり取扱文字数、入出力方式などハードウェア、ソフトウェアとも特殊で高価なシステムである。

一方、オフィスコンピュータユーザーにあっても市場の拡大にともなって日本語情報処理システムの開発要求が強くなってきた。当社はオフィスコンピュータのトップブランドとして市場ニーズの本質を十分考究した上で、LSIを先端とする最新ハードウェア、ソフトウェア技術を駆使して《MELCOM 80》日本語システムを製品化し、昭和55年3月発売した。

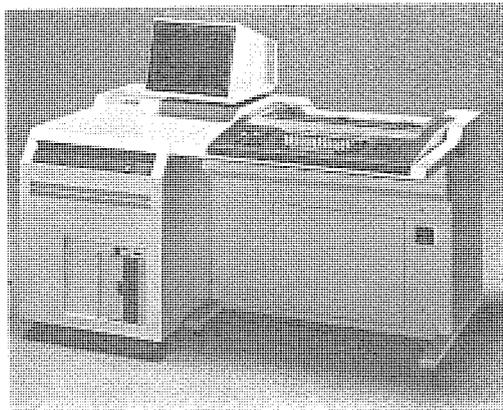


図 1. 《MELCOM 80 モデル 18》日本語システム



図 2. 《MELCOM 80 モデル 38》日本語及びワークステーションシステム

表 1. 《MELCOM 80》日本語システム仕様比較

		モデル 18	モデル 28	モデル 38
中央処理装置		バイポーラ LSI	同 左	同 左
主記憶装置		192 KB	256 KB	256~512 KB
補助記憶装置		固定ディスク 10 MB 両面倍密度 フレキシブルディスク	固定ディスク 20, 40 MB カートリッジディスク 20 MB 片面/両面倍密度 フレキシブルディスク	固定ディスク 40, 60 MB カートリッジディスク 20 MB ディスクバック 50 MB 片面/両面倍密度 フレキシブルディスク
ベーシック ワーク ステーション (BWS)	表示	1,000 文字/画面 (漢字) 2,000 文字/画面 (英数カナ)		ワークステーション がベーシックワーク ステーション代りとなる
	印字	60 字/秒 (漢字) 150 字/秒 (英数カナ)		
ワークステーション		—	最大 8 台 表示印字機能は BWS と同じ	最大 32 台 表示印字機能は BWS と同じ
オプション		ワンタッチブック ワンタッチスクリーン オートインサータ 高速日本語機構 通信制御装置 ほか	左記の外に カナ漢字変換、タブ レット入力、ハンド QCR、バーコード ほか	同 左
オペレーティング システム		DPS III (Dynamic Operating System III)		

《MELCOM 80》日本語システムには、モデル 18、モデル 28、モデル 38 の 3 モデルがある。モデル 18 及びモデル 38 の外観を図 1.、図 2. に、各モデルの仕様比較を表 1. に示す。

本稿では《MELCOM 80》日本語システムのハードウェアとソフトウェアの特徴について述べる。開発にあたっては、オフィスコンピュータでの日本語情報処理システムはどうあるべきかをあらゆる面から検討し、特に下記の点に留意した。

- (1) 日本語を本格的に扱えること。
- (2) 豊富な日本語入力方式を装備すること。
- (3) 高品位の日本語を表示及び高速印字できること。
- (4) 強力な日本語オペレーティングシステムを準備すること。

2. 日本語ワークステーション

日本語ワークステーション装置は、モデル 28 及びモデル 38 用の従来形ワークステーションの操作性と即時性を維持しつつ、本格的な日本語入力、表示、印字機能を装備したものである。更に後述する各種オプション装置を接続可能とし、一層親しみやすく、使いやすいものとしている。

これまでオフィスコンピュータで本格的な日本語処理システムを実現できなかった理由として、字種が多い日本語を扱うため機器構成が大規模になること、低価格の漢字プリンタがなかったことがあげられる。筆者らは大形高解像度 CRT 及び高速カスタム LSI の開発、高密度 LSI 素子及び高速日本語シリアルプリンタの使用など最新ハードウェア技術を駆使することによりオフィスコンピュータにフィットした日本語ワークステーションの実現に成功した。

2.1 日本語ワークステーションのシステム構成

日本語ワークステーションは、《MELCOM 80》日本語システムにおいて日本語の入力、表示及び出力（印字）を行う端末装置である。スタンダードタイプのベーシック日本語ワークステーション、構内各所に設置しマルチワークシステムを構築することのできるインライン日本語ワークステーション及び遠隔地に設置し通信回線で接続して使用するオンライン日本語ワークステーションがある。

これら3種類の日本語ワークステーションは、操作性を統一するために各種キーボードのキー配列を同一にするとともに、ベーシック日本語ワークステーションとインライン日本語ワークステーションとのソフトウェアインタフェースを統一してシステム拡張をスムーズに行えるよう考慮した。

ベーシック日本語ワークステーションは、キーボード、日本語ディスプレイ、日本語シリアルプリンタを1つにまとめたもので、モデル18、及びモデル28日本語に組込まれる。

インライン日本語ワークステーションは、モデル28及びモデル38日本語システムと高速同軸ケーブルでクラスタ接続し、オフィスや工場内で小規模から大規模の日本語マルチワークシステムを構成できる。インライン日本語ワークステーションには、日本語の入力、表示を行う日本語ワークステーション装置と日本語の印字を行う日本語シリアルプリンタ装置がある。

2.2 日本語ワークステーション装置

ディスプレイとキーボードを基本構成として、ハンドOCR、IDカード、バーコードリーダ、ライトペンなどのオプション装置が接続できる。

開発にあたっては日本語表示品質の確保、1画面あたりの日本語表示文字数1,000字の実現、各種日本語入力手段の提供を可能としユーザーがオフィスコンピュータで日本語情報処理を行う上で支障のないよう考慮した。

日本語ワークステーション装置の外観を図3.に、回路構成を図4.に、主な仕様を表2.に示す。

2.2.1 制御方式

日本語ワークステーション装置は、それぞれにプロセッサとメモリを持ち、各装置ごとに独立して画面編集、制御及び入力処理を行う分散処理方式を採用している。これによりホストコンピュータ及びクラスタコントローラのオーバヘッドを少なくし日本語情報処理システム全体の性能を上げることができた。

内部回路はメインバスとサブバスを設けたバス方式を採用した。このバス方式により表示制御、プリンタ制御、高速日本語機構（フォントメモリ）、各種キーボード及びオプション装置などのハードウェアは、他の日本

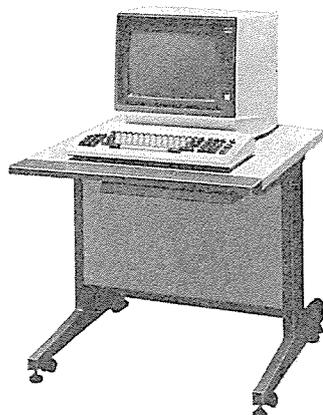


図3. 《MELCOM 80》日本語ワークステーション装置

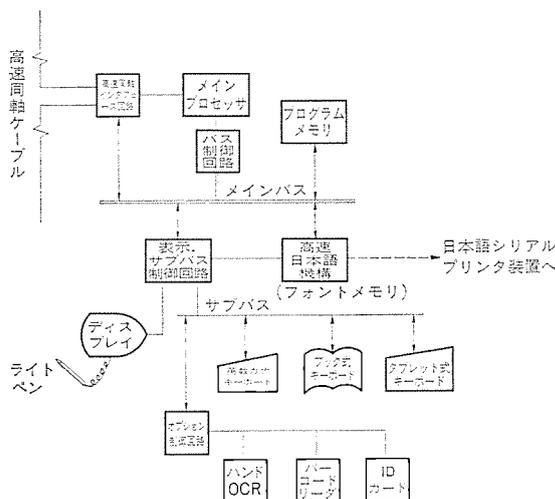


図4. 日本語ワークステーション装置の回路構成

表2. 日本語ワークステーション装置の仕様

1. 表示	(1) CRT (2) 表示文字数 (3) 表示字種 (4) コード (5) 表示文字 (6) 特殊表示	14インチ、緑 ① 漢字・記号………1,000字(40字×25行) ② 英数・カナ………2,000字(80字×25行) ③ 英数・カナ………128字種 ④ 漢字 128字種以上 128字用高速日本語機構(標準) 1,000字種以上 1,000字用高速日本語機構(オプション) 4,000字種以上 4,000字用高速日本語機構(オプション) ① EBCDIC ② MELCOM標準漢字コード及びMELCOM標準漢字制御コード(JIS-C-6226情報交換用漢字符号系及びJIS-C-6225情報交換用漢字符号系のための制御文字符号に準拠) 漢字・記号………横24×縦24ドット 英数・カナ………横11×縦19ドット カーソル………「又は」(プリンク) 打ち抜き表示(リバース、イメージ) けい線表示 濃淡表示 非表示(機密用) プリンク表示
2. 画面制御	(1) フィールド指定 (2) カーソル制御 (3) 画面編集	プロテクトフィールド指定 英数カナ記号/数値入力フィールド指定 非表示(機密用)フィールド指定 フィールドアドバンス スキャンアップ ホーム スキャンダウン ニューライン スキャンライト フィールドバックスペース スキャンレフト 画面クリア フィールドイレーズ スクロールアップ/ダウン デリケート/インサート
3. 入力	(1) 入力単位 (2) キーボード (3) オプションキーボード	画面一括入力/フィールド入力 英数カナ記号キー、ファンクションキー有(JIS配列) ワンタッチスクリーンキーボード ワンタッチブックキーボード タブレットキーボード
4. オプション	(1) ライトペン (2) ハンドOCR (3) IDカードリーダ (4) バーコードリーダ	

語シリアルプリンタ装置、ベーシック日本語ワークステーションと共用可能とし、開発・生産・保守上で大きなメリットが得られた。

2.2.2 日本語ディスプレイ

日本語表示品質向上と日本語表示1,000文字/画面の実現のために新たに14インチ高解像度のCRTを開発した。これによりオフィスコンピュータとして初めて1漢字24×24ドット構成で1,000漢字/画面の表示が可能となった。

日本語の表示字体として最も読みやすく、美しくかつ広く使用されている明朝体文字を採用した。漢字、ひらがな等をドット表示する場合、最低たて18×よこ16のドット構成が必要であり、更に明朝体文字の特徴をくずすことなく表示するためには24×24程度以上のドット構成が必要である。《MELCOM 80》日本語ワークステーション装置では上記した大形高解像度CRTに24×24ドット構成の明朝体文字を大きくしかもきめ細かく表示している。一方表示制御回路

には、表示タイミング制御及びビデオ制御用の高速カスタムLSIを開発し、装置の小形、低価格化とともに信頼性の向上を図っている。またCRT周辺回路は画面の安定性と明るさを確保すべく、特に考慮した回路設計を行っている。

2.2.3 日本語入力方式

日本語入力のために各種キーボード及び装置を接続可能とした。入力方式には、各種各様の方法があるが入力の容易さ、速度、訓練の程度などを考慮してどの方式を採用するか決定すべきであり、業種、業務によっても異なる。

《MELCOM 80》日本語ワークステーションでは下記の6種類の日本語入力方式を提供し、

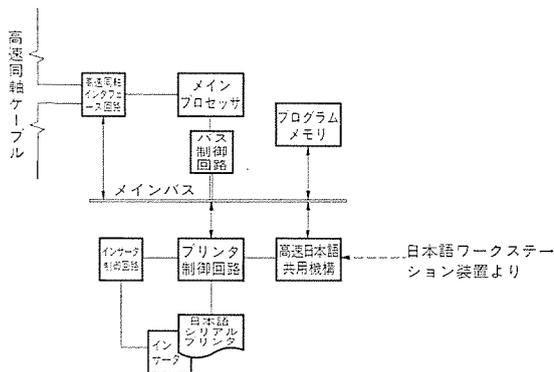


図 5. 日本語シリアルプリンタ装置の回路構成

表 3. 日本語シリアルプリンタ装置の仕様

1. 印字仕様	漢字モード		英、数、加モード	
	全角文字	高密度印字	高速印字	高速印字
(1) 印字速度	60字/秒	90字/秒	150字/秒	150字/秒
(2) 印字ドット構成	横 24ドット 縦 24ドット	横 11ドット 縦 19ドット	横 7ドット 縦 18ドット	横 7ドット 縦 18ドット
(3) 印字字種		128字種	128字種 (文字ドット構成は固定)	128字種 (文字ドット構成は固定)
(4) 印字間隔	3.81mm (約6.6字/インチ)	2.54mm (10字/インチ)	2.54mm (10字/インチ)	2.54mm (10字/インチ)
(5) 行間隔	8.47mm (3行/インチ) 6.35mm (4行/インチ) 4.23mm (6行/インチ)	8.47mm (3行/インチ) 6.35mm (3行/インチ) 4.23mm (6行/インチ)	8.47mm (3行/インチ) 6.35mm (4行/インチ) 4.23mm (6行/インチ)	8.47mm (3行/インチ) 6.35mm (4行/インチ) 4.23mm (6行/インチ)
(6) 横倍拡大文字	可	可	可 (ただし同一行内で標準文字と、横倍拡大文字の混在は不可)	可 (ただし同一行内で標準文字と、横倍拡大文字の混在は不可)
(7) 文字の大きさ (ドット間隔)	横 3.45mm 縦 3.45mm	横 1.61mm 縦 2.46mm	横 1.89mm 縦 2.46mm	横 1.89mm 縦 2.46mm
(8) 最大印字数	88字/行	132字/行	132字/行	132字/行
(9) 印字方式	ワイヤドットマトリクス方式			
(10) 高速日本語機能	基本 128字用 オプション 1,000字用又は4,000字用			
(11) 復帰時間	最大 900ms (右端よりの復帰)			
(12) 改行動作時間	約 80ms (6行/インチの場合)			
(13) 印字用紙幅	127mm~381mm (5インチ~15インチ)			
(14) 複写能力	5枚 (オリジナルを含む) ただし、30~35kg裏カーボン紙又は感圧紙			
(15) 印字圧切換	5段手動切換			
2. その他仕様機能	(1) ビジブル動作	可		
	(2) ホリゾンタルタブセット	可		
	(3) レフトマージンセット	可		
	(4) ライトマージンセット	可		
	(5) フォームフィード	可		
	(6) 使用コード	① EBCDIC ② MELCOM 標準漢字コード及びMELCOM 標準漢字制御コード (JIS-C-6226 情報交換用漢文字符系及びJIS-C-6225 情報交換用漢文字符系のための制御文字符号に準拠)		
	(7) 用紙検出	有		
	(8) 紙送り方式	引張り方式		
	(9) マニュアルフロントフィード	可		
3. インクリボン	(1) カートリッジ	専用カートリッジ入りエンドレス黒リボン カートリッジ交換		
	(2) 色	黒		
	(3) 長さ	50m		
4. オプション	(1) インサータ			
5. 印字用紙	(1) 連続帳票	127mm~381mm (5インチ~15インチ)	連量 ① 55kg (単紙のみ) ② 30~35kg (複写紙)	
	(2) 元帳	幅 148.5~381mm 長さ 75~297mm		
	(3) マニュアルフロントフィード用	連量 70~135kg		
	(4) 元帳 (インサータ用)	幅 148.5~355mm 長さ 85.3~297mm		
		連量 70~135kg		

ユーザーが最も適当な方法を採用できるようにした。

- (1) カナ漢字変換による入力
- (2) タイプライタによる入力
- (3) ワンタッチブック/ワンタッチスクリーンによる入力
- (4) タブレット式キーボードによる入力
- (5) ハンドOCR/バーコードリーダーによる入力
- (6) テンキーによる入力 (区点番号入力)

これら各種のキーボード及びハンドOCR、バーコードリーダーはすべてサブバスに接続し、1端末装置当たり1種類のキーボードと他のオプション機器が各1台接続可能となっている。

2.2.4 高速日本語機構

日本語フォントパターンの記憶機構で、64Kビット/16Kビット高密度LSI素子により構成している。

高速日本語機構を端末装置以外のホストコンピュータの主記憶装置、ディスク装置あるいはクスタコントローラなどに設ける方式もあるが、本格的な日本語情報処理システムを実現するためには端末装置に持つ必要がある。端末側にこの機構を設けることによって表示/印字性能の向上とホスト側のオーバーヘッドを少なくし、システム性能を上げることができる。

高速日本語機構には基本装備の128字種の外にオプションとして1,000字種、4,000字種があり、ユーザーが必要字種に応じて選択できるようにしている。また日本語ワークステーション装置に実装した高速日本語機構を日本語シリアルプリンタ装置がサイクルスチールで共用し得る高速日本語共用機構も準備している。この機構の使用により高速性能を維持しつつより安価に日本語マルチワークシステムを構築できる。

更に端末外字処理方式としたので、例えば1,000字種高速日本語機構を使用した場合でも、システムに登録されている全字種の取扱いが可能でありかつ4,000字種高速日本語機構を使用した場合と大差ない処理速度が確保できる。

2.3 日本語シリアルプリンタ装置

ドットインパクトプリンタを使用した日本語印字装置でインサータの接続も可能である。高印字品質、高速印字、複写性能の確保及び各種印字機能の実現に留意した。

日本語シリアルプリンタ装置の回路構成を図5.に、主な仕様を表3.に示す(外観は図2.参照)。なお図5.では高速日本語共用機構を使用しているが高速日本語機構を使用してもよい。

2.3.1 制御方式

日本語ワークステーション装置と同様、分散処理方式、バス方式を採用し、端末側で外字処理を行っている。内部バスはメインバスだけでサブバスは設けていない。

2.3.2 日本語プリンタ

次の理由から24ピンのワイヤドットマトリクスプリンタを採用した。

- (1) 他の方式のプリンタより安価である。
- (2) 従来からのプリンタ用紙(普通紙)が使用でき、ランニングコスト、保存性、加筆性の点で有利である。
- (3) 特殊な用液、インクを必要としない(従来のプリンタと同様のリボン交換で済む)。
- (4) 複写が取れる。

印字字体は明朝体とし、フォントパターンは日本語ワークステーション装置の表示パターンと同じ24×24ドット構成としているので印字結果は読みやすく美しい。

印字速度は全角漢字の場合約60字/秒と高速である。また英数

カナ印字の場合150字/秒の高速で印字でき、従来システムからの移行をスムーズに行える。

印字機能には、たて/よこ方向の1ドット送り、たて書印字、横/たて書倍文字印字などがある。

2.4 ベーシック日本語ワークステーション

日本語の入力、表示、印字の行える組込形日本語ワークステーションである。モデル18及びモデル28日本語に組込まれ、コンパクトな日本語オフィスコンピュータとして手軽に扱えるとともに本格的な日本語情報処理も行えるよう考慮している。

ハードウェアは日本語ワークステーション装置、日本語シリアルプリンタ装置と共用している。ハードウェア仕様及び構成は日本語ワークステーション装置、日本語シリアルプリンタ装置と類似しているため、説明は省略する。

3. ソフトウェア

《MELCOM 80》日本語システムを支えるOSをDPS III (Dynamic Processing System III) という。DPS IIIはオフコンにおける日本語システムを支えるOSはいかにあるべきかという基本的検討から構築しており、他社に類をみない強力な日本語データ処理機能を提供している。その特徴は次の5点にある。

- (1) 日本語メニューによるワンタッチジョブ起動を実現し、操作性がよい。
- (2) 言語及びユーティリティプログラムの基本機能に、日本語データ処理機能を取り入れられている。
- (3) 各種日本語辞書ライブラリを取りそろえた。ユーザーが追加・削除することもできる。
- (4) 最高35,000字までの漢字種を取扱える。かつサポートソフトウェアが充実している。
- (5) 日本語データ処理が入ってもマルチワークステーション性能を低下させない。

以下これらについて説明する。

3.1 簡単な操作性

オフィスコンピュータの最大の使命は操作性にあるといわれる。DPS IIIは特に次の点でより使いやすい計算機システムを実現した。

- (1) 日本語による見やすいジョブ選択画面とした。
- (2) ジョブ選択操作はファンクションキーを使ってワンタッチでできる。
- (3) システムの状態問い合わせキーを作り、エラー処理方法などを問い合わせることができる。
- (4) ユーティリティプログラムなどでインタラクティブオペレーションを採用した。

3.2 日本語データ処理機能

3.2.1 言語

プログレスIIは、会話形処理にもバッチ処理にも強い簡易言語であり、かつオフィスコンピュータとして最高水準の日本語データ処理機能を実現している。

- (1) 日本語データ項目の指定ができる。

自動的に2バイト系シフトコード、1バイト系シフトコードの付加・削除を行う。

- (2) 漢字定数のカナ記述ができる。

カナ記述された漢字定数は、コンパイラが自動的にカナ漢字変換する。

- (3) 日本語データ出力時のけた(桁)合わせ自動補正機能がある。

COBOLでは書式定義プロセッサを作り、画面形式、帳票形式をプロ

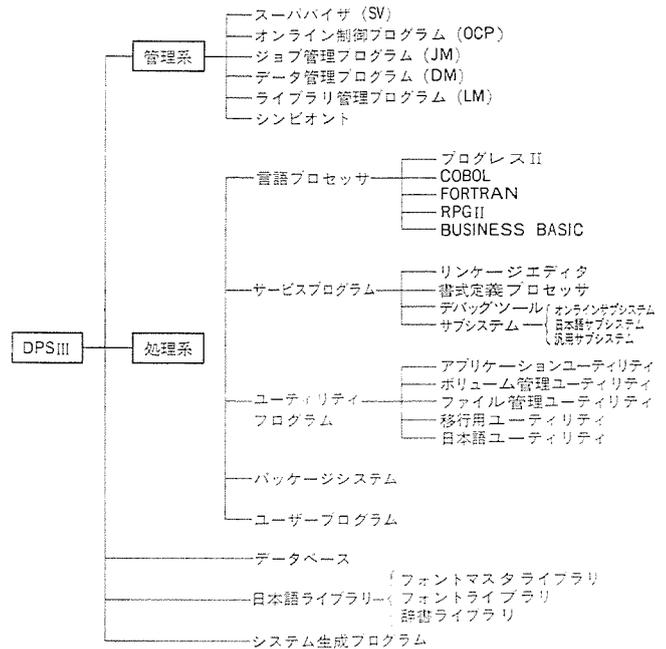


図 6. DPS III 構成図

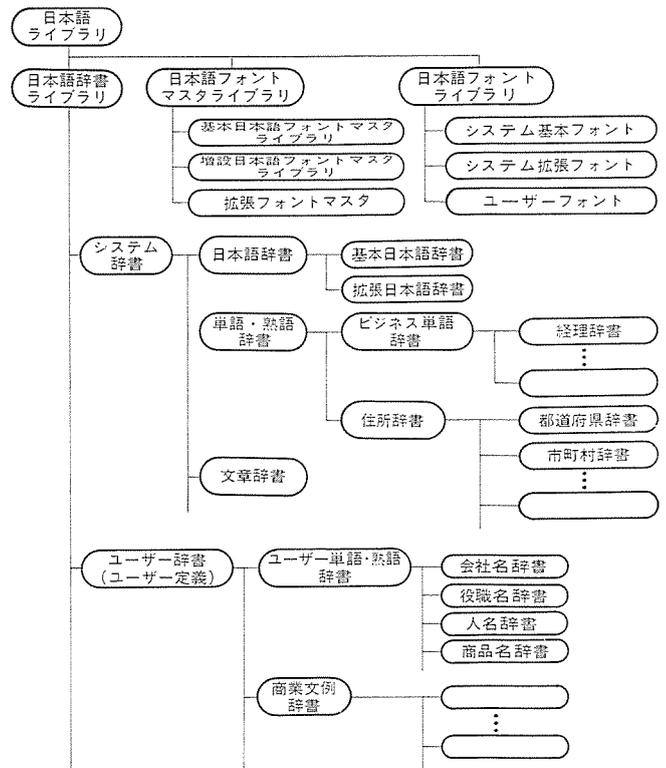
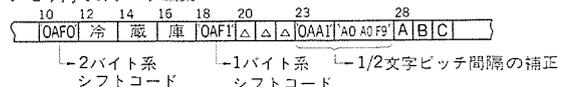


図 7. 日本語ライブラリの体系

ユーザープログラムの指定: 10カラムから「冷 蔵 庫」を出力し、18カラムから「A|B|C」を出力する

メモリ内でのデータ編集



プリント(ユーザーの指定した位置に印字される)

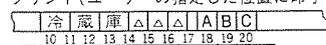


図 8. 日本語データ出力時の桁合わせ自動補正機能

グラム本体の作成とは別個に作成・更新できる。

3.2.2 日本語ユーティリティ

日本語ユーティリティの種類と特徴を示す。

(1) 日本語ファイルメンテナンスプログラム

日本語データ項目のメンテナンスにはカナ漢字変換入力できる。

(2) 日本語ファイルダンププログラム

日本語データ項目のレコード内位置と、出力データとの位置補正を自動的に行う。ANプリンタへの擬似出力もできる。

(3) 日本語ソートプログラム

会社名から“株式会社”、“有限会社”などを取り除いてソートする会社名ソートプログラムなど、各種の日本語ソートプログラムがある。

(4) 日本語コード変換プログラム

日本語ファイル内の漢字コードの変換プログラムである。ANデータのJISコード ←→ EBCDICコードの変換もできる。

3.2.3 日本語サブシステム

日本語サブシステムの種類と特徴を示す。

(1) カナ漢字変換サブシステム

漢字の音読み、訓読み、単語、熟語を入力してカナ漢字変換する。JIS区点番号入力や、《MELCOM》標準漢字コード入力もできる。

(2) 日本語ブック入力サブシステム

メーカー供給の日本語ブックより入力し、日本語に変換する。単語、熟語入力や、JIS区点番号入力、《MELCOM》標準漢字コード入力もできる。

入力用ブックは収容字種、配列方法の相違によって複数種類あり、いずれも対応するサブシステムがある。

(3) 日本語出力編集サブシステム

日本語データを帳票の印字桁に合わせて見やすく編集して出力する。文字列への漢字スペースのそり(挿)入や、姓名の出力様式の統合を行う。

3.3 日本語辞書ライブラリ

日本語データ処理上で必ず(須)なものに日本語辞書ライブラリがある。《MELCOM 80》日本語システムの日本語辞書ライブラリは次の特徴もっている(図9)。

(1) データベース構造となっており、日本語の各種属性に従った高速アクセスができる。

(2) 各種単語・熟語ライブラリを提供している。

(3) ユーザーで追加・削除できる。

3.4 漢字種と外字処理

3.4.1 漢字種とメンテナンス

35,000字種までの漢字を取扱える。かつメンテナンスソフトウェアが充実している。

(1) JIS第1, 第2水準漢字を完全に含んでいる。

(2) ユーザー定義の漢字を追加できる。漢字フォントパターン生成のユーティリティがある。

(3) kg, cmなどのJISで定義されていない特殊マークも供給している。ユーティリティプログラムによって該当のマークをユーザーコードアサインできる。

3.4.2 外字処理

出力データ中のデバイス外字はDPS IIIで自動的に処理するので、ユーザーはプログラミング時に外字のことを意識する必要はない。

3.5 マルチワークステーションシステム

《MELCOM 80》日本語システムは、日本語処理が入ってもマルチワークステーション性能を低下させないことに特徴がある。

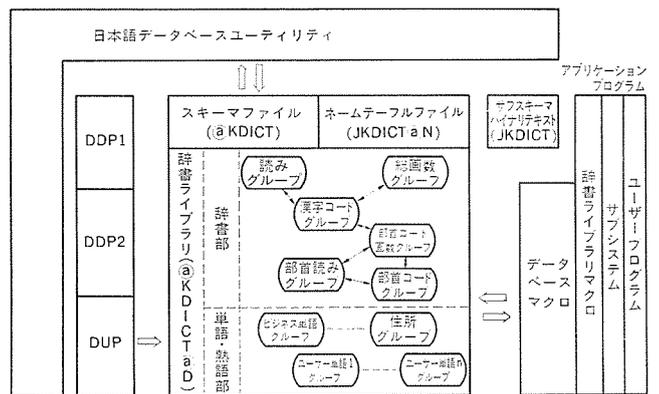


図9. 日本語辞書ライブラリファイルの構造

表4. 漢字取扱いのレベル

レベル	名称	漢字字種	印字・字体	特徴
第1レベル	カナオフコン	128字	画面表示(128字) 印字不可	① 文字フォントは字種が少ないのでRAM/ROMにもつ ② 画面表示、印字速度は速い ③ マルチワーク性能を発揮する ④ ワークステーション接続台数8~32台
第2レベル	カナオフコン漢字オフコンの間	1,000字	画面表示(128字) 印字(1,000字) (合成印字が多い)	① 文字フォントはディスクにもつ ② 画面表示、印字速度は約20字/秒と速い ③ マルチワーク性能も発揮しない ④ ワークステーション接続は不可
第3レベル	過渡的漢字オフコン	3,000字 当用漢字程度 JIS第1水準	画面表示(3,000字) 印字(3,000字) 一画印字 16×16ドット 画数の多い字は簡略字体	① 文字フォントはメインメモリにもつ各端末は共同で使う ② 画面表示、印字速度はワークステーションの接続台数により大幅に影響を受ける ③ マルチワーク性能はワークステーション台数に反比例する
第4レベル	本格的日本語オフコン	6,802字 佳所用漢字もほぼ網羅する程度 JIS第1, 第2水準	画面表示(6,802字) 印字(6,802字) 一画印字 24×24ドット 見やすい明朝体	① 文字フォントは各端末ごとに高速日本語機構にもつ ② 画面表示、印字速度は速い ③ マルチワーク性能を発揮する ④ ワークステーション接続台数8~32台

4. む す び

《MELCOM 80》日本語システムは大形高解像度CRT、高速・高密度カスタムLSI、高速日本語シリアルプリンタなど最新ハードウェア技術と、強力な日本語データ処理機能と、豊富な日本語ユーティリティを有するソフトウェアにより本格的な日本語オフィスコンピュータを実現することができた。日本語システムは真に日本人に適したマシンとして今後更にオフィスに幅広く取り入れられ、やがて従来のカナマシンにとって代わるであろう。

最後に日本語システム開発にあたりMCS(MELCOM Computer Service)社から多大の協力をいただいた。ここに感謝の意を表する。

(昭和55-6-18受付)

参 考 文 献

- (1) 山崎ほか：三菱電機技報，51，No. 4，p. 254 (昭52)
- (2) 山崎ほか：情報処理学会第19回全国大会講演論文集，p. 925 (昭53)
- (3) 小庭ほか：三菱電機技報，53，No. 8，p. 608 (昭54)
- (4) 富沢ほか：情報処理学会第20回全国大会講演論文集，p. 139 (昭54)
- (5) 富沢ほか：ソフトウェア工学研究会資料12，12-2 (昭54)
- (6) 本間ほか：三菱電機技報，54，No. 4，p. 276 (昭55)

工業用計算機《MELCOM350-50》の入出力システム

橋本健治*・中尾好宏*・前花芳夫*・西出政司*

1. ま え が き

工業用計算機は、省エネルギー、省力化にこたえるものとして、また品質、精度、効率などの向上を目的として導入され着実に進歩しつづけてきている。特に最近の動向としては、工業用計算機の対象とする範囲が拡大整理され、図1.に示すように4つの機能レベルに区分され、この間における情報の集中化と処理の分散化が強く指向されてきている。この時代の要請に対処するため、当社はマネージメントレベル用の工業用計算機としての《MELCOM 350-50/A 2500》⁽¹⁾や、シーケンサ機能を持った自動制御レベル用の《MELCOM 350-50/A 2010》を開発するなどによって工業用計算機の系列を強化してきた。また同一レベル間や異なったレベル間の情報交換用の装置として、MDWS-30 データウェイ⁽²⁾や、これを更に高速し光ファイバケーブルによる伝送を可能としたMDWS-30 Sを開発してきた。

このような工業用計算機システムの動向は、単に中央処理装置(CPU)やスーパーバイザを中心とするソフトウェアシステムなどだけではなく、プロセス入出力システムや周辺装置にも情報の集中化と処理の分散化に適合したものが必要とされてきた。これにこたえて、当社は新しい方式による入出力システムを開発したのでここに概要を紹介する。

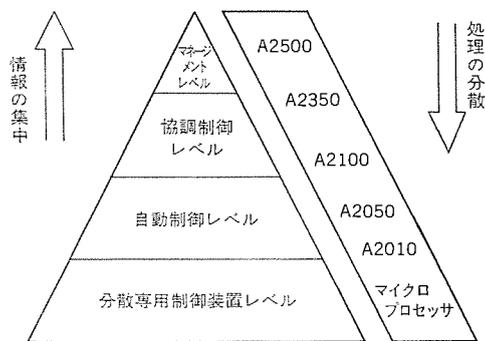


図1. 工業用計算機機能階層



図2. 新入出力システム

2. プロセス入出力システム

2.1 開発の意図と特長

工業用計算機システムにおける情報の集中化と処理の分散化への指向がプロセス入出力システムに与えた影響と、それに対して新プロセス入出力システムでどのように対処したかを以下に述べる。

(1) 小形化

処理の分散化により、1台のCPU当たり、あるいはデータウェイを用いた場合の1ステーション当たりのプロセス入出力点数は減少の傾向にあるが、入出力の種類は逆に増加する傾向にある。このような多種類小点数の入出力に対処するため、すべての種類の入出力に共通なプロセス入出力用バス(PIOバス)を採用した。これにより、1台の

カードフレーム(PIOシャーシ)に、アナログ入出力、デジタル入出力を問わず任意のプロセス入出力用カード(PIOユニット)の混在実装が可能となり、従来の当社製品と比較して平均2倍以上の実装効率となり、小形化を実現するとともに、増設や変更を容易にした。

(2) RAS機能

工業用計算機が人間にかわってより高レベルの処理を実行するようになってきた現在、工業用計算機のダウンによる障害は著しく大きくなってきており、特にプロセス入出力システムの一部のダウンが全体のダウンに結びつかないように配慮が重要となってきている。このため新プロセス入出力システムでは3段階にわたるRAS機能の向上を行った。

まず故障しないために、無配線化バックボードの採用、金めっき2点接触形コネクタの全面的採用、電源内部などの特殊用途を除きタンタルコンデンサや金属皮膜抵抗器を用いるなどの信頼性の高い部品を選択し、この使用方法においてはフォトリソなどのように特性に経年変化のあるものや、トランジスタなど耐電圧、電流容量に考慮を要するものなどに対しては十分なデレーティングをとった設計を行った。

次に故障した場合に対し、異常検出能力を高め、特に誤出力の防止に力を注いだ。例えばPIOバスのチェックとしては、パーティチェックは当然のこととして、ダブルコネクタの検出やバスタイバ回路のモニタリングなどを行っており、異常時には出力用ストロブ信号をブロックし出力動作を実行させない方式となっている。またこの外アドレスオーバーや不正命令のチェック、PIOユニット上のDC-DCコンバータのダウンチェックなどを行っている。このような異常は、入出力命令実行時にCPUで読込むことができるとともに、PIOユニット上に発光ダイオードで表示し、異常時の対処ができるようにしている。

異常カードが検出された場合に対しては、1枚のカードを交換するため従来のように電源を落とす方式では保守性が悪く、かつ必要以上にシステムに影響を与えるため、PIOユニット前面のスイッチの操作により、電源を投入したまま他のPIOユニットに障害を与えることなくカード交換を可能とした。

(3) プログラムインタフェース

新プロセス入出力システムでは、高速な入出力処理と、CPU負荷の軽減をはかるため、ハードウェアとしては2つの方式を採用した。

1つは、リレー出力など入出力実行時間がCPUの命令時間より長いものに対しては、PIOユニット上の回路によりリレー駆動時間の制御を行うなどの方式を採用し、入出力命令に対するビジー時間をなくした。もう1つは、チャネル経由の入出力を可能としたことであり、この場合には、入力又は出力の区別があるだけで入出力の種類、配列、回数などの制約を受けず、1回の起動で入出力を実行することができる。更にチャネル経由の入出力は、プログラムコントロールレジスタ経由の入出力と並行動作が可能となっている。

(4) リモート化

プロセス入出力システムを更に分散化しようとする要求にこたえるため、

* コンピュータシステム工場

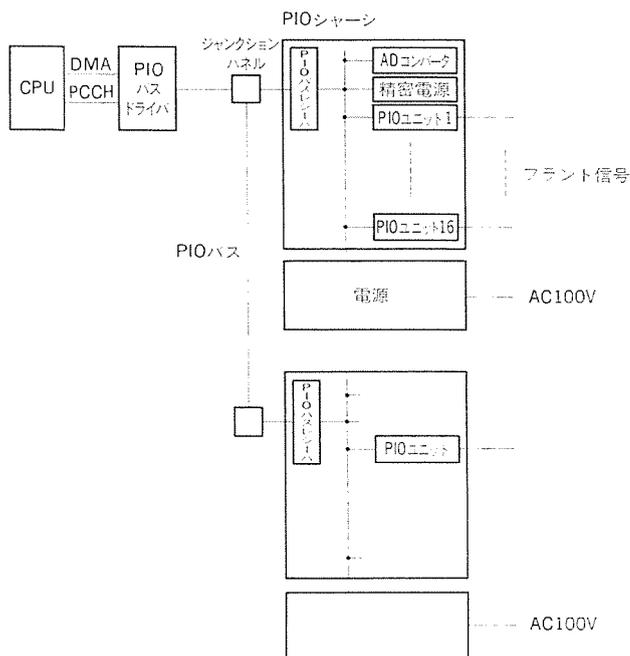


図 3. CPU 直結時のプロセス入出力システム構成

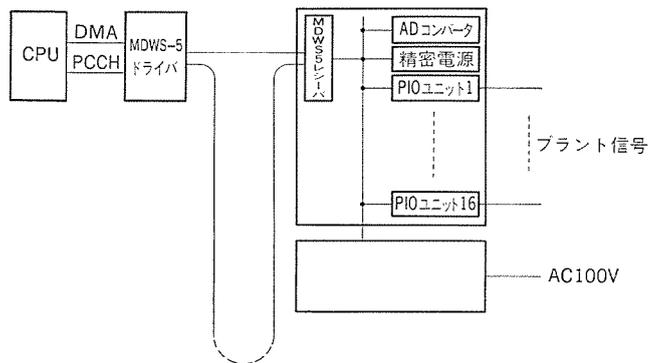


図 4. MDWS-5 によるプロセス入出力システム構成

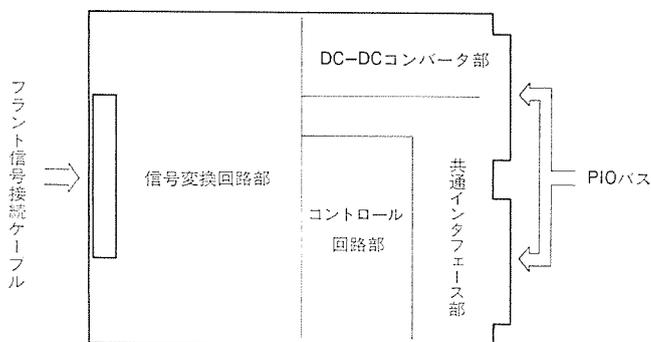


図 5. PIO ユニットスタブ構造

表 1. MDWS-5 基本仕様

接続 計 算 機 台 数	最大 2
リモートステーション数	最大 16
ステーション間距離	最大 1.5 km
総 長	最大 20 km
伝 送 路 形 態	ループ状
実効伝送速度	10 Kワード/秒(最大)
調 込 応 答 速 度	1 m 秒(平均)
ビット伝送速度	1 Mビット/秒
符 号 化 方 式	DWM
誤 り 検 出	6ビットCRC
使 用 ケ ー ブ ル	同軸ケーブル (5C2V, 3C2V)

CPU 直結のプロセス入出力システムと基本的に同じプログラムインタフェースを持ち、CPU 側のコントローラカード(ドライバ)と、PIO シャーシ側の基本カード(レシーバ)を交換するだけでリモート化が可能な MDWS-5 を用意した。

(5) 絶 縁

高いサージノイズやコモンモードノイズに耐える工業用計算機システムを構成するため、PIO ユニットの中心は絶縁形となってきた。絶縁形の PIO ユニットを用いる場合の問題は、絶縁の方式と、絶縁化された部分に対する電源の供給方式である。

新プロセス入出力システムでは、信号部分には原則としてフォトカプラを用いて絶縁し、また基板上的パターン間隔などに十分配慮した設計を行った⁽³⁾。

電源の供給方式としては、PIO ユニット上に、トランスで完全に絶縁された DC-DC コンバータを積載する方式とした。これにより、従来のように絶縁形 PIO ユニット用に特別に電源を用意したり、その接地に対し考慮する必要がなくなって、絶縁、非絶縁の PIO ユニートを容易に扱えるようにした。

2.2 プロセス入出力システムの構成と概要

新プロセス入出力システムは、図 3. に示す構成であって、1 台の CPU には最大 4 台までの PIO バスドライバ、1 台の PIO バスドライバには最大 16 台の PIO シャーシが接続され、各 PIO シャーシには最大 16 枚の PIO ユニットが実装可能である。PIO シャーシには 2 枚分のオプションスロットがあり、スキャナ形アナログ入力用のアナログ・デジタル変換ユニットと、RTD 形アナログ入力などのための精密電源ユニットを実装できるようになっている。図 4. は MDWS-5 を用いた場合である。

PIO ユニットは、図 5. に示すように、標準回路の組合せ方式(スタンプデザイン)を採用しており、信頼性のある設計と開発速度の向上に対処している。特にコントロールロジックスタンプの多くには、マイクロプロセッサや ROM シーケンサを用い、PIO ユニットの機能を高めると同時に、回路の集約化を行い信頼性を高めた。

PIO ユニットのレパートリーは、幅広い用途にこたえるため、非絶縁形の L タイプ、絶縁形の S タイプと、AC 2,000 V の絶縁耐圧を持った H タイプの 3 種を基本として、現在約 40 種のレパートリーを用意している。これらの PIO ユニットの多くは、PIO ユニット上に機能設定スイッチを持ち、実質的には 100 種を越えるレパートリーと同等となっている。

以下、特長的な入出力についての例を説明する。

(1) アナログ 入力

アナログ入力には、スキャナ方式のものとして、水銀リレースキャナ形の 125 点/秒のもの、トランスと FET による 5,000 点/秒のもの 2 種を用意している。更に、PIO ユニット上にアナログ・デジタル変換器を実装したシングルポイント形として逐次比較形と積分形の 2 種がある。これらはすべてポイント絶縁形であるが、中でもシングルポイントの積分形は高 CMRR を特長としたもので、タービンの軸受温度などの高いコモンモード電圧のかかるものを直接接続できるようになっている。

(2) デジタル 入力ユニット (S タイプ)

S タイプのデジタル入力ユニットは、基本的には従来と同等であるが、機能設定スイッチにより設定された機能を ROM シーケンサにより制御することにより、

(a) デジタル入力ユニット+プロセスインタラプト入力ユニットとして用いることができる。このときプロセスインタラプト信号発生のタイミングとしては、入力信号の立上がり、立下がり、両方のいずれにも設

表 2. PIO ユニットレパートリー

デジタル入力	Lタイプ	接点入力 オープンコレクタトランジスタ入力	64点/ユニット "	非絶縁 "
	Sタイプ	接点入力 オープンコレクタトランジスタ入力	32点/ユニット "	カード単位絶縁 "
	"	電圧入力	"	"
	Hタイプ	接点入力	16点/ユニット	"
デジタル出力	Lタイプ	オープンコレクタトランジスタ出力	64点/ユニット	非絶縁
	Sタイプ	接点出力 オープンコレクタトランジスタ出力	32点/ユニット "	ポイント絶縁 ポイント/カード単位絶縁
	Hタイプ	接点出力	16点/ユニット	ポイント絶縁
パルス入力	Sタイプ	接点入力 オープンコレクタトランジスタ入力	16点/ユニット "	カード単位絶縁 "
	"			
パルス出力	Sタイプ	接点出力 オープンコレクタトランジスタ出力	16点/ユニット "	ポイント絶縁 "
	"			
アナログ入力 (シングルポイント形)	Sタイプ	積分形 逐次比較形	4点/ユニット "	ポイント絶縁 "
	"			
アナログ入力用 ADコンバータ	Sタイプ	水銀リレースキャナ用 トランス・FET スキャナ用	— —	— —
	"			
アナログ入力用スキャナ	Sタイプ	水銀リレースキャナ トランス・FET スキャナ	16点/ユニット "	ポイント絶縁 "
アナログ出力	Sタイプ	電流出力	4点/ユニット	ポイント絶縁
	"	電圧出力	"	"
	"		16点/ユニット	カード単位絶縁
	"	抵抗出力	4点/ユニット	ポイント絶縁
特殊カード		シャフトエンコーダ入力 リバーシブルカウンタ入力 シリアル入出力 タービン回転計入力 アナログ入力用精密電源		

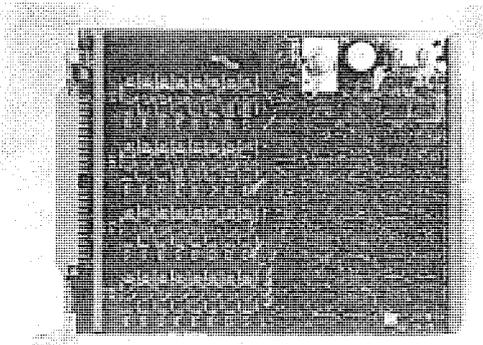


図 6. PIO ユニットの例

定することができる。

(b) 入力信号の変化をとらえ、変化したデータがCPUに読込まれるまで保持する保持式デジタル入力として用いることができる。

(c) 接点入力の場合のリレーのチャタリング除去などのためのフィルタの時定数を7段階のうちから選択できる。

などの特長がある。

(3) デジタル出力ユニット(Sタイプ)

Sタイプのデジタル出力ユニットには、現在出力中のデータのイメージをCPUから読みもどすことのできるリードバック機能がついている。またモーメンタリ出力時には、カード単位に出力時間を12段階のうちから選択することができる。

(4) シリアル入出力ユニット

マイクロプロセッサで制御された装置とプロセス入出力経由で接続するため、CPU側からは完全なプロセス入出力であり、外部にはHDLCのUN規格による伝送手順を持つシリアル入出力ユニットをレパートリーとして持つなど、多くの特殊用途向けPIOユニットを用意している。

2.3 ソフトウェア

プロセス入出力のサポートソフトウェアパッケージとしては、PAMN(Process Input Output Access Method N)とか、SBMS(Senser Base Management System)などを用意している。特にSBMSは、MDWS-30を用いた分散形のシステムにおいて、直結のプロセス入出力システムと同一のアクセス方式でアクセスでき、さらに物理アドレスを意識せずに、論理アドレスを用いることができる。SBMSには、更にシミュレート、テスト、トレースなどの機能を内蔵しており、情報の集中化と処理の分散化に適したものである。

3. 周辺装置

3.1 開発の意図と特長

工業用計算機における情報の集中化と、それに伴う管理の強化によって、情報をいかに分かりやすく人間に伝えるか、またどのように

して情報を蓄えてゆくかという面が重要視されてきており、これに対しM2398グラフィックディスプレイ⁽⁴⁾をはじめとして、各種のマンマシンインタフェース装置を開発してきたし、またカセットMTやフレキシブルディスク装置などをレパートリーに加えてきた。

今回の新入出力システムの開発における基本的な思想は、プロセス入出力システムの場合と同様で、RAS機能の強化、チャンネル経由の入出力、リモート化などに留意した設計を行ったほか、周辺装置とのプログラムインタフェースに対し、下記のように改良を行った。

プログラムインタフェースの単純化と共通化のため、A2010クラスにまでチャンネル経由のインタフェースを付加し、《MELCOM 350》工業用計算機シリーズ全体にわたって統一化した思想のもとにプログラムインタフェースを定めた。

また、周辺装置制御装置をマイクロプロセッサによって構成し、高い処理能力を持たせ、異なった周辺装置間のコードの統一や、制御手順の統一に心がけた。

以上により、オペレーティングシステム(サポートソフトウェア)との協調によ

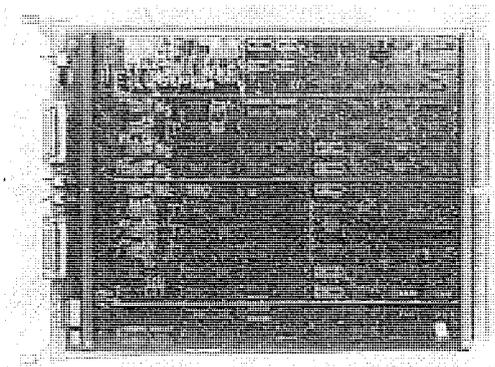


図 7. 周辺装置制御装置(接続ユニット)の例

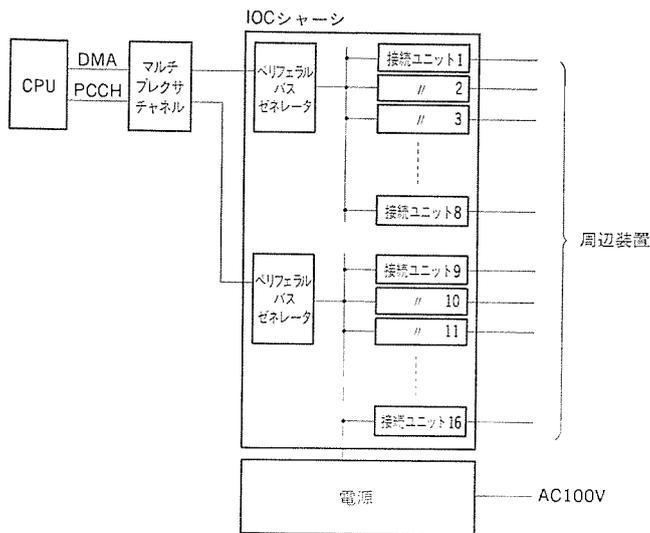


図 8. チャンネル 経由 周辺装置制御装置の構成

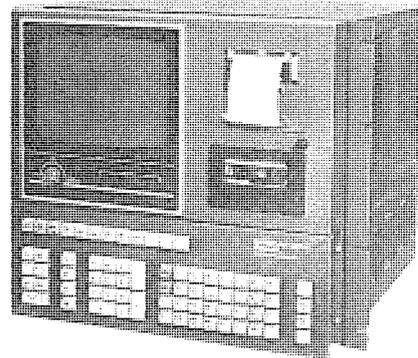


図 9. BD 900 オペレータズパネル

表 3. 周辺装置レパートリー

キャラクタディスプレイ装置	M 2398	カラー7色 表示文字数 4,800/7,200字 図形表示可
"	M 2397	" " 3,200字 簡易図形表示可
"	M 2396	" " 2,000字 "
"	M 345 N	カラー3色 " 2,000字
"	M 2345	緑 " "
パネルディスプレイ装置	M 2330/31	赤 " 256字 128字種
XYプロッタ装置	M 2339	1,000ステップ/秒, 1/2/3ペン, ドラム式
ドットプリンタ装置	M 2645	132字/行 128字種 印字速度 165字/秒
ラインプリンタ装置	M 2630	136字/行 63/109字種 印字速度 340/230行/分
"	M 2631	" " 660/380行/分
カード読取装置	M 521	80欄パンチカード/マークカード 速度 300/600枚/分
光学マーク読取装置	M 2542	A4サイズ 速度 30枚/分
紙テープ読取装置	M 2431	JIS 6/8単位 速度 400字/秒
紙テープせん孔装置	M 2439	" 速度 110字/秒
フレキシブルディスク装置	M 2877	片面/両面 容量 243/568 K バイト
カセットテープ装置	M 2728	記憶密度 800ビット/インチ 速度 15インチ/秒
タイプライタ装置	M 2213	94字種 速度 30字/秒
"	M 2214	" " キーボード付
"	M 2215	128字種 速度 40~80字/秒
"	M 2216	" " キーボード付
遠隔タイプライタ装置	M 2228	" " "
"	M 2229	" " キーボード付
オペレータズパネル	(BD 900)	9インチ モノクローム キャラクタディスプレイ(簡易図形表示可) +カセットテープ+放電式プリンタ+キーボード

り、一層使いやすいものとなった。

一方、マイクロプロセッサを用いることによる欠点、主としてスピードの低下に対処するため、個別 IC による回路や、高速な ROM シーケンサの使用などによって協調をとった設計を行っている。

3.2 周辺装置の概要

チャンネル経由の入出力システムに対する構成を図 8. に示す。また A 2100, A 2010 などで、小形のシステムを構成する場合のため CPU シャーシ内蔵形の制御装置も用意されている。

周辺装置のレパートリーを表 3. に示す。

また特殊な制御装置として、GP-IB インタフェースなども用意して

いる。

最近の周辺装置の 1 つの例として、オペレータズパネル (DCC プログラミングパネル) を紹介する。これは、9 インチのキャラクタディスプレイ装置、

カセットテープ装置、放電式プリンタ装置及びテンキー、ファンクションキーから成るキーボードによって構成しており、自動制御レベルの工業用計算機システムにおける PID 制御プログラムの作成や修正に有効な装置であって、更に、か(稼)働時における動作のモニタリングが可能である。

4. む す び

工業用計算機の入出力システムは、ユーザーにとって使いやすいものであり、かつ安心して使えるものであることが最も重要なことであると考えている。このため、新入出力システムの開発に際して、レパートリー、プログラムインタフェース、RAS 機能などを重視した設計を行い、かつ破壊試験を含む評価試験を実施してきている。

今後、更にユーザーにとって使いやすい入出力システムを提供するため、新入出力システムをベースとしたシステム指向形の入出力レパートリー、例えばサーボアクチュエータ、オートマニュアルステーションとかの開発に力を注いでいきたいと考えている。

参 考 文 献

- (1) 武藤ほか：《MELCOM 350-50》工業用計算機システムモデル A 2500, 三菱電機技報, 54, No. 2 (昭 55)
- (2) 橋本ほか：工業用データウエーシステム, 三菱電機技報, 53, No. 10 (昭 54)
- (3) 仁田ほか：プリント配線間の絶縁耐圧特性, 放電研究会資料, ED-79-34 (昭 54)
- (4) 渡部ほか：カラーグラフィック表示を実現した工業用分野向けディスプレイ装置, 三菱電機技報, 54, No. 4 (昭 55)

16ビットマイクロプロセッサ

富沢 孝*・花村 公一*・中前美登里*・山田達雄*・佐藤 茂*

1. ま え が き

集積度の向上とともに、マイクロプロセッサは2つの方向に発展している。1つはメモリを内蔵させるシングルチップ化であり、もう1つは、CPUそのものの機能を向上させる高機能化の方向である。高機能化の流れにそって、語長が16ビットの高機能マイクロプロセッサが出現することは当然予測されていたが、最近ようやく現実のものとなった。

ここに紹介する16ビットマイクロプロセッサM5L8086Sは、ゲート長3ミクロンのNチャネルMOSプロセスを適用した、素子数25,000個にもおよぶ高機能マイクロプロセッサである。従来の8ビットマイクロプロセッサと可能な限り互換性をもつように設計してはいるが、最大1Mバイトのメモリ容量、豊富なアドレモード、マルチプロセッサ機能といった特徴を備えていて、明らかに8ビットマイクロプロセッサと一線を画す機能を持っている。

この論文では、ハードウェアとソフトウェアとに分けて簡単に機能を紹介する。

2. ハードウェア

2.1 内部構成と機能

表1にM5L8086Sの機能と特性を、図1に内部の詳細ブロック図を示す。図2がチップ写真である。

内部ハードウェア構成上、従来の8ビットマイクロプロセッサと大きく違う点は、BIU(バスインタフェースユニット)とEU(実行ユニット)とに分かれており、それぞれ非同期で動作している点である。BIUとEUを分離したアーキテクチャは、ミニコンなどでは一般的であるが、マイクロプロセッサでは初めての試みである。BIUは、6バイトの命令キューを内部に持っている。バスがあいていると自動的に命令の先取りを行う。こうすることによって、バスのアイドル状態を少なくし、プロセッサの効率を上げることができる。

内部ハードウェアの制御には、マイクロプログラム方式を採用しているが、これも従来の8ビットマイクロプロセッサにはみられなかった特徴である。マイクロプログラムの語長は21ビットで、21ビット×528語のマイクロプログラムROMが内蔵されている。

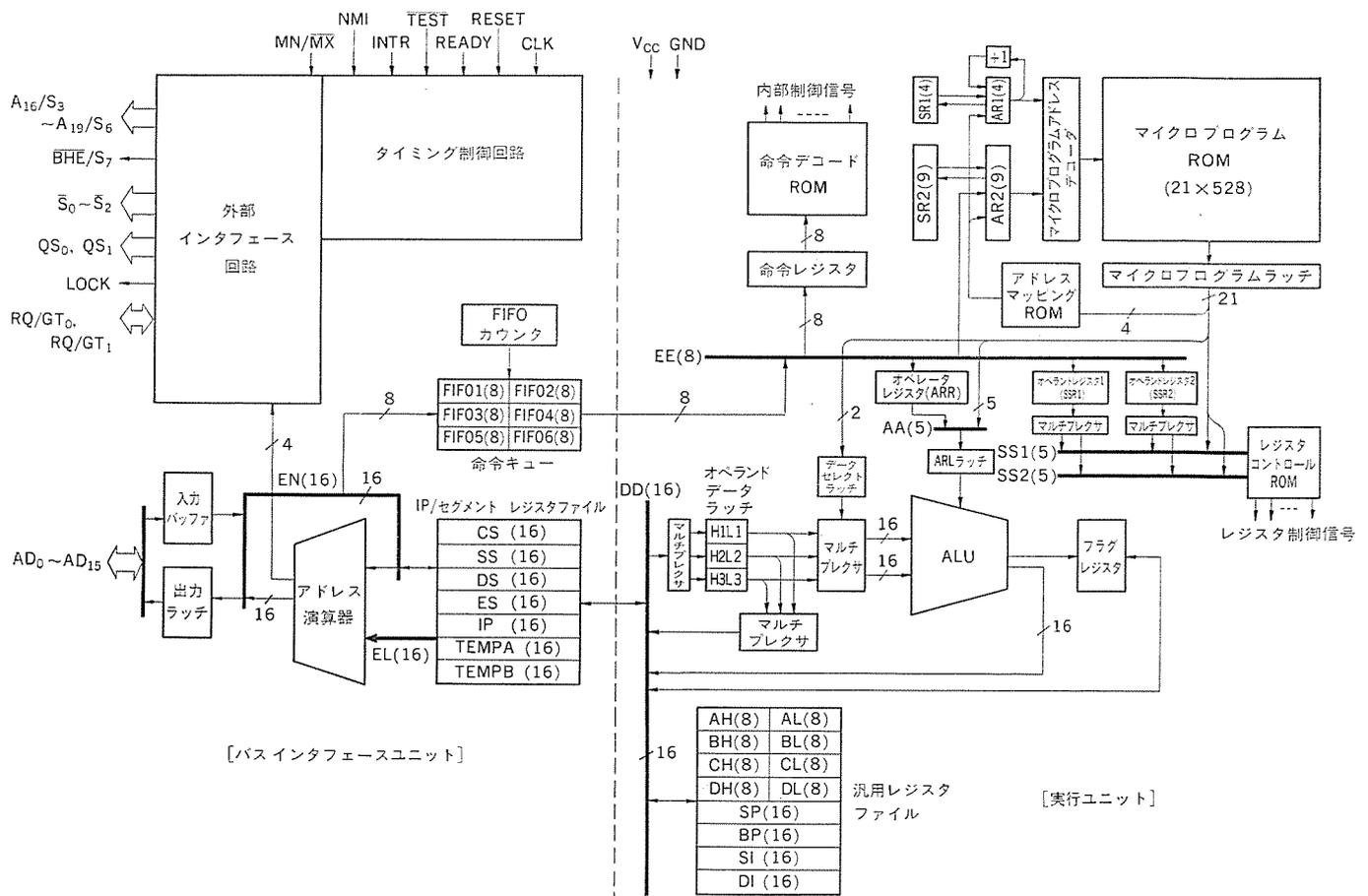


図1. 内部ブロック図

表 1. M5L8086S の機能と特性

項目	内容
最大メモリ容量	1Mバイト
命令数	97
内部レジスタ	16ビット長 ・セグメントレジスタ(4本) ・汎用レジスタ(4本) ・ポインタ/インデックスレジスタ(4本) ・インストラクションポインタ(1本) ・フラグレジスタ(1本)
扱えるデータの種類	ビット, BCD, ASCII, バイト, ワード
メモリデータアクセスのアドレスモード	レジスタ, レジスタ間接, 直接, 即値, インデックス, ベース, ベースインデックス
割込み	・2種の外部割込み ・4種の内部割込み
マルチマイクロプロセッサ機能	有
プロセス	NチャンネルシリコンゲートED MOS
電源	5V単一
最高クロック周波数	5MHz
消費電力	最大1.5W
動作温度	0~70°C
パッケージ	40ピンセラミックDILパッケージ

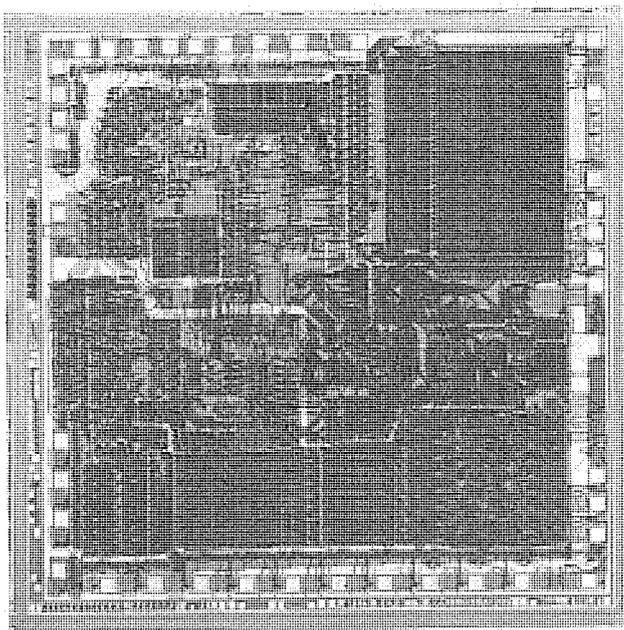


図 2. M5L8086S チップ写真

BIUには、命令先取り用の6バイトのキューの外に、2本のテンポラリレジスタを含む7本の16ビットレジスタとアドレス計算用の演算器が含まれる。

EUには、8本の16ビット汎用レジスタ、3本の16ビットデータラッチ、フラグレジスタ及び16ビットのALU(論理演算ユニット)を含む。このALUは、通常の論理・算術演算の外に、実効アドレスの計算や



図 3. 内部レジスタ構成

割込みのアドレス計算などにも使用できる。

チップは、システムの規模に応じた外部バス構成がとれるように、「最小モード」と「最大モード」の2つのモードを持ち、MN/MX端子によって切換えることができる。「最小モード」では、デコードされたバス制御信号を出力するので、小規模のシステム構成のとき便利である。「最大モード」は、大規模なシステムに適している。このモードでは、バスの制御信号をエンコードして出力するので外部にこれをデコードするコントローラを必要とするが、マルチプロセッサシステムの制御信号を出力するので、マルチプロセッサ構成をするには、このモードを用いる。

2.2 レジスタ構成

図3.に、ソフトウェアでアクセスできる内部レジスタを示すが、下記の4つのグループに分けることができる。図中斜線で示したように、8ビットマイクロプロセッサ(M5L8080 AP, M5L8085 AP)の内部レジスタはサブセットとして包含している。

(1) 汎用レジスタ

4本の16ビットレジスタから成り、それぞれ、上位と下位のバイトに分けてアクセス可能である。ワード単位でアクセスする場合、アセンブラでAX, BX, CX, DXと表記し、バイト単位の場合、AH(上位)、AL(下位)のように表記する。

汎用レジスタとして利用できる外に、命令によってはそれぞれ特別な意味を持つことがあり、図に示した名前を付けている。

(2) ポインタ/インデックスレジスタ

スタックポインタ(SP)とベースポインタ(BP)は、通常スタックをアクセスするときのオフセットとして使用する。

ソースインデックス(SI)とディスティネーションインデックス(DI)は、インデックスレジスタとし実効アドレス計算に使用するほか、ストリング命令のオフセットアドレスとして用いる。

(3) セグメントレジスタファイル

コードセグメント(CS)、スタックセグメント(SS)、データセグメント(DS)、エクストラセグメント(ES)の4本のセグメントレジスタから成り、それぞれ、命令コード(CS)、スタック(SS)、データ(DS, ES)の各セグメントを指定するのに使用する。

どのセグメントレジスタを使用するかは、条件により決まっているが、IP (インストラクションポインタ) による命令コードのアクセスとスタックポインタによるスタックのアクセスを除いて、1バイトのプレフィックスを命令の前に置くことによって任意のセグメントレジスタを使用することができる。

(4) フラグレジスタ

1ワードのレジスタであるが、実際に使用するのは9ビットである。下位バイトは従来の8ビットマイクロプロセッサのフラグと同じであるが、上位バイトに次の4ビットのフラグを新しく追加した。

OF……オーバーフローフラグ

DF……ディレクションフラグ。ストリング命令で処理されるデータの方向を示す。

IF……割り込み可能フラグ。INTR 端子からの割り込みをマスクするのに使用する。

TF……トラップフラグ。シングルステップ動作をするときに使用する。

2.3 メモリアドレス機構

アクセス可能な最大メモリ容量は1Mバイトである。1Mバイトのメモリ空間をアクセスするには、20ビットのアドレスが必要である。CPU内部のレジスタは、すべて16ビットなので、20ビットのアドレスをつくるために、図4のようにセグメントレジスタを左に4ビットシフトして、オフセットアドレスに加える方法をとっている。オフセット値は、命令コードアクセスであればIPの値であり、メモリデータのアクセスであれば、アドレスモードで指定される実効アドレスの値である。セグメントレジスタは、内部にあるセグメントレジスタを使用し、通常は、命令コードアクセスはCS、スタックアクセスでSS、データアクセスでDS又はESの各レジスタが自動的に選択する。

上述のアドレス生成方法により、プログラムやデータは、64Kバイト単位のセグメントに分割することになる。それぞれのセグメントは、1Mバイトのメモリ空間上のどこに置いてよく、重なって配置してもかまわない。このセグメント化により、モジュールプログラムの作成やダイナミックリロケーションが容易となった。

論理アドレスは1Mバイトであるが、実際の物理的なメモリ構成は、図5に示した16ビット×512Kワードというワード単位の構成を使う。データは、バイト単位でもワード単位でも取り扱えるが、このためにアド

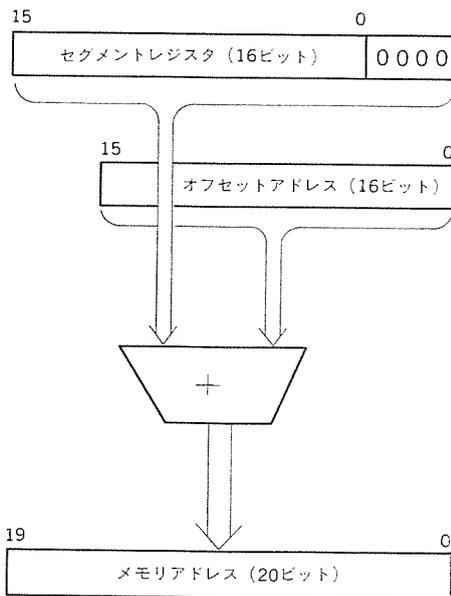


図4. メモリアドレスの生成

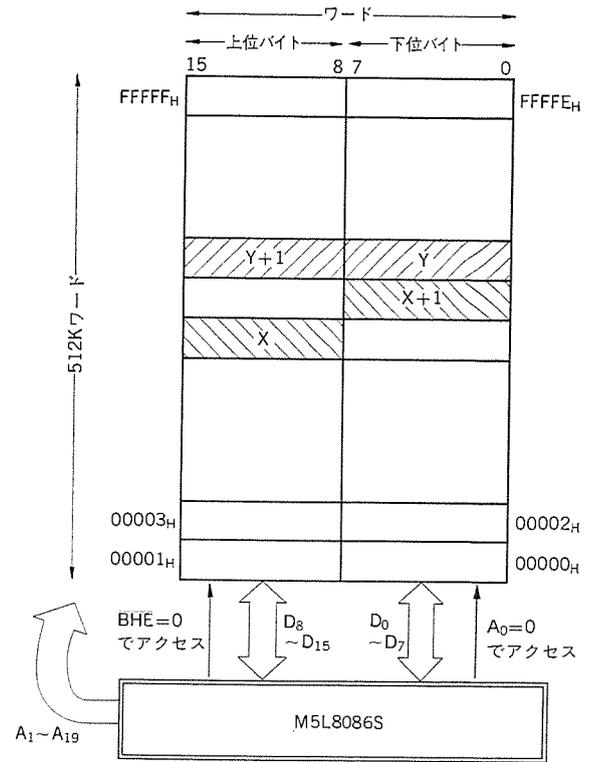


図5. メモリの構成とインタフェース

レス信号とは別にCPUより \overline{BHE} 信号を出力している。アドレス信号 $A_1 \sim A_{10}$ で512Kワードの1つが選択され、 \overline{BHE} と A_0 により、上位又は下位のバイトを指定する。ワードアクセスの場合は、上位と下位のバイトを同時に指定することになる。命令コードのフェッチは、図5のY、Y+1のワード単位で2バイトずつCPUにとり込まれるようになっている。データの読出し、書込みの際は、アドレスが奇数で始まるか、偶数で始まるかにより、ワードデータは、図のX、X+1又はY、Y+1のどちらかの配置が考えられる。どちらのデータも取扱うことができるが、X、X+1の配置の場合、読出し又は書込みを行うには、2回のメモリアccessが必要である。したがって処理速度の効率を上げるには、Y、Y+1の配置となるように、スタックポインタやメモリアの実効アドレスは偶数値をとるようにしたほうがよい。

メモリアドレス空間とは別に、「入出力命令」によってアクセスされるI/Oアドレス空間を持っている。I/Oアドレスは、レジスタ間接アドレスによって64Kバイトまで可能で、このアドレス生成には、セグメントレジスタは関与しない。ワードデータのアクセスは、上述のメモリの場合と全く同様に行うことができる。

2.4 割り込み

割り込みの種類を図6.にまとめる。割り込みには、割り込み端子を介して外部からの要求でおこるものと、命令実行の結果、CPU内部で発生するものがある。

外部割り込みには、NMI端子によるマスク不能割り込みと、INTR端子によるマスク可能割り込みとがある。INTR割り込みはIFフラグによってマスクすることができる。

内部割り込みには、除算エラーやシングルステップ割り込みのようにハードウェアによって引き起こされるものと、割り込み命令(INTRn)によっておこるソフトウェア割り込みとがある。

INTR割り込みの手順を図7.に示すが、割り込みのタイプに応じて、1バイトのタイプベクタを与えるベクトル化割り込みである。割り込みポイン

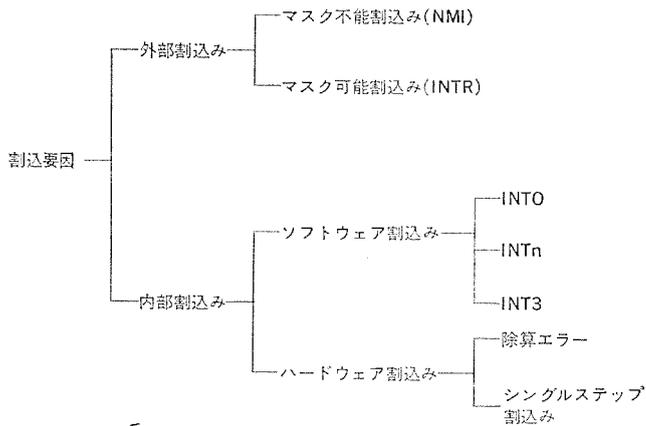


図 6. 割込要因の分類

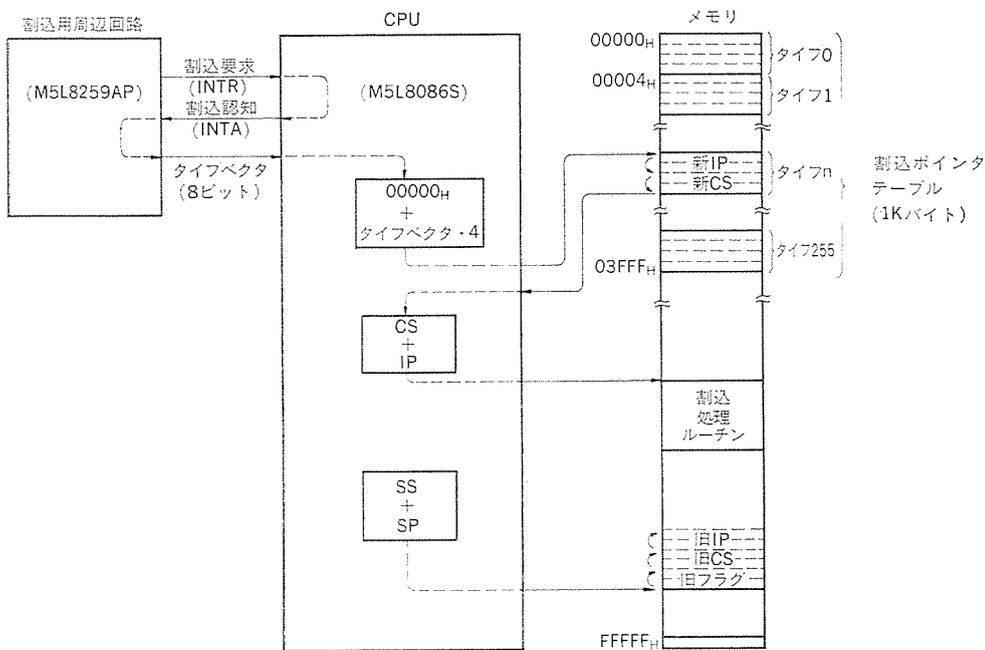


図 7. 割込手順

テーブルは固定で、下位 1K バイトにある。タイプベクタが与えられると、各タイプに応じたロケーションに格納された 4 バイトのポインタ (新しい IP と CS) が引き出されて割込処理ルーチンのアドレスとなる。割込みがおこると、古い CS、IP、フラグは、自動的にスタックに格納される。

通常は、上に述べたベクトル化割込みであるが、NMI 割込みや内部ハードウェアによる割込みでは、割込みのタイプが決まっていたり、タイプベクタを必要としない。このような割込みには次のものがあるが、ユーザーはこれらに対応するポインタテーブルの使用を避けなければならない。

- タイプ 0……除算エラー
- タイプ 1……シングルステップ割込み
- タイプ 2……マスク不能割込み
- タイプ 3……「タイプ 3 割込命令」の実行
- タイプ 4……「INT0 命令」実行でおこる割込み

2.5 マルチプロセッサ機能

従来の 8 ビットマイクロプロセッサになかった機能として、マルチプロセッサシステムを容易にするために、次の 2 つの特徴的な機能を備えている。

(1) 共通リソースに対する機能

共通リソース (主としてメモリ) を 2 個以上のプロセッサで共用する場合、オペレーティングシステムでは、普通ソフトウェアのロックを用いる。この方法は、セマフォとかテストアンドセットロックなどと呼ばれるが、次のような簡単なハードウェアサポートを必要とする。すなわち、1 つのプロセッサが共通リソースを他のプロセッサが使用していないか確認するため、メモリ内にあるステータスをチェックする間、他のプロセッサがメモリをアクセスすることを禁止する機能である。M5L8086S では、命令の前に 1 バイトの「LOCK」プレフィックスを置くと、次の 1 命令実行中は LOCK 信号がアクティブとなるので、「LOCK」プレフィックスと「XCHG 命令」(レジスタとメモリの交換命令) との組合せで、ソフトウェアロック (テストアンドセットロック) が実現できるようになっている。

(2) 共同プロセッサとのインタフェース機能

最大モードでは、RQ/GT 線が 2 本あり、ローカルバスを共用する共同プロセッサを 2 個までつけることができる。RQ/GT 線は、従来の 8 ビットマイクロプロセッサにあったホールド要求/認知信号 (HOLD/HLD A) と同様の機能を持つが、1 本の線で CPU へのバス要求、バス要求の認知、バスの解放の 3 段階の信号が受渡され、共同プロセッサがこの線を介してバスの使用权を要求できる。ここでいう共同プロセッサとは、将来開発が予想されるプロセッサで、I/O プロセッサや演算プロセッサなどが考えられる。

RQ/GT 線の外に、CPU から共同プロセッサをアクセスするために「ESC 命令」を用意している。この命令では、M5L8086S の実効アドレスモードによりアドレスを計算してメモリからのデータ読出しを行うが、CPU 自体は何の動作も行わず、読出されたデータは、共同プロセッサで使用される。「ESC 命令」実行後は「WAIT 命令」を実行して TEST 入力端子がアクティブとなるまで待機状態となり、共同プロセッサがタスクを完了するまで、待機することになる。こうして、共同プロセッサは丁度ハードウェアのサブルーチンを実行している形になるが、M5L8086S のできない演算や命令を、将来この共同プロセッサによって補っていくことが可能である。

ここでいう共同プロセッサとは、将来開発が予想されるプロセッサで、I/O プロセッサや演算プロセッサなどが考えられる。RQ/GT 線の外に、CPU から共同プロセッサをアクセスするために「ESC 命令」を用意している。この命令では、M5L8086S の実効アドレスモードによりアドレスを計算してメモリからのデータ読出しを行うが、CPU 自体は何の動作も行わず、読出されたデータは、共同プロセッサで使用される。「ESC 命令」実行後は「WAIT 命令」を実行して TEST 入力端子がアクティブとなるまで待機状態となり、共同プロセッサがタスクを完了するまで、待機することになる。こうして、共同プロセッサは丁度ハードウェアのサブルーチンを実行している形になるが、M5L8086S のできない演算や命令を、将来この共同プロセッサによって補っていくことが可能である。

3. ソフトウェア

3.1 命令フォーマット

図 8. に、命令の一般的なフォーマットを示す。命令は、最初のバイトが命令オペコードを示すマルチバイト構成である。第 2 バイトは、通常、実効アドレスのモードを示すバイトである。オペランドの片方は、必ずレジスタとなっていて、もう一方のオペランドは、レジスタでもメモリデータでもよい。データの結果がレジスタに格納されるか、メモリ内に格納されるかは、第 1 バイトのディレクションビットで指定でき、対称性よくできている。バイトデータとワードデータの指定も第 1 バイトの指定ビットで決めればよく、どちらでも自由に取扱うことができる。

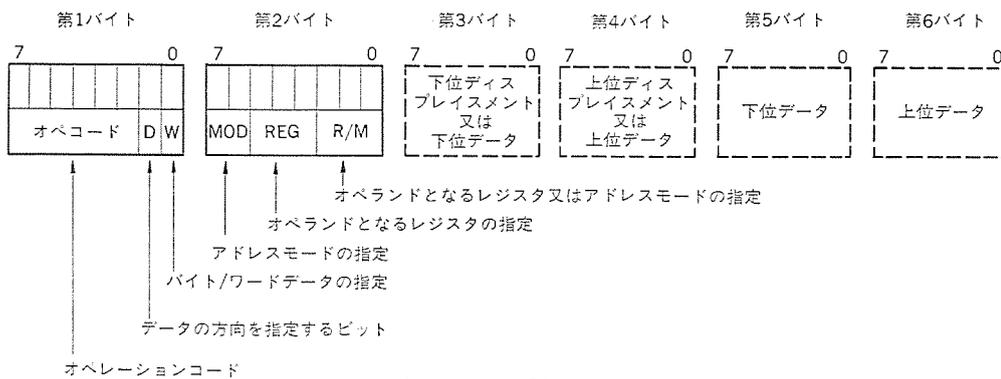


図 8. 命令の一般的フォーマット

D8: 8ビットディスプレイメント
D16: 16ビットディスプレイメント

R/M	MOD				
	00	01	10	11	
				W=0	W=1
000	(BX) + (SI)	(BX) + (SI) + D8	(BX) + (SI) + D16	AL	AX
001	(BX) + (DI)	(BX) + (DI) + D8	(BX) + (DI) + D16	CL	CX
010	(BP) + (SI)	(BP) + (SI) + D8	(BP) + (SI) + D16	DL	DX
011	(BP) + (DI)	(BP) + (DI) + D8	(BP) + (DI) + D16	BL	BX
100	(SI)	(SI) + D8	(SI) + D16	AH	SP
101	(DI)	(DI) + D8	(DI) + D16	CH	BP
110	直接アドレス	(BP) + D8	(BP) + D16	DH	SI
111	(BX)	(BX) + D8	(BX) + D16	BH	DI

図 9. アドレスモード

3.2 アドレスモード

メモリ内のオペランドデータをアクセスするときのアドレスモードは、図9.に示した24通りとなる。基本的にレジスタ間接アドレス方式で、BP、BX、SI、DIの4本のレジスタをアドレスレジスタとして使用できる。

3.3 特徴ある命令

従来の8ビットマイクロプロセッサになかった、特徴ある命令として次のようなものがある。全体として、高級言語向きの命令体系であることとマルチプロセッサシステムに対する配慮がある点が大きな特徴である。

- (1) 符号付きと符号なしの乗除算命令
- (2) 64Kバイトまでのデータが扱えるストリング命令。ブロック転送、

ブロックジャンプ、ブロック比較が可能。

(3) 繰返し操作命令。繰返しのある命令ブロックが作りやすい。

(4) レジスタの内容を破壊せずに論理積をとることが可能な「TEST 命令」。

(5) ソフトウェア 割込命令。

(6) マルチプロセッサシステムのための命令 (前述の「LOCK プレフィックス」と「ESC 命令」)。

(7) コード変換が容易にできる

「XLAT 命令」。

(8) 1バイト命令でプログラムステータス (CP, IP, フラグ) の復帰ができる「IRET 命令」。

4. む す び

1970年代のはじめにマイクロプロセッサが世に出たときは、かろうじて計算機と呼べる程度のものであった。しかし、その後の半導体技術の進歩とともに、マイクロプロセッサの質的発展は大きく、ここに紹介した16ビットマイクロプロセッサは、どこからみても、まさに計算機そのものである。今後、このように単なる集積度の向上だけでなく、マイクロプロセッサが質的变化をとげていくことは確実で、どのような変化をとげるかまことに興味深い。いずれにせよ、ここに示したような高機能マイクロプロセッサが出現したということは、マイクロプロセッサ発展の歴史が、今後の計算

機発展の歴史の中で重要な位置を占めることを意味しており、マイクロプロセッサ設計者と計算機設計者との緊密な協力がますます不可欠となるであろう。

参 考 文 献

- (1) S. P. Morse et al.: Computer, 11, No. 6, pp. 97~106 (1978)
- (2) J. McKeivitt et al.: IEEE Spectrum, 16, No. 3, pp. 28~34 (1979)
- (3) B. J. Katz et al.: Electronics, 51, No. 4, pp. 99~104 (1978)

計算機間通信における高性能光ループシステム

松永 宏*・石坂充弘*・中塚茂雄*・江口眞行**・新沢 誠**

1. ま え が き

最近の構内領域におけるデータ通信の分野では、分散した計算機、端末、その他の物理的あるいは論理的リソースを、多様な適用形態に応じて有機的に結合するとともに、総合的な情報処理システムとして、格段に高い性能と信頼性を保証する通信サブシステムの実現が期待されている。

近年、光ファイバ伝送の実用化、マイクロプロセッサとLSI技術の向上、及び、通信ソフトウェアにおけるネットワークアーキテクチャの進展により、前記要望を満足する通信サブシステムの実現が可能となった。ここでは、筑波大学 GAMMA-NET (General Purpose and Multi Media Annular Network) におけるリングバスサブシステムとして位置づけて開発した高性能ループシステム(ここでは LOOP-3 と称す)の概要を述べる。

LOOP-3 は、体系化された通信ソフトウェアのもとに、通信プロトコルのファームウェア化と、光ファイバ伝送を実現し、複合計算機システムや、その他の情報処理システムにおける通信サブシステムの基本機能を提供する。なお、GAMMA-NET におけるリングバスサブシステムと LOOP-3 とは、適用システム構築上、上位プロトコルの選択機能などの相違点がある。

2. 概 要

2.1 LOOP-3 開発のねらい

これまで種々の構内計算機ネットワークにループ構造の伝送系(ループシステム)が適用されてきた。その主な理由は、トポロジーが簡単であり、次のような特長があることによる。

- (a) 任意のノード間でデータ交換が可能
- (b) 高速データ転送に適する
- (c) システムの拡張・増設が容易

これらに加え、LOOP-3 は次の諸点を特に配慮して開発した。

(1) 光ファイバケーブルによる高品質の信号伝送

光ファイバ伝送の有する耐電磁誘導性を活用し、事実上エラーフリーな高品質の高速伝送を実現する。

(2) 階層構造ネットワークアーキテクチャ

当社の分散処理ネットワークアーキテクチャ MNA (Multi-shared Network Architecture) の思想に準拠し、これを構内データ通信に適した形で適合、発展させた平易な階層構造をとっている。

(3) 高スループット通信の実現

LOOP-3 は次の特長をもつ。

- (a) ランダー形通信方式に基づく新しいデータリンク制御プロトコル
- (b) このプロトコルをファームウェアとして実行する専用プロセッサ(リングバスプロセッサ RBP)
- (c) パースト性データ転送において、通信プロセス間のダイレクト転送を可能にするための縮退概念

(4) 信頼性と保守性の向上

システムの大規模化と機能の統合化が進むと、部分的な障害に対する耐性及び障害の早期回復機能が特に重要となる。LOOP-3 は光ファイバによる共通バス、主要な伝送論理部と給電系統を2重化して伝送系の高信頼性を確保し、更に同一共通バス上に高速データ転送と独立した制御ループを形成し、マイクロプロセッサにより伝送系の管理を自動化している。

(5) 複合計算機システムの実現

LOOP-3 の高スループット通信性能を生かして、資源共有の概念に基づいた機能分散、負荷分散方式の複合計算機システムを実現する。

(6) 統合情報処理サービスの提供

従来のデータ通信に加えて、FAX による計算機入出力、画像/イメージ情報など大量データのオンライン処理、あるいは音声交換サービスなど異種情報を統一的に扱える統合情報処理システムとして発展させることにより、情報処理の多様化に対処する。

2.2 システム構成

2.2.1 物理構造

LOOP-3 の標準仕様を表 1. に、システム構成例を図 1. に示す。LOOP-3 には伝送速度が 32.4 M ビット/秒の LOOP-3 モデル 32 M と、97.2 M ビット/秒の LOOP-3 モデル 100 M の 2 機種があり、2重化された光ファイバ共通バス(光リピータ REP を含む)、バス管理ステーション(SV)及びリングバスプロセッサ(RBP)から構成する。

構内に分散配置した端末は、図 1. に示すように、端末用ループシステム(LOOP-2)により一群の仮想化端末として LOOP-3 に結合する。

2.2.2 論理構造

LOOP-3 による計算機ネットワークの論理的な通信機能は、それぞれのレイヤの機能が明確に定義された階層構造で表現される(図 2.)。LOOP-3 はネットワーク制御層(NL)以下の通信機能であり、上位のレイヤ(FL, AL)に対してトランスパレントなデータ転送を保証する。データリンク制御層(DL)の大部分の機能は RBP の多重リンク制御機

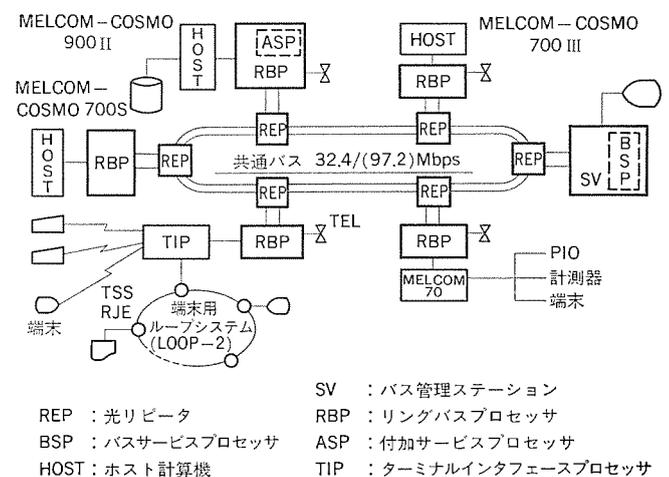


図 1. LOOP-3 によるシステム構成例

表 1. システム仕様

項目	標準仕様	筑波大学 GAMMA-NET リングバスサブシステム
伝送路	光ファイバ2重化線路、ループ状	
伝送路総延長	最大 30 km (10 km)(注1)	最大 10 km
標準接続計算機	MELCOM-COSMO 700, 900 シリーズ MELCOM 70 シリーズ	MELCOM-COSMO 700 シ リーズ MELCOM 70 シリーズ IBM, BMX チャンネル互換機
伝送路速度	32.4 M(97.2 M) ビット/秒	97.2 M ビット/秒
接続ノード数	最大 32 RBPs	
ノード間距離	最大 1 km (標準)	
多重化方式	チャンネル多重, 8チャンネル(データ)+1チャンネル(制御)	
最大データ転送速度	320 K (960 K) バイト/秒: チャンネル当り 20.48 M (61.44 M) ビット/秒 : 1ループ当り	960 K バイト/秒 : チャンネル当り 122.88 M ビット/秒 : バス当り
バスアクセス	ランダムアクセス	ランダムアクセス 追加機能 ・マルチチャンネルアクセス ・データの優先制御転送 ・両系バスへの同時アクセス
交換方式	任意交換 (N:M)	
通信方式	ランデブー形通信方式	
データリンク数 (注2)	標準 31 (96 まで拡張可)	最大 31
トラヒック計測	オプション	標準装備
ネットワーク管理機能	任意のホスト又は専用ノードに付与	専用ノード (NMS) が実行
電話サービス機能	オプション	なし
信頼度対策	伝送路及び SV, RBP 主要部の 2 重化 光リピータ (REP) 電源給電系の 2 重化 システム障害時のバイパス, ループバック SV(BSP)+RBP(ASP) による常時予防診断 伝送品質の監視	
通信ソフトウェア	MNA に準拠	GAMMA-NET リングバス サブシステム

注) 1. () 内の数値は LOOP-3 モデル 100 M のとき

注) 2. ノード (RBP) と共通バスとの間の論理的なチャンネルの総数

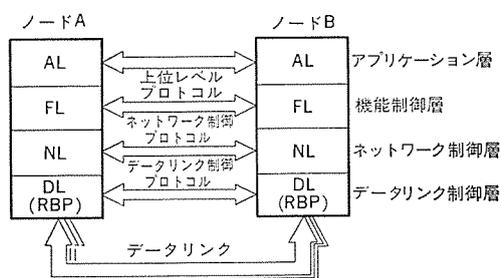


図 2. LOOP-3 の論理構造

能として実行できる。NL は上位の通信プロセスに対し論理リンクを提供するが、特にバースト性のデータ転送においては、NL の機能を縮退し DL に接続する。

3. ハードウェア構成

3.1 光リピータ (REP)

LOOP-3 では、計算機間において、高速で高品質な信号伝送を行うため、光ファイバ伝送を採用している。図 3. に示す REP は、電気信号と光の変換、受信タイミング抽出及び障害時の切換え (電気レベル) の機能を有する。また、万一の線路障害のない光素子故障によるシステムダウンを極力防止するために、光/電気変換系と給電系を 2 重化してい

る。

3.2 バス管理ステーション (SV)

SV は、図 4. に示すように、バスサービスプロセッサ (BSP) と 2 重化したバス制御ユニットから構成している。

SV の主な機能を列挙する。

- (a) 共通バスへのタイミングと同期信号の供給
- (b) 共通バス上のフレームの遅延時間補正
- (c) 共通バスの監視
- (d) リングバスプロセッサの遠隔制御と監視
- (e) 故障点検出とシステム再構成
- (f) 統計データ、障害のロギング

3.3 リングバスプロセッサ (RBP)

RBP は、複数の計算機間の通信を高速のマイクロプロセッサにより直接実行する専用の高速前置処理装置である。

図 5. に、RBP の構成を示す。RBP は、2 重化構成のバスインタフェースアダプタ (BIA) を介して光リピータに接続している。この BIA は、4 章で述べる伝送の基本単位であるユニットの送受信及びそのフィールドの生成とチェックを行う。

TCU は、バイポーラ素子による高速マイクロプロセッサを内蔵し、BIA 制御、計算機入出力チャンネル管理、リンク制御、データ転送制御、タイム管理などの通信プロトコルの実行機能をもつ。

RBP アダプタは、計算機に固有な入出力チャンネルインタフェースを、物理的及び論理的に RBP のインタフェースに変換する機能をもち《MELCOM-COSMO》シリーズ、《MELCOM 70》シリーズなどの計算機を接続することができる。

付加サービスプロセッサ (ASP) は、マイクロプロセッサ (M5L 8085 A) と低転送速度の送受信回路を有し、伝送系の RAS 機能を受持つ。

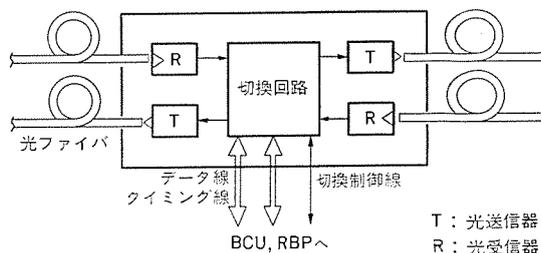


図 3. 光リピータ (REP)

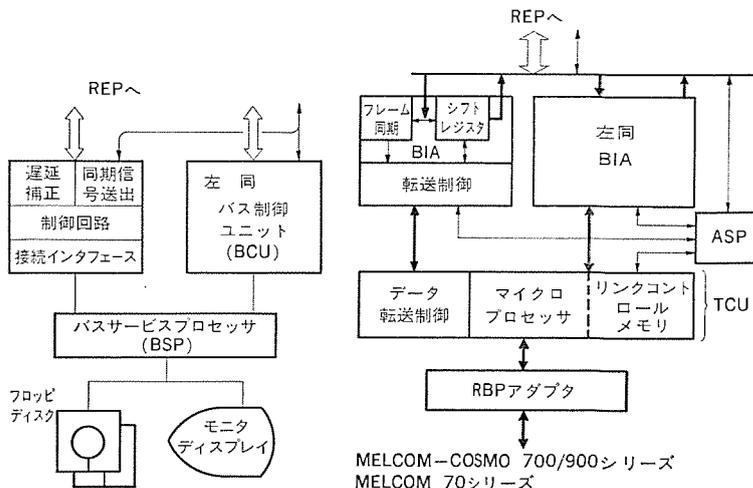


図 4. バス管理ステーション (SV)

図 5. リングバスプロセッサ (RBP)

4. 通信制御方式

4.1 多重化・アクセス方式

LOOP-3 における伝送フォーマットを図 6. に示す。フレームは ch0～ch8 のチャネルに分割され、ch0 は伝送システムの同期管理に、ch1～ch8 はデータ転送用に用いられ、同時刻に 8 対の RBP 間での転送が可能である。ch1～ch8 における伝送の基本単位をユニットと称し、データは 20 バイトごとに区切って送られる。

RBP が、共通バスへユニットを送出する場合は、アクセスキー (K) が空きを示すチャネルを捕捉 (ランダムアクセス) し、K をセットしてそのチャネルを占有し、以後アクセスが終わるまで同一番号のチャネルを使用する。一方、BIA の受信機能は常に全チャネルを監視しており、K と C フィールドのバスコマンド (表 2.) をデコードし、自ステーションあてユニットを取込む。

4.2 リンク制御とデータ転送方式

LOOP-3 では、ファームウェアによるデータリンク制御を行っている。RBP は、1 制御リンクと 31 データリンクを時分割的にサービスする。

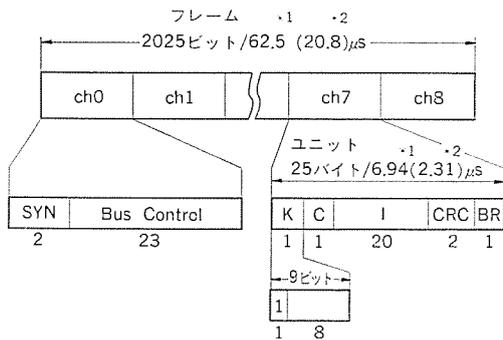
4.2.1 オーダータイプ

RBP は、接続計算機から与えられる RBP オーダーにより、リンクの制御を行う。

オーダータイプには、接続オーダー、非接続オーダー及び制御・診断オーダーに分類される。通常データ転送では、接続オーダーと制御オーダーが用いられる。表 3. に代表的なオーダーを示す。

4.2.2 データリンク制御シーケンス

RBP では、リンクコントロールテーブル (LCT) により、複数のデータリンク



SYN : synchronous word
 K : channel access key CRC : cyclic redundancy check
 C : command field BR : busy/response
 I : information field *1 は 32.4Mbps 時、*2 は 97.2Mbps 時

図 6. 伝送フォーマット

表 2. バスコマンドと LCM の例

バスコマンド	内 容
LCM	リンクコントロールコマンド
INF	転送データ
FIN	最終転送データ
NOP	データリンク保留コマンド

LCM 細目	内 容
CL	リンク設定要求
CA	リンク設定受諾
DL	リンク切断要求
DA	リンク切断受諾
WR	データの出力
RD	データの入力
STS	リンクコントロールのステータス情報

のリンク設定、データ転送及びリンク切断の各オペレーションフェーズにおいて、通信プロセス間の同期状態を管理している。TCU は、通信プロセスに対し、リンク設定フェーズにおいて、LCT 中の空き領域を割当て、リンク切断フェーズにおいてその領域を解放する。

図 7. は、データリンク制御シーケンスの 1 例を示す。

・CPU. A から Connect Link オーダーが出され、相手 RBP に CL が渡される。CL を受信した RBP は、CPU. B へリンク設定要求のあったことを知らせる。

・CPU. B から Connect Accept オーダーが出され、AB 間のデータリンクが確立される。

・CPU. A から Write オーダーが出され、CPU. B からの Read 要求を待つ。

・CPU. B で Read オーダーが出されると、RD が RBP. A へ送られ、Write と Read の整合がとられ、CPU. A から CPU. B へデータが 20 バイトごとにブロッキングされて転送される。最終データには FIN が付せられて転送され、Read, Write オーダーが終了する。

・リンクの切断は、双方の CPU から Disconnect Link オーダーが出され、RBP 相互間で確認が行われた時点で完了する。

表 3. RBP オーダーの例

オーダータイプ	内 容
接 続	
Connect Link	データリンク確立要求
Connect Accept	Connect Link に対する受諾応答
Connect Reject	Connect Link に対する拒否応答
Connect Sense	データリンク設定確認
Disconnect Link	データリンク切断要求
Read	データ転送要求
Write	データ転送要求
Force Read	相手プロセスにデータ転送 (Write) を強制する
Force Write	データ転送 (Read) "
非 接 続	
Remote Control	相手計算機への制御信号出力 (ex IPL)
制 御・診 断	
Sense Link	データリンク番号、付加情報の読取り
Diag. Write	診断実行命令の出力
Diag. Read	診断実行結果の入力

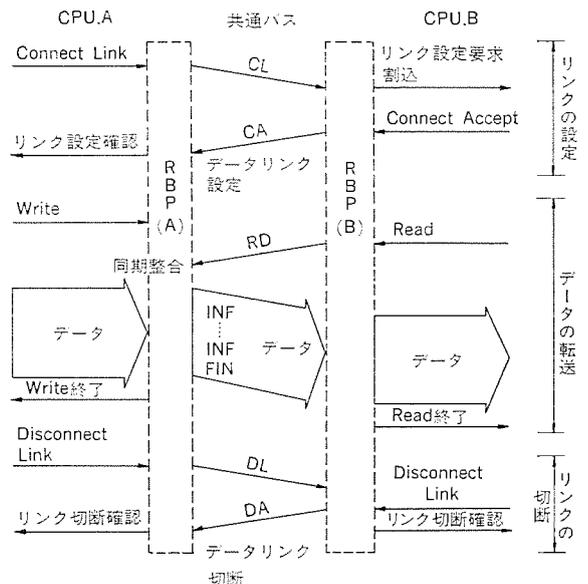


図 7. データリンク制御シーケンスの例

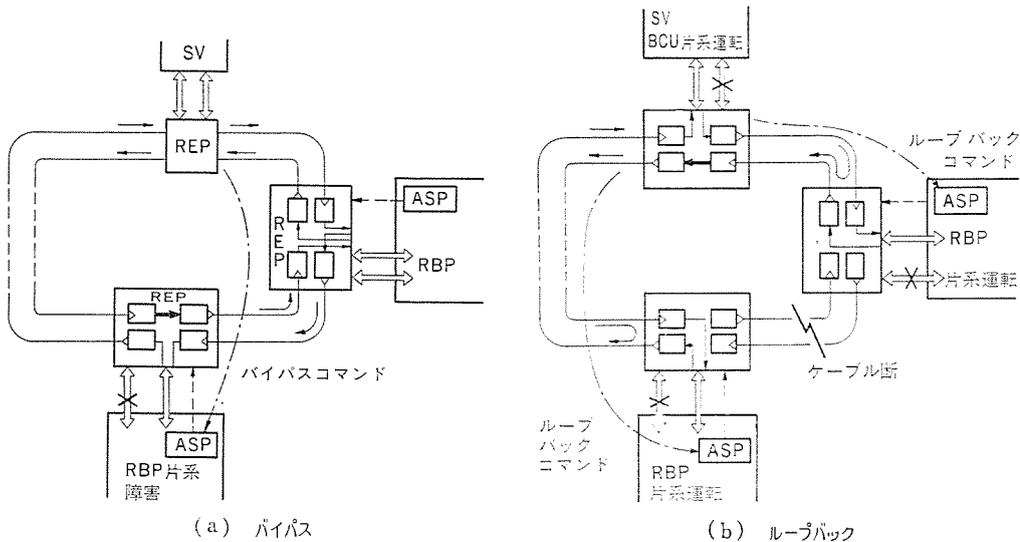


図 8. 障害時のバス切換え

5. RAS 機能

LOOP-3 には、システムの状態監視と制御のために、SV にはバスサービプロセッサ (BSP) が RBP には付加サービプロセッサ (ASP) を設けている。BSP と ASP 間は、チャンネル ch0 内のバスコントロールフィールドを介して連絡されており、ASP は BSP から制御コマンドに応じて REP, RBP のリモート診断あるいはステータスチェックを行う。BSP は複数の ASP と共同して、各 RBP の状態を常時監視し、BCU の伝送路監視・回復機能 (伝送品質監視、あて先不明ユニットの検出と消去など) とあわせて共通バスの管理を自動化している。

REP には、ローカルとセンターからの 2 経路から給電する。RBP が電源断の時は、REP は自動的にバイパスされる。RBP が電源入の場合、接続計算機、TCU あるいは BIA に障害が生じたと判断される場合には、SV は ASP へバイパスコマンドを送り該当する REP をバイパスする (図 8. (a))。線路障害が生じた場合には、ループバックを行い、共通バスは 1 重系に移行し、同時に各 RBP の BIA の片系の送信機能はバイパスにより切り離される (図 8. (b))。

6. 通信ソフトウェア

このシステムを論理的にモデル化してとらえると、図 2. に示すように 4 レベルの階層構造で表現できる。この章では LOOP-3 におけるデータリンク制御層 (DL) とネットワーク制御層 (NL) について述べる。

LOOP-3 における通信ソフトウェアの構築上の特長は、次のとおりである。

- (1) データリンクの制御が RBP のファームウェアによって実現されるため、リンクをローカル入出力チャンネルをアクセスすると同様に取扱うことにより、通信オーバーヘッドの削減を図っている。
- (2) 転送データとして、ファイル転送のような長データと会話形処理のような応答性が要求される短データが共存するため、2 種の転送モード (パストモードとマルチプレクスモード) に分けてサポートしている。これにより共通バスの高トラフィックに対してデータ転送サービスの均一化を図っている。

6.1 データリンク制御層 (DL)

DL は、表 3. に示すオーダーに従い、RBP によりデータリンク制御を行う機能層である。RBP で提供されるデータリンクはサブチャンネルとみなされ、簡単なループ入出力ハンドラにより、入出力要求、終了チェ

ック、リンク管理などを実行する。

DL の特長は、次のとおりである。

- (1) DL において複数のデータリンクが、それぞれ独立に制御されるため、上位のプログラムによるリンク制御に制限が少ない。
- (2) RBP のデータ送達確認機能を直接利用することにより、ソフトウェアによるオーバーヘッドを削減している。

6.2 ネットワーク制御層 (NL)

NL は DL で提供されるデータリンク上に、ソフトウェアにより論理的な通信路 (“論理リング” と言う) を規定し、ノード内のプロセス (例

えば NL が、ユーザープログラムに提供するライブラリを用いて作成されるプログラムなど) 間の通信を可能とする制御層である。

この NL では、ファイル転送のような大量データと会話形処理 (TS S), リモートジョブエントリ (RJE), ファイルアクセスなどの短データを均一的に効率よく転送できるように考慮したネットワーク制御プロトコル (NCP) を規定している。NCP で使用する制御メッセージは、表 4. のとおりであり、そのメッセージの一般形式を図 9. に示す。

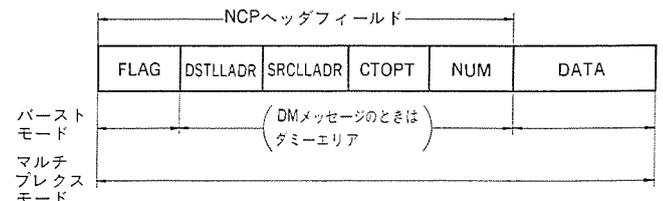
NCP が上位プロセスに提供する機能は次のとおりである。

- (a) 論理リンクの生成、切断
- (b) 論理リンク上のデータの送受信
- (c) 論理リンク上の割込メッセージの送受信
- (d) 論理リンク設定時のプロセスチェック
- (e) 論理リンクごとのデータフロー制御
- (f) データのセグメンテーション機能

また論理リンクを次の 2 つのモードでサポートすることにより、共通バス上の高トラフィックに対して、データ転送サービスの均一化を図っている。

表 4. ネットワーク制御メッセージ

種別	メッセージ	説明
制御用	論理リンク結合要求 (CR)	論理リンクの結合要求
	論理リンク結合確認 (CC)	論理リンクの結合確認
	論理リンク切断要求 (DR)	論理リンクの切断要求
	論理リンク切断確認 (DC)	論理リンクの切断確認
データ用	通常データメッセージ (DM)	論理リンク上の通常のデータ
	割込メッセージ (IM)	論理リンク上の割込メッセージ
	リンク情報 (LI)	リンク情報メッセージ



FLAG: メッセージタイプ DSTLLADR: 着信論理リンクアドレス
 SRCLLADR: 発信論理リンクアドレス CTOPT: メッセージタイプ固有の情報
 NUM: メッセージ番号 DATA: データ

図 9. メッセージの一般形式

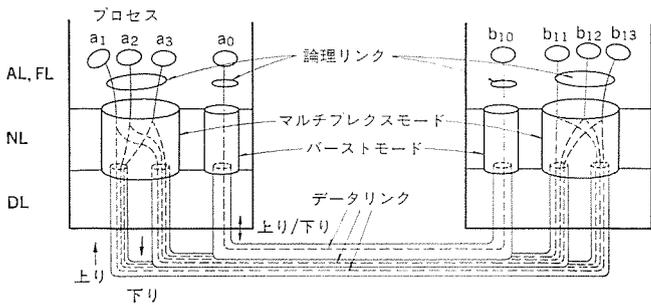


図 10. データリンクと論理リンクの関係

表 5. ネットワーク 制御層のデータ転送手順

フェーズ	バーストモード	マルチプレクスモード
論理リンク設定	CR →	CR →
	← CC/DC	← CC/DC
データ転送	DM →	← LI
	DM →	DM →
	DM →	DM →
	⋮	⋮
論理リンク切替	DR →	DR →
	← DC	← DC

(1) バーストモード

1 データリンクを1論理リンクに対応させて、ファイル転送のような大量データを共通バス上に転送するモードである。データリンク上の転送は1データリンクを半2重モードで使用している。

(2) マルチプレクスモード

1 データリンクを複数の論理リンクに対応させて、TSS, RJE, ファイルアクセスなどの短データを転送するモードであり、2データリンクによる全2重モードの動作を実行する。

図 10. に各転送モードのデータリンクとの対応を示し、表 5. に転送制御手順例を示す。

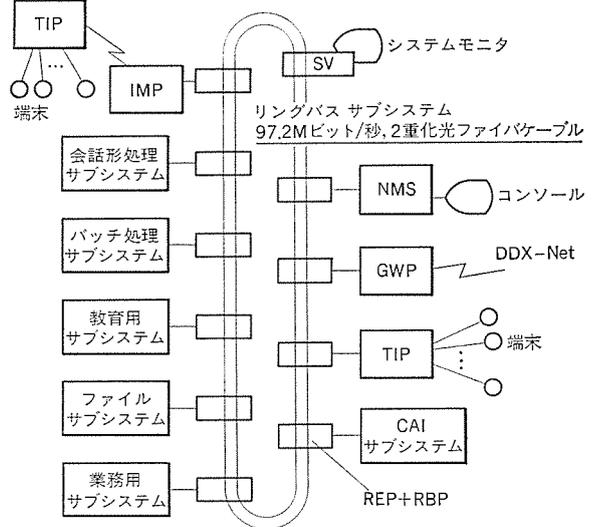
7. 複合計算機システム—GAMMA-NET—への展開⁽¹⁾⁽²⁾

図 11. は筑波大学学術情報処理センターのご指導により建設中の GAMMA-NET のシステム構成図である。GAMMA-NET はサービス機能が専用のに定義された複数の計算機をリングバスサブシステムで結合することにより、資源の有効利用とシステム RAS の向上をはかり、計算機利用の多様化に対処するものである。特に大容量データ処理に要求されるスループットと多数の会話処理に対する応答性能の要求を同時に満たすことをねらいとしている。

リングバスサブシステムの仕様を表 1. に示す。

複合計算機システムでは、資源(リソース)の一元管理、タスクあるいはジョブの分担と同期を制御するエグゼクティブ、及び論理的な結合度の高い効率のよいデータ転送を実現することが要求される。GAMMA-NET においては、エグゼクティブはネットワーク OS と呼ばれ、NMS (Network Management Subsystem) に実装され、階層化された通

リモートデータステーション



TIP : Terminal Interface Processor
 IMP : Interface Message Processor
 GWP : Gate Way Processor
 NMS : Network Management and guidance Subsystem
 CAI : Computer Aided Instruction

図 11. 筑波大学 GAMMA-NET のシステム構成

信プロトコルを介して各ホストの OS と交信することにより、ネットワーク資源の管理、制御を行う。また負荷の分散と均等化を目的として、各ホストに対するジョブの配分、TSS セッション設定を行う。TSS 端末を収容するターミナルインタフェースプロセッサ (TIP) と NMS によりその端末に割当てられたホスト計算機間は、マルチプレクスモードリンクによりメッセージ交換される。

8. む す び

以上、計算機間通信における高性能光ループシステム (LOOP-3) 開発の背景とその目標、開発成果の一端を述べた。LOOP-3 は、階層構造ネットワークアーキテクチャに基づき、その下位通信プロトコルと等価な機能をファームウェア化することにより、光ファイバによる高速伝送と相まって、従来のループシステムより格段に優れた通信性能を実現している。これらの特徴により、今後、分散処理の普及とともに、性能を重視した計算機ネットワークや複合計算機システムを構築するために、LOOP-3 が広く適用されるものと期待する。

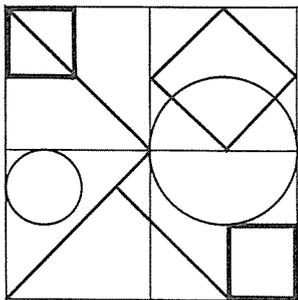
今後は、このシステムにおける通信機能及びプロトコルの検証とシステム管理機能の最適化などの検討を進める予定である。

終わりに、このシステムの開発にあたり、日頃ご指導をいただく筑波大学池田教授、海老原講師、中山同大学学術情報処理センター長、並びに同センターの関係各位に深く謝意を表する次第である。

参 考 文 献

- (1) 池田ほか : GAMMA-NET : 筑波大学における 100 Mbps 光ファイバリングバスによるコンピュータネットワーク, 情報処理学会第 21 回全国大会 (昭 55), 2 K-1
- (2) 中村ほか : GAMMA-NET の資源管理について, 情報処理学会第 21 回全国大会 (昭 55), 2 K-4

特許と新案



けい光放電灯 (特許第893078号)

発明者 竹田 俊幸・伊藤 弘・野田 昭吉・馬込 一男

この発明はけい光放電灯，特に雑音を防止するとともに，長寿命を目的とした放電灯用電極の改良に関するものである。

この発明による放電灯電極は，図1. に示すようにタングステンヒーター線(1)とモリブデン線(2)を1次心線としてタングステン細線(3)をらせん状に巻き付けて1次コイルとし，更にこれを2次心線であるモリブデン線(4)にらせん状に巻き付けて2次コイルとし，2次コイルの最大径を0.2mm~1.0mmとし，かつ2次コイルのターン間隔を0.25mm以下となるように構成し，そしてこのように構成された2重コイルを強酸に浸してモリブデン線(2)，(4)を溶解し，そののち図2.

に示すように電子放射物質(5)を塗着充てん(填)したものである。

以上のように，この発明の放電灯電極は，2次コイル内に全く空けき(隙)を作らず電子放射物質を充填してあるので，点灯中陰極輝点はコイル外表面にしか存在することができず，コイル間の相互ふく(輻)射はほとんどなく冷却効果が大きく過剰な熱電子放出を効果的に抑制し，点灯初期から寿命末期までほとんど一定に低雑音を維持し，更に電子放射物充填量は従来の電極コイルに比して50~80%増加し長寿命であるという効果がある。

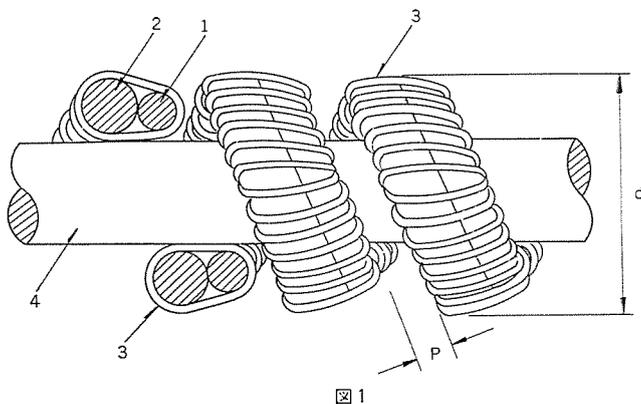


図1

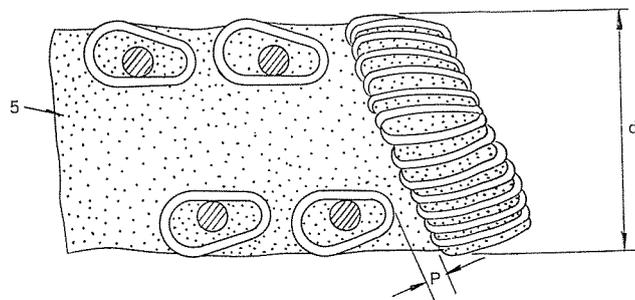


図2

エポキシ樹脂組成物 (特許第872647号)

発明者 不可三 晃・森脇 紀元・広田 潔

この発明はエポキシ樹脂組成物に関し，特に大形注型品への適用が可能であり，しかも得られる樹脂硬化物の耐衝撃性及び強じん(靱)性の著しく改善されたエポキシ樹脂組成物に関するものである。

従来，エポキシ樹脂の硬化剤としては，酸化合物又はアミン化合物が広く使用されており，特に耐熱性と機械強度の要求される注型品に対するものとしては，酸化合物が用いられている。しかしながら，従来の酸硬化剤を用いたエポキシ樹脂硬化物は複雑な形状の一体注型に適用された場合，特に変圧器などの注型物は冷熱サイクル，あるいは過電流による瞬時の衝撃にもろ(脆)いという欠点があった。

この発明は以上の欠点を排除するものであり，エポキシ樹脂用の硬化剤として，芳香族多塩基酸無水物類と，この酸無水物類に対して過剰量の，少なくとも2個以上の水酸基を有する平均分子量600以

上の重合体とを反応させ，次いでこの反応系にトリメリット酸無水物類を添加して200°C以上で反応させて得られる末端が酸無水物の反応物を用いてなるエポキシ樹脂組成物を要旨とするものである。

この発明に用いることのできる上記芳香族多塩基酸無水物類としてはトリメリット酸無水物などが，上記重合体としてはポリタジエングリコール類などが挙げられる。上記重合体は芳香族多塩基酸無水物類のカルボキシル基1当量に対し，水酸基2~80当量の割合で用いられる。上記多塩基酸無水物類と重合体との反応は，溶媒の存在下又は不存在下で好ましくは120~250°Cの温度に加熱し，生成する水を系外へ留去しながら行われる。このようにして得られた生成系に無水トリメリット酸などのトリメリット酸無水物類を添加してこの生成物の未反応水酸基と反応させるが，その添加量はこの未反応水酸基と当量か，

特許と新案

若しくはやや過剰量が用いられる。

このようにして得られる特定の硬化剤を用いたこの発明のエポキシ樹脂組成物は、耐熱劣化性、耐衝撃性、強靱性が特に良好であり、注型材料、積層材料などに有効に用いられるものである。

ちなみにこの発明の組成物から得られた種々の注型品についてそ

の特性をテストしたところ、シャルピー衝撃値 (JIS K 6911 による) は $5.1 \text{ kg}\cdot\text{cm}/\text{cm}^2$ 以上、耐熱衝撃値 (オリファントワッシャー法による) は 8.7 以上、抗張力 (ASTM D-790 に準ずる) は $10.0 \text{ kg}/\text{mm}^2$ 以上と、いずれも極めて良好なものであった。

断 路 部 を 有 す る 電 気 機 器 (実用新案 第 1234715 号)

考 案 者 土 井 正 一

この考案は可動台車の移動によって接離する断路部、特にその充電部の保護シャッタに関する。

シャ断器(2)とその接触子導体(3)を含む電気装置(1)は可動台車(4)にとり(搭)載され、この台車(4)はローラ(6)によりレール(5)上を前後に移動する。上記接触子導体(3)と接続される固定側接触子導体(図示せず)はそのまわりを保護筒(8 a), (8 b)により保護され、継手(9 a), (9 b)を介してそれぞれ母線とケーブル(いずれも図示せず)に接続される。保護筒(8 a), (8 b)の開口部を密閉する保護カバー(14 a), (14 b)は、リンク(12 a), (12 b)を介して固定フレーム(7)に図 1. に示すごとく平行四辺形状にすう(枢)着され、断路時、保護カバー(14 b)は自重により保護筒(8 b)を、一方保護カバー(14 a)は引張りばね(29)によりリンク(12 a)を介して保護筒(8 a)を密閉する。

可動台車(4)を押し込むと、これと一体に動くガイドレール(31)がカム(17)のローラ(30)を後方に押し出し、カム(17)を介して主軸(15)を矢印方向に回転する。この主軸の回転により補助カム(18)も同方向に回転し、ロッド(23)を下方向に引張り、リンク(12 a)を介して保護カバー(14 a)を上記平行四辺形を保持しながらばね(29)に抗して下降させ、保護筒(8 a)の開口部を開いて接触子導体(3)の進入を許す

ようになる。他方、カム(17)の回転はロッド(22), (27)を下方向に引張り方向転換レバー(24)によってロッド(28)を上方へ移動し、リンク(12 b)を介して保護カバー(14 b)を平行四辺形を保持しながら上昇させ保護筒(8 b)の開口部を開き接触子導体(3)の進入を許すようになる。

このようにこの考案は、保護カバーが平行四辺形を保持しながら移動するから、保護カバーの台車進退方向への移動量を小さくでき、これに伴い台車の移動量を小さくできるとともに、保護筒開口部の密閉度を高くすることができる。

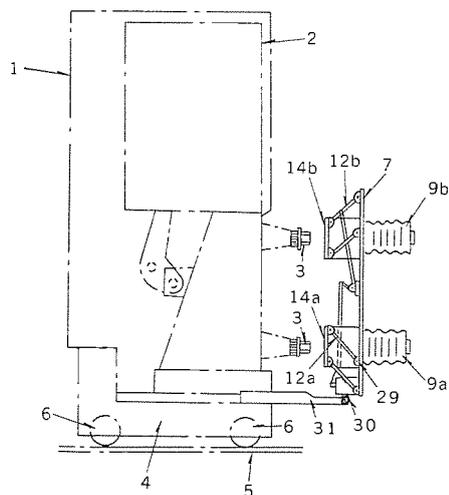


図 1

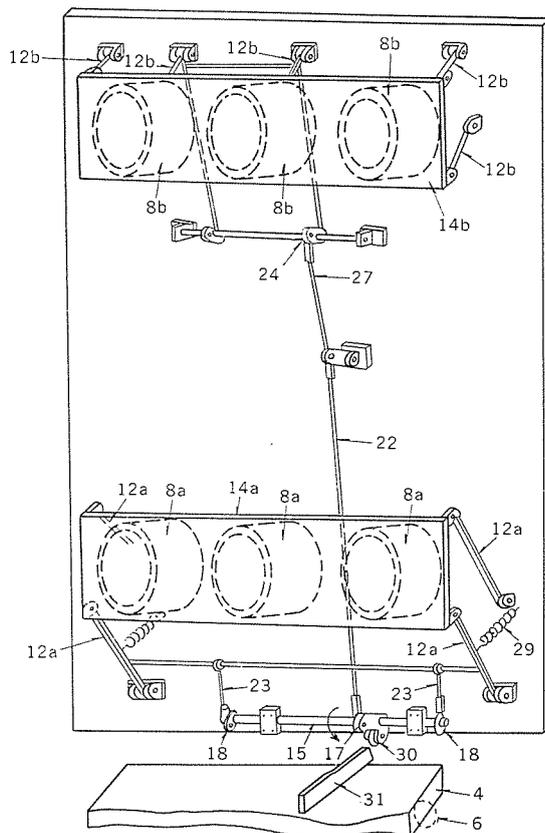


図 2

たて形レコードプレーヤーのトーンアーム送り機構

山本 哲*・岡田克己**・二川 暁美***・平松 勝蔵⁺

1. ま え が き

近年、場所をとらないステレオシステムの需要が増大しており、その小形化が盛んに行われている。しかし、レコード盤の大きさが決まっているため、レコードプレーヤーの寸法がステレオシステムの小形化を妨げている。また一方、ステレオシステムの高性能化にともない、レコードプレーヤーの再生音質の向上が要求されている。そこで当社では、レコードプレーヤーをたて形にし、設置面積の縮小を図るとともに、トラッキングエラーのないリアトラッキング方式のトーンアームを用いて、再生音質の向上を図った。

トーンアームを平行移動させるリアトラッキング方式の場合、トーンアーム送り機構の開発がもっとも重大な課題である。従来、この方式によるレコードプレーヤーは、高精度な送り機構を用いていたため量産性に乏しかった。そこで、量産性を考慮して、比較的簡単な構造のアーム送り機構を独自に考案し、その特性評価技術を確立して最適設計を行い、高性能なたて形レコードプレーヤーを開発した。

この報告では、まず、摩擦などが作用するアームベースの、複雑な挙動を解析し、それをシミュレーションできるようにする。次に、トーンアームの振動を解析し、アームベースの移動によるノイズが計算できるようにする。最後に、このノイズを人の聴覚の検知限界で評価する方法を開発し、人の可聴限界を評価規準としたトーンアーム送り機構の最適設計を行う。

2. トーンアーム送り機構の構造

図1. に今回開発したたて形レコードプレーヤーの外観を、図2. にたて形レコードプレーヤーのトーンアーム送り機構の構造をそれぞれ示す。

図1. に示すように、ターンテーブルは、たて置きで、時計方向に回転する。トーンアームは、ほぼ垂直につ(吊)り下げられ、水平に平行移動する。また、図2. に示すように、1本のガイドバーにしゅう動子を介してアームベースが乗っており、更にアームベースにトーンアームが吊り下げられている。また、トーンアームは、従来のレコードプレーヤーのそれと同様に、前後、左右に回転できる。針をレコードの音こう(溝)におろし、レコードの再生を行うと、再生が進むにつれてトーンアームは

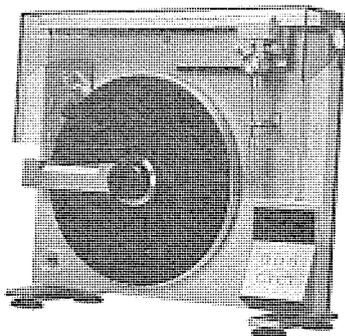


図1. たて形レコードプレーヤーの外観

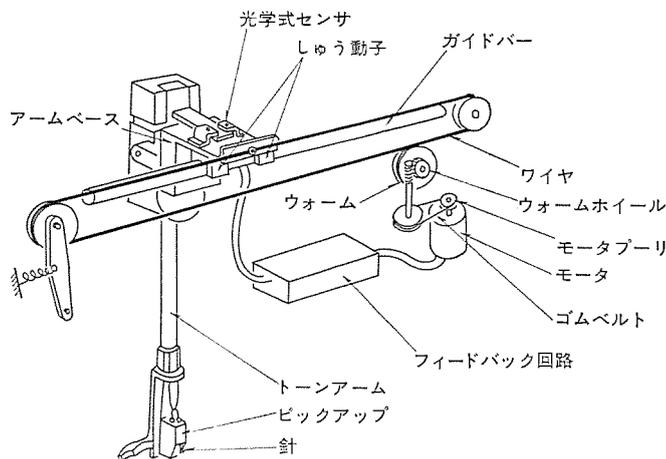


図2. トーンアーム送り機構の構造

鉛直方向から次第に傾く。この傾きは、トーンアームの後方にとりつけた光学式センサで検出するようにした。そして、この傾き角に比例した電圧でモータを回転させ、減速機を介してワイヤに張力を付加してアームベースを移動させ、トーンアームを常にほぼ鉛直に向かうように制御した。

しかし、実際には、しゅう動子の摩擦力などのために、アームベースは、間欠的な動作をする。この動作が非常に急激であると、アームベースが動いた瞬間に、これに吊り下げられているトーンアームが振動し、再生中にノイズが生ずる可能性がある。トーンアーム送り機構の開発に際しては、このノイズが発生しないように設計することが重要である。

3. アームベースの挙動

3.1 アームベース挙動の測定法

ノイズが発生しないトーンアーム送り機構を設計するには、まず、アームベースの挙動を十分には(把)握する必要がある。そこで、試作機を用いて、アームベースの挙動を詳細に調べた。その測定法を次に説明する。

アームベース駆動用モータ軸の回転変位は、光学式非接触変位計で測定した。モータの駆動力は、モータプーリに巻き掛けられたゴムベルトの1か所を切断し、それに結合した小形のロードセルでゴムベルトの張力を測定して求めた。アームベースの駆動力は、アームベースを駆動するワイヤを切断し、そこにロードセルを結合して、ワイヤの張力を測定して求めた。また、アームベースの変位と加速度は、それぞれ光学式非接触変位計と加速度計で測定し、また、アームベースの速度は、アームベースの変位を速度変換器で微分して求めた。この実験では、無録音レコード盤(みぞ(溝)ピッチ0.1mm)を用い、ターンテーブルの回転数は33.3rpmとした。

図3. に、アームベースの変位、モータ軸の回転変位、モータ電圧及びアームベース駆動力の時間的変化を示す。図からアームベースは次のよう

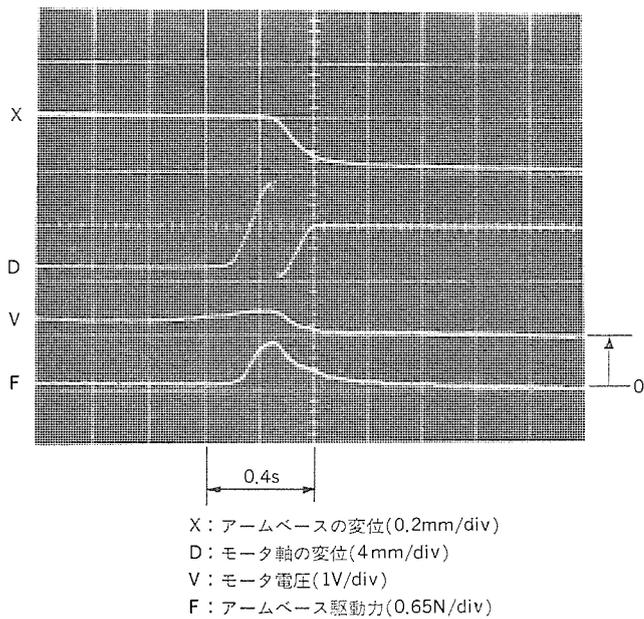


図 3. アームベースとモータ軸の挙動

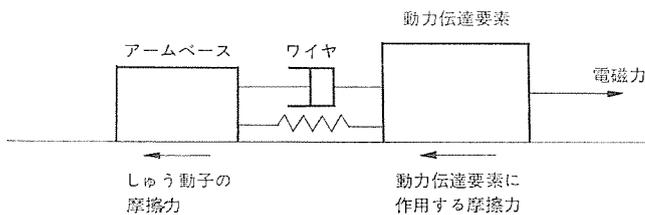


図 4. トンアーム送り機構の力学モデル

な挙動をしていることがわかる。まず、トンアームが傾き、モータ電圧が次第に上昇して、ある限界値を超えると、モータが回り始める。次に、モータが回り始めると同時にワイヤに力が伝わり、アームベース駆動力が急激に増大する。そして、アームベース駆動力がある限界値を超えると、アームベースが動き出す。これと同時にモータ電圧が低下し、やがてモータとアームベースが停止する。

これら一連の動きから、モータ軸、ゴムベルト、ウォーム及びウォームホイールが一斉に動いた後、ワイヤが伸び、少し間をおいてこの駆動力がしゅう動子の摩擦力以上になったとき、はじめてアームベースが動き出すことがわかる。

3.2 アームベースの挙動の計算

アームベースの挙動の測定結果から、モータ軸からウォームホイールまでは、ほぼ一体となって動くことが明らかになったので、これらを合わせて1つの動力伝達要素にまとめ、更にこれらの部分の回転運動をガイドバー上での並進運動に変換すれば、図4.に示すようなトンアーム送り機構の力学モデルが得られる。このモデルでは、ワイヤがばねに、また動力伝達要素とアームベースとがそれぞれ慣性質量に置換され、そのおのにおに摩擦力が作用するように構成されている。慣性質量の運動は、非線形連立微分方程式で表し、その解は、3次のRunge-Kutta法による数値計算で求めた。アームベースに作用する摩擦力は、アームベースが動き出した瞬間に複雑に変化する。そこで、アームベースの速度、加速度とアームベースに作用する駆動力の関係を各種のしゅう動子について測定し、この結果から得られた摩擦特性を計算に使

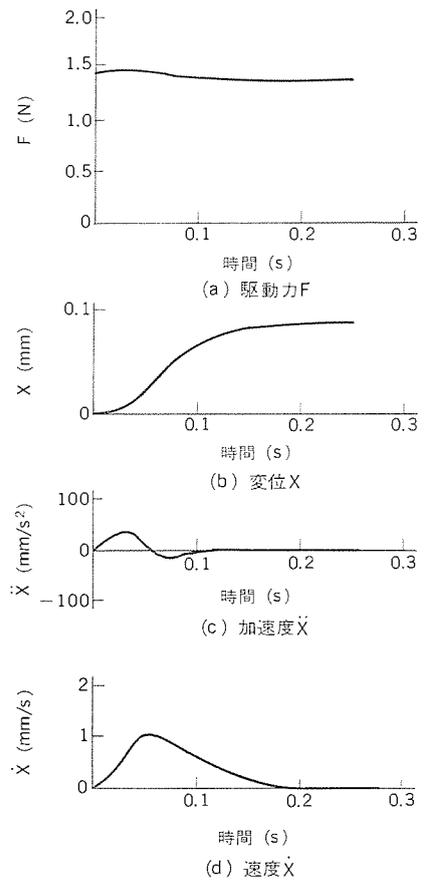


図 5. アームベースの挙動の計算結果

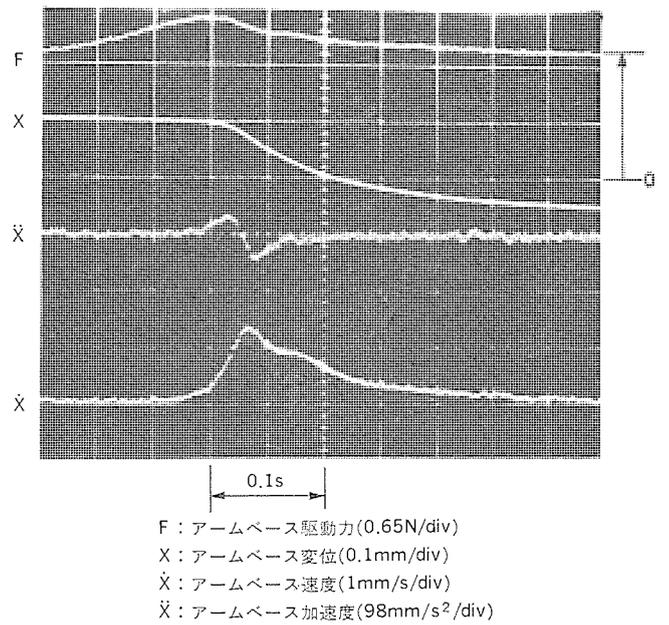


図 6. アームベースの挙動の実験結果

用した。

図5.に、アームベース駆動力、アームベースの変位、加速度及び速度の時間的変動の計算結果の1例を、また、図6.にそれらの実験結果を示す。これらの結果から、計算結果は実験結果とよく一致しており、トンアームの送り機構を設計する段階で、この数値計算プログラムを用いて、アームベースの動きを予測できることがわかる。この結果が

ら、アームベースの振動をできるだけスムーズに行わすために必要な諸因子の最適な組合せを決定することができるようになった。

4. トーンアームの特性と解析

4.1 トーンアームの振動特性の測定法

トーンアームは、図2.に示すように前後、左右に回転できる。ピックアップの針がレコード音溝に乗っている状態で、アームベースが図6.に示すように急に移動すると、トーンアームは、その重心に作用する慣性力とピックアップの針に作用する反力により回転モーメントを受けて振動する。この振動がある限界値を超えると、それがピックアップで電気信号に変換されて、ノイズとなる可能性がある。

そこで、ノイズを評価するためには、トーンアームの振動特性を把握しておく必要がある。そのため、ここでは、次のような方法でトーンアームの振動特性を測定した。

アームベースをガイドバーからとりはずして加振器にとりつけ、Vブロック上に固定したレコード盤の音溝にピックアップの針を乗せた状態で、加振器を正弦波状に振動させた。そして、そのときのアームベースの加速度とピックアップの速度とを、それぞれ加速度計とピックアップの再生信号で測定し、それらを伝達関数測定器に入力し、トーンアームの振動特性を求めた。

4.2 トーンアームの振動特性の計算

図7.にトーンアームの力学モデルを示す。トーンアームは1本の振り子に、またピックアップはばねとダッシュポットにそれぞれモデル化した。振り子の運動方程式は、2階線形微分方程式で表し、この式をラプラス変換して、アームベースの動きとピックアップの動きの間の伝達関数を求めた。

図8.にトーンアームの伝達関数の計算結果と実験結果とを比較して示す。図から、計算結果は実験結果とよく一致しており、この計算方法を用いれば、設計段階でトーンアームの振動特性が予測できることがわかる。

この伝達関数を用いて、トーンアームの振動特性を検討した結果、振動の伝達率を最小にするトーンアームの長さ、質量、慣性モーメント及び重心の位置の関係を定量的に定めることができるようになった。

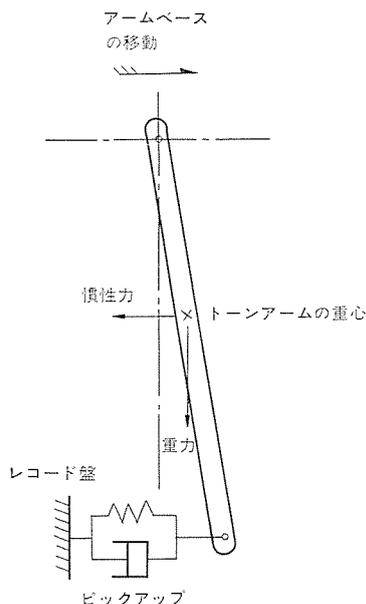


図7. トーンアームの力学モデル

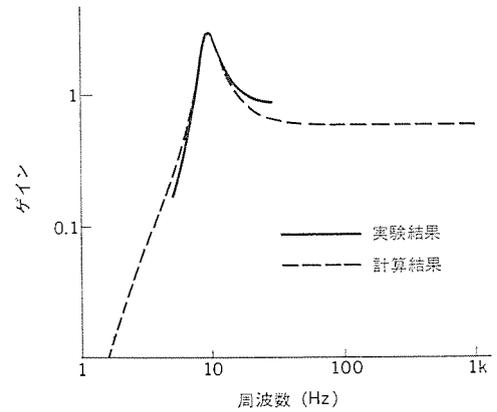


図8. トーンアームの伝達関数

5. ノイズの評価

5.1 評価法の考え方

アームベースの間欠運動がある限界を超えると、トーンアームが振動し、これがピックアップで電気信号に変換され、スピーカーを通して、人の耳にノイズとして聞こえる。そこで、このノイズを、人の可聴限界の観点から評価する方法を開発した。以下にその概要を説明する。

連続した純音の可聴限界音圧は、既に求められており、周波数によって大幅に異なることが知られている⁽¹⁾。再生されたノイズが連続音の場合には、ノイズに含まれる純音の音圧レベルを上記可聴限界音圧と比較すれば、ノイズの可聴、不可聴を判別することができる。しかし、ここで問題としているノイズは連続音ではなく、30~200 ms程度の持続時間の短い音であるから、上記可聴限界音圧をそのまま可聴、不可聴の判別基準として用いることはできないと考えられる。Plompら⁽²⁾は、人の可聴限界音圧が音の持続時間の影響を受けることを報告している。

そこで、まず、音の持続時間を変えながら可聴可能な限界の音圧、すなわち可聴限界を求める。次に、この音圧レベルとアンプへの入力電圧の関係を求め、更に、このアンプへの入力電圧と針の振動の関係を求める。前節で述べたようにトーンアームの伝達関数より針の振動とアームベースの運動の関係が既知であるので、上記の関係から、アームベースの運動と可聴限界の関係が求まる。したがって、あらかじめアームベースの速度と可聴限界の関係を求めておくと、アームベース

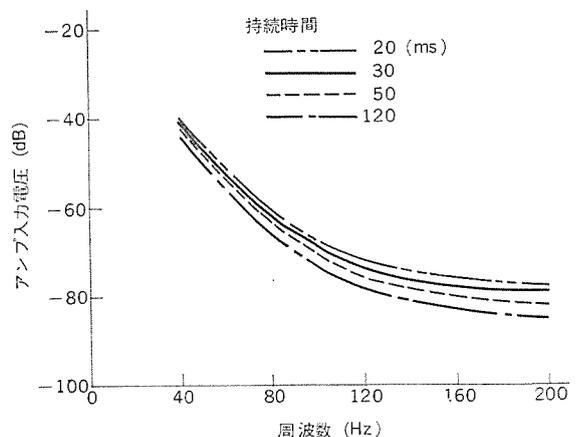


図9. 可聴限界曲線

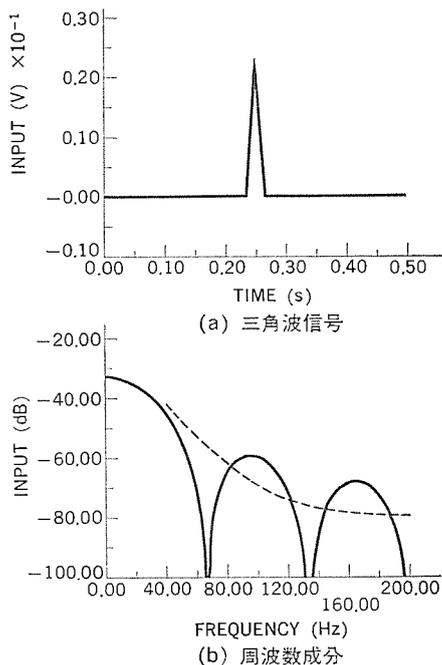


図 10. 三角波信号とその周波数成分 (可聴)

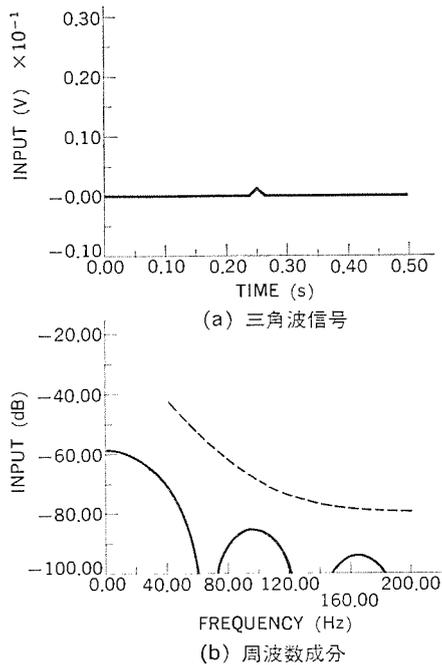


図 11. 三角波信号とその周波数成分 (不可聴)

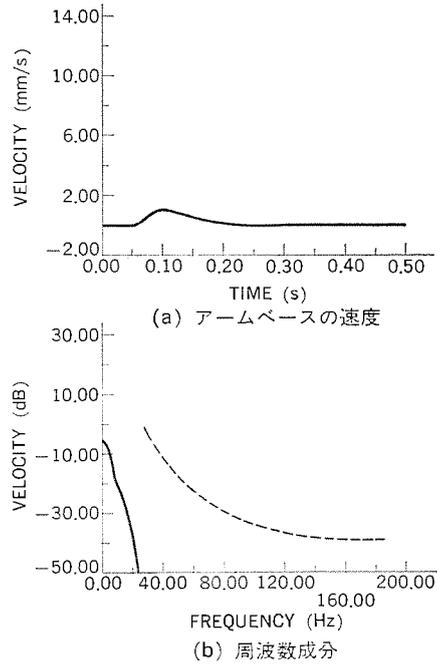


図 12. アームベースの速度とその周波数成分

の速度を 3.2 節で示した方法で求めることによって、その設計段階でノイズの発生の有無やその信頼性の裕度を評価することができる。

5.2 疑似ノイズによる可聴限界の評価

以上の評価法の考え方に基づいて、数人の被験者を対象に、昔の持続時間を媒介変数として正弦波を用いて可聴限界を求めた。この実験は、暗騒音レベルが 35 dB (C) の無響室で行った。図 9. は、アンプへの入力電圧と可聴限界の関係の実験結果である。この図から、音の持続時間が短いほど可聴限界が高くなることがわかる。

次に、ノイズに比較的近い三角波を用いて可聴限界の評価を行った。この実験では、不可聴から可聴までの範囲で三角波のレベルと周波数成分を変化させ、信号のレベルと周波数の関係を求めた。図 10. と図 11. は、ノイズが明らかに聞こえる状態と聞こえない状態の三角波信号とその周波数成分の関係を調べた結果の 1 例である。図中の破線は、この持続時間での可聴限界値である。ノイズが明らかに聞こえる場合には、図 10. に示すように、その周波数成分が可聴限界を明らかに超えている。しかし、ノイズの聞こえない場合には、図 11. に示すように、その周波数成分は可聴限界のはるか下にある。したがって、前節で述べた方法で、ノイズの発生の有無が評価できることがわかる。

5.3 実機に対する検討

ノイズのまったく聞こえないたて形レコードプレーヤーを例に、上記のノイズの評価法でその信頼性を検討した結果を述べる。

図 12. にアームベースの速度とその周波数成分の関係を示す。図中の破線は、アームベースの速度に換算したノイズの可聴限界である。図から、周波数成分が可聴限界のはるか下であり、供試レコードプレーヤーは、かなりの裕度をもってでき上がっていることがわかる。実際的设计では、この裕度の取り方が非常に重要である。すなわち、レ

コードプレーヤーの使用中にガイドバーに積もったほこりや、くり返し操作による摩擦特性の変化などを想定して、筆者らは種々の実験を行った。そして、これらの変化に対して十分な信頼性を保証しうる裕度の取り方に関する基礎データを積重ねた。この結果、信頼性の高いたて形レコードプレーヤーを提供することができるようになった。

6. む す び

この報告では、アームベースとトーンアームの運動の解析法及びアームベースの運動によって生ずるノイズの評価法に関する技術開発の概要について述べた。この開発によって、多くの要因が複雑にからみ合ったアームベースの運動が設計段階でシミュレーションできるようになり、ノイズの発生しないアームベースの運動を得るために必要な諸因子の組合せを容易に決めることができるようになった。また、アームベースの運動にもなって生ずる振動を針先に極力伝達させないようなトーンアームの最適設計ができるようになった。更に針先の振動とノイズの可聴限界の関係からノイズの発生の有無を予測して、設計の良否を判定することができるようになり、トーンアーム送り機構の最適設計が行えるようになった。この結果、信頼性が高く、量産性がよく、再生音質のよいたて形レコードプレーヤーが提供できるようになった。

今後は、この研究で得られた最適設計技術を、レコードプレーヤーだけでなく、他のオーディオ機器やビデオ機器の設計にも適用できるように展開する所存である。

参 考 文 献

- (1) 福田ほか：機械の騒音とその対策，共立出版，34 (昭 34)
- (2) R. Plomp and M. A. Bouman : Relation between Hearing Threshold and Duration for Tone Pulses, J. A. S. A., 31, No. 6, 749 (1959)

新しい変電所の構成

—北海道電力(株)苗穂変電所へのガス絶縁母線の適用—

柳浦嘉紀*・高橋憲隆*・左近一郎**・但田昭司**・佐保和生**

1. ま え が き

北海道電力(株)苗穂変電所は、札幌市の東北に位置する 66 kV 配電用変電所であったが、札幌市の電力需要の増加に対処する近郊変電所増強の一環として、187 kV 送電系統が導入されて 1 次変電所に昇圧されることになった。

変電所周辺は閑静な住宅地として開発されてきており、昇圧のための敷地の買増しも困難であったため、開閉装置には 187 kV と 66 kV 用共にガス絶縁開閉装置(Gas Insulated Switchgear : 以下、GIS)が採用され、環境調和とコンパクト化が図られた。

187 kV 用 GIS の線路側には、引留鉄塔上の送電線接続部まで本邦最初の 3 相一括形 ガス絶縁母線(Gas Insulated Bus : 以下、GIB)を、125 m と 130 m との 2 回線設置し、GIS と変圧器との間のがいきょ(蓋渠)内にも 25 m の長さの GIB を設置したほか⁽¹⁾、更に 66 kV 中性点開閉設備にも GIS を使用するなど、架空送電線との接続部以外に露出充電部のない、全ガス絶縁に近い構成となっており、安全性に優れ、縮小度の非常に高い超高圧変電所として、昭和 54 年 10 月から運転されている⁽²⁾。図 1. にこの変電所の全景写真を示す。

ここでは、GIB 採用の経緯、変電所の概要、GIB 適用の効果と適用上の留意点、及び冬期間の運転実績について報告する。

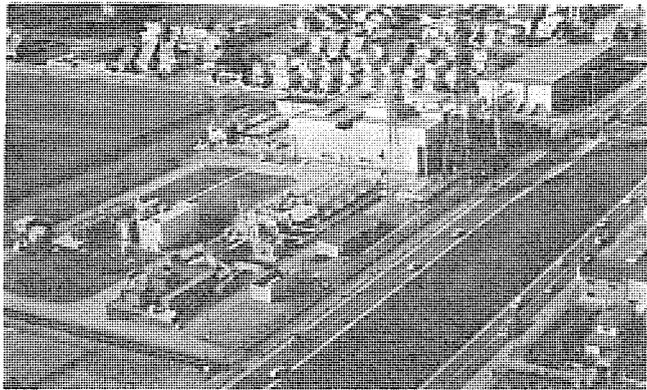


図 1. 苗穂変電所全景

2. 苗穂変電所の概要

苗穂変電所は、北海道中央を大きく環状に囲う 187 kV 系統を π 形に引込み、当初は 200 MVA、将来は 600 MVA の 1 次変電所として札幌市の東部～北部の電力供給を行う拠点になる重要な変電所である。周囲は、用途地域が住居及び第 2 種住居専用地域、騒音規制は第 2 種区域(深夜 40 ホン)と極めて厳しい立地条件にあり、そのため、前述の GIB の採用以外に、種々の新しい技術による改善を加えたが、その概要は次のとおりである。

2.1 変電所の構成

図 2. は変電所の配置図を、図 3. は単線結線図を示す。

図 2. の太線は旧配電用変電所からの設備であるが、ほとんどが

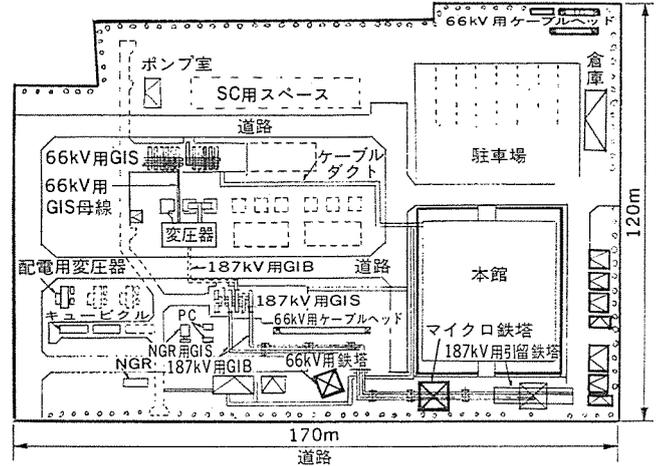


図 2. 苗穂変電所内配置

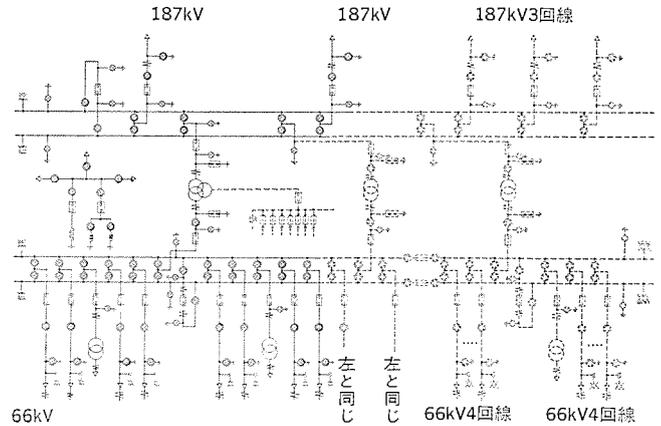


図 3. 単線結線図

昇圧に際して新規に導入した設備で、このうち 187 kV 用 GIS と GIB が三菱電機(株)製である。

送電線及び配電線は、図 3. に一部を示すように、

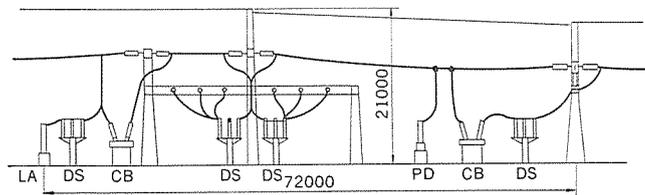
- (1) 187 kV : 当初 2 回線、将来 5 回線(うち、地中 3 回線)
- (2) 66 kV : 当初架空、地中 7 回線、将来 16 回線
- (3) 33 kV : 将来 6 回線
- (4) 6.6 kV : 当初 8 回線、将来 18 回線

がそれぞれ設置されるか、若しくは計画されている。

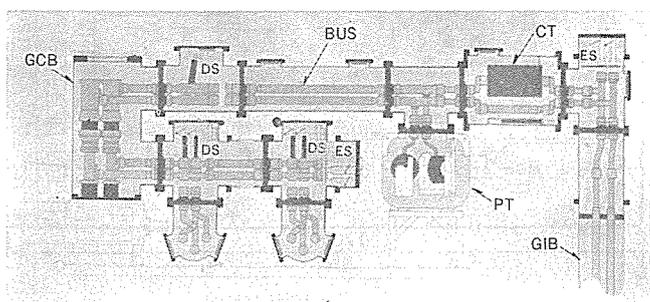
開閉装置には、66 kV と 187 kV 用とも全 3 相一括形の GIS を採用したほか、6.6 kV 側には、パッケージ形 ケービクルを採用し、縮小化を徹底して敷地上の制約を解消した。

変圧器は、50 ホン以下になるように防音建屋内に収納され、基礎もそれぞれ独立して設けられ、66 kV 側は GIS と母線で、187 kV 側は GIB でいずれも 3 相一括形の油-ガスプッシングを介して接続され、接続部は充電部が全く露出しない構造である。なお、187 kV 用 GIS は、この電圧階級では初の全 3 相一括形で、変圧器ユニット、ほ

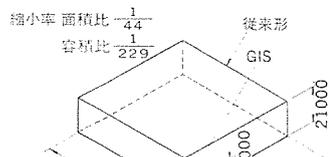
か送電線・母線接続・PT など合計 6 ユニットで構成され、ガス絶縁式計器用変圧器や酸化亜鉛形避雷器の新技术が駆使され、更に配置面では、変圧器-GIS-送電線路間の合理的な接続を可能とするために、しゃ断器を対向配置にしている。また、線路用のしゃ断器は、定格短時間電流が 40 kA で、単相再閉路を 3 相一括形構造で行える



(a) 従来形 204 kV 開閉装置断面図



(b) 204 kV ガス絶縁開閉装置



(c) 寸法比較図

図 4. 従来形開閉装置と GIS との寸法比較

表 1. 主要構成機器の定格

主要機器名 (メーカー名)	定 格 事 項
187 kV 用ガス絶縁開閉装置 (GIS) (三菱電機)	3 相一括形 定格電圧 204 kV
	定格電流 { 送電線用 3,000 A 主母線用 3,000 A 変圧器用 1,200 A
	定格短時間電流 40 kV
	絶縁階級 140 号
	定格ガス圧 { しゃ断器 5 kg/cm ² その他 4 kg/cm ²
187 kV 用ガス絶縁母線 (GIS) (三菱電機)	3 相一括形 定格電圧 204 kV
	定格電流 { 送電線用 3,000 A 変圧器用 1,200 A
	定格短時間電流 40 kV
	絶縁階級 140 号
	定格ガス圧 4 kg/cm ²
変 圧 器 (東京芝浦電気)	電 圧 204~170/65/33 kV
	容 量 200/200/60 MVA
	結 線 入-入-Δ
	3 相 50 Hz, 送油自冷式
	騒 音 50 ホン(防音建屋)1台
66 kV ガス絶縁開閉装置 (GIS) (富士電機)	3 相一括形 定格電圧 84 kV
	定格電流 { 送電線用 2,000 A 主母線用 3,000 A 変圧器用 3,000 A
	定格短時間電流 40 kV
	絶縁階級 60 号
	定格ガス圧
配 電 用 変 圧 器 (北芝電機)	電 圧 72~57/6.9 kV
	容 量 20 MVA
	結 線 入-入-Δ 3 相 50 Hz 油入自冷
	騒 音 50 ホン(防音タンク)2台
送 電 線	187 kV 2 回線, 66 kV 7 回線
配 電 線	6.6 kV 9 回線

ようにしている。

これらの GIS や開閉装置は、いずれも積雪に備えて地上高が約 1 m の基礎にすえ(据)付けられ、基礎の下部はケーブル処理室などにするようにしてスペースが有効に活用されている。

変電所の北側は、中央にグリーンベルト帯を有する上下別車線の国道であるが、将来は中央に架空で高速道路が建設される予定であるので、鉄塔部は、避雷器を鉄塔下部の GIB の途中に接続するなどして環境と調和するよう十分に配慮した。

このような新技术の応用と、機器の小形化や配置の合理化により、図 4. に示すように、従来方式の変電所に比べて面積比で約 1/40 に縮小することができた。

2.2 主要機器の定格事項

主な構成機器の定格事項を表 1. に示す。使用条件は、寒冷地仕様で、周囲温度は -35~+40°C、積雪は 1.5 m である。

3. GIB 採用の経緯

昇圧に際し、187 kV 送電線は、既設の 66 kV 送電線のルートを拡幅して架空で導入することができたが、図 2. に示すように、騒音対策上、変電所敷地のほぼ中央の防音建屋内に変圧器を設置する必要があったことと、変圧器の前後に 66 kV と 187 kV 用の GIS を設置した関係で、187 kV 用 GIS は引留鉄塔からほぼ 100 m 離れた所に位置されることになった。

66 kV 用 GIS と変圧器間は、GIS 母線を延長して直結できたが、187 kV 用 GIS の線路側は、地上は既に 66 kV 用のケーブルヘッドと送電鉄塔及びマイクロ鉄塔や本館などがあって架空線による接続は不可能であり、地下も既に 66 kV 用、そのほかに多数のケーブルが処理されてふくそう(輻輳)していることから、新たにケーブル用のどう(洞)道を確認しようとする、これらの障害物を避けて、しかも地盤の軟弱な泥帯地に対処する必要があり、洞道に要する費用は膨大なものになる。GIB を採用すれば、これらの障害物を避けて最短で接続が可能になり、洞道も不要になるので、経済的にも有利であるとの結論を得た。

更に電流容量が 3,000 A であるので、ケーブルの場合には 1 相 2 導体にする必要があり、引留鉄塔には 2 回線分で 12 本のケーブルヘッドが立つことになるが、道路際であるので威圧感を与える恐れがあり、その上に、引込口保護に避雷器を設けるとこの懸念が一層強くなるため、GIB を鉄塔上まで採用してブッシングを 6 本に減らし、鉄塔下に接地容量形避雷器を GIB 中間部に設け、環境との調和を図った。187 kV 用 GIS と変圧器との間も、変圧器の搬入道路下の蓋渠に線路を設けなければならないことから、直角曲げが可能で、GIS とも接続が容易な GIB を採用した。

以上のようにして架空送電線の接続点以降、変圧器まですべてをガス絶縁化することにより、絶縁構成を簡明にして保守の統一性を図った。

一方、GIB は既に超高压で実用化されつつあり⁽³⁾、北海道電力(株)の技術研究所でも寒冷地と直接埋設とを対象にして三菱電機(株)と共同研究中であったことから⁽⁴⁾⁽⁵⁾、これらの技術をも導入することができ、施工などに役立てることができた。

また、苗穂変電所は地盤の軟弱な泥炭地帯にあることを考慮し、不等沈下並びに耐震性について専門的に地盤の調査を行い、更に鉄塔部については、同形のもので事前に風による振れの実測を行い、十分に対処可能であることを確認して設計検討に着手した。

4. GIB の構造と適用の効果

GIB は、既に国内で実用化されていることは報告済みであるが⁽³⁾、3相一括形で鉄塔部へ適用した本格的な例はまだ無いので、ここに3相一括形の構造と適用の効果とについて詳述する。

4.1 ユニット構成と構造の概要

苗穂変電所は、GIB 設置ルートに各種の機器や構築物があり、それらそう(迂)回しながら据付ける必要があったので、

- (1) 直線ユニット(直線部に適用、最大長さ12m)
- (2) 曲がりユニット(曲げ箇所適用)
- (3) 接続ユニット(GIS、避雷器や変圧器及びブッシングとの接続部に適用)
- (4) ペローズユニット(熱伸縮吸収用及び寸法調整用)
- (5) 調整用ユニット(寸法調整用)

などのGIBユニットを配置に合わせて据付時に溶接して長尺化した。

なお、構成を極力単純化するため、母線構成がL形で、各辺の長さが類似する場合には、熱伸縮が隣接する母線の曲がりて相互に吸収され得るので、(4)のペローズユニットを省略した。容器の熱伸縮は、容器が架台上で滑り得る支持構造にして吸収されるようにした。

次に、このGIBの代表的な構造例として、図5.に示す直線ユニットについて説明する。

アルミ製の容器の中に、絶縁スペーサで支持された母線を収納し、輸送可能な最大長さをユニットにし、端部に特殊な裏当金を設けて溶接して延長できるようにしてある。溶接時には、この裏当金があるので、スパッタなどが侵入することはない。導体の接続には、GISで豊富な実績のあるチュリップ接触子が用いられており、導体の熱伸縮を接触子が吸収する。また、絶縁スペーサには不純物抑制装置が設けられているので、安定して良好な耐電圧特性が得られる。この不純物抑制装置の構造と原理とを図6.に示す。

4.2 GIB 適用の効果

GIBを採用することによる効果は多々あり、その主なものは、

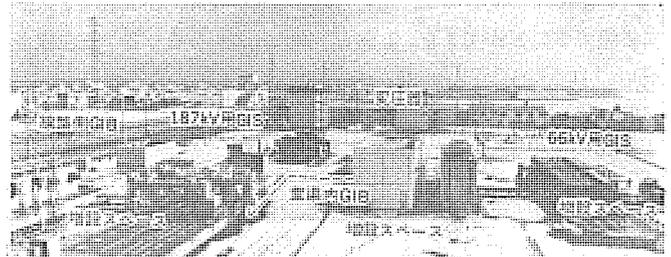


図7. 苗穂変電所のGIB, GIS及び変圧器

- (1) ガス絶縁構造は、基本的にGISと同様であり、信頼性が高い。また、架空送電線の接続点以降、変圧器までがすべてガス絶縁になり、構成が簡明で、保守の統一を図ることができた(図7.参照)。
- (2) 変電所は、当分の間送電線の末端に位置するので、耐雷設計上厳しい条件になり、引込口近傍に避雷器を設ける必要があるとの解析結果であったが、鉄塔下でGIBの途中に避雷器を接続することができた。
- (3) ケーブルのような誘電体損失がないので、ランニングコストを軽減することができ、省エネルギーに合致する。
- (4) 直角曲げが可能で、地上、開渠内や鉄塔上などと、据付場所を選ばないので据付ルートの選定が容易で、最適配置を実現することができた。
- (5) 小形で軽量であるので、地上高さが15mの鉄塔上や、泥炭地帯のために地盤の軟弱な敷地へも容易に適用することができた。などであるが、更に副次的な効果を示すと次のとおりである。
- (6) 3相一括形GISとの接続に特別なブッシングは不要であり、1対1の簡単な接続ができた。
- (7) 変電所から、将来、更に多数の送電線を引き出す必要があるが、GIBが地上に設置されたので、地下がそれほど輻輳されなくて済ませられる。
- (8) 引留鉄塔上のブッシングは、送電線の定格が3,000Aでありながら、ケーブルの場合の1/2の本数、すなわち1相に1本で済ませられたので、図8.に示すように道路側への威圧感が大幅に減った。

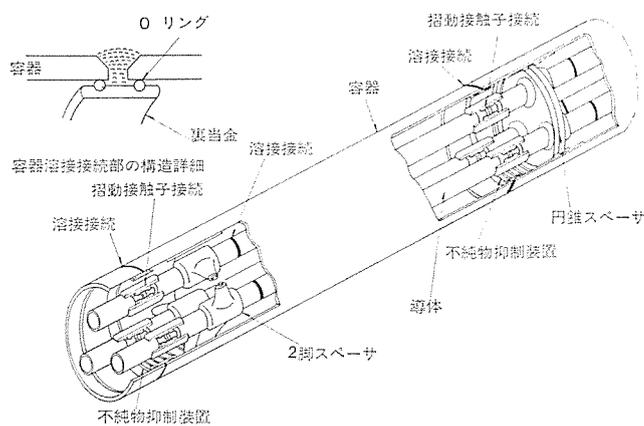


図5. 3相一括形GIBの代表的構造例

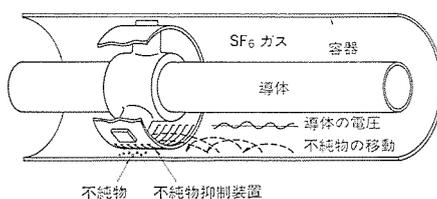


図6. 不純物抑制装置の構造と原理

説明：導体に印加される交流電圧が容器-導体間に高電界を形成し、電界により、不純物は不規則に移動し抑制装置に入り込む。抑制装置と容器は同電位なので、1度入り込むと出てくることはなく、捕捉されたままになる。

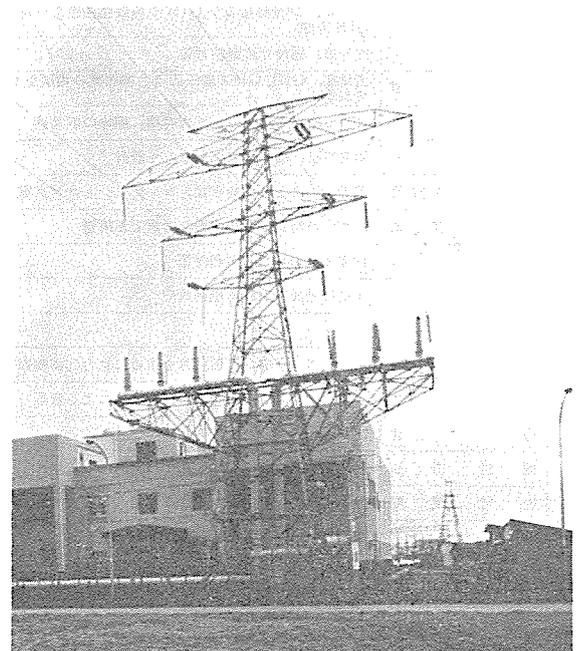


図8. 引留鉄塔とGIB及び避雷器

(9) 不燃性であるので、火災発生の恐れがなく、防災設備を大幅に省略することができた。しかも、漏れ磁束が少ないので安全性が高い。

(10) 静電容量が小さいので、交流耐電圧試験が可能であり、しかも GIS と変圧器を組合せたままできた。

5. GIB 設計上の留意点

実績の豊富なガス絶縁技術を生かしながら、経済効果を高めるために母線の簡素化と小形化とを図り、更に苗穂変電所特有の構成上の諸問題に完全に対処するという方針のもとに、実測も含めて種々の事前検討を実施した。全く新しい製品であるので、検討事項として表 2. に示すように、耐震性、熱伸縮、鉄塔の振動、絶縁協調、機器との接続方法及び据付方法など、主なものだけでも多数あるが、ここでは主として耐震性能について述べる。

5.1 耐震設計

変電所地点は、地表下約 20 m のれき(礫)層まで支持層のない軟弱地盤帯であり、また引留鉄塔への GIB の立上がり高さも、地上より 15 m と、耐震設計上厳しい条件にある。地震波としては、共振正弦 3 波、加速度 0.3 G とし、対象を節点と要素とでモデル化し、部材の質量と材料特性などを入力データとして計算機に与え、固有振動数の解析を行うとともに、卓越周波数内の固有振動数での 0.3 G 正弦 3 波共振条件に対する応答値として加速度、変位及び応力を時間変化に対して求め、各値が許容値内に収まるように設計した。

(1) 引留鉄塔部

引留鉄塔部は、マッドコンクリート(枕)基礎にし、不等沈下のない

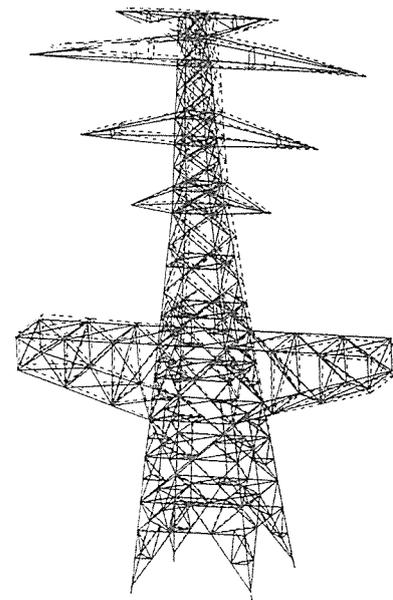


図 9. 鉄塔部の耐震解析例

構造にする。GIB の立上がり部の垂直荷重を下端で支持し、ブッシング部の荷重を鉄塔のアームで支持する。GIB の水平荷重を鉄塔で支持するようにした。

解析の 1 例を図 9. に示すが、その結果によると、

- (a) 共振周波数は、鉄塔だけの場合にはほぼ 4～5 Hz で、GIB との組合せでは、ほぼ 3～4 Hz と 1 Hz 程度低下する。
- (b) 最大変位量は、GIB 水平部の先端で約 30 mm で、GIB の垂直部の曲げに対して十分に許容値内にある。
- (c) 鉄塔の主要部材については、北海道電力(株)の「送電線着雪設計指針」に規定の着雪時の応力が、動的解析したものより大きい、最大着雪時に地震が重なることはないと考えられるので、特別に補強をする必要はない。

以上のように、十分に安全であるとの結論を得た。

(2) 地上設置部

線路用 GIB には、両端部を含めて 11 箇所基礎を設けた。基礎は、どれも 2 回線分を一体化したマッドコンクリート枕基礎で、不等沈下のない構造にした。また、水平力も枕で支持した。

解析結果によると、

- (a) 共振周波数は、ほぼ 6, 10, 11 Hz の 3 点にある。
- (b) 応答倍率は、共振周波数が高くなるに従って減少し、最大は 6 Hz のときで 7 倍になる。
- (c) 最大変位量は、GIB 単体では 13 mm、枕頭部では 10 mm になり、いずれも許容値内にある。

変電所地点の卓越振動数は、10 Hz 以下と予想されていたため共振の可能性があったが、解析によって十分に対処可能になった。

5.2 風圧

引留鉄塔部の GIB は、鉄塔で支持されているので、35 m の高さの鉄塔が風圧で振れたり、微振動を繰返したりすると、GIB の立上がり部の下部に疲労を生ずる懸念があり、加速度計を用いて同形の鉄塔で風圧による微振動の測定と、耐震解析と同様に 290 kg/m² の甲種風圧荷重についても解析を行った。その結果によると、

- (a) 15 m/s 程度の風速では、GIB 取付部の最上部に相当する高さではほとんど振れず、この結果と年間の風速⁽⁶⁾とから推定して常時微動が問題にならないことを確かめた。

表 2. GIB 適用上の主な留意点

分類	留意点	検討内容ほか
性能	耐震性	地盤の事前調査。多質点系の動的解析
	耐風	250 kg/m ² の風圧による鉄塔設計と、GIB と組合せた動的解析。鉄塔微振動の実測。送電線断線の影響
	熱伸縮	気温の年周変化と日周変化、及び通電と日射とによる温度上昇の重畳の対策
	不等沈下	泥炭の軟弱地盤対策
	耐雷	引留鉄塔雷撃の解析
構造	機器との接続	GIS, LA, ブッシングとの取合い。騒音対策として変圧器、防音処屋及び GIB の各独立基礎を考慮した GIB 接続
	ベローズ	熱伸縮、据付寸法調整対策
	相順	送電線、GIB、GIS、変圧器の各機器間の相順を GIB で調整
	ガス区分	1 日の作業を考慮したガス容積。保守の容易性
	接地	異常電圧、循環電流を考慮した設計
	不純物抑制装置	電界解析による最適形状。コンディショニング電圧
環境	固定方式	鉄塔内の耐震、伸縮振動を考慮した構造
	美観	住宅地域における調和対策
	耐寒性	技術研究所における事前研究
	耐雪性	〃
輸送据付け	安全性	据付工事、保守、変電所外を含めて総合的に検討
	輸送	輸送試験と、製品輸送時の加速度計による管理
	保管	防じんと防水対策
	据付方法	鉄塔部の卓上モデルによる手順検討
	据付精度	敷地実測の精度向上、寸法調整用ユニット
	コンディショニング	静電容量、印加電圧と試験用変圧器の検討
	耐電圧試験	変圧器、GIS を含めた実施方法
保守	保守・点検	メンテナンスフリーの追求
	事故対策	異常の予知の検討。事故復旧手順
	異物落下対策	鉄塔上部から工具や水塊の落下時の検証と防護

(b) 290 kg/m² の風圧に対しても、地震同様に十分に許容値内にあるとの結論を得た。

6. GIB の据付け及び保守

据付けについては、変圧器と引留鉄塔の完成後、GIS と並行して工事を進め、約1か月で主要な据付工事を完了した。

鉄塔内ではボルト接続フランジを採用し、地上部では溶接接続によって長尺化した。溶接作業は、図10.に示すように、粉じん(塵)と天候の影響とを避けるため、クリーンボックスを使用して実施した。溶接部のカラーチェックとガス漏れ検査を行った後、不純物抑制装置に異物を捕捉させるために試験用変圧器を使用してコンディショニングを行っている。コンディショニングは、使用電圧の50%程度の電圧を一

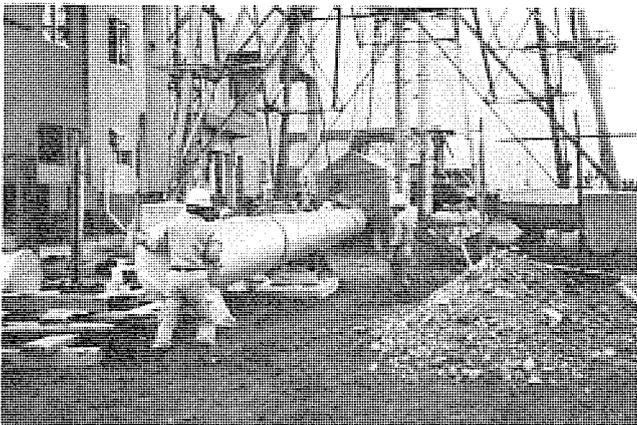


図10. GIB の据付状況

「付録」 実測及び冬期間の運転実績

GIB を据付けた直後に機械的な内容を中心にして実測し、設計どおりの特性が得られていることを確認した。

付1. 実測結果

(1) 固有振動数

15m の地上高さに高感度加速度計(リオン製 VM-14 B 形)を設置し、鉄塔アーム部に振動を与えて加速度を電磁オシロで記録・測定した結果、固有振動数はほぼ3~4Hzであり、計算機による解析結果と一致した。

したがって、計算機による解析は極めて高精度で信頼できることが確認できた。

(2) 熱伸縮測定

鉄塔部のGIBについては、熱電対と変位計及び記録計とを用いて温度と変位とを連続測定し、地上部のGIBについては、アルコール温度計とダイヤルゲージとを用いて一定時間間隔で温度と変位とを測定した。

その結果、温度差の最大は、昼夜で27°Cが記録され、GIBは、温度変化に追従して伸縮することが確認できた。

(3) ひずみ測定

ひずみゲージと静ひずみ指示計とでGIBの容器とベローズとのひずみを、上述の温度・変位と同時に測定した。

ひずみは、いずれも熱変位による応力相当であり、材料強度上からも問題にならない値であった。

付2. 冬期間の運転実績

GIBは、順調に運転されていることはもちろんである。更にGISも含めて点検の必要性がほとんどなく、しかも図11.に示すよう

定時間印加した後、電圧を段階的に上げた状態で同様に一定時間印加するもので、耐電圧試験(195.5×0.64kV, 10分間)を兼ねて実施した。

GIBの保守点検は特に必要でなく、変電所内の巡視時に外観の点検を行えばよく、メンテナンスフリーに近づいた機器となっている。

なお、GIBの据付後に、機械的な内容を中心にして実測を行っているので、結果を付録に示す。

7. むすび

この装置は、昭和54年10月から順調にか(稼)働され、その目的を達している。この種のGIBは、今後、ますます高電圧・大容量化されながら、しかも環境上の制約の大きい都市周辺の変電所に多用されて効果を発揮するものと考えられる。また、美化鉄塔との組合せや地中直接埋設などにより、環境調和対策に一層の発展が期待されよう。

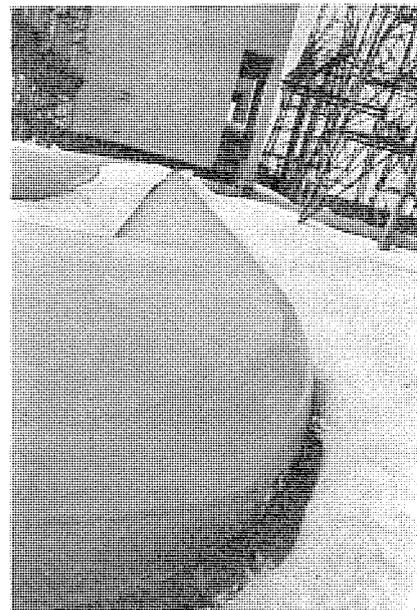
終わりに、設計や据付けなどに種々ご助力下さった関係各位に深く感謝する次第である。

参考文献

- (1) 柳浦、高橋ほか：電気学会全国大会，1,083(昭55)
- (2) 中野：電気評論，p. 11(昭55—1)
- (3) 桑原、松田ほか：三菱電機技報，53. No. 11, p. 823(昭54)
- (4) 高橋ほか：電気学会北海道支部，84(昭54)
- (5) 小野ほか：電気学会全国大会，1,084(昭55)
- (6) 送電用鉄塔設計標準，JEC-127

に、冬期間には雪中に埋もれてしまうので全部の巡視点検は不可能であり、その長が最大限に発揮された。

実際の巡視点検は2回/月であり、従来形の変電所と比べて大幅に低減されている。



付図1. 冬期の使用状況

低圧需要家負荷測定装置

由利誠司*・三好明好**・吉原孝夫**・沖石良憲**

1. ま え が き

近年のエネルギー情勢は一段とひっばく度を増し、電力会社においては、設備投資と設備運用の総合的効率化が重点方針の1つにとりあげられている。配電関係では、膨大な設備の拡充、管理、運用等をより効率的に行うため電子計算機を導入し、業務の機械化が図られている。

配電設備の負荷管理は、個々の設備にかかる負荷をは(把)握して、適正電圧の維持と、過負荷を防止しながら、設備運用と投資の効率化を図ろうとするものであり、この一環としての柱上変圧器の負荷管理は、各社若干の相違はあるが、いずれも従来の負荷測定を主体としたものから計算機管理に移行しつつある。

関西電力(株)では、柱上変圧器負荷管理システムとして、需要家の口数・使用電力量から変圧器ピークを求める算定式を定め、機械処理により負荷を管理する手法を用いているが、負荷と使用電力量の相関は、負荷機器の種類、使用状態などの変化により年々変動する要素を持っている。このため、需要家の電力消費状況の変化を確実に把握し、負荷管理の精度を向上させるため、変圧器バンク内の20軒の各需要家の単位時間ごとの使用電力量を、一般の低圧配電線を用い1箇所に収集し、カセット磁気テープに記録する負荷測定装置を関西電力(株)、近畿計測器(株)及び三菱電機(株)と共同で開発した。

共同で開発した装置は発信装置付電力量計、送信器、中継器、受信器並びに磁気テープ記録装置より構成されており、フィールド試験において良好な試験結果を得ることができた。しかしこれら数多くの機器を需要家並びに配電線路に取付けるためには、その作業も複雑になり長時間を要するなどの欠点があるため、この欠点を解消し実用に供すべく、発信装置付電力量計と送信器を一体化し、受信器に磁気テープ記録装置を内蔵した負荷測定装置を製作したので紹介する。

2. 概 要

今回開発した負荷計測装置は低圧需要家負荷測定装置と呼称され、その構成例を図1.に示す。

柱上変圧器バンク内の各需要家の取引用電力量計と直列に設置する送信器と柱上変圧器近傍に設置する受信器並びに中継器より構成されている。送信器は各需要家の使用電力量を低圧配電線路にパルス信号として注入する。

受信器は送信器より送出される電力量を表すパルス信号を収集し、単位時間ごとに磁気テープに記録する。一定期間記録された磁気テープを分析処理し、各需要家の時間帯別の使用電力量、月間内のピーク値、平均電力量等の諸データを得る。また、受信器と送信器間におけるパルス信号の減衰が大きい場合は、受信器・送信器間に中継器を設置し、減衰したパルス信号を増幅後低圧配電線路に再注入する。送信器と受信器間の信号伝送路は低圧配電線路であり、使用し

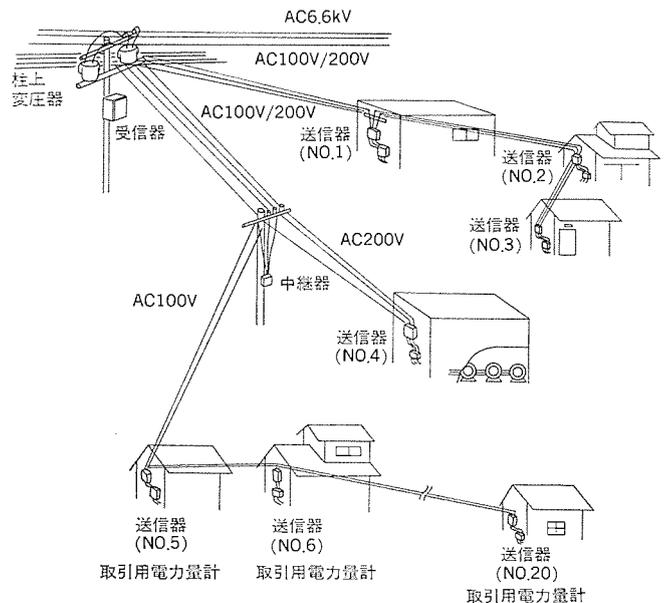


図1. 負荷測定装置構成例

表1. 低圧需要家負荷測定装置仕様

送 信 器	
定 格 電 流	30 A
消 費 電 力	3 VA
使用温度範囲	-10°C ~ +50°C
中 継 器	
消 費 電 力	4 VA
使用温度範囲	-10°C ~ +50°C
受 信 器	
接続送信器台数	20
収録時間間隔	5分/10分/15分/30分(切換形)
収録期間	10日~30日 (収録時間間隔による)
使用磁気テープ	コンピュータ用カセットテープ
使用温度範囲	0°C ~ +40°C
消 費 電 力	30 VA (テープ書込時) 10 VA (待機時)
共 通 仕 様	
電 源 電 圧	AC 100 V/200 V ±15% 50/60 Hz
入 出 力 信 号	パルス信号
耐 電 圧	AC 1,500 V 1分間(充電部-ケース間)
絶 縁	DC 500 V 50 MΩ以上()

ているパルス信号は数kHzの減衰振動波である。信号伝送方式は商用電源同期による時分割伝送方式を採用している。

2.1 仕様

負荷測定装置の仕様を表1.に、外観を図2.に示し、その主な特

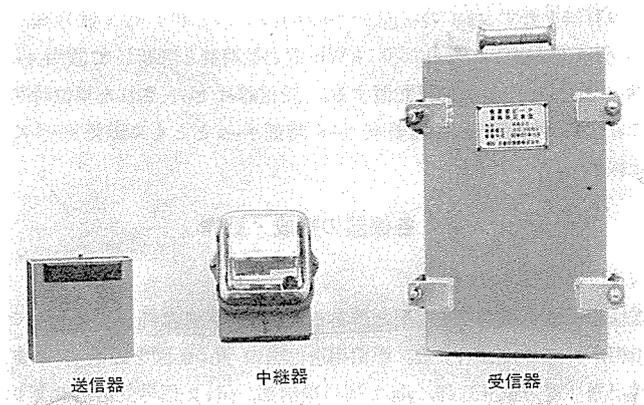


図 2. 外 観

長を次に述べる。

2.2 特 長

(1) 伝送用信号線が不要

各需要家に接続されている低圧配電線を伝送用信号線として使用するため、複雑な信号線の配線工事が不要である。

(2) 需要家の集中計測が可能

20軒の需要家の使用電力量を1箇所に設置した受信器に収集することが可能である。

(3) 簡易な設置工事

送信器は各需要家の取引用電力量計と直列に設置し、受信器は柱上変圧器の付近で電源線を接続すればよい。

(4) 簡易な操作性

各需要家の単位時間ごとの使用電力量の収集は1箇月ごとにカセット磁気テープを交換する作業だけである。

3. 動作原理

3.1 パルス信号注入の原理

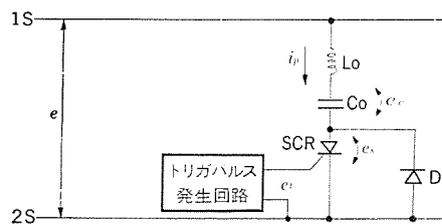
この装置のパルス信号の注入方法は、電源電圧によりコンデンサを充電し、任意の時間にコンデンサ電荷を配電線間に瞬時放電することにより、パルス信号を発生させる。

コンデンサの充放電現象により、パルス信号を発生させる方法は簡単な回路構成で、大電流のパルス信号を配電線間に注入することができる。パルス信号発生回路を図3.に示す。図において、配電線の1S, 2S間には電源電圧 $e\{e(t) = E_0 \sin \omega t\}$ が印加されており、配電線の2S側が正極性の周期にダイオードDは導通状態となり、コンデンサ C_0 には充電電流が流れる。

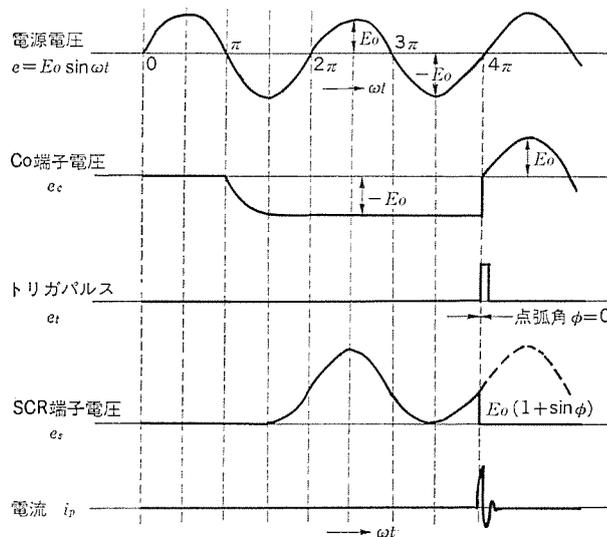
コンデンサ C_0 の端子電圧 e_c が $-E_0$ に達すると、ダイオードDは不導通となる。コンデンサ C_0 は1度充電されると、サイリスタSCRが導通状態となるまで充電電荷を保持する。

任意の位相 (ϕ) で、サイリスタSCRのゲートにトリガ信号が印加されると、コンデンサ C_0 の電荷は配電線間に瞬時放電される。

放電される電荷は $-E_0 C_0 (1 + \sin \phi)$ であり、位相 $\phi = (2n+1)\frac{\pi}{2}$ で最大となるが、この位相近辺は配電線に雑音が多いため、雑音の少ない位相 $\phi = n\pi$ 近辺でパルス信号を配電線に注入する。パルス信号の電流波形は、コンデンサ C_0 とリアクトル L_0 、及び柱上変圧器インピーダンス Z_T 、負荷インピーダンス Z_L により決定される減衰振動波となる。サイリスタSCRをスイッチSで模擬した等価回路は図4.(a)で、この等価回路を使用して発生する電流を求める。図4.(a)の等価回路において、コンデンサ C_0 の電荷を $q(t)$ とし、スイッチSを閉じた場合

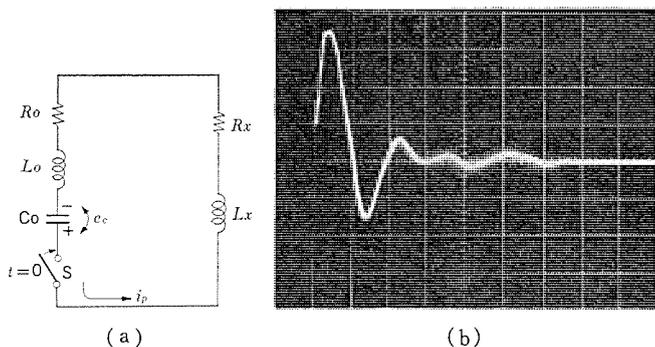


(a) パルス発生回路

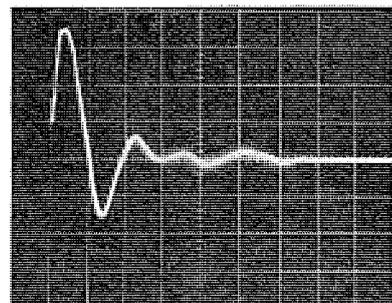


(b) 動作波形

図 3. パルス信号の発生原理



(a)



(b)

図 4. 等価回路

に式(1)が成立する。

$$(R_0 + R_X) \frac{dq(t)}{dt} + (L_0 + L_X) \frac{d^2q(t)}{dt^2} = \frac{q(t)}{C_0} \dots \dots \dots (1)$$

- ただし R_0 : パルス発生回路の内部抵抗
- R_X : インピーダンス Z_T と Z_L の合成抵抗
- L_0 : パルス発生回路の内部インダクタンス
- L_X : インピーダンス Z_T と Z_L の合成インダクタンス

式(1)の微分方程式を解くと発生電流 i_P は次式で表せる。

$$\frac{(R_0 + R_X)^2}{4(L_0 + L_X)^2} < \frac{1}{(L_0 + L_X)C_0}$$

の場合

$$i_P = \frac{dq(t)}{dt} = \frac{E_0(1 + \sin \phi)}{(L_0 + L_X)\omega_P} \varepsilon^{-\alpha t} \sin \omega_P t \dots \dots \dots (2)$$

$$\text{ただし } \alpha = \frac{R_0 + R_X}{2(L_0 + L_X)}$$

$$\omega_P = \sqrt{\frac{1}{C_0(L_0 + L_X)} - \alpha^2}$$

このときの振動周波数は式(3)のようになる。

$$f = \frac{\omega_P}{2\pi} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{C_0(L_0+L_X)} - \left\{ \frac{R_0+R_X}{2(L_0+L_X)} \right\}^2} \quad (\text{Hz}) \quad \dots (3)$$

一般に

$$\frac{1}{C_0(L_0+L_X)} \gg \left\{ \frac{R_0+R_X}{2(L_0+L_X)} \right\}^2$$

が成立するため、振動周波数は

$$f \approx \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{C_0(L_0+L_X)}}$$

となり、パルス信号注入回路のコンデンサ C_0 、リアクトル L_0 、及び配電線間における合成インダクタンス L_X により決定される正弦波の減衰振動となる。

この方法は商用電源に同期を取ることが容易であり、電源電圧に対して任意の位相角 (ϕ) でパルスを発生することが可能である。1例として、パルス発生用コンデンサ容量 (C_0) を $3.3 \mu\text{F}$ 、内部リアクトル (L_0) を 30 mH に選定し柱上変圧器容量 50 kVA のバンクで $\phi = \pi$ 位相でパルス信号を発生させると図 4. (b) に示す電流波形が観測された。同図の電流波形は電流最大値 35 A 、振動周波数約 10 kHz である。低圧配電線には負荷の開閉時のサージやサリスタ制御負荷などのパルス性雑音が存在し、低圧配電線はパルス信号による信号伝送路としては一般には適さないが、電源電圧の $n\pi$ 位相付近はパルス性雑音は少なく、信号伝送に適している。

3.2 電源同期式時分割伝送方式

この伝送方式は電源電圧の同期を利用する方式であり、各需要家に商用周波の1サイクルを順次割当て、該当サイクルのパルス信号の有無をもって信号伝送を行うものである。受信器は商用電源の 32 サイクルごとに電圧位相 $2n\pi$ ($n=0, 1, 2, \dots$) にパルス信号を発生し、システムの同期信号とする。この同期信号が基準の信号となり、同期信号間を 32 チャネルに分割する。各需要家に設置された送信器は 32 チャネル内のいずれかのチャネルに割当てられ、割当チャネルの $(2n+1)\pi$ 位相をパルス信号の送出用位置として使用する。受信器は同期信号を基準として各チャネルの $(2n+1)\pi$ 位相のパルス信号を受信し、各送信器を識別する。図 5. に時分割伝送のチャネル割当フォーマットを示す。各チャネルは受信器、各送信器、及び雑音検出用のチャネルに割当てられ、送信器割当ての2チャネルごとに雑音検出チャネルを設けている。

3.3 負荷測定装置の動作原理

送信器は電力量計測部を有し、単位電力量 (0.05 kWh) を計測するごとに割当チャネルでのパルス信号の発生、停止を行うが、最初の 0.05 kWh 間はパルス信号の発生、次の 0.05 kWh 間は停止のサイクルを 0.05 kWh 計測するごとに繰り返す。

受信器は常時、各チャネルのパルス信号の有無を読み込み、各需要家ごとのメモリ (8ビットシフトレジスタ) に記憶する。過去8回分のパルス信

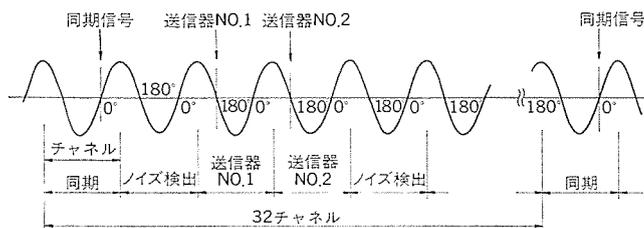


図 5. 時分割伝送割当フォーマット

号の有無を表すメモリの状態が「00001111」(0:パルス信号無, 1:パルス信号有)になれば 0.1 kWh 電力量消費と判断して該当チャネルのカウンタに +1 加算記憶する。受信器はセットされた単位時間ごとに各カウンタの値を需要家コード時刻データとともに磁気テープに記録する。

4. 各機器の構成・動作

4.1 送信器

送信器には単相用と3相用とがあるが、動作原理は同一であるので単相用について説明する。単相用送信器のブロック図を図 6. に示す。送信器は電力量計測部、パルス信号送信部、パルス信号受信部により構成される。

電力量計測部は電流変換器 (CT)、乗算器、分周器より構成され、電源電圧値と CT で検出した負荷電流値を乗算器で乗算後、乗算結果に比例した周波数信号に変換する。この信号を分周器で分周し単位電力量 (0.05 kWh) ごとにパルス信号送信部の AND ゲートに基準電力量信号として出力する。

パルス信号受信部はコイル L とコンデンサ C_1 で構成するハイパスフィルタ、及び受信ゲート回路により受信器からの同期信号を選択受信する。受信ゲート回路は電源電圧位相の $(2n\pi - \frac{\pi}{8}) \leq \theta \leq (2n\pi + \frac{\pi}{8})$ 間の信号を通過させる構造であるため、受信器により $2n\pi$ 位相で配電線に注入された同期信号だけが受信され、同期信号はタイミング回路に開始信号として出力される。タイミング回路は送位順位設定スイッチに設定されたサイクル経過後電源周波数の1サイクル期間のみ電圧位相 $(2n+1)\pi$ においてタイミング信号 (論理“1”) を AND ゲートに出力する。送位順位設定スイッチは各送信器でそれぞれ異なるタイミングに設定し、各送信器は異なるチャネルに割当てられる。パルス信号送信部は AND ゲートの2入力が共に論理“1”になるとパルス信号発生回路により電源電圧の $(2n+1)\pi$ 位相にパルス信号を注入する。

4.2 中継器

中継器は増幅機能を有し、送信器及び受信器で送出したパルス信号を検出し、増幅したパルス信号を配電線路に再注入する。中継器のブロック図を図 7. に示す。中継器はパルス信号受信部とパルス信号送信部より構成される。パルス信号受信部はコイル L とコンデンサ C_1, C_2 及び受信ゲート回路により電源電圧位相の $(n\pi - \frac{\pi}{8}) \leq \theta \leq (n\pi + \frac{\pi}{8})$ に存在するパルス信号を検出する。中継器は単相3線間の各 AC

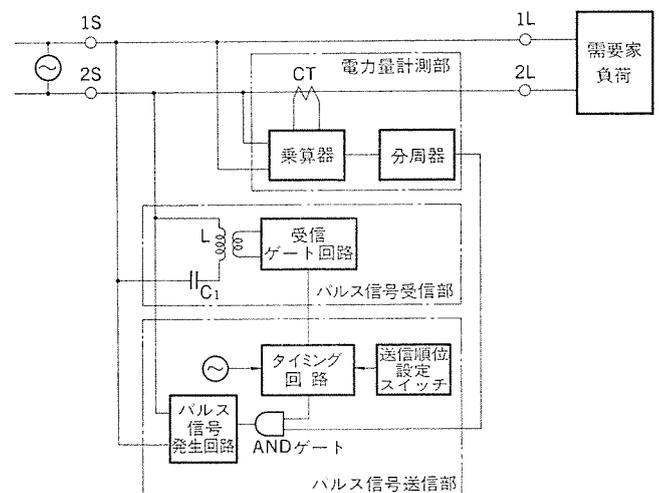


図 6. 送信器ブロック図

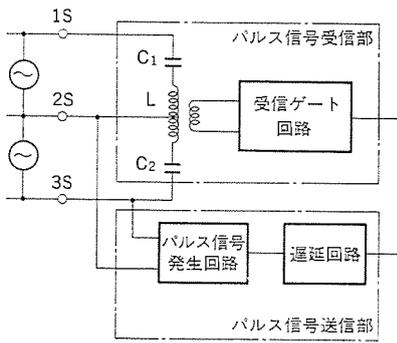


図 7. 中継器ブロック図

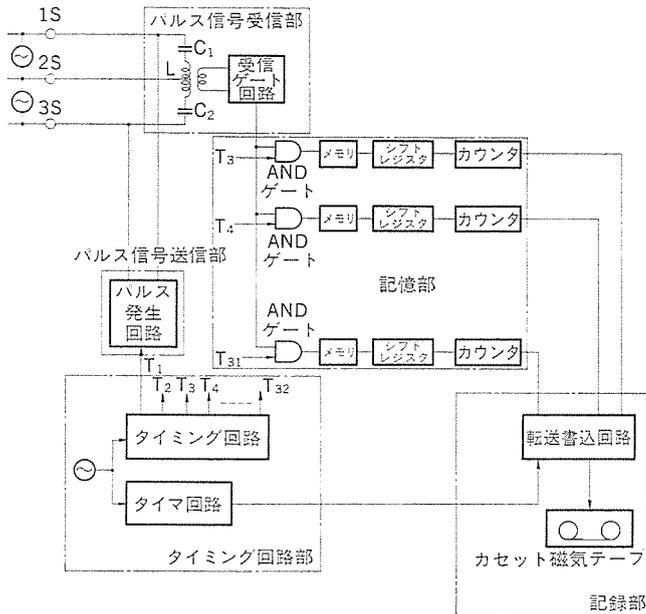


図 8. 受信器ブロック図

100 V ライン、及び AC 200 V ラインのパルス信号の受信が可能である。パルス信号受信部で検出されたパルス信号は遅延回路で 150～200 μs 遅延された後、パルス信号発生回路に駆動信号として出力され、パルス信号発生回路によりパルス信号を配電線に再注入する。再注入する信号を遅延させる理由は受信したパルス信号と再注入パルス信号とが相互干渉し、パルス信号の振幅が減少するのを防止するためである(パルス信号波形は図 4.(b)を参照)。

4.3 受信器

受信器は図 8. のブロック図に示すように、タイミング回路部、パルス信号受信部、記憶部、パルス信号送信部、記録部とによって構成される。タイミング回路部は電源電圧位相に同期してタイミング信号を発生し、受信器を構成する各回路部のタイミングを制御するもので、同期信号の発生タイミング、パルス信号の受信タイミング、磁気カセットテープへの転送記録タイミング等を制御する。

タイミング回路は電源周波の 32 サイクルごとにパルス信号送信部へ駆動信号を出力し、パルス信号送信部は同期信号を電源電圧の $2n\pi$ の位相へ出力する。パルス信号受信部はコイル L、コンデンサ C_1 、 C_2 及び受信ゲート回路で電源電圧の $\left\{ (2n+1)\pi - \frac{\pi}{8} \right\} \leq \theta \leq \left\{ (2n+1)\pi + \frac{\pi}{8} \right\}$ に存在するパルス信号を検出する。受信器は単相 3 線に接続されているため AC 100 V ライン、及び AC 200 V ラインのパルス信号の受信が可能である。

各送信器で発生されたパルス信号は受信回路部で論理信号に変換後 AND ゲート No. 1～No. 20 でチャネルごとに分離し、バッファメモリに記憶される。雑音による誤動作を防止するため、各送信器の割当チャネルの前後に設定されたパルス雑音検出チャネルで雑音を検出されない場合に送信器に対応するバッファメモリの内容をシフトレジスタに読み込む。各送信器に対応する 8 ビットのシフトレジスタの内容が論理“00001111”となった場合に 0.1 kWh の電力量消費と判断し、該当するカウンタを +1 加算する。

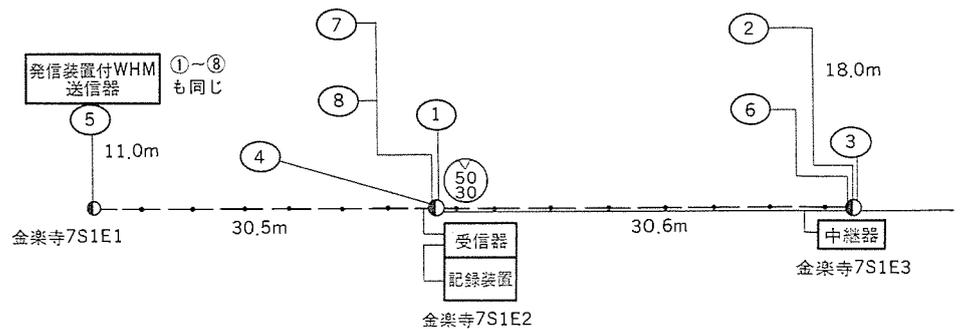
タイミング回路部のタイマ回路は、セットされた時間ごとにカセット磁気テープ転送書込回路に駆動信号を出力する。転送書込回路は時刻信号、需要家コード、需要家に対応するカウンタの内容を順次カセット磁気テープへ転送記録する。磁気テープに全カウンタの内容を記録後は全カウンタをリセット後、次の単位時間シフトレジスタからの信号により 0.1 kWh ごとにカウンタを +1 加算する。

5. フィールド試験

低圧配電線路におけるパルス信号伝送の信頼性を測定するために、関西電力(株)、近畿計測器(株)、三菱電機(株)と共同で、関西電力(株)尼崎営業所管内において、発信装置付電力量計、送信器、中継器、受信器、磁気テープ記録装置を使用してフィールド試験を実施した。

この装置は仕様にあるように 20 軒の需要家の消費電力量の測定ができるが、フィールド試験は 2 箇所の変圧器バンクでおおの 8 軒の需要家を選択し、受信器と中継器の受信感度電圧を種々の値に変化させて、昭和 53 年 3 月～昭和 54 年 3 月の期間誤差率の測定をした。

ここで誤差率は需要家の発信装置付電力量計の検針値と測定装置

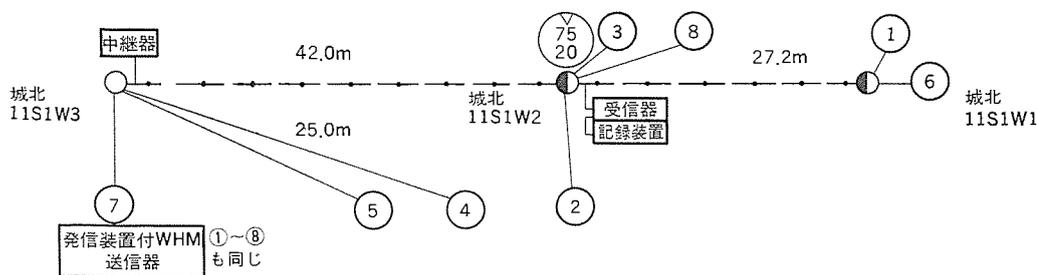


送信器 No.	需要家名	供給方式	供給種別	用途	備考
1	A	単3	従量 甲	住宅	
2	B	3相	低圧電力	美容院	
3	C	3相	//	飲食店	
4	D	単3	従量 甲	住宅	
5	E	//	//	//	
6	F	3相	低圧電力	休止中	虚負荷装置取付
7	G	単2	従量 甲	住宅	
8	H	//	//		

図 9. 金楽寺フィールド試験結線図

表 2. フィールド 試験結果一覧

測定月日	測定場所	動作感度電圧		送信器 No.	1	2	3	4	5	6	7	8
		受信器	中継器									
昭和53.3.2~ 昭和53.6.12 (57.25日)	金楽寺	2~6V	2~4V	検針値 (Wh)	492.9	384.2	181.2	292.6	748.8	18,458.4	372.6	340.6
				誤差率 (%)	-0.39	-0.60	-0.44	-0.72	-0.55	-0.19	-0.32	-0.47
				使用電力量/日	8.6	6.7	3.2	5.1	13.1	—	6.5	5.9
				負荷種類	単住 3宅	3相 美容院	3相 飲食店	単住 3宅	単住 相宅	3相 (虚負荷)	単住 2宅	単住 2宅
昭和53.10.27 ~昭和54.3.2 (37.91日)	城北	2~6V	2~4V	検針値 (Wh)	186.6	955.2	144.9	279.3	1.1	18,521.5	226.1	311.5
				誤差率 (%)	+0.43	-0.49	-0.3	-0.46	-0.3	-0.50	-0.35	-0.51
				使用電力量/日	4.9	25.2	3.8	7.4	0.03	—	6.0	8.2
				負荷種類	単住 3宅	3相 鉄工所	3相 部品加工	単住 3宅	単住 3宅	3相 (虚負荷)	単住 2宅	単住 2宅



送信器 No.	需要家名	供給方式	供給種別	用途	備考
1	I	単3	従量甲	住宅	
2	J	3相	低圧電力	鉄工	
3	K	3相	//	部品加工	
4	L	単相	従量甲	住宅	
5	M	//	//	//	
6	N	3相	低圧電力	美容院	虚負荷装置取付
7	O	単2	従量甲	住宅	
8	P	//	//	//	

図 10. 城北 フィールド 試験結線図

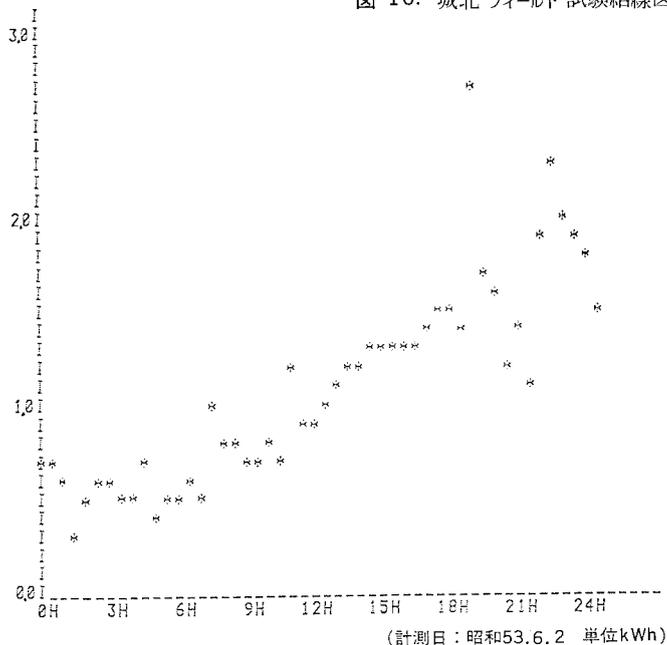


図 11. 負荷曲線の例

の測定データにより次式で算出した。

$$\text{誤差率} = \frac{\text{測定値} - \text{検針値}}{\text{検針値}} \times 100 (\%)$$

測定結果は受信感度電圧を最適に選択すると誤差率約±1%の結果が得られた。測定目的である柱上変圧器の負荷量を測定するには十分な精度であり、フィールドで実用に供することが確認されたので、実用機器として発信装置付電力量計と送信器を一体化し、受信器に磁気テープ記録装置を内蔵させた負荷計測装置を製作するに至った。

5.1 春・夏期負荷対象フィールド試験

期日: 昭和53年3月~8月

場所: 金楽寺 変圧器容量 (50+30) kVA

試験結線図を図9.に示し、試験結果の1例を表2.に示す。

表2.は受信器と中継器のパルス信号受信感度最適値(2~6V)に設定した場合の結果を示す。

5.2 秋・冬期負荷対象フィールド試験

期日: 昭和53年10月~昭和54年3月

場所: 城北 変圧器容量 (75+20) kVA

試験結線図を図10.に示し、試験結果の1例を表2.に示す。

5.3 負荷曲線の作成

磁気カセットテープに記録された全需要家の総電力使用量の時間変動を機械処理し、グラフに表示した1例を図11.に示す。

6. む す び

以上、今回開発した低圧需要家負荷曲線測定装置について説明したように、各需要家の電力使用量が単位時間ごとに測定できるため、季節別の負荷変動の状態監視柱上変圧器のピーク負荷管理などができる。配電線路の伝送信号としてパルス信号を使用しているが、パルス信号は大電力の信号が簡単な回路で発生でき、配電線路の伝送信号として今後とも広範囲な応用が期待される。

愛媛県納め鹿森ダム諸量処理システム

大仲 悟*・竹野宏平**・田辺一郎**・真坂博好**

1. ま え が き

省資源、省エネルギーが大きく要求される今日、河川における治水及び水資源の有効利用の重要性が増大し、河川の高度利用が一層必要とされきている。ダム管理においても、種々の管理設備が導入され、安全な運営を行うとともに、管理の合理化、円滑化が図られている。特に、ダム諸量処理装置は、ダム管理に必要な情報を最適な形態で、迅速に提供する装置として役立っている。

愛媛県では、治水と水資源高度活用を目的とする国領川総合開発事業が計画施行され、その一環として鹿森ダムが昭和37年度に建設された。

本稿では、ダム管理における最適情報提供装置として、最近納入した鹿森ダム諸量処理装置の機能と構成を紹介する。

2. ダムの沿革と特質

2.1 概要

鹿森ダムは愛媛県の国領川総合開発事業の一環として建設された治

水（こう(洪)水調節）、発電、工業用水の確保を行う多目的ダムで、高さ57.9m、総貯水量1,590,000m³のいつ(溢)流形直線重力式コンクリートダムである。

国領川は、四国山脈笹ガ峰（標高1,860m）に源を発し、途中5本の支川を合わせ、四国随一の重化学工業地帯である新居浜市のほぼ中央を貫流して瀬戸内海に注ぐ、流域面積87km²、流路長22kmを有する河川であり、その特徴は河状が不規則で一定せず、山地部は急流で豪雨による出水の影響が大きいことが挙げられる。

この水系には、ダム上流に最大発電力20,000kWの東平発電所があり、隣接する別子ダムから導水発電を行い鹿森ダムへ放流している。また、ダム下流には最大発電力6,700kWの山根発電所があり、鹿森ダムから導水発電を行い国領川へ放流している。

工業用水は、山根地点に工業用水取水せき(堰)を設け、ここより配水池を経由して海岸地帯の工場に供給している。

図1. 国領川水系概念図を示す。

2.2 ダム設備

鹿森ダムにおける貯水池容量配分を図2.に、ダム諸元の概要を表1.に示す。

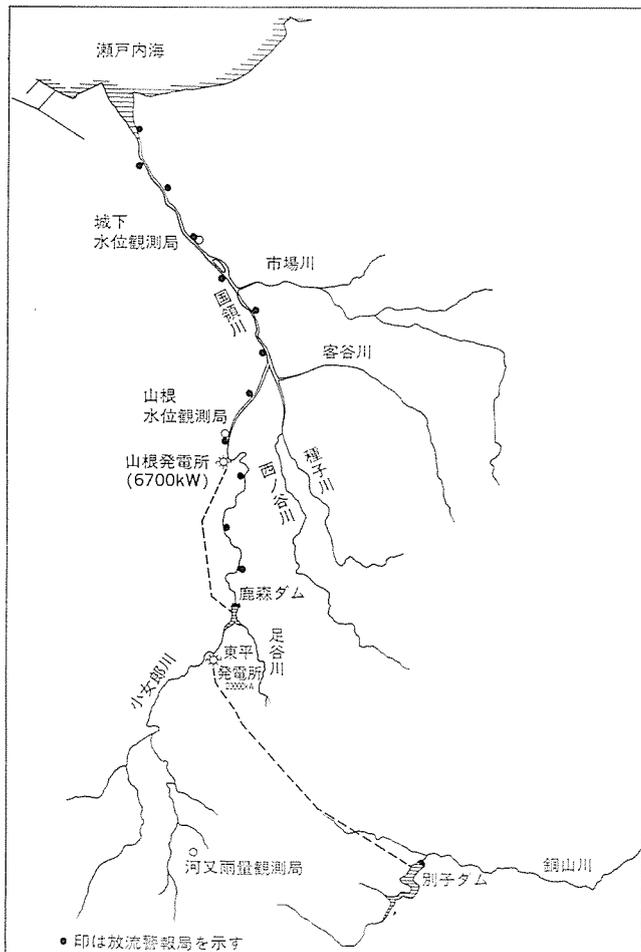


図1. 水系概念図

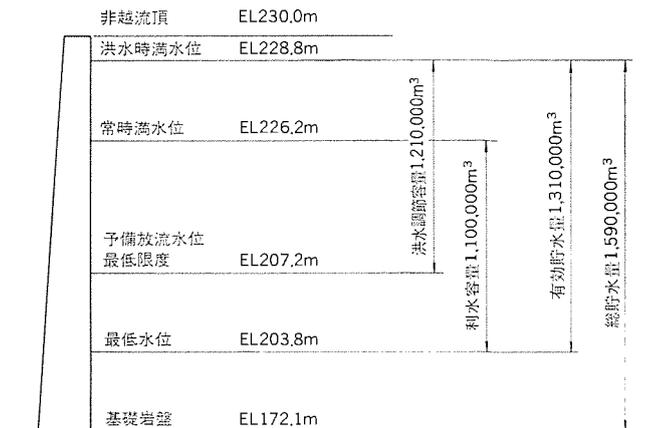


図2. 貯水池容量配分図

表1. ダム諸元概要

項目	諸元
河川名	国領川水系国領川
築造目的	治水・発電・工業用水
型式	溢流形直線重力式コンクリート
堤高	57.9m
堤頂長	108.6m
門扉	ラジアルゲート(3.3m×3.5m)1門 テンターゲート(10.0m×12.0m)1門
堤頂標高	EL 230.0m
集水面積	51.1km ² (国領川28.5km ² , 銅山川22.6km ²)
湛水面積	82,000m ²
計画洪水量	505m ³ /s(50年確率)
調節量	160m ³ /s
最大放流量	345m ³ /s

2.3 設備運用

鹿森 だムの目的は、治水、発電、工業用水の確保にあり、それぞれの運用は下記のように行われる。

2.3.1 洪水調節

洪水警戒体制時には、だム水位を予備放流水位まで下げ、だムの貯留能力を高める。その後、定比率放流と定量放流によるピークカットを行う。洪水調節後は、だム水位を常時満水位に速やかに回復させる措置がとられる。

2.3.2 下流用水等の提供

山根発電所放水口地点におけるだム建設前の国領川の流量と現在の同地点における流量が同じ値になるよう放流する。ただし、かんがい期は 2.85 m³/s、非かんがい期は 1.85 m³/s を上限としている。

だムからの放流は、上記の流量に工業用水 0.65 m³/s を加え、山根発電所を通じて行う。

3. システムの機能

3.1 導入の目的

鹿森 だムでは建設以来、管理に必要な計算、作表等の多くは人手により行われてきた。今回のだム諸量処理装置の導入にあたっては、特に従来からの管理形態を変えることなく管理業務の円滑化を図るとともに、

- (a) 操作員の負荷の軽減
- (b) 自動作表による正確な記録
- (c) 誤りのないデータの提供
- (d) 異常状態の常時監視
- (e) 操作指導機能による管理操作の迅速化

といった導入効果を得ることを目的とした。

3.2 処理機能の設定

処理機能は大別して、

- (a) テレメータ 諸量処理
- (b) だム 諸量処理
- (c) 集計処理

に分けられるが、いずれも原則として建設省だム諸量処理装置標準仕様書(案)に準拠した方式とした。このシステムにおける機能設定の特質を下記に示す。

(1) 雨量に関する演算は、各観測点(河又、だム)の時間雨量、累計雨量、日雨量、月雨量とし、流域平均雨量については集水面積の大きさなどの点から、上流雨量(河又)で代表することとした。

(2) 水位-流量換算による河川流量の算出は、だム流入点1か所(大永山)、下流基準点2か所(山根、城下)について行うこととした。

(3) 貯水位の変化から求めるだム流

入量の算出時間間隔は、洪水時の出水時間が短いといった特徴から、従来から使用されている 20 分を加え、10 分、20 分、30 分、60 分の 4 段階とした。

(4) この水系には、別子 だムからの注水が東平発電所を経由して行われるので、全流入量から東平発電放水量を引いて自然流入量を算出することとした。

(5) 放流量算出の対象ゲートは、高圧ラジアルゲートとテンターゲートとした。

(6) 発電水量は、だムにおける水収支を精度よくは(把)握する意味から、オンラインによる発電電力データをもとに、東平発電所、山根発電所のそれぞれについて算出することとした。

(7) 操作指導としての試算開度、試算流量の演算を行う対象ゲートは、高圧ラジアルゲートとテンターゲートとした。

(8) だム諸量処理装置に関する印字は、管理日誌、操作記録、管理月報の3種類とした。

表 2. 取扱いデータ一覧

項目	入力		処理	警報	表示	記録	設定	備考
	時刻	時間						
時刻	時刻	時間			1分	定時		現在時刻
テレメータ諸量	観測雨量		正時					河又局、だム
	時間雨量		正時		正時	正時		" " " 日雨量、月雨量
	集計値		9時			9時		河又局
	上限設定						○	" " "
	上限オーバー		正時	正時	正時			河又局、だム
	累計雨量		正時			正時		大永山、山根、城下
	河川水位	観測毎			観測毎	正時		" " "
	上限設定						○	" " "
	上限オーバー	観測毎	観測毎	観測毎				" " "
	集計値	9時				9時		" " " 日報
諸量	河川流量		観測毎		観測毎	正時		" " "
	算出式定数						○	" " "
	算出式切換水位						○	" " "
	集計値	9時				9時		" " " 日報、月報
テレメータデータ異常		観測毎	観測毎					
だム	計測貯水位	常時						
	貯水位		2秒		2秒	定時		
	上限設定						○	
	上限オーバー	発生時	発生時	発生時				
	集計値	9時				9時		日集計、月集計
	貯水位計異常	発生時	発生時	発生時				
	貯水量	1分			1分	定時		
	調整流量	定時			定時	定時		
	集計値	9時				9時		月報
	流入量	定時			定時	定時		全流入量
ム	上限設定						○	
	上限オーバー	1分	1分	1分				
	集計値	9時				9時		月報
	自然流入量	定時			定時	定時		
諸量	集計値	9時				9時		日報、月報
	ゲート開度	常時				定時		高圧ラジアルゲート、テンターゲート
	開中・閉中	常時						" " "
	操作マーク					操作時		" " "
	開度計異常	発生時	発生時	発生時				" " "
	ゲート毎放流量	2秒				定時		" " "
量	集計値	9時				9時		" " " 日報
	ゲート計放流量	定時				定時		
	集計値	9時				9時		月報
	発電電力	常時						
発電水量		2秒		2秒	定時			
	集計値	9時				9時		日報、月報
	総放流量	2秒				定時		
集計値	9時				9時		日報、月報	
操作指導	ゲート指定						○	高圧ラジアルゲート、テンターゲート
	設定放流量						○	
	試算開度				随時			
	設定開度						○	
	試算放流量				随時			
その他	算出時間間隔						○	10分、20分、30分、60分

(9) 管理日誌, 管理月報の印字様式は, 従来から使用してきた様式をできるだけ崩さないように配慮した。したがって, 月報は局ごとの雨量, 水位, 流量月報は行わず, 管理月報のみとどめた。

(10) 操作卓は, 数値表示機能を有する監視操作卓形式とし, 水系に従って数値表示器を配置し, 操作員が水系の状況を把握しやすいように考慮した。表 2. に, 取扱いデータ一覧を示す。

4. ダム諸量処理装置

4.1 管理設備の構成

鹿森ダムでは, ダム管理業務を円滑に進めるための管理設備としてダム諸量処理装置をはじめ, 雨量・水位テレメータシステム, 放流警報システム, 発電電力用 CDT 装置, 操作卓等の機器が設置されている。ダム諸量処理装置はこれらの装置から与えられるデータをもとに, 管理に必要な処理を行い, 結果を出力する。図 3. に管理システムの構成を示す。

4.2 ダム諸量処理装置の特長

このダム諸量処理装置は, マイクロプロセッサを主要構成要素とする処理装置で, 次のような特長を備えている。

- (1) 機能分散形複合マイクロプロセッサ方式により, 高信頼度, 高速処理を可能とした。特に周辺機器コントロール用にも専用のマイクロプロセッサとファームウェアを準備し, 処理速度の向上を図った。
- (2) コアメモリ, ROM, RAM 等の多種類のメモリの採用により, プログラムの保護, 停電時のデータ保護を可能とした。
- (3) ウォッチドッグタイマ, リアルタイムクロック, メモリパリティ, 不正アドレス検知等, オンライン用フェイルセーフ機能の充実を図り, 信頼性を向上させた。
- (4) 浮動小数点演算の採用により, 精度の高い演算を可能とした。
- (5) 徹底したバス構造により, 装置の信頼性向上を図るとともに, 拡張, 増設変更に容易に対処できるようにした。
- (6) 低消費電力形 IC の採用の全面的採用と, 熱設計を考慮した実装設計により, 自然空冷を可能とした。

*放流警報局は最大15局まで増設予定である。

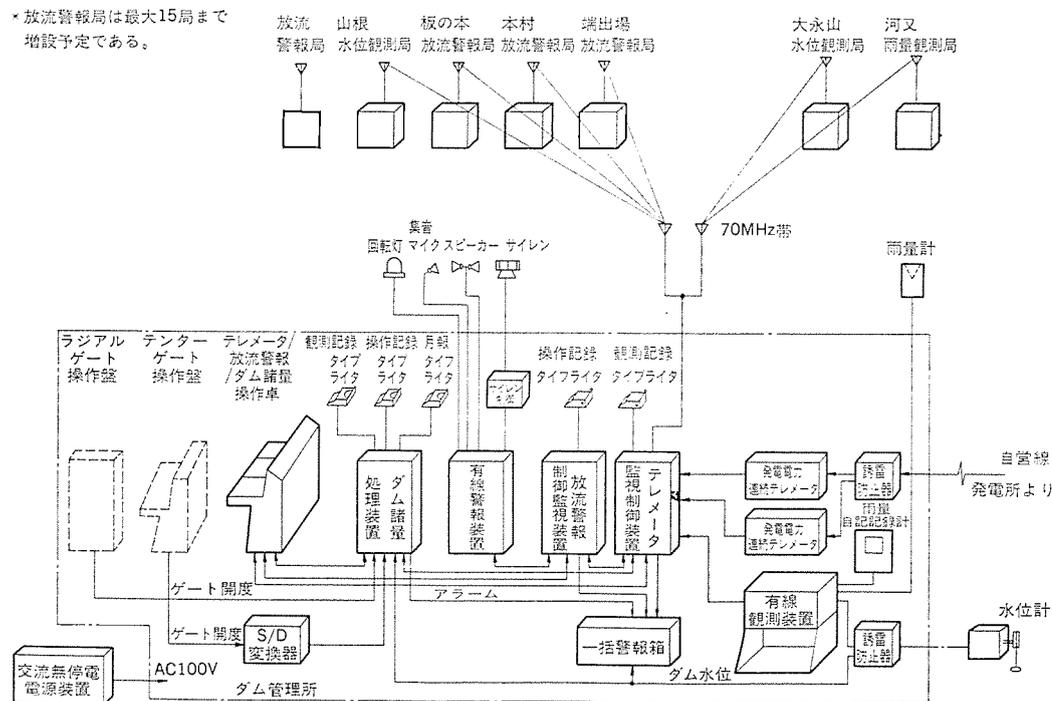


図 3. システム構成図

4.3 処理方式

処理方式は, できるかぎり標準化を図り, プログラムのバグージ化が可能ないようにした。各処理方式の概要を次に示す。

4.3.1 テレメータ諸量処理

(1) 入力処理

テレメータからの入力データとしては, ダム上流地点及びダム地点における観測雨量と, ダム流入点及びダム下流地点の河川水位とがある。

(2) 演算処理

観測雨量については, 毎正時に, 時間雨量, 累計雨量, 流域平均時間雨量及び流域平均累計雨量の算出を行っている。河川水位については, テレメータが観測を行うごとに河川流量を算出している。河川流量は, 精度を上げるため水位の高低により, 2つの2次式で近似した。

4.3.2 ダム諸量処理

(1) 入力処理

ダム諸量入力データとして, 計測貯水位, 各ゲート開度及び発電電力とがある。特にラジアルゲート開度は, 開度信号が実開度と非線形な関係にあるため, 入力時に, テーブルによる実開度への変換を行っている。

(2) 演算処理

各項目の処理周期は次のとおりとした。

(a) 2秒ごと: 貯水位, 各ゲート放流量, 各発電水量, 総放流量

(b) 1分ごと: 貯水量

(c) 定時ごと: 全流入量, 自然流入量, 調整流量, 洪水ゲート放流量及び発電水量は, 近似式により算出し, 精度の向上を図った。貯水量は, 1mごとのテーブルを用い直線補間を行い算出することとした。

(3) 操作指導

操作員の指示によって与えられるモードに従い, 目標開度又は目標放流量を算出する。これにより, 現在の貯水位で最適放流を行うた

めのゲート開度又は放流量を速やかに得ることができ

4.3.3 集計処理

(1) 日集計

毎日午前9時を基準時刻とし, 1日分のデータの積算, 平均, 最大, 最小の集計処理を行う。対象データは, テレメータ諸量は毎正時の値, ダム諸量は毎定時又は1分ごとの値としている。

(2) 月集計

毎月1日の午前9時を基準時刻とし, 1月分のデータの積算, 平均最大, 最小の集計処理を行う。

月報は, 県庁への報告書の1つであることを考慮して, 毎月6日の午前9時までは, 前月の月報印字のリクエスト

が可能なものとした。

4.3.4 定数設定

(1) 上限値の設定

河川水位、時間雨量、貯水位及び全流入量の上限値を、定数設定盤において、設定することができる。これにより洪水時などにきめ細かい水系監視を行うことができる。

(2) 流量係数、貯水量の設定

河川の浸食及び土砂のたい(堆)積などにより、年々わずかながら、河床、ダム底の形が変化している。それに対応できるように、河川流量を求める2次式の係数、切換水位及びダム貯水量の1mごとのテーブルを、定数設定盤より変更できるようにになっている。

(3) テレメータ局の設定

将来、テレメータの子局が増設された場合、速やかに対応できるように装置内部のスイッチにより、その局番号、雨量局・水位局の別を設定できるようにになっている。また、雨量局の場合は、流域平均雨量を求めるための各流域面積(比率)も、スイッチにより簡単に設定することができる。

子局の設定は、雨量局・水位局合わせて最大15局まで行うことができる。

(4) 欠測補間

無線回線の悪化、子局の保守などでテレメータが欠測した場合、正時データに限り、定数設定盤よりその欠測補間を行う機能を備えている。図4.にプログラム構成図を示す。

4.4 ダム諸量処理装置の構成

このダム諸量処理装置は、高さ2,300mm、幅520mm、奥行295mmの通信標準架構造で、マイクロプロセッサを主要構成要素とする《MELFLEX-400》ダム諸量処理装置であり、豊富な種類を有する《MELFLEX》シリーズのモジュールを採用することにより広範囲な機能要求に対応できる構成となっている(図5.)。

この装置の構成上の特長は次のとおりである。

(1) 処理部と記録制御部を機能ブロックとして分割し、おのおの独立したCPUにより制御処理を行うことにより、処理速度の向上、信頼性の向上、標準化の推進等が図られた。

(2) 処理装置と操作卓の間の信号受渡しにおいて、スイッチの自己保持、リセット、nCi検定等をすべて処理装置側で行うことにより、操作卓の構成をシンプルにした。

(3) データの入力点数は、ユニットカード単位で容易に増減できる。

(4) タイプライタ印字制御の高速化により、印字記録処理時間を大幅に短縮した。

4.4.1 各部の機能

(1) 処理部

《MELPS 8》CPUを使用し、テレメータ諸量及びダム諸量データの読込み、演算処理を行う。制御プログラムは、ROMに実装し、データ用メモリは停電保護を考慮してコアメモリを採用した。

(2) 記録制御部

処理部と同様に、《MELPS 8》CPUとROM、コアメモリを採用し、3台のタイプライタによる管理日誌、操作記録、管理月報の記録制御を行っている。

タイプライタは、雑音に強く、接続距離のとれるモデムインタフェース(RS-232-C)による制御を行うとともに、発熱、消費電流を低減するた

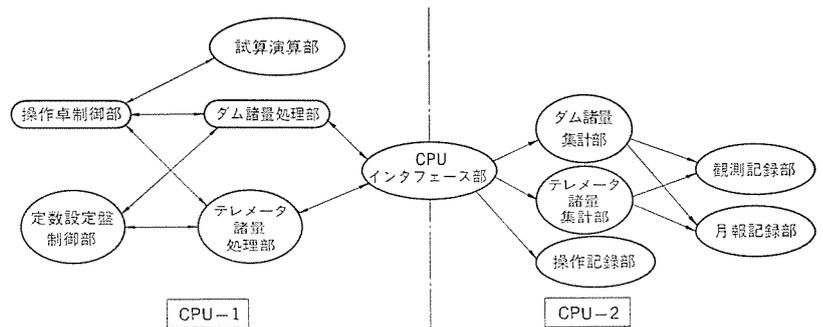


図4. プログラム構成図

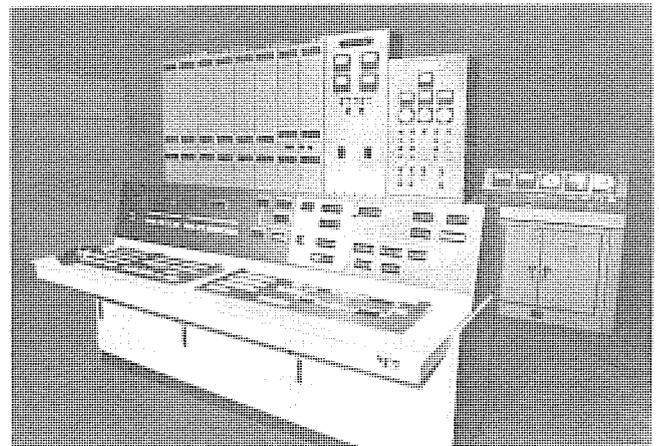


図5. 管理設備

め、印字動作時のみ電源を投入する方式とした。

(3) 信号入力部

テレメータ諸量及びダム諸量データの入力信号形式は、無電圧BCD信号を標準としているが、ゲート開度信号については、雑音に強く高精度な《MELFLEX》シリーズのユニットの1つであるシンクロ・デジタル変換器を使用し信号変換処理を行っている。

(4) 定数設定盤

処理に必要な定数及びデータを設定するためのパネルで、設定スイッチは取扱いの容易なデジタルスイッチとした。また、デジタル数値表示器による設定データの確認、誤操作、異常時の内容表示機能を持たせた。

(5) 表示・試算入出力部

操作卓における表示器への信号出力は、アドレス選択方式とすることにより信号点数の削減を図った。

(6) 監視盤及び時計装置

監視盤は、発光ダイオードによる警報表示と累計雨量積算開始等の操作機能を持つパネルである。

時計装置は、大小の月の自動判別、うるう年のプリセット機能を備えた水晶時計で、親時計としても子時計としても動作可能であり、処理に必要な時刻信号を発生する。

(7) 電源部

電源は、スイッチングレギュレータ方式によるプラグイン形式の単一電源を構成要素とすることにより、装置に最適な電圧、電流量をもった電源を構成している。

4.4.2 操作卓

操作卓は、処理結果の表示、試算演算のための操作などの機能を有

鹿森ダム管理月報

日	天候	雨量	ダム雨量	貯水										山型	下流	貯水	工業用水
				貯水量	貯水量	貯水量	貯水量	貯水量	貯水量	貯水量	貯水量	貯水量	貯水量				
1		0	0	219.79	605.12	140.29	0.88	141.27	141.27	0.00	141.27	0.00	0.65	4.83			
2				219.79	605.12	140.84	0.85	141.67	141.67	0.00	141.67	0.00					
3				219.79	605.12	140.84	0.83	141.67	141.67	0.00	141.67	0.00					
4		0	0	219.79	605.12	140.00	1.25	141.25	141.25	0.00	141.25	0.00	0.65	4.92			
5				219.79	605.12	140.04	0.83	141.67	141.67	0.00	141.67	0.00					
6				219.79	605.12	140.84	0.83	141.67	141.67	0.00	141.67	0.00					
7				219.79	605.12	140.84	0.83	141.67	141.67	0.00	141.67	0.00					
8				219.79	605.12	140.84	0.85	141.67	141.67	0.00	141.67	0.00					
9				219.79	605.12	140.28	1.11	141.39	141.39	0.00	141.39	0.00					
10				219.79	605.12	140.84	0.83	141.67	141.67	0.00	141.67	0.00					
11				219.79	605.12	140.84	0.83	141.67	141.67	0.00	141.67	0.00					
12				219.79	605.12	140.84	0.83	141.67	141.67	0.00	141.67	0.00					
13				219.79	605.12	140.84	0.83	141.67	141.67	0.00	141.67	0.00					
14				219.79	605.12	140.84	0.83	141.67	141.67	0.00	141.67	0.00					
15				219.79	605.12	140.00	1.11	141.11	141.11	0.00	141.11	0.00					
16				219.79	605.12	140.84	0.83	141.67	141.67	0.00	141.67	0.00					
17				219.79	605.12	140.84	0.83	141.67	141.67	0.00	141.67	0.00					
18				219.79	605.12	140.84	0.83	141.67	141.67	0.00	141.67	0.00					
19				219.79	605.12	140.84	0.83	141.67	141.67	0.00	141.67	0.00					
20				219.79	605.12	140.84	0.83	141.67	141.67	0.00	141.67	0.00					
21				219.79	605.12	140.84	0.83	141.67	141.67	0.00	141.67	0.00					
22				219.79	605.12	140.00	1.11	141.11	141.11	0.00	141.11	0.00					
23				219.79	605.12	140.84	0.83	141.67	141.67	0.00	141.67	0.00					
24				219.79	605.12	140.84	0.83	141.67	141.67	0.00	141.67	0.00					
25				219.79	605.12	140.84	0.83	141.67	141.67	0.00	141.67	0.00					
26				219.79	605.12	140.84	0.83	141.67	141.67	0.00	141.67	0.00					
27				219.79	605.12	140.84	0.83	141.67	141.67	0.00	141.67	0.00					
28				219.79	605.12	140.26	1.02	141.26	141.26	0.00	141.26	0.00	0.65	5.65			
29		0	0	219.79	605.12	140.84	0.83	141.67	141.67	0.00	141.67	0.00	0.65	6.68			
30		0	0	219.79	605.12	140.84	0.83	141.67	141.67	0.00	141.67	0.00	0.65	6.68			
31		0	0	219.79	605.12	140.84	0.83	141.67	141.67	0.00	141.67	0.00	0.65	6.68			
計		0	0	6813.49	18758.72	4361.83	27.33	4389.16	4389.16	0.00	4389.16	0.00	3.80	35.42			
平均		5	5	31	31	31	31	31	31	0.00	31	0.00	0	6			
最大		0	0	219.79	605.12	140.70	0.88	141.59	141.59	0.00	141.59	0.00	0.65	5.90			
最小		28	13	28	13	28	17	28	15	28	12	28	14	28	09	30	09
日別		0	0	219.79	605.12	140.84	1.16	141.38	141.38	0.00	141.38	0.00	0.65	6.68			
月別		28	13	28	13	27	09	28	14	28	12	28	14	28	09	28	09
計		0	0	219.79	605.12	140.14	0.80	141.28	141.28	0.00	141.28	0.00	0.65	4.65			

図 6. 印字用紙例

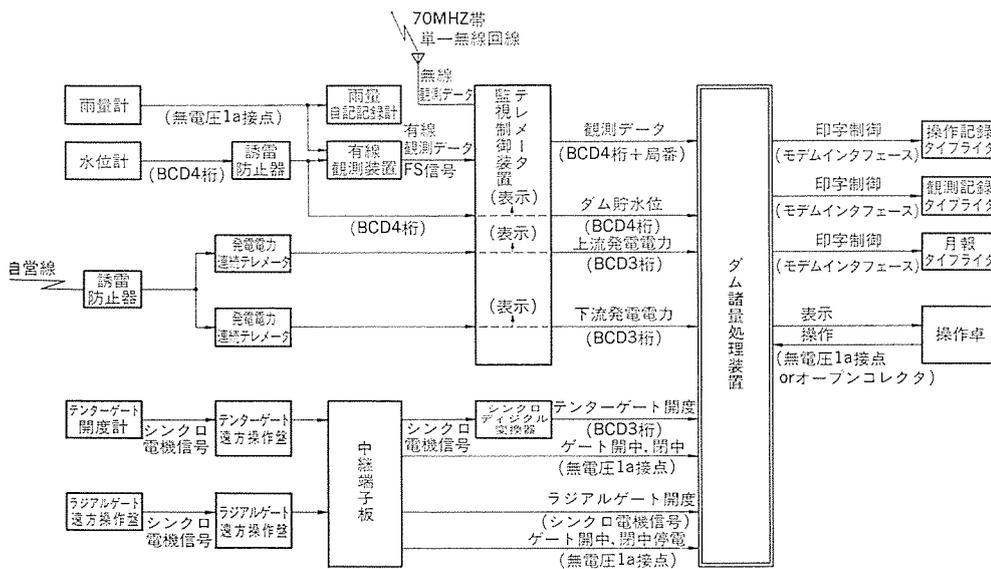


図 7. ダム諸量処理装置 インタフェース図

し、平常操作の大部分を行う装置であることを考慮し、情報把握のしやすさ、操作性といった点に人間工学的な検討を加えた。

この装置の特長は次のとおりである。

- (1) 構造はコンソールデスク形とし、テレメータ放流警報用操作卓と一体構造とすることにより、ダム管理上の操作機能の統一を図った。
- (2) 数値表示器を水系模式図上の対応場所に配置することにより、情報を把握しやすくした。
- (3) 操作スイッチ等は、操作の流れに従った配置とし、操作性の向上を図った。

4.5 関連装置とのインタフェース

ダム諸量処理装置に関連する装置とのインタフェースは、システムの信頼性、計算精度などを考慮し、次に示すとおりとした。

(1) テレメータ(雨量・水位)装置
この装置は、ダムの上流、下流に設けられた雨量又は水位観測局のデータを、無線回線を経由して収集するもので、ダム諸量処理装置とのインタフェースは、外部出力部によるワードシリアルビットパラレル方式とした。

この装置とのインタフェースとしては、外に、FS信号方式が標準として準備されている。

(2) 電力テレメータ装置

この装置は、各発電所の発電電力を有線回線により、常時伝送(CDT)を行うもので、ダム諸量処理装置とのインタフェースは、オープンコレクタによるワードシリアルビットパラレル方式とした。

(3) 検出器(貯水位計、ゲート開度計)

貯水位計は、ダム管理の基本となる検出器であり、その信号は流入量の計算など、多くの処理に使用される。したがって貯水位計の信号に対しては、リレー、アスタ等による耐サージ対策を施している。ダム諸量処理装置とのインタフェースは、BCD4けた(桁)の接点信号を使用している。

ゲート開度計は、シンクロ信号を使用し、高圧ラジアルゲートについては電子的にデジタル信号に変換し、テンターゲートについては多回転信号であることを考慮し、機械的な変換機能により、実開度とのずれを防止した(図7)。

5. む す び

以上、鹿森ダム諸量処理装置の概要を述べた。この装置の導入にあたっては、ダム管理形態及び関連設備に対しハードウェア、ソフトウェア両面に対するシステム的な検討を加えることにより、初期の目的を達することができた。また、この装置の製作にあたっては、今後導入される多くのダムの管理形態に柔軟に対応できる機能、構成を有するように心がけた。

最後に、この工事の遂行にあたり終始ご指導いただいた愛媛県の関係者各位に厚くお礼を申し上げる。

7.2kV,63kA大容量SF₆ガスしゃ断器

宮本紀男*・植田至宏**・大野 玲***・堤 透***・古林 昇***

1. ま え が き

近年、原子力及び火力発電所の主機容量の増大に伴い所内補機回路の短絡容量が増大し、定格電圧7.2kVでしゃ断電流63kA(しゃ断容量785MVA)というしゃ断器が必要となってきた。一方、この分野でのしゃ断器としては、これまで磁気しゃ断器(以下MBBと記す)が主として用いられてきたが、MBBはしゃ断時に多量の高温ガスを大気中に放出することや、消弧室や接触子の消耗もしゃ断容量の増加とともに加速的に増大するため、これらの欠点を根本的に除去できるしゃ断方式の開発が必要となってきた。

当社ではかかる要求に答えるため、過去10数年に及ぶ長期間の72~550kVクラスのSF₆ガスしゃ断器やガス絶縁開閉装置の豊富な製作経験と最近注目を浴びつつある6~30kVクラスのガスしゃ断器⁽¹⁾⁽²⁾の製作実績を生かし、更に新しい消弧室の設計手法の導入などによって、この電圧クラスでは最大容量のしゃ断電流63kAの単圧式パツァ形ガスしゃ断器(以下GCBと記す)とそれを収納する閉鎖配電盤を開発した。このGCBは、消弧室の最適設計と簡単なばね操作機構を採用したことにより大幅な小形軽量となり、従来のMBBに比較して開閉装置全体の小形化、保守の省力化などを実現した。以下にその特長、構造、各種性能等について概要を述べる。

2. 性能及び特長

2.1 定 格

この度開発した6-SFG-63形GCB 1,200/2,000A定格器の外観を図1.に示す。このGCBは3極単投、金属製接地タンク形、閉鎖配電盤収納屋内水平引出形、手動引出方式、耐震構造であり、標準定格は表1.に示すとおりである。このGCBは表1.に示すように定格電流は1,200, 2,000, 3,000Aの3種類を標準としている。

2.2 特 長

このGCBの主な特長は次のとおりである。

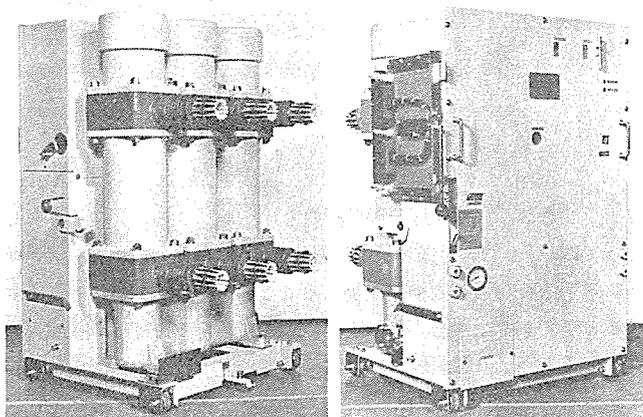


図1. 7.2kV, 63kA 1,200/2,000A 6-SFG-63形ガスしゃ断器

表1. 6-SFG-63形GCBの標準定格一覧

項 目	仕 様	
形 名	6-SFG-63	
定 格 電 圧 (kV)	7.2	
定 格 電 流 (A)	1,200/2,000	3,000
定 格 周 波 数 (Hz)	50/60	
定 格 しゃ 断 電 流 (kA)	63	
定 格 再 起 電 圧 上 昇 率 (kV/μs)	0.32	
定 格 投 入 電 流 (kA)	160	
定 格 短 時 間 電 流 (kA)	63×2 (s)	
定 格 開 極 時 間 (s)	0.05	
定 格 しゃ 断 時 間 (サイクル)	5	
無 負 荷 投 入 時 間 (s)	0.1	
定 格 投 入 操 作 電 圧 (V)	DC 100, 125	
投 入 制 御 電 圧 (V)	DC 100, 125	
定 格 引 外 し 電 圧 (V)	DC 100, 125	
標 準 動 作 責 務	0-1分-CO-3分-CO	
絶 縁 階 級 (号)	6A	
定 格 ガ ス 圧 力 (20°C) (kg/cm ²)	5	
商 用 周 波 耐 電 圧 (kV)	22	
衝 撃 波 耐 電 圧 (kV)	60	
適 用 規 格	JEC-181, 電力規格B-125	
重 量 (kg)	475	500

(1) 優れたしゃ断性能と低いサージ電圧

SF₆ガスの優れた特性と消弧室の最適設計により、大電流から小電流まで安定したしゃ断性能を有し、一般短絡条件だけでなく、異相地絡、脱調などの厳しい条件でのしゃ断や、コンデンサバンク、変圧器、電動機回路等の開閉についても極めて優れた性能を有しており、更にSF₆ガス自体の特長ある小電流開閉特性によって、励磁電流しゃ断時にも過電圧の発生はほとんどなく、充電電流も無再点弧でしゃ断できるので過電圧は発生せず、サージ吸収装置なしで安心して使用できる。

(2) 小形軽量でメタルクラッド配電盤の大幅な小形化が可能

図2.はこのGCBとこれに相当する定格の当社製MBBとを同一スケールで描いた比較図であり、図で明らかなように従来に比較して体積比、重量比共1/3と大幅に小形軽量化している。図3.はこのGCBを閉鎖配電盤に収納した状態を示す図であり、前述のようにGCB自体の小形軽量化とMBBに必要なアークスペースの省略などによって閉鎖配電盤の大幅な小形化に成功した。

(3) 保守の省力化⁽³⁾

周知のとおり、SF₆ガスしゃ断器は、繰返ししゃ断に際しても、ガスの劣化はもとより、接触子や絶縁物の腐食もなく、また接触子の消耗も極めて少なく長寿命であるから、保守点検の間隔を長くすることができ、保守作業を大幅に軽減できる。このGCBは63kAという大しゃ断電流であるにもかかわらず、SF₆ガスの優れた性質の利用技術を高度化することにより、前述のとおり保守の省力化を達

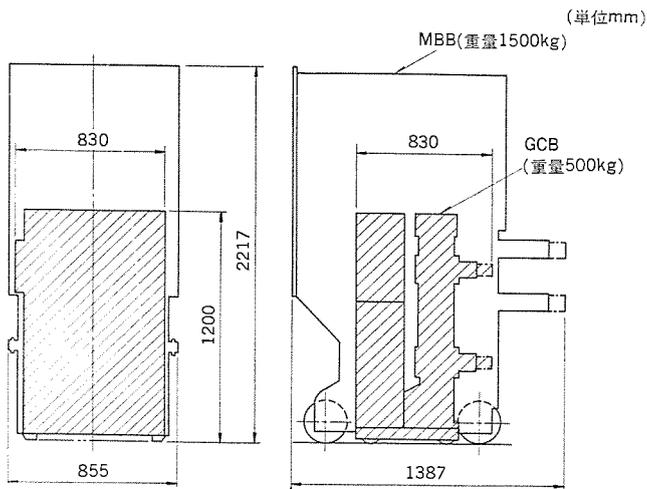


図 2. ガスしゃ断器(GCB)と磁気しゃ断器(MBB)の外形比較 (MBBは当社製12kV 1,000MVA定格器を示す)

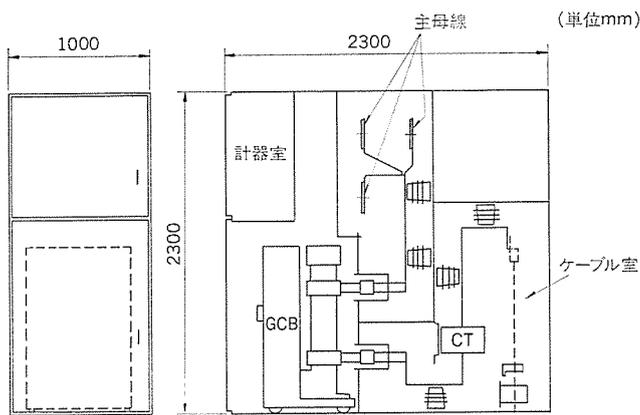


図 3. 6-SFG-63形GCB収納閉鎖配電盤

成している。

(4) 高い安全性⁽⁴⁾

SF₆ガスは不活性、無害、化学的に安定な化合物であり、火災、爆発等の危険性がなく、接地タンク形消弧室、水平引出形しゃ断器であるため、感電事故などの危険性は極めて少なく、引出機構には誤操作防止用インタロックを備えているなど取扱い上の安全性は極めて高い。

(5) 高い信頼性⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁷⁾

消弧室のSF₆ガスシール部は、リングと液状ガスケットによる2重シール方式を採用し、ガスリークの絶無を期して設計からすえ(掘)付け、点検に至るまで一貫したガスシール管理体制のもとで生産しているが、万一のガスリークに対しても警報、ロック装置を備えている。このほか水分、ほこりなどに対する組立時の管理、消弧室内の絶縁物の絶縁強度の余裕、吸着材の封入量などについても十分に考慮を払っており、高い信頼性が保証されている。

(6) 取扱いが容易

操作機構はモータ蓄勢ばね操作方式を採用しているため、構造が簡単であり、コンプレッサや大容量バッテリーなどの設備が不要であり、無電源や緊急の場合も手動で開閉操作が可能であるなど取扱いが容易である。

(7) 低騒音

このGCBは、電流しゃ断を密封したタンク内で行うため、しゃ断時の排気ガスによる騒音はなく操作時の騒音も小さい。

3. 消弧室の設計手法

単圧式パuffa形GCBの消弧原理は図4に示すように、しゃ断器の可動接点と連動して動くシリンダでシリンダ室内のガスを圧縮し、アーク接触子間に発生したアークに前記シリンダ室内から圧縮ガスを吹付けることにより消弧させるものであり、構造的には簡単であるが、しゃ断過程では消弧室の構造やガスの高温における物理的、熱力学的要因が複雑に相互作用するため、消弧室の設計は必ずしも容易ではない。これらの各要因を適切に選定することによって、小形で優れたしゃ断性能をもつ消弧室が実現する。

我々は上述の各要素の最適な組合せを実現しうる消弧室形状や開極条件を求めるため、はん(汎)用性のあるガス中しゃ断現象シミュレーションプログラムを開発して、このGCBの消弧室設計に適用した。このプログラムでは開極瞬時からしゃ断完了までのアークプラズマの物性値の変化の様子をノズル形状やシリンダ諸元、あるいは開極条件などをパラメータとして求めることができる。

我々はこのたびのGCB開発に先立ち、モデルしゃ断器を用いてアークの分光観測を行い、パuffaシリンダの圧力上昇や開極条件との関連において、瞬時値64kAまでのSF₆ガス中アークの物性値を実験的に求めた⁽⁸⁾。また、前記プログラムによるシミュレーションから算出されたアークプラズマ物性値と分光観測で得られた実測値とを比較したところ、実測と計算がよく一致するだけでなく、シリンダの内圧上昇値など巨視的な量についても実測と計算結果はよく一致することがわかった。またこのシミュレーションプログラムによって、アークプラズマ物性値であるプラズマの温度とか、プラズマ中の電子密度などが電流瞬時値とともにどのように変化するかを求めることができる。これらのプラズマ物性値は、ノズルの形状とか開極条件によって左右されるが、電流の零点でプラズマを急速に冷却できる消弧室条件をシミュレーションにより明らかにし、消弧室諸元が決定できる。当然のことながら、消弧室を操作する操作機構の設計はシリンダの内圧上昇に抗して、所要の開極特性を得るように行われるが、所要の操作機構定数を明らかにする上

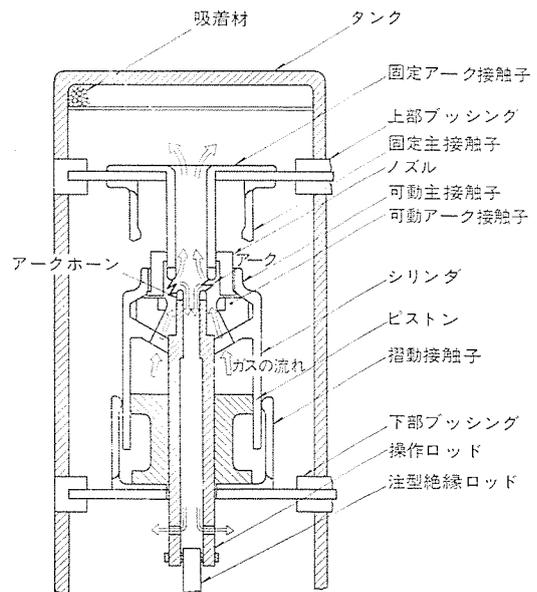


図 4. 単圧式パuffa形GCB消弧室の構造

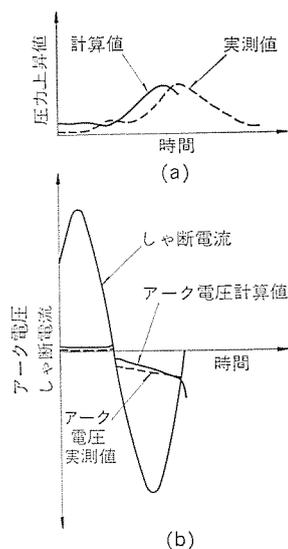


図 5. 50 kA しゃ断時の計算値と実測値の比較

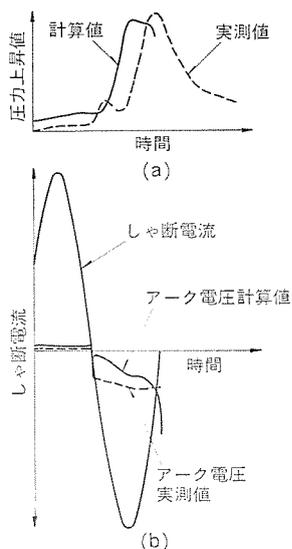


図 6. 63 kA しゃ断時の計算値と実測値の比較

でも、上記シミュレーションプログラムは有効であった。

図 5.、図 6. に上記シミュレーション結果の 1 例を示す。図 5. は 50 kA の電流をしゃ断したときのシリンダ内圧力上昇値としゃ断電流及びアーク電圧値の計算結果を、図 6. は 63 kA しゃ断時の同計算結果を示している。同図上にそれぞれの電流をモデル消弧室でしゃ断したときの実測データを同一スケールで図示している。これらの図より 63 kA という大電流をしゃ断した場合でも、シリンダ内圧力上昇値やアーク電圧値の計算と実測結果がよく一致していることが分かる。このシミュレーションを消弧室設計段階で各種条件を変えて行うことにより、この GCB の消弧室諸元の決定と操作機構の必要操作エネルギーなどの推定を行った。

4. 構造及び動作

消弧室部は図 7. に示すように移動用車輪を取付けた台車上に共通下部タンク、3 相分離形の消弧室タンクと注型ブッシングとで構成し、フレーム内に組込んだばね操作機構と制御装置を台車上前面に配して全体を構成しており、前記タンク及び台車等はすべて大地電位である。

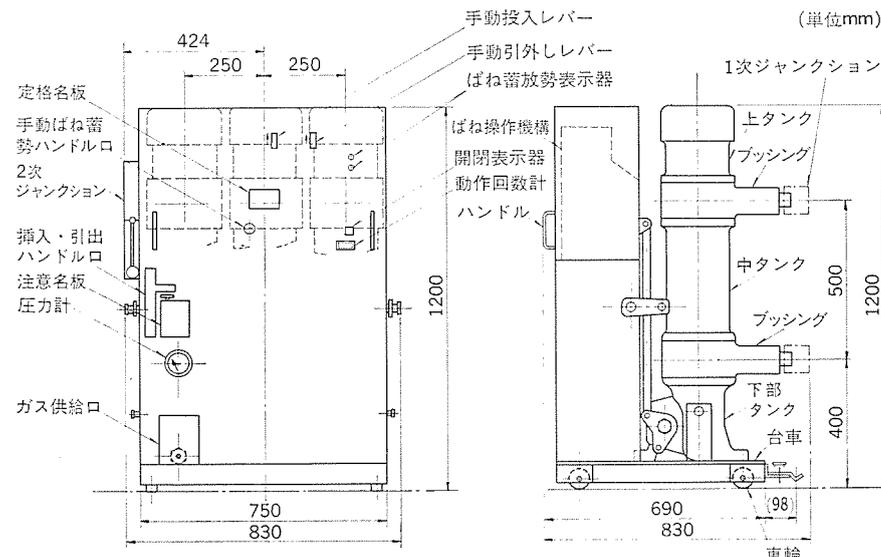


図 7. 6-SFG-63 形 GCB 外形図

る。

4.1 消弧室

構造は、図 4. に示すように金属製下部、中、上タンクのそれぞれの間にエポキシ注型ブッシングをはさみ込んで構成しており、タンク内に一定圧 (5 kg/cm²) の SF₆ ガスを封入している。接触子部分は通電用の主接触子 (固定、可動)、シリンダ、しゅう (摺) 動接触子、しゃ断用のアーク接触子 (固定、可動) 及びアークホーンから成り、シリンダにはノズル、操作ロッドを取付け、接触子部と後述する操作機構との間はエポキシ注型絶縁ロッドで連結している。図 4. はこの GCB の電流しゃ断途中を示しており、ピストンとシリンダにより圧縮されたガスは図の矢印方向に流れ、電流しゃ断時のアークへの新鮮なガスの吹付け及びしゃ断後のアークによる金属蒸発粒子などの拡散を行う。

動作は図 8. (a) の投入状態において、注型絶縁ロッドを介した後述する操作機構よりの開放動作により、可動接触子部が図において右方に運動を開始し、まず主接触子が開離、次いでアーク接触子が開離しアーク接触子間にアークが発生する。このアーク接触子開離瞬時の状態が図 8. (b) である。この状態より更に可動部分は右方に移動し、アークはアーク接触子間より固定アーク接触子とアークホーン間に移行し、最終的にこの状態 (同図 c) で電流をしゃ断する。投入時は前記と逆の順序で各接触子が接触していくので 63 kA という短絡大電流でも主接触子間のアークによる損耗はなく、安定した通電が可能である。アーク接触子 (固定、可動) やアークホーンの発弧部分はいずれも耐弧性金属を使用し、更に重責務を考慮した構成としているため、これらの部分のアークによる消耗は極めて少ない。また図 4. に示すように消弧室上部には水分及び短絡電流しゃ断時の分解ガス⁽⁹⁾ を吸収するため長期間の使用に十分な量の吸着材が入れてあり⁽⁷⁾、SF₆ ガスの基本性能を維持している。

4.2 操作機構及び制御装置

この GCB は電動ばね操作方式を採用しており、フレーム内に組込んだ操作機構とその制御装置を台車上に取付けた状態を図 9. に示す。投入ばね、開放ばねは台車内部に装着しており、投入ばねの蓄勢は

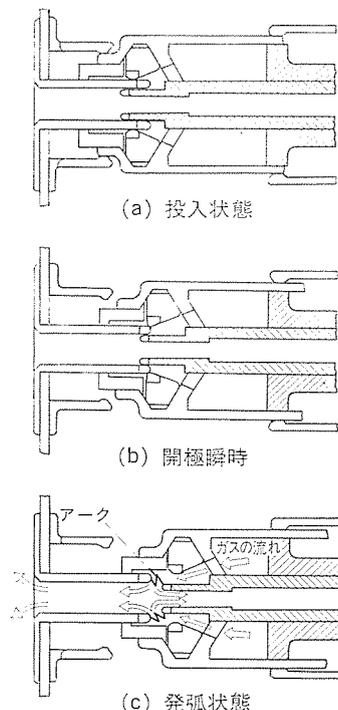


図 8. 消弧室の動作説明図

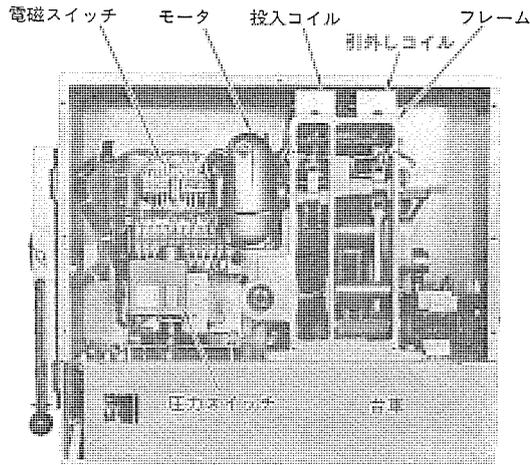


図 9. 操作機構と制御装置

フレーム側面に取付けたモータによって行う。この操作機構の基本構成は、製作実績の豊富な 30 kV クラスの GCB と同一であり、主要構成部品を共用することによって部品の安定化を図っている。

この GCB の操作、制御装置は図 9. に示すように、圧力スイッチ、電磁スイッチ等をユニット構成として取付けた制御装置取付板を台車上に配して構成しており、保守、点検はすべてしゃ断器前面から行えるようになっている。

4.3 付属装置

この GCB は閉鎖配電盤収納水平引出形手動引出方式を標準としており、引出装置を台車内に、自動連結 2 次ジャンクションを台車側面に装備しており、配電盤側には開閉と機械的に連動する外付補助スイッチ、位置スイッチ、メガリング装置、シャッタ装置等も装備しており、引出装置には操作時の安全性を十分に考慮したインタロック装置を設けている。

5. 試験結果

5.1 温度試験

定格電流 1,200, 2,000, 3,000 A の閉鎖配電盤にそれぞれの定格の GCB を実装して通電し、温度上昇値を測定、いずれの供試器、配電盤とも規格値を十分に満足する結果を得た。試験結果の 1 例として 3,000 A 連続通電時の消弧室各部の温度上昇結果を規格値と対応して図 10. に示す。

5.2 耐電圧試験

表 2. の各種条件下における耐電圧試験を実施し、いずれのケース、部分においても良好な結果を得た。

5.3 短時間電流試験

1,200 A 用閉鎖配電盤に定格の GCB を実装した状態で、電流実効値 63 kA (非対称波高値 168 kA) を 2 秒間通電し、各部の機械的熱的な損傷もなく試験前後における主回路の接触抵抗値の変化もないことを確認した。

5.4 短絡試験

表 3. の試験条件で各種の短絡試験を実施し、すべての条件において優れたしゃ断性能を有することを確認した。図 11. は 4 号 b の条件での単相直接しゃ断試験のオシログラムの 1 例である。この GCB

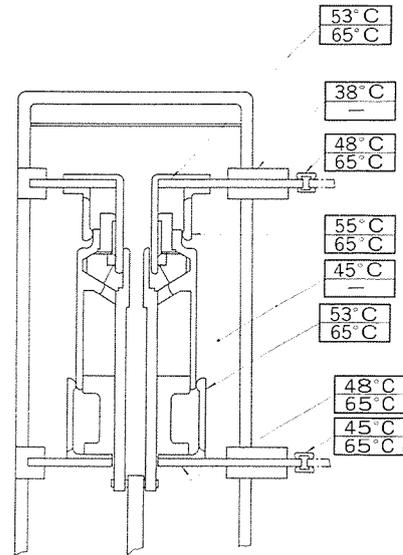


図 10. 3,000 A 連続通電時の消弧室内の温度上昇測定値 (上段：測定温度上昇値，下段：JEC 181 規定の限界値)

表 2. 耐電圧試験条件一覧

試験項目	試験条件			備考	
	印加電圧 (kV)	周波数・波形	加圧時間・回数		
商用周波耐電圧試験	主回路耐電圧	22	60 Hz	60 s	連続開閉試験後実施
	短絡試験後の主回路耐電圧	10.8	60 Hz	10 min	10.8 kV = 1.5 × 7.2 kV
	0 気圧耐電圧	22	60 Hz	60 s	タンク内ガス圧 0 気圧の状態での実施
	操作制御回路耐電圧	2	60 Hz	60 s	
インパルス耐電圧試験	主回路耐電圧	60	(1 × 40) μs	正負各 3 回	
	操作制御回路耐電圧	7	(1 × 40) μs	正負各 3 回	ただしモータ回路は除く

注 (1) 0 気圧耐電圧試験以外のガス圧は 4.0 kg/cm², at 20°C
 (2) 印加部分は JEC-181-1975 による。

表 3. 短絡試験条件一覧

試験項目	試験方法	動作責務	試験電圧 (kV)	通電電流又はしゃ断電流 (kA)	固有再起電圧		備考	
					上昇率 (kV/μs)	波高値 (kV)		
短絡試験	1 号	単相合成	0-1分-0-3分-0	6.3	6.1	0.66	12.6	6.3 kV = 7.2 kV × $\frac{1.5}{\sqrt{3}}$
	2 号	単相合成	0-1分-0-3分-0	6.3	19	0.67	12.8	同上
	3 号	単相合成	0-1分-0-3分-0	6.3	37.8	0.74	13.3	同上
	4 a 号	※1 3 相直接	C-3分-C	5.2	163 (peak)	—		投入容量試験
	4 b 号	単相直接	0-1分-0-3分-0	6.3	64	0.33	13.0	6.3 kV = 7.2 kV × $\frac{1.5}{\sqrt{3}}$
	4 b 号	※1 3 相直接	0-1分-0-3分-0	5.2	63	(0.33)	(7.2)	
脱調しゃ断試験	単相合成	"0" 2 回	10.4	15.8	0.28	18.9	10.4 kV = 7.2 kV × $\frac{2.5}{\sqrt{3}}$	
異相接地しゃ断試験	単相直接	"0" 2 回	7.2	54.8	0.35	14.5	7.2 kV = 7.2 kV × $\frac{\sqrt{3}}{\sqrt{3}}$	

注) ※1 設備最大容量 試験ガス圧はすべてロック圧 (4 kg/cm², at 20°C) にて実施。

表 4. 小電流及びコンデンサバンク電流しゃ断試験条件一覧

試験項目	試験方法	動作責務	試験電圧 (kV)	しゃ断電流 (A)	回路条件	試験回数	備考
進み小電流しゃ断試験	単相直接	“0”	6.3	1.5 5	放電時定数は 0.1秒以上	*1 12回 *1 12回	$6.3\text{kV} = 7.2\text{kV} \times \frac{1.5}{\sqrt{3}}$
*3 遅れ小電流しゃ断試験	単相直接	“0”	6.3	6.6 20	固有周波数 振幅率 1.2 632 Hz 固有周波数 振幅率 1.2 632 Hz	*1 12回 *1 12回	$6.3\text{kV} = 7.2\text{kV} \times \frac{1.5}{\sqrt{3}}$
コンデンサバンク電流 しゃ断試験	単相直接	“0”	7.2	500	—	*2 24回	$7.2\text{kV} = 7.2\text{kV} \times \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{3}}$

注) *1 しゃ断位相は $\frac{\pi}{6}$ 間隔で位相制御 試験ガス圧は *3 のみ最大対入圧 5.0 kg/cm², at 20°C, 他はロック圧 (4 kg/cm², at 20°C) で実施。

*2 “ $\frac{\pi}{12}$ ”

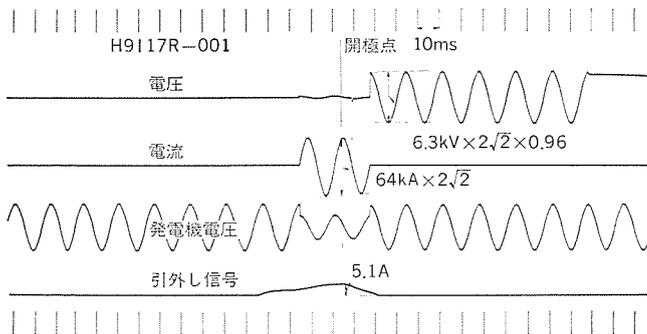


図 11. 単相直接短絡しゃ断試験 オシログラム

は単相短絡試験に加えて、表 2. の 3 相直接短絡しゃ断試験も実施し、単相試験と 3 相試験のしゃ断性能に差異のないこと及び操作機構の操作エネルギーの妥当性の検証を行った。

上記試験に加えて更に 500 A ~ 6 kA のしゃ断試験を追加し、500 A ~ 63 kA の全しゃ断電流領域についてアーク時間特性を求め、全電流領域で安定したしゃ断性能をもつことを詳細に確認した。

5.5 小電流しゃ断試験

表 4. の試験条件で、遅れ小電流、進み小電流しゃ断試験を実施し、遅れ小電流しゃ断試験はいずれのケースも電流しゃ断時の発生過電圧値が低いこと、進み小電流しゃ断試験はいずれのケースも無再発弧、無再点弧でしゃ断できることを確認した。

5.6 コンデンサバンク電流しゃ断試験

表 4. の試験条件で、10,000 kVA 相当のコンデンサバンク電流を位相制御により 24 回連続しゃ断し、いずれのしゃ断位相でも無再発弧、無再点弧でしゃ断できることを確認した。

5.7 脱調しゃ断試験、異相地絡しゃ断試験

表 3. の試験条件で、脱調及び異相地絡条件でしゃ断試験を実施し、いずれの条件でも良好な結果を得た。

5.8 無負荷連続開閉試験

10,000 回の無負荷連続開閉試験を行い試験前、途中、後において動作特性に変化のないことを確認するとともに、試験後各部品の分解点検を行い、いずれの部品にも損傷ないことを確認した。

5.9 その他の試験

前記各種試験の外にガスリーク試験、コロナ試験、せん絡試験、過負荷電流通電試験、耐圧力試験、短絡しゃ断試験時の分解ガス量分析

試験、耐震試験等各種性能検証試験を実施したが、いずれの試験でも優れた性能を有していることを確認した。

6. むすび

以上、原子力、火力発電所の所内補機回路保護用 SF₆ ガスしゃ断器の開発経緯、特長、定格、消弧室の設計手法、構造、試験結果の概要について述べた。

この GCB は 72 kV クラス以上の超高圧、超超高圧 GCB の分野において我が国で最も豊富な製作実績を持つ当社が、7.2 kV の普通高圧大容量の分野にまで他社に先がけて GCB の適用を拡大したものである。また現時点における普通高圧分野での最大しゃ断容量をもつこの GCB の製品化によって、この電圧階級における SF₆ ガスしゃ断の領域を更に 1 歩広げ得たと考える。

この GCB は最大容量器であるにもかかわらず小形・軽量であり、収納閉鎖配電盤も小形となるため、据付スペースの縮小化が図れるなど、最近注目を浴びている省資源、省エネルギー機器として適しているばかりでなく、保守の省力化、高い安全性、高信頼性などの社会的ニーズに合致しており、今後特に原子力、火力発電所でその優れた性能を発揮するものと確信する。(昭和 55-6-20 受付)

参考文献

- (1) 大野, 原田, 堤: 三菱電機技報, 49, No. 4, p. 355 (昭 50)
- (2) 大野, 庄司, 石田, 堤, 杉中: 三菱電機技報, 53, No. 4, p. 261 (昭 54)
- (3) 富永, 佐藤: 三菱電機技報, 46, No. 7, p. 799 (昭 47)
- (4) 合志, 広岡, 吉岡, 能代, 橋本: 旭硝子研究報告, 27, 2, 123 (昭 52)
- (5) 富永, 桑原, 松田, 丸谷: 三菱電機技報, 52, No. 5, p. 350 (昭 53)
- (6) 林, 稲村, 松野, 合志, 富田: 三菱電機技報, 52, No. 5, p. 356 (昭 53)
- (7) 小鯛, 高橋, 左中, 今瀧: 三菱電機技報, 44, No. 9, p. 1,144 (昭 45)
- (8) 植田, 笹尾, 吉安, 奥田, 宮本: 三菱電機技報, 51, No. 11 p. 711 (昭 52)
- (9) 広岡, 土橋, 平林, 玉越: 三菱電機技報, 44, No. 9, p. 1,175, (昭 45)

72.5~765kVがいし形ガスしゃ断器新系列の完成

佐藤 邦彦*・山田 和豊*・坂本 成義*・奥野 満晴*・矢賀 雅人*

1. ま え が き

当社は、昭和40年に我が国最初のガスしゃ断器(GCB)を製作した。以来、GCBの発達と普及は急速で、特に近年の単圧式GCBの進歩には目覚ましいものがある。現在では、定格電圧800kV、しゃ断電流63kA、しゃ断時間2サイクルなど現在の系統に要求される最高の定格域まで単圧式で対処できるようになった。

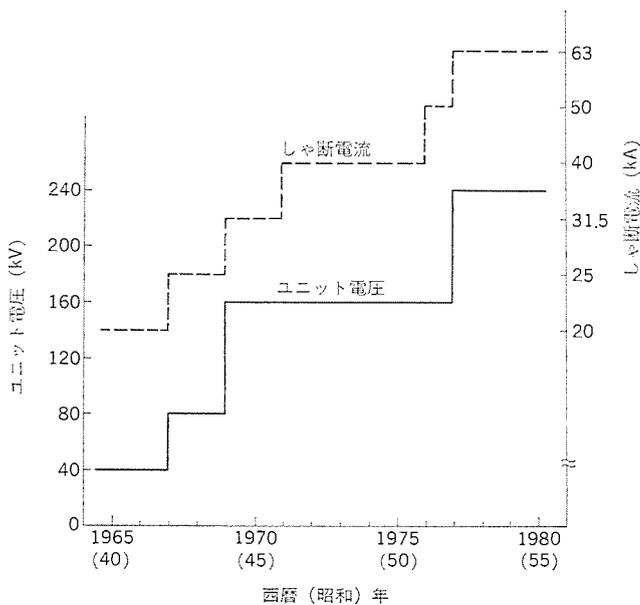


図1. 単圧式GCBの消弧室ユニットの進歩

GCBには、これらの大容量、高速度動作という基本的な性能に加え、高信頼性、小形軽量化などの実用性能も同時に要求される。これに対応する技術の1つとして、部品点数の低減に役立つ消弧室ユニット電圧の向上がある。当初40kVに始まったユニット電圧は、図1.に示すように、昭和42年の84kVを第1ステップとして上昇の一途をたどり、ついに245kVに達し、ここに紹介する245kV1点切り、420kV2点切りのGCBが出現するに至った⁽¹⁾。

我が国のGCBは、構造的に空気しゃ断器と同じがいし形GCBからスタートし、現在、タンク形GCBが主流を占めるに至っている⁽²⁾⁽³⁾。ブッシング変流器を内蔵でき、耐塩害特性がよく、耐震強度が高いなどの利点をもつタンク形GCBは、人口過密な狭い国土、島国、有数の地震国といった我が国特有の条件に合うものとして、ガス絶縁変電所(GIS)と同様に広く用いられている。一方、これらの日本の国情と必ずしも一致しない諸外国では、がいし形GCBが主流を占めている。

これに対して当社は、IEC及び外国規格に合致した72.5~765kVのがいし形GCBの新シリーズを開発し、既にイラク・イラン向けに多数納入し好評を得ている。本文は、この新シリーズの概略仕様とその特長を述べる。

2. がいし形GCBシリーズの概要

従来のがいし形GCBについて、IECを始め外国規格を適用することを念頭に置いて全面的に見直しを行い、がいし形GCBの新しいシリーズを整えた。

消弧室のユニット電圧を向上させてしゃ断点数を少なくしたこと

表1. がいし形GCB主要定格

(IEC Pub.56に準拠)

定格電圧(kV)	72.5/100/123	123/145	145/170	170	245	245/300/362	362/420/525	525	765
しゃ断点数	1点切り				2点切り			4点切り	
構成									
雷インパルス耐電圧(kV)	325...450	550	650	750	850...1050	850...1175	1300...1550	1550...1800	2100
商用周波耐電圧(kV)	145...185	230	275	325	360...460	360...520	610	760	1100
定格電流(A)	1250...3150				1250...4000				
定格しゃ断電流(kA)	31.5/40/50				31.5/40/50/63				
定格投入電流(kA)	80/100/125				80/100/125/160				
動作責務	0-0.3秒-CO-1分-CO								
周波数(Hz)	50/60								
しゃ断時間(サイクル)	2/3								
投入時間(秒)	0.1								
外形図	図2		図3		図3	図4		図5	
寸法(mm)	A<相間>	1400	1700	2000	4000	4000	6000	8000	
	B	800	800	800	800	4200	5300	6800	
	H<高さ>	4100	4700	5000	6200	6000	7300	11000	
操機機構	空気				空気又は油圧			油圧	
投入抵抗	なし				あり				

* 伊丹製作所

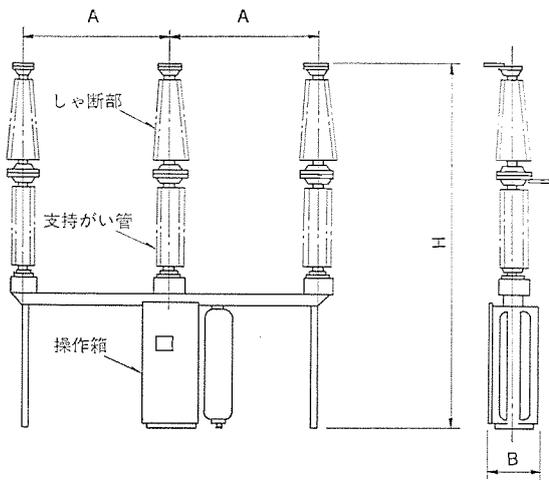


図 2. 1点切り3相操作形 GCB

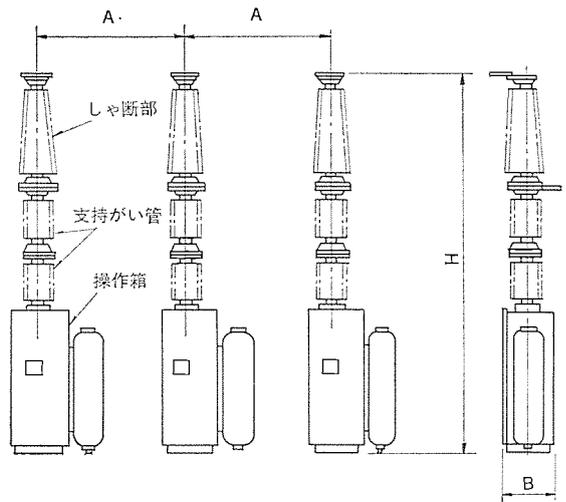


図 3. 1点切り単相操作形 GCB

のほかに、支持構造・操作機構・操作箱の構造などを全般的に簡素化し、実用性能や運転信頼性についても国際的な評価に耐え得るものにした。また消弧室を始め、操作機構、操作箱、架台に至るまで全面的に標準化を行い、ブロック化・ユニット化に適したがいし形構造の利点を活用して部品を量産化し、品質の安定化と向上を図った。

2.1 しゃ断器の構成、定格、構造

IEC規格 (Pub. 56) を主体にした GCB シリーズの定格を表 1. に示す。定格電圧 170 kV までのものには、3相一括操作形と単相操作形の2種類がある。245 kV 以上は単相操作形である。

消弧室については、定格電圧 245 kV、雷インパルス耐電圧 (LIWL) 1,050 kV までのものは、1点切りである。420 kV、LIWL 1,550 kV のものは2点切り、525~765 kV、LIWL 1,800 kV のものは4点切りである。図 2.~図 5. にそれらの外形図を示す。図 2. は1点切りの3相操作、図 3. は1点切りの単相操作、図 4. は2点切りの単相操作、図 5. は4点切り単相操作の GCB を示す。

2.1.1 消弧室

一般に、単圧式パルファ消弧室には、1方向吹付けと2方向吹付けとの2方式があるが、この GCB シリーズは、ガス吹付けの強力な2方向吹付け方式で標準化した。図 6. に消弧室の構造を示す。

2.1.2 操作機構

このシリーズの操作機構には、空気操作と油圧操作の2種類があり、しゃ断容量、しゃ断時間、客先仕様などによって使い分けている。420 kV までは空気操作が標準であり、525 kV 以上は、油圧操作である。

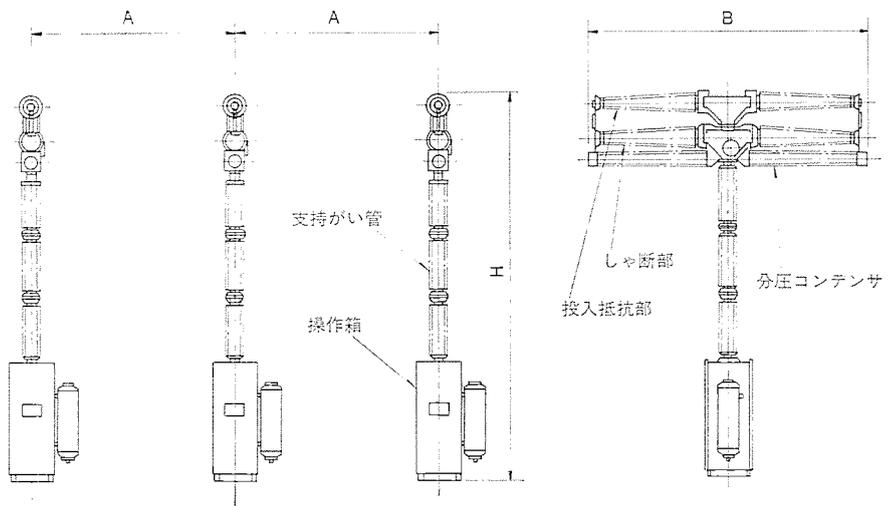


図 4. 2点切り単相操作形 GCB

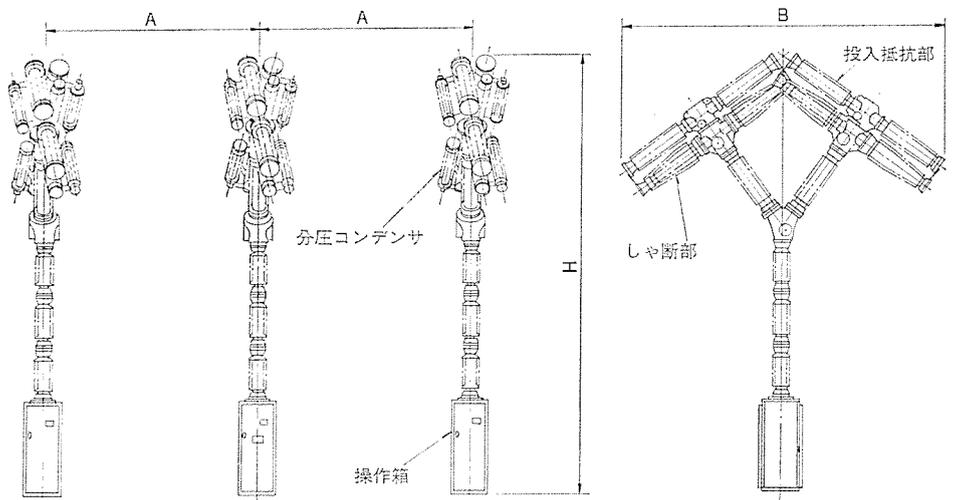


図 5. 4点切り単相操作形 GCB

空気操作機構では、引外し動作に空気圧、投入にはばねを用いる方式を採用した。空気圧は、最も一般的な 15 kg/cm² である。図 7. は、引外し動作直後の状態の空気操作機構を示す。駆動ピストン・投入ばね・緩衝器等から成る駆動部と制御弁・ラッチ機構等から成る制御部とを1箇所にとめることによって保守点検を容易にすると

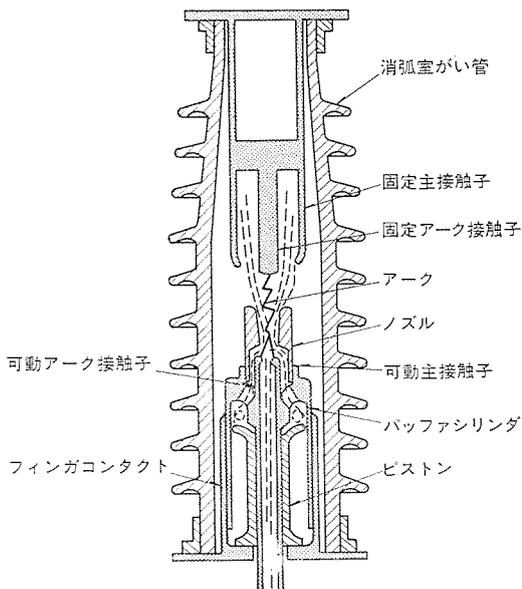


図 6. 消弧室構造図

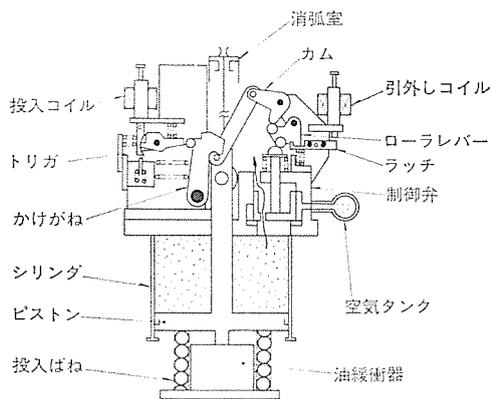


図 7. 空気操作機構

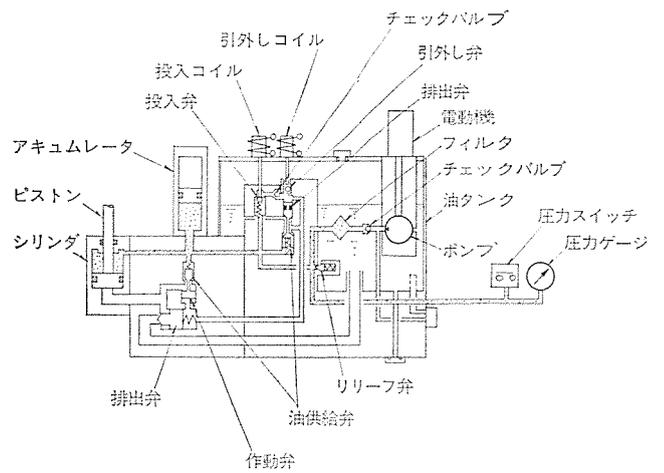


図 8. 油圧操作機構

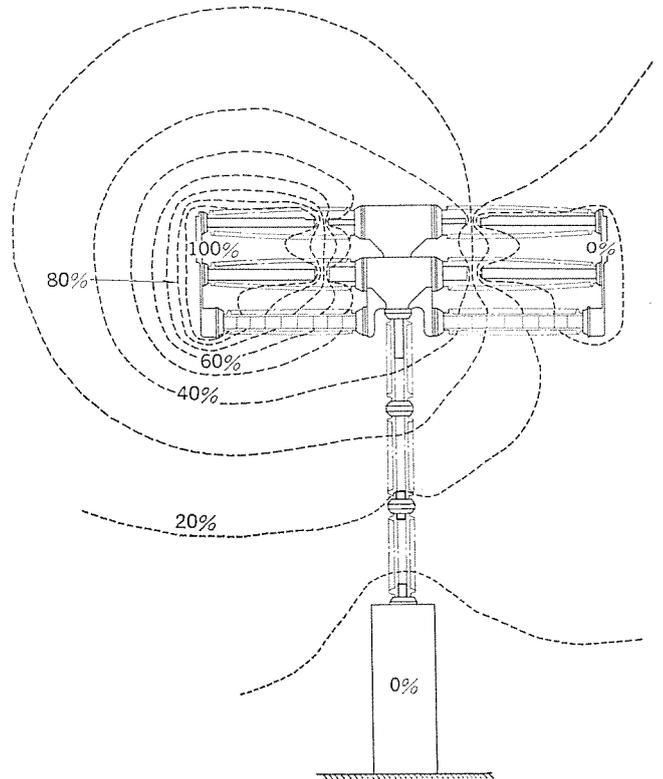


図 9. 電解液法による電位分布測定結果 (420 kV GCB)

ともに、コンパクト化を図った。また操作箱には、ユニット形の空気圧縮装置を設置できるようにしてあるので、変電所建屋内にコンプレッサ室を設ける必要がなく、また変電所構内の空気配管も不要である。

油圧操作機構には、 340 kg/cm^2 の高圧油を使用している。油圧操作は、大きな駆動力を得やすいので、シャ断点数が多く、操作負荷も大きい高速大容量 GCB に適している。また、操作油系が密閉され、外気の影響を受けないので、劣化の心配がなく、また駆動部が油中にあるので、注油の必要もなく、無保守、無点検を目指す操作機構としての基本的な特長を有している。図 8. に引外し状態の油圧操作機構を示す。

2.2 消弧室ユニット電圧の向上

245 kV 1 点切り、420 kV 2 点切り GCB は、従来にない高い電圧の消弧室を適用している。消弧室ユニット電圧を向上させる上での主要な技術的問題について述べる。

2.2.1 耐電圧性能

消弧室の耐電圧性能としては、雷インパルス・開閉インパルス・商用周波耐電圧特性、更にラジオノイズ特性などの静的な耐電圧特性と、大電流シャ断後の絶縁回復特性や、充電電流シャ断後の耐電圧特性などの動的な耐電圧特性とが問題になる。この動的耐電圧特性は、シャ断性能との関連が深いので、シャ断性能の項にまとめて述べることに

する。

静的特性については、 SF_6 ガスの一般的な耐電圧特性だけでなく、 SF_6 ガス中の金属異物の影響、電極表面の面積効果、これらの破壊電界の統計的取扱いによる解析などにより SF_6 ガス特有の耐電圧特性を把握することが重要な課題になる。これらの長年におわたる基礎的な研究⁽⁴⁾⁽⁵⁾と、実機における豊富な経験とに基づいたガス絶縁技術と、コンピュータによる電界計算や3次元電界模写などの手法とを駆使し、従来より一層質の高い絶縁設計を行った。図 9. に 420 kV GCB の電位分布の状況を示す。

また、がいし形 GCB は、その構成が空気・がい管・ SF_6 ガス等から成る複合絶縁系であるので、空気部分における放電、 SF_6 ガス部分における放電、更がい管表面における沿面放電等が単独に発

生するのではなく、相互に影響を及ぼし合った複雑な現象になる。

これらの理論的研究と解析に並行して、多数の部分モデルや実機による試験を実施し、これらの現象を解明するとともに耐電圧性能を向上させた。

2.2.2 シャ断性能

従来、GCB にとっては、各種故障条件のなかで再起電圧の初期上昇率が高く、かつ故障電流も大きい近距離線路故障が最も厳しいと言われてきた。このシャ断現象は、電流零点直後のいわゆるポストアーク領域における熱破壊現象であり、アークのエネルギーを処理するだけのガスの吹付けがあるか否かがシャ断性能を決める要点になる。しかし、消弧室ユニット電圧が次第に高くなり、接点間に発生する回復電圧が高くなると、再起電圧の初期上昇率だけでなく、波高値も問題となってくる。このときのシャ断現象は再起電圧がある程度立上がった後に耐電圧的に再点弧する絶縁破壊現象が重要であり、アーク空間のエネルギーという観点からのアプローチだけでなく、大電流シャ断直後の動的耐電圧特性を解明することが必要になる。すなわち、シャ断電流・電極材料・吹付けガス圧力・消弧室構造等とホットな状態の SF₆ ガスの耐電圧特性との関連を追求することにより、高いユニット電圧の大容量消弧室を開発することに成功した。

2.3 試験結果

規格が要求している基本的な諸性能のほかに、実用上の各種性能を考慮して種々の試験を実施し、その性能を確認した。

550 kV GCB による 63 kA のシャ断試験のオシログラムを図 10. に示す。消弧室は、全電圧定格に標準ユニットとして適用するので、試験条件については、多点切りの場合のユニット間の電圧分布を考慮するなどユニットとして最も厳しい条件を選定した。

765 kV GCB の大形加振機による耐震試験状況を図 11. に示す。我が国は、有数の地震多発国であり、電力機器の耐震設計技術は、非常に進んでいる⁽⁶⁾。海外には、全く耐震性能を要求しない国があ

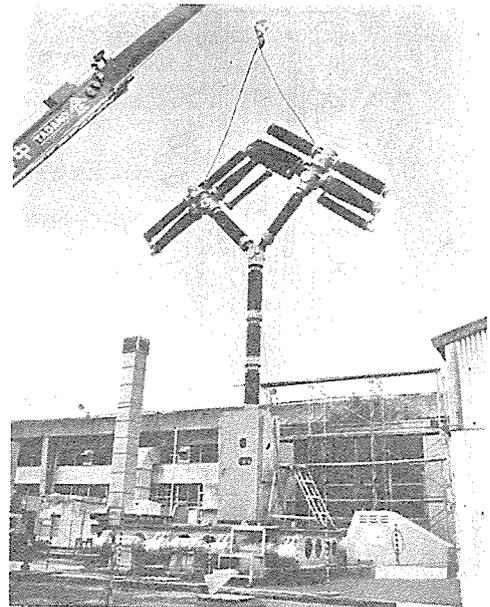


図 11. 765 kV GCB の耐震試験状況

るが、我が国と同様に耐震仕様を要求する国もあり、実機による加振試験は適切な耐震設計を行うのに非常に有効である。

操作試験については、国内向けと同様に 10,000 回の多数回開閉試験を実施した。現行の外国規格では、1,000 回程度が要求されているにすぎないが、機械的強度と動作の安定性はシャ断器の運転信頼性の基本であると考え、全機種に日本流の 10,000 回の試験を実施した。10,000 回試験は、世界的にも検討課題となっている点である。また、操作機構については、環境試験室で -40 ~ +80°C における動作試験を行うなど、各種の特殊条件で試験を実施し、その実用性能を確認した。

3. イラク SOE 及びイラン TAVANIR 向け 420 kV がいし形 GCB

この度、ガスシャ断器分野における当社の豊富な実績と GCB 技術の優秀性が認められ、イラクの SOE (STATE ORGANIZATION OF ELECTRICITY) 及びイランの TAVANIR (IRAN POWER GENERATION AND TRANSMISSION) 電力向け発電プラントの一環として、現在の GCB 技術の最先端をゆく 420 kV 2 点切り GCB 100 台を含む多数の GCB を製作した。その大半は既にすえ(据)付けられ、良好に運転されている。

3.1 定格及び構造

イラン及びイラク向け 420 kV GCB の主要定格を表 2. に示す。図 12. は、イラクのハルサ発電所に据付けられた 420 kV GCB である。これらの GCB は、2 個の消弧室を支持がい管で T 字形に支えた構造である。操作機構には、340 kg/cm² の油圧操作機構が使用されている。消弧室

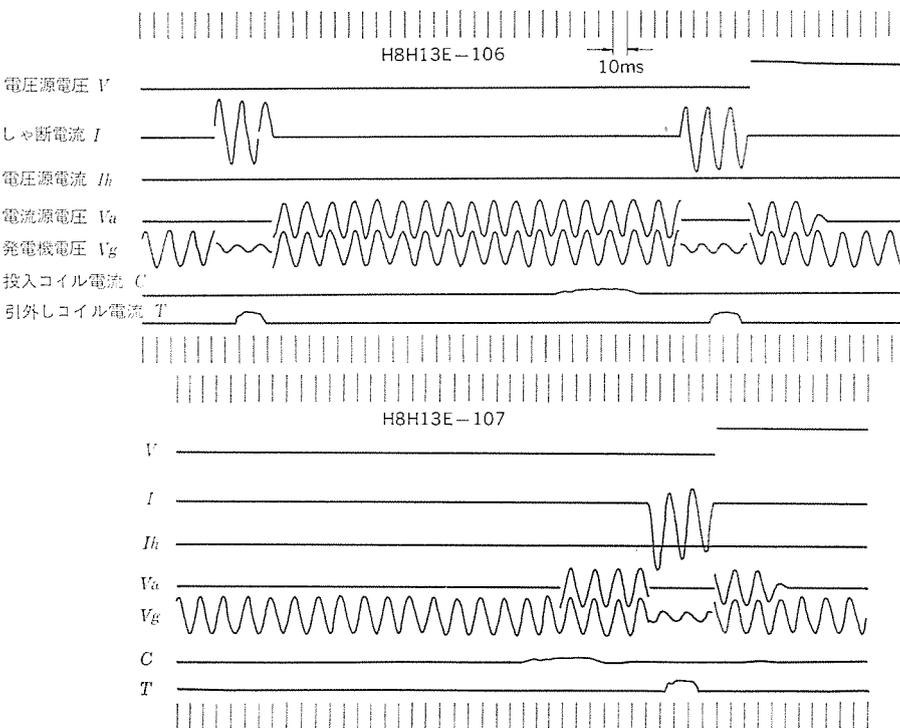


図 10. 550 kV GCB の短絡試験 オシログラム (144 kV 63 kA O-0.3 秒-CO-1 分-CO^{1/4}P)

表 2. イラク SOE, イラン TAVANIR 向け 420 kV GCB の主要定格

定 格 電 圧	420 kV
定 格 電 流	2,000/3,000 A
定 格 し ゃ 断 電 流	31.5/50 kA
絶 縁 階 級 雷 インパルス 電 圧 商 用 周 波 電 圧	1,425/1,550 kV 610/680 kV
定 格 し ゃ 断 時 間	2 サイクル
動 作 責 務	高速再閉路 (O-0.3秒-CO-3分-CO)
定 格 ガ ス 圧	6 kg/cm ²
定 格 操 作 油 圧	340 kg/cm ²

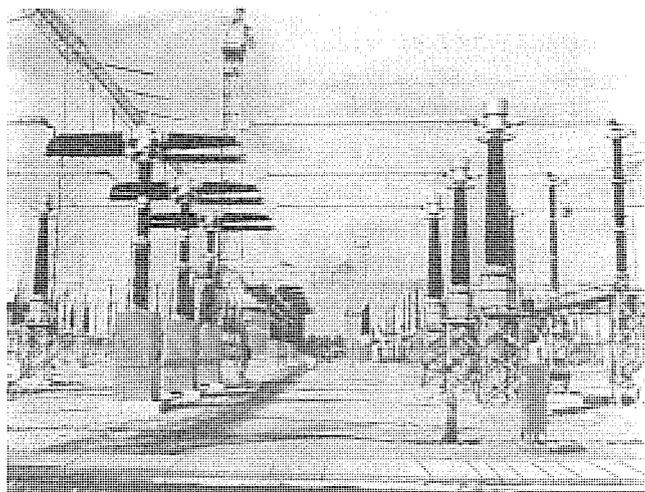


図 12. イラクのハルサ発電所納め 420 kV GCB

は、パフファ方式で、6 kg/cm² (20°C) のガスが封入されており、245 kV 1点切り GCB のものと同じ消弧室が、1相に2個直列に配置されている。

3.2 環境、輸送条件についての検討

海外、特に中近東地域に輸出するに当たり、中近東特有の環境条件などについて検討した。

自動車のボンネットで目玉焼きができるというほどの高い周囲温度が、まず挙げられる。最高温度は 50°C と仕様されており、JEC の 40°C を超過する分だけ機器の温度上昇値を下げる必要がある。また、ゴム材料、プラスチック材料などの温度特性の見直しも行った。更に、1日の寒暖の差も激しく、この熱サイクルに対する各 부품の強度、変形についても検討した。

また、砂漠地帯における問題として、砂あらし(嵐)に対する防じん(塵)構造がある。風に乗って飛んでくる非常に細かい砂粒が、どこからともなく操作機構の中に侵入してくる。徹底した防塵構造を採用し、粒度・粘度を考慮した赤と(砥)の粉を送風機で吹付ける模擬砂嵐でその防塵性を確認した。

内陸の奥地に設置されるしゃ断器については、輸送条件も考慮する必要がある。道路条件の悪さ、長距離・長時間の陸送、更に日本の業者では考えられないほどの乱暴なトラック運転、積降し時の荷扱いなどが問題になる。これらに耐える十分なこん(梱)包をすとともに、輸送の模擬試験を行って部品の取付け部、締付け部のゆるみや部品の損傷及び梱包の状態などについて確認を行った。

4. む す び

日本とは必ずしも一致しない諸外国の国情を考慮し、IEC 及び外国規格の仕様も満足するがいし形 GCB の新しいシリーズを整えた。245 kV 及び 420 kV GCB の消弧室は、世界的にも最高のユニット電圧のものである。また、部品点数の低減や構造の簡素化を行い、実用性能と運転信頼性の向上を図った。この結果、既にイラク・イランを始め約 500 台の海外実績があり、今後も順調に発展してゆくものと期待されている。海外向けの場合には、おのおのの国によって、特有の環境条件と要求を考慮しなければならないが、例にあげたイラン・イラク向けの GCB については、高温、砂嵐、長距離陸送等についての試験を実施し、新シリーズの信頼度を検証した。

今後、更に各種の改良を加え、より一層信頼性の高い GCB の開発と、SF₆ ガス技術の発展とに努力する所存である。

参 考 文 献

- (1) 佐藤ほか：昭和 54 年電気関係学会関西支部大会，G 3-55
- (2) 松田ほか：三菱電機技報，51，No. 9，p. 616 (昭 52)
- (3) 佐藤ほか：三菱電機技報，52，No. 7，p. 536 (昭 53)
- (4) 新田ほか：三菱電機技報，48，No. 8，p. 922 (昭 49)
- (5) H. KUWAHARA et al. : IEEE, Trans. Paper, T 74, 189-7
- (6) 金谷ほか：三菱電機技報，44，No. 9，p. 1,152 (昭 49)

三菱煙道ガス測定器SA-601形

宇野沢 譲*・金 文夫*・松田 茂*・小塚 孝*

1. ま え が き

大気汚染計測器は主として、NO_x計、SO₂計に代表されるが、これらは各排ガスの排出規制に呼応して製品の開発、改良が進められてきた自動計測器である。

当社は、紫外線吸収法を応用した独自の多成分演算法を開発し、昭和48年に世界で初めて煙道排ガス中のNO_xとSO₂とを同時に測定できる測定器の製品化に成功して以来、紫外線吸収法のこの分野における普及、発展に努めてきた。(1)(2)(3)

この測定法は、最近、公害監視だけでなく、セメント焼成炉における燃料・原料の投入の管理など生産管理の用途にも広く使用されるようになった。

紫外線吸収法を応用した煙道ガス測定器SA-302形、及びこれに続くSA-401形は、主として

- (1) 一般の排ガス中の共存ガスの影響が無視できる。
- (2) ガスの反応、変換等の前処理が不要である。

という測定原理から得られた利点と、更にNO_x(NO、NO₂)とSO₂とを同時に測定できる画期的な測定器として各方面から注目され、多くのユーザーに愛用いただいている。

この種の計測器は連続測定を要求されており、長期間の安定な

(稼働)とともに保守時の欠測が少ないことが望まれる。

当社の煙道ガス測定器は「手間がかからず安定している」ということで多くの使用実績をあげたが、このたびマイコンを内蔵して

(1) 保守の容易性と故障予防の機能を高めること。

(2) 煙道監視システムへの対応を容易にすること。

の観点から、自動計測器として更に充実を図ったSA-601形を製品化した。すなわち、保守の最大のねらいは故障予防であり、マイコンで主要部のチェックを行い、故障となる前に保守点検信号が出るようにした。更に各ガス濃度の外に1時間平均値、24時間平均値、総排出量等の監視を必要とする場合、マイコンでこれらを算出し煙道監視システムを容易に構成できるようにした。

なお、紫外線吸収法は、化学発

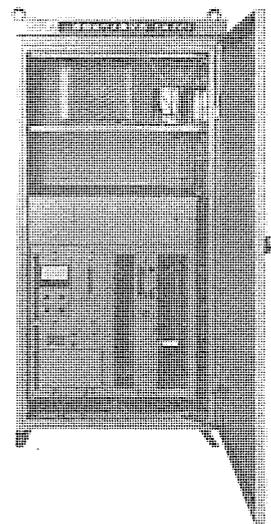


図1. 三菱煙道ガス測定器SA-601形

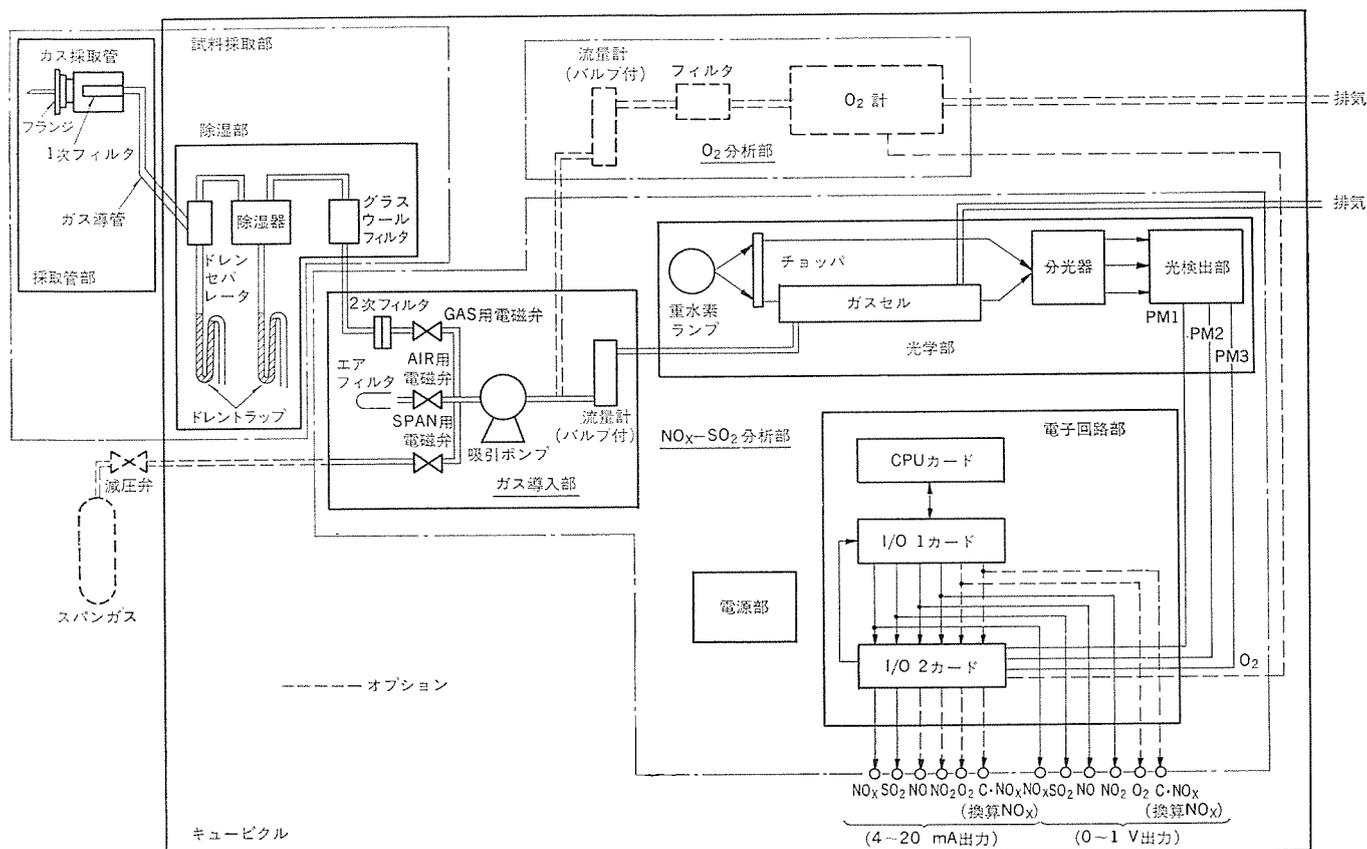


図2. SA-601形の基本構成

光法，溶液導電率法とともに，昭和54年2月1日から計量法の検定の対象機種となっているが，本器は昭和54年9月26日，これらの中で最初に型式承認（承認番号SD791）を得ており公的にもその性能の優秀性が実証されている。

2. SA-601 形の構成と測定原理

2.1 構成

SA-601 形の構成を表 1. に，標準構成の系統図を図 2. に示す。測定器は試料採取部と NO_x-SO₂ 分析部とからなる。試料採取部は煙道から試料ガスを採取して分析部へ導入するまでの処理部であり，測定対象の煙道条件や測定目的に適した構成にする必要があるが，標準構成は表 2. の排ガス条件に適するように設計した。また，O₂ 計と残存 O₂ 換算出力とを組合せ，基本システムとし，更に標準外の排ガス条件に対しては，表 3. の構成の中から選択できるようにオプションを標準化している。

2.2 標準仕様

標準仕様は次のとおりである。

(1) 測定方式：紫外線吸収方式

(a) NO_x：「排ガス中の窒素酸化物分析方法」による。
日本工業規格 JIS-K 0104-1974
「排ガス中の窒素酸化物自動計測器」による。
日本工業規格 JIS-B 7982-1977

(b) SO₂：「排ガス中の硫黄酸化物分析方法」による。
日本工業規格 JIS-K 0103-1977
「排ガス中の二酸化硫黄自動計測器」による。
日本工業規格 JIS-B 7981-1975

(2) 測定対象：NO_x(NO, NO₂), SO₂

(3) 測定範囲と測定精度：表 4. 参照

(4) 表示：リニア目盛り (50 等分) 1.5 級メータ

(5) 応答時間：キュービクル入口から 90% 120 秒以下

(6) 保守点検信号：光出力レベル点検信号

光学部点検信号

光源交換信号

(7) 自動零点調整：1 時間ごと (固定) に自動的に零点の調整を行う。

任意時の手動による自動零点調整が可能である。

表 1. SA-601 形標準構成

No.	分類	構成部位	備考
1	NO _x -SO ₂ 分析部	光学部 電子回路部 電源部 ガス導入部	キュービクル内に収納される。(本体) 図 1. 参照
2	試料採取部	除湿部 採取管部	

表 2. SA-601 形標準排ガス条件

排ガス温度	500°C 以下
排ガス水分	20% 以下
排ガスダスト	0.1 g/Nm ³ 以下
排ガス圧力	大気圧, -250 ~ +400 mmH ₂ O

表 3. SA-601 形標準オプション

No.	品名	取付位置	1. 必要目的 2. 条件 3. 発生源施設等の例
基本システム	(1) 煙道ガス測定器 SA-601 形 (NO _x , SO ₂ 計)	—	—
	(2) 酸素分析計 (ジルコニヤ式)	内	1. 試料ガス中の O ₂ 濃度を測定 2. SO ₂ : 200 ppm 以下 3. 発電ボイラ
	酸素分析計 (磁気式)	内	1. 試料ガス中の O ₂ 濃度を測定 2. SO ₂ 濃度に無関係
(3) 残存 O ₂ 換算出力	内	1. O ₂ 換算 NO _x 値が必要な場合 2. On 定数は下記より選択 (4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 15, 18%)	
ガス性状別オプション	(1) ミスト対策	内	1. 高ミスト対策 2. SO ₂ : 250 ppm 以上 3. C 重油ボイラ, 焼成炉, 加熱炉
	(2) 手動エアバージ	内	1. 高ダスト対策 2. ダスト: 0.1 ~ 0.5 g/Nm ³ 3. 加熱炉, 焼結炉
	(3) 自動エアバージ	外	1. 高ダスト対策 2. ダスト: 0.1 g 以上, バージ 1 回/1 時間 3. 焼結炉, セメント焼成炉
	(4) 前処理装置	外	1. 高水分対策 2. 水分: 20% 以上 3. 脱硫装置後排ガス
	(5) 特殊採取管	外	1. 結晶 (ホウ酸) 析出対策 2. ホウ酸, 多量のアンモニアが共存する排ガス 3. ガラス溶融炉
	(6) 手動ドレントラップ	内	1. 特殊煙道圧対策 2. 排ガス圧力: 大気圧, -250 ~ +400 mm H ₂ O 以外
その他	(1) 加温導管	外	1. サンプリング配管の凍結防止対策
	(2) ドレントラップヒーター	内	1. ドレントラップの凍結防止対策 (周囲温度: -5°C ~ -10°C 時に必要)
	(3) 信号変換器	内	1. 実験, 研究等で NO, NO ₂ の電流出力が必要な場合

注) 取付位置: 内は SA-601 形キュービクル内に収納し, 外はキュービクル外に設置される。

表 4. SA-601 形の測定精度

測定範囲 (ppm)	50	100	250/200 ^(注1)	500	1000
再現性 (%/F·S)	±2	±2	±1	±1	±1
ゼロドリフト (%/F·S)	±2	±2	±1	±1	±1
スバンドリフト (%/F·S)	±2	±2	±2	±2	±2

注) 1. 上段: NO_x, 下段: SO₂
2. 試験条件: JIS-B 7981-1975 による。
3. ゼロドリフトは自動零調を 1 回/1 時間実施したときの値。

(8) 環境条件: 温度 -5 ~ +40°C

相対湿度 90% 以下

(9) 電源: 電圧 AC 100 V ± 10 V

周波数 50 Hz 又は 60 Hz

消費電力 1 kVA 以下

(10) 寸法: 幅 850 × 奥行 970 × 高さ 1,800 mm

(11) 重量: 約 370 kg

2.3 測定原理

紫外線吸収法は，ガス濃度を光の吸収量から測定する方式の 1 種である。ガスセル内に試料光を導入した場合，各ガスの濃度 N_i と測定波長 λ_j におけるガスセル中の透過率 $T(\lambda_j)$ の間には Lambert-Beer

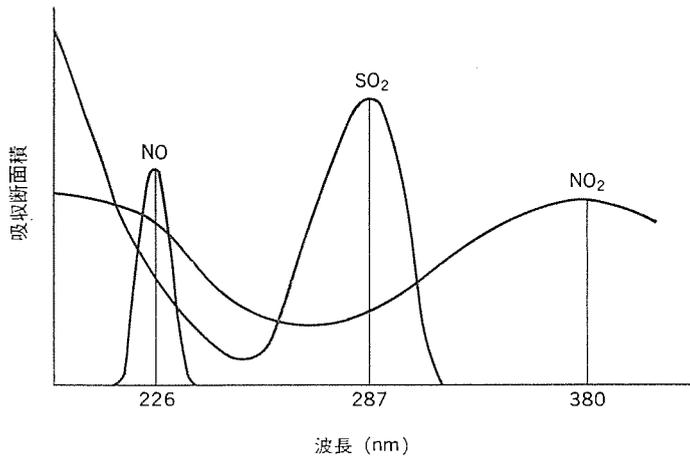


図 3. SO₂, NO 及び NO₂ の吸収スペクトル

の法則によって式(1)が成立している。

$$-l_n T(\lambda_j) = \sum_i^n N_i \sigma_i(\lambda_j) L \dots\dots\dots (1)$$

ここに $T(\lambda_j)$: 波長 λ_j における透過率

($j=1, 2, 3, \dots, n$)

N_i : i 番目のガスの濃度

($i=1, 2, 3, \dots, n$)

$\sigma_i(\lambda_j)$: i 番目のガスの波長 λ_j における吸収断面積

L : ガセルの長さ

n : ガスの種類

共存しているガスの数を n とすると、 n 個の波長に対して透過率を測定すれば式(1)からガス濃度が求められる。本器は、この測定原理を紫外線の吸収スペクトル領域で実現したものである。ここで測定対象とする NOx と SO₂ は、紫外線領域で図 3. の吸収スペクトルをもっている。一方、一般の排ガス中の共存ガス、例えば CO₂, H₂O, NH₃ などの紫外領域における吸収断面積は、NOx あるいは SO₂ に比べて極めて小さいので式(1)を解くにあたって無視することができる。すなわち、 $\lambda_1 \sim \lambda_3$ として図 3. に示すように各吸収量の大きい 226 nm, 287 nm, 及び 380 nm の 3 波長に対する透過率から NOx 及び SO₂ の濃度を演算によって求めることができる。

3. 特 長

紫外線吸収方式に基づく特長を生かし、更にマイコンを内蔵して信号処理をデジタル化したので、保守点検機能を付加し保守性を向上させたばかりでなく、煙道監視システムへの対応が容易に行えるようになっている。以下に SA-601 形の特長について述べる。

3.1 紫外線吸収方式の特長

(1) コンバータが不要である

紫外線吸収方式は NO, NO₂ 及び SO₂ の個々の共鳴スペクトルの大きさから濃度を求めるので次の利点がある。

化学発光方式、赤外線吸収方式、紫外線二波長法などによる NOx 計は、NO 計あるいは NO₂ 計で、NOx を測定するためには NO₂ → NO あるいは NO → NO₂ の変換を行って、NO あるいは NO₂ どちらかの濃度を測定する。したがって、前述のような成分を変換する、いわゆるコンバータが必要となるが、紫外線吸収法では個々に濃度を測定するのでコンバータが不要である。その他化学反応などが測定の過程に入らないので、測定器として安定な性能を維持できる。コンバータは、変換効率の変化と、その寿命に伴う保守などの問題があり、

本器はこれらの問題にわずらわされない。

(2) 共存ガスの影響はほとんど受けない

排ガス中に含まれる一般的な共存ガス (CO, CO₂, NH₃, H₂O) の紫外線領域における共鳴吸収が小さく無視できるので、干渉ガス対策を施す必要がない。特に H₂O の干渉が小さく、除湿はガセル内に水分が結露しない条件を満たせばよいので試料採取部が非常に簡素化されている。ただし不完全燃焼により発生する有機成分などが共存する特殊な場合は、NO, SO₂ に正の干渉を与えるので注意を要する。

(3) 低濃度から高濃度まで測定範囲が広い

50 ppm レンジが JIS 規格の性能を満足し、更に表 4. に示したように、NOx 及び SO₂ は 50~1,000 ppm まで 5 レンジ切換えとなっているので、標準形で各種の発生源の排ガス測定用に広く適用できる。

3.2 マイコン採用による SA-601 形の特長

(1) 保守点検機能がある

本器は、保守点検を低減することを重点として製品化した。

マイコン採用により、特に測定器の心臓部に当たる光学部の保守点検を、必要最小限にする保守点検機能を付加しているため、予防整備が容易に行える。以下に各保守点検機能について述べる。

(a) 光出力レベル点検機能

光源の光出力レベル低下又は光学部品の汚れで、測定データが異常となる前に、常に光学部の各ホトマル出力レベルを検出して、事前に点検を報知する。

(b) 光学部点検機能

光学部内にあるガセル窓などの汚れにより、測定データが異常となる前に、常に一定時間ごとの零点変化量を検出して、ガセル窓などの清掃、点検を報知する。

(c) 光源交換の報知

重水素ランプの放電特性の変化を検出し、ランプが使用できなくなる前に交換を報知する。

(2) 煙道監視システムへの対応が容易である

大気汚染防止法では、濃度規制とともに総量規制の導入が強化されつつあり、これに対応して排出源の多いユーザーでは、事業所単位での監視システムを設けるなど監視体制の整備が進められている。

SA-601 形は各ガス濃度の外に、1 時間平均値、24 時間平均値、総排出量等を必要とする場合に、内蔵したマイコンでこれらを算出し、入出力装置をキュービクル内に組込むことで、煙道監視システムが容易に構成することができる。

監視システムの構成例を図 4. に、その演算機能を表 5. に示す。

入出力装置は、各センサからの信号を変換し、マイコンによって算出した結果をアナログ信号に変換する入出力部と上限アラーム等を設定する操作部より構成し、キュービクル内に簡単に組込めるように配慮している。以下に各演算機能について述べる。

(a) 1 時間平均値及び 24 時間平均値

従来のアナログ方式による積分値出力に対し、マイコンによる移動平均処理を行っているため、過去 1 時間及び 24 時間の平均値が連続して出力できる利点がある。これは特に排ガス濃度の変動が大きい発生源の場合に、単に監視用だけでなく、生産管理などの制御信号としても使用できるので、非常に有用と考えられる。

(ア) 演算処理方式

(i) 1 時間平均値は、3 分ごとに過去 1 時間の平均値を算出する。3 分間は出力を保持する。

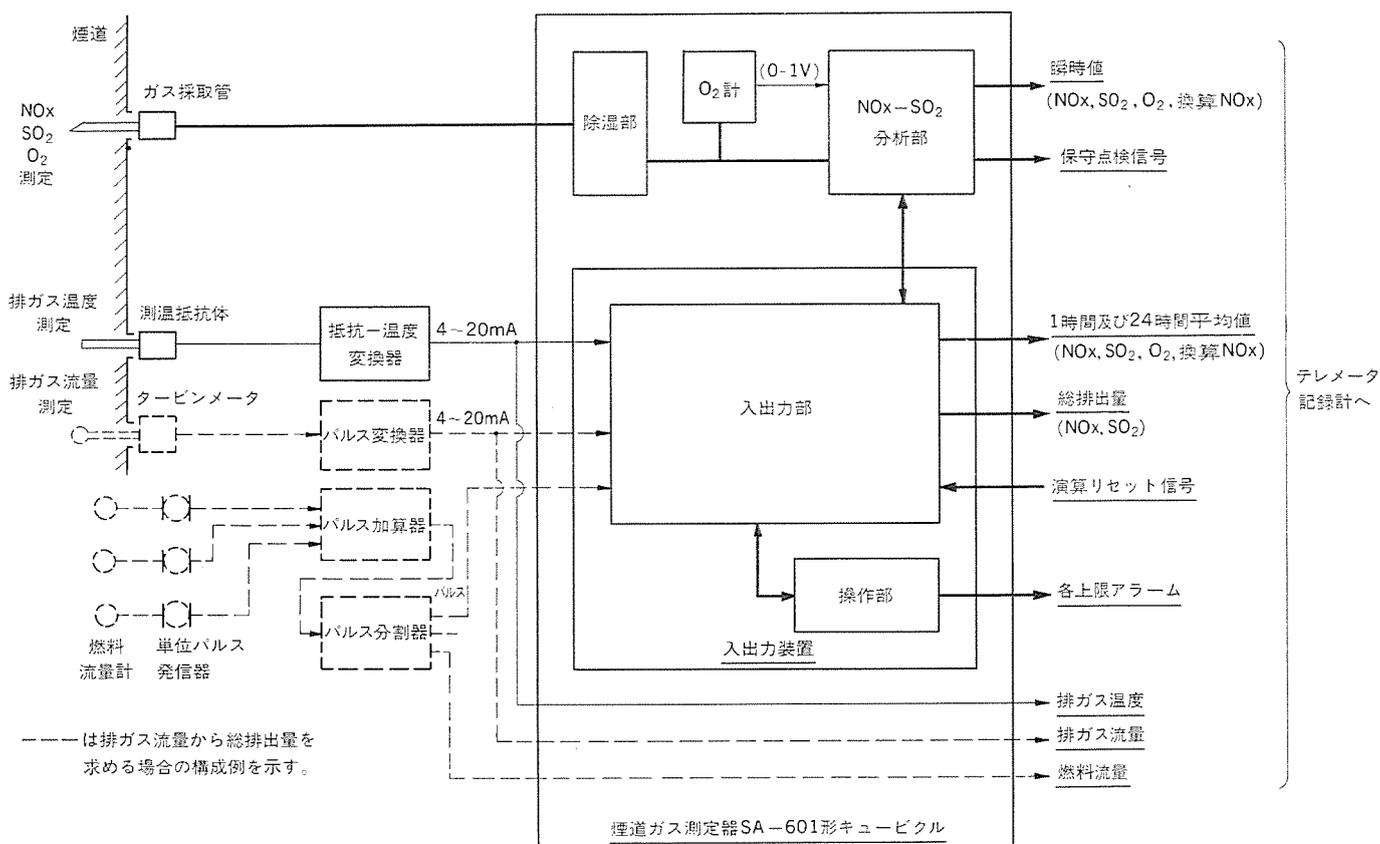


図 4. 煙道監視システム構成例

表 5. 煙道監視システムにおける演算機能

No.	出力	演算対象	備考
1	1時間平均値	NOx, SO ₂ , O ₂ , 換算NOx	最大6チャンネルまで選択可能
2	24時間平均値	NOx, SO ₂ , O ₂ , 換算NOx	
3	総排出量 1	NOx, SO ₂	O ₂ 濃度, 燃料流量から求める場合
4	2	NOx, SO ₂	排ガス流量から求める場合
5	上限アラーム	NOx, SO ₂ 瞬時値 NOx, SO ₂ 1時間平均値 NOx, SO ₂ 総排出量	

(ii) 24時間平均値は、1時間ごとに過去24時間の平均値を算出する。1時間は出力を保持する。

(イ) 測定レンジ：SA-601形本体のNOx, SO₂, O₂の各レンジスイッチと連動切換え

(ウ) 出力：4~20mA又は0~1V DC

(b) 総排出量

総排出量は、O₂濃度と燃料流量から求める場合と、排ガス流量から求める場合の2種類ある。いずれも外部センサ(燃料流量あるいは排ガス温度、排ガス流量)からの信号と、SA-601形で測定したNOx, SO₂あるいはO₂濃度とから、NOx及びSO₂の1時

間総排出量を算出する。

(3) 信頼性が高い

自動零点調整機構を、従来のアナログサーボ系から、機械的可動部分をもたないデジタルサーボ系にして単純化し、信頼性を向上させた。

4. むすび

大気汚染監視用測定器として、SA-302形、SA-401形は多くの使用実績を上げてきた。

今回製品化したSA-601形は、ご愛用いただいている多くの顧客の方々、及び関係部門からの要望を反映して、新たにマイコンを内蔵し、保守性を向上させるとともに、監視システムへの対応を容易にしたものである。

計量法の改定に伴い、監視用測定器の整備が進められており、保守性のよい、また精度の高い測定器が見直されている情勢にある。このような状況において本器は十分こたえられる測定器と考える。今後は、省エネルギーを目的とした燃焼管理用の制御機器としても本器を使用されることを期待する。

参考文献

- (1) 菊池ほか：昭和48年度電子通信学会全国大会，No. 2032
- (2) 菊池ほか：三菱電機技報，48，No. 4，p. 459 (昭49)
- (3) 羽深ほか：三菱電機技報，50，No. 8，p. 444 (昭51)

スポット ライト

温風ヒータがボードの中に収まった

三菱^{電子}温風家具調コタツ EK-80、EK-90、EK-120形

家族だんらんの中心は、冬はコタツ、夏は座卓です。そこで、コタツと座卓が一緒になった家具調コタツが登場し、年々人気が高まり、今年はコタツ需要全体の20%を超える勢いを示しています。しかし、これまでの家具調コタツは、つくりを良くして商品価値を高めていたものの、発熱部のヒータはあいかわずテーブル下に突出していたため、コタツからテーブルへ変える際は、いちいちヒータを取り外さなければなりません。

三菱電機では、これを電子温風技術で解決。コタツのヒータ部分をすっぽりテーブルのボードの中へ収納しました。足を伸ばしても邪魔になるものがなく、テーブルにしてもすっきりとした格調高い雰囲気をもっています。

特長

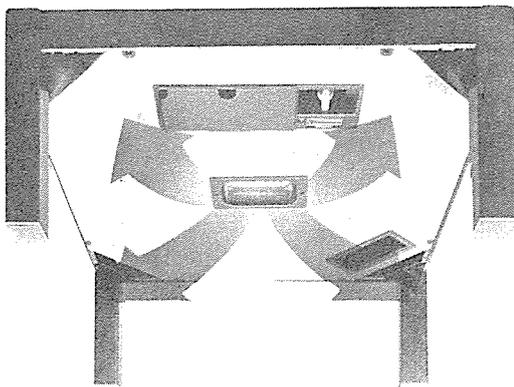
- 暖かさがすみずみまでゆきわたり快適です。
 - ・足がぶつかる邪魔なヒータユニットがないので、普通の座卓と同じように、ゆっくりと足を伸ばすことができます。
 - ・まろやかな温風が、すみずみまでゆきわたり、赤外線ランプのような肌をさすような熱さがなく、あたり心地がとても快適です。
- 電気代が10～20%もお徳です。
 - 電子温風式は赤外線ランプのように、コタツ内温度にムラがないため、電気代が10～20%節約できます。(当社比)
- 赤熱しない半導体ヒータを採用
 - ・半導体ヒータ(PTCサーミスター)は、どのような場合でも赤熱せず、過熱したり、割れたり、へこんだりせず安全です。
 - ・万一に備え、安全装置(温度ヒューズ)を取り付けています。



EK-90形



EK-120形

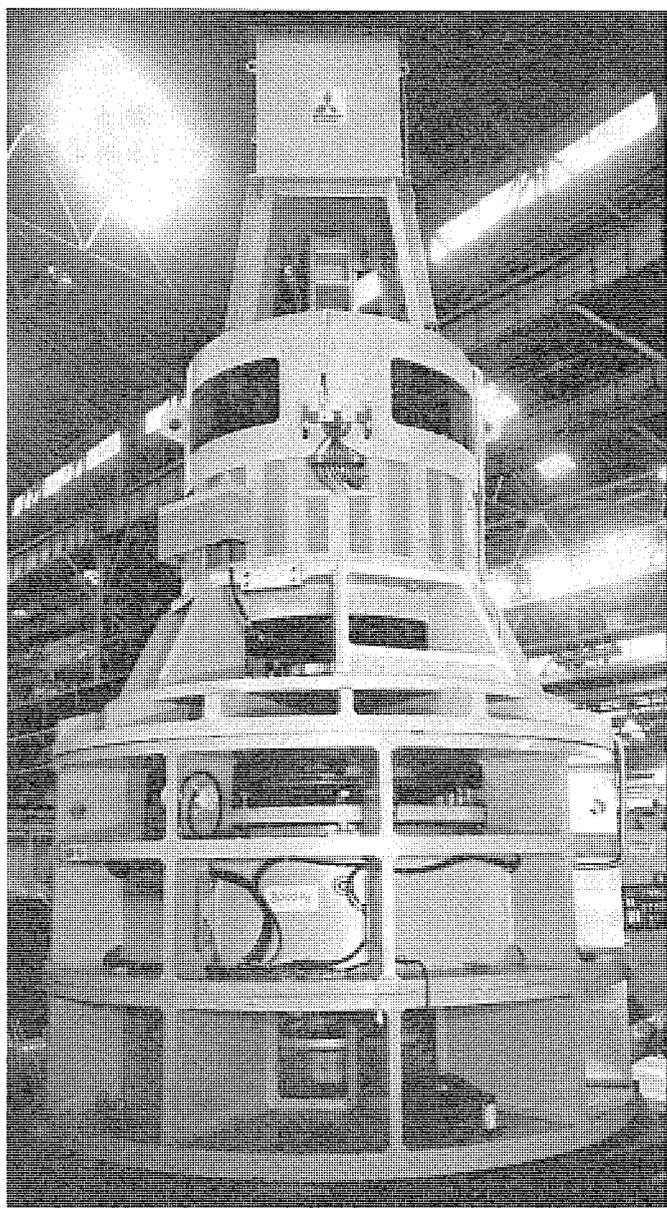


当社赤外線式	新製品
<p>19cm</p>	<p>27cm</p>

標準仕様

項目	形名	EK-80	EK-90	EK-120
大 き さ	タテ ヨコ タカサ	80×80×36cm	90×90×36cm	120×80×36cm
定格消費電力		85W	98W	110W
最大消費電力		450W	←	←
温度調節幅		35～65℃	←	←
風 量		0.4m ³ /min	←	←
ヒ ー タ		PTCサーミスター2コ	←	←
モ ー タ		くまどり形モータ 2P	←	←
フ ァ ン		貫流形 φ150×23	←	←
温 調 装 置		サーモダンパー式	←	←
安 全 装 置		温度ヒューズ119℃	←	←
色 調		ワインレッド	←	←
上 板 柄		表-花梨(かりん)杳 裏-クリーンチェック	←	←
価 格		49,800円	54,800円	64,800円

フライホイール式 電車線電力蓄勢システム



フライホイール式電車線電力蓄勢装置

三菱電機では、電気鉄道の消費電力節減を図る、世界初の「フライホイール式電車線電力蓄勢システム」を開発しました。このシステムは昭和55年度下期に、京浜急行電鉄(株)で実用テストが実施される予定です。

特長

- 電車の制動時に発生する回生電力を、地上に設置した巨大なフライホイールに回転エネルギーとして一時貯蔵し、電車起動時にこのエネルギーを電力として取り出すことにより、電気鉄道の省電力化を図るシステムです。
- 省電力効果の一例として、京浜急行電鉄(株)の実際のダイヤをもとにした電力シミュレーションによると、日中20分間にこの装置に一部貯蔵後、再利用される電力量は51.3 kWhにのぼり、これは本システムがない場合の必要消費電力量の11%にあたります。
- 走行中の電車が少ない場合は、電車線の余剰電力あるいは変電所の電力の一部を一時貯蔵しておき、走行中の電車が増えて電力消費が増大した時には貯蔵していた電力を放出して、補う機能も有しています。電力消費のピークが抑制され、電車線の変電所容量を小さくできる利点があります。
- フライホイール装置の開発にあたっては、回転エネルギーの損失を最小限にするため、特に次の点に重点をおいて開発しました。
 - ・空気抵抗の影響をゼロにするため、フライホイールは真空中で回転させるものとし、このための真空シールの開発。
 - ・軸受部の回転損失を減少させるため、フライホイール重量の95%以上を磁力で吸引する磁気軸受の開発。
- このシステムは、サイリストアトップ車の普及率向上にともなう回生電力貯蔵用の他に、輸送力増強のため電車の運行密度を高めた時、ピークカットを行い変電所能力を増強するという利点もあり、大きな期待が寄せられています。

フライホイール式電鉄用蓄勢装置仕様

容 量		750kW
電 圧		1500V
電 流		500A
回 転 速 度		800/1600RPM
フ ラ イ ホ イ ー ル	蓄積エネルギー	約15kWh
	蓄積エネルギー	約54000kJ
	GD ²	20.5T・m ²
重 量	回 転 子	14.6T
	静 止 部	36.7T
	全 重 量	51.3T

登録番号	名 称	発 明 者	登録番号	名 称	発 明 者
881194	半導体装置の製造方法	松嶋 勇・榎本龍也	884069	タンステンカーバイド系合金の電解加工方法	前田祐雄・斉藤長男 荒井伸治
881195	ショットキバリヤダイオード製造方法	{近藤久雄・奈良愛一郎 水島昌俊	884070	真空開閉器	加藤 勝・近藤敬吉
881196	パターン表示装置	大川清人	884071	内燃機関	三木隆雄・野間口有
881197	自励式発電機の電圧調整装置	尾畑喜行	884072	ロブペリオディックダイポルアラレー	水野宏一
881198	発振器	金原好秀・中村久仁輔	884073	搬送保護継電装置	鈴木健治・鈴木 愿
881199	半導体装置	渡辺年美	884074	地絡故障点標定装置	{前田耕二・水田正治 津川和夫
881200	溶接制御装置	{鶴 銅 順・水野孝治 中根龍治	884075	追尾 アンテナ	小野 誠
881201	電子線照射装置	永井昭夫・石田国彦	884076	アナログ・スキーナ	秋田興一郎
881202	配電ロータの製造方法	愛山良信・大西正義	884077	めっき装置	谷口重雄・山本 勇
882960	エレベータ制御装置	{斉藤賢志・服部邦宏 釜池 宏・杉本 弘	884078	トランジスタの直列接続方式	岩本英雄
882961	パターン描画方法	川瀬 健・吉田常夫	884079	分波回路	{橋本 勉・武田文雄 片木孝至
882962	インバータ制御方法	熊野昌義	884080	回転カム式スイッチ機構	平島敏幸・今村保夫
882963	液体燃料燃焼装置	田畑則一・上村和廣	884081	高粘性率液体合金	菅原 宏
882964	流動浸漬塗装法による絶縁導体の製造法	{西崎俊一郎・寺谷 宏 玉置明信・岩佐辰弥	884082	電場発光蛍光体の製造方法	{粟津健三・坪井俊吾 松永 数

訂 正 前々号 Vol. 54 No. 7 に次のような誤りがありましたので、訂正しておわびいたします。

47ページ表3左側最下段

正：運転可能時間率，誤：運転不能時間率

〈次号予定〉 三菱電機技報 Vol. 54 No. 10 自動車用電装品特集

特集論文

- 電子制御燃料噴射装置
- タイマ集中制御装置及びトリップコンピュータへのマイクロコンピュータ応用
- 自動車用走行制御電子装置
- ハイブリッドIC イグナイタ
- 車載オルタネータ用ICレギュレータ
- 三菱水温検出ユニットT3
- 液晶を用いた自動車用インストルメントパネル

普通論文

- 産業医科大学総合医療情報システム
- 新形F種モールド変圧器
- 空調用フィン付熱交換器の特性向上
- 関西電力(株)大飯発電所1,300MVAタービン発電機の掘付・現地試験
- タービン発電機用ロータ部品材料の強度評価
- 渦電流方式可変速クラッチモートル《リミ・ストップZ》
- ソリッドステート化したエレベーターの停電時自動着床装置

三菱電機技報編集委員			三菱電機技報 54巻9号	
委員長	高木 敏三	委 員	柴田 謹三	(無断転載を禁ず)
副委員長	大谷 秀雄	〃	樋口 昭	
〃	横 濱 博	〃	神谷 友清	昭和55年9月22日 印刷
常任委員	三 輪 進	〃	立川清兵衛	昭和55年9月25日 発行
〃	唐仁原孝之	〃	中里 裕 臣	編集兼発行人 本 間 吉 夫
〃	増淵悦男	〃	柴山恭一	印 刷 所 東京都新宿区市谷加賀町1丁目12番地
〃	葛野信一	〃	福井三郎	大日本印刷株式会社
〃	三 浦 宏	〃	杉山 睦	発 行 所 東京都千代田区大手町2丁目6番2号 (〒100)
〃	中原昭次郎	〃	瀬辺国昭	菱電エンジニアリング株式会社内
〃	桐生悠一	〃	小野勝啓	「三菱電機技報社」Tel. (03) 243局1785
〃	野畑昭夫	幹 事	本間吉夫	発 売 元 東京都千代田区神田錦町3丁目1番地 (〒101)
〃	的場 徹	〃	足立健郎	株式会社 オーム社書店
〃	尾形善弘	9号特集担当	坂 和 磨	Tel. (03) 233局0641, 振替口座 東京 20018
				定 価 1部400円送料別(年間予約は送料共5,200円)



三菱電機ではこのほど世界で初めて、屋内外で使用できる大形カラー映像システム《オーロラビジョン》を開発しました。これは、巨大なカラーテレビともいべきもので、競技場のスコアボード、ビルの壁面や屋外に設置される広告塔などに適用されて、動画情報・アニメーション・静止情報・文字情報を鮮明なカラー映像で映し出します。

《オーロラビジョン》は、従来の白熱電球方式のモノクロ画像に不足していた情報効果や訴求効果を格段に向上します。

特長

●自然色に近い大形カラー映像

三菱独自のスクリーン組立構造により、大形画面を実現するとともに、スクリーン上に配列された色純度の高い高輝度光源管が、鮮やかなカラー映像を映し出します。

●自然の動きと同様の映像

応答性にすぐれた光源管の採用で、クイックモーション画像にも充分追従でき、変化に富んだすぐれた映像を表示します。

●白昼の屋外でも鮮明なカラー映像

高輝度光源管の採用と特殊なスクリーン構造により、直射日光下の屋外でも鮮明な映像を表示します。

●画面の明るさを自由に調整可能

画面全体の明るさを、画質を変化させず周囲の明るさに応じて調整できるので、いつでも最適の映像を提供できます。

●省エネルギータイプ

《オーロラビジョン》は、白熱電球方式(カラー)と比較して、消費電力は約1/6という大幅な省エネルギー化を実現しています。

●長寿命設計・容易な保守作業

光源管の平均寿命は約8000時間。白熱電球は約2000～3000時間なので、3～4倍も寿命が長く、そのため、保守作業も少なく済みます。

●大画面への入力情報として、VTR、ライブカメラ、文字発生装置、放送波受信装置、特殊パターンジェネレータ、アニメーション用コンピュータなどが利用できます。



オーロラビジョンの仕様

画面寸法	高さ：6m～15m 幅：8m～20m
表示素子	光源管(R,G,B3色) 消費電力：2W/管 耐用時間：約8,000時間
画面の色および明るさ	自然色に近いカラー画像 環境の明るさに応じて調節可能
視認距離	50m以上
画像の種類	動画(60枚/秒) 静止画 文字(漢字、アルファベット、数字および特殊文字) (ライトペンとCRTによる編集方式) 画面合成も可能 (スーパーインポーズ、フェードイン) (フェードアウトなど)
画像作成機能	録画再生：VTR、VDR 生放映：テレビカメラ 文字放映：キャラクタジェネレータ 放送テレビ：放送波受信装置 特殊画像放映：特殊パターンジェネレータ
その他	全天候、昼夜両用