

# MITSUBISHI 三菱電機技報

MITSUBISHI DENKI GIHO Vol.65 No.9

9  
1991

## 縫製機器特集



## 縫製機器特集

### 目次

#### 特集論文

縫製機器特集に寄せて……………	1
甘粕忠男	
縫製機器の展望……………	2
志賀康宣・新原安礼	
アパレルファクトリーのFAシステム “三菱インテリジェントソーイングシステム”……………	5
長谷川 晃	
電子パターン縫いミシン“PLK-Aシリーズ”……………	11
山根 敏・西沢吉史・丸山寿一・尾崎 務	
電子パターン縫いミシン用入力装置“PTN-Aシリーズ”……………	18
重田勝則・中村治幸・山根 敏・西沢吉史	
1本針本縫い上下送りミシン“LY2-3750-B1T”……………	24
宮崎 博・堀本耕一	
2本針本縫い針送りミシン“新LT2シリーズ”……………	30
堂脇恭三・玉国法行・清水正義	
工業用ミシンの上軸に生じる衝撃トルク……………	37
村松直樹	
ミシン用ACサーボ装置《リミサーボX》Aシリーズ……………	43
中村 隆・熊谷 博・山内聡見・林 悟	
レーザ裁断システム……………	48
橋川 彪・大久保秀之・井上準一郎・貴志征五・石井 明・笹井浩之	

#### 普通論文

産業用ロボット《MELFA》ピックアップ RV-P33……………	54
渡部裕二・守田裕親・小林智之	
三菱オフィスコンピュータ 《MELCOM80 GEOC》システム300GRのハードウェア……………	62
高橋勝雄・斉藤宏之・加藤 誠・橋詰雅樹・小笠原公一	
ナビゲーションAVMシステム……………	68
加藤 亨・竹垣 弘・赤松照木・土井勝次	
多機能有線ページングシステム……………	74
加藤 亨	
自動車用半導体微差圧センサ MPS5501P……………	80
荒木 達・高橋良治・小林栄治・坂本三平・多田請夫	
第二世代1Mビットデュアルポートメモリ……………	84
宮元崇行・筆保吉雄・加納 睦・河原林真也・広瀬昌弘	
S-VHS用Σセンダストヘッド……………	90
小林 浩・井上和式・内澤 学・増渕洋一・明石純正	

#### 特許と新案

数値制御ミシンにおける布送り装置、光学装置……………	97
縫製装置……………	98

#### スポットライト

三菱超限流遮断器 New ウルトラシリーズ 400~1200AF……………	95
サラウンドプロセッサ用デジタルディレー IC M65830P……………	96
エンジニアリング・ワークステーション“ME RISCシリーズ”……………	99
60インチハイビジョンビデオプロジェクター LVP-601HD……………	100
ワイドスクリーンテレビ 36C-WA1……………	101
1本針本縫い上下送りミシン LY2-3750……………	102
電子パターン縫いミシン PLK-A1710R……………	(表3)

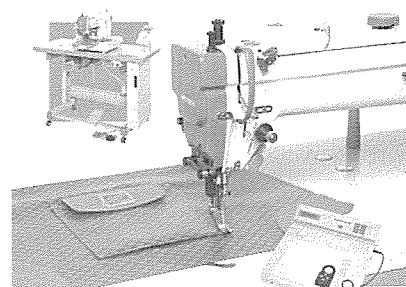
#### 表紙

##### 1本針本縫い上下送りミシン、電子パターン縫いミシンと入力装置

LY2-3750(右上)は布送り、自動給油、ダイヤル式上下送り交互量調節などに新機構を採用して、使いやすさとメンテナンス性を追求した高機能ハイロンゲアーム形1本針本縫い上下送りミシンである。このシリーズの最上位機種であり、業界初めの新製品である。

PLK-Aシリーズは、脱技能、生産性の向上に対応するため、高速化、自動化しやすい制御システムを目指した第二世代の電子パターン縫いミシンである。写真(左上)のPLK-A1006は小型の代表機種であり、布送りXYテーブルの高分解能化と振動抑制により、縫い速度及び空送り速度で、従来機種の約1.5倍と2倍の高速性能を実現した。

写真(右下)は縫製パターンを作成するための入力装置PTN-A10である。



三菱電機技報に掲載の技術論文では、国際単位“SI”[SI第2段階(換算値方式)を基本]を使用しています。

ただし、保安上、安全上等の理由で、従来単位を使用している場合があります。

## アブストラクト

### 縫製機器の展望

志賀康宣・新原安礼

三菱電機技報 Vol. 65・No. 9・P 2～4

工業用ミシンは百年以上にわたって高速化、耐久性及び性能の向上などメカニズムの面で技術進歩が図られてきた。その後、他の分野と同じようにマイクロプロセッサ、パワーエレクトロニクスの採用により、操作性及び生産性の向上を目指した自動化の方向へ進んでいる。縫製の先進国では脱技能・自動化、発展途上国では低価格品の要求が強い。この2極化方向の中で、最近の当社の開発動向と縫製機器の将来の課題について述べる。

### 2本針本縫い針送りミシン“新LT2シリーズ”

堂脇恭三・玉国法行・清水正義

三菱電機技報 Vol. 65・No. 9・P 30～36

主として高速化、高品質化及び低騒音・低振動を目指して2本針本縫い針送りミシン“新LT2シリーズ”を開発した。天秤・針棒・送り機構の解析に基づき形状変更や新機構を採用し、高速化及び縫いにおける高品質化が可能となった。低騒音・低振動化については、加振力対策として実験計画法導入により、天秤クリアランスに対する有意な部品の精度向上、応答側対策として振動モード解析によるミシン本体の剛性アップを図り、ほぼ目標を達成できた。

### アパレルファクトリーのFAシステム “三菱インテリジェントソーイングシステム”

長谷川 晃

三菱電機技報 Vol. 65・No. 9・P 5～10

アパレル業界をとりまく環境と、FA化ニーズに触れるとともに、1990年5月幕張メッセで開催されたJIAM(日本国際アパレルマシン展)に当社が出品した“三菱インテリジェントソーイングシステム”のコンセプト及び概要について述べ、近未来のアパレルFAのあり方について提案した。

### 工業用ミシンの上軸に生じる衝撃トルク

村松直樹

三菱電機技報 Vol. 65・No. 9・P 37～42

工業用ミシンの上軸に生じるトルクに及ぼす外力の影響について検討した。その結果、次のようなことが明らかになった。①針の貫通力、特に最初の三角形波状の変動はトルクに急激な過渡振動を誘起する。②これに対して、残りの貫通力や上糸の引締め張力は誘起しない。③したがって、ミシンに対する電動機の組合せ特性などを評価するためにトルクを推定する場合には、天びん・針棒機構運動系の上軸は弾性体として扱う必要がある。

### 電子パターン縫いミシン“PLK-Aシリーズ”

山根 巖・西沢吉史・丸山寿一・尾崎 務

三菱電機技報 Vol. 65・No. 9・P 11～17

“PLK-Aシリーズ”は、脱技能化・高生産性・多品種少量生産性能向上の要求がますます強くなる縫製業界に対応するため、高速化・高機能化・自動機化対応を目指して開発された次期電子パターン縫いミシンである。

XYテーブルの高分解能化と振動抑制による高速化・縫製データ作成機能の搭載・LCA対応化による自動機への応用性向上により、今後拡大される自動化へ向けてのベースマシンが完成した。

### ミシン用ACサーボ装置《リミサーボX》Aシリーズ

中村 隆・熊谷 博・山内聡見・林 悟

三菱電機技報 Vol. 65・No. 9・P 43～47

工業用ミシン駆動装置として、操作性を向上し、機能を充実した操作箱、550W、750W、1.5kW ハイパワータイプや400V系機種、また布端センサを含む新オプション群を開発した。

特に、ハイパワータイプでは、低速領域での出力トルクを大きくして極厚物の縫製を可能にした。また、400V系では、耐銅イオンマイグレーション特性の良い新材料プリント基板を採用して小型化を図り、100V系、200V系と同一寸法・形状の制御盤を実現した。

### 電子パターン縫いミシン用入力装置“PTN-Aシリーズ”

重田勝則・中村治幸・山根 巖・西沢吉史

三菱電機技報 Vol. 65・No. 9・P 18～23

Aシリーズ電子パターン縫いミシンと並行して開発し、高機能で低価格の入力装置“PTN-A10”の製品化を行った。この製品は従来機種との互換性を保ちながら円、円弧、ジグザグ、自由曲線等の模様を簡単な操作でミシン用の縫製データに変換することができる。また、作成された縫製データはフロッピーディスク又はEPROMに記憶され、0.1mmの分解能、最大縫い目長さ12.7mmまでの、滑らかな美しい縫い目を形成することができる。

### レーザ裁断システム

橘川 彪・大久保秀之・井上準一郎・貴志征五・石井 明・笹井浩之

三菱電機技報 Vol. 65・No. 9・P 48～53

従来から縫製工場の裁断工程では、多量生産を目的とした多層重ね生地自動ナイフ裁断が広く実用されている。しかし、既製服のオーダーメード化が顕著に進み、少量品を高速に裁断し生産能率の向上を図る方向に転換してきた。これら時代の要請にこたえて非接触式裁断の特長を生かした高速レーザ裁断システムを開発、製品化した。このシステムは、ミラー揺動方式によるごん新な機構を持ち、高速裁断を実現した。

### 1本針本縫い上下送りミシン“LY2-3750-B1T”

宮崎 博・堀本耕一

三菱電機技報 Vol. 65・No. 9・P 24～29

このミシンは、美しく均一な縫目を要求される高級袋物縫製等に使用するために開発した上下送りミシンである。このミシンでは、縫い速度の変化時における縫目ピッチのばらつき抑制、ミシンの耐久性、操作性、縫製作業性の向上等を図るため、送り発生源支持部の高剛性化、運動部材の軽量化、自動給油方式、ダイヤル式押さえ交互量変換機構の採用、アームふところ拡大等を行った。

### 産業用ロボット《MELFA》ピックアーム RV-P33

渡部裕二・守田裕親・小林智之

三菱電機技報 Vol. 65・No. 9・P 54～61

産業用ロボットピックアームシリーズに全軸ACサーボ、絶対値エンコーダを採用した可搬質量98N{10kgf}の6軸垂直多関節ロボットRV-P33を登場させた。機能面では、当社《MELSECシリーズ》シーケンサ相当を内蔵してロボット制御との完全並列処理を実現している。これによって周辺ユニットの共用やネットワークによるシステム化、拡張にも容易に対応でき、今後のファクトリーオートメーションの核として幅広い作業分野に適用可能である。

# Abstracts

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 65, No. 9, pp. 30~36 (1991)

## The New LT2 Series Double-Needle, Lock-Stitch, Needle-Feed Industrial Sewing Machine

by Kyozo Dowaki, Noriyuki Tamakuni & Masayoshi Shimizu

The new LT2 Series double-needle, lock-stitch, needle-feed industrial sewing machines have been developed for high-speed, high stitch quality, low noise and low vibration. The thread take-up lever, needle-bar mechanism and feed mechanism have been analyzed and fully redesigned to achieve faster and better quality sewing. Detailed analyses were performed on noise and vibration, and measures taken to reduce their causes. These measures were: 1) a reduction in the exciting force through improvements in the component precision of the thread take-up lever mechanism; and 2) aided by the modal analysis method, stiffening of the arm and bed.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 65, No. 9, pp. 2~4 (1991)

## Technical Trends in Industrial Sewing Machines

by Yasunobu Shiga & Yasunori Mihara

In its history of over one hundred years, industrial sewing machine technology has made great strides in terms of mechanism speed, reliability and performance. Like other industrial technologies, it has also benefited from automation by microprocessors and power semiconductors that has led to improvements in operation ease and productivity. Industrialized countries are emphasizing sewing machines with automated functions and easy-operation capabilities, while in developing countries low equipment costs are the priority. The article describes the corporation's development efforts to meet these dual needs, and considers issues in further development.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 65, No. 9, pp. 37~42 (1991)

## Transient Torque Produced in the Arm Shaft of an Industrial Sewing Machine

by Naoki Muramatsu

This study considered the effects of external forces on torque produced in the arm shaft of an industrial sewing machine. The needle penetrating force—specifically the initial triangular-wave force fluctuation—was found to induce a substantial transient vibration in the torque. The other two penetrating forces and the needle thread tensioning had no such effects. This shows that the arm shaft of the thread take-up lever and needle-bar mechanism system should be considered as elastic when performing torque estimations to determine the electric motor capacity that an industrial sewing machine will require.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 65, No. 9, pp. 5~10 (1991)

## Automation of Apparel Factories and the Mitsubishi Intelligent Sewing System

by Akira Hasegawa

The article summarizes the situation of the apparel industry, its automation requirements and suggests future directions in apparel automation. It also describes the concept and implementation of the Mitsubishi Intelligent Sewing System exhibited in May 1991 at the Japan International Apparel Machine Exhibition at Makuhari Messe in Chiba.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 65, No. 9, pp. 43~47 (1991)

## A Series "LIMISERVO X" AC Servo Drivers

by Takashi Nakamura, Hiroshi Kumatani, Satomi Yamauchi & Satoru Hayashi

New industrial sewing machine drivers have been developed that feature an easy-to-use control box with an enhanced range of functions, high power 550W, 750W and 1.5kW, 400V models, and a new options package that includes edge sensors. These high-power models deliver high torque at low speeds that enables stitching of very thick material. The PCBs for the control circuitry of the 400V models employ new materials that resist copper migration, allowing the PCBs to be reduced to the same form factor as those of the 100V and 200V models.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 65, No. 9, pp. 11~17 (1991)

## PLK-A Series Electronically Controlled Sewing Machines

by Iwao Yamane, Yoshifumi Nishizawa, Hisaichi Maruyama & Tsutomu Ozaki

The PLK-A Series electronically controlled sewing machines offer high-speed operation, sophisticated functions, and automation support to help apparel manufacturers adapt to the growing demand for high productivity, and small-lot manufacture of many different products. The machines satisfy all the basic requirements for automated apparel production equipment: they have high-resolution XY tables, a vibration-damping design that supports high-speed operation, sewing data generation capabilities, and low-cost automation (LCA) compatibility for automation support.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 65, No. 9, pp. 48~53 (1991)

## A Laser Cutting System

by Takeshi Kitsukawa, Hideyuki Okubo, Jun'ichiro Inoue, Seigo Kishi, Akira Ishi & Hiroshi Sasai

Apparel plants have generally met mass-production requirements by employing automatic knife systems that cut multiple layers of fabric in each pass. This technology is incapable of supporting high productivity in small-lot or order-made production—which accounts for an increasing proportion of garment manufacture. The corporation has developed and commercially produced a non-contact laser-cutting system that solves this problem, rapidly cutting numerous pattern variations without reductions in speed. This system achieves high-speed operation through use of an innovative mirror deflection system.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 65, No. 9, pp. 18~23 (1991)

## Series PTN-A Input Devices for Electronically Controlled Sewing Machines

by Katsunori Shigeta, Haruyuki Nakamura, Iwao Yamane & Yoshifumi Nishizawa

Model PTN-A10, a highly functional, low-cost input device, was developed in parallel with Series A electronically controlled sewing machines. The new input device maintains compatibility with previous products while adding functions that make it possible to easily convert circle, arc, zigzag and arbitrary curve patterns to the sewing data format required by Series A machines. The input device supports sewing data with 0.1mm resolution and a 12.7mm maximum stitch length to enhance the sewing features. This data can be recorded floppy disks or burned into EPROMs.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 65, No. 9, pp. 54~61 (1991)

## The MELFA Pickarm RV-P33 Industrial Robot

by Yuji Watanabe, Hirochika Mochida & Tomoyuki Kobayashi

The corporation is marketing a six-axis, standing multiarticulated industrial robot with a capacity of 98N (10kgf), AC servo control on all axes, and absolute coordinate encoders. The robot has embedded control functions equivalent to a MELSEC Series programmable controller that enables processing to be performed alongside robot control. This true parallel-processing allows the robot to support networks or shared peripherals, simplifying system organization and expansion, and making it possible to design the robot into a wide variety of automated applications.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 65, No. 9, pp. 24~29 (1991)

## Model LY2-3750-B1T: An Upper and Lower Feed Single-Needle Lock-Stitch Industrial Sewing Machine

by Hiroshi Miyazaki & Koichi Horimoto

This is an upper and lower feed sewing machine developed especially for the production of high-quality handbags, etc. that require attractive and uniform stitching. It maintains a uniform stitch size when switching sewing speeds and realizes easier, more reliable, operation and higher productivity. The machine design is a result of technical improvements including more rigid feed-drive support, lighter moving parts, automatic lubrication, a new adjusting dial for alternate walking-foot stroke, and higher and wider underarm space.

## アブストラクト

### 三菱オフィスコンピュータ《MELCOM80 GEOC》 システム300GRのハードウェア

高橋勝雄・斉藤宏之・加藤 誠・橋詰雅樹・小笠原公一  
三菱電機技報 Vol. 65・No. 9・P 62～67

システム300GRは《MELCOM80シリーズ》の最上位機オフコンであり、汎用コンピュータ並の性能とシステム拡張性を実現した。基本処理装置の内部データバス、システムバスを64ビット幅とし、情報転送能力を向上し、当社オフコンとして初のチャネル制御装置導入によってシステムの大規模化が可能である。また基本処理装置と完全に独立したサービスプロセッサの機能を強化し、より高度なRAS機能を実現した。

### 自動車用半導体微差圧センサ MPS5501P

荒木 達・高橋良治・小林栄治・坂本三平・多田請夫  
三菱電機技報 Vol. 65・No. 9・P 80～83

半導体微差圧センサ MPS5501Pは、自動車のエンジン吸入空気量を計測するカルマン渦式空気流量計測装置に用いられる。ダイヤフラムの形成には、加工精度の優れる異方性エッチングを用いた。半導体チップをリードフレームに固定した後、樹脂製のパッケージで外装する構造としており、渦発生柱と半導体チップのハウジングを一体化している。計測圧力範囲は $1.33 \times 10^{-4} \sim 13.3 \text{ kPa}$ と広いダイナミックレンジを持っている。

### ナビゲーション AVM システム

加藤 享・竹垣 弘・赤松照木・土井勝次  
三菱電機技報 Vol. 65・No. 9・P 68～73

送信サインポストの信号やGPS信号の受信により、誤差を自動的に補正するナビゲーションAVMを開発した。

このシステムはナビゲーション装置をAVMに応用したもので、従来のAVMシステムに比べて著しく位置把握機能を向上するとともに、移動局装置で漢字表示を可能としたので、利用価値の高いAVMシステムが構築できる。

### 第二世代 1Mビット デュアルポートメモリ

宮元崇行・筆保吉雄・加納 睦・河原林 真也・広瀬昌弘  
三菱電機技報 Vol. 65・No. 9・P 84～89

1Mビットデュアルポートメモリ(1MVRAM)の第二世代品を開発した。現在量産中の汎用1MDRAM第三世代品と共通のプロセス技術を用いており、チップ面積は $63.6 \text{ mm}^2$ である。最新の回路技術により、低消費電力化とノイズ低減を図った。スプリットデータ転送、ブロックライトなどの特殊機能を備えており、パソコンやワークステーションなどの画像メモリとして最適な仕様になっている。

### 多機能有線ページングシステム

加藤 享  
三菱電機技報 Vol. 65・No. 9・P 74～79

周囲騒音に応じた拡声放送音量を自動調整する機能のほか、種々の機能を持った多機能有線ページングシステムを開発した。

このシステムは各装置にCPUを搭載し、有線ページングシステム特有のCPEVケーブルのマルチドロップ接続回線で音声信号と多重化したデータ伝送を可能としたので、従来システムに比べて操作性と機能が著しく向上した。

### S-VHS用Σセンダストヘッド

小林 浩・井上和式・内澤 学・増渕洋一・明石純正  
三菱電機技報 Vol. 65・No. 9・P 90～94

S-VHS VTRの最高機種HV-V7000に搭載されたΣセンダストヘッドの特徴は、①磁気ギャップの片側だけに金属磁性膜を配した片積MI Gヘッド、②フェライトと金属磁性膜の界面に発生する疑似ギャップによる妨害を抑えた“Σ”形状、③金属磁性膜として高飽和磁束密度を持つセンダストを採用、である。この効果により、従来のフェライトヘッドに比べ2～5dBの出力向上を達成し、繊細さと鮮やかさを両立した画像を可能とした。



# Abstracts

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 65, No. 9, pp. 80~83 (1991)

## The MPS5501P Solid-State Low-Differential Pressure Sensor for Automotive Applications

by Toru Araki, Yoshiharu Takahashi, EiJi Kobayashi, Sanpei Sakamoto & Yasuo Tada

This solid-state pressure sensor is intended for use in automobile engines in Karman vortex airflow sensing systems. The diaphragm was formed by highly precise anisotropic etching. Bonded to a lead frame, the chip is housed in a plastic molded package and cover that incorporates a vortex generating post. The device has a measurement range of  $1.33 \times 10^{-4}$  to 13.3kpa.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 65, No. 9, pp. 62~67 (1991)

## The Hardware of the MELCOM80 GEOC System 300GR Small-Business Computer

by Katsuo Takahashi, Hiroyuki Saito, Makoto Kato, Masaki Hashizume & Koichi Ogasawara

The MELCOM80 GEOC System 300GR stands at the top of the Mitsubishi small-business computer line, with system performance and expandability equivalent to a general-purpose mainframe computer. The CPU's internal bus and system bus are both 64-bits wide, boosting data throughput. The computer is the corporation's first small-business model to have a channel control unit, which gives it outstanding expandability. The computer also has a service processor that is completely separate from the CPU and that has functions enhancing system reliability, availability and serviceability.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 65, No. 9, pp. 84~89 (1991)

## A Second Generation 1Mbit Dual-Port Memory

by Takayuki Miyamoto, Yoshio Fudeyasu, Mutsumi Kano, Shinya Kawarabayashi & Masahiro Hirose

A second generation 1Mbit dual-port memory (1M VRAM) device has been developed. The device has a  $63.6\text{mm}^2$  chip area and employs the same process technology as the corporation's third-generation 1Mbit DRAMs. New circuit technologies reduce power dissipation and noise. The device has special functions, such as split transfers and block writes, that make it especially suited to image-memory applications in personal computers and workstations.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 65, No. 9, pp. 68~73 (1991)

## Automatic Location Updating and Monitoring System

by Toru Kato, Hiroshi Takegaki, Teruki Akamatsu & Katsuji Doi

The corporation has developed an automatic vehicle monitoring (AVM) navigation system that automatically compensates for discrepancy using signals from broadcasting beacons or global positioning system (GPS) signals. This system employs the navigation unit for AVM, giving the system much better location performance than previous AVM Systems. It also supports a *kanji* (Japanese character) display at the mobile unit, giving the system added value in use.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 65, No. 9, pp. 90~94 (1991)

## "Σ Sendust" MIG Heads for S-VHS VCR Systems

by Hiroshi Kobayashi, Kazunori Inoue, Manabu Uchizawa, Yoichi Masubuchi & Yoshimasa Akashi

The corporation uses "Σ Sendust" MIG heads in its top-of-the-line HV-V7000 S-VHS VCR system. The features of the heads include use of a high-Bs metal film exclusively at the trailing edge of the gap, a boundary between the ferrite and metal film made in the shape of the Greek letter Σ to suppress noise, and the selection of a high-permeability sendust (Fe-Al-Si) alloy as the high-Bs film. This design allows the heads to generate output voltages 2~5dB higher than conventional ferrite heads. VCRs employing the new heads reproduce pictures with high definition and clear colors.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 65, No. 9, pp. 74~79 (1991)

## A Multifunction Intercom System

by Toru Kato

A multifunction wired intercom system has been developed that measures the local noise level and automatically boosts sound output to prevent announcements from being drowned out by ambient noise. Each unit has a microprocessor that can send and receive information multiplexed with voice data over special city pair polyethylene polyvinyl chloride (CPEV) cable connected in a multidrop network. This design makes the system easier to use and supports more functions than conventional designs.

## 縫製機器特集に寄せて

人間にとって衣料は有史以前からのつきあいであり、布又は毛皮を縫うことは重要であり、また時間のかかる仕事であった。

縫うことを機械で行うために発明されたのがミシンである。16世紀末に裁縫を能率良くするための研究が始められ、今から200年前の1790年にイギリスで環縫いミシンの原型ともいべきものが考案されて、機械縫いの歴史が始まった。1834年に米国で、針の先端に糸穴をあけ布地の中に上糸を通して、下糸とからめ合わせる画期的な方式が発明され、今日の本縫いミシンの原型ができあがった。1851年に米国のアイザック シンガーが改良を加え本格的に生産・販売を行い、ミシンが実用のものになった。

我が国に入ってきたのは、1860年に中浜万次郎が米国から持ち帰ったのが第1号と言われている。明治10年ごろから国産化が試みられたが、工業としての生産が始まったのは昭和初期になってからである。第二次大戦後に本格的量産が始まり、昭和20、30年代は家庭用ミシンが、昭和40年代から工業用ミシンが主力となった。その過程で我が国も次第に力をつけ、現在ではドイツと並んでトップレベルの技術を持つようになった。また、生産高では部品メーカーと組立メーカーとの協業による品質の向上と、優れた量産技術の活用により、世界の7割以上を占めるに至っている。

1970年代前半までは縫製機器すなわち工業用ミシンであり、百年以上にわたって高速化、耐久性及び性能の向上などメカニズムの面で技術進歩が図られてきた。その後、他の分野と同様に半導体、マイクロプロセッサの採用によって縫製機器の電子化が進み、特に縫製工程の前段階である裁断までの工程が自動化、コンピュータ応用により、目覚ま

三菱電機株式会社  
副社長

甘粕 忠男



しい進歩を遂げている。工業用ミシンも当社が他社に先駆けて市場導入した PLK シリーズにより、電子パターン縫いミシンの時代が始まった。本号で紹介されている PLK-A シリーズは動力学的解析に基づく新設計により、縫い速度で従来比1.5倍、空送り速度で2倍を実現したもので、操作性の向上とともに生産性の一段の向上に資するものとしてユーザーの注目を集めている。

縫製機器は生産材として比較的安価に調達できるので、工業化の道を歩もうとする国は、労働集約型の縫製産業から工業化を進めることが多い。このため、他の生産材に先駆けて世界の各国へ広がりを見せている。衣・食・住の衣を支える機器だけに、開発途上国向けに今後ますます旺盛な需要が期待できよう。一方、先進国においては、衣料の高級化、縫製素材の変化などで、ミシンの性能向上の要求が強くなり、また労働力不足から自動化、省力化の要求も高まっている。

当社のミシンは昭和8年から生産をしている伝統的製品であり、今後も品質・技術の面で市場の要求にこたえていかねばならない。担当部門には、ミシンが常に人間と1対1の関係にあるので、取扱いが容易でなければならぬことを念頭におき、縫製機器固有の機械技術を生かしながら、他分野の技術を加えていくこと、また本号にも紹介されているレーザ裁断システムのような、縫製の合理化に資する関連機器の開発にも、より積極的に取り組むよう求めている。

本特集は、当社の縫製技術と製品群の一部を紹介したものである。ユーザーの皆様方の暖かいご支援をお願いしたい。

# 縫製機器の展望

志賀康宣\*  
新原安礼\*\*

## 1. ま え が き

日本の工業用ミシンは、早くから内需依存型から輸出依存型に移行しており、その比率も業界全体で80%ぐらいに達している。1985年の急激な円高時には、台湾、韓国、中国などとの競争に破れるのではないかと言われていた。しかし、他業種と同様な企業努力と製品の信頼性の高さに支えられ、この難局を切り抜け、過去2年間は10%以上の成長を遂げた。今後は、このような伸びは期待できなくても安定成長は継続すると思われる。図1に工業用ミシンの生産台数と生産金額の推移を示す。

縫製機器は生産材として比較的安価に調達できるので、工業化の道を歩もうとする国は、労働集約型の縫製産業から工業化を進めることが多い。この世界では、できるだけ安価でメンテナンスの少ない縫製機器が要求される。すなわち、非糸切りミシンと機械式摩擦クラッチモータの組合せである。一方、先進国では衣料の高級志向化、縫製素材の変化などで、ミシンの性能向上の要求が強く、また労働力不足から自動化・省力化の要求も高まっている。

本稿では、当社の縫製機器に対する取組の現状と今後の課題について紹介する。

## 2. 国内縫製機器の技術動向

工業用ミシンは縫製機器の大半を占める機器である。その工業用ミシンを生産している日本メーカーの歴史は、100年

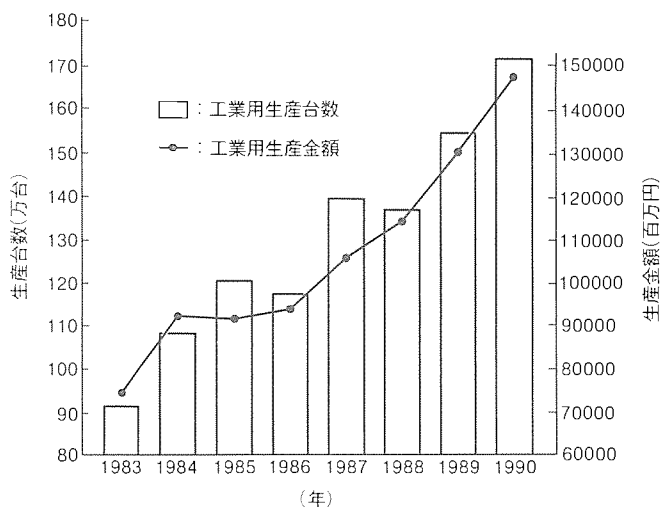


図1. 工業用ミシンの生産台数と生産金額の推移

(出典：通商産業省「機械統計」)

以上の歴史を持つ海外の先進メーカーに比べるとその半分にも満たないが、ここ10年間の技術の進歩は著しい。縫製機器も他分野と同じようにマイクロプロセッサ、パワーエレクトロニクスなどの採用で急速に電子化が進み、純機械式からの脱皮が図られてきた。国内で縫製機械を使う立場において主流である被服縫製業界は、極めて厳格な縫い品質を求めており、メーカーはこれに対応すべく素材に応じた工業用ミシンの開発、機構の改良、機能向上を行ってきた。これが被服縫製の生産性と工業用ミシンの品質の向上につながってきたと言っても過言ではない。

図2に、縫製作業の概略の流れを示す。その工程は設計工程・縫製準備工程・縫製工程・仕上工程の四つに大別できるが、特に縫製工程の前段階である裁断までの工程がコンピュータ応用によって自動化され、目覚ましい進歩を遂げている。工程別に1980年代の技術進歩を顧みると次のようになる。

- (1) 設計工程から縫製準備工程のグレーディング(他のサイズへのパターンの展開)、マーキング(生地裁断用のパターンの最適配置)までを行うアパレルCADの導入が進んでいる。
- (2) 縫製準備工程のうちの検反、延反及び裁断は、多くの課題を抱えながらも電子制御技術に支えられ自動化が進んでいる。そのうち、多品種少量生産用の裁断として新しい方

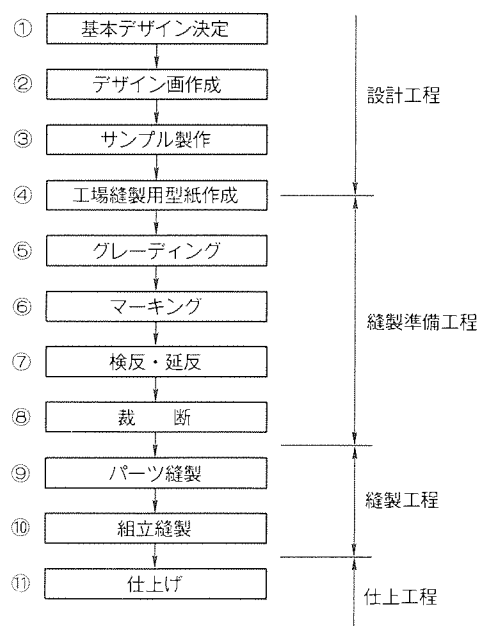


図2. 縫製作業の概略の流れ



式のレーザカッティングが注目されている。

- (3) 縫製工程では工業ミシンが主役であり、機構では構造部材の軽量化による高速性能の向上は実現したが、後は扱う素材対応の小改良のみで大きな進歩はない。しかし、ミシン駆動装置は電子制御技術を大幅に採用したことにより、速度・針数・送り・定位置停止制御、故障診断などが可能となって機能向上が図られ、操作性は飛躍的に進展した。また、いわゆるコンピュータミシンと呼ばれる布送り機構が針の上下動とリンク機構による結合でなくステッピングモータで駆動する電子パターン縫いミシン（以下“電子ミシン”という。）も開発され、省力化・自動化の母体機の有力機種となった。
- (4) 仕上げ工程も縫製工程と同様に小改良に止まっている。

### 3. 当社の現状と取組

当社は図2において縫製準備工程の裁断（レーザ裁断機）と縫製工程（工業用ミシンとミシン駆動装置）を事業として生産している。

ここでは、当社の開発の取組について述べる。

#### 3.1 本縫いミシン

ミシン機構としては高速化、自動給油、自動糸切り、構成部材の軽量化による低振動化などの課題に取り組んでいる。もう一つは、扱う素材対応で小改良を実施し、顧客のニーズに応じているのが現状である。また、最近ではこの特集号でも取り上げているハイロングアーム1本針本縫い上下送りミシンLY2-3750のような特定縫製物に対する可縫製の改良と使い勝手の向上を目的とした開発も行っている。

本縫いミシンの可縫製改良の歩みは遅いが、最近10年間でのミシン駆動装置の進歩に伴い、その組合せで操作性の向上は著しい。

#### 3.2 電子ミシン

当社の電子ミシン“PLKシリーズ”は、1981年から生産を開始し、主に縫製エリアの拡大を中心に、数回のマイナーチェンジを行ってきた。しかし、更なる機能・性能向上を目指して1989年から全面モデルチェンジの第二世代電子ミシンの開発に着手し、1990年4月から“PLK-Aシリーズ”として発売を開始した。

表1. 電子ミシン PLK-A シリーズの機種一覧

機種名	縫製エリア(mm)	備考(サブ機種ほか)
PLK-A05BT	50×40	サブ機種 PLK-A05PF
PLK-A0804	80×40	
PLK-A1006	100×60	
PLK-A1710R	170×100	サブ機種 PLK-A1710
PLK-A2016	200×160	サブ機種 PLK-A2016L, PLK-A2016L-PS
PLK-A4516	450×160	サブ機種 PLK-A4516L, PLK-A6019
PLK-A3530	350×300	サブ機種 PLK-A3530L
PLK-A6030	600×300	
PLK-A3040	300×400	コンテナバック縫い専用機

#### 3.2.1 PLK-A シリーズの開発方針

PLK-A シリーズの開発方針を次のように定めた。

- 高速化、高精度化、縫製エリア、縫い調子、操作性、押さえ機構など課題ごとに検討を実施し、機能・性能向上を行う。また、自動機、専用機として使用しやすいシステムとする。
- (1) メカ系はモデルチェンジ（縫製エリアの見直し）と新機種開発（大型縫製エリア機種）で機種を5機種（PLKシリーズ）から9機種（PLK-Aシリーズ）へ増やしてシリーズ化を図る。表1にPLK-Aシリーズの機種一覧を示す。また、図3に従来シリーズとAシリーズの縫製エリアの比較を示す。
- (2) 制御系は、シーケンサ《MELSECシリーズ》との接続、簡易入力装置（縫製データ作成機能）の付加など全面モデルチェンジを実施し、縫製工程の自動化が構築しやすいシステムとした。同時に従来シリーズとの縫製データの互換性も考慮した。

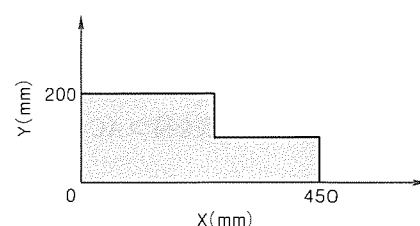
#### 3.2.2 技術課題

電子ミシン PLK-A シリーズ開発に当たっては次の項目が解決すべき重要な技術的課題としてあげた。

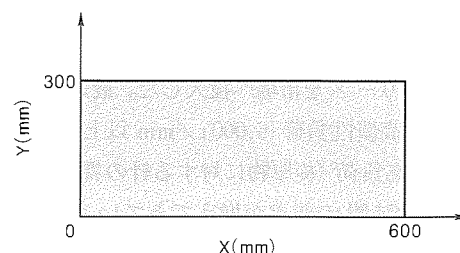
- (1) 縫い速度の高速化（空送り速度を含む。）

電子ミシンのXY駆動機構は、針のモーションに合わせた高速間欠駆動となっており、駆動源であるステッピングモータは自起動周波数領域で使用する。負荷トルクは速度の2乗に比例して増加するためステッピングモータには大トルクが要求されるが、大トルクのモータは自己のイナーシャも増大するため、即、高速化にはつながらない。また、間欠駆動のために生じる振動が高速化を妨げる大きな要因ともなっている。

コンピュータによるシミュレーションを実施し、縫い速度及び縫い目長さごとに最適パルス配列を与えることで解決した。この結果、従来当社比で縫い速度1.5倍、空送り速度2



(a) 従来シリーズ



(b) Aシリーズ

図3. 従来シリーズとAシリーズの縫製エリアの比較

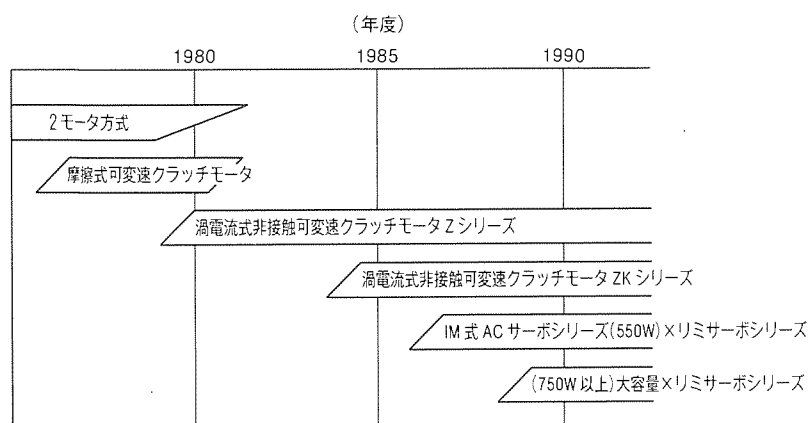


図4. 当社工業用マシン 可変速モータの変遷

表2. 《リミサーボX》の電圧区分と容量

電圧区分	サーボモータの容量		
	550W	750W	1.5kW
100V系	○	—	—
200V系	○	○	○
400V系	○	○	—

倍を実現した。

## (2) ロングアームと大型XY 駆動機構

PLK-A 3530 及び A 6030 のように、Y 移動距離が300 mm と大きいため、ロングアームと新しいXY 駆動機構の開発が必要となった。特にY 軸のガイドを工夫することで振動を抑え高速縫いが実現できた。

## (3) 制御系

制御系は16ビットマイコン及びOS (オペレーティングシステム) の採用により、従来シリーズに比べて大幅な機能向上と将来のシステムの拡張性を図っている。

2相ステップモータのハーフステップによる0.1 mm 送り、縫い目長さの最大12.7 mm の実現、縫製データ作成機能及び故障診断機能の付加並びに入出力インタフェースの拡張性など処理能力を高めた。

## 3.3 ミシン駆動装置

1980年度に渦電流式非接触可変速クラッチモータ方式のミシン駆動装置《リミストップZ シリーズ》を発表し、電子制御方式の本格的な普及化に貢献している。現在でも数多く使用されている。しかし、市場ニーズは縫製の先進国を中心として次第に自動糸切りマシンとの組合せで、省エネルギー、低騒音、小型軽量などの特長を持つAC サーボモータ方式に変わりつつある。

AC サーボモータ方式にはIM (誘導電動機) 方式サーボとSM (同期電動機) サーボ方式の2通りある。当社は1987年度に世界で初めてIM サーボ方式のオールデジタル ベクトル制御のミシン駆動装置《リミサーボX》100 V、200 V 系550 W シリーズを市場へ投入した。最近では縫製物の変化に伴って高慣性負荷 (6,000 r/min 以上の高速ミシンの加速性) 又は高負荷 (極厚物に対する針の貫通力) に対応するミシン駆動装置の要求が増えてきている。これに対応して1991年から200 V、400 V 系750 W 及び200 V 系1.5 kW の《リミサーボX》を発売開始した。図4は当社の工業用ミシンの可変速モータの変遷を示す。また、表2に《リミサーボX》の電圧区分と容量を示す。

## 4. 今後の課題

(1) 国内では、ますます熟練技能者はもちろん縫製業に従事する人の確保が難しくなっていく可能性が大きい。このため、未熟練者でも使用できる自動機及び省力化機器の開発要求が強くなる。最先端を行く企業では、アパレルCAD、裁断システム、コンベヤ又はハンガーシステム、生産管理システム、自動機などを統合したCIM 志向に進むであろう。1982年度から工業技術院の委託を受けて研究していた“自動縫製システム研究開発”の幾つかの項目の成果が製品化されてくると思われる。

(2) 一方、発展途上国では高価であっても未熟練者でも使用できる先端技術志向の自動機と低価格品の2極化方向の要求は継続すると想定される。そのうちの低価格品の供給にどう取り組むかが日本のミシンメーカーと部品メーカーの大きな課題である。

(3) 工業用ミシン単体で考えた場合、可縫製の追求と操作性の向上は永遠の課題である。如何なる素材であっても調整作業がなくても縫え、未熟練者であっても操作が簡単で美しく縫えることが理想的である。そのための手段としてミシンの機構ごとに個別駆動モータ (例えば、上軸と下軸の別駆動) を設け、センサ (例えば、上糸張力) と組み合わせで制御し、縫製データの学習機能 (縫製物に最適な縫製条件) を持ったミシンの実現が夢である。しかし、実現のためには地道な研究開発とコストが最大の課題である。

## 5. む す び

縫製産業の生産地が全世界的に広がっているため、縫製素材及び縫製物の多様化、労働環境の変化など顧客の要求はいろいろある。縫製機器メーカーは、常に研究開発を行って工業用ミシンを中核とした縫製機器の性能・機能の向上を図りながらその要求にこたえる必要がある。そのために縫製機器固有の機械技術を基盤に電子制御技術を加えて市場の要求にこたえていきたい。

# アパレルファクトリーのFAシステム “三菱インテリジェントソーイングシステム”

長谷川 晃\*

## 1. ま え が き

アパレルビジネスは、リビングライフの基幹ビジネスとして、10兆円を超えるビッグビジネスに成長してきた中で、生活文化の向上がもたらす高品質・高性能・高感性・個性化などのニーズを呼び、生産・供給体制での多品種、少量、短サイクル、実需直結への構造改革が急速に進みつつある。

一方、1985年9月のプラザ合意以降の円高基調と慢性的な労働力不足は、中低級ボリュームゾーン アパレルの海外生産、海外調達シフトを加速化し、全需要の20%前後を輸入衣料に依存するすう(趨)勢にある。

当社では、アパレルビジネスをとりまく環境の中で、これからのアパレルファクトリーの発展は、急進するエレクトロニクス技術による縫製機械の自動化、知能化、LCA(ローコストオートメーション)化による縫製の省力化、脱技能化、並びにコンピュータを核とする情報通信制御技術に裏付けられたアパレルファクトリーの情報ネットワーク構築にあると

考えてきた。

1990年5月、幕張メッセで開催された第3回JIAM(日本国際アパレルマシン展)において、近未来志向の“都市型アパレルファクトリー”のミニモデルプラントとして、当社の持つ縫製機器、FA関連機器、通信制御技術などを駆使した“三菱インテリジェントソーイングシステム”を開発、参考出品した。

本稿では、このシステムの開発コンセプトと主な特長、機能などについて触れ、近未来のアパレルFAシステムの一つとして提案を試みるものである。

## 2. アパレルFAの動向と現状

### 2.1 アパレルFAの概念

アパレルビジネスの企画段階から縫製準備・縫製・仕上げ・物流・販売に至る一連の流れと、各ステップにおけるFAニーズのネットワーク概念を図1に示す。

### 2.2 立ち遅れる縫製の合理化

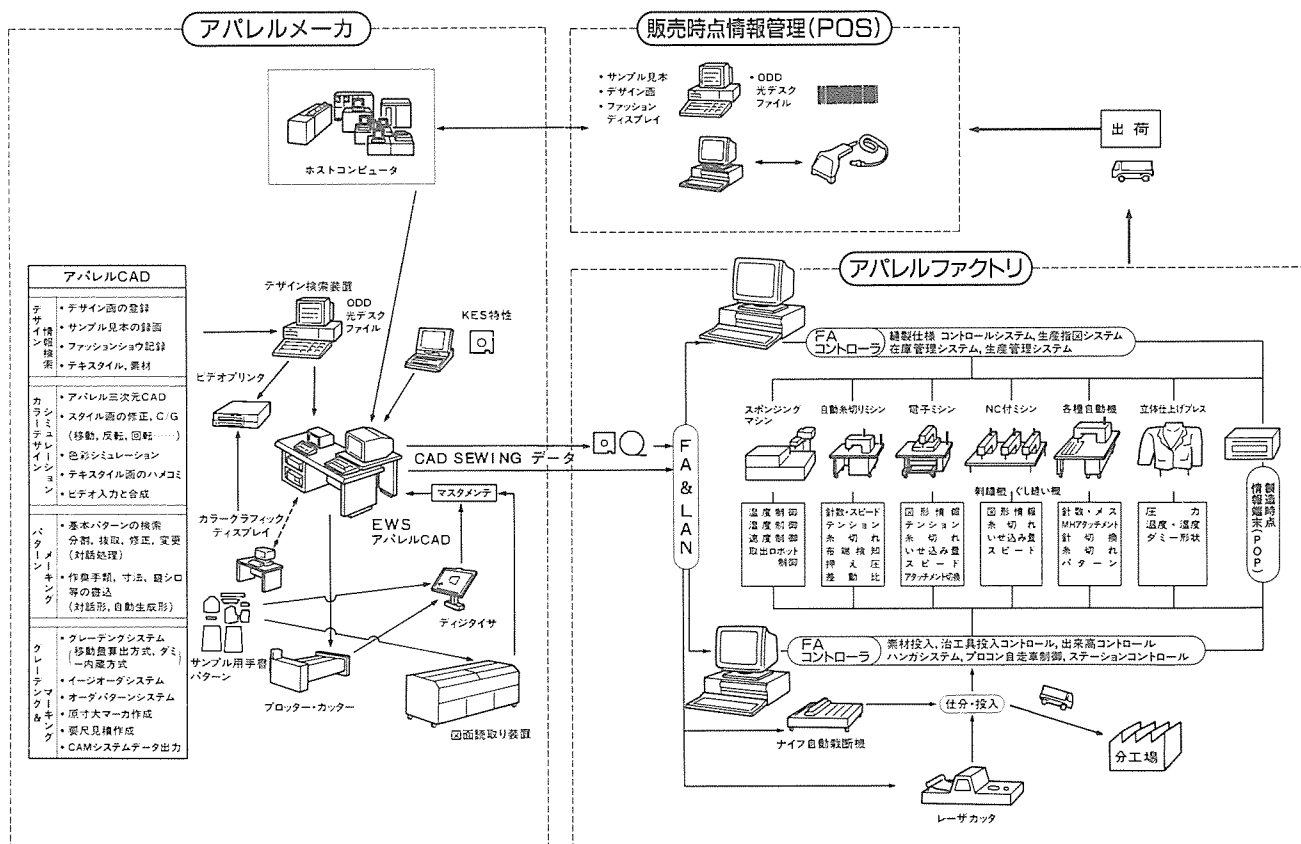


図1. アパレルFAの概念

最近のエレクトロニクス技術、情報通信技術の発展は、あらゆる産業分野において、ハード・ソフトの両面で技術革新が著しく、この分野でも、アパレル固有の幾多の難条件を克服して、大きく改革が進められている。わけても川上にあたるアパレル企画段階での二・三次元CADの高度な実用化、川下である流通・販売段階でのPOS（販売時点情報端末システム）やVAN（付加価値通信網）の導入では、他産業分野に勝るとも劣らない先進企業も少なくない。

しかしながら、物づくりの基盤となる川中、“縫製ファクトリー”の実態は、柔軟素材のハンドリングの難しさも災いして、他産業分野の物づくり合理化、自動化などのレベルと比較したとき、著しく立ち遅れていることは否めない。

1982年から9年の歳月と80億円余の開発費をかけた工業技術院“自動縫製システム”プロジェクトは、縫製分野の合理化立ち遅れをばい回すべく、“柔らかさへの挑戦”として、国内有力メーカーの総力をあげて取り組み、1991年1月モデルプラントの公開をもって完了した。

このプロジェクトの数々の成果は、既に一部実用化の域にあるが、立ち遅れていた縫製分野の合理化、自動化に大きく寄与するであろう。

### 3. 三菱インテリジェントソーイングシステム

当社は、FA技術のキーコンポーネントとなるプログラマブルコントローラ《MELSEC》シーケンサのトップメーカーとして、各種産業分野のFA化に大きく貢献してきた。

1989年、《MELSEC》シーケンサシリーズの最上位機種として“LM7000 FAコントローラ”（図2）を発売した。この製品は、

- (1) 中小規模の事業所が圧倒的に多い。
  - (2) 商品を構成する部材点数が比較的少なく、構成レベル（Structure）が浅い、すなわち工程数が短い。
- などの特質を持つアパレルファクトリーのFAコンピュータとして最適な数々の機能を

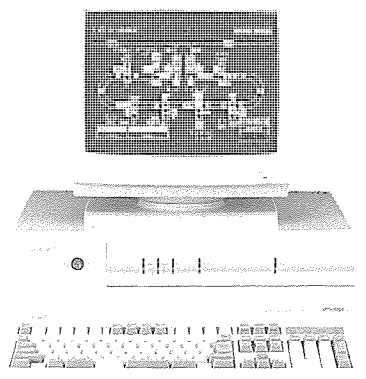


図2. “LM7000コントローラ”

具備しており、FAのキーツールと呼べる。

三菱インテリジェントソーイングシステムは、LM7000 FAコントローラ（以下“LM7000”という。）を核に、新発売の次世代電子ミシン“PLK-Aシリーズ”並びに新開発の“インテリジェントハンガーシステム”を結合させた複合ソーイングシステムであり、その開発コンセプトを次に示す。

- (1) 縫製の基本は人にあり、機械の役割と人の役割をわきまえ、いたずらに全自動化を追わない（オペレータ側からもアクセスできる双方向対話形POP（Point of Production）の導入）。
- (2) 縫製機器は極力インテリジェント化を図り、オペレータの脱技能、省力、出来栄え均一化を進める。
- (3) 縫製付帯作業（マテハン、段取替え、故障診断、加工情報のダウンロードなど）の効率化を助けるハード・ソフトの充実。
- (4) 既存システムや上位システムとのリンケージを易しくするシステム作り（“縫製生産管理システム”ソフトの取り込み、CAD/CAMシステムとのリンケージ、電子ミシン群、集中制御のためのインタフェース（RS-232C）機能の付与）。

#### 3.1 システム構成

JIAM'90に出展した三菱インテリジェントソーイングシステムは、異なるデザインの5種類のオリジナルエプロン（ポケットの形・数・飾りステッチ種類などの組合せで延べ160種のバリエーション）（図3）を、会場一角に設けた“総合プレゼンテーションコーナー”（図4）で受け付け、LM7000に

**デザインエプロン 受承り票**

※印内の英数字がお好みで選び頂ける項目です。  
ご自由に選択し○印を付けて下さい。  
なお素材が欠品の際は他のエプロンにかえてさせて頂きます。

管理No. \_\_\_\_\_

取次店（代理店）またはお訪先 \_\_\_\_\_

行番	フリガナ（カタカナまたは漢字）					受 付		受付担当	
01						年	月	日	
02	性	名				出来上り予定		手配数	後送
						年	月	日	枚
03	ネームステッチ（英字）（10文字）					イニシャル	サイズ	オーダーNo.	タグNo.
04	品名（ ）	④（アカシロ）	④（キナリ）	④（ハナガラ）	④（デニム）	④（キリカエシ）			
05	デザイン								
06	身 頃 材 料	①カッパギ	①カッパギキナリ	①T/Cプリント花柄	①デニム	①T/C			
07	身 頃 色	①赤 ②白	①キナリ	①ボジ ②ネガ	①濃紺	①赤黒キリカエシ			
08	ポ ケ 形 状	①	②	③	④	⑤			
09	ポ ケ 色	1赤 2白	1共布	1ボジ 2ネガ	1共色	1赤 2黒			
10	ポ ケ 口	1白 2黒	1共布	1ネガ 2ボジ	1共色	1赤 2黒			
11	口（裾）ひも	1白 2黒	1共布	1ネガ 2ボジ	1共色	1赤 2黒			
12	口（裾）ひも	1白 2黒	1共布	1ネガ 2ボジ	1共色	1赤 2黒			
13	ネームステッチ	①あり ②なし	①あり ②なし	①あり ②なし	①あり ②なし	①あり ②なし			
14	イニシャル	①あり ②なし	①あり ②なし	①あり ②なし	①あり ②なし	①あり ②なし			
15	かざり	①あり ②なし	①あり ②なし	①あり ②なし	①あり ②なし	①あり ②なし			

図3. オリジナルエプロンの組合せ例

よる受注処理、オーダーエントリー（アパレルメーカーでのオーダー品受注業務相当作業）を行い、ブース内のインテリジェントソーイングシステムラインで、一着流し、混合生産のデモンストレーションを試みたものである。

図5はラインレイアウトと機種構成を示す。

システムは、2台のLM7000と《MELSEC》シーケンサをコントローラとして、8箇所のソーイングステーションに配した15台の縫製機器、8台のPOP端末器、及び非接触形高速リード/ライトデータキャリアTAGを装着した70本のハンガークランプを持つハンガーシステムを《MELSEC-NET/MINI》を介して光ケーブルでネットワークした模擬LANを構築している。図6はシステムの機能ブロック図を示す。

### 3.2 LM7000 コントローラ

LM7000はFAコントローラとして必要な“モニタリング機能”、“パソコン機能”、“GPP機能”を徹底追求した32ビットスーパーコントローラであり、コストパフォーマンスの高さとともにアパレル業界の特質にマッチした機能は、正に“アパレルFAコンピュータと呼ぶにふさわしい。図7に、アパレルFAへのアプリケーション業務の一例を示す。

#### 3.2.1 パソコン機能の利用

(1) 展示会場では、#1 LM7000（親局）のパソコン機能を用いて、エプロン受注仕様書（受承り票）のスペック展開、オーダーエントリー、縫製仕様書の作成、縫製加工基準情報の自動生成などを行い、ハンガーシステムの#2 LM7000（子局）へ光伝送し、ハンガーシステムの統括制御及び各ソーイングステーションのミシン群とPOP端末の情報制御を行っている。

図8はオーダーエントリーで自動生成された“縫製仕様

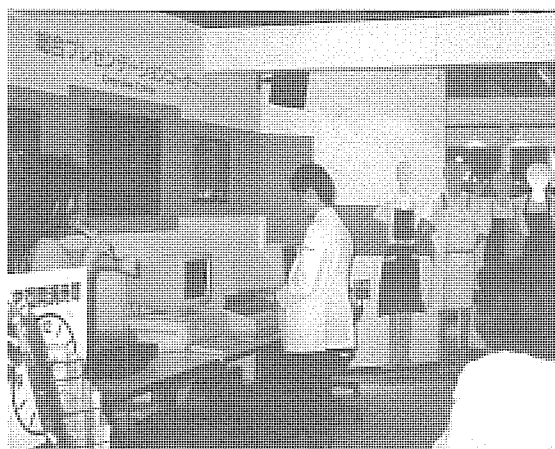
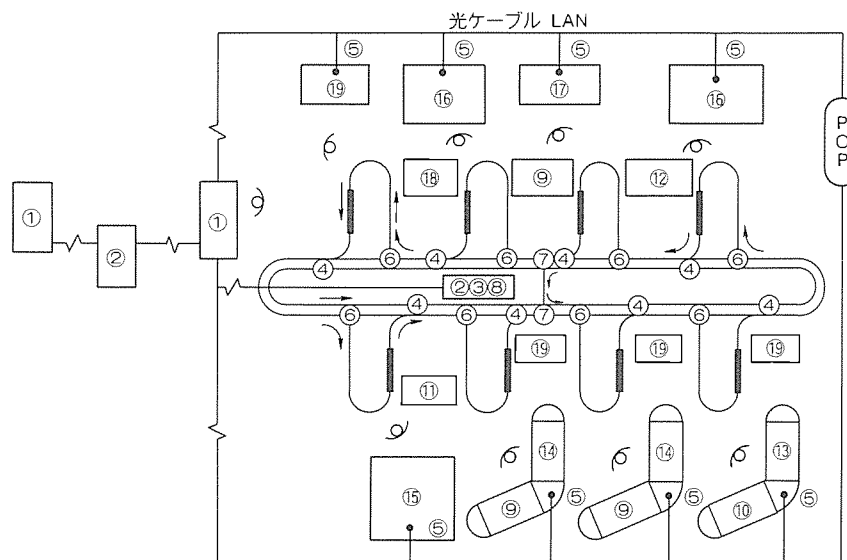


図4. 総合プレゼンテーションコーナー



#### ■システム構成例

##### 1. 情報制御システム

- ①LM7000コントローラ……………2ユニット
- ②MELSEC-NET/MINI……………2ユニット
- ③MELSEC Aシリーズ・シーケンサ……………512点
- ④ハンガークランプ識別システム……………8ユニット  
(非接触高速リードライトシステム)……………70キャリア
- ⑤POP  
AJ35PT-OPB-M1操作箱(LM7000用)……………8ユニット

##### 2. インテリジェント・ハンギングシステム

- ⑥分岐ユニット……………8ユニット
- ⑦短絡ユニット……………1ユニット
- ⑧コンベヤ速度制御三菱インバータ FR-AZ020 0.4KP…  
……………1ユニット

##### 3. 縫製機器

- ⑨LS2-1180 1本針本縫自動糸切ミシン……………3台
- ⑩LS2-2210 1本針本縫送り自動糸切ミシン……………1台
- ⑪LT2-250 2本針角縫自動糸切ミシン……………1台
- ⑫LG2-3370 本縫差動上下送り自動糸切ミシン……………1台
- ⑬オーバロックミシン(ヤマト)……………1台
- ⑭インタロックミシン(ベガサス)……………1台
- ⑮PLK-A3530 電子ミシン……………1台
- ⑯PLK-A2016 電子ミシン……………2台
- ⑰FLK-A1006 電子ミシン……………1台
- ⑱PLK-03CB 電子ボタン付けミシン……………1台
- ⑲アイロン台(ハシマ)……………4台

図5. インテリジェントソーイングシステムの構成

書”の一例を示す。

(2) 当社では三菱パソコン《MULTI 16》や《MAXY》を用いた縫製工場生産管理システム“RADICAL2000”を発売、好評を博してきた。今般のインテリジェントソーイングシステムでは、LM7000パソコン機能に、RADICAL2000の主要ソフトウェア機能を持たせることにより、物・人・金

(コスト)の総合的な把握を可能とした。

### 3.2.2 モニタリング機能

ブース内のLM7000親局では、ブース全般の縫製機器の稼働状況をモニタリングするとともに、インテリジェントソーイングシステム内のLM7000子局を介して、ハンガーライン内の縫製機器稼働状況、オーダーエプロンの作業進捗状況検索、各ステーション、オペレータの出来高、作業能率データの自動収集、ライントラブル、欠品情報等をリアルタイムに把握することができる。

図9はハンガーライン内における各ステーションのモニタ画面の一例を示す。

### 3.2.3 製造基準情報のコントロール

最近の各種縫製機器の多くは、センサ、アクチュエータ、表示器サーボ等の制御デバイスがI/O点数で、数十点に及ぶものも少なくない。アパレルFAでは、これらの縫製機器を“加工セル”とみなし、《MELSEC-NET》シーケンサシステムを介して、LM7000により、ライン内縫製機器の運転、加工基準情報を集中制御することにより、図1に示すアパレルCIM (Computer Integration Manufacturing) に一歩近づけることができる。

会場システムでは、PLK-Aシリーズ電子ミシンによるエプロンポケット縫付け、ステッチ模様しゅう、お客様のイニシャルネームしゅうプログラムデータなどの加工情報を、縫製ワークの作業ステーション投入に同期して、当該ミシン群へ加工プログラムをダウンロードする。また、ミシン側のオペレータPOP端末器には、オペレータへの作業指示(オーダーNo, 作業工程, 使用設備など)や、作業条件(使用ミシン針, 糸, 押工治具No, 注意事項などを表示し、ペーパーレス生産化を図っている。

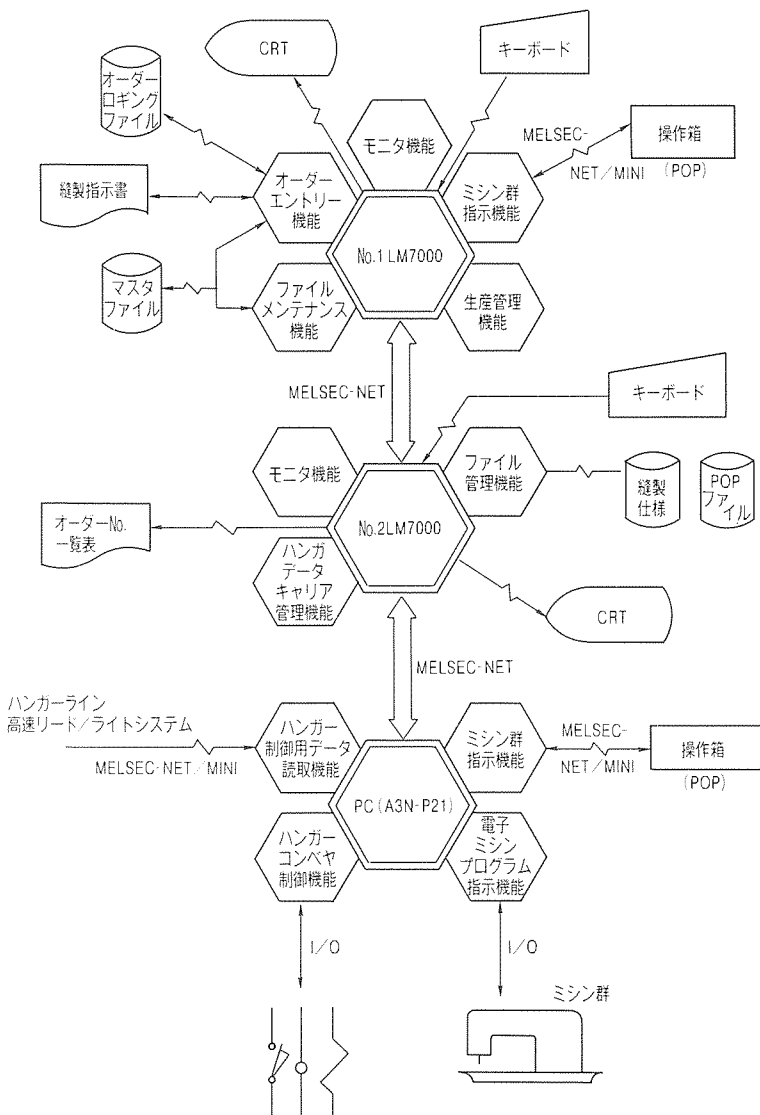


図6. 機能ブロック図

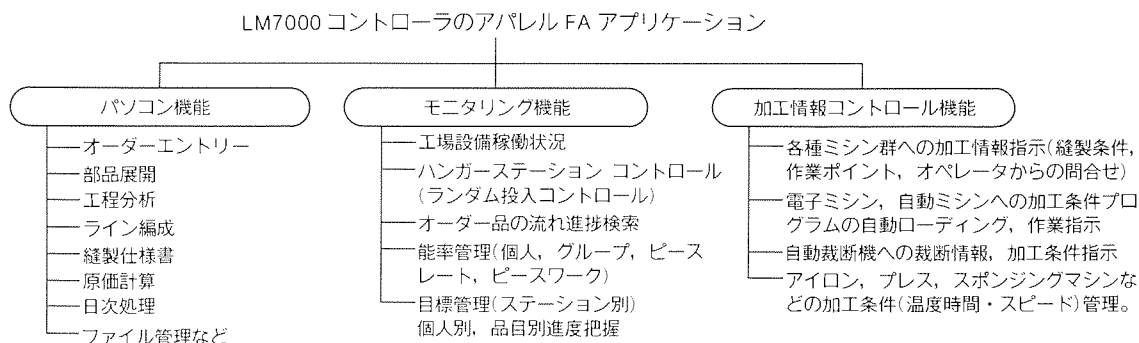


図7. “LM7000コントローラ”のアパレルFAアプリケーション



***** 縫 製 仕 様 登 録 用 紙 *****					発行 90/05/25														
御注文元 [MEF SAMA]		品名 [ナリ]		オーダーNo [S158]-[1]		クマNo [ ]		手取数 [1]											
本身頃色 [ナリ]		左身頃色 [ナリ]		右身頃色 [ナリ]		上身頃色 [ナリ]		下身頃色 [ナリ]											
ポケット形状 [シカク 2コ]		ポケット色 [トモイロ]		ポケット口色 [トモイロ]		肩パッド色 [トモイロ]		腰パッド色 [ナリ]											
ネームステッチ [HIGASHI]		フロックラベルコード [BAAAAAA.PRC]				イニシャル刺繍 [ ]		素材 [カツラキナリ]											
飾りステッチ [ペンキシン]		ワンポイント [ナシ]		ネームマーク [Mネームマーク]		サイズ総丈 [ ] Cm		ウェスト [ ]											
レベル STN		ハーツ		工程		設備略号		標準時間 (秒) (STN内)		作業表		指示							
NO		略号		品名		略号		名称		H1		H2		H3		H4		H5	
1	01	05B	ミコ"ロ	モノ"ラム ステッチ	P2016	100		70-300PH14	111"ン	A02	H6								
2	02	02B	スソ ミコ"ロ	ミツマキ	S1180	220		60-20ミツマキ	DBH14	3	STD								
3	01	07B	ミコ"ロ	ネームステッチ	P2016	100		70-30 DPH14	シット"ウ	A01	シット"ウ								
4	01	01B	ポケット (シカク)	ポケット"ツイ	T2250	100		100-30ク"ン"イサ"DBH18	3.5	STD									
5	01	04A	ムネ"ラ、ク"ワ"ラ	ステ"イ	Z6003	60		40	DC1H14	3	STD								
6	10	03B	カ"ク"フ"チ"ハ"ルト"ツ"ク	カ"ク"フ"チ"ハ"ルト"ツ"ク	S1180	180		60-20ク"ン"イサ"DBH14	3	STD									
7	11	04B	ル"フ"ツ"ク	アイロン"ツ"ク、ステッチ	S1180	130		60-20ク"ン"イサ"DBH14	3	STD									
8	12	07A	ムネ"ヒ"ヒモ	ホ"ク"ン"ツ"ク	P03CB	20		60-300PH11	STD	STD	STD								
9	13	08A	カン"セ"ヒン	ケン"タ"シ"ア"ク"ク	H1350	120		200	ヒ"タ"ク"イ										
						合 計													
						時 間		1030秒											

図8. オーダーエントリーで自動生成した縫製仕様書の一例

一方、POP端末は、オペレータ側からの仕掛欠品、不良情報の吸い上げ、オペレータ自身の出来高や、中間の能率が検算・把握できる双方向通信を可能とした。

図10は電子ミシンに取り付けられたPOP端末器、図11はPOP端末器の画面ディスプレイの一例を示す。

### 3.3 インテリジェント ハンガースystem

(1) 新開発のハンガースystemは、すべてのハンガークランプに非接触形高速リード/ライトデータキャリアTAG (メモリ64バイト) を装着し、ライン投入から完了回収までの各作業ステーションのコントロールとクランプ (ワーク) の在場、仕掛状況をリアルタイムに把握でき、物と情報の完全一致を図っている (図12)。

(2) ハンガークランプの搬送は全ステーションにバイパス用分岐ユニットを設け、オーダーエントリーで生成された縫製仕様書の必要手順を最短工程で自動巡回し、全工程を完了するまで出入りを繰り返す制御方式とした。

(3) 各ステーションには最大7個のハンガークランプまでを受入れ、オペレータのアイドル発生や、負荷バランスを考慮するとともに、“作業レベル”が同一の縫製作業工程には、手順と関係なく、負荷 (仕掛) が少なく、最も搬送効率の良いステーションへ優先投入するレベルコントロールを行うことにした (例えば、身ごろ (頃) へのポケット付けと三巻縫いのどちらから作業着手してもよいデザインであれば、最も近く、仕掛の少ないステーションへ優先投入)。

(4) 更にハンガースystemには搬送効率をあげるため、中央部にショートサーキット モジュールユニットを設け、クランプの途中Uターンを可能としている。このユニットはハンガークランプのステーション数に合わせ、適宜組み込むことにより、搬送経路の短縮、効率化を図ることができる。

クランプの搬送経路はクランプにつけられたデータキャリアを介し、LM7000子局によってモニタされ、最適制御されている。

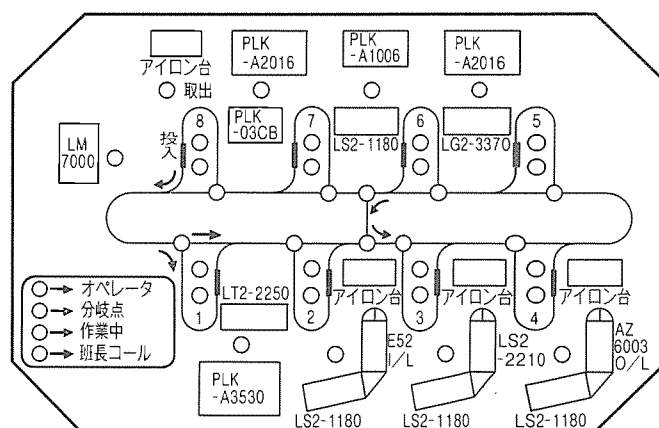


図9. ハンガークランプのモニタ画面

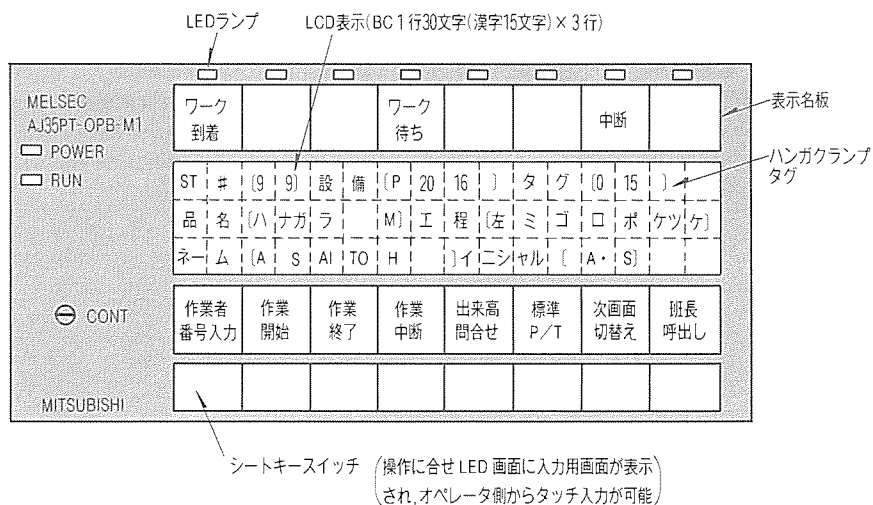


図10. 電子ミシンに取り付けられたPOP

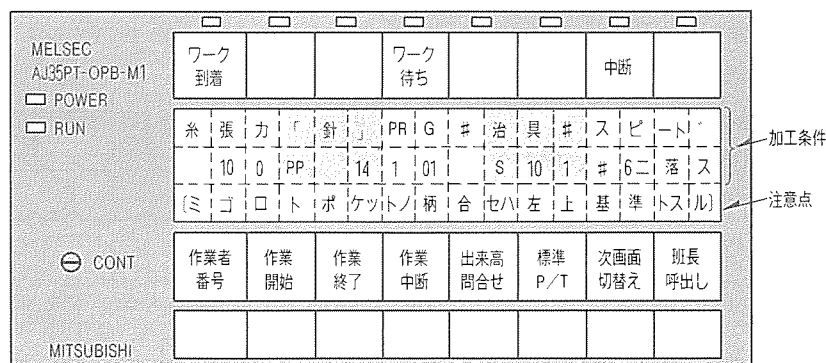
## 4. む す び

以上、アパレルファクトリーを取り巻くFA ニーズと近未来ソーイングシステムの一つとして、“三菱インテリジェントソーイングシステム”の概要、コンセプトを紹介してきた。

このシステムは、JIAM '90 という制約の中で、展示会を意



(a) ワーク到着に合わせ表示されるPOP第1画面の表示例



(b) 次画面キー操作で表示される作業条件の表示例

図11. POPディスプレイの一例



図12. インテリジェント ハンガーシステム

図したデモ内容となったが、従業員20～30名の高付加価値アパレル(婦人、子供衣料、スポーツ衣料など)の多品種少量、短サイクル生産を指向するアパレルファクトリーをイメージした“新生産システム”提案である。

本稿が新時代を迎えつつあるアパレルファクトリーのFA化・CIM化検討の一助となれば幸いである。

## 参 考 文 献

- (1) 汎用シーケンサ《MELSEC》特集, 三菱電機技報, 64, No. 7, 2～46 (1990)
- (2) 革新技術導入による都市型縫製工場モデルプラン(大阪府被服工業組合 (1988-3))

# 電子パターン縫いミシン“PLK-A シリーズ”

山根 巖\* 尾崎 務\*\*\*  
西沢吉史\*  
丸山寿一\*\*

## 1. ま え が き

縫製業界における自動化は、実現可能な縫製工程の半自動化から始まり、次第に縫製素材のマテハンも含んだ専用機化が進んできた。大量生産向けとしての自動機・専用機は、各種のカム機構による特定形状及び倣いによる定形状がほとんどであった。

しかし、1980年代に入って縫製業界を取り巻く環境が大きく変化してくると、汎用性のある安価で多品種少量生産に対応し、しかも複雑な形状の縫製が可能な脱技能化を目指す自動縫いミシンが強く要望されるようになった。ここにおいて、マイクロプロセッサ応用のいわゆる電子パターン縫いミシン（以下“電子ミシン”という。）が製品化されるに至った。この一連の流れを図1に示す。

縫製工程の中では、汎用ミシンの占める割合が今だ大半であるが、今後自動化の難易性・投資効率を基準に各工程が見直され、順次専用機化・自動機化に向かうのは必至である。

本稿では1980年から発売している電子ミシンの第二世代として開発・製品化した“PLK-A シリーズ”を紹介する。

## 2. 開発のねらい

表1は、PLK-A シリーズを開発するに当たって、市場の要望事項（要求品質）の高い順にまとめたものである。この

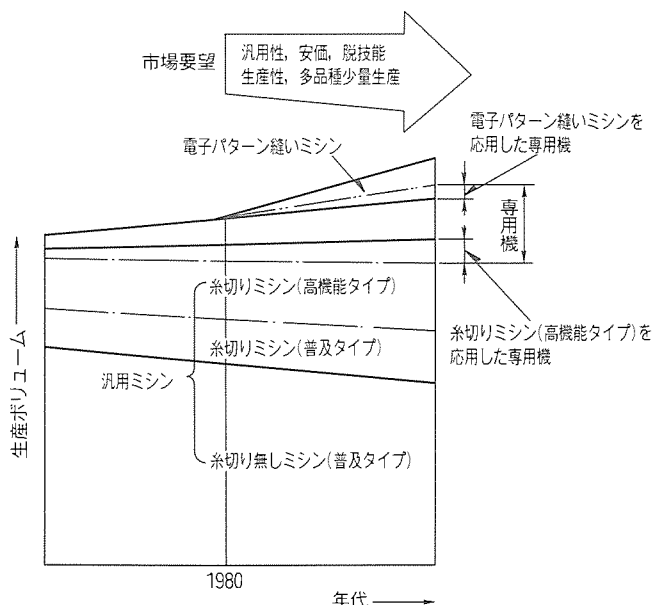


図1. 縫製機械の推移と今後の傾向

要求品質から重要度を検討し、次の項目を開発のねらいとした。

- (1) 縫製速度をアップし、生産性の向上を図る（目標：従来比1.5倍以上）。
- (2) 操作パネルを利用し、縫製パターンデータの作成・修正を可能とする。
- (3) 外部機器からのコントロールを可能とし、自動機化に対応可能とする。
- (4) 縫製エリアのシリーズ化を図り、用途範囲の拡大を図る。
- (5) 故障診断機能・エラー検知機能を搭載し、メンテナンスの容易化と信頼性の向上を図る。
- (6) 高分解能化（XY テーブル）によって縫い目の見栄えを向上する。

## 3. 構成・動作原理・用途例

### 3.1 構成

一般に電子ミシンは、大別して縫い目を形成するミシン頭部と、これをコントロールする制御盤で構成している（概略を図2に示す）。ミシン頭部は、縫製物をは（把）持する外

表1. 電子パターン縫いミシンに対する要求品質

番号	一次機能	二次機能
1	使いやすい	<ul style="list-style-type: none"> <li>データ作成・修正が容易</li> <li>調整範囲が広い</li> <li>部品交換が容易</li> <li>縫製物のセットが容易</li> <li>オプションが豊富</li> <li>押さえ交換が容易</li> </ul>
2	生産性が向上	<ul style="list-style-type: none"> <li>空送りと縫い速度が速い</li> <li>高速で縫う</li> </ul>
3	用途範囲が広い	<ul style="list-style-type: none"> <li>縫製エリアの種類が充実している</li> <li>縫製パターン数が多い</li> </ul>
4	美しく縫える	<ul style="list-style-type: none"> <li>糸締りが良い</li> <li>目飛びがない</li> <li>縫い目のよたれがない</li> <li>分解能が小さい</li> </ul>
5	LCA*に対応	<ul style="list-style-type: none"> <li>外部からのコントロールが可能</li> <li>多くの出力をもつ</li> </ul>
6	信頼性が高い	<ul style="list-style-type: none"> <li>誤動作しない</li> <li>エラーを検知できる</li> <li>電子・電気部品がこわれにくい</li> <li>押さえが破損しない</li> </ul>

注 \* Low Cost Automation

押さえと送り板・XY テーブル(頭部内蔵)を持つ。一方、制御盤は、縫製パターンを記憶する装置、各種アクチュエータ出力部、センサ入力部、XY テーブル駆動モータ用ドライバ及びCPU を含み、全体を制御するコントロール部で構成する。

### 3.2 動作原理

電子ミシンの送り機構は、針の上下動とリンク機構で結合している汎用(本縫い)ミシンと異なり、機構(XY テーブル)が独立し、ステッピングモータによって駆動する。縫製物はミシン頭部に内蔵のXY テーブルの可動部と連結している外押さえと送り板との間に挟持される。すなわち、針の上下動と送り機構は電氣的に結合しており、針が縫製物を貫通している間、XY テーブルは停止、針が抜けた時点から次に針が縫製物に入り始める時点までの間に所定の縫い目長さ分移動する。

縫製開始指令によってあらかじめ作成した縫い速度、縫い目長さなどの縫製データ(フロッピーディスク又はROM の記憶媒体に保管、実行時にRAM へ転送)に基づき、上軸の回転(針の上下動)が始まる。上軸に取り付けられている検出器の下位置信号が出た後に縫い目長さに応じたパルス列を送出し、XY テーブルを1 針分だけ移動する。

この一連の動作を連続的に繰り返すことにより、縫製物上に縫製パターンを形成する。なお、記憶媒体に記憶された縫製パターンデータは、別途入力手段によって作成する。

図3はXY テーブル移動と針モーション及びXY テーブルを駆動するためのパルス信号の関係を表した図である。針先が縫製物面から抜け出した後、XY テーブルはパルス信号の発生によって移動を開始する。パルス信号を送出完了した時、しかも1 針分の縫い目長さ分移動を完了した時点で振動は減衰していき、やがて静止する。そのXY テーブル静止状態において針は縫製物を貫通し、縫い目を形成して、1 サイクルが終了する。

### 3.3 用途例

電子ミシンの用途例を図4に示す。いずれも汎用ミシンを使用する場合には、熟練者でないと縫製が難しい工程である。いずれも比較的縫製素材のセットの容易な部分が電子ミシンでの作業に置き換わっている。

## 4. PLK-A シリーズの概要

### 4.1 仕様

従来機種(PLK シリーズ)と今回開発したPLK-A シリーズの仕様比較を表2に示す。特に縫製速度では、縫い目ピッチ長さごとに送りパルス配列を変化させ、以下の2項目について改善した。

(1) 最高縫い速度2,000 針数/分における縫製可能縫い目

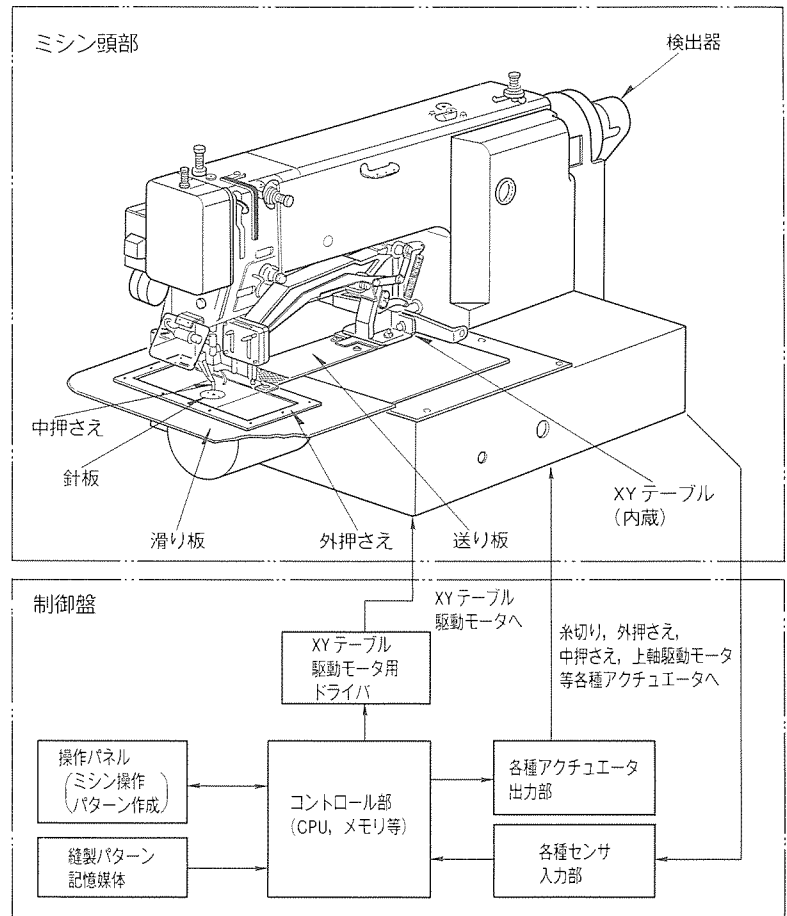


図2. 電子パターン縫いミシンの構成

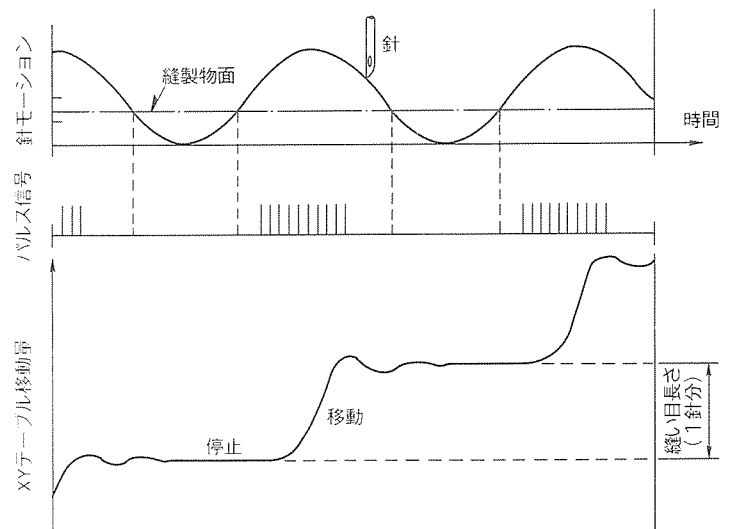


図3. XYテーブル移動モーション

長さを2.0mm から3.0mm へ1.5 倍とした。  
(2) 空送り速度を100mm／s から200mm／s へ2 倍とした。

4.2 構 成

図5にハードウェア構成、図6に動作手順を示す状態遷移、図7にはXY テーブル部の構造を示す。マイクロプロセッサは、演算処理機能強化のため従来の8ビットCPU (8085) から16ビットCPU (80186) に変更した。さらに、リアルタイム マルチタスク処理機能を持つMTOS<sup>(注1)</sup> (Multi Task Operating System) をOSとして採用した。

XY テーブルについては、高速間欠駆動実現のために軽量化を図り、XY 各軸分離独立構造とした。

4.3 性能・機能

PLK-A シリーズとして、付加又は向上した性能・機能について以下に示す。

(1) 縫製速度の向上

縫製速度を向上する手段として、XY テーブルの間欠移動の高速化を図った。

図8は、XY テーブルをモデル化した図で

(注1) MTOS は米国 IPI 社の商標である。

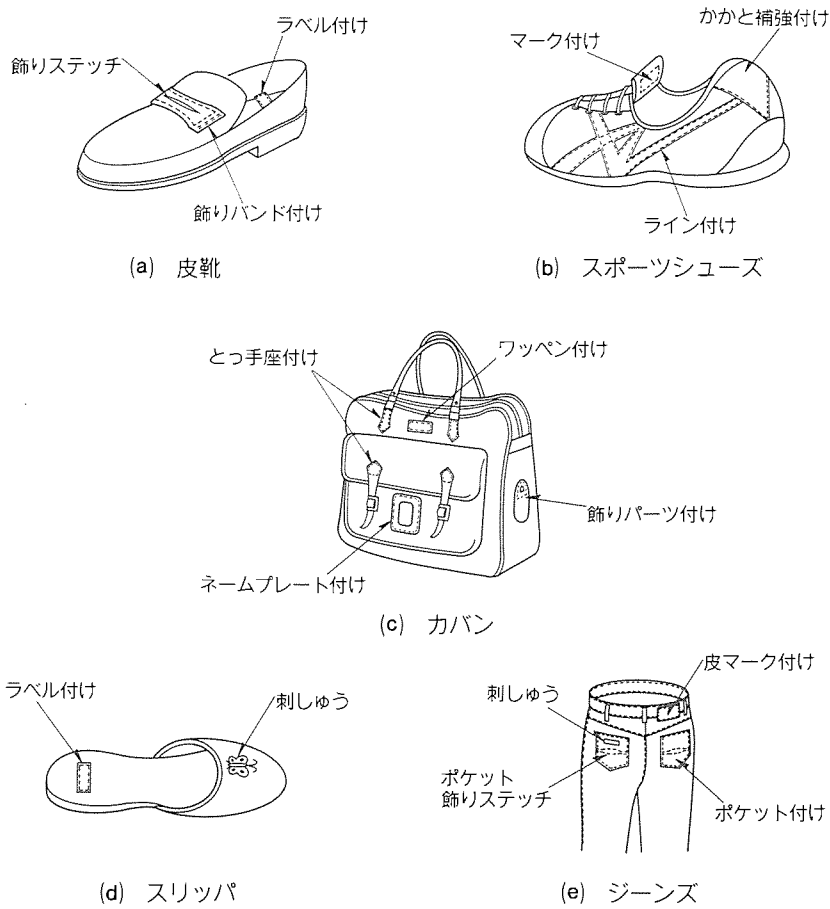


図4. 電子パターン縫いミシンの用途例

表2. 仕様比較一覧

	PLK-A シリーズ (PLK-A2016)		従来の PLK シリーズ	
	縫い速度(針数/分)	縫い目ピッチ(mm)	縫い速度(針数/分)	縫い目ピッチ(mm)
縫 い 速 度	2,000	0.1～ 3.0	2,000	0.2～2.0
	1,820	3.1～ 3.5	1,800	2.2～2.6
	1,670	3.6～ 4.0	1,550	2.8～3.2
	1,430	4.1～ 4.5	1,300	3.4～3.8
	1,250	4.6～ 5.0	1,100	4.0～4.6
	1,000	5.1～ 6.5	—	—
	800	6.6～ 9.0	850	4.8～5.2
	600	9.1～12.7	600	5.4～6.2
空 送 り 速 度	200mm／s		100mm／s	
記憶媒体及び 記憶模様数 記 憶 針 数	3.5" FD 最大150模様 最大36万針 PROM(オプション)最大16模様 最大8,000針		PROM 最大10模様 最大4,000針	
分 解 能	0.1mm		0.2mm	
操 作 性	LCD によるメッセージ表示機能 操作パネルをミシンテーブル上に取付け		エラーメッセージ用 LED 2 個 操作パネルを制御盤(ミシンテーブル下)取付け	
縫い模様データ 作成 機 能	有り		無し	
故障診断機能	有り		無し	
シ リ ー ズ 化	縫製エリア 小型 50mm× 40mm }		縫製エリア 小型 50mm× 30mm }	
	大型 600mm×300mm		大型 250mm×200mm	
	合計 13機種		合計 7機種	

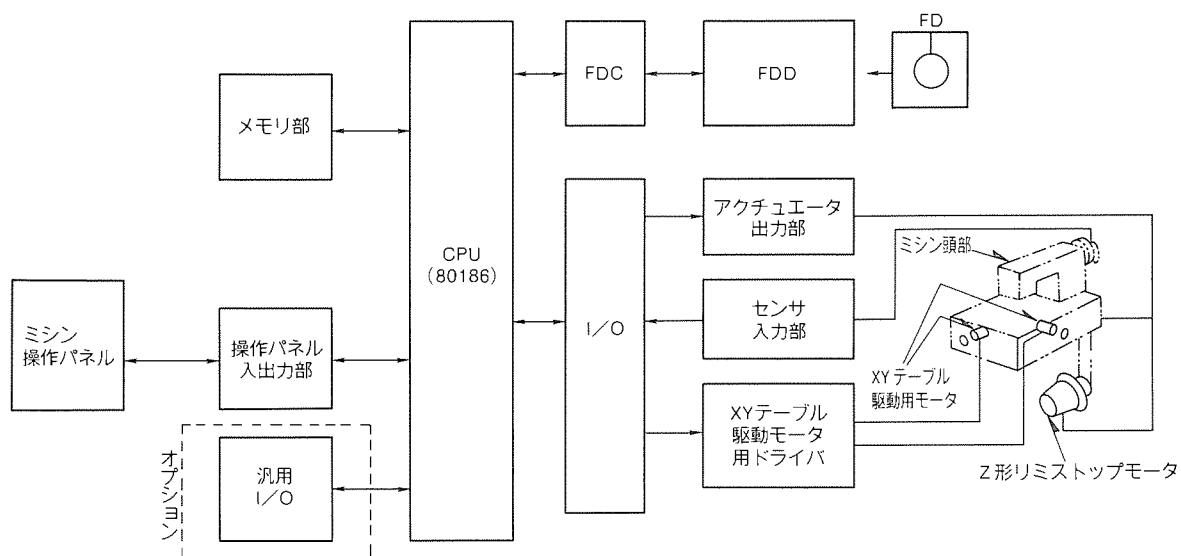


図5. ハードウェア構成

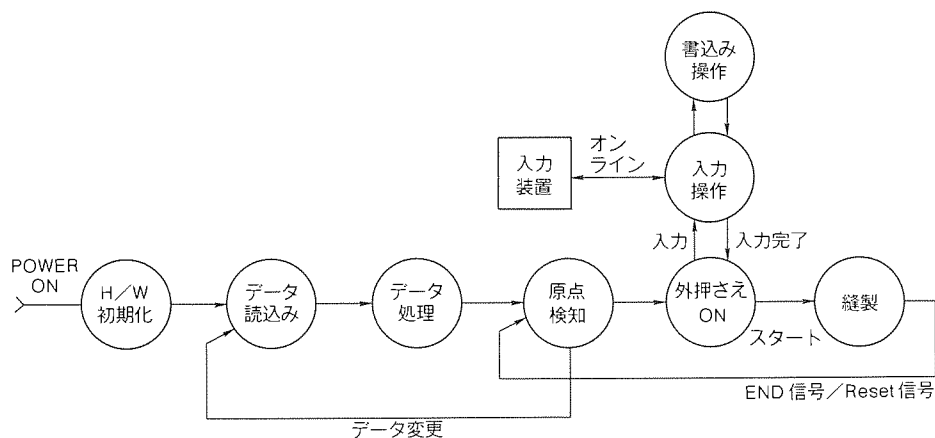


図6. 状態遷移図

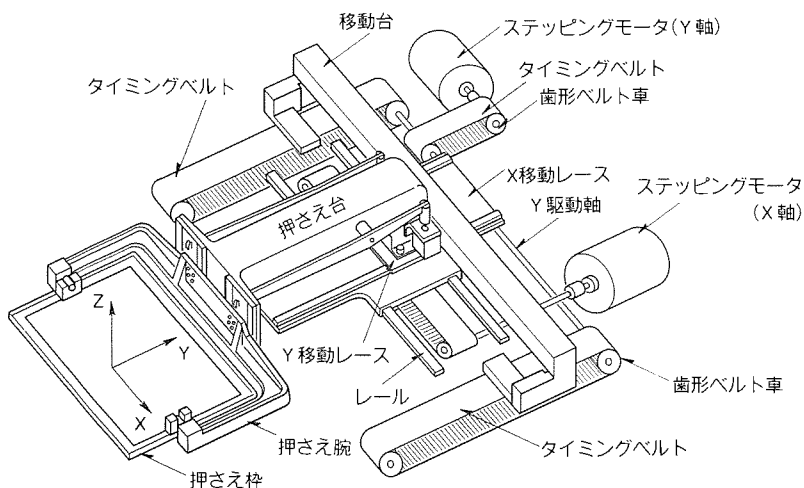


図7. 機構(XYテーブル部)構成

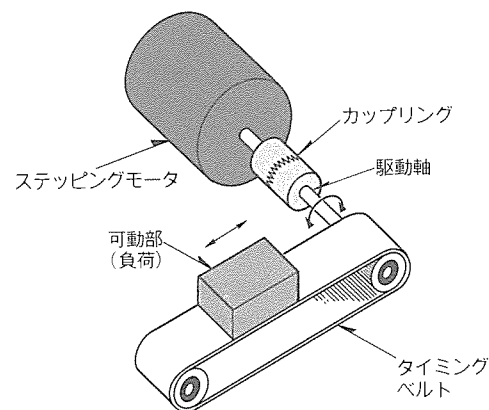


図8. 電子ミシンのX-Y駆動機構モデル

ある。ステッピングモータの軸回転を、カップリング及びタイミングベルトにより、可動部(XYテーブル)の直線運動に変換する。この駆動系の運動は、次式のように表される。

$$m \frac{d^2x}{dt^2} + \alpha \frac{dx}{dt} + Kx + F_u = f(T_m, x)$$

ここで  $x$  : 可動部の変位  
 $m$  : 可動部の質量  
 $\alpha$  : 駆動系の減衰係数  
 $K$  : 駆動系の弾性係数  
 $F_u$  : 駆動系の摩擦力



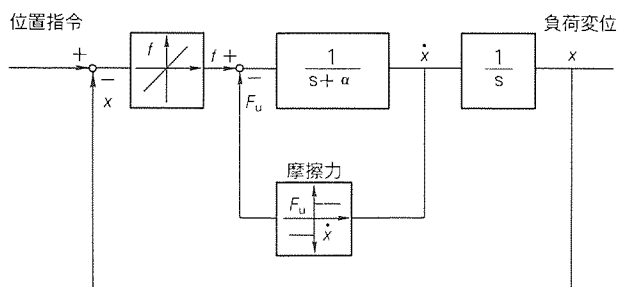
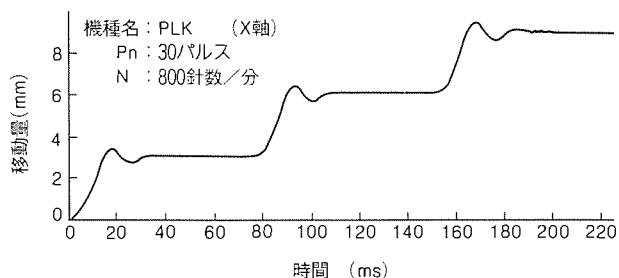
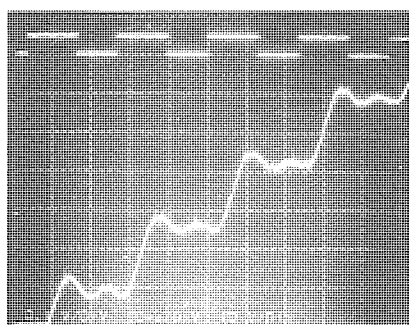


図9. XYテーブルモデルのブロック図

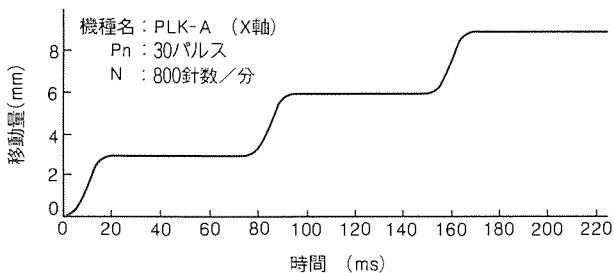


(a) シミュレーション

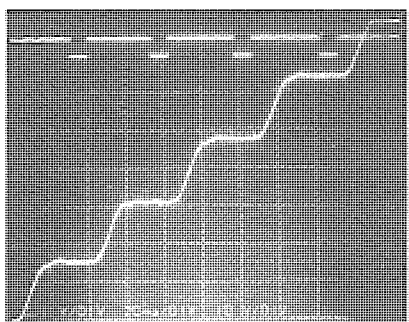


(b) 実 測

図10. XYテーブルの可動部駆動状態(従来シリーズ)



(a) シミュレーション



(b) 実 測

図11. XYテーブルの可動部駆動状態(PLK-Aシリーズ)

$T_m$ : ステッピングモータのトルク

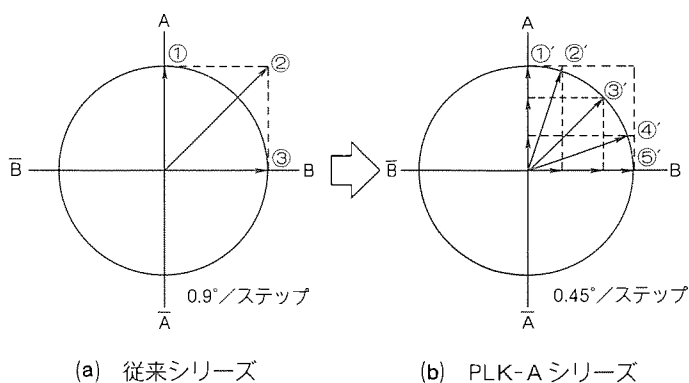
$f$ :  $T_m$  と  $x$  による強制振動項

図9は、図8に示すモデルのブロック図である。

次に、図8に示したモデルの可動部動作のコンピュータによるシミュレーション結果と実測による結果の比較について示す。図10に従来シリーズ、図11にPLK-Aシリーズでの結果を示す。

図10に示す従来シリーズの駆動方法は、ミシンの上軸に取り付けられている検出器の速度信号を用いていた。したがって、移動量・移動時間により、停止時大きく振動する場合がある。この残留振動は、縫い目の美しさを損なうばかりでなく、ミシンが高速回転となった場合、(1縫製サイクルが短くなった場合) 次の可動部の移動動作に影響し、ステッピングモータの脱調を引き起こす。このため、従来シリーズの駆動方法では、この残留振動が、縫製速度向上の大きな妨げとなっていた。

PLK-Aシリーズでは、可動部の移動終了後の振動が極力小さくなるようスローアップ スローダウン駆動指令パルスを設定した。これにより、縫製サイクル時間が短くなってもステッピングモータの脱調は発生せず、縫製速度の向上を図ることが可能となった。この状態を図11に示す。



(a) 従来シリーズ

(b) PLK-Aシリーズ

図12. ステッピングモータのトルクベクトル

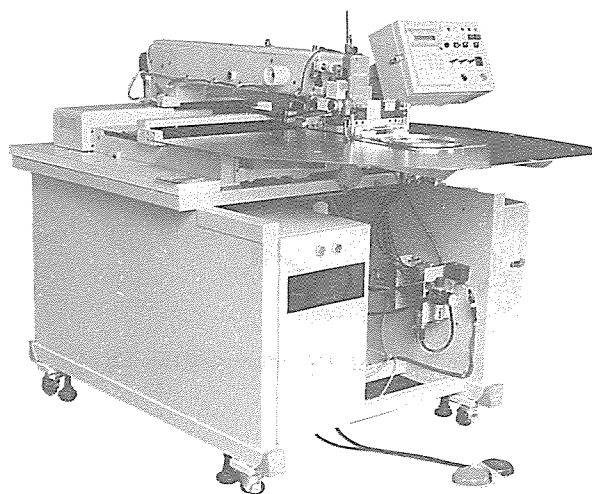


図13. エアバッグ縫い電子ミシンPLK-A3530-ABの外観

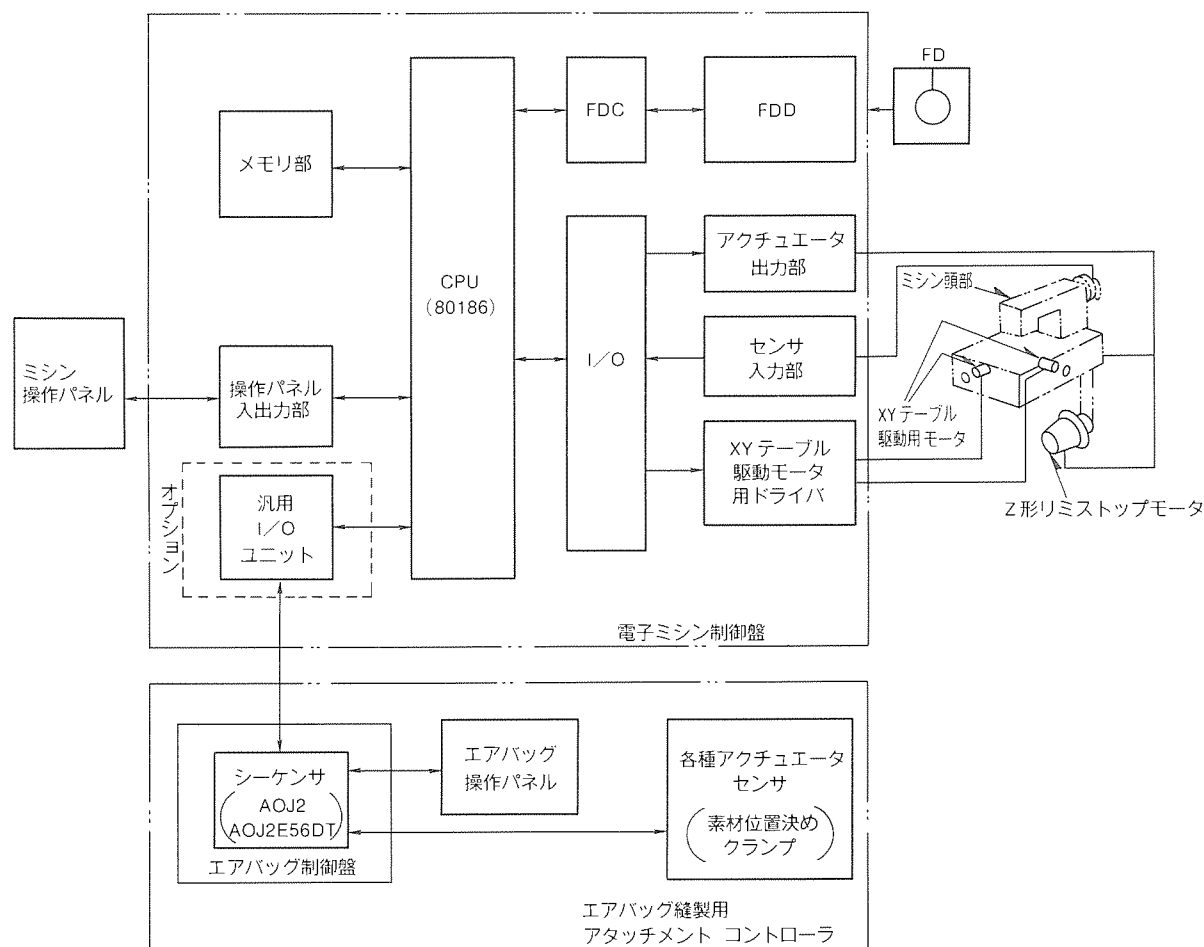


図14. エアバッグ縫い電子ミシンの制御ブロック図

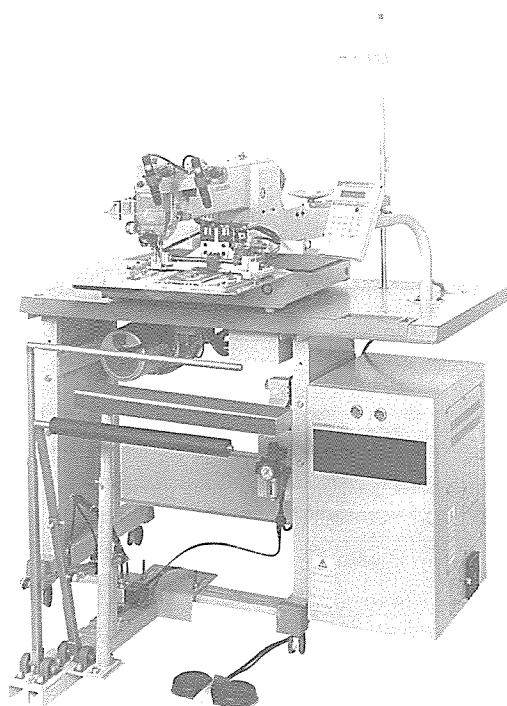


図15. ポケットセッターPLK-A2016L-PS

## (2) 分解能の向上

従来の PLK シリーズと、PLK-A シリーズのステッピングモータのトルクベクトルを図12に示す。従来は、1-2相

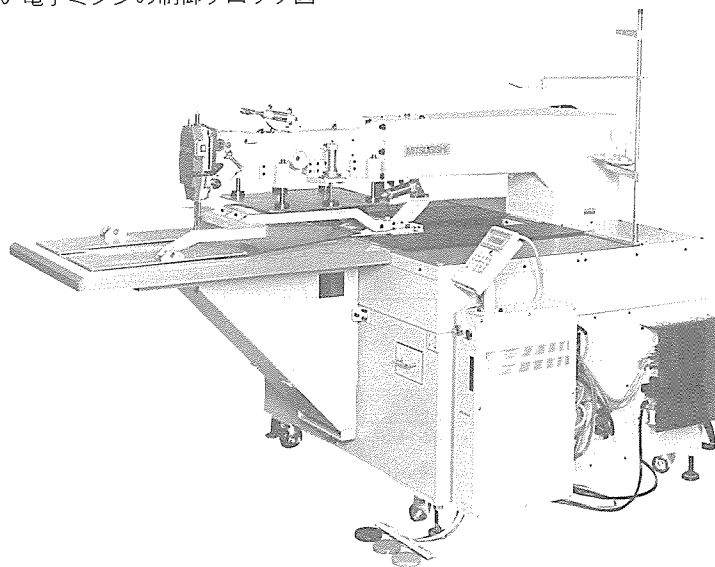


図16. コンテナバッグ縫い電子ミシンPLK-A3040

励磁方式の0.9°/ステップの駆動であり、A相→AB相→B相の順で各相を励磁する。このとき、トルクベクトルは、図12の①→②→③と進み、回転中のトルクの変動比率は最大1.4と大きかった。これに対し、PLK-Aシリーズでは、モータコイルに流れる相電流を3段階に切り替えることにより、0.45°/ステップを実現した。そのトルクベクトルは、①'→②'→③'→④'→⑤'と進み、回転中のトルク変動

は最大1.18と小さくなる。これにより、ステップモーター回転は滑らかとなり回転中の振動が抑制されるとともに、細かい駆動制御が可能となる。

また、XY テーブル可動部の分解能は、0.2 mm/ステップから0.1 mm/ステップとなり、従来シリーズより細かく縫い目位置を指定できるため、縫い上がりの見栄えを向上することができる。

### (3) LCA (Low Cost Automation) 対応

自動化・専用機化を容易にするため、オプションとして最大出力32点・入力16点のI/Oポートを準備した。これにより、外部機器からのコントロール(起動停止・パターン選択・速度選択等)が可能である。以下に電子ミシンを使用した専用機化による脱技能化・製品品質均一化・生産性向上の応用例を示す。

(a) エアバッグ縫い電子ミシン PLK-A 3530-AB の外観を図13に、制御ブロック図を図14に示す。

(b) ポケットセッター PLK-A 2016 L-PS の外観を図15に示す。

(c) コンテナバッグ縫い電子ミシン PLK-A 3040 の外観を図16に示す。

### (4) 縫製パターン作成機能の付加

従来、縫製パターンデータは別売りのデータ入力装置で作成し、書き込まれた記憶媒体を仲介としてミシン側を駆動する方法をとっていた。しかし、簡単な縫製パターン作成機能をミシン側に付加する要望が高く、標準の操作パネルを使用して縫製パターンデータを作成・修正する機能を開発し、標準機に搭載した。図17に操作パネル部を示す。

### (5) 機種拡大

PLK-Aシリーズでは、用途に応じて縫製エリアを選択できるようにXY テーブル駆動範囲に応じて最小50 mm × 40 mm から最大600 mm × 300 mm まで約10種類のシリーズ化を図っている。

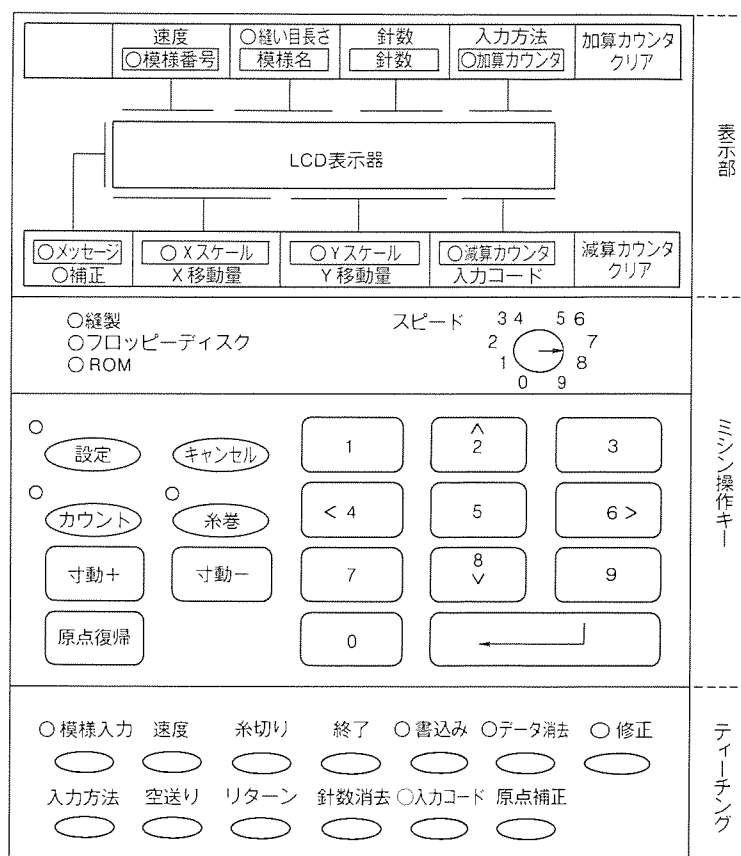


図17. 操作パネル

## 5. む す び

以上述べてきたように、電子ミシン PLK-A シリーズの開発達成は、用途に応じて生産性能・脱技能性能・多品種少量生産対応性能の各性能を引き出せるベースマシンが完成したといえる。

今後は、更に性能を向上させるための要素技術開発とともに、市場への浸透を図るための用途別改良開発に注力し、PLK-A シリーズの充実を目指していきたい。

主な課題を次に示す。

- (1) 縫い調子の解析と改良
- (2) 高速化への挑戦
- (3) 応用機への展開とアプリケーションの充実

# 電子パターン縫いミシン用入力装置 “PTN-A シリーズ”

重田勝則\* 西沢吉史\*\*  
中村治幸\*  
山根 巖\*\*

## 1. ま え が き

アパレル産業（衣服の製造を中心とした縫製関連産業）での人手不足、わけても熟練工の不足は深刻であり、複雑な模様を自動的に縫製することができる電子パターン縫いミシンの需要が拡大している。

このような背景のもとで、電子パターン縫いミシンの機能、性能向上はもちろんであるが、これらミシンのための縫製データ作成機能（入力装置の機能）が販売競争の重要なポイントとなっている。

今回、A シリーズ電子パターン縫いミシンの開発と並行して開発した、高機能で低価格の縫製データ入力装置“PTN-A 10”の概要とソフトウェアによる機能実現方法を中心に紹介する。

## 2. 製品の概要

### 2.1 全体の構成

図1に、今回開発した入力装置“PTN-A 10”の全体構成を示す。この入力装置は模様を入力するためのタブレットディジタイザとカーソル、マンマシン インタフェースである操作メニュー部とLCD表示部、フロッピーディスクドライブ、PROMライターと消去器、外部機器との接続のためのRS-232Cとオンラインコネクタ及び電源装置を含んでいる。

外形寸法は、高さ110×幅460×奥行480（mm）で、質量15kgの薄型デスクトップタイプにまとめられている。

### 2.2 仕様及び特長

表1は今回開発した入力装置と従来製品との仕様比較である。開発仕様は従来製品“PTN-2000”と完全な上位互換性を保ちながら性能と機能の向上を図ったものであり、以下の特長と機能を備えている。

- (1) 入力できる最大縫い目長さを12.7mmまで大きくし、縫製データの分解能を2倍に向上させた。
- (2) 縫製データ作成機能では自由曲線、円、円弧及びジグザグデータを自動作成できるようにした。
- (3) その他の機能では、縫製データの記憶媒体をPROMとフロッピーディスクの両方が使用できるようにし、一つの縫製データ当たり最大8,000針の縫い目を記憶できる。
- (4) RS-232Cにより、電子ミシン又はパソコンとの縫製データの送受信を可能にした。

## 2.3 操作方法

入力装置の操作性の良しあ（悪）しは、機能や性能と同様に重要である。模様を入力操作に必要な機能の呼出しは、図1のタブレットディジタイザの右端に配置されているメニュー部をカーソルで選択する。このとき選択された機能の実行に必要な情報はLCD表示部に表示されるようになっている。また、模様原図の座標値を入力中に必要な操作、例えば縫製速度の指令値変更又は入力方法（直線・円・ジグザグ・自由曲線入力等）の変更はカーソル上のスイッチ操作で可能としているため、模様入力操作の流れが大変スムーズになっている。

以下、図2に示す半円上にジグザグ模様を入力する手順を説明する。

### 手順1

模様原図をタブレットディジタイザの中央部分に置く。

電源をONにし、[模様入力]（PEN-IN）を選択する。

[縫製速度]（高速、中速1、中速2、低速）を選択する。

### 手順2

カーソルで原点Oの座標値を入力する。

O点からA点まで縫わずに移動させるための指令[空送り]を選択する。

カーソルでA点の座標値を入力する。

### 手順3

[ジグザグ]を選択し、送り量（SL）と振り幅（Z<sub>w</sub>）を数値

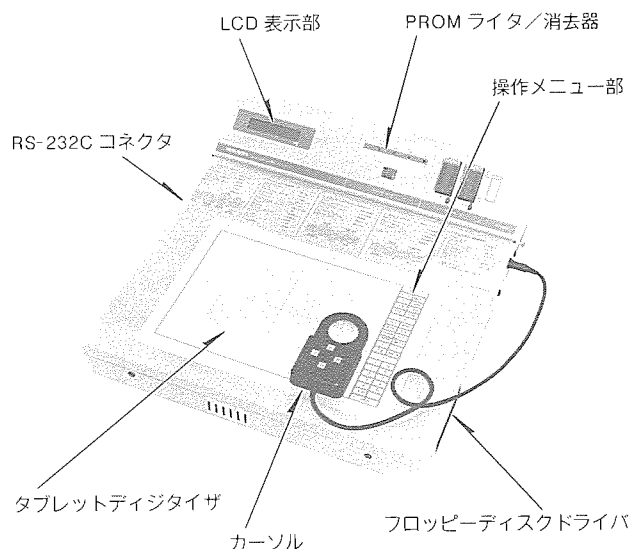


図1. “PTN-A10”の全体構成

表1. “PTN-A10とPTN-2000”のソフトウェア仕様比較

項 目	P T N - A 10 (新)	P T N - 2000 (旧)
模様入力エリア (mm)	265×203	275×200
模様の分解能 (mm)	0.1	0.2
縫い目長 (mm)	0.1～12.7 (0.1ステップ)	0.2～6.2 (0.2ステップ)
縫い速度	H (高速), M1 (中高速), M2 (中低速), L (低速)	H (高速), MD1 (中高速), MD2 (中低速), L (低速)
入力スケール (%)	10～200 (1ステップ)	10～300 (1ステップ)
針数 / パターン	PLK-A データ: 8,000針, PLK データ: 4,000針	PLK データ: 4,000針
入 力 方 法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・点</li> <li>・直線</li> <li>・円</li> <li>・円弧</li> <li>・ジグザグ (点, 直線, 円, 円弧)</li> <li>・X 対称, Y 対称, 点対称</li> <li>・機能コード (しつけ等)</li> <li>・スプライン</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・点</li> <li>・直線</li> <li>・X 対称, Y 対称, 点対称</li> </ul>
登 録	登録 RAM, FLD (3.5インチ)	登録 RAM
登録パターン数, 針数	登録 RAM: 20パターン, 4,000針 FLD: 40パターン	登録 RAM: 10パターン, 2,000針
模様記憶媒体	PLK-A データ: FLD (3.5インチ), PROM (27C256, 27C512)  PLK データ: PROM (2716, 2732, 2732A, 27C256, 27C512)	PLK データ: PROM (2716, 2732, 2732A)
記憶パターン数, 針数	PLK-A データ FLD: 150パターン, 360,000針 PROM: 16パターン, 8,000針 PLK データ PROM: 10パターン, 2,000針 (2732A×1個の場合)	PLK データ PROM: 10パターン, 2,000針 (2732A×1個の場合)
修 正	オンライン修正: <ul style="list-style-type: none"> <li>・針位置修正 (1針, 相対)</li> <li>・縫い速度修正</li> <li>・針数削除</li> <li>・針数追加</li> <li>・コードデータ削除</li> <li>・コードデータ追加</li> <li>・縫製データ表示</li> </ul> 修正: <ul style="list-style-type: none"> <li>・データ回転 (原点, 第二原点)</li> <li>・データ拡大縮小 (原点, 第二原点)</li> </ul>	オンライン修正: <ul style="list-style-type: none"> <li>・針位置修正 (1針, 相対)</li> <li>・縫い速度修正</li> <li>・針数削除</li> <li>・針数追加</li> <li>・コードデータ削除</li> </ul>
そ の 他	<ul style="list-style-type: none"> <li>・RS-232C による模様データの送受信 (PTN-A40, PLK-A)</li> <li>・FLD, PROM 内の模様データ一覧</li> <li>・FLD, 登録RAM 内の登録データ一覧</li> <li>・FLD 内の模様データ, 登録データの消去</li> <li>・FLD のフォーマット (1M バイト, 1.44M バイト)</li> <li>・PROM のコピー</li> <li>・直線クリア</li> </ul>	

で指定する。

[円弧] を選択する。

カーソルで円弧上の任意の点 (B 点) の座標値を入力する。

カーソルで円弧の終点 (C 点) の座標値を入力する。

C 点の座標値を入力すると同時に円弧 ABC 上に, 指定された条件のジグザグデータが作成される。

### 3. システムの構成

#### 3.1 ハードウェアの構成

図3に“PTN-A10”のブロック図を示す。16ビットCPU i80186により, システム全体の制御を行っている。その他, 外部とのI/Oのための汎用LSI, システムソフトウェアを

格納する 256 K バイトの ROM, データメモリのための 128 K バイトの RAM, ミシンとのオンライン操作を行うための 32 K バイトの RAM から構成されている。

### 3.2 ソフトウェアの構成

この入力装置は表 1 にも示されているとおり, 大幅な機能向上を実現するとともに操作性の改善にも配慮した。特に, オペレータの操作を容易にするために対話方式とし, LCD 表示部に選択可能な機能を表示し, 操作メニューをカーソルで選択することにより, 必要な機能を容易に呼び出すことができる。

ソフトウェア設計の重要なポイントは, 機能の分割と階層化である。今回のソフトウェア設計には構造化分析・構造化設計 (SA/SD) の技法を参考にした。

プログラミング言語はすべて C 言語で記述している。

図 4 にソフトウェア構成の一部を示すが, ここで枠内の内容はオペレータが選択する機能であり, また, ソフトウェアモジュールそのものとなっている。このような構成にすることにより, モジュール間の結合を小さくしバグが発生しにくく,

かつ機能の変更や拡張が容易なソフトウェアとなっている。

## 4. ソフトウェアによる機能実現方法

ミシンのための縫製データ作成機能とは, 与えられた縫い目模様の特徴 (直線, 円, 円弧, 自由曲線又はこれらの組合せから成る。) の始点と終点の間を指定された縫い目長さに分割することである。以下, 幾つかの機能実現方法の具体例を説明する。

### 4.1 直線データの作成

直線データの作成のポイントは, 与えられた 2 点間の距離  $L$  が指定された縫い目長さで割り切れない場合 (通常割り切れない。) にどうするかということである。例えば, 縫い目長さの分解能が 0.1 mm, 指定された縫い目長さが 3.0 mm で, 与えられた 2 点間の距離が 9, 10, 11, 12 mm のときは, 綺麗な縫い目を作るために下記のような縫製データが作成されることが望ましい。

- (1) 距離が 9 mm のとき 3.0, 3.0, 3.0 mm の三つの縫い目
- (2) 距離が 10 mm のとき 3.3, 3.3, 3.4 mm の三つの縫い目
- (3) 距離が 11 mm のとき 2.7, 2.8, 2.7, 2.8 mm の四つの縫い目
- (4) 距離が 12 mm のとき 3.0, 3.0, 3.0, 3.0 mm の四つの縫い目

すなわち, 与えられた 2 点間の距離は必ず守り, かつ縫い目長さはできるだけ等しくなるように縫製データを作成しなければならない。

次に説明するアルゴリズムにより, 上記の目的を実現している。

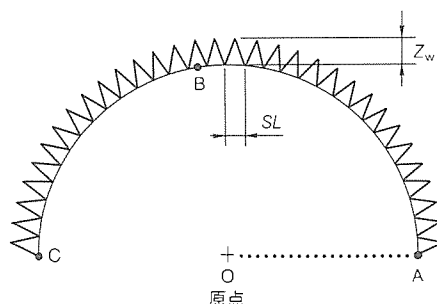


図 2. 模様入力例

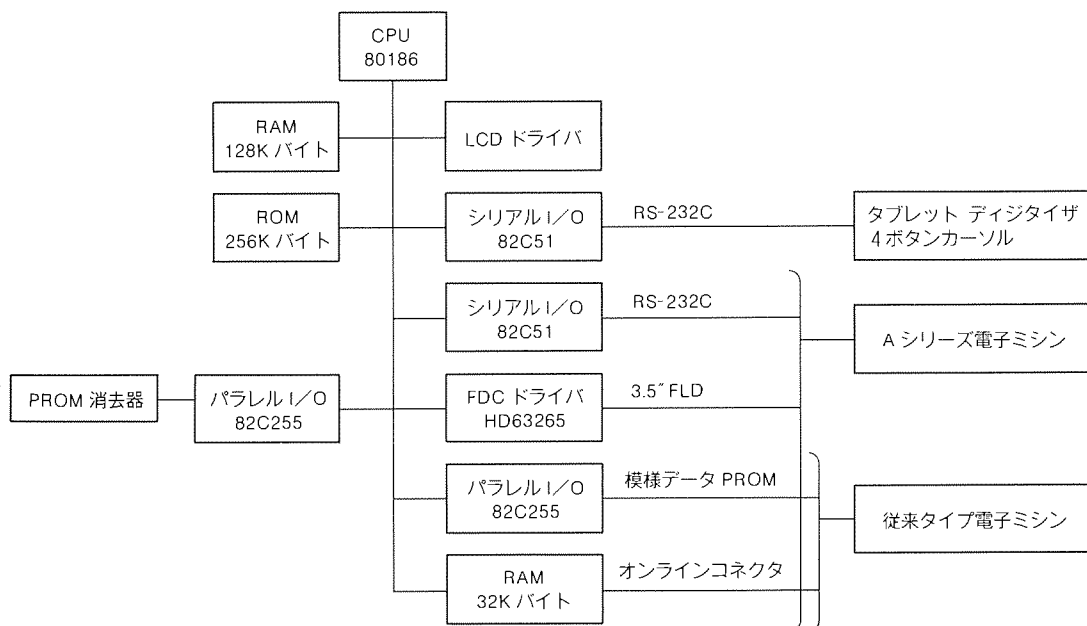


図 3. "PTN-A10" ブロック図



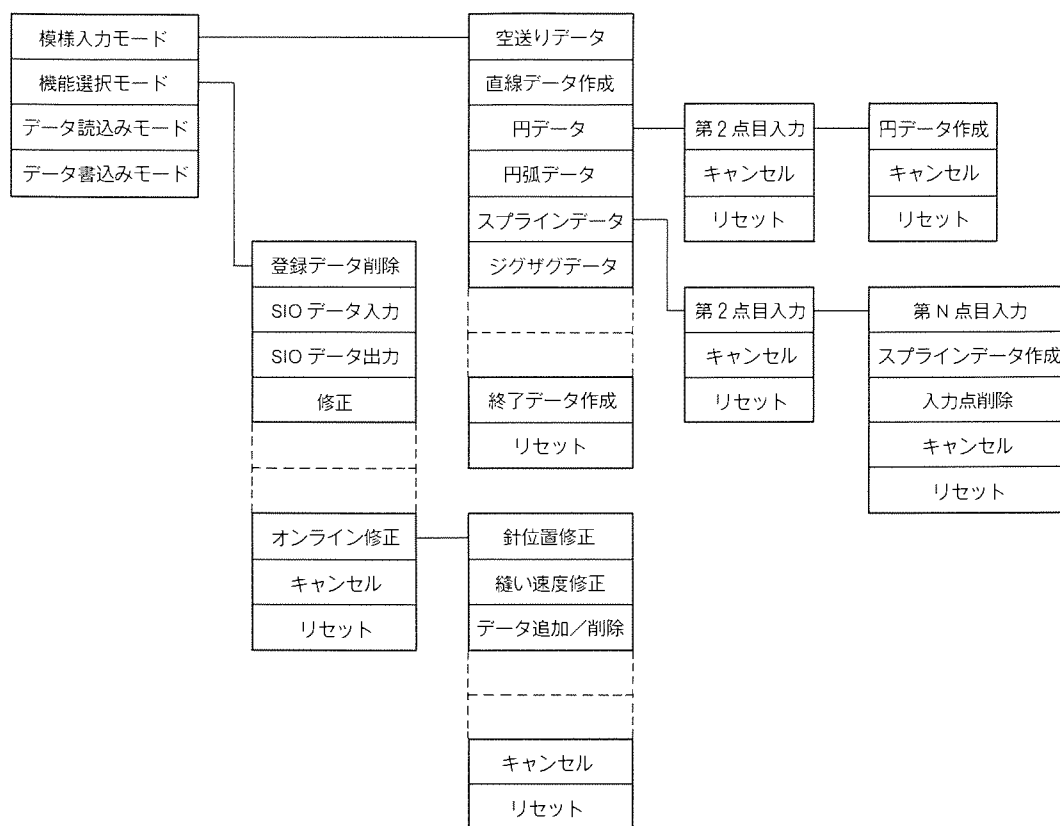


図4. ソフトウェアの構成

#### 手順1

タブレット デジタイザで得られた2点の座標値を  $P_0 (X_0, Y_0)$  及び  $P_1 (X_1, Y_1)$  とし、指定された縫い目長さを  $SL$  とするとき。

$$\text{距離 } L = \text{SQRT}((X_1 - X_0)^2 + (Y_1 - Y_0)^2)$$

$$\text{縫い目数 } N = \text{INT}((L/SL) + 0.5)$$

ここで、SQRT：は平方根、INT：は整数値をとることを表している。

#### 手順2

このあと  $L$  と  $N$  により、

1 番目の縫い目長さは、 $L/N$  を求め  $1/100 \text{ mm}$  以下を切り捨てる。

2 番目の縫い目長さは、 $L/N$  に 1 番目に切り捨てた数値を加算した後、 $1/100 \text{ mm}$  以下を切り捨てる。

3 番目の縫い目長さは、 $L/N$  に 2 番目に切り捨てた数値を加算した後、 $1/100 \text{ mm}$  以下を切り捨てる。

4 番目の縫い目長さは、 $L/N$  に 3 番目に切り捨てた数値を加算した後、 $1/100 \text{ mm}$  以下を切り捨てる。

以下、同様の処理を行う。

#### 手順3

$N$  番目の縫い目長さは  $(L - (1 \text{ 番目から } N - 1 \text{ 番目までの合計}))$  とする。

#### 4.2 スプラインデータの作成

手書きの自由曲線を簡単な方法で綺麗な縫製データに変換

することがユーザーから強く望まれていた。

一般に、指定された点列を通る滑らかな曲線をスプライン曲線と呼んでいるが、数学で定義されているスプライン関数には次に示すものがある。

- (1) 自然スプライン関数
- (2) 平滑化スプライン関数
- (3) パラメトリックなスプライン関数
- (4) 円弧長を用いるスプライン関数
- (5) B-スプライン関数

これらのスプライン関数の中で縫製データ作成のために、そのまま使用できるものはなかった。特に問題となるのは、縫製データ作成のためには入力する点列の数が100点以上必要なため計算が困難になってしまうことである。また、計算の比較的簡単な円弧長を用いるスプライン関数は点列の接続点で滑らかさに欠ける問題がある。そこで、今回開発した仕様は上記(3)のパラメトリックなスプライン関数を参考にし、始点と終点を含む点列と縫い目長さを与えることにより、点列を通り、各点での微係数が連続し、隣合う点の間を三次式で接続する方法を考えた。また、与えられた曲線が開いている場合の始点と終点の微係数は別に与えるようにした。

図5は与えられた自由曲線CAと、この曲線上に指定された縫い目長で縫製データを作成し、縫い目点A、 $A_1$ 、 $A_2$ 、 $A_3$ 、 $\dots$ 、 $A_{44}$ 、Jを得たものである。

スプラインデータの作成とは、自由曲線CA上の始点と終

点を含む任意の点 ( $A, A_5, A_{10}, A_{15}, \dots, A_{40}, J$ ) の座標値を入力することにより縫い目点  $A, A_1, A_2, A_3, \dots, A_{44}, J$  の座標値を求めることである。

以下に、図6、図7を参照しながらスプラインデータ作成のアルゴリズムを具体的に説明する。

#### 手順1

指定された縫い目長さ  $SL$  を得る。

始点と終点を含む自由曲線上の任意の点の座標値を入力された順序で得る。

$A (X_0, Y_0)$	.
$A_5 (X_5, Y_5)$	.
$A_{10} (X_{10}, Y_{10})$	$A_{40} (X_{40}, Y_{40})$
$A_{15} (X_{15}, Y_{15})$	$J (X_j, Y_j)$

#### 手順2

入力された各点にそれぞれ必要な微係数を与える。

計算結果を図6に  $G, G_5, G_{10}, G_{15}, \dots, G_{40}, G_J$  で表している。

#### 手順3

隣合う2点間の座標値と、その点に与えられている微係数により、2点間を結ぶ三次曲線を求める。

計算結果の部分曲線を図6では、 $C_5, C_{10}, C_{15}, \dots, C_{40}, C_J$  で示す。

#### 手順4

次に図7に示すように、三次曲線  $C_5$  を微小長さ  $dl$  に分割しながら加算する。

$\sum dl > SL$  となった点の座標値を第1番目の縫い目点とする(図5の  $A_1$  点に相当する)。第1番目の縫い目点が決定了ら、 $\sum dl$  をクリアして上記の処理を繰り返して曲線  $C_5$  上の縫い目点を求める。

#### 手順5

三次曲線  $C_6, C_7, \dots, C_J$  上の縫い目点も同様の方法で処理を行い、図5に示す縫い目点  $A, A_1, A_2, \dots, A_{44}, J$  の座標値を求める。

上記処理の後、縫い目長さの補正処理を行うが、今回は紙数の関係で割愛する。

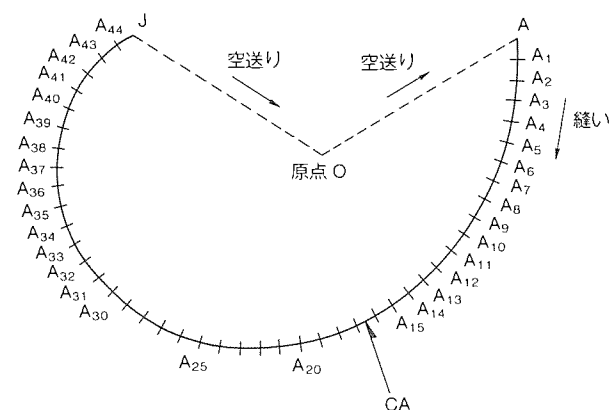


図5. 自由曲線上の縫い目点

### 4.3 円、円弧データの作成

原図に沿った綺麗な円、円弧データを作成することは、円周(又は円弧の長さ)を縫い目長さで分割することである。そのためには、前述直線データ作成の場合と同様、与えられた円周(又は円弧の長さ)が指定された縫い目長さで割り切れない問題がある。この問題を解決するために、直線データ作成の場合と同様、指定された縫い目長さを変更することと計算精度を上げることで対応している。

以下に、円データを作成するためのアルゴリズムを簡単に説明する。

#### 手順1

指定された縫い目長さ  $SL$  を得る。

入力された順序で3点の座標値を得る。

$P_0 (X_0, Y_0)$
$P_1 (X_1, Y_1)$
$P_2 (X_2, Y_2)$

#### 手順2

円の中心の座標値  $h, k$  を計算する。

円の半径  $r$  を計算する。

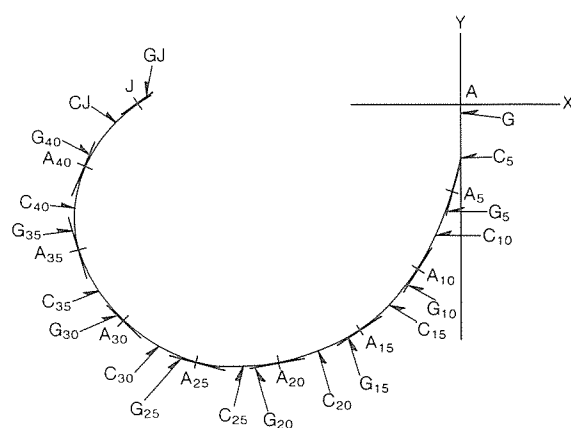


図6. 自由曲線上の入力点、微係数及び部分曲線

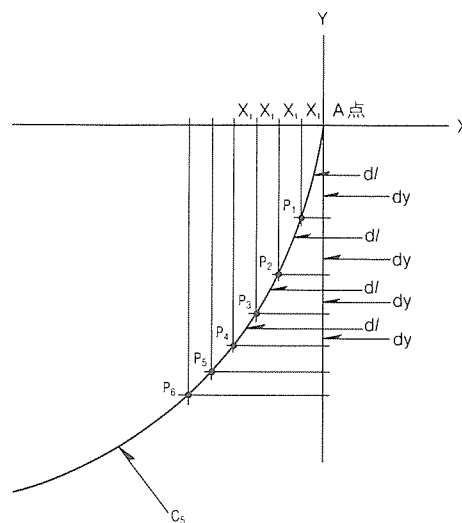


図7. 曲線の微小長さの計算

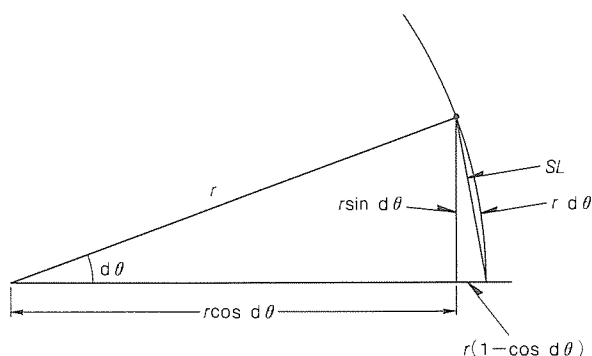


図8. 仮の分割数の計算

手順3

円周上に、指定された縫い目長さ  $SL$  を得るための仮りの分割角度  $d\theta$  を図8によって計算する。

$$(r \sin d\theta)^2 + r^2 (1 - \cos d\theta)^2 = SL^2$$

$$2r^2 (1 - \cos d\theta) = SL^2$$

$$d\theta = \arccos(1 - (SL/2r)^2)$$

手順4

円周を整数で分割するための  $n$  を計算する。

$$n = \text{INT}(2\pi / d\theta)$$

ここで、INT：整数値をとることを表している。

手順5

$n$  で整数分割したときの分割角度  $d\theta'$  を計算する。

$$d\theta' = 2\pi / n$$

手順6

$d\theta'$  で円周を再分割し、各々の縫い目長さの座標値を図9によって計算する。

$Q_n$  点の座標値

$$X_n = r \cos \theta$$

$$Y_n = r \sin \theta$$

$Q_{n+1}$  点の座標値

$$X_{n+1} = r \cos (\theta + d\theta')$$

$$Y_{n+1} = r \sin (\theta + d\theta')$$

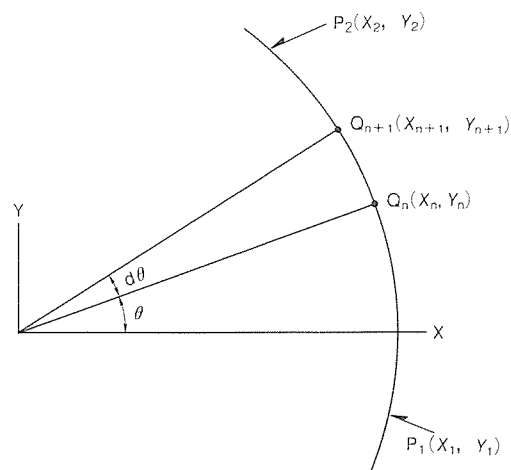


図9. 円周上の座標値の計算

## 5. む す び

小型、高機能で低価格のミシン用入力装置を開発した。この製品はもとより、電子パターン縫いミシンの用途の拡大と拡販に寄与できるものと考えている。今後より一層複雑な縫い目模様が、簡単な操作で縫製データに変換できる入力装置の開発を進める。

最後に、この製品開発に当たり、多大の支援をいただいた関係各位に深く感謝申し上げます。

## 参 考 文 献

- (1) 重田勝則, 中村治幸, 赤間法子: 電子ミシン用入力装置開発におけるプロトタイピング技法の活用, MSW 技報, No. 3, 19~24 (1990)
- (2) 山口富士夫: コンピュータディスプレイによる形状処理工学 [1], 日刊工業新聞社 (1983)
- (3) 花田収悦: ソフトウェアの仕様化と設計, 日科技連 (1987)

# 1 本針本縫い上下送りミシン“LY2-3750-B1T”

宮崎 博\*  
堀本耕一\*

## 1. ま え が き

最近、我が国では、ブランド指向と高級化、個性化の傾向が年を追って強くなっている。袋物と称するバッグ、かばん、ポシェット等もこの傾向にあり、製品品質の良さが厳しく要求されている。新素材の使用、高度な技能を要する製造工程も多くなり、1個当たりの生産性も悪くなってきた。このための生産財である工業用ミシンの高機能、高性能、自動化及び使い勝手の向上に対する要望はますます強くなっている。

これらを縫製するミシンの持つ最終機能である均一で確実な美しい縫いを得るために、送り機構、縫い調子の改善、使う人の立場に立った操作性の向上、生産性の向上、メンテナンスの軽減、人間工学的デザイン、レイアウトの検討をした。本稿ではこれらの検討結果に基づき製品化した1本針本縫い上下送りミシン“LY2-3750-B1T”の各機構とそれによって得られた改良点、特長を紹介する。

## 2. 開発の背景とねらい

縫製工場においてミシンは不可欠な生産財であり、その用途に応じて各種のミシンが稼働している。その中の1機種である上下送りミシンは当社が先駆者でもあり、市場においても評価されていた。しかし、その市場は、近年の人手不足と製品の高級化指向で、従来タイプにプラスαなる機能、性能を持つミシンが必要となってきた。

このために、縫製品質の改良、使い勝手及び自動機への応用等を盛り込んだ新系列製品を作り市場ニーズに対応することをねらいとした。

## 3. 上下送りミシン

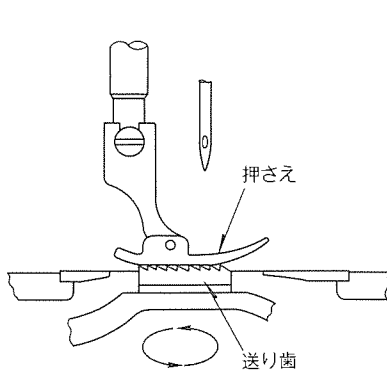


図1. 下送り方式の模式図

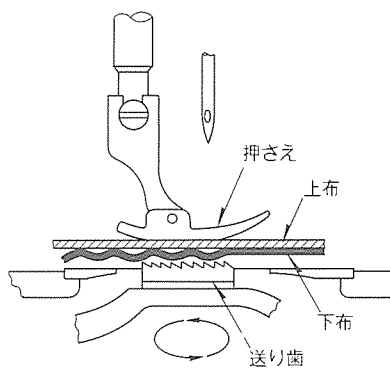


図2. すべりにくい素材を下送りで縫った場合

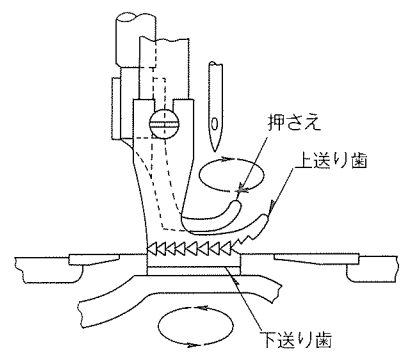


図3. 上下送りの模式図

ミシンの送りは、図1に示すように布押さえの下に布を置き、その下にある送りで布を送る下送り方式が一般的であり、工業用ミシンにおいてもこの送り方式が約70%を占める。ところが、実際の縫製では通常布を2～3枚重ねて縫うことが多く、例えば滑りやすい素材やそうでない素材を縫製する場合特に、後者が図2に示すように下の布は送りで送られるが上の布は押さえと布の摩擦で送られにくく、上下の布の送り量に差が生じるといいうわゆる縫いずれが発生し、製品の形くずれを招くことになり、高級品の縫製には使えない。

この現象を防ぐために、図3に示すように送り歯を下側に対し上側にも設け、上側の布も強制的に送るように工夫したのが“上下送り”である。すなわち、上下独立した送りの歯で布をつか（掴）みながら送るミシンである。さらに、各々の送り歯の運動量を変えることで、布表面の滑りやすさの度合いに応じ発生する縫いずれを防ぐことができたり、故意に上側の布と下側の布の送り量をずらすことにより、縫った後の縫製物に丸みを持たせることも可能となる。

革、ビニル、キャンバス、ズック等の素材が上記に相当し、上下送りミシンでうまく縫うことができるため、主としてバッグ、かばん（スポーツ、レジャー用）、ポシェット、財布等の縫製に使われる。

## 4. “LY2-3750-B1T”の特長と仕様

### 4.1 特 長

- (1) アームのふところを広くし、図4のAに示すような大型かばんの側布（革）の中央に取り付ける飾りベルト付け、またBに示すような取っ手付けの作業性が向上した。
- (2) 送り機構の改良で、図4のCに示すようなファスナー付け、Dに示すようなテープ付け等の長尺縫製で見られる縫

- い目ピッチの不ぞろいを従来品より約80%改善した。
- (3) 自動給油を採用し、注油作業の軽減と耐久性が向上した。
- (4) 押さえ交互量高さをダイヤルでワンタッチ変換できるようにしたため、図4のEに示すような部品付け、Fに示すようなパイピング縫い等における段差縫製が容易にできるようになった。
- (5) 返し縫い部分で前進、後進の針落ちが同一であることが品質面から要求され、前後進送り量の微調整作業を簡単にした。特に図4のGに示すような取っ手、Bに示すような取っ手つ(吊)り等外部から見える部分がそうである。
- (6) メンテナンス作業性の良いトップカバー方式にした。

4.2 仕様

この製品の仕様を表1に示す。

4.3 外観

この製品の外観を図5に示す。

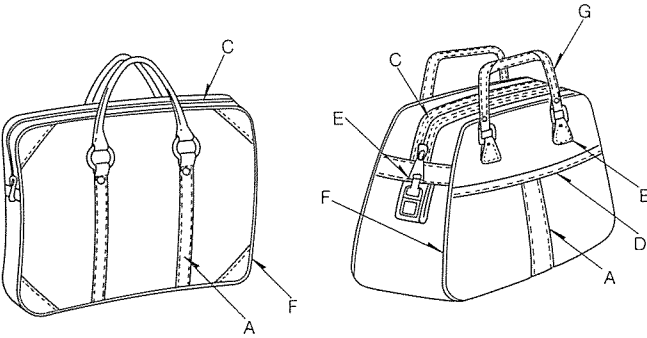


図4. かばんに見る縫製例

表1. 仕様一覧

形名	LY2-3750-B1T	
用途	厚物用	
最高縫い速度(針数/分)	2,000	
縫い目量(mm)	0~8.0	
針棒ストローク(mm)	38.0	
天秤ストローク(mm)	73.0	
押さえ交互量(mm)	2.0~5.0	
送り歯高さ(mm)	1.0	
押さえ上昇量(mm)	手	6.0
	ひざ	16.0
使用針	DP×17#22(DB×1#22)	
かま(釜)	糸切り用全回転自動給油式 垂直2倍がま	
ボビンケース	空転防止ばね付き	
ボビン	スチール製糸切り用ボビン	
給油方式	遠心羽根車ポンプ (たて軸取付けによる圧送自動給油)	
糸切り方式	左メス回転、右メス固定の噛み合い形	
タッチバック装置	○	
ベッド寸法(W×D)(mm)	517×178	

5. 機構構成

ミシンは天びん(秤)・針棒機構、送り機構、押さえ機構、給油機構及びこれらを納めるアーム・ベッド本体に大別される。天秤・針棒機構は下軸のかま(釜)とともに、縫製物に縫い目を形成する機構である。送り機構は押さえ機構とともに、縫製物を送る機構である。給油機構は各機構の回転、しゅう(摺)動部分の潤滑をする機構である。

5.1 アームのふところ拡大

縫製作業において、その縫製箇所、縫製物の大きさ、素材の柔らかさ等によってはアームのふところを大きくすることで、その作業性が著しく向上し生産性も高くなり、市場ニーズもこの傾向にある。しかし、そのアームの大きさもベッド寸法の標準化、オペレータが定位置に座り、ひざ上げレバー、プーリの手回し操作が無理なくできるか等のことを考えてその大きさを決めることが必要である。かつ、一般のミシンテーブルに搭載可能なことも考慮し、現行機種に比べ横方向で60mm、高さ方向で25mm大きくした。図6に標準タイプとの比較を示す。

このようにアームを大きくしたため、ミシンのすべての駆動源である上軸の位置も標準タイプに比べて高くなり、上軸と各駆動軸を連結するリンクもその分だけ長くなり、慣性力の増加、部品精度の影響から、送り機構に起因する縫い目ピッチの伸び、振動、騒音対策が必要となった。

5.2 送り機構

このミシンの機構見取図を図7に、従来のミシンの機構見取図を図8に示す。

このミシンは上下送りミシンであるため、上送り機構と下

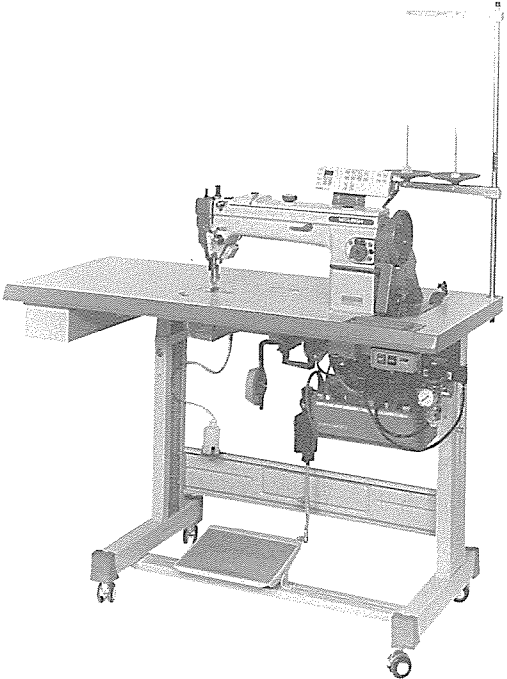


図5. ミシンの外観

送り機構を持っている。送りモーションは通常水平送りと上下送りの合成モーションである。このミシンと従来のミシンの相違点は、水平送りの発生機構にある。従来のそれは図8に示すように上軸にある偏心輪にふたまたと称するまた状の部品がはまり、ふたまたの軸上にある片持ち支持ピンを中心に揺動運動する。そして、この運動は水平送り軸の腕を介し、水平送り軸が往復回転運動し、送りモーションの水平運動成分を作る。また、水平送り軸の往復回転運動はリンクを介して上部水平送り軸に回転を与え、上部の送りモーションの水平運動成分を作る。ところが、布送りピッチは水平送り軸の往復回転角度で決まるが、この回転角度はリンクBを支える送り調節カムのA点位置で決まる。A点の位置はダイヤルを回すことで決められる構造になっている。

この構造では送り調節カムの支持が片持ち式になっており、強固に支持することが不可能で力の大小、すなわち縫い速度の影響でA点の位置が変わる。また、偏心輪とふたまたのはめあい部分でも高速時に、ふたまたの広がりのため布送りピッチに影響を来し、高速縫いと低速縫いにおいてその差が目立った。

一方、“LY2-3750-B1T”の送り機構は図7に示すように、上軸にある偏心輪に腕がはまり、その腕と返し台に連結されるリンクを介し、水平送り軸を往復回転運動させ、送りモーションの水平運動成分を作る。また、水平送り軸の往復回転運動はリンクを介して上部水平送り軸に回転を与え、上部の送りモーションの水平運動成分を作る。この場合、布送量は図7に示す返し台の案内溝の設定角度によって決まる。案内溝の角度は縫い目加減ダイヤルを回すことにより、送り調節カム・リンクを介して決められる構造になっている。返し台は円柱形状をしており、その両端を支持されている。この結果、水平送りリンクの各連結部分にがた、しなりがほとんど生じなくミシンを低速で運転しても、高速で運転しても水平送りリンクの運動量に変化がなく、常に一定の布送りピッチが得られる。

### 5.3 上部上下送り機構

このミシンでは主としてベルクランクとそれを連結するリンクのこじれの防止、部品の軽量化による負荷軽減、送り足の強度アップ等の改善をした。また、交互押さえ高さ量の変更をダイヤルで簡単にできるようにした(図7参照)。

(1) 上軸に取り付けた偏心輪にかん

(嵌)合した接続かんの運動を、上部送り調節機構を介し上部上下軸の往復回転運動に変換する。その運動をリンク、ベルクランクを介して中押さえ、外押さえを交互に上昇運動させる。これら機構の主要部品の一つであるベルクランクの運動をスムーズにし、押さえ上昇運動時ミシンにかかる負荷を

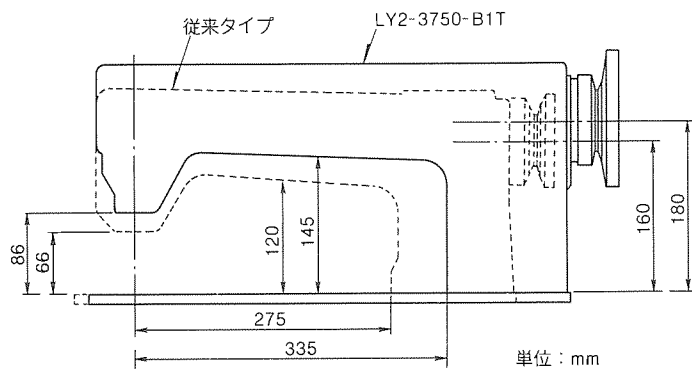


図6. ミシンの外形比較

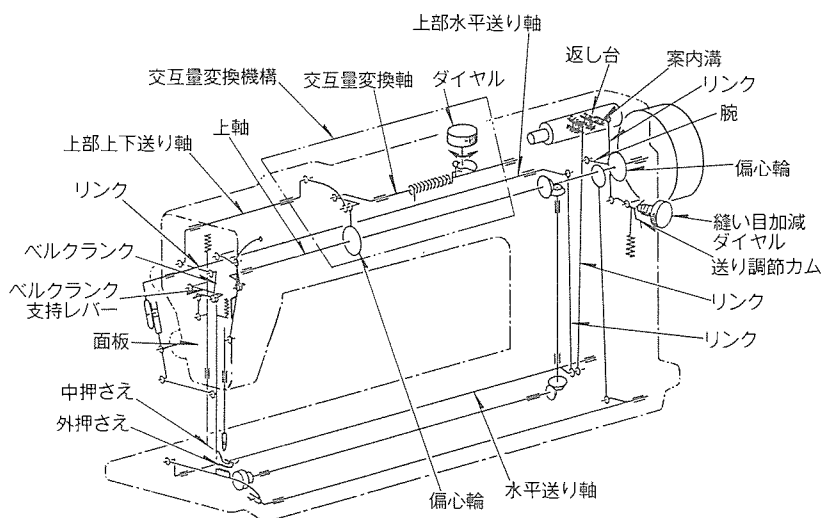


図7. “LY2-3750-B1T”の機構見取図

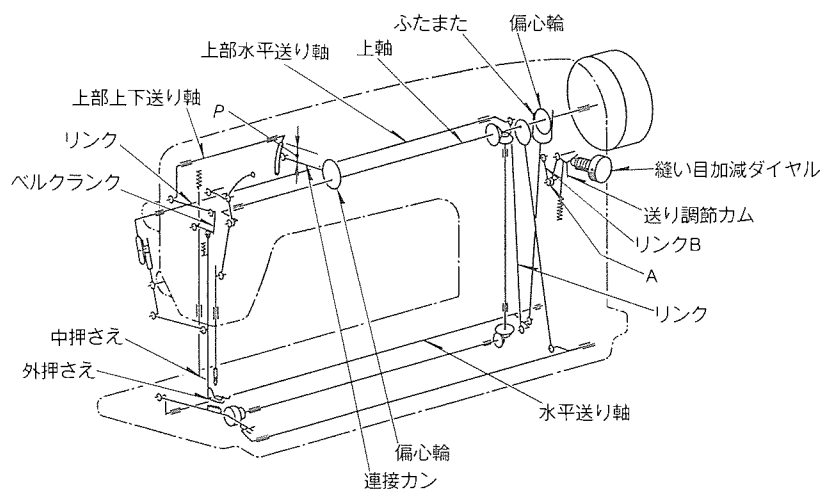


図8. 従来タイプ上下送りミシンの機構見取図



軽減するためベルクランク支持レバーを新設した。

(2) 実縫製では縫製物の厚さが変わることが多い。上下送りミシンでは、縫製物の厚さに適した上送り上下量で縫製することが、縫製品質を高めるための重要な要素であり、また、ミシンの騒音、寿命からみて必要な調整である。

従来のミシンでは、図8に示す腕の長さ $P$ を調節して行っていた。しかし、調節の作業性が悪いため頻繁に厚さが変わる縫製では、最も厚い部分(段差が大きい部分)に合わせ調節していた。このため、縫い品質が不安定になることから縫い速度を上げることができず、生産性も低下した。

このミシンでは図7に示すように、ダイヤルによって交互量を設定できる交互量変換機構を新規に採用した。このため、だれでも容易に交互量の調節が可能となり、縫製物や縫製工程に適した交互量での縫製が行え、縫い品質の向上とともに生産性も向上させることができる。また、この変換機構はダイヤル軸のカムによって交互量変換軸を回転させ、交互量を変換するようになっているが、交互量変換軸を別の手段で、あるタイミングで作動させることで容易に自動縫製も可能である。

#### 5.4 給油機構

ミシンはその縫い速度により、高速タイプ(4,000針数/分以上)、中速タイプ(2,000針数/分程度)、低速タイプ(1,000針数/分程度)に大別され、上下送りミシンは中速タイプで通常は手差し給油である。しかし、縫製工場において、定期的な注油作業の煩わしさや、油の差し過ぎによる油にじみで縫製物を汚すこともあり、高速タイプのミシンのような自動給油が望まれていた。

このミシンは最高縫い速度2,000針数/分で、実使用では800~2,000針数/分の範囲であり、断続運転される。したがって、高速ミシンに用いられる羽根車式のポンプではその機能が十分でなく、低速でもその機能を十分持つポンプが必要となった。以下、給油ポンプと給油方式を紹介する。

##### 5.4.1 給油ポンプの機構とその動作

ケーリ回転ポンプの一種でそのミシンへの応用例を図9に示す。このポンプはハウジングに偏心量 $e$ を持つケーシングが圧入されている。ただし、 $e = (D - d) / 2$  またケーシ

ングの中には縦軸と同一中心で回転するロータがあり、矢印の方向に回転する。このロータには溝が設けられ、かつこの溝に沿ってケーシングの内壁に沿って自由に動くスライダがある。

油はロータ、ケーシング及びスライダで囲まれた空間 $S$ にあり、ミシンが回転すると上軸、縦軸が回転し、縦軸に連結されるロータが回転する。ロータが回転することにより空間 $S$ に閉じこめられた油は吐出口へと移動し、吐出口から圧送される。この連続運動によって給油される。一方、ミシンが停止した際、空間 $S$ はほぼ密閉状態にあり、ポンプの吐出側にある給油パイプ中の油は急激な油抜けがなく、次にミシンを運転したとき、給油の時間的遅れも少なくなる。特に縫製作業では、短距離縫製や各工程ごとにミシンを停止させるいわゆる断続使用することが一般的であるため、中低速ミシンの給油ポンプとしては極めて有効なポンプである。

1回転当たりのポンプの吐出量は、ケーシング直径 $D$ (mm)、ロータ直径 $d$ (mm)、ロータ高さ $h$ (mm)、スライダ幅 $w$ (mm)とし、ポンプ効率100%としたとき次式で計算できる。

$$2 \{ \pi / 4 (D^2 - d^2) h - (D - d) w \cdot h \} \times 10^{-3} \text{ (cm}^3 \text{ / rev)}$$

実験では、かま・天秤部への給油を見ながら上記の数値を変え吐出量とミシンの縫い速度の関係を実測した。表2、図10にその結果を示す。この表から給油能力はミシン縫い速度250針数/分でも給油ポンプの効率が安定していることが分かる。また、油が上軸の高さまで上がる時間も短く、実使用上全く問題はない。

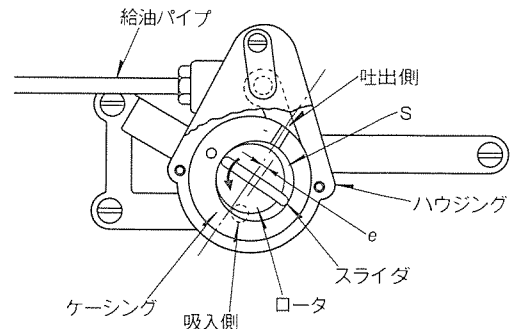


図9. 給油ポンプ機構

表2. 給油ポンプ性能

条件	ミシン縫い速度(針数/分)	2,000	1,500	1,400	1,300	1,200	1,000	900	800	500	250
条件(1)	10秒間の吐出量(cm <sup>3</sup> )	175	130	119	107	103	78	69	60	40	13
	ポンプ効率(%)*	61.5	61	59	58	60	55	54	53	56	36
	給油応答時間(s)**	即	即	即	即	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0
条件(2)	10秒間の吐出量(cm <sup>3</sup> )	303	230	214	202	185	132	121	116	78	34
	ポンプ効率(%)*	62.6	63.4	63.3	64.3	63.8	54.5	55.5	60.1	65.0	56.6
	給油応答時間(s)**	即	即	即	即	即	0.5	0.5	0.5	1.0	1.5

注(1) \* : 実験値を理論値で除した値, \*\* : 油が上軸の高さまで上昇する時間

(2) 条件(1): 図9において $e = 0.6\text{mm}$ の場合,  
条件(2): 図9において $e = 1.0\text{mm}$ の場合

参考までに、現在最も一般に使われている羽根車ポンプのミシン縫い速度とその吐出量を図10に示す。

#### 5.4.2 給油方式

各機構への給油は、高速縫いミシンで用いられている方式とほぼ同じである。ただ、最も注意すべき点は、面板内部が密閉されていないため面板内部にある機構部への給油による油漏れである。この対策として綿心給油方式を採用し、綿心の終端は給油端より高くし、綿心からの油漏れを防止した。もう一点は揺動運動する支点ピンと腕・リンクの給油方法である。この揺動運動角は $5 \sim 10^\circ$ と小さく、給油状態、部品の材質、精度等の影響でさび(錆)が発生し、この錆が油と混じり溶けたチョコレート状となり、縫製物を汚すことがある。また、錆の進行で、部品間のがたが大きくなり、騒音の発生、縫い目ピッチの不均一を来す。

これらの対策とし、図11、図12に示すように、ベルクランク支持レバーを設けベルクランクの支点部のこじれを防止し、負荷軽減した。さらに、支点ピン外周全体に油が回るようにするためピン内部にグリースを封入し、ピンにある油穴から給油する方法を採用した。

#### 5.5 騒音レベルの測定

図13にこの実験装置の構成をブロック図で示す。測定は

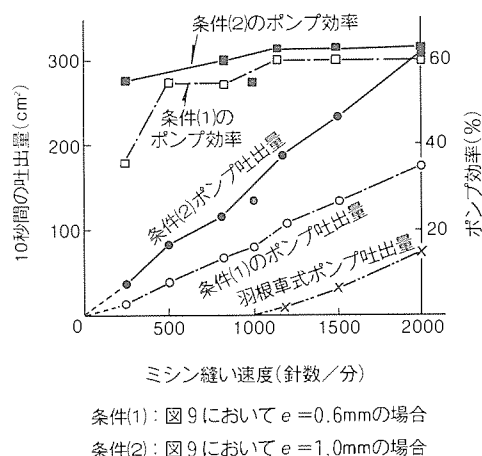


図10. 給油ポンプ性能

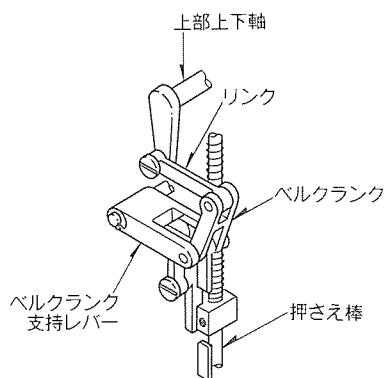


図11. "LY2-3750-B1T"の押さえ機構

FFTアナライザを用いて周波数分析をし、各回転数に対する周波数と音圧レベルの関係を図14に、回転数と音圧レベルの関係を図15に示す。

この結果、人間の耳に最も感じる周波数の帯域である $2 \sim 4$  kHzの音圧レベルは、最高縫い速度の2,000針数/分においても55 dB前後の音圧レベルで通常の暗騒音とほぼ同等であり、著しいピーク値もなく安定した聞きやすい音である。このときの一般にいう騒音は71.4 dB (A)である。

縫い速度の増加に従って、音圧レベルは増加し、その傾きは縫い速度が2倍で約9 dBである。オーバーオール値でも、共振などによる顕著な音圧レベルの増加現象は見られない。

#### 5.6 振動加速度レベルの測定と検討

縫製作業を行いやすいように、標準ミシンよりアームの上軸高さを20 mm高くしたため、縦方向をつなぐリンク、軸がその分だけ長くなり、振動のモードも変わった。空間的な制約から上軸クランクだけでは釣合いを取ることができず、別にバランスウエートを取り付ける必要があり、その位置と質量を実験的に求めた。

実験から、このミシンは1,100針数/分付近で共振点を持つこと、1,400針数/分から振動の加速度が増加する現象がみられるため、1,100針数/分と最高縫い速度2,000針数/分における振動加速度を下げる検討をした。さらに、実験を進め方向性に関しては図16に示すとおり、上軸偏心輪に対して国(1)の方向で最も低いレベルになっていることが分かる。次にそのときのバランス質量を3段階に分け振動加速度レベ

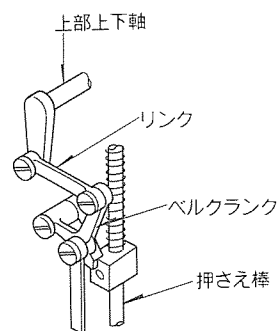


図12. 従来タイプ押さえ機構

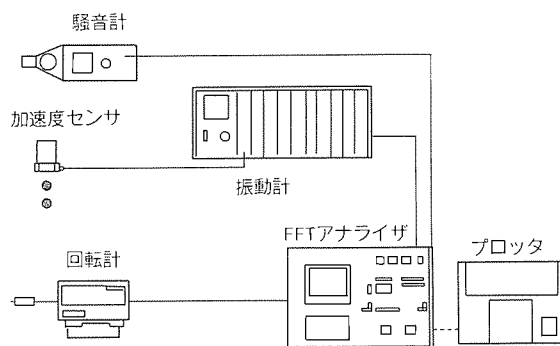


図13. 実験装置のブロック図

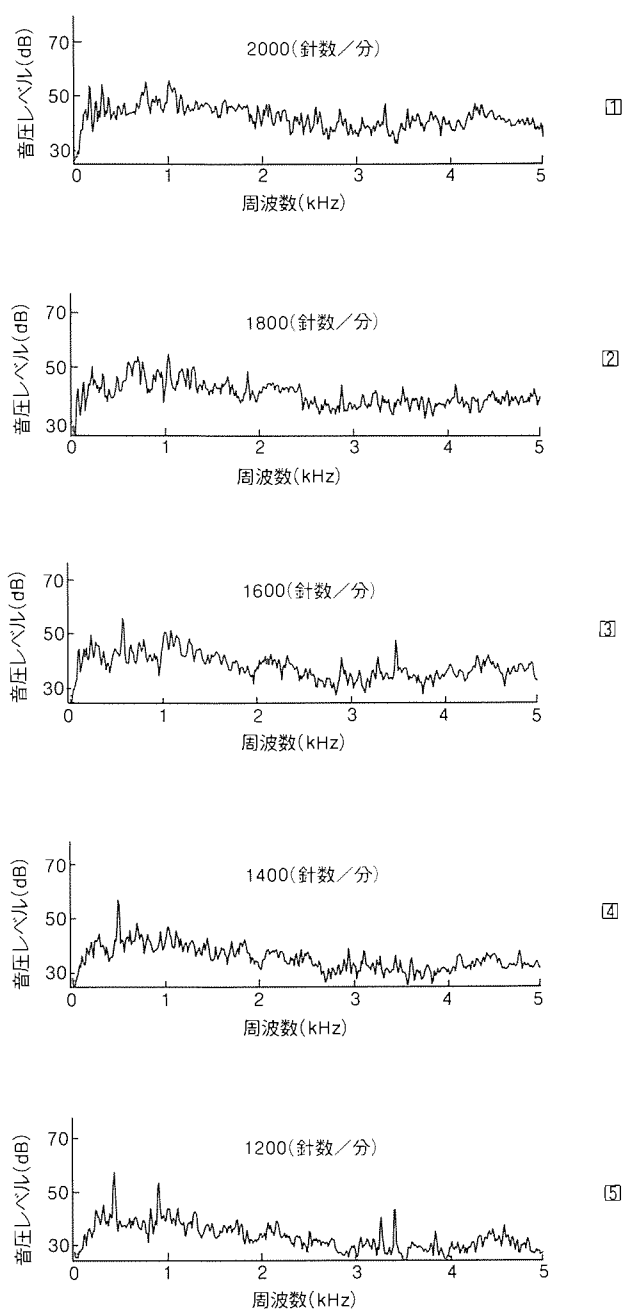


図14. 縫い速度対応の周波数別音圧レベル

ルを測定した。その結果、約100gのバランスウエートを上軸に取り付けると良いことが分かった。

これらの条件で各縫い速度に対するミシン針板手前左側の振動加速度レベルは図17のようになり、適切なバランスウエートを取り付けることで、共振点付近で1/2、その他のレンジで2/3に下がり、そのレベルは最高でも  $5 \text{ m/s}^2$  に抑えることができた。また、ミシンを支持する防振ゴムはテーブルの天板面の振動も考慮し、現行よりもやや硬い HsA (ショア・A スケール) 65 程度の硬度でよいことが分かった。

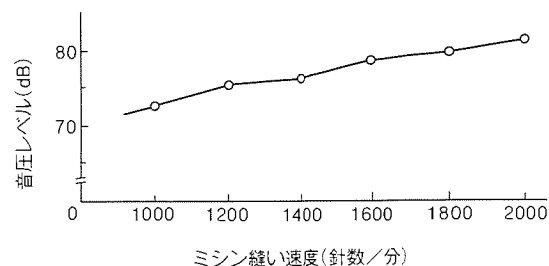


図15. 縫い速度と騒音レベルの関係

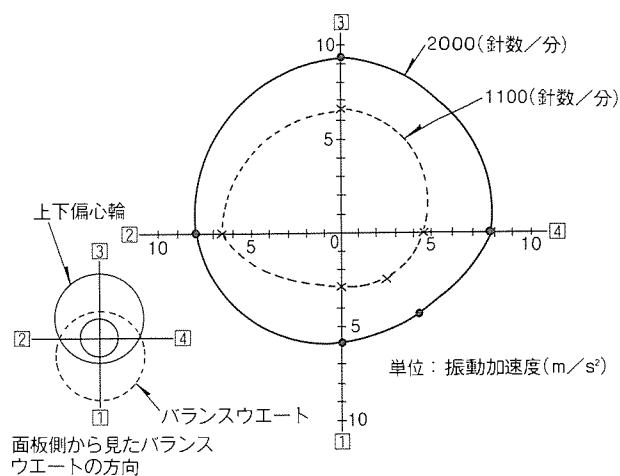


図16. バランスウエートの方向性

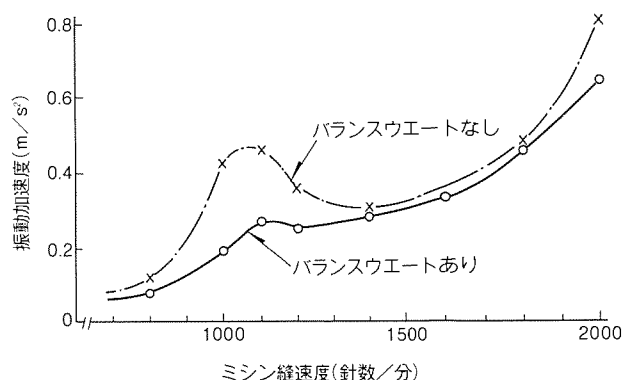


図17. 各縫い速度に対する振動加速度

## 6. む す び

縫製機器に関する市場の要求は多々あり、縫い品質の安定、使い勝手、メンテナンス、自動化、省人化等の改良は今後の開発で避けて通ることができない。本稿で紹介した上下送りミシンも可能な限りこれらの要求を盛り込み、製品化した。その市場での評価は高く、さらにこのミシンのシリーズ化の要求が強く、これらに対する検討と、ここで得られた技術を他機種へ水平展開し、今後の市場ニーズにこたえるようにしたい。

# 2本針本縫い針送りミシン“新LT2シリーズ”

堂脇恭三\*  
玉国法行\*  
清水正義\*

## 1. ま え が き

近年、縫製業界における高能率化・高品質化には著しいものがあり、工業用2本針針送りミシンにおいても、高速化、高性能化、なかでも可縫性の向上及び低騒音、低振動に対する要望が強くなってきた。当社2本針針送りミシンは、従来LT2-220～250シリーズで好評を得ていたが、今回これらのデザイン・機構を一新し、市場の期待に呼応すべく、薄物仕様の可縫性の向上・低騒音・低振動を重点に“新LT2-2220～2250シリーズ”を開発した。

従来この機種の騒音分析は、周波数分析にとどまっていた。そこで今回の開発では、振動と騒音との関連度分析、音響インテンシティ法による音源探査、さらに実験による振動モード解析等を行い、騒音発生メカニズム解明及び対策を行った。

本稿では、新LT2シリーズの主な特長と新機構の紹介、及び低騒音、低振動実現のための分析・解析・対策手順を新LT2シリーズの代表的機種LT2-2230ミシンを中心に述べる。

## 2. 特長と仕様

新LT2シリーズは、2本針の平行縫い専用LT2-2220（非糸切り）、LT2-2230（糸切り）タイプと片針停止機能を持つ角縫いミシンLT2-2240（非糸切り）、LT2-2250（糸切り）タイプとの2系列から成る。図1に新LT2シリーズの代表的機種LT2-2230ミシンの全体外観、図2にミシン頭部の機構、表1に標準仕様を示す。また、図3に新LT2ミシンでの縫製例を示す。以下に新LT2シリーズの特長を述べる。

### (1) 可縫性の向上及び縫い調子幅の拡大

上糸調節器にセラミックス糸道、左右独立式糸取りばね採用等によって可縫性の向上を図るとともに、上糸案内による上糸供給量可変式とし、縫い調子幅の拡大を実現した。

### (2) 送り機構変更による送りモーションと伸びの改善

送り発生機構の解析による送りモーション、高速での送りの伸びの改善を図った。

### (3) 騒音・振動低減

加振力対策として実験計画法による部品公差の変更、応答側対策としてミシン本体の振動モード解析結果からアームの剛性アップを図った。

### (4) 高速化への対応

高速化対応として、てんびん（天秤）・すべり金しゅう（摺）動部分の見直しによるPV値低減、かま（釜）軸受部にニードルベアリングを採用した。

### (5) ワイパ能力向上

ワイパ機構改良で太糸の糸払いも可能とした（当社比60%アップ）

### (6) 検出器内蔵化

針停止の位置、下位置を別々に調整可能とし、検出器をアーム内蔵形とした。

表1に新LT2シリーズLT2-2230の標準仕様を示す。

## 3. 主要機構と動作

まず針送りミシンLT2-2230の主要機構と動作について触れておこう。図4にミシンのスケルトン図を示す。ミシン頭部の機構は、天秤・針棒・送り機構に大別される。天秤・針棒は縫い目を形成する機構、送りは布を送る機構である。上軸①が回転駆動されるとクランク機構から成る針棒②は往復運動、スライダ・リンク機構から成る天秤③は揺動運動をする。次にタイミングベルトを介して下軸④が回転すると①、②、③、⑤からなる6節リンク機構を介して、水

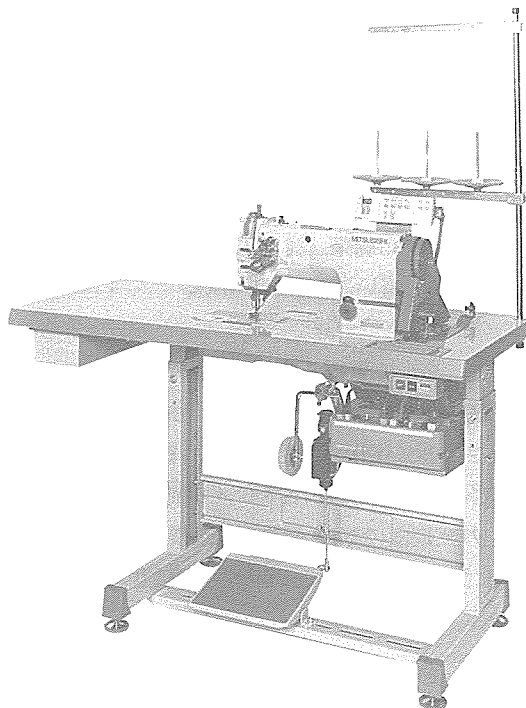


図1. LT2-2230ミシン全体の外観

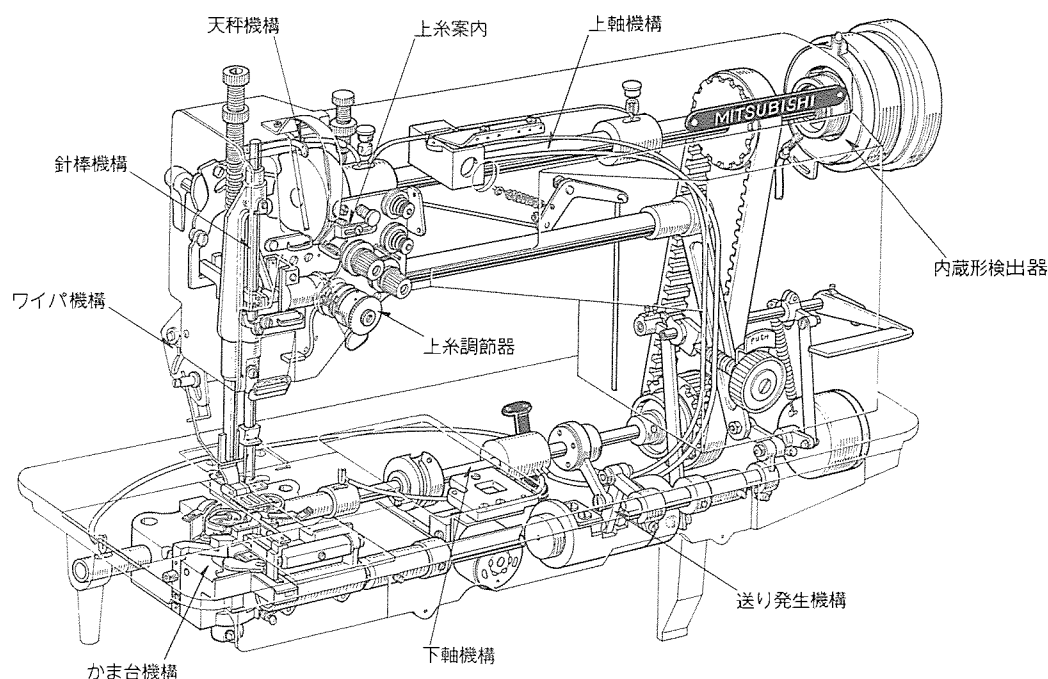


図 2. ミシン頭部の機構

表 1. LT2-2230 の標準仕様

名 称		2 本針本縫い針送り自動糸切りミシン		
機 種	名	LT2-2230-LIT	LT2-2230-MITW	LT2-2230-BIT
用 途		薄物～	～中厚	中厚～厚物
使 用 針	DP×5 井 口	11 (9～11)	14 (11～18)	18 (14～22)
縫 い 目 ピ ッ チ (mm)		4	4	7
押 さ え 上 昇 量 (mm)	手	7	7	7
	ひざ	9	9	13
最 高 縫 い 速 度 (針 数 / 分)		4,000	4,000	3,000
針 棒 ス ト ロ ッ ク (mm)		33.4	33.4	35.0
糸 切 り 装 置		○	○	○
タ ッ チ バ ッ ク		○	○	○
ワ イ バ 装 置		△	○	△
か ま 台 (水平全回転)		標準 (薄物)	標準	倍がま

平送り軸⑤が揺動運動をし、送り台⑥には水平往復運動が伝達されて布を送る。さらに、水平送り軸⑤と 4 節リンク結合している針棒揺動軸⑦も揺動運動をし、針でも布を送る。

今回の新 LT 2 シリーズでは、天秤機構部品の PV 値見直しによる高速化対応、送り機構変更による送りの伸び改善及び薄物仕様の可縫性の向上を図った。

### 3.1 天秤・針棒機構の解析

高速化(3,700→4,000 針数/分)に伴い、温度上昇が懸念される部位として天秤・針棒部が挙げられる。そこで天秤・針棒機構の動解析を行う。天秤・針棒(送りも含む)機構の運動を平面上の剛体とし、力学的モデルを図 5 に示す。ただし、力成分  $F_{DEx}$ ,  $F_{DEy}$  の添字は構成部材①から⑤に作用する力の x 及び y 軸方向を表す。次に力成分に関する運動方程式を解くと天秤に生じる力成分は、 $F_{ECx}$  と  $F_{ECy}$  となる。これから天秤◎とすべり金⑤の PV 値(面圧と周速との積)は次式で求めら



図 3. 新 LT2 シリーズミシンでの縫製例

れる。

$$PV = \frac{F_{ECy} \sin \theta + F_{ECx} \cos \theta}{d \times l_E} \times \frac{dL_C}{dt}$$

$\theta$  : 天秤の揺動角

$L_C$  : 天秤とすべり金の接触中心

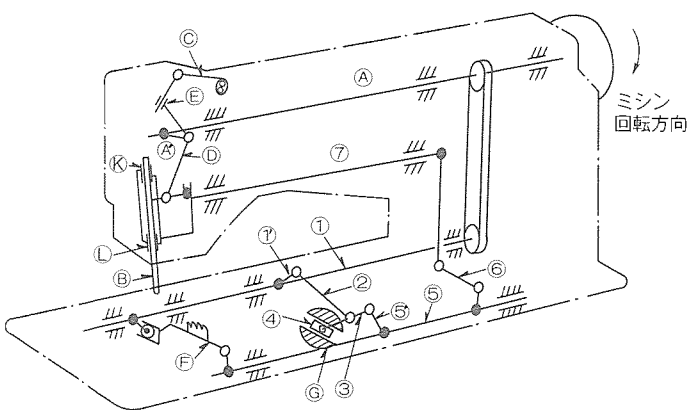
$d$  : 天秤スライド部の径

$l_E$  : すべり金の幅

上式から従来ミシンの PV 値は 3,700 数針/分で約 490 MPa・m/min, 新 LT 2-2230 M ミシンは  $d$  を約 15%,  $l_E$  を約 30% 大きくしたため PV 値は 4,000 数針/分でも約 400 MPa・m/min となった。

その結果, 天秤スライド部の耐焼付け性が向上した。

### 3.2 送り機構の解析



- ①: 下軸, ①': 水平送りカム, ②: 送りロッド, ③: 接続かん,  
④: 角コマ, ⑤: 水平送り軸, ⑤': 送り腕中, ⑥: 接続かん,  
⑦: 針棒揺動軸, A: 上軸, A': クランク, B: 針棒, C: 天秤,  
D: 針棒クランクロッド, E: すべり金, F: 送り台, G: 返し台

図 4. LT2-2230M ミシンのスケルトン図

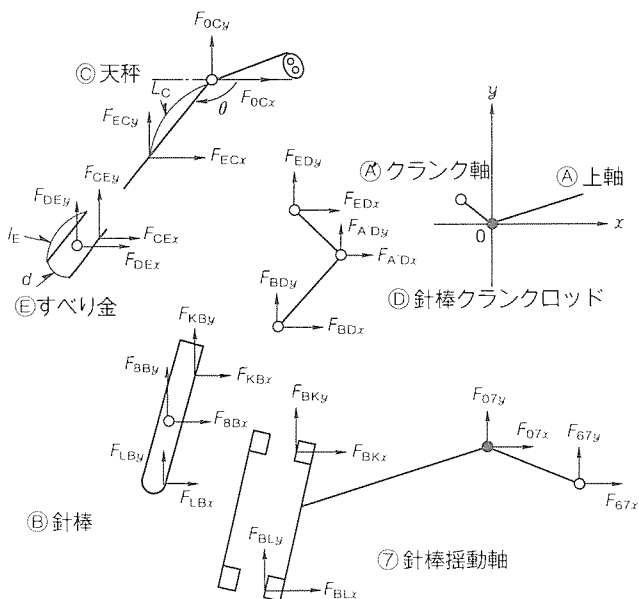


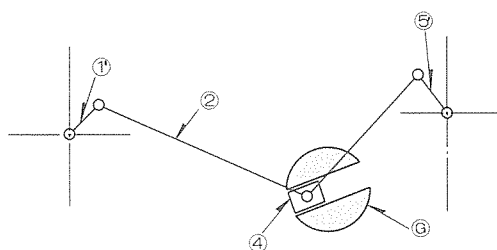
図 5. 天秤・針棒機構の力学的モデル

図 6 に新・旧送り機構の比較を示す。送り機構に起因する送りの伸び減少対策として, 新 LT 2 シリーズでは送り腕中 ⑤' のピッチを従来比 40 % 長くして角コマ ④ と返し台 ⑥ とのクリアランスの影響度を小さくした。その反面, 従来機構のままで, 水平送りカム ①' の偏心量を大きくしなければならず, 下軸 ① への負荷も増大する。そこで新 LT 2 シリーズでは図 6 (b) のような 6 節リンク機構を採用した。その結果高低速の送りの伸びは 8 % 改善された。

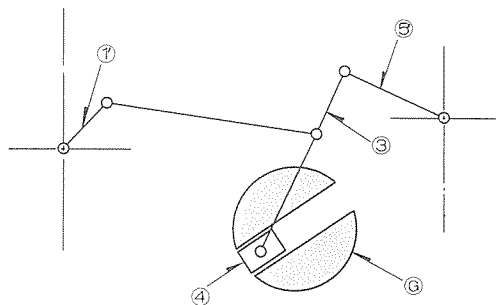
次に新・旧送りモーションの比較を図 7 に示す。これから新 LT 2-2230 の方が旧 LT 2-230 よりだ (楕) 円の長軸は送り方向にはほぼ水平で送り力が大きくなり, また送り込み最終部の沈み込み (A 部) もややく (矩) 形に近づき, 薄物縫製のバックリング (縫いじわ) も少なくなって可縫性も向上した。

### 4. 低騒音・低振動化

ミシンの機構は図 2 にも示したように非常に複雑であり,



(a) 旧 LT2 送り発生機構のモデル図



(b) 新 LT2 送り発生機構のモデル図

図 6. 新旧送り機構の比較

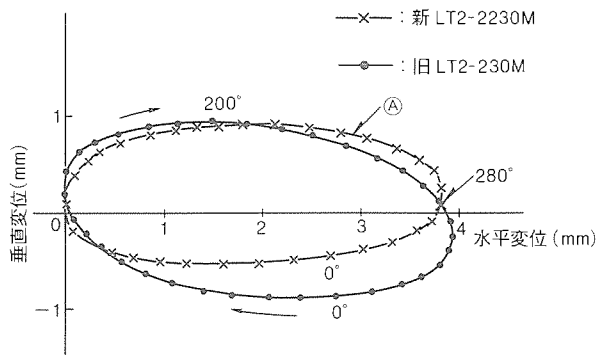


図 7. 新旧送りモーションの比較

部品点数も極めて多い。したがって、ミシンの騒音発生要因も複雑となるが、騒音は各運動によって発生する振動がアーム本体に伝達して発生する固体伝搬音がほとんどである。騒音の発生源と考えられる機構は、およそ次の機構に特定できる。

- (1) 上軸機構
- (2) 天秤・針棒機構
- (3) 下軸・送り機構
- (4) かま台機構

今回、評価解析を対象とした機種は、針送りマシンでは最高速度が最も高く、代表機種の一つである LT2-2230M ミシンを選択した。開発に際し、低騒音化目標を従来 LT 2-230 M 形マシンに比較して 3 dB 低減を設定した。

#### 4.1 評価解析手順

今回の評価解析では、騒音発生メカニズムの解明と振動源の把握及び最適対策案の決定を行うために図 8 に示すフロー（試作機による実験が中心）を実践した。その結果、発音源の特定はもちろん振動発生要因と部品公差なども明確となり、効果的な低騒音化対策を実施することができた。

#### 4.2 騒音特性

図 9 に最高速度（上軸回転数 4,000 r/min）における騒音の周波数分析結果の一例を示す。このマシンでは、2 kHz 付

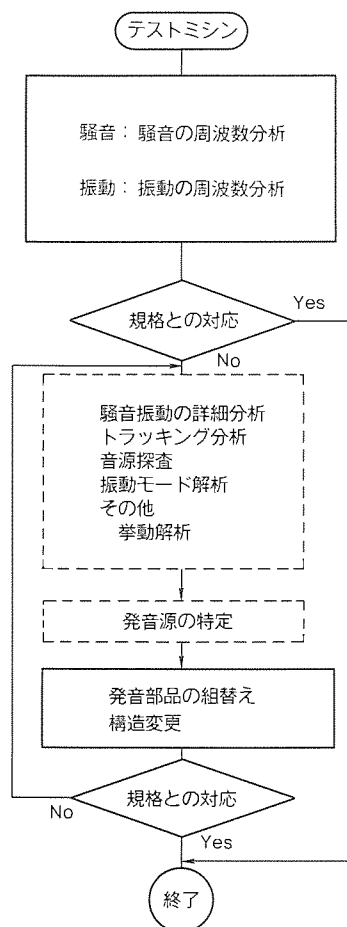


図 8. 評価解析手順

近に優勢な成分が集中しており、これらによって騒音レベルが決定されている。また、これらの成分は上軸回転数に対してほぼ整数倍成分で、最大レベルを示す 2,075 Hz は回転の基本成分の 31 倍である。さらに、速度に対する騒音特性を確認するために回転数と騒音特性との三次元表示分析を図 10 に示すが、3,500 r/min 以上で音圧レベルは顕著に増大し、回転成分の 31 倍がおおよそ 2 kHz と交差する速度で最大レベルとなった。

次に、機構別に騒音レベルへの影響を確認するため各機構部の有無による騒音レベルを測定した。図 11 に示すように、下軸機構のみを取り除いた場合と天秤機構も取り除いた場合を比較するといずれの速度においても後者が前者より大幅に (10 dB 程度) 低下していることから、天秤機構が騒音発生に大きく影響していることが分かる。

#### 4.3 騒音・振動の発生メカニズム

##### 4.3.1 回転次数比分析

上軸各軸受け及びベッド上下方向の振動加速度のうち、上軸左側メタル上下方向の振動加速度を図 12 に示す。図 9 と図 12 から騒音、振動レベルとも上軸基本周波数の整数倍となっていることから、騒音は上軸の回転に同期して発生することが分かる。最も騒音レベルの高い 31 次成分が現れている振動加速度は上軸左メタルの上下方向（図 12 参照）である。そこで音源は上軸機構、さらに上軸の左側に存在することが推定される。以上のことを詳細に分析するために次に騒音と振動との相関を求める。

##### 4.3.2 騒音と振動との相関

騒音レベルの大きなものから上位 7 位までの成分について

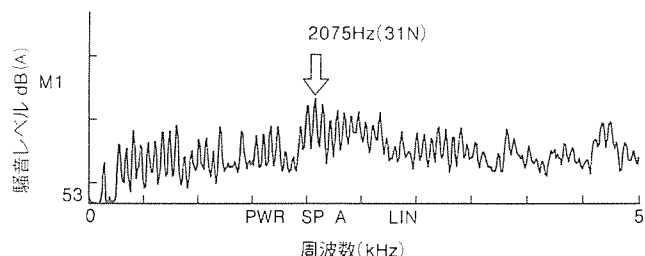


図 9. 騒音の周波数分析結果 (4,000 r/min)

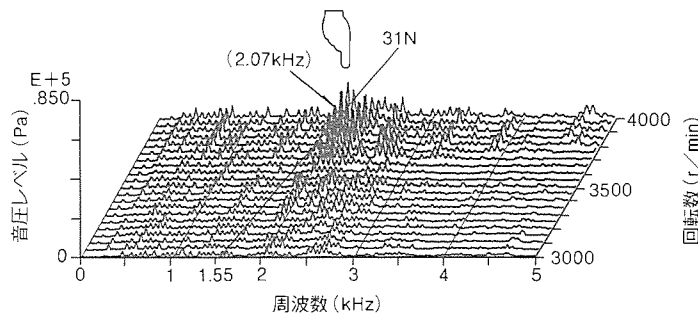


図 10. 回転数と騒音特性との三次元表示

コヒーレンス（騒音と振動との関連度関数）及びクロスパワー（騒音と振動との相互相関関数）を求めた。この結果を表2に示すが同一次数周波数内での騒音と振動加速度とに相関性が高く、しかもクロスパワーも大きいものには網かけで囲み表示した。表2から騒音源は上軸機構に存在し、さらに上軸の左側に存在することが分かった。

ここで、騒音レベルが高い31次成分に着目する。図13に騒音のO.A.（オーバーオール）値及び31次成分をトラッキング分析した実験値を示す。同図のO.A. 値からは顕著な共振現象は見られない。しかし、31次成分では共振現象が見られる。ここで、目標値を達成するためには3,930r/minにおける共振が問題となる。この共振周波数は2,029 Hzである。

前節で騒音源は上軸機構の左側に存在すると述べた。そこで上軸の左側の機構に着目する。

### 4.3.3 音源の分析

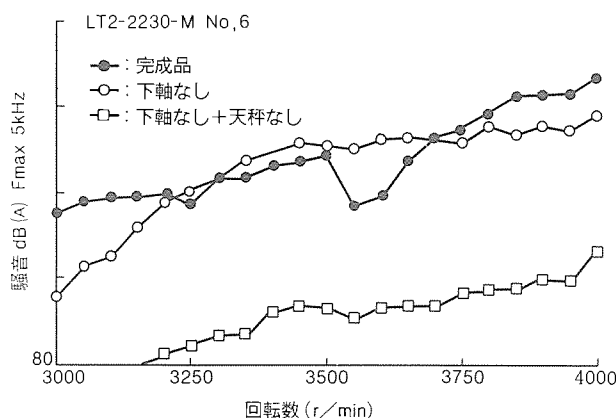


図11. 各機構別の騒音特性

上軸の左側には天秤・針棒機構が付随している。次に騒音と振動の発生メカニズムを調べるために図14に騒音の時間波形、上軸左メタル上下方向の振動加速度の時間波形及び上軸1回転中1パルスの波形を示す。

図14から上軸1回転中に1回騒音がパルス状に大きくなり、また振動加速度も上軸1回転中に1回パルス状に大きくなった。これから上軸左メタルの振動がパルス状に大きくなる位置は針棒上死点付近であると判断される。この位置では各部品が直列になっており慣性力も大きい。そこで振動発生の原因は各部品にクリアランスが存在するため、慣性力によって各部品同士が衝突し衝撃を発生させるためである（以下“天秤先端におけるクリアランス”を“天秤クリアランス”という。）。

次に上軸回転角に対する天秤クリアランスを測定すると、

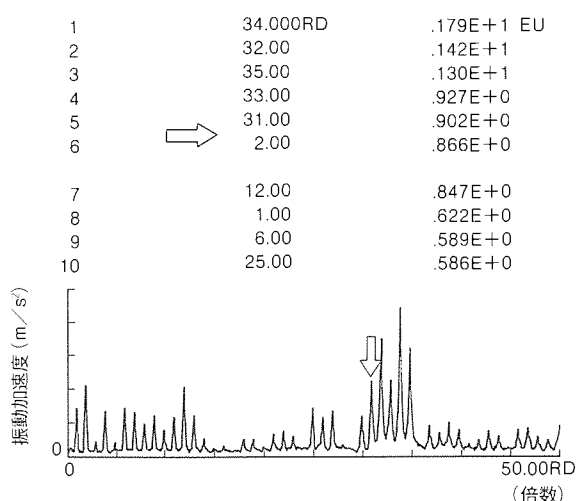


図12. 上軸左側メタル上下方向の振動加速度

表2. 騒音・振動特性

項 目	特 性	O.A. 値	次 数 (N) 及 び 周 波 数 (Hz)						
			31.0	30.0	32.0	34.0	35.0	40.0	33.0
			2067	2000	2133	2267	2333	2667	2200
騒 音	SPECT	—	86.8	84.8	84.7	82.7	82.3	81.7	80.7
	SPECT	13.5	-0.7	-6.2	3.6	5.1	2.6	-9.9	-0.8
振 動 (1Z)	CRO-SPECT	—	42.8	38.2	43.8	44.0	42.0	35.4	38.7
	COH	—	0.956	0.907	0.975	0.952	0.955	0.816	0.918
振 動 (2X)	SPECT	13.1	-5.6	-4.5	-5.9	-8.0	-4.5	-13.6	-13.7
	CRO-SPECT	—	40.1	39.4	39.3	37.1	38.7	33.6	—
	COH	—	0.928	0.957	0.963	0.978	0.973	0.830	—
振 動 (3Z)	SPECT	16.0	-0.4	1.0	-8.1	9.1	6.1	1.9	-0.1
	CRO-SPECT	—	41.1	42.3	37.8	45.9	44.0	41.8	39.0
	COH	—	0.927	0.982	0.862	0.945	0.948	0.957	0.869
振 動 (4X)	SPECT	13.6	-6.8	-9.6	-8.8	3.6	0.0	-5.7	-5.9
	CRO-SPECT	—	39.4	36.7	37.5	43.1	40.9	38.0	36.0
	COH	—	0.938	0.963	0.875	0.981	0.930	0.940	0.858
振 動 (6X)	SPECT	10.5	-5.6	-8.1	-2.6	-13.7	-8.5	-1.2	-13.9
	CRO-SPECT	—	40.1	37.5	40.9	33.9	36.7	40.3	—
	COH	—	0.938	0.942	0.961	0.835	0.922	0.969	—



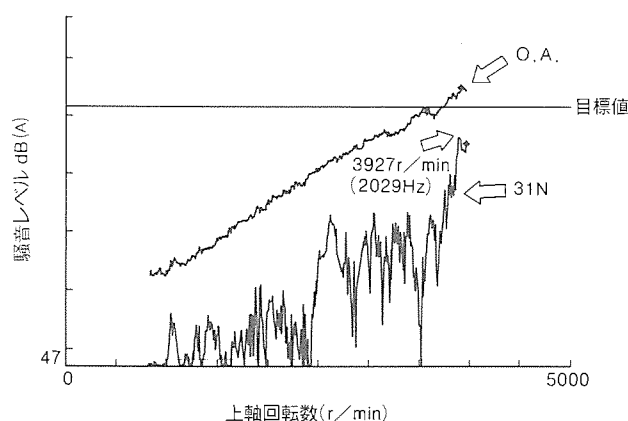


図13. 騒音のトラッキング分析

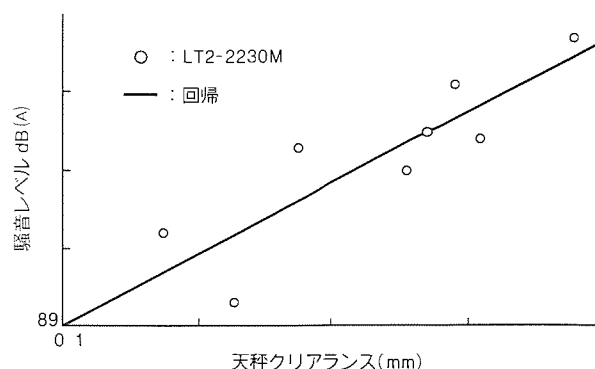


図15. 天秤クリアランスと騒音レベルとの関係

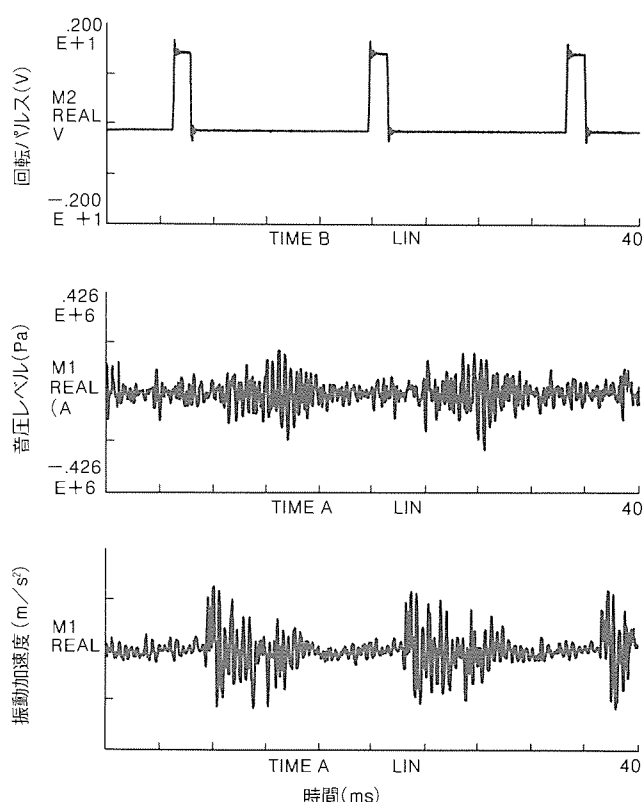


図14. 騒音及び振動の時間波形

天秤クリアランスが最大となるのは針棒上死点付近であり、他の回転角における値の約3倍である。加振力の一つの原因は天秤クリアランスであり、さらに加振力が各軸受けを介してアーム等の構造物と共振していると推定される。そこで振動モード解析をした。

#### 4.4 振動モード解析

上軸左メタルにおけるアームの伝達関数を測定すると2 kHz 付近にアームの固有振動が存在するため、これらの振動モード解析を行い、固有モードを求めた。その結果2,102 Hz におけるモードはアーム上面の三次の曲げモードであり、2,165 Hz におけるモードは横窓が局部的に変形する曲げのモードであることが分かった。

#### 4.5 天秤クリアランスと騒音との関係

4.3節で述べたように、加振力の主なものは天秤クリアランスである。これを定量的に確認するために図15に天秤クリアランスと騒音との関係を示す。実線は実験値を直線回帰したものである。図15から天秤クリアランスは騒音レベルとほぼ比例していることが分かる。天秤機構構成部品の中で天秤クリアランスに最も影響を与えている部品を次に調べる。

#### 4.6 天秤クリアランスへの影響 (実験計画法)

加振力低減の具体策を検討するため、天秤機構構成部品のクリアランスの影響度を定量的に把握する。直行配列によって実験データを把握する。その要因は、

- (1) クランク軸と上軸との平行度
- (2) 針棒クランクロッド穴の平行度
- (3) 針棒クランクロッドとクランク軸とのクリアランス
- (4) 針棒クランクロッドとすべり金とのクリアランス
- (5) 天秤の直角度
- (6) 針棒抱きと針棒揺動軸との平行度
- (7) 天秤支え軸穴と上軸穴との平行度

の7要因を選択した。また、各要因は2水準とし、水準はそれぞれの部品単体での寸法精度を測定し、公差に対して優れたものとそうでないものとに分類した。各ミシンについて騒音レベルと天秤クリアランスを測定した。この測定データから天秤クリアランスについて直行配列(L8)し、解析した結果以下のことが得られた。

天秤クリアランスに対して有意性がある要因を順にあげると、要因(4)、要因(2)となる。特に要因(4)針棒クランクロッドとすべり金とのクリアランスについては有意性が高く、これらの要因の中では最も寄与率が高く、約50%を占める。

#### 4.7 低騒音・低振動化のまとめ

- (1) 騒音に影響を及ぼす加振力発生の主なもの、天秤機構であることが分かり、その主な原因は天秤クリアランスである。
- (2) 騒音発生のメカニズムは加振力周波数がアームの固有振動数に一致することによって共振し、固体伝搬音として発音している。

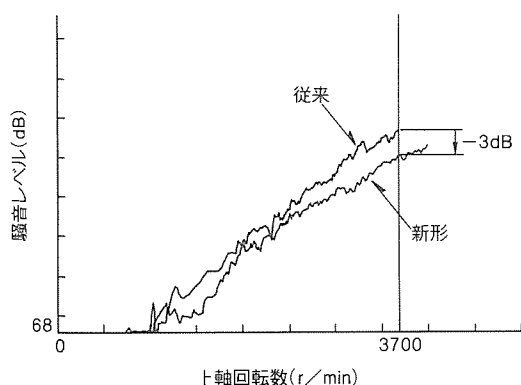


図16. 新旧 LT2 ミシンの騒音レベルの比較

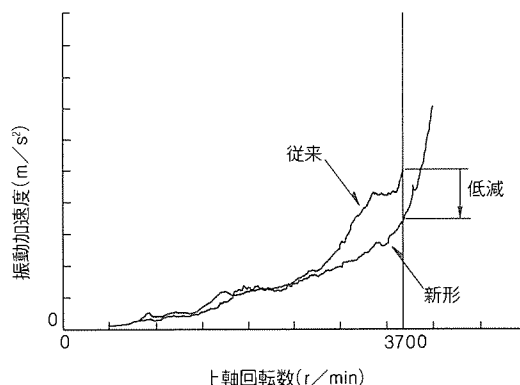


図17. 新旧 LT2 ミシンの振動加速度の比較

(3) 実験計画法による直行配列実験の導入により、天秤クリアランスに対し最も有意な要因は針棒クランクロッドとすべり金とのクリアランスであり、2番目に有意な要因は針棒クランクロッド穴の平行度(クランク軸かん(嵌)合穴とすべり金嵌合穴との平行度)であることが分かった。

#### 4.8 対策と効果

対策としてアームの剛性アップと加振力の低減を行った。加振力の低減については天秤クリアランス対策として実験計画法により、針棒クランクロッドとすべり金嵌合の公差変更針棒クランクロッド穴の平行度向上を行った。効果確認として従来マシンと新 LT2-2230 との騒音レベルを比較したものを図16に、振動加速度を比較したものを図17に示す。図16

から騒音レベルは3,700 r/min のとき従来より約 3 dB 低減している。また、図17から振動加速度は3,700 r/min のとき従来より約 3 割低減しており、いずれも目標値を達成することができた。

#### 5. む す び

以上、新 LT2 シリーズの開発に伴う新機構、低騒音・低振動化を中心に述べた。今後、更にユーザー側の要望は厳しく、かつ高機能・低騒音な製品が要求されるであろう。

今回の開発を基にさらなる改良に努力を重ね、需要家各位の期待にこたえられる製品の開発に挑戦する所存である。

# 工業用ミシンの上軸に生じる衝撃トルク

村松直樹\*

## 1. ま え が き

近年、縫製業界の合理化・省力化とともに、工業用ミシンの高性能化に対する要求には著しいものがある。この中には、例えば低振動、低騒音や無給油化など操作性に関するものも少なくない。これらの要求は、ミシンの高速化とともにますます強くなってきている。しかし、これらの要求に経験技能の延長線上で対応するには限界がある。換言すれば、設計段階での動力学的な外力評価が必ず(須)条件となっている。

従来、ミシンの歴史の割には動力学まで言及した研究は少ない。その中で当社は、工業用ミシンを対象に動力学的な検討を進めてきた<sup>(1)~(4)</sup>。その結果、縫製物のない駆動時と自動糸切り時に発生する力については、設計段階での推定が可能となった。ところで縫製時には、慣性力に加えて針の貫通力や上糸の引締め張力が外力として作用する。これらの外力はミシン機構運動系に大きな過渡振動を誘起する可能性がある。このため、これらの外力の影響を明らかにしておくことは重要である。

そこでこの報告では、工業用ミシンの天びん・針棒機構を対象に針の貫通力や上糸の引締め張力が上軸のトルクに及ぼす影響について検討した。検討では、まず天びん・針棒機構運動系にLagrangeの運動方程式を適用して、外力作用時のトルクを解析した。次にこの結果を実験値と対応させることにより、トルクの発生機構や縫製物のない場合のトルクと比較検討した。

## 2. 記 号

この報告で用いる主な記号は次のとおりである。

- $E$  : 運動系の運動エネルギー
- $f_t$  : 天びん・針棒機構運動系の上軸のねじり固有振動数
- $F_n$  : 針の貫通力
- $F_t$  : 上糸の引締め張力
- $g$  : 重力加速度
- $I_i$  : 構成部材①の重心回りの慣性モーメント
- $k$  : 上軸のねじりばね定数
- $K$  : 散逸関数
- $m_i$  : 構成部材①の質量
- $t$  : 時間
- $T$  : 全機構運動系による上軸のトルク
- $T_t$  : 天びん・針棒機構運動系による上軸のトルク

$T_{t0}$  : 上軸は剛体として計算によって求めた天びん・針棒機構運動系による上軸のトルク<sup>(1)</sup>

$U$  : 運動系のポテンシャルエネルギー

$x_i$  : 構成部材①の重心の $x$ 座標

$y_i$  : 構成部材①の重心の $y$ 座標

$\delta$  : 粘性減衰係数

$\theta$  : 上軸のねじれ角

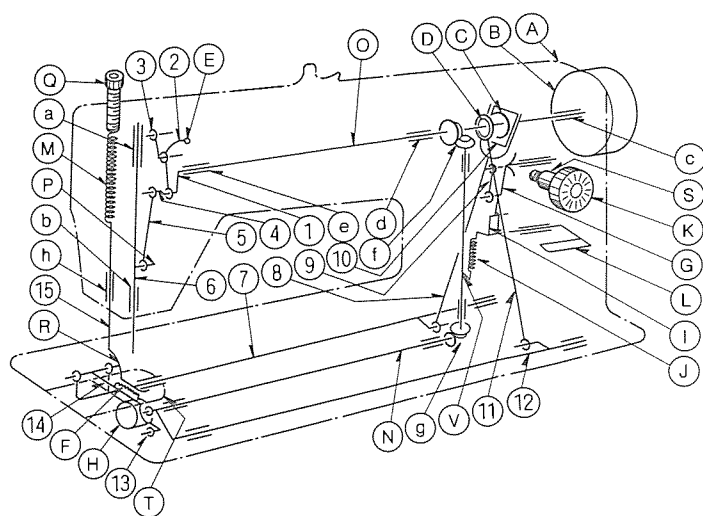
$\theta_0$  : 上軸の駆動回転角

$\theta_i$  : 構成部材①の重心回りの回転角

$\Delta$  : 対数減衰率

## 3. 理 論

ミシン機構は、動力学的観点からみると、天びん・針棒機構と送り機構に大別できる。前者は、かま機構とともに縫製物に縫い目を形成する機構であり、後者は押さえ機構とともに縫製物を送る機構である。



- ①: 天びんクランク, ②: 天びん, ③: 天びん支え, ④: 針棒クランク,
- ⑤: 針棒クランクロッド, ⑥: 針棒, ⑦: 水平送り軸, ⑧: ふたまた(股)ロッド,
- ⑨: 送りリンク, ⑩: 送りカムスリーブ, ⑪: クランクロッド, ⑫: 上下送り軸,
- ⑬: リンク, ⑭: 送り台, ⑮: 押さえ棒,
- ⑯: アーム, ⑰: はずみ車, ⑱: 送りカム, ⑲: 糸穴, ⑳: 送り歯, ㉑: 送り調節器,
- ㉒: かま, ㉓: 縫い目加減腕, ㉔: コイルばね, ㉕: 送り目盛板, ㉖: 送り調節レバー,
- ㉗: 押さえばね, ㉘: 下軸, ㉙: 上軸, ㉚: 針棒抱き, ㉛: 押さえ調節ねじ,
- ㉜: 押さえ, ㉝: 送り調節ねじ, ㉞: 針板, ㉟: 立軸,
- ㊱: すべり軸受(直進), ㊲: ㊳, ㊴: すべり軸受(回転), ㊵: ㊶: 傘歯車,
- ㊷: すべり軸受(直進)

図1. 工業用ミシンの主要機構

### 3.1 天びん・針棒機構とその動作<sup>(1)</sup>

工業用ミシンの主要機構を見取図で図1に示す。天びん・針棒機構はアーム頭部に構成されており、天びん・クランク機構と針棒・クランク機構の複合機構から成っている。

天びん・クランク機構は、天びんクランク①、天びん②及び天びん支え③から成り、4節リンク機構を構成している。天びんの先端には糸穴⑤が設けられている。一方、針棒・クランク機構は、針棒クランク④、針棒クランクロッド⑤及び針棒⑥から成り、スライダ・クランク機構を構成している。針棒は二つのすべり軸受④、⑤によってアーム①にしゅう動支持されており、下端には針が取り付けられている。また、上軸⑦ははずみ車⑧とVベルトを介して電動機に連動されている。

以上の天びん・針棒機構において上軸⑦が回転駆動されると、天びん②は4節リンク機構の、針棒⑥はスライダ・クランク機構の運動に基づき、垂直方向にそれぞれ揺動運動と並進運動する。このとき上糸調節器(図示せず)、天びんを介して針に導かれた上糸は、針の布貫通時、かまに捕そくされる。そして、かまの回転運動に伴って、かま内に収納された下糸と交絡される。このとき上糸は、天びんによって適度に引き締められ、縫い目が構成される。なお上、下糸の張力は、それぞれの調節器により、あらかじめ適当な大きさに設定される。縫製は、これらの運動に送り機構と押さえ機構の運動<sup>(2)(3)</sup>が同期して、通常、1,000~4,000r/minの高速で行われる。このため針棒⑥には針の貫通力が、天びん②には上糸の引締め張力が衝撃的に作用する可能性がある。

### 3.2 力学的モデルと運動方程式

#### 3.2.1 仮定

外力作用時のトルク $T_L$ の解析では次の仮定を設ける。

(1) 天びん・針棒機構運動系の上軸⑦の長さは軸径に対し約30倍と長い。このため上軸は弾性体とする。

(2) 針の貫通力は針棒⑥の下端に、上糸の引締め張力は天びん②の糸穴⑤に、それぞれ垂直方向に作用する。

(3) 摩擦力は上軸⑦と軸受④、⑤の間のみに作用する。

#### 3.2.2 力学的モデル

仮定に基づき、天びん・針棒機構運動系を力学的モデルに表せば図2のようになる。すなわち、針棒⑥の下端に外力 $F_n$ が、天びん②の糸穴⑤に外力 $F_L$ が作用する天びん・針棒機構運動系において、弾性軸である上軸⑦にトルク $T_L$ が作用するモデルである。

図2では、上軸⑦の中心を原点とし、 $x$ 、 $y$ 、 $z$ 軸及び回転角 $\theta$ 、 $\theta_i$ の向きを図のように定義する。

#### 3.2.3 運動方程式

図2のモデルに対してLagrangeの運動方程式を適用すれば、一般座標 $\theta$ 、 $\theta_0$ に関し次式の関係を得る。

$$\left. \begin{aligned} \frac{d}{dt} \left( \frac{\partial E}{\partial \dot{\theta}} \right) - \frac{\partial E}{\partial \theta} + \frac{\partial U}{\partial \theta} + \frac{\partial K}{\partial \dot{\theta}} &= Q \\ \frac{d}{dt} \left( \frac{\partial E}{\partial \dot{\theta}_0} \right) - \frac{\partial E}{\partial \theta_0} + \frac{\partial U}{\partial \theta_0} + \frac{\partial K}{\partial \dot{\theta}_0} &= Q_0 + T_L \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

ただし、 $Q$ 、 $Q_0$ はそれぞれ一般座標 $\theta$ 、 $\theta_0$ に関する一般力であり、外力と上軸⑦の摩擦力から構成される。また、エネルギー $E$ 、 $U$ と散逸関数 $K$ は次式で表される<sup>(5)</sup>。

$$E = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^6 \{ I_i \dot{\theta}_i^2 + m_i (\dot{x}_i^2 + \dot{y}_i^2) \} + \frac{1}{6} I_0 (\dot{\theta}_1^2 + \dot{\theta}_1 \omega_0 + \omega_0^2) \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$U = \sum_{i=1}^6 m_i g y_i + \frac{1}{2} k \theta^2 + U_0 \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$K = \frac{1}{2} \delta \dot{\theta}^2 \quad \dots\dots\dots (4)$$

ただし、式(2)の $I_0$ と $\omega_0$ は上軸⑦の軸心回りの慣性モーメントと駆動角速度である。また、式(3)の $U_0$ は運動系が基準位置に対し $x$ 軸上で持つ位置エネルギーである。

式(2)~(4)を式(1)に代入することにより、系の運動方程式は次式で表される。

$$\left. \begin{aligned} & \left\{ \sum_{i=1}^6 \left[ I_i \left( \frac{\partial \theta}{\partial \theta} \right)^2 + m_i \left( \left( \frac{\partial x_i}{\partial \theta} \right)^2 + \left( \frac{\partial y_i}{\partial \theta} \right)^2 \right) \right] + \frac{1}{3} I_0 \right\} \ddot{\theta} \\ & + \sum_{i=1}^6 \left[ I_i \left( \frac{\partial \theta}{\partial \theta} \right) \left( \frac{\partial^2 \theta}{\partial \theta^2} \right) + m_i \left( \left( \frac{\partial x_i}{\partial \theta} \right) \left( \frac{\partial^2 x_i}{\partial \theta^2} \right) \right. \right. \\ & \left. \left. + \left( \frac{\partial y_i}{\partial \theta} \right) \left( \frac{\partial^2 y_i}{\partial \theta^2} \right) \right) \right] \dot{\theta}^2 + 2 \omega_0 \sum_{i=1}^6 \left[ I_i \left( \frac{\partial \theta}{\partial \theta} \right) \left( \frac{\partial^2 \theta}{\partial \theta^2} \right) \right. \\ & \left. + m_i \left( \left( \frac{\partial x_i}{\partial \theta} \right) \left( \frac{\partial^2 x_i}{\partial \theta^2} \right) + \left( \frac{\partial y_i}{\partial \theta} \right) \left( \frac{\partial^2 y_i}{\partial \theta^2} \right) \right) \right] + \delta \dot{\theta} \\ & + k \theta + \sum_{i=1}^6 \left\{ \omega_0^2 \left[ I_i \left( \frac{\partial \theta}{\partial \theta} \right) \left( \frac{\partial^2 \theta}{\partial \theta^2} \right) \right. \right. \\ & \left. \left. + m_i \left( \left( \frac{\partial x_i}{\partial \theta} \right) \left( \frac{\partial^2 x_i}{\partial \theta^2} \right) + \left( \frac{\partial y_i}{\partial \theta} \right) \left( \frac{\partial^2 y_i}{\partial \theta^2} \right) \right) \right] \right\} \\ & + m_i g \left( \frac{\partial y_i}{\partial \theta} \right) \} = Q \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

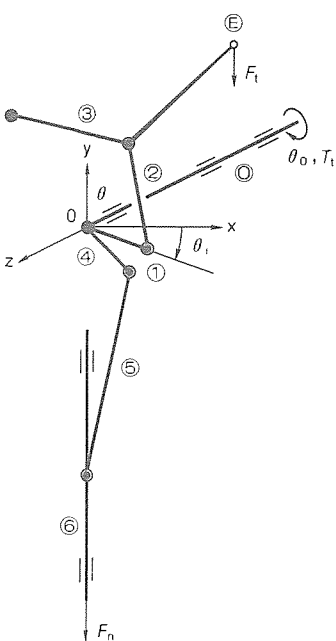


図2 天びん・針棒機構の力学的モデル

$$\left\{ \begin{aligned} & \sum_{i=1}^6 \left[ I_i \left( \frac{\partial \theta_i}{\partial \theta} \right)^2 + m_i \left( \left( \frac{\partial x_i}{\partial \theta} \right)^2 + \left( \frac{\partial y_i}{\partial \theta} \right)^2 \right) \right] + \frac{1}{2} I_0 \ddot{\theta} \\ & + \sum_{i=1}^6 \left[ I_i \left( \frac{\partial \theta_i}{\partial \theta} \right) \left( \frac{\partial^2 \theta_i}{\partial \theta^2} \right) + m_i \left( \left( \frac{\partial x_i}{\partial \theta} \right) \left( \frac{\partial^2 x_i}{\partial \theta^2} \right) \right. \right. \\ & \left. \left. + \left( \frac{\partial y_i}{\partial \theta} \right) \left( \frac{\partial^2 y_i}{\partial \theta^2} \right) \right) \right] \dot{\theta}^2 + 2 \omega_0 \sum_{i=1}^6 \left[ I_i \left( \frac{\partial \theta_i}{\partial \theta} \right) \left( \frac{\partial^2 \theta_i}{\partial \theta^2} \right) \right. \\ & \left. + m_i \left( \left( \frac{\partial x_i}{\partial \theta} \right) \left( \frac{\partial^2 x_i}{\partial \theta^2} \right) + \left( \frac{\partial y_i}{\partial \theta} \right) \left( \frac{\partial^2 y_i}{\partial \theta^2} \right) \right) \right] \dot{\theta} \\ & + \sum_{i=1}^6 \left[ \omega_0^2 I_i \left( \frac{\partial \theta_i}{\partial \theta} \right) \left( \frac{\partial^2 \theta_i}{\partial \theta^2} \right) \right. \\ & \left. + m_i \left( \left( \frac{\partial x_i}{\partial \theta} \right) \left( \frac{\partial^2 x_i}{\partial \theta^2} \right) + \left( \frac{\partial y_i}{\partial \theta} \right) \left( \frac{\partial^2 y_i}{\partial \theta^2} \right) \right) \right] \\ & + m_i g \left( \frac{\partial y_i}{\partial \theta} \right) \Big| = Q_0 + T_i \end{aligned} \right. \quad (6)$$

### 3.2.4 数値計算法

式(5)の運動方程式は非線形微分方程式である。このため、この検討では、Runge-Kutta-Gill 法によって数値計算した。計算では、上軸⑤の角速度は一定とし、時間の刻み幅 $\Delta t$ は回転角 $\theta_0$ の0.1°相当の時間とした。また、回転角 $\theta$ と角速度 $\dot{\theta}$ の初期条件は次式で定義した<sup>(5)(6)</sup>。

$$\left. \begin{aligned} \theta_{t=0} &= -\frac{T_{t0}}{k} \\ \dot{\theta}_{t=0} &= -\frac{\theta_{t=\Delta t} - \theta_{t=0}}{\Delta t} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (7)$$

数値計算により、回転角 $\theta$ が求められると、式(6)からトルク $T_i$ が求まる。

## 4. 実験装置と実験方法

この実験では、トルクと同時に針の貫通力や上糸の引締め張力も検出した。このための実験装置の構成をブロック図で図3に示す。

### 4.1 供試マシンと上軸のトルク検出装置

供試マシンはLS 2-150形高速本縫い工業用マシンで、開発時運動部品の軽量化によって振動低減が図られた<sup>(1)</sup>。主な仕様は最大縫い目長さ5mm、最高回転数5,000r/minである。トルク $T$ (又は $T_i$ )の検出系は、外周に2枚のトルク検出用ひずみゲージを張り付けた上軸⑤、弾性継手を介し上軸端に連結した水銀スリップリング、応答周波数2kHzの動ひずみ計及びオシロスコープで構成した。なお、水銀スリップリングの回転体端面には針棒⑥の上死点に対応させて鉄片を固定し、これに渦電流方式の非接触微小変位計を対向させた。

### 4.2 外力検出装置

#### (1) 針の貫通力

貫通力 $F_n$ は図3に示すロードセルによって検出した。こ

のロードセルは、はり(梁)の曲げを利用したもので、T字形の針抱きとふた(蓋)状の支持台で構成した。これらはいずれもアルミニウムで製作した。針抱きのはり部上面には軸方向に2枚のひずみゲージを張り付け、これらを直列に結線した。この針抱きの中央支柱部にはDB1-14番の針を挿入固定し、はり部両端は支持台のフランジ部に接着した。支持台の上面支柱部にはねじを施し、針棒⑥の下端に連結した。

#### (2) 上糸の引締め張力

引締め張力 $F_t$ は天びん②をロードセルとして検出した。すなわち、天びんの引上げ腕付け根付近にひずみゲージを張り付け、布引締め時の上糸張力が天びんの曲げひずみとして検出できるようにした。ただし、この場合天びんの糸穴③には、上糸調節器側と針側にある上糸の張力の和の張力が作用する。このため、この報告では、便宜上この和の張力を上糸の引締め張力と称する。

## 4.3 実験方法

#### (1) 針の貫通力と上糸の引締め張力の較正

貫通力 $F_n$ のこう(較)正は、針を軸方向に静的に引張り、と圧縮して行った。すなわち引張りは、針棒⑥を固定した状態で、針穴に糸を通しこれを引張った。圧縮は、直径約1mm、長さ約3cmの2本のばね鋼線を針板④面上針穴にわたし、その両端部を針板に固定した。そして、この鋼線間に針先を挿入させた状態で針棒上端を押圧した。荷重はそれぞれ30Nまで段階的に負荷し、このとき発生するひずみゲージの出力電圧を検出した。

一方、引締め張力 $F_t$ の較正は、天びん②の糸穴③に糸を通し、これを垂直方向に引張って行った。このとき、ひずみゲージの出力電圧は天びんの傾きに依存することが予想された。このため天びんの位置は、上死点をはさんで回転角 $\theta_0$ の200°の範囲で変化させた。荷重は各位置でそれぞれ15N

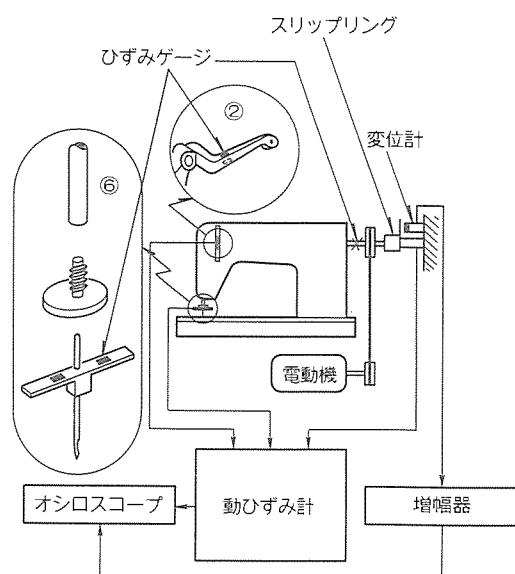


図3. 実験装置の検出系ブロック図

まで段階的に負荷した。

## (2) ミシン駆動時の上軸のトルクと外力の検出

トルク  $T$  (又は  $T_1$ ) は、供試ミシンを定速で駆動させ、このときひずみゲージに生じる出力電圧をオシロスコープに記録して求めた。一定回転数はこの実験装置の構成上  $2,000 \text{ r/min}$  とし、1縫い目長さは  $3 \text{ mm}$  を選定した。針の貫通力  $F_n$  と上糸の引締め張力  $F_t$  も同様に求めて求めた。そしてこれらの結果を較正值と比較することにより、各力の大きさを求めた。

## 5. 実験結果

### 5.1 針の貫通力と上糸の引締め張力の較正

図4に、貫通力  $F_n$  と引締め張力  $F_t$  の較正結果を示す。引締め張力  $F_t$  の較正值は、天びん②の各位置における荷重のひずみに対する比例定数で示してある。このため、横軸は回転角  $\theta_0$  にとってある。貫通力  $F_n$  の場合には、引張りと圧縮それぞれの比例定数を全回転角範囲に適用してある。

図4から、まず貫通力  $F_n$  の圧縮特性は、引張り特性よりも約17%大きい。これは貫通力検出用ロードセルを構成する針止めの梁部における境界条件の差によるものと考えられる。すなわち、圧縮負荷の場合、梁としての長さは針止め受けのボス部内径に等しい。これに対して、引張り負荷の場合のそれは接着強度の関係から相対的には圧縮の場合よりも長いと考えられるためである。

一方、引締め張力  $F_t$  はほぼ正弦波状の特性を示している。これは、天びん②のひずみゲージ張り付け部分の傾きによるものである。そこで、この傾きを考慮して梁の理論から求めた計算値を実線で示すが、この計算値は実験値とよく対応している。このことから、天びんのひずみゲージ張り付け位置と糸穴⑤間の部分は、ほぼ片持梁としての変形挙動をし

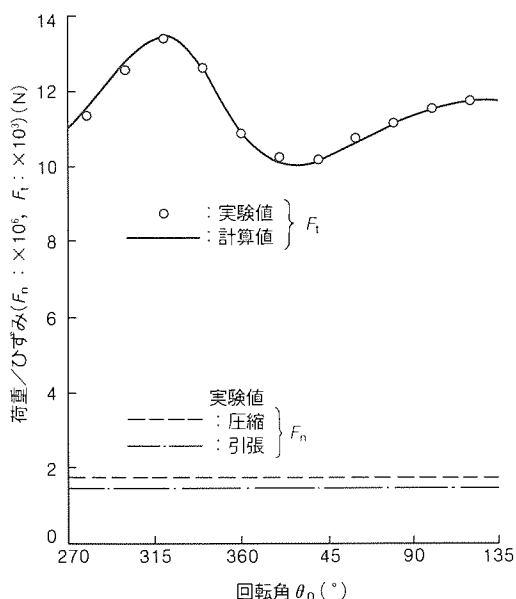


図4. 針の貫通力と上糸の引締め張力の較正

ていることが分かる。

### 5.2 縫製時に上軸に生じるトルク

カツラギ布4枚重ねをビニロン30番の糸で縫製したとき、上軸④に生じるトルク  $T$  の変動状況を図5に示す。この場合、上糸の初期張力は  $2 \text{ N}$  に、下糸のそれは  $0.5 \text{ N}$  に設定した。図5には、貫通力  $F_n$  と引締め張力  $F_t$  の変動状況も同時に記録してある。ただし、トルク  $T$  の向きは上軸が回転方向にねじられるとき、貫通力  $F_n$  は針が布から引抜かれるとき、引締め張力  $F_t$  は上糸が天びん②により引上げられるときをそれぞれ正方向にとってある。

#### (1) 上軸のトルクと針の貫通力の関係

針には、針棒⑥の上死点後約  $10 \text{ ms}$  に、負方向に衝撃的な貫通力  $F_n$  が約  $1.5 \text{ ms}$  の期間みられる。この変動は三角波状で大きさは  $30 \text{ N}$  に達する<sup>(6)</sup>。説明の便宜上、この変動は貫通力  $F_{n1}$  と称する。貫通力  $F_{n1}$  の発生直後、トルク  $T$  には  $550 \text{ Hz}$  前後で振幅が  $800 \text{ mN} \cdot \text{m}$  に達する急激な振動が約  $15 \text{ ms}$  の期間みられる。この変動はトルク  $T_1$  と称する。トルク  $T_1$  の最初の応答は貫通力  $F_n$  のそれに約  $0.5 \text{ ms}$  遅れている。また、 $550 \text{ Hz}$  前後の振動数はよくみると  $500 \sim 580 \text{ Hz}$  の間で変化している。この振動数は上軸④のねじり固有振動数と考えられる。トルク  $T_1$  の変動期間、針には更に負方向から正方向にかけてそれぞれ  $10 \text{ N}$  と  $17 \text{ N}$  のほぼ正弦半波状の変動が生じる。前者の変動は貫通力  $F_{n2}$ 、後者のそれは貫通力  $F_{n3}$  と称する。

#### (2) 上軸のトルクと上糸の引締め張力の関係

天びん②には、針棒⑥の上死点前  $8 \text{ ms}$  から、正方向に引締め張力  $F_t$  が作用している。この力は最初の  $10 \text{ ms}$  とその後の  $5 \text{ ms}$  の期間、それぞれ  $3 \text{ N}$  と  $8 \text{ N}$  のほぼ正弦半波状の変動を示す<sup>(7)</sup>。前者の変動は引締め張力  $F_{t1}$ 、後者のそれは引締め張力  $F_{t2}$  と称する。これらの力の発生期間、トルク  $T$  に顕著な変動はみられない。なお、引締め張力  $F_{t2}$  の大きさから、上糸1本の平均的な引締め張力は  $4 \text{ N}$  である。したがって、この場合の上糸の繰り出しは初期張力の2倍の

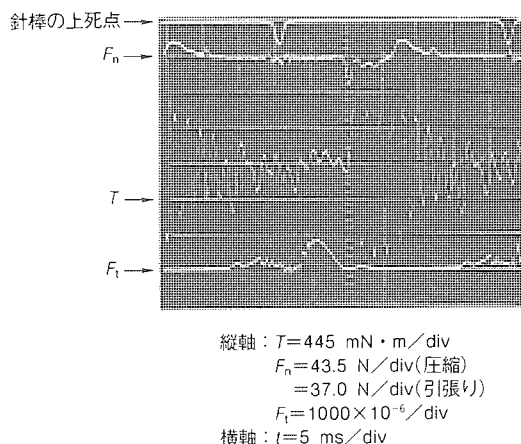


図5. 縫製時に上軸に生じるトルク

力で行われていることになる。

## 6. 考 察

### 6.1 針の貫通力が上軸のトルクに及ぼす影響

#### (1) 天びん・針棒機構運動系による上軸のトルク

送り機構とかま機構を取り外した状態でミシンを駆動したとき、上軸①に生じるトルク  $T_t$  の変動状況を図6に示す。この場合、貫通力  $F_n$  は較正実験の場合と同じ2本のばね鋼線で負荷した。また、図7には、比較の意味で貫通力  $F_n$  の作用しない場合の同様の結果を示す。

図6と図7から次のようなことが分かる。まず、図6のトルク  $T_t$  には、図5の場合と同様、貫通力  $F_{n1}$  の発生直後、550 Hz 前後で振幅が500 mN・mに達する変動  $T_{t1}$  (図5のトルク  $T_t$  に相当) がみられる。これに対して、図7のトルク  $T_t$  には急激な振動はみられず、固有振動の重畳もほとんどない。基本的には100 Hz 前後の複数の振動から構成されている。これらのことから、トルク  $T_{t1}$  は貫通力  $F_{n1}$  の衝撃による過渡振動である。

貫通力  $F_{n1}$  に続く  $F_{n2}$  と  $F_{n3}$  は図6の場合、ノコギリ波状の変動を呈している。これはばね鋼線による針への垂直力が、布に比べてはるかに弾力的であることに起因している。そして貫通力  $F_{n2}$  と  $F_{n3}$  は、図5の場合にも図6の場合にも、トルク  $T_t$  (又は  $T$ ) への影響は小さい。

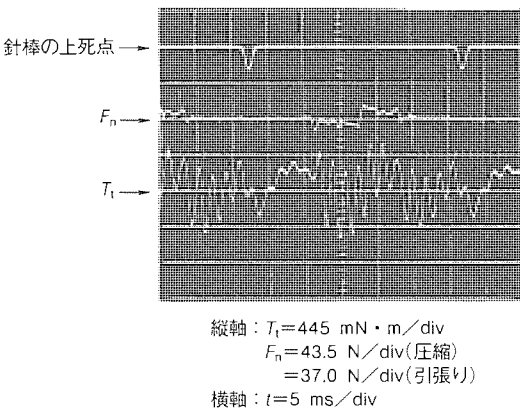


図6. 針の貫通力作動時に上軸に生じるトルク

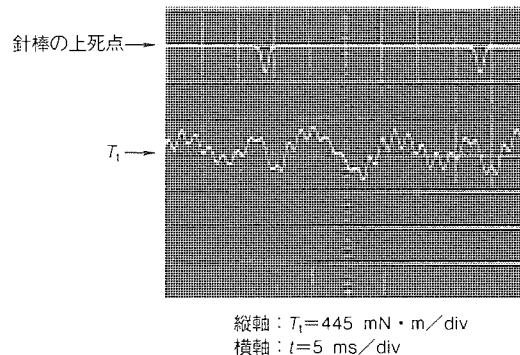


図7. 無負荷時に上軸に生じるトルク

#### (2) 計算値と実験値の比較

図6の場合のトルク  $T_t$  の計算値を実験値と比較して、図8に示す。表1には計算に用いた諸元を示す。ただし、式(4)の粘性減衰係数  $\delta$  は固有振動数  $f_t$  に依存するため、表1には対数減衰率  $A$  を示す。また、貫通力  $F_n$  は、図6の実験結果から、図8に示す三角波状とノコギリ波状の力の合成で近似した。なお図8には、トルク  $T_{t0}^{(1)}$  も一点鎖線で併記してある。

図8から、計算値は実験値と比較的よく対応している。そして、トルク  $T_{t1}$  の最初の応答は、トルク  $T_{t0}$  の約1.5倍に達する。換言すれば、上軸①に弾性を考慮しない場合には過渡振動の推定ができない。この結果、最大応答を知ることもできない。このように過渡振動の動荷重係数が1を越すのは、時間比、つまり運動系の固有周期に対する貫通力  $F_{n1}$  の作動時間の割合が1に近いためである。また、固有振動数  $f_t$  がわずかに変化するのは、天びん・針棒機構運動系による上軸回りの慣性モーメントが変動するためである。計算によれば、52.9~63.5 mg・m<sup>2</sup> の慣性モーメントの変動に対応して、固有振動数  $f_t$  は557~508 Hz の範囲で変化する。

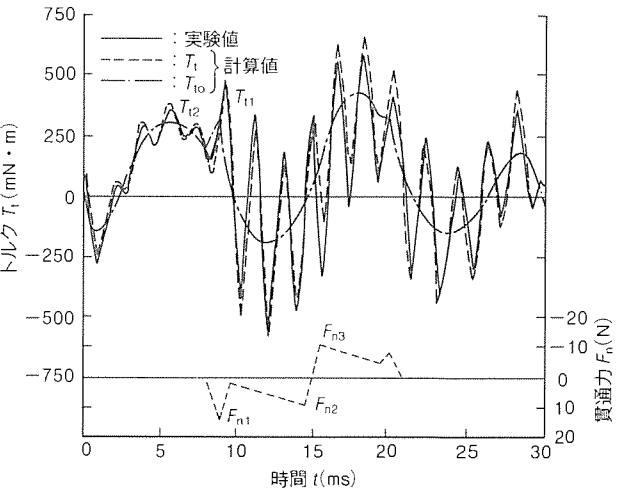


図8. 針の貫通力作動時に上軸に生じるトルクの計算値と実験値の比較

表1. 天びん・針棒機構の仕様

慣性モーメント (mg・m <sup>2</sup> )	$I_0$	163
	$I_1$	446
	$I_2$	25.5
	$I_3$	13.3
	$I_5$	26.9
質量 (10 <sup>-2</sup> kg)	$W_1$	1.69
	$W_2$	0.110
	$W_3$	0.130
	$W_5$	0.130
	$W_6$	0.260
対数減衰率	$A$	0.141
ねじりばね定数 (N・m)	$k$	660×10 <sup>3</sup>

## 6.2 上糸の引締め張力が上軸のトルクに及ぼす影響

図5の場合を例にとり、引締め張力 $F_t$ 作用時の天びん・針棒機構運動系によるトルク $T_t$ の計算値を図9に示す。引締め張力 $F_t$ は、図5の実験結果から、図9に示す正弦半波で近似した。また、図9には、引締め張力 $F_t$ が作用しない場合のトルク $T_t$ の計算値も一点鎖線で併記してある。

図9から、引締め張力 $F_t$ の作動期間のトルク $T_t$ には顕著な過渡振動はみられず、基本調波の増大に固有振動(振動数 $f_t$ )がわずかに重畳しているにすぎない。このように、引締め張力 $F_t$ がトルク $T_t$ に顕著な過渡振動を誘起しないのは、次のような理由によるものと考えられる。すなわち、天びん・針棒機構運動系の固有周期に対する引締め張力 $F_t$ の時間比が約5と大きいために、トルク $T_t$ の動荷重係数は1に近くなる。なお、図9の引締め張力 $F_t$ が作用しない場合のトルク $T_t$ は、図7の実験結果に対応している。

## 7. む す び

この報告で得られたことを要約すれば次のとおりである。

- (1) ミシン機構運動系に作用する外力のうち、針の貫通力 $F_n$ は三角形波状の変動 $F_{n1}$ と二つの正弦半波状の変動 $F_{n2}$ 、 $F_{n3}$ から、上糸の引締め張力 $F_t$ は二つの正弦半波状の変動 $F_{t1}$ 、 $F_{t2}$ から構成されている。
- (2) これらの変動のうち、特に貫通力 $F_{n1}$ は上軸①のトルク $T_t$ に動荷重係数が1を越す過渡振動を誘起する。このトルク $T_t$ に対して、上軸を弾性体として天びん・針棒機構運動系にLagrangeの運動方程式を応用して求めた計算値は実験値とよく対応した。
- (3) 一方、貫通力 $F_{n2}$ と $F_{n3}$ や引締め張力 $F_{t1}$ と $F_{t2}$ は、運動系の周期に対する作動時間の割合が1に比して大きい。このためこれらの力は上軸①のトルク $T_t$ に顕著な過渡振動は誘起しない。
- (4) 以上から、ミシンに対する電動機の組合せ特性や上軸①の軸径などを評価する場合には、天びん・針棒機構運動

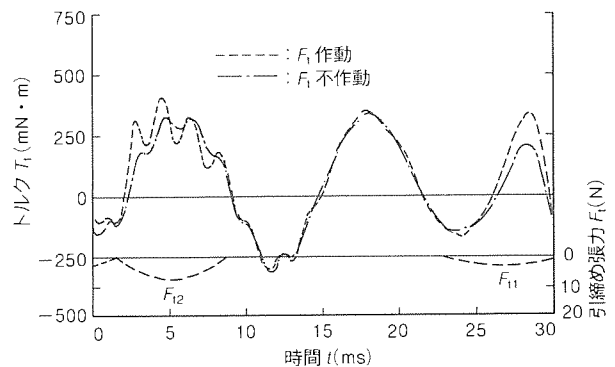


図9. 上糸の引締め張力作動時に上軸に生じるトルク

系の上軸は弾性体として推定されるトルクに基づいて行われる必要がある。

## 参 考 文 献

- (1) 村松直樹：運動部品の軽量化による工業用ミシンの振動低減，精密工学会誌，52，No. 7，1174～1179（1986）
- (2) 村松直樹：工業用ミシンの動力学，精密機械，51，No. 2，393～399（1985）
- (3) 村松直樹：工業用ミシンの動力学（押さえ機構作動時の送り機構の動力学），精密工学会誌，53，No. 3，395～401（1987）
- (4) 村松直樹，玉国法行：工業用自動糸切りミシンの回転軸に生じる衝撃トルク，精密機械，49，No. 4，496～501（1983）
- (5) 古橋 猛，望月英二，森田信義：駆動軸に弾性を有する4節リンク機構の動力学，機械学会論文集，44，No. 388，4293～4301（1978）
- (6) 堀野恒雄，西島啓子，川西定子：ミシン針の布貫通挙動，繊維機械学会誌，30，No. 1，T 1～T 12（1977）
- (7) 鎌田佳伸，酒井哲也，尾上正行，茶谷陽三：1本針本縫ミシンにおける引締め張力波形の解析，繊維機械学会誌，39，No. 1，T 7～T 15（1986）



# ミシン用 AC サーボ装置 《リミサーボ X》A シリーズ

中村 隆\* 林 悟\*  
熊谷 博\*  
山内聡見\*

## 1. ま え が き

当社では、これまでに工業用ミシン駆動装置として世界で初めてオールデジタル ベクトル制御システムを応用した堅ろうな誘導電動機による AC サーボ方式の《リミサーボ X》100 V, 200 V 系 550 W シリーズを市場へ投入してきた。

最近では、使い勝手 (操作性) の向上や高速化・高負荷化の要求が増えてきた。また、欧州を中心とした 400 V 系や周辺機器の充実も強く求められている。

これらの要求にこたえるために、操作性の向上を図った新形操作箱や、750 W, 1.5 kW 更に 400 V 系を含む高容量・高トルクの《リミサーボ X》, また布端センサを含むオプション群についても製品化した。

以下、これら《リミサーボ X》A シリーズの主な特長と構成について紹介する。

## 2. 特 長

### (1) 向上した操作性

操作箱の各操作スイッチの大型化・機能別分類を実施した。また、日本語・英語表示の 2 系列化やシンボル表示を採用した。さらに、制御盤内にあった機能設定スイッチの操作箱への取り出しにより、操作性を大幅に向上させた。

### (2) 充実した機能

縫製パターンのプログラムやならい縫いによる入力機能、また、ミシンの各回転数を容易に設定できるミシン回転数表示機能や故障内容の分かるエラーコード表示機能を開発した。さらに、生産枚数カウント機能など省力化につながる機能を大幅に採用した。

### (3) 勢ぞろいしたモータ容量と電圧対応

工業用ミシンの高速化や高負荷化に対応できるようモータ回転数を 3,000 から 3,600 r/min に向上させるとともに、550 W, 750 W, 1.5 kW のシリーズ化を図った。さらに、欧州地域の電圧にも対応できるよう 100 V 系, 200 V 系に加え 400 V 系もそろえた。

### (4) 充実したオプション群

布端を検知してミシンを自動的に停止させるセンサ、また、縫製物の出来高を知らせるカウンタ表示器や出来高を入力するカウンタ入力器を新しく加えた。さらに、立ち作業での可変速運転を容易にする小型可変速ペダルなども加え、充実したオプション群を実現した。

## 3. 構 成

図 1 に今回開発した《リミサーボ X》A シリーズ 550 W の外観、図 2 に一般工業用ミシンの構成、図 3 に《リミサーボ X》A シリーズの全体構成を示す。《リミサーボ X》A シリーズは、モータの速度信号を出力するエンコーダを内蔵したモータ部、ミシン軸に直結しミシン針の位置信号を出力する位置検出器、ペダル操作による操作量を速度信号に変えて制御盤に入力するレバー部、止め縫い針数や縫製パターンを設定する操作箱、及びエンコーダ・位置検出器・レバー部・操作箱からの信号を受けてモータ部とミシンを制御する制御盤からなる。

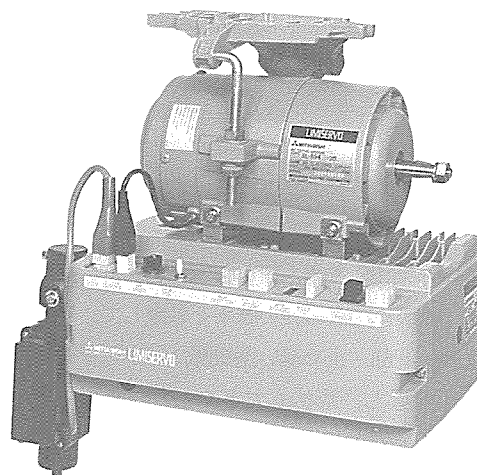


図 1. 《リミサーボ X》A シリーズ 550 W の外観

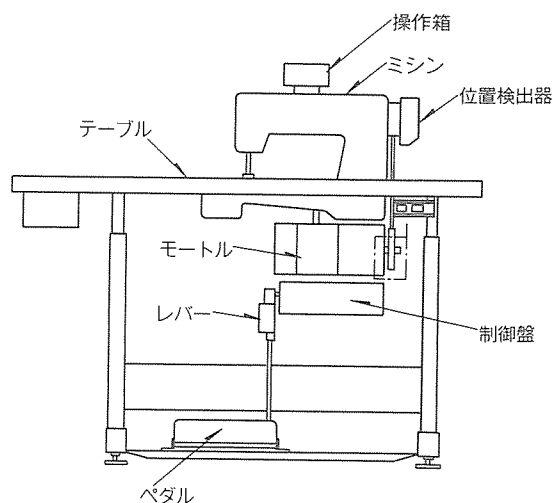


図 2. 一般工業用ミシンの構成

ら構成される。

上記構成の《リミサーボ X》の動作は次のとおりである。作業者のペダル操作をレバー部を介して速度指令として受け取り、モータへの周波数・電圧を変えてモータを所望の速度で回転させ、ミシンを駆動する。制御回路では、エンコーダ・電流検出器からモータの速度・電流が常にフィードバックされており、これを基にベクトル制御を行っている。また、操作箱に設定された内容を読み取り、所望の動作をさせる。さらに、停止動作はモータを減速させ、位置検出器の信号を受けてエンコーダからの信号によって位置ループ制御してミシン針を定位置に停止させる。

今回、《リミサーボ X》A シリーズのために新たに開発・改良した主な項目は次のとおりである。

- (1) 操作性・機能を向上させた操作箱
- (2) 750 W、1.5 kW を含めたハイパワー化
- (3) 400 V 系《リミサーボ X》A シリーズの小型化
- (4) オプション装置の充実

以下、これらの項目の詳細について説明する。

### 3.1 操作性・機能を向上させた操作箱

図 4 に操作箱（日本語系列）の外観を示す。操作性の向上としては、縫製作業者の使い勝手を考慮して、各操作スイッチを針数セット部、止め縫い選択部、パターン選択部など機能別に分類配置し、形状も大きくした。また、表示は日本語・英語の 2 系列とし読みやすくするとともに、多くのシンボル表示を採用して分かりやすくした。さらに、制御盤内にあった機能設定スイッチを操作箱に機能セット部として取り出し、機能設定の容易化を図った。

機能の向上としては、縫製作業や調整・メンテナンス作業の省力化を考慮して、縫製パターンを入力をプログラムやなにより、簡単にしかも自由に実現できるようにした (XC-C 250)。また、生産枚数を自動や手動で入力できるカウント機能を装備して生産管理にも役立てるようにした。さらに、ミシンの回転数を表示する機能を装備するとともにエラーコード表示も取り入れて、ミシンの各回転数の調整やメンテナンス時の故障部位の識別を容易にした。

### 3.2 750W、1.5kW を含めたハイパワー化

最近の工業用ミシンの高速化は、10,000 r/min のオーバロックミシンの出現によって顕著になっているし、高負荷化についてもより厚く硬い素材を縫製したいという要求が高まっており、これらの市場ニーズに対応するため、より改善された 16 ビットマイコンを採用して、モータの最高回転数を

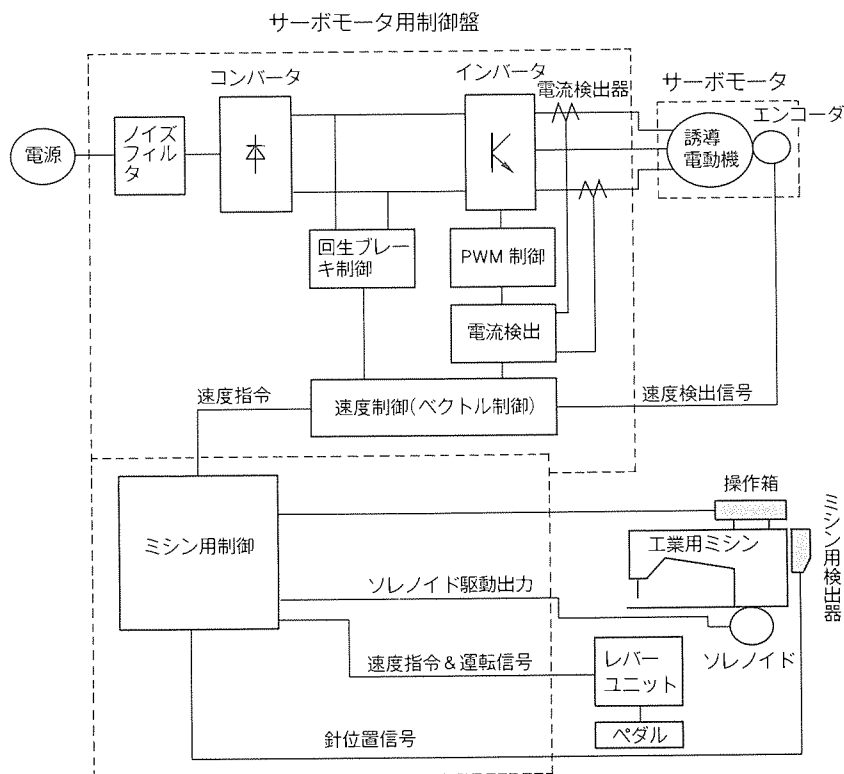
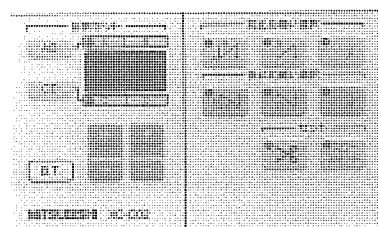
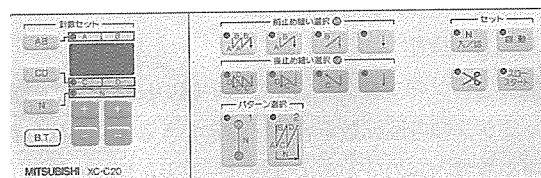


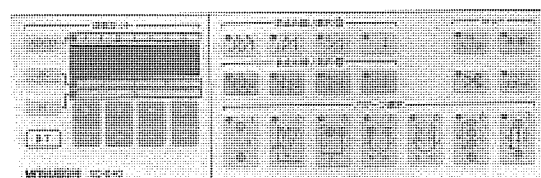
図 3. 《リミサーボ X》A シリーズの全体構成



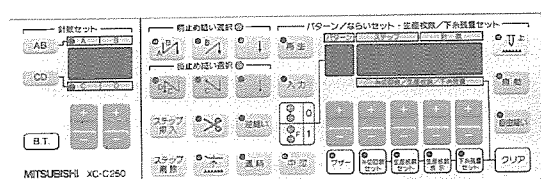
(a) XC-C02



(b) XC-C20



(c) XC-C40



(d) XC-C250

図 4. 操作箱の外観

3,000 から 3,600 r/min に上昇させた。

また、上記モータ最高回転数の上昇と電流検出器の改良により、550 W 用モータと同一寸法・形状で 750 W 用モータを実現した。

さらに、図 3 《リミサーボ X》A シリーズの全体構成に示したコンバータ部とインバータ部の電流容量を変更し、550 W 用制御盤と同一寸法・形状で 750 W、1.5 kW 用制御盤を実現した。なお、1.5 kW モータは、小型にするための設計技術を駆使し、図 2 に示した一般工業用ミシンのテーブル下に設置できるよう十分な小型化を図った。

一方、より厚く硬い素材の縫製がミシンの低速域でも可能のように、図 5 のモータトルクカーブに示すようにモータ回転数が低速のときにモータトルクが最大となるよう設定した。550 W ハイパワータイプは、従来の標準タイプに比べ、低速域でのトルクを約 30 % 向上させた。750 W、1.5 kW ハイパワータイプもこれに準じて低速域でのトルクを大きく設定した。図 6 に 750 W ハイパワー、1.5 kW ハイパワーの外観を示す。

### 3.3 400V 系《リミサーボ X》A シリーズの小型化

《リミサーボ X》A シリーズ 400 V 系は、100 V 系、200 V 系に比べ高電圧が印加されるため、プリント基板については耐銅イオンマイグレーション特性を、回路部品については絶縁耐力を向上させる必要がある。さらに、モータ巻線は印加されるインパルス電圧（ピーク電圧）により、絶縁破壊を発生させないようその電圧を十分低く抑える必要がある。

次に説明する技術開発によって 400 V 系《リミサーボ X》A シリーズの小型化を図った。

#### (1) 新材料プリント基板と絶縁耐力向上回路部品

プリント基板には、耐銅イオンマイグレーション特性の良い新材料を採用した。耐湿性試験結果を図 7 に示すが、従来の材料では銅イオンマイグレーションが著しく進展している (Max 11 mm) のに対し、新材料ではその進展が短く (0.5 mm 以下) 耐銅イオンマイグレーション特性に優れている。また、図 3 《リミサーボ X》A シリーズの全体構成に示したインバータ部や電流検出器には、絶縁耐力を向上させ

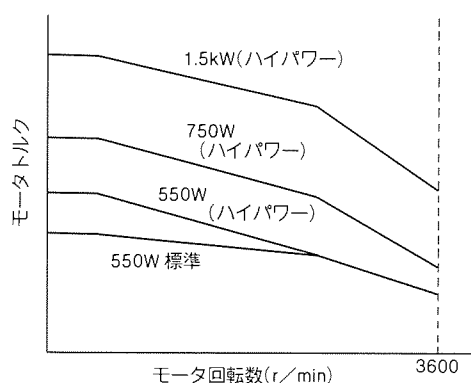
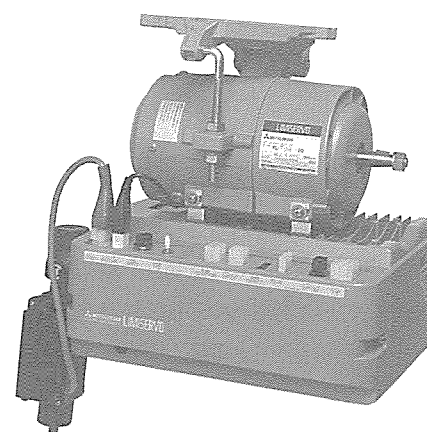
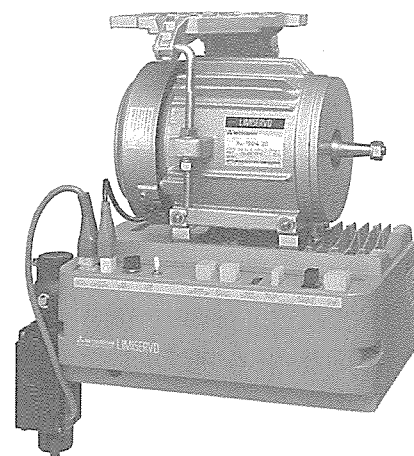


図 5. モータトルクカーブ

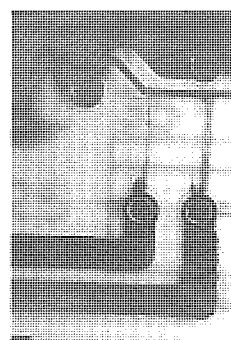


(a) 750W

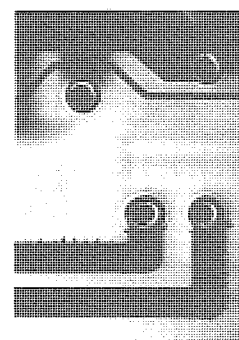


(b) 1.5kW

図 6. ハイパワーの外観



(a) 従来材料



(b) 新材料

図 7. 耐湿性試験結果

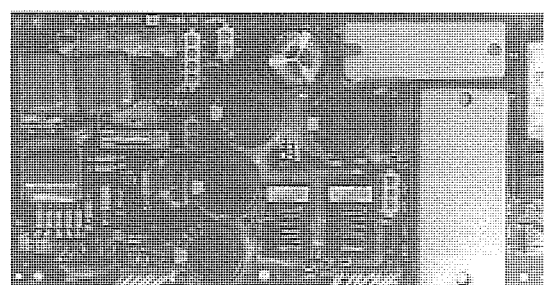


図 8. パワー回路部プリント基板

た高 $H_{FE}$  トランジスタ モジュールや専用の電流検出器を採用した。これらにより、プリント基板寸法を100 V 系、200 V 系と同一に小型化できた。図8にパワー回路部プリント基板を示す。

## (2) モータ巻線へのインパルス電圧の低減

モータ巻線の絶縁破壊を起こさないよう専用回路設計を実施し、高インパルス電圧(ピーク電圧)が印加されないようにした。図9にモータ巻線への印加電圧波形測定結果を示すが、インパルス電圧(ピーク電圧)はモータ巻線の絶縁破壊を起こさない十分低い電圧となっている。これにより、モータ寸法・形状を100 V 系、200 V 系と同一にできた。

## 3.4 オプション装置の充実

従来からのオプションである電磁押さえ上げ、エア押さえ上げ、補正縫いスイッチやフットスイッチなどに加え、次のオプションを開発した。

### (1) 布端センサ

布端を検知した後、設定した針数を縫ってミシンを停止させることができる。さらに、操作箱との組合せで使用することもできる。図10にその外観を示す。

### (2) カウンタ表示器

出来高目標値を設定し、出来高が目標に達するとブザーにより知らせる。図11にその外観を示す。

### (3) カウンタ入力器

出来高をカウンタ表示器や操作箱に入力するとともに、減算機能も持つ。図12にその外観を示す。

### (4) 可変速ペダル

立ち作業での可変速運転や、糸切り・押さえ上げなどの操作ができ、特にコーナや曲線部分などの縫製作業に効果的で、より小型化した。図13にその外観を示す。

## 4. 仕 様

上述したように、操作性を向上し機能を充実した新形操作箱、550 W、750 W、1.5 kW ハイパワータイプや400 V 系の機種ぞろえ、また、新オプションを加えてオプション群の充実を図った。

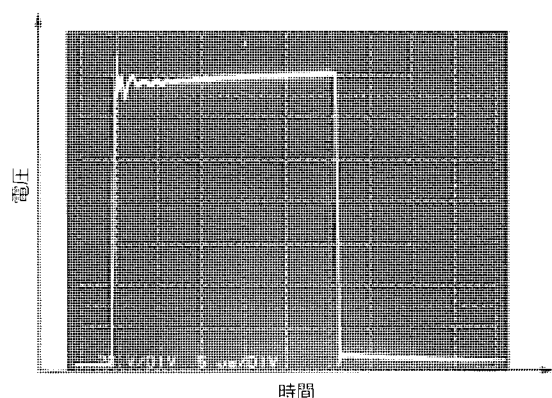
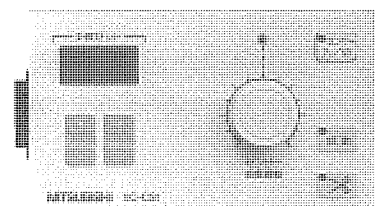
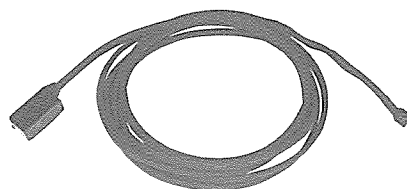


図9. モータ巻線への印加電圧波形



(a) XC-CS1-Y



(b) XC-CSR-LS

図10. 布端センサ

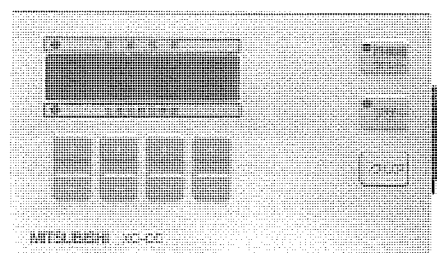


図11. カウンタ表示器

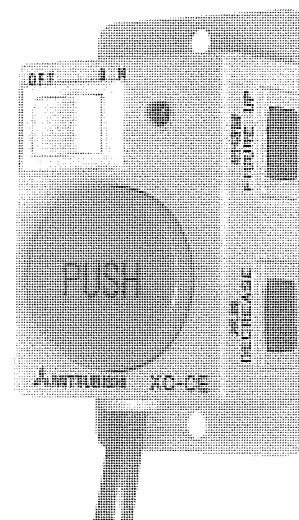


図12. カウンタ入力器

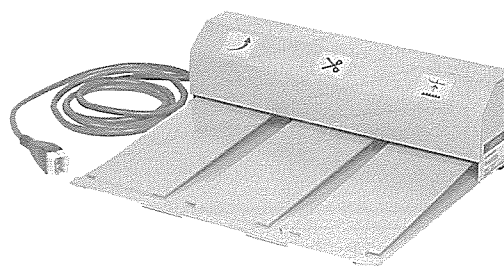


図13. 可変速ペダル

表1. 《リミサーボ X》A シリーズの概略仕様

		A シ リ ー ズ	550W 標 準	550W ハイパワー	750W ハイパワー	1.5kW ハイパワー		
モーター	電 源	単相100～120V, 50／60Hz	単相・三相200～240V, 50／60Hz	単相・三相200～240V, 50／60Hz	三相380～415V, 50／60Hz	単相・三相200～240V, 50／60Hz	三相200～240V, 50／60Hz	
	形 名	XL-554-10, -10Y	XL-554-20, -20Y	XL-554-20, -20Y	XL-554-40, -40Y	XL-754-20, -20Y	XL-1504-20, -20Y	
	定 格 回 転 数 (r／min)	3,000	3,000	3,000	3,000	3,600	3,600	
	定 格 ト ル ク (N・m)	1.76 {0.18kgf・m}	1.76 {0.18kgf・m}	1.76 {0.18kgf・m}	1.76 {0.18kgf・m}	1.96 {0.2kgf・m}	3.92 {0.4kgf・m}	
制御盤	形名	ニードルポジショナー	XC-AN- □1□××	XC-AN- □2□××	XC-AND- □2□××	XC-AND-40××	XC-AND- □2□××-07	XC-AND- □2□××-15
		ニードルポジショナー (押さえ上げ付き)	XC-AFL- □1□××	XC-AFL- □2□××	XC-AFLD- □2□××	XC-AFLD-40××	XC-AFLD- □2□××-07	XC-AFLD- □2□××-15
		自動糸切り	XC-AM- □1□××	XC-AM- □2□××	XC-AMD- □2□××	XC-AMD-40××	XC-AMD- □2□××-07	XC-AMD- □2□××-15
		自動糸切り・自動機対応	XC-AMF- □1□××	XC-AMF- □2□××	XC-AMDF- □2□××	XC-AMDF-40××	XC-AMDF- □2□××-07	XC-AMDF- □2□××-15
	速度制御範囲	ミシン軸で (針数／分)	XC-AN, AND, AFL, AFLD; 250～4,000(盤内ボリューム調整で160～8,500) XC-AM, AMD, AMF, AMDF; 250～5,000(盤内ボリューム調整で160～8,500)					
		モータ軸で (r／min)	70～3,600					
	検 出 器		XC-AN, AND, AFL, AFLD, AM, AMD のとき XC-K-12, XC-AMF, AMDF のとき XC-K-22					
	X C 形 操 作 箱		XC-C02, XC-C20, XC-C40, XC-C250(XC-AM, AMD, AMF, AMDF に取付可能)					
オプション	カ ウ ン タ 表 示 器		XC-CC(全機種に取付可能)					
	カ ウ ン タ 入 力 器		XC-CE(XC-C 形操作箱及びXC-CC 形カウンタ表示器に取付可能)					
	布 端 セ ン サ		センサアンプXC-CS1-Y, 反射形センサXC-CSR-LS(XC-AM, AMD, AMF, AMDF に取付可能)					
	自 動 押 さ え 上 げ 装 置		電磁式:LE-FM-1, LE-FM-2, エア式:LE-FA(XC-AFL, AFLD, AM, AMD, AMF, AMDF に取付可能)					
	可 変 速 ペ ダ ル		XC-CVS-2(全機種に取付可能)					
	補 正 縫 い ス イ ッ チ		LE-CR(XC-AM, AMD, AMF, AMDF に取付可能)					
フ ッ ト ス イ ッ チ		足踏み式:LE-CFT-2, ヒザスイッチ式:LE-FM-CFT						

注 ×印は回転数区分を示す。

これらに加え、従来から好評を得てきた当社《リミサーボ X》に搭載していた機能はすべて網羅(羅)して、出力機能7種、外部操作入力機能14種、内部設定スイッチ34種(XC-AMF, AMDF)を装備しているので、縫製内容に合った最適作業ができる。また、簡易自動機としてローコストオートメーション化も可能となる。さらに、各種糸切りタイミングの装備機種を拡大(XC-AM, AMD, AMF, AMDF)したので、当社だけでなく他社自動糸切りミシンへの対応がより容易になった。

また、すくい縫いミシン用として、針下位置から上位置までの逆転機能も全機種に装備を拡大したので対応が更に容易になった。

以上のような対応を持つ《リミサーボ X》A シリーズの概略仕様を表1に示す。

## 5. む す び

ミシン駆動用 AC サーボ装置《リミサーボ X》A シリーズの主な特長と構成を示した。操作性・機能の向上、機種ぞろ

え、充実したオプション群など、以上述べたような特長を持つこの《リミサーボ X》A シリーズは、新時代のニーズに適合する工業用ミシン駆動装置であると確信する。さらに、工業用ミシンだけでなく一般産業機械の駆動装置としても合理化・省力化に応用できるものである。また、縫製工場の FA (ファクトリー オートメーション) 化ニーズに更に対応すべく、今後とも、ミシン駆動装置のあるべき姿を探究し、需要家各位の期待にこたえられるミシン駆動装置を開発していく所存である。

## 参 考 文 献

- (1) 小林孝生, 加藤勝久, 中村 隆, 熊谷 博, 藤川勝弘: 渦電流方式可変速クラッチモートル《リミ・ストップ Z》, 三菱電機技報, 54, No. 10, 735～739 (1980)
- (2) 熊谷 博, 山内聡見, 玉国法行, 岸本 健: ミシン駆動用 AC サーボ装置《リミ・サーボ X》, 三菱電機技報, 62, No. 6, 493～496 (1988)

# レーザ裁断システム

橘川 彪\* 貴志征五\*  
大久保秀之\* 石井 明\*  
井上準一郎\* 笹井浩之\*\*

## 1. ま え が き

最近の縫製工場では自動化による合理化が最大の課題になっている。中でも特に、裁断工程において熟練工の不足が著しく、また、さらにアパレル業界で個性化、ファッション化が時代の流れとなった。このため、多品種少量生産を短納期に処理することが必ず(須)要件となってきている。

従来から裁断工程では、大量生産を目的とした多層重ね生地自動ナイフ裁断が広く実用されている。しかし、既製服のオーダーメード化が顕著に進み、少量品を高速に裁断し生産能率の向上を図る方向に転換してきた。これら時代の要請にこたえて、非接触式裁断の特長を十分に生かした高速レーザ裁断システムを開発し製品化した。このシステムはミラー揺動方式であり、従来からの加工ヘッドX-Y軸移動式と異なり、加工ヘッドを使用しない全く新しい機構を持つものである。この結果、裁断速度の高速化を実現し、レーザ裁断システムの応用分野の拡大への大きな手がかりを与えた。本稿では高速レーザ裁断システムの仕様、特長及びその応用例について述べる。

なお、本件は通産省大型プロジェクト“自動縫製システムの研究開発”の一環として開発製品化したものである。

## 2. 裁断システムの概要

### 2.1 システム構成

このレーザ裁断システムは、アパレルCADで作成された裁断データにより、レンズ・ミラー駆動部、レーザ発振器、コンベヤ、延反機等を制御し、コンベヤ上で連続的な生地の延反、裁断、裁断パーツ取出し(仕分け作業)を可能としている。

このレーザ裁断システムのシステム構成を図1に、外観を図2に示す。

### 2.2 機器仕様

機器仕様一覧を表1に示す。

#### 2.2.1 裁断機

この裁断機の主要構成部は、裁断室上部に各種ミラー、レンズ及びレーザビーム照射部を収納する構造からなっている。別設置されたレーザ発振器から出力されたレーザビームを揺動ミラーに反射させ、裁断面上に焦点を結ばせる方式の採用により、高速で裁断を行うことができる。

揺動ミラーは直接モータに取り付けられ、ジンバル構造で

支持されており、2個のモータによってダイレクトドライブされる。この方式により、ガタ、バックラッシュのない精密なミラー駆動を可能としている。レンズ駆動はタイミングベルトによるバックラッシュのない直線駆動で裁断面上にレーザビームの焦点を結ばせている。これにより、XY軸合成方向に最大100m/min(1軸方向最大70m/min)の高速裁断を実現している。

#### 2.2.2 コンベヤ

コンベヤはアルミハニカムで構成されている。生地が柔軟

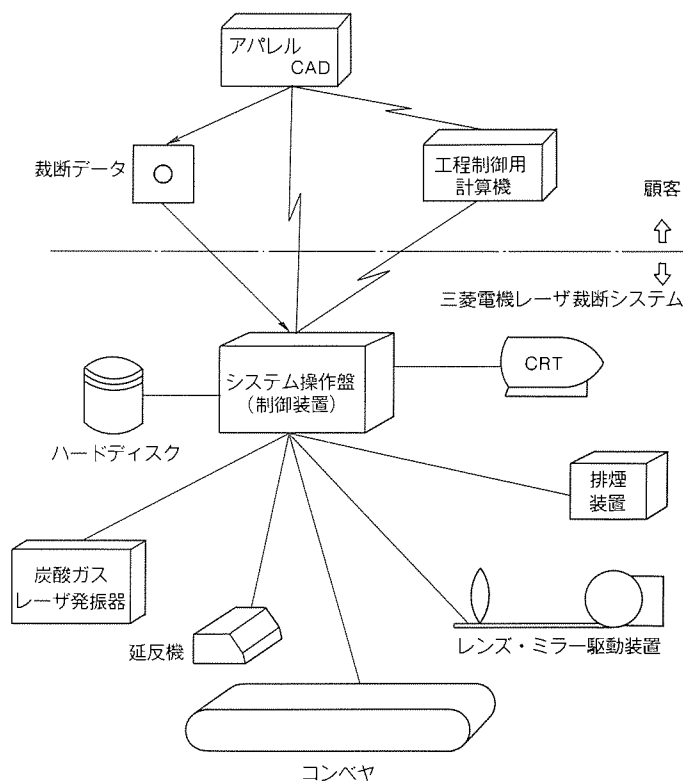


図1. レーザ裁断システムの構成

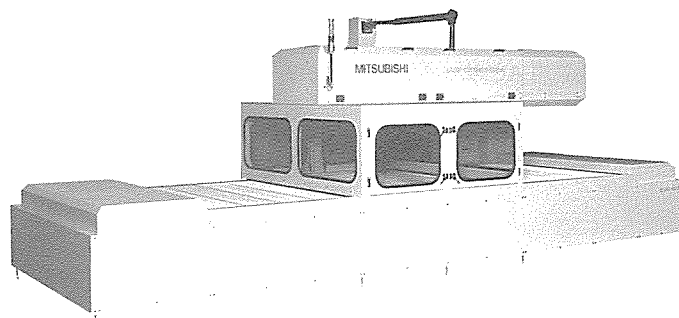


図2. レーザ裁断システムの外観

であることから生地を平面的に支持するためと、レーザービームを上方から照射するので生地を透過したレーザービームの上方への反射を防止し、下方へ逃がすためにハニカム構造が採用されている。コンベヤは、生地 of の搬送を行うと同時に、延反・裁断・裁断パーツ取出しの各作業台の機能を担っている。

生地をロール状にした巻き反で供給される生地の場合には、延反機との組合せにより、自動的にコンベヤと同期して生地をコンベヤ上に張力をかけずに延反することが可能であり、また、あらかじめ生地長さが所定寸法（通常長さ 3～5 m）で供給される場合には、コンベヤ上に手作業での延反が可能である。標準的な機器構成としてコンベヤ方式があるが、被裁断物の生産形態によっては裁断機と他方式の組合せも可能である。

### 2.2.3 その他の機器

使用レーザーは定格出力 800 W、シングルモード、連続発振の炭酸ガスレーザー発振器を使用している。また、裁断部はコンベヤのほぼ中央に位置し、裁断時のヒュームの排気及び安全上密閉構造としている。裁断室の排気は屋外に設置されたブロウ等排気設備までダクト配管され排出される。レーザービームは、裁断室中央上部より下方に照射される。制御操作部はコンベヤ近傍に設置し、裁断作業にかかわる運転操作に供している。

## 3. レーザ裁断機の特長

### 3.1 ミラー揺動方式の原理

二次元の平面上をレーザー加工する場合、一般的には X-Y テーブルを使用して集光レンズが被加工物の上を移動して行き、そのレンズを通過した集光レーザービームを被加工物に照射して加工が行われる。加工速度を向上するためには、集光レンズを高速に移動させる必要がある。レンズは X-Y テーブルの架台に設置されているため、質量のある架台を高速で移動させるには、様々な問題点がある。レーザービームを用いて、生地等の薄い素材を 1 枚裁断するには、できるだけ高速に裁断しなければ経済的に採算が合わない。このため高速加工を実現するために、この方式は従来の方式とは全く異なるミラー揺動方式を採用している。ミラー揺動方式とは、集光レンズで集光されたレーザービームを、揺動するミラーに照射し、揺動ミラーから反射されたレーザービームで裁断面上に裁断軌跡を描かせる方式

である。図 3 で、ミラー揺動方式の原理を述べる。

レーザー発振器から出力されたレーザービームは、ベンドミラー(1)、(2)を経て凸ミラーに当たり、ここでビーム径が拡大される。ビーム径を拡大するのは、長焦点集光レンズによるレーザービームの集光性を向上させるためである。次に凹ミラーに当たって平行ビームとなり集光レンズに入る。集光レンズから出たビームは、途中で揺動ミラーによって方向が変えられて裁断面に焦点を結ぶ。揺動ミラーは、直交する 2 軸  $\theta_1$  軸と  $\theta_2$  軸の回りに揺動して裁断面にレーザービームを照射して裁断軌跡が描かれる。裁断面上の座標 (X, Y) の位置によって、揺動ミラーから裁断点までの距離が異なる。した

表 1. レーザ裁断システムの仕様

形 名		1518FC		
性 能	裁断方式	1 ～ 2 枚裁断(多品種少量)		
	裁断速度	XY 軸合成方向最大100 m／min		
	裁断精度	± 1 mm 以内		
	有効裁断エリア(mm)	1,500(長さ)×1,800(幅)		
標準構成機器	裁断機	レーザー照射方式	ミラー揺動・レンズ駆動方式	
		外形寸法(mm) (裁断室に搭載)	800(幅)×3,400(長さ)×600(高さ)	
	裁 断 室(mm)		1,800(幅)×1,700(長さ)×1,400(高さ)	
	搬送装置	方 式	コンベヤ方式	
		機 能	延反・裁断・裁断パーツ取出し部を構成	
		搬送速度	最大30m／min	
		外形寸法(mm)	2,080(幅)×6,000(長さ)×800(高さ)	
	制御装置		システム制御・レーザー制御及び運転操作機能内蔵	
	炭酸ガスレーザー発振器	形 名		1508 F
		レーザー定格出力		800 W・シングルモード
パルスピーク出力		1,500 W		
出力可変範囲		0 ～100%		
外形寸法(mm)		2,600(幅)×450(奥行)×1,600(高さ)		

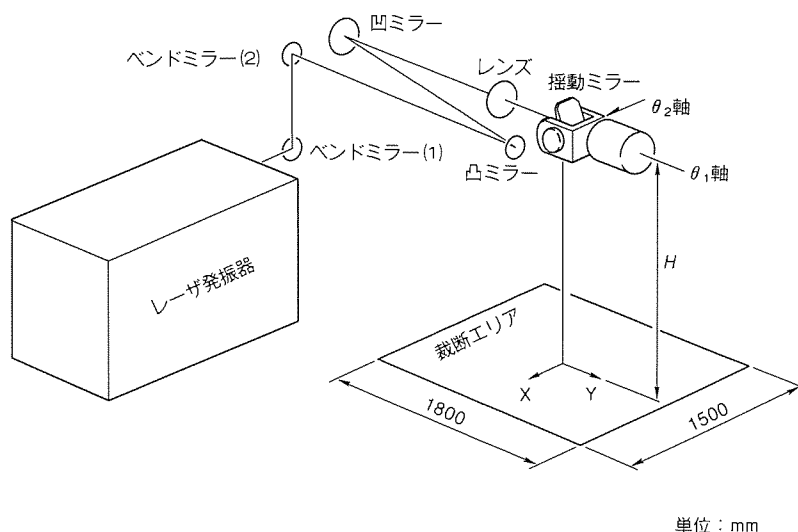


図 3. ミラー揺動方式レーザー裁断の原理

がって、これを補正するために集光レンズを光軸方向に動かして、常に裁断面上に焦点を結ぶようにする。

揺動ミラーの角度  $\theta_1$ 、 $\theta_2$  とレンズの動き  $F$  とは、次式によって座標変換され算出される。

$$\theta_1 = \tan^{-1}(X/Y) \quad (\text{rad})$$

$$\theta_2 = (1/2) \tan^{-1}(Y/H \cos \theta_1) \quad (\text{rad})$$

$$F = \sqrt{X^2 + Y^2 + H^2} - H \quad (\text{mm})$$

ここで、 $H$  は揺動ミラー中心から裁断面までの垂直距離、 $X$  と  $Y$  は裁断エリアの中心を原点とする座標値である。 $\theta_1$ 、 $\theta_2$  軸はバックラッシュとガタを防ぐため、直接モータに取り付けられており、高分解能のエンコーダを使用し、ダイレクトドライブされる。

$F$  軸はタイミングベルトと減速機を介して駆動される。揺動ミラーは質量を軽減させるため、アルミニウムを採用し、その表面に金蒸着して使用している。

## 3.2 制御装置

### 3.2.1 制御装置の特長

このレーザ裁断システムの制御装置は、以下の特長を備えている。

- (1) 裁断速度を高速化し、さらに軌跡精度を保つため、高精度な揺動ミラーの駆動が要求される。よって、揺動ミラーのサーボ制御には従来の位置フィードバック制御系に目標速度を前向きに与え、制御対象の追従遅れや定常速度偏差を補償する速度フィードフォワード制御方式を採用している。また、揺動ミラーを高速、高精度に駆動するため、加減速を滑らかにするスムージング演算処理(加減速パターン生成、座標変換処理)の制御周期を短時間にすることによって高精度な加減速を行っている。
- (2) 高品質な裁断を行うため、レーザ出力は裁断速度に対応

して制御される。

- (3) 高速裁断の効果を充分发挥するために、裁断の前後工程の生地の供給・搬送・搬出の時間短縮を図り、裁断サイクルを早めている。また、裁断時間に比べ、裁断データの容量が多いため、裁断データの記憶機能、高速な通信機能を付加可能である。

- (4) 裁断システムを統括する機能

下記に示す各機器を系統的に統括制御する機能が必要となる。

- (a) コンベヤ、延反機制御
- (b) レーザ発振器制御
- (c) 排煙装置制御

### 3.2.2 制御システム構成

制御装置は図4に示すように、マルチCPUによって構成されている。裁断システム全体を統括する16ビットマイクロプロセッサ(以下“メインCPU”という。)、揺動ミラー・レンズを駆動するための演算処理、レーザ出力を制御するための演算処理を行う32ビットマイクロプロセッサ(以下“演算CPU”という。)、そして揺動ミラー・レンズを駆動のための速度フィードフォワード・サーボ制御を行う16ビットマイクロプロセッサ(以下“サーボCPU”という。)をバス結合させ、裁断データをこの裁断システムに適用可能な情報にリアルタイムに変換しながら、高速度の裁断を可能としている。図5にリアルタイム処理の内容を示す。図6に揺動ミラー駆動制御ブロック図を示す。

各CPUの処理内容は以下のとおりである。

- (1) メインCPU
  - (a) 裁断システム全体の統括制御
  - (b) マンマシンインタフェース

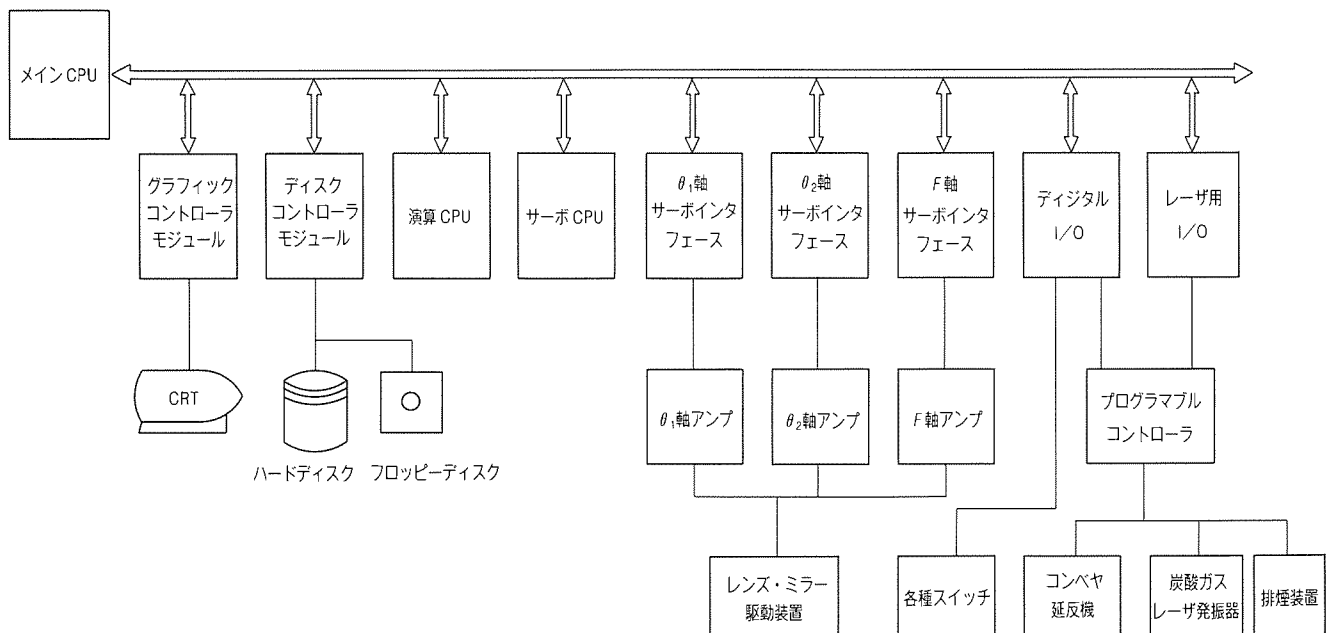


図4. 制御システム構成





- (c) コンベヤ移動量の算出とその通信
- (d) 揺動ミラー・レンズ駆動のための加減速パターンの生成
- (e) 揺動ミラー・レンズ駆動のための座標変換処理
- (f) 揺動ミラー・レンズ駆動のためのパルス数算出
- (g) 機械系誤差をソフトウェアで補正する処理
- (h) 裁断速度に対応したレーザ出力算出とレーザ発振器への出力制御
- (i) メイン CPU, サーボ CPU とのインタフェース処理
- (3) サーボ CPU
  - (a) 演算 CPU とのインタフェース処理
  - (b) 揺動ミラー・レンズ駆動の速度フィードフォワード制御

### 3.2.3 運 転 形 態

アパレル工場における裁断工程を考慮して、次の運転形態に対応できる裁断システムとなっている。1 枚裁断を基準としているが、定寸の場合は 2 枚折りも可能である。

#### (1) 生地供給形態

- (a) 生地を巻き反で供給する場合には延反機を使用しての連続運転が可能である。
- (b) 生地を定寸で供給する場合にはコンベヤ上に延反する原点を定めて、1 枚ずつ搬送して裁断する方式と、生地の先頭に検知板を置き、これを検知して裁断原点を定めるセンサ方式による運転が可能である。

#### (2) 裁断データの入力

- (a) フロッピーディスク (以下“FD”という。)

FD から裁断データを順次読み出し裁断を行う。

- (b) ハードディスク (以下“HD”という。)

FD, 磁気テープからの裁断データを HD にコピーして、あらかじめ決めたスケジュールに従って裁断を行う。

- (c) LAN

上位計算機との LAN 接続により、裁断データを順次受け取り裁断を行う。

## 4. 加 工 技 術

レーザは高エネルギー密度に集光されたレーザビームを用いるため、従来の熱加工法では得られない数多くの特長がある。中でも炭酸ガスレーザは発振効率が比較的高く、大出力化も比較的容易であるため、金属切断・溶接・熱処理等に広く使用されている。一方、炭酸ガスレーザの新たな用途としてレーザ裁断システムは主に紳士服等生地、各種産業用フレキシブル材料の高速切断への応用として注目されている。これらの用途には次のような裁断特性が要求される。

- (1) 1～2 枚重ねで、裁断前後工程の生産性を考慮し段取りの簡易な生地供給方法で高速裁断出来ること。
- (2) 裁断精度は±1 mm 程度でアパレルの場合は金属加工に比べて比較的粗くてもよい。

- (3) 裁断切り口は縫製工程から糸のほつれないことが望ましく、白い生地では変色の目立たないこと。

これらの要求に対して、前記レーザ裁断システムの革新的な技術開発によって XY 軸合成方向 100 m/min の裁断速度を達成している。以下には、レーザ裁断の応用例及び高速裁断の実現に重要な役割を果たした特性について述べる。

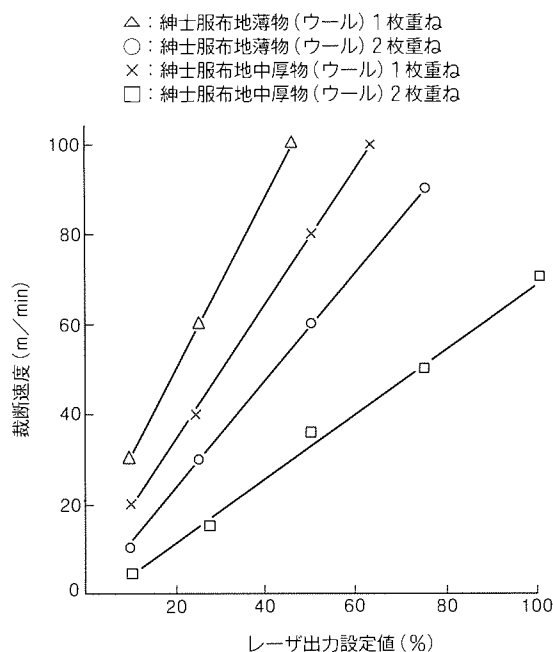
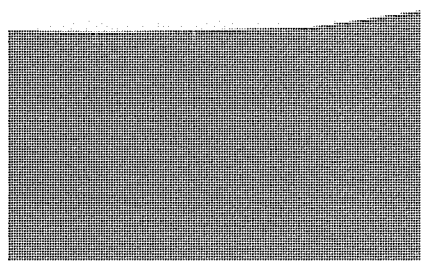
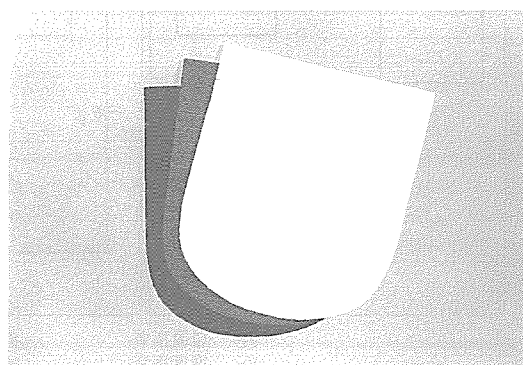


図 7. 紳士服用生地裁断速度例



(a) 紳士服用(周辺ノッチ付き)



(b) 紳士服用及びワイシャツ

図 8. 生地裁断例

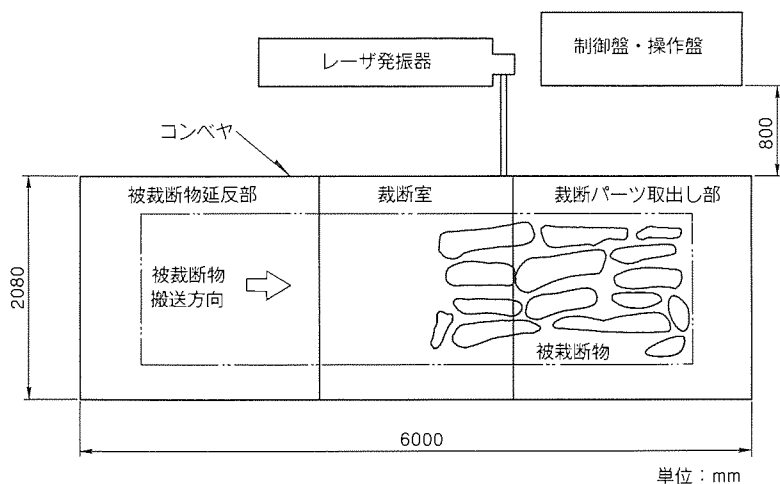


図9. レーザ裁断システム配置

#### 4.1 加工基本特性

生地裁断条件はレーザパワー密度が裁断速度を決定し、また切り口等の品質は主に被裁断材へのエネルギーの適正制御で決まる。一方、裁断寸法精度はシステム機械及び制御性能で決まるが、裁断速度の影響が大きい。紳士服用生地裁断ではXY軸合成方向最大100m/min(1軸方向70m/min)に対し、定格出力800Wのレーザを使用している。図7にレーザ出力と裁断速度の関係例を示す。また、CAD入力による任意形状裁断軌跡に対して、裁断速度の加減速に従って照射レーザパワーを最適値に制御している。これにより、被裁断材の熱影響部が全裁断軌跡で一定に保持され、焦げ部を最少量に抑え、しかもほつれの無い裁断が実現している。従来高品質の裁断が難しいとされていた白い生地の裁断にも用途が期待される。また、化繊成分を多く含む生地ではレーザ裁断特有の溶着があるが、1枚裁断での対応可能である。図8に生地裁断の例を示す。

#### 4.2 生地裁断への適用

紳士服、自動車内装シート、その他用途の生地裁断等の大量裁断にここ10年来自動ナイフ裁断システムによる多層重ね裁断が広く採用されてきた。中でも1, 2枚重ね裁断にレーザによる非接触加工の特長が発揮され、レーザ裁断システムがここ数年来注目されている。しかしながら、裁断工程における生産性を考慮した場合、システムの性能・価格・維持費・使用環境条件等からいまだ広く普及するに至っていない。

このシステムでは特に、生産性向上を目的として裁断工程を含めたトータルの高速化を図っている。図9にレーザ裁断システム配置図例を示す。同図で、被裁断物の先端部がすでにコンベヤ上に裁断パーツ取出し部(使用パーツと残布地との仕分け作業場所)にあり、作業者による裁断パーツ取出し作業が実施されていると同時に、裁断室ではレーザ裁断中であり、延反部では生地の延反作業が行われている。以上3箇所のタクトタイムをそろえてロスタイムの少ない連続裁断を実現している。

裁断速度は生地の材質、密度、厚み、織り方、パーツ数、CADデータ等で異なるが、紳士服用マーカで中厚物布地で1着分約80

～100秒である。また、他の適用例として、レーザは非接触加工のため生地を固定する必要がなく、また生地の“逃げ”がないため例えばレース等薄い生地の裁断とか熱加工の特長を生かし切り口が適宜に溶融した“ほつれ”のない裁断が可能となる。

#### 4.3 その他産業用フレキシブル材への応用

従来から炭酸ガスレーザ加工機は非金属材料にも広く実用化されている。しかしながら、シート状素材等フレキシブル材への応用はあまり普及していない。これは炭酸ガスレーザ加工機が主に金属材料の高精度加工に特長があるからである。産業用フレキシブル材は裁断特性が生地と共通点が多く、高速レーザ裁断システムの特長がいかに発揮され得る。この場合、システム構成としては、被裁断材料の形状寸法、裁断前後工程を考慮した裁断室、搬送形態及び制御を適用することで対応可能である。今後この分野への応用が期待される。

### 5. む す び

以上、新形レーザ裁断システムの仕様、特長及び適用例を交えて裁断技術について紹介した。まだ紳士服用生地裁断への応用が始まったばかりであるが、高速度裁断の性能を生かし、今後産業用各種フレキシブル材料裁断への応用へも発展させたい。このためにも、システム性能の充実、使用環境への適用機能の充実及び装置のコストダウンなどの努力をする所存である。

# 産業用ロボット《MELFA》ピックアップ RV-P33

渡部裕二\* 守田裕親\* 小林智之\*

## 1. ま え が き

ロボット産業は普及元年と呼ばれた1980年から10年を経て、1990年度の市場規模はほぼ5,000億円に達するとみられている。その間ロボットの工場への進出は目覚ましいものがあり、いまや日本はロボット導入台数では世界最高を誇っている。しかし、その導入対象をみると、ロボット化しやすく、またロボットでなければならない重量作業や単調作業が中心であった。すなわち、導入対象の分野としてはほとんどが自動車・電気関係の製造業を中心としており、作業では塗装や溶接、電子部品組立てが中心となっている。したがって、一般に想像される複雑な機能・形態を持ったロボットはそれほど必要とされず、単純なプレイバックロボットやインサータの類が多くを占めていたのが実状である。

しかし、1995年には9,500億円と予測される市場のさらなる拡大には、従来限定されていた導入分野や作業対象が広がるのが要件であり、そのための形態や機能がロボットに要求されることになる。既にここ数年、樹脂成形や窯業など従来にはなかった各分野に導入が広がる傾向をみせてきている。また、この広がりにあわせてファクトリーオートメーションの拡大を背景としたスタンドアローンロボットからシステム組込みロボットへというもう一つの傾向も顕著である。

最近の通信技術の普及は工場レベルにも波及し、大規模では工場間を結ぶ広域ネットワークからMAPなどの工場LANまで、ファクトリーオートメーションをCIM (Computer Integrated Manufacturing) と呼ばれる体系として構築しようとする動きが積極的である。ロボットはこのような生産システムを構成する基本要素の一つと考えられているが、そのためにはいかにシステムに融合できるかが大きな課題である。

## 2. 開発のねらい

導入分野拡大の背景には最近の深刻な人手不足がある。このため、用途が拡大するにつれて、導入対象がロボット向きの作業からロボットの不得意な人間向きの作業にまで広がっていく傾向が出てきている。人間向きの作業をこなすためには、まず人間同様に手先が自由な方向から自由な姿勢で作業を行える必要がある。これは機構的に、鉛直方向の組付けに適した水平関節型のように限られた動作自由度のものでなく、

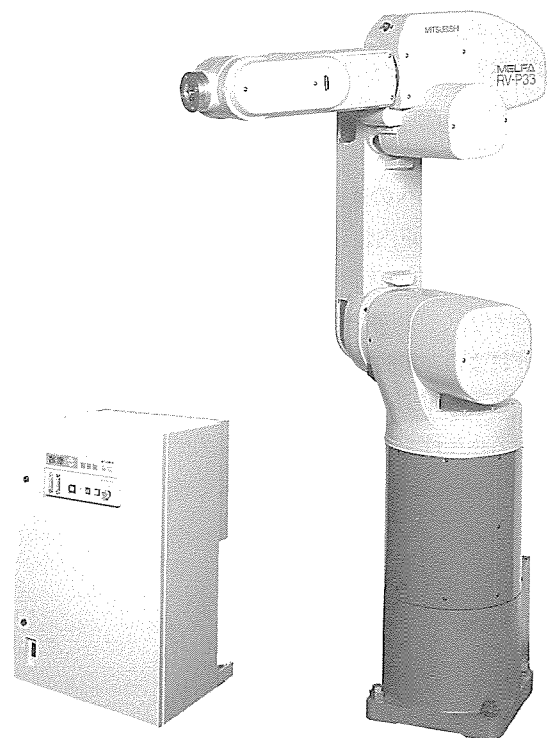
人間の腕に似た多関節タイプでしかも6自由度が必要であることを意味している。また、可搬重量としては人間が持ち運ぶことができる49~98N {5~10kgf}を必要とするが、逆にロボットそのもののサイズはコンパクトで場所をとらないものでなければ人間のようにスペース効率の高い作業性を持つことはできない。

一方、FAシステムの中でいかにうまく連携プレーをこなせるかは、前述のように通信技術をもとにしたシステム階層の上位又は下位との情報伝達能力が課題となってくる。

以上のような背景のもとに、ピックアップシリーズに人間の可搬能力とほぼ同等の98N {10kgf}を持ち、人間の腕の動作に匹敵する6軸垂直多関節構造、人間の情報伝達能力に相当するネットワーク通信機能、そしてこれら高度な機能を操り人間同様の巧みな作業を表現できるプログラミング言語をそなえたロボットとして《ピックアップ RV-P33》を開発した。

技術的ポイントをまとめると次の2点となる。

- (1) 最新のサーボ技術、メカニズム技術を導入して人間相当の高度な動きをさせる。



(a) コントローラ (b) ロボット本体

図1. 《MELFA》ピックアップ RV-P33の外観

(2) ネットワーク通信技術を活用し、周辺制御、FA化、CIM化へ対応する。

もちろんプログラミングの容易さ、プログラミング支援環境重視など操作性の改善も考慮されており、工場内において自動化・ロボット化を目指す各場面での採用が期待される。図1に外観、図2に構成機器、表1に基本仕様を示す。

### 3. 製品の特長

#### 3.1 ロボット本体の特長

(1) ACサーボ、絶対位置検出の採用

ロボット本体は、全軸ブレーキ付きACサーボモータと絶対値エンコーダを採用、可搬重量を98Nとした。AC化によってブラシ交換を不要とするメンテフリーと、絶対値エンコーダ採用による電源立ち上げ時の原点復帰時間短縮が実現されている。

(2) 背面作業を含む広い動作範囲

構造は6軸垂直多関節型として、複雑な組立作業・反転移動作業など幅広い作業分野に適用可能となっている。さらに、各アーム間の干渉を避けることにより、コンパクトサイズながら背面までカバーできる広い動作領域を持っている(図3)。

(3) 多彩なツーリングに対応

ロボット本体内にはロボットの手先にユーザーが独自のハンドやツーリングを設計するためのツーリング用信号配線・エア配管を標準装備している。配線配管はメカ本体内に最適に納められており、複雑に動き回る6自由度多関節構造の長所を十分発揮できるものである。また、信号伝送には後述するシリアルネットワークシステムを用いており、その高速リモートI/Oユニットをアーム内に内蔵しているので少ないケーブル本数にもかかわらず多彩なツーリン

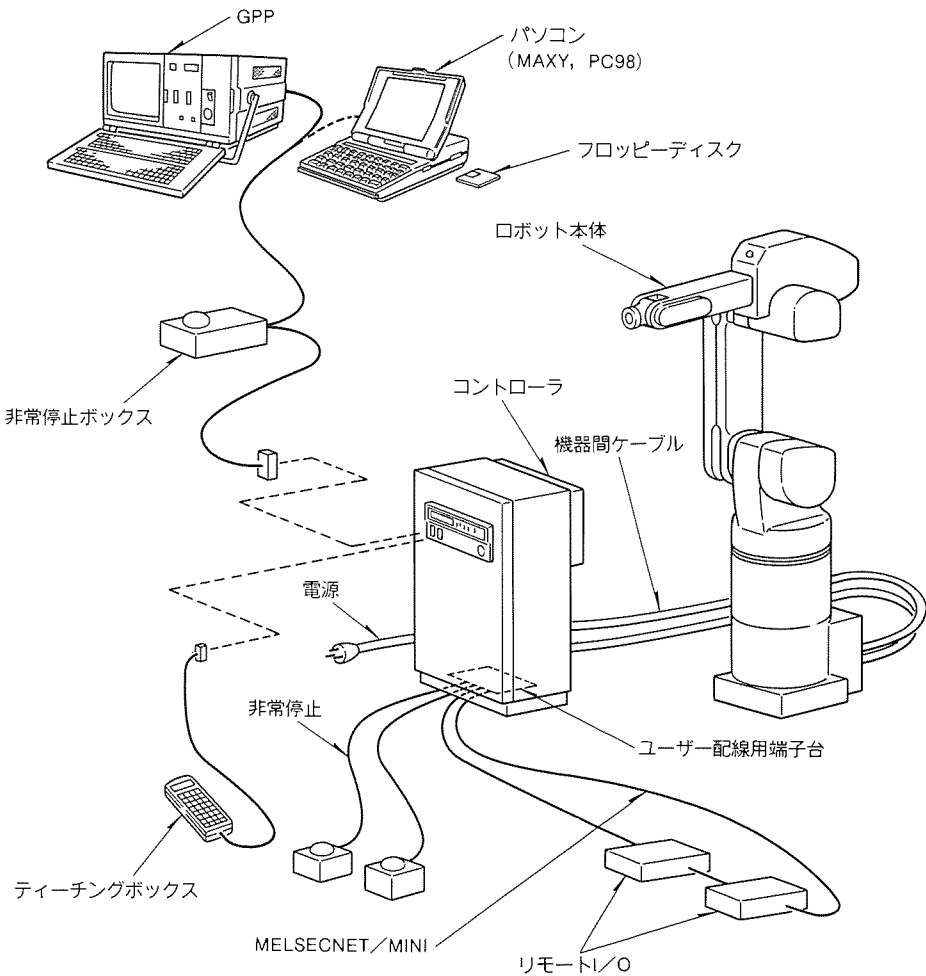


図2. 機器構成

表1. 基本仕様

#### (1) 本体仕様

形 名	RV-P33		
構 造	垂直多関節形		
動 作 自 由 度	6 軸		
駆 動 方 式	AC サーボモータ (全軸ブレーキ付き)		
アーム長	肩シフト	85 mm	
	上 腕	480 mm	
	前 腕	470 mm	
動作範囲 (最大速度)	腰 旋 回 J1	±140°	(148°/s)
	上 腕 旋 回 J2	-75°~+115°	(117°/s)
	前 腕 旋 回 J3	-100°~+115°	(150°/s)
	手 首 振 り J4 (度/s)	±160°	(210°/s)
	手 首 曲 げ J5	±120°	(210°/s)
	手 首 ひ ね り J6	±180°	(360°/s)
合 成 最 大 速 度		5,000 mm/s (全軸合成時メカニカル インタフェース面での値)	
可 搬 重 量		98N {10 kgf} (ハンド質量を含む) (メカニカル インタフェース面から 50 mm の位置<重心>)	
位 置 繰 り 返 し 精 度		±0.1 mm	
周 囲 温 度		0 ~ 40 °C	
本 体 質 量		約 180 kg	



って従来、最終利用形態ではロボットと周辺装置及びこれらを統括する制御装置(=シーケンサ)で構成されていることがほとんどであった。

シーケンサの内蔵化は、シーケンサ処理専用プロセッサを並列に動作させることによって実現しており、マルチプロセッサ方式による高速処理、シーケンサ プログラミング環境の統一、シーケンサ用オプション機器の共用化など多くのメリットを得ることができる。

#### (4) 《MELSECNET/MINI-S3》の採用

周辺装置との信号入出力のために、シーケンサと下位機器との間で使用されている小規模な高速シリアルネットワークである《MELSECNET/MINI-S3》のマスタ局機能を標準内蔵している。ネットワークによる分散I/O方式を用いたことによって、周辺装置はもちろんロボット本体内部の配線本数が飛躍的に減少し、配線費用、断線のおそれ、配線長の増大によるノイズの問題などが解消した。

#### (5) 《MELSECNET》への対応

上位システムとの接続には《MELSECNET》インタフェースをオプションで用意した。これを用いることで高性能シーケンサやFAコントローラとの接続が容易であり、大規模システムへの対応を可能としている。

### 3.3 ソフトウェアの特長

#### (1) ロボット言語の強化

従来から当社の産業用ロボットでは、ロボットの基本機能をユーザーフレンドリーなBASIC言語としてコンパクトに

まとめた《MELFA-BASIC》と呼ぶロボット言語を提供している。これはユーザー自身が複雑なシステムにおけるロボットの挙動を簡単にプログラミングすることを可能とするためであり、従来の《MELFA-BASIC》は現場でのプログラミングしやすさを主眼とし、ロボット動作についての基本的機能を中心としてまとめたものであった。RV-P33ではこれを《MELFA-BASICⅡ》として機能を大幅に強化し、FAシステム設計者や生産技術者までがコントローラ的能力を存分に引き出すことができるよう考慮した。

強化内容は各種演算機能(数値関数、文字列関数、三角関数など)や通信機能を中心とするものであり、全体として命令が49種、関数が29種(図5)、このほかにもロボットの状態を示す特殊な変数が約30種用意されユーザーがきめ細かなロボット制御の記述を行うことが可能である。

#### (2) シーケンサとロボットプログラムの連携

シーケンサのプログラミングについては、もちろん従来の支援ソフトウェアやプログラミング装置などの環境がそのまま使用できる。しかもロボットとシーケンサとの連携は、言語のレベルでも簡単に記述可能である。シーケンサ内の各ビットレジスタはBASICの信号入出力命令により、ワードレジスタはBASICの変数として、またメッセージ等の文字列はPRINT、INPUT文の対象として読み書きができる。

#### (3) プログラミング支援環境の充実

ロボットの使用環境をスタンドアローンからシステム志向とみると、そのプログラミング環境についても同様の配慮が必要になってくる。従来形態の現場でそれぞれのロボットの横に立ち動作のティーチングからプログラム作成やデバッグまでを行うという方法は、その都度関連するシステムの稼働を止めて行わなければならない、システムが大きいほど非効率となってきた。また、現場で用いられるプログラミング装置についても機能を多くすれば重くなり、小さくすれば表示は限定され機能不足ともなる。

そこで、汎用パソコンの低価格化・小型軽量化を前提として、専用に提供するティーチングボックスに加えて汎用パソコン上のソフトウェアを用い、これらが局面に応じて利用できるようにした。このためティーチングボックスではキー数をあまり増やさず、作業時のハンドリング性を重視した軽量薄型を採用している。汎用パソコン上のソフトウェアでは、コントローラと接続してロボットを操作したりプログラムのアップダウンロード等を行う“オンライン操作”機能、コントローラと切り離しパソコン上で独立したプログラムの作成・編集・デバッグなどを可能とする“オフライン編集”機能を用意している。これらプログラミング支援環境はラインを止めずに作業ができるだけでなく、危険性なくプログラムの事前確認ができるなどのメリットもあり、ロボットの現場ユーザーからライン設計の生産技術者まで幅広い満足を得られるものである。

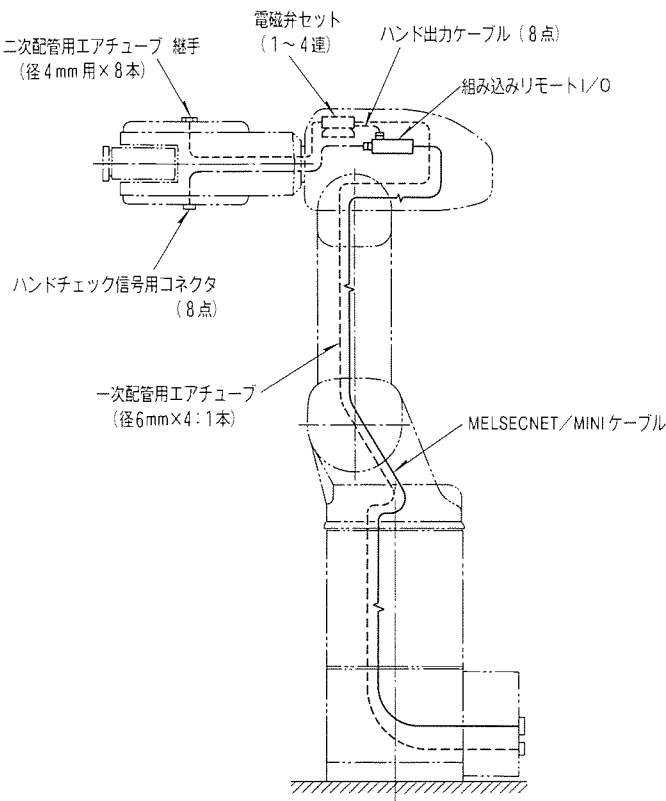
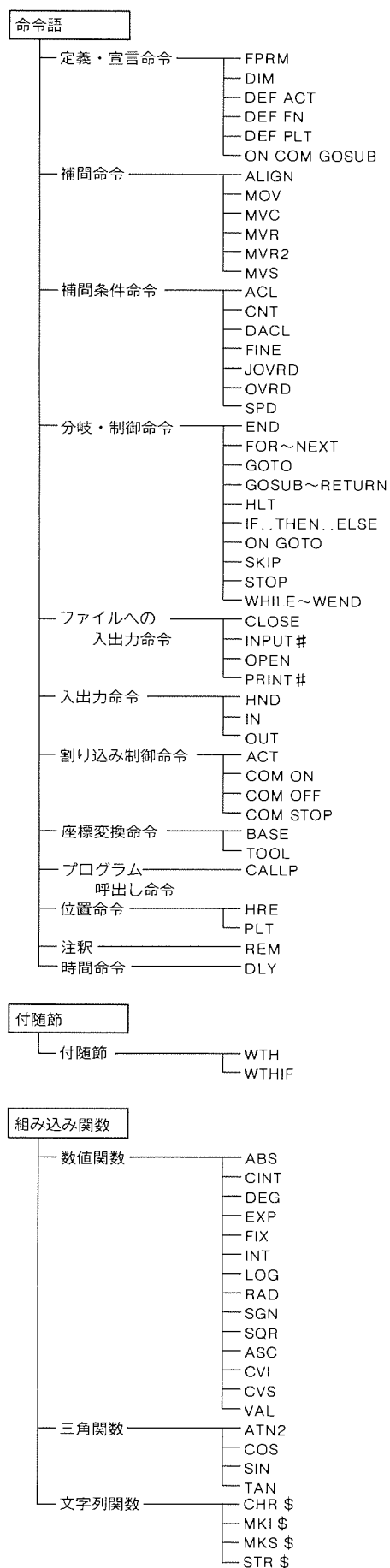


図4. ロボット本体内部配線及び配管



#### 4. FA システムにおける RV-P 33

従来ロボットコントローラはスタンドアロンで用いられることがほとんどであり、外部から制御するにしてもそれは各々意味の決まった入出力信号線を介してであった。これに代わって RV-P 33 では上位下位に対してネットワークを持ち、ポイントトゥポイントの接続からネットワークを経由した上位コンピュータとの通信までをカバーできるコントローラとしている。この章ではこれまで述べた特長のうち FA システム構築にむけてのポイントをまとめておく。

まず、コントローラの通信機能はその命令体系を整備したことでネットワークへの対応が強力にサポートされている。表 2 に示すような命令によって外部インタフェースからロボットのあらゆる動作を制御できるような命令体系とし、サーボ入切やプログラム始動のようにコントローラにあらかじめ

表 2. 主な通信制御命令

	機 能	コマン
回 線	回線オープン	OPEN
	回線クローズ	CLOSE
	アボート	ABORT
操 作	操作権奪取	CNTLON
	操作権放棄	CNTLOFF
サ ー ボ	サーボオン	SRVON
	サーボオフ	SRVOFF
設 定	オーバライド設定	OVRD
	運転モード設定	MD
運 転	ゼロ相合わせ	ORG
	プログラム始動	G
	ステップ始動 (1 行)	STEP
	ハンド開閉	HND
	ハンド整列	ALIGN
	退避点復帰	MOVSP
	停止	STOP
リ セ ッ ト	プログラムリセット	RSTPRG
	アラームリセット	RSTALRM
	汎出力リセット	RSTIO
状 態	状態読み出し	STATE
	アラーム内容読み出し	ALRMES
編 集	プログラムオープン	POPEN
	プログラムクローズ (編集有効)	PCLOSE
	プログラムクローズ (編集無効)	PQUIT
	1 行登録	EDIT
	1 行読み出し	LIST
フ ァ イ ル	ファイル有無チェック	FCHECK
	ファイルロード	FLOAD
	ファイルセーブ	FSAVE
	ブロックリード	FREAD
	ブロックライト	FWRITE
	ファイルコピー	FCOPY
	ファイル削除	FDEL
プログラム 交 信	数値変数送受信	—
	文字列変数送受信	—
	ロボット位置データ送受信	—

図 5. 《MELFA-BASIC II》命令と関数



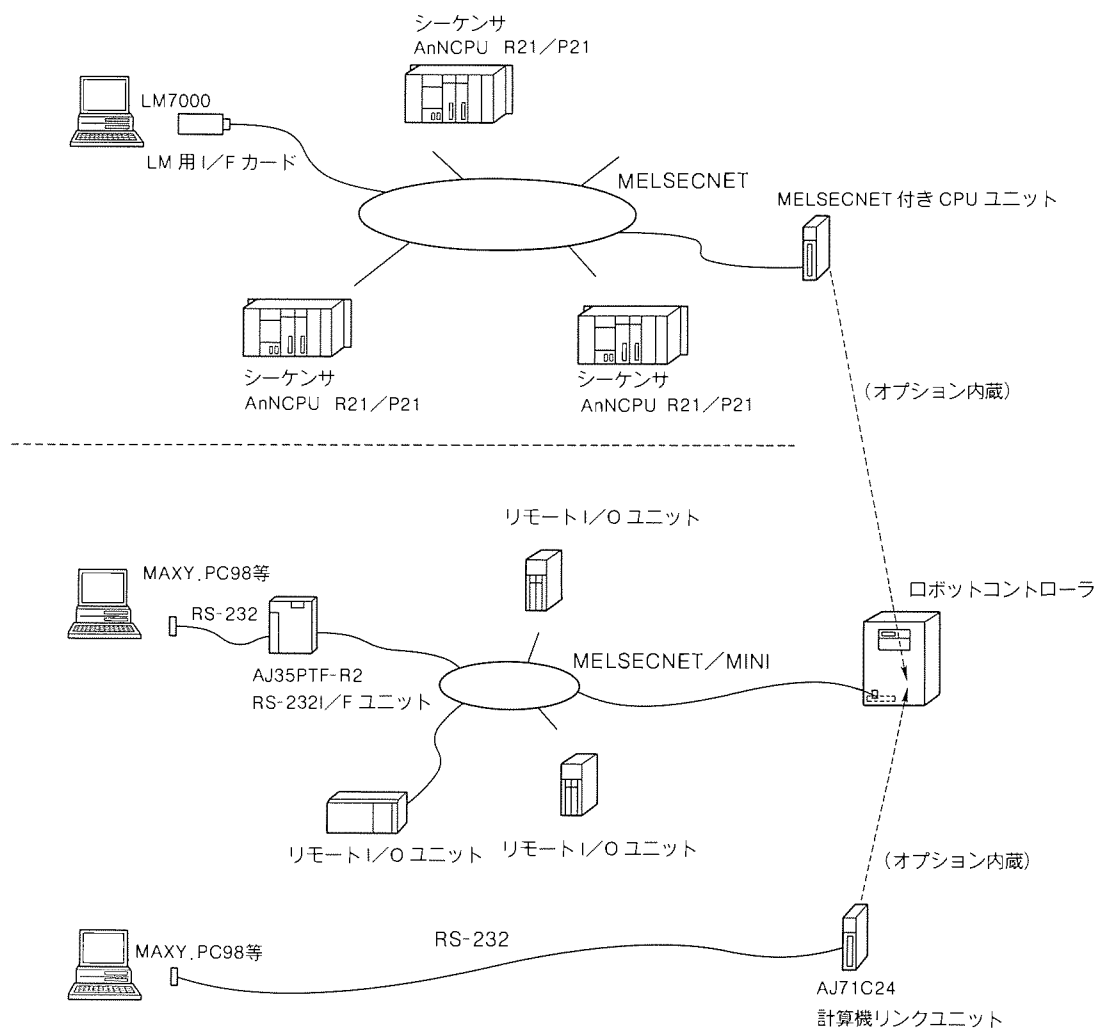


図 6 . 外部機器との接続形態

与えられた制御機能に対するものに加えて、ユーザーが作成するロボットプログラムとも自由に通信ができる。このため通信したデータをユーザーが自由に用いてロボットの動作に反映することも可能である。

RV-P 33 からみでの外部接続機器とその接続形態は、図 6 のようなバリエーションが存在する。

このうち《MELSECNET/MINI-S3》を用いたものはロボットコントローラ内蔵のシーケンサを中心として、ロボットも含めた小規模な装置の制御に適している。しかも《MELSECNET/MINI-S3》には既に接続可能なユニット群が豊富に用意されており、自由度の大きい選択ができる(図 7、表 3)。

一方、《MELSECNET》を用いた形態では、コントローラ内蔵のシー

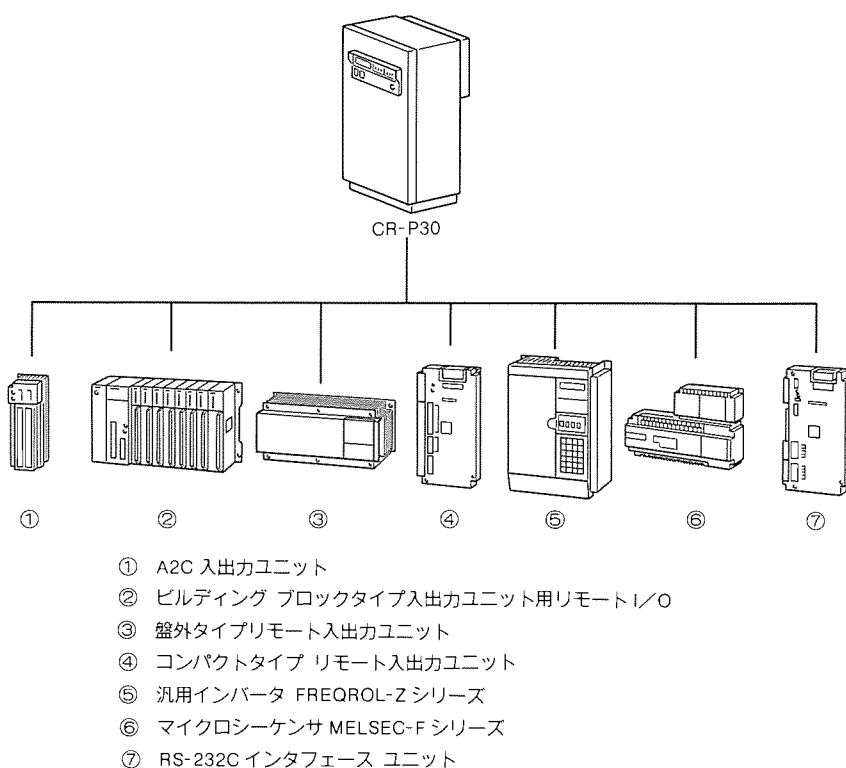


図 7 . 《MELSECNET/MINI-S3》の接続機器

表 3. 《MELSECNET/MINI-S3》の接続機器一覧

## (1) A2C

ユニット	品 名	形 名	備 考
電 源	I/Oユニット電源	A66PC	入力 AC, 出力 DC
入 力 ユ ニ ッ ト	32点入力ユニット	AX××C	32点 AC 仕様, DC 仕様の 2 機種
出 力 ユ ニ ッ ト	32点出力ユニット	AY××C	32点リレー仕様, トライアック仕様, トランジスタ仕様の 3 機種
入出力混合ユニット	16点入力16点出力 混合ユニット	AX××Y ××C	AC 入力/リレー出力仕様, DC 入力/リレー出力仕様, DC 入力/トランジスタ出力仕様, AC 入力/SSR 出力仕様の 4 機種
特 殊 機 能	A/D 変換ユニット	A68ADC	4~20mA/0~±10V アナログ入力 12ビット 8チャンネル収納
	高速カウンタ	AD61C	バイナリ 24ビット 1/2 相入力, 可逆カウンタ, 2チャンネル収納 50KPPS
そ の 他 オ プ シ ョ ン	DIN アダプタ	A6DINC	DIN レール取付用オプションベース 34mm 幅用
	ケーブル	A2C005	入・出力ユニット間接続用 50mm

## (2) MELSECNET/MINI-S3

ユニット	品 名	形 名	備 考
	データリンクユニット	AJ72PT35	リモート局用 光/ツイストペア線兼用
盤外タイプ リモート入出力 ユニット(光)	入力ユニット	AJ35PJ-8×	8点 AC 仕様, DC 仕様の 2 機種
	出力ユニット	AJ35PJ-8×	8点 リレー仕様, トライアック仕様, トランジスタ仕様(3タイプ)の 5 機種
盤外タイプ リモート入出力 ユニット(ツイスト)	入力ユニット	AJ35TJ-8×	8点 AC 仕様, DC 仕様の 2 機種
	出力ユニット	AJ35TJ-8×	8点 リレー仕様, トライアック仕様, トランジスタ仕様(3タイプ)の 5 機種
コンパクトタイプ リモート入出力 ユニット (光/ツイスト線共用)	入力ユニット	AJ35PTF-32×	32点 AC 仕様, DC 仕様の 2 機種
	出力ユニット	AJ35PTF-24×	24点 リレー仕様, トライアック仕様, トランジスタ仕様の 3 機種
入出力混合ユニット		AJ35PTF-28××	入力: 16点/出力: 12点 入力/出力 A/R, A/S, D/R, D/S, D/T の 5 機種
		AJ35PTF-56××	入力: 32点/出力: 24点 入力/出力 A/R, A/S, D/R, D/S, D/T の 5 機種
		J35PTF-128××	入力: 64点/出力: 64点 ダイナミックスキャン 入力/出力 D/T のみ
インタフェース	インタフェースユニット	AJ35PTF-R2	RS-232C インタフェース
		F-16NP	F シリーズ用インタフェース(光用)
		F-16NT	F シリーズ用インタフェース(ツイストペア線用)
		FR-ZDL	インバータ Z200 シリーズ用

センサよりも更に高性能な上位シーケンサがシステム全体を統括し、ロボットを一つのサブシステムとして考える場合に適している。この場合上位シーケンサの代わりに FA コントローラなどを用いれば、ロボットプログラムのアップダウロードを含んだ高度なシステムも構成できる。

また、やや伝送効率は落ちるものの、最も一般的な RS-232C を用いた通信も用意されている。この方法では、例えばインテリジェント センサなどのように、動作中のロボットプログラムと複雑なデータ交信を必要とする場合には、接続も容易であり最適である。

図 8 に制御の事例を示す。この例では、まず上位の FA コントローラ又はパソコンから運転指示を行い、あるプログラムの運転を開始する(ロボット制御)。ロボットプログラムが動作し始めてからはキーボードから入力されたデータを送信し、再生すべき位置を変化させている(ロボットプログラムとの交信)。ほかにも上位シーケンサからの制御によって動作したり、周辺装置から指示を読み取る、コントローラの

状態表示をする、ネットワーク上の別シーケンサからプログラミングやデバッグを行う、なども可能である。

このように RV-P33 は、下位ネットワークとして《MELSECNET/MINI-S3》を、上位ネットワークとして《MELSECNET》を採用したことによって図 9 に示す CIM 階層においてステーション管理レベルに位置付けられる。そしてロボット制御のノウハウを集約した制御コマンドを用いることで、CIM 化を目指した FA システム構築に自然なカタチでロボットを取り込むことが可能となっている。

## 5. む す び

産業用ロボットはますます人間に近づくことを要求され、それにつれて対象とする作業は多様化し使い手も多様化する。これに対応するためには人間の持つ作業能力、情報処理能力を備えることが必要であり、《ピックアーム RV-P33》の開発に際しては多様なハンドリングと通信によるシステム化への対応力を主眼とした。



# 三菱オフィスコンピュータ《MELCOM80 GEOC》システム 300GRのハードウェア

高橋勝雄\* 齊藤宏之\* 加藤 誠\* 橋詰雅樹\*\* 小笠原公一\*\*\*

## 1. ま え が き

《MELCOM80 GEOC》システム300GRは、平成2年12月に初号機を出荷以来、好調な受注並びに出荷を続けている。システム300GRは、従来機種システム80GR/100GRの上位機で、オフィスコンピュータの使いやすさを保ちつつ汎用コンピュータ並みの性能とシステム拡張性を実現し、増大するユーザーの情報処理ニーズに余裕を持って対応できるようハードウェア強化を図っている。

以下、システム300GRの特長、システム構成及び各処理装置のハードウェアについて述べる。

## 2. システムの特長

システム300GR(図1)は最新テクノロジーと、32ビットアーキテクチャを駆使して、低価格でありながら高性能・高機能・高信頼性を実現している。

### (1) バスの強化

基本処理装置(BPU)の内部データバス、システムバスを従来の32ビットから64ビット幅とし主記憶、キャッシュメモリ、演算回路、高速チャンネル等の相互間の情報転送時間を短縮して高性能化を図っている。

### (2) 高速演算機構

オフィスコンピュータの処理能力を左右する10進演算及び乗除算を専用の別演算回路で高速に処理する高速演算機構を装備し、これらの命令実行性能を大幅に向上させている。

### (3) 高速チャンネルの強化

当社オフィスコンピュータとして初のチャンネル制御装置採用により、ディスク制御装置の基本を含め最大5台まで搭載可能とし、固定ディスク装置(FXD)を最大40台(32.8Gバイト)まで拡張できるようにした。また、基本で2台のチャンネル制御装置を装備することにより、入出力処理装置スロット数をシステム100GRの約2倍の最大57スロットまで実装可能とし、またリレーショナルデータベース プロセッサ“グレオ”を2台搭載可能として、RDB処理能力の向上も実現している。

### (4) RAS機能の強化

基本処理装置の演算回路を二重化し、演算を二つのプロセッサで行いその結果のつき合わせチェックを行うとともに、内部バスのパリティチェックを充実させ、故障検出能力を強化した。また、基本処理装置とは独立したサービスプロセッ

サにハードウェア用固定ディスクを内蔵し、ハードウェア異常時の記録を行い、故障回復時間の短縮を図っている。

## 3. システムの構成

システム300GRは、中規模システムから大規模システムまで広範囲にわたって効率良く対処できるように配慮されている。図2にシステム300GRの構成を示す。中央処理装置は、主記憶装置、基本処理装置、サービスプロセッサ、高速チャンネル、低速チャンネルから構成される。

### (1) 主記憶装置(MMU)

主記憶容量は基本16Mバイトから最大64Mバイトまで、16Mバイト単位で増設できる。

### (2) 基本処理装置(BPU)

128Kバイトのキャッシュメモリ、高速ファームウェアエンジン、高速演算機構が標準で内蔵されている。

### (3) サービスプロセッサ(SVP)

サービスプロセッサはシステムの運転・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り、RAS機能の向上とシステム運用の省力化を図るための装置である。

### (4) 高速チャンネル・低速チャンネル

2本の高速チャンネルバスと低速チャンネルバスは、従来機と完全互換になっている。

表1にシステム300GRの仕様を示す。

## 4. ハードウェア

システム300GR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、機能を実現することができた。以下にハードウェア方式技術の特長を概説する。



図1. 《MELCOM80 GEOC》システム300GRの外観

## 中央処理装置

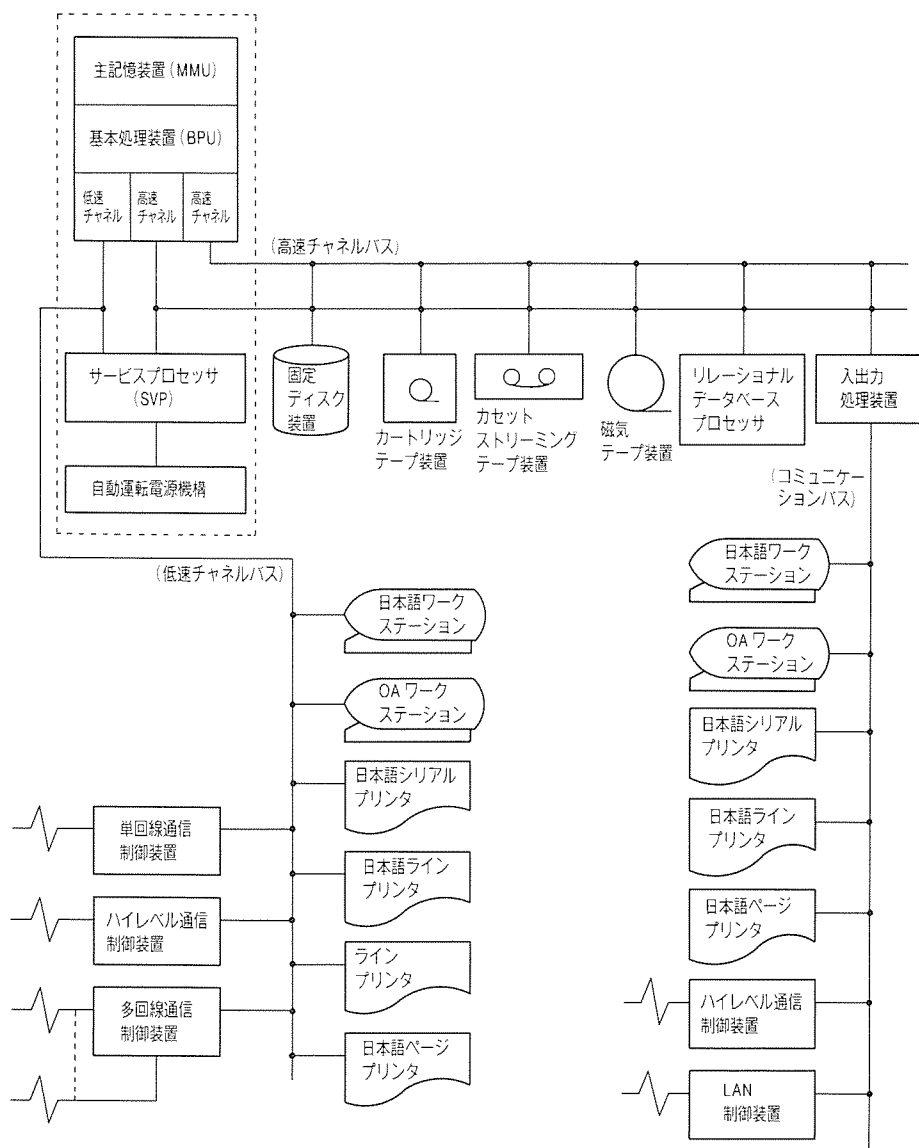


図2 システム 300GR の構成

### 4.1 主記憶装置

システム 300GR の主記憶装置の特長は次の3点である。

- 最大容量 64 M バイト
- 2 ウェイ インタリーブモード
- 高速なシステムバス

- (1) 主記憶装置は標準で 16 M バイト実装されており、16 M バイト単位を増設により、最大 64 M バイトまで拡張可能である。
- (2) 主記憶制御装置は標準で 2 台装備され (以下それぞれを“バンク”という。), 2 ウェイ インタリーブモードをサポートする。各バンクにはそれぞれ 8 ~ 32 M バイト実装可能であり、お互いに全く独立に動作する。各バンクのアドレスは 32 バイトごとに割り当てられており、両バンクの使用頻度をほぼ同じにすることにより、特定チャンネルや BPU による占有を防ぎ、主記憶装置及び主記憶制御装置の有効活用を図っている。

(3) チャンネルや BPU/SVP と主記憶制御装置を結ぶバス (以下“システムバス”という。) は、バス幅 8 バイトの同期制御方式バスであり、40M バイト/秒以上の高速転送を可能にしている。また、上記インタリーブモードの効果により一層高めるべくバスプリット制御を採用し、二つのバンクと他モジュールとが同時に主記憶転送を行っているようになっている。

### 4.2 基本処理装置

図3に基本処理装置のブロック図を示す。

#### 4.2.1 演算部

(1) 高速 32 ビット CMOS VLSI プロセッサ

基本処理装置の性能を強化するために、演算部には高速 32 ビット CMOS VLSI プロセッサを採用した。また、オペランドアドレス生成用に専用の三入力加算器を設け、命令処理とオペランドアドレス生成を並行に処理できるようにした。

(2) 10 進演算器

オフィスコンピュータでは 10 進演算命令の頻度が高いので、システム 300GR は 10 進用の、加算器、乗算器、バック／

ゾーン形式変換器、10 進 / 2 進変換器等、専用のハードウェアを大幅に強化した。

(3) 浮動小数点演算器

またシステム 300GR では、汎用計算機並の浮動小数点演算機構を装備し、科学技術系の処理でも高い処理能力を得られるようにした。

(4) 二重化構成

CMOS VLSI プロセッサ、オペランドアドレス加算器、10 進加減算器等は、すべて二重化しデータ処理の信頼性を格段に向上させた。

#### 4.2.2 パイプライン制御

システム 300GR では、命令読出し、命令デコード、オペランドアドレス生成、アドレス変換、データ読出し / 整地、演算 / 実行の 6 レベルのパイプライン構成を採っている。図 4 にパイプラインの構成を示す。

#### 4.2.3 キャッシュメモリ

表 1 . システム300GR の仕様

項 目		仕 様
主 記 憶 装 置	最大容量	64M バイト
	基本容量	16M バイト
	増設単位	16M バイト
中央処理装置	高速F/W エンジン	(基本)
	キャッシュメモリ	128K バイト 命令      64K バイト オペランド 64K バイト
	高速演算機構	ハードウェア方式標準
R D B - P	リレーショナルデータベースプロセッサ	オプション 2 台まで
入出力制御	コントローラスロット数	最大57 基本35
自動運転機能	定時刻オン・オフ	(基本)
	リモートオン	オプション
フレキシブル ディスク装置	基 本	3.5インチ 1 台
	増 設	内蔵 3.5又は5 インチ 外設 5 又は8 インチ
固定ディスク 装置	最大容量	32.8G バイト
	基 本	1,640M バイト
	増 設	38 台
WS・プリンタ 接 続 台 数	ワークステーション	最大256台
	プリンタ	最大256台
磁 気 テ ー プ 装 置	カセットストリーミング テープ 装置	44.7M バイト(オプション)
	カートリッジ磁気テープ装置	220M バイト(オプション)
	オープンリール磁気テープ装置	42M, 79M, 150M バイト (オプション)
通 信	回線数(論理)	256回線
本体構造寸法	構 造	床置き
	幅×奥行×高さ	795×745×1,600(mm)
O S	使用 OS	DPS10

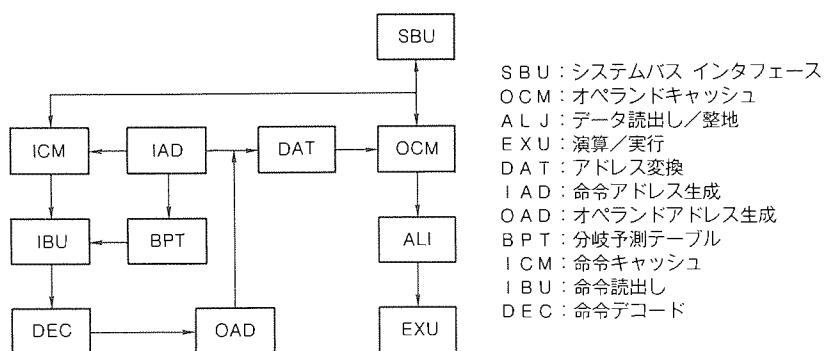


図 3 . 基本処理装置のブロック図

システム 300GR では、キャッシュメモリの容量を大幅に増やし、命令用とオペランド用それぞれ独立に 64K バイト、合計 128K バイトとした。命令用とオペランド用を独立させたことにより、命令読出しとオペランドアクセスの競合を避けることができる。

また、入出力装置によって主記憶装置の内容が変更された

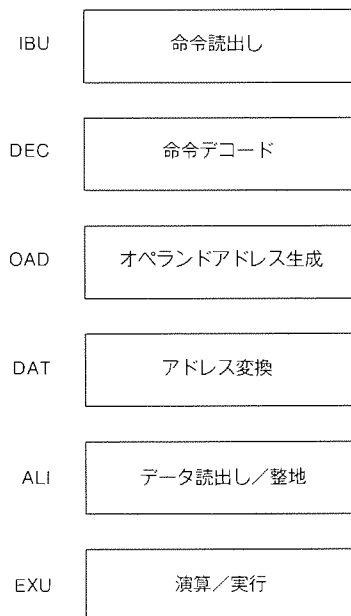


図 4 . パイプライン構成

場合に発生するキャッシュメモリの無効化処理は、命令実行のためのキャッシュメモリへのアクセスと競合し、システム性能を低下させる要因となる。そこでシステム 300GR では、シャドウタグを導入し、この問題を解決している。図 5 にキャッシュメモリの構成を示す。

一般にキャッシュメモリは主記憶装置の一部のコピーと、そのコピーのアドレスを登録情報として保持しておき、シャドウタグにはその登録情報の写しを保持しておく。入出力装置が主記憶装置の内容を変更する場合は、シャドウタグを参照してキャッシュメモリにコピーが登録されているか否かを調べ、登録されている場合にだけ無効化処理を行う。こうすることにより、キャッシュメモリの無効化処理の頻度を大幅に減らして、システム性能の低下を防いでいる。

#### 4.2.4 分岐予測

パイプライン制御方式は、その性格上どうしても条件付き分岐命令が遅くなる。それは分岐命令の直前の命令が演算/実行

ステージまで進まなければ、分岐の成功/不成功が確定しないことによる。そのため、分岐予測と呼ばれる手法を今回用いている。図 6 にシステム 300GR の分岐予測方式を示す。システム 300GR では命令読出しバッファ (IB) をインライン処理用と分岐成功用に独立に用意し、さらに命令デコードステージに分岐予測テーブル (BPT) を設けた。

通常はインライン処理用にIB0を使用する。命令読出しデコードステージで分岐命令を検出したら、IB1を起動し、分岐先命令の読出しを開始しておく。また、分岐命令の命令アドレスによってBPTを参照し、問題の分岐命令が前回の実行時に分岐成功したか否かを調べる。前回の実行時に分岐していれば、命令デコードステージの入力を分岐成功用のIB1に切り替え、前回分岐していなければそのままインライン処理用のIB0を使用する。

分岐命令が計算ステージへ遷移したときに、最終的な分岐の成功／不成功を判定する。最終的な判定結果と、分岐予測テーブルによる予測が一致すれば、そのまま処理を続行する。一致しなければ、後続のパイプラインをすべてリセットし、分岐成功用IBとインライン用IBを切り替えて、以後の処理を続行する。また、同時にBPTの内容も更新する。このようにして条件付き分岐命令の高速化を実現している。

#### 4.2.5 ストアバッファ

システム300GRのキャッシュメモリは、ストアスルー方式を用いておりそのまま使うと、ストア処理がシステムバスのアクセスタイムに依存することになる。そこでシステム300GRではストアバッファを導入した。図7にストアバッファ処理の概念を示す。

ストア命令で生成されたストアデータとストアアドレスは、いったんストアバッファに格納される。ストアバッファは基

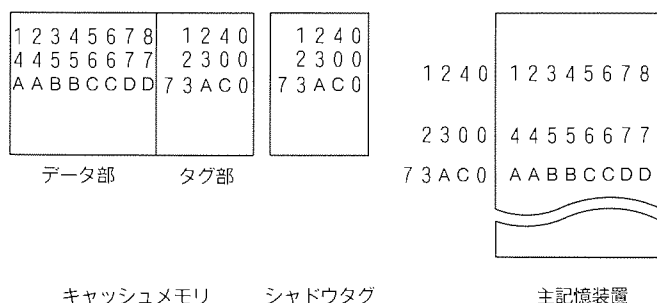


図5. キャッシュメモリの構成

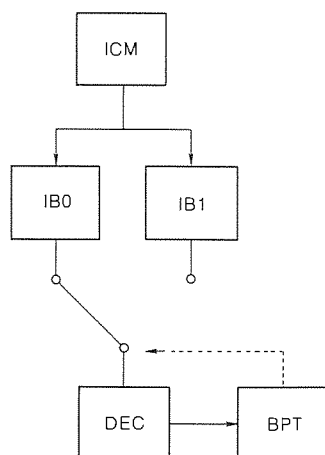


図6. 分岐予測方式

本処理装置の動作とシステムバスの動作の同期をとる働きをする。ストアバッファにデータとアドレスが格納されると基本処理装置側のストア命令処理は完了し、次の命令に制御が移る。一方ストアバッファは、システムバスの動作を監視し、アイドル時にストアデータとストアアドレスを主記憶装置に送出し、書き込み動作を行う。入出力装置等の動作により、システムバスが占有されているときは、ストアバッファに保持されたまま、システムバスがアイドルになるのを待つ。

ストアバッファには、16個までのストアデータとストアアドレスが保持できる。

#### 4.3 サービスプロセッサ

サービスプロセッサは基本処理装置から完全に独立したプロセッサであり、今回システム300GRではサービスプロセッサの機能を強化して、より高度なRAS機能を実現した。

図8にサービスプロセッサの構成を示す。

サービスプロセッサの持つ機能としては次のものが挙げられる。

- (1) システムの電源投入・切断や状態表示を行うシステムパネル機能
- (2) システムの起動・停止や構成制御を行うシステム制御機能
- (3) システムの運転状態や異常を監視するシステム監視機能
- (4) 障害情報の記録、解析やシステムの診断を行うシステム保守機能
- (5) サービスプロセッサ下のフレキシブルディスク装置をシステムの1入力装置として提供するソフトウェアインタフェース機能
- (6) あらかじめ定められた時刻に自動的にシステムの電源投入・切断を行う自動運転支援機能
- (7) 1台のマルチワークステーションから複数台のシステムを運転するための遠隔操作支援機能

そして今回システム300GRのサービスプロセッサでは特に以下の点について機能の強化を図っている。

- (1) 今までの5インチ、8インチフレキシブルディスク装

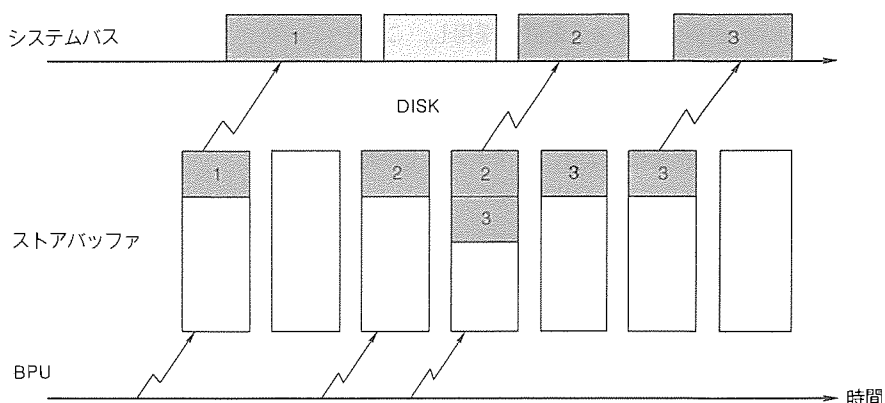


図7. ストアバッファ処理の概念

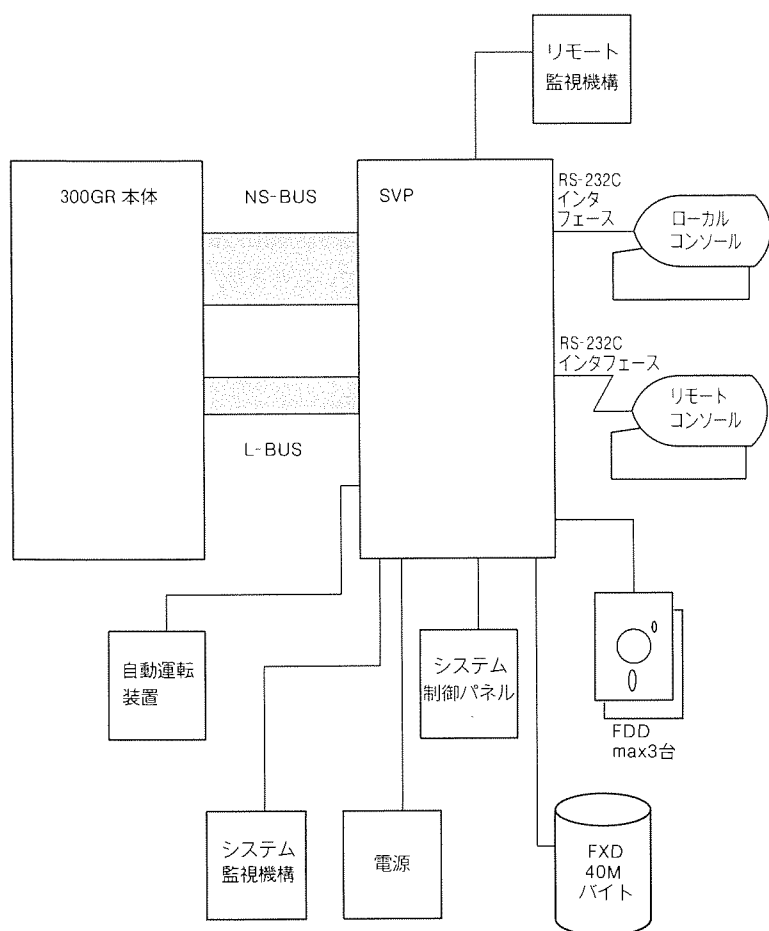


図8. サービスプロセッサの構成

システム300GRでは、当社オフコンで初めての、チャンネル制御装置を導入した。

これにより、現行の高速チャンネルバスをシステムバスから切り放して、高速チャンネルバスの互換性を保ちながらシステムバスの性能を向上させることができた。さらに、チャンネルの台数をA系、B系の2台にして、接続できる入出力装置の台数も増やしている。図9に、入出力システムの構成を示す。

システム300GRでは、64ビット幅のシステムバスに、CHB #0 (A系) とCHB #1 (B系) の2台のチャンネル制御装置が接続される。それぞれのチャンネル制御装置は、高速チャンネルをサポートし、現行の高速チャンネル系入出力制御装置がA系、B系で合計14台まで接続できる。これにより、グレオを2台接続してツイングレオの構成にすることができ、入出力装置も2倍接続できるので、ワークステーションや回線の数进行までの2倍に増やすことができた。

A系のチャンネル制御装置では、低速チャンネルをサポートし、既存の低速チャンネル系入出力制御装置を接続することができる。

#### 4.4.2 高速チャンネルバスの

##### データバッファリング機能

チャンネル制御装置は現行の高速チャンネルバスと、システムバスとの間のバス変換を行っているが、高速チャンネルバスの最高転送速度を確保しつつ効率良くバス変換を行うために、高速チャンネルバスに接続される入出力制御装置に対して各々64バイトのデータバッファを備えている。各データバッファは、32バイト+32バイトダブルバッファ構成になっており、データ転送の際には、この32バイトバッファを交互に用いながら効率良く主記憶アクセスを行うことができる。

#### 4.4.3 チャンネル制御装置のデータ入出力処理

従来の機種では、データ入出力動作にかかる処理を基本処理装置が行っていたが、システム300GRではそれらの処理をチャンネル制御装置が独立して実行する。これにより、基本処理装置のデータ入出力処理による負荷を軽減し、システム性能を向上させている。以下にチャンネル制御装置のデータ入出力処理について説明する。

##### (1) 入出力命令の実行

チャンネル制御装置は、基本処理装置から入出力命令を受け取ると、入出力装置の起動に必要な情報を主記憶から取り出し、その情報を入出力装置に送り、最後に入出力装置に対して起動をかける。したがって、基本処理装置はチャンネル制御装置に入出力命令を送るだけでよく、すぐに次の命令の処理に移ることができる。

置に加えて3.5インチフレキシブルディスク装置 (IBM/MS-DOS フォーマット可) をサポートした。

(2) 新たにDIAG命令をサポートし、クロックや電圧を変動させながらマイクロ/マクロ診断を実行できるようにした。

(3) 環境異常時の情報を詳細化し、異常ファン位置の指摘等、システム監視機能を強化した。

(4) 基本処理装置のファームウェアが検出した障害要因の表示やログフレーム等を追加し、障害情報の解析性を向上させた。

(5) チャンネル制御装置下の入出力制御装置構成の表示や重複チェックを行い、保守性の向上を図った。

(6) 40Mバイト固定ディスク装置を採用し、この中にシステムファームウェア、マイクロ診断ファイル、マクロ診断プログラム等を格納させ、フレキシブルディスク装置に比べて高速なローディング処理により、システム立ち上げ時間の短縮や効率化を行った。

(7) フレキシブルディスク装置から固定ディスク装置、またその逆のコピー機能のためのスイッチや、マイクロ診断を起動するためのスイッチを設け、コンソールなしでも通常の保守オペレーションを可能にしている (コンソールレス機能)。

## 4.4 チャンネル制御装置

### 4.4.1 入出力システムの構成



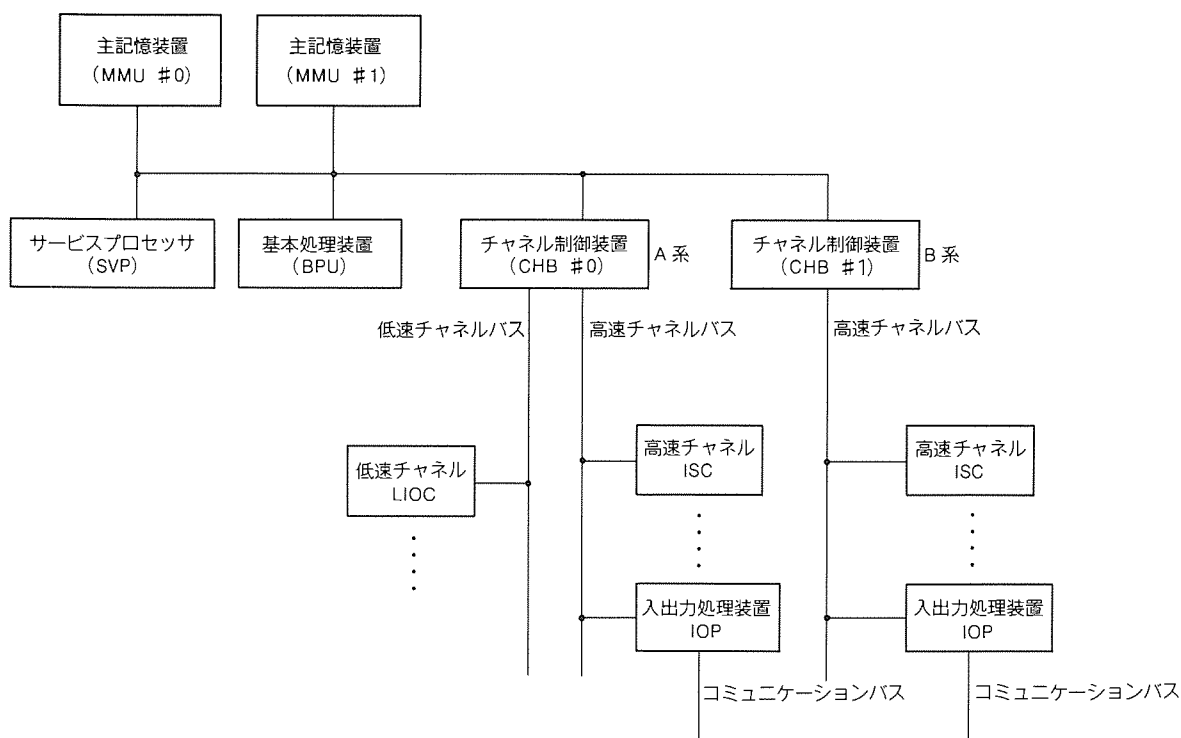


図9. 入出力システムの構成

## (2) 低速チャンネル転送制御

低速チャンネルバスに接続される入出力装置からのデータ転送要求に対しては、チャンネル制御装置が入出力装置と主記憶装置との間のデータ転送を制御する。チャンネル制御装置は、低速チャンネルのデータ転送用に32バイトのデータバッファを各入出力装置ユニットごとに持っており、主記憶とのデータ転送はそのバッファを介して行われる。

## (3) 入出力割込み処理

入出力装置からの入出力割込み要求に対して、基本処理装置はチャンネル制御装置に終了割込み処理を指示する。それに応答して、チャンネル制御装置は、入出力割込みコードや入出

カステータスの主記憶装置への書き込みなど、一連の入出力割込み処理を独立して行う。

## 5. む す び

以上、《MELCOM80 GEOC》システム300GRのハードウェアについて概要を説明した。ハードウェアの新技術を積極的に採用したことにより、目標どおりの性能・機能を達成した。今後システム300GRの開発で得た技術力を更に向上して、オフィスコンピュータユーザーの情報処理システムの成長にマッチするシステムの開発を目指して努力していく。

# ナビゲーション AVM システム

加藤 享\* 竹垣 弘\* 赤松照木\*\* 土井勝次\*\*

## 1. ま え が き

AVM (Automatic Vehicle Monitoring) システムは、運行中の無線車の所在位置及び動態を通信回線を利用してデータ伝送し、センターのコンピュータで情報収集・分析・表示を行うシステムで、特にタクシー会社では配車効率向上の目的でシステム導入が盛んであり、その普及率は全国で 20 % (移動局数比) を越えている。

当社は昭和 56 年に分散送信方式のシステムを発売以来、全国のタクシー会社に 100 を越えるシステムの販売実績を持っている。また平成元年 7 月には、ナビゲーション装置<sup>(注 1)</sup>を AVM に応用することによって従来の方式に比べて著しく位置把握機能を向上した半自動補正式ナビゲーション AVM “MACOM-HN” を発売して好評を博し、多数の引き合いを頂いている。

そしてこのたび、サインポスト補正式ナビゲーション AVM “MACOM-BN” と GPS<sup>(注 2)</sup> (Global Positioning System) ナビゲーション AVM “MACOM-GN” を開発した。

これらシステムは、ナビゲーションの誤差を自動的に補正するように改善したものである。また、移動局用として液晶による漢字文字表示機能とタッチパネルキー入力機能を持った AVM 付加装置を併せて開発したので操作性が著しく向上している。

以下にこの AVM 付加装置を使用したナビゲーション AVM システムについて紹介する。

## 2. ナビゲーション AVM 開発の経緯

### 2.1 AVM 方式の現状

昭和 50 年以来郵政省において、AVM システムの導入について関係各社間と検討を進め、国内共通仕様を確立して AVM システムの発展普及を図るため、昭和 55 年 6 月免許処理方針 (車両位置等自動表示システムに係る処理方針について——昭和 55 年 6 月 13 日郵波陸第 60 号郵政省通達) が策定され次のように三つの方式が定められている。

#### (1) 分散送信方式

政令指定都市における方式で、位置信号を常時送信する無

線局 (送信サインポスト) を多数分散配置し、移動局は最も近い送信サインポストの位置信号を受信し、これに自局の車両番号等を加え基地局に送信し、配車センターで車両の位置等を把握する。政令指定都市ではこの方式でなければならないとされている。

#### (2) 分散受信方式

政令指定都市以外の地域でのみ認められる方式で、受信設備 (受信サインポスト) を分散配置し、移動局からの車両番号等の情報を受信してこれを有線 (NTT 専用線等) で配車センターに伝送し、受信サインポストの受信電界強度により、配車センターで車両の位置等を把握する。

#### (3) 半自動方式

使用する地域に特に制限はなく、移動局において乗務員の位置入力操作による位置信号に自局の車両番号等を加え基地局に送信し、配車センターで車両の位置等を把握する。

## 2.2 現状の問題点

#### (1) 分散送信方式

送信サインポストのサービスエリア外での位置が不明で、サインポスト内でも位置把握精度が粗く (サインポストを中心として直径 1 ~ 2 km) 進行方向が不明。

#### (2) 分散受信方式

分散送信方式と同じ問題に加えて、受信サインポストの設備費及び専用線を含めた維持管理費がタクシー会社の負担となる (送信サインポストは公共利用設備であり、安価な利用料のみ負担)。

#### (3) 半自動方式

位置把握は乗務員の位置登録操作にゆだねられているので、操作が煩わしく位置把握精度が粗く進行方向が不明。

## 2.3 ナビゲーション AVM の必要性

以上に示した問題点に対しては、移動局側にナビゲーション装置を搭載することで解決できる。すなわち、移動局側で自車の位置を自動的に検出するナビゲーション装置を使用することによって、乗務員の操作が少なく、位置把握精度の高い AVM システムが構築できる。

## 3. ナビゲーション AVM システムの概要

### 3.1 ナビゲーションによる位置検出方式概要

当社の AVM に採用しているナビゲーションによる位置検出方式は自立航法方式で、その原理は地磁気センサの方位情報と車速センサの距離情報を位置検出装置で推測計算して

(注 1) 本来は自動車運転手へのルートガイダンス機能を持つ装置であるが、AVM では移動局自身で位置測位する機能に応用している。

(注 2) 人工衛星を利用した位置測位システム (米国の開発) で、全世界で使用可能。

いくものである。しかし、この方式ではセンサの誤差によって推測計算に累積誤差を生じるのでそれを補正することが必要である。その補正方式として半自動補正式、サインポスト補正式、GPS 補正式がある。

### 3.2 補正方式別によるナビゲーション AVM

#### (1) 半自動補正式ナビゲーション AVM

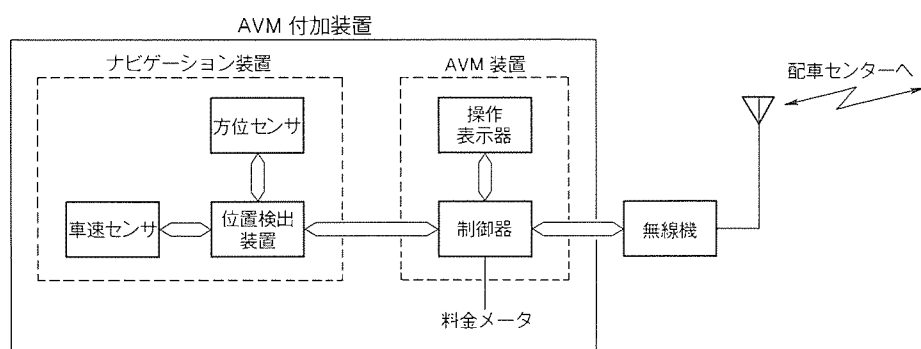
基本的には、2.1 節で述べた半自動方式の範ちゅうであるが、移動局側に図 1(a)に示すようにナビゲーション装置（方位センサと車速センサによる自立航法方式）を付加し、移動局側で自車の位置を自動的に検出して配車センターで車両の

位置等を把握する。

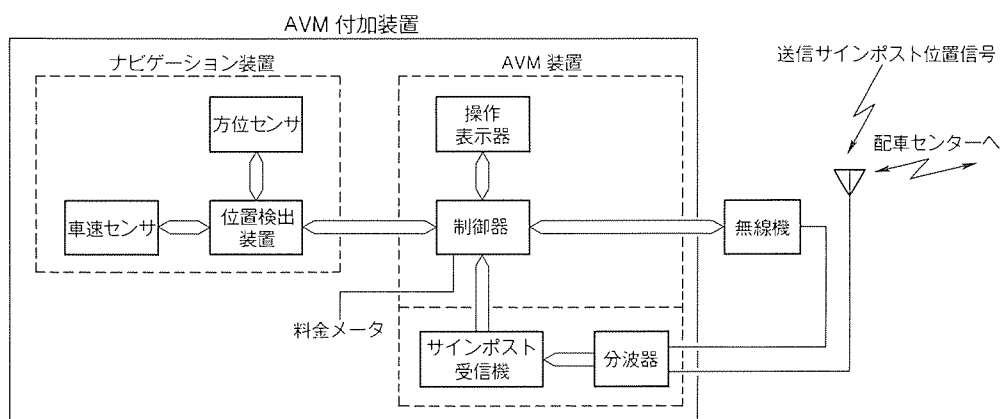
ナビゲーション装置によって生じる累積誤差は、待機登録等の乗務員操作時に併せて修正する。

#### (2) サインポスト補正式ナビゲーション AVM

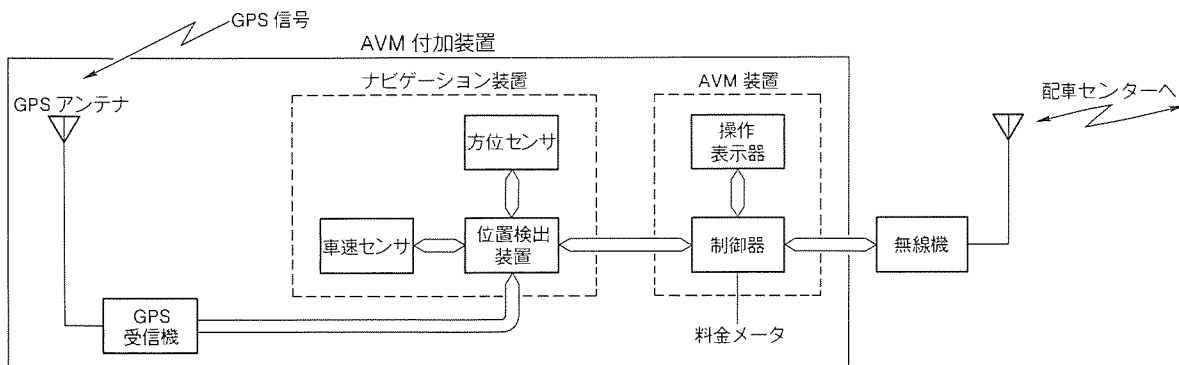
基本的には2.1 節で述べた分散送信方式の範ちゅうであるが、移動局側に図 1(b)に示すようにナビゲーション装置のほかにサインポスト受信機も付加し、移動局側で自車の位置を自動的に検出するとともに、送信サインポストの位置信号を受信したときにナビゲーションの累積誤差を自動補正して配車センターで車両の位置等を把握する。



(a) 半自動補正式



(b) サインポスト補正式



(c) GPS 補正式

図 1. 補正方式別 AVM 付加装置の構成

### (3) GPS 補正式ナビゲーション AVM

移動局側に図 1(c)に示すようにナビゲーション装置のほかに GPS アンテナ・GPS 受信機も付加し、移動局側で自車の位置を自動的に検出するとともに、人工衛星が常時送信する GPS 信号を受信したときにナビゲーションの累積誤差を自動補正して配車センターで車両の位置等を把握する。なお、GPS はそれ自身でも高精度のナビゲーション装置であるが、現在、衛星の数が少なく不受信時間帯があることと、将来においても都市部や山間部では 24 時間完全な受信は困難が予想されるので、自立航法のナビゲーション装置と組み合わせた構成としているものである。

## 3.3 各方式の適用について

### (1) 半自動補正式

1 時間に 1 回程度待機場所に入り、待機登録するような運用形態の会社に適する。

### (2) サインポスト補正式

2.1 節で述べたように政令指定都市では分散送信方式としなければならないので、現時点でのこの方式は政令指定都市におけるナビゲーション AVM システムに限られることとなる（郵政省の認可が必要である）。

### (3) GPS 補正式

流し運転が主体で活動エリアの広い運用形態の会社に適する。

## 4. システム構成と機能

図 2 に示すように、AVM センター装置と AVM 付加装置で構成され、それぞれ音声通信で使用する無線機と同一の無線機に接続する。AVM センター装置はどの補正方式でも同じハードウェア構成であるが、移動局の収容台数によって画面表示レイアウトが異なる。AVM 移動局装置は補正方式によってそのハードウェア構成が異なる。

### 4.1 AVM センター装置

#### 4.1.1 システム構成

図 3 に示すように中央処理装置は、CPU に周辺装置と接続するための PIO・SIO・CRT コントローラ・RS-232C ポート、ハードディスク・フロッピーディスク、等を接続している。通信制御装置

は、SIO を介して高速 RAM を中央処理装置の CPU と共通エリアにアクセスする手法を用いて移動局とのデータ通信の高速性を実現している。周辺装置は 14 インチ CRT 2 台・専用キーボード・プリンタ・遠隔制御器各 1 台で構成している。図 4 に装置の外観を示す。

#### 4.1.2 機能

ナビゲーション装置によって強化したセンター機能について説明する。

##### (1) 位置表示

図 5 に示すようにタクシー会社のサービスエリア全体に 200 m ピッチで X 軸・Y 軸方向に格子状の線を引き（細線）、この線に沿って任意の形状に地区分割する（太線）。この地区分割ごとに地区名を与え、さらにその中を 9 分割まで細分化して表示できる。地区分割は、最大 200 まで可能である。CRT 上の表示は、地区名に添字として記号で細分化を表示する。

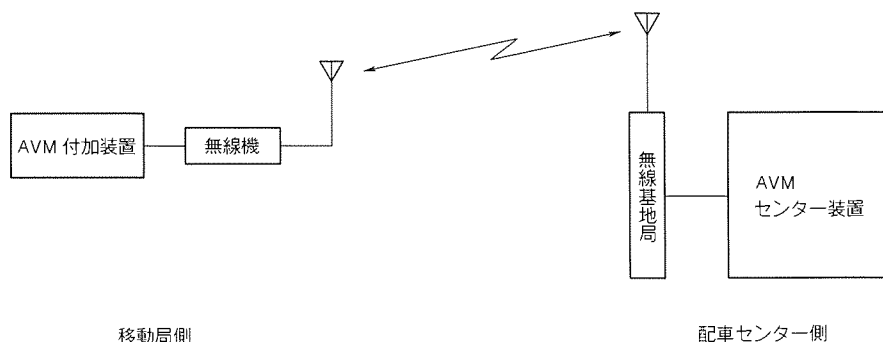


図 2. AVM システムの構成

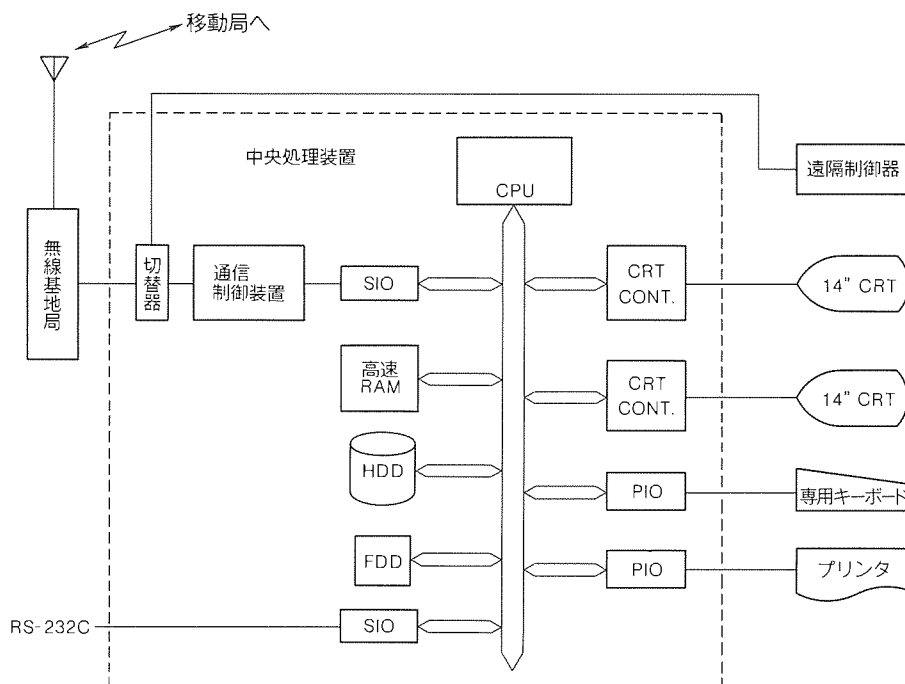


図 3. センター装置の構成

## (2) 進行方向表示

図5のように矢印で8方位に進行方向を表示できる。

## (3) 距離別空車検索

空車検索の際、従来のようにエリア内の滞留時間による順位だけではなく、各車の位置を詳細に把握しているのが顧客に近い順に空車を表示させることができる。

## 4.2 移動局装置

### 4.2.1 システム構成

図1のとおり分割された各装置を組み合わせることにより、それぞれのシステム構成が可能となる。

#### (1) 制御器

図6にサインポスト受信機と一体化した状態の外観を示す。制御器はセンター装置とのデータ通信のほか、操作表示器の制御、位置検出装置とデータ通信を行う装置で、CPU、専用LSI等で構成される。無線モデムは1,200 bps, 2,400 bpsの切替えがソフトウェアで可能としている。

#### (2) 操作表示器

図7に外観を示す。操作表示器内部のCPUによって制御器とシリアル通信を行いながら動作する。表示部はバックライト付きの液晶で15文字×4行の漢字表示(キャラクタ表示は30文字×8行)機能を持ち、操作部は四つの専用キーのほか液晶表示部の表面に4×8マトリックスのタッチパネルキーが実装されている。液晶による文字表示機能とタッチパネルキーの機能を組み合わせて、ユーザーに合わせたフレキシブルな機能が実現できる。

#### (3) サインポスト受信機

図6に制御器と一体化した状態の外観を示す。配車センターと交信用のアンテナとサインポスト信号受信用アンテナは共用している。アンテナからの信号は分波器で無線機には折り返し、サインポスト受信機には、減衰して取り込まれる。サインポスト受信機は位置信号を復調し、位置信号と受信電界強度を制御器に伝送する。

## (4) 位置検出装置

図8にGPS受信機と一体化した状態の位置検出装置の外観、図9に車速センサ・方位センサの外観を示す。

位置検出装置は内部のCPUによって方位センサ・車速センサの情報を基に現在地を推測計算し、制御器にシリアル伝送している。

## (5) GPS受信機・GPSアンテナ

図8に位置検出装置と一体化した状態の受信機の外観、図10にアンテナの外観を示す。受信機内部のCPUは、GPS信号の情報を位置検出装置にシリアル伝送している。

アンテナはルーフトップに取付可能なように、流線形の防水ケースに収納している。

### 4.2.2 機能

ナビゲーション装置がなく、テンキー入力で数字によるLED表示だけであった従来のAVM付加装置と比較して、今回開発した装置によって移動局側の機能は次のとおり強化した。

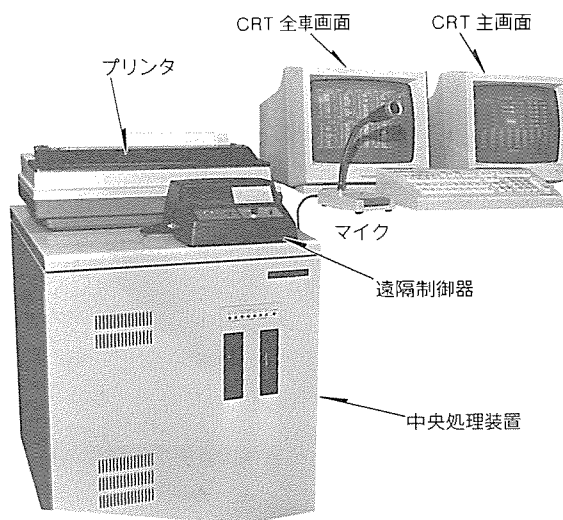


図4. センター装置の外観

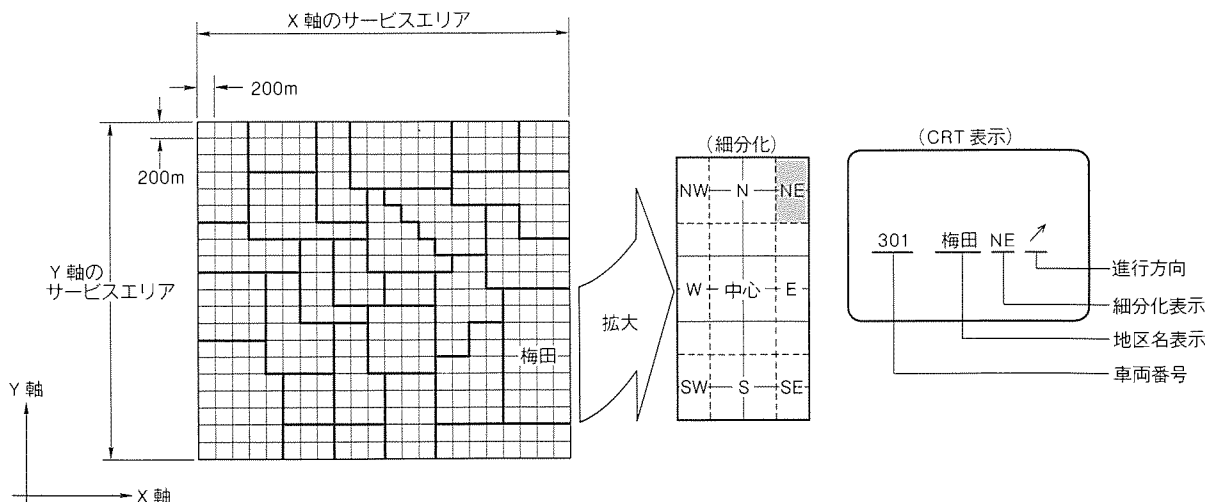


図5. 位置表示

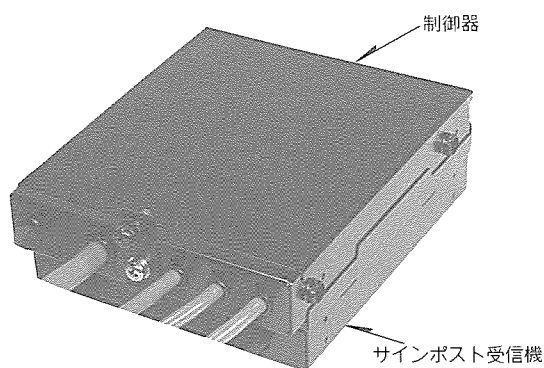


図6．制御器とサインポスト受信機の一体化外観

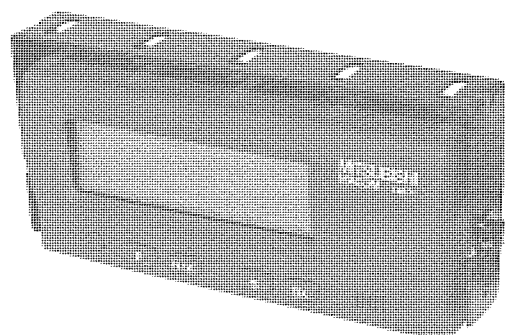


図7．操作表示器の外観

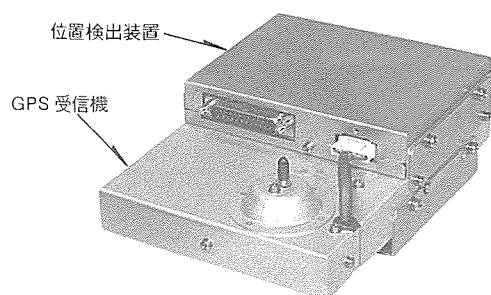


図8．GPS 受信機と位置検出装置の一体化外観

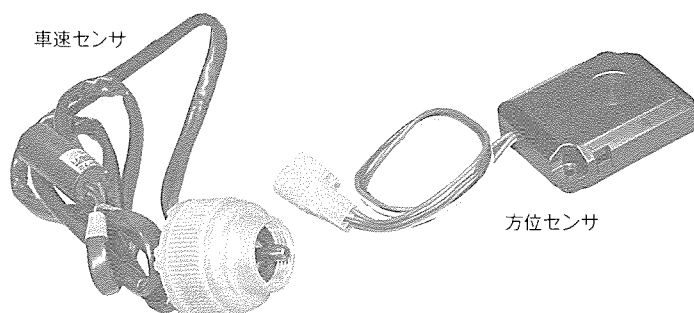


図9．センサ外観

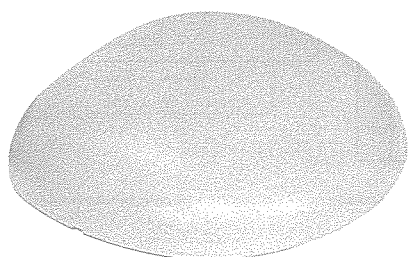
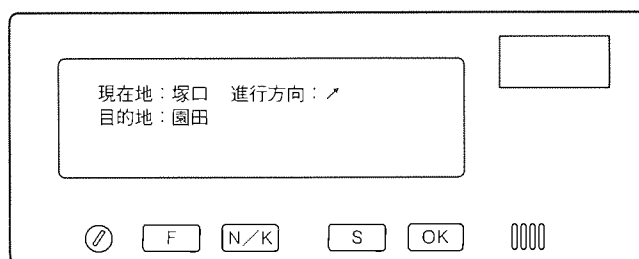
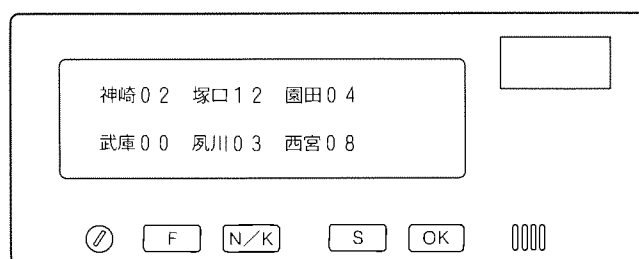


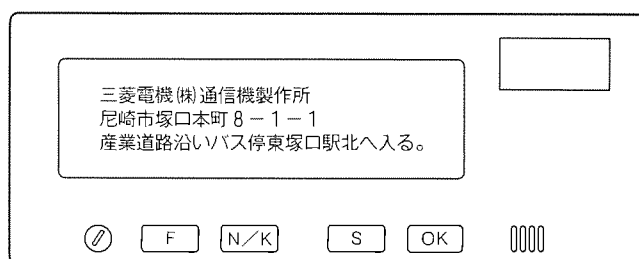
図10．GPS アンテナの外観



(a) 実車走行表示



(b) 待機場所台数表示



(c) 配車指示表示

図11．移動局画面表示例

- (1) 現在地名が文字表示され、進行方向も表示される。図11(a)に表示例を示す。
- (2) 乗務員による待機場所台数表示操作や実車時の行き先設定操作の際、地区名が文字表示される。図11(b)に待機場所台数表示例を示す。
- (3) センターで顧客検索装置と接続することにより、顧客情報(名前、住所、道案内等)を配車指示として操作表示器に液晶文字表示できる。図11(c)に表示例を示す。
- (4) 移動局の通信ポートをパソコンに接続することで移動局のシステムパラメータ(車番・地名・時間等)の変更を可能としたため、メンテナンスが容易となった。

## 5. ナビゲーション AVM システムの精度

### (1) 半自動補正式

走行試験を行った結果、誤差率(=誤差距離/走行距離)の平均値は、約2%であった。タクシーは1日およそ20時間で300km 走行すると言われているので15km ごとに、すなわち1時間に1回程度待機登録操作を併用した補正を行えば約300m 以下の誤差におさまるという結果であり、AVM シ

システムとして問題ない値であると評価できる。

## (2) サインポスト補正式

サインポスト受信機の受信電界強度値によって補正をかける方式で、一定以上の電界を受信したときにそのサインポストの位置信号の値に補正するものである。補正をかける電界強度のしきい値は、ソフトウェアで変更可能としているので精度を高くすることは可能であるが、移動局がサインポストの至近距離に近づく確率の問題があるので、実用となるのはサインポストから半径50～100 m 程度での補正となる。したがって、位置把握精度は100～200 m である。

## (3) GPS 補正式

GPSは3個以上の衛星からの電波の受信時間差によって絶対位置を特定し、この情報によって補正をかける方式で、位置検出精度は約100 m と言われている。現時点でGPSは15個の衛星が稼働状態にあり、仰角5度以上で3個以上の衛星からの電波を受信して位置検出できるのは1日約23.5時間ある(都市部や山間部では遮へい物の影響によって検出不能時間もある)。走行試験の結果GPS信号を受信中はその精度は約50 m であり、走行距離に関係なく高い精度が得られていることが確認できた。今後、衛星の数は24個まで増加される計画であり、検出不能時間は更に少なくなるので、十分に実用性のあることが確認できた。

AVMに採用している方位センサは磁気センサを用いているので、高速道路のように厚い鉄材を用いている箇所での誤差が大きい問題であったが、GPSの補正によって高い精度

が確保されるので、高速道路を利用する長距離トラック等へのこのシステムの応用が期待される。

## 6. む す び

ナビゲーションAVMシステムは従来システムに比べて著しく位置把握機能・操作性を向上させたものとなり、冒頭でも述べたとおり先に発売している半自動補正式ナビゲーションAVMは、大きな反響を呼んでいる。

今回開発したサインポスト補正式ナビゲーションAVM・GPS補正式ナビゲーションAVMでの誤差自動補正機能とタッチパネル式液晶文字表示機能を持ったAVM付加装置は、さらに位置把握機能と操作性を向上させることに注力して進めたものであり、より一層、配車効率の向上に役立つシステム構築が可能となった。

今後の課題としては、全自動配車AVMシステムの開発(顧客検索システムと電話受付システムのAVMへの応用)・テレターミナル利用AVMの開発、等があり、これらに取り組んでいく予定である。

## 参 考 文 献

- (1) 郵政省電波管理局：車両位置等自動表示システムに係わる無線局の免許申請等に対する処理方針について、昭和55年6月13日郵波陸第60号通達
- (2) デジタル移動通信技術、第4編、第2章、日本工業技術センター(1988-2)

~~~~~

# 多機能有線ページングシステム

加藤 享\*

## 1. ま え が き

有線ページングシステム<sup>(注1)</sup>は発電所や製鉄所のようなプラント構内の主要箇所において、プラント動作状態の拡声放送や運転員・メンテナンス要員の呼出し・通話の目的に使用される所内連絡通信装置で、プラントの大型化・複雑化が進展するに伴い、有線ページング装置はプラント構内での情報伝達や連絡通話の手段としてますます重要な役割を果たさなければならなくなってきた。

このような状況の中で、プラント機器の動作・停止に伴う騒音量の変化に応じて最適な拡声放送音量を自動的に調整する機能のほか、種々の機能を持った“多機能有線ページングシステム”を開発したので紹介する。

## 2. システムの概要

### (1) 構 成

図1にシステムの概念を示す。ここで、操作を行う装置がハンドセットステーション、拡声するのがスピーカー、スピーカーを駆動するのがスピーカーステーションである。これらの装置は現場の必要な各場所に設置され、例えば出力

100万kWクラスの発電所では1ユニット当たりハンドセットステーションが100～150台、スピーカーステーションが50～80台、スピーカーが150～200台でシステムを構成する。

装置の形状は取り付ける場所に合わせて各種形状が準備されており、ハンドセットステーションでは屋内壁掛け型・卓上型・盤組み込み型・屋外壁掛け型、スピーカーステーションでは屋内壁掛け型、屋外壁掛け型、スピーカーではホーン型(屋内・屋外兼用)・コーン型(居室用)がある。

装置間はCPEVケーブル<sup>(注2)</sup>でマルチドロップ接続する。

オプションとして監視装置と結合装置があり、通常、監視装置は中央操作室に設置し、卓上型ハンドセットステーションのコントロールボックス(壁掛け型はコントロール部と操作部が一体型)にあるRS-232Cコネクタに接続してシステム全体のモニタとする。また、PBX結合装置は構内電話交換機と接続して構内電話と相互呼出通話を可能とし、PG結合装置は既設有線ページング装置と相互呼出通話を可能とする。

(注1) 歴史は古く昭和20年代に、関西電力(株)多奈川第1火力発電所に米国製の真空管式の装置を導入したのが日本で初めてと言われている。

(注2) 市内電話網に使用される汎用ケーブルで“市内対ポリエチレン絶縁ビニールシースケーブル”の略称である。

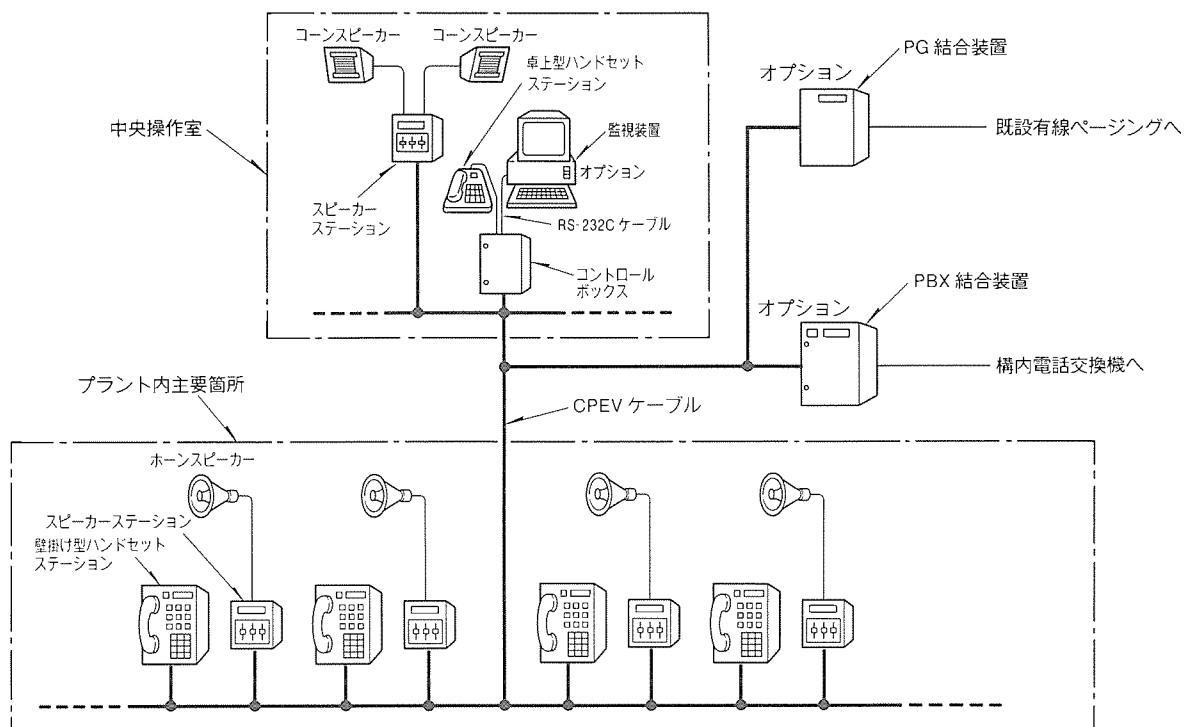


図1. 多機能有線ページングシステムの概念



(2) 特 長

各装置にCPUを搭載し、装置間をデータ伝送することによって従来システムと比較して多機能化したので、拡声放送音量自動調整・通話チャンネル自動選択・個別呼出し・構内電話との相互呼出通話等が可能である。

### (3) 機能と従来システムとの比較

表1に主要機能の説明と従来システムとの比較を示す。

### 3. 装置の構成

(1) ハンドセット ステーション

表1. 多機能有線ページングシステムと従来システムの機能比較

| 項 目              |       | 機 能 説 明                                           | 多機能有線<br>バージョンシステム | 従来システム<br>(当社) |
|------------------|-------|---------------------------------------------------|--------------------|----------------|
| 通話チャネル数          |       | 通話可能なチャネル数                                        | 最大 8 ch            | 4 ch 固定        |
| 空通話チャネル<br>自動選択  |       | 空通話チャネルの獲得を自動的に行う。                                | ○                  | ×              |
| 通話応答<br>チャネル自動選択 |       | 応答操作によって呼び出されているチャネルを自動選択する。                      | ○                  | ×              |
| RBT<br>呼出し       | 個 別   | Ring Back Tone による呼出しで左記のモードがある。(中操は中央操作室の略称である。) | ○                  | ×              |
|                  | オ ー ト |                                                   | ○                  | ×              |
|                  | 中 操   |                                                   | ○                  | ×              |
|                  | 短 縮   |                                                   | ○                  | ×              |
| 会議通話             |       | 3 人以上で通話する機能。                                     | ○                  | ○              |
| 拡声放送             | 一 斉   | スピーカーから拡声できる。左記のモードがある。                           | ○                  | ○              |
|                  | グループ  |                                                   | ○                  | ×              |
|                  | 個 別   |                                                   | ○                  | ×              |
|                  | 中 操   |                                                   | ○                  | ×              |
| 拡声放送音量<br>自動調整   |       | 拡声放送の際、周囲騒音に応じて拡声音量を自動的に調整する。                     | ○                  | ×              |
| 周波数<br>イコライジング   |       | 拡声放送の際、建屋の音響特性に合わせてスピーカー再生周波数を調整する。               | ○                  | ×              |

注 この表は主要機能のみを記載したものである。

図2に構成を示す。CPUにROM・RAM・表示部・キー入力部・PIO・SIOがバス接続されている。外部とのデータ伝送は、CPUの制御によってSIOからMOD・DEMを介して送受信部によって行われる。CPUはさらに、拡声放送スイッチ読み込み・データ通信受信割り込み・回線接続部の制御等をPIOを通して行う。音声信号の伝送はアナログベースバンド伝送である。ハンドセットステーションの外観を図3に示す。

## (2) スピーカーステーション

|                                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 図 4 に構成を示す。CPU に ROM・RAM・表示部・キー入力部・PIO・SIO がバス接続されている。                                                                                                                             |
| 外部とのデータ伝送は、CPU の制御によって SIO から MOD・DEM を介して送受信部によって行われる。CPU はさらに、騒音レベルの読み込み・モード切替え・音量調整部設定・データ通信受信割り込み・回線接続部の制御等を PIO を通して行う。パワーアンプはスピーカー合計容量が 30 W まで駆動できる。スピーカーステーションの外観を図 5 に示す。 |
| 交                                                                                                                                                                                  |
| 従来のシステム (当社)                                                                                                                                                                       |
| 4 ch 固定                                                                                                                                                                            |
| ×                                                                                                                                                                                  |
| ×                                                                                                                                                                                  |
| ×                                                                                                                                                                                  |
| ×                                                                                                                                                                                  |
| ×                                                                                                                                                                                  |

### (3) PBX 結合装置

図6に構成を示す。CPUにROM・RAM・表示部・PIO・SIOがバス接続されている。外部とのデータ伝送は、CPUがSIOからMOD・DEMを介して送受信部によって行われる。CPUはさらに、通話チャンネル接続・構内電話インタフェース部の制御(リング検出、DTMF検出、DTMF/ダイヤル

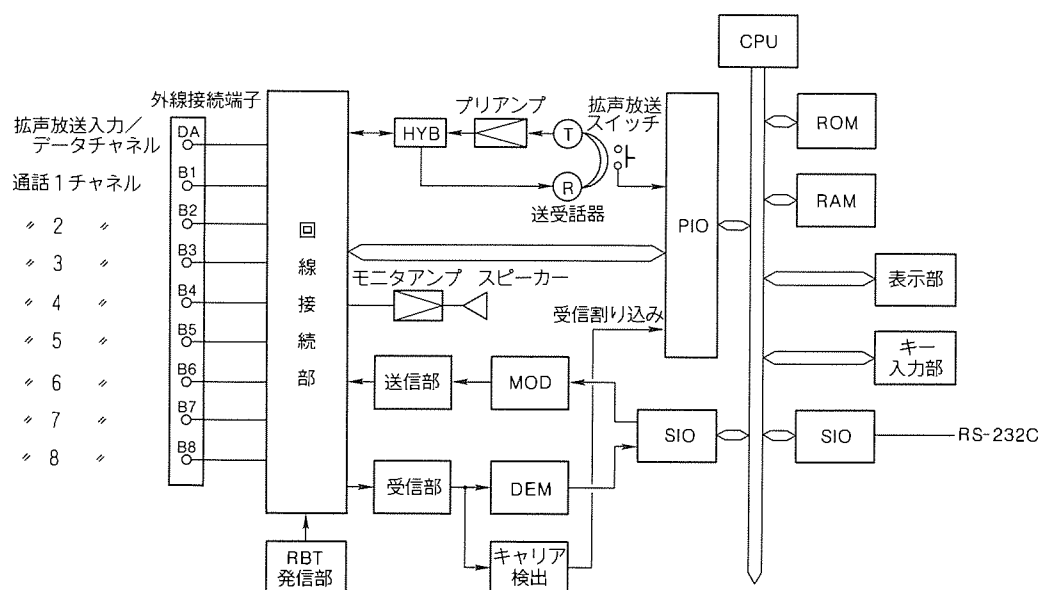


図2. ハンドセットステーションの構成

パルス検出)・データ通信受信割り込み回線接続部の制御等をPIOを通して行う。PBX結合装置の外観を図7に示す。

#### (4) PG 結合装置

図8に構成を示す。CPUにROM・RAM・表示部・PIO・SIOがバス接続されている。外部とのデータ伝送は、CPUがSIOからMOD・DEMを介して送受信部によって行われる。CPUはさらに、通話チャンネル接続・既設ページングインタフェース部の制御(拡声放送検出/起動、通話チャンネル話中検出)・データ通信受信割り込み・回線接続装置の制御等をPIOを通して行う。PG結合装置の外観を図9に示す。

### 4. 装置間のデータ伝送

#### 4.1 ハードウェア

装置間のデータ伝送は音声帯域外の高周波によるFSK(Frequency Shift Keying)方式で、音声信号に重畳して伝送している。伝送速度は2,400bpsである。2章(1)で述べ

た有線ページングシステム特有のCPEVケーブルによるマルチドロップ接続の回線でのハードウェア構成について以下に説明する。

#### (1) マルチドロップ接続におけるCPEVケーブルの減衰量

有線ページングシステムは、装置間をCPEVケーブルでマルチドロップ接続するが、このような回線で高い周波数の減衰量はケーブルメーカーが規定していないので、実測・確認した。図10に示すように1km敷設したケーブルのA点とB点に10本ずつ100mのケーブルを並列接続し、任意のA'・B'の各地点を選びページング装置の実際に近い状態の回線を作り測定した。その結果を基本設計の条件とした。

#### (2) マルチドロップ接続における送受信部の工夫

マルチドロップ接続では、多数の受信機が並列に接続されている状態となるので装置個々の入力インピーダンスを十分高くする必要がある。

一方、送信用のアンプは、装置が多数並列接続された状態



(a) 屋内壁掛け型

(b) 卓上型(左:操作部, 右:コントロールボックス)

(c) 屋外壁掛け型

図3. ハンドセットステーションの外観

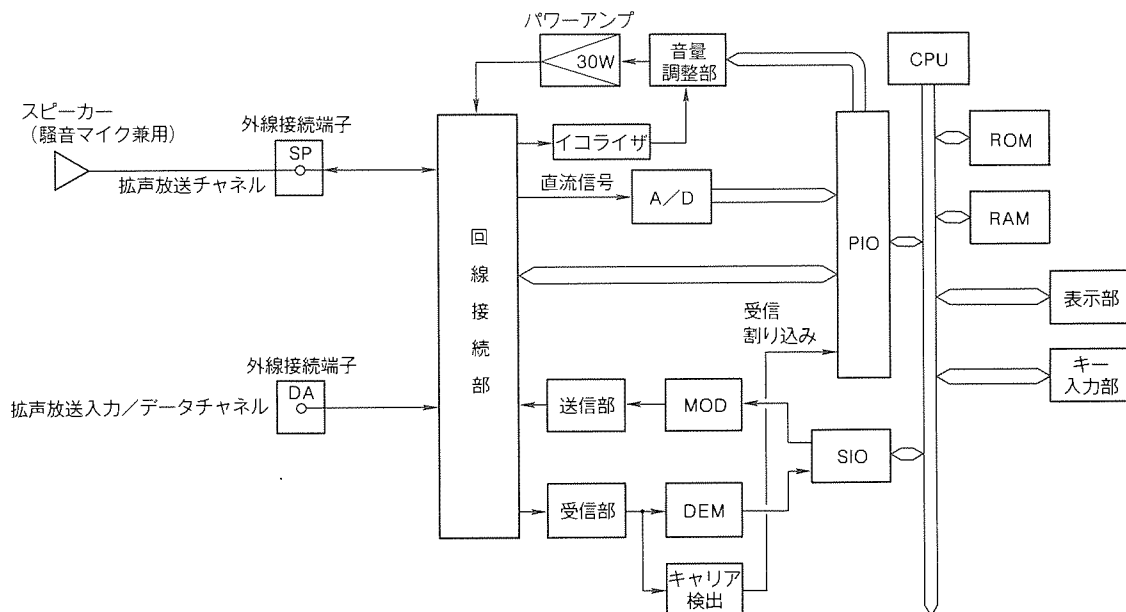
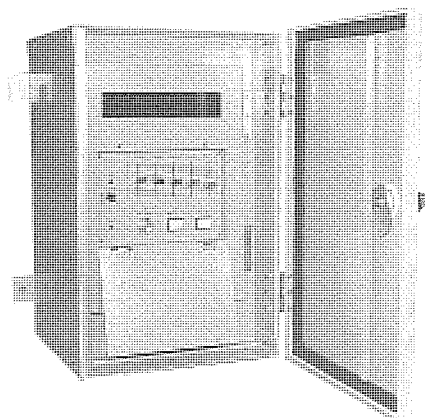
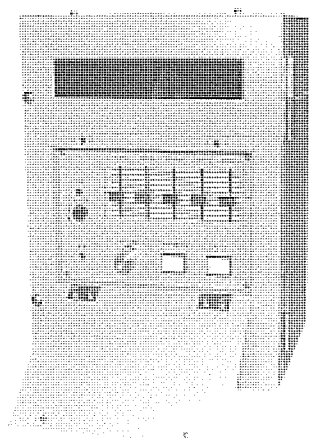


図4. スピーカーステーションの構成



(a) 屋内壁掛け型

(b) 屋外壁掛け型

図5. スピーカーステーションの外観

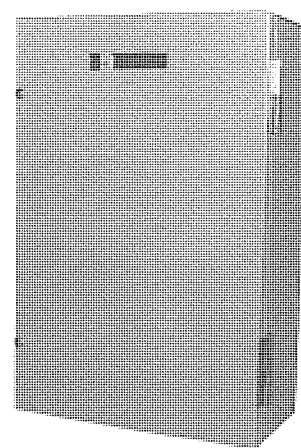


図7. PBX結合装置の外観

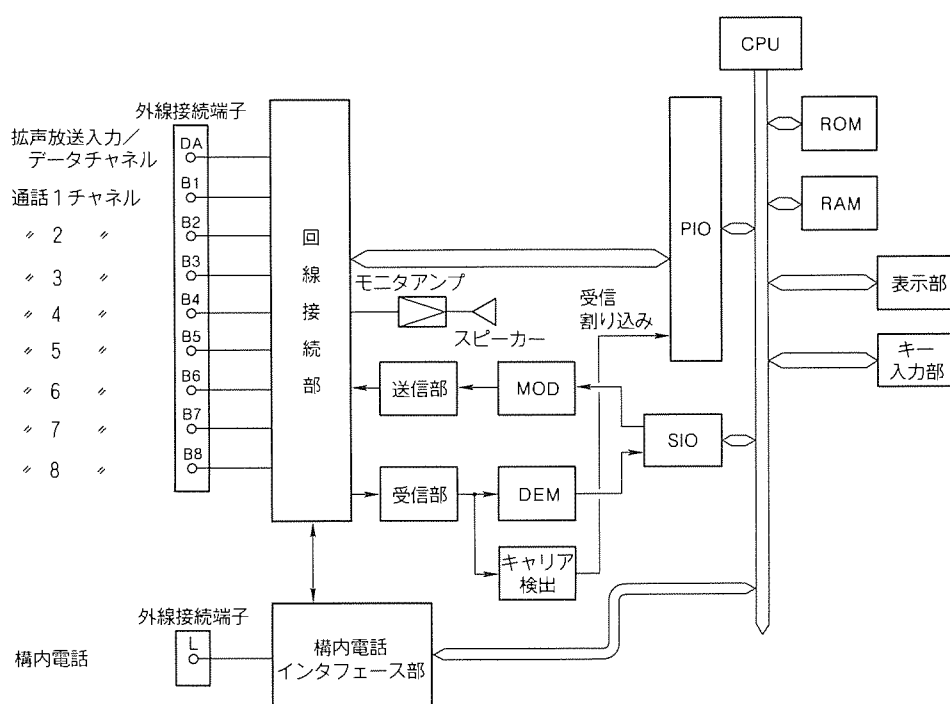


図6. PBX 結合装置の構成

で送信してもレベル低下が起こらず、さらに雑音による回線品質の劣化を防止する目的で低インピーダンスとした回線を駆動するため、低出力インピーダンスとしている。

## 4.2 ソフトウェア

通信プロトコルは CSMA (Carrier Sense Multiple Access) 方式である。誤り訂正は移動無線で実績のある BCH 訂正符号を採用している。3 章で用いた各装置の構成によって CSMA 方式を説明する。

(1) アイドル時

各装置のキャリア検出は、受信部の出力から取り出している。受信データがないか常にCPUが監視している（キャリアセンス）。

(2) データ送信開始時

データを送信するとき、CPU は受信データが一定時間ない(キャリア未検出)ことを確認してから送信を開始する。

(3) データ送信中

データを送信し、回線に出力するとほぼ同時に装置内でその信号を折り返して受信する。

(4) データ送信後

データ送信を終了した装置は、正常に送信できたことをデータ送信中に受信したデータと送信したデータを比較することで行う。比較した結果が一致したとき、正常終了とする。

比較結果が一致しなかったときは、他の装置が同時送信したので衝突したと判断する。ここで送信装置の衝突を検出した各装置は、キャリアが消失したときから再送信するまでの時間を乱数で決めて再送信を行うことで再衝突を防止し、

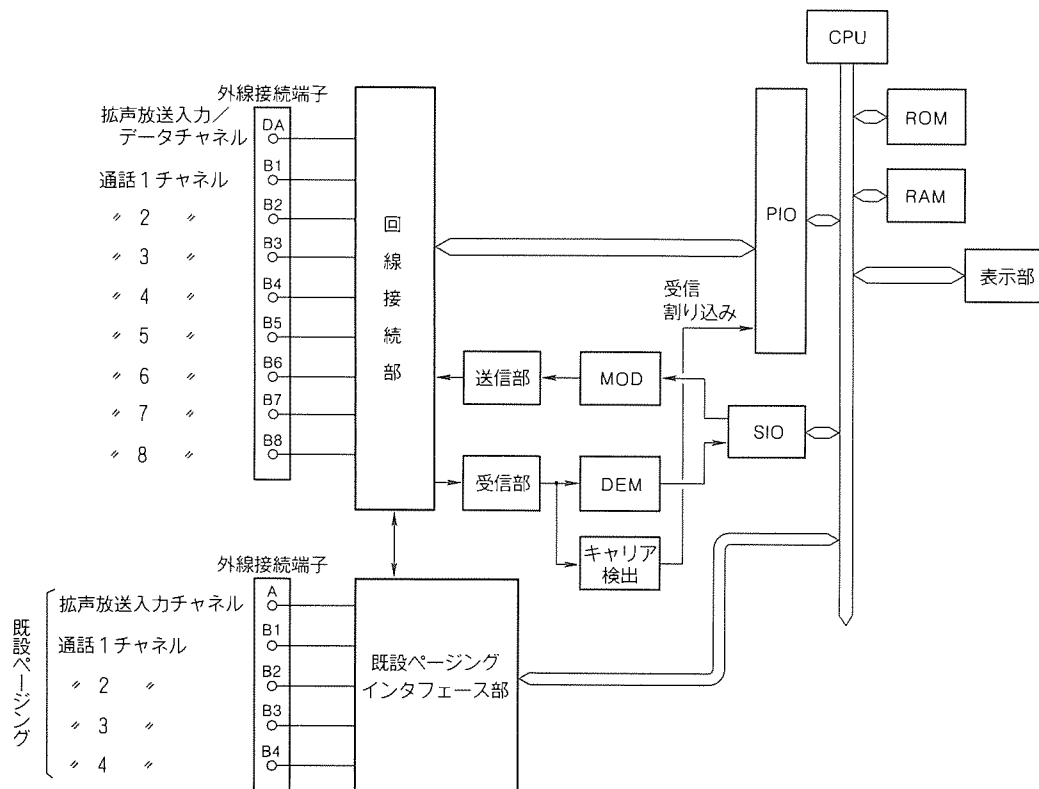


図 8 . PG 結合装置の構成

データ送信の確率を高めている。再送信は最大送信時間の 1 秒間に 11 回可能としたので、送信確率が高い設計となっている。

1 秒以内に送信できなかったときは送信失敗としてアラームを出し、操作者に再操作を促す。

## 5. 主要機能の動作説明

### 5.1 拡声放送音量自動調整

#### 5.1.1 ハンドセット ステーションの動作

図 2 によって説明する。

- (1) オフフックし、拡声放送スイッチを押すと PIO を通して CPU に読み込まれる。
- (2) 同時に、回線接続部を制御して端子記号“DA”の拡声放送入力／データチャンネル回線（以下“DA 回線”という。）に信号種別“拡声放送開始”の信号を CPU が SIO・MOD を通して送信する。
- (3) 操作者は拡声放送スイッチを ON にしながらメッセージを放送すると、音声信号はブリアンプで増幅され、DA 回線に送信される。
- (4) メッセージの放送が終わりスイッチを OFF にするのを CPU が読み込み DA 回線に信号種別“拡声放送終了”の信号を送信する。

#### 5.1.2 スピーカーステーションの動作

図 4 によって説明する。

- (1) 常時スピーカーをマイクロホンとして使用して騒音を検

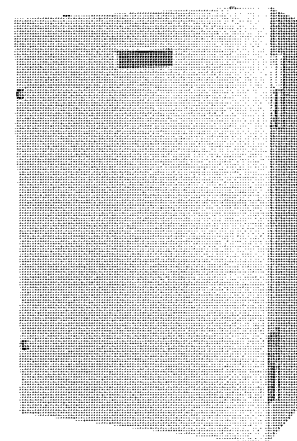


図 9 . PG 結合装置の外観

出し、回線接続部から直流信号として取り出す。この直流のアナログ信号を A/D コンバータでデジタル信号に変換して CPU が読み込み、表示部に騒音値を dB で表示している。

- (2) ハンドセット ステーションでの拡声放送の操作により、DA 回線に FSK 信号が到着すると回線接続部・受信部を通してキャリア検出回路が動作し、PIO によって CPU に受信割り込みをかける。
- (3) CPU は割り込み処理プログラムにより、DEM・SIO を通して受信した信号を解釈し、“拡声放送開始”の信号であると判定すると割り込み処理に移行する直前の騒音量を周囲騒音値として最適な拡声音量となるように音量調整部を設定する。

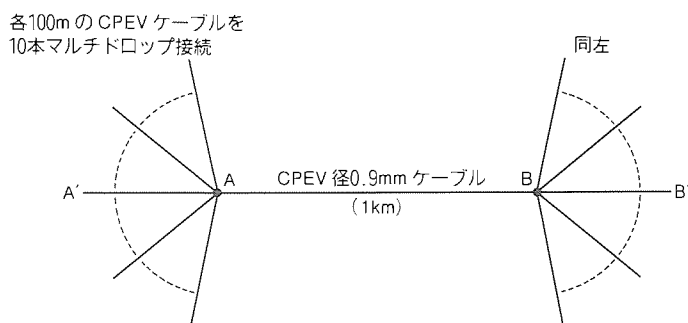


図10. マルチドロップ接続ケーブルルート

- (4) CPU は回線接続部を制御してスピーカーをパワーアンプに接続し、同時にDA 回線に到着している音声信号をイコライザの入力として取り出し、音量調整部を経由してパワーアンプに入力し、スピーカーから拡声放送する。スピーカーステーションは前述の働きにより、騒音に対し適正な値でスピーカーを駆動しサービスエリア内の明りょう度を確保する。
- (5) 明りょう度は受信点で周囲騒音よりも 3dB 以上スピーカーからの音量の方が大きいときに十分な明りょう度が得られるので、騒音値 100dB を上限 (人間の耳の能力の限界) として拡声の音量を決定しているが、図11の点線で示すように騒音値の変化に対して一律に 3dB の  $S/N$  としたのでは騒音値が低下したときの音量が不足したように感じられるので、実線のように騒音値が低いときには十分な  $S/N$  が得られるように補正してプログラムした結果、騒音の変化に対してスムーズな聴感で拡声放送の自動音量調整機能を実現できた。
- (6) “拡声放送終了”の信号を受信すると CPU は、回線接続部を制御して騒音を検出する状態に戻る。拡声放送後、この信号が一定時間以上受信できないときには強制的に拡声放送を終了する。

## 5.2 通話チャンネル自動選択

- 通常の拡声放送による呼出しのほか、ダイヤル操作を要するリングバクトーン (以下“RBT”という。) 呼出しによる場合の2通りの自動選択があり、これを図2によって説明する。
- (1) 基本的に空通話チャンネル選択は端子記号“B1～B8”の各通話チャンネル回線 (以下“B1～B8 回線”という。) に印加される話中信号の有無を検出して行う。
- (2) 拡声放送による呼出しでは、オフフックしてキー入力部にあるチャンネル選択スイッチを押すと回線接続部を制御して B1～B8 回線のなかで話中信号が印加されていないチャンネルを PIO から CPU が検出して通話チャンネルを獲得する。CPU は獲得した通話チャンネルの回線に話中信号を印加することで他のハンドセットステーションに話中であることを通知するように回線接続部を制御する。
- (3) 操作者には表示部の LED に獲得チャンネルを数字で表示する。

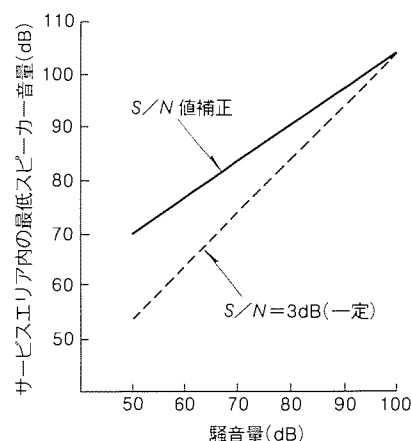


図11. 拡声放送自動調整設定特性

- (4) オンフックでリセットし、獲得した通話チャンネルを開放して通話チャンネルの回線に話中信号を印加することをやめる。
- (5) 拡声放送によって呼び出された人が応答するときの操作では、オフフックしてキー入力部にある通話応答スイッチを押すだけでよい。呼出者の獲得チャンネルは拡声放送時にデータ伝送で通知されているので、その応答すべき通話チャンネルを CPU が自動的に選択するとともに表示部の LED に応答通話チャンネルを数字で表示する。操作者は通話チャンネルを選択しなくとも応答した通話チャンネルを確認できるとともにすぐに通話が可能となる。
- (6) 次に RBT 呼出し時には、RBT 呼出しの操作を行うことでチャンネル選択スイッチを押さなくとも上記動作を行い、自動的に空通話チャンネルを選択・獲得することができる。
- (7) RBT 呼出しによって呼び出された人が応答するときの操作では、通話応答スイッチを押さなくとも応答すべき通話チャンネルを CPU が自動的に選択し、表示部の LED に応答通話チャンネルを数字で表示するので、操作者は通話チャンネルを選択しなくとも応答した通話チャンネルを確認できるとともにすぐに通話が可能となる。

## 6. む す び

多機能有線ページングシステムは、従来の有線ページングシステムに比べて操作性と機能を著しく向上したので、プラントの運転・定検の効率向上に役立つものと期待している。特に、拡声放送音量自動調整・通話チャンネル自動選択・中操 RBT 呼出し・構内電話呼出通話の機能は効果があると考ええる。なお、当社のシステムコードレス電話“MELWAVE”を PBX 結合装置によって接続することにより、より高度な所内連絡通信システムを構築できる。

今後の課題としては、防爆化・音声伝送の多重化・構内小電力無線との結合、等があり、これらに取り組んでいく予定である。

# 自動車用半導体微差圧センサ MPS5501P

荒木 達\* 高橋良治\* 小林栄治\* 坂本三平\* 多田請夫\*\*

## 1. ま え が き

近年、カーエレクトロニクス化の波に乗り、自動車分野への半導体の需要は急速に拡大している。こうした自動車用半導体の中で、マイクロコンピュータと並んで重要な位置を占めているのが半導体センサである。

当社では従来から、半導体センサの中で特に半導体圧力センサのシリーズ化を展開してきた。今回開発した半導体微差圧センサ MPS5501P (図1) は、広いダイナミックレンジを持つ自動車のエンジン吸入空気量を計測するカルマン渦式空気流量計測装置においてカルマン渦の検出に用いられる。ここでは、半導体微差圧センサの動作原理、特長、構造、製造プロセスなどについて述べる。

## 2. 半導体微差圧センサの動作原理

空気流や水流などの一様な流れの中に障害物(渦発生柱)を置くと、渦発生柱の下流側に渦の列が発生する。この渦列は渦発生柱の左右から交互に発生し、各列の渦糸は互い違いになる。これをカルマン渦といい、渦の単位時間当たりの発生個数(渦発生周波数)と流体の流速とは比例関係にある。流体の流量(体積流量)は、流管の断面積と流速との積であるから、渦発生周波数を計測することによって流体の流量を知ることができる。

渦発生周波数の計測には、渦によって生じる圧力変化を測定する方式と流体の流速変化を測定する方式とがあり、半導体微差圧センサは前者の方式に用いられる。

圧力変化を検知するための半導体チップの中央部には、裏面から異方性エッチングによって形成された正方形のダイヤフラムが設けてあり、ダイヤフラムは圧力変化によって機械

的に変位する。ダイヤフラムの機械的変位置の検出には、ひずみゲージを用いる方法や静電容量変化を計測する方法などがあるが、今回は従来の圧力センサと同じくフルブリッジに接続された4本のひずみゲージをダイヤフラムの表面に設け、圧力変化をブリッジの差電圧に変換する方法を採用した。ひずみゲージには、不純物拡散によって形成されたp形の拡散抵抗を用い、半導体のピエゾ抵抗効果によって機械的ひずみを抵抗変化に変換させる。

図2に半導体微差圧センサによるカルマン渦発生周波数検出原理を示す。半導体微差圧センサが設置されるエンジン吸気管では、吸入空気の脈流などによる圧力変化が発生しており、この圧力変化はカルマン渦による圧力変化よりもはるかに大きいため、カルマン渦以外の圧力変化をいかに除去するかが大きなポイントとなる。そこで半導体微差圧センサでは、渦圧導入管の左右に渦圧導入口を設け、渦圧導入管の左右交互に発生するカルマン渦による圧力変化を差圧として半導体チップに伝達する構造とした。脈流などによる圧力変化は、渦圧導入管の左右では同等となるので半導体チップ部では互いに打ち消し合う。

図3は半導体微差圧センサの信号処理回路の概略を示している。半導体微差圧センサの出力は、差動増幅器によって増幅されバンドパスフィルタにより、不要なノイズ成分が除去された後、波形整形回路によってパルス状の信号に変換される。すなわち、半導体微差圧センサと信号処理回路によって、カルマン渦列がパルス信号に変換される。信号処理回路の出力は、そのままエンジン制御コンピュータに入力され、燃料噴射等の制御に用いられる。

## 3. 半導体微差圧センサの特長

2章で述べたとおり、半導体微差圧センサはカルマン渦による圧力変化という微小圧力の検出に加え、自動車のエンジ

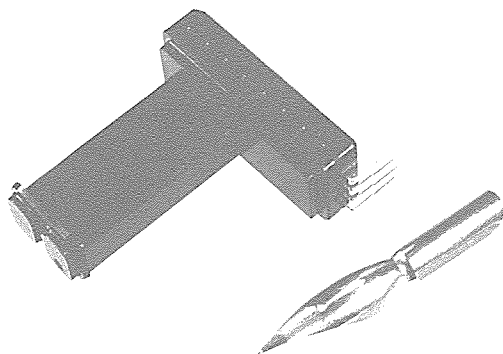


図1. 半導体微差圧センサ MPS5501P の外観

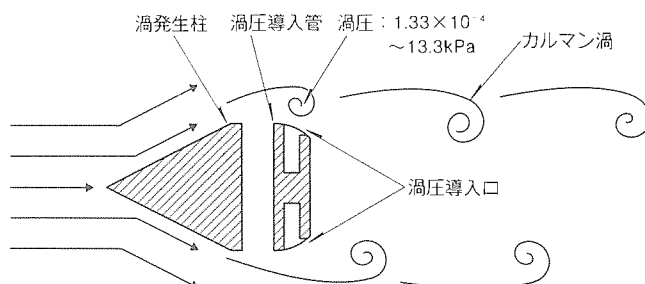


図2. カルマン渦発生周波数検出原理

ン吸気管内という過酷な環境下で使用されるため、従来の半導体圧力センサにない幾つかの特長を備えている。

- (1) 圧力検出範囲が $1.33 \times 10^{-4} \sim 13.3 \text{ kPa}$ と広いダイナミックレンジを持っている。
- (2) 最大許容圧力は $66.6 \text{ kPa}$ と高耐圧である。
- (3) 差圧方式のためカルマン渦以外による圧力変化(同相成分)に対する感度が低い。
- (4) 半導体チップの表面保護膜には窒化膜を用い、また電極パッドの構造を工夫し高い耐環境性を実現した。
- (5) 半導体チップのハウジングと渦発生柱とを一体化したことにより、小型化を実現した。

#### 4. 半導体微差圧センサの構造

図4(a), (b)に半導体微差圧センサの構造を示す。図(a)は上パッケージを取り外した状態の平面で、図(b)は断面である。

半導体微差圧センサは、カルマン渦を発生させる渦発生柱(下パッケージ)、上パッケージ、リードフレーム、半導体チップ、ワイヤ、上パッケージと下パッケージとを接合するための接着剤、半導体チップをリードフレームに接合するためのダイボンド材で構成されている。

##### (1) 下パッケージ

渦発生柱の形状は、従来から実績のある三角柱とした。渦発生柱の下流側に、左右両側面に各々一つの渦圧導入口を持った渦圧導入管を設けた。渦圧導入口に印加された圧力は、渦圧導入管を介して半導体チップに伝達される。渦発生柱、渦圧導入管は樹脂によって一体成形されている。

##### (2) 上パッケージ

上パッケージは、半導体チップの機械的保護とチップ上面の圧力キャビティの形成とを兼ねている。

##### (3) リードフレーム

リードフレームは、半導体チップを支え、圧力を導入するための穴があけてあるダイボンドパッド部と半導体チップと外部とを電気的に接続するリード部(インナリードとアウトリード)から成る。ダイボンドパッド部は、高感度の半導体チップに熱による応力が極力伝わらないような形状としなければならない。このため、リードフレームの設計には大型計算機によるシミュレーションを用いて最適形状を求めた。

##### (4) 半導体チップ

半導体チップには、結晶面(100)のn形単結晶シリコン基板にP形の不純物を拡散し4本のひずみゲージ(ゲージ抵抗)が形成されたチップを用いた。結晶面(100)で効率良く出力を取り出すために、ゲージ抵抗をダイアフラムの周辺に配置し、長手方向を結晶軸 $\langle 110 \rangle$ 方向とした。

ダイアフラムの形成には異方性エッチングを用い、形状は正方形とした。エンジンがアイドリングのとき、カルマン渦によって発生する圧力変化は $1.33 \times 10^{-4} \text{ kPa}$ と微小なため、

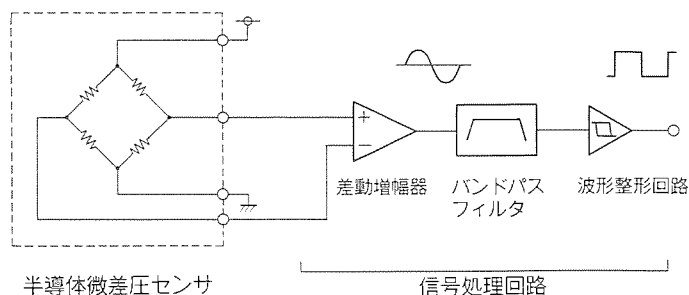
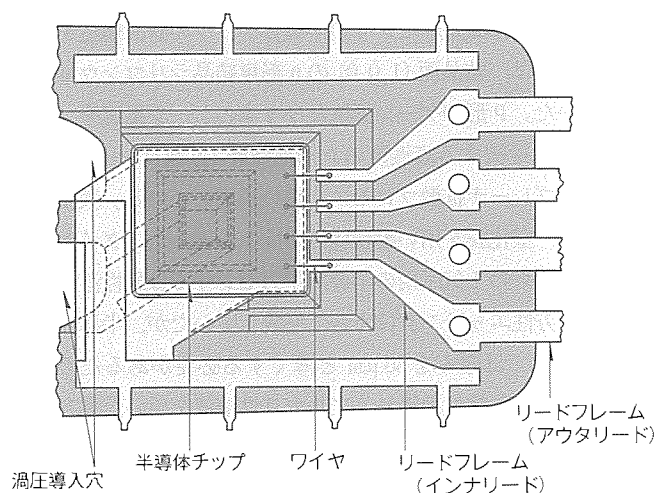
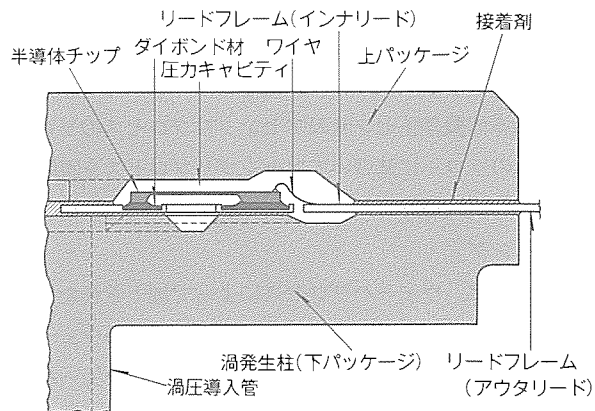


図3. 半導体微差圧センサの信号処理回路例



(a) 平面



(b) 断面

図4. 半導体微差圧センサの構造

従来の1気圧用の半導体圧力センサと比べ感度を約7倍高くする必要があり、ダイアフラムの一辺の長さを $3.2 \text{ mm}$ とし、厚みを $30 \mu\text{m}$ としている。

##### (5) ワイヤ

半導体微差圧センサのワイヤには金線を用いた。このワイヤは、通常の樹脂モールドのICの場合と異なって外装樹脂で覆われないので、振動によって共振しないように長さや径の最適値を求めた。

##### (6) 接着剤

接着剤は、外部荷重に対しては高弾性であり、また熱応力

を極力抑えるためには、各々接合される部品材料との熱膨脹係数の差が小さい必要がある。このため接着剤には、双方の要求を同時に満たす特性を持った樹脂を選定した。

#### (7) ダイボンド材

外部荷重を半導体チップに伝えないようにし、かつ熱応力の低減という要求を満たすため、超低応力ダイボンド樹脂を用いた。

### 5. 製造プロセス

#### 5.1 ウェーハプロセス

図5に半導体微差圧センサの半導体チップの断面構造を示す。基板には、結晶面(100)のn形単結晶シリコンウェーハを用いた。p形のゲージ抵抗及び4本のゲージ抵抗をフルブリッジに接続する高濃度のp形拡散層(拡散リード)は、いわゆるプレーナ拡散プロセスを用い形成している。表面保護膜には、窒化膜を用い耐環境性の向上を図った。ダイヤフラムは、従来の1気圧用の半導体圧力センサでは酸性溶液を用いた等方性エッチングによって形成していたが、半導体微差圧センサでは厚みを30 $\mu$ mと薄くする必要があるため、エッチング加工精度の優れるアルカリ性溶液を用いた異方性エッチングによって形成することとした。

こうしたウェーハプロセスによって、作成した半導体微差圧センサの半導体チップ写真を図6に示す。ダイヤフラムの寸法は3.2mm $\times$ 3.2mm、チップサイズは5.5mm $\times$ 4.5mmである。

#### 5.2 アセンブリプロセス

図7に半導体微差圧センサのアセンブリプロセスのフローを示す。このフローに基づいてアセンブリプロセスを説明する。

##### (1) ダイシング

ダイシングは、ウェーハプロセスによって加工されたウェーハを個々のチップに切断する工程である。通常のウェーハと異なり、ダイヤフラムという薄肉部があるためウェーハが破損しやすく、細心の注意が必要である。

##### (2) ダイボンド

ダイシングによって分割された半導体チップを、リードフレームのダイボンドパッドへダイボンド材によって接着固定

する。ダイボンドパッドから半導体チップに熱応力や振動が伝わらないよう、ダイボンド材の厚みの確保が必要であり、また一方ダイボンド材が半導体チップのダイヤフラム部に付着すると良好な特性が出せないため、ダイボンド材の塗布量の精度が出るように工夫している。

##### (3) ワイヤボンド

リードフレーム上に接着固定された半導体チップの電極パッドとリードフレームのインナリードとを金線で接続する。金線は超音波熱圧着方式によってボンディングする。

##### (4) シーリング

シーリングは、ワイヤボンドが終わった半導体チップが搭載されたリードフレームを上パッケージと下パッケージに挟み込んで、接着剤を用いてパッケージングする工程である。接着剤には、熱硬化性の樹脂を用い、上パッケージ及び下パッケージへの接着剤の塗布は印刷方式によって行う。

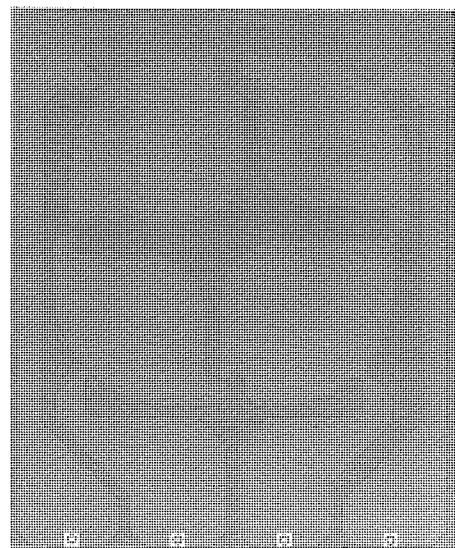


図6. 半導体チップの外観

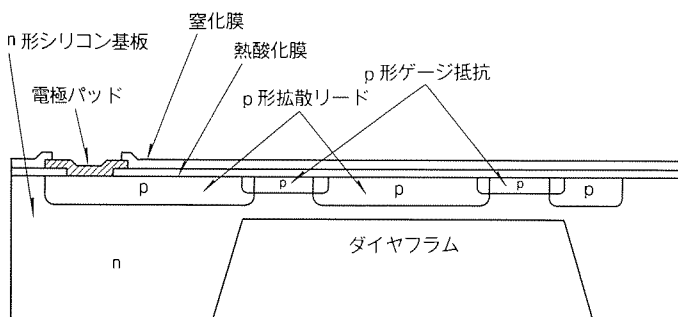


図5. 半導体チップの断面構造

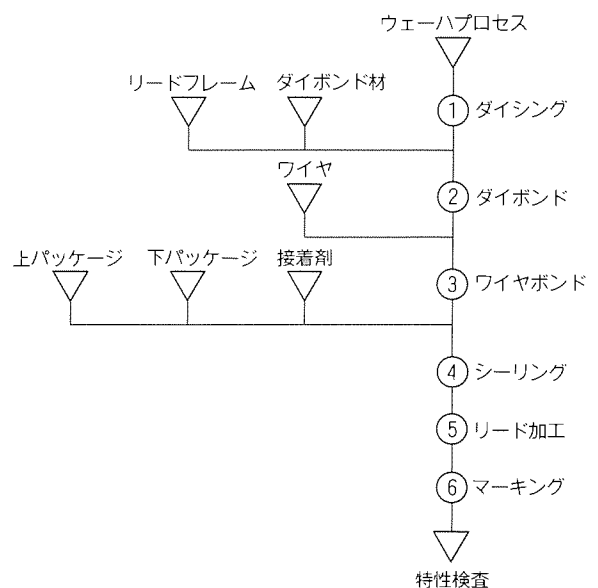


図7. アセンブリプロセスのフローチャート



表1. 半導体微差圧センサの定格

|          |                                             |
|----------|---------------------------------------------|
| 最大電源電圧   | 25V                                         |
| 動作電源電圧   | 7.4V                                        |
| 性能保証圧力範囲 | $1.33 \times 10^{-4} \sim 13.3 \text{ kPa}$ |
| 最大印加圧力   | 66.6kPa                                     |
| 動作周囲温度   | $-30 \sim 110^\circ\text{C}$                |
| 保存温度     | $-40 \sim 125^\circ\text{C}$                |

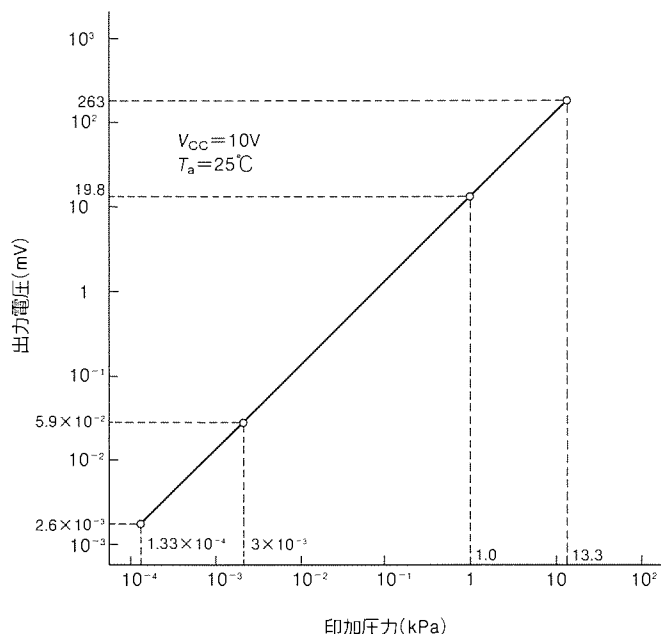


図8. 半導体微差圧センサの圧力—出力電圧特性

#### (5) リード加工

リード加工は通常のICと同様、リードフレーム単位で複数個連なっている製品を個々に分離し、アウトリードを形成する。これらの作業は、プレスによって同時に行う。

#### (6) マーキング

マーキングは、通常のICパッケージと異なりパッケージ表面が一般的な形状ではないので、インクジェット方式を用いている。

以上述べたように、半導体微差圧センサのアセンブリプロセスは通常の樹脂パッケージICのアセンブリプロセスと類似する点も幾つかあるが、特にダイボンドとシーリングで特有の技術を必要としており、また組立加工精度がセンサとしての特性に大きく関与しているため、数多くの実験を繰り返して技術の確立を図った。

### 5.3 特性検査

半導体微差圧センサの特性検査は、基本的には従来の1気圧用の半導体圧力センサと同等で、温度又は圧力の条件を設定しながら出力電圧を測定する。温度、圧力の条件設定や出力電圧の取り込み、良否の判定、統計処理などはすべてコンピュータを用い自動で行えるようにしている。

## 6. 半導体微差圧センサの定格と特性

表2. 半導体微差圧センサの電気的特性

 $V_{CC}=10V$ 

| 項目        | 条件                                          | 規格値                                      |
|-----------|---------------------------------------------|------------------------------------------|
| オフセット電圧   | $T_a=25^\circ\text{C}$ , 0kPa               | $\pm 100\text{mV}$ 以内                    |
| オフセットドリフト | $T_a=-30 \sim 110^\circ\text{C}$ , 0kPa     | $\pm 140\text{mV}$ 以内                    |
| スパン電圧     | $T_a=-30 \sim 110^\circ\text{C}$ , 101.3kPa | 800mV 以上                                 |
| スパンシフト    | $T_a=-30 \sim 110^\circ\text{C}$ , 101.3kPa | $0 \sim -3,000\text{ppm}/^\circ\text{C}$ |

表3. 信頼性評価項目(抜粋)

|        |         |
|--------|---------|
| はんだ付け性 | 高温高湿動作  |
| はんだ耐熱性 | 温湿度サイクル |
| 高温放置   | 耐圧力     |
| 低温放置   | 耐振性     |
| 高温動作   | 耐衝撃性    |
| 低温動作   | 耐電圧     |
| 熱衝撃    | 塩水噴霧    |
| 高温高湿放置 | 耐薬品性    |

表1に半導体微差圧センサの定格を示す。性能保証圧力範囲は、 $1.33 \times 10^{-4} \sim 13.3 \text{ kPa}$  といった極めて広い範囲で性能を保証している。また、動作周囲温度は半導体微差圧センサがエンジンルームに搭載されることから、 $-30 \sim 110^\circ\text{C}$  とした。

表2に半導体微差圧センサの電気的特性を示す。また、図8に半導体微差圧センサの常温における圧力—出力電圧特性を示す。

## 7. 信頼性評価

表3に半導体微差圧センサの信頼性評価項目の抜粋を示す。このほか自動車特有の環境試験や実車試験などを行ったが、各項目とも特に問題は出でらず良好な性能を示した。これらの試験によって、半導体微差圧センサは自動車のエンジン吸気管内という過酷な条件下での使用に十分耐えうる信頼性を持っていることを確認した。

## 8. むすび

本稿では、自動車のエンジン吸入空気流量を計測するカルマン渦式空気流量計測装置に用いられる半導体微差圧センサについて紹介した。このセンサを用いた空気流量計測装置は、構造が簡単で取り扱いやすいため今後需要が拡大していくものと考えられる。

また、このセンサの製品化を契機に、微圧又は低圧領域をカバーする半導体圧力センサの応用分野の拡大が期待される。

## 参考文献

- (1) 山上倅三, 石橋清志, 森 敏:三菱半導体圧力センサ PS105, 三菱電機技報, 57, No. 9, 656~660 (1983)

# 第二世代 1M ビット デュアルポートメモリ

宮元崇行\* 筆保吉雄\* 加納 陸\* 河原林 真也\* 広瀬昌弘\*

## 1. ま え が き

半導体デバイス技術の進歩により、コンピュータの処理速度は飛躍的に向上してきた。今後は本体機能を十分に使いこなすべくマンマシンインタフェース機能の一層の充実が望まれている。中でもグラフィック機能は核となるもので、多色化・マルチウインドウ化・三次元化など表示方法の多様化と処理速度の高速化は、コンピュータの機能を計る尺度にさえなりつつある。このグラフィック機能充実化のキーパーツが画像用メモリである。

初期には、画像用のメモリとして大容量・低価格の汎用ダイナミックRAM (DRAM) が広く使用されてきた。しかし、汎用DRAMのスピードでは処理性能向上に対する要求に十分対応できなくなった。これは、一般に画像メモリは大半の期間をCRTへの画像出力用にアクセスされているので、データ更新用の空き時間を確保することが汎用DRAMでは困難なためである。このため、近年はグラフィック専用のメモリであるVRAM (Video RAM) が画像用メモリとして主に用いられるようになった。

VRAMとは、DRAMに高速データ入出力用のシリアル機能を付加したもので、通常のRAMポートに加えてシリアルデータの入出力専用のSAM (シリアルアクセスメモリ) ポートを持つ構成であることからデュアルポートRAMとも呼ばれる。一般に、CRTへの画像出力はSAMポート、CPU命令による画像データ更新はRAMポートが分担する。このようにデュアルポート化することにより、画像データ更新可能期間がほぼ100%になり、画像処理速度は飛躍的に高まった。

当社は、VRAM製品として256Kビット品 (M5M4C264シリーズ) と1Mビット品 (M5M442256, M5M482128シリーズ) を量産しているが<sup>(1)</sup>、さらなる高速・高機能化要求にこたえるべく、今回新たに1Mビットの第二世代品M5M442256A, M5M482128Aシリーズを開発した。M5M442256A, M5M482128Aシリーズは、1MDRAM第三世代プロセスの採用と回路の最適化設計などにより、一層の高速化 ( $t_{\text{RAC}}=100/80/70\text{ ns}$ ) と低消費電力化 ( $I_{\text{CC1}}=65\text{ mA}$ ) を実現している。また、VRAMの基本性能に加えて、フラッシュライト、ブロックライト、スプリットデータ転送などの特殊機能を可能にしているので画像の高速処理が容易に実現できる。これらの機能、電気的特性及び回路、プロセス技

術について以下に述べる。

## 2. 製 品 概 要

### 2.1 シリーズ構成

M5M442256Aは256Kワード×4ビット構成、M5M482128Aは128Kワード×8ビット構成である。両者はアルミ工程のマスタスライスで区別される。パッケージは、442256Aについては400ミル28ピンZIPと400ミル28ピンSOJ、482128Aについては400ミル40ピンSOJをそろえている。また、薄型化したTSOPパッケージについても開発を検討している (表1参照)。

### 2.2 ピン配置

図1に各パッケージのピン配置、表2に各ピンの概略機能を示す。482128Aは8ビット構成のため、内部ノイズ対策として $V_{\text{SS}}$ ,  $V_{\text{CC}}$  ピンが各2組ある。基本的に、VRAMはDRAMをベースにしてシリアル入出力、制御端子を付加した構成になっているが、この機種では後述する拡張機能のために更にDSF端子とQSF端子が追加されている (拡張機能が不要の場合はDSF端子を $V_{\text{SS}}$ に接続し、QSF端子を開放状態にすればよい)。

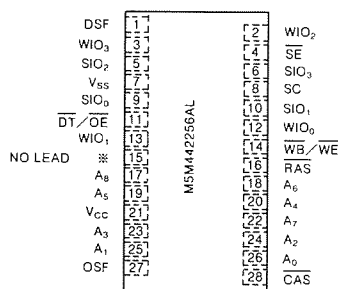
### 2.3 内 部 構 成

図2に442256Aの内部構成を示す。RAM部は256K×4ビット構成のメモリアレーと行・列デコーダ、ランダム用I/OバッファなどのDRAM基本要素と、マスクレジスタ、カラーレジスタなどの一時記憶要素から構成される。マスクレジスタはライトパワードビットやライト転送時のマスクビット指定、カラーレジスタはブロックライトやフラッシュライト時の入力データ設定に用いられる。

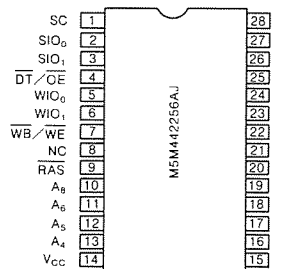
表1. シリーズ構成

| 型 名                            | ビット構成                     | パッケージ              |
|--------------------------------|---------------------------|--------------------|
| M5M442256AJ                    | RAM: 256K×4<br>SAM: 512×4 | 400ミル<br>28ピン SOJ  |
| M5M442256AL                    | RAM: 256K×4<br>SAM: 512×4 | 400ミル<br>28ピン ZIP  |
| M5M482128AJ                    | RAM: 128K×8<br>SAM: 256×8 | 400ミル<br>40ピン SOJ  |
| M5M442256ATP*<br>M5M442256ART* | RAM: 256K×4<br>SAM: 512×4 | 400ミル<br>28ピン TSOP |
| M5M482128ATP*<br>M5M482128ART* | RAM: 128K×8<br>SAM: 256×8 | 400ミル<br>44ピン TSOP |

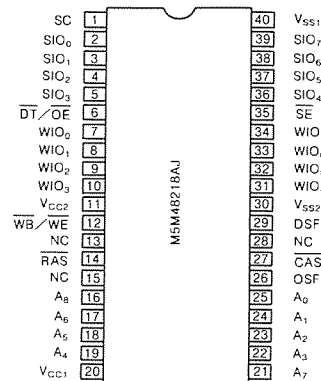
注 \* 薄型化したTSOPについては開発検討中



Outline 28P5L (400mil 28 pin ZIP)



Outline 28POK (400 mil 28 pin SOJ)



Outline 40POK (400 mil 40 pin SOJ)

(a) M5M442256AL

(b) M5M442256AJ

(c) M5M482128AJ

図1. 各パッケージのピン配置

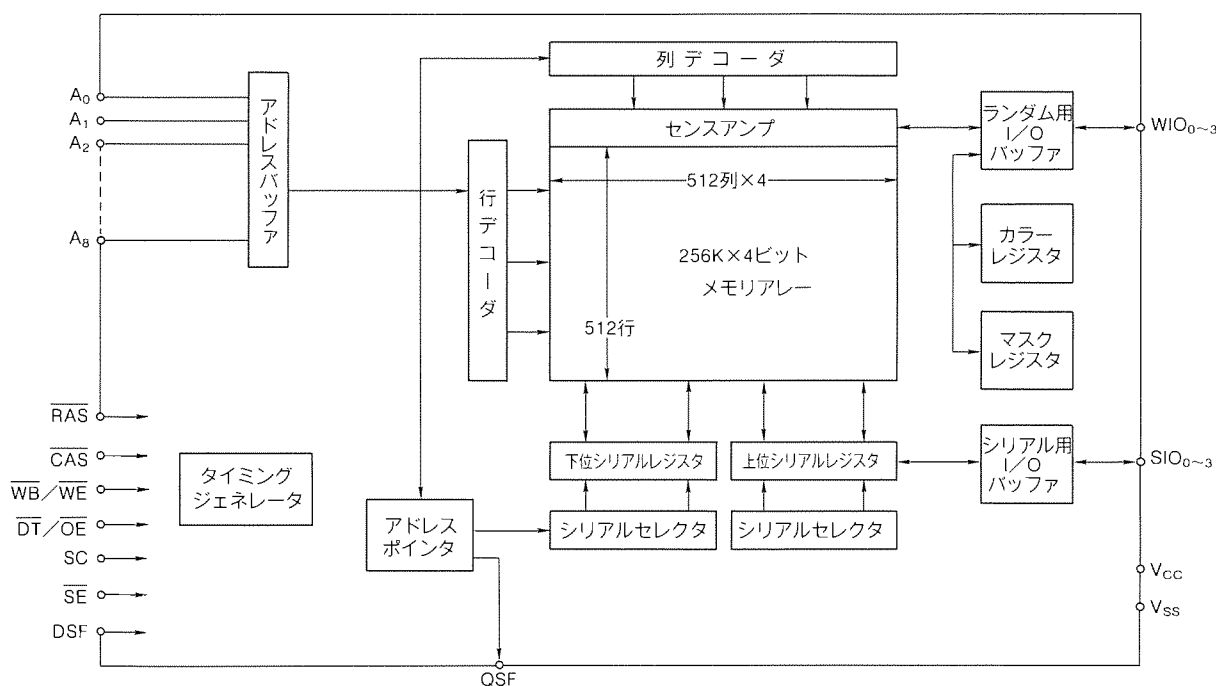


図2. M5M442256A の内部構成

表2. 端子の概略機能

| 端子名                            | 名称                       |
|--------------------------------|--------------------------|
| RAS                            | 行アドレスストロブ入力              |
| CAS                            | 列アドレスストロブ入力              |
| A <sub>0</sub> ~A <sub>8</sub> | アドレス入力                   |
| WB/WE                          | ライトパースビット/<br>ライトイネーブル入力 |
| DT/OE                          | データ転送/<br>出力イネーブル入力      |
| WIO <sub>0~3</sub>             | ライトマスタ/データ入出力            |
| SC                             | シリアルコントロール入力             |
| SIO <sub>0~3</sub>             | シリアル入出力                  |
| SE                             | シリアルイネーブル入力              |
| DSF                            | 特殊機能入力                   |
| QSF                            | 特殊機能出力                   |

SAM 部は512 × 4 ビット構成のシリアルレジスタ及びシリアルセクタ、シリアルI/O バッファなどから構成される。シリアルレジスタは、後述するスプリットデータ転送機能のために上位・下位に2分割されている。

このように、RAM 部とSAM 部は独立に構成されているので転送期間を除き完全に非同期動作が可能である。なお、以上の内容はビット構成を除いて482128A についても同様である。

## 2.4 基本仕様

表3に主要電気特性仕様をまとめる。後述する回路技術とプロセス技術により、高速・低消費電力化を達成した。リフレッシュ周期は汎用1MDRAM と同じ512 サイクル/8ms で、ヒドンリフレッシュ、CAS ビフォア RAS リフレッシュなどが可能である。また、ファースト ページモード、ライ

トパービット、リアルタイムデータ転送、ライト転送などの VRAM 基本機能のほかに、次に述べる拡張機能が可能である。

## 2.5 拡張機能

M5M442256A、M5M482128A は、 $\overline{\text{RAS}}$ 、 $\overline{\text{CAS}}$ 、 $\overline{\text{WB}}/\overline{\text{WE}}$ 、 $\overline{\text{DT}}/\overline{\text{OE}}$ 、DSF などの制御入力の組合せで表 4 の動作真理値表に示すように各種の動作モードを選択できる。スプリットデータ転送、フラッシュライト、ブロックライトなどの機能は、1M ビット世代の VRAM から新たに追加された高速画像処理モードで、拡張機能と呼ばれる。これらの拡張機能は、表 4 に示すように RAS 又は CAS の立ち下がり時に DSF 端子を“1”にすることによって設定される。拡張機能の例を以下に示す。

### (1) スプリットデータ転送

SAM 部を上位と下位に二分割し、独立に転送制御を可能にしている。従来の VRAM では通常の転送期間中は、シリアルデータ入出力を中断することが必要であったが、この機能を用いることによってデータを切れ目なく入出力することが容易に実現できる。

この様子を図 3 に示す。例えば、下位 SAM から A 行の下位データをディスプレイに出力する間に A 行上位データを上位 SAM に転送する。次に上位 SAM からデータを出力中に A+1 行の下位データを下位 SAM に転送する。転送は常に非活性の SAM に対してなされるので、活性中の SAM についてはシリアルデータを中断する必要なく、連続的にシリアルデータ入出力を実行できる。

### (2) フラッシュライト

あらかじめ、カラーレジスタ<sup>(注)</sup>にロードされたデータを、1 サイクルで同一行アドレス内の全メモリセルに書き込む。各 I/O ごとにマスク機能を備えているので、プレーン書き込みの制御もできる。画面の高速クリアなどに特に有効であり、図 4 には画面上部からクリアしていく様子を示している。

(注) カラーレジスタはフラッシュライト、ブロックライト時に用いるデータを格納するレジスタ。各 I/O ごとに 1 ビット備えており、ロードカラーレジスタ サイクル期間内にカラーレジスタへのデータ書き込みがなされる(図 4、図 5 参照)。

表 3. 主要電気特性

| 記 号       | 項 目           | 規 格 値 |    |     |    |      |     | 単位 |
|-----------|---------------|-------|----|-----|----|------|-----|----|
|           |               | － 7   |    | － 8 |    | － 10 |     |    |
|           |               | 最小    | 最大 | 最小  | 最大 | 最小   | 最大  |    |
| $I_{CC1}$ | RAM 動作時電源電流   |       | 85 |     | 75 |      | 65  | mA |
| $I_{CC8}$ | SAM 動作時電源電流   |       | 40 |     | 40 |      | 40  | mA |
| $I_{CC2}$ | スタンバイ時電源電流    |       | 5  |     | 5  |      | 5   | mA |
| $t_{RC}$  | リード／ライトサイクル時間 | 130   |    | 150 |    | 180  |     | ns |
| $t_{RAC}$ | RAS アクセス時間    |       | 70 |     | 80 |      | 100 | ns |
| $t_{CAC}$ | CAS アクセス時間    |       | 20 |     | 20 |      | 25  | ns |
| $t_{CAA}$ | アドレスアクセス時間    |       | 35 |     | 40 |      | 50  | ns |
| $t_{PC}$  | ページモードサイクル時間  | 45    |    | 50  |    | 60   |     | ns |
| $t_{SAC}$ | シリアルアクセス時間    |       | 25 |     | 25 |      | 25  | ns |
| $t_{SCC}$ | シリアルサイクル時間    | 30    |    | 30  |    | 30   |     | ns |

表 4. 動作モード真理値

| 動作モード               | $\overline{\text{RAS}}$ |                           |                           |     |                        |     | $\overline{\text{CAS}}$ |
|---------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|-----|------------------------|-----|-------------------------|
|                     | $\overline{\text{CAS}}$ | $\overline{\text{DT/OE}}$ | $\overline{\text{WB/WE}}$ | DSF | $\overline{\text{SE}}$ | DSF | DSF                     |
| CAS ビフォア RAS リフレッシュ | 0                       | *                         | *                         | *   | *                      | *   | *                       |
| ライト転送               | 1                       | 0                         | 0                         | 0   | 0                      | *   | *                       |
| 疑似ライト転送             | 1                       | 0                         | 0                         | 0   | 1                      | *   | *                       |
| スプリットライト転送          | 1                       | 0                         | 0                         | 1   | *                      | *   | *                       |
| リード転送               | 1                       | 0                         | 1                         | 0   | *                      | *   | *                       |
| スプリットリード転送          | 1                       | 0                         | 1                         | 1   | *                      | *   | *                       |
| ノーマルリード・ライト         | 1                       | 1                         | 1                         | 0   | *                      | 0   | 0                       |
| ライトパービット            | 1                       | 1                         | 0                         | 0   | *                      | 0   | 0                       |
| ブロックライト             | 1                       | 1                         | *                         | 0   | *                      | 1   | 1                       |
| フラッシュライト            | 1                       | 1                         | 0                         | 1   | *                      | *   | *                       |
| ロードカラーレジスタ          | 1                       | 1                         | 1                         | 1   | *                      | *   | *                       |

注 \* : don't care

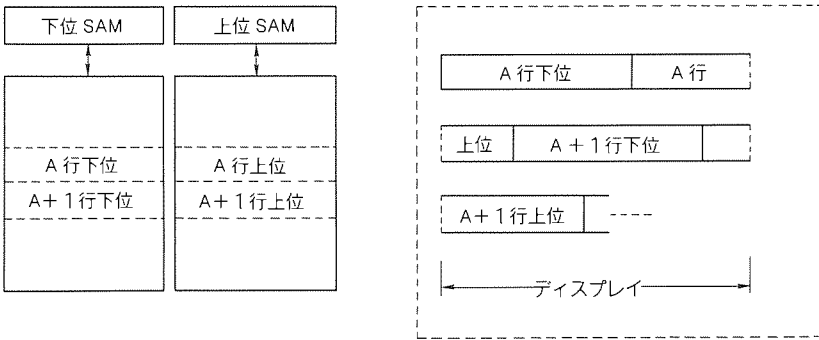


図 3. スプリットデータ転送の説明

### (3) ブロックライト

1 サイクルで同一行アドレス内の連続する 4 番地のメモリセルに、カラーレジスタデータの書き込みが可能である。各 I/O ごとのマスク機能に加えて、列方向のマスク機能も備えているので、ビット単位の書き込み制御ができる。画面の

部分消去・塗りつぶしなどに特に有効であり，図5にこの例を示す。

### 3. 回路技術

#### 3.1 動作電流低減

CMOS プロセスにより，DRAM の低消費電力化が進んで

いるが，VRAM でもパソコン応用を中心に低消費電力要求は強い。M5M442256A/M5M482128A のメモリセルアレー構造は，汎用1MDRAM (第三世代品) と同じ1/2分割動作方式をとっている。これにより，ビット線の充放電電流を分割しない場合に比べて約1/2に低減できることから動作電流を大幅に低減している。

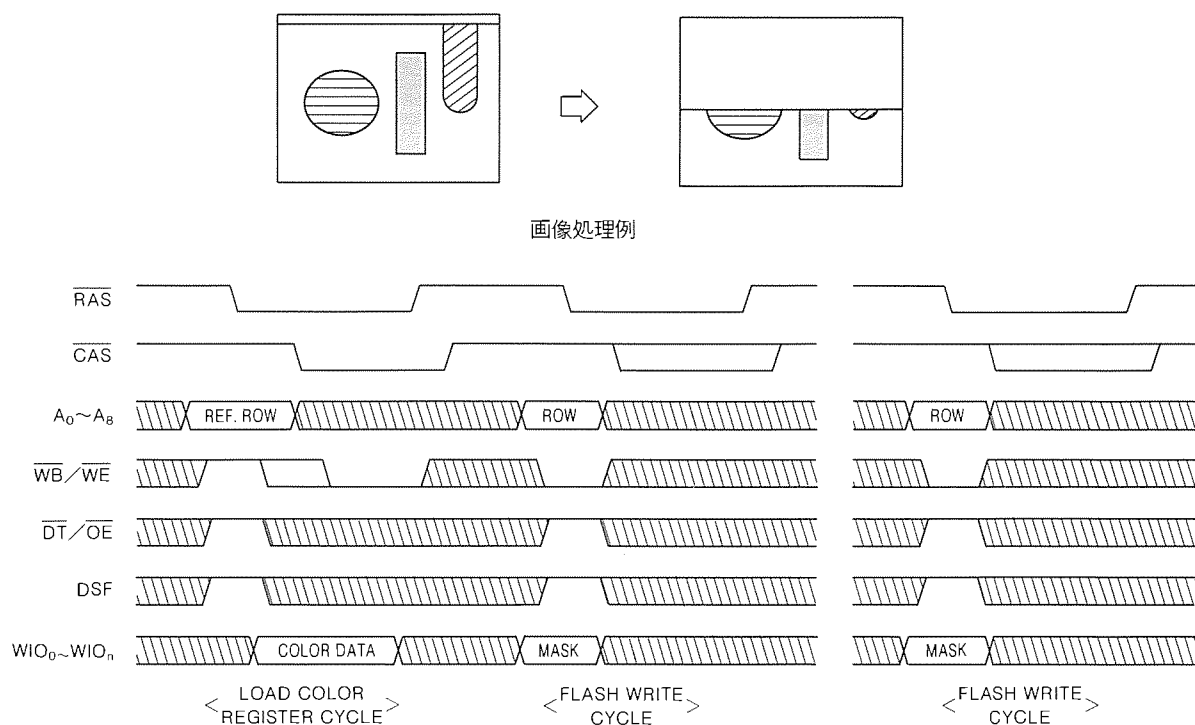


図4. フラッシュライトの説明

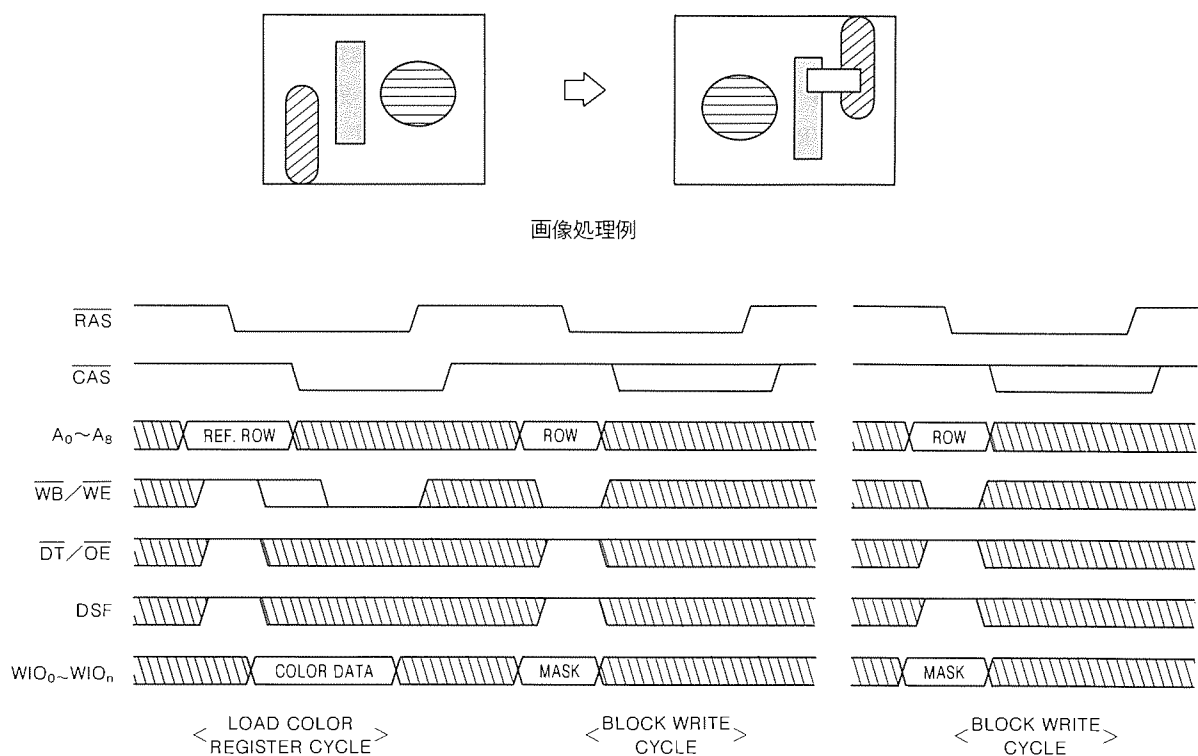


図5. ブロックライトの説明

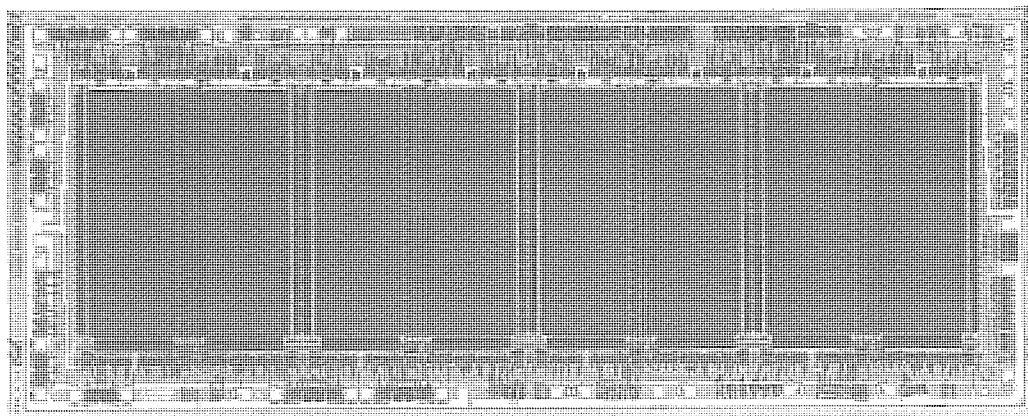


図6. チップ写真

### 3.2 ノイズ対策

VRAM 設計においてノイズ対策は最も重要である。VRAM は汎用 DRAM と異なり、RAM ポートと SAM ポートが独立に存在するので一方の回路動作に伴うノイズが他方の回路に及ぼす影響（入出力レベル変動、内部回路遅延の変動など）を常に考慮せねばならない。大きなノイズ源として、ビット線充放電電流ノイズと出力ノイズに対する対策を以下に示す。

#### (1) ビット線充放電電流ノイズ

前記したように、1/2 分割動作方式のメモリアレー構造をとったことにより、ビット線の充放電電流を分割しない場合に比べて約 1/2 に低減している。加えて、充放電時間をアクセスやサイクル時間に影響ない範囲で遅らせたことなどにより、ノイズを生み出すピーク電流を低減することができた。

#### (2) 出力ノイズ

出力の負荷駆動時に生ずるピーク電流は、多ビット構成のメモリでは最大のノイズ源となるが、特に VRAM は RAM ポートと SAM ポートが非同期に動作するので影響が大きい。高速性は重要な要素であるが、負荷駆動トランジスタの設計に当たってはアクセス時間に影響のない範囲でサイズを小さくしピーク電流低減を図った。逆に、VRAM のようなマルチポートメモリを使用する際にはノイズによる誤動作を防ぐために、出力負荷を最小にするよう留意することが重要である。

#### (3) 電源配線レイアウト

以上述べた回路についてはチップ内の電源配線レイアウトをできるだけ分離して、相互のノイズによる影響を抑えた。

### 3.3 シリアル系回路

シリアル系の回路は、SC 信号の立ち上がりに同期して動作を開始する。シリアルアドレスは、内蔵した 2 進同期式カウンタ (442256 A は 9 ビット、482128 A は 8 ビット) から供給される。高速化のためシリアル出力は、パイプライン方式をとっている。このため、シリアル出力時には 1 ビット先の

表5. 主要プロセスパラメータ

| 設 計 基 準 |          | 0.9 $\mu\text{m}$                                      |
|---------|----------|--------------------------------------------------------|
| トランジスタ  | ゲート長     | N チャネル 0.95 $\mu\text{m}$<br>P チャネル 1.15 $\mu\text{m}$ |
|         | ゲート酸化膜   | 200 $\text{\AA}$                                       |
| メモリセル   | ワード線     | ポリシリコン + Al                                            |
|         | ビット線     | WSi <sub>2</sub> /polySi                               |
|         | ゲート誘電体膜厚 | 75 $\text{\AA}$                                        |
|         | セルサイズ    | 21.6 $\mu\text{m}^2$<br>(2.89 $\times$ 7.48)           |
| チップサイズ  |          | 63.6 $\text{mm}^2$<br>(12.67 $\times$ 5.00)            |

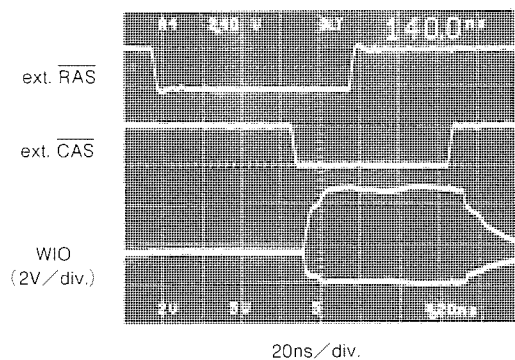
アドレスがカウンタから出力され、アクセスされた情報は次のサイクルで出力される。

### 3.4 冗長構成

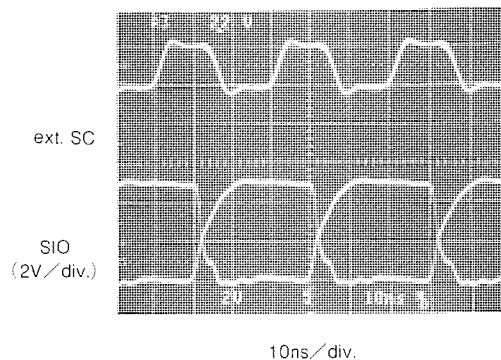
生産効率を最適化するため、汎用 1MDRAM (第三世代品) と同じ 4 行 4 列の冗長回路を持つ。列については、RAM ポートと同じアドレスを SAM ポートでも置換することが必要で、この分だけ汎用 DRAM より冗長回路が増加している。なお、冗長回路はレーザによるヒューズ切断によってリペアする方式である。

## 4. プロセス技術

M5M442256 A/M5M482128 A のチップ写真を図6に示す。プロセス技術は現在量産中の第三世代汎用 1MDRAM と共通で<sup>(2)</sup>、0.9  $\mu\text{m}$  ルールの設計基準、3 層ポリシリコン (第3層は WSi<sub>2</sub>/Poly Si 構造) と 1 層アルミプロセスである。セルサイズは 2.89  $\mu\text{m} \times 7.48 \mu\text{m}$  (21.6  $\mu\text{m}^2$ )、チップサイズは 12.67 mm  $\times$  5.00 mm (63.6  $\text{mm}^2$ ) である。メモリセルアレーは、各 128 K ビットの 8 個のブロックに分割されており、各ブロック長辺側上端に行デコーダ、短辺側端に RAM 列デコーダと SAM 列デコーダが配置されている。ワード線はアルミと第2層のポリシリコンで形成され、立ち上がり時間短縮のためポリシリコンは 9 箇所アルミと接続されてい

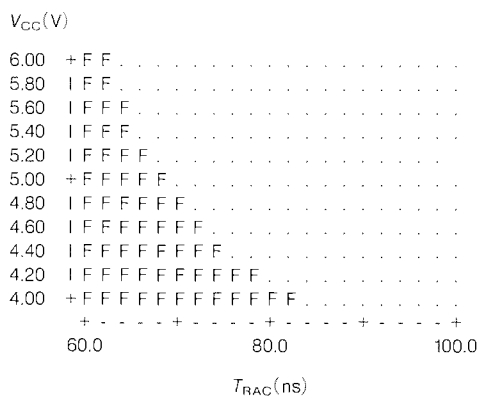


(a) RAM ポート

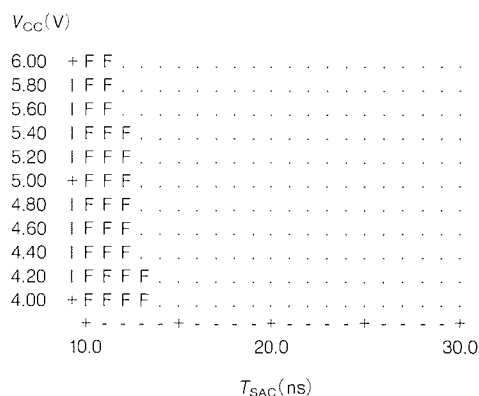


(b) SAM ポート

図7. 出力波形( $V_{CC}=5.0V$ ,  $T_A=50^\circ C$ )



(a) RAS アクセス時間



(b) シリアルアクセス時間

図8. アクセス時間シムプロット( $T_A=70^\circ C$ )

る。ビット線は低抵抗の第3層  $WSi_2/Poly Si$  である。

メモリセルキャパシタは、基板シリコンと第1層ポリシリコンで形成されるプレーナ構造で、誘電体膜厚は  $75 \text{ \AA}$  である。バースピーク減少のため改良 LOCOS 分離法を用いている。誘電体膜印加電界を減少するため、セルプレート電圧は第三世代 1MDRAM と同様  $1/2 V_{CC}$  である。

トランジスタの実効チャネル長はNチャネル側が  $0.95 \mu m$ 、Pチャネル側が  $1.15 \mu m$  である。LDD 構造の採用やソース・ドレイン形成熱処理の低温化などにより、ホットエレクトロン注入によるしきい値電圧の変動等の対策を図っている。

主要プロセスパラメータを表5にまとめた。

## 5. 電気特性と信頼性評価結果

図7にM5M442256AのRAMポートとSAMポートの出力波形を示す。また、図8にRASアクセス時間、シリアルアクセス時間の電源電圧依存性を示す。最新のCMOS技術と回路シミュレーション技術によって、高速かつ低消費電力を実現した。また、信頼性評価についても実績ある第三世代汎用DRAMと同じデバイス構造をとったことなどにより、

良好な結果が確認されている。

## 6. む す び

ワークステーションやパソコンの機能向上とともに、画像メモリの需要は今後ますます増大するであろう。今回開発した1MVRAMは、最新のプロセス・回路技術を用いて高速かつ低消費電力を実現し、画像処理機能も基本機能に加えてブロックライトなどの特殊機能を備えているが、次世代のVRAMではRAMポートの高速化のためパイプラインページモードの導入を検討している。ただし、表4の真理値表に示した機能の中には実際にはほとんど使われていないものもあるので、システム動向を検討した上で整理が必要である。また、大容量・高速化とともにRAMポートとSAMポート間の干渉がますます大きくなるので、さらに厳しいノイズ対策が必要である。

汎用DRAMと比べてVRAMの歴史は浅く、システム面からの要求仕様も変化していくことが予想される。今後さらに、設計技術を整備・充実しシステム要求を満たす製品をタイムリーに開発していく所存である。

# S-VHS 用 $\Sigma$ センダストヘッド

小林 浩\* 井上和式\* 内澤 学\* 増渕洋一\*\* 明石純正\*\*\*

## 1. ま え が き

今回、当社70周年記念商品の一環として、高画質化を徹底的に追求した S-VHS VTR の最高機種 HV-V 7000 を、1990 年 12 月に発売した。この VTR における画質向上の最重要ポイントは、当社家庭用 VTR としては初めての、映像用磁気ヘッドに新構造 MIG (Metal-In-Gap) ヘッド“ $\Sigma$  センダストヘッド”を搭載したことである。このヘッドによって得られた優れた電磁変換特性が、色の鮮やかさと画像の繊細さを併せ持つ高品位の画質を可能にした。

本稿では、“ $\Sigma$  センダストヘッド”の電磁変換特性を中心に独自構造による記録再生の動作、金属磁性膜の材質、フェライトと金属磁性膜の境界の形状、ヘッド摩耗特性などについて報告する。

## 2. $\Sigma$ センダストヘッドの特徴

図1に今回開発した $\Sigma$ センダストヘッドの概略を、図2に標準モードヘッドのしゅう動面を示す。このヘッドの特徴は、

- (1) 磁気ギャップの片側にだけ金属磁性膜を配した片積 MIG ヘッド。
  - (2) フェライトと金属磁性膜の界面に発生する疑似ギャップによる妨害を抑えた“ $\Sigma$ ”形状。
  - (3) 金属磁性膜には、1T 以上の  $B_s$  (飽和磁束密度) と高い耐熱性を持つセンダスト (Fe-Al-Si) を採用。
- である。

## 3. 電磁変換特性

### 3.1 可変ギャップ長

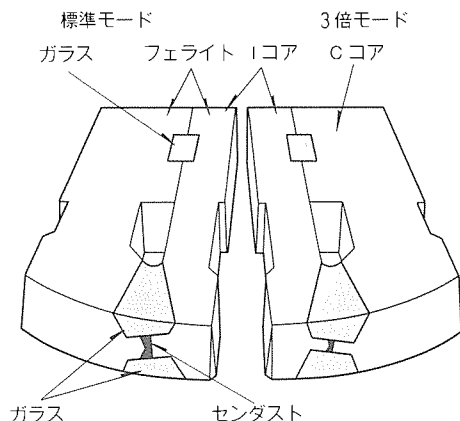


図1.  $\Sigma$  センダストヘッドの概略

一般に家庭用 VTR では記録と再生は同一のヘッドで行っているが、記録ヘッドと再生ヘッドの形状諸元の最適値は異なる。本来記録ヘッドの能力を上げる方策として次の2点がある。

- (1) ギャップ近傍部の  $B_s$  を高くする。
- (2) ギャップ長を広くする。

このうち(1)に関しては、フェライトヘッドから MIG ヘッドにすることで解決するが、(2)に関しては再生ヘッドと兼用であることから、ギャップ損失が大きくなり短波長 (高周波) の再生出力が下がるというデメリットがあり、高域の出力を重視する S-VHS のシステムには相いれない。

今回我々は、同一のヘッドにおいて記録時には実効的に広いギャップ長として、再生時には通常の狭いギャップ長として動作させることによって解決を試みた。以下にその基本的な考え方を示す。

片積 MIG ヘッドでは記録時、リーディングエッジ (磁気ギャップのテープ流入側) にあるフェライトコアが飽和し実効的に磁気ギャップが広がることにより、深くまで記録することができる。一方、トレイリングエッジ (磁気ギャップのテープ流出側) は、高い  $B_s$  を持つ金属磁性膜 (センダスト等) によって構成されているため飽和せず、急しゅんな磁界分布を保持する。このため片積 MIG ヘッドでは実効的なギャップ長が広がっても、記録減磁も残留磁化の位相ずれも増えない。また再生時には、テープから発生する磁束の密度が記録時に比べてはるかに小さいため磁気飽和は起こらず、ギャップ材の膜厚に相当する狭ギャップヘッドとして動作する。ところが両積 MIG ヘッドでは磁気ギャップの両側にあるコアの  $B_s$  が同じであるため、深くまで記録しようとするとトレイリングエッジまで飽和し、記録減磁や残留磁化の位相ず

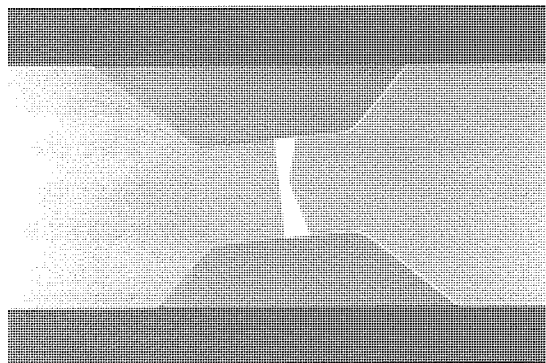


図2. 標準モードのヘッドしゅう動面



れも増加するので再生出力は逆に低下し、このような使い方はできない。

我々は、この考え方を確かめるため飽和を考慮した二次元有限要素法で磁界解析を行った。図3に磁界解析で得られたギャップ近傍の磁束分布を示す。ここで金属磁性膜の $B_s$ は1T、初透磁率は2,000、膜厚は5 $\mu\text{m}$ 、フェライトの $B_s$ は0.5T、初透磁率は1,000としヘッドのギャップ長、ギャップ深さは各々0.3 $\mu\text{m}$ 、20 $\mu\text{m}$ として磁界解析を行った。また、この磁界解析で与えた記録電流は0.5AT<sub>pp</sub>であるが、実際のヘッドでは三次元的な漏れ磁界があり、記録電流は数倍の電流値(2~5AT<sub>pp</sub>)に相当する。図3から以下のことが分かる。

- (1) 片積 MIG ヘッド、両積 MIG ヘッドとも、トレイリングエッジに磁束線がほぼ垂直に進入していることより、この部分の磁気飽和はなく急しゅんな磁界分布を持つ。
- (2) 片積 MIG ヘッドはリーディングエッジに磁束線が斜めに進入していることにより、この部分は磁気飽和している。
- (3) 片積 MIG ヘッドは両積 MIG ヘッドより深くまで強い記録磁界を得ている。

これらの結果は、我々の考え方を強く支持している。

次に実際のヘッドを試作して可変ギャップ長の効果を確認した。この効果は、実効記録深さが大きくとれる長波長(低周波)記録のときに顕著に現れると考えられるので、記録周波数500kHz(波長11.6 $\mu\text{m}$ )において、片積 MIG ヘッド、

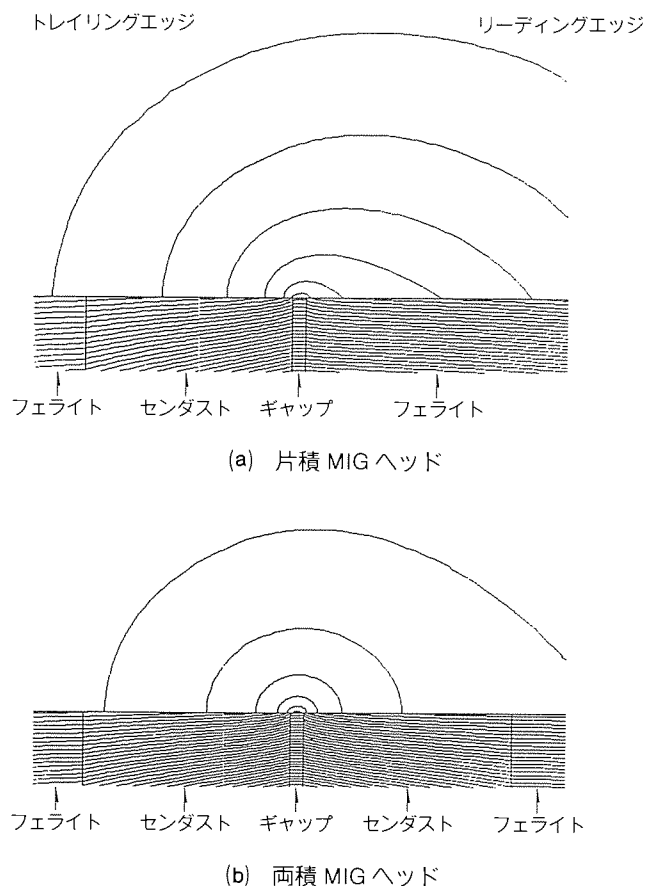


図3. ギャップ近傍部の磁束分布

両積 MIG ヘッド、フェライトヘッドの記録電流特性を測定した。その結果を図4に示す。ヘッドはいずれもギャップ長0.3 $\mu\text{m}$ 、ギャップ深さ20 $\mu\text{m}$ であり、測定条件は記録周波数500kHz、相対速度5.8m/s、テープはS-VHS用テープ( $H_c=11.3\text{A/m}$  {900 Oe})である。またこの測定は、記録と再生を別ヘッドで行っており、再生ヘッドは同一のフェライトヘッドを用いた。記録電流2~5AT<sub>pp</sub>で両積 MIG ヘッドより片積 MIG ヘッドの方が2~3dB再生出力が大きいという図4の結果は、磁界解析(図3)から導かれた結論とよく一致し、片積 MIG ヘッドが可変ギャップ長ヘッドとして動作することが確認できた。

以上の結果から、片積 MIG ヘッドは、一つの磁気ヘッドで記録時にはギャップ長が広く、しかもギャップ近傍部は高 $B_s$ 材の理想的な記録ヘッドとして、再生時には周波数特性の良いギャップ長の狭いヘッドとして動作することが分かった。

### 3.2 分離損失の減少

MIG ヘッドは、コア材であるフェライトよりも摩耗しやすい金属磁性膜をギャップ近傍部に使用するため、金属磁性膜の部分だけ集中的に摩耗する偏摩耗が発生する。両積 MIG ヘッドのしゅう動面ギャップ近傍部をヘッドしゅう動方向にタリステップ<sup>(注)</sup>で測定した結果を図5に示す。この図からフェライトとセンダストの段差は約20nmである。また、中央の突起はギャップのSiO<sub>2</sub>である。

以上の結果から、MIG ヘッドはフェライトヘッドより分離損失(テープとヘッドの間にすき間が生じることによって

(注) RANK TAYLOR HOBSON 社の商標

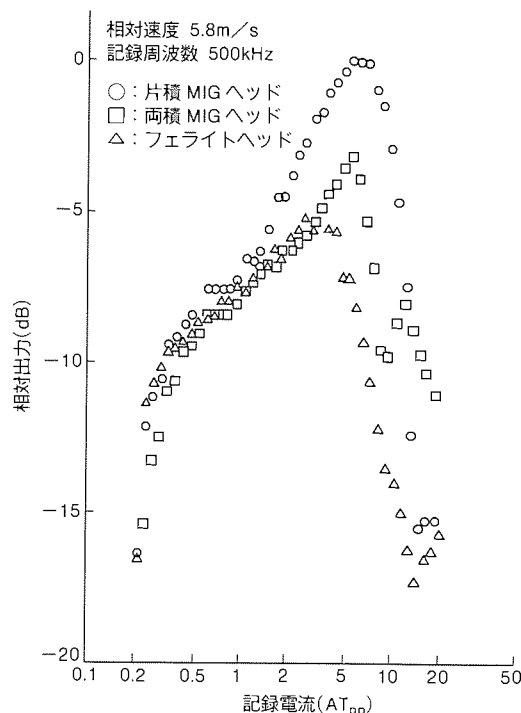


図4. ヘッド再生出力の記録電流特性

発生する再生出力の低下。記録波長が短いほど、損失は大きくなる。)が大きく、同一ギャップ長では、再生出力の周波数特性が悪くなる懸念がある。我々は、実際のヘッドの分離損失を測定することにより、この問題に検討を加えた。測定結果<sup>(1)</sup>を図6に示す。なお、この測定原理は同一記録波長で相対速度を変化させて測定したコア効率と計算から求めたギャップ損失をヘッドの再生出力に加えることによって求めている<sup>(2)</sup>。また、使用テープは表面粗さ $R_z=49\text{ nm}$ のS-VHS用テープである。

この図から7 MHz (記録波長 $0.83\text{ }\mu\text{m}$ )における両積MIGヘッドとフェライトヘッドの差は1.6 dBである。この値は、記録及び再生の分離損失を両方とも考慮すると20 nm程度のヘッドとテープの分離に相当することから、フェライトとセンダストの段差が分離損失となることが分かる。ところが、片積MIGヘッドの場合、図6から片積MIGヘッドとフェライトヘッドの分離損失が変わらないことから、金属磁性膜の偏摩耗は分離損失になっていないことが分かる。その理由として、片積MIGヘッドのギャップ部は片側のフェライトで支えられているため、その部分には段差が生じないことが挙げられる。

以上の結果から、再生出力の周波数特性は、両積MIGヘッドと比較すると片積MIGヘッドの方がかなり良く、金属

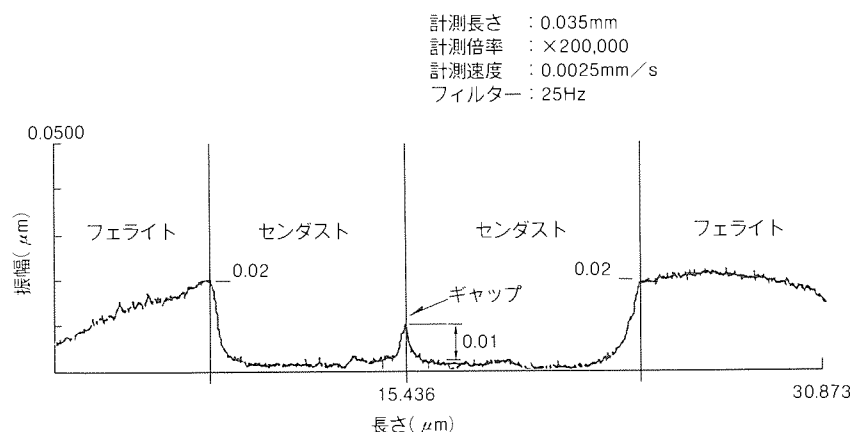


図5. ギャップ近傍部のヘッドしゅう動方向の断面形状

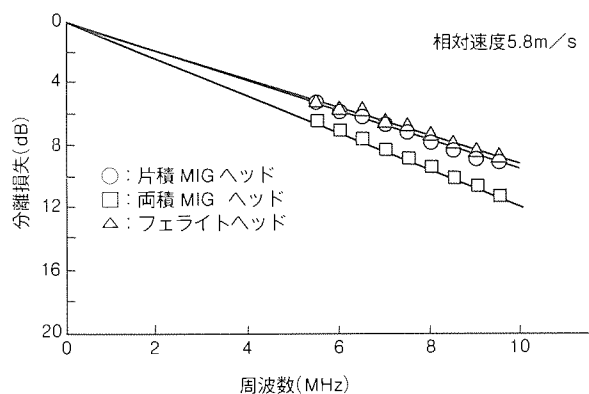


図6. 分離損失の周波数特性

磁性膜の摩耗特性に関する設計マージンも大きくなる。

### 3.3 Σ形状

このヘッドの特徴の一つであるΣ形状は、疑似ギャップ効果<sup>(3)</sup>によって発生するノイズ(疑似出力)を実用上問題にならないレベルに抑圧するためのものである。特にS-VHSでは、輝度信号に対する疑似出力の干渉が目立ちやすく、信号の1/20程度の疑似出力でも画面上ではリングングとして検知できる。

我々は既に、ギャップとフェライト/金属磁性膜の界面が平行であっても、ギャップ溶着温度(コア半体どうしをギャップ材を介してガラスで溶着する温度)やフェライト単結晶の方位を特定の条件にすれば、実用上問題のないレベルに疑似出力を抑圧できることを報告している<sup>(4)(5)</sup>。例えば、図7に再生出力の周波数特性上に現れるうねりの大きさとコア半体の溶着温度との関係を示す。センダストの下地膜として $\text{SiO}_2$ を $50\text{ }\text{\AA}$ 形成することにより、ギャップ突き合わせ面(100)又は $480^\circ\text{C}$ 以下の溶着温度でうねりの大きさを0.5 dBにすることが可能である。ただし、この測定結果はギャップ長 $0.3\text{ }\mu\text{m}$ 、ギャップ深さ $30\text{ }\mu\text{m}$ の平行型MIGヘッドのものである。

しかし、ヘッド再生出力の大きいフェライトの方位(ギャップ突き合わせ面(111))を使用すると溶着温度を $480^\circ\text{C}$ 以下にしなければならず、それに対応した溶着ガラスの信頼性に問題が残ること、製造マージンが余らないことなどを考えると、ギャップとフェライト/金属磁性膜の界面を傾斜させアジマス損失で抑圧することが必要である。

このヘッドの界面の傾斜角を15度としたことにより、トラック幅の狭い3倍モードでも輝度信号帯域で疑似出力を1/3以下に抑圧できた。このため、信頼性の高い高融点ガラスが使用でき、し

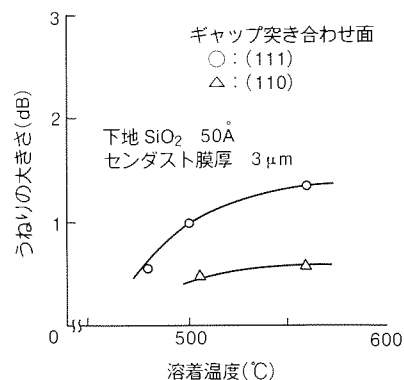


図7. うねりの大きさの溶着温度依存性

かも十分製造マージンを確保することができる。また、この程度の傾斜角であると、トラック幅によって余り金属磁性膜の膜厚が変わらないので、トラック幅の広い標準モードのヘッドも3倍モードのヘッドと同様に製造することができる。

### 3.4 特性評価

以上のようにこのヘッドは、片積 MIG ヘッド構造としたことにより、可変ギャップ長や分離損失低減の効果が得られ、記録及び再生の両方に優れた特性を示す。図8に示すように従来のフェライトヘッド(当社品)と比較して、標準モードでは7MHzで3dB、0.5MHzで4dB、3倍モードでは7MHzで2dB、0.5MHzで5dBの出力の向上を達成した。

また、片積 MIG ヘッドと両積 MIG ヘッド(共に3倍モード仕様)を比較すると、図9に示すように片積 MIG ヘッドの方が、7MHz、0.5MHz共に約2dB再生出力が大きく、これは前述の可変ギャップ長と分離損失低減の効果によるものである。

さらに、S-VHS方式VTRに実装した場合には、5節で述べるような形状諸元の最適化により、良好なヘッド・テープインタフェースが得られた。

また、S-VHS方式VTRでは、低域変換した色信号とFM

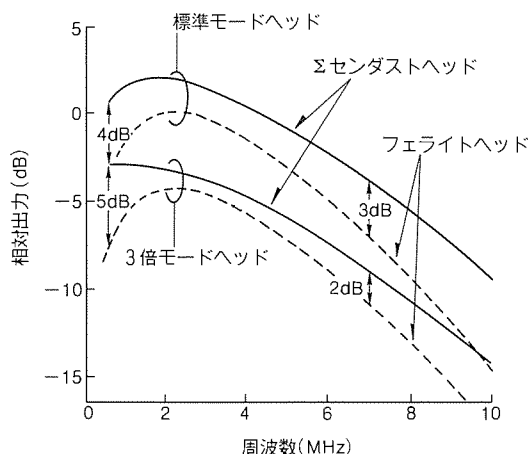


図8.  $\Sigma$ センダストヘッドの再生出力の周波数特性

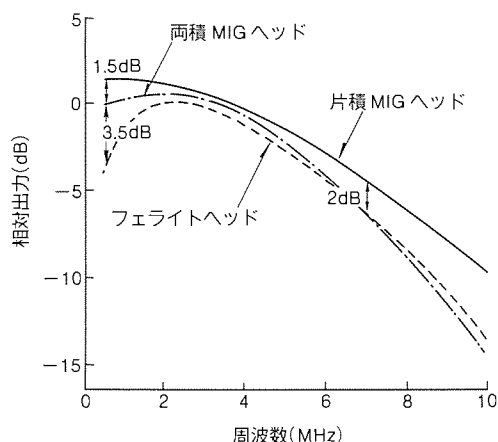


図9. 各種ヘッドの出力特性比較

変調した輝度信号を重畳して記録しており、このような2周波重畳記録の場合も色信号(低周波に相当)と輝度信号(高周波に相当)の出力が共に、従来のフェライトヘッドよりも上回っていることを実験によって確認した。これは、我々が行っている記録磁化シミュレーションの手法<sup>(6)</sup>による解析結果とよく一致する。

### 4. 金属磁性膜

MIGヘッドに用いられている金属磁性膜は、主として鉄系の結晶質合金とコバルト系の非晶質(アモルファス)合金の二つに大別できる。このうちセンダスト(Fe-Al-Si)は、 $B_s$ がフェライトの約2倍(1.0T)で現在実用化されているもののうち最高水準の値を持ち、なおかつ耐熱性が高く(700℃)、磁気特性の経時変化も非常に小さいために、MIGヘッド用として優れた磁性材料である。センダスト膜がこのように優れた安定性を持つのは、DO3型規則相と呼ばれる非常に安定な結晶構造を持っているためである。ただし、透磁率の値がその材料組成に敏感なため、最適膜組成を正確に制御する必要がある。

図10に、RFスパッタリング法を用いて成膜したセンダスト膜(5 $\mu$ m厚)の650℃、3時間保持熱処理後の透磁率(1MHz)の三元組成分布を示す。Fe 85.5wt%, Al 5.0wt%, Si 9.5wt%付近の組成で最大透磁率2,700が得られる。このセンダストスパッタ膜の場合、高い透磁率を得るために熱処理が必要である。これは熱処理を施すことによってDO3型規則相が形成され、磁気特性が向上し安定化するからである。ただし、ヘッド化に際しては、ガラスモールド時の加熱工程を熱処理として利用することができるため、改めて熱処理を行う必要はない。

このセンダストスパッタ膜をこのヘッドに用いるには、約15 $\mu$ m厚の膜をフェライト上に形成しなければならないため、

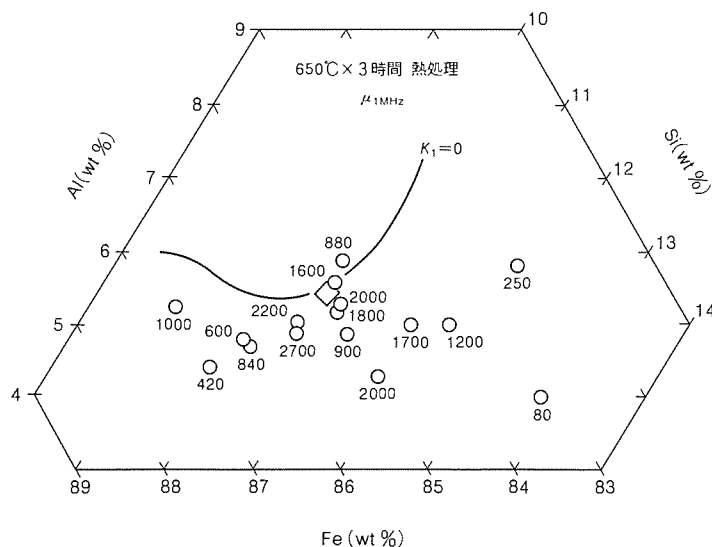


図10. 実効透磁率 $\mu_{1\text{MHz}}$ の三元分布

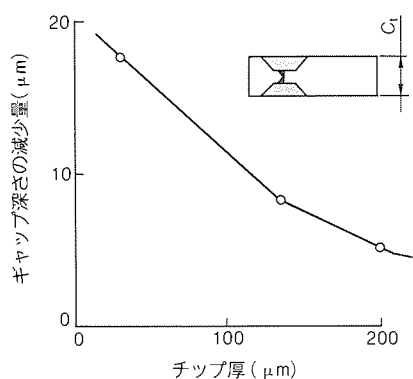


図11. チップ厚  $C_1$  とヘッド摩耗量の関係

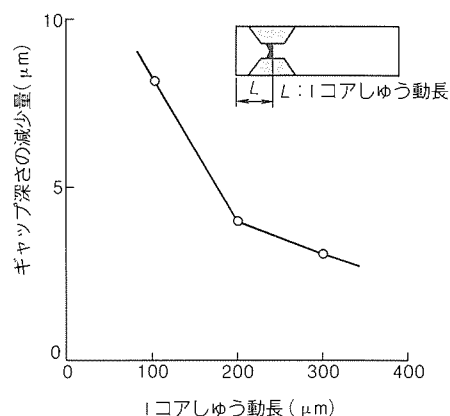


図12. Iコアしゅう動長とヘッド摩耗量の関係

組成の最適化に加えてセンダスト成膜に伴って発生するフェライトへの応力低減、及び膜のはく(剝)離防止のために膜内部応力の低減が必要であったが、センダストのスパッタリング条件を最適化することによってこの問題を解決した。

## 5. 摩 耗 特 性

VTR では、ヘッド・テープのしゅう動により、ヘッドがある程度摩耗することを前提としている。ヘッド摩耗における主な課題は、前述した偏摩耗によるスペーシングロスのほかに、ヘッド寿命に直接つながるギャップ深さの減少がある。MIG ヘッドの電磁変換特性はギャップ深さに大きく依存するため、ギャップ深さを従来のフェライトヘッドに比べ浅く設定できれば、優れた特性をより一層引き出すことができる。そのためには MIG ヘッドのギャップ部の摩耗をフェライトヘッドに比べ小さくすることが重要である。

我々はギャップ部の摩耗低減対策としてヘッドチップ厚、I コアしゅう動長(ヘッド先端からギャップまでの長さ、図1参照)について検討を行い、ヘッドしゅう動面形状の最適設計を行った。摩耗試験は市販されている VTR デッキを用い、試作したヘッドを実際にデッキに取り付け、1,000時間テープを走行することによって行った。

ヘッドチップ厚とギャップ深さの減少量の関係を図11に示す。同図に示すようにヘッドチップ厚を大きくすることにより、ギャップ深さの減少量は小さくなることが分かった。しかし、ヘッドチップ厚を大きくするとヘッドのテープに対する当たりが悪くなる方向にあり、分離損失が増加するなど電磁変換特性上好ましくない結果になった。したがって、チップ厚を大きくせずに、ヘッド摩耗を低減する必要がある。

そこで I コアしゅう動長に着目した。ヘッド・テープ間の面圧はヘッド先端部ほど大きいのでヘッド先端部ほど摩耗しやすい。したがって、ギャップをヘッド先端部から遠ざける(I コアしゅう動長を長くする。)ことにより、ギャップ部での摩耗は小さくなる。チップ厚を 135 μm と一定にし、I コアしゅう動長を変えたヘッドの摩耗試験結果を図12示す。

同図に示すように I コアしゅう動長を長くすることにより、ヘッドギャップ部の摩耗は低減することが分かった。一方、電磁変換特性やヘッドコイルの配置などを考慮すると、I コアしゅう動長は 200 μm 以下が望ましい。

これらの検討結果をもとに、このヘッドではフェライトヘッドに比べ、チップ厚を 135 μm と同値に、I コアしゅう動長を 200 μm と2倍とすることにより、1,000時間走行後の評価でも、ギャップ深さの減少量はフェライトヘッドの約 1/2 (当社比) にまで低減することができた。

## 6. む す び

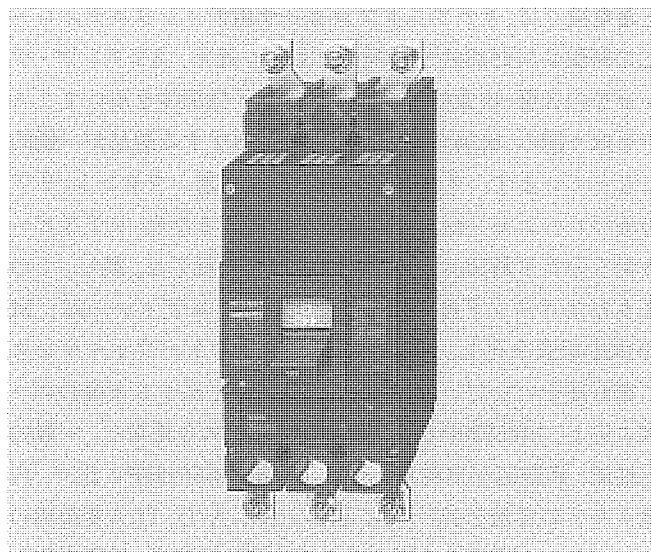
今回開発したΣセンダストヘッドは、可変ギャップ長や分離損失低減に効果がある“片積 MIG ヘッド構造”と疑似ギャップからの妨害低減に効果がある“Σ形状”を採用したことにより、優れた電磁変換特性を実現するとともに、形状諸元の最適化によって高い信頼性と良好なヘッド・テープインタフェースを達成した。

## 参 考 文 献

- (1) 小林 浩, 河田 薫: MIG ヘッドにおける分離損失, 信学会, 春期全国大会, C-430 (1991)
- (2) 村松珊吾: 無バイアス記録時の短波長記録特性の検討, 信学会, 磁気記録研究会資料, MR 75-28 (1975)
- (3) J. J. M., Ruigrok: Analysis of Metal-in-Gap Heads, IEEE Trans. Mag., MAG-20, 872 (1984)
- (4) 小林 浩, 川上政文, 井上和式, 岡田 将: MIG ヘッドにおけるコンター効果, 信学会, 春期全国大会, C-41 (1989)
- (5) H., Kobayashi, K., Inoue, M., Kawakami, H., Kurokawa, Y., Uehara: Contour effect in metal-in-gap heads, J. Appl. Phys., 67, No. 9, 4869 (1990)
- (6) 山木 比呂志: S-VHS・VTR の記録磁化シミュレーション, 信学会, 秋期全国大会, C-343 (1990)

## 三菱超限流遮断器 Newウルトラシリーズ 400～1200AF

スポットネットワーク受電方式等の大容量電流配電方式における短絡容量の増大、給電の信頼性を高めるための選択遮断領域の拡大、システムとしての経済性を改善するためのカスケード遮断容量の向上、あるいは、盤スペースの縮小のためのアークスペースの低減等のニーズに応えるため、三菱電機では、世界最大クラスの遮断容量200kAと優れた限流性能を特長とした超限流遮断器“ニューウルトラシリーズ”を30～225AFについて昨年発売しましたが、今回さらに400～1200AFの大型フレームを追加しシリーズを完成させました。



### 特長

- 世界最大クラスの遮断容量200kAの実現 (400～800AF) 三菱独自のVJC (※1) 技術を採用した限流ユニットを遮断器本体の底面に接続し、世界最大クラスの遮断容量を実現させました。

※1 VJC=Vapour Jet Control

- 優れた限流性能

- カスケード遮断容量の向上

超限流遮断器をカスケード遮断方式のバックアップ遮断器として使用することにより、分岐回路のカスケード遮断容量を大幅に向上させることができ、経済的なシステムを組むことができます。

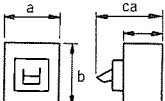
- 選択遮断領域の拡大

分岐回路に超限流遮断器を使用することで、選択遮断領域が拡大し、給電の信頼性がより増すようになります。

- 新IEC規格 (947-2) に適合し、Ics=100%Icuを実現 (400～800AF)

配線用遮断器の国際規格IECが新しくなり、IEC157-1からIEC 947-2に変更されました。遮断性能に関する主な変更点の1つはIcuとIcsの表示です。超限流遮断器は、Icsの値をIcuと同一にし、Ics=100%Icuを実現しています。

### 仕様

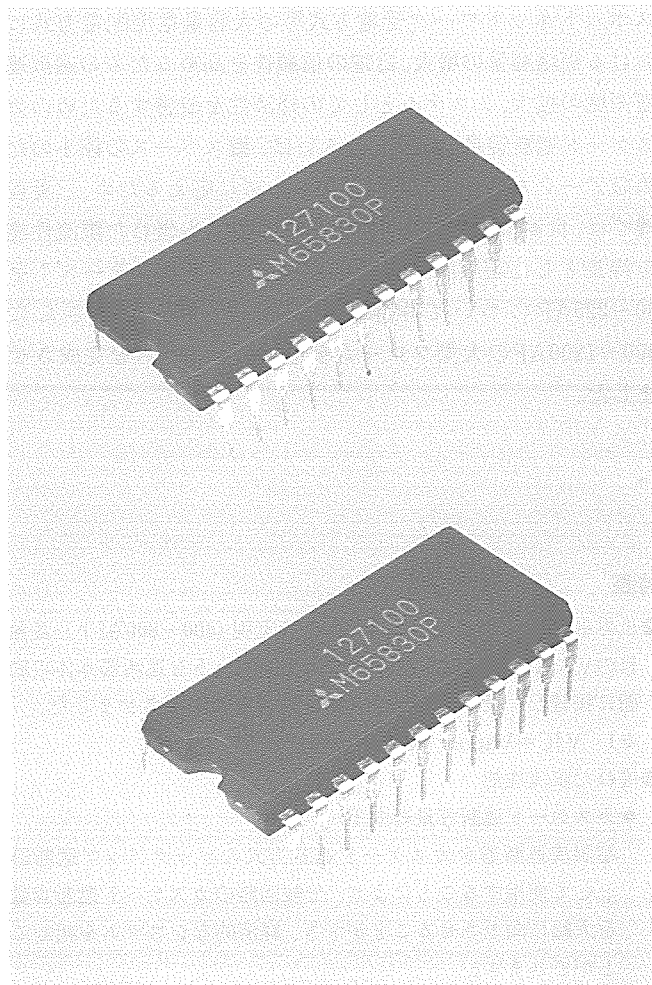
| フレーム              |                                                                                     |      | 400                             |     | 600                         |     | 800                             |     | 1200                          |     |     |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------|---------------------------------|-----|-----------------------------|-----|---------------------------------|-----|-------------------------------|-----|-----|
| 形 名               |                                                                                     |      | NF400-UR                        |     | NF600-UR                    |     | NF800-UR                        |     | NF1200-UR（注1）                 |     |     |
| 定格電流 A（基準周囲温度40℃） |                                                                                     |      | 可調整 200,225,<br>250,300,350,400 |     | 可調整 300,350,<br>400,500,600 |     | 可調整 400,450,<br>500,600,700,800 |     | 可調整 600,700,<br>800,1000,1200 |     |     |
| 極 数               |                                                                                     |      | 3                               | 4   | 3                           | 4   | 3                               | 4   | 3                             | 4   |     |
| 定格絶縁電圧            |                                                                                     |      | Ui(V)                           |     | AC                          |     | 690                             |     | 690                           |     |     |
| 定格遮断容量<br>kA      | JIS (Icn)                                                                           | AC   | 550V                            |     | 170                         |     | 170                             |     | 170                           |     |     |
|                   |                                                                                     |      | 460V                            |     | 200                         |     | 200                             |     | 200                           |     |     |
|                   |                                                                                     |      | 220V                            |     | 200                         |     | 200                             |     | 200                           |     |     |
|                   |                                                                                     |      | 220V                            |     | 200                         |     | 200                             |     | 200                           |     |     |
|                   | IEC (Icu/Ics)                                                                       | AC   | 500V                            |     | 170/170                     |     | 170/170                         |     | 170/170                       |     |     |
|                   |                                                                                     |      | 440V                            |     | 200/200                     |     | 200/200                         |     | 200/200                       |     |     |
|                   |                                                                                     |      | 400V                            |     | 200/200                     |     | 200/200                         |     | 200/200                       |     |     |
|                   |                                                                                     |      | 240V                            |     | 200/200                     |     | 200/200                         |     | 200/200                       |     |     |
| 外形寸法<br>mm        |  |      | a                               | 140 | 280                         | 210 | 280                             | 210 | 280                           | 240 | 310 |
|                   |                                                                                     |      | b                               | 297 | 322                         | 322 |                                 | 322 |                               | 406 |     |
|                   |                                                                                     |      | c                               | 200 |                             | 200 |                                 | 200 |                               | 144 |     |
|                   |                                                                                     |      | ca                              | 252 |                             | 252 |                                 | 252 |                               | 194 |     |
| 接続方法              | 表 面 形                                                                               | (F)  | ○バー端子付き<br>バリア付き                |     | ○バー端子付き<br>バリア付き            |     | ○バー端子付き<br>バリア付き                |     | ○バー端子付き<br>バリア付き              |     |     |
|                   | 裏 面 形                                                                               | (B)  | ○バースタッド                         |     | ○バースタッド                     |     | ○バースタッド                         |     | ○バースタッド                       |     |     |
|                   | 埋 込 形                                                                               | (FP) | ○                               |     | ○                           |     | ○                               |     | ○                             |     |     |

※注(1) NF1200-URは高速遮断容量品で超限流タイプではありません。

# スポットライト

## サラウンドプロセッサ用 デジタルディレイIC M65830P

三菱電機では、サラウンドプロセッサ用デジタルディレイICの新製品M65830Pを開発しました。近年、AVアンプ・テレビ等の音響・映像機器ではサラウンド効果等を用いてリスナを取り囲み、臨場感あふれる音場を再生する製品が一般的になっています。サラウンド再生では通常、フロント/リアのセパレーション向上と大空間を模倣するため、リアスピーカからの音を数10msec遅延させます。当社では、既に、このようなサラウンド再生に最適なデジタルディレイIC M50198Pを製品化し、その使い易さとコストパフォーマンスで御好評をいただいておりますが、刻々と高まる市場のニーズに応え、M65830Pでは、最新のプロセスを使用し、一層の高性能、高機能を実現しました。従来のM50198Pに比べ、内臓メモリの容量を2倍 (16K-bit) にし、A/D、D/A変換時のサンプリング周波数を高くすることで、低雑音、低歪率化を図っています。また、独自の技術により遅延時間切り換え時に発生するノイズを抑え、遅延時間のリニア可変を可能にしました。(0.5~32ms、0.5msステップ)。このように様々な機能を盛り込みましたのでM65830Pは新たな音場創造の一役を担います。

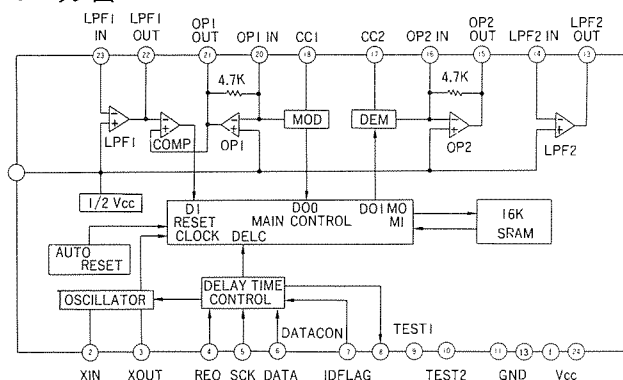


### 特長

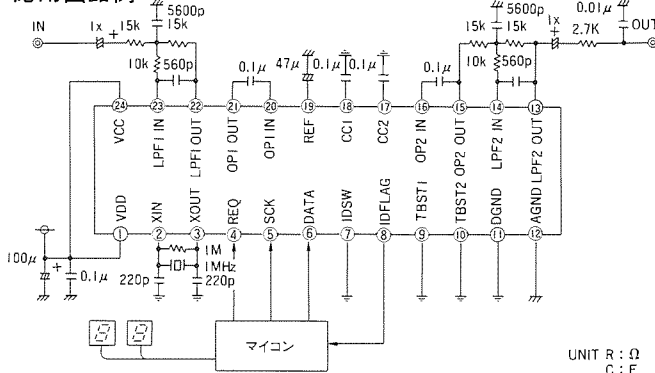
- 入出力フィルタ、A/D、D/A変換器、メモリを内蔵し1チップでデジタルディレイシステムを構成できます。
- A/D、D/A変換部にはADM方式を用い、簡単な構成で低雑音、低歪率のディレイが得られます。  
( $N_o=95\text{dBV}$ 標準、 $\text{THD}=0.2\%$ 標準)

- 0.5~32ms、0.5msステップで64段階の遅延信号が得られます。
- マイコンによるバスコントロールに対応しています。
- 電源投入時にリセットがかかるオートリセット回路を内蔵しています。
- 24ピンDIP (24P4) を採用しています。

### ブロック図



### 応用回路例





# 特許と新案\*\*\*

三菱電機は全ての特許及び新案を有償開放しております

有償開放についてのお問合せは  
三菱電機株式会社 知的財産渉外部  
特許営業グループ Tel(03)3218-2137

## 数値制御マシンにおける布送り装置 (特許 第1332860号)

発明者 中村 隆

この発明は、数値制御マシンにおける布送り装置、特に記憶装置から読み出した縫製模様データにより、布を2軸方向に移動させて、その布に所望の模様を縫製する数値制御マシンにおける布送り装置に関するものである。

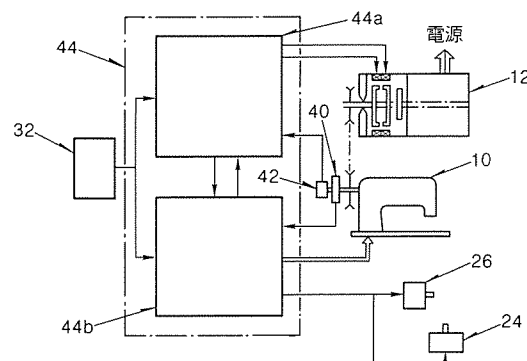
布に所望の模様を縫製するには、マシンの縫製作業に同期して、記憶装置のデータを読み出して布駆動装置を動作させる。このとき、マシンの針が入っている間は布を移動させないようにし、針が抜けている間に布を移動させる必要がある。

従来この種の布駆動装置の布送りタイミングは、針の高さ位置をマシンの主軸の回転角度によって検出する方式のため、布送りタイミングに合わせてパルスが発生させるように、半月状の歯車を主軸に取り付け、この歯車に対向させてパルスセンサを設けている。このため、特殊な半月状の歯車の製作・取付けの必要があり、また高速回転中にバランスがくずれたりする等の欠点があった。

この発明は、このような欠点を解消するためになされたもので、図のこの発明の実施例に示すように、マシン(10)の

針位置検出器(40)からの針位置信号とパルス発生器(42)からのパルス信号を使用して、制御回路(44)により布駆動装置のX・Yパルスモータ(24・26)を駆動制御することにより、記憶装置(32)にプログラムされたデータに合った布送りが行われるようにした。

以上のようにこの発明によれば、簡単な構成にて安価で性能が安定した数値制御マシンにおける布送り装置を提供できる。



## 光学装置 (特許 第1327350号)

発明者 松井 輝仁, 野村 良徳

この発明は、例えば光ファイバ通信における光アイソレータあるいは光変調器としての機能を持つ光学装置の改良に関するものである。

従来の光学装置は、特定の直線偏光成分のみを透過する構成になっているので、光ファイバ中を伝搬している光のように無偏光な光に対しては偏光子によって50%(3dB)の損失は避けることができない欠点があった。

この発明は、このような欠点を解消するためになされたもので、複屈折性結晶板(11, 13, 14)とファラデー効果を持つ結晶板(12)を図1のように配置し、左方からきた無偏光な光(10)を(11)の結晶内で互いに垂直な偏光を持つ光に分離し、(12)によってこれらの光の偏光面を45度回転させ、

(13)で斜めに進ませ、(14)を出たところで再び一本の光線に合成されるように構成している。図2に光(10)の、(11~14)の出射面A~Dにおける光の位置と偏光方向を示す。次に右からきた光は(13, 14)に関しては上記と逆方向に進むだけであるが、(12)を通過した場合は45度回転するので、(11)の通過後は光線(10)の入射位置とは違った位置に出射する。図3に側面から見た光の進む様子を示す。

以上のように、この発明によれば複数個の複屈折性結晶板の間にファラデー効果を持つ結晶板を挿入する簡単な構成によって、左から入射する無偏光な光と、右から入射する無偏光な光を完全に分離することができ、ほとんど損失のない光アイソレータ機能をもつ光学装置が得られる。

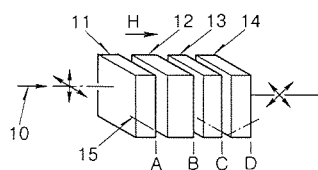


図1

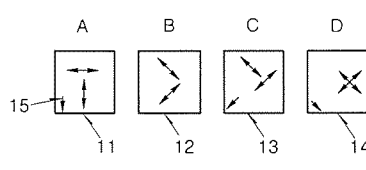


図2

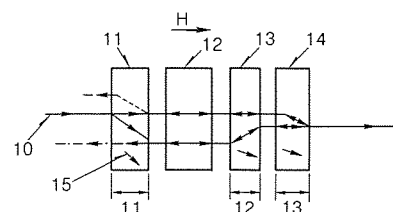


図3



# 特許と新案\*\*\*

三菱電機は全ての特許及び新案を有償開放しております

有償開放についてのお問合せは  
三菱電機株式会社 知的財産渉外部  
特許営業グループ Tel (03) 3218-2137

## 縫製装置 (特許 第1343733号)

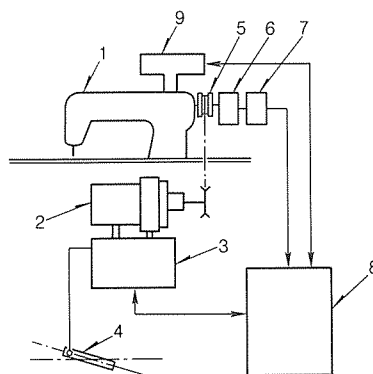
この発明は、所定のプログラムによりミシンを運転させる縫製装置に関するものである。

通常、縫製者がミシンを運転して所定の長さだけ縫製する場合、ミシンは高速度で運転されているので、モータの慣性などにより、端縁を越えて縫製してしまったり、あるいは所定長さに達する手前でミシンが止められたりしてそのミシン停止のタイミングが難しく、相当熟練した縫製者を要していた。

この発明は、このような欠点を解消するためになされたもので、図の実施例に示すように、被縫製物を所定長さだけ縫し、この時の針目数を、ミシン(1)に取り付けられた針位置検出装置(6)の信号によりプログラム制御装置(8)に取り込み、プログラムにセットすることにより、縫製作業を行うときには、足踏みペダル(4)の信号でミシンが運転を開始し、モータ制御装置(3)が可変速モータ(2)に所定長さに近づくと速度を低下させ、残りの針目数が0になると停止の指令を出

発明者 重田 勝則, 本田 嘉之, 船橋 靖幸, 古沢 晃  
力するように構成されている。

以上のようにこの発明によれば、縫製者が所定長さに対応する針目数を一つ一つカウントする必要もなく、被縫製物の縫い過ぎ、縫不足が解消されるため、未熟練者でも一定の品質で縫製できる装置を提供することができる。



〈次号予定〉三菱電機技報 Vol. 65 No. 10 宇宙開発特集

### 特集論文

- 宇宙開発特集に寄せて
- 宇宙開発の現状と展望
- 地球資源衛星1号(ERS-1)
- 宇宙実験・観測フリーフライヤー(SFU)
- 技術試験衛星Ⅳ型(ETS-Ⅳ)バス機器
- インテルサットⅣ号衛星搭載機器
- 宇宙ステーション取付型実験モジュール(JEM)電力系
- 衛星搭載用光学センサ
- 衛星搭載通信機器
- 宇宙ロボット及びランデブドッキング技術

### ●VSAT システム

- SNG 用小型地球局アンテナ
- インマルサット第二世代海岸地球局設備

### 普通論文

- 宇宙用熱制御システム微小重力実験
- 直動形超高速可変速ブロウ用電動機
- 東京電力(株)厚川総合制御システム
- 三菱ビル遠隔管理サービスシステム《メルセントリー-SX》
- 助車両情報センター納め大規模フォルト トレラント ネットワークシステム
- バスダイヤ編成支援システム(MEDIAS)——標準システム——
- 企業内 UNIX 電子メールシステム

### 三菱電機技報編集委員

|         |       |
|---------|-------|
| 委員長     | 山田 郁夫 |
| 委員      | 名畑健之助 |
| 〃       | 福岡 正安 |
| 〃       | 宇佐美照夫 |
| 〃       | 風呂 功  |
| 〃       | 大原 啓治 |
| 〃       | 松村 恒男 |
| 〃       | 名取 直幸 |
| 〃       | 吉岡 猛  |
| 〃       | 鳥取 浩  |
| 〃       | 岡田 久雄 |
| 幹事      | 長崎 忠一 |
| 9月号特集担当 | 志賀 康宣 |

### 三菱電機技報 65 巻 9 号

(無断転載を禁ず)

1991年9月22日 印刷

1991年9月25日 発行

|        |                                                                                           |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 編集兼発行人 | 長崎 忠一                                                                                     |
| 印刷所    | 千葉県市川市塩浜三丁目12番地 (〒272-01)<br>菱電印刷株式会社                                                     |
| 発行所    | 東京都千代田区大手町二丁目6番地2号<br>日本ビル 6階 (〒100)<br>三菱電機エンジニアリング株式会社内<br>「三菱電機技報社」Tel. (03) 3218局2806 |
| 発売元    | 東京都千代田区神田錦町三丁目1番地(〒101)<br>株式会社 オーム社<br>Tel. (03) 3233局0641(代), 振替口座東京 6-20018            |
| 定価     | 1部 721円(本体 700円) 送料別<br>年間予約は送料共 9,373円(本体 9,100円)                                        |



# スポットライト

## エンジニアリング・ワークステーション “ME RISCシリーズ”



UNIXワークステーションがネットワークでしかも広範囲な用途に使われている90年代、分散コンピューティング環境、オープンシステムに加えて、ますます高性能かつユーザインタフェースに優れたワークステーションが求められています。これら、90年代のニーズに応えるため三菱エンジニアリング・ワークステーションMEファミリーのニューフェイスとして、従来のMEシリーズに加え、世界最高水準の性能で応える新ラインアップ“ME RISCシリーズ”を発表しました。

### 特長

- あらゆる分野をカバーする性能レンジ  
“ME RISCシリーズ”は、世界のエンジニアリング・ワークステーション市場でのリーディングサプライヤーであるHewlett-Packard社が開発した第二世代RISC「PA-RISC」を採用し、最先端のCMOSテクノロジーにより開発しました。エントリーモデルで57MIPS、17MFLOPS（倍精度）、55.5SPECmarks、ハイエンドモデルで76MIPS、22MFLOPS（倍精度）、72.2SPECmarksという高性能を実現しました。また、グラフィックス性能においては、91万X11ベクトル/秒（※1）、88.2アンチエイリアス・ベクトル/秒（※2）、33万ポリゴン/秒（※2）の性能を有し、あらゆる分野のニーズをカバーする性能レンジを実現しています。

### 機種構成

|                                    | ME/Rシリーズ                                                   |                                                            |                                                            |
|------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
|                                    | ME/R7200                                                   | ME/R7300                                                   | ME/R7500                                                   |
| CPU（クロック）                          | PA-RISC（50MHz）                                             | PA-RISC（66MHz）                                             | PA-RISC（66MHz）                                             |
| MIPS                               | 57MIPS                                                     | 76MIPS                                                     | 76MIPS                                                     |
| FLOPS（倍精度）                         | 17MFLOPS                                                   | 22MFLOPS                                                   | 22MFLOPS                                                   |
| メモリ バス                             | 128bits                                                    | 128bits                                                    | 128bits                                                    |
| 主メモリ                               | 16～64MB（ECC）                                               | 16～64MB（ECC）                                               | 16～192（ECC）                                                |
| キャッシュ（命令）<br>（データ）                 | 128KByte<br>256KByte                                       | 128KByte<br>256KByte                                       | 256KByte<br>256KByte                                       |
| グラフィックス                            | GRX、CRX、PersonalVRX、TurboVRX（T2/T4）                        | GRX、CRX、PersonalVRX、TurboVRX（T2/T4）                        | CRX、PersonalVRX、TurboVRX（T2/T4）                            |
| 内蔵ディスク                             | ディスクレス（GRX、CRXのみ）、210MB（GRX、CRXのみ）、420MB、840MB（420MB×2）    | 210MB（GRX、CRXのみ）、420MB（GRX、CRX、PVRXのみ）、840MB（420MB×2）      | 660MB（CRX、PVRXのみ）、1、3GB、2、6GB                              |
| 最大ディスク容量<br>（内蔵+外付）                | 10GB<br>420MB×2+1.3GB×7<br>内蔵+外付 SCSI/EISA接続               | 10GB<br>420MB×2+1.3GB×7<br>内蔵+外付 SCSI/EISA接続               | 40GB<br>1.3GB×2+1.3GB×7×4<br>内蔵+外付 SCSI/EISA接続             |
| 標準I/O                              | RS232C×2 セントロニクスSCSI-II<br>802.3/Ethernet LAN Audio、HP-HIL | RS232C×2 セントロニクスSCSI-II<br>802.3/Ethernet LAN Audio、HP-HIL | RS232C×2 セントロニクスSCSI-II<br>802.3/Ethernet LAN Audio、HP-HIL |
| EISAスロット<br>（SCSI-II、HP-IB、LANカード） | ×1（オプション）                                                  | ×1（標準）                                                     | ×4（標準）                                                     |

- 国際標準採用、UNIXオペレーティングシステム“HP-UX”  
基本OSはUNIX SystemV R3.0に4.3BSDの機能を取り入れたHP-UXです。ウィンドウシステムはXウィンドウV11 R4、GUI（グラフィカル・ユーザ・インタフェース）としてOSF/Motif、及びデスクトップ環境としてHP-VUE（HP Visual User Environment）を採用し、ヒューマン・インタフェースに優れた環境を提供します。  
また、国際・業界標準の最新バージョンに基づくネットワークプロトコルを採用すると共に、NCS（ネットワーク・コンピューティング・システム）を基盤とした分散コンピューティング環境を提供します。

### ラインアップ

- “MELCOM ME RISCシリーズ”には、ワークステーション・モデルのME/Rシリーズとサーバ・モデルのME/Sシリーズがあります。
- ワークステーション・モデルは、高性能デスクトップモデルME/R7200、超高性能デスクトップモデルME/R7300、超高性能デスクサイドモデルME/R7500の3モデルです。
- グラフィックスシステムは、グレイスケール・システムGRX、高性能カラーシステムCRX、三次元ソリッドシステムPVRX、超高速三次元レンダリング・システムTVRXの4システムがあり、各ワークステーション・モデルとの組み合わせにより11通りのシステム構成が可能です。
- サーバ・モデルは、ME/S7200、ME/S7300、ME/S7500の3モデルがあり、システム規模に合せた構成が可能です。

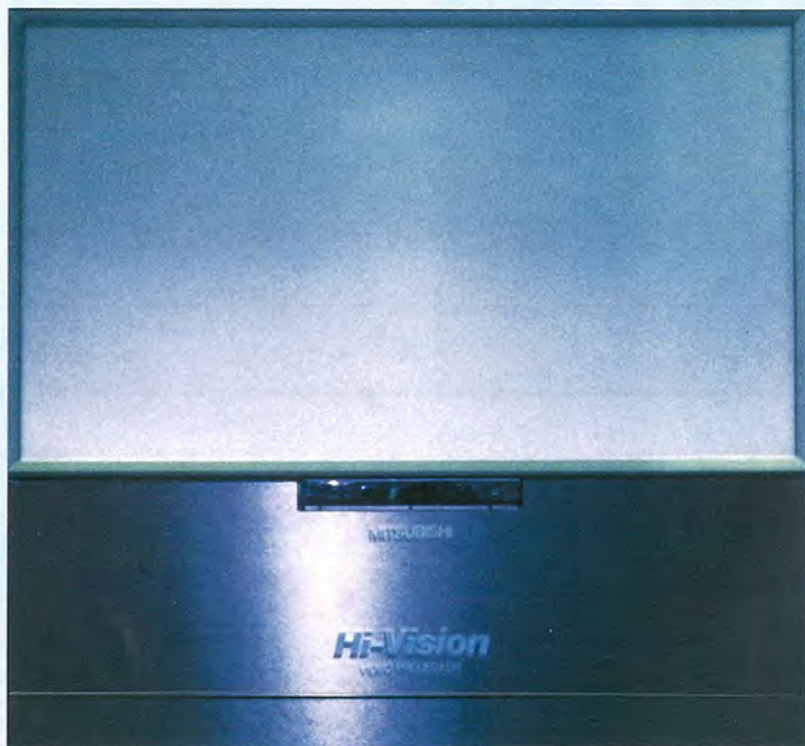
※1：GRX、CRX（ME/R7300、ME/R7500）

※2：TVRX-T4

- UNIXオペレーティング・システムは、UNIXシステムラボラトリーズ社が開発し、ライセンスしています。
- HP-UX、NCS、HP-VUE、HP SoftBenchは、Hewlett-Packard Companyの登録商標です。
- Ethernetは、ゼロックス社の登録商標です。
- OSF/Motifは、オープン・ソフトウェア・ファンデーションがライセンスしているソフトウェアの名称です。
- Xウィンドウは、マサチューセッツ工科大学の登録商標です。
- PA-RISCは、Precision Architecture-Reduced Instruction Set Computerの略で、Hewlett-Packard Companyが商標の登録出願中です。



# スポットライト 60インチハイビジョンビデオプロジェクター LVP-601HD



三菱電機では業務用超大型ハイビジョンプロジェクターLVP-2001HDに続き、小ホール等でのデモンストレーション用の60インチハイビジョンリアプロジェクターLVP-601HDを開発しました。

## 特長

### ●高輝度800cd/m<sup>2</sup> (240ft-L、ピーク輝度) を達成

CRTフェースプレート内側に多重干渉膜を施し、蛍光体の配光分布に指向性をもたせることで大幅な高輝度化を実現しました。また、CRT内面を逆Rプレート(半径550mmの球面)構造として周囲の光も中央に向けることで、画面中央と周辺の高輝度差を低減しています。この結果、従来のNTSCビデオプロジェクター並の明るさを達成し、60インチという大画面にもかかわらず通常照明下での使用も可能となりました。

### ●水平解像度1000TV本

ハイビジョンの放送用1インチVTRの映像帯域は30MHzであり、このような機器との接続を想定した業務用モニターの場合、水平解像度は1000TV本が要求されます。本機では映像回路を大幅に広帯域化させ、140Vp-p、30MHz/-3dBを達成しています。また、9インチCRT、半値幅を拡大したフォーカスマグネット、14枚構

成・無反射コーティング付オールガラスレンズ、ピッチ0.625mmのレンチキュラーを使用した2枚構成スクリーンの採用等でフォーカス性能を改善し水平解像度1000TV本を達成しています。

### ●EDTVにも対応可能

ハイビジョンモニターと言っても現実にはまだハイビジョンの放送、ソフト等も少なく専用モニターでは利用範囲が狭くなっています。本機ではHDTV2系統入力他、EDTV入力端子も備え別売のNTSC-HDコンバータHD-1000との接続にて通常のNTSC放送も楽しめるようにしました。また、ケーブルをつなぐことで本機、HD-1000のどちらにリモコンを向けても両機の動作をさせることが可能であるため容易に遠隔操作をすることができます。ワイヤレスリモコンでは入力切替、各種イコライジングの他、スタティックコンバーゼンスの調整も可能にして操作性を高めています。

その他に、高圧偏向分離回路構成として画像の安定性を高めたり、アナログデジタル併用のコンバーゼンス回路の採用、緑のCRTにも副偏向回路を採用する等の技術でラスタ精度を向上させています。また、セットの移動を容易にするためバックカバーを収納式としています。

# スポットライト ワイドスクリーンテレビ 36C-WA1



放送衛星BS-3bの打上げにより、ハイビジョン放送の放送時間延長が予定され、本格的なハイビジョン時代を迎える一方、ビデオソフトにおいてもビスタサイズ等の横長ソフトの増大が期待されております。また、テレビを取り巻く環境は「大画面・高画質・高音質」に加え、家庭で臨場感溢れる「ホームシネマ」を楽しむ気運が定着しつつあり、新しいワイドスクリーン時代の多メディアに対応したワイドスクリーンテレビ36C-WA1を開発しました。

## 特長

### ●ハイビジョン放送受信可能

ハイビジョンのMUSE信号を現行のNTSC信号に変換し、ハイビジョン番組と同じ16:9のワイド画面が楽しめます。

### ●アスペクト比16:9のワイドスクリーンCRT

新開発のアスペクト比16:9の36形ワイドスクリーンCRTは、新開発多段集束形大口径DBF電子銃を搭載することにより、横長画面の全領域において、均一でシャープなフォーカス特性を得ました。

### ●各種サイズの映像を楽しめる多メディアワイドテレビ

NTSC信号の各画像サイズ(16:9、シネスコ、ビスタ、4:3)それぞれを、デジタル信号処理により高画質のまま画面上にフル表示することが可能です。

### ●ワイドスクリーンを活かした多彩なピクチャーモード

4:3の親画面の外に3つの異なる子画面を同時に動面表示するPOP(ピクチャーアウトピクチャー)機能、あるいは、親画面の中に1つの子画面を動面表示するPIP(ピクチャーインピクチャー)機能の他、多くのデジタル機能を備えています。

### ●臨場感溢れるワイドな音場再生

ハイビジョン放送のMUSE3-1方式のステレオ放送対応に加え、ドルビープロロジック回路の搭載により、臨場感豊かな音場を再現します。

## 仕様

映像……………VHF:1~12ch、UHF:13~62ch

CATV:C13~38ch、BS:1~15ch

MUSE放送受信可能

選局方式……………周波数シンセサイザー方式

CRT……………36" 110°偏向、アスペクト比16:9

セルフコンバーゼンス方式

32.5φDBF電子銃、スロットコアDY

音声出力……………フロント:15W×2、センター:15W×1

リア:15W×2

入力端子……………ビデオ入力:3系統4端子

S入力:3系統4端子、MUSE入力

消費電力……………260W(AC100V 50/60Hz)

外形寸法……………幅902mm、高さ658mm、奥行626mm





より使いやすく、よりきれいな縫いができるようにという発想から、高性能ハイロングアーム形LY2-3750-B1Tが生まれました。従来から信頼と実績で定評のあるDY359-22をベースにして、ふところ寸法を横方向に60mm、高さ方向に25mm大きくして、作業性の向上を図り、布送り、自動給油、ダイヤル式上下送り交互量調節など新機構を採用して、使いやすさとメンテナンス性を追求しました。その結果、作業能率が20～30%高くなった事例もあります。

## 特長

- アームを25mm高くすることで、針まわりをすっきりとして針先が見やすく、縫製姿勢に無理がなく操作しやすくなり疲れがなくなりました。
- 新送り機構の採用で高速、低速縫いと縫製速度が変化しても縫い目ピッチのむらは、ほとんどなくなりました(従来機種では最大で20%のむらがあります)。縫製品質を厳しく要求される高級縫製品(かばん、袋物など)では、その性能を十分に発揮して高い評価を得ています。
- ふところを大きくすることで、大きな縫製物でも折り畳んだり、曲げたりしないで無理なく取扱いやすくなりました。
- ダイヤル操作一つで、簡単に上送りの交互量が変わります。交互量を、厚いところでは大きく、薄いところでは小さく変えて縫うことができ、段差の多い縫製物でも縫い速度を上げることができます。
- 低速でも安定した自動給油機構の採用により、給油の煩わしさと差し過ぎによって縫製品を汚すことがなくなりました。
- 太プーリの採用で、縫い始め、縫い終りの針落ち位置合せが手回しで簡単に行えるようになりました。高級製品では縫い目の美しさが要求され、第1針目の位置と縫い目ピッチ長さの均一性が問われます。
- 上押え力を増しても縫製物に傷がつきにくく、まっすぐに安定した送りで均一な縫い目ができます。
- 送りタイミングの改良で、糸の引き上げと糸締めが良くなり、#4程度の糸でも簡単な調整で楽に縫うことができます(ただし、糸切り性能の保証は#6程度です)。
- ひざ上げ装置と油槽を一体化にして、組立および調整作業の容易化を図りました。ミシン販売店での作業低減に貢献します。

## 仕様

| 形 名                | LY2-3750-B1T         |      |
|--------------------|----------------------|------|
| 用 途                | 厚物用                  |      |
| 最高縫い速度 (針数/分)      | 2,000                |      |
| 縫 目 量 (mm)         | 0～8.0                |      |
| 針 棒 ス ト ロ ッ ク (mm) | 38.0                 |      |
| 天 秤 ス ト ロ ッ ク (mm) | 73.0                 |      |
| 上 送 り 足 交 互 量 (mm) | 2.0～5.0              |      |
| 送 り 歯 高 さ (mm)     | 1.0                  |      |
| 押さえ上昇量 (mm)        | 手                    | 6.0  |
|                    | ひざ                   | 16.0 |
| 使 用 針              | DP×17 #22 (DB×1 #22) |      |
| か ま                | 糸切り用全回転自動給油式 垂直2倍がま  |      |

## ミシン駆動装置(リミサーボXC-AM)の機能

| 機 能 名  |             |   |
|--------|-------------|---|
| ミシン    | 糸切り出力       | ○ |
|        | 糸払い出力       | ○ |
|        | 返し縫い出力      | ○ |
|        | 自動押え上げ出力    | ○ |
| 内部スイッチ | 上位置信号出力     | ○ |
|        | 定電圧出力+12V   | ○ |
|        | 外部運転信号      | ○ |
|        | 可変速指令       | ○ |
|        | 自動押え上げ信号    | ○ |
|        | 半針動作信号      | ○ |
|        | 補正縫い信号      | ○ |
|        | 糸切り解除信号     | ○ |
|        | 返し縫い信号      | ○ |
|        | ワンショット信号    | ○ |
|        | 光電スイッチ操作    | ○ |
|        | スロースタートスイッチ | ○ |
|        | 1針縫いスイッチ    | ○ |
|        | 逆転針上げスイッチ   | ○ |

(注) ○印は機能有。サーボモータ容量は100V、200V系550W(単相、3相)および200V系750W(単相、3相)があります。



# 電子パターン縫いマシン スポットライト PLK-A1710R



PLK-Aシリーズは、脱技能、生産性の向上に対応するため、高速化、自動化を目指した第2世代の電子パターン縫いマシンです。縫製エリアもシリーズ化を行い50mm×40mmから600mm×300mmまで揃えました。

XYテーブルの高分解能化と振動抑制による高速化、縫製データ作成機能の搭載、自動機への応用性などの性能・機能の向上を実現しました。

## 特長

### ●高速性能の実現で生産性向上

PLK-A1710Rは縫い目ピッチ長さ4.0mmで縫い速度2000針数/分、また、空送り速度も各軸単独で200mm/sの高速性能を実現しました。これは、従来機能PLK-1710の約1.7倍と約2倍に相当します。

### ●自動化しやすい制御システム

外部機器と組合せて自動機として使用しやすいように、シーケンサ《MELSECシリーズ》との接続を容易にできるようにしました。

### ●対話方式による入力・運転操作

LCD(液晶)表示装置の採用により、対話方式による縫製パターンデータの作成、運転準備の操作が一段と容易になりました。また、各種設定値および操作エラーも表示されます。

### ●保守性の向上

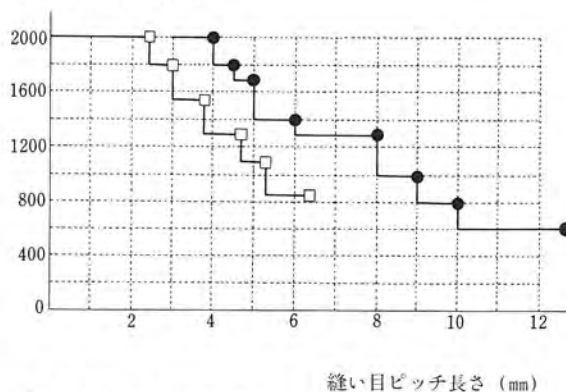
豊富な故障診断機能が、制御装置のモード切替えにより不具合箇所がLEDに表示され、メンテナンスの向上が可能となりました。

### ●メモリ方式と容量

縫製パターンデータの記憶媒体は、フロッピーディスクとPROMの両方が使用できます。従来機種で作成したPROMの縫製パターンデータもそのまま使用できます。

## 縫い速度比較

縫い速度 (針数/分)



● : PLK-A1710R (Aシリーズ)  
□ : PLK-1710 (従来シリーズ)

## 仕様

|                  |                                             |
|------------------|---------------------------------------------|
| 縫い目の形式           | 一本針本縫い                                      |
| 使用針              | DPX17 #18 (標準)                              |
| 縫い速度             | 200~2,000針数/分 10段階設定                        |
| 縫製エリア            | 横(X軸) 170mm、縦(Y軸) 100mm                     |
| 縫い目ピッチ長さ         | 0.1~12.7mm (分解能0.1mm)                       |
| 縫製パターンの記憶媒体      | 3.5"フロッピーディスク (2HD)、PROM (オプション)            |
| 縫製パターンの数 (最大)    | 150パターン (フロッピーディスク)、16パターン (PROM)           |
| 記憶針数 (フロッピーディスク) | 8,000針/パターン 合計360,000針                      |
| 拡大・縮小機能          | X、Y軸各々10~200% (0.1%ステップ)                    |
| 入力・修正機能          | ティーチングプレイバック方式                              |
| 駆動方式             | ミシン頭部<br>布送り駆動<br>布押え方式                     |
|                  | リミットストップZ (400W)<br>ステッピングモータによる間欠送り<br>エア式 |
| 電源電圧・容量          | 単相100V/三相200V±10% 50/60Hz 1.2KVA            |
| 外形寸法・質量          | 1,200mm×895mm×1,120mm 1,490N (150kg)        |