

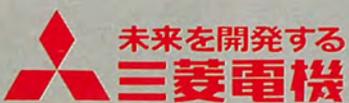
MITSUBISHI DENKI GIHO

三菱電機技報



Vol.54 No.10

自動車用電装品特集



10

1980

三菱電機技報 Vol.54 No.10 1980

自動車用電装品特集

目次

特集論文

電子制御燃料噴射装置……………	1
三木隆雄・浅山喜明・佐々木武夫	
タイマ集中制御装置及びトリップコンピュータへのマイクロコンピュータ応用……	6
伊藤久嗣・山本敏夫・魚田耕作	
自動車用走行制御電子装置……………	11
辰巳 巧・内藤靖雄	
ハイブリッドICイグナイタ……………	16
松村政美・上田 敦・陣門優志・小林栄治	
車載オルタネータ用HICレギュレータ……………	20
岩城良之・森下光晴・和田一三・岩谷史郎・片島 正	
三菱水温検出ユニット T3……………	25
山根正熙・山上倅三・十河敏雄・山本平男	
液晶を用いた自動車用インストルメントパネル……………	29
清水 修・播口正雄・堀切賢治・近藤信幸・伊藤久嗣	

普通論文

産業医科大学総合医療情報システム……………	35
新納 弘・宮本直記	
新形F種モールド変圧器……………	40
千歳 隆・伊奈照夫・林 守・村上靖武	
空調用フィン付熱交換器の特性向上……………	43
湯山 栄・山崎起助・小松文昭・上妻親司	
関西電力(株)大飯発電所1,300MVAタービン発電機の据付・現地試験……………	47
井上利昭・田尻義昭・伊藤裕之・福田光雄	
タービン発電機用ロータ部品材料の強度評価……………	51
八木耕三・大石紀夫・竹屋 仁・吉岡純夫	
渦電流方式可変速クラッチモートル《リミ・ストップ Z》……………	55
小林孝生・加藤勝久・中村 隆・熊谷 博・藤川勝弘	
ソリッドステート化したエレベーターの停電時自動着床装置……………	60
内野秀夫・野村正実	

特許と新案

清掃装置	
冷凍装置	
ジグザグ式空気清浄器	

当社の登録実用新案一覧……………	67, 68
------------------	--------

スポットライト

乾式電磁クラッチブレーキ (薄形Uシリーズ)……………	64
水道加圧装置……………	65
“ワンパイプ給排式”住宅用《ロスナイ》……………	66
工業用炭酸ガスレーザ加工機《メルレーザ ML-1000》……………	(表3)

表紙

トリップコンピュータ“VELNAS”

トリップコンピュータは、自動車を運転する際に役立つ各種の情報をボタン1つで呼びだして計器板上に表示する電子式運転情報表示システムである。自動車メーカーの要求に合わせて種々の仕様のものを設計することができる。

表紙の3種類のユニットのうち左端のものは三菱自動車工業(株)の55年形ギャラン車の一部に装着されているもので、燃料消費率や平均車速など4つの走行情報と、時報やストップウォッチなど3つの時計機能を盛り込んである。

このような機能のパッケージはマイクロコンピュータの利用によってはじめて可能になったもので、自動車にとって従来になかった新商品である



アブストラクト

電子制御燃料噴射装置

三木隆雄・浅山喜明・佐々木武夫

三菱電機技報 Vol.54・No.10・P1～5

自動車に対して課せられた省エネルギー、排気ガス浄化の課題を達成するため、電子制御燃料供給装置の導入が世界的なすう勢となっている。このたび当社は、三菱自動車工業(株)、三国工業(株)と共同で、従来方式とは全く異なった新しいシステムの開発に成功した。このシステムには①カルマンうず(渦)を応用したエアフローセンサ、②マイクロコンピュータを用いたきめ細かい制御、③霧化の良いシングルポイントインジェクションなどの新機構を採用した。

車載オルタネータ用HICレギュレータ

岩城良之・森下光晴・和田一二三・岩谷史郎・片島 正

三菱電機技報 Vol.54・No.10・P20～24

ハイブリッドICレギュレータを生産開始して10年が経過した。オルタネータに内蔵される機能部品として、従来の機械接点式レギュレータからの全面移行も時間の問題となっている。本稿では生産性・経済性・信頼性を達成した当社第3世代HICレギュレータ、H108形を中心にその経緯を説明し、信頼性の概念を含めて総合的にこれの概要を報告し、併せて次の世代の開発状況についても報告する。

タイマ集中制御装置及びトリップコンピュータへのマイクロコンピュータ応用

伊藤久嗣・山本敏夫・魚田耕作

三菱電機技報 Vol.54・No.10・P6～10

マイクロコンピュータを用いて、タイマ要素を集中制御するタイマコントローラ、並びに走行情報などを表示するトリップコンピュータを開発した。両装置共にC MOSマイクロコンピュータを選んで、耐電圧変動など自動車用制御装置に要求される条件を満たすことができた。タイマコントローラにはタイマを内蔵しない低レベルの素子を選び、演算サイクルをソフトウェアでカウントする方式によりタイマを実現し、コスト低減を図った。

三菱水温検出ユニットT3

山根正熙・山上倅三・十河敏雄・山本平男

三菱電機技報 Vol.54・No.10・P25～28

自動車用エンジン冷却水温検出装置用として、感熱サイリスタとサーミスタを用いた水温検出ユニットT3の開発と量産化を図った。

従来より用いられている2個のサーミスタを用いた水温検出ユニットに比較し、センサとスイッチの2つの機能を有する感熱サイリスタを応用したことにより、回路の簡素化が可能となった。また、このユニットは自動車以外の温度検出や過熱防止などへの応用が期待されている。

自動車用走行制御電子装置

辰巳 巧・内藤靖雄

三菱電機技報 Vol.54・No.10・P11～15

エンジン関係の電子化と並行して、自動車の走行に関連した装置にも電子制御が多く取り入れられるようになってきた。これらの装置のうちから、イーゾドライブと省燃費を目的としたオートクラッチ、クルーズコントロール、安全性向上を目的としたアンチスキッド装置の3点を取り上げ、システムの構成と特長を説明する。

液晶を用いた自動車用インスツルメントパネル

清水 修・播口正雄・堀切賢治・近藤信幸・伊藤久嗣

三菱電機技報 Vol.54・No.10・P29～32

自動車の誕生以来使われてきた機械式インスツルメントパネルを全電子化するため、大形液晶表示素子とマイクロプロセッサを用いて、従来の指針式メータでは表現できない特色のあるインスツルメントパネルを試作し評価した。自動車からのセンサ信号をマイクロプロセッサで処理し、運転に必要な19項目の情報をカラー表示と多重表示を行うことにより視認性の高い表示装置が実現できた。

ハイブリッドICイグナイタ

松村政美・上田 敦・陣門優志・小林栄治

三菱電機技報 Vol.54・No.10・P16～19

自動車用無接点式点火装置(イグナイタ)は、排出ガス規制の強化、燃料消費率の改善、メンテナンスフリー化などに対応して、従来の接点式に代わり広く採用されている。本稿では、フリップチップICの開発により小形軽量化を図り、配電器に直付け可能とするとともに、高性能、高信頼性を実現したハイブリッドICイグナイタの特長及び得られた点火性能について述べる。

産業医科大学総合医療情報システム

新納 弘・宮本直記

三菱電機技報 Vol.54・No.10・P35～39

医療分野における代表的なシステムが、産業医科大学において昭和54年開院と同時に稼働した。《MELCOM-COSMO 500》2台によるデュプレックスシステムが主な特徴である。

当初の適用業務は、大学及び病院における事務・診療上主要な機能である医事業務、病歴管理、薬剤管理、臨床検査等であり、これらの各サブシステムを、データベース上で連携づけている。ここではシステムの特徴を中心にその概要と今後の展望を紹介する。

Abstracts

Mitsubishi Denki Giho : Vol. 54, No. 10, pp. 20~24 (1980)

A Hybrid IC Regulator for Vehicle Alternators

by Yoshiyuki Iwaki, Mitsuharu Morishita, Hifumi Wada, Shiro Iwatani & Tadashi Katashima

Ten years have passed since the introduction of the hybrid IC regulator. The complete replacement of the mechanical regulators built into alternators is only a matter of time. The article discusses the manufacturability, economic considerations, and reliability of the Mitsubishi H108 hybrid IC regulator, a third-generation device, as an advanced representative of this type of regulator. The reliability concept of this hybrid IC regulator as well as an overall discussion of such devices is presented along with a view toward the development of the next generation of regulator devices.

Mitsubishi Denki Giho : Vol. 54, No. 10, pp. 1~5 (1980)

An Electronically Controlled Automobile Fuel-Injection System

by Takao Miki, Yoshiaki Asayama & Takeo Sasaki

The adoption of electronic fuel-injection systems is becoming the leading worldwide trend in measures to save automobile fuel and fight pollution. Mitsubishi Electric, Mitsubishi Motors, and Mikuni Kogyo have succeeded in jointly developing a completely new system featuring a Karman vortex-type air-flow sensor, precision control by means of a microprocessor, and single-point injection with superior atomization.

Mitsubishi Denki Giho : Vol. 54, No. 10, pp. 25~28 (1980)

The Type T3 Water-Temperature Gauge Unit

by Masahiro Yamane, Koza Yamagami, Toshio Sago, & Hirao Yamamoto

The T3 water-temperature gauge unit, utilizing a thermally sensitive thyristor and a thermistor, was developed and produced for use as a cooling-water-temperature gauge for automotive engines. In comparison with previously used gauges, which used two thermistors, circuit simplification has been achieved by using a thermally sensitive thyristor that functions as a sensor and a switch to produce a gauge unit that has applications as a temperature sensor or overheat-alarm sensor in addition to its basic intended use in automotive engines.

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

A Computer-Controlled Timer and a Trip Computer for Automobiles

by Hisatsugu Ito, Toshio Yamamoto & Kosaku Uota

Using timers as basic control elements, a timer controller and a trip computer for display of trip data have been developed. Both have been achieved with CMOS microcomputer technology, allowing operation under varying supply voltages, a condition common in the automotive environment. To reduce costs, timing control is achieved by a low-end microprocessor, instead of a built-in timer, and timing is performed by software counting of the operation cycles.

Mitsubishi Denki Giho : Vol. 54, No. 10, pp. 29~32 (1980)

A Liquid-Crystal Automotive Instrument Panel

by Osamu Shimizu, Masao Hariguchi, Kenji Horikiri, Nobuyuki Kondo & Hisatsugu Ito

Aiming for an all-solid-state electronic instrument panel to replace the electromechanical types in use since the birth of the automobile, Mitsubishi Electric has developed and evaluated a prototype instrument panel. This unique device incorporates a microprocessor to handle signals from sensors in the automobile, and a large-area LCD device that makes possible displays beyond the capability of indicating-needle panels, such as highly visible display in color and 19 different kinds of data essential for driving.

Mitsubishi Denki Giho : Vol. 54, No. 10, pp. 11~15 (1980)

Automotive Electronic Driving-Control Systems

by Takumi Tatsumi & Yasuo Naito

In addition to electronic devices for controlling engine functions, Mitsubishi Electric is making electronic devices to control driving functions as well, including one for automatic transmission and cruise control that increases comfort and saves fuel, and another for automatic skid control to increase safety. The article discusses the features of these three devices as well as the electronic system configurations.

Mitsubishi Denki Giho : Vol. 54, No. 10, pp. 35~39 (1980)

A Medical Information System for the University of Occupational and Environmental Health

by Hiromu Niino & Naoki Miyamoto

This system, which is typical of advanced medical information systems, was put into operation upon the opening of the University of Occupational and Environmental Health in 1979. It features two MELCOM-COSMO 500 computers in duplex operation. The system handles administrative work for the university—including administrative accounting, drug management, and filing and indexing of medical records—and work for the clinical laboratory, with the capability to support the required data bases and subroutines for these functions. The article discusses the system's features and concepts and the outlook for future system development.

Mitsubishi Denki Giho : Vol. 54, No. 10, pp. 16~19 (1980)

A Hybrid IC Igniter

by Masami Matsumura, Atsushi Ueda, Masashi Jimmon & Eiji Kobayashi

Breakerless automotive ignition systems are widely replacing conventional systems in order to meet new stricter emission standards, improve fuel economy, and provide maintenance-free operation. The article describes a light, compact distributor-mounted unit implemented with a newly developed flip-chip IC. This hybrid IC igniter features high-level performance with superior reliability, and the article discusses these aspects as well.

アブストラクト

新形F種モールド変圧器

千歳 隆・伊奈照夫・林 守・村上靖武

三菱電機技報 Vol.54・No.10・P40～42

モールド変圧器は、難燃性、耐湿性、小形軽量、保守点検の簡便さなど数多くの長を有しており、各分野に幅広く採用され、著しく普及してきている。このたび従来のモールド変圧器に比べて更に小形化した新形モールド変圧器のシリーズ化を完成し、電圧33kV容量10,000kVAまでの製造体制を完備した。

本文では、新形モールド変圧器のエポキシ絶縁処理方式とその長、及び種々の品質検証試験結果について述べる。

タービン発電機用ロータ部品材料の強度評価

八木耕三・大石紀夫・竹屋 仁・吉岡純夫

三菱電機技報 Vol.54・No.10・P51～54

タービン発電機の軸材は、破壊力学手法を用いて品質評価されるのが一般的であるが、軸材以外のロータ部品材料の品質評価も重要である。リテニングリング・ロータウエッジ等のロータ部品材料についても軸材と同様に破壊じん性 (K_{Ic})、き裂進展速度 (da/dN) 等のデータを収集した。本文は、その評価法と実測値を紹介し、適確な評価ができることを示し、更に、最近の非破壊検査法の進歩及び強度協調の考え方を述べたものである。

空調用フィン付熱交換器の特性向上

湯山 莖・山崎起助・小松文昭・上妻親司

三菱電機技報 Vol.54・No.10・P43～46

熱交換器は空調機器の主要な構成要素であり、機器の性能に大きな影響を及ぼすため、その高性能化が重要な課題である。

このたび、当社ではフィン付熱交換器の管配置の高密度化と表面処理により、熱伝達特性の大幅な向上とぬれ(濡)面風圧損失の低減を図った高性能熱交換器を開発し、ルームエアコン、ファンコイルユニットに採用した。本稿では、この熱交換器を従来のものと比較し、特徴・特性を紹介するとともに空調機器への適用についても述べる。

渦電流方式可変速クラッチモートル《リミ・ストップZ》

小林孝生・加藤勝久・中村 隆・熊谷 博・藤川勝弘

三菱電機技報 Vol.54・No.10・P55～59

工業用ミシンの自動化・省力化に対する駆動装置として、可変速位置停止装置付クラッチモートルが近年急速に普及してきた。今回、従来より生産してきた摩擦方式の可変速クラッチモートル《リミ・ストップV》にかわり、電磁クラッチ部に摩擦のない低慣性のうず(渦)電流継手を採用するとともに、制御盤にマイコンを導入した新形《リミ・ストップZ》を開発した。ここでは開発過程において検討した磁気回路・熱応力解析の概要や、制御盤の構成・機能について述べる。

関西電力(株)大飯発電所1,300MVAタービン発電機の据付・現地試験

井上利昭・田尻義昭・伊藤裕之・福田光雄

三菱電機技報 Vol.54・No.10・P47～50

関西電力(株)大飯発電所の本邦最大容量1号1,300MVAタービン発電機は、昭和54年3月営業運転を開始し、2号機も同年12月に運開した。本機は冷却方式その外に多くの新技術を導入し、従来機より容量を大幅に増大させ、今後の大容量タービン発電機の標準となる世界最大級のものである。その現地試験の結果は十分満足すべきもので、有益な経験と自信を得た。ここに本機の温度上昇、振動など現地における各種試験の概要を報告する。

ソリッドステート化したエレベーターの停電時自動着床装置

内野秀夫・野村正実

三菱電機技報 Vol.54・No.10・P60～63

停電又は故障時、エレベーター内の乗客を安全に救出する装置として3相インバータを使用し巻上電動機を直接駆動する方式を新たに開発した。この方式は補助電動機を使用する従来方式と比較し、(1)電子化による信頼性の向上、(2)小形軽量化(従来品の約1/2)、(3)既設エレベーターへの取付所要日数の減少(従来品の約1/3)、(4)乗心地・着床精度の向上等の長所を有し、一般新設エレベーターにはもちろん、既設及び病院・車いす用にもより一層適した装置となった。

Abstracts

Mitsubishi Denki Giho : Vol. 54, No. 10, pp. 51~54 (1980)

Strength Evaluation of Turbine-Generator Rotor-Component Materials

by Kozo Yagi, Norio Oishi, Hitoshi Takeya & Sumio Yoshioka

While fracture mechanics is generally used to test the quality of turbine shafts, rotating members other than the shaft must also be tested. Fracture toughness (K_{Ic}) and crack-propagation rate (da/dN) data were collected for retainer rings and rotor wedges. The article describes the results of measurement and method of evaluation, demonstrating that a reliable evaluation method was established, and introduces recent advances in nondestructive testing and reinforcement of materials.

Mitsubishi Denki Giho : Vol. 54, No. 10, pp. 40~42 (1980)

New Class F Encapsulated Dry-Type Transformers

by Takashi Chitose, Teruo Ina, Mamoru Hayashi & Yasutake Murakami

Encapsulated dry-type transformers, being resistant to fire and humidity as well as being small, light, and easy to maintain, find a wide range of uses in great numbers. A new type of encapsulated dry-transformer has been developed in a yet more compact style for voltages up to 33kV and capacities to 10,000kVA. The article describes the epoxy-resin insulation method used in these new transformers and the results of quality-assurance tests on these transformers.

Mitsubishi Denki Giho : Vol. 54, No. 10, pp. 55~59 (1980)

Limi-Stop Z Variable-Speed Needle-Positioner Clutch Motors

by Takanori Kobayashi, Masahisa Kato, Takashi Nakamura, Hiroshi Kumatani & Katsuhiro Fujikawa

Variable-speed needle-positioner clutch motors are fast becoming the standard for use as drive mechanisms for industrial sewing machines. The previously used variable-speed friction clutches are being replaced with Limi-Stop magnetic clutches to eliminate friction and lower inertia by the use of an eddy-current coupling. And now a Limi-Stop system with microprocessor control has been developed. The development of this system, including the analysis of thermal stress in the magnetic circuit and the configuration of the control panel and mechanism, are described in the article.

Mitsubishi Denki Giho : Vol. 54, No. 10, pp. 43~46 (1980)

The Advanced Characteristics of Finned-Tube Heat Exchangers and Air Conditioners

by Hiroshi Yuyama, Kisuke Yamazaki, Fumiaki Komatsu & Chikashi Kozuma

Heat exchangers, comprising the most important element in air-conditioning systems, must be made reliable since they have a great influence on system performance. Mitsubishi Electric has developed a finned-tube heat exchanger with a high tube density and surface treatment that improves heat-transfer performance and reduces the drop in wet-surface air pressure, applying it to air conditioners and fan-coil units. The article compares the heat exchanger with previous units and discusses its features, characteristics, and application to air conditioners.

Mitsubishi Denki Giho : Vol. 54, No. 10, pp. 60~63 (1980)

An Elevator Solid-State Emergency-Landing Device

by Hideo Uchino & Masami Nomura

To rescue elevator passengers in the case of an elevator power or mechanical failure, a new system has been developed using a three-phase inverter and traction motor in a direct-drive mode. Compared with the previous systems making use of auxiliary motors, the new system offers improved reliability through the use of electronics, reduced size (roughly one half that of previous systems), rapidity of installing the system to elevators now in use (approximately one third that of previous systems), and improvement in the riding comfort and landing accuracy. These advantages make the new system applicable for use in hospitals and for wheelchair patients, in addition to new elevator construction.

Mitsubishi Denki Giho : Vol. 54, No. 10, pp. 47~50 (1980)

Field Testing of a 1,300MVA Turbine Generator for the Oi Nuclear-Power Station

by Toshiaki Inoue, Yoshiaki Tajiri, Hiroyuki Ito & Mitsuo Fukuda

The first Mitsubishi 1,300MVA turbine generator for this power station was put into commercial operation in March 1979, and the second unit in December of that year. The turbine generators use new technology in a variety of areas, including the cooling system, to achieve great increases in capacity over previously designed generators, and are destined to become the worldwide standard for large-scale generators of this type. Valuable experience was gained in the installation and testing of the generators. The outline of the tests performed on the generators with respect to heating and vibration are described in the article.

電子制御燃料噴射装置

三木隆雄*・浅山喜明**・佐々木武夫*

1. ま え が き

石油危機に端を発した省エネルギーに対する社会的要請は日増しに高まり、自動車についても燃費改善が当面の最大の課題とされている。米国ではメーカーごとの全販売車両の平均燃費を規制する燃費法がすでに施行され、年ごとに厳しくなる基準値の達成を義務付けた。このため新材料導入などによる車両の軽量化、小形化が推進される一方、エンジン燃焼効率改善の研究が進められている。加うるに排気浄化も依然として重要課題であり、一面では矛盾するこれらの要求を満足させるため燃料供給量、点火時期あるいは排気ガス再循環 (EGR) などのエンジン制御パラメータを運転状態に合わせて複雑に制御する必要性が生じてきた。しかし従来の機械的装置では制御機能の向上に限界があるので、エレクトロニクスの導入が不可欠とみられるようになった。

当社はこのような要請にこたえて、三菱自動車工業 (株) を中心として、三国工業 (株) と共同で、新方式の電子制御燃料噴射装置 (Electronic Controlled Injection, 以下 ECI と略す。) の開発を行い、すでに市場にある従来方式の燃料噴射装置とは全く異なる方式を製品化することに成功した。これは上述した要求にこたえるものとして期待され、昭和 55 年 5 月発売の三菱ギャラン車にとう (搭) 載されている。

ここでは、ECI システムの概要と構成部品の特長について述べる。

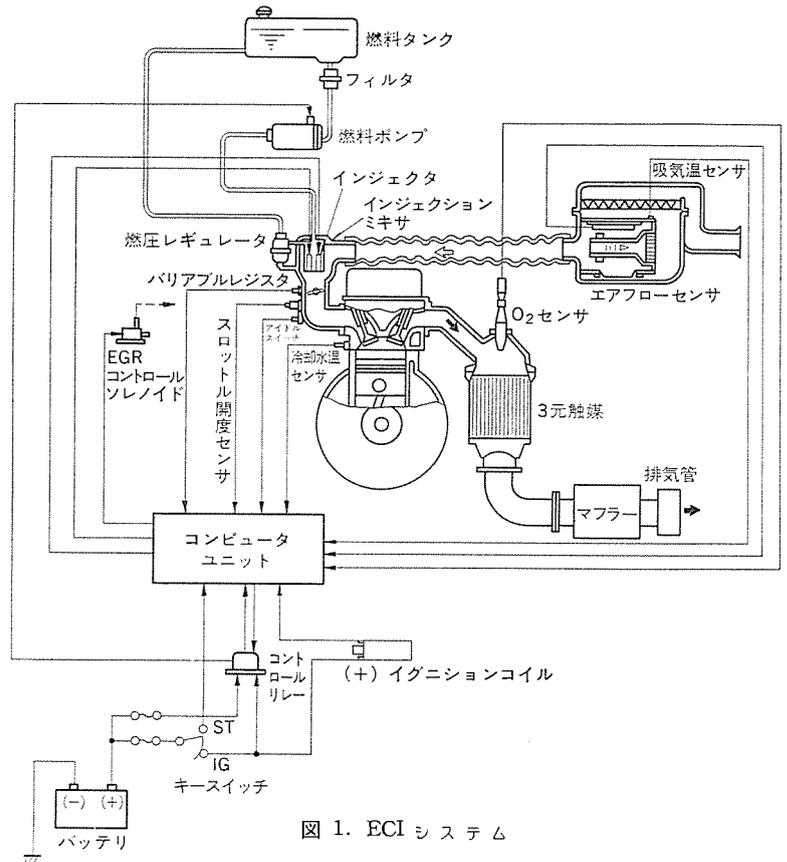


図 1. ECI システム

表 1. 米国の燃費規制

年 度	1980	1981	1982	1983	1984	1985
燃費基準値 (mile/gal.)	20	22	24	26	27	27.5

2. ECI システムの概要

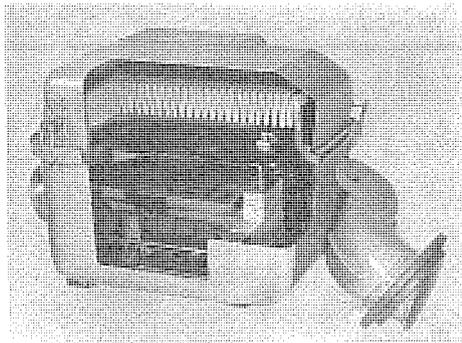
ECI システムの構成を図 1. に示す。ガソリンエンジンの燃料供給系の基本的な役割は、吸入空気量に見合った燃料を供給し、いわゆる空燃比 (吸入空気量と燃料量との重量混合比、理論空燃比は約 14.7) をほぼ一定に保つことである。このためには、無負荷運転のアイドリングから最大出力時まで約 40 倍にもわたって変化するエンジンへの吸入空気量を正確に計測しなければならない。検出した空気量をもとに燃料量を決定する方式をマフロー方式と称し、吸入空気量を直接計測するセンサをエアフローセンサと呼ぶ。ECI はマフロー方式である。

実際にはエンジンの最適空燃比は運転状態に応じて変化する。したがって ECI システムはエアフローセンサを中心に運転状態を検出するセンサ群、その情報をもとに最適燃料量を演算するコンピュータユニット、演

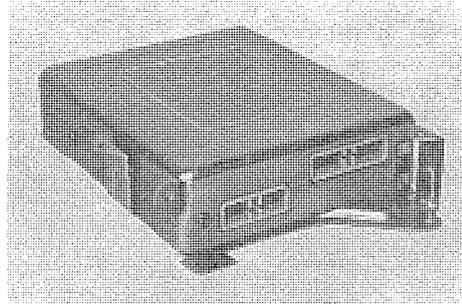
算結果に基づいて燃料を供給するインジェクタ及びインジェクタに加圧燃料を供給する燃料系より構成している。

ECI システムは、また排気ガス中の窒素酸化物低減のために用いる EGR の制御も行い、これを空燃比制御と有機的に結合させてエンジン性能の改善を図っている。システムの主要構成部品を図 2. に示す。各部品には種々の新しいアイデアを盛りこんでいるが、その概要を次に述べる。

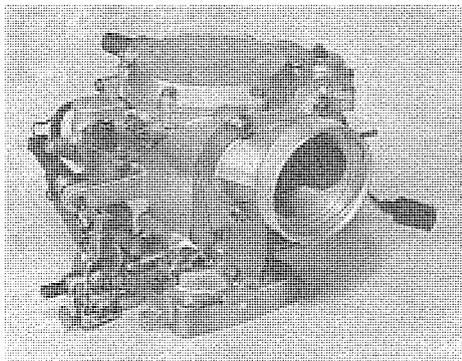
- (1) エアフローセンサには、流体力学上よく知られているカルマンうず (渦) 現象を応用し、渦の検出に超音波を用いた新しい方式を採用した。これによって機械的な可動部がなく耐久性にすぐれ、かつ過渡応答性が良好なセンサを得ることができた。
- (2) システムの中核に当たるコンピュータユニットには、最新のマイクロコンピュータを用い、各種運転状態に応じた最適燃料量を演算することで、精度よくかつきめ細かい制御を可能とした。
- (3) インジェクタは、従来方式とは異なり各気筒の吸入管集合部 (インジェクションミキサ) に装着して、すべての気筒に必要な燃料を 1 か所で計量するいわゆるシングルポイントインジェクション方式を採用してシステムの簡素化を図った。またインジェクタの構造を工夫して燃料の霧化を改善し、燃焼状態を良くした。



(a) エアフローセンサ内蔵エアクリナー



(b) コンピュータユニット



(c) インジェクションミキサ

図 2. システム主要構成部品

3. 燃料制御方式

インジェクタは高速応答形のソレノイドで、レギュレータを用いてこれに供給する燃料圧力を常に一定値に保っている。したがって噴射燃料量 (Q_F) は駆動周波数 (f_F) と、1 回当たりの駆動時間 (τ_F) とにより一義的に決定される。

従来方式では、インジェクタ駆動周波数 (f_F) はエンジン回転数に比例していたが、ECI ではエアフローセンサ出力周波数に同期させている。エアフローセンサは図 3. のように、吸入空気量 (Q_A) に比例した周波数の出力信号を発生するから、インジェクタ駆動周波数 (f_F) は吸入空気量 (Q_A) に比例する。したがって空燃比一定の混合気を得るために、従来方式では単位回転数当たりの吸入空気量を演算し、インジェクタ駆動時間 (τ_F) とするのに対し、ECI では駆動時間は一定値でよいことになる。しかし実際にはエンジンの最適空燃比は運転状態によって異なるので、各種センサの情報をもとに空燃比を補正しなければならない。ECI ではインジェクタ駆動時間 (τ_F) を変化させることでこの要求に対応している。ECI と従来方式との制御方式の比較

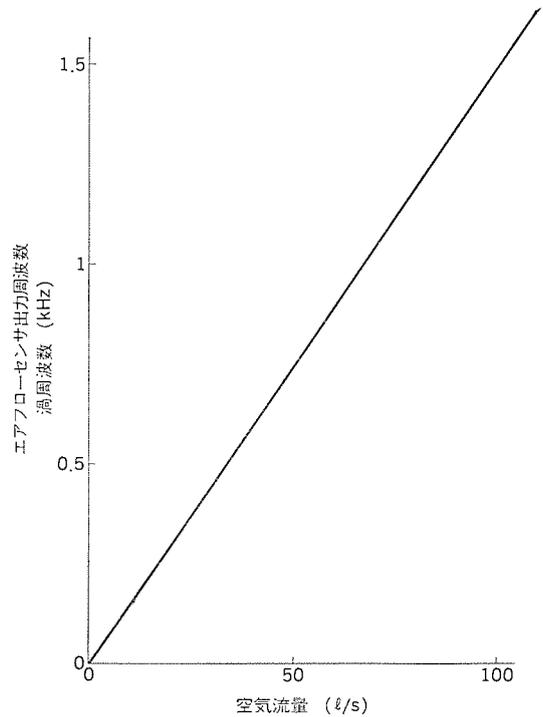


図 3. エアフローセンサ出力特性

表 2. ECI と従来方式との制御方式比較

制御方式		ECI	従来方式
エアフローセンサ	方式	カルマン渦式(超音波検出)	可動翼-ポテンシオメータ
	出力形式	空気流量に比例した周波数出力 $f_A \propto Q_A$	空気流量に反比例した電圧出力 $E_A \propto 1/Q_A$
インジェクタ	方式	シングルポイント式	マルチポイント式
	個数	2	気筒数
噴射回数		吸入空気量に比例 $f_F \propto Q_A$	エンジン回転数に比例 $f_F \propto N$
噴射時間幅		$\tau_F \propto \frac{1}{(A/F)}$	$\tau_F \propto \frac{Q_A/N}{(A/F)}$
A/F一定時時間幅		一定値 $\tau_F = \text{定数}$	Q_A/N に比例 $\tau_F \propto Q_A/N$
コンピュータユニットの機能		空燃比の補正演算が主体	基本噴射時間の演算

表 3. 空燃比補正項目

補正項目	関連センサあるいは情報	補正内容
暖機補正	冷却水温センサ	エンジン冷態時燃料を増量する。
空気密度補正	吸気温センサ	エアフローセンサが体積式流量計であるため空気密度補正をする。
始動増量	キースイッチ(スタート位置) 冷却水温センサ	始動時に適した燃料増量をする。
アイドリング空燃比調整	バリエブルレジスタ	アイドリング時マニュアルにて空燃比調整を可能とする。
フィードバック補正	O ₂ センサ	排気ガス中の O ₂ 濃度をモニタしながら空燃比のフィードバック制御を行い理論空燃比に保つ。
加速増量	スロットル開度センサ	加速時燃料を増量し、走行性能を改善する。
減速減量	アイドルスイッチ エンジン回転数	減速時、燃料を減量し、触媒を保護する。
バッテリー電圧補正	バッテリー電圧	インジェクタ印加電圧変動に伴う空燃比変化を補償する。

を表 2. に、また ECI で採用している補正入力情報を表 3. に示す。

ECI の燃料制御方式の特長を次に要約する。

- (1) 燃料供給量は主として吸入空気量に比例する。しかしながら吸入空気の流量範囲が広く、かつ加減速時における流量の変化速度も早い。一方混合気の空燃比はエンジン過渡時であっても正確に制御する必要がある。例えば吸入空気量の変化に対し、燃料供給量の追従時間遅れが数十 ms 以上あると運転者は車両の走行性に不調を感じるほどである。ECI では過渡応答性の良いエアフローセンサで得られた吸気量に比例した周波数信号をそのままインジェクタ駆動周波数としているので、加減速時の燃料追従性が優れている。
- (2) 他の入力情報は補正範囲も小さく、かつ変化速度もゆっくりしているからマイクロコンピュータによる複雑な補正演算を行い、その結果に基づいてインジェクタ駆動時間を変化させても十分に合う。これによってきめ細かい制御が可能になった。
- (3) 本質的に優れた過渡追従性があるうえに、更にスロットル開度センサを付加し、その出力信号を微分することにより加速度を算出して加速増量を行っている。このため走行性能が一層改善できた。
- (4) 排気ガス対策は、排気系に装着した三元触媒と O₂ センサによる空燃比のクロズドルフ制御により解決している。

4. 主要構成部品の概要

4.1 エアフローセンサ

(1) 原理

流れの中に障害物を置くと、その下流に非対称で、かつ規則的な渦が発生する。これはカルマン渦列と呼ばれ流体力学上、よく知られた現象である。このような現象は風が強く吹くと電線が「ひゅうひゅう」鳴ったり、旗が「ばたばた」はためくことなどで日常観察される。ECI のエアフローセンサは、このカルマン渦現象を応用したものである。図 4. に示す構成図において空気流速を u 、渦発生柱の幅を d 、渦の発生周波数を f_A とすると次式が成立する。

$$f_A = S_t \cdot u/d$$

ここで、 S_t はストローハル数と呼ばれる定数で、渦発生柱の幅 d を代表長さとするレイノルズ数が $5 \times 10^2 \sim 5 \times 10^4$ の範囲では約 0.23 となる。したがって渦の発生周波数 (f_A) を測定することによって空気流速 u 、あるいは体積流量 (Q_A) を求めることができる。図 5. は ECI 用エアフローセンサにおけるカルマン渦を撮影したものである。

カルマン渦を電気的に検出する種々の方式を検討した結果、小流量時の検出の安定性を考慮して、検出感度が最も大きい超音波方式を採用した。この方式は空気の流れを横切って送信器から超音波を送信し、カルマン渦による音波伝ば(播)の変調成分を検出するもので、受信器によって受信された信号は振幅変調以外に、周波数あるいは位相変調を受けている。ECI では超音波が受けた位相変調をとらえ、位相復調回路を通して復調し電気信号に変換している。図 3. に空気流量 (Q_A) に対する渦周波数 (f_A)、言いかえるとエアフローセンサ出力周波数特性の 1 例を示す。図でわかるようにエンジンに吸入される広範囲な空気流量に対して、理想通り完全に比例した周波数出力を得ている。エンジンでの渦周波数の使用範囲は、アイドリングで 30~50 Hz、最大出力時には 1~1.5 kHz に達する。

また、アイドリング運転状態から急加速した場合の位相復調出力波形の変化を図 6. に示す。過

渡時の応答性は極めて良好であり、エアフローセンサとして優れた特性を有していることがわかる。なおこのセンサはオーバル 機器工業(株)との共同開発によるものである。

(2) 構成

吸入空気量測定部はプラスチックで成形加工し、生産性向上と軽量化を図った。測定通路内壁には吸音材をはり(貼)付けて、超音波送信に伴う定在波や反射波の影響を防いだ。

超音波振動子には PZT (チタン酸ジルコン酸鉛) を組成とするパイエルフ構成のセラミック振動子を用い、温度範囲など、自動車としての厳しい環境条件に対して十分耐え得るように設計した。

超音波振動子の信号を受けてセンサ出力信号に至るアンプは、外来雑音の影響を考慮して金属ケースに納め、流量測定部と組合されてエアフローセンサを構成している。またこのエアフローセンサは体積式流量計であるため、燃料量決定に当たっては、吸入空気温度変化に伴う密度補正を行う必要がある。この補正のため吸入空気温度を検出する温度センサをエアフローセンサに組込んである。

エアフローセンサは全体としてエアクリナー内に納め、エンジン構成部品

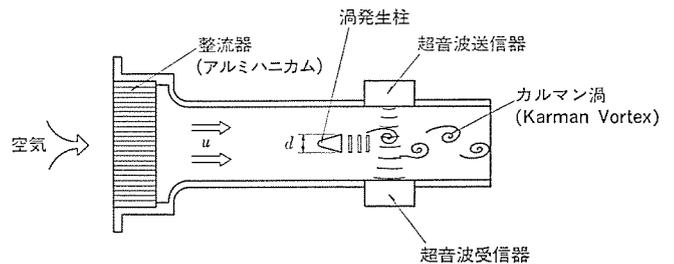


図 4. エアフローセンサ構成図

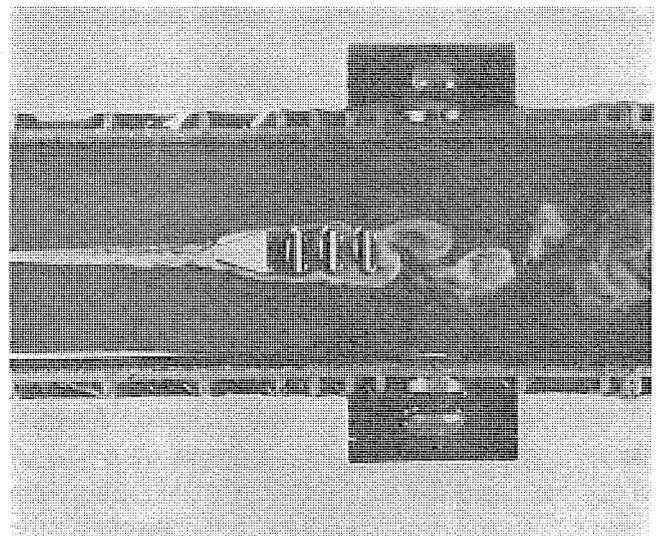


図 5. エアフローセンサにおけるカルマン渦

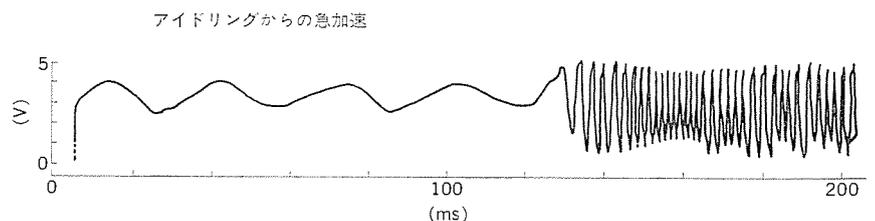


図 6. 加速時の位相復調出力波形

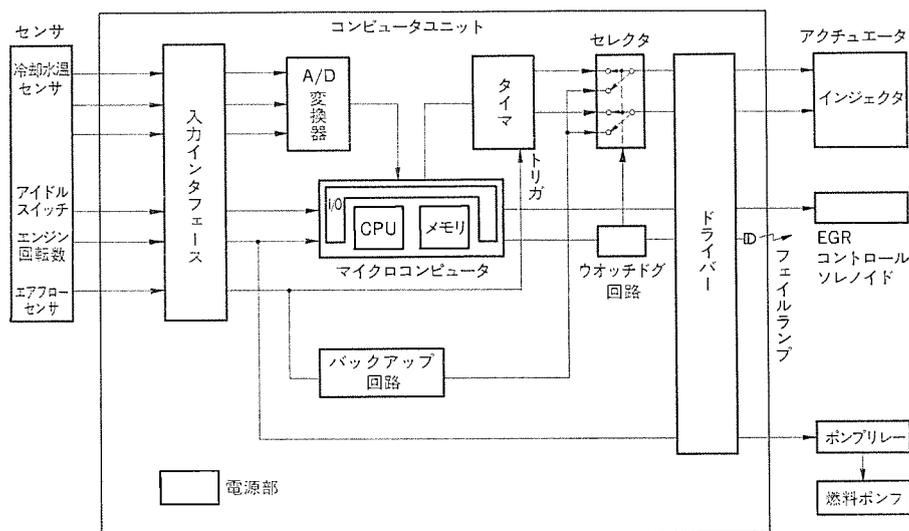


図 7. コンピュータユニットの構成図

表 4. コンピュータユニット使用素子の概要

(1) 8ビット1チップマイクロコンピュータ

命 令 数	96
実 行 時 間	2.5 μs
R O M 容 量	1,024 バイト
R A M 容 量	64 バイト
入 出 力 ビ ッ ト 数	27 ビット

(2) A/D変換器

ア ナ ロ グ 入 力 数	8 チャンネル
変 換 精 度	8 ビット
変 換 方 式	逐次比較方式
変 換 時 間	100 μs

(3) タイマ

ビ ッ ト 長	16 ビット
カ ウ ン タ 数	3

の簡素化を図っている。

4.2 コンピュータユニット

(1) 概 要

ECIシステムの頭脳にあたるコンピュータユニットには、最新の半導体技術に基づくマイクロコンピュータを組込んである。その記憶部 (ROM) には、理論に加うるに膨大な量の実験を積み重ねて求めた各種運転状態に対する最適燃料供給量をデータとして記憶させてあるから、入力センサで検出した情報をもとにしてその時に必要とする燃料量を演算することは容易である。その結果はインジェクタ駆動信号として出力する。

またコンピュータユニットは、エンジン運転状態に応じて EGR コントロールソレノイドを制御する機能も含んでいる。

(2) 構 成

コンピュータユニットの構成を図 7. に示す。コンピュータユニットには表 4. に示す 8ビット 1チップマイクロコンピュータを組込み、その ROM 内には燃料供給量を計算するのに必要な各種補正演算のプログラムと運転状態に対する最適データとを記憶させてある。マイクロコンピュータの外に冷却水温度などのアナログ入力情報をデジタル値に変換する A/D 変換

器と、演算された燃料量に対応したデジタル値をインジェクタ駆動時間に変換するタイマ IC を付加することにより、不足する I/O 機能を補った。

エンジン各部に設置したセンサからの情報は、入力インタフェース回路を通してノイズを除去した後、アナログ情報は A/D 変換器に、スイッチなどのデジタル情報はマイクロコンピュータに直接送られる。マイクロコンピュータでは、得られた入力情報をもとにプログラムを実行し、所要燃料量を演算して結果をタイマ IC 内のレジスタに書き込む。このタイマはプログラムカウンタ機能として動作し、書き込み数値に比例した幅のインジェクタ駆動パルスが発生する。インジェクタの駆動をエアフローセンサの出力周波数に同期して行わせるために、タイマのトリガ入力にはエアフローセンサ出力信号を接続する。インジェクタは、駆動周波数低減の目的で 2 本備えて交互に駆動するため、それぞれにタイマと駆動回路が必要になる。

窒素酸化物の排出量が少ない領域では、動力性能あるいは走行性能を考慮して EGR 量を制御する必要があるためマイクロコンピュータで、吸入空気量、エンジン回転数、冷却水温度などの情報をもとにして演算し、その結果に基づいて EGR コントロールソレノイドを駆動し、バルブの状態をきめている。

またマイクロコンピュータが万一故障した場合を想定して、コンピュータの動作を監視するウォッチドッグ回路を設け、プログラムの正常動作時にはマイクロコンピュータが常に“H”，“L”の信号を出力するようにしてその信号を監視している。万一レベルが固定された場合は、ウォッチドッグ回路にてマイクロコンピュータが故障したものと判断し、フェイルランプを点灯するとともに、マイクロコンピュータとは、別個に設けたバックアップ回路の出力をセレクタにて選択し、インジェクタを駆動、最低限の走行が可能となるよう配慮している。

またマイクロコンピュータが万一故障した場合を想定して、コンピュータの動作を監視するウォッチドッグ回路を設け、プログラムの正常動作時にはマイクロコンピュータが常に“H”，“L”の信号を出力するようにしてその信号を監視している。万一レベルが固定された場合は、ウォッチドッグ回路にてマイクロコンピュータが故障したものと判断し、フェイルランプを点灯するとともに、マイクロコンピュータとは、別個に設けたバックアップ回路の出力をセレクタにて選択し、インジェクタを駆動、最低限の走行が可能となるよう配慮している。

4.3 インジェクションミキサ

インジェクションミキサは、従来の気化器に相当する装置であり、燃料供給量を計量するとともに、燃料の良好な霧化をはかり、均一な混合気を供給する役割を持つ、インジェクションミキサの構成を図 8. に示す。内部には、インジェクタを 2 個装着し、すべての気筒分の燃料を 1 か所で計量するいわゆるシングルポイントインジェクション方式を採用している。燃料の霧化を改善するため、インジェクタのニードルバルブにらせん溝を設け、約 90° の広い噴霧角を有する旋回噴霧方式により空気との混合状態を改善、均一な混合気が得られるよう工夫している。

2 個のインジェクタは、エアフローセンサ出力周波数に同期して交互に駆動され、燃料供給を連続流に近づけるとともに、インジェクタ個々の駆動周波数の低減を図っている。インジェクションミキサには、これ以外に、燃料系、低温時のアイドリング安定化のためのワックスを用いたファーストアイドル装置、クーラーを作動させた時のアイドリング回転数の増大を図るアイドルアップ装置及びエンジンの運転状態を検出するセンサを装着している。

燃料系は、燃料ポンプで加圧された燃料を受けて、インジェクタに至る通路、燃圧の脈動を防ぐダンパ及び燃料圧力を一定に保つ燃圧レギュレータなどを一体化している。またセンサとしては、スロットル開度

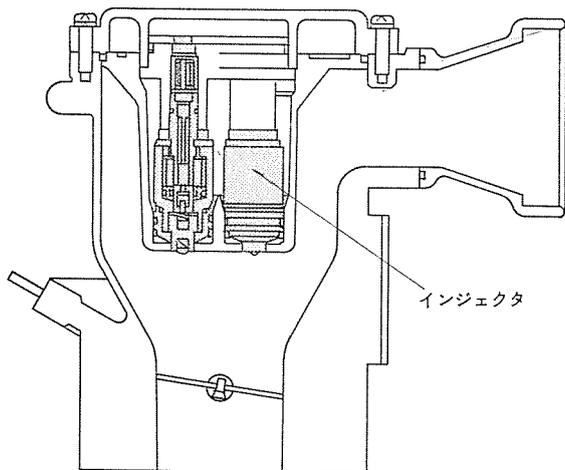


図 8. インジェクションミキサ 構成図

を検出する センサ、アイドル回転数調整用 ストップを兼用したアイドルスイッチ及びアイドル時の空燃比を調整する バリアブルレジスタなどから成り、インジェクションミキサに一体装着し、構成部品の単純化を図っている。

5. マイクロコンピュータ応用に当たっての問題点

ECIのようなエンジン燃料供給量制御にマイクロコンピュータを応用するに当たり問題となった項目を以下に述べる。

5.1 制御時間

エンジン制御は高速実時間制御系であり、時間的に十分追従できるよう考慮されねばならない。自動車用エンジンは回転機とは言うものの最高6,000 rpmまで運転され、かつその出力特性は間欠燃焼なるがゆえに1回ごとの燃焼に影響を受けるから、供給燃料量の過渡追従性の良い系が要求された。この要求に対し、ECIでは最も高速な追従を必要とする吸入空気量について、エアフローセンサの特性を生かし、その出力周波数に同期して直接インジェクタを駆動することにより、フィルタリングあるいは演算に伴う遅れ時間を完全に無くすことができた。また応答性をあまり必要としない補正入力に対してはマイクロコンピュータの機能を十分発揮し複雑な補正が実現できた。

5.2 制御精度

前述したように、吸入空気量の流量範囲は広く、またこれに見合った燃料量を供給しなければならない。燃料の流量精度は、これだけ

広範囲に変化する流量に対しても、その絶対値のいかんにかかわらず一定とする必要がある。常に一定分解能の量子化誤差を有するデジタル制御にとって相反する要求といえる。例えば、40倍の流量範囲を有する空気量情報をデジタル処理する場合、最低流量時でも3%以内の精度におさめるには、10~11ビット長のA/D変換器、若しくは演算数値の取扱いが必要となる。この要求に対し、流量範囲の広い空気量情報が直接インジェクタ駆動周波数として伝達されるECIでは、本質的に空気量情報の取込みが不要であり高精度A/D変換器が不要となった。また、その他の補正量の変化範囲も小さく、更に演算数値の取扱いに浮動小数点方式を採用したことにより、8ビットマイクロコンピュータであっても十分な精度を確保できた。

5.3 環境条件

自動車に装着されるエレクトロニクス装置は、一般民生用機器とは比較にならないほど過酷な環境にさらされる。例えば動作温度範囲では車室内に設置するエレクトロニクス装置であっても、 $-30\sim 80^{\circ}\text{C}$ 、エンジンルーム内装着の部品では上限は 100°C を超えるとされている。また、エレクトロニクスの動力源であるバッテリー電圧は、ボルテージレギュレータがあるとは言うものの、負荷あるいは周囲温度の変化によって8~16Vの電圧変動を考慮しなければならず、更にエンジン始動時には5V程度まで低下することがあり得る。このためにECIでは、高精度の定電圧回路を備えることで、マイクロコンピュータなどの動作電圧範囲が狭いという問題点を解決した。これ以外に自動車には点火系、誘導負荷などによるサージ電圧が発生し、素子の破壊をまねくため、保護が必要とされる。このような過酷な環境条件に対し、ECIではシステムのみならず、マイクロコンピュータ素子単体をも含めた各種の環境テストを実施し、十分な信頼性を有していることを確認した。

6. む す び

ECIシステムは、従来方式とは大きく異なる燃料噴射装置であり、簡素なシステムとしてまとめながら、動力性能、燃費あるいは、走行性能を改善することができた。

今後は、更に機能の向上と各種構成部品の小形、高集積化を図り、省エネルギー、排気浄化の課題に対する有効な解決策として確固たるものにしたいと考えている。

終わりに当たり、ECIシステムの開発の機会を与えていただいた三菱自動車工業(株)、及び共同して開発に当たった三国工業(株)、オーバル機器工業(株)の関係各位に厚く感謝申し上げます。

タイマ集中制御装置及びトリップコンピュータへのマイクロコンピュータ応用

伊藤久嗣*・山本敏夫*・魚田耕作*

1. ま え が き

自動車へのマイクロコンピュータ応用の対象は、(1)エンジン制御、(2)走行制御(変速機・ブレーキ・スロットルの制御)、(3)表示・警報の3分野に大別される。エンジン制御と走行制御への応用は、燃費、運転性能、安全などと実用面でのメリットを容易にうたうことができるが、表示・警報への応用では、これがあまり明確に見出せず、自動車のグレードに応じた差別化を実現するための手段の1つという考え方が有力であった。

しかし最近では運転に関する情報を提供することの価値が見直されており、一方では自動車の商品価値を高める効果もより重要視されつつあるので、表示・警報へのマイクロコンピュータ応用は最近とみに注目を浴びるようになった。したがってこの種の装置には、魅力的かつ実用的な機能とともに、車の内装にマッチした外観の仕上りと、良好な操作性が要求される。本稿では代表的な製品であるトリップコンピュータとタイマ集中制御装置を例にとって、自動車の表示・警報装置へのマイクロコンピュータの導入について述べる。

2. タイマ集中制御装置(タイマコントローラ)

2.1 開発の背景

自動車内には、各種警報、ターニングシグナル、ワイパ制御、ランプ制御などタイマ要素の関連した制御項目が多数存在する。これらの制御を単一の装置で集中的に行うことにより、装置の小形化、配線の簡略化、保守の容易さなどを達成しようというのがタイマコントローラの基本的な考え方である。このアイデアは更にさかのぼれば、自動車内の電気装置を単一の中央制御装置で制御し、更に車内に散在する端末との間を数本の電線で連絡するという簡易配線システム(Multiplex Wiring System)に端を発する。

当社では、1973年にSWSと称する簡易配線システムを開発したが、この装置では、各種制御シーケンス及びタイマ要素を1ビットALUによるストアードプログラム制御で処理しており、これは昨今のタイマコントローラの基本技術の基礎となった。このSWSの次世代製品として、CMOSカスタムICを導入したタイマコントローラ(製品名C.P. Unit)を開発し、東洋工業(株)へ納入した。しかしこのような装置にカスタムICを導入した場合、フレッドボードによる機能の確認、仕様変更に対する速応性などに問題があり、また、制御仕様が複雑化するにつれ、当然ながら回路が複雑化し、チップサイズの増大、開発期間の長期化などが問題になり、自動車用エレクトロニクス製品に要求される条件と相反する傾向にある。しかしこの問題は1チップマイクロコンピュータの導入により、ある程度解決可能であるという結論に達し、1978年に、P MOS 4ビットマイクロコンピュータによるタイマコントローラを開発した。

このコンピュータには、ターニングシグナル信号、ワイパ制御、シートベルト警報など数種の機能をプログラムしたが、低位の車にも必要なターニングシグナルと、高級車のみ装着される間欠ワイパを同居させたため、量産車に導入するに当たって、車の差別化がやりにくく、コストパフォーマンス

が良くないという仕様上の問題を生じた。また、P MOSであったため電圧変動に対するマージンが小さく、電源電圧急変時あるいは始動時の動作が不確実であるという機能的問題が指摘された。この電源電圧の急変という条件は自動車では避け難く、このような条件下でも動作を確実にするため電源を安定化しようとする、電源回路が複雑になり、コスト上昇を招く。この電源電圧変動の問題は低電圧で動作するIC、特にCMOS ICを採用することにより大幅に改善できた。また仕様上の問題については、自動車にとって必ず(須)の制御項目は除き、中級ないしは高級車にのみ装着される機能をコンピュータに入れることにより解決できた。

2.2 タイマコントローラの仕様

自動車用制御装置の場合、通常の商品のように製造側で一方的に仕様を決定することはまれであって、自動車メーカーから出された仕様を部品メーカーが検討し、必要があれば修正して試作を行い、この試作品を用いて自動車メーカーで実車試験など各種の評価を行い、仕様の修正決定がなされる。タイマコントローラのように人間の感覚と直接かわりを持つ装置の場合、使い勝手、フィーリングといった定量化しにくい要素が重視されるため、仕様の固定にはかなりの曲折がある。

今回開発したタイマコントローラは、三菱自動車工業(株)との共同開発によるもので、上述のような過程を経て制御仕様を表1.のよう

表 1. タイマコントローラの仕様

項 目	内 容
メモリ間欠ワイパ	インタミットワイパの間欠時間をウォッシュスイッチを作動させる(0.6秒以内)ことにより、3~15秒の間で任意に設定できる。
ウォッシュ連動ワイパ	ウォッシュスイッチを作動させる(1.2秒以上)ことにより、ワイパを連動させるもので、ウォッシュスイッチON後、少し遅れてワイパの作動が始まり、ウォッシュスイッチOFF後2~3回ふいて止まる。
デフォッガタイマ	デフォッガススイッチを操作することにより、10分間デフォッガを作動させる。なお10分以内でも再度デフォッガススイッチを操作することによりデフォッガを停止できる。
ルームランプ遅延消灯	ドアをあけた後、20秒間ルームランプを点灯させる。ただし20秒以内であっても、ドアを閉じイグニッションスイッチをONするとランプは消灯する。
シートベルトアラーム	イグニッションスイッチONで、17秒間アラームランプを点滅させる。
パーキングブレーキアラーム	イグニッションスイッチON時、パーキングブレーキを引いているとアラームランプを点滅させる。ただしディーゼルスはエンジン回転時に点滅させる。
ライティングモニタ	ライティングスイッチONの状態ではイグニッションキーを抜くとアラーム音(電子ブザー音)を鳴らす。
キー抜き忘れモニタ(フルードカップリング付車を除く)	イグニッションキーを差し込んだまま、運転席のドアを開くとアラーム音(チャイム音)を鳴らす。
パーキングポジションアラーム(フルードカップリング付車のみ)	コントロールレバーをパーキングポジションに入らずに運転席のドアを開くとアラーム音(チャイム音)を鳴らす。
ドアオルゴール	ドアをあけると2分間メロディを鳴らす。

に定めた。表 1. でわかるように、タイマ要素は最短のもので 0.6 秒、最長のものは 10 分に及び、コンピュータ内部での入力信号のチャタリング防止のための時限 (50 ms) まで含めると、4 けた (桁) にわたるタイマ時間の設定が必要になった。警報手段としては電子音を用い、メロディ発生 IC で 2 種類の電子音及びメロディを発生させ、コンピュータよりの指令に基づいて、スピーカーから出力させる方式をとった。しかしタイマコントローラ専用のスピーカーを用意することは利用効率の点で有利でないとの判断から、カーラジオ用スピーカーを割込み使用することにし、これに伴って信号源切換用リレーを内蔵させた。

通常の自動車用電子装置の電源供給方式は、キースイッチオン時に給電される方式と、時計のように常時バッテリーから給電される方式に分けられる。タイマコントローラの場合、キースイッチオフ時でも動作させる必要があり、後者の常時給電方式が望ましいが、昨今デジタル時計、電子同調ラジオ、トリップコンピュータなど情報の保存の目的で常時バッテリーから給電されている装置が増えており、これ以上バッテリーに対する負荷を増大させることはできないとの理由から、真に動作する必要がある場合のみ給電する方式をとることとした。

2.3 装置の構成

図 1. に示すようにタイマコントローラは、マイクロコンピュータを中心に構成し、スイッチ入力信号は、レベル変換回路、サージ吸収回路を含む入力インタフェース回路を介してマイクロコンピュータに入力される。コンピュータからの出力信号は主としてバイポーラトランジスタからなる出力インタフェース回路を介してランプ、リレーなどの負荷を駆動する。出力インタフェース回路でトランジスタを外部配線に直接接続する場合には、接続される負荷に応じたサージ吸収回路を接続する。

コンピュータからの出力信号の一部はメロディ発生 IC に印加され、メロディ IC が発生するチャイム音、電子ブザー、メロディの内の 1 種を必要に応じて選択し、更に音源切換スイッチを切換えて上記 3 種類の電子

音の 1 つをカーラジオのスピーカーより出す。

電源制御回路は、マイクロコンピュータ用 5V 電源、メロディ IC 用低電圧電源、並びにドアスイッチなどのオン・オフにより電源の供給を制御するスイッチ回路からなる。

マイクロコンピュータとしては、各種のものが候補に上ったが、次に示す要件をもとに選定を行った。

- (1) 低電圧で動作可能なこと
- (2) 電源電圧変動に耐えること
- (3) 車体配線の電圧レベルに合わせやすいこと
- (4) 消費電流が少ないこと
- (5) ノイズマージンが大きいこと
- (6) 1 チップ構成であること
- (7) 使用温度範囲が広いこと

ハードウェアタイマを内蔵したものの方が使いやすいのではないかと考えたが、タイマ内蔵のものは価格が高いため、ハードウェアタイマに頼らず、ソフトウェアタイマで対処することを基本に考えた。また制御様式が数値計算よりむしろビット処理によるオン・オフ制御に偏っているため、制御向アーキテクチャを有する 4 ビット 1 チップ C MOS マイクロコンピュータを採用した。クロック周波数は 400 kHz で、CR 又は LC 発振回路でも可能であるが、無調整化を図るためセラミック振動子を用いた。

メロディ発生用 IC は、本来置時計など民生用途で開発されたものなので、自動車用としては使用温度範囲に問題があったが、製造プロセスの改良などにより、自動車用仕様を満たすことができた。この IC は内部に主旋律用と伴奏用の ROM を有し、外部素子でできる基準周波数からメロディを合成するものである。またプリアンプを内蔵しているので、小信号トランジスタなど若干の素子を接続すればスピーカーを駆動できる。

回路部品は、紙フェノール基板に実装し、実装密度を上げるため抵抗の一部は印刷抵抗を用いた。また、耐湿性向上のため、はんだ面はシリコンコーティングを施した。

図 2. にタイマコントローラの外観を示す。

2.4 ソフトウェア

図 3. のフローチャートに示すように、全体のプログラムは各機能ごとのサブプログラムを順次実行する構造になっており、部分的スキップ、ブランチはあるが、プログラムの一部を繰返し実行することはないようにしている。更にプログラムの実行時間を正確に調整し、いかなる条件下でも 50 ms でメインプログラムを 1 回実行するようにした。すべてのタイマ機能はこの 50 ms を基準としており、例えば 1 秒信号はメインプログラムを 20 回実行したことをカウントして作られる。また、タイマコントローラの制御仕様が日本国内向けと対米向けで一部異なるため、

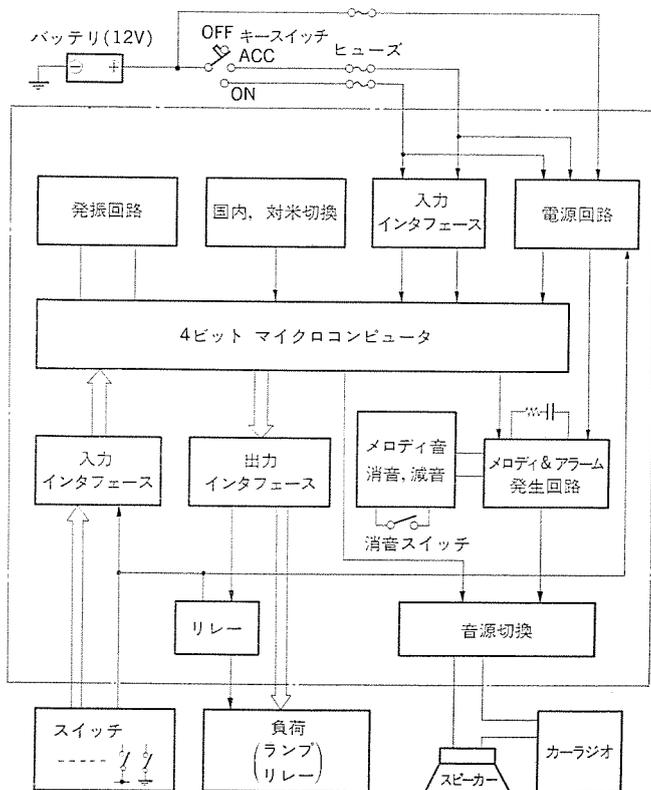


図 1. タイマコントローラの構成図

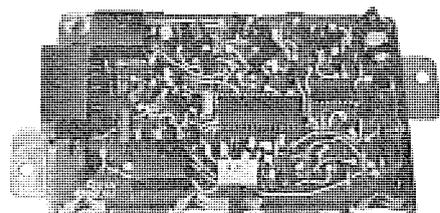


図 2. タイマコントローラの外観

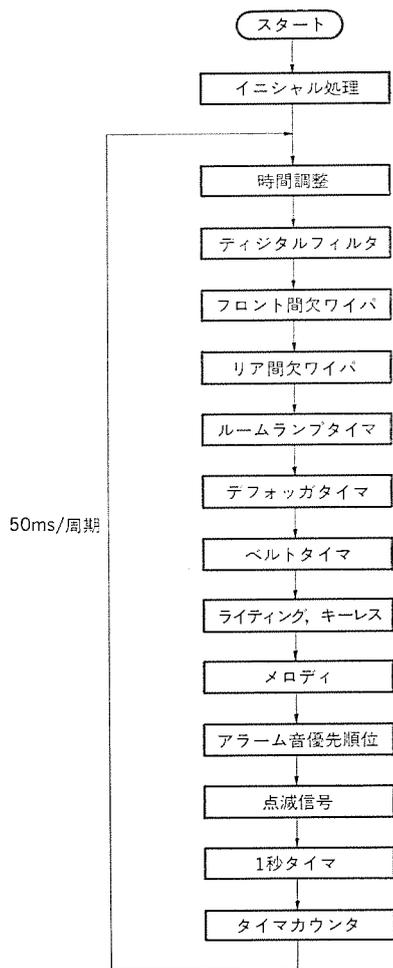


図 3. タイマコントローラのフローチャート

2つの異なるプログラムを同居させ、入力ピンの状態をセンスして、いずれか一方を選択するようにした。

2.5 将来の動向

今回開発したタイマコントローラの機能は、比較的普遍的なものであるが、メロディを含む電子音による警報で新規性を出すことができた。第2世代のタイマコントローラでは機能として更に新規ものを導入するとともに、外部部品を極力減らす方向で、コンピュータの選定、ソフトウェア設計を行う。最近運転者の聴覚を通しての情報伝達が注目を集めており、メロディ、電子音から更に進んで音声合成による直接的な情報伝達を図る必要がある。このためには低価格の音声合成システムの開発が必須である。

3. トリップコンピュータ

3.1 開発の背景

運転者にとって必要な情報を視覚情報として表示するトリップコンピュータはタイマコントローラと異って、視認性、操作性が大きな評価対象となる。当社では1975年にけい(螢)光表示管、1977年には螢光表示管、プラズマディスプレイ、液晶、LED、キーボードを備えた電子式情報表示装置を当社デザインセンターの協力を得て試作し、各種表示素子及び操作性の評価を行い、併せて表示機能の検討を行った。1977年に試作した装置は、表2.に示す基本機能を有しており、スピードメータ、水温計、燃料計などを含んでインストルメントパネルを完全に電子化できた。システムの構成図及び外観を図4.、図5.に示す。このシステムで

表 2. 総合電子化インストルメントパネルの機能

対象機能	表示素子
スピードメータ	プラズマバーグラフ
水温計	LEDバーグラフ
燃料計	LEDバーグラフ
方位計	LED
エアコン	液晶
目的までの距離表示	プラズマバーグラフ
情報表示 ・オドメータ ・トリップメータ ・燃料消費量 ・燃料残量 ・瞬時燃費 ・平均燃費 ・目的地までの距離 ・チェックポイントまでの距離 ・設定車速のキーインとオーバースピード警報 ・20項目の各種警報メッセージ	ドットマトリクス9桁螢光表示管(2本)

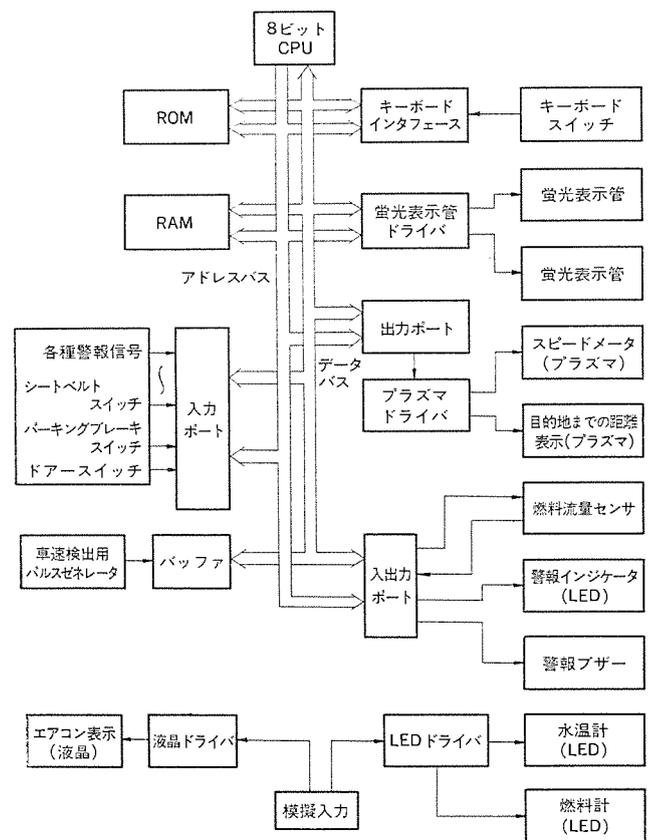


図 4. 総合電子化インストルメントパネルシステム構成図

は、8ビットマイクロプロセッサを使い、バッテリーオフ時のバックアップメモリとしてC MOS RAMを使い、長期にわたる実車テストを実施した。この結果各表示素子について表3.に示すような評価結果を得た。

インストルメントパネル全体を電子化するには、各表示機能ごとの表示素子の最適化が困難であり、またCPUの規模も大きくなって量産車への適用には数々の問題がある。このような難点を除くためには表示項目を必要最小限に絞り、装置全体をコンパクトにすることが必要である。以上のような流れの中で、当社は三菱自動車工業(株)と共同でトリップコンピュータ“VELNAS”(Vehicle Electronic Navigation System)の開発に着手した。

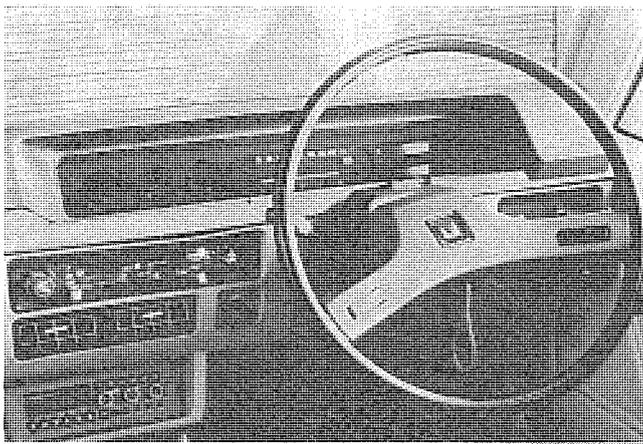


図 5. 総合電子化 インストルメントパネルの外観

表 3. 表示素子の評価結果

項目	蛍光表示管	発光ダイオード	液晶	プラズマ
輝度	高	低	—	高
多色化	難	易	易	難
表示面積	中	狭	広	中
駆動電圧	高	低	低	高
消費電力	中	大	小	中
駆動回路	簡単	簡単	簡単	複雑
温度範囲	広	中	狭	中
総合評価	○	△	△	×

3.2 必要な機能

トリップコンピュータの機能を決定するに当たっては、対象車種の車格、トリップコンピュータの取付場所と寸法、必要とするセンサの取付けの可否などを考慮する必要がある。更に自動車に装置した場合の内装とのマッチング、表示面、操作面の品位、操作スイッチの節度など一般にフィーリングという言葉で表現される要素も無視できない。したがって開発の過程では数回の試作を行い、走行試験を含む各種試験を繰り返して外形、外観、機能など最終仕様を決定するという方法をとった。

以上のような手順を経て、システムの最終仕様を表 4. のように決定した。装置は前面パネルに押ボタンスイッチを配置した操作部と、蛍光表示管で情報を表示する表示部に分けられ、燃費、平均車速などの走行情報と、時刻、ストップウォッチなどの時計機能が必要に応じて押ボタンスイッチの操作により表示部に呼び出せる。また夜間の操作性を向上させるため、各押ボタンスイッチを透過光で照明するようにした。

燃料消費量、燃費を計算するためには燃料流量センサが必要であるが、電子制御燃料噴射装置（以下 ECI と呼ぶ）付エンジンの場合には、インジェクタに印加されるパ

表 4. VELNAS の仕様

区分	項目	仕様
表示内容	走行距離	最小単位 10 m, 最大表示距離 999.99 km
	平均車速	最小単位 0.1 km/h
	燃費	20 秒周期演算
	燃料消費量	最小単位 1 l, 最大表示量 309 l
	経過時間	最大 99 時間 59 分 59 秒, ラップ機能付
	アラーム付時計	設定時刻にブザーで警報, AM/PM 付, 時:分:分:秒表示切換
操作部	使用 IC	4 ビット C MOS マイコン, 時計用 IC 他
	表示素子	緑発光ダイオード 5 個 (夜間減光機能付) 夜間照明ランプ 2 個
	警報素子 操作スイッチ	圧電ブザー 16 個 (透過照明機構)
表示部	使用 IC	ディスプレイコントローラ, 他
	蛍光表示管	7 桁ダイナミック表示 (夜間減光機能付)
電氣的仕様	作動電圧範囲	5~16 V
	作動温度範囲	-30°C~+80°C
	消費電流	キースイッチ・オフ時 10 mA 以下 キースイッチ・オン時約 300 mA

スの幅及び周波数から燃料流量を計測し、気化器付エンジンの場合には燃料流路に設置した流量センサにより計測する方式をとった。

3.3 装置の構成

装置は操作部と表示部に分かれている。図 6. に示すように電源、スイッチ、センサ類など車体側からの配線はすべて操作部に接続してあり、表示部は電源、データ共に操作部から供給を受ける。

操作部はマイクロコンピュータを中心とした構成で、インタフェース回路としてセンサやスイッチ入力に対するバッファ回路及び信号変換回路を設けてある。情報呼出しのための 16 個の押ボタンスイッチはマトリクス接続され、マイクロコンピュータが順次スキャンしている。時計機能は 4.194 MHz の水晶振動子を使っており、これを分周して 1 Hz 信号としてマイクロコンピュータに入力している。故障検知の目的でマイクロコンピュータは一定周波数の信号を故障検知回路に出力しており、この周波数があらかじめ定められた上限・下限を超えるとマイクロコンピュータをリセットする。VELNAS は時計機能を含んでおり、更に燃料消費量、走行距離、走行時間などキースイッチ・オフ時にも保持しておくべき記

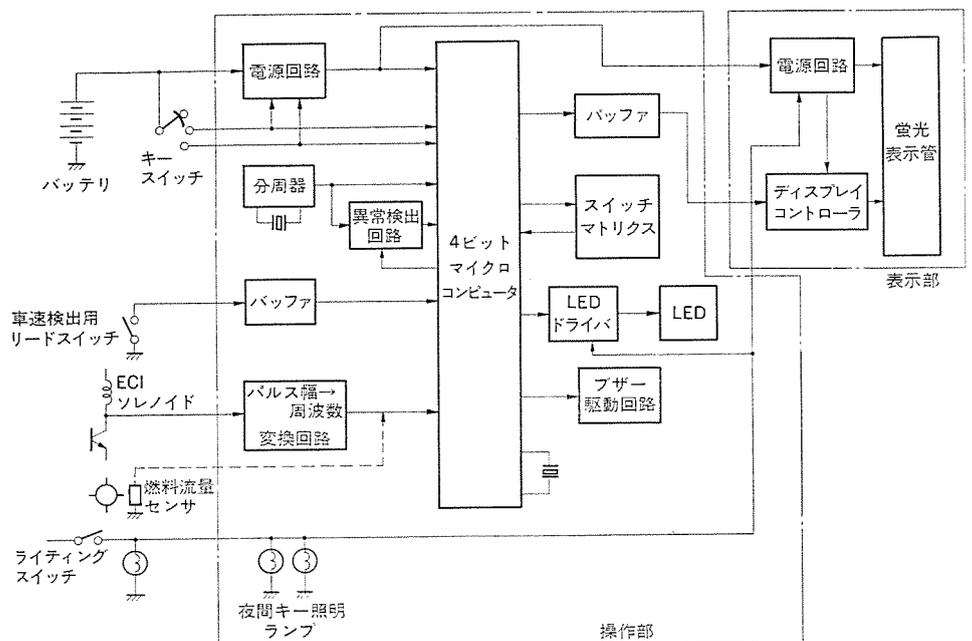


図 6. VELNAS の構成図

憶内容を持っているから、主電源はバッテリーに直結してある。したがってコンピュータが異常動作したとき電源を再投入してパワーオンリセットにより常態にもどすという方法がとれないため、かなり敏感な故障検知回路を設けた。上述のような理由のためマイクロコンピュータは低消費電力であることが要求され、C MOS ワンチップマイクロコンピュータを選んだ。また演算内容は10進演算がほとんどであるため、10進演算のやりやすい4ビット構成のものとした。

図6.において、車速センサはスピードメータに内蔵されたリードスイッチタイプのものを使っており、自動車が進むごとにパルスが発生する。したがって時速150kmのときのパルスの繰返し周波数は約100Hzとなり、通常の入力信号として処理した場合、パルスの見落としによる走行距離計測の誤差が生ずるため、車速信号は割込みで処理している。

燃料流量信号は、ECIのインジェクタパルスと流量センサとで係数が異なるため、ECIのインジェクタパルスの場合は信号変換回路で流量センサと等価なパルスが得られるような変換を施している。

操作部から表示部へのデータ転送に際して、並列で送ると約30本の電線が必要となり実用的でないため、4ビットずつ直列に送るという方法を用いた。図7.に操作部内部の外観を示す。

表示部はVELNAS用にカスタム設計した蛍光表示管、電源回路及びディスプレイコントローラからなる。ディスプレイコントローラは、上述の直列伝送された信号を受けて並列に変換するとともに7セグメントにデコードする回路、並びに蛍光表示管をダイナミック駆動する回路を含む。

蛍光表示管をダイナミック駆動した場合、視線の動き及び車体の振動により表示がちらつくという問題を生じるが、これは駆動周波数を数100Hzに選ぶことにより解決できた。またダイナミック駆動による平均輝度の低下に対しては、表示管のアノード電圧を30V程度に上げることで補償ができた。電源回路部は直流30V、フィラメント電流を供給するためのDC/DCコンバータ及び夜間における減光制御回路からなっている。蛍光表示管は図8.に示すように、時計用AM/PMの表示につづく5桁の7セグメント部と最下位の単位部からなっており、電気的には7桁の表示管と等価である。

3.4 ソフトウェア

機能の性格上、ソフトウェアの主体はセンサ信号に同期したリアルタイム処理と10進の四則演算となるが、10進演算指向の4ビットマイクロコンピュータといえども多桁の四則演算には時間を要し常時算術演算を実行することは困難である。そこで平均車速、燃費などは20秒周期で演算を実行させることによりコンピュータに対する負荷を軽減している。特に燃費の計算については20秒という周期に意味がある。すなわち燃費は走行距離を燃料使用量で除して求めるわけであるが、要求される精度で燃料使用量を計測するためには一定時間以上が必要であり、これが長すぎると表示データの応答性が損なわれ運転感覚とマッチしなくなる。

時計情報は 10^{-5} 程度の精度が要求されるため、水晶振動子を使った発振器の周波数を分周して得た1Hz信号を入力として処理し

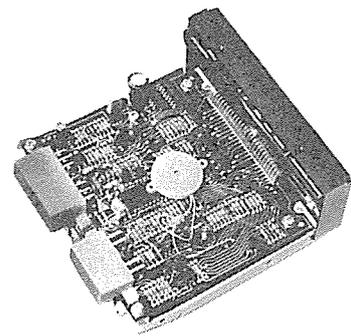


図7. VELNAS 操作部外観

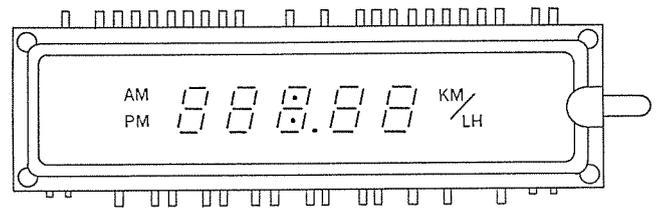


図8. VELNAS用蛍光表示管

ている。1Hzより早い時間処理、例えばブザーの吹鳴周期、時計のコロン点滅などについてはマイクロコンピュータに内蔵されているハードウェアタイマを利用した。

操作部から表示部へのデータ転送は演算処理データが更新されたときのみ実行している。前記した平均車速、燃費などは演算周期と同様20秒ごとに転送しており、時計についてはコロンの点滅周期の0.5秒である。走行距離は最小単位が10mであるが高車速になればデータ転送の周期は短くなり表示のちらつきの原因となるため、データ転送周期を0.5秒に固定した。またキースwitchのオン直後は電源状態が不安定になることも予想されるため、同一データを10数回繰返し転送することにより、データ転送を確実化している。なおプログラム長はROM容量の2,000バイトをほとんど使い切る程度の長さである。

4. む す び

タイマコントローラやトリップコンピュータなどのように、エンジン制御装置に比べて規模の小さい装置にマイクロコンピュータを導入する場合、コンピュータの選定に当たっては制御仕様、環境条件を十分に考慮して、装置のコストパフォーマンスを高める配慮が必要である。今回開発したタイマコントローラではビット処理の容易さ、低電圧動作などを考慮してC MOS 4ビットマイクロコンピュータを選び、またトリップコンピュータでは10進演算、低消費電力の点からC MOS 4ビットマイクロコンピュータを選定することにより初期の目的を達成した。

タイマコントローラについては、今後とも制御向アーキテクチャを有する4ビットマイクロコンピュータが使用されると思われるが、トリップコンピュータについては、表示内容が複雑になる傾向にあり、8ビットマイクロコンピュータの使用を考える必要があると考えられる。

1. ま え が き

自動車への電子装置の導入は、各種の法規制と密接な関係を持って進められてきており、その代表例として、排気ガス規制の強化に伴って急速に拡大した各種のエンジン電子制御装置をあげることができる。これに対して運転の容易化や安全対策に関連する装置は、排気ガス規制対策が叫ばれるはるか以前から着目されて各種の開発がなされてきたにもかかわらず、法規制という支援がないため、実用車への採用は比較的例子が少なかった。

しかし最近に至ってこれらの装置は、従来の安全、イーゾドライブ、快適化などの個別的概念による価値判断から1歩進んで、排気ガス規制・燃費規制にも関連するシステムとして、新たな見地から総合的に再評価を行う気運がでてきた。

このような環境のもとで、自動車の走行に関連した装置も、エンジンの場合と同じく、従来の機械的な方法による性能や信頼性の限界を打破する手段として電子制御に注目し、エレクトロニクス導入程度をより拡大することで性能の改善を図って実用化を拡大しようとしている。

本稿では、走行制御に関連した電子装置の中で、クルーズコントロール、オートクラッチ、アンチスキッドブレーキの3点を取上げ、その概要を説明する。

2. クルーズコントロール

クルーズコントロールは、走行路面条件が変動しても運転者が指定した走行速度を自動的に維持することができる自動制御装置である。本来運転者の疲労軽減がねらいであったが、自動化の結果、不必要なアクセル操作による燃料の浪費を防止する効果が得られるので、燃費向上の観点からも有効なシステムとして見直されており、米国ではその装着率はすでに30%以上に達している。

2.1 構成

図1.に最も一般的なクルーズコントロールの制御系を示す⁽¹⁾。この方式はスロットル開度のフィードバック系を持っているので、車体の慣性による遅れや、スロットルサーボ内の多くの非線形要素を補償することができるが、反面アクチュエータが複雑となる難点がある。

今回当社が新しく開発したクルーズコントロールは、スロットルフィードバック

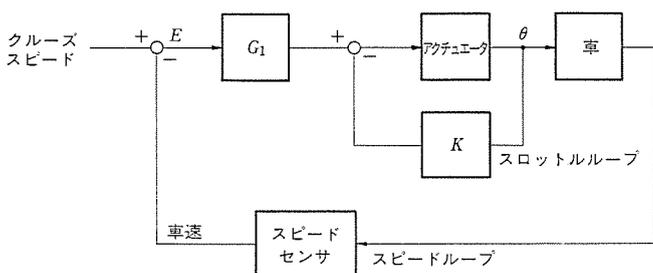


図1. クルーズコントロール制御系

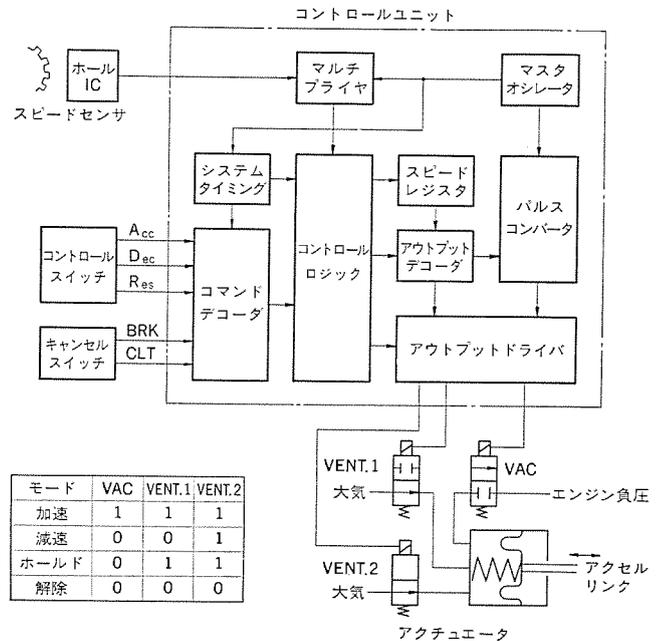


図2. クルーズコントロールのブロックダイアグラム

クを廃し、その代りに制御の応答改善のために、速度の微分値を使用したものである。図2.にそのシステムブロック図を示す。

コントロールスイッチは、運転者の指令により容易にクルーズ走行へ移行できるように、一定の加速度で自動加速するためのAccスイッチ、自動減速用のDecスイッチ、及び、ブレーキなどによりいったん解除された状態から元の車速に自動復帰させるResスイッチを備えたワンタッチ方式である。

制御の基本となる車速を検出するスピードセンサは、マグネットの回転をホールICによって検出する方式のもので、トランスミッションのスピードメータケーブル装着部に取付ける。スロットルを開閉するスロットルアクチュエータは、内蔵する電磁バルブによって制御されるバキュームサーボモータで、コントロールユニットの指示を受けて加速、ホールド、減速、急減速(制動)の4モードで動作する。

2.2 制御アルゴリズム

外乱に対する車速の修正は、車速パルスのサンプリングごとに計測する速度変化量 α と、目標速度との差 ε とに対応してスロットルを修正することで行う。このためにサンプリングの終りに電磁バルブをパルス駆動するが、その修正パルスの幅 T は

$$T = -G(K\alpha + \varepsilon)$$

で与えられる。ここに G はゲイン、 α は $V_n - V_m$ (V_n はサンプル速度、 V_m は前サンプル速度)、 ε は $V_n - V_0$ (V_0 は目標速度)、 K はコントロールユニットの回路常数で定まる係数である。 K の値が小さいと系の安定が遅く、大き過ぎるとオーバーシュートが大きくなるから、この値の決定は系の応答性と速度の変動幅とのトレードオフになり、実車によるフィーディングも参考にしている。

* 姫路製作所

制御アルゴリズムは、上記の速度修正用メインレチンのほか、いくつかのサブレチンから構成されている。その1つであるセッティングは、スロットル開度をまず確立するためのイニシャライゼーションであって、コントロールスイッチによって起動される。これは、走行性能曲線により与えられる平坦路での車速とスロットル開度との関係に基づいて、スロットル開度が設定車速に対応した値になるまでアクチュエータを作動させるものである。これによって車速は、平坦路の場合であると取りあえず設定車速の ± 3 km/h 以内の値まで持ってくる事ができる。

クルーズ走行中にブレーキやクラッチを踏むと、システムはリセットされるがクルーズ速度は記憶されたままであり、その後 Res スイッチを操作するとリジュームモードになる。リジュームモードとは、車の走行速度と記憶速度の差に応じて車の加速率をコントロールし、車を記憶速度までスムーズに接近させるモードであり、車速が記憶速度の5 km/h 以内に達すると解除されて修正モードに移る。

この装置には安全面からの配慮として、最低作動速度と最高設定速度の限界が設けてあり、更に、クルーズ走行中に何らかの原因で車速が記憶速度より一定値以上低下した場合にクルーズコントロールを自動的に解除する機能を用意して、エンジンの過負荷やブレーキ指令の故

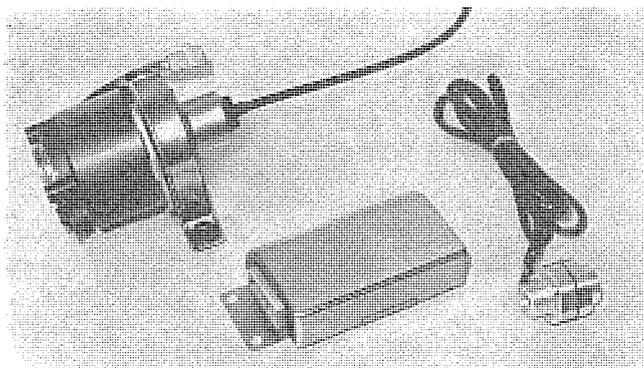


図 3. クルーズコントロール 外観

表 1. 試験結果 (平坦路)

設定速度 (km/h)	ギヤ ポジション	速度変動幅 (km/h)
60	4	2.8
	5	2.4
80	4	1.3
	5	1.6
100	4	0.8
	5	0.5

設定速度 (km/h) (コントロールスイッチ)	整定時間 (s)	オーバーシュート (km/h)
40 → 80 (Res)	18.7	+0.5 0
80 → 90 (Acc)	4.7	+0.8 0
90 → 80 (Dec)	5.3	0 -0.8

障に備えている。また、ブレーキによりクルーズコントロールを解除した時にエンジンブレーキを有効に活用するため、スロットルアクチュエータを急速復帰させる急速リリースモードも設けた。

2.3 性能

車とのマッチングは車のゲインを測定することによって行い、コントロールユニットとアクチュエータのパラメータを、80 km/h 走行時に対して最適化させた。

図 3. に、今回新たに開発したクルーズコントロールを示す。表 1. はこの装置を 2,000 cc 級の乗用車に装着した試験結果であり、従来のスロットル開度フィードバック方式の性能と同等以上の結果を得た。

3. オートクラッチ

イーゼードライヴの原点とも言うべき自動変速機は、トルクコンバータ方式が主流となって需要がますます拡大しつつある。この方式では原理上スリップ損失の発生が避けられないので、燃費の向上が常に課題となり、各種の改善対策が試みられてきたがきめ手はなく、小形の車に適用することはかなり無理があると見られている。このため小形の車では変速操作を残したオートクラッチが注目を浴びている。

当社では、富士重工業(株)の協力を得て、同社のスバル レックス 550 車用として、電磁パウダクラッチを使用した燃費効率の優れた軽自動車用オートクラッチを開発した。このオートクラッチは基本的には、昭和 39 年に製品化したダイヤマチック SAT⁽²⁾と同じであるが、制御回路を全電子化した点が異っている。

3.1 パウダクラッチ

パウダクラッチは、同心円筒で出来たエアキャップに約 300 メッシュの大きさのクロム鋼のパウダ(電磁鉄粉)を入れ、その磁化の程度を制御してトルク伝達を行うクラッチである。一般の摩擦クラッチに見られるような静摩擦トルクと動摩擦トルクとの差はほとんどなく、図 4. に示すように、励磁電流を定めれば伝達トルクはスリップ速度に関係なくほぼ一定になるから、クラッチ特性は理想的である。

3.2 制御

図 5. は、このオートクラッチのシステムブロック図である。エンジン回転数、車速、アクセル開度、シフトスイッチ、ギヤ位置などを入力信号としてパウダクラッチの励磁電流を制御し車をスムーズに発進させる発進制御回路、ギヤシフト時のクラッチの断続を行う変速制御回路、及びセーフティリレー回路などから構成する。

発進制御は、エンジン回転数を基本にしたクラッチ電流の上上がり制御で、図 6. (a) にその特性を示す。図中 P 点はクラッチトルクと E

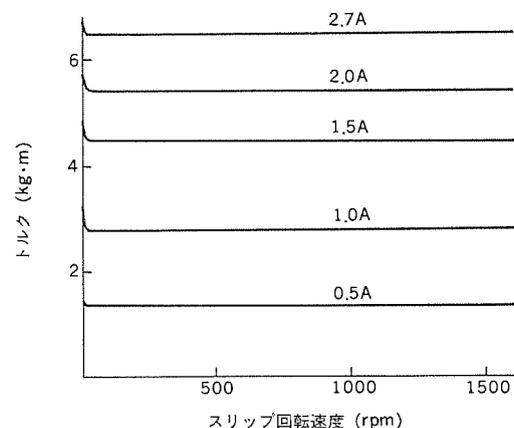


図 4. トルク-スリップ特性

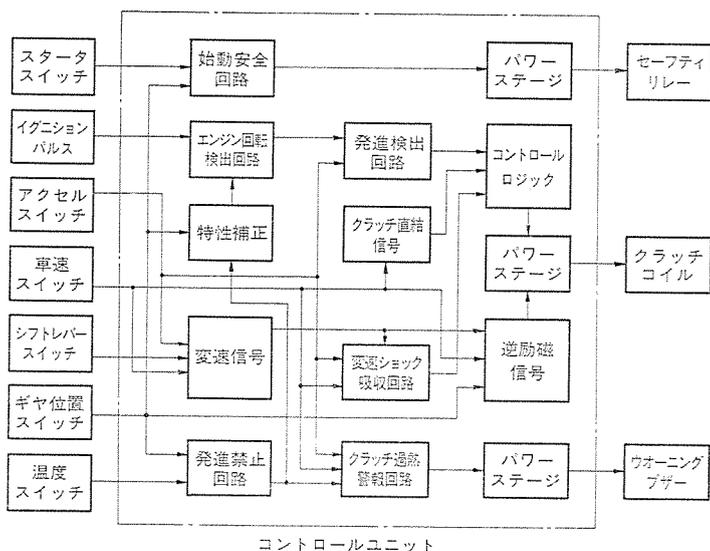
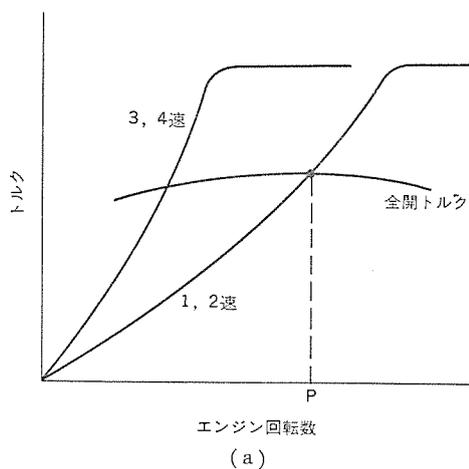
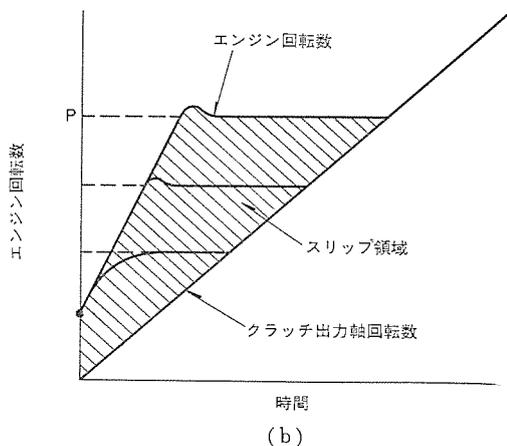


図 5. オートクラッチのブロックダイアグラム



(a)



(b)

図 6. 発進特性

表 2. スリップ損失 (相対値)

ギヤ ポジション	発進程度	ストール回転数 (rpm)			
		1,200	2,000	2,800	3,400
1 速	普通発進	0.6	1.0	1.4	1.5
	急発進	0.6	1.3	1.8	2.1
2 速	普通発進	1.4	2.2	2.5	3.3
	急発進	2.0	3.3	3.8	7.5

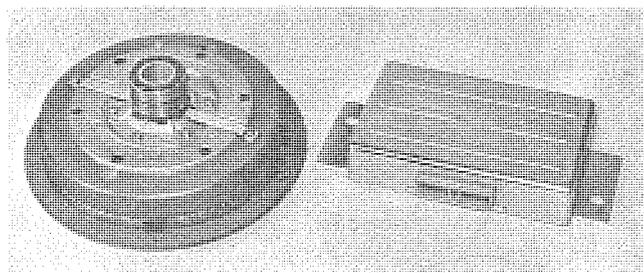


図 7. パウダクラッチとコントロールユニット

ンジントルクが付き合う点であり、この点のエンジン回転数をストール回転数と呼ぶ。P 点以下ではクラッチは滑りながら車を加速させるが、P 点以上の回転数ではクラッチは直結状態となる。図 6. (b) は発進時のエンジン回転数とクラッチ出力軸回転数(車速)の関係を示したもので、アクセルの踏み量に応じてストール回転数が自動的に移動し、スムーズな発進を行う。

このため、2 速発進はもちろんのこと、3、4 速発進も可能であるが、クラッチのスリップ損失が大きくなって危険であるから、3、4 速ではストール回転数を下げてクラッチを保護している。ストール回転数を変化させたときのスリップ損失の変化を表 2. に示す。2 速発進は一般的には問題ないが、非常にひん繁な発進を繰り返すとクラッチの許容損失を超えるおそれがあり、クラッチ温度が一定値以上になればストール回転数を下げてドライバーに注意を喚起するようにしている。

ギヤシフトは一般の車と同様、アクセルをもどした後にシフトレバーを操作して行う。シフトレバーに力を加えると内部のスイッチが動作してクラッチをしゃ断する。このときクラッチは、ドラッグトルク(残留トルク)を最小にするため、電気的には逆励磁モードとなってシフトを容易にする。逆励磁モードはアクセルをもどさない限り作動しないから、走行中にシフトレバーに触れてもクラッチはしゃ断されず、動力伝達がとぎれることはない。

シフト完了後のクラッチの再結合は、加減速感と変速ショックの軽減を両立させるために、トルクの過渡特性とフィーリングとの相関を解析し、アクセル踏み量と車速に関連してクラッチ電流の立上がり特性を決定する制御方式を選んだ。

3.3 性能

図 7. にパウダクラッチとコントロールユニットの外観を示す。励磁電流に対しほぼリニアなトルク特性を持つパウダクラッチの特性を生かし、きめ細かい制御を行うことにより他のオートクラッチには見られない次のような特長を持つオートクラッチを完成した。

- (1) 普通走行状態ではクラッチはスリップを生じないから、燃費はマニュアルクラッチ車と同等である。
- (2) 発進時には加速性の良いスムーズな発進特性が、変速時にはフィーリングの良いクラッチ再結合特性が得られる。
- (3) 停車時にはクラッチが完全にしゃ断されるので、トルコン車の場合の欠点であるクリープ現象が解消できる。
- (4) エンジンブレーキはマニュアルクラッチ車と同等である。

4. アンチスキッドブレーキ装置

アンチスキッド装置は、主として航空機用として開発され、その後自動車への装着が検討されたが、初期のものは機械的な方式であり性能的にも不安定であった。本格的な電子制御の導入は 1968 年にフォード社によって行われ⁽³⁾、その後、米国においては、エアブレーキ装着車

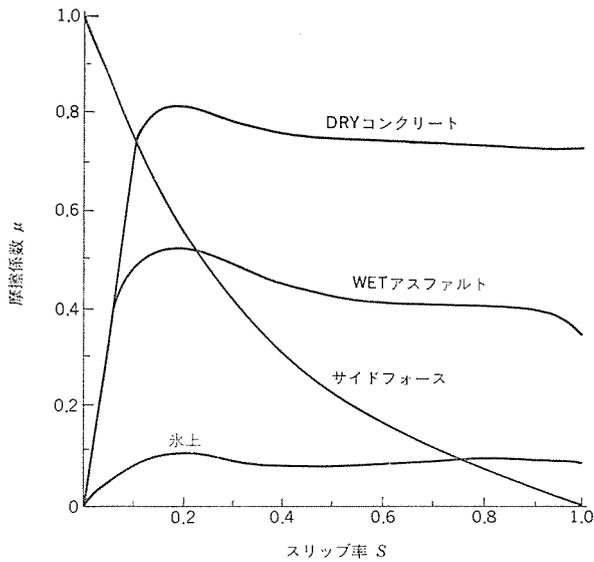


図 8. μ - S 特性

を対象にアンチスキッド装置を装着しなければ到底満足し得ないようなブレーキ性能を要求する法規制が出された。

当社は 1976 年から乗用車用 アンチスキッド装置の生産を開始したが、その後も、各種のブレーキ形式の車両に装着可能なアンチスキッド装置の開発を続けている。

4.1 アンチスキッド装置の基本原理解

アンチスキッド装置は、過剰な制動力による車輪のロックを防止し、車体のスキッド（横滑り）を防止するとともに、停止距離を短縮するため、車輪と路面間のスリップ率をコントロールするシステムである。図 8. に示すタイヤと路面間の μ - S 特性⁽⁴⁾ (μ : 摩擦係数, S : スリップ率) でわかるように、摩擦係数はスリップ率 0.2 付近で最大になるが、車の方向安定を受け持つサイドフォースはスリップ率の増加に伴って減少する。したがって、スリップ率を 0.2 前後に保てば制動性能と方向安定性を両立させた理想的な制動状態を得ることができる。

制動時の車輪の運動方程式は次の式で与えられる。

$$I\dot{\omega} = \mu r W - M_b$$

また、車体の減速度は、 $M_b > \mu r W$ のとき

$$\alpha = -g\mu$$

で表される。ここに I は車輪慣性モーメント、 ω は車輪角速度、 r は車輪有効半径、 W は車輪荷重、 M_b はブレーキトルク、 α は車体加速度、 g は重力加速度である。

ただしこれらの関係が完全に成立するのは理想化したモデルの場合であり、実際の車両では非線形特性を伴ううえにパラメータの変動が起こるから制御のモードは容易には定められない。例えば車輪の慣性モーメントはエンジン駆動系の慣性モーメントの影響を受け、またクラッチの断続やギヤ位置によっても変化する。ブレーキトルクはブレーキ圧力に対してヒステリシス特性を持ち、不感帯あるいは時間遅れを作りだす。車輪荷重は車体減速度による重量移動と積載荷重の変化で変動して、とくにトラックに対する制御をむずかしくしている。

4.2 制御アルゴリズム

多くのパラメータの変動やアクチュエータ、センサの制約のもとで、より現実的な方式を見いだすために、実車とシミュレーションによるコントロールループの検討を行い制御方式を確立した。図 9. に後 2 輪統合制御の

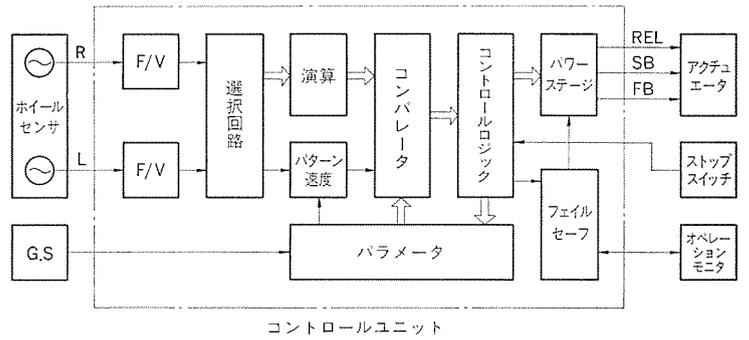
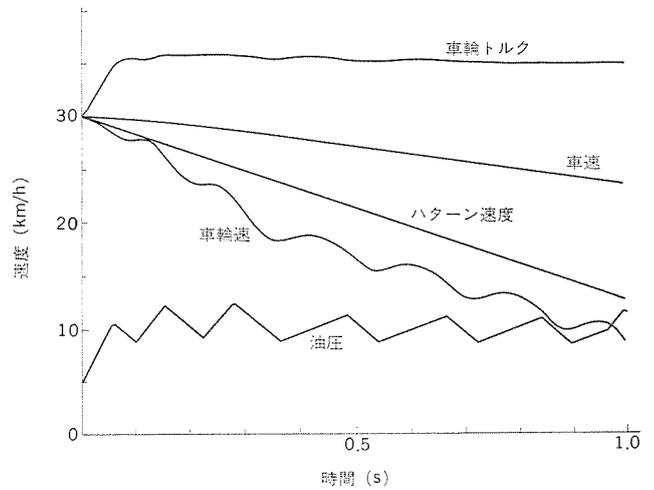
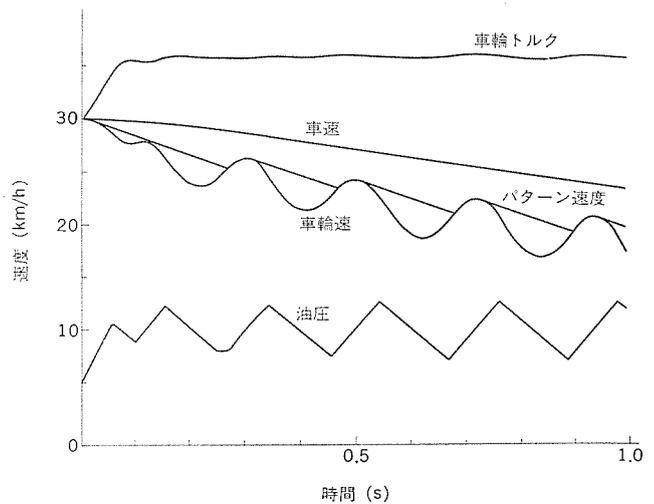


図 9. アンチスキッド装置のブロックダイヤグラム



a



(b)

図 10. 作動波形

場合のブロック図を示す。

適応路面 μ を広げ、かつ作動性と制動距離を同時に満足させるために、ブレーキ圧力を制御するアクチュエータは減圧 (REL) モード、緩加圧 (SB) モード、急加圧 (FB) モードの 3 モードが選択できるようにして制御の精密化を図り、コントロールユニットでは車輪のスリップ率を μ_{max} よりわずかに小さいスリップ率まで復帰させる設定を行っている。

REL モードは車輪の減速度が $-1.5g$ を超えたときセットされる。REL モードのリセットは車輪のスリップ率を μ_{max} よりわずかに小

いスリップ率まで復帰させたときに行われる。このためには適正な減圧を行うことが必要である。

図 10. はリセットの制御パラメータを変えた場合の動作波形である。(a)では適正な減圧に失敗し、車体速に近似するパターン速度は車輪速度によって修正されないが、(b)ではほぼ適正な減圧となっている。すなわち、RELモードのリセットは次に展開される車輪の動きを予測して、加圧のタイミングを決定することにより、車輪の減速度の変化率とコントロールユニット内で作られるパターン速度に対する車輪速度の変化率を用いてこれを達成し、更に、路面 μ の急変などに起因する補正を行っている。

FBモードは、過減圧に対する補正やブレーキ系のヒステリシスの補正、及びコントロールループの適正作動のモニタとして出力される。減圧に対する補正は主として車輪の加速度を用い、ブレーキのヒステリシスに対する補正はRELモードの時間に関連して決定される。コントロールループの試行は、車輪速度が μ_{max} よりわずかに小さいスリップ率で制御されているか否かの判断を行うもので、パターン速度に対する車輪速度のスリップ量を用いて行う。

SBモードは μ_{max} 付近のスリップ率を有効に活用すると同時に制動中の圧力変動を少なくし、フィーリングの良い制動を得るために設けられており、更に、系の応答遅れに起因するエンジン停止を防止し、適応路面範囲を広げる。

常に変化するパネ荷重とブレーキトルクによって起るリーフスプリングの共振は、ねじり効果によりホイールセンサにノイズを混入する。ノイズによる誤認は共振を助長し、制動時のフィーリングが悪くなるだけでなく、時には制動距離が延びる。リーフスプリング系の共振周波数は一般に10 Hz程度で、アンチスキッド装置の作動帯域に近く、フィルタによる除去は困難であり、識別のための論理回路を設け誤認を防止した。

片効きや左右路面の不均一は、統合コントロールでは大きな問題で、制御入力として左右の車輪速のうち、高い方を選択するSH(Select High)制御では方向安定性が低下し、低い方の車輪速を選択するSL(Select Low)制御では制動距離が延びる可能性がある。この問題に対処するため、基本的には制御入力を左右の車輪速の平均とするAV(Average)制御とし、片効きの度合を判断する機能を備え、片効きの度合が大きいと判断されたときは、SH制御とする方式を採用した。

車輪速のみによる制御で、適応路面範囲を広げることには限界がある。特にミッションの低ギヤ位置では低 μ での作動性が悪化する。Gセンサは、車体の減速度を検知し車体速度の情報を得ようとするもので、本質的には路面の傾斜の影響を受け、高い精度は期待できないが、路面状況をだまかに分類することは可能であり、これによって作動範囲を広げることができる。

アンチスキッド装置は、車としては最も信頼性の必要なブレーキ系を制御するものであり、特にフェイルセーフに留意してシステム検討を行った。フェイルセーフ回路は、アクチュエータ、ホイールセンサ、及びGセンサを監視するほか、自己診断機能を備え故障が検知された場合には通常のブレーキにもどすと同時に警報を出すように構成した。更に、ドライバーの意志でアンチスキッド装置のチェックができるようモニタ機能を備え

表 3. 制動距離

路面	初速度 (km/h)	空車/ 定積	ギヤ ポジション	ロック平 均減速度 (g)	アンチス キッド 無 (m)	アンチス キッド 有 (m)	率 (%)
DR μ	50	空	4	0.65	15.2	14.2	-6.6
		積	4	0.58	17.1	16.5	-3.5
	80	空	5	0.61	41.4	36.1	-12.8
		積	5	0.51	49.4	49.6	+0.4
WET	50	空	4	0.46	21.4	19.1	-10.7
		積	4	0.44	22.5	21.6	-4.0
	80	空	5	0.36	70.1	57.5	-18.0
		積	5	0.37	68.3	58.1	-14.9
低 μ	30	空	3	0.13	26.6	25.0	-6.0
スプリット	30	積	3	0.30	11.7	11.8	+0.8

注) 制動はバニックストップ

た。

4.3 性能

アンチスキッド装置を実際の車に装着し、スプリット路(左右両車輪に対応する路面 μ が異なる道路)、おうとつ路、高 μ ・低 μ 混合路等各種路面で、旋回ブレーキ、パシャルブレーキ等を含む制動試験を行い、路面 μ 0.1~1.0において安定した制動特性が得られることを確認した。表 3. にその結果を示す。

5. む す び

自動車の走行制御に関連した電子装置の中で、代表的なものを3種取上げ、その制御の概要を説明した。走行に関連する制御はドライバーと車のインタフェースの役目を持った面があり、性能の1つに定量的に計量し難いフィーリングが入ってくる。したがって最終的な評価は実際の車で行うことが必要である。システムより見れば、制御対象に発生する現象をセンサにより検出し、各種の演算処理を行い再度機械量に変換しなければならない。今後、各種の装置の増加に伴って相互関連が更に強くなることが予想される。したがって、人間とエンジンを含めたドライブレインを総合的に見る必要がある。

参 考 文 献

- (1) Speed Control Unit Gets Smaller, Adds Function. Automotive Engineering, 87, No. 3 (1979)
- (2) 星川ほか:三菱電機技報, 38, No. 5, 24 (昭39)
- (3) R. H. Madison ほか: Evolution of Sure-Track Brake System, SAE Paper 690213 (1969)
- (4) J. L. Harned ほか: Measurement of Tire Brake Force Characteristics as Related to Wheel Slip (Antilock) Control System Design, SAE Paper 690214 (1969)

ハイブリッドICイグナイタ

松村政美*・上田 敦*・陣門優志**・小林栄治**

1. ま え が き

自動車排出ガス規制の強化、燃料消費率の改善、更にはメンテナンスフリー化へのすう勢から、点火系の高信頼性、高点火エネルギー性能及び点火時期の高精度化が要求されるようになった。これに対応するため、従来の機械式接点により点火コイルの1次巻線回路を断続させて2次巻線回路に高電圧を得るいわゆる接点式点火装置における機械式接点を、配電器に内蔵された電磁ピックアップコイルなどによる点火信号発生器と、高耐圧パワー transistor を含む制御ユニットに置き換えた無接点式 transistor 点火装置が広く採用されるようになった。

当社もこれまで各種 transistor 点火装置を開発し、自動車メーカーへ納入してきたが、更に小形軽量化、高性能化及び信頼性の向上を図るために、ハイブリッドIC化した transistor 点火装置(以下HICイグナイタと略す)を開発し生産に移した。

これは、自動車用としては国内初の多パンプリップチップICを採用したハイブリッドICを用いたもので、高性能、高信頼性であるとともに、小形軽量という特長を生かして、配電器に一体化して取付けることで構成を簡単にすることに成功した。以下にその概要について述べる。

2. HIC イグナイタの特長

HICイグナイタは表1.に示すように、構成上は配電器外付けタイプと内蔵タイプにわかれ、性能面では2プラグ同時着火、ロック制御用など特殊な仕様のものもあるが、ここでは標準的な配電器内蔵タイプであるJ106について、その構造及びいくつかの特長について述べる。

2.1 回路構成

J106の回路構成を図2.に示す。このイグナイタの特長は、エンジン回転数検出回路と点火コイル電流検出回路により閉路率[(点火コイル通電時間/点火周期)×100%]を制御する機能と、点火コイルの1次電流を制限する機能を有することである。

一般に点火エネルギーは、点火コイル1次電流 i_1 の断直前のコイル蓄積エネルギー(E_1)に比例する。

$$E_1 = (1/2) L_1 i_1^2 \quad \dots\dots\dots (1)$$

L_1 : コイル1次インダクタンス
 i_1 : コイル1次断直電流

また、 i_1 の値は次式で表される。

$$i_1 = V/R_1 [1 - \exp(-R_1 t/L_1)] \quad \dots\dots\dots (2)$$

V : コイルに印加される電圧

R_1 : コイル1次側抵抗

t : コイル通電時間

したがって、エンジンの高速回転域まで高い点火エネルギーを得るた

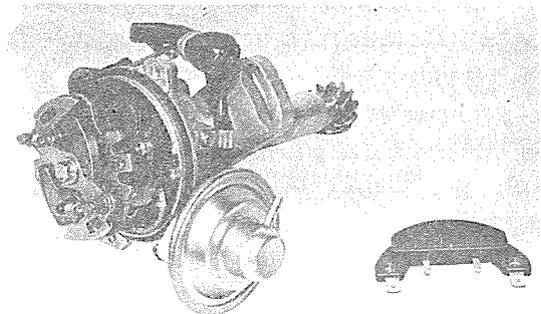


図1. 配電器内蔵形HICイグナイタ(J106)

表1. HICイグナイタの生産機種

機種	特長	装着場所
J105	高性能、高信頼性、標準形	配電器ハウジングへ外付き
J106	高性能、高信頼性、標準形	配電器ハウジングへ内蔵
J109	高性能、高信頼性、小形化、標準形	配電器ハウジングへ外付き
J204	高性能、高信頼性、ロック検出装置からの信号に応じて点火時期を制御する	配電器ハウジングへ外付き
J301	高性能、高信頼性、2プラグ同時着火	配電器ハウジングへ外付き

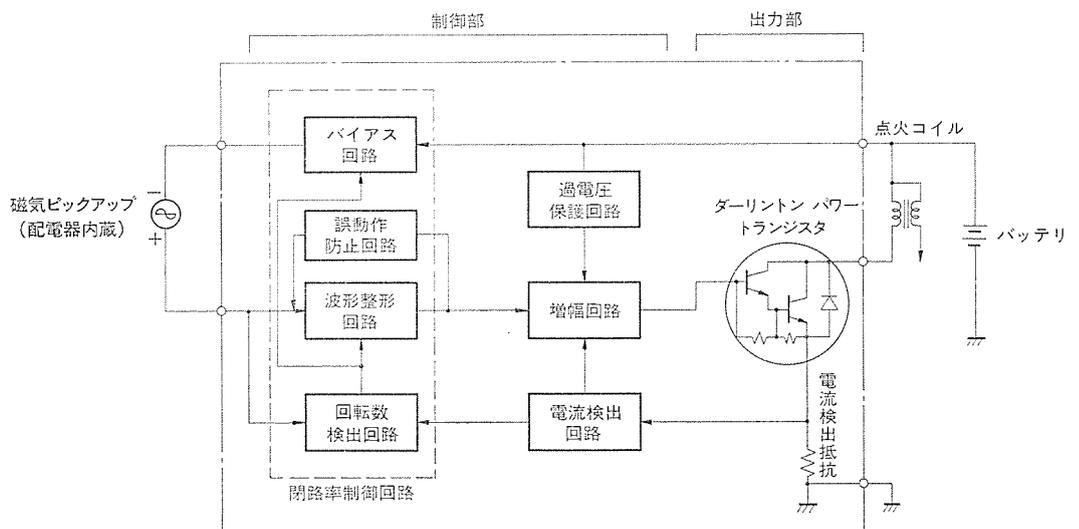


図2. HICイグナイタ(J106)の回路構成

めには、コイル 1 次側抵抗 (R_1) を小さくするとともに閉路率を制御して十分なコイル 1 次電流 (i_1) を与えることが必要である。

通常高エネルギー用点火コイルの 1 次側抵抗は、 0.5Ω から 1Ω 程度が多いため電流検出回路を用いてコイル 1 次電流をある設定値 (J 106 の場合 6 A) に制限している。これは不必要に大きい電流が流れることを防ぐとともに、パワートランジスタの電流容量を小さくする効果をもたらす。

閉路率制御回路は、エンジン回転数に応じてコイル通電時間を制御することにより、低速回転域では消費電力を抑制し高速回転域では十分なコイルしゃ断電流を得るための回路である。電流検出回路を含む閉ループ制御によって、バッテリー電圧、周囲温度の変動に対して安定な動作特性を得るとともに、併用する各種点火コイルに対して最適な制御ができるように考慮してある。

過電圧保護回路は、運転中バッテリー端子が開放となった場合発生する高電圧サージ (ロードランプサージ) などからイグナイタを保護するためのもので、24 V 以上のサージが印加されたとき、パワートランジスタを強制的にオフさせてパワートランジスタの破壊を防止するとともに、IC チップへの印加電圧を約 24 V に制限している。

誤動作防止回路は、コイル 1 次電流しゃ断後一定時間イグナイタ入力部を零電位に保持することにより、点火時発生するノイズによる誤動作を防止するためのものである。

2. 2 主な構成部品と製造技術

J 106 の構造上の特長は次のとおりである。

- (1) フリップチップ方式による専用 IC チップの採用
- (2) 高破壊耐量を有するダーリントンパワートランジスタチップの採用
- (3) はんだペースト印刷技術の採用

2. 2. 1 フリップチップ IC

J 106 の制御部を構成するモリミック IC の大きな特長は、そのボンディング方法である。従来の金属細線によるワイヤボンディング法にかえて、IC チップの電極部にバンブ (はんだ突起電極) を形成し、この面を裏向けにして厚膜抵抗基板にはんだにより 1 度に配線を完成するフリップチップ方式を採用した。

図 3. に J 106 に使用するフリップチップ IC M 52532 の外観を示す。12 個のバンブの電極直径は 250μ である。

ワイヤボンディングとフリップチップボンディングで根本的に異なる点は、そのボンディング強度と接続点数にある。すなわち、ワイヤボンディングの

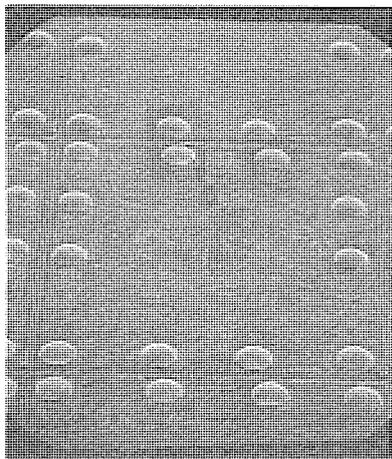


図 3. IC チップ (M 52532) の外観写真 (走査形電子顕微鏡による)

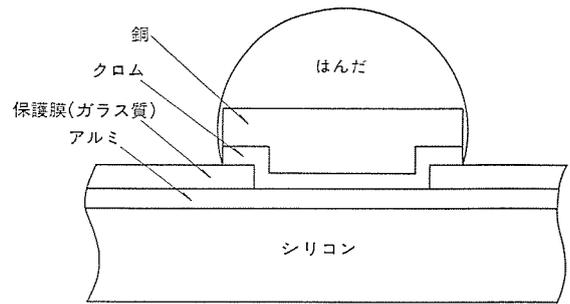


図 4. バンブの断面構造

場合はワイヤ自身の破壊強度で制限され、一般に直径 25μ のワイヤの場合約 10 g 程度の荷重で破壊に至るのに対して、フリップチップボンディングの場合はバンブの大ききで決まり、M 52532 の 1 バンブ当たりの強度は 100 g 以上あり、ワイヤ方式に比較して強度は 1 けた (桁) 以上大きい。また、ワイヤ方式がワイヤを電極と厚膜抵抗基板の 2 箇所へボンディングするのに対し、フリップチップ方式はその電極を厚膜抵抗基板に直接ボンディングするため、接続点数が半減する。更に、フリップチップ方式はバンブ面積が大きいため接続部の電流容量が大きく、ワイヤボンディング方式で問題となる異常時のサージ電流によるワイヤの溶断もない。

これらの特長に加えて、フリップチップ方式ははんだ付工程のみで厚膜抵抗基板へ多点同時ボンディングできるため、組立の自動化が可能となった。

図 4. は、M 52532 のバンブの断面構造図である。図のような多層構造をとることにより接触抵抗を極めて小さい値に抑えながら付着強度を十分大きくすることができた。

2. 2. 2 ダーリントンパワートランジスタ

図 5. は、点火コイル 1 次電流を断続制御するためのイグナイタ用ダーリントンパワートランジスタ T 2080 の外観写真である。

イグナイタ用ダーリントンパワートランジスタが具備すべき特性として、高耐圧、高電流増幅率及び高破壊耐量などがあげられる。更に、HIC に内蔵する場合は、ハーメチックシール構造がとりにくいため露出する pn 接合を保護する十分安定なパッシベーションを行う必要がある。

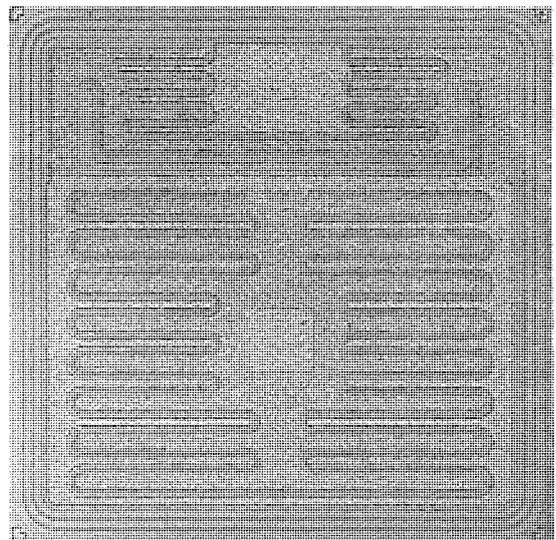


図 5. ダーリントンパワートランジスタチップ (T 2080) の外観写真

表 2. ダーリントンパワートランジスタ T 2080 の主な定格と特性

最大定格 ($T_C=25^\circ\text{C}$)

記号	項目	定格値	単位
V_{CBO}	コレクタ・ベース間電圧	400	V
V_{EBO}	エミッタ・ベース間電圧	10	V
V_{CEO}	コレクタ・エミッタ間電圧	400	V
I_C	コレクタ電流	7	A
I_{CM}	せん頭コレクタ電流	12	A
T_j	接合部温度	150	$^\circ\text{C}$
T_{stg}	保存温度	-40 ~ +150	$^\circ\text{C}$

電気的特性 ($T_C=25^\circ\text{C}$)

記号	項目	測定条件	特性値			単位
			最小	標準	最大	
$V_{CE0(SUS)}$	コレクタ・エミッタ維持電圧	$I_C=1\text{A}, I_{CP}=5\text{A}, L=12\text{mH}$	300	—	—	V
I_{CBO}	コレクタしゃ断電流	$V_{CB}=400\text{V}, I_E=0$	—	—	100	mA
I_{EBO}	エミッタしゃ断電流	$V_{EB}=10\text{V}, I_C=0$	—	—	100	μA
I_{CEO}	コレクタしゃ断電流	$V_{CE}=400\text{V}, R_{BE}=\infty\Omega$	—	—	100	μA
h_{FE}	直流電流増幅率	$V_{CE}=2\text{V}, I_C=4.5\text{A}$	400	700	2,000	—
$V_{CE(sat)}$	コレクタ・エミッタ飽和電圧	$I_C=7\text{A}, I_B=70\text{mA}$	—	1.2	—	V
$V_{BE(sat)}$	ベース・エミッタ飽和電圧	$I_C=7\text{A}, I_B=70\text{mA}$	—	2.0	—	V
V_{EC}	エミッタ・コレクタ間順電圧	$I_{EC}=8\text{A}$	—	—	3.0	V
E_{sib}	2次降伏エネルギー	$L=12\text{mH}$	300	800	—	mJ

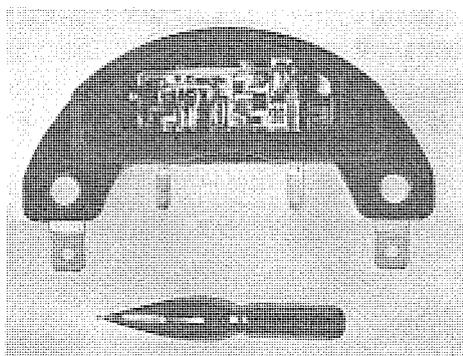


図 6. HIC イグナイタ (J106) の構造

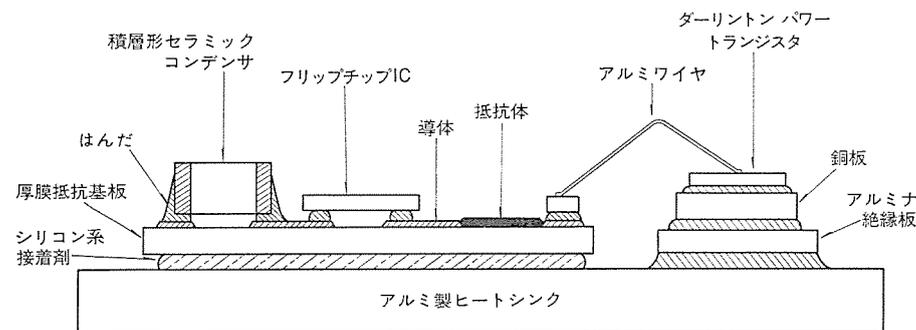


図 7. HIC イグナイタ (J106) の断面構造

T 2080 は HIC イグナイタ用として、これらの要求を満足すべく最適な素子設計を行ったものである。その主な定格と電気的特性を表 2. に示す。

この T 2080 は、3重拡散プレーナ形構造を採用し、CVD (Chemical Vapour Deposition) 技術による最適な多層パッシベーション膜で各接合を保護しているため HIC 組立時に保護コーティングなどの特別な配慮を払う必要がない。また、従来のイグナイタ用ダーリントンパワートランジスタは、高耐圧化・高電流増幅率化と高破壊耐量化を両立させることが難しく、点火コイルから受けるエネルギーストレスによる破壊を防止する目的でコレクタ・ベース間に保護用のツェナダイオードをそう入する必要があった。これに対し T 2080 では、通電時の電流分布とそれによる温度上昇を均一にする最適なパターン設計を行い、更にコレクタ高抵抗層の厚さと比抵抗とを精度よくコントロールするとともに、熱歪による結晶欠陥が発生しにくい拡散プロセスを採用することにより高破壊耐量化を実現している。この T 2080 を採用することにより、国内で初めて保護用ツェナダイオードを使用しないイグナイタの量産化が可能となった。また、自動車のバッテリーを誤って逆接続されたときトランジスタを保護するために、コレクタ・エミッタ間にダイオードを内蔵している。

2. 2. 3 製造技術

図 6. は J106 の構造を示す写真である。J106 は前記したダーリントンパワートランジスタ T 2080 からなる出力部と厚膜抵抗基板からなる制御部とにより構成している。J106 の断面構造の概略を図 7. に示す。出力部は T 2080 を銅板、アルミナ絶縁基板を介して銅とニッケルをめっきしたアルミ製ヒートシンクにはんだ付けして放熱効果を良くしている。一方、制御部はスクリーン印刷技術により導体 (Ag-Pd) 及び抵抗体 (RuO₂) を形成した厚膜抵抗基板上に、フリップチップ IC M 52532 及び積層形セラミックコンデンサをはんだ付けしている。この IC には、制御部の大半を集積して厚膜抵抗基板の小形化を図った。

厚膜抵抗基板へのこれら部品の装着には、はんだペースト印刷技術を採用している。はんだペースト印刷は、フラックスの粘度を利用してペースト状になったはんだをメタルマスクを通して厚膜抵抗基板上へ選択的に印刷する方法であり、従来の浸し(漬)はんだ付法と比較してはんだの高さのコントロールが精度よく行えるため、多パッドフリップチップ IC の装着には最適である。はんだペースト印刷した厚膜抵抗基板への部品の装着には自動装着機(チップレーサ)を利用して生産の省力化を図っている。また、部品装着の完了した厚膜抵抗基板は、点火コイル 1 次電流を所定値に設定するためにレーザトリマによる機能トリミングを行っている。

厚膜抵抗基板は、アルミ製ヒートシンクにシリコン系接着剤で接着し、熱及び機械的応力によるクラックの発生を防止している。また、ダーリントンパワートランジスタとの接続にはアルミワイヤの超音波ボンディングを採用している。端子が埋めこまれた熱可塑性樹脂のフレームは、エポキシ系接着剤でアルミ製ヒートシンクに接着し、耐湿性を考慮してシリコンゲルを充てんした後カバーを接着してある。図 8. に J106 の製造工程の概略を示す。

2. 3 信頼性

J106 は、その制御部をフリップチップ方式の IC に集積するとともに、イグナイタ全体を HIC 化したことにより、部品点数及び接続

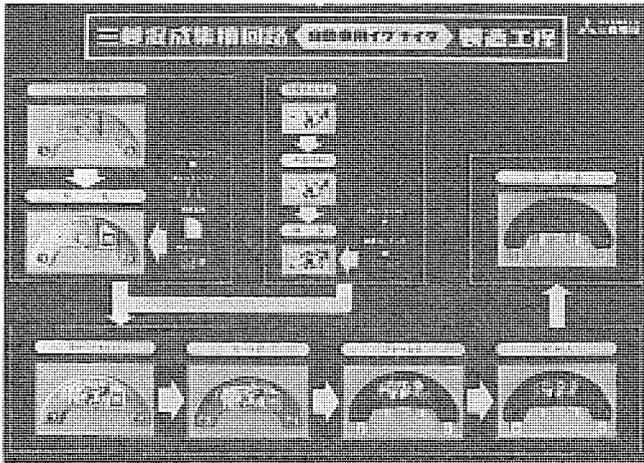


図 8. HIC イグナイタ (J106) の製造工程

点数を大幅に削減した。従来のディスクリート回路に比較して部品点数は80~90%減少している。更にイグナイタ専用として開発した高信頼性ダーリントンパワートランジスタを採用するとともに、最悪のサージ条件を考慮した保護回路の設計を行って、高い信頼性を確保することに成功した。

3. 仕様と性能

表 3. に J106 の概略仕様を示す。定格電圧は12Vであるが、バッテリー電圧の変動を考慮して6~16Vの範囲での性能を保証している。

図 9. に出力電圧及び入力電流の回転数特性を示す。図から明らかなように、全回転数範囲で接点式よりも高い出力電圧特性を得た。またアイドル回転域では、接点式よりも小さい入力電流で高い出力電圧を得た。これはエネルギー効率を大幅に改善した成果である。

図 10. に閉路率の回転数特性を示す。図中(a)はバッテリー電圧をパラメータとした場合、(b)は定数の異なる点火コイルに対する特性であり、外部条件の変動に対して閉路率制御が最適に行われていることを示す。

表 3. HIC イグナイタの概略仕様

項目	定格値	単位
定格電圧	12	V
性能保証電圧範囲	6~16	V
動作電圧範囲	4~24	V
性能保証温度範囲	-30~110	°C
保存温度範囲	-40~120	°C
最大コイル電流	7	A
動作回転数範囲	20~3,500 (配電器)	rpm
接地極性	マイナス	—

4. むすび

多パンプフリップチップICの開発とHIC化により、小形軽量化、高性

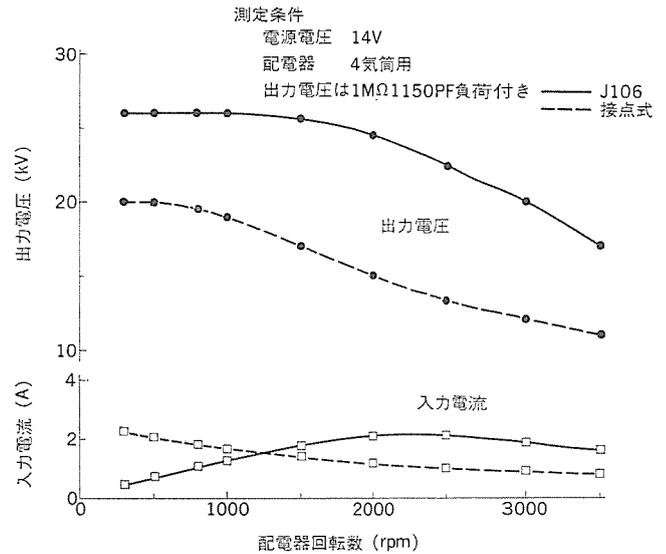
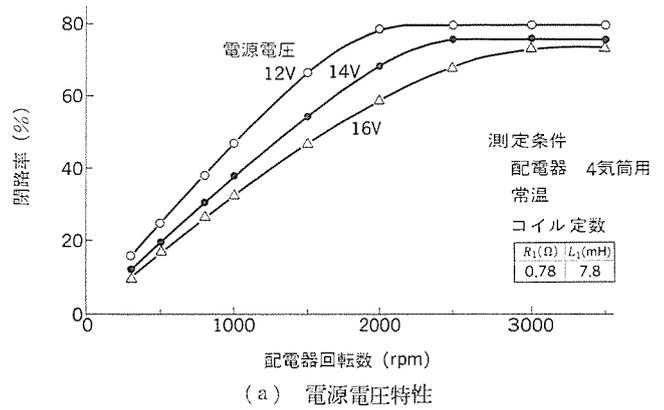
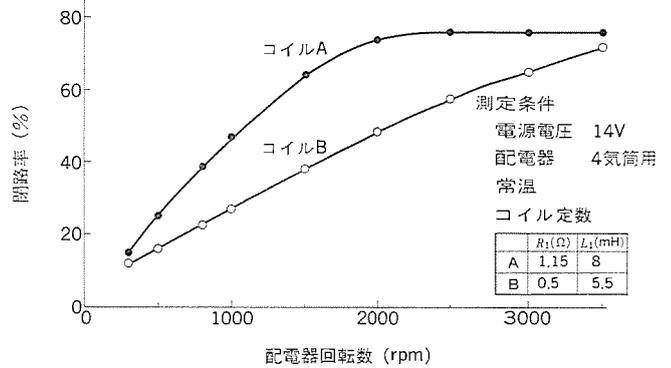


図 9. 走行時性能



(a) 電源電圧特性



(b) 併用コイルの差

図 10. 閉路率の制御特性

能化及び信頼性の向上を実現したイグナイタを製品化することができた。これにより、自動車排出ガス規制への適合、メンテナンスフリー化、更に燃料消費率の改善など近年その社会的要請の高まっている自動車性能の向上に貢献ができたものと思う。

今後とも、自動車用点火装置に要求される機能は、複雑多様化してくるものと予想されるが、更に製造技術と信頼性の向上に努力してこれに答えたい。

車載オルタネータ用HICレギュレータ

岩城良之*・森下光晴*・和田一二三*・岩谷史郎*・片島 正*

1. ま え が き

HICレギュレータは、従来の接点式レギュレータに替わるものとして1967年に初めて米国GM車に装着され、その後の自動車への本格的なエレクトロニクス導入のトリガとなった。我が国でも生産性と信頼性を向上させながら着実に切換えが進められており、全面的切換えは時間の問題となっている。

本稿では、生産性を上げてコスト競争力を維持することと、市場における信頼性を安定させることを中心とした総合的な面からHICレギュレータを報告する。

2. HICレギュレータの機能条件

2.1 基本回路とその動作

図1. は当社の第3世代HICレギュレータを用いた充電系の基本的な回路例である。

図1.においてイグニッションキースイッチ(K)を開路すると、バッテリー(B)から充電表示灯(PL)及び初期励磁抵抗(R6)、フィールドコイル(F)、そしてダーリントンパワートランジスタ(Tr₂), (Tr₃)までの回路を構成し、表示灯(PL)を点灯するとともにオルタネータを初期励磁の状態にする。エンジンが始動してオルタネータが発電を開始するとダイオードトリオ(Dt)から励磁電流を供給し、同時に表示灯(PL)の両端の電圧がほぼ等しくなって消灯する。

発電電圧が上昇して所定値を超えると、ツェナダイオード(Dz)とトランジスタ(Tr₁)が導通してトランジスタ(Tr₂), (Tr₃)はシャ断されフィールドコイル(F)に流れる電流を抑制するから所期の電圧制御を行うことができる。(Cn)は動作を安定させるためのコンデンサ、(Ds)はパワートランジスタ(Tr₂), (Tr₃)のシャ断時にフィールドコイル(F)に発生するサ-

ージ電圧を吸収するダイオードである。

2.2 環境条件とその対応

オルタネータは、自動車のエンジンに緩衝材の介在なしに直接ボルトで固定される場合が多い。HICレギュレータは、一般にこのオルタネータに機能部品として内蔵されている。したがってHICレギュレータに関して配慮すべき環境条件は、エンジンが発生する熱や振動及び点火系の誘導性サージなどの車体側からくる内的要因と走行時に遭遇する水・泥・路面凍結防止剤(塩)・じんあい(塵埃)等の外的要因に大別できる。特徴的な項目とそれに対する留意点を挙げると次のようになる。

(1) 耐熱性

オルタネータはエンジンに直接取付けられるので、エンジンからの熱を伝導とふく(輻射)で受ける上に周囲のふん(霧)閉気温度は100°Cに達する。オルタネータは、そのロータに取付けたファンによって強制空冷しているが、HICレギュレータはこの条件下でアルミニウム製ヒートシンクで130°C、パワートランジスタのジャンクションで約150°C連続動作を保証する必要がある。また走行条件や環境の違いによって温度が大きく変化するのでサーマルサイクルによるストレスについて考慮することが不可欠である。

(2) 耐振性

従来の接点式レギュレータは、数Gの振動加速度でその機能を失うためエンジンに直接装着することは不可能であった。HICレギュレータは、この点について問題ないためにオルタネータに内蔵されることになったが、エンジンの振動はその加速度が30G、周波数が10~400Hzなので特にリード線部分の共振による断線がないようにするためにリードのストラップ化などの検討が必要である。

(3) 耐サージ電圧性

ガソリンエンジン用のHICレギュレータは、大別して2種類のサージ電圧に耐える必要がある。その1つはエンジンの運転中にオルタネータが何等かの原因でバッテリーから分離されたような状態となった場合、点火系の1次側すなわちHICレギュレータの(L)及び(R)端子に図2.の上に示すような正方向で幅の狭い高電圧イグニッションサージ電圧が印加されることである。

ダーリントンパワートランジスタ(Tr₂), (Tr₃)は、ブレイクオーバーしても破壊しないような2次耐量を有する素子を選定する必要がある。もう1つはいわゆる母線シャ断によるものである。オルタネータ自体が高速・高負荷で運転されているときにバッテリーを含む全負荷がシャ断された瞬間にフィールドコイルのリアクタンスに関連して発生するもので、図2.の下に示すような正方向で比較的幅の広いサ-

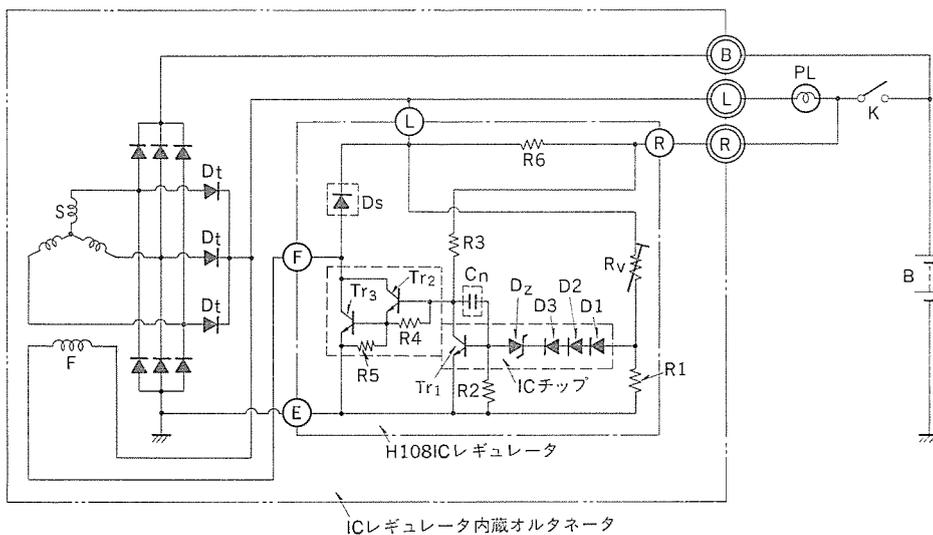
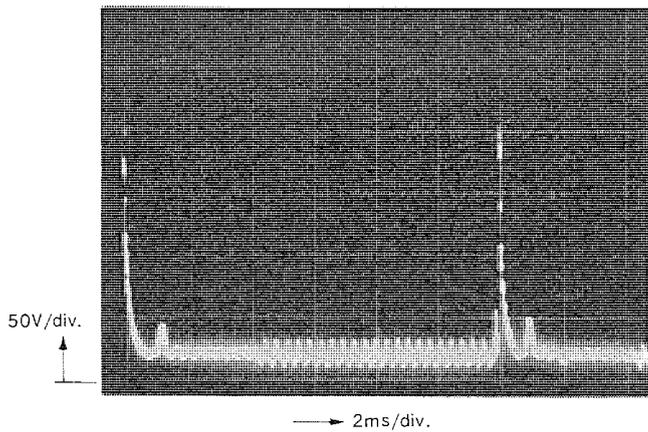
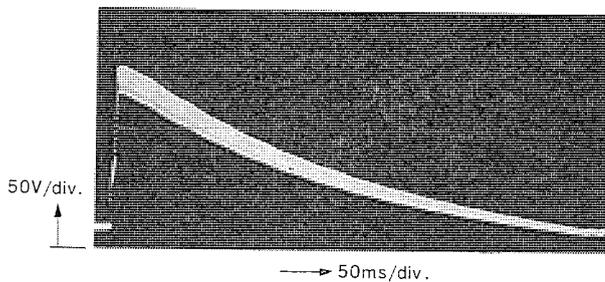


図1. 充電系の基本回路(第3世代HICレギュレータ)
(1点鎖線内はHICレギュレータ、破線内はチップを示す)



(a) イグニッションサージ電圧



(b) 全負荷しゃ断サージ電圧

図 2. サージ電圧の波形

ジ電圧である。フィールド電流と回転速度の積に比例する大容量のサージであるから、パワートランジスタは、ブレイクオーバーしないようにその耐圧を決定する必要がある。

(4) 耐水性

自動車は雨や雪に遭遇し、でいねい(泥濘)路や塩を散布した凍結路、更に砂ばく(漠)の道を走行する。輸出の拡大に伴って耐環境性の要求に厳しさを増している。近年凍結防止剤の大量散布の傾向があり、他の機能部品と同様にその耐食性に対する検討を強化している。

HICレギュレータは、端子間に電位を有しているので、塩水が侵入すると激しく腐食するばかりでなく、塩水が電気分解を起こして苛性ソーダが生成される。これに対処するため最小のコストで塩水の侵入を防止する機構を用意したり、アルカリに対して強い材料を選択することも必要になっている。

3. 当社 HIC レギュレータの経緯

自動車の部品は、一貫してコストパフォーマンスを向上させることの追求を要請されてきた。HICレギュレータも例外ではない。近年この機能の中に軽量かつ小形であることの要素が加味され、重要視されるようになっていく。省燃費を実現するのに効果が大きいとされる車体の重量を軽減するため、接点式レギュレータの製品重量である約450gを除外することに意味を持たせつつある。

3.1 HICレギュレータの変遷

従来のオルタネータとこの電圧を制御する接点式レギュレータは、耐振性の理由から長い間分離して装着され、それぞれが別々の機能部品として扱われてきた。可動部分がないHICレギュレータの出現により、この耐振性の問題が解決され、小形のメリットを生かしてオルタネータに内蔵されることになった。当社のHICレギュレータは、昭和45年に

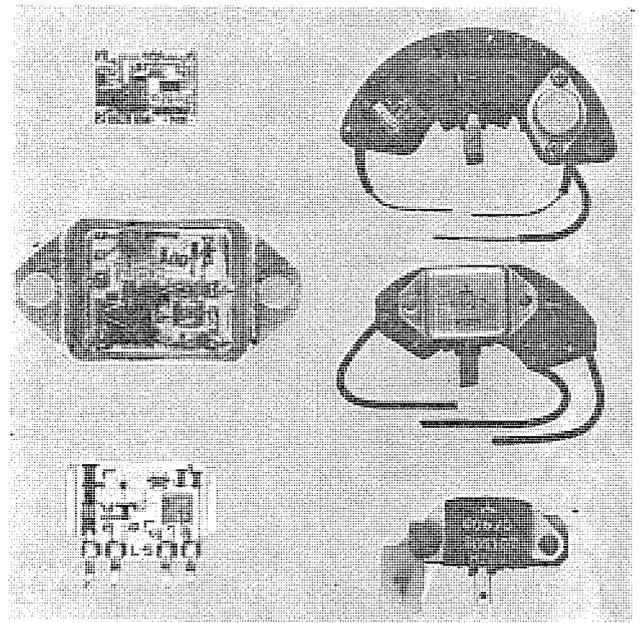


図 3. HICレギュレータの改良経緯
(上段 第1世代, 中段 第2世代, 下段 第3世代)

我が国で初めて日産車に採用され、その後今日に至る10年の間に幾多の改良を重ねた。図3.にその改良の経緯を示す。

当社の第1世代は、昭和45~51年に月産数百~数千の規模で生産し技術上の可能性を確立したプロトタイプである。パワートランジスタは、TO-3のキャップに入ったものを用い、制御部分はディスクリート部品を含むHICレギュレータ(H102)とともにプリント基板で接続して構成した。これによって市場における問題点を追跡し、主としてサージ電圧による電氣的破壊とサーマルストレスによる疲労故障に関する技術蓄積をした。

第2世代は、H107形として昭和51~53年に月産1~2万の規模で市場に投入して、大量生産時の市場における信頼性を安定させ全面的な切換えが可能であることを示した。これはパワートランジスタをチップにし、セラミック基板上に載せて1パッケージの形式にした、ここでは24時間のエージングを実施することから始めて種々の管理データを得たが、初期故障や偶発故障の解析を通してエージング時間を短縮できるという重要な示唆を得た。しかし、設計構造上の欠点のため組立の自動化が果たせずタフパーゲナである顧客自動車メーカーが期待するコストにはできなかった。

上述の2つの形式で得た経験を生かして昭和53年から第3世代H108形を生産して現在月産20万台の規模となっている。制御部分を専用のICチップとして素子数を減少した。

3.2 第3世代 HICレギュレータの特長

HICレギュレータが現在も十分機能し、信頼性も確立されている接点式レギュレータに置き換わるためにはHICに相当のメリットがなくてはならない。HICレギュレータのメリットとして一般に次の各項目を挙げることができる。

- (1) 特性が接点式に比較して優れている。表1.にこれを示す。
- (2) オルタネータに内蔵するので、レギュレータを装着する工数が不要となりそのスペースもいらなくなる。
- (3) 接点の火花がなくなるので雑音レベルが低下する。
- (4) 配線による励磁回路のオーミックロスがなくなるので実質的にオ

表 1. レギュレータの特性比較

項目	HICレギュレータ	接点式レギュレータ
制御特性	電圧調整幅 	
	速度特性 	
	負荷特性 	
耐接性	電圧変化 30g'sで ±0V	4.4g'sで ±1.0V
	機能維持 30g's MIN	7.8g's MAX
耐久後電圧変動	1000h連続運転 $\bar{X} = +0.01V$ $R = -0.1 \sim +0.11V$	$\bar{X}_1 = -0.18V$, $\bar{X}_2 = -0.18V$ $R_1 = -0.3 \sim +0.1V$, $R_2 = -0.4 \sim +0.15V$
	耐振試験 ±0V	±0.3V
重量	20g	450g

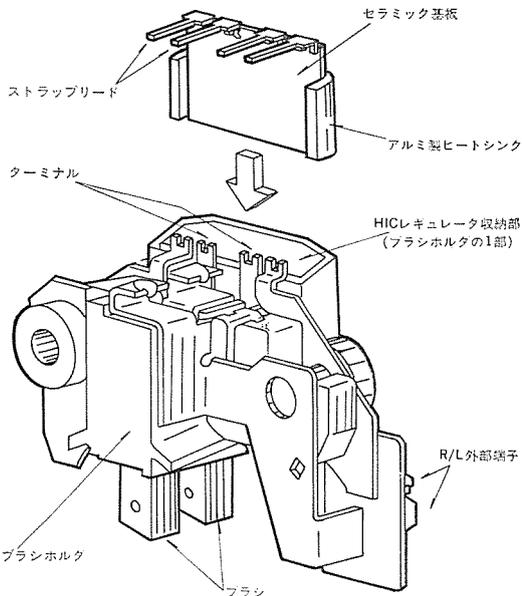


図 4. 第3世代 HICレギュレータの構造

ルタネータの出力が5%程度増大する。

(5) 接点式レギュレータの購買管理や在庫管理が不要になる。

しかしながらこれらのメリットは、第1と第2世代では注目されたがコストパフォーマンスの上で十分な説得力を持たなかった。生産規模が小さいために HIC の基板そのものが高価であったことに加え、自動組立ができないために人手による組立を余儀なくされ加工費のウエートが高くなったためである。第3世代 HICレギュレータの開発に際してはこの点の改善に力点を置き、機能設計法を主体とする VA 手法を用い、オルタネータを含めて総合的・組織的な見直しをした。この活動を通して電子部品に常識的に使われるパッケージを除外する

という副次的な効果も得た。図 4. はこの特長を示すものである。すなわち、

- (1) HICレギュレータの外装部品を除外してブラシホルダにその収納機能を持たせた。
- (2) 1方向からの作業を可能にする自動組立の必要条件を満足させるために、ブラシホルダのレギュレータ収納開口部をブラシ穴と同軸上で並列に設けた。
- (3) ブラシターミナルとレギュレータ基板の接続をストラップにして自動接続ができるようにした。

こうして HICレギュレータは、自動組立ラインの適用が可能となり、オルタネータへの組込みは従来のブラシホルダと同じ扱いで良いことになった。

4. HICレギュレータの信頼性管理

自動車の部品は、近年 ZD (Zero Defect) 運動が強力に展開されている。1万台に1件の故障もエンドユーザーにとっては、100%の故障であるから1件の故障も許容しないという概念である。不良率論は説得力を持たず、結局、生産量が増大すればそれに反比例した不良率の減少という重責が課せられる。この章では当社の HICレギュレータの信頼性管理についてその一部を紹介する。

4.1 HICレギュレータの信頼性

図 5. は HICレギュレータの市場におけるクレーム率の経過を示すものである。第3世代の HICレギュレータが接点式レギュレータを信頼性の点でしのいだことを示している。信頼性を向上させるために、設計的には構成部品数を減少させることによって理論上の故障率を減少させることと、不良品を解析して初期故障と偶発故障の原因を除去することを中心に進めてきた。図 6. は、各世代のレギュレータについて理論上の信頼性を比較したものである。

4.2 エージングについて

製造工程で、品質管理上重要視している項目の1つにエージングがある。現行のエージングは、サージシミュレータや高温槽を備えて極めて実動作に近い形で運用し装置への転送及び不良品の検出はすべてコンピュータで管理している。

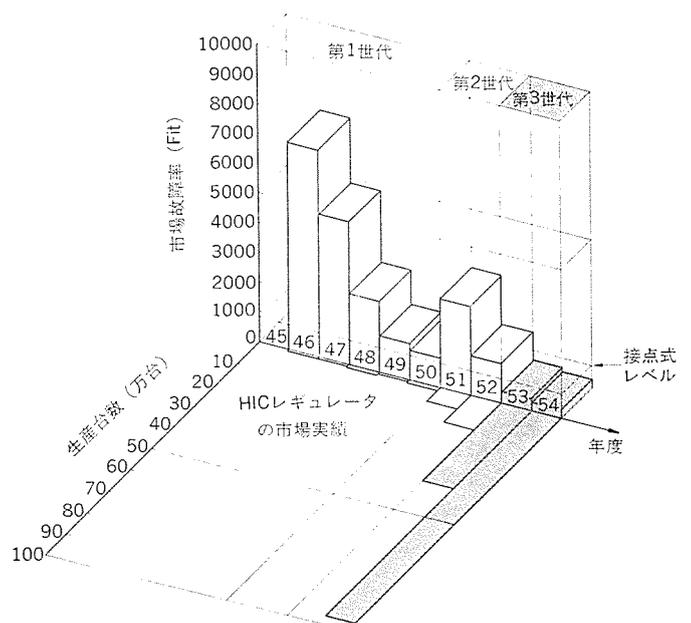


図 5. HICレギュレータのフィールド故障率推移

HICレギュレータの故障形態は、これまでの市場クレームの分析の経験からそのほとんどが初期故障形であり、したがって短時間のエー

ジングによってその欠陥を検出できることがわかってきた。そしてエージングを信頼性の向上と究極的な目標である ZD に結びつけるためその効果を最大に発揮させている。すなわち、

- (1) HICレギュレータは全数エージングを行う。
- (2) 検出した不良品を発生対応で全部解析する。
- (3) 不良原因を責任部門へフィードバックして即座に改善策を講じる。
- (4) ロットごとに不良内容及び不良率を確認して市場への投入可否を判定する。

このようにエージングでとうた(淘汰)された初期故障や偶発故障を全部解析することによってエージングの単純化・合理化を進めエージング自体を不要のものにするという目標を持っている。

4.3 市場での信頼性管理

品質保証活動の成否は、市場の実績で評価される。そこで正確に評価することが重要なポイントになるが、自動車の場合は車種の販売状況やエンドユーザーの走行パターンの

相違など、流動的な要素を多く含んでいるので、これらを考慮した分析が必要である。現在《MELCOM 70》を導入して分析の範囲を広げ精度を向上させている。保証期間内にクレームが発生すると全国のサービス網を通して不良現品を回収する。原因調査・解析が終わると結果をコンピュータにインプットし、ロットの集中性・地域のかたより・走行距離別の分布等多面的な検討を行い関連部門にフィードバックする。

図 7. にアウトプットの 1 例を示す。これは昭和 54 年 1 月から同年 6 月までに生産した HICレギュレータ約 30 万台についての市場分析の 1 例で、特にこの期間問題になったパワートランジスタのリード浮(はんだ付け部のはずれ)のフィールド故障率を計算してその結果をワイブルプロットしたものである。分布は形状パラメータ $m=0.8$ の初期故障形で、2 千 km 走行時時点で $m=0.4$ に折れ曲がっている。また 2 万 km 走行時の累積故障率は、332 Fit である。更にこの分布をもとに将来の発生台数を予測することができる。同図のアウトプットは、昭和 55 年 5 月現在で今後 6 か月間に発生すると予測される不良数を示す。不良の検出と同時に原因の究明を行い対策を打っている。続いて生産した昭和 54 年 7 月から同年 12 月までの約 60 万台について同様の分析をしてみると 2 万 km 走行時の累積故障率が 8 Fit に減少しており数字の上からも対策の効果が裏づけられている。

5. 第 4 世代 HICレギュレータ

既に述べてきたとおり第 3 世代 HICレギュレータは、接点式レギュレータと全面的に置き換えることができる生産性・経済性・信頼性を達成した。ここでは全面的に HICレギュレータに切替わった後を想定して次の世代のレギュレータに盛り込むべき要素をまとめておく。

5.1 フィールド電流の増加

一般的な傾向として社会情勢は、省資源・省エネルギー

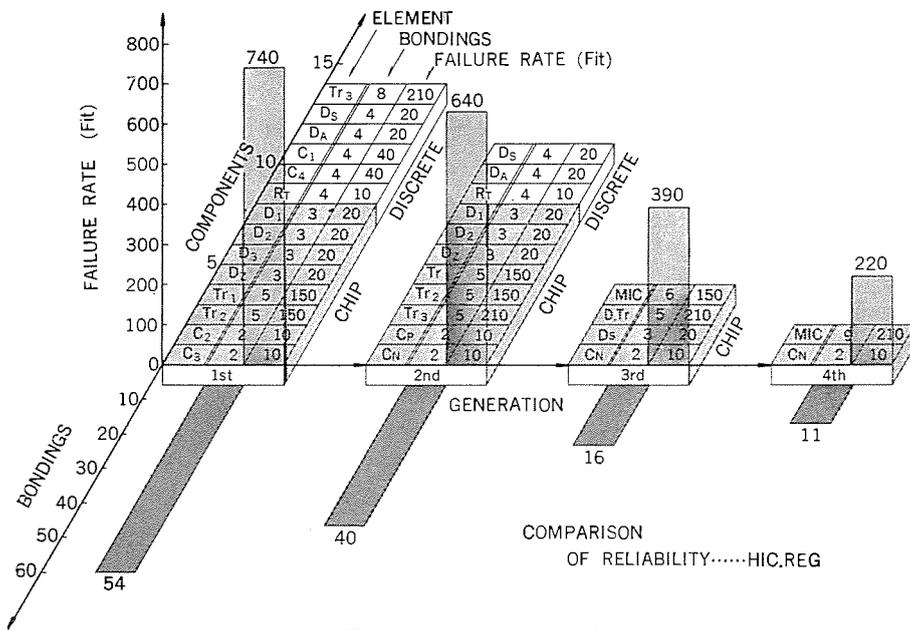
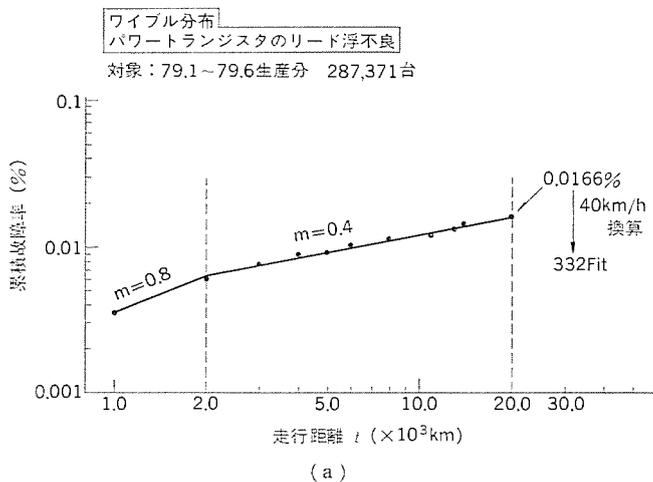


図 6. HICレギュレータの理論故障率



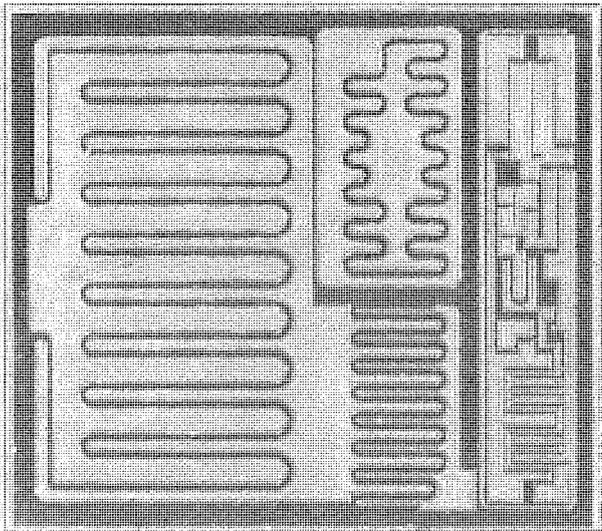
Weibull 確率紙
ワイブル分布より展開
MELCOM70による市場クレーム発生予測
** CLAIM HASSEI YOSOKU ** BY MELCOM 70
[SAMPLE]
1. MAKER : ALL
2. TYPE : H108-S
3. TAISYO : 79.1-79.6 SEISAN BUN
4. DAI SU : 287371 DAI
5. CLAIM : 38 (0.013%), 80.5 GENZAI
6. MODE : IC

(YOSOKU) 80.6-80.11の発生台数 (80.5現在の予測)

DATE	CLAIM	RUISEKI	RUISEKI FURYO RITSU (x0.01%)														
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
80.6	2 (0.000%)	40 (0.014%)	1	x	x	x											
80.7	2 (0.000%)	42 (0.015%)	1	x	x	x											
80.8	1 (0.000%)	43 (0.015%)	1	x	x	x											
80.9	1 (0.000%)	44 (0.015%)	1	x	x	x											
80.10	1 (0.000%)	45 (0.016%)	1	x	x	x											
80.11	1 (0.000%)	46 (0.016%)	1	x	x	x											

(b)

図 7. HICレギュレータのフィールド故障分析例



(a)

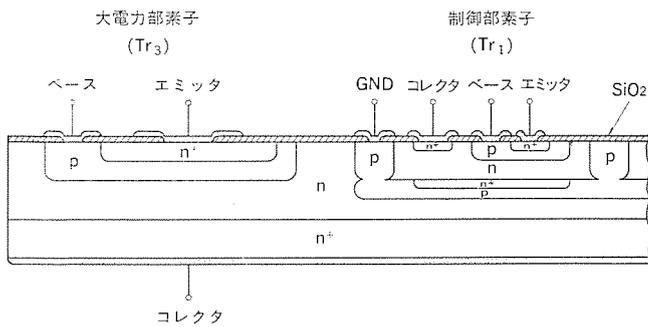


図 8. 第 4 世代 HIC レギュレータの素子と構造

を標ぼう(榜)して動いている。オルタネータに対しても小形・軽量化を要求されているが、接点式レギュレータでは接点容量の制約で実現できなかったフィールド電流の増加に対処できる環境が整いつつある。ダーリントンパワートランジスタの容量アップをいかに経済的に実現するかが課題となるが、オルタネータのサイズを据えおいて 20% 程度の出力アッ

プが可能となる。

5.2 耐熱性の向上

自動車の省燃費対策は、重量軽減のための FF 化を中心にして動いていると言っても過言ではない。しかしこのことはオルタネータ、ひいては HIC レギュレータの周囲温度の上昇を招いている。それに加えてオルタネータ自体も高出力を目標としているため、HIC レギュレータは耐熱性を 20~30°C 向上するの必要を生じている。半導体素子類のボンディングに鉛-錫系の共晶はんだを用いることに限界が来ており、高温はんだや超音波で接着する検討を行っている。

5.3 高集積化

第 4 世代の HIC レギュレータを開発するに際しても、生産性・経済性・信頼性を要求されることに変わりはない。これらの要求を同時に達成するための方法として、高集積化すなわち 1 チップのレギュレータがあげられる。しかしモノリシック IC 化を進めるのに従来の IC 構造 (p-n-p-n の 4 層構造) では、高耐圧・大電流・低飽和電圧・高信頼性・低コスト等を同時に望むことは非常に困難と思われた。そこで図 8. に示す新しい IC 構造を開発した。制御部分の素子数が少ないので、パワーチップにこれを形成するものである。すなわち大電力部は、従来から使用しているダーリントンパワートランジスタと同じ n-p-n 形 3 層構造で形成し、制御部分の素子は n-p-n-p-n 5 層構造として、これら 2 つの構造を 1 つの半導体基板の中に作り込むことを開発して現在実車テストに入っている段階である。

6. む す び

HIC レギュレータは、自動車へのエレクトロニクス導入の緒となったが、既に我が国でも 10 年が経過した。この間、自動車用電装品として市場に定着させるために、経済性と信頼性を両立させる検討を続けてきた。現在市場に流動している H 108 形 HIC レギュレータは、ブラジルのセラミック基板を組み込む構造を採用して組立の自動化を可能にし、オルタネータを小形化することにも貢献した。市場における信頼性に関しても従来の接点式レギュレータをしのぐ実績を残している。

今後は、レギュレータのパワートランジスタと制御用 IC チップを一体化してレギュレータチップにするのが 1 つの方向と考えておりこれの実用化を目指したい。

三菱水温検出ユニットT3

山根正熙*・山上倅三*・十河敏雄**・山本平男*

1. ま え が き

三菱水温検出ユニットT3は、当社独自の感熱サイリスタ（サーモセンスタ）とサーミスタの2個の半導体温度センサを内蔵した水温検出ユニットであり、自動車用エンジン冷却水温検出装置用として、ユーザーの協力を得て開発と量産化に成功したものである。

マニュアルチョーク装着車のエンジン冷却水温検出装置に三菱水温検出ユニットT3を用いた場合を、従来の2個のサーミスタを内蔵した水温検出ユニットを用いた場合に比較すると、チョークもど(戻)し忘れ防止警報回路にシュミットリガ回路や差動増幅回路からなる電子回路（サーモリレー）が不要となり回路が簡素化され、組立性・整備性・信頼性が向上し、コスト低減にもなるという利点がある。

ここでは、三菱水温検出ユニットT3の構造・動作・特性・信頼性及びこの水温検出ユニットに用いられるサーモセンスタの構造・動作原理などを主に紹介する。

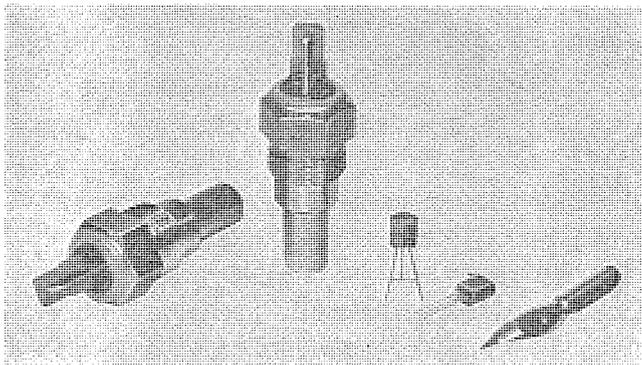


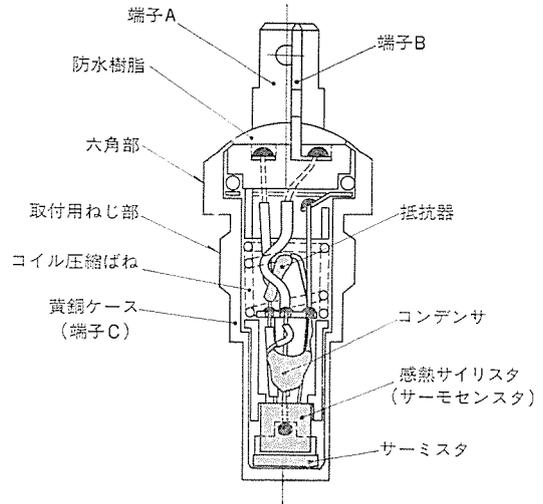
図 1. 三菱水温検出ユニットT3及び感熱サイリスタ（サーモセンスタ）の外観

2. 水温検出ユニットの構造、動作、特長及び応用例

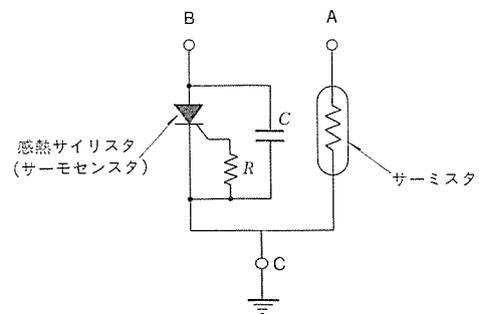
2.1 構造

水温検出ユニットの組立構造は、図2.(a)に示すように、取付用ねじ部及び締付用六角部を有する黄銅ケースの内部の小さな空間に、サーモセンスタ、サーミスタ、抵抗器及びコンデンサの4個の電気部品と、コイル圧縮ばね絶縁物などの機構部品を、高い密度で組込み気密封入したものである。その電気的等価回路を、図2.(b)に示す。

サーモセンスタとサーミスタを並列に接続し、サーモセンスタのゲート・陰極間にはスイッチ温度を設定する抵抗器を、陽極・陰極間には誤動作防止用のコンデンサを接続している。サーモセンスタとサーミスタの熱応答性をよくするために、サーミスタをサーミスタ陽極金属電極を介してサーモセンスタの外装樹脂部で黄銅ケース内部の底面に圧接する組立構造を採用している。この圧接のための加圧は、コイル圧縮ばねのばね圧で行い一定のばね圧がかかるように構造設計してある。外部電極端子



(a) 断面構造



(b) 等価回路図

図 2. 三菱水温検出ユニットT3の構造

として、サーミスタの陽極端子A、サーモセンスタの陽極端子B及び共通陰極端子C（ケース）の3つの端子を設けてある。

2.2 動作

2.2.1 サーミスタ（端子A-C間）の動作

水温検出ユニットの端子Aと端子C間には、負の温度特性をもつサーミスタが接続されており、温度 $T(K)$ におけるその抵抗値 $R(\Omega)$ は次式で与えられる。

$$R = R_0 \exp B \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right) \dots \dots \dots (1)$$

ここに、 $R_0(\Omega)$ は温度 $T_0(K)$ のときの抵抗値、 $B(K)$ はサーミスタ定数である。

式(1)に示すように、サーミスタの抵抗値と温度の関係は、 $\ln R$ と $1/T$ が直線の関係にある。したがって、サーミスタの抵抗特性は一般に2点の温度に対する抵抗を規定すれば十分である。周囲温度 $T_a(K)$ 、サーミスタに入る電気的入力 $P(mW)$ 、サーミスタの熱放散係数 $C(mW/K)$ とすると、サーミスタの温度 $T(K)$ は式(2)のようになり、水温検出ユニットの場合水温以外の使用回路条件（電源電圧・負荷抵抗）

* 北伊丹製作所 ** LSI 研究所

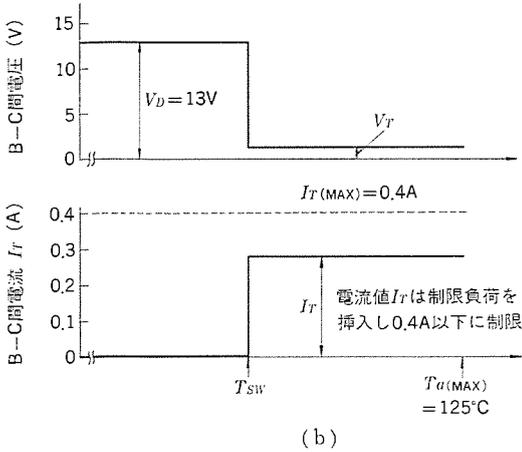
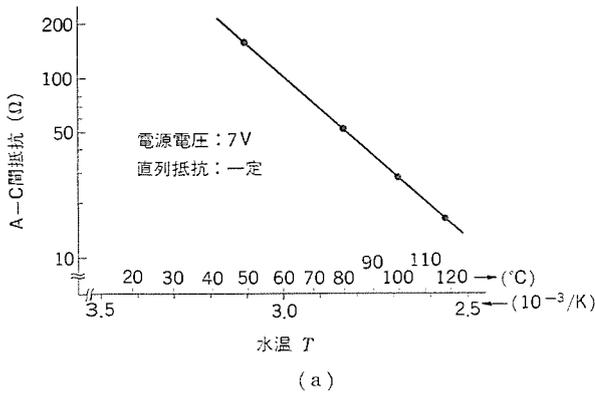


図 3. 水温と端子 B-C 間, 端子 A-C 間の出力特性

$$T = T_a + P/C \dots\dots\dots (2)$$

や使用環境条件 (ユニットの浸し(漬)水位, 外部温度など) に依存する。したがって, サーミスタの抵抗特性の規定は, 実使用状態に合った条件で行われる。水温検出ユニット T3 では, サーミスタに直列に一定値の抵抗を介して直流電圧 7V を印加した回路で, 一定の浸漬水位の条件のもとでサーミスタ抵抗の温度特性が規定される。水温検出ユニットのサーミスタ抵抗の対水温特性を, 図 3. (a) に示す。

2. 2. 2 サーモセンスタ (端子 B-C 間) の動作

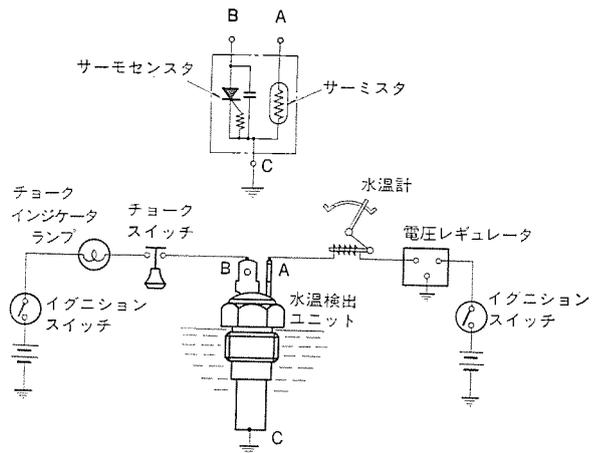
水温検出ユニットの端子 B と端子 C 間には, サーモセンスタ, 抵抗器及びコンデンサを接続しており, 端子 B が正になるように, 両端子間に直流電圧 13V を印加したとき, 所定の温度でスイッチするように抵抗器で設定している。

端子 B-C 間に 13V を印加した状態で水温が上昇し, サーモセンスタの温度がスイッチ温度 (T_{sw}) に達すると, サーモセンスタがオフ状態よりオン状態に急激に移行する。図 3. (b) に示すように, 端子 B-C 間の電圧は 13V よりサーモセンスタのオン電圧値 (V_T) まで急激に下がり, 端子 B-C 間の電流は, オフ電流値 (10 μ A 程度) から制限負荷抵抗で決まるオン電流値 (I_r) まで急激に増加する。端子 B-C 間に流れる電流は, 端子 B-C 間の負荷抵抗と電源とで形成される閉回路が開にならない限り, 水温がスイッチ温度以下に下がった場合でも保持されるという特長を有している。

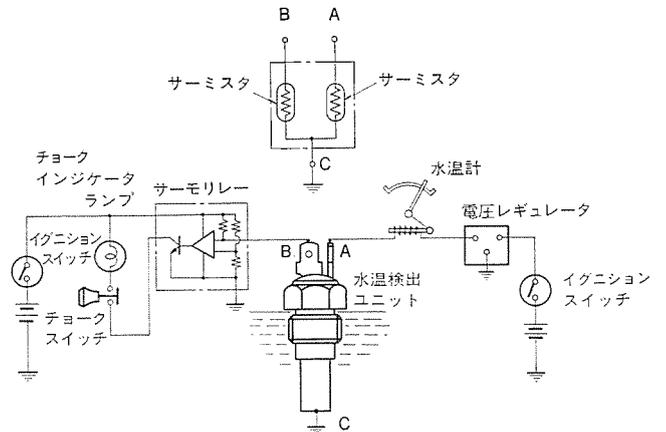
2. 3 特長及び応用例

水温検出ユニットが内蔵するサーモセンスタは, 温度センサとスイッチの両方の機能を持ち, しかも無接点スイッチであることから応用上回路を簡素化し, 接点の劣化がないという特長がある。

図 4. (a) に三菱水温検出ユニット T3 の自動車エンジン冷却水温検



(a) サーモセンスタ・サーミスタユニットを用いた水温検出方式



(b) サーミスタ・サーミスタユニットを用いた水温検出方式

図 4. 水温検出方式の比較

出への応用例を示す。サーモセンスタはチョーク戻し忘れ警報ランプの点燈, またサーミスタは水温計指示に使用される。

図 4. (b) の従来の 2 個のサーミスタを内蔵した水温検出ユニットと比較すると, 次のような利点がある。

- (1) シュミットトリガ回路や差動増幅回路よりなるサーモリレーが不要となり, 回路が簡素化され, 整備性, とう(搭)載性及び組立性が向上する。
- (2) 回路の簡素化により信頼性が向上する。
- (3) 水温検出装置全体の製作コストの低減が可能となる。

3. 水温検出ユニットに用いるサーモセンスタ

3. 1 サーモセンスタの動作原理

水温検出ユニット用サーモセンスタ (形名 TT103) は, 単体で市販されているサーモセンスタ (TT200 シリーズ) とは異なる構造をとっている。これは耐ノイズ性, dv/dt 性能を重視していることと大きな負荷電流を流せるようにするためである。

サーモセンスタはスイッチする温度を任意に選べるように, しかもばらつきを小さくするように作ることが重要である。スイッチ温度を高温側にシフトすることはエミッタ接合に並列に抵抗を接続することにより容易に行えるが, スwitch 温度を下げるには最初からそのように素子を設計しておく必要がある。

図 5. は TT103 の原理構造図である。負荷電流を直接制御する主サイリスタと, 主サイリスタのアノード・ゲート間に接続した補助サイリス

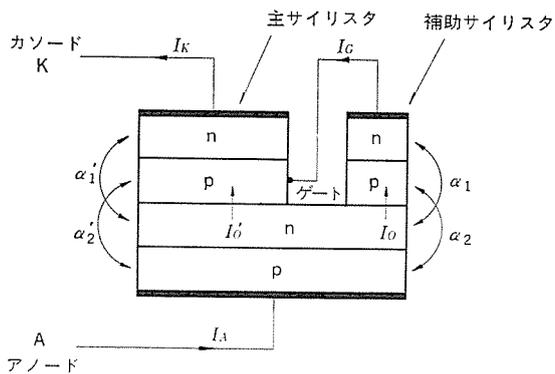
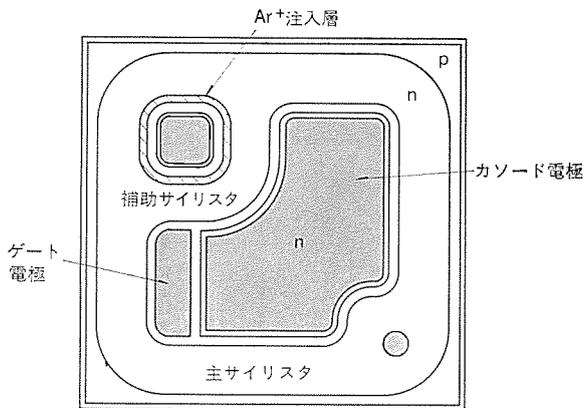
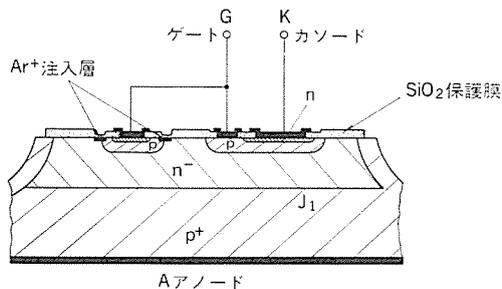


図 5. サーモセンスタ (TT 103) の原理構造図



(a) 表面図



(b) 断面図

図 6. サーモセンスタ (TT 103) のチップ構造

タからなっている。補助サイリスタは、温度によって変化するリーク電流を主サイリスタのゲートに流して主サイリスタをトリガする役目をする。補助サイリスタがサイリスタ構造になっているのは、コレクタ接合のリーク電流 I_0 を増幅するためである。

主サイリスタのアノード電流 I_A は次式で表される。

$$I_A = \left\{ I_0' + \frac{(1-\alpha_2')I_0}{(1-\alpha_1-\alpha_2)} \right\} / (1-\alpha_1'-\alpha_2') \dots\dots\dots (3)$$

電流増幅率 $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_1', \alpha_2'$ は、それぞれコレクタ接合のリーク電流 I_0 及び I_0' の関数であり、また温度の関数でもある。更に I_0, I_0' は温度の関数であるため温度が上昇すると式(3)における正帰還作用によって電流増幅率が增大し主サイリスタはターンオンする。そのため各電流増幅率及びコレクタ接合のリーク電流の制御によりスイッチ温度を制御することができる。

3.2 サーモセンスタの構造

図 6. に TT 103 のチップ構造を示す。シリコンチップの寸法は 1.5 mm 角で厚さは約 0.2 mm である。この中に主サイリスタと補助サイリスタ

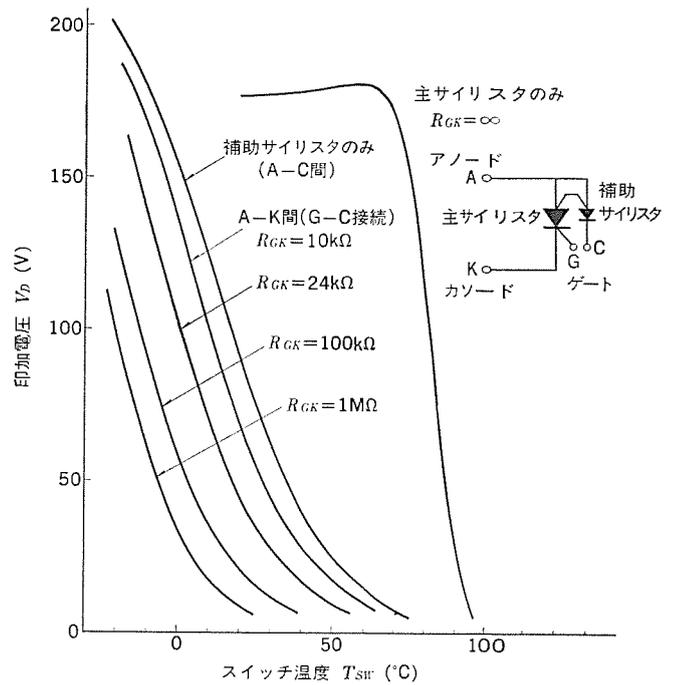


図 7. サーモセンスタ (TT 103) の温度特性

が複合化されている。p⁺シリコン基板上に n⁻エピタキシャル成長したウェハに、プレーナ拡散法で 2 つの pn, pn 構造を形成している。構造上、主サイリスタと補助サイリスタのアノード及び n ベース層は共通になっている。

スイッチ温度を下げるため、各ベース層の厚みを薄くして電流増幅率を大きくするとともに補助サイリスタのコレクタ接合の表面には、アルゴンイオン (Ar⁺) を注入して格子欠陥の密度を大きくし、オフ電流を大きくしている。スイッチ温度を所定の値に制御するために電流増幅率が一定になるようにベース厚みを制御し、更に Ar⁺ 注入量を制御している。

3.3 サーモセンスタの特性

図 7. に主及び補助サイリスタの温度特性を示す。主サイリスタは、使用温度よりもかなり高い温度でスイッチするよう設計してある。これは主サイリスタの誤動作を防止するためである。一方、補助サイリスタのスイッチ温度は、低く比較的動作温度に近い。これはコレクタ接合に Ar⁺ を注入した効果である。主サイリスタのゲートと補助サイリスタのカソードを接続し、主サイリスタのゲートとカソード間にゲート抵抗を接続して使用する。ゲート抵抗を変えることによりスイッチ温度を変えることができる。

4. 水温検出ユニットの特性

4.1 水温検出ユニット T3 の定格と特性

水温検出ユニットは、その負荷となるチョーク戻し忘れ防止警報ランプ及び水温計などの使用される表示器の仕様に応じてスイッチ温度、サーミスタ抵抗特性を変更することが可能である。

表 1. は、水温検出ユニット T3 のスイッチ温度、サーミスタ抵抗特性以外の主要定格と特性である。

4.2 水温検出ユニット T3 の信頼性

水温検出ユニットは、自動車エンジンルーム内のインターカムホールド温水通路部に直接装着され、温度、振動などの点で過酷な条件で使用されるため高信頼性が要求される。また、サーモセンスタという独特な半

表 1. 水温検出ユニット T3 の主要定格と特性

項目	記号	条件	定格・特性値	単位
サーモセンスタ	直流逆電圧	$V_{R(DC)}$	$T_C=25^\circ\text{C}$	20 V
	直流オフ電圧	$V_{D(DC)}$	$T_C=25^\circ\text{C}$	20 V
	オン電流	I_T	直流連続通電 $T_C=100^\circ\text{C}$	0.4 A
	逆電流	$I_{R(DC)}$	$V_D=20\text{V}$ 印加, $T_C=25^\circ\text{C}$	1 μA
	オフ電流	$I_{D(DC)}$	$V_D=20\text{V}$ 印加, $T_C=25^\circ\text{C}$	20 μA
	オン電圧	V_T	$I_T=0.4\text{A}$, $T_C=80^\circ\text{C}$	1.5 V
サーミスタ	定格電圧	—	—	7 V
	定格電力	—	—	250 mW
接合温度	T_j	サーモセンスタだけに適用	-40~+125	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	—	-40~+125	$^\circ\text{C}$
締付トルク	—	—	5	kgm
重量	—	—	25	g

導体温度センサと他の構成部品が限定された小さな空間に内蔵され、複雑な構造を有する。

これらを考慮して信頼性試験は、自動車用電子機械の環境試験通則 JASO D 001 に準拠するとともに実使用上の考えられるストレスを想定して実施した。なお、サーモセンスタ自体は、別途実施した信頼性試験において個別半導体として十分な信頼度を有することを確認している。

表 2. は、信頼性試験結果であるが、良好な結果を得ている。実施使用条件に近い作動耐久性試験、JASO に規定するより過酷な振動試験などにおいても、特性変動はほとんど認められない。

また、ユーザーにおいて実施された実車による実動作試験においても良好な結果が得られている。これらにより水温検出ユニットは、十分実用に耐えうる信頼度を有することが確認された。これらの結果は、サーモセンスタの信頼性、水温検出ユニット製造技術の確立などの成果が反映されたものと考えている。

5. む す び

この論文では、自動車用エンジン冷却水温検出装置用として開発・量産化した水温検出ユニットの構造・動作・特長などについて述べた。温度センサとスイッチの両機能を有し、しかも無接点構成で雑音や火花の発生がなく長寿命であるなどの特長を持つサーモセンスタを用いた水温検出ユニットは、自動車用に限らず農業機械や小形船舶などの

表 2. 水温検出ユニット T3 の信頼性試験結果

試験項目	試験条件	準拠規格 JASO D 001	試験回数	故障数	備 考
電源逆接続	$V_R=13\text{V}$, $R_L=300\ \Omega$ $T_C=25^\circ\text{C}$, $t=1\text{min}$	6.3	20	0	サーモセンスタのみ
過電圧	$V_D=18\text{V}$, $R_L=300\ \Omega$ $T_C=25^\circ\text{C}$, $t=1\text{h}$	6.4 A 法	20	0	〃
過渡電圧耐久性	$V_P=100\text{V}$ 繰返し周期=30 s $V_D=13\text{V}$ $t=V_P$ の正負各 96 h	6.7 A-1, B-1	10	0	サーモセンスタのみ
低温放置	$T_a=-40^\circ\text{C}$, $t=240\text{h}$	6.11	20	0	
高温放置	$T_a=+125^\circ\text{C}$, $t=240\text{h}$	6.13	20	0	
高温作動	$T_a=100^\circ\text{C}$ $I_T=0.4\text{A}$ サーミスタ電流=10mA $t=240\text{h}$	6.14	20	0	
作動耐久	$T_C=40\sim 80^\circ\text{C}$ $V_D=13\text{V}$ (T_C 下降時は OFF), $R_L=300\ \Omega$ 3×10^4 サイクル	—	10	0	
温度サイクル	-40~+125 $^\circ\text{C}$ (1 h~1 h) 30 サイクル	6.15	20	0	
定常湿度	$T_a=60^\circ\text{C}$, R.H.=90% $t=96\text{h}$	6.18	20	0	
振 動	振動数=10,000 c/min 加速度=11.3 g $t=$ 上下, 左右方向各 4 h	6.19	10	0	
	振動数=600~20,000 c/min, 加速度=20 g $t=$ 上下, 左右方向各 8 h	—	10	0	
塩水噴霧	$T_a=35^\circ\text{C}$, 5% 塩水 $t=24\text{h}$	6.22	10	0	

水冷式エンジンの冷却水温検出装置用、エンジンの過熱防止用、ガソリン温度の検出・制御用あるいはボイラや風ろ(呂)釜の温度検出や過熱防止用など、昨今の社会的要請の強い省エネルギーや防災・安全対策の分野で、今後ますます利用されるものと期待している。

終わりに、この水温検出ユニットの開発に当たり多々ご協力を賜った三菱自動車工業(株)の関係各位に深く感謝申し上げます。

液晶を用いた自動車用インストゥルメントパネル

清水 修*・播口正雄*・堀切賢治*・近藤信幸**・伊藤久嗣***

1. ま え が き

自動車におけるインストゥルメントパネルは、車速、燃料量、冷却水温など自動車の走行あるいはメンテナンスにかかわる情報を表示するという意味で機能的に極めて重要であるとともに、運転者が常時見る部分であるということから、自動車のもう1つの顔であるという側面を持っている。また、上述のメンテナンスにかかわる情報という考えを更に拡大して、点火系の不具合、ブレーキ系の摩耗、ブレーキ液不足などの項目を警報表示して、更に自動車の安全性を高めようという提案もなされ、部分的には商品化されている。しかしながら、おのこの項目を従来のようにランプの点灯によって警報するという方法を採用した場合、表示に必要な面積が増え、インストゥルメントパネルのデザインに対して大きな制約となることが予想される。このようなことから、従来からの純機械式あるいは電気機械式の表示方式を電子化することにより、表示の融通性を高めるとともに、機械的方法の限界を越えてより魅力的なインストゥルメントパネルを実現しようという努力が各社でなされている。

インストゥルメントパネルを電子化する場合、最初に考慮すべき点は表示素子に何を使用するかということであるが、表示素子の選定に当たっては、視認性、表示パターンの特長、周辺回路も含めての複雑さ、価格など検討すべき項目は多岐にわたる。ここ数年来、白熱電球、LED、けい(蛍)光表示管、プラズマディスプレイ、液晶などが候補に上り、上述の各項目について検討が加えられている。なかでも液晶表示素子は薄形化が可能でパターンの自由度が高く、更にほとんどの表示素子が最も苦手とする直射日光下でのコントラストが良好であるなど、インストゥルメントパネル用素子としては極めて有望であると言われている。しかし反面、高温及び低温での動作に問題があり、また湿度、振動などの自動車の環境の中で素子の信頼性、寿命及びシステムとしての信頼性など実用化に先がけて明確にすべき未知の部分が多いと指摘されているが、最近液晶材料や製造プロセスの改良で自動車に要求される性能を満足する表示素子が開発されつつある⁽¹⁾⁽³⁾。

この報告では、自動車用として使用可能な液晶表示素子を用いて自動車の走行状態を適切に表示する機能と、マイクロプロセッサ(以下 μP と記す)を使って表示に必要なセンサからの各種信号を制御するシステム構成についての検討結果を述べる。

2. 走行状態の表示

2.1 表示項目

インストゥルメントパネルは、自動車の走行状態及び個々の装置の作動状態を運転者に知らせるためのものであるから、その機能としてはおのずと視認性、追従性、表示

の安定性が問題となり、また運転者に疲労感、不快感を感じさせないことも要求される。

上記要求を実現するため、表示手段に液晶を使い、各センサからの信号を μP で制御する全電子化インストゥルメントパネルを試作した⁽²⁾。その表示項目は表1.に示す19項目である。表示パターンを図1.に示す。

2.2 表示仕様

(1) 車速

最も重要な表示であり、運転者が瞬時に認識できる必要がある。中央部に設けたバーグラフ(2 km/h/セグメント)で、50 km/h以下は左半面に、更に50 km/h~100 km/hは右半面に表示し、パターンの的に車速を認識することを試みた。100 km/h以上の車速は、バーグラフ全点灯と

表 1. 表示項目と表示方法

表示項目	表示方法		
	デジタル	バーグラフ	絵表示
車速	○	○☆	
エンジン回転数	○*		
燃料残量		○☆	○
冷却水温度		○☆	○
積算走行距離	○*		
走行距離	○*		
シートベルト			○
ドア			○
オイル圧力			○
パーキングブレーキ			○
ブレーキオイルレベル			○
チャージ			○
バッテリー液レベル			○
ヘッドランプ断心			○
ストップランプ断心			○
ライセンスランプ断心			○
テールランプ断心			○
フラッシュャ			○
ハイビーム			○

注 *印及び☆印はそれぞれ多重表示である。

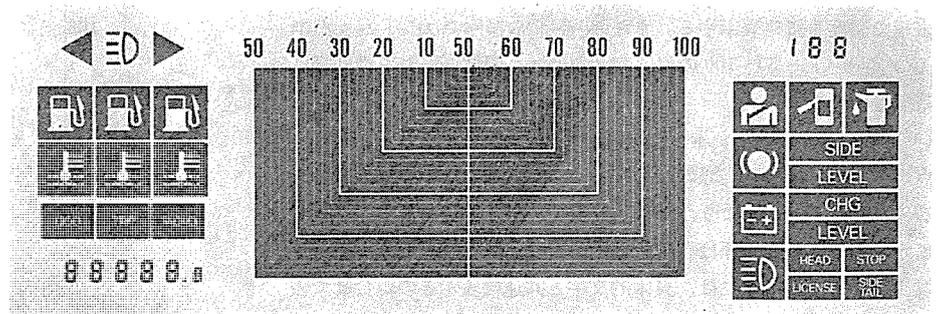


図 1. 液晶表示インストゥルメントパターン

3. 液晶表示素子

3.1 液晶表示素子

液晶は液体と固体（結晶）との中間状態であり、外見上は液体で、電気・光学上は固体の特性をもっている。自動車用インストルメントパネルに液晶表示を応用するには、広い温度範囲で液晶状態を維持し、しかも低温で応答特性の早いものが要求される。液晶材料の精製・混合技術により、フェニル・シクロヘキサン・ピフェニル・エステル系混合液晶材料を開発し、温度範囲 $-40\sim 85^{\circ}\text{C}$ 、 -20°C での応答時間が1秒以下の特性が得られた。図4. に印加電圧に対する光の透過率を、図5. に温度に対する応答特性を示す。

3.2 製造技術

現在、実用化されている液晶表示素子は、小形のものほとんどであるが、前章の表示機能を表示するには、大形の液晶表示がより効果的である。しかし色むらをなくし、応答時間を早くするためには、液晶層をサンドイッチにする2枚のガラス板の間隔を一定かつできるだけ小さくする必要がある。微細なガラスファイバをスペーサとして使うことで $260\times 110\times 3\text{ mm}$ の大きさで、間隔が $8\pm 2\mu\text{m}$ の液晶表示

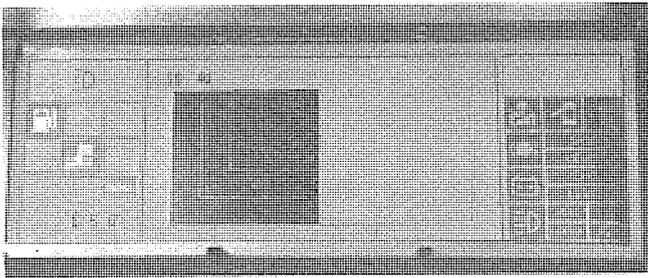


図 2. 車速表示例 (目盛 40, 50 km/h, 車速 50 km/h)

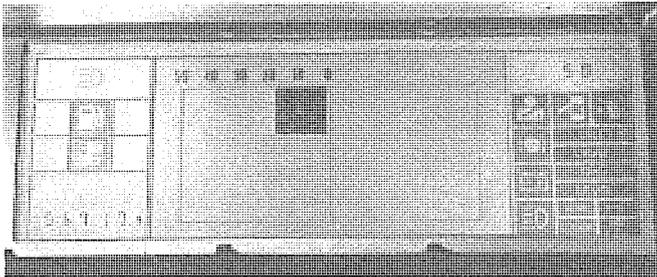


図 3. 燃料残量表示の表示例 (左側中央部絵表示は緑色で中程度の残量, 中央部は 18 L, 右上部は車速 50 km/h)

ともに右上にデジタル表示 (199 km/h まで) する。目盛は表示車速に最も近い2つ, 例えば図2. の例に示すように車速 48 km/h では目盛 40 と 50 のみ表示する。

(2) 積算走行距離・走行距離

積算走行距離は、0.1 km のけた (桁) を含む全6桁で左下部にデジタル表示する。走行距離は、キーボードの操作により積算走行距離計を切換え、0.1 km のけたを含む全4桁で表示する。走行距離計は、約3秒間の時限表示で自動的にもとの積算走行距離計に復帰し、また数値のリセットも可能である。

(3) エンジン回転数

通常は、表示せずキーボードの操作により積算走行距離計を切換え rpm 単位の全4桁で表示する。これも約3秒間の時限表示である。なお以上のように積算走行距離・走行距離・エンジン回転数は多重表示であり、これらの識別は同表示部の上部の文字表示で行う。

(4) 燃料残量

通常は、左方に設けた3段階の絵表示のうち1つを点灯し残量を概略表示する。更に図3. の例に示すようにキーボードの操作で、スピードメータ左半面のパーグラフと0~50の目盛表示を使い、残量(L)を精度高く時限表示(3秒間)する。この間車速は右上にデジタルで表示する。

(5) 冷却水温度

基本的に燃料残量計と同様の仕様であり、通常は左方の3段階の絵表示で温度を概略表示する。またキーボードの操作でスピードメータ右半面のパーグラフと50~100の目盛表示を使い、温度($^{\circ}\text{C}$)を精度高く時限表示する。

(6) 警告関係・フラッシュ・ハイビーム

点灯のシーケンスは、実際の車と同様であり、各項目の異常の有無あるいは動作の状態により、点灯・非点灯のいずれかとなる。図1. に示すように警告関係は右方に集中的に表示し、同類の表示が2つ以上あるものについては、具体的文字と共通絵表示との組合せで表示する。フラッシュとハイビームは、左上部に表示する。

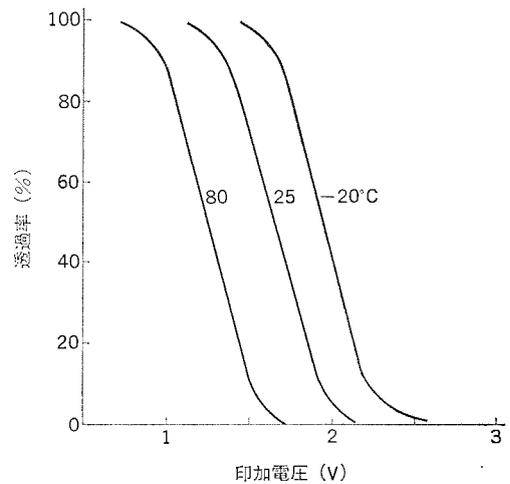


図 4. 液晶表示素子の印加電圧に対する光の透過率

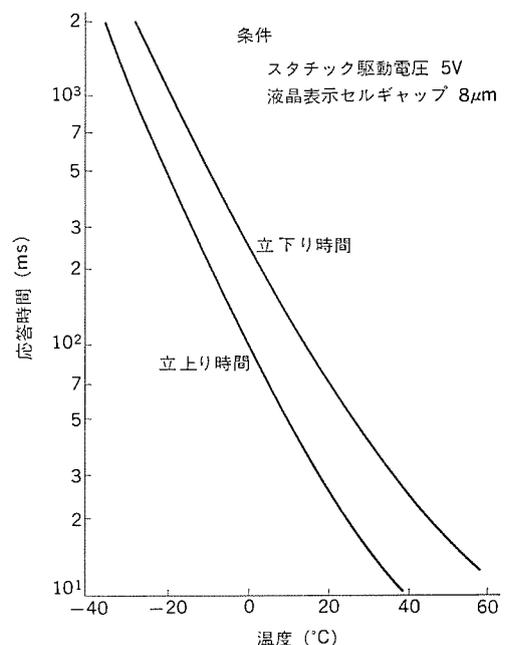


図 5. 液晶の応答特性

セルを製造できるようになった。図1. に1つの液晶表示セルにデジタル・アナログ・絵文字を使って表示した試作インストゥルメントパネルのパターンを示す。

3.3 駆動方式

液晶表示の駆動には、表示素子の劣化を防ぐためAC電圧を印加する。駆動電圧・電流は小さく、CMOSの直接駆動が可能である。液晶駆動には、スタチック駆動とダイナミック駆動とがあり、表示セグメントの多い大形表示素子は、ダイナミック駆動方式を使えば各表示セグメントのリード電極を減らすことができ、駆動回路と表示セグメントとの接続点数が減り信頼性が高くなる。またシステムコストが下がるメリットもあるが、応答速度の遅延、視野角の減少、駆動回路の温度補償が必要などの理由で、このシステムではスタチック駆動方式を使った。表示パターンを駆動するリード電極の総数は、147本、駆動電圧は5V、CMOS 32ビットシフトレジスタ・ラッチ機能付ICを5個使った。

4. 制御システム

4.1 ハードウェア構成

全電子式インストゥルメントパネルを実現する上での大きな問題点の1つに走行距離データの保存手段がある。従来の回転ドラム式距離計にかわり電子式デジタル表示を採用するには、無電源時にもデータを保持する半導体メモリが必要となる。また車速、エンジン回転数などすべての表示内容を、個々の追従性の許容範囲内で処理するには、 μP が適している。そしてインストゥルメントパネル近傍は、ワイヤハースが集中しており、配線の簡略化をねらった多重伝送システムの適用効果が大きい箇所と考えられる⁽²⁾。

このような状況のもとに、このシステムでは、信号伝送手段及び表示パターンに則した信号処理方法に重点をおいた構成とし、以下の条件設定を行った。

- (1) 入力信号は、すべて実車対応の模擬信号とし、かつ車室外からの信号は多重伝送する。
- (2) 処理の自由度、要求される制御分解能の点から8ビットの μP を用いる。
- (3) 車速、エンジン回転数、燃料残量及び冷却水温度は、A/D変換器を介して μP に入力する。
- (4) 走行距離データは、電源OFF時に不揮発性RAMに記憶させる。

次に図6.に示す制御システム構成図について、その概略を各ブロックごとに述べる。

(1) 信号伝送部

車室外からの信号は(アナログ量は周波数に変換して)多重伝送し、これを復調したのち μP に入力する。多重伝送の信号チャンネル数は12、伝送周波数は10kHzである。キーボード及びコラムスイッチなど車室内からの信号は直接入力する。

(2) 中央制御部

A/D変換器の制御も含め入力データの取込み、そのデータをもとにパラグラフコードあるいは7セグメントコードへ変換するための演算処理、

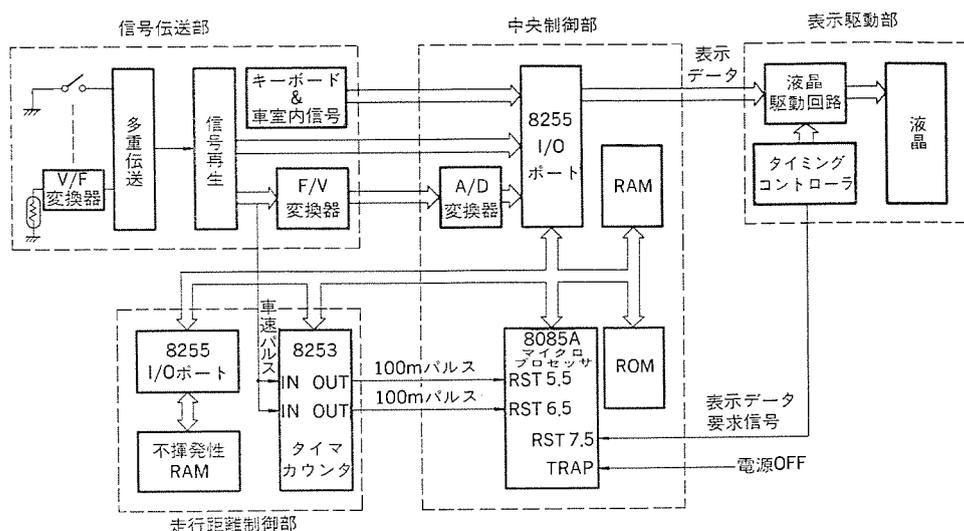


図6. 制御システム構成図

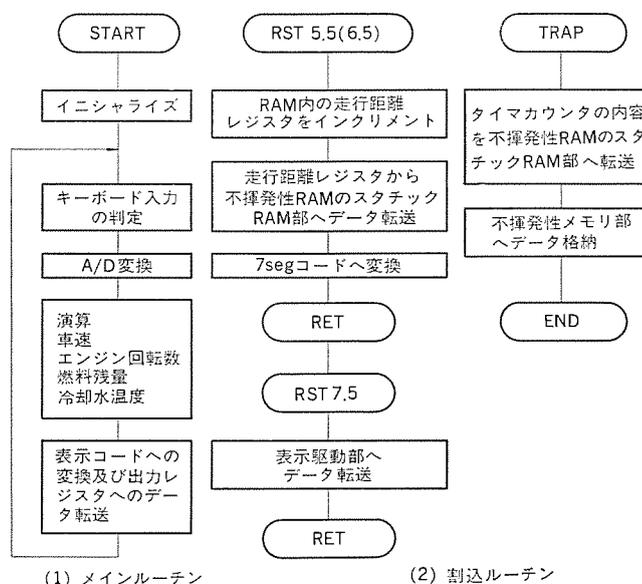


図7. ソフトウェアの概略フローチャート

電源OFF時に主要データの非揮発性RAMへの退避処理などを行なう。

(3) 表示駆動部

タイミングコントローラによって液晶の交流駆動周期と μP へのデータ要求信号の発生を制御し、また送られてくるシリアルデータをシフトレジスタに順次取込み、これらをラッチするとともに液晶セグメントにパラレルに出力する。データリフレッシュタイムは、約0.5秒である。

(4) 走行距離制御部

車速パルスをカウンタで計数し走行距離を演算する。車速模擬信号と走行距離との関係は、実車と関連づけて決定した。なお走行距離計は、任意のときにリセットされることから、走行距離計用と積算走行距離計用の2つの独立したカウンタを設ける。電源OFF時には、走行距離値とカウンタの内容とを不揮発性RAMに記憶させ、電源ON-OFFに起因する表示走行距離の誤差を最大100m/637 \approx 16cmに抑えている。

4.2 ソフトウェア構成

ソフトウェアは、評価用システムとして変更が容易なようにできるだけ単純な構成とした。基本的には、メインルーチンと4つの割込ルーチンからなり、相互間の影響が少なくなるようにしている。

不揮発性 RAM の制御は、電源 OFF 検知による最優先割込ルーチン (TRAP) で行い、データの転送及び不揮発性メモリ部への格納のための制御を行う。

図 7. に各ルーチンの概略フローチャートを示す。なお全システムプログラム容量は約 1.8 K バイトである。

5. 試作したインストゥルメントパネルの構成

図 8. に試作した液晶インストゥルメントパネルの表示部を全点灯した状態で示す。アナログ表示の車速は青色、デジタル表示の車速は赤色、積算走行距離・走行距離・エンジン回転数は青色の多重デジタル表示、方向指示・ハイビームは緑色、燃料残量、冷却水温度はレベルによる青色と赤色の使い分け、諸警告は赤色で表示した。

表示部の左側は、デジタル表示、円形パングラフ、絵表示を使ったトリップ情報表示で、クロック・AM/FM 受信周波数・燃費・平均車速・方位・エアコンの状態を表示できる。

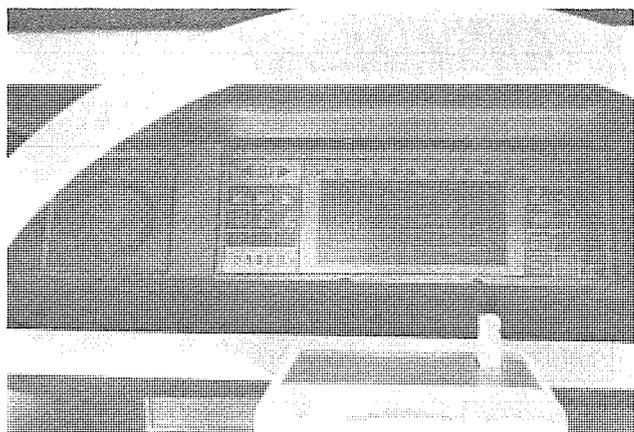


図 8. 全点灯した液晶表示

6. 評価結果

実車に搭載した液晶インストゥルメントパネルの評価は、今後の実験結果を待つことになるが、モックアップモデルによる液晶インストゥルメントパネル、量産性とコストの点で有利な有機シールドした大形液晶表示素子、及びこれに必要な偏光板の耐環境試験などの評価結果を以下にまとめた。

(1) 液晶インストゥルメントパネル

(a) 現行の指針式メータと比較すると立体感に乏しく平面的な感じを与える欠点はあるが、液晶ならではの自由な表示を考案して、従来のメータでは実現できない感じを作り出すことができた。

(b) 液晶表示素子は受光素子であるため、他の発光素子よりも日光下での視認性に優れている。このことは実際のインストゥルメントパネルの構成を容易にする効果をもたらした。

(2) 大形液晶表示素子

(a) 耐湿度試験 液晶は、湿度で劣化することから加速試験で評価した。相対湿度 90%、80°C で 1,000 時間の動作試験に対して液晶セル内への湿度浸透は認められなかった。

(b) 低温・高温試験 -30°C、80°C での動作・保存試験をそれぞれ実施した。1,000 時間経過後、なんら異常は認められなかった。

(c) 熱衝撃試験、温度サイクル試験、荷重試験を行い、劣化や異常は認められなかった。

(3) 偏光板

偏光板は、液晶を自動車に適用する場合の耐環境性上のあい路の 1 つであったが、当社で開発した 2 色性偏光板「DICHROM」について、-40°C~90°C の保存温度試験、-40°C と 90°C 間の温度サイクル試験、相対湿度 90% 温度 60°C の湿度試験を行った結果は、以下のようであった。

(a) 偏光板の透過偏光効率の変化は微小であった。

(b) 1,000 時間以上の湿度試験で劣化は微小であった。

(c) 偏光板の接着層には気泡の発生は認められなかった。

7. 今後の課題

試作した液晶インストゥルメントを実用化するうえでの課題を以下に述べる。

(1) 現行の指針式メータに慣れた運転者にもなじみやすい電子式メータのデザインの開発。

(2) 自動車のインテリアと異和感のないデザインや表示モードなどソフトウェア的問題の解決。

(3) 多重表示による必要かつ最適な表示で視認性が高いインストゥルメントパネルの開発。

(4) 多色表示でかつ色の鮮やかさに優れた装置の開発。

(5) 魅力的な効果を出しかつ小形な照明装置の開発。

(6) 透過形表示方法によるインストゥルメントパネルの検討。(この試作は反射形表示方法を採用している)

(7) 表示のちらつきが問題になるため、表示の追従性と関連づけたうえでのデータ処理法及び表示パターン工夫。

(8) 単一電源で動作し、情報保持時間及び書換え可能サイクルを自動車用として満足する不揮発性 RAM の開発。

(9) 実車の各種センサからのアナログ・デジタル信号とプロセッサ入力端子とのインタフェース回路の検討。

8. むすび

電子式インストゥルメントパネルを実用化するための 1 つのプロセスとして、大形液晶表示パネルを使ったモックアップモデルを試作し、自動車用インストゥルメントパネルとしての評価を行った。また信号処理及び表示制御にマイクロプロセッサを用い、センサとのインタフェース及び液晶駆動回路の検討も併せて行った。この結果表示機能、システムとしての基本機能などについて実用化する上での貴重なデータを得た。

液晶表示素子としては実用レベルに近い性能が得られており、自動車のインストゥルメントパネル用素子としての信頼性、寿命などの問題は十分クリアできる見通しがついたと言える。

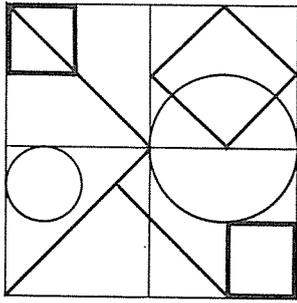
参考文献

(1) K. Horikiri, et al : Large Area Liquid Crystal Display for Automobile, SAE paper 800235 (1980)

(2) 清水 : マイクロプロセッサによる自動車用液晶インストゥルメントパネルの制御, IMAC, Session B-4 (1980)

(3) 日経エレクトロニクス, 6, 9, p. 70 (1980)

特許と新案



清掃装置 (特許第893100号)

発明者 丸山正彦・尾家祥介

この発明は清掃面を洗浄液、ブラシ及びワイパによって清掃する清掃装置に関するものである。

図1., 図2. において(12)は開口部(A)を備え清掃面(1)に沿って移動するケース、(7)はこれに設けられたブラシ、(9a)はノズル、(5)はケース(12)の上辺を形成したシャッタで、(3)はこれに設けられたワイパ、(15)はアーム、(16)はリンク、(23)はカムでブラシ(7)などを後退させ、かつシャッタ(5)を閉じる移動機構である。

ケース(12)は図1.の状態では清掃面(1)に沿って移動し、このとき

ノズル(9a)から洗浄液が噴射され、ブラシ(7)が回転し、これとワイパ(3)が清掃面(1)をしゅう(摺)擦して清掃する。そして、ケース(12)が清掃面(1)の最下端に達すると、移動機構が動作しブラシ(7)などが後退し、シャッタ(5)が閉じてワイパ(3)が清掃面(1)を摺擦しつつケース(12)の下縁に接近して図2.の状態となる。

これによって、清掃面(1)の最下端部における開口部(A)に相当した拭き残し部分を最小にすることができ、清掃面(1)の全面を自動清掃することができる清掃装置を実現するものである。

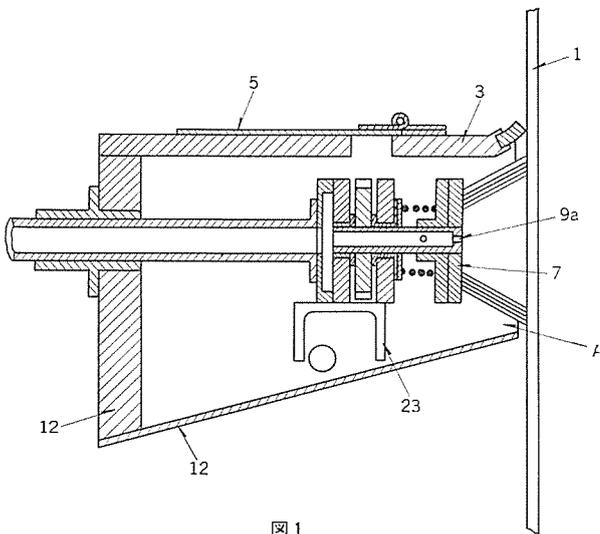


図1

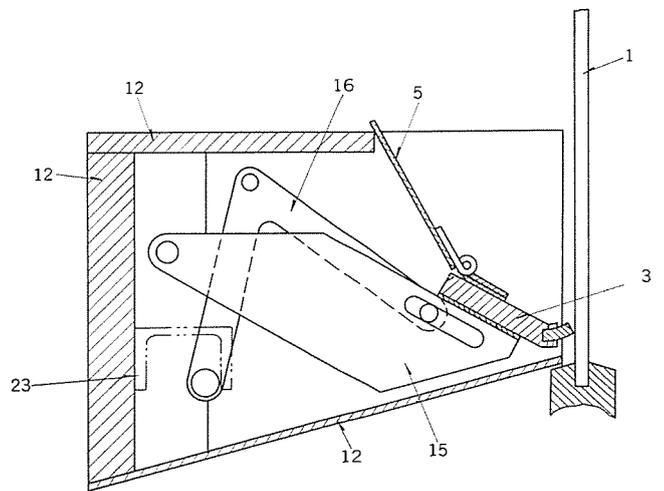


図2

冷凍装置 (実用新案第972479号)

考案者 酒井誠記

この考案は、オープン形冷凍ショーケースなどの冷凍装置の制御回路の改良に関するものである。

一般にオープン形冷凍ショーケースは冷凍器用送風機により、冷風を強制循環させて、エアカーテンを作り、ショーケース庫内を冷却するものであるが、この種のケースでは、庫内に設けられたサーモスタットの動作により庫内温度を制御している。すなわち庫内温度が所定温度以下になった時圧縮機を停止させ、所定温度以上になったとき圧縮機を始動させていた。ところが圧縮機が停止してから庫内温度の急上昇により再始動までの時間が短くなると、冷媒回路中の凝縮器側圧

力(高圧)と冷却器圧力(低圧)とが十分にバランスしない。したがって圧縮機の再始動に際し始動負荷が大きくなり、始動が不可となり、保護装置の自動動作復帰が繰り返され、これら装置が故障する欠点があった。

この考案はこの欠点を除去しようとするもので、図1.の圧縮機(1)、凝縮器(2)、受液器(3)、乾燥機(4)、温度膨張弁(5)、冷却器(6)からなる冷凍サイクルにおいて、冷凍運転停止中で圧縮機運転開始前に電磁弁(7)を瞬時開放して圧縮機(1)の出口の高圧側と冷却器(6)の入口の低圧側とを連通させて、高圧側、低圧側を圧力

特許と新案

バランスさせた後、圧縮機(1)を始動させようとするものである。

その制御回路は図2、図3に示すとおりで庫内温度が所定以上になると図2に示すようにサーモスタット(9)のスイッチ(9a)が閉路し、遅延スイッチ(11)の接点(11a)を介して電磁弁(7)のコイル(7a)に通電され電磁弁(7)が開き、高圧の冷媒が低圧側に流入し、高圧

側と低圧側が瞬時的に圧力バランスする。これと同時に遅延スイッチ(11)のヒータ(11b)にも通電され、ヒータ(11)の温度が上昇し約15秒経過すると遅延スイッチ(11)の接点(11a)は電磁弁(7)側から圧縮機駆動用電動機(1a)側に切換えられ、図3に示すような回路図となり電動機(1a)を運転させるが、この運転前に電磁弁(7)の瞬時開放により高圧側と低圧側とを圧力バランスさせているので、小さい負荷で確実に圧縮機(1)が運転される。

なおタイマ接点(10)を閉成することにより電磁弁(7)を開放して定期的に除霜運転を行うことができる。

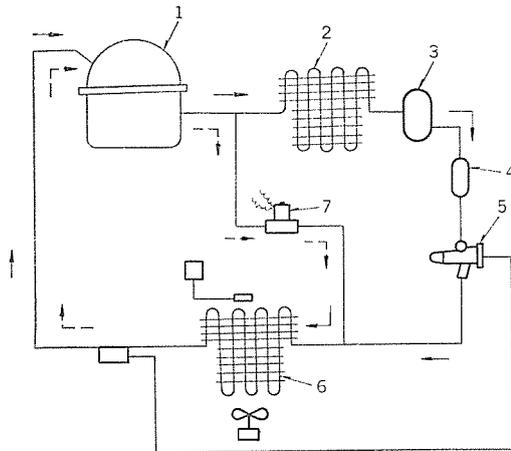


図1

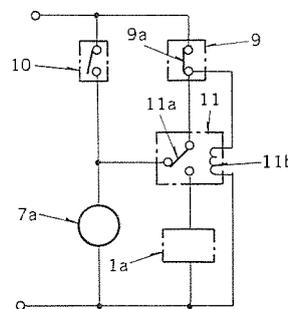


図2

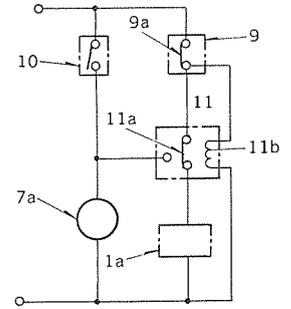


図3

ジグザグ式空気清浄器 (実用新案 第972496号)

考案者 平山 健一

この考案は、ろ(濾)材との接触面に突状部を有するチェーンで濾材をジグザグ状に送る空気清浄器の濾材送り装置に関するものである。

図1は、この考案の1実施例を示す要部側面図、図2は図1のV-V線における断面図で、(12)はチェーン(6)が張架されるロー(3)を軸支する回転軸、(13)はロー(3)の両側端に設けられた案内部材であり、チェーン(6)の突起部(6')より前方に延長されており、濾材送り装置の曲線部においては濾材(2)と接触するように形成され

ている。

このような構成によれば、濾材(2)は、装置の直線部においては、チェーン(6)の突起部(6')とチェーンガイド(10)とできょう(挟)圧されるとともに突起部(6')に引っ掛けられて送られ、曲線部では、ロー(3)とともに回転する案内部材(13)と接触し、直線部でのチェーン(6)の引張り力によりすべりながら直線部へ案内されるので、濾材(2)をジグザグ状に送っても、濾材(2)にシワがよることはない。

以上のようにこの考案によれば、濾材送り装置の曲線部において濾材とチェーンの突起部との圧接を解いた状態で濾材を案内する案内部材を設けたので、濾材は直線部にて上記突起部により送られ、濾材にシワを生じることなく円滑な濾材送りを行うことができる。

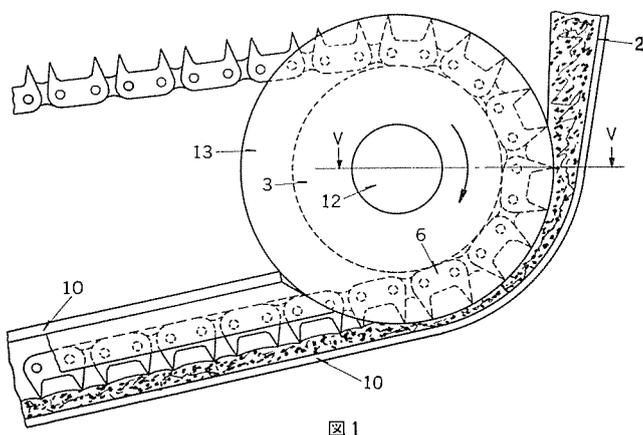


図1

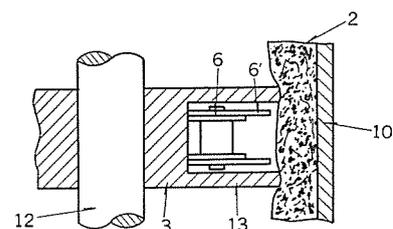


図2

1. ま え が き

医療分野におけるシステム化とその高度化は、主として情報系を管理するコンピュータの導入を契機として大きく進展し、当社においても地域という基盤に根ざした社会システムの中に位置づけ、地域住民の健康維持、増進に貢献すべく4つの柱（地域医療情報処理、健康管理、病院情報処理、環境管理）より体系づけ鋭意開発を実施している。中でも病院情報システムの開発には特に力を傾注しているが、このたび、代表的なシステムが、産業医科大学において、昭和54年7月開院と同時に稼働した。

当初は、患者を起点として発生する事務、診療上のデータ処理及び管理を主体とするいわゆる病院機能の拡充をねらいとしているが、段階的に、病院だけでなく大学を含めた教育・研究や地域社会とのかかわりを持ちながら医療全体の主機能を有機的に結合するデータベース並びにネットワークシステムの確立を目標としている。

ここでは、コンピュータ導入目的と開発計画、当初の適用業務概要とシステム構成などを記述する。

2. システム導入目的と設計方針

2.1 コンピュータ導入の背景と基本方針

病院は、一般的に医療従事者の絶対数不足、現行医療制度や事務手続の煩雑さ、といった外部環境からの制約を受けながら、反面、内部には病院経営の悪化や患者サービスの低下傾向、各部門の独立専門化に伴う横機能の連携不備といった問題が生じやすい。特に、大学病院においては診療の実施に加え教育・研究に重点が置かれており、情報の伝達、検索、処理、管理に多くの時間と労力を要し、生産性と機能の低下をまねきかねない状況にある。産業医科大学病院では、開院当初より、これらの予想される問題を未然に防止するため、コンピュータの導入を前提に以下の目的を設定した。

(1) 情報の一元化を前提とした各種情報処理の自動化と業務処理能力の増大を図り、病院の近代的な運営を実現する。

(2) 患者の流れに伴う発生情報を関連部門へタイムリーに提供することによって、患者サービスの向上（待ち時間、来院回数などの減少）を図る。

(3) 医療従事者の雑務を軽減し、本来の職務に専念できる働きやすい職場の建設を図る。

(4) 蓄積された医療情報の解析や、情報源の迅速かつ有効な相互利用の方式を確立することによって診療の質と精度の向上を図る。などの4点に集約できる。

以上の目的を達成するための基本的事項として、データの中央管理に不可欠な1患者1病歴方式の採用を決定すると同時に、システムの安全性と信頼性の具体的な確保と、情報の不特定要員による発生源入力方式をシステムに対する必要条件として課し、実現に当たっては、《MELCOM-COSMO 500》によるデュプレックスシステムに加え、《MELCOM 70》との機能分散方式をツールとして設定した。

なお、システムは自ら発展性を確保しておくことが大事である。この大学自体、社会の一員として変動を続けていくものであり、運営の変更、制度改定など内外の環境条件の変化に追随していかなければ

表 1. 適用業務別開発ステップ

対 象 業 務	開 発 ス テ ッ プ				
	第1期 (前半)	第1期 (後半)	第2期	最 終	
大学教育・研究システム	図書館システム	○			
	教育システム	情報処理教育			○
		C. A. I			○
	研究システム	統計, O R			○
		生体情報研究			○
		情報検索(薬剤)			○
		〃 (病理)			○
〃 (文献)				○	
管理・会計システム	財務会計システム	資金収支		○	
		消費収支		○	
		貸借		○	
	管理情報システム	予算		○	
		医療統計		○	
		一般統計		○	
		会計統計		○	
原価計算		○			
包括医療情報システム	病院医療事務システム	予約		○	
		患者登録	○		
		受付	○		
		窓口会計	○		
		保健請求	○		
		医事統計	○		
	経営管理システム	用度管理		○	
		薬剤管理		○	
		財務会計		○	
	診療管理システム	管理情報		○	
		スクリーニング		○	
		看護管理		○	
		食餌管理		○	
		患者監視		○	
血液センター		○			
臨床検査		○			
病歴管理		○			
スケジューリング		○			
地域医療システム	救急医療システム		○		
	健康管理システム		○		
	環境衛生管理システム		○		
	医療情報システム	情報検索(病歴)		○	
		〃 (薬剤)		○	
		〃 (文献)		○	
調査, 統計システム		○			

ばならない要素をもっている。したがって、当然のことながらシステムメンテナンスの容易さ、柔軟性、拡張性を考慮し、アプリケーションプログラム仕様の標準化も必ず(須)の要件とした。

2.2 適用業務と開発ステップ

大学、病院全体のシステム化は、いっしょにトータル化を達成することは至難である。開発に当たっては表 1. に示すとおり、第 1 期は大学、病院における必要最小限のシステムを完成し、開校開院に対応するものとした。第 2 期は昭和 55 年度完成をめどに、病院管理システムの機能拡充を図り、昭和 56 年度以降最終期として拡域医療システムに着手するものとしている。

3. コンピュータシステム

ここでは、第 1 期、第 2 期適用業務のうち《MELCOM-COSMO 500》をホストとして直接かかわりのあるシステム構成を記述する。

3.1 システム構成

ホストコンピュータ《MELCOM-COSMO 500》2システムによるデュプレックス構成は図 1. に示すとおり両系ともに全く同じ機器構成である。デュプレックスシステムは周知のとおり 2 台のコンピュータを設置し、一方をオンライン処理系、他方をパッチ処理系(待機系)として運用し、オンライン処理系に障害が発生すると待機系に回線及び入出力機器を切換え、オンライン業務の長時間にわたるサービス停止を防止しようという思想であるが、この大学における適用業務(サブシステム)は、いずれも現場でのリアルタイム入力、処理、検索の機能が要件であり、待機系でもオンライン業務を行ういわゆる負荷分散の役割を持っている(便宜上、2システムをおのおの A 系、B 系と呼称)。

すなわち、各サブシステムにプライオリティを設定し、病院機能上できる限り中断を回避するサブシステム(医事業務システム、臨床検査システム)を A 系に、一時中断などの事態が発生してもその回復を待って業務を継続すれば、特に混乱をまねくことのないサブシステム(病歴管理、薬剤管理、聴力検査等)を B 系に設定した。

デュプレックスシステムは、ディスクのクロスコール及び回線の切換えがポイントとなる。

3.1.1 ディスククロスコール

A 系、B 系共に 8 台のディスク装置が接続されたものとして処理が可能で、A 系、B 系双方からのシェアもシステムボリュームを除き可能である。

仮に A 系が障害をおこした場合、B 系への切換えは B 系のロードユニットアドレスを A 系用のシステムボリュームのアドレスに切換えてシステムをロードし、ユーザーファイル(オンラインファイル)も今まで使用していたものをセットすることにより、障害発生時点の状態からデータに矛盾を起すことなく再開できる。

一方、A 系の故障が回復した場合、一時的にもオンラインを停止して正常時の状態にもどす必要はない。すなわち上述とは逆に A 系のロードユニットアドレスを B 系用のシステムボリュームのアドレスに切換えてシステムをロードすることにより、以前に B 系で処理していた業務が A 系で再開できる(図 2. 参照)。

3.1.2 回線の切換え

ディスク装置の切換えと同時に、A 系に接続されていた回線を B 系に切換えることができるが、この切換えは、通信制御切換装置のスイッチを B 系に切換えることにより、A 系の全回線が B 系に、B 系の全回線が A 系に双方向同時切換機能をもっている。これは前節で記述したように A 系の故障回復後、以前の B 系オンライン処理を A 系上

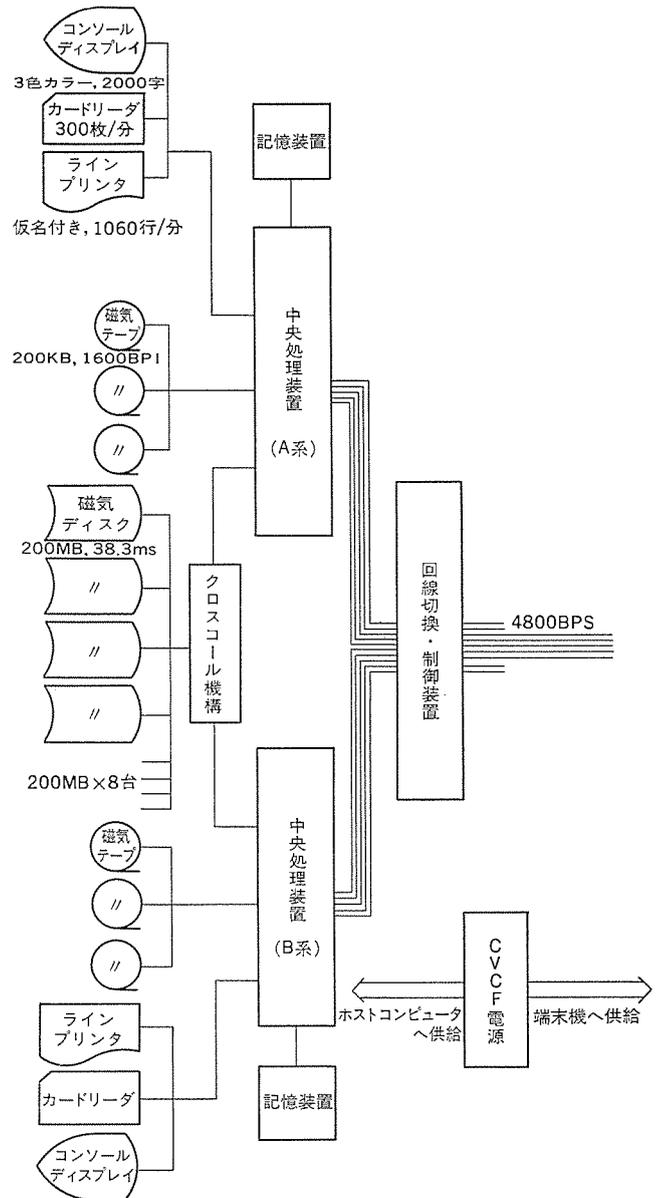


図 1. 《MELCOM-COSMO 500》システム構成

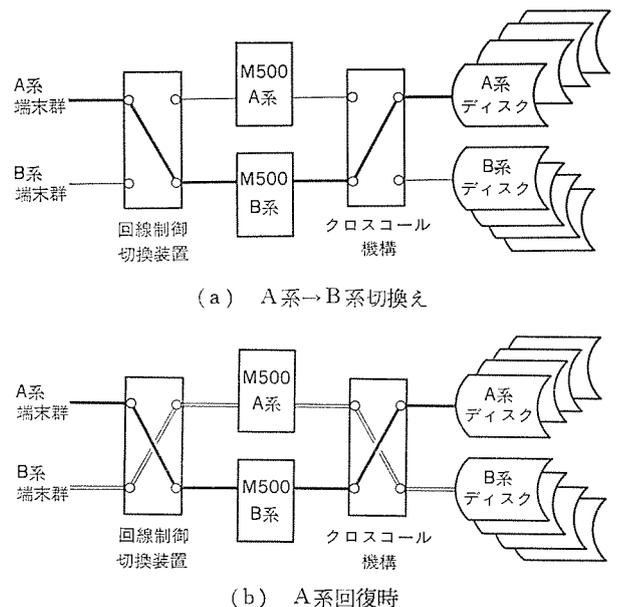
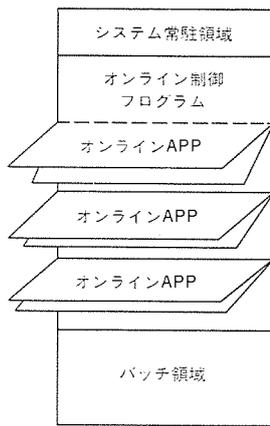


図 2. システム切換概念図



注) オンラインAPP領域は、3パーティションに分割されているわけではなく、動的に変化する。

図 3. 主記憶配置

で再開できるのに対応している (図 2. 参照)。

3. 1. 3 主記憶領域

図 3. に示すとおり、A系、B系共にオンライン領域は専用に確保し、バッチ領域との共有は行っていない。オンライン領域中、オンライン制御プログラム (TPS : Telecommunication Processing System) のみが常駐し、ユーザープログラムは自動的に領域を割当てられ、端末、ファイルなどの入出力のタイミングでロールイン、ロールアウトが行われる。

3. 1. 4 接続端末

サブシステム別の接続装置、配置場所、台数等を図 4. に示す。《MELCOM 70》をはじめ、M 345 N CRT 装置、M 2246-2 プリント装置の外、ドッドウェル製オートエンボッサがマルチプレクサ経由で接続されている。《MELCOM 70》は検査室固有の処理として使用されているが、患者の属性情報をホストからリアルタイムに受信し、検査結果データをホストへバッチ伝送する機能も持っている。

オートエンボッサは、患者の診察券である磁気ストライプ付プラスチックカードを自動的に発行 (磁気ストライプへのデータ書込み、エンボス、ティッピング) するもので、ホストコンピュータと BSC 伝送制御手順で接続されている。

3. 2 ソフトウェアの特長

(1) 開発の容易性

オンラインプログラムは、バッチ処理プログラムと異なり制御手順の異なる複数端末の同時制御、ファイルの共有/排他制御、障害発生時のメッセージやファイルの保護など、種々特殊な機能が要求されるが、これらはすべて TPS が行うため、個々の業務プログラムは通常一般のデータ入出力という感覚で作成することができる。また COBOL 上での通信機能の容易性及びユーザーインタフェースマスクの完備により、すべて COBOL で作成が可能で、現実にホストコンピュータにおける全業務プログラムが COBOL で作成されている。このため開発はもとより、プログラムの保守も極めて容易である。

(2) ファイルの共有

負荷分散を目的として、B系においてもオンラインサービスを行うことは既述した通りであるが、両系のディスクファイルのシェアが可能のため、双方のオンラインファイルの参照が可能で、特異な医療情報システムのデータベース構築上有効な機能となっている。

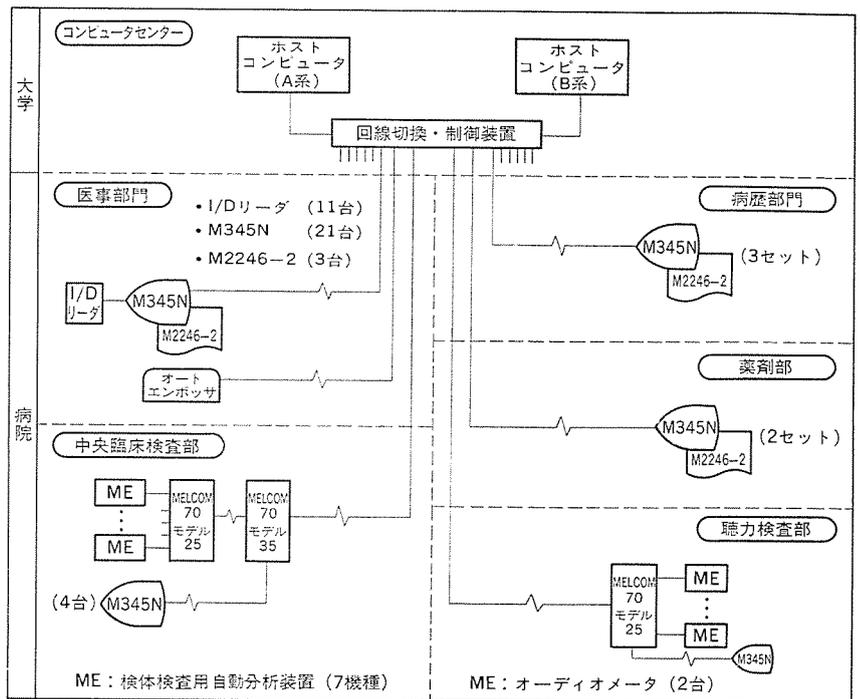


図 4. 接続端末設置図

(3) 信頼性

TPS リカバリ機能の有効利用により、システムダウンによるファイルの破壊、データの消滅も皆無と云ってよい。またアプリケーションシステム上もデータチェック、ロジックチェック機能を持ち、ファイル更新を伴う入力データは、すべてディスク装置上にロギングされ、運用上のトラブルなど原因解明に利用されている。

(TPS リカバリ機能: 複数ファイル更新を伴う業務において、全ファイル更新終了前に障害が発生した場合、ファイル内容に矛盾が生じるが TPS は該当プログラムにつき自動的にファイルの回復、メッセージの回復を行っている)。

(4) 柔軟性

オンライン処理を主体としたシステムでは、複数プログラムが相互に関連性を持つため複雑化するのが通常であるが、例えば、オートエンボッサでの診察券出力処理における患者情報登録プログラムと、エンボッサ出力プログラム間にその例をみるごとく、データはファイルにより受渡しされるため、エンボッサに障害が発生しエンボッサへの出力プログラムが動作できなくても患者情報の登録は続行でき、エンボッサ故障中は自動起動を行わず情報受渡し用ファイルへの書込みだけとしている。もちろん回復後は並行して処理されるが、このように融通性に富んだプログラム設計が基本思想となっている。

4. 適用業務の概要

現在、適用業務のうち直接《MELCOM-COSMO 500》とかかわりをもっているのは、図 5. に示すとおり、医事業務、病歴管理、薬剤管理、臨床検査、聴力検査の各サブシステムにより構成されている。

4. 1 医事業務システム

1患者1番号制 (永久番号) を前提として、新規来院時 (初診) から外来診療を經由し入院、退院に至る流れの中で、発生する患者情報、会計情報が医事部内の各窓口に設置された M 345 N CRT 装置を介して、オンライン処理されている。また病院における最も煩雑

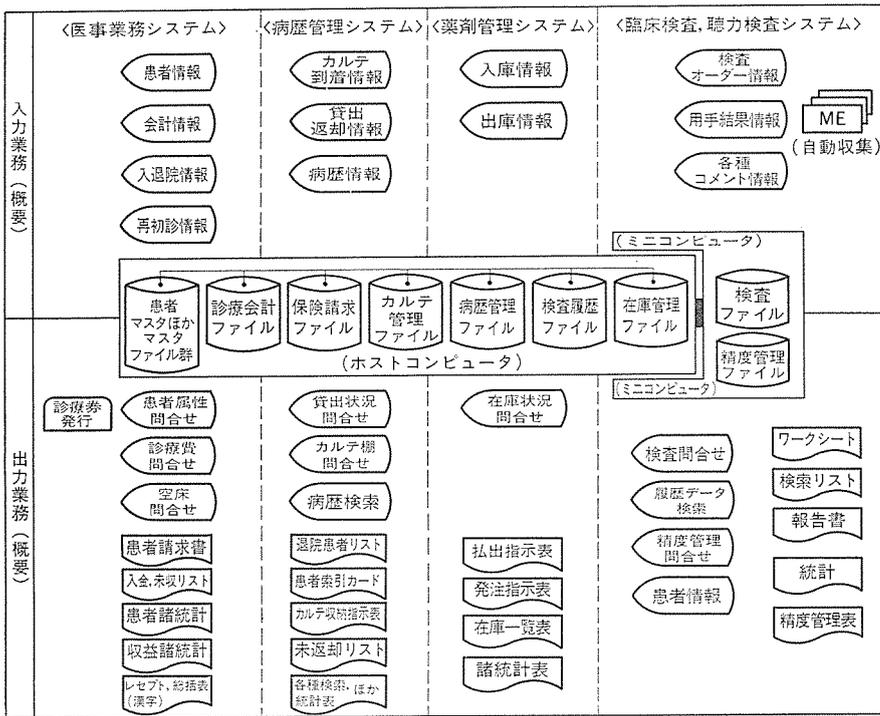


図 5. 適用業務システム概念図

患者負担金の算定が終わると、過去の未納金がある患者にはこれを自動的に加算し、患者ごとに請求書、領収書を発行する機能である。外来、退院時代は、即時性が要求されるため M2246-2 プリンタ装置からリアルタイムに出力されるが、入院中の患者に対しては句ごとにバッチ処理で出力される。

(4) 入金、未収管理

いわゆる患者単位に、領収時の入金の消し込みを行い未収をは(把)握するリアルタイム処理機能であるが、未収患者状況や一定の未収期間を経過した患者に対する督促状は、バッチ処理で出力されている。

(5) 保険請求

診療費用を被保険者に請求するレセプト、請求書、総括表等がすべて漢字によって処理されるが、漢字編集後の出力工程のみ外部機関への委託方式となっている。

(6) 管理統計資料

医事部門固有の統計に加え、病院経営の将来指標や収益動向を把握する経営資料並びに検査部、薬剤部、放射線部などに必要な統計資料が副次的に作成できる機能である。

4.2 病歴管理システム

病歴(カルテ)は、患者の診療記録がすべて記載され臨床上的の研究にも重要な役割を占めるものであり、中央での集中管理と同時に、コンピュータを利用した登録、検索、分類・統計の自動化は、診断・治

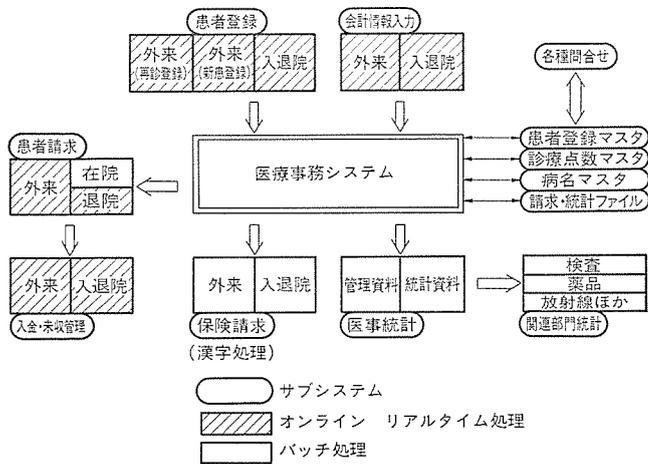


図 6. 医事システム機能関連図

な事務といわれている診療報酬明細書(保険請求を行うレセプト)は漢字処理方式を導入している。

(1) 患者登録

外来は初診時の患者固有の情報(氏名、生年月日、性別、受診科、保険情報、職業、電話番号等)を、入院時は予約から入院、退院の過程における患者情報を、患者マスタファイルとして登録し、変更のつど更新できるリアルタイム処理機能で、料金計算、保険請求、統計、各種検索等の処理時における基幹をなすファイル作成機能である。

(2) 会計情報入力

外来、入院患者が診療を終ると発生する診療行為明細をリアルタイムに入力し、保険情報を参照しながら患者負担金を算定する機能で、保険制度と最も関連性が強く例外などが多いため複雑なロジックとなっている。入力方法は、患者単位に発生した診療行為を略称コードにより単一項目ごとに入力するが、複数診療行為をセットにした一括パターン入力も可能で入力作業の軽減を図っている。

(3) 患者請求

内科 02 03 No. 7900727-4 00197 *
診療報酬明細書(入院外)昭和54年7月分 医療機関コード

氏名		北九州市八幡西区医生+丘1番1号 産業医科大学病院	
性別		男 大正00年0月00日生	
病歴		① 昭和54年 7月17日 診療日数 2 ② 昭和54年 7月17日 ③ 昭和54年 7月21日 ④ 昭和 年 月 日 ⑤ 昭和 年 月 日 ⑥ 昭和 年 月 日 治癒 死亡 中止	
診察	内 科	1	58
診察	外 科	1	1142
診察	内 科	12	12
診察	内 科	12	2283
診察	内 科	1	133
合計		4053	決定 100

図 7. 診療報酬明細書(漢字出力例)

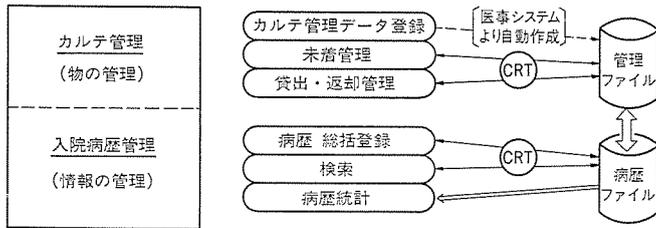


図 8. 病歴管理システム概念図

療, 医学研究, 医療評価等への重要な手段となっている。システム機能は, カルテを「物」「情報」という立場から体系づけられ, データベースの手法を最大限に駆使した機能である。

(1) カルテ管理〈物の管理〉

最終診療日から一定期間移動のなかったカルテは, インアクティブなカルテとして中央カルテ室で管理される(対象カルテは患者マスタファイル上で自動判定される)。この収納対象カルテの未着管理と, 診療以外の目的でカルテが使用される場合の貸出し, 返却管理などの処理を, カルテ管理ファイル上で総合的に行っている。

(2) 病歴管理〈情報の管理〉

主として退院患者を対象とした入院カルテの病歴総括(サマリー情報)を病歴ファイル上に登録し, 医師などの諸検索依頼に対する即時応答と, 患者病状の科学的な検討分析資料や予後調査・追跡, 疾病構造, 患者動向等に必要の資料を提供する機能である。

4.3 薬剤管理システム

病院において医療資材の対象となるものは, 医薬品, 医療器材などがその中心となっており, とりわけ医薬品は在庫量, 品質など厳しい管理規程が要求される。ここでは, 事務処理という観点から発注業務, 入庫業務, 代金支払業務が主要機能となっている。

(1) 日常業務

院内各部門からの払出し依頼に伴うワークシート(薬品払出リスト)払出先別明細一覧, 安全在庫量割れに対する発注リスト, 更には納品時の入庫一覧など薬品管理部門固有の業務処理に加え, 院内各部門に対しては定数配置を前提に死蔵品のチェック, 部門間への流用など, 医薬品の効率的使用のサポート機能をもっている。

(2) 月次業務

薬品台帳の管理, たな(棚)却し時点のサポートリストに加え, 消費実績一覧, 業者別納入一覧などの諸管理資料を提供している。

4.4 臨床検査システム

《MELCOM 70》モデル 35, 25(データ管理系, 自動分析収集系)がホストコンピュータと連動し, 検査オーダーの登録, ワークシート(分析測定作業指示で用手分析, 自動分析の2形態がある。), これに対する測定結果の自動収集, 測定結果に対する総合的なチェック, 検査報告や未検査に対する各種レポート作成, 分析精度向上を目的とした精度管理資料の作成, 更には患者単位の検査結果履歴の把握を前提とした異常患者の重点管理など, 診療補助機能の重要な部分を扱ったシステムである。システム機能と各コンピュータの役割の概要を表 2. に示す。

4.5 聴力検査システム

このシステムは現在, 設計途上にあり詳細は別稿に譲るが, 基本的には 4.4 節の臨床検査システムを縮小した機能で, オーディオメータとの

表 2. 臨床検査システム機能概要

業務区分	機能	対象部門				処理マシン		
		生化学	血液	血清	一般	ホスト	処理系	分析系
受付	依頼情報登録	○	○	○	○	○	○	
	依頼情報問合せ修正	○	○	○	○		○	
検査前準備	入院患者用採血リスト	○	○	○	○		○	
	ワークシート(単項目)	○	○	○	○		○	
	“(多項目)	○	○	○	○		○	
検査	“(未検査)	○	○	○	○		○	
	結果入力(単項目)	○	○	○	○		○	
	“(多項目)	○	○	○	○		○	
	検体コメント入力	○	○	○	○		○	
	結果問合せ修正	○	○	○	○		○	
	MEデータ収集	○	○		○			○
報告	プール血清モニタリング	○						○
	MEデータモニタリング		○					○
	検査報告書(当日用)	○	○	○	○		○	
	累積報告書	○	○	○	○		○	
データ管理	データチェックリスト	○	○	○	○		○	
	履歴データ検索(項目)	○	○	○	○		○	
	“(検体)	○	○	○	○		○	
	未検査リスト	○	○	○	○		○	
精度管理	検査台帳	○	○	○	○		○	
	X-R管理表	○	○	○	○		○	
統計	ヒストグラム	○	○	○	○		○	
	検査件数リスト	○	○	○	○	○	○	
その他	会計情報, 依頼情報フェック	○	○	○	○	○		
	各種ファイル更新	○	○	○	○		○	
	データ解析	○	○	○	○	○	○	
	各種問合せ修正	○	○	○	○		○	

オンライン処理が検討課題となっている。

以上, 紙面の都合上主要業務の概略機能を紹介したが, 現在《MELCOM 80 モデル 38》により図書館における図書管理, 閲覧管理や給与計算, 学事業務などが個別システムとして運用されている。

5. むすび

既存の病院において, 会計業務や管理統計など個別の業務の合理化, 省力化を目的としたコンピュータ導入のケースと異なり, 当初からコンピュータを前提とした業務処理方式を設定し, 人とコンピュータの受持ちを明確化できたこの大学のケースは, 一味ちがう事情があったにせよ, 当初導入目的に合致した運営が実現したことは, 評価に値するものと思う。コンピュータの運営, 管理部門である情報管理課と, 各関連部門の強力な協調体制がその背景としてあったからこそと考える。

今後は現状システムの機能拡大に加え, 生体情報研究, 医療情報の地域社会への還元など, 研究のためのコンピュータ処理サービス機能の向上が期待される。末尾ながら産業医科大学の発展を期待し, 併せて, 今回のシステム化実現に当たり, 多大のご指導を頂いた, 大学, 病院の関係者各位に深く感謝の意を表する次第である。

新形F種モールド変圧器

千歳 隆*・伊奈照夫*・林 守*・村上靖武*

1. ま え が き

最近、高層ビル、地下街などの増加によって、都市の過密化が促進され、火災、環境汚染などに対する考え方はますます厳しくなってきた。受配電設備の中心である変圧器を不燃化あるいは難燃化する要求は年々高まってきており、更には省資源、省エネルギーの観点から、小形軽量、低電力損失の変圧器への動きも活発になってきている。モールド変圧器は、これらの要求に答えるべく登場したもので、

- ・防災性、耐湿性に優れている。
- ・小形軽量である。
- ・保守点検が容易である。
- ・強じんである。
- ・低電力損失である。

など、数多くの特長を有しており、各分野に幅広く採用されて、著しく普及してきている。当社では、昭和52年にモールド変圧器の製作を開始して以来⁽¹⁾、数多くの製品を世に送り出してきたが、この間、エポキシ絶縁処理方式、コイル絶縁構成について更に開発、改良を重ねてきた。その結果、従来のモールド変圧器に比べて、更に小形軽量化した新形モールド変圧器のシリーズ化を行い、電圧33kV、容量10,000kVAまでの製造体制を完備した。ここでは、この新形モールド変圧器の絶縁処理方式とその特長、及び種々の品質検証試験結果について述べる。

2. モールド変圧器の絶縁処理方式⁽²⁾とシリーズ化

モールド変圧器のコイルは、一般にエポキシ樹脂を用いて絶縁処理がされており、その処理方式は大きく分類すると表1.に示すように、金型を使用して成形する方式と、金型を使用しないで成形する方式に分けられる。

金型成形方式には、含浸法、注型法及び含浸同時注型法があるが、いずれも、エポキシ樹脂及び硬化剤の選定、充てん(填)剤の配合比率、硬化時の温度コントロール、耐クラック性を向上させるための応力集中の緩和策など高度の注型技術と豊富な経験を必要とする。したがって、この方式は一般に、標準仕様の小容量器で、種類の統一ができる量産タイプのモールド変圧器に適している。しかし、大容量のモールド変圧器をこの方式で製作する場合には、エポキシ樹脂層内の応力集中の緩和策など注型技術上の問題、及び金型や注型設備面からのコイル寸法制限の問題などが生じてくる。これらの問題に対しては、コイルを軸方向に2分割あるいは3分割して対処できるが、変圧器の寸法、重量が大幅に増大するという難点がある。

金型レス成形方式には、粉体塗膜法、ディッピング法、ブリフレグ絶縁法、紫外線硬化法、回転シール硬化法などの方法がある。いずれの方法も金型を使用していないので、変圧器の設計自由度が大きく、多種にわたる個別仕様の変圧器に対しても最適設計ができ、小形軽量化に製作できる。絶縁的にみると、ブリフレグ絶縁法は、半硬化状態のエポキシ樹脂でコイルを絶縁処理し、コイル巻成形後、加熱硬化させ

表1. モールド変圧器の絶縁処理方式の分類

方 式	方 法	内 容
金型成形方式 (キャストイング)	含 浸 法	コイルと金型間にガラス繊維等を充填したものに低粘度のエポキシ樹脂を真空含浸する。
	注 型 法	充填材を配合した樹脂を金型内へ流し込む。
	含浸同時注型法	含浸と注型を組合せたもの。
金型レス成形方式	エポキシ粉体塗膜法	加熱したコイルにエポキシの粉体を吹き付けてコイル表面にエポキシ樹脂層を形成する。
	ディッピング法	コイルを樹脂に浸漬し外表面にエポキシ樹脂層を形成する。
	ブリフレグ絶縁法	ブリフレグ絶縁紙でコイル絶縁をしてコイル巻成形後加熱硬化させる。
	紫外線硬化法	紫外線照射によってエポキシ樹脂を硬化させる。
	回転シール硬化法	樹脂含浸後、コイルを回転させながら加熱硬化させる。
	そ の 他	浮遊硬化法など各種の方法が研究・開発されている。

表2. モールド変圧器の形式

タイプ	形 式	標 準 容 量	公 称 電 圧	絶縁種別	温度上昇限度
CV	自 冷 式	2,000 kVA 以下	6.6 kV 以下	F 種	95°C(抵抗法)
ES	風 冷 式	10,000 kVA 以下	33 kV 以下		

る方法であり、コイルのターン間、及び層間にも十分にエポキシ樹脂層を形成することができる優れた方法である。

このように、金型成形方式と金型レス成形方式には、それぞれ特長があり、変圧器の仕様に応じて適切に使い分けることによって、その特長を十分に発揮することができる。配電用変圧器といった比較的小容量器で標準仕様のものには金型成形方式が最適であり、一方、大容量変圧器、スポットネットワーク用変圧器、電鉄変電所用変圧器、特高変圧器といった個別仕様のものには金型レス成形方式が最適である。当社では、表2.に示すように、電圧6.6kV以下、容量2,000kVA以下のモールド変圧器には金型成形方式を採用(CVタイプと呼ぶ)し、その他の、電圧33kV以下、容量10,000kVA以下のモールド変圧器には金型レス成形方式を採用(ESタイプと呼ぶ)することによって、小形軽量化したモールド変圧器の新シリーズ化を完成した。

3. CVタイプモールド変圧器

このタイプは、前述した金型成形方式の中の注型法によるモールド変圧器である。コイルの絶縁設計に関しては、モールド変圧器にとって非常に重要な部分放電に細心の注意を払っており、5章で述べるモデルによる実験、及び電位分布の計算と実測によって合理的設計をするとともに、導体絶縁、絶縁構成に独自の方法を採用して、注型用

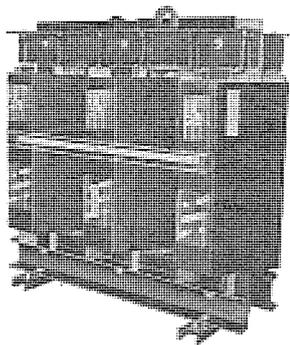


図 1. 3φ 50 Hz, 6.6 kV/210 V, 300 kVA, CV タイプモールド変圧器

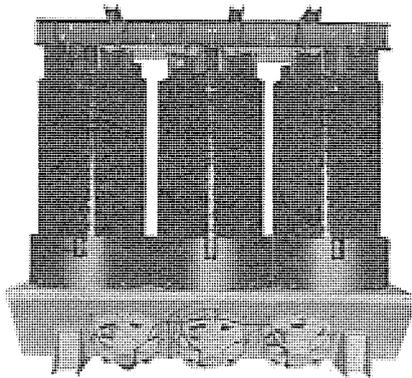


図 2. 3φ 50 Hz, 33 kV/6.6 kV, 10,000 kVA, ES タイプモールド変圧器

樹脂がコイル内部まで十分侵入するようにしている。また、計算機を利用した熱的、機械的解析を行ってコイル内部の最適設計を行うとともに、高低圧端子などコイル外部の構造を改良することによって小形軽量化を図り、従来のモールド変圧器に比べ、床面積を 80%、容積を 60%、重量を 80% にすることができた。また近年の一般的傾向である低騒音化に対しては、鉄心ボルト穴の削減、鉄心脚のバンド巻方式の採用、ヨーク形状の改善など鉄心関係の改良を行い、騒音レベルを平均数ホン低減した。例えば、3相 300 kVA の場合の騒音レベルは 60 ホン以下となる。また絶縁階級は油入と同等の絶縁強度 (6 A 号) を有しており、VCB の開閉サージにも考慮を払っている。図 1. に CV タイプモールド変圧器の外観を示す。

4. ES タイプモールド変圧器

このタイプは、前述した金型レス成形方式の中のプリプレグ絶縁法によるモールド変圧器である。コイルは、半硬化状態のエポキシ樹脂で絶縁処理を施し、コイル巻成形後、炉で加熱硬化を行っている。このタイプは

- (1) 金型による制約がないので、どのような仕様の変圧器でも最適設計ができること。
- (2) 樹脂層は、ガラス繊維成分が多く、機械的に非常に強いので、薄くすることができたので冷却効果が向上したこと。
- (3) 大容量器では、注型上の問題点が除去されたことから、コイルの軸方向の分割が不要となり、コイルの占積率が著しく向上したこと。
- (4) 大容量器では、コイル内に冷却ダクトを設けて、冷却効果を一層上げることができたこと。

などにより、小形軽量となり、従来のモールド変圧器に比べ、床面積を 80%、容積を 70%、重量を 80% にすることができた。また、コイルの最外層はガラス繊維の多いエポキシ樹脂で覆っているため、耐クラック性は、更に高まっている。図 2. に ES タイプモールド変圧器の外観を示す。

5. モールド変圧器の品質検証試験

両タイプのモールド変圧器について、あらゆる面から品質検証試験を実施し、長期間安心して使用できることを確認している。その中でモールド変圧機にとって重要な検証試験項目である部分放電特性、耐湿性、耐クラック性の検証試験結果について述べる。

5.1 部分放電試験

モールド変圧器は導体がエポキシ樹脂で完全に覆われた固体絶縁方式によるもので、コイル内部の部分放電は変圧器の製品寿命と密接な関係がある。部分放電電荷量と製品寿命との関係は近年次第に明らかにされつつあるが、現在当社では、部分放電劣化を生じない絶縁設計としている。図 3. に部分放電開始電圧に関する基礎検討の結果を示す。これは、モールドコイル内の各部を模擬した各種のモデルを作り、 d/ϵ_s 値 (d : 導体間の絶縁物厚さ mm, ϵ_s : 絶縁物の比誘電率) に対する部分放電開始電圧値の計算値⁽³⁾と検証試験結果を示したものである。この結果をもとに最適絶縁設計された実変圧器については図 4. (a), (b) に示す試験回路で試験を行い有害な部分放電がないことを検証した。

5.2 吸湿試験⁽⁴⁾

この試験は、モールド変圧器の耐湿特性を調べるために行ったものである。図 5. に示す密閉されたキュービクル内に変圧器を収納し、キュービクル内の相対湿度を 100% に保った状態で、48 時間放置した。その後キュービクルを開放し、相対湿度 60% のふん (霧) 囲気中にお

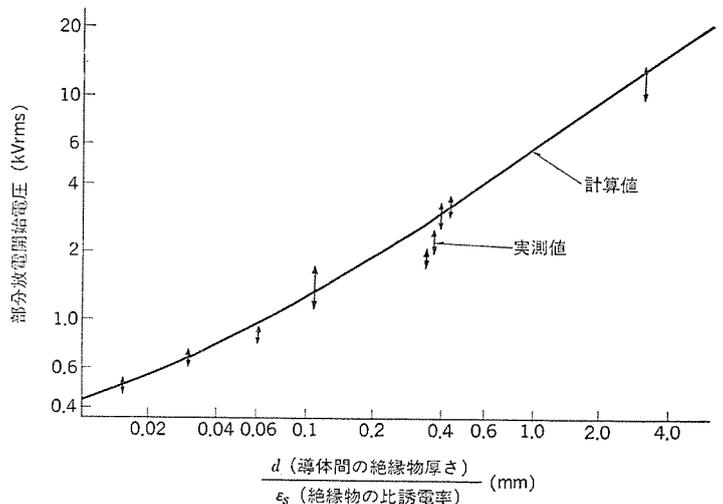


図 3. 部分放電開始電圧の計算値と実測値の比較

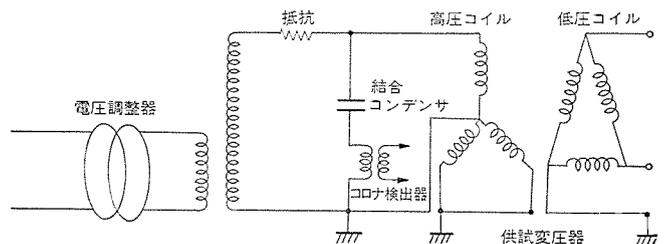


図 4. (a) 部分放電試験回路 (誘導法)

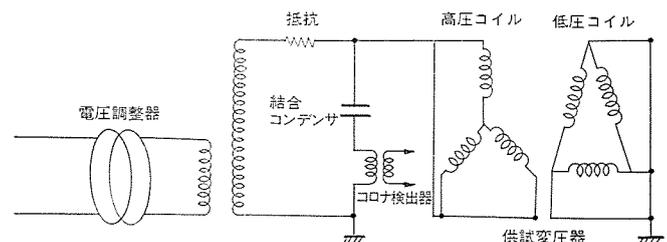


図 4. (b) 部分放電試験回路 (一括印加法)

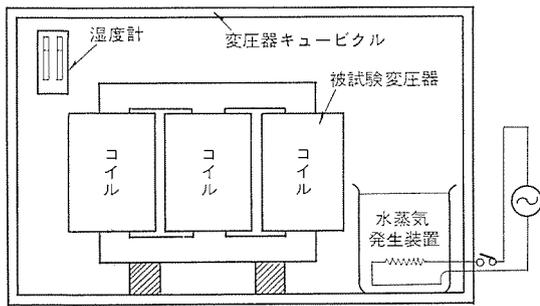


図 5. 吸湿試験装置

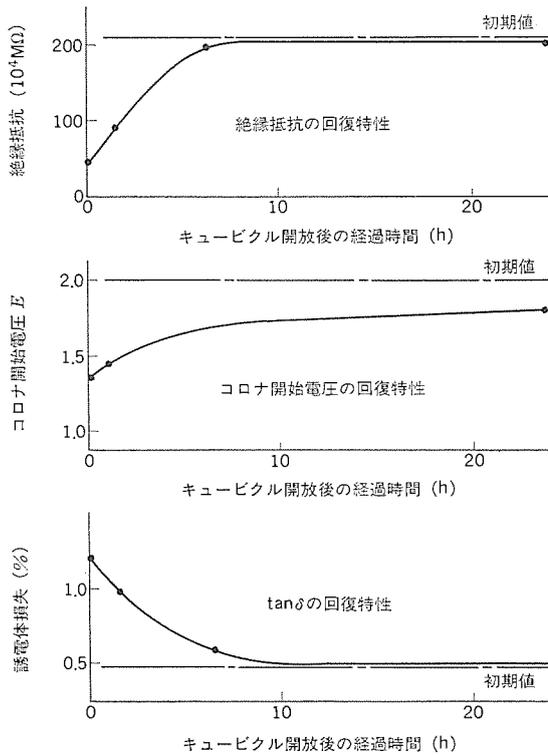


図 6. キュービクル開放後の絶縁回復特性

ける絶縁抵抗, コナ 開始電圧, $\tan \delta$ の回復特性を測定した。

図 6. に絶縁抵抗, コナ 開始電圧, $\tan \delta$ の絶縁回復特性を示す。いずれも約 20 時間でほぼ初期値まで回復することを確認した。この結果から, 定期点検時の運転休止時の吸湿に対しては除湿, 乾燥をしなくても簡単な点検だけで, 再運転に入ることができる。

5.3 耐クラック性検証試験

モールド変圧器 コイルのエポキシ樹脂は, 製作時及び使用時に種々の機械的ストレスを受ける。それらは次のようなものである。

- (1) 樹脂の硬化収縮による応力
- (2) 硬化後, 室温までの冷却過程での応力
- (3) 気温の異なる場所への移動による熱応力 (特に寒冷地)
- (4) 通電開始時における導体と樹脂の温度差による応力
- (5) 温度こう(勾)配による応力
- (6) その他

上記の場合における応力に対して コイルは, 十分な機械的信頼性を持つことが必要である。これらの応力の発生原因は, 主として樹脂と埋込物との線膨張係数の差と樹脂部の温度勾配であるが, これらの応力値を計算機による計算, 及びモデルによる光弾性試験と当社

独自に開発した埋込形ひずみ(歪)測定素子による歪測定⁽⁵⁾により検討し, 許容値に比べ十分小さいことを確かめた。また以下の実器による耐クラック性試験を実施した。

(1) ヒートサイクル試験

この試験は コイルが, 使用環境温度の変化に耐えられるかどうかを検証するためのものである。コイルの最高許容温度 プラス 10°C の 165°C (8 時間) と, 通常考えられる最低周囲温度 -40°C (16 時間) の間で 3 サイクル行った。この場合コイルは, -40°C で最大応力を受けたが, この応力値に対して樹脂強度は十分余裕があることを確認した。

(2) ヒートショック試験

ヒートショック試験は, コイルに急激な温度変化を与えて応力集中部分を検出し, 応力集中部分の改良に役立てる試験である。当社の標準的なヒートショック試験は, 80°C の湯へコイルの内部温度がほぼ一定になるまで浸し(漬)した後, 10°C の水へ急激に浸漬する方法を繰返した。当社のモールド変圧器には問題となるような応力集中部分のないことを確認した。

(3) 通電ヒートサイクル試験

負荷が変化すると, コイル温度が変化し, 樹脂内部の応力値も変化する。このような実際の使用条件を模擬した検証試験として通電ヒートサイクル試験を行った。

試験条件は, 開始前に部分放電試験, 誘導耐電圧試験, 衝撃耐電圧試験を行った後, 定格電流通電 (8 時間) ↔ 非通電 (16 時間) を 1 サイクルとして 100 サイクル繰返し, 20 サイクルごとに部分放電試験及び耐電圧試験を行って異常のないことを確認した。これらの耐クラック性検証試験後もその絶縁性能, 外觀形状に何らの変化もなく, 十分な耐クラック性能を備えていることが検証できた。

6. む す び

絶縁処理方式がそれぞれ異なった CV タイプと ES タイプのモールド変圧器の特長と製作仕様範囲及び品質検証試験結果について述べた。モールド変圧器は, その優れた特長によって各方面に幅広く採用されつつあるが, 変圧器の仕様に応じて CV タイプと ES タイプに分けることにより, モールド変圧器をより小形軽量化した。火災, 環境汚染に対する安全性, 保守点検の容易さによる省力化, 小形軽量化による省資源, 省エネルギー化など, 数多くの特長を備えたモールド変圧器は, 今後の受配電設備に大きく貢献するものと確信する。

参 考 文 献

- (1) 鶴田, 伊奈, 村上, 篠倉, 日野: モールド変圧器, 三菱電機技報, 52, No. 2 (昭 53)
- (2) 佐藤ほか: 大容量モールド変圧器, 電気学会静止器研究会, TC-79-1~7 (昭 54)
- (3) M. C. Halleck: Calculation of Corona Starting Voltage of Air-Solid Composite Dielectrics, Power Apparatus Systems, No. 23, p. 211 (1956)
- (4) 伊奈ほか: モールド変圧器の汚損吸湿試験, 電気学会関西支部連合大会, G-3-56 (昭 53)
- (5) 太田ほか: 注型絶縁物の内部応力測定法について, 電気学会全国大会, 4-329 (昭 55)

空調用フィン付熱交換器の特性向上

湯山 莖*・山崎起助*・小松文昭*・上妻親司**

1. ま え が き

最近、省エネルギー化のための空調機器の性能向上がますます重要な課題となっている。空調機器において、熱交換器は主要な構成要素であり、その性能に大きな影響を及ぼす。一方、種々の形式の中で、プレート状のアルミフィンと伝熱管から形成されるフィン付熱交換器が、現在、空調機器用として最も多く用いられている。

フィン付熱交換器では、管内を流れる冷媒又は水から管内壁への熱伝達、管内壁からフィンへの熱伝導、及びフィンから空気への熱伝達によって熱交換が行われる。この熱交換器の熱的性能は、管外側熱伝達に最も大きな寄与率で支配されている。また、フィン間を通る空気の風圧損失を小さくすることにより、同一送風機を用いても、風量の増大と同時に騒音の低減ができるので、その性能改善とあいまって空調機器性能の向上を図ることができる。

この報告では、管配置の高密度化による管外熱伝達率の向上、並びにフィン表面の防食処理と同時にぬれ(濡)面における風圧損失の低減を果たした熱交換器について、従来のものと比較検討を行った結果を述べている。これら新しく開発した技術は、今後の空調機器の改善に有効に適用できるものである。

2. フィン付熱交換器

2.1 熱抵抗要因の分析

フィン付熱交換器の熱的性能は式(1)に示す熱通過率 K によって評価できる。

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_a} + \frac{A_o}{A_i} \times \frac{1}{\alpha_i} + \frac{A_o}{A_c} \times \frac{1}{\alpha_c} \dots \dots \dots (1)$$

ここに、 α_a : 管外熱伝達率 (フィン効率を含む)
(kcal/m²・h・°C)

A_o, A_i : 管外, 管内の伝熱面積 (m²)

A_c : フィンと管の接触部伝熱面積 (m²)

α_i, α_c : 管内, フィンと管の接触部の熱伝達率
(kcal/m²・h・°C)

式(1)の左辺は全熱抵抗を、右辺各項は管外、管内、フィンと管の接触部の熱抵抗を示す。通常、空調用フィン付熱交換器における各熱抵抗要因の比率を調べると、例えば、ファンコイルユニットの場合、管外熱抵抗が全熱抵抗の約80%、管内熱抵抗、フィンと管の接触部抵抗がそれぞれ9、10%である。当然のことながら、熱交換器の特性を向上させるには熱抵抗の大きい要因である管外熱伝達率を改善することが最も重要であることが分かる。

2.1.1 フィンと管の接触熱伝達率

フィン付熱交換器では、伝熱管内にピュレットを圧入して管を押し広げ、管とフィンカラーとの接触を保持させている。このため、接触熱伝達率は製造技術に大きく影響される。

フィンカラーが管によって押し広げられる量を密着度 δ_c 、この密着の度合を密着率 ϵ_c とすると、おのおの式(2)、式(3)によって定

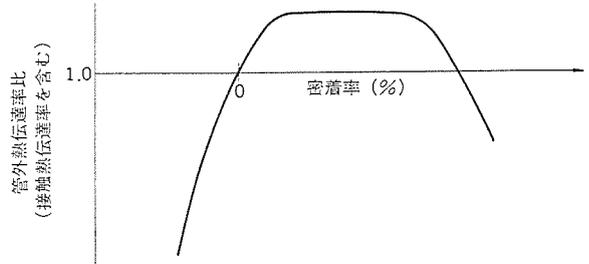


図 1. 密着率と管外熱伝達率比

義できる。

$$\delta_c = d_b + 2 \times \delta_p - d_{fb} \dots \dots \dots (2)$$

$$\epsilon_c = \frac{\delta_c}{d_{fb}} \times 100 (\%) \dots \dots \dots (3)$$

ここに、 d_b : ピュレット径 (mm)

d_{fb} : フィンバーリング径 (mm)

δ_p : 管素材の肉厚 (mm)

図 1. に密着率 0 のときを基準にした接触熱伝達率を含んだ管外熱伝達率比を示している。これによれば、管外熱伝達率は密着率が一定の範囲で最大になり、これを超えるとフィンカラーの割れや座屈のために急速に低下する。図より、管外熱伝達率比が平坦(坦)となる密着率を管理範囲とすればよいことが明らかである。一方、拡管量を大きくすると管長の縮み量が大きくなるので、密着率を大きくすると相対的に銅管の使用量が増える。このため、フィン付熱交換器を製造する際には、上述の範囲内で最も経済的な点を抑えることが必要である。

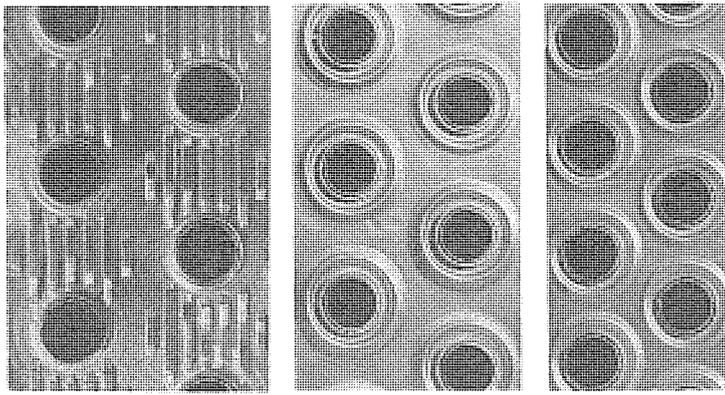
2.1.2 フィン表面熱伝達率

フィン表面の熱伝達は、この表面に沿って発達する温度境界層によって阻害される。例えば、平板に沿って一様に空気を流したときの平板先端からの距離に対する境界層の厚さ、及び局所熱伝達率を計算すると、平板先端部では境界層が薄いのでフィン表面の熱伝達率はあまり阻害されないが、平板に沿って流下するに従って境界層が発達して厚くなり、局所熱伝達率が低下することが分かる。したがって、フィン表面に適切な間隔と高さの切起しや突起を設けることによって、境界層をはく(剥)離させれば、フィン表面熱伝達率を改善できることが示唆される。

2.2 フィンパターンの検討

我々は、フィンに種々の形状の突起又は切起しなどを施してパターンの検討をしたが、いずれの場合も熱伝達率の向上と同時に風圧損失が増大した。ここでは、図 2. (a), (b) に示す代表的な 2 種類のパターンの検討結果について述べる。図 3. は、これらリングフィンと切起しフィンの管外熱伝達率・風圧損失の特性を示す。切起しフィンではリングフィンに比べて熱伝達率は向上しているが、それ以上に風圧損失の増大の割合が大きいため明らかである。

リングフィンは、従来から当社の熱交換器に用いているパターンであ



(a) 切起しフィン (管ピッチ 25.4) (b) リングフィン (管ピッチ 25.4) (c) リングフィン (管ピッチ 20.4)

図 2. フィンパターン

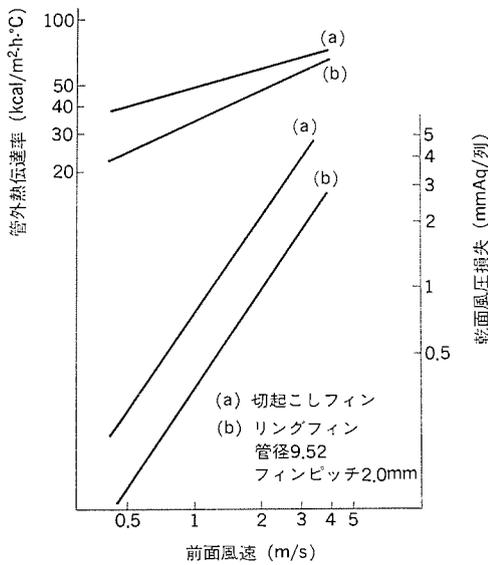


図 3. リングフィンと切起しフィンの特性

り、風圧損失の小さいところに特長がある。また、伝熱管を拡管する工程において、リング部がフィンカラーのスプリングバック効果に寄与するため、接触熱抵抗が小さくかつ安定した値となること、ハンドリング性が優れていることなどの大きなメリットがある。しかし、押出しによる突起フィンは、切起しフィンに比べて熱伝達特性に関しては劣るため、上述のリングフィンの特長を生かしながら管外熱伝達率の向上を図る方策について検討を加えた。

3. フィン付熱交換器の高性能化

3.1 管ピッチと管外熱伝達率

この研究では、風圧損失の増大を少なく抑えて熱伝達率を向上させる方法として、伝熱管そのものがフィン表面の乱流促進に大きく寄与していることに着目し、管ピッチを縮小して熱伝達特性を向上させることを試みた。

フィン付熱交換器の場合、U ベンドのはん(汎)用性を拡大する必要から管の配置は正三角形形状であることが望ましい。このため、従来の1インチ正三角形配置を相似的に変化させ、管ピッチが熱伝達特性に及ぼす影響を実験的に検討した。

図 4. は、管ピッチ 25.4 mm の熱交換器の管外熱伝達率を基準として、リングフィンにおける管ピッチ/管径の関連を示している。図よ

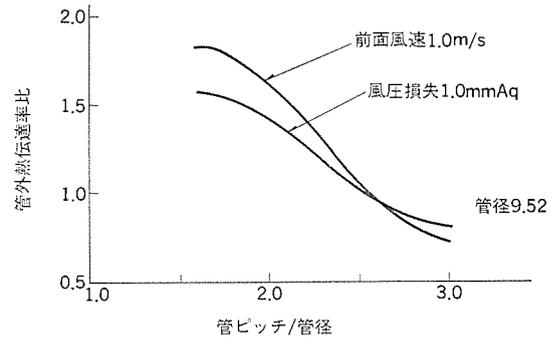


図 4. 管ピッチ/管径と管外熱伝達率比

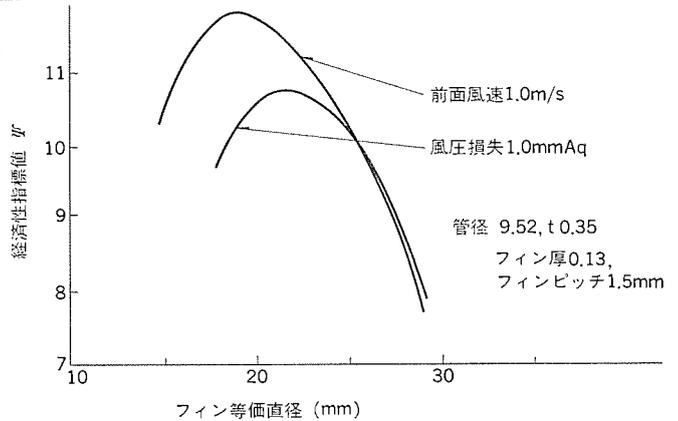


図 5. フィン等価直径と熱的経済性指標値

り、前面風速あるいは風圧損失をそれぞれ一定とした場合、いずれも管ピッチ/管径を小さくするに従って熱伝達率が增大する。この値を 2.5 から 2.0 にすると、すなわち管ピッチを概略 25 mm から 20 mm に縮小すると風速一定の場合、熱伝達率は約 1.5 倍になる。

従来から、フィンのない円管群の熱伝達率は、管ピッチの縮小によって向上することが知られており、管ピッチ 25 mm を 20 mm に縮小した場合は、1.3 倍程度の増加と言われている。リングフィンにおいて熱伝達率がそれ以上大幅に向上するのは、リング状押しによるフィンパターンとの相互作用によって乱流が効果的に促進されるためと考えられる。また、管ピッチの縮小によってフィン等価直径、すなわち管 1 本当たりの伝熱面積に等しくとった円形フィンの直径が小さくなることにより、フィン効率が向上することも影響している。

3.2 管ピッチ縮小の効果

管ピッチを縮小すると、同一列数の場合、熱交換器の奥行寸法が小さくなるため、ユニットの薄形化、省スペース化に対して有利である。しかし、これによって熱伝達率の増加とともに伝熱面積の減少が起こるので、熱交換器の直材費との間で最適条件が存在することになる。このため、熱的経済性指標値 Ψ を式(4)で定義して、フィン等価直径に対する影響を調べた。

$$\Psi = \frac{K \times a_0}{M} \times 100 \dots\dots\dots (4)$$

ここに、 a_0 : 伝熱管 1 m 当たりの等価フィンの伝熱面積 (m²)
 M : a_0 に要するフィンと管の材料費の合計 (円)

図 5. にリングフィンの熱的経済性指標値を示す。図より、前面風速を 1 m/s 一定としてフィン等価直径を約 18 mm、風圧損失を 1 mm Aq 一定として等価直径を約 22 mm とした場合、経済性指標値は最大となる。風圧損失一定の条件では、フィン等価直径が小さくなる

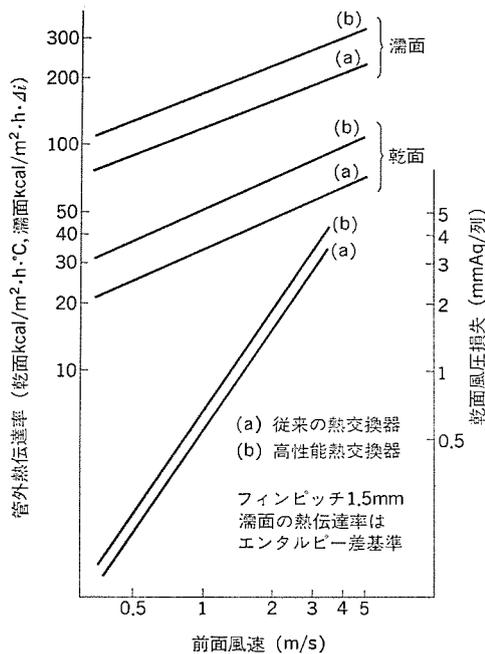


図 6. 高性能熱交換器の特性

表 1. 高性能熱交換器の仕様と特性

熱交換器 (無処理フィン)	仕様 管ピッチ, 列ピッチ (mm)	熱伝達特性		風圧損失特性		熱的経済性 (風圧損失一定)
		乾面	濡面	乾面	濡面	
従来の熱交換器	25.4, 22.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
高性能熱交換器	20.4, 17.7	1.5	1.4	1.2	1.2	1.3

従来のリングフィンの特性を 1.0 とする

値は低くなる。

これらの結果と、ルームエアコン、ファンコイルユニットなどの広範囲用途に用いることを考慮して、管ピッチ 20.4 mm の正三角形配置を標準仕様として採用した (図 2. 参照)。

3.3 従来のフィンとの比較

図 6. に伝熱管の配置を高密度化した高性能熱交換器と従来のものの特性を示す。表 1. は、これらの特性を比較したものである。表より管外熱伝達率は約 1.5 倍に向上しているが、風圧損失は乾面・濡面共 1.2 倍の増大にすぎない。更に、熱的経済性指標値は 1.3 倍に向上している。

また、前述の切起しフィンの管外熱伝達率は上記と同様に約 1.5 倍であるが、風圧損失は乾面で約 2 倍に増大しており、しかも、濡面では切起し部に水滴が付着するため、約 2.5 倍に増大していることを考えると、管配置の高密度化による効果が明らかである。

4. 表面処理による特性向上

4.1 表面処理の必要性

フィン付熱交換器を冷却器として用いる場合、フィン表面温度が空気の露点以下となるため、空気中の水分が水滴となってフィン表面に多量に付着する。この水滴はアルミフィンを腐食させやすく、環境条件によっては腐食が容易に進行して好ましくない現象が生ずる。

一方、前述のように熱交換器の高性能化ではある程度の風圧損失の増大は避けられない。更に、省スペース・省資源化の面から熱交換器を小形・コンパクト化するには、比較的低価格のアルミフィンによって

伝熱面積を増大させ、高価格な銅管の使用量を相対的に少なくすることが得策である。しかし、このためにフィンピッチを小さくすることを考慮する場合、特に冷房時には、水滴によってフィン間の風路が狭められるため風圧損失が著しく増大する。

以上のことから、フィン表面に処理被膜をつくり、防食性を向上させるとともに、濡面の風圧損失の増大を防止することが必要となる。

4.2 濡面の風圧損失

図 7. に無処理フィンの濡面と乾面の風圧損失比を示す。通常の空調用熱交換器で、濡面の風圧損失は乾面の約 2 倍になるが、フィンピッチを小さくするに従ってこの比が大きくなる。これは、前述のように水滴によって風路が狭められるため、フィン表面の親水性を大きくして水滴になりにくくすれば、風圧損失の増大を低く抑えることができると推測される。

4.3 水滴の接触角と濡面風圧損失

固体表面の濡れ、すなわち液体の吸着現象については、接触角を尺度として評価できる。ここで、接触角が小さければ水滴は水膜状になるので、風路が狭められることが少ない。逆に、接触角が十分大きければ付着仕事小さく、水滴がフィン表面から滑り落ちやすいため同様の効果が期待できる。接触角を大きくするものとして、パラフィン、四ふつ化エチレンなどが知られている。しかし、その値は 120 度程度であり、水滴を十分滴下させることができず、風圧損失の増大を抑える効果は少ないと思われる。

これらのことから、フィン表面を親水性にして接触角を小さくする方法について検討した。図 8. は、接触角を変化させた熱交換器の

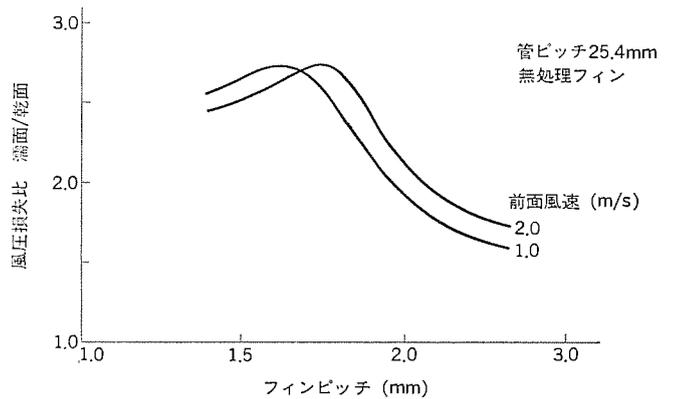


図 7. 濡面と乾面の風圧損失比

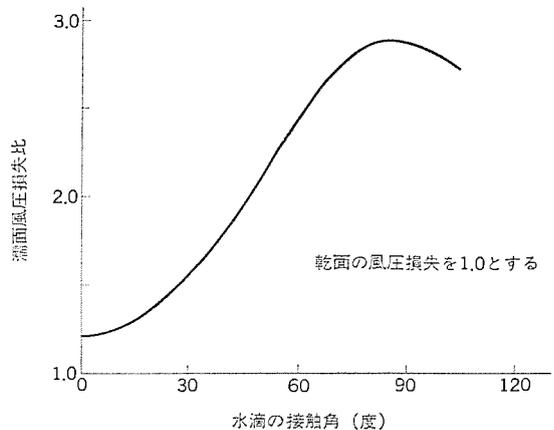
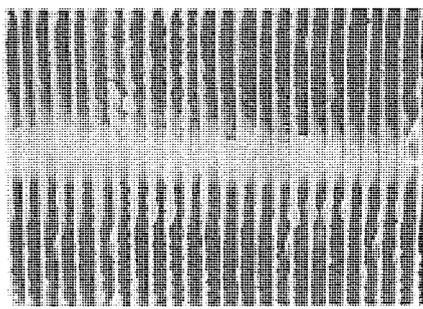
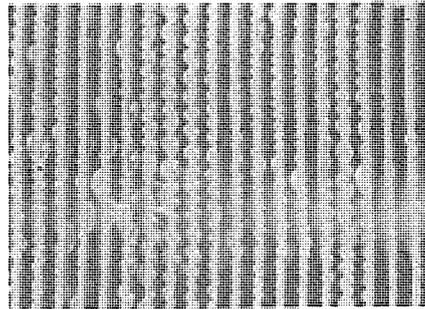


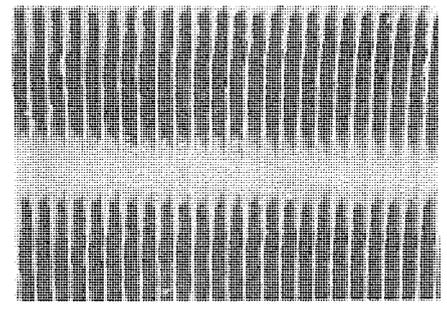
図 8. 水滴の接触角と濡面風圧損失比



(a) 無処理



(b) 撥水性処理



(c) 親水性処理

図 9. 水滴の付着状態

表 2. ベーマイト処理熱交換器の風圧損失比
(管ピッチ 20.4 mm, フィンピッチ 1.5 mm)

熱交換器	乾面	濡面
無処理	1.0	2.7
ベーマイト処理	1.0	1.2

無処理フィン乾面の風圧損失を 1.0 とする

風圧損失特性を示したものである。これによれば、風圧損失は 80 度付近で最大となり、接触角が小さくなるに従って低下する傾向が明らかである。図 9. は、水滴の付着状態を写真撮影によって観察したもので、無処理フィンでは扁平状の水滴、はっ(撥)水性被膜では半球状の水滴が多量に付着するが、親水性被膜では水滴はほとんど見られない。この親水性被膜はベーマイト処理 ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$)、すなわち、トリエタノールアミン ($\text{C}_6\text{H}_{15}\text{NO}_3$) 水溶液中でアルミフィンを煮沸することによって形成される。この処理被膜の接触角は、ゴニオメータによる測定では、ほとんど 0 度という結果であった。また腐食試験で極めて耐食性が優れていることが判明した。

4.4 ベーマイト処理の効果

表 2. は、ベーマイト処理フィンと無処理フィンの風圧損失を比較したものである。これによれば、乾面では無処理、ベーマイト処理とも同じであるが、濡面においては、ベーマイト処理フィンの風圧損失は乾面に比べて 20% 増大しているにすぎず、無処理フィンのそれと比べると 44% に低減している。

5. 空調機器への適用

5.1 ルームエアコンへの適用

以上に述べてきた、小形・高性能化した熱交換器をルームエアコンに組込むことにより、図 10. に示すように、室内ユニットの奥行寸法がわずか 10.9 cm の“うす形”ルームエアコンを開発することができた。

また、薄形化だけでなく、熱交換器の特性向上も図っているの、特に、冷房能力 1,800 kcal/h クラスの《霧ヶ峰-EE》タイプでは EER を 3.21 とし当社前年比 15% の効率向上となっている。

5.2 ファンコイルユニットへの適用

ファンコイルユニットにおいても、ルームエアコンと同様に熱交換器の小形・高性能化によってユニットの小形・軽量化が可能となった。

従来、ファンコイルユニットでは 3 列の熱交換器を用いていたが、この高性能熱交換器を適用することによって 2 列でも従来と同等の放熱能力が得られる。これにより、ファンコイルに用いる熱交換器の奥行寸

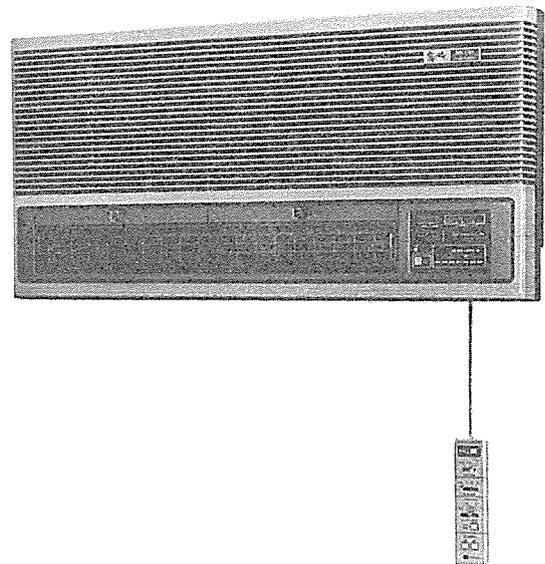


図 10. ルームエアコン MS-1809 R 形

法は従来に比べて約 40% 小形化している。

6. む す び

空調機器に最も多く用いられている、プレートフィン形のフィン付熱交換器の伝熱管の配置を高密度化して、管外側の熱伝達率を約 50% 向上させることができた。また、フィン表面処理により、濡面風圧損失を処理前に比べ 50% 以下に低減することができた。

これらの新しく開発した技術をルームエアコン、ファンコイルユニットなどの空調機に適用して、小形化・省エネルギー化を達成している。

しかし、ますます厳しくなることが予想される空調機器の省資源・省エネルギー化の要請に対して、熱交換器の特性を更に向上させることは依然として重要な課題である。今後共、新たな技術の開発により、特性向上と低コスト化を図って行きたい。

参 考 文 献

- (1) J. G. Knudsen and D. L. Katz : Fluid Dynamics and Heat Transfer, McGraw-Hill Book Company (1958)
- (2) W. M. Kays and A. L. London : Compact heat Exchangers, McGraw-Hill Book Company (1964)
- (3) 佐々木 : 実験化学講座 7 界面化学, 丸善 (昭 36)
- (4) 細田ほか : 冷凍, 51, No. 583 (昭 51)
- (5) 宝谷ほか : 冷凍, 52, No. 597 (昭 52)

関西電力(株)大飯発電所1,300MVAタービン発電機の 据付・現地試験

井上利昭*・田尻義昭*・伊藤裕之**・福田光雄**

1. ま え が き

関西電力(株)大飯発電所1, 2号1,300 MVAタービン発電機は、使用前の多くの試験を順調に終え、1号機が昭和54年3月、2号機が同年12月にそれぞれ営業運転を開始した。

本機は多数の原子力用タービン発電機を製作した技術⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾を基に、回転子にプレッシャライズドギャップ冷却、非対称スロット配置、固定子に水冷却固定子コイル、新コイル支持方式、新高圧絶縁システム^{(4)~(12)}などの新技術を採用し、容量を大幅に飛躍させた、世界でも最大級に属す本邦最大容量機で、今後の大容量タービン発電機の標準となるものである。

本機の仕様・構造の特徴及び工場試験の結果については既に本誌上に発表済み⁽⁴⁾であるので、ここでは工場出荷後の現地試験の結果を紹介する。現地試験の結果は、十分満足できるものであり、有益な経験と自信を得た。

2. 仕様・諸元の進歩

本機の仕様・諸元を従来の当社最大容量機である920 MVA機と対比して表1.に示す。本機は920 MVA機に比べて容量で41%増大しているが、冷却方式を始め多くの新技術を採用しているため、寸法はほぼ同一であり、重量で約20%増大しただけである。これらの新技術は、長期の基礎研究や実寸モデル試験により信頼性を確認した上で採用した。この結果を設計・製作に確実に反映させるとともに、工場試験において全組立状態で各種の実証試験を行いその成

表1. 1,300 MVA機と920 MVA機の仕様・諸元比較

		1,300	920	
仕 様	出力 (MVA)	1,300	920	
	力率 (%)	90	90	
	端子電圧 (kV)	24	22	
	電機子電流 (A)	31,273	26,826	
	水素ガス圧 (kg/cm ² ・g)	5	4	
	周波数 (Hz)	60	60	
	回転数 (rpm)	1,800	1,800	
	短絡比	0.58	0.58	
機	冷却方式	固定子コイル	水冷却	内部冷却
		回転子コイル	プレッシャライズドギャップ冷却	内部冷却
		鉄心	半径方向通風	軸方向通風
	励磁機	容量 (kW)	5,500	3,500
電圧 (V)		525	440	
方式		ブラシレス	ブラシレス	
諸 元 (%)	全長	99.8	100	
	全重量	122.2	100	
	固定子最大重量	111.5	100	
	回転子重量	106.6	100	
	励磁機重量	121.7	100	

* 920 MVA機を100とする。

* 関西電力(株) ** 三菱電機(株)神戸製作所

果を確認した。

3. すえ付け・試運転のスケジュール

表2.に1号発電機の工場出荷以降営業運転に入るまでの経過を示す。原子力プラントの建設・試運転は長期にわたるが、発電機のすえ(据)付け・現地試験は順調に進んだ。発電機及び付属設備が現地ですえ付けられ、正常に動作することを確認するため、すえ付段階で2度にわたって総点検を実施した。試運転中は各部の温度・振動などの運転記録を採取・検討して機器が正常に機能していることを確かめた。各負荷上昇段階ごとの休転期間には発電機各部の点検を実施し、営業運転前のほぼ全負荷がかかった後に通常の普通定検に相当する分解点検を実施して発電機各部に異常のないことを確認した。

表2. 1号機すえ付け・試運転の経過

年 (昭和)	月	記 事
51年	8月	発電機現地搬入、組立開始
	12月	発電機組立完了 〈第1次 総点検〉 ターニング開始
52年	3月	〈第2次 総点検〉
	3~5月	温態機能試験
	(4月)	(回転上昇試験)
	10月 12月	燃料装荷 初起動・初併入
53年	1月	30% 負荷
	2月	30% 負荷し+断試験
	3月	50% 負荷
	3月	プラントトリップ試験
	4月	外部電源喪失試験
	5月	50% 負荷し+断試験
	6月	75% 負荷
	6月	75% 負荷し+断試験
7月	90% 負荷	
8~9月	〈運前点検〉	
54年	2月	100% 負荷
	3月	100% 負荷し+断試験
	3月	100% 連続負荷試験 営業運転開始

4. 現地試験の結果

原子力プラントでは安全性・信頼性を確認するため試運転期間中に多くの試験が実施される。これらのうち発電機に関連した1号機の現地試験結果の概要を紹介する。

4.1 温度上昇

4.1.1 固定子コイル

固定子コイルには、冷却水が励磁機側からタービン側に流れる1フロー式を採用したため、冷却水は上コイル、下コイル内を並列に流れる。このため通常設置する上下コイル間及び固定子冷却水の入口、出口配管部の测温抵抗体の外に、出口マニホールド継手部に熱電対を取付けて各固定子コイルの冷却水出口温度を計測し、万一の場合の異常を早期に発見できるようにしている。测温素子の配置を図1.

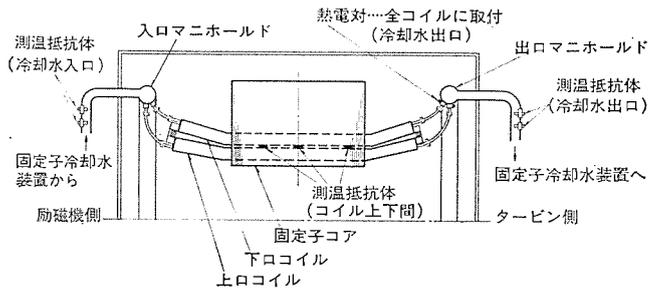


図 1. 固定子コイル 測温素子配置

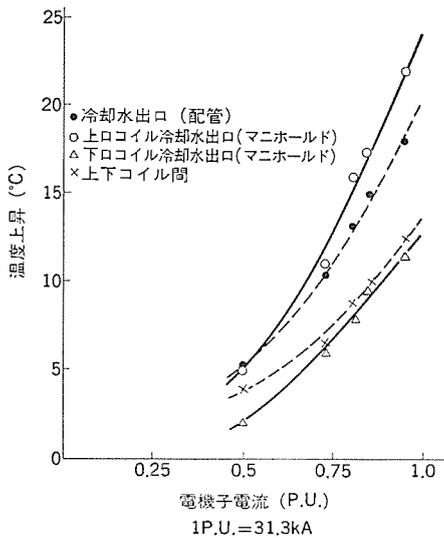


図 2. 負荷と固定子コイル 温度上昇の関係

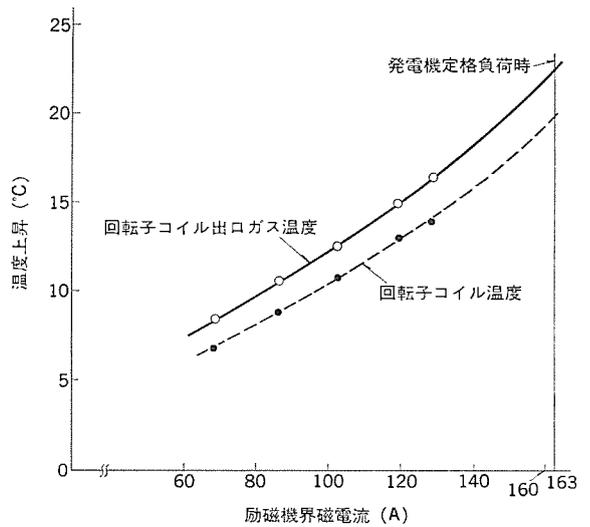


図 3. 回転子コイル (出口 ガス) 温度上昇

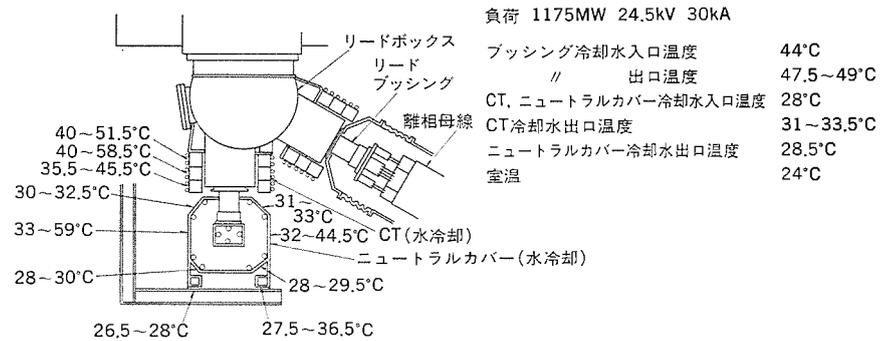


図 4. 発電機口出部の温度

に示す。

図 2. に負荷と温度上昇の関係を示す。全負荷における固定子冷却水及び固定子コイル (上下コイル 間) の温度上昇は最高温部でそれぞれ 24°C 及び 14°C であった。水冷却機では中空導体を使用するため素線高さが高く、うず電流損の割合が大きくなる。うず電流損は下口コイルより上口コイルが大きくなり、したがって温度上昇も上口コイルが高くなる傾向にあることが分かる。

4. 1. 2 回転子コイル

本機の回転子には プレシジョンライズドギャップ 冷却を採用しており、回転子コイルを冷却した ガスの出口ゾーンに熱電対を取付けて、コイル 出口 ガス 温度を計測している。工場試験の結果では コイル 出口 ガス 温度と回転子コイル 温度はほぼ等しい値であった。

図 3. に励磁機界磁電流と回転子コイル 出口 ガス 温度上昇の関係を示す。全負荷における回転子コイル 温度上昇は約 20°C と推定される。

4. 1. 3 発電機口出部

本機の定格電流は 31,273 A と大電流であるので、発電機口出部はブッシング、ライントーミナル、中性点短絡導体を固定子コイルをバイパスした水で冷却し、ライン側の主導体は発電機の接続点まで強制風冷の離相母線とした⁽¹³⁾。またブッシング CT、ニュートラルカバーは所内冷却水により冷却し十分な冷却効果を得るとともに、支持構造物や配管の間には絶縁物をそう(挿)入して循環電流を制限し漏れ磁束による局部過熱を防止した。図 4. に発電機口出部の温度を示す。

4. 2 固定子冷却水系統

図 5. に固定子冷却水系統を示す。図中の数字は現地での運転記録で、ほぼ計画値通りの値である。

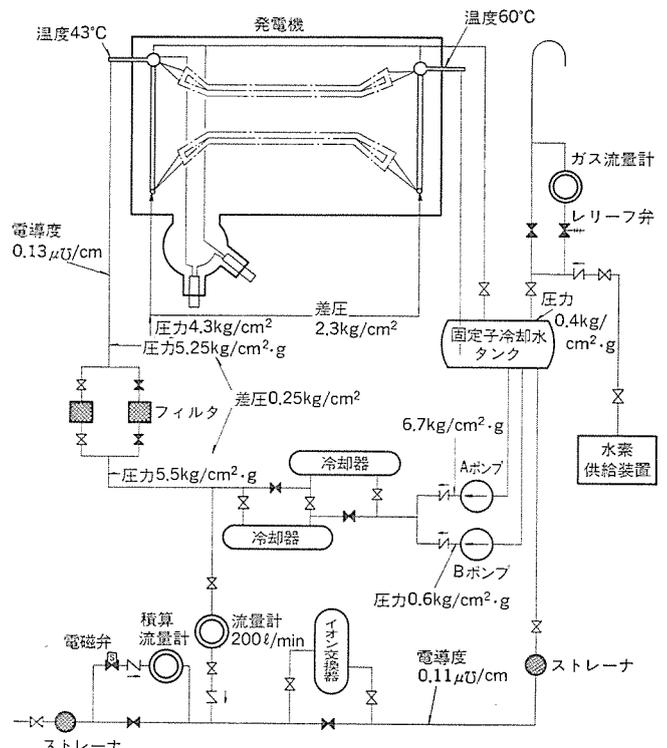


図 5. 固定子冷却水系統図

冷却水 ポンプは 100% 容量のものが 2 台有り、約 1 か月ごとに切替えて使用する。一方が運転中のときは他方は非常用となり、万

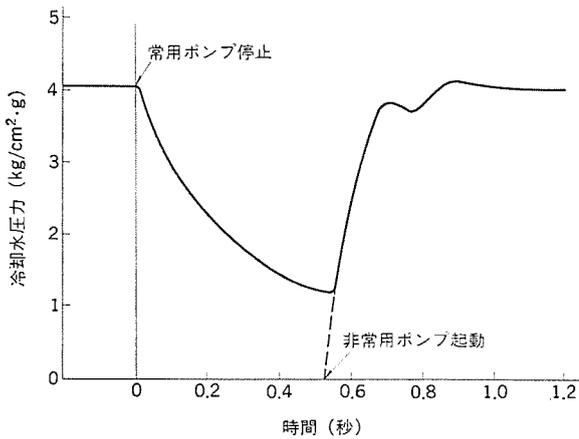


図 6. 固定子冷却水ポンプの切換え試験

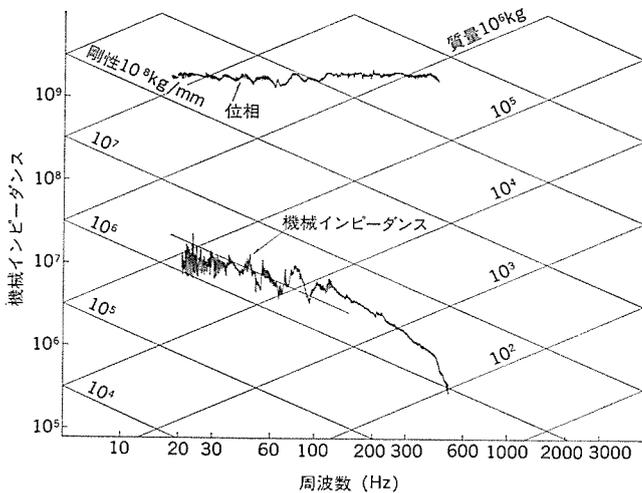


図 7. 発電機ブラケットの機械インピーダンス

運転中のポンプが停止するなどの理由で冷却水圧力が低下すると他方が図 6. に示すように自動起動し短時間で圧力を回復する。通常のポンプ切換え時は安全を見て非常用を手動起動し、並列運転した後一方を停止する並列切換えを標準としている。

イオン交換樹脂はすえ付完了後約 1 年半、フィルタエレメントは 2 年以上連続使用したが、電導度の上昇やフィルタ差圧の上昇は認められなかった。

冷却水タンク気相部には水素ガスを封入加圧している。タンクのレリーフ弁の放出回路にガス積算流量計を設けて万一冷却水系統に発電機内の水素ガスが漏れ込んだ場合、漏れ量を積算表示できるようにしている。正常時でも冷却水温度の変化などでタンク内圧力が上昇しレリーフ弁が開くことがあるが、これによる積算値の変化は冷却水系統異常時に想定される値に比べるとわずかであり、ガス流量計によって系統の異常の早期発見ができるものと期待される。

4.3 振動

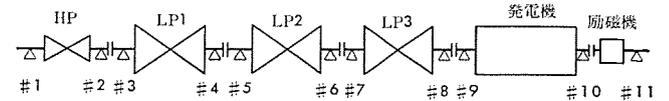
本機のように回転子重量が大きなものでは軸受の支持剛性が振動に大きな影響を与える。すえ付時に発電機わく足部にひずみゲージを取付け、ライナ調整により各わく足にかかる荷重を調整した。発電機タービン側ブラケット及び励磁機側軸受台において加振試験を実施したが、固有振動数は運転周波数の 30 Hz より十分高く、支持剛性も予想に近い値であった。その代表的な結果を図 7. に示す。

表 3. に各負荷におけるタービン—発電機—励磁機の振動値を示す。全負荷範囲にわたって振幅は $\frac{5}{100}$ mm p-p 以下である。また回転上

表 3. 1 号機の軸振動

(1,800rpmにて)

負荷 (MW)	軸振動振幅 ($\frac{1}{100}$ mm p-p)										
	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10	#11
0	1.0	2.0	1.0	4.8	2.5	2.7	4.0	3.0	1.2	0.5	1.0
350	1.2	1.4	2.9	2.9	1.3	2.5	2.1	3.0	1.2	0.7	0.9
580	1.2	1.7	2.7	3.0	1.7	1.1	3.0	4.3	1.6	0.7	0.8
880	1.1	1.8	2.4	3.0	2.4	1.7	3.2	4.1	2.2	1.0	1.0
1,175	1.1	1.7	1.6	3.8	2.1	3.0	2.0	4.5	2.5	1.2	1.0



昇、下降時の発電機 1 次危険速度における振幅は最大で $\frac{5}{100}$ mm p-p であった。

4.4 ターニング試験

本機は軸受荷重が大きいためターニング時の信頼性を高めるため、オイルリフト装置を設けた。

軸は油圧が 110~130 kg/cm²・g になると浮き上がるが、余裕を見て油圧を 140 kg/cm²・g に設定した。1 度浮き上がった軸をその状態に保つに必要な油圧は 80~85 kg/cm²・g であった。軸の浮き上がり量は油圧を増すと大きくなる。軸受当たり 20 l/min の設計流量を流したときの浮き上がり量は 0.10~0.15 mm であった。

オイルリフト装置を運転してターニングを行うと、軸受部でリフト油圧が急速に失われ熱となるので、メタル温度が 5~7℃ 程度上昇する。給油温度約 30℃ でオイルリフト装置を運転し長時間の連続ターニング試験を実施したが、油圧、軸の浮き上がり量、メタル温度はほぼ一定で安定していた。

4.5 各種の試験

原子力プラントの信頼度確保のために実施する諸試験のうち、発電機に関係する主なものを、その結果とともに紹介する。

4.5.1 負荷しゃ断試験

運転中の発電機負荷が突然零まで下げたときに 1 次系、2 次系の機器が追従することを確認する試験で、発電機、励磁機としては回転上昇率、電圧上昇率が主たる検討対象となる。試験は 30%、50%、75%、100% の各負荷で運転中の発電機の主しゃ断器を開放することにより実施した。結果の要約を表 4. に示す。いずれも規定値を十分下まわる良好な値であった。

大容量機にもかかわらず、全負荷しゃ断試験の電圧上昇率は 11.5

表 4. 1 号機負荷しゃ断試験結果

負 荷		30%	50%	75%	100%
電 圧	しゃ断前 (V)	24,240	23,870	24,000	24,740
	しゃ断後最大 (V)	25,010	24,825	26,010	27,510
	整 定 値 (V)	24,400	24,000	24,000	24,860
	電圧上昇率 (%)	3.2	4.0	8.4	11.5
回 転 数	しゃ断前 (rpm)	1,800	1,803	1,800	1,807
	しゃ断後最大 (rpm)	1,904	1,883	1,898	1,918
	整 定 値 (rpm)	1,800	1,802	1,800	1,804
	回転上昇率 (%)	5.8	4.4	5.4	6.2

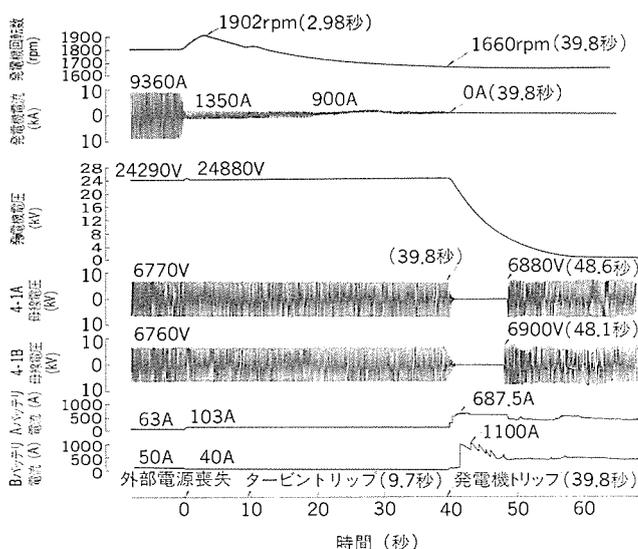


図 8. 外部電源喪失試験結果

%と低い値におさまっている。これは発電機の過渡リアクタンスが比較的小さいことと、励磁系の速度が高いためである。

4.5.2 外部電源喪失

送電線事故などで発電所と外部とのすべての電氣的な接続が失われてもプラント全系統が安全に停止できることを確認するのが、外部電源喪失試験であり、30% 負荷 (350 MW) で実施した。発電機関係のものを図 8. に示す。

発電機の回転数は、外部電源喪失直後に負荷急減 (30% 負荷→所内負荷) により一時的に上昇したあと、タービン入力が無いため徐々に低下し、発電機トリップ直前では 1,660 rpm であった。この間発電機電圧は AVR でほぼ定格電圧に保たれるため、約 8% の過励磁 (V/Hz=1.08) となった。この時点では発電機負荷は所内負荷のみ (定格負荷の数 %) の軽負荷であるので、発電機としてはこの程度の過励磁は十分許容される。

発電機トリップ時に一時的にすべての交流電源が失われるため、発電機関係では密封油装置や固定子冷却水装置において交流電源喪失などの警報が発生したが、いずれも正常動作であった。

5. 発電機の点検

原子力プラントでは各負荷ステップごとに 1~2 週間の休転期間がある。本機ではこの休転期間を利用してコイルエンドやコアバックを中心に発電機各部の詳細点検を実施し、運開前の休転期間には発電機の上ブラケットを分解し詳細点検を実施した。主な実施項目と結果を紹介する。

5.1 各負荷後の点検

各負荷上昇ごとの休転期間中にマンホールから機内に入り、グラウンドシール周辺、フレーム内部、コイルエンド部、コアバック周辺、プロフェッショナル周辺、ガス冷却器周辺を、また発電機外部のブラケット、リードボックス、ガス冷却器周辺、励磁機内部を目視、指触、ハンマリングにより詳細点検し異常ないことを確認し、万全を期した。

5.2 運開前の詳細点検

本機は試運転期間が長期にわたったことを考慮し、運開前の休転時を利用して発電機両側の上ブラケットを分解し、普通定検と同程度の

点検を実施した。主な内容と結果は次のとおりである。

- (1) 軸受メタル点検……目視、超音波探傷、染色探傷の諸検査を実施した。軸との当たり、ホワイトメタルと裏金との接着状況は良好であり、何ら異常は見られなかった。
- (2) 固定子コイルエンドの点検……目視、指触、ハンマリングで点検したが、間隔片や縛りひもの緩み、摩耗粉の発生などの異常は認められず、良好であった。コイルエンドの結線部は抜取りで 1 部絶縁を除去して、目視、超音波探傷、染色探傷、うず流探傷を行い異常ないことを確認した。
- (3) 固定子冷却水装置の点検……固定子冷却水装置では主要弁の分解点検及び計器類の較正を実施した。発電機運転中の固定子冷却水の伝導度は $1 \mu\text{S}$ 以下と十分低い値に保持されており、イオン交換器の樹脂はまだ十分な性能を維持していたが、念のためこの機会に樹脂を取換えた。旧樹脂を分析し、樹脂に捕集された銅イオン量を求め、腐食生成した銅イオンがすべて樹脂に捕集されたものと仮定してコイル単位面積当たりの腐食量に換算すると $0.13 \mu\text{m}$ であった。実際にはイオン交換樹脂以外のフィルタなどにも捕集されるので真の腐食量はこの 2~3 倍になるものと考えられるが、腐食量としては十分小さな値である。フィルタエレメントは目視点検の結果、顕著な汚れもなく、運転中の差圧上昇もなかったのでそのまま使用した。
- (4) その他通常の普通定検に相当する範囲の詳細点検を実施したが異常は認められなかった。

6. む す び

本邦最大容量の原子力 1,300 MVA タービン発電機の現地試験の結果の概要を紹介した。

本機は設計・製作段階から信頼性の確保を第 1 とし、各種の新技術は十分な実証試験を実施した上で採用してきたが、現地試験においてその性能が初期通りであり、高い信頼性が確かめられ、当事者にとって自信を深めることができた。特に固定子コイルの水冷却については 1 年以上の実負荷運転により、温度上昇値にも余裕があり、水装置の運転も容易に行えることが確かめられ、今後の大容量タービン発電機に標準的に採用されることになる。

なお本邦最大容量のこの 1, 2 号機が順調に営業運転に入ったのは関係者各位の努力のたまものであり、深く感謝の意を表す次第である。

参 考 文 献

- (1) 志岐・甲斐：三菱電機技報, 43, No. 4, p. 491 (昭 44)
- (2) 甲斐・大石：三菱電機技報, 45, No. 3, p. 356 (昭 46)
- (3) 速水・天笠：三菱電機技報, 48, No. 11, p. 1,279 (昭 49)
- (4) 大石・天笠：三菱電機技報, 51, No. 6, p. 397 (昭 52)
- (5) 志岐・甲斐：三菱電機技報, 43, No. 4, p. 530 (昭 44)
- (6) 村上・土方：三菱電機技報, 43, No. 4, p. 541 (昭 44)
- (7) 今井・鈴木：三菱電機技報, 43, No. 4, p. 547 (昭 44)
- (8) 泰・松岡：三菱電機技報, 43, No. 4, p. 554 (昭 44)
- (9) 速水・河相：三菱電機技報, 50, No. 7, p. 379 (昭 51)
- (10) 松田・大石：三菱電機技報, 51, No. 2, p. 105 (昭 52)
- (11) 柴山・平林：三菱電機技報, 48, No. 3, p. 291 (昭 49)
- (12) 平林・谷：三菱電機技報, 51, No. 12, p. 821 (昭 52)

タービン発電機用ロータ部品材料の強度評価

八木 耕三*・大石 紀夫*・竹屋 仁*・吉岡 純夫**

1. ま え が き

原子力発電機器信頼性に対する厳しい社会的要求、モデル運用火力のひん(頻)繁な始動停止の実施などによりタービン発電機ロータ強度の信頼性向上の要求もますます強まりつつある。従来ロータ強度については、最大の部品である軸材に関心が寄せられていたが、強大な遠心力の下にさらされるロータ部品全体の信頼性の協調が必要なことは論を待たない。

当社では、タービン発電機ロータの全部品に対し、破壊力学手法を適用して安全性を評価する手法を確立し、新規製作機的设计・品質管理だけでなく、既納機の定期検査時の保全管理にも応用している。

本文は、その評価方法と、実測データの一部を紹介し、最近の非破壊検査法の進歩及び強度協調の考え方について述べる。

2. 線形破壊力学を適用した設計

従来から、構造物の設計に当たって採用されている古典的材料力学では、

$$\text{安全率} = \frac{\sigma_a}{\sigma} > 1$$

σ_a : 材料強度
 σ : 作用応力

とする安全率で評価している。この手法は、材料の破壊強さが、耐力よりも大きく、引張り強さに等しいかそれより大きいという前提にたっている。しかし1950年代における米国での軸材破壊事故例などから、耐力以下の応力レベルでも不安定なぜい性破壊が生じる場合があることが知られ、その後、破壊力学の発達によりこのような破壊現象の定量的な評価が可能となった。特に材料に切欠きや、き裂が存在する場合には、ぜい性破壊荷重が低下するので注意が必要となる。

一般に、構造物に使用する材料には、欠陥が存在しないことが望ましいが、現実の工業材料では、非破壊検査での検出限界レベル程度の微小欠陥が皆無とはいえない。破壊力学においては、このように、欠陥が存在することを前提として、応力と欠陥あるいは、欠陥の寸法・形状をパラメータとする応力拡大係数

$$K = \sigma \sqrt{a} \cdot F \dots \dots \dots (1)$$

ここで σ : 作用応力
 a : 欠陥寸法
 F : 形状パラメータ

を導入し、この値が材料のぜい性破壊に対する限界値である、破壊じん性値 (K_{Ic}) に達すると破壊が生じるという関係を利用して材料の強度特性を評価する。すなわちぜい性破壊が発生する条件は、

$$K \geq K_{Ic} \dots \dots \dots (2) \text{ (注)}$$

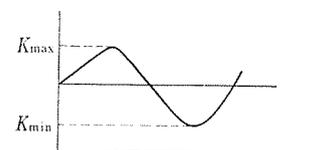
である。この破壊じん性値 (K_{Ic}) は、平面ひずみ条件下で最小となり、このときの値を K_{Ic} と呼ぶ。 K_{Ic} は材料固有の値であって、使用温度の関数である。また、繰返し荷重に伴うき裂の進展に関しては、

$$\frac{da}{dN} = C \Delta K^m \dots \dots \dots (3)$$

ここで $\frac{da}{dN}$: き裂進展速度 (荷重繰返し1サイクルごとのき裂の進展長さ)

ΔK : 応力拡大係数範囲 (応力振幅に相当)

$$\Delta K = K_{max} - K_{min}$$



c, m : 材料定数

この関係を積分することにより、材料に存在する初期欠陥が使用中に、どのような大きさに成長するかを知ることができる(注)。

3. タービン発電機ロータ部品材料の破壊強度

図1. に代表的なタービン発電機ロータを示し、表1. にロータ部品とその使用材料を示す。従来から、最大部品である軸材については、ぜい性破壊に関するデータの蓄積がなされ公表もされてきたが⁽¹⁾⁽²⁾、当社では、ロータ材同様に、リチニングリング材⁽³⁾、ロータウェッジ材をはじめ、その他のロータ部品における主要金属材料について、材料メ

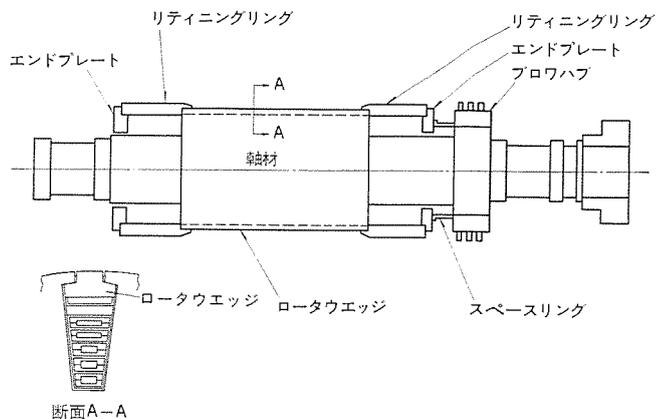


図1. タービン発電機ロータ

表1. ロータ部品の主な使用材料

ロータ部品	使用材料
軸材	Ni-Mo-V 鋼あるいは Ni-Cr-Mo-V 鋼
リチニングリング	18 Mn-5 Cr 鋼
ロータウェッジ	Be-Cu あるいは非磁性鋼
その他	Ni-Cr-Mo 鋼など

(注) この条件と式(1)から、応力が小さくても、欠陥が大きければぜい性破壊する可能性があるということがわかる。なお K の単位は、 $\text{kg} \cdot \text{mm}^{-3/2}$ である。

メーカーと協力して、破壊じん性値 (K_{Ic})、き裂進展速度 (da/dN) 等のデータを集積してきた。これらデータを基に、ロータ部品の強度評

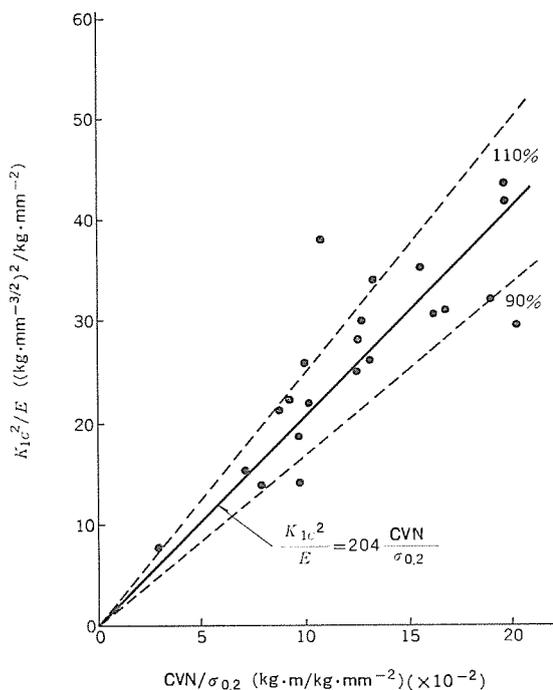


図 2. 18Mn-5Cr 鋼の K_{Ic} と耐力, CVN の関係

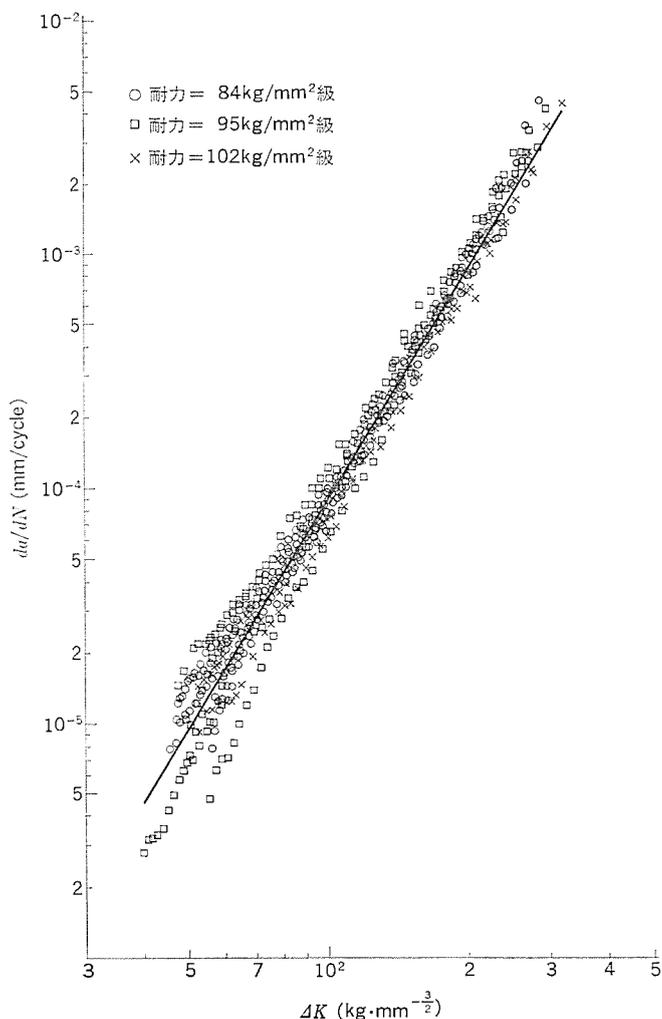


図 3. 18Mn-5Cr 鋼の da/dN 線図

価が、軸材と同一レベルで行えるようになった。

1例として、リテニングリング材 (18Mn-5Cr 鋼) の試験結果を示す。試験は、耐力レベルが、80~130 kg/mm² の範囲の各強度レベルについて実施した。破壊じん性値は、3点曲げ試験片を用いて J_{Ic} 試験を行い、 J_{Ic} から K_{Ic} に換算して求めた。き裂進展速度は、コンパクト試験片 (1CT) を用いて求めた。図 2. は、リテニングリング材の破壊じん性値 (K_{Ic}) とシャルピー吸収エネルギー (CVN) との相関を表したもので、

$$K_{Ic}^2/E = 204 (CVN/\sigma_{0.2}) \dots\dots\dots (4)$$

の関係を得た。ここで E は縦弾性係数, $\sigma_{0.2}$ は 0.2% 耐力を意味する。

また図 3. は、疲労き裂進展速度 (da/dN) と応力拡大係数範囲 (ΔK) の関係を示したもので、

$$\frac{da}{dN} = 7.16 \times 10^{-11} (\Delta K)^{3.18} \dots\dots\dots (5)$$

の関係を得た。

4. タービン発電機ロータ部品の強度評価

各ロータ部品は、回転による大きな遠心応力と機械の始動・停止に伴う繰返し荷重を受けるため、

- (1) 材料中の、き裂性の欠陥が応力集中源となって起こるぜい性破壊
- (2) 繰返し荷重を受けて、切欠きなどの応力集中源から起こる低サイクル疲労

が問題となる。このうち(1)のぜい性破壊は、大きな欠陥があって、低温の場合、材料の引張り強さよりも、かなり低い応力で破壊が起こる現象で、欠陥を有する材料では、特に注意が必要となる。(2)の低サイクル疲労に対しては、切欠部をなくすとか、 R を大きくとって応力集中係数を小さく押さえるなどの構造的な検討が重要となる。次に、破壊力学的手法を用いた強度評価手順を図 4. に示す。

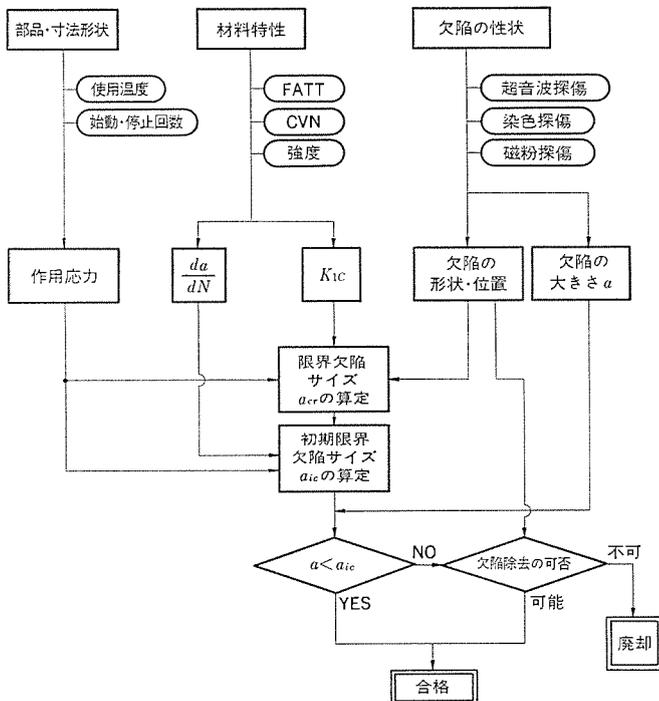


図 4. 破壊力学手法を用いた強度評価手順

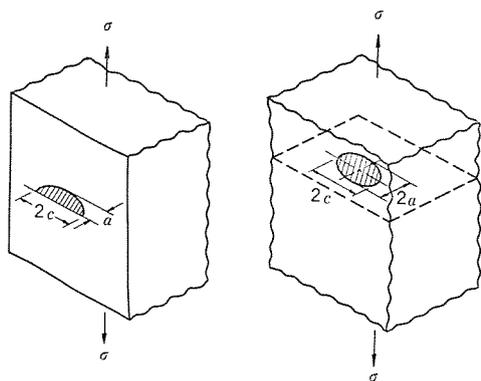


図 5. 表面欠陥と内部欠陥

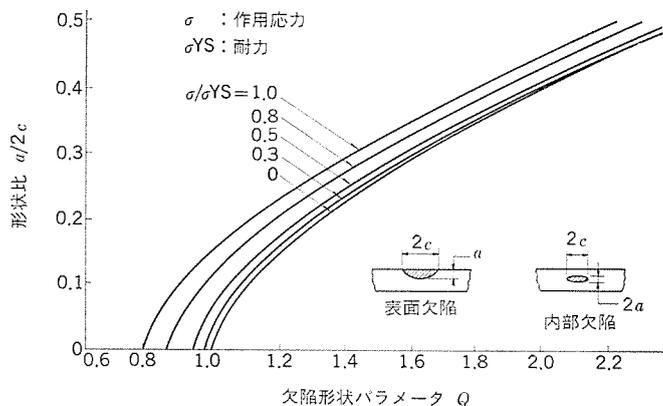


図 6. 欠陥形状パラメータ

4.1 破壊じん性値 K_{Ic} の推定

各ロータ部品材の使用温度、遷移温度 FATT、シャルピー吸収エネルギー等の情報から、例えば式(2)を用いて破壊じん性値 K_{Ic} を推定する。

4.2 限界欠陥サイズ (a_c) の計算 (図 5. 参照)

材料の内部にだ円形欠陥が存在する場合及び、表面に露出した半だ円形欠陥が存在する場合に、この欠陥に垂直に引張り応力が作用するときの限界欠陥サイズ a_c (mm) は、それぞれ次式で求められる。

$$a_c = \frac{Q}{1.21\pi} \frac{K_{Ic}^2}{\sigma^2} \dots\dots\dots (6) \quad (\text{表面欠陥の場合})$$

$$a_c = \frac{Q}{\pi} \frac{K_{Ic}^2}{\sigma^2} \dots\dots\dots (7) \quad (\text{内部欠陥の場合})$$

ここで K_{Ic} : 破壊じん性値 ($\text{kg} \cdot \text{mm}^{-3/2}$)

σ : 作用応力 (kg/mm^2)

Q : 欠陥形状パラメータ (無次元)

欠陥形状パラメータ Q は、図 6. より欠陥形状と作用応力と耐力との比の関数として求めることができる。

4.3 初期限界欠陥サイズ (a_{ic}) の計算

機械の始動・停止に伴う繰返し荷重を受けて、材料中に存在する欠陥は成長する。したがって、発電機ロータの寿命中に、この欠陥が成長して、限界欠陥サイズ (a_c) に達するような欠陥サイズを限界サイズとして評価する必要がある。欠陥サイズが、この値以下であれば、使用中のき裂の成長を考慮してもぜい性破壊に対しては安全である。このような欠陥サイズを、初期限界欠陥サイズ (a_{ic}) という。

繰返し負荷を受けて欠陥が成長する速度 da/dN は、一般的には式(3)の形で表すことができる。したがって、 a_{ic} は式(3)を a_{ic} から a_c まで積分し、発電機ロータの寿命中の負荷の繰返し回数 N と等値することにより求める。

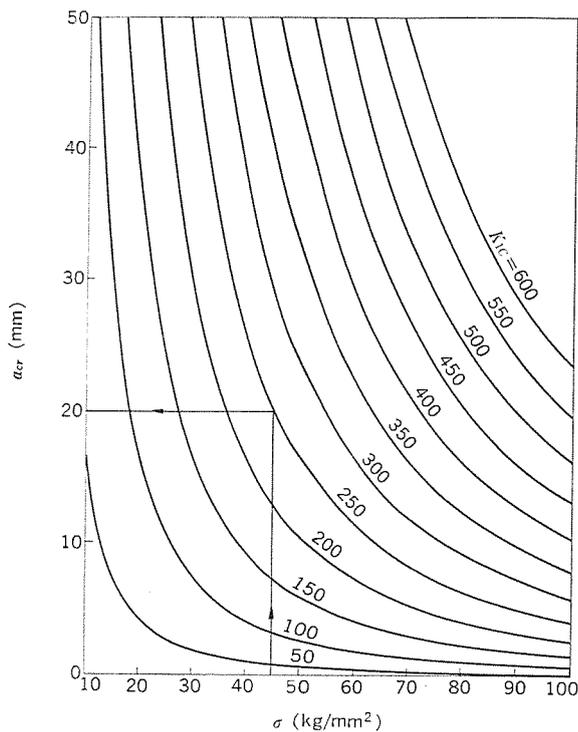


図 7. 作用応力 (σ) と限界欠陥サイズ (a_c) の関係 ($a/2c=0.25$ の表面欠陥の場合)

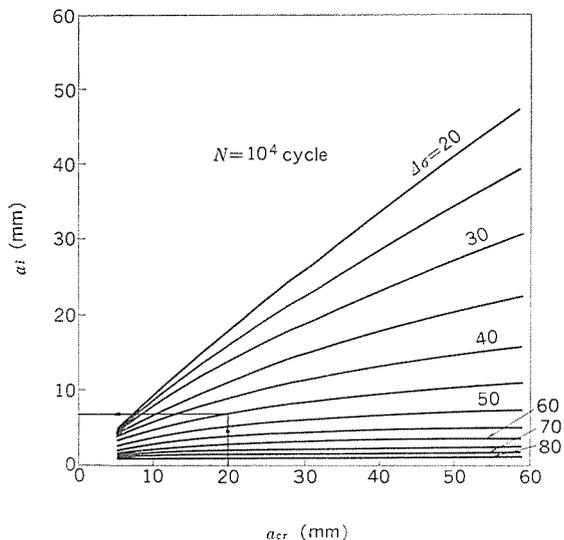


図 8. 限界欠陥サイズ (a_c) と初期限界欠陥サイズ (a_{ic}) の関係

$$N = \int_{a_{ic}}^{a_c} \frac{da}{c(\Delta K)^m} \dots\dots\dots (8)$$

以上が、限界欠陥サイズの計算手順であるが、実際の計算に当たっては、図 7., 図 8. に示すように、 σ - a_c , a_{ic} - a_c 設計線図を用いて、迅速に求められるように工夫している。上述のように求めた a_{ic} と、非破壊検査で検出した実在欠陥寸法 a_{NDF} と比較して、ロータ部品材の使用可否を判定する。

5. 非破壊検査基準

非破壊検査の役割は、新規製作時の各部材の製造工程における品質管理と、既納機定期検査時の保全管理の2つである。特に後者の場

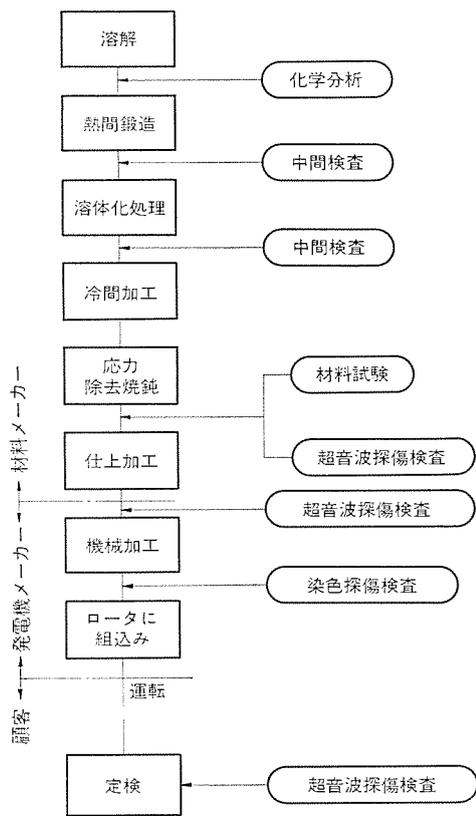


図 9. リティンングリング材の製造工程と品質管理

表 2. 超音波探傷装置

項 目	仕 様	
探 傷 器	三菱電機製 FD 210/FD 410	
探 触 子	斜 角	2 MHz 45°~70°
	表 面 波	2 MHz
試 験 片	JIS Z 2349 A-3 形 (18 Mn-5 Cr 鋼)	
接 触 媒 質	黒ワニス	

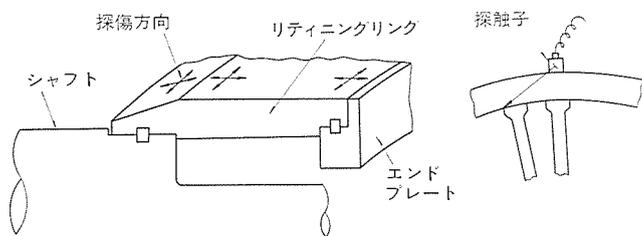


図 10. 超音波探傷要領

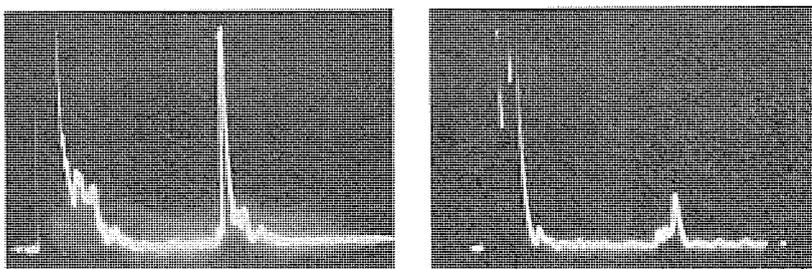


図 11. リティンングリングの代表探傷波形

合は、試験可能範囲、探傷面の状態等の制約を考慮した適切な検査方法の選定並びに、判定基準の設定をする必要がある。図 9. は、1 例としてリティンングリングの代表的な品質管理フローチャートを示したものである。リティンングリングは、構造上最大応力集中が、焼かん(嵌)部近くに発生するため、組立後の超音波探傷検査には、特殊な探傷技術と判定基準とを必要とする。探傷は表 2. に示す斜角法と表面波法を使って図 10. に示すように、特に嵌合部を重点的に行う。組立状態で探傷する場合のむずかしさは、超音波が、き裂から反射する以外に、ロータのエッジ部などより、疑似反射波を同時に発生するため、これらを区別しなければならない点にある。このため、超音波ビーム路程、波高値、検出範囲と機械の構造との関係を、あらかじめ十分に調査しておく必要がある。図 11. (a) は疲労き裂から、(b) はティース部からの反射波形を示したものである。

6. 強度協調設計

機械の大形化に伴い、ロータ各部材は、ますます高強度のものが要求されるとともに、高じん性であることも重要となる。2 章に述べたように、強度とじん性は、必ずしも比例せず、逆に高強度になるとじん性が低下するのが普通である。したがって耐力をベースとした設計だけでは不十分であり、じん性不足から、小さな欠陥を起点として発生するぜい性破壊に対しても強度評価を行って安全設計をする必要がある。すなわち、ロータ各部材の強度協調を図るという観点からは、耐力に対する安全率と、ぜい性破壊に対する安全率を全部品についてほぼ等しくするようにするのが、強度協調のとれた、しかも経済的な設計といえることができる。ここで、ぜい性破壊に対する安全率とは、ぜい性破壊に対する限界値 (K_{Ic}) と、非破壊検査で検出できる最小欠陥寸法(検出精度を考慮した値)の欠陥が、寿命中の負荷の繰返しにより成長した後の K 値との比と定義する。

7. む す び

タービン発電機ロータ部品のぜい性破壊防止のために、破壊力学的手法を適用した実際について紹介した。元来、破壊力学は、高強度材料に適用されたのが最初であるが、本稿で取上げた、ロータ部品のような中強度材料にも適用できることを確認した意義は大きい。

今後の課題として、

(1) 材料によっては、特殊な環境(水素あるいは水分)下で、空気中とは違った特性を有することが知られている。このような環境破壊を考慮した、 K_{ISCC} データの蓄積(SCC: Stress Corrosion Cracking)

- (2) 微小き裂の成長及びき裂の発生条件の定量化
 (3) 線形破壊力学の適用限界の明確化と非線形破壊力学の導入
 などがある。

なお、この研究のうち、リティンングリング材に関する事項は、(株)日本製鋼所との協同研究として実施した。同社の関係者に謝意を表する。

参 考 文 献

- (1) 土方ほか: 機講論, No. 774-11, 86 (昭 52-11)
 (2) 宮本, 土方: 機論, 45, No. 396, 858 (昭 54-8)
 (3) 吉岡: 材料学会第 29 学術講演会前刷, 203 (昭 55-5)

渦電流方式可変速クラッチモートル《リミ・ストップZ》

小林 孝生*・加藤 勝久*・中村 隆*・熊谷 博*・藤川 勝弘*

1. ま え が き

《リミ・ストップ》は主に工業用 ミシンの駆動装置として使用し、縫製業界における合理化・省力化・脱技能化及び製品の多様化・高級化に対応できる製品としてここ数年の伸びは著しく、それに伴い駆動装置の機能や信頼性に対する要求も大きなものとなってきている。

そこで当社では、従来より生産してきた摩擦方式の可変速クラッチモートル《リミ・ストップV》にかわり、電磁クラッチ部に摩擦のない低慣性のうず(渦)電流継手を採用するとともに、制御盤にマイコンを導入した新形《リミ・ストップZ》を開発した。ここでは開発過程で検討した磁気回路・熱応力解析の概要や、制御盤の構成・機能について述べる。

2. 構成と動作

図 1. は《リミ・ストップZ》の外観を示し、図 2. は ミシン と組合せたときの概略構成を示すもので次のように3つの部分から構成する。

- (1) 電磁クラッチ、ブレーキを内蔵するモートル部
- (2) ミシン軸に直結し、ミシンの回転速度とミシン針の停止位置を検出する検出器
- (3) 作業者のペダル操作などにより、モートル部とミシンを制御する制御盤

上記構成の《リミ・ストップZ》の動作は、次のとおりである。モートルは、かご形誘導電動機で常時定速運転をしている。作業者のペダル操作による指令で電磁クラッチを励磁し、伝達力を発生させミシン軸が回転する。そして検出器により回転数を検出し、フィードバック制御することにより、ペダルの踏み込み量に応じた無段変速を行う。また停止時には電磁ブレーキを励磁も急減速して、検出器の信号によりミシン針を定位置に停止させる。

3. 構 造

3.1 モートル部

従来この種のモートルは、無段変速を得るため摩擦式の電磁クラッチを使用し、ライニング部分をしゅう(摺)動させ半クラッチ状態に制御しているの、ライニングの摩擦が本質的な問題として内在していた。今回低慣性の渦電流継手を開発し、クラッチ部分の非接触化を実現したので摩擦の問題を根本的に解決することができた。

以下、具体的な構造について説明する。図 3. に《リミ・ストップZ》のクラッチ部を分解した状態を示す。かご形誘導電動機に直結されたドライブメンバは、カップ状のドリブンメンバをはさむ(挟)ように位置している。ドライブメンバは N・S 極を交互に形成した磁極群よりなり、ドリブンメンバに交番磁束を作用させている。この交番磁束によりドリブンメンバに渦電流を発生させトルクの伝達を行うものである。

ドライブメンバの内周部には、別の空けき(隙)を介して中間ブラケットに固定した磁路形成体があり、これにクラッチコイル(図 2. 参照)を取付けている。

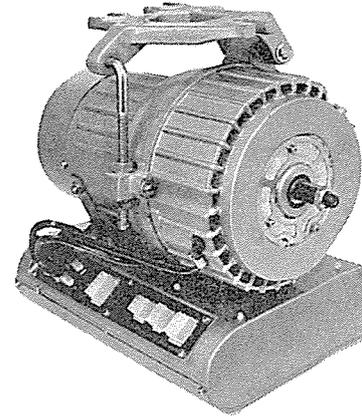


図 1. 《リミ・ストップZ》の外観

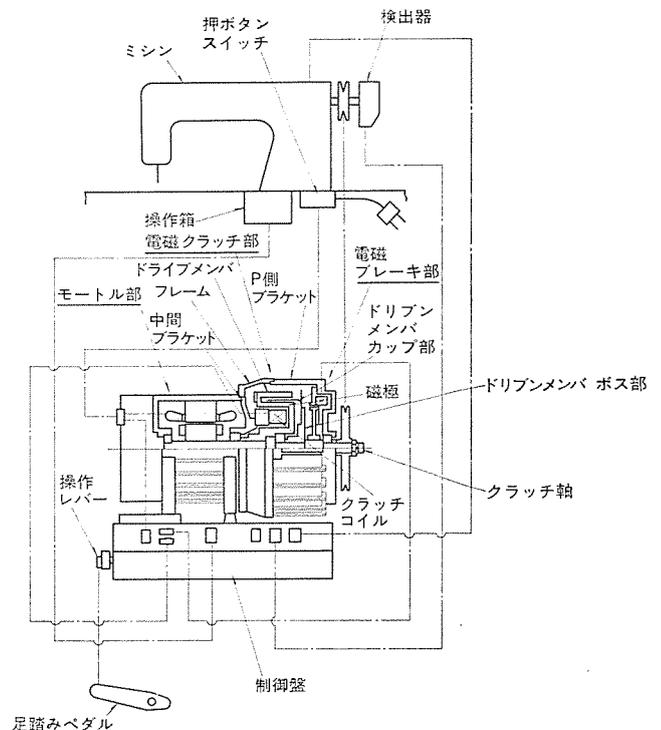


図 2. 《リミ・ストップZ》の構成

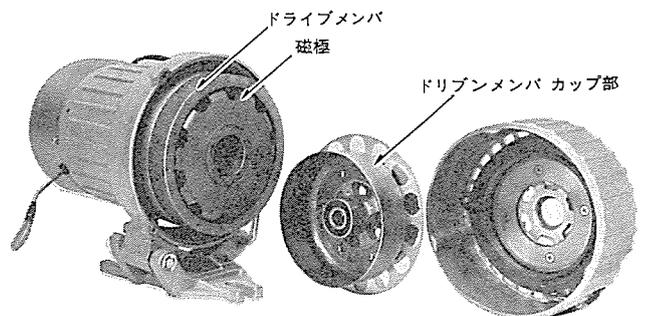


図 3. 《リミ・ストップZ》のクラッチ部

* 名古屋製作所

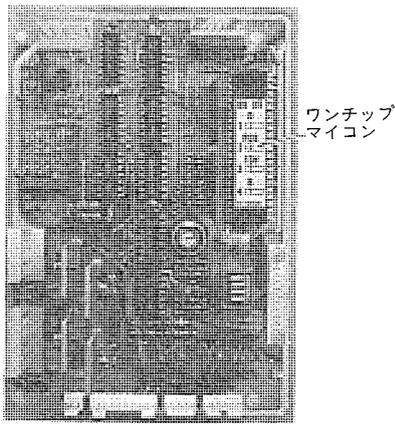


図 4. ミシン制御回路部

3.2 制御部

制御箱は、大きく分けて次の3つの機能より構成する。

- (1) 足踏みペダルに連結する操作レバーの踏み込み・けり返し信号とレバーの旋回角度に比例した出力電圧を発生させるペダルセンサ部。
- (2) ペダルセンサ部からの指令によりモータのクラッチ・ブレーキを制御してミシンの運転・停止や可変速運転を行う速度制御回路部。
- (3) ミシンの定位置停止や自動糸切りなどの制御と外部に設けた操作箱により指定する自動止め縫いのほか5通りの制御を行うミシン制御部。

これらの機能のうちミシン制御部のマイクロコンピュータ化を行った。図4.にその制御部を示す。

4. 電磁クラッチ部の検討

このクラッチモータでは前述のようにドリブンメンバに作用する交番磁束によりトルクを伝達するが、設計上このトルクを算定し有効にトルクを発生させるための磁気回路の配置が重要である。またドリブンメンバのカップ部は渦電流損失のため温度が上昇するほか、遠心力荷重も受けるので機械的強度についても検討が必要であり、以下に検討結果について述べる。

4.1 磁気回路

構造的に磁気漏れ(洩)が大きいところは磁極相互間で、伝達トルクに寄与しない磁束が中間ブラケット→フレーム→P側ブラケット→クラッチ軸の経路で通る。磁極相互間の漏洩は伝達トルクの大きさに著しく影響する。上記の伝達トルクに寄与しない磁束については、P側ブラケットとクラッチ軸を非磁性体とすることで、減少させる構造とした。

磁極相互間の漏洩については、図5.の簡易等価磁気回路と式(1)により検討した。

$$\phi_g = \frac{P_{g1} \cdot P_4 \cdot P_{g2} / (P_{g1} \cdot P_4 + P_4 \cdot P_{g2} + P_{g2} \cdot P_{g1}) \cdot \Phi}{P_{g1} \cdot P_4 \cdot P_{g2} / (P_{g1} \cdot P_4 + P_4 \cdot P_{g2} + P_{g2} \cdot P_{g1}) + P_A + P_B + P_C + P_D + P_E} \dots (1)$$

主磁束に対する漏洩磁束は約30%ある。これはドリブンメンバのカップ部そう(挿)入部分に大きなギャップを必要とすることが原因であり、この漏洩を少なくすることが今後の課題である。

4.2 伝達トルク式

「リミ・ストップZ」は、ドリブンメンバのカップ部に渦電流を発生させ、磁束と渦電流の電磁力により磁極(ドライブメンバ)からカップ部にトルク

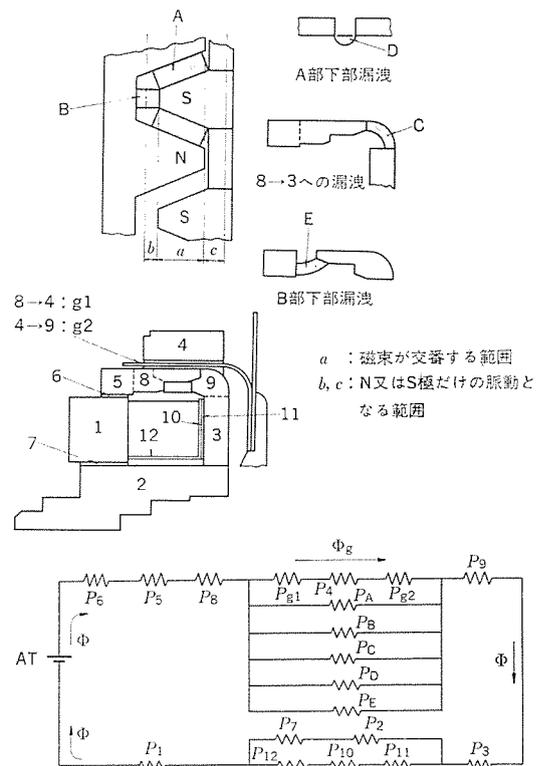


図 5. 磁極の交差度合と簡易等価磁気回路

伝達を行う機構である。この伝達トルクと渦電流損失との間には式(2)の関係がある。

$$T = \frac{W_e}{9.8 \omega} \dots (2)$$

ここで T: 伝達トルク (kg・m)

ω : $2\pi N_0/60$ (rad/s)

N_0 : 磁極(ドライブメンバ)とカップ部の相対速度 (rpm)

W_e : 渦電流損失 (W)

つまり、カップ部で発生する渦電流損失がわかれば伝達トルクが算出できる。渦電流損失は

$$W_e = P \frac{t \cdot B_0^2 \left(a + \frac{b+c}{2} \right)^2 r^2 \omega^2}{2\rho} \dots (3)$$

ここで P: 磁極の極対数

t: カップの板厚 (m)

ただし $t \leq \sqrt{\frac{2 \cdot \rho}{\omega \cdot \mu}}$ (表皮効果)

B_0 : カップ挿入部分磁束密度 (wb/m²)

r: カップ平均半径 (m)

ρ : カップ固有抵抗 (Ωm)

a: 磁束が交番する範囲 (m)

b, c: N又はS極のみの脈動となる範囲 (m)

図 5. 参照

式(2)、式(3)より伝達トルクは式(4)となる。

$$T = \frac{P \cdot B_0^2 \cdot \left(a + \frac{b+c}{2} \right)^2 \cdot r^2 \cdot \omega \cdot t}{19.6 \rho} \dots (4)$$

式(4)において固有抵抗 ρ は渦電流が流れることにより見かけの固有抵抗が増加するため次の補正が必要となる。

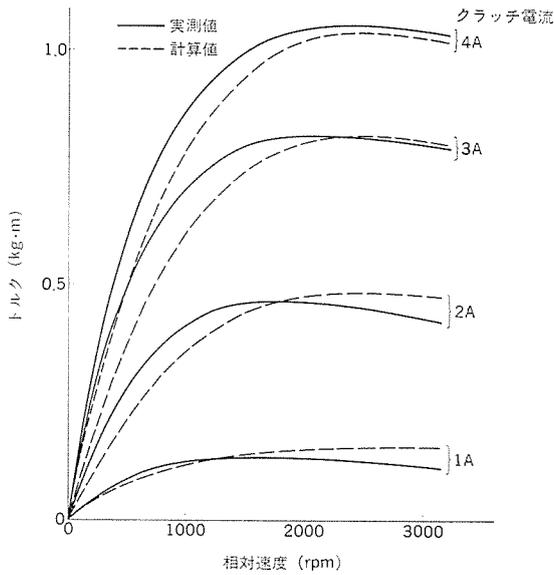


図 6. 伝達トルク-相対速度特性

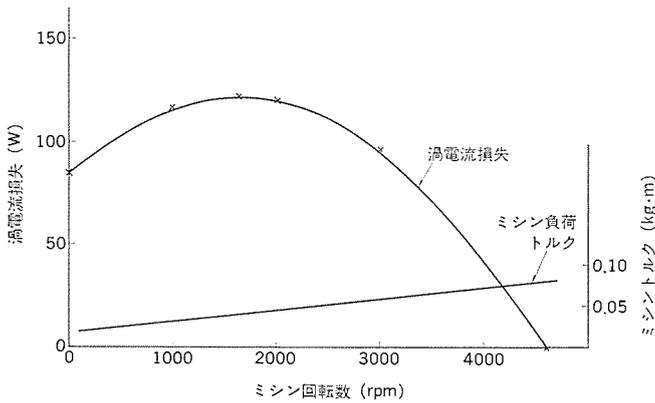


図 7. ミシン 負荷と渦電流損失

$$\rho = \rho_t \cdot k_1 \cdot k_2 \dots (5)$$

①カップ部の温度に対する補正

$$\rho_t = \rho_{20} \{1 + 0.0393(t - 20)\}$$

ρ_t : $t^\circ\text{C}$ での固有抵抗 (Ωm)

②曲率による増加係数

$$k_1 = \frac{(2r)^2}{\left(2r - \frac{2}{3}t\right)^2} \approx 1 \quad (\because 2r \gg t)$$

③カップ 端部と周波数による増加係数

$$k_2 = \left(1 + \frac{\pi r}{L \cdot P}\right) \cdot \left(1 + S_0 \frac{L \cdot P}{4 \pi r}\right)$$

L : エンドリング部を考慮した軸方向有効カップ長さ (m)

S_0 : 相対滑り

このように、伝達トルク式(4)の固有抵抗を式(5)で補正することにより、「リミ・ストップZ」の伝達トルク式としてより正確な計算結果が得られ十分実用的なものとなった。図6.にこの伝達トルクの計算値と実測値の比較を示す。

次に図7.にミシン負荷による渦電流損失の1例を示す。このようなミシン負荷では、最大渦電流損失が中速領域にあり、その値が低い全速度領域で連続運転が可能であることがわかる。

4.3 ドリブンメンバの応力解析

ドリブンメンバは構造体の内部であり、かつ高速で回転しているので、

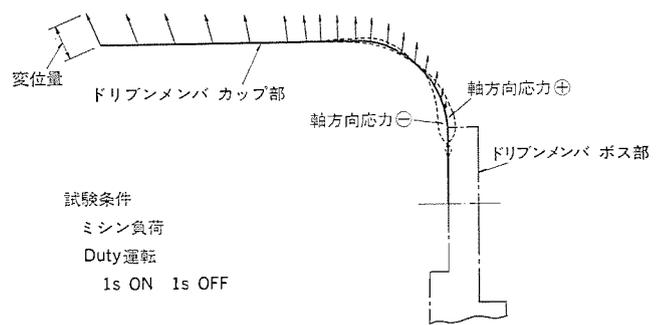


図 8. ドリブンメンバの変形と軸方向応力

回転中に生ずる各部応力を実測することは容易ではない。このため有限要素法を用いて応力、変形の解析を行った。ドリブンメンバをシェル要素で分割し、実測した各部温度を入力として入れることによりドリブンメンバ各部の熱荷重時の応力分布及び変形を求めた。図8.はミシン負荷におけるデュティ運転時の変形と軸方向応力を表したものである。

この検討により以下の事項が明らかとなった。

(1) 遠心力による影響は熱による影響に比べ小さい。

(a) 遠心力による変形は熱変形の約1/50である。

(b) 遠心力による応力は熱応力の約1/10~1/20である。

(2) 熱変形はカップ先端の半径方向に大きく、ギャップ選定に配慮を要する。

(3) 熱応力はカップ取付け部の半径方向及びボルト締結部の円周方向に比較的大きな応力を発生するが、母材の疲労限より見て十分な安全な値である。

(4) 板厚は変形、応力共に与える影響は小さい。

以上の検討結果と実機による熱印加繰返し試験により十分な強度であることを確認した。

5. 操作と制御機能

本機は速度制御は、デジタルサーボ方式を採用しており、ミシン軸に取付けた位置検出器に内蔵している周波数発電機(31極)により、回転数のフィードバックを行っている。今回特に立ち上がり特性を改善するため過電圧駆動をしており、一定時間後に電流制限をしてクラッチコイル及び駆動電源の温度上昇を押えている。図9.に速度制御部の

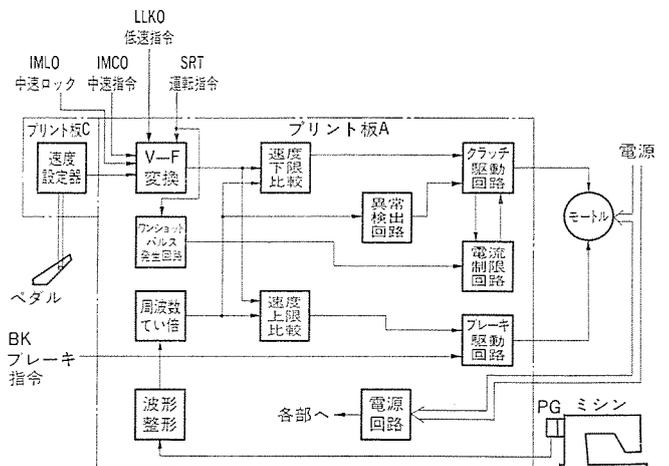


図 9. 速度制御部ブロック図

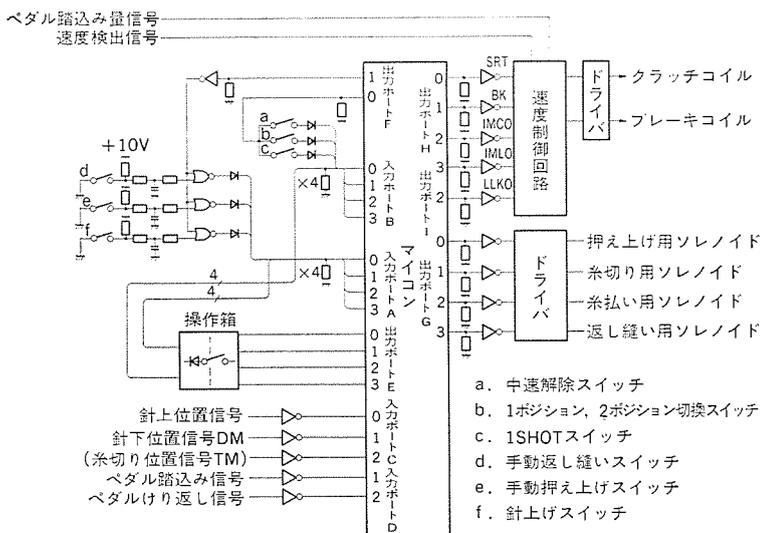


図 10. マイコンとそのインタフェース

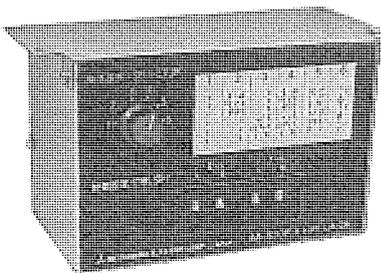


図 11. 操作箱の外観

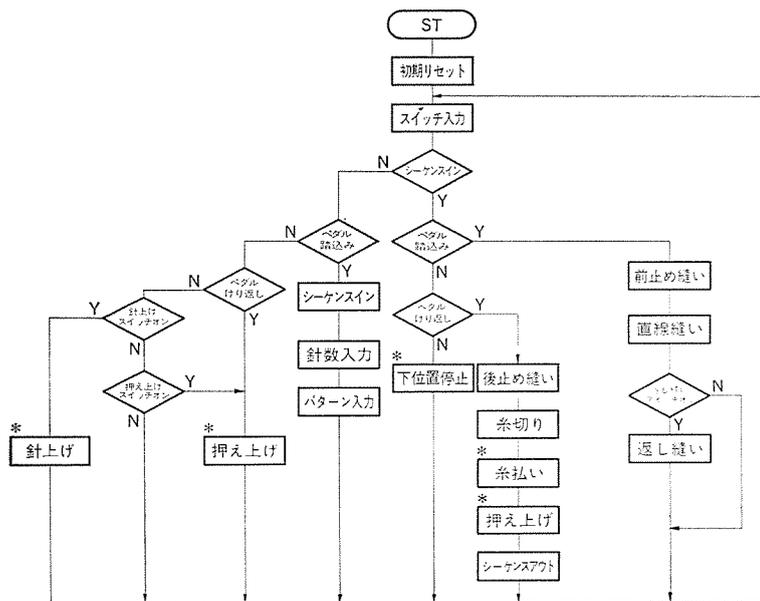


図 12. 概略フローチャート (注: *印はタイマ制御を表す)

ブロック図を示す。

ミシン制御は、従来約 50 個のデスクリフト IC (C MOSIC) で構成していたが、このたびこれらの制御を 4 ビットワンチップマイクロコンピュータの採用によって IC 8 個で実現した。図 10. にマイクロコンピュータを使用したミシン制御回路の構成図を示す。以下マイクロコンピュータの制御機能と制御プログラムの構成について述べる。

5.1 制御システム

工業用ミシンには次の操作が必要である。

(1) ペダル操作

ペダルの踏み込みによりミシン運転が開始され、更にペダルの踏み込み量により低速から最高速 (可変範囲 1:25) までの間、任意の速度で縫製作業ができる。ペダルを中立にすると急減速して針下位置に停止する。またペダルのけり返しにより針下位置から針上位置までミシンが回転すると同時に糸切り、糸払い、押え上げの一連の動作をする。このようにペダル操作のみで自動糸切り動作まで完了することにより作業能率が大幅に向上すると同時に脱技能化が図れる。

(2) 外部スイッチ操作

外部スイッチとしては、手動返し縫いを行うためのタッチバックスイッチと手動布押え上げを行う押え上げスイッチが一般的であるが、その外に自動機の応用を考慮して、非常停止スイッチ、上位置優先停止、針上げスイッチなどを設けている。

(3) 各種パターン縫い機能

ミシンテーブルの下部に取付けた操作箱から指定することにより各種パターン縫いが可能となる。縫製パターンは、すべて針数 (縫い目数) 制御と返し縫いソレノイドの駆動制御によって行っている。図 11. に操作箱の外観を示す。

図 12. でわかるように各種パターン縫いの指定は、模様選択スイッチにより直接選択可能となっている。また針数設定はすべて最初のペダル踏み込みによりセットされ全工程完了又は糸切り動作によりクリアされる。今回新たにラベル付け、フリーツ縫いなどを行う連続定針縫い機能を追加している。

5.2 マイクロコンピュータの制御機能

今回開発した制御システムにおいてマイクロコンピュータは主として下記機能を受持っている。

(1) 各種入力スイッチの条件制御

ペダルの操作と入力スイッチの操作を受けておのおの条件に従ってプログラム制御を行っている。

(2) パターン縫い機能

操作箱により指定されたパターン縫いの制御、すなわち模様選択と針数のカウント、針数による返し縫いソレノイドの制御及び、ペダルの踏み込み量とは無関係に、一定速度の制御を行い正確な縫いパターンを得ている。

(3) 各種のタイミング制御

作業者の操作や指定されたプログラムにより、各種のタイミング制御を行っており、これらはマイクロコンピュータに内蔵しているハードタイマをソフトウェアで有効に活用することにより実現している。

5.3 制御回路構成 (ハードウェア)

今回採用したマイクロコンピュータ (ROM: 2,000×8 ビット, RAM: 96×4 ビット, インストラクションサイクル: 10 μs) の応答性の点より

速度制御回路は別回路とし、マイクロコンピュータの負担を減らしてミシン制御だけを担当させた。

更に常時監視しなければならない操作信号 (例えばペダル操作、針位置信号など) とペダル踏み込み時 1 度だけ監視する信号や応答が問題とならない操作信号などは、ダイオードマトリックスで構成し、入力ポートの削減を図っている。

以下おのおの入・出力ポートとそのインタフェース回路について説明する。

(1) 入力ポート

(a) ポート A, B

各種 ミシンの仕様選択や入力スイッチ、及び操作箱よりの設定入力をダイオードマトリクスで構成し、更にフィルタ回路を設けることによりノイズやサージによる誤動作や破壊防止を行って入力信号としている。

(b) ポート C, D

自動糸切りミシンの性質上、特に入力判定ひん(頻)度の高い針位置信号とペダル操作信号をインタフェース回路を通して直接入力するようにし、処理時間の短縮を図っている。

(2) 出力ポート

(a) ポート E, F

入力ポート A, B の各入力のスキッピング信号を出力している。

(b) ポート G, H, I

各種ソレノイド駆動出力(ポート G)や速度制御指令出力(ポート H, I)となっている。

各種ソレノイドのうち、糸切りソレノイド針下位置から針上位置まで検出器の信号に従って駆動する。糸払いソレノイドは針上位置停止後約 70 ns の一定時間駆動する。更に返し縫いソレノイドはミシン運転中、また押え上げソレノイドはミシン停止中の操作スイッチや指定パターンにより駆動する。

5.4 制御プログラム(ソフトウェア)

ミシンの制御プログラムは、各種入力の読込みや選択、針数カウント及び縫い始めや終りの自動止め縫い制御、糸切り、糸払い、押え上げなどの一連のシーケンス制御が主体となっている。

またミシンの動作そのものは単純であるが、これを決定するための入力条件が多く、このためラジコン類を多く必要とし、内部 RAM の大半をこれに使用している。更に 4 ビットワンチップマイクロコンピュータの ROM 構成がページ構成となり、かつダイレクトアクセス可能領域が限定されるためこれらの有効活用により応答速度の短縮を図るなどの点でその割付けがプログラム構成上のキーポイントとなっている。図 12. に今回開発したプログラムの概略のフローチャートを示す。

(1) 各種入力の条件制御

ミシン操作の安全上入力信号にはおのおの条件がついており

- (a) 電源 ON 時のペダル操作他の入力信号の禁止
- (b) 糸切り中の高速運転の禁止やペダル踏み込みの無効
- (c) ミシン停止中や針数制御中の手動返し縫いスイッチの無効
- (d) ミシン運転中の針数設定の変更を無効にする
- (e) ペダル踏み込み操作前のやり直し操作は押え上げ動作とする

など条件制御を行う必要がある。

(2) 針数カウント制御

操作箱に取付けられた針数設定用デジタルスイッチの設定値をペダル踏み込み時に RAM に記憶し、針上位置信号を利用して RAM 内の設定値を減算していき一定値に達すると速度指令を出してミシンを減速し正確に設定針数通りの縫い上がりを得られるように針数制御を行っている。

(3) パターン縫い制御

操作箱により指定されたパターンと設定針数に従って、針数制御と返し縫いソレノイドの駆動及び速度制御指令により図 12. に示すような 6 種類の縫製パターンを得ている。

6. 特長と仕様

(1) モートル部分に低慣性の渦電流方式の非接触クラッチを採用した

表 1. 《リミ・ストップ Z》の仕様

電 源	3 相	200 V, 220 V, 220/380 V, 400~440 V		50/60 Hz	
	単 相	100 V, 110~120 V, 220~240 V, 110/220 V		50 or 60Hz	
出 力・極 数	400 W, 2 P				
変 速 範 囲	175~4,500 rpm (モートル部: 120~定格回転数)				
加 速・減 速 時 間	70%立上り時 0.2 s 以下(負荷 GD ² : 0.005kgm ² 時)				
	停 止 時 間 0.15 s 以下 (")				
停 止 精 度	針下位置(第1位置): 30度以下 針上位置(第2位置): 10度以下				
制 御 仕 様	ペダル操作形		外部信号制御形		
制 御 盤 名	LA	LA-M	LA-AMWV	LA-AMF	
ソレノイド駆動出力	糸切りソレノイド T	—	○	○	○
	糸払いソレノイド W	—	○	○	○
	返し縫いソレノイド B	—	○	—	○
	押え上げソレノイド FU	—	○	—	○
LOW アクティブ	押え上げ信号 F	—	○	—	○
	針上げ信号 U	—	○	—	○
	上位置優先停止* PSU	—	—	—	○
	下位置優先停止* PSD	—	—	—	○
	非常停止信号 ES	—	—	○	○
	手動返し縫い信号 S _r	—	○	—	○
	可変速入力電圧 VC	—	—	○	—
運 転 信 号 ※	—	—	○	○	
1↔2ポジション切換信号	○	○	○	○	
自 動 止 め 縫 い	なし	外付の操作箱(LA-C4)による	なし	外付の操作箱(LA-C4)による	

※ 外部信号により運転・停止を指示する信号

ので摩耗がなく長寿命となった。

(2) 応答性のよいクラッチ・ブレーキと速度制御回路によって 175~5,000 rpm の広範囲の速度を高応答でかつ安定な可変速運転ができる。

(3) 外部からの電気信号により操作できる入力を各種設けたことによりプログラム縫いなどの自動縫製機器への応用範囲が広がった。

(4) 4 ビットワンチップマイコンの採用により大幅に部品点数の削減ができ信頼性が向上した。

以上のような特長を持つ新形《リミ・ストップ Z》の仕様を表 1. に示す。

7. む す び

新形《リミ・ストップ Z》の概要紹介、磁気回路の解析、カップの応力解析、及びマイコン使用の制御回路について述べた。

摩耗のない渦電流方式電磁クラッチの採用と制御回路のマイコン化により、一段と性能と機能が向上したこの新形《リミ・ストップ Z》が、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広く需要家の満足を得て合理化、省力化に寄与できれば幸いである。

参 考 文 献

- (1) 小林ほか: 可変速定位置停止クラッチ《リミ・ストップ V》, 三菱電機技報, 53, No. 8 (昭54)
- (2) N. Kesavamurthy, P. K. Rajagopalan: The Polyphase Induction Machine With Solid Iron Rotor, AIEE, 12 (1959)
- (3) 後藤, 山崎: 電磁気学演習, 共立出版
- (4) 山内: 磁気回路の基礎と実用的設計法, 中部経営開発センター

ソリッドステート化したエレベーターの停電時自動着床装置

内野 秀夫*・野村 正実*

1. ま え が き

当社は昭和53年4月、他社に先がけて補助電動機をエレベーターの巻上モータに取付けた停電時自動着床装置《MELD-1》⁽¹⁾を発売した。この装置はエレベーターの走行中に停電又はヒューズ切れなど故障が発生し階と階の中間に停止した場合、エレベーターのかごとつり合いおもりのアンバランストルクによってかごを走行させるか、あるいはバッテリーを電源として上記の補助電動機を駆動してかごを走行させ、最寄りの階で停止させて乗客をかん詰めにする事なく安全に救出する機能を持っている。この機能によりエレベーター利用者が潜在的に感じる「もし万一エレベーターが階と階の中間で止まったら」という不安を解消する画期的な装置として各方面からの支持を得て、発売以来既に400台以上の納入実績を持ち利用者から好評を得ている。

一方、最近の半導体技術の進歩はめざましいものがあり、エレベーターにおいてもこの技術が盛んに応用されており当社の群管理エレベーター OS 2100⁽²⁾、規格形乗用エレベーター《エレペットアドバンス》⁽³⁾に見られるように、省エネルギー、信頼性・性能の向上など、エレクトロニクス化によって大きな成果を上げている。停電時自動着床装置においても更に一歩進んだ方式として補助電動機の代わりにトランジスタインバータを、リレーの代わりにデジタルICを使用してエレクトロニクス化することにより次の成果を得た。

- (1) 装置の小形・軽量化
- (2) 着床精度・乗心地の向上
- (3) 既設エレベーターへの取付所要日数の短縮
- (4) 適用範囲の拡大
- (5) 信頼性の向上及び保守の省力化

以下にこの装置の概要を説明する。なお、この説明において従来の補助電動機を使った方式を《MELD-1》、エレクトロニクス化した新しい方式を《MELD-2》として区別する。

2. 《MELD-2》の構成

図1は《MELD-2》の基本構成を《MELD-1》と比較して示したものである。次に《MELD-2》の主要な構成要素について説明する。

2.1 インバータ

バッテリーの直流電圧をトランジスタにより交流に変換する回路構成を図2に示す。ここで使用しているトランジスタ $Q_1 \sim Q_6$ はフライホイールダイオード内蔵形

でありコンパクトに実装できる特長を持っている。《エレペットアドバンス》のようにドアモータが交流の場合は巻上モータとドアモータをこの1台のインバータで駆動し、巻上モータを駆動する場合とドアモータを駆動する場合とで自動的に周波数を切換えることによりおのおの場合に必要な最適の速度を得られるように構成している(特許出願中)。また、かごの運転方向及びドアの開閉は接触器による相の切換えではなく、トランジスタにより自動的に相順を切換える新しい方式(特許出願中)の採用により高い信頼度を実現している。

2.2 DC-DCコンバータ

《MELD-1》においては巻上機のブレーキを開放するブレーキコイル電源及びかごの位置、ドアの状態などを監視し安全を確認するリレー類の電源として制御用バッテリーを使用していた。《MELD-2》ではこれに代るものとして、DC-DCコンバータを用いて、インバータと同じバッテリー電源を昇圧し制御用電源としている。これによってバッテリーが動力用のみに1本化でき、電源系統の信頼性が向上し、保守を省力化し、更には電源の維持費が節約できることとなった。

2.3 制御回路部

かご位置、かご速度及びドアの状態などの信号を入力し、インバータ制御信号、ブレーキ制御信号、ドア制御信号等を出力する。内部の信号処理は電力消費が小さく、信頼性の高いCMOSデジタルICの使用により、バッテリーの負担を極力軽くし、バッテリー電圧の変動にも強い構成にしている。またこの装置の動作状態がひと目で確認できるように発光ダイオードを用いて表示しているのですえ(掘)付時の調整及び保守時の動作チェックが容易にかつ確実に行え、装置を常に最適の状態に維持しておくことができる。

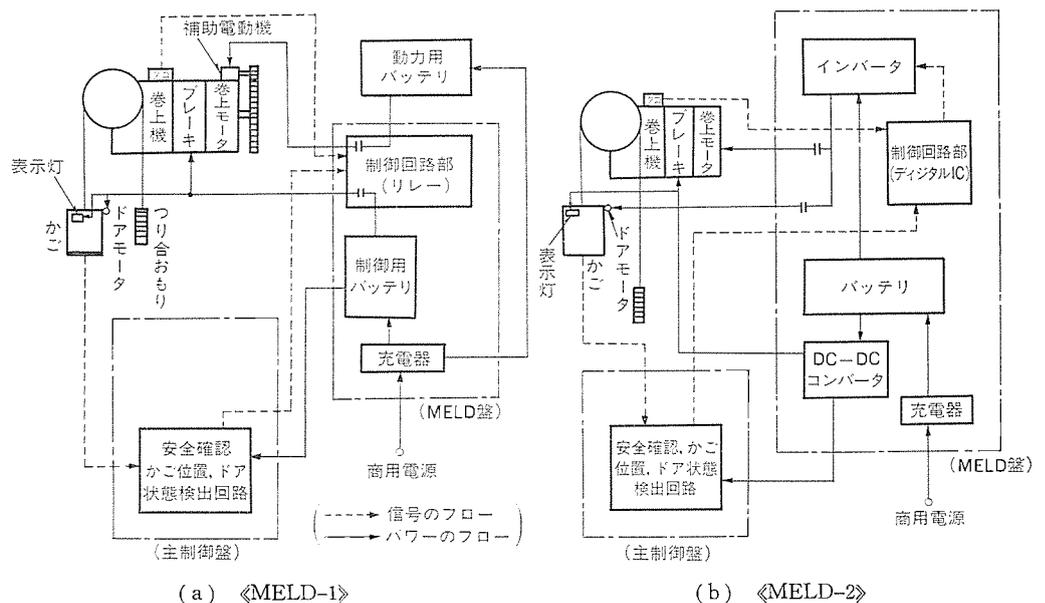


図1. 《MELD》の構成比較

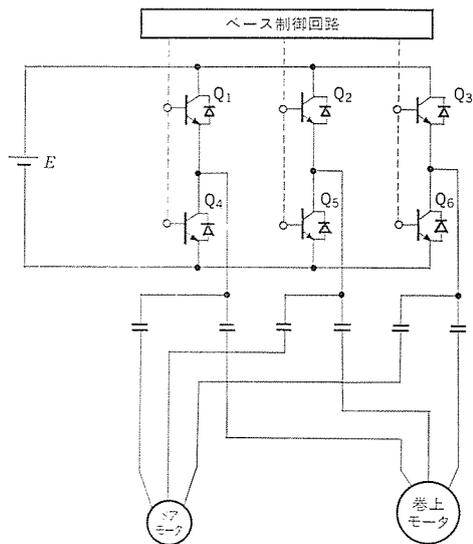


図 2. インバータ回路構成

2.4 バッテリ及び充電器

経済性、入手性、保守性、及び取扱いやすさの点からメンテナンスフリータイプのはん(汎)用普通自動車用バッテリーを採用した。充電方式は《MELD-1》の定電流方式に定電圧性を加え、充電回復時間を早めると同時に過充電を防止し、水素ガスの発生を極力抑えている。

3. 《MELD-2》の救出動作

3.1 救出方法

《MELD-1》では停電又は故障が発生した場合、かごとつり合いおもりのアンバランストルクを利用して、かごを最寄りの階まで走行させる手段と、この手段で救出できない場合に補助電動機をバッテリーで駆動して最寄りの階まで走行させる手段を自動的に状況判断して使い分けていた。《MELD-2》では救出運転に当たって、まずかご内負荷を検出してインバータにて駆動できる方向にのみ運転させて乗客を救出する方法を採っているため、バッテリー及びインバータに与える負担は少なく、比較的長距離の運転が可能となり、より安定した運転ができるようになった。《MELD-2》の救出動作のフローチャートを図3.に示し、このフローチャートに従って動作説明する。

3.2 救出運転

まず、かごが停電又は何らかの故障で階と階の間に停止すると、5秒間はそのまま待機している。その間に停電が回復したり、一過性の故障でかごが階間に停止している場合はその一過性の故障が回復すると再び通常運転を再開する。停電又は故障が5秒以上継続した場合には、かごの戸が開っていること、安全装置が動作していないことを確認したあと図4.に示すような「救出運転中です。しばらくお待ちください」の表示をかご内に出し、乗客の不安を解消し、インバータを始動させ、ブレーキを開放し、かご内負荷に応じて運転方向を決定し最寄階まで走行させる。走行速度は通常運転の定格速度及びかご容量によって異なるが、安全を十分確保し、乗客に不安を与えないよう、5m/毎分～20m/毎分の速度を選択している。

かごが最寄階の戸開閉可能範囲（以下ドアゾーンと言う、通常、乗場の床に対し±180mm程度）に入るとデジタルICタイマが時限カウントを始め、あらかじめ定められた時限をカウント終了するとインバータを停止しブレーキをかける。この時限はかごがドアゾーンに入ってから乗場の床に最も近づくまでの時間に設定されているので、ドア

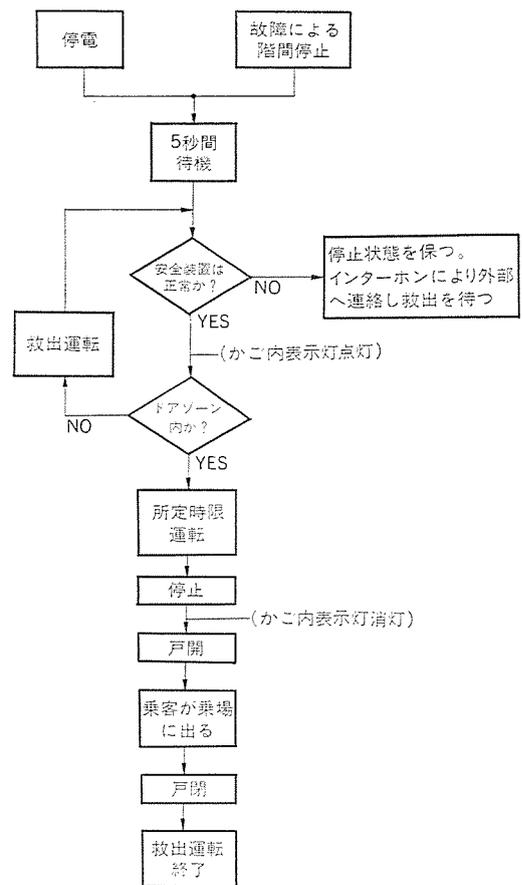


図 3. 救出運転フローチャート



図 4. 《MELD》運転表示装置（かご出入口上部設置）

ン内にかごがくると直ちにブレーキをかける方法を採用している《MELD-1》に比べて着床精度が格段に向上した。試験結果によればほとんどの機種において±30mm以内に停めることができた。運転特性の比較を図5.に示す。

3.3 戸の開閉

次に、かごが停止すると、インバータの出力はドアモータ側に切換えられて戸開動作が始まる。戸開後所定時間経過すると防災上、管理上の配慮から自動的に戸閉するが、戸閉中には乗客が戸の先端にあるセフティに触れると自動的に反転する機能も有効であり、また戸閉後何らかの理由でかご内に乗客が残っている場合でも所定時間以内であれば戸閉ボタンを押せば戸開するようになっており乗客の安全確保には十分配慮している。

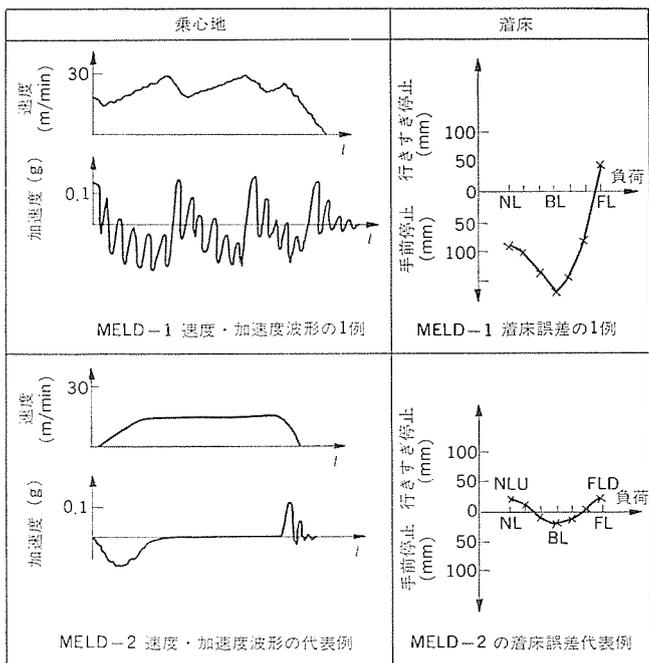


図 5. 運転特性の比較

3.4 救出運転中の安全性確保

「どのようなときでも乗客の安全は最優先されるべきである」という当社の基本姿勢に従って、救出運転装置といえども安全性の確保には通常運転の場合と同様に十分な配慮をしている。救出運転中の安全性確保には次のようなものがある。

- (1) 法定で定められた安全装置は、救出運転中でもすべて有効である。
- (2) かごの速度は救出運転中常時チェックし、所定速度を超えると急ブレーキがかかるようになっている。
- (3) バッテリーをチェックし、電圧が異常に低い場合には救出運転はさせないようにしている。
- (4) かごが階と階の間で停止したとき、万一乗客がかごの戸をこじあけ昇降路に出ると転落などの2次災害が発生する恐れがあり非常に危険である。《MELD-2》ではかごの戸が少しでも開けば、ドアモータに電力が供給され戸閉め力が出るので余程のことがない限り、階と階の間では戸開きできないようになっている。

4. 《MELD-2》の特長

《MELD-1》と比較した場合の特長を表 1. に示し表に沿って以下補足説明する。

4.1 小形・軽量化

《MELD-2》はエレクトロニクス化により《MELD-1》と比較し大幅な小形・軽量化を達成した。図 6. に《MELD-1》と《MELD-2》の外形図を示し、図 7. に《MELD-2》の実物を示す。《MELD-1》ではこのほか補助電動機が必要である。したがって装置の総体積で約 2/3、総重量で約 1/3 になった。このため機械室スペース、機械室荷重制限による制約を大幅に軽減した。

4.2 既設エレベーターへの取付日数の短縮

《MELD-1》を既設エレベーターに取付ける場合、補助電動機を巻上モータのフレームに取付けたり、リングギヤを巻上モータの軸に取付けたりする機械加工に日数がかかり平均 5 日程度エレベーターを休止させる

表 1. 《MELD-2》の特長

	《MELD-1》	《MELD-2》
1. 小形・軽量化	—	(1) 大きさ 《MELD-1》の約 2/3 (2) 重量 《MELD-2》の約 1/3
2. 既設エレベーターへの取付日数	平均 5 日間	平均 1.5 日 《MELD-1》の約 1/3
3. 着床精度・乗心地	(1) 着床誤差 ±175mm (2) 乗心地(図 5. 参照)	(1) 着床誤差 ±30mm (2) 乗心地(図 5. 参照)
4. 信頼性向上・保守の省力	(1) バッテリー 2 系列 (2) 駆動手段 補助電動機, リング ギヤ	(1) バッテリー 1 系列, メンテナンス スフリータイプ (2) 駆動手段 インバータ

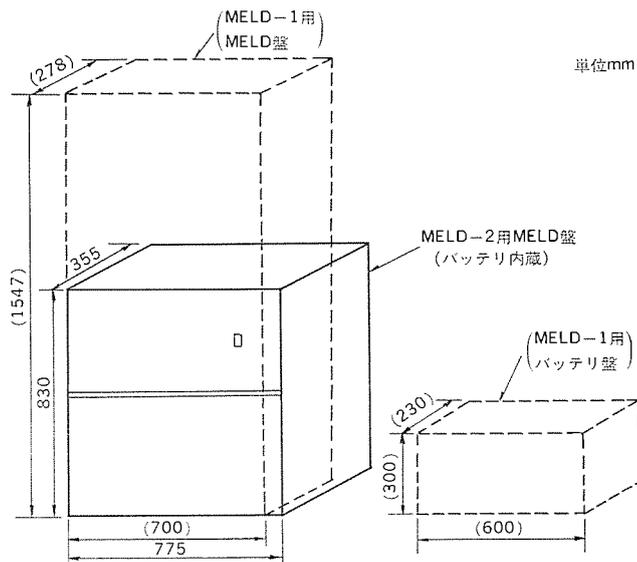


図 6. 《MELD》盤外形図

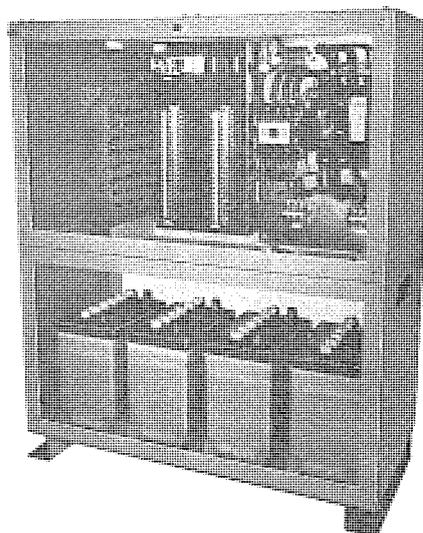


図 7. 《MELD-2》盤

必要があり、一時的といえども利用者に不便をかけた。《MELD-2》では機械加工はほとんどなく、また主制御盤内の結線変更も簡単になり、設置に当たっては1日～2日エレベーターを休止するだけでよく、利用者の不便を大幅に軽減することができた。

4.3 着床精度・乗心地の改善

従来この種の装置では、通常運転装置と違い着床精度・乗心地についてはそれ程重要視されていなかった。《MELD-1》においては、救出動作時の運転速度は、電磁ブレーキのオン・オフ制御によって制御され、着床は、かごがドアゾーンに入ったら直ちにブレーキをかける方法によって制御されていた。かん詰め救出装置としては、着床精度・乗心地共に一般にこの制御方法で十分であるが病院用とか車いす用エレベーターに普及させる場合、より利用者の立場にたって、「病院のストレッチャーが簡単に運び出せるように」、また「車いす利用者が安心してかごの外に出られるように」といった配慮が望まれるようになってきた。

《MELD-2》ではインバータにより巻上モータを直接駆動しているので、インバータの出力周波数で決まる速度でかごを運転するため、ブレーキによる速度制御が不要となり、乗心地、着床精度を著しく改善でき、救出運転時でも、ストレッチャーに横たわる病人、車いす利用者が不安を感じないような装置となった。

4.4 適用範囲の拡大

《MELD-1》で使用している補助電動機は、短時間定格であるので、熱的な制約から適用できる階高にかなり厳しい制限があった。《MELD-2》でも救出運転時間はトランジスタインバータの熱的耐量で決まるが、起動時にかご内負荷を検出し必ず軽負荷方向に運転させるので比較的長時間の運転に耐え得るものとなった。

4.5 信頼性の向上及び保守の省力化

《MELD-2》では下記によって一層の信頼性向上と保守の省力化が達成できた。

- (1) 補助電動機の代りにトランジスタインバータを、リレーの代りにデジタル IC を使用し、機械的摩擦部分と接点を極力減らした。
- (2) 制御用バッテリーの代りに DC-DC コンバータを採用し、電源用バッテリーを動力用のみに1本化した。
- (3) 動力用バッテリーには、補水周期が従来のもより3～4倍長いメンテナンスフリータイプを採用した。
- (4) 保守点検時の動作確認を容易にかつ確実にするため、装置の

動作状態をディスプレイする発光ダイオードを備えた。

5. 《MELD-2》を推奨するビル

以上のように《MELD-2》は、エレベーターのかん詰め故障を最小限にとどめるための装置として一層信頼のおける装置となり、適用範囲も拡大された。したがって《MELD-2》は《MELD-1》の範囲を更に広め、下記のようなビルに設置されることを推奨する。

- (1) アパートやマンションなど昼夜を問わずエレベーターが使用されるビル
- (2) 管理人が不在がちなビル
- (3) エレベーターの保守会社(三菱電機サービス(株))から遠く離れた場所にあるビル
- (4) 雷害などにより停電が多発する地域にあるビル
- (5) 雑居ビル
- (6) エレベーターに給電される自家発電設備のないビル
特に《MELD-2》は、下記のビルに一層適するものになった。
- (7) 病人、車いす利用者が使用する機会の多い病院、福祉センター、老人ホームなど
- (8) 上記(1)～(7)の特徴を持った既設ビル

6. む す び

昨年モデルチェンジした規格形エレベーター《エレパットアドバンス》におけるセーフティランディング機能にも見られるように、エレベーターからかん詰めに追放することが当社の大きな願いである。今回のエレクトロニクス化した《MELD》でその目標に大きく近づいたと自負しているが、これからもエレベーター利用者の声に耳をかたむけ、真に人間性を尊重したエレベーターシステムを目指し、たえず研究を続け、期待に答える所存である。

参 考 文 献

- (1) 渡辺, 内野: エレベーターの緊急時運転と故障自動通報システム, 三菱電機技報, 53, No. 3 (昭54)
- (2) 佐藤, 蒲原ほか: 高級乗用エレベーターのソリッドステート制御システム, 三菱電機技報, 53, No. 3 (昭54)
- (3) 鈴木, 寺園ほか: 新しい規格形エレベーターエレパットアドバンス, 三菱電機技報, 54, No. 4 (昭54)

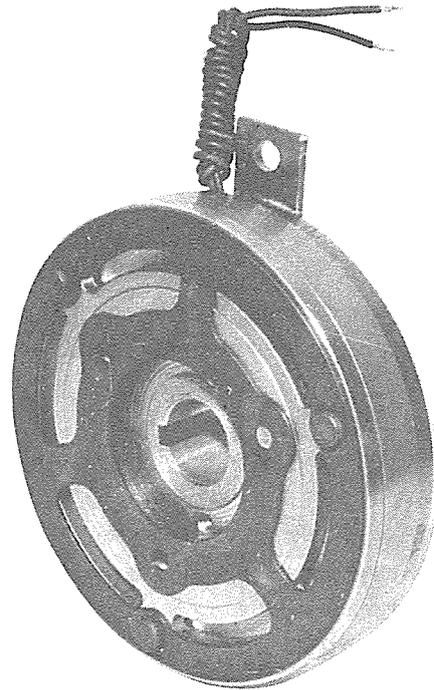
スポット ライト

三菱乾式電磁クラッチ・ブレーキ 薄形Uシリーズ

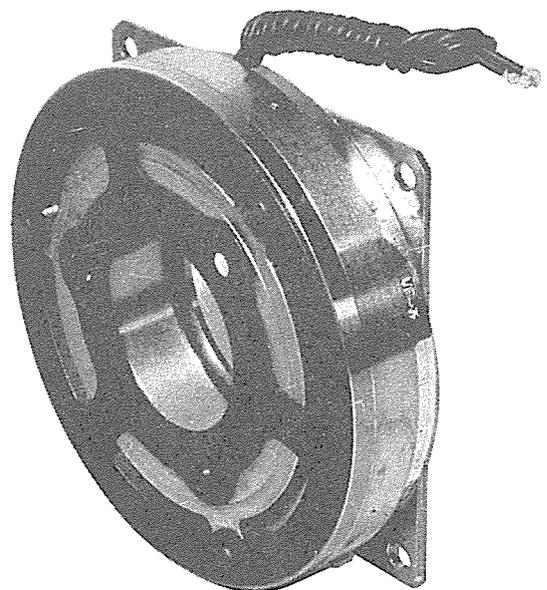
三菱電機では、このたび薄形・軽量で、しかも応答性にすぐれた乾式電磁クラッチ・ブレーキ〈薄形Uシリーズ〉を製品化し、発売を開始しました。省エネルギー、省資源時代の要請にこたえ、より小さく、より軽く、より高いトルクを追求しており、あらゆる分野の産業機器に幅広く使用できます。

特長

- 厚さ、重さ、今までの約 $\frac{1}{2}$ (当社比)
動作時の磁束の流れを、駆動側と被駆動側との間で2往復させるダブルフラックス方式(2重磁束方式)の採用に加え、磁気回路の無駄をなくした理想的な構造によって、当社従来品と比べ、厚さ、重さとも約 $\frac{1}{2}$ としました。
- 高トルク形
ダブルフラックス方式の採用により、薄形にもかかわらず高いトルクを伝達します。
- すぐれた応答性
高いトルクを伝達することができるため、トルク立上り時間が短かく、また、ダブルリングばね使用の板ばね駆動方式により、トルク消滅時間も短かく、安定しています。
- 取付けが簡単
〈薄形Uシリーズ〉のクラッチタイプは、ベアリングを内蔵したコイル静止形構造ですから、機械への取付けがきわめて簡単です。
- 小形電源装置との接続が可能
DC90V系の〈薄形Uシリーズ〉と電源装置を組み合わせると、非常にコンパクトにまとめることができます。



UC-3薄形電磁クラッチ



UB-3薄形電磁ブレーキ

仕様

	形名	静摩擦トルク kg・m	系電圧 DC V	外形寸法mm		重量 kg
				全幅	外径	
ク ラ ッ チ	UC-1.5	1.5	24	24.4	90	0.6
	UC-3	3	24	28.5	114	1.3
	UC-6	6	24	32.9	144	2.4
ブ レ ー キ	UC-1.5-201	1.5	90	24.4	90	0.6
	UC-3-201	3	90	28.5	114	1.3
	UC-6-201	6	90	32.9	144	2.4
ブ レ ー キ	UB-1.5	1.5	24	23.4	90	0.6
	UB-3	3	24	27.5	114	1.1
	UB-6	6	24	31.9	144	2.0
ブ レ ー キ	UB-1.5-201	1.5	90	23.4	90	0.6
	UB-3-201	3	90	27.5	114	1.1
	UB-6-201	6	90	31.9	144	2.0

大形ポンプを採用した 三菱水道加圧装置

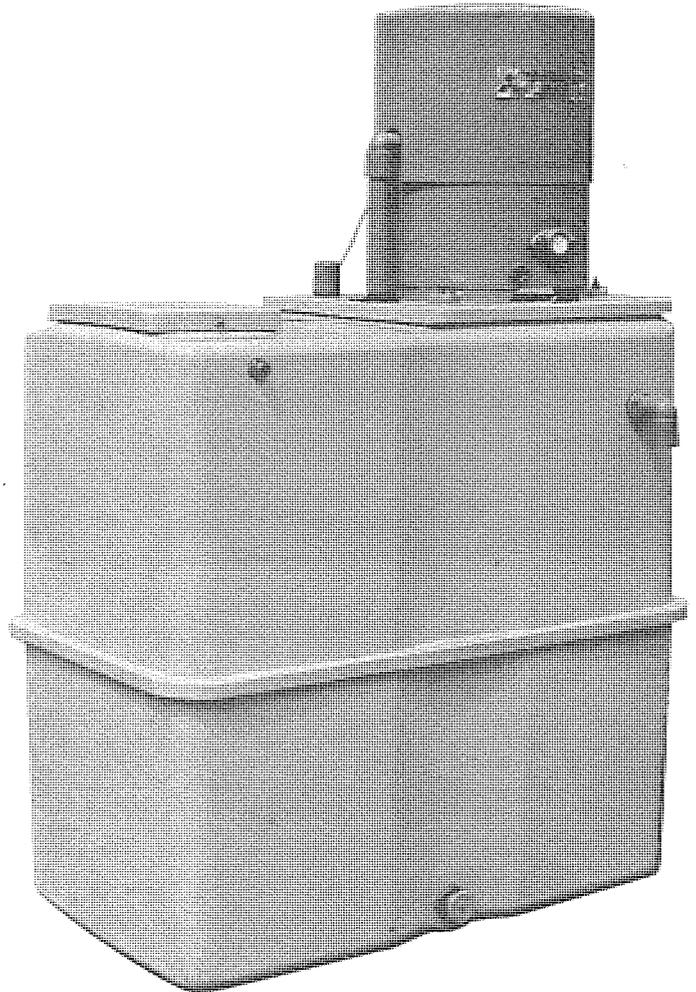
三菱電機では、水道加圧装置として貯水量500ℓの角形FRP貯水槽(SK-C505/506)、貯水量300ℓの丸形特殊ポリエチレン貯水槽(SK-W305/306)を発売していますが、このたび、大形ポンプを採用した高揚程・多流量タイプを開発し、水道加圧シリーズの拡充を図りました。

特長

- 揚水量が豊富で、18m(SK-WM535/536)までの押し上げが可能です。
- 500ℓタイプは角形貯水槽、300ℓタイプは丸形貯水槽ですので、据付場所に合せて選定することができます。
- 貯水槽の材質は、500ℓタイプがFRP樹脂、300ℓタイプが特殊ポリエチレン樹脂を採用。機械的強度にすぐれ、長寿命です。
- 配管を一面に集中して、据付作業を簡単にしました。
- フロート式の断水リレーにより、ポンプの空運転を防止します。

使用例

- 水圧不足でお困りの家庭に。(湯沸器の着火不良の解消に)
- 3～4階ビルへの水道水供給に。
- 水源の容量不足に、いったん貯水して水道なりに使用したいときに。
- ビルの上層階で、高架タンクとの高低差が少なく、水圧が低く困る場合に。



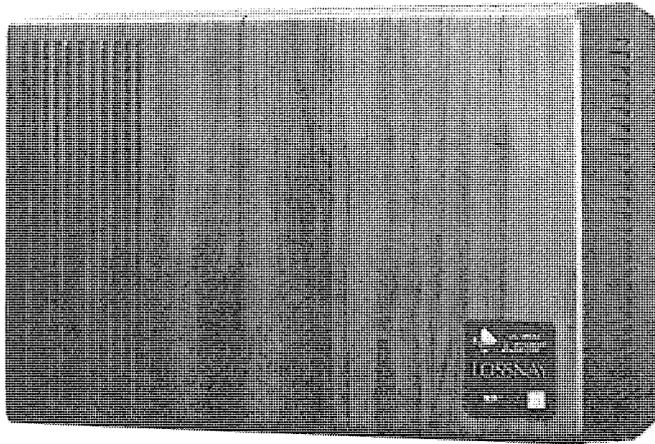
三菱水道加圧装置

仕様

			形名	SK-W535/536	SK-WM325/326	
配管	水道管	mm(B)	13(1/2)			
	給水管	mm(B)	25(1)			
	いっ水管	mm(B)	30(1 1/4)			
ポンプ	機種		浅井戸用300W自動式ポンプ		浅井戸用200W自動式ポンプ	
	電源	V	単相 100V			
	最大押し高さ	m	18		16	
	給水量	押し高さ	m	18	12	16
給水量		ℓ/min	27	32	21.5	24
貯水槽	容量	ℓ	500		300	
	形状・材質		角形・FRP樹脂		丸形・ポリエチレン樹脂	
製品重量	kg	57		48		

スポット ライト

ワンパイプ給排式の 三菱住宅用ロスナイ VL-800形



VL-800形

三菱ロスナイは、冷暖房時に必要な換気によって逃げる熱（湿度を含む）を回収することで、電気代を節約し、しかも冷暖房機器の容量を小さくすることができる省エネルギー形換気扇です。

近年の換気意識の浸透とともに、ロスナイの効用が再認識され、住宅用からビル空調用、さらには工業用などの産業分野にまで幅広く活用され、その需要は日々拡大化の傾向にあります。特に一般家庭用では節約になる“快適換気”として、そのニーズが高まりつつあります。

三菱電機ではこれに対応して、取付工事を大幅に改善し、給排気用の室内より室外への壁貫通孔をひとつにした「ワンパイプ給排式」のVL-800形を開発・発売しました。これにより新築時はもとより、既築の建物でも取付けあるいは従来の換気扇との取替工事が容易になりました。

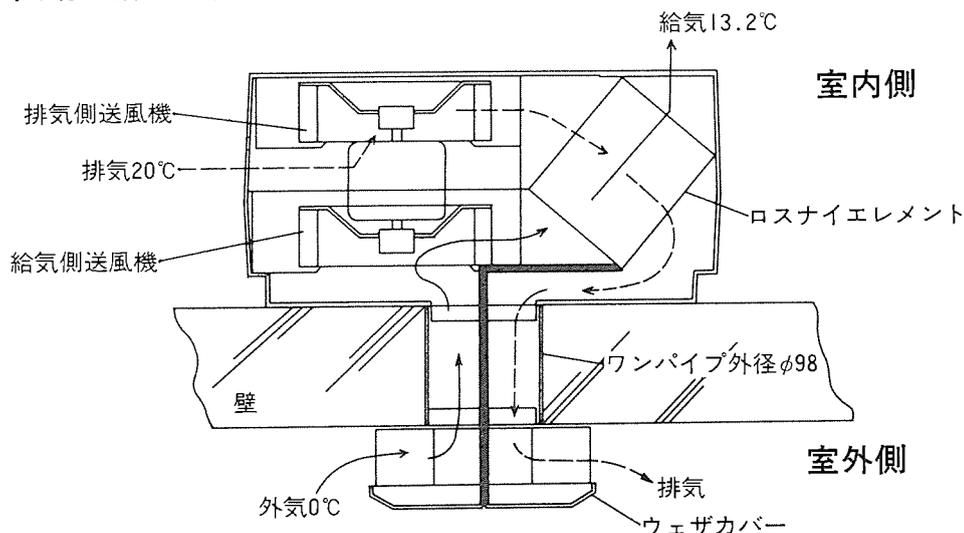
特長と構造

- 従来、給排風路として別々にあけていた2つの壁孔を貫通する2つのパイプによっていたものを、図のようにひとつの壁孔で貫通するワンパイプ方式に改良したため、既設の建物で、直径100mm以上の換気孔（自然換気用の角形・丸形ギャラリー）があれば、壁の穴あけ工事なしで取付けられます。
- 取付可能壁厚も、RC構造の壁にも取付けられるように、400mmまで可能としました。
- コンパクト、軽量、低価格化を実現した普及タイプです。

仕様

給排	周波数 (Hz)	ノッチ	消費電力 (W)	風量 (m³/h)	熱交換効率 (%)	騒音 (ホン)	外形寸法 (mm)	重量 (kg)
強制同時給排	50	強	31	70	62	42	幅 400 × 奥行 200 × 高さ 280	6.5
		弱	18	52	65	36		
	60	強	41	80	60	44		
		弱	20	50	66	35		

構造断面図と冬季暖房時運転した場合の効果



当社の登録実用新案

登録番号	名 称	考 案 者	登録番号	名 称	考 案 者
1211378	マンコンバヤ 装置	鬼頭勝巳・神谷直樹	1212752	回転電機	杉 三千雄・後藤 徹
1211379	継電器の動作状態表示装置	遠 島 徹	1212754	検出装置	大西正義
1211380	密封端子	近藤正司・日比野浩一	1212755	検出装置	大西正義
1211381	水中電動機	{佐藤公夫・稲尾 博 水野義夫	1212756	状態検出装置	大西正義
1211382	内燃機関の始動装置	原 忠之	1212759	表示装置	荒尾和男
1211383	電気掃除機	南日国伸	1212760	ヘアカーラの加熱器	鳥山建夫・篠崎功三
1211384	刻印体	早川照馬	1212761	防火 タンパ 装置	今井純英
1211385	周波数通倍器	野口昌介	1212768	電源装置	山本成美・高木英一
1211386	仕分装置	正田茂雄	1212769	セパレート式 テレビジョン 受信機	三浦 進
1211387	多線走査表示装置	伊藤貴康・井上 驍	1212770	空転または滑走検出装置	太田幹雄・森原健司
1211388	回転整流装置	小西和成	1212774	加熱器	山本信男・鳥山建夫
1211389	電気掃除機	長 嶺 元・南日国伸	1212776	燃焼制御装置	原 明
1211390	電気掃除機	長 嶺 元・南日国伸	1212782	継電装置	佐野重信
1211391	衣類乾燥機	{町原義太郎・馬淵公作 小林雅和	1212783	計器のパネル 取付装置	高橋賢治・佐野重信
1211392	真空掃除機の床 ブラシ	大町文男・宇佐美 忠	1212792	強制冷却形母線	鈴木隼人・細田祥郎
1211393	転像装置における原稿装着装置	伊藤修孝	1212794	蓄熱式 ヘアカーラ	鳥山建夫
1211394	換気装置	牛越康徳	1212795	負圧スイッチ	今田 裕・千葉正明
1211395	包装箱	三 森 貢・橋本淳之亮	1212797	光学式検出器のノイズ除去装置	堀部 透・真田義夫
1211396	可変減衰器	{佐伯昭夫・糸原明義 陶山昌雄	1212801	過電流検出装置	仁田周一・吉田征喜
1211397	開閉器	岡戸弘行・渡川弘一	1212806	電気式调速機	山田 勉
1211398	冷却器用除霜装置	鈴木正高	1212809	照明用ルーバ	井上員成・武田輝明
1211399	信号発電機付磁石発電機	多田靖夫	1212814	制限開閉路	飯田 博・吉田政幸
1211400	ガス 暖房機	吉野昌孝・川淵 勇	1212823	動作表示装置	中畑 稔・笹谷洋一
1211401	機関過回転制限装置	才田敏和	1212821	半導体装着具	西村征治・森田 豊
1211402	回転式電動圧縮機の支持構造	大日方興信	1212841	引出し形しゃ断器	大野 玲・堤 透
1211403	送風機取付装置	内野宏和	1212843	マンコンバヤ の照明装置	鬼頭勝巳
1211404	マンコンバヤ の欄干装置	宮城 晃・石田松彦	1212849	自動変速操作装置	星野吉信・関井次男
1211405	密閉形電動圧縮機	新井毅博	1212851	導波管の接続装置	尾花健一
1211406	マンコンバヤ の内側板締結装置	石田松彦・杉山孝雄	1212852	白熱灯非常用電源装置	森本俊一・小林敏彦
1211407	マンコンバヤ 端部の欄干	石田松彦・杉山孝雄	1212858	タップ 切換装置	永岡 栄
1211408	マンコンバヤ 用移動手すり	鬼頭勝巳	1212862	電気機器の冷却装置	森 章文
1211409	屋外用 マンコンバヤ 装置	鬼頭勝巳	1212863	電動機の外枠構造	信太 茂
1211410	往復移動装置	{穂原 智・沢永 寧 早泉紀夫	1212864	電気車制御装置	小山 滋
1211411	ローラ	加藤久夫	1212871	油しゃ断器の消弧装置	懸山 弘
1211412	たわみ板式軸継手	重浦淳一	1212890	避雷器	永井信夫・但田昭司
1211415	液体金属刷子	森川鉄也・小林幸人	1212891	密閉形電動圧縮機	河村 求・星野義明
1211416	デジタル 曲線追跡装置	稻荷隆彦	1212893	管形摺動抵抗器	相葉和征
1212734	ミシンの給油調節装置	玉置広信	1212894	電気調理器	長 嶺 元・大竹 操
1212735	電気 マッサージャー	{川合輝一・橋本 一 鈴木勝栄	1212896	燃料給送ポンプの動作制御装置	藤原弘之
1212740	同軸コネクタの接座用コード	山本佳久	1212900	高周波 パルスアーク 溶接装置	{斎藤弘文・橋本進一郎 高木 茂
1212742	数字表示装置	上田文夫	1212903	内燃機関点火時期調整装置	今田 裕
1212744	内燃機関点火装置	山本一智	1212904	光導体光検知装置	中野隆生
1212751	ヘアカーラの加熱器	増田三郎・鳥山建夫	1215547	吸収式冷暖房機	笠置 紘・千代川秀夫
			1215548	電磁連結装置の冷却装置	小林良治
			1215549	按摩器	高橋 豊
			1215550	誘導性 トランジスタ 回路	大西良一・岩田修司
			1215551	可逆転駆動制御装置	浅野哲正

登録番号	名 称	考 案 者	登録番号	名 称	考 案 者
1215552	超電導 コイル	{ 藤原健三・佐藤 隆 田中光雄	1215570	電気掃除機における吸塵ホースの接続管取付装置	加藤 悟・菊地俊男
1215553	接触子装置	堤 長之	1215571	衣類乾燥機	馬淵公作・小林雅和
1215554	半導体発光装置	西村征治・宮本雄二	1215572	加熱装置	藤室雅司
1215555	エレベータ用表示装置	原田輝夫・牧野克己	1215573	吊上電磁石	御厨英喜
1215556	SSB送信機の中線整合検出回路	高橋武敏	1215574	クレーンサドル	鶴丸義人
1215557	母線支持形断路器	千葉晴夫	1215575	包装箱	井上嘉剛
1215558	励磁制御装置	森川富夫	1215576	インピーダンス変成器	小林信三・高橋武敏
1215559	管路母線	北野達男	1215577	テレビジョンカメラ保護装置	佐伯義行・大久保永造
1215560	電源リップル除去装置	小島正典・小管 讓	1215578	マイクロ波集積回路の調整装置	八原俊彦
1215561	カラーテレビジョン受信機	三橋康夫	1215579	密閉形電動圧縮機	河村 求・星野義明
1215562	導体の接続装置	大沼昭栄	1215580	電気温水器	藤田喜助・根岸宣匡
1215563	半導体装置	高具良典	1215581	冷暖房機	前川 登
1215564	循環ろ過装置	板谷芳之・山岸義正	1215582	空気調和機	石黒 勉
1215565	ローコンタクタ	葭井俊男	1215583	温水器	桜井信捷・藤田喜助
1215566	変圧器用三脚鉄心	桐山義雄	1215584	ヒートポンプ式冷暖房装置	岩崎善彦・浜 宏明
1215567	送風機	山尾恭右	1215585	密閉形電動圧縮機	田中 満
1215568	密閉形圧縮機の多段 マフ	{ 田中 満・大日方興信 星野義明	1215586	霧化装置	堤 孝夫・鳥山建夫
1215569	電気掃除機における吸塵ホースの接続管取付装置	菊池俊男	1215587	超音波霧化装置	野口善弘・榊 道治
			1215588	超音波霧化装置	富山勝巳
			1215647	ポンプ装置	富山勝巳 平田峯生・井上 巧

<次号予定> 三菱電機技報 Vol. 54 No. 11 計装制御

特集論文

- 一計装制御特集によせて一 計装制御の意義とその進展
- 小ループ形プロセスコントローラ
- 計測におけるマイクロコンピュータの応用
- 活性汚泥処理プロセスにおける新しいMLSS制御法
- 食品プロセスにおける計装技術の応用
- 化学プラントにおけるガスクロマトグラフ ガイダンスシステム
- 下水処理場における分散形 DDC システム
- 火力発電プラントにおけるデジタル制御システム

普通論文

- CGPA 変圧器一変圧器の新しい輸送方式一
- 温水暖房システムにおける簡易床暖房
- 技術試験衛星III型搭載 能動式熱制御装置の開発
- 暖房機用耐熱材料の熱サイクル寿命評価
一アルミナイゾド鋼の熱サイクル中の高温酸化一
- 薄形、額調エアコン《アートクール》の開発
- 電磁式ガス流量制御弁一家庭用ガス器具一
- デジタル保護リレー

三菱電機技報編集委員		三菱電機技報 54 巻 10 号	
委員長 高木敬三	委員 柴田謹三		昭和55年10月22日 印刷
副委員長 大谷秀雄	樋口 昭	(無断転載を禁ず)	昭和55年10月25日 発行
横 濱 博	神谷友清		
常任委員 三輪 進	立川清兵衛	編集兼発行人 本 間 吉 夫	
唐仁原孝之	中里裕臣	印 刷 所 東京都新宿区市谷加賀町1丁目12番地	
増淵悦男	柴山恭一	大日本印刷株式会社	
葛野信一	福井三郎	発 行 所 東京都千代田区大手町2丁目6番2号 (〒100)	
三浦 宏	杉山 睦	三菱電エンジニアリング株式会社内	
中原昭次郎	瀬辺国昭	「三菱電機技報社」Tel. (03) 243 局 1785	
桐生悠一	小野勝啓	発 売 元 東京都千代田区神田錦町3丁目1番地 (〒101)	
野畑昭夫	幹 事 本間吉夫	株式会社 オーム社書店	
的 場 徹	足立健郎	Tel. (03) 233 局 0641, 振替口座 東京 20018	
尾形善弘	10号特集担当 白井二実	定 価 1部400円送料別(年間予約は送料共5,200円)	

三菱工業用炭酸ガスレーザー加工機 《メルレーザ ML-1000形》

三菱電機では、世界に例のない高ガス圧力(200~300Torr)ガス封じ切り方式の加工用炭酸ガスレーザーの開発を進めてきましたが、このたび工業用として、最大定格出力1000Wの《メルレーザ ML-1000形》を製品化しました。

炭酸ガスレーザーは、他のレーザーと比べて効率がが高く、連続して大出力が発生でき、大気中での出力減衰が少なく、エネルギーの伝搬・輸送に適しているため、加工用のエネルギーとして各方面から期待されています。

特長

- 高ガス圧放電励起技術と、レーザービーム・放電・ガス流の方向が互いに直交した発振器構造の採用により、小形にもかかわらず大出力を生み出す発振器を実現しました。
- 共振器長が1.5mときわめて短かく、しかも高ガス圧方式では出力変化が共振器長の伸縮の影響を受けないので、温度変化などに対しても安定した出力が得られます。
- ガス圧力が高いため、CO₂の解離率を低く抑えるガス組成を採用。約100時間のガス封じ切り運転が可能で、ランニングコストがたいへん安価です。
- 折り返しのない一対のみの共振器ミラーで構成されたシンプルな構造のため、光学系のメンテナンスも容易です。
- 放電開始と同時に制御性のすぐれた安定した出力が得られ、CNC制御のXYテーブルとの組合せにより、複雑な2次元形状の加工が行えます。
- 騒音や塵埃のない、快適な作業環境がつけられます。

用途

- 薄板金属やプラスチック・布・木材・石英ガラスなどの2次元形状の高速・高精度切断。
- 薄い金属板の高速度低歪溶接。
- 金属の部分表面焼入。
- 木材・プラスチックなどの彫刻。

仕様

形 式	ML-1000
定 格 出 力 (連 続 波)	シングルモード 550W マルチモード(低次) 1000W
出 力 波 長	10.6 μ m
出 力 安 定 度	±5%(8時間連続)
ガス封じ切時間	100時間以上
付 属 機 能	<ul style="list-style-type: none"> ●各種異常表示およびインターロック ●レーザー発振表示灯 ●パワー表示 ●シャッタ機能
オ プ シ ョ ン 機 能	<ul style="list-style-type: none"> ●出力スロープコントロール機能 ●He-Ne可視レーザー重畳機能 ●低周波パルス機能
ガ ス 消 費 量 (He・N ₂ ・CO ₂ 混合ガス)	150 ℓ /100時間以上
所 要 電 源	AC200/220V 50/60Hz 20kVA
冷 却 水 量	クーリングタワーからの循環水にて可 2.0kg/cm ² 以上32 ℓ /min



CNC制御XYテーブル付レーザー切断システム