

通信機分野では多くの新製品が開発された。特筆すべきは、D10形電子交換機の日立製作所としての第1号機を完成し納入したことである。わが国の総合通信網時代の到来に備えて、その中核となるべき電子交換機の開発および製造体制のいっそうの強化が行なわれている。また日本電信電話公社納入のクロスバ交換機を基盤として信号方式など諸外国の通信事情に適した諸機能を有する交換機を完成したが、これら交換機は世界各国で稼動を開始している。

一方、国内各分野における省力化とサービス向上の要求に応ずるため、ホテル交換機と小形コンピュータとを結合し、電話料金計算およびモーニングコールの自動化システムを完成した。また日本国有鉄道における座席指定券の電話予約システムのための音声応答装置の実験装置を完成し、その実用化技術の確立に貢献した。教育用CATVシステム、水道事業用計測データ通信システムなどは、システム技術の結実による新製品の好例で、前者は本格的CATVの有効な利用分野として、後者は水道事業の合理的、計画的運営の面で注目を集めている。

さらに、MODEMのIC化、テレビ中継機のIC化で超小形化に成功した。また磁気トルク測定装置は、人工衛星の姿勢制御に貢献することが期待される。

カラーテレビ用の電子部品としては偏向角を従来の90度か

ら110度に拡大し、ブラウン管の全長を約100mm短縮することができた。同時にこの広角化およびブラックマトリックスに伴って生ずるピュリティ、コンバーゼンスなどを解決するためにマルチレンズを開発し、製品に適用した。マルチレンズは特殊曲面を持った補正レンズで日立製作所が独自に開発し、外国メーカーにも技術供与しているものである。半導体ではカラーテレビのトランジスタ化、IC化に続き、昭和47年は広角偏向カラーテレビ用に5品種のICを開発した。またカラーブラウン管の高圧整流用にガラスモールド形高圧ダイオードをトリプラ、ダブラ回路用として数品種開発した。

電卓用はシリコンゲートによるMOS LSIシリーズを開発するとともに、顧客設計によるLSIを35品種、一般用を15品種開発した。この分野は非常に大きなシェアを確保し、LSI生産の中核となっている。電卓用に主として使われる表示素子としてはGaAsP発光素子による数字表示素子と多けた放電表示管「ラインスター」を開発し、現在その生産量は急増しつつある。

電力用半導体はサイリスタCA01(1,000A-2,500V)、CA02(800A-4,000V)およびダイオードA01(1,600A-2,500V)を開発した。また溶接機用サイリスタに水冷方式によりコンパクト化したサイリスタスタック6品種を完成した。

通信機器

日本電信電話公社 名古屋広小路局にD10形電子交換機を納入

日立製作所は、昭和46年10月に、日本電信電話公社名古屋広小路局に、D10形電子交換機1システム(特仕1版)を納入した。これは、日立製作所の第1号機である。D10形電子交換機は、今後の大容量市内局の標準方式であり、今回の納入により、いよいよわが国も、総合通信網時代の幕あけを迎えたことになる。

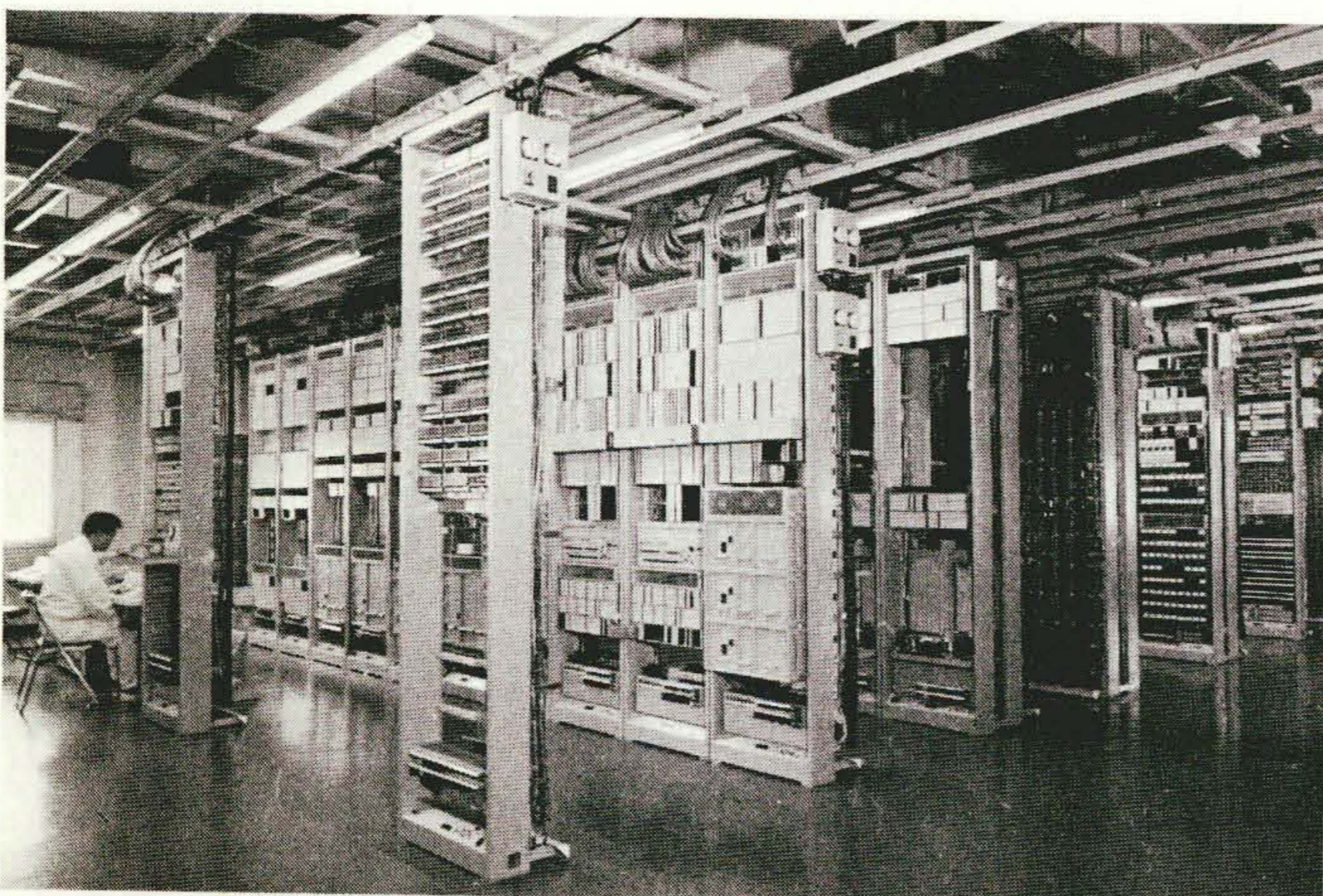


図1 日本電信電話公社 名古屋広小路局に納入されたD10形電子交換機

広小路局の局規模および主要装置数は表1に示すとおりである。すなわち、総架数は約50であり、床面積は、同容量のクロスバ交換機の約1/3ほどになっている。

同局では、その後、各種工事試験、プログラムデバッグなどの作業が順調に実施され、昭和47年10月20日に開局された。同局の特徴は事業所集団電話加入者の多いことで、現在2テナントが開局と同時にサービスを受けており近々5テナントの加入が予定されている。

日立製作所はその後、特仕2版として、昭和47年8月に仙台局に1システムを納入している。

表1 広小路局局規模および装置数

局規模	呼び率	発信 着信	0.143 アーラン 0.131 アーラン
	計画端子数 ネットワーク数		5,500端子 4
納入装置数	通話路系	スイッチ架 トランク架 トランクパッケージ 通話各制御装置 グリッド板	10架 4架 650(2,200回線) 一式 640個
	中央処理系	中央制御装置 一時メモリ 半固定メモリ ドラム 磁気テープ装置	一式 4架(128kW) 2架(64kW) 2架(1,700kW) 一式
付帯系	監視試験架 事業所集団電話装置 多周波信号装置架 その他	1架 5テナント 1架 一式	

電子交換機をソフトウェアセンタとして使用する D10LCシステム

日本電信電話公社武蔵野電気通信研究所にD10LCシステム一式を納入した。本システムは、D10形電子交換機の中央制御系および入出力系装置のみで構成され、表2は主要装置の諸元を、図2はシステム外観を示す。

本システムは標準のD10形電子交換機の中央制御系および入出力系と比較して、次の特長がある。

- (1) 中央制御装置が一重化構成であり、それに伴う機能変更を実施した。
- (2) カードリーダーおよびラインプリンタの処理速度を約3倍および2倍とし処理量の向上を図った。
- (3) タイプライタ・紙テープリーダー制御装置、カードリーダー・ラインプリンタのH-8000インタフェースとD形インタフェース変換装置を同一きょう体の実装し、床スペースおよび工事作業の削減を行なった。

本システムは、武蔵野電気通信研究所のご指導により、装置製造、据付工事およびシステムの保守に至るまで一貫して日立製作所が担当したもので、昭和47年7月に全装置を搬入し、11月から稼動に入っている。今後、電子交換機用ソフトウェアの作成ならびに関連業務のためのソフトウェアセンタとして、大いにその成果が期待される。

表2 D10LCシステム諸元表

装置名	仕様概略	数量
中央制御装置	109命令実行速度:平均 $2.5\mu s$	1架
データチャンネル装置	実装4サブチャンネル, 最大転送速度:700KB/s(バーストモード), 40KB/s(マルチプレクスモード)	1架
一時記憶装置	記憶素子:フェライトコア, 記憶装置:32K語/架, 32+パリティ1ビット/語, サイクルタイム:1.44 μs	5架
磁気ドラム制御装置	磁気ドラム制御台数:4台, 転送速度:270KB/s, 動作モード:バーストモード	2台
磁気ドラム装置	記憶容量:848K語/台, 32+パリティ2ビット+制御ビット7ビット/語, アクセスタイム:平均10ms	4台
磁気テープ制御装置	磁気テープ制御台数:8デッキ, 転送速度:60KB/s, 動作モード:バーストモード	2台
磁気テープ装置	9トラック, 記録密度:800bpi, 記録形式:NRZI	10デッキ
ラインプリンタ	ISOコード, 最大印字数:132字/行, 最大印字速度:1,250行/min	2台
高速紙カードリーダー装置	EBCDIKコード(8ビット), 最大読取り速度:1,470枚/min	1台
低速紙カードリーダー装置	EBCDIKコード(8ビット), 最大読取り速度:400枚/min	1台
紙カードパンチ装置	EBCDIKコード(8ビット), 最大せん孔速度:100枚/min	1台
警報関係装置	各装置のヒューズ断, ファン停止, クロック断などを表示	一式

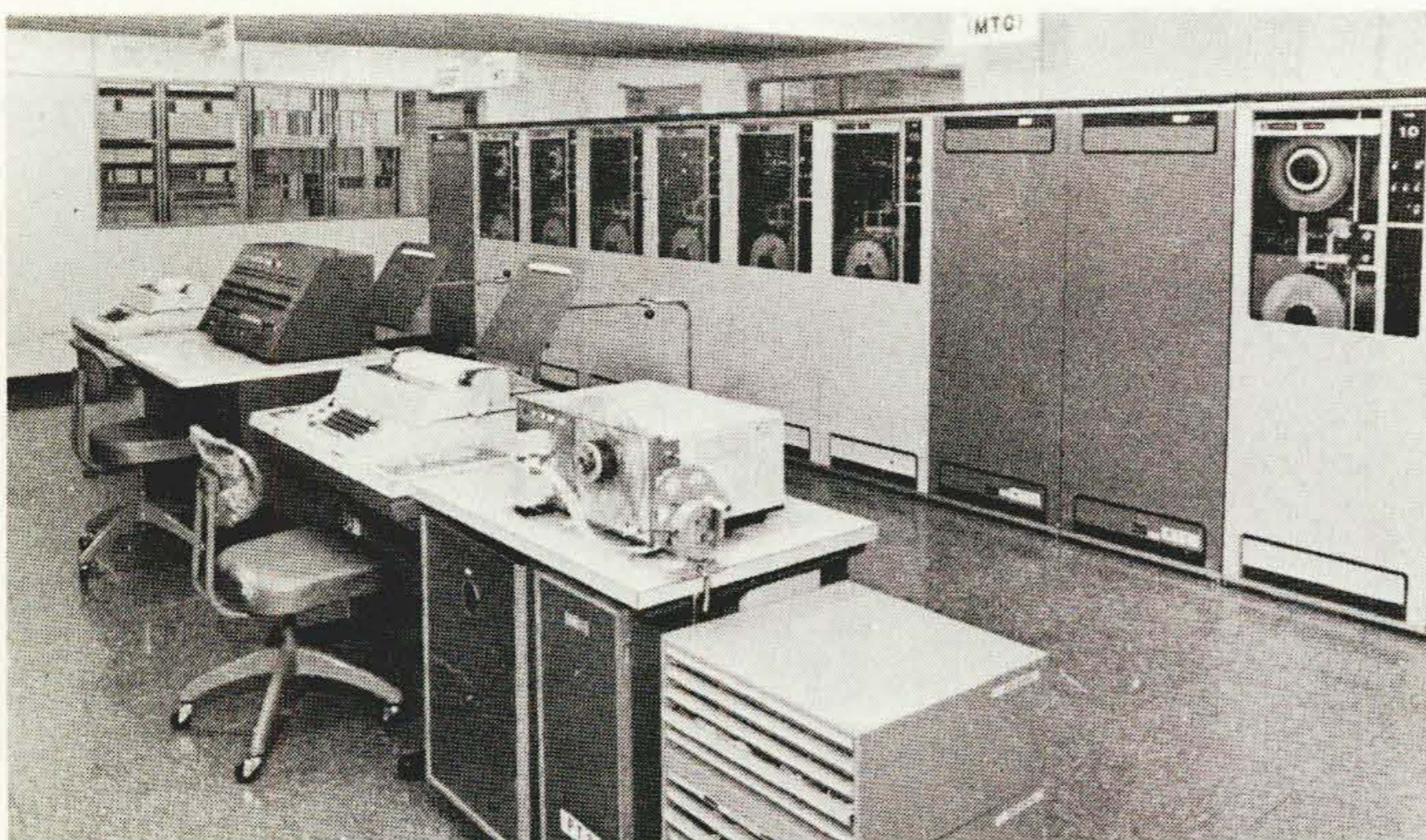


図2 電子交換をソフトウェアセンタとして使用するD10LCシステム

世界各国で活躍するクロスバ電話交換システム

輸出向け局設備用クロスバ交換機として改良設計されたC23H形, C460H形, C400H形, C5H形, C8H形の5機種が完成し、クウェート、キプロス、東アフリカ向けなどに輸出され、あいついで稼動にはいった。この完成により小局用から大局用まで広い範囲の需要をまかなえるようになり、また市外網の需要にも全面的に応じられることになった。表3は各機種の分担する回線数帯とトラフィック容量を示すものである。

いずれの機種も日本電信電話公社向けの同形機に比較して諸外国の異なった通信事情に容易に適合するよう番号計画上の自由度を大幅に増加したこと、料金制度の選択範囲を増加し、また発信局識別機能を付加したこと、信号方式として従来のDP, MF方式のほかにMFC-R2方式を全機種に採用して適用階梯(かいてい)の自由度を得たこと、既設局との接続上の制限を少なくしたこと、悪意呼の自動検出機能をはじめ各種のサービス機能を付加したことおよび新工法の導入により工期の短縮と工事の簡易化が図られたことなどに特長があり、世界の主流技術を取り入れたものである。

クウェート郵電省納めとしてのC400H20,000端子とC5H1局は昭和45年11月以来現地工事を進めてきたが、昭和46年12月開局し、引き続き後続20,000端子分の作業が進められている。キプロス共和国ではニコシアほか7都市にC400H4局, C460H3局, C82H1局が昭和46年9月から稼動し、東アフリカ郵電公社納めとしてのC5H4局, C400H5局, C23H19局は、昭和46年6月から順次好成績で開局した。このほかベネズエラをはじめ世界25個国に広く日立クロスバ電話交換システムが採用されたことにより、これら交換機の幅広い適応性が確認された。

表3 輸出向け局設備用クロスバ交換機

	形式	通話路	最大回線数	トラフィック容量(eri)
市内交換機	C 23H	2線式	1,000回線	~166.7
	C 460H	2 "	12,160 "	~544
	C 400H	2線式	64,400回線	~2,752
交換機継	C 5H	2線式	2,560中継線	~1,760
	C 8H	4線式	4,000中継線	~1,889

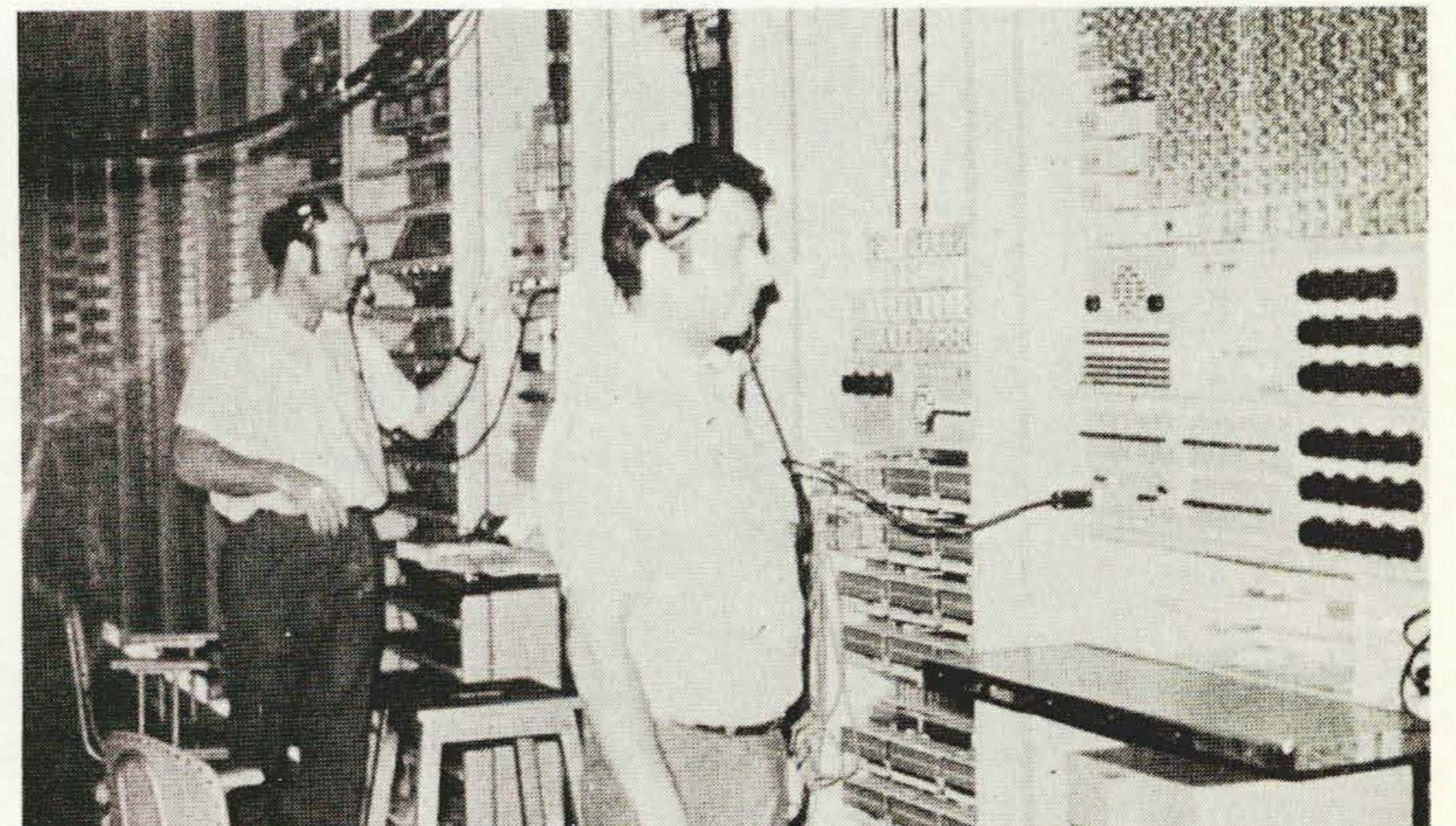


図3 キプロス共和国納めクロスバ交換機

国際規格を満足するMFC信号装置稼動

新しく考案した信号確認出力制御方式により、最新の国際規格を満足し、雑音瞬断に強いMFC信号受信器を経済的に実現することができた。MFC信号方式は、電話交換システムにおいて局間レジスタ信号の伝送に用いられ、世界的に広くMFC網が作られている。局間信号方式にはMFCのほかMFC方式がある。MFC方式では発信側から着信側にだけ多周波信号が送られるのに対して、MFC方式では着信側からも多周波信号が送出され、エンド・ツー・エンドのコンペルド形式で信号の送受が行なわれる。1968年にCCITTでR2標準規格が勧告された。MFC受信器はコンペルド・サイクルを速くするため動作復旧時間が短い必要があり、またエンド・ツー・エンドで使用されるため雑音耐力が強いことが要求される。本受信器では新しく考案した信号確認出力制御方式を採用した。すなわち共通制御回路により各チャンネルの出力を監視して、2 out of 6条件が一定時間継続したことを確認するとともに、受信器入力の信号エネルギーのタイミングも確認して各チャンネルの出力を出し保持させる。また、信号消滅時には信号エネルギーのない状態が一定時間継続してはじめて信号終了とみなす。このような信号確認出力制御方式は各種の雑音、瞬断などの妨害に対して安定に動作し、しかも動作復旧時間が短い特長がある。また、最新の国際規格であるR2規格もすべて余裕をもって満足している。また共通制御回路をデジタルICで構成したことにより従来の同種装置に比べ1/2に小形化され経済性も達成された。本装置は現在世界各国に輸出され良好に稼動している。

ホテル交換機用の電話料金計算およびモーニングコール装置の開発

ホテル業務の省力化機器として、わが国で初めて電話交換機と小形計算機HITAC 10を結合した全自動の電話料金計算およびモーニングコール装置を開発し、株式会社銀座第一ホテルに納入した。目下稼動中である。

この装置は、AX3Sクロスバ交換機の付帯設備として設置されるもので、日立製作所の小形計算機HITAC 10と交換機との間を結ぶインターフェース機器から構成されている。

電話の料金計算は、ホテルの宿泊客が使用する市内、市外通話の時間を計算機で計測し、これを通話度数に変換して部屋(へや)別に計算機内に記憶しておき、宿泊客のチェックアウト時、上位計算機からの指示で集計した料金を上位計算機に送り、料金請求伝票を作成する方式となっている。

モーニングコールは、電話機を用いた“自動目ざましサービス”と呼ばれるもので、サービスを受けたい宿泊客が部屋の電話機からダイヤルによって起床時間を予約すると計算機内にその予約時間を記憶し、予約を受け付けたことをトーカーサービスする。

起床時間になると計算機から交換機へ情報を送り、電話機のベルを鳴らして宿泊客を起床させ、宿泊客が応答すると起床時間になったことをトーカーサービスする方式となっている。

従来、ホテルにおけるこれらの業務は手動、または半自動で行なわれていたもので本装置の導入により省力化とサービス品質の向上を得ることができた。

本装置の開発にあたり、次の点を特に考慮した。

(1) 交換機との適合性

本装置の開発にあたり交換機側としては2～3種の小形装置の新設計をするにとどまり、標準交換機との高い適合性をもっている。

(2) 雑音対策

交換機は、電磁部品で構成されているので多くの雑音を発生するため交換機と計算機間の情報転送をソフト的に二重化するなど、種々の雑音対策を行ない動作の信頼度を高めている。

(3) システムダウン対策

計算機のダウン対策については種々考慮しているが、特に誤動作の許されないモーニングコールについては、二重のバックアップを考慮している。



図4 ホテル交換機用の電話料金計算およびモーニングコール装置

電話予約システム用音声応答装置

日立製作所では国鉄の列車指定席を電話1本で予約できる電話予約システムの実験装置を、日本国有鉄道 鉄道技術研究所の指導によりこのほど完成した。

本システムは、指定券の予約を自動化する目的で作られたもので、通常、顧客は音声応答装置からの音声の指示に従って押しボタンダイヤル電話機のボタンを押し、これにより直接予約を行ない、予約の成否の回答も音声応答装置からの音声で受け取る、いわゆる全自動システムである。

音声応答装置のおもな性能は次のとおりである。

同時処理回線数	加入者回線 4/16回線
中央処理装置との結合	1,200ボー データ伝送回線 半二重
応答の基本方式	音響素片ピッチ制御方式
収容語い数	約1,200語い(1語いは0.8秒)
入力データ受信形式	多周波受信器による2OUT OF7信号

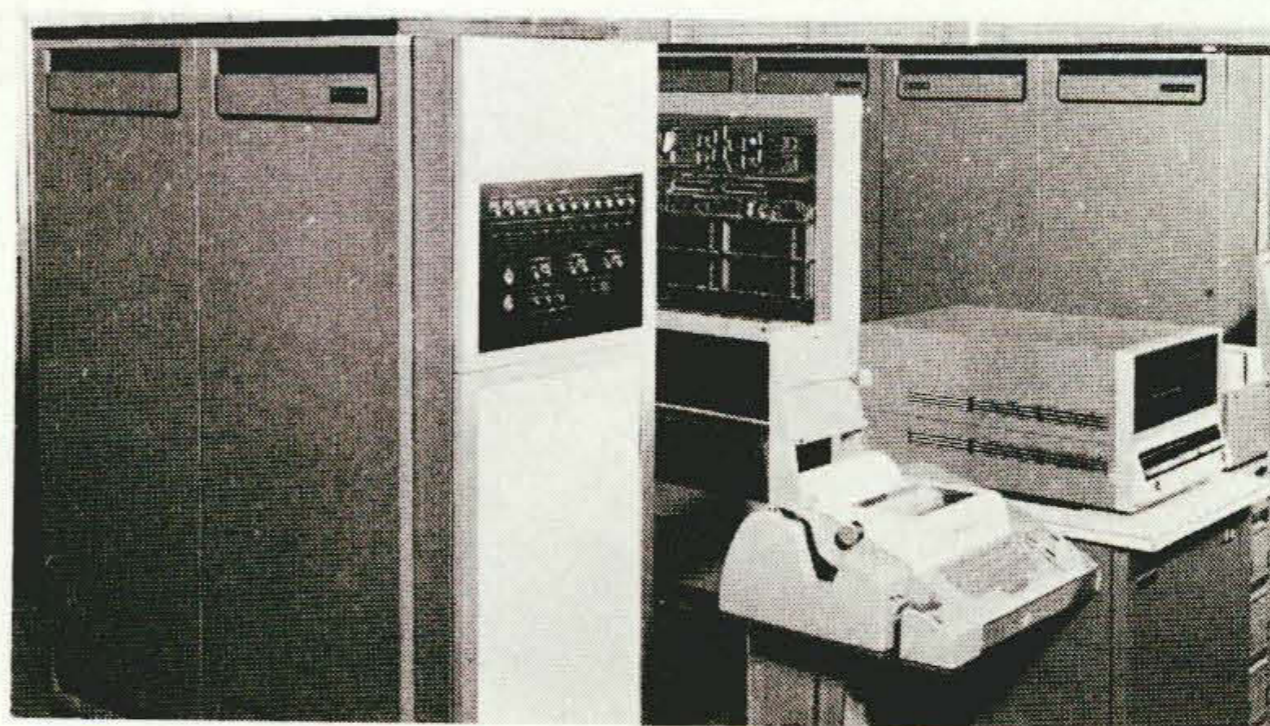


図5 電話予約システム用音声応答装置

IC化されたデータ通信用変復調装置

通信回線の開放も行なわれ、データ通信がますます発展しているが、これに使用する新しいMODEM(変復調装置)シリーズを開発した。これまでのMODEMが主としてアナログ回路により構成されていたのに対し、本MODEMは主としてデジタル回路により構成され、データ伝送優先形となっている。

200bit/s, 1,200bit/sについてそれぞれ単体形、集合形および組込形があり、下記のような特長をもっているので広くデータ通信に使用することができる。

- (1) デジタル分周式周波数変調方式
- (2) デジタル・フェーズロック・ループによる周波数復調方式
- (3) デジタル化による均一、安定な性能
- (4) IC化(デジタルICおよびリニアIC)により小形、軽量
- (5) 充実した試験機能
- (6) 発光ダイオードを使用したメンテナンス・フリー

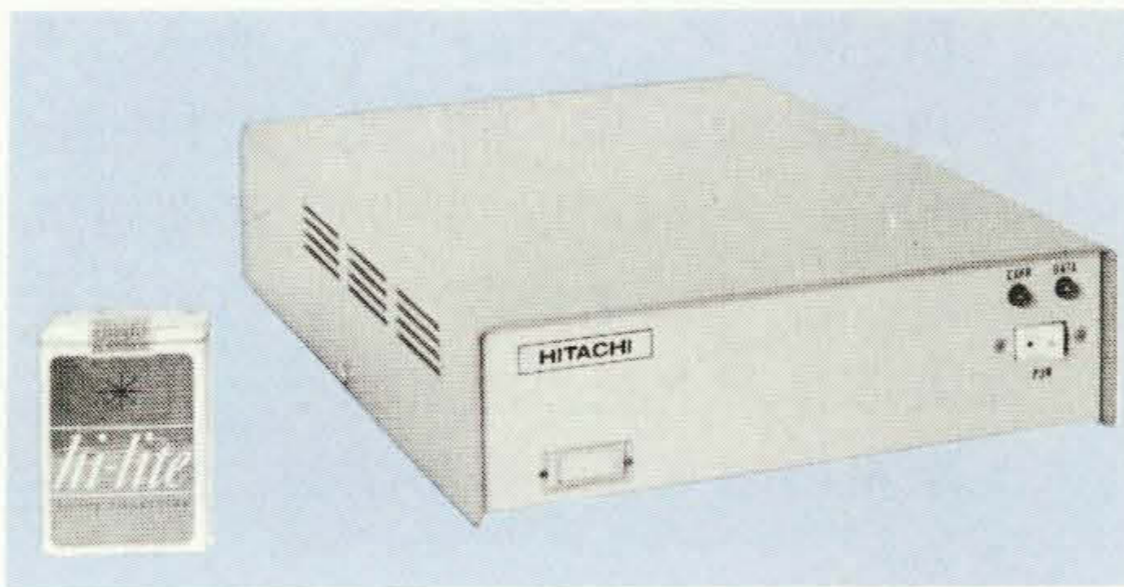


図6 HM-1201A形 MODEM

わが国初の教育有線テレビジョン放送設備

日立製作所CATV(有線テレビジョン)グループでは、館山市教育委員会のご指導のもとにCATVの教育分野への応用について検討を重ねていたが昭和47年3月わが国初めての教育有線テレビジョン放送設備を完成、納入した。

この教育有線テレビジョン放送設備導入により期待される教育効果は、教育の地域格差の是正、能率化などがあげられている。

この教育有線テレビジョン放送設備は全系統図に示されるように、放送センターと市内の中学校7、小学校12、幼稚園9、公民館10の端末を日本電信電話公社の映像・音声回線で結んだもので、放送センターのスタジオにはイメージオルシコンカメラ2台、リモートコントロール可能なビジコンカメラ1台が



図7 館山市教育有線テレビジョン放送設備

あり、座談会形式の番組のほか若干の動きのある番組をも制作することができる。調整室には1インチカラーVTR2台、1/2インチカラーVTR3台、テレシネ装置一式、スライド撮像装置3台、教材提示カメラ装置一式などがあり、教育用テレビ番組を制作するのに便利なようになっている。また端末は3元受信装置17台、親子テレビ319台、カラーテレビ10台、1/2インチVTR20台、集団反応装置、語学練習装置などから成っている。

この教育有線テレビジョン放送設備の特長はどの端末にも映像音声3回線が送れること、どの端末からも映像音声の中継放送ができること、各端末から音声によるフィードバックができる音声連絡回線があることなどである。この設備が予期どおりの教育効果をあげ、さらに各地域に建設されることが期待される。

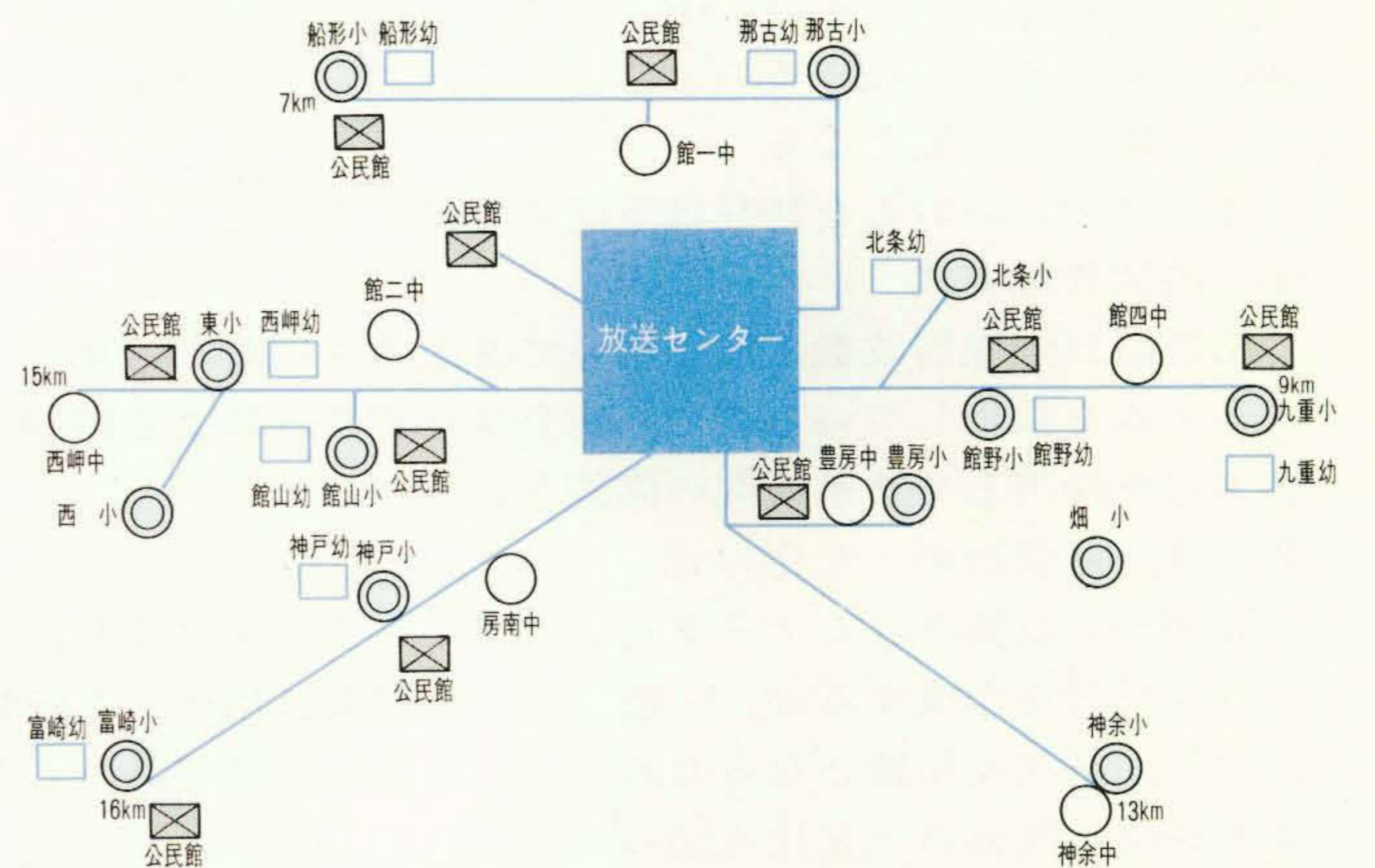


図8 館山市教育有線テレビジョン放送設備の全系統図

電子交換機磁気ドラム装置用架内電源装置

この架内電源装置は磁気ドラムの下に実装することを配慮した低雑音DC-DCコンバータである。その特長は、(1)小形軽量化、(2)内部温度の均等化、(3)スイッチング雑音が少ないことである。

直流-48Vを入力とし、周波数制御により安定化された+5.1V 15A(IC用)、+48V 1A(一般回路用)、合計125Wの出力を得る。また入出力の接続は、裏面のコネクタで行なわれる。

高密度実装技術の開発により、高さ方向100mm、重量15kgと小形化に成功している。本電源は、日本電信電話公社のご指導により完成したものである。

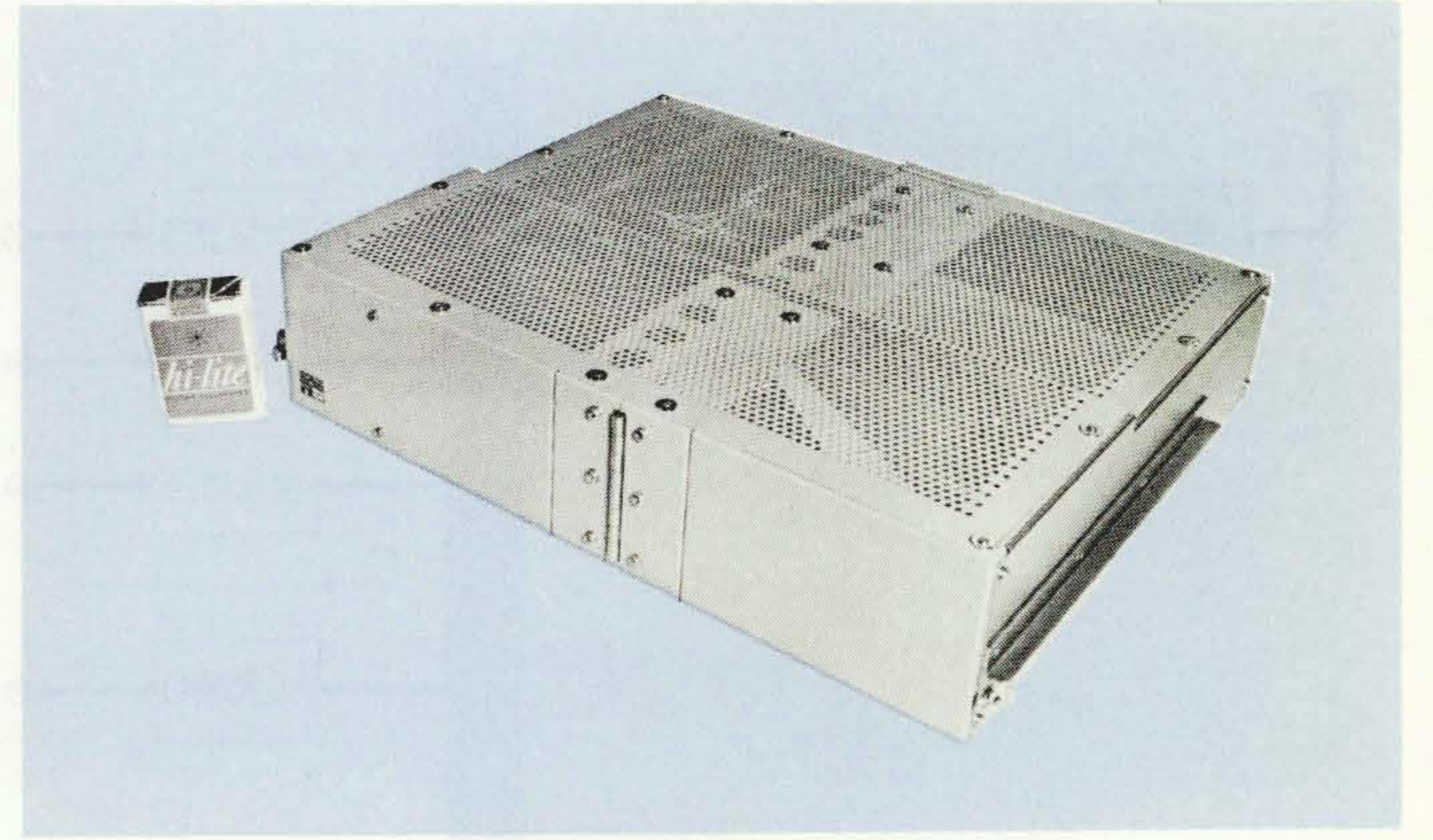


図9 電子交換機磁気ドラム装置用架内電源装置

**愛知県水道局納め
広域水道事業用計測データ通信システム**

水源を地下水に求めることが困難になった現在では、遠隔地の河川の水源に依存せざるを得ず、そのため水資源の高度利用と設備投資の効率化、計画的な給配水をねらいとして、水道事業はこれまでの市町村単位から府県あるいは企業団による広域運用の傾向にある。

本システムは愛知県広域水道の給水管理を合理的に運用するために、広域に散在する供給点(市町村)の貯水量、送水量などを中央監視センターで常時監視し、計算、記録、日報作成といった給水管理のすべての諸業務をコンピュータにより自動的に処理する機能を有するものである。

完全な広域水道事業の管理には予測やデータ・ファイリングなどの構成も必要であり、本システムは汎用計算機HITAC 8000シリーズと接続することによって、さらに大きなシステムへの拡張も可能となる。

本システムのおもな特長は下記のとおりである。

(1) 時間管理方式

伝送路は無線周波数1波を用いて2系統を同時に運用するシステムを採用しているため、総合プログラムによる時間管理方式を採用して2系統間の協調をはかった。

(2) 日、月報表の一元化方式

各地から収集されたデータを電動タイプライタにより打出し日、月報を作成するが、一般に日、月報表は用紙が2種類になり、業務が煩雑となるため、日、月報を同時記録する方式を採用し作表の一元化を図った。

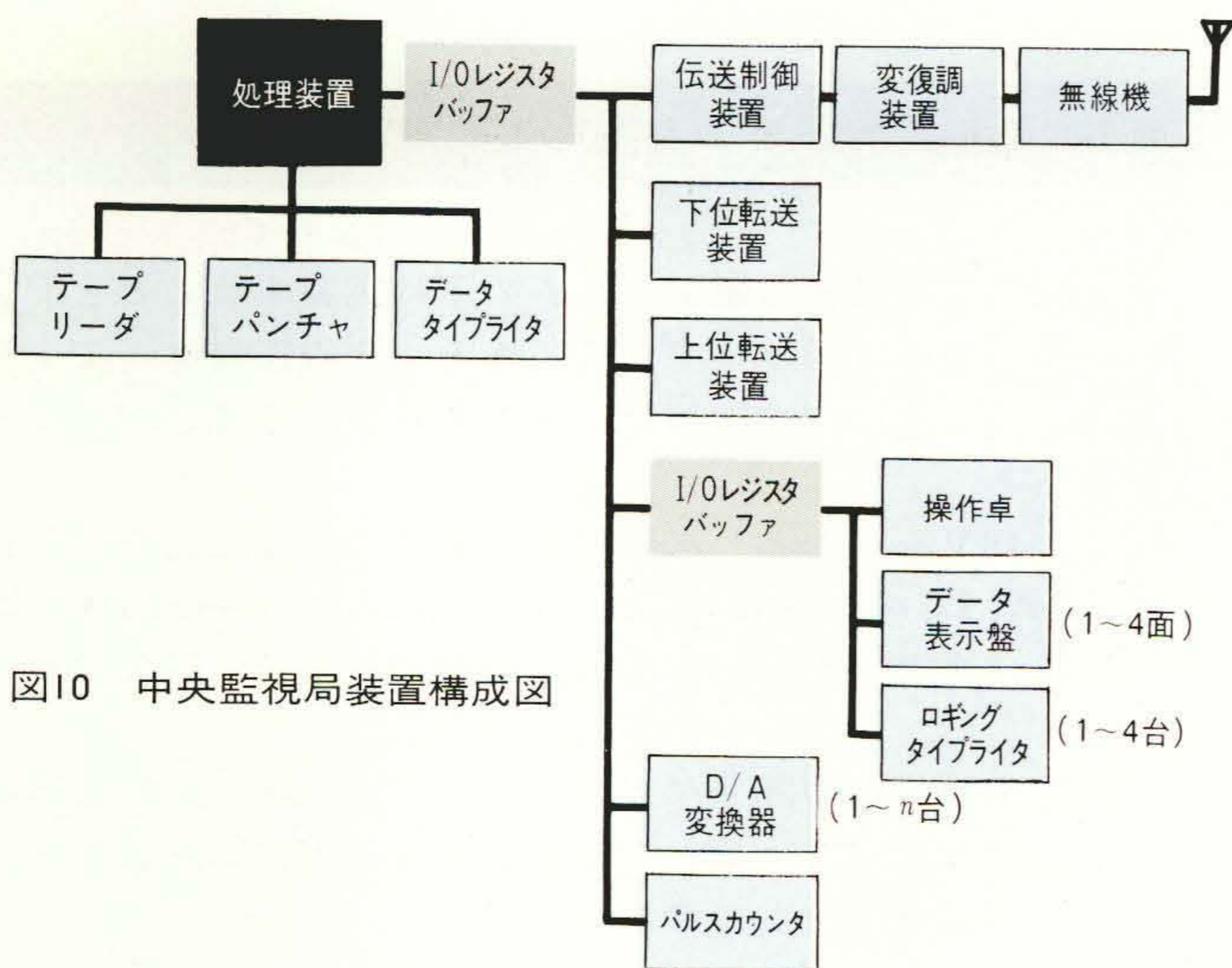


図10 中央監視局装置構成図

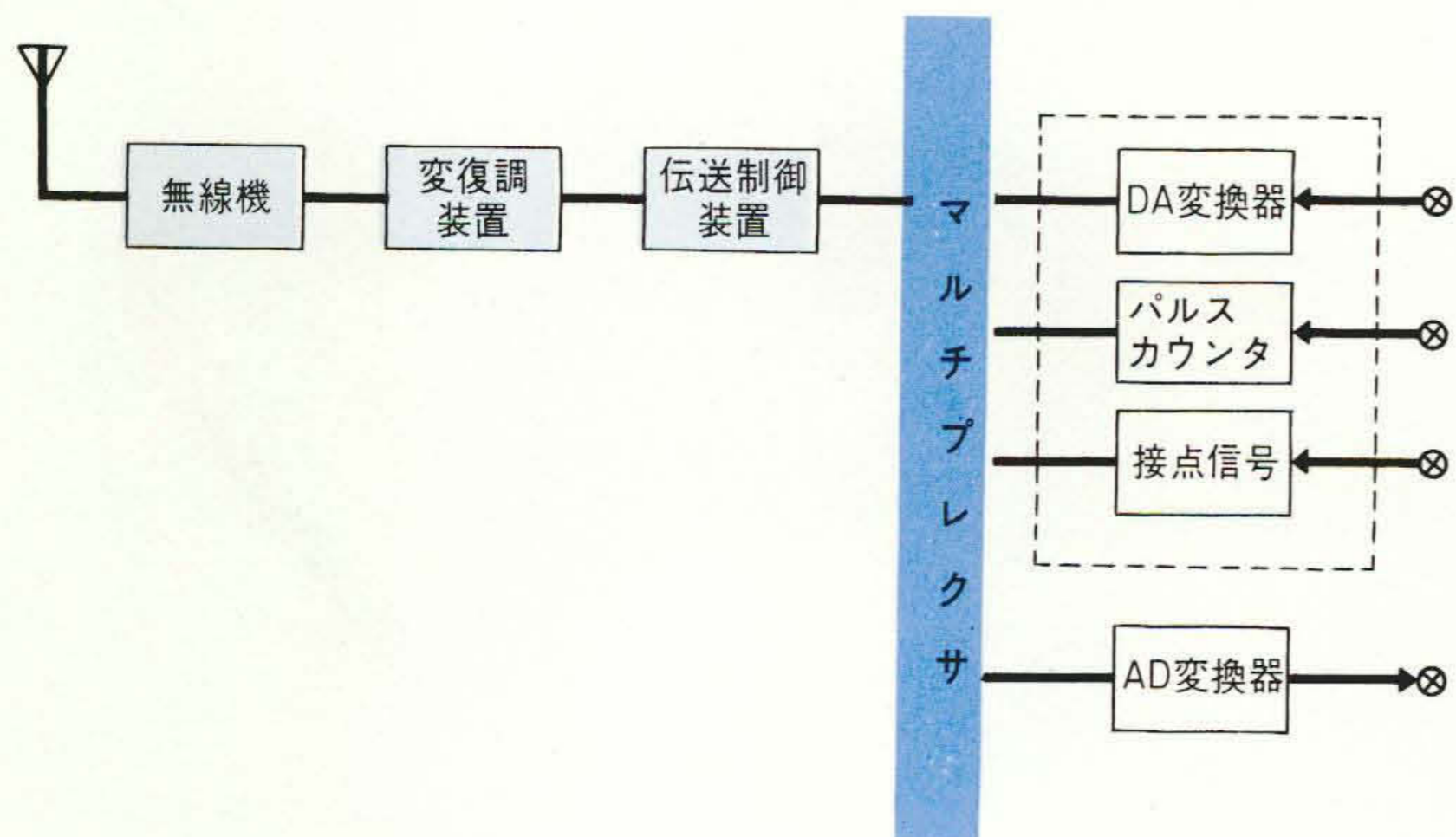


図11 被測定局装置

人工衛星用磁気トルク測定装置

人工衛星内に発生する磁気的なスピンドampingトルクなどの微小トルクを、十字ばね(cross-spring pibot)を利用して測定する装置を開発し、東京大学宇宙航空研究所へ納入した。本装置は、被測定物を十字ばねテストスタンド上に保持し、これに回転磁場を加えたときに被測定物内に発生する磁気的なトルク(うず電流によるトルクおよび磁気ヒステリシスに起因するトルク)によって生ずる十字ばねの微小角度偏位を、0.1秒角読みのオートコリメータを使用して計測する方式で、回転磁場を発生する直交コイル装置を含め、防振台上に設置して使用される。

本装置の主要諸元を次に示すとおりである。

トルク測定範囲	100~10,000dyn/cm
ただし、十字ばね交換により測定範囲の変更が可能	
被測定物重量	120kg以下
被測定物許容重心偏位	50kg/cm以下
回転磁場範囲	10~1,000回転/min
	2.5Oe
振動ダンパー	油そう式
角度読取精度	0.1秒角
トルク校正方式	標準磁気モーメントによる
外乱除去方式	防震台および遮風ついで

本装置は、上記の磁気的なダンピングトルク測定のほか、人工衛星の磁気的な姿勢制御に関する実験に使用される予定である。

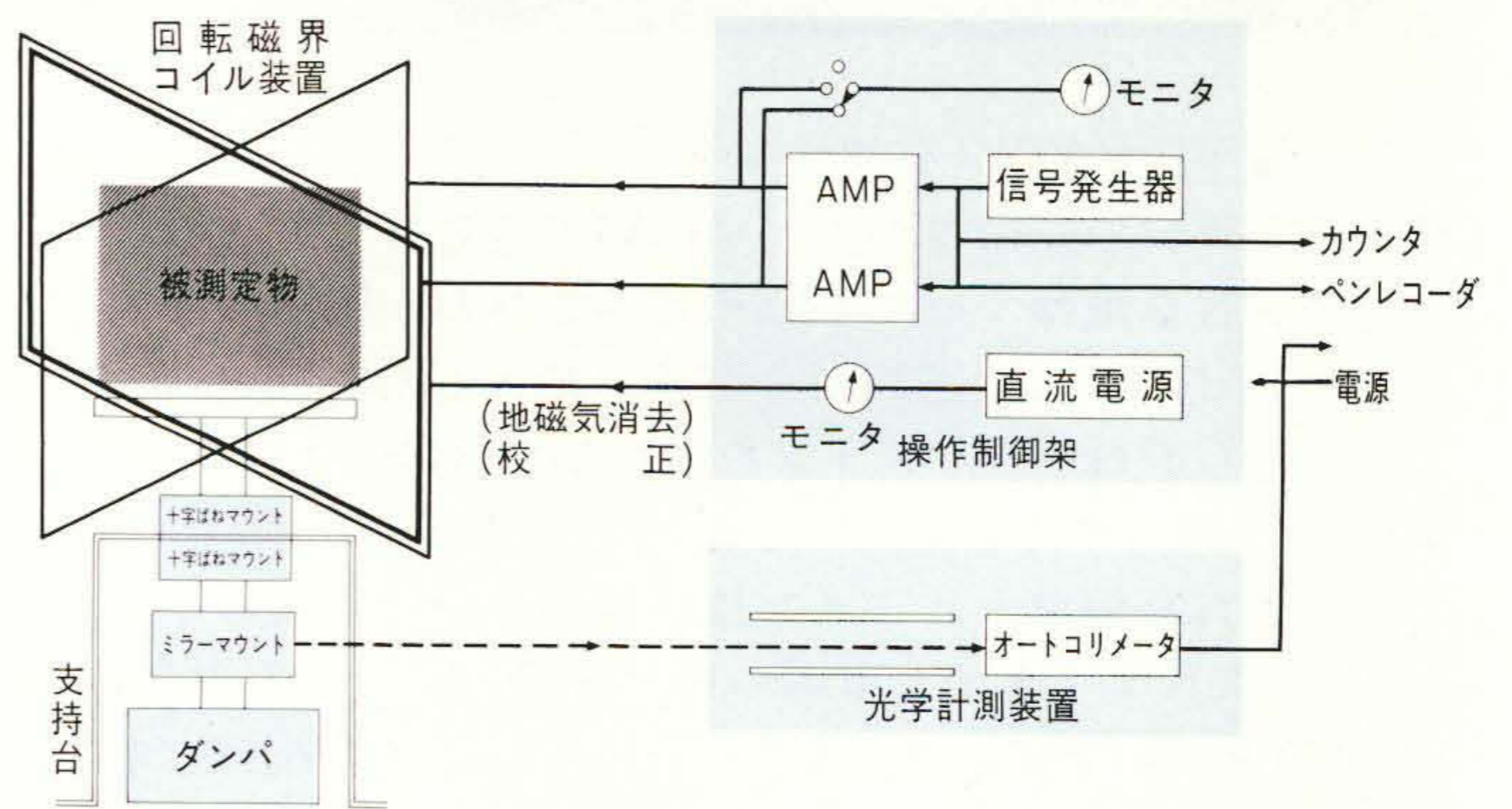


図12 磁気トルク測定装置系統図

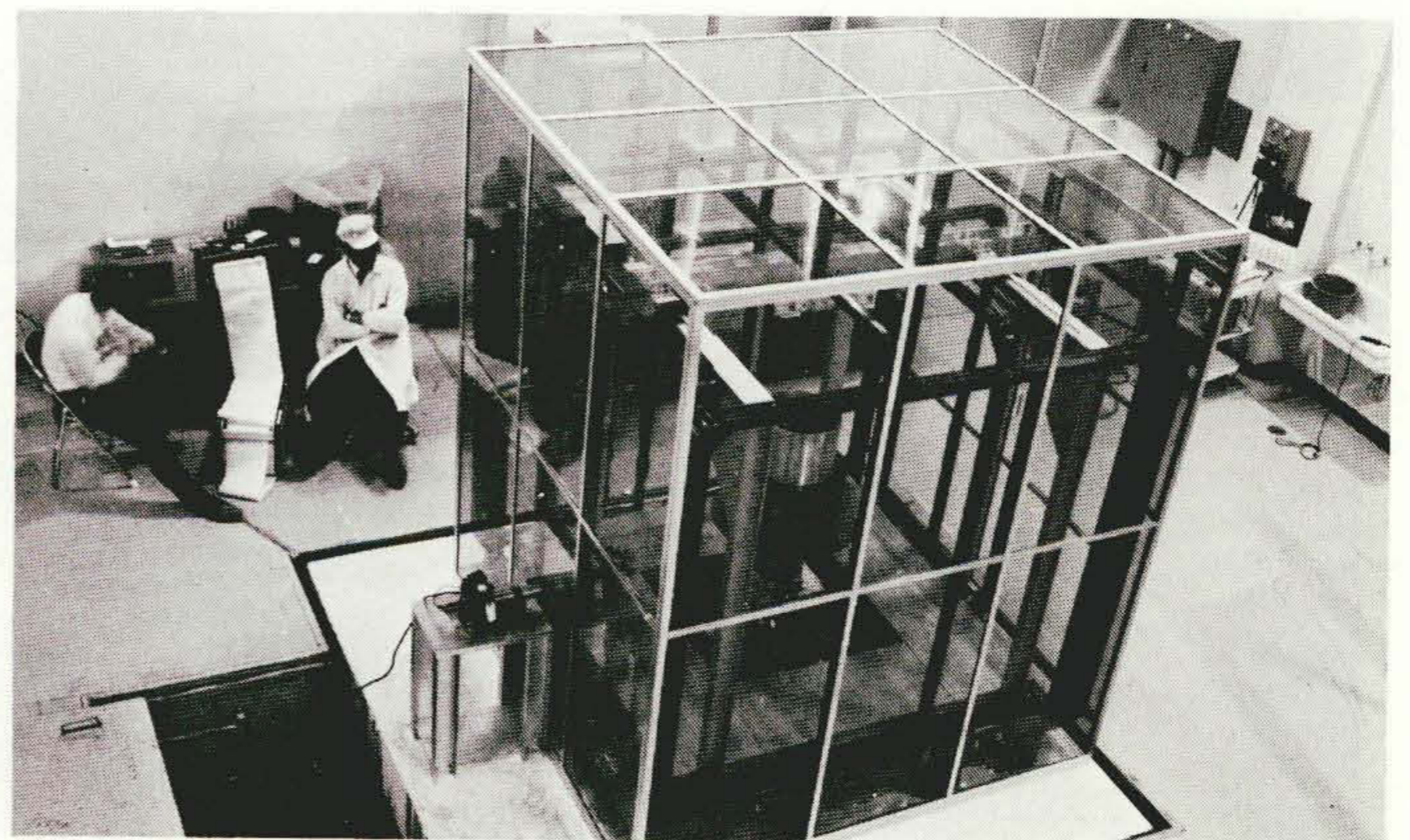


図13 磁気トルク測定装置

ガンダイオードを用いたテレビジョン中継装置

最近、都市の高層建築化や交通事情の悪化などにより、見通し距離が悪くなるに従い、短距離でも多段中継をする頻度(ひんど)が多くなり、また番組の多様化から小形、軽量で機動性に富んだ特殊なテレビジョン中継装置が望まれるようになった。

これらの要求に対応するため、ガン発振器、マイクロ波集積回路など最新の技術を駆使して短距離中継用の13GHz、100mW出力の超小形FPU装置(野外中継装置)を開発した。本装置の特長は次のとおりである。

(1) 小形、軽量

高周波部と制御電源部を一きょう体化し、送信、受信ともそれぞれ約10kgである。

(2) 消費電力の軽減

送信、受信ともそれぞれ約50VAである。

(3) 機能

カラー番組の伝送ができ、音声も多重して同時中継が可能である。

(4) 中継距離

標準の付属品である0.6mφパラボラ空中線を使用し、強雨時で約4kmまで良質な画像および音声伝送できる。



図14 ガンダイオードを用いたテレビジョン中継装置

マルチレンズ(図15)はその表面が数百個の不連続なそれぞれ独立した面からなり、従来の制約条件を越えてどのような誤差でも完全に補正し、色むらのない画像を得ることを可能としたものである。しかもこのレンズは、量産上もきわめて高効率で従来レンズに劣らぬ効率で生産することができる。

このマルチレンズを用いた新しい露光技術の開発により、20形110度ブラックマトリックス管(図16)の量産を開始したのを皮切りに18形、16形の量産化も終わった。引き続き22形、26形および14形の開発を行ない、110度ブラックマトリックス管の一連のシリーズ化を完成させる予定である。

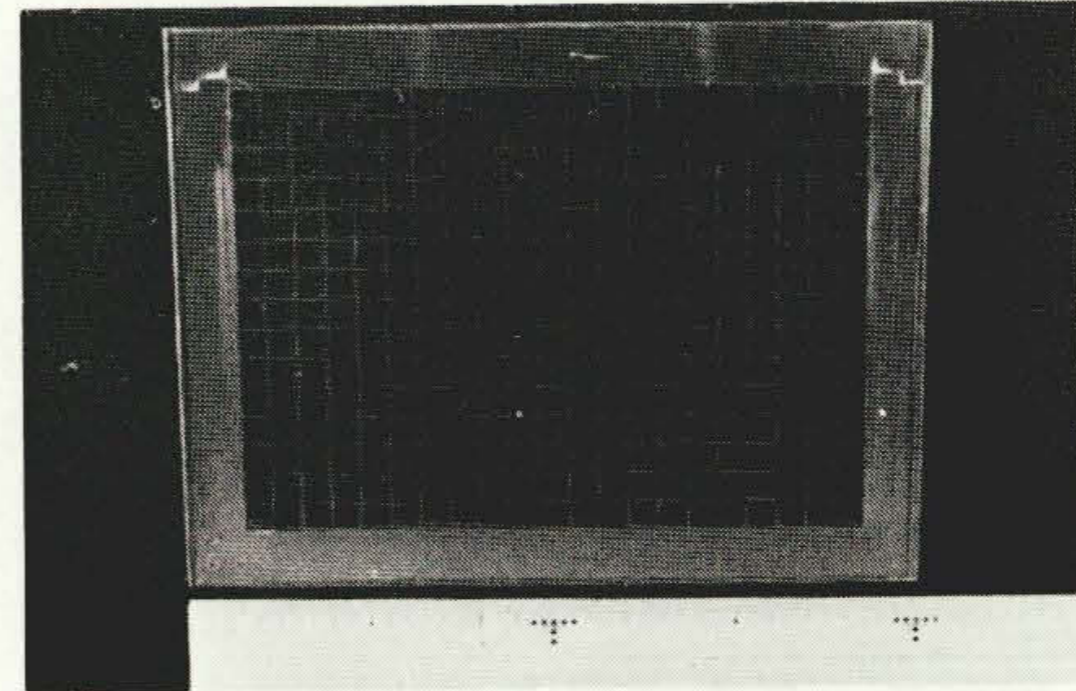


図15 マルチレンズ(不連続面補正レンズ)

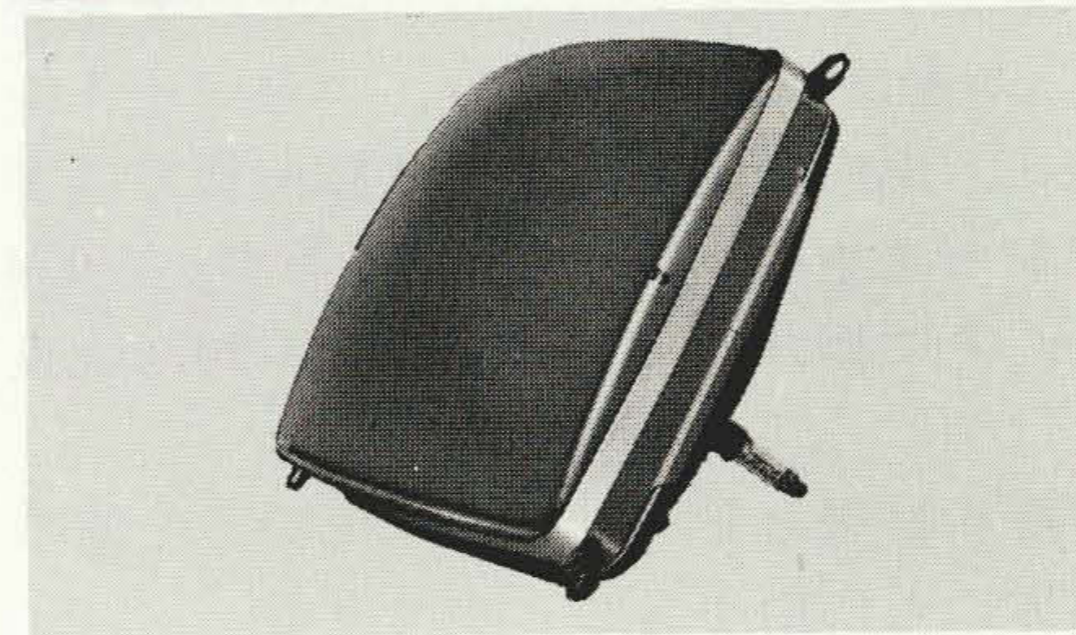


図16 20形110度ブラックマトリックス・カラーブラウン管510 BL B22

電子部品

新露光技術による110度ブラックマトリックスカラーブラウン管の量産化

カラーテレビ受像機はその普及とともにますますコンパクト化が要求され、これを具体化する最も有力な方法として広角偏向化が進められている。カラーブラウン管の偏向角を従来の90度から110度に拡大することにより、20形の場合、ブラウン管の全長を約100mm短縮することができる。一方、白黒管の場合と異なり、カラーブラウン管を広角化するにあたっては技術上多くの問題が発生する。たとえば、偏向電力、ピュリティ、コンバーゼンスなどの問題である。中でもピュリティは最も本質的なもので解決の困難な問題である。特にブラックマトリックス管に110度偏向を組み合わせた場合はこの困難さはいっそう大きなものとなる。

日立製作所ではこのような110度偏向カラーブラウン管のピュリティを改善するため、ブラウン管けい光面に3色けい光体を配列する全く新しい技術を開発した。従来から3色けい光体ドットをけい光面上に形成させるため、シャドウマスクを通して紫外線で露光焼付する方法がとられてきた。そしてこの光線の軌道を実際の電子ビームの軌道にできるだけよく近似させるため光源とシャドウマスクの間に特殊曲面を持った補正レンズを置き、軌道補正を行なう方法がとられてきた。しかし、なめらかな連続曲面を持った従来のレンズでは補正に限界があり、ある種の誤差は補正不可能であることが理論的にも明らかになった。そしてこの補正不可能成分は110度偏向化とともに急激に増大する。われわれが新たに開発したマ

多桁表示管「ラインスター」の量産化

電子式卓上計算機用の数字表示管として、従来は0~9の算用数字状の陰極を積み重ねた、1桁(けた)分ずつの表示放電管が使われていたが、表示管の合理化と価格引下げの要求に対応するために、使いやすさも考慮したセグメント式の平板形多桁表示管を開発し、商品名「ラインスター」として、量産を開始した。一般的な特長としては、(1)安価で小形、軽量である。(2)実装が容易である(標準のPC板コネクタに適合)。(3)桁間干渉による異常発光(クロマトーク)が出ない。(4)表示字形パターンに変更の自由度がある。(5)長寿命で信頼性が高い。などをあげることができるほか、品種によっては"0"サ

プレス使用を考慮した全桁キープアライブ電極の内蔵や、記号の駆動方法に自由度を持たせた記号電極の単独引き出しなど、きめの細かい配慮が加えてある。

一部の品種は、すでに電子式卓上計算機に組み込まれて国内外の市場に販売されているが、表示品質などの面でさらに改良を行なっている。

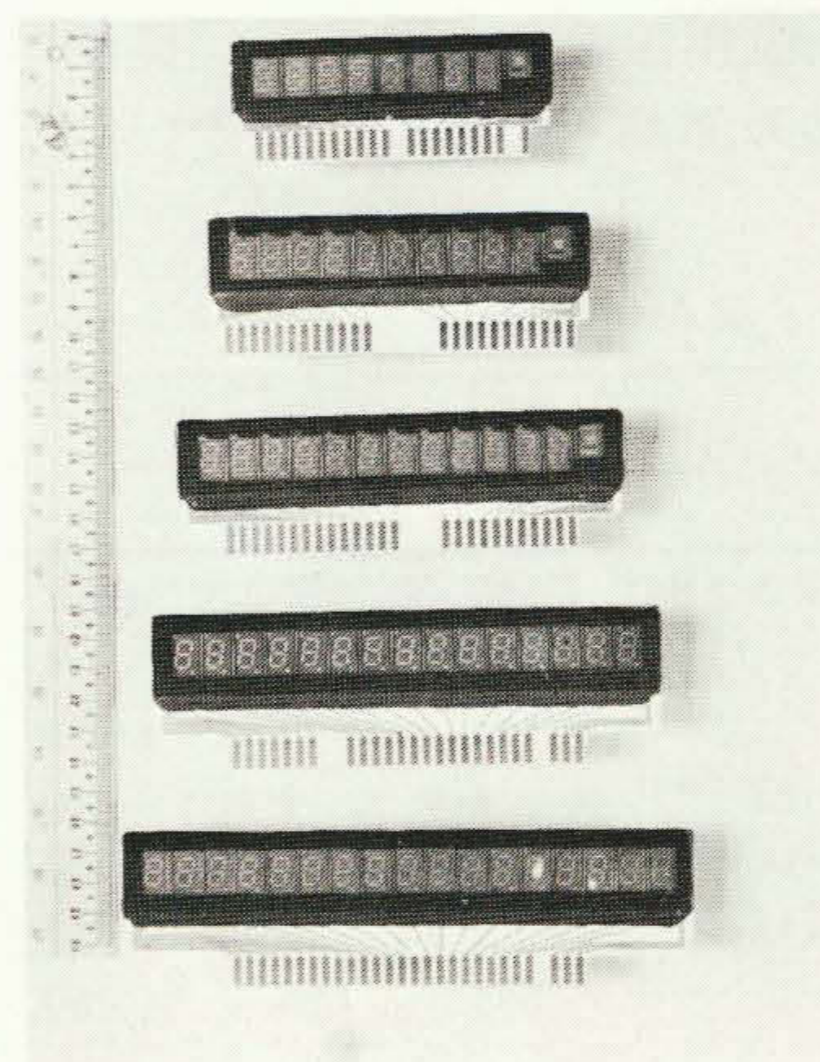


図17 ラインスター 上からHI893, HI813B, HI833B, HI853, HI873

複合集束形ビジコンの図形ひずみの改良

ビジコンの電子像に図形ひずみがあると、レジストレーションのずれの原因となり、画質が低下し問題点となっていた。そこで図形ひずみ、解像度、シェーディングの理論解析を行なうことによって、諸特性を劣化させることなく図形ひずみを低減した。

図形ひずみには、S字ひずみ、糸巻ひずみなどがあるが、S字ひずみについては、集束系と偏向系の重畳した場合の理論式を導出し、数値計算を行なうことによって解析した。解像度については、電磁場分布を与え、球面収差係数を計算し、適当な近似を行なうことによって電子ビームの半径を求め、振幅変調度を計算することにより解析した。また、糸巻ひずみ、シェーディングに関しては、電子の軌道解析を行なうことにより検討した。

それぞれ計算値と実測値は良く一致し、その結果として不良の原因が判明し、改良方法を見いだすことができた。S字ひずみについては、集束磁場分布を中央付近の急峻(きゅうしゅん)な分布にすることにより、解像度をほとんど劣化させることなく、S字ひずみ量をテレビ走査線本数で従来の1本から0.5本に低減できた。糸巻ひずみについては、コリメートレンズの電極電圧比を変え、偏向磁場を従来より12mm後方にずらすことによって、テレビ走査線本数で従来の0.8本から0.4本に低減できた。また、その場合シェーディングも30%改良できた。

この解析方法および解析結果はビジコンだけでなく、他のいろいろな電子走査装置にも応用することができる。

透明・耐熱衝撃性を有するモールドレジン

発光ダイオードによる点光源や数字表示用素子は、使用時の塵埃(じんあい)、湿気、外力などから保護するためレジンでモールドされ、そのレジンには、透明性ととも耐熱衝撃性や耐湿性にすぐれていることが要求される。従来の透明レジンは熱膨張率がきわめて大きいため、モールド品内部の素子が断線したり、レジンがひびわれするなどの問題があった。

特殊なレジンと充てん剤とを組み合わせ、透明性と耐熱衝撃性を両立させうる画期的なモールドレジンを開発した。これは表4に示すように熱膨張率が小さいため、これでモールドした発光ダイオードはきわめて過酷な熱衝撃にも十分耐える。耐湿性も良好であり、高い信頼性を示している。開発したレジンは透明性を必要とする他の部品、機器にも適用できる。

表4 透明レジンの特性とモールド品の信頼性

項目	レジン名	開発品	従来品	
			A	B
特 性	光透過率(%、厚さ2mm)	80	97	95
	線膨張係数 $\times 10^5$ ($^{\circ}\text{C}^{-1}$)	3.0	9.4	6.9
	ガラス転移点($^{\circ}\text{C}$)	130	140	110
	誘電率(1MHz)	3.8	3.4	3.0
	体積抵抗率($\Omega \cdot \text{cm}$)	1×10^{17}	8×10^{16}	1×10^{17}
	曲げ弾性率 $\times 10^{-4}$ (kg/cm^2)	5.5	3.2	3.1
	曲げ強度(kg/cm^2)	800	870	1,190
信 頼 性 (断線不良率%)	熱衝撃150 $^{\circ}\text{C}$ /5分 -75 $^{\circ}\text{C}$ /5分400Hz	0	3	6
	プレッシャクッカ、120 $^{\circ}\text{C}$ 、 2 atm水蒸気中10h	0	2	5

集積回路用セラミック多層基板の開発

ICやLSIの集積回路技術の進歩に伴って、これらを実装するための高性能多層配線基板が必要となっている。日立製作所の多層印刷セラミック(以下SMCと略す)は半導体デバイスを直接取り付けできる微細多層基板で、従来のPCボード面積の1/10以下の小形化が可能で、自動生産にも適したユニークな新製品である。ドクターブレード法により0.5~1.0mm厚のアルミナ生(なま)シート上に導体用タングステンと層間絶縁用アルミナ層を交互に多層印刷したあと、1,600 $^{\circ}\text{C}$ 中で一体焼結する。各層の配線は印刷された絶縁層のスルーホールを通じて接続しており、5~10層の多層配線構造ができる。このモノリシック構造のSMC基板はアルミナのバルクと同程度の強度を有し、かつ、内部ひずみが小さくできるため配線の信頼性がきわめて高い。一方、コスト上も、素材が一般の厚膜材料の1/10~1/20であること、開発初期に必要な型代も安くカスタムデザイン化の傾向に適している。図18は5層のSMC

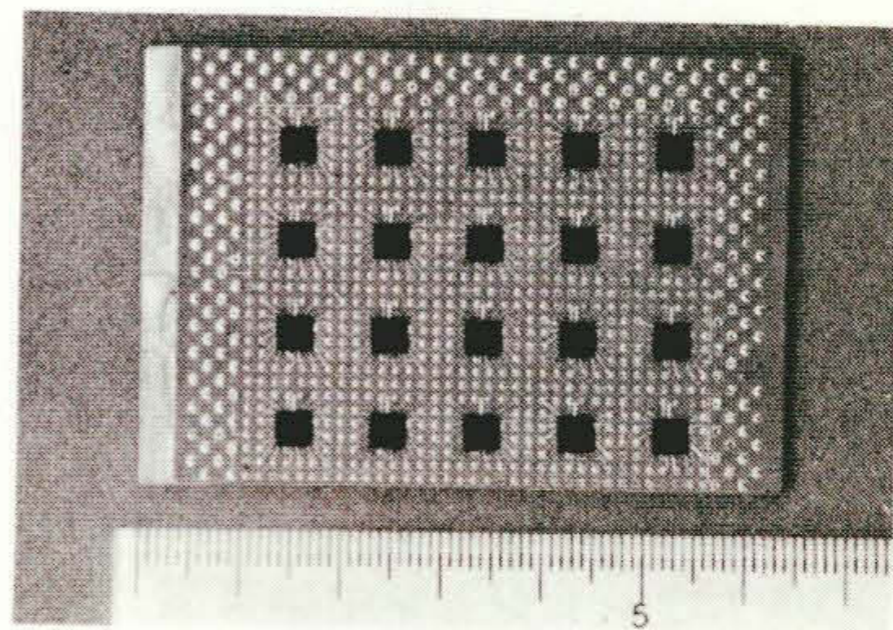


図18 集積回路用セラミック多層基板

ドの試作例であるが、このほかLSI用パッケージ数字表示管用基板、ハイブリッドIC基板など広範な応用製品がある。

半導体素子

テレビ用ガラス高圧ダイオードの開発

カラーブラウン管の高圧整流用としてガラスモールド形高圧ダイオードを開発した。従来のレジンモールド形に比較し、ガラスによる表面安定効果、ペレットの径小化、ライフタイムキラーの採用などにより逆特性が向上し、使用周温100 $^{\circ}\text{C}$ も可能となった。また小形で機械強度が大であり、テレビ高圧Box設計の自由度が増し、エポキシレジンによる直接モールド、Boxの小形化が可能となった。現在まで国内、国外においてはレジンモールド形が主流であり、ガラス高圧ダイオードは未開発であった。このたび日立製作所で開発完了した主要製品は下記のとおりである。

- (1) トリプラ回路用 ; Y 06形, Y 13形(11kVp, 1.5mA), Y 07形, Y 14形(12kV, 1.5mA),
- (2) グブラ回路用 ; Y 08形, Y 15形(17kV, 1.5mA)

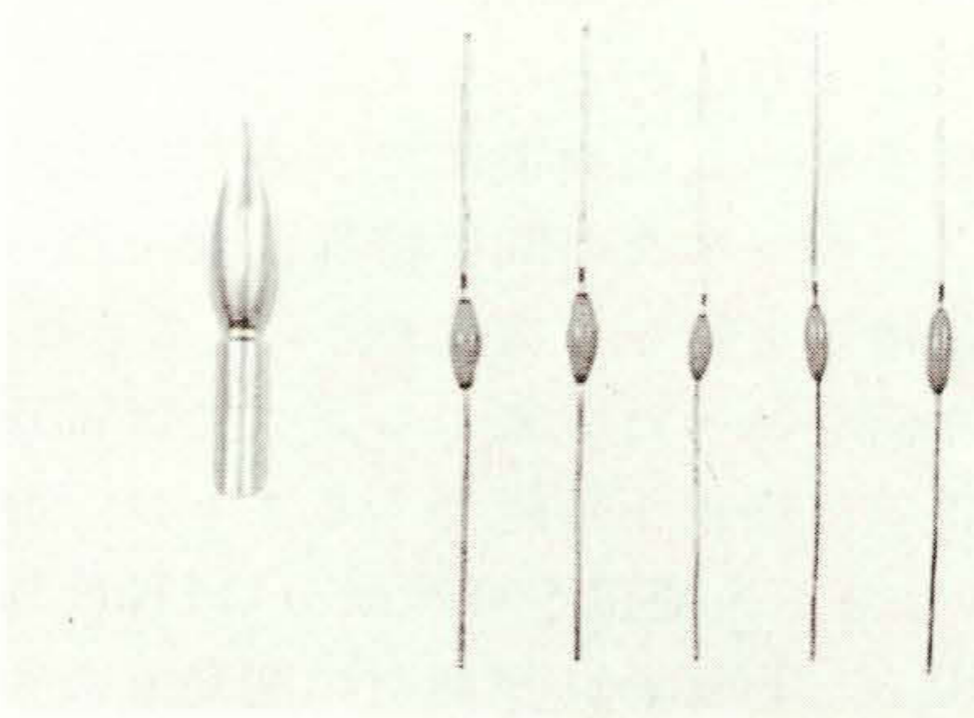


図19 ガラス高圧ダイオード
左よりペン先
Y 06, Y 07,
Y 13, Y 14,
Y 15

大電力用ダイオード、サイリスタ

電力用半導体変換装置において、装置の容量が大きくなると、素子の直列または並列接続の数が多くなり、システム全体のパフォーマンスがそこなわれる。このため素子自体の大形化は電力用素子にとっては常に開発目標となる。従来、750Vの直流電動機用として、2,500V級のサイリスタ400A 2,500V CH03形、ダイオード800A 2,500V C01を使用してきたが、さらに並列数を少なくし、装置の経済性、信頼性を上げるため今回1,000A 2,500VサイリスタCA01形、1,600A 2,500VダイオードA01の大電流素子を開発した。一方、直流送電用変換装置に半導体素子の応用が計画されている。このような高圧機器の分野での応用を目標に素子の耐電圧を高く設定した高耐圧サイリスタ800A 4,000V CA02形サイリスタを開発した。

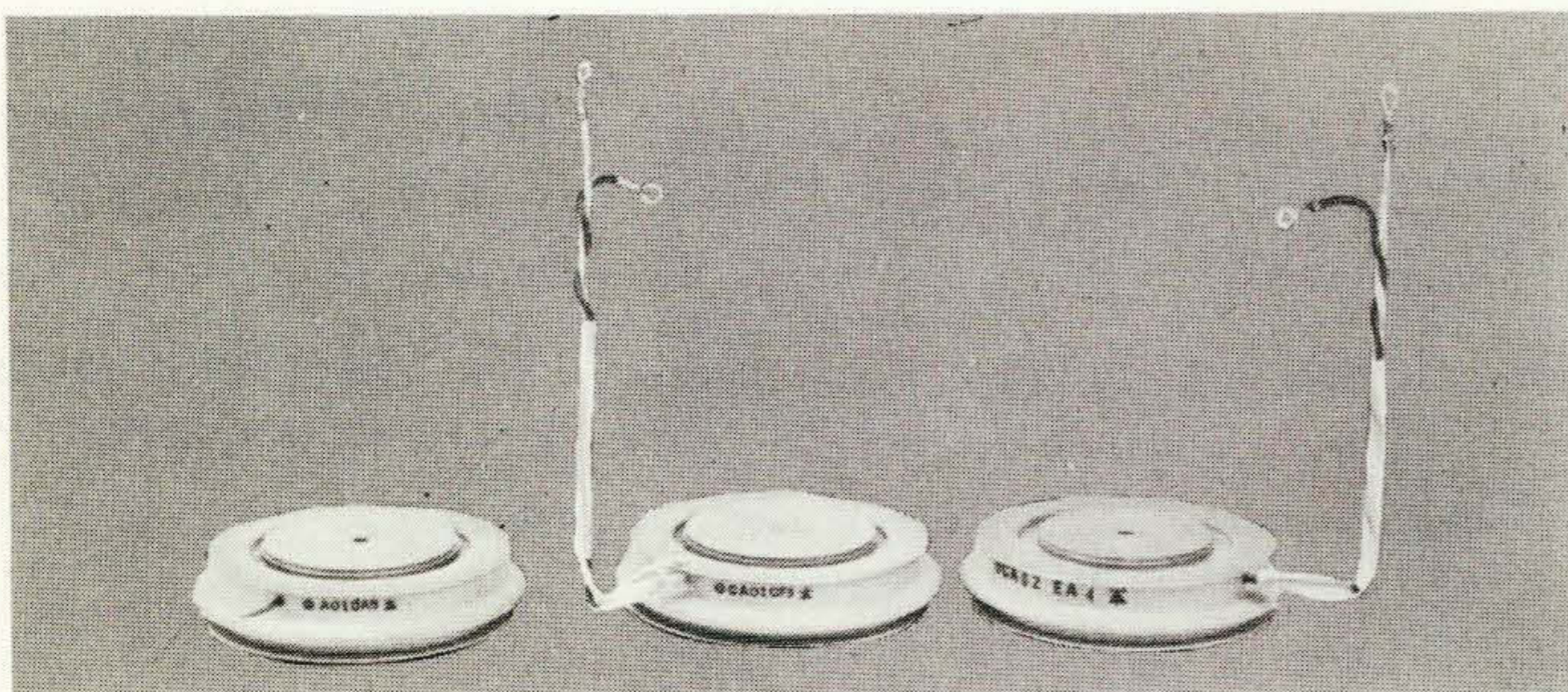


図20 大電力用ダイオード、サイリスタ
左より 整流ダイオードA01 1,600A 2,500V
サイリスタCA01 1,000A 2,500V CA02 800A 4,000V

平形素子用スタック

サイリスタ、ダイオードの大容量化の要求により、従来のスタッドタイプ素子に代わるものとして両面冷却方式の平形素子の有効性が認識され、その品種が増加してきているが、平形素子の組立方法には、素子との接触面の表面状態、部品類の平行度、素子締め付け加圧力および素子加圧状態などの特殊な技術が必要とされているため、平形素子締め付け加圧部と冷却部を兼ねた汎用性のあるスタックが要望されていた。

今般開発完成した汎用平形素子用スタックは、これらの要求にこたえるものである。

その特長とする点は、下記のとおりである。

- (1) 種々の平形素子の品種に対し、適用できる構造としている。
- (2) スタック部品類は標準化し、スタックの構成は種々の要求に応じられる構造を持っている。
- (3) 平形素子専用フィンシリーズ化している。
- (4) 現地で素子交換が可能である。

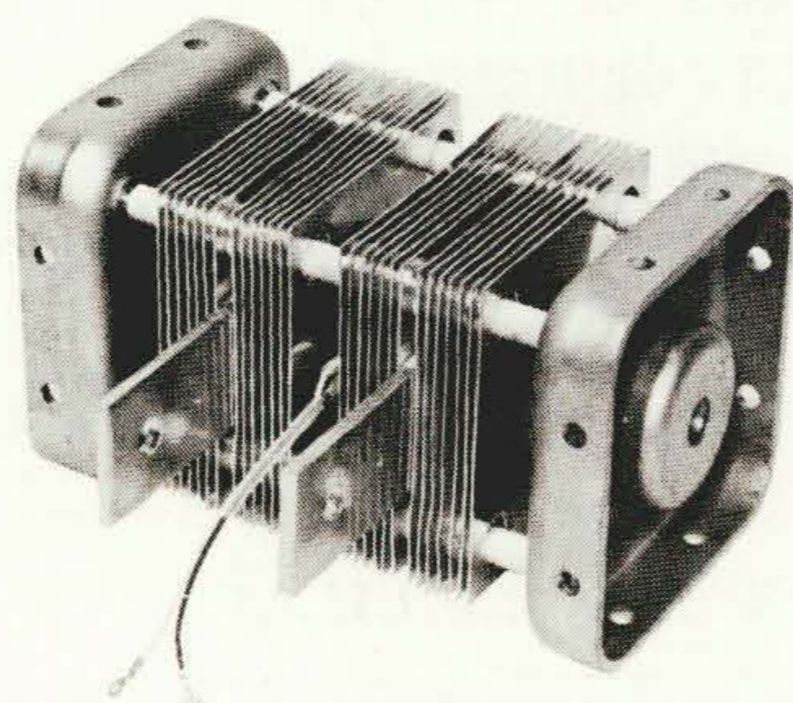


図21 平形素子用スタック

溶接機用サイリスタスタックのシリーズ化

抵抗溶接機では溶接変圧器の一次回路を開閉することによって溶接電流の通電制御を行っており、この開閉装置として、従来イグナイトロンが採用されていたが、半導体技術の発展とともに高耐圧、大容量のサイリスタの開発が進み、またその信頼性が高いことから、イグナイトロンに代わるものとして使用される機運となっている。

今回開発完成した日立溶接機用サイリスタスタックはサイリスタ式溶接機および現有設備のイグナイトロンの保守交換用に利用するためシリーズ化したものである。

その特長のおもな点は次のとおりである。

- (1) WES規格D、EおよびFサイズの3品種と、さらにこれら各サイズにイグナイトロン保守交換用としての補助回路を設けた合計6品種のシリーズ化である。
- (2) 水冷方式の採用によりコンパクト化している。
- (3) 構造の簡略化と標準部品の採用により低価格化している。

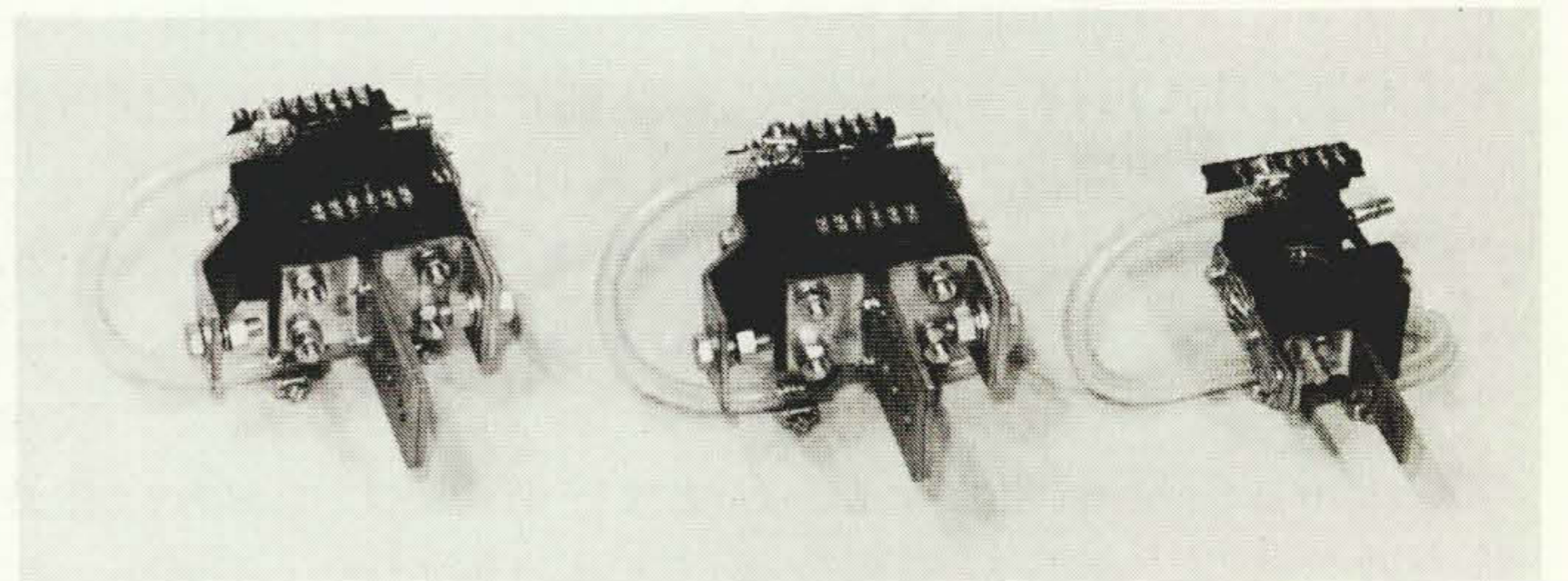


図22 溶接機用サイリスタスタック

GaAs_{1-x}P_x発光素子の開発

気相成長にて、GaAs基板上に成長したGaAs_{1-x}P_xエピタキシャル結晶を使用し、赤色発光素子の開発を行なった。その結果、プレーナ形素子の製造技術が確立し、点発光ダイオードHE1102および数字表示素子HE1105の開発が完了した。

HE1102の代表特性は、ピーク波長 $\lambda_p=6,500\text{\AA}$ 、平均輝度 $B=300\text{fL}$ ($I_F=10\text{mA}$ にて)、順方向電圧 $V_F=1.6\text{V}$ ($I_F=25\text{mA}$ にて)、逆耐圧 $V_R=15\text{V}$ ($I_R=10\mu\text{A}$ にて)、接合容量 $C_j=50\text{pF}$ ($V_R=0\text{V}$, $f=1\text{MHz}$ にて)である。またHE1502の代表特性は、ピーク波長 $\lambda_p=6,500\text{\AA}$ 、平均輝度 $B=200\text{fL}$ ($I_F=5\text{mA}$ にて)、順方向電圧 $V_F=1.7\text{V}$ ($I_F=10\text{mA}$ にて)、逆耐圧 $V_R=8\text{V}$ ($I_R=10\mu\text{A}$)、接合容量 $C_j=40\text{pF}$ ($V_R=0\text{V}$, $f=1\text{MHz}$)である。電子式卓上計算機、計測器などに広く使用されている。

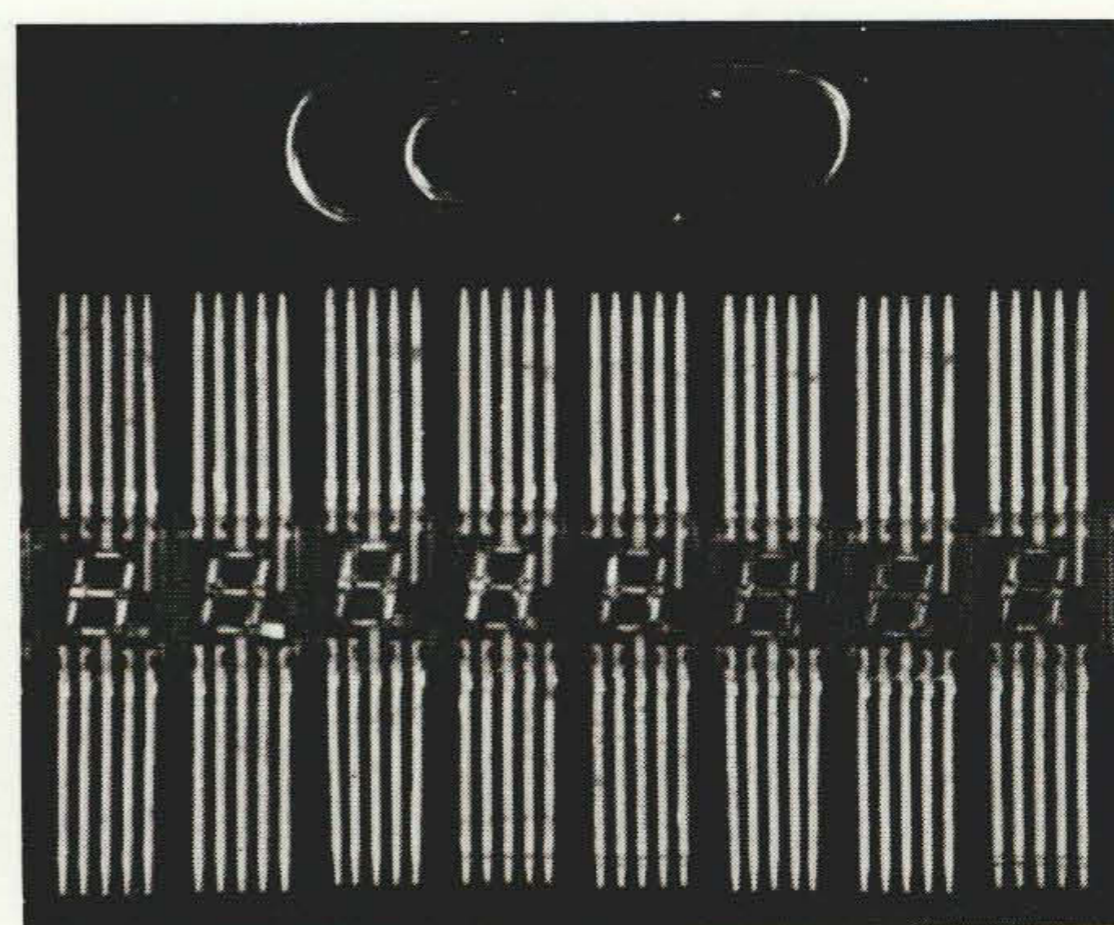


図23 数字表示素子 HE1502

集積回路

広角偏向カラーテレビ用ICの開発

カラーテレビは最近広角偏向化、高性能化が進められているが、新たにこれら用途に最適のモノリシックIC5品種を開発し、実用化した。広角偏向(偏向角:110度)に伴い、従来の90度偏向ブラウン管使用のテレビに比べ(1)画面周辺部のコンバーゼンス(色ずれ補正)量が大きくなり、(2)糸巻ひずみ量が大きくなるなどの欠点を生じ、従来の受動素子による補正方法では十分な性能を得ることがむずかしかった。これに対処する方法として、まずコンバーゼンスに関しては、これをアクティブ化し垂直(HA1146)、水平(HA1147)コンバーゼンス回路を2個のICで構成することにより、(1)補正能力の向上、(2)画面上、下部および左、右部の独立調整化、(3)従来行なわれていなかった画面四すみでのコーナコンバーゼンス補正機能を付加しており、画面全面にわたり良好なコンバーゼンスが得られるようにした。次に糸巻ひずみに関しては上下糸巻ひずみ補正回路をアクティブ化し、垂直発振とあわせIC化(HA1148)することにより補正能力の向上を図っている。映像中間周波増幅用IC(HA1144)に関してはチューナのFET(電界効果トランジスタ)化に対処するためReverse AGC(VHFチューナ用)、Forward AGC(UHFチューナ用)二つの出力をもち、かつ利得向上を図っている。また、映像検波回路は信号処理回路とあわせ大集積化されており、検波器の微分利得、微分位相の改善により良好なカラー画面を得ている。

シリコンゲートMOS LSIシリーズの製品化

現在広く使われているアルミゲートMOS LSIは製造工程中に人間による合せ作業がはいるため、余分の面積を取り集積度が低下すること、また、それが帰還容量となって動作速度を低下させること、電源電圧が高くバイポーラICと直接つなげないことなどの点で改良の余地がある。これに対しシリコンゲートMOS LSIは、ゲート部分にすり合せのいらない自己整合構造をとり、寄生MOS防止用の特殊な製造工程も不要になったため、集積度は2割がた改善され、動作速度は500kHzから1MHzまで向上した。

シリコンゲート構造による一般用のIC、LSIについては15品種、いわゆるカスタムデザインによる製品は35品種を開発し量産している。図24はシリコンゲートMOS LSIの一部を拡大したものである。

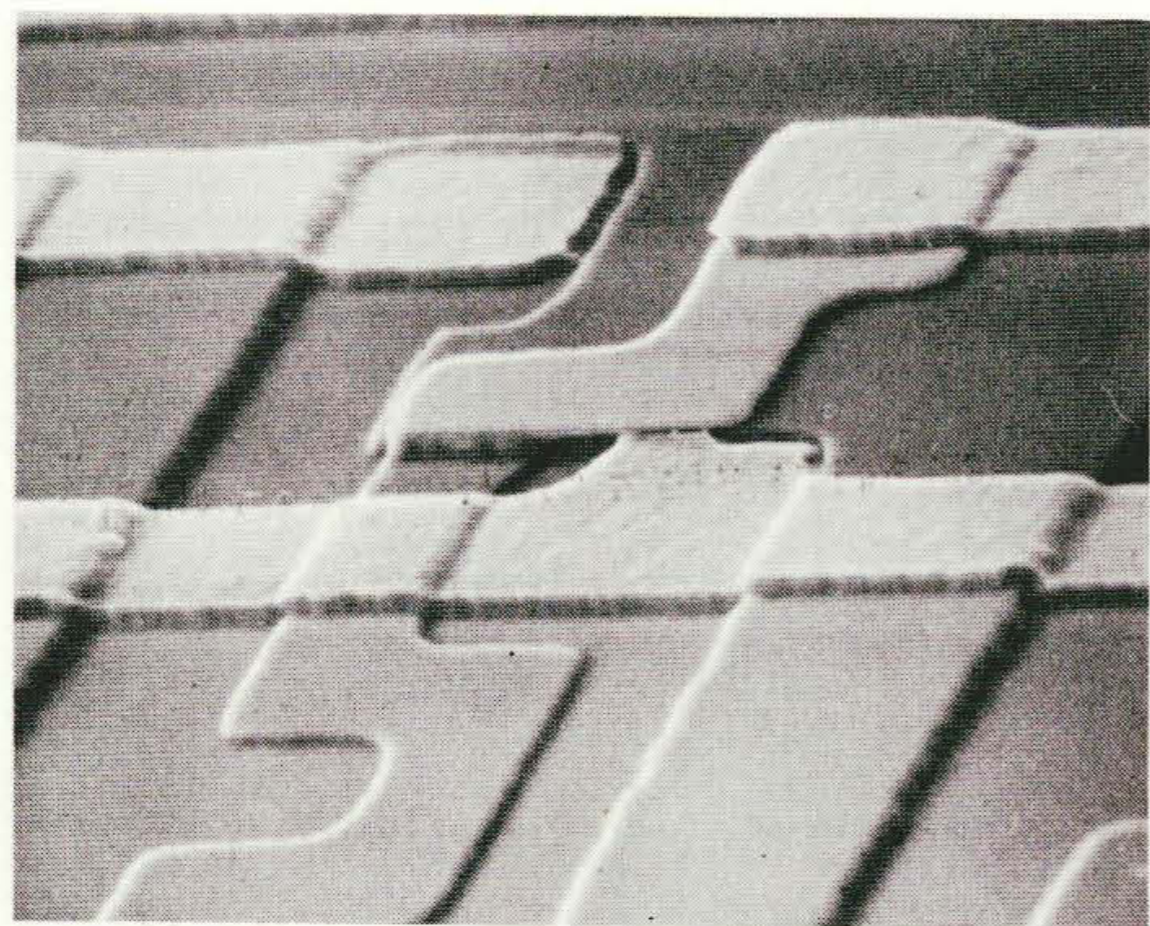


図24 シリコンゲート形MOS LSIの拡大写真

電子腕時計用CMOS LSIの開発

時計の高精度化のためエレクトロニクス化が進行しつつあるが、特に腕時計の場合、水晶を用いた発振出力を分周してその出力でパルスモータを駆動して秒針を動かしたり、その出力を計数して時刻をデジタル表示する方式が一般化する傾向にある。

この場合、最も重要なことは、システム全体としての消費電力を極力減らすことである。今回、pチャンネル形およびnチャンネル形MOSトランジスタを同一のシリコンチップ上に集積するCMOS(コンプリメンタリMOSの略称)技術の実用化により、水銀電池(1.3V)や銀電池(1.5V)1個で1年以上交換することなく動作可能な超低消費電力化を達成した。

図25は発振、分周、波形整形およびパルスモータ駆動部といったエレクトロニクスのほとんどの部分をわずか2mm角強の1個のチップに集積したCMOS LSI HD4101のレイアウトを示している。また現在、消費電力の少ない液晶数字表示装置と組み合わせたデジタル電子腕時計用CMOS LSIの開発も進行中である。

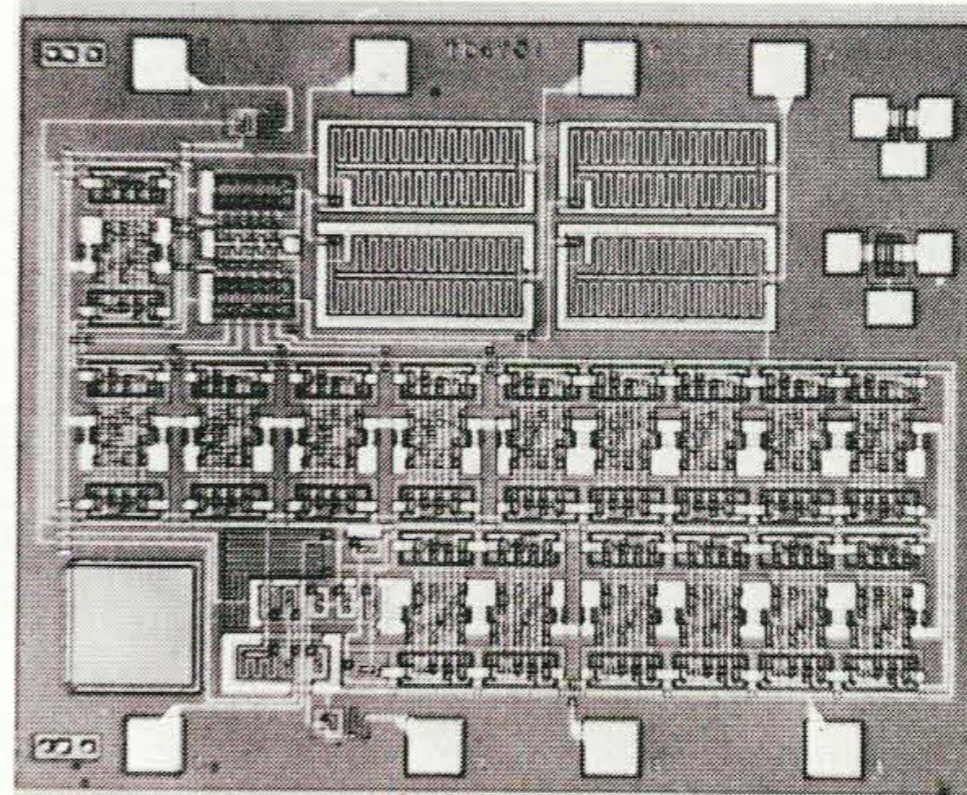


図25 シリコンゲートCMOS LSIチップ

LSIレイアウトパターン自動設計システムLILACの開発

大規模集積回路(LSI)のレイアウトパターンを計算機を使って、自動的に設計する自動配置配線設計システムを開発した。LILACシステムは、論理記述を入力として与えるとLSIを構成する論理素子(セル)の配置と配線をLSIの面積が最も経済的となるような処理を自動的に行ない、レイアウト図面を出力する。この間、人手を全く必要とせず完全に自動的にレイアウト設計が進められ、高集積密度のLSIパターンが得られる。たとえば、従来人手で200時間ぐらい要した500ゲートのLSI設計で、LILACを使用するとレイアウト図を出力するために要する時間は、計算機処理時間約10分、自動製図機描画時間約2時間である。設計の質を示す集積密度は人間とほぼ同等である。最終的な設計図面とするにはこれに人間が手を加えるが、総合的には開発期間を1/2~1/3に短縮することが可能である。

計算機によるLSIの設計自動化はCAD(計算機利用設計)システムとして研究が盛んであるが、これまでのところ配置と配線を別々の評価基準に基づくアルゴリズムを用いるため、設計の途中で必ず人間の判断を必要とし、完全自動化システムの確立には至っていなかった。LILACシステムでは、LSIを構成する論理素子の最適分割、素子列間の配置配線に対する統一的評価基準を見だし、配線面積を最小とするアルゴリズムを追求したことにより完全自動化システムを達成することができた。カスタムデザインによるLSIの多様化に対処するため、このLILACシステムを使用し最適レイアウト設計を効率的に行うことができる。