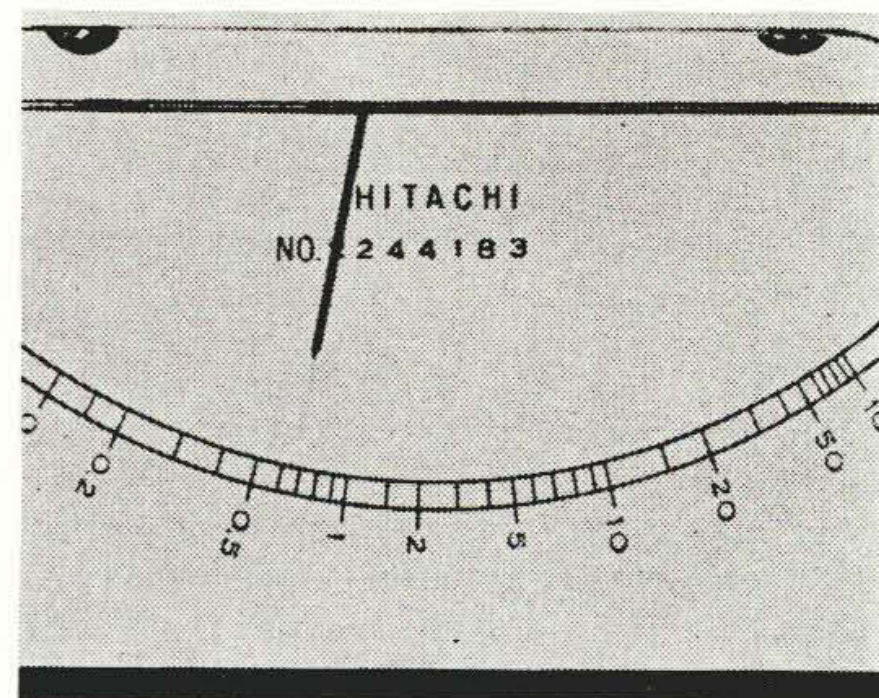


7 計測機器 理化学機器

Measuring and Scientific Instruments



総説

42年度の計測機器および理化学機器は、内外の需要の急増とあいまって技術的進歩も著しいものがあった。

工業計器では、国内で唯一の純国産技術を誇る空気式(FPR-7)および電子式(EDR-11)差圧伝送器シリーズを中心とした伝送器群の製品化と、一連の表示計器64シリーズを開発し、工業プラントの自動制御に大きく貢献している。また電子式VS₈₄形積算計をはじめそのほか各種演算器の新形が開発された。

電気計器では、SM₇₀形ソリッドステートタイマーをはじめとしMM₉₀小形モータタイマーなどオートメーションリレーの品種の拡充を促進し、積算電力計は新計量法の実施により電力量計と名称変更、これを期して性能向上を図り、需要も著しく増加した。実験研究用レコーダも従来のQPDシリーズに新たにラックタイプのQPR形記録計、QGS形直線書きオシログラフをシリーズとして加え利用範囲の拡大を図った。

理化学機器では、電子顕微鏡が1.02Åの高分解能を示す写真の撮影に成功、その技術レベルの高さは内外の注目を集めた。また650kVの超高圧電子顕微鏡は、ドイツのマックスプランク研究所の受注に引き続きカリフォルニア大学の受注も受け、すぐれた性能が世界的に認められている。

質量分析の方面では、有機構造解析の分野に利用されるにおよんでますます応用範囲を拡大しつつあり、これに対応してRMU-6E形質量分析計を製品化しそれに付随する各種の特殊付属装置の開発に成功、毎日技術賞を受賞するほか、アメリカにおいてもピッツバーグコンファレンスにて製品発表を行ないその技術の優秀性を示した。

一方、光学関係は、一般需要の多い汎用製品を中心に開発が進められ、なかでも調整部分の自動化を採用した124形分光光度計は、生産合理化による低コスト高性能を実現し、国内輸出を含めて技術的評価が高い。そのほか207形原子吸光光度計、203形蛍光分光光度計などいずれも操作の簡便と性能向上、価格の諸点で従来の概念を打破した製品を完成した。

医療機器部門においては、成人病を中心とした医療体制の充実が国家的事業として推進され、機器もこれに対応して新構想の各機種が完成された。特に需要が増加したX線テレビ装置については遠隔、近接両用のTD-VA形透視撮影台および複雑な操作を、簡単に1人で行なえるワンマンコントロールのX線装置PV-ADR-155形をはじめ、2~10msの超短時間制御を可能としたDC-1510形心血管造影用X線装置、X線テレビを用いた胃集団検診用X線装置など、今後の医療装置の方向を示すものとして技術的に貢献する所が大きい。また新製品として全トランジスタ脳波計を完成、従来品の技術的難点を一掃したことは日立の総合技術の成果として誇るべきものがある。

R-20形高分解能 核磁気共鳴装置の開発

従来のH-60形高分解能核磁気共鳴装置を根本的に改良したR-20形が42年2月完成し、以後国内外で使用されている。

高分解能核磁気共鳴装置は有機・無機化合物の構造決定に不可欠の分析機器となりつつある。特に有機化合物のおもな構成原子核である ^1H はもちろんのこと、天然存在比の1.1%しかない ^{13}C スペクトルがコンピュータとの組合せにより実現されつつある。

R-20形の特長は ^1H 、 ^{19}F 、 ^{31}P 、 ^{11}B および ^{13}C の核種の共鳴スペクトルがすべて ^1H 共鳴信号を用いた磁場安定化方式（ロックオン）により、スペクトルの横軸が室温変化や磁場妨害の影響をうけることなく、安定な多核種汎用装置である点である。磁石は恒温槽に保たれ、分解能の安定性がよく、天然存在比のままの ^{13}C スペクトルを理化学機器用コンピュータとして設計されたA-1600Aアナライザを用いて雑音平均化して測定できる。付属装置としてはスピンドカップラ、試料温度可変装置（ -100°C ～ $+200^\circ\text{C}$ ）がある。

磁場強度14,100 Gaussで、広い磁場空間にわたりきわめて均一な磁場を発生する永久磁石はR-20形の心臓部であって、磁石ポールピースの材料研究および大形磁石材料の技術が結集されている。

電子回路はすべて半導体化されており、信頼性は高く消費電力も総計500W以下である。

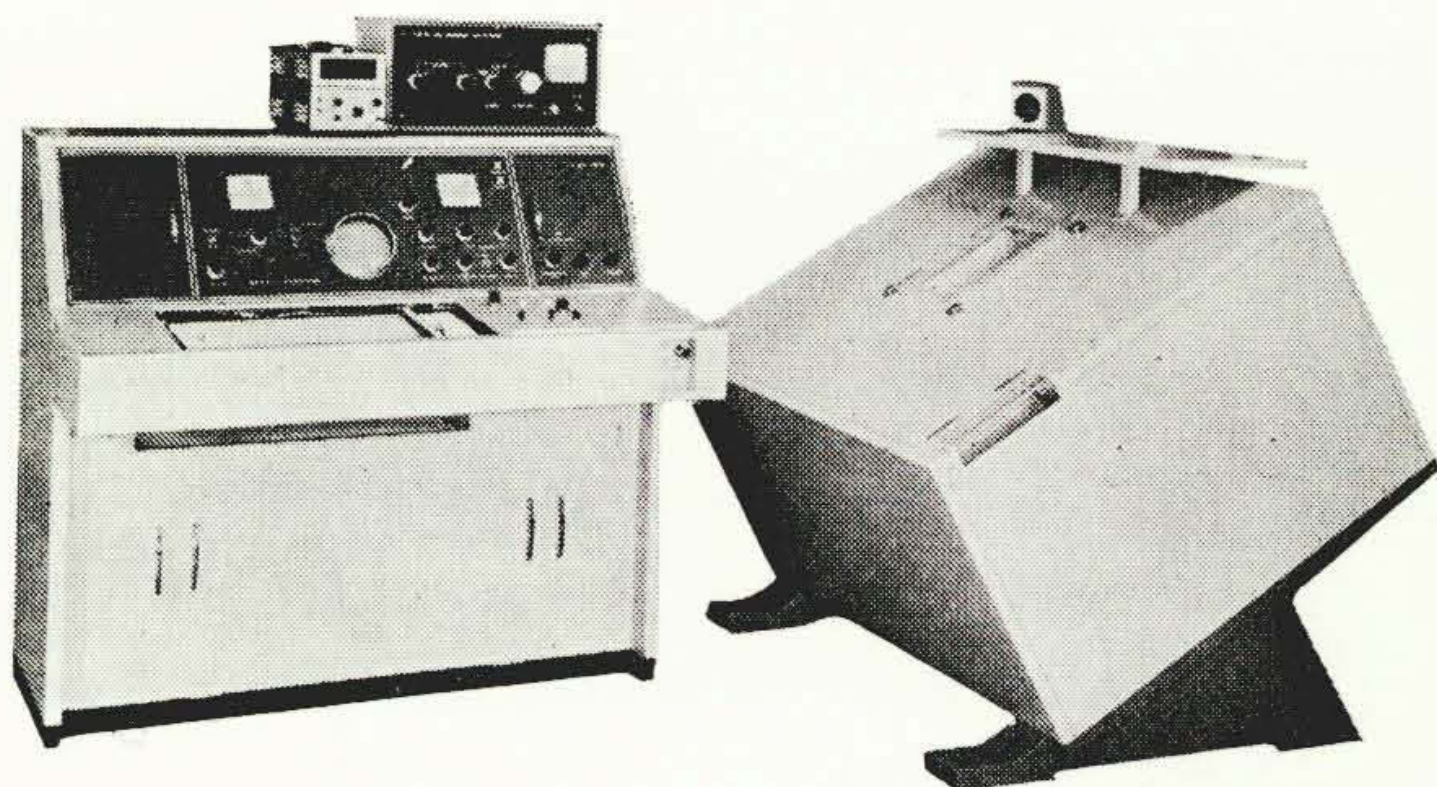


図1 R-20形高分解能核磁気共鳴装置

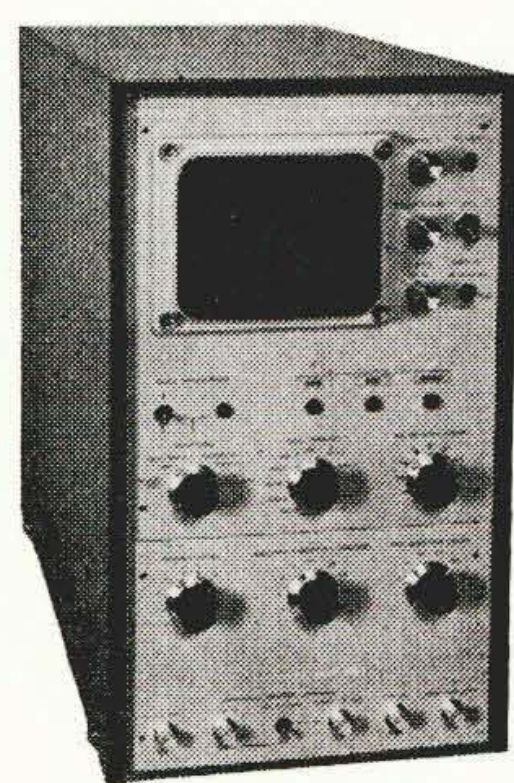


図2 A-1600A
理化学機器用
コンピュータ

新形空気式計器シリーズの量産化確立

従来、定評ある電子式計器シリーズに加えて、鋭意開発に努めてきた新形空気式伝送器、パネル計器も新鋭設備機械の充実により量産態勢が確立した。

伝送器は、その主体をなす差圧伝送器（FPR-7形）の数多くの種類にさらに隔膜式置換器付、ハーフレンジ、オリフィス内蔵形などを加え、独特の可変ダンパを持つ差圧伝送器として多くの実績を持

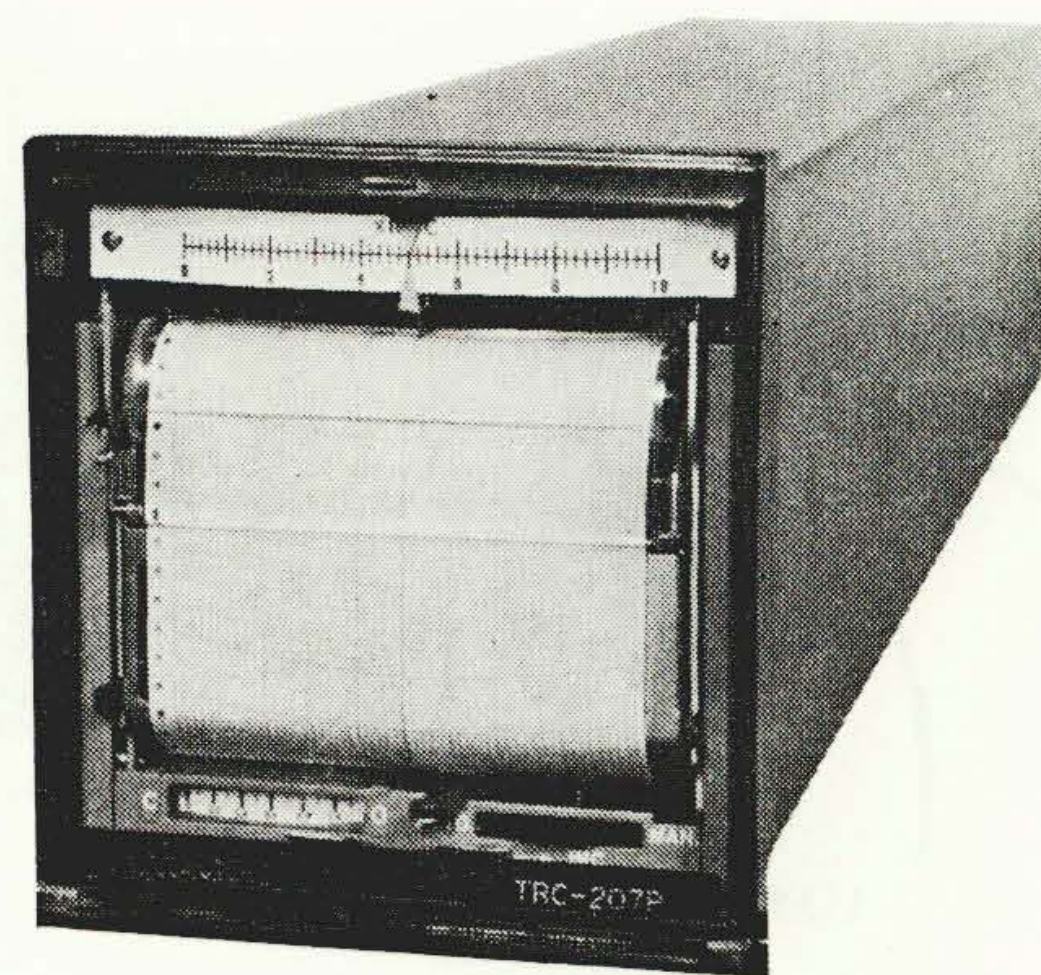


図3 VKP₆₄-P形、PKB₆₄-P形小形記録調節計

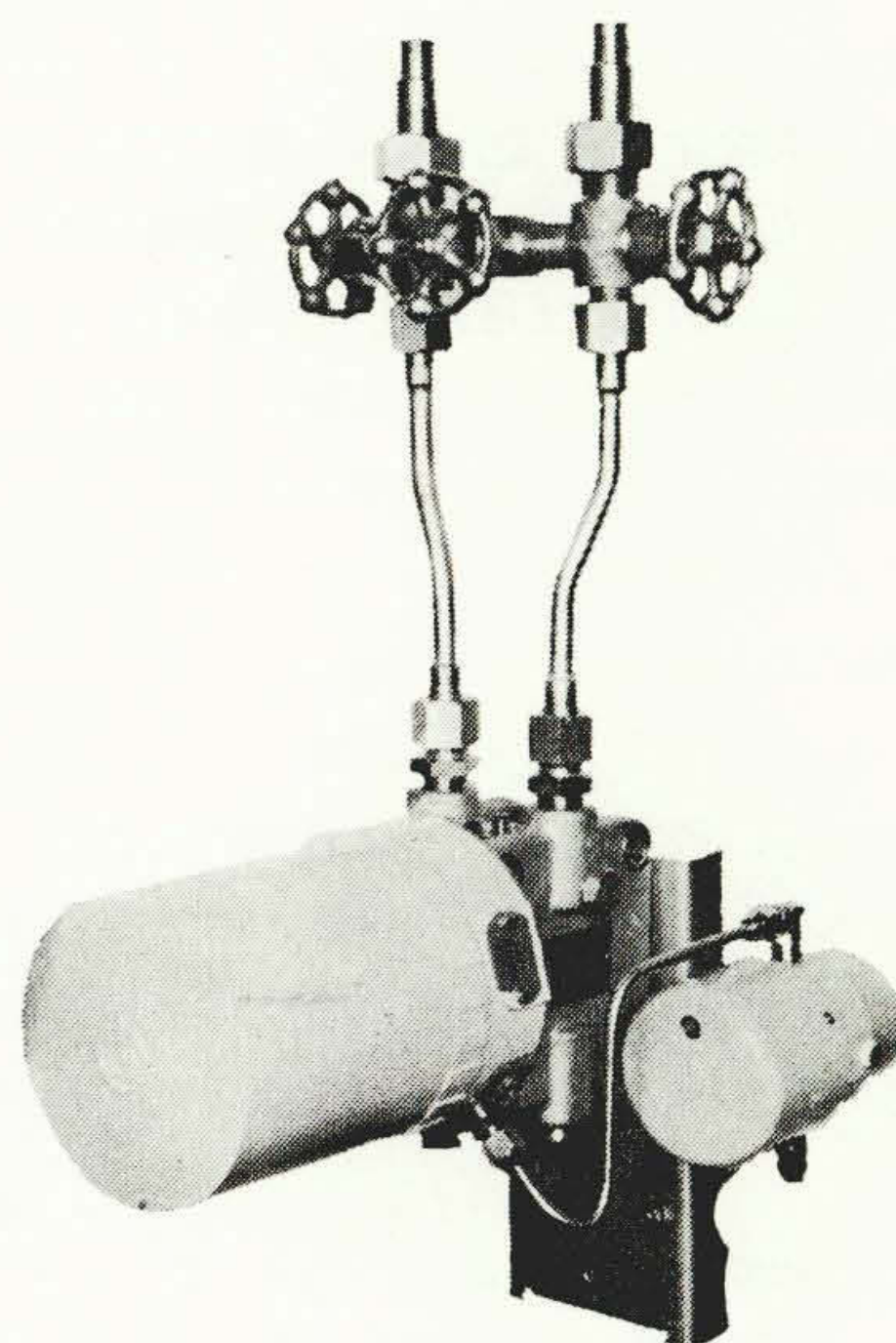


図4 FPR-7形差圧伝送器

っている一方、パネル計器関係では空気式と自動平衡式を同一意匠で、かつ最も小さいパネル正面にまとめ、エアサーボによる指針駆動力の強化、バンプレス方式による操作の簡易化、FETチョップの採用など多くの特長を持つ64形小形計器シリーズ（VKP₆₄-P形、PKB₆₄-P形など）が完成し、クラレ油化株式会社、三菱油化株式会社を始めとする各石油化学大規模プラントへ納入された。

これらの実績と量産態勢の確立により今後いっそうの伸びが期待される。

焼入深さ非破壊測定法の確立

鉄鋼は各種産業の基本的材料として広範囲に使用されているが、なかでも機械構造用炭素鋼および合金鋼は、各種の熱処理によってその強じんな特性が活用されている。すなわち鋼にとっては熱処理は不可欠であるが、とりわけ焼入処理はその中心をなすものである。しかるに、この焼入処理の適否は、試料を抜き取り、切断して内部の硬度分布を測定するという破壊試験以外に適当な方法がない。切断するにしても試料は焼入硬化しており、この作業が多くの労力と設備を要求する。しかも破壊試験であるから統計的裏付のある抜取検査法を適用することがむずかしい。そこで従来から各種の非破壊測定法が提案されてきているが、実用面で多くの問題をかかえており、一般に使用されるにはいたっていない。そこで鋼材の磁氣的性



図5 UMQ-20形鋼材焼入深度測定装置

質のうち、保磁力が鋼材の硬度と高い相関のあることに着目し、汎用性のある安定した測定法を確立した。

鋼材の焼入性は、ジョミニー一端焼入法により試験されるが、この試験とあわせ、試験片の磁気的性質を測定すると、図6に示すように最大磁束密度 B_m 、残留磁束密度 B_r は硬度分布と一義的な関連がないのに対し、保磁力 H_c はほぼ相似の分布を示す。さらに各種の鋼材に熱処理をほどこした場合の、硬度と保磁力との関係を実測すると図7に示すように強い相関が得られる。すなわち、保磁力を測定することによって硬度が測れることがわかる。

焼入深さの測定は、硬度分布の測定であるから、保磁力の分布を測定すればよいことになる。そこで図8に示すように、被測定材の表面に電磁石をおき、被測定材が十分磁氣的に飽和するまで励磁電流 I_m を流す。ついで磁束計の指示がゼロになるように励磁電流の極性を逆にし、励磁電流 I_c を流すと、この I_c による磁化力 $N \times I_c$ と被測定材の起磁力とが平衡し、次式が成立する。

$$N \cdot I_c = \frac{10m\Phi}{4\pi} \left\{ \frac{d}{a} + \frac{a+l}{d} \left\{ n \left(\frac{a+l}{\delta-d} + \frac{\delta-d}{a} \right) + m \cdot \frac{d}{a} \right\} \right\} + F_{co} \quad (\text{A} \cdot \text{T})$$

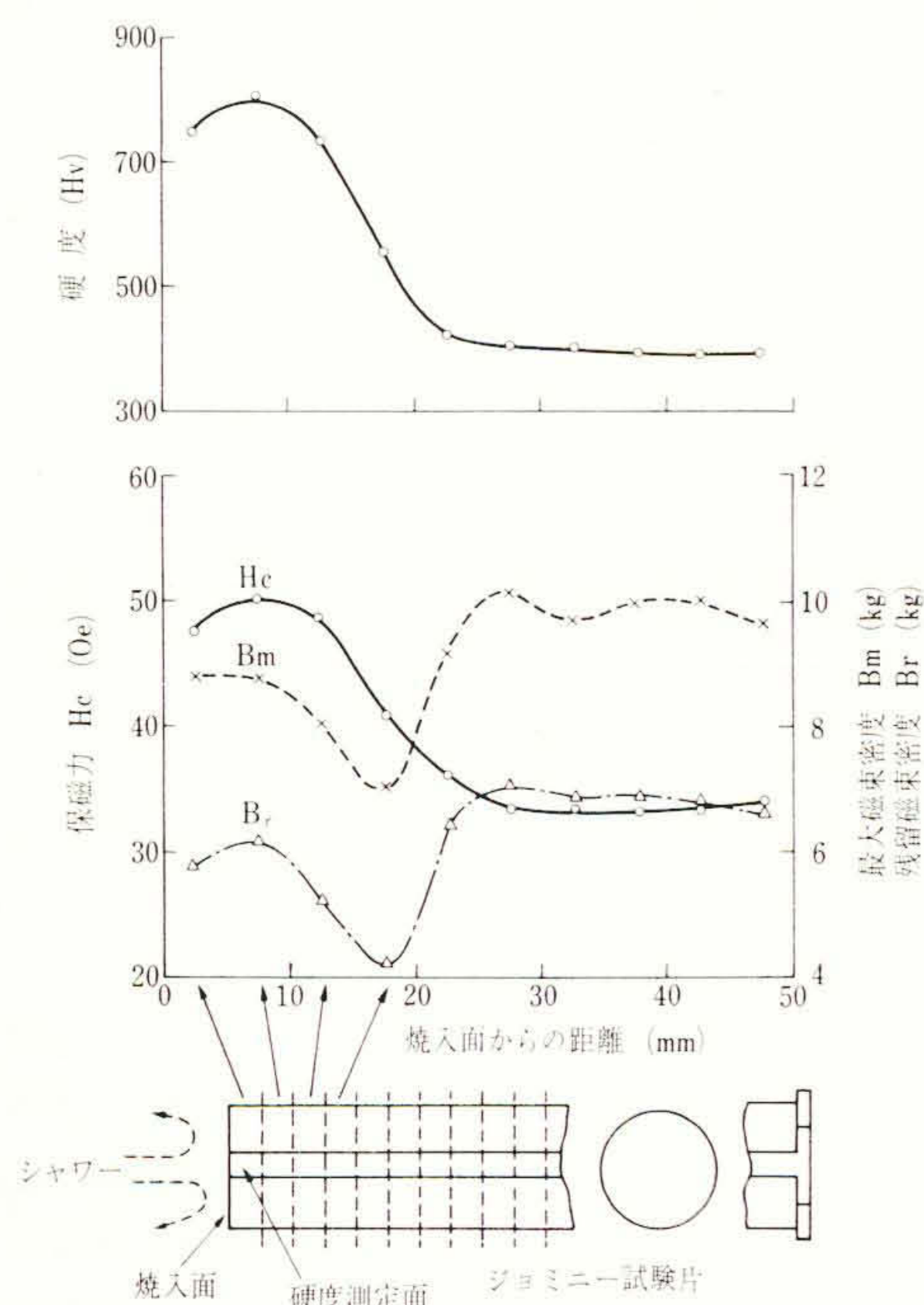


図6 ジョミニー試験片の硬度分布と磁気特性の分布

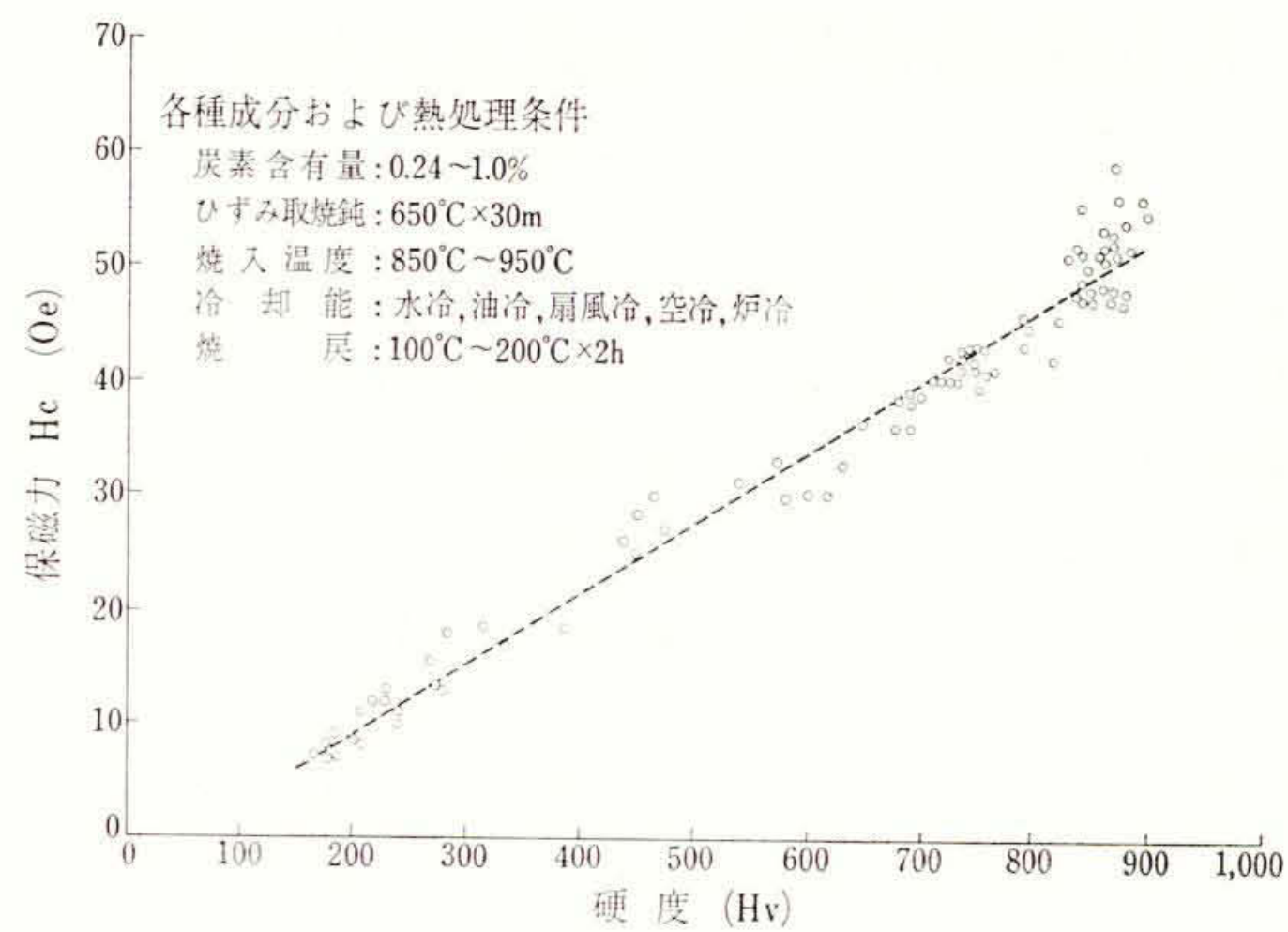


図7 鋼材の硬度と保磁力

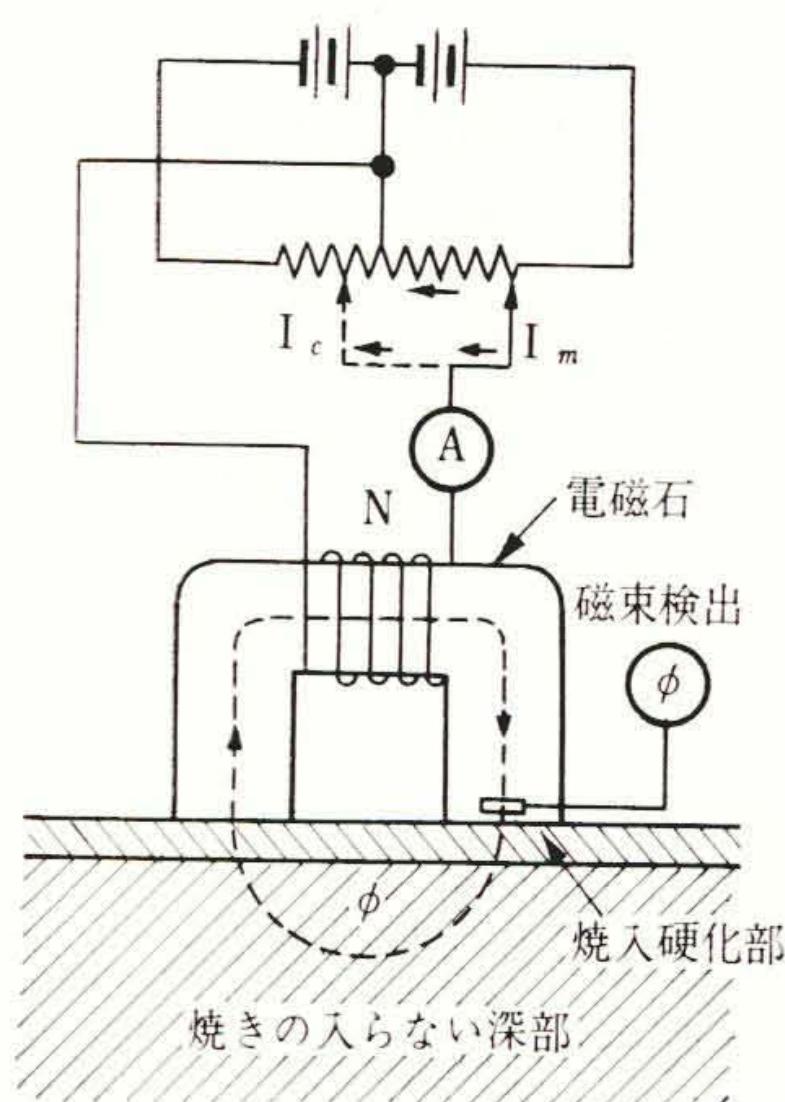


図8 測定原理図

ここに、 $N \cdot I_c$: (電磁石コイルの巻数) × (測定電流) (A・T)

F_{co} : 電磁石の(保磁力) × (ヨークの長さ) (A・T)

Φ : 投入磁束の単位幅あたりの最大磁束密度(kg-cm)

m : 硬化部の最大磁束密度と保磁力との比 (Oe/kg)

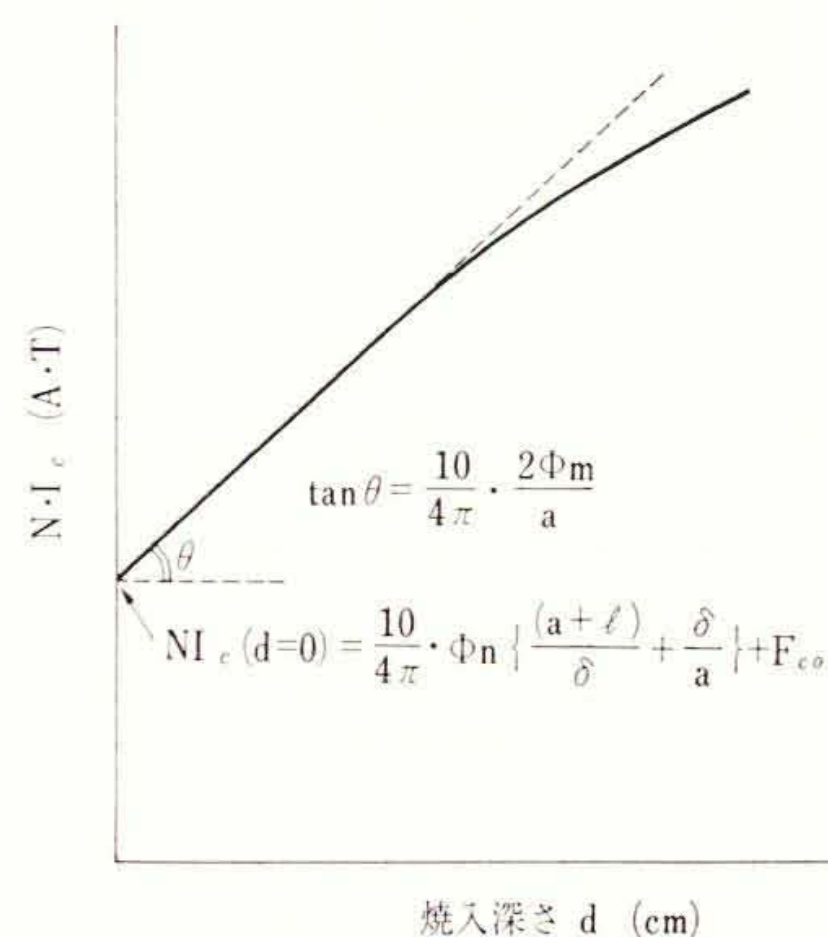
n : 非硬化深部の最大磁束密度と保磁力との比 (Oe/kg)

d : 焼入深さ (cm)

δ : 磁束投入深さ (cm)

a, l : 電磁石の磁極の厚さおよび磁極間隔 (cm)

この式を図示すれば図9となり、 $N \times I_c$ を測定することにより、焼入深さ d が求められる。

図9 測定値 $N \cdot I_c$ と焼入深さ d との関係

以上のように本法は、鋼材の硬度と密接な関係にある保磁力の測定に原理を有するので、次のような長所をもち実用性にすぐれている。

- (1) 測定値が安定しており、繰返し精度は、 $\pm 2\%$ 以下である。
 - (a) Zero-Method であるため、磁束の検出感度の変化およびドリフトの影響がない。
 - (b) 保磁力の測定であるから、原理的に検出器と被測定物間の空げきに影響されない。
- (2) 直流的な測定であるために、磁束の投入深さを大きくすることができる。したがって 20 mm に及ぶ硬化層深さも測定できる。
- (3) 検量線はほぼ直線で求めやすく、理論的に裏付けられている。
- (4) 焼入深さの測定部位は局所的にできる。したがって、クラックシャフト、歯車など形状の複雑なものを測定できる。
- (5) 測定操作はきわめて容易で、熟練者を必要としない。

以上の特長のほかに、本法は鋼材の硬度を測定しているので、均一材質については異材判別法としてもすぐれている。

なお本法に基づく実用機が図 5 に示すように、UMQ-20 形鋼材焼入深度測定装置として市場に供されている。

124 形分光光度計の開発

分光光度計は手動形と自動記録形とに分かれ進歩してきた。手動形では操作手順が煩雑という欠点がある、自動記録形にはその欠点がない代わりに価格が高くなる。しかるに最近ユーザから、この両者の欠点を取り除いた分光光度計、すなわち安価で取り扱い簡便なものが要望されており、これに答えたものが 124 形分光光度計である。本装置は分散子にグレーティングを、検知器としては広域光電子増倍管を使用している。グレーティングは精密な回転機構と相まって大きな分散、高い波長精度、良い波長再現性を実現しており、スリット幅は測定中は一定で、グレーティングの分散が全波長域に渡って一定であることから、一定単色幅の吸収スペクトルを測定することができる。このスリット幅は単色幅 0.5, 1.0, 2.0 m μ の 3 段階の切換が可能である。分光器からの光は回転半円鏡によって交互に二つの光路に分岐され、それぞれの光路中にセットされた試料、標準を通過する。すなわち従来、高級な自動記録分光光度計にのみ使用されていたダブルビーム方式を実現している。このため測定波長を変えるごとに 0, 100% 合わせをする必要はない。これは従来の手動形分光光度計の欠点であった操作の煩雑さを一挙に解決したものである。

電気系統にはホールド回路を採用し、整流子も平滑回路も使用しないで脈動信号を直流化している。これは本装置の特長の一つであり高い安定性、レスポンス、完全な直線性を有するものである。また初段増幅器で対数変換を行なっているため、出力信号は Log リニ



図 10 124 形分光光度計

ヤになっておりメータ指示は吸光度リニアであり、市販の記録計を用いることによって吸光度リニアの記録ができる。これら機能の実現は世界でも画期的なものである。試料室は十分に大きく種々の付属品を装着することができるので、有益性をさらに増すことができる。すでに本装置は国内外において好評をもって迎えられ、以後も相当量の需要が見込まれている。

034 形液体クロマトグラフの開発

最近、生化学の研究増進に伴いこれに使用される分析機器の需要が増大している。本装置はこのような要望にこたえて製品化されたもので、その分析対象はアミノ酸、核酸、たんぱく質、ビタミン、色素など生物試料をはじめ有機無機の広い範囲にわたり、生化学、医学、薬品、食品、そのほか一般化学分析の広い分野に使用されるものである。従来、このような分野では自動機器の開発がおくられており、時間と労力による測定が行なわれていただけに、国内市場はもちろん海外輸出も大いに期待されている。

本装置の特長はユニットシステムを採用したことである。すなわち装置の基本的なユニットはクロマト部、反応槽、循環恒温槽、光度計、記録計などからなり、顧客の使用目的に応じた組合せが選定できるようになっている。また装置の応用範囲を広げるために付属装置として濃度こう配装置、分取装置、自動試料注入装置などが完成、引きつづき pH モニタ、電導度モニタ、積分器などの開発が進められている。カラムおよび充てん剤は分析対象に応じて選定されるが、現在までにイオン交換法によるアミノ酸、核酸の分析、Ligand カラム法によるアミノ酸の分析、ゲル濾化法によるたんぱく、色素、ビタミンの分析など各種分析法が確立し、それぞれの組合せの装置が顧客に提供されている。

検出器としては紫外可視域にわたり任意の 3 波長を選択し、周期的に測定できる多波長流動光度計が開発され、本装置の大きな魅力となっている。また液体クロマトでは定流量ポンプが性能に関係するきわめて重要な部分であるが、本装置では KLA-3B 形アミノ酸分析計で使用している日立ダブルピストンポンプを使用している。このポンプはカラムの背圧に関係なく一定流量を保持すること、および高圧に耐えることが特長である。したがってセファデックス、ビオゲルなどクロマト中に背圧が変わりやすいカラム剤に対しても定量性のある分析が可能となった。

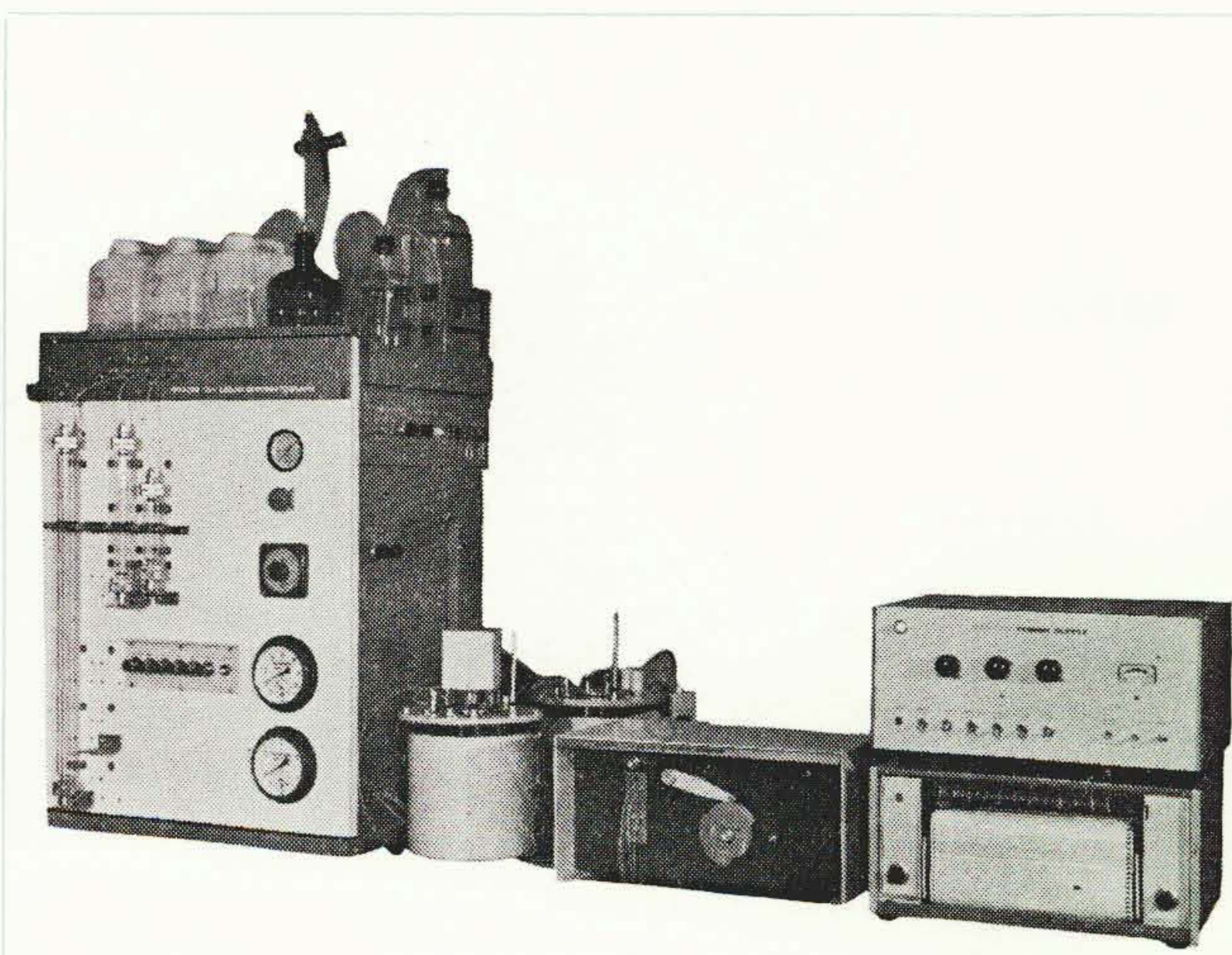


図 11 034 形液体クロマトグラフ

16 HD 形 高速度カメラの開発

従来、回転プリズム式高速度カメラは、普通撮影速度のかき落とし式撮影機に比較し画面安定度、画質の鮮明さが劣るものと考えられていたが、本機ではこれらの点を解決し、現象の解析精度が一段と高められるようにしてある。最高撮影速度は8,000コマ/秒である。このほか次のような利点がある。

- (1) フィルム走行中にピント合わせ、視野決定ができるように半透明鏡式ファインダを備えている。
- (2) 現象とカメラの同期が確実でフィルムのむだも少なくできるように、フィルムをパラメータとした同期装置がある。
- (3) 途中停止ができ、フィルムを有効に使える。
- (4) 同じ撮影速度でも種々の露出時間に変えることができる。
- (5) 基準線をフィルムに同時撮影することができる。

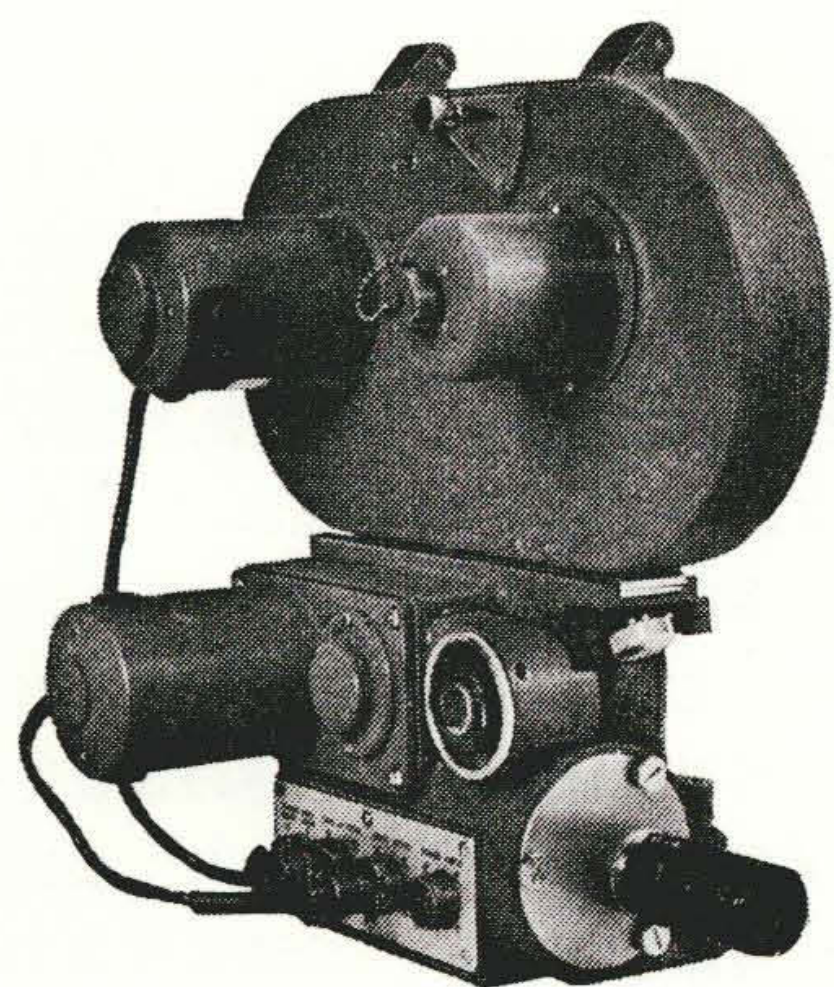


図12 16 HD 形高速度カメラ

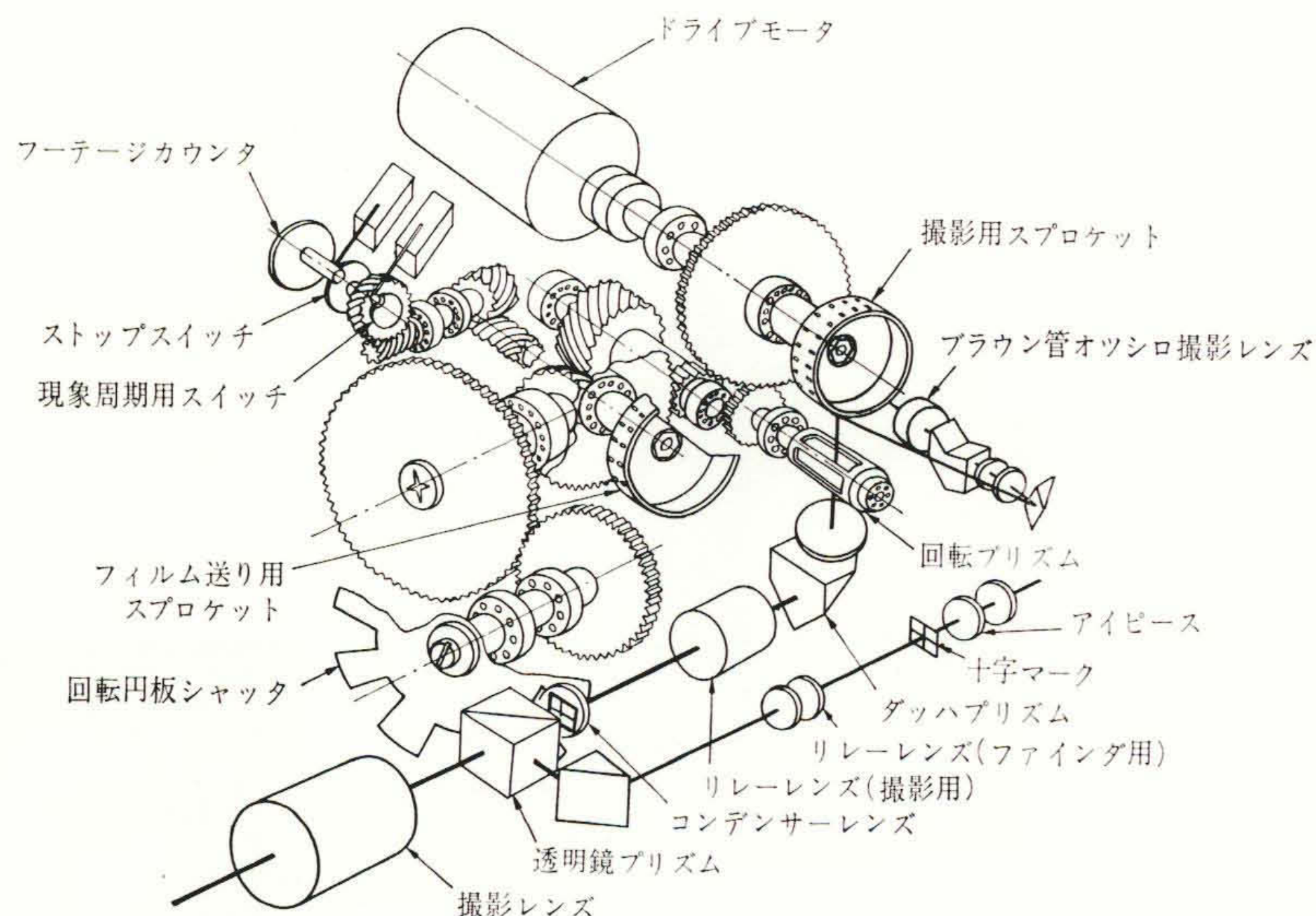


図13 16 HD 形高速度カメラ構造図

船用データロガー

本データロガーは、シリコントランジスタを使用した高信頼度の HI-COM 形パッケージにより構成され、船用として、振動、衝撃、ローリング・ピッチングなど傾斜による影響を考慮して過酷な使用条件のもとにおいても十分耐え得るよう設計、製作されている。さらに船内に設置される関係

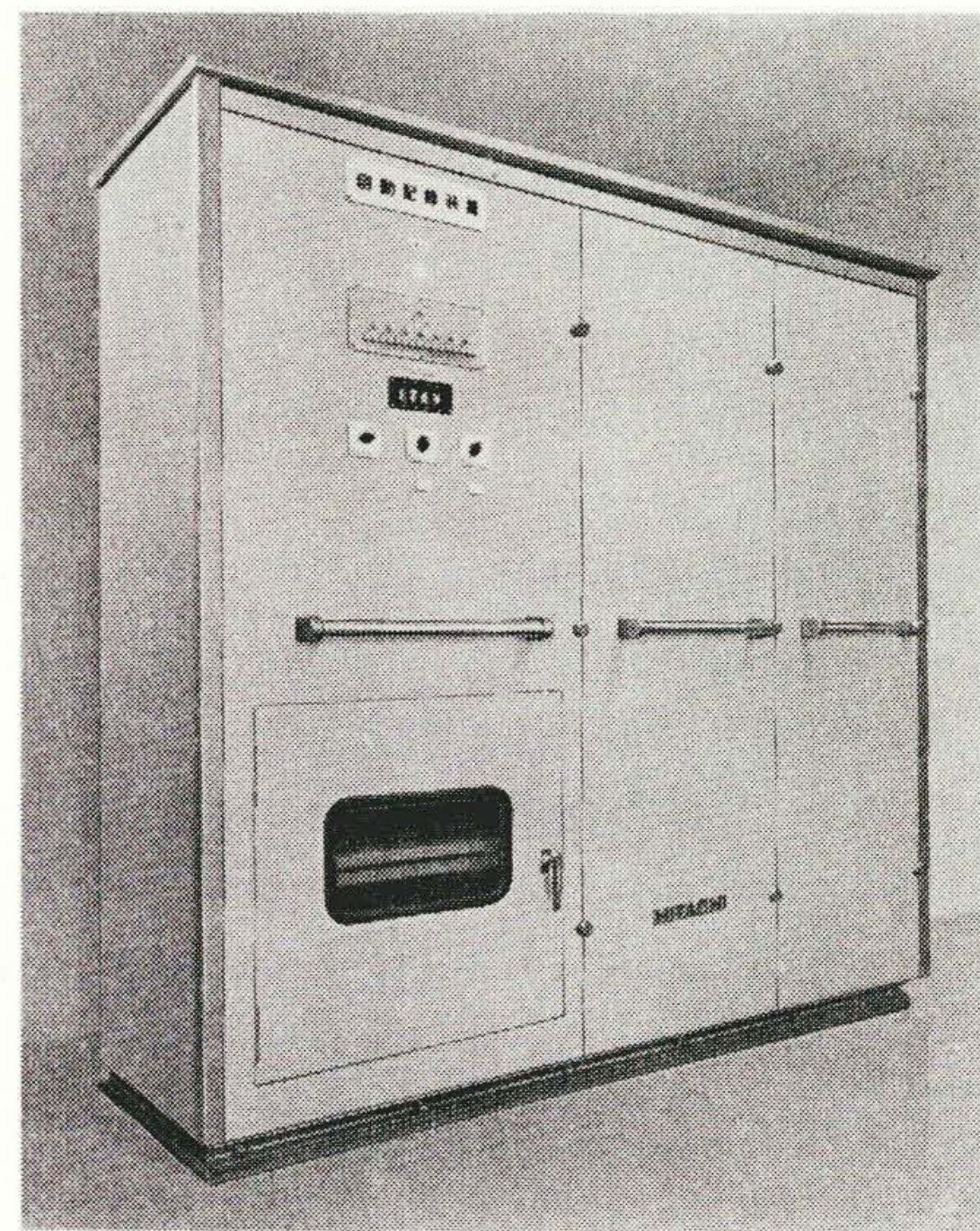


図14 船用データロガー

上、実装密度はきわめて高く、器具の取り付けも固定架、可動架を使用してスペースのむだを省くとともに、雑音に対して十分なマージンが得られるよう配線にも考慮がなされている。

構成は、電源盤、本体、プリンタ盤の3面より成り、電気推進方式により駆動される水産庁の漁業調査船に設置されて、船内のエンジン、発電機、電動機などの各機器および各室の温度、圧力、回転数、電圧、電流など100チャンネルにわたるデータが自動記録されるものである。記録はタイプライタによって行なわれ、2時間ごとまたは4時間ごとの定時刻印字が行なわれるほか、必要な場合にはいつでも押ボタンスイッチの操作により、任意時刻印字されるようになっている。

なお各機器、各室に取り付けられる検出器類については、船用としての前記の条件のほかに、さらに防水を考慮したものが製作納入されている。

EE-9, EE-13 形 脳波計の完成

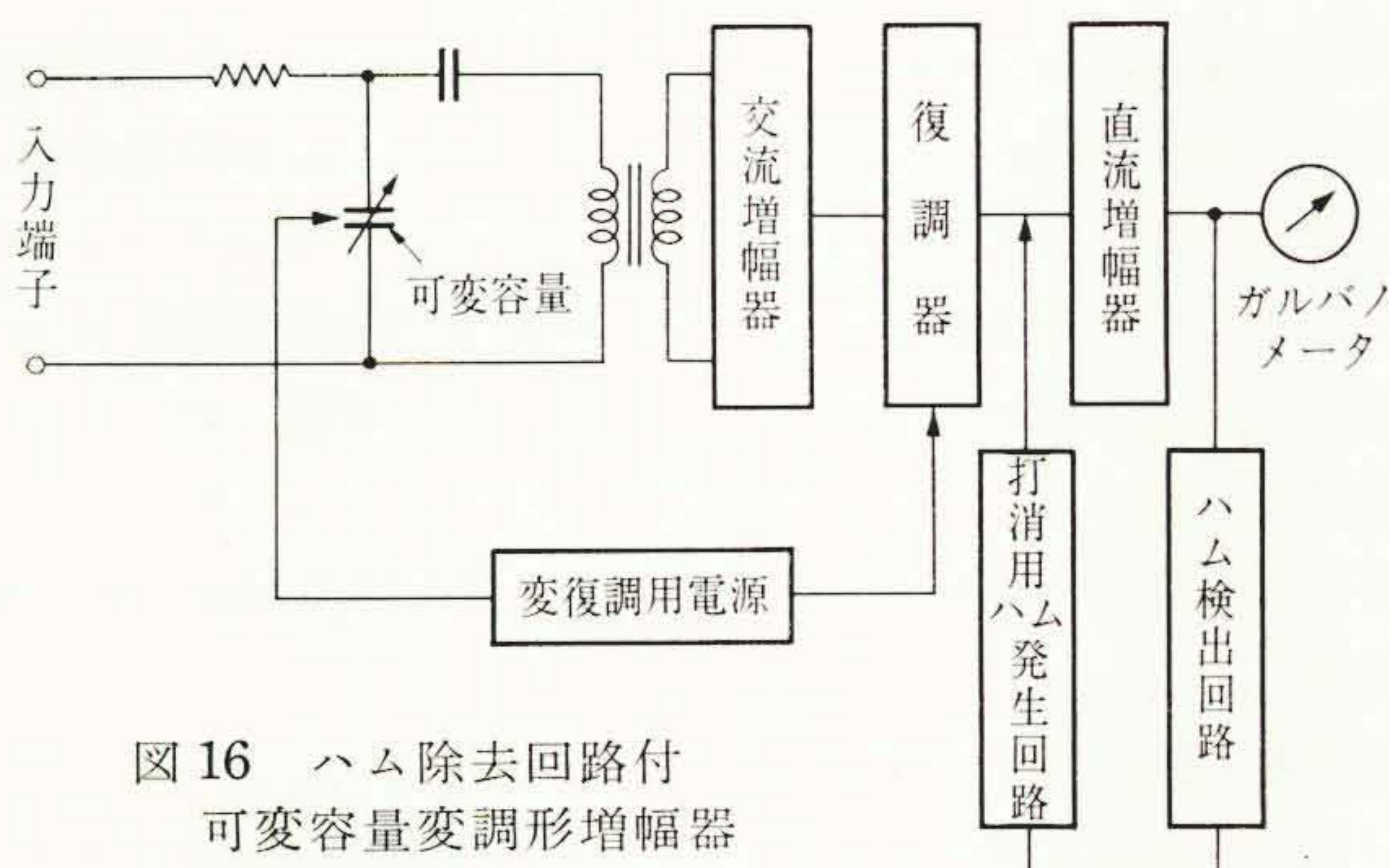
医用増幅器は、小形化、高信頼化などの見地から、全トランジスタ化することが最近のすう勢であるが、増幅器に可変容量変調方式を採用し、世界で最初の全トランジスタ化9チャンネル(EE-9)および13チャンネル(EE-13)の信頼性の高い小形軽量化された脳波計を完成した。

さらに、脳波を一般病室で測定しようとする場合、商用周波数のハムの混入が問題となる。ハムの混入を避けることはむずかしく、このため脳波の測定はシールドルーム内で行なうというのが常識となっていたが、日立の特許による商用ハムの除去装置を装備し、シールドルームが不要となったほか、回診など一般病室での測定を可能にした。

本装置のおもな特長はつぎのとおりである。



図 15 EE-13 形 脳 波 計

図 16 ハム除去回路付
可変容量変調形増幅器

- (1) 全トランジスタ化により、重量は、EE-9 では 100 kg, EE-13 では 125 kg になっており、従来品に比べて著しく小形、軽量化され、脚部も大形キャストを使用した運搬しやすいものとなっている。
- (2) 商用ハムの除去装置により、どんな場所で脳波をとっても商用ハムは混入しない。
- (3) 電源投入後、使用可能になるまでの安定時間が、従来品は 3 ~ 5 分要していたが、全トランジスタ化で約 10 秒と短くなった。
- (4) 入力インピーダンスが $10\text{ M}\Omega$ と高く、特に入力換算雑音は $1.5\text{ }\mu\text{Vp-p}$ 以下になっており、従来の真空管式の雑音性能を上回った。
- (5) 増幅器が変調方式になっているため動作がきわめて安定しており、全トランジスタ化により経年変化による特性の劣化が少なく、衝撃その他に対する耐振性もすぐれている。
- (6) 全トランジスタ化に伴い、真空管式のような高圧電源がないこと、および入力端子と増幅器側が変圧器により完全に絶縁されているため、従来のものに比べ安全性がきわめて高い。

遠隔近接両用操作形 X 線テレビ装置 TD-VA, PV-ADR-155 の完成

近来、テレビを用いた X 線透視診断が急速に普及し、それに伴い特に、消化管診断の合理化が進んできた。このようなすう勢に対処するため、今回、遠隔近接両用操作形テレビ装置 TD-VA, PV-

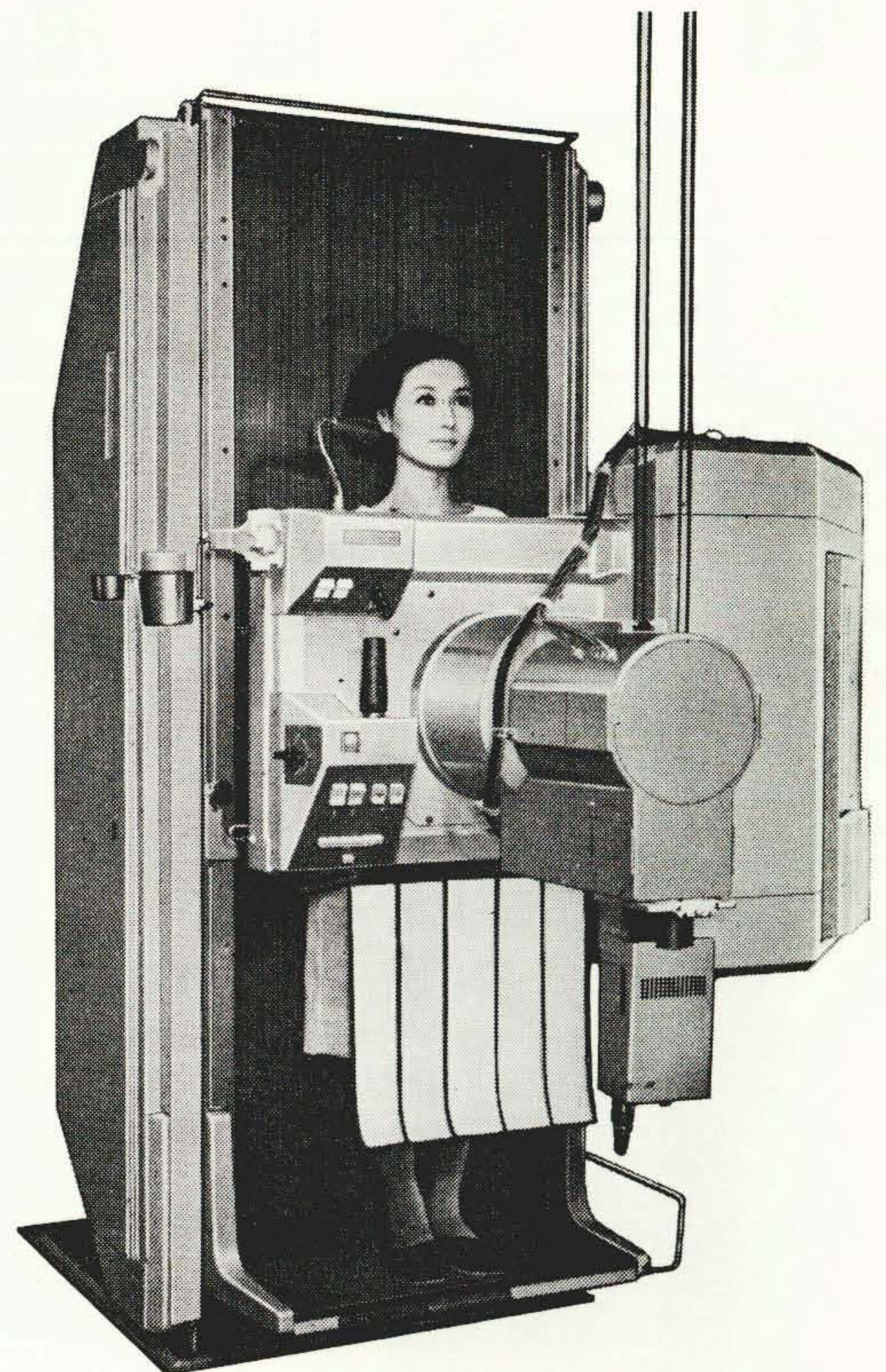


図 17 透視撮影台 TD-VA

ADR-155 を完成した。この装置の特長は、X 線テレビを用いることにより、医師が X 線にさらされることなしに隔離された別室から透視診断を行なうとともに、精密診断を行なう際に、X 線の被曝を少なくして、患者に近接して、従来の装置と同じ扱い方で精密診断ができる装置である。さらに消化管診断を合理化するため、X 線テレビ装置を構成する X 線高電圧装置、テレビ装置、透視撮影台などのすべてを 1 台の制御卓子に集め、医師が 1 人で操作できるようにした。

- (1) 速写部前面式の透視撮影台では初めて、4 枚の X 線フィルムカセットをプリセットすることができる。
- (2) 大陸版以下 6 切 4 分割まで任意のカセットを装てんし、任意の順序で速写撮影ができる。
- (3) 一軸スイッチ操作で、上下左右いずれの方向をも簡単に絞ることのできる電動多重絞りがついており、しかも撮影時には、自動的に選択されたフィルムの大きさに開くように、絞り操作が自動化している。
- (4) 電源電圧調整、撮影条件、透視条件の設定操作など可能な限り自動化され医師の操作は簡略化した。なお、操作器の配置は人間工学的検討のうえで決定されているので、無理なく自然な姿で操作することができる。