

6. 計 器 お よ び 継 電 器

ELECTRICAL MEASURING INSTRUMENTS AND RELAYS

電力需給の合理化，生産合理化は計測器部門の進歩と密接な関係を有し，昭和31年度に引続き32年度も計測器は新品種開拓にまた改良に一大躍進をとげた。

その進歩の跡をふり返ると数限りないが，主な傾向をあげると，まず小型計器および継電器の完成が取上げられよう。すなわち一般電気計器の一連の小型計器，プロセス用計器の小型計器および小型記録計，電力制御回路における小型補助継電器の完成は配電盤の縮小化，グラフィックパネルの完成に一大威力を発揮するものと考えられる。

また原子炉用中性子束計，中性子制御棒用精密位置指示計の完成および放射線応用液面計，厚み計の製品化は20世紀後半の計測器の中核として今後の進歩発達が期待される。

丸胴埋込式継電器の完成は継電器の新傾向として注目され，また従来外国品に頼っていた大型タービン用計器が完成し，外国品にまさる性能の製品が多数最近の大容量火力発電所に納入された。

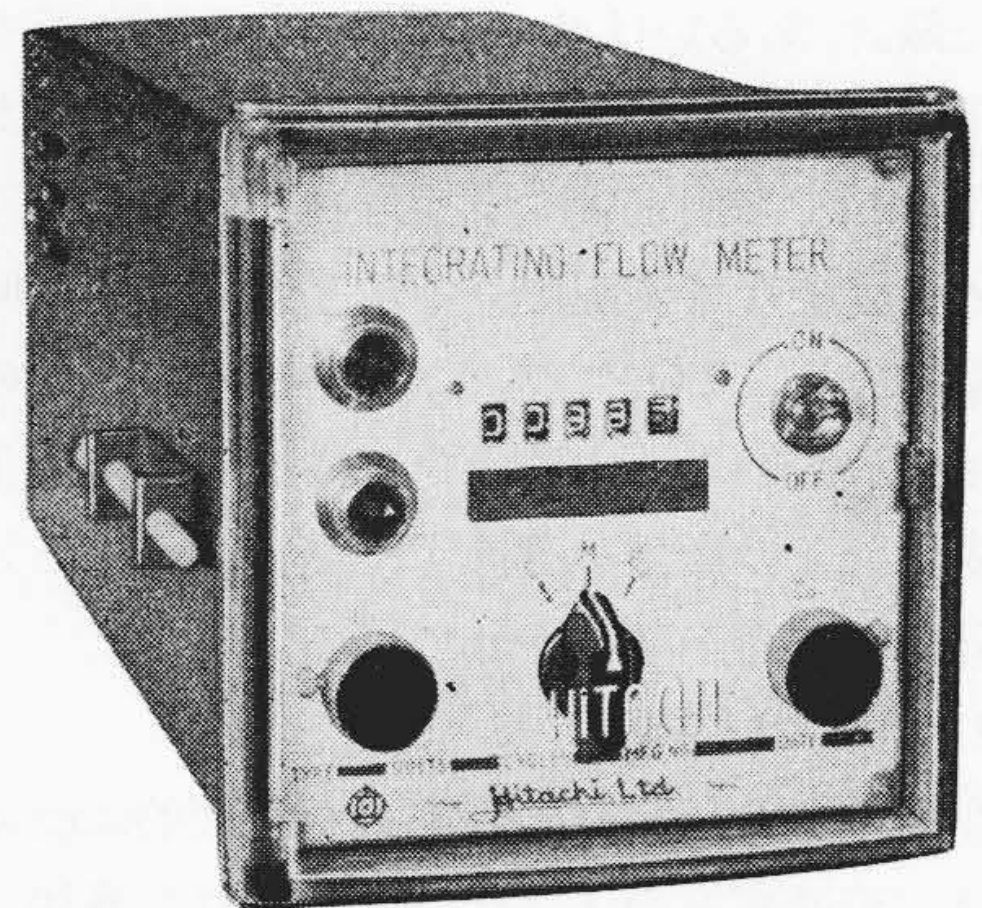
6.1 工 業 計 器

諸企業の合理化の有効な手段として工業計器の需要は引続き著しい増加を示しており，また計装の規模の拡大，内容の高度化にともない新しい進歩した要求が加えられつつある。これらの要求に応ずるため各器種について機構，性能の改良，改善が続けられるとともに，測定技術の開拓，新器種の開発が行われた。

アイソトープ応用はすでに液面計，厚み計として実用化の段階に入り，従来この方面にて残された問題を解決した。計器の小型化は計装数の増大と管理の面から要求が多く，一連のものが完成しつつある。また分析計器については，従来の測定方式にては行きづまりを生じており理化学器機部門の技術を取入れて，工業計測としての新分野が開かれつつある。

工業計器用材料としては各種の新材料が採用されているが，その一つとしてサーミスタは感熱要素として，温度測定，温度補償に実用され成果を上げている。

プロセス計装の集中管理，規模の拡大にともない，保守管理の便宜の上からプロセスを図象したいいわゆるグラフィックパネルの採用も多く，小型計器の採用によつてこれが採用が増加するものと考えられる。また化学工業にて回分操作の工程を含むものは運転操作が煩雑で操業の連続，自動化の要求が増大しつつあり，プログラム調節などを含んだ自動化計装が今後の需要の傾向となるも



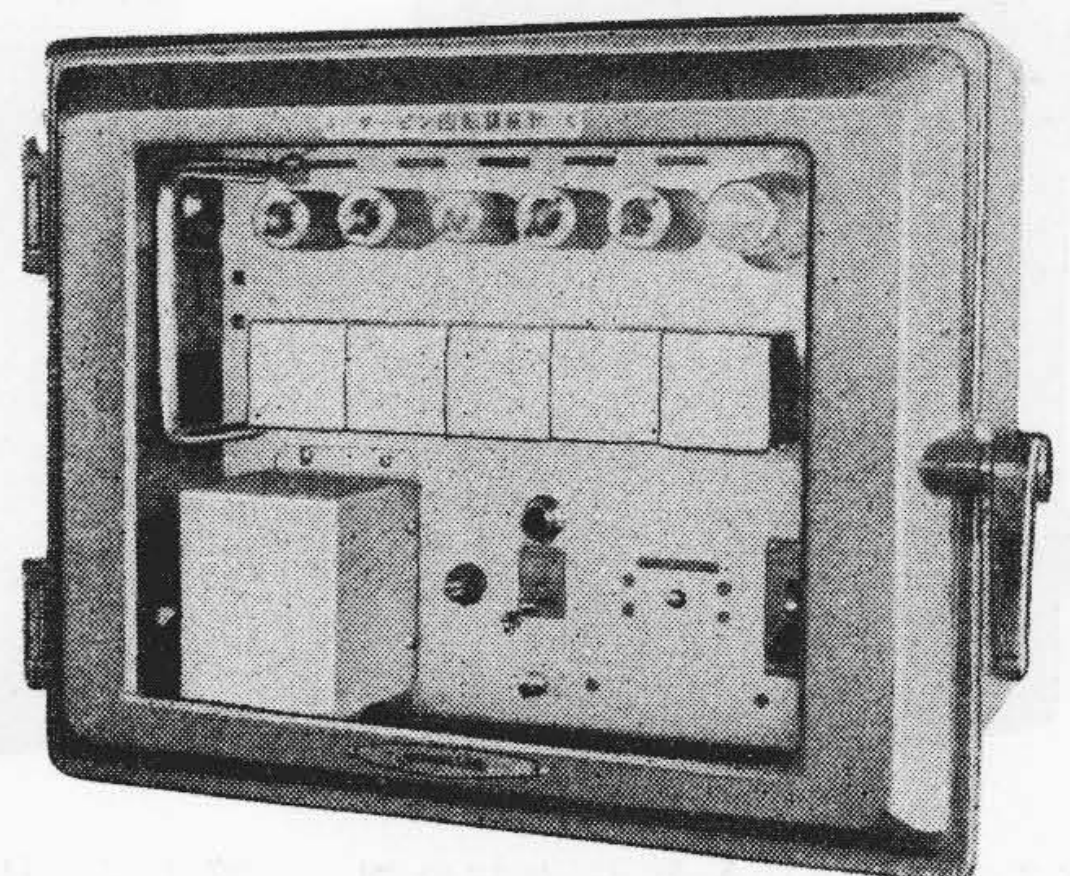
第1図 電子管式連続流量積算計

のと考えられる。

6.1.1 電子管式自動平衡計器

電子管式計器の最近における性能改善の主なるものとしては mT 管の全面的採用と関連して構成部品，内部配線の合理化，小型化を図り，増幅器の安定度を向上したことから，電位差計方式の電源装置として電圧標準管 5651 を使用した電子管式連続定電流装置を採用して，機構ならびに保守の簡易化，特性改善に成功したことがあげられる。また Q₆ 型記録計，TVK-A 型記録計，TVI-A 型指示計は機構上一段と改良されたが，電子管式流量計などの測定回路は交流電位差計方式に変更して安定度を増すことができ，さらに変動の激しい流量積算の要求に応じて電子管式連続積算計を完成した。本器はサーボ機構を採用しているので電源変動や周囲温度などの影響をほとんど受けない高精度のものである。

電気炉などの温度制御用として多点式記録計に各温度を記憶ならびに選択できる装置を組合せて，一台の計器で多箇所の定値制御やプログラム制御を行うことができ



第2図 電子管式高速度回転記録計用前置増幅器

る TVK-A 型選択制御用記録計や、測定方式が異なる多種類の工業量-たとえばコットレル内の温度、ガス流量、実効電圧、放電電流などを同一記録紙上に同時に記録し、一目で装置の運転状況が判断できる TVK-A 型多要素測定用記録計、あるいはサーモカップル・ゲージを使用した真空圧力記録計など応用計器の開発も活発であつた。

特殊品として被測定軸に直接触れないで数万回に達する回転数を高精度で測定できる電子管式高速度回転指示記録計を完成し、TO プラント用膨脹タービンの回転測定に使用されている。本器はその構成上経年変化、周囲状況の変化などの影響を受けず、精密測定用として今後の応用分野の開発が期待されている。

6.1.2 調 節 計

空気作動式調節計は従来の方式を全面的に改め、比例帯の拡張、正逆変更のノブ化、機構の強化、外観の統一などにより新型調節計を完成した。自動手動切換装置を調節計に内蔵し、自動手動のほかに試験調整の4点切換えが可能で、調整の位置では計器のみをパネルから取りはずし、装置に残された切換装置で手動制御を行うというまったく新しい方式を採用した。この方式の採用はパネル面積の縮小に役立ち、集中管理方式に進みつつある制御に益するところ多大である。空気のみで積分微分動作を行うため、液体使用の方式に比べ周囲温度の影響はなくなり、特性も非常に向上した。新型調節計の調節機構は普通の空気作動式調節計や電子管式調節計はもちろん、図示パネル用小型調節計にもそのまま利用され、互換性保守の上からも有益である。明治製菓株式会社川崎工場や昭和電工株式会社横浜工場には多数納入され好調に運転されているが、さらにプログラム調節計や比率調節計として兵庫パルプ鶴崎工場、住友化学工業株式会社岡山工場などにも納入されている。

電気式調節計としては、従来の H₁₃ 型指示計と、高周波発振回路を主体とする調節回路とを組合わせた EOI

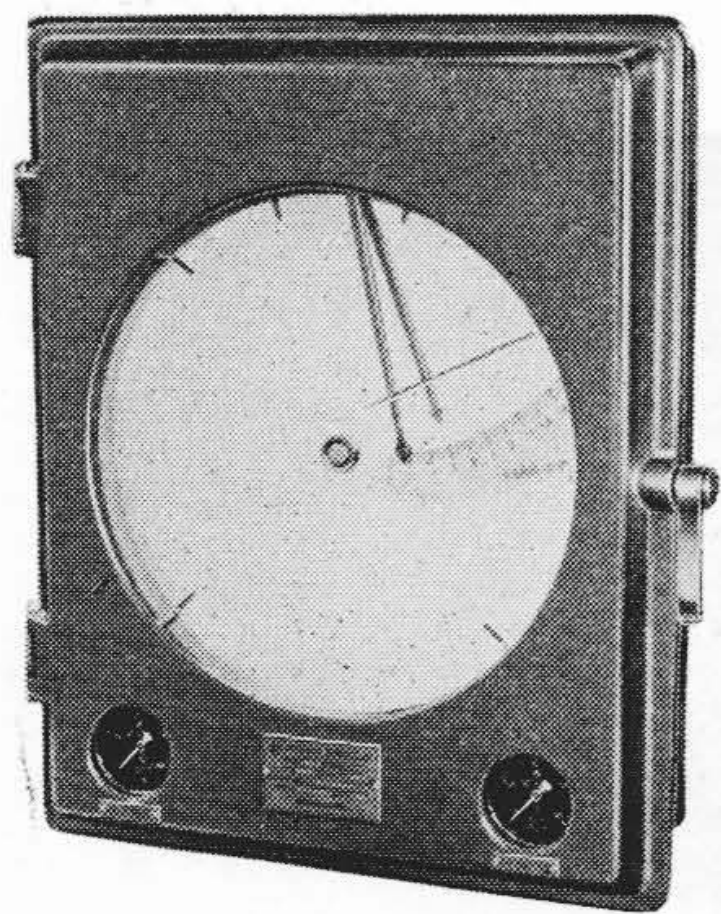
型調節計が完成された。指針位置の検出に機械的な接触の必要がないため無理がなく、指針位置を間歇的に検出する落下杵式と異なり、指針指標が一致すればただちにリレーが動作する。指針位置検出感度はきわめて高く微少な指針の移動によつてリレーが動作する。このため上下限警報、3 位置調節など種々の使用方法がある。従来の DT-A 型調節計に比べパネル面積も半分以下となり、完成以来、日立電線株式会社、オルガノ商会、三菱化成株式会社そのほか各社から多数の注文をいただき、好評裡に運転されている。

また電気式プログラム調節計として、時間比例方式をとつて連続比例制御に近い制御を行わせる EVG 型調節計が完成され、プログラム曲線の直角座標上での表現、設定目盛の平行移動および伸縮カム回転時間の変更によりプログラム曲線を多様に変えうるという特長を有する。

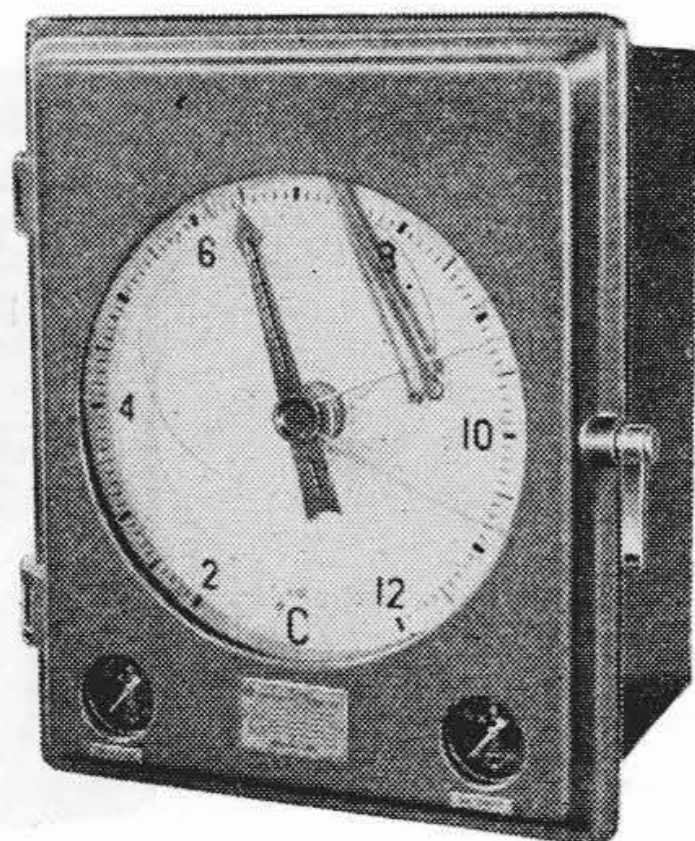
6.1.3 分 析 計

熱伝導率がガスの成分比により変化することを利用した熱伝導率型ガス分析計は、各種のガス分析に使用されている。これに使用する測定熱線素子として従来の直線状白金裸線の代りに、特殊ガラスの非常に薄い膜を付着させた完全被覆スパイラル熱線を製作し、従来起りがちであつた断線のおそれをなくし、精度の増加に成功した。また測定室は拡散および熱対流のみによりガスが導入されるような構造とし、流量変化による指示変化を軽減するようにした。これらの成果はただちに水素冷却機用ガス純度計、電解槽用ガス分析計に応用され多くの効果をあげており、順次ほかのガス分析計にも実施されている。

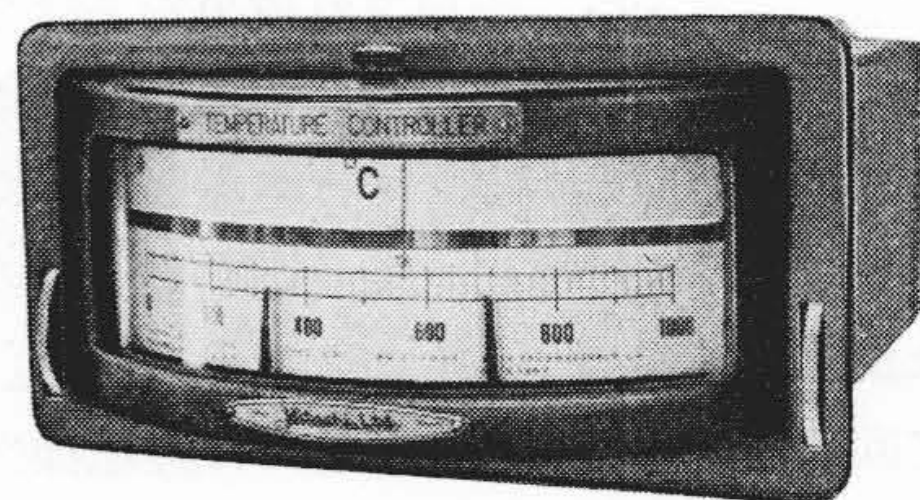
水素冷却機用ガス純度計は水素冷却回転機の運転管理に便利のように、3 個の測定素子を 1 個の発信器内に収め、機内と両端軸受部分のガス純度が 1 個の発信器で測定できるようになっている。



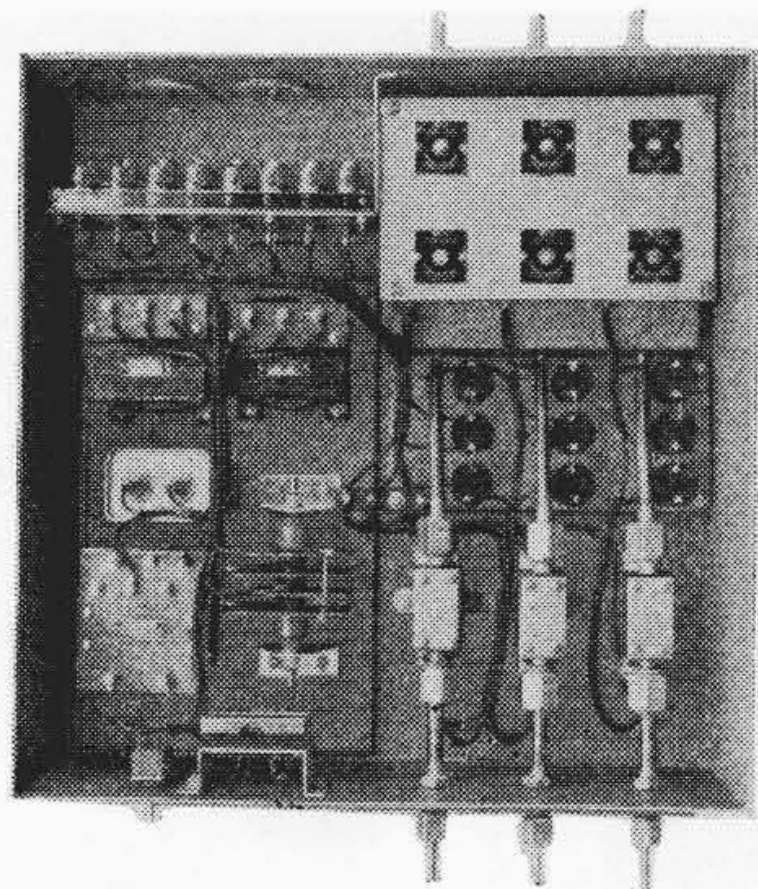
第 3 図 PPQ-A 型 圧力記録調節計



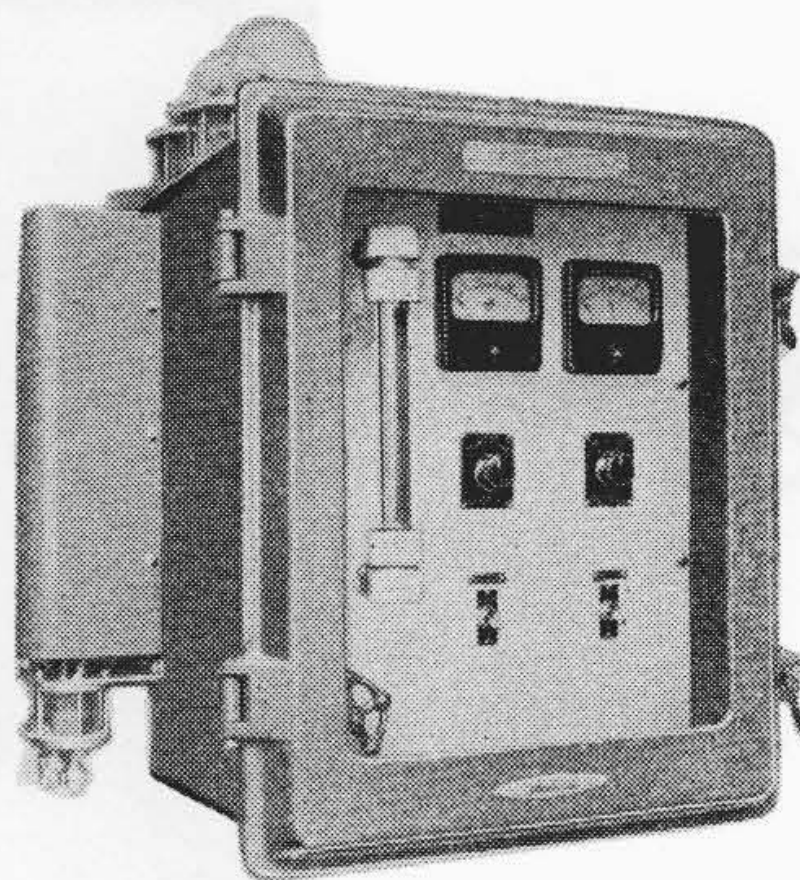
第 4 図 PVQ-A 型 電子管式空気作動温度プログラム調節計



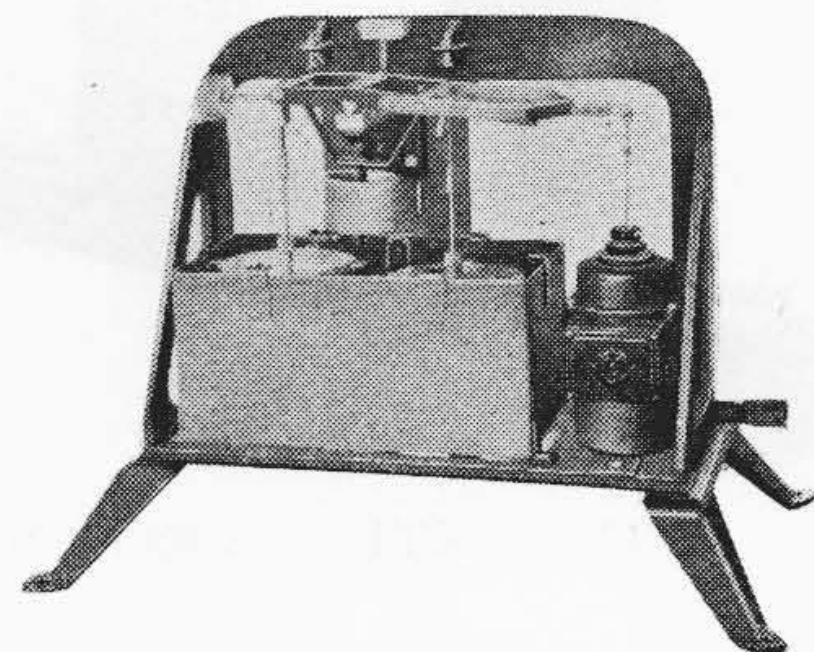
第 5 図 EOI 型自動温度調節計 (3 位置制御)



第6図 水素冷却機用ガス純度計
発信器内部構造



第7図 電解槽用ガス分析計発
信器



第8図 ZBR型復沈鐘式微圧計
発信器

電解槽用ガス分析計は電解槽の発生ガスの純度を測定するもので、標準室に流れる標準ガスは被測定ガスを燃焼室を通すことにより得ており、測定精度が高く、電解槽の計器運転を可能にしている。

水電導度計は従来温度補償器が電極と別個であつたものを電極内にまとめ、取付けが容易になつたとともに、性能が一段と向上している。

日立製作所中央研究所にて研究製作されたサーミスタの応用が着々と進み、分析計、比重計などの温度補償用として計器の性能向上に寄与するとともに、サーミスタ温度計として温度係数が大きく、小型にできる特長を利用し、15°C以下の温度測定、制御に新分野を開拓している。

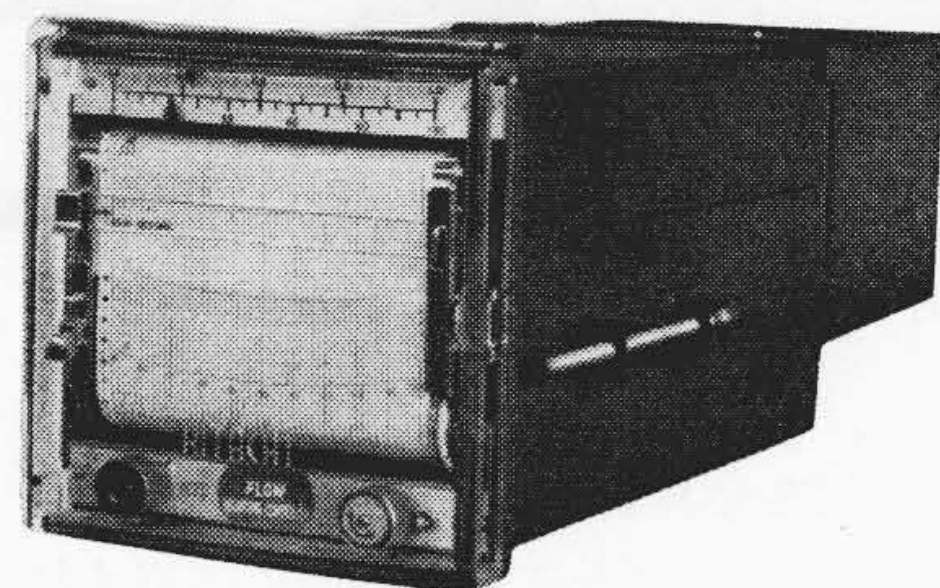
6.1.4 流量計、圧力計

流量計、圧力計は体系化された計器で多数の製品が生産されているが、最近の新製品、新方式をあげれば流量連続積算指示計、ページ式流量計、微圧計発信器がある。

流量連続積算指示記録計はFLB-R型開平沈鐘式発信器を使用し発信の鉄心の変位を流量に比例させている。この鉄心変位を電気誘導式により計器に電送し平等目盛の指示記録を行う。さらに発信器と固定インピーダンスにより電橋を構成させその不平衡電流を積算電力計の原理を使用した積算計により流量を連続的に積算する。

流体が微細な固形物を含む沈澱質あるいは腐蝕性物質の場合、従来は沈澱槽、置換器などを使用して測定していたが、ページ式流量計は差圧導入管のおのおのに水あるいは空気などの中性流体を被測定管路に吹込み測定物質が発信器に浸入するのを防ぎつつその背圧を発信器に導き測定する方式である。

平炉、熱処理炉などにおける炉内圧の制御、遠隔測定用の発信器で水柱5~10mm程度の圧力測定に使用されるZBR型復沈鐘式微圧計発信器を完成した。原理は復沈鐘の動きを可動鉄心に伝え電気誘導式により計器に

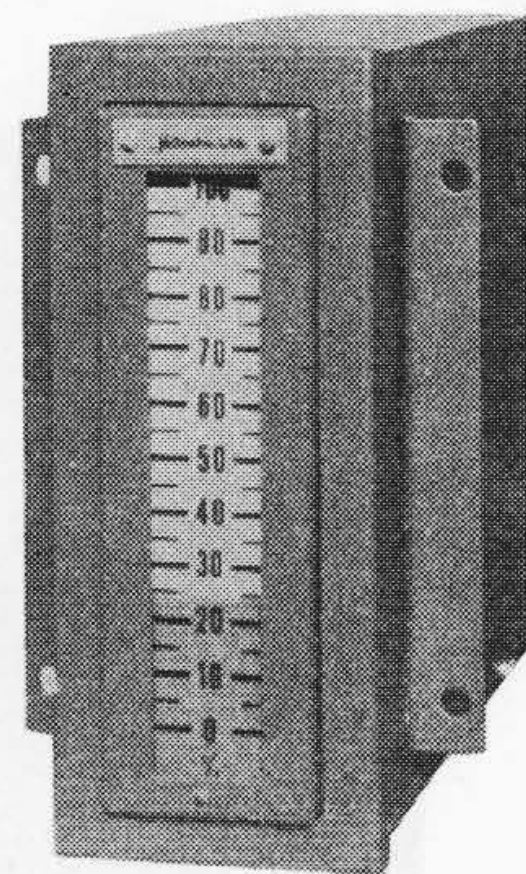


第9図 MBPK型空気作動式小型記録調節計

電送する方式である。またピトー管を併用してガス低圧流量測定も可能である。

6.1.5 グラフィックパネル用小型計器

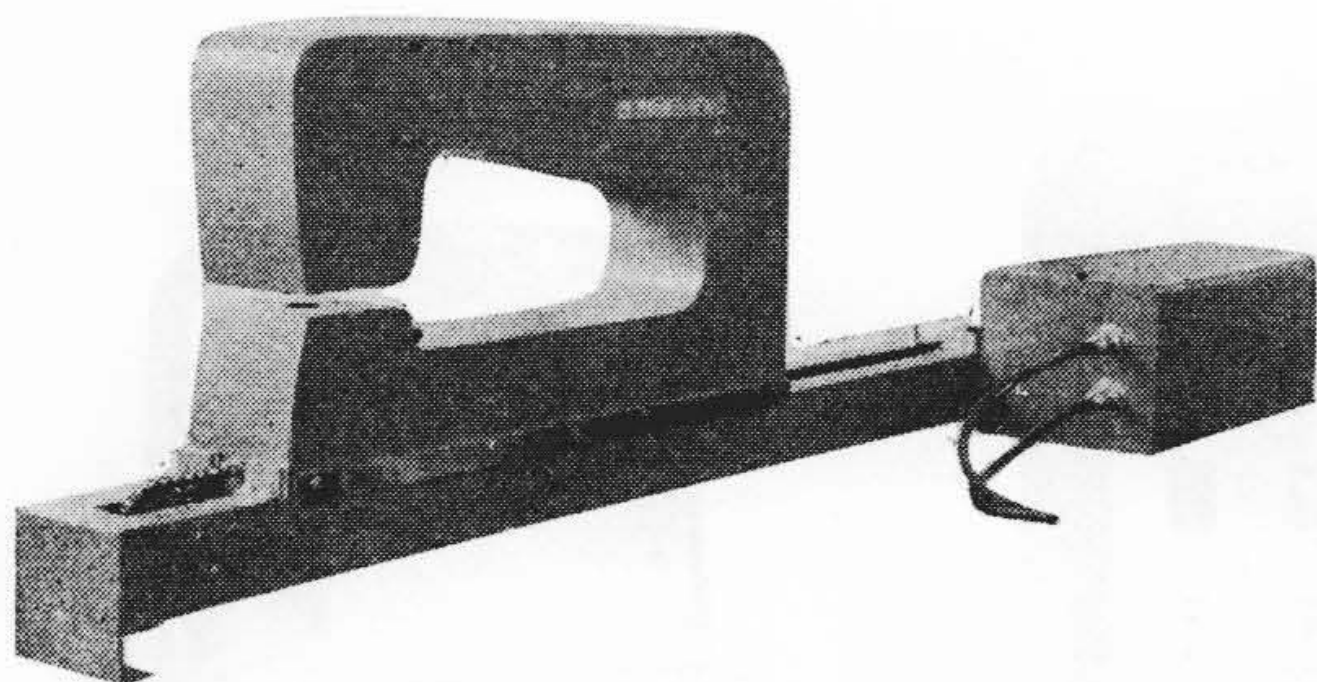
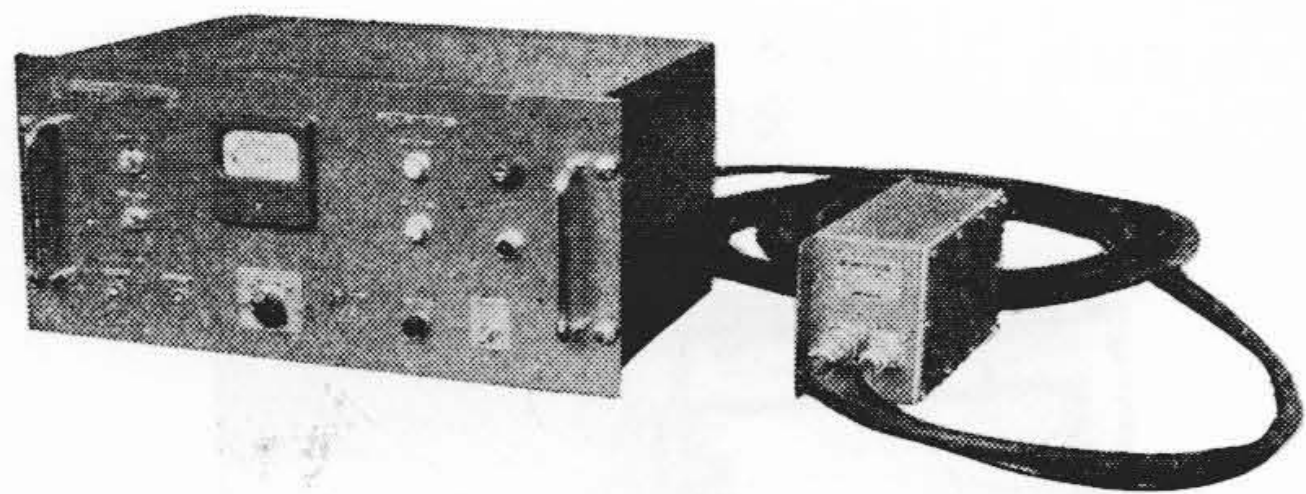
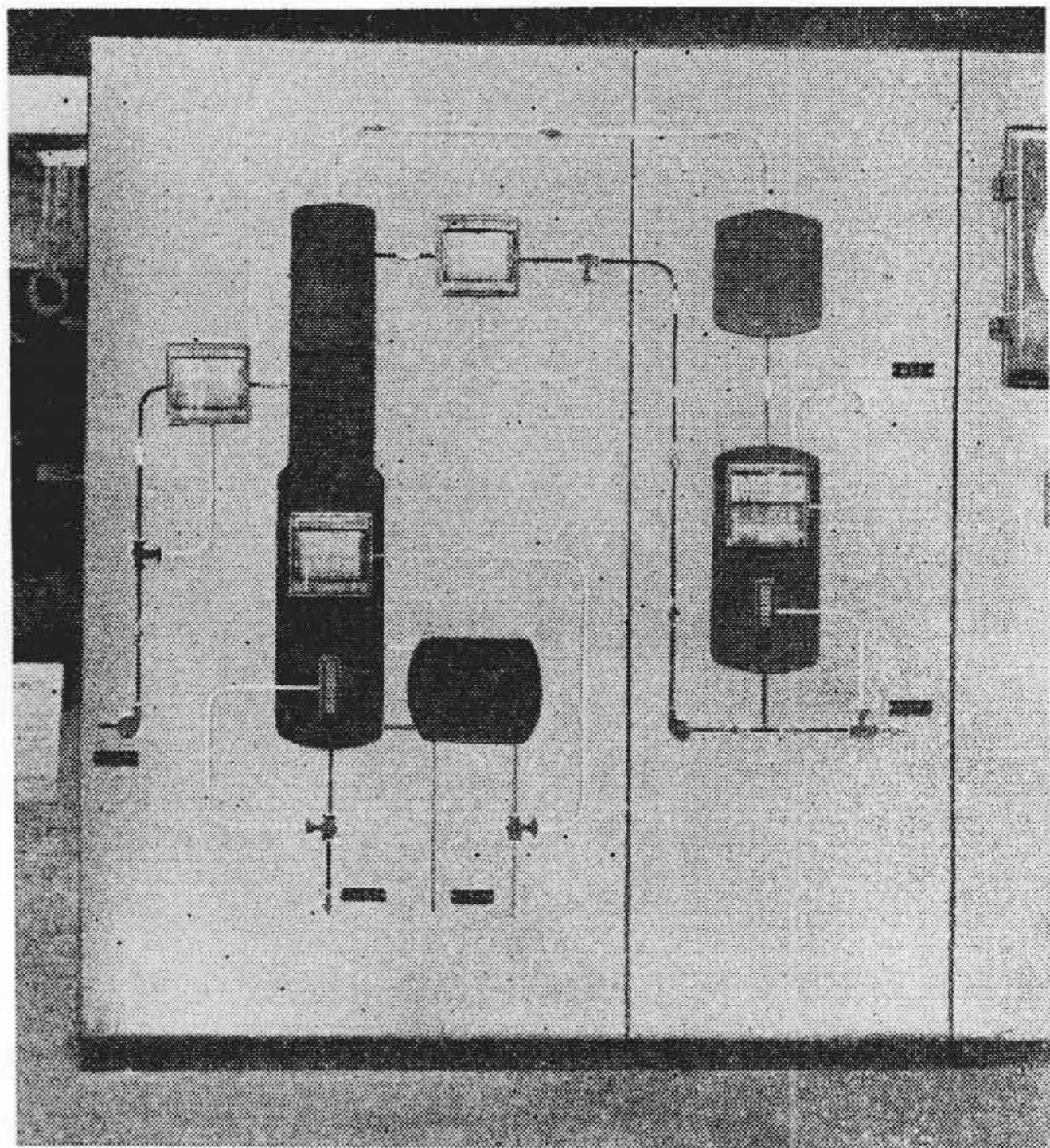
集中管理方式の採用により小型計器の要求はますます増大しつつある。日立製作所においてはすでにMBPK型記録調節計、FPR型差圧発信器などを製作したがさらに性能改善に努め一段とすぐれた新型を完成した。すなわち記録調節計では受圧部の特性、差動機構の感度の増加、応答時間の短縮を図り大型計器を



第10図 MBZ型指示計（模型）

しのぐ性能を発揮することができた。また発信器はダイヤフラムの材質、圧力伝達用可撓管の改良、空気リレーの特性向上によりヒステリシスを半分以下にするとともに直線性をよくした。

液面計用指示計としては新たにMBZ型膜式指示計を開発し測定液面の実感が伴い有用なものである。またFPR型差圧発信器のほかに新たに圧力の空気圧変換器としてPPR型発信器を製作し、昭和電工株式会社に納入しその後好調に運転されている。

第11図 RTI 型 β 線厚み計検出部第12図 RLG 型 γ 線液面検出器

第13図 精溜塔用グラフィックパネル

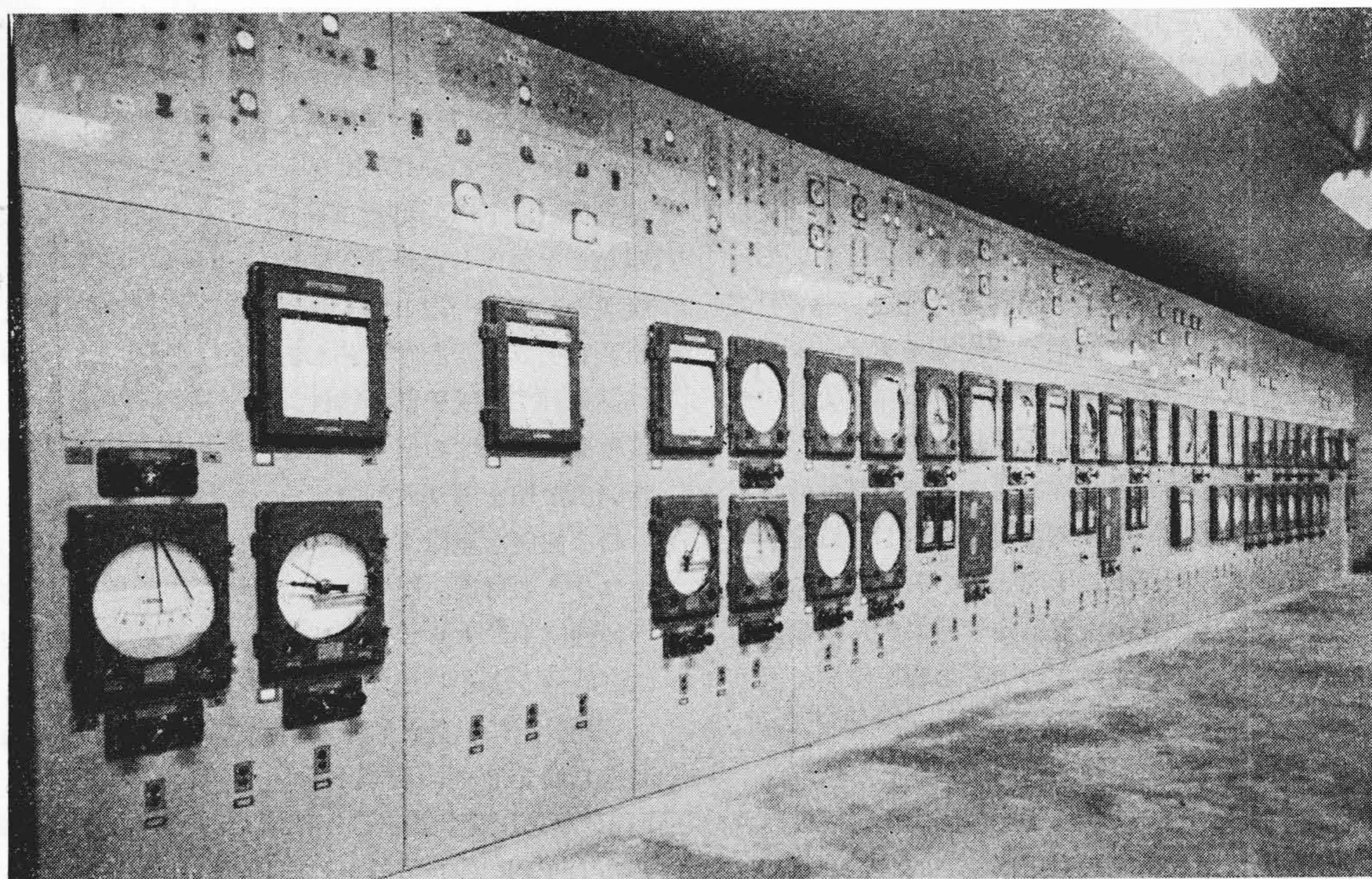
6.1.6 放射能応用計器

ラジオアイソトープを工業計測面に応用すれば、従来測定不可能であつた計測が巧妙に行える場合が少なくないので、放射能応用計器は急速に利用度が増しつつある。

この計器の特長は、被測定物に測定要素を触れることなしに測定できる点にあり、製紙工業、ゴム工業、圧延工業などにおいては、製品の連続測定ないしは自動制御

に β 線厚み計を利用する気運にある。日立 RTI 型 β 線厚み計はこの需要にこたえるもので、測定回路および校正方式に独自の方式を採用している。

また、放射能応用計器として最初に製品化された RLG 型 γ 線液面検出器は、すでに玉島レイヨン株式会社をはじめ多くの化学工場に納入され、従来の方式で検出困難な特殊タンク液面の測定に偉力を発揮しつつある。



第14図 信越化学株式会社納計器盤

6.1.7 計装および計器盤

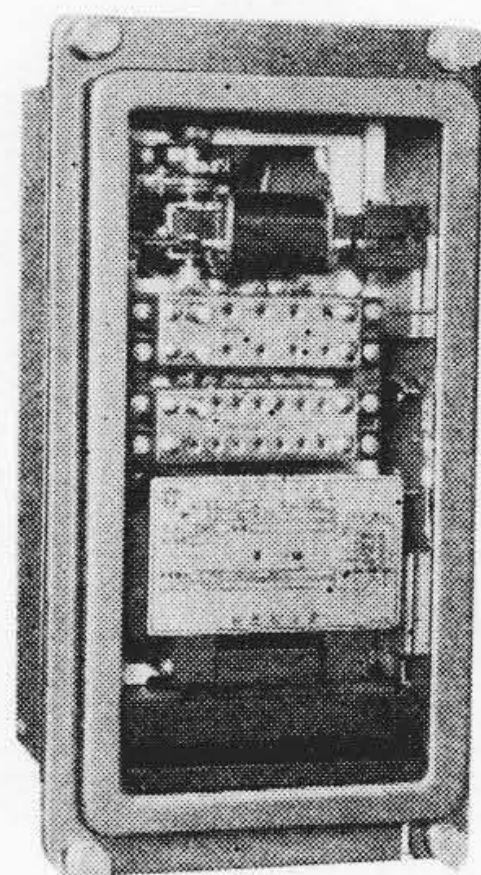
製品の製造原価の低減と品質の均一化を目的とする計測操業の重要性が認識され、各種工業の計装の規模も次第に増大している。この要求に応ずるために、日立製作所では化学装置はじめ各部門の持つ総合技術を発揮して適正な計装を行うよう努力している。最近行つた計装のうち比較的規模の大なるものは信越化学株式会社における塩化ビニール製造工程、兵庫パルプにおけるパルプ製造工程および日立製作所水戸工場における熱処理炉の制御などである。さらに昭和電工株式会社における重水製造装置など時代の先端をいく工業の計装も行っている。

複雑なプロセスでは関連する各種の計器を集中管理する場合、計器が多数になるのでおのおのの役割を識別することがむづかしく、操作に困難を感じようになる。これを解決するために計器盤上にフローシートをかくグラフィックパネルが要求され始めた。これはプロセスの総合的な状態およびプロセス変数相互の関連を直観的に把握させて故障の早期発見や誤操作の防止を行わせるもので、この目的に合致するようフローシートは簡単明瞭にかかかなければならない。日立製作所で製作した一例は第13図のように6.1.5に述べた小型計器を鋼板盤上にかかれたフローシートの対応する部分にはめ込んだもので、盤面積を有効に利用し、さらに美観の点からも十分な考慮が払われている。

一方大型計器を用いる場合はセミグラフィックパネルとなり、一例を述べると計器盤用鋼板盤の上部にフローシートをかいたアクリル板を設け、計器およびその測定箇所や調節箇所を図示し、鋼板盤上の計器とは計器番号により対応を示して操作を容易ならしめている。これは信越化学株式会社に納入されて好評である。

6.2 継 電 器

日立製作所は各種新型継電器の開発に努力する一方、すでに定評を得ている在来の継電器についても性能、外観など顧客の要求にかなうよう改良を続けている。32年度においては誘導環型継電器ではKE型界磁喪失継電器も内部回路の変更により整定インピーダンス範囲を広げるとともに、より安定な特性をうることができた。誘導円板型継電器は従来表面型、引出回転型および一部のものについて埋込型を製作してきたが、新たにIR型WL式逆電力継電器、IG型WXL₁₁式接地継電器などの埋込型も完成し、受電設備用簡易盤はもちろん平行二回線送受電盤も埋込型継電器でまとめることができ体裁の向上が図られた。また一要素入りの埋込継電器の取付穿孔は従来角孔であつたが、穿孔の容易を図り丸胴ケースに改めた。補助継電器は信頼度を一段と高め、かつ取扱いの



第15図 KE型界磁喪失継電器

便を図り挿込型継電器を開発した。

6.2.1 KE型 界磁喪失継電器

系統に連繫されている大容量の同期機に界磁喪失が発生すると、その機械を過熱するだけでなく系統にも擾乱を与え、安定な運転をそこなう結果になる。したがって界磁の確保には万全を期するとともに万一の事故に対しては合理的な保護装置によりその影響を最小にとどめなく

てはならない。

KE型界磁喪失継電器は界磁喪失の理論的解析と実験結果に基づいて開発されたもので、交流出力端子におけるインピーダンスの変化を $-X$ 軸上に中心を有するオフセットインピーダンス特性によつて検出動作するものである。

界磁喪失が発生した場合のインピーダンス軌跡は負荷状態、過渡リアクタンス、故障の様相などによつて変化するが、継電器はこれらを確実に検出動作するとともに、同期はずれ、送電線の充電時、あるいは外部故障における誤動作は完全に防止されなければならない。したがって継電器はこれらの比較において最適の状態に整定される必要がある。本継電器は $-X$ 軸上 $0 \sim 4 \Omega$ の間の点をとおり、直径 $4 \sim 26 \Omega$ の動作インピーダンス円が得られるようになつており機械に最も適した整定が可能である。

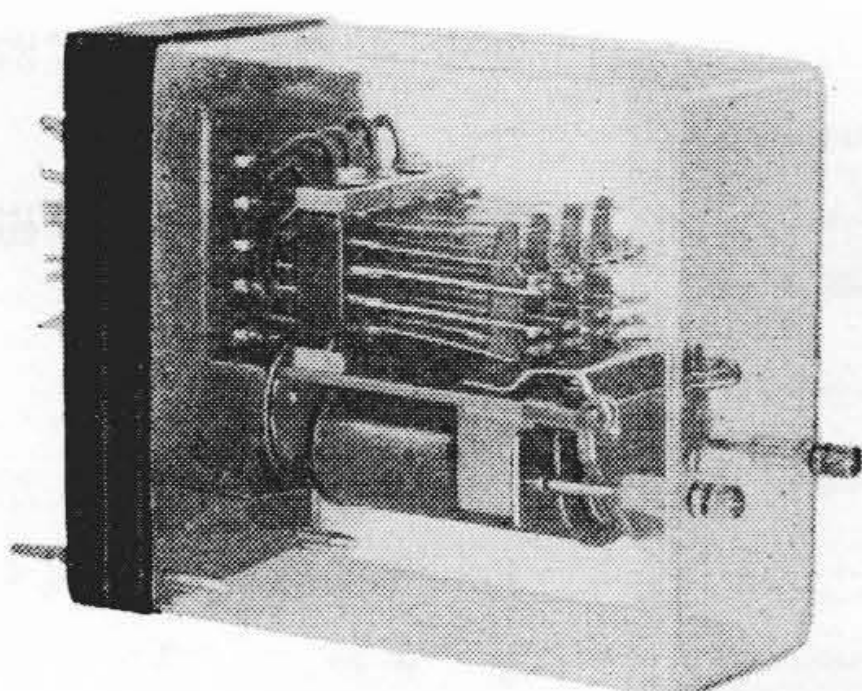
本継電器はすでにわが国の多数の発電所に納入されており、励磁系統の有効かつ広範囲の使用に対し、同期保持になんらの不安なく、主機の安全と、系統の維持とに大きく貢献することが期待されている。

6.2.2 埋込型継電器

前年に引続き活況を呈する受電設備の充実に応ずるため、さきに角型埋込式汎用継電器を開発したが、これをさらに徹底するための努力を払い、新たにIR型WL式逆電力継電器、IG型WXL₁₁式接地継電器などの二要素入り大型継電器の埋込型を製作開始した。これにより誘導円板型継電器を使用する保護継電器盤は、引出回転型ならびに埋込型の両シリーズを備え、広く顧客の御要望にそえることとなつた。また同時に一要素入り継電器のケースを丸胴とし盤穿孔を容易ならしむよう改めた。これら継電器は相互間ならびにS₂₄型配電盤計器と調和がはかられており、配電盤の体裁を一段と向上せしめることができる。

6.2.3 挿込型補助継電器

発電所などにおいては、保護継電器ならびに調整継電



第16図 挿込型補助継電器

器などによつて主機の保護、運転の自動制御が行われるが、その動作をたすけるため多数の補助継電器が使用される。

これらはその目的上高い信頼度と十分なる耐久性が要求される。日立製作所ではこれらの要求にかなう各種補助継電器を製作し、常に性能と耐久性の向上に努力してきたが、新たに挿込式直流補助継電器を開発した。

本器は材料の選定とその適用に留意し、特に接点は双接点構造の採用により信頼度は一段と高まつた。カバーは全面透明アクリル製で外部からの監視が容易である。外部接続は承盤によつて行い、継電器本体と承盤は接触確実な挿込機構で簡単に挿脱でき、定期点検の際や万一故障を生じた場合でも予備継電器との挿替えによつて、停電時間を至短にとどめることができる。

6.3 一般指示計器および測定器類

配電盤用指示計器広角度計器 SR_{35} (110 角) および狭角計器 S_{24} 型 (140 角) は機構部の改良、バネ入石ネジの採用などにより堅牢、安定度が向上され艦船、車輛などに使用しても耐久力は倍加された。また指示計器としては上記主流品のほか S_{32} 型 (120 角)、 S_{62} 型 (100 角) および S_{72} 型 (80 角) などパネル用の特殊計器を含めサイズのシリーズを完成した。

遠隔測定用計器としては簡易安定な整流式直接方式を完成東京電力株式会社、日本国有鉄道などに納入好成績を得ている。力率または位置などの無定位式指示計を使用する遠隔測定用として $TQB-2$ 型の回転力平衡方式を開発測定種類の範囲を拡張した。

電力系統の自動周波数制御装置については別項に述べてあるが中国電力株式会社汐発電所を中心とする一連の発電所を合理的に制御する群制御用を完成納入した。

測定器としてはタービン用伸びおよび伸び差、回転数およびカム位置指示、偏心および振動など各種のタービン監視用電子管式指示記録計を完成し日本国有鉄道、東京電力株式会社、北海道電力株式会社などの最新鋭火力発電所に納入、外国品をしのぐ性能を発揮し好評を得ている。一方中性子束計、対数比率計あるいはペリオッド

計、 AP 型制御棒用精密位置指示計を完成原子炉用諸計器の国産化に成功した。

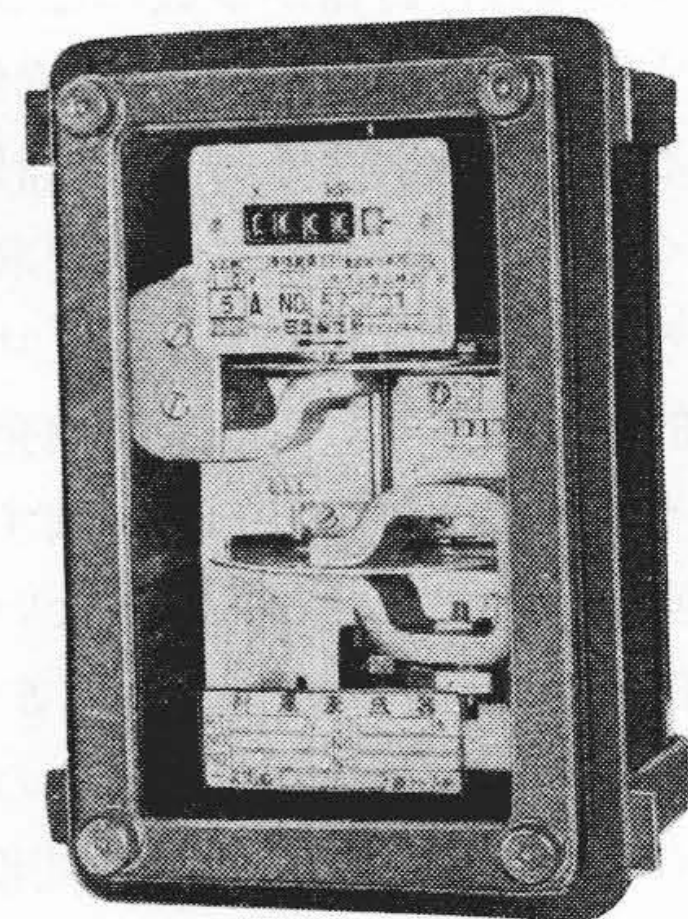
最近電気機器の小型軽量化の傾向に伴い機器の充電部間または対接地間の絶縁あるいは衝撃電圧に対する安定度などを容易、正確に測定できるものの要望が強いが、これに対し NI 型携帯用 10 kV 衝撃試験器を完成した。

日立メガーはその性能がいよいよ世界的に認められ年々輸出が活発化されている。品種も従来の絶縁抵抗計のほか、導線抵抗および絶縁抵抗両用の二重目盛テスタ、および1個の計器で2種類の定格を持つた二重定格の日立メガーを開発した。

6.3.1 積算電力計の進歩

積算電力計の検満期間が延長されかつ屋外取付けが実

施されているので精度の経年劣化が最も重要視されている。この経年劣化の最大の原因は計量装置の摩擦の増大にあることがすでに実証され、いち早く潤滑剤の改良により成果をあげてきた。今回宝石を4個使用した指針型計量装置付の $Y-6$ 型单相広範囲積算電力計を完成東京電力株式会社、関西電力株式会社などに多数納入した。本計器の特



第17図 YB-32型配電盤取付専用裏面接続三相積算電力計

長は計量装置の摩擦回転力は従来の現字型の10分の1以下で計量装置の着脱による誤差変化は認められない程度であり、給油の要がないので上記経年劣化を完全に防止するものと信じている。また 18 mm 径のダイヤルを採用し検針の便も図つた。

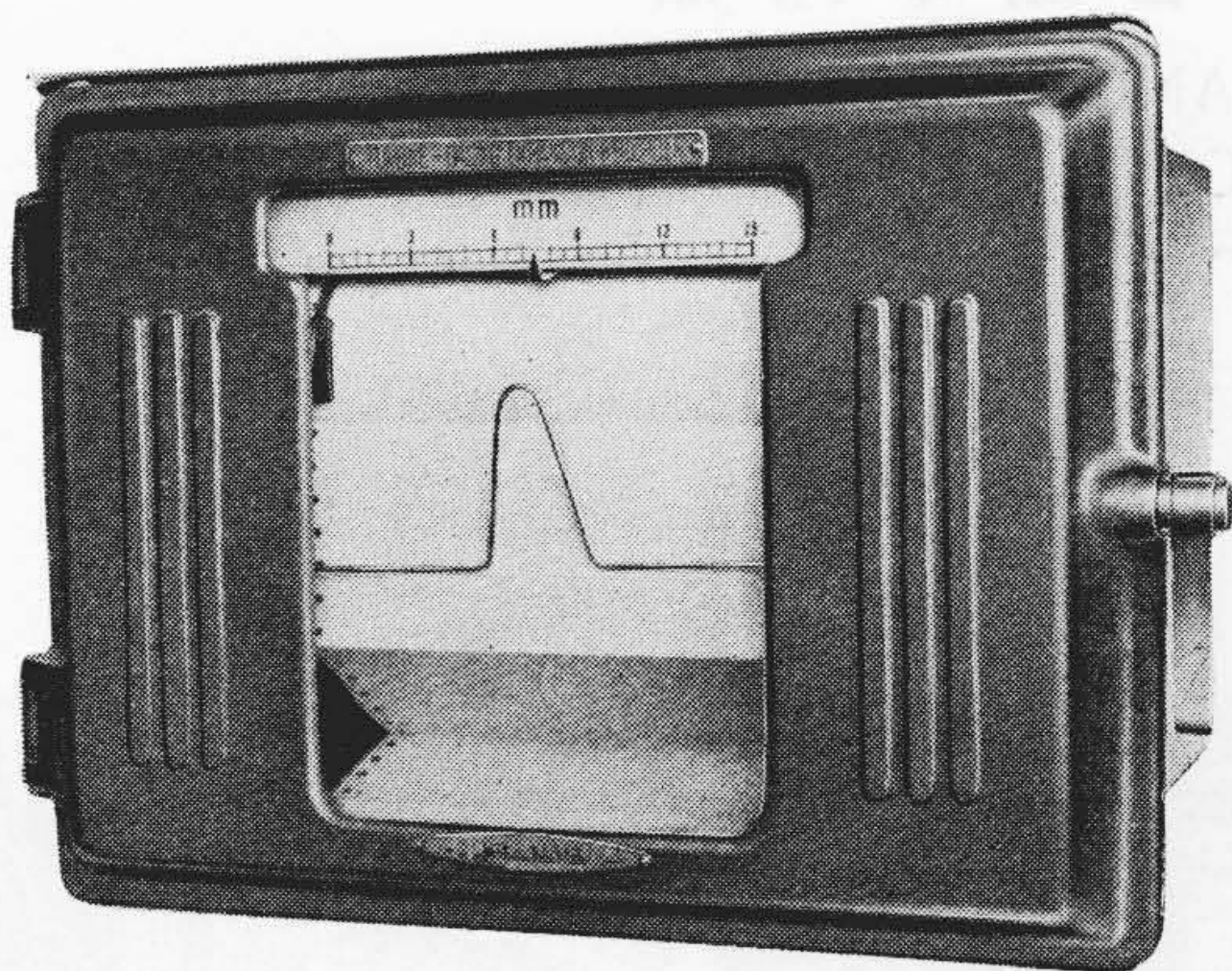
配電盤用積算電力計に從來表面型を基準としていたが今回裏面型 $YB-32$ 型三相積算電力計および $YRB-32$ 型三相積算無効電力計を完成した。本計器は従来型の $\frac{2}{3}$ の盤占有面積で小型化と盤に調和した形状に成功したものである。

6.3.2 タービン監視用記録計器

最近の火力発電所は高温、高圧の大容量機を使用し、頻繁な起動、停止を行わねばならない。これらのタービンを最も能率よくかつ安全に運転するためには下記のような各種の監視用記録計器を必要とする。これらはすべて自動平衡計器であるので、動作が確実で指示記録のほかに警報回路を形成することもできるものである。

(1) 伸び、伸び差およびスラスト記録計

タービン各部の温度差によつて生ずるケーシングの伸び、ケーシングとロータとの伸び差およびスラスト



第 18 図 伸 び 記 録 計

量は同様な方法で測定できる。すなわち鉄心をもつ検出コイルによりインピーダンスブリッジを形成し、測定量に変化があれば可動鉄心と検出コイルの空隙が変化してブリッジの平衡がくずれる。この不平衡電圧を増幅して平衡電動機を回転させ摺動抵抗器を変化させてふたたびブリッジの平衡をとるものである。

(2) 回転数およびカム軸位置記録計

回転計は6極の永久磁石をタービン軸端に取り付けて回転させ、磁極に相対するポールピースに巻いたコイルに交流電圧を誘起させ、カム軸位置計は摺動抵抗器の両端に定電圧装置からの一定電圧を印加し、カム軸の位置によつて刷子が移動しその位置に比例した交流電圧をうる。記録計は両発信器からの交流電圧を整流し、直流ミリアンペア計で記録する。この原理はいわゆるトルクバランス方式による電子管式自動平衡型である。

(3) 偏心記録計

発振器により約 2,000 への搬送波を発振させ検出コイルを一辺とするブリッジに印加する。タービン軸の偏心により検出コイルのインダクタンスが変化し、ブリッジ出力電圧は偏心量によつて変調された搬送波になる。この出力を増幅、整流して低域濾波器を通して

直流分は低速用出力端子へ、交流分は変成器を経て整流され高速用出力端子へ接続される。記録計は(2)項のものと同一である。

(4) 振動記録計

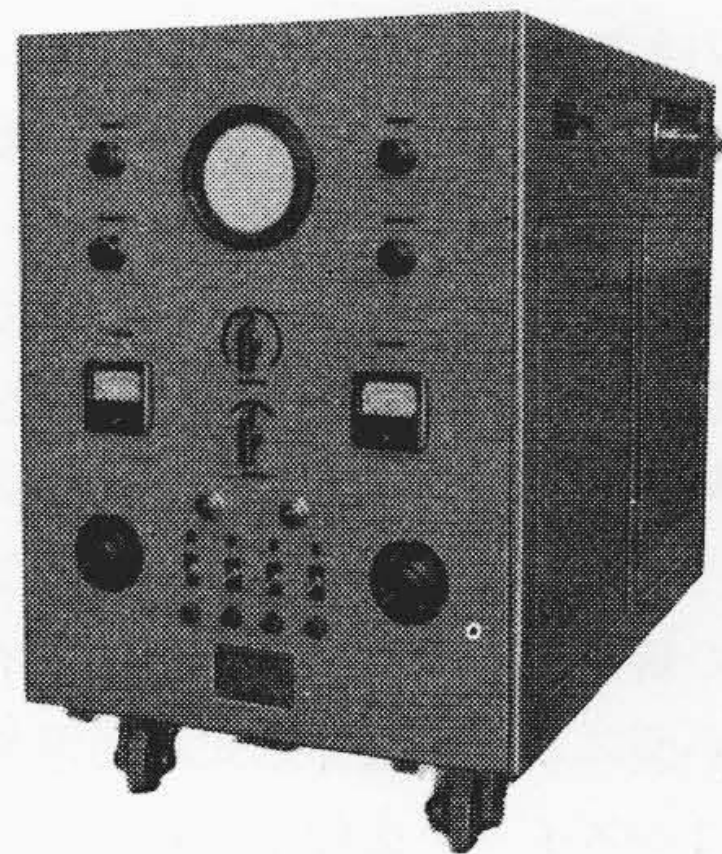
受振器は永久磁石が板バネによつて支持され、これに相対して固定コイルがあり、振動によつて磁石とコイル間に相対運動があると振動の速度に比例した電圧を発生する。この電圧を積分することにより振幅に比例した電圧とし、mV記録計にて測定するものである。

6.3.3 NI 型 10 kV 衝撃電圧絶縁試験器

従来電気機器巻線の絶縁試験器は発生電圧の不正確、あるいは装置が大がかりとなるなどにより、その使用は一部にとどまっていた。また単一衝撃破による方式にその操作に熟練を要し、簡便にその目的を達することができない。

本器は 10 kV までの衝撃電圧をくり返して発生するとともに、高速度ブラウン管により波形を観測し簡便に操作できるものである。さらに回路要素を変化することにより種々異なる衝撃波形を得ることができる。

本器は衝撃電圧電位分布、コイル分担電圧、二次誘起電圧などの測定、衝撃電圧絶縁試験、衝撃電圧絶縁破壊電圧測定など応用例が広い。したがって電気機器の保守、品質向上あるいは衝撃電圧に関する各種の研究実験用としてその性能を十分発揮しうるものである。



第 19 図 NI 型 10 kV 衝撃電圧絶縁試験器

昭和 32 年度における日立電線株式会社の社外寄稿の成果

(昭和31年11月～昭和32年10月)

		31/11	12	32/1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	合 計
事業 所別	電線工場		6	3	2	1	6	4		2		1	1	26
	本社					1								1
	計	0	6	3	2	2	6	4	0	2	0	1	1	27
寄稿 先内 訳	学 会			3	1	1	5	1						11
	協 会		1											1
	其 の 他		5		1	1	1	3		2		1	1	15
	計	0	6	3	2	2	6	4	0	2	0	1	1	27