

6. 計測器および継電器

ELECTRICAL MEASURING INSTRUMENTS AND RELAYS

日立製作所那珂工場は36年度に計測器専門工場として発足以来、鋭意内外の整備に努めてきた。特に37年度には工業計器棟が完成して実動を開始するとともに工業計器実負荷試験装置が完成し、各種工業量の精密標準が確立されるとともに製品の実際の使用状態での詳細試験が可能になり、その性能向上に威力を発揮している。

工業計器では記録計、調節計、特に電子式計器の系列の整備拡充、性能の向上が行なわれるとともにプロセスに直結した管理用の分析計を始めとする各種検出器の開発改良が強力に行なわれ信越化学工業株式会社直江津工場OA装置、中部電力株式会社サンプリング装置などを始め多数のプラントに納入し好評を得ている。

積算電力計は精密級の開発に続き三相用小形軽量化を行ない、さらに海外需要に必ず全BSS適用のY-8形单相積算電力計を完成した。一方プラント輸出として注目を浴びたインド工場は短期間に定常量産化の異例の実績をあげた。

電気計器は戦前好評を得ていた精密級携帯用計器の一連の機種をそろえて復活したことは特筆される。

一方継電器は電力系統技術の進歩に応ずる高級保護継電器を開発、特に円筒形継電器の系列の整備拡充が行なわれた。また汎用としてはマイクロスイッチ、タイマーなど一連の機種の整備を完成した。

6.1 工業計器

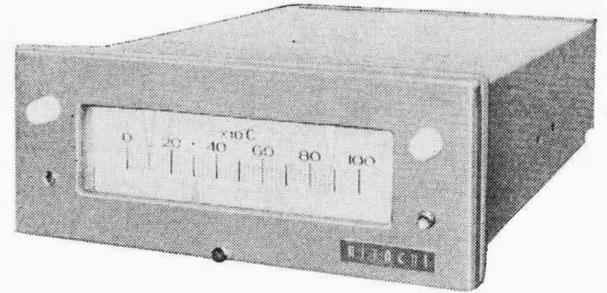
拡充計画に基づいて建設中の工業計器建家も36年度中には完成し、屋外のモデルプラント、各種試験装置とともに信頼性を生命とする工業計器の生産態勢は完備した。すなわち流量校正装置、大形恒温室、耐ふん囲気試験室、注水試験装置、低圧および高圧モデルプラント、熱交換モデルプラントおよび各種の寿命試験器などによるフィールドテストに重点を置き、また防じんを主眼として空気調和された組立、試験室、さらに近代化された工作機械や調整試験セットにより、品質の均一化を図っている。

一方開発設計の態勢も軌道にのり、新機種の開発、性能の改善が活発に行なわれた。電子管式計器は好評の小形、中形シリーズに、2ペン式などの新機種を加えていっそう充実し、各種の演算計器を開発して応用分野を拡大した。工業計器の主体をなす空気式および電子式調節計は、性能向上のための改善はもちろん各種の特殊変換器を開発して広い需用に応じ、特に加算器、積算器など各種演算器の開発は特筆されよう。分析計に関しては以前から広範囲にわたって開発を行ない、36年度も微量酸素分析計などの新製品を完成し多数納入しているが、火力プラント用としてサンプリングラックを含めた一連の化学分析機器が輸入品に劣らざる性能を十分発揮することができたことは喜ばしい。

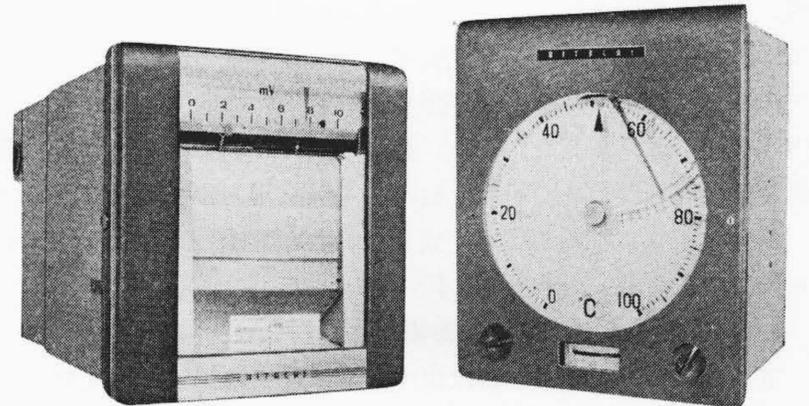
これらは日立製作所中央研究所、日立研究所、株式会社堀場製作所、その他提携会社の強大な技術陣の協力によるもので、いわゆる日立製作所の総合力により、最近ますます高度化しつつあるプラントの計装に対して、十分なサービスができるものと確信している。

6.1.1 電子管式自動平衡計器

電子管式自動平衡計器は各種のものが完備され、すでに量産化にはいっているが、37年度は主として計器の特性向上、部品の安定化など、基礎的な検討が重ねられた。測定回路に使用する摺動抵抗は、多年の研究により開発された新材料が使用され、耐摩耗性および精度も一段と向上した。



第1図 VIP₅₁形電子管式指示計



第2図 VKP₃₂-D形電子管式2ペン記録計 第3図 VQP₁₁-P形電子管式空気作動温度記録調節計

サーボ増幅器には、長寿命と安定性を必要とするため、特色ある磁気変調増幅器が従来より使用され、好評を博しているが、さらにトランジスタチョッパを使用した増幅器も一部実用段階にはいり、東海道新幹線列車用速度計として使用され、その優秀な特性を発揮している。新しく開発されたVIP₅₁形小形指示計、VKP₆₂-D形小形2ペン記録計、VKP₃₂-D形中形2ペン記録計は、すべてトランジスタ増幅器を使用した安定な計器で、各品種が生産に移された。

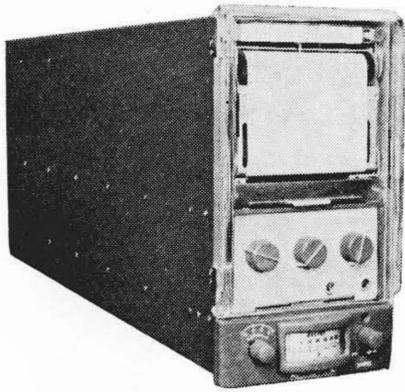
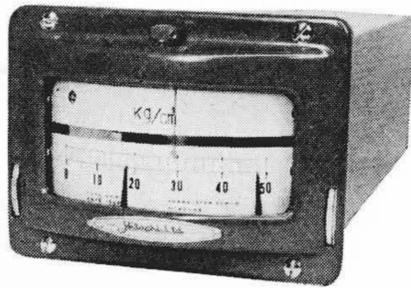
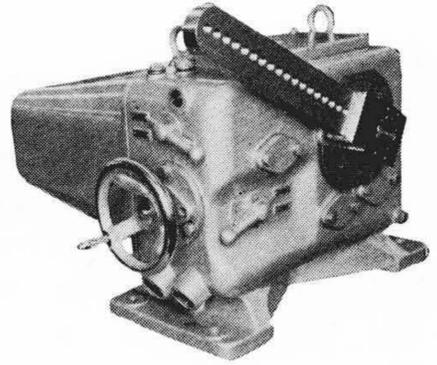
電子管応用計器として、X-SSR₆形多点独立警報設定器は、ダイヤル設定方式に変更され、非常に使いやすくなった。またVL₅₁-G形プログラマは、フォトダイオードを使用した光電追従方式のユニークなもので、プログラム曲線を用紙に記入するのみで動作可能でありプログラムの変更も簡単に行なうことができる。

またこれら電子管式計器を使用した応用計装の一例としては、日本鋼管株式会社川崎製鉄所および三菱造船株式会社広島造船所に、それぞれドレッジャー船用排泥量演算計器を納入し、良好な運転を行なっている。しゅんせつした混合流量を電磁流量計で、また密度をγ線密度計でそれぞれ測定し、さらに水密度、岩石密度を設定することにより、泥のみの流量を自動的に演算し、記録、積算するので、自動平衡計器の特長を生かした興味ある計器であり、またドレッジャー船用計装はわが国最初のもので、今後の需要増大が期待される。

6.1.2 空気作動式調節計

小形の62シリーズは、空気圧受圧のPKB₆₂-P形や電子管自動平衡形のVKP₆₂-P形などがあって、空気式調節計の製品として石油プラントをはじめ各種の化学プラントに納入したが、小形計器による集中管理には、互換性に富み統一された計器が要求され、種々の応用器種が加えられた。

インデクセット式PKB₆₂-P形調節計はカスケード制御用として使用され、PB₆₂-P形比率設定器の併用により比率制御にも用いることができる。VKP₆₂-P形調節計のインデクセット式や流量積算計用発信スライド内蔵形も完成され、指示計、記録計とともに小形計

第4図 VKP₆₂-E形PID記録調節計第5図 VA₈₁形警報計

第6図 X-EA形電動操作器

器による広範囲の集中管理が可能となった。

内部ユニットにも性能向上のため改良が加えられ、受圧ベローズユニット、調節機構ユニット用ベローズなどの改良により、直線性、安定性が向上した。ダイキャストの適用や、部品製作の合理化で軽量化も効果をあげ、製品安定、互換性もさらに向上した。

大形調節計シリーズでは小形シリーズの特性向上とあいまって、内部構造の改良が行なわれた。共通のパイロットバルブは静特性、動特性の向上のために研究を続け、調節計用として好適のノンブリード形パイロットバルブが完成した。非直線性、ヒステリシスもさらに減少し、調節計特性も一段と向上した。

6.1.3 電子式プロセス制御装置

電子式プロセス制御装置は温度、流量などのプロセス変数を直流0~16(4~20)mAの統一信号に変換する検出変換器、この統一信号を受けて記録および比例、微積分の演算を行なうPID調節計、調節計の出力電流で作動する電空式あるいは電動式の操作器、その他各種の演算器などで構成される。各機器とも特性の改善、ソリッドステイト化に重点を置き開発改良が進められた。

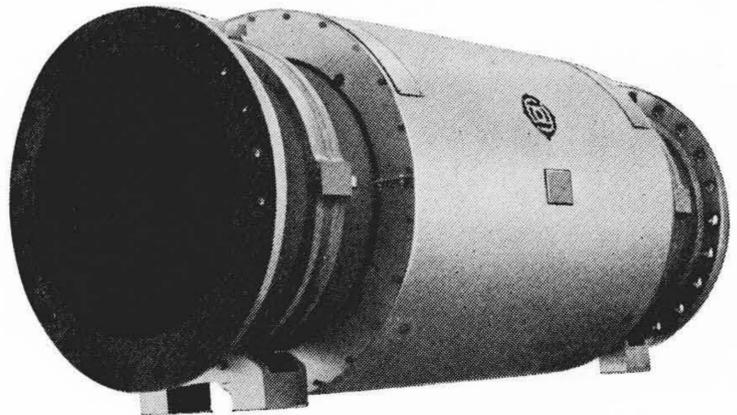
差圧変換器(EDR-D形)、開平式流量変換器(EFR-D形)はそれぞれ差圧、流量を統一信号に変換するものであるが、その増幅部はすべてトランジスタで構成され、環境の悪い場合増幅器のみ分離して設置することもできる。受圧部は従来のシングルダイヤフラム方式をカプセルダイヤフラム方式に改良し、静圧、片圧特性を著しく向上することができた。

PID調節計は従来の無指示PID調節器に加えて標準形の記録調節計(VKP₆₂-E形)が開発、製品化され信越化学工業株式会社、倉敷レイヨン株式会社、その他に多数納入した。記録計部、PID演算部、増幅部および手動調節部より構成され、特に各ユニットの互換性に検討が加えられた。目標値設定は記録計の目盛板上で行なわれるため設定値と制御結果を一目で比較することができる利点がある。

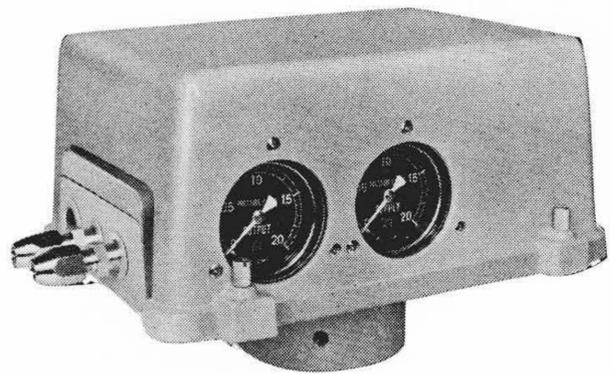
プロセス制御用の各種演算器が開発製品化されたのも特筆すべきであろう。すなわち $I_{out} = \pm I_{in1} \pm K I_{in2}$, $I_{out} = K(\pm I_{in1} \pm a_2 I_{in2} \pm a_3 I_{in3})$ などの演算を行なう演算器(VC₆₁-A形)はボイラ自動制御用として信越化学工業株式会社へ納入した。これはトランジスタによる変調形直流増幅器を主体として構成されている。またガス流量などの温度、圧力を補正演算して標準状態に換算する演算器(VC₆₁-MD形、VC₆₁-R形など)を開発し住友金属工業株式会社、その他に納入されて好評を得ている。これは差動トランス、フォースモータおよびトランジスタ増幅器から構成されている。

監視用として指示警報計(VA₈₁形)が開発された。エッジワイズ形可動線輪計器にランプとフォトトランジスタを組み合わせ、トランジスタ増幅後出力のマイクロスイッチリレーを作動させるものですでに多数納入している。

操作器としては従来の電空式のほかに空気源をまったく必要としない電動式のものが製品化された。PID調節計の出力電流に対応した位置で出力軸が停止するサーボ式のもので最大出力トルク50kg-



第7図 FMR-760形電磁流量計発信器



第8図 PPR-2形圧力空気圧発信器

mである。重油炉のバーナ制御、炉内圧制御のためのダンパ開平などに主として使用されている。

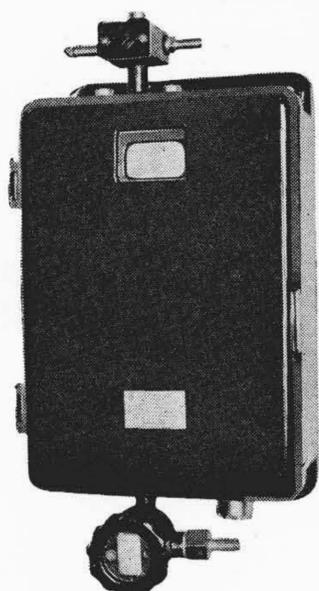
6.1.4 流量計、液面計、比重計

検出端の開発も活発に行なわれたが、流量計としては、口径760mmφのFMR-760形電磁流量計が完成した。流量13,000t/h泥水を測定するため、ゴムライニングの材質を考慮し、また電極の交換が外部から可能な特殊な電極構造に作られている。船舶用として無磁極形の鉄心をもち760φという大口径にかかわらずコンパクトにまとめられている。ドレッジ船排泥量の測定用として三菱造船株式会社に納入した。

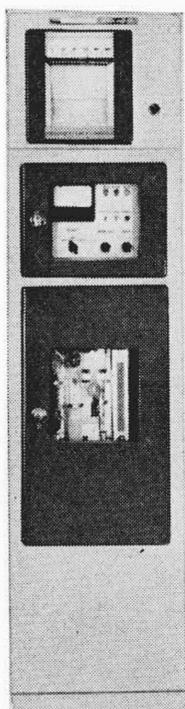
差圧発信器としては、変位平衡式のBPR形発信器が完成し、DIB₆₁形現場形指示計とともに多数納入した。空気圧変換部はより安定に改良され、片耐圧にも強く静特性もすぐれた発信器となった。

液面発信器としては、トルクチューブタイプのNPF形浮子式発信器が完成した。3mまでの液面を測定し、統一された空気信号に変換するもので、現場監視用の目盛板を備え、各種液体用に種々の材質のものを製作した。耐圧は30kg/cm²で、現場形調節計としても使用でき、比例+積分動作が可能である。かん外式の場合は、取付けフランジのいろいろな方式のもの、たとえばサイドサイド形、サイドボトム形など各種需要のものに応じられる。

比重発信器としては、液中につるしたフロートの浮力変化により比重を検知するSLR-V形発信器が完成した。比重を測る液体はよどみがあると沈殿や固まりの恐れがあるため、液流通の際よどみが



第9図 AE-301形
微量酸素分析計



第10図 AH-101形
炭酸ガス計発信器

生ぜず、しかもフロートに動圧の影響がでないように留意されている。また分解掃除の際も容易にできる特別な設計考慮が払われている。またヘリカルブルドン管を用いた PPR-2 形圧力発信器も完成し、 $0.2 \sim 1 \text{ kg/cm}^2$ の空気圧信号に変換する精度、安定度も高く、真空圧から 500 kg/cm^2 までの広範囲の圧力を検知発信することができ、帝国人造絹糸株式会社松山工場をはじめ各所に納入した。

6.1.5 分析計

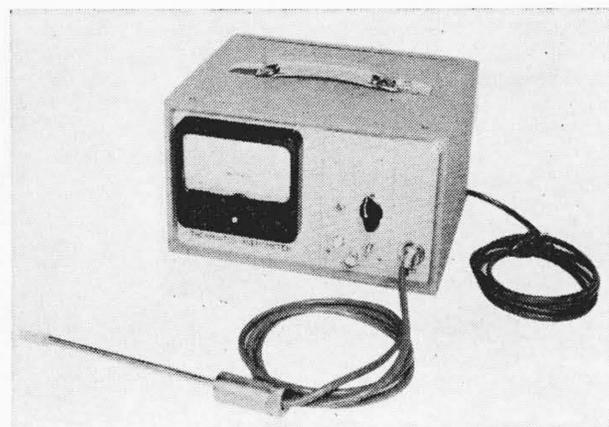
分析計においては、特性の改善に努力し、在来品の精度向上が行なわれた。すなわち炭酸ガスなどの熱伝導形ガス分析計については分析室、検出素子の構造などに改良が加えられ、電源装置はトランジスタ式定電流装置に置き替え、保守の簡易化ならびに精度向上が行なわれた。

一方 O_2 シリーズとして開発中の高精度熱伝導形ガス分析計のほか、さらに株式会社堀場製作所技術陣の参加により、ガス電池式の AE 形微量酸素ガス分析計を開発した。これはかせいかり水溶液を電解液とし、これを銀および鉛電極によって電解し生じた分極作用に対し、試料ガス中の酸素による消極作用を行なわせ、その消極量を検出し、この量を酸素濃度として測定するものである。これまでは輸入に頼らざるを得なかったが、本器は輸入品にまさるとも劣らない特性で好評を得ている。また特殊ガス分析計としてその精度を高く評価されていた赤外線ガス分析計は、検出端のコンデンサマイクロフォンなどに改良が加えられ、精度向上と取り扱いの簡易化された EIA 形を生産している。水質管理用分析計として汎用 PH 計の性能向上とともに純水用 PH 計の製品化に成功し、中部電力株式会社新名古屋火力発電所、その他で実動中である。

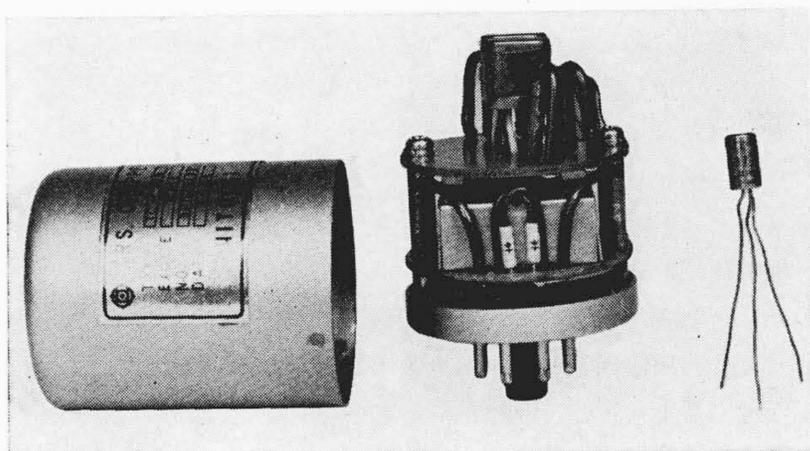
同時に PH 計の製品技術を応用したナトリウムイオン濃度計、酸化還元電位差計、アルカリ度メータを開発した。アルカリ度メータは飲料水、工業用水などに含まれるカルシウム、ナトリウム、塩類などの精密分析を行なうものである。

6.1.6 特殊計器

サーミスタ応用計器は、サーミスタの電気抵抗、温度依存性が大きいことにより、各種計測をサーミスタの温度変化に置き替えて測定するものである。代表的なものとして気体の流速による放熱係数変化を利用した風速計を製作し、名古屋大学、その他に納入してある。トランジスタチョッパはドリフトレベルの低下に主眼があり、現在通常使用状態で $\pm 3 \mu\text{V}$ 、実用温度変化範囲でも約 $10 \mu\text{V}$ 以下に達している。すでにこれを使用した機器として東海道新幹線用



第11図 P₅₁形風速計



第12図 TC-10D形トランジスタチョッパ

ATC 装置を納入している。

6.1.7 車両用特殊計器

車両の高速化、合理化に伴い運転状況の間接的監視ならびに安全運転、自動制御の見地より車両計器も一段とその進歩がみられ高性能、高信頼性を有するものになった。

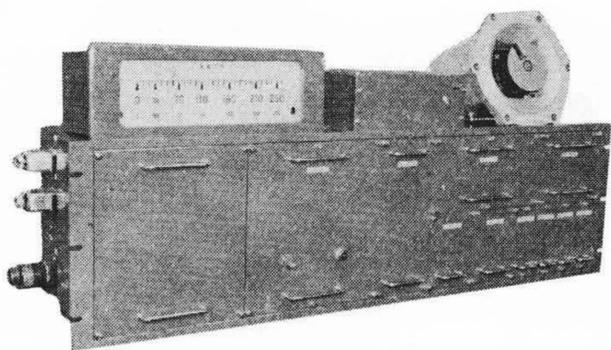
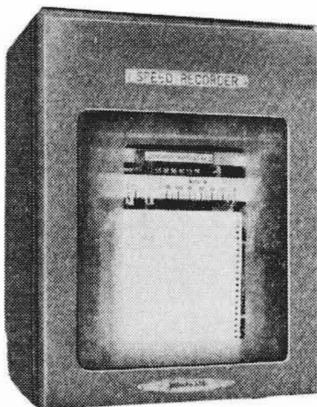
これらの中で特に注目されるものは、東海道新幹線夢の超特急電車に採用された ATC 用 DF₁₃-C 形速度検知装置である。現在すでに東海道新幹線モデル線において現車試験中であり、各方面よりその成果が期待されている。

車両の安全運転を目的として開発したものに QBC 形速度記録計がある。本計器は瞬間速度を記録すると同時に、地上信号機からの信号を受けて信号の種類（青、橙、赤）および運転者の信号確認状況をも記録できるものである。チャート送りが車両走行距離に比例するほか記録ペンにインクを使用せず、金属ペンを使用するなど車両用計器として十分な考慮が払われている。現在日本国有鉄道東海道線において一部営業車に取り付け、運転中で好評を得ている。

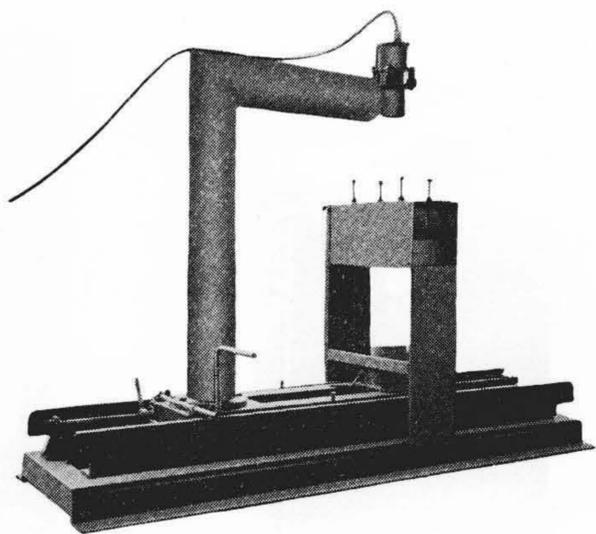
車両の走行距離積算計として日本国有鉄道において実車試験中のものに、MPC-1 形走行距離積算計がある。本器は車軸に取り付けられた FP 形パルス発信器によって回転数に比例したパルスを生じせしめ、これを MPC-1 形走行距離積算計に内蔵するパルスモータによって積算カウンタで表示するもので、全トランジスタを使用した全無接点方式を採用している。

6.2 放射線応用計器

従来、日立製作所は期界にさきかけて液面計、厚さ計、密度計、水分計を開発してきたが、37年度はこれらの品種の性能改善とともに応用面の開拓に力が注がれた。たとえば、化学プラントの重合率測定に対する足がかりを得ることができ、また電磁流量计と密度計を組み合わせたしゅんせつ船用排泥量測定装置のような特長のあるものも完成した。特に利用面の傾向として注目すべき点は信頼性の向上に伴い、制御系の中に検出端として組み込まれる場合が多くなったことで、水分、液面などの自動制御に利用され始めた。

第13図 DF₁₃-C形速度検知装置

第14図 QBC形速度記録計

第15図 しゅんせつ船用排泥量測定装置の γ 線検出部

6.2.1 液面計, 厚さ計

γ 線液面計の新しい応用分野として高炉の装入材のレベルを検出する装置が完成し、八幡製鉄株式会社八幡製鉄所へ納入した。従来よりキューボラーの γ 線液面計についてはすでに数台納入済みであるが、高炉に関しては国内では初めてである。本機はon-off形の γ 線液面計で、3組の線源(^{60}Co)と検出器(シンチレーションカウンタ)を炉体に取り付け、4個所のレベル測定を行なう。レベルは4個のランプで表示されると同時に記録計にも記録される。また必要に応じて、検出器出力のカウント数も記録される。増幅器は1台で3組の検出器を共用し、40秒毎に自動切替えが行なわれる。レベル検出の位置は地上より約30m、炉の直径が約7mあり、付近は温度も高く保守も困難であるので、機構部の防食、耐熱、防水などには特に考慮して設計してある。

β 線厚さ計では自動校正方式の厚さ計を日本鋼管株式会社水江製鉄所へ納入した。

6.2.2 水分計, 密度計

中性子水分計は製品完成後、満2年となり、ようやく各方面でその実用性が認識され、受注も次第に増えてきた。すでにトランジスタ化された携帯用水分計と工業用の水分計が完成し、プローブの種類もそう入形および表面形のほかに散乱形 γ 線密度プローブも完成した。

工業用水分計の利用面では特に製鉄所における焼結原料の水分連続測定が目立ち、電子式調節計との組み合わせによる水分制御も実現した。土木方面でも道路、ダムの建設現場におけるコンクリート用砂の水分測定などに利用され始め、今後の需要増加が期待される。

γ 線密度計は化学工場において反応の進行を密度測定より間接的に測定するなど新しい利用法が生まれたが、さらにほかの工業計器との組み合わせ利用の一つとして電磁流量計と演算器とを組み合わせたしゅんせつ船用排泥量測定装置が注目される。すでに日本鋼管株式会社、三菱造船株式会社などに納入し、振動、その他の悪条件のもとに好調に運転している。

6.3 一般計器および測定器類

積算電力計は特に海外進出を図り東南アジア、中近東方面へ数多く輸出した。この輸出の増大に対処するために、構造、性能ともに英国規格に適合するように特別設計したY-8形積算電力計を開発した。一般用としては精密積算電力計、広範囲小形三相積算電力計、その他を完成した。一方インドにおけるダス-日立合弁会社は工業的には処女地にもかかわらず、受け入れと指導の協調努力が実り、わずか3箇月で月産数千個の安定した量産過程にはいり得た記録的成功を収めている。

電気計器関係では戦前その性能が業界から高く評価されていた日立携帯用計器を最新式のデザインを盛り構造、性能ともに面目を一新した新形にて一連の機種を生産再開した。

高精度の実験用記録計の出現が強く要望されていたが、このたび電子管式平衡機構によるX-Y記録計、卓上記録計の二機種が完成した。

半導体素子の応用計測器としては、ホール効果素子による電力変換器、ペルチェ効果素子と制御回路よりなる試験用小形恒温槽を完成した。

6.3.1 積算電力計の開発

(1) Y-8形单相積算電力計

東南アジアを始め各国で、英国規格BS-37(1952)に適合することを条件とする要求が多いので、構造、特性ともに完全にマッチするY-8形を開発した。標準定格を10, 40 Aおよび80 Aとし指針形レジスタを取り付けているが、要求に応じ全モールドケースカバーのもの、5けた、6けた指針形レジスタ付きのものも製作した。

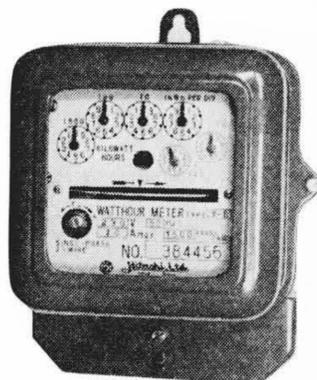
(2) YD-2形三相広範囲積算電力計

三相積算電力計は一般に1本の軸に2枚の円板および駆動素子を備えていたが、これを円板1枚とし小形軽量化したYD-2形を開発した。本計器は従来品に比べ高さ70%、回転子重量70%と小形であり負荷特性も定格の150%まで拡大されている。さらに小形なYM-1磁石鋼を使用し、レジスタは宝石軸受式のものを取り付けて寿命延長を図ってある。1枚円板形のものに発生する素子間の相互干渉の補償には電流鉄心に補償巻線とインピーダンスを接続した日立製作所独特の方式を採用している。

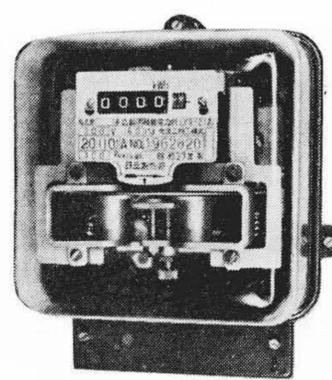
6.3.2 P₂₃形携帯用計器

携帯用計器は戦後製作を中止していたが、製作再開を要望する声が強いたので今回新たなデザインを採用し、製作を開始した。外箱は優美な黒色フェノール樹脂製で、特殊形状の端子を採用して測定範囲を示す数字が見やすくなっており、さらに端子への配線接続の便を考慮して端子を上方に傾斜させてある。

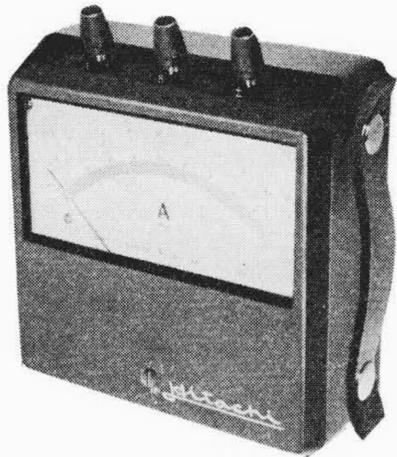
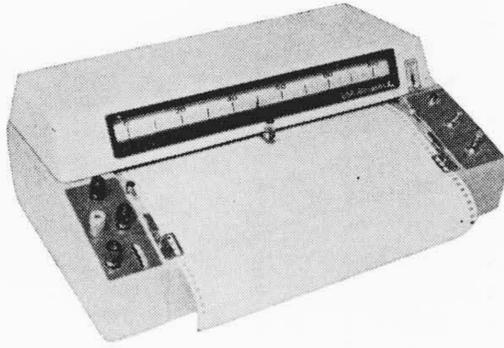
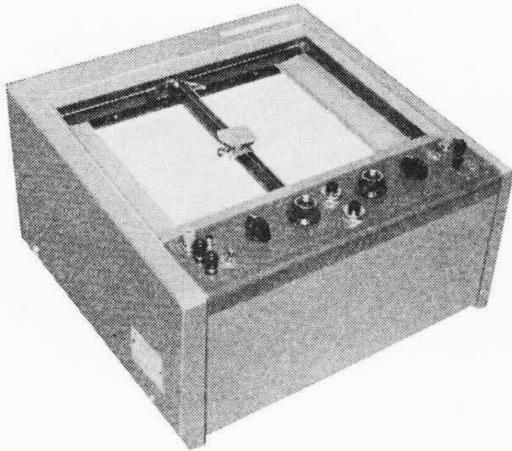
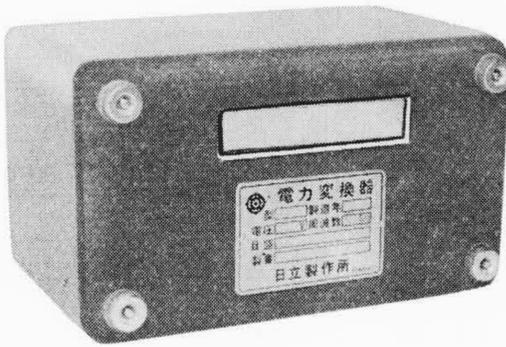
直流計器は内部磁石方式、交流計器は可動鉄片形であり、JIS C 1102級0.5をさらに満足する性能をもっている。



第16図 Y-8形单相積算電力計



第17図 YD-2形三相広範囲積算電力計

第 18 図 P₂₃ 形携帯用交流電流計第 19 図 QPW₁₁ 形 X-Y 記録計第 20 図 QPD₃₂ 形卓上形記録計第 21 図 DH₆₁ 形電力変換器

6.3.3 実験用記録計

(1) QPW₁₁ 形 X-Y 記録計

X, Y 両軸に、おのおの独立した電子管自動平衡計器を備え、これを一つの記録ペンで結び、これにより $Y=f(X)$ なる関係をもつ曲線を描くことができる X-Y 記録計を開発した。

仕 様

- (1) 測定範囲 X軸 DC 12 mV~240 V
Y軸 DC 9 mV~180 V

- (2) 確 度 $\pm 0.5\%$ 以下

(3) 記録ペン全目盛移動時間 X, Y 軸とも 0.6 秒以下
用途としては電子管、トランジスタの特性曲線とか磁化曲線などを求める場合に使用できる。

第 19 図は本記録計の外観を示す。

(2) QPD₃₂ 形卓上形記録計

従来の記録計は、ラック用を目的としたものとか大形のものが多く、机において簡便に使用できる記録計が少ない現状にある。最近、理化学方面、研究室などより、机において使用でき、しかも小形軽量の記録計の要求が強まってきた。この要望にこたえて、このたび電子管自動平衡方式による卓上形記録計を開発した。

仕 様

- (1) 測定範囲 DC 10 mV

- (2) 確 度 $\pm 0.5\%$ 以下

- (3) 記録ペン全目盛移動時間 3 秒以下 (目盛幅 250mm)

第 20 図は本記録計の外観を示す。

6.3.4 ホール効果応用電力変換器

現在、完全静止形の電力変換器としてはサーマルコンバータを用いたものがあるが、応答速度が遅い難点があり、これを解決するものとしてホール効果を利用した電力変換器を開発した。

Ge 素子よりなるホール発電器を用いて、電圧、電流値の乗算を行なわせ、電力の検出を行なうものである。

本器は 500 W 入力に対し 15 mV の出力を得、10, 5 mV のタップ

切り替えが可能であり、PCT 負担がともに 3 VA 以下で、影響値などの仕様は従来のサーマルコンバータの仕様を満足するものである。

第 21 図は DH₆₁ 形電力変換器の外観である。

6.3.5 NTB₁₁ 形小形恒温槽

最近の半導体応用製品の発達には目ざましいものがあるが、半導体部品の最大欠点である温度特性については、適当な測定装置がなく、詳細検討がなされていなかった。

本器は、半導体部品の温度特性の測定、生物標本の保存などの医学、生物学方面への利用を考へて開発した熱電素子を用いた小形恒温槽である。

周囲温度 20°C の際に槽内温度を 0~50°C の間の任意の温度に設定でき、設定温度の $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 以下に制御し得る高精度の小形恒温槽であり、槽内発熱体は 500 mW まで許されるので広い応用面が期待される。

第 22 図は本器の外観を示す。

6.4 継 電 器

キャリヤリレーなどによる重要送電線保護装置の整備は 37 年度も引き続き活発に行なわれ、この関係の新製品に見るべきものが多い。

UHY 形モー継電器を主継電器とするキャリヤリレーは 36 年度に関西電力株式会社の東海、木曾幹線など 27 端局分を納入したが、37 年度もこれに引き続いて多奈川火力線などに納入したほか、四国電力株式会社超高压西条幹線、中央幹線、東北電力株式会社只見系、新新瀉火力線などに納入し、その他にも多数納入した。これに伴って短、中距離送電線の短絡、または地絡保護用カップ形距離継電器を多数開発した。これらの継電器は過渡特性の安定を図るため電圧極性、抑制両回路の理論的検討を行ない、抑制回路に直並列共振回路を採用することにより、すぐれた結果を収めている。

また一般の継電器においては最近の変圧器の励磁突入電流の増加に伴い、従来の IY 形誘導円板形比率継電器に突入電流による誤動作防止回路を付した IYT 形比率継電器、系統末端や火力発電所などにおける過電流保護継電器として瞬時要素付きの IO 形 C₂ 式限時過電流継電器の製作を開始した。

このような電磁形継電器の開発、改良とともに新しい分野としてトランジスタ式静止形継電器の研究開発に努力が払われた。この種の継電器においては回路方式などの研究とともに継電器としての責務上信頼度、寿命についての検討が特に重要で、新製品の開発もこれらが並行的に行なわれ、その成果も具体化しつつある。

6.4.1 誘導円筒形距離継電器

さきに関西電力株式会社に誘導円筒形の UHY 形モー継電器を主体とする 154 kV 系キャリヤリレー 27 端局分を納入したが、この継電器は特に過渡特性の安定化について配慮されており、納入後の動

第 22 図 NTB₁₁ 形小形恒温槽

第1表 カップ形距離継電器標準仕様および納入実績

形式	要素	特性	整定範囲	位相角	目的	備考
UHY-1G ₂	Y ₁	モーター	3 ~ 30Ω	75度	長距離送電線 短絡	関西電力株式会社納入 東京電力株式会社形式試験合格
	Y ₂	モーター	3 ~ 30Ω	75度		
	OY ₃	オフセットモーター	{ 3 ~ 30Ω -0 ~ 3Ω	75度		
UHY-1G ₂	Y ₁	モーター	2 ~ 20Ω	75度	長距離 短絡	
	Y ₂	モーター	3 ~ 30Ω	75度		
	OY ₃	オフセットモーター	{ 3 ~ 30Ω -0 ~ 3Ω	75度		
UHX-1G ₂	D	モーター	3 ~ 30Ω	75度	中距離 短絡	四国電力株式会社, 北陸電力株式会社 北海道電力株式会社納入
	X ₁	変形リアクタンス	0.6 ~ 6Ω	75度		
	X ₂	変形リアクタンス	1 ~ 10Ω	75度		
UHX-2G ₂	D	モーター	3 ~ 30Ω	75度	短距離 短絡	北陸電力株式会社, 東北電力株式会社 納入
	X ₁	変形リアクタンス	0.3 ~ 3Ω	75度		
	X ₂	変形リアクタンス	0.5 ~ 5Ω	75度		
UHX-2G ₂	D	モーター	3 ~ 30Ω	75度	短距離 短絡	北海道電力株式会社納入 関西電力株式会社, 宮崎県電力株式会社 社予定
	X ₁	変形リアクタンス	0.3 ~ 3Ω	60度		
	X ₂	変形リアクタンス	0.5 ~ 5Ω	60度		
UHXG-1G ₂	D	モーター	3 ~ 30Ω	60度	長距離 地絡	
	X ₁	変形リアクタンス	1 ~ 10Ω	75度		
	Y ₂	モーター	2 ~ 20Ω	60度		
UHXG-2G ₂	D	モーター	3 ~ 30Ω	60度	中距離 地絡	四国電力株式会社納入 東京電力株式会社形式試験合格
	X ₁	変形リアクタンス	0.6 ~ 6Ω	75度		
	X ₂	変形リアクタンス	1 ~ 10Ω	75度		
UHXG-3G ₂	D	モーター	3 ~ 30Ω	60度	短距離 地絡	
	X ₁	変形リアクタンス	0.3 ~ 3Ω	75度		
	X ₂	変形リアクタンス	0.5 ~ 5Ω	75度		
UHXG-3G ₂	D	モーター	3 ~ 30Ω	60度	短距離 地絡	関西電力株式会社予定
	X ₁	変形リアクタンス	0.3 ~ 3Ω	60度		
	X ₂	変形リアクタンス	0.5 ~ 5Ω	60度		
UHY-2E ₁	OY	オフセットモーター	{ 3 ~ 30Ω -0 ~ 3Ω	75度	同期はずれ検出	四国電力株式会社, 東北電力株式会社 納入
UHY-3E ₁	OY	オフセットモーター	{ 6 ~ 30Ω 0 ~ 3Ω	75度	外部故障検出	関西電力株式会社予定
UZ-1E ₁	OY	オフセットインピーダンス	{ 3 ~ 30Ω 0 ~ 30Ω	75度	同期はずれ検出	関西電力株式会社納入
UR-1E ₁	R	オーム	1 ~ 10Ω	345度	同期はずれ検出	関西電力株式会社納入

作実績もすぐれた結果が得られている。

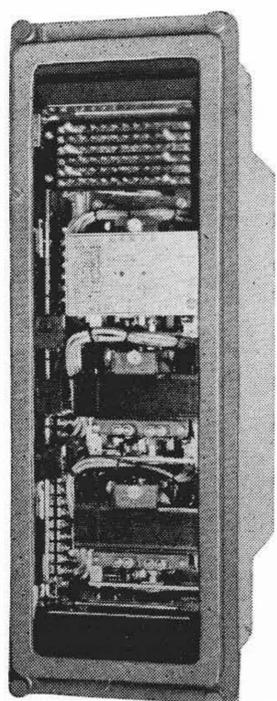
これに引き続いて短、中距離送電線の短絡、地絡距離継電器などを開発した。これらの継電器は静特性もさることながら UHY 形継電器と同様過渡特性の安定化に特に留意して設計してある。すなわち方向距離継電器においては距離要素、または方向要素は距離測定

と方向選択とを同時に行なう関係上制御力はほとんどなく、このため過渡時における電圧、電流の急変に伴う不整回転力の処置が適正を欠くと単にオーバリーチの大小のみならず誤動作の可能性さえ伴う。これに耐えるためには電圧極性、電圧抑制回路の過渡時の特性が本質的に同等であることが必要で、このために独特の回路方式を採用し、きわめて安定な結果が得られている。

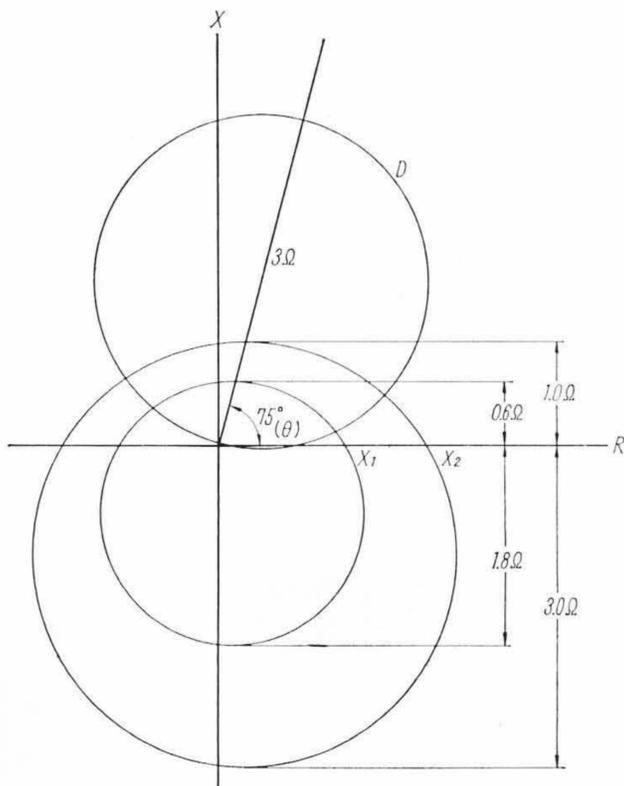
第1表に誘導円筒形距離継電器の標準仕様および納入実績の一覧を示す。以下中距離以下の送電線の保護継電器の概要および同期はずれ検出用継電器などについて略述する。

(1) UHX 形 1G₂ 式高速度リアクタンス継電器

中距離程度の送電線の短絡保護用として用いられるもので第23図にこれを示し、第1段(X₁)、第2段(X₂)、方向要素(D)よりなる。方向要素はモーター特性を有し、方向選択、距離測定を行ない、小電流による測距誤差を避ける目的で回路常数の選定は十分に検討され、電流回路に設けた空げき付変流器、電圧極性線回路、電圧抑制線回路のメモリー効果などにより、静的にも過渡的にも内外故障に対し確実な選択性、測距特性を有している。また中距離程度の送電線においては故障時のアーク抵抗が無視できない程度になっているので、本器の測距要素はインピーダンス特性円の中心を-X, R方向にオフセットした変形リアクタンス特性をもたせている。第24図は方向要素、距離要素をそれぞれ100%タップに整定したときの力率特性を示し、オフセットの大きさは-X方向がインピーダンス特性円の半径の50%, R方向には最大感度位相角が75度になるよ



第23図 UHX 形 1G₂ 式高速度リアクタンス継電器



第24図 UHX 形 1G₂ 式高速度リアクタンス継電器力率特性

うに選ばれている。このような変形リアクタンス特性においては抵抗分による測距誤差が少ないとともに常時の負荷電流で動作することのないような整定ができるので、いわゆるリアクタンス特性の継電器のように故障時における方向要素との限時協調という困難な問題は起こらない。

(2) UHX 形 2 G₂ 式高速度リアクタンス継電器

短距離程度の送電線の短絡保護用として用いられ、距離要素の基準リアクタンスと $-X$ 方向のオフセット量を除けば要素の構成および特性は UHX 形 1 G₂ 式リアクタンス継電器とまったく同じで、 $-X$ 方向のオフセット量がインピーダンス特性円の 66.7% に変わったものである。

(3) UHXG 形 2 G₂ 式高速度リアクタンス継電器

中距離程度の送電線の地絡保護用として用いられ、整定範囲、動作特性もこの目的に適するように選ばれ、第 1 段 (X_1)、第 2 段 (X_2)、方向要素 (D) より構成され、測距要素は UHX 形継電器とまったく同じ構成なるも、方向要素にあっては一種のモー継電器で、抑制線輪には保護相の相電圧 (E_A)、極性線輪にはこの電圧より 90 度遅れの線間電圧 (E_{BC}) を、電流は線電流 (I_A) を導入して保護相の故障のみを確実に検出動作するようにし、距離測定は E_A/I_A で表示する。接地継電器では大地抵抗によるアンダーリーチを、また送電線が中距離程度の場合にはアーク抵抗も無視できない程度であるから本器の距離要素は UHX 形リアクタンス継電器と同じ変形リアクタンス特性になっている。

(3) UHXG 形 3 G₂ 式高速度リアクタンス継電器

短距離程度の送電線の地絡保護用として用いられ、距離要素の基準リアクタンスと $-X$ 方向のオフセット量を除けば要素の構成および特性は UHXG 形 2 G₂ 式継電器とまったく同じである。

(4) UZ 形 1 E₁ 式高速度インピーダンス継電器

電力受取の重要分岐個所、他電力会社との連携個所、あるいは系統における重要な同期機にはしばしば同期はずれ検出用の継電装置が設置される。同期はずれ検出には一般に一個のインピーダンス継電器と二個のオーム継電器とを組み合わせ、その間に動作区分を設け、同期はずれがおこって動揺インピーダンスが各動作区分を通過したときの動作、復帰時間を利用してこれを検出し動作せしめる。本継電器は次の UR 形オーム継電器との組み合わせによってこれら系統、または同期機の同期はずれ継電装置をなすものである。特にこの装置は故障と同期はずれを完全に見分ける必要があるため遠端、近端の故障、電力の反転にもまったく誤動作のないよう回路常数の選定は十分検討してある。UZ 形継電器はモー特性、インピーダンス特性の継電器で前方の整定値に対し後方の整定値が 10% step で 100% まで整定できるようになっており、モー特性の最大感度位相角は遅れ 75 度になっている。

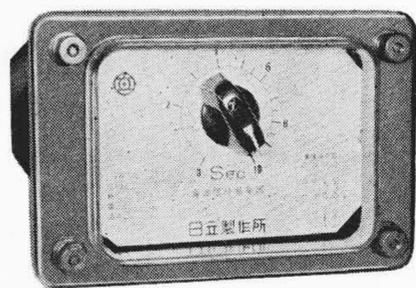
(5) UR 形 1 E₁ 式高速度オーム継電器

UZ 形継電器との組み合わせで用いられ、UZ 形継電器の最大感度位相角に合わせて遅れ 75 度に平行なオーム特性を有している。

6.4.2 トランジスタ応用の静止形継電器

トランジスタの電力設備への応用はすでに各方面で実施されており、電力用継電器のトランジスタ化も研究されているが、電力用継電器の責務上その適用に当たっては特に慎重な検討が必要で製品の特性とともにその寿命検討が最も重要な基礎的問題である。

トランジスタ式継電器は単に在来の電磁式継電器をトランジスタ回路に置き替えるというだけでなく、その長短にしたがって長所を



第 25 図 SM 形直流限時継電器

生かし短所を十分補ったものでなければならない。電磁式継電器のトランジスタ化に伴う長所は、

- (a) 無接点化に伴い、接点障害、機械的障害が除かれる。
- (b) 検出感度の飛躍的向上が可能である。
- (c) 原理的寿命が半永久的である。

など考えられるがその反面

- (d) 入力サージによる誤動作、破壊の対策。
- (e) 補助電源の必要とその安定化。
- (f) 温度対策。
- (g) 経済性。

などの問題がある。

したがって研究開発もこれらを確認しながら、総合的に実用化を図らなければならない。そのため製品の研究とともに単体継電器の寿命試験、複合継電装置のフィールド試験などを並行して行なっている。

以上のような観点からトランジスタ式継電器の開発は単体継電器と継電装置の両面から行なっており、次に示すような継電器が製品化、または開発途上にある。

(1) SC 形 F 式フリッカ継電器

トランジスタ発振回路と小形長寿命の補助継電を組み合わせることにより、長寿命、かつ小形なフリッカ継電器を製作している。接点は DC 110 V 200 mA 遮断の 4 C 接点を備え、警報器や表示灯の時的開閉に最適の補助継電器で従来の電磁形と使用法はまったく同じである。

(2) SM 形直流限時継電器

CR 時定数回路、トランジスタスイッチ回路小形補助継電器などを組み合わせて、トランジスタ限時継電器を製作している。この外観は第 25 図に示すとおりで、

- (1) 小形で従来品の半分の取付盤面積である。
- (2) 使用法は電磁形と同様である。
- (3) アクリル表面カバーをはずすことにより簡単に整定変えができる。
- (4) 大容量 2 a 接点を備えている。

などの特長がある。

(3) SGF 形 R 式接地継電器

配電線需要家端において接地検出を行なう場合、微少接地電流のみを検出対象としたい場合がある。このような場合トランジスタ増幅器とスイッチ回路、補助リレーを組み合わせることにより

- (1) 微少入力による動作
- (2) 強固な機械的構造
- (3) 過大入力にも耐える保護装置付き

という特長を持つ接地継電器が製作できる。本継電器は丸胴埋込形のケースに納められており三電推奨規格に合格している。