

# 最近の工業計器

山下史郎\* 佐藤芳男\*\* 河井陽一\*\*\*

## Hitachi Industrial Measuring Instruments

By Shirō Yamashita, Yoshio Satō and Yōichi Kawai  
Taga Works, Hitachi, Ltd.

### Abstract

The industrial measuring instruments are now indispensable to the operation of heat plants if the improvement of thermal and manufacturing efficiency and the higher quality of the product are to be attained. Fortunately industrial instruments have been improved greatly and the development of electronic self-balancing instrument is amazing, and thanks to these achievements of instrument makers, the above-mentioned demands of industries are being met to greater extent. In this article, the writers describe the principle, construction and characteristics of Hitachi industrial measuring instruments which include pyrometers, thermometers, flow meters, level meters, pressure gauges, gas analysers and electronic self-balancing instruments.

### 〔I〕 緒 言

最近工業計測の進歩は目覚ましいものがあり、その測定原理には変わりなくとも測定手段は著しく発達、改良されてきている。特に電子管応用計器の進歩は工業計測に一大革命を与えたものといえよう。

工業計器は温度、流量、液面、圧力、ガス分析など各種の量を迅速かつ正確に測定し、各種工業の熱管理、品質向上、能率向上をはかるためには欠くことのできないものとなっている。工業計器の実際応用に際しては、いたずらに高精度の複雑な計器を追うことなく測定対象の種類、状態に応じて所要の性能を有する計器を選定すべきである。日立製作所においてはこの目的に応じた各種工業計器を製作しているが特に電子管式計器の応用分野はますます増大し工業計器全般にわたっている。

### 〔II〕 流 量 計

流量測定の方法には各種のものがあり、それぞれの用途、目的に応じて適当な方法が選定されるが一般に工業用として具備すべき条件は下記のごときものである。

- (A) 指示、記録、積算ができること。
- (B) 高温、高圧に耐えること。
- (C) 遠隔測定計器であること。
- (D) 構造堅牢かつ簡単で取扱、点検が容易なこと。

\* \*\* \*\*\* 日立製作所多賀工場

(E) 所要の精度を有すること。

(F) 電源電圧変動の影響を受けないこと。

以上の条件を比較的満足させることのできる計器として差圧式流量計が工業用に広く用いられている。

#### (1) 差圧式流量計の原理

測定流体の流れる管内の一部に差圧発生器と称する管径より小さい径を有する絞りを設けると、その前後に圧力差を生じ、流量  $Q$ 、圧力差  $P_1 - P_2$ 、流体容度  $r$  との間には

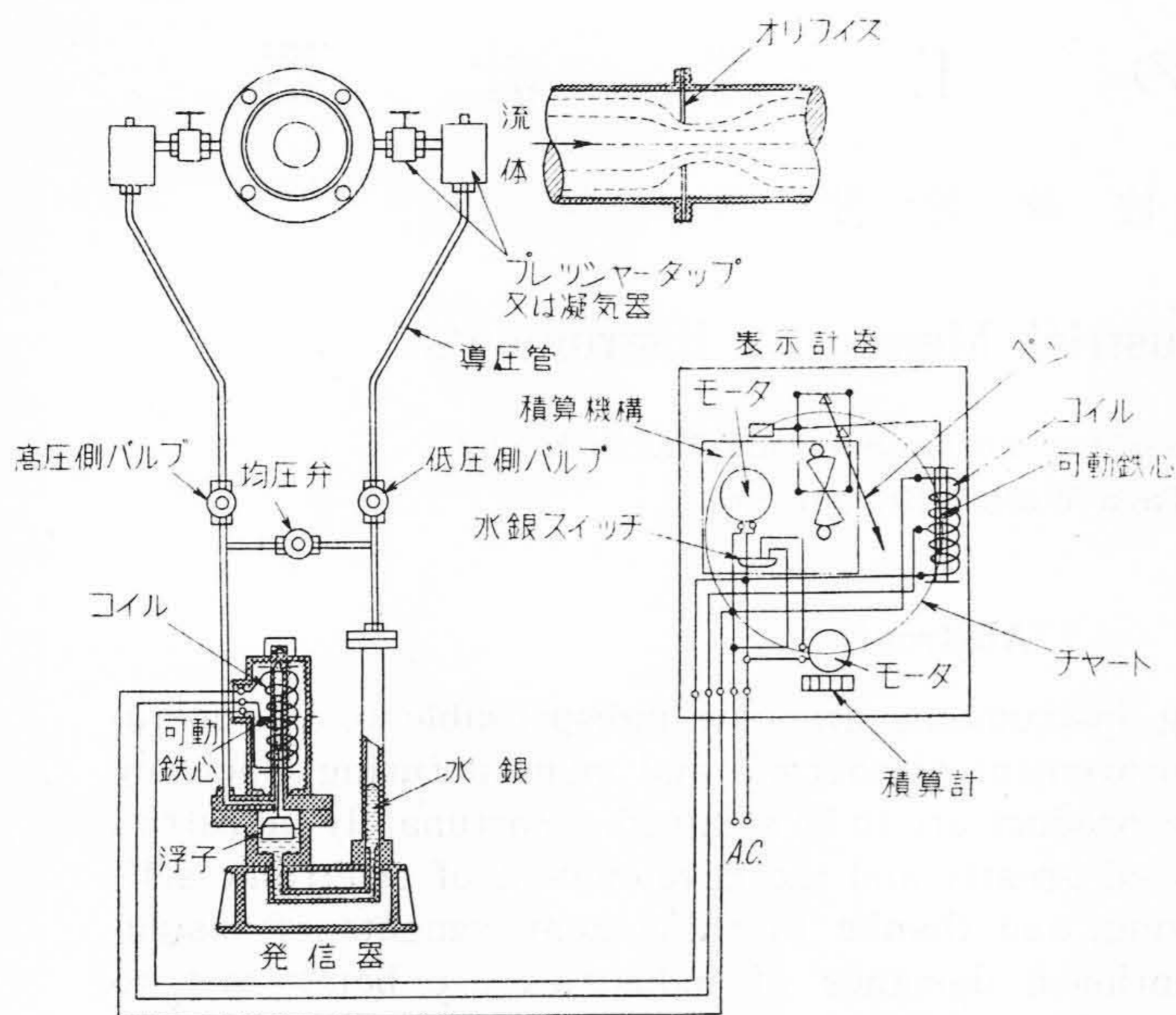
$$Q = K \sqrt{(P_1 - P_2) / r}$$

$K$ : 常数

なる関係がある。したがってこの圧力差を測定し、電気的あるいは機械的に指示、記録、または積算させる。圧力差を測定し受量計に伝える装置を発信器と称し、浮子式、沈鐘式、環状天秤式（リングバランス式）などがあり、用途に応じて使用される。電気的に圧力差を受量計に伝える方式としては抵抗式、誘導式などあるが、構造簡単、取扱容易、圧力室との隔離が容易などの点から電気誘導式のものが高く使用されている。電気誘導式は二つに分けられたコイル中を鉄心が動くことにより生ずるインダクタンスの変化で受量計を作動させるもので、比較的トルクが大である。

#### (2) 差圧発生器

オリフイス、ベンチュリ、ノズルなどがあつて、そのうちオリフイスは製作容易な上に比較的精度が高いので



第1図 流量計説明図

Fig. 1. Explanation Diagram of Flow Meter

一般に使用されている。所要直管部を少なくし、流体の旋回などの影響を除くためにオリフィスプレートの前後に環状室を有するものをオリフィスフランジと称し、日立製作所においてはこれを標準としている。

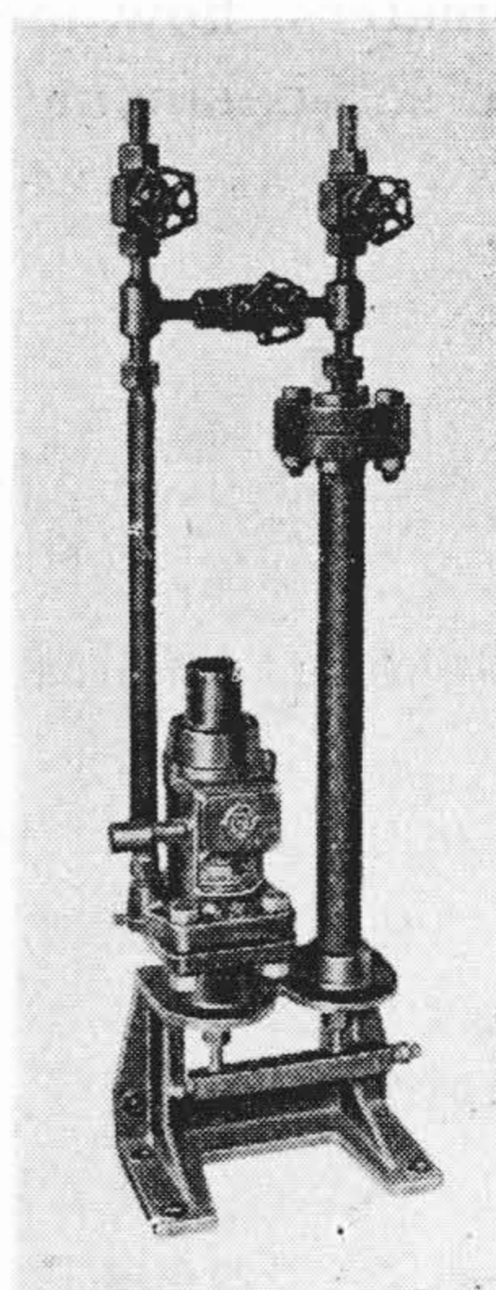
(3) 発信器

第1表に日立 FLR 型浮子式, FLB 型沈鐘式, 環状天秤式 (FBI, FBQ 型流量計に内臓) 発信器の性能を示す。

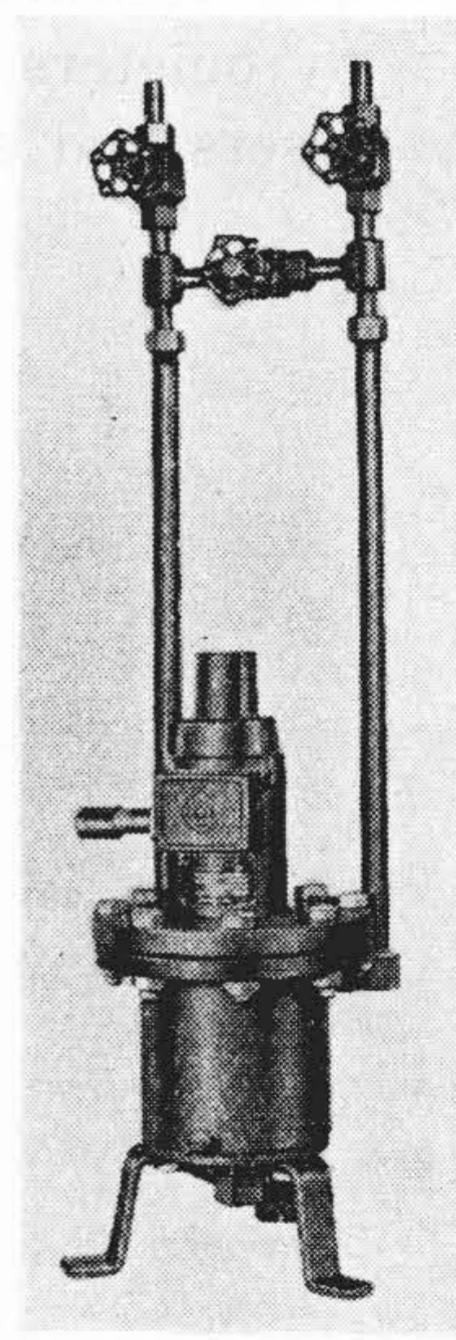
用途の増大とともに広範囲の差圧と高耐圧のものが要求される。FLR 型発信器は従来最大差圧 6,000 mm 水柱, 耐圧 75 kg/cm<sup>2</sup> であつたが, 現在では差圧 14,000 mm 水柱, 耐圧 300 kg/cm<sup>2</sup> まで使用できるものが製作されている。その他差圧の変更がレンジチェンブ内の補償棒の交換で容易にできる。フロート室前面に水銀注入口があるので配管を外すことなく容易に水銀の補充ができる脈動防止装置を有する。補償棒の断面を段付とし

第1表 流量計発信器の性能  
Table 1. Characteristics of Flow Meter Transmitter

型名	FLR 型	FLR-H 型	FLB 型	環状天秤式
方式	浮子式	浮子式	沈鐘式	環状天秤式
差圧水柱 (mm)	550~14,000	550~10,000	36~300	50~2,000
常用耐圧 (kg/cm <sup>2</sup> )	75	300	5	0.5
試験耐圧 (kg/cm <sup>2</sup> )	150	450	10	1
測定流体	液体, 気体, 蒸気	液体, 気体, 蒸気	気体	気体



第2図 FLR型流量計発信器  
Fig. 2. Type FLR Flow Meter Transmitter

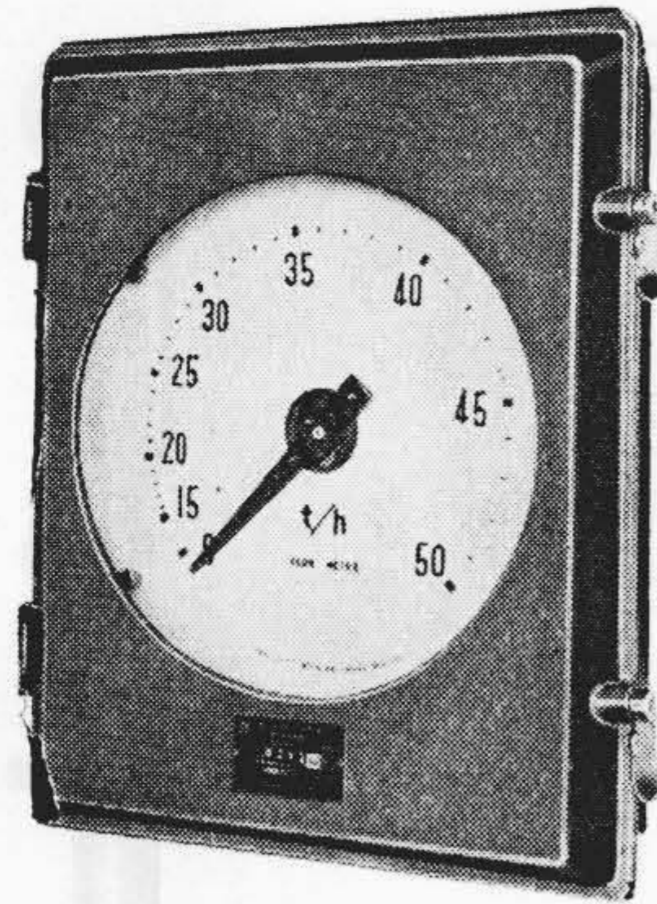


第3図 FLB型流量計発信器  
Fig. 3. Type FLB Flow Meter Transmitter

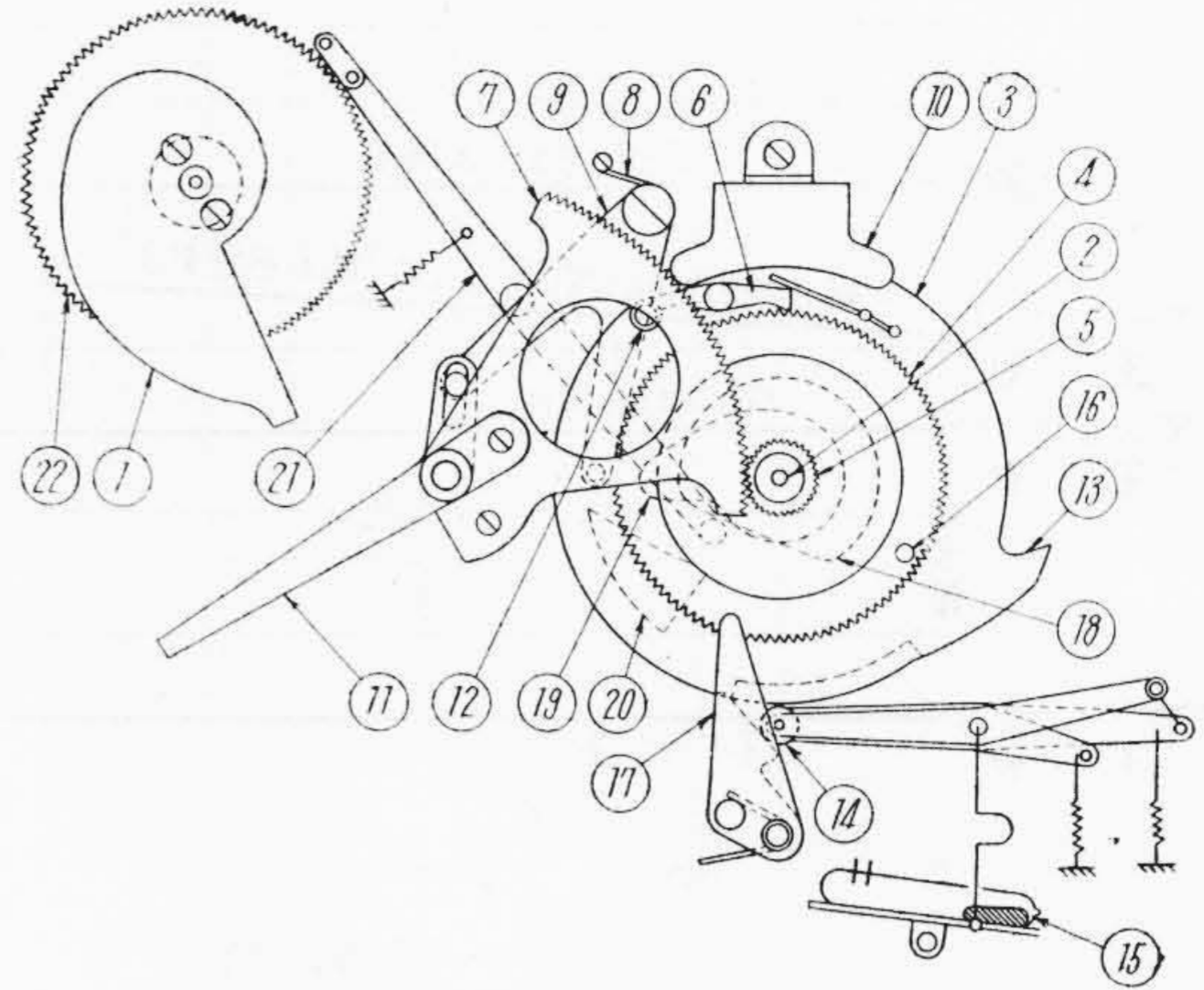
て一部拡大目盛とすることができるなど構造上, 取扱上種々の特長を有している。

(4) FLI-A, FLQ-A 型電気誘導式流量計

本器は第4図に示すごとき外観を有し, 指示, 記録, 積算ができる。一般に工業計器は高精度を要することは勿論であるが, 初期の精度を持続させるためには使用者の保守に依存することが大である。このため保守点検が容易な構造でなければならない。第5図はこれらの条件

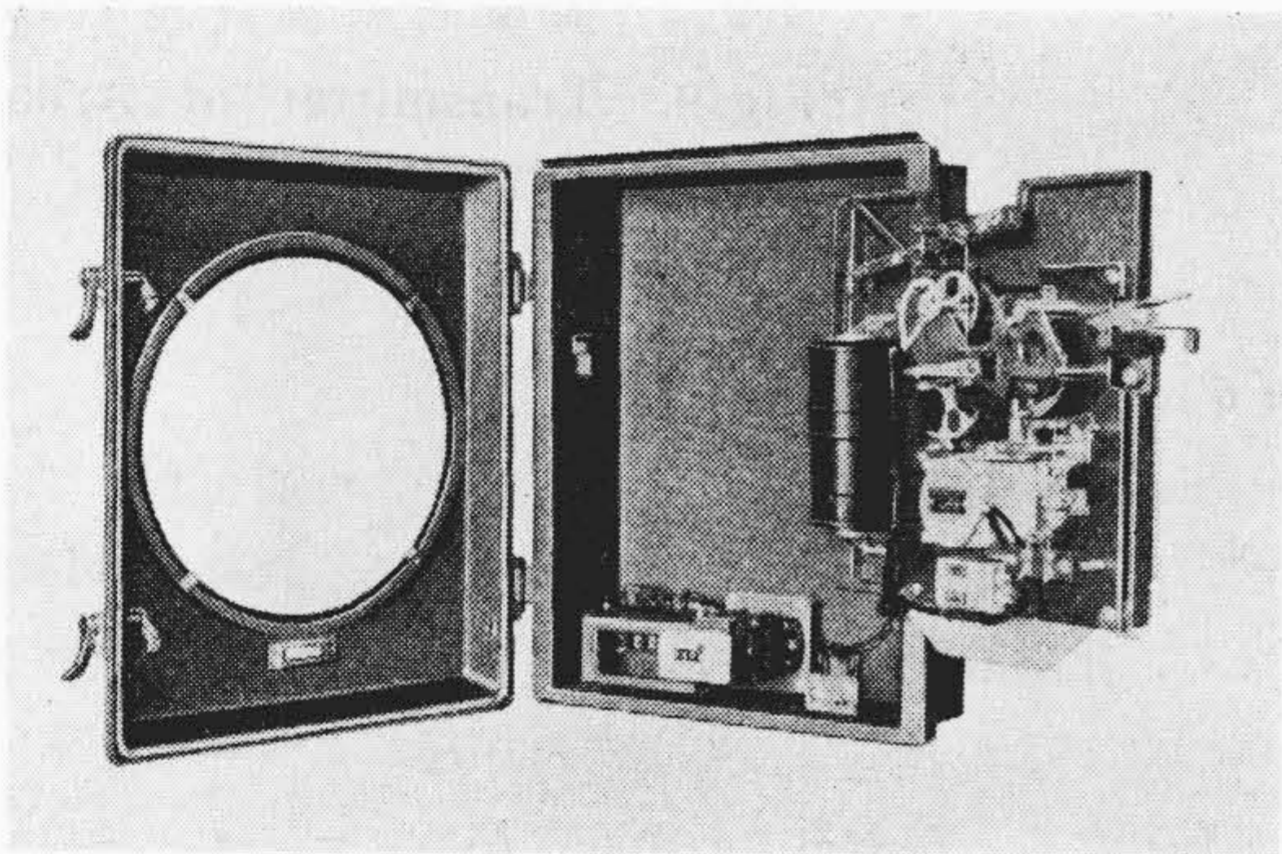


第4図 FLI-A型流量指示積算計  
Fig.4. Type FLI-A Indicating and Integrating Flow Meter



- |              |             |
|--------------|-------------|
| 1. 開平カム      | 12. フックローラ  |
| 2. 主軸        | 13. スイッチ入カム |
| 3. スイッチカム板   | 14. ローラ     |
| 4. ラチエットホイール | 15. 水銀スイッチ  |
| 5. ピニオン      | 16. スイッチ切ピン |
| 6. フック       | 17. スイッチアーム |
| 7. 扇形ギヤ      | 18. 固定カム    |
| 8. バネ        | 19. ガイドカム   |
| 9. 戻しレバー     | 20. 強制カム    |
| 10. フック上カム   | 21. 押えレバー   |
| 11. チェックレバー  | 22. カム固定車   |

第6図 流量積算機構説明図  
Fig.6. Construction of Integrator



第5図 FLI-A型流量指示計内部  
Fig.5. Inner View of Type FLI-A Flow Meter

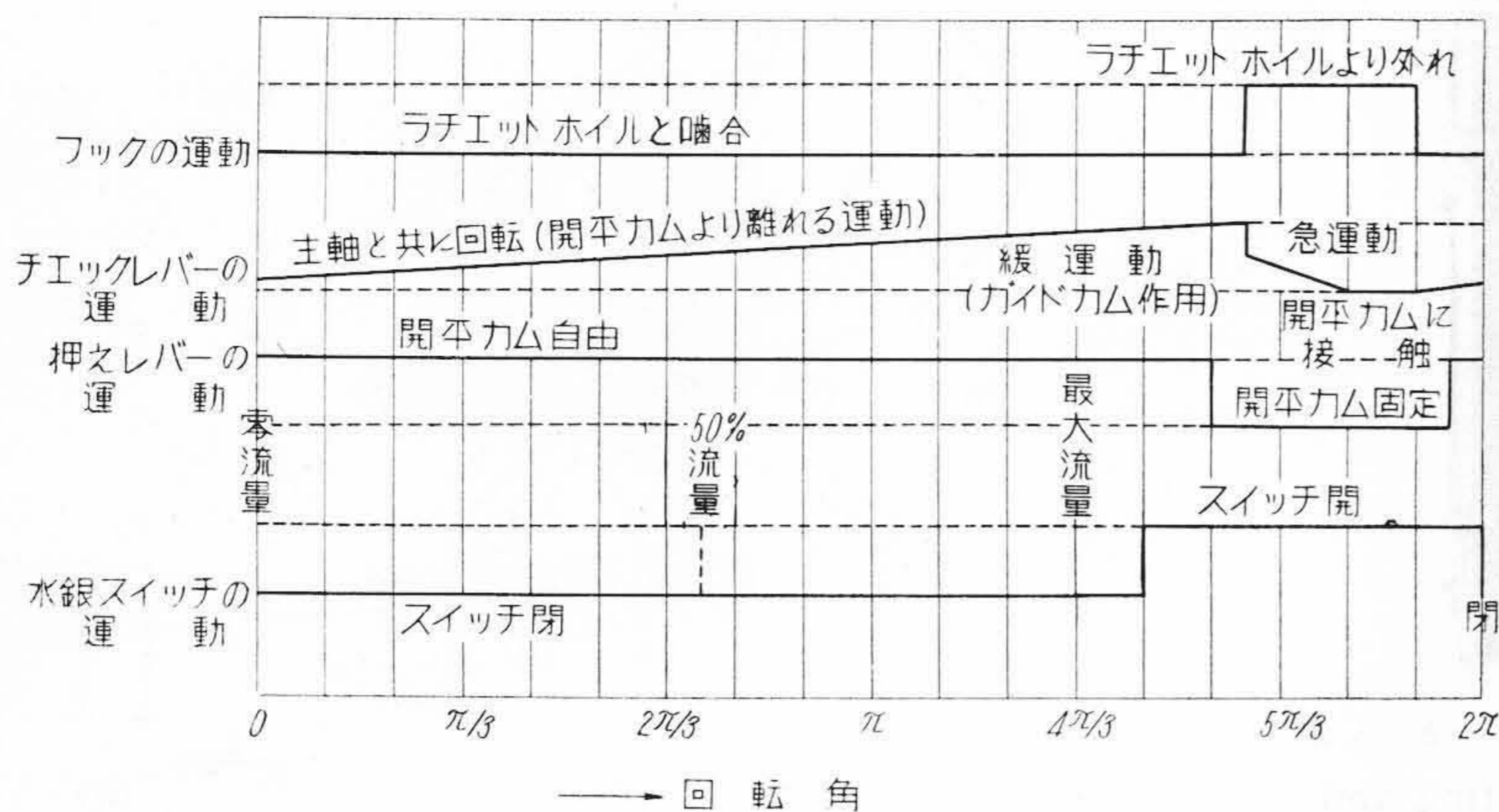
を満すために内部構造を扉形に引出した構造としたもので、あきらかに保守点検が容易である。近年次第に高精度の計器が要望されているので摩擦を少なくして感度を上げるため、軸受部を従来のプレーンベアリングよりナイフエッジに改変して精度向上の効果を上げることができた。積算計の精度は積算角の大小によりある程度きまるものである。普通  $180^\circ$  以下なのに対し  $270^\circ$  にする工夫をこらし、精度を上げることに成功した。また積算計を指示計、記録計から離して別な場所で読みたい場合をも考慮して積算機構と積算カウンタ間を水銀スイッチによる電送方式としている。計器の性能には直接関係はないが配線方法は計器取扱上重要なことであるので、配線作業を容易にするため背面、側面、下面の三方適宜の方向に配線を引出せるようにした。なお端子と配線の接続も前面、背面いずれからでもできるように構造に気をくばっている。

積算方式は第6図に示すごとく日立製作所独特の方式で、鉄心の動きで開平カム①を回転させ、一方同期電動機により定速で回転する主軸②上にスイッチカム板③、

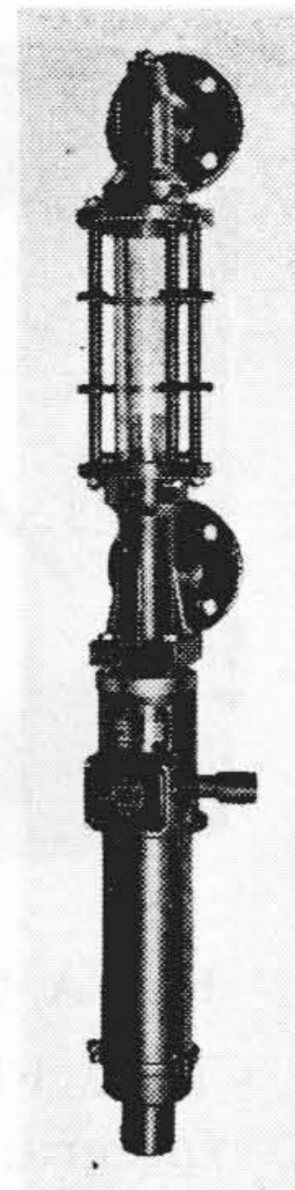
ラチエットホイール④、ピニオン⑤がある。ラチエットホイール、ピニオンは一体でフック⑥が噛合しているときのみ主軸とともに回転し、フック上カム⑩により噛合が外されるとバネ⑧により逆転され、チェックレバー⑪が開平カムに接触するまで回転する。開平カムの位置によりラチエットホイールすなわちスイッチ切りピン⑬とスイッチ入りカム⑬との偏角が異なる。したがって水銀スイッチの開閉時間がこの偏角に比例し、水銀スイッチの閉じた時間だけ同期電動機で積算カウンタを回転させて流量を積算する。チェックレバーが開平カムに接触するとき強打することのないようにもどしレバー⑨とガイドカム⑯の作用により初め急速に、後ゆつくりと接触する構造になっている。またラチエットホイールの逆転がいかなるときでも確実に行われるようにスイッチカム板に強制カム⑲がある。なおチェックレバーが開平カムに接触するときカムが動かぬように固定カム⑱、押えレバー⑳の作用により開平カムを一時固定する。水銀スイッチ開閉機構は差動リンクを利用して開閉とも早切運動をする。

ラチエットホイールとスイッチ入りカムの偏角が大なる程積算精度を高めるもので本器では  $270^\circ$  の大なる積算角を有している。第7図に主軸1回転に対する各機構の動作線図を示す。

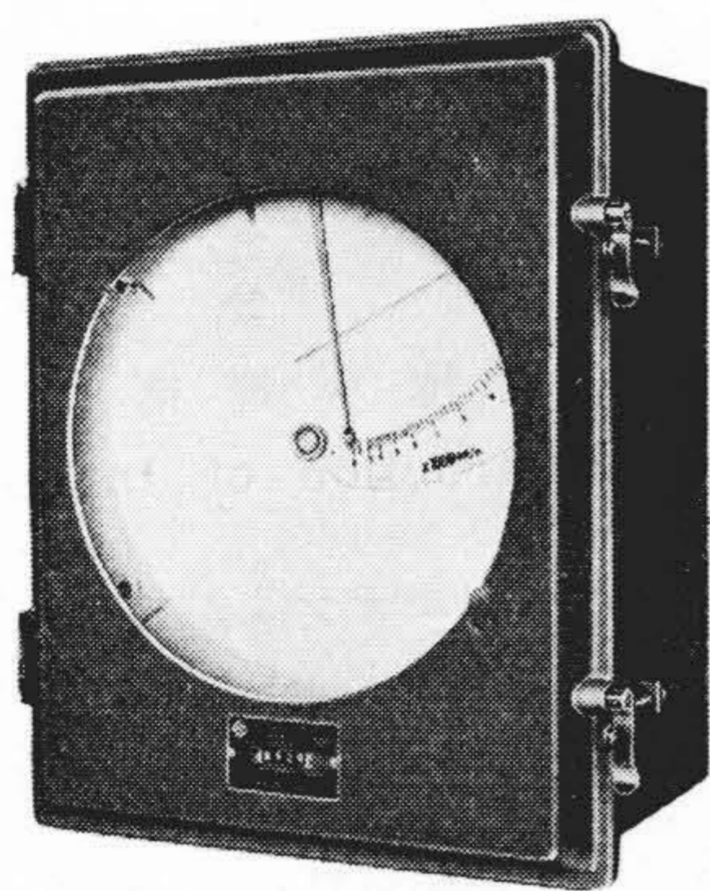
電気誘導式計器としてこのほかFN型警報器、FLI型警報接点付指示計がある。前者は警報接点として接点を



第7図 流量積算機構動作線図  
Fig.7. Motion Diagram of Integrator



第9図 面積式流量計発信器  
Fig.9. Transmitter of Area Type Flow Meter



第8図 FBQ型流量記録積算計  
Fig.8. Type FBQ Recording and Integrating Flow Meter

使用し、また後者は水銀スイッチを使用している。警報位置は上限、下限とも任意の位置に設定できる。

最近集中制御方式が行われ、小型の計器を必要とする場合が多くなってきている。この目的のため日立配電盤計器と同一の形状を有し、電流力計型力率計と同様の原理で動作する 140mm 角の S<sub>24</sub> 型小型指示計を開発し、水力発電所の水量監視用として丸山、明塚発電所など各方面に多数納入し、好評をえている。

(5) FBI, FBQ 型環状天秤式流量計

環状天秤の動きを直接機械的に指針、または記録ペンに伝達して指示、記録または積算させるもので上述の FLI-A, FLQ-A 型と同様の形状を有し、指示、記録、積算機構は全く同一である。本器は環状天秤を内蔵しているので別箇に発信器を必要とせず、電気誘導式計器に比してトルクが大きく、等分目盛とすることができ、差圧の変更が容易であるなどの特長を有する。

(6) 面積式流量計

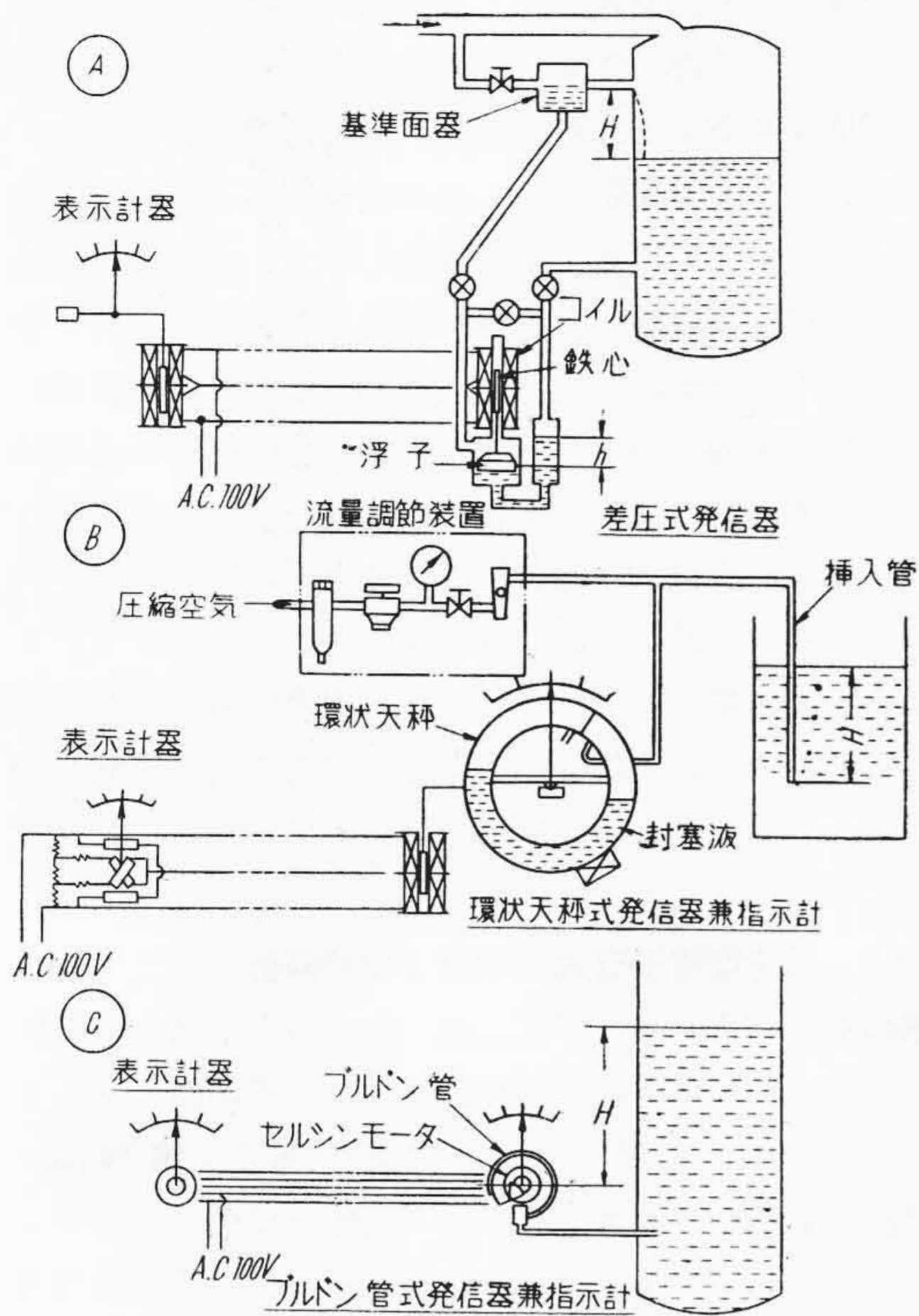
差圧式流量計は上述のごとくすぐれた性能を有しているが、反面差圧と流量が自乗の関係にあるため等分目盛でなく、化学液など腐蝕性流体の測定に適当な置換液がえられぬときがあるなどの点から用途によりロータメータが有利なことがある。しかしながらロータメータは現場指示のみなのでロータの下部に鉄心を取付け、電気誘導式の原理で FLI-A, FLQ-A 型計器を動作させ遠隔測定ができるようにしたのが面積式流量計である。この流量計はロータメータの特性上目盛は等分目盛となる。

[III] 液面計

工業上液面の測定は重要なものであるが、測定液の種類、測定場所、測定範囲、液補給法などにより測定方式を同一にすることは困難である。したがって液面計の種類は各種各様で代表的なものとして差圧式、気泡式、圧力式、浮子式などがある。

(1) 差圧式液面計

第10図-A に示すごとく測定液槽上部の外部または内部に常に一定液面を保つ基準面器と称するものを設計、その液圧と液槽下部圧の差圧を測定し液面を知る方式で発信器受量計は差圧式流量計と全く同一のものである。液の補給口が上部にあるときは比較的基準面を作ることが簡単であるが、液補給口が下部にある場合には困難である。したがって最低液面位置に基準面をとることもあるが、圧力容器中の液面の測定には不向である。ボイラ汽胴の液面を測定する場合には凝結水により容易に基準面をうる事ができる。この方式は工業用として比較的



第10図 液面計原理説明図  
Fig.10. Principle Diagram of Level Meter

に広く用いられつぎの特長を有している。

- (A) 圧力容器中の液面を容易に測定できること。
- (B) 電気誘導式計器であるので構造が簡単、取扱が容易でかつ遠隔測定計器である。
- (C) 液槽中に発信部を内臓させる必要がないので取付が簡単である。
- (D) ボイラなどの沸騰液面の測定が容易である。

日立 NLI, NLQ 型液面計, FN 型液面警報器, NLI 型警報接点付液面計, S<sub>24</sub> 型液面計はこの方式のものである。

(2) 気泡式液面計

第10図-B に示すごとく測定液槽中に圧縮空気を送入し、挿入管先端より液面に気泡を放出させるとこの背圧は挿入管の先端より液面までの距離に比例する。したがってこの背圧を測定して液面を知ることができる。背圧はブルドン管、環状天秤、浮子式発信器で測定し、直接または電氣的に受量計に伝えられる。送入空気量は常に一定である必要があり、普通 30~60 l/h である。気泡式液面計は腐蝕性液、粒状物質の混合液などの測定に特に有効な方法である。計器としては前述の電気誘導式の各種計器のほか、Z 型または FBI, FBQ 型環状天秤式

液面計がある。

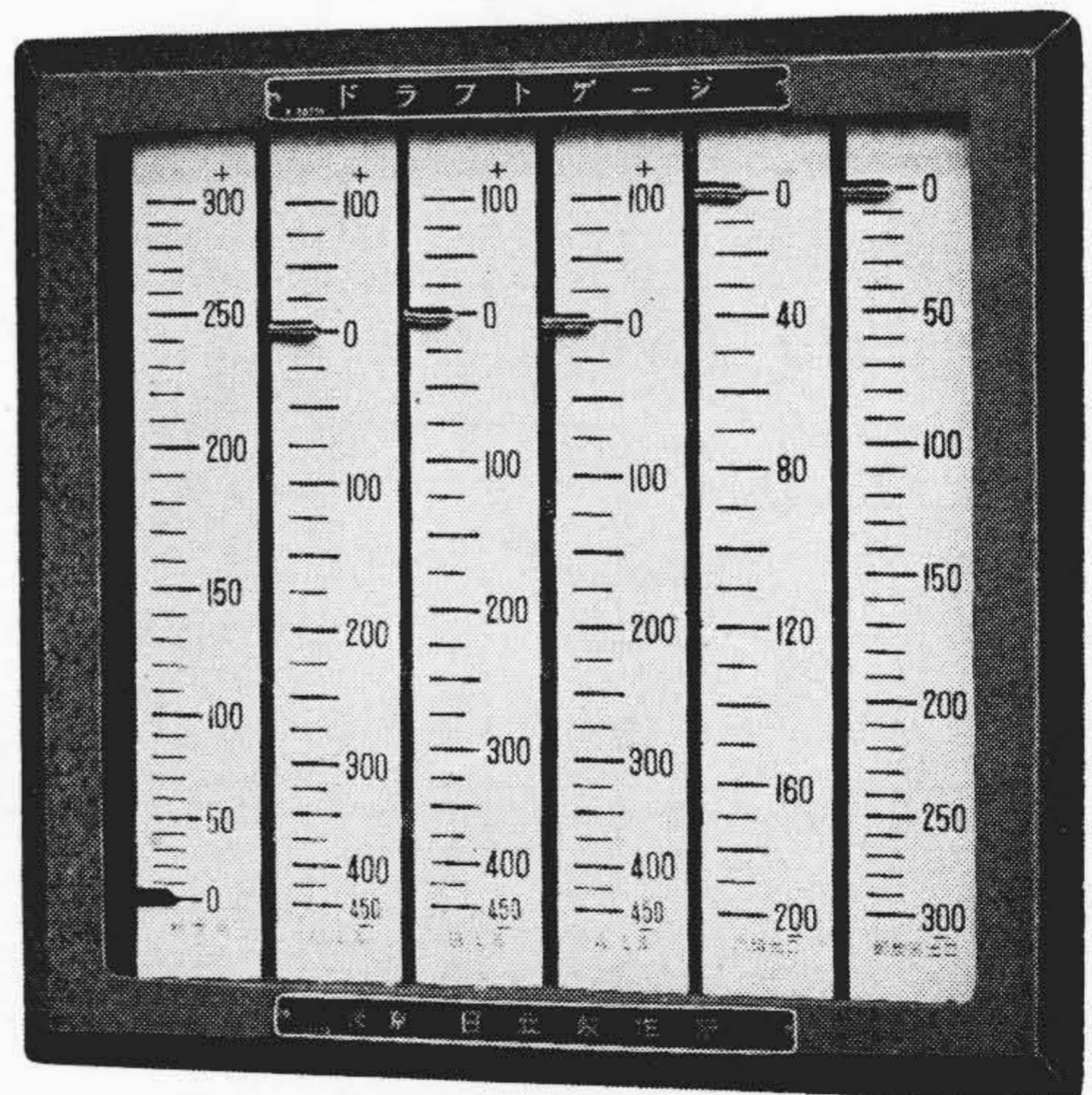
(3) 圧力式液面計

液槽の底部圧を直接ペローズ、ブルドン管などで測定するもので比較的深いサージタンクなどの液面測定に用いられ、第10図-C に示すごとくブルドン管の動きをセルシンモータで遠隔指示させることができる。日立 SR<sub>25</sub> 型液面計はこの方式である。

液面計にはこのほか直接液面に浮子を浮かし浮子の動きで摺動抵抗器を動かし抵抗変化として受量器に伝える方式や浮力をバネ計で測定する方式などがあるが、いずれも一長一短があつて、温度計や流量計に比較して利用範囲が狭いので万能のものが望まれる。

[IV] ドラフトゲージ

ボイラの炉内圧力の測定に用いられる環状天秤式計器で、±20~±2,000 mm 水柱の圧力測定ができる。環状天秤の動きを機械的に直接指示させる方式が一般的であるが、遠隔測定にはリングロールと称する可変抵抗器を用い、抵抗変化として受量計に伝える方式、環状天秤の動きを直接鉄心の動きに伝え、誘導コイル中で上下させ電気誘導式で受量計に伝える方式などがある。日立 Z 型ドラフトゲージは全長 320 mm の垂直目盛を有する計器で、遠隔指示、記録には電気誘導式が用いられている。したがってリングロールのごとく破損、断線などのおそれがなく、確実に動作する。また Z 型ドラフトゲージは 1 箇のケースに数箇の環状天秤ユニットを納め、多点指示計とすることができる。遠隔指示、記録計としては S<sub>24</sub> 型指示計, Q<sub>3</sub> 型記録計がある。

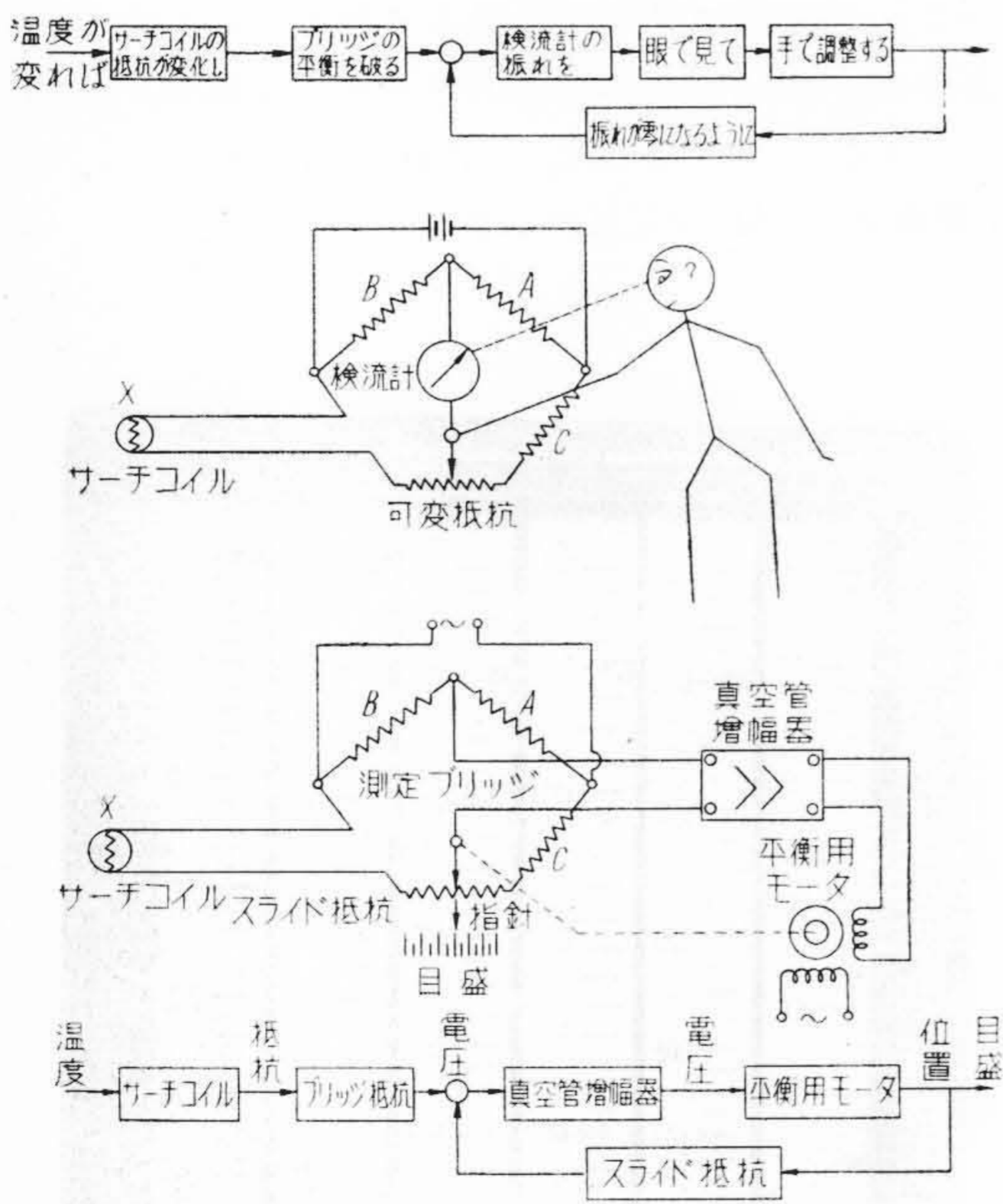


第11図 Z 型ドラフトゲージ  
Fig.11. Type Z Draft Gauge

〔V〕 電子管式自動平衡計器

戦後、電気応用計測の発展に伴って新しい変数の計測方式が開発せられ、従来実験室、研究室においてのみ精密に測定されていた方法が直接生産現場における計測器、ならびに自動制御装置に適用されるようになった。この著しい計測技術の進歩をもたらした動機は、ここ数年来最も斯界の注目を浴びている電子管式自動平衡計器の出現によるところが大きい。これは時代の寵児である電子管応用と最近急速に発達してきたサーボ回路の理論が結びついて生れたもので、測定対象（温度、流量、pH など）の変化をブリッジ、またはポテンシオメータ回路で測定し、その不平衡電圧を直接、あるいは直流変化の場合はバイブレータにより交流に変換してから、真空管増幅器で 80~135 db 増幅し、その出力で平衡用二相可逆モータを駆動、測定回路を平衡せしめると同時に指示、記録および警報、調節を行う零位法の計器である。第12図に一例として電子管式抵抗温度計の原理説明図を示す。

本器はつきに示すごとき特長を有するので、生産現場向き計測器としての条件を十分に満足し、特に従来の計測器ではトルクが微弱なために連続記録や、標準型調節計の作動が困難であつた温度計、分析計などに応用して



第12図 電子管式抵抗温度計の原理説明図  
Fig.12. Explanatory Diagram Showing Electronic Thermometer Principle

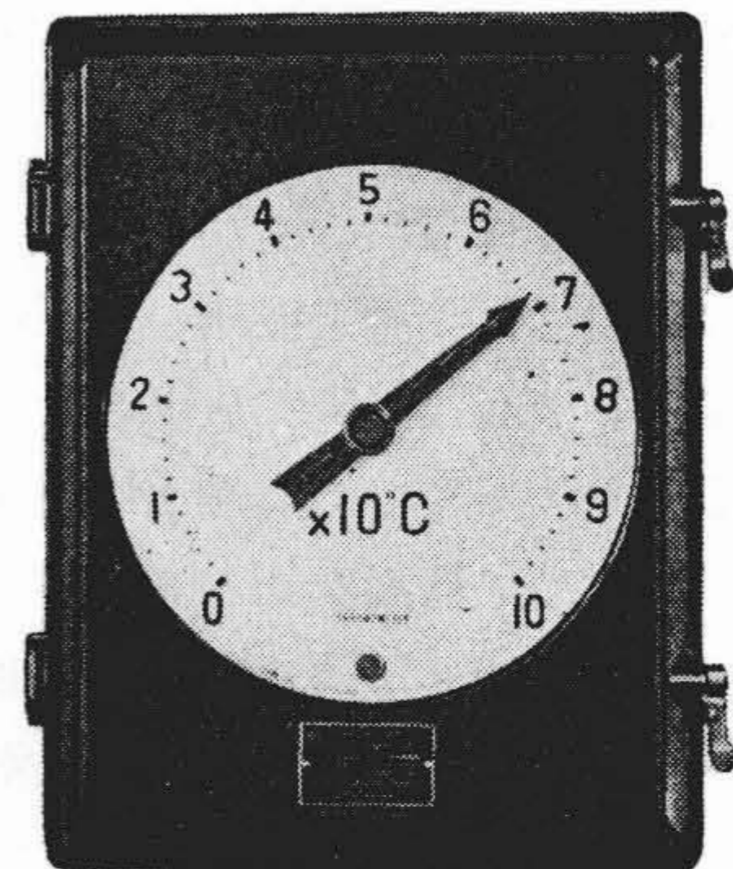
最も効果があり、上述のごとく現場計測技術の著しい進歩をもたらしたものである。すなわちトルクが強力で耐久的な構造を有しており、高温、多湿、塵埃、振動などに耐え、しかも 0.5% という高精度が容易にえられながら動作が安定している。また変動しやすい増幅器の特性や電源電圧、周波数などの変動による影響をほとんど受けない。このほか、熱電対を使用するものでは回路抵抗に無関係に正確な測定が可能で、かつ基準接点の温度補償を自動的に行うなど幾多の特長を有している。

日立電子管式自動平衡計器は外観上、指示計およびラウンドチャート式記録計の丸窓型とストリップチャート式記録計の角窓型に大別されるが、両者の外形寸法は全く同一であつて、遠隔制御による中央集中計測運転などの場合、外観上、さらに取扱上きわめて好都合にできている。

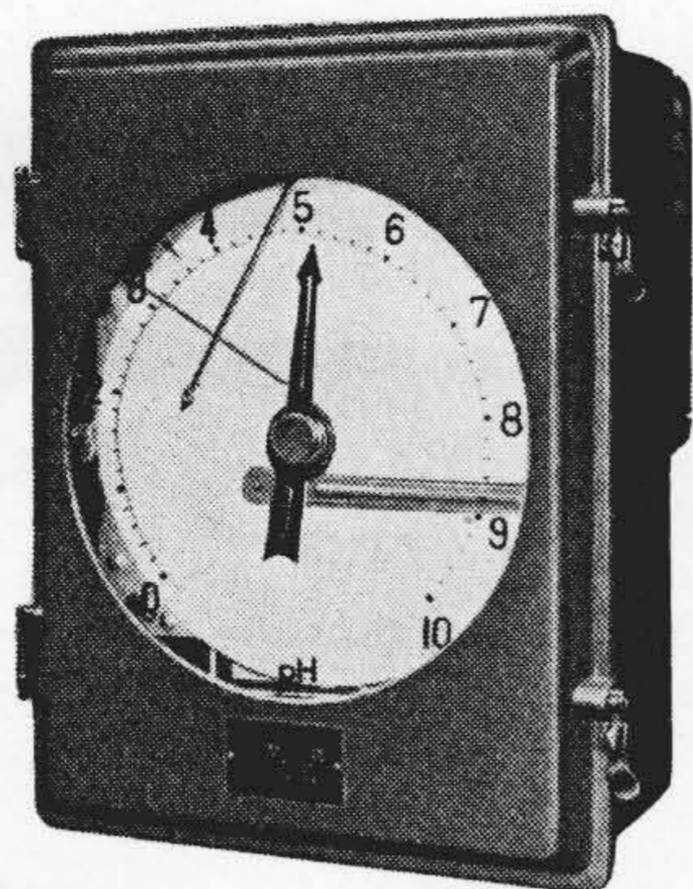
(1) 丸窓型電子管式指示および記録計

第13図は TVI 型電子管式指示計の外観である。270° 広角目盛で、X-SD<sub>10</sub> 型耐腐蝕性油入多点切換スイッチなどと組合せて多箇所の測定が可能である。第14図の TVQ 型電子管式記録計は1日1回転（標準）のラウンドチャートを使用する1点ペン書記録計で、目盛板は透明な有機硝子から成り、チャートの前面に取付けられて遠方からの読み取りも容易である。かつ目盛板と指針とは一体となつているため目盛板を開いた状態でも容易に指示を読みうる。この構造は特に PVQ 型電子管式空気作動記録調節計（別項日立調節計参照）などにおいて、指針を見ながら調整、保守ができるという特長を有する。

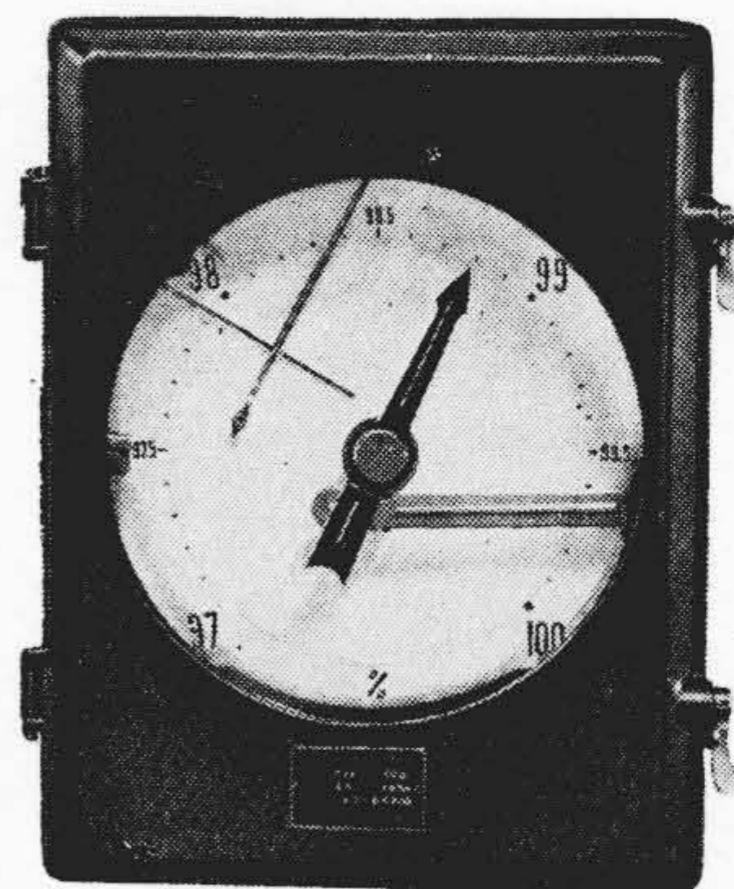
抵抗ブリッジ方式の場合にはいずれも第15図に示すごとき独特のブリッジを採用し、各部の整合、誘導防止、スライド抵抗および接点には特に注意を払って設計製作されている。ブリッジの不平衡電圧を次段の真空管増幅器で容易に増幅するために、商用周波の電源をそのまま



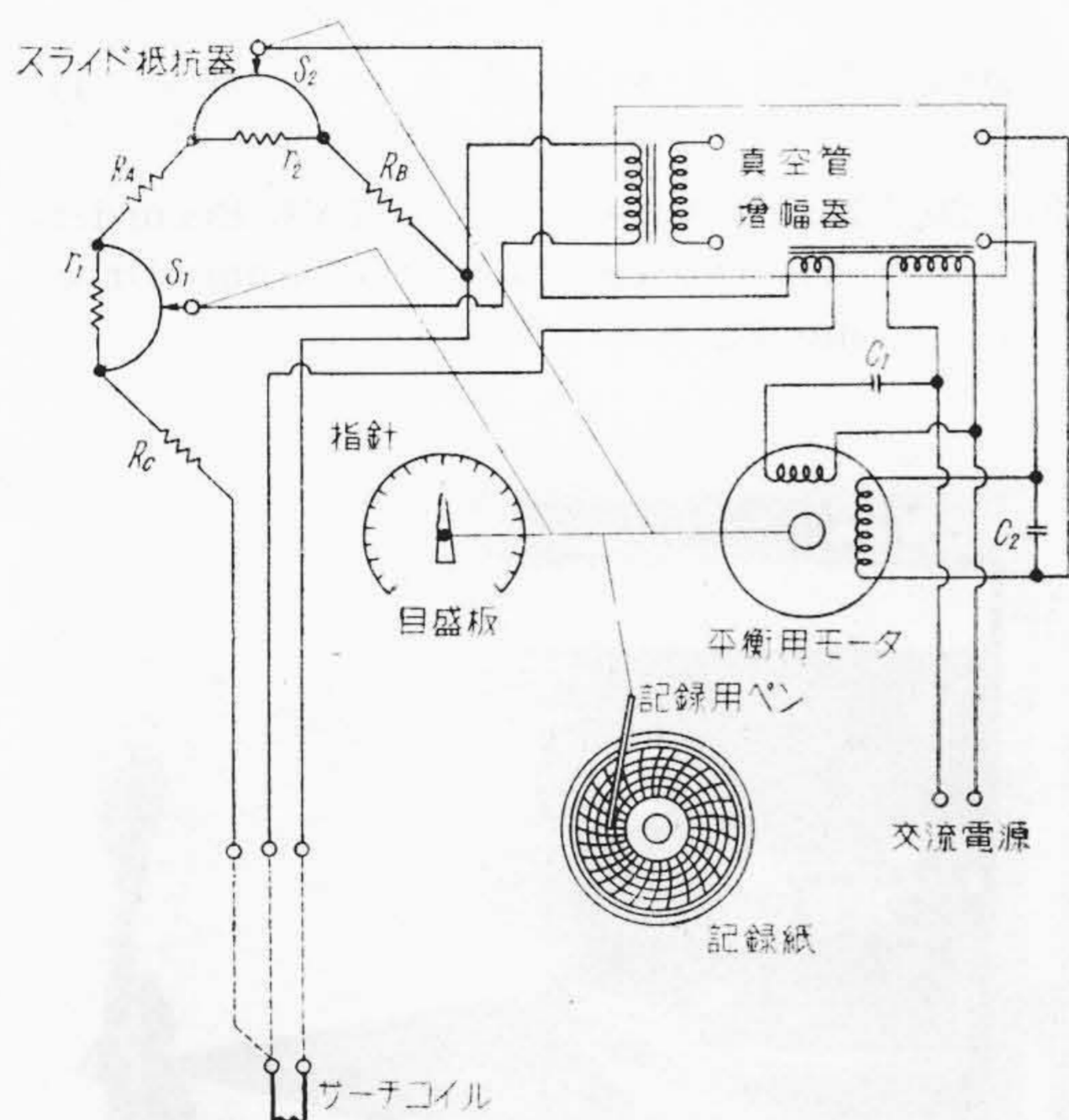
第13図 TVI型電子管式温度指示計  
Fig.13. Type TVI Electronic Indicating Thermometer



第14図 TVQ型電子管式pH記録計  
Fig.14. Type TVQ Electronic Recording pH Meter



第16図 TVQ型電子管式醋酸濃度記録計  
Fig.16. Type TVQ Electronic Acetic Acid Recorder



第15図 電子管式抵抗温度計原理図  
Fig.15. Principle of Electronic Thermometer

使用する。抵抗温度計などの場合、検出端（サーチコイルなど）と計測器との間を結ぶ導線に3線式を採用すれば接続導線の影響は全然ないといわれている。しかしこの場合、普通のブリッジでは接続導線による誤差を零とすることは不可能で、理論的には誤差を有し、その誤差は接続導線の長さやその周囲温度などに比例して増加するものである。この点本方式のブリッジでは相隣れる辺が常に1:1で平衡をとるため、接続導線の長さや周囲温度に影響されることがなく、かつ途中から外部誘導を受ける場合でもその影響が少なく、常に正確な測定を行うことができる。

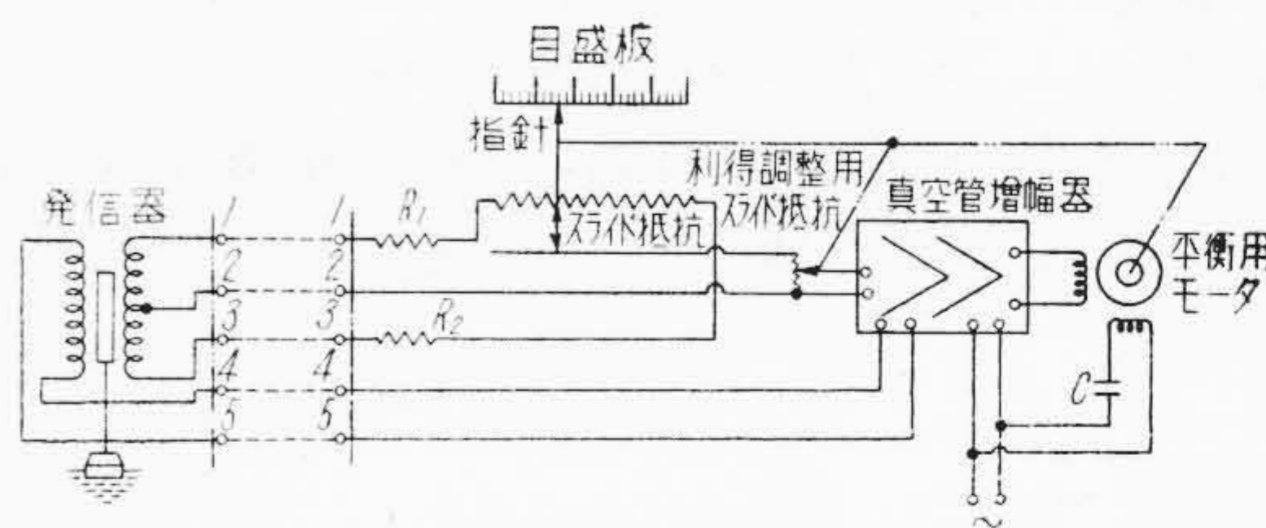
増幅器は寿命の長い通信用真空管を使用し、ヒータの発熱による影響を避けるために本体の背面に背負わせ、

計器を最適状態で動作させるための利得調整用抵抗器、真空管、セレン整流器、その他コンデンサ、固定抵抗器など容易に点検できる構造になっている。

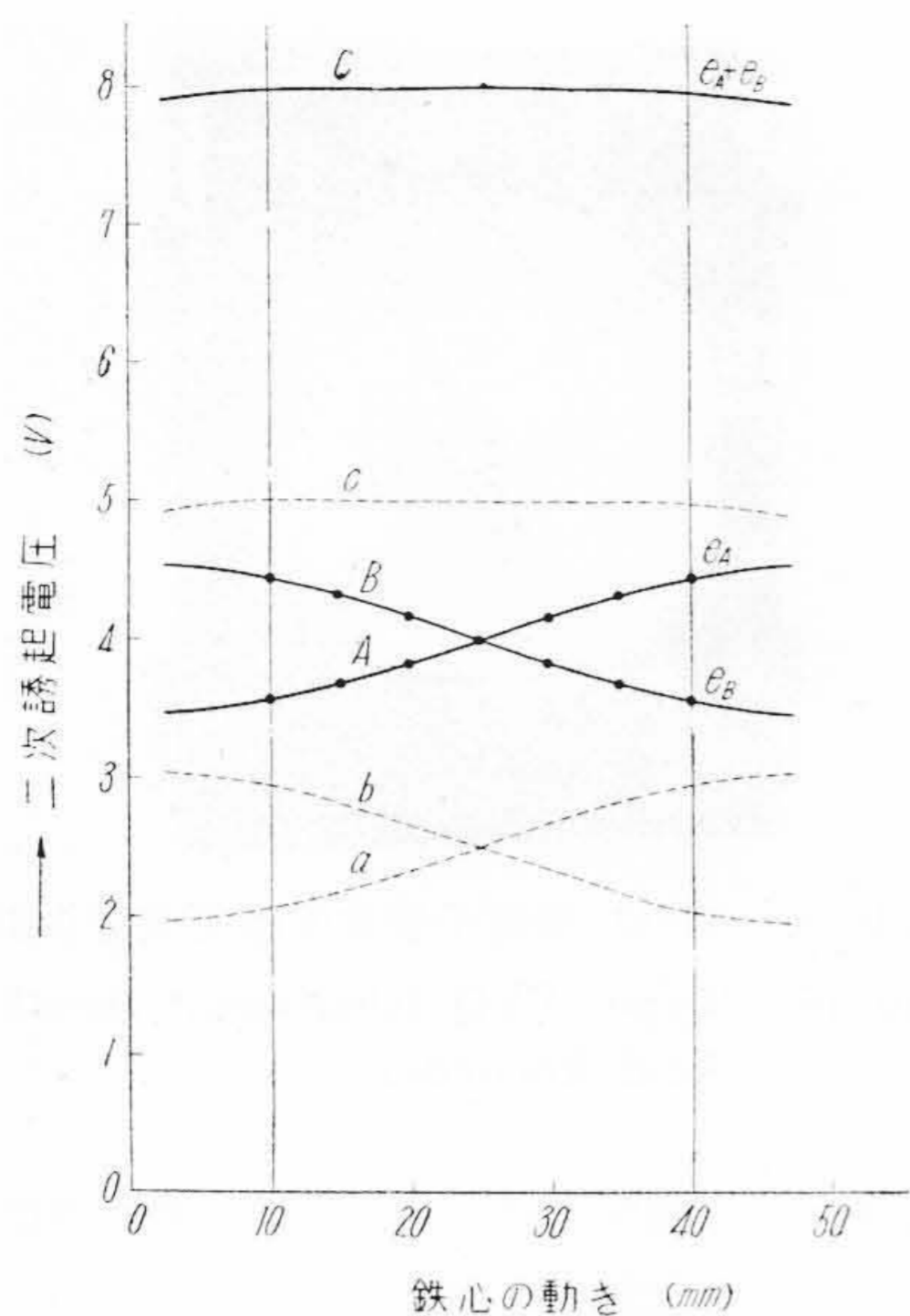
熱電温度計、pH計など直流起電力の測定にはポテンシオメータ回路が使用されるが、本器の精度はスライド抵抗を流れる電流の変動値によつて決定される。この電流は内蔵された標準電圧によつて半自動的に規正され、高精度を保っている。すなわち規正用釦を押すだけで回路を切換えると同時にサーボ方式により標準電池の電圧で電流規正が自動的に行われて、一定電流に保たれる構造である。

各種の濃度、分析計なども温度計と同じ理由で電子管式計器が使用されることが多くなつてきた。第16図に示すTVQ型電子管式醋酸濃度記録計はポテンシオメータ方式でありながら乾電池、標準電池の使用を取止め、測定電源電圧および基準電圧をいずれも同一の変成器からえているため電源電圧、周波数の影響などは互に打ち消し合つて回路電流を一定に保つことなしに、常に正確な測定を行いうる独特な方式を採用している。

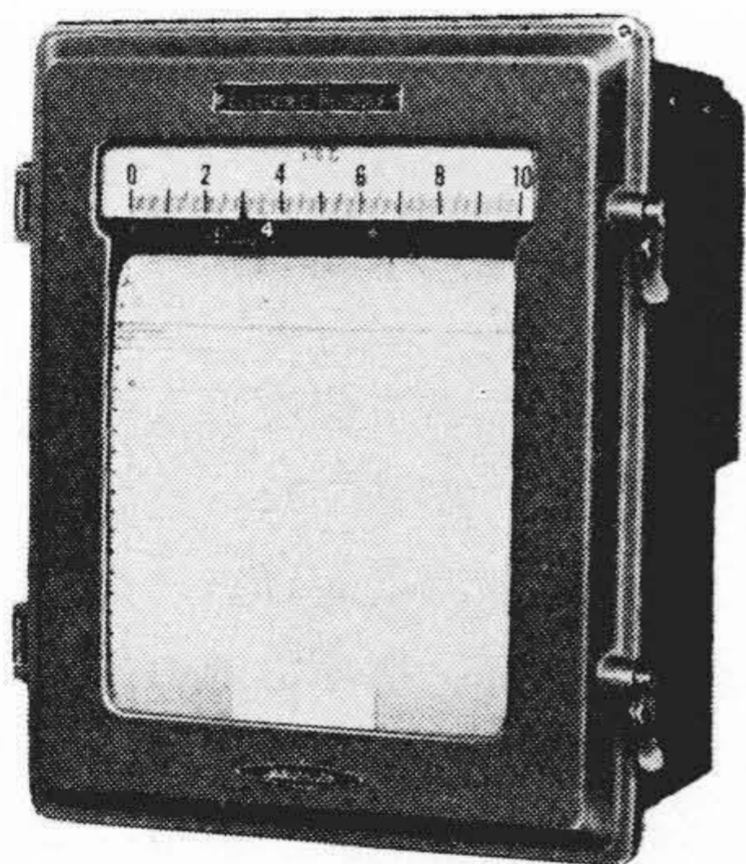
電気誘導式流量計、液面計についてはすでに述べたが、よりいつそうの高精度で、かつ等分目盛が要求され、また発信器と計器間の距離が非常に長い場合などには第17



第17図 電子管式流量計、液面計原理図  
Fig.17. Principle of Electronic Flowmeter or Levelmeter



第18図 電子管式流量計用発信器の特性曲線  
Fig.18. Characteristic Curves of the Transmitter of Electronic Flowmeter

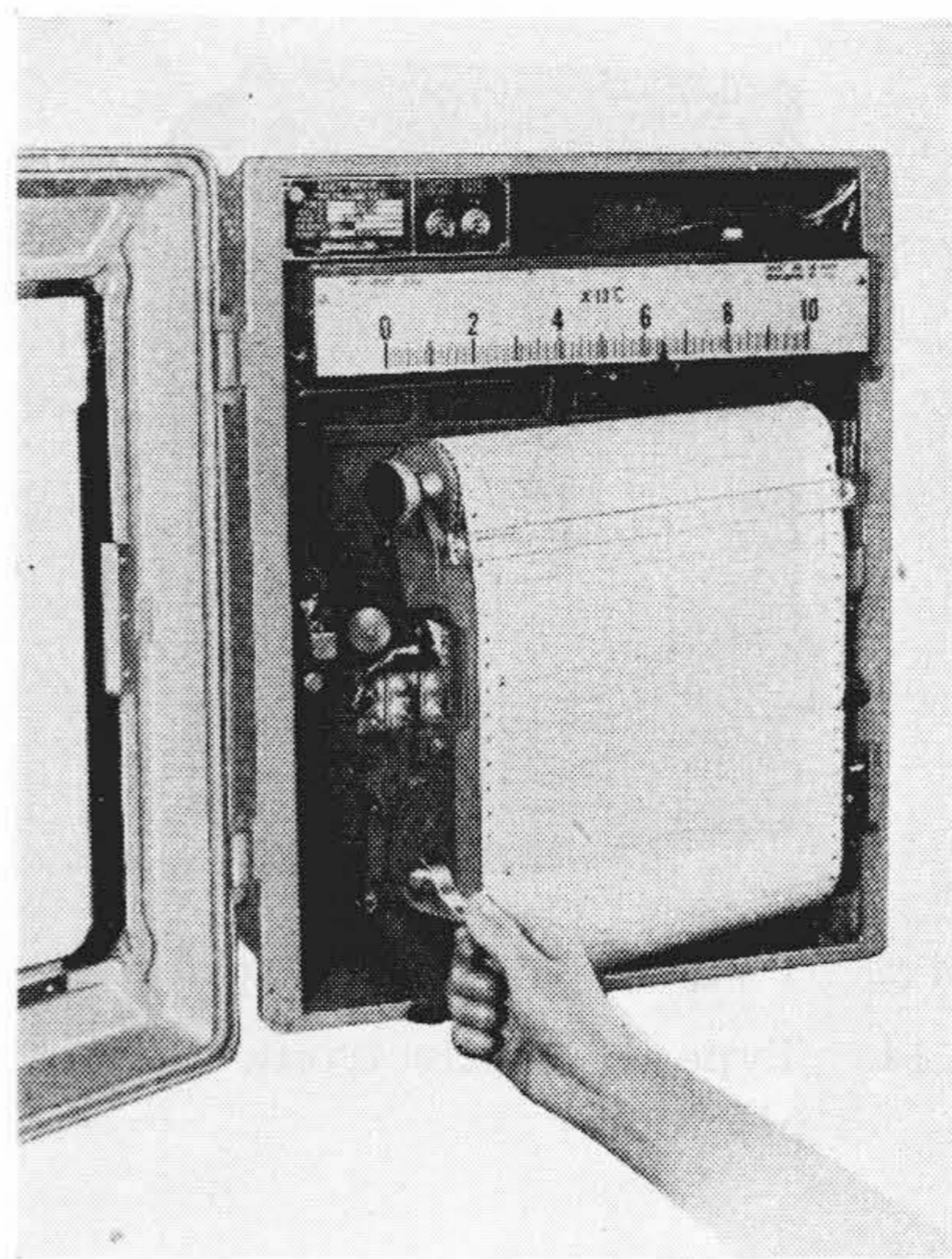


第19図 TVK型電子管式温度記録計  
Fig.19. Type TVK Electronic Recording Thermometer

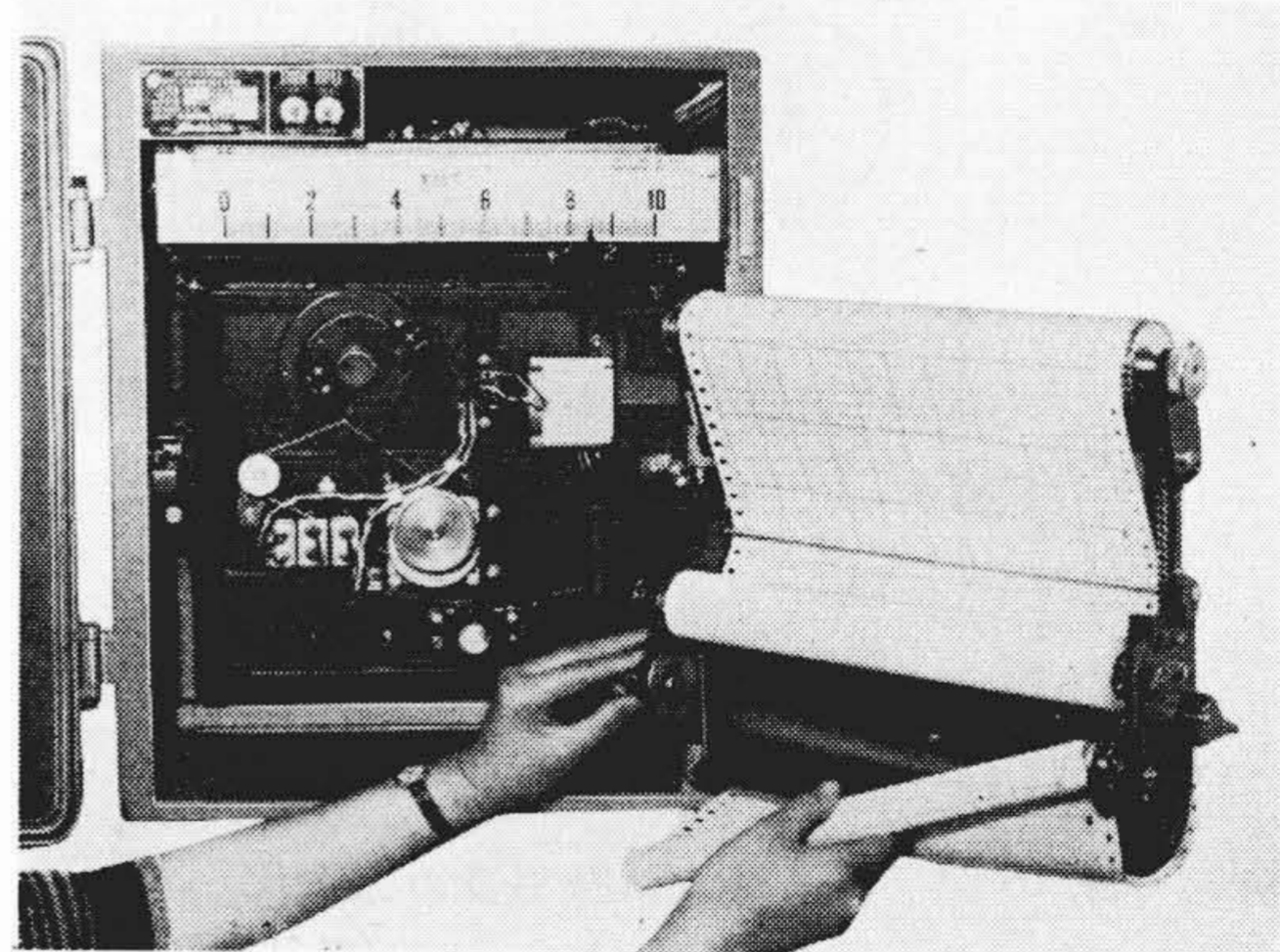
図に示すごとき動作原理で電子管式流量計，液面計が採用される。本器の発信器は独特の巻線仕様によるもので，第18図に鉄心の動きと二次巻線に誘起される電圧との関係を示す。a, b 曲線は普通に巻線をほどこした場合で，特殊巻線仕様による本器の特性は A, B 曲線で示される。図上で測定回路全抵抗と測定スライド抵抗との比は

$$\frac{e_A + e_B}{e_A - e_B}$$

に比例し，この比が標準型記録計によく整合するように設計，製作されているので，安定な指示および記録を行うものである。



第20図 TVK型記録計の内部構造(1)  
(チャート駆動部を引き出す所)  
Fig.20. Inside View of Type TVK Recorder (1)—Drawing out the Chart-Driving Part



第21図 TVK型記録計の内部構造(2)  
(チャートの取り換え)  
Fig.21. Inside View of Type TVK Recorder (2)—Replacing a Recording Chart

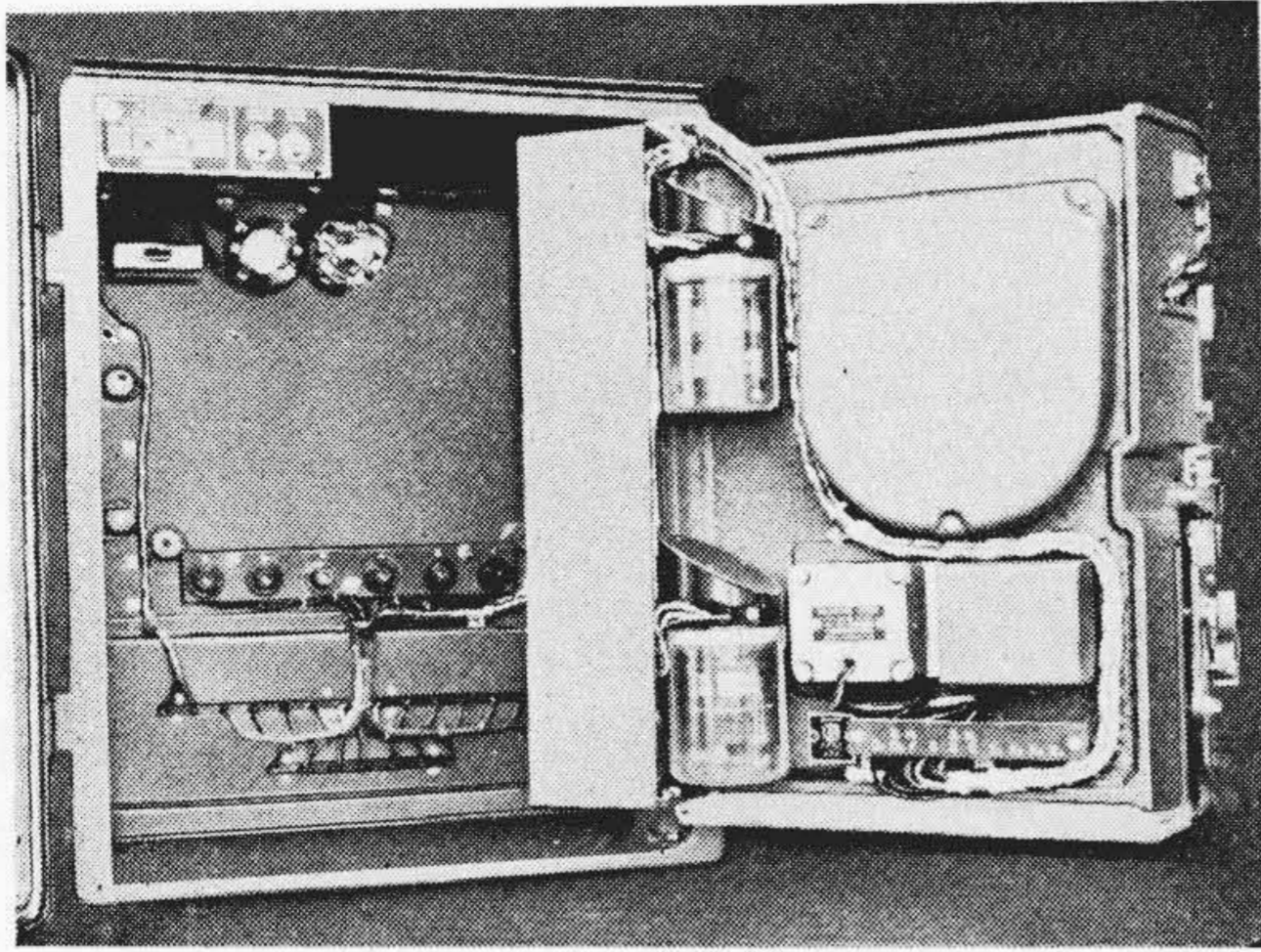
(2) 角窓型電子管式記録計

第19図に TVK 型電子管式記録計の外観を示す。この型式のものには直流電圧，熱電温度，抵抗温度，pH，流量，液面，濃度，ガス分析などの記録計がある。

本器は6箇所までの現象を同一記録紙上に色別打点，または1点ペン書記録せしめるもので，250mm のストリップチャートを使用しながら他の指示記録計および調節計と同一寸法のケースに納められている。

本器の内部構造は第20図，第21図および第22図に示すごとく二重回転式で，チャート駆動部のみを引出しチャ





第22図 TVK型記録計の内部構造(3)  
(内部引出部裏面構造)

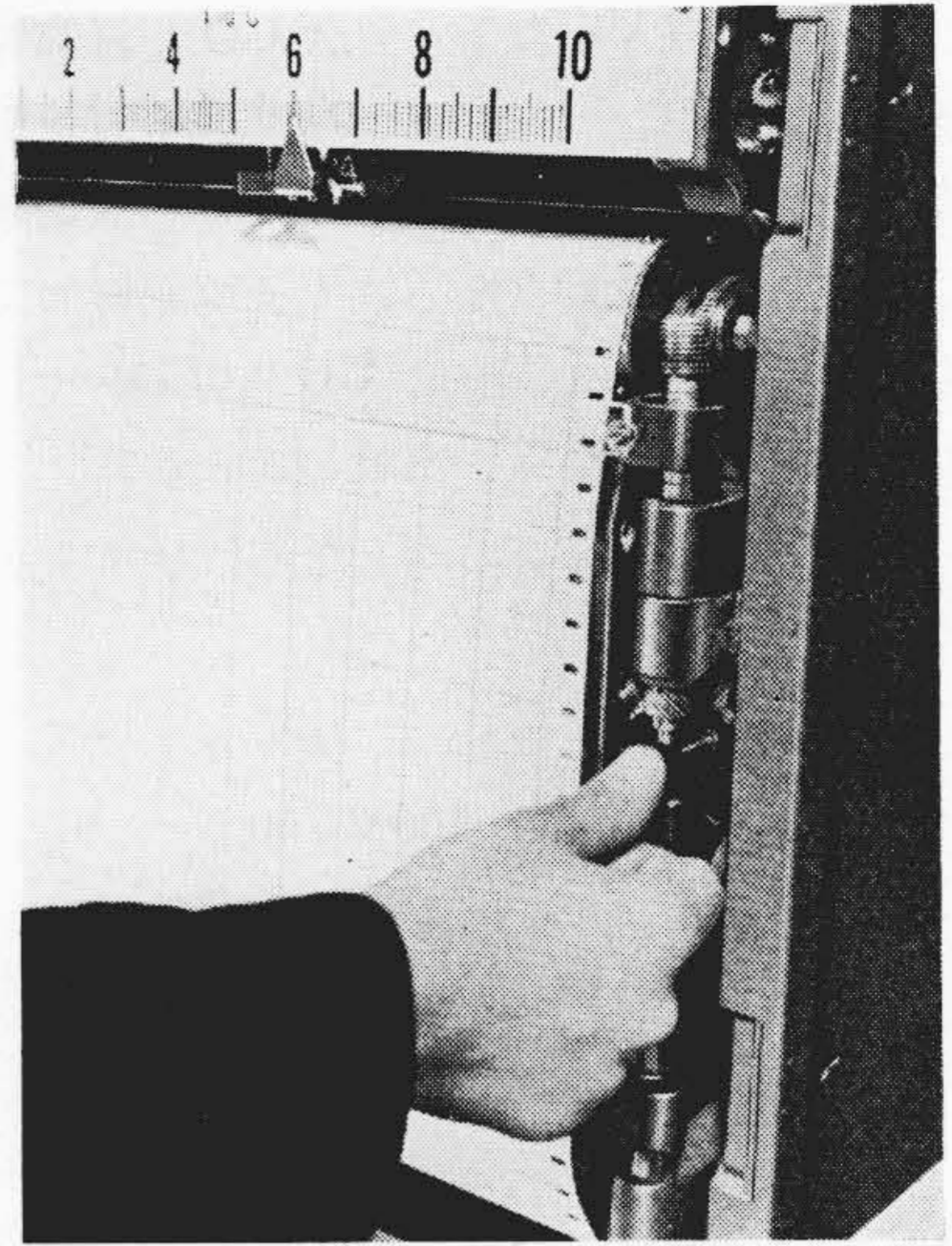
Fig. 22. Inside View of Type TVK Recorder  
(3)—Back View of Inner Door

ートの取換え, 点検が容易にできるようになっている。さらに内部のフレームを引出し時計機構部, 記録機構部, 測定機構部などの点検, 保守を容易ならしめている。計器自身の検定は第23図に示すごとく押釦を押すことによつて簡単に行われ, 同時に外部回路の故障なども容易に判定しうるものである。指針移動中に打点すればペン先や記録紙を傷付ける心配があるので, 検定中には絶対に打点しないようにロック機構が動作する構造となつている。

第24図に TVK 型電子管式抵抗温度記録計の内部結線図を示す。本器のごとき多点式では接続導線の数を極力少なくするために, 補償用抵抗器を内蔵した2線式を標準としている。据付けに当つてこの補償用抵抗器を調整するには, 上記検定機構と内蔵標準抵抗器を巧みに利用して指針が振れない点を見出せば完全に調整できる簡単な方式を採用しており, 導線抵抗を測定したり, 特定の目盛に指針を一致させる方式のごとく読み取り誤差の介入する心配がない。

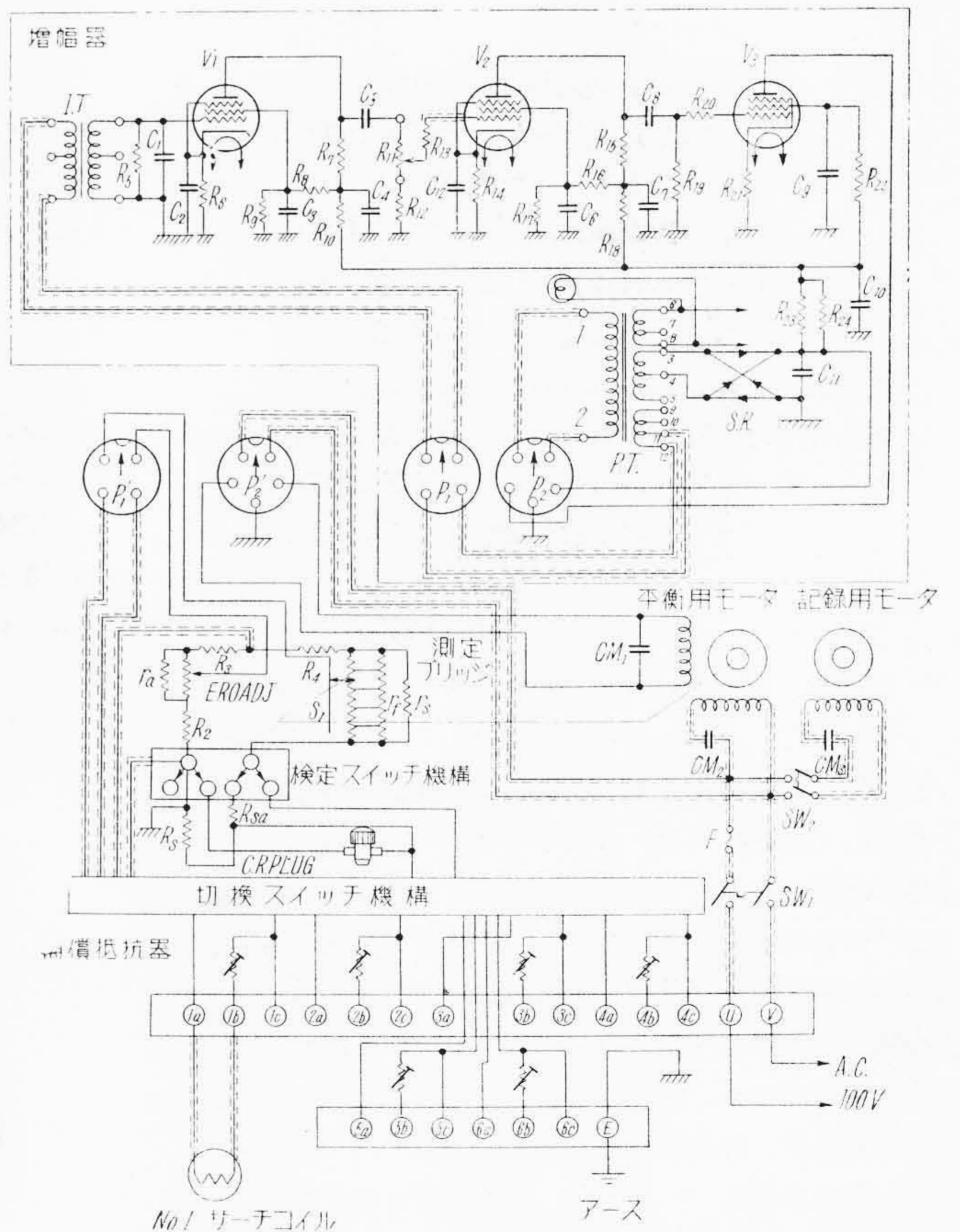
ポテンレオメータ回路の電流規正は自動および半自動方式で, 切換クラッチとしては駆動モータの負荷変動を少なくするような方式をとり, 半自動の場合には上述の検定用押釦を押すだけで自動的に電流規正が行われる。

特殊品として空気中の含有 CO 量を測定記録すると同時に CO 量に応じて換気量を変化させ, 常に安全含有率以下に CO% を



第23図 TVK型記録計の内部構造(4)  
(検定用釦を押す所)

Fig. 23. Inside View of Type TVK Recorder  
(4)—Pushing the Check Button



第24図 TVK 型電子管式抵抗温度記録計内部接続図  
Fig. 24. Circuit Diagram of Type TVK Electronic Recording Thermometer

保たんとすものに TVK 型電子管式 CO 記録調節計がある。本器はトンネル、ガレージ内などの空気を引出し、触媒を介して酸化させ、その際の発熱量を微弱直流電圧に変換して電子管式自動平衡方式で連続記録および調節を行うものである。最大目盛は CO 0.075% で、CO 調節用として数箇の特殊接点を内蔵している。

TVK 型電子管式記録計のおもなる仕様は下記の通りである。

仕 様	
操 作 電 源	..A.C. 100V 50~ または 60~
目 盛 範 囲	....抵抗変化の場合 最小目盛幅 3Ω 以上 直流電圧変化の場合 最小目盛幅 3 mV 以上
目 盛 幅	..... 250 mm
記 録 方 式	..... 6 点 (または 3 点) 打点式 1 点ペン書実線式
打 点 間 隔	..... 15 s
電 流 規 正 方 式	....自動 (30 min ごと) および 半自動
記 録 紙	..有効記録幅 250 mm 送り速度 25/50/100 mm/h 長 さ 20m 25mm/h として連続1箇月以上
走 行 時 間	....指針が 80% 目盛を移動する に要する時間約 5 s
許 容 誤 差	.....全目盛の 0.5% 以上
動 作 感 度	.....全目盛の 0.1% 以上
増 幅 器	.....使用真空管 CZ-501D 2 本 (高感度用の場合 3 本) CZ-504D 1 本 利得 80~135 db
消 費 電 力	..... 100V, 50~ にて約 45W
重 量	.....約 43 kg

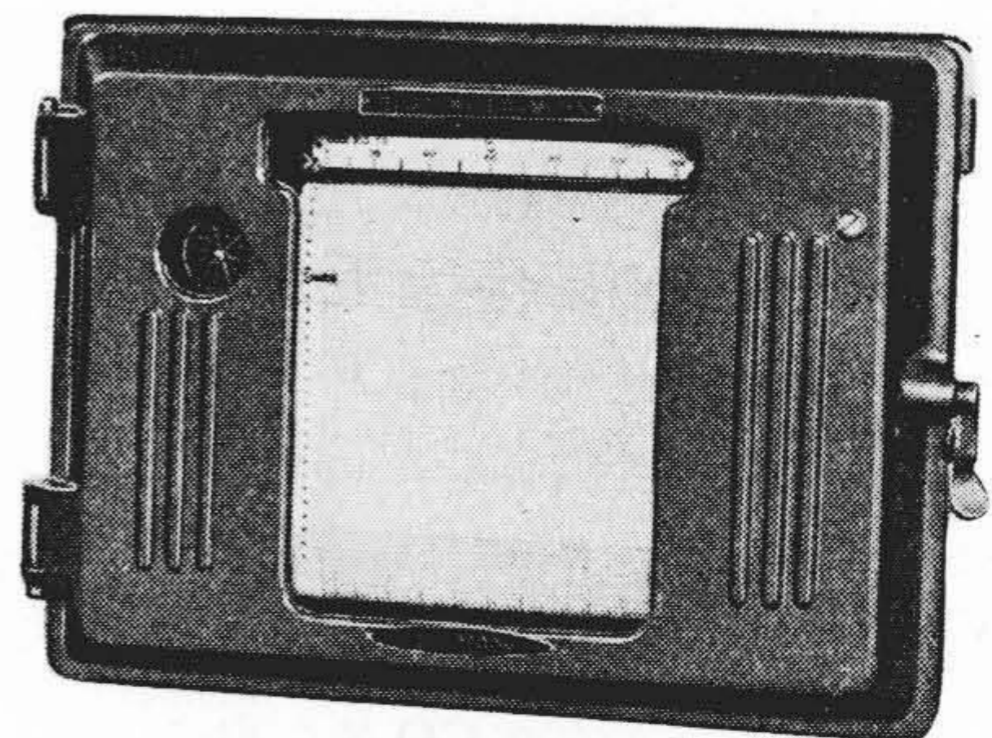
各種電子管式自動平衡計器が電気応用計測技術の進歩と相まって急速に発展、普及してきたのは上述のごとく本器が理論的にすぐれた特性を有し、生産現場向計測器としての優秀性が認められてきたためで、従来の直動式計測器に代って大部分の工業計測器がサーボ機構に基づく本型式の計測器に置換えられつつある。この傾向は今後ますます強くなり、生産工程の自動化に加えて測定記録値の自動処置、自動統計化が進むにつれて、工場運営、管理の完全自動化への過程に、電子管式自動平衡計器を基礎とする電子管式自動平衡方式は重要な地位を占めることであろう。

## 〔VI〕 温度計、分析計、濃度計その他

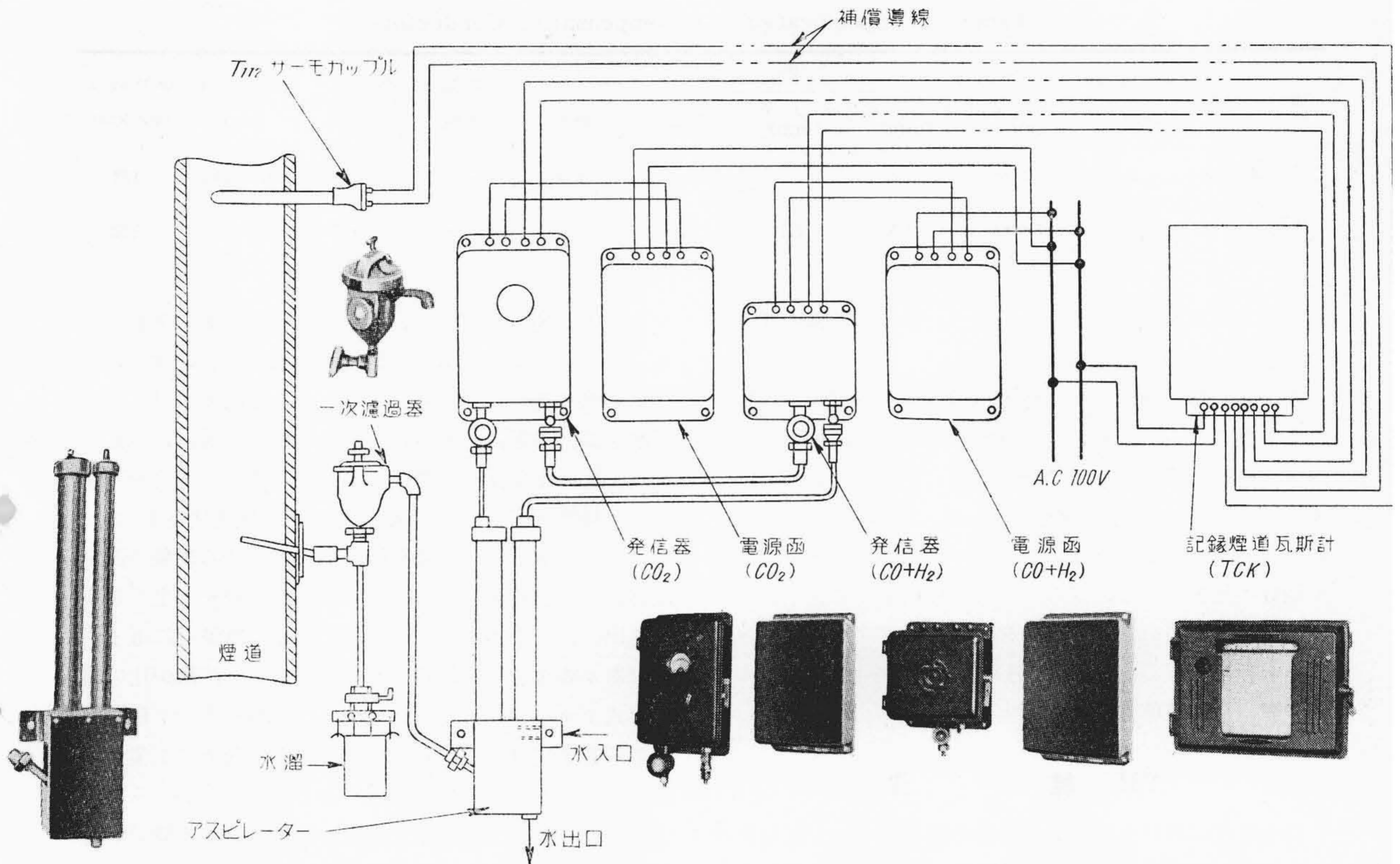
電子管式自動平衡計器は上述のごとく理論的にすぐれた特性を有し、これによりあらゆる現象の測定が可能となりつつある。しかも標準型の計測器がいかなる場合にも適用されるために従来の直動式計測器に代って測定分野の王座を占めつつあるとはいえ、直動式計測器と比較して増幅器、精密スライド抵抗、平衡用モータ、時計機構など原理上構成が複雑であるため交換用部品、保守用道具類も多種類を用意せざるをえない。これらの点では従来の直動式計測器は取扱いがきわめて簡単で、なんら専門的知識を有しない素人でも容易に取扱うことができ、かつ我国の現状では電子管式計測器に比しはるかに安価であるという点で、完全に電子管式計測器の独占場となるには未だ相当な期間を要するものと考えられる。

直動式温度計、分析計、あるいは濃度計には直流 mV 計、または交叉線輪型比率計が使用される。この種の計器の性能の良否は永久磁石設計の巧拙によつて決定されるものである。日立製作所においては昭和 13 年頃から磁気回路について研究の結果内部磁石型計器を開発し、つぎのごとき特長を有するために斯界に日立計器の名を成さしめてきた。すなわち計器要素が非常に小型となり、磁束の利用率高く、外部磁界の影響が少い。しかもきわめて安定であつて、用途に適した目盛形状をうるなど構造的にいつて格段の進歩を示すものである。

この内部磁石型の応用例として戦前から熱管理の合理化に多数愛用されてきた Q<sub>3</sub> 型記録計の長所を生かし、さらに構造上、取扱上一段と改良を加えた新型記録計として TMK 型熱電温度記録計 (第 25 図) および TCK 型抵抗温度記録計を発表するに至つた。本器の測定要素、切換スイッチなどは透明なアクリルカバーによつて外部からでも点検できるような構造で、タイプライターリボンの送りは半自動的に反転してリボンの有効率を増す方式をとり、ポリエチレンシートを重ねることによつて塵



第 25 図 TMK 型熱電温度記録計  
Fig. 25. Type TMK Recording Pyrometer



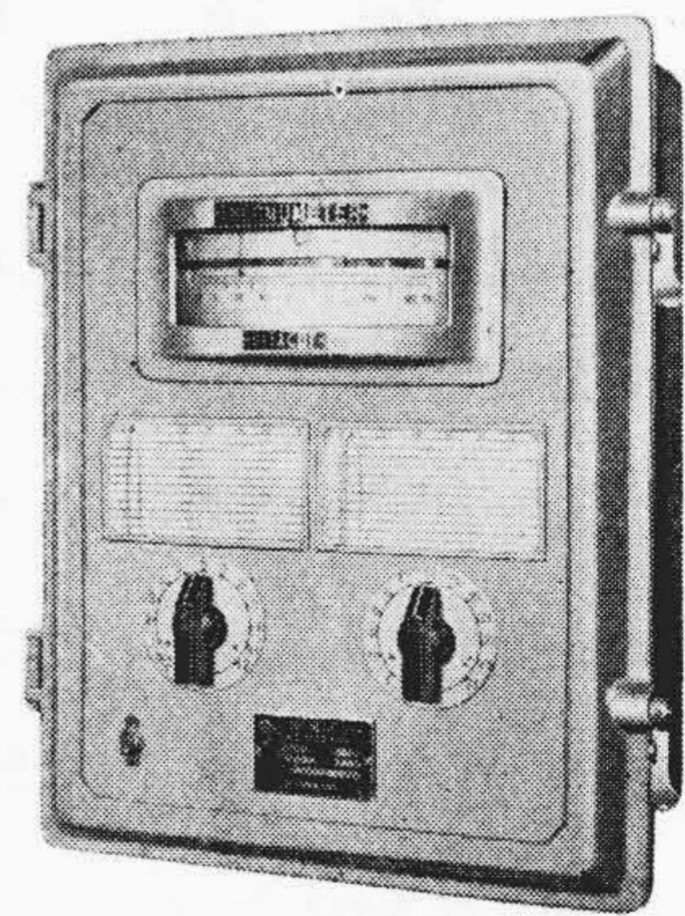
第26図 煙道ガス計外部接続図  
Fig.26. Wiring and Piping Diagram of Flue Gas Meters

埃や染を防ぐように工夫されている。

本器は温度計以外に AK 型検塩計，硫酸濃度計や，AH 型 CO<sub>2</sub> 計，CO+H<sub>2</sub> 計，SO<sub>2</sub> 計，その他遠隔ドラフトゲージ用記録計としても使用される。第26図に煙道ガス計としての使用例を示す。

品質管理上，生産過程をより明確に把握するための要求から指示計には多点切換スイッチが併用されている。第27図に示す THS<sub>24</sub> 型温度指示計は上述の内部磁石を採用した H<sub>13</sub> 型温度指示計および 24 点ダイヤル型切換スイッチ，測定電源部などを一体としたもので，外形寸法も既述の各種工業計器と同一にして計器盤における配置や互換性の問題を解決した。

抵抗温度計の検出端として使用されるサーチコイルも計量管理が進むにつれて測温部の条件，測定の目的などからその構造や特性も多種多様なものが要求せられるようになってきた。たとえば高圧蒸気などの測温，被測定部の性質から耐酸，耐アルカリ性が要求せられるもの，振動の特に激しいところに使用されるもの，反応塔など



第27図 THS<sub>24</sub> 型温度指示計  
Fig.27. Type THS<sub>24</sub> Indicating Thermometer

の測温に使用される極端に長いもの，また速応度が良く，高感度の電子管式温度調節計が標準化されるにおよび，高度の温度調節を行うためには極力時間遅れの少ないサーチコイルが必要であつて，これらのいずれをも満足する

第2表 補償導線の構成  
Table 2. Specifications of Compensating Conductors

種類	断面積 (mm <sup>2</sup> )	導体		絶縁体		ガラステープ (mm)	二芯並列 (mm)	ガラス編紐厚さ (mm)	仕上外径 (mm)	概算重量 (kg/km)
		素線数/直径 (mm)	燃外径 (mm)	ゴム厚 (mm)	珪素ゴム (mm)					
耐熱用	2.3	7/0.65	2.0	—	1.1	0.2	4.6×9.2	0.5	5.7×10.3	122
一般用	2.3	7/0.65	2.0	1.1	—	—	4.2×8.8	0.5	5.3×10.3	122

に足るものの製作はなかなか困難で、多年の技術を基として一步一步研究を続けている。

熱電対回路に使用される補償導線は使用熱電対の種類により異なるが、いずれも使用目的からして常時相当な高温にさらされるとともに苛酷な取扱いを受けるため、従来老化により絶縁抵抗が低下することが多かつた。今回、耐熱用として珪素ゴムを用いて周囲温度や水分による絶縁劣化を防止し、さらに外装は種類別に着色されたガラス編紐を用いて JIS 規格を十分に満足する性能を有するものを完成し、各方面に納入して好評を博している。第2表にその標準寸法表を示す。

〔VII〕 結 言

以上最近における日立工業計器の概要について記したが、これらの標準品も実際使用に当つては多種多様な方面に応用され、別項日立自動調節計とともに生産企業の合理化に寄与するところ大なるものがある。

本文中で述べたごとく、近年電気応用計測の進展とともに新方式による工業計測器が試作研究され、次第に実用化の域に達しつつある。すなわち、炭酸ガス計にかわる酸素計、差圧式流量計にかわる電磁式流量計、水銀を使用しない空気式発信器、あるいはアイソトープを利用した各種計測器など、外国ではすでに実用化されている。さらに電子管式自動平衡計器はあらゆる現象の測定記録、および自動調節が可能であるため続々と生産現場に進出し、今や指示計、記録計といえは無条件に電子管式計器が要求される段階に達しつつある。溶鋼炉用の電子管式イマージョンパイロメータ、放射能中のγ線測定用電子管式記録計など新開発の分野をも含めて工業計器は特に生産工業界の花形たらんとしている。かかる状況下において日立工業計器も従来の型式に対する徹底的改良を終え、続々と新品种の開拓が行われ、需用者各位のいかなる御要望にも応じうる体勢を確立しつつある。

Vol. 16 日立造船技報 No. 2

◇ 目 次 ◇

溶接による収縮変形ひずみの研究 (2).....	{ 山内俊平 中井恒男
切削液の注油方式の研究.....	倉田忠雄
亜鉛メタリヨンの海水腐蝕試験およびはく離に関する研究.....	{ 中谷村直 谷直重
船用ディーゼル機関主要しゅう動部の表面あらさに関する研究.....	{ 倉田忠雄 伊藤義典
ペンストックの縦溶接継手の残留応力緩和法.....	{ 山中内俊平 中国井恒男 国広敏之
アルミニウム管を拡管法にてアルミニウム管板に取りつけた場合の固着力について.....	斎藤禎三郎
製品紹介	
特許・新案紹介 (25)	

本誌につきましての御照会は下記発行所へ御願致します。

発行所 日立造船株式会社技術研究所  
大阪市此花区桜島北之島町60