

最近の計測器ならびに計測技術の進歩について

木 内 勝 造*

Recent Development of Measuring Instruments and Technique

By Katsuzo Kiuchi
Taga Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

It is a remarkable feature of the postwar period that the measuring instruments are finding their way far wider than before in the field of productive industry and its control. These instruments are required to perform innumerable duties, which become more and more severe with the progress of engineering.

The rapid progress of the instruments owes much to the achievement in the recent scientific research, careful selection of materials and especially to the electronics. The writer discusses in the article on the development of the instruments from the viewpoint of:

- (1) Miniaturization of instruments.
- (2) Scientific research on the essential parts of the instruments.
- (3) Research in materials.
- (4) Development of the instruments on the electronics.
- (5) Practical application of measuring instruments.

The writer also describes the recent tendency of the instruments, taking up Hitachi Measuring Instruments as an example.

〔I〕 緒 言

戦争中に量産された航空機および通信器機用計器類はその原理、形体ともに外国の模倣が多く、当時から米国を始めとする諸外国は戦時中相当の進歩をとげ、彼我の懸隔に甚しいものがあるかと想像していた。終戦後俄に諸外国の状態を検討してみると、想像以上に進歩していたものもあるが、またさほど驚くに当たらないと思われるものもあつて、むしろ戦時中からうまず研究を続けてきたものうちには諸外国の水準を抜き、その真価を發揮しているものもある。

戦争中からその素因は胚胎していたに相違ないが、戦後大いに変わってきた動向は、多くの生産技術上あるいは管理技術上に測定器類を高度に導入しようとする熱意の現われである。したがって計測器類の吟味もその程度が高くなり、我国生産技術上はなほだ喜ぶべき事柄であると信ずる。これは他のあらゆる技術と測定技術の進歩が

相関的であり、一般に技術的水準が高まつてきたのに原因するものであろうが、特に近年における真空技術の発達に負うところのものが多い。

計測器類発達の過程はいろいろの面から論じられようが以下述べる5項目に集約し、主として日立製作所の成果を中心に最近の傾向を検討してみたいと思う。

- (1) 計器類の小型化 (Miniaturization)
- (2) 計器主要部の科学的検討 (Scientific research for essential parts)
- (3) 材料の研究 (Material research)
- (4) 応用電子工学的進歩 (Development due to applied electronics)
- (5) 計測の実用化 (Utilization of measurement)

〔II〕 計器類の小型化

箇々の計測器類を小型化しようとする企てはそれ自体の経済的見地とか可搬性という面ばかりでなく、使用する場所を極限する目的で必須の事柄になりつゝある。殊

* 日立製作所多賀工場

に測定量は相関連して変化するものも多く、それらの変化を同時に観察しなければならない場合が多い。たとえば発電所の配電盤における電圧、電流および周波数と電力との関係、化学工業における流量と温度、ボイラの燃焼監視における通風と CO_2 (あるいは $\text{CO}+\text{H}_2$) との関係などである。かかる場合各種計器を小型にして一目で見られるように纏め上げられるならば、これらの監視に便利である。

(1) 配電盤用広角計器

以上の見地から戦後計画される発電所用配電盤は指針の振れ角度を広くして目盛長を大きくし、しかも計器の形状を小さくした広角計器が使用されている。

計器の寸度は一般に 110 角, 120 角, 140 角などであるが、第1図は従来の主配電盤を完成していた普通型 S_{24} 型計器 (140 角) とこれに対応する SR_{35} 型計器 (110 角) との比較である。目盛長は前者の 125 mm に対し後者は 180 mm である。

かかる小型計器の目的から配電盤を完成するためには各種一連の計器ができなければ意味がない。

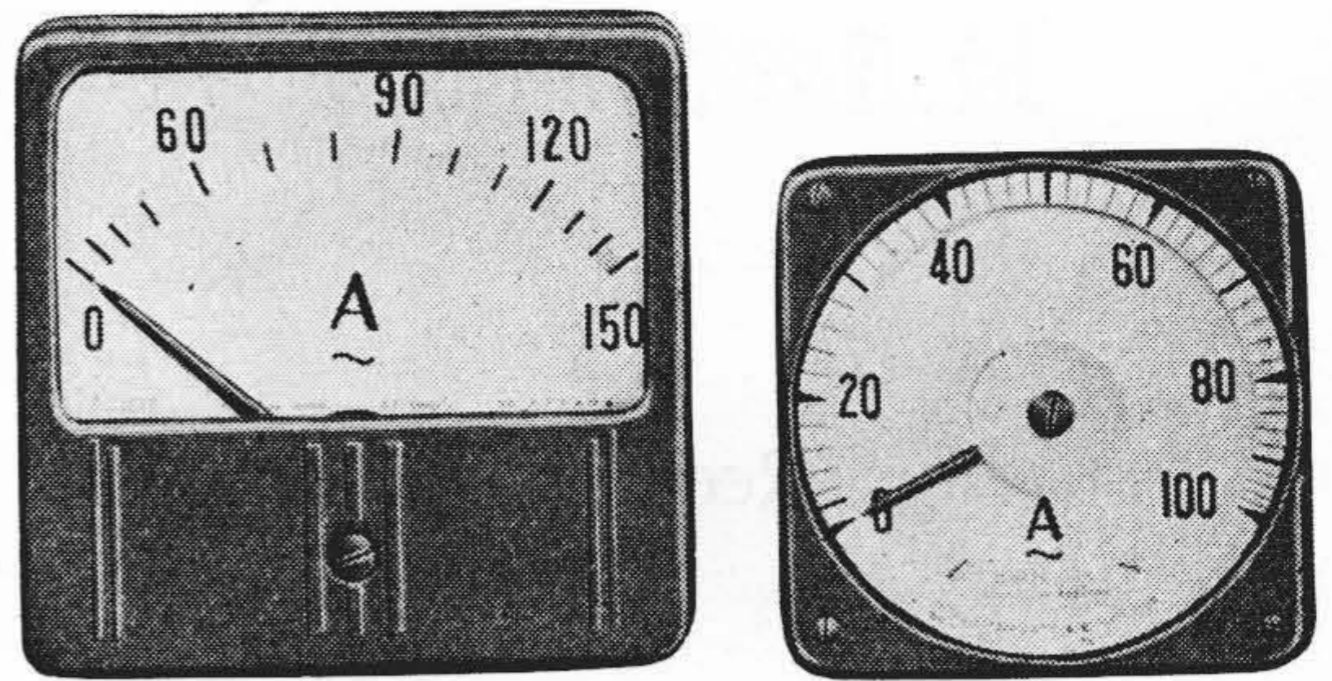
(2) 小型工業計器

近年特に普及発達の顕著なものに工業計器がある。もともと米国の石油工業で必要性が認識されてから、急に工業計器が各種工業に用いられるようになったといわれるが、我国でも計測運転の最も発達しているのは石油工業である。

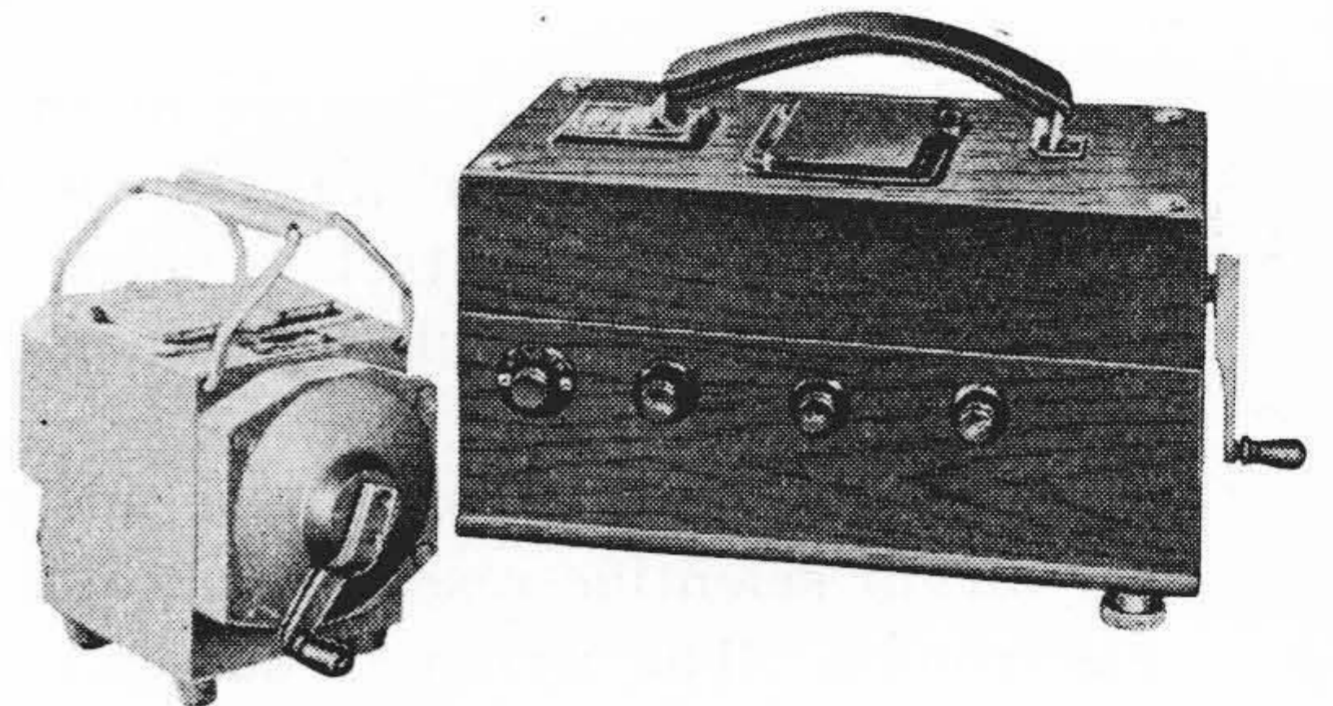
工業計器は普通 $350 \times 450 \text{ mm}$ くらいあるが、これらを一室に 200 箇も設置するとその計器室は大きいものになるばかりでなく一連してみる事が不可能となる。したがって運転員の労力節約ならびに部屋の面積を限定するためのみならず、一連の指示を関連的にみるためには小型にする必要がある。そこで奥行を比較的大きくした 150 角の計器が米国には普及しつつある。かくのごとく計器を小型にしてその占有面積を従来の 4 分の 1 以下にし、装置全体の機能系統図を計器盤に書き、測定箇所計器を配置するいわゆるグラフィックパネルと称するものは計測運転上好都合であろうと思う。

(3) 各種電気測定器類

各種の電気測定器類にもこの傾向は現われているが、その一例として日立メガー (絶縁抵抗計) を取り上げてみよう。第2図はいずれも 1,000 V 用であるが、写真で比較するとよく小型化に成功している。主要な改良点は回転子巻線にあるが、これは電流密度によつて線径が決定されるのでなく、巻線のとき必要な機械的強さで決まるが、回転子の構造を改め線材料に特殊の合金線を使い、巻線方法を改良して $0.03 \text{ mm}\phi$ という細い巻線に成功したためである。



第1図 S_{24} 型計器と SR_{35} 型計器の比較
Fig.1. Comparison between Type S_{24} Meter and Type SR_{35} Meter



第2図 小型化された E_{16} 型日立メガー
Fig.2. Minified Type E_{16} Hitachi Insulation Tester

計器部分もまた内部磁石、交叉線輪型を活用して小型化の一翼をになつている。

[III] 計器の主要部の科学的検討

計器は未だ一貫した学問の体系をそなえていない部分が多く、従来その構造的設計については経験と慣例に盲従している部分が少くない。しかしながら近年著しく高精度が要求され、しかも高感度のものが必要とされる時代になるといつそう突込んだ科学的検討がその主要部分になされなければならなくなつてきた。これらについては枚挙にいとまなく、構造的な部分のみならず材料においても測定技術についてもいえることであるが、それらについては項を改めて触れることとし、ここでは構造上あるいは設計上の問題および主要部品について述べることにする。

(1) 計器の機械的良度定義の発展

1922年 Keinath は指示計器の機械的良度 (Mechanishen Güttefaktor) を回転力 ($Tg\text{-cm}$) と可動部の重量 (Wg) との比で表すことを提唱した⁽¹⁾。

$$r = \frac{T}{W^n}$$

n は概念的に $1 < n < 2$ なりとして 1.5 を採用し、久しくこのまゝの形で使用されてきたが、その後各メーカの

製品が性能、構造とも近似のものとなり、 n の決め方いかんで結果がはなはだしく相違するので、さらに突込んだ理論的根拠の上に立つ数値決定の必要に迫られ、1931年 G.E. の Stott は可動部軸が水平の場合は $n=1.5$ が適切であるが、堅軸の場合は $n=\frac{4}{3}$ を採用することが妥当であることを理論的に究明し、現在ではこれが一般に使用されている。

最近我国でも広範囲積算電力計が使用され、その JIS も決定され、検定期間も従来の5年ごとより7年ごとに延長されることになるにおよんで、さらに突込んだ理論と実験の結果が要求されるようになった。JIS C 1201 による積算電力計の機械的良度は次式で与えられることに規定されている。

$$G = \frac{T}{W^{\frac{4}{3}} \cdot S} \dots \dots \dots (1)$$

S 回転数/秒

しかしながらわれわれは $\frac{T}{W}$ と S とは分離して考えるべきものであると主張している。すなわち前者は直接精度を決定する数値であり、後者は直接寿命に関する数値であるからである。

摩擦による精度を云々するならば当然レジスタのそれを忘却することはできない。したがって

$$\frac{T}{W^{\frac{4}{3}} + Fr} \dots \dots \dots (2)$$

Fr レジスタの摩擦

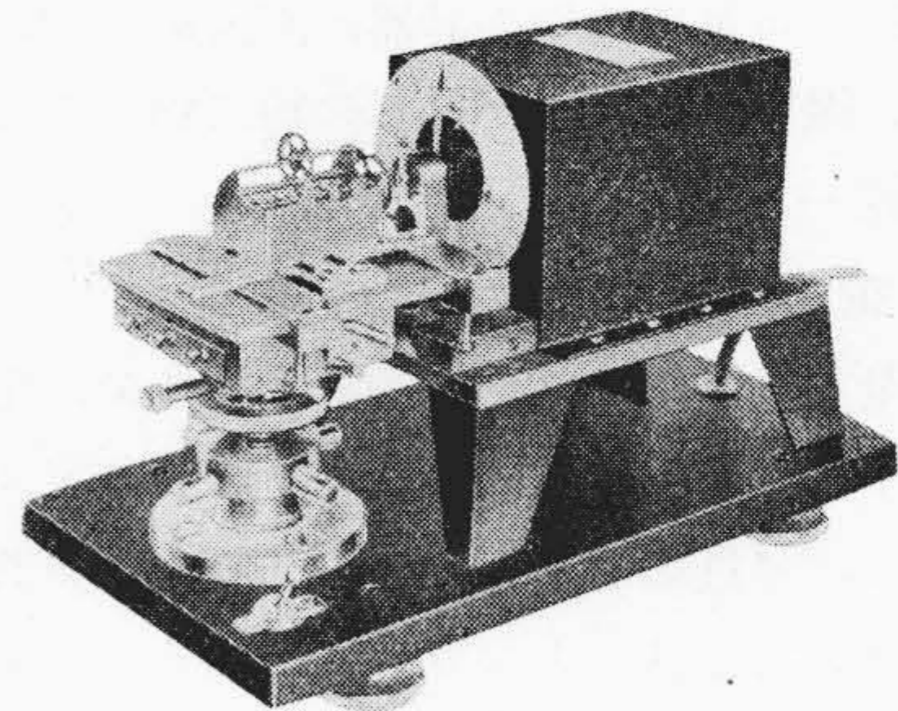
われわれは特殊な摩擦試験器 (第3図) を工夫製作し、種々の積算電力計における摩擦の分布を測定した。 $W^{\frac{4}{3}}$ と Fr の比がいろいろの場合について機械的良度係数を図示し、なお従来の $\frac{T}{W^{\frac{4}{3}}}$ と比較して示したものが第4図である。可動部重量が小になると $\frac{T}{W^{\frac{4}{3}}}$ では無限にこの比 (r) が大となるが、(2) 式ではある程度以下になると急に小さくなる。この間の実際的の立証は戦後極端に可動部重量の軽い計器が現れ、数年ならずして姿を没したことと思ひあわせて肯定されよう。なお軸受部分の力学的考察あるいは軸受油の問題について検討がなされているが別の発表の機会にゆずることにしたい。

(2) 計器用永久磁石の問題

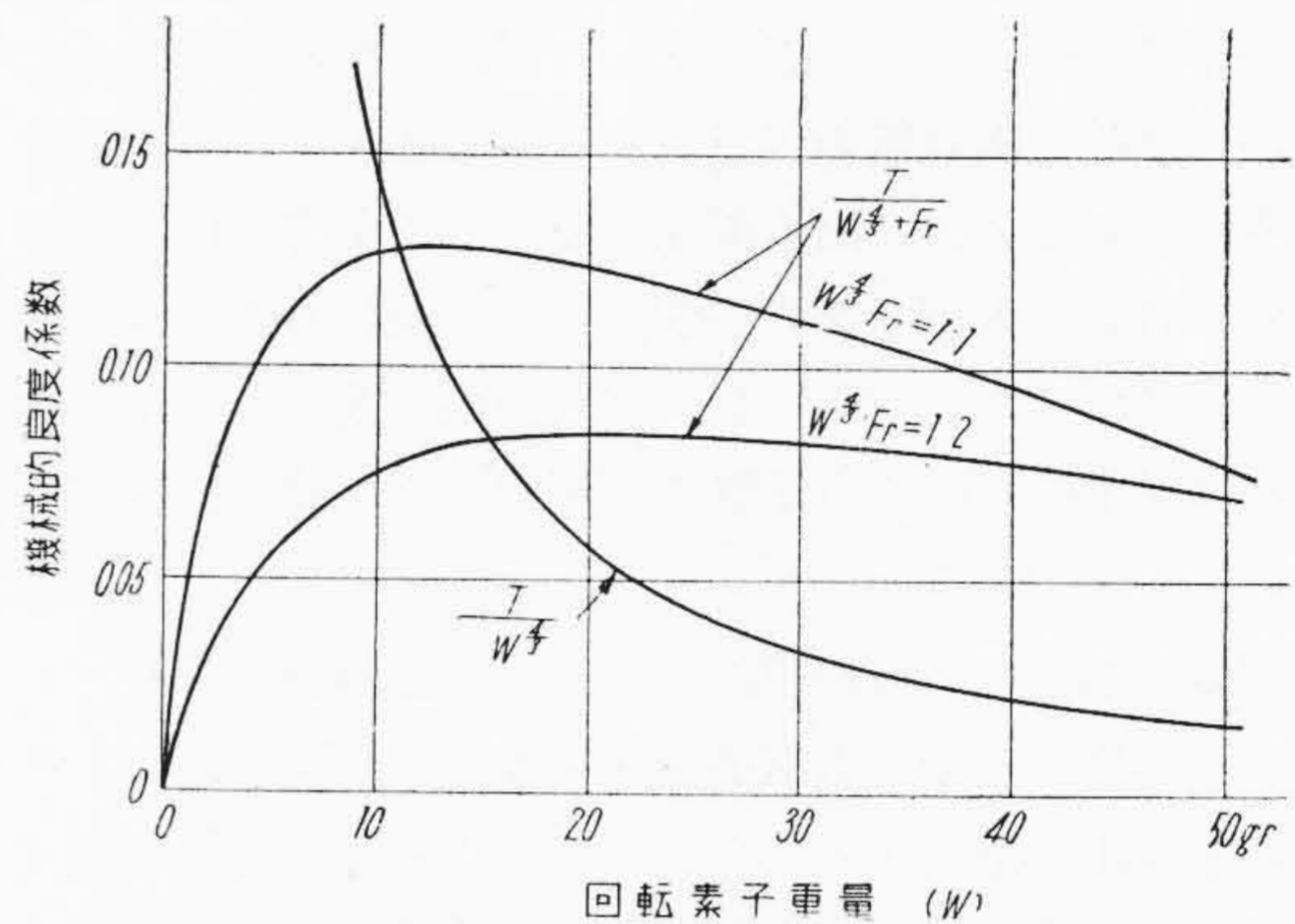
抗磁力の高い永久磁石がつきからつきへと発明されてきた。抗磁力の高い永久磁石は磁鋼材が少くて済むが、その設計が当をえないと減磁率は低い抗磁力のものにも劣る場合があるので、磁鋼材の抗磁力のみで計器の優劣を決めることは間違いである。

この間の研究については辻田博士の発表があるが、これを要約すると

$$S = \frac{l_m/A_m}{l_g/A_g}$$



第3図 レジスタ摩擦試験器
Fig.3. Friction Tester for Resistor of W.H.M.



第4図 積算電力計における機械的良度係数と可動部重量との関係

Fig.4. Relation between the Mechanical Factor of Merit and Moving Part Weight in the Watthour Meter

S 安全率

l_m, l_g それぞれ磁石の長さおよび磁石空隙の長さ

A_m, A_g それぞれ磁石の断面積および磁石空隙の面積

磁鋼材の抗磁力 Hc と安全率 S との間には次式の関係がある。

$$Hc \cdot S^3 = \text{const.}$$

すなわち Hc と S との関係は対数目盛上に画けば直線関係になる。また Hc を一定、すなわち同じ抗磁力の材料で安全率の異なる設計をすると、減磁率 δ と安全率 S との間には

$$\delta \cdot S^n = \text{const.}$$

ただし $n=3$

従来経験的に決められていた安全率に対して計器の磁気回路の定数から自然減磁率を求めることが可能となり、磁石系の設計が理論的に可能となった。

これらの関係によつて永久磁石の経済的ならびに性能上の寸法が決定され、内部磁石計器が開発され、日立製

作所製永久磁石可動線輪型の計器は直流電流計、電圧計はもとより、温度計、日立メガーの類に到るまで内部磁石型計器で統一されている。

(3) 真空管、光電管などの進歩

力学的諸量を始めとし、熱学的量、液体量、化学的量のいたるまで、これを電氣的量に変換して測定する技術が発達したのは最近の著しい傾向である。電氣的測定の一つの利益は応答が速いという点にある。力学的量を機械的測定器によつて求める場合に一つの障害になる慣性のための遅れは電氣的量自身についてはほとんど問題にならない。

電子管技術の発達に伴い簡単な増幅器を用いて微少な電流や電圧をほとんど思うまゝに増幅し観測にかけることができる。増幅器の欠点である電源電圧の変動や特性の変化による入力、出力関係の変動は電気力学的手段を含めてフィードバックの方法によつて避けることができるようになった。もしこのような技術の進歩がなかつたならば精密測定への電子管の利用はかなり狭い範囲に限られてしまつたであらう。

電気計器には各種の目的の指示計や記録計が揃つていたので一度測定量を電氣的量に変換できさえすれば、それらを自由に駆使することができる。最近発達した電子管平衡計器という種類の計器は抵抗変化や起電力変化を指示または記録するもので、温度、流量、圧力、濃度、湿度、pHなどの測定に使用される。

増幅器の増幅度は電源電圧が変わると直ちに倍近くも変動するし、直流を増幅する場合には零点の位置が使用のたびごとに、また使用中も絶えず変動する。これを除くために特殊の平衡回路を用いてデリケートな調整をするなどの必要があつたが、最近の精密計器、特に記録計器はすべて前述のごとき増幅技術を応用しているのでこの必要がなくなつた。

真空管を正しく使うには真空管の特長を知る必要がある。真空管はグリッドの電圧の変化にはきわめて敏感に感じて、これをプレート電流に反映するが、グリッド電圧の絶対値とプレート電流の絶対値との対応は一定してないということ、いいかえれば真空管の特性は短時間は一定しているが時間とともにゆつくり変つて行くことである。これを考慮せず使い始めると失敗する。つぎに述べるような分光光電光度計などのごとき光電管の光電流を測定する場合などには $10^{-12} \sim 10^{-13} \text{A}$ の光電流に対応する低グリッド電流の真空管が要求されるが、従来かかる低電流真空管で実用に耐えるものは製作困難であつた。しかし日立製作所はこの開発に成功し、品質の揃つた増幅管が茂原工場において製作され、分光光電光度計に使用されている。

光電管は1889年 Elster と Geital が Zn アマルガム光電面を使つて以来 K-H (1912年)、Ag-Cs (1929年)、Sb-Cs (1938年) など能率のよい複合光電面が見出され、紫外部および可視部における量も精度の高い検出量として用いられてきた。しかしよくできた光電面でも $2,780^\circ \text{K}$ のタングステン電球からの 1lm の輻射に対し数十 μA の光電流がえられるに過ぎず、少し弱い光を測定するためには検流計を、特に 10^{-8}lm 以下の場合には電位計による増幅が必要であつた。しかるに光電管に高性能の直流増幅器を一つの管球に組み込んだともいふべき光電子倍增管の出現により微弱光の測定が容易に行えるようになった。なおかかる場合の測光用光電管としての特性は暗電流が $10^{-11} \sim 10^{-12} \text{A}$ 程度の極度に小さいことと測定感度に異常変化のないことが必要であるが、この点日立製作所においては根本的な研究の結果、すぐれたものがえられ主として分光光電光度計に使用されている。第5図は EPU-2 型分光光電光度計の外観である。

真空管ならびにその使用回路の進歩については限られた紙面で書き尽すことは不可能であるが、次項に若干の補足を試みることにする。

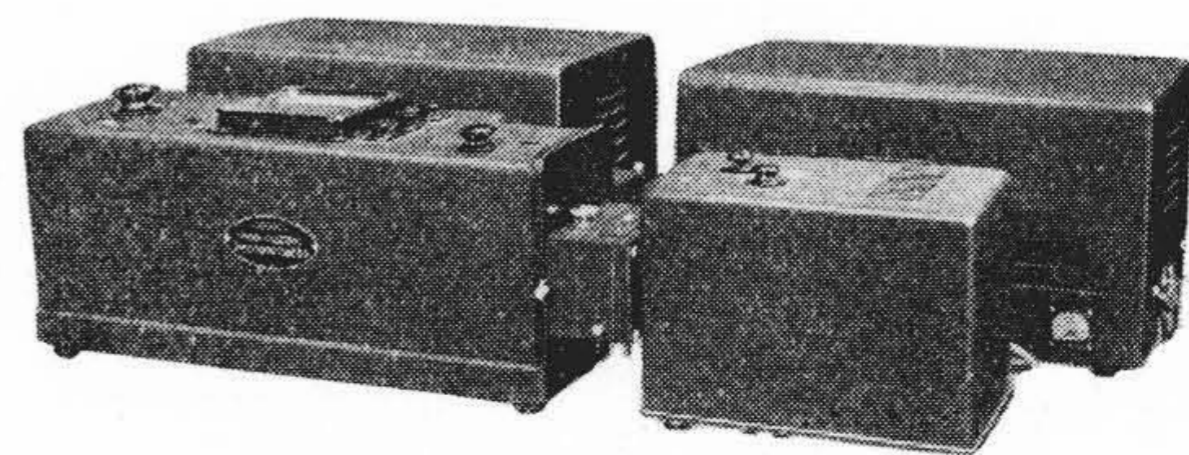
[IV] 材料研究

計測器類の材料としては主として金属材料および非金属材料が挙げられるが、前者は電磁氣的導体、後者は絶縁物および硝子などがその主要なもので、これらについて詳述することは到底紙面の許すところでないので、その一端を紹介する。

(1) 金属材料

金属材料としては種々特殊材料が使用されているが、磁気回路、電子レンズなどに使用される純鉄および積算電力計の回転円板などに使用される純アルミニウムのごときいわゆる純金属類と温度補償用整磁鋼のごとき合金にその例をとり述べることにする。

一般に純金属とは工業的に製造された金属のうちで最も純度の高いものをいうのがならわしのようなのである。したがつてこれは相対的のもので、現在市販の99.5%程



第5図 EPU-2 型 分光光電光度計
Fig.5. Type EPU-2 Hitachi Photoelectric Spectrophotometer

度のアルミニウムは普通純アルミニウムと称しているが、銅などの場合にはこの程度では純銅といわれぬ。

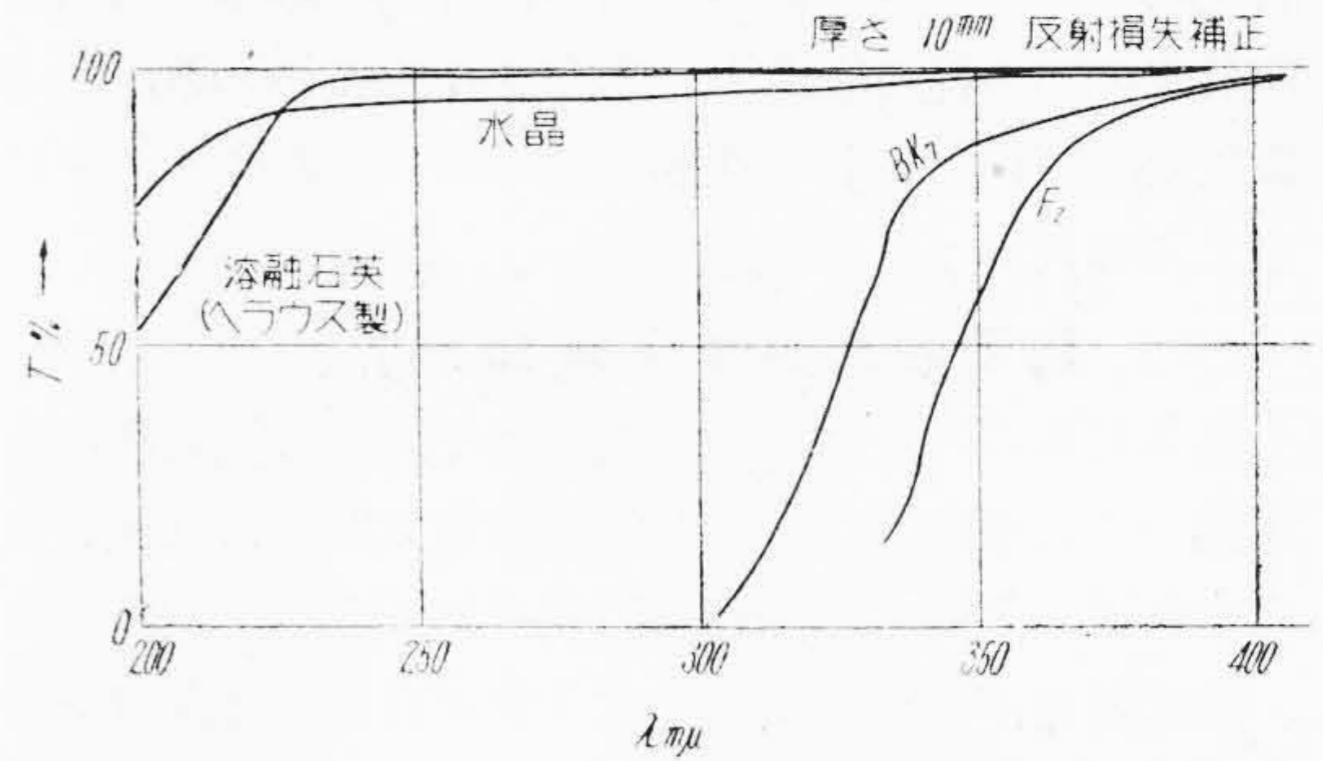
最近酸素、窒素、水素のごときガスの金属に対する作用が漸次あきらかになるに伴って、普通の化学分析により、たとえ 99.9% が保証されても、果してこれによいか否かの反省がなされるようになった。すなわち各種の方法で化学分析およびガス分析をし、その結果によつて純度を云々する段階にある。しかるに最近質量分析計の発達により、従来困難であつた各種ガスのきわめて微量をも定量することが容易になつたので、純金属の分析値なるものがきわめて信頼性に富むものとなつた。かくのごとくしてわれわれは確実な純度のものをえようとしているが、それはできる限り高純度のものを使用することが計測器の特性上要求されるからである。たとえば前述のアルミニウム円板の場合でも積算電力計に要求されている回転力などは円板を廻す駆動部の設計的数値がぎりぎりのところまできているからである。純鉄は電解法、カーボニル法および還元法などによつて 99.98% のものがえられている。またアルミニウムは純度の高いものと低いものとは性質がきわめて異り、前者は腐蝕に対して強いが後者は弱い。普通の純アルミニウムは 99.5~99.6% 程度のもので、不純物としては鉄、珪素、チタンのごときのものであるが、極純金属の工業的製法は 1935 年前後に Gadeau によつて以後その修正が各国で行われている。原料のアルミナで精製すれば 99.8% 以上のものもえられる。

戦争中苦勞した材料の一つに整磁鋼がある。温度変化に対して主磁束と磁気分路の磁束との比を加減して、これを補償するため磁気分路として使用されるもので、Ni 約 30% を含む鉄合金である。Ni 30% 附近の磁気変態点は不明な点が多く、これらに関する文献もほとんど見当らない。戦時中温度変化が激しいため、なくてはならない航空計器用材料の一つとして研究されたが、戦後積算電力計殊に屋外計器用として必須の材料となるにおよんで、日立研究所は Ni 含有量の決定、Mn などの添加量および他成分の影響など徹底的に研究し、また加工性を良くするための水素焼鈍温度などの決定にも有効な結果をえ、かつてえられなかつた特性良好な整磁鋼材料の製造に成功した。

(2) 非金属材料

計測器用非金属材料についても同様絶えざる改良がなされている。

いま従来国産品では性能の十分なものがえられなかつた pH 計用硝子電極についてその進歩の実例をのべる。pH 測定に硝子電極法が最も利用範囲の広いことは衆知のことである。また硝子電極を利用すれば自記、自動制



第 6 図 光学ガラス、水晶および熔融石英の透過度曲線

Fig. 6. Transmittancy Curves of Optical Glasses, Quartz and Fused Silica

御などが可能となり、化学工業方面にも不可欠のものとなつてきた。その結果電極用硝子に要求される性能も急速に加重され、高温および高アルカリに適するものが必要となつてきた。従来電極用硝子といえば McInnes が最もよいといわれていたが、これは pH 範囲で 2~10 程度でしかも硝子膜厚は 0.03~0.06 mm 程度の薄いものでなくてはならなかつた。しかるに電極用硝子の研究は各国において行われ、最近では pH 全域でしかも 120°C 程度の高温度まで使用できる稀土類元素を原料とした硝子

ペーリーガラス

La ₂ O ₃	14.7%	Li ₂ O	16.6%
BaO	16.1%	SiO ₂	57.6%

セシウムガラス

Cs ₂ O	58.3%	Li ₂ O	5.74%
La ₂ O ₃	9.02%	SiO ₂	26.94%

などが出現した。

なお紫外部用分光光度計用プリズムとして従来使用されていた天然水晶の枯渇に対処して熔融石英の出現を見、人工的に解決された。水晶は紫外線をよく透光するので紫外域の光学系において不可欠の材料である。特に分散プリズムの材料としては水晶の大塊が必要であるが、元来水晶は左右両形の双晶として産出されるので、純良な大塊をうることはなかなか困難である。熔融石英は透光度も水晶とほとんど同じく良好であり、しかも大きな塊もできるが光学的均一性をうることは至難なことでとされていた。しかるに最近では光学的に均一な水晶がえられ、大きい分散プリズム材にも左程困難を感じなくなつた。第 6 図は光学硝子、水晶および熔融石英の透光度を比較したグラフである。

[V] 応用電子工学的進歩

最近の計測器における進歩の著しい一つの傾向は真空

管をとり入れたものが多くなったことである。これは真空管その物の進歩とともに真空管増幅技術、電流および電圧安定技術の長足の進歩に負うところが多く、これらの二三の例について説明したい。

(1) 電子管式自動平衡記録計

電気計器には各種目的の指示計や記録計の立派なものが揃っているので、一度測定量を電氣的量に変換できさえすれば、それらを自由に駆使することができる。

最近製作が盛んになった電子管式自動平衡記録計は抵抗変化か起電力変化を記録するもので、電子管応用と特に戦後急速に発達したサーボ回路の理論とが結びついて生れた計器である。工場などで連続記録の必要な温度、流量、圧力、濃度、湿度および pH などなんでも記録できるし、実験室などで測定に用いる赤外線分光器および分光光電光度計類にも使える。

自動平衡式であるため使用真空管の特性変化によつて誤差を生ずることがなく精度が高いばかりでなく、また平衡モータは任意の強力なものが使用できるので摩擦誤差が少く、信頼度の高いものがえられる。したがつて測定量により回転力の弱いものは従来打点記録式であつたが、微少な測定量もペン書連続記録式とすることができるようになった。第7図は日立 TVK 型電子管式自動平衡記録計である。

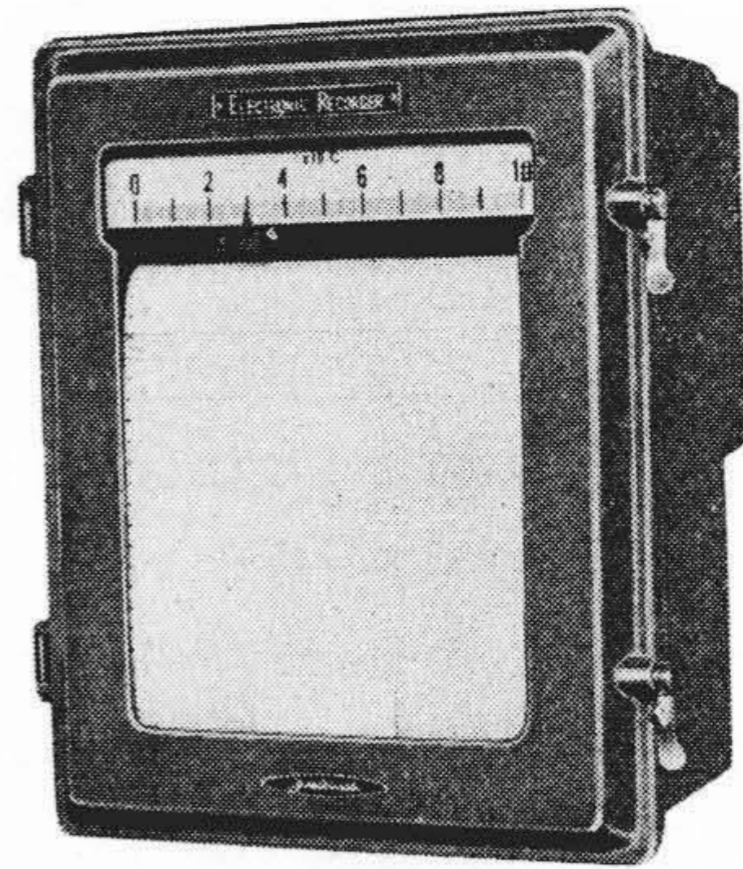
(2) 遠隔測定装置

戦後長足の進歩をしたもののうちに遠隔測定装置がある。これには各種の方式があるが、比較的遠距離の場合には衝流式が採用され、搬送式をとり入れた多くの遠隔測定装置をすでに松尾川発電所ほか十数箇所に納入し、実績を挙げている。これらに関しては発表も多くされているので、ここでは紙面の都合上省略する。

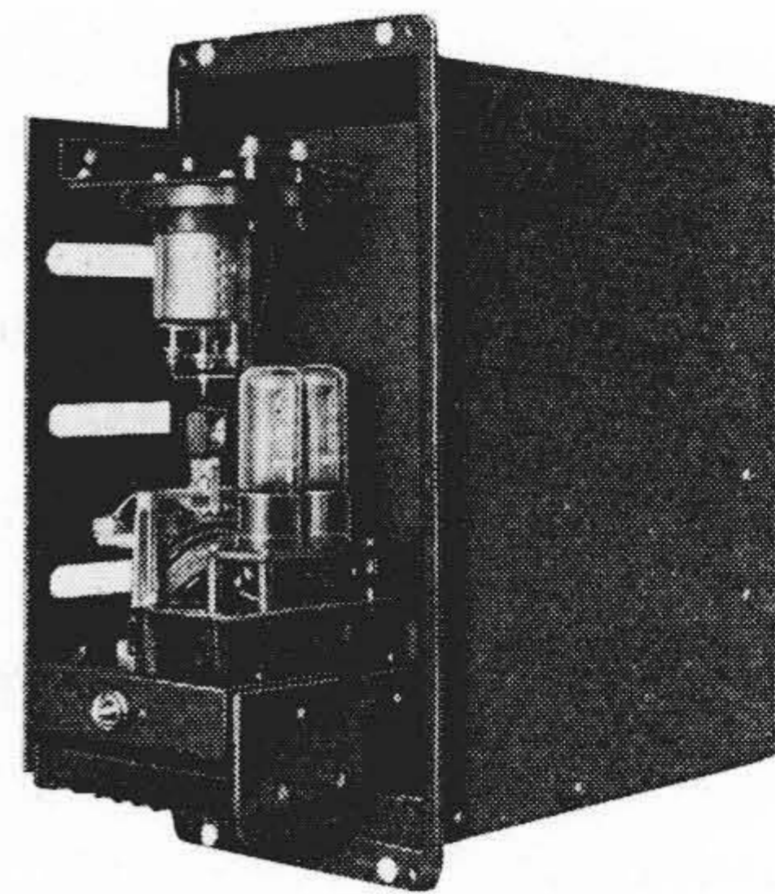
中距離以下の場合にはトルクバランス式遠隔測定装置が使用される。この方式の概要を説明すると、被測定量の発生する回転力と平衡要素を流れる直流電源により発生する回転力とが平衡していれば、可動軸に付した鏡から反射される光束は二箇の光電管にある一定の割合で投入し、三極管のグリッド電位は一定の値を取ることで、それに対応する陽極電流も一定となる。被測定量が変化すると回転力の平衡が破れて鏡が回転し、両光電管に投入すると光束の割合が変化して三極管のグリッド電圧および陽極電流が変化し、再び平衡した位置で鏡が停止する。したがつてこの直流電流を読めば被測定量を知ることができる。日立製作所が最近納入したもののうちに荻窪変電所がある。

(3) 電流、電圧安定装置

電子管技術の発達に伴い簡単な増幅器を使つて微小な電流や電圧を思いのままに増幅し測定できるようになつ

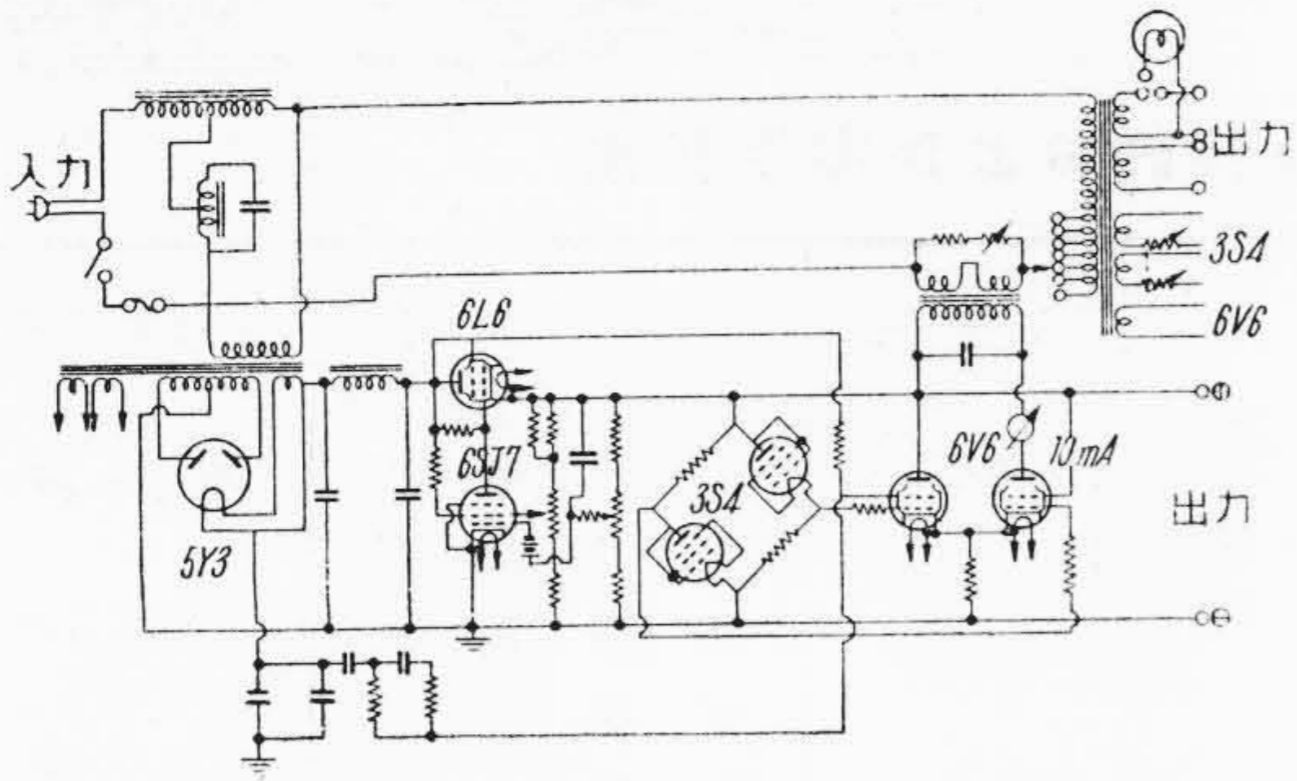


第7図 TVK型電子管式自動平衡記録計
Fig.7. Type TVK Electronic Automatic Balancing Recorder



第8図 TQB型トルクバランス式テレメータ送量器
Fig.8. Transmitter of Type TQB Telemeter (Torque-Balance Type)

たことは計測技術最近の顕著な進歩の原因をなしているが、もし電源電圧ならびに電流の変動や特性の変化による入力、出力の関係の動揺を避けることができなければ、精密測定への電子管利用は極限されたものと思う。この間の消息は電子顕微鏡および分光光電光度計などの電源安定装置についてみられるので以下それらを例示したいと思う。すなわち電子顕微鏡のレンズ励磁電流は $2/100,000$ 、加速電圧は $5/100,000$ 、質量分析計においては $1/10,000$ 、また分光光電光度計においては $2/1,000$ 程度安定させなければならない。しかも電源は電圧だけでなく、周波数の変動もはなはだしいのが我国の現状であるから、電圧および周波数のいずれの変動にも耐えられなければならない。第9図は分光光電光度計の安定装置であつて磁気増幅器と電子管回路によつて構成されている。分光光電光度計の安定装置は光源および増幅器のA電圧およびB電圧を安定させねばならない。光源およびA電圧は 3S4 によつて変動電圧の実効値分を検出してこれを直流に変換し、磁気増幅器のリアクトルの直流制



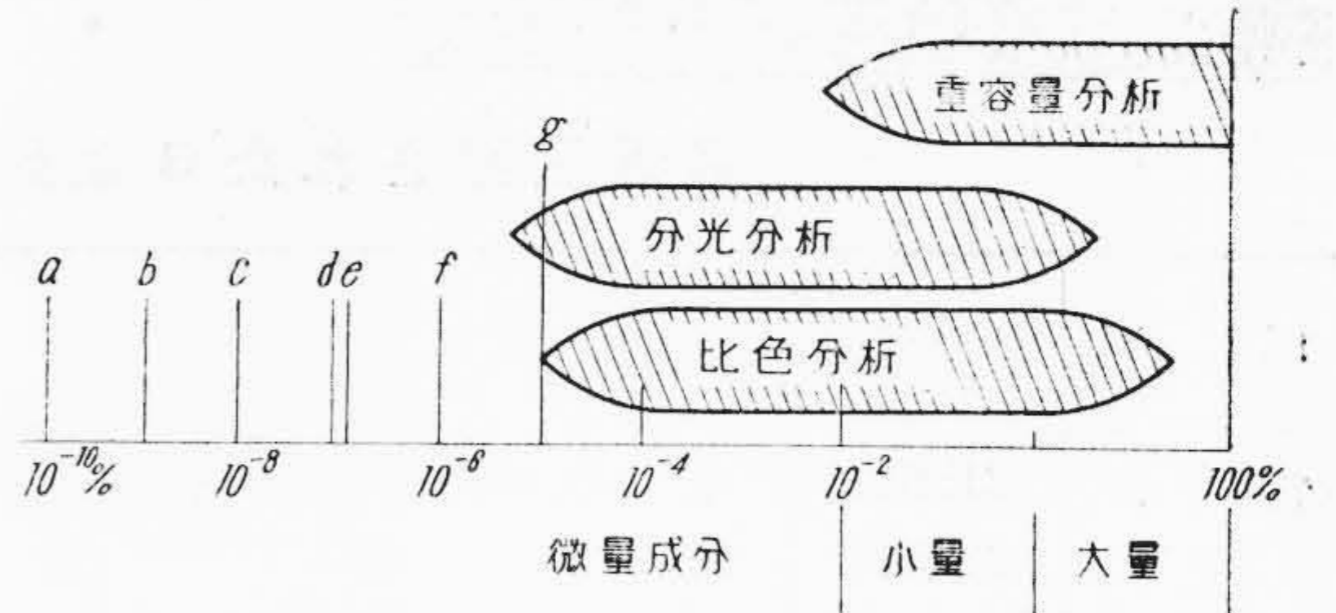
第9図 分光光電光度計の安定装置，回路図
Fig.9. Stabilizer Circuit of Photoelectric Spectrophotometer

御として用いている。B電圧は6L6を用いたいわゆる逆再生 (Degeneration) 型として出力電圧の安定を計っている。

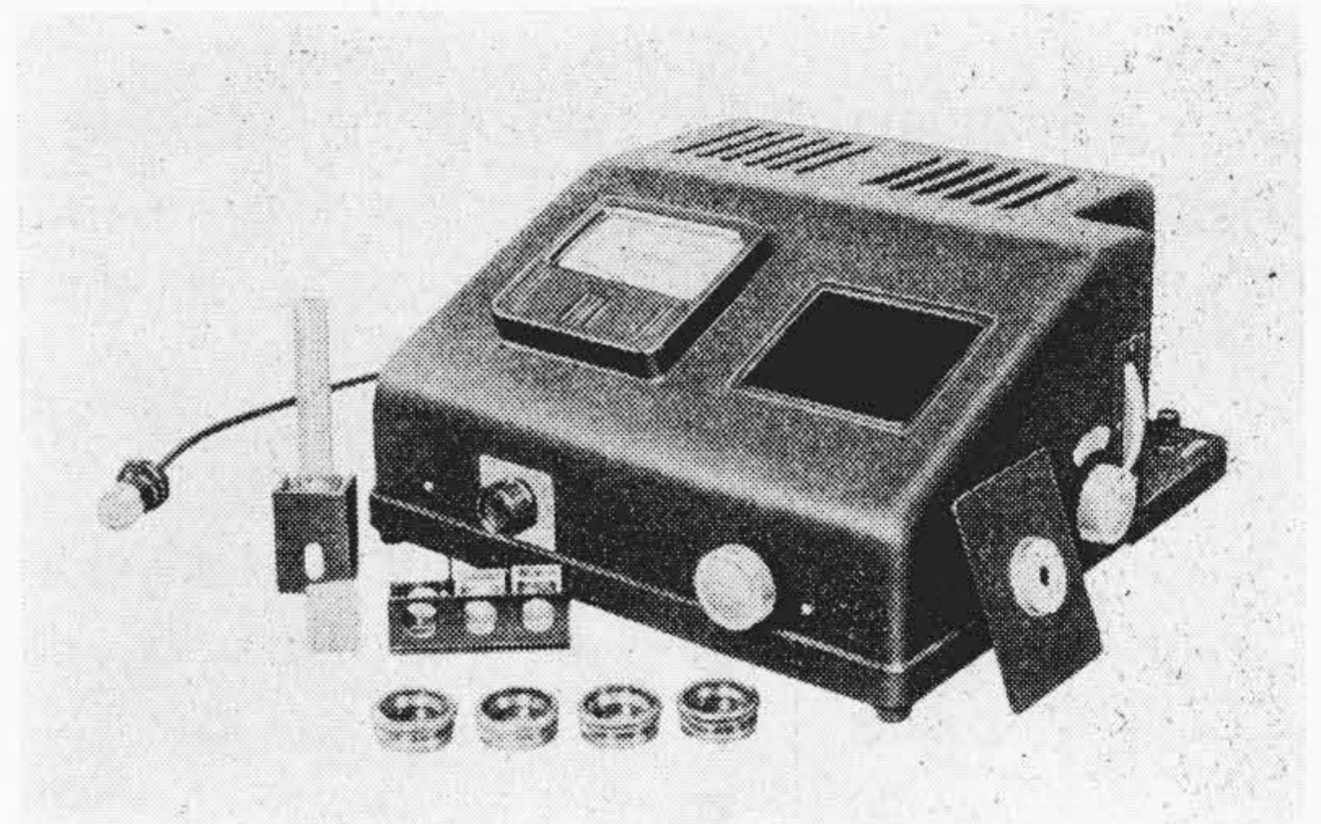
[VI] 計測技術の実用化

以上説明してきたような各種の技術的進歩の結果計測技術は長足の進歩をとげ、従来研究室的な測定方法も特別な計測装置を作り上げて工業，生産方面へ目覚しく進出し，生産管理上あるいは品質管理上大きな役割を果している。工業計器類の進歩と実績についてはすでに熟知していると思うのでここでは省略し，分光光電光度計および質量分析計に例をとって説明を試みたい。

分析化学における測定の最も原始的な，しかしながら基礎的な方法は重量法，秤量法である。すなわち目的とする元素を純粋に分離し，それを適当な型（酸化物）にして秤量する方法である。この方法も分離法の精密化と化学天秤の改良によつて向上しつつあるが，この測定法も他の迅速正確な測定法，主として分光分析の発展につれて，分析化学におけるかつての唯一の測定法としての位置から脱落しつつあることは確な事実である。一昨年本邦においても分光学会の発足を見，俄に発展の過程を辿っており，その詳細についての説明の余裕はないが Sandell によつた重量測定，分光分析測定，比色測定の各法の比較を示せば第10図のようになる。重量分析では0.1~0.01% について信頼しうる値の測定は困難であるが，それに比し分光分析は 10^{-5} ，比色分析は 10^{-4} % の含有成分の測定可能な場合が多い。またそれらの方法と前処理としての分離法とを組合せるとさらに微量な成分を定量しうる。なおこれらの方法は精密分析のみならず測定に時間を要しない特長のため工業，生産方面のほか生物，医学方面への発展も急速に拓けつつある。第5図は日立EPU-2型分光光電光度計で，また第11図はEPO-B型光電比色計の外観である。



第10図 各種分析法による定量限界の比較
Fig.10. Comparison of Quantitative Limits in Various Analyzing Methods



第11図 EPO-B型光電比色計
Fig.11. Type EPO-B Hitachi Photoelectric Photometer

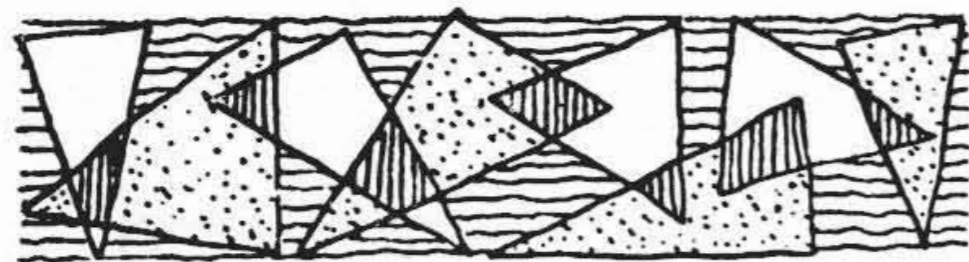
[VII] 結 言

戦後真空管技術を始めとする各種基礎の発達に伴つて計測器および計測技術は長足の進歩をとげた。それは一見微細な点にまで科学的検討がなされた結果であるが，材料の進歩および真空管ならびに真空管応用の進歩に負うところも多い。しかして計測器は精度が高く，形は小型になる方向に進んでいる。

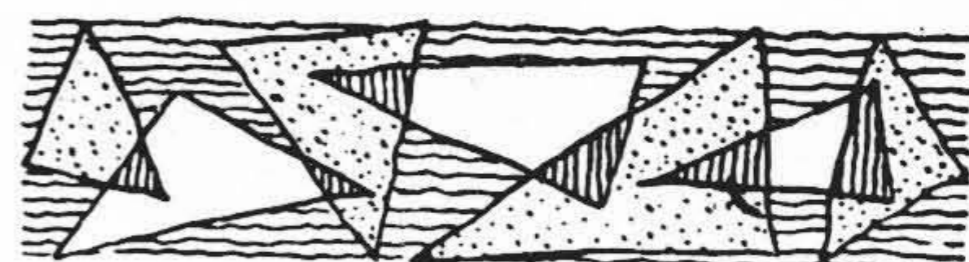
本編においてはこれらについての内容を説明すると同時に工業，生産方面への計測器の進出を例示して説明を試みた。現在なお計測器は急速な勢で発展しているが，各方面にいさゝかでも御参考になれば幸である。

参 考 文 献

- (1) Georg Keinath: Die Technik Der Elektrischen Messgeräte
- (2) Verney Stott: J.I.E.E. Vol. 69 1931
- (3) James H. Goss: J.I.E.E. 1933
- (4) Hand Book of Measurement and Control Instrument and Automation: Part 2 Vol. 27 No. 12 1954
- (5) 科学: 昭和28年 4月号
- (6) Vacuum Tube Amplifier: 409
- (7) 丸善: 金属便覧 1952
- (8) 辻田: 日立評論, 永久磁石の安全率と耐久度 昭23-6



特 許 と 新 案



最近登録された日立製作所の特許および実用新案

(その1)

区 別	登録番号	名 称	工場別	氏 名	登録年月日
特 許	213612	電 路 遮 断 器	日立工場	安 藤 卓 郎	30. 5. 18
"	213614	焼 付 塗 料	日立工場	鶴 田 四 郎	"
"				高 野 憲 三	
"				間 瀬 喜 好	
"				萩 谷 仁	
"	213610	齒 車 の 高 周 波 焼 入 法	亀有工場	南 郷 忠 勇	"
"	213613	断熱および冷却による金属化紙の連続的蒸着方法	戸塚工場	山 辺 知 定	"
特 許	213611	増 幅 率 直 読 測 定 方 式	茂原工場	村 田 良 雄	30. 5. 18
実用新案	428402	ケ ー ブ ル カ ー 信 号 装 置	日立工場	豊 田 隆 太 郎	30. 5. 17
"	428478	排 気 装 置 に お け る 封 緘 部	日立工場	木 村 鐘 治	"
"				木 鈴 木 国 雄	"
"	428479	排 気 装 置 の 開 閉 封 緘 部	日立工場	宮 崎 徳 太 郎	"
"				宮 木 村 鐘 治	"
"	428480	タ ー ボ 発 電 機 の 界 磁 巻 線	日立工場	渡 辺 清 作	"
"	428482	防 爆 箱 蓋 締 付 装 置	日立工場	室 星 務	"
"	428488	変 圧 器 油 槽	日立工場	滑 川 清	"
"	428496	整 流 子 片	日立工場	大 井 川 一 浩	"
"	428498	整 流 子	日立工場	大 井 川 一 浩	"
"	428500	交 流 発 電 機 界 磁 口 出 線 端 子 接 続 装 置	日立工場	佐 藤 勝 郎	"
"				西 野 信 三	"
"	428504	整 流 子	日立工場	大 井 川 一 浩	"
"	428467	短 衝 程 往 復 動 機 関 に お け る 弁 調 整 装 置	笠戸工場	安 達 義 雄	"
"	428471	パ ル プ グ ラ イ ン ダ ー 用 砥 石 締 付 具	笠戸工場	石 風 武 人	"
"				大 橋 剛 敏	"
"	428472	パ ル プ グ ラ イ ン ダ ー に よ る 木 材 磨 碎 操 作 の 半 自 動 装 置	笠戸工場	大 安 田 政	"
"	428494	イ ン ゴ ッ ト 運 搬 車	笠戸工場	元 田 信 収	"
"				斎 田 信 幸	"
"	428474	サ ー ボ モ ー タ 安 全 操 作 装 置	亀有工場	渡 部 富 治	"
"	428508	ボ ル ト の ゆ る み 止 め 装 置	亀有工場	岸 野 俊 雄	"
"	428475	恒 温 槽	多賀工場	黒 羽 逸 平	"
"				水 野 仙 太 郎	"
"	428483	真 空 掃 除 機	多賀工場	安 川 昌 平	"
"	428487	摺 動 抵 抗 器 取 付 装 置	多賀工場	篠 原 清 之 助	"
"				西 垣 光 夫	"
"	428489	緩 衝 装 置	多賀工場	林 五 郎	"
"	428491	果 汁 製 造 器 に お け る 軸 接 手 装 置	多賀工場	小 林 国 雄	"
"	428492	果 汁 製 造 器	多賀工場	小 林 国 雄	"
"	428493	小 型 電 動 機 の 刷 子 保 持 装 置	多賀工場	小 林 国 雄	"
"	428497	果 汁 製 造 器 の 軸 受 装 置	多賀工場	小 林 国 雄	"
"	428505	小 型 整 流 子 電 動 機	多賀工場	安 川 昌 平	"
"	428506	紡 糸 電 動 機	多賀工場	城 宝 為 男	"
"	428468	X 線 間 接 撮 影 用 暗 箱 支 持 装 置	亀戸工場	和 田 正 長	"
"				小 松 林 本 一	"
実用新案	428469	携 帯 用 X 線 間 接 撮 影 装 置	亀戸工場	和 田 正 長	30. 5. 17
"				小 松 林 本 一	"

(第24頁へ続く)