

光 電 光 度 計

篠 田 慎 吾*

Photoelectric Photometer

By Shingo Shinoda
Taga Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

The writer explains first the principle of the light absorbing analysis, giving a general description on the photoelectric photometer. The basis on which the light absorbing analysis is made possible is provided by the law of Lambert-Beer and this law is consistent only with a monochromatic light. Hence, in practical measurement in which an approximate monochromatic light with a certain band width is employed the photometer cannot be entirely free from measuring errors, and in case of the filter photometer, the error emerges as a curve of the measured quantity line.

〔I〕 緒 言

光電光度計は戦後急速に普及した化学分析用の利器であつて、近い将来には凡そ天秤を備えた分析室には少くとも一台はあるという時代がくるものと思う。

光電光度計の出現前には比色分析といへば重量分析や容量分析に掛けられぬ特殊の試料に対してやむをえず行つた方法といつても過言でないくらいに、敬遠されていた手段であつたが、最近ではむしろ光電光度計を用いた比色分析へと移行する研究が多くなつてゐる。これは光電光度計そのものゝ改良と、それに伴う発色剤、発色法の発展とによるものであるが、光電比色法がつぎのような特色を有することが大きな原因であらう。

- (1) 比色法は微量成分の定量分析に適し、光電光度計によつて手軽にできる。
 - (2) 化学的操作が簡単で、濾過、洗滌、乾燥などの手段があまりいらぬ。
 - (3) 測定精度が高い。
 - (4) 被検試料の処要量が他法に比して頗る少い。
 - (5) 肉眼比色法のごとく従事者に特別の熟練を要せず、かつ簡人差がない。
 - (6) 共存物質の影響を避けやすい。
- などが挙げられる。

〔II〕 比色分析の原理と光電光度計

Lambert の法則 第1図のごとく吸収体に I_0 なる強

* 日立製作所多賀工場

度の単色光を投射したとき、これを通過した後の光の強度が I_1 であれば I_0 と I_1 の間にはつぎの関係がある。

$$I_1/I_0 = e^{-kd}$$

ただし d は吸収体の厚さ

k は吸収体自身および波長に関する定数

これを **Lambert** の法則という。

すなわち厚さ d のときの I_1/I_0 を T とし、厚さが d の α 倍となつたときの通過後における強さを I とすれば

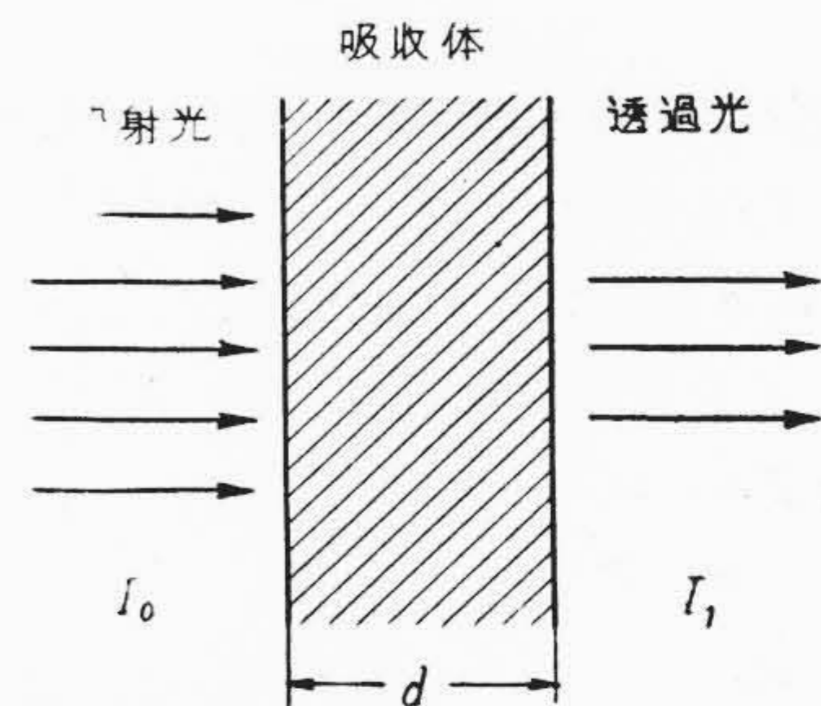
$$I_1/I_0 = T_\alpha = T^\alpha$$

となるのである。

Beer の法則

つぎに吸収体の厚さを一定に保ち、吸収体として溶液をとり、溶媒は投射光に対して全く吸収を示さず、溶質は吸収性物質でその濃度を C とすれば I_0 , I_1 の間の関係としてつぎの式が成立する。

$$I_1/I_0 = e^{-k/c}$$



第1図 Lambert-Beer の法則の説明
Fig. 1. Lambert-Beer Law

k' は溶質、液厚および波長に関する定数

これを Beer の法則という。

この二つの法則を組み合わせると

$$T = I_1/I_0 = e^{-\alpha C d}$$

となる。

この関係は一定の物質に一定の単色光を投射したときの透過光と投射光との強度の比は濃度と液厚の指数関数となることを示すもので、これを Lambert-Beer の法則と称し、比色分析の基礎をなすものである。

いま溶質の濃度 C を測ろうとするとき、まず d を一定にしておき、既知濃度の溶液で T を測り、 T_{dc} をえたとすれば

$$T_{dc} = A^{dC} = A_d^C \dots \dots \dots (1)$$

となつて A_d なる新定数がえられる。つぎに未知濃度 C' の溶液で $T_{dc'}$ をえたとすれば

$$T_{dc'} = A_d^{C'} \dots \dots \dots (2)$$

(1), (2) より A_d を消去すれば

$$C' = C \frac{\log T_{dc'}}{\log T_{dc}} \dots \dots \dots (2)$$

結局 T_{dc} , $T_{dc'}$ を測ることによつて C' が解け、さらに I_0, I_1, I_1' という三つの光の強さを測ればよいことになる。しかるに人の眼では光の強さを測りそれを記憶しておくことができないので従来の比色法においては Lambert の法則から $A^{dC} = A^{d'C'}$ なる d, d' を測定して C' を知るのである。一方光電光度計においては光電測光法によつて I_0, I_1, I_1' をメータの読みとして測ることができるので、一定厚の液槽に既知、未知の溶液をいれてそれを一定光束の光路中におき、 I_0, I_1, I_1' を測ればよいのである。(I_1' は C' 濃度の時の透過光の強さ)

さて実際には液を液槽に入れるために容器による吸収がある。また溶媒自体にも多少の吸収があるのが常である。しかるにわれわれの目的は溶質の吸収量を捕えたいのであるから前述の I_0 は第2図のごとく溶媒のみを充した液槽を通過してきた光の強さを I_0 とする。そして溶液においてもこれと全く同じ液槽を用いその透過後の光を I_1 または I_1' とすれば前と同じ関係式が成り立つのである。

検量線 再び Lambert-Beer の法則にもどつて

$$T = I_1/I_0 = e^{-kdC} = 10^{-kdC} = 10^{-\alpha C}$$

(k, α は前の式と別な定数)

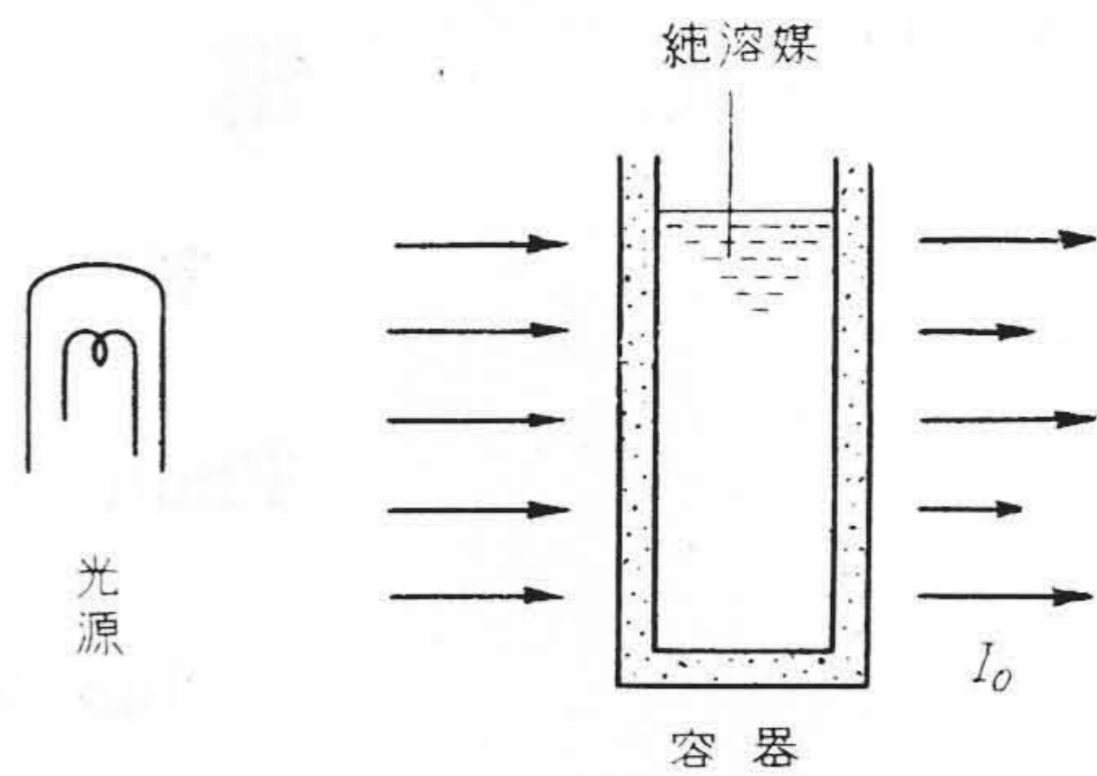
とおいてこれを対数に直せば

$$\log T = -\alpha C$$

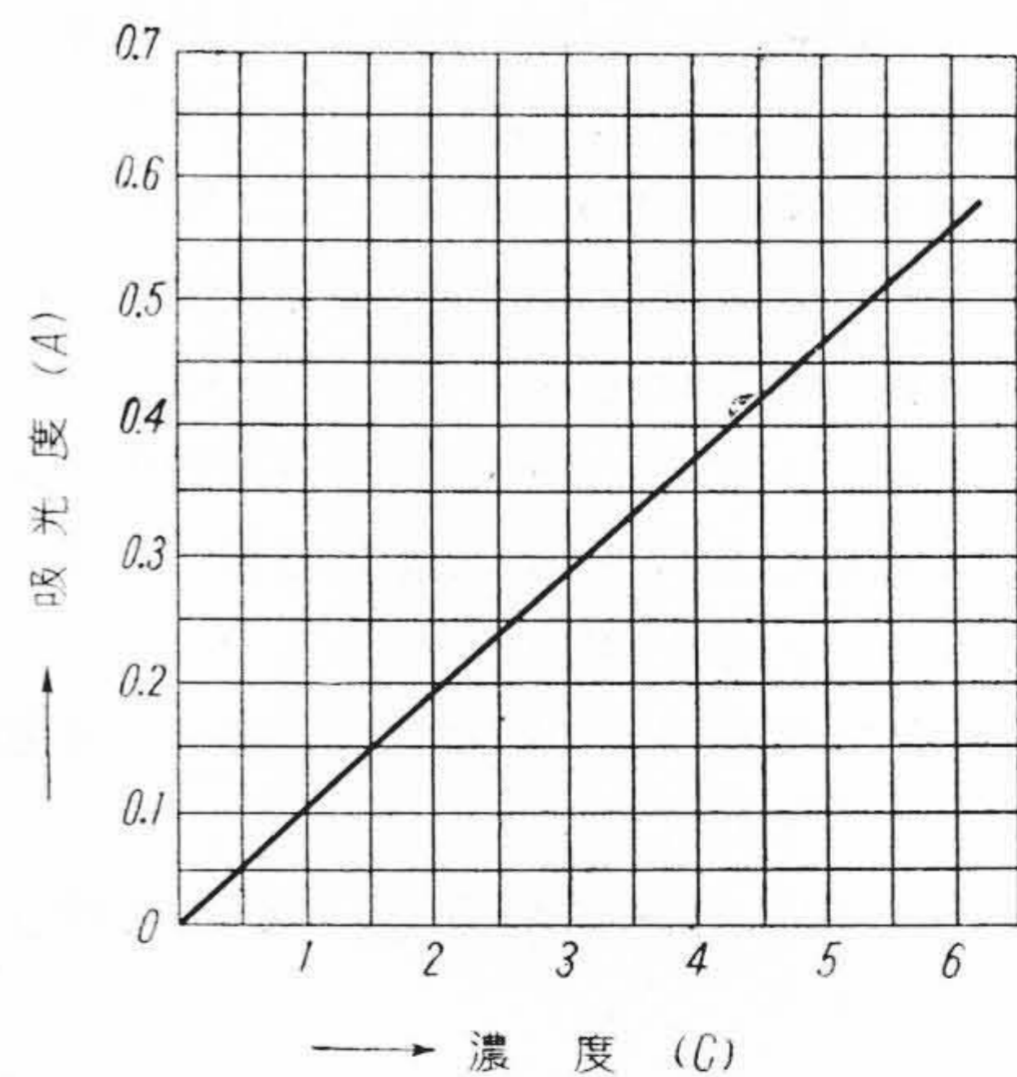
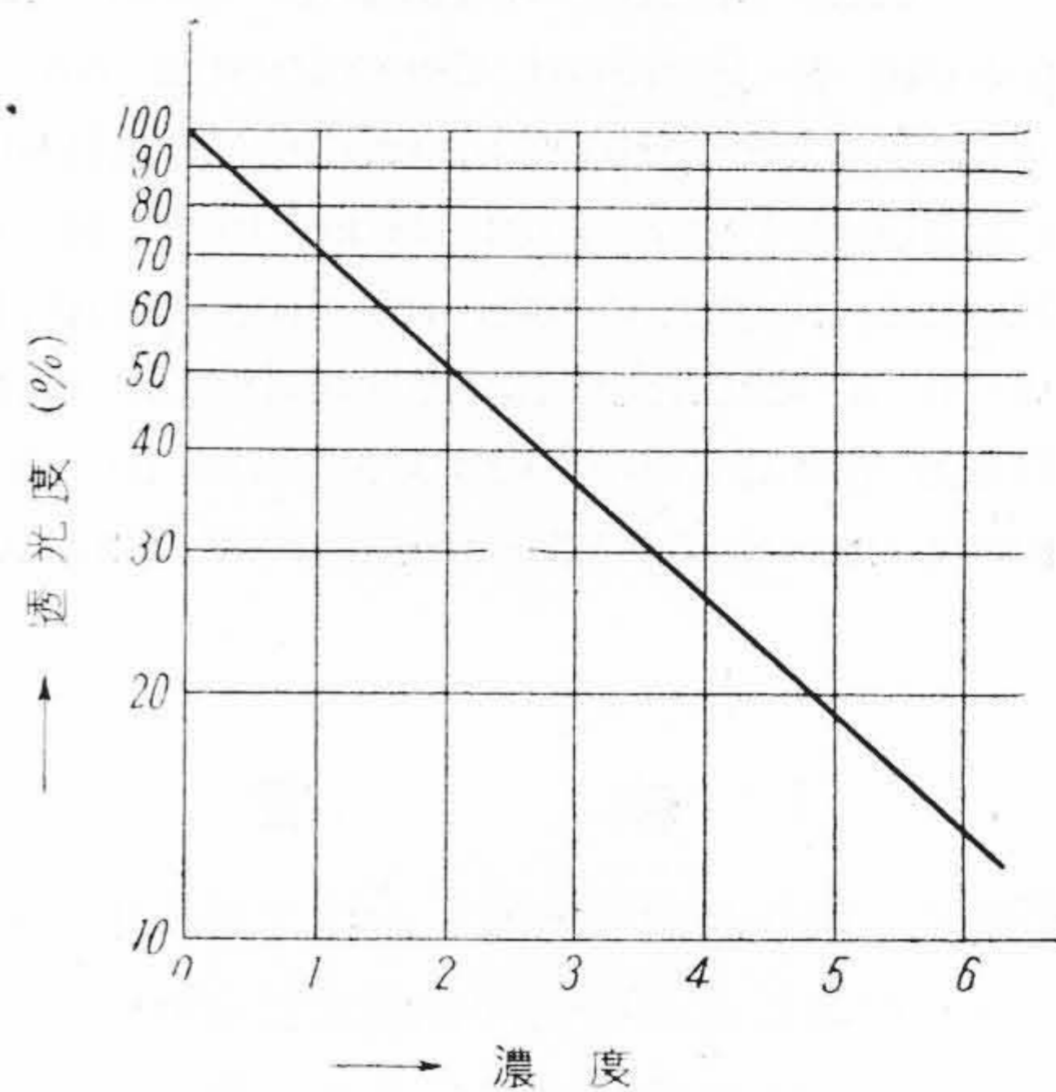
いま $A = -\log T$ と置けば

$$A = \alpha C$$

となつて A は濃度 C に比例する。よつて第3図のごとき座標図を作つておけば Lambert-Beer の法則に従



第2図 実測の場合の L-B の法則説明図
Fig.2. Illustration of Lambert-Beer Law



第3図 検量線
Fig.3. Calibration Line

う溶液については0を通る一本の直線がえられる。これを検量線としておけば未知の濃度は光電光度計により I_1/I_0 を測りこれを A の形で縦軸上にとれば直ちに C を求めることができる。なお上記の式に用いた記号や定数の名称については従来頗るまちまちで、現在においても統一されるに至らないようだが少なくとも T および A についてはつぎの名称に統一されるのではなからうか

T透過度 (Transmittancy)

A吸光度 (Absorbency または Optical density)

〔III〕 Lambert-Beer の法則にしたがはな
いことについての注意

溶液の比色分析の根本法則は Lambert-Beer の法則である。普通の溶液はよくこの法則にしたがうことが昔から確められているが、中にはしたがわれないものがある。それは蛍光性の溶液、濁濁液または溶質分子の状態が変化しつゝあるときなどである。

しかしこの法則にしたがう液でも実際に光電光度計に掛けて見ると検量線が直線を示さず外見上したがわれないものが間々でてくる。以下それについて述べたいと思う。

元来 Lambert の法則にしても Beer の法則にしてもいずれも単色光についての法則であることを忘れてはならない。

すなわち

$$I_1/I_0 = e^{-kcd}$$

において k は波長の函数であつて、一つの波長について飽くまで一定であるが他の波長については異つた値を持つ定数である。いま投射光に λ_1, λ_2 の二つの単色光が混じていたとすれば二つの濃度 C_1, C_2 について

$$\lambda_1 \text{ で } C_1 \text{ のときは } Ic_{1\lambda_1} = I_0\lambda_1 e^{-k\lambda_1 dC_1}$$

$$\lambda_1 \text{ で } C_2 \text{ のときは } Ic_{2\lambda_1} = I_0\lambda_1 e^{-k\lambda_1 dC_2}$$

$$\lambda_2 \text{ で } C_1 \text{ のときは } Ic_{1\lambda_2} = I_0\lambda_2 e^{-k\lambda_2 dC_1}$$

$$\lambda_2 \text{ で } C_2 \text{ のときは } Ic_{2\lambda_2} = I_0\lambda_2 e^{-k\lambda_2 dC_2}$$

となり、二つの波長の光を一まとめにして考えれば

$$\text{投射光の強さ } I_0 = I_0\lambda_1 + I_0\lambda_2$$

C_1 のときの透過光の強さ

$$Ic_1 = Ic_{1\lambda_1} + Ic_{1\lambda_2} = I_0\lambda_1 e^{-k\lambda_1 dC_1} + I_0\lambda_2 e^{-k\lambda_2 dC_1}$$

C_2 のときの透過光の強さ

$$Ic_2 = Ic_{2\lambda_1} + Ic_{2\lambda_2} = I_0\lambda_1 e^{-k\lambda_1 dC_2} + I_0\lambda_2 e^{-k\lambda_2 dC_2}$$

C_1 のときの T すなわち

$$Tc_1 = \frac{Ic_1}{I_0} = \frac{I_0\lambda_1 e^{-k\lambda_1 dC_1} + I_0\lambda_2 e^{-k\lambda_2 dC_1}}{I_0\lambda_1 + I_0\lambda_2} \dots (3)$$

C_2 のときの T すなわち

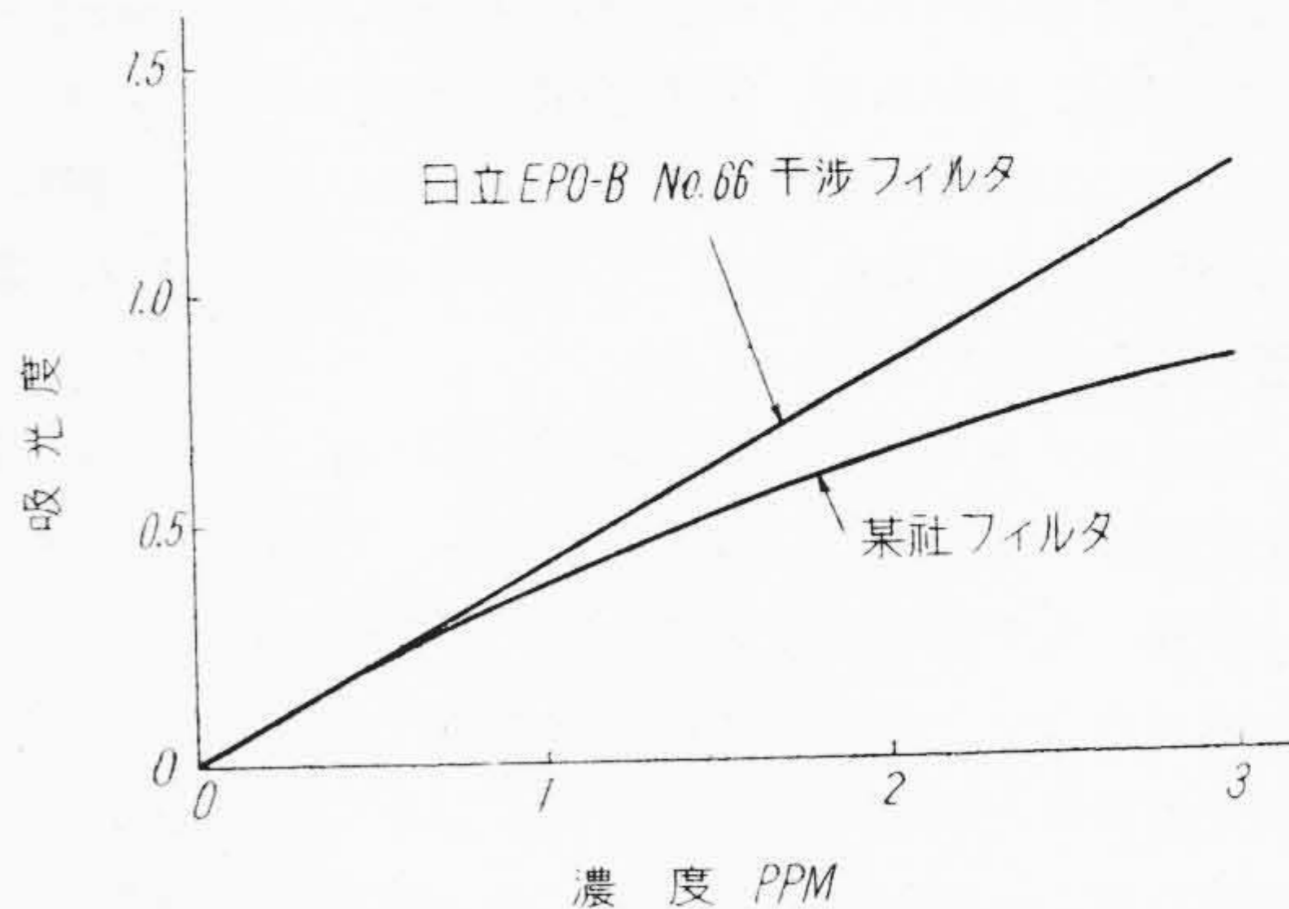
$$Tc_2 = \frac{Ic_2}{I_0} = \frac{I_0\lambda_1 e^{-k\lambda_1 dC_2} + I_0\lambda_2 e^{-k\lambda_2 dC_2}}{I_0\lambda_1 + I_0\lambda_2} \dots (4)$$

Lambert-Beer の法則にしたがうとすれば (3), (4) 式はそれぞれ

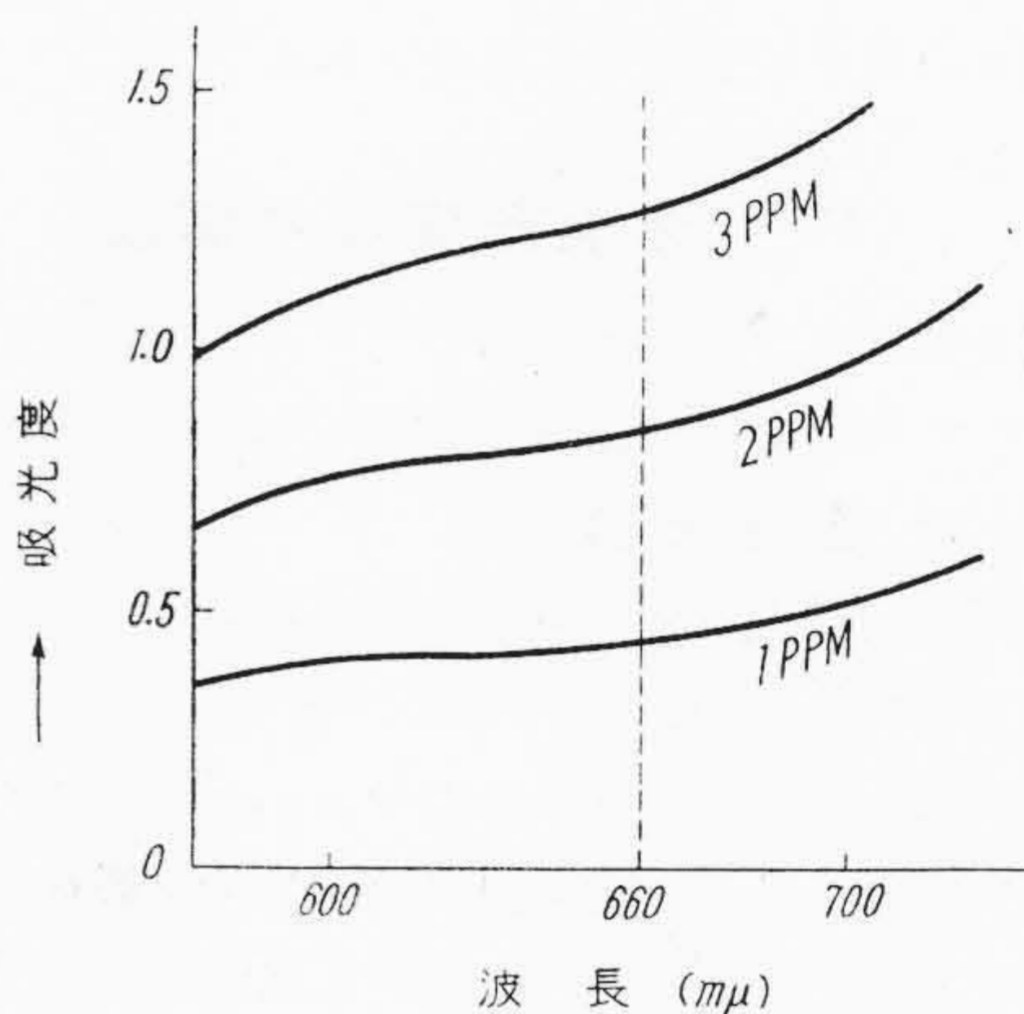
$$\log Tc_1 = \alpha C_1$$

$$\log Tc_2 = \alpha C_2$$

として共通の α が存在することになるが α 中には異つた値の $k\lambda_1, k\lambda_2$ が含まれているのでかかる共通の α は存在しえない。よつて単色光について Lambert-Beer の



第4図 シリコモリブデンブルーの検曲線
Fig. 4. Calibration Curves of Silicomolybdenum Blue



第5図 シリコモリブデンブルーの分光吸光度特性
Fig. 5. Wave Length—Absorbency Characteristics of Silicomolybdenum Blue

法則にしたがうものでも混色した光を用いて測定するときはその検量線は直線がえられない。

いま濃度 C_1 のとき λ_1 では 50%, λ_2 では 80% の T を示す溶液について考えると濃度が2倍になつたときは λ_1 では 25% λ_2 では 64% となる。さらに3倍の濃度になつたときには λ_1 では 12.5%, λ_2 では 51.2% となる。このとき λ_1 と λ_2 が同じ強さで入射したとすれば外見上の T はおのおのの濃度で λ_1, λ_2 の値を平均したものであるから始の濃度では $\frac{50+80}{2} = 65\%$ つぎの濃度では $\frac{25+64}{2} = 44.5\%$, さらに $\frac{12.5+51.2}{2} = 31.85\%$ であつてこれを A に換算するとそれぞれ 0.187, 0.352, 0.497 となつて、これはあきらかに 1:2:3 の比にはならない。すなわち Lambert-Beer の法則にしたがう溶液でも混色光でに外見上したがわれないことがわかる。

このことは光電光度計特にフィルタ式光電光度計を使用する際に注意すべきことで、フィルタの特性によつて

は当然直線に出るべき検量線も曲線をなし、検量線の設定に困ることがある。第4図(前頁参照)はフィルタの特性によつて検量線が著しく曲る例を示したもので被検液は Silicomolibden blue で、その分光透過率曲線は第5図(前頁参照)のようになる。

上述のごとく光の吸収を測定するに当つては結局 I_0 , I を測定することに尽きるのである。しかるに人の眼では単独に光の強さを正確に測り、これを記憶していることはできない。そのために肉眼用の比色計、プルフリッヒ光度計などが工夫されていた。しかしこれら方法は眼を疲らすことがはなはだしく、かつ輝度合せ精度も熟練によらねば達しえられない。

他方光電光度計にあつては光電測定により光の強さを電流に直し、メータによつて読み取るのであるから I_0 , I を簡単に測ることができる。その結果冒頭に述べたような種々の利点が生れてくるのである。

[IV] 光電光度計の構成

光電光度計は⁽¹⁾光電測光部と⁽²⁾モノクロメータを主体とし、これに補助的な装置を附加したものである。

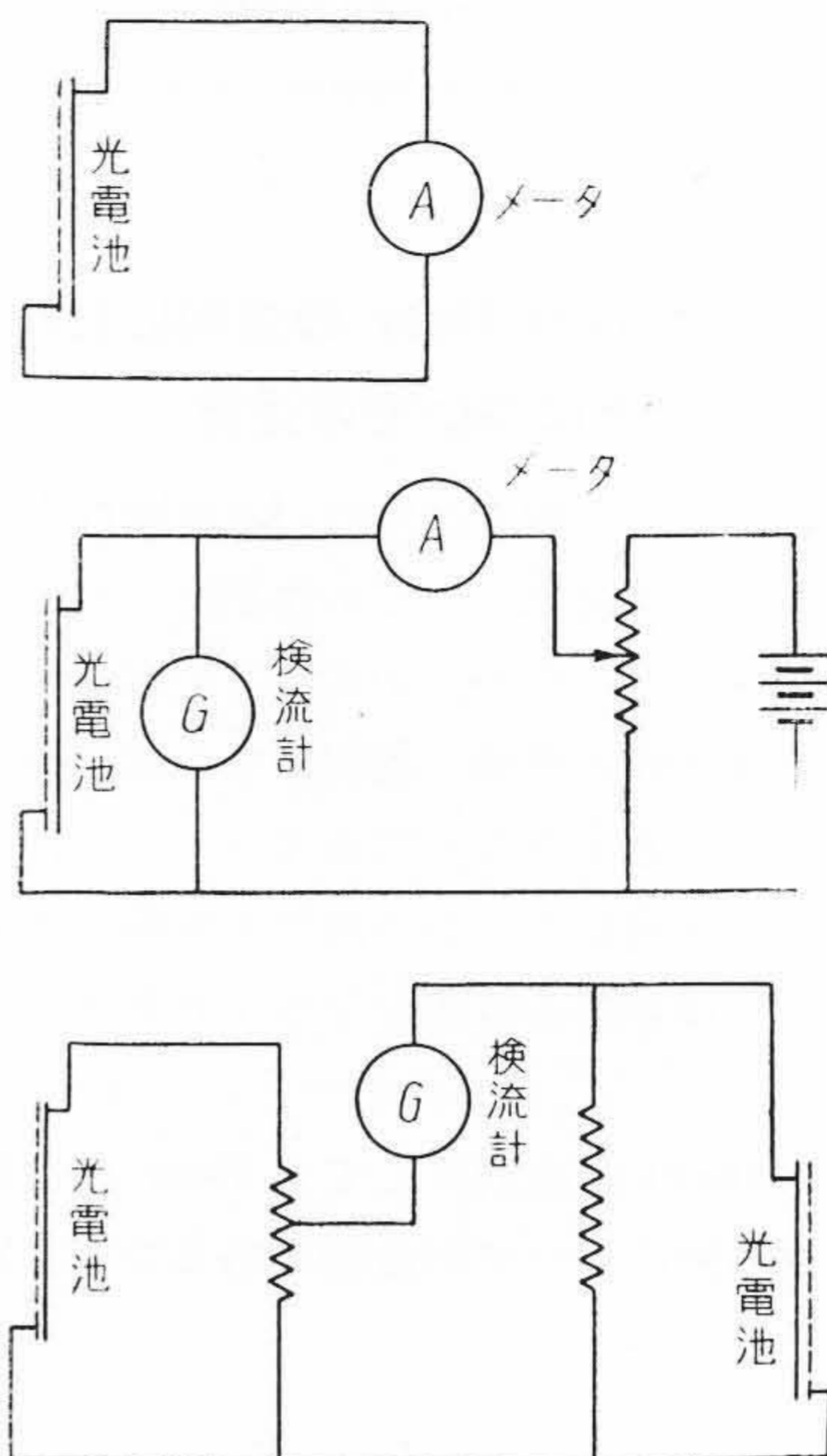
(1) 光電測光部

光電測光装置の最も簡単なものは光電池に電流計を接続したもので、光電池としてはもつぱらセレン光電池が、また電流計としては内部抵抗の少ないマイクロアンメータが用いられている。光電池式の回路には第6図のごとく色々のもが工夫されているが光電池より発する光電流は増幅することが困難で、弱い光を測定することには不向であるので光電管を用いたものが適する。光電管には真空管による増幅を応用しうるので微弱な光を測定するのに適するが、増幅用の真空管およびその回路には動作の安定性を満足するために種々の方式が工夫され、第7図にその代表的な例を掲げる。

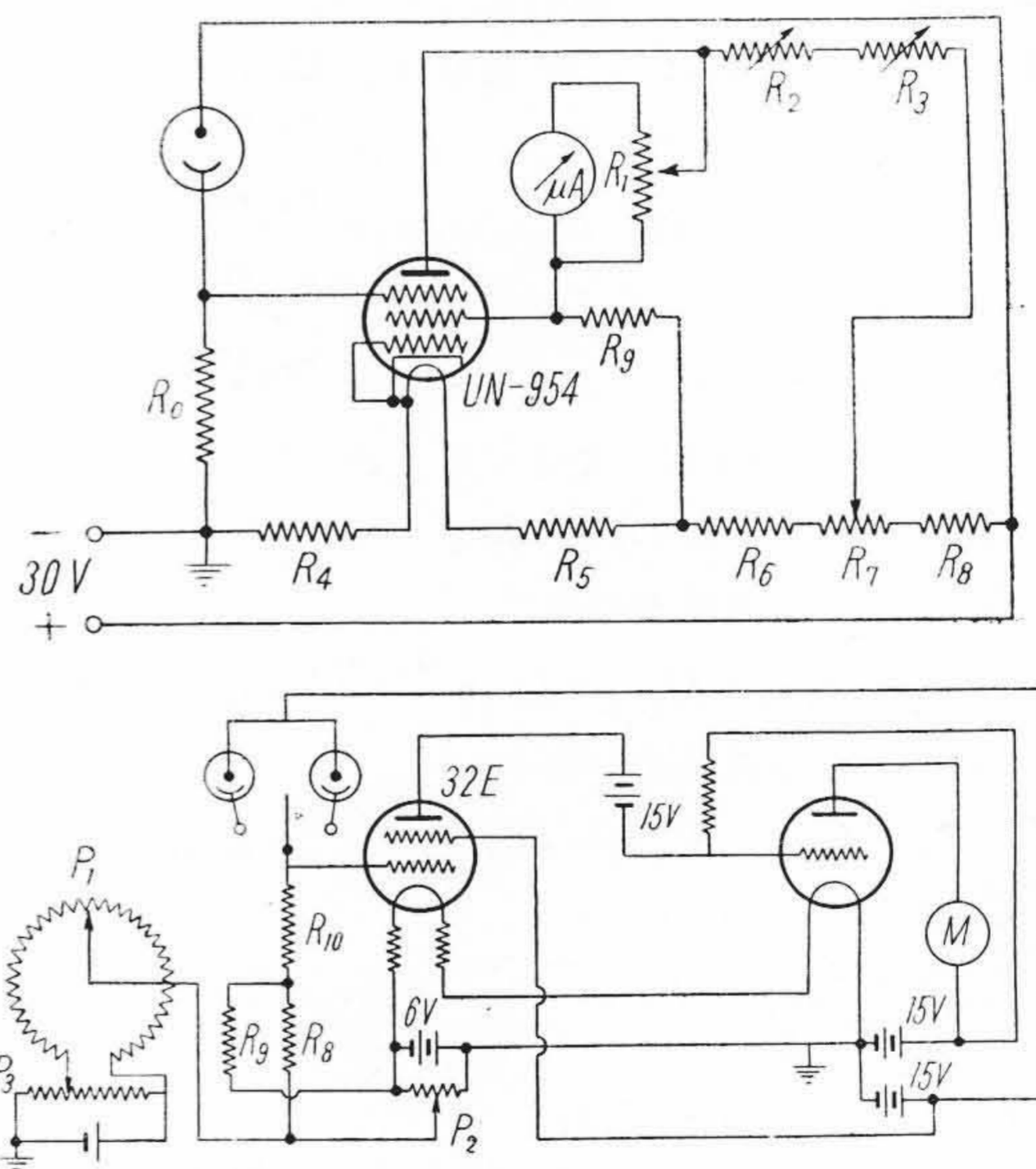
光電測光に用いるメータは照度の測定に用いる場合を除き、本稿に述べるような化学分析用のものについては光電流の絶対値を知る必要はない。 I_0 , I を測定するといつても結局は I/I_0 なる比を必要とするのであるからメータの目盛はこの比を知るために便利なように目盛つてある。すなわち第8図のごとく全域目盛を100等分し I_0 を測つたとき100を示すごとく調節した後、そのまま I を測定すればそのときの指示値は直ちに I/I_0 の百分率を示すこととなる。さらに100等分目盛とならべて $-\log T$ すなわち吸光率を併刻しておけば第3図のグラフにのせるのに便利である。

(2) モノクロメータ

光電管式の測光部には分光器式のモノクロメータを組合わせるのが普通である。なんとなれば分光器式のモノ

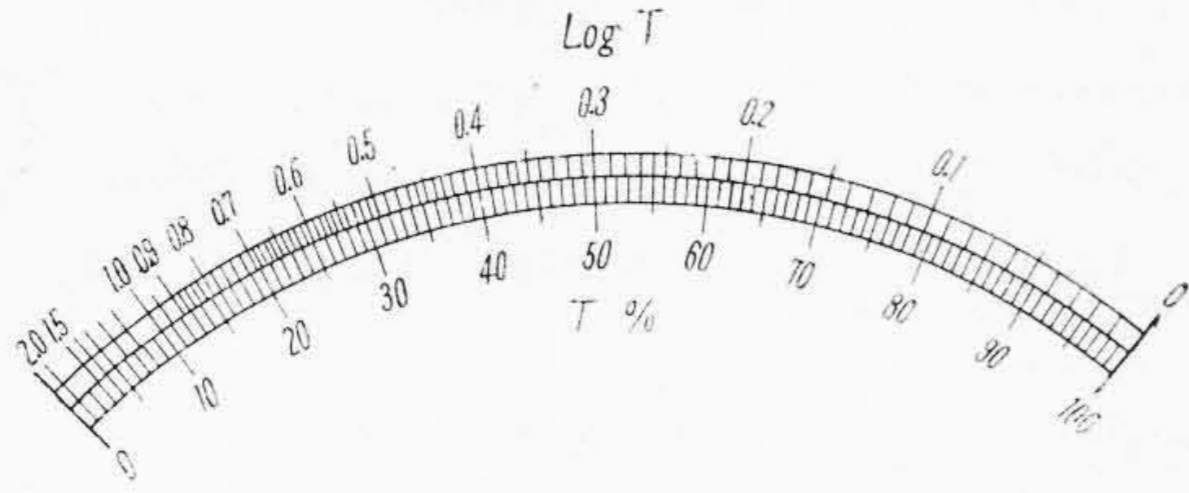


第6図 光電池回路
Fig. 6. Se-Cell Circuits

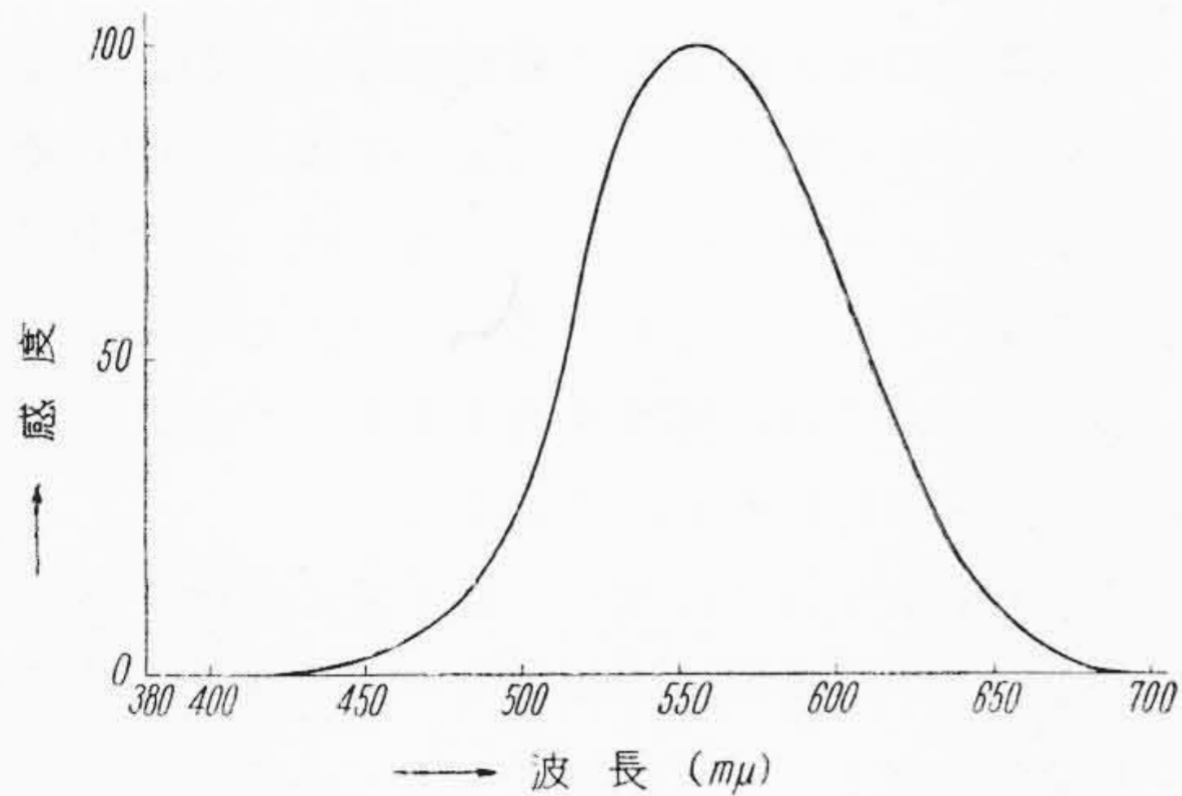


第7図 光電管測光回路
Fig. 7. Electronic Circuit of Photo-Tube

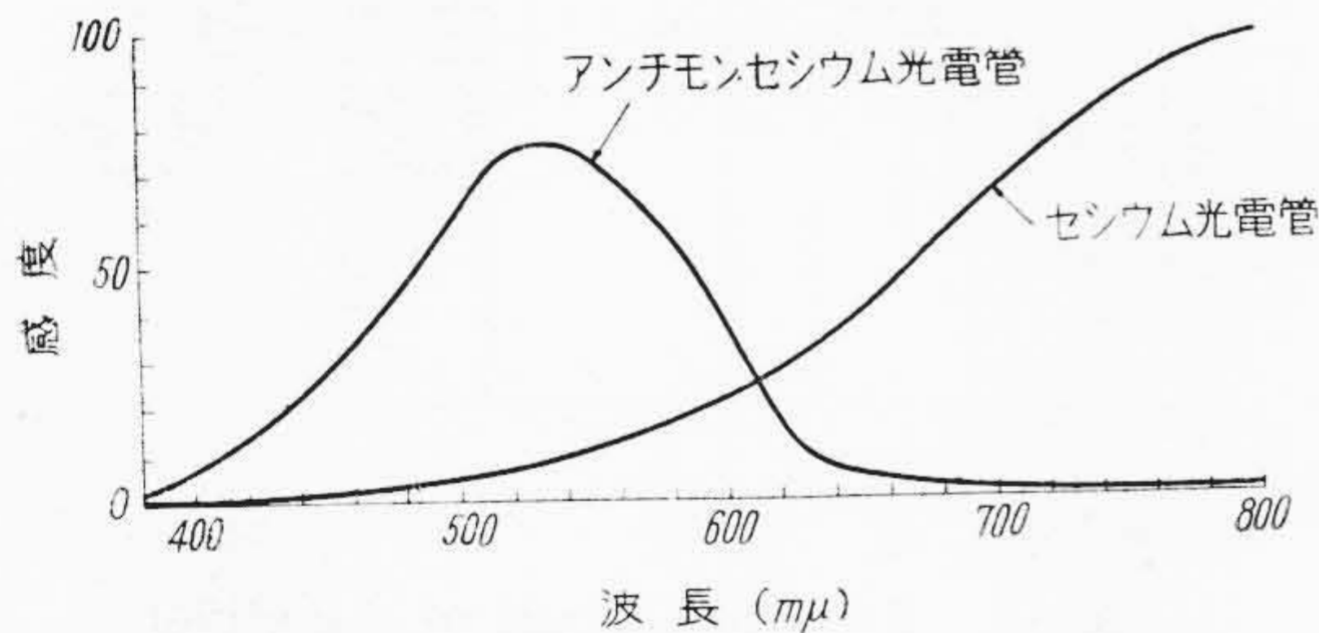
クロメータは単色光の純度をきわめて高くすることができるので自然 I_0 は微弱となり、増幅の可能な光電管で測光するのが適当である。これに対し光電池式のものにはフィルタを用い、光電池面に広く強い光束を投射する必要がある。フィルタによつてえられた単色光はその純度においてやや低いものであるから Lambert-Beer の



第8図 メータの目盛
Fig. 8. Meter Scale



第9図 セレン光電池の感光度特性
(タンゲステン電球と組合せた値)
Fig. 9. Sensitivity Curve of Se-Photocell
(Combined with W-lamp)

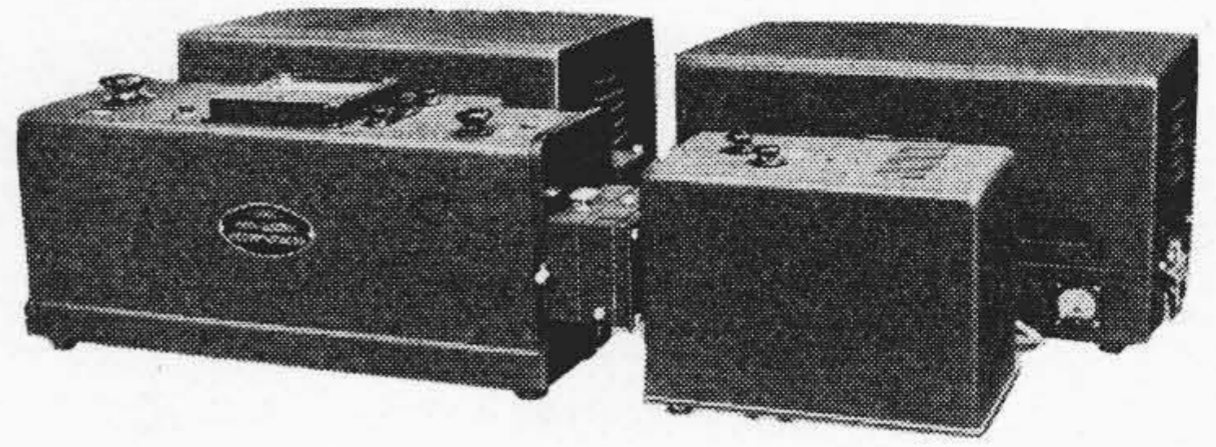


第10図 光電管の感度特性
Fig. 10. Sensitivity Curves of Photo-Tube

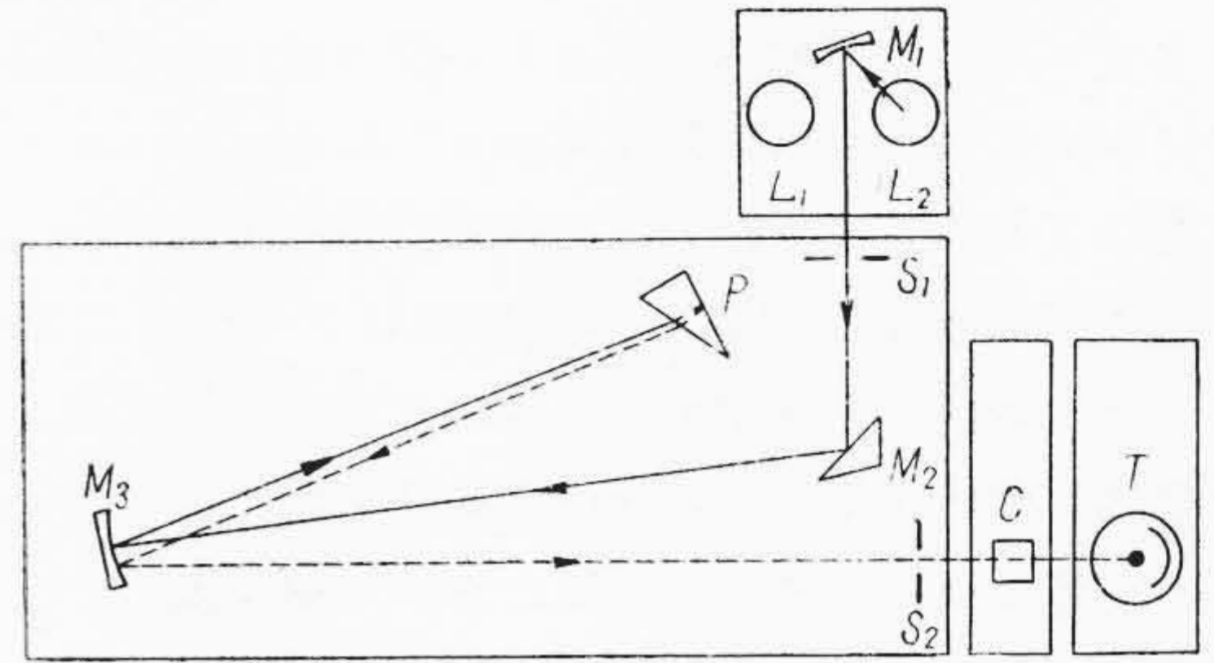
法則を基礎とする比色分析（吸光分析）においてはフィルタの濾光特性を吟味しないと単色光を外れた誤差が多く入ってくるおそれがある。最近ではフィルタに光電管式の劇光部を組み合わせることも行われるようになってきた。これは吸光分析の発達につれて光電池の感光域外の波長においても吸光分析を行うことが盛んとなったので、感光波長範囲の広い光電管を用いることが有利となってきたからである。光電管および光電池の感度一波長の関係は第9図および第10図に示す通りである。

(3) 補助装置

試料溶液に投射する光は強さ一定の安定したものでなくてはならない。そのためには光源の輝度が安定する必要がある、これを点灯する電源が変動してはならない。一般に配電線より供給される電圧および周波数は常に多



第11図 EPU-2型日立分光光電光度計
Fig. 11. Type EPU-2 Hitachi Photo-Electric Spectrophotometer



第12図 光学系
Fig. 12. Schematic Diagrams of the Optical System

少の変動があるのでこれを安定装置によつて喰い止めなければならない。また光電管や真空管にも電圧安定装置が必要なことは言をまたない。溶媒、溶液を光路中に置き換えて I_0 , I を測るためのセル交換部、また I_0 においてメータが零を指すための光量調整絞りの補助的部分があるがそれは次項において実物に即して説明することとする。

光電光度計は上述のごとくフィルタ式と分光式とに大別され、フィルタ式は波長の選択においてフィルタによつて制限されるのに反し、分光式のものはいかなる波長がえられ、しかもその純度においてもスリット幅の調節によつて大幅に変えうる。したがつて使用目的もフィルタはもつぱら日常の分析用に、また分光式は研究試験用に適し、また価格においても概してフィルタ式のものはいくらかの低廉であるのに反し、分光式はやや高価となるのが普通である。

[V] 分光光電光度計

光電光度計はいずれも単色器と光電測光器より成立し、上述の吸光分析を主たる目的として作られるものが多く、これに多少の附属品をつけて炎光分析、反射率測定、螢光測定などができるようになっている。

分光光電光度計は単色器として分光器式のモノクロメータを備え、これに光電管式の光電測光器が組合わされ、さらに電源部が附属している。

日立分光光電光度計に例をとれば第11図(前頁参照)はその全貌、第12図(前頁参照)はその原理図で、モノクロメータ部、吸収部、測光部、電源部および紫外電源部から成立している。

まずモノクロメータに附属する光源室よりでた光は鏡 M_1 によりモノクロメータの射入スリットを通じて内部に入り、斜鏡 M_2 により主反射鏡に達し、コリメートされて分散プリズムに投入される。プリズム内で波長に応じ分散した光は裏面により反射して再び主反射鏡に帰り、射出スリットの内面にスペクトルを生ずる。このスペクトルのうちで射出スリットの開口部に当る部品は器外に射出し、ここに単色光束がえられる。スペクトルの位置はプリズムの回転により左右に移動するから、射出単色光束の波長はプリズムの回転により任意に変化する。また射出単色光は常に多少の波長幅を有する。これは射出、射入スリットの幾何学的開口幅、プリズムの型状、材質により定まり、本器において第1表のごとき関係を有する。可視域の測定においては光源には白熱電球を用い、紫外部においては水素放電管を用いる。その切換えは M_1 の向きを変えることによつて一挙動で行うことができる。モノクロメータをでた光の強さを加減するために射出スリットのすぐ後に絞りが置かれている。

かくして得られた単色光は吸収部中に収容された被検液を通過し測光部に入る。

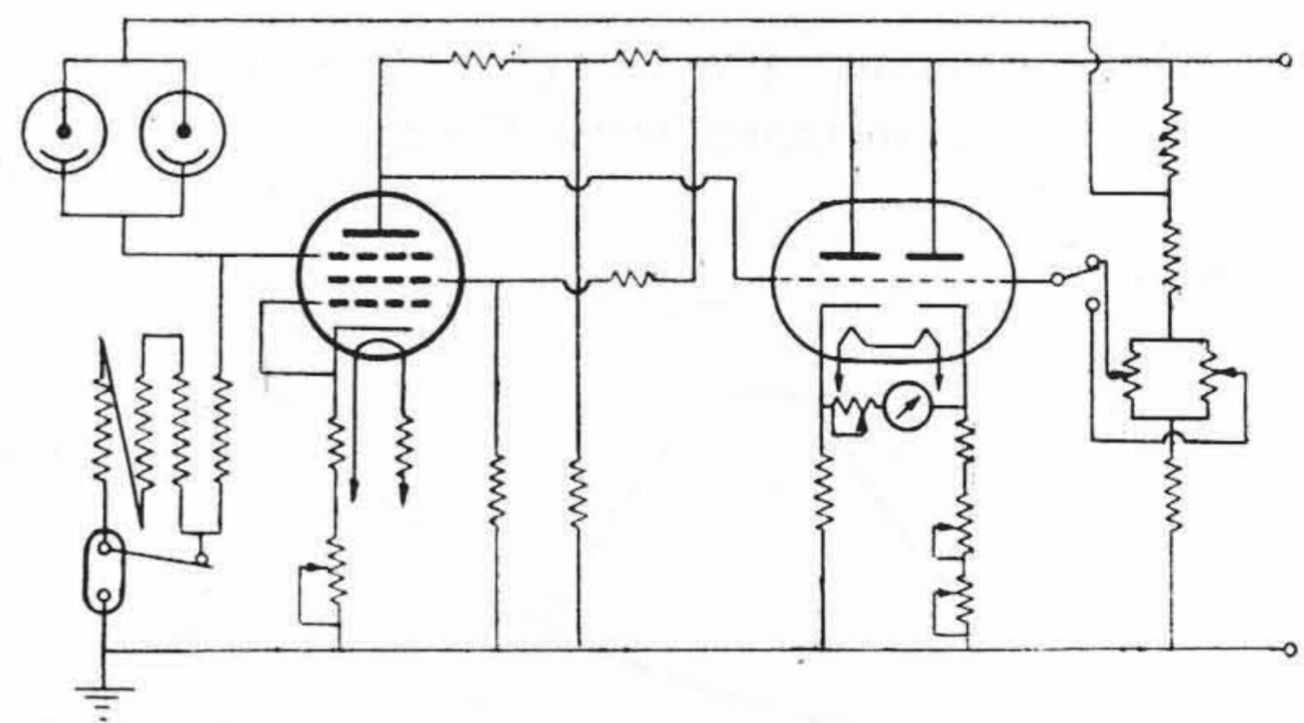
測光部は光電管および増幅部よりなり立っている。その回路は第13図のごとく光電管よりでた光電流は高抵抗により電圧降下を生ぜしめ、これを真空管の増幅回路に入れ、増幅された光電流はメータ M により読み取られる。光電管よりでる光電流は一般にきわめて微少であつて 10^{-9} 以下が普通であるから、その増幅にはいろいろ

の細い注意を払つて安定度と直線性を保つようにする必要がある。本器においては光電管、高抵抗および初段真空管を厚い金属箱に納めて密封し、内部を乾燥状態に保ち、外部よりの気象および電磁的の影響を防ぐ構造となつている。

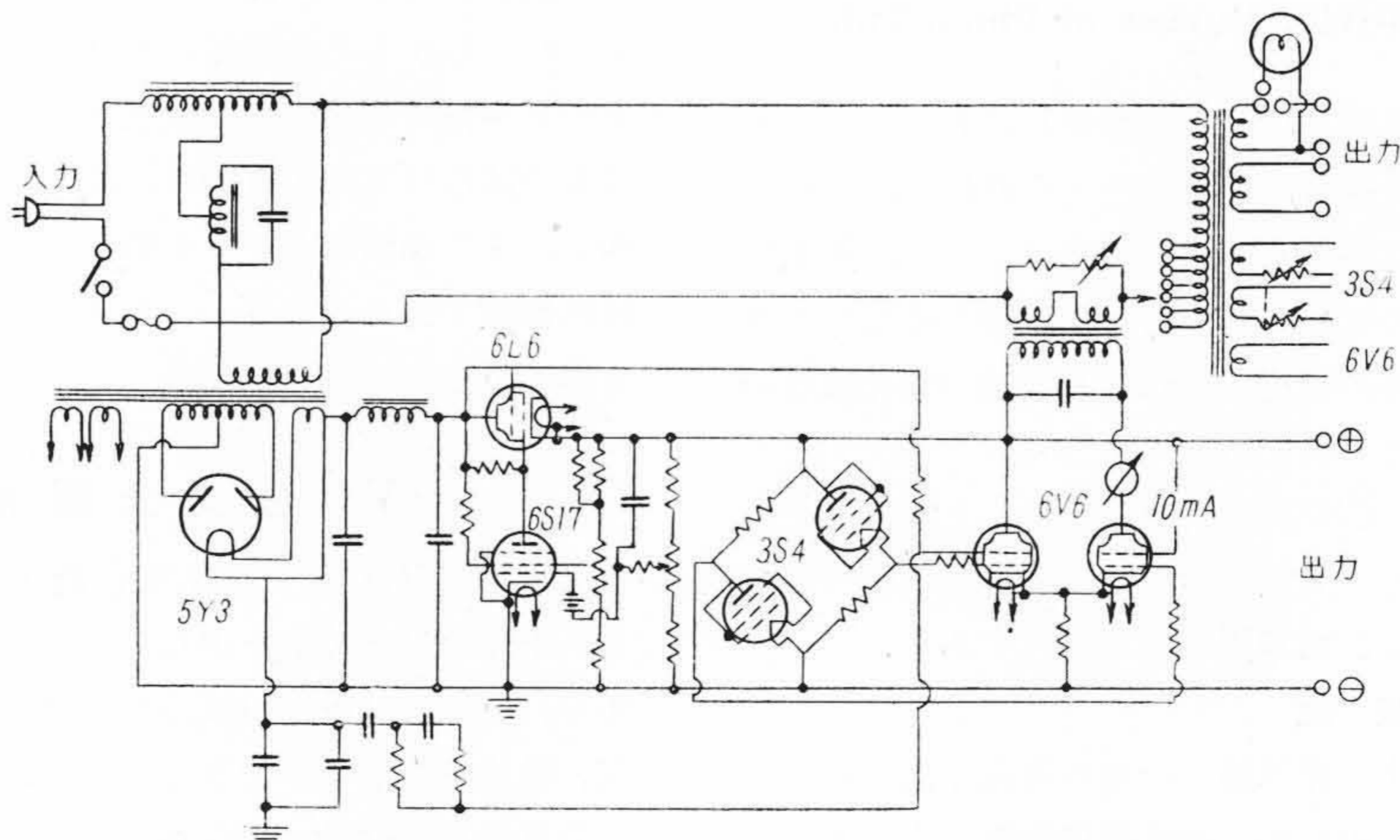
光電管は感光性において2種類があつて、その一つは銀セシウム光電管で $6,000\text{\AA}$ 以上の光に適し、他はアンチモンセシウム光電管で $6,000\text{\AA}$ 以下の短波長の光に適している。

これら2種のものが上記の密封室中に置かれ、波長に応じてツマミを回転することによつて簡単に切り換えられる。またアンチモンセシウム管に代つて二次電子倍増管を装置しておくこともできる。これは短波長の光に対してはきわめて高い感度を有するもので目的によつては大いに利益せられるものである。

さて光源用のランプは常に一定不変の輝度を発していなければならない、光電流増幅部も一定の動作を続けることが光電光度計としては絶対に必要である。これがため



第13図 増幅回路
Fig. 13. Electric Circuit of Amplifier



第14図 定電圧装置回路図
Fig. 14. Connection Diagram of Voltage Stabilizer

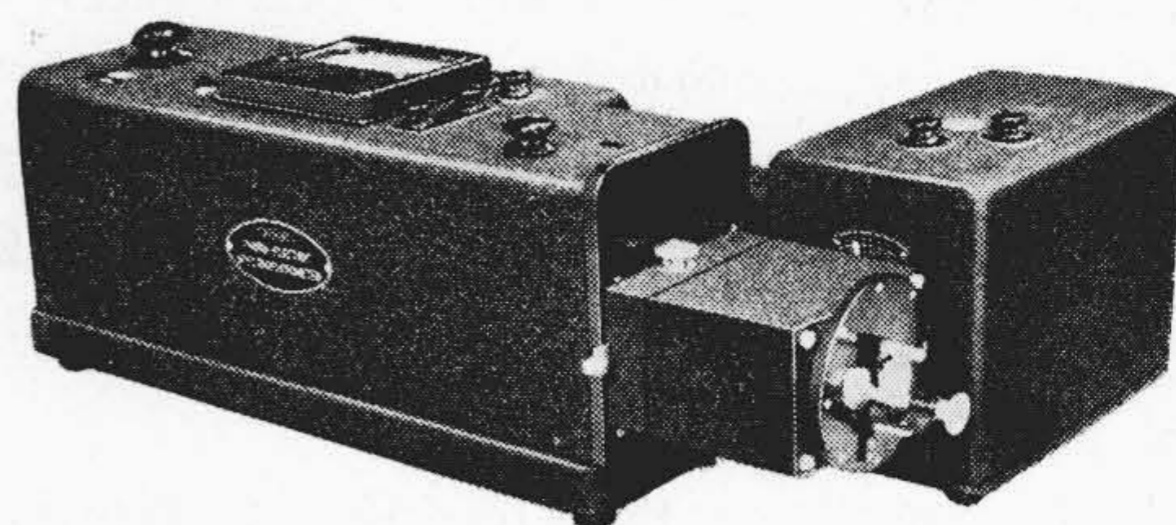
第 1 表 各波長の波長幅に対するスリット幅
Table 1. Contracting Table of Slit-width and Band-width

波長幅 波長 $m\mu$	0.5 $m\mu$	1.0 $m\mu$	2.0 $m\mu$	5.0 $m\mu$	10.0 $m\mu$
	<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>
200	0.560	1.120	—	—	—
250	0.200	0.400	0.800	—	—
300	0.100	0.200	0.400	—	—
350	0.060	0.120	0.240	—	—
400	0.040	0.080	0.160	0.400	0.800
420	0.035	0.070	0.140	0.350	0.700
440	0.030	0.060	0.120	0.300	0.600
460	0.025	0.050	0.100	0.250	0.500
480	0.023	0.046	0.090	0.230	0.460
500	0.020	0.040	0.080	0.200	0.400
520	0.018	0.036	0.070	0.180	0.360
540	0.015	0.032	0.060	0.160	0.320
560	0.014	0.029	0.058	0.145	0.290
580	0.013	0.026	0.052	0.130	0.260
600	0.012	0.025	0.050	0.125	0.250
650	0.010	0.020	0.040	0.100	0.200
700	0.010	0.016	0.032	0.080	0.160
750	—	0.014	0.028	0.070	0.140
800	—	0.012	0.024	0.060	0.120
850	—	0.011	0.022	0.055	0.110
900	—	0.010	0.020	0.050	0.100
950	—	0.010	0.019	0.048	0.095
1,000	—	—	0.018	0.045	0.090

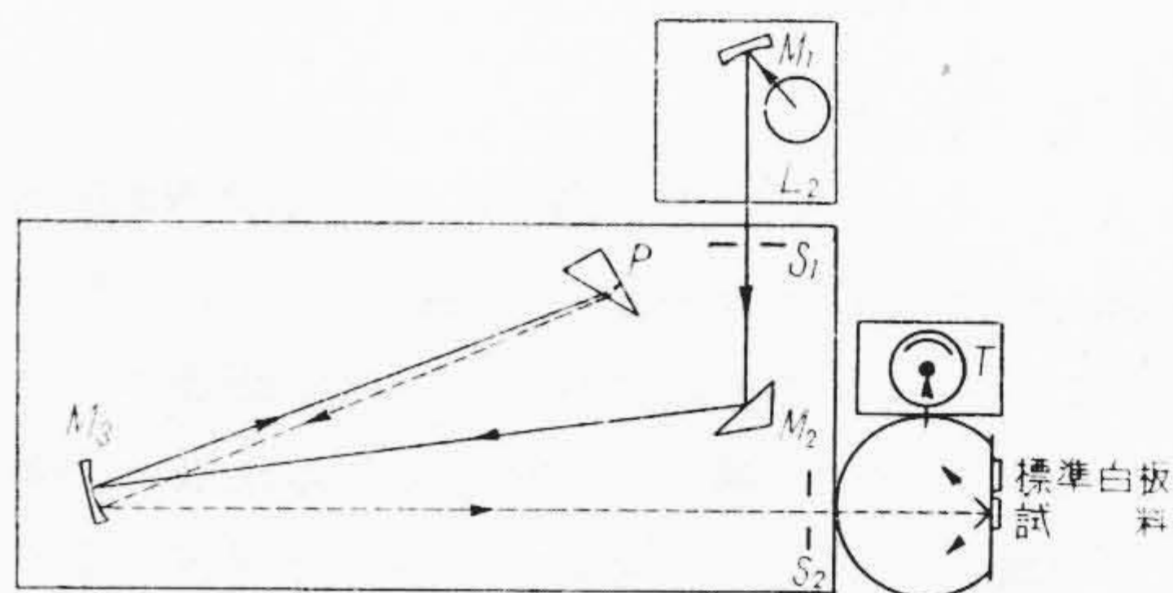
にはランプ電源、および増幅部電源はともに安定不変でなくてはならないので別に電源安定装置を設け、これにより配電線の電圧および周波数の変動による影響を消去する。本器においては白熱電球用と増幅用の電源を一箇の箱に納め、紫外用の水素放電管用電源を別の箱に納めている (第 14 図参照)。

本器をもつて I_1/I_0 の測定を行うにはまず(1)波長を選び、射出スリットよりその単色光を射出させて(2)溶媒を満した液槽を光路中に置き、光を通過せしめて光電管に受ける。(3)メータの指針が 100% を示すように絞りを調整する。(4)被検液を満した液槽と置き換える。(5)このときのメータの指示%を読む。この値が I_1/I_0 である。すなわち(3)における光電流が I_0 で、この場合には 100% が指させてあるから(4)に掲げる指示%が直ちに I_1/I_0 を % をもつて示されたことになる。

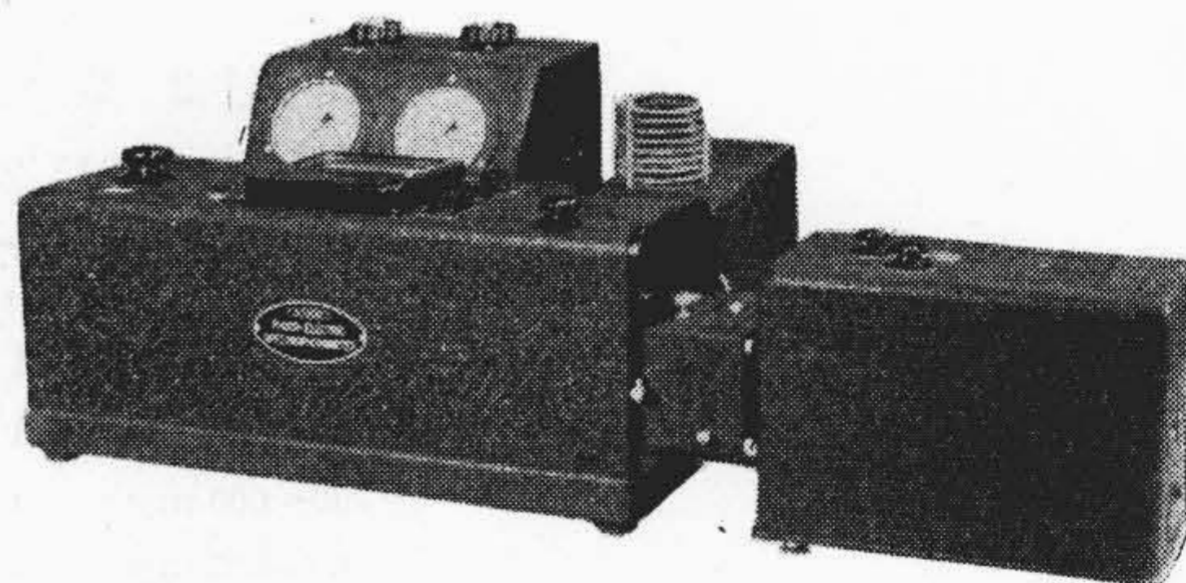
つぎに本器を利用した物体表面の分光反射率測定について述べよう。第 15 図および第 16 図は反射率測定用に組かえた日立分光光度計の外観および原理図である。これは上記の吸収部の代りに積分球を置き、光電測光部を附けかえたものであつて積分球は内面を純白に塗り、その正面に被検面を置くと、モノクロメータより得た単色光がその面を照す。



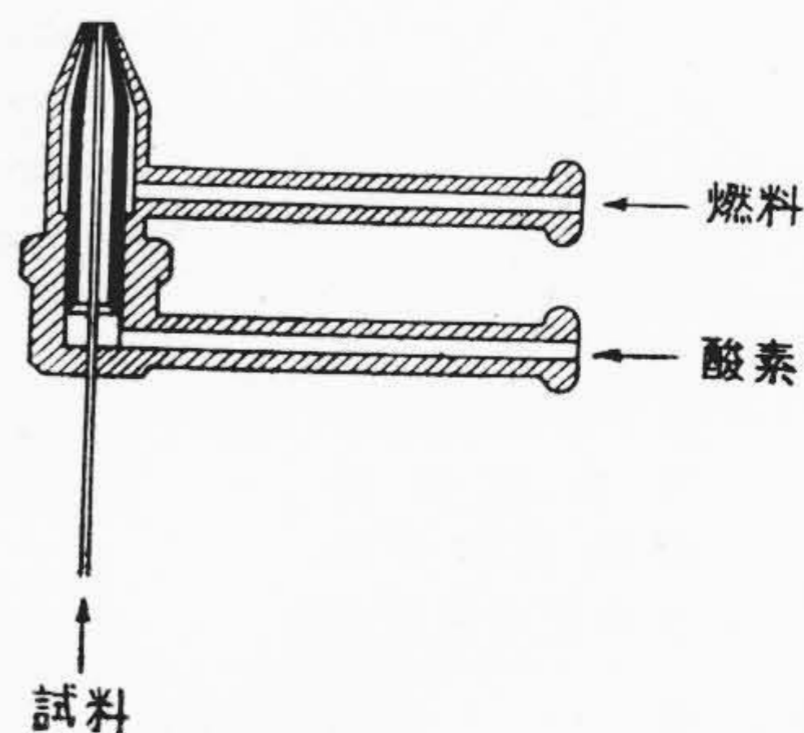
第 15 図 日立分光光度計 (分光反射測定)
Fig. 15. Hitachi Photoelectric Spectrophotometer for Measuring Spectral Reflectance



第 16 図 光 学 系
Fig. 16. Schematic Diagram of the Optical System



第 17 図 日立分光光度計 (炎光分析)
Fig. 17. Hitachi Photoelectric Spectrophotometer for Flame Analysis



第 18 図 H-2 型 バ ー ナ
Fig. 18. Burner of the H-2 Attachment

試料より反射した光は積分球内部で反射を繰返えし積分されて側方の孔より測光部に入り、光電流となつてメータにより読みとられる。吸収測定の場合には純溶媒をもつて 100% と規正したが反射においては万国規約によつて酸化マグネシウムの燻着層よりの反射光をもつて 100% と規正する。

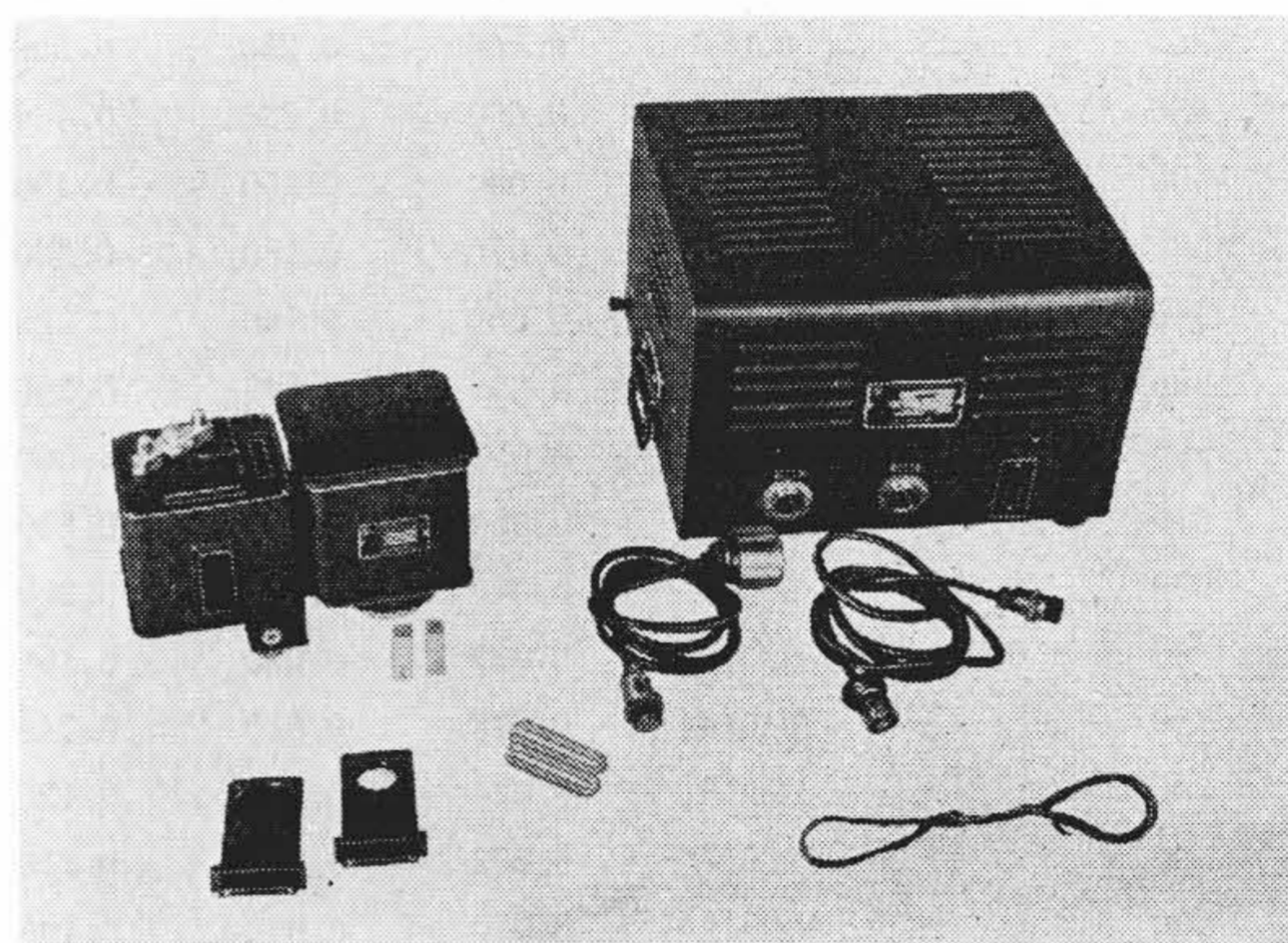
したがつて初めにこの標準白面を積分球に取付け、光電流が 100% を示すように絞りを調節した後標準白面を外し試料面と取り代えてメータの指示を読めば直ちに反射率が知られる。勿論標準白面と試料面との交換は一挙動で直ちにできるように製作されている。波長を変えつゝ上述の動作を繰り返せば分光反射率特性がえられる。

炎光分析

ガスバーナより噴出する焰中にたとえば Na を含んだ水の霧を吹き込むと焰が著しく着色される。これは Na が焰中で熱せられ Na に特有ないわゆる輝線スペクトルをだすためである。霧として吹き込む水溶液の Na 濃度の大小は輝線の強度に影響してくることが古くより実験され、定量分析に用いられる可能性が確かめられていた。光電光度計を用いればこれが簡単確実に測定できるので近來急に取り上げられ、特に Na, K のごとき従来定量の困難な元素についてその真価が発揮されている。日立分光光電光度計によつてこれを行うには光源を取り外し

て安定で無色な焰をだす酸水素焰を置き、これに一定量の霧を吹き込み、それより発する光を定量すべき元素の輝線波長に合せたモノクロメータに導き込み、射出光の強度を測光部によつて測定する。あらかじめ既知の濃度の霧で光電流と濃度との検量線を作つておけば未知濃度の霧について上述の操作を行い直ちにその濃度を知ることができる。

第17図(前頁参照)は炎光分析用として日立分光光電光度計と組合せたものの外観で、また第18図(前頁参照)はこれに用いるバーナである。



第19図 L-2型 螢光 附属装置
Fig. 19. Type L-2 Attachment for Fluorescence Photometry

第2表 EPU-2型 日立 分光 光電 光度計
Table 2. Type EPU-2 Hitachi Photoelectric Photometer

		測定波長範囲		200~1,200 mμ		備 考				
		波長目盛分割								
仕 様		200~300 mμ	1目	0.5 mμ	測定目盛..... { 透過率 0~110% 吸光度 0~2.0	増幅用電源部 所用電力..... A.C. 100V, 250W	増幅用電源部 許容変動範囲..... { 電源部入力にて 100V±10V 周波数 50±3~, 60±3~			
		300~400 mμ	1目	1 mμ						
		400~600 mμ	1目	2 mμ						
		600~800 mμ	1目	5 mμ						
		800~2,000 mμ	1目	10 mμ						
		2,000~3,000 mμ	1目	20 mμ						
		波長選択精度		250 mμ 附近				±0.2 mμ	放電管用電源部 所要電力..... A.C. 100V, 600W	大 き さ
		300 mμ 附近	±0.2 mμ							
		360 mμ 附近	±0.3 mμ							
		400 mμ 附近	±0.3 mμ							
550 mμ 附近	±0.4 mμ									
590 mμ 附近	±1.0 mμ									
700 mμ 附近	±2.0 mμ									
1,000 mμ 附近	±5.0 mμ									
内 訳	本 体	分光器			1					
		吸収部			1					
		受光増幅部			1					
		増幅用電源部			1					
		放電管用電源部			1					
明 細	附属品・予備品	電 球			4 (内予備 3)					
		セルホルダー			1					
		吸 収 セ ル	石 英 製			4				
		ガ ラ ス 製			4					

分光光電光度計はモノクロメータと光電測光部を基体として蛍光測定ができる。それには蛍光物質より発する蛍光を光源としてモノクロメータを通じて波長ごとにその強さを光電測光すると、その分光強度分布が知られ、また蛍光物質の溶液についてはその濃度が測定できる。

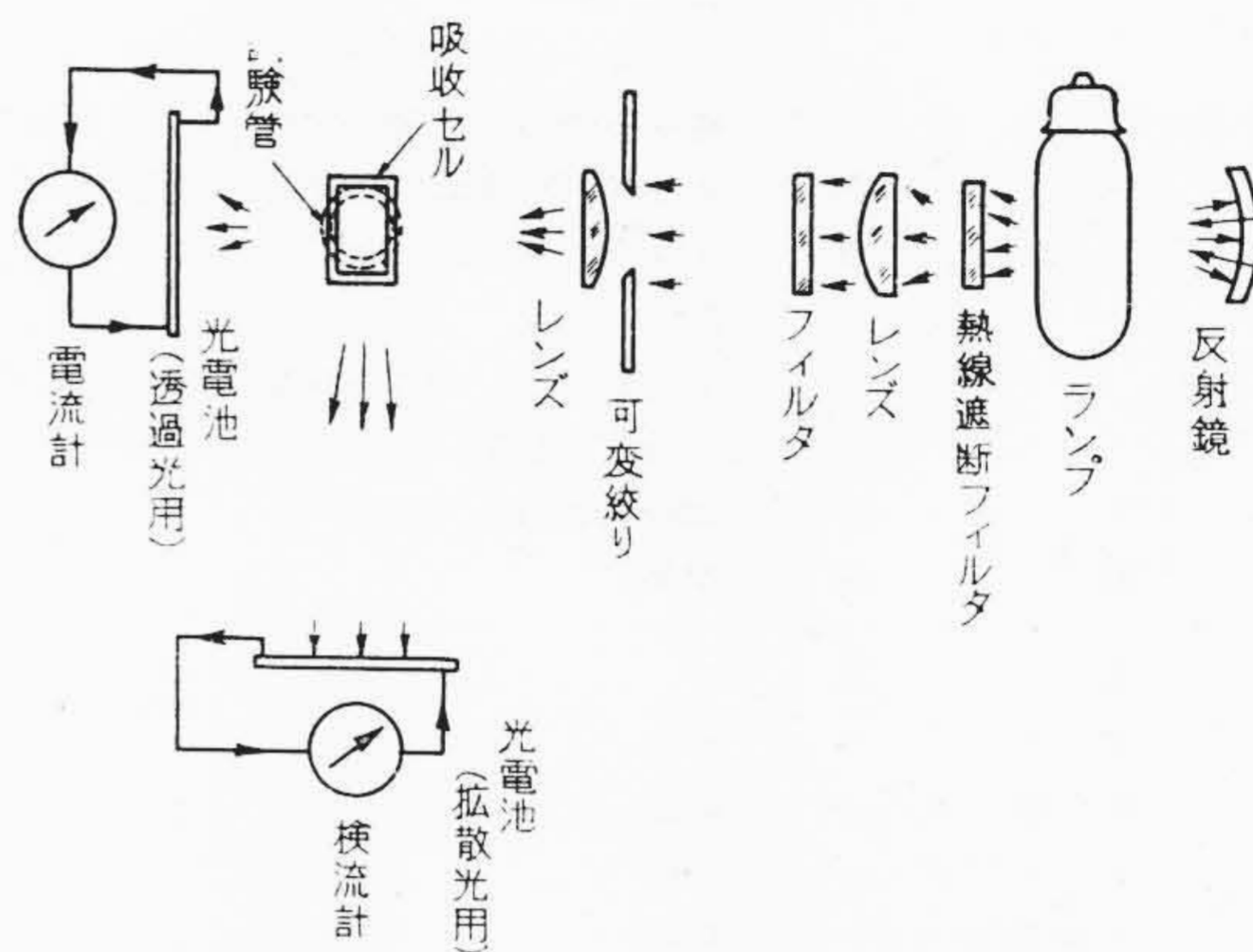
第19図は蛍光測定装置としての日立分光光電光度計である。

〔VI〕 フィルタ式光電光度計

光電光度計は上述のごとく純粋な単色光による光電測光ができるために分光吸収特性、分光反射特性の測定や共存元素の影響を避けて濃度測定、炎光測定などが自由にできるものであるが装置そのものゝ構造、操作法がやや複雑となり、したがって自然に高価となる。これに対して一般日常の分析においては分光器式モノクロメータを使用するほどの単色光を必要としない場合が多く、単に溶液の濃度測定に手軽に光電光度計を使用したい場合が多い。フィルタ式光電光度計はかかる目的に応じて作られたものであるから、分光吸収特性の測定には不向きである。その構造は光源として白熱電球を用い、これにフィルタによつて単色光を取り出し吸収セルを通じた後光電池に受けて光電変換を行い、直接マイクロアムメータに接続して光電流を測定するようになっている。第20図は日立光電光度計 EPO-B 型の系統図および外観図である。この場合フィルタの性能は本器の総合性能を左右する重大要素であつて、こゝに用いられるフィルタはいわゆるモノクロフィルタと称し、その分光透過率は第21図のごときのもので一つの波長 λ を最も良く透し、 λ を中心として左右に逐次透過率を減じるものである。フィルタの特性曲線は急峻でしかも頂上が高いほど好ましく、えられる単色光はますます純粋に近くなつてくる。この特性を満足するものとして有機色素によるゼラチンフィルタが従来最も多く使われていたが有機色素は光によつて変色、褪色をきたすことがはなはだしいのでその特性の変化劣化による検量線の変化に絶えず注意を払わねばならない。日立光電光度計 EPO-B 型にあつては物理的な濾光機能を有する干渉フィルタを採用しているので特性曲線の急峻なことと変色、褪色の絶無であることが特長の一つとして挙げられる。

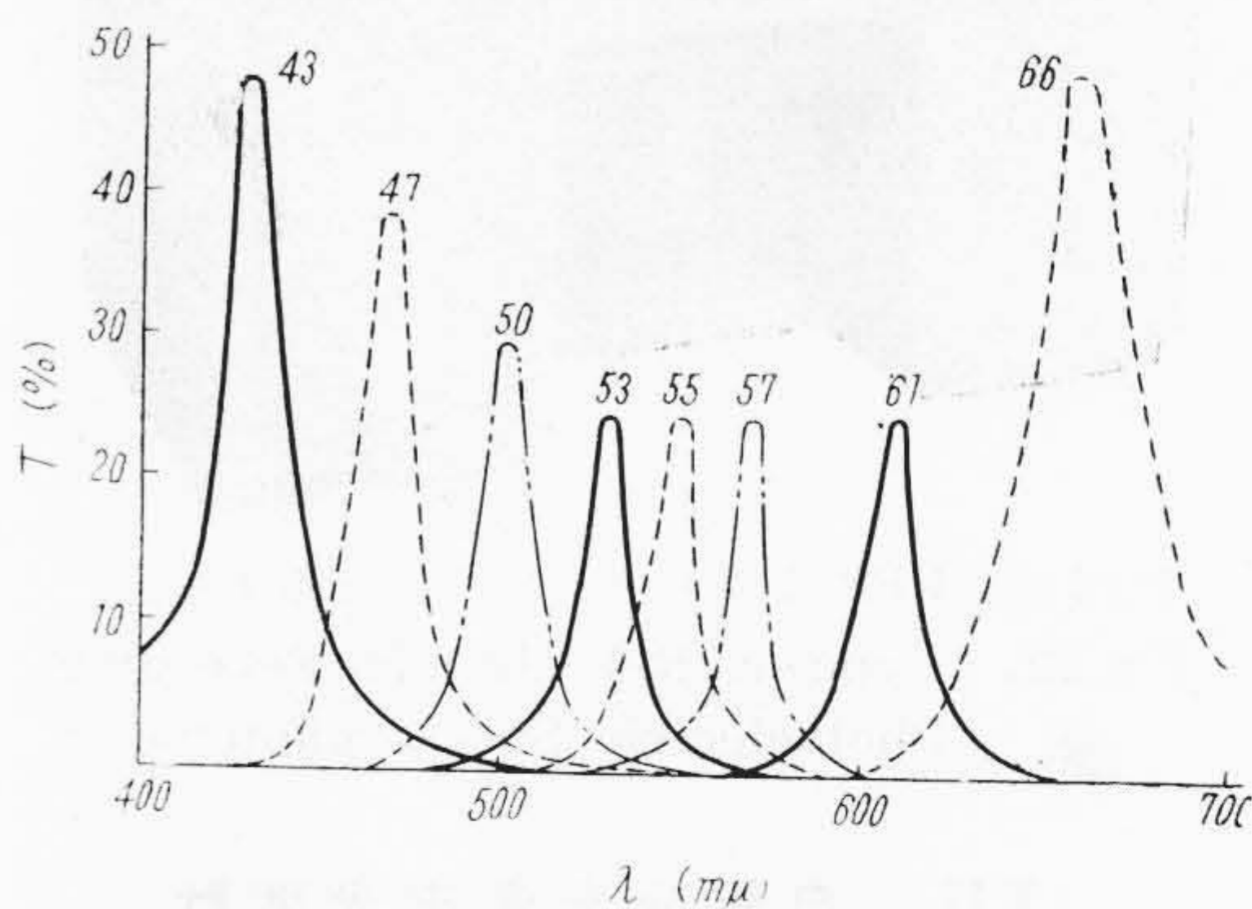
フィルタ式光電光度計においては分光式のものに比して光束が強えられるので光電池を検光体として使用することができるし、増幅回路も不用となるので価格も低廉となりうる。

日立光電光度計 EPO-B 型においては吸収測定のみならず濁度測定用として光束と直角の方向に光電池を設け、溶液中の濁濁性粒子より発する乱反射成分を測定で



第20図 日立光電光度計 EPO-B 型の外観および系統図

Fig. 20. General View of Type EPO-B Hitachi Photoelectric Photometer, and its Optical System



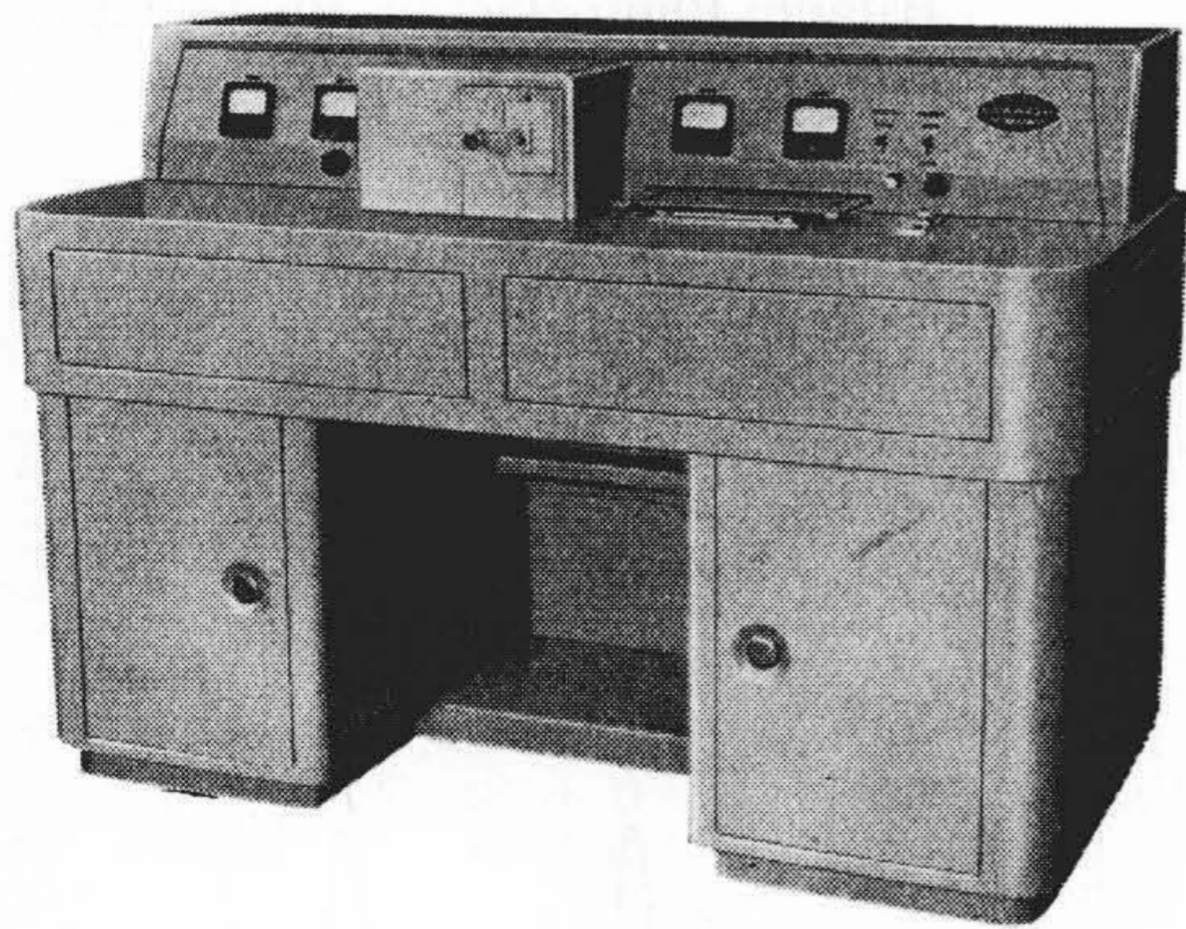
第21図 フィルタの特性
Fig. 21. Characteristic Curves of Filters

きるようになっている。

光電池の感光度は肉眼とほぼ同様であるので測定波長範囲もほぼ可視域に限られている。

第3表 EPO-B型日立光電光度計
Table 3. Type EPO-B Hitachi Photoelectric Photometer

仕	光電方式	セレン光電池
	メータ目盛	透過率 (T%) 1分画1% 0~110% 吸光度 (-log T) ∞~0
様	フィルタ	8枚 (430, 465, 500, 530, 550, 570, 610, 660 mμ)
	光源	10V 50W 映写用エキサイターランプ
内	吸収セル	層厚 10 mm (容量 4cc)
	電源	室内電灯線 A.C. 100V または蓄電池
訳	定電圧装着	入力 50~ または 60~ 出力 100V 安定度入力側 100V±10V の変動に対し 0.3% 以下
	大きさ	360×360×185 (高さ)
表	重量	20 kg
	本体	1
内	フィルタ	8枚
	吸収セル	3箇
訳	ホルダー	1箇
	試験管ホルダー	1箇
表	ランプ	予備2箇
	コード	1本
	附属品格納箱	1箇



第22図 EPR-1型日立自記分光光電光度計
Fig. 22. Type EPR-1 Hitachi Recording Photoelectric Spectrophotometer

〔VII〕 自記分光光電光度計

最近色彩物理学の発展により一般の工業、商業上にも色の数学的測定、表現が普及してきた。色の数量的測定、表現には分光反射特性の測定が根本となるので、可視域の分光反射特性を速かに測定することが要求せられ、その目的に応じて自記分光光電光度計が作られている。この機器は試料を装着してスイッチを入れると記録用紙上に 2~3 分間に 4,000~7,600Å までの分光反射率特性

第4表 EPR-1型日立自記分光光電光度計
Table 4. Type EPR-1 Hitachi Recording Spectrophotometer

性	性能	測定波長範囲 400~760 mμ
		単色波長幅 5 mμ
性		光度計精度 ±0.5%
		波長送り時間 2.5~4 分切替なし
能		吸収槽長さ 50 mm
		記録紙 サイズ JIS A 列4番
お		波長目盛 400~760 mμ (長さ 180 mm)
		1目 1mm 2mμ 光度目盛 0~100% (長さ 200 mm)
よ		1目 1mm 0.5%
	光学系	複分光単色器 リトロー型 プリズム高さ 50 mm 斜辺長さ 75 mm
び		コリメータレンズ 波長送りと連動
		スリット 両開波長連動
仕		積分球 ウルプリヒト球 径 130 mm
	電気系	光電管 日立光電管 S ₁ 電源電圧安定装置 高圧および低圧 増幅器 3段増幅 (501 D 長寿命真空管使用)
様		サーボモータ 特殊小型磁気クラッチ
		光源ランプ 100V 5A 標準映写用ランプ
	大きさ	横 145 cm 縦 70 cm 高さ 106 cm
	重量	約 350 kg
	入力電源	100V 50~ または 60~
	所要電力	約 1 kW
内	(1) 本体	1基
	(2) 光源ランプ 100V 5A (標準映写用ランプ) 予備共	10箇
訳	(3) 標準白板用台金具 (酸化マグネシウム 燻着用アルミベース)	4箇
	(4) 標準黒体 (内面黒ラシヤ張り)	2箇
明	(5) マグネシウムリボン (標準白板燻着用) 100 g	1箱
	(6) 燃焼装置上板下板共	1組
細	(7) 記録用ペン先 (硝子ペン) 予備共	5箇
	(8) 記録用インク (赤色, 紫色)	各 1瓶
	(9) 波長目盛試験用フィルタ (ネオヂウムガラス吸収曲線既知のものデータ付)	1枚
	(10) 光度目盛試験用フィルタ (吸収曲線既知の黄色フィルタガラスデータ付)	1枚
	(11) ネジ廻し (調整用)	1組
	(12) 液体透過率測定用セル 10 mm	1対
	(13) 三色係数計算器	1台
	(14) ビニールカバー	1枚
	(15) 記録用紙	500枚
	(16) 車輪付回転椅子	1基

が自動的に記録されるもので、塗料、顔料、染織、製紙その他の工業に多く用いられるようになった。この装置は単に反射のみでなく直ちに吸収測定にも切り換えられるので可視部の吸収特性を測定するのにも用いられ、特に複雑な吸収特性を有する物質の研究には不可欠のもの

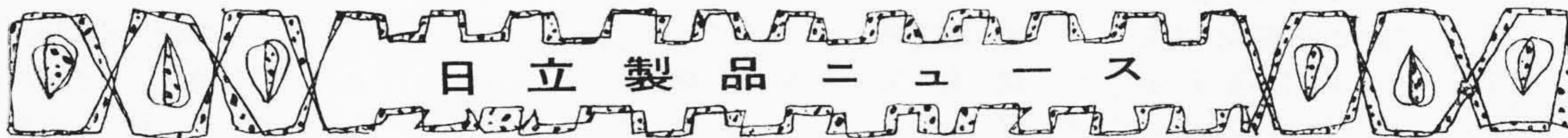
となつてきた。日立自記分光光電光度計はこの目的に応じて作られたもので、第22図はその全貌である。

本器の原理構造については割愛する。

[VIII] 結 言

以上主として紫外部より可視域にわたつての最も普通で使用されている光電光度計についてその概要を述べ

た。近来赤外域の吸収スペクトルの測定が有機物の研究や分析に多く用いられるようになった。これは赤外線や検出体の良いものが作られると同時に、交照測光法、自動制御機構の発達により便利な自記式の赤外分光光度計ができるようになったためである。赤外分光光度計については稿を改めて述べたいと思う。



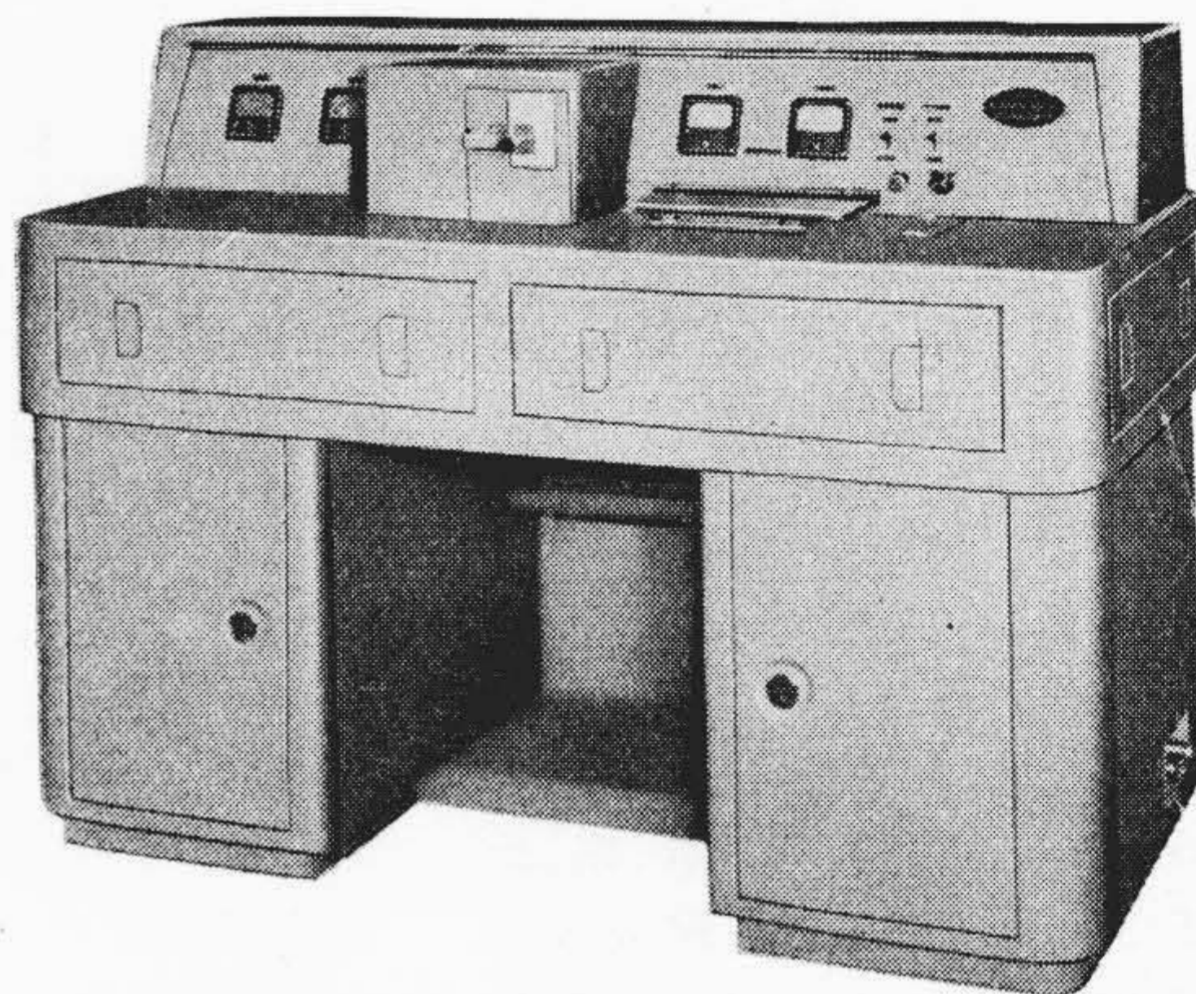
日立自記分光光電光度計

Recording Photoelectric Spectrophotometer

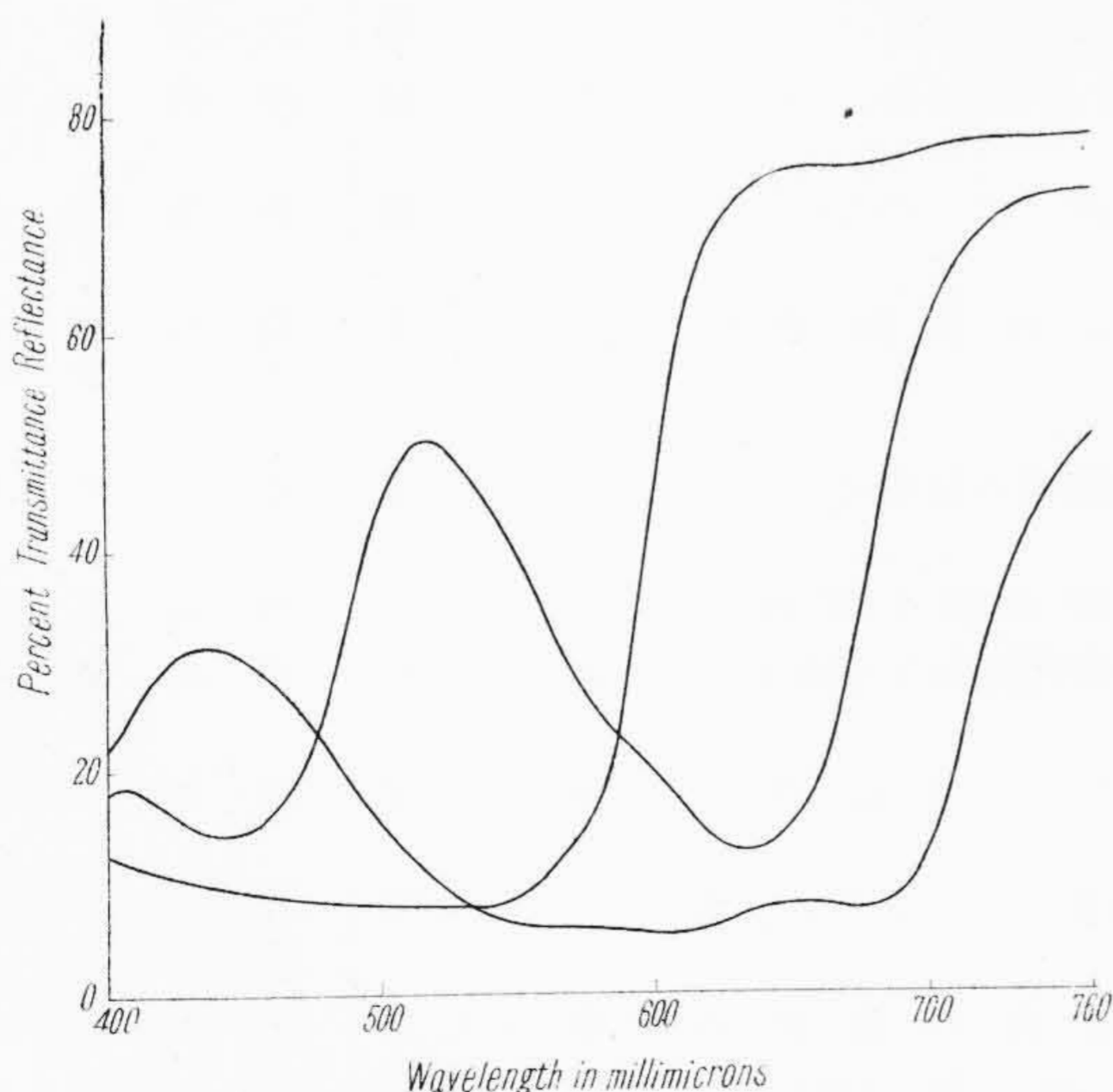
日立自記分光光度計 EPR-1 型は可視域範囲における分光反射特性、分光吸収特性を短時間に正確に自動記録する装置で、有色物質の色彩の測定、比較判別、生産管理、品質管理用などとして広範囲の用途がある。

仕 様

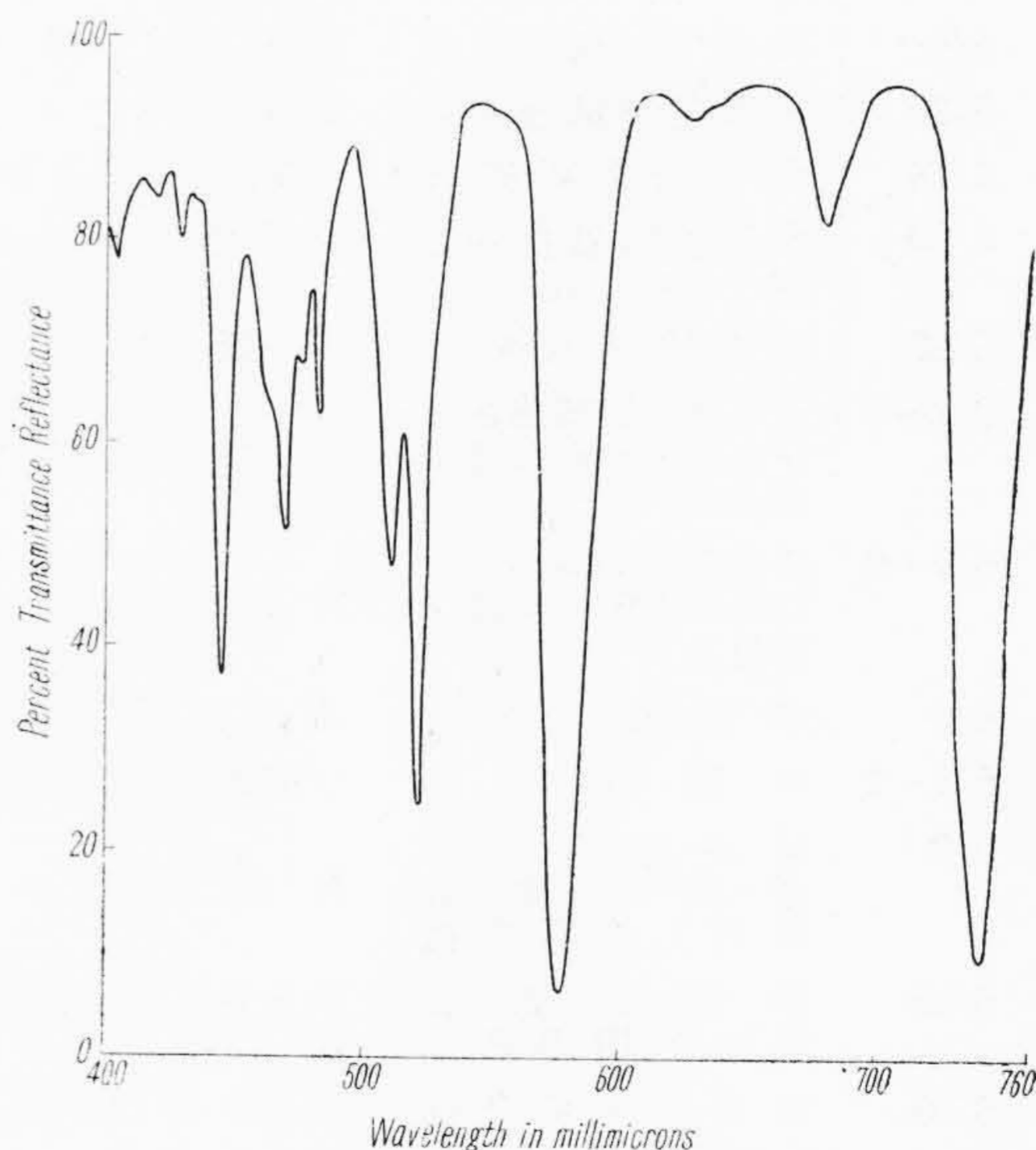
- 測定波長範囲..... 400~760 m μ
- 単色波長幅..... 3 m μ
- 波長精度..... 0.5 m μ
- 光度計精度..... 0.25%
- 検出感度..... 0.1%
- 記録時間..... 2.5分切替なし
- 入力電源..... 100V 50 \sim または 60 \sim
- 所要電力..... 約 1kW
- 大きさ..... 横 145 cm 縦 70 cm
高さ 106 cm



第1図 ERP-1 型日立自記分光光電光度計
Fig.1. Type EPR-1 Hitachi Recording Photoelectric Spectrophotometer



第2図 印刷インキの反射特性
Fig.2. Refractance Spectrum of Printing-ink



第3図 硝酸ネオヂウムの吸収特性
Fig.3. Absorption Spectrum of the Neodymium Nitrate

日立製作所社員社外講演一覧 (昭和30年5月分受付) (その1)

講演月日	主 催	演 題	所 属	講 演 者
6/7	日本材料試験協会 クリープ研究会 高圧ガス協会	非鉄金属のクリープ	中央研究所	大原秀晴
5/8	地球電磁気学会	微小磁界の新しい計測法	中央研究所	阿部善右衛門
5/20	日本電気協会	汽罐自動燃焼制御について	日立工場	泉千吉郎
5/10	照明学会東北支部	蛍光放電管の寿命について	中央研究所	中村純之助
5/20	日本電気協会	積算電力計用潤滑油について	日立研究所 日立研究所 外賀工場	高橋治男 高庭喜弘 米岡正四郎
5/中旬	溶接学会西部支部	アルミニウム厚板の電弧ならびにアルゴンアーク溶接における二三の問題について	笠戸工場 笠戸工場 笠戸工場	佐々木秀雄 岡田利彦 小林年夫
5/20	電気協会	大容量タービンの計画上の要点	日立工場	綿森力
5/19	福井県立工業試験所	双物鋼の取扱について	安来工場	小柴定雄
5/14	新潟県エックス線 技師会	油圧式トモグラフについて	亀戸工場	和田正脩
6/9	日刊工業新聞	見込生産品主体工場における材料計画とストックコントロールの方法	亀戸工場	堤久夫
5/20	日本電気協会	姫川第三発電所の遠方監視制御装置について	国分分工場	川井晴雄
5/27	工業技術協会	合成樹脂積層品の機械加工法について	多賀工場	磯野蕃
5/3	西部炭鉄保安協会	日立防爆ディーゼル機関車について	笠戸工場	浜原一
5/20	原子力発電資料 調査会	欧米の原子炉をみて	中央研究所	神原豊三
5/20	化学機械協会	欧米の原子炉をみて	中央研究所	神原豊三
5/25	中部電力	1. W 2,800 ワニス処理の柱上変圧器 2. 柱上変圧器の鉄心作業	亀戸工場	鬼頭国忠
5/24	電気協会	大型タービンの急速起動について	日立工場	綿森力
6/4	山口県商工部	高圧タンク車タンク本体の製作について	笠戸工場	高森恒男
5/20	北海道炭鉄技術会	各種条件による堅坑巻上機の選定について	本 社	氏原良男
6/16	日刊工業新聞社	当工場における標準時間と能率給制度について	多賀工場	山下悦三
5/20	北海道炭鉄技術会 技術部会	交流巻上機における低周波制御について	本 社	中野二郎
5/27	精密鑄造研究会	石膏鑄型鑄造法について	多賀工場	松本誠夫
9/7~9	日本学術会議論および 応用力学研究連絡 委員会	円板型防振ゴムの剪断疲労	笠戸工場	桑江和夫 斉田信幸
6/7~9	日本学術会議論および 応用力学研究連絡 委員会	時系列を応用した車輛振動の解析について	笠戸工場	桑江和夫
6/3	中国酸素協会	高圧瓦斯圧縮機の基礎理論と取扱い	本 社	岡崎真秀
6/1~2	中国通産局	圧縮機送風機にかんする一般理論および取扱い	本 社	岡崎真秀
6/2	日本能率協会 通商産業省 日刊工業新聞社	外注単価の決め方と支払方法	多賀工場	福地元吉
6/28	学術振興会 製鋼第19委員会	吸光光度法による鉄鋼中微量アルミニウム定量法	中央研究所	北川吉人 相本吉人
5/31	日刊工業新聞社	生産形態と工程管理の着眼点	亀戸工場	名取四郎
7/22~23	日本化学会 北海道支部	水電解槽の研究(第13報)	中央研究所	北川公
6/1	中部地方電力利用 合理化委員会	炭坑用ポンプについて	本 社	堀田正雄

(第120頁へ続く)