

EPR-2型 日立自記分光光度計の改良

Improvement on the Hitachi Recording Spectrophotometer, Type EPR-2

大和田 勤* 篠田 慎吾*
Tsutomu Owada Shingo Shinoda

内 容 梗 概

自記分光光度計が製造工程中にさかんに使われるまでに普及したので、これに応ずる改良を施した。すなわち、

- (1) 微小面積の測定に便利な構造およびアタッチメントを完成し
- (2) 測定数値を目的に応じた便利な表現形式として直接看読しうるような換算装置をあらたに設けた。

後者のうち特に色差の度合いが一目してわかる Huc 表示方式は実用面に多大の便宜を提供するものと確信する。

1. 緒 言

EPR 型自記分光光度計はその完成以来幸い好評を得ていたが、今回これを大幅に改良していつそうその実用性を向上した。すなわち、

- (1) 各種の測光カムを取り付け、切替、交換を容易にして記録紙上に9種類の尺度を均等目盛で記録できるようにし、
- (2) 微小面積、スライバ、粉末などの特殊試料の測色に適するように種々のアタッチメントを整備し、
- (3) 磁気式サーボモータの特長であるプロポーションナル特性を最も有効に利用して、記録された曲線の精度を増すように自動制御ループを追加し、
- (4) 各駆動部をモータと直結して接続部から起る誤差を消去し、
- (5) 電源、増幅器に ST 管を使用していたものを MT 管、GT 管に切り換えて振動の影響を低減し、
- (6) 保守点検を容易にするため、回路シャーシを扉型にする

などの改良を施した。かくして性能向上と応用拡大を実現し得たので、以下にその概要を述べる。

2. 改 良 点

2.1 測定数値の変換

自記分光光度計は交照測光方式を用いている。この測光器と反射率または透過率との関係は^{(1)~(3)}

$$\rho\lambda = \tan \alpha \dots\dots\dots (1)$$

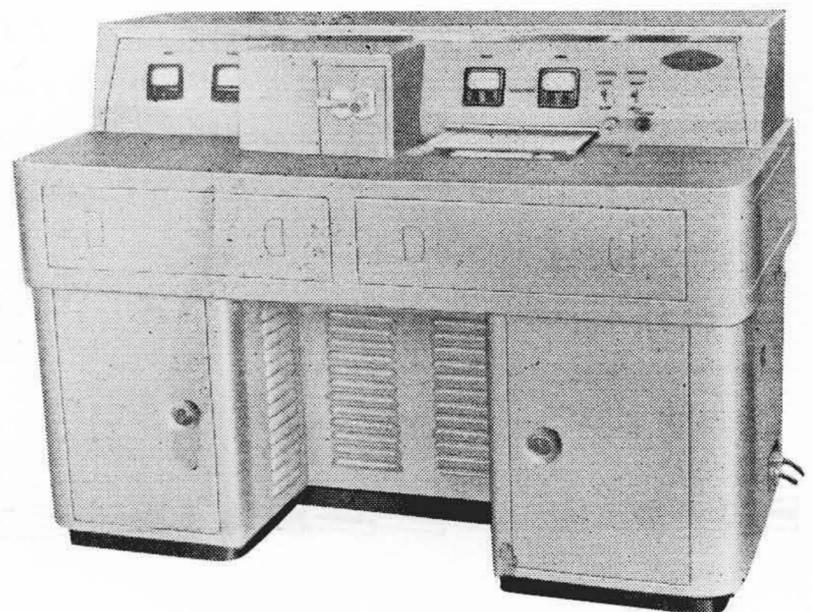
ここに $\rho\lambda$: 反射率または透過率

α : 測光器の露出位相角

となる。この α の動きを記録用紙上に各種の尺度の均等目盛に記録できるように改良した。

たて軸 200 mm を 0~100%の均等目盛とした場合の測定値が記録される標準記録のほかに、大別して次の5

* 日立製作所多賀工場



第1図 EPR-2 型自記分光光度計

とおりの記録が可能である。

- (1) 5倍記録
- (2) 吸光度記録
- (3) 対数吸光度記録
- (4) R記録*
- (5) Huc 記録

* $\frac{(1-R)^2}{2R}$ を記録する。Rは反射率

すなわち第1表に示すように9種類の測定値変換カム

第1表 各種測光カム

カムの種類	測定範囲
Percent Cam	0~100%
Percent Cam (5倍)	0~20%
Densit Cam	0~1.0
Densit Cam	0~2.0
Densit Cam	0~2.5
Log Densit Cam	-1.0~0.0
Log Densit Cam	-2.5~+0.5
Log $\frac{(1-R)^2}{2R}$ Cam	+2.0~-3.0
Huc Cam	

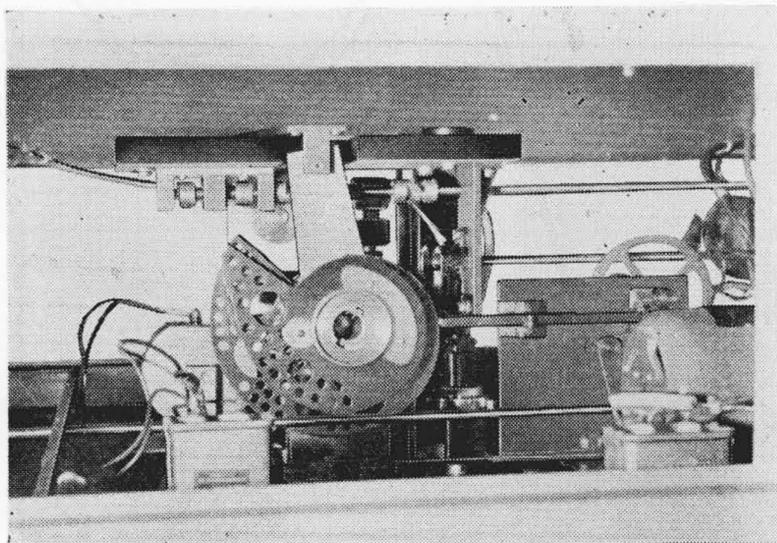
により、簡単に切替、交換ができるようにした。第2図はカム取付部を示す。

2.1.1 5倍記録

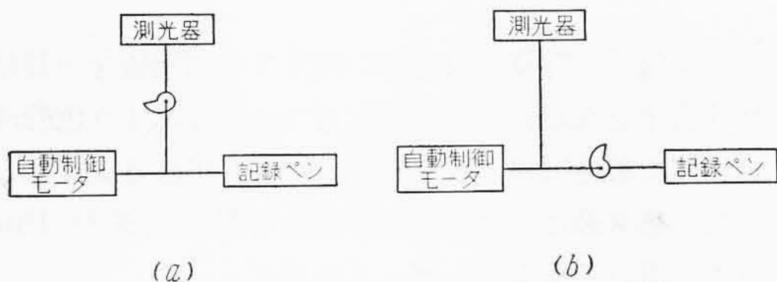
低反射率試料に便利な5倍記録は、記録紙の全幅200mm(たて軸)が反射率0~20%の均等目盛となるカムによつて行われ、暗い色の色差を判別するのに便利である。このカムを取り付けるには第3図に示すような二つの方法がある。一つは測光器をカムで動かす方法、ほかの一つは記録ペンをカムで動かす方法である。前者は第3図(a)に示す方式で、低反射率試料を測定する場合に一部20%より反射率の高いところがあると、カムが1回転以上回転する結果になり好ましくない。後者は第3図(b)の方式でどんな試料でも無理なく測定ができ、また20%以上の測定値を概略知るために、第4図に示すように20~100%の間を縮小して記録させることもでき非常に便利である。第5図には低反射率色紙を0~100%の標準カムで測定し、それを5倍カムに切り替えて測定したデータを示す。

2.1.2 吸光度記録

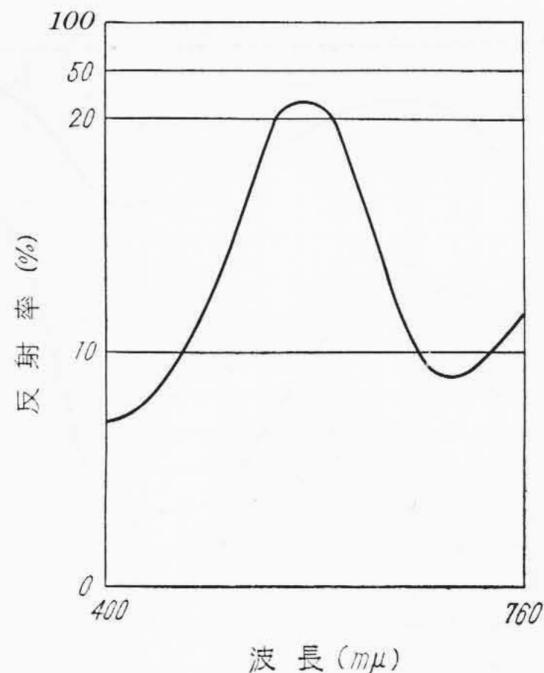
吸光度が均等目盛として記録される方式であつて、これは試料の厚さを一定にした時測定値が溶液の濃度に比例する特長をもつ。第6図には硫酸ニッケル溶液を標準カムで測定し、それを吸光度カムに切り替えて吸収特性を測定したデータを示す。



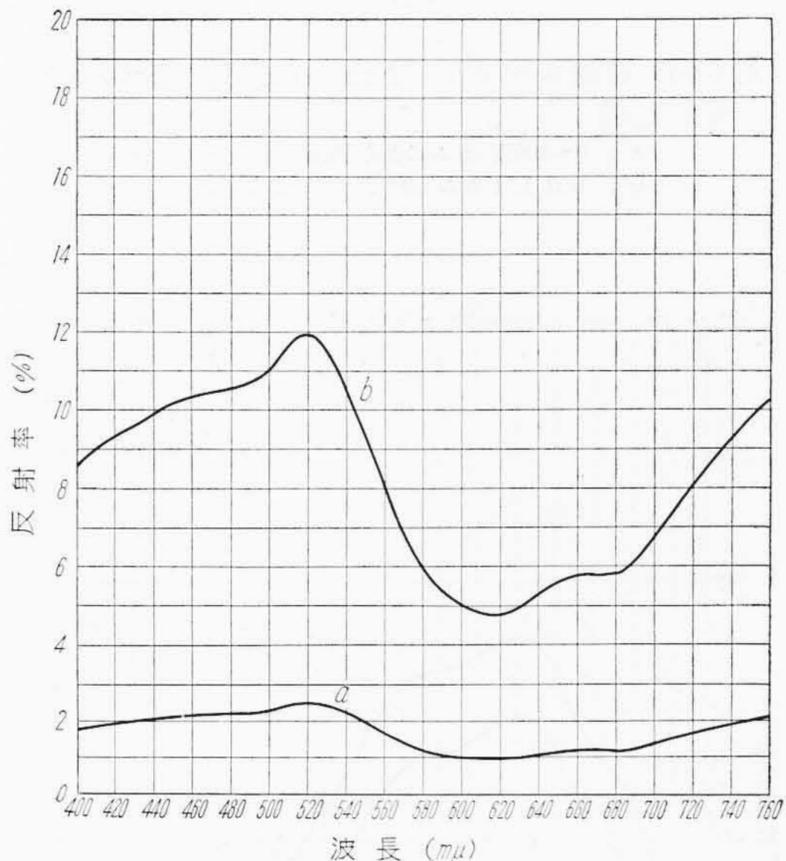
第2図 測光カム取付部



第3図 自動制御モータ、測光器、記録ペンとカムの組み合わせの関係



(20%以上の高反射特性を縮小記録させる)
第4図 5倍カムの応用



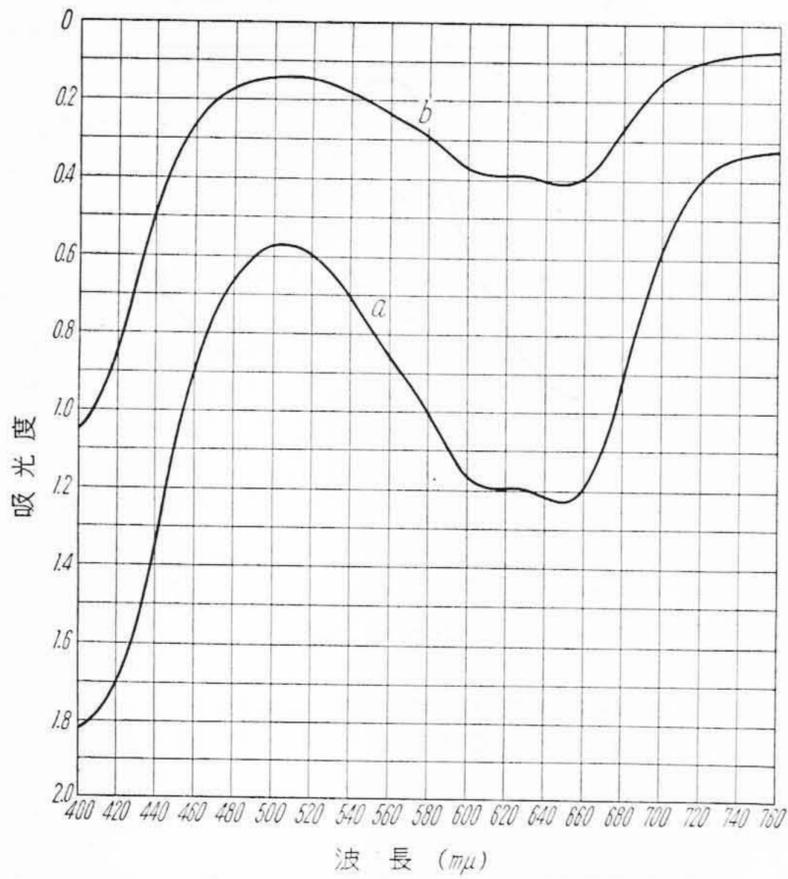
第5図 暗青色紙の5倍カムによる測定例
a: 0~100%カムによる記録
b: 5倍カムによる記録

2.1.3 対数吸光度記録

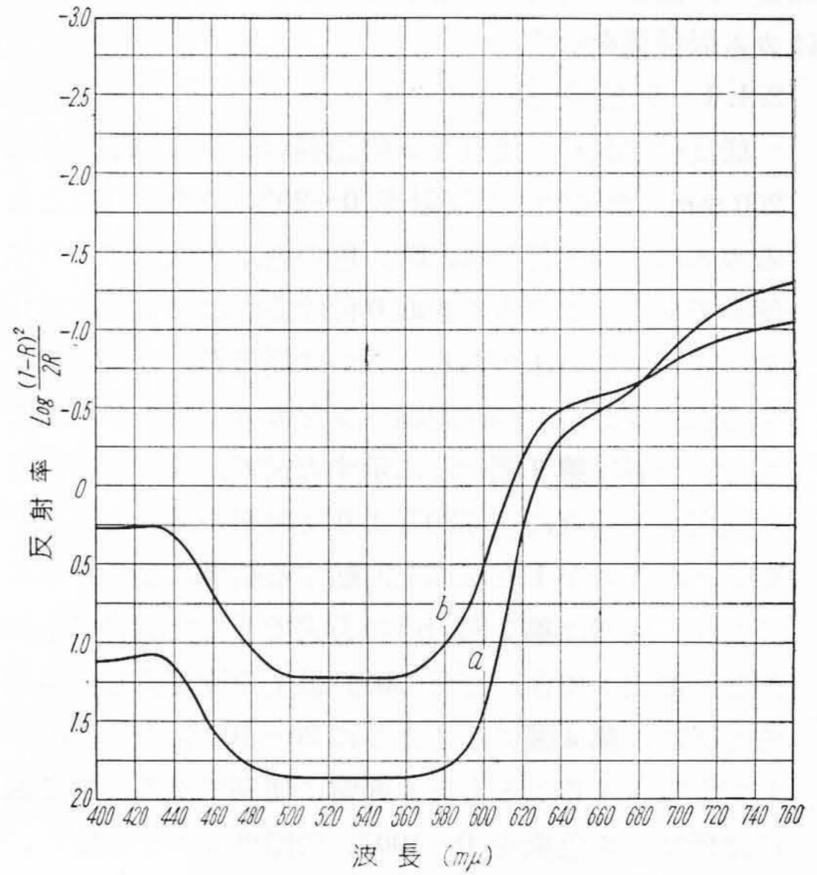
$-\log \log T$ が均等目盛として記録されるカムで吸収測定に使用する。これは同種の溶液の場合に測定値が平行になる特長をもつ。第7図は濃度の異なつた硫酸ニッケル溶液をこの方式で測定したデータを示す。

2.1.4 R記録

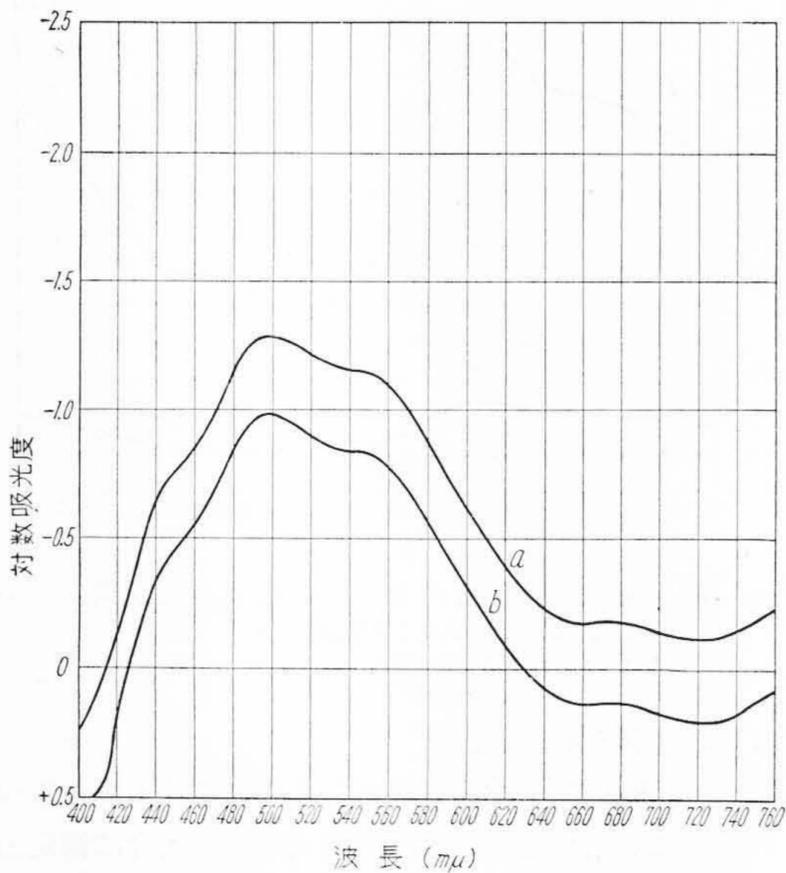
縦軸200mmの間で $\log(1-R)^2/2R$ の値+2.0~-3.0が均等目盛となるカムで、これは染色の色合わせの目安をつけるのに便利な特長をもつ。第8図は染色したものを標準カムで測定し、それを“R”カムに切り替えて測定したデータを示す。



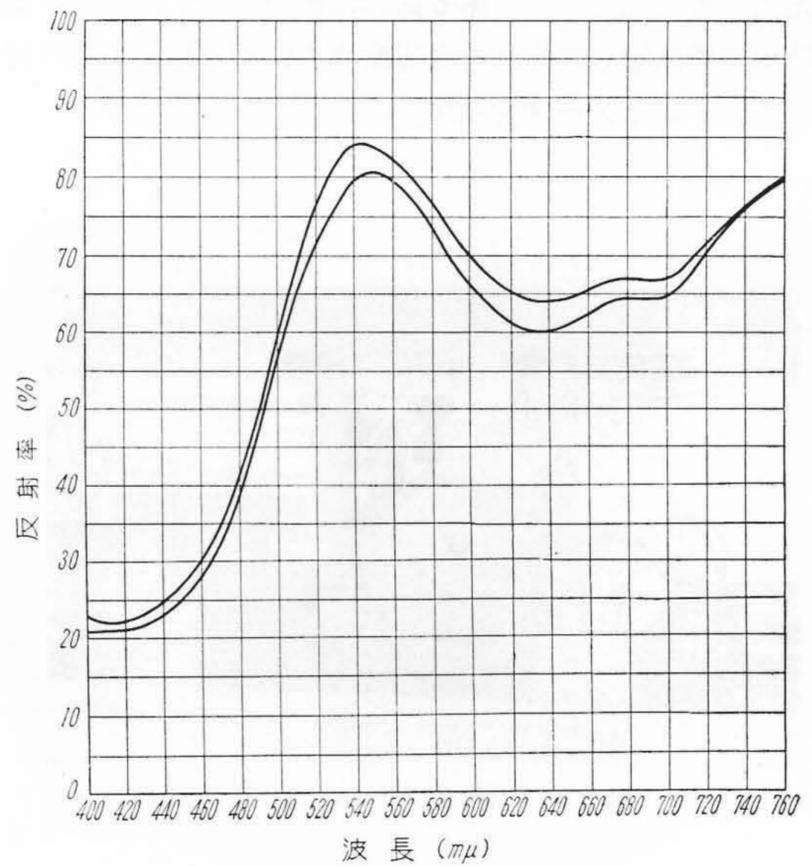
第6図 硫酸ニッケル (NiSO₄·6H₂O) 溶液の吸光度記録例
 a : 0~100% カムによる記録
 b : log 1/Tカム (0~2.0) による記録



第8図 堇色紙の R 記録例
 a : 0~100% カムによる記録
 b : log (1-R)²/2R カム (+2.0~-3.0) による記録



第7図 硫酸ニッケル (NiSO₄·6H₂O) 溶液の対数吸光度記録例
 log log 1/T カム -2.5~+0.5 使用 a, bは試料の濃度が異なる



第9図 明緑色紙の Huc 記録例

2.1.5 Huc 記録

色管理に迅速, 簡便な Huc 単位が均等目盛となる方式で, 1%が1Hucに相当するようになっている。すなわち色差を求める場合, あるいは色合わせをする

ときに複雑な計算や表を用いなくても測定値を一目見れば色差を判定しうる特長をもつ。これにより色管理を急速に製造工程に取り入れることができるようになった。第9図はわずかに色の異なる明緑色紙を Huc カムを用いて測定したデータを示す。

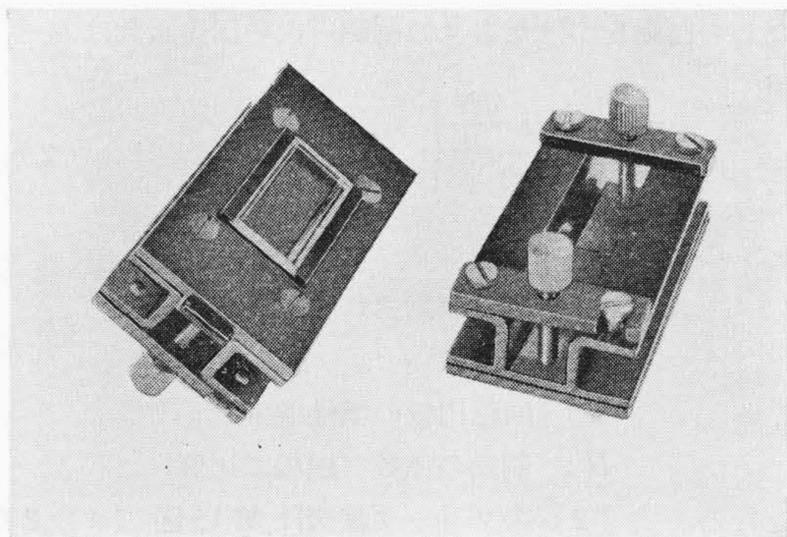
2.2 特殊試料測定用アタッチメント

色を問題とする製品の製造における最近の趨勢は, 初

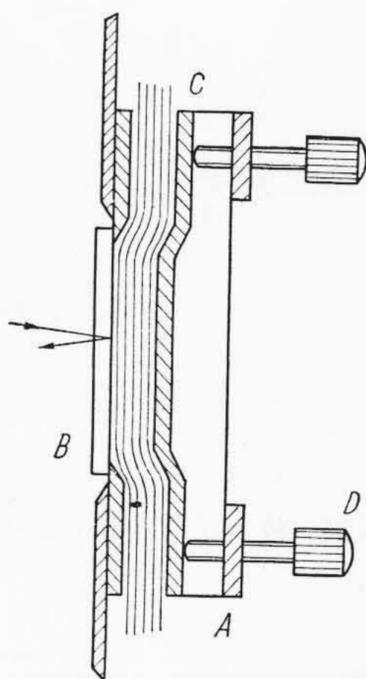
工程に管理を施して最終品質を確実に保つようになってきた。たとえば毛織物にあつては織るべき材料の毛糸よりも前のスライバ（繊維）の状態では色を測つて管理するとか、また粉末の状態、面積の非常に小さい試料など種々の形状のものを測色するようになった。これらの試料は普通の試料保持方法ではまずいので、特殊な測定用アタッチメントを作つてこれらの測定を可能とした。

2.2.1 スライバ用試料ホルダ

スライバの測定には次のような難点がある。たとえば少量の試料を押えて測定するとスライバの面の状態、バックの影響により測定誤差を生じる。また多量の試料を押えて測定すると、その押え加減により、表面で反射する光と隙間を通つて内部まで入つた光のうちの一部が反射して外部へ出るものによつて測定値が変る。また試料面が試料台と同一面でない誤差を生じる。



(a)



(b)

第10図 スライバ用試料ホルダ

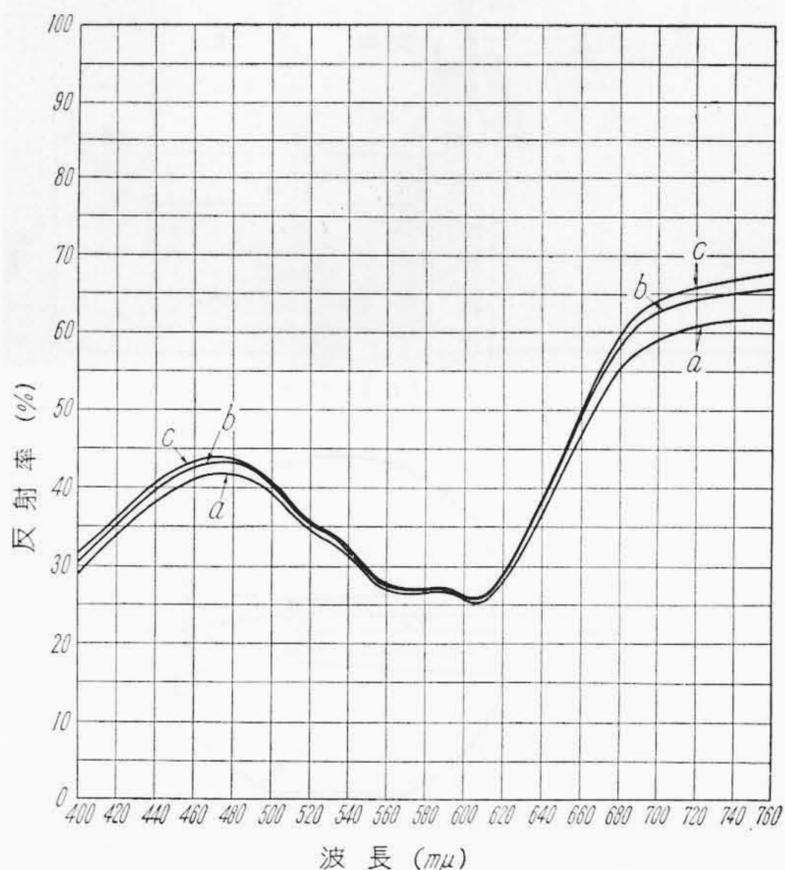
(a) 外 観
(b) 説 明 図

以上のような諸条件による影響を消し、常に測定値の再現性が高い試料ホルダを作つた。第10図(a)はそのホルダの外観、(b)はその方法を示すもので、枠Aの窓に透明のガラスBが取り付けられてあり、枠にスライバの試料を入れて押え板CをネジDで押し、試料をガラス板に密着させる。したがつて試料面は試料台の面と同一面になる。第11図は試料ホルダに毛を染色したスライバを入れ、ネジ(d)を次第に締めた場合の測定値であり、締めつけが弱い時は測定値がaのように下に出る、あるところまで締めると測定値が変らない飽和した値が得られる。これが求める試料の測定値である。この方法で測定すれば測定値の再現性ならびに色差を論じるのに十分な精度が得られる。糸、毛糸のようなものを測色するにも適している。

2.2.2 粉末用試料ホルダ

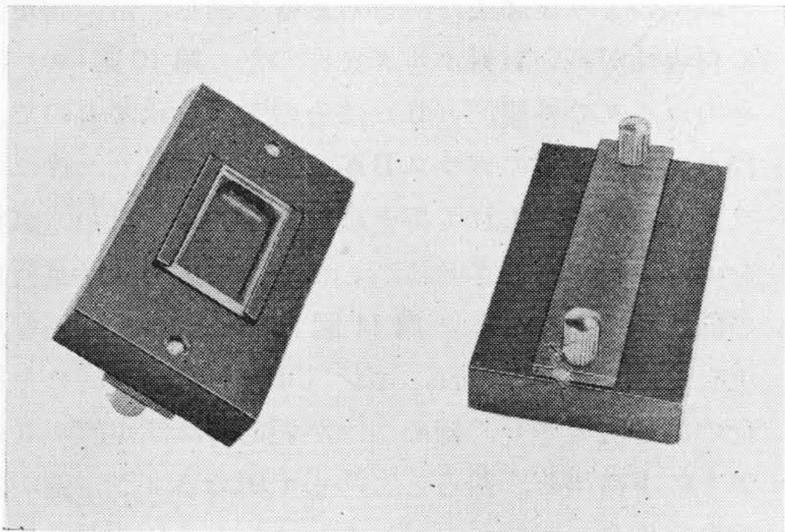
粉末の測色は従来より行われていたが色差を論ずるほどの正確さを得る状態を保つことは困難である。粉末を水平の位置に保持して測色する方法が良いとされているが、これもその面を一定にするとか、面の高さを常に所定の高さにすることがむづかしい。第12図は粉末用試料ホルダでスライバ用試料ホルダと同様締めつけて測色できるように作つた。

試料の前に硝子板を置いて測色する場合、色差を論ずるには測定値をそのまま使用して差しつかえない。色度計算をする場合には硝子板の吸収値を補正して使用する。



第11図 明青色スライバ測定例

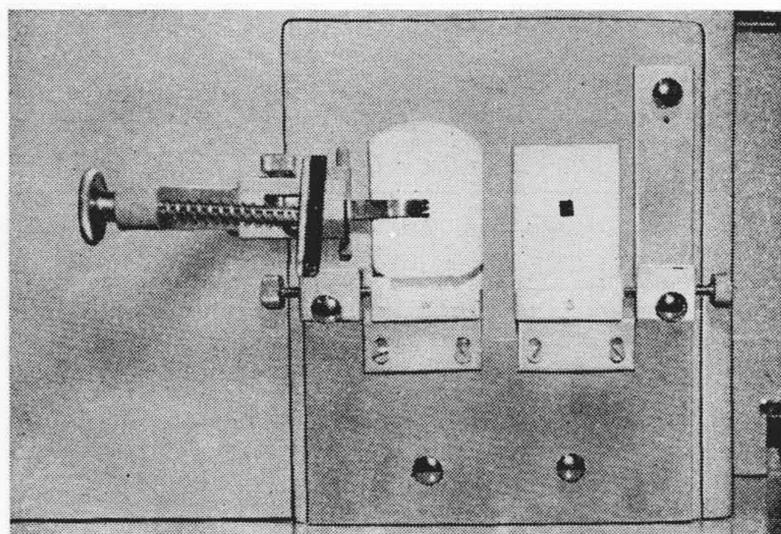
a: スライバの押え方が緩い場合
b: はaより少し締めつけた場合
c: は十分強く締めつけた場合



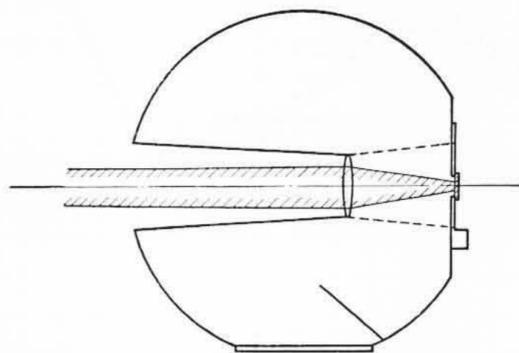
第12図 粉末用試料ホルダ

2.2.3 微小面積測定用ホルダ

第1図の装置中央突出部に見られるのは一般の場合に使用する標準試料ホルダで、試料面積は 24 mm × 32 mm になつている。しかし場合によつては試料面積を大きく採れないような特殊試料を測定する必要がしばしば起る。このために試料の前にレンズを追加して試料照射光束を小さくし、試料保持用マスクを取り付けられるように改良した。第13図(a)は微小面積測定用アタッチメントを取り付けた状態を示す。このアタッチメントの所要試料面積は 5 mm × 6 mm および 3 mm × 10 mm の2種類である。いずれの場合



(a)



(b)

第13図 微小試料用アタッチメント

(a) 取付外観
(b) 光路図

にも光路をごく小さく結像させるために、第13図(b)に示すようにグローブの中にレンズを置いた。

この方法は測定誤差を生じやすいが、グローブの入射口よりレンズまでの間を完全に遮光するなど十分な注意を払うことにより、標準で測定した後そのまま微小に切り替えても誤差なく同じ値を得ることができる。

2.3 自動制御ループ⁽⁶⁾の追加

記録速度を速くしかも自動制御に付きものの追尾誤差をできるだけ少なくするために、ペンを動かす出力シグナルの一部で波長送りサーボモータに流れる駆動電流を加減して記録速度を自動制御することは従来も行つていた。第14図は波長送り自動制御回路図を示す。この自動制御を円滑に作動させるために流体摩擦に相当するダンパをペン送り、波長送り各サーボモータに取り付けると、自動制御に最も好ましいプロポーションル特性を得ることができる。このダンパには磁気制動を用いた。すなわち制動をかけたときの制御円板の伝達函数は、

$$\left. \begin{aligned} \tau - \tau_M &= I \frac{dN}{dt} \\ \tau_M &= HN \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (2)$$

ここに τ : 全トルク

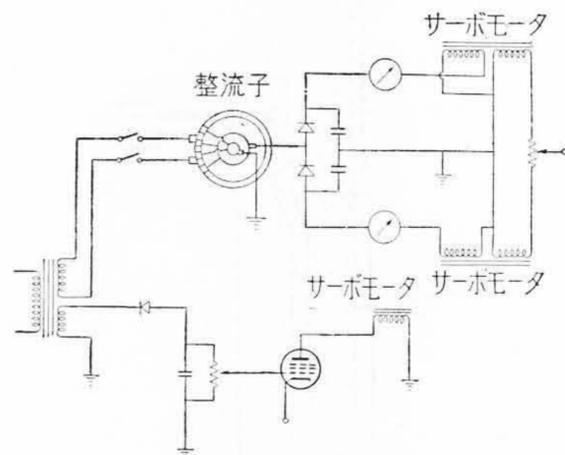
τ_M : 磁気制動されるトルク

N : 回転数

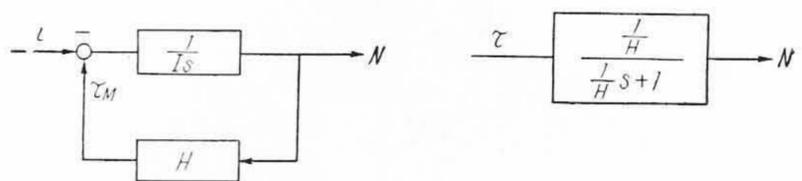
I : 回転円板の慣性能率

H : 制動の係数 (磁場に比例)

となる。式(2)のブロック線図は第15図(a)となる。これを等価変換すると(b)のようになるので、



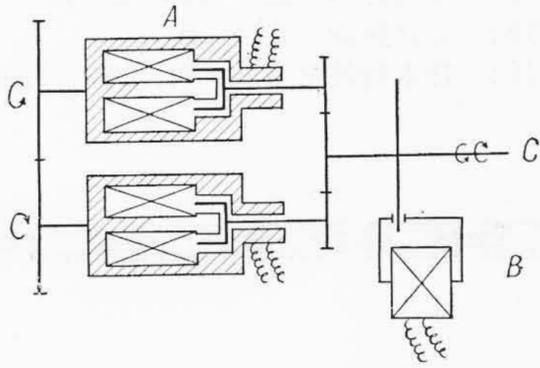
第14図 波長送り自動制御回路図



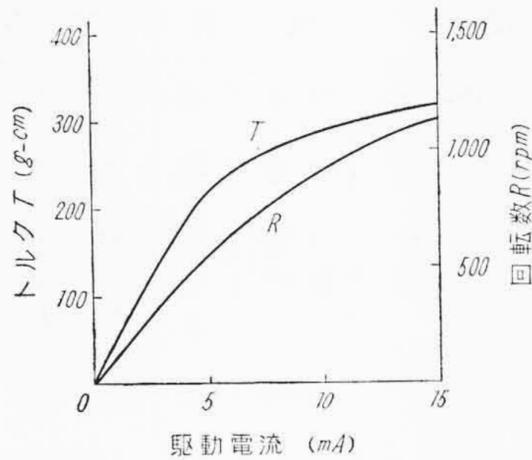
(a)

(b)

第15図 磁気制動ブロック線図



第 16 図 サーボモータと磁気制動の組み合わせ



第 17 図 サーボモータ駆動特性

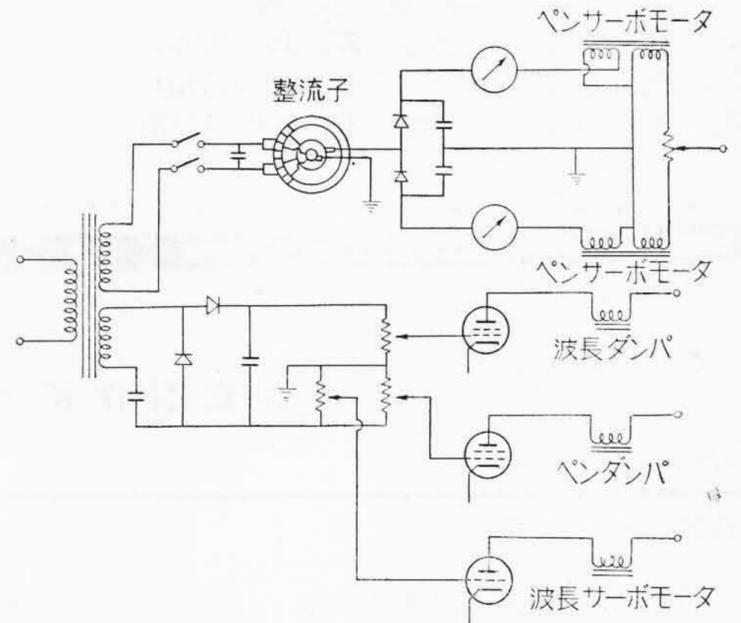
$$\text{時定数} = \frac{I}{H} \dots\dots\dots (3)$$

となり、 H が大になるほど応答が早くなる。第 16 図にサーボモータと磁気制動の組み合わせを示す。Aがサーボモータ、Bが磁気制動、Cが出力軸となる。第 17 図にサーボモータの駆動特性の一例を示す。

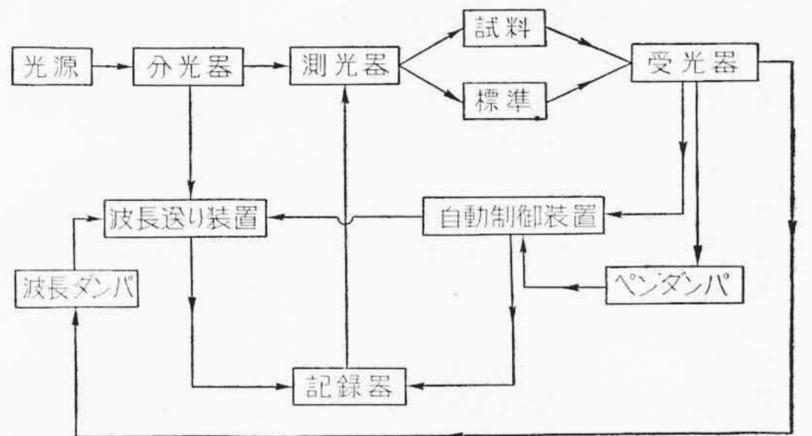
2.3.1 磁気制動の自動制御

磁気制動は従来一定電流を流して使用していたが式(2)からも判明するように、 H を変化させることによりいつそう良い結果を得ることができる。そこで磁気制動コイルの電流を電子管で制御できるようにコイルの線径、巻数を変えて磁気制動の強度を自動制御するように改良した。

これは測定試料が急峻な特性をもつた時、波長送りがプロポーションナルに遅くなるように、波長送り磁気制動の電流がふえて波長送りサーボモータに流れる駆動電流が減ると同時に、ペンの動きが速くなるようにペン送り磁気制動の電流が減つてペン送りサーボモータの駆動電流がふえる。また急峻でないところでは、逆に波長送り磁気制動の電流が減り、波長送りサーボモータの駆動電流が増すと同時に、ペン送り磁気制動の電流も増し、ペン送りサーボモータの駆動電流が減るように自動制御ループを型成すると、追尾誤差が少なく正確に最も能率的に記録できる。第 18 図にその自動制御ループをなす電気回路を、第 19 図に自動制御系統図を示す。



第 18 図 自動制御回路図



第 19 図 自動制御系統図

2.3.2 改良の結果

従来のペン送り磁気制動に一定電流を流した場合は、ペンが 0%から 100%まで動くのに 25 秒以上要したものが、磁気制動の電流を自動制御することにより 7 秒になり、このために記録速度も速く、 $400 \text{ m}\mu$ より $760 \text{ m}\mu$ の範囲を約 3 分要したのが 1.5 分で記録できるようになった。

上記のように各部を改造した EPR-2 型の自動制御系の応答度を測定したところ満足な結果を得ることができた。

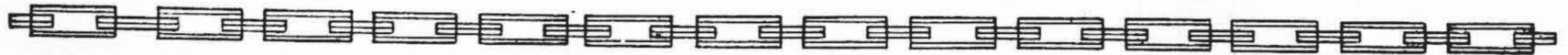
3. 結 言

自記分光光度計も種々改良が加えられ、面目を新たにしているが、特に以上に述べたように広範囲の試料の測定、またそれに適する尺度の均等目盛による記録、完全な自動制御による迅速正確な測定ができ、自記分光光度計の特長を十二分に発揮せしめることができるように改良されたため製造工業界への進出が目ざましくなつた。

終りに種々指導を願つた日立製作所中央研究所関係者各位に厚く御礼申し上げます。

参 考 文 献

- (1) 角野： 照明学会誌 37, 18 (1953)
- (2) 角野： 照明学会誌 37, 53 (1953)
- (3) 角野： 照明学会誌 37, 250 (1953)
- (4) 角野： 日立評論 35, 1119 (1953)
- (5) 角野： 日立評論 別冊 10
- (6) 角野： 日本物理学会誌 11, 280 (1956)



日 立 製 作 所 社 員 社 外 講 演 一 覧 表

(第 49 頁より続く)

(昭和 33 年 6 月受付分)

講演月日	主 催	演 題	所 属	講 演 者
5. 14~16	中部電力本社水力課	水車および调速機について (構造, 作用, 保守上の注意)	日立工場	紛 沢 秀 夫
6. 26~27	九州熱管理協会	既設低効率火力設備の高効率化についての考察	日立工場	加 藤 正 敏
6. 20 6. 24	川 崎 市 日本機械学会 溶接部門委員会	集 塵 装 置 に つ い て 車輛用薄鋼板のサブマージドアーク溶接	日立工場 笠戸工場	橋 本 清 隆 矢 部 秀 年 佐 々 木 林 夫 小 行 元 良
6. 21	鑄物協会中国, 四国, 四国支部長	熱 風 キ ュ ボ ラ 操 業 に つ い て	笠戸工場	割 石 官 市 青 木 勝 蔵 笠 原 仙 蔵
6. 21 5. 27 7. 16	日刊工業新聞社 全国炭磁協会 産業科学協会理事長	鑄 鉄, 鑄 鋼 の 熱 処 理 油 圧 駆 動 式 100 HP コ ー ル カ ッ タ I.B.M. の 利 用	亀有工場 亀有工場 亀有工場	割 石 官 市 青 木 勝 蔵 笠 原 仙 蔵
6. 28 7. 4	日刊工業新聞社 第18回 D.C.I. 技術 委員会幹事	歯 車 の ホ プ 切 作 業 球状, 黒鉛鑄鉄の耐摩耗性に及ぼす主要元素 の影響について	亀有工場 亀有工場	渡 辺 真 実 谷 口 真 実
6. 26~27 7. 5	九州熱管理協会 日本分析化学会九州 支部	日 立 空 気 式 ACC に つ い て 日立 EPS~2 型自記分光光度計について	多賀工場 多賀工場	松 井 伸 晴 鎚 木 晴 猛
7. 18	産業科学協会理事長	関 門 ト ン ネ ル 換 気 装 置 自 動 制 御	亀戸工場	鈴 木 公 一
6. 16	北海道大学 X 線学 校若林 X 線学校長	最 近 の モ ー ト ル に つ い て	亀戸工場	望 月 元 治

日 立

Vol. 20

No. 9

目 次

- ◎ショートノイローゼ.....横山隆一
- ◎新しい照明施設
- ◎カラーテレビのブラウン管
- ◎パキスタンへ行く大型ポンプ
- ◎全国の路面電車めぐり
- ◎秋風が立てば
- ◎暮らしの科学
- ◎オートメーションと工業計器の役割
- ◎製鋼に使われる酸素圧縮機
- ◎生活と金属
- ◎明日への道標
- ◎電線にはどんな性能が要求されるか
- ◎最近のモートルの進歩
- ◎日立だより
- ◎ショールーム (掃除機)

誌 代 1 冊 ¥ 60 (〒 16)

発行所 日立評論社 東京都千代田区丸ノ内1丁目4番地 振替口座東京 71824 番
 取次店 株式会社オーム社書店 東京都千代田区神田錦町3丁目1番地 振替口座東京 20018 番