

# 干渉フィルタを用いた光電光度計

## Photoelectric Filter-Photometer with Interference Filter

小 沼 武 男\* 岩 崎 敏 勝\*  
Takeo Onuma Toshikatsu Iwasaki

### 内 容 梗 概

干渉フィルタの完成によって明るくて透過波長幅の狭い希望の単色光が容易に得られるようになったので、これを用いて次の三種類のフィルタ光電光度計、すなわち標準形として最初に EPO 形を、次に高性能広波長域形として FPW 形を、簡易形として FPO 形を作った。さらにこの応用として FPF 形炎光光度計、FPL 形蛍光光度計、SPR 形光電反射計なども作った。

これらの測定器は分光式のものに比べていずれも構造簡単・取扱い操作が容易で軽量かつ廉価であるから日常一般の試料を多数迅速に測定処理できるので便利である。それらの性能、分析精度も分光式のものと同程度ない程度に向上させることができたため広範囲に利用されるようになった。

### 1. 緒 言

分光光電光度計は理想的な吸光分析機器で、高精度の分析に必要なものであるが、プリズムまたは回折格子を使用するために大形、高価となりかつスリットを通すので光の利用率が悪い。日常一般の用途には操作簡単・取扱い容易で廉価なフィルタ光電光度計のほうが便利で、多数の試料を迅速、簡便に測定処理する routine analysis に適しているから、最近はこの方式が広く普及発達するようになってきた。

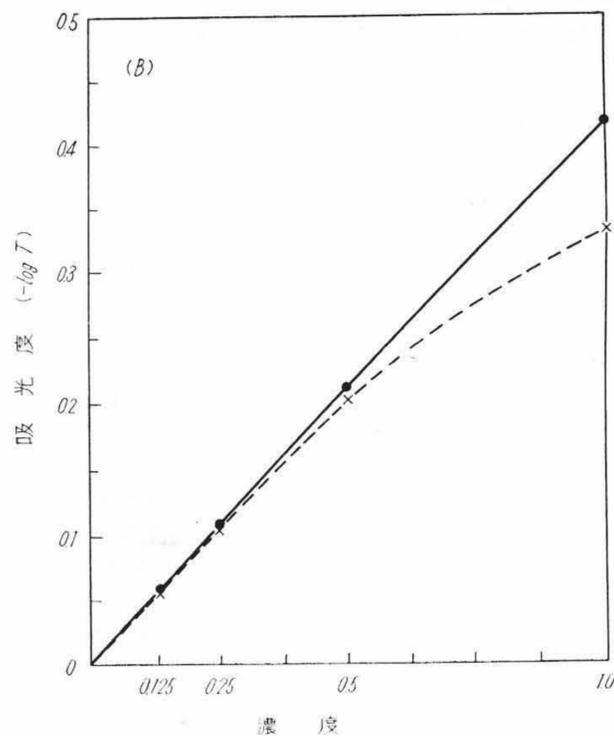
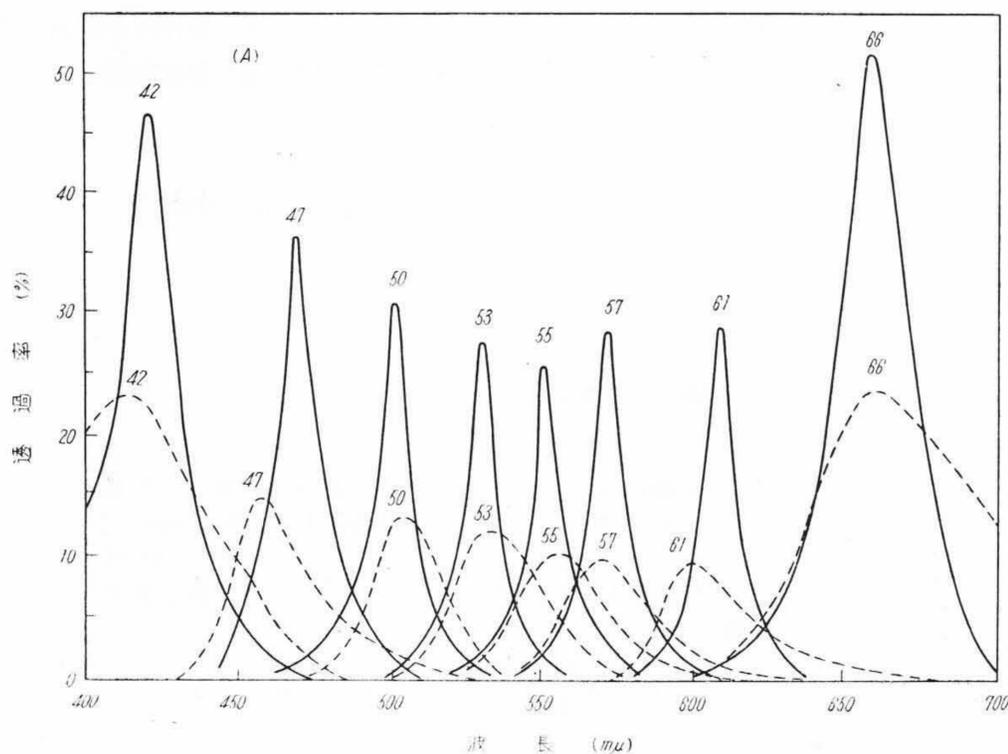
このフィルタ光度計には従来はガラスフィルタあるいはゼラチンフィルタが使用されていたが、これらは透過率が低く単色性も悪くて光度計としての性能もよくなかった。しかもゼラチンフィルタは変色・退色がはなはだしいので使用上種々の不便があった。われわれは干渉フィルタを完成し、耐久性がよくて明るく透過波長幅の狭い希望の単色光が容易に得られるようにし、これを用いて上記欠点を除き、安定で耐久性があり性能のすぐれた各種フィルタ式光度計を作った。

最初に干渉フィルタとセレン光電池を用いて標準形として EPO 形光電光度計を、次に波長幅の狭い二次干渉フィルタを用いて単色

性を向上させ、350~850 m $\mu$  の波長範囲で感度のよい光電管を用いて利用範囲を拡大し、特に近紫外・近赤外域での感度を向上させた高性能・広波長域用の FPW 形光電光度計を完成した。さらに構造をきわめて簡単にした普及用簡易形の FPO 形光電光度計を作った。また波長幅の狭い二次干渉フィルタを使用して Na, K および Ca の三元素の炎光分析用として FPF 形炎光光度計、および蛍光測定用として FPL 形蛍光光度計を作った。さらに簡便、小形、軽量の SPR 形光電反射形を作った。これらの干渉フィルタを用いた機器について以下報告する。

### 2. フィルタの改良

従来は光電光度計用の単色光フィルタとしてガラスフィルタあるいはゼラチンフィルタが使用されていたが、これらはいずれも最大透過率が低く波長幅が広くて分光透過率特性が悪く、したがってこれらを用いた光度計の性能も悪いものであった。一例として第1図(A)に光度計用として使用されているゼラチンフィルタと一次干渉フィルタの分光透過率を比較した。ゼラチンフィルタのほうが分光特性が悪く、したがってこれを用いてえられる検量線も第1図(B)の点線に示すように濃度と吸光度が比例せず弯曲してくるのでその



(A) 分光透過率

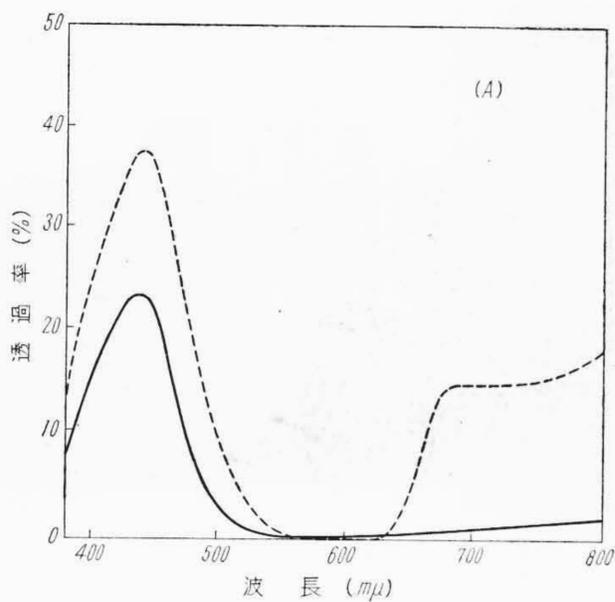
——— 干渉フィルタ (銀薄膜一次干渉フィルタ)

----- ゼラチンフィルタ

第1図 干渉フィルタとゼラチンフィルタの比較

(B) 検量線  
フィルタ: No.42, 試料:  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ , 濃度: Co 約 12 mg/cc

\* 日立製作所多賀工場

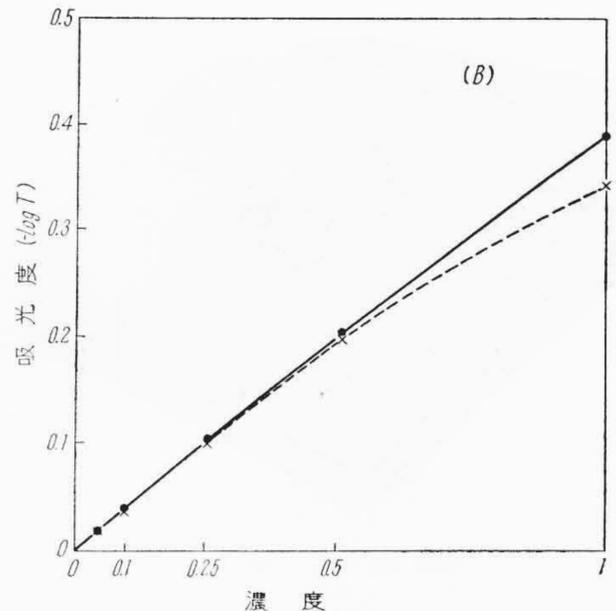


(A) 分光透過率

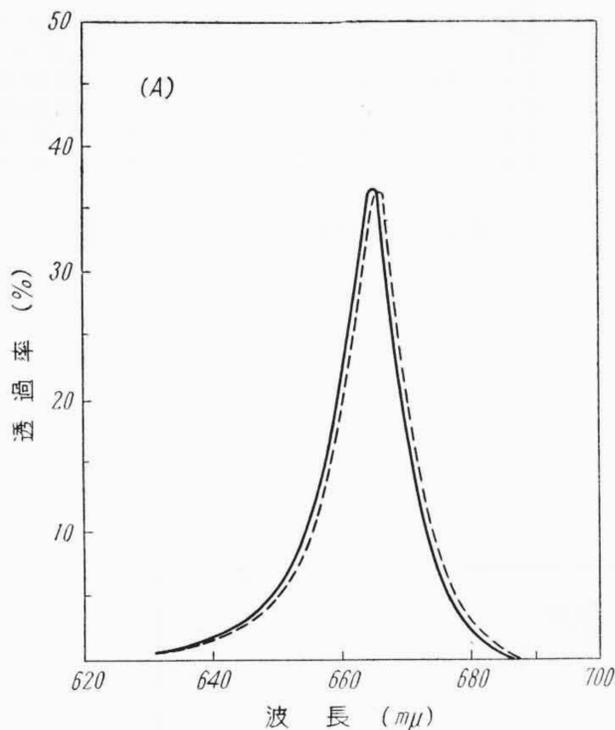
—— 照射前

----- 30時間照射後

第2図 ゼラチンフィルタの光照射による特性の変化



(B) 検量線

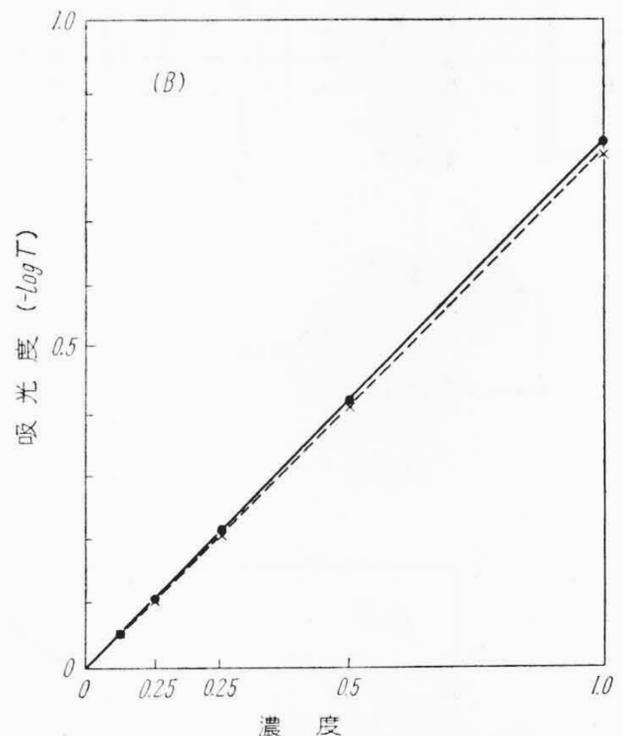
試料:  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ , 濃度:  $\text{Co}$  約 12 mg/cc

(A) 分光透過率

—— 使用前

----- 1箇年使用後

第3図 干渉フィルタの光照射による特性の変化



(B) 検量線

試料:  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ , 濃度: 約 8% が濃度 1.0

ために光度計の性能も悪くなる。さらに困った点は、このゼラチンフィルタは有機色素を使用しているために光の照射や湿気の影響によって変色、退色がはなはだしく、したがってそのフィルタの特性は変化、劣化し、そのつど検量線が変わるからたえず校正する必要があり、長期間にわたって安心して使用できない欠点がある。第2図は EPO 形光電光度計の光源 (10V, 50W) で約 30 時間照射した場合の前後におけるゼラチンフィルタの分光透過率および検量線の変化を示した一例である。わずか 30 時間使用したのみで光の照射した部分がはっきりと退色しているのがみられ、検量線も図示するように変化してくる。なお 100 時間くらい照射すれば完全に退色してしまつて使用できなくなる。また湿気に対しても弱く、暗室内に保存しておいても周辺部より侵されて同様に退色する。それゆゑこのようなゼラチンフィルタを用いた光度計は安心して使用できない。

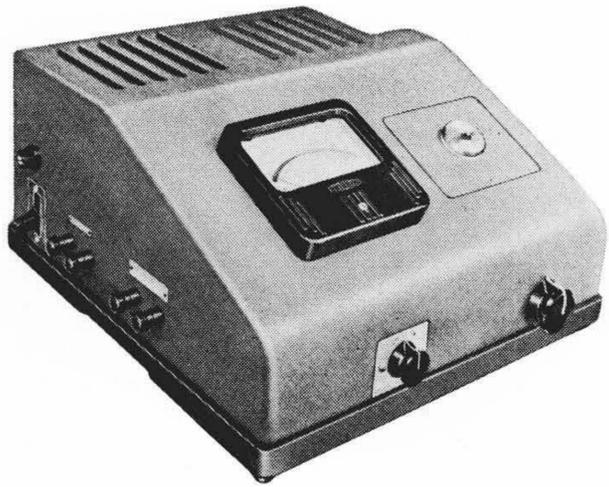
これに比べて  $\text{Ag} + \text{MgF}_2 + \text{Ag}$  からなる金属膜干渉フィルタ\*は、カバーガラスをバルサムはりにし周辺部もバルサムで保護し加熱安定処理を施すと長期間にわたって安定で、光、熱、湿気に対しても強く耐久性の良好なフィルタが得られる<sup>(1)</sup>。第3図はこの干渉フィルタを EPO 形光電光度計に取付け使用前と 1 箇年使用後の分光透過率特性および検量線の変化を測定したもので、ほとんど変化はみ

られなかった。特性も第1図に比較したように明るく、波長幅も狭く単色性が良好であるから、この干渉フィルタを使用すれば光電光度計の性能を向上させ長期間の使用に耐えうる実用的なフィルタ光度計を作ることができる。

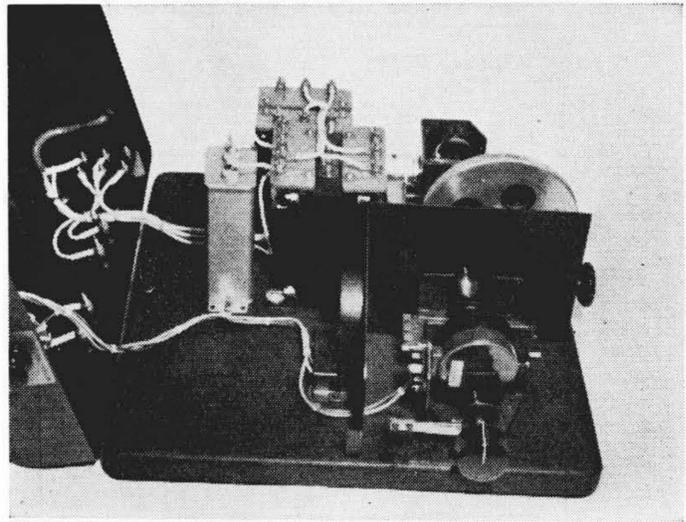
### 3. EPO 形光電光度計

最初に干渉フィルタとセレン光電池を用い標準形として EPO 形光電光度計を作つた。第4図(A)に外観、(B)に内部構造、(C)に光学系を示す。光源として 10V, 50W の映写用エキサイタランプを使用し、反射鏡により光量を増加させた。干渉フィルタは(B)図に示すようなレボルバに 4 枚組込み、随時回転して波長変換できるようにした。受光部にはセレン光電池を使用し、直接マイクロアンメータに接続して光電流より透過率および吸光度を直読できるようにし、光軸と直角方向にも光電池を使用して拡散光をも測定可能とした。干渉フィルタは第1図(A)に分光透過率を示すように 420~660  $\text{m}\mu$  の可視域内のものを 8 枚使用した。セレン光電池の波長感度および光源のエネルギーと組合わせて出力が一定になるように干

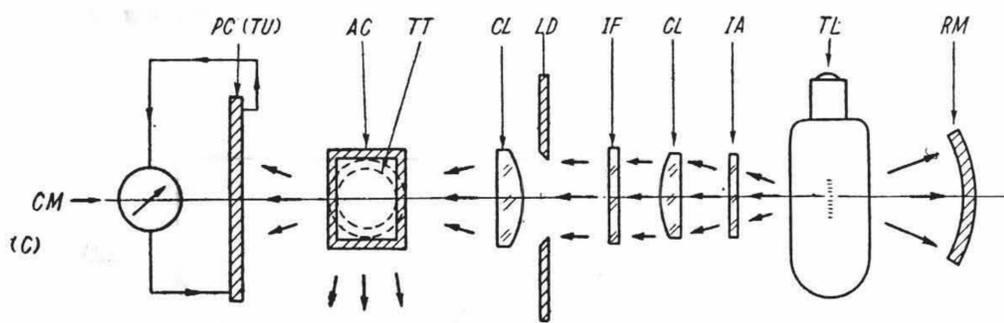
\* 中間層氷晶石, ZnS などを使用した干渉フィルタは耐久性が弱く、数箇月で中心波長のずれを生じ特性も劣化する。



(A) 外 観



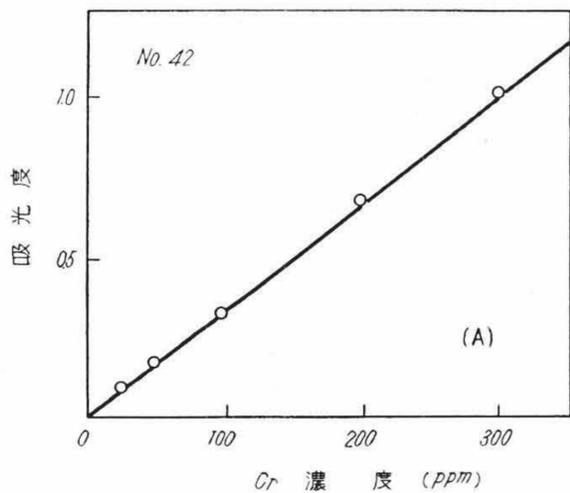
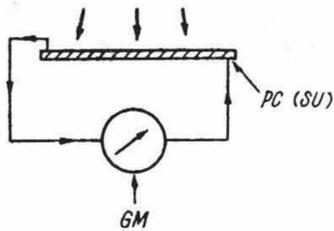
(B) 内 部 構 造



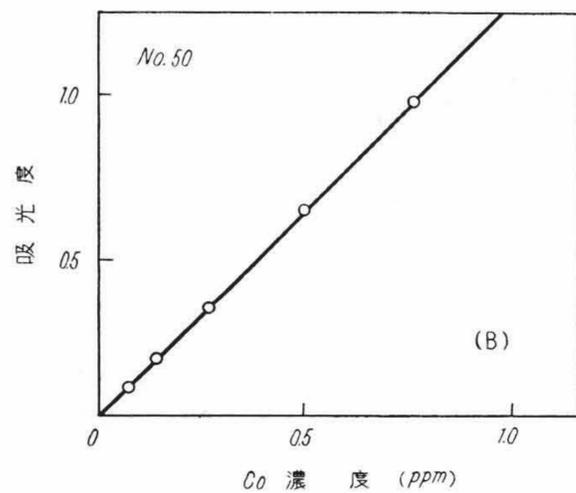
- RM: 反 射 鏡
- TL: 光 源 ランプ
- IA: 熱 線 遮 断 フィルタ
- CL: コ ン デ ン サ ・ レ ン ズ
- IF: 干 渉 フィルタ
- LD: 光 量 調 節 絞 り
- TT: 試 験 管
- AC: 吸 収 セ ル
- PC(TU): 光 電 池 (透 過 光 用)
- PC(SU): 光 電 池 (拡 散 光 用)
- CM: 電 流 計
- GM: 検 流 計

(C) 光 学 系

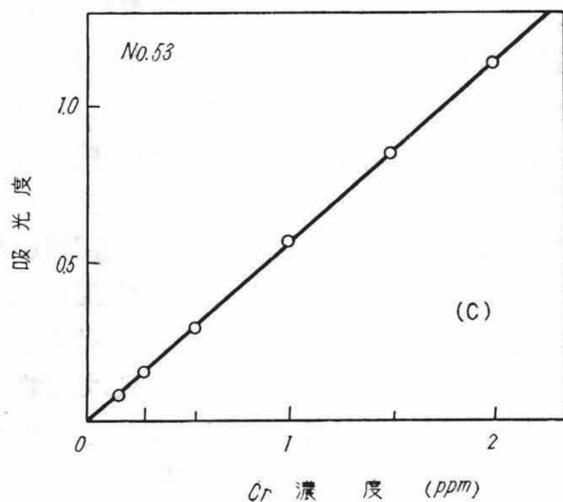
第 4 図 EPO 形 光 電 光 度 計



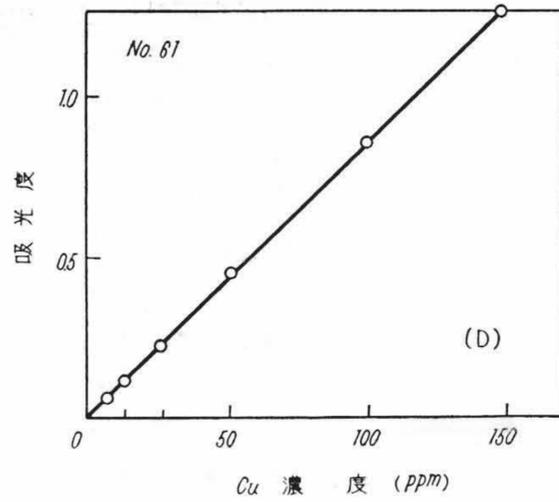
(A) クロム酸塩による Cr の検量線



(B) ニトロソ-R化合物中による Co の検量線



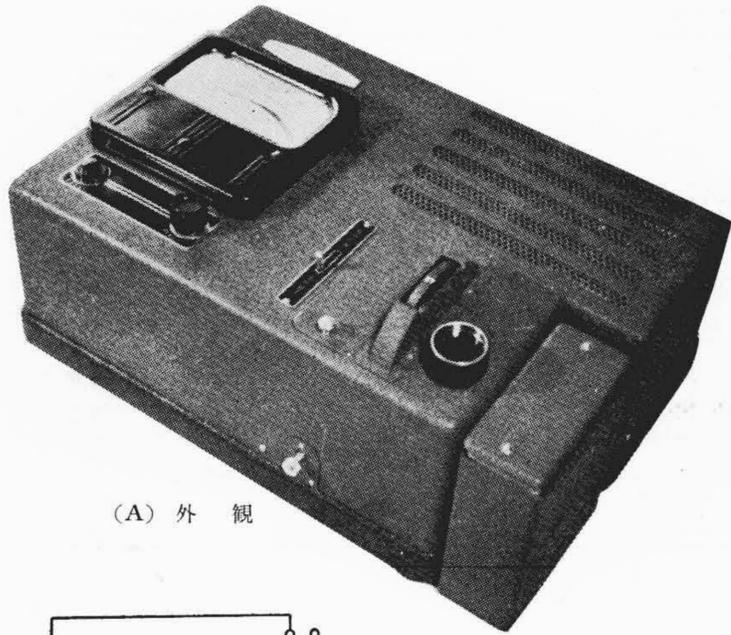
(C) ジフェニル、カルバジド化合物による Cr の検量線



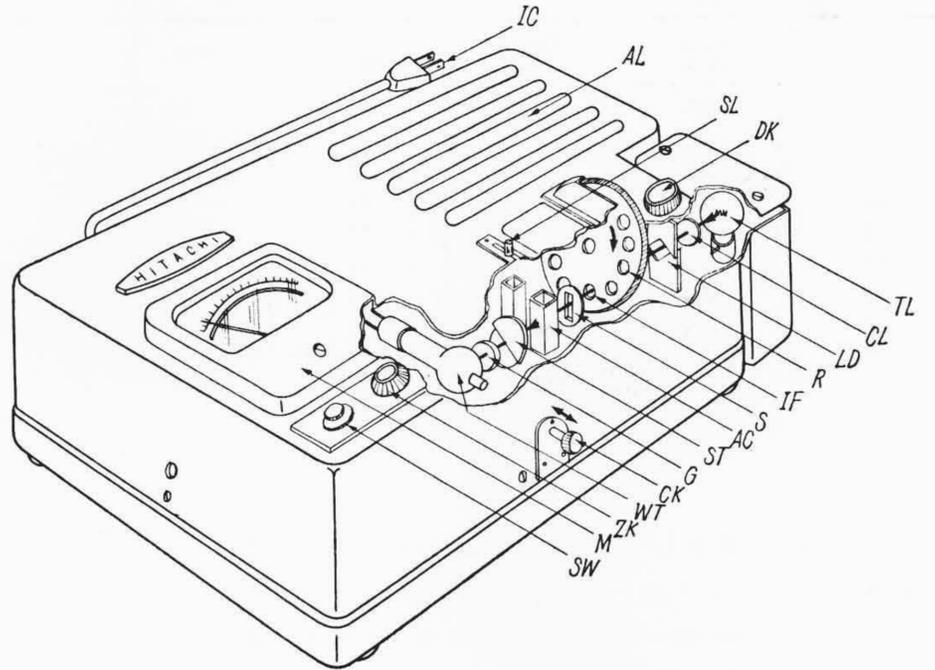
(D) アンモニア錯塩による Cu の検量線

各種溶液の検量線 (溶媒は水, セルは 10 mm 使用)

第 5 図 EPO 形 光 電 光 度 計 の 測 定 例

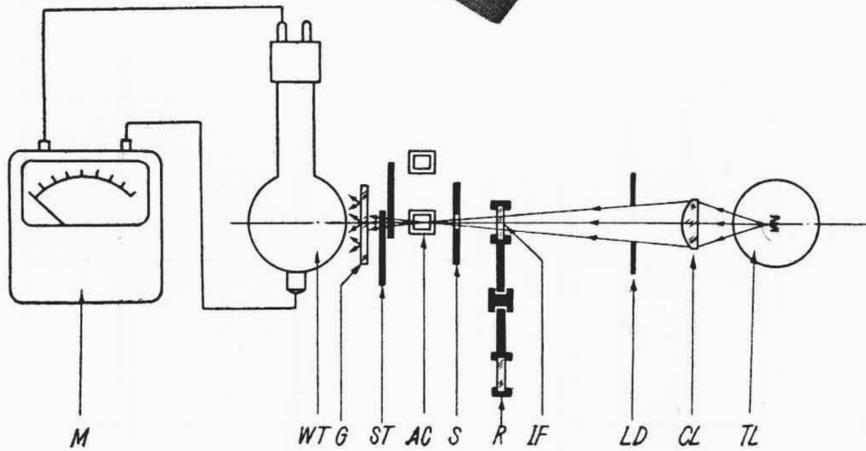


(A) 外観

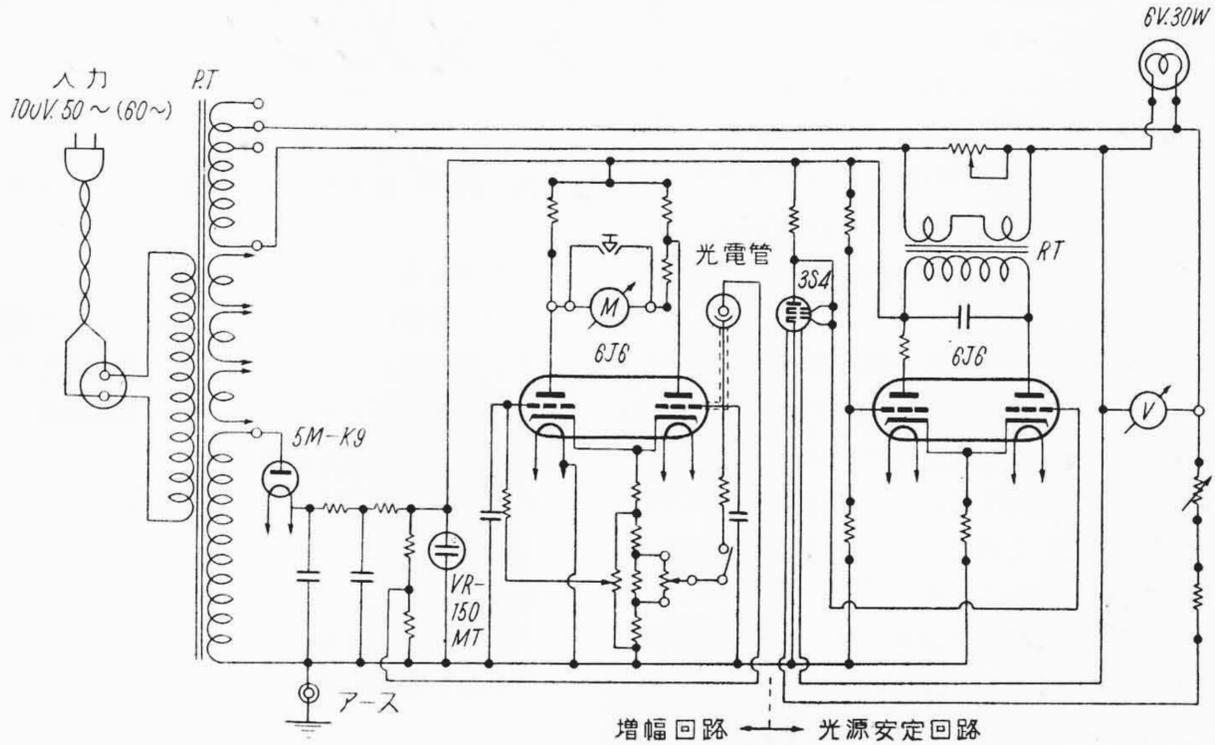


- |                    |                         |
|--------------------|-------------------------|
| IC……入力用コード         | AC……吸収セル (層厚10mm)       |
| AL……増幅およびランプ安定電源部  | ST……シャッタ                |
| TL……白熱ランプ (6V30W)  | SL……シャッタ レバー            |
| CL……コンデンサレンズ       | G……窓ガラス (拡散ガラス)         |
| LD……光量調整絞り         | CK……セル切換ノブ (引出, 押込式)    |
| DK……光量調整絞りノブ       | WT……広波長域光電管             |
| R……レボルバー           | M……直読メータ                |
| IF……干渉フィルタ (10枚組込) | ZK……零調整ノブ               |
| S……スリット            | SW……押ボタンスイッチ (メータショート用) |

(B) 内部構造



(C) 光学系



(D) 増幅回路

第6図 FPW形光電光度計

渉フィルタの特性を選んだので、両端のフィルタは透過率が高くかつ波長幅が広がった。第1表にこの特性を示す。電源電圧 $\pm 10V$ の変動もスタビライザによって0.3%以下におさえたので、この程度の変動に対してメータの振れは認められなかった。

この EPO 形光電光度計を用いて測定した各種試料の検量線を第5図に示す。フィルタの単色性がよいので検量線の弯曲は非常に少なくなった。

#### 4. FPW 形光電光度計

フィルタ光電光度計が普及発達するにつれて、さらに高性能で広波長域にわたって感度よく使用できるものが要求されるようになってきたので、5~10  $m\mu$  程度に波長幅の狭い二次干渉フィルタを使用

して単色性をよくし、350~850  $m\mu$  の波長範囲にわたって感度のよい広波長域光電管を使用してその要求を満足する FPW 形光電光度計を完成した。

第6図(A)にこの光度計の外観を、(B)に内部構造を、(C)に光学系を、(D)に増幅回路を示す。

光源は6V、30Wのスポット用電球を用い、コンデンサレンズ、光量絞り、干渉フィルタ、試料セルを透過して光電管で受光する。有効光束はできるだけ小さくし、10×10mm小形角セルを使用できるようにした。吸光度の小さい溶液に対しては20mm、30mmおよび50mmの層厚セルを用いて検出感度を上げることができるようにした。

干渉フィルタは直径13mmの小形のものを、370~750  $m\mu$

第1表 EPO形光電光度計用干渉フィルタの特性

フィルタ No.	$\lambda_{\max}$ (m $\mu$ )	$T_{F\max}$ (%)	$W$ (m $\mu$ )	P.F.
42	421	47.2	22	2.1
47	468	36.0	18	2.0
50	502	30.0	14	2.1
53	530	27.0	13	2.1
55	550	25.1	14	1.8
57	572	27.8	13	2.1
61	608	28.2	15	1.9
66	658	50.7	31	1.6

$\lambda_{\max}$ : 最大透過率の中心波長  
 $T_{F\max}$ : 最大透過率  
 $W$ : 半値幅  
P.F.: Peak Factor =  $T_{F\max}/W$

第2表 FPW形光電光度計用干渉フィルタの特性

フィルタ No.	$\lambda_{\max}$ (m $\mu$ )	$T_{F\max}$ (%)	$W$ (m $\mu$ )	P.F.
37	371	31.0	19.5	1.6
42	420	29.4	5.5	5.3
47	472	31.2	6.0	5.2
50	501	28.6	5.5	5.2
53	532	29.4	6.0	4.9
55	550	28.0	5.0	5.6
57	569	29.1	5.5	5.3
61	611	28.0	5.5	5.1
66	662	27.0	5.5	4.9
75	750	31.2	6.0	5.2

のものを10枚一組としてレボルバに組込み、回転して波長変換できるようにした。このうちNo. 37用には一次干渉フィルタを、No. 42~75用には二次干渉フィルタを使用した。これはNo. 37用に二次干渉のものを使用すると、光電管が高感度のために長波長側のカットフィルタを用いても一次の透過帯を感じるのを、これを避けるようにしたためである。第7図にこの干渉フィルタの分光透過率を、第2表にその特性を示す<sup>(2)</sup>。

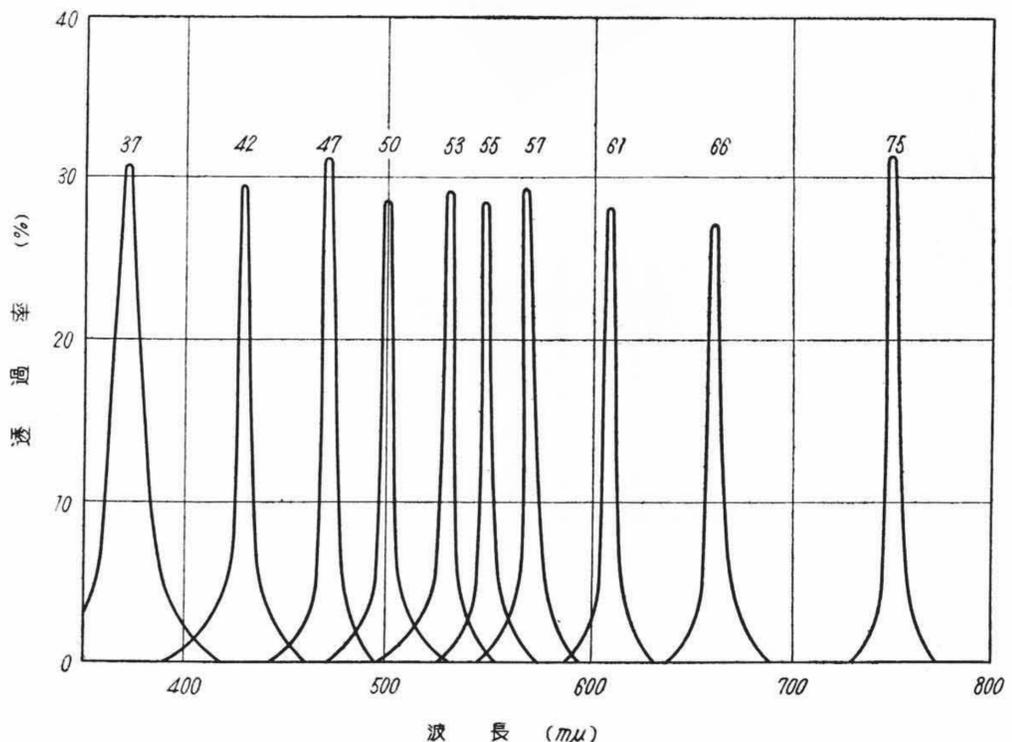
光電管としては近紫外より近赤外域にわたって感度の良好な広波長域光電管<sup>(3)</sup>を使用した。これはSb-Cs酸化被膜とAg-Cs酸化被膜とを二層にした複合管で二種の光電管の特性を合わせもっており、350~850 m $\mu$ の広波長域で高感度のものである。この光電管の増幅回路および光源安定回路を第6図(D)に示す。光電流は双三極真空管6J6を用いたバランス回路によって増幅し、55  $\mu$ A電流計によって指示し、透過率および吸光度を直読できるようにした。光源電圧の安定は、電子管回路によって入力電圧 $\pm 10$ Vの変動に対して出力 $\pm 0.3\%$ 以下に安定させているので、入力電圧および周波数の変動に対して十分に安定した指示を示す。

FPW形は二次干渉フィルタを採用したので波長幅が非常に狭くなり単色性がすぐれているが、一方透過量が減少するのでこれを光電流の増幅によって補った。またこの光電管は370, 750 m $\mu$ の両端波長部でも感度が落ちないので、EPO形のように波長幅の広い干渉フィルタを使用する必要がなく、この付近での性能が前者に比べて著しく向上し、利用範囲も拡大することができた。

本光度計の性能を検討するために数種の溶液について検量線を作り、これを分光光度計によって求めた検量線と比較した。そのうち数例を第8図(A)~(F)に示す。図中点線は日立分光光度計による測定値で、その数字は使用波長を示す。実線はFPW形光電光度計による測定値で、その数字は使用干渉フィルタの番号を示す。これらの測定結果より二つの検量線は非常によく接近しているから、このフィルタ光度計を使用して吸光分析を行っても理想的な分光式のものと同様な精度が得られることがわかる。第9図はこのFPW形と先のEPO形の光度計で同一試料を測定し、その検量線と比較したもので、FPW形のほうが検出感度が高く高性能で分析できることを示している。これらは二次干渉フィルタの採用によって単色性がよくなったためである。

### 5. FPO形簡易光電光度計

フィルタ光電光度計の特長を最大に生かして構造簡単・操作容易・価格低廉な普及用としてFPO形簡易光電光度計を作った。EPO形に比べて構造、付属品を極度に簡略化し、しかも本質的性能は変わらないようにした。第10図にその光学系を示す。この特長は次の



第7図 FPW形光電光度計用干渉フィルタの分光透過率

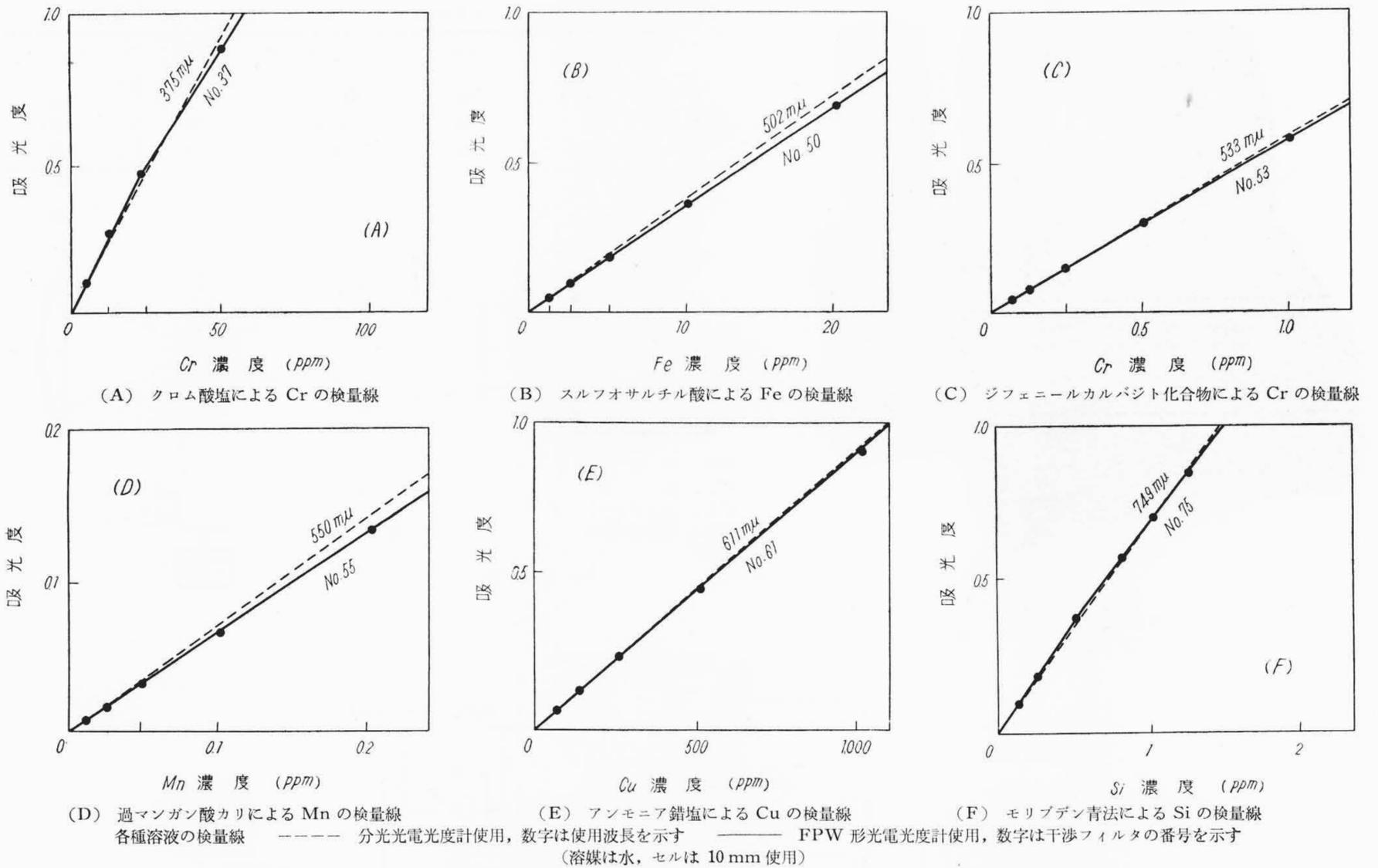
とおりである。

- (1) 光源には入手容易な市販品として自転車用豆電球(6V, 10W)を使用し、スタビライザの容量を小さくした。
- (2) コンデンサレンズおよび熱線遮断フィルタを省略し、金属型押の抛物面鏡を使用した。
- (3) 絞りの構造をできる限り簡単なものとした。
- (4) 干渉フィルタは標準品として青・緑・赤の420, 530, 660 m $\mu$ の3枚とし、レボルバを省略して差替え方式にした。
- (5) セルには外径14 $\phi$ の試験管1種類とし、セルホルダおよびその移動機構を省略し、試験管差替え方式とした。

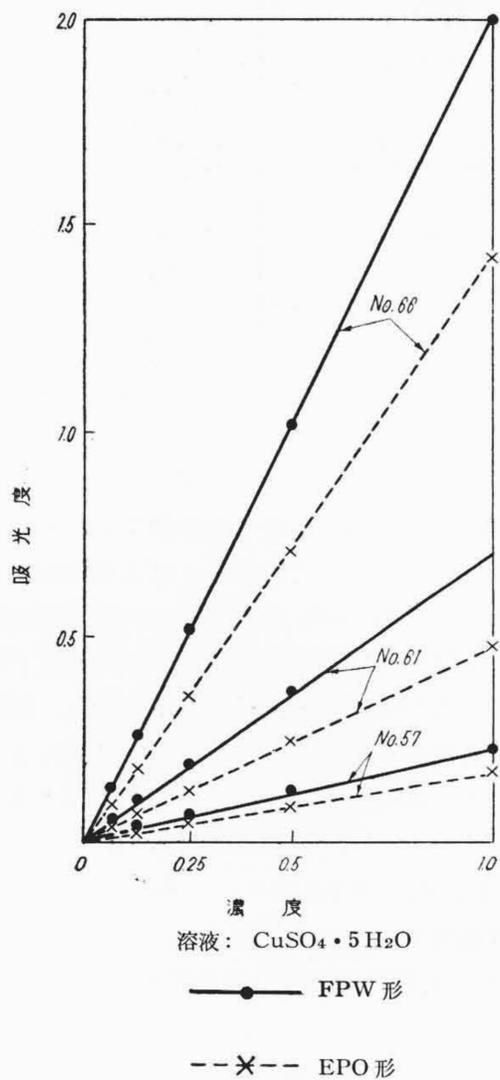
### 6. FPF形炎光光度計

透過波長幅の狭い二次干渉フィルタを使用し、入手容易な市販品のプロパンガスを燃料とした特殊構造のアトマイザーバーナを使用し、Na, K および Ca の三元素の炎光分析を主とした構造簡単で取扱い便利なFPF形炎光光度計を作った<sup>(4)(5)</sup>。

本装置は本体と制御部の二つからなり、第11図(A)はこの装置の外観を、(B)は光学系、(C)は増幅回路を示す。バーナの炎光は、コンデンサレンズによって集光され、可変絞り・干渉フィルタを経て光電管にはいる。炎光部には燃焼を安定させるため円筒を設け、防護用全柵をつけて安全を保持した。プロパンは輝度温度が高く感度を上げるのに有効であるが、燃焼速度が小さいため特殊構造のバーナを考案し焰光温度約2,800°Cで使用した。光電管にはAg-Cs光電管を使用した。電源および増幅回路は(C)図に示すように、鉄共振形定電圧装置によって安定した電圧を得、光電流は6J6によって増幅し、55  $\mu$ Aのメータにて指示した。

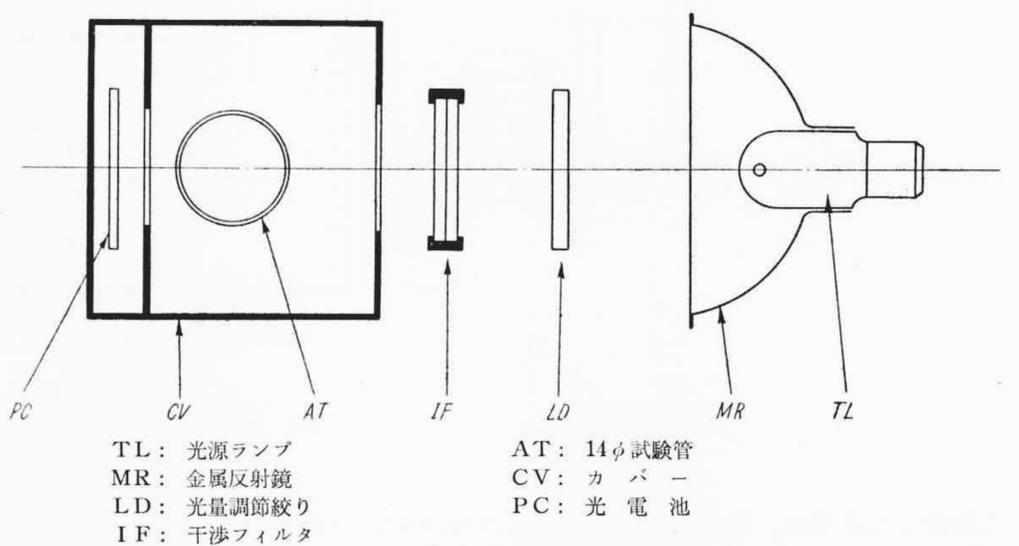


第8図 FPW 形光電光度計の測定例



第9図 FPW 形と EPO 形の検量線の比較

Na, K, Ca の輝線としてそれぞれ 589・768・622  $m\mu$  を採用した。このフィルタとして銀薄膜二次干渉フィルタを使用し、最大透過率を45%くらいに、波長幅を 10  $m\mu$  程度に選んだ。第3表にその特性を示す<sup>(2)</sup>。波長幅の広いフィルタを使用すると、これらの中心



第10図 FPO 形簡易光電光度計の光学系

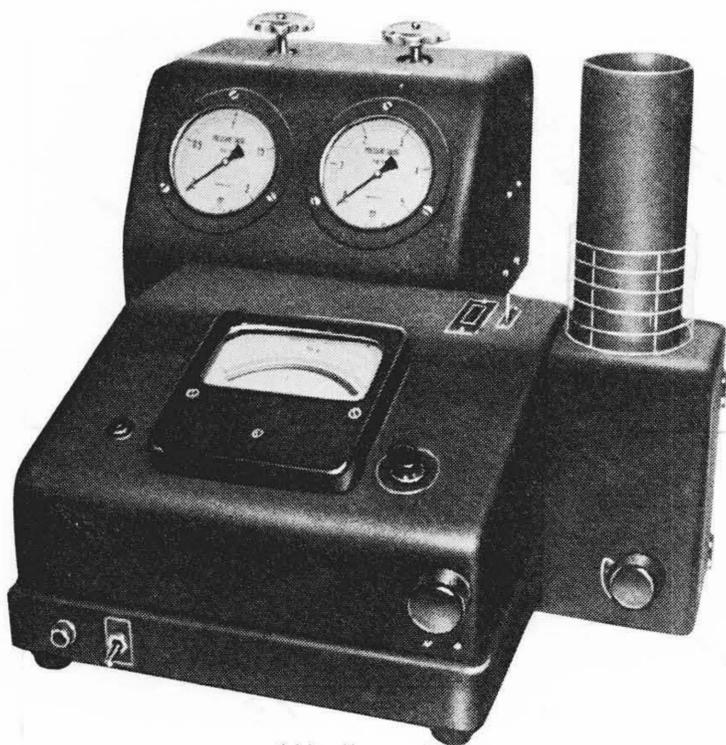
波長に接近した輝線をもつ元素が試料中のきょう雑物としてはいつている場合にその妨害をうけやすいし、またバックグラウンドの影響も大きく現われてくる。しかし上述の波長幅の狭い干渉フィルタの採用によってこれらの影響を少なくすることができた。

この干渉フィルタを使用した場合の他元素の干渉の影響を血清溶液について測定した。たとえば Na を測定する場合試料中の Ca または K の多少によって測定値が影響されないことが必要である。第12図(A)は血清を 500 倍にうすめた試料に Na を漸次添加したときの Na, Ca, K 用フィルタを用いたときのメータの指示を示す。この結果 K はほとんど一定で, Na の波長に近い Ca はわずかに変化しているのみで実用上なら支障ない程度である。同様にして(B)図は血清は 100 倍にうすめたものに K を, (C) 図は 25 倍にうすめたものに Ca をそれぞれ添加増量したときの他元素に及ぼす影響を測定したもので、いずれもほとんど影響をうけていない。

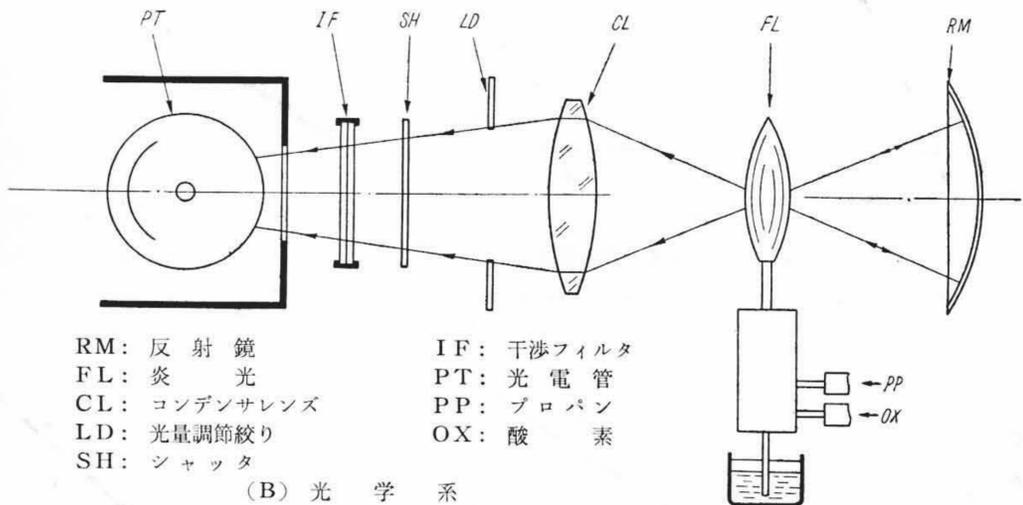
最小検出感度は輝線強度がバックグラウンドより指示メータの一目盛(1%)大きい指示を与える濃度をもって示すと、単味試料につい

第 3 表 FPF 形 炎 光 光 度 計 用 干 渉 フィ ル タ の 特 性

フィルタ	$\lambda_{max}$ ( $m\mu$ )	$T_{Fmax}$ (%)	$W$ ( $m\mu$ )	P.F.
Na	589	45.7	9	5.2
K	768	46.0	11	4.2
Ca	622	44.0	9	4.9

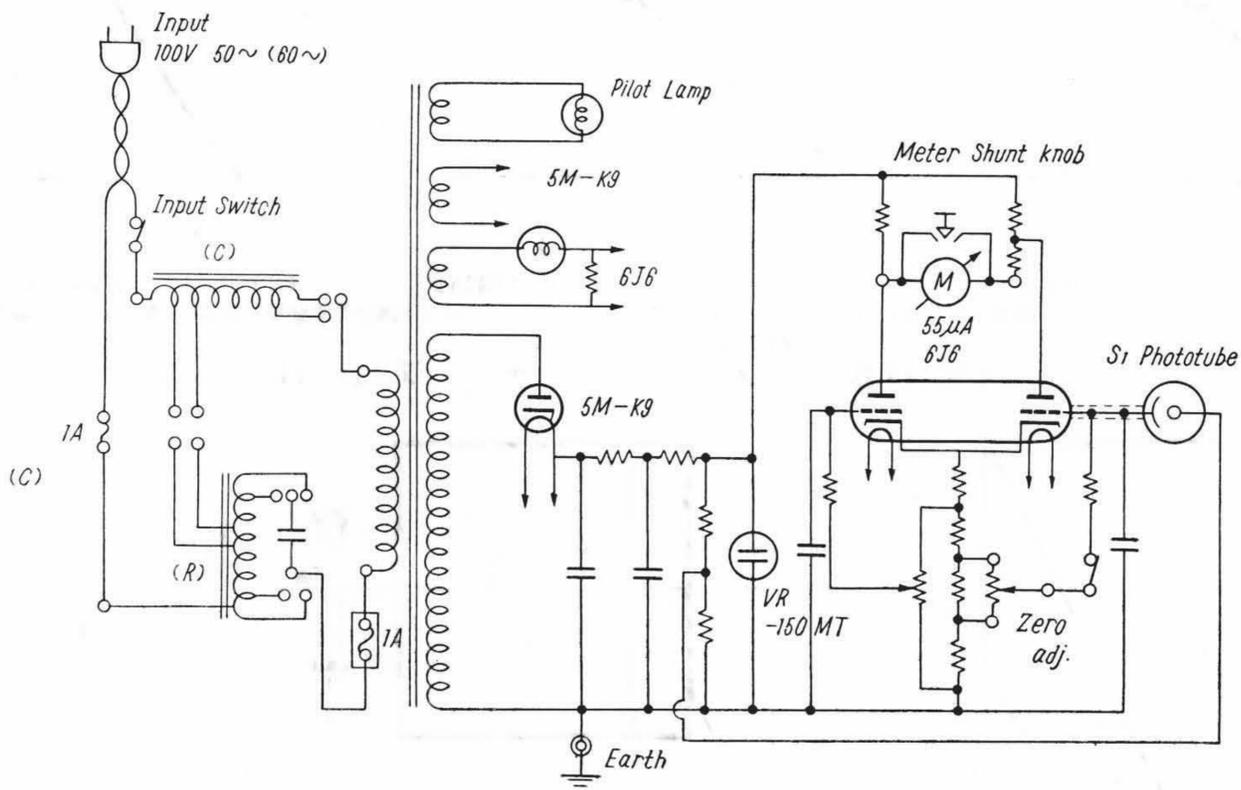


(A) 外 観



RM: 反 射 鏡  
FL: 炎 光  
CL: コ ン デ ン サ レ ン ズ  
LD: 光 量 調 節 絞 り  
SH: シ ャ ッ タ  
IF: 干 渉 フィ ル タ  
PT: 光 電 管  
PP: プ ロ バ ン  
OX: 酸 素

(B) 光 学 系



(C) 増 幅 回 路

第 11 図 FPF 形 炎 光 光 度 計

て測定した結果は、Na, K, Ca それぞれ 0.02, 0.02, 0.5 ppm である。測定法としては外部標準法を用い、精密な測定を望むときは未知試料とほぼ同程度の濃度の標準試料と比較測定をする。一般にはあらかじめ検量線を作り、内そう法によって求める。第 13 図は Na, K および Ca の検量線を示し、十分な感度と精度が得られた。なおこのほかに Sr (681  $m\mu$ ), Li (671  $m\mu$ ) および Rb (780  $m\mu$ ) の分析用干渉フィルタをも完成したので、これらを利用してそれぞれの元素の炎光分析を行うことができる。

### 7. FPL 形 蛍 光 光 度 計

ビタミン、ホルモン、アルミニウム、亜鉛、マグネシウムの塩類、石油など特有の蛍光を発する物質は、蛍光光度計を利用して微量分析を行い非常な成果をあげている。この目的に干渉フィルタを用いた簡便な測定器として FPL 形 蛍 光 光 度 計 を 作 っ た。

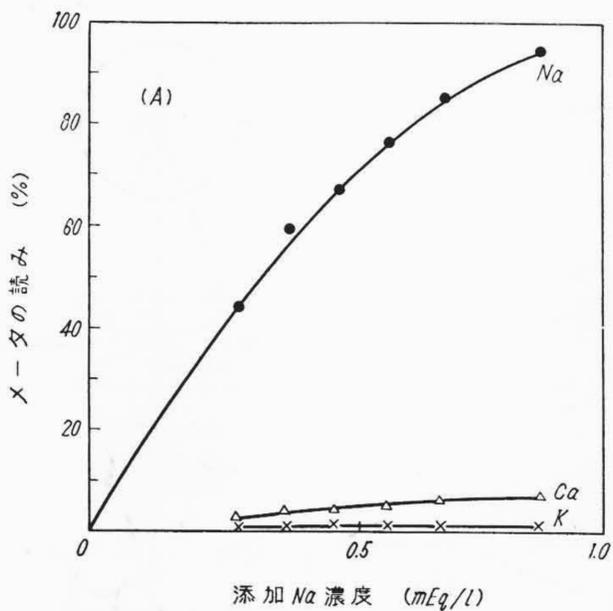
第 14 図 (A) はこの蛍光光度計の外観を、(B) は光学系を示す。光源には超高圧水銀灯を用い、定電圧装置からの安定な電源によって点灯し、UV-D1 フィルタによって 365  $m\mu$  の水銀灯輝線を選択してコンデンサレンズ、シャッタを経て試験管中の試料を励起する。ほかの励起線を使用するときは干渉フィルタ 405, 436, 546  $m\mu$  を使

用する<sup>(2)</sup>。次に試料蛍光の中心波長に合致した干渉フィルタをそう入し、光電子増倍管によって測光し、指示メータにより測定する。干渉フィルタは標準品として 430, 470, 530, 610  $m\mu$  の 4 種を用いたが、任意の波長のものも使用できる。干渉フィルタ、光電子増倍管によって感度を上げていたので、微量試料の測定ができ、測定可能範囲を広げ直線性を良好にすることができた。また光源および増倍管が安定で再現性が高く、メータ直読式のため操作簡単で迅速に測定ができる。

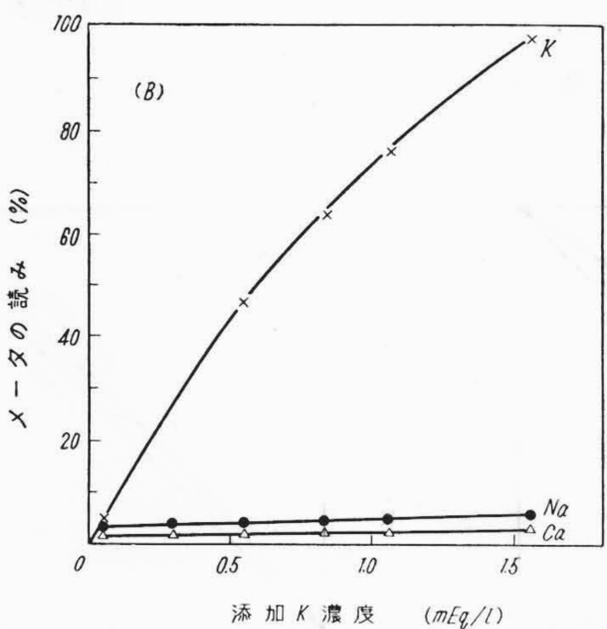
第 15 図には測定結果を示す。(A) はビタミン B<sub>2</sub>, (B) はフルオレソセンソーダ、(C) は硫酸キニーネでそれぞれ図示するように 1 ppm 以下において良好な直線性を示す。検出限界はビタミン B<sub>2</sub> で 0.0001 ppm である。

### 8. SPR 形 光 電 反 射 計

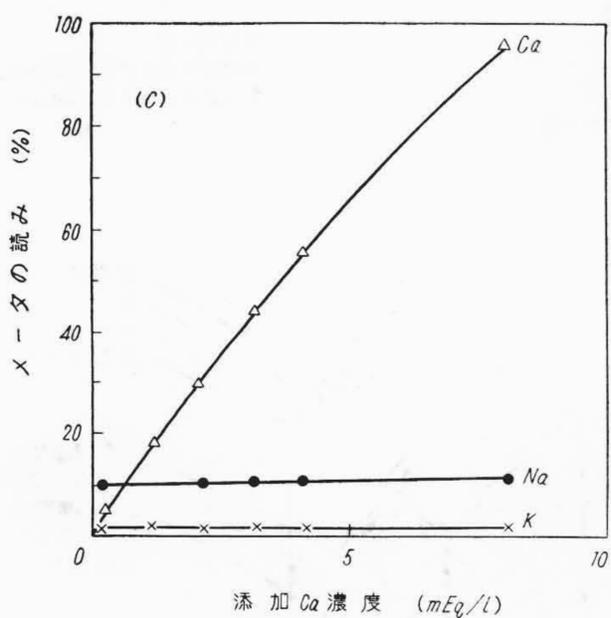
干渉フィルタを用いて簡単で小形、軽量の反射率測定装置を作った。第 16 図 (A) にこの SPR 形 光 電 反 射 計 の 外 観 を、(B) に内部構造を示す。測定は比較測定方式で、目的に応じて反射率の標準となるものの表面または標準白板の上に本体をおき、底面の直径 20 mm の円形測定窓を測定すべき面に正しく密着させる。試料に応じたフ



(A) Na 添加

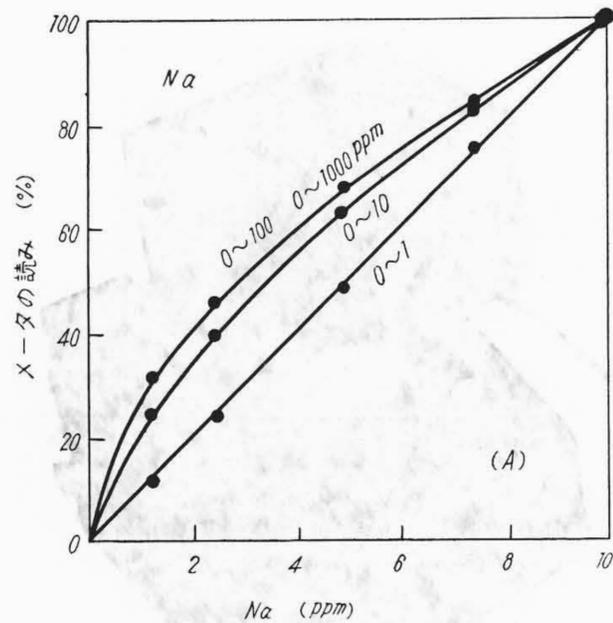


(B) K 添加

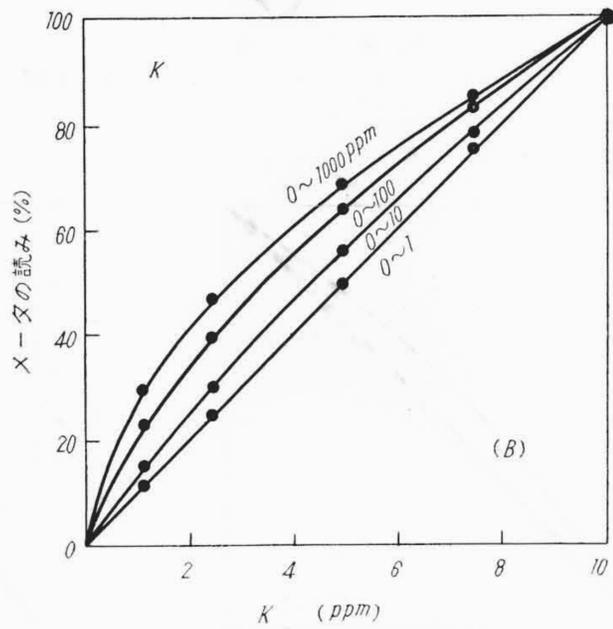


(C) Ca 添加

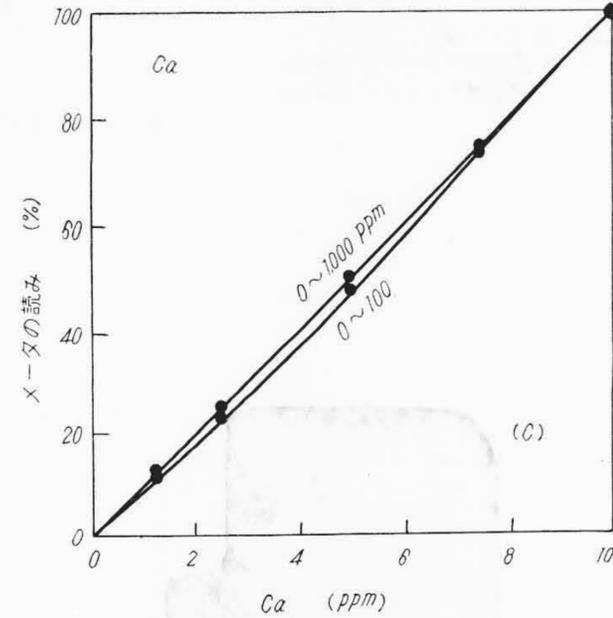
第12図 各元素の干渉の状況



(A) Na 検量線



(B) K 検量線



(C) Ca 検量線

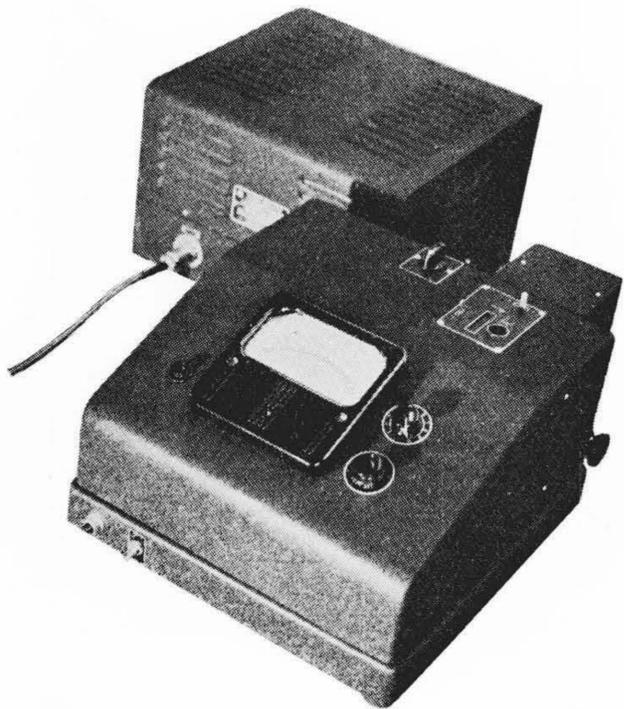
第13図 Na・K・Ca の検量線

フィルタを入れ、光量絞りで100%を合せ、次に測定試料面上に本体を置き換えてその指示を読めば、これがそのフィルタ波長での反射率を示す。標準測定用の干渉フィルタとして赤・緑・青の三種類すなわちR(610m $\mu$ ), G(530 m $\mu$ ), B(470 m $\mu$ )を付属させこれで測定する。その他の任意波長のフィルタも使用できる。受光部にはセレン光電池を使用した。重量は3.1 kgである。

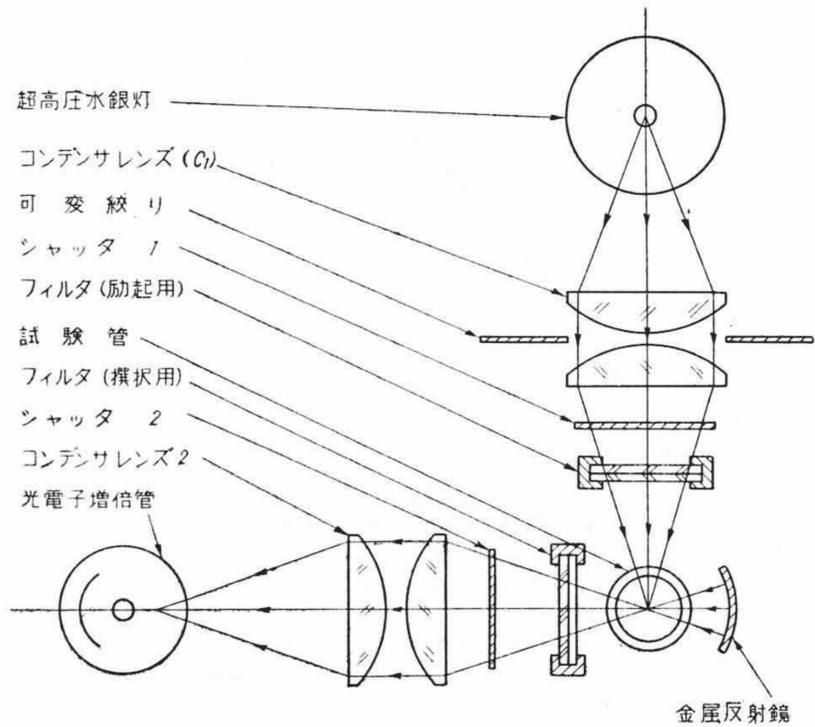
第4表はこのSPR形光電反射計で各種試料の反射率および汚染布の洗浄度(反射率)を測定した結果で、分光光電光度計での測定値

と比較したものである。第17図はその数例を比較図示したものである。これらの測定結果を比較して、着色試料の測定にはフィルタを使用しているために精度は悪いが、試料と補色のフィルタを使用して測定精度を向上させることができる\*。無彩色試料や汚染布の洗浄度の測定では精度もよく2%以内にはいつている。また退色度、色差の場所的、時間的変化の測定などにも利用できる。

この光電反射計にCIEの三スペクトル刺激値と同形の分光透過率をもったフィルタを使用すると、色度が直読できかつ測色を簡単、

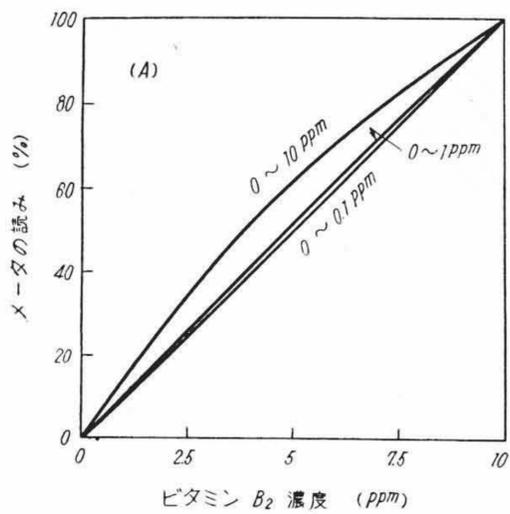


(A) 外 観

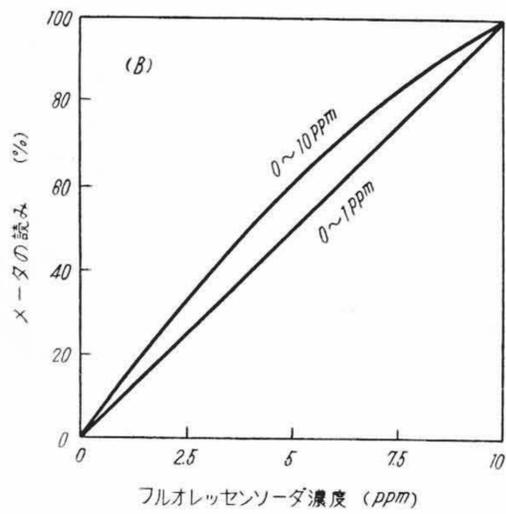


(B) 光 学 系

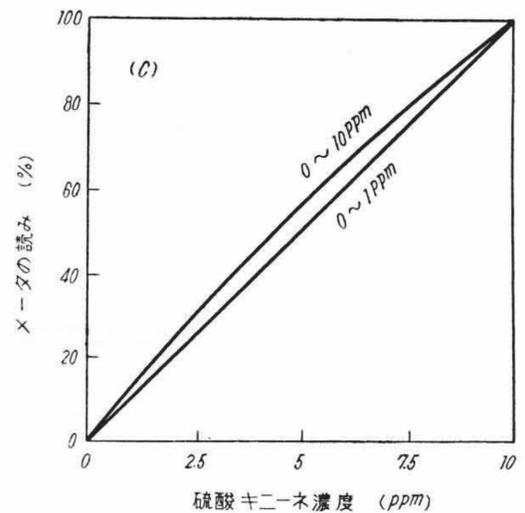
第 14 図 FPL 形 蛍 光 光 度 計



(A) ビタミン B<sub>2</sub>  
励起用フィルタ: 365 m $\mu$   
選択用フィルタ: 530 m $\mu$

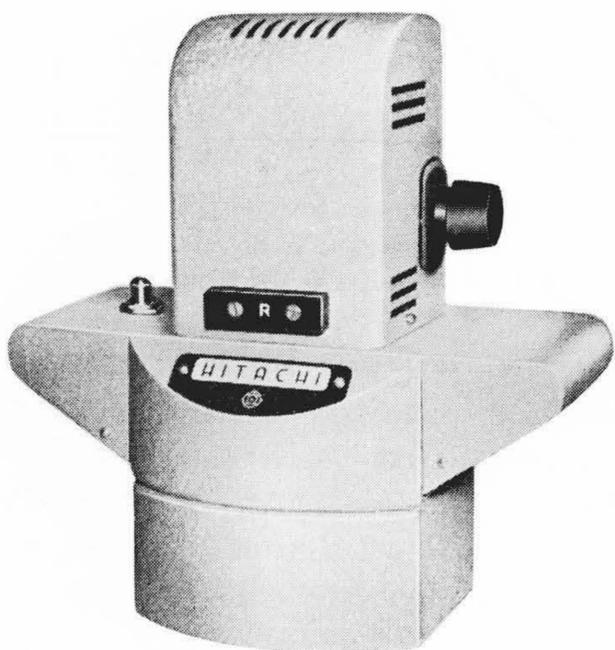


各種溶液の検量線  
(B) フルオレッセンソーダ  
励起用フィルタ: 436 m $\mu$   
選択用フィルタ: 546 m $\mu$

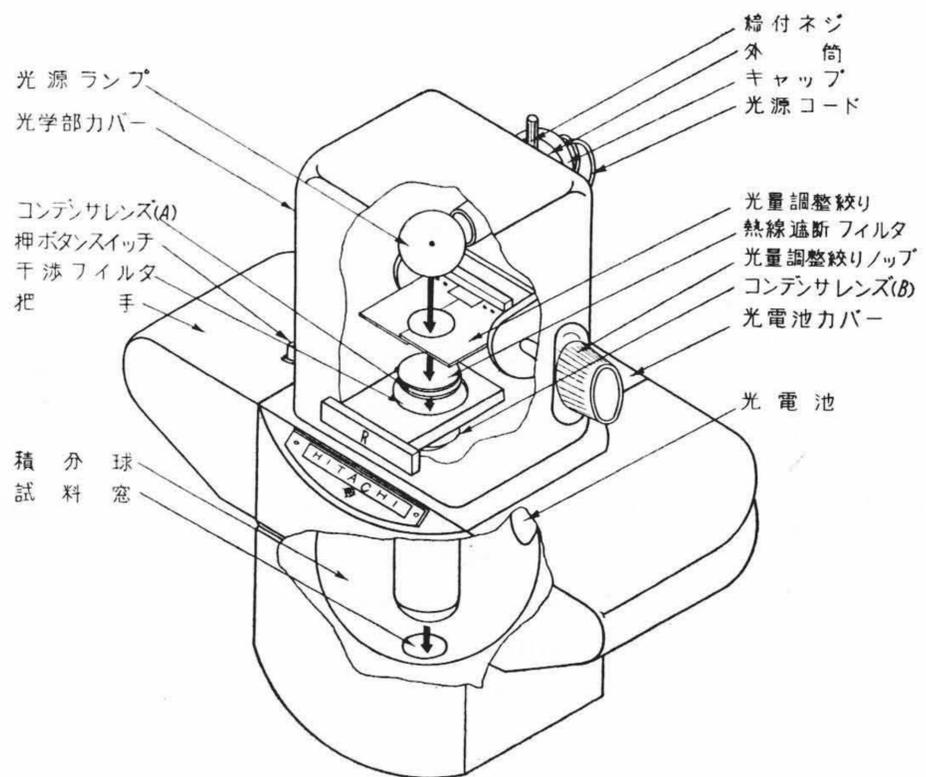


(C) 硫酸キニーネ  
励起用フィルタ: 365 m $\mu$   
選択用フィルタ: 470 m $\mu$

第 15 図 FPL 形 光 電 光 度 計 の 測 定 例



(A) 外 観



(B) 内 部 構 造

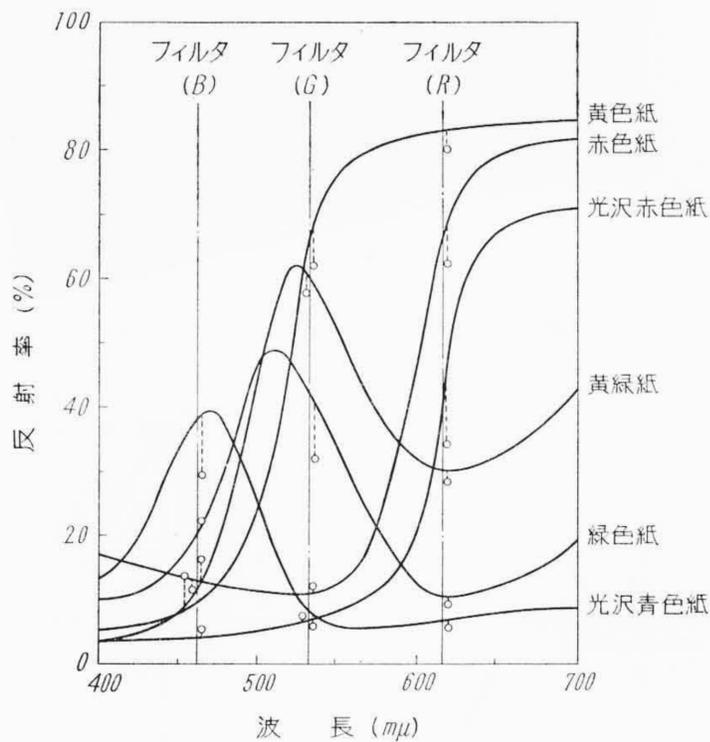
第 16 図 SPR 形 光 電 反 射 計

第4表 SPR形フィルタ光電反射計による各種試料および汚染布の反射率の測定結果と EPU形分光光電光度計による測定結果の比較

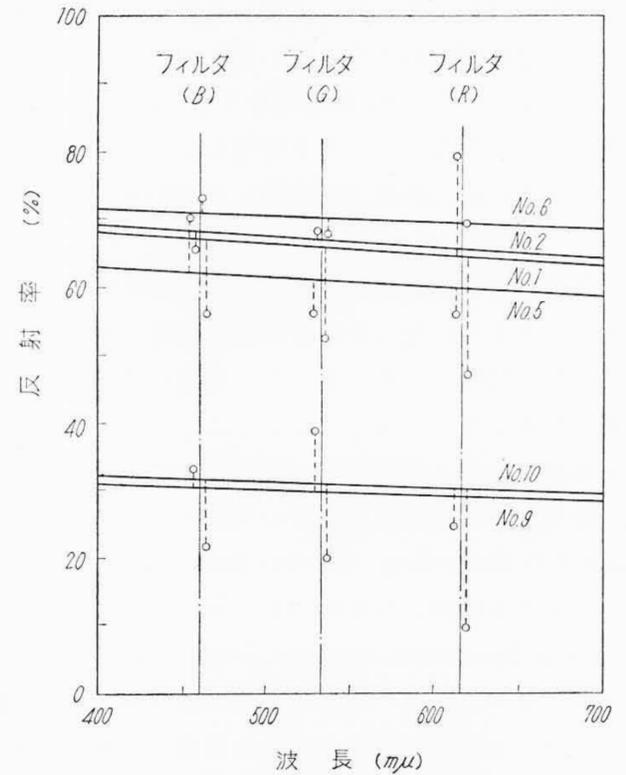
試料	タイルおよび色紙の反射率の測定結果									汚染布の反射率の測定結果									
	タイル白	タイル緑	赤色紙	緑色紙	黄緑紙	黄色紙	白色紙	光沢赤色紙	光沢青色紙	No. 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SPR <sup>o</sup> 測定値 フィルタ(B)	85.5	57.4	11.0	21.5	16.7	13.5	82.9	5.0	29.5	65.8	66.0	67.2	67.8	63.0	70.5	69.8	69.7	28.5	30.0
EPU*測定値	81.6	54.0	12.6	20.4	12.0	8.4	83.1	4.0	37.7	66.9	66.2	69.3	68.7	62.2	70.3	68.3	68.2	28.2	31.0
差	+3.9	+3.4	-1.6	+1.1	+4.7	+5.1	-0.2	+1.0	-8.2	-1.1	-0.2	-2.1	-0.9	+0.8	+0.2	+1.5	+1.5	+0.3	-1.0
SPR測定値 フィルタ(G)	93.6	75.0	11.7	32.0	58.5	62.0	83.6	6.0	5.8	65.0	67.0	67.0	67.0	61.5	69.8	67.8	68.8	28.9	29.6
EPU測定値	87.4	73.2	11.0	42.5	61.0	66.5	82.2	6.5	8.0	66.4	66.9	69.0	69.0	62.0	70.0	68.0	68.7	28.0	30.7
差	+6.2	+1.8	+0.7	-10.5	-2.5	-4.5	+1.4	-0.5	-2.2	-1.4	+0.1	-2.0	-2.0	-0.5	-0.2	-0.2	+0.1	+0.9	-1.1
SPR測定値 フィルタ(R)	92.7	61.9	62.6	9.8	28.0	80.0	81.7	34.0	5.8	64.2	67.5	67.1	66.5	61.4	69.0	67.2	68.0	27.0	28.0
EPU測定値	90.0	62.0	66.0	10.2	30.0	83.0	84.0	43.0	6.7	66.0	66.0	68.1	68.0	61.8	69.0	68.2	68.1	27.5	30.1
差	+2.7	-0.1	-3.4	-0.4	-2.0	-3.0	-2.3	-9.0	-0.9	-1.8	+1.5	-1.0	-1.5	-0.4	0	-1.0	-0.1	-0.5	-2.1

<sup>o</sup> SPR: SPR形フィルタ光電反射計

\* EPU: EPU形分光光電光度計



(A) 各色紙の分光反射率と SPR 形光電反射計の測定値  
○ 印: SPR 形光電反射計の測定値  
—: EPU 形分光光電光度計の測定値



(B) 汚染布の分光反射率と SPR 形光電反射計の測定誤差。測定誤差を10倍に拡大して示したもの

第17図 SPR形光電反射計の測定例

迅速に行うことができ便利である。この種の色度直読式光度計は今までに数種のものを作られ、光電池や光電管とフィルタを組合せる方法が一般に用いられているが<sup>(6)(7)</sup>, Luter の条件を満足するフィルタを作ることがなかなか困難な問題である。干渉フィルタを用い各膜厚を適当に選べば所望の透過曲線に合致したフィルタを作ることができるので、これで三スペクトル刺激値と同形の分光透過率をもった干渉フィルタを作り、簡易形光電色度計をも試作した<sup>(8)</sup>。

### 9. 結 言

干渉フィルタを用いて三つの形の光電光度計および炎光光度計、蛍光光度計、光電反射計などを作った。これらの測定器はいずれも構造簡単、取扱い操作測定が容易で軽量かつ廉価であり、日常一般の試料を迅速に測定処理できるので便利である。干渉フィルタの単

\* 4. でのべた二次干渉フィルタと光電管を用いれば、測定精度をさらに向上させることができる。

色性がすぐれていて性能も安定で耐久性もよく、分光式のものに匹敵する精度で分析ができるから、これらのフィルタ式光度計が広範囲に利用されるようになり手軽に分析ができるようになった。

最後に、本研究の干渉フィルタについてご指導を賜った大阪大学工学部吉永教授、および装置の試作実験にご指導いただいた東京教育大学大八木助教授に厚くお礼申しあげ、またご指導ご協力いただいた当工場関係各位に厚く感謝する。

### 参 考 文 献

- (1) 岩崎敏勝: 日立評論 42, No. 2, 221 (1960)
- (2) 岩崎敏勝: 応用物理 27, 614 (1958)
- (3) M. Sugawara: J. Phys. Soc. Japan. 12, 1282 (1957)
- (4) 小沼武男: 分光研究 6, 29 (1958)
- (5) 小沼武男, 山崎義一: 日立評論 40, 579 (1958)
- (6) A. Dresler & H. G. Fröling: Licht 8, 238 (1938)
- (7) B. T. Barnes: J. Opt. Soc. Am. 29, 448 (1939)
- (8) 吉永弘, 岩崎敏勝: 応用物理 21, 66 (1952)