U.D.C. 621.383.2:535.215.1

測光用光電管について

On the Phototubes Used for Photometry

菅原理夫*

內 容 梗 概

光電管は光学的測定に広く利用されている。しかし現在の真空型光電管でも,そのまい使用する時は 測定に思わぬ誤差を生ぜしめるものが少なくない。

筆者は日立分光光電光度計 EPB-V 型を用いて多くの真空型銀酸化セシウム光電管,アンチモンセシウム光電管を用い,誤差の原因となる現象について実験を行つた。その結果これらは陰極以外にも光電管内各部に微量ながら光電物質が附着していることによつて生ずるものと推論するにいたつた。さらに2箇の陰極を有する光電管によつて,附着光電物質の効果を明かにすることができた。

上記効果を防止する目的で管球内面に透明な導電性被膜を形成せしめ,これを用いて光電管を試作し, 満足すべき結果をうることができた。

[I] 緒

言

光電管はトーキ,写真電送などに使用される一方,学 術的にも測光、特に分光測光の分野において重要な位置 を占めている。最近分光光電光度計の発達に伴い、分光 測光は工業方面たとえば化学工業,金属工業,製紙,織 物, 製陶方面に広く利用され, 工場の品質管理, 作業管 理に使用されるまでに普及しついある。分光光電光度計 は一般に光源部, モノクロメータおよび光のエネルギを 検出測定する受光部からなる。受光部は光電管と増幅装 置を組合せるか,あるいは光電子増倍管が使用されてい る。したがつて光電管あるいは光電子増倍管の良否は分 光光電光度計の性能に大きな影響を与える。 光電管は古くから測光に使用され、多くの人々(1)~(5) によつてその特性が検討されているが, 真空型光電管で も測光に用いるには相当重大な欠点を有するものが少く ないといわれている。たとえば光束と光電流が比例しな い(1)~(4), 著しい疲労現象がある(5), 感度が光電面の場所 によつて異なる(2)、あるいは感度が日を経るにつれて変 化する(2)などが指摘されている。また光電子増倍管は光 電管に比べてその歴史は新しいが光電管と類似の欠点が しばしば報告されている(4)(6)。したがつて分光光電光度 計に光電管を用いる場合には,その特性をしらべた上十 分正しい結果を与えるものを選定使用し,また使用方法 も光電管の特性を考えてできるだけ誤差の生じないよう な測定方法を採用することが望ましい。すなわち、光電 管, 光電子増倍管は入射光束に対して光電流が正しく比 例するもの,光電流の時間的変化の少ないものおよび熱 電子流, 陰陽両極間の漏洩電流などいわゆる暗電流の少 ないものを選ばねばならない。一方光電面の感度が場所 によつて異なることを考慮して、光は光電面の広い面積 にあたるように,かつ常に一定の範囲に入射するように



* 日立製作所中央研究所

M: 電流計 T: 光電管 C: 吸収部

- Fig. 1. The Optical System of the Hitachi Photoelectric Spectrophotometer, Type EPB-V
 - L: Light Source P: Prism S: Slit
 - M: Ammeter T: Phototube
 - C: Absorption Chamber

光学系が設計され,また感度の経日あるいは経年変化を 考慮して独立測定を避けて比較測定を採用するなどの注 意が必要である。

筆者は1953年頃日立分光光電光度計 EPB-V 型を用 いて国内,国外の一般に市販されている真空型銀酸化セ シウム光電管,アンチモンセシウム光電管各 20 本ずつ について主として光の入射遮断に対する光電流の即応性 および測定値の誤差について検討した。その結果支障な く使用しうるものは僅か 10% 程度にすぎなかつた。こ れより測光用光電管の研究と自家製造の必要を強く感 じ,光電管の試作と研究を行つて来た。こゝにその研究 結果を取纒めて報告する。

まずよく知られている方法で試作した真空型銀酸化セシウム光電管, アンチモンセシウム光電管を EPB-V 型分光光度計で試験したときに見られる光電流の非即応性, 測定値の誤差およびこれらに関する考察を述べる。 つぎにこれらの現象に関し, 2箇の光電面を有する光電管を試作して行つた実験結果を述べ,最後に測光用としてほとんど欠点のない光電管の試作について述べる。

〔II〕 光電管の非即応性および測定値の誤差

(1) 実験装置および方法

実験に用いた EPB-V 型分光光電光度計は元来可視部 の分光吸収測定用として製作されたもので,その波長範 囲は 380~800 mµ である。第1図(前頁参照)にその光 学系を示す。図のSは入射および射出スリットが上,下 に位置する点で,これらは連動になつており,スリット 幅 0.02~2mm の間に変化しうる。Cは吸収部でつまみ によつて前後に動かしうる試料台を有し,容易に測定試 料に光をあてることができる。また吸収部の一端にシャ ッタが取附けられている。

光電流は第2図に示したごとき増幅回路によつて増幅 され,指針型マイクロアンメータ M で測定される。Mはこの場合光電流の時間的変化がよく見うるように,特 に応答度 (Responsibility) のよいものを用いた (フル スケールの電流を通じたとき指針が止まるまでの時間が $1.4 \sim 1.8$ 秒)。抵抗 R_g は 800 M Ω で,電流計1目盛は 光電流 1.8×10^{-12} A に相当する。電流計を含めた増幅器 の時定数は 1 秒以下で,時間の測定にはストップウオッ チを使用した。実験に用いた光電管の形状を第3図に示 す。

(2) 実験方法



Fig. 2. Amplifier Circuit

T: Phototube V_1, V_3 : 6C6 (Special made) V_2 : 6SN7 M: Pointer Type Microammeter



第1図Tは試験すべき光電管であって,これをシリカ ゲルで十分乾燥した容器に収め,光電管の外側に漏洩電 流を生じないようにする。まず光を入射あるいは遮断し た場合,メータMの指針が停止するまでの時間をストッ プウオッチで測定し,その間の指針の動き方を観察した。 つぎに吸収部Cに透光板を置き,試料台を動かして,光 が透光板を通った場合と通らない場合とのおのおのを測 定し,これより透光板の透過率を求めた。この値を標準 光電管*で測定したときえられる透過率(標準値)と比較 し,その差の大小を以て試験光電管の信頼性を判定する こととした。

第4図に実験に使用した透光板の標準分光透過率を示す。

以上の実験は 380~800 mµ の範囲で 20 mµ おきの 波長について, 電圧, 光電流を種々の値に変化して測定 した。

(3) 測定結果と考察

(a) 非 即 応 性

光電流が光の入射に即応して生ずるとすれば、本装置ではメータ Mの指針は 1.4~1.8 秒の間に最終値に達す

*電気試験所において分光透過率を正確に測定した標準透光板を多くの銀酸化セシウム光電管で再測定し,電気試験所の値と380~800 mµの範囲で0~+0.3%以内で一致する値を与えるものを標準光電管とした。



第3図 実験に使用した光電管 Fig.3. Out Line of the Phototube Used



Fig. 4. Standard Spectral Transmittancy Curve of the Filter Used



測光用光電管について



る筈である。しかし多くの光電管ではこれより長い時間 を要し,はなはだしい場合は数分を要することもあつた。



349

光の遮断に際しても同様な現象が見られた。

指針が最終値に達するまでの動き方を見ると,第5図 に示した A, B, C の3つの型に大別することができ る。今後これらをそれぞれA型, B型, C型の異常と呼 び,また最終値に達するまでの時間を遅れ時間と呼ぶこ とにする。

A型の異常では光電流が初めは十分速く変化するが, 最終値に近くなるとおそくなり,徐々に最終値に達する。 B型の異常では一時ある値にとまるが再び変化し始めて 最終値に移る。C型の異常では光電流は最終値を行き過 ぎてからもどつてくる。A型、C型では遅れ時間は30秒 以内であるが, B型では一般により長く, 数分を要する 場合が少くない。以後遅れ時間が 1.4~1.8 秒のものは 正常な光電管と呼ぶこととする。この現象は入射光の波 長,光量および光電管に加える電圧によつて変り,光電 管箇々によつても異なる。第6図は電圧,波長を一定に して光量のみ変化した場合のオッシログラムで,光量に よつて異常の型が変化すること,あるいはほとんど正常 なものが異常を示すようになることを示している。従来 光電流が時間とともに減少することは疲労現象としてよ く知られている(7)が、上記の現象を疲労現象と見ること は困難である。特にB型の異常を示す光電管では感度に 二重性があるかのごとき興味ある特性を示すが, これに ついては後に述べる。なお銀酸化セシウム光電管では熱



- (a) Antimony-Caesium Phototube
- Anode Voltage: 70V Wave Length: 480mµ (b) Silver-Caesium Oxide Phototube
 - Anode Voltage: 90 V Wave Length: 780m µ

電子流 10⁻¹⁰A 以上のものが少くない。このような場合 室温の変化により著しく指度が変化するが、こくにいう 異常はこれとは異なるものである。

(b) 測定値の誤差

同一透光板の透過率を測定するとき,光電管を変える と一般に多少の差が現われ,異なる測定値がえられる。

_____ 107 _____

日 立 評 論

第1表 種 々 の 電 圧 に 対 す る 測 光 誤 差 (銀酸化セシウム光電管) Table 1. Discordance of Phototube at Various Voltages (Silver-Caesium Oxide Phototube)

波 長 (mµ)	電圧(V) 光量比	150	130	110	90	70	50	40	30	20	10	5
500	200 150 100 50	+0.3 0 +0.2 -0.2	+0.1 0 +0.1 0	+0.1 +0.1 +0.1 -0.6	+0.4 0 0 0	+0.6 0 +0.1 -0.1	+0.1 0 0 0	0 0 -0.2 0	0 0 -0.4 -0.3	-0.5 -0.7 -0.8	+0.1 0 -0.2 +0.7	-0.2 -0.7 -0.2 -0.5

備考: 測光誤差=(測定值)-(標準值)

第2表種々の電圧に対する測光誤差(アンチモンセシウム光電管) Table 2 Discordance of Phototubo at Variana Value (A ii a contractional)

able 2.	Discordance	01	Phototube	at	Various	Voltages	(Antimony-(Caesium	Phototube'
							-		

波 長 (mµ)	電圧(V) 光量比	150	130	110	90	70	50	40	30	20	10	5
500	200 150	+0.8	+0.7 +0.5	+1.0 +0.8	+0.5 +0.7	+1.0 +0.7	+0.5 +0.7	+0.4	+0.3	+0.2	+0.3	+0.7
500	100	+0.9	+0.8	+0.8	+0.8	+0.7	+0.6	+0.3	+0.5	+0.6	+0.6 +0.1	0 + 0.5
	50	0	+0.5	+0.3	+0.3	+0.1	+0.5	+0.1	+0.3	+1.0	+0.8	+0.2

備考: 測光誤差=(測定値)-(標準値)





こ、に測定値と標準値との差を取つたが以下これを測光 誤差と呼ぶことにする。測定の際の誤差を考え測光誤差 が 0.5% 以下の光電管は,正常な光電管とする。一方 0.5% 以上の測光誤差は主として光束と光電流の間の比 例性がよく成立しないために生ずるものと考えられる。 ただしスリット幅をきわめて大きくした場合あるいは入 射光の波長に対して光電管の感度が,低い場合にはフレ ーヤや波長幅の影響を受けて測光誤差が大きく出るので 注意しなければならない。測光誤差もまた波長,光量, 電圧によつて異なる値を取り光電管箇々によつても異な る。第1表および第2表に同一波長の光で光量,電圧を 変化した場合の測光誤差を示す。また第7図および第8 図はそれらの光電管の電圧電流特性を示したものであ る。 Fig. 8. Current-Voltage Characteristics of the Phototube

(Antimony-Caesium Phototube Wave Length: $500 \text{ m}\mu$)

光東一光電流の非直線性は従来多く論じられて来 た^{(1)~(4)}。その原因として空間電荷,残留ガス,温度変化 の影響,硝子面の荷電,陰極以外の碍子面に附着する光 電物質などが挙げられている⁽⁴⁾。しかし第1~2表にお いて5V,10Vのごとく光電流が飽和しない低い電圧に おいても測光誤差が小さい場合が少なくない。また光電 流や電圧に対しても一定の傾向を示さない。これらから 空間電荷,残留ガスおよび温度の影響は重大なものでな いと判断される。第3表および第4表に異常および測光 誤差の実測例を示す。この例からも見られるように,異 常と測光誤差とは相伴う傾向が強いようであるが,しか しより以上の関係は実験結果からは見出しえなかつた。

(c) 経日変化および加熱の影響

光電管の異常および測光誤差は常温で暗所に放置して



- 108 -

- 第3表光電管の異常と測光誤差(その1) (銀酸化セシウム光電管)
- Table 3. Time Lag and Discordance of the Phototube Ex. 1

(Silver-Caesiumoxide Phototube)

波 長	測光誤差	異	Į		常	波 長	1
		光を遮	断した場合	光を入身	対した場合		
(mµ)	(%)	型	おくれ時間	型	おくれ時間	(mµ)	
380	-0.1	A	11秒	Α	5秒	380	
400	+0.4	А	24	С	10	400	
420	+0.6	Α	20	С	12	420	
440	+0.7	Α	20	С	4	440	
460	+0.6	А	23	С	4	460	ľ
480	+0.4	А	15	С	4	480	
500	+0.4	А	8	С	10	500	
520	+0.5	А	8	С	13	520	
540	+0.1	А	6	С	6	540	
560	0	А	6	С	6	560	
580	-0.4	А	4	с	2	580	
600	-0.3	Α	4	正常	1.4	600	
620	0.5	A	2	正 常	1.4	620	
640	-0.6	正常	1.4	正常	1.4	640	
660	-0.4	正常	1.4	正常	1.4	660	
680	-0.6	正常	1.4	正常	1.4	680	
700	0.5	正常	1.4	正常	1.4	700	
720	-0.2	正常	1.4	正常	1.4	720	
740	0	正常	1.4	正常	1.4	740	
760	0	正常	1.4	正常	1.4	760	
780	0	正常	1.4	正常	1.4	780	
800	0	正常	1.4	正常	1.4	800	
備考: 光	電 流: 1.8×	10-10A	1 3			備考: 第:	3

- 第4表光電管の異常と測光誤差(その2) (銀酸化セシウム光電管)
- Table 4. Time Lag and Discordance of the Phototube Ex. 2

(Silver-Caesiumoxide Phototube)

波	長	測光誤差	異			- 1.94 A.74	常
~	~		光を遮め	折した場合	光力	巨 入身	対した場合
(n	η <i>μ</i>)	(%)	型	おくれ時間	型	ñ	おくれ時間
3	380	+1.5	A	35秒	E	3	200秒
4	400	+2.0	Α	35	E	3	200
4	420	+1.4	Α	35	E	3	200
4	440	+0.7	Α	50	E	3	100
4	460	-0.2	正 常	1.2	IE.	常	1.2
	480	-0.4	С	20	C	2	20
:	500	-0.6	С	20	C	2	20
5	520	-0.2	С	30	C	2	20
:	540	-0.5	С	30	(C	20
	560	-0.6	С	30	(2	20
	580	-0.6	С	30	ΤĒ	常	1.4
į,	600	-0.4	С	30	正	常	1.4
	620	-0.5	С	30	ΤĒ	常	1.4
	640	-0.7	С	30	ΤĒ	常	1.4
3	660	-0.6	С	30	正	常	1.4
3	680	-0.3	С	30	正	常	1.4
9	700	-0.9	С	30	ΤĒ	常	1.4
Ø	720	-0.7	C	30	Æ	常	1.4
3	740	-0.7	С	30	Æ	常	1.4
	760	-0.3	С	30	正	常	1.4
		2 Sec. 64	-			NIC	1 4

				1	
800	-0.5	C	30	正 常	1.4
100	0.0	~	00	113	

備考: 第3表参照

測光誤差: (測定值)-(標準值) おいても変化する場合が少なくない。この場合これが著

陽極電圧: 30V

しくなる場合もあれば少なくなる場合もある。

常温よりも高い温度たとえば 50°C で長く加熱すると 一般に異常および測光誤差が著しくなる。

さらに興味ある点は光電管の一部,たとえば頸部ある いは入射窓の一部を100~200°C で20~30分間加熱する だけで異常および測光誤差に著しい変化が認められる。 この場合異常および測光誤差のあったものがほとんど正 常な状態になるものが可成りあるが数日経過すると前に 似た状態にもどる。これらのことはつぎのごとく考えら れる。

光電管内壁には陰極以外の部分にも小量ではあるがセ シウムあるいはその化合物が附着している。光電管の一 部を加熱するときはこれら蒸発しやすい附着物が飛び去 り、他の部分に移る。しかし管内には常時ある程度セシ ウムの蒸気圧があるために時日が経過すると再びこの部 分に前と類似の薄層ができる。すなわち異常および測光 誤差はこれら各部に附着する光電薄層によって支配され ると推論できる。そのため正常な状態になった光電管も 数日後再び以前に似た異常現象を示すようになる。もち



第9図 実験に用いた二陰極光電管 A: 陽極 B: 第1陰極 C: 第2陰極b: 第1陰極端子 c: 第2陰極端子 Fig.9. Two-Cathode Phototube Used

A: Anode B: 1st Cathode

C: 2nd Cathode b: 1st Cathode Lead

c: 2nd Cathode Leads

------ 109 ------

352 昭和31年2月

第38卷第2号

第5表実験管Iの異常と測光誤差 第1陰極: -30V 第2陰極: 接続せず Table 5. Time Lag and Discordance of Tube I

1st Cathode: -30V 2nd Cathode: Isolated

	Longer and the second second	p	3		216		
波 長	測 光 誤 差	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	Ę	1	常	波 長	測 光
(m //)	(%)	九を遮	断した場合	光を入	射した場合		
(111 / 2)	(70)	型	おくれ時間	型	おくれ時間	(mµ)	, C
380	+ 2.9	A	50秒	С	20秒	380	
400	+ 2.2	A	30	С	20	400	
420	+ 2.1	A	30	С	20	420	
440	+ 2.0	A	30	С	20	440	
460	+ 1.9	A	30	С	20	460	
480	+ 1.9	A	30	С	20	480	
500	+ 2.0	A	30	С	20	500	
520	+ 2.5	A	30	С	20	520	
540	+ 3.3	A	30	С	20	540	-
560	+ 4.6	A	30	С	20	560	+
580	+ 6.1	A	30	С	20	580	+
600	+ 6.8	A	30	С	20	600	+
620	+ 4.6	Α	30	С	20	620	+
640	- 0.1	正 常	1.6	正 常	1.6	640	+1
660	- 0.4	正 常	1.6	正 常	1.6	660	+1
680	- 0.2	正 常	1.6	正 常	1.6	680	+1
700	- 0.3	正 常	1.6	正常	1.6	700	1
720	- 0.5	正 常	1.6	正 常	1.6	720	
740	- 0.4	正常	1.6	正 常	1.6	740	
760	0	正 常	1.6	正 常	1.6	760	威思
780	+ 2.1	正常	1.6	正 常	1.6	780	
800	+10.9	正 常	30	A	30	800)
Table 7 1st a	. Time L nd 2nd C	ag and athode :	Discorda: -30 V	nce of '	Гube I	(TTT) 9	55 m
R 15	SHILL NY ALL SA	星				(III) 2	H
又 投	则 尤 誤 差	米ち遊客			心	->1. At a 111	回い
(mµ)	(%)	ノロシア国	TP TELLN	NG+ 7 A	常	則即の推	面の論が
		75.1	した場合	光を入射	常 した場合	即の推 光電管を作	回 論が り,-
380	(70)	型	っした場合 おくれ時間	光を入射 型	常した場合 おくれ時間	前前の推 光電管を作 他の一つは	回 論が り,- 孤立
400	+0.1	型正常	した場合 おくれ時間 1.6秒	光を入射 型 正 常	常 した場合 おくれ時間 1.6秒	即の推 光電管を作 他の一つは 定を行え)	回 論が り,- 孤立 ゴ大
420	+0.1	型正常正常	した場合 おくれ時間 1.6秒 1.6	光を入射 型 正常 正常	常 した場合 おくれ時間 1.6秒 1.6	 前前の推 光電管を作 他の一つは 測定を行えば 	回り 論が り, 一 孤 式 大 二
440	+0.1 0 0	型正常常正常	した場合 おくれ時間 1.6秒 1.6 1.6	光を入射 型 正常常 正常	常 した場合 おくれ時間 1.6秒 1.6 1.6	 前節の推 光電管を作 他の一つは 測定を行えば 第9図(j) 	回 論が り,- 孤 式 丁 百
440 460	+0.1 0 0 -0.1	型正常常常定正	した場合 おくれ時間 1.6秒 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6	光を入射 型 正常常常 正正常常	常 した場合 おくれ時間 1.6秒 1.6 1.6 1.6	 ・前前の推 ・光電管を作 他の一つは 測定を行えば 第9図() 管であつて、 	回 論 が り , 一 武 大 貢
440 460 480	+0.1 0 0 -0.1 -0.1	型正常常常常常	した場合 おくれ時間 1.6秒 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6	光を入射 型 正 常常常 常 正 正 正 正 正	常 した場合 おくれ時間 1.6秒 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6	 前前の推 光電管を作 他の一つは 測定を行えば 第9図(前 管であつて、 (以下第1陰	回 論 り ,一 武 大 貢 <i>A</i> に あ ン 、 一 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 一 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 、 、 、 、 、 、 、 、 、 、 、 、
440 460 480 500	$ \begin{array}{r} +0.1 \\ 0 \\ 0 \\ -0.1 \\ -0.2 \\ \end{array} $	型正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正	した場合 おくれ時間 1.6秒 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6	光を入射 型 正正正正正正正 正 正 正 正 正 正 正 正 正 正 正 正 正 正	常 した場合 おくれ時間 1.6秒 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6	 前即の推 光電管を作 他の一つは 測定を行えば 第9図() 管であつて、 (以下第1陰 電面()」下第 	回流り 孤 ず 前 り 孤 ず 前 の 孤 ず 前 の 本 可 大 貢 れ と の
440 460 480 500 520	$ \begin{array}{r} +0.1 \\ 0 \\ 0 \\ -0.1 \\ -0.2 \\ -0.1 \end{array} $	型正正正正正正正正正正正正	した場合 おくれ時間 1.6秒 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6	光を入射 型 二 常常常常常常 正 正 正 正 正 正 正 正 正 正 正 正 正 正 正 正	常 した場合 おくれ時間 1.6秒 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6	 町即の推 光電管を作 他の一つは 測定を行えば 第9図(前 管であつて、 (以下第1陰) 電面(以下第 	回 論 り 孤 ば 前 が 一 立 大 貢 イ に 茶 う 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 二 、 、 一 、 二 、 、 一 、 二 、 、 一 、 二 、 、 、 、 、 、 、 、 、 、 、 、 、
440 460 480 500 520 540	$ \begin{array}{c} +0.1 \\ 0 \\ 0 \\ -0.1 \\ -0.2 \\0.1 \\ -0.2 \end{array} $	型 常常常常常常常常常	した場合 おくれ時間 1.6秒 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6	光を入射型 正正正正正正正正正正正	常 した場合 おくれ時間 1.6秒 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6	 町町の推 光電管を作 他の一つは 測定を行えば 第9図(1) 管であつて、 (以下第1陰) 電面(以下第) 別々に電圧を 	■論り 砥 ば 前 ▲ 幕 を が 一 立 大 頁 A ↓ と 加
440 460 480 500 520 540 560	$ \begin{array}{c} +0.1 \\ 0 \\ 0 \\ -0.1 \\ -0.2 \\ -0.1 \\ -0.2 \\ 0 \end{array} $	型正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正	した場合 おくれ時間 1.6秒 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6	光を入射型 正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正	常 した場合 おくれ時間 1.6秒 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6	 前前の推 光電管を作 他の一つは 測定を行えば 測定を行えば 第9図(前 管であつて、 (以下第1陰 電面(以下第 別々に電圧を 子C間の抵害	回論り 孤 ば 前 「 幕 を 立 た 百 本 二 本 百 本 二 本 百 本 二 二 本 百 本 二 本 百 本 二 本 百 本 二 本 二
440 460 480 500 520 540 560 580	$ \begin{array}{c} +0.1 \\ 0 \\ 0 \\ -0.1 \\ -0.2 \\ -0.1 \\ -0.2 \\ 0 \\ +0.2 \\ \end{array} $	型 常常常常常常常常常常常	した場合 おくれ時間 1.6秒 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6	光を入射型 正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正	常 した場合 おくれ時間 1.6秒 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6	 前前の推 光電管を作 他の一つは 測定を行えば 測定を行えば 第9図(前 管であつて、 (以下第1陰 間々に電圧を 別々に電圧を 子C間の抵抗 小さいからい	回論り孤ば前 極第を亢せ が一立大頁AVと別がは 本 ある した。 本 本 第 した。 本 本 第 と れ は 本 本 し 本 し 本 し 本 し 本 し 本 し 本 し 本 し 本 し 本 し 本 し 本 し 本 し 本 し 本 し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し し
440 460 480 500 520 540 560 580 600 620	$ \begin{array}{r} +0.1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ -0.1 \\ -0.2 \\ -0.1 \\ -0.2 \\ 0 \\ +0.2 \\ +0.1 \\ 0 \end{array} $	型 常常常常常常常常常常常常	した場合 おくれ時間 1.6秒 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6	光を入射型 正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正	常 した場合 おくれ時間 1.6秒 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6	 前即の推 光電管を作 他の一つは 測定を行えば 第9図(1) 管であつて、 (以下第1陰 配(以下第 別々に電圧を 子C間の抵払 小さいからき 	■ 論り 砥 ば 前 「極 幕 を 亢 半 が 一 立 大 頁 A ~ 之 九 本 ろ か 一 立 大 頁 A ~ と 郎 か は 透
440 460 480 500 520 540 560 580 600 620 640	$ \begin{array}{c} +0.1 \\ 0 \\ 0 \\ -0.1 \\ -0.2 \\ -0.1 \\ -0.2 \\ 0 \\ +0.2 \\ +0.1 \\ 0 \\ -0.1 \end{array} $	型 常常常常常常常常常常常常常常	した場合 おくれ時間 1.6秒 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6	光型 正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正	常 した場合 おくれ時間 1.6秒 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6	 町の推 光電管を作 他の一つは 測定を行えば 第9図() 管であつて、 (以下第1陰) 電面(以下第 別々に電圧を 引々に電圧を 小さいからき (1)実 	■論り 砥 ば 前 「極 寋 を 亢 半 ■が , 立 大 頁 A ~ 2 加 は 透 験
440 460 480 500 520 540 560 580 600 620 640 660	$ \begin{array}{r} +0.1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ $	型 常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常	した場合 志くれ時間 1.6秒 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6	光を入型 正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正	常 した場合 おくれ時間 1.6秒 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6	 前前の推測 光電管を作 他の一つは 測定を行えい 第9図(1) 管であつて、 (以下第1陰) 電(以下第 別々に電圧を 引くこ間の抵払 小さいからき (1) 実 (a) 実 	 ■ 論り 砥 ば 前 極 第 を 亢 半 ■ が 一 立 大 頁 A と 2 加 は 透 験 験
440 460 480 500 520 540 560 580 600 620 640 660 680	$ \begin{array}{r} +0.1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ -0.1 \\ -0.2 \\ -0.1 \\ -0.2 \\ 0 \\ +0.2 \\ +0.1 \\ 0 \\ -0.1 \\ -0.2 \\ -0.1 \\ -0.2 \\ -0.1 \\ \end{array} $	型 常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常	した場合 志くれ時間 1.6秒 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6	光型 正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正	常 した場合 おくれ時間 1.6秒 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6	 前前の推 光電管を作 他の一つは 測定を行えい 第9図(1) 管であつて、 (以下第1陰) 電(以下第1陰) 引々に電圧を 別々に電圧を 引く目の抵抗 小さいからき (1) 実 (a) 実 会主輪告 	国論り孤ば前 極第を亢半 「 「 」 「 」 」 、 」 、 、 、 、 、 、 、 、 、 、 、 、
440 460 480 500 520 540 560 580 600 620 640 660 680 700	$ \begin{array}{r} +0.1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ -0.1 \\ -0.2 \\ -0.1 \\ -0.2 \\ 0 \\ +0.2 \\ +0.1 \\ 0 \\ -0.1 \\ -0.2 \\ -0.1 \\ 0 \end{array} $	型 常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常	した場合	光型 常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常	常 した場合 おくれ時間 1.6秒 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6	 町の推 光電管を作 他の一つは 測定を行えい 第9図() 管であつて、 (以下第1陰 電(以下第1陰 引々に電圧を 引々に電圧を 引く目の抵払 小さいからを (1) 実 (2) 実 今実験管 	
440 460 480 500 520 540 560 580 600 620 640 660 680 700 720	$ \begin{array}{r} +0.1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ -0.1 \\ -0.2 \\ -0.1 \\ -0.2 \\ 0 \\ +0.2 \\ +0.1 \\ 0 \\ -0.1 \\ -0.2 \\ -0.1 \\ 0 \\ -0.2 \\ -0.1 \\ 0 \\ -0.2 \end{array} $	型 常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常	した場合	光型 正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正正	常 した場合 おくれ時間 1.6秒 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 $1.61.61.61.6$ $1.61.61.6$ $1.61.6$ $1.61.6$ $1.61.6$ $1.61.6$ $1.61.6$ $1.61.6$ $1.61.6$ 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6	町の推 北電管を作 他の一つは 測定を行えい 一であつて、 (以下第1陰 電(以下第1陰 引々に電圧) 子で間の抵す 小さいから (1)実 (2) (2) (2) (2) (1) 実 (2) (2) (3) (3) (4) (4) (5) (5) (5) (5) (5) (5) (5) (5	 ■論り砥ば前 極第を亢半 ■が一立大頁A 極2 加は透験験によ
440 460 480 500 520 540 560 580 600 620 640 660 680 700 720 740	$\begin{array}{c} +0.1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ -0.1 \\ -0.1 \\ -0.2 \\ -0.1 \\ -0.2 \\ 0 \\ +0.2 \\ +0.1 \\ 0 \\ -0.1 \\ 0 \\ -0.1 \\ 0 \\ -0.1 \\ 0 \\ -0.1 \\ 0 \\ -0.1 \\ 0 \\ -0.1 \end{array}$	型 常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常	した場合	光 型 常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常常	常 した場合 おくれ時間 1.6秒 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6	町の推 削の推 光電管を作 他の一つは 測定を行えば 一つて、 (回てのでのでので、 (口でのでので、 (口でののでので、) (口でのので、) (口でのので、) (口でのので、) (口でのので、) (口でのので、) (口でのので、) (口でのので、) (口でのので、) (口でのので、) (口でのので、) (口でのので、) (口でのので、) (口でのので、) (口でのので、) (口でのので、) (口でのので、) (口でのので、) (口でのので、) (口でのので、) (口でのので、) (口でのので、) (口でのので、) (口でのので、) (口でのので、) (口でのので、) (口でのので、) (口でのので、) (口でのので、) (口でのので、) (口でのので、) (口でのので、) (口でのので、) (口でのので、) (口でのので、) (口でのので、) (口でのので、) (口でのので、) (口でのので、) (口でのので、) (口でのので、) (口でのので、) (口でのので、) (口ののので、) (口のので、) (口ののので、) (口ののので、) (口のので、) (口ののので、) (口ののので、) (口ののので、) (口ののので、) (口ののので、) (口ののので、) (口ののので、) (口ののので、) (口ののので、) (口ののので、) (口ののので、) (口ののので、) (口ののので、) (口ののので、) (口ののので、) (口ののので、) (口ののので、) (口ののので、) (口のので、) (口ののので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので、) (口のので	■論り砥ば前 「極寒を亢半」 【3まずが一立大頁 A と 2 加は透験験によ第

第6表実験管Iの異常と測光誤差 第1陰極: 接続せず 第2陰極: -30V Table 6. Time Lag and Discordance of Tube I 1st Cathode: Isolated 2nd Cathode: -30V

波 長	測光誤差		Ę		常		
		光を遮	断した場合	光を入射した場合			
(mµ)	(%)	型	おくれ時間	型	おくれ時間		
380	0	正常	1.6秒	正 常	1.6秒		
400	0	正 常	1.6	正常	1.6		
420	0	正 常	1.6	正 常	1.6		
440	0	正 常	1.6	正 常	1.6		
460	0	正 常	1.6	正常	1.6		
480	0	正 常	1.6	正常	1.6		
500	0	正 常	1.6	正常	1.6		
520	0	正 常	1.6	正常	1.6		
540	- 0.2	正 常	1.6	正常	1.6		
560	+ 0.9	· A	13	C	20		
580	+ 4.5	Α	15	C	20		
600	+7.2	A	15	C	20		
620	+ 9.0	A	15	C	20		
640	+10.9	A	15	C	20		
660	+13.6	A	15	C	20		
680	+18.7	A	15	C	20		
700	1			C	20		
720							
740	0.00711-01345						
760	威度不足の	ため測定も	さず				

ん常温においてもセシウムなどの移動は生じうるため 自変化が生ずると考えられる。

III 2 箇の光電面を有する光電管の異常現象

前節の推論が正しいとすれば,2箇の光電面を有する 電管を作り,一つの光電面に電圧を加えて主陰極とし, の一つは孤立した状態(光電薄層を模擬する)にして |定を行えば大きい異常効果が観察される筈である。

第9図(前頁参照)はこの実験の目的で製作した光電 であつて, Aは陽極, Bは従来の光電管と同じ光電面 以下第1陰極と呼ぶ), Cは入射窓につけた半透明の光 面(以下第2陰極と呼ぶ)でこれらは相互に独立し, 々に電圧を加えることができる。第2陰極の2箇の端 ・C間の抵抗は 10 kΩ 程度で, 電極間の抵抗に比べて さいから半透明膜は均一な電位にあると見なされる。

(1) 実験管I

(a) 実 験 結 果

今実験管Iについて異常および測光誤差を測定した結 を第5表および第7表に示す。

実験管 I は第1陰極に銀酸化セシウム光電面, 第2陰 Eにアンチモンセシウム光電面を有するもので,熱電子







第11図 実 験 管 I の 電 流 特 性
()_f: は透光板を使用した場合を現わす
Fig.11. Current Characteristics of Tube I

353

-50 L

第10図 実 験 管 I の 電 流 特 性
第1陰極: -30V 波長: 600 mµ *p*: 陽極光電流 *q*: 第1陰極光電流 *s*: 第2陰極光電流 *q*': 第1陰極暗電流 *s*': 第2陰極暗電流
Fig. 10. Current Characteristics of Tube I 1st Cathode Voltage: -30V
Wave Length: 600 mµ *p*: Anode Photocurrent *q*: 1st Cathode Photocurrent *s*: 2nd Cathode Photocurrent *q*': 1st Cathode Dark Current

s': 2nd Cathode Dark Current

流はきわめて小さいものである。第5表は第1陰極に -30Vを加え,第2陰極を孤立した場合,第6表は逆に 第1陰極を孤立し,第2陰極を-30Vにした場合,第 7表は第1,第2陰極両方を-30Vにした場合である。 第5表および第6表ではいずれも大きな異常および測光 誤差を示しており,かつその波長範囲はそれぞれ孤立し た陰極の光電感度が大きい範囲とほとんど一致してい る。また第7表は異常,測光誤差はほとんどない。

これらの結果は前節の推論と一致している。第10図は 実験管Iにおいて第2陰極に種々の電圧を加えて,各電 極に流れる光電流,暗電流(漏洩電流,熱電子流など)を 測定したものである。第1陰極と第2陰極の光電流の和 は陽極の光電流にほとんど一致している。光電流の変化 () $_f$: When Filter Inserted

が複雑であるのは光電子が陽極に全部集まらず各陰極に はいりこむものがあつて,速度の速いときはそこから二 次電子が発生するためである。暗電流は直線的に変化し, かつ陽極の暗電流はほとんど零であつた。このことは暗 電流は両陰極間の漏洩電流のみであることを示す。第11 図は第10図の一部を拡大図示し,さらにフィルタを挿入 した場合についての同様な測定結果をつけ加えたもので ある。いずれも第1表で 600 mµ の光について測定した ときと同じ波長,同じ波長幅の光を入射して測定した。

(b) 結果の検討

第10図および第11図を用いて第2陰極を孤立して光 を入射した場合,光電管に起る事柄を考えて見よう。光 の入射がない場合は,第2陰極は第1陰極と同一電位に ある。光が入射すると第10図より第1陰極から光電流 Q_0 がでるとともに第2陰極にも第10図 S_0 に相当する光 電子流を生じ,また陽極電流 P_0 がえられることがわか る。しかし第2陰極の電位は光電子放射のため上昇し, その光電流,暗電流はそれぞれ曲線s,s'にしたがつて 変化する。陽極電流も第2陰極の電位に応じて曲線pに 沿つて変化する。

第2陰極の光電流,暗電流は符号が反対であるから, ついに両者が釣合う電位になると,もはや第2陰極の電

日 立 評 論

第38卷第2号



第12図 実 験 管 I の 等 価 回 路 (第1陰極 -30V: 第2陰極を孤立した場合) Fig.12. Equivalent Circuit Diagram of Tube I 1st Cathode: -30V 2nd Cathode: Isolated

位は変化しない。第10図では曲線 q', s' は横軸に対し てほとんど対称であるから, q' と s の交点 Q_1 に相当 する電位 V_1 が光の入射した際に第2陰極が最後に占め る電位である。したがつて陽極電流は V_1 に相当する値 P_1 を取るであろう。さて第2陰極は他の電極および容 器に対して静電容量を有するから、上の変化にはある時 第8表第9図より求めた測光誤差 Table 8. Values of the Quantities Related to Discordance (Calculated from Fig. 9)

測定条件	陽 極 光電流 (1.8× 10 ⁻¹² A)	第1陰極 光電流 (1.8× 10 ⁻¹² A)	第2陰極 光電流 (1.8× 10 ⁻¹² A)	$\frac{(P_1)_f}{P_1}_{\times 100}$	$\frac{(Q_1)_f}{Q_1}_{\times 100}$	$\frac{(S_1)_f}{S_1}_{\times 100}$
透光板なし	<i>P</i> ₁ ≑103	Q1≑86.8	S1≑16			
透光板使用	$P_{1(f)} \underset{\rightleftharpoons}{\Leftrightarrow} 61$	$egin{array}{c} Q_{1(f)} \ \doteqdot 45 \end{array}$	$S_{1(f)} \underset{\approx}{{\Rightarrow} 15}$	59.2%	52.5%	93.9%

備考: 標準値は 52.9%



間を要する。すなわち陽極電流でいえば P_0 なる大きな 値より P_1 なるより小さい値に変化して行くので C型の 異常が見られるわけで,これは第5表の異常の測定結果 と一致する。さらに第2陰極を浮かした場合に対して大 胆な仮定ではあるが第12図のごとき等価回路が考えら れ,光の入射,遮断はそれぞれスイッチSを入れた場合 および切つた場合に相当する。遅れ時間はこの過渡現象 を計算することによつて求められる。容量 C_1, C_2, C_3 を 実測し, R_1 は第9図 s'の傾斜より, R_2 は近似的に曲線 s の S_1 点における傾斜より求めて計算を行うとき,入 射,遮断の際の遅れ時間としてそれぞれ 33秒および 4秒 をえた。これは第5表の実測値に近い値で上述の等価回 路の考えかたが見当外れのものでないことを裏書きして いる。つぎに第11図について測光誤差を説明する。

第11図において透光板のない場合,第2陰極の電位は **V**₁にある。透光板を入れた場合は(V₁)_fにあることが知 られる。そのおのおのの場合の各電極に流れる光電流お よびそれらの比を求めると**第8表**のごとくなる。陽極に 対する比は透過率として実測される値に相当するもので ある。第4図より600mµに対する標準透過率は52.9% なることを知る。この値と**第8表**の各電極に対する比を 比較すると,陽極に対する値との差が+6.3%となり, これは**第5表**の600mµに対する測光誤差+6.8%とよ く合つている。また第1陰極における比は標準値とよく 第13 図 実 験 管 II の 電 流 特 性 s(520): 520 mµ の光に対する第2陰極光電流 s(500): 500 mµ の光に対する第2陰極光電流 s(460): 460 mµ の光に対する第2陰極光電流 s': 第2陰極暗電流 s'': 横軸に関しs' に対して対称
Fig. 13. Current Characteristics of Tube II s(520): 2nd Cathode Photocurrent at 520 mµ s(500): 2nd Cathode Photocurrent at 500 mµ s(460): 2nd Cathode Photocurrent at 460 mµ s': 2nd Cathode Dark Current

s" : Simmetry Curve to Curve s'

. Similarly curve to curve s

一致するが第2陰極に対する比は著しく異なっている。 すなわち測光誤差は第2陰極の光電流が光の量にほと んど関係せず,主として両陰極間の抵抗によって支配されるために生ずることがあきらかとなった。

(2) 実験管 II

つぎに実験管 II について述べる。実験管 II は I と同様な陰極面の組合せであるが,第1陰極の熱電子流がきわめて大きい。第13図に 460,500,520 mµの光を入射したときの光電流曲線と暗電流曲線を示す。実験管 I の場合と違い暗電流曲線は複雑である。まず 500 mµの場合について第2 陰極の取りうる電位を考える。これは横軸に対して暗電流曲線 s' と対称の曲線 s" を引きこれと





第14図 実験管 II の 二 重 性 Fig. 14. Dual Characteristics (Tube II)

 $s_{(500)}$ との交点を求め、さらに交点 s_1 , s_2 , s_3 に相当する 電位 V_1 , V_2 , V_3 を求めればよい。このうち V_2 は不安 定な状態で、第2陰極としては V_1 , V_3 の2種類の電 位を取りうることになる。したがつて陽極光電流も同じ 入射光に対し二つの値を取りうる。

からの場合は光を遮断することなく測定を行えば b 曲線 をうるが,一旦遮断するときは,その後は a 曲線がえら れる。実験管Iの場合と同様な計算を行えば, a 曲線は 第2陰極が V_1 にある場合に相当し、b曲線は V_3 にある 場合に相当することが知られる。さらに第13図, 520 mµ の場合には S(520) と S" との交点は一つしかない。したが って 500 m μ から 520 m μ に移る間には V_1 と V_2 とが きわめて接近する波長がある。この波長の光を入射する と第2陰極はまず V_1 に相当する電位を取るであろう。 しかし温度その他の影響で V_1 から変化し、それが V_2 を越えるときは電位は V_1 にもどらず V_3 まで変化す る。陽極光電流でいえば最初 V_1 に相当する値を取り, ここに暫く止まつているがまた変化して V3 に対する値 に移ることになり、いわゆる B型の異常が生ずる。 B型 の異常とスペクトル感度の二重性との関連はこれによつ て了解される。

〔IV〕 測光用光電管の改良

以上の実験より光電管の異常および測光誤差は光電管 内壁に附着する光電物質などが光電子,二次電子を放出 し,その電位が変化するために生ずることがあきらかに なった。筆者はこの電位の変化を生じないように硝子球 内面全体に透明導電性被膜を作り,これを用いて光電管 を試作した。その測定結果を第9表に示す。なお比較の 為通例の光電管の測定結果も併記した。 50°C で 1,000 時間連続加熱したものでも異常,測光誤差がきわめて少

第14図は光電管 II についてスリット幅を一定にして, 各波長に対する光電流を測定した結果である。短波長側 より測定するときは常にα曲線をうる。しかし長波長側

> 第9表 加熱による異常および測光誤差の変化 銀酸化セシウム光電管,加熱温度:50°C

> Table 9. Changes of the Time Lag and Discordance Due to the Heating (Silver-Caesiumoxide Phototube, Heating Temp.: 50°C)

	加	熱開	始 前	1,000	時	間 加	熱	後
	波 長	測光 誤差	異 常	測光 誤差	異		1	常
	(mµ)	(%)		(%)	光を遮め	「した場合	光を入身	すした場合
	380	+0.2	光の入射, 遮断 いずれの場合も 1.6 秒正常	+0.2				
-	440	+0.1		0				
	500	-0.4		0				
導電被膜を有する光	560	+0.2		+0.1	1.6 秒	以下	1.6 利	以下
電管の場合	620	0		+0.3	E	常	IE	常
	680	0		0				
	740	0		0				
	800	0		0)			11
	380	-0.8		-0.3	A	10 秒	С	8 秒
	440	-0.6	光の入射, 遮断 いずれの場合も 1.6 秒正常	+0.4	Α	40	С	10
	500	-0.1		+0.4	А	40	C	10
活費の要重数の担合	560	0		+1.0	Α	30	A	5
通用の几电官の場合	620	0		+0.1	А	5	A	3
	680	-0.1		0	正 常	1.6	正 常	1.6
	740	0		0	正 常	1.6	正 常	1.6
	800	-0.1		-0.3	正 常	1.6	正 常	1.6



G. Kuwabara: J. Phys. Soc. Japan 8 229 (5)

行つた実験を述べ、これらの異常現象は光電管内壁に附 着する光電物質によることをあきらかにした。この対策 として導電性被膜を利用し,光電管内壁に附着する光電 物質の光の入射,遮断による電位の変動を防止すること を試み,良好な結果を収めた。さらに半透明の光電面を 利用し、分光光電光度計の全波長域に対して十分の感度 を有し,かつ異常および測光誤差のきわめて少ない光電

終りに臨み,本研究に当り種々御指導御鞭撻を戴いた 日立製作所日立中央研究所浜田, 只野両主任研究員なら びに,実験に協力された方々に厚く感謝するとともに, 有益な御教示を賜わつた日立製作所多賀工場木内部長, 牧野課長,加藤課長,日立本社吉田課長ほか関係者の方

参考文献

- (1) H. E. Ives, S. Dushman & E. Karrer: Astroph. J. 43, 9 (1916)
- H. E. Ives & Kingsbury: J. O. S. A 21, 541
- J. S. Preston & L. H. Me Dermott: Proc. Phys. Soc. (A) 46, 256 (1934)
- G. Kortüm & H. Maier: Z. Naturverforsch. 8a 253 (1953)

- b: 銀酸化セシウム光電管
- c: アンチモンセシウム光電管

た銀酸化セシウム光電管

Fig. 15. Spectral Response Curves of the Phototubes

(Apparatus Used: Type EPB-V Photomator, Slit Width: 0.05 mm)

- a: Silver-Ceasiumoxide Phototube with the Semi-Transparent Antimony-Ceasiume Photosurface
- b: Silver-Ceasiumoxide Phototube
- c: Antimony-Ceasium Phototube

なく,測光用光電管として良い特性を示している。また 導電性被膜としては半透明の光電面も利用することがで きる。通常の方法で銀酸化セシウム光電管を作りさらに 窓全面に陰極と接続する半透明のアンチモンセシウム光 電面る作るときは,両光電面の感度を合成したようなス ペクトル感度の光電管がえられ、短波長より長波長にわ たつて感度がよい。第15図にこの種光電管のスペクトル 感度を示す。この光電管により従来分光光電光度計には 銀酸化セシウム光電管とアンチモンセシウム光電管の二 種類を使用しているが,その必要がなくなり,相当の利 便が考えられる。

[V] 結 言

一般市販の光電管および自家製の光電管について分光 光電光度計に使用するとき見られる異常および測光誤差 を測定した。また2箇の光電面を有する光電管について

(1953)

- (6) F. H. Marshall, J. W. Coltman & L. P. Hunter: Rev. Sci. Intr. 18, 504 (1947)
- de Boer & M. C. Teves: Zeit. f. Phys. 74 (7)604 (1932)

	Vol.	18			в			立	No. 2
					E	3		次	
	\bigcirc	印	刷	機	Ø	歴	史		
	\bigcirc	春	の	バ	-	テ	1	料理	
	\bigcirc	水	車	Ø	話	(1)		
	\bigcirc	小	河	内	ダ	4			
	\bigcirc	春	休	み	の	I.	作		
	\bigcirc	٢	ラ	ン	ジ	ス	9	の 話	
	\bigcirc	シ	Э		12	-	ム	(冷 蔵	庫)
	\bigcirc	明	日	\sim	の	道	標		
			(新東	京京	ボイ	ラ	ーフイー	・ドポンプ)
	\bigcirc	洗	濯	機	の	座	談	会	
	\bigcirc	電	線	読	本	(2	2)		
	O	日	立	だ	よ	ŋ			
	東京都千代田区丸の内1ノ4 (新丸の内ビルデイング7階)								
日立証論社									
誌	誌代 1ヶ月 ¥60(〒12) 6ヶ月 ¥245(送共) 12ヶ月 ¥490(送共)								

