

酸化物陰極真空管の衝撃波処理

星 合 正 治 ・ 望 月 仁

真空管の酸化物陰極の製作には、陰極金属面に塗った BaCO_3 と SrCO_3 の混合物を熱分解し、次に活性化と安定化とを行わなければならないが、この後の二者を衝撃的な陽極電圧を加えることによつて行う方法がある。これについて実験した結果を、通常の直流による方法と比較して述べる。

1. 緒 言

従来普通の小型受信管に使われていた酸化物陰極が、最近、極超短波の真空管にも使用されるようになって、衝撃的な陽極電圧に対する酸化物陰極の特性がいろいろと調査されている。この衝撃波による特性は、将来、酸化物陰極真空管の試験方法として広く利用され、また真空管の製作過程にも種々とり入れられるものと思われる。ここに述べようとするのも、この特性を真空管の製作に利用しようとするものである。

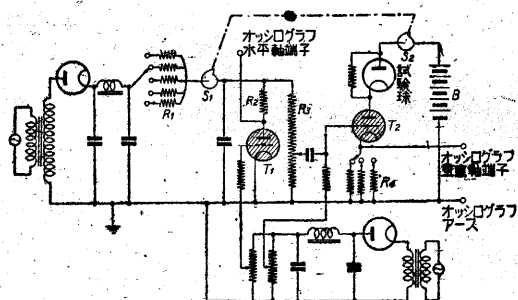
酸化物陰極とてはいろいろのものが考えられるが、現在一般に使用されているのは BaO と SrO の固溶體で、その製法も、大體 BaCO_3 と SrCO_3 の固溶體を陰極金属面に塗布し、これを真空中で熱的に分解して BaO と SrO の固溶體をつくる方法がとられている。この熱分解は真空管を真空ポンプから切りはなす前におこなわれる。しかし陰極の電子放射能力を最高度に發揮させるには、真空管を封じて後適当な処理をおこなつて、コンマ数%程度の過剰の Ba をふくむ、いわゆる N 型半導體の状態にしなければならない。この過剰の Ba が電子放射の中心となるのである。この過程を酸化物陰極の活性化といつてゐる。以上のべたように酸化物陰極は化学的にかなり複雑なものであるから、活性化をおこなつたのみでは特性が非常に不安定なので、さらに適当な方法によつてその安定化をおこなわなければならない。

以上のべた三つの過程を、通常、エージングといつてゐる。この過程の処理は、従来から、直流でおこなうのがもつとも確実な方法とされている。その処理条件には種々異論があるけれども、大體、定格陰極加熱電圧の $2.0 \sim 2.5$ 倍程度の陰極加熱電圧で 30 秒 ~ 2 分程度で熱分解をすませ、定格陰極加熱電圧の $1.5 \sim 2.0$ 倍程度の電圧からはじめて徐々に $1.1 \sim 1.3$ 倍程度の陰極加熱電圧迄降し、 15 分 ~ 1 時間位で活性化をおこない、安定化には、普通の使用状態として数時間 \sim 数十時間動作させる、といつた程度のものである。この直流による方法に對して、設備や操作の簡易化をはかる目的で交流電源を使用する方法があつて、これもすでに實用化されている。しかしこ

の直流および交流による方法はいづれもかなり長時間の処理が必要で、多数の真空管を製作する場合、相當な重荷となるように思われる。この過程を短時間ですませる方法があれば、かなり有益なものといえよう。ここにおける衝撃波による酸化物陰極真空管の処理法は、主として、このエージングに要する時間の短縮を目的として研究したものである。

2. 試験装置

試験装置は第1圖のとおりで、衝撃波陽極電圧を印加したときに、真空管に流れる陽極電流の波形をブラウン管上に書く方式のものである。



第1圖 試験回路

$50 \text{ k}\Omega$	$R_2 \text{ } 5 \text{ k}\Omega$	$C_1 \text{ } 4 \mu\text{F}$
$100 \text{ k}\Omega$	$R_3 \text{ } 4 \text{ M}\Omega$	$T_1, T_2 \text{ サイラトロン } 920$
$R_1 \text{ } 200 \text{ k}\Omega$	$\left\{ \begin{array}{l} 100 \Omega \\ 200 \Omega \\ 500 \Omega \end{array} \right.$	
$500 \text{ k}\Omega$		
$1 \text{ M}\Omega$		

圖の S_1 , S_2 は連動の回轉スイッチで、 S_1 , S_2 の投入の時間間隔とそれぞれの閉路時間を自由に選ぶことができる。 T_1 はオシログラフの単振り時間軸用のサイラトロン、 T_2 は試験球に衝撃波電圧を印加するためのサイラトロンである。

この装置は S_1 , S_2 の開路状態から、まず S_2 が投入されて現象回路を動作状態とし、つづいて S_1 の投入で時間軸用電源から抵抗 R_1 をとおして C_1 が充電される。この時の C_1 端子の上昇電圧をブラウン管の掃引電圧とし、一方これを、 R_3 のブリーダーでとりだし T_2 の格子に加える。この上昇電圧と T_2 の固定格子電圧の差が、

電源 B の電圧に對しての放電開始格子電圧に達すると、 T_2 が放電して試験球に衝撃的な陽極電圧が加わる。つづいて S_2 を開くと、 T_2 の放電から S_2 の開路の時までが衝撃波の幅となる。このとき試験球をながれる電流は R_4 の電圧降下として、ブラウン管の垂直軸に加えられる。そのうち、 C_1 の端子電圧の上昇で T_1 が放電する。このとき、 R_2 を数 $k\Omega$ 程度にすると、放電が持続されて單掃引の目的が達せられる。つづいて S_1 を開いて T_1 の放電を停止させると、回路はもとの状態となる。 S_1 、 S_2 を電動機で回轉させると、反復して試験球に衝撃波を加えうるし、毎回の陽極電流波形をブラウン管上に畫かすことができる。

3. 試験結果と考察

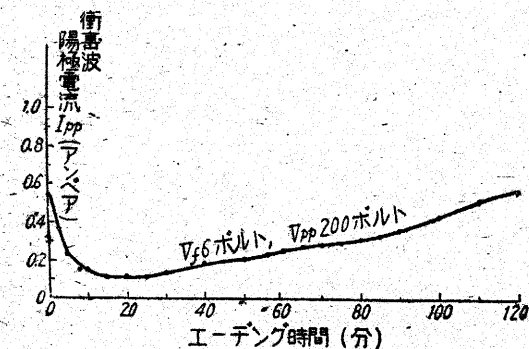
酸化物陰極真空管に衝撃的な陽極電圧を印加したときの陽極電流の波形は真空管の性質と重大な関係があるが、これは別の機会にゆづることにして、衝撃波で真空管のエーヂングの處理をおこなつた結果についてだけ述べることとする。なお、この場合、陰陽兩極間にしばしば火花放電のおこることがあるが、放電がおこると電子放射が極度に低下する。ここにのべるのは、火花放電をおこなわないような条件のもとでの實驗結果である。

簡單のために本節では下記の記號を用いる。

V_f 陰極加熱電圧 I_f 陰極加熱電流
 V_{pp} 衝撃波陽極電圧 I_{pp} V_{pp} に對する陽極電流
 t_p 衝撃波の幅 n_p 一分間の衝撃波箇數
 V_{ps} 直流陽極電圧 I_{ps} 直流陽極電流
 V_g グリッドバイアス

(A) 衝撃波による酸化物陰極の活性化

活性化を全然おこなっていない酸化物陰極真空管に、火花放電をおこなわない程度で、ほぼ最高の陽極電壓値を用い、衝撃波の幅 50~200 mS, $n_p=30\sim40$ 箇位の衝撃波を印加して陰極の活性化をおこなつたとき、(活性化エーヂング時間) と (I_{pp} 波高値) の関係は、陰極温度によつて著しく異なるものである。定格陰極加熱電圧が 6.3 (V) の真空管 UY76 で、 $V_f=6$ (V) として操作



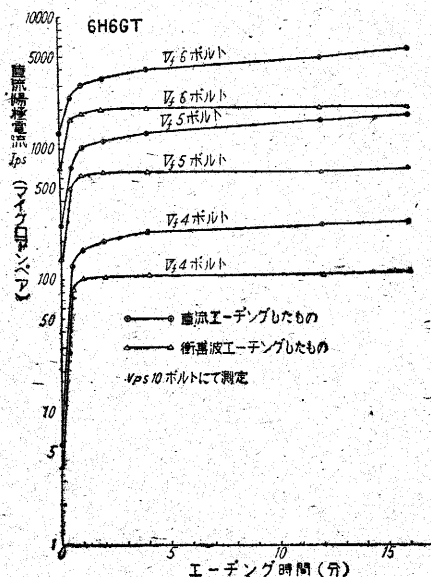
第 2 圖

したときのこの特性の一例を第2圖に示す。このときの陰極温度はおおよそ 1080°K である。この I_{pp} 波高値が時間に對して一度減少してのち増加していく特性はどんな陰極温度のときにもあらわれるが、 V_f を高くして、10 (V)、すなわち、陽極温度推定 1230°K にすると、この過程はほぼ數回の衝撃波の印加中に完了して、その下降の程度もごくわずかでほとんど觀察されない。ここにのべたことは、衝撃波による酸化物陰極の活性化の機構を與える上に、極めて重要なことがらである。

この I_{pp} の活性化エーヂング時間に對する變化は、直流エーヂングにおいて、普通、數十分ないし數時間程度であられる現象である。これは、酸化物陰極の電子放射の中心をなしている過剰 Ba が電界の作用で酸化物膜の内部に移動し、陰極表面において一時的に電子放射の中心の濃度が減少し電子放射が減退するが、表面の状態は外部の真空状態と平衡を保つために、表面の過剰バリウムはふたたび増加して、電子放射はもとと同じになる。しかも電界によつて過剰 Ba を酸化物被膜の内部に移動させると、全體の過剰 Ba の量は増加して、電子放射能力ははじめの状態よりよくなることが豫想される。

衝撃波による陰極の活性化では、陰極温度をやゝ高めたとき、陰極酸化物内部の過剰 Ba の平衡状態が極めて急速に成りたつものとみられる。

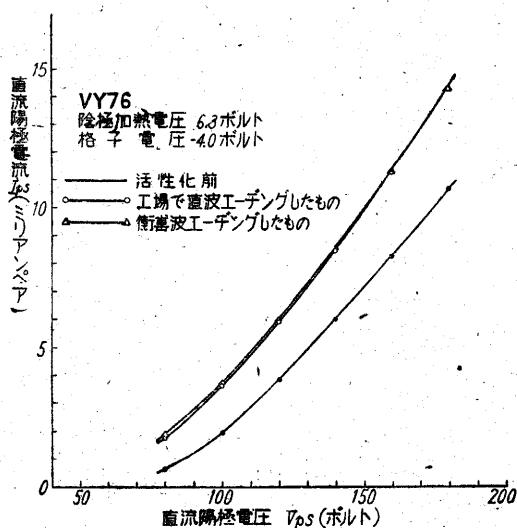
では實際に、直流エーヂングと衝撃波エーヂングを平行しておこなつたとき、どちらが早く一定の電子放射能力をうるようになるだろうか。定格 $V_f=6.3$ (V) の真空管 6H6GT で、 $V_f=8$ (V) (陰極温度 1170°K) と $V_f=10$ (V) (陰極温度推定 1230°K) の二通りにしたときの結果をのべよう。衝撃波は、 $V_{pp}=100$ (V)、 $t_p=100$ (mS)、 $n_p=30$ としたが、 I_{pp} は陰極單位面積當り 0.38 Amp/cm²、陰極面電界は空間電荷の存在を無視すると



第 3 圖

12.7 kV/cm となる。これは、上記の衝撃波電圧を印加したとき、火花放電を生じない最も最高の電界である。 $V_f=8$ (V) のとき衝撃波によるものと、 $V_{ps}=10$ (V) として直流エージングを行つたものと、活性化エージング時間と一定 V_{ps} に対する I_{ps} の変化を比較したのが第3図である。この図から一定電子放射能力に達する時間は衝撃波によるものが極めて急速なことがみられる。衝撃波によるものでは、 $V_f=8$ (V) のとき2分～4分、 $V_f=10$ (V) のとき1分～3分程度で大体安定する。これに反して、直流によるものでは、前者のとき15分以上、後者のときにも10分前後より以上の時間を必要としている。

上にのべたように、一定の電子放射能力に達する時間は衝撃波によるものが極めて早いことがわかったが、電子放射能力自體の比較はどうであろうか。UY76 の場合の比較が第4図に示されている。この図はのちにのべる



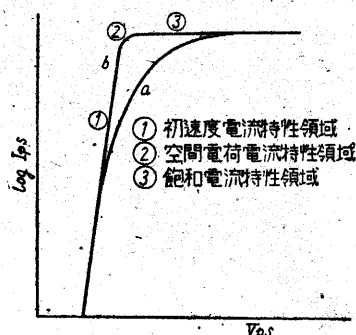
第4図

空間電荷範囲の電流値の比較で、あまり陰極の良否に関係しないとされている範囲であるが、直接陰極の良否に関係している飽和電流の比較として、6H6GT で $V_f=3$ (V) (陰極温度 795 K), $V_{ps}=7$ (V) とした場合、衝撃波によるもの 平均 58 μ A, 直流によるもの 平均 37 μ A で、両エージング法による差は餘り認められない。

(B) 安定化の比較

ここにのべようとする酸化陰極真空管の安定化の比較は、現在における酸化陰極に関する知識程度では困難な問題である。ここでは極めて便宜的な方法であるが、安定化時間に對して $\log I_{ps}$ 對 V_{ps} 特性を測定し、この形状の比較をおこなうことにした。

$\log I_{ps}$ 對 V_{ps} 特性は第5圖b曲線のようなものである。一般にエージング前の真空管では、第5圖a曲線のように、空間電荷電流範囲が上下にのびた特性をもっている。これは陰極面が一様に活性化されていないとか、またそれが粗雑な状態のときに生ずるものである。真空



第5図

管の安定化時間に對してこの特性は、一般に、第5圖a曲線のような形からb曲線のような形に移行し、その真空管獨特の形に落付くものとみられる。ここでは、(A) にのべた 6H6GT を $V_f=6$ (V), $V_{ps}=7$ (V) として安定化エージングをおこない、その16時間の時の特性を標準として、その特性に近づく時間の遅速關係を比較した。

いま試験真空管を

第一群……衝撃波で活性化を行つたもの。

(但し、10分～15分衝撃波印加)

第二群……第一群のものに更に $V_f=7$ (V) として、30分衝撃波を印加したもの。

第三群……直流により活性化を行つたもの。

に分け、又、

A……標準時の特性と形状が極めてよく一致するもの。

B……標準時の特性と空間電荷電流範囲だけが相違しているもの。

C……全然形状が不一致のもの。

にわけて、安定化エージングの時間に對するこれらの關係を示すと、第1表のようになった。

第1表

安定化時間 (時間)	0			2			8		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
第一群	13%	35%	52%	18%	73%	9%	57%	43%	0%
第二群	0%	18%	82%	9%	73%	18%			
第三群	7%	26%	67%	9.5%	71.5%	19%	66%	34%	0%

この表は數値自體の信頼度は少いのであるが、長時間衝撃波を印加すると、陰極面の粗雑化が目立つこと、および、適当な操作條件で處理すると、衝撃波によるエージング方法で短時間のうちに陰極の状態の安定化が可能であることがわかる。以上のことから、第一群の試験球も衝撃波の印加時間が長すぎたものとみられるが、一方この結果から、衝撃波の印加による陰極面の粗さは、直流的な安定化エージングをおこなうと、特性が改善される

ので、陰極面の粗雑化は永久的なものでないことがわかる。ここにのべてきたように、衝撃波によるエージング法は、衝撃波電圧印加のときの陰極面の粗雑化についてくわしい研究結果がえられなければ、確實な處理條件も求められないのであるが、陰極の電子放射能力が最高値に達するまでの時間と、陰極面の粗雑化が問題になるまでの時間の間にはズレがあつて、電子放射の状態が一定値におちついたとき、すぐに衝撃波の印加をやめて、直流による安定化エージングに移れば、かなり短時間のうちに酸化陰極真空管の安定化を完了する可能性のあることは十分みとめられるのである。

(C) 壽命の比較

さきにのべた UY76 の市販のものと衝撃波處理をおこなつたものを、 $V_f=7$ (V), $V_{ps}=45$ (V), $V_g=0$ (V)

として約 1000 時間使用した結果、衝撃波處理をした真空管は、壽命の點からも、實用上差支えないことがわかつた。

4. 結 言

ここに新しいところとして、酸化陰極真空管の衝撃波處理についての試験結果をのべたのであるが、先に示したように、陰極面の粗雑化の問題に遭遇し、また、これは、単に陰極のみの問題ではなく、陽極からのガスの放出、格子に對する影響などがいろいろと考えられるので、これが實用化の域に達するには、なお幾多の困難な問題を解決しなければならないようである。

とにかく、酸化陰極の衝撃波特性の問題は、ほとんど未解決のまゝ残されているのである。

(本研究は文部省科學研究費の補助による研究成果の一部である。)

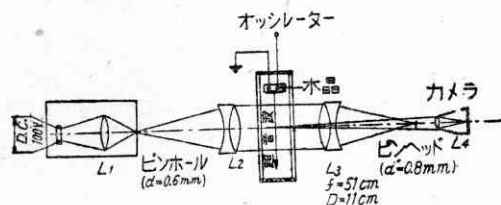
実 験 ノ ー ト - 1 -

眼に見える超音波

白 鳥 英 一

透明な媒質中に音波があるとき、音波が一種の廻折格子の作用をする。この現象を利用して超音波を眼で見ることができる。

第1圖は實驗裝置を上から見たものである。



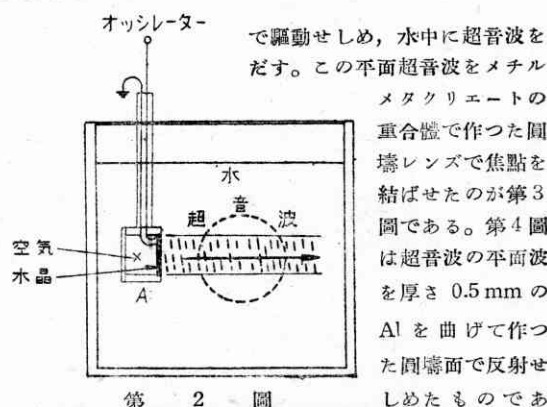
第 1 圖

D. C. 100 V の低壓水銀ランプの光をコンデンサー L_1 でピンホールの上に集めてやる。ピンホールを出た光は L_2 で平行光線になつて水槽に入る。そしてさらに L_3 でピンヘッド (顯微鏡のデッキガラスの上に墨で 0.8 mm 位の直径の點を描いておく) 上に焦點をむすぶ。

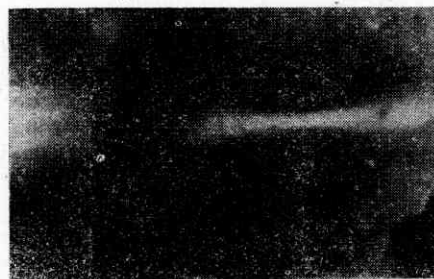
水槽中に矢印の方向に超音波が発生すると、平行光線は音波によつて廻折されて、ピンヘッドをはずれて寫眞レンズ L_4 の中に入る光が出てくる。音波のないところを通過する光はピンヘッドでさえぎられるので、その部分は暗く、音波のある所を通過する光は廻折によつて L_4 に入るの、その部分は白く見える。

第2圖は水槽を横から見たところで、Aの中に水晶があり、外部の電氣發振器から固有振動の電壓を供給されると、ピエゾ効果で超音波を矢印の方向にだす。寫眞にとれるのは L_2 , L_3 の直径に相當する部分 (第2圖の點線の中) だけだから、水槽を左右に動かして、必要な場所がとれるようにする。

第3, 第4圖はこの方法でとつた寫眞である。直径 2 cm の 2 M.C. 水晶を 807 PP 發振器を使つて約 300 V



第 2 圖



第 3 圖



第 4 圖

い實驗ができる。

文献: Daniele Sette; J.A.S.A. 21 (1949) p 375
R. B. Wling and Charles, J. Burton: J. Appl. Phys. 20 (1949) p 287.