受信管陽極用銅基体合板金属*

大槻 太郎** 安藤 顕一郎**

Taro Ohtsuki and Kenichiro Ando: Copper-Base Clad Metal for Receiving Tube Anodes. The materials for anodes of miniaturized electron tubes, especially high power receiving tubes, must be proof enough against great anode loss. And in many cases, aluminium-clad iron does not meet the requirement enough. Therefore, a five-layer clad metal, the base being very good heat-conductive pure copper with both sides coated with iron first and with aluminium next, has been examined and the following results have been obtained. (1) The optimum conditions of heat treatment are as follows: 10 min heating at 450°, 500°C or 550°C in the air and then 5 min hydrogen treatment at 700°C, or 10 min heating at 450°C or 500°C in the air and then 5 min hydrogen treatment at 800°C. It tends to evolve less quantity of gas than aluminium-clad iron. (2) In the range of anode loss from approximately 1 watt/cm² to 4 watt/cm², the metal concerned has been clearly found to be proof against anode loss more than aluminium-clad iron and to be, therefore, very suitable for an anode material for high-power tubes. Moreover, it showed satisfactory results in practical test. (3) It has sufficient workability for forming anode.

(Received April 13, 1962)

I. 緒 言

受信管の陽極は管の小型化および性能の高効率化に伴い、従来のアルミニウム・クラッド鉄、あるいは表面着炭ニッケルの陽極では大きな陽極損失に対して十分耐えられなくなり、新しい陽極用金属材料が要求されてきている。陽極に要求される特性を大別すると、電子衝撃を受けた場合、(1) 温度上昇が少なく、(2) 放出ガスも少ないことであり、また陽極成形に必要な(3) 通常の電子管用金属材料と同程度の機械加工性を有することである。このうち(1)の条件を充すためには熱伝導度が極めて大きい鉛を基体とし、その表面に熱輻射良好なアルミニウムと鉄の金属間化合物を被覆することを考えるならば、銅および上記の金属間化合物⁽¹⁾は共に放出ガスが少なく、(2) 項をも満足させることができ、また(3) 項の機械加工性の点でも大きな欠点はないと推察することが出来るので、所期の目的に沿うものと考えられる。この材料については特許的にはアメリカにおいて開発されたことになつているが、われわれのところでは殆んど時を同じくして、独自の方式で研究実用化されていた。本論文にてはわれわれが製造した銅を基体とし、その片側あるいは両側に鉄とアルミニウムを順に合板

した3重層あるいは5重層の複合金属板について、その陽極材料としての基礎的諸性質を熱処理とガス放出性、陽極損失とその温度、機械的性質、高温比抵抗、および実用試験について実験した結果の概要を述べる。

II. 合板の構成

3重層板および5重層板の製造工程の基本は同じで、熱間および冷間にて圧接し、仕上圧延ロールにて所望の厚さに仕上げる。その構成材料のおおの成分は Table 1 に示す通りである。Photo. 1 に厚さ 0.13 mm の5重層板の断面写真を示す。

III. 熱処理とガス放出性

電子管製造組立前の熱処理は通常、成形加工時に付着したカシメ内部の油の除去を主目的とした、電気炉中 450°~550°C で10分間の加熱と、材料自体の表面および内部の清浄を主目的とした水素炉中 700°~900°C で10分間の加熱の二つの処理工程である。したがって本実験にても、これら大気中と水素中の両者の加熱処理を組合せた行程、ならびに参考として大気中と水素中の単独処理後の放出ガスについて測定し良好な熱処理条件を求めた。放出ガス測定法はピラニ圧力計を使用した差圧流量法で、本試料としては厚さ 0.13 mm の5重層板を選び、比較試料としてはアルミニウム・クラッド鉄を用いた。850°C で30分間に放出

** 東京芝浦電気株式会社 (Tokyo Shibaura Electric Co., Ltd, Kawasaki)

* 1960年10月本会北海道大会に一部発表

(1) 斎藤, 大槻, 本山: 本誌, 17(1953), 382.

されたガス量と処理との関係を Fig. 1 に示す。

この図より放出ガス量をまず加熱雰囲気との相違別にみる

処理は不適当であることがわかる。つぎに大気中加熱と

800°C と 700°C の水素処理 との 組合せ処理についてみる

Table 1 Chemical composition of copper, iron and aluminium.

Copper	Pb 0.0007	S 0.0003	P tr.	Cu >99.99				
Iron	C 0.04	Mn 0.3~0.4	Si 0.003~0.004	Cu 0.008~0.012	P 0.001~0.01	S 0.006~0.01	Al 0.03~0.05	Fe balance
Aluminium	Si 0.7~0.8	Fe 0.2~0.6	Zn 0.001~0.01	Cu 0.005~0.008	Mg tr.	Al balance

Photo.1 Cross section of 5 layer plate annealed in electric oven at 500°C for 30 mins. (x280)

と、本試料およびアルミニウム・クラッド鉄の両者とも水素中加熱のみのものが放出ガス量が最も多く、つぎに大気中加熱後さらに水素中加熱したもので、大気中加熱のみのものが最も少ないという傾向を示している。

つぎに加熱雰囲気ごとにその内容を考察してみる。大気

中加熱後水素中加熱の組合せ処理工程では、本試料の放出ガス量は一つの処理工程以外(この場合も殆んど大差ない)ではいずれもアルミニウム・クラッド鉄よりも放出ガス量が少なく良好であることがわかる。この主原因は、本試料がアルミニウム・クラッド鉄中の鉄の大部分を、放出ガスの極めて少ない銅に置換された成分構成であるためと考えられる。900°C の水素処理をうけた試料はいずれも青色を呈しているため、黒色を呈する他の処理に比べて、その放射能は劣ることが推察され、しかも放出ガス量も他の処理に比べて少ないという長所もないので、この 900°C の水素

Fig.1 Relation between heat treatment and evolved gas.

Fig.2 Evolution of gas from five layer plate at 850°C.

と、550°C の大気中加熱後さらに 800°C の水素中加熱した試料の放出ガス量は 2 cc/100 g 以上であり、他の処理はいずれも 0.9~1.0 cc/100 g であり大きな差異は認められない。したがって 450°, 500°C および 550°C の大気中加熱と 700°C の水素中加熱との組合せ、ならびに 450°C および 500°C の大気中加熱と 800°C の水素中加熱との組合せが、良好な処理条件と結論される。

水素中加熱のみの処理では、放出ガス量が他の処理に比べて最も多いので、処理として不適当と判断される。大気中加熱のみの処理では、多量の水素が侵入する水素中加熱工程がないため、放出ガス量は 0.2~0.4 cc/100 g で極めて少ないが、そのガス放出曲線は Fig. 2 に示す通り、大気中加熱後水素中加熱した試料のガス放出曲線と全く異なり、時間の後

期における減少率が極めて少ないので、長時間の放出ガス量は他の処理より多くなることが予想され、不適当と考えられる。

IV. 陽極損失と陽極温度

陽極損失と陽極温度との関連実験値を実用管種に直ちに適応することは困難であるので、本実験ではⅢ項と同様に、本試料として厚さ 0.13 mm の 5 重層板を選び比較試料は同じ厚さのアルミニウム・クラッド鉄として、これらを陽極とし、タングステン・フィラメントを陰極とした Photo.2

Photo.2 Experimental tube.

のような試験用 2 極管を製作して実験した。電子衝撃中の陽極の温度は暗視管温度計⁽²⁾により測定した。フィラメント電圧 E_f が 8 V および 9 V のときの陽極損失と陽極温度との関係は Fig.3 に示す通りである。

Fig.3 Relation between anode loss and anode temperature.

Table 3 Data of full wave rectifier tube.

Sample	I peak (forward) mA						I peak (reverse) mA					
						Mean						Mean
Three layer plate	1250	1250	1250	1200	1200	Mean 1210	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	Mean 0.06
	1200	1200	1200	1200	1150		0	0	0	0	0	
Aluminium clad iron plate	1050	1050	1050	1050	1050	Mean 1030	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	Mean 0.2
	1050	1000	1000	1000	1000		0.2	0.2	0.2	0.2	0	
Carbonised nickel plate	1100	1050	1050	1050	1000	Mean 1030	1.6	1.5	1.5	0.8	0.8	Mean 0.89
	1000	1000	1000	950	950		0.4	0.3	0.2			

この図より、同程度の陽極温度値に対しては、本試料の採点値はいずれもアルミニウム・クラッド鉄のそれらよりも大きな陽極損失値を示していることがわかり、本試料の

耐陽極損失性は良好であるといえる。例えば、陽極温度が 600°C の場合、 E_f が 8 V あるいは 9 V のいずれにても、本試料の損極損失は約 3.5 watt/cm² であり、一方アルミニウム・クラッド鉄のそれは約 2.2 watt/cm² であり、前者は後者の約 1.5 倍の陽極損失に耐えることになる。本試料とアルミニウム・クラッド鉄の表面の黒化度は大体同程度であるので、陽極よりの熱輻射が同程度と仮定できるゆえ、陽極の支持線と導入線の熱伝導度をさらに大きくするならば、本試料はアルミニウム・クラッド鉄に比べさらに大きな陽極損失に耐えることが出来るものと推測される。

V. 機械的性質

5 重層板および 3 重層板の種々の厚さのものについて、機械的性質を検討した結果を Table 2 に示す。試料はいず

Table 2 Mechanical properties of three layer and five layer plate.

Sample	Thickness (mm)	Erichsen	Spring back (°)	Tensile strength (kg/mm ²)	Elongation (%)
Three layer plate	0.13	5.5~6.5	14~17	—	—
	0.18	6.0~8.0	12~25	26~33	30~35
	0.25	6.5~8.5	12~25	26~33	30~35
Five layer plate	0.13	5.5~6.0	20~35	30~35	20~25
	0.18	7.0~8.0	18~25	25~32	30~35
	0.25	7.0~8.0	15~25	25~32	30~35

れも 550°~580°C の仕上焼鈍を行なったものである。

この表より本試料は陽極成型時に必要なプレス加工性は十分備えていることがわかる。

VI. 実用試験結果の一例

厚さはいずれも 0.18 mm の 3 重層の本試料、アルミニウム・クラッド鉄および表面着炭ニッケルをそれぞれ陽極とした 3 種の全波整流管を作り、実験試験

を行なった結果の一例を Table 3 に示す。本試料を陽極とした管に比べて I_{peak} の forward および reverse 共に良好であることを示しており、本試料の優秀性が証明されている。

(2) 黒川、長谷川：東芝レビュー，14 (1959)，841。

VII. 総 括

銅を基体とし、その片側あるいは両側に鉄とアルミニウムを順に圧着した3重層あるいは5重層の合板金属を試作し、陽極用として必要な諸性質について試験し、次の結論をえた。

(1) 熱処理条件は 450° , 500°C あるいは 550°C で 10 分間の大気中加熱後 700°C で 5 分間の水素処理, ならびに 450°C あるいは 500°C , 10 分間の大気中加熱後 800°C で 5 分間の水素処理が良好であり、その放出ガス量はアルミニ

ウム・クラッド鉄よりも少ない傾向を示している。

(2) 陽極損失が 1 watt/cm^2 程度より 4 watt/cm^2 程度の範囲で、本試料はアルミニウム・クラッド鉄より大きな陽極損失に耐えることが明確になり、高出力管用陽極材料として極めて適していることが立証された。また実用試験にても良好な結果が示された。

(3) 機械的性質にても、陽極成型に必要な加工性は十分具備されている。

終りに、実験に協力された鈴木、吉井の両君に深謝する。