

一定型式のものを大量製造するには御承知の通り一定の場所で定めた人が決めた細分化された仕事をなす事が有利であり、米国のやりかたで良いのであるが 1,000 分の 1 乃至 100 分の 1 のスケールである日本の現段階に於てはすべての事をそのまま模倣するわけには勿論ゆかない。

それにしてもテレビジョンを作るには機械がいり、機

械に依つて部品が出来、機械に依つて組立てられ、検査され、荷造り発送しなければ成らない事については變りはない。

とにかくテレビジョン量産の問題は日本に於て独自の發展が見られ将来に於て益々重要な産業になる事は容易に想像され殆んどの課題が今後に残されていると信じるのである。

最近の真空管製造法

神戸工業株式会社管球工場長

林 正一

(青柳教授紹介)

1. 緒 言

終戦後以来より次々と我国に入つて来る真空管を観察すると戦争中及び戦後数年間に材料的に又製造技術上に相当な開きが出来てしまつていてことに気がつき、各メーカーとも新品種の分解調査を行い謎を解きつゝ試作を始めて行つた。一方技術者を海外に派遣して手取り早く技術の導入を計り幾多の問題を残しつゝも或る程度同様なものを製作し得る段階に来た。

市場の質的な要求、新しい材料の登場、設計法、現場に於ける使用成績等は製造法の基礎をなし、又逆に上手な製造法を考案することにより設計が改善されたり別な材料の使用も可能となることもある。

2. 真空管の具備すべき重要条件

よい真空管とはどんなものであるか考察してみると

(1) 製作を終了した時に真密度がよくて貯蔵中及び使用中に於て外囲器や電極からガスが出てくることが少く又運命的に出てきたガスを十分に長期に亘つて吸収し得るダスターを具えて居て真密度がわるくならないこと。

(2) 韶送中又は使用中に電極が変形して電極間接触やその特性の変化を来さないこと。

(3) 電極の電子放射能力が長時間の使用に耐え得ること。

(4) グリッドエミッショングリッド少く又ダイオード特性がなるべく小さく且つ使用中に次第にこれ等が増大しないこと。

(5) 使用期間を通じて雑音の少いこと。

(6) 管内に於て閃光放電をしないこと。

その他使用目的に応じて種々な特性が要求され、あるものは高い周波数までの使用とか特に歪の少いことや耐振度であることが要求されることもある。

3. 製造工場の環境

(1) 塵芥の少いこと。

塵芥が封止迄の工程に於てマウントに附着すると、排気工程に於て分計を起し陰極の電子放射能を害したり、絶縁の表面絶縁性を悪くし、或る場合は電極の一端に炭素の突起をつくりこれが雑音の原因となり橋脚を生ずることすらある。これがため工場を建設するには、出来るだけ大都会や工業地帯から離れて塵芥の少ない所に敷地を選び工場の周囲には広い芝生をつくり木を植えることがよろしい。

(2) エヤーコンディショニング

作業場の湿度が高いと切角処理をした部品が酸化し特にダスターに悪影響を及ぼすから湿度は極力小さくすべきであつて空気入口から新鮮な空気をとり入れ之をフィルターを通して除塵し空気調整設備により温度 89°F 関係湿度 40% に調節して之を工場内に導き断えず中央部より外方に向つて流し、その圧力を工場外の大気の圧力より室外に空気が流れ出るやうにする。

(3) 電源の電圧周波数を一定に保つこと。

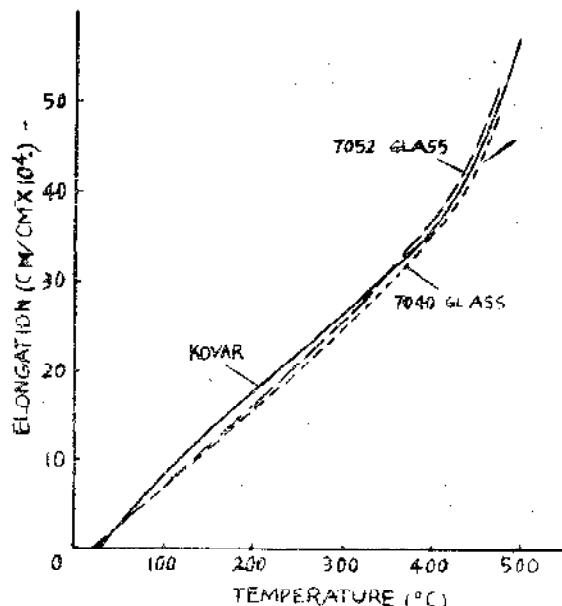
米国などの如く良質の電力供給をうけ得る所ではこんな心配は要らぬが我国では工場の受電所に電圧調整機を置くか排気台やエージングセットなど個々の必要な機器に電圧調整機をつけて電圧を一定に保たないと酸化物陰極などでは過分解や未分解を起したり種々な不良を惹起する。又周波数をも注意しないと廻転機械の速度が変化して製品に悪影響を起すことがある。

4. 真空管に利用されている新しい材料

(1) コヴァール

今迄は硝子との封止に用いられた金属はタンゲスン、モリブデン、銅であつた。之等のものは何れも温度に対して一様な膨脹係数を有しているが、硝子は温度に対する膨脹係数が一様でなく第1図の如く膨脹点以上の温度

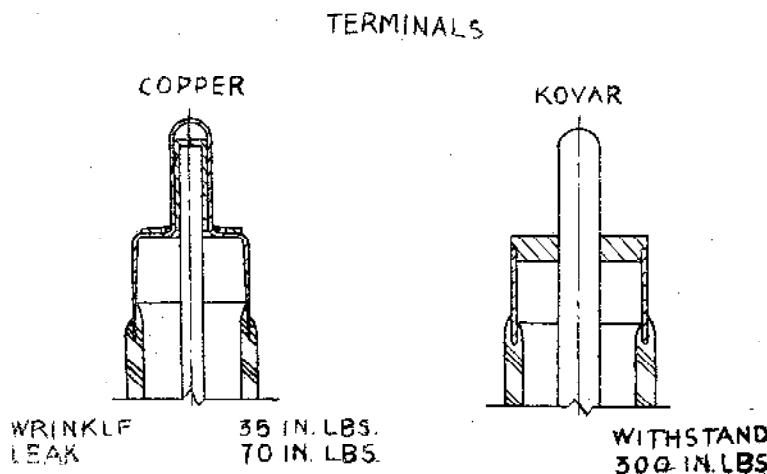
第1図



Thermal expansion curves of "Kovar A" and Corning Glasses 7052 and 7040.³⁴ (Courtesy Stupakoff Ceramic & Manufacturing Co., Latrobe, Pa.)

では膨脹が急に大きくなる。タンゲステンやモリブデン封止用の硝子には夫々の金属の膨脹係数に近い膨脹係数を有するものを用いやうとするが融着には本質的な無理が生じている。又銅と硝子とを封止する場合においては、第2図の左の如く銅の先端を薄くしてこれに硝子を

第2図



融着する。銅と硝子とでは膨脹係数が相当異なるが、先端が薄いために柔軟性があり、破壊から免れているが、機械的強度も弱いものしか得られない。これに対し硝子と同じ様な膨脹係数の傾向を持っているのがコヴァールと称するもので、成分は略々鉄54%、ニッケル29%、コバルト17%より出来ていて、第1図のコーニングの7052硝子を用いるときは理想的な封着が出来る。膨脹係数が硝子と略々同一であるのでうすくする必要がなく機械的強度が大なる封着が得られて、安定度の高い真空管の製造に大に貢献している。

(2) カツパークラッドスティール

スティールの機械的强度の大なることと銅は排気工程に於て殊較的簡単にガス抜きが可能であるという両者の長所を生かして大型送信管 5671、7C24、などのヘッダーと称する部分には概ねこのカツパークラッドスティールが用いられている。スティールの両面に銅をクラッドしたものであつて厚味で銅はスナイールの大体10%位が普通である。最近カツパークラッドスティールは我国にても製作されている。

(3) 銀銅線

受信管級のグリッドのサイドロッドに使用するとニッケルよりも熱の伝導がよくてグリドロスによる熱を外部に逃し易くグリッドエミッション対策に役立つている。

(4) プライティナムクラッドモリブデン線

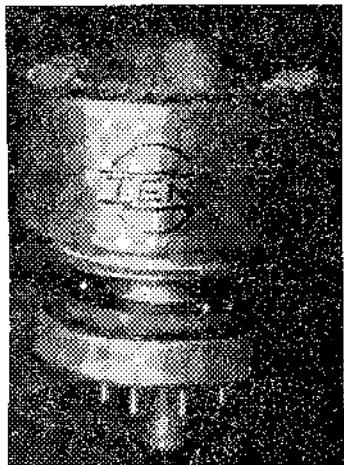
フライメント電力を減少することが出来又放送機に使用して雑音を少くすることが出来るなど数多の利益があるため最近は何10キロワットの水冷管や強制空冷管のフライメントに純タンゲステンに代つてトリエーテッドタングステンフライメントが用いられるやうになつたが、この大型管のトリタン化で一番問題になるのはフライメントの電子放射能の長時間の使用に耐えることよりもグリッドエミッションの防止である。小型管ではグリッドに白金メッシュや金メッシュを施したりジルコニア粉末をバインダーを用いてグリッドにスペレーをして防いでいる。その他二三の方法があるが、がれ等は§2の(4)で述べたグリッドエミッションが次第に増加したり、又あるものは排気中及び動作中にグリッドの温度が高いために蒸発して終いその効果がなくなるのである。プラチナムクラッドモリブデン線をグリッドに用いると使用中にグリッドエミッションが増加する傾向は現われない。然しながら之を用いる

ことによつてダイナトロン特性は改善することは不可能である。この点プラチナムクラッドモリブデン線の特殊な製作法とが処理方法を考えることによるか又他の方法によりグリッドエミッションとダイナトロンの両方の防止を研究する必要がある。

(5) 粉末硝子をシステムに用いる

新しい材料でなく新しい方法と言うべきかも知れないが、システムを作るのにグラファイト等の型に端子金属と硝子とを入れて、適當な温度に上げると硝子がとけてシステムが出来る。粉末の大さび及温度その他を適當にすると出来上つたシステムは数多くの空気の泡を含んだものとなり、システムに与えられる温度の変化に対して丈夫なものとなる。第3図の4×150Aや4×500A、9903などに上記のシステムを用いている。

第3図



(6) ジルコニウム

小型管のゲッターとしてはバリウムアルミニウムマグネシウム、バリウムベリリエートなどのゲッターミラーを用い高周波が熱によつてフラッシュさせてゲッターミラーを外因器の硝子壁につくるが、大型管では耐圧を大きくする必要から一般にはフラッシュゲッターは用いられずタンタムやジルコニウムの粉末や板が用いられる。ジルコニウムは900°C以上の温度で真空処理をして、管内の適當な個所につけて封止作業を行う。ジルコニウムは600°Cとか700°Cとかでは酸素、窒素を吸收し200°C附近では水素をよく吸收するので、真空管内部の温度を動作状態に於て測定し又は計算して目的に応じてその位置を決定しなければならない。

(7) セラミック

1,000メガサイクルとか2,000メガサイクルなどのディザイジョン送信管では誘電体損失が小さいこと及び熔融点が高いことに着目して真空管外因器の硝子部分がセラミックに置換えられている。

5. 新しい設備

(1) リークデテクター

最近の水冷管や強制空冷管は金属と金属、金属と硝子などの封止個所の多いものが製作されている。封止個所が多いことはリークする可能性の多いことにもなります。鋭敏にしかも早くこのリーク個所を見つけるものが質的分析用のリークデテクターである。これはウランウムを分離する際のリークを調べるための可能な方法を幾つか検討した所この質量分析型が一番よいという結論が出て使われ出したそうである。ガスをイオン化して一定の磁界及び電界中を通すとそのイオンの質量に応じてその軌道が曲げられるから特定の場所にイオンを捕捉するターゲットをおくと特定のガスのイオンのみが検出される原理によつたものである。ガスとしては特に微小な孔から拡散侵入し易いヘリウムを用いる。被試験物をリークデテクターにくつづけておいて、被試験物に外部よりノズルからのヘリウムを噴きつけて見るともしリークしていればヘリウムが検出される。ヘリウムを吹きつけないときは空気では検出されない。

(2) ヘリアークウェルダー

従来大型管の封止はバルプとシステムとの硝子相互間で行われるのが普通であったが、硝子相互間の封止ではクラックを防止するために予備加熱を行い又封止中は種々工夫を凝らしても電極が相当な高温になり封止後も十分に硝子の焼鍊が必要であった。このために大なり小なり電極が酸化する結果となり電子放射その他に面白い結果を來すので最近の設計の真空管では最後の封止は金属と金属とで行うやうな構造のものが多く出来ている。この金属相互間の融着では予備加熱ることなく殊較的短時間に行われるため電極の酸化は避けられる。封止方法としては酸素アセチレンガスを用いても可能ではあるが、外観を美麗にすること並にリークの危険性をなくするため電極熔接に高周波を重畠し熔接部分にアルゴン等の不活性ガスを吹きつけながら熔接を行つて行くのがヘリアークウェルダーである。ヘリアークウェルダーは真空管工業だけでなく飛行機製造その他にも用いられている。

(3) プレージングファーネス

従来水冷管の陽極を製作するには銅の円板よりプレス、アニーズ、化学処理を数回繰り返してつくり上げたり、銅パイプの一端を温度を上げつゝへら絞りを行い先端を特殊な方法で封じていたが、何れの方法にも多少工程中に材質に機械的な無理が生じてリークの原因となることがあつた。このリークを防止する意味と、アノード

ド自体の構造が複雑になつて來たので從来の方法では加工が困難であるという理由で最近は銅パイプと銅板とを適当に旋盤加工して組合せその縫目には銅鑄や金銅合金鑄を用いて、これをブレージングファーネス中にて使用する鑄に適した温度で陽極をつくつている。

ブレージングファーネスには被熱体の酸化防止のため絶えずフォーミングガスを流している。ブレージングファーネスとして大切な条件は被熱体の各部の温度が一様に上るために相当熱容量の大きいものでしかも温度のユニフォームディストリビューションのものであることである。

6. 製作方法

(1) 品質管理

製薬製鉄その他あらゆる工業で品質管理の大切なことが叫ばれ隨分と研究されているが、真空管工業に於ても企業としての成否はこの品質管理がうまく行はれているか否かによつて大に左右されると考えられる。真空管の製造程多種多様の部品を用い良否を左右するファクターの多いものは類稀であろう。十分に品質管理を実施しなければ不良の原因が余邊にあるのか雲を擱むも同然であるし、又品質のバラツキが一定限界に入つて居るもの市場に送り出すことも不可能である。

(2) 排氣迄の時間の短縮

作業体形を工夫し部品を真空容器その他より取り出してマウントを開始してより封止を終り排氣台で真空にいくまでの時間の短長は製品の良品に大に關係がある。電極の酸化が問題となるわけである。

(3) 水洗ひ

部品の化学処理に就いては神經質に考えられ十分に行われているが、動もすればおろそかになり勝ちなのが水洗ひである。真空管部品は凹んだ部分が多くその隙間に処理に用ひた薬品が入り込んでいて水洗ひが不十分であるとこれが排氣中等に出て来て品質を悪くすることがある。これは新しい技術ではないが余りにも大切であるので紙面を割愛した。

(4) 窒素封止

ヘリアークウェルダーの項でも一寸述べたが真空管の封止工程に於ける電極の酸化は極力防止せねばならない。この一つの方法が窒素封止であつて、真空管の外側器の一方から十分に淨化され露点 -50°C 位の湿度の低い窒素を封止口に向つて流しつゝバルブの予備加熱を行い窓封止の直前にこの窒素の流入をとめて封止を行う。

(5) 高周波封止

コダール端子と硝子とを封止する場合には酸水素焰を

の他でも可能ではあるが、硝子部分を広い範囲に亘つて加熱することなく封止られることと、温度のコントロールは高周波発振器の出力をコントロールすることによつて簡単且つ確実に行はれますので高周波封止が好んで用いられる。

(6) 高周波による瞬間封止

第3図の 4 × 150A などの構造では硝子部分が極めて短いためにガス焰によつて硝子部分を封止することは電極酸化が極めて大きいので、金属部分相互の瞬間封止が用いられる。封止個所に金銅線をまきつけこの部分に大きな高周波エネルギーを集中させるために高周波電源と加熱線輪の中間にマッピングトランジットを介して、1秒以内に発振器を動作させることによつて、金銅線を熔かして熔着させる。

7. 結 言

受信管級のものから大型の数十キロワットに及ぶ広い範囲のものに就いて懸念過ぎて書いたので分り難い所もあるかと思うが御寛容の程を願う。真空管の技術は随分欧米の厄介になつたが、彼の國の技術を基礎に致しその上に我が國民の開拓性を重んじて品質の改善とコストの引き下げをはかり、海外にどんどん輸出したいものである。資本や設備では彼國の真空管メーカーにはとても対抗は出来ないが、1昨年夏 R C A ランカスター工場で真空管製造技術の習得をしていたとき隅々夏休みとなり、懸命になつて小工場をひろく見学して歩いたときに一番深く我が脳裡に印象づけられたことは小資本、小設備でも工夫によつては同企業の大資本、大設備に十分に対抗出来るということであつた。写真機工業が海外に市場を求めて激甚な競争に立派に成功しているのを見て大いにエキサイトされ、ぐつと胸下より勇気が湧いてくるのである。大方の御指導、御鞭撻を切望致す次第である。

(参考文献)

Walter H Kohl : Material Technology for Electron tubes

H. D. Doolittle : The Design of High Power Vacuum Tubes for Industrial Heating Applications (Cathode Press Vol. 10 No. 4) Division of Industrial and Engineering Chemistry of the American Chemical Society : The Cambridge High Vacuum Symposium

R. B. Ayer : Use of Thoriated-Tungsten Filaments in High Power Transmitting Tubes (I.R.E. May 1952)

R. C. A. Laboratories Division : LB-894, Ceramic-Metal Seals of the Tungsten-Iron Type

R. H. Rhéaume : Acoaxial Power Triode for 50-KW output up to 110 MC (I. R. E. Sept 1952)