

## 真空管はどうして製作するか

逓信省電気試験所第四部 三村秀雄

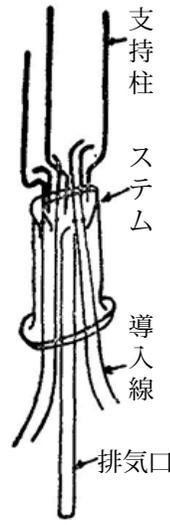
### 形成要素

真空管を組立てるにはどんな部分品が必要かと申しますと、真空を保持する為の硝子球ガラス（全金属管では金属球）、封入線の封入口をなすステム、電極を支持する為の支持柱及びリード線をその前後に銲接ようせつしてステムに封入される封入線、フィラメント、カソード、グリッド、アノード等の電極、ベース等が主なるものです。

### 使用材料

真空管はその名の示すように大気圧の略百億分の一（ $10^{-11}$ mmHg）にも近い極めて高度の真空を保持しなければ、たちま忽ちその性能に支障を来すものですから、使用せられる材料は、このような高真空即ち低圧に於てもガスを発生せぬものでなければなりません。外囲器は充分気密で、外界の空気が漏れ込むおそれがなく、且つ空気圧に充分耐え得る強さを必要とします。稀には鉄を用いた全金属管（導線封入部は硝子ガラス）とか、陽極に銅管を用いた大電力用の水冷管等がありますが、普通には御承知のように硝子球ガラスを用います。電極材料と

して用いられる金属は、製作中錆易いものか、低圧で気化し易いものは不適當です。真空になるに従って出て来る吸蔵ガスの多いのも困ります。又材料中の吸蔵ガスを追出す為に排氣中に相当の高温に熱しますから、高温に於ても機械的に丈夫にて変形することのないもので、且つ加工が容易なものでなければ不適當です。絶縁材料も同様に丈夫なものを用います。



第一図

主として、どのようなものが材料として使われているかと申ますと、

(1) 硝子球 普通の受信管では曹達ガラス(大型管又は高級管は硫酸アルミニウム系統のガラス)

(2) ステム 鉛ガラス

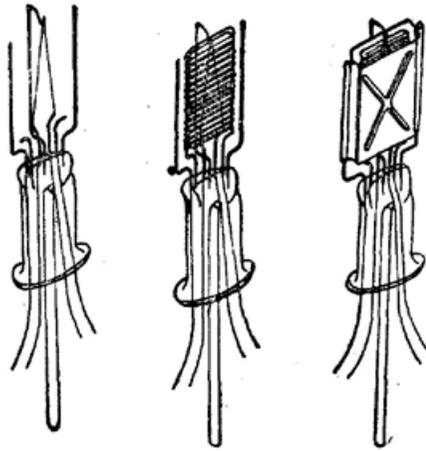
(3) 封入線 白金代用線(ニッケルと鉄の合金に銅を被せたものが多い)

(4) 陰極 タングステン、トリイテッド・タングステン、酸化被膜陰極

(5) 支柱 ニッケル(モリブデン、銅)

(6) グリッド線 ニッケル、マンガニーズ・ニッケル(ニク  
ローム、タングステン、モリブデン)

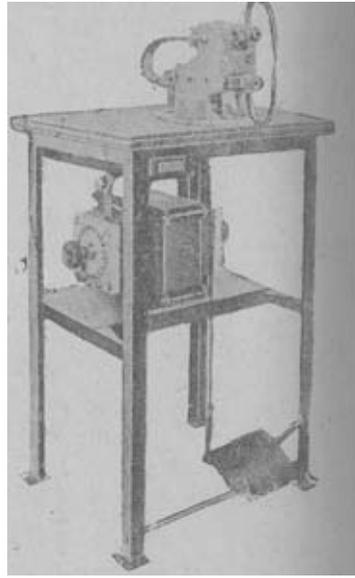
(7) 陽極 ニッケル



第二図

(8) 絶縁物 硝子ガラス、ステアタイト、ベース用には練物ねりもの

組立

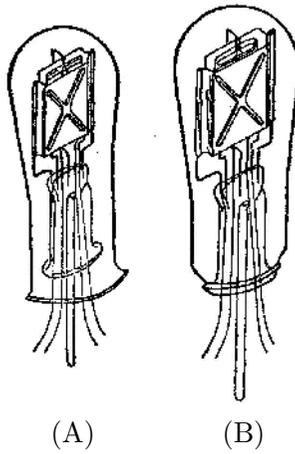


第三図

これ等の材料を用いて、どのようにして真空管が組立てられるかと申しますと（設計は済み、それに従った電極部分品は出てくるものとしませす）先まずステム部が作られます。これには第一図のように封入線及び支持柱が封じ込まれます。封入線は温度による膨脹収縮が硝子ガラスと略似ほぼていますから、温度の変化のため硝子ガラスと線との間に空隙くうげきを生じ、空気が這入はいりこむということはありません。封入線には真空管の外側になる方には銅線のリードを、内側には電極の支持柱が銲接ようせつしてあります。導入線及び支持柱は複雑な多極管になればそれだけ多くなるのです。ステムの下方に出ている排気口という細い管は、硝子球ガラスを被かぶせた後に、管内の空気を引出す為に真空ポンプに接続するところです。支持柱は取付けられる電極の形に従って適当に曲げ整えられます。次に電極が第二図A、B、Cのように陰極、グリード、陽極の順に内側のものから支柱に添架銲接ようせつされます。真空管は高真空であるし、又、排気中及び使用中に高温になりますから、ハンダを使う訳に行かぬので、第三図のような電気銲接器で銲接ようせつされます。銲接ようせつする時に酸化し易やすいものは、水素ガスを吹付け乍ながら行います。

真空管としての性能が劃一的に優秀で一様に作られる為には、材料の性質及び寸法が正確でなければなりませんから、充分に清掃された優良なる材料を用い、正しき寸法に堅固に組立てられ、化学的清潔に仕上げられます。

## 封 球



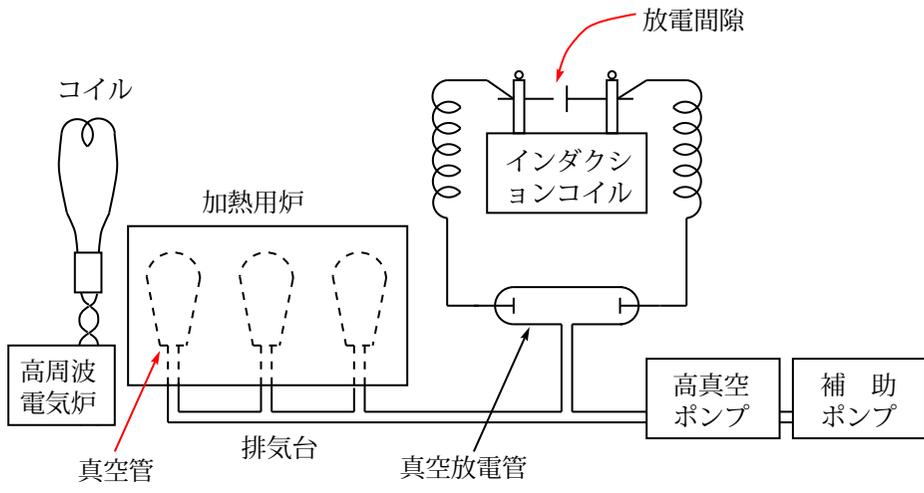
第四図

このようにしてSTEMに電極の取付が済めば、これを硝子球に封入します。第四図Aのように予め用意された硝子球を被せ、ガス焰で熱し乍ら、同図Bのように封じ込んで仕舞います。これで大体真空管の形は出来上ったのです。

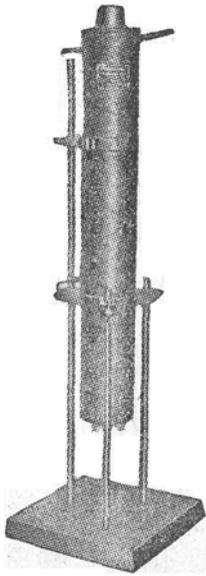
## 排 気

次はいよいよ真空管たる所以の管内を真空にする作業です。これは排気作業と云い、その設備を排気装置と云います。

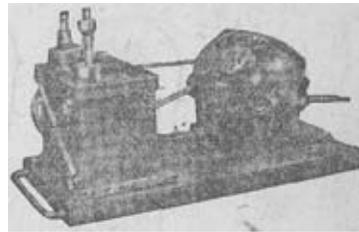
排気装置の主要部は、第五図の略図に示すように排気台、真空ポンプ、真空度測定器及び高周波電気炉です。小型真空管では数個乃至拾数個を排気台という台の上に並べ、その排気口を図のように並列にしてポンプに接続します。真空ポンプには色々ありますが、普通に補助ポンプには油廻転ポンプが用いられ、高真空ポンプには水銀拡散ポンプ又は油拡散ポンプが用いられます。真空度を測定するにも二三の方法があります



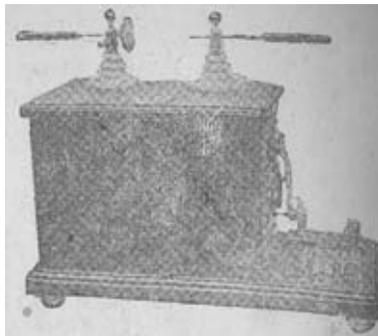
第五図



第七図

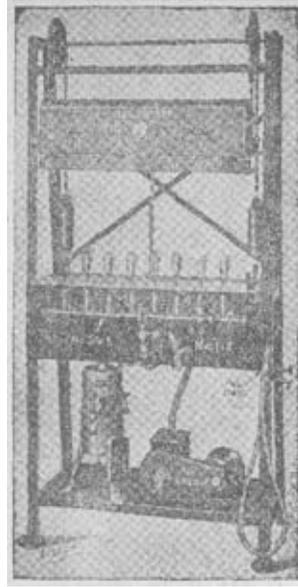


第六図



第八図

が、第五図の方法は、排気管に真空放電管を接続し、放電管の放電現象と、インダクション・コイルのスパーク・ギャップとから大体の真空度を測定する方法です。



第十図

排気台には蓋をするような具合に全部の真空管をすっぽりと蔽うことの出来る大きさのガス又は電気の炉があつて、真空管を取付けたり外したりする時は、釣瓶式つるべに錘おもりで上の方へ持上げて置き、排気が少しく進んだところで、これを下して真空管を蔽い、数百度に熱して管壁の水分その他の揮発分を拡散せしめ排気を助けます。相当の高真空になったところで炉を外し、瓦斯ガス駆除作業(ボンバードメント)ということをした

します。これは電極を赤熱せしめ、電極中に吸蔵されているガスを放出せしめる作業です。電子衝撃による方法もありますが、小型管では渦電流損失を利用します。強い高周波電流の通じている線輪を真空管にかぶせると、管内の電極には誘導作用で渦電流うずが生じ、その損失で電極が熱し吸蔵ガスが放出せられます。この渦電流誘発用の高周波振動発生装置を高周波電気炉と称します。瓦斯ガス驅除作業が終りますと、ポンプに依る排気は略極限ほぼに達した訳です。

第六図は油廻転ポンプ、第七図は水銀ポンプ、第八図はインダクション・コイル、第九図は高周波電気炉、第十図は排気装置の一例です。写真の装置では八個の真空管が同時に排気されます。真空管の上の箱は加熱用炉で、下方の右はオイル・ポンプ、左は水銀ポンプです。この時、真空度を充分良好にするため、及び完成

後に使用中の真空管より徐々に放出せられたるガスを吸着させる目的で、排気剤というものが用いられます。これはゲッターと云われ、マグネシウム又はバリウムが用いられます。予め適当な方法で管内の適当な箇所附着せしめておき、瓦斯駆除作業の後排気の終り頃、高周波線輪でこれを加熱蒸発せしめ管壁の一部に沈着せしめます。これにより管内に残存せる稀薄ガスが吸着せられ、真空度が一層良好となります。硝子球が銀色に光っているのは大抵ゲッター剤です。ゲッター剤が絶縁部分に沈着すれば絶縁不良となりますから、その容器の形、位置、向等には考慮を払います。このようにして排気が完了すれば、排気口をガス焰で封じ排気台から取外しベースを取付けます。ベースの脚にはそれぞれの導入線を通してハンダ付を適當なセメント材料で硝子球とベースとを固着せしめます。排気のすんだ真空管は、陰極線の与力又は活性化（アクチベーション）という熱処理を相当時間（数十分又は数時間）受け、ここに於て初めて、完全に動作する完成真空管となります。タングステン陰極のものは、エイジングという熱処理を三十分位行うこともありませんが、熱処理は殆んど必要でないので小型管には余り用いられません。トリエイテッド・タングステン及び酸化被膜陰極には、アクチベーションは極めて大切です。排気中に於ても陰極は適當な温度に点火せられて居り、電極ガスの放出を行わしむると共に陰極の活性化を進めているのです。このことに就ては、ラヂオ科学社発行「電子の原理・解説・装置」の中に、「熱陰極」という題で、二條弼基氏が御執筆になつていますから御覧下さい。

現在、小型管の大量生産をするところでは、ステム製作、封球、排気等はそれぞれ自動的に行われる装置により能率を上げて居ります。自働封球装置は、円板上を廻転する台に次々とステムを取付け硝子球を被せ

てやれば、機械が一廻転する間に封球が完成します。自働排気装置も円板上を廻転する排気台で、ポンプに接続するゴム管に真空管の排気口を次々と差込んでやれば、これが一廻りする間に凡ゆる排気操作が自働的に行われ、多数の真空管を連続的に排気することが出来るのです。出来上った真空管は絶縁試験、定数試験、放射電流試験、動作試験等の関所を無事に通過したものが商品として諸君に御目見えするのです。

- 底本には、ラヂオ科学社編『受信用真空管の選び方使ひ方』（ラヂオ科学社）を使用した。
- 読みやすさのために、旧漢字は新漢字に、旧かなは新かなに変更した。ただし一部の漢字は旧漢字のままにした。
- PDF化には<sup>[1]</sup>TeX<sup>[2]</sup>でタイプセットを行い、<sup>[3]</sup>dvipdfmxを使用した。

ラジオ関係の古典的な書籍及び雑誌のいくつかを

### ラジオ温故知新

<http://fomalhaut.web.infoseek.co.jp/index.html>

に、

ラジオの回路図を

### ラジオ回路図博物館

<http://fomalhaut.web.infoseek.co.jp/radio/radio-circuit.html>

に収録してある。