

二次電子電極の動作とその材料

通信省電気試験所第四部 畠山孝吉

一次電子と二次電子

相当の速度を持って居ります電子が、金属の表面にぶつかりますと、その金属の表面からは、電子が出て来ます。決してぶつかつた電子が、はね返されて来るものではありませんで、ぶつかつたのとは全く別の電子が出て来るのです。そして金属の表面にぶつかりました電子を一次電子と云い、一次電子のために金属の表面から追出されました電子を二次電子と申します。

二次電子を出します金属は、何れも二次電子電極として使うことが出来るわけでありまして、どんな金属が二次電子電極として工合が宜しいか、ということを知りますには、金属の表面から出ます二次電子の数は、どのような方法に依つて多くすることが出来るかということを知らなければなりません。

さて、二次電子の数は、これを出します一次電子の速度の早い程多いのでありまして、一次電子の速度が二倍になりますと、この一時電子のために出て来ます二次電子の数も亦大体二倍になります。例えば一秒間につき一〇〇米の速さを持って居ります電子が、一個或る金属の表面にぶつかりました時に、その金属の表面

から二個の電子が出たと致しましょう。若しもその一次電子の速さが一秒間につき一〇〇メートルの二倍の二〇〇メートルになりましたならば、二次電子の数は前の二倍の四個になるというのであります。然し乍ら、一次電子の速度が或る値になりますと、それから上は、一次電子の速度が更に大きくなりますも、二次電子の数はもう多くなりませんで却つて減つて参ります。以上は一次電子の速度が変りました時に、二次電子の数がどんな風に変るかということを上申したのであります。一次電子の速度が或るきまつた値でありましたも、これがぶつかります電極面の化学的の性質や、それから又温度とか疎密の度合などという所謂物理的の状態、それから出ます二次電子の数がちがつて来ます。

金属の表面から出ます電子（一次電子）、即ち金属が高い温度に熱せられました時に出ます電子はその金属の温度が高い程多いのでありますから、二次電子も亦二次電子電極の温度の高い程、一定の速度の電子がぶつかりました時に沢山出て来るかと申しますと、そうはゆかないのであります。若しも一次電子の速度が定まり、又それが衝突します金属の種類が定まって居りますと、それから出ます二次電子の数は、金属の表面の温度には殆ど無関係なのであります。但しその金属の温度のために金属の性質がちがつて来るような時は例外であります。それから又金属の表面が錆びて居る時よりも、磨いてあつた方が二次電子が出易く、同じく磨いてありまして、表面がざらざらの時よりも、すべすべと滑らかになつて居た方が二次電子が出易いのであります。

二次電子の電極

以上申しましたことから二次電子電極としましては、これにぶつかります一次電子の速度がおそく、しかも一次電子一個のために追出されます二次電子の数の多い程、工合がよい、即ち能率が宜しいということがわかります。そして二次電子電極の研究は専ら、如何にして上述のような意味での能率の宜しい金属を作るかということにあるのでありまして、今迄研究されました材料についてみましても、一次電子一個当りの二次電子の数が一〇個以上というものは余りないのでありまして、大抵は二個か三個であります。

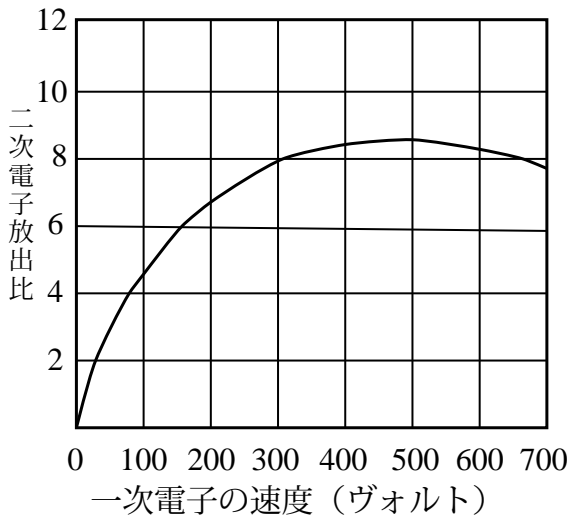
ここでちょっと申し上げておきたいことがあります。それは一次電子の速度を云い表わします時に普通の速度でありますと、一秒間に何米と云うのでありますが、——例えば電波の速度は、一秒間に 3×10^9 (米)であるという風に——電子の速度は電圧で申します。それは電子は電気を持つて居ります故、これに或る電圧を加えますと、必ず動きまして、電圧の高い程早く動きますから、速度のおそい電子は電圧の低い電子、速度の早い電子は電圧の高い電子と云うことが出来ます。それ故に電子の速さを云いあらわしますのに、その速さを電子に与えるに必要としました電圧の大きさをを用いても差支えないわけでありまして、一般には電子の速度は電圧で云いあらわして居り、この電子は何ヴォルトの電子であるという風に云つて居ります。

今、色々の金属につきまして、その表面に数百ヴォルトの一次電子を衝突させました時に、一次電子一個につき何個の二次電子が出て来るかを調べてみますと、

純タンゲステン、モリブデン、ニッケル 一個以下

マグネシウム、カルシウム 一個以上二個以下

ポッタシウム、セシウム 約二個



第一図

二次電子の発見は極めて古いのでありまして、今から二十年前には、もう二次電子を利用した発振器が発表されて居ります。そして最初は二次電子というものは、極めて不都合な厄介なものやうに考えられて、私なども随分二次電子のために苦しめられたものでありまして、その最も甚だしいのが、二次電子のために生じます真空管のダイナトロン特性と云われるものであります。普通の真空管でありますと、一定の制御グリッド電圧の時に、プレート電子を高くしてゆきますと、プレート電流は、だんだん大きくなるのでありますが、プレート電圧を高めてゆきますと、プレート電流が却って減少してゆくことがあります。このプレート電流の降下特性をプレートのダイナトロン特性というのでありまして、これはプレートだけに限らず、制御グリッド電流にも、ダ

とというような程度のものでありまして、アルカリとアルカリ土類金属の化合物では約三個であります。一般に金属の表面を他の金属で塗りますと、二次電子の出方がよくなるのでありまして、最近までの研究に依りますと、酸化しました銀板上にセシウムの表面層を作ったものが最も優良な二次電子電極であると云われて居るのでありまして、この電極の特性は第一図の如く、一次電子の速度が四〇〇ヴォルト乃至六〇〇ヴォルトであります時に、この一次電子一個に依り得られます二次電子の数は八個乃至一〇個位であります。

イナトロン特性はあります。四極管にダイナトロン特性のありますことは、周知のことであり、これをなくするために、ペントードに作られたのであります。

大電力の無線送信機では、三極管のグリッド、ダイナトロン特性をなくしますために、特にダイナトロン・サプレッサーというものを、使用することもあります。ただこのダイナトロン特性を利用しましたものとしては、今迄はダイナトロン発振器がありまして、主に誘電体の高周波に於ける損失を測定するのに用いられて居りました。

所がテレビジョンの発達に依り、急に二次電子を利用することが盛んになり、二次電子を利用しました増幅管なども出来ましたので、これに従いまして二次電子発射用の電極の研究も盛んになったのであります。

二次電子電極の材料

二次電子を出します金属は、どれも皆二次電子電極として用いることが出来ることは勿論でありまして、前にも申しました所の純タンダステン、モリブデン、ニッケル、又はマグネシウム、カルシウム、或はポッタシウム、セシウム等は何れも二次電子用電極となります。然し乍ら、その二次電子電極から出ます二次電子を、何かの目的に利用します時には、一次電子一個当りの二次電子の数を云いかえますと、二次電子放射能率の良い程宜しいわけでありますが、さてそれではどういう材料を用いたものが能率がよいかと申しますと、今から四年程前に発見されました酸化銀板上にセシウムの表面層を作りましたものを電極としたものが今も相変わらず最優良の位置を占めて居るのであります、二次電子用電極としましては、色々のものが研究され

ては居りますが、未だにこれにまさるものが出て来ないのであります。

所が最近或る雑誌に出て居りましたものに依りますと、二次電子放出比が数十、数百にも及ぶ電極が作られました。これはアルミニウム板の表面に千分の一耗位の厚さの酸化アルミニウムの層を作り、この上にセシウム原子一個位の厚さのセシウムの層を作ったものであります、これに数百ヴォルトの一次電子を当てますと、一次電子一個につき一〇〇個位の二次電子が割りに楽に出て来るというのです。然しこれは、ほんとうの二次電子ではないのであります、セシウムから出ます二次電子のために、セシウムの表面が正電位となり、この電極のためにアルミニウム板の中の電子が、酸化アルミニウム及びセシウム属を通りぬけてまして外へ出て来るのであり、まあ二次電子とはちよつと様子がちがいますが、やはり一種の二次電子とも考えられます故、この電極は二次電子電極と云えましょう。

- 底本には、ラヂオ科学社編『受信用真空管の選び方』(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。
- 原著は総ルビであるが、ルビは適宜取捨選択した。
- PDF化には $\text{E}^{\text{T}}\text{X}^2\epsilon$ でタイプセットिंगを行い、 dvipdfmx を使用した。

ラヂオ関係の古典的な書籍及び雑誌のいくつかを

ラヂオ温故知新

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

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。