

最新の真空管の研究

通信省電気試験所第四部

福田義雄

三極管の完成

三極管こそは真空管中の真空管であり、そしてそれは恰度ちやうど今日只今完成されたと見るのが筆者の見界であります。

では何故三極管が真空管中の真空管であるかといいますが、それは他の真空管、即ち二極管、四極管、五極管等と比較して見ればすぐ判ることです。三極管は無線通信に必須な五つの基本作用即ち(1)整流作用、(2)増幅作用、(3)発振作用、(4)変調作用、(5)検波作用を悉く自由自在に営むことが出来ます。増幅及び発振の二作用は二極管に於ては全然見ることの出来なかつた飛躍的な効果をもたらしたのでありますから、有難いこと万々であり、他方四極管、五極管等はただ単にこの点に就ての三極管の改良に過ぎないと見て宜しいのであります。さすれば三極管は真空管中の真空管といえましょう。それが今日今完成されたとはどういう意味か。それはこうなのです。

受信管と送信管との二つにわけて考えます。先ず受信管、筆者は初めて全金属真空管を手にしたとき、暫時

瞑目して掌に金属特有の感触をしみじみ味わったことでした。真空管本然の姿、これこそは真空管誕生当初から、吾人の夢寐にも忘れず念願していた所の理想形態を顕現したものであります。経済的並にその他の事情に依り、近き将来に於て硝子管全盛時代にとつて代り得るかどうかは疑わしいですが、真空管それ自体としては、正しく窮極形に到達したといつても過言ではないように思われます。

次に送信管は如何。これは水冷方式という劃期的な発明があつた時（一九二一年）を以て完成の日となすべきかも知れませんが、一〇〇キロワット級の大電力管が出現した今日、その感が一層深いという訳なので。試作品としては既に四〇〇キロワットのものも出来ており、組立式のものでは五〇〇キロワット或はそれ以上のもの迄も作れる程に技術は進んでいます。ところが、このような大きな真空管は、実は今の所その使い道がないのであります。昔長波通信はなやかなりし頃は、一〇〇〇キロワットというような途方もない大電力のラヂオ・プラントもありましたが、短波通信の発達した今日ではそんな大袈裟なことをする必要がなくなり、精々一〇キロか二〇キロもあれば充分で、これ以上電力を大きくしてもさして御利益がないということになりました。それ故一〇〇キロワット級の大電力管の用途は放送ラヂオに限られることになるわけですが、筆者の考えに依りますと、放送局の電力は五〇〇キロワット位が止りではないかという気が致します。用途も定かならぬに大電力管を作つてもつまらぬ訳で、電力容量増大もこのあたりで一段落、従つて送信管もまず完成されたという次第であります。

さて今の所放送ラヂオに対しては、直接余り関係がないように見えますが、他の用途から又現在目出度くなりつつある真空管は何でありましょうか。筆者は多分(1)電子振動管と、(2)マグネトロンとではなからうか

と思います。

電子振動管

通常の真空管発振器では、プレートにプラスの高電圧を加え、グリッドには、零又は僅かにマイナスの電圧が加わるようにしてあります。然るにこれとは全く逆にグリッドにプラスの高電圧を加え、プレートには零又は僅かにマイナスの電圧を加えますと、大変波長の短い持続振動が発生するという事実が、独逸のバルクハウゼン博士とその弟子のクルツという人に依つて発見されました。このことが独逸の學術雑誌に「真空管に依て発生し得る最短電波」という題で発表されたのは一九二〇年のことですが、バルクハウゼン博士（この間来朝しました）自身の言に依れば既に一九一七年に発見し、世界大戦中これを用い波長五〇糎で距離一〇〇米の電話送受信に好成績を収めたとのことです。所がこの研究は只それだけに終つてその後永らく忘れられていました。その理由は当時そのような短かい電波は、大した利用の道がなかつたことと、振動勢力がお話にならぬ程に微弱であつたことに在るのだらうと思ひます。抑も斯様な振動の発生するからくりは、発見者の説明に依りますと、電子がグリッド面を境にしてプレート、フィラメント間を往復運動するに在るといふのです。電子は大変身軽なものですからこの往復運動がとても早いのです。その往復の周期は電極間の距離と電圧とで定まり、これから計算した理論値と実験から得た測定値とがぴつたりと合うといふこと迄、発見者自身に依り立派に示されています。ところでフィラメントから出た電子のうち斯様な往復運動をする電子は極く小数に限られ、大部分はいきなりグリッドにぶつかつて了いますから、この発振器の能率は大変悪

く精々数%に過ぎません。おまけに損失は全部グリッドにかかるものですから、電力容量も甚だ小さくなり結局出力が微弱ということになります。この点が改良されたならば誰しも考えている所なのですが未だなかなか好く行かないようです。何か良い工夫が欲しいものです。

発見者の名に因よんでこの振動を「B・K振動」とも呼んでいます。B・K振動は電極構造が平板型ひらばんのものでも発生しないことはありませんが、同心円筒型の方が強く出ます。それゆえB・K振動に関する限り、今日使われている新型の三極管よりも、その昔流行したフランス型の方が遙かに優秀な結果を示します。一寸面白ちよつといことではありませんか。

極く最近独逸ドイツで「レゾタンク」と称する新しい極超短波発振器が發明されました。これは電子振動管に銅で出来た同心円筒型共振器を巧みに配合して一体としたものです。発振波長が固定されるという不便は免れません。能率、出力その他に於て著しい改良がもたらされるので、今後はこういう行き方の研究が盛んになるのでなからうかと思えます。

マグネトロン

マグネトロンとは、元来アメリカのG・E会社が提供したトロン・シリーズの一つで、ケノトロン、プライオトロン、ダイナトロン、ザイラトロン等と同様に商品名なのです。而も真空管しかそれ自体は単なる同心円筒型の二極管に過ぎず、唯これに磁界を作用させて二極管特性に或る変化を与えるようにした装置全体を一括してマグネトロンという次第で、特性に関する詳しい理論的研究や、これに増幅及び発振の作用があるこ

などをG・E社のハル博士が学術雑誌に発表したのは一九二一年のことでありました。この研究もただそれだけのことに終り、実用に至らずしてそのままうっちゃられていました。所がこのマグネトロンがB・K振動類似の大変に短い電波を発生することが、一九二三年ツアセックに依つて発見され、陽極を軸方向に沿うて分割すると、負性抵抗が得られるという理論及び実験が、一九二四年ババンに依つて示されました。これも当時は余り世間から注目されませんでした。一九二七年以降我が国の岡部博士の劃期的研究が端緒となつて、俄然この方面の研究が活発となり、今日ではマグネトロンといえば斯様な極超短波発振専用の真空管を指すことになっていきます。研究の方向が思いがけない方向に進展し、マグネトロンの発明者ハル博士としては、さぞかし感慨無量のことでしょう。

マグネトロンがどうして発振するかということに就ては、仲々議論のある所ですが、とにかく電子の周期的旋回運動に基くことだけは間違いないようです。岡部博士の示された理論にも、この周期が計算されており、発振波長の理論値と実験から得た測定値とがよく一致しています。電子の運動の軌道がハート型になることは既にハル博士に依り明らか^よにされた所でした。B・K振動の場合には電子は直線的往復運動をするに對し、マグネトロンの場合はハート型の旋回運動をします。どちらも電子振動のわけですが、前者の方の発見が早かつたことと、マグネトロン振動には電子の振動でない他の種類の振動詳しく云えば「ダイナトロンの振動」も存在するので、普通電子振動と云えばB・K振動を指すことになっています。岡部博士の説によるとマグネトロン発振器の振動型には、A B C D Eの五種類あることになっています。まるでビタミンのようですね。このうちで岡部博士の発見されたB型振動は、波長が比較的短くて、而も能率^{しか}がよいという点で断然群を抜

いており、極超短波大電力発生機の記録は、皆このB型振動に依つたものです。尚岡部博士は「ビーム・マグネトロン」「大阪管」と称するひどく風変りな電極構造をもった極超短波発生用マグネトロンを發明されるなど、常に研究の第一線に立つて世界に万丈の氣を吐いておられます。

同じく我が国宇田博士の發明に係る「セントロン」と称する新型真空管は陽極に高電圧をかけたときの勢いのいい運動電子の為に、フィラメントが衝撃を受けるのを防ぐべく、電極の構造を適当にしたマグネトロンの一種で、発振の型は「大阪管」のそれと同じであります。これに依り波長十数厘出力数十ワットという世界的記録が得られています。所が残念なことには、セントロンもその他のマグネトロンも真空管だけでは、こんな働らきはないのでして、極めて強い磁界を必要とするのです。然るにこの磁界装置が大変なものでして数十キロという筐棒な重さ、いかなマグネトロンも、これだけは全く持て余しております。

目出度くなりそうでいて未だ充分目出度くなり切っていないB・K振動管とマグネトロン、今後一層の理論的並に実験的研究の發展が待たれる次第です。

- 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LATEX 2_εでタイプセッティングを行い、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。