

真空管の歴史

越川一男

はしがき

真空管がこの世に生れ出で、始めて、無線通信の檜舞台舞台に活躍することになったのは、マルコーニによつて無線電信が発明されてから九年後の西暦一九〇四年、わが国で申せば、恰度、日露開戦の明治三十七年に相当いたしますから、真空管の歴史というものは僅々三十五年間のことにしかなりません。

この短い間に於て、幾多の発明や改良が相ついで行われ、実に目まぐるしいほどの発展を遂げて今日に至つたのであつて、今から振りかえつて見ますと、こんな短い年月の間に、よくもこれまで発展して来たものだと、ただただ驚嘆の他はありません。

このように華々しい真空管の生い立ちを克明にお話しするということは、到底、紙数の許すところではありませんので、ここでは、真空管というものが、どんな機縁からこの世に生れて来たか、そして又どんなな径路をたどつて今月のような状態にまで発達したかということ極く大要をお話しすることにいたしましょう。

なお、これから出て来る年号は全部西暦にとつてあります。

何故、皇紀に改めないのかのお叱りもあるかと思いますが、真空管に関するいろいろな発明改良の殆んど全部が外国に於て行われて来たという関係上、西暦の方が一般にはピンと来るのではないかと考えたからにすぎません。

この点あらかじめ御諒解を願っておきます。

エヂソン効果

さて、前にも申しましたように、真空管が始めてこの世に生れて来たのは一九〇四年ですが、しかし、どうして真空管が生れるようになったかということになりますと、もう少し昔にさかのぼらなければなりません。

一八八三年のころ、かの有名な発明王トーマス・エヂソンは、白熱電球の研究に没頭していたのでありますが、その研究中、まことに不思議な現象にぶつかったのであります。それは、電球の中へフィラメントとは別に一枚の金属板を封じ込んでその端子とフィラメントの＋端子とを接続した場合には、極く僅かながらその回路に電流が流れるけれども、反対にフィラメントの－端子とを接続した場合には、全然電流は流れないという現象であります。これが世にエヂソン効果と云われる現象で、今から考えれば、何の不思議もない当然のことに過ぎませんが、これを発見したエヂソン自身には、何故そんなことになるのか、てんで見当がつかなかったのであります。況して、この発見がやがて無線界へ一大光明を与える機縁になろうなどは、夢にも考え及ばなかったであります。

しかし、このエジソン効果の発見こそ、真空管誕生の一大原因となったのであって、真空管の歴史を語るには、どうしても見落すことの出来ない偉大な発見と云わねばなりません。

真空管の誕生

エジソン効果が一度世に発表されるや、たちま忽ち当時の物理学者の注目するところとなり、多くの学者から研究対象としてとりあげられたのでありますが、その中でも、エジソン効果に最も多くの興味を感じ、その本体を究めようとして、あらゆる方面から綿密な実験研究を行ったのは、英国のJ・A・フレミングであります。

フレミングはいろいろな球を試作し、これ等に就いて、系統的な研究を行った結果、フィラメントと金属板との間に電流の流れるのは、フィラメントから金属板へ向って-の電気を持った微粒子が放射されるからであることを確かめ、更に、金属板端子とフィラメントとの間に電池を接続し、金属板の方を+にした場合には、相当大きな電流が流れるが、反対に、金属板の側を-にした場合には全然電流が流れないということ、即ち一方向へだけしか電流を流さない性質を持っているという事実を発見したのであります。このようなフレミングの研究は一八八九年から一八九六年ころまでの間に、エジソン・スワン合同電燈会社という所で行われたのでありますが、その研究もいま云ったような性質を明らかにしただけで打切ってしまう、フレミングはその後マルコーニ無線電信会社へ転じて、そこで無線電信の研究に従事したのであります。

ところが、当時の無線電信の受信装置というのは、コヒーラーか磁気検波器を使うものだけで、その感度は非常に悪く、当時の有線電信が使っているようなサイフォン現波器に、受信信号をえが書き出させるとい

となどは及びもつかなかつたのであります。

そこでフレミングは、何とかして、この現波器を働かせるだけに感度のよい受信装置が欲しい、それには、まず能率のよい整流器が必要だという訳で、その頃知られていた唯一の整流器であるアルミニウムの電解整流器に就いて、いろいろ研究して見たが、結局、よい結果が得られなかつたのであります。

そのように苦心しているとき、ふと思いついたのが、かつて自分の研究したエヂソン効果であります。これだという訳で、早速二、三の球を試作して実験して見たところ、果して素晴らしく結果がよい、そこで、更にまずい点をいろいろと改良して完成したのが、所謂フレミング・ヴァルブ、今日で云う二極管なのであります。フレミングは直に、無線電信検波用熱電子管という名称で、特許を出願し、英国に於ては、一九〇四年一月一六日に登録されて居りますが、更に米国に於てもそれぞれ特許権を獲得して居ります。かくして、真空管というものが、始めて世に生れ出たのであつて、それはエヂソン効果の発見後二〇年のことであり、マルコーニが無線電信を発明してから、僅かに八年後のことでもあります。

三極管の発明

フレミングによつて二極管が発明され、無線通信の将来に対して、一大光明が点ぜられると同時に、それに対して、いろいろな研究と改良の加えられたことは申すまでもありませんが、更に電子管の歴史に於て、第二の劃期的発明は、フレミングの二極管に第三の電極を加えた三極管の出現であります。

この偉大な発明は、米国のリー・デ・フォレーによつて完成されたのであつて、その最初の特許はオーヂオ

ンという名称で、一九〇六年六月二六日米国に於て得たのでありますが、しかし、これはフレミングの二極管を変形したようなもので、第三電極のないものであります。翌一九〇七年、このオーヂオンを無線電信の検波用として応用するという事で、再び米国の特許を得て居りますが、この場合のオーヂオンは第三電極を加えたもので、その特許文面に於て明らかにこの第三電極をグリッドと名付けて居ります。更にこのオーヂオンに就いては、一九〇八年、英国に於ても特許権を得て居りますが、しかし、その当時に於ては三極管の性能というものは、勿論はつきり分つていなかつたのであつて、発明者のデ・フォレー自身も、オーヂオンが、フレミングの二極管よりも、無線電信の検波用として能率がよいという事実を確めていたという程度に過ぎないのであつて、何故能率がよいかということに対しては、的確な説明を与えることが出来なかつたのであります。

そればかりでなく、デ・フォレーの三極管の発明も、フレミングの二極管に第三の電極を加えれば、確かに検波能率が良くなるのだという判然とした根拠のもとに完成されたものではなく、実は、フレミングの特許を逃げるための窮余の策として工夫されたものだというようなことが、記録によつて想像されるのであります。前にも云つたように、デ・フォレーの最初に完成したオーヂオンというのは、確かに、フレミングの二極管を多少変形したと考えられるようなものでありますが、これが米国に於て特許になつたということを知つたフレミングは、既に米国の特許として登録されている自分の二極管と全く同じようなものを、訳の分らぬ理窟をつけて特許に出すなどは怪しからぬという訳で、えらい勢でデ・フォレーに抗議を申込んだのであります。この抗議に接したデ・フォレーが、それではというので考え出したのが、グリッドを挿入した三極管

だというのであります。

このような経緯は、云わば真空管発達の裏面史とも見るべきもので、このような話は、一見、デ・フォレーの偉大な発明が、いかにもつまらないもののような感じを与えないではありませんが、しかし、真空管のいろいろな現象に対して、判然とした説明を加えることの出来なかつた当時^{に於ては}、まことに止むを得なかつた次第で、その故にデ・フォレーの功績が、多少でも割引されるといふようなことはありません。

三極管の発振作用の発見

デ・フォレーによつて三極管が発明されましたが、その当時は、ただ無線電信の検波用として使えるといふことだけしか分つていなかつたのであります。ところが、一九一三年、独逸のA・マイスナーは三極管を使った回路に就いていろいろと研究を行い、遂に三極管の発振作用といふものを発見し、始めて、三極管を使つて電波を出すことに成功したのであります。しかし、その頃の三極管はまだ真空度の悪い不完全なものでありますから、発振したといつても、その出力は波長六〇〇米^{メートル}で一二ワットといふ僅かなものに過ぎなかつたのであります。

その後、マイスナーの研究に引続いて、米国のE・H・アームストロング、英国のC・S・フランクリン、H・J・ラウンドといふような人も、三極管の発振作用に就いて研究を行い、それぞれマイスナーの方法とは別な発振回路を考案して居ります。

いずれにしても、三極管の発振作用の発見は、真空管の発達に一層の拍車をかけることになり、いままで

無線電信の受信だけにしか使われなかった三極管が、送信にも使えるという訳で、こんどは、その電力を増す方に研究が進められることになったのであります。

もう一つ、真空管の発達を一層急激にしたものは歐洲大戦の勃発（一九一四年）であります。無線電信が軍事に非常な重要性を持つてゐることは、既に我が日本海海戦に於て証明されて居りますので、歐洲大戦を機縁に真空管の研究は一層熾^{さか}んとなり、マイスナーの発振作用の発見から、整流、検波、増幅などの諸作用も明かにされ、その發達は一層急激になったのであります。

このようにして、真空管の無線通信への実用化は益々熾^{さか}んになつて來たのであります。更にその実用化を熾^{さか}んにしたのは高真空度の真空管の出現であります。

高真空度真空管の出現

フレミング・ヴァルブにしても、オーヂオンにしても、その当時の真空技術というものが幼稚であつたために、真空度の悪いものしか出来なかつたのであります。検波管としては、寧ろ真空度の悪い方が感度がよいとさえ考えられる事実もあつて、故意に真空度を悪くしたものも作られたのであります。しかし、真空度の悪いものは、最初は感度がよいように見えても、管内に残つてゐる瓦斯分子^{ガス}の電離現象のため、どうかすると、動作が不安定になりがちであつて、このことは、既にフレミング自身にも気が付いていたらしく、彼の最初の特許中にも、このことに言及し、真空度を良くすべきであろうという意味のことを述べて居ります。ところが、一九一五年、米國 G E 会社のアービング・ラングミュアーは、真空管の内部に瓦斯^{ガス}の残つてい

ることは何等必要がないということを証明し、一方、真空技術も進歩して来たので、ここに始めて高い真空度の真空管が作られるようになったのであります。かくして、真空管は動作の極めて安定なものとなり、更にいろいろな構造のものや電力の大きなものが、次ぎから次ぎと現われることになったのであります。

現在の真空管

以上にお話したような経路で、真空管というものが発達して参りましたが、更に、現在のように多種多様の真空管が現われるようになった大きな原因はラヂオ放送の開始であります。

始めて、ラヂオ放送を行ったのは米国であつて一九二〇年、我が大正九年のことであります。ここに於て真空管の需要は急に増加し、今日に於ける真空管大量生産の緒についたのであります。

放送用として最初に現われたのは、所謂米国式のUV二〇〇とかUV二〇一とかいう真空管で、そのフィラメントは加熱電力が五ヴォルト、一アムペアというような純タンダステン線でありましたが、その後ラングミューアーによつて、トリウム入りの微熱フィラメントが発明され、これを使った一九九、二〇一Aなどの所謂タルエミッター・ヴァルブが出現いたしました。一九二二年のことです。

その後、エリミネーター受信機の発達となり、これに適する交流真空管として、酸化被膜フィラメントを使った二二六とか、棒熱型カソードの二二七などの出現したのが一九二七ころであります。

更に遮蔽グリッド四極管の完成が一九二八年、ペントードの出現が一九二九年、可変増幅管の出現が一九三〇年という具合に、矢つぎ早やにいろいろな構造の真空管が市場に現われて来たのであります。

更に又、受信機を小型にするところから、組合わせ真空管の出現となり、最近に於ては、原理上に新味を出したビーム真空管だとか、構造上に一大変革をもたらした金属真空管だとか、又マジック・アイというような特殊管までが作り出されるようになったのであります。

一方、送信用の大型真空管はどうかと云えば、前にも述べたように、その電力容量を増すということに研究が進められ、数十ワットから数百ワットへ、数百ワットから数千ワットへと、その容量は増加して来ましたが、今までのように、硝子球ガラスの中へ全部の電極を入れてしまうものでは、製作上、どうしても無暗に電力を増すことが出来ません。そこで考案されたのが、水冷式真空管であります。

即ちプレートに銅管を使用し、これを真空容器の一部分として外に出して、これを水で冷すという構造のもので、一九二二年、米国ウェスターン電気会社のハウスキーパーによって完成されたのであります。

真空管をこのような構造にすることによって、その容量は急激に増加し、最近では、一個の真空管で数百キロワットという大容量のものが製作され、実用されているのであります。

又、交流を直流になおす整流管も、発振管と共に大きなものが作られて来ましたが、一九二八年水銀蒸気入りの二極管が発明され、その内部電圧降下が非常に小さいところから、今日では高真空の二極管に代つて、この水銀蒸気入り整流管が専ら使われて居ります。

大電力真空管の水冷式の構造は受信用の小型管にも応用され、一九三三年、英国マルコーニ会社から、キャットキン・ヴァルブという商品名で売り出されましたが、受信用ですから勿論水もちろんで冷す訳ではなく、ただ水冷式の構造を真似て、プレートを外に出したというだけであります。構造が丈夫であるというので、一時はちよつ

と注目されましたが、これは遂に広く使われるまでには至らないで影をひそめてしまったようであります。

むすび

さて、以上で、真空管というものが、どうしてこの世に生れ、そして、どんな径路を辿って今日に至ったかということ、一通りお話したつもりであります。

しかし、それは極めて大ざっぱな筋道だけを拾いあげただけにすぎませんから、真空管の歴史というには、いろいろ抜けている点も多いのでありますが、最早、与えられた頁数も大分超過して居りますので、一先ずこのあたりで終りということにいたします。いずれ詳しく申上げる機会もありますよう。

- 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 2ε`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。