

オーディオンに就て

會員 北村政次郎

第一章 緒言

實用電氣装置としての真空管の應用は、從來唯 X 放射管及び所謂オーディオンとして無線電信檢波器に利用せられたるに止まるも、高真空の可能と是等真空内諸現象の研究とは、漸次に其應用を多望ならしめ無線電信界の如き之に據て既に一新生面を開けるのみならず、此發展は更に電話其他各種の電氣工業界にも至大の反響を及ぼさんとするの趨勢に在り。實に此真空内電氣現象の研究は、現今電氣工學者竝に物理學者の注視の一焦點なりと云ふも過當に非ず、其結果の或るものは將に學術界にも根本的の革命を與へんとしつゝあるなり。

本編は、諸家の學說研究を參照し、主として無線用檢波器としてのオーディオン竝に此種真空管の働作、用法等を述べ、併せて他の電氣工業界に於ける本器利用上の參考に資せんとす。

無線電信に此種真空管の應用せられたるは、其起原遠く、初め L. Zehnder 氏が電波檢出の目的を以て一種の真空管を用ひたるは實にマルコニ氏の無線電信發明に先つこと數年一八九二年の頃なりし。然も後章述ぶるが如く今日利用の一目的となれる真空の導電性又は其單方導電性 (Unilateral conductivity) の研究に至りては、更に古く彼のガイスレル竝にクルックス氏の真空管研究に次で行はれたるものと解せらる。然れども檢波器として實際の應用を見たるは、一九〇四年 J. A. Fleming 氏の所謂 Oscillation valve を以て嚆矢とす。氏は高度の真空管内に於ける赤熱炭素纖維と之を圍む同筒電極間に在りては、纖

條より同筒に向つて陰電氣を通ずるも、反對方向の流電は之を通ぜず恰も瓣作用 (Valve action) を行ふことの實驗成績に就て論じ、同時に該真空管を檢波器に應用して之を Oscillation valve と命名せり。其後一九〇六年 Lee de Forest 氏は、また赤熱纖條の外に二個の電極を有る一種の真空管檢波器を創製し、之をオーディオン (Audion) と名づけて發表せり。オーディオンは、オスシレーション、ヴァルヴの改良せられたるものと見るを得べく、檢波器として著しく善良なる感度を與へたるは、いたく斯界の注意を惹けり。其後また R. von Lieben 及び E. Reisz 兩氏の Gas Relay 及び最近 I. Langmuir 氏の Pliotron 及び Kenotron Rectifier 等現はれ、孰れもオスシレーション、ヴァルヴ又はオーディオンと類似の構成現象を用ふと雖も、此間に此種真空管の働作次第に判明し、又之が使用法に到りては更に巧妙なる考按の回らざるあり、其應用は又既に送波装置にも及びつゝありて、實に現今各國無線電信電話發明特許の大部分は、是等真空管に關するものなるに見るも、如何に其應用上の妙味の多きかを窺ふに足るべし。

先づ真空管の利用上必要なる一般性狀を述べ、次ぎに檢波器としての働作其他に及ばんとす。

第二章 真空管内に於ける電子竝にイオンの作用

真空管に於て、管内の空氣壓力が水銀柱の千分の一ミリメートル以下に達するとき、之に電氣力を働かしむれば、其陰極より陰極放射線を發することは能く人の知る所なり。陰極放射線は、陰電荷を帶ぶる微粒子が陰極より高速度に射出せらるゝものなることも今日周知の事實にして、所謂電子 (Electron) とは、初め Johnstone Stoney 氏が此帶電せる微粒子に命名せるものに外ならず。此の如き帶電微粒子即ち電子は、總ての物質に存在し、且つ總ての一原子に含まるゝ數も物質に

依りて夫々一定し、其一個の電子は夫れ以上に分割すること能はざるものと信ぜらる。仍て一個の電子其者は、單位陰電荷又は一つの電氣原子と考ふべきものにして、其電氣量は最近の研究結果に従へば 4.8×10^{-10} 靜電單位即ち $\frac{4.8 \times 10^{-10}}{3 \times 10^{10}} = 1.6 \times 10^{-20}$ 電磁單位又は 16×10^{-20} クロームに相當す。而して其質量は、水素原子の約 $\frac{1}{1800}$ なりと信ぜらる。此電荷と質量との比 e/m の値は之を固有電荷 (Specific charge) と稱し、ジエー、ジエー、タムソン氏其他學者の研究結果は、大體 1.8×10^7 電磁單位近傍なるを示せり。微量の空氣、水素、炭酸瓦斯其他諸瓦斯體を含む眞空管に於ける夫々一帶電微粒子の電荷は、總て夫々一個の水素イオンの有する電荷と同姓同一値にして上記同量の値に在り。而して水素イオンの固有電荷は、 $e/m = 10^4$ にして電子の夫れは 1.8×10^7 なるを以て、兩者の質量の比は $\frac{1.8 \times 10^7}{10^4} = 1,800$ なるを見るべく、又電子自身の質量は $e/m = 1.8 \times 10^7$ より $m = \frac{1.6 \times 10^{-20}}{1.8 \times 10^7}$ 10^{-20} グラム近傍の値なりと考ふことを得べし。而して此電子の大きさは、之を原子の夫れに比するも尙ほ實に極微にして、タムソン氏は一原子を一つの廣大室位に擴大するも、之に相當する一電子の大きさは尙ほ一點の塵埃位のものに過ぎずと云へり。電子は、斯の如く質量小なるも其電荷は相當値を有するを以て、之に電氣力の働くときは極めて高速度を現はすべく、時に光線の夫れに近き値を示すものあり。

今日普通に電子と稱せらるゝは上記陰電荷自身の微粒子にして、總ての陰電氣は此電子又は之が集合に依て現はるゝものなり。而して所謂陽電氣の成分竝に陽電氣にも斯の如き電子の存在するや否やは尙ほ明かならず。然れども一般に化學原子より若し一個の電子を取り去るときは、其原子は陽電荷を帯びて残り、又一化學原子に電子を與ふるときは、陰電荷を帯ぶるものとなる。是に因りて總ての原子は、平常

陰陽兩電荷の中和せるものと考へ得べく、普通之を中性状態に在りと云ふ。又電荷を帯ぶる原子又は分子は其性に從ひ陽イオン又は陰イオンと云ふ。長岡博士、E. Rutherford氏及び其他の説に從へば、一個の化學原子は、陽電荷を有する一個の核子 (Nucleus) と之を中心として運動しつゝある或數の電子が該原子特有の排列を成して之と結合せるものにして、此核子は原子の中心に在りて殆んど其全質量を有し、其電荷は其内部の微小部分に集合し、平常之と電子の陰電荷とは相中和し中性を現はすものなりと云ふ。此推考は、現今諸學者の信據する所なり。

各種瓦斯體竝に固體の有する一電子に就て、其電氣量、質量又は固有電荷を測定するに、物質の如何に拘はらず必ず上記同値にして、是に仍て電子は、總ての物質に存在し、且つ基本的電氣單位たると同時に又物質基本成分の一つを成すものと考へらるゝに至れり。

中性状態に在る原子又は分子が帯電せらるゝことは、種々の場合に現はるべし。眞空管に於て、若し管内が極度の眞空ならずして相當量の空氣又は他の瓦斯分子を含むときは、其兩極間に電壓を加ふれば管内に發光(glow)するを認むべく、是れ多くの帯電イオンの生じたる一例にして、陰極より射出する電子が電氣力に働かれて陽極に向つて移動せんとし、其途中に瓦斯分子に衝突し之に帯電せしむるに因て起るものなり。此の如き場合には、瓦斯分子は陰陽兩イオンに分裂し、兩イオン各其異性電極に向つて進行して茲に電荷の移動を起し、爲めに絶縁體なりし瓦斯は導電性となる。此現象を電離作用 (Ionisation) と云ふ。而して此兩極間に加へたる電壓大なる程、電子又は帯電イオンの速度を増す結果となり、從て衝突の割合増大し電離作用も亦大なるべし。然れどもイオンの質量は、電子の夫れに比して極めて大なれ

ば、上の場合に帯電イオンの移動速度は電子の速度に比して極めて小なり、且つ中間分子の密度大なるに従ひイオン竝に電子共に其移動距離の減ぜらるゝことは勿論なり。故に管内氣壓が或る程度を超えて大なるに至れば、此現象は低減すべし。又高度の眞空に在りては、瓦斯分子の含まるゝこと尠きを以て、兩極電位差大なるも發光を認むべき程度の電離作用を起すこと尠し。

電離作用に因りて瓦斯體の導電性を現はすこと上述の如しと雖も、然も一般に眞空管は、電離作用の有無に拘はらず、其陰極を熱する程電子の放出を大ならしめ、之に依て又其導電性を大ならしめ得るものなり。此事實は、既に一八八四年 W. Hittorf 氏の實驗的に認めたる所なるも、其後是れに因る眞空管の單方導電性に就て多く研究せるは J. Elster 及び H. Geisel 兩氏なり。而して極めて高度の眞空に在りては、瓦斯分子に因る電離作用は之を減ずべきも、電子の放出は、能く一定法則に従つて行はるゝものにして、O. W. Richardson 氏は之に關して最も多く且つ重要な研究を爲せり。同氏は、金屬體に於ける自由電子（總ての物體には之を構成する分子又は原子の内部に結合状態に在る結合電子と又物體內に在るも是等分子或は原子の外部に游離状態に在る自由電子とあり、金屬體にては一般に自由電子の甚だ多きものと考へらる）は、電氣力の爲めに普通其物體の内部に保有せらるゝこと恰も液體分子が表面張力の爲めに其分散を防止せらるゝと同様なるも、若し電子速度の大となりて其表面張力に打勝つに到れば、電子は之より逸出すべしと推考せり。實際振動體は溫度大なる程其振動速度大となるものなれば、電極溫度の上昇は従て逸出電子を増加すべく此關係は液體蒸發の場合に類似せることより、氏は蒸發瓦斯壓力を表はす物理公式と同形に之を表はさんとし、單位面積を通ずる此電子に

因る電流を次の如くに表はせり。

$$i = a \sqrt{T} \varepsilon^{-\frac{b}{T}} \quad (1)$$

茲に a 及び b は夫々金屬に就ての定數、 T は絶對溫度なりとす。氏は、斯の如き高熱電極より放出する電子に因る電流を熱電子流 (Thermionic current) と命名し、其後此言葉は普く用ひられつゝあり。

(1) 式は理論上完全なりと稱すること能はず、又斯く高熱せる炭素又は金屬纖維より電子を放出する原因に就ても、吾人未だ能く解説せられたるを知らず、リチャードソン氏も唯此電子は纖維又は其周圍瓦斯より生ぜるものに非ざることを確言せるのみ。吾人は絶對に完全なる真空は之を得ること極めて難かるべく、又眞の完全真空に在りて能く上記の熱電子流を得べきやの實驗せられたるを知らずと雖も、真空程度を可及的高度に完全に近からしむるときは、電離作用は殆んど完全に近く之を除き得べく、從て電流は唯高熱陰極より放出さるゝ電子によりてのみ通ずることゝなるべく、ラングミュアー氏其他の實驗によれば、完全真空に極めて近き場合に在りて上式は能く實地に適合すと云ふ。S. Dushman 氏は水銀柱の 5×10^{-7} ミリメートルの真空を得、此の如き程度にては電子の放出するも瓦斯分子に衝突すること極めて尠く、管に高電壓を加ふるも尙ほ殆んど電離作用なからしむるを得たり陰極にタングステン纖維を用ひたる此の如き場合の上記 a b 兩定數はラングミュアー氏の實驗に據ればミリ암ペア單位にて夫々 23.6×10^9 及び 52,500 となり即ち (1) 式は

$$i = \frac{\text{milliamp.}}{\text{cm}^2} = 23.6 \times 10^9 \sqrt{T} \varepsilon^{-\frac{52500}{T}} \quad (2)$$

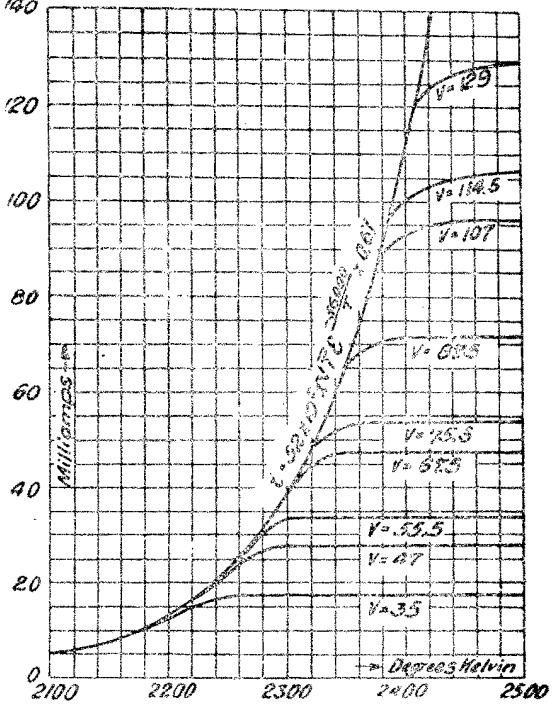
となると云ふ。之を溫度 T の各値に就て表記するに次の如し。

T	i/cm^2
2,000	4.2 milliamps.

第一圖

2,100	15.1	”
2,200	48.3	”
2,300	137.7	”
2,400	364.8	”
2,500	891.0	”
2,600	2,044.0	”

然れども此の如き關係は、管の陽極に陽電位を加へ適當なる電氣力を働かしめたる場合に得らるるものにして、若し此電氣力を加へざれば、陰極溫度を如何に高むるも認むべき熱電子流を起さるべし。而して又兩極間に電位差を與へたる場合



に在りても、其電位差の如何により此關係に従はざることあり。之に關してダツシュマン氏の得たる實測結果の一例を示すに第一圖の如く兩極電位差Vの或る値に對し、陰極溫度の上昇に従ひ最初は上式の形ちに從ひ熱電子流を増加するも、或る溫度を越ゆれば恰も飽和状態を示して電流は一定値に止まり、此最大電流は兩極電位差の大なる程大となるを認むべし。是れ所謂空間電荷 (Space charge) の影響にして、即ち放出せる電子の爲めに管内空間に陰電荷を現はし、之に因て管内に靜電界 (Static field) を生じ、爲めに電子の陽極に向ふを阻止し、其或るものをして再び陰極に復歸せしむるに因る。此場合に、陽極電位

大なるに従ひ空間電荷中和の度を増し、従て電子の通過即ち熱電子流を増すは當然なり。

(備考) 第一圖の $a b$ 兩定數が上記ラングミュアー氏の得たる (2) 式と異なるは、兩者の電極、真空度の相違竝に測定上の誤差等に因るべし。熱電子流は、陰極より電子の放出に因て起るものなれば、其方向は陰電荷が陰極より陽極に向ふものと考ふべきこと勿論にして、若し兩極電位差を之と反對の方向に加ふるときは電子は放出せられたりとするも再び熱電極に復歸して對極に進行することなく完全真空に近き限り此真空に電流の通ずることなし。是れ即ち前述單方導電性の現はるゝ所以なり。上述竝に以下記載せんとする兩極電位差は、總て熱電子流の起るべき方向に加ふるものを云ふ。

ラングミュアー氏に據れば、第一圖の如く實地に得らるべき熱電子流と兩極電位差 V との關係は次の如く

$$\text{熱電子流} = k V^{\frac{3}{2}} \quad (3)$$

茲に k は、電極形狀、面積及び兩極間隔等に關する定數とす。而して半徑 r なる圓筒狀陽極 (其半徑に比し長さを甚だ大なるものと假定す) の中心に高熱せる織條を置きたる場合の單位長さに對する熱電子流 i_s は

$$i_s = \frac{2\sqrt{2}}{9} \sqrt{\frac{e}{m}} \cdot \frac{V^{\frac{3}{2}}}{r}$$

にして、此單位をミリアムペアー及びヴォルトとせば

$$i_s = 14.6 \times 10^{-3} \times \frac{V^{\frac{3}{2}}}{r} \quad (4)$$

なるを示せり。第一圖のダツシユマン氏の測定は、 $r=1.27\text{cm}$ 長さ=7.62cm の圓筒陽極によれるものにして、之を此 (4) 式と對比するに殆んど能く一致せり。又兩極が平行せる平板なるときは、兩板間隔を w とせば單位面積に對する i_s は

$$i_a^2 = 2.33 \times 10^{-3} \times \frac{V^{\frac{3}{2}}}{v^2} \quad (5)$$

にして此式も亦完全に近き真空に於ては能く實地と一致すと云ふ。高熱陰極より發する熱電子流は、陰極溫度の外兩極電位差竝に空間電荷にも由ること上記の如し、仍て(3)式以下の熱電子流が(1)式又は(2)式の*i*に相當する値に達するときは、最早電位差*V*の増加は該電流の増加に効なきを知る。

真空管を完全真空に近からしむるときは、電離作用を起さるること明かなり。然れども實地に於て、適當なる條件の下に極めて微量の瓦斯を管内に在らしむるときは、爲めに生ずる陽イオンをして前述空間電荷と中和せしめ、之に因て熱電子流通過の度を著しく大ならしむるを得。例へば〇・一アンペアーの熱電子流を得るに、完全真空に近き状態にては、兩極電位差二〇〇ヴオルト以上を要する管に、氣壓十萬分の一ミリメートルの水銀蒸氣を加へたるに、空間電荷の現象を殆んど消去し電位差二五ヴオルトにて同値の電流を得たりと云ふ。

上述の如き真空管内の電子竝にイオンの諸現象は、之を諸種の方面に應用することを得べし。次ぎに現に應用せられつゝある無線用檢波器に就て述べん。

第三章 真空檢波器の種類竝に働作

一、類別

現今一般に認めらるゝ重なる真空管利用の檢波器を創製年代に従て列記するに

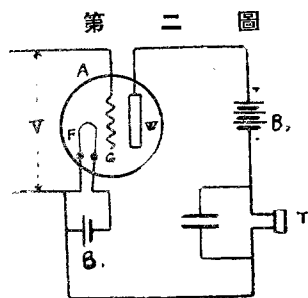
I	フレミング氏	オスシレーション、ヴァルヴ(又はフレミング、ヴァルヴ)	一九〇四年
II	ド、フォレー氏	オーヂオン	一九〇六年
III	リーベン ライツ 兩氏	瓦斯リレー(又はリーベン、ライツ、リレー)	一九一三年

IV ラングミュアー氏　　プリオトロン　　一九一四年

の如く、是等を働作の上より區別せば、オスシレーション、ヴァルヴは單に整流器 (Rectifier) の如くに働くこと、恰も彼の鑽石檢波器又は後章に述べんとするケノトロンと同様なるも、オーヂオン以下の三者は、總て此整流の外繼電 (Relay) 作用を行ひ、從て電氣勢力を増幅 (Amplify) せしめ得るものなり。而して其働作の原理に就ては、オスシレーション、ヴァルヴ及び瓦斯リレーは、瓦斯の電離作用を應用し、オーヂオン及びプリオトロンは、寧ろ高度の眞空にて主として熱電子流を利用するものと見らるゝも、然も實地使用の是等は、夫々其眞空程度其他の條件の明示せられざる限り、嚴格に之を斷言すること能はず。然して又是等の内、其形式相類似し唯眞空程度に據る働作状態のみを異にするものに在りては、夫々が次第に改善さるゝに従ひ互に自然其最良條件の下に歸嚮し、遂に實質に於

ては同一のものとなるや必せり。現にオーヂオンの如きも、一九一三年時代に於けるド、フォレー氏の記事に徴するに、寧ろ電離作用の甚だ多くして却て其當時創製せられたる瓦斯リレーに類するが如き所あるも現今のオーヂオンは其眞空の著しく高度となりたるを認むべし。然れども嚴正に云ふときは、今日のオーヂオンはプリオトロンに比して眞空の程度は遙かに其下位に在りて、瓦斯に因る電離作用は極度に小なりと稱すること能はず。

眞空檢波器の種類以上の如しと雖、是等の内重要な將來を有するものは主として熱電子流利用のものなるべし。仍て茲には先づ之が代表形式とも認むべき、オーヂオン竝にプリオトロンに就て述べんとす。



二、オーディオン及びプリアトロンノ構成

第二圖Aは、オーディオンの一般構成を示すものにして、真空管A(普通直徑五乃至六センチメートル位の硝子球)の中央に金屬織條(多くタングラム又はタングステンを用ふ)より成る陰極Fあり、Wは之に對する金屬陽極にて普通ニッケル薄板狀に作られ、Wing 又は Plate と呼ばれる。G は兩極間に介在し金屬線にて格子狀、網狀又は zig-zag に作られたる特種の電極にして、一般に Grid として知られ、又第三電極 (Third electrode) とも稱せらる。管内の瓦斯竝に其氣壓は明かならざるも、普通使用の状態にては、發光 (Glow) することなきを以て電離作用は甚だしく大ならず。檢波器としての本器は一般に第二圖又は第八圖等の如く接續使用せらるゝものにして、 B_1 は通常數ヴォルト乃至十ヴォルト位にして、織條電流を供給して之を高熱に保つに用ひ、兩極間に局部電池 B_2 (普通二〇乃至四〇ヴォルト位) 竝に受話器 T を接續し、受波振動電壓は、第二圖 V の如く織條グリッド間に加へらる。此グリッドは斯の如く受波又は受信電壓を働かしめ、陰陽兩極間の真空電位に變化を起さしめ、以て兩極間の熱電子流を變化し、即ち繼電作用を行はしむべき主要なる部分なり。

プリアトロンとは、希臘語 “Pleion” = more 及び “Tron” = Instrument or appliance より増幅器 (amplifier) の意味にて、ラングミュアー氏の命名なり。其形式は、オーディオンと同様三個の電極を有し又殆んどオーディオン同様に使用せらるゝも、用途即ち使用電力の如何に従ひ管の大きさ種々ある外、其グリッドは、特に可及的細き金屬線(主にタングステンなり)を織條の周圍に細かく整列捲回せるものとす。是れ一つはグリッドに現はるゝ陰電位が極めて低き場合にも能く之に依て兩極間の熱電子流を阻止し、又一つはグリッドの占むる空間容積を減じ

従て一定電量によるグリッド電位を可及的高め、又之に依てグリッドに分岐せんとする熱電子流を小ならしむる等の利ありと考へらる。然れども本器のオーヂオンに比して最も注目すべき相違は、其真空度が殆んど完全真空に近きと、之に因て特に強電力の制御をも行はしめ得ることにして、従て本器は検波器以外の目的にも利用の前途を有することなり。蓋し管内の真空が完全に近きときは、兩極間に高電圧を加ふるも電離作用を起すことなく、大なる熱電子流を得るは第一圖及び前記(3)式にて明かにして、ラングミュア氏の本器一個を以て無線電話用ニキロワットの空中線勢力を制御し得べしと稱せり。然しながら本器の此特長は普通検波用としては寧ろ利する所あらざるべく、検波器としては却て管内に少許の瓦斯又は水銀蒸氣の類を加ふること可なるが如し。然れども此場合に於ても、其管内氣壓は、現今のオーヂオンに比して遙かに高度なるが如く、 B_2 の局部電壓普通二〇〇ヴォルト以上を用ふ。

三、オーヂオン及びプリオトロンの動作

此兩者の動作は、前述の相違に従ひ、夫々趣を異にする所あるべし然れども検波器としての兩者は之を同様に考ふるも不可なかるべきを以て、茲には兩者を總稱して單にオーヂオンと呼び、共通に其動作を述べん。

オーヂオンに於ける熱電子流は、前述空間電荷の爲めに制限せらるゝの外、又實際グリッドが兩極間に介在せる爲めにも低減せらるべし如何となれば、陰極即ち織條より陽極即ちウイングに向つて放出さるゝ電子は、其進行の途中にてグリッドに働き、爲めに之に陰電荷を與ふべく、従てグリッドの占むる空間の電位は、グリッドが在らざる場合より一層高き陰電位となり、是に依てグリッドの陰電荷はウイング

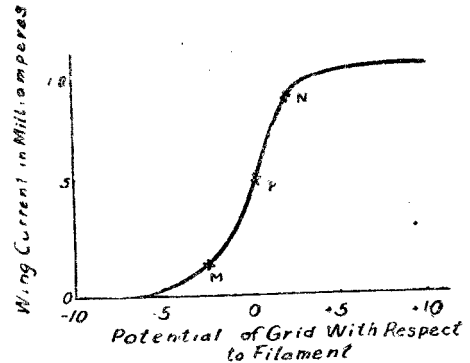
に達せんとする電子を更に阻止し、即ち熱電子流は低減せらるべきを以てなり。E. H. Armstrong 氏の實驗に據ればグリッドに何等外部の接続を施さざるも、唯其グリッドのみの介在は、兩極間に之を置かざる場合に比して、電熱子流を減少せること實に入〇パーセントなる驚くべき値を示せり。然れどもグリッドの存在は、前述の如く重要にして次ぎに其全體としての働作を述べん。

第二圖の如き接続を施せる場合に、若し外部より V の間に電圧加はり爲めに此グリッドに陽電荷を現はしたりとせば、グリッドは之に相當して陽電位を高むべく、従て之に集蓄せる管内の陰電荷は中和せらるゝのみならず、又空間電荷の影響をも中和し、此結果織條よりウイングに至る熱電子流(以下之をウイング電流と稱す)を増大し、又反對

に外部よりグリッドに陰電荷與へられたりとせば、反對の働作を起しウイング電流は減少すべし。仍てウイング電流は、グリッド電位に依りて制御せらるゝを知るべく、これオーヂオン働作上の一つの基本特性なり。善良なるオーヂオンに於て、陰極たる織條溫度を充分に大ならしめ、之と兩極電位差即ち B_2 の局部電壓を夫々一定値に保ち、

グリッド電位即ち織條グリッド間の電圧 V を種々に變へてウイング電流を測定するときは、第三圖の如き曲線を得べし。之をオーヂオンの特性曲線と云ふ。此曲線の傾度は主として電極の構成に關すべきも、

第 三 圖



完全真空に近づくに従ひ傾度大なることは想像し得べく、又上方に傾度の減ずるは空間電荷の影響の外、兩極電位差に對するグリッド電位の割合竝に真空度等にも據る。次記諸作用は、オーデオンの利用上重要なるものなり。

第一、繼電作用

上述竝に特性曲線により、織條グリッド間に交壓を加ふればウイング電流之に從つて變化すべく、若し平常のグリッド電位を零又は零に近く在らしめ、之に交壓を働かしむるときは第四圖の如く交流波形の變化をウイング電流にも及ぼすこと明かなり。此ウイング電流の變化は勿論熱電子流の變化なるも、其電流勢力の變化は局部電池 B_2 に據るものにして、即ち繼電作用を起したるものと云ふべし。此場合に、該特性曲線の傾度大なる程ウイング電流の振幅大なるべければ、又増幅作用にも關係あるも、オーデオンの増幅作用として特に重要なるは後記の如く、之と異なる働作を利用するものとす。

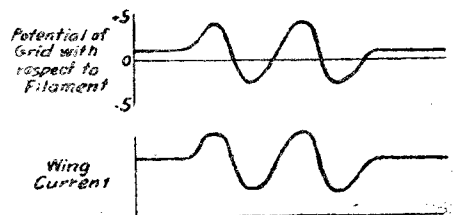
第二、特性曲線の非對稱なる點を利用すること

織條グリッド間の平常電位差を、特に第三圖 M 又は N 點の如く、夫々兩側の曲線傾度が對稱的ならざる點に在らしむるときは、ウイング電流はグリッド電位と同形の變化を起さず、其波形の上下孰れかの一半が平滑のものとなるは想像するを得べし。此の作用は前記繼電作用の一變態なるも、之を區別し置くことは、諸働作の利用上便利なり。

第三、瓣作用

第四圖の場合に、ウイング電流が織條グリッド間の平常電位

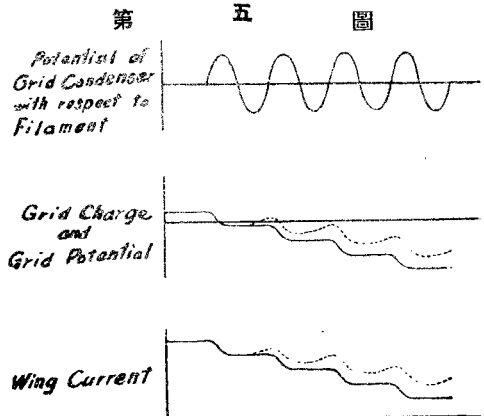
第 四 圖



差竝に之に加へられたる電壓の如何に従ひ相當變化せらるゝこと前述の如しと雖も、然もウイング電流は、總ての場合に零以下即ち B_2 の局部電壓と反對の方向に起ることなし。如何となれば、オーディオン内に在りては高熱陰極より陽極又は他の對極に向つて唯電子即ち陰電荷の移動を行ふのみなること前述の如く、反對方向の移動は決して行はれざるを以てなり。此事實は特性曲線に據るも之を認むべし。此關係は織條グリッド間に於ても勿論同一にして、即ち織條グリッド間に交壓を與ふるも、之を通ずるは唯單方向の電流なるを知るべく、即ち織條グリッド間竝に織條ウイング間共に瓣作用を現はし、之に據て整流作用を行はしむることを得べし。此作用は、檢波器竝に他の利用上重要なものなり。

第四、増幅作用

グリッドを外部電路に接続するに當りて、第八圖の如く直列蓄電器 C_1 にて之を外部と絶縁し、グリッドに與へらるゝ電荷の容易に他へ漏洩せざるが如くに作り、該蓄電器の外部より織條グリッド間に交壓を與ふるときは瓣作用にて單方向に働く此の兩極間の熱電子流は、交壓の一周波毎に之に相當する陰電荷をグリッドに與へ、周波を重ねるに従ひ其蓄積電荷増大し、從てグリッド陰電位の遞増竝に之に従てウイング電流の低減を來すこと、第五圖(實線)の如くなるべし。斯の如き動作は、忽ちにしてウイング電流を零ならしめ、即ち該



電流の最大の變化を起さしむること容易なり。故に此作用を適良に利用せば、ウイング電流の著大の變化即ち増幅を行はしむるを得べく、此作用は本器の利用上最も重要にして且つ興味多き所なり。然れども實際に於ては、直列蓄電器其他の絶縁絶對完全ならざる限り、グリッド電荷は多少の漏洩を免れず、同圖點線の如く變化すること多し。

第五、自己振動作用

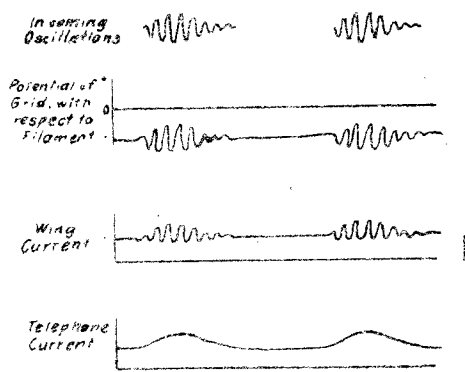
上述に據りオーヂオンは、其グリッド電位に制御せられてウイング電流に繼電竝に増幅作用を及ぼすことを見たり。仍て若しウイング電路に於ける此ウイング電流の勢力の一部を更に制御電路たるグリッド電路に働かしめ、此勢力をグリッド電路より再びウイング電路に及ぼし、順次斯の如くして兩側の電路が互に相働作するが如く適當に仕掛くるときは、グリッド又はウイング電路の一脈動も、全電路に振動電流を持続せしむることを得べし。然も適當なる條件の下に前記増幅作用をも並せ行はしむるときはグリッド電位の極微の電位變化も次第に繼電増幅せられ、遂に一定値の振動を持続するに到ること明かにして従て此現象は又電路の成立と共に自發的にも起し得るものなり。之を自己振動作用(Oscillating action or Regenerating action)と云ふ。斯の如く自己振動を行はしむる爲め、アームストロング氏其他の一般に使用する方法是、グリッド竝にウイング電路をコイルインダクタンス又は蓄電器にて電磁又は靜電結合に在らしむることなり。然れどもオーヂオン自身は、又グリッド、ウイング兩電路間に介在してグリッド電位の變化をウイング電流に及ぼし、此ウイング電流の變化はまたグリッド電位に影響し、兩電路間に相互作用を起すものなれば、茲にも一結合の存在せるを認むべく、此結合の利用は又極めて良好なる自己振動を行はしめ得るものなり。此作用は、檢波器として極めて重要なもの

みならず、送波又は發振装置の新方法として、將來最も囑望すべきものなり

四、オーヂオンに據る受波法

檢波器としてのオーヂオンの働作は、上記諸作用の一或は數多を利用し、織條グリッド間に受波振動電壓を働かしめ、仍て起るウイング電流の變化を受話器又は他の受信器に働かしむれば可なるものなり。次ぎに受波振動の性質に従ひ夫々適當なる一般方法を列記す。

第 六 圖



第一、減幅振動受波

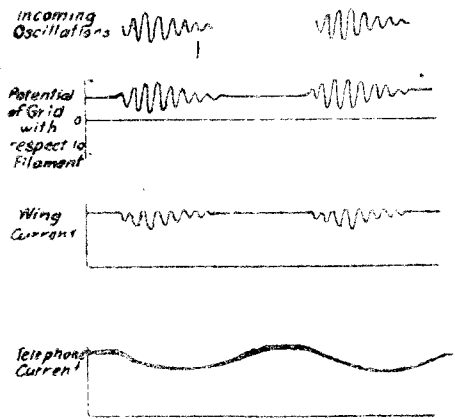
此場合には、他の普通檢波器に於けるが如く各一群の振動電流をして夫々一方向に働く一個の脈動電流に變形し、之を受話器の類に働かしむ。此方法に(甲)、上述の如く特性曲線の非對稱の點を利用するものと(乙)、辦作用又は之と増幅作用を並用するもの等あり。

(甲)、此場合には、織條に對するグリッド電位をして、ポテンシヨメーター又は他の方法により、初めより特性曲線のM又はN點に在らしむ。其働作は既に明かなるべきも爲念之をM點に在らしめグリッド電路を適當に空中線電路と結合したるときに就て考ふるに、織條グリッド間に加はりたる振動電流の爲めに、グリッドの陽電位を現はしたる半周期にはウイング電流は相當の増加を爲すも、次の陰電位を増したる半周期間にはウイング電流は同様の割合にて減少せず。故に第二圖の如くウイング電路に受話器の類Tを接續し、且つ之を蓄電器にて

橋絡せしむるときは、増加せられたるウイング電流は先づ此蓄電器を充電し、此充電は次第に受話器に放電すべく、之に依て一群の振動電流は一個の脈動電流として受話器に通ず。此場合の電路各部の電位差電流の有様第六圖の如く、即ち受話器電流は平常のウイング電流に此脈動電流を重疊せしめたるものとなる。(受話器の橋絡蓄電器なきときは、其イムピーダンスに相當して一方向の振動電流を通ずべきも、實際受話器捲線には相當値の分布電氣容量あるを以てまた大體同様の結果を生ず)。次ぎにグリッド電位を初めよりNに在らしめたりとせば、同様の働作にて第七圖の如き結果を與ふること明かなり。即ち是等の場合には、振動電流群に相當す

第七圖

る周波數の脈動電流によりて、受話器に音響を起し、檢波の目的を達するなり。



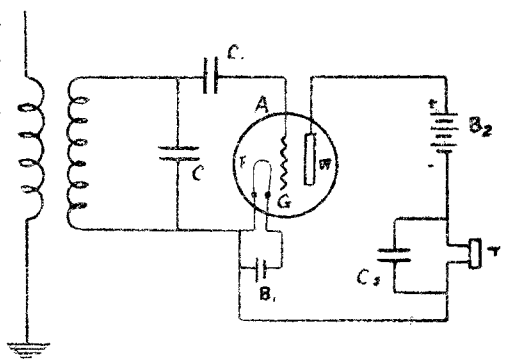
(乙)、瓣作用に據る受波の簡單なる一方法としては、第二圖グリッドに直列に受話器を入れることなり(第十三圖参照)然るときは織條グリッド間にて整流せられたる受波振動電流群は、夫々一個の脈動電流として之に通じ受話音を與ふること明かなり。

然れども瓣作用を有効に行はしむる爲めには、普通第八圖の如くしグリッドに直列蓄電器 C_1 を入れる。此接續にては、檢波の目的を達すると同時に常に多少の増幅をも伴ふものなり。此場合のグリッド電位は自然織條ウイング間の電位差の中間の或る値に在るべきも、實際織條より放出せる電子の一部はグリッドにも到達し、爲めにグリッドは之

に結ばるゝ蓄電器板と共に陰充電を受け、従てグリッドの平常電位は
 織條電位より唯僅かに陽位に

第 八 圖

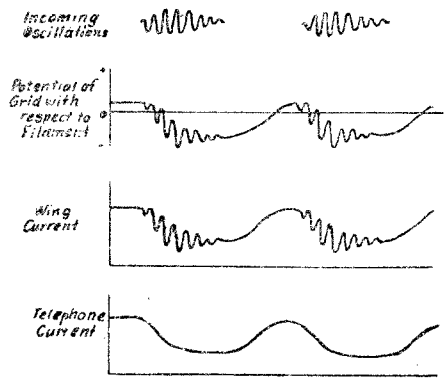
在るものと想像せらる。然れ
 ども此接続に據る受波は、グ
 リッドの平常電位の如何に拘
 はらず次の如く働作す。即ち
 受波振動電流は、瓣作用に因
 り織條グリッド間にて整流せ
 られて脈動形のものとなり、
 之に因てまたグリッド竝に之



に結ばるゝ蓄電器板は陰充電を受く。仍てグリッド電位は此脈動の一
 振動毎に陰電荷竝に陰電位を遞加し、又一方蓄電器等を通じて此陰電
 荷の自然の漏洩行はれ、振動電流止むときは次第に元電位に復す。此
 有様竝にウイング電流等の影響第九圖の如し。即ちグリッド電位竝に
 ウイング電流は、蓄積重疊せら

第 九 圖

れ整流竝に増幅作用を行はたる
 ものにして、此方法は最も重要
 有効にして一般に使用せらるゝ
 所なり。此場合にオーディオンが
 極めて高度の真空に在り、又蓄
 電器の絶縁完全にして自然の漏
 洩行はれざるときは、ウイング
 電流は須臾にして零に達し、却

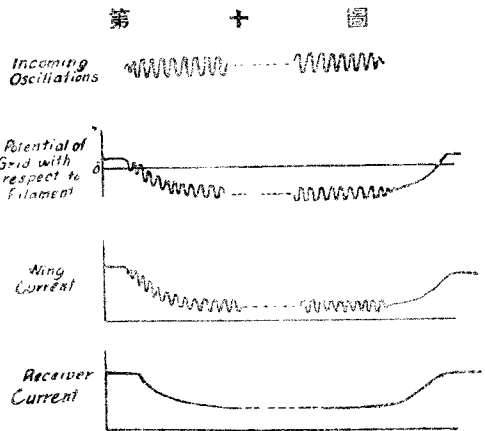


て不働作に陥ることあり。斯の如きときは、蓄電器C₁を高抵抗にて橋
 絡し、適當なる漏洩路を與ふること必要なり。

第二、持續振動受波

(甲)、前記の如く、瓣作用と増幅作用を第九圖と同様に唯持續振動にて行はしむ。此場合には振動電流群に相當して受話器に可聽音を起すと能はざるも、第八圖 T の位置に適當なる直流器又はサイフォン、レコーダーの類を用ふれば、第十圖の如く符號に應じてウイング電流を變化し之に依て受波を行ひ

得べし。グリッド電荷の自然の漏洩は茲にも必要にして、振動電流の通じて或る時間の後ちグリッドに遞加せらるゝ陰充電と此漏洩量とが相平衡してウイング電流の値を一定ならしめ、振動止めばまた次第に平常に復するものとす。

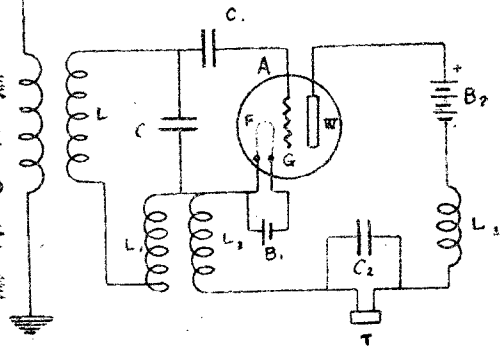


(乙)、然れども今日普通に行はるゝは、所謂 Beat Reception の方法にして、即ち検出すべき持續振動と共に、之と少しく周期を異にせる前述自己振動作用をも行はしめ、此兩振動の干涉に因て起るビートを利用するものなり。一般にビートの周波数は原兩振動の差に相當すべく、若し受波振動の周波數五萬にして、自己振動による局部振動の夫れを四萬九千五百に調整せばビートは五百の周波數にて之を受話器に働かしめ得べし。此方法の一例第十一圖の如く、 L_1L_2 捲線にてグリッド及びウイング電路を電磁的に適當に結合せしめたりとせば、自己振動作用に據りて全電路は自然振動を繼續すべし。此自己振動の周波數は大體 LI_1C 電路の固有値に近きも、 C の電氣容量がオーチョンの夫れに比して大ならざるときは

C_1 竝にオーチオンの電氣容量及びウイング電路の構成亦之に影響す、
 仍て是等を適當に調整して其

周波數が受波振動周波數に比
 して適當の差を有するが如く
 せば、受波に因りて起る兩振
 動の干涉はグリッド電位竝に
 ウイング電流等にビート形の
 變化を與へ、之に相當して受
 話音を起すものとす、此有様
 第十二圖の如し。

第 十 一 圖

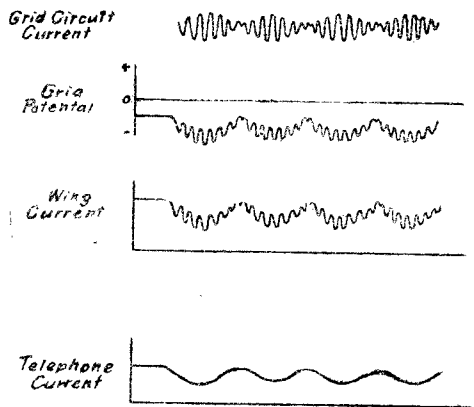


以上は、總て普通受波の方法なるも、オーチオンとして最も興味あ
 る増幅受波法の概要は、章を改めて後記す。

五、オスシレーション、ヴァルヴ及び瓦斯リレー

オスシレーション、ヴァル
 ヴは、眞空管内に炭素纖維と
 他の一個の電極とを裝置し、
 前者を白熱の状態に在らしめ
 たるものなり。一九〇八年以
 降、本發明者フレミング氏は
 電子の放出を大ならしむるが
 爲め炭素纖維に代ふるにタン
 グステン纖維を使用す。其働
 作は、白熱纖維より放出する

第 十 二 圖

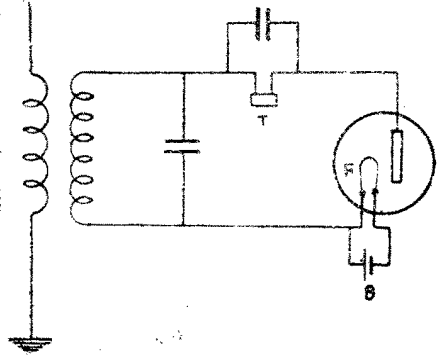


電子の爲めに管内の瓦斯分子に電離を起し、以て管内を單方導電性の
 のとし、之に據て交流又は振動電流を整流して脈動形となすこと恰

も前述瓣作用と同様なり。之を檢波器として減幅受波に使用するには普通第十三圖の如くす。此場合に受話器電流は、唯受波振動電流の整流せられたるものなること明かなり。

然れども本器の真空は或る量の瓦斯を含み、兩極電位差適當なるときは、電離作用の變化顯著にして、従て其導電率變化の傾度甚だ大なる場合あり。故に若し兩極電位差を平常此適當値近傍に在らしむるが如く装置せば、檢波器として鋭敏なる感度を與ふべし。

第 十 三 圖



リーベン及びライツ兩氏の瓦斯リレーは、A. Wehnelt 氏の發見による高熱金屬酸化物が容易に電子を放出することに基き、陰極にバリウム及びカルシウム酸化物にて包被せる白金織條を用ひ、之に對峙してウイングに相當する陽極を置き、其中間に真空管の全斷面に金屬網を介して之をグリッドたらしめたるものなり。(一九一一年 R. S. Willows 氏も亦石灰を塗りたる白熱織條が電子の放出を助け 瓣作用を大ならしむべきことを示せり。)本器は、兩極電位差二百乃至三百ヴォルトを與へ、且つ管内の發光を認め得べき程強く電離作用を行はしめて使用する。

ライツ氏の説明に據れば、兩極間の電力線は、金屬網の爲めに幾分阻止せられ茲に電離作用を起し、此網に於ける少許の電位變化は、電離竝に放電に影響して管内イオンの量を増加し、従て又電離作用を大ならしめて、更に放電量を増すことを得と云ふに在るが如し。然れども本器の織條陽極間の電池電壓の大なることは、電離作用を容易なら

しむるの外、電子の放出を助くべきは明かにして、振動電流がグリッドに陰電位を現はすときは、熱電子流を減ずべきも次の陽電位を現はすときは、電子速度を増加し従てグリッド織條間の電流を増加し、此結果又管内中性瓦斯に及ぼす電離作用を大ならしめ、是に因て織條陽極間に繼電作用を行はしめ得るものと考へらる。本器は、オーデオンと同様第二圖及び第八圖(C_1 は短絡するを可とす)の接続に準して使用するべく、又グリッド電流の變化に伴ふウイング電流の變化は、目睹し得べき程度に管内發光状態を變化せしむることあり。本器は之に氣壓千分の一ミリメートル程度(攝氏二〇度に於て)の水銀蒸氣を入るときは、電離作用を容易ならしめ、電池電壓を減じ且つ繼電作用を鋭敏ならしめ得べしと云ふ。

六、各種檢波器の得失

一般檢波器として吾人の希望する主なる條件は、(一)感度の鋭敏なること(二)働作確實にして感度變化なきこと及び(三)装置竝に使用の簡單なるべきこと等なるも真空管檢波器としては(四)其壽命の如何をも考慮すべき所なるべし。

今之を上記各檢波器に就て見るに感度大なる爲めには、單なる瓣作用の外繼電竝に増幅作用をも行はしむるの可なるは勿論にして、オスシレーション、ヴァルヴを除き他の三種は孰れも其可能性を有す。又瓦斯リレーの如く織條に酸化物の類を塗抹するは、電子の放出を助け感度に利するが如きも、ウイロース氏の經驗に據れば爲めに瓦斯の放出、吸収を惹起し働作を不定ならしむると云ふ。次ぎに働作の點を見るに、真空檢波器は孰れも從來一般檢波器の如く調整の要少きは、通有の長所なるも眞に働作の確實不變なる點に至りては、到底純熱電子流利用に近きものを推さざるべからず。彼の瓦斯による電離作用は

管内の導電率を増加する外一二の特長ありと雖も此作用大なるに従ひ働作不定となり感度の變化を來すのみならず、一度此働作調度を失ふや之を恢復すること到底普通檢波器に於けるが如く容易ならず。若し夫れ上記瓦斯リレーの如く發光を起すが如き程度の電離を行はしむるものに在りては、恐らく働作の正確を期し難きものあるの外、由て生ずる管内の陽イオンは、陰極に進行突撃して爲めに纖維の崩壊を來し管の壽命を損すること大なるや論を俟たず。然して纖維より放出する電子は、纖維の蒸發其他化學作用等に無關係にして寧ろ電路の他の部分より來るものと認めらるゝこと前述の如し。仍て纖維の壽命は電子の放出とは無關係なるべく、唯イオンの突撃を少なからしむる爲め真空程度を大に其纖維電流を小ならしむることは、此點に就て望ましき條件なるべし。然れども檢波器としては、完全真空に近きよりは寧ろ少許の瓦斯の存在を許して特に僅少の電離作用を起さしめ、以て空間電荷の影響を中和し又或る程度まで其導電率を大ならしむることは必要にして、是に依て感度を増大するのみならずウイング電壓を低減せしめ得て、又裝置の簡單にも兩々利する所ありとす。檢波器として吾人の求むるウイング電流は、其値の大なるに非ずして、唯其變化の大なることなり。然も此變化の値は、普通極めて小にして可なれば斯の如き場合にラングミュアー氏のプリオトロンの如く數百ヴオルトのウイング電壓を要するが如きは又考慮すべき所にして、此點に就ても少量の瓦斯は必要ならん。然も之に要する瓦斯量は、勿論發光を起すが如き程度よりは遙かに小にして、ラングミュアー氏は一萬分の一ミリメートル氣壓の瓦斯は既に有害なりと云へり。

以上を要するに、第三電極を有し且つ高度の真空を利用せるオーダオン型檢波器は、今日最も優良のものと認むべく、然も其真空の極め

て高きブリオトロン⁽¹⁾の如きよりは、寧ろ此種の檢波器として最も古き歴史を有するド、フォレー氏オーディオンの現今のものが全體の上より最も好適せるが如き觀あり。而して氏の今日のオーディオンは、普通使用の状態にては有害なる電離作用を現はすことなく、感度の如きも唯少許の變化を見るの程度に進めりと雖も、然も其真空度は檢波器として尙ほ最良の値に在りと云ふこと能はざるを斷言す。吾人の經驗に據れば更に高度の真空に於て、然もウイング電壓は、普通のオーディオンより少しく高き位の程度にして遙かに良好なる感度を與へ、且つ極めて安全に働作すべき真空度の存することを信ずるものなり。此程度に於ては、纖維は唯赤熱の状態にて既に鋭敏なる感度を與ふるのみならず働作の確實なる完全と云ふも不可なく、總て檢波器として具有すべき條件は殆んど之を満足せしむべき最良に近き値と認むべきものなり。蓋し真空檢波器の改善に就ては、尙ほ諸種の問題あるべく、彼の所謂光電氣 (Photo-electric) 現象の如き將來必ず重要なる利用を見るに至るべきも、然も差向き是等最良真空程度竝に瓦斯の性質に關することは重要なる研究事項と稱すべく、彼の形式電極等其外形に關するもの、如きは寧ろ枝葉のことなるべし。

然りと雖も今日のオーディオン型檢波器は、感度其他に於て從來の他種檢波器に比して既に莫大なる進歩を示せるのみならず、其繼電、増幅竝に自己振動作用の如き、之に因て實に舊型檢波器に比して數十乃至百倍以上の受話器電流の變化を與へ得べき程度に達せるものなり。

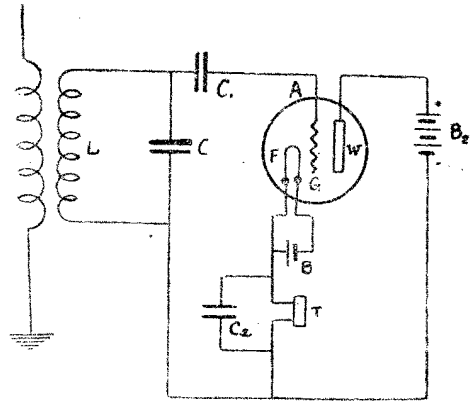
第四章 増幅受波方法

オーディオンに據る増幅方法に(甲)、一個のオーディオンを以て其グリッド電路とウイング電路とを適當に結合せしめ前述自己振動作用を用ふる者と(乙)、數個のオーディオンを直列 (Cascade) に用ふる者とあり。

(甲)、前出第十一圖は、此増幅接續の一例なり。自己振動作用は、常に増幅作用を伴ふこと前述によりて明かなるべし。今同圖により減幅振動受波の場合を見るに、 L_2L_1C とグリッド分岐電路とに合成して誘起せる受波振動は、オーヂオン内にてウイング電流に變化を與へ、此電流の變化は L_2L_1 の結合によりて逆にグリッド電路に相當の電壓を加へ、再びウイング電流の變化を起し、順次斯の如くしてグリッド、竝にウイング電流の變化を遞加し増幅の結果を生じ、受話器 T に甚大なる影響を及ぼすものとす。斯の如く結合に據る自己振動を利用して増幅を行ふことは、近年アームストロング氏の最も多く研究せる所にして其方法種々あるのみならず、氏は更に同様の原理により、受話器電流即ち受話音調を與ふる低周波脈動電流にも之に合調せる電路を與へ、振動電流竝に受話器電流の増幅を合せ行はしむる方法をも考按せり。然れども此後者は、低周波合調電路として大なるインダクタンス竝に電氣容量を要し裝置の複雑となるを免れず、加之持續又は減幅振動の受波共に、受話器電流の合調上特種の困難を來す理由あれば、實用の價値尠なかるべし。第十四圖は、自己振動を用ふる増幅法として最も簡單に且つ有效なる同氏の一方法にして、グリッド竝にウイング電路は受話器と其橋絡蓄電器により電磁竝に靜電結合に在るものと見るを得べく、蓄電器 C_2 の値適當なるときは善良に働作すべし。

然るに前章記述の如く、オーヂオンはまた其自身グリッド及びウイング兩電路の結合を爲せるものにして、即ち普通使用法たる第八圖の接續に在りても常に多少の自己振動による増幅を行ひつゝありと考ふることを得べし。實際同圖の接續を波長小なる(數百メートル程度)振動電流に就て試むるに、ウイング電路は近くに此程度の固有周波數に在り、受波に際しては自然兩電路に合調成立し善く増幅作用の行はる

第 十 四 圖



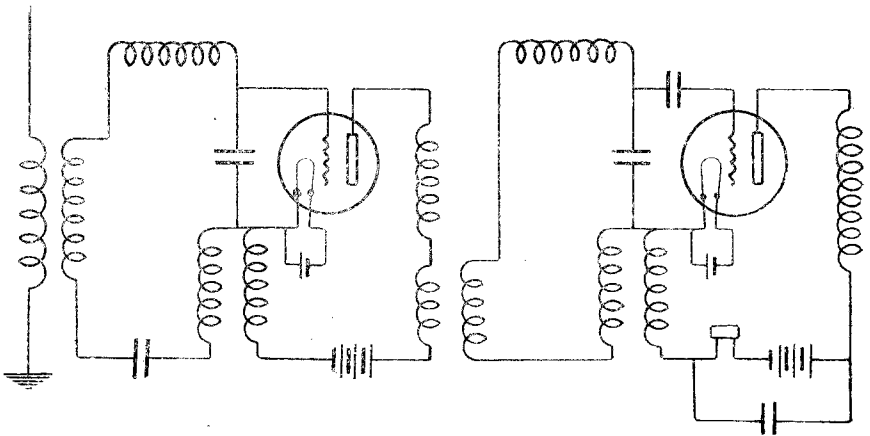
を認むべく、又長大なる波長(六千メートル以上)に就てもグリッド回路の構成を適良ならしめ、ウイング回路に適當なるインダクタンスを與へて之に合調せしむるときは、兩電路電流位相の善良なる一致を來し、是に據て極めて大なる増幅を行ふのみならず、上記諸接續法に比して遙かに良好なる結果を與ふるものなり。

上述各方法は、孰れも真正なる自己振動を最も高度に行はしむるときは、極度に増幅して働作不定となるのみならず、却てウイング電流の零となり又は之が急激なる變化を起し、之に伴ふ受話音の影響等の爲めに働作不能となることあり。故に實地に於ては、真正なる自己振動の位置より少しく異なる調度を用ふるを可とす。斯の如くするも五十倍程度の増幅は一般に容易なるのみならず、適當なる状態に在りては、百倍を超えて尙ほ確實なる働作を繼續せしむることを得べし。

(乙)、數個のオーデオン電路を直列に用ふることは、初めド、フォーレー氏に據りて行はれたるも、氏は之に自己振動の如き現象を利用せざりしが如し。最近アームストロング氏は、振動電流又は受話器電流に合調せる數多のオーデオン裝置を直列にするの外、自己振動利用の電路を直列に用ふること等に就ても研究せり。然れども直列接續法の目的は増幅に在るを以て、一般に自己振動利用の有利なるや論なく、従て低周波の受話器電流を傳ふるよりは、寧ろ振動電流を備ふるの有

效且つ簡單なるを見る。唯無線電話受話の場合には、自己振動は電話波形の變形を來すを以て善良なる此働作を利用し得ざることあるべく第二次以下のオーヂオン電路は寧ろ低周波電壓の増幅を計るを可とす上記ド、フォレー氏の一般に提供せる直列装置は、主として低周波電壓を働かしむる設計にして、各オーヂオン共に五倍の増幅を行ひ、三個直列として結局百二十五倍の増幅を得と稱せらる。アームストロング氏は、無線電信用として第十五圖の如く二個の自己振動電路を結合し善良なる調整を行ふときは約千倍の増幅を得べしと云へり。此種の

第 十 五 圖



増幅接續は、又瓦斯リレーにも之を行ひ得ると勿論にして、ライツ氏は瓦斯リレー一個にて三十三倍の増幅を得（恐らく自己振動の如き特種の方法を講じたるには非るべし）之を三個直列として二萬倍の増幅を得と稱せるも、果して確實なる働作を與へたるや否やは明かならず。

オーヂオンの増幅作用は、之が應用上最も重要なるものにして、無線電信の如き、之に據て其通達距離を延長するは勿論其他通信方法の改善等に重大なる結果を齎すことは想像に堪ゆべし。例へば現今無線

電信に於て、最も厄介視せられ且つ必要缺くべからざる空中線装置の如き、遠距離通信の目的としては益其高さを増大し來れりと雖も、オーチオンに據る受波能力の増大は、茲に其趨勢を變じて早晚却て之を低減するに到るは明かにして、之に由て遠距離通信を普及せしめ、また同時に高速度通信竝にサイフオンレコーダー等に據る記録受信等をも可能ならしむるものと考へらる。而して又自己振動作用は、前述の如く之を振動電流發生法にも利用すべく従て之に據りて又無線電話も行ひ得べく、其他信號、同時送受波或は有線との連絡の如き、殆んど從來の懸案は、皆之に由て解決の糸口を與へられたるが如き觀あり。

第五章 真空管の應用に就て

無線電信に關する真空管利用の趨勢は上に述べたるも、茲に參考として、他の一般應用の一例を掲げて本編を結ばんとす。蓋し上述真空管現象の研究は、既に學術上莫大なる進歩を促し、是に據て將に電氣學の蘊奥を極めんとするの觀あり、物理學者の注視は實に此點に在りとす。而して其應用に至りては、主として瓣作用増幅作用等の利用に止まるべしと雖も、此狭小なる用途が將來益多端に亘らんとし、其前途實に端倪すべからざるものありて其結果の重大なるに至りては、決して上記學術上の結果の夫れに譲らざるべし。此點は、又實に工學者に取りても大なる感興を惹きつゝあるものと謂ふべし。

然れども今日之が利用を見るは、尙ほ僅かに下記一二に過ぎず。

W. Coolidge 氏のX放射管

瓣作用の應用に關して今日最も名あるは、クーリツヂ氏のX放射管なりとす。此放射管は完全真空に近き状態に於て純熱電子流を利用せんとするものにして、其陰極は螺狀タングステン纖維より成り、其螺旋面は陽極に面し、纖維の周圍はモリブデナム圓筒にて螺旋と同心圓

的に圍まる。電子衝突の標的たる陽極は、又タングステン塊片より成る。之を使用するには、陰極たる螺狀織條に局部電池より電流を通じて之を高熱に在らしめ、此状態に於て陰陽兩極間に高壓を加ふ。此場合に管内電流は、唯陰極より放出する電子即ち上述リチャードソン氏の式に従ふ熱電子流のみにして、従て普通のX放射管の如き働作の不確實變化等を絶対に除き得るのみならず、織條電流に據りて熱電子流従てX放射線を任意に調整するを得べく、且つ瓦斯を含まざる結果は、其壽命を損することなしと考へらる。上記モリブデナム圓筒は、織條の一點に結ばれ陰極より放出する電子を反撥して其總てを陽極に向はしめんとする目的を有す。此管は、二十萬ヴォルト程度の兩極電壓にも善良に働作す。本管は、之に交流を加ふればまた整流器となること論なし。

Kenotron 整流器

ケノトロンは上のX放射管に次で、前記ダツシユマン氏の多く研究せる所にして“kenos” = Vacuum なる意味より、完全真空整流器としてブリオトロンと同時に命名せられたるものなり。装置としては、唯完全に近き真空内に上記X放射管の如く陰陽兩極を備ふるに過ぎざるも、空間電荷其他の影響に因る管内の電壓降下を少なからしむるが爲め、兩極を著しく近接せしめたる外、是等の構成を適當にして電流容量の増大を計りたるものなり。現今之に據て能く十萬ヴォルトの直流を得、電流としては一・五アムペアまでを得たるも、強電力用としては尙ほ多大の前途あるものなり。然れども其管内勢力の損失は、既に二パーセント程度まで減じ得たりと云ふ。本器は、其管内電流又陰極溫度竝に兩極電壓により一定なるを以て、其多くを並列にも働かしめ得べく、此點は彼の水銀整流装置に比して大なる特長とす。従て適當な

る接続の下に其數個を使用せば、更に大なる直流勢力を得べく、又變壓器の兩端に夫々本器の陰陽兩極が互に直列となるが如くに入れ、尙ほ適當なる蓄電器、インダクタンス等を用ひ、整流電流の頭部波形を齊一平滑ならしむるときは、實用上完全に近き直流をも得べしと云ふ。

最近又此種の整流器管内に特種の瓦斯を用ひたるもの現はれたり。

其他の應用

増幅作用に就ては、現今未だ特筆すべき應用を見ずと雖も、今日は既に此準備時代に在りと解すべく、期年ならずして各方面に翕然其偉大なる利用を示すべきは、動かすべからざる趨勢なり。例へば有線電信の如き、之が應用は尠くとも地球上にては線路距離の制限なからしむるに至るべきの外、高速度並に多重通信法等、之に據て根本的改善の行はるべきは期して俟つべく、又有線電話の如きも之が送受話器の改良に應用することは、臆て遠距離電話の大問題に解決を與へ、又彼の電話繼電方法の如きも、之に據て理想的装置の現はるゝこと等總て遠きに非るべし。既に米國の如きは、米大陸横斷電話に此種真空管の利用せらるゝものありとさへ傳へらる。

然して他の百般電氣工業界に及ぼす本器の應用に至りては、最も重大なる結果を齎すものと信ず。蓋し真空管装置の特性は、小は現今最高感度を有する受話器以上の極微の電流電力を検出して極少電量の測定のみまた可能なるを認めしめ、大は其自己振動、増幅及び整流作用等の應用に據りて發電、變壓並に變流装置等にも應用せらるゝに至るべく、今日總ての電氣工業界に鐵が行ひつゝある仕事は、遂に或は真空管に代用せられ、又之に據りて或は廻轉型機械の如きは遂に其迹を絶つが如き時代の出現せざるやを想はしむべく、尠くとも早晚真空管萬能時代の到來すべきことは之を信じて可なるべし。(完)