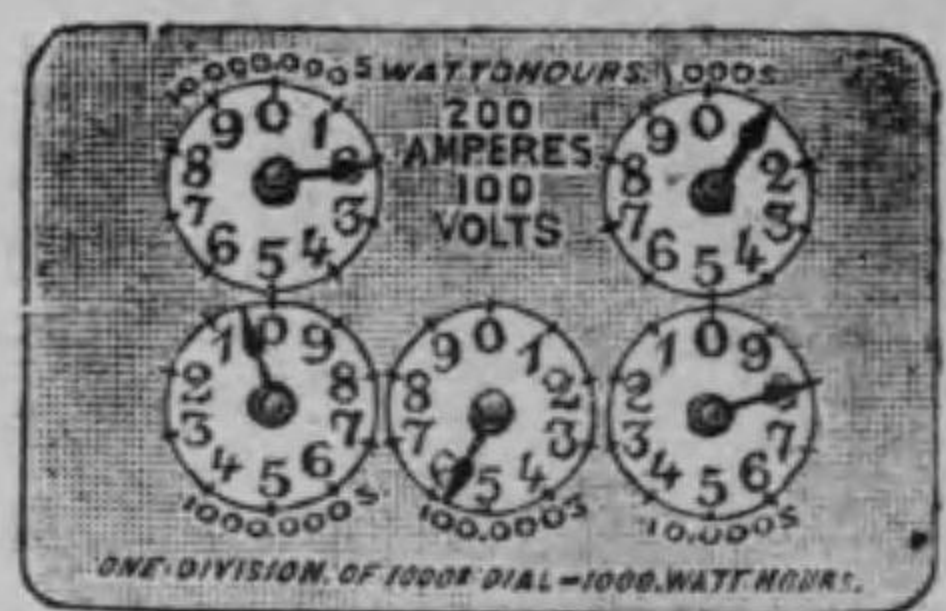


續するときは M' には全電流通じ A には回路の電圧に比例する電流通じ、相互の電力的吸引作用にて電動子は廻轉を始むべし、其速度は電流及電壓の相乗積即ち電力に比例す。然れども電動子の廻轉は惰性に由て加速し電力に比例せざらんとするも、電動子と共に廻轉する銅圓板 D に渦流生ずる爲め、 P の電磁作用にて電動子の廻轉をして遅緩ならしめ電力に正比例せしむ。是に由て電動子の廻轉數を讀みて若干時間に回路に消費したる電力量即ち「ワット」時を計上することを得べし。廻轉數を示すには電動子の軸の上部に齒車装置をなし、 S なる字板上に電動子の廻轉に伴て五種の指針を動かしめ、各十分に目盛せられたる圓上に廻轉を示さしむ。各指針の廻轉と電動子の廻轉との割合は、電動子が一千回廻轉する間に右端の第一指針は圓を一週し、一萬回廻轉する間に第一指

針は十週し、第二指針は一週す、第二指針が十週する間に第三指針は一週す、第四第五指針も此と同じ割合にして廻轉す、各指針の下に記せる數字は此廻轉數を示すなり。ウエスチングハウス會社製の電力計の目盛は直に「ワット」時を示し是を讀みて計上する方法は、例へば五月一日に指針の位置が第六十七

第六十七圖
積算電力計の目盛板

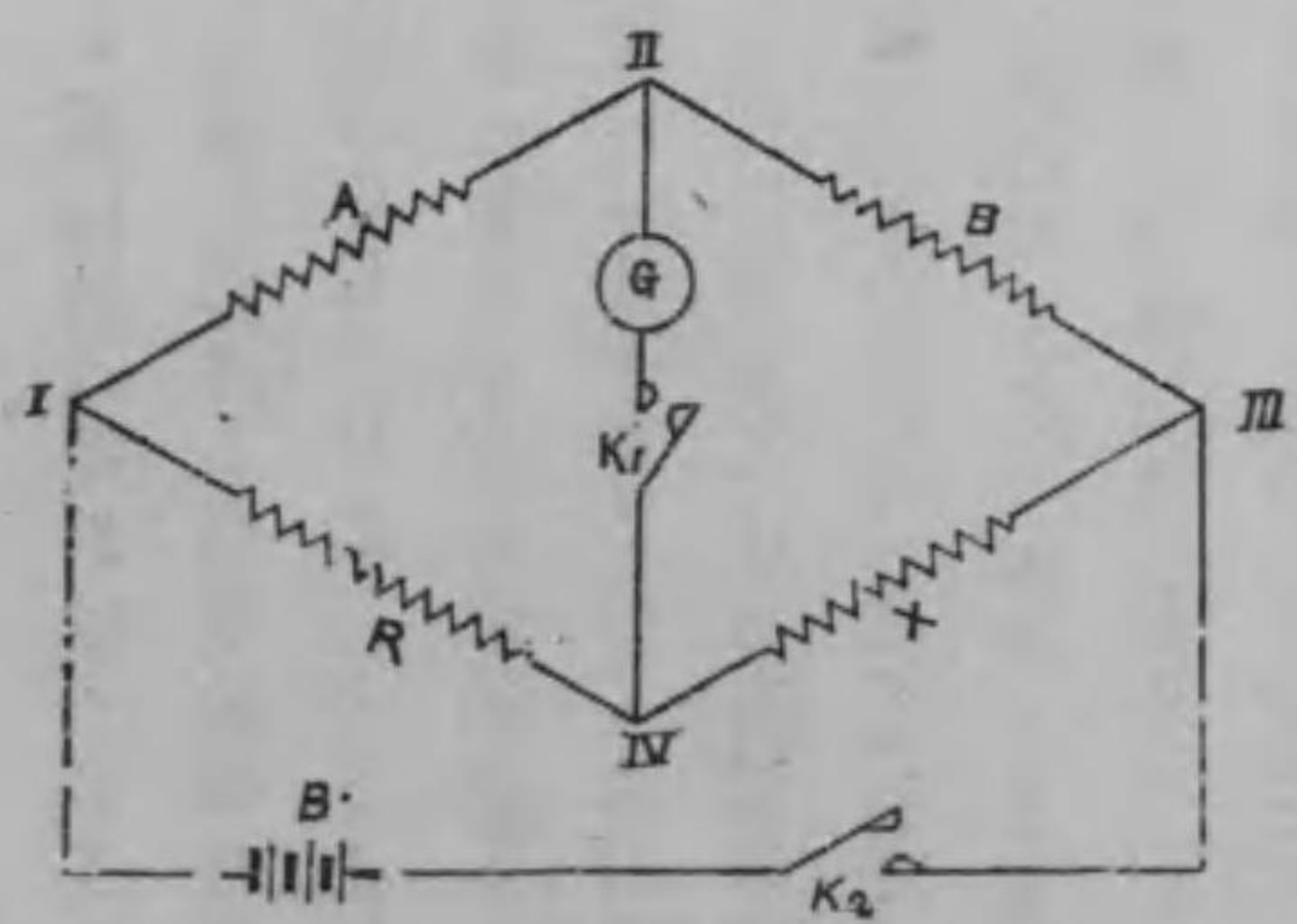


圖甲に示すが如くして、五月三十一日に同圖乙に示すが如くなれば、甲の讀みは 20,581,000「ワット」時にして乙の讀みは 41,949,000「ワット」時なれば、五月一日より五月三十一日に至る三十一日間に消費したる電力量は 41,949,000 - 20,581,000 = 21,368,000「ワット」時なり。然るに乙の讀みに於て第二指針は殆んど 5 を示し居れば、目盛は 41,959,000 の如く見ゆるも、第一指針は 9 に在りて電動子の九千廻轉したるを示し猶千廻轉を爲すに非れば 0 を示さず、從て

第二指針は完全に5を示さずして5に達せんとするにあり、是に由て目盛は41,959,000ならずして41,949,000なり、此くの如き読み誤りは實際に於て屢々起ることあれば深く注意せざるべからず。
此電力計は電動子に鐵を用ひざれば直流式にも亦交流式にも使用することを得るなり。

抵抗計 抵抗計に電線、線輪又は回路の通常の抵抗を測るものと發電機、變壓器等の回路又は電線等の絶縁抵抗を測るものとの二種あり。第一種の抵抗計に於ける測定方法の原理は別に種々の已知の抵抗を納めたる函を作り置き、是に測定すべき者の抵抗を比較して定むるにあり。其比較測定の電線接續法は第六十八圖に示すが如く、圖中Gは電流計にして其構造は或

第六十八圖
ホイートストーンブリッジ接續圖



る線輪の中央に指針を附したる磁鐵を支點上に置きたるものにして指針は平常は南北の方向に向ふも電流が線輪に通するときは其強さ及其方向に應じ右方或は左方に廻轉す、是に由て指針の下に角度にて目盛したる目盛板を置き指針の廻轉の程度を示さしめ、是に依て電流の強弱を測定することを得るなり。A B Rは抵抗函に在る已知抵抗にしてxは測るべき抵抗なり、Bは電池、K₁ K₂は電鍵なり。A B R xの割合がA:B=R:xなるときは、K₁ K₂を押下して電池の電流を全回路に通せしむるも、II IV間は電壓の平均を得て電流は是に通せず、從てGの指針は感ぜざるべし。此理に由てA Bの比を一定しRを種々に加減しGの指針をして左右何れにも動かす、目盛零を示すに至らしむれば、次の式に由てxを算定することを得べし。

$$x = \frac{R \cdot B}{A}$$

今 A=100 オーム, B=100 オーム, R=55.6 オーム, にて指針が零を示したりとすれば、xの値は $x = \frac{R \cdot B}{A} = \frac{55.6 \times 100}{100} = 55.6$ オームなり、若しBを「十」オームとすればRを五百五十六「四」オームに爲さざれば指針は零を示さざるべし、此場合

には $x = R \frac{B}{A} = 556.4 \times \frac{10}{100} = 55.64$ オームとなる。即ち A B の割合を變するに由て精密なる數を得るなり。若し又此場合に於て指針が零を示さずして右に十五度動き R を五百五十六・三「オーム」と爲したるとき左に二十度動きたりすとすれば、 x の値は五十五・六四「オーム」と五十五・六三「オーム」の中間にして實に次の如くなるべし。

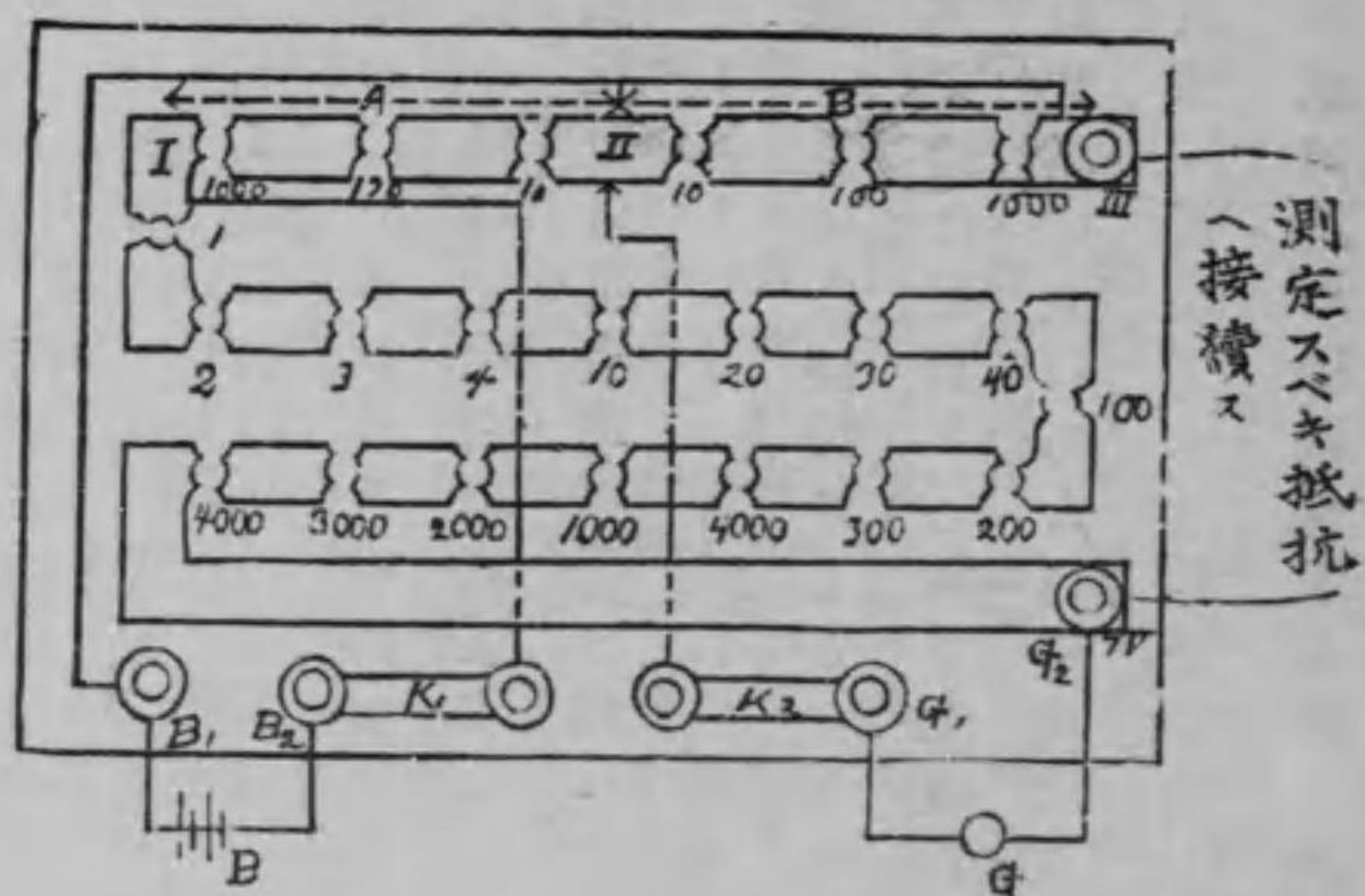
$$x = \frac{10}{100} \times \left\{ 556.3 + \frac{20}{20+15} \right\} = 55.6357$$

斯の如き方法にて容易に抵抗を測定するを得るなり。此接続方法をホイットストンブリッジ法と云ひ、A B R に適する種々異なる抵抗を具備し、此方法に接続し得る抵抗函をホイットストンブリッジと云ふ。第六十九圖甲は其平面圖及電線接続を示し、同圖乙は其外觀を示す。圖に示す如く函の上部には多數の眞鍮片排列せられ、各片間に函の内部に於て細小なる絹巻銅線を往復に捲き是にパラフオンを塗りたる抵抗線輪誘導抵抗を防ぐ爲に往復捲と爲すを接続す、各眞鍮片下に記したる數字は其抵抗を示す。I より II は抵抗 A に

第六十九圖

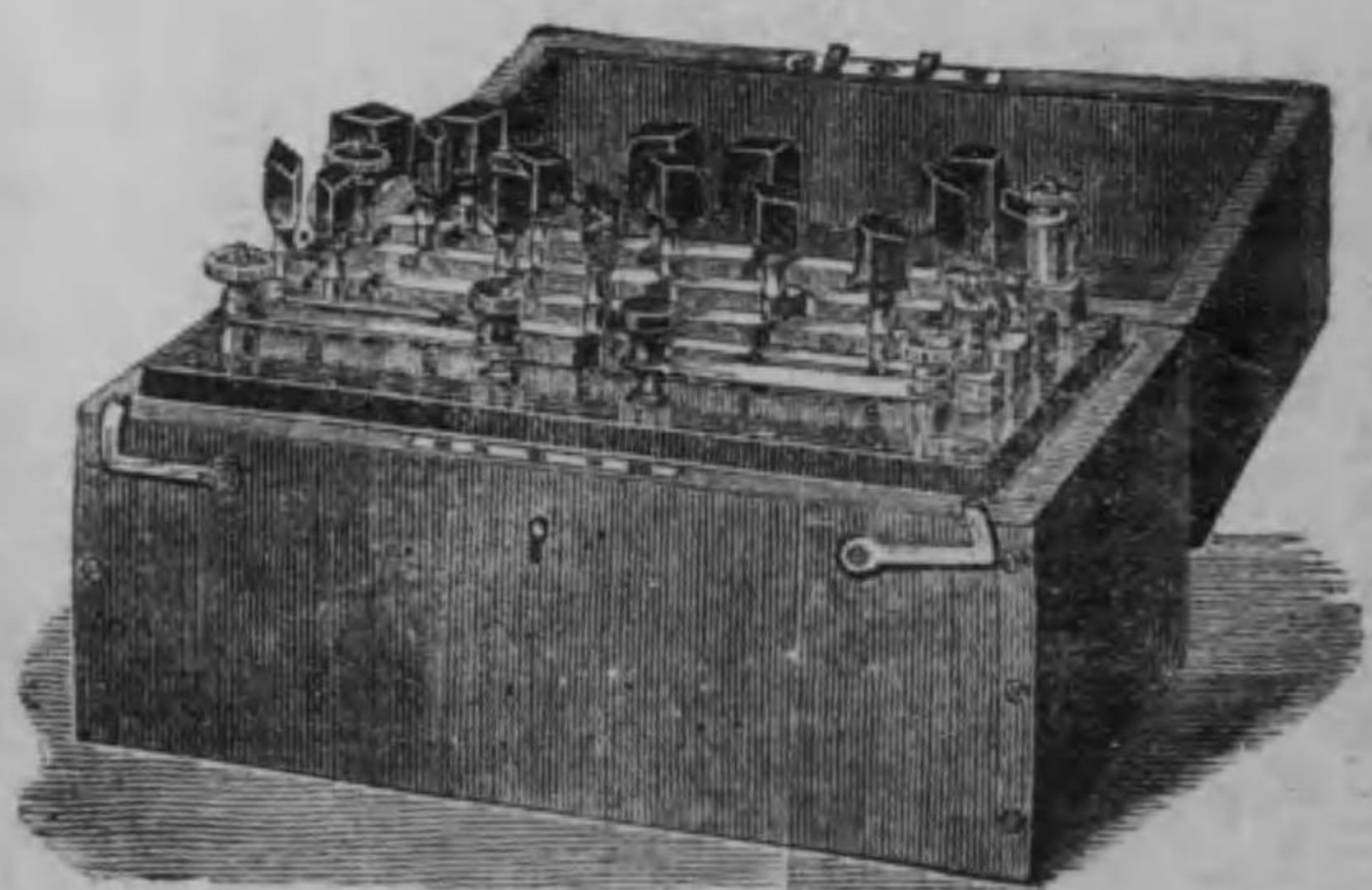
(甲)

ホイットストンブリッジ抵抗函電線接続圖



(乙)

ホイットストンブリッジ抵抗函

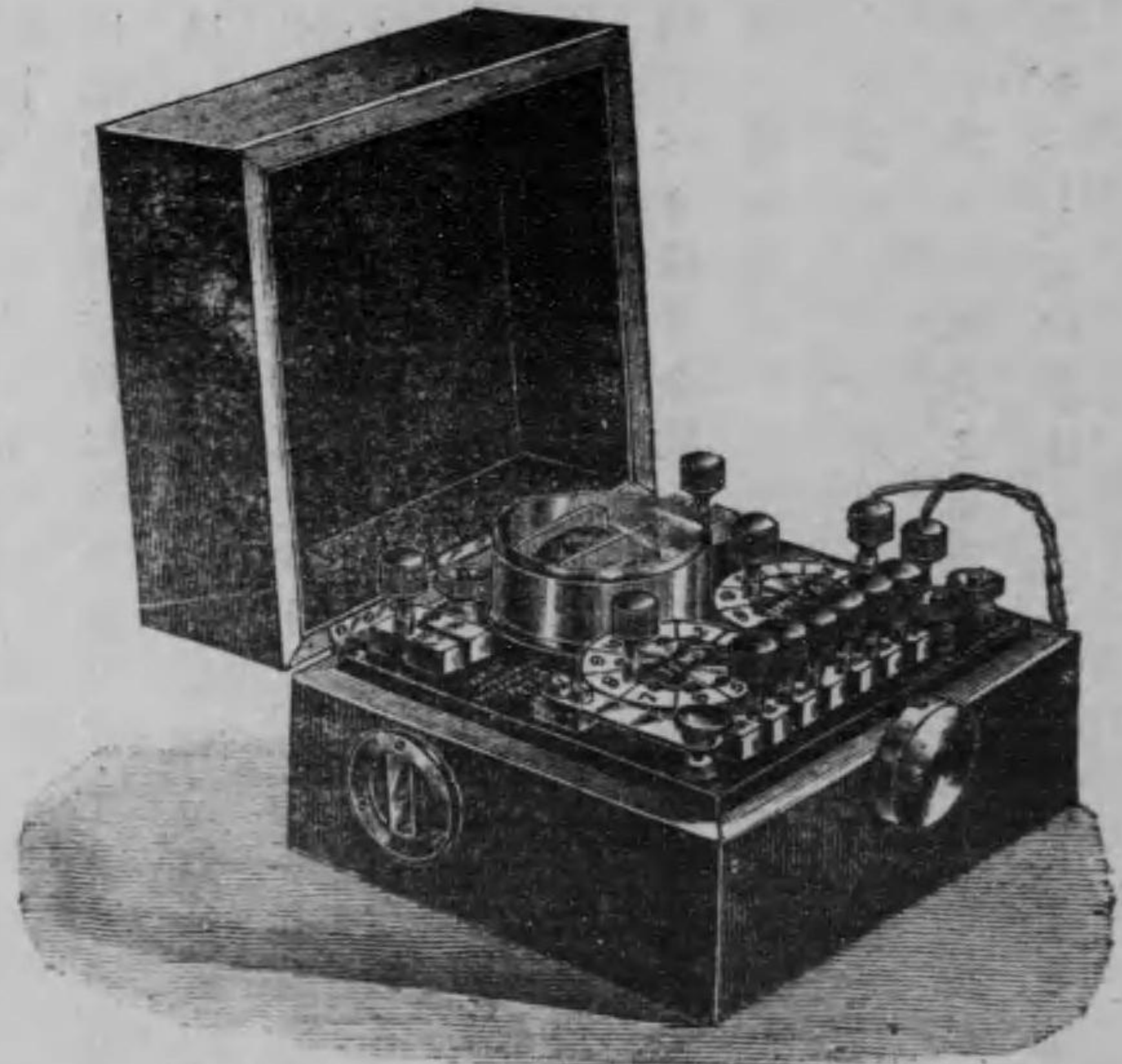


適し II より III は B に、I より IV は R に相當す、II IV 間には測定すべき抵抗 x を接続するものとす。此装置に於て抵抗を除くには眞鍮片間にエボナイト把

手の附したる眞鍮栓を挿入し、是に接続する抵抗を短絡せしむるにあり、是に由て或抵抗を挿入せんとすれば其部分の栓を取去るものとす。K₁、K₂は電鍵G₁、G₂は電流計を接続すべき端子金物にして、B₁、B₂は電池を接続する端子金物なり。電池の数はダニエル電池又はレクランシー電池二十個乃至三十個にて可なり。A、Bの抵抗の比は任意に1:10、1:100又は10:1、100:1の割合に爲すことを得れば、此抵抗函及電流計を用ひて○、○一、○一〇、○一〇〇、○一〇〇〇、○一〇〇〇〇迄の抵抗を精密に測定することを得るなり。

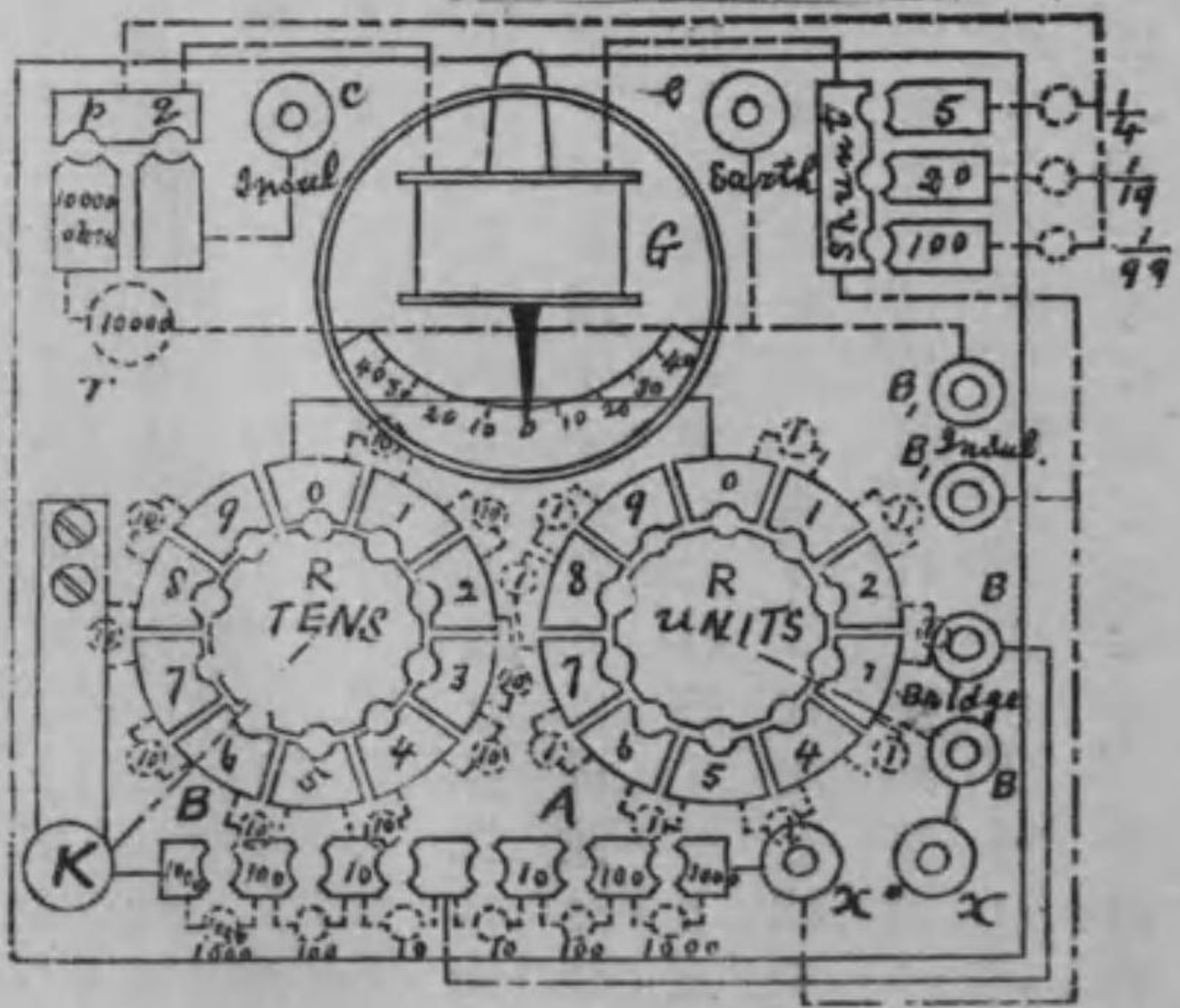
第二種の抵抗計は電力的吸引作用に由り動作するものなり。エバトシエツド、オームメーターは其一種にして、其電線接続は第七十圖に示すが如し、圖中M、Mは回路に並列に接続せらるべき線輪、Cは是に直列に接続せらるべき線輪にして、其中間に磁針Nありて垂直軸に支持せらる、磁針の上部に同軸に指針取付られ線輪の上にある目盛板に「オーム」の目盛を示す、Kは電鍵、G、Gは携帯用小發電機に接続すべき端子金物、L、Eは測定すべき回路への接続端子金物なり。今或回路の絶縁抵抗を測らんとするにはG、Gを小直流發電機に、L

を回路の一端に、Eを大地に接続し、電鍵KをA又はBに置き、發電機を廻轉して電流をM、M、Cに通せしむるときは、磁針NはM、Mより發する磁力線とCより發する磁力線の合成方向に動き靜止すべし。然るにM、Mは回路に並列なる故是れに通ずる電流は單に發電機の電壓に正比例し、Cは回路に直列なる故に是れに通ずる電流は直列に接続する回路及大地間の抵抗に逆比例す。是に因て磁力線の合成方向即ち指針の位置は發電機の電壓及測定すべき抵抗に比例して定まる、故に豫めL、Eに種々の已知抵抗を用ひ指針の示すに従ひ其抵抗に應じ適當に「オーム」目盛を記し置けば、直に抵抗若干「オーム」と知ることを得るなり。測定すべき抵抗小なる場合には、Cに多量の電流通じ指針の動き小なるを以て、電鍵KをBに接觸せしめ、Cの捲線の一部分を短絡して、Cに通ずるアムペアターンを減し指針の動きを大ならしむ。通常目盛の最大の讀みは電鍵をAに置きたる場合には五「メガオーム」又は十「メガオーム」、Bに置きたる場合には其十分一なり。發電機は直流式にして其界磁は永久磁鐵より成り、發電子には齒車を附し、是を手にて廻轉し一分間の廻轉凡そ六十な



第七十一圖 (甲)

シルヴァーワウン、テストングセットの外観

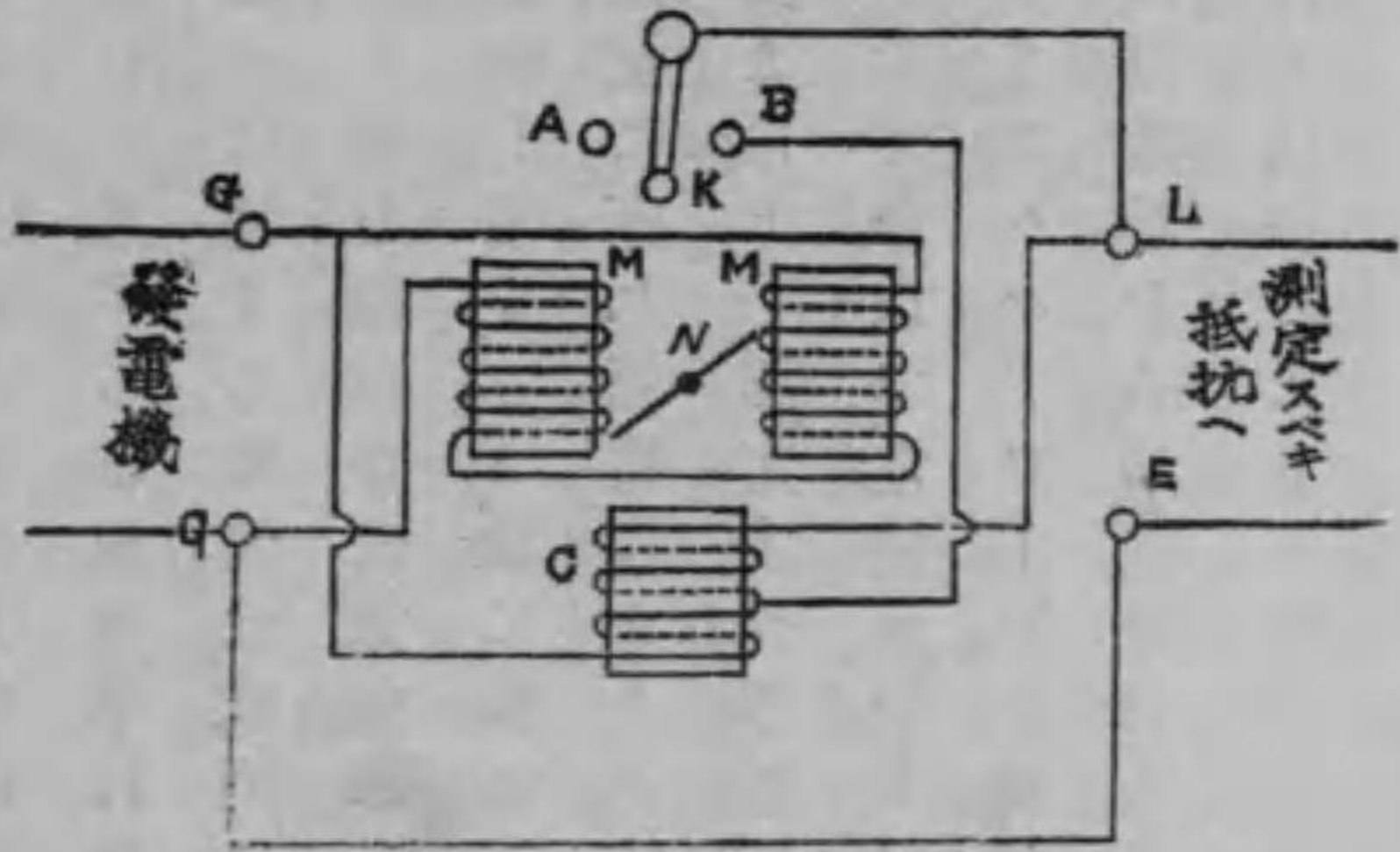


(乙)

シルヴァーワウンテストングセットの電線接続図

第七十圖

エパーシェツド抵抗計電線接続圖

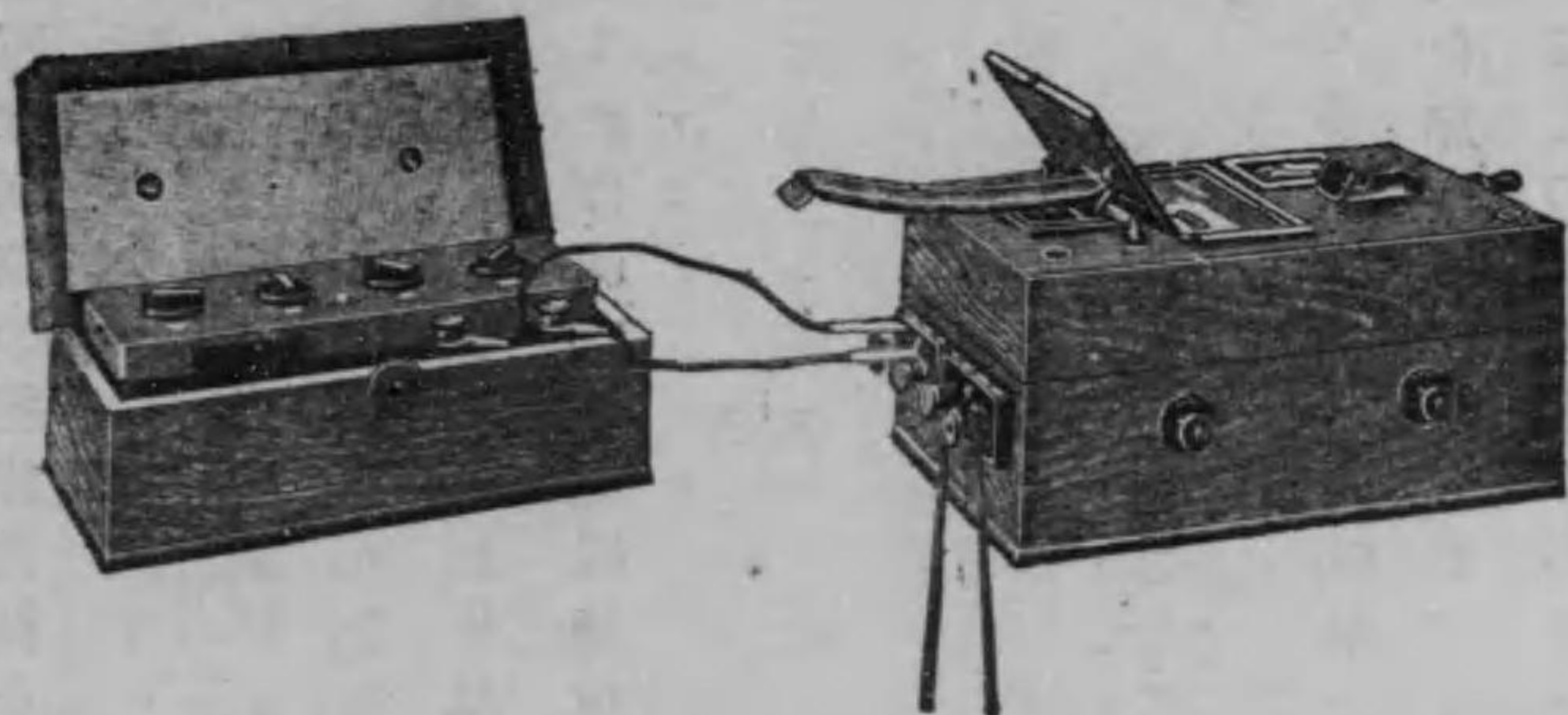


るとき、一百ヴォルトの電圧を發生するものと二百ヴォルトを發生するものとの二種あり、前者は五メガオーム式に用ひられ、後者は十メガオーム式に用ひらる。抵抗計を使用するには下部に取付けられたる螺旋を加減して、其上部に在る水準器を視て精密に水平に爲したる後測定を爲すべし、然らざれば正しき目盛を得ざるべし。

シルヴァーワウン、テストングセットはホイットストンブリッジ及ガルヴァノメータを共に具備せる試験器あり、シルヴァーワウンテストングセット、ダイナテストングセット又はケルヴィンテストングセットの外観は第七十一圖甲に、其平面及電線の接続は

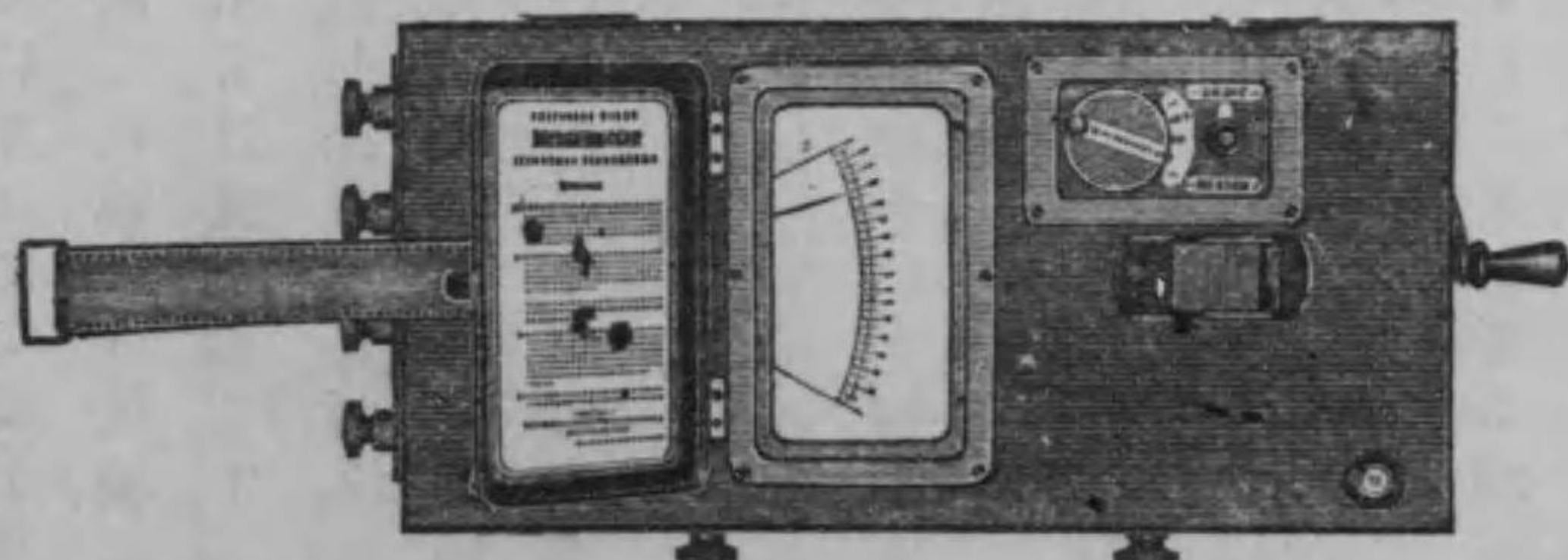
第七十二圖 (甲)

ブリッジメツガー



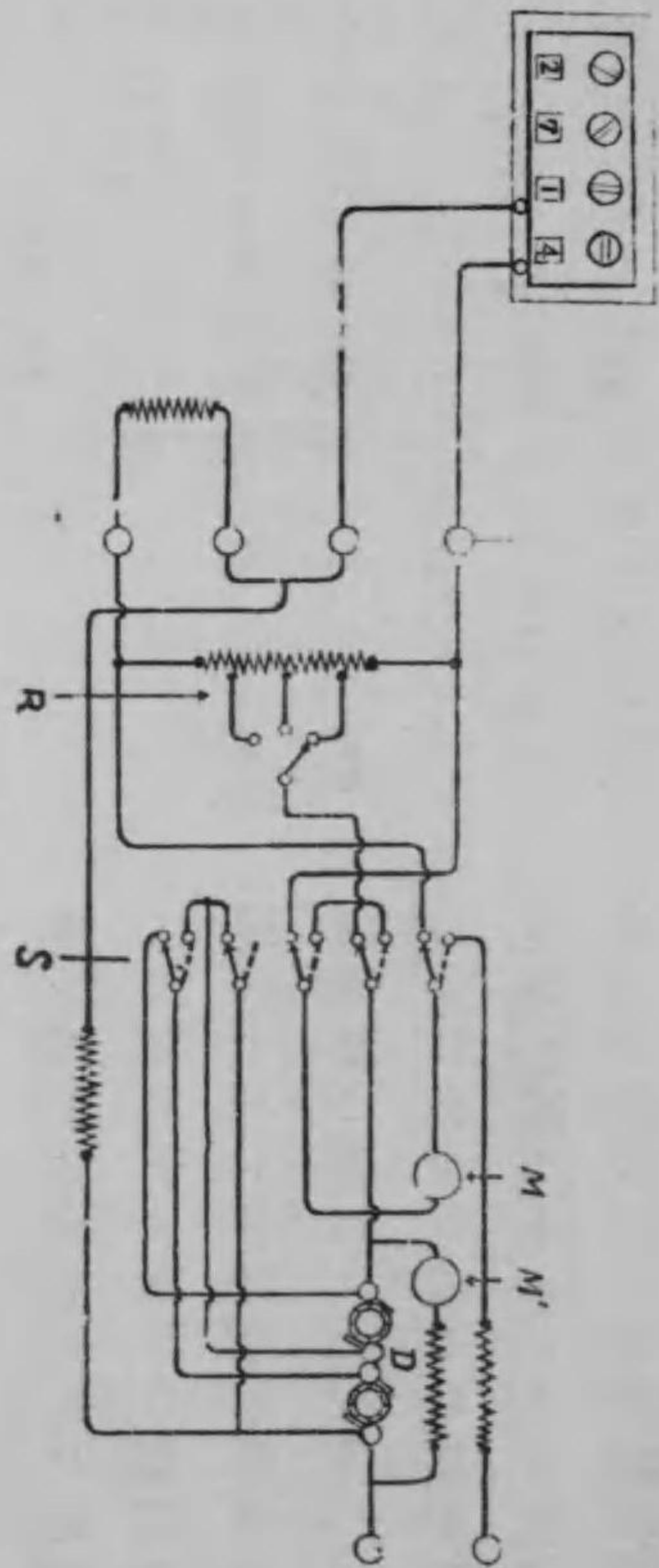
(乙)

メツガーの平面



(百七十六)
 このメツガーは市場に出せしが其
 便利なるより汎く
 使用せらるゝに至
 り。第七十二圖
 甲は其外觀にて同
 圖乙はメツガーの
 平面を示す、甲圖中
 右方はオームメー
 ター即ちメツガー
 左方はホイートス
 トン、ブリッジとし
 て用ふるときに使
 用する加減抵抗器

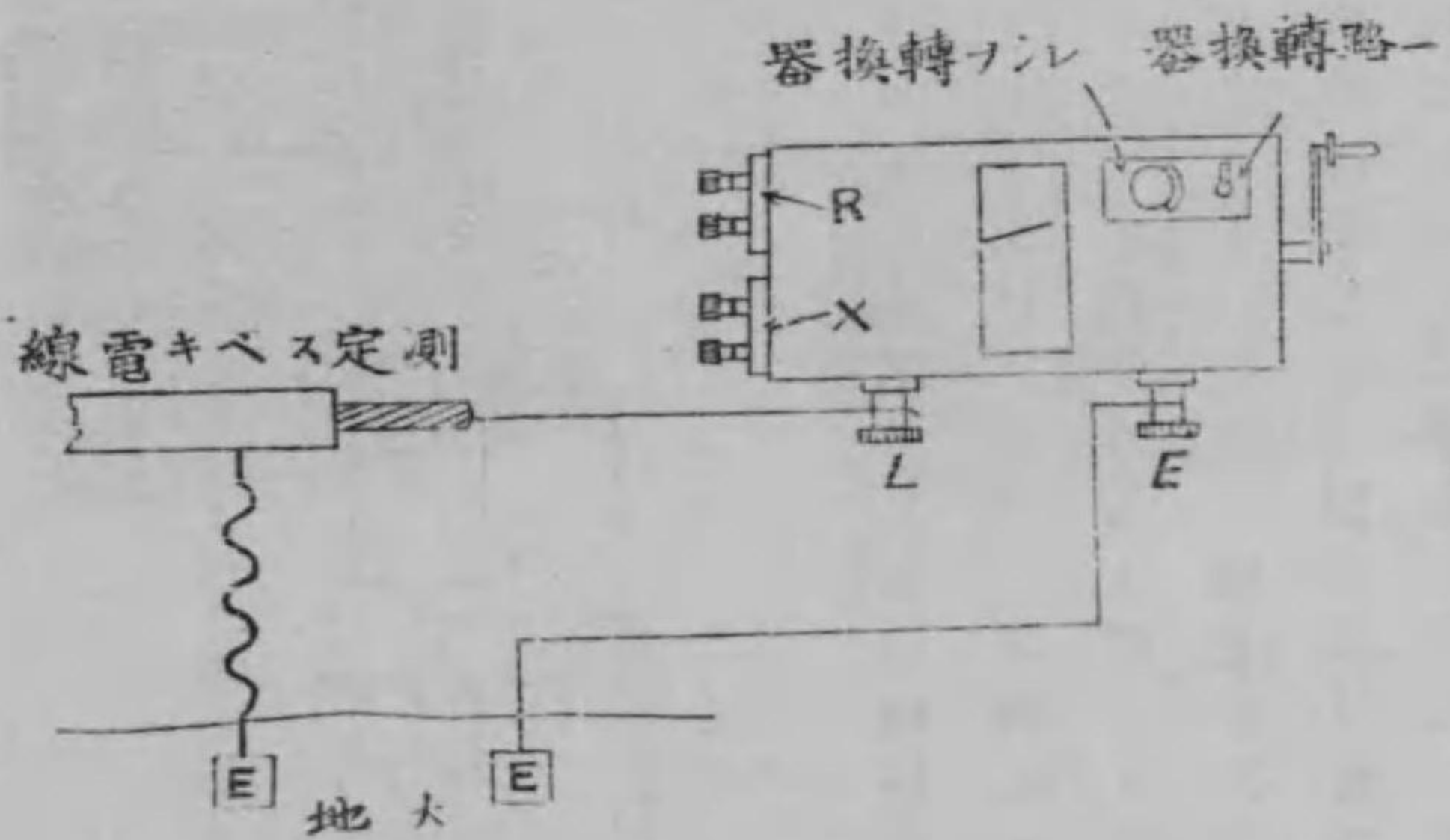
あり、メツガーの上部に二個の轉換器あり、其一是二路轉換器にして回路の接
 續をメツガー又はブリッジの何れかに行ふ、他の一はレシヨ轉換器と稱しブ
 リツヂとして使用せらるゝ時に、ブリツヂ抵抗の比を十分一、百分一に變ず
 る爲に用ふるものなり。第七十三圖はメツガーに加減抵抗器を接続したる
 ときの電線接続を示す、圖中Lは發電機にして二個の發電子より成る、Mは回
 路に直列に接続する線輪、M'は之に並列に接続する線輪、Sは二路轉換器、Rは



第七十三圖
 電線接続の略圖
 トン、ブリッジとして用ふるときに使用する加減抵抗器

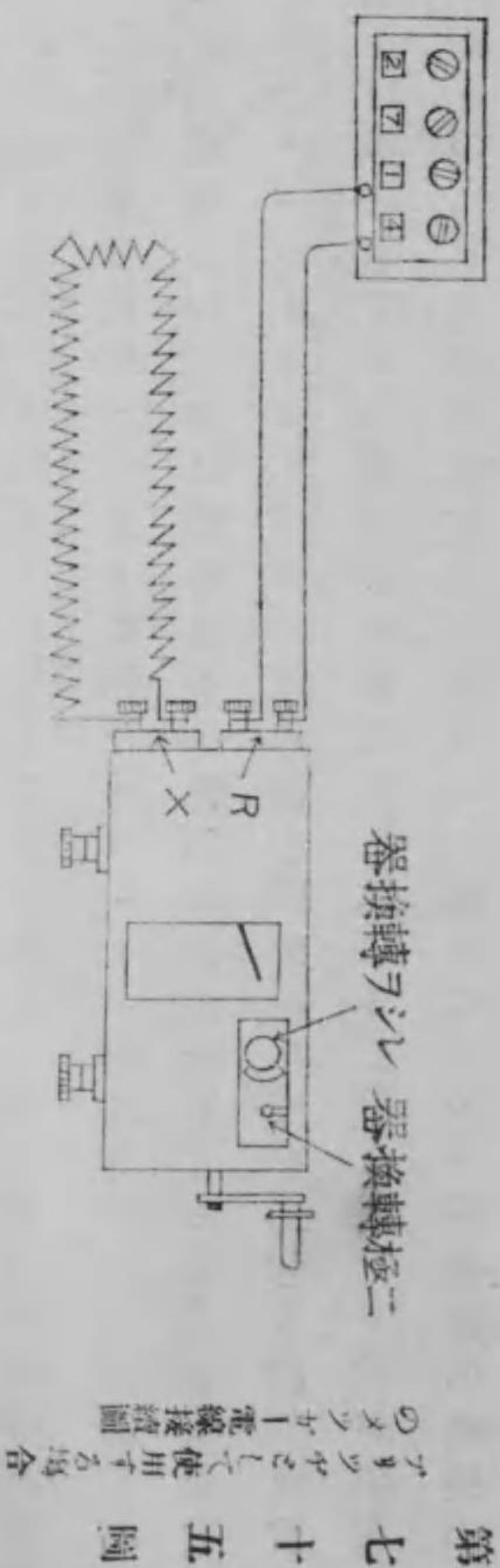
第七十四圖

絶縁抵抗を測定する場合のメツガー電線接続圖



レンジヲ轉換器なり。今是をメツガーとして使用するにはSを點線にて示す位置に置き(即ち第七十二圖乙に於てSをメツガーと記せる方に廻轉す)第七十四圖に示すが如く絶縁抵抗を測定すべき電線を端子Lに接続し、端子Eを大地に接続し、發電機の把手を時計指針と同じ方向に廻轉するとき、は、兩發電子は直列に接続せられて五百、ヴォルトを發生し、是に應じて電流は回路に通じメツガーの指針は感動して目盛板の或る目盛を示すべし。目盛は五千「オーム」より始まり百、メグオーム迄あれば、是を讀みて直に絶縁

抵抗若干「メグオーム」なるを認知することを得るなり。若し發電機の廻轉を止むるときは、電流の流通止み指針は直に目盛上何れの位置に於ても静止す。次に是をホイートストンブリツヂとして使用するには第七十三圖に於て二路轉換器を實際にて示す位置に置き(即ち第七十二圖乙に於てSをブリツヂと記せる方に廻轉す)第七十五圖に示すが如く加減抵抗器及測定すべき

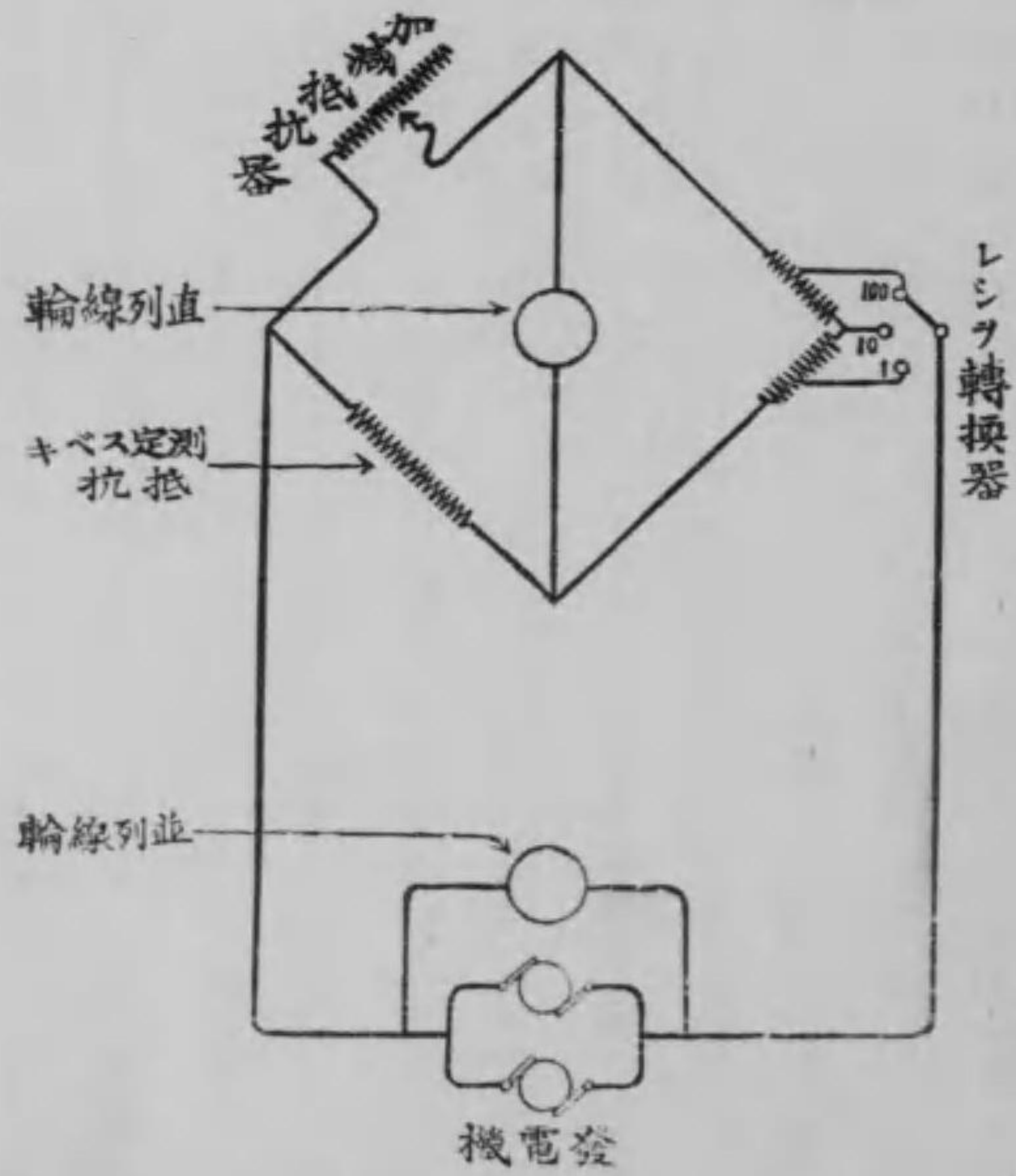


抵抗を端子R及xに接続するときにはブリツヂとしての回路接続は第七十六圖に示すが如くなるべし。加減抵抗器は單位、十位、百位、千位の四組の線輪より成り、各組は九個の線輪より成る、各組に廻轉するを得る轉換器あり、是を廻

轉して各組の抵抗を一より九迄加減するを得るなり、其廻轉の位置は轉換器を廻轉したるとき上部に在る窓に現はると數字により容易に之を認知するここを得べし、例へば千位に一百位に二十位に三、單位に四なる數字現はれたりとすれば、其千二百三十四、オームなることを知るべし。今或る抵抗を測らんとするには、加減抵抗器に或る抵抗を入れレシヲ轉換器を適當に置き發電機の把手を廻轉するとき、兩發電子は併列に接続せらるゝ故に多量の電流回路に通じメツガーはブリツヂの電流計と同様の作用を爲し其指針は感動して或る目盛を示すべし、其目盛が無限大抵抗なるときはブリツヂが平衡せられたるものにして、加減抵抗器に現はると抵抗にレシヲ轉換器の轉換の比を乗じたるものが測定せらるべき抵抗を示すなり。指針が他の目盛を示す時は、加減抵抗器の抵抗を増減し又はレシヲ轉換器の轉換の比を變じて指針をして無限大抵抗の目盛を示さしむべし、此時の加減抵抗器に現はると抵抗に轉換の比を乗じたるものが測定せらるべき抵抗を示すなり。測定するべきことを得る抵抗の範圍は一、オームより一、メガオーム迄にして測定せらるべき

第七十六圖

メツガーをブリツヂとして使用する時の電線接続圖



に由り、始んど發電所に缺くべからざる抵抗測定器かりとす。

抵抗が一万、オーム以下なる時は第七十五圖に示すが如く接続し、一万、オーム以上なる時は加減抵抗器を端子に、測定せらるべき抵抗をRに接続するも

のとす。此くの如くブリツヂメツガーは電池を使用することなく、其抵抗を加減するに栓の抜き挿しを要せず、電鍵の按下等の煩なく、一、オームより百、メガオーム迄の抵抗を直に正確に讀む事を得、又鐵類に接近するも其磁氣的影響を受けざるの便利ある

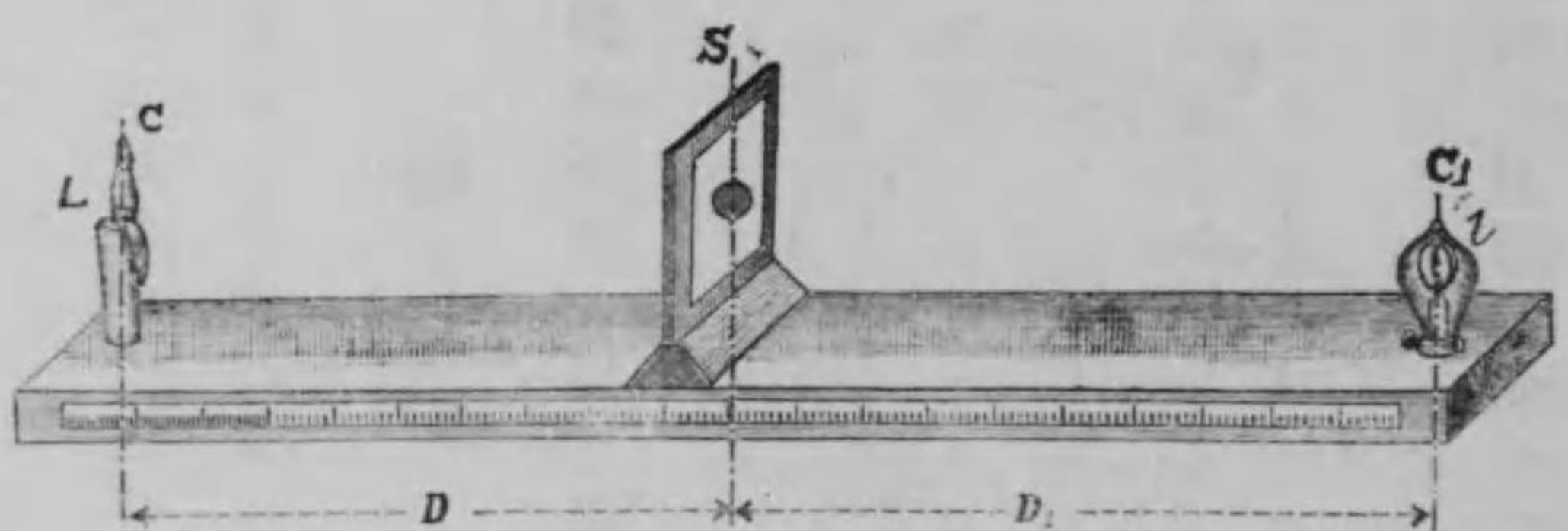
光度計 電燈の光力は、電圧及電流を測定するが如く、直接に是を幾何燭光と測定するを得ず、必ずや暗室に於て測定すべき燈及測定の標準と爲す燈にて或る物体を照さしめ、其照明が同一にある様物体と燈との距離を加減し、照明の公式に依て是を算定するものとす。今標準燈の燭光をC、測定すべき燈の燭光をC₁とし、標準燈と物体との距離をD、測定すべき燈と物体との距離をD₁とすれば、物体に於ける照明Kが同一なるときは

$$\text{照明} \quad K = \frac{C}{D^2} = \frac{C_1}{D_1^2} \dots\dots\dots (53)$$

故に $C_1 = C \frac{D_1^2}{D^2} \dots\dots\dots (54)$

是に由てD及D₁を測ればC₁を算定することを得べし。
光度計は此理を應用して製作せられたるものにして、其種類甚だ多し、其一例としてブンゼン光度計は第七十七圖に示すが如く、一の紙障を立て紙の中央

第七十七圖
ブンゼン光度計



に蠟にて圓を書き置き、其一方に標準燈Lを立て他方に測定す可き燈球Iを置き紙障を照さしむるときは、蠟の色は弱き照明に對する面は黒く現はれ強き照明に對する面は白く現はる、是に由て紙障を左右に動かして兩面共に同じ色を表はす所に至らしむ、此時のISの距離をD、Iの距離をD₁とすれば、Iの燭光C₁は前記の理に由り左の式にて算定せらる。

$$C_1 = C \frac{D_1^2}{D^2}$$

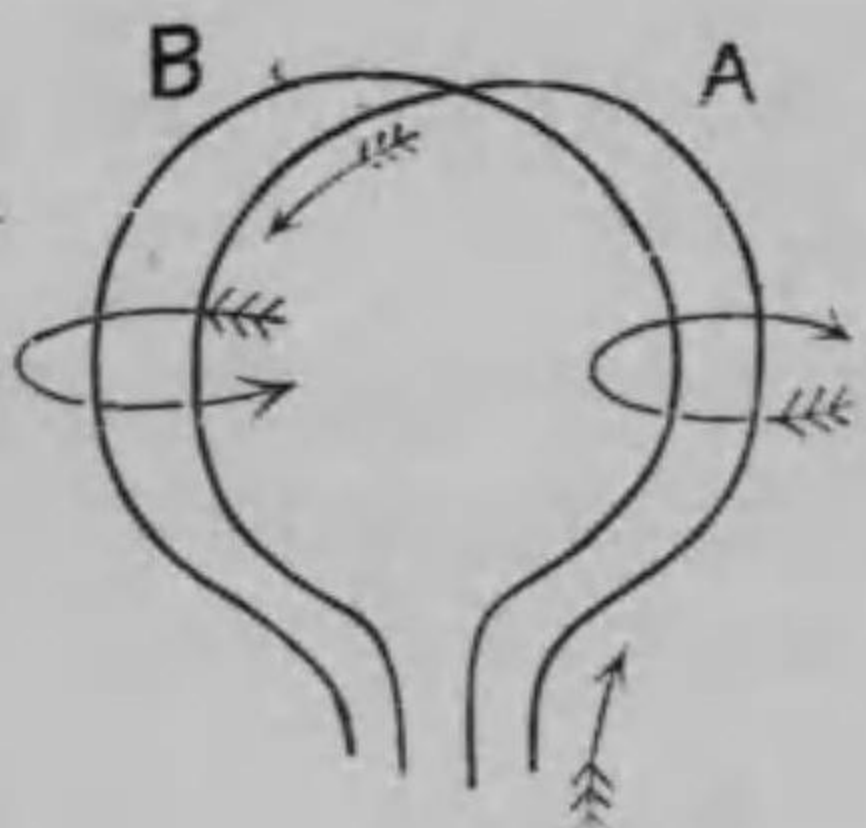
紙障に於ける蠟圓の色を檢視するに便なるが爲に、其兩側に斜に鏡を附し是に反射せしめ、反射したる兩様の色を視て其同色になる迄紙障を左右に動かす且つ豫め長さ一定したる臺上にL、Iを置くべき位置を定め、其距離を測り置き尺寸の目

盛を記し置けば、 D, D_1 は直に若干尺寸と認知することを得て算定に便利なり。標準燈には第七章に記載する燈を用ひ測定は暗室に於て行ふものとす。此外に光度計の精密なるもの數種あれども爰には省略す。

第五章 變壓器及廻轉變流機

變壓器の原理 變壓器は交流の相互誘導作用に由て或る電壓の交流を他の電壓の交流に變ずる誘導器具なり。今第

第七十八圖 變壓の理を示す圖



七十八圖に示すが如くA Bなる二個の線輪ありとし、線輪Aに或る電壓の交流を通ずるときは、是れが爲に生ずる磁力線數は交流の交番に伴ひ變化増減す。然るに此磁力線は線輪Bを通過する故に其變化増減するに當り線輪Bの各捲線を切るに因り、交流の相互誘導作用の爲に線輪中に起電力誘發せらるべし、之と同時に線輪A中にも自

己誘導作用に由て或る起電力誘發せらる、此線輪の間に、或は線輪を重ねて、其中に鐵を置く時は、磁力線は吸収せられて能く是に集まり誘導作用増大すべし。A B 兩線輪の捲數及電線の大き相等しきときは、線輪Bに誘發せらるる起電力は線輪Aに加はる電壓に等しく、捲數を異にするときは誘發起電力は是に正比して發生す、例へば線輪Aの捲數一千回にして電壓一千「ヴォルト」線輪Bの捲數一百回あるときは、誘發起電力は一百「ヴォルト」なり、是に由て捲數の比を適當に定むれば、電壓の比を任意ならしむることを得るなり。線輪A即ち電源に接續する線輪を一次線輪と云ひ、其回路を一次回路と云ふ。又線輪B即ち起電力の誘發せらるる線輪を二次線輪と云ひ、其回路を二次回路と云ふ。

變壓器は前記の原理に基き製作せられたるものにして、薄鐵枚數十枚乃至數百枚を重ねたるもの之れを鐵心と云ふに二種の被覆銅線を捲き一次線輪及二次線輪とす、其捲數の比を適當に定め或る電壓の交流を任意電壓の交流に變壓する爲に使用せらる。通常一次線輪に高き交番電壓を加へ二次線輪に

是より低き交番電壓を誘發せしむ、然れども是と反對に低き電壓を高き電壓に變せしむるに使用することあり、此場合には是を昇壓器と云ひ、通常の使用法に據るものを降壓器と云ふ。

一次線輪に供給する電壓は不變ならしむるを通常とすれば、二次線輪に誘發する電壓も亦殆んど一定す、是に由て變壓器は不變電壓回路に並列に接續使用せらる。

變壓器の誘發電壓は電源の電壓より昇降するも、其電力は一次及二次兩回路に於て殆んど相等しきを以て、電流は電壓と反對に増減す、例へば一千「ヴォルト」の交流を一百「ヴォルト」の交流に降壓したる場合には二次回路に通ずる電流は一次回路に通ずる電流に十倍す、此理に由て二次線輪の捲線は、捲線と反對に一次線輪の捲線より大なり。

第一項 變壓器の構造

線輪 變壓器の線輪の形狀は兩線輪共に相等しくして數部に區分せられ交互に相重り密接して鐵心を捲く。兩線輪間並に鐵心及線輪間は、フアイバ

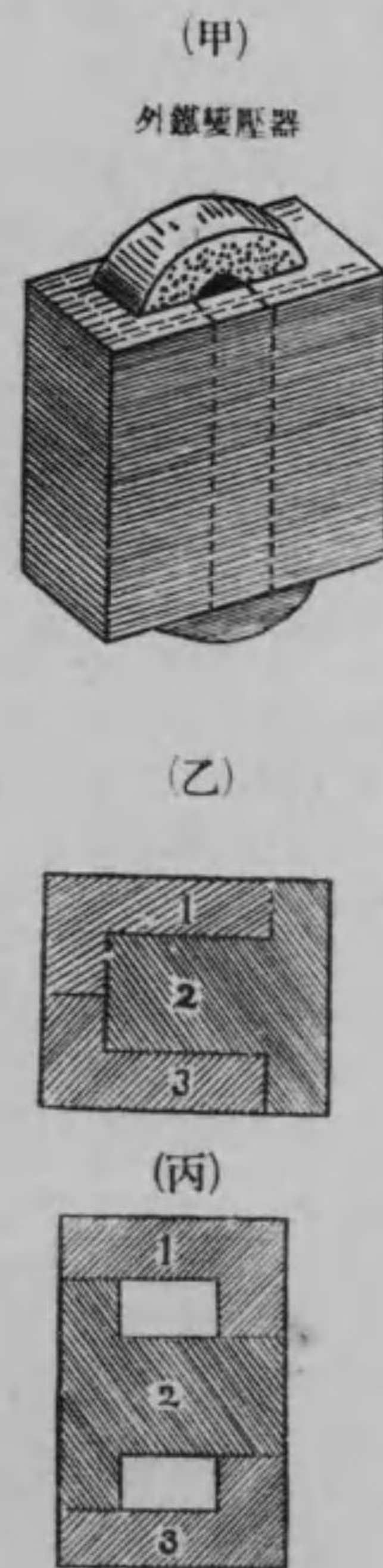
1、油紙、雲母類の絶縁物を是に填充して絶縁を良好ならしむ、殊に一次線輪は數層に區分し、一層に於ける捲数を少くして各隣層間の電壓の差を少からしめ、電壓の爲に起る電撃の發生なからしむ。電線には兩線輪共に瓦斯系二重巻被覆銅線を使用すれども、耐量大なる變壓器に於ては二次線輪に多大の電流通ずる故に銅線の代りに厚さ一様なる帶狀の銅板或は角形銅線を用ふ。

兩線輪の線端の引出方法は變壓器の種類に由て異れども大別して二種とす、一は變壓器を納むる函の上側に穿ちたる穴より線端を引出す者、一は函の底部に穴を穿ち是れより線端を引出す者なり、第一の方法に於ては穴より雨水の浸入する恐れあれども、第二の方法に於ては此恐れなくして安全なりとす。

鐵心 鐵心は薄き鐵板の數十枚を重ね各板間を各自の錆又は紙にて絶縁したるものなり。其形狀に種類多く是に由て變壓器を二種に大別す、一は第七十九圖甲に示すが如く鐵心の内側に線輪を捲きたるものを外鐵變壓器と云ひ、一は第八十圖甲に示すが如く鐵心の外側に線輪を捲きたるものを内鐵變壓器と云ふ。外鐵變壓器に於ては豫め線輪を型に入れて作り置き、其

周圍に第七十九圖乙に示すが如く壹枚の鐵板を1 2 3の三片に切りたる者

第七十九圖



を同圖丙に示す

が如き形狀に合

せて積み重ね鐵

心と爲す。内鐵

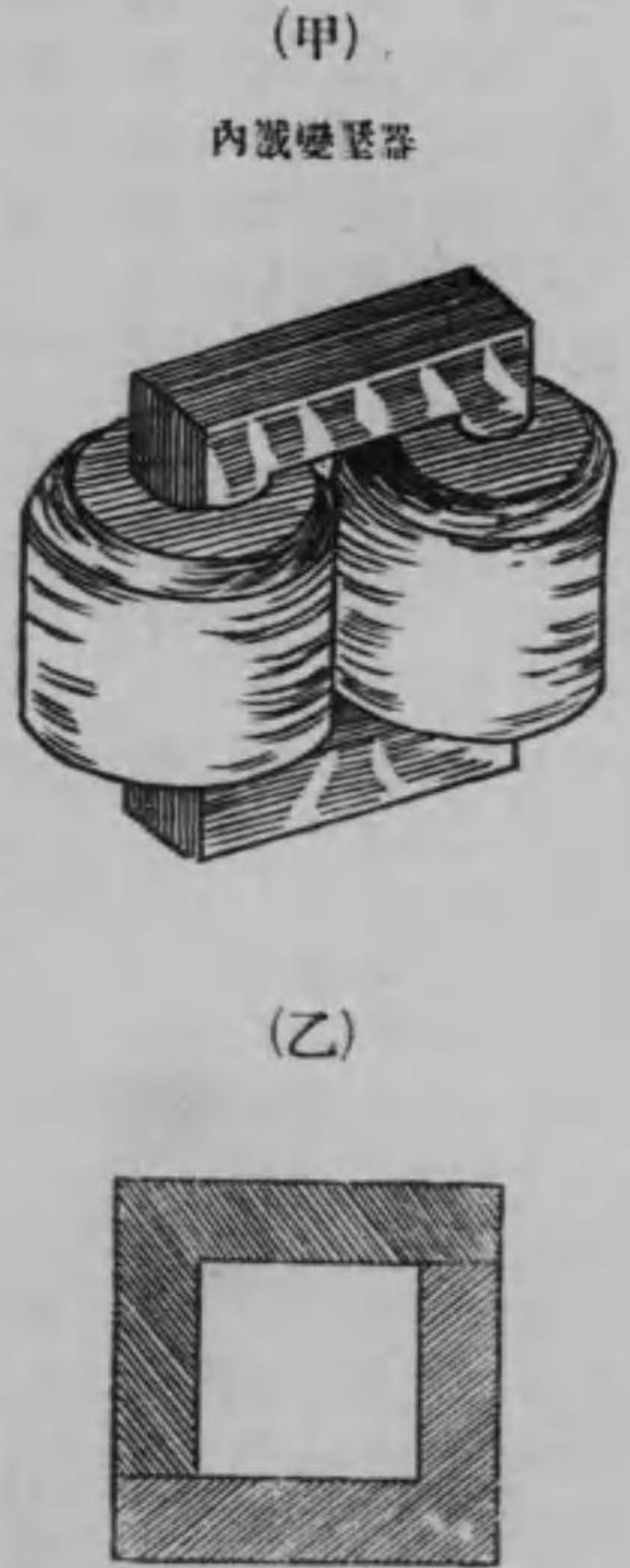
變壓器に於ては

第八十圖乙に示

すが如く、角形に切りたる鐵板を貳枚宛合せて積み重ね鐵心と爲し、強く是を

締めて是に線輪を捲く。此二種を比較するに内鐵變壓器に於ては線輪が外

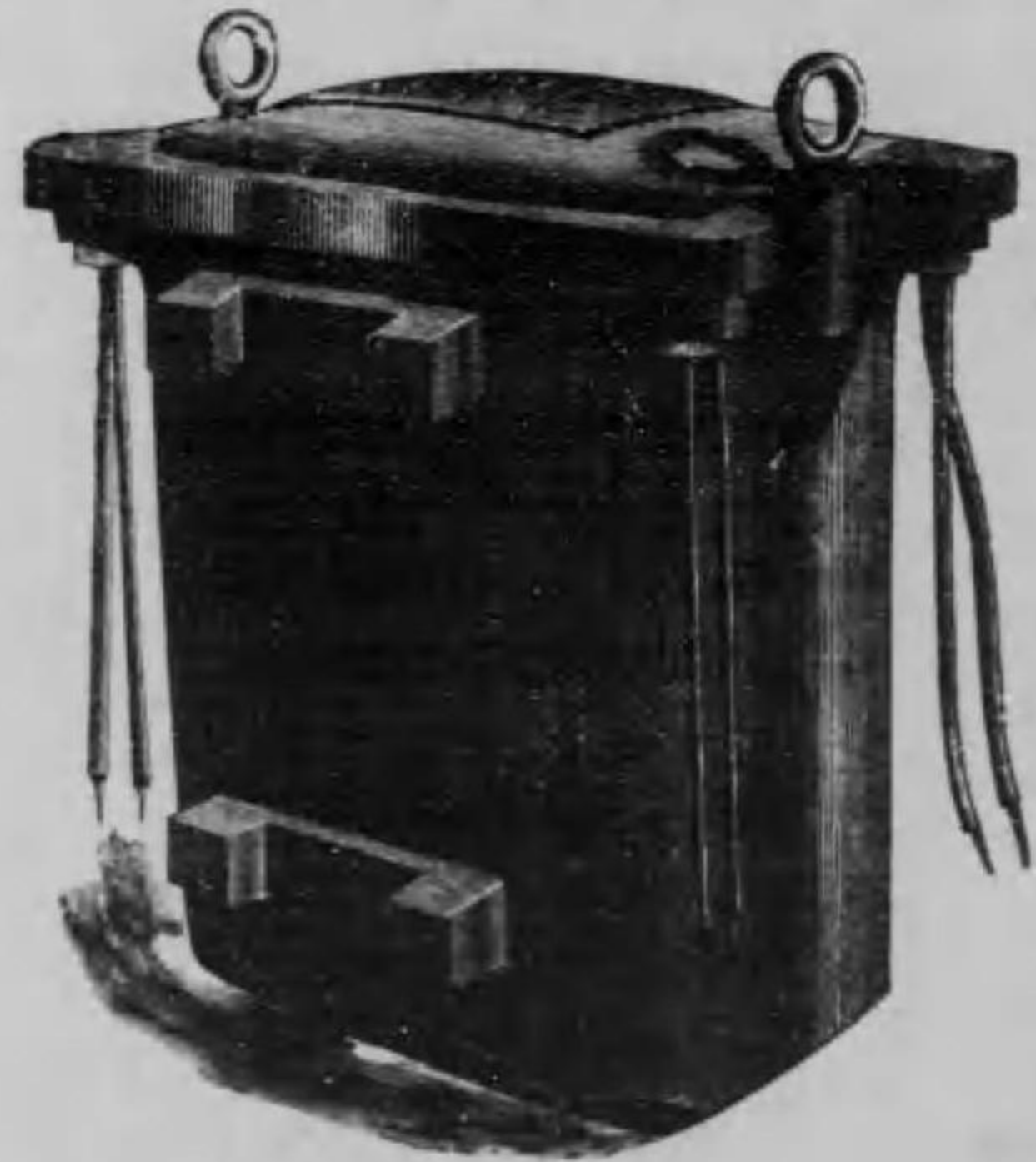
第八十圖



(甲) 内鐵變壓器

(乙)

第八十一圖 變壓器



部に現はれ外氣に曝露するを以て電流の爲に熱すること少なく線輪の燒損したる場合に是を修理又は取換へること容易にして鐵心を成す鐵板を取外すの要なし、然れども製造の際鐵心の外側に線輪を捲くこと困難なり。外鐵變壓器に於ては線輪は鐵心中に在る爲に電流に由る發熱多く、線輪を取換へる場合には鐵板を悉く取外さざるべからず、然れども製造の際は線輪を作り

置きて、單に其周圍に鐵板を積む

のみなれば製造甚だ容易なり。

何れの型に於ても薄き鐵板にて

鐵心を作るは、發電子鐵心と同じ

く其内部に渦流の發生を防ぎ是

に由て起る鐵損及び是が爲に生

ずる發熱を防ぐに在り。

何れの變壓器にても是を鐵函に

納め濕氣塵埃等の觸れるを防ぐ、

第八十一圖は鐵函に納れたるものを示す。

絶縁 變壓器は如何なる天候に於ても大氣に曝露されて能く是に堪へ、兩線輪及鐵心は絶縁良好にして漏電なく之を納むる鐵函は水密ならざる可からず、且つ瞬間二倍の負荷を受くるも破損又は甚しき發熱なきものなるを要す、全負荷にて十時間使用後空氣の温度よりも攝氏四十度を超へざるものは最も良好なるものとす、絶縁の爲に使用する材料は各製造所に由て異れども通常使用するものは左の數種なり。

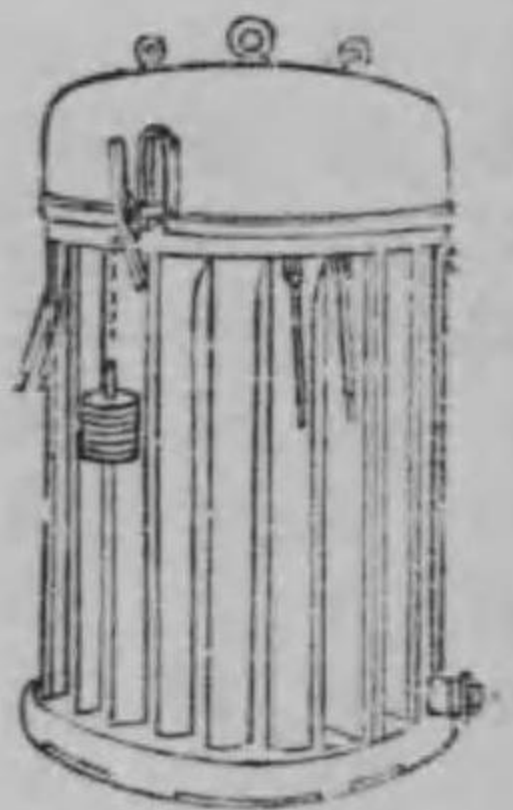
油布、油絹、雲母、マイカナイト、ファイバー、
尙變壓器の絶縁を良好ならしめ發熱を少からしむるが爲に種々の方法あり、後に之を記載す。

第二項 特種の變壓器

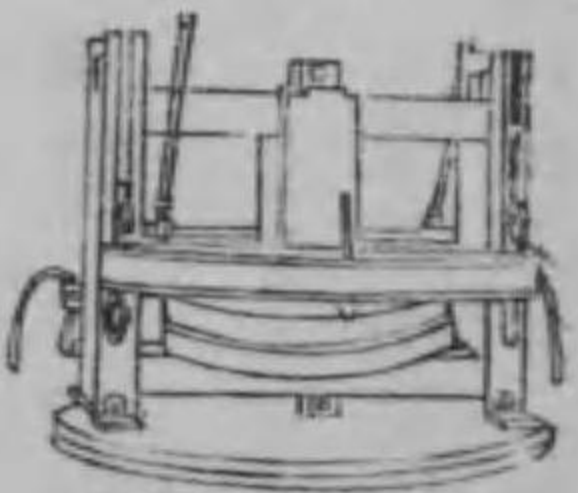
特種の變壓器 變壓器の用途及び構造に由て特種あるものあり、左の三種を重なるもとす。

- 一、不變電流變壓器
- 二、單捲變壓器
- 三、饋電線電壓調整器

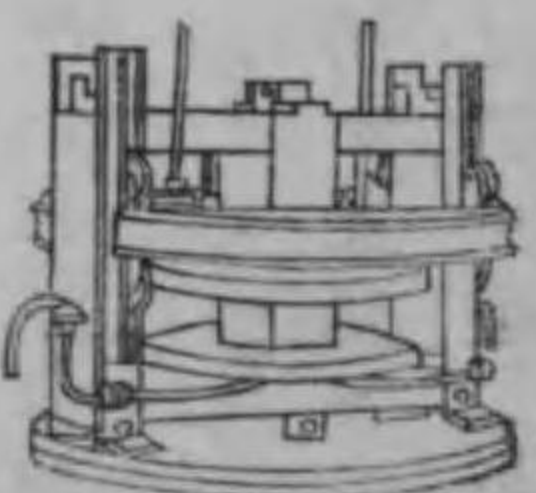
第八十二圖
(甲)
不變電流變壓器



(乙)



(丙)



(一) 不變電流變壓器

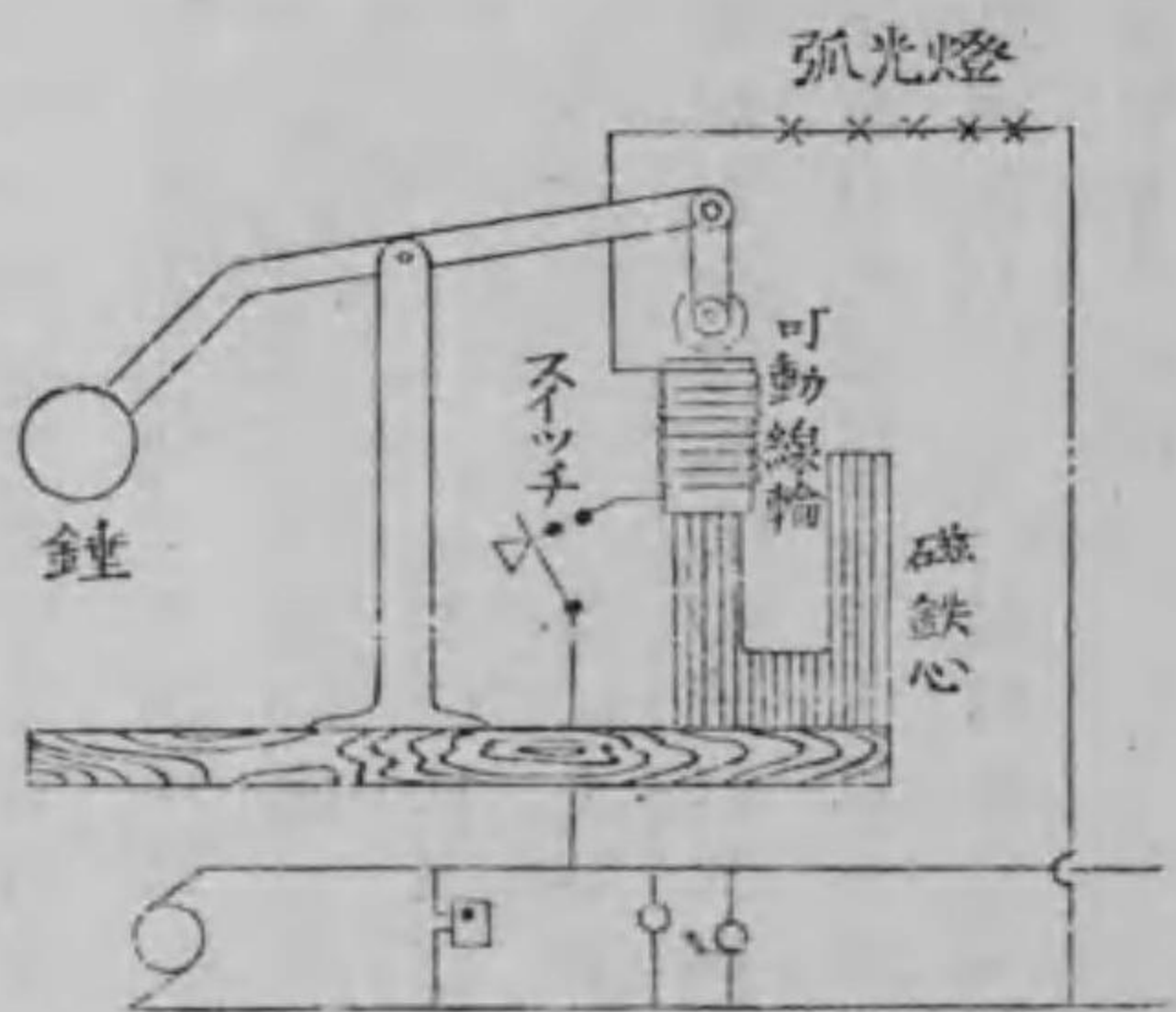
通常の變壓器は一定の電壓の供給を受けて二次線輪の兩端に一定の電壓を誘發するものなれば、直列に連結する弧光燈を點火する如き特別の場合には適せざるなり。此くの如き場合に負荷の如何に拘はらず不變の電流を發生する様作られたる變壓器を不變電流變壓器と云ふ。電流を不變にするには誘發せらるゝ電壓を負荷に應じて變せざるべからず、從て其構造も通常の變壓器と異なる、其外觀は第八十二圖甲に示す如く、構造の概略は同圖乙、丙に示す如く、鐵心の周圍に可動の一個若しくは二個の二次線輪と、鐵心の下部に固定の一次線輪有りて、二次線輪は鐵心の上部に取付たる横杆の一端に由て釣り下

られ鐵心を中心として上下に動くことを得、槓杆の他端には錘を釣り下ぐ、此錘は兩線輪に電流通じて相排斥する力と平均し、兩線輪の距離を適當ならしむるなり。今二次回路に弧光燈を接続し之を點燈し居る場合に弧光燈を一個以上回路より除くときは、電壓は一時降下し電流は増すが爲に兩線輪間の排斥力増加し、二次線輪は上方に動き相互間の間隔増して一次線輪より發する磁力線の幾分は二次線輪に通せざるとなり、二次線輪に誘發する電壓は減し、従て電流は元の如く減すると同時に兩線輪間の排斥力は減じ、兩作用相俟て錘との平均力にて二次線輪は適當の位置に一定すべし、斯くの如くして電流は常に一定不變なるを得るなり。又弧光燈の接続數を増すときは一時電壓は増すも直ちに電流減して兩線輪間の排斥力減じて元の如く相近付き、負荷無きときは二次線輪は降りて一次線輪に接觸す。電流の強さは錘を加減して適宜に變ずることを得。

不變電流變壓器は錘及槓杆を除く外是を圓筒狀の鐵函に納め、絶縁及冷却を良好ならしむるが爲に良質の礦油を是に注入す。其耐量は弧光燈の燈數に

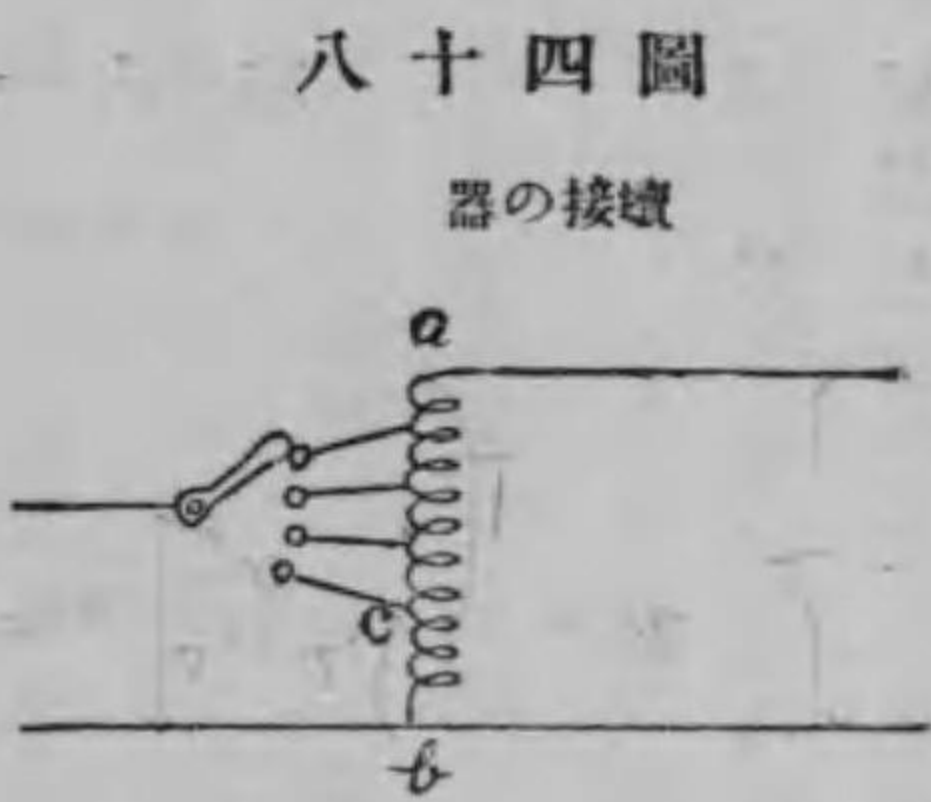
て定め六燈用より百燈用迄とし、電壓は一次線に於ては一千「ヴォルト」乃至三千「ヴォルト」、二次線に於ては弧光燈の燈數に由て定まり、電流は通常六・六「アムペア」なり、其十分一以上の變化なき様錘の位置を動かし調整するを得べし。

第八十三圖
リアクチーフ線輪の圖



マンハツタン電機會社の製作に成るリアクチーフ線輪は不變電流變壓器と同様の動作を成す、其構造は第八十三圖に示すが如くU形の磁鐵の一脚に可動の一線輪を捲き槓杆の一端に是を釣り下ぐ、磁鐵よりの吸引力と槓杆の他端に釣り下ぐる錘との平均に由りて、線輪は磁鐵脚の周圍に適當の位置に支持せらる。電流是に通せざる場合には線輪は磁鐵

脚の最上部に在りて全負荷なる時は最下部に達す、大体の動作は不變電流變壓器と同様にして二次回路に於ける電流を不變ならしむ。



八十四圖

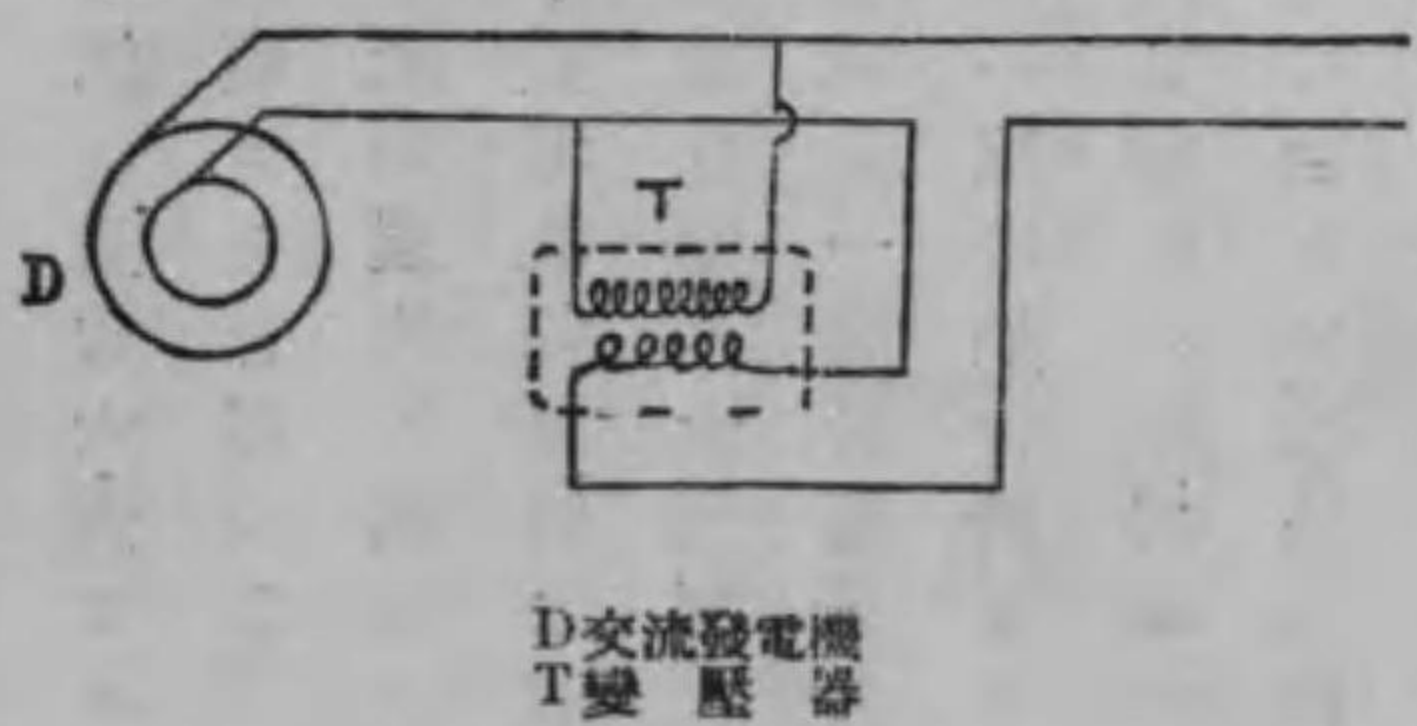
器の接続

(二) 單捲變壓器とは鐵心に一個の線輪を捲きたるものにして、第八十四圖に示す如く之を一次回路に接続し、二次回路は一端は線輪の一端と、他端は開閉器に依りて其中間に接続す。一次回路に或る電壓の交流を通ずる時は其一部が二次回路に加はり、其値は接続する一部線輪の捲數と全捲數との比に比例す。圖に於て開閉器が線輪の c に在るときは a b 間の捲數を T、b c 間の捲數を T' とし、一次回路の電壓を V、二次回路の電壓を V' とすれば、

$$\frac{V'}{V} = \frac{T'}{T}$$

$$\frac{V'}{V} = \frac{\Delta V'}{\Delta V}$$

第八十五圖
饋電線電壓調整器



D 交流發電機
T 變壓器

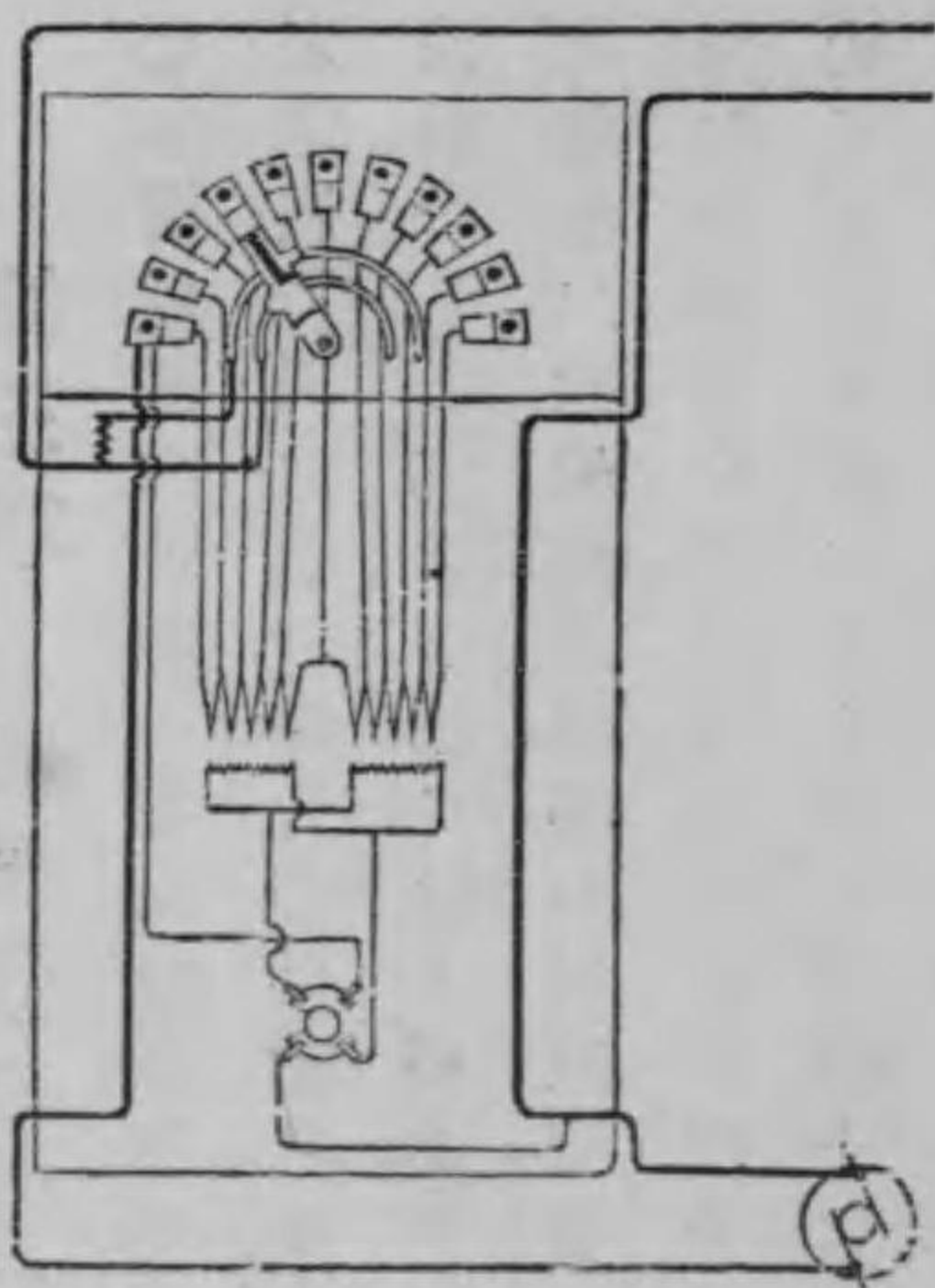
斯くして簡單に變壓することを得れども、一次回路は二次回路に接続し、b c 間には一次電流及二次電流通するに由り、危險の虞ありて通常の變壓器の代りに使用することを得ず、僅かに V V' の大差なき場合にのみ使用せらる。

饋電線

發電

第八十六圖

スチルウェル調整器内部接続圖



二次線に於て適當に變壓せられ、其一部或は全部の電壓は饋電線の電壓に加はり、饋電線の電壓を上昇せしむるに由りて饋電線に加はる電壓の範圍を大ならしむるが爲に二次線の電壓も可なり大なるを要す。スチルウェル調整器

に於ては二次線輪を數分し、其一部若しくは數部の電壓を任意に饋電線に加へるを得る様把手及接觸板を設け、各板を二次線輪の區分線に接続すること第八十六圖に示すが如く爲せり。

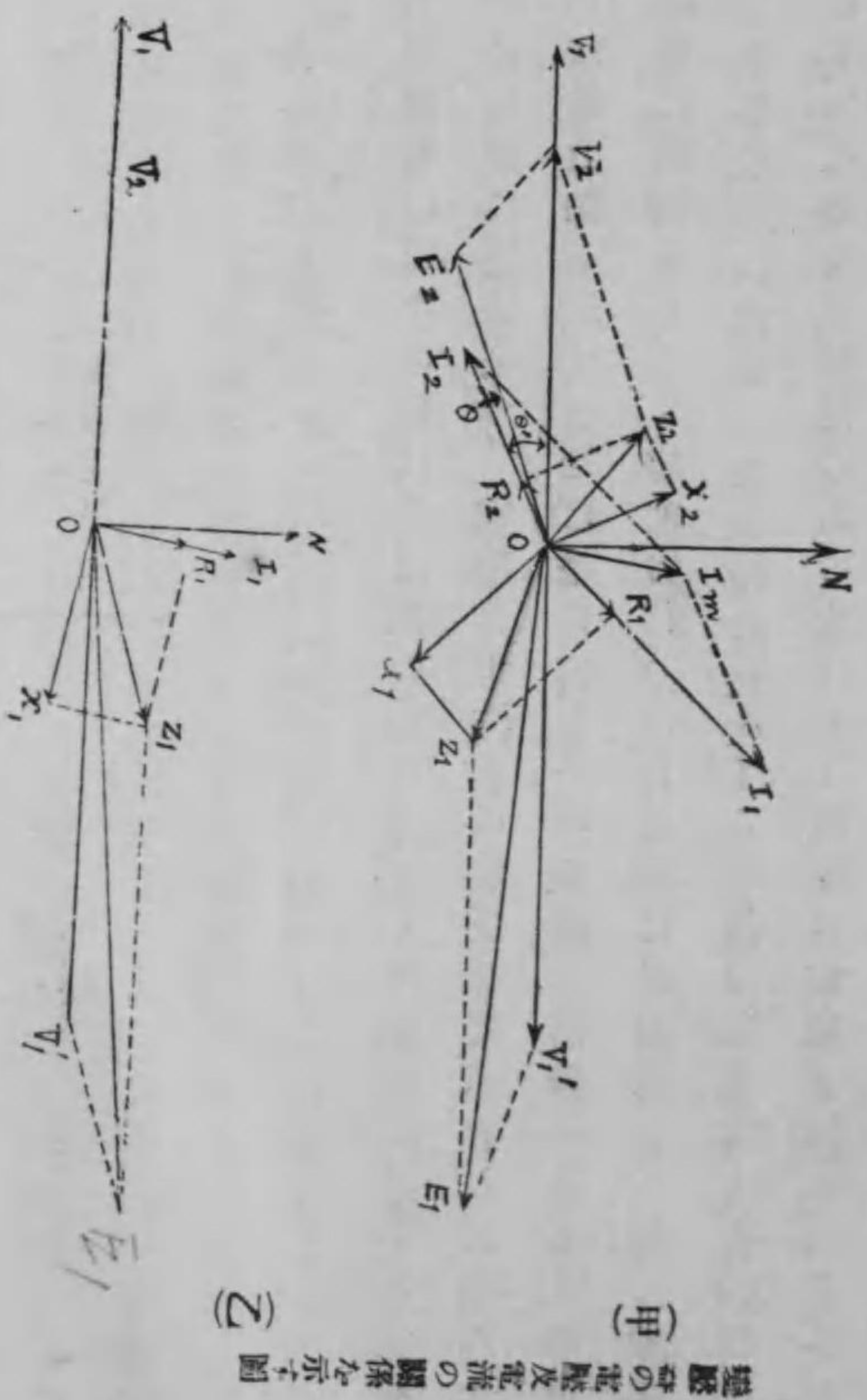
第三項 變壓器の性狀

完全なる變壓器の性狀——完全なる變壓器の性狀は左の如くなるを要す。

- (一) 指定電壓及周波數の電力の供給を受け、是を任意に定めたる電壓に同一周波數にして電力の損失なく變壓すること
 - (二) 一次線輪二次線輪及鐵心が相互完全に絶縁せらるべきこと
 - (三) 如何なる負荷を受くるも、供給電壓及誘發電壓の比が同一なるべきこと
- 實際に於ては變壓器は全く電力の損失なく變壓を爲すものに非ず、多少の電力の損失を免かれざれども、猶勢力變成器中稍完全あるものと見做すを得るなり。

變壓器の電壓及電流の關係——變壓器の電壓は變壓器の鐵心に通ずる磁力線數に由て定まり、磁力線は一次線輪及二次線輪に通ずる交流の合成に依て

生ず。此總磁力線數を N とし、一次線輪の捲數を T_1 、二次線輪の捲數を T_2 、交流の周波數を ω とすれば、一次線輪に於ける電壓 E_1 及二次線輪に於ける電壓 E_2 は左の式にて示さる。



第八十七圖

變壓器の電壓及電流の關係を示す圖

$$E_1 = \frac{4.45nT_1N}{10^8}$$

$$E_2 = \frac{4.45nT_2N}{10^8}$$

} (55)

是に由て $E_2 = E_1 \frac{T_2}{T_1}$ (56)

即ち兩線輪の電壓の比は其捲數の比に等しく、兩線輪に通ずる交流は是れと反對に捲數に逆比例す。電壓と電流との關係を圖示せん、第八十七圖甲にてONは磁力線を示すことせば、是に依て一次線輪に誘發せらるゝ起電力はOV₁、二次線輪に誘發せらるゝ起電力はOV₂にして共に磁力線より相に於て九十度遅る。此起電力に由て二次線輪に發生する電流は起電力より角度が遅る之をOI₂とす、二次線輪中抵抗に由て失はるゝ電壓は電流と同相に在るを以て是をOR₂とし、リアクタンスに由て失はるゝ電壓は是より九十度進むを以て之をOX₂とすれば、其合成なるOZ₂は二次線輪のイムピーダンスに由て失はるゝ電壓なり、是とOV₂との合成差OE₂は二次線輪の兩端に表はるゝ電壓なり。ONなる磁力

線は是を生せしむる電流と同相に在るべきなれども、此場合に於ては已に記載せる如く鐵心にヒステリシス作用ある爲めに、必ず一次線輪及二次線輪に通ずる交流の合成交流より遅る。今此合成交流は磁力線より進みてOI_mなりとすれば、一次線輪に通ずる交流はOI₁とOI₂との合成差OI_mにて示さる、一次線輪中抵抗に由て失はるゝ電壓は交流と同相にあるを以て是をOR₁とし、リアクタンスに由て失はるゝ電壓は是より九十度進むを以て是をOX₁とすれば、其合成なるOZ₁はイムピーダンスに由て失はるゝ電壓なり、此電壓と一次線輪中に誘發せられたる起電力OV₁に打勝つべき電壓即ち是と反對の相にあるOV₁との合成なるOE₁は變壓器に送り入れらるべき電壓なり、即ちOE₁は通常變壓器の一次電壓と稱するものにしてOE₂は二次電壓と稱するものなり。

變壓器に於て二次線輪に電流通せざる時即ち二次回路が開かれて居る場合には、OI₁、OR₁、OX₁は零にしてOE₁はOV₁に合し、OI₁はOI_mと合して第八十七圖乙に示す如くなるべし。此場合に於けるOI₁は單に電線を熱し鐵を磁化するのみに止まり電力使用上些少の効なし、是を磁化電流マグネタイジング電流と云ふ、其最大値は左の式にて示さる。

$$I_0 = \frac{I E}{8.7 \pi^2 S^2 \mu} \dots \dots \dots (57)$$

(二百)

式中Lは變壓器磁氣回路の長さ、Eは變壓器に送り入れらるゝ電壓の最大値、 n は周波數、Sは鐵心の切斷面積、 T_1 は一次線輪の捲數、 μ は鐵の透磁率なり。第八十七圖に於て見る如く一次回路及二次回路に於て電流は其電壓より遅る。従て變壓器の力率は一以下にして二次回路に於ける負荷の種類に由て異なる。即ち負荷が電燈の如き誘導作用なきものなるときは、リアクタンスは二次線輪以外に線路にのみ在るなれば、力率は通常〇・九乃至〇・九五なり、負荷が電動機なるときはリアクタンス多くして力率は通常〇・八乃至〇・八五なり。一汎に力率は負荷の増すに従ひ増加す。

變壓器に於ける損失及能率——變壓器は一次線輪に送り入れられたる電力を二次線輪に傳へ之を外部に送り出すものなれども、其電力中幾部分は變壓器を熱して損失となるを免かれず、此損失電力は二種より成り一は線輪即ち銅線を熱し一は鐵心を熱す。銅線を熱する損失は所謂銅損にして電流の自

乘に正比例す、今一次線輪に通ずる交流を I_1 、其抵抗を R_1 とし、二次線輪に通ずる交流を I_2 、其抵抗を R_2 とすれば、銅損となる電力は左の式にて示さる。

$$W_c = I_1^2 R_1 + I_2^2 R_2 \dots \dots \dots (58)$$

斯くの如き銅損は電流の増加即ち負荷の増加に伴ひ増す。鐵心を熱する損失は所謂鐵損にしてヒステリシス作用及渦流が鐵心に發生する爲に鐵心が熱せらるゝ損失電力なり。ヒステリシスに因る損失電力の値は第二十六式に示す如く負荷の多少に關係なく交流の周波數並に磁力線の一六乗に正比例し鐵の品質に由て異なる。是に由て周波數少きときは損失少きも、二次線輪に電壓を誘發する作用亦少きを以て同じ誘發電壓に對しては鐵の容積を増大すべき必要ある不利あり、且つ實際に於て電燈には通常一秒間五十の周波數を最小とし、是より少きときは弧光燈の點燈不具合なる不便なり。渦流に由て消費せらるゝ電力は次の式にて示さる。

$$W_e = K V^2 B^2 \times 10^{-7} \dots \dots \dots (59)$$

式中W_eは鐵の每立方センチメートルに消費せらるゝ渦流に由る電力、Kは係

ならざる可らず、變壓器の耐量は使用材料の容積に正比例し、容積は寸法の立方に正比例し、熱を發散する表面積は寸法の平方に正比例するを以て、變壓器の耐量の増加に伴ふ熱の發散面積増加の割合は容積増加割合に比し小なり。是に因て耐量大ある變壓器に於て全負荷を受くるも低温度に之を保有せんには是を冷却せしむる特別の裝置を爲さざる可からず、其方法に種々あり大別して左の五方法とす。

- 一、自然に冷却せしむる法
- 二、油を變壓器に注入し是に由て冷却せしむる法
- 三、第二法に於ける油を水にて冷却し發熱を少からしむる法
- 四、油を變壓器内に循環せしめて冷却せしむる法
- 五、強壓通風にて冷却せしむる法

第一法は變壓器を自然に冷却せしむるに在りて特別の設備を爲さず、函内に於て熱せられたる空氣は變壓器を納むる函の上部に在る孔より外部に出で外部の冷空氣は函の下部に在る孔より進入し、新陳交代して變壓器を冷却す

るにあれども、冷空氣と共に濕氣が進入する故に變壓器の絶縁を不良ならしむる不利益あり。第二法に於ては絶縁性の礦油を變壓器函内に注入するにあり、油は變壓器より熱を奪ひ是を外部に放散して常に冷却せしむ、油を使用する利益は大略左の如し。

(一) 油は變壓器の鐵心及線輪に浸潤し、電流の爲に發生する熱を函の外部に傳へて是を發散せしむること空氣に比し早きを以て、油を使用せざる變壓器に比し同一負荷に對し其温度常に低し、即ち同一温度を與ふべき負荷及變壓器の保存期限は油を使用するに於て甚しく増加するなり。

(二) 高壓電氣の放電は油中に於ては空中に於けるよりも五倍の距離を要するを以て、落雷の爲めに害を受ること少し。

(三) 油は鐵心及線輪に浸潤して、其内部に在る空氣を排除し線輪の絶縁物の酸化を防ぎ絶縁を變せざらしむ、是に反し油を使用せざるときは、變壓器内の空氣は電氣流通の爲に生ずる發熱に因て膨脹して大氣中の濕氣に觸れ是を吸収し、電氣流通止むに及んで冷却收縮に空氣中の濕氣を變壓器内に

導き其絶縁を不良ならしむるの不利あり。

四、油入變壓器は密閉し置くを以て塵埃が内部に散入する虞れなく外部の濕氣を吸収することなし、然れども油の品質不良なるときは其循環悪しくなりて甚しく熱を帯びて反て變壓器の絶縁物を變質せしむることあり。

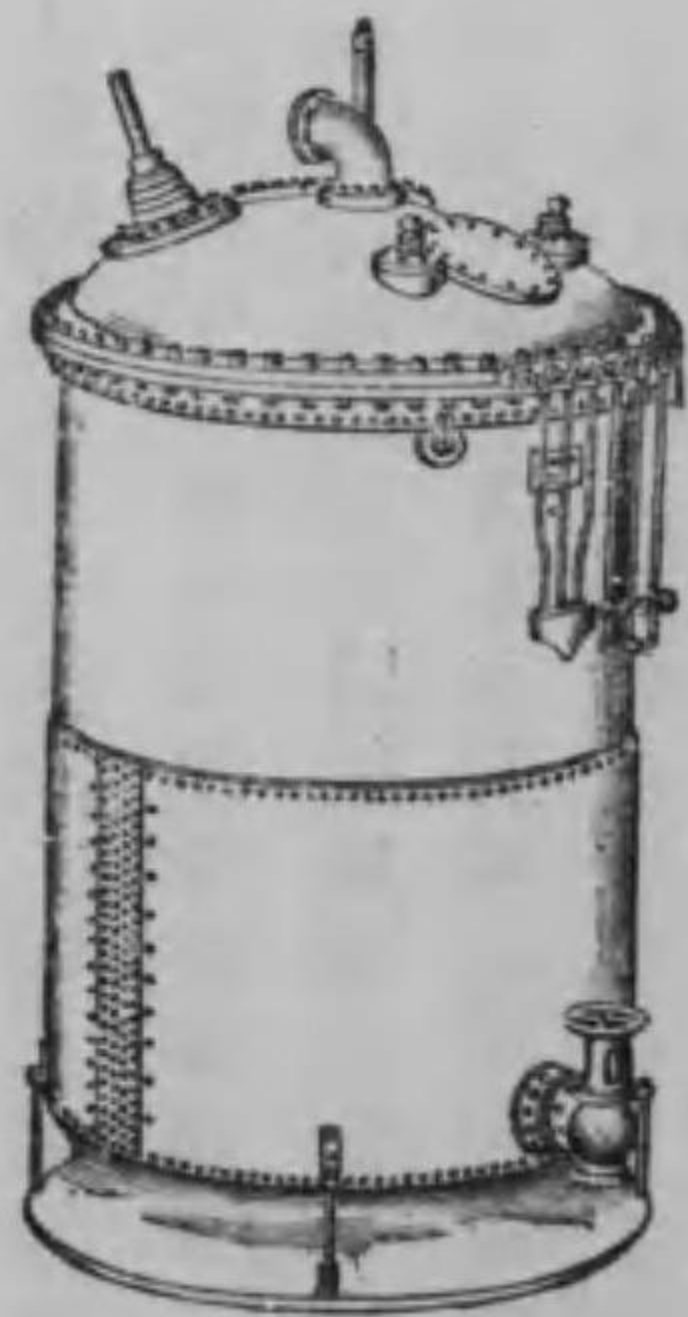
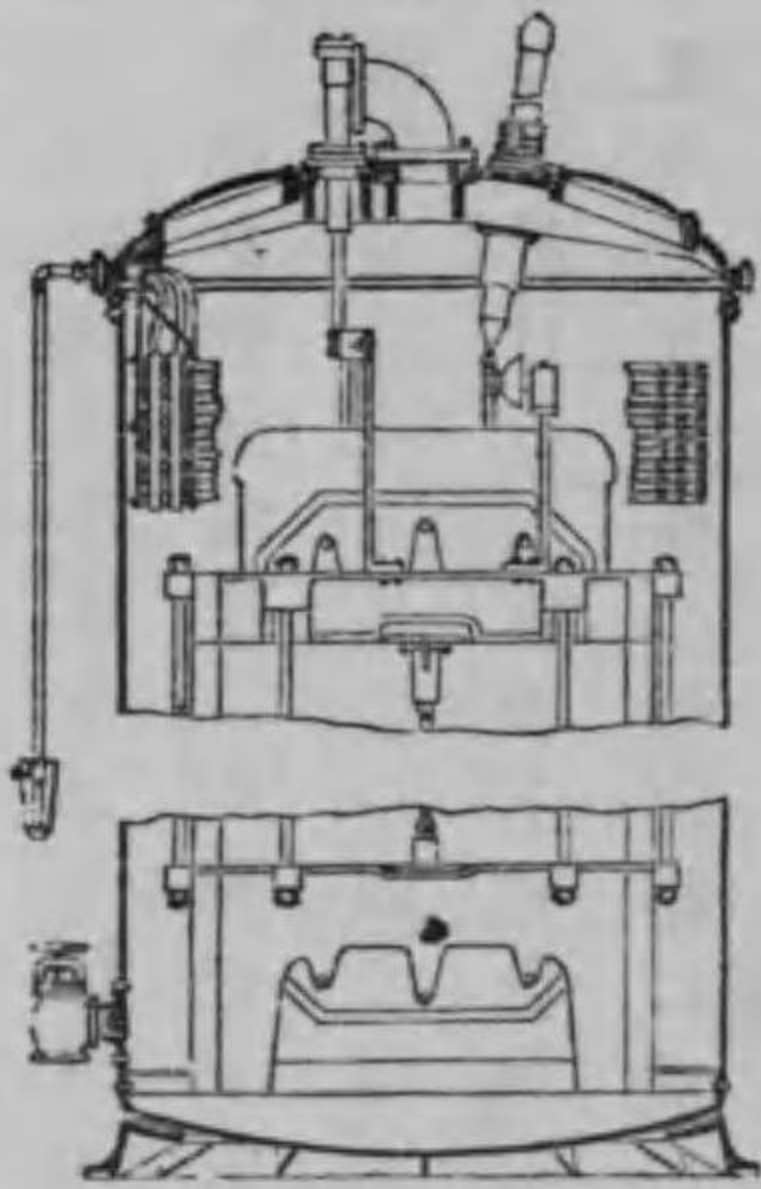
變壓器油は變壓器か塵埃又は濕氣多き場所に置かれたるときは時々是を試験して新しく取換へざる可らず。通常の場合に於ても少くも一年に一回其量の減少せるや否や水氣の浸入せるや否やを檢查すべし。大變壓器に於ては一ヶ月に一回下部より油を抜取り此檢查を行ふを可とす。此方法を用ふる變壓器を油入變壓器と云ふ。近來製作せらるゝ變壓器は耐量如何に小るも凡て油入となせり。

第三法は耐量大にして第二法に由りても充分冷却し能はざるものに用ひらるゝ方法にして、變壓器の線輪及鐵心の上に線輪狀に巻ける銅管又は鐵管を置き是に外部より水を循環せしめて變壓器内に入れられたる油を冷却せしむ。水を循環せしむるには別に唧筒を用ふるか或は高所より水を導きて自

然の落下方に由て管内に通せしむ、此種の變壓器を水冷温入變壓器と云ふ。
ウォータークーリング、オイルインシュレィナ、トランス、ウォーター

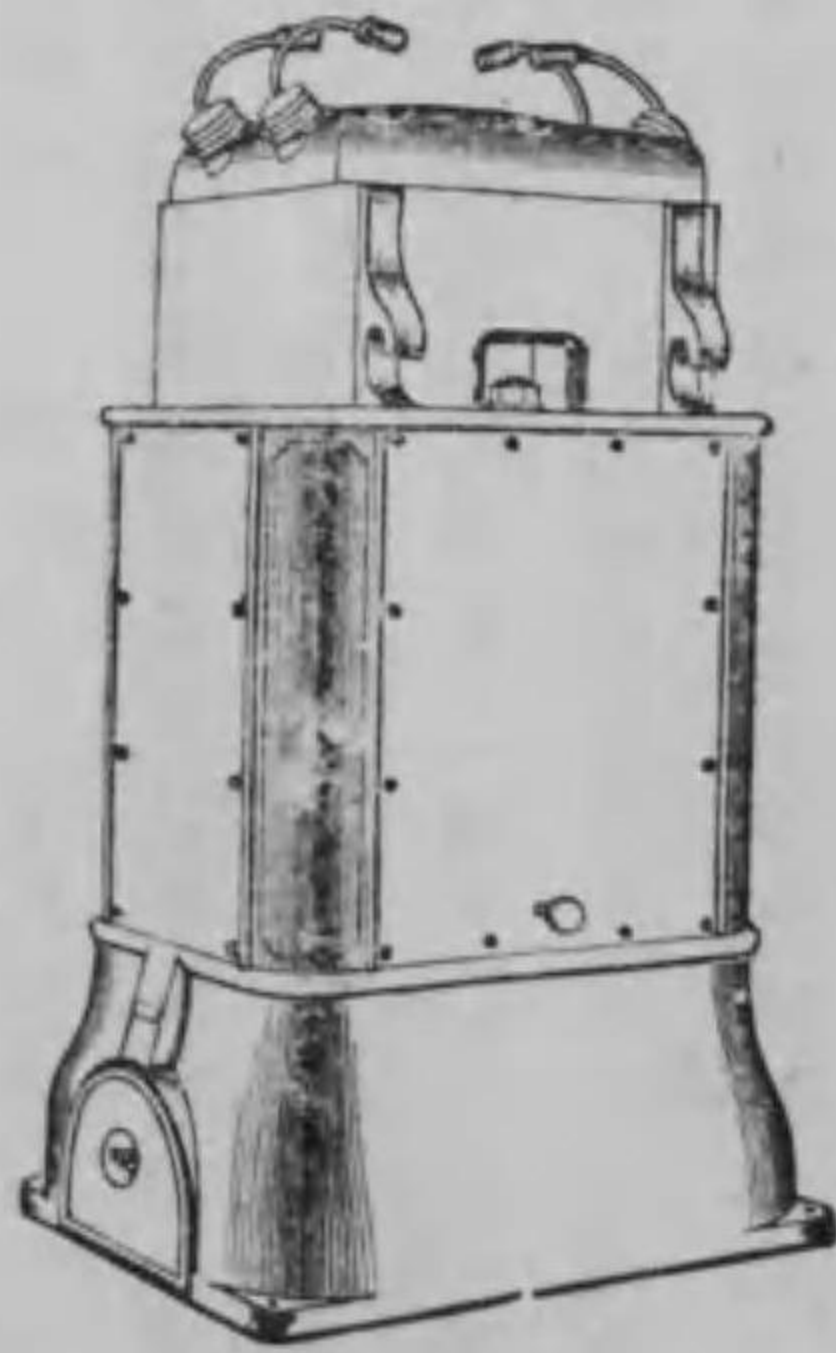
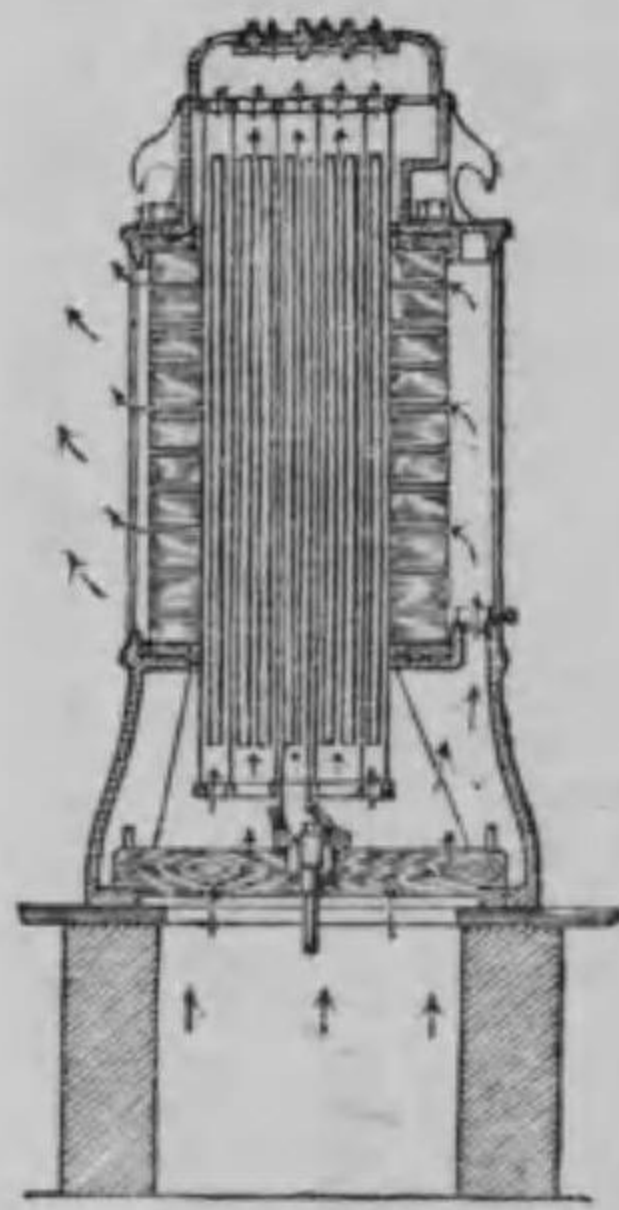
第八十八圖

水冷油入變壓器



第八十九圖

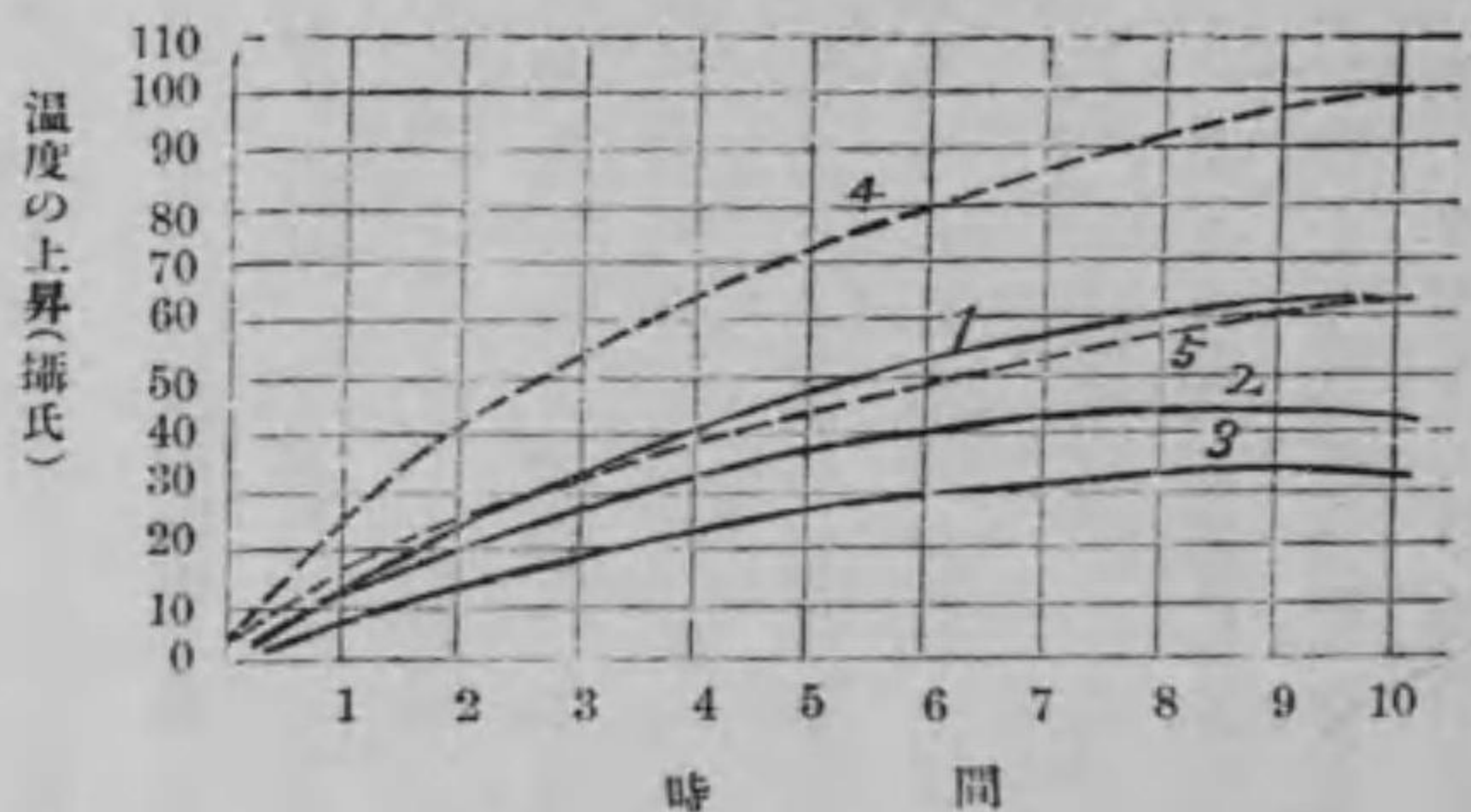
送風式變壓器



第四法に於ては循環唧筒に依て油を變壓器内に循環せしむ此方法は多額の設備費を要するに由り五百キロワット以上の變壓器に用ひらる此種の變壓器を送油式變壓器と云ふ。第五法に於ては油及水を用ひずして扇風機にて壓力を加へたる空氣を變壓器の底部より送り入れ内部の熱を冷却せしむ此方法を用ふるときは空氣の流通を良好ならしむる爲に線輪及び鐵心に間隙を作るを通常とす此種の變壓器を送風式變壓器と云ふ。水の供給不十分な場所に於ては送風式最も適するなり。第八十八圖は水冷油入變壓器第八十九圖は送風式變壓器を示す第九十圖は變壓器に油を注入すると注入せざるとに於ける發熱温度の比較を示す圖中曲線一は油を使用せざる場合に於て變壓器の温度の上昇と時間との割合を示し曲線二は同變壓器に油を使用せる場合に於ける温度の上昇を示し曲線三は油の温度の上昇を示し曲線四は油を使用せざる他の變壓器に於ける温度の上昇を示す。

變壓器に於ける温度上昇の許すべき限度は周圍空氣の温度との差攝氏六十度とす此上昇を來たすべき電流は左の如し。

第九十圖
變壓器發熱温度曲線



小變壓器 使用捲線の切斷面積一平方吋に付き 五百乃至千百、アムペア
大變壓器 同上 五百乃至九百、アムペア
送風式變壓器同上、八百乃至千五百、アムペア
油の品質及試験に關しては後項に是を記載す。

變壓器の乾燥法 變壓器は製造の際其線輪及絶縁物より充分に水氣を除去するも、是を使用する場合には其運搬途中に於て免かれ難き吸收せる水分を除去せざる可らず即ち充分之を乾燥して水分を除き絶縁を良好からしむること必要なり、送油式變壓器に於

て若し線輪に濕氣を含みたるまゝ是に注油するときは、濕氣は容易に去らずして油中に混入し、甚しく變壓器の絶縁を害し遂に之を焼損するに至るべし。

變壓器を乾燥する方法に左の二種あり。

一、外部より熱を加へて乾燥する方法

二、内部に熱を加へて乾燥する方法

第一法に於ては變壓器を荷造りの儘とし函の頭部及底部に孔を穿ち空氣を流通せしめ函の底部に高き抵抗を有する導体例へは鐵線輪を置き是に電流を通じて熱を生せしめ此熱を函内に導き變壓器の線輪を乾燥せしむるなり。若し電流を得ること能はざるときは炭火を用ふるも是を變壓器より遠ざけ鐵管に依て其發する熱氣のみを導くべきものとす。乾燥中は時々變壓器の溫度を測るべし是には寒暖計を用ひ線輪中に挿入し攝氏八十度に達せしめたる後は常に此溫度を保有する様加へる熱を加減し凡そ一週間はを續け行ふものとす。

第二法に於ては變壓器の油を抜取り低壓二次線輪を短絡し其高壓一次線輪に相當電壓を加へ之に電流を通せしむ然るときは短絡せる低壓線輪にも亦其變壓比に相當する電流發生し線輪は發熱すべし爰に於て電流を加減して

其溫度を攝氏八十度に達せしめ引續き是を保持すべし。是に要する電流の強さは凡そ一次線輪に於て全負荷電流の十分六にて足り電壓は變壓器の指定電壓の一パーセント乃至二パーセントにて足る例へば二萬五千「ヴォルト」三百「キロワット」變壓器に於ては電壓二百五十「ヴォルト」乃至五百「ヴォルト」電流七・二「アムペア」を要す。

右の方法にて充分に乾燥するに要する時間は一定し難きも通常の場合に於ては凡そ一週を要すべし。乾燥中は一定時間毎に線輪の絶縁抵抗を測るべし絶縁抵抗は乾燥を始むるや一旦直ちに降下し溫度八十度に近付くや漸次上昇し遂に變化おきに至るべし是れ最初に線輪中に濕氣含有せられ熱するに従ひ漸次消散し乾燥の進むに従ひ濕氣の全く除去せられたるを證するなり。斯くして一次線輪と二次線輪及鐵心との絶縁抵抗が百「メガオーム」以上に達するや乾燥を止めて注油の準備をなすものとす。線輪の溫度を測るには寒暖計を用ひずして時々其抵抗を測り其増減より銅線の抵抗溫度率に依て溫度を算出するを可とす。乾燥電流に直流を用ふるときは線輪の兩端

に於ける電壓の降下を測り、是より直ちにオーム法則に據り此算出を爲すを得れども、交流を用ふるときは一時其流通を止め別に直流を通じて特に抵抗を測らざるべからざる不便あり。

電壓大なる變壓器を完全に乾燥せんとするには、變壓器の函を密閉して真空唧筒にて其内部を真空になし前記方法を行ふにあり。真空に於ては水の沸騰點は著しく低下し真空二十八時に於ては凡そ攝氏四十度なれば、此の温度より高く熱することなくして線輪より蒸發する水蒸氣を速かに外部に取去ること容易なり。此の方法に於て乾燥を終り電流を止めたる後も數時間引續き真空に保ちて冷却し、然る後内部を清掃し再び真空にかし注油を行ふものとす。

調整 變壓器の二次線より電力の供給を受くる白熱燈は、其電壓の變化少きに從ひ燭光の變化少く燈球の壽命も長きを以て、二次電壓は點燈數即ち負荷の如何に關せず成べく均一なるを要すれども、一次線輪及二次線輪の抵抗及誘導の爲に電壓の幾部分の失はるゝを免かれず、此失はるゝ電壓の少きも

のを良好なる變壓器となし、全負荷と無負荷とに於ける電壓の差、即ち調整の

第二十六表

耐量 ワット	鐵心に於ける損失 ワット		調整 ヴォルト		全負荷 能率	
	周波數		周波數		周波數	
	60	125	60	125	60	125
600	23	18	2.8	2.9	93.6	94.1
1000	30	23	2.59	2.7	94.6	95.2
1500	35	27	2.45	2.62	95.3	95.9
2000	45	34	2.3	2.5	95.7	96.2
2500	48	37	2.1	2.45	96.1	96.6
3000	60	46	2.1	2.45	96.3	96.6
4000	68	52	2.	2.35	96.5	96.8
5000	76	58	2.	2.14	96.5	96.9
6000	93	71	1.8	2.	96.6	96.9
7500	116	88	1.7	1.9	96.7	97.1
10000	155	117	1.44	1.61	97.1	97.5
20000	254	192	1.32	1.35	97.6	97.9
30000	360	272	1.3	1.3	97.8	98.1

第二十七表

容量 ワット	鐵心に於ける 損失 ワット	磁化 電流
1000	30	0.55
1500	40	
2000	50	.080
2500	60	
4000	80	
6500	100	.150
17500	150	.200

限度を全電壓の三パーセントとし、是より大なる損失電壓あるものは使用すべからず。

第二十六表はゼネラル電氣會社製の變壓

器の鐵心に於ける損失、能率、及調整を示す。調整は能率と同様に變壓器の耐量大なるに從ひ良好なること第二十六表に認むるが如し。

變壓器性狀の制限——ジャックソン氏は變壓器性狀に關し、左の制限を制定せり。

- (一) 一次電壓一千ヴォルト周波數一百以上の變壓器に於ける鐵損は、多くとも第二十七表の如くなるべきこと。

周波數一百以下なれば此表より一割大にて差支なし。
此表に示せる電流以下にて變壓器を使用するときは使用後壹ヶ年間に能率の減少することなきこと。

第二十八表
變壓器の性状表(平均)

耐量 キロ ワット	鐵損 ワット	銅損 ワット	電流 パーセント	調整 パーセント
1	35	30	9.0	2.8
2	45	50	7.0	2.5
3	55	70	3.0	2.3
5	70	105	2.5	2.2
7.5	100	150	2.3	2.2
10	120	180	2.3	2.0
15	155	275	2.2	1.8
20	185	300	1.5	1.7
30	235	475	1.2	1.5
50	335	675	1.0	1.3

- (二) 變壓器の調整は、如何なる場合に於ても三パーセントを超ゆべからず。
- (三) 全負荷にて十時間使用後の温度上昇は空氣の温度より高きこと攝氏四十度を超ゆべからず。

注意、此温度は寒暖計に由て測定するものにして、電線の抵抗より打算するものなれば五十度迄許すものとす。

- (四) 全負荷に於て線輪及鐵心間の絶縁を破るべき電壓は、少くとも一次電壓の十倍たるべく、絶縁抵抗は十メガオーム以上たるべし。
- (五) 一次電壓一千ヴォルト變壓器の磁化電流は、周波數一百以上の場合に

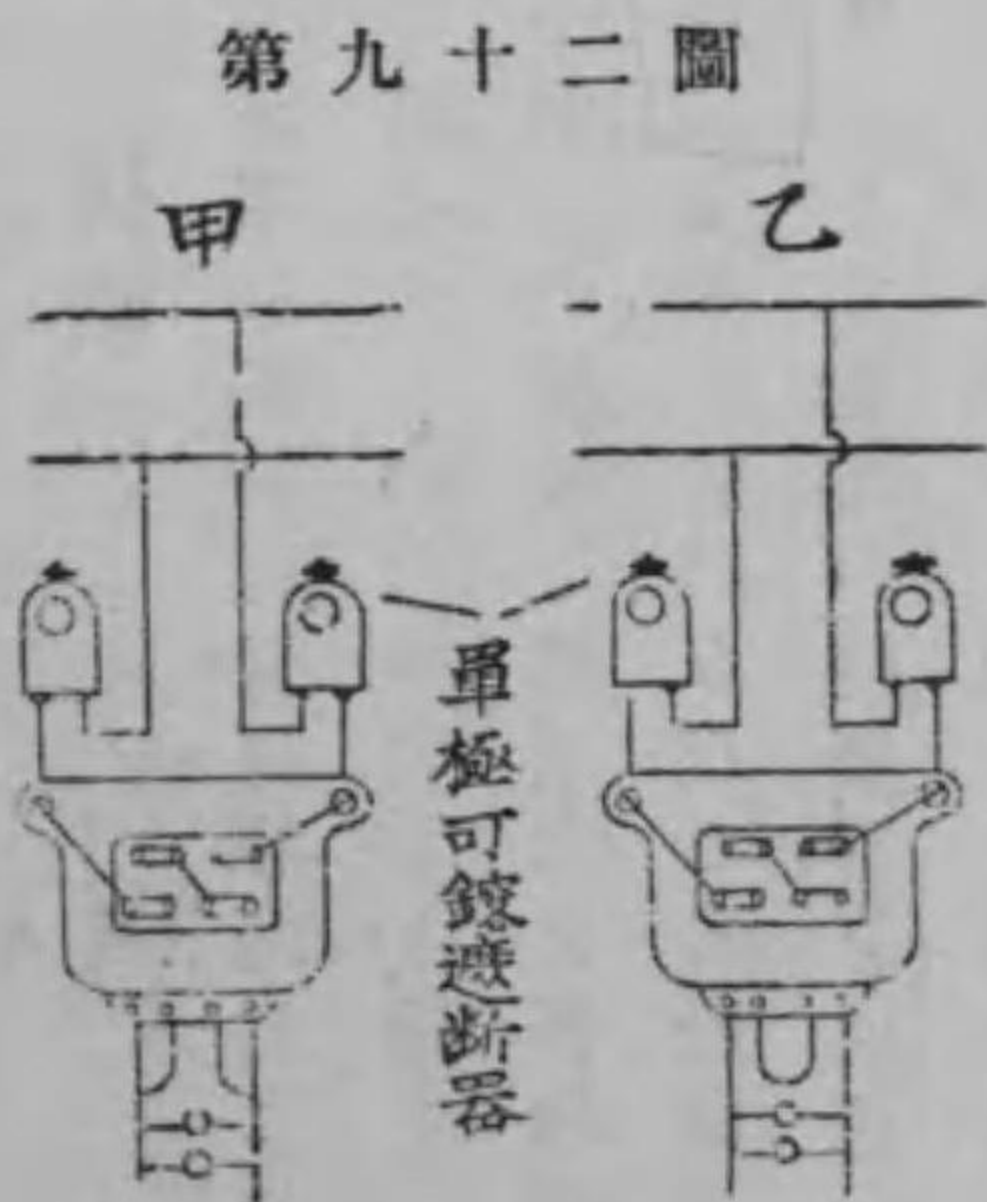
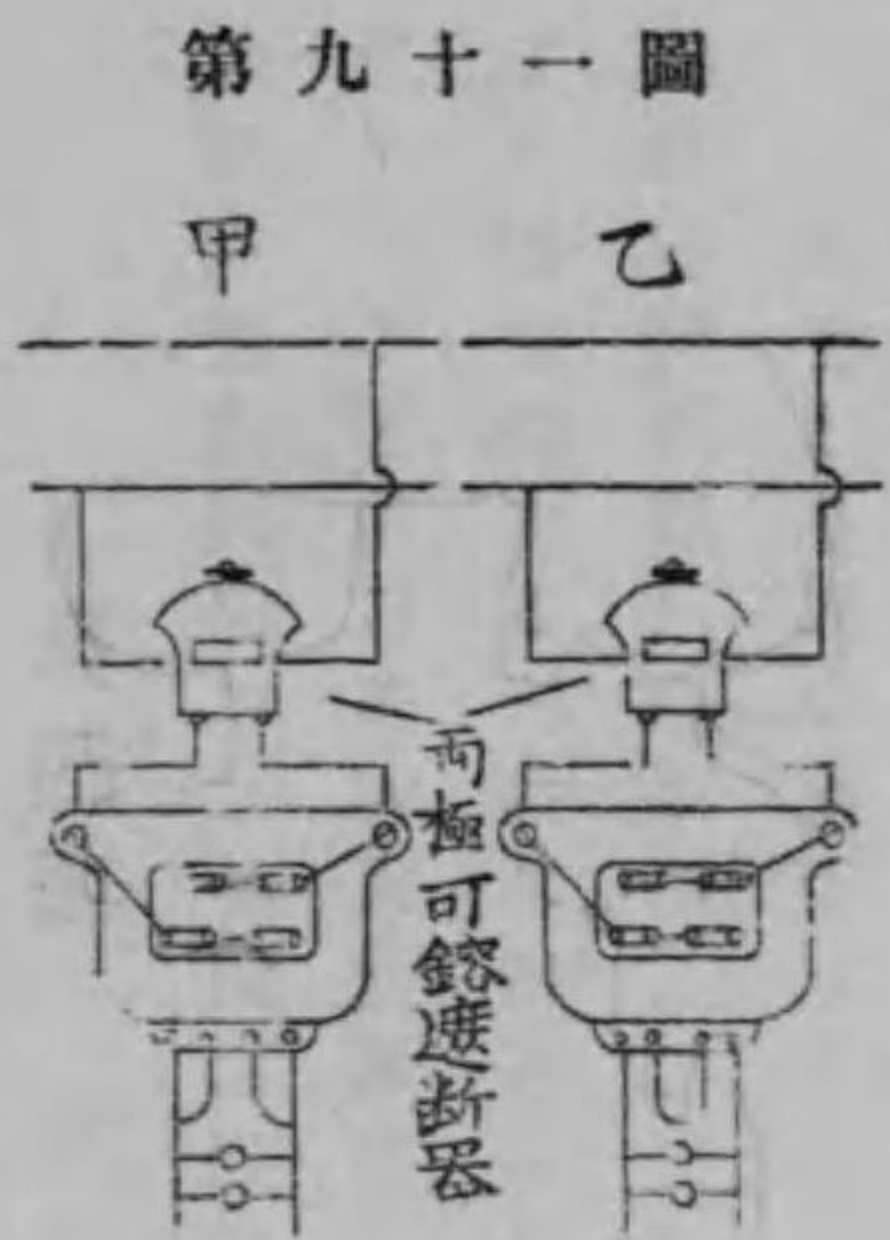
は第二十七表に記載の値を超ゆべからず、一汎に磁化電流は周波數に逆比例するものなり。變壓器の性状一汎は第二十八表に示す如し、但し周波數六十のものなり。

第四項 變壓器の接続法

多相式交流回路には、一汎に通常の變壓器を各相に壹個宛適當に接続して使用すれども、特に多相式變壓器として製造せられたる者あり、即ち三相式に於ては相接続する三個の鐵心の各に一個宛の線輪を捲き之を各相線に接続す。此種の變壓器は簡單にして製造費廉に取扱も便利なれども、壹個の線輪を損するときは全部の使用を止むる不便ありて通常の變壓器を使用し壹個破損したるときは直に良好なる者と取換へ得る便利に如かず、且つ通常の變壓器は其回路への接続法に由て、二相式を三相式に或は三相式を二相式に變ずることを得るの便あり。其各相式に於ける回路接続法は次に之を記載す。

單相式 通常の變壓器は回路に並列に接続するを普通とす、而して現今製造せらるゝ變壓器に於ては概ね一次線及二次線共に貳組に分れ、之を或は直

列に、或は並列に結びて、貳種の電壓を發生せしむることを得る様になせり、例へば一次線電壓一千四十「ヴォルト」或は二千八十「ヴォルト」二次線電壓五十二「ヴォルト」或は一百四「ヴォルト」のゼネラル電氣會社の變壓器に於ける一次線輪及二次線輪の接続法は左の如し。



第九十一圖甲に示す接続に於ては一次電壓は一千四十「ヴォルト」二個の二次線輪は並列に接続せられ其電壓は五十二「ヴォルト」なり。

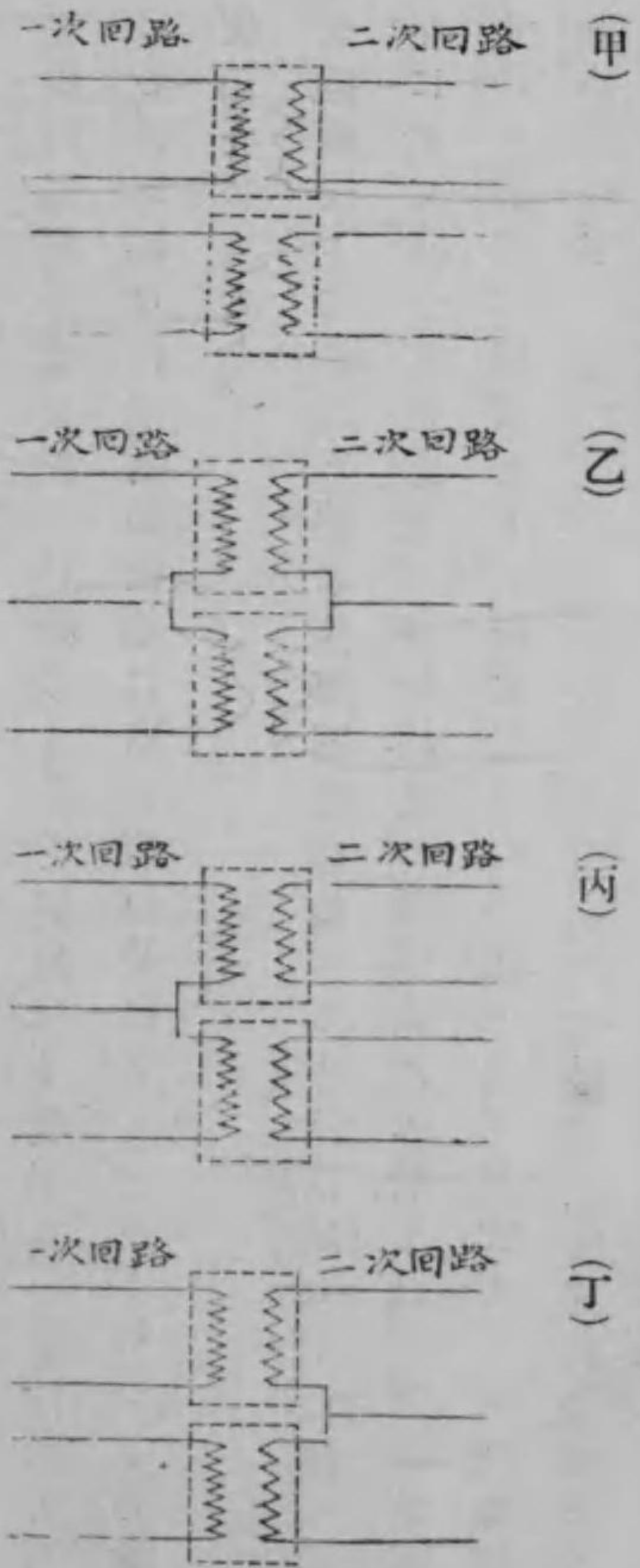
第九十一圖乙に示す接続に於ては一次電壓は甲に於けると同じく一千四十「ヴォルト」なるも、二次線輪は直列に接続せられ其電壓は一百四「ヴォルト」なり。第九十二圖甲に示す接続に於ては一次電壓は二千八十「ヴォルト」二個の二次線輪は並列に接続せられ其電壓五十二「ヴォルト」なり。

第九十二圖乙に示す接続に於ては一次電壓は二千八十「ヴォルト」二次線輪は直列に接続せられ其電壓は一百四「ヴォルト」なり。是等の種々の接続は、變壓器内に於ける端子盤に於て行ふを得るに由り、一次線及二次線の電壓の比を種々に變ずること容易なり、變壓器の函に記入したる電壓は設計電壓なれば、實地使用に際し概ね是れより十パーセントの増減あるも使用上差支なし。

二相式接続法——二相式回路に變壓器を接続する方法は第九十三圖に示すが如く、甲に於ては一次回路及二次回路共に四線式、乙に於ては一次回路及二次回路共に三線式に接続せられ、丙に於ては一次回路三線式に、二次回路四線式に接続せられ、丁に於ては一次回路四線式に、二次回路三線式に接続せらる。

第九十三圖

二相式接續法



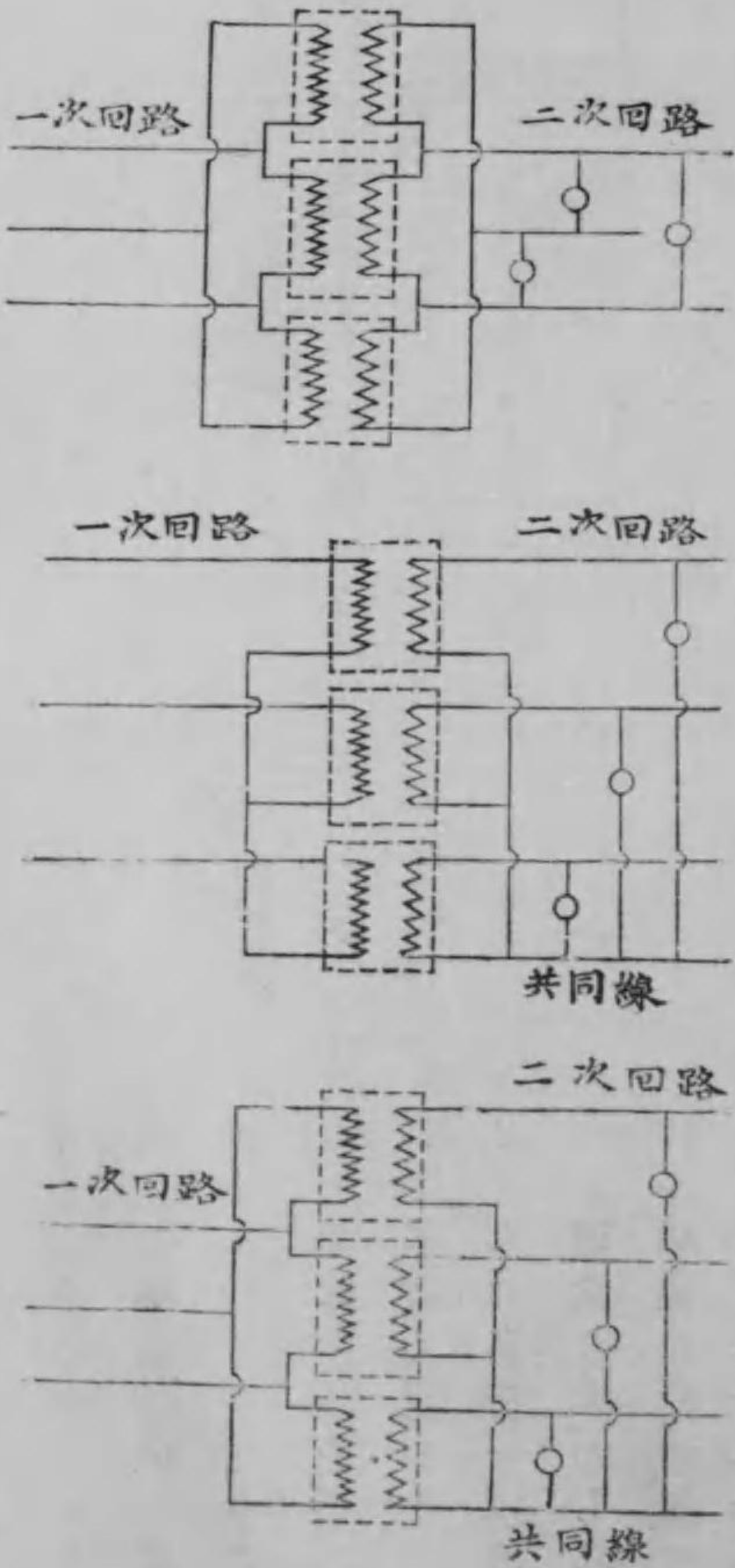
是等の各接續法に於て出來得る限り各相に於ける負荷は均一なるを要す、若し然らざるときは各相に於ける電壓に差異を生ずることあればなり。

○ 三相式接續法 三相式回路に變壓器を接續する方法は、第九十四圖に示す如し、甲に於ては一次回路及二次回路共に三角形に接續せられ、乙に於ては星形に接續せらる、丙に於ては一次回路三角形に二次回路星形に接續せられ、丁に於ては一次回路星形に二次回路三角形に接續せらる、戊に於ては變壓器式

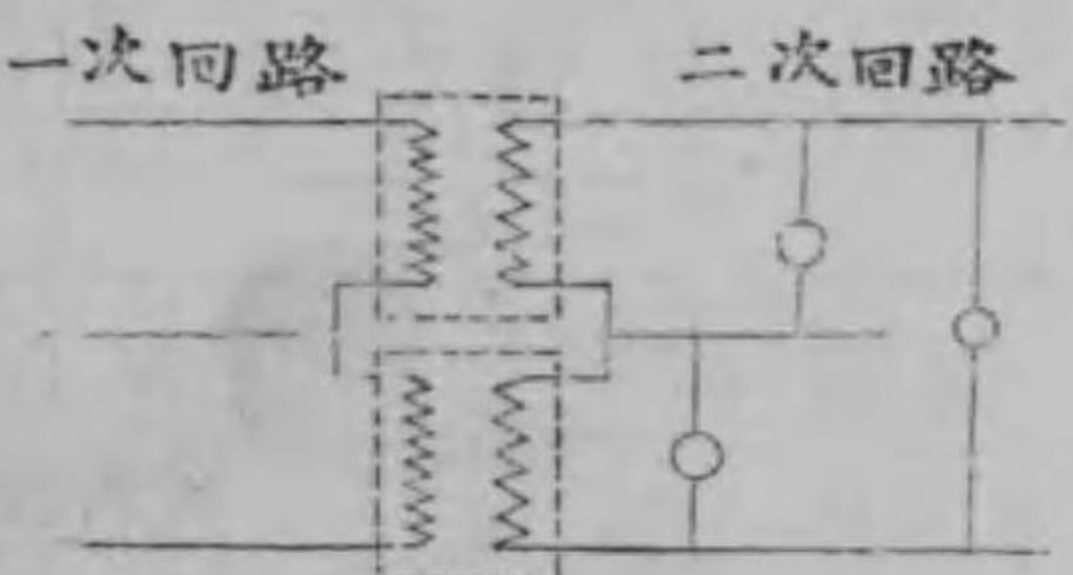
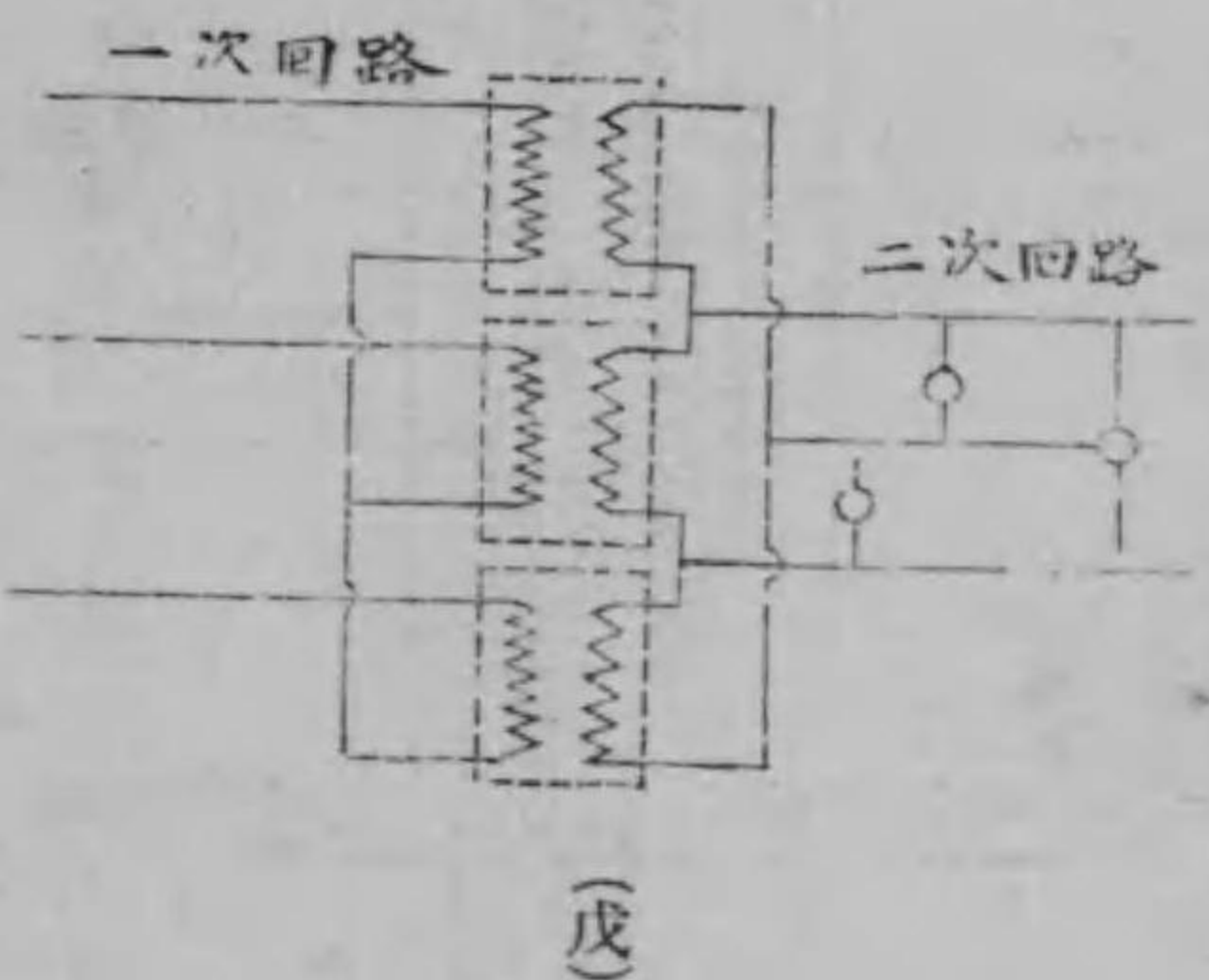
個を用ひ三角形結線法と同様の作用を爲さしむ、此接續法をV形接續法と云ふ。

是等接續法に於て負荷が電燈の如く各相に分配さるゝ場合には、各相に於ける負荷が相等しき様分配せざるべからず、然るに星形に接續されたる場合に

第九十四圖



第九十四圖 (丁)



云ふ。星形結線法に於ては其中心點を大地に接続する時は、各相線と大地間の電壓は三角形結線法に於けるよりも少く其値の $\frac{1}{\sqrt{3}}$ に等し、従て危険の程度低下し、回路の絶縁も三角形結線法に於けるよりも容易なる便あり。然れども一個變壓器を破損するときは是に接続する電線には電流通せずして、殘

は一相に於ける負荷の變化は他の相に大なる變化を與ふる故に、星形接続に於ては其中性點より別に一線を出し、圖に示す如く是と各相線との間に負荷を接続するを通常とす、即ち其線は各相線の共同線となる、此式を三相四線式とす。

る二條の電線に單相交流通することとなり、其電壓は常時に於けるよりも増加して變壓器各個の電壓の二倍となる。是に反し三角形に接続するときは一個の變壓器を破損するも残り二個の變壓器にてV形結線法となり、完全に三相交流を送ることを得べし。以上三種の接続方法に於て各變壓器の耐量と全負荷との關係は第四十六式及第四十七式より三角形結線法及星形結線法に於ては共に $V = 3\omega = \sqrt{3}EI$ $\omega = \frac{EI}{\sqrt{3}}$ なること明かなり。然るにV形結線法に於ては $V = EI$ $A = I$ にして各個の耐量は $\omega' = EI$ 即ち二個の變壓器にて耐量 $2EI$ なるも負荷は他の結線法の場合と同じく $\sqrt{3}EI$ なり。故に變壓器をV形に結線して使用する場合には其耐量は三角形又は星形に結線する場合と異り、左の式にて示す如く、是に一七三倍せる。

$$\frac{\omega'}{\omega} = \frac{EI}{\frac{EI}{\sqrt{3}}} = 1.73$$

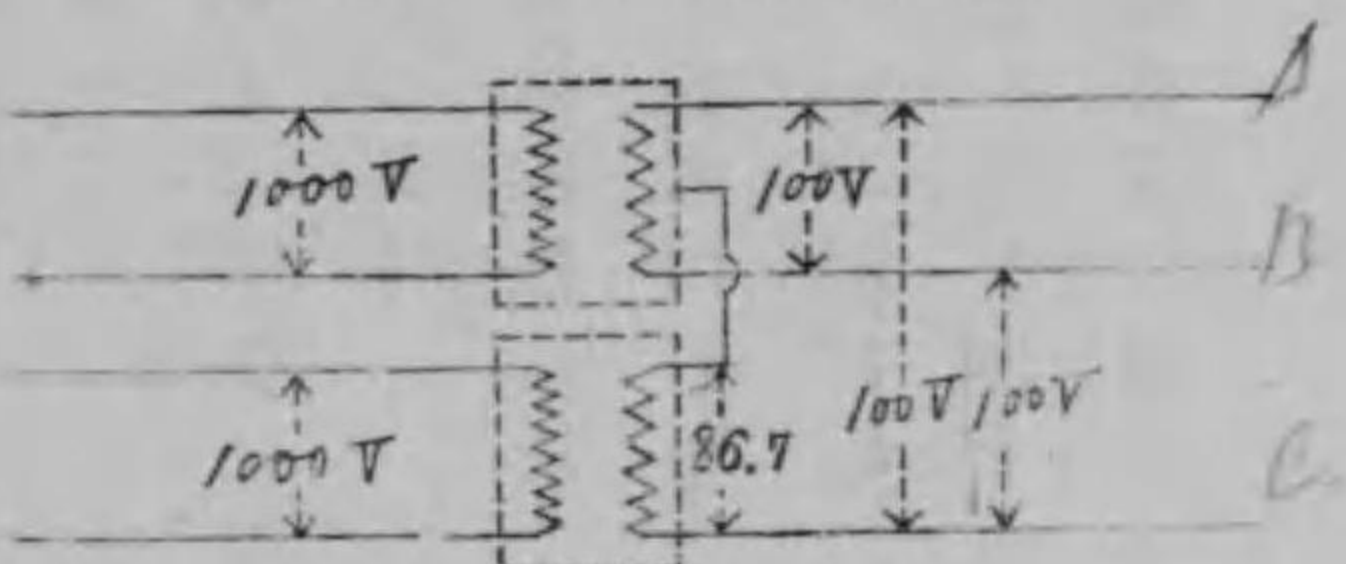
ものを使用せざるべからず。

例を以て示せば、一群の變壓器より三百「キロワット」の三相交流を得んとするに、三角形又は星形接続法に依るときは、百「キロワット」の變壓器三個を要し、V

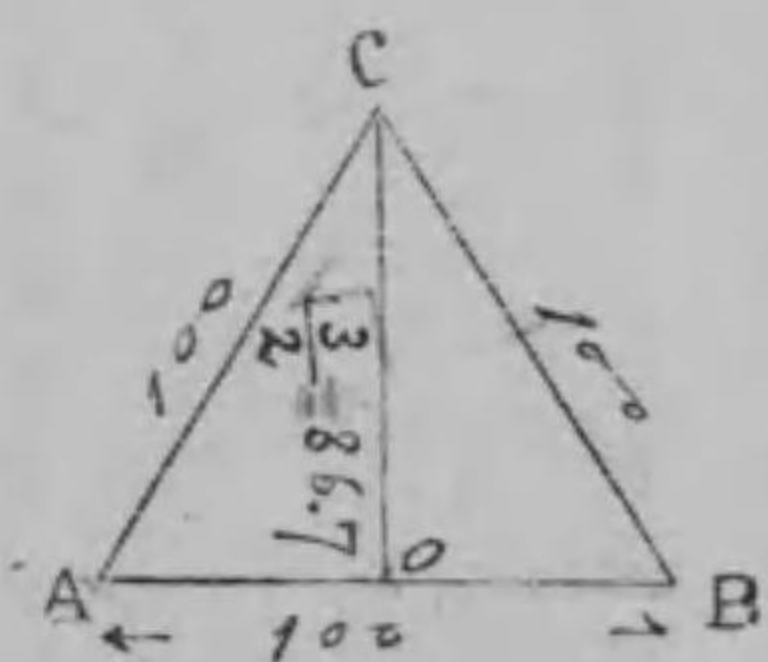
形接続法に依る時は、百七十三「キロワット」の變壓器二個にて足る。即ちV形接続法に依る時は變壓器

の費用を省き甚だ簡單なれども、一個の變壓器に故障を生ずるときは星形接続法に於けると同様に二條の電線に單相交流を送ることゝなれば、特別の場合の外用ひられざるなり。

第九十五圖 (甲)
二相式を三相式に變ずる接続法



(乙)



二相式を三相式に變相する接続——變壓器二個を二相式回路に接続し電壓を變ずると同時に二相交流を三相交流に變ずるとを得るなり。第九十五圖に示す如く第一の變壓器は變壓の比一〇〇〇と一〇〇、第二の變壓器は一〇〇〇と八六七なるものと

用ひ、第二變壓器の二次線輪の一端を第一變壓器の二次線輪の中央に接続すれば、A C間及B C間に共に一次線の電壓の十分一を得、A B C三線に於て三相三線式を構成すべし、何となれば第九十五圖乙に於て、 $\sqrt{3}$ をA B間の電壓一「ヴォルト」とすれば、是れと相の差九十度なる第二相の電壓OC八六七「ヴォルト」を其中央點に加ふれば、A C間及B C間の電壓は幾何學上BAに等しく一「ヴォルト」あること明かなり、即ちA B C三線にて三相式回路を作成するなり。此變相の理を應用し二相式發電機を用ひ二相交流を發生せしめ、變壓器に由て是を三相式に變し遠距離に是を送電し、電力供給點に於て逆に之を二相式に變し任意に配電するを得るなり。

第五項 變壓器の試験

試験項目——變壓器は是を使用するに先立ち次の項目につき必ず試験し其良否を検査すべきものとす。

試験項目

- (一) 全負荷に於ける發熱

- (一) 變壓器各部の絶縁抵抗及絶縁耐力
- (二) 電壓調整
- (三) 鐵心に於ける損失電力及磁化電流
- (四) 一次線輪及二次線輪に於けるIRの損失電力
- (五) 能率

發熱の試験——變壓器の發熱を測定するには是を相當回路に接続し、全負荷を加へ電流を通ずること八時間なるときは發熱の爲に上昇する温度は殆んど一定すれば、各部分の温度を寒暖計にて測定すること發電機の發熱を測定するが如くす。捲線の發熱を測るには電流を通ずる前に各捲線の抵抗を測定し、全負荷にて八時間使用の後再び其抵抗を測定し、此抵抗の差より發電機の發熱試験に於けると同一方法に由て上昇温度を算定するものとす。(發電機の試験に關する項を参照せよ)

變壓器の絶縁抵抗及絶縁耐力——變壓器の絶縁抵抗はブリツヂ、メツガーを用ひ一次線輪及二次線輪間、各線輪及鐵心間に就き測定す。絶縁耐力は交流

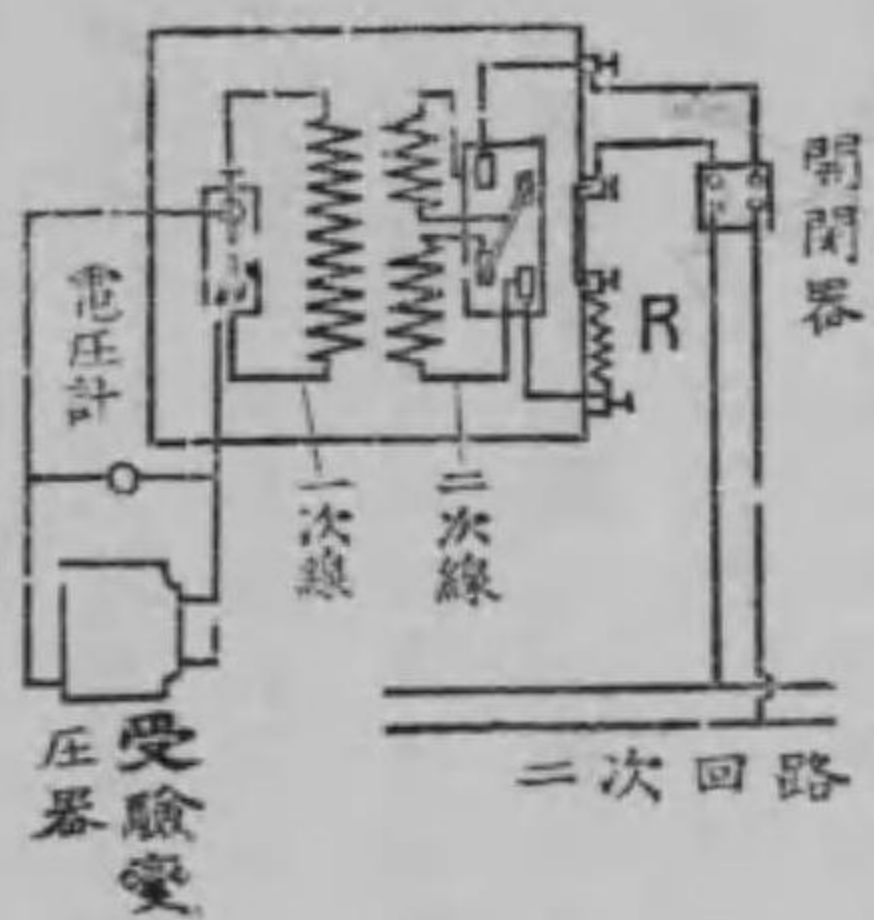
電壓を(一)一次線輪及二次線輪間、(二)二次線輪及鐵心間、(三)二次線輪及鐵心間に加へて是を測定す。其試験電壓は變壓器の電壓に従て異なること左の如し

指定電壓	試験電壓
一千[ヴォルト]以上二千五百[ヴォルト]以下	五千[ヴォルト]
二千五百[ヴォルト]以上三千五百[ヴォルト]以下	七千[ヴォルト]
三千五百[ヴォルト]以上六千六百[ヴォルト]以下	壹萬[ヴォルト]
六千六百[ヴォルト]以上	指定電壓の一倍半

變壓器に電壓を加へる方法は第九十六圖に示す如く装置す。即ち試験用變壓器の二次線を電源たる他の二次回路に接続し、其一次線を受験變壓器の一次線に接続し、供給回路よりの供給電流にて試験變壓器の一次線に所要の電壓を發生せしめ、是を受験變壓器に加ふるにあり。圖中Rは抵抗にして最初は其全部を回路に接続し割合に低き電壓を變壓器に加へ漸次是を減じて電壓を高め試験變壓に至らしめ、變壓器の絶縁に不完全なる箇所なきやに注意し、若し缺點あるときは此點を通じて火花が飛び過大の電流通ずるを認むべ

し。試験電圧より十パーセント以上に昇らしむるときは試験變壓器に並列に接続せられたるスパークギャップに於て自働的に放電し、此過大の電圧をして受驗變壓器に加はることなからしむ。此試験に於て變壓器の絶縁より

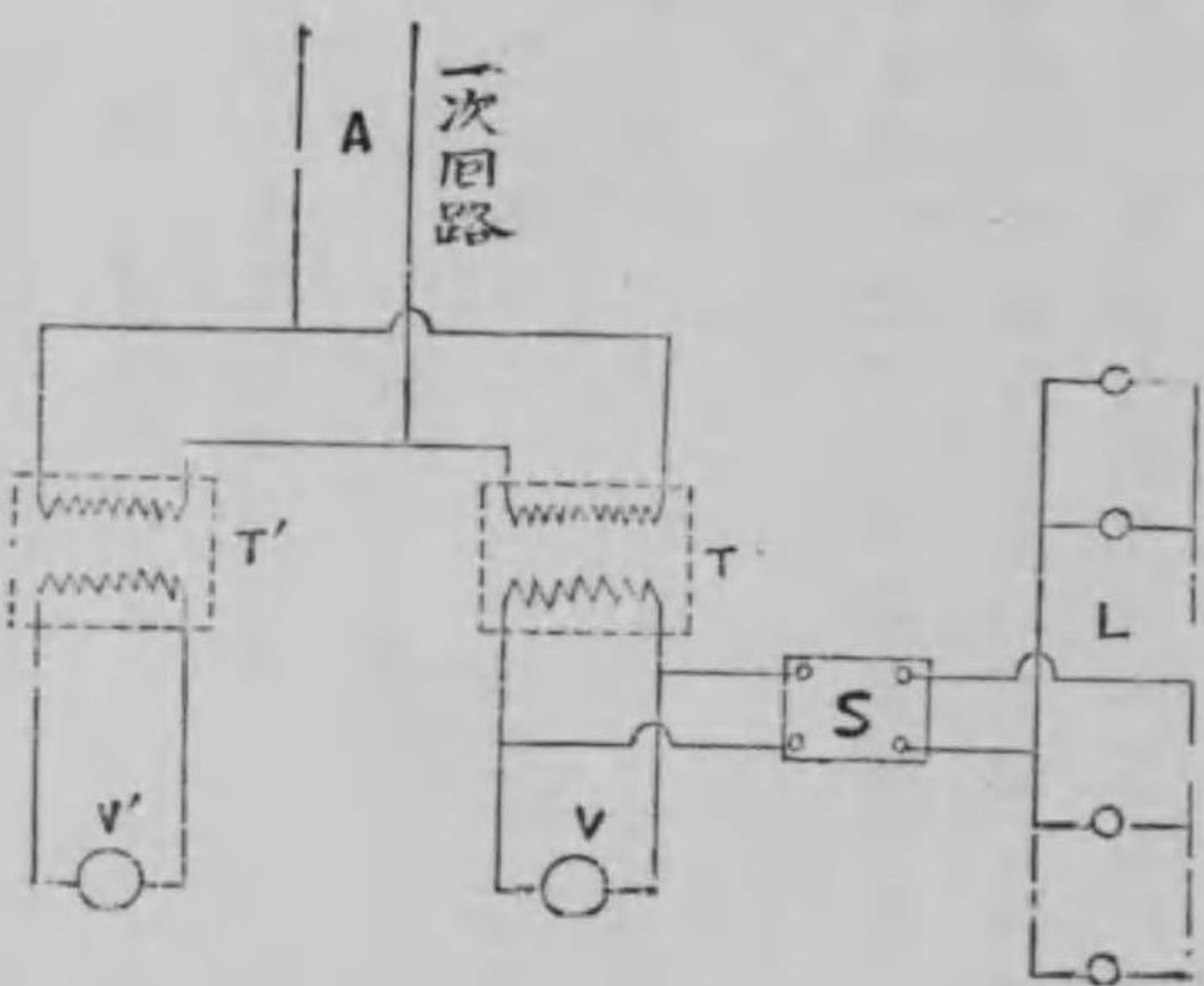
第九十六圖 變壓器の絶縁耐力試験



漏洩して流るゝ電流を測らんとすれば、試験用變壓器の二次回路に電流計を接続すべし、若し變壓器の絶縁悪しきときは電流計の指針は動きて電流の流通を示し、絶縁甚だ不良にして試験電圧の加はるに由て損傷するに至る時は、電圧計の指針は急に目盛零に近付き、電流計の指針は急に電流の増加を示すべし。

一次線輪及二次線輪間、一次線輪及鐵心間の絶縁耐力を測る場合には二次線輪は鐵心と共に大地に接続し置くを可とす、然らざるときは一次線輪に加はる電圧は二次線輪及鐵心間に電圧を誘發し、是れが爲に試験電圧より大なる

第九十七圖 變壓器調整測定



電壓發生して絶縁を損傷せしむる虞れあり。一汎に試験の際は一次線輪及二次線輪共に其各端子を相互に區別し結束し置くを可とす。

調整の試験 變壓器の調整を測るには電圧計及試験用變壓器を要し第九十七圖に示す如く是等を受驗變壓器に接続すべし。圖中Aは供給一次回路Tは試験用變壓器にして其二次線には單に電圧計Vのみを接続す。Tは受驗變壓器にして其二次線には白熱燈又は適當なる負荷を開閉器Sに由て接続し得るものとし、電圧計Vを是に並列に接続す。測定順序は先づ開閉器Sを開き置き、電流を兩變壓器に通せしめVにて兩變壓器の電圧を測り次に開閉器を閉ちて全負荷

の電流を通せしめ、再びV'にて兩變壓器の電壓を測るべし。第一回測定に於けるV'の読みをaとし、第二回測定に於けるV'の読みをbとすれば、變壓器Tの調整は左の式にて示さる。

$$\frac{a}{b} = \frac{P}{P'}$$

若し

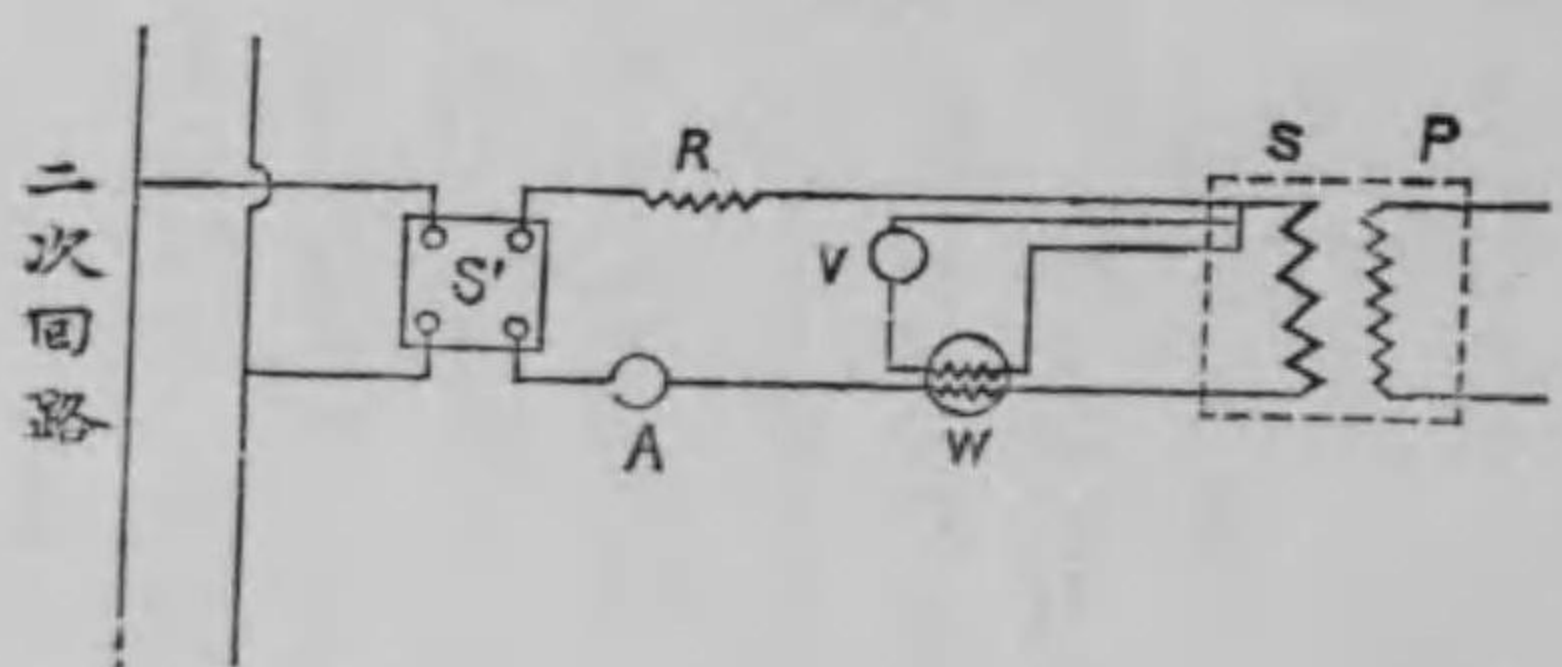
若し一次回路の電壓に變化なくして變壓器T'の二次變壓も亦不變なるときは調整は單に次の式にて示さるべし。

$$\frac{a}{b} = \frac{P}{P'}$$

即ち全負荷に於ける電壓を無負荷に於ける電壓より減じたるものにして是を無負荷に於ける電壓にて除しパーセントにて表はし若干パーセントの調整と云ふ。其最大限度は第三項に記載したる如く三パーセントなりとす。

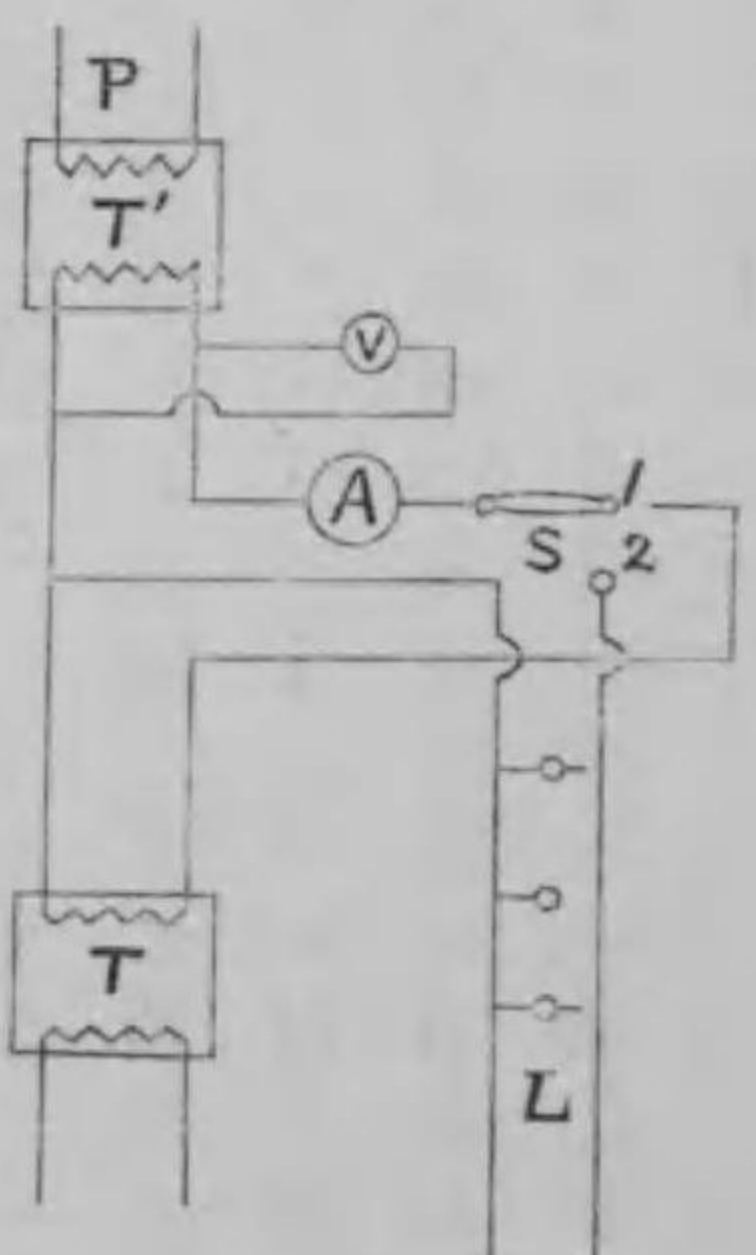
鐵心に於ける損失電力及磁化電流の試験 鐵心に於ける損失電力即ち鐵損を測るには電壓計、小形電流計及電力計を要し、第九十八圖甲に示すが如く是等を受験變壓器の二次線に直列に試験用變壓器の二次回路に接続し一次線を開放し置く。圖中S'は開閉器、Aは電流計、Wは電力計、Vは電壓計、Sは受

第九十八圖 (甲) 變壓器鐵損の測定



験變壓器の二次線、Pは其一次線、Rは無誘導抵抗にして加減し得べきものなり。測定の順序は先づ開閉器S'を閉じ電流を變壓器に通せしめ、電壓計Vに現はるゝ電壓が變壓器の指定二次電壓を示すに至る迄抵抗Rを加減すべし。此時電流計Aに示さる、アムペ

(乙)



アは變壓器の鐵心を磁化するのみの電流即ち磁化電流を示し電力計Wに示さる「ワット」は鐵心を磁化するに要せられたる電力即ち磁化電力にして、鐵心に於ける損失電力を示す。此「ワット」中には電力計に於て消費せらるゝ電力をも含めども、是れは豫め測り置きて差引すれば真正の磁化電力を知ること

$$VI_w = \frac{V}{2f_1} (I_1^2 - I_2^2 - I_3^2)$$

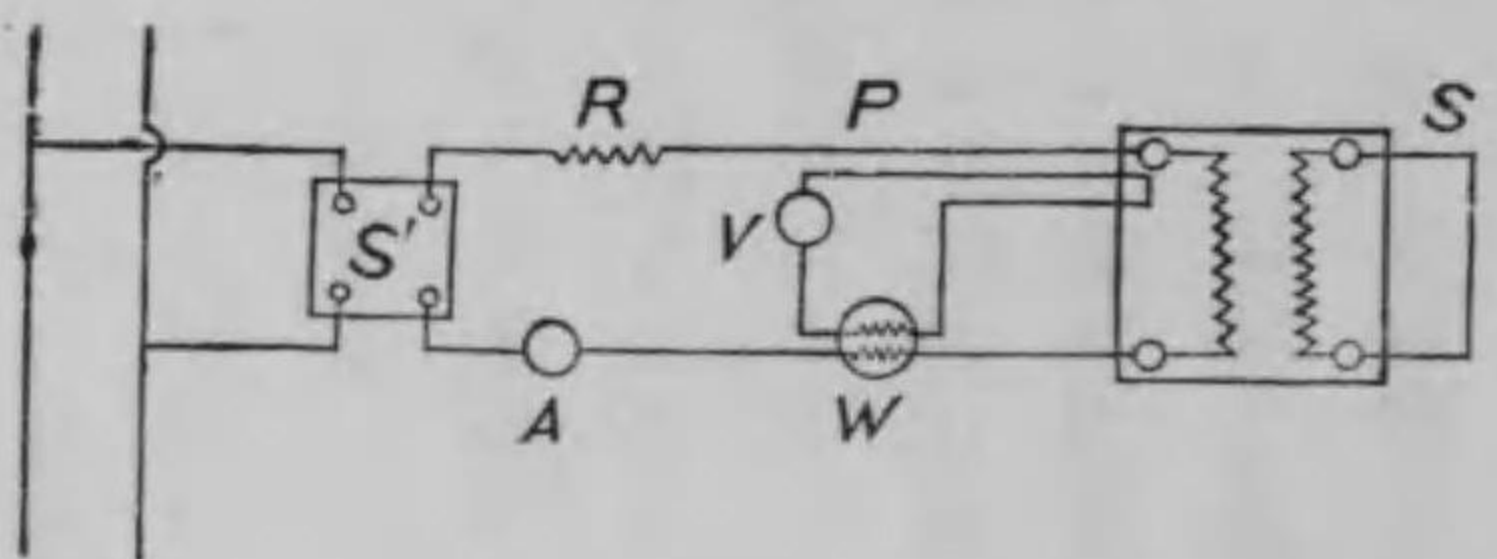
VI_wは受験變壓器に通ずる實効電力にして磁化電力に相當するものなれば左の如く認むるを得るなり。

$$\text{磁化電力} = \frac{V}{2f_1} (I_1^2 - I_2^2 - I_3^2)$$

磁化電力の内容は周波數六十の變壓器に於ては、通常温度に於てヒステレンシス損失七十パーセント、渦流損失三十パーセントなり。此兩損失は鐵心の温度が甚だしく上昇するに従ひ減ず、例へば温度攝氏四十度に昇るときは五パーセント乃至拾パーセントの減少あり。

一次線輪及二次線輪に於ける損失電力の試験 一次線輪及二次線輪に於ける損失電力即ち銅損IRは各線輪の抵抗全負荷の際變壓器に通ずる一次電流及二次電流を測定して算出することを得れども、直接に是を測定することを得る方法あり、其接続法は第百圖に示すが如く受験變壓器の一次線

第百圖 變壓器銅損の測定



に電圧計、電流計、電力計及無誘道抵抗を接続し、開閉器に由て試験用變壓器の一次回路に接続し、二次線輪を短絡し置く。測定の順序は先づ開閉器S'を閉ぢて電流を變壓器に通せしめ、漸次抵抗を減じ電流を増さしめ、電流計の指針が全負荷に相當する「アマペア」を示すに至りたる時電力計にて電力を測るべし。此場合には二次線輪は短絡せられたれば、線輪中に誘發せらるゝ起電力少し、即ち鐵心に通ずる磁力線少きを以て鐵損は極めて少く、電力計に表はるゝ「ワット」は一次及二次の兩線輪にて消費せらるゝ銅損を示すなり。

能率の試験 變壓器の能率は $\frac{\text{發生電力}}{\text{發生電力} + \text{損失電力}}$ となれ

ば損失電力を上記載の方法にて測定するときは容易に是を算出するを得べし、例へば五キロワット變壓器に於て交流の周波數六十、一次電壓一千「ヴォルト」二次電壓一百「ヴォルト」なりとし、

電流は 一次線に於て

二・五「アムペア」

二次線に於て

二十五「アムペア」

抵抗は 一次線輪(攝氏二十度の時)

一〇・一「オーム」

二次線輪(攝氏二十度の時)

〇・〇六七「オーム」

全負荷に於ける損失電力

一次線輪に於て

$$I^2R = 2.5^2 \times 10.1 = 63$$

銅損

六十三「ワット」

二次線輪に於て

$$I^2R = 25^2 \times 0.067 = 42$$

四十二「ワット」

鐵心に於て

鐵損

七十「ワット」

合計

百七十五「ワット」

なる結果を測定に由て得たりとすれば

能率は 全負荷發生電力 = 5,000「ワット」

全負荷供給電力 = 5,000 + 175 = 5,175「ワット」

$$\text{全負荷能率} = \frac{5,000}{5,175} = 96.6\%$$

九十六・六パーセントなり。

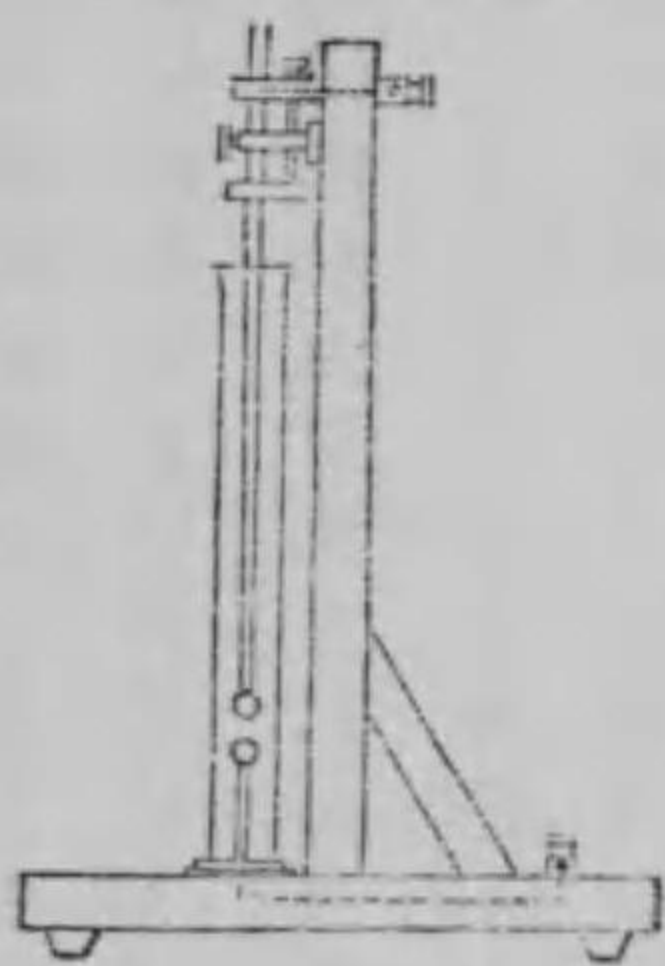
變壓器油の試験

變壓器の絶縁に使用せらるゝ油は石腦油を蒸溜して得たる一種の鑛油なり、其色は淡黄色にして酸類、アルカリ類及硫黄の化合物を含有せず又濕氣を帯びずして引火點は攝氏百八十度以上、八時間攝氏百度に於て熱せられたるとき〇・二パーセント以上の蒸發を爲さざるものならざる可らず。其絶縁力の良否は變壓器又は油入開閉器の絶縁を左右するものなれば、其使用前に於て絶縁力を試験すること必要なり。

油は往々水分を含むことありて是が爲に絶縁力は甚だしく減するものなれば水分を含有するや否やをも試験せざるべからず。油の絶縁力を試験するには其絶縁耐力を測るにあり、其方法は第百一圖に示す如く容積二百立方センチメートルを有する内徑一時八分三の硝子筒に油を盛り其中に一定の長さをも有する(通常〇・一五吋)スパークギャップを作り、是に電流を通じ漸次電壓を増して幾何「ヴォルト」に於てスパークギャップより電火の發するやを測定し其油の製造者の仕様書に適するや否やを検するに在り。スパークギャップは直徑十六分三吋の眞鍮杆の先端に直徑半吋の眞鍮球を附したるものよ

り成り、上部杆はマイクロメートル螺旋にて支持せられ下部杆との間隙を加減することを得るなり、下部杆は筒の底部を経て電線にて端子螺旋に連結せらる。此試験に於て注意すべきことは(一)スパークギャップは何れの油を試験

第百一圖
油の絶縁抵抗力測定器



するに至る(三)試験に供する油は新鮮のものならざるべからず。此試験方法に由て油を試験するときは、スキナー氏の結果によれば油中僅に全量の〇・〇五パーセントの水分含ませらるるも、絶縁耐力は全く水分なきもの、五分の二に過ぎずと云ふ。油中に水分が含ませられ居るや否やを試験する方は、水量の多きときは油より重き爲に容器の底部に油より分離するなれども、量の微少なるときの試験方法中最も有効なる方法は水を吸収し易くして

するにも同じ形状にして、良く是を磨かざるべからず、(二)スパークギャップの兩端子の油中に於ける位置は何れの試験に於ても同一ならざるべからず、若し位置異るときは油のギャップに及ぼす壓力異りて放電の状態亦

油の品質を變せざる化學的藥品即ち石灰を用ひ、是を試験すべき油に混じ或る濾過器に通ずるときは、石灰は油中の水分を吸収し純粹の油のみが濾過器より出づ。此石灰より化學的方法にて其吸収したる水量を検知することを得べく、同時に純粹なる油を得るなり。大略に水分の有無を知るには硫酸銅の粉末を火上に熱し白色となし之を試験管内にて油と混すべし、若し水分を含むときは硫酸銅は元の綠色に變ずるを以て水分のあるを知るを得べし。油中に水分を含有するときは是を除去せざるべからず、其方法として最も良きは油槽を真空唧筒にて真空と爲し熱するにあり、斯く行ふときは水分の沸騰點は著しく低下するを以て攝氏七十度乃至八十度に於て十二時間以上熱するときには容易に完全に水分を除去するを得るなり。

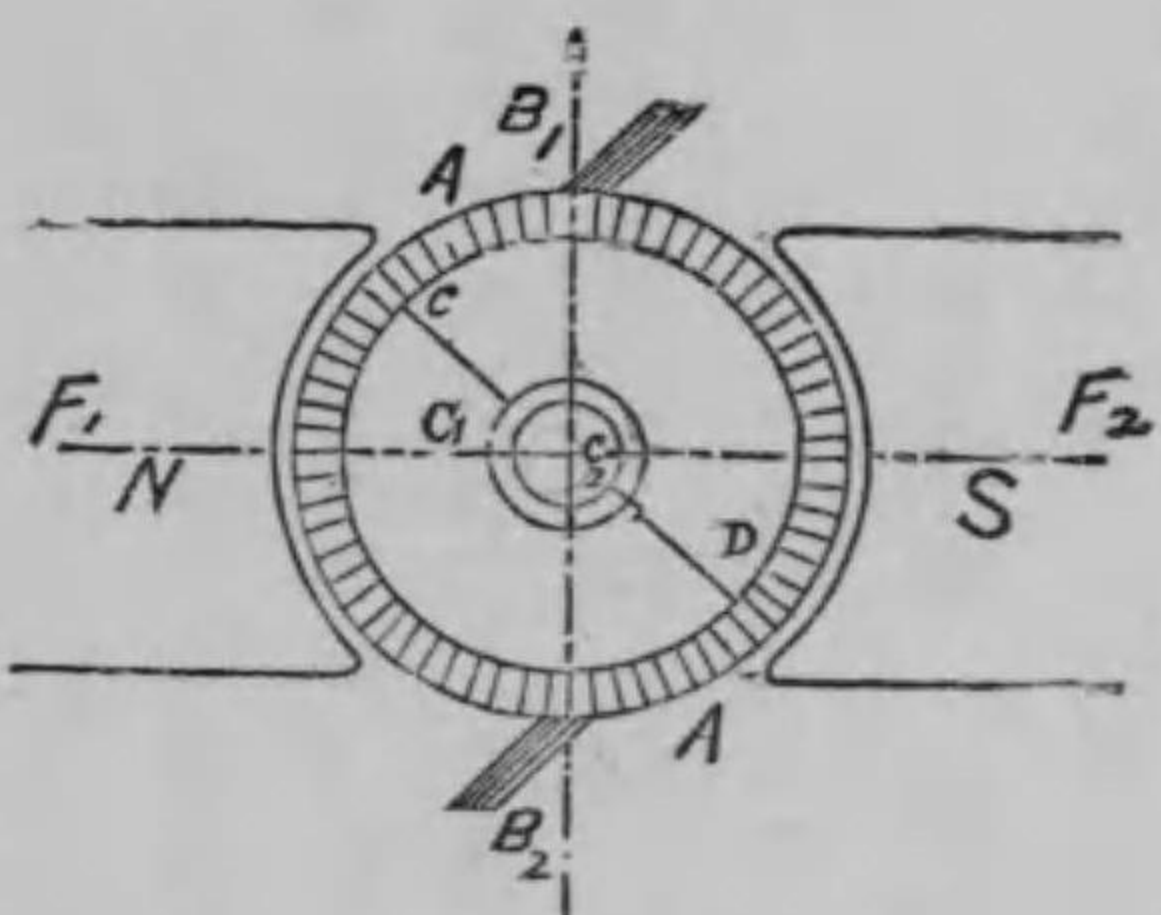
第六項 迴轉變流機

交流より直流を得んには、交流電動機にて直流發電機を運轉するにあれども、此二機を兼ねて動作する迴轉變流機を用ふるときは最も便利なり。迴轉變流機は交流を直流に變ずる電機にして、其形状は直流發電機に聚電子を添置

したるものと異ならず、是を聚電子に由て相當電壓の交流回路に接続し、整流子に由て直流電路に接続するときは、交流同期電動機と成りて發電子は廻轉

を始め、同時に回路より供給する交流は發電子内を経て整流子に由て直流に變じ、直流回路に流通することを得るなり。是に由て廻轉變流機は交流回路より直流を得るに廣く使用せらる。

第二百二圖 單極廻機の原理



たる整流子片C Dに接続すること圖に示す如く爲し、或る原動機にて發電子を廻轉するときは、整流子片C D間に交番電壓發生し、整流子の刷子間に直流電壓の發生するを認むべし。C D間の交番電壓は發電子の廻轉中C D線が

構造の原理及電壓電流 第二百二圖に於て

N Sを直流發電機の兩界磁極、A Aを整流子、

B₁ B₂を刷子とし、別に二個の聚電子C₁ C₂を發

電子に添置し、是を整流子中百八十度相距り

B₁ B₂線に合したる時、整流子の刷子間の電壓に等しく最大にして、F₁ F₂線に合したる時零なり、即ち發電子の廻轉中變化し一廻轉に完全周期を爲すべし。發電機が若し多極のものなれば、此交流の周波数は各廻轉毎に極數の半に等し。

今以上の理に由り、此發電機を原動機にて運轉せずして、聚電子に由て相當交流回路に接続し、交流を供給するときは、發電機は同期電動機となりて廻轉し、交流は其整流子間に直流電壓を發生すべし、是れ單相廻轉變流機の原理なり。若し發電子内に於て電力の損失なく、交流と其電壓との相の差なきときは、供給交流電力は發生直流電力に等しかるべし。直流電壓をEとし、交流電壓の實効値をE'、整流子より外部直流回路に通ずる直流をI、供給せらるゝ交流の實効値をI'とすれば

$$EI = E'I'$$

然るに

$$E' = \frac{E}{\sqrt{2}}$$

是に由て

$$I' = I\sqrt{2}$$

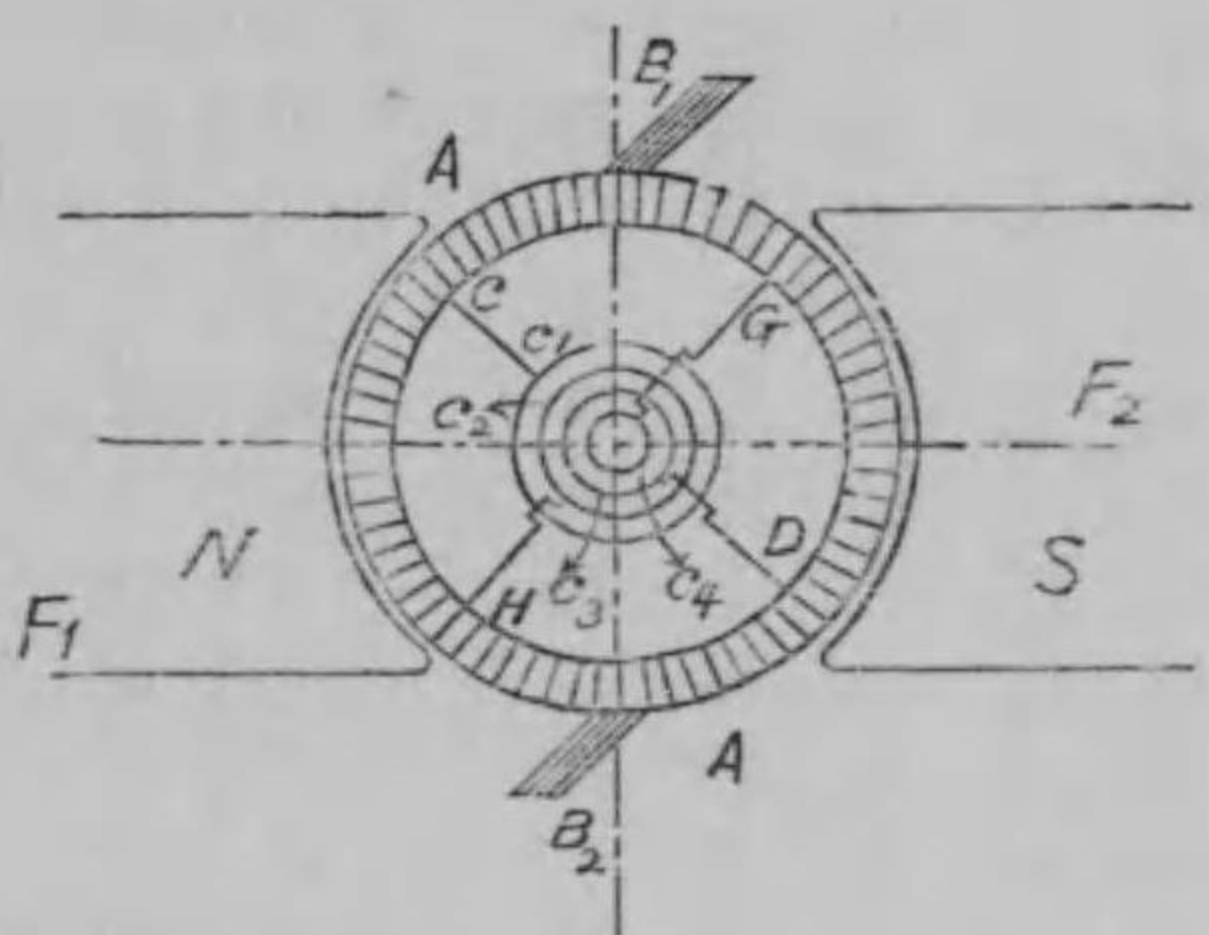
(53)

なるべし、發電子線輪に通ずる有効交流を I_1 とすれば

$$E_1 I_1 = EI$$

$$I_1 = \frac{EI}{E_1} = \frac{EI}{\frac{E}{\sqrt{2}}} = I\sqrt{2} \dots \dots \dots (64)$$

第 百 三 圖
四相廻轉變流機の原理



次に第百三圖に示す如く尙二個の聚電子 C_1, C_2 を添置し是を CD 線と直角なる GH 線中 GH に於て整流子に接続し發電子を廻轉するとき、 CD 間に交番電壓發生すると同時に GH 間にも亦交番電壓發生し、 C D 線か B_1, B_2 線に合し CD 間の交番電壓最大なる時に於て、 GH 線は F_1, F_2 線に合し、其電壓は零なれば GH 間の交番電壓亦零なり。次に發電子が廻轉を續け CD が F_1, F_2

に合し CD 間の交番電壓零なる時に於ては、 GH は B_1, B_2 に合し、 GH 間の交番電壓最大なり即ち GH 間の交番電壓は CD 間の交番電壓に對し、常に九十度の相の差を有し組合ひて四相交番電壓を組成するなり。是に由て若し四相交流回路より四相交流を D_1, D_2, D_3, D_4 の聚電子に依て發電子に通ずるときは、發電機は四相交流同期電動機と成りて廻轉し、同時に交流は其整流子の刷子間に於て直流電壓を發生すべし。是れ四相廻轉變流機の原理にして、其電壓電流の關係は左の如し

$$2E_1 I_1 = EI$$

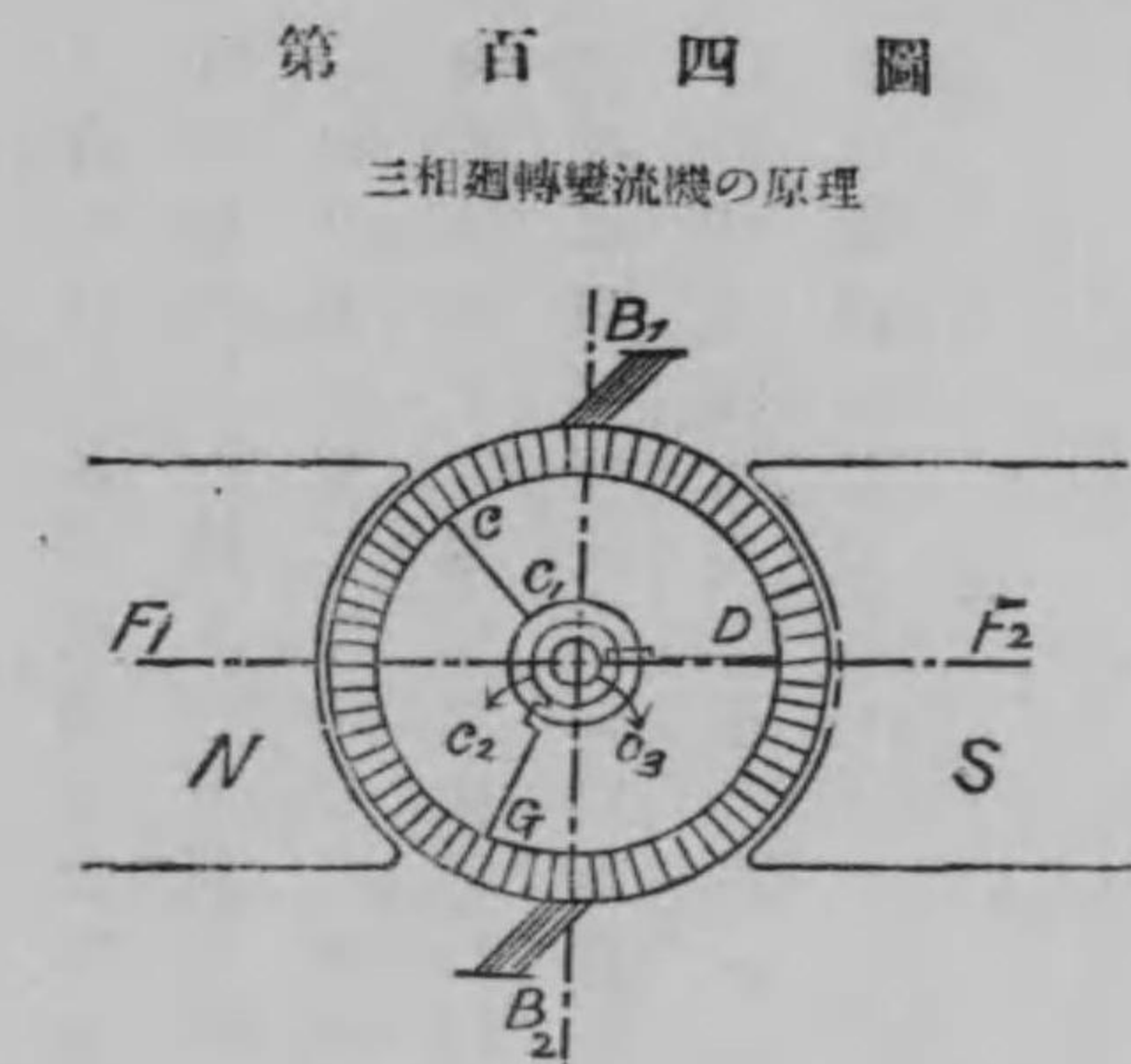
然るに $E_1 = \frac{E}{\sqrt{2}}$

故に $I_1 = \frac{EI}{2E_1} = \frac{EI}{2 \cdot \frac{E}{\sqrt{2}}} = \frac{EI}{\sqrt{2}} = I \dots \dots \dots (65)$

相隣れる聚電子間に於て發電子線輪に通ずる交流を I_2 相隣れる聚電子間の交番電壓を E_2 とすれば

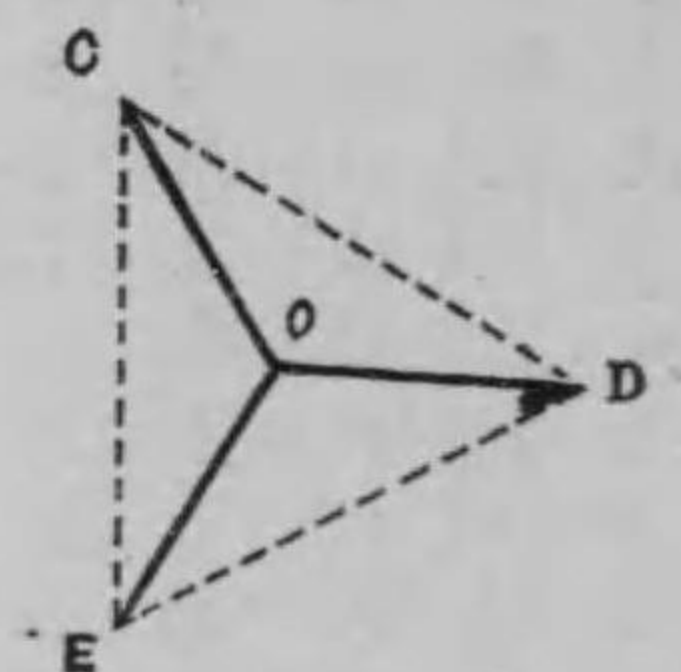
$$E_2 = \frac{E}{2} \quad \text{何となれば} \quad E_2 = \frac{E'}{\sqrt{2}} \quad E' = \frac{E}{\sqrt{2}} \therefore E_2 = \frac{E}{2}$$

$$4E_2 I_2 = EI, \quad I_2 = \frac{EI}{4E_2} = \frac{EI}{4 \cdot \frac{E}{2}} = \frac{I}{2} \dots\dots\dots(6.6)$$



次に第百四圖に示すか如く聚電子三組を添置し、是を整流子中百二十度相距りたる整流子片に接続し、發電子を廻轉するときは各聚電子間に三相交流電壓發生すべし、是に因て若し三相交流回路より三相交流をC D Gの三聚電子に依て發電子に通ずるときは、發電機は三相交流同期電動機となりて廻轉し、同時に整流子の刷子間に直流電壓を發生すること四相廻轉變流機に於けると同理なり。是れ三相廻轉變流機の原理にして其電壓電流の關係は

第百五圖



左の如し
第百五圖に於てOC OD OEを各聚電子と中心點(想像)との間の電壓、即ち三相式星形結線法に於ける交流電壓を示すとし、CD DE ECを相隣れる聚電子間の電壓、即ち三相式三角形結線法に於ける交流電壓を示すものとすれば、OC OD OEはC D EがB₁或はB₂に合したる時最大にして其實効値は單相變流機に於ける交流電壓の半に等し、即ち

$$E' = \frac{1}{2} \times \frac{E}{\sqrt{2}} = \frac{E}{2\sqrt{2}}$$

CD DE ECの實効値をE₂とし、發電子線輪に通ずる交流をI₂とすれば、E₂との關係は左の如し

$$E_2 = E' \sqrt{3} = \frac{E \sqrt{3}}{2\sqrt{2}}$$

然るに $3E_2 I_2 = EI$

故に

$$I_s = \frac{EI}{3E_d} = \frac{EI}{3 \cdot \frac{E\sqrt{3}}{2\sqrt{2}}} = \frac{2\sqrt{2}}{3\sqrt{3}} I \dots\dots\dots (67)$$

然るに各相線に通ずる供給交流 I' は $I' = \sqrt{3}I_s$ なるにより

$$I' = \frac{2\sqrt{2}}{3} I \dots\dots\dots (68)$$

上文の結果より三種の廻轉變流機に於ける交流の實効電圧及電流と直流發電機の電圧及電流を對照するときは第二十九表を得べし、此表に記載せる各値は發電機中の電力の損失なく、交流が其電壓と同相に在る場合にして、異相にあるときは其値の異なるを免れず。

發熱及反作用——廻轉變流機の發電子線輪に通ずる電流は供給交流及發生直流の合成なれば、其發熱も直流發電機として使用する場合と異なる、其割合は單相變流機に於ては之に一・三八倍、四相變流機に於ては〇・三八倍、三相變流機に於ては〇・五六倍すれば、其安全なる電氣耐量は直流發電機として使用する

に比し左の如し

第二十九表

直電機發	單相變流機	四相變流機	三相變流機
發電子間の交流電壓	$\frac{1}{\sqrt{2}} = 0.707$	$\frac{1}{2} = 0.5$	$\frac{\sqrt{3}}{2\sqrt{2}} = 0.612$
各線に通ずる交流	$\sqrt{2} = 1.414$	$\frac{1}{\sqrt{2}} = 0.707$	$\frac{2\sqrt{2}}{3} = 0.943$
相隣發電子間に通ずる交流	$\sqrt{2} = 1.414$	$\frac{1}{2} = 0.5$	$\frac{2\sqrt{2}}{3\sqrt{3}} = 0.545$

- 直流發電機 一・〇〇
- 單相變流機 〇・八五
- 四相變流機 一・六四
- 三相變流機 一・三三

又發電子の反作用も交流及直流の合成にして交流が電壓と同相あるときは、單相變流機に於ては直流發電機として使用するに比し一・四倍し、四相變流機及三相變流機に於ては交流の反作用は直流の反作用と相反するを以て反作用全くなし、斯くの如く單相變流機は發熱及反作用大なるを以て實際に使用せらるゝことなし。而して交流が電壓と異相にあるときは反作用は何れの變流機に於ても生じ、交流が電壓より進むときは其反作用は界磁界を弱くし、遅れるときは之を強くするを以て、今若し界磁電流

を減ずるときは交流は電壓より遅れ其反作用は界磁界を強くし、界磁電流を増すときは交流は電壓より進み其反作用は界磁界を弱小ならしむるなれば、界磁の磁力は其電流に關せず自然に調整せられ電壓の變壓比は常に一定すべし、是に由て負荷の變化に伴ひ直流電壓を變ずるには供給電壓を變せざるべからず。若し供給發電機の電壓を變せざる場合には、別に可變誘導抵抗を變流機と交流回路との間に接続すべし。今若し界磁電流を減ずるときは交流は電壓より遅れ、是に由て誘導抵抗中に生ずる誘導電壓は供給電壓を減じ、界磁電流を増すときは交流は電壓より進み、誘導抵抗中に生ずる誘導電壓は供給電壓に加はる、從て發生直流をも増すことを得るなり。猶又界磁捲線は複捲に爲し置くときは負荷の増加に伴ひ界磁の磁力は増して、前記の理に由り交流及直流の電壓を増し、負荷の増加に依る直流回路の電壓降下を補はしめ、電壓の變化ならしむることを得るなり。

廻轉變流機の起動——單相廻轉變流機は自轉を始むること能はざるも多相變流機は能く自轉を始む、然れども起動の際は全負荷電流の一倍半の電流を

要する故に、若し直流の電源あれば是より直流刷子に直流を送り直流電動機として起動せしめ、其速度が同期速度より少しく増したるとき直流の回路を切り、界磁捲線にのみ直流を通じ同時に電源たる交流回路より交流を交流刷子に通すれば、發電子は自から同期速度となり廻轉を續行するに至るべし。爰に於て開閉器に由て直流刷子を直流回路に接続すれば、變流機より直流を供給するに至る。此方法は甚だ簡單なれば數臺の變流機を設置せる場合には、一臺の運轉を開始すれば他の數臺は此方法に依て容易に起動せしむることを得。交流にて起動せしむるには先づ變流機の界磁回路を開放し置き、指定電壓の半にて交流を發電子の聚電子に通すれば、交流の爲に發電子に生ずる廻轉磁界と發電子より界磁に誘發する交流に由て生ずる磁界との相互電磁作用に因て發電子は廻轉を始むべし。此際整流子の刷子間の電壓は交番性のものにして、其周波数は供給交流の周波数より低きこと電源たる交流發電機と變流機との廻轉數の差に等し。是に由て刷子間に直流電壓計或は白熱燈球を挿入すれば、電壓計の指針は動搖し燈球の光輝に明暗を生ずるを認

むべし。次に漸次供給電壓を高むるときは變流機の廻轉増加し、最早電壓計の指針動搖せずして變流機の廻轉數か發電機の廻轉數と相等しく成るに至りて界磁回路を閉づれば、發電子より直流發生して界磁回路に通ず爰に於て變流機は完全に交流發電機と同期に廻轉し交流を完全に直流に變するに至る。斯くて直流開閉器を閉ちて直流刷子を外部回路に接続して直流を是に送ることを得るなり。斯くの如く變流機が廻轉を始めてより交流を完全に直流に變するに至る迄に要する時間は、僅に一分間なれども其運轉の狀況に由て異なることあるべし、運轉開始後の狀況及取扱は交流電動機及直流發電機と異なることなく、周波數の變化、負荷の急劇なる増減等なければ支障なく廻轉す。前記の如く發電子線輪に於ける發熱は直流發電機の發電子に比し少き故に、負荷の制限は殆んど整流子片の表面積に由て定まるなり。

複流發電機——變流機は其直流刷子より是に直流を供給するときは直流電動機となりて廻轉を始め、同時に聚電子に於て交流電壓を發生す、其電壓及電流の關係は交流を直流に變する場合と同じ、又別の原動機に由て是を廻轉す

るときは聚電子に於て交流電壓を、整流子に於て直流電壓を同時に發生す、若し是を各別に交流回路及直流回路に接続する時は、同時に交流及び直流を各別に供給することを得るなり、此場合には相互發生電力の和が變流機の總耐量に等しく、兩電力の割合は是を任意に變更することを得るなり、然れども電壓の比は第二十九表に示すか如く一定す。此くの如く使用する場合には變流機を複流發電機と云ふ、複流發電機に於ては交流及直流の和が發電子に通ずるを以て、其發熱の程度は是を直流發電機として使用するよりも大ければ從て安全出方の減するを免かれず。又變流機は單に交流發電機又は直流發電機として使用することを得れば、變流機は實に左の如く種々の電機としての用途を有し甚だ便利あるものなり。

(一) 直流發電機

(二) 交流發電機(各相共)

(三) 直流電動機

(四) 交流電動機(各相共)

- (五) 廻轉變流機〔交流より直流へ變ずる場合〕の二種
- (六) 複流發電機

第六章 蓄電池

第一項 蓄電池の構造及種類

蓄電池の構造——稀硫酸に鉛板二枚を浸すときは鉛板の表面は硫酸鉛に變ずべし、之に直流を通するときは電流の化學作用に依り、回路の積極に接續せられたる鉛板は二酸化鉛に變し、消極に接續せられたる鉛板は硫酸鉛より鉛に還元すべし。今此兩鉛板を此状態に於て他の回路に接續するとき、鉛板より電流發生して回路に流通するに至るべし、其方向は二酸化鉛より回路に向ひ、電流の發生に伴ひ、兩鉛板は共に硫酸鉛に變ず。此等の作用は電氣勢力が化學的に鉛板及硫酸間に蓄積せられ、回路に接續せられたるとき更に之を電氣勢力に復して電流を發生したるものにして、此装置を蓄電池〔蓄電池〕と云ふ。蓄電池は内部抵抗低く起電力は概ね二、ヴォルト〔ヴォルト〕なれば、通常の電池に比し強大



なる電流を發生するを得るに由り、豫め他の電源より電力を之に蓄積し、必要に應じ、需用回路に接續し、電流を發生供給せしむるに使用する。

電力を蓄積するを蓄電〔蓄電〕と云ひ、蓄電する爲に蓄電池に電流を通することを充電〔充電〕と云ひ、蓄電池より電流を發生せしむることを放電〔放電〕と云ふ。鉛板の内充電の際二酸化鉛に變ずるものを積極板〔積極板〕と云ひ、鉛〔鉛〕に還元するものを消極板〔消極板〕と云ふ、硫酸を電解物〔電解物〕と云ひ、電流の爲に化學作用の起ることを電氣分解〔電氣分解〕と云ふ。

蓄電池は蓄積せらるる電氣の容量は極板の表面積に正比例するなれば、表面積を大ならしむる爲に極板には鉛板數枚を用ひ、其上部に於て壹枚置きに之を接合し、積極板及消極板となす、消極板は積極板より鉛板一枚多し、各板間はエポナイトの棒或は板又は硝子棒の如き絶縁物を挿入して良く絶縁す、鉛板の形狀は成べく正方形なるを可とし、其厚さは凡そ三、ミリメートル〔三、ミリメートル〕乃至七、ミリメートル〔七、ミリメートル〕なるを通常とす。硫酸は比重一・二五乃至一・二五なるものを使用す。蓄電池の容器は硫酸に侵されず且つ不導體にして堅牢なるを要すれば

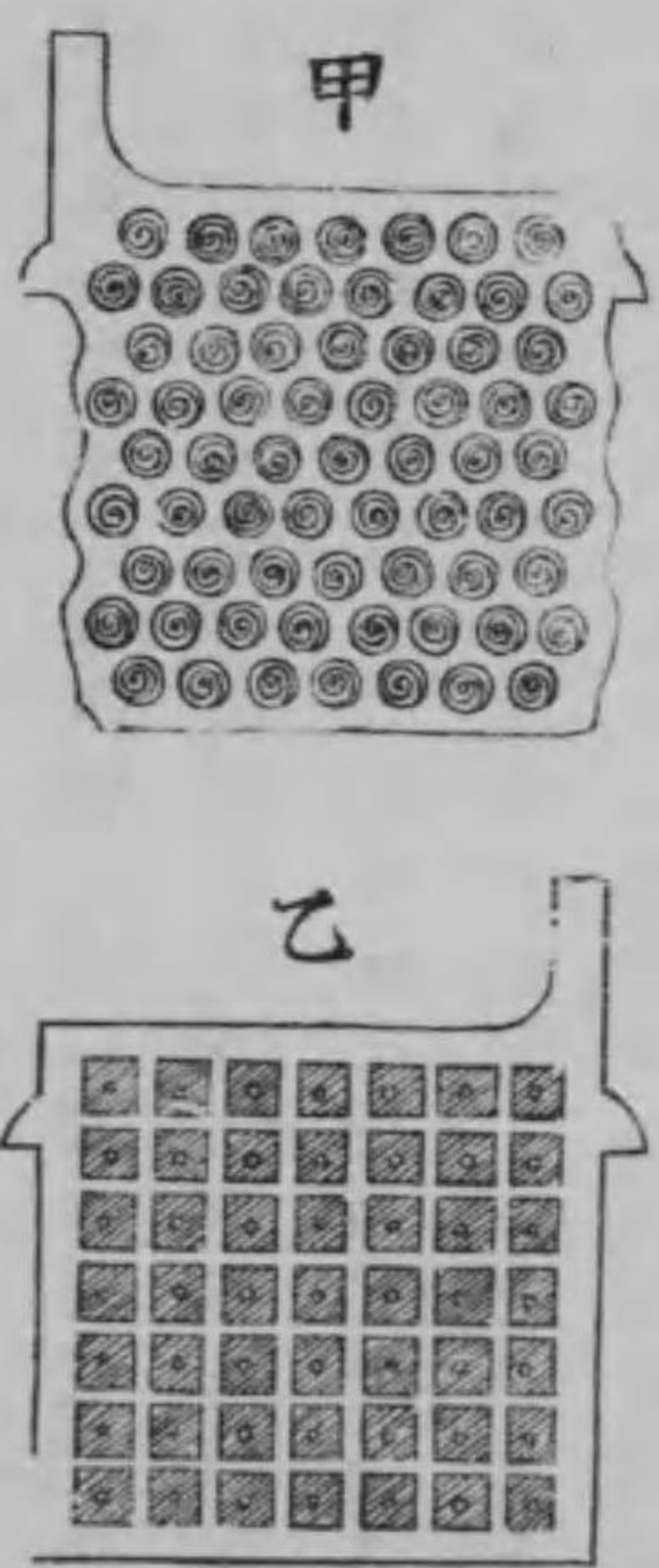
一般にエポナイト又は硝子にて製するか或は鉛を内部に張りたる木函を用ふ、常に定置せらるる蓄電池は其絶縁を良好ならしむる爲に陶器罫子にて大地より絶縁したる木製の臺上に是を設置す。

蓄電池の種類——單に鉛板を稀硫酸に浸すも、充電を行へば蓄電池と成ることを得るも、充電作用は鉛板の表面に止まれば、蓄電を大ならしむるには鉛板の表面を増すと共に、發生電壓を保持する方法を行はざるべからず、鉛板の表面を増すにも、只其數量を増すのみならず表面を粗からしめざるべからず、此等の方法に種々ありて、是に由て蓄電池を二種に區別す、第一種をプランテ型と云ひ、第二種をフォール型と云ふ。プランテ型とは通常の鉛板の表面を電氣化學的方法に依り粗ならしめ、且つ電壓を保持する有効成分を其表面に生成せしむるに在り、其方法は鉛板數板を壹枚置に接続して積消兩極板とし稀硫酸を盛れる器内に直立せしめ、他の電源より相當電流にて數十時間充電したる後更に他の回路に放電せしむ、之を反覆數十回行ふときは積極板は粗質なる褐色の二酸化鉛を以て覆はれ、消極板は海綿狀の鉛板に變じ、蓄電上化學

的有効表面積及電壓保持力甚しく増加し、從て電氣容量増加す、電壓は放電の際稍ニ「ヴォルト」を示し、發生電流及發生時間が鉛板の表面積に比し適當なるに至て蓄電池は完成す、此くの如く充電及放電を行ひて鉛板を有効ならしむる方法を化成と云ふ。此種の蓄電池に於ては極板の有効成分は電氣化學作用に由て生成したるものなれば、其性質強固にして脱落の恐れなけれども、其生成に要する時間甚だ長き爲に、是に要する費用多大なる不利あり、此不利を除く爲に鉛板を直に化成せずして、豫め粗質なる鉛又は鉛の酸化物を化學的に製し之を鉛板に挿入したるものを極板とせるものあり、其一種をクロライド蓄電池となす、此電池はプランテ型の一變型と見做すべきものにて、極板を製するに鹽化鉛を用ふるに由てクロライド蓄電池の名あり、其方法は消極板に於ては先づ鉛の粉末を硝酸に溶酸して硝酸鉛と爲し、鹽酸を注加して鹽化鉛を沈澱せしむ、此鹽化鉛を良く乾燥したる後鹽化亞鉛と混じり坩堝に入れ熱火を加へて溶解し、角形にして厚さ鉛板に等しき鑄型に之を注ぎて鹽化鉛及鹽化亞鉛の混合塊を製す、次に之を鉛板を作るべき鑄型の内に規則正しく並

列し置き、アンチモニー少量を加へて溶解したる鉛を強壓力にて鑄型に注入す、斯くして成りたる鑄鉛板を亜鉛板と交互に積重ね、鹽化亞鉛液中に浸すときは電氣化學作用に由り混合塊中の鹽化亞鉛は液中に溶解し、鹽化鉛よりは鹽素遊離して鉛のみ殘留し、十二時間乃至二十四時間を經過すれば混合塊は

第百六圖
チユード蓄電池極板

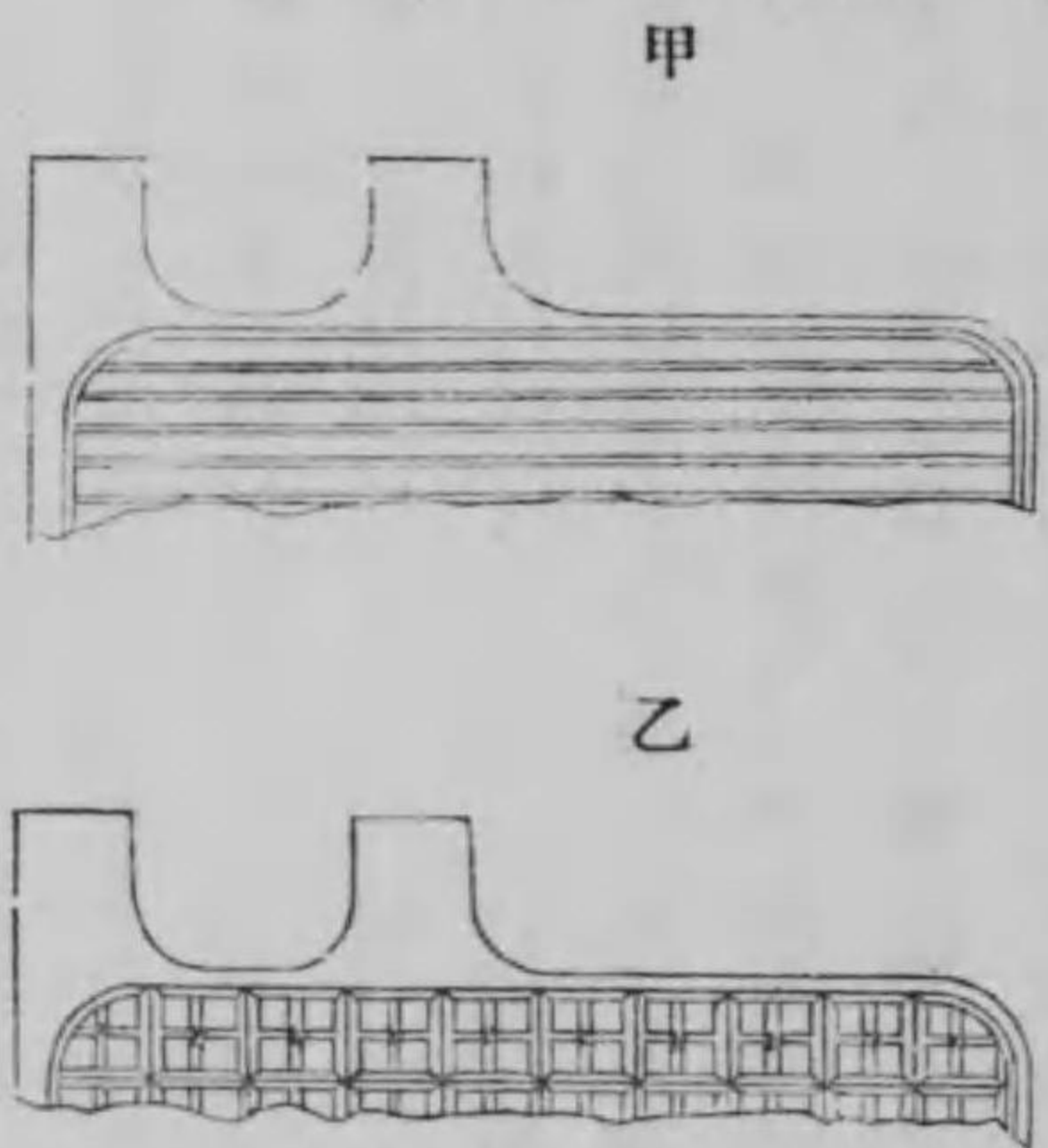


純粹の有孔性結晶鉛に變ずるに至る、斯くして液中より取出し水にて良く洗滌し更に稀硫酸中に浸し電流を之に通じて殘留せる鹽素を除

去せしむ、是にて消極板は完成するなり。此消極板を稀硫酸に浸し數日間ブランチ式にて化成を行ひ、海綿狀の鉛を二酸化鉛に變せしむるときは積極板として使用することを得れども、結果良好ならざれば仕の方法にて積極板を製す、即ち純粹の鉛を皺めたる紐狀に爲し之を渦線狀に捲き、別に鉛にアンチ

第百七圖

イービーエス蓄電池極板の一部



モニを混和し強壓力を加へて鑄造したる鉛棒中の孔に押入れ、更に水壓機にて壓搾し渦狀鉛を固く支持せしめ、是を稀硫酸に浸しブランチ式にて化成を行ひ渦狀鉛を二酸化鉛に變せしむ。斯くして得たる鑄造鉛板を水にて良く洗滌す、是にて積極板は完成するなり、第百六圖甲は積極板乙は消極板を示す。

フォーレル型に於ては鉛板に化學的に鉛又は二酸化鉛に變じ易き鉛の化合物を塗抹し、化成を行て兩極板を製するなり、此塗抹物をペーストと云ふ。此種の蓄電池の實用せらるゝ種類甚だ多く、其

中最も廣く用ひらるゝ者をイービーエス蓄電池とす、是は英國エレクトロツ

ク、パワー、ストレーチ會社に於て製造せらる、其鉛板は格子形に製し(格子形に製するには鉛板を打込機にて打込むか又は鑄型を用ひて鑄造す)プランテ式にて數回之に化成を行ひ板面を粗ならしめたる後、積極板には三酸化鉛鉛丹を、消極板には一酸化鉛(リサーチ)を稀硫酸にて良く練り合はせたるものを格子に塗抹し壓搾機にて之を壓搾し良く乾燥せしむ、乾燥したる後之を稀硫酸に浸し化成を行へば、積極板の三酸化鉛は二酸化鉛に變じ、消極板の一酸化鉛は海綿狀の鉛に變ずべし、斯くして兩極板は完成するなり。第百七圖甲は積極板の一部乙は消鉛板の一部を示す。

イー、ビー、エス蓄電池に次で廣く用ひらる、フエール型蓄電池をチニードル蓄電池とす、此電池はイー、ビー、エス蓄電池に比し鉛板の格子の形狀異り性狀も異れども爰には省畧す。

上記の蓄電池は總て極板に鉛を用ひ電解物に硫酸を用ふるものなれども、鉛の重き爲に不便あることあれば、鉛以外の金屬を使用する蓄電池の發明あり、其種類多けれども多大の實驗を経て稍成功せるものをエヂソン蓄電池とす、

その電解物には荷性加里を用ひ、兩極板はニッケルの薄き板にて作れる中空の袋狀のものなり、其内に積極板に於ては酸化ニッケルの粉末を、消極板に於ては酸化鐵の粉末を充たす、充電の際酸化鐵は鐵に還元し酸化ニッケルは過酸化ニッケルに變じ、放電の際此反作用起る、電壓は一・三「ヴォルト」乃至一・五「ヴォルト」にして電氣容量は相等しき重量の鉛蓄電池より大なれども、電燈用として廣く使用せられざれば爰に詳記せず。

第二項 蓄電池の性狀

蓄電池内の化學作用 完成せる蓄電池に於ては、積極板の有效成分は過酸化鉛に變じ黒褐色を呈し、消極板の有效成分は海綿狀の鉛に變じ鮮灰色を呈す、今是を放電するときには兩極板共に硫酸鉛に變じ、積極板は鮮褐色を呈し消極板は暗灰色を呈し硫酸の比重及溫度降る、再ひ之に充電するときには元の如く積極板は過酸化鉛に消極板は海綿狀の鉛に變じ硫酸の比重及溫度復舊す。硫酸の比重は充電後一・二〇〇乃至一・二五〇放電後一・一六乃至一・一九なるを通常とす。放電の際積極板の過酸化鉛が硫酸鉛に變ずるも其全量の三割を

超ゆべからず、若し三割以上硫酸鉛に變するも引續き放電を行ふときは極板は硬固になりて電池の起電力を失ふに至るべし。過酸化鉛の三割が硫酸鉛に變する時は電池の起電力が最初の九十分セントに降下するに由り、電壓計に依て此限度を測知することを得るなり。

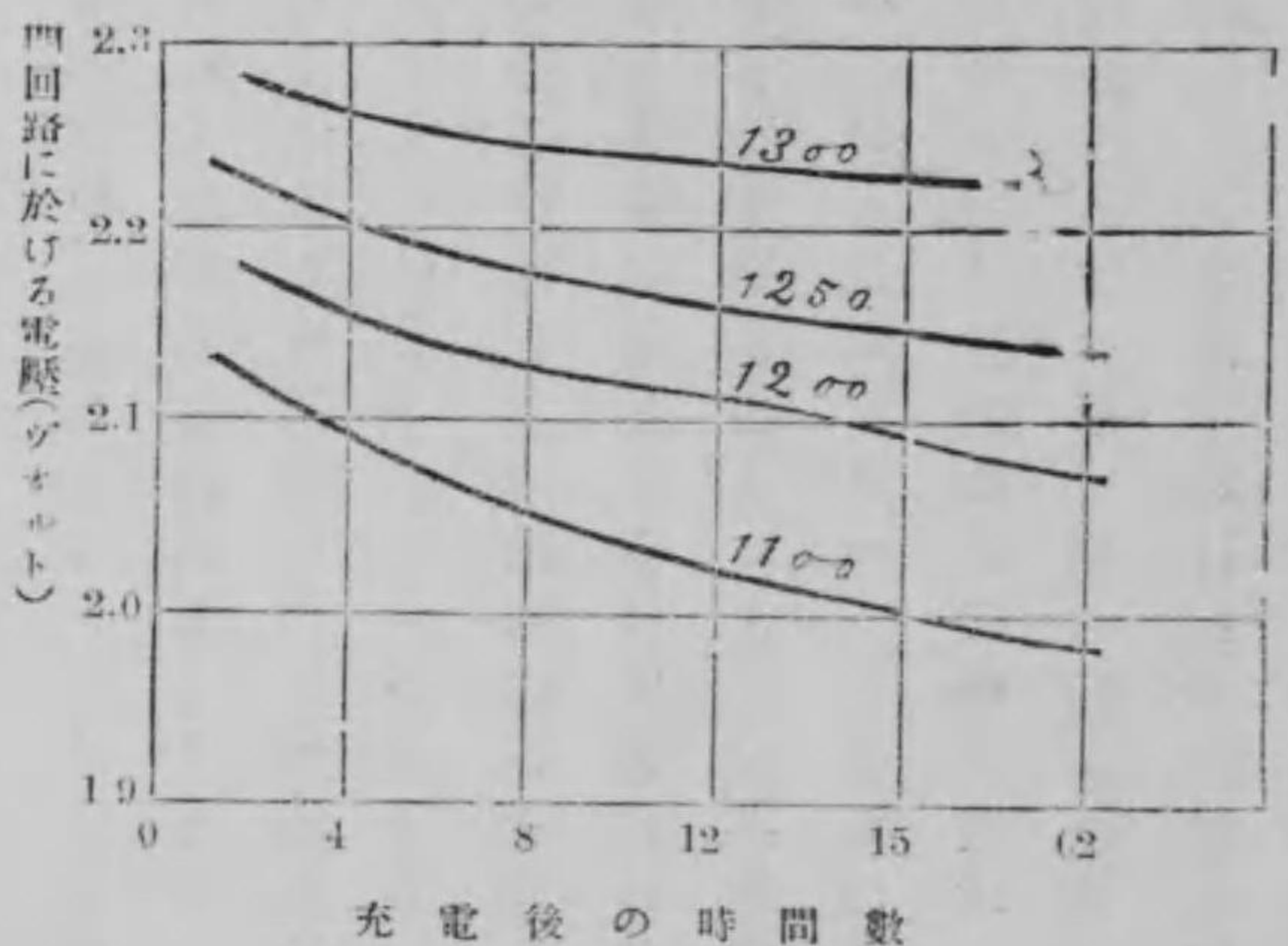
起電力—蓄電池の起電力は硫酸の比重に由て異なり、充電中は硫酸の比重の上昇に伴ひ増加し、放電中は硫酸の比重の降下と共に減少す、其程度は電流と時間の経過とに比例す。起電力と硫酸の比重との關係は左の式にて示すが如し

$$E = 1.850 + 0.917(S - S_0) \dots\dots\dots (69)$$

式中Sは硫酸の比重、 S_0 は同一温度に於ける水の比重、Eは起電力なり。一汎に起電力は充電後二ヴォルト乃至二二ヴォルト、放電後一・八ヴォルト乃至二ヴォルトなれども、充電後使用せざる場合に於ても自然に起電力の降下するを免かれざるなり。第百八圖は比重の異なる蓄電池を充電後二十時間放置中に於ける起電力降下の状態を示す。

第百八圖

閉回路に於ける蓄電池電壓の降下を示す線圖



内部抵抗—蓄電池の内部抵抗は充電電流及放電電流の強弱並に硫酸の比重に由て異なる硫酸の抵抗は比重一・二

五〇のもの最小にして比重是れより高きも又は低きも抵抗必ず増加す、故に一・二五〇の硫酸を使用すれば抵抗最小あるも、極板を損傷する虞あれば通常市場に在る蓄電池には此、重是より低き硫酸を使用す、從て其抵抗は充電の際降下し放電の際増加す。電池の全抵抗に就てエアトン氏は一汎に總積極板の表面積の一平方呎に付き〇・一五オームの割合なりと云へり。斯くの如く蓄電池は内部抵抗甚しく低き爲に一個の電壓二ヴォルトに過

ぎざるも、比較的強大なる電流を發生することを得るなり

充電及放電——蓄電池製造者より受取りたる蓄電池に第一回の充電を行ふには極板及絶縁物に損傷なきやを検査したる後、是を組立て、各電池間は異極か成べく大なる可撓鉛線にて接続し、接続用金物には硫酸より浸されざるが爲にバラヒン又はバゼリン^カを塗布すべし。次は電源たる發電機の積極に蓄電池の終端積極を、其の消極に蓄電池の終端消極を接続し、發電機の運轉を始むべし。充電に使用する發電機は分巻發電機ならざるべからず、若し止むを得ず複巻發電機を用ふるときは、其複巻線を短絡し置くべし、其最大の發生電壓は少くとも二・六、ヴォルトに蓄電池の直列接続數を乗じたる、ヴォルト數ならざる可らず。發電機の起動と同時に比重一・一七〇の硫酸を各電池に極板上一時迄注入すべし。強硫酸より適度の稀硫酸を得るには純粹の強硫酸(比重一・四〇〇)を蒸溜水或は雨水に徐々に加へて稀薄ならしむるに在り、決して順序を逆にし水を硫酸に注加す可らず、若し誤て水を硫酸に加へるときは、烈しき化學作用を起し容器を破ることあり、硫酸を水に注加するも多少の熱を

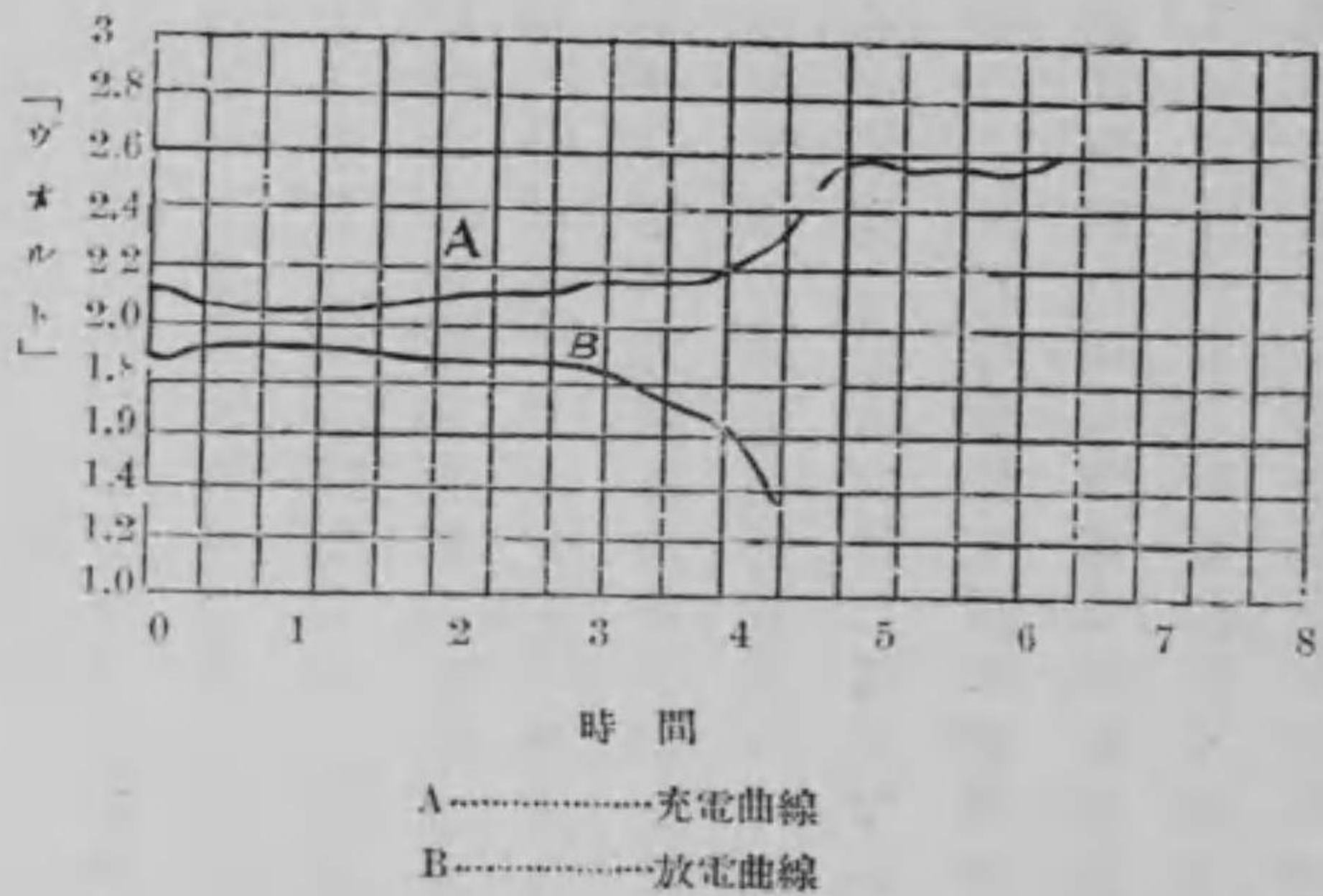
發生するを以て、注加後は少くとも一晝夜冷却するを待て使用に供すべし。電池に硫酸を注加し終れば直に發電機の開閉器を閉ちて、發電機より適當電流を電池に送り充電を始むべし。充電始まるや蓄電池の電壓は漸次上昇し、其電流に變化を生すべく即ち電流はオーム法則に由り

$$I = \frac{E - E'}{R}$$

式中Eは發電機の電壓、E'は蓄電池の起電力、Rは蓄電池の内部抵抗にして、E'は充電中漸次上昇するを以てEを不變になすときは、充電の進むに従ひRが減少するも電流も漸次減少すべし。然れども通常充電中は電流を不變にせずを可とすれば、發電機の電壓を漸次高むるか或は回路の抵抗を漸次減少せしめて充電々流を一定ならしむるを可とす。充電中の電流の強さは製造者より指定せらるゝを通常とするも、若し指定なきときは後に記載する電流密度に依るべきものとす。第一回の充電に於ては少くとも最初の十二時間は斷續なく之を行ひ、一定時間毎に電壓計及小比重計にて各個の電壓及比重を

測定すべし。充電進むに従ひ電圧の上昇と共に硫酸は濃厚になり其量は減少するものあれば、良く之を注視し若し減じたるときは稀硫酸又は蒸溜水をエボナイト水銃にて液の下部に深く注加すべし、充電中電圧が急に降下するか或は他に異状を呈する電池を發見したる時は是を回路より開放すべし。第百九圖Aは或る蓄電池に不變電流にて充電し、充電中一定時間毎に其電壓を測り得たる電圧及時間數にて畫きたる曲線にて能く電圧の變化を示す、即ち充電の始めに於ては二・六ヴォルトなるも二三分間急に二・一五ヴォルトに昇り、其後は漸次上昇し電池の兩極板より瓦斯が盛に發生し硫酸が牛乳狀を呈するに至り急に二・六ヴォルトに上昇す、爰に於て充電已に終り此後は電流を送るも唯電解物より水素及酸素を發散せしむるに止まり、蓄電上更に其効なをき以て充電を止め硫酸の比重を一二〇〇に稀薄すべし。充電の終りを示すべき一定の法則なきも、一汎に極板より瓦斯が盛に發生し液が乳色を呈し電圧が二・六ヴォルトに昇れる時を充電の終りとす、是に要する時間は凡そ三十六時間なり、充電を始むる際特に注意を要するは硫酸を電池に注入するや

第百九圖



直に充電を始むるに在り、若し然らざるときは液は極板と化學作用を起し電池を害する事あり。充電終れば爰に蓄電池完成し電源として是を使用する事を得るなり。又放電の状態は第百九圖に示すが如く、最初二三分間急に二・一五ヴォルトに降り、其後は徐々に一・八五ヴォルトに降下し或を時間の後急に零ヴォルトに降る、然れども斯の如く成る迄放電するときには極板に有害なる白色硫酸鉛を生ずるか又はベーストの剝落することあれば、電圧が一・八ヴォルトに降下する時を放電の限度とし、是より引續き放電せしめざるを可とす

自然放電及電壓回復 充電せられた

る蓄電池を使用することなく放置するときは、起電力及硫酸の比重は漸次降下し、発生電流をして弱少ならしむ。此自然放電は電池が良好状態に在るも尙一週間に電氣容量の一二割の減少を免かれず、若し硫酸に不純物の混入あるときは五割以上を損失することあれば、特に硫酸の撰擇に注意を要す。放電されたる蓄電池を放置し少時の後其電壓を測るときは、電壓が徐々に放電最後の電壓一・八「ヴォルト」より上昇し一・九「ヴォルト」乃至二「ヴォルト」に復するを認むべし。是れ蓄電池の特性にして是を電壓の回復と云ふ。

充放電流の密度——蓄電池に充電又は是を放電する電流の強さは任意に是を定むること能はず、若し過大なる電流にて充電するときには電池内に多量の熱發生し、瓦斯の發生と共に電氣容量の一部は消滅することあり、時としては極板は屈曲を爲し内部に短絡を生ずることあるべし、又過大なる電流にて放電するときには電氣容量甚しく減じ、極板は是れが爲に損傷するに至るべし。一汎に蓄電池に適當なる充電及放電の電流の密度は左の如し。

總積極板表面積の毎平方呎に付

五・六「アムペア」乃至九・三「アムペア」

或は總極板の重量の毎封度に付き

一・二「アンペア」乃至一・三「アムペア」

今或る電池の積極板の數量を P とし、其高さを h 吋、幅を w 吋とすれば此電池に適當なる充放電流の密度は左の如し

$$I = \frac{2psd}{144} \times 5.6$$

$$= psd \times 0.077$$

蓄電池の容量——充電せられたる蓄電氣を其起電力が最初の九割に降下する迄放電したる總電量即ち之に要したる時間と放電電流の平均値との相乗積を其電池の容量と云ひ、アムペア「時」にて之を示す。

容量は放電電流の張弱に由て異り各電池に就き一定せるものに非ず、或る電流にて放電し若干容量を得るも、若し電流を二倍に増すときは放電時間は三分一に短縮し、容量は三分二に減ず、是に由て蓄電池の容量を示すには何時間放電又は何「アムペア」放電にて若干「アムペア」時と云ふ。硫酸の比重も亦容量

の多少に關係し比重の一・二五なる場合に於て容量最も大なれば、電池使用中は硫酸の比重をして一・二五に近からしむるを可とす。

損失及能率 蓄電池に充電するに當り電力の幾分は電池の内部抵抗及極板間又はペースト間に生ずる局部電流の爲に消費せらるゝを免かれず、是等の消費電力は總て熱に變じ電池の温度を上昇せしむるに止まり容量に對し全く損失に屬す、是に由て電池が放電し得る容量は必ず是に充分充電するに要せられたる電量より少く、此の充電電量と容量との比を電量能率と云ふ。又放電し得る電力も充電するに要せられたる電力より少く、充電電力及充電時間の相乗積と放電電力及放電時間の相乗積との比を電力能率と云ふ。放電容量は放電電流の強弱に由て異なれば能率も亦一定せざれども、一汎に電量能率は〇・九四乃至〇・九六にして電力能率は〇・七五乃至〇・八五あり、第三十表に示す能率表はハイム氏の測定に成り電流は充電中及放電中共に始終一定せるなり。

實際蓄電池を使用するに當り、此表に記載するが如き好結果を得ること能は

ざれば蓄電池使用の際其經費を算するに當りては電力能率は三時間放電のものに於ては〇・七〇又五時間放電のものに於ては〇・七五と爲すを適當とす。又容量を定むるには計算上得たる數より五割大のものを使用するを可とす。

例 蓄電池の一組ありとし其充電電流を四十アンペア放電電を四十八アンペアとす。測定に由りて各個電壓を二・六ヴォルトに達する迄充電するに五時間を要し、電壓を最初の九割五分乃至九割四分に降下せしむる迄要したる放電時間を三時間〇二なりとすれば、此電池の能率は幾何なりや。

但し充電中の平均電壓二・二七ヴォルト、放電中の平均電壓一・八九ヴォルトなりとす。

答 充電に要したる容量アンペアアワー及電力時の、ワットアワーは

$$4 \times 10 = 100 \text{ 「アンペアアワー」}$$

第三十表

放電時間	三時間	五時間	七時間
放電電流密度	1.00—1.25	0.70—0.285	0.50—0.65
電量能率	91%—90%	93%—92%	95%—92%
電力能率	78%—75%	82%—79%	84—82%

$$2.27 \times 160 = 363 \text{ 「ワットアワー」}$$

放電に由て電池が発生したる容量の「アムペアアワー」及電力時の「ワットアワー」は

$$3.02 \times 48 = 145 \text{ 「アムペアアワー」}$$

$$1.89 \times 145 = 274 \text{ 「ワットアワー」}$$

能率は是に由て左の如し

$$\text{電量能率は} \quad \frac{145}{160} = 0.906$$

$$\text{電力能率は} \quad \frac{274}{363} = 0.7548$$

蓄電池に起る障害——蓄電池に起り易き障害は、(一)極板の硫酸化、(二)極板の屈曲、(三)ベストの剝落又は有効成分の脱落なり。

蓄電池を容量以上に放電するか又は適度に放電したる後若くは微弱電流にて充電したる上長く使用せざるときは、極板の表面に白色の結晶體を生ずるに至るべし、是れ極板に於ける褐色の硫酸鉛が化學作用の爲に各分子結晶し

て白色の硫酸鉛に變じたるなり。褐色の硫酸鉛は蓄電池の作用上必要なるものおれども、白色の硫酸鉛は全く無用有害にして、是れが爲め兩極板は漸次暗灰色を呈し内部抵抗は増し起電力は降下するに至る、此くの如く成りたる極板を硫酸化^{サルファライゼーション}したると云ふ。極板の表面は通常柔軟おれども硫酸化するときは甚しく強固になり針だも透る事能はず、硫酸化したる蓄電池は電壓の降るのみならず、其變化大にして有効表面減するが爲に電氣容量甚しく減少す。是を修理するには竹筵にて白色結晶體を削り取るも可なり、又は極板に適當なる電流の三分一にて長く充電し、更に適當なる電流より稍弱き電流にて放電を行ふこと三四回の後適當電流にて充電するときは、白色結晶體は消滅して極板は完全に回復すべし。斯くの如く硫酸化作用あるを以て蓄電池は使用せざる場合に於ても、時々適當電流にて充電を行ふこと必要なり。

(一) 充放電々流が過大なる時

(二) 極板間の内部抵抗一様ならざる時

(三) 極板が硫酸化したる時

蓄電池を充電するに當り電流が過大なるときは電池内の電流の分布平均せずして極板面に起る化學作用も亦不平均し、極板の収縮一様からずして一方に屈曲するに至るべし。電池を組立つる際取扱の不注意に因り各極板間の距離を異ならしめたる爲に、抵抗に不同を生じたる場合にも、極板面に起る化學作用平均せずして極板屈曲することあるべし。極板が屈曲するときは之れに隣れる極板に觸れ短絡を生じて起電力を減ずるに至るべし、屈曲したる極板を矯正するには木板の間に之を挟み徐々に壓すべし、決して叩くべからず、若し叩くときはペーストの剥落するか又は有効成分の損することあり。此方法に由て極板は元の如く扁平になるべきも、甚しく屈曲して修理し難きものは充電せられたる他の良板と取替へ、電池全部に更に充電したる後使用に供するものとす。

ペーストの剥落又は有効成分の脱落は數度の過大の充電、極板の屈曲及硫酸化に由て起り易く殊に積極板に於て屢々起る。此障害の生ずるときは極板間に短絡生じて極板は害せられ容量は甚だしく減ずるに至るべし。

蓄電池の壽命——蓄電池の極板は使用中漸次衰弱し遂に使用に堪へざるに至るべし、其壽命は使用の繁閑、取扱の良否、据付場所等に由て異なる。左の事項は壽命を短縮する原因となるを以て最も注意すべし。

烈しき放電。稀に充電すること。少許の充電屢々なること。放電したる後長く使用せざること。

又可搬蓄電池は据付蓄電池に比し壽命短く、積極板は平均凡そ二ケ年なれども、据付蓄電池に於て長きものは五年を超ゆることあり、消極板の壽命は通常積極板に三倍すれども決して一定せざるなり。

蓄電池使用上の注意——蓄電池を使用するに當り注意すべき事項左の如し

(一) 不變電流にて充電する場合には、充電中電流に變化なき様充電用發電機の電壓を調整し、電池各個の電壓二・五乃至二・六、ヴォルトに達する迄充電を行ふべし。

(二) 充電及放電電流は指定電流若しくは其以下たるべし、然れども其三分

一より下るべからず

(三) 硫酸の比重は電池内何れの部分に於ても同一ならざるべからず、充電の進むに従ひ酸が減少するときは蒸溜水或は雨水をエボナイト水銃にて底部に注加すべし、此際硫酸を注入することあれば必ず一度充電されたるものにして比重一・二以下の硫酸を使用すべし。

(四) 毎日各電池の電圧及比重を測定し、左の範圍外なるを發見したるときは是を回路より開放し其内部を検査すべし。

電壓放電後一・八(ヴォルト)以上 比重放電後一・二七〇以上
充電後二・三(ヴォルト)以上

(五) 極板が正當の色を呈し居るや否や、ペースト又は有効成分が剝脱し居るや否や、硫酸化し居るを否や夾雜物が電池の底部に附着し極板を短絡し居らざるや否やを注視すべし。

(五) 少くとも六ヶ月に一回電池の内部を清掃すべし、其方法は極板全部を取出し、其表面をペースト又は有効成分の剝脱せざる様蒸溜水にて洗滌し、容器内に沈澱し居る夾雜物を除去し、硫酸液は鉛製の漏斗に小粒の鉛

塊を通して濾過し、然る後元の如く是を組立て新しき硫酸若くは濾過せる硫酸を注加すべし。

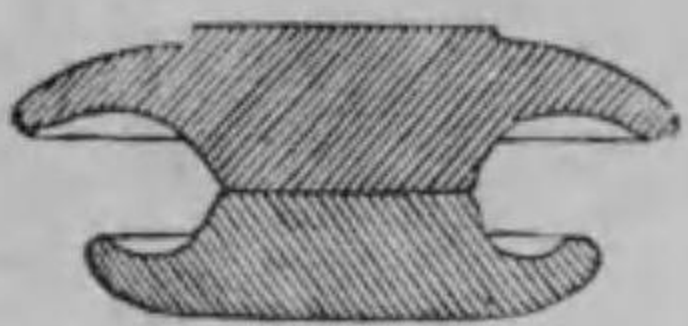
蓄電池を据付くべき室は日光の直射を受けずして適當の温度を保ち、能く乾燥し空氣の流通良く電池より發生する瓦斯をして早く室外に飛散せしむるを要す、電池の排列法は各個に就き充分注視し作業の容易なる様、木枠上に砂を散布し之に装置するものとす。電池が小形なれば是を二段に置きて可なるも、下段の電池は少くとも床上二十時に在りて上下兩段電池間の間隔は少くとも十二時たらざるべからず。又大形電池なれば床上二十時に一段に据へ置くを可とす。枠は堅固にして充分大なる木材にて製し絶縁を良好ならしめ且つ硫酸の浸潤を防ぐが爲に耐酸タールを是に塗るべし、其周圍には少くとも三十時の間隔を置き作業上差支なからしむるを要す。

電池より飛散する瓦斯の爲に硫酸は電池函の周圍に散出し、地上に傳はり電池をして地氣と短絡せしむるを以て、第百十圖に示すが如き碍子の下部に、油を盛りて枠の下に是を置き床より絶縁せしむるを可とす。

電池室の床及壁は硫酸に侵されざる材料なる焼過煉瓦、セメントの類より作るを可とす。若し木材を用ふるときは是に熱したるタールを塗り、鐵材を用ひたる場所には耐酸ペイントを塗るべし、且つ硫酸の流れ出づるときは直ちに室外に流れ出づる設備を爲すべし、充電

用發電機室は成べく電池室に近付くるを可とすれども、電池より發生する瓦斯に觸れざる様相當設備を爲すこと必要なり。

第一百十圖



蓄電池室に用ふる磚子の切斷面

第三項 蓄電池の用途

蓄電池は隨時充電を受けて隨時放電するを得るものなれば、一個の電源として任意に使用せらるゝを得其電壓も一個ニ「ヴォルト」として任意の電壓に適する數量を定むること容易なり。之を電燈の電源として使用する主なる場合を擧ぐれば左の如し

- (一) 蒸汽列車内點燈の爲め
- (二) 發電機の電壓調整の爲め

(三) 負荷の大なる場合に發電機の補助として

(一) 蒸汽列車内の點燈には蓄電池のみを用ふるか或は發電機と並用する場合あり、何れに於ても列車動搖の爲に蓄電池の極板は損じ易く壽命短縮するを免かれず。

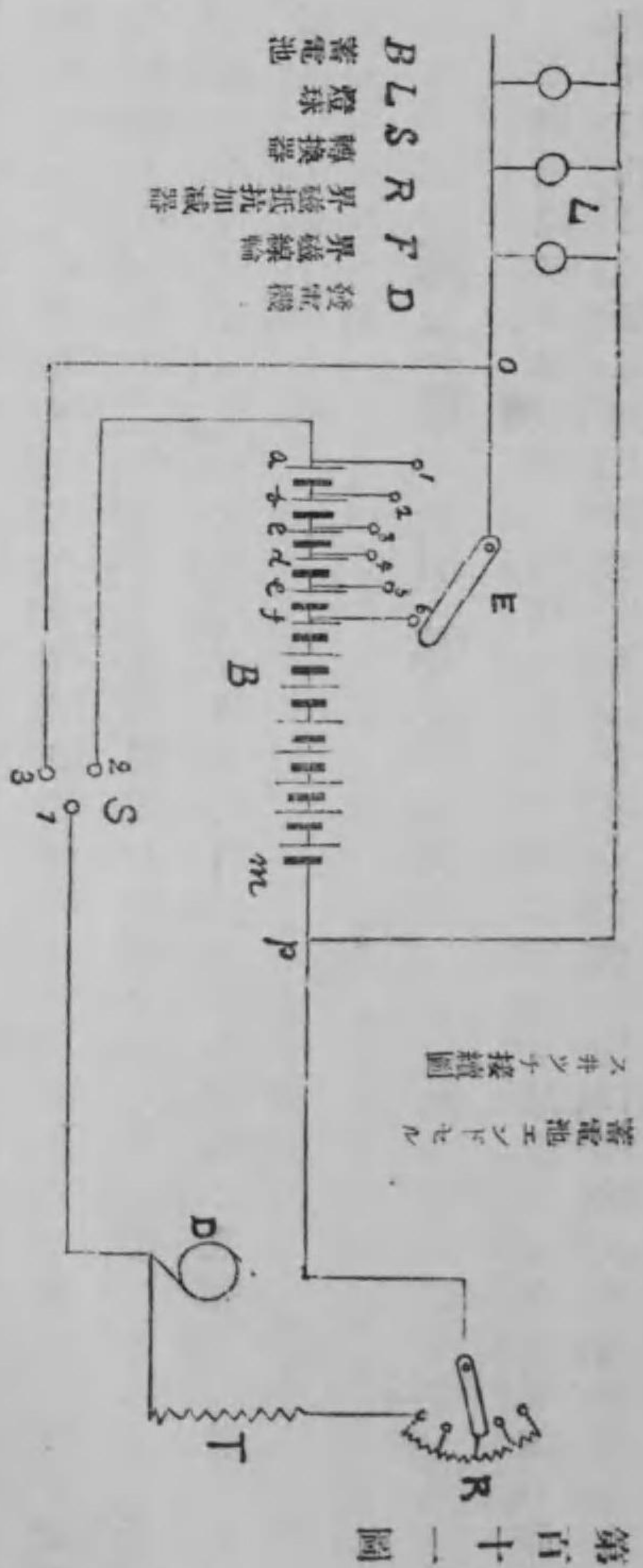
(二) 發電機を使用し電燈を點火する場合に臨時其使用を停止するとき、蓄電池より電燈を點火し得る様設備し置けば極めて便利なり、又其使用を停止せざるも同一の發電機にて電動機の運轉を行へば電壓の動搖を免かれず、是が爲に白熱燈の光力に明暗を生ずる不便あり、若し此發電機に相當數量の蓄電池を並列に接続し置くときは、負荷の輕きときは發電機の電壓は蓄電池の電壓より高くして之に充電し、電動機の運轉始まりて負荷の重きときは發電機の電壓は降下する爲め、蓄電池は回路に向て放電を始め發電機回路の電壓を高め、斯くして回路の電壓は自然に調整せらるるなり。

(三) 毎夜一定時に負荷の重き電燈線路あるときは、其重き時にのみ蓄電池を發電機に並列に接続し放電せしめ、輕くなりたるときは是を回路より切り、猶負

荷の減するときは発電機より之に充電せしむ、此方法は適當の接續法に由り自動的に行ふことを得べく、此方法に由て発電機を經濟的に使用することを得るなり、例へば二百キロワット、発電機を用ふる場合に毎夜午後六時より八時迄は負荷二百キロワット以上ありて、八時より後は二百キロワット以下に減するものなれば、適當容量の蓄電池を之に並列に接續し、負荷が二百キロワットを超過したるときは、超過電力は蓄電池より放電せしめ、二百キロワットより減するときは、蓄電池より蓄電池に充電せしむることを得るなり。是に由て発電機は常に全負荷にて運轉するにあれば、能率は常に大なるべし。

蓄電池を発電機に並列に接續して使用する際、其電圧を不變ならしむる爲に一種の調整器を使用す、其構造は數個の接觸片及是に接觸する壹個の接觸板より成る。第百十一圖に示す發電機蓄電池並用電燈回路に於て認むる如く、Eは接觸板、1 2 3 4 5 6は接觸片にして、蓄電池 a b c d e の各極に接續す、接觸板を1に置くとときは電池全部がOP間に接續せられ、2に置くとときは接續電池數一個減じ、接觸板を2 3 4と順次に動かすに従ひ電池一個宛OP間

より取除られ、OP間の電圧減す、此aよりe迄の電池をエンドセルと云ひ、此接觸板接觸片全部をエンドセル、スキッチと云ふ。今轉換器Sを動かし1 3を接續して、發電機及蓄電池より燈球に電流を供給せしむるときは、供給の初め



に於ては接觸板をbに置き、f m間の電圧は發電機の電圧と同一なる様電池の數を定むるは勿論なり、電池よりの放電進むに従ひ電池の電圧漸次降下す

るに至れば、接觸板を543の順序に進め、接續電池數を増してOP間の電壓に變化なからしむるを得るなり、又OP間の電壓が發電機の電壓より降下する時は電流は蓄電池に充電を初め、充電の進むに従ひOP間の電壓増すに至れば、接觸板を123の順序に進め、接續電池數を減じてOP間の電壓を一定にし、充電に支障なからしむ。此方法は電壓調整上簡單なれども、 a より e に至る電池は甚だ不規則なる充電及放電を爲せば、時々他の良電池と交換して特に別に充電せざるべからず。

第七章 白熱電燈

白熱電燈及白熱燈球——抵抗大なる電線に電流を通ずるときは、電流の發熱作用に由て電線は熱し、其温度甚しく増すときは遂に電線より白き光りを發つに至るべし。白熱電燈は此理を應用して作られたるものにして、其創造者は有名なる米國のエヂソン氏なり、同氏は初め發熱する電線に白金線を用ひしが、其價の不廉なるご高熱に於て熔解するに由て之を廢し、細き炭の纖維カーボラミナ

を用ひ現今に至るも猶是を使用せり。炭の纖維も空氣中にて熱せらるゝときは酸化燃焼するが故に、是を硝子形硝子球内に封入し其内部の空氣を排出し全く真空と爲し、纖維の白熱となるも燃焼することなからしむ、斯くの如く爲したる硝子球を白熱燈球インカンデッセントボールと云ふ。白熱電燈より發する光の色は白色に近く普通の石油燈及び瓦斯燈に比し黄色少く、日光の色に比し七色中の赤色及び黄色に富み青色及び紫色を欠く、是れ纖維の發熱温度が日光の温度より低きが爲めなり、然れども多量の電流を纖維に通じ其温度を高むるときは纖維は日光の如き赫々たる光を放つに至るべし。此くの如き温度に於ては纖維の消耗早くして實用に供し難し。實用上纖維の温度の限度は、通常攝氏一千三百四十五度とす、是より高きときは纖維の光は著しく増し、纖維は烈しく蒸發を始めて硝子球の内壁面に附着し、外部に發する光は甚しく減するに至るべし。

第一項 白熱燈球の製造

炭纖維——白熱燈球の良否は發熱線の善惡に在り、現時使用せらるゝ炭纖維

は創造の際使用せられたる白金線に比し同じ發熱温度に於て光を發するこゝと強く、電氣抵抗は白金線に二百倍する故に同量の電流の供給を受くるも其發熱温度は白金線に比し甚だ高きの理なれば、同量の供給電力にて炭纖維の發する光は白金線に比し益々大なり。且又炭纖維は白金線と異り如何なる高温度に熱せらるゝも熔解せず、反て温度の昇るに従ひ抵抗の減するものなれば、比較的電壓高き電流を是に通ずることを得るの利あり。是等の利益はエヂソン氏の研究に由て發見せられ、三十年前より一汎に炭纖維を發熱線に使用するに至れり。

炭纖維の原料 蒸焼して炭に變ずる物體は炭纖維の原料として用ひられ得るを以て其種類多し然れども是を大別して左の二種とす。

- (一) 纖維質のもの 例令紙、竹、木綿絲の類
- (二) 組織なきもの 例令セルロースの類

竹を原料に使用することは米國のエヂソン氏が白熱燈球製造研究の際、廣く原料を諸國より取寄せ實地試験の結果、我國京都の八幡竹四年生のもの最も

良好なることを認めたるに始まれり、其製造法は古く取りたる八幡竹を日蔭にて乾燥し、皮と身との間を極めて薄く纖維に沿ふて切り取り、之を細く割りてヒゴ板に掛けて削り、所要の形狀に曲げ、爐に入れて蒸焼するにあり。又木綿絲を原料に使用することは千八百八十年スワンの創意に始まり、其製造法は、先づ木綿絲を曹達或はアムモニアにて熟煮して其脂肪を能く除き去りたる後、水にて再三洗滌し、比重一・六四の硫酸中に浸す、其浸入時間は木綿絲の大きさ及び性質に従ひ三秒乃至十五秒間とす、浸潤の後木綿絲を取出し、屈曲せざる様注意し再び水にて良く洗ひ乾かしたる後、所要の形狀に曲げ、是を蒸焼するにあり。此等の竹、木綿絲より製したる纖維は往々太さの異なるもの又は性質の異なるものあるに由て、種々研究の結果、近來はセルロースにて炭纖維を製す。セルロースとは木綿を鹽化亞鉛の溶液に溶かしたる半透明の濃厚なる飴狀の液體にして之を金屬板に穿ちたる直徑一定せる孔より空氣の壓力にて押出し、アルコール中に入れる時は凝結して絲の如くなる、是を絲卷に捲きて乾かし適當の長さに切り、型に巻付け炭粉を詰め、爐に入れて蒸焼す、

之に要する時間は凡そ二十四時間なり。總て炭纖維は原料の如何に關せず其表面が粗き時は是を金屬板に穿ちたる直徑一定せる孔に數回曳き通して表面を平滑になし直徑を一樣ならしむ。セルロース纖維は溶液より作るものなれば隨意に且つ容易に其直徑及形狀を定むることを得、其性質も亦容易に一樣ならしむることを得るの便あり。

第一百二圖 炭纖維



炭化法——炭化法即ち炭纖維原料を蒸焼するに用する熱及時間等は其形狀及性質に由て一樣ならず、其一汎の方法は左の如し

第一百三圖 坩堝



炭纖維原料が竹なれば是を第一百二圖に示す形狀に曲げ炭製の坩堝に入れ炭粉末にて之を覆ふ。坩堝は第一百三圖に示すが如く二部より成り一は内部板にして一は是が蓋なり炭化せしむべき纖維を内部板の内にEHの周圍の溝に

入れ蓋にて之を覆ひ數回宛火爐に入れ石炭瓦斯にて蒸焼す。若し原料が木綿絲又はセルロースなれば其抵抗が竹に比し低き爲に長きを要すれば、第一百

第一百四圖 スワン形炭纖維



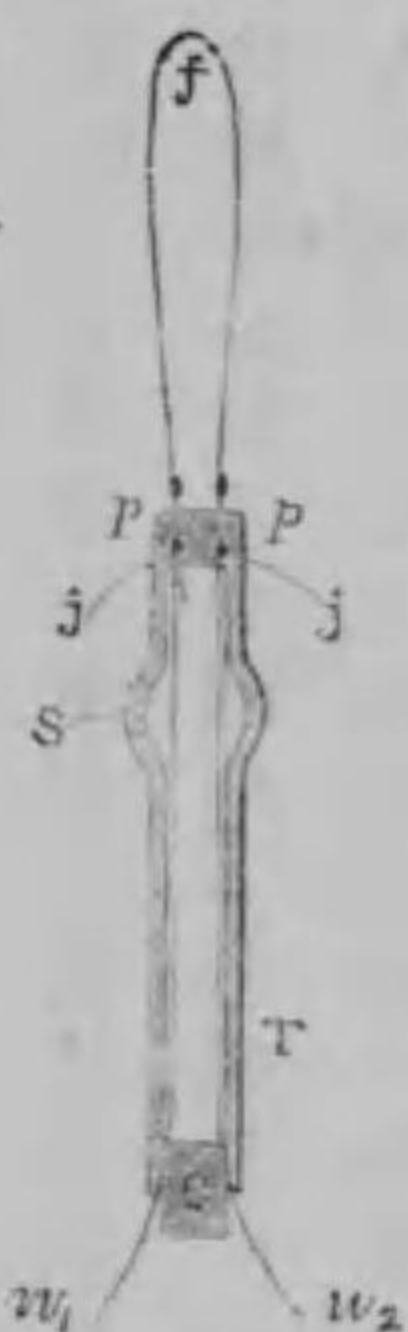
十四圖の如き形狀に爲し蒸焼するを通常とす。其創造したる電氣學者の名に由て第一百二圖に示す形狀をエチソン形と云ひ第一百四圖に示す形狀をスワン形と云

ふ。火爐に入れたる坩堝は一定時間の後火爐より取出し室内の温度の冷えるを待ち是を開きて炭化したる纖維を取出す、此際纖維は脆くなれるを以て毀損せざる様取扱に注意を要す。

纖維封入前の準備 炭纖維を硝子球内に封入する準備として直徑〇〇一五吋の銅線二條を取り、是に二條の小白金線を瓦斯火焔にて熔かし附け、第一百五圖に示すが如く小硝子管Sに入れ、其一端を瓦斯の火焔にて熔かし其内に白金線部を封入す、圖中Fは纖維、W₁は銅線、Pは白金線、Jは兩線の接續點なり、次に炭纖維を白金線の各端に炭素製のベーストにて取付く、此方法に於て硝子體を貫く部分に限り白金線を用ふるの理は、銅が熱の爲に膨脹す

炭纖維を小硝子管に附したる圖

第百十五圖



る程度は硝子と異なる故に、若し是に銅線のみを用ふるときは、使用中硝子と銅線との間に隙を生じ、空氣此處より内部に入り、纖維に觸れ、是を酸化消耗せしむる虞れあるのみな

らず、其膨脹屢々起るときは遂に硝子を破るに至るべし、是に反し白金の熱膨脹の程度は硝子と殆んど同一なれば、硝子と同様に膨脹收縮を爲す爲に、空氣が硝子管内に進入するの危険なきに因る。炭纖維の準備終れば之れを排氣鐘に入れ、空氣を排除したる後、炭纖維に白金線を経て電流を通じ、白熱ならしむ。此時に纖維より發する光り一様ならざることあり、是れ纖維の炭化が一樣ならざる爲め、其直徑不同にして抵抗大なる部分は小なる部分に比し白熱に變すること早きに由る、斯の如き炭纖維を使用し、全部白熱する迄電流を通ずるには割合に多量の電流を要し、纖維中抵抗高き部分は他の部分より強く熱せられ、早く消耗する虞あり、是に反し電流を制限して一部白熱するのみに

て使用するときには必要の光を得ること能はず、是等の不良を矯正するが爲に纖維を入れたる排氣鐘内に揮發し易き瓦斯を充たし、纖維に電流を通じ、白熱部を生ずる迄電流を増すときは、瓦斯より炭素は分解せられて纖維の白熱部に附着し、其直徑を増大せしむ、炭素は極めて質の硬きものなれば、纖維に密着し之を強固になす、從て其部分の抵抗は減じ、白色より赤色に變ずべし。次に猶電壓を増し、白熱部が纖維中に生ずるを待て止むときは、前記の作用再び起るべし、斯の如くして漸次電壓を高め、纖維の全部が一様に白熱に變ずるを待て止む。此方法に由て纖維の太さは一様になり、其發する光りも不同なきに至るべし、此方法を炭法フラッシュ法と云ふ、是を行ふには成るべく迅速なるを要し、通常數秒間にて終るべきものとす。

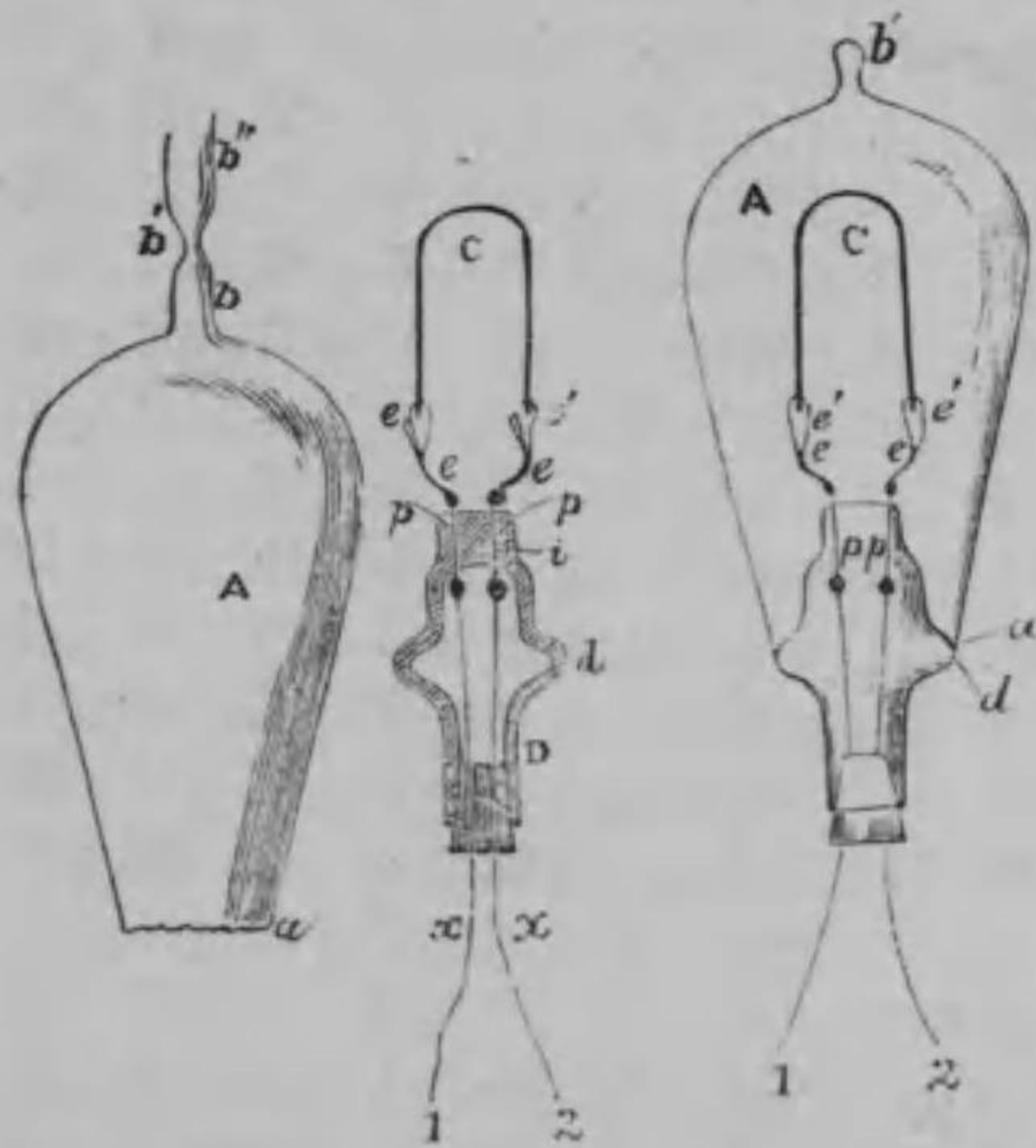
完成したる炭纖維は性質強くして、彈性を帯び、銅鐵狀の光輝ある灰色を呈す、其直徑及長さは燭力に由て異なれども、直徑は通常一時の一分五乃至一分十、長さは六吋乃至十二吋なりとす。

纖維封入及燈球の完成——次に前記の方法に由て得たる第百十五圖狀の織

條及硝子管を枝管を有する硝子球(第一百十六圖A)に挿入す、硝子球の一孔aの
大さは小硝子管のd部に適合するものとし、是を挿入したる後a部を瓦斯の
火焔にて封す。是に於て硝子球と外部との空氣の流通は只枝管に依るのみ、

此a部が完全に封せられ居
るや否やを確むるが爲には、
硝子球を水中に入れ枝管よ
り壓力強き空氣を吹き込ま
しむ、若し不完全なるときは
其間隙より水泡の出るを認
むべし。斯くして完全に封
じたる硝子球を、能く冷へた
る後排氣唧筒に接続し球内
の空氣を枝管より排除す、此
空氣の排出は最も慎重に行ふを要し、球内には微少の空氣殘留するも織條の

第一百十六圖
白熱燈球



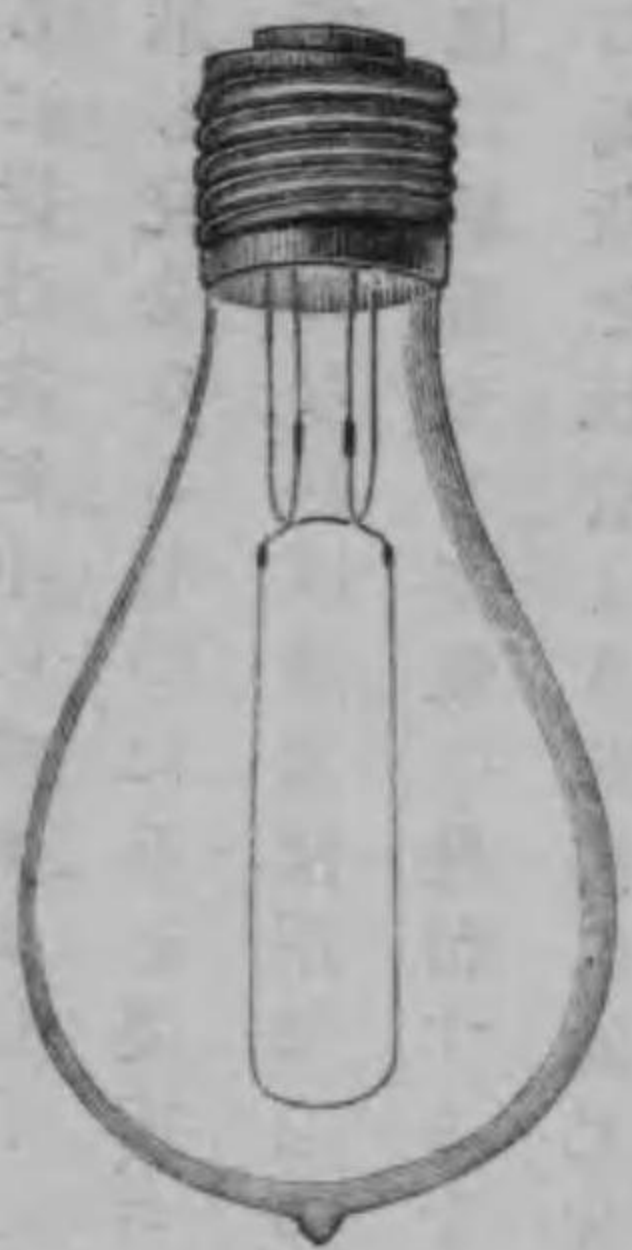
白熱するに從ひ空氣中の酸素と化合し消耗する虞あれば、爰に使用する排氣
唧筒は最も完全なるものたるを要す、スプレングル水銀排氣唧筒は良く其目
的に適するものなれば通常使用せらる。排氣唧筒にて空氣を排除するも猶
織條其他に粘着せる空氣の殘留するを免かれざれば、或る物體の少量を熱し
て得たる瓦斯を枝管より球内に通じ化學的に殘餘の空氣を吸收せしむ、是れ
に使用する物體の如何なる者なるかは商業上の秘密にて詳細に知るを得ざ
れども、概略燐及沃度の化合物なりと云へり、此方法は迅速に且つ甚だ有効に
して費用を要すること亦少しと云ふ。球内の空氣を完全に排除したる時は
枝管のり部を瓦斯火焔にて封じ切りて枝管を取去る、次に球内の真空の程度
を誘導線輪にて試験す、其方法は空氣中に於ける放電距離八分一吋乃至四分
一吋なる誘導線輪を用ひ其の巻線の一方の端子を硝子球に他の端子を炭織
條に接続し放電を行ふべし、此放電に由て發する光の色にて真空の程度を判
定するなり。即ち真空が不充分なるときは光の色は桃色を呈し、完全なるに
從ひ漸次青色を呈し、完全なる真空なるときは螢光を發し所謂X光線を發す

るに至るべし、斯くの如き完全なる真空ならざる硝子球なるときは使用後炭
 纖條の光は漸次減少するを免かれず。球内真空の完全にして螢光を發する
 際青色を帯べる場合と黄色を帯べる場合とあり、此相違は球の硝子の種類に
 由て生ずるなり、即ち鉛硝子を用ひたる場合には放電は青色の螢光を發し、曹
 達硝子を用ひたる場合には黄色螢光を發す、曹達硝子は鉛硝子に比し熱を吸
 收すること多く破損し易きを以て燈球用には不適當なり、然れども廉價なる
 爲め往々使用せらるゝことあり。

真空試験に合格したる燈球には指定電壓の電流を通じ光度計にて其燭光を
 測り、燭光の定まりたる燈球には其一方にベースを附着せしむ、ベースは圓

第百十七圖

エヂソン形白熱燈球



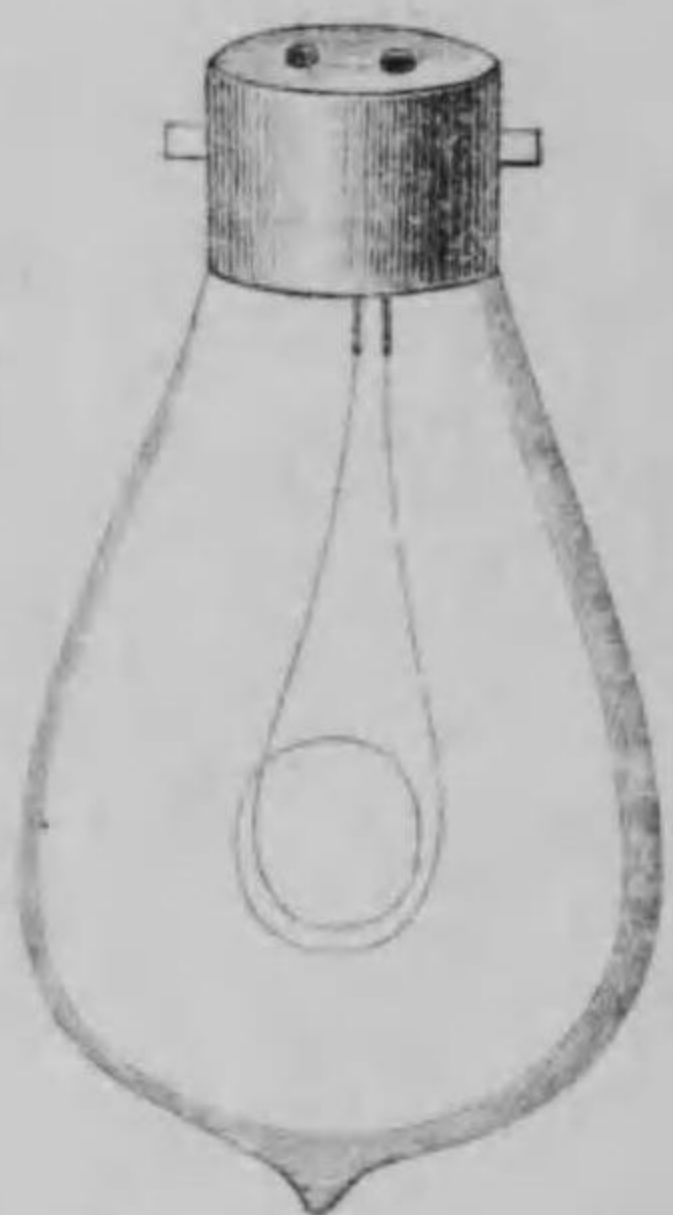
エヂソンベース

筒状の眞鍮片にし
 て其中央部に圓形
 の眞鍮片を有し、周
 圍の眞鍮片より白
 堊或は特種のセメ

ント若くは硝子にて相互に絶縁せらる、此兩眞鍮片に纖條の兩端に接続せる
 銅線(第百十六圖の12)を鐵付して燈球は完成し、ベースに依て電流を纖條に
 通ずることを得るなり。ベースの形狀に敷種あれども其重なるものをエヂ

第百十八圖

スワン形白熱燈球



スワンベース

ソンベース及スワン
 ベースとす、エヂソン
 ベースは螺旋形にし
 てスワンベースは挿
 込形なり、使用上便利

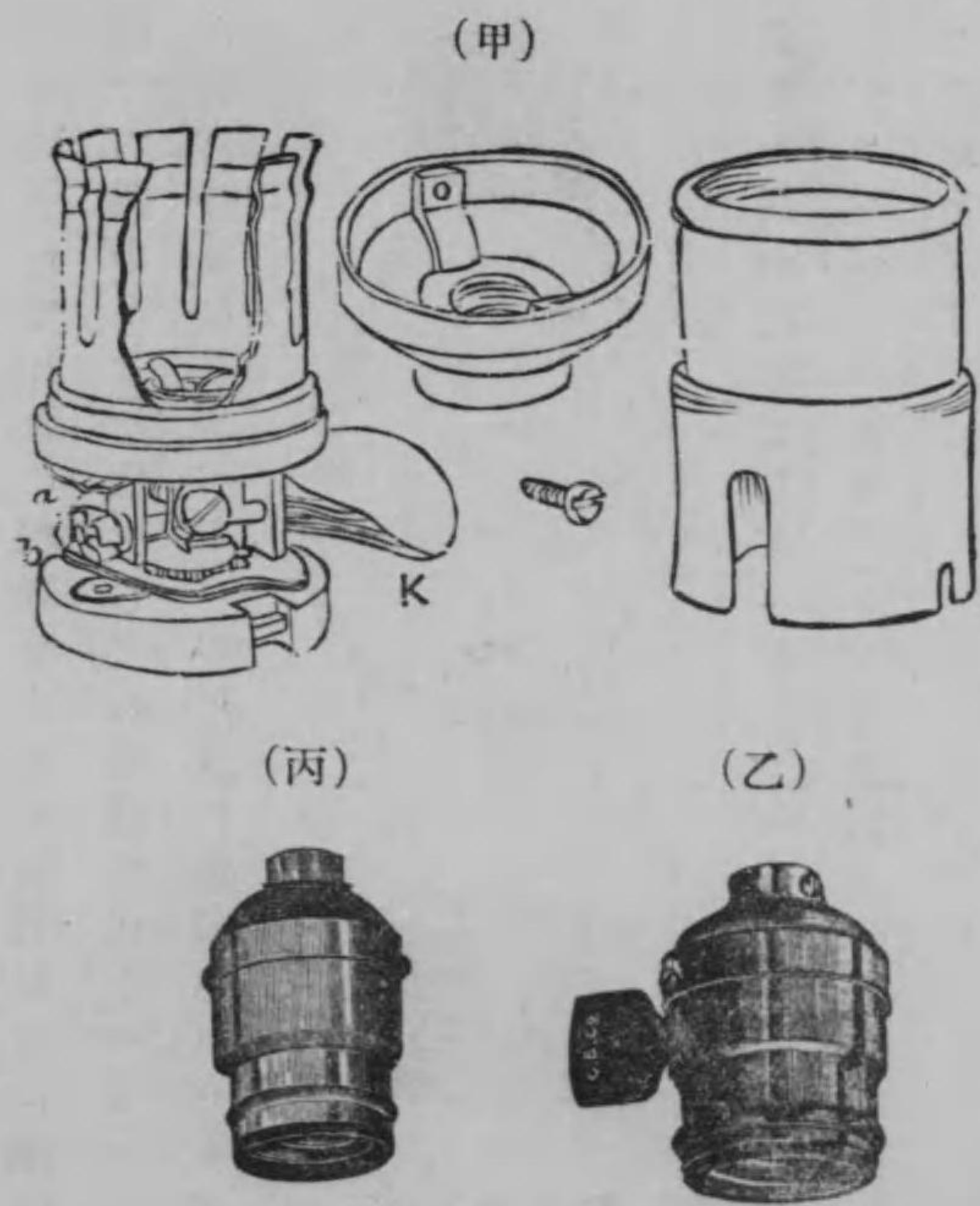
なるに由て米國の標準としてエヂソンベース最も廣く使用せらる。第百十
 七圖はエヂソンベース及エヂソン形燈球を示し、第百十八圖はスワンベー
 ン及スワン燈球を示す

ソケット 燈球を回路に接続するにはベースのみにては不便あるを以
 て是を媒介する器具あり之をソケットと云ふ。エヂソン式ソケットは
 内部に雌螺ありて是と絶縁して其底に眞鍮片あり、エヂソンベースを是に捻

ち込めば周囲の眞鍮片は雌螺旋に良く適合し、其中央部の眞鍮片はソケット
ト底部の眞鍮片に接觸す、是に依て回路の兩極線をソケットの雌螺旋部と
底部眞鍮片とに接続し置けば、電流を燈球の炭纖條に通せしむるを得るな
り。

第 百 十 九 圖

キーソケット



に二種あり一は電鍵を設け是に依て燈球の點滅を自在になすもの。是をキーソケットと云ひ一は電鍵なきものはをキーレスソケットと云ふ。第百十九圖甲は

キーソケットの内部構造を示し、乙は其外觀、丙はキーレスソケットの外
觀を示す、第百十九圖甲に於て電鍵を廻せば、*α*の眞鍮片は相接觸し燈球
の炭纖條はソケットに電氣的接続を爲す、第百二十圖は燈球を挿入したる
キーソケットの切斷面にして、Gは燈球、Fは最終に封したる燈球の頂部、F
は炭纖條、Wは銅線及白金線を接続せる箇所、Sは炭纖條を有する小硝子管の
頂部、Bは其白金線を封入したる部、Rは螺旋狀のベース、Cはベースの中心に

内部に浸入することなくして電氣上の災害を生せしめざるを以て、内部は水蒸氣の浸入なからしめんが爲に總て是に電鍵を附せざるなり。

第二項 白熱燈の性状

燭光 白熱燈が發する光りの強さは炭纖條の大小長短に由て異り、凡そ之に通ずる電流の六乗に正比例す、其程度を表はす爲めに氣壓及電流に於けるが如く光の單位なるものあり、是は或る一定の光を發する燈の光の強さにし

て其燈を標準燈と稱す、其種類甚だ外く各國に於て異なる其重なるものを左の三種とす。

カルセル燈

標準蠟燭

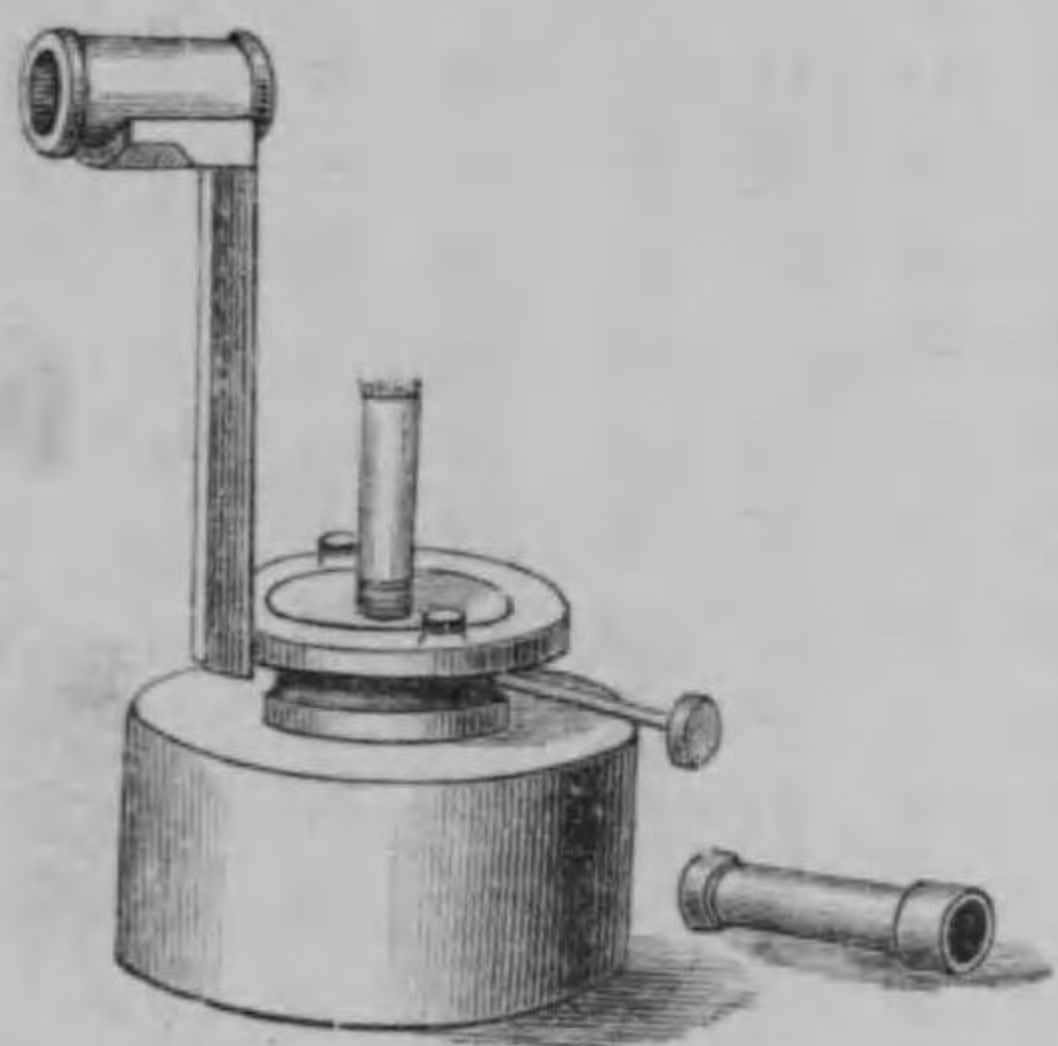
フネル燈

カルセル燈は佛國に於ける標準燈にして、其形狀は通常の丸心の石油燈と同じく、心は筒狀をなし重量及大さは一定し其内外に空氣の流通する様裝置せらる、油には菜の一種なるコルザより採りたる油を用ひ心に常に同じ壓力にて浸み込む様特別の裝置あり。油の消費量は一時間に四十二グラムを標準とし四「グラム」の増減は差支なしと爲せり此割合にて心か燃え焰の長さが四「ミリメートル」なる時に發する光の強さを「カルセル」と云ふ。此燈の光の色は通常の瓦斯燈に似て黄色及赤色を帶べり。

標準蠟燭に亦數種あり、英國及米國に於て標準とするものは鯨より採りたるスパーマセチーと稱する蠟にて作れる蠟燭にして、一本の重量二、オンス半、長さ十吋直径は上部〇・八吋下部は〇・九吋なり、心は三本の木綿糸より成り木綿糸は二十本の纖維より成る是れが燃えつゝある焰の長さが凡そ一時八分七

一時間の燃焼量百二十「グリーン」四分二「オンス」なる時に發する光の強さを單位とす。獨國に於ける標準蠟燭は通常のバラフォン蠟にて作れるものにして一本の重量五十「グラム」長さ三百十四「ミリメートル」直径二十「ミリメートル」なり、心は二十五本の木綿纖維より成る、是れが燃えつゝある焰の長さが五十「ミリメートル」二分間の燃焼量七・七「グラム」なる時に發する光の強さを單位と爲す。是等の蠟燭が發する光の單位は皆相等しからざるも、總て此單位を一

第二百一十一圖
ヘフネル燈



燭光と云ひ白熱燈が發する光を是に比較して何燭光の白熱燈と稱するなり、然れども其標準燭を示さざれば實際の光の強さを知ることを得ざるの理なり、我國に於ては一汎に英國の標準蠟燭を標準燈とす。
ヘフネル燈は獨國にて使用せらるゝ標準燈にして、其形狀は第二百一十一圖

に示すが如く、油筒は内徑八「ミリメートル」高さ二十五「ミリメートル」にして、心は多數の木綿糸より成る、油は醋酸アミルと稱する香氣高き液にして、焰の長さ四十「ミリメートル」なる時に發する光の強さを單位とし是を「ヘフネル」と云ふ。此燈の光の色は蠟燭の光に似て黄色及赤色を帶べり。以上諸單位の光の強さを比較すれば左の如し

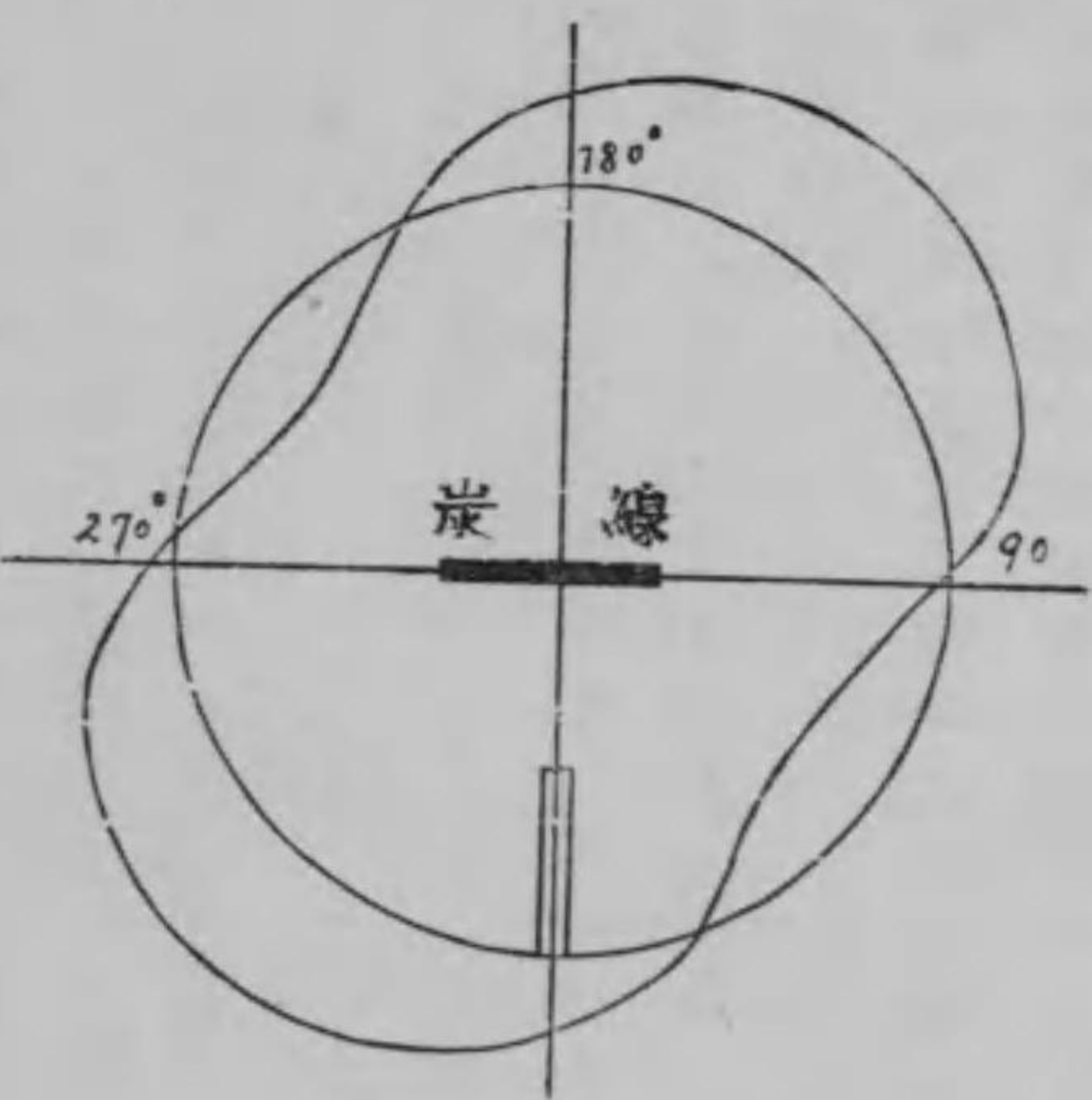
1ヘフネル	= 0.793燭光(英)	= 0.812燭光(獨)	= 0.106カセルセル(佛)
1.129	" = 1	" = 0.923	" = 0.12
1.293	" = 0.97	" = 1	" = 0.13
9.408	" = 8.83	" = 7.092	" = 1

是等の標準燈に比較して白熱燈の燭光を測る方法は前章に記載せり。

白熱燈の燭光は一汎に水平の方向に強く垂直の方向に弱し、水平面に於ては炭纖維面より四十五度の方向に於て最大燭光を表はし之と、九十度の角度をなす方向に於て最小燭光を表はす。是に因て精密に燈球の實際の燭光を知るには炭纖維面に對し種々の方向に於て水平の其燭光を測り之れが平均を

第二百二十二圖

エヂソン形白熱燈球の水平面に於ける光の分配曲線



探り、次に炭纖維面に對し垂直面中極々の方向に於て其燭光を測り是れが平均と前の平均とを更に平均す、是れが燈球の實際に於ける光の強さにして是を球面平均燭光と云ひ水平面に於ける平均燭光を水平平均燭光と云ふ、球面平均燭光は概ね水平平均燭光の八割乃至八割五分に當る。第二百二十二圖はエヂソン形炭纖維條が發する水平燭光の分配を示す、圖中圓の半径は十六燭光を示し曲線は燈球の水平面に於ける光の實際の分配を表はす、即ち光の強さは炭纖維條の方向に從て異なるを認むべし。斯くの如くエヂソン形の炭纖維條より發する光の分配は不規則なる故に、近來は概ね之を一回乃至二回渦巻きしたるもの即ちスワン

形の炭纖維條を用ふ。此燈球に於ける光の分配は殆んど圓形に近く、水平面に於ける分配は第二百二十三圖甲に示すが如く、垂直面に於ける分配は第二百二十三圖乙に示すが如し。白熱燈の光の分配は方向に從て異なるれども、大差なき

スワン形白熱燈球の水平面に於ける光の分配曲線

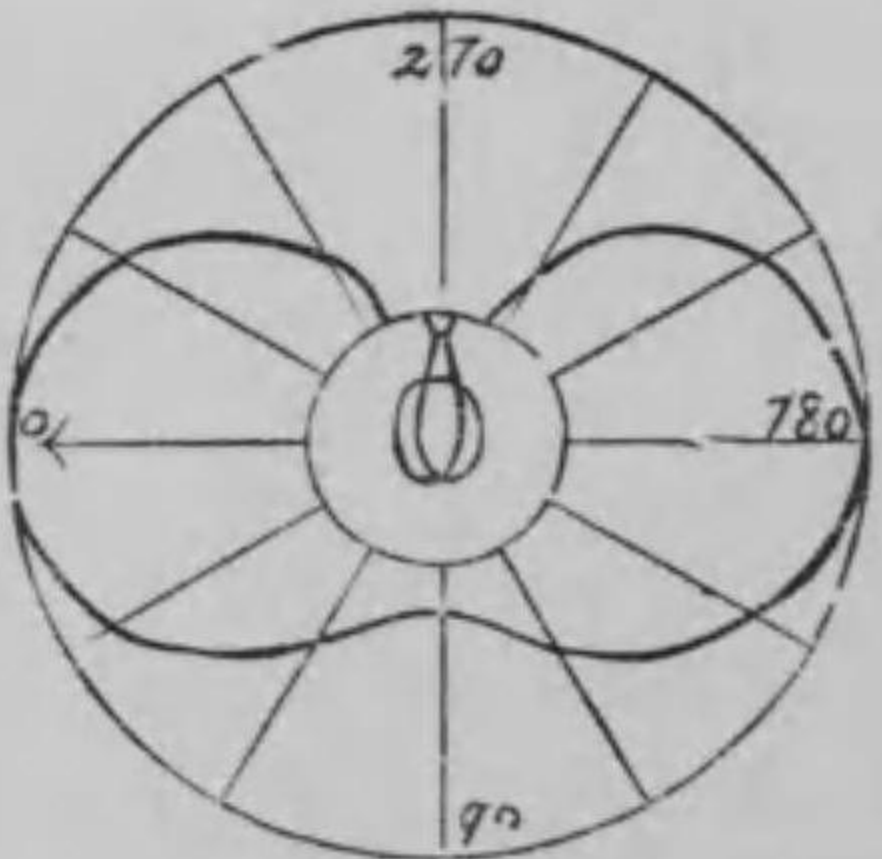
スワン形白熱燈球の垂直面に於ける光の分配曲線

同上形燭器を用ひたる燭光の分配曲線

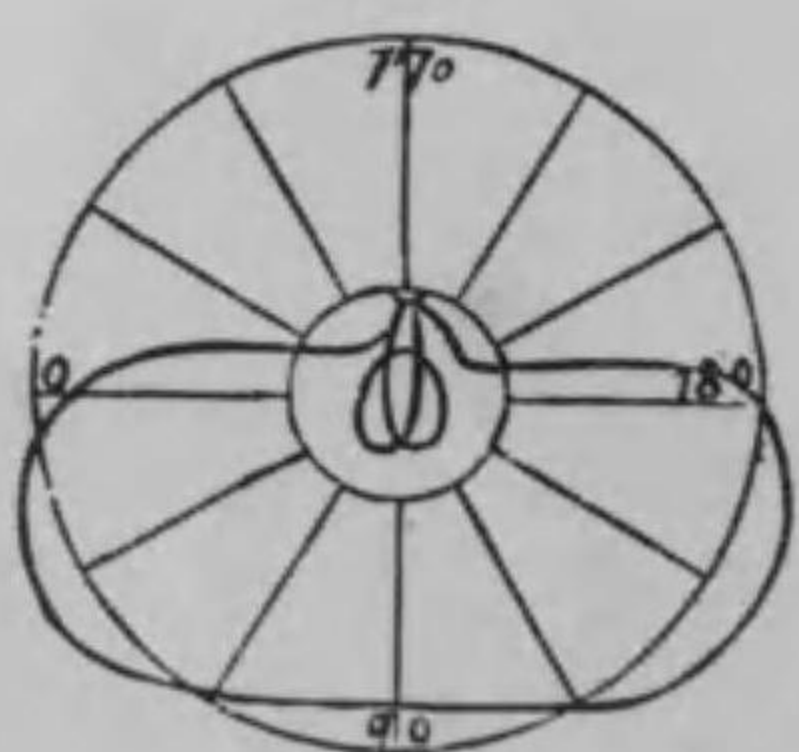
第二百二十三圖 (甲)



(乙)



(丙)



故に水平面に於ける最大燭光を其燈球の燭光と見做すを通常とす。燈球より上方に向て發する光は實際物體を照らすに効用なければ、是を下方に反射せしむるが爲に通常反射笠を燈球の上部の用ふ、是に由て光りの分配は變じ

其状態は笠の種類に由て異れども、市場に在る普通の山形陶器笠を用ひたる場合には第百二十三圖内に示す如くして下方に向て發する光は甚しく増加するなり。

燈球の種類——白熱燈球は其炭纖維の長さ及大きさを適當に定むれば、如何なる電壓に於て白熱するものをも、亦如何なる燭光のものをも製造することを得れども、最も普通に用ひられ居る標準電壓は一百「ヴォルト」にして燭光の種類は左の數種なりとす、

- 五燭光又は六燭光 十 燭光
- 二十四燭光 三十二燭光
- 十六燭光 二十燭光
- 五十燭光 百 燭光

此外に電氣裝飾用に低電壓の五燭光或は六燭光のものあり、又醫術上若くは携帯用電燈に二燭光或は三燭光のものを用ふることあり、近來は二百「ヴォルト」燈球の製造發達し工場に於て電力使用の場合に、電壓が二百「ヴォルト」又は五百「ヴォルト」なるときは概ね二百「ヴォルト」燈球を用ふ、其他特種の燈球としては船舶内に於て八十「ヴォルト」汽車内に於て十六「ヴォルト」二十四「ヴォルト」

三七「ヴォルト」又は六十「ヴォルト」、醫術上及電話用に四「ヴォルト」八「ヴォルト」又は十二「ヴォルト」にて白熱する燈球使用せらる。

一百「ヴォルト」十六燭光燈球の炭纖維の長さは六吋乃至八吋にして直徑は〇・〇〇八吋乃至〇・〇一吋なり、其抵抗は白熱したる時凡そ〇・五六「アムペア」の電流が通するに由り「オーム」法則に従ひ $R = \frac{V}{I} = \frac{100}{0.56} \approx 178.6$ 即ち百七十八・六「オーム」なれども、通常の溫度に於ては殆んど是に二倍す。八燭光燈球の抵抗は是に二倍し、三十二燭光燈球の抵抗は其二分の一なり。點火電壓高きものは炭纖維の抵抗愈々大なるを要するに由り炭纖維は細く且長し、例へば拾六燭光二百「ヴォルト」燈球の炭纖維の長さは十二吋乃至十五吋なり。

白熱燈の發輝能率 或る勢力を受けて光を發する物體の供給勢力と光を發する勢力との比を發輝能率と云ふ。白熱燈の十六燭光のものは供給電力五十「ワット」の内四十八「ワット」は單に炭纖維を熱するに止り殘餘の二「ワット」が光を發する勢力に過ぎざれば、白熱燈の發輝能率は僅かに五十分二即ち四パーセントなり。此電力は蒸汽發電所に於て石炭の燃燒に因り汽罐、汽機發

電機を経て供給せらるゝものなれば、白熱燈の發輝能率を石炭より打算するときは石炭の發生する勢力の〇・五パーセントに過ぎず、斯の如く僅少なるも尙瓦斯燈及石油燈の能率に比し甚だ大なり。

白熱燈の能率及有効期 白熱燈球の水平平均燈光にて其供給電力を除したる商即ち每一燭光に要するワット數を燈球の能率と云ふ、例へば五十ワットを要する十六燭光燈球の能率は $\frac{50}{16} = 3.125$ ワットにして、六十ワットを要する同燭光の燈球の能率は $\frac{60}{16} = 3.75$ ワットなり、一汎に能率は三ワット乃至四ワットにして炭纖條の熱せらるゝ温度に比例して高低す。此の能率は同一燈球に於ても一定不變に非ず、燈球使用中漸々燭光は減じ能率は低下し數千時間を経て遂に炭纖條は切斷するに至るべし、其原因は

- (一) 炭纖條より炭粉蒸發して炭纖條細小になり其抵抗増加するが爲め
 - (二) 蒸發したる炭粉が硝子球の内面に附着して光を吸收するが爲め
- 炭粉の蒸發は回路の消極に接續する炭纖條端に近き部分に於て最も甚し。斯くの如く燭光降下するにも拘はらず是を使用すれば、一燭に要する電力を

増し不經濟なるを免かれず、是に由て其使用時間を制限し燭光が減少して最初の八割に成りたる時を限度とし、此限度に達したる時は新しき燈球と取換ふべきものとす。此八割に減する迄の時間を燈球の有効期と云ふ、有効期は一汎に平均六百時間なれば、燈球を使用し初めてより六百時間を経過するときは新しき燈球と取換へるを可とす。

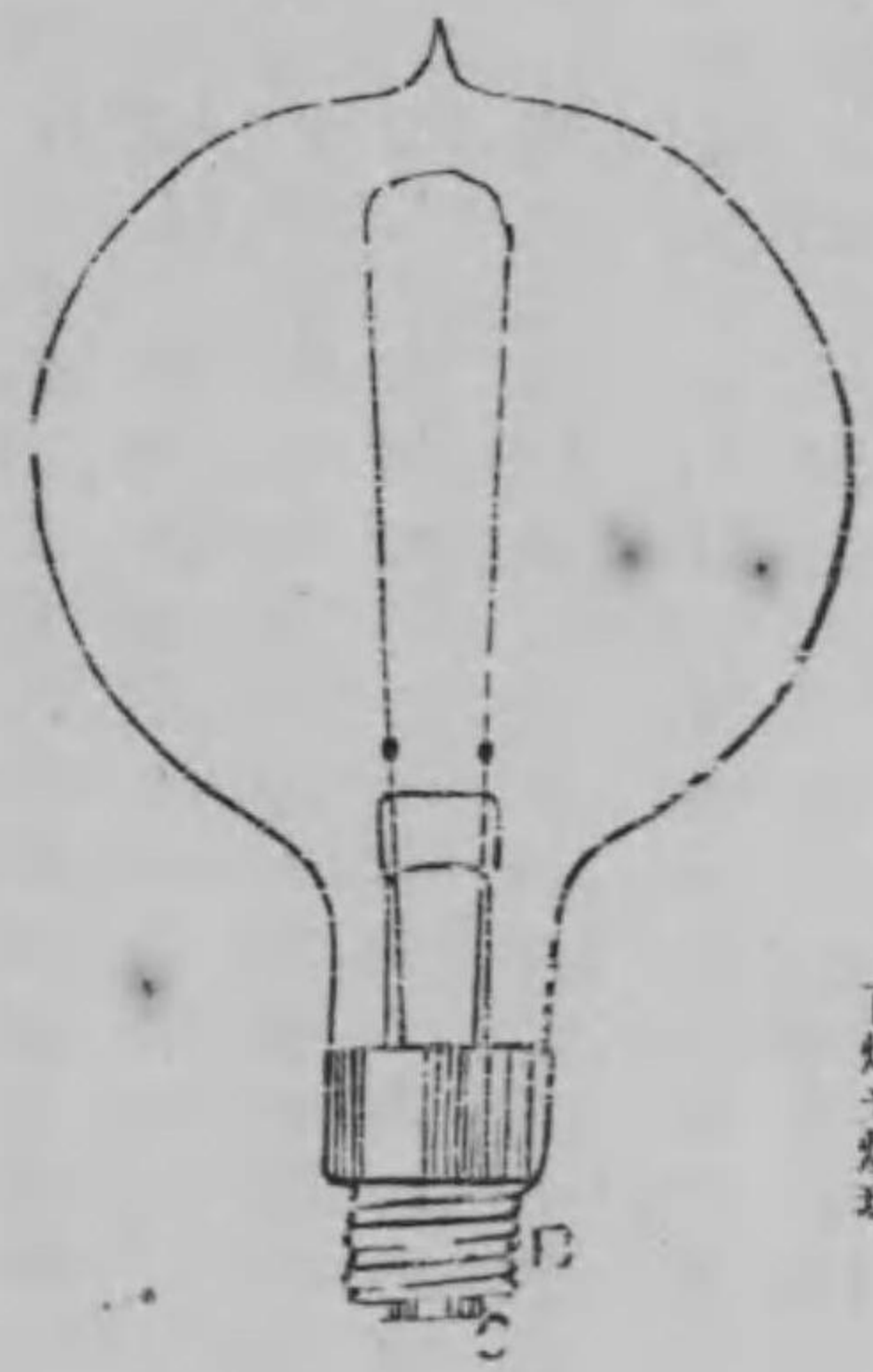
燈球の壽命をして長からしむるには以上の二原因を成べく減せざるべからず。而して炭纖條より蒸發する炭粉の多少は炭纖條の熱せらるゝ温度の高低に關す、温度高きときは燭光は増し能率高きも、炭粉の蒸發多くして有効期を短縮し、之に反し温度低きときは炭粉の蒸發少く有効期は長きも、燭力は減じ能率低し。適當なる温度は本章の初めに記載したる如く攝氏一千三百四十五度なりとす、炭纖條を此温度に熱する電力は炭纖條の表面積毎平方センチメートルに付き七十ワット乃至百ワットの割合なり、之を表面効率と云ふ。是に由て炭纖條に通ずる電流は炭纖條の表面効率を上記の如くならしむる様電壓及燭光に應じ定むると最も必要なり。温度及表面効率相等しき二個

以上の炭纖條の燭光は其表面積に比例するが故に、三十二燭光燈球は相等しき表面効率を有する十六燭光燈球に比し、炭纖條の表面積に於て二倍し供給

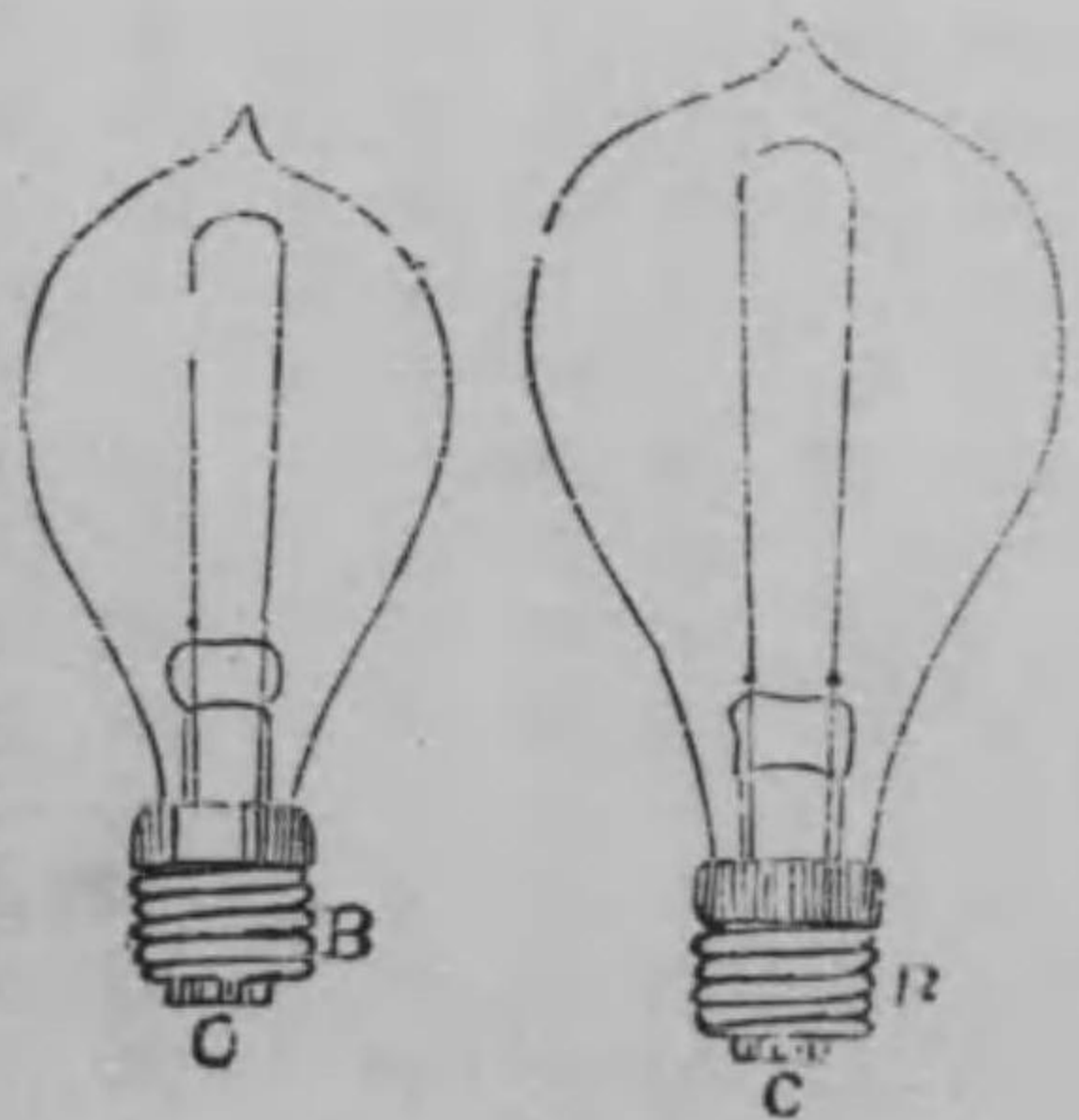
第二百二十四圖

白熱燈球の大きさの比較

三十二燭光燈球



百燭光燈球



十六燭光燈

せらるゝ電力に於て亦殆んど二倍す。第二百二十四圖は同じ電壓の電流を受けて白熱し、相等しき表面効率を有する十六燭光、三十二燭光及百燭光の三種

燈球の大きさの割合を示す。

又如何なる場合に於ても燈球に通ずる電流の電壓を増すときは、表面効率は増して燭光及能率は増すも有効期は之に反して短縮す、之に反し電壓を減するときは表面効率は減するに由り有効期は伸長すれども燭光及能率は減じ

第三十一表

電壓	燭力	能率	有効期短縮百分率
96	12.6	3.6	982.9
97	13	3.45	112.4
98	14.2	3.34	162.8
99	15.1	3.22	129.2
100	16.0	3.10	100.0
101	16.9	2.99	81.8
102	17.9	2.90	68.1
103	18.9	2.08	66.2
104	19.9	2.77	54.2
105	21.1	2.62	37.4

て反て不經濟となる、例へば百「ヴォルト」電壓にて五十「ワット」を要する十六燭光燈球を九十「ヴォルト」電壓に使用するときは、燭光は十燭に減じ電力三十三「ワット」を要するに由り、能率は 100/81 = 1.23 「ワット」に低下し表面効率は最初の五分の三に減じ有効期は甚しく伸長す、是等の關係は第三十一表に示すが如し。表に於て認むる如く僅か二「パーセント」の電壓の差にて燭光に二燭光の差有効期に六十「パーセント」の差能率に八「パーセント」の差を生ずるに至るを以て、電燈經營者は電壓を不變に保ち燈球の能率に變化を生ぜざる様務むること肝要なり。

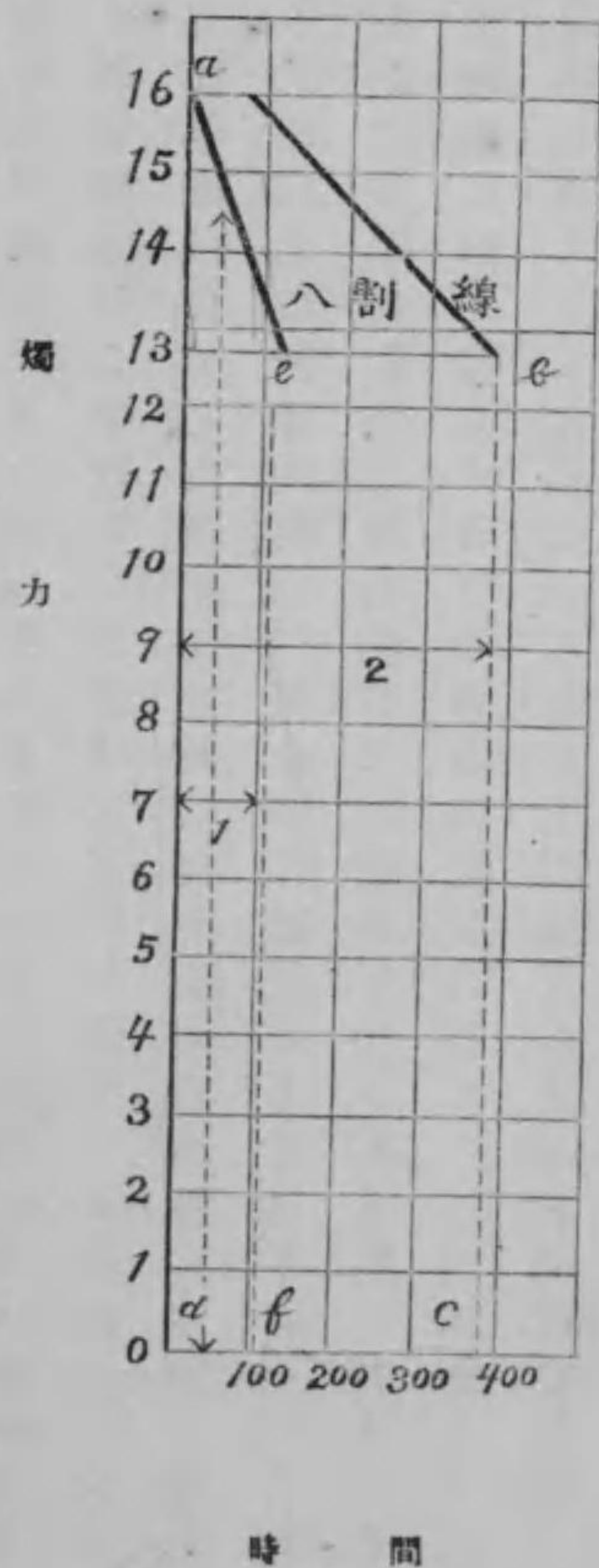
最良の燈球とは能率高くして二、三、四、乃至五、六、七、八、九、十、の電壓の變化あるも能率に變化なく有効期長きものなれども、前記の如く能率高きものは屢々燈球の取替へを要し、有効期長きものは能率低くして電力費の多額を要す、斯の如く有効期と能率とは相兩立せざるが、能率は低くとも有効期長き燈球を用ふるが利なるか有効期は短くとも能率の高き燈球を用ふるが益なるかは電力發生費及其利子と燈球の代價及利子を比較して定まるものなり、例へば水力發電所に於ては電力發生費は、特別なる場合を除き比較的僅少なればたとへ機械費及水路費の利子を加算するも燈球の代價及其利子に比して低廉なる故に、能率は低くとも有効期長き燈球を使用し、燈球取換費を減少せしむるが利益なる場合多し。如何なる場合に於ても有効期を經過したる燈球を使用すべからず、若し是を使用し其減じたる燭力を増さんが爲に電壓を増すときは、其燈球の燭光は増すとも同一回路に接続せられたる比較的新らしき燈球は指定以上に熱せられ、燭光は必要以上に増し、第三十一表に示す如く其有効期は短縮せられ、不利益なること明かなり。

燈球の燭光及能率は、電流が直流なるに交流なるに關せず同様にして、何れの燈球も直流回路及交流回路に使用するを得るなり。

燈球の燭時及燈球使用上の注意 燈球より發する光の強さは燭光にて表はすも、發する光の分量を表はすには使用の始めより炭纖條の切斷するに至る迄の時間と其間の燭光の平均とを相乗せるものを以てし、其單位を燭時と云ふ。一燭時とは一燭光の燈球が一時間點火したる光の分量にして、燈球の全點火時間をT時間とし平均燭光をCとすれば、光の分量はTC燭時なり、而して有効期中の平均燭光と有効期を示す時間との相乗積を有効燭時と云ふ。是に由て燭光同一なる燈球の有効燭時は其の有効期に正比例し、能率高き燈球は能率低き燈球に比し有効期短ければ其有効燭時亦尠し。同じ電壓にて點火する二個以上の燈球の有効燭時を測定比較するには、是れを同一回路に接續點火して五十時間乃至百時間毎に其燭力を測り、其八割に減するに至て止む。此測定に由て得たる各時間毎の燭光と時間とにて曲線を書き、第一百二十五圖を得たりとすれば、燭光の八割以上の燭光線及時間線にて包圍する面

第二百五圖

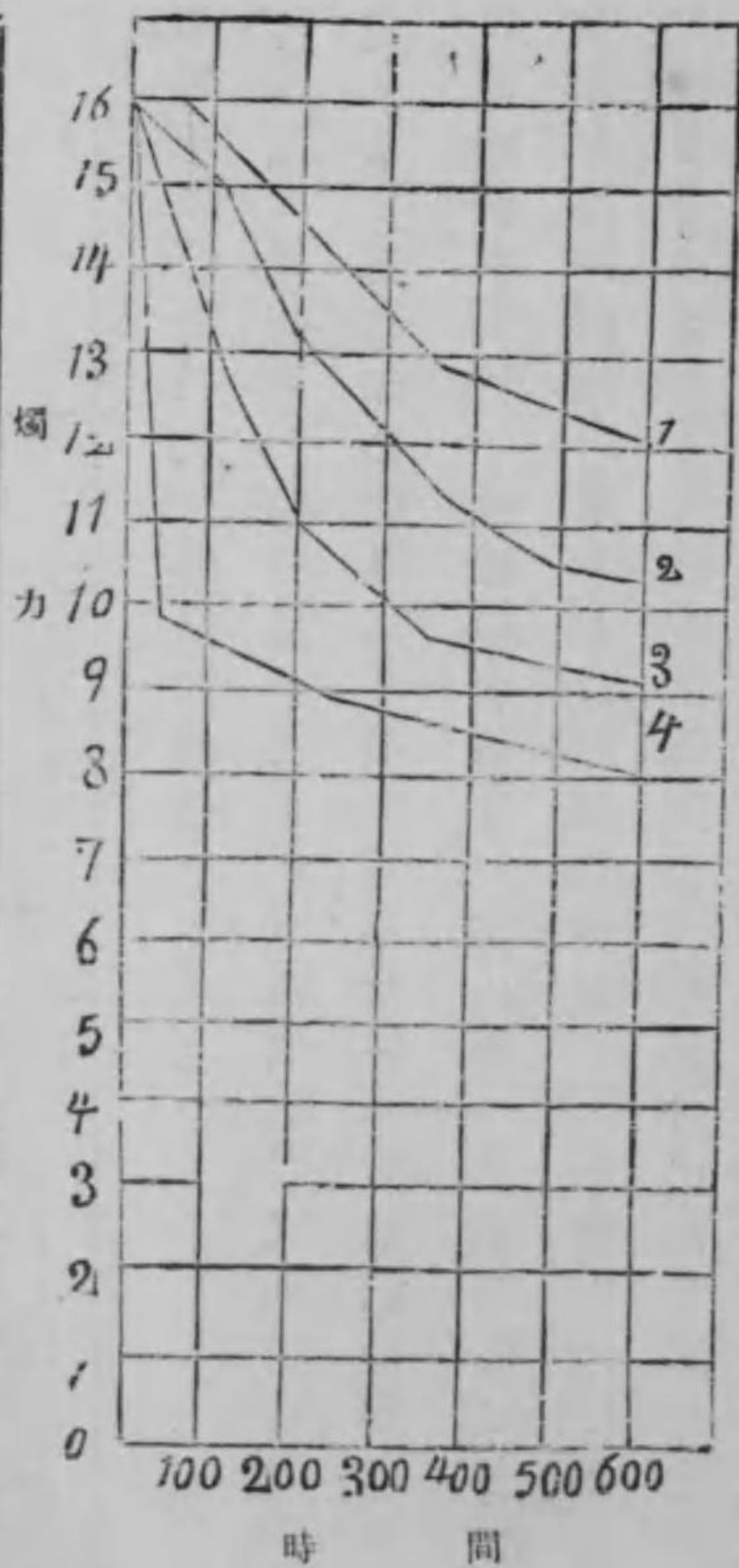
有効燭時線



積は各燈球の有効燭時を示す、即ち第一號燈球の有効燭時は ae 、第二號燈球の有効燭時は $abcd$ にして、數字上第一號は千五百燭時、第二號は六千燭時なり、是に由て常に同じ光りを得んには、第二號を新燈球と一度取換へる間に第一號を四度取換へざるべからず、從て燈球取換費は第一號燈球を用ふる場合は第二號燈球を用ふる場合に四倍す。此比較の方法は最も精確なれども發電所に於て是を行ふこと容易ならざれば別の方法として諸燈球を有効期の平均六百時間引續き點火し、其燭光を最初より五十時間乃至百時間毎に測りて得た

第二百六圖

有効燭時線



る燭光數と時間にて曲線を書けば、其八割燭光迄の燭光線及時間線にて包圍する面積は、其燈球の有効燭時を示すなり。此方法は簡單にして發電所に於て容易に行ふことを得るなり、此方法に由て四個の燈球に就き測り、第二百六圖に示す如き曲線を得たりとすれば、各燈球の有効燭時は實に左の如し。

第一號	有効燭時	燭時の差
八千二百		

第 二 號	七千五百	七 百
第 三 號	六千五百	千 七 百
第 四 號	五千四百五十	二千七百五十

是等有効燭時の多少に由て燈球の價値は定まるなり。

總て燈球は點火後有効期を經過したるときは、供給者又は需用者の負擔に拘はらず必ず是を新燈球と取換ふるべきものなること前記の理に由て明かなり、然るに電燈營業に於て燈球の取換費が需用者の負擔なるときは、需用者は一時の費用を惜み、燈球の暗きを忍んで新燈球との取換を敢て爲さざれば、供給者は取換費を減額して六百時間經過後は需用者に向て燈球を取換へることを請求するか、若くは取換費を負擔して六百時間使用後は新燈球と取換へるを可とす。最初より燈球取換費が供給者の負擔なる規定なるときは勿論是を斷行すべきなり。是を要するに最經濟的點燈方法は電壓を必らず不變に保持し燈球の平均使用時間を六百時間より超過せざる様致すにあり。

電壓の調整——已に記載したるが如く點火電壓を不變に保持せず反て増加するときは、一時燈球の光輝を増し能率を高むるも、其有効期を短縮し反て損失となる、即ち電壓の四パーセントの増加は有効期の五十パーセントを減少するを以て電壓の調整を怠らざること必要なり、殊に交流回路に於ては變壓器も第二の電流發生器なるを以て、其電壓調整に就き注意し、調整良き變壓器を使用すること緊要なり、變壓器は耐量大なるに従ひ調整良好なれば成るべく耐量大なるものを使用するを可とす。

電壓を不變に保持するには、携帶電壓計にて各需用家に就き燈球の全點燈の時と最少點燈の時及平均數點燈の時との三回に、燈球のソケットに於ける電壓を測るべし。其方法は接續栓に依り電壓計をソケットに接續し十五秒毎に電壓を測り五回乃至三十回は行ふべし、其平均値は其回路の平均電壓と見做すを得べし。此方法を前記の三回に行ひて是を平均し、其平均電壓に適する燈球を使用すれば最も可なり、或は燈球の指定點火電壓が此平均電壓に相當する様發電所に於て電壓を調整するも可なり、此方法は毎月一回乃

至二回數戸の需用家に就き行ふべきものとす。

第三項 ネルンスト燈及金屬纖維燈

白熱燈より發する光は暗體なる纖維の熱輻射にして、其熱せらるゝや多種の熱の波を放散し高温度に達したるとき、人目に映する光と成て現はるゝなり。此見得べき光を最も能率高く發せしむる温度は暗體に於ては攝氏四千六百度乃至五千度にして、通常物體の氣體に化し終る温度なり。斯くの如き高温度迄熱して發光せしむるも、發輝能率は漸く八パーセントに過ぎず(太陽の温度は攝氏七千五百度にして能率は二十五乃至三十パーセントなり)たゞハ斯くの如き高温度迄熱せずとも、出來得る限り纖維を高温度に熱すれば、能率高き光を得るや明かなり。然るに炭纖維白熱燈に於ては炭纖維の沸騰點は約三千八百度にして、炭素の烈しき蒸發と纖維の組織變更の虞れあるに由り、僅かに千三百四十五度に熱するを以て適度とす、從て能率は僅かに四パーセントに過ぎず。此故に是れよりも能率高き白熱燈を得んには、熔解温度高くして人目に映すべき光を多量に發すべき物體を纖維に用ひざるべからず。是

に就き數年前より諸學者研究し第一にネルンスト氏がアルカリ土類の稀有金屬を用ひ炭纖維燈より能率高き光を得て、ネルンスト燈と稱し製造の市場に出せしが、已に諸所に使用せらるゝに至れり。次で諸學者はネルンスト燈より猶能率良き燈を得んとに焦心苦慮し、熔解温度高き金屬の纖維を試みに用ひたりしに、此纖維は最高温度よりも低き或る定温度に於て最も多くの人目に映する光を放散し、數種の金屬が此特質を帶ぶることを發見せり、是に由て熔解温度高き金屬にて纖維を作り、其定温度又は是に近き温度迄熱し、白熱光を發せしめ、能率高き白熱燈を得るに至れり。其種類に數多あれども、其重なるものをオスミウム燈、タンタム燈、タングステン燈等とす。

ネルンスト燈 通常の白熱燈は導體なる纖維を真空なる硝子球内に入れ、是に電流を通じて白熱ならしむるものなれども、ネルンスト燈に於ける發熱體は通常の温度に於ては絶縁物にして、高温度に熱せらるゝ時始めて導體となり、電流の流通により白熱して發光す、此性質を有するものはマグネシア、酸化カルシウム等のアルカリ土類稀有金屬にして、其比抵抗と温度との關係は

第百廿七圖に示すが如し。千八百九十七年初めてネルンスト氏が製造したる燈はジルコニウム、マグネシウム等の稀有土類の酸化物を發熱體に用ひ是にて圓柱體を作り其兩端を二個の金屬片にて挟み是を回路に接続せり。此發熱體は通常の温度に於ては絶縁物なれば電流是に通せざるを以て、適當の電導力を得る迄アルコール燈或は瓦斯燈にて是を熱するときは、電流は漸次發熱體に通じ發熱體は遂に白熱となりて光を發するに至るべし、是を白熱體と云ふ。其光は美麗にして日光に近似し、物體の固有の色彩を表はしめ投影を生ずることなく、且下方に向て光り強くして閉塞弧狀燈に劣ることなし。白熱體は白熱になるも大なる化學的變化なく、空氣中に於て高熱に堪へるを以て是を眞空球に入れるを要せず、白熱體の大きさは巾一・五ミリメートル長さ七ミリメートルにして百十九「ヴォルト」の電壓の下に三十九・三「ワット」の電力にて十六燭光を示せりと云ふ、即ち炭纖維條白熱燈に比し能率甚だ高し。第一のネルンスト燈は斯の如く別に加熱する必要ありしが、其後漸次改良せられ自から熱する装置を加へて現今のネルンスト燈と成れり。現今のネル

第百二十七圖

ネルンスト燈白熱體抵抗の變化を示す曲線



一立方「センチメートル」の抵抗

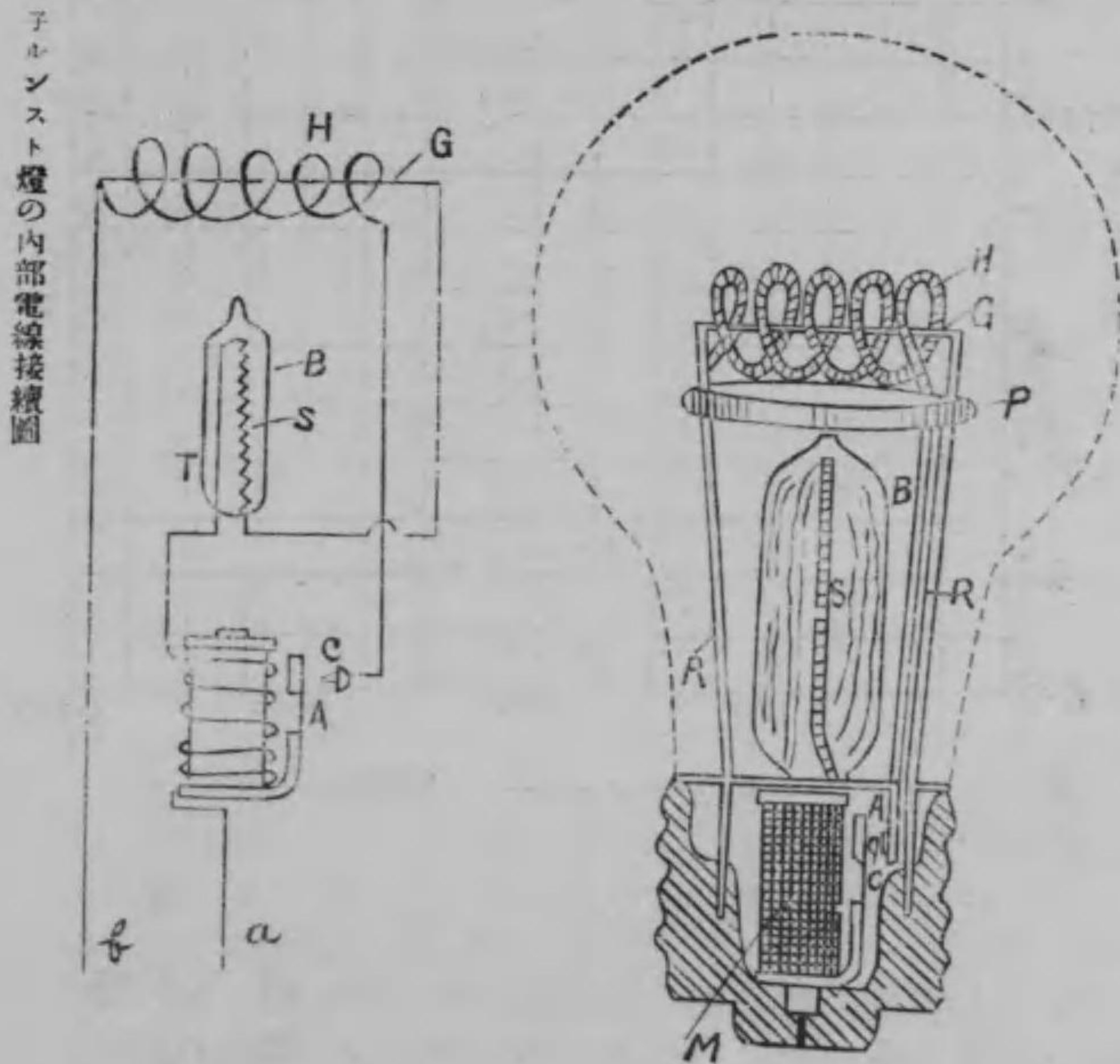
ンスト燈に於ては、白熱體は稀有土類金屬ジルコニウムの酸化物に同種屬の金屬ソリウムの類の酸化物を加へ、是に澱粉様の或る粘着劑を混和し型に入れて壓搾し作りたる紐狀物を適當の長さに切断して乾燥焙焼し、最後に是に導線を接続したるものにして、其長さ四分三吋乃至一時二分、直徑六分一四分一吋乃要十六分一

ネレンスト燈詳解圖

第二百二十八圖

ネレンスト燈

(甲) (乙)



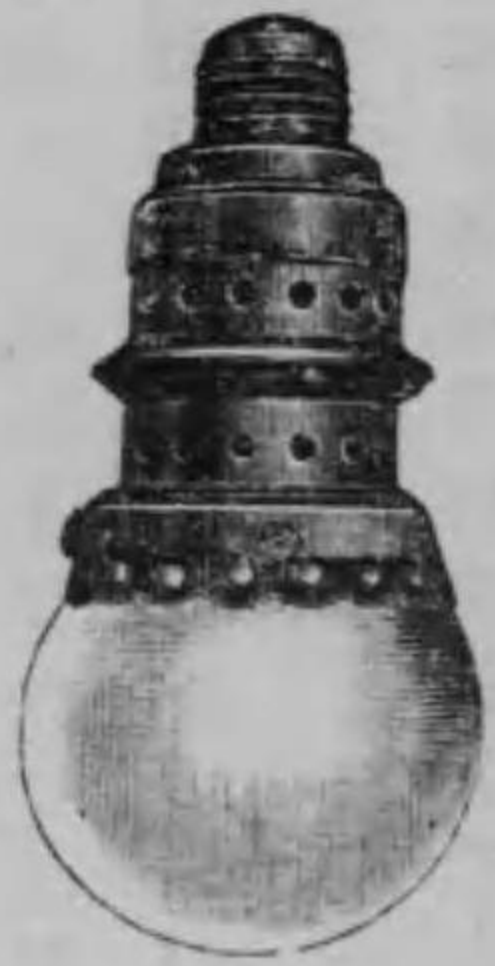
ネレンスト燈の内部電線接続圖

(三百十四)

時なり。此製造法は簡單なるが如しと雖も實際に於ては熟練を要し、殊に白熱體と導線との接続方法は最も困難なれば種々の接続方法案出發明せられたり。第百廿八圖甲乙はネレンスト燈の

(丙)

ネレンスト燈の外観



構造を示し丙は其外觀を示す、圖に示す如く燈底より二本の金屬杆 RR を出し其先端に磁器板 P を附す、各金屬杆に小白金線を鐵着し各白金線に白熱體 G を電導力あるセメントにて接続す、白熱體 G の周圍に加熱器 H を備ふ、加熱器は磁器製の細管に直徑〇・〇三ミリメートルの白金線を巻きたるものを螺旋狀に曲げ、是を焼きて製造したるものなり、M は遮断用電磁鐵、A は接極子、C は接點、B は平均用抵抗線を包圍せる密封硝子管にして、内部には磁器杆 S に細き鐵の抵抗線を捲き、其一端は白熱體に接続し一端は電磁鐵に接続すると圖に示すが如くす。此燈を回路に接続し、電流を通ずるときは最初は G は H と並列に接続し、電流の大部分は H に通ず、H は之が爲に熱せられ白熱體に熱を與へ、白熱體は熱するに従ひ抵抗減じ、電磁鐵 M に通ずる電流は漸次増加し、遂に接極子を吸引するに至りて、H の回路は接點 C に於て開き遮断せられ、電流は白熱體のみ通じ、同時に白熱體は白熱に變じて強き光を發するに至る、斯の如くに至

(三百十五)

る時間は最初より僅に三十秒に過ぎざるなり。

ネルンスト燈の各部の性質——平均用抵抗線はネルンスト燈の各部分中最も必要なものなり、元來酸化物より成る混合體は温度の上昇するに従ひ抵抗減するものなれば、是を不變電壓回路に接続し電流を通するときは、温度上昇に伴ひ抵抗は漸次減少し、電流は益々是に比例して増加し遂に是を溶解するに至るべし。是を防ぐが爲に白金、ニッケル、鐵の如き温度の上昇に従ひ抵抗の増加する金屬線を、白熱體と直列に接続して白熱體の抵抗が温度の上昇に伴ひて減するを、少しく補て電流を均一ならしむ。然れども鐵線は空氣中に於て高く熱せらるるときは酸化する故に是を真空管内に收む、是を平均用抵抗線と云ふ、此抵抗線は攝氏四百五十度乃至五百度に於て特に抵抗高く、回路の電壓を一割降下せしむ。斯の如く電流の調整器あるも、ネルンスト燈は電壓の變化に對する發熱の増減頗ぶる鋭敏にして、光に多少の變化の生ずるを免れざるなり。

白熱體は電氣分解的性質を有するを以て、是を直流式に使用するよりも交流

式に使用するを可とす、即ち其壽命は交流の周波數に正比例す。若し之れを直流式に使用するときは其消極端に黑色沈澱物を生じ、漸次積極端に及ぼし其増加するに従ひ白熱體の兩端に於ける電壓に多少の變化を與ふる爲め、燭光及能率の降下するを免かれず。

加熱器は白熱體に接近し使用中常に高熱を受くるなれば、物質上減損を受け且つ蓋球の内部に白金黒粉の沈澱生ずるが故に、有効期は百時間に過ぎざれば百時間毎に新らしく取換へざる可らず。

遮斷用電磁鐵の各部は攝氏百十度に於て故障なく動作し、線輪は熱に堪へ接觸部は鍛接することなく、可動部は交流の通するも發聲せざるものたるを要すれば、通常是をセメント中に埋め接觸部を銀にて製し移動部を單一なる支點にて吊るなり。

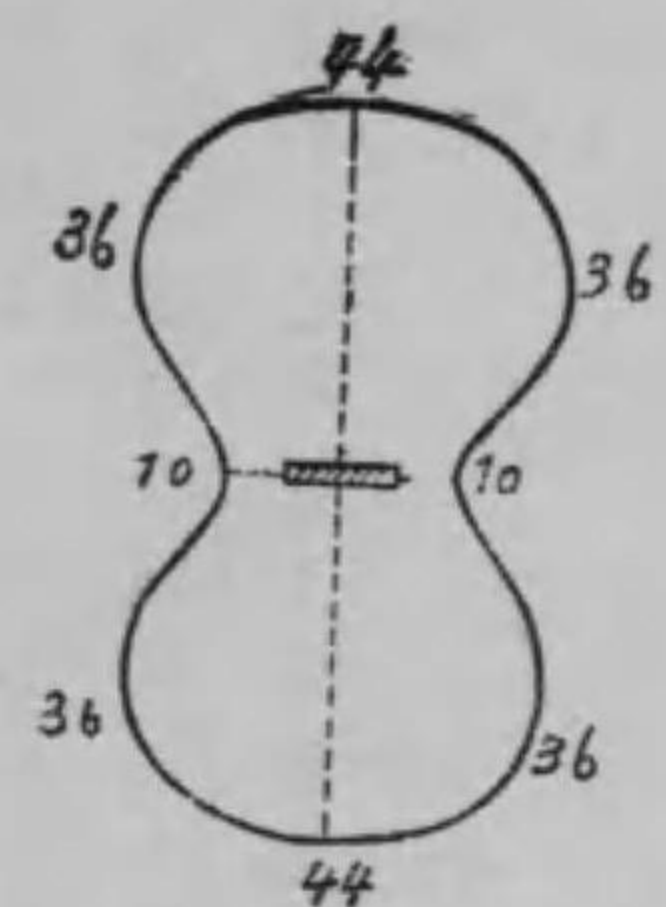
ネルンスト燈の燭光及能率——ネルンスト燈の點火電壓は百「ヴォルト」或は二百「ヴォルト」にして、燭光の大なるに従ひ白熱體の數を増すこと左に示すが如し。

白熱體一個の燈球を單心燈と云ひ壹個以上のものを多心燈と云ふ。

屋内用の燈球は裝飾したる眞鍮製包筐にて覆ひ、戶外用のものは漆を塗りたる鑄鐵製包筐にて覆ふ、單心燈に於ける遮斷用電磁鐵は單極なるも多心燈に於ては兩極なり。

白熱體の數
 燭光
 一 五十
 二 百
 三 百七十
 六 四百

第二百二十九圖
 子ルンスト燈の光の分配曲線



單心燈の水平面に於ける光の分配は第二百二十九圖に示すが如し、圖中中心に示すものは水平に置かれたる白熱體なり。

ネルンスト燈の能率は炭纖條白熱燈より高く供給電力の百分四乃至五が光に變するなれば、發輝能率は四乃至五パーセントなり。又每燭に要する電力は點火の初めに於て抵抗線に於て損失する電力凡十パーセントを含め每燭一・五ワット乃至一七五ワットなり、是に由て十六燭光燈には廿四ワット乃至

廿八ワットを要し、炭纖條白熱燈に比すれば殆んど其二分の一の電力にて足る、然れども白熱體は點火使用中漸次分子的變化を受け、其質脆弱となり抵抗増加し能率は漸次降下し遂に新らしきものと取換へを要するに至るべし、其壽命は凡そ八百時間なれども有効期は概ね三百時間に過ぎず。要するにネルンスト燈は二百ヴォルト電壓にて點火するに適し燭光も五十燭光以上を可とし、光輝が日光に近似するを以て白熱燈の代りに點するよりも寧ろ弧光燈の代用たるに適するなり。

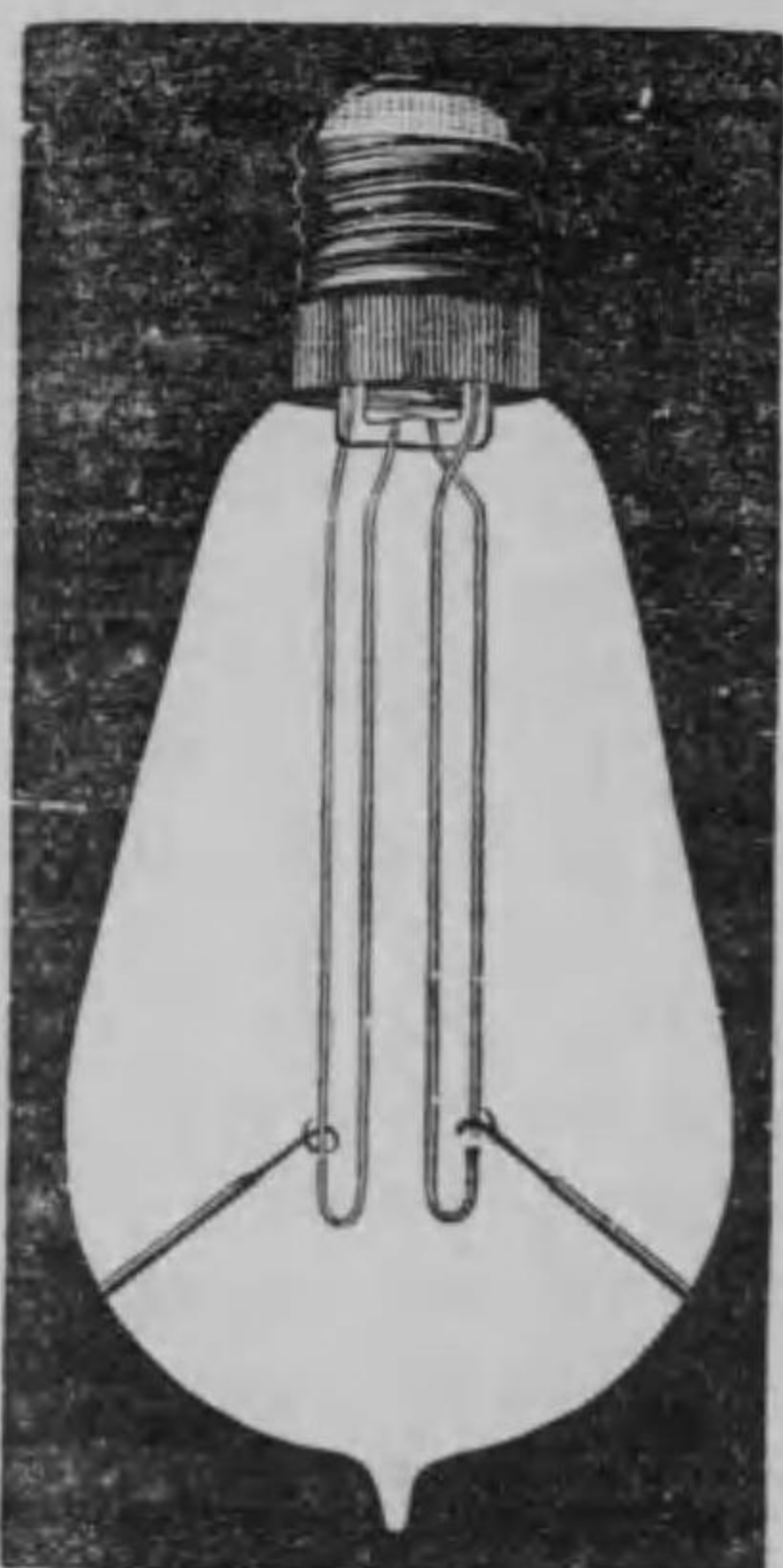
オスミウム燈 オスミウム燈は通常の白熱燈の炭纖條の代りにてオスミウムなる金屬を纖條として使用せるものにして、千八百九十八年頃獨國のアルセル、フオン、ウエルスマツハ氏に依て發明せられたるなり。オスミウム金屬は白金又はイリジウムと共に多數の礦物中に存在すれば、化學作用に由り此等の礦物中より容易に採取することを得るなり。此金屬にて纖條を作るには其性質脆弱にし線狀に伸長せしむるを得ざるに因り、是を粉末にし結合劑として或る有機物を混じ濃厚なる粘性を有する糊狀の物と爲し、金剛石又

は碧玉を以て造りたる型の孔を通じて壓出し織條體と爲す、次に是を乾燥したる後爐に入れ蒸焼して炭化せしめ、多少の還元性ある瓦斯を含有する多量の水蒸氣中に於て是に電流を通じ白熱ならしむるときは、炭素分は除去せられ純粹のオスミウム織條を得るなり。斯くして得たる織條は炭化前のオスミウムに比し品質甚だ密なるも表面は多孔性にして甚だ粗なり、是を硝子球に封入するに當り白金線に接續する方法は、其一端を電弧中にて熔解し直に是に白金線を挿入するにあり、是にて完全に接合せらるべし。

オスミウムの色は灰色にして、其質は通常温度に於ては鋼鐵の如く硬きも熱せらるゝときは柔軟となる、比重は二・二五、熔解點は攝氏二千五百度なり、抵抗は一般金屬の如く温度に正比して増減し、白熱せるときは抵抗は通常温度に於ける抵抗に四倍するも、猶炭織條に比し低きが故に、同じ點火電壓に對し炭織條よりも細長ならざるべからず、從て外部よりの衝動を受けたる場合には破損し易く且つ白熱せる場合には柔軟なれば、支柱にて支へざるときは一定の形狀を保持すること能はず、自己の重量にて漸次曲損する虞れあれば至

直に下向きの位置に取付けるを要す。此理に由て織條の餘り長きを避んが爲に點火電壓を低くし、通常四十「ヴォルト」乃至六十「ヴォルト」にて白熱するもの製造せらる、其長さは點火電壓四十「ヴォルト」電流二「アムペア」にて平均球面燭光十六・五のものにて二百五十「ミリメートル」、其直徑〇・九「ミリメートル」なり。

第三百十圖
オスミウム燈



り。オスミウム燈の光の色は炭織條燈の光色よりも白く日光に近似す、其能率は炭織條燈に比し高く、凡そ每燭一・五「ワット」有効期は平均二千時間なり。

點火電壓の増減に伴ふ燭光の變化は炭織條燈に比し甚だ少し、たとへば電壓の一「パーセント」の増加は炭織條燈に於ては燭光を七「パーセント」増加せしむるもオスミウム燈に於ては四・三「パーセント」の増加を爲さしむるに過ぎず、是れ金屬の性質として温度の昇るに従ひ抵抗の増加するが爲にして電流及燭

光共に炭纖維燈に於けるが如く増加せざるなり。第百三十圖はオスミウム燈の一例を示す。

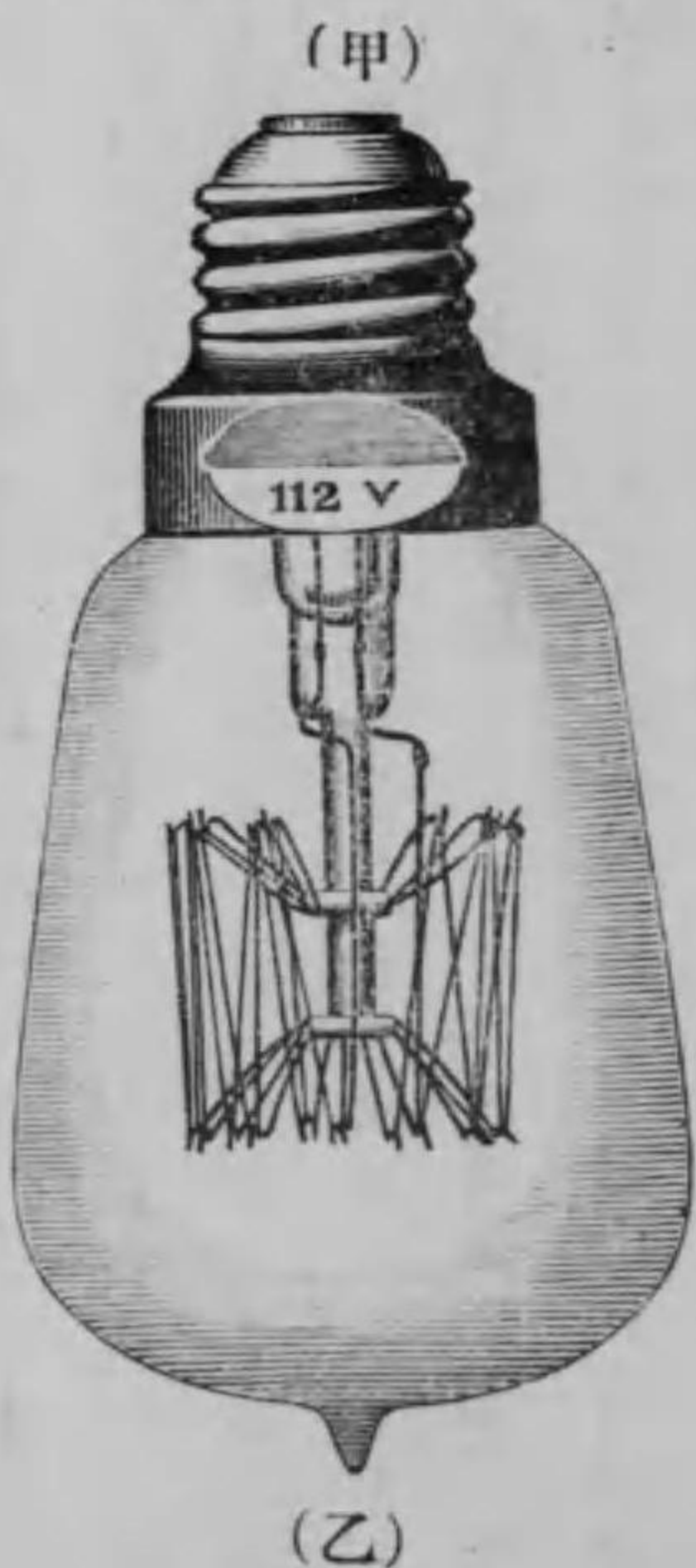
タンタラム燈 タンタラム燈は通常の白熱燈に於て炭纖維の代りにタンタラムなる金屬を纖維とせるものにして、數年前獨國シーメンス、ハルスケ會社のフォン、ポルトン博士の研究に由て發明せられたるなり。タンタラムにて纖維を製する方法に二種あり。第一法は茶褐色の四酸化タンタラムを壓搾し型の孔を通じて壓出し、纖維體と爲して眞空中に置き電解還元法を行ふ、即ち纖維に電流を通ずるときは其内部に潜める空氣は排出せらる、次に電流を増加して纖維の温度を上昇せしむれば、其數ヶ所に強き光を發し漸次増大し纖維の全部が發光するに至るべし、此作用に由て纖維の色は茶褐色より灰色に變ず、數時間此くの如く纖維を熱するときには鋼線と等しく強性なるタンタラム纖維を得るなり。第二法はタンタロ弗化加里なるタンタラムの化合物を加里と共に熱し、生ずる弗化加里を水にて除去すれば不純なるタンタラム粉末を得べし、此粉末を或る混合劑にて練り型の孔を通じて壓出し纖維體

と爲し眞空中に置き電氣弧光にて熱すれば、タンタラム酸化物は金屬よりも容易に融解し又眞空中に於ては金屬よりも早く蒸發するに由り、爰に除去せられて純粹のタンタラム纖維を得るなり。

斯くして得たるタンタラムの化學的性質は、温度低き場合には硫化水素よりも化學作用を受け、其他沸騰せを酸類及王水其他各種のアルカリ液の作用を受けざるも、之を空氣中にて熱するときには攝氏四百度に於て黄色となり五百度乃至六百度に於て長く熱するときは青色に變ず、其通常の温度に於ける色は白金より稍黒く、比重は一六五溶解點は攝氏二千二百五十度乃至二千三百度抵抗は通常温度に於て長さ一メートル横斷面積一平方センチメートルのもの〇・一六五オームなるも、白熱温度に於ては其五倍なる〇・八五オームに増加す。硬度は軟鋼に殆んど等しく線としての扯斷力は通常の温度に於ては鋼に比し優り、横斷面積一平方時に付き一三三、〇〇〇ポンドなるも、良鋼の扯斷力は一〇〇、〇〇〇ポンド乃至一一二、〇〇〇ポンド熱せらるゝときはオスミウムの如く柔軟とある。前記の如くタンタラム纖維も炭纖維に比し抵抗

低き故に其長さは同じ點火電壓に對し炭纖維より長し従て特種の方法にて之を球内に支持せしむ。標準形百十「ヴォルト」二十二燭光電流〇・三五「アムペア」電力三十八・五「ワット」平時の抵抗五十五「オーム」乃至六十「オーム」自熱せる抵抗三百「オーム」タンタラム燈の纖維は直徑〇・〇五「ミリメートル」長は六十五「センチメートル」一本の重量〇・〇二二「グラム」なり。其球内に於ける支持方法は第三十一圖甲に示す如く燈球の中心に硝子柱を備へ是に上下二段に十二本の電線を取付け、恰も傘の骨の如く四方に射出せしめ其先端を鉤形となし、是にタンタラム纖維を懸吊す。タンタラム燈の光の色はオスミウム燈と同じく白色にして日光に近似し、其分配は纖維の擴大に由て極て良く、水平面に於ては圓形にして垂直面に於ては第百三十一圖乙に示すが如し、其能率は平均毎燭二「ワット」有効期六百時間にして、凡そ一千二百時間の後切斷す。此纖維は點火後漸次實質に變化を生じ抵抗増加して燭光減少す新らしき纖維は表面滑澤なれども使用するに從ひ漸次粗雜となり長さも短縮し、性質脆弱となりて伸長力を失ひ僅少なる衝動を受くるも破損し易きに至る、然れどもた

第百三十一圖

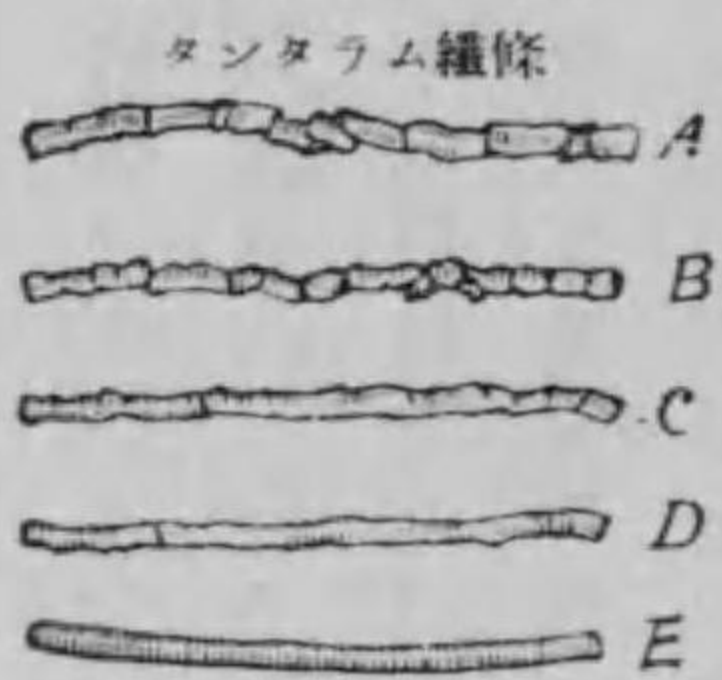


タンタラム燈

タンタラム燈の光の分配曲線

點線は七百時間使用後に於ける光の分配を示す

第百三十二圖



A 周波數百三十の交流回路に三百時間使用後
 B 周波數六十の交流回路に百五十七時間使用後
 C 周波數二十五の交流回路に四百六十七時間使用後
 D 直流回路に四百九十二時間使用後
 E 新纖維

とへ纖維が破折することあるも、其一端は必ず纖維の他の部分に接觸するが故に、爰に新回路を作り其後數十時間の點火に堪へることあり。此理に由りタンタラム燈は振動を受け易き場所には適せざるなり。タンタラム燈を交流回路に用ふるときは壽命は短縮す、其原因は明瞭

ならざれども、恐らくは電流の交替に由り、纖維が冷熱を反覆するが爲に、金屬の結晶を生じ、壽命を短縮せしむるが爲めならんと云ふ。短縮の割合は交流の周波數六十なるものに於て直流に使用するに比し、凡そ二分一なり。第三百二十二圖はタンタラム纖維の直流及交流回路に使用中の變化の差異を示す。

タングステン燈 タン。グ。ス。テ。ン。燈は纖維にタングステン(獨乙名ウオルフラム)又は其合金を使用せる白熱燈にして、千九百三年獨國に於て始めて發明せられたるなり、是に左の數種あり。

- 一、ウオルフラム燈
- 二、クーツエル燈
- 三、オスラム燈

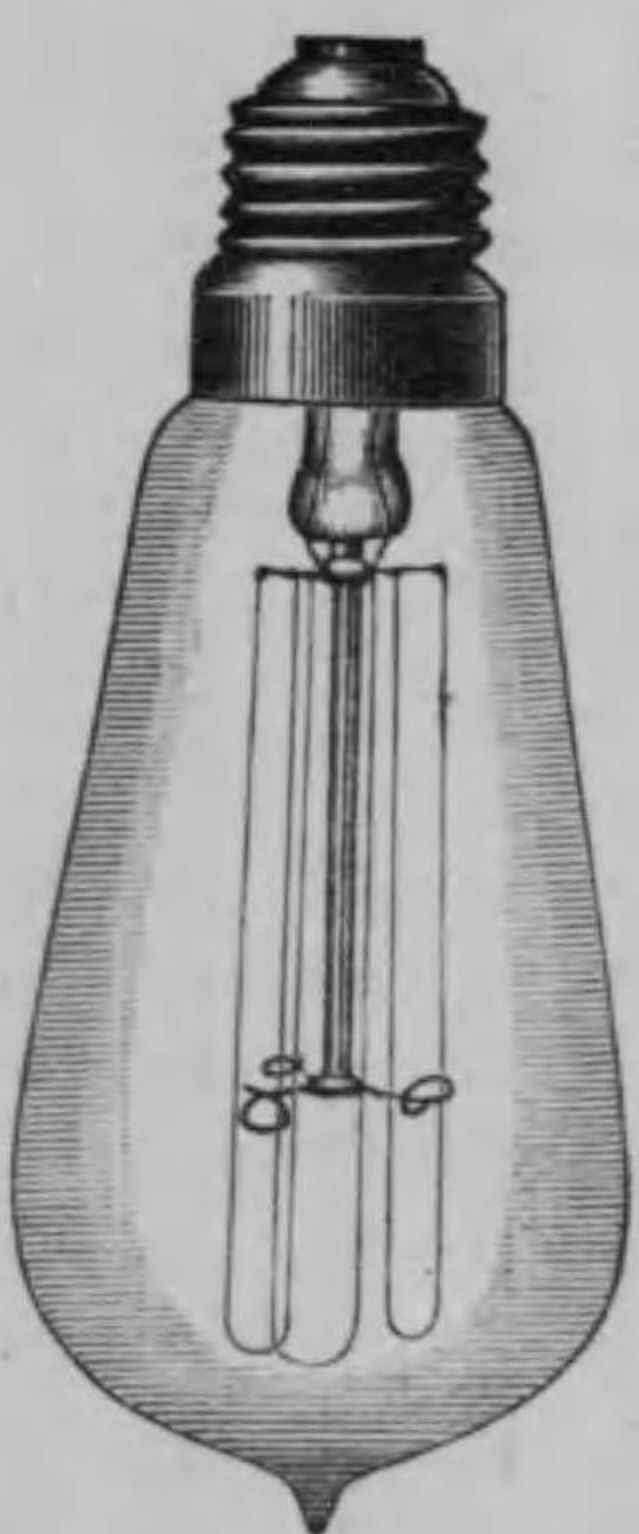
一、ウオルフラム燈

此の燈はオーストリ國グイエナ市高等工業學校の教官ドクトル、アレキサンダー、ユースト及フランツ、ハナマン兩氏が發明せるものにして、千九百五年始めて製作せられたり。其纖維を製する方法は直徑 $\text{〇}\cdot\text{〇}\cdot\text{二}$ 乃至 $\text{〇}\cdot\text{〇}\cdot\text{六}$ 、ミリ

メートルの炭纖維を、タングステンのオキシクロライド又はヘキサクロライドなる化合物の蒸氣と多量の水素瓦斯との混合氣中に入れ、纖維に電流を通じ熱するときは電流の程度は直徑 $\text{〇}\cdot\text{〇}\cdot\text{四}$ 、ミリメートルの炭纖維に對し、 $\text{一}\cdot\text{ア}\cdot\text{ム}\cdot\text{ペ}\cdot\text{ア}$ を適度とす。タングステンは瓦斯中より還元せられ炭纖維の表面に附着し、是を被ふに至るべし、更に是を稀薄なる水素瓦斯を含有する空氣中に置き、強電流を通じ白熱ならしむるときは、炭素は是を被ふ金屬と化合しカーバイドを作成し、白色の金屬光澤を帯ぶるに至る、更に是に眞空中にて一層強き電流を約廿四時間通じて、高温度に達せしむれば、炭素は蒸發し除去せられ純粹のタングステン纖維を得るなり。ユースト氏の考按に成る他の方法は、アウエル、フォン、ウエルスバッハ氏がオスミウム纖維を作るが如く、水素にて還元せらるべきタングステンの酸化物、硫化物、鹽化物等を粉末に爲し、炭素を含有せざる無機性結合劑を之に混じて糊状と爲し、型の孔に通じて纖維體に壓出し、水素瓦斯中に於て適當なる熱を加ふれば、纖維體中のタングステンは水素に由て還元せられ純粹のタングステン纖維を得べし、然れども實際に於て

第三百三十三圖

ワオルフラム燈
二分の一縮圖



は概ね第一法に據て製造せらる。

(三百二十八)

タングステンの比重は十七・六溶解點は二千三百度にして此纖維より發する

光の色はタンタラム燈よりも猶白し。此纖維も抵抗低き爲にオスミウム燈及タンタラム燈の如く同じ電壓に對し炭纖維に比し甚だ長きを要すれどもタンタラム燈に於けるよりも短し此燈は通常百十「ヴォルト」四十「ヘルツ」燭光に製造せられ纖維の数は三本にして直徑〇・〇三「ミリメートル」長さ十七時直列に接続せられアルミニウム線の支柱にて硝子球内に支持せらるゝこと第三百三十三圖に示すが如し。燈の形狀及大きさは通常の百十「ヴォルト」三十二燭光炭纖維燈と殆んど同様なり此燈の能率は約毎燭一・二「ワット」有効期千五百時間にして有効期中は殆んど能率の増減なし。

二、クーツェル燈

此燈は千九百四年ヴィエンナ市のドクトル、エチ、クーツェル氏の發明に成る、其纖維製造方法はタングステンにて二個の Elektrode を作り氷にて冷却せる水中に入れ、是に電流を通じて Elektrode 間に電弧を生ぜしむるときは、タングステンは Elektrode より離れ水に混じて膠狀の溶液に變ずべし、是を壓迫して細き纖維に製し密閉せる器中に入れ攝氏六十度の温度に於て五分間乃至十分間乾燥せしむ、次に是を冷却して(此際電導力減ず)再び真空内又は稀薄なる水素瓦斯中に於て攝氏六十度に熱し混合せる酸化物を除き、熱に由て其電導力の回復するを認めたる後、是に電流を通じ白熱ならしむれば完全なるタングステン纖維を得るなり。此燈の能率も毎燭一・二「ワット」にして有効期は約二千時間なり。

三、オスラム燈

此タングステン燈は獨乙の「アウエル、フオン、ウエルスバハ」會社の製造に成る、其纖維はタングステンの三鹽化物をアンモニアの多量にて處分して膠狀と爲し、壓迫乾燥して纖維に製するにあれども、其詳細なる方法は未だ世上に

紹介せられざるなり。此燈に於ては、纖維の直徑〇・〇三ミリメートルにして百二十「ヴォルト」にて點火し四十「フェネル」燭光を示すものを標準とす。能率は毎燭一「ワット」有効期は千七百時間なり。

以上三種のタングステン燈は、直流交流何れの回路にも同一壽命を持續して使用せられ得るなり。然れども纖維の細長なるが爲にたとへ支柱あるも垂直以外の位置に點火するとき又は屢々之を動かすときは纖維の切斷する虞れあり、去れば近來諸所に於て使用せらるゝに至りしも未だ一汎に廣く炭纖維燈に代つて用ひらるゝに至らず。

此等金屬の外にイリヂウム又はジルコニウムを纖維とせるものゝ發明あれども未だ實際に使用せられざれば爰に省きて掲載せず。次に炭纖維の能率を高むる爲に之に金屬纖維の性質を或る方法にて帶ばしめたる白熱燈の發明あり、是をヘリヤン燈及金屬化炭纖維燈とす、即ち左の如し。

ヘリヤン燈 ヘリヤン燈の纖維は特種の炭纖維の上を他の金屬及多量の硅素にて被ひたるものなり、其能率は毎燭一・二「ワット」有効期は五百時間乃至

一千時間なり。

此の纖維はタングステン纖維と異り抵抗高き故に同一電壓に對し其長さ通常の炭纖維と相等しく、其質極めて柔軟にして高電壓及低電壓に適し且つ適當なる燭光を有するものに製造し得るの便あり、光の色は美麗なる白色にして其發光の始めに於て纖維の抵抗の溫度率は炭纖維に於けるが如く抵抗をして溫度の上昇に逆比せしむるも、纖維赤熱し攝氏一千三百八十度に達するや通常の全屬の如く溫度の上昇に正比せしむるに至り一千八百度に於て最も能率高き光を發するなり。

金屬化纖維燈 通常の炭纖維を電氣爐に入れ約三千五百度に熱するとき其表面恰も熔解せる如く黒鉛状態に變ず、是を纖維と爲せる燈球を金屬化纖維燈と爲す、此纖維は金屬の如き光澤を有し其抵抗は炭纖維より低く金屬の抵抗に近く、其溫度係數も金屬に於けるが如く溫度の上昇に伴ひ抵抗を増加せしむ、光の色も通常の炭纖維に比し白色に富む、其能率は毎燭二・五「ワット」有効期は約六百時間なり。

金屬纖維燈の一汎 一汎に金屬纖維燈は炭纖維燈に比し消費電力少く、抵抗は温度に正比して増減するが爲に供給電壓の増減に伴ふ電流の變化少く、從て燭光及能率の變化尠し、是れが爲に有効期も一汎に炭纖維燈より長し、金屬纖維燈中オスミウム燈は其使用電壓低く最高五十「ヴォルト」なれば通常の電燈線路に使用せんとすれば之を直列に接続せざるべからず、且つ垂直以外の位置に裝置する能はざる不便あり。タンタラム燈は電壓百十「ヴォルト」乃至二百二十「ヴォルト」に適する様製造し得るのみならず如何なる位置にも裝置することを得、タングステン燈はタンタラム燈に比し一層能率高く、其原料たるタングステンはタンタラムより多量に産出するを以て之を得るに難からず、然れどもタンタラム燈と同じく纖維切斷し易し、金屬化纖維燈は纖維の長さ通常の炭纖維と等しき故に製造費も廉なれども能率は金屬纖維燈に比し約二倍す。

第三十二表

電壓の變化に伴ふ抵抗の變化を示す表

指定電壓のパーセントにて示す電壓の變化	通常温度に於ける抵抗のパーセントにて示す抵抗の變化		
	炭纖維	タンタラム纖維	タングステン纖維
85	100.25	95.5	93.5
90	100.16	97.	96.
95	100.08	98.5	98
指定 100	100.00	100.	100
105	99.91	101.	102
110	99.81	102.5	104

第三十三表

電壓の變化に伴ふ電流の變化を示す表

指定電壓のパーセントにて示す電壓の變化	指定電壓に適する電流のパーセントにて示す電流の變化		
	炭纖維	タンタラム纖維	タングステン纖維
85	85	89	91
90	90	93	93.5
95	95	97	97
指定 100	100	100	100
105	105	103.5	103
110	110	107	106

第三十六表

電壓の變化に伴ふ能率の變化を示す表

指定電壓のパーセントにて示す電壓の變化	能率		
	炭 織 條	タンタラム織條	タンゲステン織條
85	5.5	3.14	1.76
90	4.5	2.73	1.57
95	3.73	2.39	1.4
指定100	3.1	2.1	1.25
105	2.61	1.86	1.13
110	2.23	1.63	1.03

第七章 白熱電燈

表中の能率は平均半球面燭光にて其消費電力のワット數を除したるものなり

右各表に於て認むるが如く、タンタラム燈及タンゲステン燈は炭織條燈に比し電壓の増減に伴ふ電流、燭光及能率の變化少き故に、電壓の變化多き電燈線路に最も能く適す、其消費電力は炭織條燈の約三分之一又は二分一に過ぎざるを以て同量の電力にて是に二倍又は三倍する燈數を點火するを得るなれば其使用發電機の點火容量を増すことを得るなり、然れども現時猶是等金屬織條燈の代價は炭織條燈に數倍するのみならず、タンタラム織條は使用後收縮の爲め往々切斷し、タンゲステン織條は垂直以外の位置に置くときは自己の重量にて垂下し相互に短絡する虞れあり、たとへ

第三十四表

電壓の變化に伴ふ燭光の變化を示す表

指定電壓のパーセントにて示す電壓の變化	指定電壓に適する燭光のパーセントにて示す燭光の變化		
	炭 織 條	タンタラム織條	タンゲステン織條
85	41	50	55
90	53	64	67
95	75	80.5	82
指定100	100	100	100
105	131	123	119
110	168	148	141

第七章 白熱電燈

第三十五表

電壓の變化に伴ふ消費電力の變化を示す表

指定電壓のパーセントにて示す電壓の變化	指定電壓に適する消費電力のパーセントにて示す其變化		
	炭 織 條	タンタラム織條	タンゲステン織條
85	72.5	75.5	77.5
90	81	83.5	84
95	90	92	92
指定100	100	100	100
105	110.5	109	108
110	121.5	117.5	117

第三十七表

種類	能率ワット	単價
炭 織 條 燈	3.5	0.20
金屬化炭織條燈	2.5	0.25
タングステン燈	2.	0.50
タングステン燈	1.2	0.50

垂直の位置に置くも屢々動かすときは切斷することあり、金屬化炭織條燈は是等の缺點なきも有効期短く使用中切斷するもの多く、能率は金屬織條燈より劣るを以て餘り廣く使用せられず。其價格及能率の他種燈との概略の比較を擧ぐれば第三十七表に示す如し。

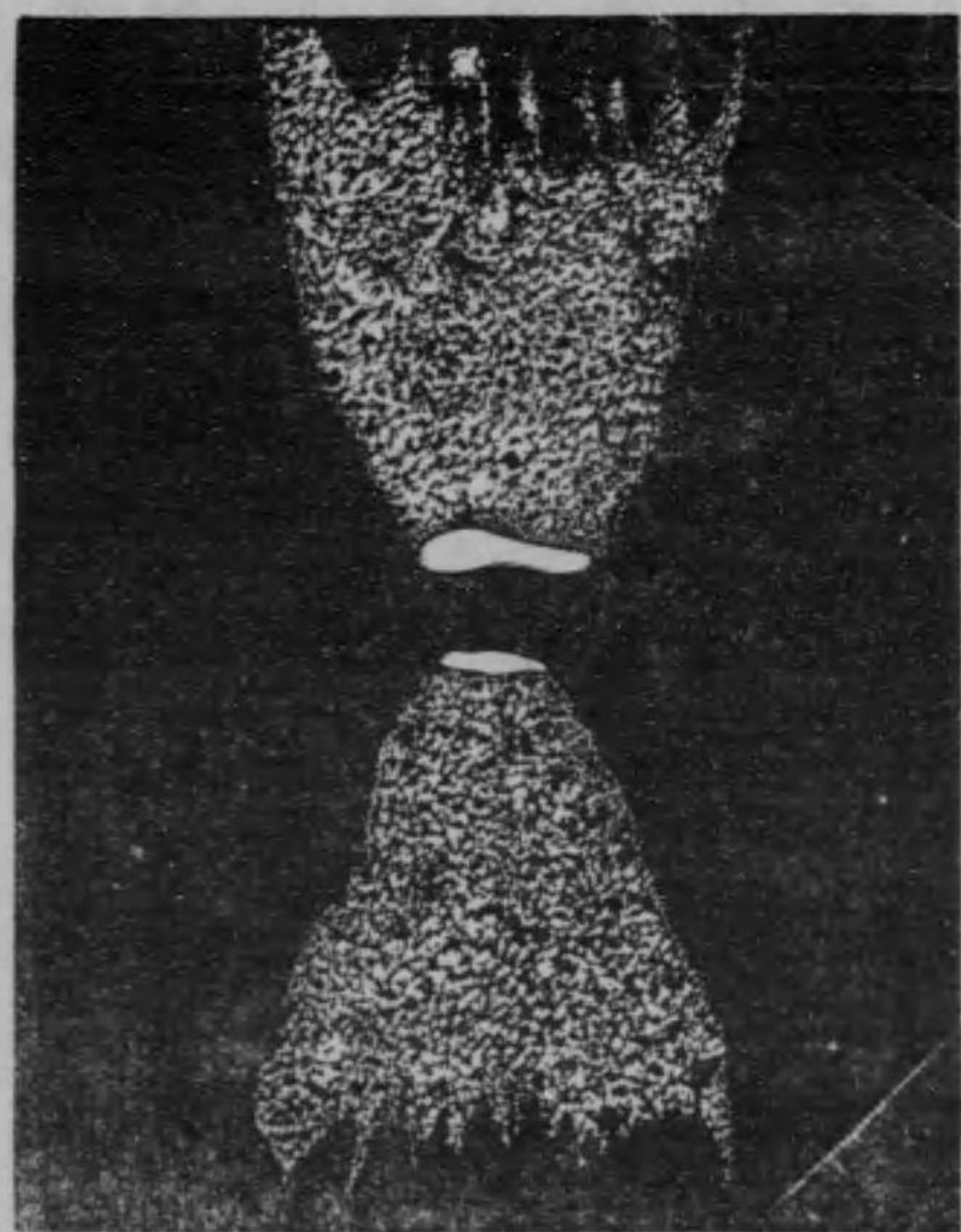
第八章 弧光燈

第一項 弧光及弧光燈

弧光及弧光燈 互に相接觸する二個の導體に電流を通じ更に之を少しく離す時は、其間に電火發生し導體の一部は電火の熱の爲め蒸發して光を放ち其蒸氣は兩導體を電氣的に連絡すべし、然るに此蒸氣も導體なれば電流は再び、是に通ずるに至る。今若し導體に炭棒を用ひ兩棒間の間隔を凡そ八分一

時に爲せば、兩棒間に於て電壓の差五十「ヴォルト」を示し強き光を放つべし、是は肉眼にて長く視ると難し、色眼鏡に依て是を視るに兩炭棒間は炭の蒸氣にて充され電流の通過する道が三日月形の弧狀を爲すを認むべし、是を弧光と云ひ發する光を弧光と云ひ是を燈火に應用するものを弧光燈と云ふ。弧光を發しつゝある炭棒の状態は電流の直流ある場合には第百三十四圖に示すが如く各其形狀を異にし、電流の流出する炭棒即ち積極炭棒は弧光熱の爲に、燃燒し、炭粉常に是より蒸發するを以て其終端の中心に孔を生ず是を火坑と云ふ。又電流の流入する炭棒即ち消極炭棒に於ては積極棒より蒸發したる炭粉之れに附着し漸次尖るを認むべし。弧光は重に火坑より發するものなれば火坑に於ては光り一様からざるも弧光中最も温度高く最も光り強し。炭棒より蒸發する炭粉は四方に散亂して兩炭棒間の電氣抵抗を減じ弧光を成すに近道たらんとす、是れが爲に火坑の位置は常に不規則に移動する傾きあり、若し炭棒の品質不純にして鑛物性の物体を含有する時は、此物体は熱の爲に熔解して粒狀を爲し、兩棒間に散亂して電流の捷路となり火坑の位置を變ずる

の媒介となる。然るに火坑の中心は蒸發の早き場所なれば火坑の位置一定せざる時は光り一様ならず、從て照らし不規則なるを免がれず、若し直徑小なる炭棒を使用し特に其



第三百四十四圖

弧光を發する炭棒端の状態

中央部に軟質の炭を用ひ、常に炭棒の中心より蒸發せしむる時は、火坑は常に中心に一定し、光り亦一様なるべし、此の種の炭棒を有心炭棒云ひ、通常の炭棒を是れより區別して無心炭棒と云ふ。炭棒より發する

光の温度は、積極炭棒の火坑に於て攝氏三千五百度乃至四千度、消極炭棒に於て二千度乃至二千五百度にして、人為に得る温度中最も高きものたり。其光

力は凡そ炭棒端の表面積一平方時に付き五百燭光なり、是に由て如何なる金屬も弧光に熔解すること容易なり。其發輝能率亦高く、諸燈火中最高にして他の燈火に比すれば實に左の如し。

種類

發輝能率(パーセント)

弧光燈

一三・二

白熱燈

五・〇

マグネシウム燈

一三・五(此燈は實用のものならず)

石油燈

二・〇

蠟燭

一・五

炭棒が弧光を發するに由て消耗する割合は、炭棒の品實及直徑、炭棒間の電壓及電流の強弱に由て異なるれども、凡そ積極炭棒は一時間に一時乃至二時にして消極棒は此二分一なり。炭棒の直徑は實際使用せらるゝ燈に於て最大四分三吋、最小十六分五吋とし、弧光を發しつゝある場合に兩棒間の電壓の差は四十五ヴォルト乃至五十ヴォルトなるを通常とす、是より低き時は電流は減

して弧光は極めて不規則に短く發生し、絲聲を發す、是に反し是より電壓高きときは弧光は長く成りて炭棒は火焰を發して盛に燃燒するに至るとあるべし、是に由て直流弧光を發せしむる標準電壓を五十「ヴォルト」とし弧光の長さを十六分一吋乃至三十六分三吋とす。電流は公稱千二百燭光弧光燈に於て六・五「アムペア」を要し公稱二千燭光弧光燈に於て十「アムペア」を要するなり。弧光の抵抗は弧光に於て自己誘導の爲に反電壓發生するを以て、電壓及電流より「オーム」法則に據り算出すること能はざるも、ケネリー氏の計算に依れば弧光の長さ一時に付き略五「オーム」なりと云へり。

交流弧光——相接觸する兩炭棒間に交流を通じ是を少しく離すときは、直流を通じたる場合と同様に兩棒間に弧光の發生するを認むべし、此時には兩炭棒は交流の周波數に應じ交互に積極消極となる、從て其燃燒蒸發相等しく火坑の生ずることなく兩棒の形狀及消耗亦相等しくして弧光の位置一定す、光も亦兩棒端に於て相等し。交流弧光を發生するに適當なる電壓は三十「ヴォルト」乃至卅五「ヴォルト」にして、周波數は六十を適當なりとす、若し周波數が四十

以下なるときは弧光は動搖し、六十以上なるときは絲聲を起し一百以上あるときは不愉快ある唸聲を發し調度悪しく弧光の能く發生せざることあり。電流は公稱千五百燭光弧光燈に於て十「アムペア」を要し、公稱二千燭光弧光燈に於て十五「アムペア」を要するなり。

弧光燈の調整装置——二個の炭棒間に弧光を生せしむるときは炭棒は漸次消耗するに由り、炭棒間の間隔は漸次増して弧光は長くなり遂に滅するに至る、是に由て弧光を引續き一様に發生せしむるには炭棒の消耗するに従ひ徐々に相近付け、炭棒間の間隔を常に同一ならしむる装置を爲さざるべからず。又兩炭棒は點火する前には必ず相接觸するを要す、若し離隔するときは抵抗高くして通常の電燈に適する電壓にては弧光を生せしむる電流を通ずること能はず、此理に基き弧光燈に於ては左の装置を要す。

- (一) 電流の通せざるときは炭棒は互に接觸し電流の通ずると同時に直に相離れて適當の間隔を保ち弧火を發する装置。

- (二) 弧光の發生と共に炭棒の消耗するに従ひ徐々に之を相近付け、炭棒

間の間隔を一様に保有する装置。

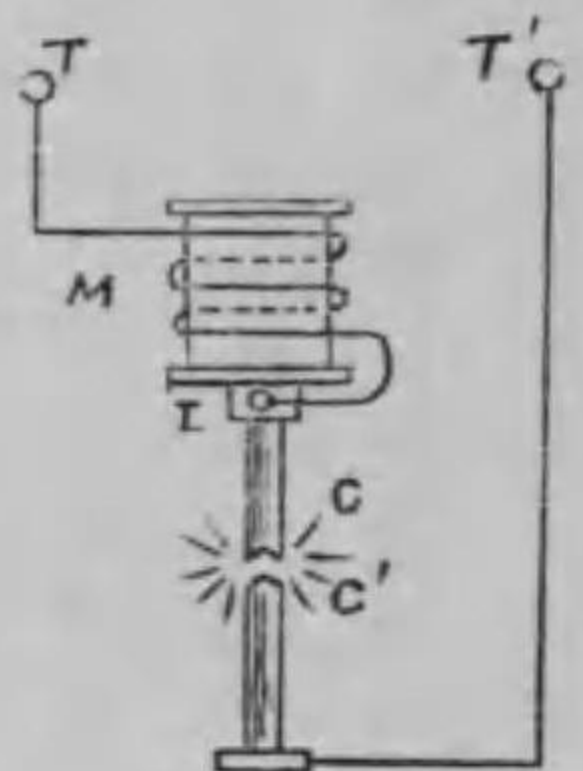
(三) 炭棒が悉く消費せられたるとき或は弧光燈の内部に故障の生じた場合に弧光燈を其接続する回路外に短絡せしむる装置。

此調整装置中第二の方法に二種あり、第一種に於ては炭棒間の距離を一定に保持すれども一方の炭棒を動かすに由り弧光の位置は常に變ず、第二種に於ては兩炭棒を同時に動かし相接近せしむるに由り炭棒間の間隔及弧光の位置を一定に保持す。通常の弧光燈の調整装置は第一種にして、探照燈の調整装置は第二種に屬す。

調整装置の構造は弧光燈の種類に由て異なる、弧光燈の種類は回路に並列に接続せらるるものと直列に接続せらるるものと二種とす。並列に接続せらるる燈の調整装置の原理は第三百三十五圖に示すが如く極めて簡單にして一個の電磁Mより成る。其巻線の一端は端子Tに接続し一端は電磁の内心に動くことを得る鐵心Iに接続す、鐵心は上部炭棒Cに或る装置にて連絡しCは鐵心と共に上下動を爲すを得るなり、下部炭棒C'は固定し端子T'に接続す、即

第三百三十五圖

並列接続弧光燈の調整装置



ち電磁の巻線は炭棒に直列に接続せらる。電流通せざる間は上部炭棒は自己の重量にて下部炭棒と接觸す、是を丁に於て回路の積極にT'に於て消極に接続するときは、電流は直に電磁Mの巻線及炭棒C'に通じ電磁は磁性を帯びて鐵心を吸上げ上部炭棒をして下部炭棒より離れしむ。爰に於て兩棒間に弧光發生し同時に弧光間の抵抗増加するに由て、燈に通ずる電流は減じて電

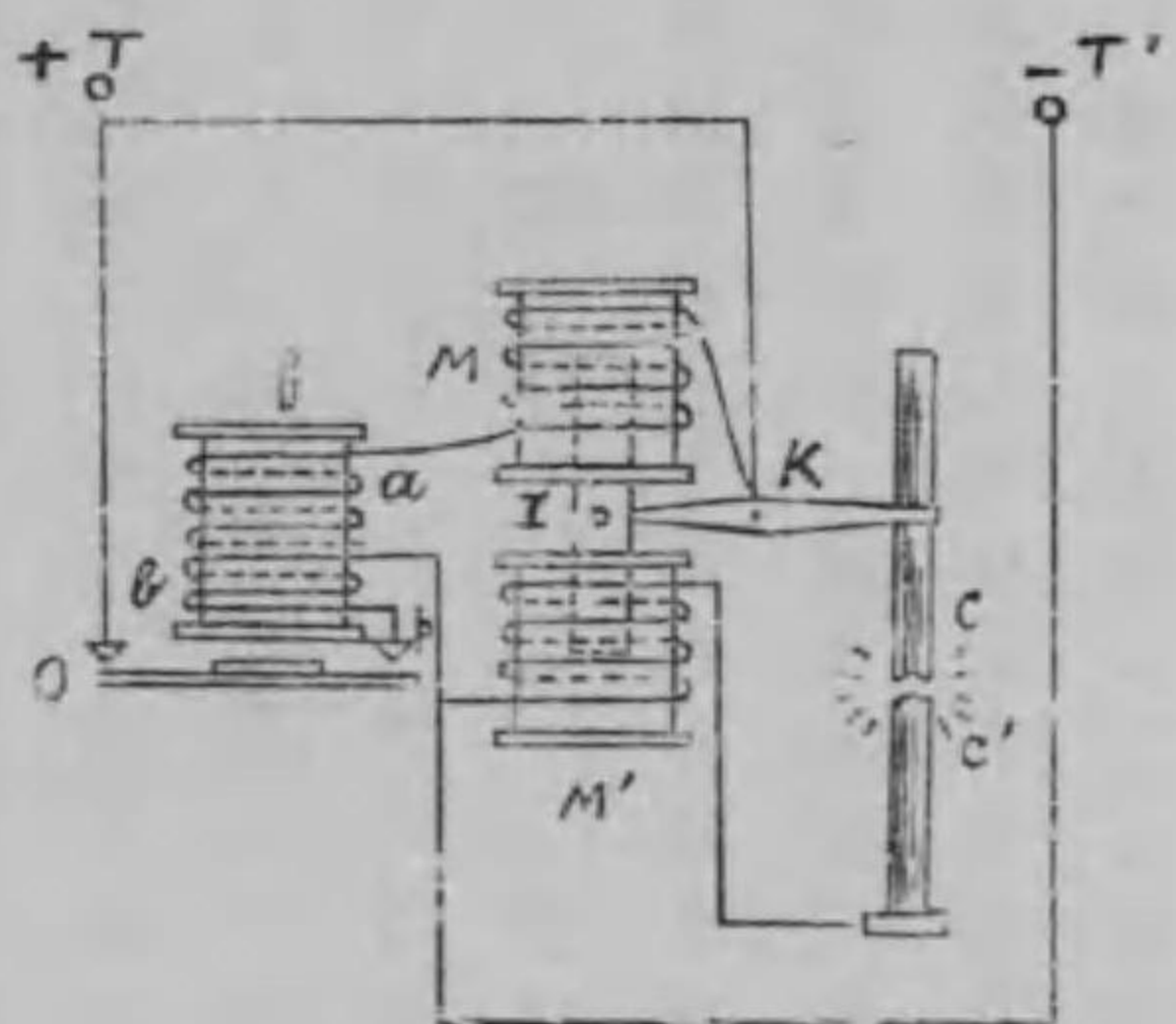
磁Mが炭棒Cを引上げる力減じCは自己の重量にて降らんとし、此二つの力の釣合にて適當なる處に炭棒Cは靜止して引續き弧光を發生す。是に於て炭棒は漸次消耗し弧光の長さ増すに至り、前記の理にて電流は減じ上部炭棒は適當の處に降り、弧光の長さは適當に調整せらるゝなり。次に直列に接続せらるる、弧光燈の調整装置の原理は第三百三十六圖に示すが如く二個の電磁M、M'より成る、Mは細き巻線にて多く捲かれM'は太き巻線にて少く捲かれ、上部炭棒CはKを中心として回轉し得る鐵杆の一端に接觸装置にて取付られ

下部炭棒C'は固定す、鐵杆の他の一端は兩電磁M、M'の内部に動くことを得る鐵心Iに連絡す。別に電磁Jありて大小二種の巻線a、bにて捲かれ大巻線の一端は端子T'に出で小巻線aの一端はMの巻線に接続す。電流が燈に

通せざる間は上部炭棒は自己の重量にて降り下部炭棒と接觸するも是を回路に接続するときには電流は端子Tより入りKに於て二分し、一部はM、a兩巻線に通じ一部は炭棒C、C'巻線M'に通じたる後相合して端子T'に出づ。然るにM、a兩巻線の抵抗はC、C'、M'の抵抗より大なるが爲に電流の大部分はC、C'、M'に通じてMに磁性を與ふ爰に於て鐵心Iは下方に吸引せられ上部炭棒を舉げて下部炭棒より離し兩棒C、C'の間に弧光を發生せしむ、同時に弧光の抵抗増加するに由てC、C'、M'に通ずる電流は減じM

第三百三十六圖

直列接続弧光燈の調整装置



aに通ずる電流は増してMの磁力加はり、鐵心Iに働き是を吸引せんとしM'の是を下方に吸引せんとする力との釣合にて、炭棒Cは適當の位置に止まり引續き弧光を發生す。炭棒が漸次消耗し兩棒間の間隔が増す時はC、C'、M'に通ずる電流は減じてM、aに通ずる電流は増し、Iを引上げる力も從て増すに由てCは降りて元の位置に戻り弧光は依然として變せざるあり。此調整装置が完全に行はるゝ間は電磁Jの小巻線aに通ずる電流は微弱にして鐵片を吸引するに至らざるも、炭棒全部が燃へ盡すか或は故障が生じて上部炭棒が降らざる場合には、兩炭棒間の間隔は甚しく増すに由り其抵抗も亦從て増し、爲に電流の殆んど全部はM、aに通じ、a巻線の磁力は甚しく増して鐵片を吸引しT、o、p、b、T'なる回路を成さしむ。然るにbは太き巻線にして抵抗はM、a兩線に比し甚だ小なれば、電流の殆んど全部が此新回路にのみ通ずるに至り、炭棒及電磁M'の巻線には極めて微少の電流通ずるのみにて弧光は滅火し、oに由て全く自動的に短絡せらるゝあり。弧光燈の調整器構造の原理は直流弧光燈及交流弧光燈と共に上文記載の如くなれども、實際の構造は

炭棒支持方法炭棒の運動装置等に由て各製造者毎に多少異なる所あれば次項に其二三に就て記載すべし。

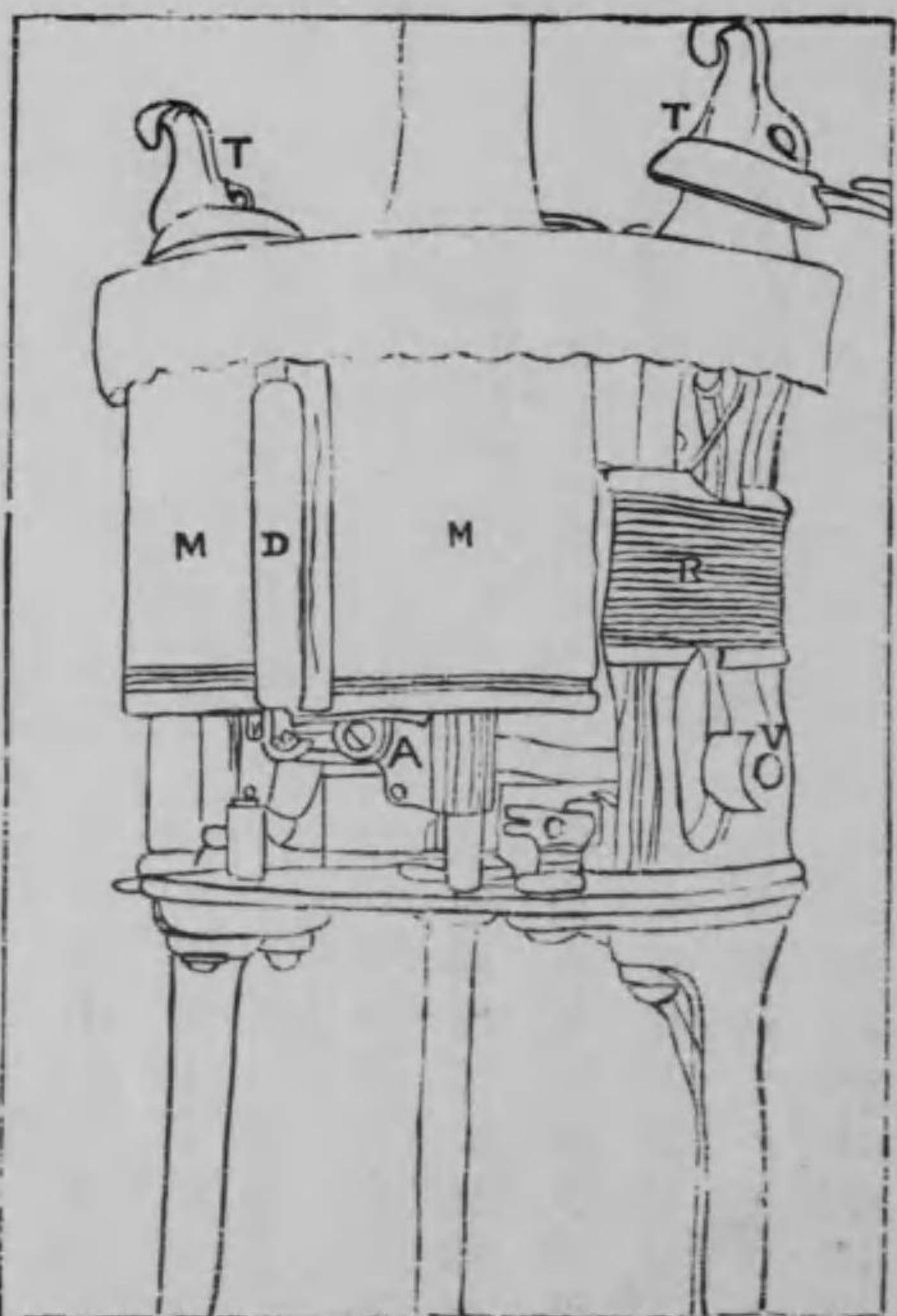
第二項 弧光燈の種類及構造

弧光燈を使用電流の種類に據て大別し直流弧光燈及び交流弧光燈の二種となて構造に據て開放弧光燈及閉鎖弧光燈の二種とす。各種の構造は其製造者に從て異なれども其働作の原理は前記の如くなれば次に二三の實例に就き記載せん。

ブラツシユ直流弧光燈
ブラツシユ直流弧光燈は回路に直列に接続せらるゝ種類のものにて不變電流を發生する直巻發電機に直列に接続して使用せらる。其構造の外観は第百卅七圖に示す如く調整用電磁 M M は同一鐵心を大小兩種の電線にて捲きたるもの、D は制動壺にして内部は空氣の存する圓筒より成り不意に炭棒 A の働作するを整御す、R は抵抗線輪なり炭棒を支持するクラッチは電磁の接極子の運動に伴ふて動き炭棒を上下に動かし弧

第百三十七圖

ブラツシユ弧光燈の調整部



光を能く調整す。其構造は第百三十八圖甲に示す、圖中右方はクラッチが炭棒より離れたる状態にして A は炭棒、C D はクラッチ、E は G 板に當りて止まるべき金屬杆なり、接極子 F は d にて支持せらるゝ、横杆 B の一

端を挟み其昇降に伴ひ C は炭棒を掴みて上下す、E が G に達するや横杆 B は右方に動き C を炭棒より離す、此に於て炭棒は自己の重量にて下方に降るべし。燈内に於ける調整装置の電線接続は第百三十八圖乙に示すが如し、圖中

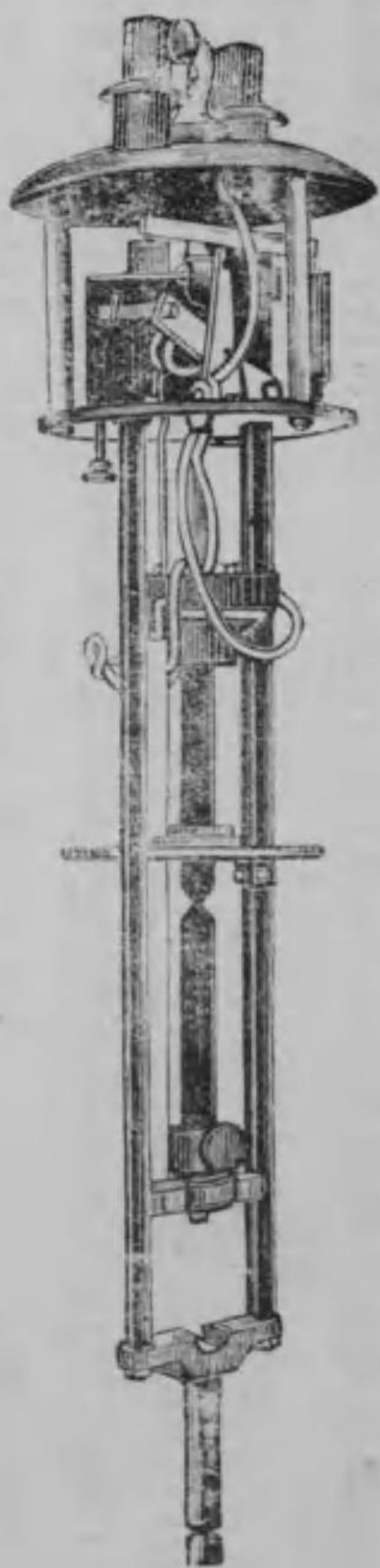
しく増し其抵抗も亦激増するに由て、電流の大部分は、 γ 兩巻線に通じ電磁 M' は接極子を吸引し接點 γ を閉つるに至る、爰に於て電流は (+) より入り γ の R を經て (-) に出で弧光燈を炭棒及調整裝置以外に短絡し全く之を滅火せしむ、是を短絡裝置と云ふ。

此弧光燈の點火電壓は五十「ヴォルト」にして、電流は調整裝置及炭棒の大小に由て六・五「アムペア」及十「アムペア」の二種とす、炭棒の直徑は六・五「アムペア」燈に於ては十六分七吋、十「アムペア」燈に於ては二分一吋なり。調整裝置は圓筒狀の眞鍮筐にて是を包み、弧光部は硝子球にて是を覆ひ弧光の直射及蒸發する炭粉の飛散するを防ぐ。炭棒の壽命は其直徑及電流の強弱に由て異れども、通常市場に販賣するものは拾四時間を限度とす、是に由て毎日新しく取換へざるべからず。

ヘリヲ交流弧光燈——ヘリヲ交流弧光燈は並列に接続せらるゝ弧光燈の種類に屬す。其構造は第百三十九圖に示す如く、調整裝置は壹個の電磁及齒車より成り抵抗線輪及炭棒と直列に回路に接続せらる調整用電磁の内部に働

く鐵杆は齒車の軸に適合し、齒車の軸に懸る鎖は兩端に於て兩炭棒を支持す。調整裝置の動作は第百三十五圖に示したる者と同じく炭棒が燃燒消耗するときは、炭棒間の抵抗増加の爲に電流減じて電磁の磁力は減じ、是れが爲に鐵杆は下り齒車を動かす、爰に於て上部炭棒は降り下部炭棒は昇り弧光は常に

第百三十九圖
ヘリヲ交流弧光燈



適當の長さに引續き發生す。此理に由て電磁の吸引力は兩炭棒及び其支持物との重量の差を引上ぐるにて足る。此交流弧光燈に於ては兩炭棒の燃燒相等しくして其上下動亦相等しければ、直流燈と異り弧光の位置常に一定す。交流燈に於ては炭棒に火坑を生せざれば下部炭棒より上方に向て發する光を下方に反射せしむる爲に、弧光の上部に瑛瑯を塗りたる金屬板を裝置す、是

に因て下方への光を四割増すことを得るなり。此燈に於ても弧光の調整を
 一樣ならしむるが爲にブラッシュ燈に於けるが如く、内部に空氣を有する圓
 筒狀の制動壺を備へ、其内部に動く所の横杆を電磁の接極子に連結せしむ、是
 に由て接極子が急に動かんとするも、横杆に由て制動壺内の空氣の壓力に、支
 へられ徐々に移動する便あり、從て炭棒も徐々に昇降し弧光は一樣に發生す
 べし。此燈は白熱燈と並列に回路に接続し使用するを得るも、點火電壓は三
 十、ヴォルトナれば回路の通常電壓百、ヴォルトトより降壓せしむるが爲に變壓
 器を使用す、電流は調整装置及炭棒の大きさに從て十、アムペアア及十五、アムペアア
 の二種とす。

閉鎖弧光燈——上文記載したる弧光燈に於ては、炭棒は常に空氣に觸れ蒸發
 及酸化して消耗するなれば少くとも拾四時間にて新しきものと取換へざる
 べからず。然るに若し是を空氣の流通悪しき硝子球内に置き弧光を發せし
 むれば、球内は炭棒の燃燒に由て生ずる炭酸瓦斯にて充さるゝに至るを以て
 炭棒は空氣に觸れることなく、從て其燃燒甚だ遅くして壽命長きの理あり。

此理を應用して通常の弧光燈に於て弧光部を覆ふに細長き乳色又は透明な
 る硝子球を以てし、空氣の流通をして僅かに上部に於て炭棒が上下動を爲し
 得る小孔に於てのみあらしむれば、炭棒の壽命は著しく増し、燃燒の割合は積
 極炭棒は一時間に八分一、消極炭棒は其三分一に過ぎず、即ち長さ十二寸の
 炭棒を使用すれば凡そ百時間の點火に堪へるなり。然れども是は中絶する
 事なく點火する場合にして、若し中途に於て滅火する事あれば、燈は冷却する
 を以て空氣は上部の孔より硝子球内に進入し、更に點火したる場合に炭棒の
 燃燒を助けて其壽命を短縮せしむ、是に由て毎日夜間のみ點火する場合には
 炭棒の壽命は長くとも平均一週間に過ぎざるなり。此種の燈を閉鎖弧光燈シールドアークランプ
 と云ひ通常の弧光燈を開放弧光燈オープンアークランプと云ふ。

閉鎖弧光燈の弧光は空氣に觸れざるを以て開放燈の弧光に比し長く凡そ八
 分三寸あり、從て其點火電壓も高く七十、ヴォルトト乃至七十五、ヴォルトトなれば、
 是を白熱燈の回路に並列に接続し點火するには、燈の上部に抵抗線を裝置し
 是に依て白熱燈回路の電壓百、ヴォルトトを點火電壓に降下せしむるなり。又

此燈に於ては弧光の長きが爲に炭棒端に火坑を生せず、且つ一炭棒端よりの反射は他の炭棒端にて妨げられざるを以て光線の分散は開放燈に優り且つ一様なり。然れども弧光を覆ふに通常の硝子球の外に直接に小硝子球を用ふるが爲に幾分の光りを減し、抵抗線に由て電壓を降下せしむるが爲に電力を無益に消費するを以て、同一電力にて得る光りの量は開放燈に比し尠きを免れず、斯の如き缺點あるも閉鎖燈は炭棒の消費量及其取換工費の少きこと、光及其分散の一樣なること、白熱燈回路に白熱燈と同様に並列に接続することを得る等の便益あるに由て、開放燈より優れることあり。其需用は開放燈を壓し、特別の場合の外は一汎に閉鎖燈を用ふるに至れり。閉鎖弧光燈の種類にも直流式及交流式の二種あり、回路接続法に従へば並列に接続せらるゝものと直列に接続せらるゝものとの二種なりとす。

並列直流通鎖弧光燈——此燈の調整用電磁は炭棒と直列に接続す、白熱燈回路の電壓百「ヴォルト」を點火電壓七十「ヴォルト」に降下する抵抗線輪は陶器製圓筒に捲かれ、燈の上部に装置し電磁に直列に接続せらる。炭棒の上下動を

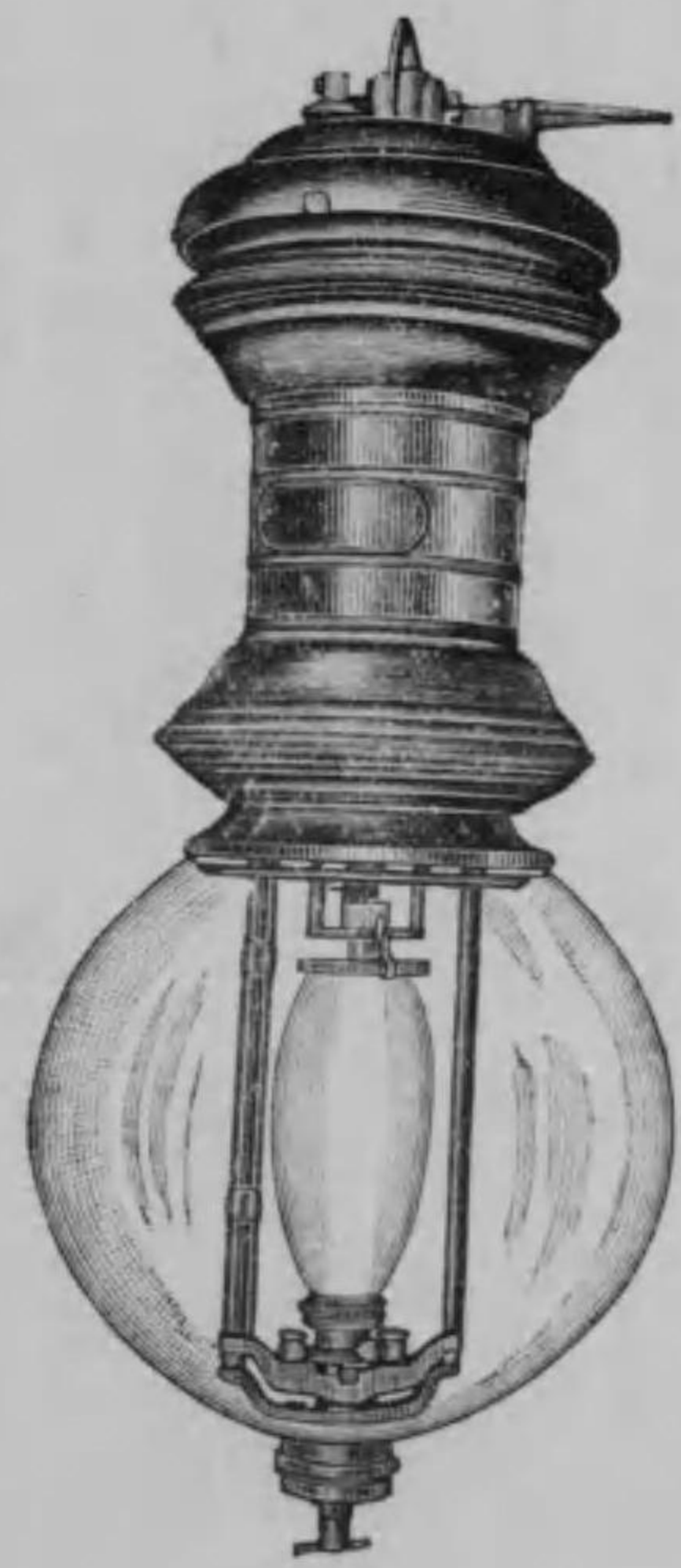
平滑ならしむるが爲に制動壺を使用すること、開放弧光燈に於けると同様なり。内部硝子球には戸外用の燈に於ては透明のもの、戸内用の燈に於ては乳色又は艶消のものを使用し、是を下部に於ては石綿坐金にて臺枠に能く締付け上部に於ては眞鍮製の蓋を密着せしめ、其中央にある孔を貫きて炭棒の上下動を自由ならしむ、外部硝子球には通常無色透明の硝子を使用す。

並列直流通鎖弧光燈は百「ヴォルト」乃至百二十「ヴォルト」の白熱燈回路に並列に接続し點火するを得るなり、是に要する電流は炭棒の大きさに由て異なる。米國ゼネラル電氣會社製の燈に於ては左の如し。

電流	炭棒の直徑	炭棒の長さ
五「アムペア」	二分一吋	上部 十二吋 下部 五吋
四「アムペア」	十六分七吋	十二吋 五吋
三・五「アムペア」	八分三吋	十二吋 五吋

此燈に於ては下部炭棒の消耗少き故に使用初めに表に示す如き短きものを使用し、第一回の炭棒取換の際上部炭棒の燃へ残りを下部に挿入使用し、上部

第四百十圖(甲) 並列直流閉鎖弧光燈の外観



炭棒に新しき十二吋のものを使用す、以後取換の際順次此くの如くす、即ち開放燈に於ては取換の際炭棒上下二本を要するも閉鎖燈に於ては單に一本を要するのみ、其壽命は

第四百十圖(乙) 同前内部



短くとも八十時間以上なれば、炭棒の用量甚だ少し。第四百十圖は米國ゼネラル電氣會社製五、アムペア直鎖閉鎖弧光燈を示す。直鎖閉鎖弧光燈には百、ヴォルト式のみならず二百二十

「ヴォルト」電壓にて點火するものあり、此燈に於ては弧光間の電壓百五十「ヴォルト」、弧光の長さ一時八分一、電流は二七五「アムペア」を要し、炭棒の直径は二分一時なりとす。燈の構造は抵抗線輪、制動壺、調整用電磁の大きさを増すのみにて其他百「ヴォルト」閉鎖弧光燈と異なることなし。

並列交流閉鎖弧光燈——ゼネラル電氣會社製の並列交流閉鎖弧光燈(第四百十一圖)に於ては調整用電磁は特製の絶縁物より成る枠に捲かれたる線輪より成り、U字形の燐青銅の彈機にて支持せられ炭棒と直列に接続せらる、接極子及炭棒を支持するクラッチにも彈機を備へ接極子より炭棒に震動を傳へざらしむ、炭棒の上下動を平滑ならしむるが爲に制動壺を用ふること並に内外硝子球使用法等は直鎖閉鎖弧光燈と異なることなし。抵抗線輪は塞流線輪塞流線輪は一の電磁にして、是に交流通するときは其誘導抵抗の大なる爲め線輪中に於て落下する電壓は、其「オーム」に於ける抵抗に由るよりも甚しく大なり、是に由て交流回路に於て電壓を落下せしむるには是を用ふより成り調整用電磁及び炭棒と直列に接続し燈の上部に三個の螺旋にて支持せられ、其不

良なる際自由に是を取換へることを得るものゝなす、爰に使用せらるゝ塞流線輪は周波數六十乃至百二十の交流回路の電壓百(ヴォルト)乃至百二十(ヴォルト)を弧光の電

第四百一十一圖 並列交流閉鎖弧光燈



壓七十(ヴォルト)に降下せしめ、且電流の不意の増

加と光の不同なるを防ぐ、是に由て此燈を交流自熱燈回路に並列に接続し使用することを得るなり。所要電流は炭棒の太さに従ひ異なること左の如し。

電流	炭棒の直徑	燈の力率	皮相電力	真電力
六(アムペア)	二分一時	七一・五(パーセント)	六二・五(ワット)	四三・〇乃至四五・〇(ワット)
七・五(アムペア)	二分一時	七二・〇(パーセント)	七八・〇(ワット)	五六・二(ワット)
四(アムペア)	十六分七吋	七〇・〇(パーセント)	四一・六(ワット)	二九・二(ワット)

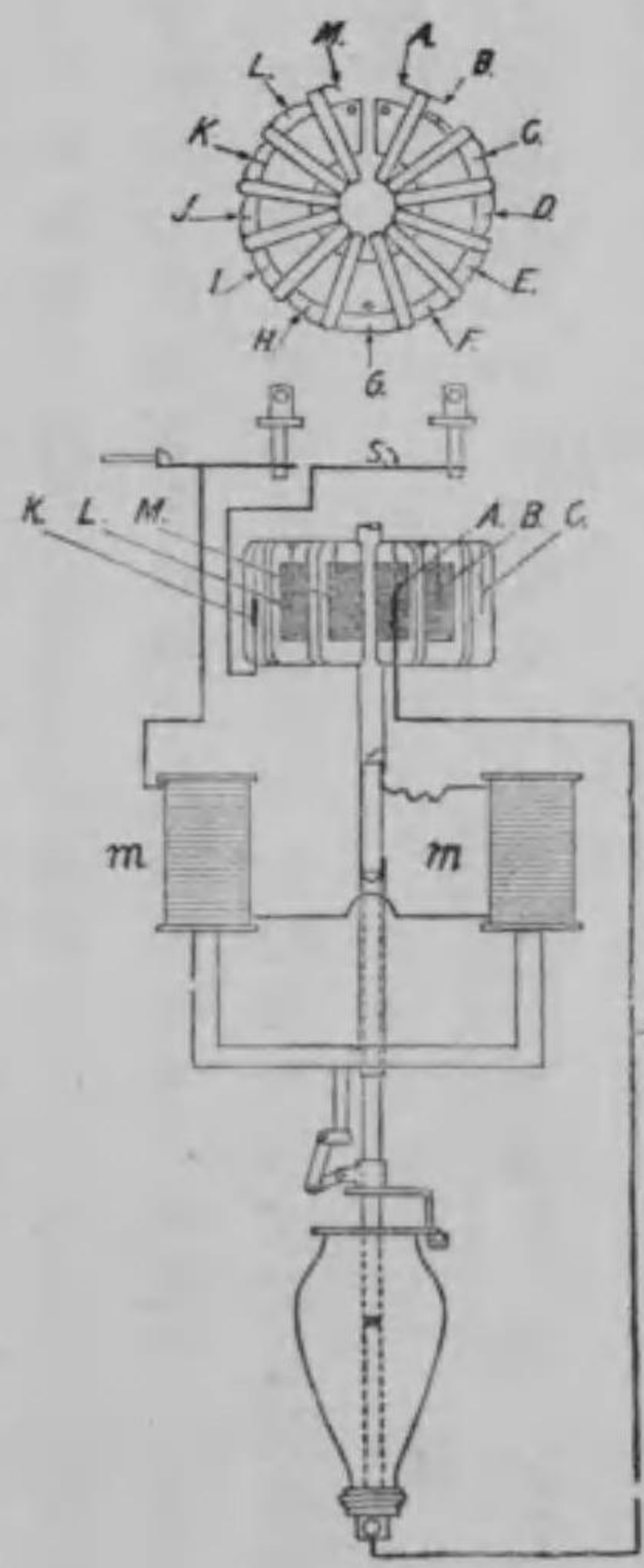
全電力中凡そ三十五(ワット)は塞流線輪中に熱と成りて消費せらるゝなり。炭棒の種類は一方に有心炭棒を用ひ他方に無心炭棒を用ふ、其長さは最初上

部に九吋半の無心のものを用ひ下部に五吋四分の三の有心のものを用ひ、次回炭棒取換の際上部の無心炭棒の燃へ残りを下部に用ひ新しき九吋半の有心炭棒を上部に用ふ、以後取換の際順次斯くの如く爲す、即ち炭棒取換毎に九吋半の無心又は有心の炭棒壹本を要するのみなり。炭棒の壽命は一汎に八十時間乃至百時間なれども其品質に由て異なる、其品質如何に良くも内部硝子球の内面には、炭棒の燃焼に由り蒸發する黒色の炭粉附着して光の分散を妨げるを以て、炭棒取換の際には必ず内部硝子球の内部を清掃するを要す。炭棒の壽命を短縮せしめざるに就ては、左の條項に注意すべきものとす。

- (一) 燈は必ず塞流線輪にて調整せる交流の周波數及電壓の下に使用するを要す。
- (二) 燈を接続する回路の電壓は百(ヴォルト)以上ならざるべからず。
- (三) 内部硝子球は完全に於て、其蓋は是に密着し上部炭棒は故障なく蓋の中央の孔を通じて是に觸れることなく自由に動くものなるを要す。
- (四) 總ての可動部分は故障なく動作すべきを要す。

此燈の構造は全体に簡單にして検査及清掃共甚だ容易なり、又塞流線輪を抵抗線輪に取換へ接極子全部調整用電磁を適當のものに取換へるときは、直流

第四百十二圖
並列交流閉鎖弧光燈の
電線接続圖



閉鎖燈として使用することを得べく、是れと反對に直流燈を交流燈に

容易に変更することを得るなり。ゼネラル電氣會社六、アムペア交流閉鎖弧光燈内の回路接続法は第四百十二圖に示す如し、圖中A Cは塞流線輪にして電磁 *m* 及炭棒に直列に接続し、其線輪の接続數を増減して電壓百乃至百二十、ヴォルト、周波數六十乃至百二十の範圍内に弧光を調整するを得るなり、其接続法は左の如し。

(一) 電壓が百四、ヴォルトなる場合。

交流の周波數六十の時は電線 S を塞流線輪の端子 J に接続す。
交流の周波數百二十五の時は S を F に接続す。

(二) 電壓が百四、ヴォルト以下の場合。

周波數六十の時は S を I H 又は G に接続す。
周波數百二十五の時は S を E D 又は C に接続す。

(三) 電壓が百四、ヴォルト以上の場合。

周波數六十の時は S を K L 又は M に接続す。
周波數百二十五の時は S を G H 又は I に接続す。

直列閉鎖弧光燈 回路に直列に接続して點火することを得る閉鎖弧光燈は重に街路點燈に用ひらる、此燈の調整装置は直列に接続せらる、開放燈に於けるが如く並列電磁及直列電磁の二個より成り、其磁力の差にて接極子及び炭棒を動作せしめ炭棒間の間隔即ち弧光の長さを調整するなり。點火電壓は七十、ヴォルト乃至八十、ヴォルト、所要電流はゼネラル電氣會社製の直流燈に於ては五、アムペア及六、六、アムペアの二種、同じく交流燈に於ては六、六、ア

第四百十三圖

弧光燈のフード 弧光燈のブラケット

(甲) (乙)



流が常に一定して通じ點火の状態一様なり。

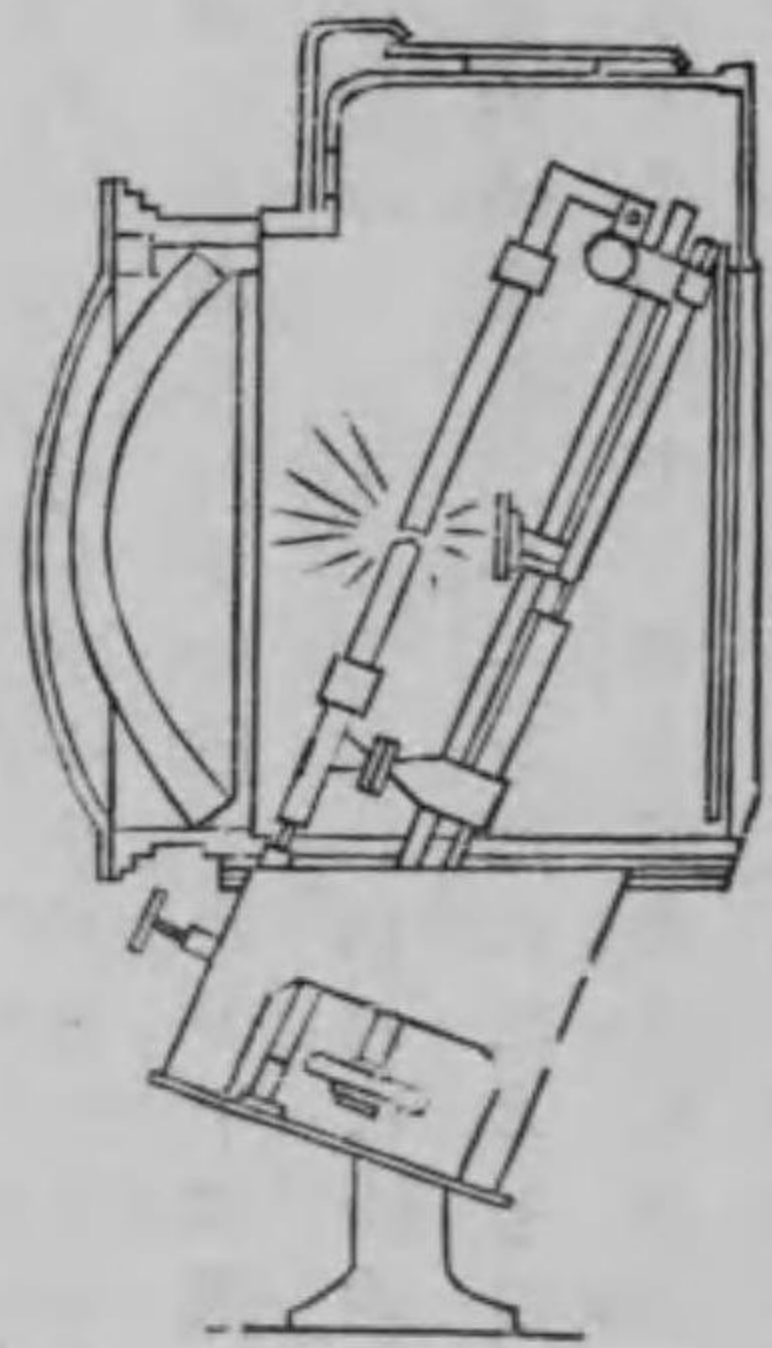
弧光燈の設置—弧光燈は重に戶外に用らるゝものなるが、是を電柱に取付くるには第四百十三圖に示す如き装置を用ふ、甲をトップ、エンド、ブードと云ひ電柱頭に取付け、乙をブラケットと云ひ電柱に沿ふて取付く、共に鐵製なり、

ムペア及七五、アムペアの二種なりとす。燈の外観、内部、大体の構造は通常の閉鎖弧光燈と大差なく、炭棒の直徑は總て二分一にして其消

耗及光の分散等も通常の閉鎖弧光燈と異なる事あり。此燈を使用するには直流燈は直巻發電機の回路に直列に接続し、交流燈は交流高壓回路に不變電流變壓器を接続し、其不變電流二次回路に燈を直列に接続するにあり、是に依て弧光燈には所要の電

室内用の弧光燈は雨露に曝されざれば通常其外覆篋に裝飾を施せり。
探照燈—遠方を強く照すが爲に特種の装置をなせる弧光燈を探照燈と云ふ。

第四百十四圖 探照燈



此燈に於ては炭棒を調整するに自動装置を爲さず、是に抵抗線輪を直列に接続し、人爲にて調整を行ふ。炭棒は第四百十四圖に示すが如く斜に取付られ、火坑を前方に向け光を

分散することなく殆んど並行に射出せしむるが爲に、炭棒の前面に透明の凸面鏡を、後方に反射鏡を装置す。此燈の目的は成るべく遠方を照らすに在れば、炭棒には大なる者を用ひ、電流も亦通常の弧光燈に比し多量なり、砲臺又は軍艦に設備する探照燈は殊に光力強く、三十、アムペア乃至八十、アムペアの電流を要す。三萬燭力乃至五萬燭力と稱するものは、能く三哩乃至五哩の遠距離を照らすなり。