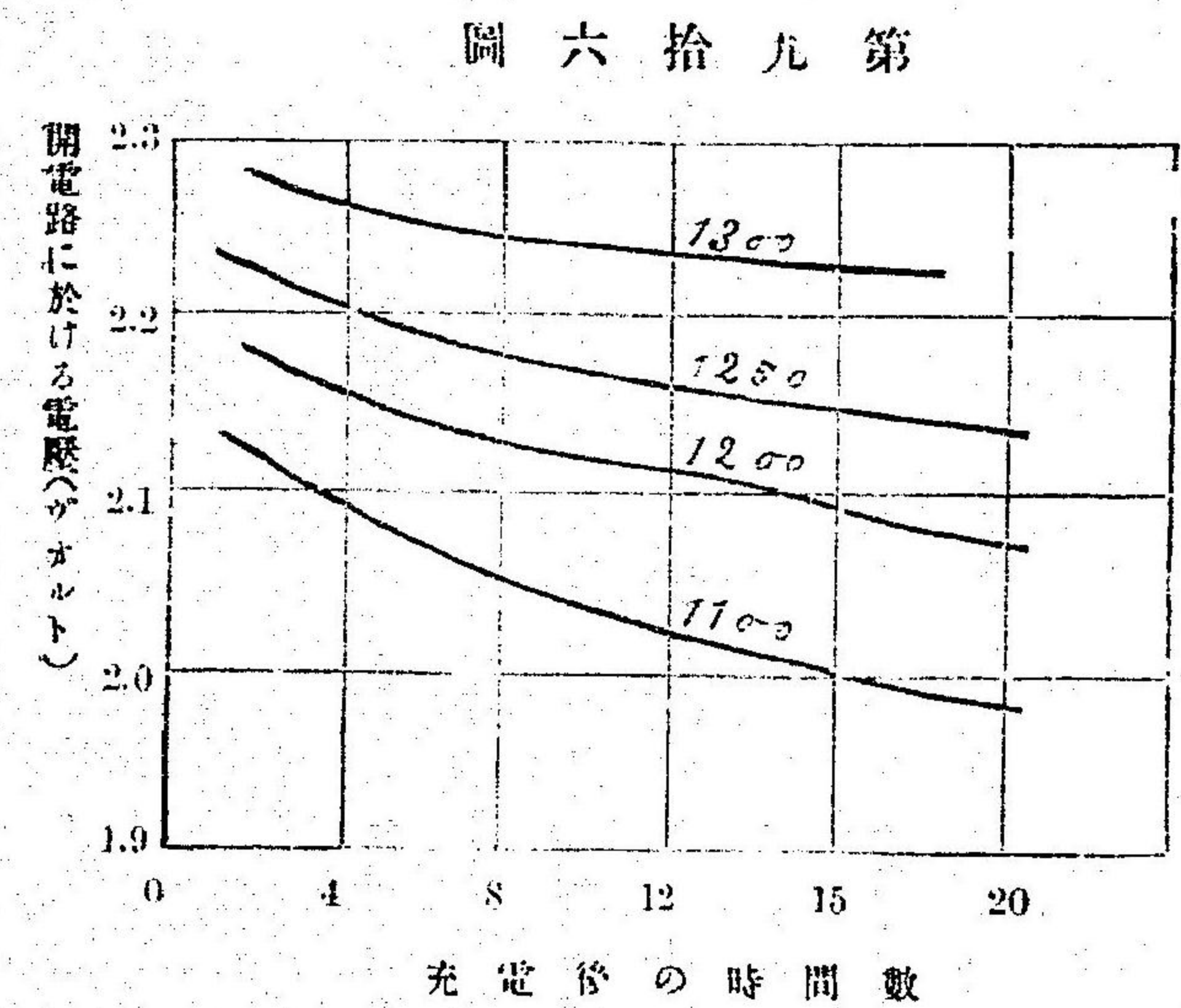


内部抵抗——蓄電池の内部抵抗は充電電流及放電電流の強弱並に硫酸の比重に由て異なる硫酸の抵抗は比重一・二五



○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な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比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、電池全部抵抗に就てエアトソン氏は一汎に總正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壹個の電壓二・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、各電池間は異極を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パラヒン又はバゼリンを塗布すべし、次に電源たる發電機の正極に蓄電池の終端正極を、其の負極に蓄電池の終端負極を接続し、發電機の運轉を始むべし、充電に使用する發電機は分捲發電機ならざるべからず、若し止むを得ず復捲發電機を用ふるときは、其復捲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数を乗じたる「ヴォルト」數ならざる可らず、發電機の始轉と同時に比重一・一七〇の硫酸を各電池に極板上壹吋迄注入すべし、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圧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

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

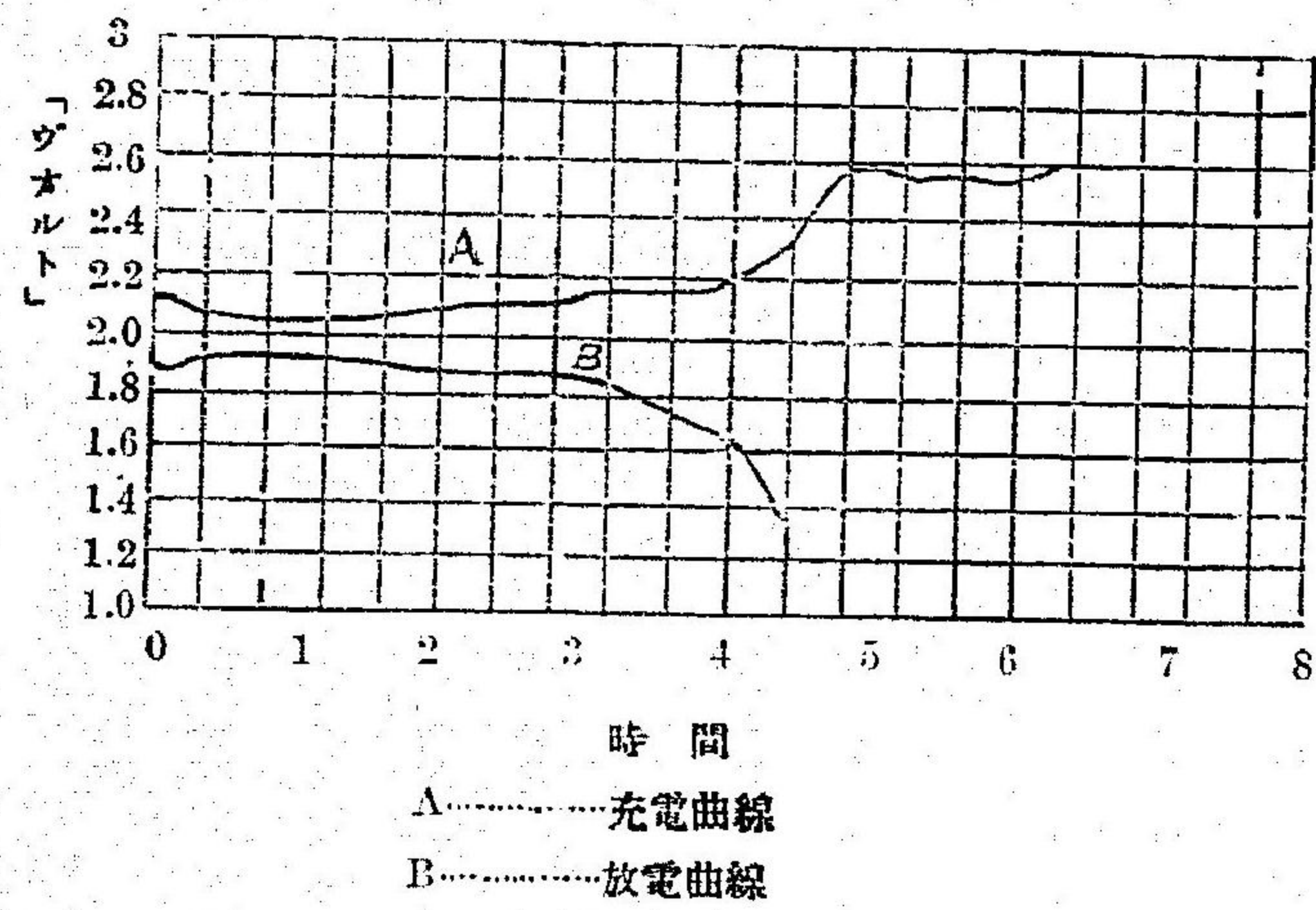
式中Eは發電機の電圧、E'は蓄電池の起電力、Rは蓄電池の内部抵抗にして、E'は充電中漸次上昇するを以てEを不變になすときは充電の進むに従ひRが減少するとも電流も漸次減少すべし、然れども通常充電中は電流を一定にするを可とすれば發電機の電圧を漸次高むるか或は電路の抵抗を漸次減少せしめて充電電流を一定ならしむるを可とす。充電の電流の強さは製造者より指定せらるゝを通常とするも、若し指定なきときは後に記載する電流密度に依るべきものとす。第一回の充電に於ては少くとも最初の拾貳時間は斷續なく之を行ひ、一定時毎に小電壓計及小比重計にて各個の電壓及比重を測定す

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なれば、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狀を呈する電池を發見したる時は、是を電路より開放すべし。第九十七圖Aは或る蓄電池に一定電流にて充電し、充電中一定時毎に其電壓を測り得たる電壓と時間數にて畫きたる曲線にて能く電壓の變化を示す、即ち充電の始めに於ては二、三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、蓄電上更に其効なきを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ことあり、充電終れば爰に蓄電池完成し電源として是を使用することを得るなり。

又放電の状態は第九十七圖Bに示すが如く、最初二三分間急に一、九「ヴォルト」に降り、其後は徐々に一、八五「ヴォルト」に降下し、或る時間を経過し急に零「ヴォルト」に降る、然れども斯の如くな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「ペースト」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極限とし、是より引續き放電すべからず。自然放電及電圧回復—充電せられた

圖七十九第



る蓄電池を使用することなく放置するときには起電力及硫酸の比重は漸次降下し、發生電流をして弱少ならしむ、此自然放電は電池が良き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、又放電されたる蓄電池を放置し、少時の後其電圧を測るときは電圧が徐々に放電最後の電圧一、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圧の回復と云ふ。

充放電の密度—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

總正極板表面積の每平方呎に付

五、六「アンペア」乃至九、三「アンペア」
 或は總極板の重量の毎磅に付き

一、二「アンペア」乃至一、三「アンペア」

今或る電池の正極板の數量を P とし、其高さを s 、時幅を t 時とすれば此電池に適當なる充放電流の密度は左の如し

$$I = \frac{299st}{141} \times 5.6$$

$$= pst \times 0.077$$

蓄電池の容量—充電せられたる蓄電池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「アンペアアワー」にて之を示す。

容量は放電電流の強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、容量は三分二に減す、是に由て蓄電池の容量を示すには何時間放電又は何「アンペア」放電にて若干「アンペアアワー」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良しとす。

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、八五なり、第二十一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終始一定せるなり。

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経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 蓄電池の壹組ありとし其充電々流を四七アンペア放電々流を四十八アンペアとす測定に由りて各個電圧を二六・ゾォルトに達する迄充電するに四時間を要し電圧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・二七ゾォルト放電中の平均電壓一・八九ゾォルトなりとす。

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

第二十一表

放電時間	三時間	五時間	七時間
放電電流密度	1.00-1.25	0.70-0.85	0.50-0.65
電量能率	16%-90%	93%-92%	95%-93%
電力能率	77%-75%	82%-90%	84-82%

$$4 \times 40 = 160 \text{ 「ワットアワー」}$$

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

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

$$3.02 \times 48 = 145 \text{ 「ワットアワー」}$$

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

能率は是に因て左の如し

$$\text{電量能率は } \frac{145}{160} = 0.907$$

$$\text{電力能率は } \frac{274}{363} = 0.753$$

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)ペー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時は極板の表面に白色の結晶体生ずるに至るべし之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なれども、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^{カウチン}したると云ふ。極板の表面は通常柔軟なれども硫酸化するときは甚しく強固になり針だも透ると能はず。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筥にて白色結晶体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体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。

極板殊に正極板の屈曲は左の場合に起る。

一、充放電々流が過大なる時

二、極板間の内部抵抗一樣ならざる時

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收縮一樣な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するに至るべし。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剝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。

ペーストの剝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、殊に正極板に於て屢々起る。此障害の生ずるときは極板間

に短絡生じて極板を害し容量は甚だしく減するに至るべし。
蓄電池の壽命——蓄電池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正極板は平均凡そ貳ヶ年にして据付蓄電池に於て長きものは五年を超ゆることあり、負極板の壽命は通常正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、一定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發電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ポナイド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、毎日各電池の電壓及比重を測定し、左の範圍外なるを發見したるときは是を電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 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、硫酸化し居るや否や、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。

六、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

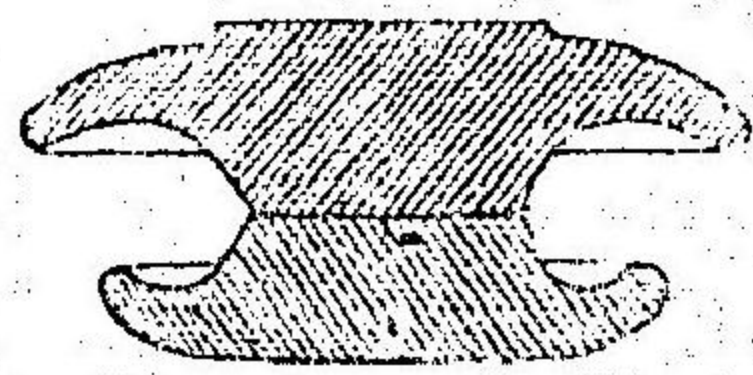
塊を通して濾過し、然る後元の如く是を組立て新しき硫酸若くは濾過せる硫酸を注加すべし。

蓄電池を据付くべき室は日光の直射を受けずして適度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裝置するものとす。電池が小形なれば是を貳段に置きて可なるも、下段の電池は少くとも床上二拾時に在りて上下兩段電池間の間隔は少くとも拾二時たらざるべからず。又大形電池なれば床上貳拾時に壹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三拾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九十八圖に示すが如き磚子の下部に、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浸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。

蓄電池室に用ゆる磚子

第九十八圖



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、其電壓も壹個「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)荷重の大なる場合に發電機の補助として、

(一)蒸氣列車内の點燈には蓄電池のみを用ゆ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。

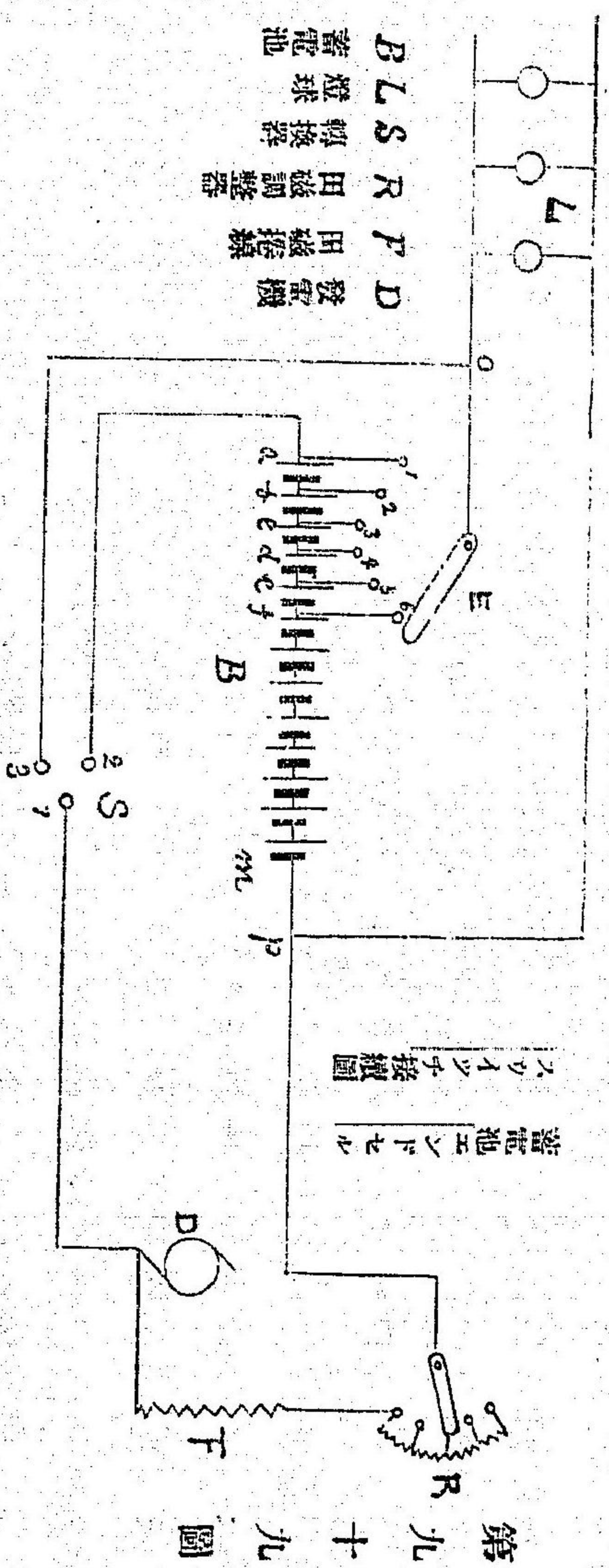
(二)發電機を使用し電燈を點火する場合に臨時其使用を停止するとき、蓄電池より電燈を點火し得る様設備し置けば極めて便利なり、又其使用を停止せざるも同一の發電機にて電動機の運轉を行へば、電壓の動搖を免かれず、是が爲に白熱燈球の光力に明暗を生ずる不便あり、若し此發電機に相當數量の蓄電池を並列に接続し置くときは、荷重の輕きときは發電機の電壓は蓄電池の電壓より高くして之に充電し、電動機の運轉始まりて荷重の重きときは發電機の電壓は降下する爲め、蓄電池は電路に向て放電を始め、發電機電路の電壓を高め斯くして電路の電壓は自然に調整せらるるなり。

(三)毎夜一定時に荷重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併列に接続し放電せしめ、輕かりたるときは是を電路より切り、猶荷

重の減するとき、は發電機より之に充電せしむ、此方法は適當の接続法に由り自動的に行ふことを得べく、此方法に由て發電機を經濟的に使用することを得るなり、例へば貳百キロワット發電機を用ふる場合に、毎夜午後六時より八時迄は荷重貳百キロワット以上ありて、八時より後は貳百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続し、荷重が貳百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、貳百キロワットより減するとき、は發電機より蓄電池に充電せしむることを得るなり、是に由て發電機は常に全荷重にて運轉するにあれば、能率は常に大なるべし。

蓄電池を發電機に並列に接続使用する際、其電壓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點及是に接觸する壹個の接觸板より成る、第九十九圖に示す發電機蓄電池並用電燈電路に於て認むる如く、Eは接觸板1 2 3 4 5 6は接觸點にして、蓄電池B中の電瓶a b c d eの各極に接続す、接觸板を1に置くときは電池全部がOP間に接続せられ、2に置くときは接続電瓶數壹個減じ、接觸板を3 4と順次に動かすに従ひ電瓶壹個宛O

P間より取除られO P間の電圧減す此aよりe迄の電池をエンドセルを云ひ、此接觸板接觸點全部をエンドセル、スイッチと云ふ今轉換器Sを動かし13を接続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6に置きm間の電圧は發電機の電壓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の順序に進め接続電瓶數を増してO P間の電壓に變化ならしむるを得るかり又O P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O P間の電圧増すに至れば、接觸板を123の順序に進め接続電瓶數を減じてO P間の電壓を一定にし充電に支障からしむ。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放電を爲せば、時々他の良電池と交換して特に充電せざるべからず。

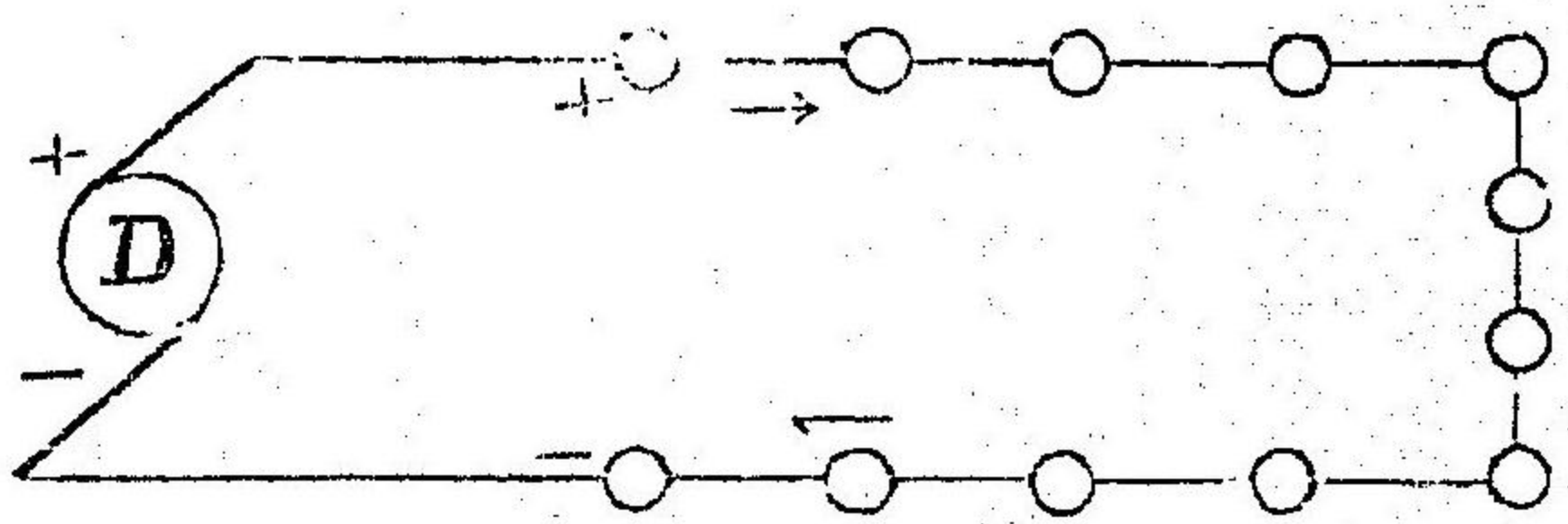
第六章 送電法及送電線の算定法

第一項 送電法

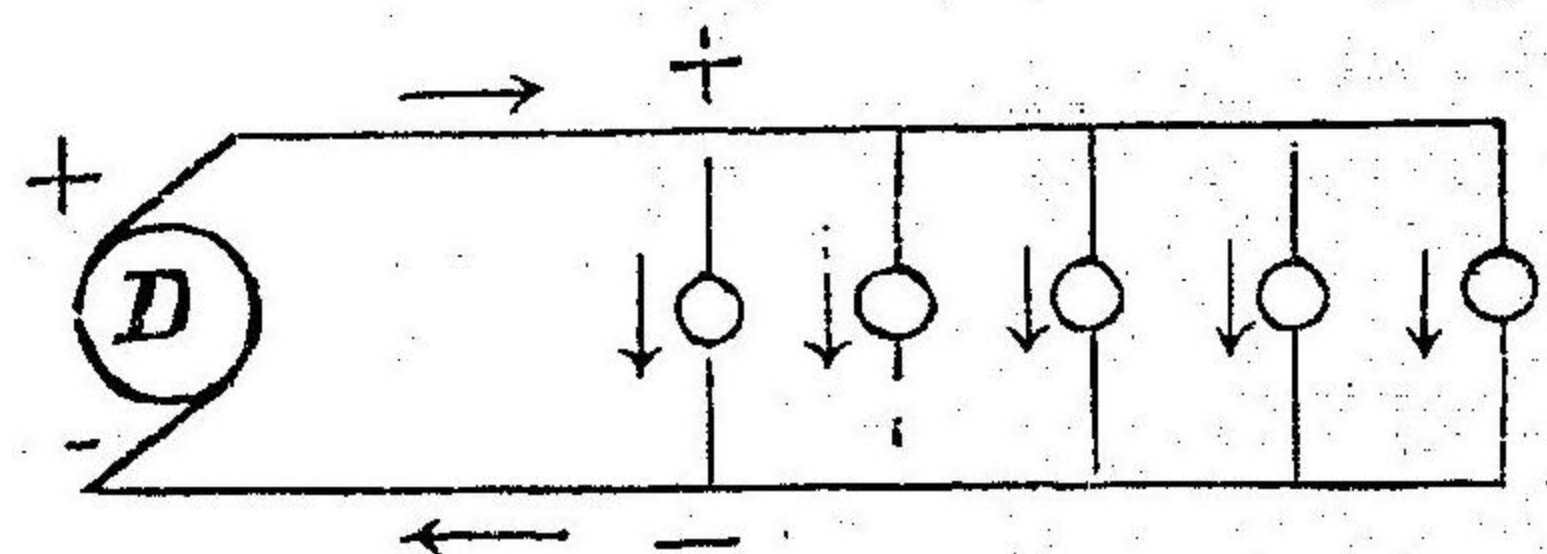
送電法——發電機より發生する電流を燈球に送る方法は種々有れども燈球の電路接続方法に據り是を大別し並列法及直列法の二となす其電路接続は直列法に於ては第百圖甲に示すが如く燈球を電路に直列に接続す電流は發電機Dの正極より出て(+)記號の點より矢の方向に流れ各燈球を経て(-)記號の點に到り發電機の負極に戻るなり並列法に於ては第百圖乙に示すか如く燈球を電路に並列に接続す發電機Dの正極より出たる電流は(+)記號の點より各燈球に分流して(-)記號の點に於て合し發電機の負極に戻るなり即ち直列法に於ては發電機に發生する總電流は各燈球に通し並列法に於ては是に分流す電壓は之に反し直列法に於ては發電機の電壓が各燈球に於ける電壓の和に等しく並列法に於ては各燈球に於ける電壓に等し並列法及直列法を並用せる二方式あり之を並列直列式及直列並列式と云ふ並列直列式に於ては

燈球若干個の直列に接続せられたる電路の數個が並列に發電機に接続せられ直列並列式に於ては燈球の若干個の並列に接続せられたる電路の數個が

第百圖 (甲)



第百圖 (乙)



發電機に直列に接続せらる此二方法は特別の場合に用ひらるゝのみにて通常行はれざるなり一汎に並列法及直列法に限られ其電流の種類及變壓器の接続法に由り種々の組合せ方法按出せらるゝも實際に汎く用ひらるゝ諸方式は左の數種なりとす。

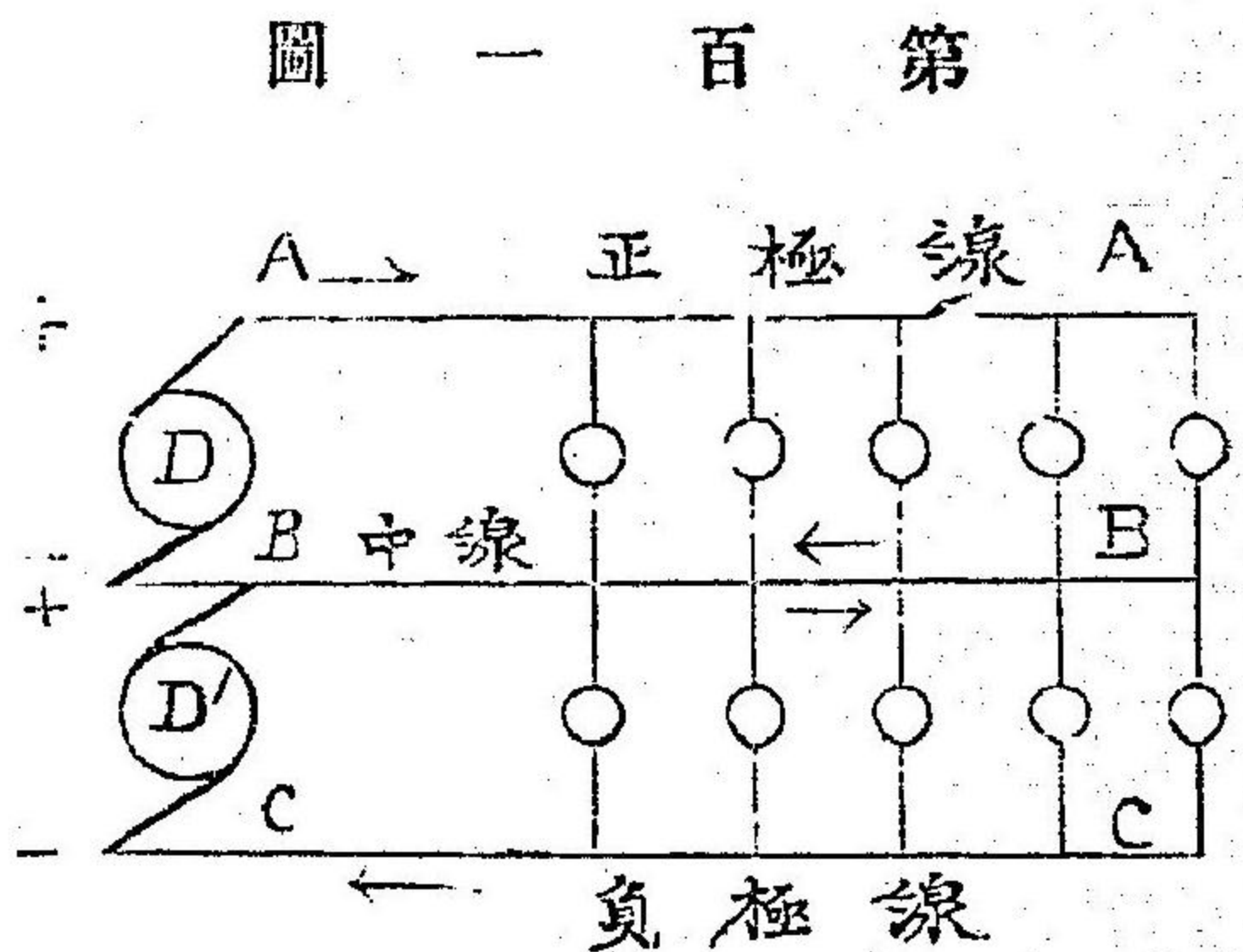
- 並列二線式
- 直列二線式
- 並列三線式

- 單相直列二線式
- 單相並列二線式
- 單相並列三線式
- 交流式
 - 二相並列三線式
 - 二相並列四線式
 - 三相並列三線式 星形結線又は三角形結線
 - 三相並列四線式

交流式に於ては其一次線路及二次線路共に右諸式の送電法に據り送電せらるゝものとす。

直流式—第百圖甲に示す燈球の電路接続法を直列二線式と云ひ第百圖乙に示す接続法を並列二線式と云ふ、共に送電線二條を要す、並列三線式とは第百一圖に示すが如く發電機の一對を要し一機の正極を他機の負極と接続し送電線三條を要す、其正極より出づる送電線を正極線と云ひ、負極より出づるものを負極線と云ひ、正負兩極を結ぶ中央より出づる送電線を中央線と云ふ、燈

球は各極線及中央線間に接続せられ、其點火し得る數量は兩發電機が點し得る各燈數の和に等し。



第百圖

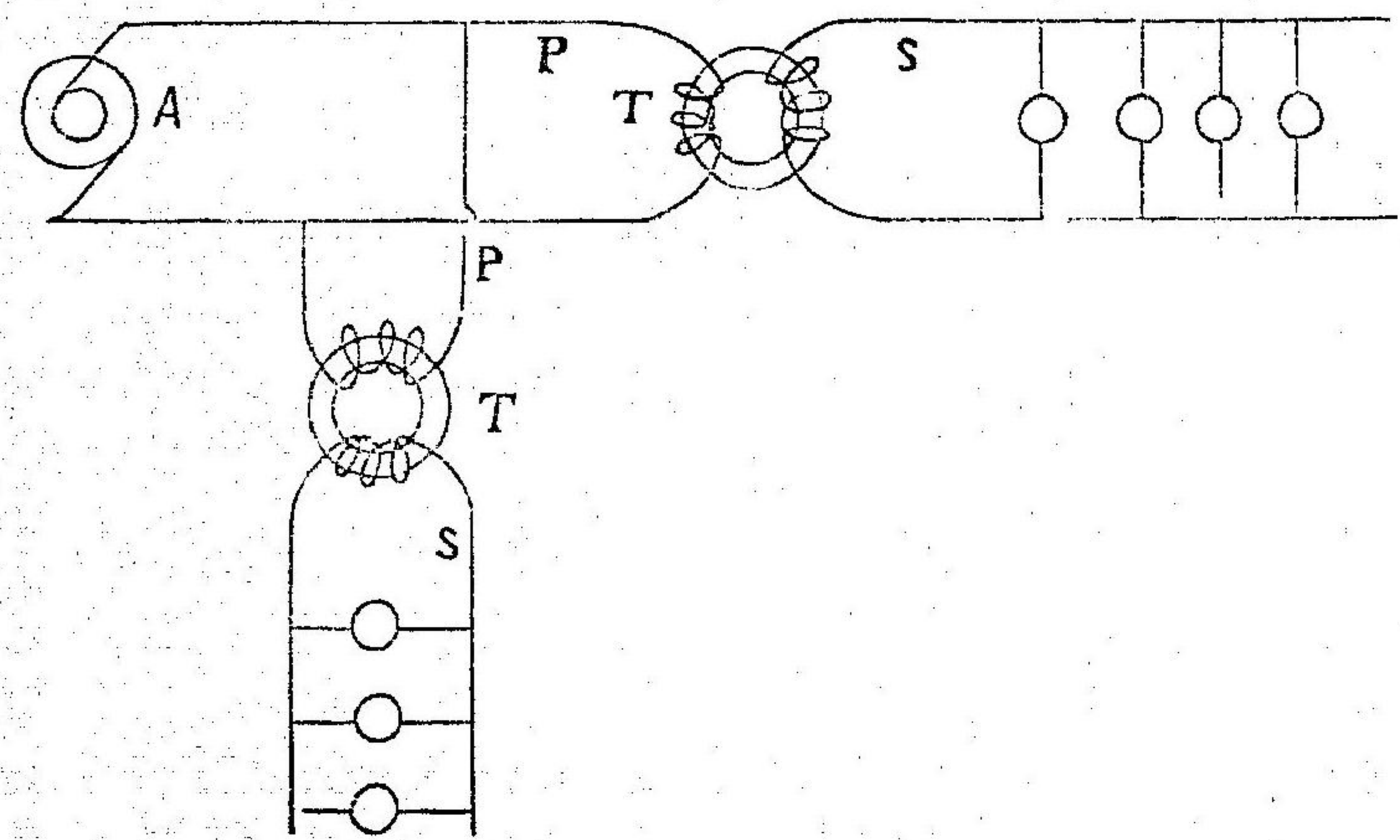
示すが如し。

交流式線路に於ては變壓器の接続を任意に爲すことを得るなり、例へば一次

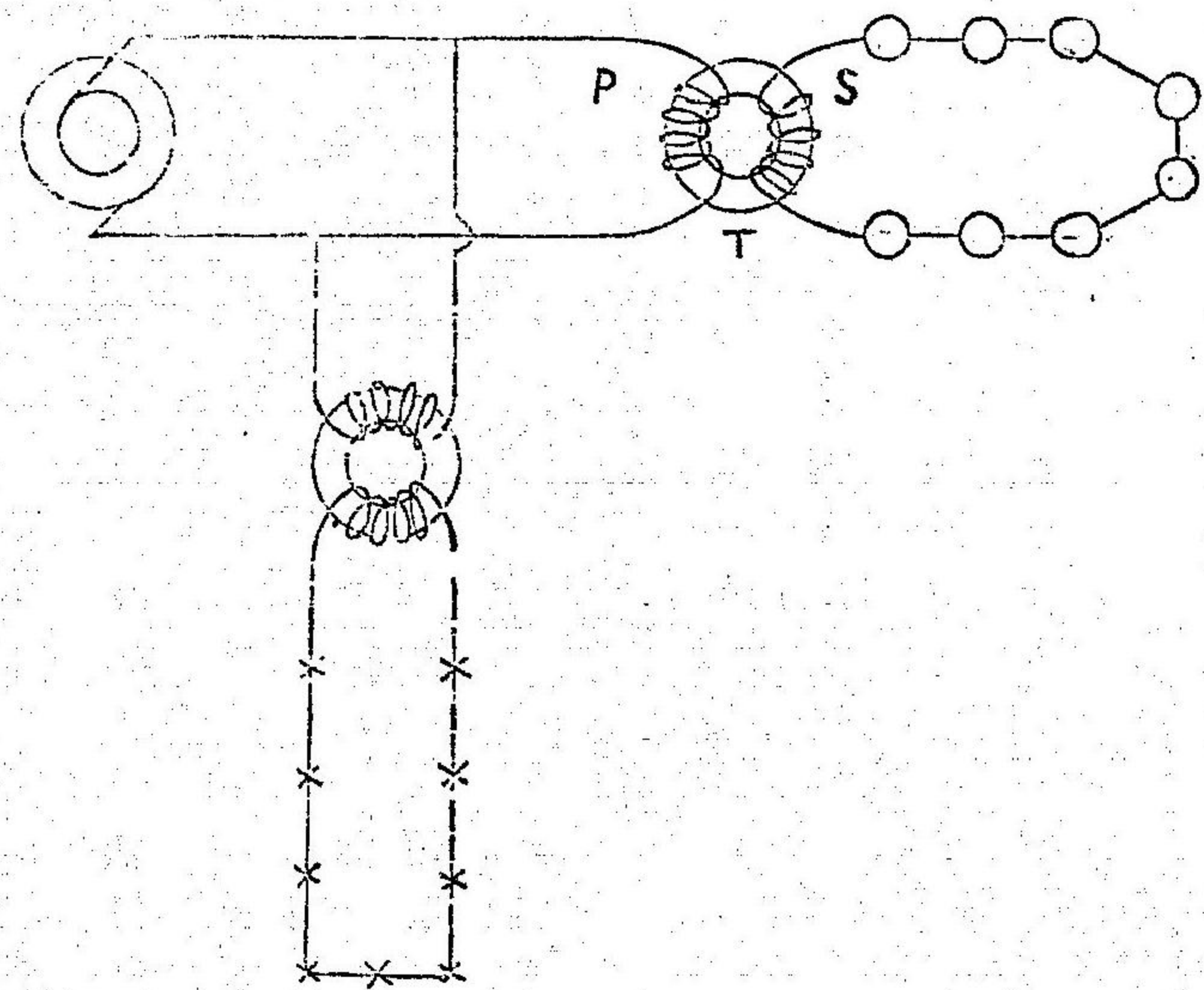
交流式—單相交流式に於ける燈球接続法は、並列二線式に於ては第百二圖に示すが如く、直列二線式に於ては第百三圖に示すが如く、共に送電線二條を要す、並列三線式に於ける接続法は第百四圖に示すが如し、圖中Aは交流發電機、Tは變壓器、Pは一次電路、Sは二次電路なり。

二相並列三線式接続法は第七十九圖及第八十一圖に示すが如く、二相並列四線式接続法は第七十八圖及第八十圖に示すが如し、三相並列三線式及四線式は第八十二圖より第八十六圖に

圖二百第

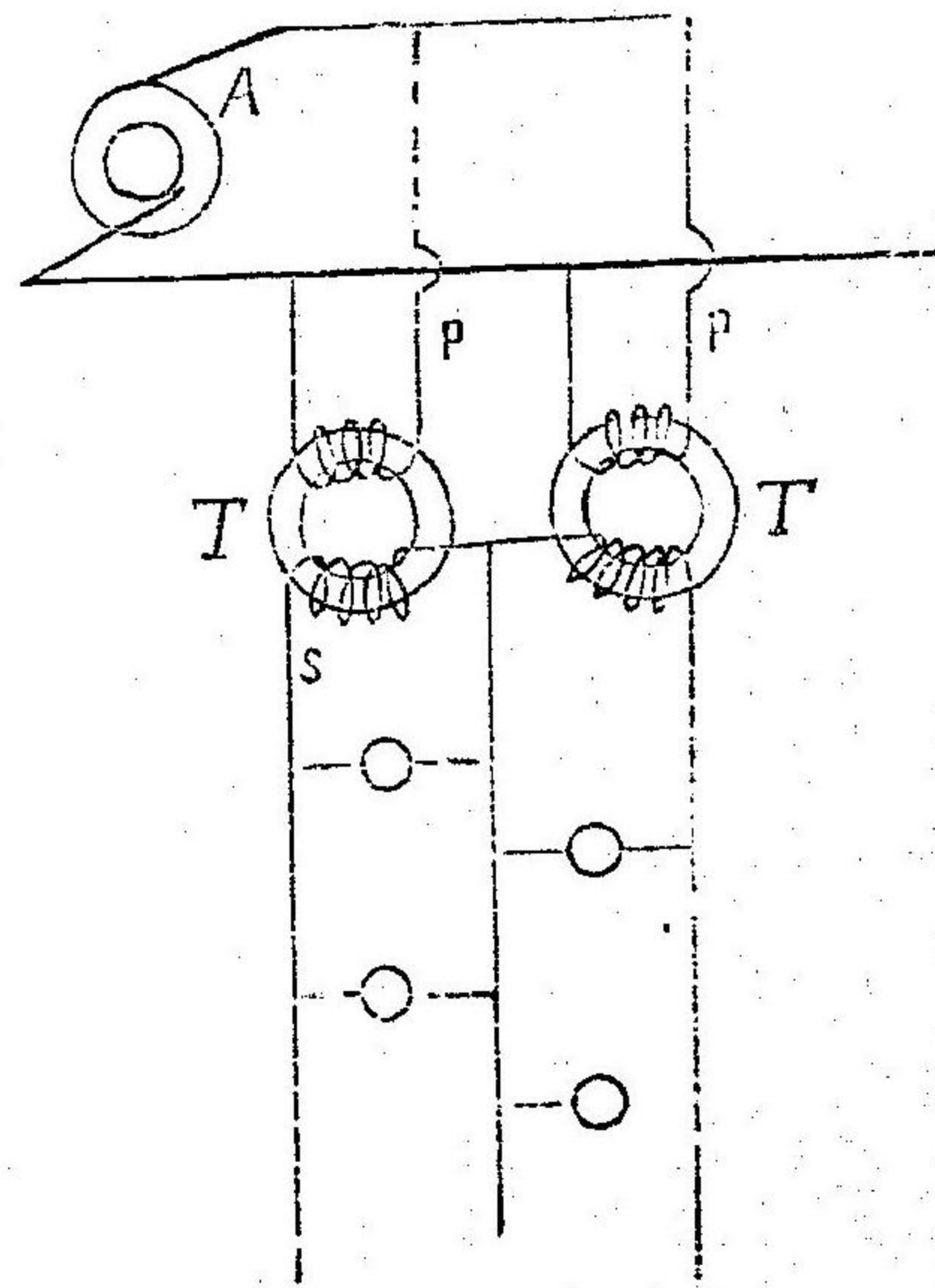


圖三百第



電路を三相三線式と爲し、第一及第二の變壓器の二次電路を並列二線式とし、第三第四の二個の變壓器の二次電路を結び並列三線式となすが如き、或は變壓器三個を結びて更に三相三線式又は三相四線式にて送電するが如き、若し

圖四百第

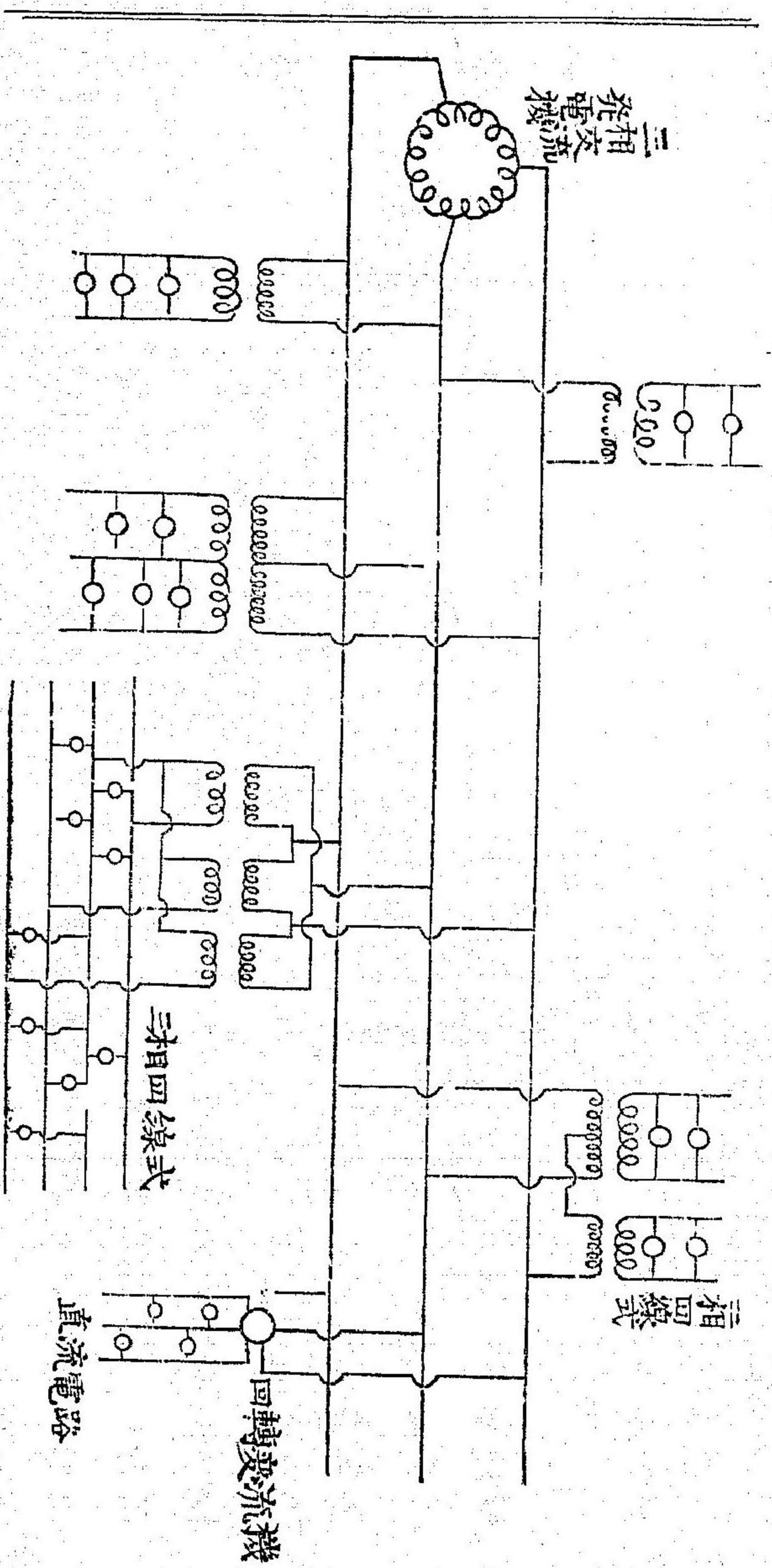


從ひ一定するものなり、通常拾六燭力の白熱燈球は百ヴォルト電壓にて〇、五アンペア乃至〇、六アンペアの電流を要し、公稱一千二百燭力の直流弧狀燈は

くは變壓器貳個に由て二次電路を二相四線式に變ずるが如き、或は又交流を回轉變流機にて直流に變せしめ、直流式に由り送電するが如し、第百五圖は是等の諸方式に據る電燈電路接續法の一例を示す。

送電法の撰定に燈球の點火に要する電流及電壓は其燭力に

圖 五 百 第



五十ヴォルト電圧にて六アンペア乃至六五アンペアの電流を要す、斯くの如く自熱燈及び弧狀燈は電流及電壓を異にするを以て發電機より是に送電する方法亦等しからず、爰に拾アンペアを要する直流弧狀燈百個を點火すると假定すれば、弧狀燈壹個に要する電力は

$$50 \times 10 = 500$$

五百ワット なるば、百個に要する電力五拾キロワットを發電

機より送電するに當り、並列二線式に據るときは發電機の電壓五十ヴォルトにして電流は一千アンペアなるべく、直列二線式に據るときは電壓五千ヴォルトにして電流は十アンペアなるべし、即ち電流は並列式に於ては直列式に於けるよりも一百分大なり、従て使用する電線も電流密度同一なる上は其横斷面積一百分大ならざるべからず、且つ點燈數の増加に従ひ直列式に於ては電流は一定するも發電機の電壓増し、並列式に於ては電壓は一定するも電流増加するものなれば、點燈數の増加は直列式に於て比較的電線の經費を減少し、並列式に於て電線の經費を増加するなり、一汎に弧狀燈は多量の電流を要するに由り是を電路に接続するには直列式に據り、發電機には弧狀燈用直捲

發電機を用ふ、又比較的少量の電流を要する白熱燈は是を電路に並列に接続し、直流式に於ては分捲又は複捲發電機より一定電壓にて電流を供給せしむ。然れども閉塞弧狀燈の發明ありしより以來、白熱燈球と同一電路に同一電壓にて點火し得らるゝを以て、此種の弧狀燈は白熱燈球同様に之に並列接続して使用せらるゝに至れり。

電壓の降下—燈球に送電するに當り何れの方式に據るも使用電線の抵抗に應じて電壓の一部が失はるゝを免かれず、例へば電線の抵抗が R 「オーム」にして電流が I 「アンペア」なれば、失はるゝ電壓は I 「ヴォルト」なり之を電壓の降下と云ふ。此降下あるに由て實際發電機の發生すべき電壓は、燈球點火に要する電壓に降下電壓を加へたるものならず、又電線中に抵抗の爲に電力の損失あり、即ち I^2R にして之を電路に於ける損失電力と云ふ。是に由て發電機より發生すべき電力は燈球點火に要する電力に損失電力を加へたるものたるを要す。是に由て此電壓降下及消失電力を成べく少からしむる様電線を定むること必要なれば、送電線を算定するには電壓降下又は消失電力を若干

と想定して計算す、第二項及第三項に於て専ら此計算方法に就き記載す。電壓降下を少くし各燈球に於ける電壓を平均せしむる爲め適當に送電線を配置する方法は第四項に記載す。

第二項 直流電路の送電線の算定

直列二線式—一汎に直流直列開放弧狀燈への送電法は直列二線式なりとす。此方式に於ては電流は常に一定し通常六「アンペア」乃至拾「アンペア」なれば、電線には W 、八番銅線以下書中線號には總て W 、 G を用ゆるを以て各別に線號を記せず)を使用す。

弧狀燈電路の抵抗を R 「オーム」とし電流を I 「アンペア」とすれば

電壓の降下 E は $E = IR$ 消失電力は $W = I^2R$

今電路の延長四哩使用電線八番線にして電流十「アンペア」なるときは、電路の抵抗は八番線一哩の抵抗二「オーム」なるに由り

$$R = 2 \times 4 = 8 \quad I = 10$$

$$E = 8 \times 10 = 80$$

即ち

若し弧状燈の数を三十個とすれば點燈に要する電壓は
 $30 \times 50 = 1500$ 即ち一千五百ヴォルト之に電壓降下八十「ヴォルト」を加へ一千五百八十「ヴォルト」を發電機に要する發生電壓とす。

並列二線式—並列二線式に於て送電線の抵抗をR「オーム」とし燈球に要する總電流をI「アンペア」とすれば「オーム」法則に由り電壓降下Eは

$$E = IR$$

例一、送電距離一千呎燈球數五十個なりとすれば電壓降下は幾何なりや、但し電線は十二番線にして燈球は拾六燭力燈球なりとす。

答 十二番線一千呎の抵抗は〇・八六九「オーム」なれば

$$R = 2 \times 0.869 = 1.738$$

燈球壹個に要する電流を〇・五「アンペア」とすれば總電流Iは

$$I = 50 \times 0.5 = 25$$

是に因り $E = IR = 25 \times 1.738 = 42.5$

即ち電壓降下は四十二・五「ヴォルト」なり

一汎に送電距離をD呎とし燈球數をnとし燈球一個に要する電流をi「アンペア」電線一千呎の抵抗をr「オーム」とすれば電壓の降下Vは

$$E = IR$$

に因り $V = inR$

而して $R = \frac{2D}{1000} \times r$

なるに由り $V = \frac{2inD}{1000} \times r$

或は $r = \frac{1000V}{2inD}$ (30)

家屋内電路に於ては電壓降下最大極限を通常二分一「ヴォルト」と爲せば此場合に於ては第三十式より左の式を得るなり

$$r = \frac{1000 \times 0.5}{2inD}$$
(31)

電路に於ける電壓降下Vを豫定し是に適當する電線の抵抗を第三十式に由

て算定することを得べく、又第三十一式に由て家屋内電路に使用する電線の抵抗を算定することを得べし、従て此抵抗より電線表に依て電線の太さを定むることを得るなり。

例二、送電距離一千五百呎燈球數十六燭壹百個にして電壓降下を八ヴオルトならしむるには、送電線に何番線を使用すべきや。

答、第三十式に由り $r = \frac{1000 \times 8}{2 \times 100 \times 0.5 \times 1500} = 0.5333$

即ち一千呎の抵抗〇・〇五三三「オーム」の電線を要す、電線表を見るに是は三零番線と四零番線との中間に相當し四零番線近きを以て、四零番線を使用電線と定む。

横斷面積「サーキュラルミル」長さ一呎の銅線の抵抗は一〇・八「オーム」なれば〇「サーキュラルミル」のもの一呎の抵抗は $\frac{10.8}{C}$ 「オーム」にして其D呎の抵抗は $\frac{10.8D}{C}$ 「オーム」なり、Dを送電距離とすれば電路の抵抗Rは

$$R = \frac{2D \times 10.8}{C} = \frac{21.6D}{C}$$

然るに $V = iR$

Rの値を置換すれば

$$V = in \times \frac{21.6D}{C}$$

$$V = \frac{21.6inD}{C}$$

$$C = \frac{21.6inD}{V} \dots\dots\dots (32)$$

三十一式も亦同理にて左の如く變ず

$$C = 43.2inD \dots\dots\dots (33)$$

三十二式及三十三式に由て豫定電壓降下に適する電線の横斷面積を直に算定することを得て、電線表に據り横斷面積より其何番線なるべきを知ることを得るなり。

以上二式に於てinDの相乗積は其各値の如何に關せず同一なる時はCも亦同一なるべし、是に因て電線を算定するにはinDを基本とし是をアンペア・フヒー

トと稱し、是れと種々の電壓降下に對するの値を三十二式及三十三式に由て豫め算出し、是を表に製し置けば實際に於ける電線算定の際大に便利なるべし、第二十二表は其一例を示す、表中横欄は「アンペア、フヒート」を示し、縦欄は電線の「サーキュラルミル」を示す、横欄第一行の一分は三千「アンペア、フヒート」にして第二行の一分は七百五十「アンペア、フヒート」に當り、縦欄第一行の一分は一万「サーキュラルミル」にして第二行の一分は二千五百「サーキュラルミル」に當る、「アンペア、フヒート」と「サーキュラルミル」の計算の組合せは、縦欄第一行と横欄第一行及縦欄第二行と横欄第二行なりとす、左の例に依て表の用法を説明せん。

例三、送電距離三百呎燈球の數十六燭五拾個にして電壓の降下を三「ヴォルト」ならしむるには、使用電線は何番線なるべきや。

答、本例に於て「アンペア、フヒート」は $300 \times 50 \times 0.5 = 7500$ ならば第二十二表に於て横欄第二行十分に相當するが故に、10と記したる處より出づる縦線の「三「ヴォルト」降下線と交叉する點より横線に沿ふて左方を視れば、縦欄第二行中

に於て四番線と五番線との中間あるを知る、此場合に於ては其大なる四番線を使用電線とす、若し計算を横欄第一行中に爲せば、「アンペア、フヒート」は、第一行中二分と三分の間にして前記同様其點より出づる縦線と「三「ヴォルト」降下線との交叉點より左方を視れば、縦欄第一行中に於て四番線と五番線との中間なるを認むべし、此例以外の「アンペア、フヒート」及電壓降下に對する電線を定むる方法も此例と同様なり、此表の使用際は、電壓降下は十六「ヴォルト」、「アンペア、フヒート」は一五〇、〇〇迄なりとす。

第二十三表は屋内電路に使用する電線算定の爲め、電壓降下二分、「ヴォルト」、「アンペア、フヒート」一千五百を限度とし算出したる電線算定表なり、表中縦欄第一行は一分が一千「サーキュラルミル」に當り、第二行は一分が二千「サーキュラルミル」に當る、計算の組合せは第二十二表と同じく横欄第一行に縦欄第一行を横欄第二行に縦欄第二行なりとす、表の使用法も第二十二表に於けると同様なり。

例四、一家屋内に拾六燭燈球拾五個を點するに當り、其引込口より燈球への

送電距離平均八拾呎なるときは、使用電線は何番線なるべきや。

答、此例に於て「アンペアフヒート」は $15 \times 0.5 \times 80 = 600$

なり是に因て第二十三表の横欄第二行中六〇〇の點より出づる縦線が電壓降下線と交叉する點より左方を視れば縦欄第二行中に於て八番線と九番線との中間なるを認むべし、故に八番線を使用電線とす。

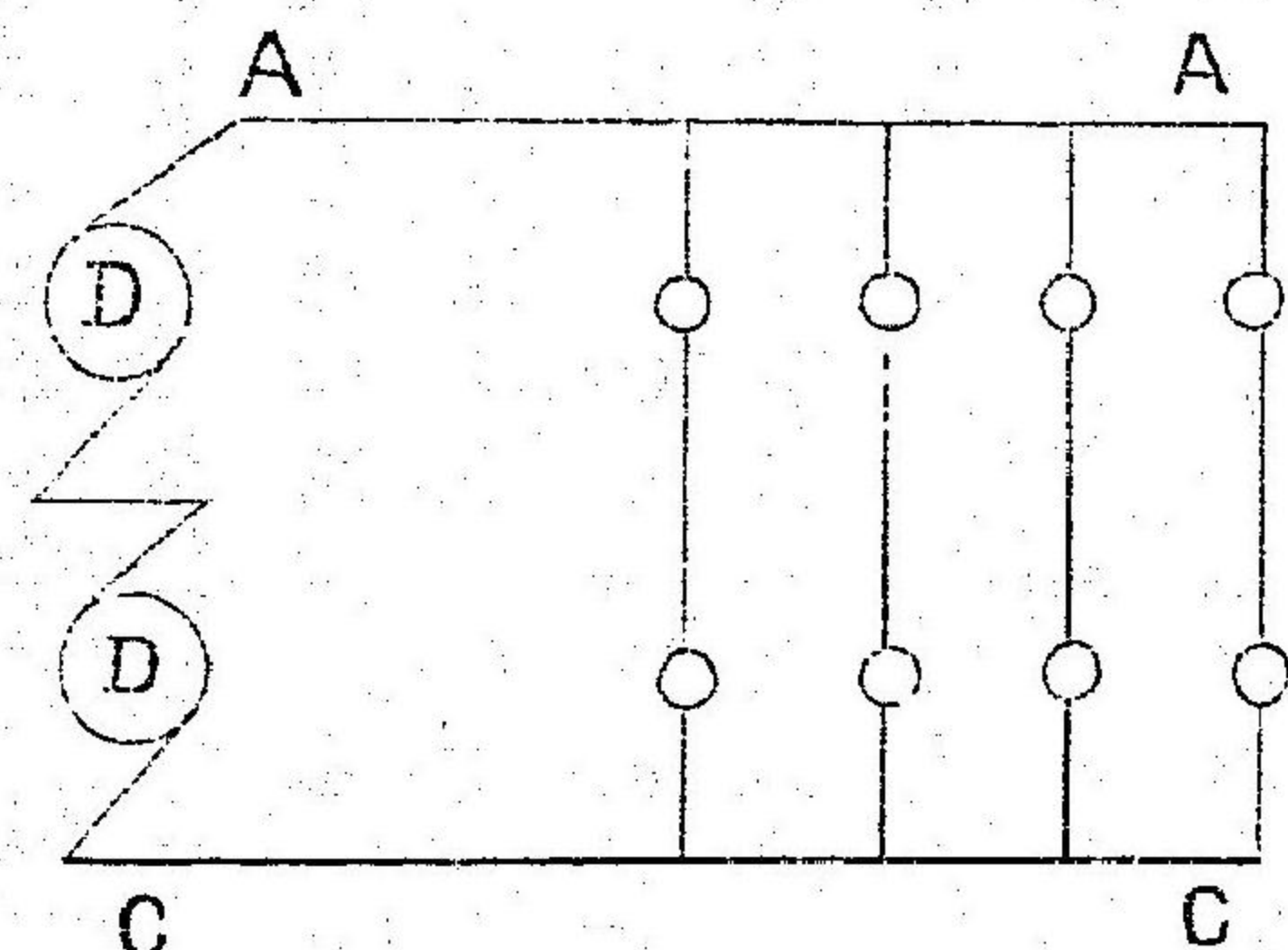
第二十二表に於て認むるが如く送電距離一千呎の場所に僅に一百個の燈球に送電するに當り、四零番線の如き大線を使用するも電壓降下は八「ヴォルト」なるべく、又二十五「ヴォルト」を許すも猶送電距離漸く二千五百呎を超ゆるを得ず、是に因て點燈數是より多く距離亦遠きときは、四零番線より大なる電線を要し、其經費甚だ大なり此理に由り百「ヴォルト」電路に於ては二線式に據る送電距離は三千呎即ち凡そ八町を極限とし、是れより遠距離に送電するには三線式に據るを可とす。

並列三線式—並列三線式送電方法は一千八百八十一年に英人ホブキンソン米人エヂンソンの両氏が同時に發明したる方法にして、前項已に記載したるが

如く發電機貳基より送電線三條にて送電す、其電線接続は第百一圖に示すが如し、各發電機の容量が五百燈を點火し得るものとすれば三線式接続に由て壹千燈を點火することを得るなり、而して五百燈を點火するに要する電流は正負兩極線に通じ、中央線には正負の同量の電流通するを以て、相中和して電流通なきの理なり、然れどもAA線及びBB線間に點する燈數とBB線及CC線間に點する燈數と相等しからざるときは、AA線に通ずる電流はCC線に通ずるものと異り、從て中央線BBに電流の流通あるべし、其量はAA及CC兩線に於ける燈數の差額に要する電流に等しかるべし、例へばAA線に八十燈を點し、CC線に九十燈を點するときは、其差額十燈に要する電流五アンペアは中央線に通じ、其方向は多數なるCC線に通ずる電流と相同じ、然れども一汎に中央線に通ずる差額の電流はAA、CC兩線に通ずる電流に比し甚しく少きを以て、BB線はAA、CC兩線より小にて可なり、若し又兩線に通ずる電流相等しきときは中央線に電流通せずして、BB線を使用せざるも差支なきものゝ如し、即ち第百六圖に示すが如き接続にて送電及點燈することを得べく、恰も百二十五「ヴォルト」發電機

貳基を直列に接続するか、或は二百五十ヴォルト發電機壹基を使用し百ヴォルト燈球を二個宛直列に、電路に並列に接続したるものに等し、此理に基きて三線式に於ける電線算定は左の如し

第三十二式 $C = \frac{21.6nd}{V}$



圖六百第
 ば、 n は半減し、 V は AA 、 CC 兩線にて二倍するが故に、第三十二式は三線式に於ては左の如く變ず

$$C = \frac{nd}{2V} \times 21.6$$

$$C = \frac{nd}{4V} \times 21.6 \dots\dots\dots(34)$$

即ち三線式は二線式に比し同数の燈球を點するに於て電壓降下の割合同一なれば、其使用電線の横斷面積は其四分之一にて足る、第六六圖に示す如き接続なれば中央線を要せずして其經費を節するを得れども、燈球は二個宛直列なるを以て其一個若し破損するときは、電流斷絶して他の一個も亦點火せざるの不便あるを以て必ず中央線を使用すべきものとす、若し二百ヴォルトにて點火する貳百ヴォルト燈球を使用すれば二百ヴォルト貳線式に據て是に送電するを得るなり。

次に二線式及三線式に於ける使用電線の重量を比較せんに、横斷面積一平方「ミル」長さ一呎の銅線の重量を w 「ポンド」とし、送電距離を D 呎とし、使用電線の横斷面積を A 平方「ミル」とすれば、電線の全重量 W は

二線式に於ては $W = 2DwA$

三線式に於ては $W' = 3Dw \frac{A}{4}$

即ち $\frac{W'}{W} = \frac{3}{8}$

$$W = \frac{3}{8} W'$$

即ち三線式は二線式に比し使用電線の重量は其八分三にて足るなり。以上の理に由りて三線式に於ける送電線を算定するには先づ二線式にて送電するものと見做し第二十二表にて電線を算定し其横断面積の四分一に等しき電線を三線式に於ける所要電線と定むるなり。

例五、送電距離三千呎燈球數十六燭二百個を三線式にて送電し電壓降下を十五「ヴォルト」ならしむるには何番線を用ゆべきや
答、二線式にて送電するものとすれば第二十二表に因り所要電線の横断面積四十万「サーキュラルミル」なるを要するを認むべし是に由て其四分一なる十萬「サーキュラルミル」の電線、即ち零番線と一番線との中間のものを所要電線と爲す、此場合に於ては零番線を使用す。

電壓降下拾五「ヴォルト」アンペアフヒート六〇〇〇〇を限度として三線式送電法算式に由り電線を算定し第二十四表を製し電線算定の便に供す、表中縦欄第一行は一分一万「サーキュラルミル」に當り、第二行は一分二千五百「サー

キュラルミル」に當る横欄第一行は一分二万アンペアフヒートに當り、第二行は一分二千五百「アンペアフヒート」に當る、計算上の組合せは第二十二表の如く横欄第一行に縦欄第一行を横欄第二行に縦欄第二行なりとす、例を以て表の使用法を説明せん。

例六、送電距離二千呎燈球數十六燭百五拾個三線式にて是に送電し電壓の降下を五「ヴォルト」ならしむるには何番線を使用して可なりや

答、此場合に於て「アンペアフヒート」は $2000 \times 150 \times 0.5 = 150,000$ にして第二十四表に於て横欄第一行中十五分に相當するが故に、此點より出づる縦線が五「ヴォルト」線と交叉する點より横線に沿つて左方を視れば、縦欄第一行中三零番線と二零番線の中間にして二零番線に甚だ近し、此場合に於て二零番線を所要電線とす。

第二十四表に就き視るに、電壓降下に拾五「ヴォルト」を許し電線に四零番線を使用するも、送電距離六千呎にて燈球二百個を點火し得るのみなれば、三線式に於ける送電距離の極限は通常一哩乃至一哩四分一と爲し、是より遠距離に

送電するには交流高圧式に據るを可とす。

第三項 交流電路の送電線の算定

第三章に記載したるが如く交流は直流に比し性質甚しく異り「オーム」法則に従はず従て交流電路の送電線を算定する方法亦異なる。交流電路に於ける電力損失及電壓降下は、其電線のインピダンス係数を第十七表に由て定め是に電流の「アンペア」數と抵抗とを乗すれば算出することを得れども、是と反對に電力の損失又は電壓の降下を豫定して是に適する電線を算定せんとするに、インピダンス係数は電線の太さに由て異れば、電線の太さより電力の損失又は電壓の降下を算定するが如く容易ならず、米國ゼネラル電氣會社は直流及び單相二相三相等の各相交流式に通ずる一汎の電線算定法を按出せり、左に是を説明せん

電源より電力供給點迄の送電距離をD「呎」とし、其抵抗をR「オーム」、所要電線の横斷面積をC「サーキュラルミル」、電力供給點に於ける電路の電壓をE「ヴォルト」、電流をI「アンペア」、供給點に於ける電力をW「ワット」、電路に於ける電力の損

失を供給電力のP「パーセント」とすれば、電力の損失は電流が直流なると交流なるとに關せず左の如し

$$\frac{PW}{100} = I^2 R$$

電流が直流なる場合はは $I = \frac{W}{E}$

電流が單相交流なる場合には $I = \frac{W}{E \cos \phi}$

式中Dは電力率にして、其値が一に等しきときは交流は直流と等しくなりて、其電線算定方法も亦相等し、次に是を一汎に説明せんが爲に單相交流の場合に就き記載せん

前記のIの値を電力損失の式中Iに置換ゆれば

$$\frac{PW}{100} = \frac{W^2}{E^2 \cos^2 \phi} R$$

然るに横断面積C「サーキュランミン」長さ2D呎の銅線の抵抗は

$$R = \frac{21.6D}{C} \quad (\text{二百二頁を視よ})$$

是に因て前式は左の如く變す

$$\frac{PW}{100} = \frac{W^2}{E^2 F^2} \cdot \frac{21.6D}{C}$$

$$\frac{P}{100} = \frac{WD}{E^2 C} \cdot \frac{21.6}{F^2}$$

$$C = \frac{WD}{PF^2} \cdot \frac{2160}{F^2}$$

即ち

$\frac{2160}{F^2}$ は電力率にて定まるものなれば式を簡單にするが爲に是を左の如く變す

$$C = \frac{WD}{PF^2} \times K \quad \dots\dots\dots(35)$$

Kの値は電力率に由て異り交流の相數に由て亦異なる、是に適するKの値は第二十五表に示すが如し。

電壓の降下の供給電壓に對する比は直流式に於ては電力損失の供給電力に對する比と、「パーセント」數を同一にす、例へば電力の損失が供給電力のP「パーセント」なれば電壓の降下も亦供給電壓のP「パーセント」なれども、交流式に於ては然らず其關係は左の式にて示すが如し

$$V = \frac{PE}{100} \times M \quad \dots\dots\dots(36)$$

Mの値は直流式に於ては一に等しく、交流式に於ては其周波數電線の大きさ電線間の距離等に由て異なる、第二十六表に其種々の場合に於ける値を示す。又電流は左の式にて算定することを得

$$I = \frac{W}{E} \times \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{F} \text{を} T \text{と假定し} \quad I = \frac{W}{E} \times T \quad \dots\dots\dots(37)$$

表 五 十 二 第

方 式	K の 値					T の 値				
	パーセント パワーファクトル					パーセント パワーファクトル				
	100	95	90	85	80	100	95	90	85	80
直 流 式	2160	—	—	—	—	1.00	—	—	—	—
単相交流式	2160	2400	2660	3000	3380	1.00	1.05	1.11	1.17	1.25
二相四線式	1080	1200	1330	1500	1690	.50	.53	.55	.59	.53
三相三線式	1080	1200	1330	1500	1690	.58	.61	.64	.68	.72

荷重ノ種類	パーセント パワーファクトル
電 燈	95
電燈及電動機	85
電 動 機	80

表 六 十 二 第

電 線 R.S	電線の ミル の 寸 法 種	電線 の 断 面 積 (平方 センチ メートル)	電線 の 重 量 (ポンド)	電線 の 容 積 (立方 センチ メートル)	電線中心間の距離十八吋 M の 値														
					20 サイクル			40 サイクル			60 サイクル			125 サイクル					
					95	90	85	95	90	85	95	90	85	95	90	85			
0000	211000	64073	04870	1.23	1.29	1.33	1.34	1.52	1.53	1.61	1.67	1.62	1.84	1.99	2.09	2.35	2.86	3.24	3.49
100	167805	50812	07154	1.18	1.22	1.24	1.24	1.40	1.41	1.48	1.51	1.49	1.66	1.77	1.98	2.08	2.48	2.77	2.94
10	133670	40297	07558	1.14	1.16	1.16	1.16	1.25	1.32	1.36	1.37	1.34	1.52	1.60	1.66	1.86	2.18	2.40	2.57
0	105700	31900	09778	1.10	1.11	1.10	1.05	1.19	1.24	1.26	1.26	1.31	1.40	1.46	1.49	1.71	1.96	2.13	2.25
1	83694	25345	1234	1.07	1.07	1.05	1.03	1.14	1.17	1.18	1.17	1.24	1.36	1.34	1.38	1.56	1.75	1.88	1.97
2	66573	20098	1856	1.05	1.04	1.02	1.00	1.11	1.12	1.12	1.10	1.18	1.23	1.25	1.28	1.45	1.60	1.70	1.77
3	52633	15983	1862	1.03	1.02	1.00	1.00	1.07	1.08	1.07	1.05	1.14	1.17	1.18	1.17	1.35	1.46	1.53	1.57
4	41743	12640	2473	1.02	1.00	1.00	1.00	1.05	1.06	1.03	1.00	1.11	1.12	1.11	1.10	1.27	1.35	1.40	1.43
5	33102	10023	3120	1.00	1.00	1.00	1.00	1.03	1.01	1.00	1.00	1.08	1.08	1.06	1.04	1.21	1.27	1.30	1.31
6	26250	7949	4924	1.00	1.00	1.00	1.00	1.02	1.00	1.00	1.00	1.03	1.04	1.02	1.00	1.16	1.20	1.21	1.21
7	20816	6301	4958	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01	1.00	1.00	1.00	1.03	1.02	1.00	1.00	1.14	1.14	1.14	1.13
8	16509	4939	6250	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.02	1.00	1.00	1.00	1.09	1.10	1.09	1.07
9	13090	3960	7886	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.06	1.06	1.04	1.02
10	10382	3140	8946	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.04	1.03	1.00	1.00

Tの値は直流式に於ては一に等しけれども、交流式に於ては電力率に由て異りIの値は多相式に於て亦是に異なる、是に適するTの値は第二十五表に示すが如し。

以上三十五、三十六、三十七の三式及第二十五表第二十六表に據て、如何なる電路に於ても電力の損失を豫定して是に適する所要電線電壓の降下及電流を算定することを得べし、計算上注意すべきはPは發電機より發生する電力の「パーセント」數に非ず、實際の供給點に於ける供給電力の「パーセント」數なり、又Eは發電機の電壓に非ずして供給點に於ける電壓即ち發電機の發生電壓より供給點迄の電壓降下を減じたるものなり。

直流三線式電路に於ては饋線の中央線には、表に由て算定したる電線の横斷面積三分一のものを用ゆべし、饋線については第四項に記載す、又其幹線、二相四線式及三相三線式に於ては各線共に表に由て算定したる電線を用ゆべし、二相三線式に於ては中央線には表に由て算定したる電線の横斷面積に一、四一倍せるものを用ゆべし。

表に記載せざる特別の電力率に對するKの値を知るには、單相式に於ては二一六〇を電力率の平方にて除し、二相四線式及三相三線式に於ては其平方の二倍にて除するに在り。

第二十六表に於てMの値は電線間の距離を拾八吋とし計算したるものなれば距離が是と異なるときはMの値も變すべきなれども、電壓の降下が格別大ならざる場合には、實際に於て表中の數値を用ひ電線を算定し甚しき差を生ずることなきも、周波度數が百廿五にして表中の最大線を使用し電力の損失が貳割以上なるときは、Mの値に第二十六表を應用すべからず、然れども周波數が四十以下なれば電力の損失が貳割以上なるも、表中の數値を用ひて差支なし、又四拾以上なるも電力の損失が壹割以下なれば、表中の數値を用ひ算出するも實際と甚だしき差を生ずることなし、表及式の使用法は例に由て説明せん。

例七、直流二線式

送電距離一千呎、燈球數拾六燭五百個(百七ヴォルト)式電力の損失を供給電力

の拾「パーセント」とするには、使用電線の大きさ如何、但し燈球壹個に要する電流を〇.五アンペアとす。

答、三十五式に據り

$$D = 1000 \quad W = 500 \times 0.5 \times 110$$

$$P = 10 \quad E = 110 \quad K = 2160$$

$$C = \frac{1000 \times 500 \times 0.5 \times 110}{10 \times (110)^2} \times 2160$$

$$= 490,900$$

即ち四九〇.九〇〇「サーキュラルミル」の電線を要す。

電壓降下は三十六式に據り

$$V = \frac{10 \times 110}{100} \times 1$$

$$= 11$$

即ち十一「ヴォルト」なり是に因て發電機に於て發生すべき電壓は

$$110 + 11 = 121$$

百二十一「ヴォルト」なるを要す

例八、直流三線式

送電距離一千五百呎燈球數十六燭力六百個(百拾「ヴォルト」式)電力の損失を供給電力の八「パーセント」とするには、使用電線の大きさ如何。

答、第三十五式に據り

$$D = 1500 \quad M = 600 \times 0.5 \times 110$$

$$P = 8 \quad E = 110 \quad K = 2160$$

$$C = \frac{1500 \times 600 \times 0.5 \times 110 \times 2160}{8 \times (110)^2}$$

$$= 1,104,545.4$$

三線式なるに由り此四分一なる二七六.一三六「サーキュラルミル」の電線を所要の電線とす。

電壓降下は三十六式に據り

三線式なるに由てEに220を用ひ

$$V = \frac{S \times 220 \times 1}{100} = 17.6$$

是に因て発電所に於ける正負兩極線間の電壓は

$$220 + 17.6 = 237.6$$

即ち各發電機の電壓は百拾八、八「ヴォルト」なるを要す。

例九、單相交流式 周波度數百二十五

送電距離二千呎百四「ヴォルト」十六燭力燈球一千個(壹個に要する電力五十七、六「ワット」)是が點燈に要する變壓器の變壓の比拾分一、其二次電路に於ける電壓の降下を二「ヴォルト」とし、變壓器の調整を三「パーセント」とし一次電路に於ける電力の損失を供給電力の五「パーセント」ならしむるには、使用電線の大きさを如何但し變壓器の能率を九十七「パーセント」とし電力率を九十八「パーセント」とす。

答、變壓器の一次線に要する電壓は題意に由り左の如くなるを要す

$$(104 + 2) \times 10 \times 1.03 = 1091.8$$

燈球に要する電力は $1000 \times 57.6 = 57,600$ 「ワット」なるに由り、變壓器の一次線に要する電力は左の如し

$$\frac{57,600}{0.98 \times 0.97} = 60,600$$

三十五式に據り

$$C = \frac{2000 \times 60,600}{5 \times (1091.8)^2} \times 2400 = 48,800$$

即ち四八、八〇〇「サーキュラルミル」の電線を要す、是に近似の電線はB.S三番線にして横斷面積は五二、六三三「サーキュラーミル」なるに由て、此電線を使用するときは電力の損失は左の如くなるべし。

$$P = \frac{2000 \times 60,600 \times 2400}{52,633 \times (1091.8)^2} = 4.64$$

即ち四、六四「パーセント」なり。

電圧降下は三十六式に由り

$$V = \frac{4.64 \times 1091.8 \times 1.35}{100} = 68.4$$

是に因て發電機に於て發生すべき電壓は

$$1091.8 + 68.4 = 1160.2$$

一千一百六十二「ヴォルト」なるを要す。

電流は三十七式に由り $I = \frac{60,600}{1091.8} \times 1.05 = 58.3$

五十八三「アンペア」なり。

例十、單相交流式 周波度数六十

題意前例と同じ

答、變壓器の一次線に要する電壓は前例と同様一〇九二、八「ヴォルト」燈球に要する電力及變壓器の一次線に要する電力並にCの値も同様なるに由り、前

例と同じくB.S三番線を使用ゆれば電壓の降下は

$$V = \frac{4.64 \times 1091.8 \times 1.14}{100} = 57.7$$

發電機に要する電壓は $1091.8 + 57.7 = 1149.5$

一千一百四十九、五「ヴォルト」を要す。

電流は前例同様五十八三「アンペア」なり。

例十一、二相交流四線式 周波度数六拾

電力五千馬力を三哩半の距離に輸送するに供給點に於ける電壓を五千「ヴォルト」荷重の電力率を八十五「パーセント」とすれば、電力の損失を供給電力の拾「パーセント」ならしむるには所要電線の大きさ及電壓の降下は如何なりや。

答、三十五式に由り

$$C = \frac{5282 \times 3.5 \times 5000 \times 746 \times 1500}{10 \times (5000)^2}$$

$$= 413,580$$

右の横断面積に近似のものはB.S 零番線四對にして電線十六條を要す是を使
用するときは電力の損失は次の如くなるべし

$$P = \frac{5280 \times 3.5 \times 5000 \times 746 \times 1500}{4 \times 105,592 \times 5000^2}$$

$$\approx 9.79\%$$

即ち

$$5000 \times 0.0979 \approx 489.5$$

電力の損失四百八十九五馬力なり、

電圧の降下は三十六式に由り

$$V = \frac{9.79 \times 5000 \times 1.32}{100} \approx 646$$

是に因て發電機に於て發生すべき電圧は左の如し

$$5000 + 646 \approx 5646$$

即ち五千六百四十六「ヴォルト」にして電圧降下は六百四十六「ヴォルト」なり、
電流は三十七式に由り

$$I = \frac{500 \times 746}{5000} \times 0.59 \approx 438.6$$

即ち四百三十八六「アンペア」なり

例十二、三相交流三線式 周波度数六十
題意前例と同じ

答、三十五式に由り

$$C = \frac{5280 \times 3.5 \times 5000 \times 746 \times 1500}{10 \times 5000^2}$$

$$\approx 413,580$$

右の横断面積に適すべく是に近きB.S 零番線四對合計拾二條を用ゆるときは
電力の損失は次の如く成るべし、

$$P = \frac{5280 \times 3.5 \times 5000 \times 746 \times 1500}{4 \times 105,592 \times 5000^2}$$

$$\approx 9.79\%$$

或は $5000 \times 0.0979 = 489.5$

即ち電方の損失は四百八十九、五馬力なり。
電壓の降下は三十六式に由り

$$V = \frac{9.79 \times 5000 \times 1.32}{100} = 646$$

發電機に於て發生すべき電壓は $5000 + 646 = 5646$

即ち五千六百四十六「ヴォルト」なるを要す。

電流は三十七式に由り

$$I = \frac{5000 \times 746}{5000} \times 0.68 = 507.3$$

即ち五百七十三アンペアなり

以上の諸例に示す以外に二相三線式の場合には先づ荷重を二等分し、是に單相交流式にて送電するものと見做して送電線を算定し、是を各相線とし共同歸線には其横斷面積が各線に一四一倍するものを用ゆべし三相四線式の場

合には先づ三相三線式にて送電するものと見做し各相線を算定し、第四の共同歸線には其横斷面積が各相線の二分一なるものを用ゆるものとす。

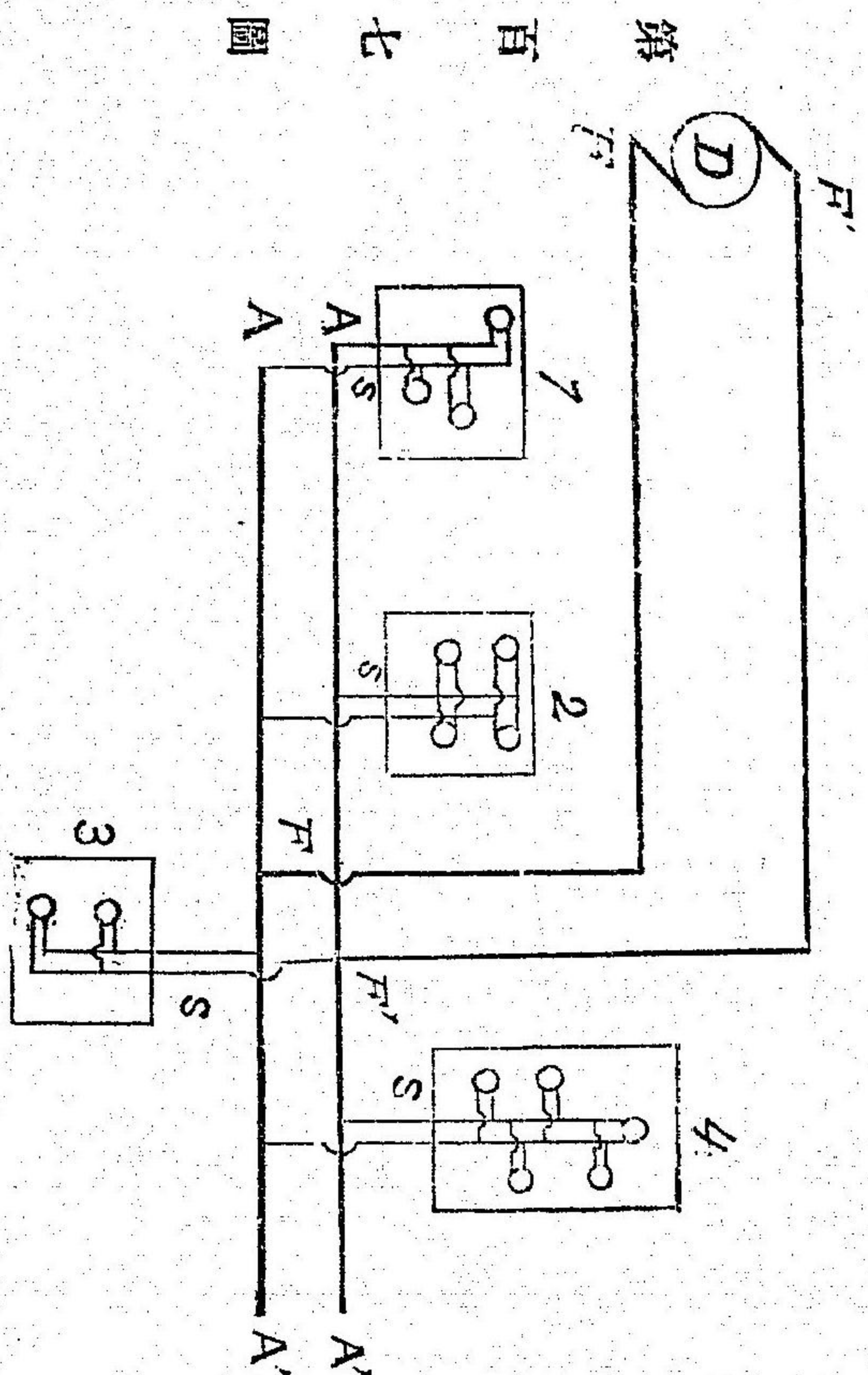
以上の諸例は一次線路に於ける送電線を算定するものなれども、二次線路に於ける送電線を算定する方法も亦是れと同じ。

第四項 線路に於ける送電線の配置

線路—电路中家屋外に布設する部分を線路と云ふ本項に於ては第二項及第三項に依て送電線を算定するに先立ち線路に於ける送電線の區分及送電線算定上二三の注意事項に就き記載せん。

直列法に據り送電する場合には單に各燈球を電線にて接続するにあれども、並列法に據り送電する場合には電燈需用家の散在する市街に沿ふて縦横に電線を架設し、これより各需用家へ電線を引込み燈球を之に接続す、此電線を引込線と云ひ市街に沿ふて架設したる電線を市街幹線と云ふ、市街幹線中重要なる場所數ヶ所を撰み、是より發電所に向て電線を架設す、是を饋線と云ふ、饋線の幹線と接続せらるゝ場所を饋點と云ふ、第七七圖に於て1 2 3 4は需

用家Dは發電機F'F'は饋線F'F'は饋點AA'は幹線Sは引込線あり饋線よりは決して需用家に直接送電せず幹線にのみ送電し幹線は引込線を経て需用家



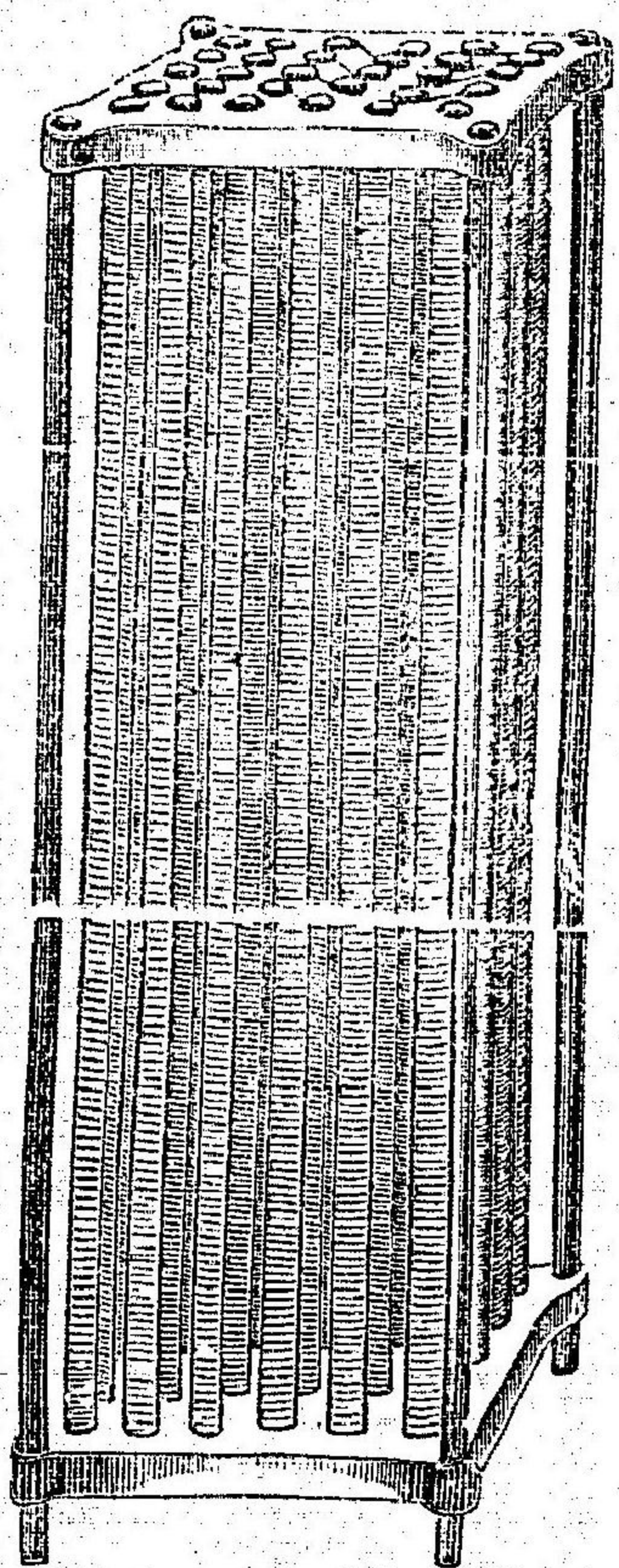
如何に關せざるなり是に因て先づ各饋點に於ける電壓及饋線に於ける電壓

燈球に送電するなり此くの如く送電線の配置を爲せば燈球に於ける電壓の差は其幹線に於ける電壓の降下如何に關し饋點に於ける電壓均一なれば饋線中に於ける電壓の降下

降下を豫定し是れより第二項及第三項に依て所要饋線を算定すべく幹線に於ても亦其最大電壓降下を豫定し是に適する電線を算定するを通常の方法とす各饋點に於ける電壓を均一にすれば各燈球に於ける電壓の差を最小ならしむるを得べし此理に因て經濟上許す限り饋線數を増加し饋點を市街の數ヶ所に設け是れより送電するときは各燈球に於ける電壓の差を益々減することを得べし

饋點に於ける電壓が常に均一なるべき様各饋線を算定するも送電中燈球の點滅あるが爲に電流の増減は免かれざれば是に従ふ電壓降下の變化なからしめんが爲に直流式に於ては發電所に於て壹種の抵抗器を各饋線に直列に接続し是に由て線路の抵抗を増減して電流の増減に伴て生ずる電壓の變化を調整し饋點に於ける電壓を不變ならしむ此抵抗器を均壓器と云ふ均壓器の構造は概略第百八圖に示す如く螺旋狀に捲きたる鐵或は洋銀の高抵抗線の數十列より成り其上部に此列數と同數の接觸片及把手取付けられ接觸片は各抵抗線に接続し把手に連絡して一の接觸板ありて接觸片に接觸す之を

線路に接続するときは電氣上の接続は第百九圖に示す如く、把手がIに在るときは抵抗全部が直列に線路に加はり、把手を左方に廻はすに従ひ接觸板は接觸片上を動きて抵抗は漸次取除けらる、此方法に由て線路の抵抗を増減することを得るなり、而して饋點に於ける電壓を發電所に於て驗知するが爲に



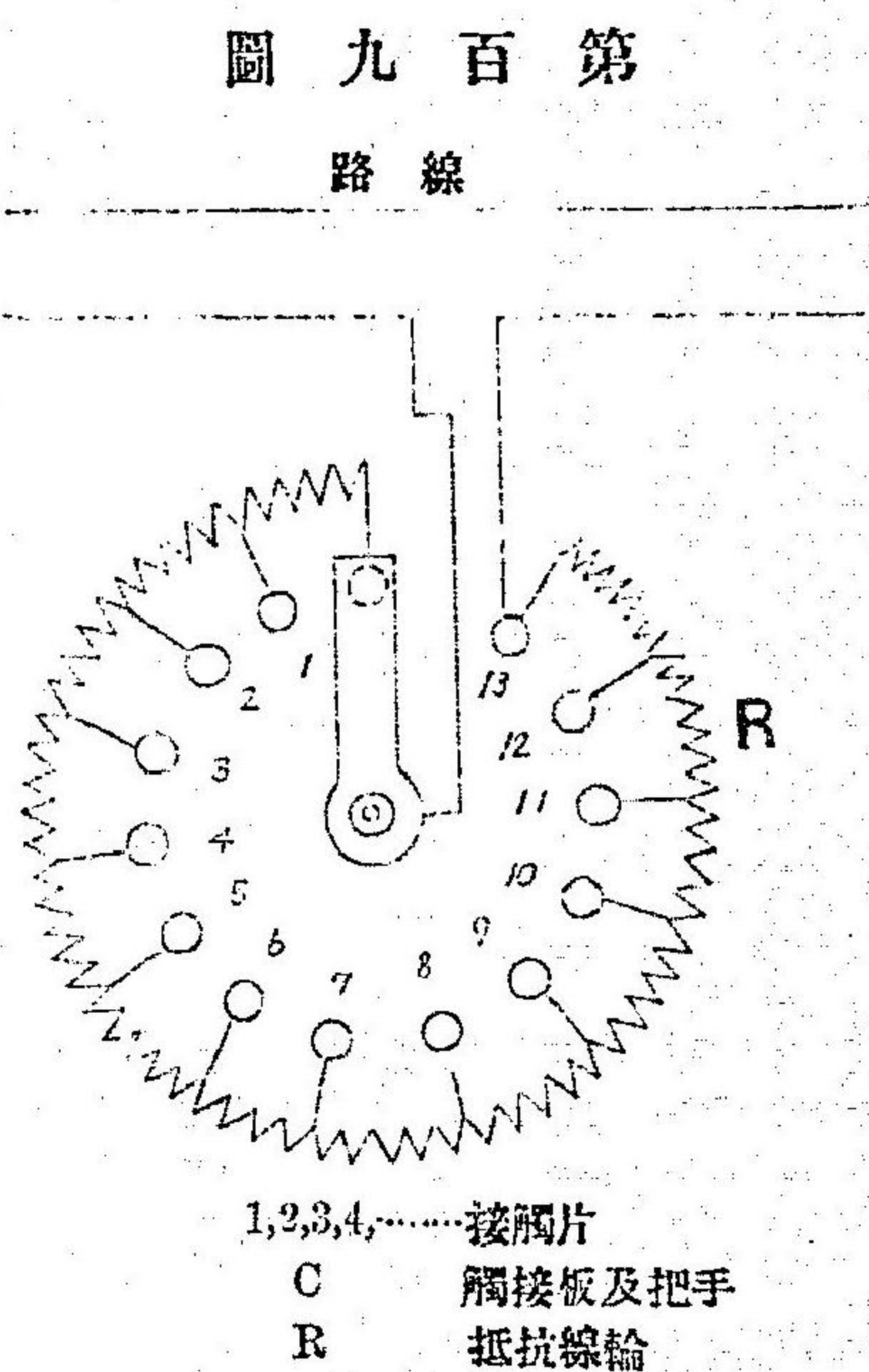
圖八百第

饋點より發電所に向て別に一線路を架設し、發電所に於て抵抗高き電壓計を接続使用す、此電線を電壓線と云ふ、電壓線には電流の爲に電壓の降下するを防ぐが爲に、抵抗高き小電線を用ひ、發電機運轉中は此電壓計を注視し、常に不

變なる様均壓器を動かして之を調整するものとす。

直流三線式饋線、一直流三線式に於て幹線は直接に燈球と接続するが故に、正極線と負極線とに於て點燈數相等しからざるときは中央線に電流通す故に

均壓器接続略圖



圖九百第

路線

1,2,3,4,.....接觸片
C 觸接板及把手
R 抵抗線給

に出來得る限り兩極線に於ける點燈數を平均せしむるを要す、從て幹線及引込線には三線共に同大の線を用ゆれども、數幹線全体としては兩極線の點燈數稍平均し得らるゝを以て、饋線に於ては中央線に電流の流通少く正負兩極線より小なる者を用ひて可なり、通常横斷

面積にて其三分一なるものを中央線に用ゆ例へば兩極線が零番線なれば其横斷面積一一五、六〇〇「サーキュラルミル」の三分一に等しき六番線を中央線

に用ゆ、今此饋線を直流二線式に比せんに二線式に於ける電線の重量は第二項記載の式に由り

$$W = 2DwA$$

三線式饋線に於ては

$$W' = 2Dw\frac{A}{4} + \frac{1}{3}Dw\frac{A}{4}$$

$$= \frac{5}{12}DwA$$

即ち

$$\frac{W'}{W} = \frac{5}{12} \quad W' = 0.29W$$

三線式饋線は二線式に比し同一電壓の降下に對し其使用電線の重量は二割九分にて足る。直流線路に於ける電壓の降下—線路に於ける電壓の降下は任意に是を豫定し第三十五式乃至三十七式に由て送電線を算定せることを得れども其許すべき範圍は凡そ左の如し

饋線に於て 七「ヴォルト」乃至十八「ヴォルト」

幹線に於て 三「ヴォルト」乃至四「ヴォルト」

引込線に於て 二分「ヴォルト」

屋内線に於て 二分「ヴォルト」乃至一「ヴォルト」

例十三、直流三線式にて配電する饋線の長さ二千呎、幹線の長さは甲幹線千五百呎、乙幹線八百呎、點燈數十六燭燈球百「ヴォルト」式甲幹線に百個乙幹線に百七十個なりとし、電壓降下を饋線に於て七「ヴォルト」幹線に於て三「ヴォルト」ならしむるには、使用電線は何番線なるべきや。

答、饋線に於ては第三十五式に由り

$$C = \frac{2000 \times 270 \times 0.5 \times 100}{7 \times 200^2} \times 2160$$

$$= 203,285,$$

電線表によれば四番番線に近く中央線は其横断面積の三分一にして三番線に近きを以て是を所要電線とす。

燈球は幹線中に散在すれども電線を算定するには常に是を其中央に集合するものと見做す、即ち電線の横断面積は第三十五式に由り

甲幹線は $C = \frac{750 \times 100 \times 0.5 \times 100}{3 \times 200^2} \times 2160$

$= 67,500$

乙幹線 $C = \frac{400 \times 170 \times 0.5 \times 100}{3 \times 200^2} \times 2160$

$= 61,200$

即ち甲幹線は三番線乙幹線は四番線に近し故に所要電線を左の如く定む

饋線 兩極線 四零番線

中央線 三番線

幹線 甲三線共に 三番線

乙三線共に 四番線

直流三線式に於ては兩極線に於ける點燈數を平均せしむる爲に需用家引込線を點燈數拾六燭力八個以上なれば三線式にて布設し其以下なれば二線式にて布設するを通常とす。

交流式線路—交流式に於て變壓器より出づる燈球線路を二次幹線と云ひ其高壓線路を一次幹線と云ふ、一次幹線に於ける變壓器の配置に由り線路を三式に區別す。

- 一、米式 一次幹線中數十間毎に小變壓器を設け數軒の需用家の燈球に送電す。
- 二、歐式 容量大なる變壓器を設け長き二次幹線を布設し數十軒の需用家の燈球に送電す。
- 三、英式 殆んど各戸に變壓器を設け一軒乃至二軒の需用家の燈球に送電す。

以上三式中歐式に於ては二次幹線長きに過ぎ英式に於ては變壓器の數量を増す米式は恰も其中庸を得て我國の如く需用家が市街の戸數に比して割合に尠く且つ點燈數少き場合には最も適當なる方法なり、乃ち我國に於ける變壓器配置法は稍米式に近きもの多し。

交流式に於ける送電線配置は直流三線式と同しく饋線を使用し饋點より一

次幹線を分て一次幹線中に需用家の燈數に應じて適當なる容量の變壓器を配置し、是より二次幹線を布設し引込線に由て需用家の燈球に接続するものとす、然れども小市街に於て火力發電所設置の場合には饋線を幹線として使用することあり、是を交流線路の幹線式と云ふ、殊に一次電壓甚だ高きときは一次幹線中に於ける電壓降下の割合も少からしむるを得れば、特に饋線及幹線を區別する必要なき場合多し。

饋線に於ける電壓調整器は第四章第二項に記載したるが如し、線路に於ける電壓降下の許すべき範圍は左の如し

- 一次幹線 發電機電壓の百分五乃至百分七
- 二次幹線 二次電壓の百分二、五乃至百分三
- 引込線 二次電壓の千分五

是に由て發電機の電壓二千ヴォルトにして電壓の比二十分一なる變壓器を使用すれば、最大極限内に在る燈球の電壓は九十一、五ヴォルトなり、是を百ヴォルトならしむるには發電機の電壓は少くとも約二千二百ヴォルトあるを

要す。

本章に依て電壓降下又は電力損失を豫定し是に適する送電線を算定することを得れども、單に是れのみにて確定することを得ず、電流の發熱作用をも亦考慮し、常に最大安全電流以上の電流を通せしめざることに注意せざるべからず、又電壓の調整及び電線の經費に就きても留意すること肝要なり、其經濟的點燈數及電線の大きに就きては種々の法則あれども、爰には是を省略す。送電諸式に於ける電線量の比較—電力を輸送する事業費中、電線費は其大部分を占むるを以て、如何なる方式に由て送電するが電線の用量上最も經濟的なるを究むること肝要なり、一況に一定の距離に一定の電力を一定の電力損失にて輸送する場合には、是に要する電線の用量は電壓の自乗に逆比例するを以て、銅線の用量を比較するには電壓を標準とす、然れども各線間の電壓相等しからざる場合例之單相三線式、二相三線式の如きは、其共同線と他の線との電壓が其他の兩線間の電壓と異なるを以て、標準電壓を左の如く二種に區別す。

- 一、送電方法に於ける最大電圧を比較の標準とするもの
- 二、同上最小電圧を比較の標準とするもの

長距離輸送の如き高壓或は特別高壓線路に於ては、全線路の絶縁力に至大に關係あるを以て最大電圧を比較の標準とす。二次幹線に於ける電圧は絶縁力より是を定めずして使用器具例之燈球等より之を定むるものなれば、送電線の各線間又は各相線間の電圧の最小なるものを比較の標準とす。

第一 最小電圧を比較の標準と爲したる場合

單相交流二線式に於て電圧を e 、電流を i 、各線の抵抗を r とすれば、全電力は ei にして電力の損失は $2ir$ なり、是を三線式にて送電するときは共同線と他線間の電圧は e にして、他の二線間の電圧は $2e$ ならば、直流三線式に於けるが如く中央共同線に電流平均して通せざるものとすれば、銅線の總用量は二線式に比し其四分一にて可なるべし、若し中央共同線に他線と同大のものを用ゆるとするも二線式に比し八分三にて可なるべし、或は又他の線の二分一大のものを共同線に用ゆれば、二線式に比し其十六分五なり。

三相三線式に於て各相線間の電圧を e とし、各線に通ずる電流を i とし、星形結線に於ける電流を i とすれば、 $\frac{3}{2}ei$ なるに由り各線に於ける電力の損失は $3ir$ に等しく、全電力の損失は $\frac{3}{2}ir$ なり、是を單相交流二線式に於ける損失 $2ir$ に比し同一損失ならしむるには、三相式に於ては $\frac{3}{2}ir$ ならざるべからず、即ち使用電線の用量は單相二線式に比し各線其二分一にて足り、全部に於て四分三にて可なり。

三相四線式に於ては、其最小電圧即ち星形結線に於ける電圧を e とすれば、各相線間の電圧は e 、 $\frac{1}{2}e$ に等しければ、電線の用量は三相三線式に比し其三分一にて可なるべく、單相二線式に比し其四分一にて足るべし、然れども共同線一條を増すを以て全体として單相二線式に比し其三分一にて可なり、若し中央共同線に各相線の二分一大のものを用ゆれば、二十四分七にて可なり。二相四線式は恰も獨立の單相二線式を貳線路併用したるものと見做すことを得れば、銅線の用量は單相二線式と異なることなし、二相三線式に於ては中央線か各相線と同大にして中央線と各相線間の電圧を單相二線式の電圧と同

表七廿第

送電法式	電線數	銅線量「パーセント」
單相二線式	2	100
單相三線式	3	37.5
二相三線式	3	72.9
二相四線式	4	100
三相三線式中央線	3	75
三相四線式中央線	4	33.3
三相同上中央線	4	29.17

表八廿第

送電法式	電線數	線銅量「パーセント」
單相二線式	2	100
二相三線式	3	145.7
二相四線式	4	100
三相電線式	3	75
直流	2	50

様に。とすれば、各相線間の電壓は $e \times \frac{1}{\sqrt{3}}$ に等しく、電線の用量は其自乗に逆比するを以て、單相二線式に比し七十二、九「パーセント」にて可なり。
 以上記載したる比較を一括して第二十七表と爲す

第二、最大電壓を比較の標準に爲したる場合各式に於ける銅線用量の比較は第二十八表に示すが如し

第七章 白熱燈

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、其價の不廉なるも猶是を使用せり、炭の纖維も空氣中にて熱せらるるときは、酸化燃焼するが故に、是を茄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となからしむ、斯くの如く爲したる者を白熱燈球と云ふ、白熱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、織條の消耗早くして實用に供し難し。實用上織條の温度の限度は通常攝氏一千三百四十五度とす。是より高きときは織條の光は著しく増し、織條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、織、條——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織條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織條の發する光は白金線に比し益々大なり。且又炭織條は白金線と異り如何なる高温度に熱せらるゝも溶解せず、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を得るの利あり。是等の利益はエヂンソン氏の研究に由て發見せられ、二十七八年前より一汎に發熱線に炭織條を使用するに至れり。

炭、織、條の原料——蒸焼して炭に變ずる物体は炭織條の原料として用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 纖維質の者 例之紙竹木綿絲の類

一 組織なきもの 例之セルロースの類

竹を原料に使用することは米國のエヂン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氏の創意に始まり、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。

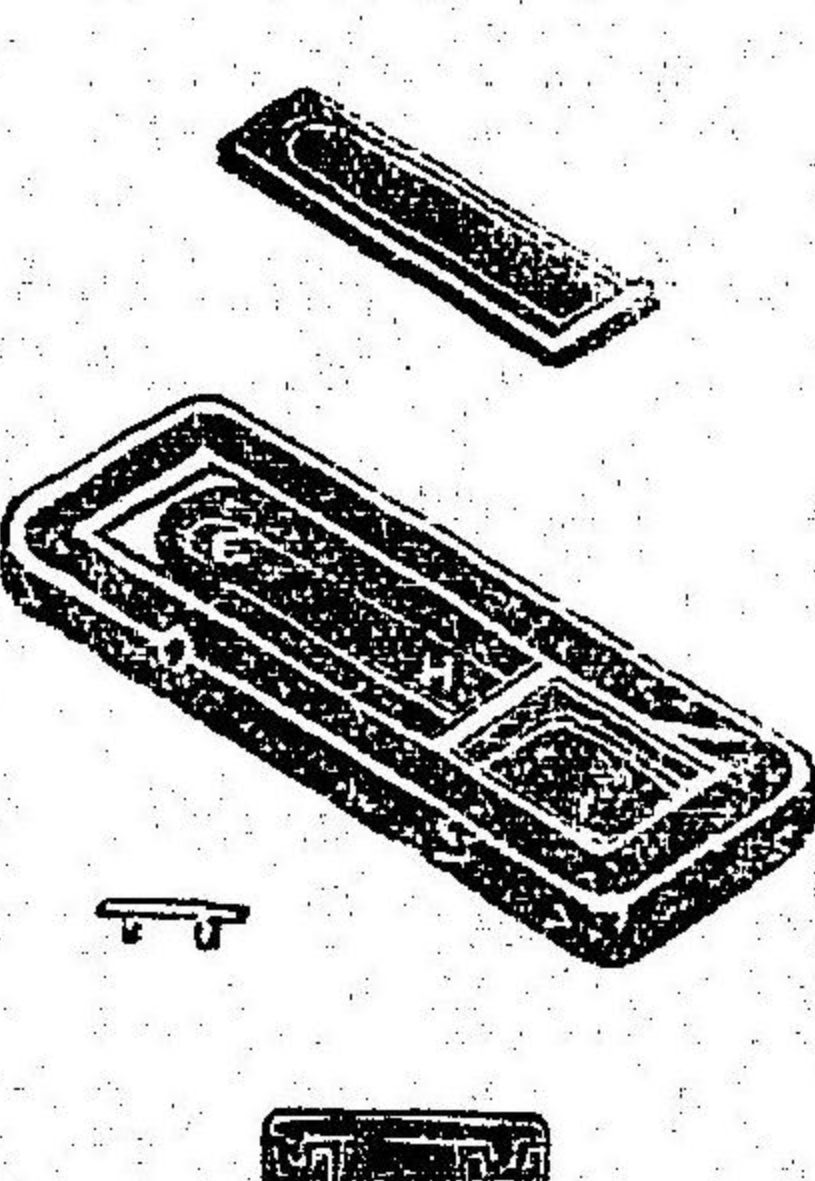
るにあり、此等の竹、木綿絲より製したる纖維は往々太さの異なるもの又は性質の異なるものあるに由て、種々研究の結果近來はセルロースにて炭纖維を製す。セルロースは木綿を鹽化亞鉛の溶液に溶かしたる半透明の濃厚なる飴狀の液体にして、之を金屬板に穿ちたる直徑一定せる孔より空氣の壓力にて押出してアルコール中に入れる時は凝結して絲の如くなる、是を絲卷に捲きて乾かし適當の長さに切り型に巻付け炭粉を詰め爐に入れて蒸焼す、之に要する時間は凡そ貳十四時間なり、總て炭纖維は原料の如何に關せず其表面が粗き時は是を金屬板に穿ちたる直徑一定せる孔に數回曳き通して表面を平滑になし直徑を一樣ならしむ。セルロース纖維は溶液より作るにあれば隨意に且つ容易に其直徑及形狀を定むるを得、其性質も亦一樣ならしむることを得るの便あり。

圖十百第 炭纖維條



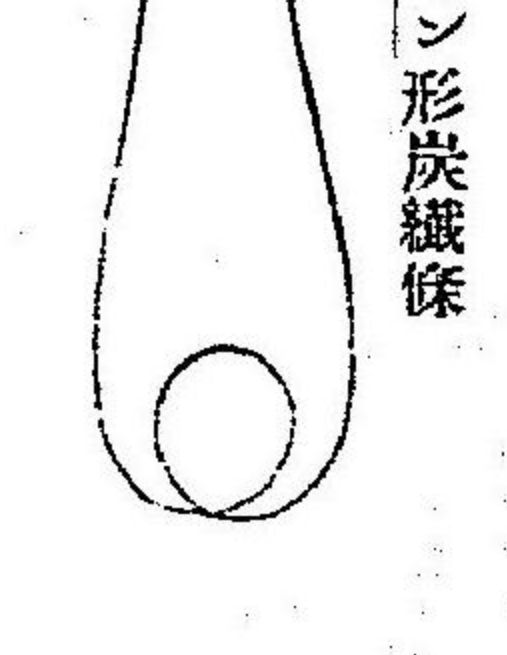
炭化法——炭化法即ち炭纖維原料を蒸焼するに要する熱及時間等は其形狀及性質に由て一樣ならず、其一汎の方法は左の如し

圖一十百第 坩堝



炭纖維原料が竹なれば是を第百十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、坩堝は第百十一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

圖二十百第 スワン形炭纖維條

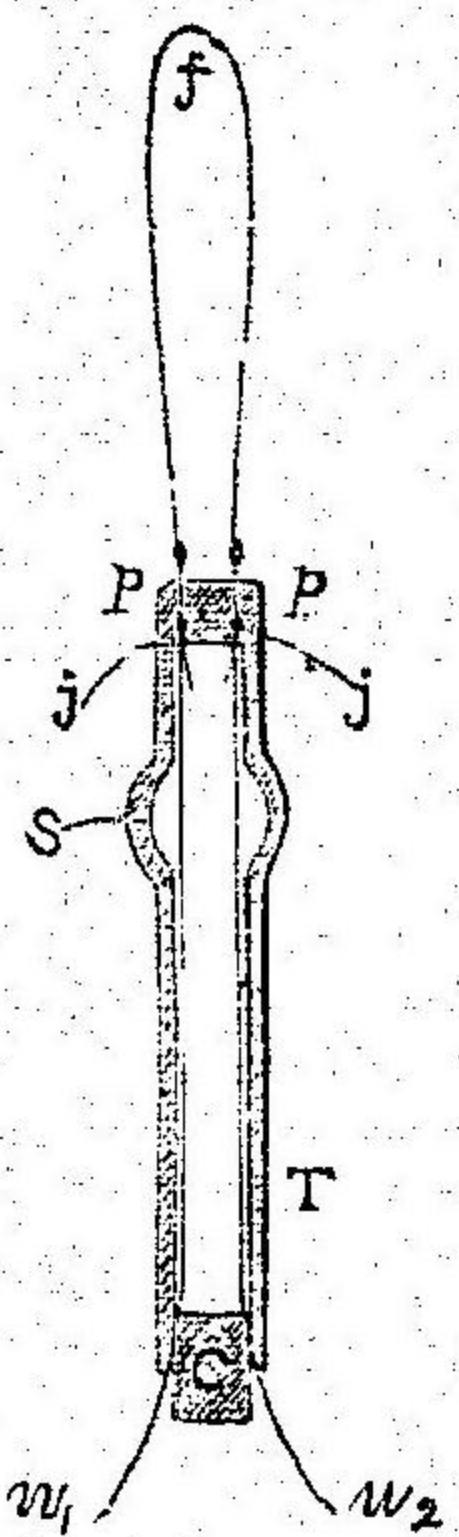


の如き形狀に爲し蒸焼するを通常とす、其創造したる電氣家の名に由て第百十圖に示す形狀をエチソン形と云ひ、第百十二圖に示す形狀をスワン形と云ふ、火爐

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坩堝を開きて炭化したる纖維條を取出す、此際纖維條は脆くなれるを以て毀損せざる様取扱に注意を要す。

織、條、封、入、前、の、準、備——炭纖維條を硝子球内に封入する準備として直径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焰にて溶かし附け、第百十三圖に示すが如く小硝子管Sに入れ、其一端を瓦斯の火焰にて溶かし其内に

炭纖維條を小硝子管に附したる圖



白金線部を封入す、圖中fは纖維條、w1は銅線、Pは白金線、jは兩線の接續點なり、次に炭纖維條を白金線の各端に炭素製のペーストにて取付く、此方法に於て硝子体を貫く部

分に限り白金線を用ゆるの理は、銅が熱の爲に膨脹する程度は硝子と異なる故に、若し是に銅線のみを用ゆるときは、使用後硝子と銅線との間に隙を生じ、空氣此處より内部に入り、纖維條に觸れ、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を以て、空氣が硝子管内に進入するの危険なきに因る、炭纖維條の準備終れば、之れを排氣鐘

に入れ、空氣を排除したる後、炭纖維條に白金線を経て電流を通じ、白熱ならしむ、此時に纖維條より發する光り一様ならざることあり、是れ纖維條の炭化の一様ならざる爲め、其直徑不同にして、抵抗大なる部分は小なる部分よりも白熱に變ずること早きに由る、斯の如き炭纖維條を使用し、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、纖維條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、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、纖維條を入れたる排氣鐘内に揮發し易き瓦斯を充たし、纖維條に電流を通じ、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、纖維條の白熱部に附着し、其直徑を増大せしむ、炭素は極めて質の硬きものなれば、纖維條に密着し之を強固になす、従て其部分の抵抗は減じ、白色より赤色に變やべし、次に猶電壓を増し、白熱部が纖維條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、纖維條の全部が一樣に白熱に變ずるを待て止む、此方法に由て、纖維條の太さは一樣になり、其發する光りも、不同なきに至るべし、

此方法をフラスコ、シンドグ、メソツド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。

完成したる炭纖條は性質強くして彈性を帯び鋼鏡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

壹吋の一分五乃至一千

分十、長さは六吋乃至拾貳

吋なりとす、

纖條封入及燈球の完成

次に前記の方法に由て得

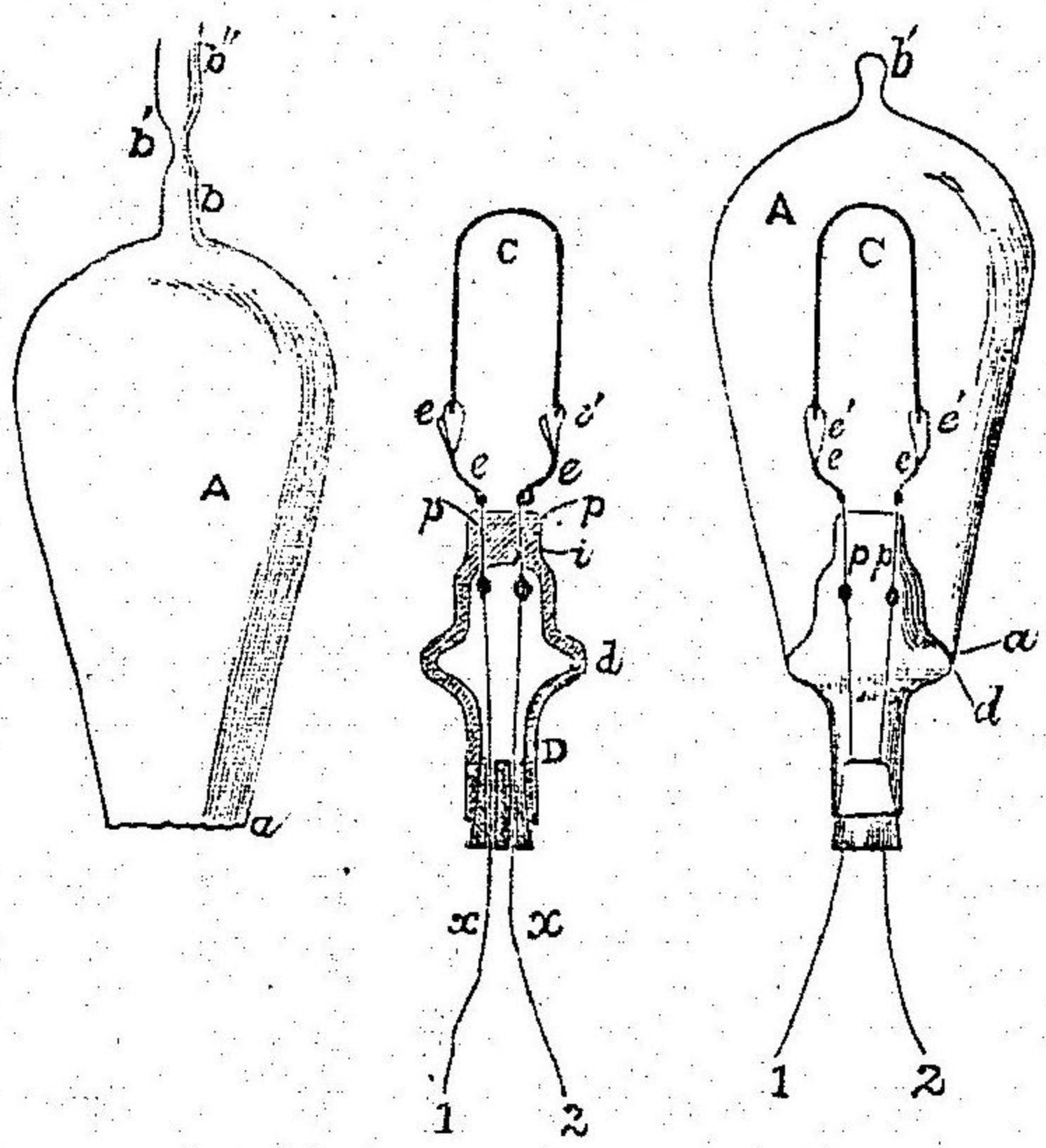
たる第百十三圖狀の纖條

及硝子管を枝管を有する

硝子球(A) (第百十四圖)に挿

入す、硝子球の一孔aの大きさは小硝子管のd部に適合するものとし、是を挿入

第四百四圖
白熱燈球



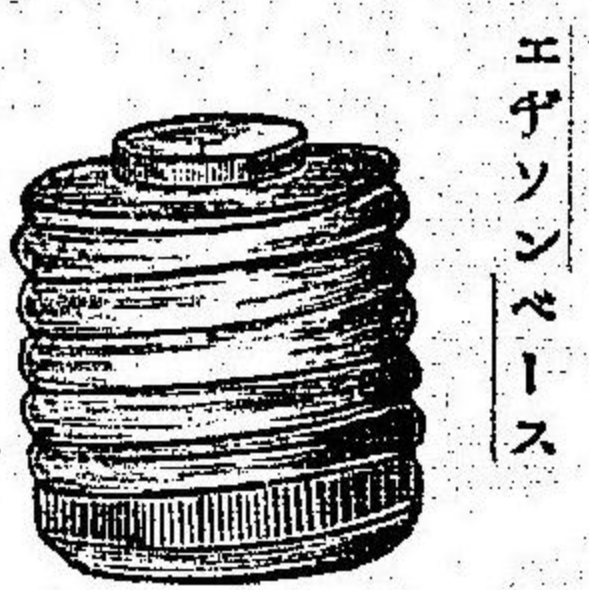
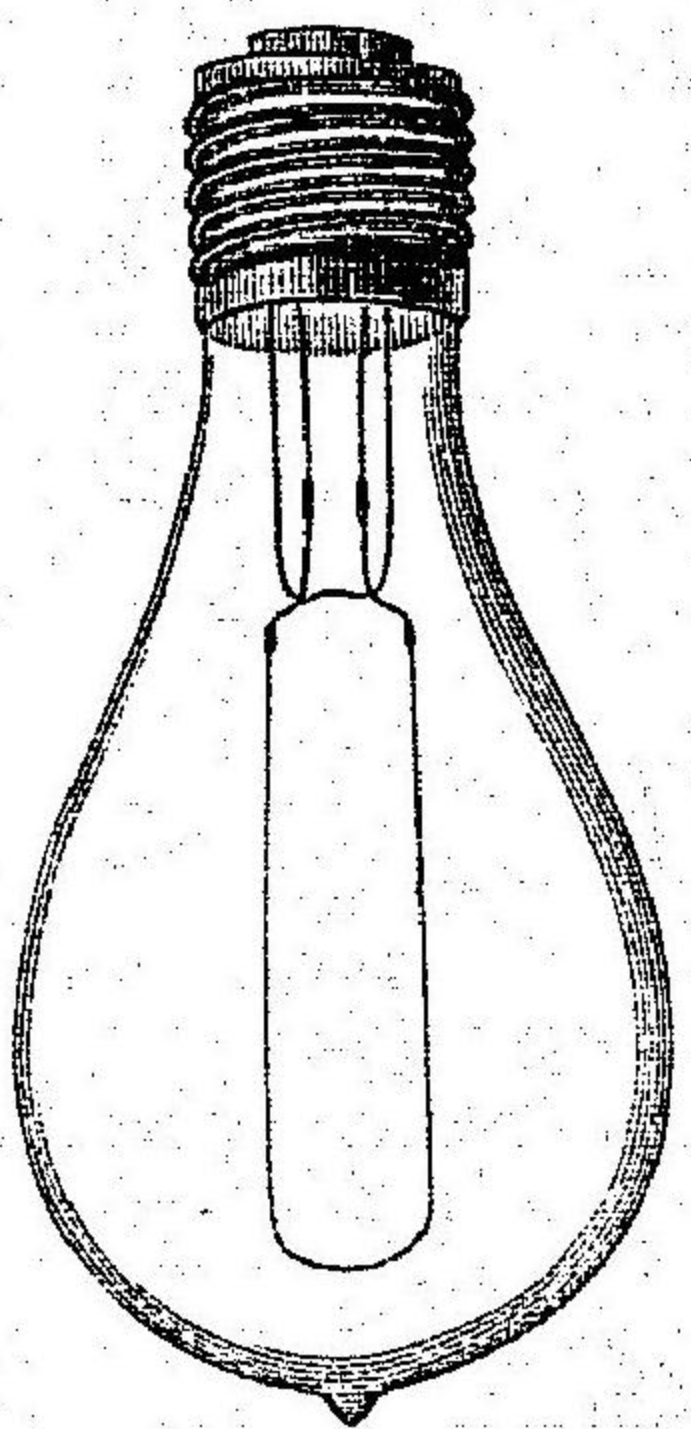
したる後a部を瓦斯の火焰にて封す、是に於て硝子球と外部との空氣の流通は只枝管に依るのみ、此a部が完全に封せられ居るや否やを確むるが爲には、硝子球を水中に入れ枝管より壓力強き空氣を吹き込み、若し不完全なるときは其間隙より水泡の出るを認むべし、斯くして完全に封じたる硝子球を能く冷へたる後排氣唧筒に接続し球内の空氣を枝管より排除す、此空氣の排出は最も慎重に行ふを要し球内には微少の空氣殘留するも纖條の白熱するに従ひ空氣中の酸素と化合し消耗する恐あれば、爰に使用する排氣唧筒は最も完全なるものたるを要す、スプレングル水銀排氣唧筒は良く其目的に適するものなれば通常使用せらる、排氣唧筒にて空氣を排除するも猶纖條其他に粘着せる空氣の殘留するを免かれざれば、或る物体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、是れに使用する物体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、概略磷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b部を

瓦斯火焰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捲線の一方のターミナルを硝子球に他のターミナルを炭纖維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、完全なるに従ひ漸次青色を呈し、完全なる真空なるときは螢光を發し所謂α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維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じ、曹達硝子を用ひたる場合には黄色の螢光を發す。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ることあり。

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力計にて其光力を

測り燭力を定め、燭力の定まりたる燈球には其一方にベースを附着せしむべし。ベースは圓筒狀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しくは硝子にて相互に絶縁せらる。此眞鍮片に纖維の両端に

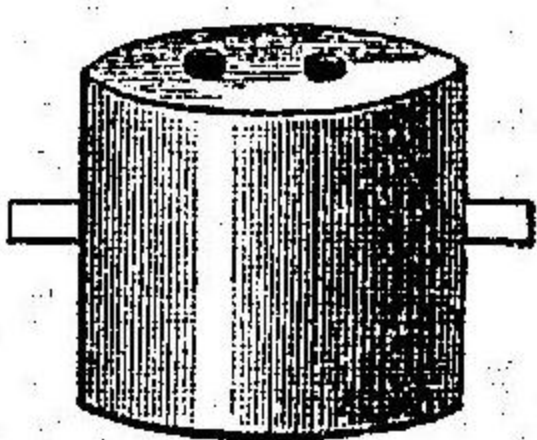
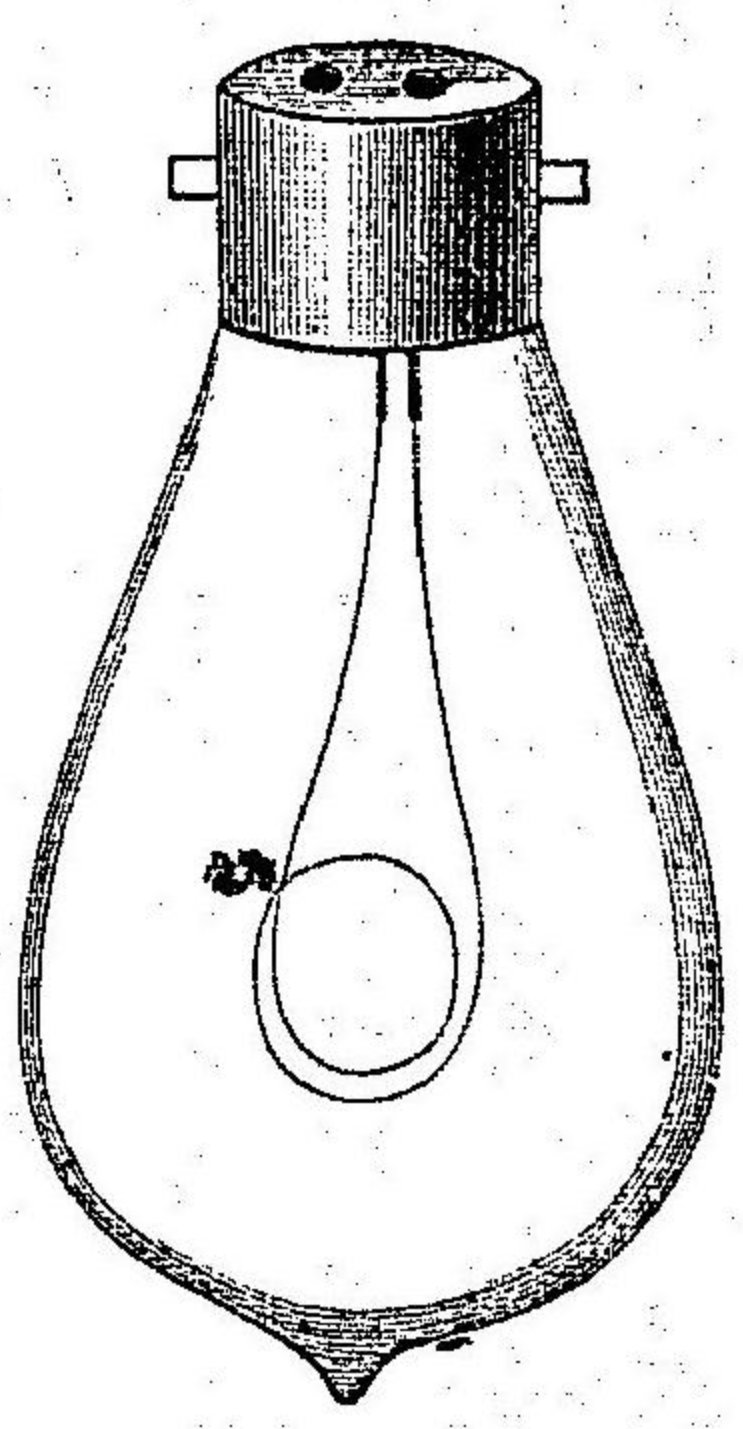
圖五十百第
球燈熱白形ソゲエ



エヂソンベース

流を纖維に通ずることを得るなり。ベースの形狀に數種あれども其重なるもの

圖六十百第
球燈熱白形ソラス



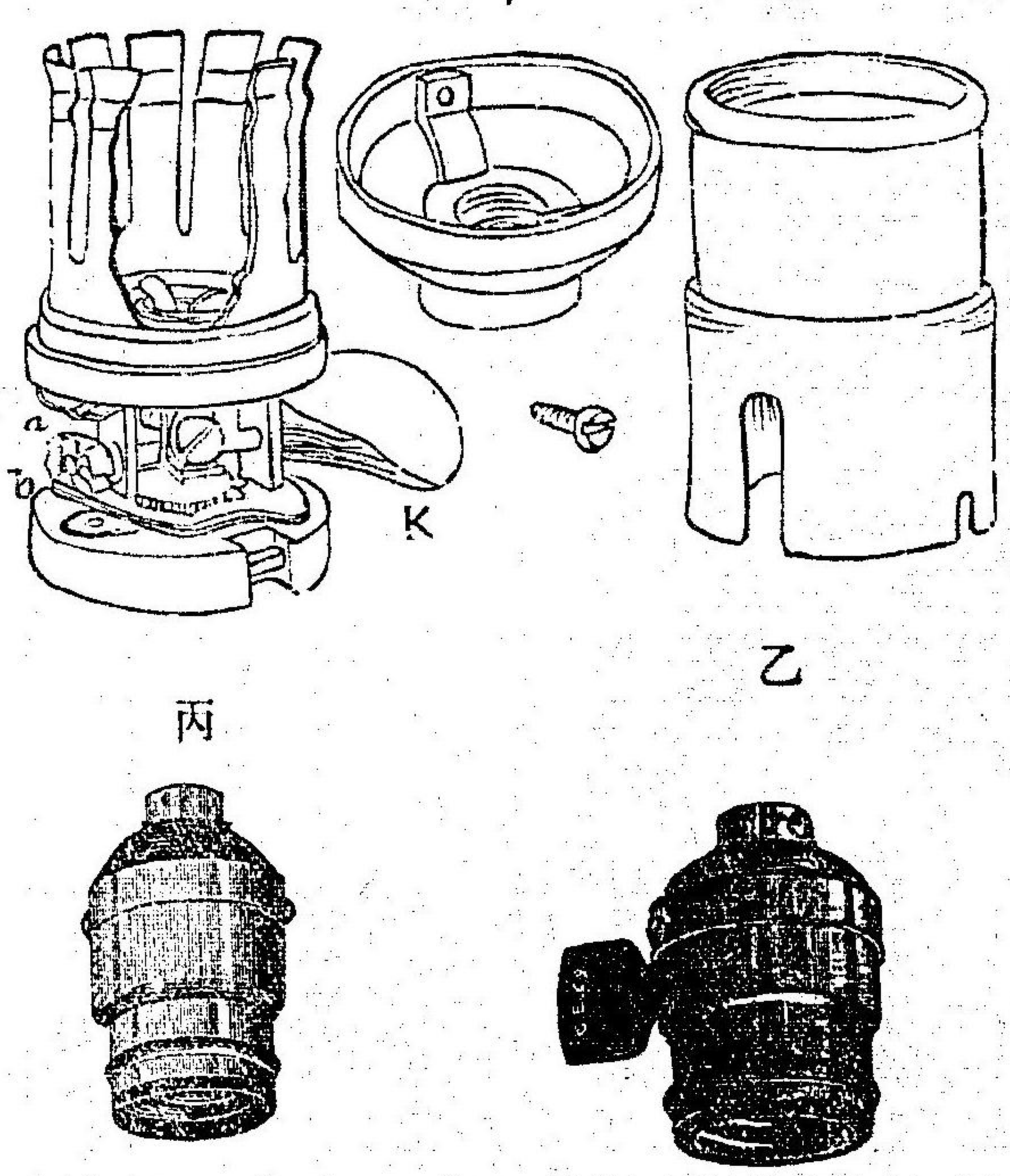
スワンベース

のをエヂ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、第百十五圖はエヂソンベース及エヂソン形燈球を示し、第百十六圖はスワンベース及スワン燈球を示す。

ハ、ケ、ット、燈球を電路に接続するにはベースのみにては不便な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旋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ぢ込めば周圍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底部の眞鍮片に接觸す、是に由て電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維に通せしむることを得るなり、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すもの是をキーソケットと云ひ、一は電鍵なきもの是をキーレスソケットと云ふ、第百十七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、第百十七圖甲に於て電鍵を廻せば、その眞鍮片は相接觸し燈球の炭纖維はソケットに電氣的接続を爲す、第百十八圖

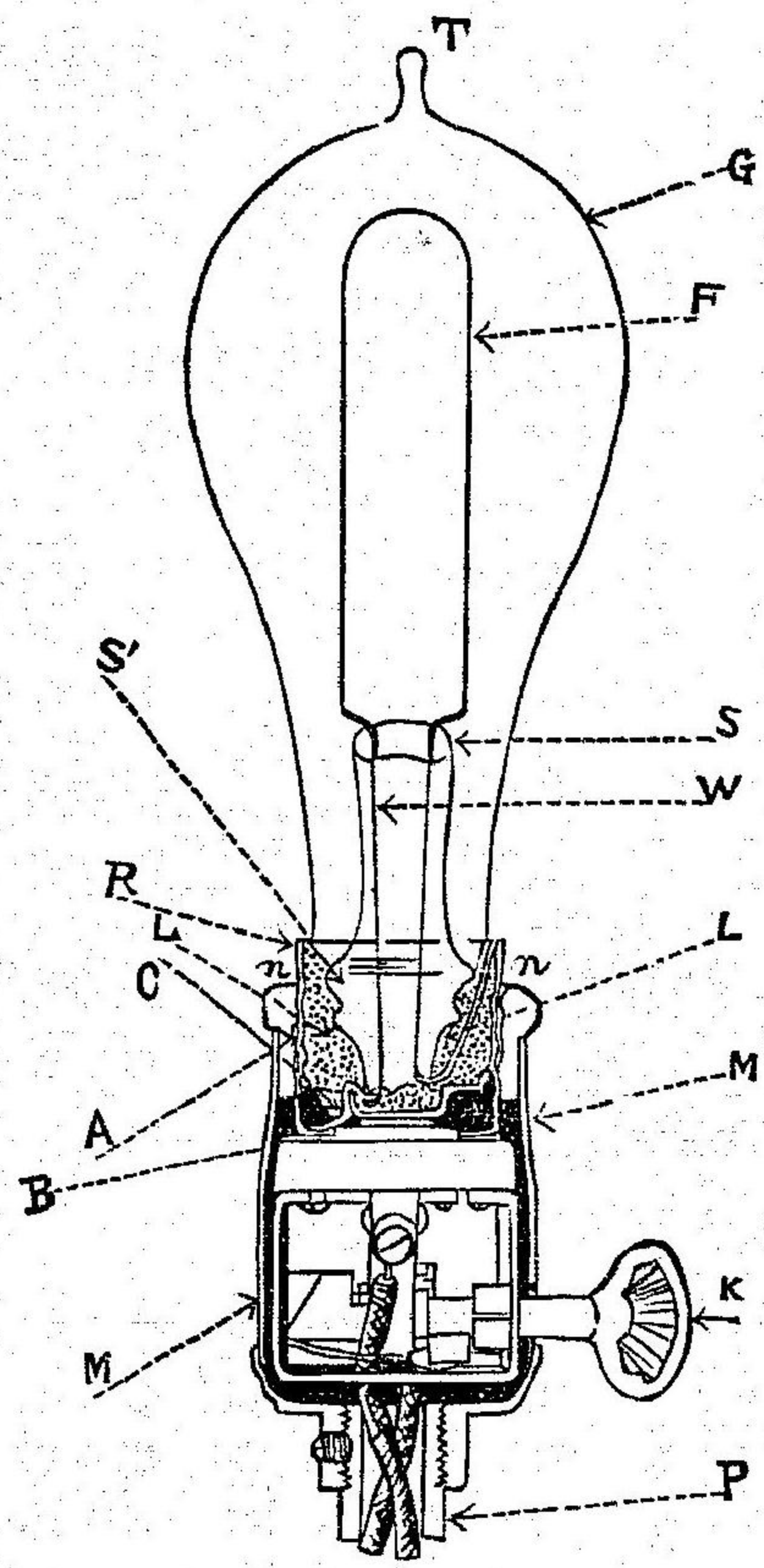
第百十七圖
キーソケット



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Tは最終に封したる燈球の頂點、Fは炭纖維、W銅線及白金線を接続せる箇所、Sは炭纖維を有する小硝子管の頭部、S'は其白金線を封入したる部、Rは螺旋狀のベース、Cはベースの中央にある眞鍮片にして共に錫鐵にて銅線に鐵付せらる、LLはベースを燈球に堅牢に附着せしむる爲め硝子球に設けたる、尖形なり、A Bは電路の電線に接続し

圖 八十百 第

積面斷切トッケツキー及球燈熱白



ベースと螺旋狀の接觸をなす、Mはソケットの眞鍮製外覆にして護謨輪に依て内部と絶縁せらる。戶外に於て雨水に曝露せらるゝ場所或は水蒸氣の生じ易き場所例へば浴室又は炊事場等に於ては、雨水又は水蒸氣がソケット内に入り雨線を短絡せしむることあり、此の如き場合には磁製の耐水ソケットなるものを使用す、耐水ソケットは外面總て磁器にして、燈球を挿入する孔以外に少許の間隙を有せざれば、水又は水蒸氣は是に觸るゝも内部

に浸入することなくして、電氣上の災害を生せしめざるなり、耐水ソケットは水蒸氣の浸入なからしめんが爲に總てキーレス形となせり。

第二項 白熱燈の性状

燭力—白熱燈が発する光の強さは炭纖維の大小長短に由て異る、其程度を表はす爲に電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発する燈の光の強さにして其燈を標準燈と稱す、其種類甚だ多く各國に於て異る、其重なるものを左の三種とす。

カルセル燈

標準蠟燭

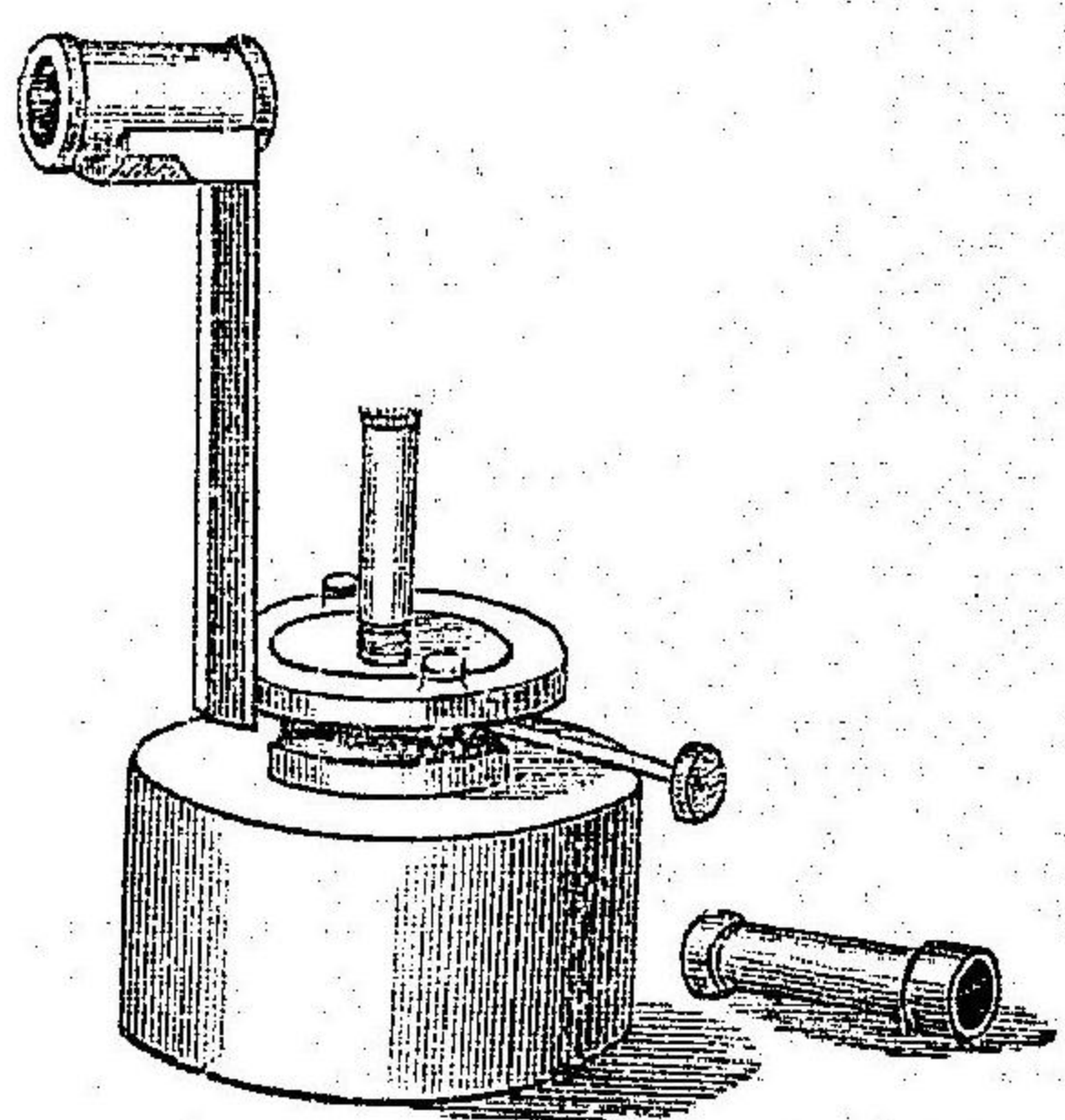
ヘフテル燈

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き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見做せり、此割合にて心か燃え、焰の長さが四十ミリメートルなる時に發する光の強さを「カルセル」と曰ふ、此燈の光の色

は通常の瓦斯燈に似て黄色及赤色を帯べり。
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、一本の重量ニオンス₁₆半長
さ十吋直徑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「グレイン」(四分一「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「パラフィン」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」直徑二十五「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五十七「ミリ
メートル」一分時間の燃焼量七十七「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燭力
と云ひ、白熱燈が發する光を是に比較して何燭力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。

第百九十圖

ヘフネル燈



と云ふ、此燈の光の色は蠟燭の光に似て黄色及赤色を帯べり、以上諸單位の光
の強さを比較すれば左の如し

「ヘフネル」燈 = 0.793燭力(英) = 0.812燭力(獨) = 0.106「カセル」

1.129 ” = 1 ” = 0.923 ” = 0.12 ”

1.223 ” = 0.97 ” = 1 ” = 0.13 ”

9.408 ” = 8.33 ” = 7.092 ” = 1 ”

第七章 白熱燈

「ヘフネル」燈は獨國にて使用せらるる
標準燈にして、其形狀は第百十九圖に
示すが如く、油筒は内徑八「ミリメー
ル」高さ二五「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」

是等の標準燈に比較して白熱燈の燭力を測る方法は後章に詳記す。

白熱燈の燭力は一汎に水平の方向に強く垂直の方向に弱し、水平面に於ては炭織條面より四十五度の方向に於て最大燭力を表はし之と九十度の角度を

なす方向に於て最小燭力を表はす。是に因て精密に燈球の實際の燭力を知るには炭織條面に對し種々の方向に於て水平に其燭力を測り之れが平均を採り次に炭織條面に對し垂直面中種々の方向に於て其燭力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力と云ふ。球面平均燭力は概ね水平

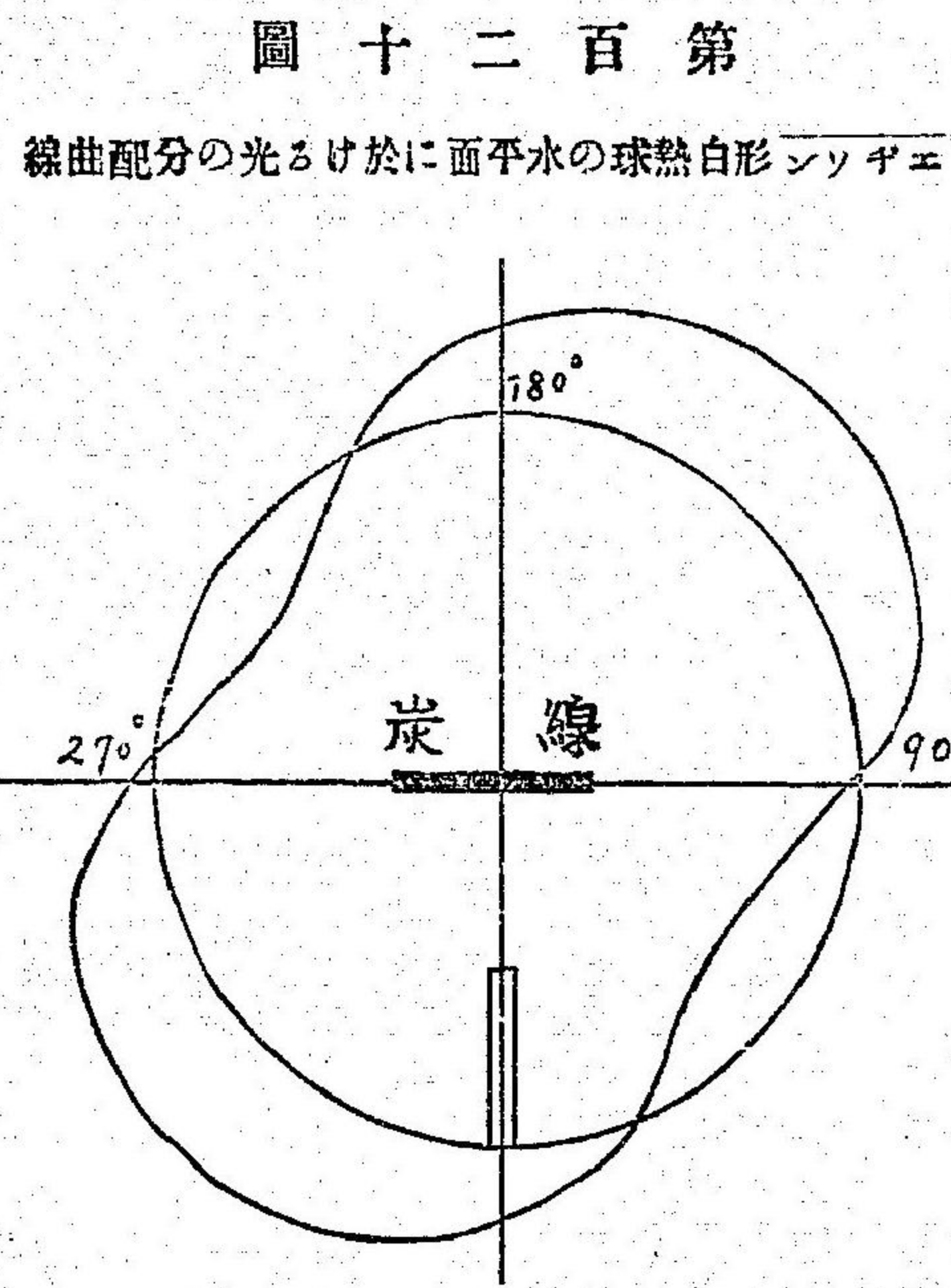


圖 十二百 第
線曲配分の光るけに面平水の球熱白形ソソザエ

ひ水平面に於ける平均燭力を水[○]平[○]平均[○]燭[○]力[○]と云ふ。球面平均燭力は概ね水平

平均燭力の八割乃至八割五分に當る。第百二十圖はエヂソン形炭織條が發する水平燭力の分配を示す。圖中圓の半径は拾六燭力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。即ち光の強さは炭織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織條より發する光の分配は不規則

スワン形白熱燈球の水平面に於ける光りの分配曲線

フッソ形白熱燈球の垂直面に於ける光りの分配曲線

同上山形陶器燈を用ひたるさきの光りの分配曲線

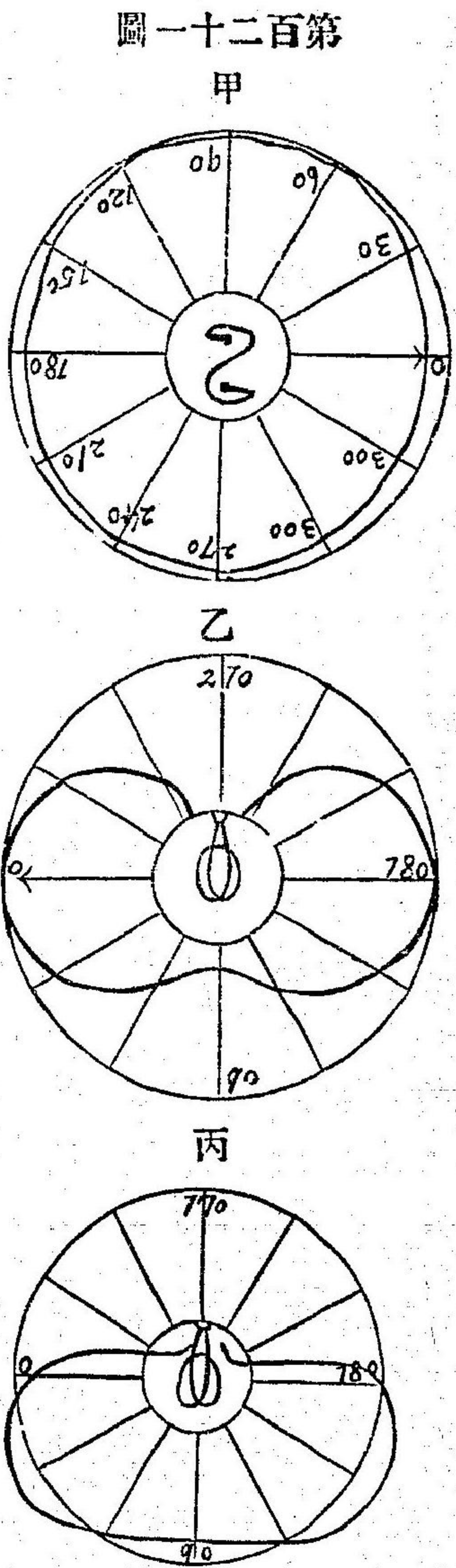


圖 一十二百 第
甲

乙

丙

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と稱する炭織條を用ゆ。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

る分配は第百二十一圖甲に示すが如く垂直面に於ける分配は第百二十一圖乙に示すが如し。白熱燈の光の分配は方向に従て異なるれども大差なき故に水平面に於ける最大燭力を其燈球の燭力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体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に用ゆ、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百二十一圖丙に示す如くして、下方に向て發する光は甚しく増加するなり。

燈球の種類——白熱稱球は其炭纖條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、亦如何なる燭力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壹百ヴォルトにして燭力の種類は左の數種なりとす、

- | | | | | | | | |
|-----|---|-----|---|----|---|----|---|
| 八 | 燭 | 十 | 燭 | 十六 | 燭 | 二十 | 燭 |
| 二十四 | 燭 | 三十二 | 燭 | 五十 | 燭 | 百 | 燭 |

此外に裝飾イルミネーション用に五燭或は六燭のものあり、又醫術上に二燭或は三燭を用ゆることあり、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ることあり、其他種類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、三十七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、十六燭力燈球の炭纖條の長さは六吋乃至八吋にして直徑は〇〇八吋乃至〇〇一時なり、其抵抗は白熱したる時凡そ〇、五六アンペアの電流が通ずるに由り、オーム法則に従ひ $R = \frac{V}{I} = \frac{100}{0.56} \approx 178.6$ キー、百七十八、六オームなれども、通常の温度に於ては殆んど是に二倍す。八燭力燈球の抵抗は是に二倍し、三十二燭力燈球の抵抗は其二分の一なり、又點火電壓高きものは炭纖條の抵抗愈々大なるを要するに由り炭纖條は細く且長し、例へば拾六燭力二百ヴォルト燈球の炭纖條の長さは拾二吋乃至拾五吋なり、

白熱燈の發輝能率、或る勢力を受けて光を發する物体の供給勢力と光を發する勢力との比を發輝能率と云ふ。白熱燈の拾六燭力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熱力に過ぎざれば、白熱燈の發輝能率は僅かに五十分の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鐘、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。

白熱燈の能率及壽命、白熱燈球の水平平均燭力にて其供給電力を除したる商即ち一燭に要するワット數を燈球の能率と云ふ。例へば五拾ワットを要する十六燭力燈球の能率は $\frac{50}{16} = 3.125$ ワットにして、六十ワットを要する同燭力の燈球の能率は $\frac{60}{16} = 3.75$ 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維の熱せらるゝ温度に比例して高低す。此能率は同一燈球に於ても一定不變に非ず、燈球使用中漸々燭力は減じ能率は低下し數千時間を

經て遂に炭纖維は切斷するに至るべし、其原因は

(一)炭纖維より炭粉蒸發して炭纖維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

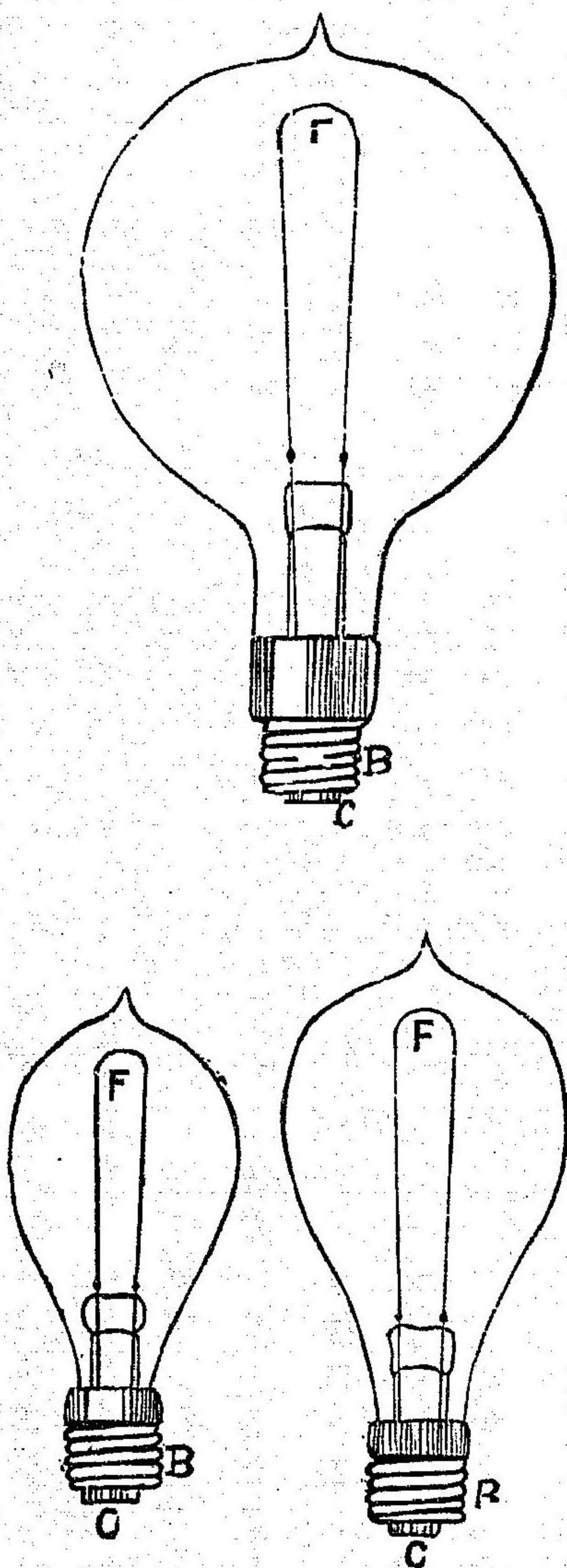
炭粉の蒸發は電路の負極に接續する炭纖維端に近き部分に於て最も甚し、斯くの如く燭力降下するにも拘はらず是を使用すれば、一燭に要する電力を増し不經濟なるを免かれず、是に由て其使用時間を制限し燭力が減少して最初の八割に成りたる時を限度とし、此限度に達したる時は新しき燈球と取換ふべきものとす。此八割に減する迄の時間を燈球の有効壽命と云ふ。一汎に有効壽命は平均六百時間なれば、燈球を使用し初めてより六百時間を經過するとき、は新しき燈球と取換へるを可とす。

燈球の壽命を長くするには以上の二原因を成べく減せざるべからず、炭纖維より蒸發する炭粉の多少は炭纖維の熱せらるゝ温度の高低に關す、温度高きときは燭力は増し能率高きも、炭粉の蒸發多くして壽命を短縮し、之に反し温度低きときは炭粉の蒸發少く壽命は長きも、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。炭纖維を此温度に熱する電力は炭纖維の表面積每平方センチメートルに付き七拾ワット乃至百ワットの割合なり之を表面率と云ふ是に由て炭纖維に通ずる電

第二百二十二圖

白熱燈球の大きさの比較



流は炭纖維の表面率を上記の如くならしむる様電壓及燭力に應じ定むると最も必要なり。温度及表面率相等しき二個以上の炭纖維の燭力は其表面積に

比例するが故に、三十二燭力燈球は相等しき表面率を有する十六燭力燈球に比し炭纖維の表面積に於て二倍し供給せらるゝ電力に於て亦殆んど二倍す。第二百二十二圖は同じ電壓の電流を受けて白熱し相等しき表面率を有する十六燭力、三十二燭力及百燭力の三種燈球の大きさの割合を示す。

表九十二第

電壓	燭力	能率	壽命短縮百分比
96	12.6	3.6	282.9
97	13.4	3.45	212.4
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	2.80	66.2
104	19.9	2.07	45.2
105	21.1	2.62	37.4

電壓にて五十ワットを要する十六燭力燈球を九十ヴォルト電壓に使用するときは、燭力は拾燭に減じ電力三十三ワットを要するに由り、能率は $\frac{100}{33} \approx 3.03$ 三三ワットに低下し、表面率は最初の五分三に減じ壽命は甚しく伸長す。是等の關係は第二十九表に示すが如し、表に於て認むる如く僅か二パーセントの電

壓の差にて燭力に二燭力の差、壽命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なれば、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、三ヴォルト乃至三、四ヴォルトの電壓の變化あるも能率に變化なく壽命長きものなれども、前記の如く能率高きものは屢々燈球の取替へを要し壽命長きものは能率低くして電力費の多額を要す、斯の如く壽命と能率とは相兩立せざるが能率は低くとも壽命長き燈球を用ゆるが利なるか、壽命は短くとも能率の高き燈球を用ゆるが益なるかは、電力發生費及其利子と燈球の代價及利子と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、能率は低くとも壽命長き燈球を使用し、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壽命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

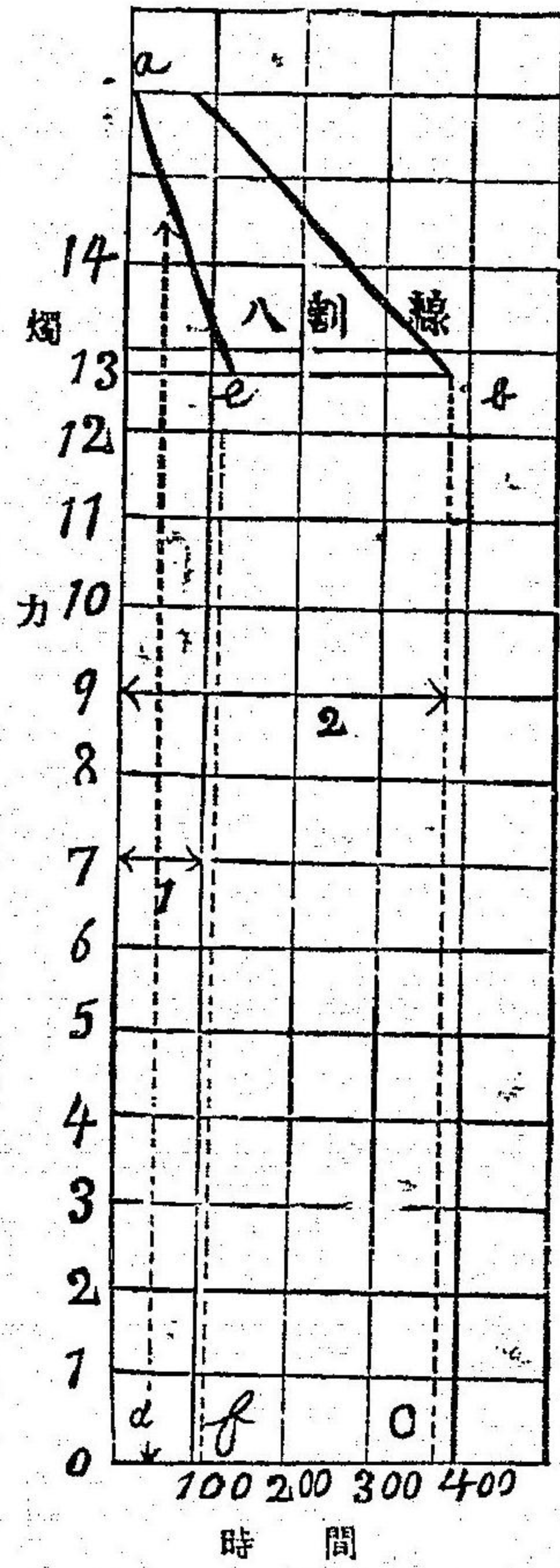
球の燭力は増すとも同一電路に接続せられたる比較的新らしき燈球は、指定以上に熱せられ燭力は必要以上に増し、第二十九表に示す如く壽命は短縮せられ其不利益なること明かなり。

燈球の燭力及能率は、電流が直流なると交流なるとに關せず同様にして何れの燈球も直流式及交流式線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力にて表はすも、其壽命中發する光の分量を表はすには、壽命を示す時間と使用の始めより壽命の終りに至る燭力の平均とを相乗せるものを以てし、其單位を燭時と云ふ。一燭時とは一燭力の燈球が一時間點火したる光の分量にして、若し燈球の壽命がT時間にして平均燭力がCなるときは、光の分量はTC燭時なり、而して有効壽命中の平均燭力と有効壽命を示す時間との相乗積を有効燭時と云ふ。是に由て燭力同一なる燈球の有効燭時は其有効壽命に正比例し、能率高き燈球は能率低き燈球に比し壽命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、是を同一電路に接続

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

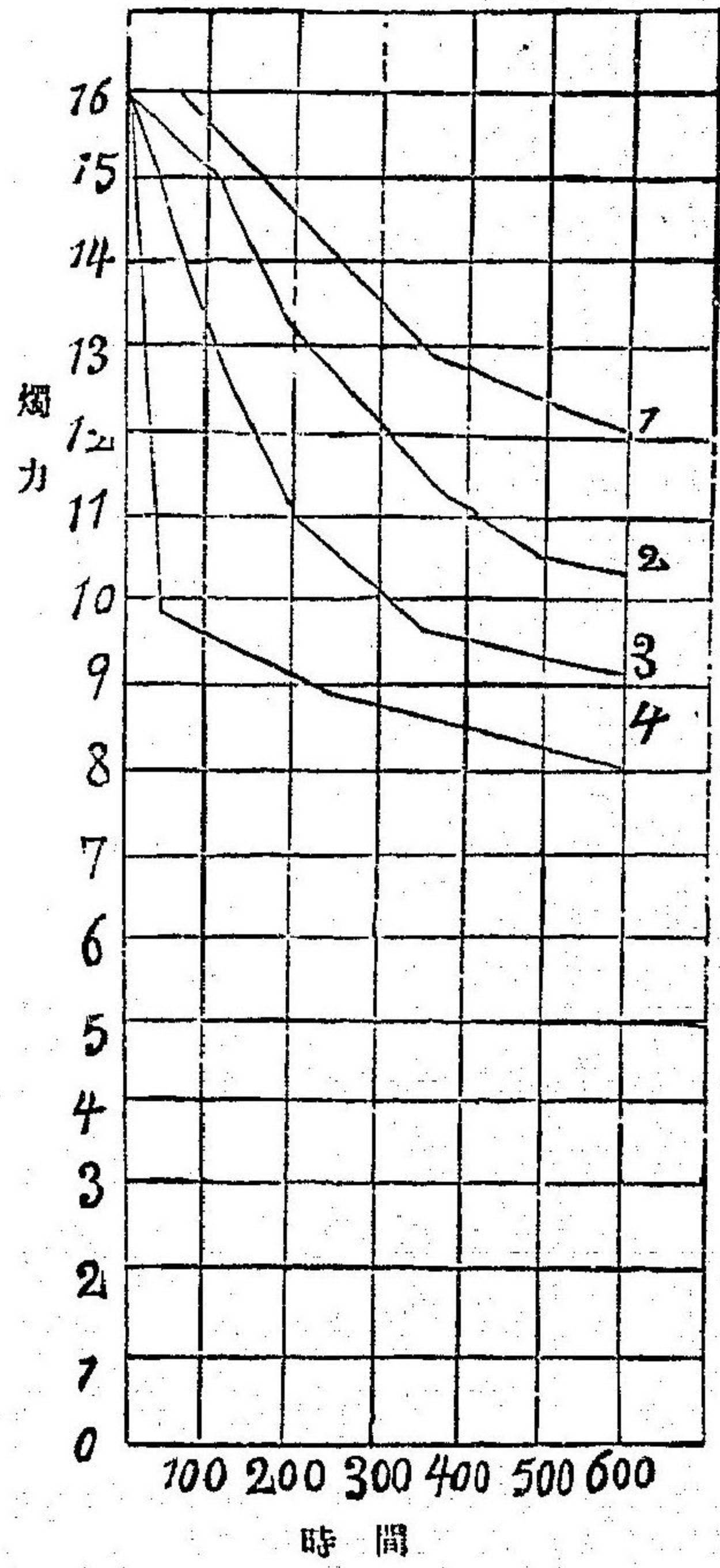
圖三十二百第
線時燭効有



此測定に由て得たる各時間毎の燭力と時間とにて曲線を書き第百二十三圖を得たりとすれば、燭力の八割以上の燭力線及時間線にて包圍する面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 $abcd$ 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ゆる場合は第二號燈球を用ゆる場合に四倍す、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壽命の平均六百時間引續き點火し、其燭力を最初より五十時間乃至百時間毎に測りて得たる燭力數と時間にて曲線を書けば、其八割燭力迄の燭力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百二十四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。

圖四十二百第
線時燭効有



	有効燭時	燭時の差
第一號	八千二百	七 百
第二號	七千五百	千 七 百
第三號	六千五百	二千七百五十
第四號	五千四百五十	

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壽命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するも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有し燈球の平均使用時間を六百時間より超過せざる様爲すにあり電壓の調査一已に記載したるが如く點火電壓を不變に保有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壽命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壽命の五七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電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容量大なるに従ひ調整良好なれば成るべく容量大なるものを使用するを可とす。

電壓を不變に保有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アツタチングプラグに依り電壓計をソケットに接続し十五秒毎に電壓を測り五回乃至三十回を行ふべし其平均値は其電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 テルンスト燈及金屬纖維燈

白熱燈より發する光は暗体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多く發せしむる温度は暗体に於ては攝氏四千六百度乃至五千度にして、通常物体の氣體に化し終る温度なり、此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」あり）たとへ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、然れども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」

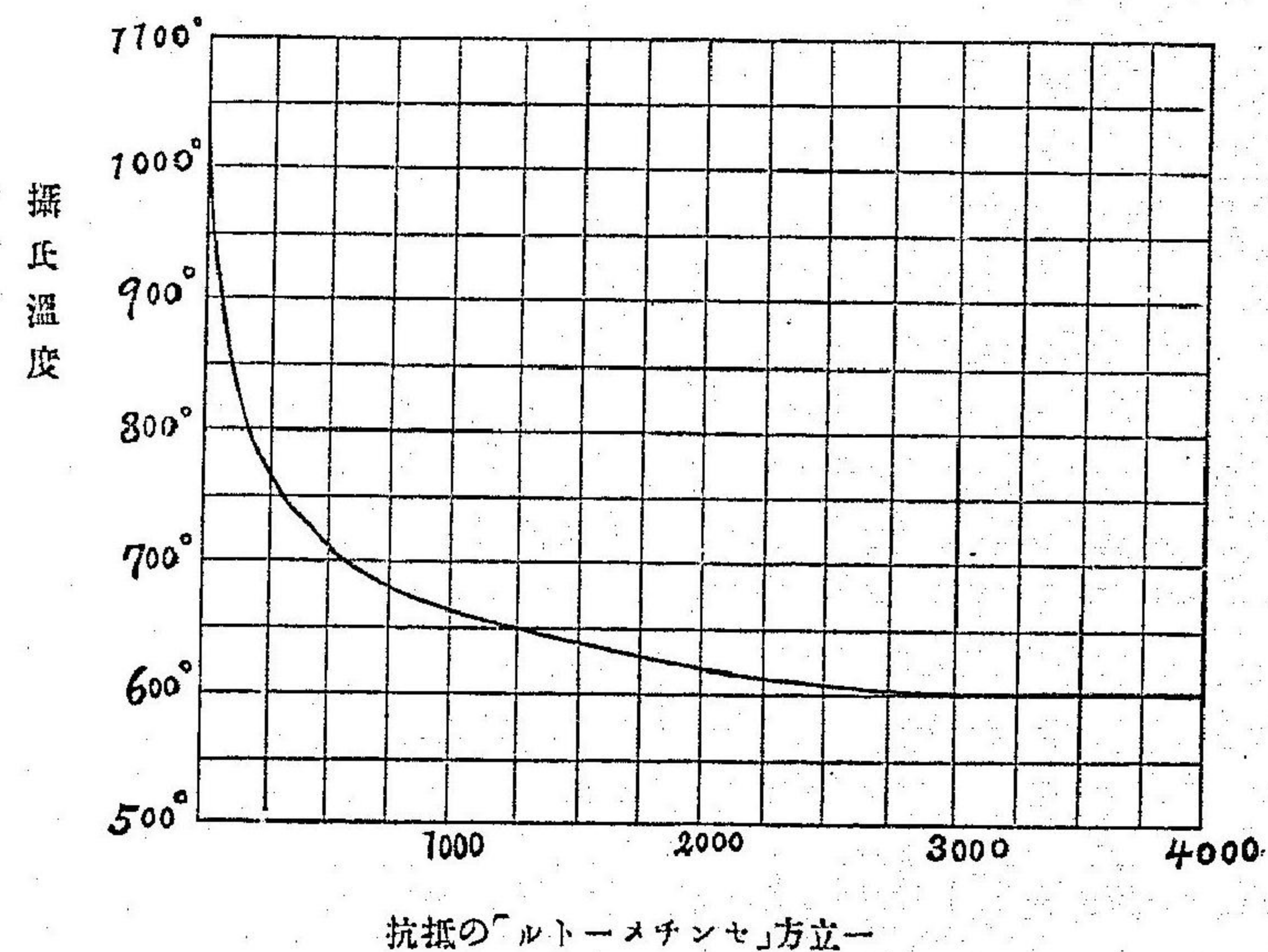
に過ぎず、此故に是れよりも能率高き白熱燈を得んには、溶解温度高くして人目に映すべき光を多量に發すべき物体を纖維に用ひざるべからず、是に就き數年前より諸學者研究し第一にネルンスト氏がアルカリ土類の稀有金屬を用ひ炭纖維燈より能率高き光を得て、テルンスト燈と稱し製造の市場に出せしが、已に諸所に使用せらるゝに至れり、次で諸學者はネルンスト燈より猶能率良き燈を得んとに焦心苦慮し溶解温度高き金屬の纖維を試みに用ひたりしに、此纖維は最高温度よりも低き或る定温度に於て最も多くの人目に映する光を放散し、數種の金屬が此特質を帶ぶることを發見せり、是に由て溶解温度高き金屬にて纖維を作り、其定温度又は是に近き温度迄熱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、タングラム燈、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眞空なる硝子球内に入れば、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体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ヤ、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百廿五圖に示すが如し、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体に用ひ是にて圓柱体を作り其兩端を二個の金屬片にて挟み是を電路に接続せり、此發熱体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、電流は漸次發熱体に通じ發熱体は遂に白熱となりて光を發するに至るべし、是を白熱体と云ふ、其光は美麗にして日光に近似し、物体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、白熱体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ゆるを以て是を眞空球に入れるを要せず、白熱体の大きさは巾一・五、ミリメートル、長さ七、ミリメートルにして百拾九、ヴォルトの電壓の下に三十九、三、ワット^{ワット}の電力にて十六燭力を示せりと云ふ、即ち通常の白熱燈に比し能率甚だ高し。

第 百 二 十 五 圖

ネルンスト白熱燈體抵抗變化を示す線曲

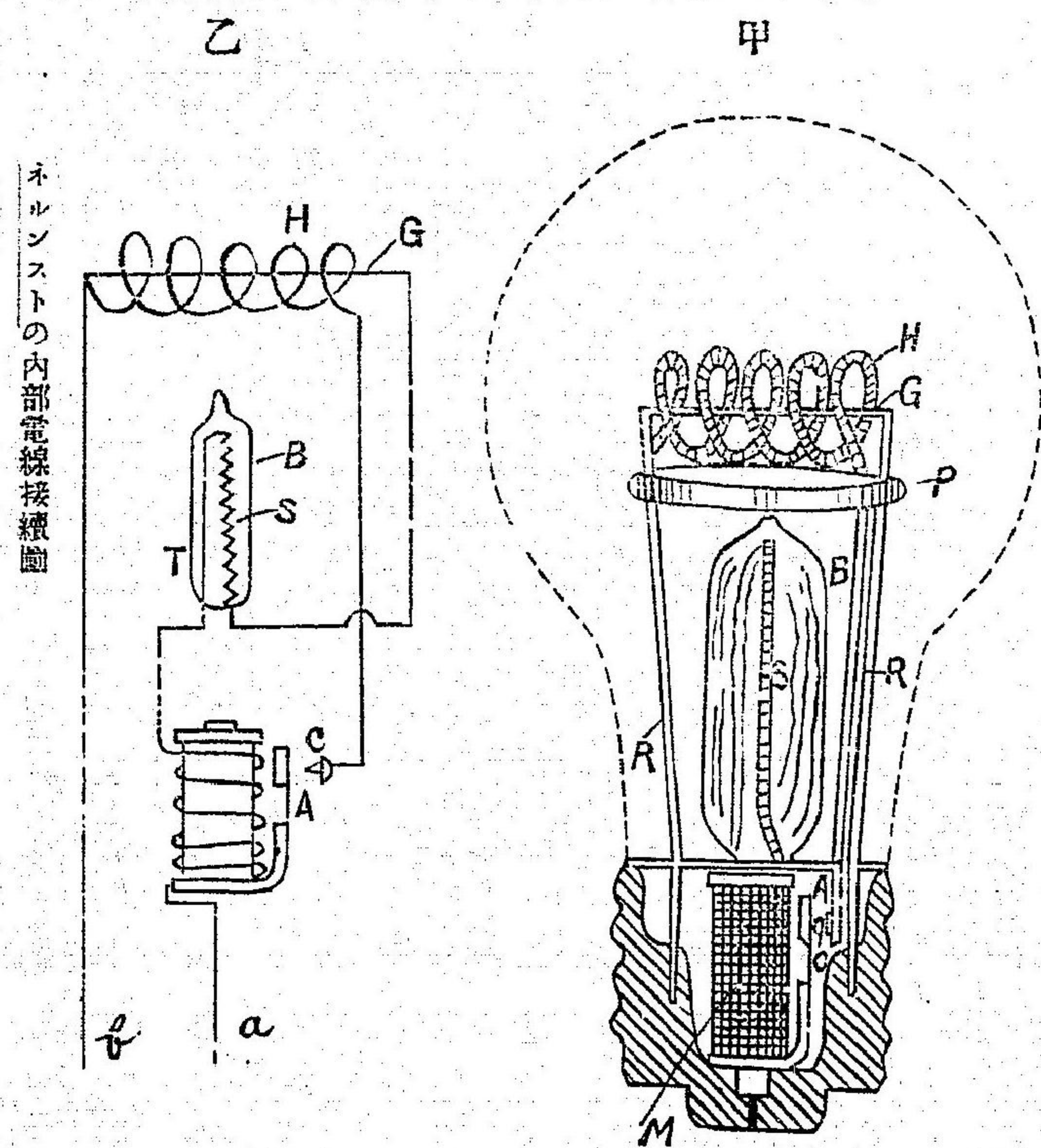


第一のネルンスト燈は斯の如く別に加熱する必要ありしが、其後漸次改良せられ自から熱する装置を加へて現今のネルンスト燈と成れり、現今のネルンスト燈に於ては、白熱体は稀有土類金屬ジルコニウムの酸化物に同種屬の金屬ソリウムの類の酸化物を加へ是に澱粉様の或る粘着劑を混和し、型に入れて壓搾し作りたる

ネルンスト燈詳解圖

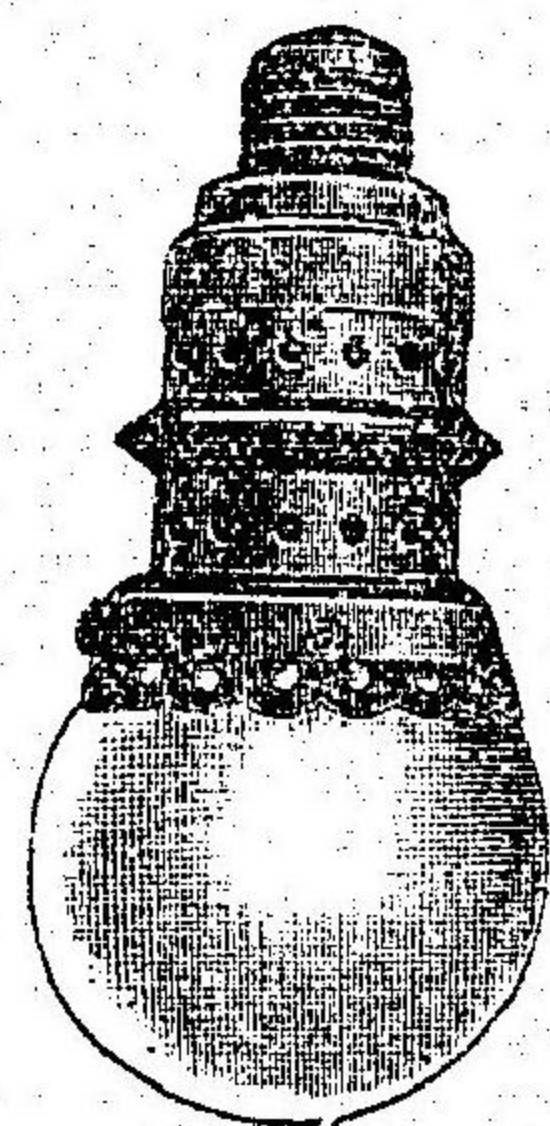
第 百 二 十 六 圖

ネルンスト燈



二百七十八
紐狀物を適
當の長さに
切斷して乾
燥焙燒し最
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
至一吋二分
一直徑六十
四分一吋乃
至十六分一
吋あり此製

丙
觀外の燈トスルネ



造法は簡單なるが如しと雖實際に於ては
熟練を要し殊に白熱体と導線との接続方
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、第百二十六圖甲乙はネル

ンスト燈の構造を示し丙は其外觀を示すが如く燈底より二本の金
屬杆 R R を出し其先端に磁器板 P を附す、各金屬杆に小白金線を織着し各白
金線に白熱体 G を電導力あるセメントにて接続す、白熱体 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、是を燒きて製造したるものなり、H は遮斷用電磁鐵
A はアーマチュア、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、其一端は白熱体に接続し一端
は電磁鐵に接続すること圖に示すが如く、此燈を電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
に熱せられ白熱体に熱を與へ、白熱体は熱するに従ひ抵抗減じ、電磁鐵 M に通

する電流は漸次増加し、遂にアーマチュアを吸引するに至りて、Hの電路は接点Cに於て開き遮断せられ電流は白熱体にのみ通じ同時に白熱体は白熱に變じて強き光を發するに至る、斯の如くに至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、平均抵抗線はネルンスト燈の各部分中最も必要なるものなり、元來酸化物より成る混合体は温度の上昇するに従ひ抵抗減するものなれば、是を定電壓電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、白熱体と直列に接続して白熱体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眞空管内に収む、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電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、光りに多少の變化を生ずるを免れざるなり。

白熱体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、即ち其壽命長くして交流の周波度數に比例して益々増加す、若し之れを直流式に使用するときはその負極端に黑色沈澱物を生じ、漸次正極端に及ぼし、其増加するに従ひ白熱体の兩端に於ける電壓に多少の變化を與ふる爲め、燭力及能率の降下するを免かれず。

加熱器は白熱体に接近し、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、其壽命は二百時間有効壽命は百時間に過ぎざれば、百時間毎に新らしく取換へを要するなり。

遮断用電磁石の各部は攝氏百拾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、可動部は交流の通ず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。

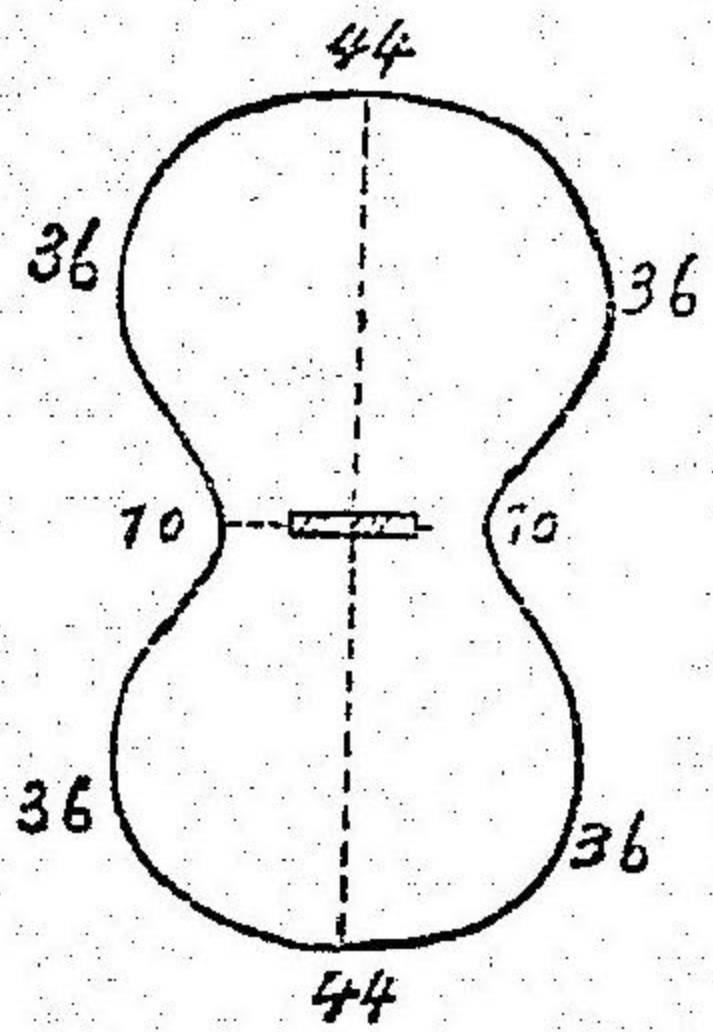
ネルンスト燈の燭力及能率—ネルンスト燈の點火電壓は百「ヴォルト」或は二百「ヴォルト」にして、燭力の大なるに従ひ白熱体の數を増すこと左に示すが如し。

白熱体の數	一	二	三	六
燭力	五拾	百	百七十	四百

白熱体壹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。

第二百七十七圖

ネ
ル
ス
ト
燈
の
光
配
分
の
曲
線



屋内用の燈球は裝飾したる眞鍮製包管にて覆ひ戶外用のものは漆を塗りたる鑄鐵製包管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。

單心燈の水平面に於ける光の分配は第二百二十七圖に示すが如し、圖中中心に示すものは水平に置かれたる白熱体なり。

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、是に由て拾六燭燈には廿四「ワット」乃至廿八「ワット」を要し通常の白熱燈に比すれば殆んど其二分の一の電力にて足る、然れども白熱体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壽命は概ね三百時間に過ぎず、要するにネルンスト燈は貳百「ヴォルト」電壓にて點火するに適し、燭力も五十燭力以上を可とし、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狀燈の代用を爲すに適するなり。

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「アウエルフオン、ウエルスバツハ」氏に由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

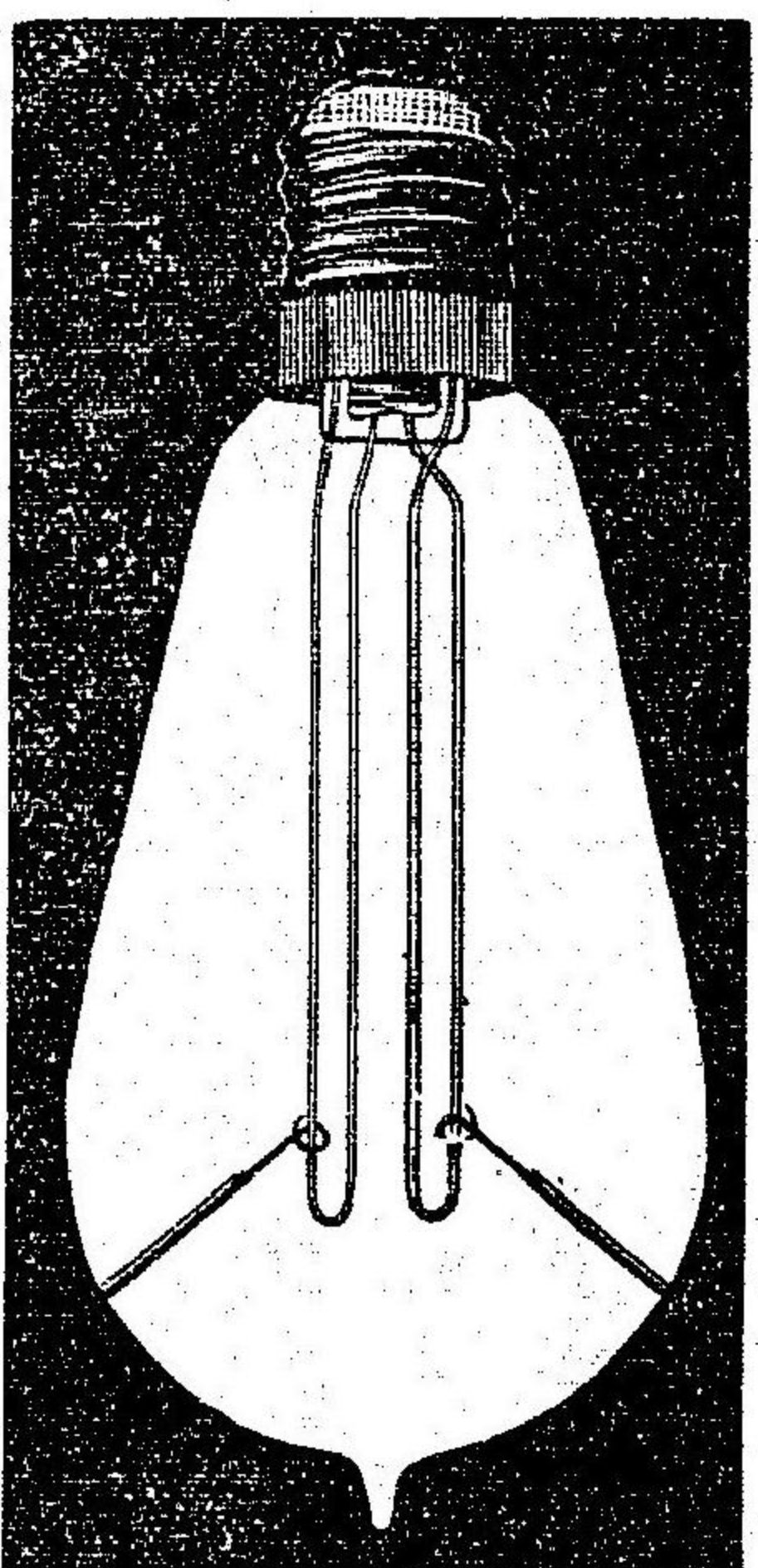
の鑛物中より容易に採取することを得るなり。此金屬にて織條を作るには、其性質脆弱にして線狀に伸長せしむるを得ざるに因り、是を粹末にし結合劑として或る有機物を混じり濃厚なる粘性を有する糊狀の物と爲し、金剛石又は碧玉を以て造りたる型の孔を通じて壓出し織條体と爲す。次に是を乾燥したる後爐に入れ蒸焼して炭化せしめ、多少の還元性ある瓦斯を含有する多量の水蒸氣中に於て是に電流を通じ自熱ならしむるときは、炭素分は除去せられ純粹のオスミウム織條を得るなり。斯くして得たる織條は炭化前のオスミウムに比し品質甚だ密なるも表面は多孔性にして甚だ粗なり、是を硝子球に封入するに當り白金線に接續する方法は、其一端を電弧中にて溶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るときは柔軟となる。比重は二・二五溶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、自熱せるときは抵抗は通常の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自熱せる場合には柔軟なれば、支柱にて支へざるるときは一定の形狀を保有すること能はず、自己の重量にて漸次曲損する虞れあれば垂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

第百二十八圖

オスミウム燈



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」にて自熱するもの製造せらる、其長さは點火電壓四十「ヴォルト」電流一「アンペア」にて平均球面燭

力十六五のものにて二百五十「ミリメートル」、其直徑〇・〇九「ミリメートル」なり。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毎燭一・五「ワット」、有効壽命は平均二千時間なり、點火電壓の増減に伴ふ燭力の變化は炭織條燈に比し甚だ少したさへば電壓の二バ

「セメント」の増加は炭纖維燈に於ては燭力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力共に炭纖維燈に於けるが如く増加せざるあり、第二百二十八圖はオスミウム燈の一例を示す。

タンタラム燈—タンタラム燈ハ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、ハルスケ會社のフオン、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体と爲して真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彈性あるタンタラム

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体を爲し真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真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。

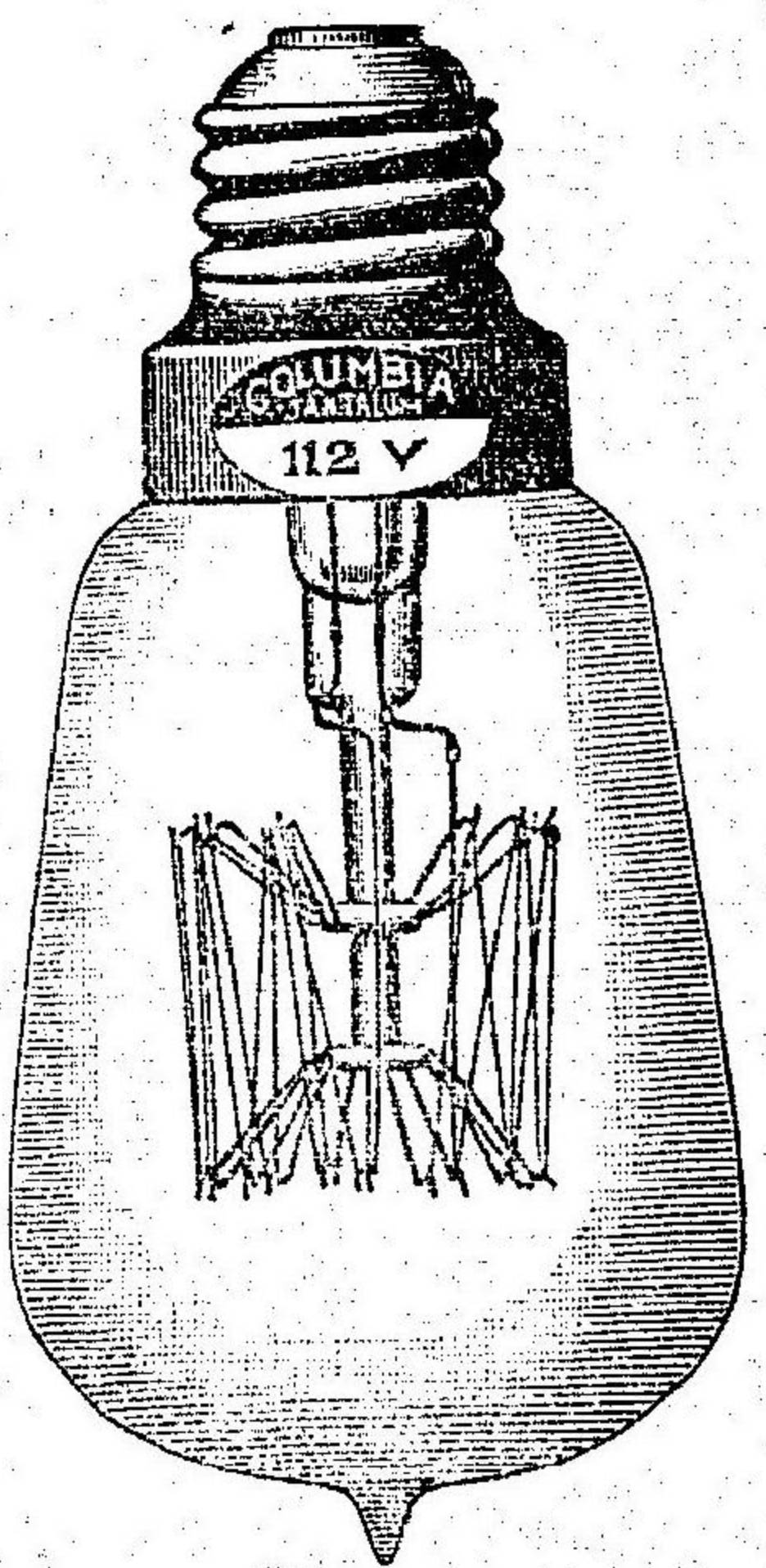
斯くして得たるタンタラムの化學的性質は、温度低き場合には硫化水素よりも化學作用を受け、其他沸騰せる酸類及王水其他各種のアルカリ液の作用を受けざるも、之を空氣中にて熱するときには攝氏四百度に於て黄色となり五百度乃至六百度に於て長く熱するときには青色に變ず、其通常の温度に於ける色は白金より稍黒く比重は一六、五溶解點は攝氏二千二百五十度乃至二千三百度、抵抗は通常温度に於て長さ二メートル横斷面積一平方ミリメートルのもの〇、一六五オームなるも、白熱温度に於ては其五倍なる〇、八五オームに増加す、硬度は軟鋼に殆んど相等しく線としての扯斷力は通常の温度に於ては

鋼に比し優り、横断面積一平方時に付き一三三、〇〇〇ボンドなるも、良鋼の扯断力は一〇〇、〇〇〇ボンド乃至一、二〇〇ボンド熱せらるるとききはオスミウムミウムの如く柔軟となる。前記の如くタンタラムタンタラム織條も炭織條に比し抵抗低き故に其長さは同じ點火電壓に對し炭織條より長し、從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ヴォルト二十二燭力燭力電流〇三五アンペアアンペア電力三十八五ワットワット平時の抵抗五十五オームオーム乃至六十オームオーム白熱の際抵抗三百オームオームタンタラム燈の織條は直徑〇、〇五ミリメートルミリメートル長さ六十五センチメートルセンチメートル二本の重量〇、〇二ニグラムグラムなり。其球内に於ける支持方法は第百二十九圖に示す如く、燈球の中心に硝子柱を備へ是に上下二段に十二本宛の電線を取付け、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、是にタンタラム織條を懸吊す。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、其分配は織條の擴大に由て極めて良く、水平面に於ては圓形にして垂直面に於ては第百三十圖に示すが如し、其能率は平均毎燭二ワットワット全壽命一千二百時間有効壽命六百時間なり。此織條は點火後漸次實質に

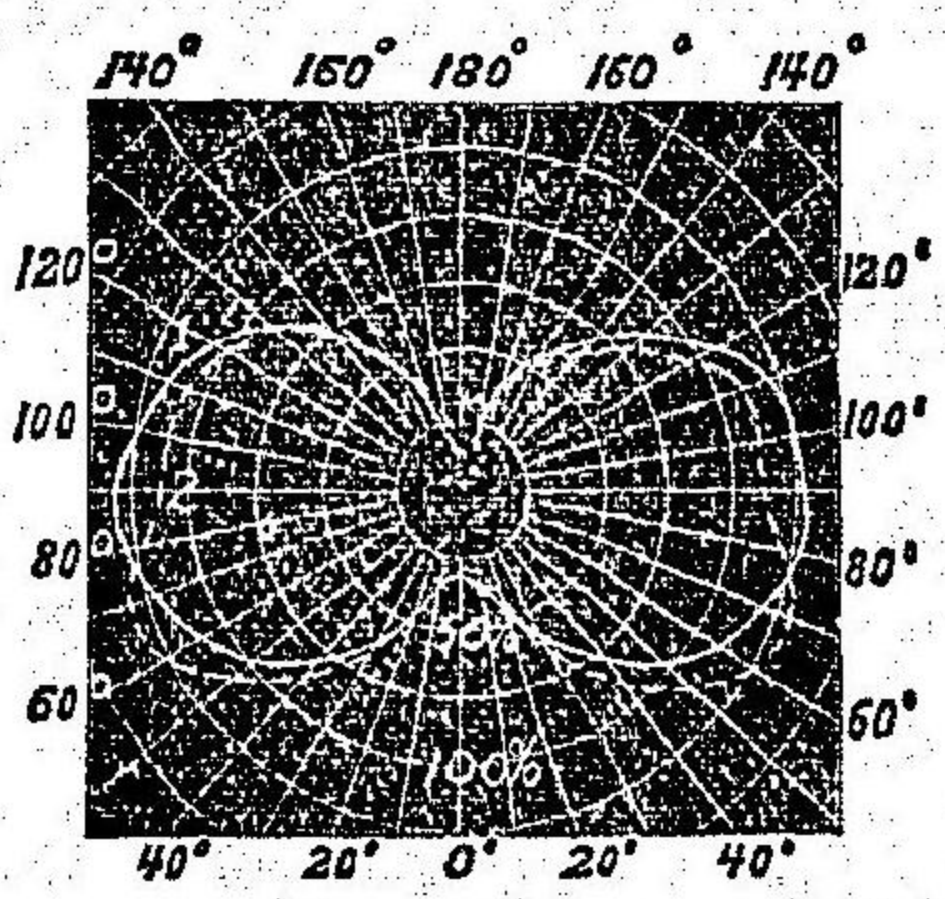
變化を生じ抵抗増加して燭力減少す、新らしき織條は表面滑澤なれども使用するに從ひ漸次粗雜となり長さも短縮し、性質脆弱になりて伸長力を失ひ僅少ある衝動を受くるも破損し易きに至る。然れども、たこへ織條が破折すること

タンタラム燈

圖九十二百第



圖十三百第



タンタラム燈の光の分配曲線

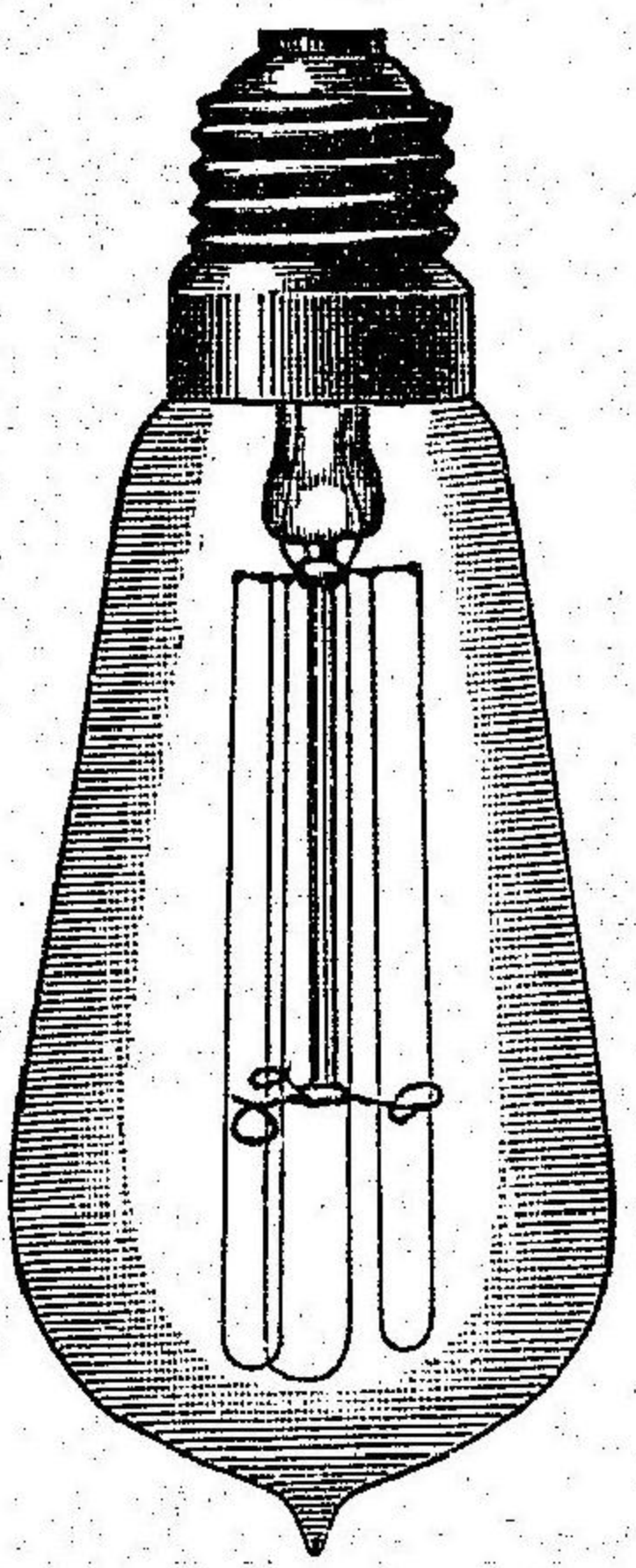
於に後用使問時百七は線點示を配分の光るけ

とあるも、其一端は必ず織條の他の部分に接觸するが故に、爰に新電路を作り其後數十時間の點火に堪ゆるなり。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。

タンタラム燈は交流電路に使用するに適せず、其原因は明瞭ならざれども、恐

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体に壓出し

第百三十二圖
二ワ
分の
フル
の
縮
燈
圖



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は第
一法に由て製造せらる。
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力に製造せられ、纖維の數は
三本にして(直徑〇.〇三ミリメートル)長さ十七吋直列に接続せられ、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百三十二圖に示すが如し。
燈の形狀及大きさは通常の百十ヴォルト三十二燭力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、全壽命三千時間有効壽命千五百時間にし
て、有効壽命期中は殆んど能率の増減なし。

二、クローツェル燈

此燈は千九百四年ヴェイエンナ市のドクトル、エチ、クロ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電極トロードを作り水にて冷
却せる水中に入れ、是に電流を通じて電極トロード間に電弧を生ぜしむる
ときは、タングステンは電極トロード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
眞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、熱に因て其電導力の回復するを認めたる後は、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
にして有効壽命は約二千時間なり。

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、ウエルスハツハ}會社の製造に成る、其纖維はタングステンの三塩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、此燈は纖維の直径〇・〇三ミリメートルにして百二十ゾルトにて點火し四十ヘルツ燭力を示すものを標準とす、能率は毎燭二ワット有効壽命は千七百時間なり。

以上三種のタングステン燈は直流交流何れの電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を得ざる不便あり。

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轉載せず、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、二ワット有効壽命は六百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力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係數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金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はその表面恰も溶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

効壽命は約六百時間なり。此燈の現今實際に製造せらるる最小燭力は二十燭力とす。

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従て光力及能率の變化尠し、是れが爲に壽命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適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、纖維の長さもタンタラム線より短くして細ければ、切斷の虞れ少く構造上の便利少からず、金屬化纖維燈は纖維の長さ通常の炭纖維燈と同じければ、製造費も廉なれども能率は金屬纖維燈に比し約二倍す、是等の理に由り金屬纖維燈中現今製造市場に發

賣せらるるものはタンタラム燈及タングステン燈の二種及金屬化纖維燈なりとす

表 十 三 第

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	100.98	98.5	98
指定 100	100.00	100.	100
105	99.91	101.	102
110	99.81	102.5	104

電壓の變化に伴ふ抵抗の變化を示す表

表 一 十 三 第

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

電壓の變化に伴ふ電流の變化

表 四 十 三 第

指定電圧の 「パーセント」 にて示す電圧 の變化	能 率		
	炭 織 條	タンタラム織條	タングステン織條
85	5.5	3.18	1.76
90	4.5	2.73	1.57
95	3.73	2.30	1.4
指定 100	3.1	2.1	1.25
105	2.61	1.86	1.13
110	2.23	1.66	1.03

表中の能率は平均半球面燭力にて
其消費電力の「ワット」數を除した
るものなり

電壓の變化に伴ふ能率の變化

右各表に於て認むるが如く、タンタラム燈
及タングステン燈は炭織條燈に比し電壓
の増減に伴ふ電流、燭力及能率の變化少き
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
金屬織條燈の代價不廉にして炭織條燈に
數倍するのみならず、タンタラムは使用後
収縮の爲め往々切斷し、タングステン織條
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、金

表 二 十 三 第

指定電圧の 「パーセント」 にて示す電圧 の變化	指定電壓に適する燭力のパーセントにて示す燭力の變化		
	炭 織 條	タンタラム織條	タングステン織條
85	41	50	55
90	56	64	67
95	75	80.5	82
指定 100	100	100	100
150	131	123	119
110	168	148	141

電壓の變化に伴ふ燭力の變化を示す表

表 三 十 三 第

指定電圧の 「パーセント」 にて示す電圧 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	タングステン織條
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

電壓の變化に伴ふ消費電力の變化を示す表

屬化纖條燈は是等の欠點なきも價の割合に能率低し是等の理由にて是等は未だ一汎に廣く使用せられず然れども各製造所に於て漸次製造法を研究し百「ヴォルト」乃至百二十「ヴォルト」の二十五燭力四十燭力百燭力のもの及二百「ヴォルト」五十燭力ものを製造の市場に發賣するに至りたれば漸次製造法の改良と共に普及せられ數年の後には炭纖條燈に代はるに至るべし。

第八章 弧狀燈

第一項 弧光及弧狀燈

弧光及弧狀燈—互に相接觸する二個の導体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其熱の爲に導体の一部は蒸發して光を放ち其蒸氣は兩導体を電氣的接觸す然るに此蒸氣も導体なれば電流は再び是に通ずるに至る今若し導体に炭棒を用ひ兩棒間の間隔を凡そ八分一吋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認むること能はず色眼鏡に依て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に由て此光を弧光と云ひ是を燈火に應用するものを弧狀燈と云ふ弧光を發しつつある炭棒の状態は電流の直流なる場合には第百三十三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正極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口と云ふ又電流の流入する炭棒即

ち負極棒に於ては、正極棒より蒸發したる炭粉之れに附着し漸次尖るを認む



第三百三十三圖
弧光を發する炭棒の端の状態

べし。弧光は重に火口より發するものおれば、火口に於ては光り一様な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

なる。然るに火口の中心は蒸發の早き場所なれば火口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用し特に其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ときは、火口は常に中心に一定し光り亦一様なるべし。此種の炭棒を有心炭棒ココロ炭棒と云ひ、通常の炭棒を是れより區別して無心炭棒ムココロ炭棒と云ふ。炭棒より發する光の温度は、正極棒の火口に於て攝氏三千五百度乃至四千度、負極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力なり、是に由て如何なる金屬も弧光に溶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。

發輝能率(パーセント)

種類

一三三

弧状燈

五〇

白熱燈

一三五 此燈は實用のものならず

マグネシウム燈

三百三

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質及直徑炭棒間の電壓及電流の強弱に由て異なれども凡そ正極棒は一時間に一寸乃至二寸にして負極棒は此二分一あり炭棒の直徑は實際使用せらるゝ燈に於て最大四分三寸最小十六分五寸とし弧光を發しつつ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増加して弧光は極めて不規則に短く發生し絲聲を發す是をヒツシノグと云ふ又はより電壓高きときは弧光は長く成りて炭棒は火光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寸乃至三十六分三寸とす電流は公稱千二百燭力弧狀燈に於て六五アンペアを要し公稱二千燭力弧狀燈に於て十アン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吋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度數に應じ交互に正極負極となる從て其燃燒蒸發相等しく火口の生ずることなく兩棒の形狀及消耗亦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三十五ヴォルトにして周波度數は六十を適當なりとす若し周波度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ヒツシノグを起し一百以上なるときは不愉快なる唸聲を發し調度悪しく時としては弧光の良く發生せざることあり電流は公稱千五百燭力弧狀燈に於て十アンペアを要し公稱二千燭力弧狀燈に於て十五アンペアを要するなり。
弧狀燈の調整裝置―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り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續せるを要す若し離隔し居るときは抵抗
高くして通常の電燈に適する電壓にては弧光を生ぜしむる電流を通ずること
能はず、此理に基き弧狀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、電流の通過するとき直に相離
れて其間に適當の間隔を保ち、弧光を發する装置。

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。

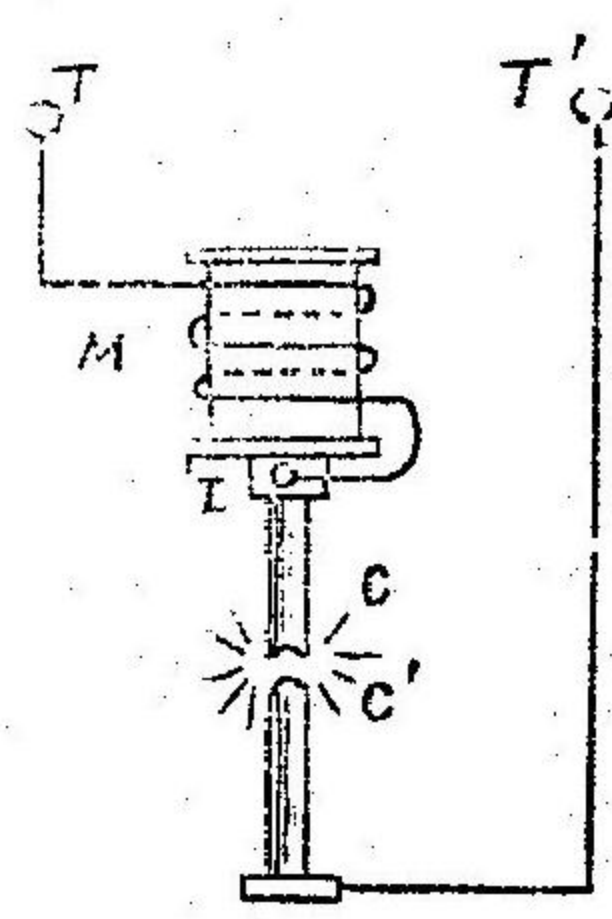
三、炭棒が悉く消費せられたるとき或は弧狀燈の内部に故障の生じたる場
合に、弧狀燈を其接續する電路外に短絡せしむる装置

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
保有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
置を一定に保有す、通常の弧狀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狀燈の種類に由て異なる、弧狀燈の種類は電路に並列に接
續せらるるものと直列に接續せらるるものと二種とす、並列に接續せらるる
燈の調整装置の原理は、第百三十四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、其捲線の一端はターミナルTに接續し、一端は電磁の内心に
動くことを得る鐵心Iに接續す、鐵心は上部炭棒Cと或る装置にて連絡しC

第百三十四圖 並列接續弧狀燈の調整装置



は鐵心と共に上下動を爲すを得るなり、下部炭
棒C'は固定しターミナルT'に接續す、即ち電磁
の捲線は炭棒に直列に接續するなり、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Tに於て電路の正極にT'に於て

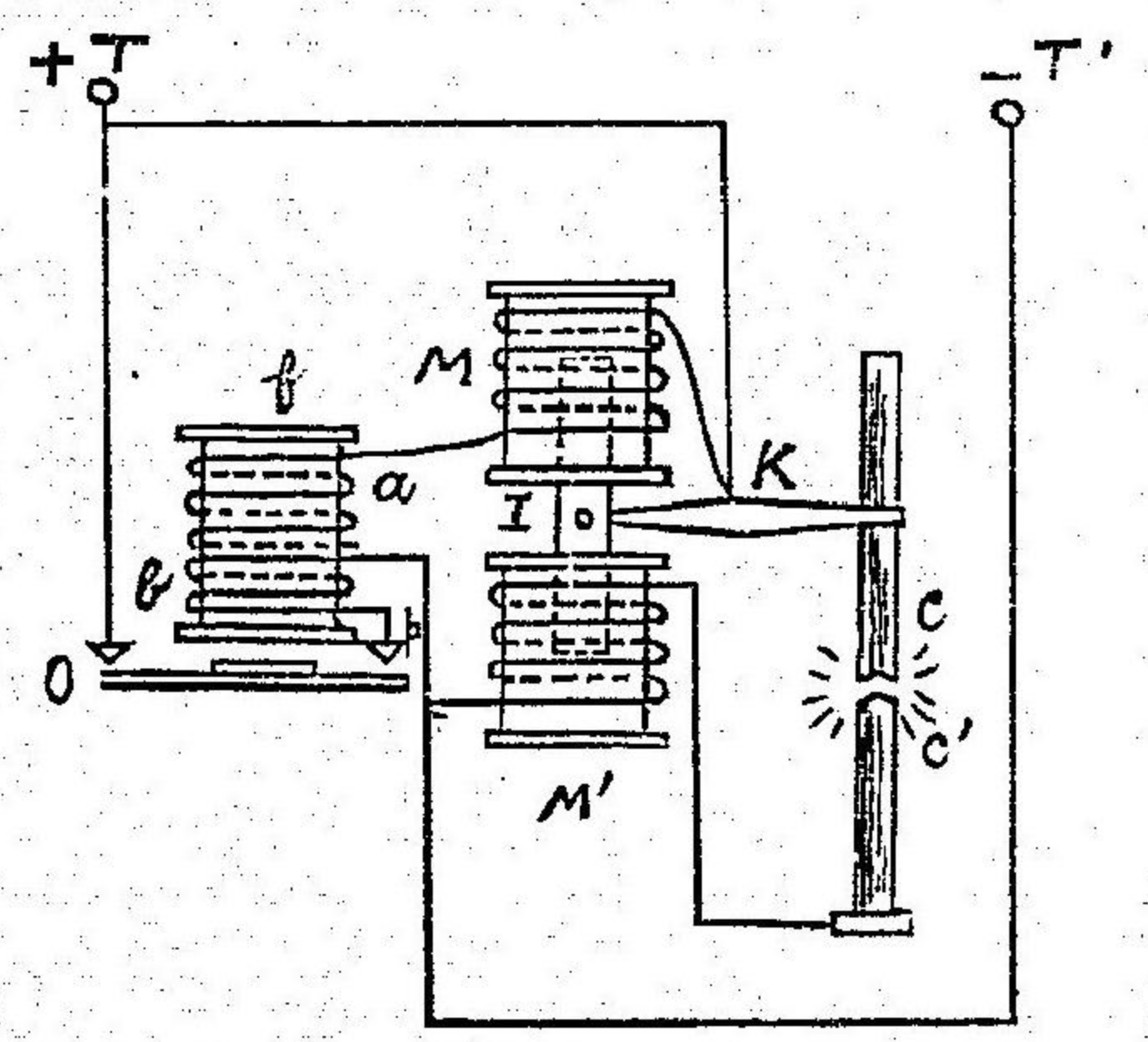
負極に接續するとき、電流は直に電磁Mの捲線及炭棒C'に通じ、電磁は磁
氣を帯びて鐵心を吸上げ、上部炭棒をして下部炭棒より離れしむ、爰に於て兩
棒間に弧光發生し、同時に弧光間の抵抗増加するに由て、燈に通ずる電流は減

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を増すときは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ゝ弧狀燈の調整装置の原理は第百三十五圖に示すが如く二個の電磁M M'より成るMは細き捲線にて多く捲かれM'は太き捲線にて少く捲かれ、上部炭棒CはKを中心として回轉し得る鐵杆の一端に或る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fありて大小二種の捲線a bにて捲かれ大捲線bの一端はターミナルT'に出で

第三百五十五圖 直列接續弧狀燈の調整裝置



小捲線aの一端はMの捲線に接続す、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電路に接続するときは電流はターミナルTより入りKに於て二分し、一部はM a 兩捲線に通じ一部は炭棒C'捲線M'に通じたる後相合してターミナルT'に出づ、然るにM a 兩捲線の抵抗はC' M'の抵抗より大なるが爲に、電流の大部分は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' M'に通ずる電流は減じM aに通ずる電流は増してMの磁力加はり、鐵心Iに働きて是を吸引せんとし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ときは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なり、此調整裝置が完全に行はるゝ間は電磁fの小捲線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

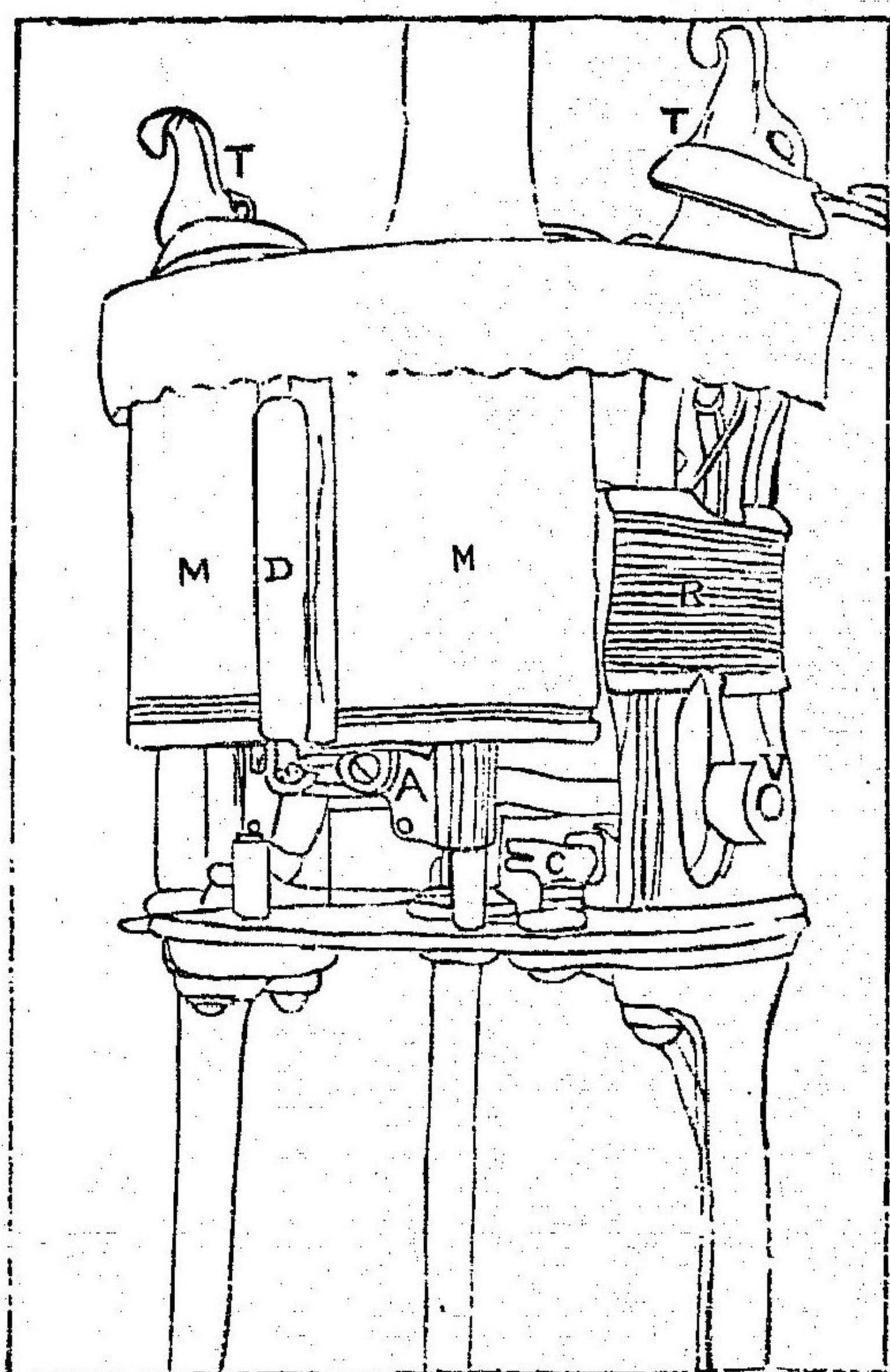
か或は故障が生じて上部炭棒が降らざる場合には、兩炭棒間の間隔は甚しく増するに由り其抵抗は甚しく増し、爲に電流の殆んど全部はM_aに通じ、α捲線の磁力は甚しく増して鐵片φを吸引しT_oφもT_vなる電路を成さしむ、然るにりは太き捲線にして抵抗はM_a兩線に比し甚だ小なれば電流の殆んど全部が此新電路にのみ通ずるに至り、炭棒及電磁M_vの捲線には極めて微少の電流通ずるのみにて弧光は滅火し、全くφに由て自働的に短絡せらるゝなり。弧狀燈の調整器構造の原理は、直流弧狀燈及交流弧狀燈共に上文記載の如くなれども、實際の弧狀燈に於ては炭棒支持方法炭棒の運動裝置等は各製造者に由て多少異なる所あれば、次項に其二三に就て記載すべし。

第二項 弧狀燈の種類及構造

弧狀燈を使用電流の種類に據て大別し直流弧狀燈及び交流弧狀燈の二種となし、構造に據て開放弧狀燈及閉塞弧狀燈の二種となす、各種の構造は其製造者に從て異なるれども、其働きの原理は前項記載の如くあらば次に二三の實例に就き記載せん。

第三百三十六圖

ブラッシュ直流弧狀燈—調整部の構造

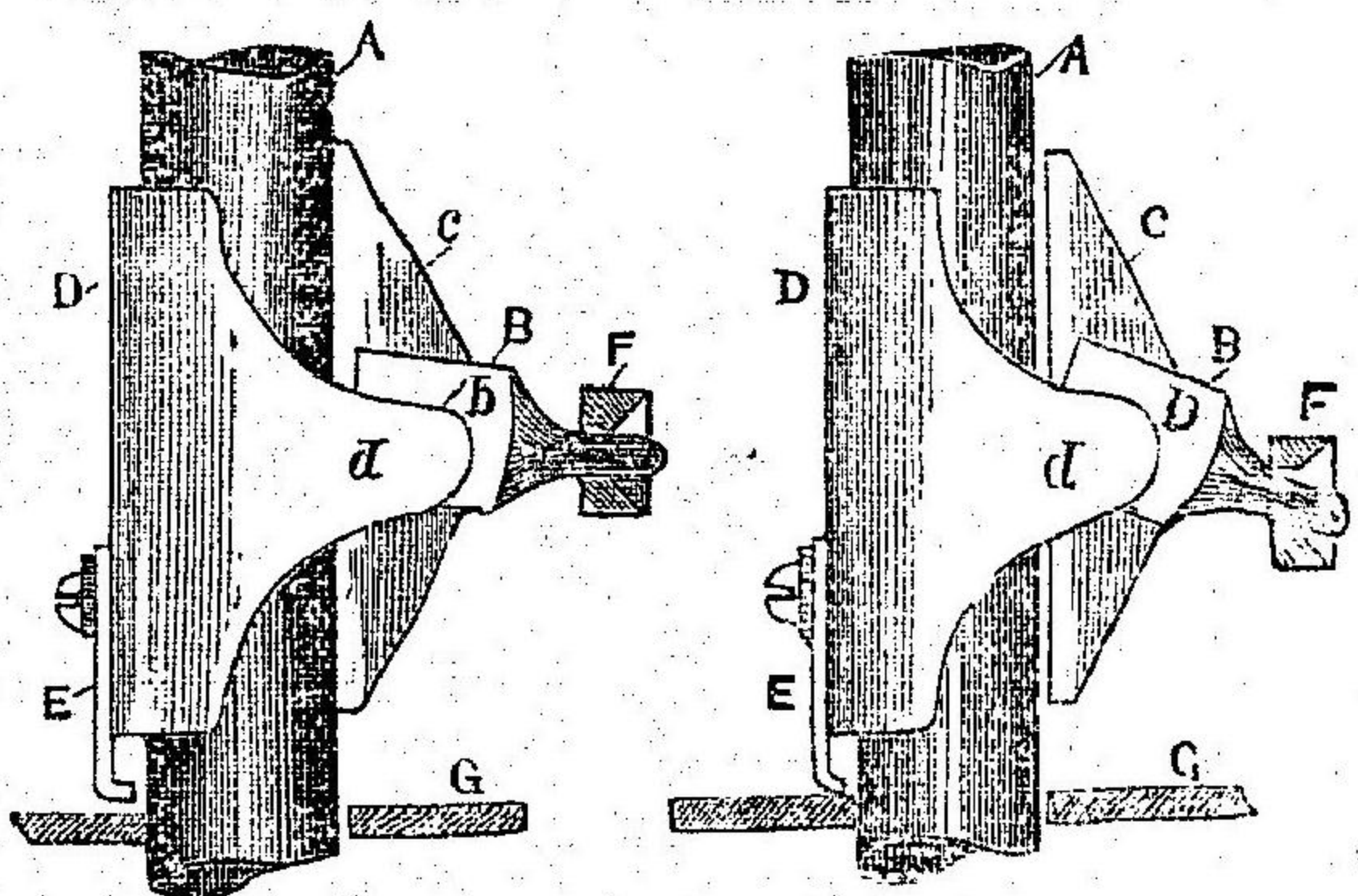


ブラッシュ直流弧狀燈—ブラッシュ直流弧狀燈は定電流を發生する直捲發電機に直列に接続して使用するに適す、其の構造の外観は第三百三十六圖に示すが如く、調整用電磁MMは同一鐵心を大小兩種の電線にて捲きたるもの、Dは彈簧にして内部は空氣の存する圓筒より成り不意に炭棒Aの動作するを制御す、Rは抵抗線輪なり、炭棒を支持するクラッチは電磁のアーマチュアAの運動に伴ふて働き、炭棒を上下に動かし弧光を良く調整す。

其構造は第百三十七圖に示す、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

圖七十三百第

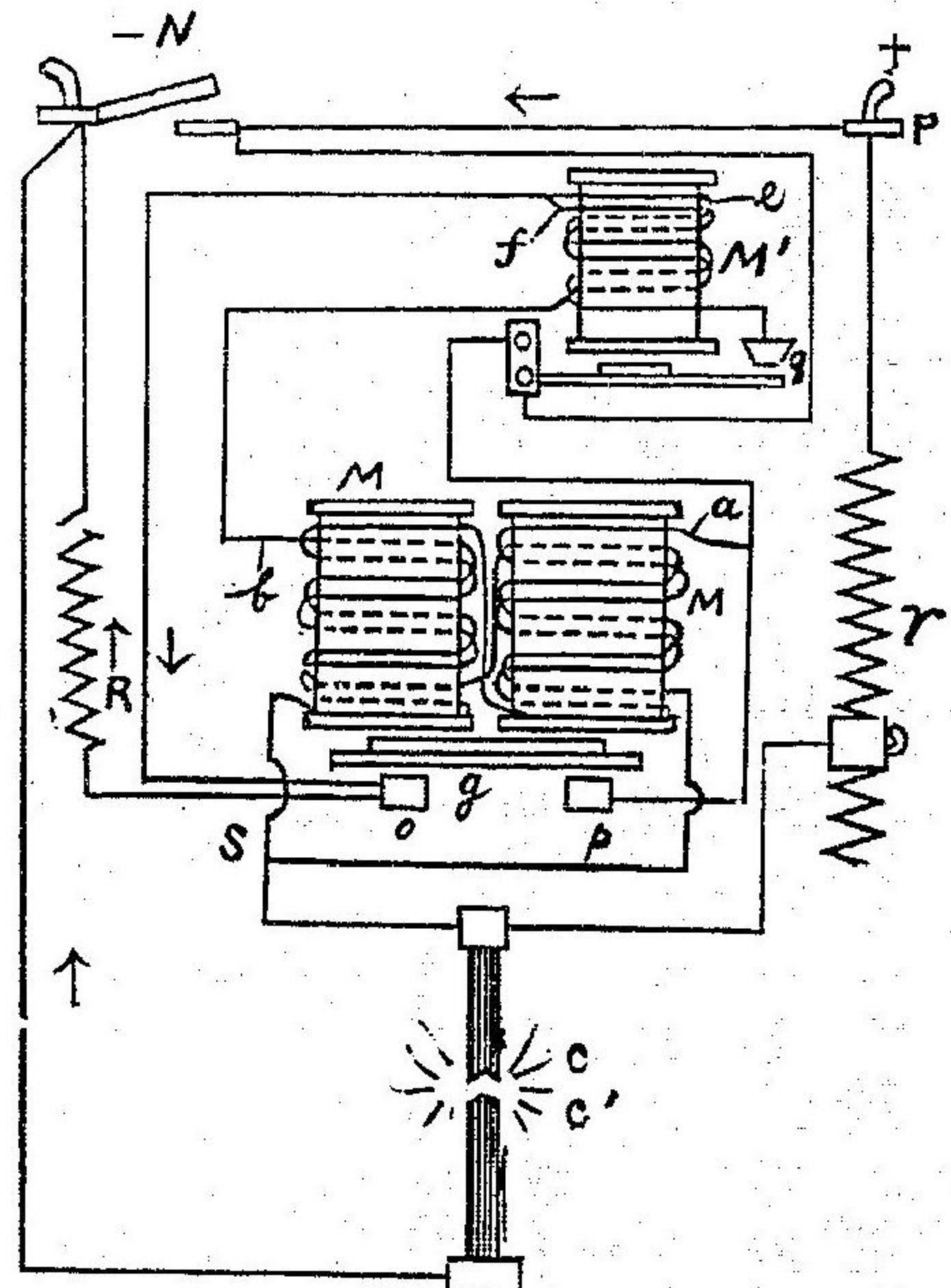
チツラクの中置調整器状弧



G板に當りて止まるべき金屬杆なり、アーマチュア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、而して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なり、燈内に於ける調整装置の電線接続は第百三十八圖に示すが如し、圖中電磁MMは太き捲線a及び細き捲線bにて捲かれ、其捲き方相反す、此電磁にて引上げらるべきアーマチュアgは第百三十七圖のFに連結せらるゝ、電流が通せざる間即ち平常の状態に於ては、gはo pに接觸し是に電氣的接

圖八十三百第

圖續接線電燈状弧ユシツラア



續す、若し燈をターミナルPNに由て電路に直列に接続するときは、電流はPより入り+ r c d' - + a c e' - + p g o R - の三電路に分流すべし、此三電

路中第一及第三の電路には抵抗線輪r及Rの在るに由り、電流の大部分は第二の電路に通じ、電磁MMは磁化してgを吸引し、pより離れしめo pの連絡を斷つ、同時に上部炭棒はgに伴ひ昇り下部炭棒との間に間隔を生じ弧光を發生

せしむ、弧光の生ずるや炭棒は燃焼し兩棒間の間隔は増し従て抵抗も増すに由り、+ a c e' - に通ずる電流の一部は、に於て捲線b及びに分流し、抵抗R

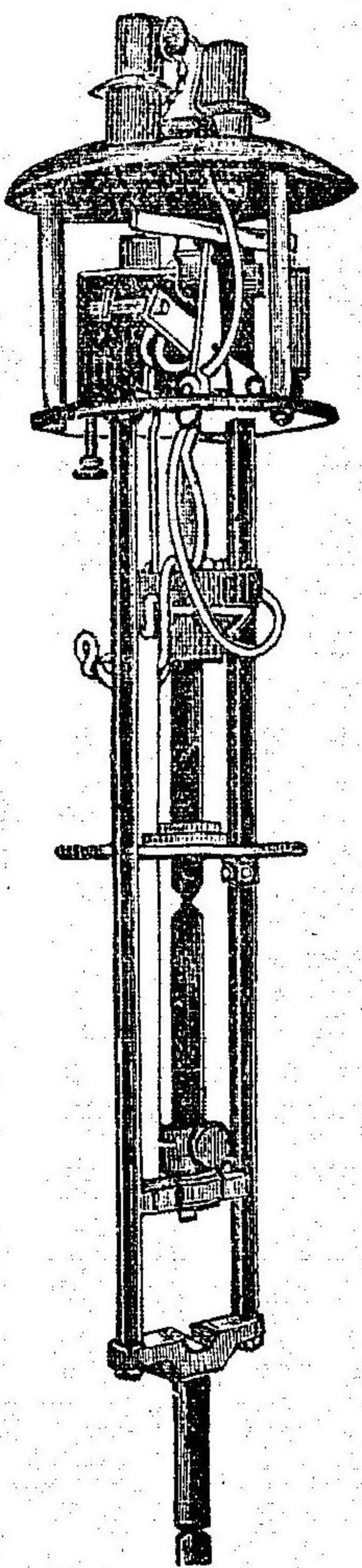
を経てターミナルNに出づ、然るに捲線 α と捲線 β とは捲き方相反するが故に、其磁力も亦相反し、電磁Mが g を引上げる力は是れが爲に減じ、上部炭棒は降て下部炭棒との間に適當の間隔を保ち、引續き弧光を發生せしむるなり、而して弧光の長さが増すに従ひりに通ずる電流は増して炭棒は降り、相互相平均して兩炭棒間の間隔は常に適當に調整せらるゝなり、炭棒の全部が燃燒する時は兩棒間の間隔は甚だしく増し、其抵抗も亦激増するに由て、電流の大部分は f 兩捲線に通じ、電磁Mはアーマチュアを吸引し、接點 q を閉つるに至る、爰に於て電流は(+)より入り $q e o R$ を経て(-)に出で、弧狀燈を炭棒及調整装置以外に短絡し、全く之を滅火せしむ、是を短絡装置と云ふ。

此弧狀燈の點火電壓は五十、ヴォルトにして、電流は調整装置及炭棒の大小に由て六、五アンペア及十、アンペアの二種とす、炭棒の直徑は六、五アンペア燈に於ては拾六分七時十、アンペア燈に於ては二分一時なり、調整装置は圓筒狀の眞鍮管にて是を包み、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極度とす、是に由て毎日新しく取換へざるべからず。

ヘリヲ、交流、弧、狀、燈、ヘリヲ、交流、弧、狀、燈、は、並、列、に、接、續、せ、ら、る、弧、狀、燈、の、種、類、に、屬、す、其、構、造、は、第、百、三、十、九、圖、に、示、す、如、く、調、整、装、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、電、路、に、接、續、せ、ら、る、調、整、用、電、磁、の、内、部、に、働、く、鐵

第百三十九圖
ヘリヲ交流弧狀燈



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、調整装置の動作は第百三十四圖に示したる者と同一く、炭棒が燃燒消耗する時は、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、弧光は常に適當の

長さに引續き發生す。此理に由て電磁石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。此交流弧狀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口を生ぜ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が爲に、弧光の上部に珪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からしむるが爲に、ブラツシユ燈に於けるが如く内部に空氣を有する圓筒狀の彈壺を備へ、其内部に動く所の橫杆を電磁のアーマチュアに連結せしむ。是に由てアーマチュアが急に動かんとするも、橫杆に由て彈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。此燈は白熱燈並列電路に並列に接續使用せられ、點火電壓は三十、ヴオルトなれば電路の通常電壓百、ヴオルトより降壓せしむるが爲に變壓器を使用す。電流は調整裝置及炭棒の大きさに從て十アンペア及十五アンペアの二種とす。

閉塞弧狀燈——上文記載したる弧狀燈に於ては、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なり。此理を應用して通常の弧狀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、燃燒の割合は正極棒は一時間に八分、一時負極棒は其三分一に過ぎず。即ち長さ拾二吋の炭棒を使用すれば、凡そ百時間の點火に堪ゆるなり。然れども是れは中絶することなく點火する場合にして、若し中途に於て滅火することあれば、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。此種の燈を閉塞弧狀燈（閉塞弧狀燈）と云ひ通

常の弧狀燈を開放弧狀燈と云ふ。

閉塞弧狀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吋なり、從て其點火電壓も高く七十ヴォルト乃至七十五ヴォルトなれば是を白熱燈電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電路の電壓百ヴォルトを點火電壓に降下せしむるにあり。又此燈に於ては弧光の長きが爲に炭棒端に火口を生せず、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ゆ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少きを免れず、斯の如き欠點あるも閉塞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、白熱燈電路に白熱燈と同じく並列に接続することを得る等の便益あるに由て、開放燈より優れるとなし、其需用は開放燈を壓し、特別の場合の外は總て閉塞燈を用ふるに至れり、閉塞弧狀燈の種類にも直流式

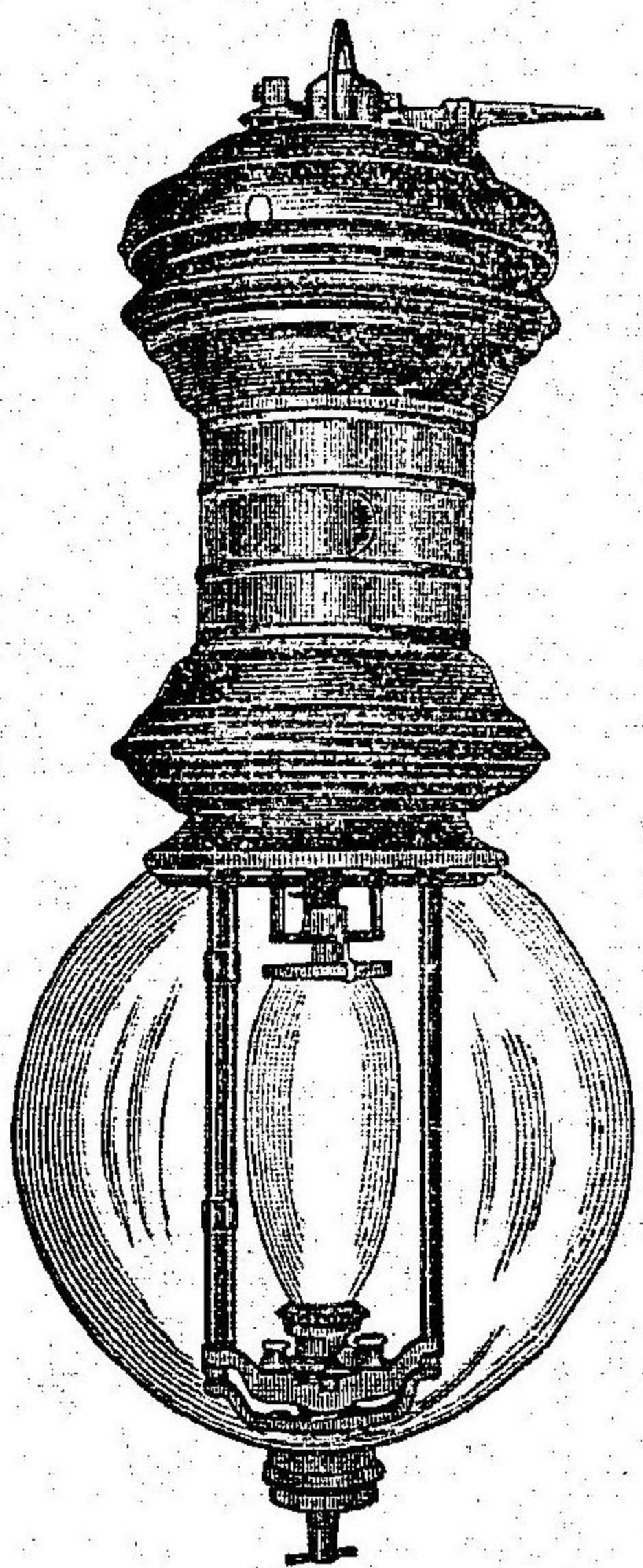
及交流式の二種あり、電路接続法に従へば並列に接続せらるゝものと直列に接続せらるゝものとの二種なりとす。

並列直流閉塞弧狀燈——此燈の調整用電磁は炭棒と直列に接続す、白熱燈電路の電壓百ヴォルトを點火電壓七拾ヴォルトに降下せしむる抵抗線輪は陶器製圓筒に捲かれ、燈の上部に裝置し電磁に直列に接続す、炭棒の上下動を平滑ならしむるが爲に彈簧を使用すること、開放弧狀燈に於けると同様なり、内部硝子球即ちインナーボールには戶外用の燈に於ては透明のもの、戶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、外部硝子球即ちアウトローブには通常無色透明の硝子を使用す。

並列直流閉塞弧狀燈は百ヴォルト乃至百二十ヴォルトの白熱燈電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。

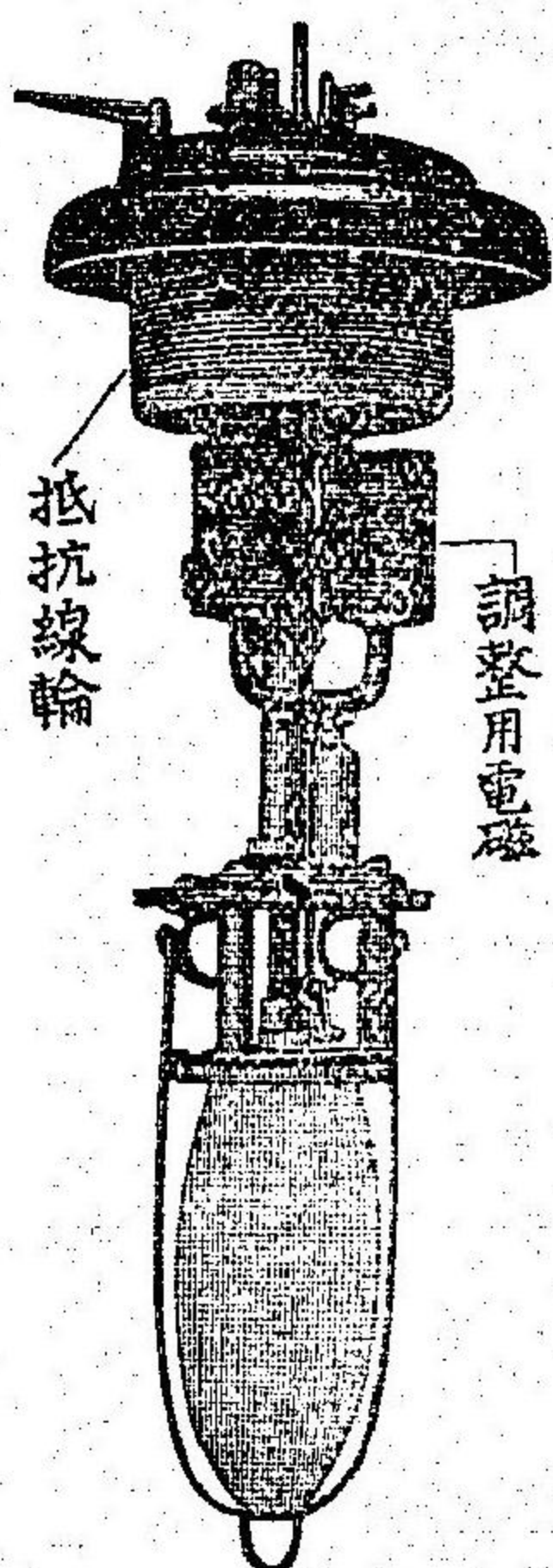
電流	炭棒の直径	炭棒の長さ
五アンペア	二分一吋	上部炭棒 十二吋 下部炭棒 五吋
四アンペア	十六分七吋	十二吋
三・五アンペア	八分三吋	十二吋
		五吋

甲圖 第四百第
並列直閉塞弧狀燈の外觀



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え残りを下部に挿入使用し、上部炭棒に新しき拾二吋のものを使用す、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二本を要するも閉塞燈に於ては單に壹本を要するのみ且つ其壽命は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

乙圖 第四百第
同前内部

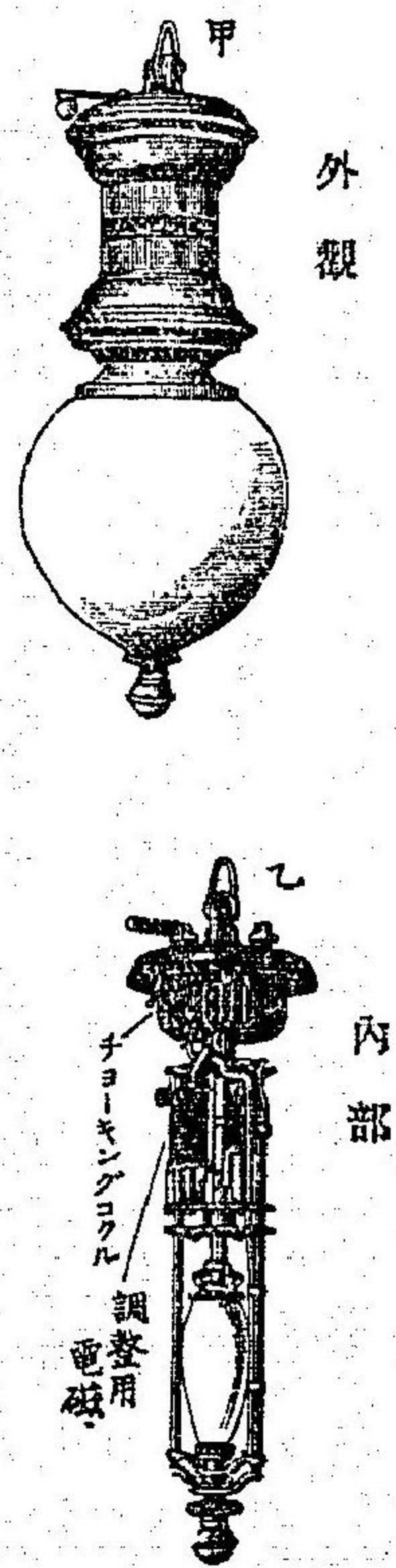


電氣會社製五アンペア直閉塞弧狀燈を示す
直閉塞弧狀燈は百ヴォルト式のみならず二百二十ヴォルト電壓にて點火するものあり、此燈に於て

は弧光間の電壓百五十ヴォルト、弧光の長さ一吋八分一電流は二七五アンペアを要し、炭棒の直径は二分一吋なりとす、燈の構造は抵抗線輪、彈壺、調整用電磁の大きさを増すのみにて其他百ヴォルト閉塞弧狀燈と異なることあり、並列交流閉塞弧狀燈—ゼネラル電氣會社製の並列交流閉塞弧狀燈(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字形の磷青銅の彈機にて支持せられ炭棒と直列に接続す、アーマチュア—及炭棒を支持するクラツチにも彈機を備へアーマチュア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彈壺を用ゆるこ

と並にグローブ及びバルブ使用法等は直流閉塞弧状燈と異なることなし、抵抗線輪はチョーキングゴイルより成り調整用電磁及び炭棒と直列に接続し、燈

第四百一十一圖 並列交流閉塞弧状燈



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はを取

換へることを得るあり、チョーキングゴイルは周波度數六十乃至百二十の交流電路の電壓百ヴォルト乃至百二十ヴォルトを弧光の電壓七拾ヴォルトに降下せしめ、且電流の不意の増加と光の異なるを防ぐ、是に由て之を交流白熱燈電路に並列に接続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	燈の電力率	アツパレント ワット	リアアル ワット
六アンペア	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
七五アンペア	二分一時	七二〇パーセント	七八〇ワット	五六二ワット

四アンペア 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チョーキングゴイルに熱と成りて消費せらるるなり。

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ひ、其長さは最初上部に九時半の無心のものを用ひ下部に五時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時半の有心炭棒を上部に用ひ、以後取換の際順次斯くの如く爲す、即ち炭棒取換毎に九時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インナーバルブの内面には、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インナーグローブ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

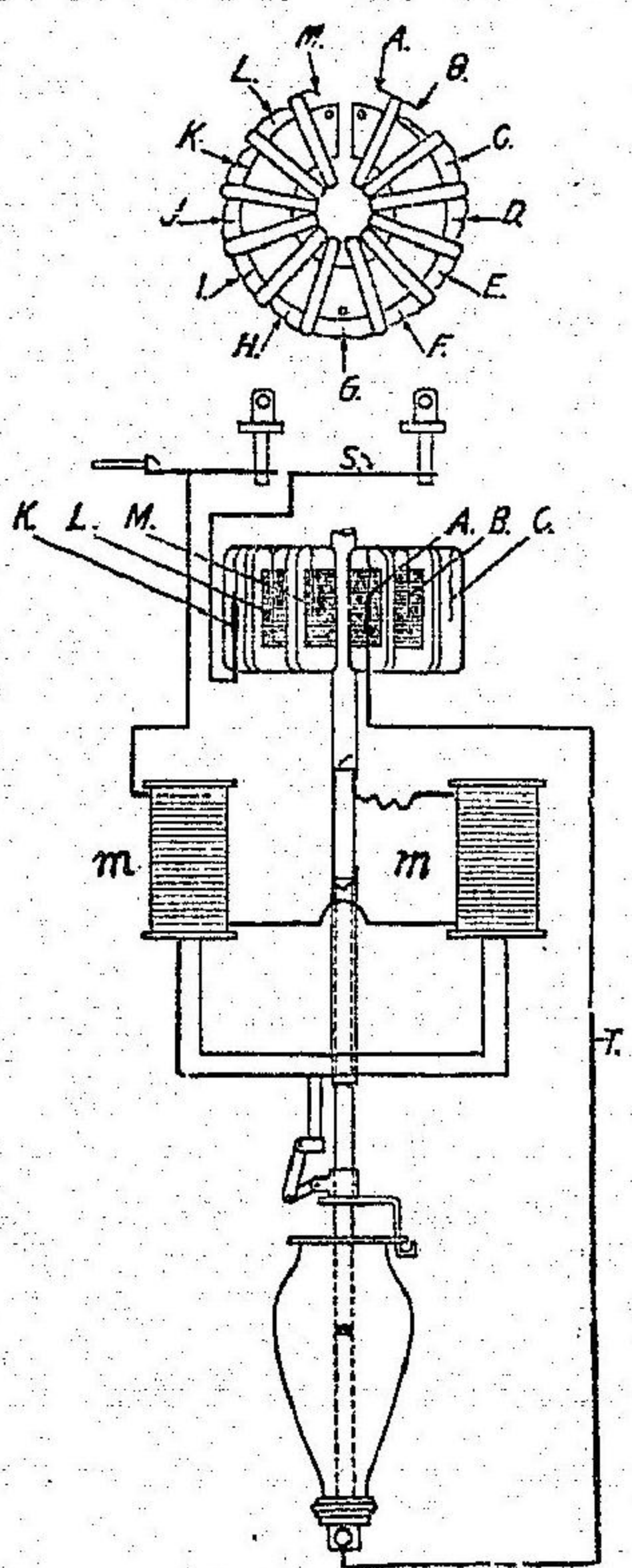
一、燈は必ずチョーキングゴイルにて調整せる交流の周波度數及電壓に使用するを要す

- 二、燈を接続する電路の電圧は百ヴォルト以上ならざるべからず
- 三、インナーバルブは完全に其蓋はバルブ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、總ての可動部分は自由に働作すべきを要す。

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チョーキングコイルを抵抗線輪に取換へ、アーマチュア全部調整用電磁を適當のものに

圖二百四十四 並列交流閉塞弧狀燈の線接續圖



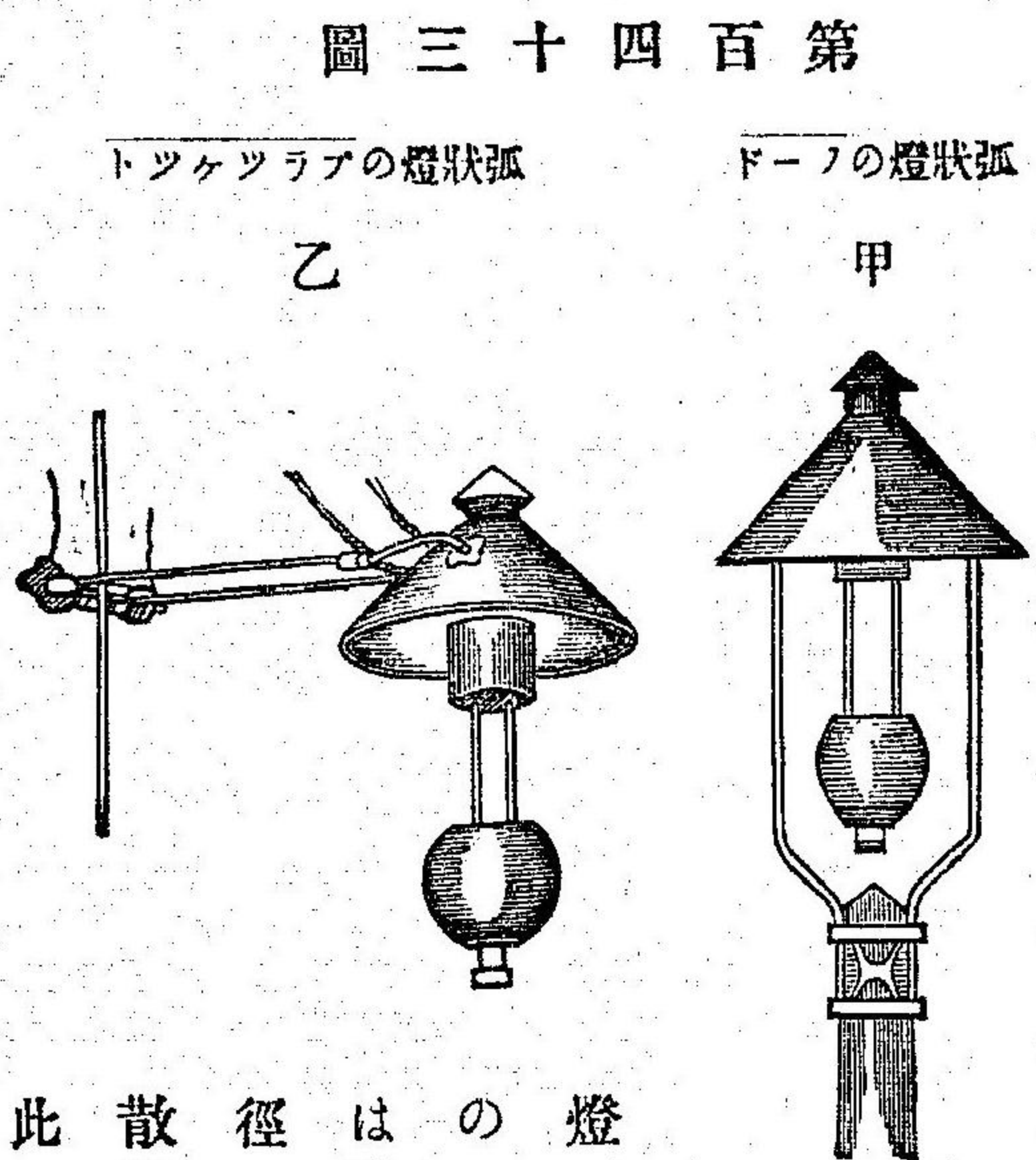
流燈に容易に變更することを得るなり、ゼネラル電氣會社六アンペア交流閉

取換へるときは、直流閉塞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

塞弧狀燈内の電路接續法は第百四十二圖に示す如し、圖中A Cはチョーキングコイルにして電磁m m及炭棒に直列に接續し、其線輪の接續數を増減して、電壓百乃至百二十ヴォルト、周波度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、其接續法は左の如し。

- 一、電圧が百四ヴォルトなる場合、
交流の周波度數六十の時は電線SをチョーキングコイルのターミナルJに接續す。
- 二、電圧が百四ヴォルト以下の場合、
交流の周波度數百二十五の時はSをDに接續す。
周波度數六十の時はSをI H又はGに接續す。
周波度數百二十五の時はSをE D又はCに接續す。
- 三、電圧が百四ヴォルト以上の場合、
周波度數六拾の時はSをK L又はMに接續す。
周波度數百二十五の時はSをG H又はIに接續す。

直列閉塞弧狀燈—電路に直列に接続して點火することを得る閉塞弧狀燈は重に街路點燈に用らる。此燈の調整裝置は直列に接続せらるる開放燈に於けるが如く並列電磁及び直列電磁の二個より成り、其磁力の差にてアーマチュア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「アンペア」及六六「アンペア」の二種、同じく交流燈に於ては六六「アンペア」及七五「アンペア」の二種なりとす。燈の外観、内部、大体の構造は通常の閉塞弧狀燈と大差なく、炭棒の直徑は總て二分一吋にして其消耗及光の分散等も通常の閉塞弧狀燈と異るとなし。此燈を使用するには直流燈に於ては直捲

第四百三十四圖

發電機の電路に直列に接続し交流燈に於ては交流高壓電路に定流變壓器を接続し、其定流二次電路に燈を直列に接続するにあり、是に由て弧狀燈には所要の電流が常に一定して通じ點火の状態一様なり。

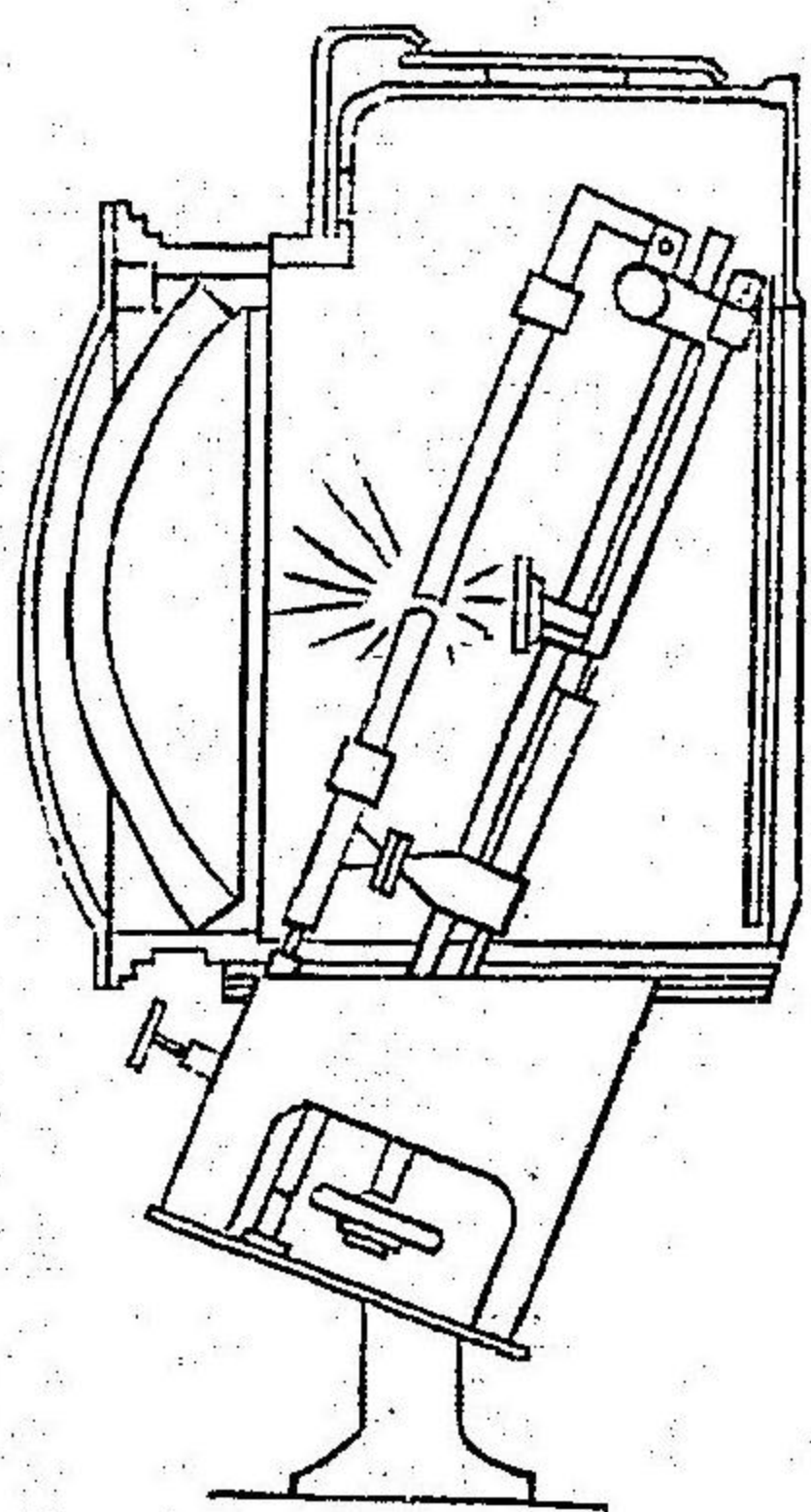
弧狀燈の設置—弧狀燈は重に戸外に用らるるものなるが、是を電柱に取付くるには第四百三十三圖に示す如き裝置を用ゆ、甲をトツケツラア、ブリードと云ひ電柱頭に取付け乙をブラケットと云ひ電柱に沿ふて取付く、共に鐵にて是を製す、室内の弧狀燈は雨露に曝されざれば通常其外覆篋に裝飾を施せり。探照燈—遠方を強く照すが爲に特種の裝置をなせる弧狀燈を探照燈と云ふ。此燈に於ては炭棒を調整するに自働裝置を爲さず是に抵抗線輪を直列に接続し人為的に調整を行ふ。炭棒は第四百十四圖に示すが如く斜に取付られ火口を前方に向け光を分散することなく殆んど並行に射出せしむるが爲に、炭棒の前面に透明の凸面鏡を後方に反射鏡を裝置す。此燈の目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狀燈に比し多量なり、砲臺又は軍艦に設備する探照燈は殊に光力強く三十「アンペア」乃至

八十アンペアの電流を要す。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。

第三項 弧狀燈の燭力能率及炭棒

燭力及光の分散——弧狀燈の光は照らしの方向に依て甚しく異なる例へば直流燈に於ては正極炭棒の火口に於て全光の八割五分を、其他の部分に於て一割弧光より五分を發生する割

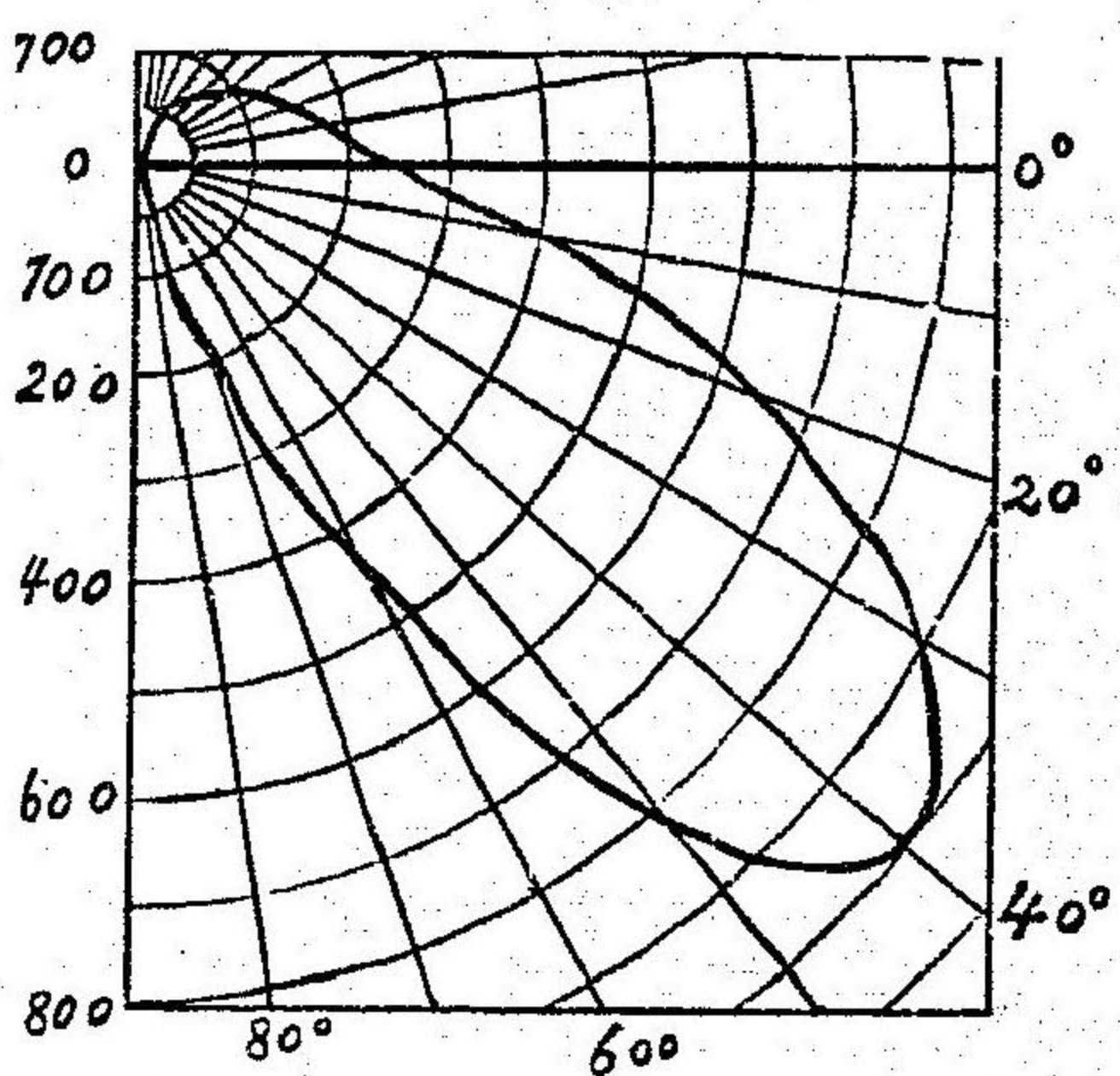
圖四拾四百第 燈照探



合なれば、火口より反射する方向に最も大なる光を放つ、其方向は水平面と下方四十五度の角度を爲す所なり、斯くの如く方向に依て光を異にするを以て水平面に於て種々の方向に發する燭力を測り、其平均を採り是を水平平均燭力となす、次に垂直面に於て種々の方向に發する燭力を測り、其平均値と水平平均燭力との平均値を平均球面燭力と云ひ燭力の標準となす。實驗に依れば

圖五十四百第

線曲配分の光るけに面直垂の燈狀弧放開



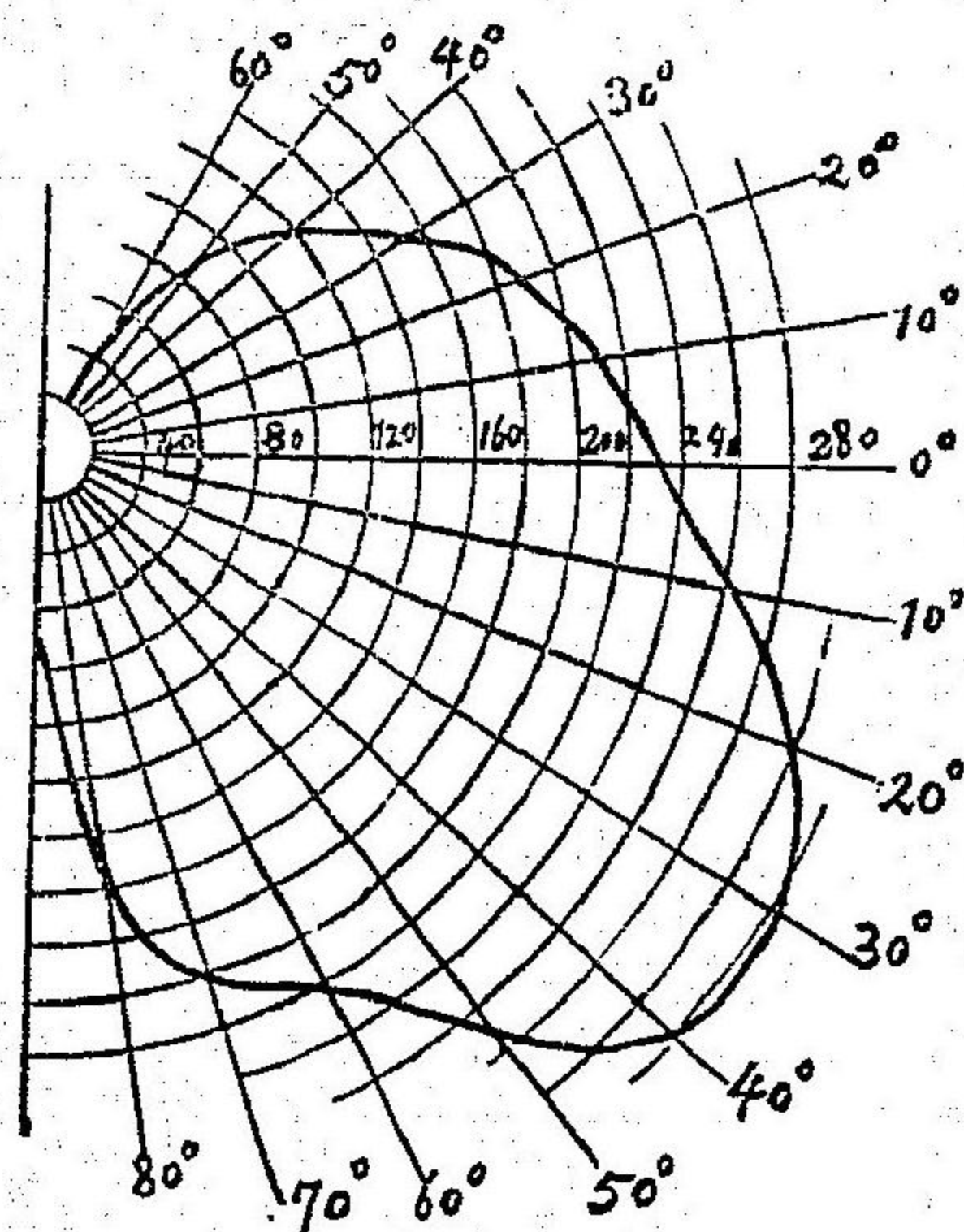
力 燭

平均球面燭力は水平最大燭力の四分之一に水平平均燭力の二分之一を加へたるものに等しく、凡そ最大燭力の三分之一に等し、水平平均燭力は最大燭力の五分一乃至十分一に等し、通常市場に於て呼稱する弧狀燈の燭力は商業上便利の爲めに用ゆる公稱のものにして球面平均燭力に非ず、性質最良の炭棒を使用して調整最も良き場合に發生せる弧光の最大燭力を稱ふるなり、例へば二千燭力弧

狀燈と稱するものは其平均球面燭力は實際六百燭力に過ぎずして最大燭力が二千燭力なるものなり。

燭力を示す、水平線に對し下方四十度の方向に於て最大燭力を示せり、即ち最大燭力を示す角度は水平線より遠ざかり光の分散が狭く橢圓形に限らるゝを以て弧状燈の近傍に於ては光力強きも是れより少しく距るときは著しく

圖六十四百第



「トツロ」十三百五燈状弧塞閉流直
線曲配分の光の

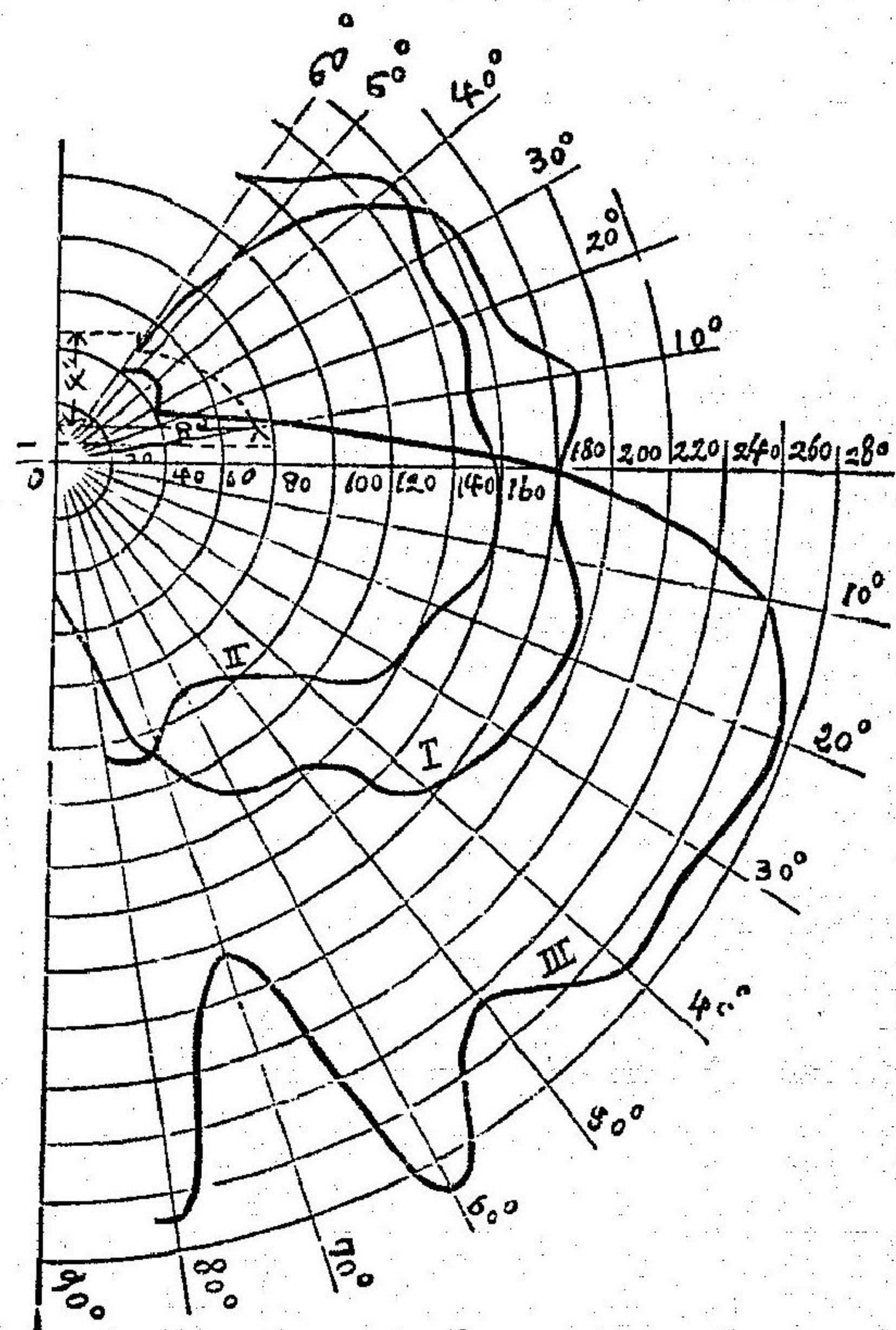
ることあり、閉塞弧状燈に於ては是に反し光の分散一樣なること、第百四十六圖の曲線に示すが如く、光力圏は稍々圓形に近く、水平線に近付くも光力の減少少し、其最大燭力は同一電力を要する開放弧状燈の最大燭力に比し少けれ

減するを認むべし、即ち其光力範圍は甚だ狭し、是に由て戸内用開放弧状燈に於ては、下方炭棒を正極棒とし、火口を是に生せしめ、上方に向て發する多量の光を天井に取付たる反射笠にて更に下方に反射せしめ、燭力及ひ光の分散を増加せしむ

ども、光の分配廣きに由て、實用上便宜甚だ多し、第百四十六圖は五アンペア直流閉塞弧状燈の拾二種類(インナーバルブは乳色)に就き測定したる平均の燭力を示す。

圖七十四百第

線曲配分の光の燈状弧塞閉流交



交流閉塞弧状燈に於ては炭棒に火口の生ぜざるが爲に光は水平面上に向て多く分散するを以て、反射笠を取附け光を水平面以下に向て反射せしむるを通常とす、第百四十七圖はグローブを異にせる三種の交流閉塞弧状燈より發する光の分散を示す、第一はアウターグローブ、第二は同上透明硝子にしてインナーバルブは共に透明硝子なり、第三はアウターグローブを用ひずして圖中點線にて示すが如き形状の陶器の笠を用ひたるあり、此場合には圖に於て認むるが如く光の分散は著しく増加す。

斯くの如く閉塞弧状燈は開放弧状燈に比し光を良く分散し、且つ一樣なるを以て漸次開放燈に代り廣く使用せらるゝに至れり。

弧状燈の能率、弧光より發する光は日光に近似すれども青紫等の分子を含む故に其色は青味を帯ぶ、其の能率は白熱燈に比し甚だ高く供給せらるゝ全電力の一割乃至一割五分が光となりて現はるゝなれども、弧状燈としてはグローブを使用するに由て光の幾部分を吸収せらるゝを免かれず、殊に閉塞弧状燈に於てはインナーバルブを用ひ電路の電壓を弧光の電壓に適する様抵

抗線輪又はチヨキソイルにて降壓せしむるが爲に電力消費せられ能率は著しく減少す、元來グローブ又はバルブの光輝吸収力は透明硝子に於て

第三十五表

弧状燈の種類	毎平均球面燭力に要する「ワット」數
直流開放燈	1.0
同上 (笠の取付あり)	1.3
交流開放燈	1.7
同上 (笠の取付あり)	2.2
直流閉塞燈(アウターグローブ)	2.4
同上 (透明アウターグローブ)	2.9
同上 (乳色アウターグローブ)	3.3
交流閉塞燈(透明アウターグローブ)	3.0
同上 (乳色アウターグローブ)	3.6
同上 (アウターグローブなし)	2.5
直列直流閉塞燈	1.9
直列交流閉塞燈	2.1
白熱燈	4-4.5

壹割、艶消硝子に於て三割五分、乳色硝子に於て三割乃至五割にして、電力の消費は凡そ三割なれば、弧状燈の能率は弧光其ものゝ能率高きに拘はらず低く數字上第三十五表に示すが如し、即ち弧状燈は白熱燈に比し僅かに優るなれば、同一電力にて弧状燈を點するよりも多數の白

熱燈を點じて能き照らしを得る場合あれども、弧状燈は白熱燈よりも白色の光を發し又其近傍に於ては赫々たる光を發するを以て、街路又は工場内の如

き廣き屋内の點燈には最も適するなり而して開放弧狀燈は閉塞弧狀燈に比し能率高きも光の分散一樣ならざるを以て屋内用には最も不適なりとす。炭棒—弧狀燈に使用する炭棒はコークス黑煙等に粘着力を有する砂糖又は護謨の汁の純粹なるものを能く混和して型に入れ炭棒の形狀に作り火爐に入れ乾かし空氣に觸れることなく高温度にて蒸焼したるものなり其品質の良好なるものは硬くして金屬に似たり有心炭棒は通常の炭棒の中心を貫き別に軟質の炭素を填充したるものにして交流燈に使用せらる又炭棒に銅鍍金したるものあり是は通常の炭棒に比し抵抗低く其壽命も十二吋のものは凡そ二時間長し炭棒の抵抗は直徑十六分七吋長さ十二吋のものにて〇・一六「オーム」乃至〇・二二「オーム」直徑二分一吋長さ十二吋のものにて〇・一四「オーム」乃至〇・一八「オーム」にして銅鍍せるものあれば直徑十六分七吋長さ十二吋の抵抗は〇・〇五「オーム」乃至〇・〇六「オーム」直徑二分一吋長さ十二吋の抵抗は〇・〇四「オーム」乃至〇・〇五「オーム」なり是に由て銅鍍炭棒は重に開放弧狀燈に於て使用せらる何れの炭棒に於ても直徑は全長を通じて一樣ならざるべから

す、

炭棒の品質の良否は弧狀燈の動作に甚だしく關係し若し炭棒に不純物を含むときは弧光の動搖するを免かれず又蒸焼法惡しきときは弧光は甚だしき絲聲を發するか又は煽を發して燃焼す是に因て弧狀燈に於ては炭棒の品質を撰定すること最も肝要なり殊に交流弧狀燈に於ては弧光の良否と炭素の品質との關係最も大なれば慎重に撰定すべきものとす。

第四項 フレーミング弧狀燈及水銀蒸氣電燈

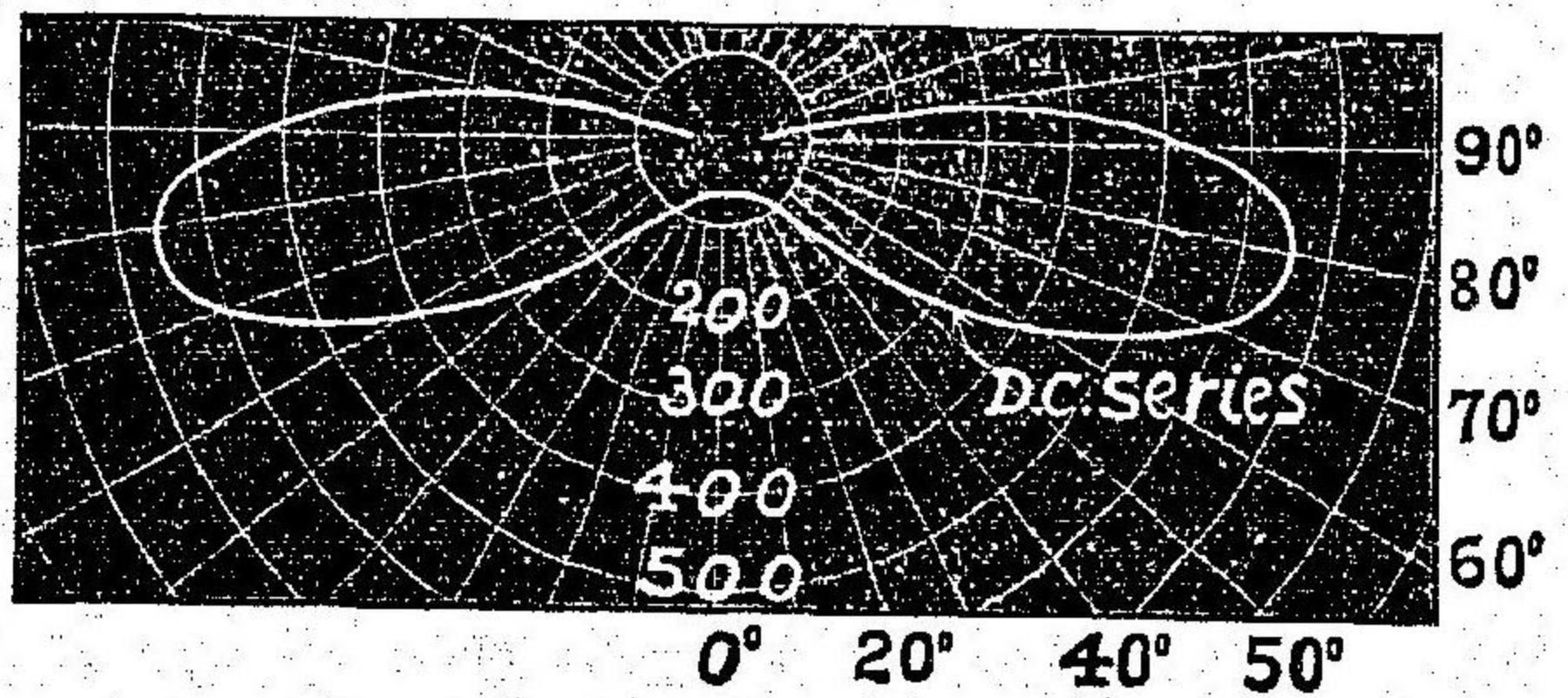
フレイミング弧狀燈—通常の開放燈は能率高きも炭棒の壽命短く閉塞燈は炭棒の壽命長きも能率低し其光は兩種共に紫色を帶ぶ此等の欠點を除き能率高くして炭棒の壽命長く紫色を帯びざる白色に富む光を發する弧狀燈の發明あり是をフレイミング弧狀燈と爲す此燈に於ては弧光の温度に於て強き光を發する蒸氣を發生する物体を炭棒中に心として填充したるものを用ゆるに由り炭棒端にクレーターを生ずることなく弧光部より全部の光を發す。プロンデル氏の發明せるフレイミング弧狀燈は炭棒の直徑九ミリメートル

ルにて電壓四十二、七、ヴォルトにて點火し電流三、〇五アンペアを要す、其平均球面燭力は九百八、能率は毎燭〇、一四三、ワットにして開放弧狀燈に優ること

大なり、弧光の色は紫色少く白色に甚だ富むも炭棒の消費多大なる爲に、此燈は實際に廣く用ひられず、此燈の一種にして炭棒の代りにマグネタイトと稱する酸化鐵の棒及銅板を兩極に用ひたる弧狀燈の發明あり、マグネタイトの棒はマグネタイトを粉末に爲し鐵板にて作れる管中に壓入したるものにして、電路の負極に是を接続し銅板を正極に接続す、此燈より發する光は酸化鐵が燃へて生ずる弧光より發するものなれば其色は紫色を含まず殆んど白色なり、酸化鐵の抵抗は炭棒に比し大ければ其消耗も是れより少く、八吋の長さにて約百五十時間の使用に堪ゆ、銅板は熱の良導體なれば其大きさを適當に定

第四百四十八圖

（用使に流直）線曲配分の光の燈狀弧トイタネグマ



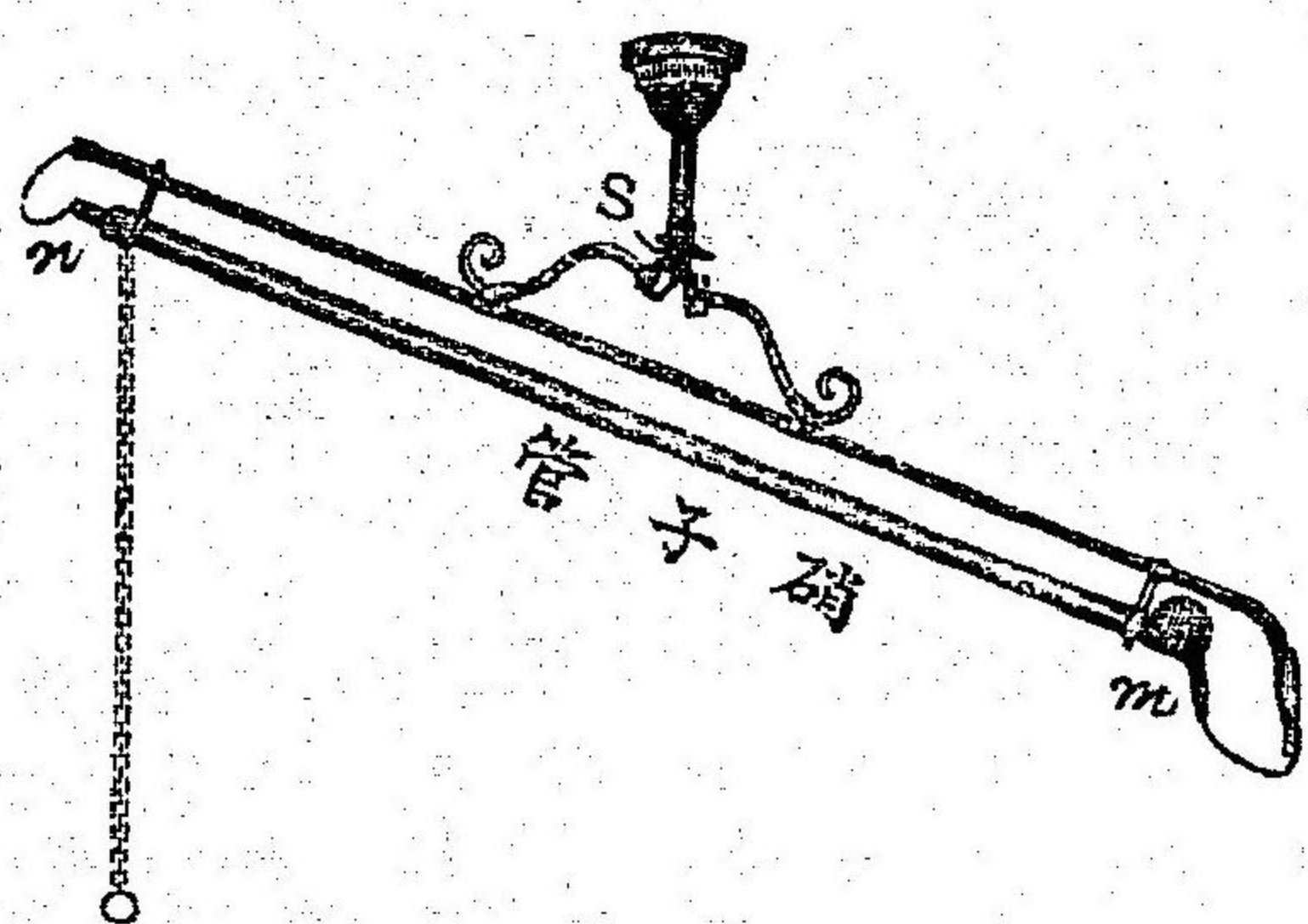
むる時は全く消耗なからしむるを得るあり、點火電壓八十七、ヴォルトにて電流四アンペアを要す、從て弧光も長く八分七吋乃至一時四分一なり、クレータク生ぜざる故に弧光の長きに從ひ多量の光を得る便利あり、此燈の燭力は平均球面燭力二百十六にして能率は毎燭一、四八、ワットなり、光の分配は第四百四十八圖に示す如し、以上二種の外に他の金屬を炭棒に代用するフレイミング弧狀燈の發明ありたれども未だ完全ならず目下學者の研究中に屬せり、水銀、蒸氣、電燈、氣體に電流を通ずるときは氣體中に弧光を生じ強き光を發す、此理を應用して凡そ十年前にクーパー、ヒューウィット氏は水銀の蒸氣中に電流を通じて弧光を發せしめ實用に供するものを發明せり、其後漸次改良せられ現今のものは第四百四十九圖に示す如く、長さ凡そ四呎直徑一時の硝子管の兩端を少しく擴大し一端mに水銀を充たし一端nに電極として鐘狀の鐵片を納め管内は全く真空に爲し置く、此mを或る適當の電路の負極にnを其正極に接続し、或る方法にて水銀に熱を與ふる時は、水銀は蒸發して蒸氣となりて管内に充ち鐵と接觸するに至りて電流は流通し始め、引續き水銀の蒸

氣は發生し電流通過の爲に強き光を發つに至るべし。水銀に熱を與ふる方法に種々あれども現今にては他より熱を加へる方法を廢し全く異なる方法にて

水銀の蒸氣を發生せしむ。即ち圖に於て認むる如く硝子管は常に正極を上にし傾斜してsに於て蝶番にて支持せられ、正極端より鎖を懸垂し置き點火を初める際には由て管の左端nを下方に引くときはm端に在る水銀は流れてn端に來り電極の鐵片に觸れるや、電流は流通を始む、同時に水銀の流れは何處かに於て切斷し爰に電火を發し充電せられたる水銀の蒸氣發生す斯くして鎖を弛むる時は水銀はmに戻るも發生せる蒸氣にてm n間に電路を完成すれば、電流は引續き流通し蒸氣は強き光を發ち、燈火として使用せらるゝを得るなり。點火の初めに於て水銀

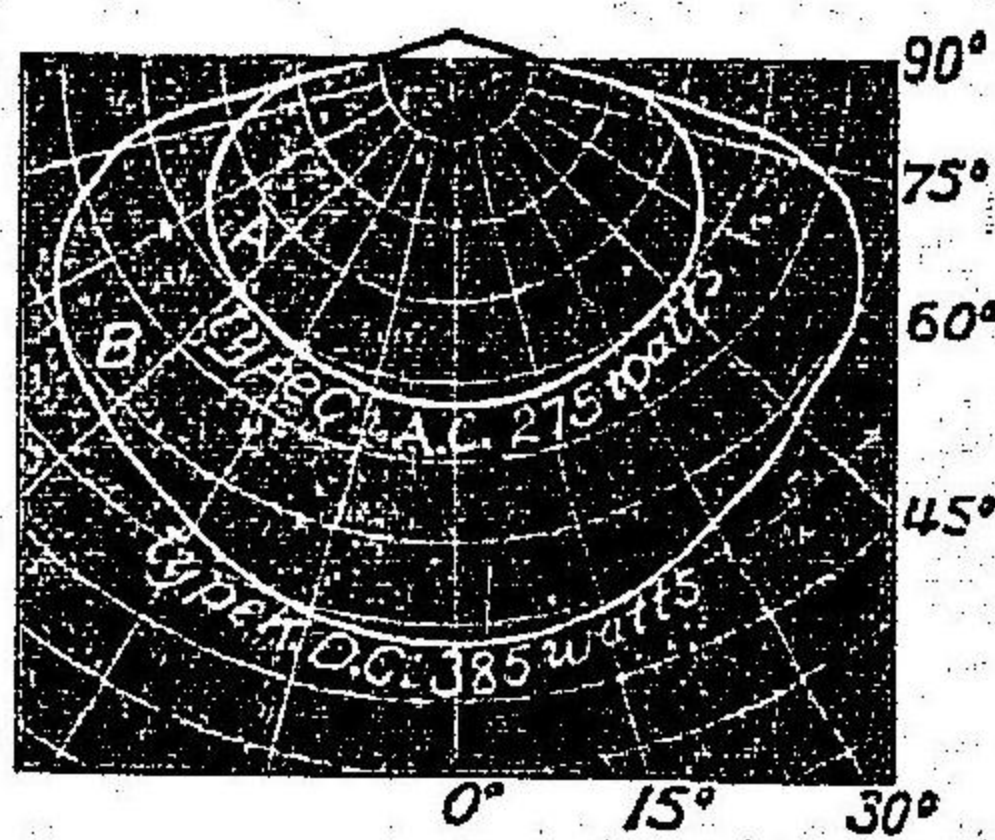
圖九十四百第

燈電汽蒸銀水



圖十五百第

線曲配分の光の燈電氣蒸銀水



配分の燈トツラ五十七百二流交 A
配分の燈トツラ五十八百三流直 B

の流れの切斷の際電火を生じ易からしむる爲めに、通常電路中に此燈に直列に自己誘導多き抵抗線輪を接続す、此抵抗あるが爲に電壓の變化に由る光の變化尠く、凡そ電壓の變化拾パーセントに對し燭力の變化三五パーセントに過ぎず。
此燈の能率は甚だ良く毎燭〇・七乃至〇・九ワットにして壽命も亦長く約壹千時間なり。光が硝子管全体より發するなれば其分散甚だ良く陰影を生せず其垂直面に於ける光の分配は第百五十圖に示すが如し然れども光の色は蒼白にして赤色を全く含まざるに由り赤色のものを此光にて見るときは黒色に見へ、人の顔は全く血色なく見へる欠點あり、是に由て通常の燈火としては適せざるも、化學的光線を含むに由り寫眞の夜間撮影又は青色寫眞等特種の目的に使用せらる。

第九章 照らし

照らし—物体が人為の光りにて照さるゝ場合に受ける光りの強さは光りの燭力と光及物体間の距離とに由て異り、燭力に正比例して距離の自乗に逆比例す、今光の燭力を C とし距離を D 呎とすれば物体が受ける光の強さは左の式にて示さる。

$$I = \frac{C}{D^2}$$

是を物体に於ける照らしと云ふ、其單位はカンドルフットにて示す、即ち壹燭力の光が壹呎の距離にある物体を照すときは、其物体に於ける光の強さは、一カンドルフットにして一カンドルフットの照らしと云ふ、若し拾六燭力の白熱燈球が拾呎の距離にある物体を照らせば、其物体に於ける照らしは 0.16 カンドルフットなり

第一項 室内に於ける照らし

通常、室内に於ける照らし—室内に於ける照らしは、燈より發する光の外に是れが室の周壁に反射して物体を照らすにより、單に前式を以て示す能はず、此反射光線は相對する壁に相互反射を爲すなれば照らしを示す式は甚だ複雑なるものとなるべし、此反射の程度は壁の色に由て異り、其反射係數を K とすれば第一の反射光線に因る照らしは KI 、是れが對壁に反射して發する光線の照らしは K^2I 、其次に K^3I と順次に照らしを生ず、此等の照らしの總和が實際の照らしとなる、是を I にて示せば其値は

$$I = I + KI + K^2I + K^3I + \dots$$

$$= I \left(\frac{1}{1-K} \right)$$

$$I = \frac{C}{1-K}$$

即ち $I = \frac{C}{D^2} \left(\frac{1}{1-K} \right) \dots \dots \dots (38)$

是に因て直接の光を遮るも、間接の分散光線にて書籍を読むことを得る場合

多しKの値は壁又は天井の色に由て異り床又は畳も反射力一様ならず床より反射する光線は通常の場合に於て有効なる方向に照さざれば床は如何なる色なるも差支なしKの種々の値に對する $\frac{1}{1-K}$ の値は第三十六表に示すが如し

表六十三第

K	$\frac{1}{1-K}$
0.95	20.00
0.90	10.00
0.85	6.66
0.80	5.00
0.75	4.00
0.70	3.33
0.65	2.85
0.60	2.50
0.55	2.22
0.50	2.00
0.45	1.81
0.40	1.66
0.35	1.53
0.30	1.42
0.25	1.33
0.20	1.25
0.15	1.17
0.10	1.11
0.05	1.05

し通常の壁に於てはKの値〇、一乃至〇、六にして其色と塵埃の附着の程度に由て異なれども實際に於て〇、五と定めて大差なかるべし。板張

天井に於てはKの値小なれども薄うて薄色なりとも是を塗るときはKの値増し塗料が白色なれば反射力最も強く黄色橙色青色藍色綠色は順次是に次ぎ、黒色は反射力最も弱し各色に於けるKの値は左表に示すが如し

- 白色 〇、七乃至〇、八二
- 黄色 〇、二乃至〇、六二
- 橙色 〇、五
- 青色 〇、一乃至〇、二五

- 藍色 〇、一三乃至〇、二〇
- 綠色 〇、一二乃至〇、一八
- 黒色 〇、〇一乃至〇、〇五

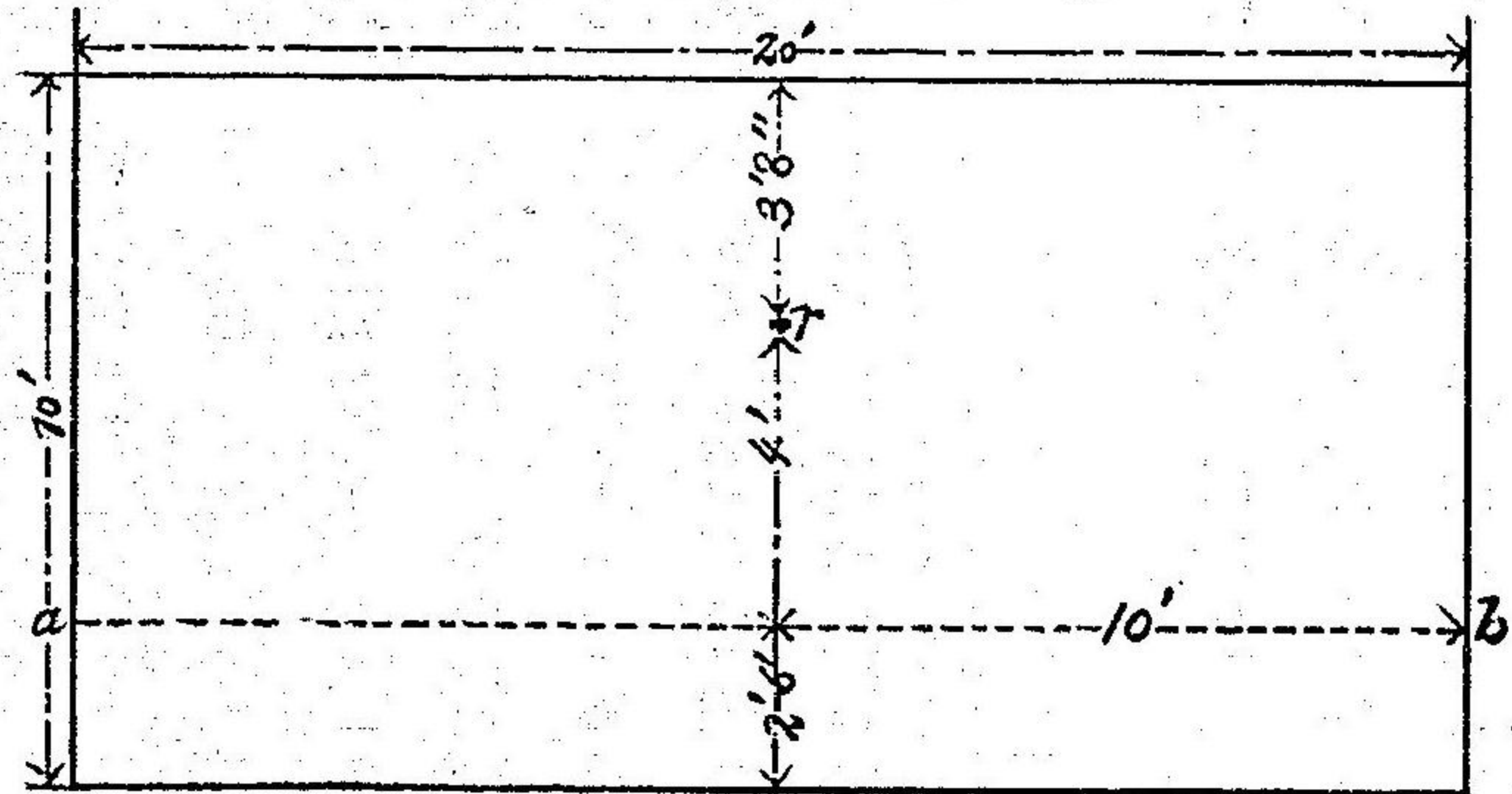
Kが僅かに〇、五なるも第三十六表に於て認むるが如く光は全体に於て二倍し照らしも亦二倍すれば通常の場合に於て物体は常に燈より直接に受ける照らしの二倍を受くるものと見做すを得るなり。是迄は室内に於ける燈が壹個の場合なれども若し二個以上ある場合には、物体より各燈に至る距離をD₁、D₂、D₃……とすれば、物体に於ける照らしは

$$L = C \left(\frac{1}{D_1^2} + \frac{1}{D_2^2} + \frac{1}{D_3^2} + \dots \right) \left(\frac{1}{1-K} \right) \dots \dots \dots (39)$$

此式に據て或る室内に於て要する照らしを與ふべき燈の數及び其燭力を定むることを得べし、然るに室内に於ける必要なる照らしの程度は其室の種類に由て異なる例へば讀書室に於ては少くも一カンドルフトを要すれども寢室に於ては其四分之一にて足るが如し、是に由て初め其室に要する最小の照ら

圖一十五百第

面 断 縦 の 室



しを若干カンドルフットと定め、是に適する燭力及び燈数を算定するものとす、例を用て是を説明せん。

例、今爰に二拾呎平方高さ拾呎の室あり此室内に要する最小の照らしを一カンドルフットならしむるには幾何燭力の燈球何個を要するや。

答 天井及壁の反射係数を〇三四と假定し燈の位置を第百五十一圖に示すが如く床上六呎六時に室の中央に定め照らさるゝ物体は總て床上二呎六時なるab面上に在りとす。室内に於て燈球よりの最も遠き場所はab面の隅にして其距離 $\sqrt{4^2 + 10^2} \times 2 = 14.7$ 呎七なり是に由て第三十八式に據り

$$I = \frac{C}{D^2} \left(\frac{1}{1-K} \right) \cdot C = \frac{ID^2}{(1-K)}$$

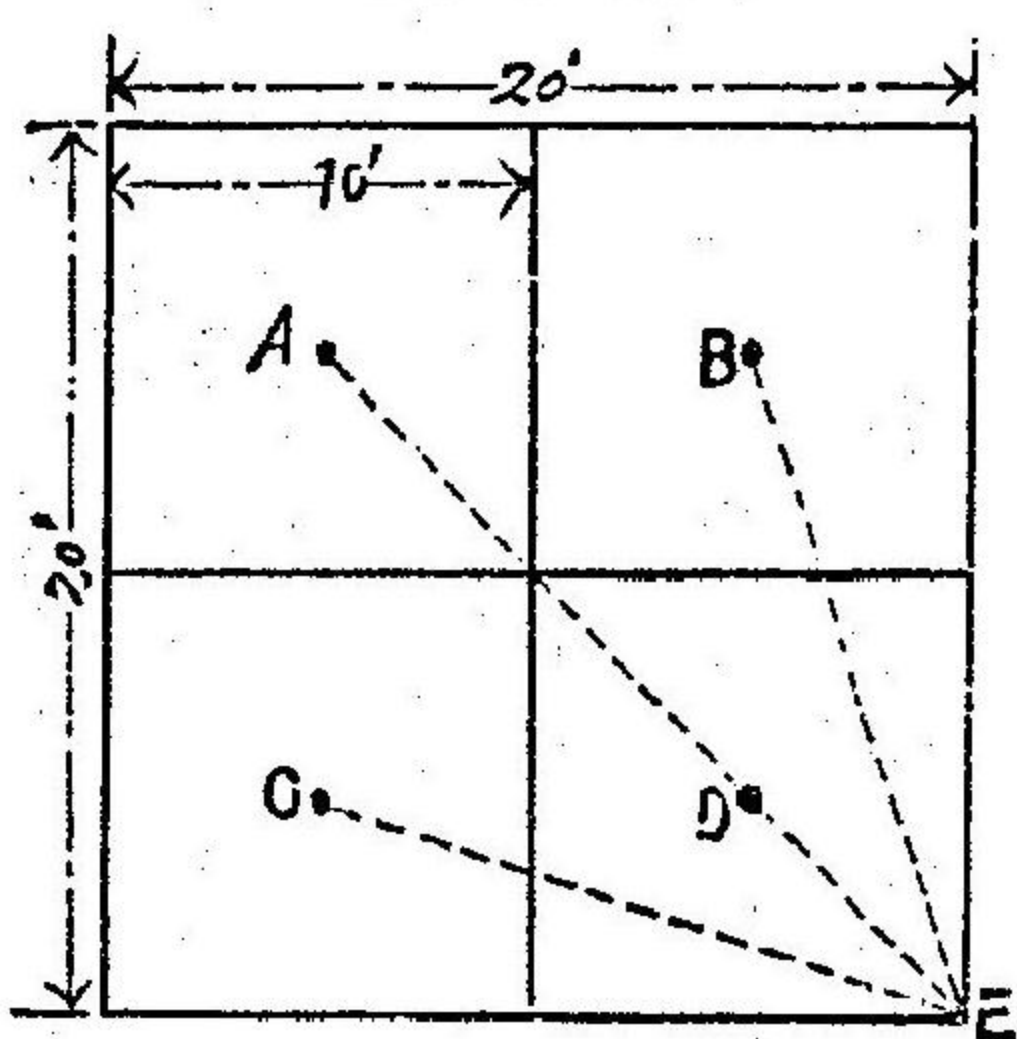
此場合に於て $I=1$, $D=14.7$, $K=0.34$

故に $C = \frac{1 \times 14.7^2}{1.5} = 144$

即ち百四十四燭力を要するに由て拾六燭力燈球九個とす。然れども若し此九個全体を室の中央Tの位置に吊すときはab面の隅の照らしは算定したる如く一カンドルフットなるも、燈球の直下及燈

圖二十五百第

圖面平の室



球に近き面は甚だ強き照らしを受け四乃至五カンドルフットなるべく、室全体としての照らしは甚だ不平均なるを免かれず。此理に由て燈球を分配するととし、更に第百五十二圖に示すが如く室を拾呎平方のものに四分すると假定し、其各部の中央床上六呎六時に

燈球を吊すとせば定の一隅EはDより八呎、C及Bより拾六呎、Aより貳拾貳呎、距るを以て、其照らしは第三十九式に據り

$$I = \left(\frac{C}{8^2} + \frac{C}{16^2} \times 2 + \frac{C}{22^2} \right) \left(\frac{1}{1-0.34} \right)$$

Aは甚だ遠きを以て是より照らしを受けざるものと見做して大差なき故に之を式中より省く、今Iを一カンドルフートならしむるにはCの値は左の如くならざるべからず。

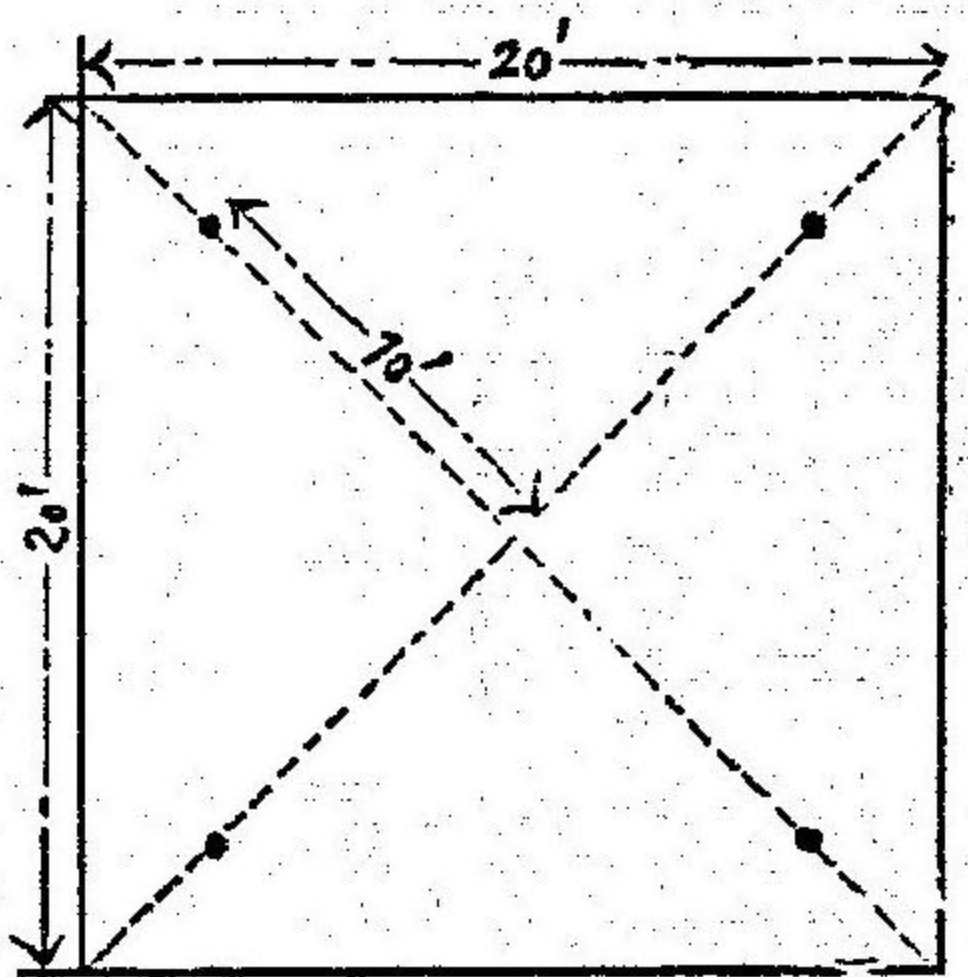
$$I = \left(\frac{C}{64} + \frac{C}{128} \right) (1.5)$$

即ち $C=29$

二十九燭力とあるを以てA B C Dの位置に三拾二燭力燈球各壹個を用ふれば可なり、斯の如く設備するときは室の中央は最も明る殆んど二カンドルフートの照らしを受くべし、猶一層照らしを一樣ならしむるが爲には燈球の分配を益々多くなすべし、然らば經濟的に燈球の種類及個数を定むることを得

圖三十五百第

圖面平の室



べし、最も經濟的の燈球配置法は第五百十三圖に示すが如くして二拾燭力五個合計壹百燭力にて足る、斯の如き經濟的分配點燈法に據るときは、室内の照らしは殆んど一樣にして何れの場所に於ける照らしも一カンドルフートに近し。

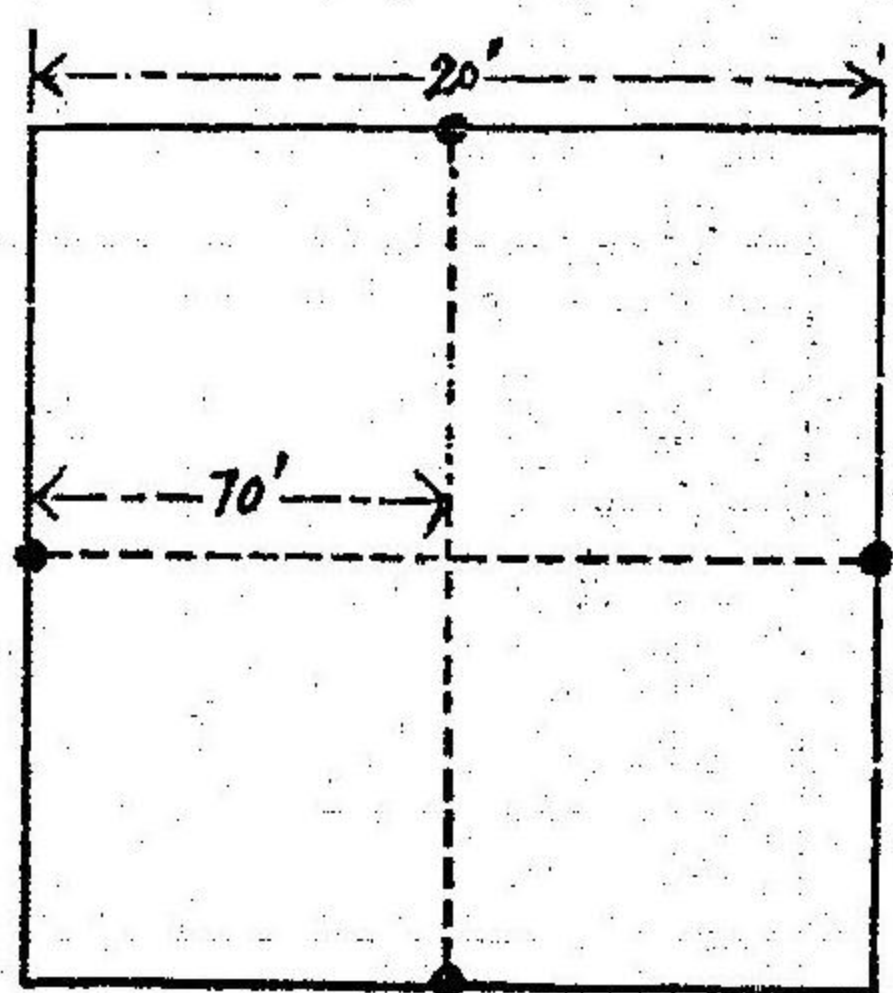
廣き室に於ては前例の如く室を理想的に區分して、所要の照らしを得べき燈球の燭力及個数を算定することを得れども、狭き室に於ては自然に數量に於て制限せられ、必ずしも此方法に據ること能はざる場合多し、或は又廣き室に於ても前例の如き燈球の排列を爲さずして、最も多くの照らしを要する中央に於て燭力大なる燈球を置き、其他の場所に拾六燭燈球或は八燭燈球を排列して反て好結果を得る場合あり。室内の物体が燈球より直接に受くる照らしは、燈球の床よりの高さが増すに従ひ高さの自乗に逆比例して減するの理なれども、天井の反射力強きときは

燈球よりの直接光線は減するも、反射分散光線は反て燈球が天井に近づくに従ひ増し、従て室内全体の照らしは増加する場合多し然れども天井の反射力弱きときは室内の照らしは殆んど燈球よりの直接光線にのみ據るなれば、燈球の高さの少許の増加も室内の照らしを甚だしく減少せしむ斯くの如き場合には燈球に特に反射力大なる笠を装置し天井に向て發する光線を床面に向け反射せしむれば照らしを増すことを得べし。

天井が甚だ高き場合或は局部に強き照らしを要する場合に、周壁に燈球をブラケットにて取付け反射笠を用ふるとあり此設備に依るときは室内中央部の照らしは稍弱きも、室の全体に於ける光力の分配一樣なるの利あり例へば前例の廿呎平方の室に於て第百五十四圖に示すが如く、周壁の四ヶ所に床上六尺の高さに二十燭力燈球を取付くるときは室内に於ける最少の照らしを一カンドルフットと爲すことを得るなり、若し壁の反射力弱きときは二十燭力燈球の代りに三十二燭力燈球を用ふべし。

上文記載せる結果より考ふれば二十呎平方の室内如何なる隅に於ても、一カ

第百四十五圖



ンドルフットの照らしを與ふる燈數は燈球の排列法に従て八十燭力乃至百四十四燭力なるを要し、其壹個の燭力は二十燭力にて可なるも室の壁の色が黒くして反射力弱きときは三十燭力なるを可とす、即ち四百平方呎に就き二十燭力或は三十二燭力燈球四箇を要するに由

て、毎燭力に就き三平方呎或は五平方呎の割合を一カンドルフットの照らしを得べき標準と爲す。日本家屋に於ては一汎に天井低きを以て、八疊敷の室に拾六燭力燈球壹個即ち毎燭力に就き九平方呎の割合とするを通常の照らしの方法と爲す。

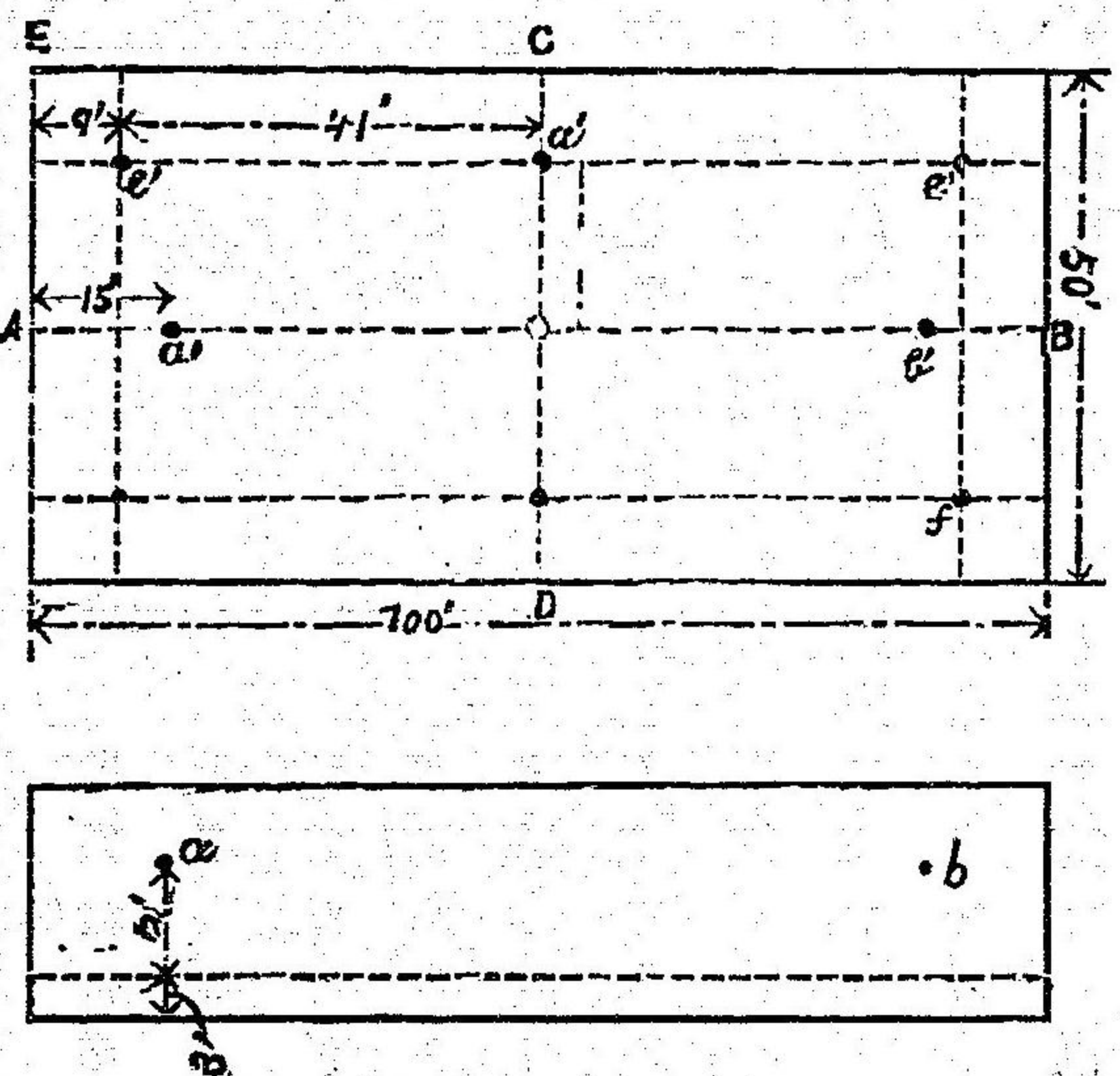
廣き室内に於ける照らし—廣き室は一汎に天井高ければ、燈球より天井に反射する光線も亦弱きも、天井の反射力大なるときは室全体としての照らしは減せざること已に記載したる如し、然れども反射力にも制限ありて、天井が甚だ高き場合に通常の室と同じ割合に燈球の燭力を定むるときは照らしの減

するを免かれず、是を定むる方法は次の例にて説明せん。

例 第五百五十五圖甲に示すが如く長百呎幅五十呎高さ三十呎の室に於て、最

(甲)室の平面圖

(乙)室の縦断面圖



第五百五十五圖

小の照らしを一カンドルフ
トならしむるに要する燈球の
燭力幾何。

答 燈球は天井より吊し光線
の分配を良好ならしむる爲に
二個所以上に取付くるものと
す、今假に二箇所に吊すものと
し、床よりの高さを十五呎照ら
しの面を床上三呎とすれば室
の一隅E及壁の中央Cに於け
る照らし最小にして、Cに於て
は兩方の燈球より照さるるを

以てE及C共に同一の照らしを受くるには、E及燈球間の距離はC及燈球間の距離の $\frac{1}{\sqrt{2}}$ たるべきあり、即ち其最も都合よき燈球の位置はa及bにして、 $Aa \parallel Bb \parallel Ee$ なる所なり、此場合に於てE及a間の距離は第五百五十五圖乙に於て認むるが如く

$$Ea^2 = Ee^2 + ae^2$$

然るに

$$Ea^2 = AE^2 + Ae^2$$

$$Ee^2 = AE^2 + Ae^2 + ae^2$$

$$AE = 25', Ae' = 15', ae' = 12'$$

$$Ee^2 = 25^2 + 15^2 + 12^2 = 994$$

$$Ea = \sqrt{994} = 31' - 6''$$

即ち三十一呎六吋なり、是に由てEに於ける照らしを一カンドルフトならしむるには、天井及壁よりの反射係數Kを〇・三四とすれば、左の式に據り

$$I = \frac{C}{D^2} \left(\frac{1}{1-K} \right) \quad C = \frac{ID^2}{1-K}$$

$$I = 1, D^2 = 994, \frac{1}{1-K} = 1.5,$$

六百六十六燭力なるを知るべし。

即ち凡そ壹ヶ所に十六燭力燈球四十二個或は五百ワット弧狀燈(公稱二千燭力壹個を用ふれば可なり、是に若し艶消硝子のグローブを用ふれば拾六燭力六拾個を要す、其照らしの割合は毎燭力に就き三七五平方呎なり、ウツペンボ
ルン氏は研究の結果壹千平方呎乃至五千平方呎の室内に於て良き照らしを得るには、毎燭力に就き三乃至三五平方呎の割合なりと云へり、然れども是は一汎の場合にして實際に於ては其室の種類に由て異なる、例へば機關室の如き特に機械の上部に良き照らしを要する場合には、其場所のみ燭力大ある燈球を用ひ周壁に弧狀燈を取付けるを通常とす、廣き室内に弧狀燈を用ふる場合には、前例に於けるが如く二千五百平方呎に付き五百ワット弧狀燈壹個の割合にて可なれども、工場の如き總ての器械又は物体を一樣に照らすことを要する場所には、弧狀燈の配置困難なれば、弧狀燈のみを用ふるは頗ぶる不適當なりとす、然れども鐵道の停車場内待合所、プラットホーム或は其他燈球の

汚れ易き場所に於て、燈球を清掃するに困難なる場所には、弧狀燈を用ふるを可とす。此くの如き場所に於ける照らしは一汎に〇五カンドルフットにして、弧狀燈の配置の割合は左の如きを通例とす。

弧狀燈の種類

各弧狀燈間の距離

弧狀燈一個の照らし面積

直流閉塞弧狀燈

九十呎

八千一百平方呎

交流閉塞弧狀燈

七十五呎

五千六百二十五呎

六・六アンペア

燈の床上の高さは二十呎乃至二十五呎を通常とす、若し燈に反射笠を用ふるときは照らしの面積は一個に付き一平方呎に増加す、織物工場の如き物品の色合に關係ある場所に於ては、六百平方呎乃至八百平方呎に付き五百ワット弧狀燈一個の割合を適度とす、若し燈が閉塞燈あるときは其青色光線を減せしむるが爲に、インナーバルブに乳色硝子のものを用ゆるを可とす。

通常の工場に於ける照らしは、毎燭力四平方呎乃至五平方呎の割合とし、作業

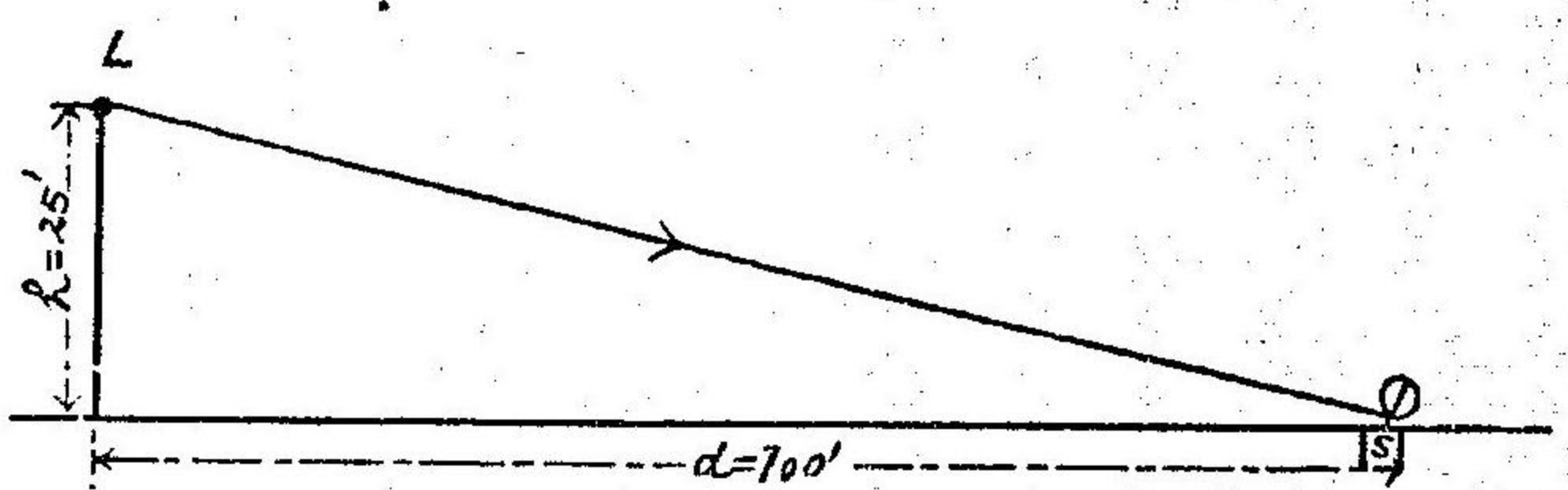
上特に多くの照らしを要する場所には毎燭力一平方呎乃至三平方呎の割合にて燈球の燭力及個數を定むるものとす。

第二項 屋外に於ける照らし

屋外に於ける照らし、一屋外又は街路に於ける照らしは、天然或は人爲の種々の障礙物に妨げらるるに由て是より燈の燭力を定むること容易ならず。兩側に大建築物ありて幅狭き街路に於ては建物より反射分散光線の照らしあるも其他の街路に於ては道路面より反射する光線の外に分散光線を受くることなし。然れども道路面より反射分散する光線は極微量なれば、街路に於ける照らしは燈より直接に照らす光線に由るのみとして算定するを通常の方法とす。

屋外又は街路に於ける照らしを算定する方法に二あり、第一法に於ては各物体が受くる照らしは燈よりの距離及び光線が物体に映する角度に關係するものと定め、第二法に於ては照らしは單に燈よりの距離にのみ關係するものと定め、即ち光線は常に物体に直角に映するものと見做すなり、恰も第一法に

第五百六十六圖



由れば新聞紙を地上に擴げ之を讀むことを得るに要する照らしを算定し、第

二法に由れば地上に在る木石の存在を確め得るに要する照らしを算定するにあり、第五百六十六圖に於てLを電柱上に取付たる燈とし、其球面燭力は壹千にして一様な光を發するものとす、電柱の高さを二十五呎とすれば電柱の根元より一百呎隔りたるSの表面に於ける照らしは左の如し、

第一法に由れば $I = \frac{I_1}{r^2 + d^2} \times \frac{h}{\sqrt{h^2 + d^2}} \dots\dots (40)$

$I = 1000, h = 25, d = 100,$

$I = \frac{1000}{25^2 + 100^2} \times \frac{25}{\sqrt{25^2 + 100^2}}$

$= 0.023 \quad \text{カンデルメートル}$

第二法に由れば

$$I = \frac{L}{\sqrt{z^2 + d^2}} = \frac{1000}{25^2 + 100^2} \dots\dots\dots (41)$$

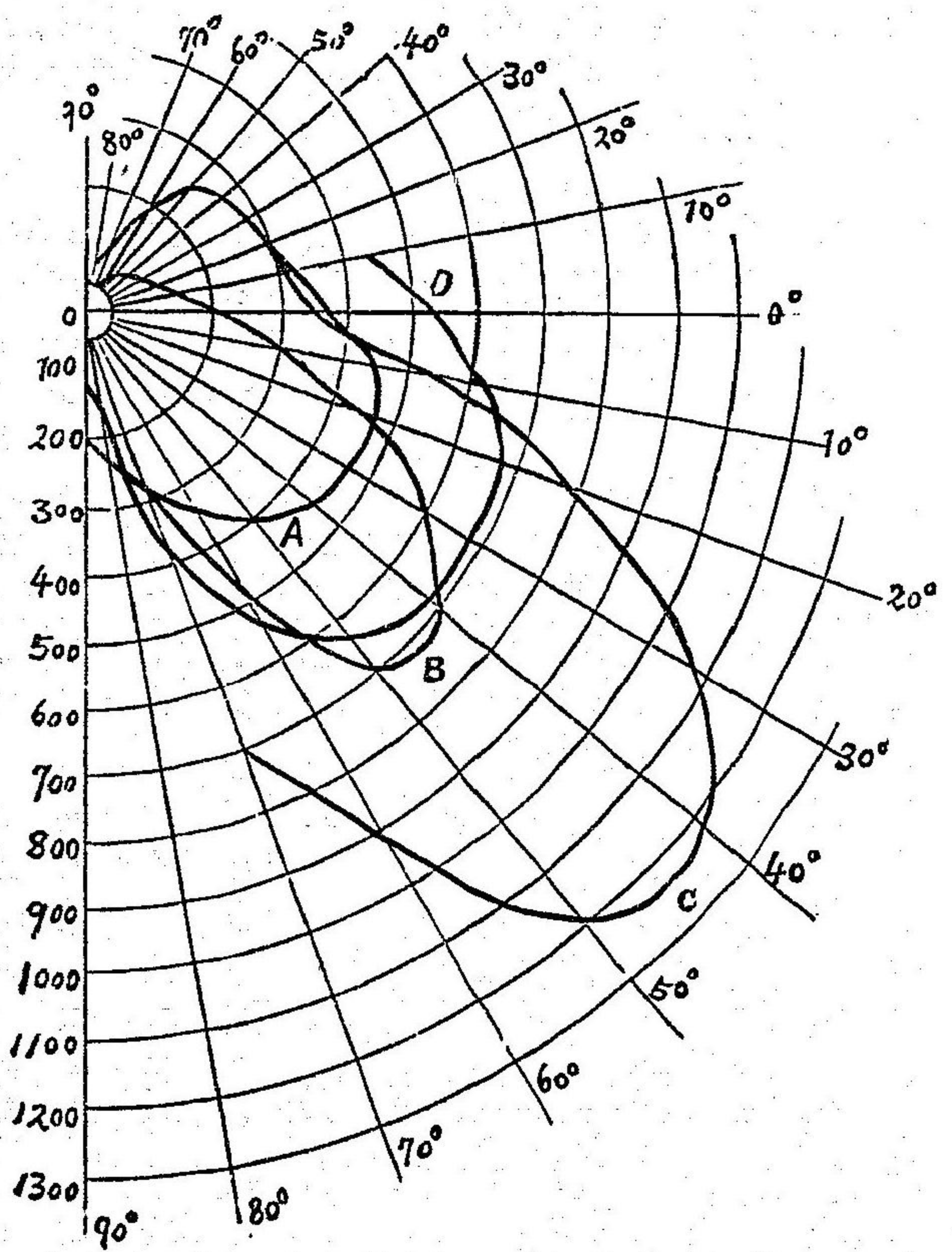
$$= 0.094 \quad \text{カンパンプアーク}$$

斯の如く算定の方法を異にするときは甚だしき照らしの差を生ずれども、實際に於て街路を照らす目的は地上に水平に在る新聞を讀み得んが爲に非ず、地表面中又は表面以上にある物体を認むることを得るにあれば、光線の角度に關係なく第二法に由て必要なる照らしを算定するを可とす。

街路に於ては室内に於けるが如く燭力小なる燈の多數を用ふるよりも燭力大なるものゝ小數を用ふるを可とす、即ち照らしの效用大なるに由て弧狀燈を使用す、其燭力は第八章に記載したるが如く光線の發散する方向に由て異り、殊に開放燈に於ては光線の分散範圍狭く、其地上の高さに等しき長さを半径とし電柱の根元を中心として畫ける圓の周圍に於て照らし最も大にして、夫れより距るに従ひ照らしは漸々減少す、例へば公稱一千二百燭力弧狀燈は水平燭力三百五十、平均球面燭力六百にして水平線下四十五度の角度に於て

最大燭力一千二百を示す、斯くの如く燭力は一定ならざれば或る物体の受くる照らしを算定するに當り、是を照らす光線が水平線と爲す角度に於て表はす燭力を公式中の I に適用せざるべからず、此各角度に於ける燭力は弧狀燈の光輝分配曲線に依て知ることを得べし、第百五十七圖は現時使用せらるゝ種々の弧狀燈の光輝分配曲線を示す、圖中曲線 A は六六アンペア四百二十五「ワット」直列交流閉塞弧狀燈、艶消インナーバルブ及透明アウトターグループ反射笠を用ゆの分配曲線、B は六六アンペア三百三十「ワット」公稱一千二百燭力直流開放弧狀燈、透明グループ、C は九六アンペア四百八十「ワット」公稱二千燭力直流開放弧狀燈、透明グループ、D は六六アンペア四百八十「ワット」直列直流閉塞弧狀燈、艶消インナーバルブ透明アウトターグループ反射笠を用ふの分配曲線なり、此等の曲線は某弧狀燈製造會社に於て同社技師が同時に各種弧狀燈に就き、實驗したる結果より畫きたるものにして最も正確なるものとす、然れども此種の曲線は弧狀燈の特質及其調度の状態に由て異なるを以て、決して精密ならざるは止むを得ざるなり、今開放弧狀燈を採り C の曲線を用ひ第

第百五十七圖 弧状燈の光輝分配曲線



- A. 交流直列明燈六・六アンペア、四三〇「ワット」
- B. 直列明燈 六・六アンペア、三三〇「ワット」
- C. 直列明燈 九・六アンペア、四八〇「ワット」
(公稱一千燭力)
- D. 直列直列明燈六・六アンペア、四八〇「ワット」
(公稱二千燭力)

百五十六圖の場合に適用せんに、地上二十五呎の高さに於て弧状燈が百呎の距離に在る物体を照らすなれば、光線は水平線に對し拾四度傾き其燭力は曲線に於て六百二十燭力なるを知るべし、公式中Lに之を適用すればIの値は左の如くなるべし。

$$I = \frac{400}{L^2 + 6^2} = \frac{620}{25^2 + 100^2} = 0.053 \text{ カンデラメートル}$$

又距離が百五十呎なるときは水平線に對し角度は九度三十分にして、燭力は四百九十燭力なればIの値は

$$I = \frac{400}{25^2 + 150^2} = 0.0168 \text{ カンデラメートル}$$

即ち電柱の高さの四倍乃至五倍の距離に於ては照らしは甚だしく減少するを認むべし、一汎に開放弧状燈は電柱に近き場所に於て必要以上の照らしを與へ遠く距りたる場所に於て甚だしく少き照らしを與ふる欠點あり、以上の算式及弧状燈の分配曲線に由て燈の高さを二十五尺とし、燈より種々の距離

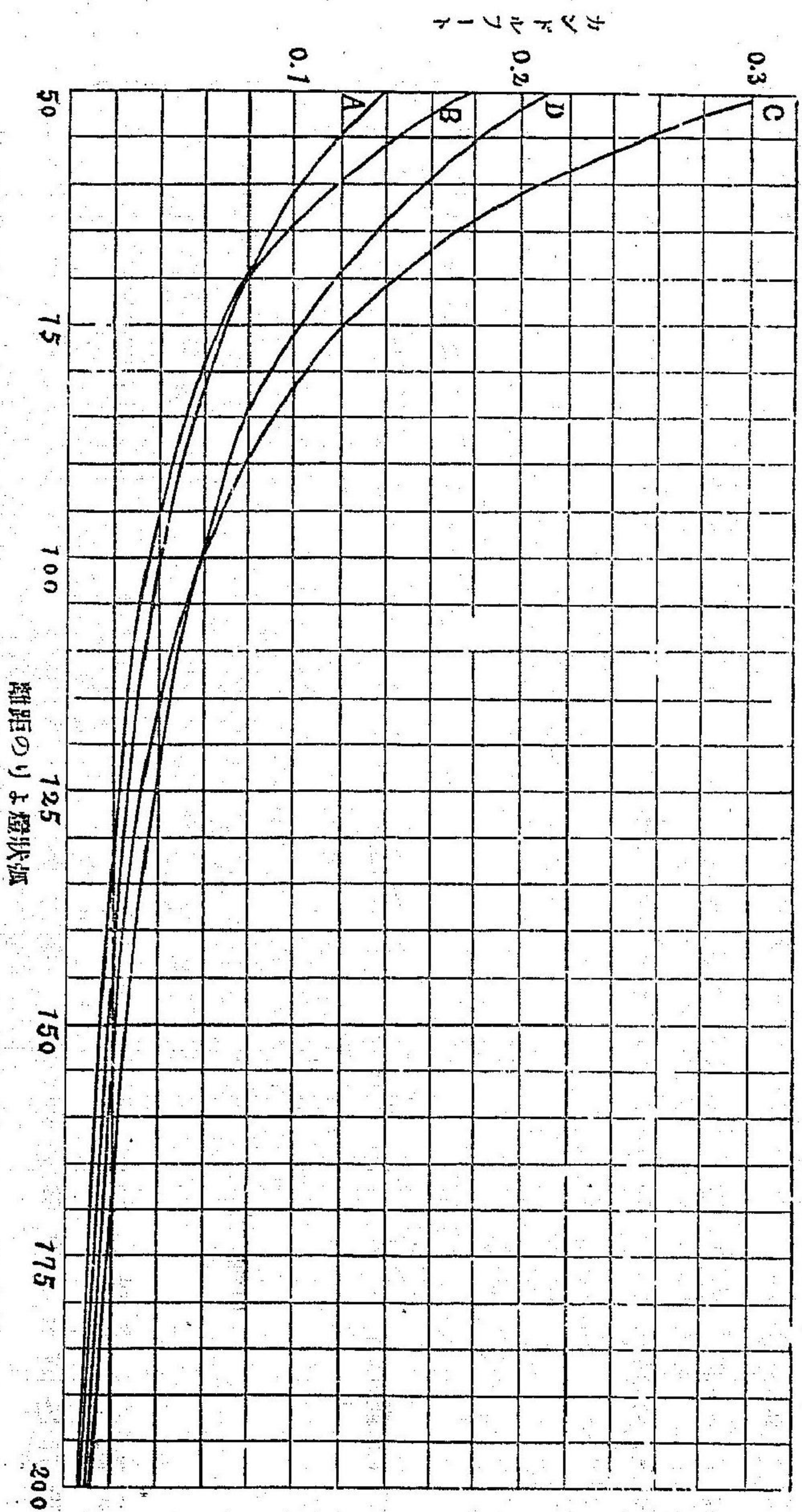
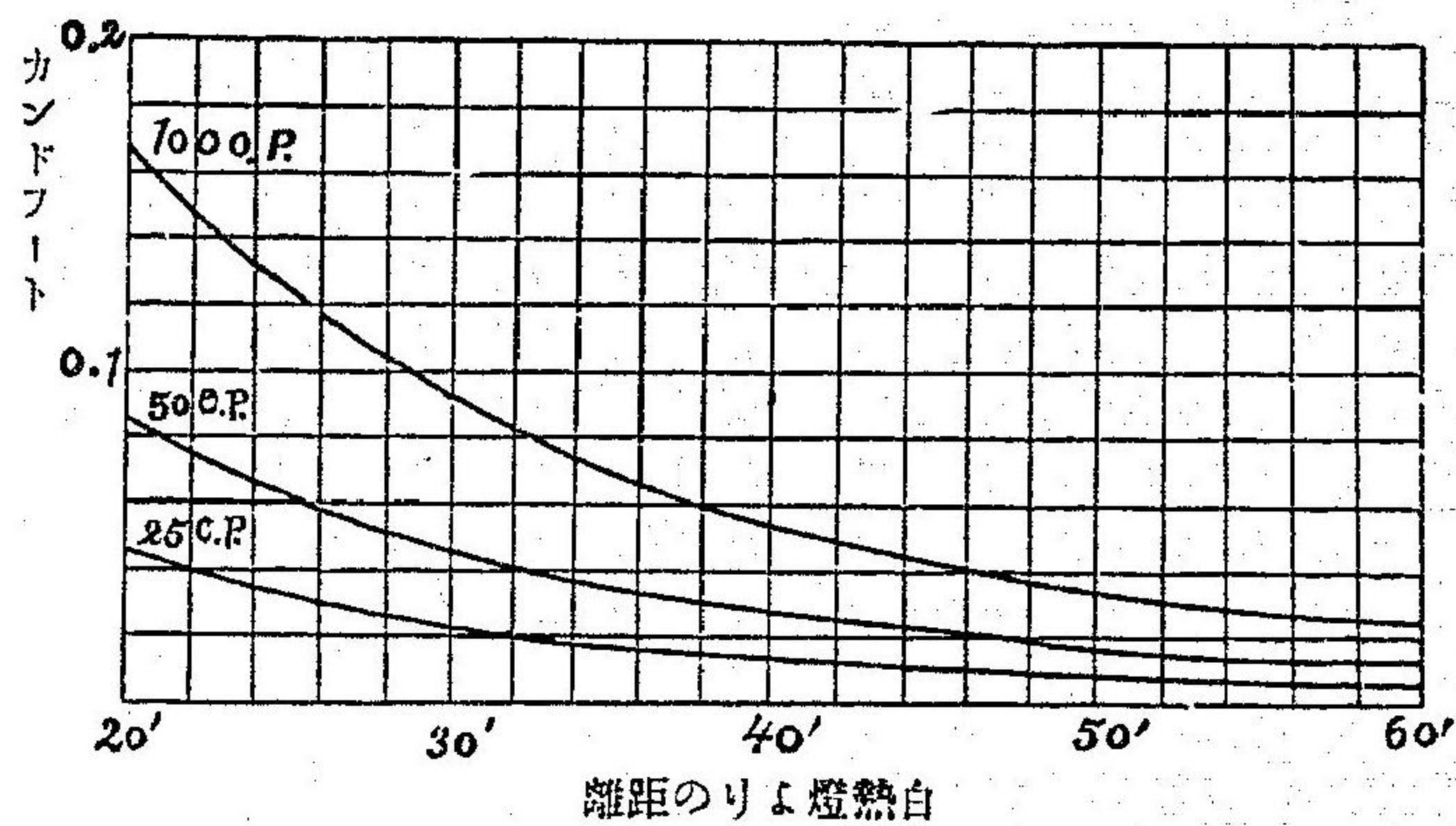


圖 九 十 五 百 第



第九章 照らし

に於ける地平上の照らしを算出し是を曲線に書き置けば常に所要の照らしを與ふべき弧狀燈の種類及び各燈間の距離を定むるに便利なるべし第百五十八圖は此曲線を示す元來街路に於ける照らしの程度は一定せざれども其最小値は○、○三カンドルフートより少なからざるを通常とす然れども重要街路ならざれば是より少きも可なり○、○三カンドルフートの照らしを與ふべき各燈間の距離はA及Bの二種に於ては二百二十五呎以下、及Dの二種に於ては三百呎以下なることを曲線に於て認むべし而してC及Dは照らし殆んど同様にしてAはBより少しく優れり。

街路に於ける照らしを與ふべき弧狀燈の種類及數量は、單に以上の方法に由て是を定むることを得るも、開放燈の光は餘り閃らめき一度是より照らさるゝときは視神經に甚しく感じて一時他の物体を認むること能はず、閉塞燈の光は是と異り良く分散するを以て此弊害なく一様に且つ數字以外に圓滿なる照らしを與ふ、殊に電線の用量少き故に直列式閉塞燈を用ふるを可とす。弧狀燈の地上の高さは街路に於ては通常二十五呎と爲すも、廣濶なる場所に於ては三十呎乃至四十呎と爲すを可とす。

白熱燈を用ひて街路を照らす場合には、通常二十五燭力五十燭力及百燭力の三種を用ふ、各燈球間の距離と照らしの關係は第百五十九圖の曲線に示すが如し、即ち百燭力燈球を用ゆるも、適當の照らしを與ふる各燈球間の距離は百二十呎以下なるべきなり、經濟上止むる得ざれば二十五燭力燈球を百五十呎の間隔に用ひて稍良き照らしを得れども、此くの如き場合には之より猶遠き間隔に弧狀燈を用ふるを可とす。

第十章 電燈線路

電燈線路の區別——發電所より出で燈球需用家に至る電路を電燈線路と云ふ。其家屋外に在る部分を屋外線路と云ひ、家屋内に在る部分を屋内線路と云ふ。屋外線路に電柱を建て、是に電線を架設するもの即ち架空式と、地中に電線を埋設するもの即ち地中式との二種あり、我國に於て廣く行はるゝものは架空式なれば本章に於て専ら此式に就て記載せん。

第一項 屋外線路建設

線路の撰定——屋外線路を是に通ずる電流の種類及其電壓に由て區別し、直流式に於ては六百ヴォルト以下交流式に於ては三百ヴォルト以下の電壓を用ふるときは是を低壓線路と稱し、是れより以上三千五百ヴォルト迄(直流式交流式共)の電壓を用ふるときは是を高壓線路と云ふ、是より高き電壓を用ふるものを特別高壓線路と云ふ、本項に於ては専ら低壓及高壓線路建設に就き記載し、特別高壓線路に就ては章を改めて記載す。

電燈線路を建設するには政府の電氣事業取締規則に遵據するは勿論にして、先づ適當の位置に線路を定め良好なる材料を使用し天候及温度の變化、他の電線との關係、種々の建築物、築堤、溝渠、公衆よりの妨害例之石を投げて碍子等を破損せしむるの類等の種々の障礙に遭遇するも是等に堪へ得る様建設せざるべからず、線路の位置を定むるには、市街に於ては需用者の點燈數を豫定し、是に由て幹線の位置を定め諸幹線より饋點及饋線の位置を定むるものとす。次に電柱の位置を定むるには簡易なる測量を要す、測量には測杆、測量杭、測量鎖、卷尺、長四十尺許の竿、木槌、測量帳等を要するのみにて別に精密なる測量器械を要せず、是等の器具にて發電所より若干距離毎に其場所に應じて適當に電柱の位置を定め、是れに測量杭を打込み置き電柱建設の目標とす、電柱の長さも其場所に應じ他の電線又は建築物、其他樹木等の障礙物に對し故障なき様適當に是を定む、是れ等の事項は各電柱毎に其番號に對し測量帳に明細に記入し、尙街路又は線路屈曲の場所に於て支柱或は支線設備の必要あること及他の電線と交叉する場所に於て特別の設備を要することあれば、是等の

事項をも測量帳に記入するを要す、測量帳記載の一例は第三十七表に示すが

表七十三第

例一の帳量測路線電

電柱番號	位置	電柱間の距離	電柱の長さ	道路への出幅	摘要
1	何町何番地何某	100尺	30尺	2尺	
2	"	150尺	30尺	1.5尺	支柱を要す
3	"	120尺	25尺	2尺	道路と交叉す
4	"	90尺	25尺	2尺	支線を要す
5	"	150尺	30尺	2尺	
6	"	150尺	30尺	2尺	
7	"	100尺	30尺	2尺	
8	"	80尺	35尺	2尺	道路及電話線交叉
9	"	90尺	35尺	1.5尺	
10	"	100尺	30尺	2尺	
11	"	100尺	30尺	2尺	

如し

線路の測量終り電柱の位置及線路の長さ確定すれば、點燈數に應じ饋線及幹線の電線を算定し、交流高壓式に於ては變壓器の容量數量及是を取付くべき電柱並に線路遮斷器及接地装置の位置を定むるものとす、是等の事項を定めたる後始めて線路の建設に着手するなり、建設用諸材料及建設方法に就ては順次に記載す。

電柱—電柱の材料には鐵材及木材の二種あれども、通常木材を使用す、木材に在りては重に杉材及檜材とし、冬時採材し良く乾燥し腐蝕せる部分なく、真直にして節少く、株付なるものを良とす、如何なる良材にて

も建設後長く風雨に曝露するときは次第に腐蝕するを以て防腐の爲め柱材を根焼きするか又は柱頭部及根部にカルボリニウムの如き防腐劑を塗抹す木材は建植後地際より腐蝕し始むるものなれば本口より地際一二尺上迄蒸焼したる後其冷へざる間に刷毛にてコールタールを是に塗抹するを可とす根焼の目的は木材の濕氣を排除し其表面を炭化せしめ外面の小孔を減じて濕氣を吸収せしめざる爲なれば只柱の外面を焦すに止むべし又防腐劑を塗るには是を適當に熱し刷毛にて柱の地際より一二尺上迄塗抹し頭部は圓錐形に切りて是に塗抹すべし若し是に笠木を取付くるなれば柱頭を平らに切りて防腐劑を塗り釘にて笠木を密着せしむべし

電柱の長さ及太さは架渉すべき電線の太さ及條數並に障礙物の状態に由て一定せず一般に田野に於ては其最下に架渉する電線が地上を距ること少くとも二十尺以上なる様電柱の長さを定むるものとす然れども谷底の如き他より低き場處に建つる電柱は電線の爲に上部に引かるゝ傾きあれば少しく長き柱を用ひ山又丘の頂上にては短き柱を用ふるを可とす市街に於ては日

本風二階建家屋に沿ふて建設すべき場所に於ては家屋の高さ通常軒先にて地上十六尺乃至十八尺にして電線は尙是より六尺の高さに在るを要すれば最下に架渉する電線が地上より二十二尺乃至二十四尺なる様電柱の高さを定むべし家屋が是より高きときは猶大なる電柱を要すれども家屋より水平に四尺以上離隔すれば前記の場合と同様の長さにて差支なし電柱の地中に埋没すべき部分の長さは次の割合になすを通常とす

電柱の長さ四十尺迄 五尺

電柱の長さ五十尺迄 六尺

電柱の長さ六十尺迄 七尺

電線を架渉するに用ふる腕木は柱頭より一尺下る處に取附け各腕木の中心間の間隔は一尺を通常とすれば田野に建設すべき電柱の最小の長さは左の如し

腕木一本の場合 二十六尺

腕木二本の場合 二十七尺

市街に於ける電柱の最小の長さは左の如し。

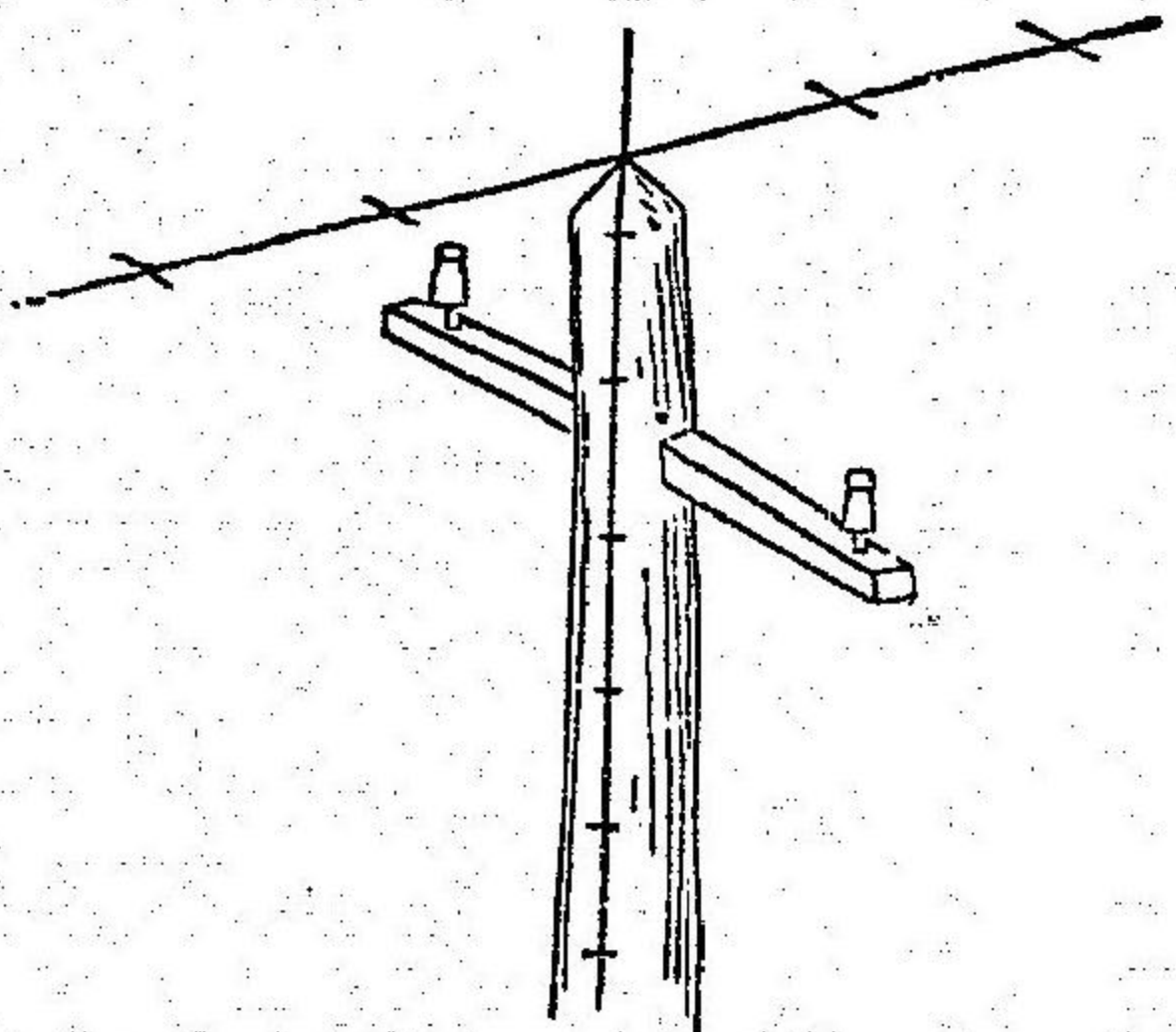
- 腕木一本の場合 二十八尺乃至三十尺
- 腕木二本の場合 二十九尺乃至三十一尺

以上腕木一本を増す毎に長さ一尺を増すべきものとす。

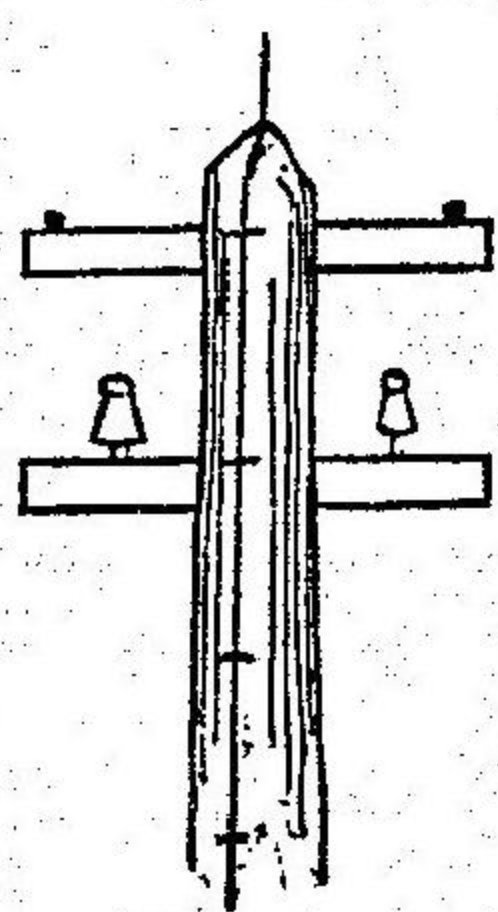
電柱の太さは末口五寸五分以上のものにて、其架渉すべき線條の太さ及條數に應じ適當に選ぶべきものとす。電柱間の距離は線路の直曲、線條の太さ及條數並に土地の高低に従て異り、直線路に於ては百尺乃至百二十尺を通常とし、街路の屈曲點に於ては次の電柱を距ること近くとも成るべく電柱を建設するを可とす。

各電柱には電柱に沿ひステープルにて亞鉛引八番鐵線を取付け、根底にて二三回之を巻き付け置き、柱頭部に於ては是を五寸許り突出せしむ、之を地線アースと云ひ避雷の爲に設く、雷

圖十六百第 線アース



圖一十六百第 アイワド



鳴多き場所に於ては地線の外各電柱頭に沿ふてパイプド線を架設す、パイプド線とは第六十圖に示すが如く一條の鐵線又は銅線に直角に多數の小鐵線又は銅線を鐵付けしたるものにて、其本線には十二番線を、枝線には十四番線を用ゆ、枝線の長さ一吋半にして本線に二吋の間隔に取付くるなり、又架空電線が他の架空電線の下に在る場合に、上部の電線が墜落して下部の電線と接觸するを防ぐが爲めに、八番鐵線を腕木の上に更に取付けたる腕木に架す、是をガートワイアーと云ふ(第六十一圖)(雷の作用に就ては第十一章に記載す)

變壓器又は弧狀燈を取付たる電柱又は多數の引込線ある電柱には、屢々是に昇降する必要あるが故其便利の爲に昇降用足場釘を取付くること、第六十二圖甲に示すが如くす、其寸法は直徑二分一吋、長さ九吋の亞鉛引鐵棒を圖に示す形狀に曲げ、足掛を三吋とす、各釘間の間隔は十五吋とし、最下の釘は地上六尺の所に打ち込むを通常とす、其他の足場釘を取付けざる電柱に、線路の檢