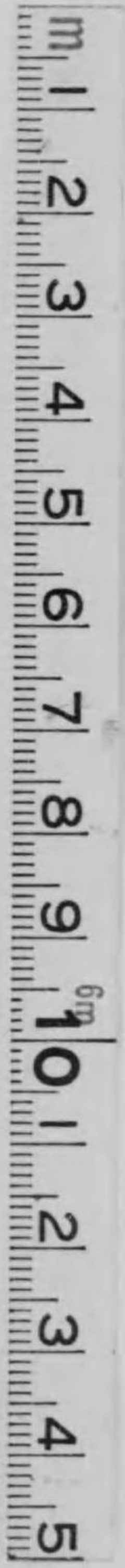


64  
106本



始



64-106+

增訂  
六版

# 藤田電燈學

全

工學士 藤田經定 著

東京新橋 電友社發行

大正  
2. 11. 22  
内交

### 第六版之辭

本書は初刊以來版を重ねること茲に五回其都度訂正増補を爲し、殊に第五版に於ては章の改廢増減を爲し稍面目を一新せしめたるも、未だ完璧のものに到らず、加ふるに電氣學術及工藝の進歩は尙一層の改纂を促かすに至りたれども、淺學菲才の身未だ其緒に就かざるに、早已に第五版の盡くるを告ぐるに至り、止むを得ず第五版中の字句を訂正し重要事項の改増を行ひ、是に補遺として末尾に適切緊要なる事項を摘集し爰に第六版として刊行することゝなせり、讀者幸に之を諒せよ。

大正二年十一月

著者識

第五版之辭

本版に於ては原動機を詳説する爲め發電所の章より原動機に關せる事項を割きて別に一章と爲せるを重なる改訂とし各章の順序を變じて各章中の事項を改訂増補し譯字を改正し字句を校正せり

明治四十四年七月

著者識

凡 例

本書は電燈事業に従事する技術者の参考書として編纂したるものにして短日月の間に成れるものなれば固より杜撰なるを免かれず著者は専ら學理を應用することを得るに勉めたり而して本書の編纂に付き参考書としては左の諸書を引用し著者自身の經驗より得し所のものをも亦之に加へたり

Houston & Kennely's Incandescent Lighting.

Houston & Kennely's Arc Lighting.

Abbott's Electrical Transmission of Energy.

Kapp's Dynamos, Alternators and Transformers.

Badd's Incandescent-wiring Hand-book.

Munro & Jamieson's  
 Pocket-Book of Electrical Rules and Tables.  
 Bell's Power Distribution to Electric Railroad.  
 Badt's Electrical Transmission Hand-book.

明治三十三年七月

著 者 識

### 第二版の辭

本書を出版してより僅かに三星霜を経たるも其間に於ける電氣科學及電氣工業の進歩偉大なれば第二版を編纂するに當り増補せし處尠からず即ち發電機變壓器蓄電池等の各別性質を記載せる章を設け燈球の部に於てはイルミネーションの章を設け又別に電氣諸試験を章を増したるが如き其他各章に於て訂正を加へ殊に第一版に於て記載せざりし多相交流に關する諸事項直列交流弧狀燈ネルンスト燈發電所の設計等を追加せり第二版編纂に當り参考として左の諸書を引用せり

Badt's Dynamo Tenders Handbook.

Fowler's Electrical Engineers Yearbook.

Foster's Electrical Engineers Pocketbook.

Dawson's The Engineering & Electric Traction Pocketbook.

Louie Bell's The Art of Illumination.

Oudin's Standard Polyphase Apparatus and Systems.

Thompson's Polyphase Electric Currents.  
Thompson's Dynamo Electric Machinery.  
Steinmetz's Elements of Electrical Engineering  
藤田經定著 蓄電池論

明治三十六年十月

著者識

### 第三版の辭

本書の第二版を出せしより已に六箇年を経過し更に版を重ぬるの必要に迫らるゝと共に、此年間に於ける電気工業の進歩著しく、金屬線を纖維と爲せる白熱燈球の發明、水力電気發生及長距離電力輸送の發達、發電の原動たる瓦斯發生裝置の改良等の如き電燈に直接關係あるものゝ發達は、本書の改訂を促かしたれば、著者は昨年を始めより是等事項を増訂せる第三版の編纂に著手したるも、固より職務の餘暇を利用するにあれば、荏苒遷延本年に入り漸く上梓するを得たり

本書に於ては成べく汎く電燈工學に關する事項を網羅せしも、紙數に限りあるご初學者に便ならしむる爲め高等數

學を避けられたれば、其詳細に渉るを得ざりしは遺憾なり、譯語は成べく電氣學會撰定のものに依れるも普通用ひらるる原語は其儘使用せり。又第二版に於ける誤字脱字等を改使文章をも成べく平易に爲したれども未だ完全と云ふべからず、漸次版を重ねるに従ひ完成せしむるを期せり、讀者幸に之を諒せられたし

明治四十二年二月

著者記す

増訂 六版 藤田電燈學 目次

第一章 電氣學の大意……………一

電位差及起電力：電流：電池：電氣抵抗：單位：導體及絶緣體：傳導及傳導率：オーム法則：並列接続法：直列接続法：合成抵抗：分岐電流：電池接続法：電流の作用：磁氣作用：ソレノイド及電磁：電流に由て生ずる磁界の強さ：誘發起電力：誘導作用：蓄電器：電力

第二章 電線……………三六

線號

第一項 電線の種類及性状……………四〇

電線の種類：電線の性状：撚線

第二項 被覆電線……………四六

木綿被覆線：護謨被覆線

第三項 電線に於ける發熱及最大安全電流……………四九

目次

二



電線の發熱程度：最大安全電流

第三章 發電機

發電の理

第一項 直流發電機の性状

發電機の種類：發電機の電壓：發電機の出力：發電機の損失及能率：特性曲線

第二項 直流發電機の構造

界磁：發電子：整流子：刷子：サブベース及レール：自動給油装置：直流發電機の實例：(一)ウエスチングハウス複巻多極直流發電機：(二)岸式直流發電機

第三項 交流

交流の性質：交流の表皮作用：交流の誘導作用：容量作用：交流回路に於ける電力：多相交流：多相交流回路に於ける結線法及其電壓電流：多相交流回路に於ける電力

第四項 交流發電機

交流發電機：交流發電機の種類：交流發電機の電壓及其調整：交電發電子の反作用

第四章 測定器

測定器の種類：電圧計及電流計：指示電力計：積算電力計：抵抗計：シルヴァータウン、テスチング、セット：ブリッジメツガー：光度計

第五章 變壓器及廻轉變流機

變壓器の原理

第一項 變壓器の構造

線輪：鐵心：絶縁

第二項 特殊の變壓器

特殊の變壓器：(一)不變電流變壓器：(二)單捲變壓器：(三)饋電線電壓調整器

第三項 變壓器の性状

完全なる變壓器の性状……變壓器の電壓及電流の關係……變壓器に於ける損失及能率  
變壓器の冷却法……變壓器の乾燥法……調整……變壓器性状の制限

第四項 變壓器の接續法……………二一五

單相式……二相式接續法……三相式接續法……二相式を三相式に變相する接續

第五項 變壓器の試験……………二二三

試験項目……發熱の試験……變壓器の絶縁抵抗及絶縁耐力……調整の試験……鐵心に於ける  
損失電力及磁化電流の試験……一次線輪及二次線輪に於ける損失電力の試験……能  
率の試験……變壓器油の試験

第六項 廻轉變流機……………二三七

構造の原理及電壓電流……發熱及反作用……廻轉變流機の起動……複流發電機

### 第六章 蓄電池

第一項 蓄電池の構造及種類……………二五〇

蓄電池の構造……蓄電池の種類……………二五〇

第二項 蓄電池の性状……………二五七

蓄電池内の化學作用……起電力……内部抵抗……充電及放電……自然放電及電壓回復……充  
放電流の密度……蓄電池の容量……損失及能率……蓄電池に起る障害……蓄電池の壽命……

蓄電池使用上の法意

第三項 蓄電池の用途……………二七四

蓄電池の用途

### 第七章 白熱電燈

二七六

白熱電燈及白熱燈球

第一項 白熱燈球の製造……………二七九

炭纖維……炭纖維の原料……炭化法……纖維封入前の準備……纖維封入及燈球の完成……ソ  
ケット

第二項 白熱燈の性状……………二九二

燭光……燈球の種類……白熱燈の發輝能率……白熱燈の能率及有効期……燈球の燭時及燈  
球使用上の注意……電壓の調整

第三項 ネルンスト燈及金屬纖維燈……………三二〇

236  
279  
58

ネルンスト燈……ネルンスト燈各部の性質……ネルンスト燈の燭光及能率……オスミウム燈……タンタラム燈……タングステン燈……(一)ウォルフラム燈……(二)クローツェル燈……(三)オスラム燈……ヘリオン燈……金屬化纖維燈……金屬纖維燈の一況

第八章 弧光燈

三三六

第一項 弧光及弧光燈……………三三六

弧光及弧光燈……交流弧光……弧光燈の調整裝置

第二項 弧光燈の種類及構造……………三四六

ブラッシュ直流弧光燈……ヘリヲ交流弧光燈……閉鎖弧光燈……並列直流閉鎖弧光燈……

並列交流閉鎖弧光燈……直列閉鎖弧光燈……弧光燈の設置……探照燈

第三項 弧光燈の燭光能率及炭棒……………三六四

燭光及光の分散……弧光燈の能率……炭棒

第四項 發燭弧光燈及水銀蒸氣電燈……………三七〇

發燭弧光燈……水銀蒸氣電燈

第九章 照明

三七五

照明

第一項 室内に於ける照明……………三七六

通常室内に於ける照明……廣き室内に於ける照明

第二項 屋外に於ける照明……………三八九

屋外に於ける照明

第十章 配電法及電線の算定

三九八

第一項 直流式配電法及電線の算定法……………三九八

電氣方式……配電法……電壓の降下……電線の算定法……並列二線式配電線の算定法……並

列三線式送電線の算定法

第二項 交流式配電法及電線の算定法……………四一六

電氣方式……配電法……電壓降下……送電線の算定法……配電諸式に於ける電線量の比較

第十一章 電線路

四三九

電線路の區別

第一項 屋外線路の建設……………四三九

線路の撰定…電柱…腕木…電柱建設…碍子類…架線…線路に於ける施設物…線路の保守

第二項 屋内線路施設……………四七二

布設工事…クリート及ノツプ碍子…線樋…線渠及鐵管…可鎔線可鎔遮斷器及開閉器…屋内回路配電法…燈球裝置器具…電線施設圖

第十二章 長距離電力輸送……………四九二

電氣方式及輸送距離…電壓…周波數…發電及送電方法…變壓器…線路の位置…電線…碍子…腕木及ブレース…電柱及架線…弛度の計算…電光及避雷器…リアクタンス及充電電流

第十三章 原動機……………五三七

原動力及原動機の種類

第一項 汽罐及煙突……………五三八

汽罐の種類…鐘胴式汽罐…煙管式汽罐…水管式汽罐…汽罐の各部…汽罐附屬器具…各種汽罐の比較…汽罐の力…受熱面積…爐格の面積…汽罐の大きさの撰定…煙突

…通風…煙突の構造

第二項 汽機……………五七五

汽機の種類…汽機の構造…汽機の表示馬力…聯成汽機…汽機の撰定

第三項 蒸汽タービン……………六〇七

蒸汽タービン…種類…ドラヴァル蒸汽タービン…パーソンズ蒸汽タービン…カーチス蒸汽タービン…蒸汽タービンと汽機との比較

第四項 補助機關……………六四二

給水唧筒…インジェクタール…温水罐…節炭機…凝汽器

第五項 瓦斯發動機及石油發動機……………六五五

サクシヨン瓦斯發生裝置…瓦斯發動機働作の原理…瓦斯發動機氣筒内氣力圖…瓦斯發動機氣筒内の温度の變化…瓦斯發動機の表示馬力及能率…瓦斯發動機の點火裝置…瓦斯發動機速度の調整方法…石油發動機…石油發動機の氣化室…石油發動機の點火裝置及速度調整方法…石油發動機の能率…瓦斯機關及石油機關と蒸汽機關との比較

第六項 水力及水力機……………六八一

水力の利用…水力の測定…水力の計算…水路工事一斑…取入口…水路及水槽…導水管…排水口…貯水池…水力機…タービンの能率…タービンの速度調整…フォイトタービン

第七項 原動機と發電機との連結法……………七三二

第十四章 配電盤……………七三六

第一項 配電盤一汎……………七三六

配電盤…開閉器及自働遮斷器…母線…電線及電線の引出口…繼電器…電壓計電流計電力計…力率計周波數計…加減抵抗器…檢地器…避雷器…指導燈…並列運轉用器具…測定器用變壓器及變流器接續法…配電盤の實例及一汎の電線接續法

第十五章 發電所及變電所……………七九二

第一項 發電所一汎……………七九二

發電所の種類及變電所…發電所の位置…發電所の構造

第二項 蒸気力發電所に於ける機械の配置及諸管の排列……………七九七

汽鐘及機械の配置…汽管及水管の排列…排汽管の排列…給水管の排列…汽管及水管

第三項 据付基礎……………八一四

基礎と地質との關係…抗打工事…混凝土工事…煉瓦基礎

第四項 發電機取扱法……………八二〇

第一 發電機の運轉及連結……………八二〇

發電機の運轉…直流發電機の並列運轉…交流發電機の並列運轉…負荷線圖…發電所日誌

第二 發電機の故障及修理……………八三六

整流子に電火の發生すること…整流子及刷子の發熱…發電子の發熱…界磁の發熱…軸受の發熱…發電機より發音すること…發電機の廻轉が早過ぎること又は遅過ぎること…發電機より發電せらるゝ

第五項 發電機の試験……………八五一

試験項目…發熱の試験…絶縁抵抗の試験…絶縁堪力の試験…調整の試験…過負荷

の試験…能率及損失電力の試験

第六項 變電所及開閉所……………八六〇

變電所…開閉所

補遺

……………一

補極發電機…遞信省承認積算電力計…ルムメル、プロヂューン光度計…光に關する單位の二三、…ハート氏十燭ペンテーン燈…チレル自働電壓調整器…絶縁油の乾燥法…發焰弧光燈…石英管水銀蒸氣電燈…ムーア管電燈…木柱の太さの計算…不等率…電力線路の電話線路に及ぼす誘導作用…コロナ現象

表 目次

第一表	金屬の特有抵抗及傳導率……………	一〇
第二表	絶縁體の特有抵抗……………	一〇
第三表	液體の特有抵抗……………	一〇
第四表	金屬の溫度率……………	一一
第五表	銅線の重量及抵抗表……………	四〇
第六表	銅線鐵線及アルミニウム線の性狀表……………	四一
第七表	鐵線の重量及抵抗表……………	四二
第八表	アルミニウム線の抵抗重量表……………	四三
第九表	洋銀線の抵抗及重量表……………	四四
第十表	鋳線の抵抗及重量表……………	四五
第十一表	鋳線の抵抗、重量及直徑表……………	四六
第十二表甲	横濱電線製造株式會社東京線標準表……………	四七
第十二表乙	GE ホワイトコア線量及絶縁抵抗表……………	五〇

第十三表 横濱電線株式會社鉛被線標準表……………五二

第十四表甲 ブリース氏鎔解電流係數表……………五三

第十四表乙 鎔解電流表……………五四

第十五表甲 樋中に收めたる被覆銅線の最大安全電流表……………五五

第十五表乙 裸銅線の最大安全電流表……………五五

第十五表丙 架空被覆線の最大安全電流表……………五五

第十五表丁 屋内に於ける被覆銅線の最大安全電流表……………五五

第十六表 亞鉛鍍鐵線の最大安全電流表……………五六

第十七表 洋銀線の最大安全電流表……………五六

第十八表 普通の可鎔片の鎔解電線表……………五六

第十九表 接觸箇所にてける最大安全電流表……………五六

第二十表 ウェスチングハウス直結及帶結百二十五ゾォルト  
直流發電機表……………一〇三

第二十一表 表皮作用の抵抗増加率……………一一二

第二十二表 イムピーダンス係數表……………一一六

第二十三表 ウェスチングハウス廻轉發電子型單相交流發電機表……………一四六

第二十四表 ウェスチングハウス六十サイクル多相交流發電機表……………一四九

第二十五表 ジー、イー廻轉界磁型三相交流發電機表……………一五一

第二十六表 ジー、イー變壓器鐵心の損失能率及調整表……………一二三

第二十七表 ジャクソン氏鐵心損失表……………一二三

第二十八表 變壓器の性狀表……………一二四

第二十九表 廻轉變流機の實効電壓及電流表……………二四五

第三十表 蓄電池能率表……………二六七

第三十一表 白熱燈球の電壓燭力並に能率關係表……………三〇三

第三十二表 電壓の變化に伴ふ抵抗の變化を示す表……………三三三

第三十三表 電壓の變化に伴ふ電流の變化を示す表……………三三三

第三十四表 電壓の變化に伴ふ燭光の變化を示す表……………三三四

第三十五表 電壓の變化に伴ふ消費電力の變化を示す表……………三三四

第三十六表 電壓の變化に伴ふ能率の變化を示す表……………三三五

第三十七表 電球の能率及單價表……………三三六

第三十八表 弧光燈能率表……………三六九

第三十九表 室内に於ける照明の反射係數表……………三七七

第四十表 二線式送電線算定表……………四〇六

第四十一表 二線式屋内施設電線算定表……………四〇八

第四十二表 三線式送電線算定表……………四一二

第四十三表 相數及力率の値表……………四二八

第四十四表 力率表……………四二八

第四十五表甲 最小電壓を比較標準に爲したる場合……………四三八

第四十五表乙 最大電壓を比較標準に爲したる場合……………四三八

第四十六表 電燈線路測量帳の一例……………四四一

第四十七表 銅線の抵抗及リアクタンス容量及充電電流表……………五三五

第四十八表 コルニツシユ汽鐘及ランカシアー汽鐘表甲及乙……………五四〇

第四十九表 バブコック、キルツクス汽鐘表……………五六二

第五十表 蒸發係數の表……………五六四

第五十一表 一馬力に要する爐格の面積……………五六八

第五十二表 煙突表……………五七〇

第五十三表 單筒汽機の平均汽壓算定の係數表……………六〇三

第五十四表 聯成汽機の平均汽壓表……………六〇三

第五十五表 汽機の能率表……………六〇五

第五十六表 ドラヴァル蒸汽タービン表……………六一五

第五十七表 ウェスチングハウスバーリン蒸汽タービンの  
廻轉數表……………六一〇

第五十八表 カーチス蒸汽タービン廻轉數表……………六三一

第五十九表 ウォーシントン給水唧筒の表……………六四四

第六十表 ノールス排氣及循環唧筒の寸法表……………六五三

第六十一表 板暖巾一吋に付き上を流過する流量(一分間の立方呎)六八八



目次

第六十二表 銅の母線表……………七五一

第六十三表 鋼鐵製汽管の寸法表……………八一

增訂 藤田電燈學 六版

工學士 藤田經定 著

第一章 電氣學の大意

電位差及起電力

稀硫酸を盛れる一器内に亞鉛板及銅板を併立するに、兩板の接觸せざる限りは更に異狀を現はさざるも、若し兩金屬板を或る金屬線にて接続するときは、器内の稀硫酸は化學作用を起し亞鉛は漸次溶解し銅板の表面には水泡の發生するを認むべし、是れ亞鉛銅兩金屬板と硫酸との間に電氣發生して液内及び金屬板間に其移動の生じたるが爲めなり。此くの如く二種の金屬體と液體との三者は相組み合ひたる場合に常に電氣を發生する特質を有す、此三者を具備せる電氣發生の器具を電池と稱す。即ち電池に

於ける兩金屬板は金屬線にて接続せられざる場合には電氣を發生せずして  
接続せられたるとき始めて電氣を發生するものなれば、是を云ひ換へれば前  
の場合に於ては金屬板は電氣的位置相等しく、後の場合に於ては電氣的位置  
に差を生じ電氣の移動起りたるなり。此電氣的位置を電位ポテンシャルと云ひ其位  
置の差を電位差ポテンシャル差と云ふ。

電位差を生せしめ電氣の移動を起すには、電池に於ては單に金屬板を金屬線  
にて接続するにあれども、其他に種々の方法あり、發電機なるものは此の電位  
差を生せしむるものにして機械的に電位差を作るものなり、凡て此電位差を  
生せしむる能力を起電力エレクトロモティヴフォースと稱す。

電流 兩物體間に電位差の生ずる時は必ず電氣は發生し、電位高き物體よ  
り電位低き物體に向て移動を始め電位差の等しくなりたるるとき始めて止む。  
上記の如く電池に於て兩金屬板が金屬線にて接続せらるるときは、電氣の移  
動生じ兩金屬板の電位相等しくなる迄止まざるべし、斯くの如き電氣の移動  
を電流エレクトリック・カレントと云ふ。其移動の方向は電位の高き方より低き方に向て流る

ものとし電位の高き方を積極ポジティブと云ひ電位の低き方を消極ネガティブと云ふ。而  
して電流の流るゝ道を回路サーキットと云ひ金屬線を電線ワイヤと云ふ。

電池 電池は化學的に電位差を作り電氣を發生する器具なり、即ち電流の  
流通始まるるときは、化學作用に由り硫酸中の水は酸素及水素の二元素に分れ  
酸素は亞鉛と化合し水素は遊離して瓶外に發散すべし。此化學作用の起る  
根源は亞鉛にして、電流は電位高き亞鉛板より發し硫酸を通じて電位低き銅  
板に向て流れ、瓶外に於ては銅板より出で、金屬線を通じ亞鉛板に向て流る。  
是に由て電位の高き亞鉛板を積極ポジティブ・プレートと云ひ外部に對して其上端を消極ネガティブ・プレートと云  
ふ、又電位の低き銅板を消極ネガティブ・プレートと云ひ、外部に對して其上端を積極ポジティブ・プレートと云ふ。  
電池に使用せらるゝ極板には、銅及亞鉛のみならず他の金屬を用ふるも電流  
は發生すべく、液も亦硫酸の如き酸類にのみ限らざるなり、是に由て極板及液  
の種類に從て電池の種類甚だ多し、其汎く使用せらるゝ者をダニエル電池及  
レ克蘭シー電池の二種とす。ダニエル電池に於ては亞鉛板及銅板を兩極  
板として液には銅の鹽類なる硫酸銅を用ふ、其電流の發生一様なるに由り電

信及は電氣試験の電源として使用せらる。レクランシー電池に於ては亞鉛棒を積極板とし炭素板を消極板とし液にはアムモニアの鹽類あるサルアムモニアを用ひ、瓶の成極作用(成極作用とは水素發生して電流の發生を妨害する作用あり)を防ぐ爲に二酸化滿掩の小塊を炭素板と共に素焼瓶に入れて電池内に之を納む。此電池の起電力はダニエル電池に比し大なれども引續き長く使用するときは起電力減するに由り、少時間宛繼續して使用する電話、電鈴、信號等に用ひらる。

**電氣抵抗** 電位の高き物體が常に電位の低き物體に向て平均せんとする性質は、恰も水が低き處に隨て流れんとすると同様なり、此故に或る回路中に起電力加はり電位差是を電壓と云ふ生ずるときは電壓高き處より電壓低き處に向て電流の流通始まると已に記載せる如し。此電流の流るゝ程度は回路の性質に關係して異なる、是れ回路を成す物體に由て電流の流通に逆ふ程度が異なるが爲なり、恰も水が流るゝに當り通路の大小、其表面の粗滑に由て流量の異なるが如し。此電流の流通に對抗する物體の性質を物體の電氣抵抗

或は畧して抵抗と云ふ。水管内に於ける流量は水管太くして短く内面滑かなる場合に多く、水管細くして長く内面粗なる場合に少し、即ち水の流通に逆ふ抵抗は管の長さに正比例し其切斷面積に逆比例す。電流の流るゝ程度も是れと同様に回路短くして其切斷面積大なる場合に多く、是に反する場合に少し、即ち電氣抵抗は物體の長さに正比例を爲し、切斷面積に逆比例を爲す。單位 電壓、電流及抵抗を測るに用ふる單位は電氣測定上の基本單位にして其名稱左に示す如し

- (一) 抵抗の單位 「オーム」
- (二) 電流の單位 「アムペア」
- (三) 電壓又は起電力の單位 「ヴォルト」

右各單位の定義は明治四十三年三月二十五日法律第二十六號にて發布せられたる我國の電氣測定法に於て定められたる所に依れば左の如し。

「オーム」は水の融解溫度に於て質量一四・四五二一「グラム」長さ一〇・六・三〇〇「センチメートル」にして均一なる切斷面積を有する水銀柱の不變電流に對

する電氣抵抗を謂ふ。

「アムペア」は硝酸銀の水溶液を通過し毎秒〇・〇〇一八〇〇「グラム」の銀を分離する不變電流を謂ふ。

「ヴォルト」は「オーム」の電氣抵抗を有する導體に「アムペア」の不變電流を發生せしむる爲めに要する不變電壓を謂ふ。

「オーム」の百萬倍を「メガオーム」と云ひ、其の百萬分一を「マイクロオーム」と云び、「アムペア」の千分一を「ミリアムペア」と云ふ。クラーク標準電池の攝氏十五度に於ての起電力の千四百三十四分の一千は「ヴォルト」に相當し、ダニエル電池の起電力は凡そ「ヴォルト」レクランシー電池の起電力は凡そ一・五「ヴォルト」なり。

電流の單位は電流の流るゝ程度即ち強イテンシビチさを示すものにして流るゝ電量を示すものに非ず、詳しく云へば毎一秒間に流るゝ電量を謂ふにあれば電量を示すには「クロム」なる單位を用ふ、「クロム」とは「アムペア」の電流が一秒間流れたる電量なり、此單位は餘り小なれば實用には「アムペア」時ある單位を

用ふ、「アムペア」時とは「アムペア」の電流が一時間流れたる電量にして三千六百「クロム」に相當す、故に若し「アムペア」の電流が「T」時間通するとき其電氣量は「IT」アムペア時なり。

**導體及絶縁體** 物體の抵抗は、前文記載するが如く同一物體に於ては其切斷面積に逆比例を爲し長さに正比例を爲せども、異種物體に於ては切斷面積及長さ相等しきも、其抵抗は相等しからず、例へば直径〇・一〇六吋の純銅線長さ一千呎の華氏六十度に於ける抵抗は凡そ「オーム」なるも、切斷面積及び長さは是に等しき鐵線の抵抗は凡そ七「オーム」あるが如し。此くの如く異なる物體は其の抵抗亦等しからず、或る物體は殆んど完全に電流を通せしめ、或る物體は全く通せしめざるが如し。此抵抗の多少に従て總ての物體を左の三種に區別す。

一、良導體

二、不良導體

三、絶縁體

良導體の重なるものは金屬にして抵抗の少きものより順次に擧ぐれば左の如し

- 純銀(軟) 純銅(軟) 純銀(硬) 純銅(硬) 純金 純アルミニウム 亞鉛 純白金
  - 眞鍮 軟鐵 ニッケル 錫 鉛 洋銀 アンチモニー 純水銀
- 右に續く金屬以外のものは左の如し
- 木炭 酸類 不純の水

不良導體は抵抗少きものより順次に擧ぐれば左の如し

人體 木綿 乾燥せる木材 大理石 紙

絶緣體は抵抗の多きものより順次に擧ぐれば左の如し

- 乾燥せる空氣 鉛を含有せざる硝子 シェラック 雲母 エポナイト
  - ガッタペルシヤ インヂアラツパー ファイバー 封蠟 硫黃 松脂
  - 絹 毛類 鑛脈を含有せざる大理石 乾燥せる紙及革 陶磁器 油
- 純粹の液體は概ね絶緣體なれども他の液體混入するときは導體に變ず。是に反して金屬の合金の抵抗は其各金屬の抵抗より大なれば諸種の合金を作

り抵抗線として用ふ其抵抗は金屬の種類と合金の割合に由て異なる。

此くの如く物體の抵抗は其種類に従て異なる故に異なる物體の抵抗を比較するに、一定の切斷面積と一定の長さに対する抵抗を以てす、是を物體の特有抵抗と云ふ。又同種の物體に於ても其抵抗は其長さに正比例し切斷面積に逆比例するれば

- l を物體の長さとし
- A を物體の切斷面積とし
- ρ を物體の特有抵抗とし
- R を物體の抵抗とすれば

$$R = \rho \frac{l}{A} \quad \rho = R \frac{A}{l} \dots\dots\dots (1)$$

l をセンチメートルにて測り A を平方センチメートルにて測れば、ρ は其物體の一立方センチメートルの抵抗とある。第一表は金屬の特有抵抗、第二表は絶緣體の特有抵抗、第三表は液體の特有抵抗を示す。

第一表

金屬の特有抵抗及傳導率

品名	特有抵抗 攝氏零度(一立方センチメートルのマイクローム)	傳導率 %
銀(軟)	1.47	108.2
銅(軟)	1.55	2.6
銅(マツシーゼンの標準)	1.594	100.0
金(純)	2.200	72.5
アルミニウム(純)	2.56	62.1
亜鉛	5.75	27.6
白金(軟)	8.98	17.7
鐵	9.07	17.6
ニッケル	12.3	12.9
錫	13.1	12.1
鉛	20.4	7.82
アンチモニー	35.2	4.53
水銀	94.3	1.69
ビスマス	130.0	1.22
グラファイト	2400-42,000	
弧光燈炭素	凡そ4000	
セレンウム	6×10 <sup>10</sup>	

(十)

第二表

絶縁體の特有抵抗

品名	特有抵抗 (一立方センチメートルのメガオーム)
マイカ	8.28×10 <sup>7</sup>
シエラツク	8.88×10 <sup>9</sup>
ガタペルシヤ	4.44×10 <sup>8</sup>
パラフミン	3.35×10 <sup>10</sup>
エボナイト	2.77×10 <sup>10</sup>
硝子	8.97×10 <sup>7</sup>
インデアラッパー	10.90×10 <sup>9</sup>

第三表

液體の特有抵抗

品名	溶液の割合	比重	特有抵抗 (一立方センチメートルのメガオーム)	測定温度 (攝氏)
水	—	1	8.97×10 <sup>6</sup>	4 <sup>0</sup>
硫酸	20%	1.41	1.52	18 <sup>0</sup>
硫酸	0%	1.22	1.36	18 <sup>0</sup>
硝酸	—	1.32	1.585	18 <sup>0</sup>
丹礬	16%	—	29.58	10 <sup>0</sup>
鉛礬	25%	—	20.78	8 <sup>0</sup>
鹽酸	20%	1.1	1.32	18 <sup>0</sup>
サルアム	25%	1.07	5.65	18 <sup>0</sup>
モニア	26%	1.2	4.66	18 <sup>0</sup>
鹽水	26%	1.2	4.66	18 <sup>0</sup>
鹽化亞鉛	30%	1.3	10.82	18 <sup>0</sup>

物體の抵抗は温度に伴ひ變化す。絶縁體の抵抗は温度の昇るに従ひ減少し、導體の抵抗は炭素を除く外温度の昇るに従ひ増加す、此増加する率を $\alpha$ とし、 $t$ 度に於ける抵抗を $R$ とし、 $t'$ 度に於ける抵抗を $R'$ すれば

$$R' = R(1 + \alpha(t' - t)) \dots \dots \dots (11)$$

此増加率 $\alpha$ は各導體に於て異り、又攝氏の温度に於て測る場合と華氏の温度に於て測る場合に於て異なる。第四表は各金屬の兩種温度に於ける温度率を表す。

第四表  
温度率

品名	攝氏温度に於ける温度率	華氏温度に於ける温度率
銀(軟)	0.00400	0.00222
銅(軟)	0.00428	0.00242
金(純)	0.00377	0.00210
アルミニウム	0.00423	0.00235
亜鉛	0.00406	0.00226
白金(軟)	0.00247	0.00137
鐵	0.00625	0.00347
ニッケル	0.0062	0.00345
錫	0.0044	0.00245
鉛	0.00411	0.00228
アンチモニー	0.00389	0.00216
水銀	0.00072	0.00044
ビスマス	0.00354	0.00197

例一、長さ二十五センチメートル、切斷面積十平方センチメートルの鐵線あり、攝氏十度に於ける抵抗幾何なりや。

答

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

に於て  $l=25$   $A=10$   $\rho=9.07$   
 是に由て  $R=22.675$

第二式に於て  $a=0.00625$   $r=10$   $t=0$

$$R' = 22.675 \{ 1 + 0.00625 \times 10 \}$$

$$= 24.0922$$

即ち抵抗は二十四マイクローーム〇九二二なり。

傳導力及傳導率——電流の流通に對抗する性質を抵抗なる名稱を以て示す代りに其反數なる傳導力<sup>コンダクタンス</sup>を以て表はすことあり、是れ數字上抵抗を示す數にて一を除したる商なり。其單位は「オーム」(OHM)を反對になしたる「モー」(MHO)と云ふ、即ち抵抗二十「オーム」なる導體の傳導力は二十分一即ち〇・〇五「モー」なりと謂ふ。又特有抵抗の反數を傳導率<sup>コンダクティビティ</sup>と云ひ、是に依て異なる導體の傳導力を比較す。第一表に金屬の傳導率を示す。

オーム法則——一個の水槽に大小異なる管を附し水を流出せしむるときは管口と水面との高低の差等しくとも、太き管よりは細き管よりも多量の水

出す、若し同じ太きの管を用ふるときは、管口を水面より低下せしむるに従ひ水の流出量増す。電流流通の状態も是れと同様にて電壓相等しきときは抵抗多き導體よりも抵抗少き導體に多量の電流通じ、抵抗相等しきときは電壓高き導體に多量の電流通ずるあり。是を云ひ換へれば電流は抵抗に逆比例し電壓に正比例す、今  $I$  を以て電流を表はし  $E$  を以て電壓又は起電力を表はし  $R$  を以て抵抗を表はせば以上の關係は左に示す如し

$$I = \frac{E}{R} \dots\dots\dots (3)$$

此關係はドクトルオーム氏に依て發見せられたれば是をオーム法則と云ひ電氣學上最も肝要なる原則となす。此式は次の如く變化することを得

$$E = IR \dots\dots\dots (4)$$

$$R = \frac{E}{I} \dots\dots\dots (5)$$

是を例に由て説明すれば左の如し。

例二、電壓百二十「ヴォルト」を抵抗十五「オーム」の回路に加へるときは幾「アムペア」の電流通するや。

答 第三式に於て  $E=120$   $R=15$  なるに由り

$$I = \frac{E}{R} = \frac{120}{15} = 8$$

即ち八「アムペア」の電流通するなり。

例三、抵抗八「オーム」の回路に五十「アムペア」の電流を通せしめんには起電力幾何「ヴォルト」を要するや。

答 第四式に於て  $I=50$   $R=8$  なるに由り

$$E = IR = 50 \times 8 = 400$$

即ち四百「ヴォルト」を要す

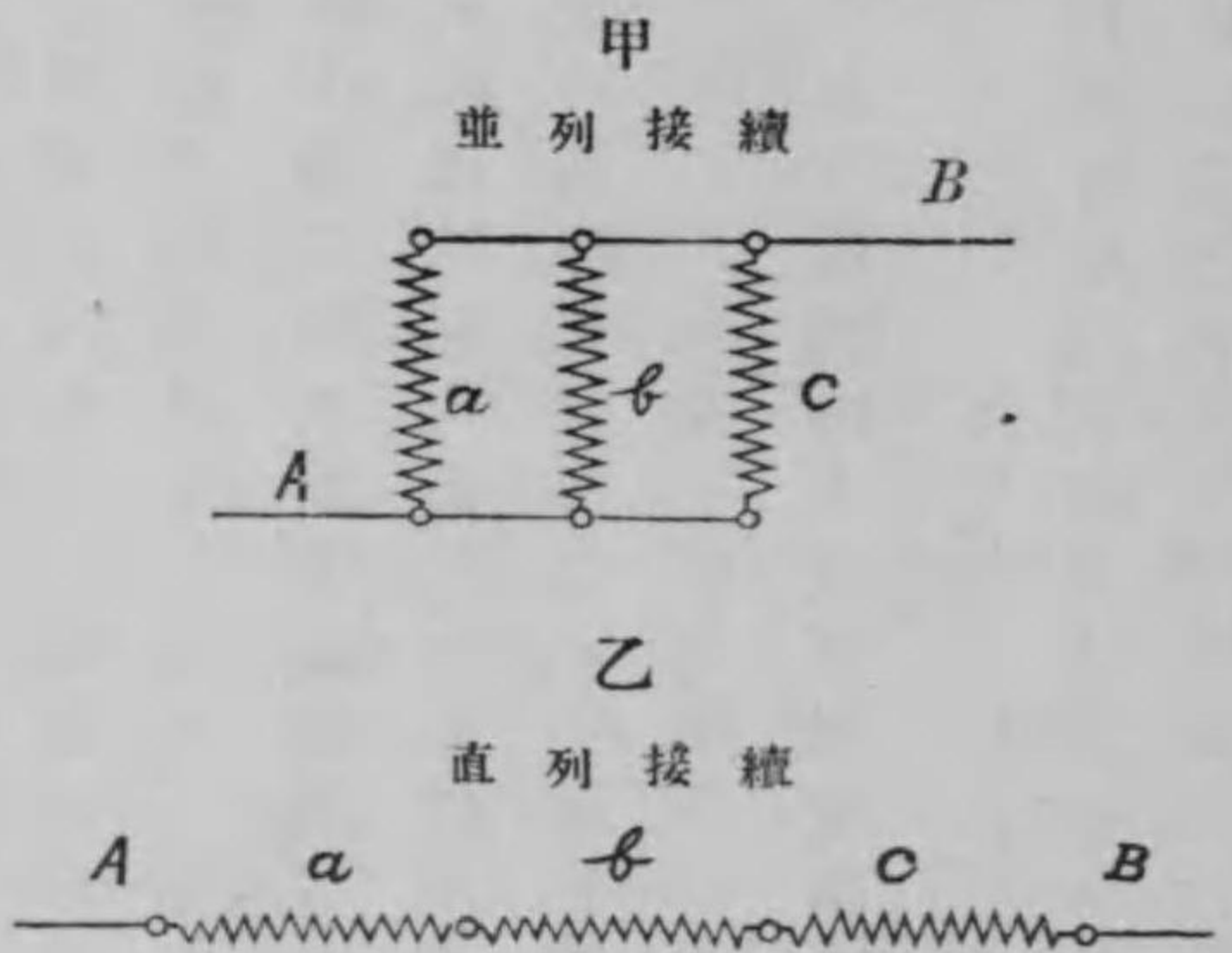
例四、或る回路に電壓百「ヴォルト」を加へて百五十「アムペア」の電流通じたり云ふ、此回路の抵抗幾何「オーム」なりや。

答 第五式に於て  $I=150$   $E=100$  なるに由り

$$R = \frac{E}{I} = \frac{100}{150} = 0.666$$

即ち〇・六六六「オーム」なり。

第一圖



並列接続法、直列接続法、合成抵抗——一回路の抵抗は一個の導體の抵抗の如く簡單なるものに非ず、通常回路は種々の導體の接続より成るものにして、其接続の方法に種々あれども之を大別して並列接続法及直列接続法の二となす。並列接続法とは第一圖甲に示す如く a b c なる三導體の一端を集めて皆 A なる導體に接続し、他の一端を集めて B なる導體に接続するに有り。直列接続法とは第一圖乙に示す如く a b c を順次接続し其一



端を導體 A に他の一端を導體 B に接続するにあり、實際に於ては此二種の接続が複雑に行はるゝなり。斯くの如く二個以上の導體が接続せられたるとき、その全部の抵抗を合成抵抗と云ふ。第一圖に於て a の抵抗を  $R_1$ 、b の抵抗を  $R_2$ 、c の抵抗を  $R_3$  とし、a の傳導力を  $D_1$ 、b の傳導力を  $D_2$ 、c の傳導力を  $D_3$  とすれば、第一圖甲に於ては a b c 三導體の傳導力 D は

$$D = D_1 + D_2 + D_3$$

a b c 三導體の合成抵抗を R とすれば

$$R = \frac{1}{D} = \frac{1}{D_1 + D_2 + D_3}$$

然るに

$$D_1 = \frac{1}{R_1}, \quad D_2 = \frac{1}{R_2}, \quad D_3 = \frac{1}{R_3}$$

由て

$$R = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots} \quad \dots \dots \dots (6)$$

若し a b c の抵抗が相等しきときは

$$R = \frac{R_1}{3}$$

a b c 導體の数が n 個なるときは其合成抵抗は左の如し

$$R = \frac{R_1}{n}$$

又第一圖乙に於ては單に  $R = R_1 + R_2 + R_3 \dots \dots \dots (7)$

各導體の抵抗相等しく其數 n 個なるときは其合成抵抗は左の如し

$$R = nR_1$$

即ち導體を並列に接続するときは其合成抵抗は各導體の抵抗より減じ、直列に接続するときは其合成抵抗は各導體の抵抗の和に等し。

例五、白熱燈球一個(抵抗二百オーム)弧光燈一個(抵抗五オーム)を並列に接続するときは其合成抵抗は幾何なりや。

答 第六式に於て  $R_1 = 200$   $R_2 = 5$

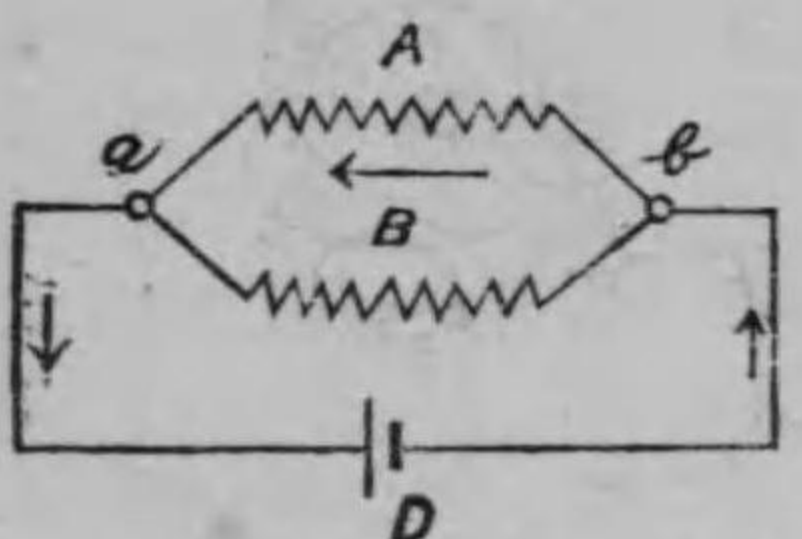
合成抵抗は

$$R = \frac{1}{\frac{1}{200} + \frac{1}{5}} = 4.87$$

即ち四八七オームなり。

分岐電流—A Bなる電線を並列に接続し第二圖に示す如く電池Dに接続するとき、電池の積極より發する電流はりに於てA B兩線に分流し、aに於て合し電池の消極に歸る。故にA B各線に通ずる電流は電池より發する電流より少く其各抵抗に逆比例をなす、即ち電池より發する全電流をI「アンペア」とし、Aに流るゝ電流をI<sub>1</sub>「アンペア」其抵抗をR<sub>1</sub>「オーム」、Bに流るゝ電流をI<sub>2</sub>「アンペア」其抵抗をR<sub>2</sub>「オーム」とし合成抵抗をR「オーム」とすれば

第二圖  
分岐電流



$$I_1 = I \times \frac{R_2}{R_1 + R_2} = I \times \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \times \frac{I}{R_1} = I \times \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$I_2 = I \times \frac{R_1}{R_1 + R_2} = I \times \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \times \frac{I}{R_2} = I \times \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

各線の抵抗相等しく其數n個なるときは各線に通ずる電流相等しく皆I/n

アンペアなり。

例六、第二圖に於てAは抵抗三「オーム」の弧光燈、Bは七「オーム」の弧光燈なりとし、是に全電流十「アンペア」を通じたりとせば、各燈に通ずる電流幾何なりや。

答 此場合に於て

$$I = 10$$

$$R_1 = 3$$

$$R_2 = 7$$

前式に由り

$$I_1 = I \times \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 10 \times \frac{7}{3+7} = 7$$

$$I_2 = I \times \frac{R_1}{R_1 + R_2} = 10 \times \frac{3}{7+3} = 3$$

即ちBの弧光燈に三「アンペア」Aの弧光燈に七「アンペア」通ずるなり。

例七、ダニエル電池一個の抵抗五オーム起電力一ヴォルトとし之を抵抗四オームの電鈴に接続し抵抗十オームの電磁を是と並列に接続する時は電鈴及電磁に通ずる電流は幾何なりや。但し接続用電線の抵抗を一オームとす。

答 電鈴及電磁の合成抵抗は

$$\frac{10 \times 4}{10 + 4} = \frac{40}{14}$$

回路の全抵抗は

$$R = 5 + 1 + \frac{40}{14} = 8.8 \text{ オーム}$$

電流は  $I = \frac{1(\text{ヴォルト})}{8.8} = 0.113 \text{ アンペア}$

$$= 113 \text{ ミリアンペア}$$

是に由て電鈴及電磁に通ずる電流は

電鈴には  $I_1 = \frac{113 \times 10}{10 + 4} = 80.7 \text{ ミリアンペア}$

電磁には  $I_2 = \frac{113 \times 4}{10 + 4} = 32.3 \text{ ミリアンペア}$

電池接続法 電池より成るべく多量の電流を得んには其數個を適當に接続せざるべからず其接続方法に三種あり即ち

(一) 直列接続法

(二) 並列接続法

(三) 並直列接続法

にして其方法は導體の接続法に等し。而して數個の電池を第三圖甲に示すが如く直列に接続するときは其總起電力は各個の起電力の和に等しく同圖乙に示すが如く是を並列に接続するときは一個の起電力に等し。而して其發生總電流は電池の内部抵抗及外部抵抗に由て異なる電池壹個の内部抵抗を

「オーム」とし起電力をE「ヴォルト」とし外部回路の抵抗をR「オーム」とし電池の個数をNとすれば、電流は「オーム」法則に由り

直列接続法(第三圖甲)に於ては 
$$I = \frac{NE}{N'r + R} \dots\dots\dots(8)$$

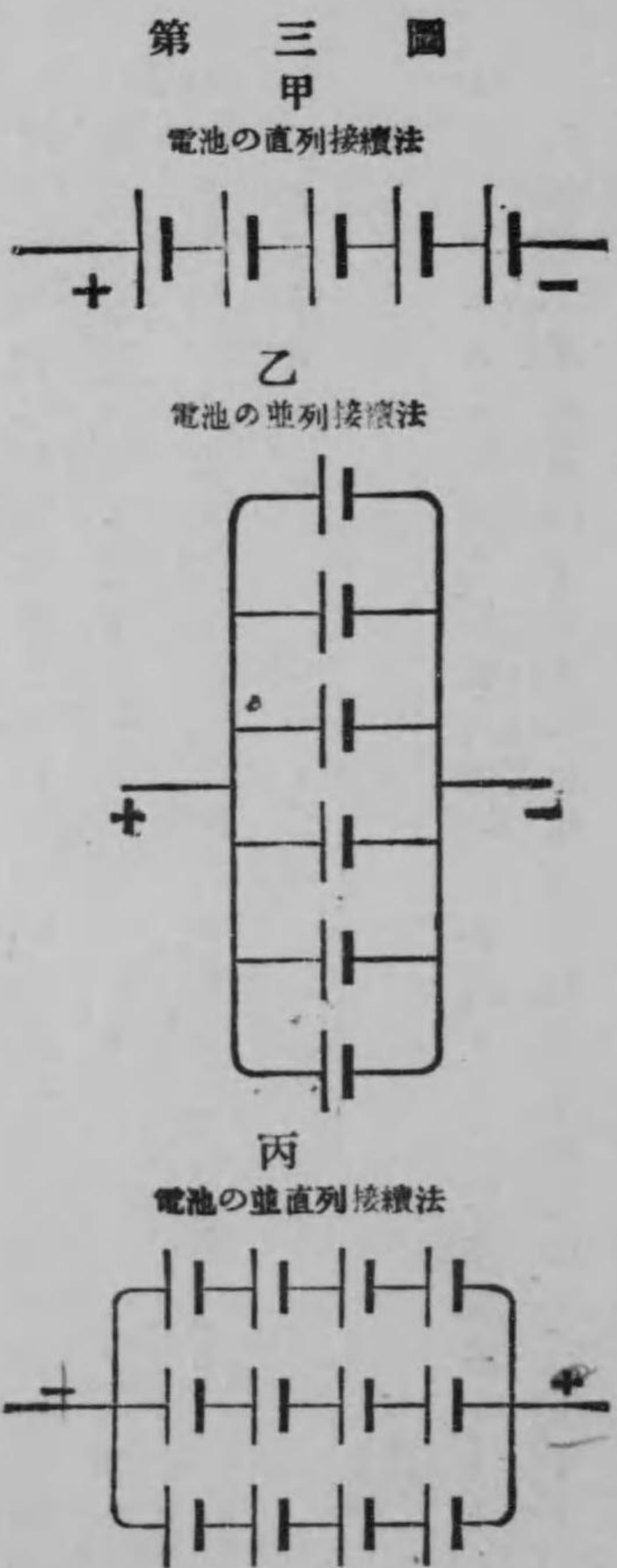
並列接続法(第三圖乙)に於ては 
$$I = \frac{E}{\frac{r}{N} + R} \dots\dots\dots(9)$$

今若し電池總數を直列にn個並列にn'個接続すること第三圖丙に示すが如くならずときは、電流は

$$I = \frac{nE}{\frac{n}{n'}r + R} \dots\dots\dots(10)$$

然るに  $N = nn', \quad n' = \frac{N}{n}$

第十式のn'に此値を置き換へれば



$$I = \frac{nE}{\frac{n}{N}r + R} \dots\dots\dots(11)$$

而して最大電流を得んには、内部抵抗と外部抵抗と相等しきを要すれば、第十式に於て

$$\frac{n}{N}r = R \text{ ならざるべからず}$$

即ち  $n = \sqrt{\frac{NR}{r}}$

然るに  $N = nm'$  に由り  $n' = \frac{N}{\sqrt{NR}} = \sqrt{\frac{N}{r}}$

即ち電池は  $n'$  が此等の値を有する時に、最大電流を發生するなり。

例八、ダニエル電池十二個を三個直列に四組並列に接続し、抵抗二十五オームの回路に接続するときは幾何の電流を得るや。但し電流壹個の内  
部抵抗を五オームとす

答 此場合に於て  $E=1, n=3, n'=4, R=25, r=5$

第十式に由り  $I = \frac{3 \times 1}{3 \times 5 + 25} = 0.104$  ampere  
即ち百〇四「ミリ」アムペアなり。

例九、ダニエル電池二拾個(内部抵抗各八オーム)を抵抗四十オームの回路に接続し最大電流を得んには、電池の接続を如何にすべきや。

答 此場合に於て  $N=20, R=40, r=8$

是に因て最大電流を發生すべき  $n'$  の値は前式に由り

$$n = \sqrt{\frac{NR}{r}} = \sqrt{\frac{20 \times 40}{8}} = 10$$

$$n' = \frac{N}{n} = \frac{20}{10} = 2$$

即ち電池を直列に十個、並列に十二個に、接続すれば可なり。

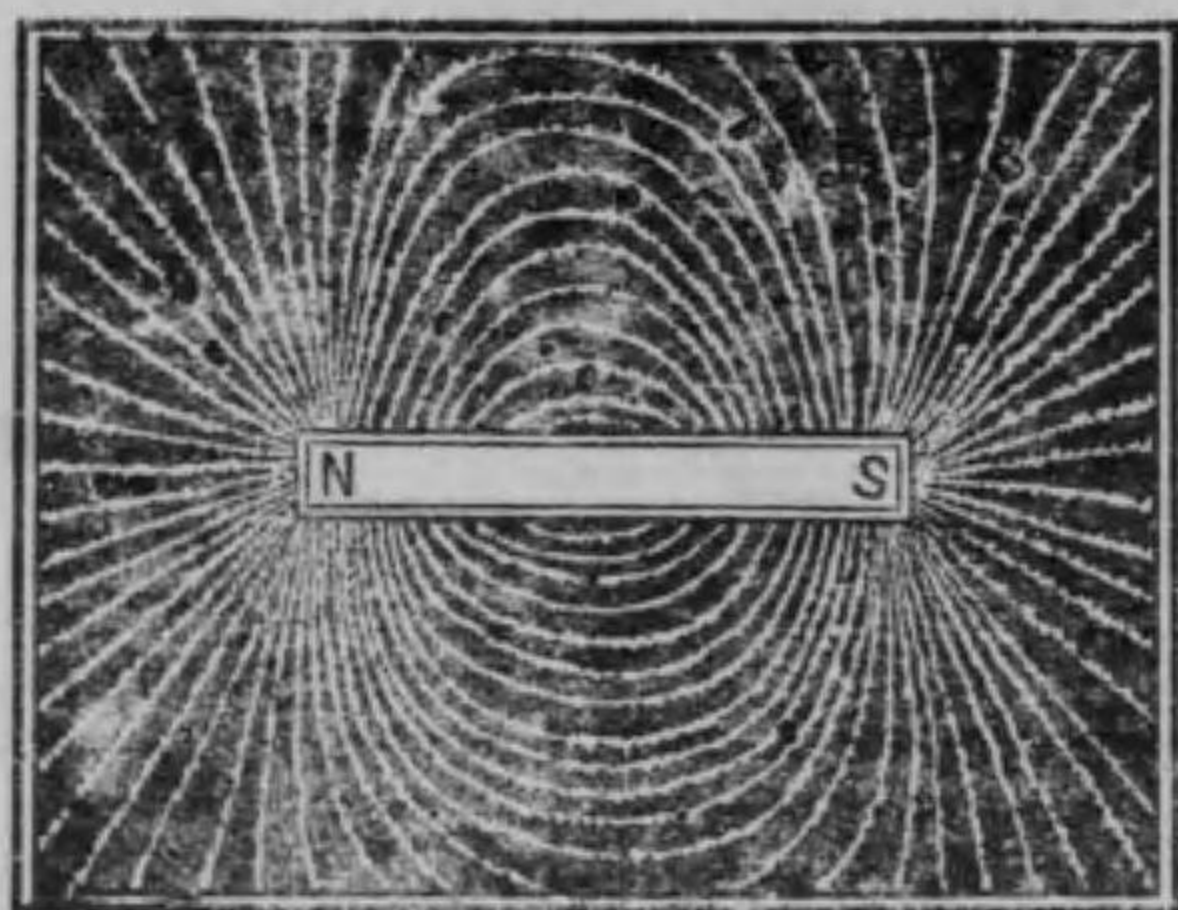
電流の作用——電流の通せる電線に、磁針を近付くときは、磁針動きて或る作用を受けたるが如きを認むべし、又電線にて白紙を貫き是に電流を通じ紙上に鐵粉を撒布するときは、鐵粉は紙上に數拾の圈を畫きて集まるを認むべし、是れ電線の近傍が電流流通の爲に磁性を帶ぶるに至りて、磁針及鐵粉は之が爲に吸收せられたるなり、是を電流の磁氣作用と云ふ。次に硝酸銀の溶液を容れたる一器内に、銀及銅の兩板を並立せしめ、銅板を或る電池の消極に銀板を其積極に接続するときは、其器内に電流通じて電氣化學分解起り、銀板は漸次液中に溶解し硝酸銀は分解して、銀は銅板の表面に附着し全く是を覆ふ

に至るべし、是れ所謂電氣鍍金の法の原理にして、此電氣分解作用を電流の化學作用と云ふ。又次に甚だ細き白金線に強大なる電流を通ずるときは、白金線は甚しく熱し赤色を呈するに至るべし、一層電流が強大なるときは、白金線より白熱光を發するに至るを認むべし、此作用を電流の發熱作用と云ふ。以上三種の作用は電流が起す現象にして、是に由て始めて導體に電流の通じて居るや否やを認め、其現象の大小強弱に由て電流の強さ及分量をも知り是を測ることを得るなり、此作用をきときは電流の通ずる導體と電流の通せざる導體とを區別すること能はず、總ての電氣工業は此作用を應用せるに外ならざるなり、例へば電信機、電話機及發電機等は電流の磁氣作用に基き製作せられたるもの、鍍金術、蓄電池、炭化石灰製造は化學作用に基き、電燈球及電熱器及電氣爐は發熱作用に基き製作せられたるものなり。

磁氣作用——磁性とは鐵が他の鐵片を吸引する性質にして、天然に此性質を帶ぶる者は磁鐵礦と稱する鐵礦なり、此性質を具へ永久に失はざる鐵を耐久磁鐵と云ふ。今杆形を爲せる耐久磁鐵を白紙を以て覆ひ、鐵粉を之に撒布す

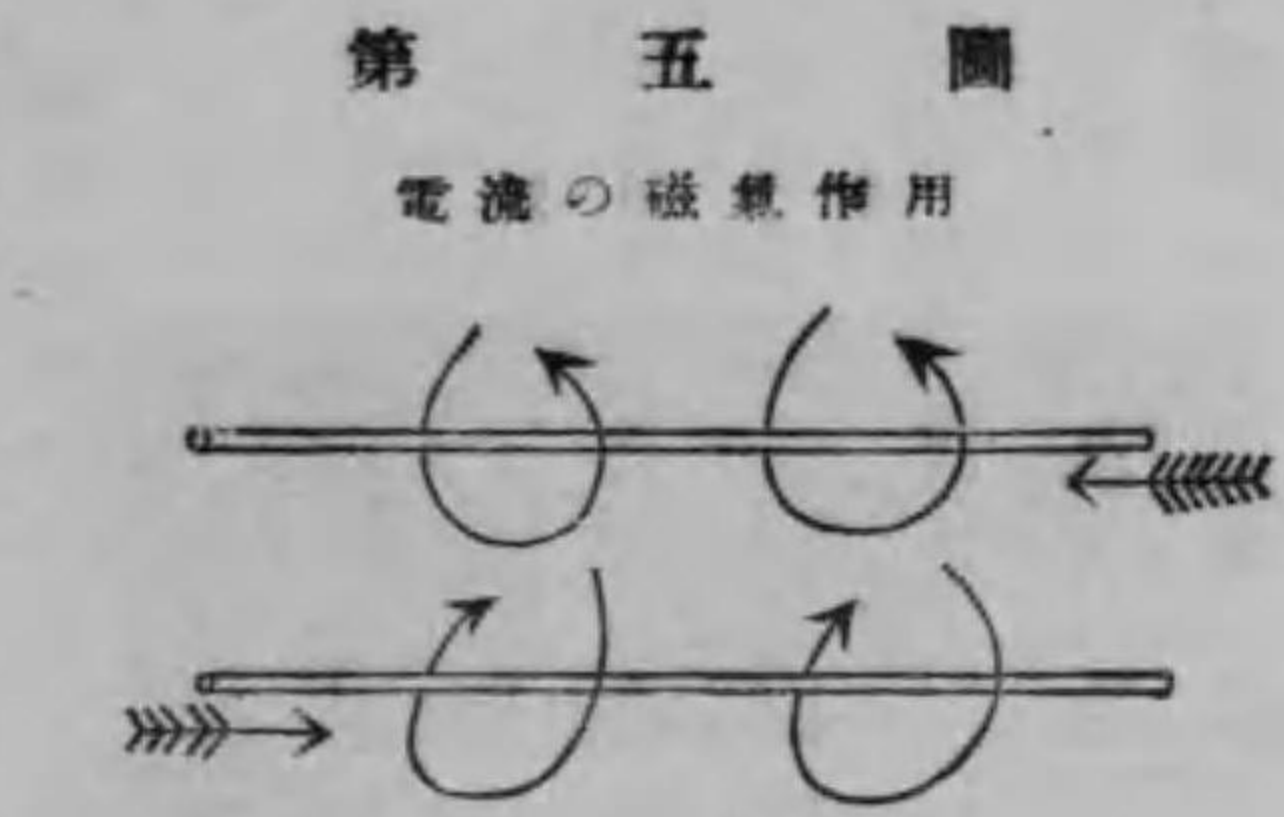
る時は、鐵粉は吸引せられ第四圖に示す如く磁鐵の兩端に多量に集り曲線を畫くべし。此曲線は鐵片を吸引する磁力の爲に生ずるなれば、磁力を示すに便宜上此曲線を用ひ、磁力線と稱し磁鐵の一端より出でて他端に入る者と想像す、從て此出入する兩端は其他の場所よりも磁力線密集し磁力大なれば、鐵片は必ず此兩端に吸引せらる。此兩端を磁鐵の極と云ひ、磁針の南極を吸引する極を北極と云ひ、Nある字を以て示し、磁針の北極を吸引する極を南極と云ひ、Sなる文字を以て示す。磁力線は北極より出でて南極に入る者と假定せられ、磁力線の存在する空間を磁界と云ふ。磁界の方向は磁力線の方向にて示し、其強さは其方向に直角なる切斷面の一平方センチメートルに通ずる磁力線の數量を以て示す。磁界の強さを測る單位を「ガウス」と云ふ、「ガウス」の強さと云ふ

第四圖  
磁力線圖



は其方向に直角なる切斷面の一平方センチメートルに通ずる磁力線の數量を以て示す。磁界の強さを測る單位を「ガウス」と云ふ、「ガウス」の強さと云ふ

は一平方センチメートルに付き磁力線一本あるものを云ふなり。電流が導體に通ずるときは其近傍に磁力線を生じ磁界となり、是に鐵片を近付けると



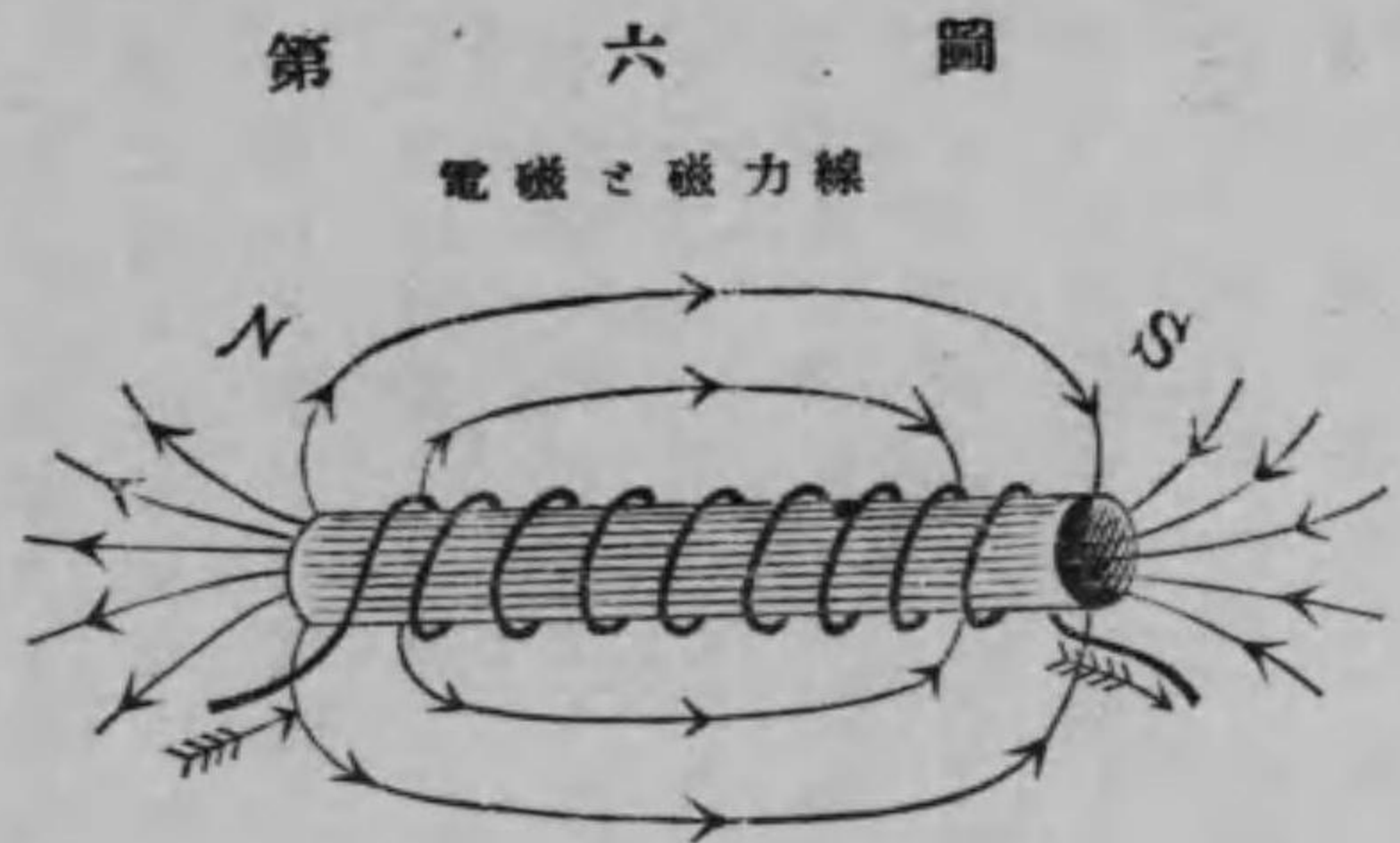
第五圖  
電流の磁界作用

きは磁力線は鐵片に通じ鐵片は吸引せらるゝと同時に磁性を帯ぶるに至る、是れ即ち電流の第一作用たる磁氣作用なり、此場合に於て磁力線は電線の周圍に圈形を爲し是に直角を爲す、其方向は電流の方向に由て異なる。今讀者電線に沿ふて立つものと假定し、電流が體より前方に向て流るゝ時は、磁力線の示す方向は時計指針の廻轉方向と反對なる事第五圖に示す如し。又電流の通ずる電線に磁針を近付けたる時、其磁氣作用に因て磁針の動く方向も、電流の方向に由て異なる。是れ亦讀者電線に沿ふて立つものと假定し、電流が體より前方に向て流るゝときは磁針の北極端は電線の上に於ては右方に、下に於ては左

方に動くべく、之に反し電流が體に向て流るゝときは磁針の北極端は電線の上  
上に於ては左方に下に於ては右方に動くなり。此の關係は恰も栓抜の働き  
と同じく、栓抜きを右方に廻せば前方に進み左方に廻せば體に向て進む、此  
理に由て電流及是に由て生ずる磁力線の方向の關係は極めて記憶し易し。  
ソレノイド及電磁 電線を互に密接して螺旋狀に捲き、之に電流を通ずる  
ときは、螺旋の内部は強き磁界となるべし。此内に鐵桿を挿入する時は、磁力  
線は益々之に集まり、螺旋内の磁力線は鐵桿なき時よりも増加し、鐵桿は磁性  
を帯び能く鐵片を吸引するに至るべし、此くの如く電流の作用に因て磁性を  
帯ぶるに至れる螺旋狀の電線をソレノイドと云ひ、鐵桿を挿入したるものを  
電磁鐵と云ふ。一汎に電線と同じ様に卷きたるものを線輪と云ふ。電磁に  
於ては耐久磁鐵の如く其兩端に南北の兩極發生すれども、何れか一端が南極  
となり何れか一端が北極となるやは線輪に通ずる電流の方向如何に由て定  
まる。是れ亦栓抜きと同じ理にて、電磁の一端に面し、線輪に通ずる電流の方向  
が時計指針の廻轉方向と同じときは、磁力線は前方に向ひ、其の面する所の一

端が磁鐵の南極となり他端が北極と成る、電流の方向が是と反對なれば磁力

線は體に向ふを以て面する所の一端が北端と成り他端が南極となる(第六圖を見よ)。電磁は永久其の磁性を帯ぶるに非ず、是に通ずる電流の流通止むときは、直ちに其磁性を失へども少許の磁氣は残留す、之を殘留磁氣レシデュアル・マグネチスムと云ふ、其多少は鐵の品質に從て異り軟鐵に於ては少く鋼鐵に於て多し。



第六圖 電磁と磁力線

電流に由て生ずる磁界の強さ—或る線輪又は電線に電流通じたる爲め其周圍に生ずる磁界の強さは、線輪又は電線の形狀に由て異り、同じ磁界中に於ても各位置に於て異なる。極めて長き電線に電流通ずる場合には磁力線は電線の周圍に圈形を爲す、電流を「アンペア」とすれば、電線よりd「センチメートル」の距離にある一點に於ける磁界の強さHは次の式にて示さる。

$$H = \frac{2I}{d} = 0.2 \frac{I}{d} \dots\dots\dots (12)$$

次に電線が圓形を爲す場合即ちソレノイドの場合には磁力線は圓形の中心を貫き其部分に於ては直線なり、其強さは圓形の直径をd「センチメートル」とし、ソレノイドの長さをL「センチメートル」とし、ソレノイドを爲す電線の巻数をNとすれば左の式にて示さる

$$H = \frac{4\pi}{10} \frac{IN}{L} = \frac{I}{\sqrt{L^2 + d^2}} \dots\dots\dots (13)$$

此INを「アンペアターン」と云ふ。此ソレノイドの中に鐵を挿入するときは、磁力線は増加し磁界の強さの増すことは已に記載せり、今是が爲に磁力線數HがBに増したりとすればB/Hは其増加率を示す、此増加率は鐵の品質に由て異なる、此率を鐵の導磁率パーミタビリティと云ふ。其値は必ず一より大なり、空氣の導磁率は一なりとす。

第十三式にて示す如く電磁に生ずる磁界の強さは同一電磁に於ては「アンペ



アターンに正比例するものなれば、巻數五十、電流二「アマペア」なるも巻數十、電流十「アマペア」なるも其INの値は共に「100」にして其磁力相等し、斯くの如く磁力は「アマペアアターン」に正比例して増加すれども、鐵の性質に従ひ或る一定の強さに至て止む、此點を磁氣の飽和點と云ふ。

第七圖 誘發起電力と磁力線との關係



向に向はしむれば、中指は電線に發生すべき起電力の方向を示す、此起電力を誘發起電力と云ふ。誘發起電力の強さは電線の磁力線を切る割合に

誘發起電力——或る磁界に於て、磁力

線に或る角度を爲して電線を動かす

ときは電線は磁力線を切り電線中に

起電力發生す。其方向は磁力線の方

向及運動の方向に由て異なる、其關係は

第七圖に示す如く、右手の拇指、食指及

中指を互に直角を爲す様擴げ、拇指を

電線運動の方向に、食指を磁力線の方

比例し之を直角に切る時最大なり、又電線の數を増せば是正比して誘發起電力増加す、是に由て磁界を強くし多數の電線を用ひ迅速に之を動かすときは強大の起電力誘發せらる。若し電線が一秒間に10<sup>9</sup>即ち一億本の磁力線を切るときは「ヴォルト」の起電力發生するなり、若し是等の電線にて一の線輪を作り或る回路に接続するときは、起電力に正比する電流流通すべし。此理に由り或る電磁の磁極間に線輪を廻轉し其兩端を或る回路に接続するときは、線輪の廻轉に従ひ起電力誘發せられ回路中に電流の流るゝこと明かなり。是れ現代に於ける發電機發電の原理にして、千八百卅年英人「ファラデー」氏此理を發見せしより以來、此理に基き發電機は設計製作せられたるものなり。

誘導作用——或る回路に電流が通じて其周圍が磁界となりたる場合に、電流の流通を止むるときは磁力線も同時に消滅す、此際磁力線は必ず回路の一部を切るを以て回路中に起電力誘發せらる、又更に電流を通して磁界を作る時にも、磁力線の發生する際回路の一部分を切るを以て、回路中に起電力誘發せらる。其方向は電流の流通を止むる時には電流の方向と同一にして、電流

の流通を始むる時には是と反對なり、此作用を回路の自己誘導作用と云ふ。此作用あるに由り電流の流通を止むるも電流は直に消滅せず、少時誘導作用に由る起電力の爲に電流の流通あるべし。又電流を通じ始むる時にも、起電力の加はるや直に電流の通することなく少時誘導作用に由る起電力の爲に反對の電流流れたる後正當電流の流通するに至るべし、尤も此時間は極めて短く自己誘導作用の多少に従て異なる。

誘導作用は自己の回路に於てのみならず、異なる回路間に於ても起る、例へば爰に甲乙二回路ありとし電流が乙の回路に通ずるときは、之れが爲に生ずる磁力線は甲の回路をも通過するにより、若し回路乙の電流を止むるときは、磁力線は消滅し、其際回路甲を切りて之に起電力を誘發すること自己誘導作用と同様なり、此作用を相互誘導作用と云ふ。

自己誘導作用の強さは回路の形狀及性質に由り異なる、之れを表はすに自己誘導係数を以てし、ヘンリーなる單位にて測る。一ヘンリーの自己誘導係数は或る回路に流るゝ電流に一秒間に一アムペアの電流の増減ありたる時に

誘發せられたる起電力が一ヴォルトなるとき自己誘導係数を云ふ。相互誘導作用の強さは此外に兩回路間の距離及位置に由て異なる、之を表はすには相互誘導係数を以てし、自己誘導係数と同様にヘンリーなる單位にて測る。

一ヘンリーの相互誘導係数は甲の回路に流るゝ電流に一秒間に一アムペアの電流の増減ありたる時に、乙の回路に誘發せられたる起電力が一ヴォルトなるときの兩回路間の相互誘導係数を云ふ。

**蓄電器** 水を水槽中に蓄へ得らるゝと同様に電氣も亦適當の器具に蓄へることを得るなり。其器具には種々あれども主要なる構造は或る絶縁體を距てゝ二個の導體を置くにあり、此装置を蓄電器と云ふ。此導體を或る電源に接続するときは兩導體間に電壓の差を生じ若干の電氣蓄積せられ加へらるゝ電量の増すに従ひ電壓の差増し故障の生ぜざる限り變化なし。今此電壓の差を一ヴォルトならしむるに一クロームの電量を要したりとせば、此蓄電器の蓄電容量即ちカパシタを一ファラッドと云ふ。此單位は實用上餘り大なれば實際には其百萬分一なるマイクログラッドを用ふ。カパシタ

「I」を「E」フアラッドにて示し、電量を「Q」クーロムにて示し、電壓の差を「V」ヴォルトにて示せば、其關係は左の式にて示すが如し。

$$E = \frac{Q}{t} \dots\dots\dots (14)$$

電力——回路に電流が流るゝときは回路の性質に應じ三作用中の何れかの作用を爲し必ず勢力を費すべし、是を云ひ換へれば、電流は、或る仕事、を爲すなり。此勢力を測るには其電量及起電力を以てし、「ヴォルト」の起電力にて「クーロム」の電量が爲したる仕事を「ジュール」と云ひ、此仕事を一秒間に爲したる仕事の働き即ち電力を「ワット」と云ふ。機械の働きは馬力ある單位にて測るれば「ワット」は恰も電氣學上の馬力に相當す。「ワット」を「W」にて示せば「E」及「I」の關係は左の如し

$$W = EI \dots\dots\dots (15)$$

$$E = IR \text{ なるに故り } W = IR \dots\dots\dots (16)$$

實際の電力を測るには「ワット」なる單位は餘り小なるにより其一千倍の「キロ

ワット」なる單位を用ふ。「キロワット」は一三四馬力に相當し一馬力は七百四十六「ワット」に相當す。仕事を測るにも「ジュール」なる單位は餘り小なるにより「ワット」時なる單位にて測り、尙大なる仕事は其一千倍なる「キロワット」時なる單位にて測る、「ワット」時とは「ワット」の電力が一時間仕事したる電力の分量にして三千六百「ジュール」に相當す。

例十、抵抗五「オーム」を有する回路に起電力壹百「ヴォルト」を加へるときは是れが爲に流るゝ電流は一時間に幾何の仕事を爲し、其消費する電力は幾何なりや。

答  $E = 100, R = 5 \therefore I = \frac{E}{R} = \frac{100}{5} = 20 \text{ アムペア}$

第十五式により  $W = EI = 100 \times 20 = 2000 \text{ ワット}$

又は  $W = I^2 R t$

此電流が一時間に爲す仕事は「キロワット」 $\times$ 「時間」=「ワット」時  
即ち仕事は「キロワット」時にして電力は「キロワット」なり

### 第二章 電線

線號——電線には大小種類多く、之を稱呼するに其直径又は横斷面積を以てするの繁煩を避けんが爲に、特に種々の切斷面積の電線に番號を附し稱呼の便に供せり、之を線號と云ふ。線號に數種あり其中實際重に使用せらるゝものを左の三種とす。

- 英國スタンダード線號
- 英國バーミンガム線號
- 米國ビー、エス線號

- 此略記號
- 此略記號
- 此略記號

右三種の線號に對する電線の直径及切斷面積は第五表に示すが如し、表中「サーキュラーミル」は電線の直径を一時の一千分一なる「ミル」にて示し、其自乗を「サーキュラーミル」と稱するなり、其實際の切斷面積との關係は左の如し、電線の直径を「ミル」とすれば切斷面積は

$$\frac{d^2}{4} \times 3.1416 \text{ 平方「ミル」}$$

「サーキュラーミル」にて示せば  $d^2$   
 故に切斷面積平方「ミル」は  $\frac{3.1416}{4} \times$ 「サーキュラーミル」  
 即ち 平方「ミル」=「サーキュラーミル」 $\times 0.7854$   
 又 一平方吋 = 1,000,000平方「ミル」

是に由て平方「ミル」に  $sq.m$  の記號を「サーキュラーミル」に C.M の記號、平方吋に  $sq.i$  の記號を用ふる時は、「サーキュラーミル」の電線を平方「ミル」にて示せば左の如し

- 1 C.M = 7854sq.m
- 1sq.m = 1,2732 C.M
- 1sq.i = 1,273,200 C.M
- 1sq.i = 直径1.128吋の面積
- 直径一吋の面積 = 1,000,000 C.M
- = 785,400sq.m.

線路表正業表

No.	電線種類	電線径	重量	抵抗		電圧降下
				1000m	1000m	
1	銅線	1.5	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012
2	銅線	2.0	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007
3	銅線	2.5	0.00005	0.00005	0.00005	0.00005
4	銅線	3.0	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004
5	銅線	3.5	0.00003	0.00003	0.00003	0.00003
6	銅線	4.0	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002
7	銅線	4.5	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002
8	銅線	5.0	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
9	銅線	5.5	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
10	銅線	6.0	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
11	銅線	6.5	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
12	銅線	7.0	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
13	銅線	7.5	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
14	銅線	8.0	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
15	銅線	8.5	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
16	銅線	9.0	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
17	銅線	9.5	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
18	銅線	10.0	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
19	銅線	10.5	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
20	銅線	11.0	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
21	銅線	11.5	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
22	銅線	12.0	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
23	銅線	12.5	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
24	銅線	13.0	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
25	銅線	13.5	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
26	銅線	14.0	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
27	銅線	14.5	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
28	銅線	15.0	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
29	銅線	15.5	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
30	銅線	16.0	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
31	銅線	16.5	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
32	銅線	17.0	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
33	銅線	17.5	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
34	銅線	18.0	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
35	銅線	18.5	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
36	銅線	19.0	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
37	銅線	19.5	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
38	銅線	20.0	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
39	銅線	20.5	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
40	銅線	21.0	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
41	銅線	21.5	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
42	銅線	22.0	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
43	銅線	22.5	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
44	銅線	23.0	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
45	銅線	23.5	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
46	銅線	24.0	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
47	銅線	24.5	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
48	銅線	25.0	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
49	銅線	25.5	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
50	銅線	26.0	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
51	銅線	26.5	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
52	銅線	27.0	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
53	銅線	27.5	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
54	銅線	28.0	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
55	銅線	28.5	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
56	銅線	29.0	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
57	銅線	29.5	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
58	銅線	30.0	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
59	銅線	30.5	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
60	銅線	31.0	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
61	銅線	31.5	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
62	銅線	32.0	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
63	銅線	32.5	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
64	銅線	33.0	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
65	銅線	33.5	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
66	銅線	34.0	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
67	銅線	34.5	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
68	銅線	35.0	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
69	銅線	35.5	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
70	銅線	36.0	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
71	銅線	36.5	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
72	銅線	37.0	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
73	銅線	37.5	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
74	銅線	38.0	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
75	銅線	38.5	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
76	銅線	39.0	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
77	銅線	39.5	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
78	銅線	40.0	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
79	銅線	40.5	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
80	銅線	41.0	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
81	銅線	41.5	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
82	銅線	42.0	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
83	銅線	42.5	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
84	銅線	43.0	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
85	銅線	43.5	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
86	銅線	44.0	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
87	銅線	44.5	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
88	銅線	45.0	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
89	銅線	45.5	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
90	銅線	46.0	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
91	銅線	46.5	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
92	銅線	47.0	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
93	銅線	47.5	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
94	銅線	48.0	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
95	銅線	48.5	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
96	銅線	49.0	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
97	銅線	49.5	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
98	銅線	50.0	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
99	銅線	50.5	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
100	銅線	51.0	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001

第二章 電線

第一項 電線の種類及性状

電線の種類—電線として使用せらるる、金屬を左の數種とす。

銅 鐵 洋銀 アルミニウム 硅青銅 白金 硅銅

其他白金或はマンガニース、ニッケルの合金の類

此等の内銅線は抵抗低き爲め電燈及電力用として最も廣く使用せられ、鐵線は重に電信線又は電話線に使用せらる。アルミニウム線は數年前より遠距離に電力を輸送する場合に使用せらる。硅銅線は扯斷力大なる爲め電柱間の距離特に長き場所に使用せられ、洋銀線及其他の合金は抵抗線として使用せらる。

電線の性状—銅線、鐵線及アルミニウム線は各其性状を異にし、從て其抵抗及重量異なるを以て使用者の便利の爲に各線號に對する抵抗表及重量表編成せらる。第五表は銅線の抵抗及重量表、第六表は銅線、鐵線及アルミニウム線の性状表、第七表は鐵線の抵抗及重量表、第八表はアルミニウム線の抵抗及重量表あり。

第五表 銅線の重量及抵抗表

番 號	B. S 線 號					B. W. G 線 號					S. W. G. 線 號				
	直 徑 (吋)	切 斷 面 積		壹千尺の 重 量	壹千尺の 抵 抗 オーム	直 徑 (吋)	切 斷 面 積		壹千尺の 重 量	壹千尺の 抵 抗 オーム	直 徑 (吋)	切 斷 面 積		壹千尺の 重 量	壹千尺の 抵 抗 オーム
		ラ-ミル サ-キユ	平方吋				サ-キユ ラ-ミル	平方吋				サ-キユ ラ-ミル	平方吋		
7/0				貫				貫					貫		
8/0	.4600	211600.	.166	79.976	.04841	.454	206116.	.162	74.981	.04970	.432	186624.	.1466	67.891	.05515
9/0	.4096	167800.	.132	61.045	.06105	.425	180925.	.142	65.708	.05682	.372	138384.	.1087	50.342	.07403
10/0	.3648	133079.	.105	48.412	.07698	.380	144400.	.113	52.530	.07095	.348	121104.	.0951	44.056	.08469
1	.3249	105534.	.0829	38.413	.09702	.340	115600.	.0908	42.530	.08865	.324	104976.	.0824	38.188	.09759
2	.2893	82394.	.0657	30.446	.11251	.300	90000.	.0707	32.741	.11684	.300	90000.	.0727	32.741	.11384
3	.2576	66373.	.0521	24.146	.15435	.284	80656.	.0633	29.341	.12702	.276	76176.	.0598	27.712	.13447
4	.2294	52634.	.0413	19.148	.19464	.259	67081.	.0527	24.403	.15272	.252	63504.	.0499	23.102	.16133
5	.2043	41743.	.0328	15.185	.24544	.238	56644.	.0445	20.607	.18086	.232	53824.	.0423	19.581	.19034
6	.1819	33102.	.0260	12.042	.30951	.220	48400.	.0380	17.607	.21166	.212	44944.	.0353	16.351	.22795
7	.1620	26250.	.0206	9.549	.39028	.203	41209.	.0324	14.992	.24859	.192	36864.	.0289	13.410	.27794
8	.1443	20820.	.0164	7.572	.49217	.180	32400.	.0254	11.787	.31620	.176	30976.	.0243	11.269	.33075
9	.1285	16510.	.0130	6.0057	.62054	.165	27225.	.0214	9.904	.37131	.160	25600.	.0201	9.313	.40025
10	.1144	13090.	.0103	4.7633	.78242	.148	21904.	.0172	7.968	.46802	.144	20736.	.0163	7.543	.40408
11	.1019	10384.	.00815	3.7765	.98684	.134	17956.	.0141	6.532	.57056	.138	16384.	.0129	6.960	.62529
12	.0907	8334.	.00647	2.9954	1.2422	.120	14400.	.0113	5.238	.71145	.116	13156.	.0106	4.895	.7613
13	.0808	6530.	.00513	2.3755	1.5689	.109	11811.	.00933	4.322	.86227	.104	10816.	.0085	3.935	.9472
14	.0719	5279.	.00417	1.8838	1.9762	.095	9025.	.00709	3.238	1.1344	.092	8464.	.0066	4.895	.2104
15	.0641	4107.	.00323	1.4940	2.4946	.083	6889.	.00541	2.506	1.4871	.080	6400.	.0051	2.328	1.6007
16	.0571	3257.	.00256	1.1848	3.1455	.072	5184.	.00407	1.856	1.9762	.072	5184.	.0041	1.856	1.9762
17	.0508	2583.	.00203	939.65	3.9661	.065	42.5.	.00332	1.537	2.4247	.064	4096.	.0032	1.489	2.5015
18	.0452	2048.	.00161	745.10	4.4485	.058	3364.	.00264	3.224	3.0454	.056	3136.	.0025	1.141	3.2671
19	.0403	1624.	.00128	590.89	6.3072	.049	2401.	.00189	873.44	4.2068	.048	2304.	.0018	838.15	4.4485
20	.0359	1288.	.00101	455.82	8.1756	.042	1764.	.00139	641.71	5.8078	.040	1600.	.0013	582.05	6.4031
21	.0319	1022.	.000802	372.52	10.005	.035	1225.	.000962	445.63	8.3629	.036	1296.	.0010	471.46	7.9042
22	.0284	810.1	.000636	294.62	12.649	.032	1024.	.000804	372.52	10.005	.032	1024.	.0008	372.52	10.005
23	.0253	642.5	.000504	233.59	15.954	.028	784.	.000616	285.21	13.067	.028	784.	.0006	285.21	12.949
24	.0226	509.5	.000410	158.31	20.111	.025	625.	.000491	227.36	16.392	.024	576.	.00045	209.54	13.067
25	.0201	404.1	.000317	146.97	25.359	.022	484.	.000380	176.07	21.167	.022	484.	.00038	176.07	21.167
26	.0179	320.4	.000252	116.56	31.975	.020	400.	.000314	145.52	25.612	.020	400.	.00031	145.52	25.612
27	.0159	254.1	.000200	92.44	40.322	.018	324.	.000254	117.87	31.622	.018	324.	.00025	117.87	31.622
28	.0142	201.5	.000158	73.23	50.094	.016	256.	.000201	93.13	40.017	.0164	269.	.00021	97.84	33.091
29	.0126	159.8	.000126	57.77	64.515	.014	196.	.000154	71.30	52.270	.0148	219.	.00017	79.68	46.772
30	.0112	126.7	.000100	46.05	80.923	.013	169.	.000134	61.48	60.619	.0136	185.	.00015	67.28	55.390
31	.0100	100.5	.0000789	36.49	102.14	.012	144.	.000113	52.38	71.144	.0124	153.8	.00012	55.94	66.631
32	.0089	79.7	.0000626	28.99	128.95	.010	100.	.0000785	36.88	102.45	.0116	134.6	.000106	48.95	76.137
33	.0079	63.20	.0000496	22.99	163.66	.009	81.	.0000636	29.47	126.60	.0108	116.6	.000092	42.43	87.824
34	.0071	50.13	.0000394	18.23	202.66	.008	64.	.0000503	23.28	160.24	.0100	100.	.000079	36.38	102.45
35	.0063	39.75	.0000312	14.44	257.34	.007	49.	.0000385	17.83	209.07	.0092	84.6	.000066	30.79	121.04
36	.0056	31.53	.0000248	11.45	325.69	.005	25.	.0000196	9.09	409.78	.0084	70.5	.000055	25.69	145.19
37	.0050	25.	.0000196	9.09	408.55	.004	16.	.0000126	5.82	630.28	.0076	57.7	.000045	21.01	177.35

電線の性状——銅線、鐵線及アルミニウム線は各其性状を異にし、從て其抵抗及重量異なるを以て使用者の便利の爲に各線號に對する抵抗表及重量表編成せらる。第五表は銅線の抵抗及重量表、第六表は鐵線の抵抗及重量表、第七表は鐵線の抵抗及重量表、第八表はアルミニウム線の抵抗及重量表あり。

銅の重量比

銅線規格	銅線規格	銅線規格	銅線規格	銅線規格	銅線規格	銅線規格	銅線規格	銅線規格	銅線規格
10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
100	150	200	250	300	350	400	450	500	550
600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500
1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400	2500
2600	2700	2800	2900	3000	3100	3200	3300	3400	3500
3600	3700	3800	3900	4000	4100	4200	4300	4400	4500
4600	4700	4800	4900	5000	5100	5200	5300	5400	5500
5600	5700	5800	5900	6000	6100	6200	6300	6400	6500
6600	6700	6800	6900	7000	7100	7200	7300	7400	7500
7600	7700	7800	7900	8000	8100	8200	8300	8400	8500
8600	8700	8800	8900	9000	9100	9200	9300	9400	9500
9600	9700	9800	9900	10000	10100	10200	10300	10400	10500

第六表 アルミニウム線の性状表

銅線規格	銅線規格	銅線規格	銅線規格	銅線規格	銅線規格	銅線規格	銅線規格	銅線規格	銅線規格
100	98	96	94	92	90	88	86	84	82
8.9	8.94	8.98	9.02	9.06	9.10	9.14	9.18	9.22	9.26
535	538	541	544	547	550	553	556	559	562
23,000	55,000	26,000,000	30,000,000	34,000,000	38,000,000	42,000,000	46,000,000	50,000,000	54,000,000
0.000005	0.000005	0.0000067	0.0000067	0.0000067	0.0000067	0.0000067	0.0000067	0.0000067	0.0000067
1920	1929	2910	2985	3975	4965	5955	6945	7935	8925
176	176	2.4	2.4	3.1	3.1	3.8	3.8	4.5	4.5
1.594	1.626	332.00	458.00	584.00	710.00	836.00	962.00	1088.00	1214.00
C.M.	C.M.	C.M.	C.M.	C.M.	C.M.	C.M.	C.M.	C.M.	C.M.

アルミニウム線は重量の比較的軽きと扯断力の強大及び價の低下したるに由て、近來廣く電力線として使用せらるゝに至るが、之れを銅線に比するに第六表に示すが如く其性状の異なること左の如し。

(一) 銅は同容量の「アルミニウム」に比し三・三三二倍重し。

(二) 銅の傳導率を一百とすればアルミニウムは約六十二にして銅線と同一の傳導力を有せしむるには、アルミニウム線の切斷面積が銅線に比し一六倍大にして直徑一二六倍大なるを要す、例令アルミニウム線のB.S壹番線相當のものは銅線のB.S三番に相當し貳番相當のものは四番に當る。

第七表

鐵線の重量及抵抗表

B.W.G.	一 千 呎 の 重 量 「ポンド」	扯 斷 力 「ポンド」		一 哩 の 抵 抗 「オーム」	
		鐵	鋼	鐵B.B.	鋼
5	127	2019	3801	8.18	9.66
6	109	1719	3237	9.6	11.35
7	85	1350	2545	12.21	14.43
8	72	1134	2138	14.53	17.18
9	58	915	1720	18.06	21.35
10	47	750	1410	22.04	26.04
11	38	600	1131	27.48	32.47
12	31	495	933	33.3	39.36
13	24	375	709	43.85	51.82
14	18	288	541	57.44	67.88
15	13.7	216	407	76.33	90.21
16	11.1	177	332	93.65	110.7
17	8.9	141	264	120.4	139.
18	6.3	99	189	164.8	194.8

(三) 第二の場合に於て、アルミニウム線は銅線に比し其切斷面積一六倍大なるも重量は四割八分に過ぎず、即ち同一傳導力を有する場合に於てアルミニウム線は銅線に比し重量上其四割八分に當るなり。

即ち  $100 \times 8.94$  (銅の比重) = 894

..... 銅の重量

第八表

アルミニウム線の抵抗及重量

S.W.G.	一 哩 の 重 量 「ポンド」	一 千 呎 の 抵 抗 「オーム」
000000	1018.3	.0781
00000	891.46	.0901
0000	764.35	.1051
000	661.11	.1216
00	578.49	.1389
0	507.83	.1603
1	429.92	.1869
2	336.71	.2209
3	304.12	.2650
4	253.28	.3126
5	214.69	.3744
6	176.07	.4564
7	147.98	.5432
8	126.35	.6567
9	99.14	.8115
10	79.46	1.0270
11	62.99	1.2505
12	48.71	1.5557
13	39.63	1.9879
14	31.43	2.6291
15	24.83	3.2439
16	19.76	4.1080
17	15.07	5.3656
18	10.94	7.3032
19	7.814	10.5166
20	6.199	12.9826
21	4.916	16.4303
22	3.733	21.4615
23	2.737	29.2132
24	2.451	34.7655
25	1.944	42.0667
26	1.542	51.9337
27	1.223	62.5614
28	1.034	76.8207
29	.8838	90.9744
30	.7300	109.4346
31	.6429	125.0485
32	.5535	144.2511
33	.4777	168.2670
34	.4038	198.7920
35	.3345	238.4745
36	.2760	291.3240

$160 \times 2.68$  (アルミニウムの比重) = 428.8 ..... アルミニウムの重量  
 $\frac{428.8}{894} = 0.48$

洋銀の性状は左の如し

洋銀の比重

八・五

一立方呎の重量

五百三十磅

一立方センチメートルの比抵抗

(凡そ銅線の拾三倍)  $0.0000021076$  オーム



「ミル」の抵抗 一二五九「オーム」  
第九表は洋銀線の重量及抵抗表なり。

第九表

洋銀線の抵抗及重量表

線號 R.S	18%ニッケル	
	一千呎の 抵抗	一ポンド の抵抗
8	11.772	.23
9	11.832	.37
10	18.72	.59
11	25.59	.94
12	29.95	1.50
13	37.51	2.39
14	47.50	3.81
15	59.65	6.06
16	75.22	9.64
17	94.84	15.33
18	119.61	24.57
19	155.11	40.99
20	190.19	61.61
21	239.81	97.97
22	302.38	155.77
23	381.33	247.73
24	480.83	393.93
25	606.31	626.31
26	764.59	995.96
27	966.13	1583.61
28	1215.76	2518.07
29	1533.06	4004.08
30	1933.04	6368.35

抵抗線としては洋銀線の外にマンガン、ブライチノイド、コンスタンチン等の  
 数種ありて、各其合金の割合に由て抵抗異り複雑なれば、爰に省略して記載せ  
 す。  
 燃線 取扱上便利の爲め及使用の目的に由て電線を二本以上燃合せたる  
 線を使用することあり、此線を燃線又はケーブルと云ふ。燃り合せの電線  
 の數量は燃り合せの上成るべく圓形ならしむるが爲めに左の數種を通常と  
 す。

第十表  
燃線の抵抗及重量表

S.W.G	燃線の 直徑 (吋)	切斷面 積 平方吋	一「ヤード」の 抵抗		S.W.G	燃線の 直徑 (吋)	切斷面 積 平方吋	一「ヤード」の 抵抗	
			一「ヤード」の 抵抗 オーム	一「ヤード」の 重量 ポンド				一「ヤード」の 抵抗 オーム	一「ヤード」の 重量 ポンド
3/25	.042	.00096	25.955	11.	19/12	.520	.1649	.1515	1906.
3/24	.047	.00116	21.454	13.5	19/11	.580	.2052	.1218	2472.
3/23	.051	.00138	18.025	16.	19/10	.640	.2498	.1000	2888.
3/22	.059	.00188	13.243	22.	19/ 9	.720	.3162	.0790	3655.
3/21	.068	.00246	10.144	28.	19/ 8	.830	.3904	.0640	4513.
3/20	.077	.00311	8.012	36.	19/ 7	.880	.4724	.0529	5461.
3/19	.082	.00384	6.490	44.					
3/18	.102	.00550	4.507	64.	37/24	.154	.0143	1.7396	165.
					37/23	.168	.0171	1.4647	198.
7/25	.030	.0022	11.124	25.5	37/22	.196	.0233	1.0737	270.
7/24	.036	.003	9.159	31.5	37/21	.224	.0304	.8222	352.
7/23	.042	.0032	7.725	37.	37/20	.252	.0386	.6496	446.
7/22	.048	.0043	5.676	51.	37/19	.280	.0476	.5262	550.
7/21	.056	.0057	4.346	66.	37/18	.336	.0685	.3654	793.
7/20	.068	.0072	3.433	81.	37/17	.392	.0934	.2684	1086.
7/19	.082	.0089	2.781	104.	37/16	.448	.1220	.2655	1410.
7/18	.102	.0129	1.931	149.	37/15	.504	.1544	.1624	1785.
7/17	.120	.0175	1.419	203.	33/14	.560	.1906	.1315	2203.
7/16	.144	.0229	1.086	266.	37/13	.644	.2561	.0995	2914.
7/15	.168	.0290	.858	336.	37/12	.728	.3221	.0778	3723.
7/14	.192	.0358	.6953	415.	37/11	.812	.4008	.0626	4633.
7/13	.216	.0474	.5257	549.	37/10	.896	.4880	.0514	5641.
7/12	.240	.0606	.4114	701.	37/ 9	1.008	.6176	.0406	7140.
7/10	.276	.0754	.3307	872.	37/ 8	1.120	.7625	.0329	8815.
7/ 9	.312	.0918	.2716	1062.					
7/ 8	.348	.1162	.2146	1343.	61/24	.198	.02378	1.0551	275.
7/ 7	.384	.1435	.1752	1660.	61/23	.246	.02831	.8865	327.
7/ 6	.480	.2067	.1207	2390.	61/22	.252	.03854	.6513	446.
					61/21	.288	.0503	.4987	572.
19/24	.110	.0073	3.3877	85.	61/20	.324	.0637	.3940	736.
19/23	.120	.0087	2.8463	101.5	61/19	.360	.0786	.3191	909.
19/22	.140	.0119	2.0910	138.	61/18	.432	.1132	.2216	1309.
19/21	.160	.0156	1.6011	180.	61/17	.504	.1541	.1628	1781.
19/20	.180	.0197	1.2650	228.	16/16	.576	.2013	.1246	2327.
19/19	.200	.0244	1.0247	282.	61/15	.648	.2548	.0985	1945.
19/18	.240	.0351	.7115	406.	61/14	.720	.3145	.0798	3636.
19/17	.280	.0478	.5228	553.	61/13	.828	.4160	.0603	4809.
1 /16	.302	.0624	.4002	722.	61/12	.936	.5316	.0472	6145.
19/15	.360	.0790	.3162	914.	61/11	1.044	.6614	.0379	7646.
19/14	.400	.0976	.2561	1128.	61/10	1.152	.8053	.0311	9300.
18/13	.460	.1290	.1937	1491.					

三、七、十二、十九、三十七、六十一、九十一、百二十七、百六十九、二百十七  
第十表に撚線の抵抗及重量を示し第十一表に撚線と心線との直径、重量及抵抗との關係を示す。

第十一表

(甲)

撚線数	心線の抵抗に乘する係数
3	3.5712
4	2.5306
7	1.4436
12	.68436
19	.65324
37	.61735
61	.61659
91	.61712

(乙)

撚線数	心線の重量に乘すべき係数
3	3.03678
4	4.04904
7	7.07356
12	12.1471
19	19.2207
37	37.4414
61	61.7356
91	92.1034

(丙)

撚線数	心線一本の直径に乘すべき係数
3	2 $\frac{1}{4}$
7	2
12	4 $\frac{1}{4}$
19	5
37	7
61	9
91	11
129	13
196	15
212	16 $\frac{1}{4}$
217	17

第二項 被覆電線

通常電線は他物との接觸より生ずる漏電又は危険を防ぐが爲に、通常絶縁物にて是を被覆す。其被覆材料の如何に由て被線の種類甚だ多し。  
木綿被覆線 東京線と稱する木綿被覆線は、電壓二百ヴォルト以下の電流が通する回路に使用するを得るものにして、其被覆物は綿糸を一重或は二重

に編み、瀝青及松脂の混合液を是に塗布したるものなり。一汎に被覆線は野外に曝露するも、變化することなく又心線に電流通中に觸れて危険なきものたるを要す。第十二表甲に横濱電線製造株式會社製東京線の標準表を示す。

第十二表 甲

横濱電線製造株式會社東京線標準表

線 號	一重編組		二重編組	
	S.W.G.	千尺の重量 重 外 徑	千尺の重量 重 外 徑	千尺の重量 重 外 徑
0000	實 61.900	ミル 502	實 63.900	ミル 535
000	53.500	475	55.500	508
00	47.000	450	49.000	482
0	41.200	423	42.000	454
1	35.640	385	37.110	425
2	30.800	364	32.000	408
3	25.500	348	27.000	380
4	22.000	324	23.000	358
5	18.200	302	19.800	336
6	15.300	281	16.500	313
7	12.800	262	13.200	295
8	10.600	245	12.000	277
9	8.700	228	9.200	260
10	7.000	210	8.000	242
11	5.700	198	7.000	230
12	4.800	174	6.000	216
13	3.900	170	4.800	202
14	3.000	153	3.600	188
15	2.800	146	3.400	183
16	2.100	135	2.700	171
17	1.800	123	2.350	162
18	1.300	116	1.700	154

木綿被覆線は濕氣ある場所、蒸汽又は瓦斯の發散する場所に之を使用するときは使用後次第に被覆物の絶縁力を失ひ危険を生し易きを以て、此の如き

場所には絶縁力高き他の被覆線即ち護謨被覆線を使用するを可とす。たとへ此被覆線を使用するも歳月を経るに従ひ被覆物の絶縁力は漸次減するに因り時々相當の方法に由り絶縁力の試験を行ひ不良なるものは新しき電線と取換へざるべからず。

護謨被覆線 護謨被覆線は其製造所に由て其被覆方法及被覆材料異りて種類甚だ多く又は是を使用する回路の電圧に従て品質異なる護謨被覆線に於ても心線を燃りてケーブルとさせるものあり或は心線を二重又は三重となし各線間を絶縁物にて填充し二線入或は三線入として用ふる事あり。總て是等の線の品質は其絶縁抵抗インシュレーションに由て區別し其大なるものを良好なるものとす。絶縁抵抗は電線を二十四時間清水に浸したる後更に一時間塩水に浸し其心線と被覆物とに使用電圧の二倍又は三倍せる電圧を加へて流るゝ電流より計算したる心線及被覆物間の抵抗を謂ふ。此絶縁抵抗が電線の長さ一哩に付き五百メガオーム以上なるものを良質の被覆線と云ふ。

護謨被覆物の被覆材料は種々あれども最も廣く使用せらるゝ英國のシルツ

アータウン線に於ては錫を鍍金せる銅線を心線とし是を普通の護謨にて包み次に之を含硫護謨テープにて順次に被覆したる上含硫綿糸にて之に編組す其絶縁抵抗は五百メガオーム以上なり。第十二表乙は米國ゼネラル電氣會社製のホワイトコア線の重量及絶縁抵抗を示せる表なり。

護謨被覆線を更に鉛にて被包したるものを鉛被線レドコートと云ひ瓦斯又は蒸氣發散の場所若くは濕氣多き場所に是を使用す。第十三表に横濱電線製造株式會社製鉛被線標準表を示す。ケーブルに於ては各心線間は紙にて絶縁し是を護謨にて包み更に其上を鉛にて被覆し更に又之を或る絶縁物に浸潤したる特種の布にて包み又は使用場所に從て是を鋼鐵線にて鍍装せるものあり。第八圖は此種に屬する三心入ケーブルの切斷面を示す此種の電線の絶縁物の厚さは三十二分三吋乃至八分三吋鉛被覆の厚さは十六分一吋乃至八分一吋にして電壓に由て異なる。

### 第三項 電線に於ける發熱及最大安全電流

電線の發熱程度 電線に電流が通ずるとき其發熱作用として電線の温ま

第十二表 乙

電線の太さ	3/64"		2/32"	
	一哩の絶縁抵抗 (オーム)	被覆線の直径 (吋)	一哩の絶縁抵抗 (オーム)	被覆線の直径 (吋)
BS	18	.160	19.8	.204
壹本線	16	.185	26.2	.215
	14	.198	32.1	.229
	12	.215	41.9	.246
	10	.236	57.8	.267
	8	.262	82.4	.313
	6			.347
	4			.366
	3			.389
	2			.413
	1			.443
撚線	0			.474
	6			.365
	5			.394
	4			.419
	3			.448
	2			.480
	1			.510
	0			.563
	00			.610
	000			.660
0000			.709	

壹本線 形状

輻射表面積の比

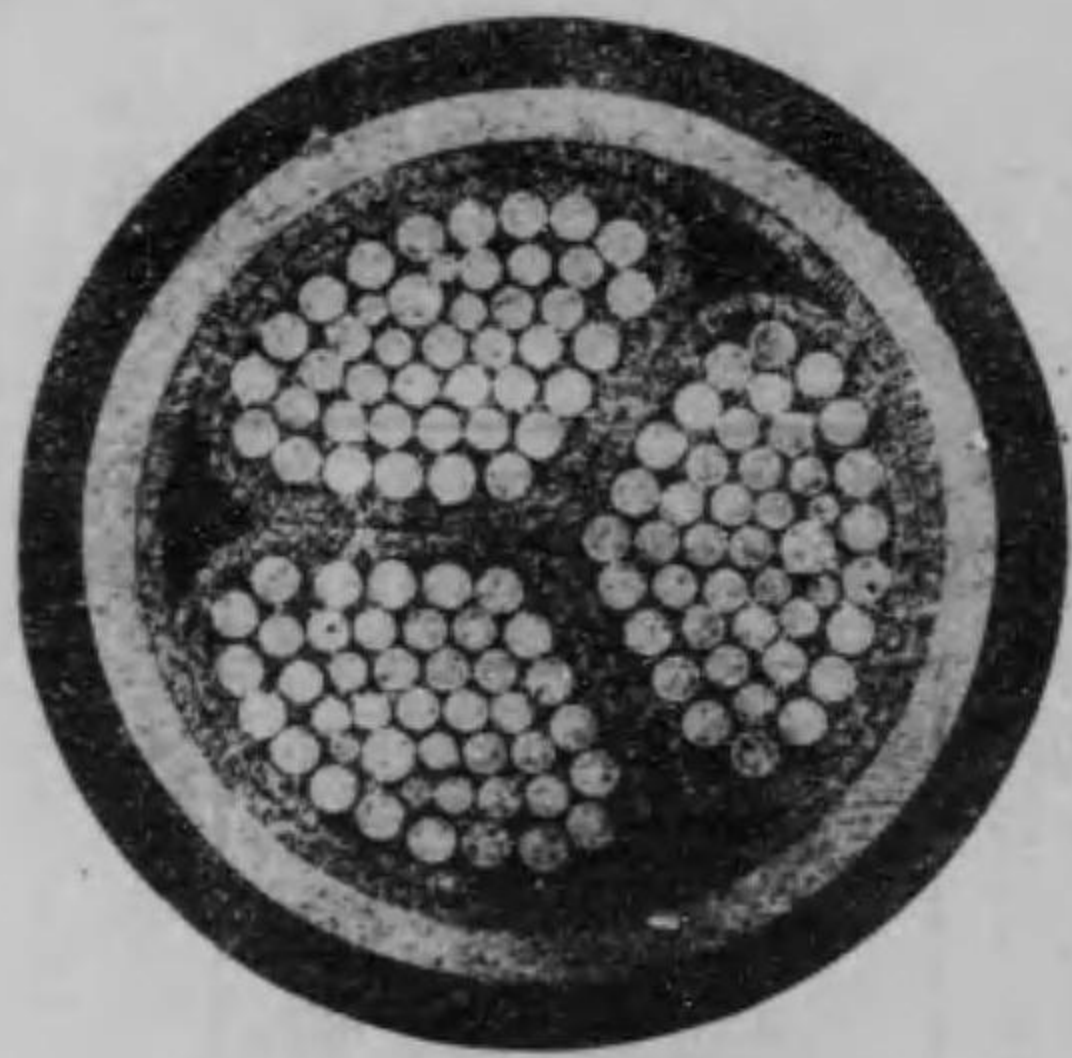
に由て異なること次の例に示すが如し。

る温度は次の條項に由て異なる。

(五十)

- 一、電線の傳導率
  - 二、電線の熱の輻射表面の大きさ
  - 三、架空あるか、屋内なるか、裸線なるか、被覆線なるかの相違
  - 四、電線の比熱
- 電線の輻射表面は、横斷面積同一なるも其形状

第八圖 ケーブル



(甲) 三心入



(乙) 二心入



(丙) 単心入

三拾七本撚線  
七本撚の七本撚線  
長平片

一四八  
一七一  
二七五

熱の輻射は、電線の表面の粗なるものは滑澤なるものより大にして、黑色の粗なるものは磨かれたるものに比し凡そ二倍大なりとす。此理に由て電線を

黒色の絶縁物にて被覆するときは、輻射大にして磨かれたる裸線に比し電流流通の爲め温まること少く、絶縁物の厚さに従ひ益々少し。ケネリー氏の研究に依れば、絶縁物の厚さ十三ミリの電線は厚さ十一ミリのものに比し發熱温度三割低しと云ふ

第十三表  
横濱電線製造株式会社  
鉛被線標準表

線 號 S.W.G.	千尺の量 (貫)	外 徑 (ミル)
0	80.0	615
1	74.0	585
2	68.0	558
3	61.8	528
4	56.0	500
5	51.0	478
6	46.1	455
7	42.0	435
8	38.0	418
9	34.0	400
10	30.2	380
11	27.2	360
12	24.0	340
13	21.2	320
14	18.5	300
15	16.5	285

電線が架空なるは屋内に在るに因て發熱の度甚しく異なる、實驗に由ればB.S四番の裸銅線を或る温度より或る最大温度に温めるに要する電流は、其位置に由て異なること左の如し。

静かなる屋内に於て磨かれたる表面を有する場合

二百二十二「アムペア」

同上 黒色を帯べる場合  
屋外に於て磨かれたる表面を有する場合

二百「アムペア」

三百二十二「アムペア」

三百四十「アムペア」

電線に於ける温度の上昇は、其金屬の比熱に依て異なるを以て、同一電流が通するも電線の種類に依て異なる、ブリース氏は電線を發熱鎔解するに至らしむる電流を各種電線に就き計算し一汎の公式として左の式を與へり。

$$I = ad^2 \dots (17)$$

第十四表 甲

材 料	aの値を 直徑に於ける 場合
銅	10244
アルミニウム	7585
白金	5172
洋銀	5230
鐵	3148
錫	1642
鉛	1379

式中Iは電線を鎔解せしむる電流、dは電線の直徑、aは係數なり。第十四表甲は各種金屬のaの値を示し、第十四表乙は各種

金屬に於けるI即ち鎔解電流の表なり。

最大安全電流 電線に通じて其温度を空氣の温度よりも攝氏拾度高く温めしむる電流を電線の最大安全電流と云ふ。實際に於ける通過電流の限度と

線號 B.S.	電流 [アム ペア]	線號 E.W.G.	電流 [アム ペア]	線號 B.S.	電流 [アム ペア]
0000	331	0000	306	0000	174
000	281	000	278	000	147
00	228	00	234	00	124
0	200	0	199	0	103
1	169	1	164	1	87
2	142	2	151	2	73
3	120	3	132	3	61
4	101	4	116	4	52
5	87	5	103	5	43
6	75	6	92	6	36
7	64	7	76	7	30
8	55	8	67	8	25
9	48	9	57	9	22
10	41	10	49	10	18
11	35	11	42	11	15
12	31	12	36	12	12
13	27	13	29	13	10.5
14	24	14	24	14	9
15	20	15	19	15	7.2
16	17	16	17	16	6
17	14	17	14	17	5.5
18	11	18	11	18	4

第十五表丙

架空被覆線の最大安全電流表

第十五表乙

裸銅線の最大安全電流表

第十五表甲

種中に納めたる被覆銅線の最大安全電流表

$$I = 560d^{1/2}$$

(18)

し、如何なる場合に於ても是れより以上の電流をその電線に通せしむべからず。種中に納めたる被覆銅線の最大安全電流はケネリー氏の研究に依れば左の式に由て定まる。

第十五表丁

屋内に於ける被覆銅線の最大安全電流表

線號 B.S.	保護被覆線に許す電流 [アムペア]	東京線に許す電流 [アムペア]	電線の太さ 「サーキュラー ミル」	保護被覆線に許す電流 [アムペア]	東京線に許す電流 [アムペア]
0000	210	312	300,000	270	400
000	177	262	400,000	330	500
00	150	220	500,000	390	590
0	127	185	600,000	450	680
1	107	156	700,000	500	760
2	90	131	800,000	550	840
3	76	110	900,000	600	920
4	65	92	1,000,000	650	1000
5	54	77	1,200,000	730	1150
6	46	65	1,500,000	850	1360
8	33	46	1,700,000	930	1490
10	24	32	2,000,000	1050	1670
12	17	23			
14	12	16			
16	6	8			
18	3	5			

(五十五)

第十四表乙

電 流	鉛線		鐵線		アルミニウム線		銅線		錫線	
	直徑	近似線號	直徑	近似線號	吋	近似線號	直徑	近似線號	直徑	近似線號
	吋	S.W.G.	吋	S.W.G.	吋	S.W.G.	吋	S.W.G.	吋	S.W.G.
1	0.0081	35	0.0047	40	0.0026	45	0.0021	47	.0072	36
2	0.0128	30	0.0074	36	0.0041	42	0.0034	44	.0113	31
3	0.0168	27	0.0097	33	0.0054	39	0.0044	41	.0149	28
4	0.0203	25	0.0117	31	0.0065	37	0.0053	39	.0181	26
5	0.0236	23	0.0136	29	0.0076	36	0.0062	38	.0210	25
10	0.0375	20	0.0216	24	0.0120	30	0.0098	33	.0334	21
15	0.0491	18	0.0283	22	0.0158	28	0.0129	29	.0437	19
20	0.0595	17	0.0343	20.5	0.0191	25	0.0156	27	.0529	17
25	0.0690	15	0.0398	19	0.0222	24	0.0181	26	.0614	16
30	0.0779	14	0.0450	18	0.0250	23	0.0205	25	.0694	15
35	0.0864	13.5	0.0498	17.5	0.0277	22	0.0227	24	.0769	14.5
40	0.0944	13	0.0545	17	0.0303	21	0.0248	23	.0840	13.5
45	0.1021	12	0.0589	16.5	0.0328	21	0.0268	22	.0909	13
50	0.1095	11.5	0.0632	16	0.0352	20	0.0288	21	.0975	12.5
60	0.1237	10	0.0714	15	0.0397	19	0.0325	21	.1101	11
70	0.1371	9.5	0.0791	14	0.0440	18.5	0.0360	20	.1220	10
80	0.1499	8.5	0.0864	13.5	0.0480	18	0.0394	20	.1334	9.5
90	0.1621	8	0.0935	13	0.0520	17.5	0.0426	19	.1443	9
100	0.1739	7	0.1003	12	0.0558	17	0.0457	19	.1548	8.5
120	0.1964	6	0.1133	11.5	0.0630	16	0.0516	18	.1748	7
140	0.2176	5	0.1255	10	0.0698	15	0.0571	17	.1937	6
160	0.2379	4	0.1372	9	0.0763	14.5	0.0625	16	.2118	5
180	0.2573	3	0.1484	8.5	0.0826	14	0.0676	16	.2291	4
200	0.2760	2	0.1592	8	0.0886	13	0.0725	15	.2457	3.5

(五十四)

式中心Iは電流、dは時にて示せる電線の直径なり、此算式に依り算出したるもの第十五表甲なり。

第十六表

亜鉛鍍鐵線の最大安全電流表

切斷面積 (+キユラ -1M)	木柱内に 於ける場 合最大安 全電流 (アムペア)	鐵柱内に 於ける場 合最大安 全電流 (アムペア)	「オ」の 呎數
59.536	55	63.8	645
50.625	48	55.6	549
42.849	41	47.5	463
36.864	30	34.8	398
31.329	26	30.1	337
26.244	23	26.6	283
21.904	20	23.2	236
18.225	17	19.7	196
14.400	14.5	16.2	155
11.025	12	13.9	119
8.464	10	11.6	91.4
6.400	8	9.28	69.1
5.184	6	6.96	56.0
3.969	5	5.8	42.8
2.916	3.7	4.29	31.4

第十七表

洋銀線の最大安全電流表

切斷面積 (+キユラ -1M)	最大安全 電流 (アムペア)	「オ」の 呎數
10381	8.5	60.9
8234	5.4	47.6
6529.9	4.6	37.8
5178.4	3.8	29.9
4166.8	3.2	23.7
3256.7	2.7	18.8
2582.9	2.3	14.9
2048.2	1.9	11.8
1624.3	1.65	9.4
1252.4	1.21	7.25
1021.5	.99	5.91
810.1	.88	4.69
642.7	.66	3.72
509.4	.55	2.95
404.0	.488	2.33
320.0	.434	1.85
254.0	.385	1.47
201.5	.343	1.16

第十八表

普通の可鍍線の溶解電流表

指定電 流 (アム ペア)	溶解電流 (アムペア)	直径 吋	近似 電線 B.S.
1	1.73	.010	30
3	4.89	.020	24
5	8.98	.030	20
7	11.32	.035	19
10	13.84	.040	18
15	19.34	.050	16
20	25.42	.060	14
25	32.04	.070	13
30	39.14	.080	12
40	54.10	.100	10
50	63.11	.110	9
60	81.08	.130	8
70	90.61	.140	7
80	100.50	.150	6 <sub>1/2</sub>
90	110.70	.160	6
100	132.10	.180	5
125	154.70	.200	4

第十九表

接觸箇所に於ける最大安全電流表

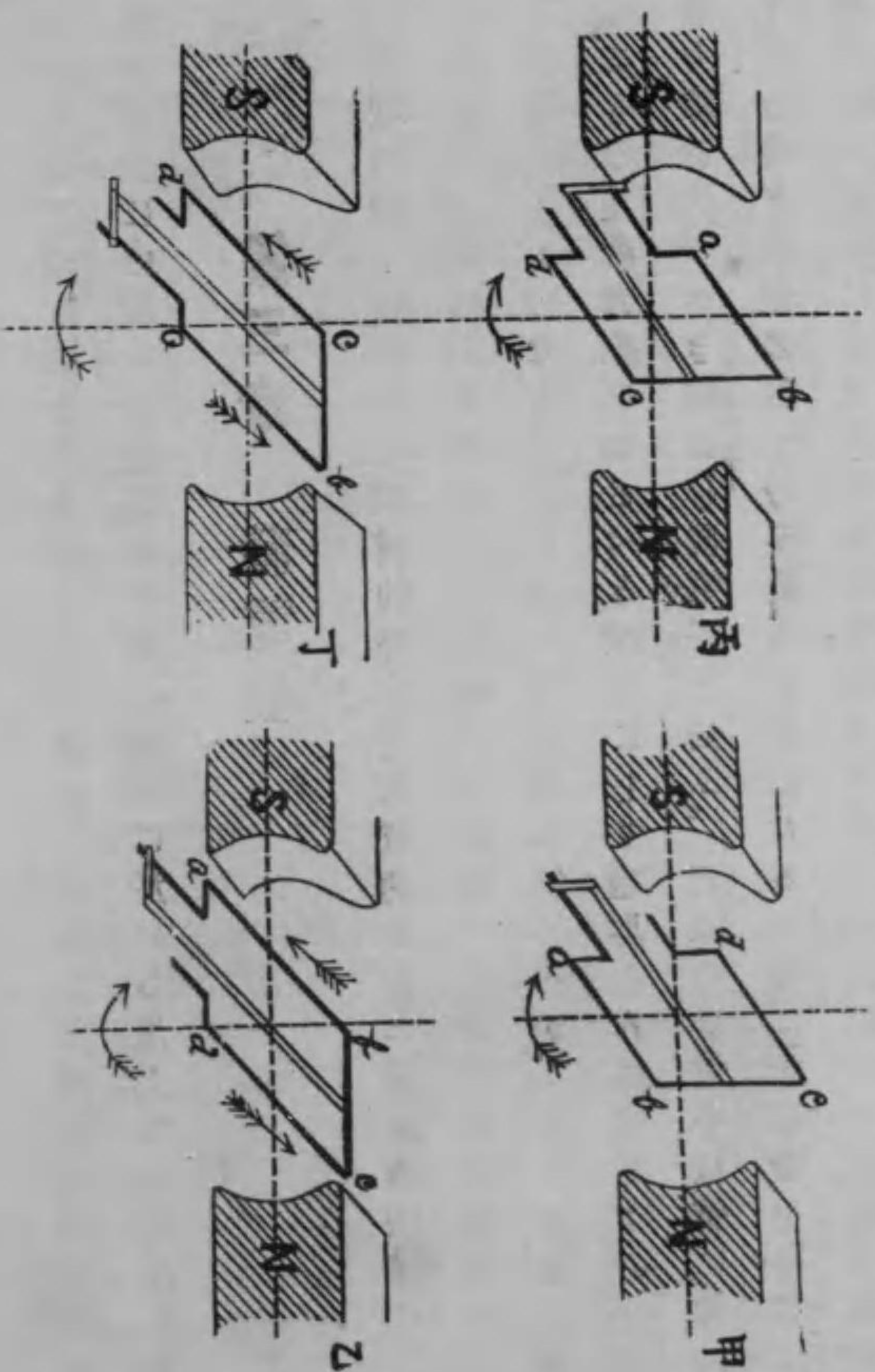
材 料	電流密度 一平方吋に 就てのアム ペア
銅 線棒	1200—2000
銅 ケーブル	800—1200
銅 ケーブル	1000—1600
鋳 鋼 輪	500—700
鋳 鋼 輪	300—400
銅 刷 子	150—175
炭 刷 子	30—35
銅—銅	67—100
銅—銅	40—50
銅—銅	40—50
銅—銅	120—200
銅—銅	67—100
銅—銅	67—100

第十五表乙、丙、丁、第十六表、第十七表及第十八表に諸電線の安全電流を示す。第十九表には種々の金属が接觸の箇所に於ける最大安全電流を示す。

### 第三章 發電機

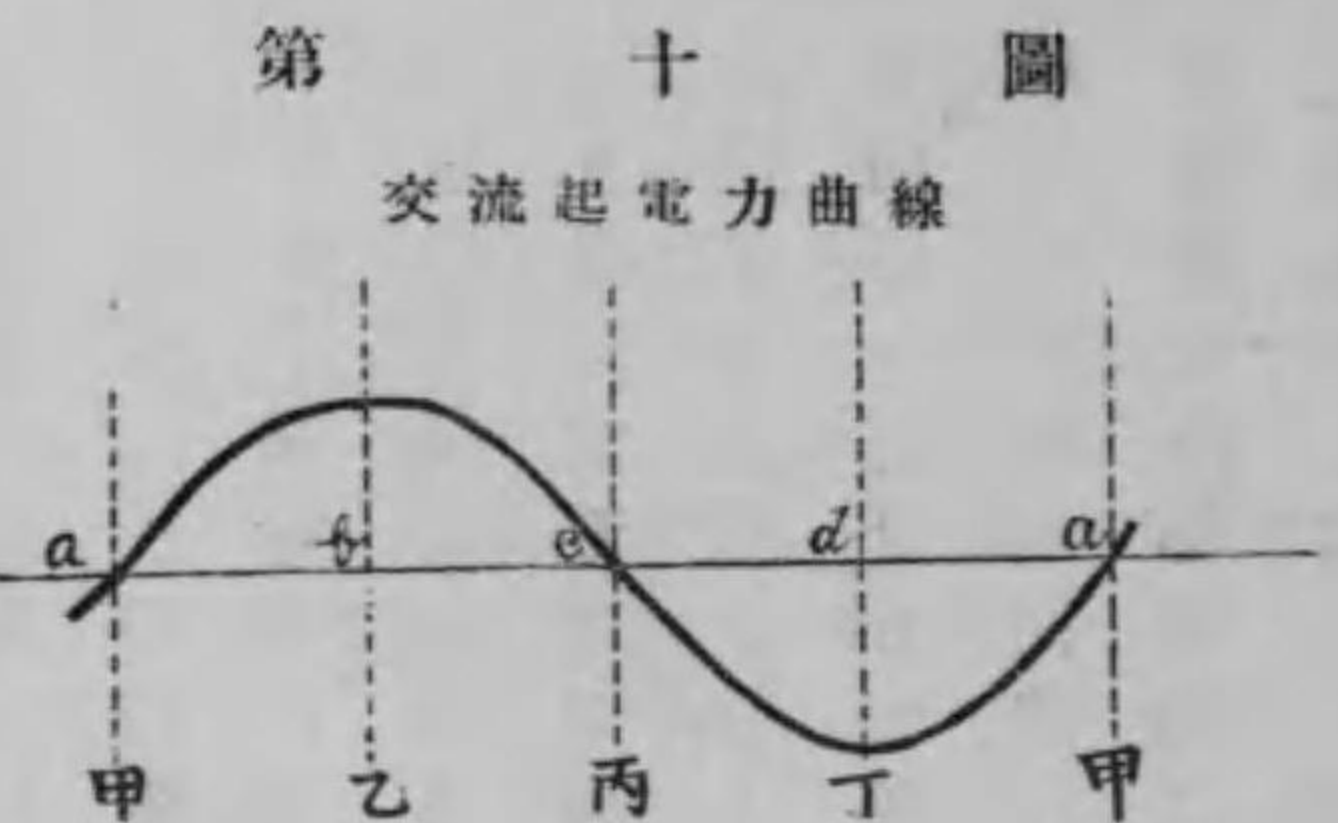
發電の理 發電機は機械的勢力を電氣的勢力に變ずる機械にして、第一章に記載したる如く、磁界に於て廻轉する線輪中に起電力の誘發せらるゝの理を應用せるものなり。是に由て發電機に缺くべからざる要素は磁界を作成するもの及磁力線を切るべき線輪にして、磁界を作成するものを磁界と云ひ、磁力線を切るべき線輪を發電子と云ふ。實際の發電子は、管に線輪のみならず是を薄き鐵板の數十乃至數百を重ねたるものに此鐵體を發電鐵心と云ふ捲きたるものにて、磁界は通常電磁より成る。發電子の線輪に起電力の誘發せらるゝ状態を説明せんに、第九圖に示す如く、界磁の南極をSとし北極をNとし、此極間に於てabcdある一線輪を時計指針廻轉と同じ方向に回轉するとき、NよりSに向ふ磁力線を切るに由り、線輪中に起電力誘發すべし。其強

さは一定せず、第九圖に於て線輪が甲の位置より乙の位置に進むに従ひ磁力線を切る數増加し、乙に於ては全數を切り最大の起電力誘發せられ、猶進んで丙の位置に進むに従ひ漸次減じ、丙の位置に来るときは、全く磁力線を切らざ



第九圖 發電機に於て起電力誘發の狀態を示す圖

るを以て起電力の誘發なし、猶廻轉して丁の位置に進むに従ひ、再び磁力線を切る數漸次増加し、丁の位置に於て再び全數を切り最大の起電力誘發せらる。



第十圖 交流起電力曲線

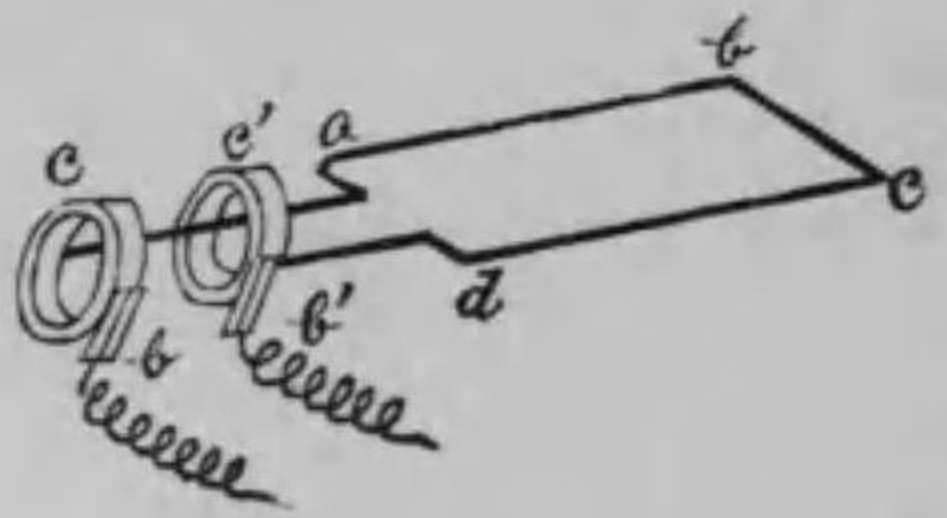
此等起電力の方向は、線輪が甲の位置より丙の位置に至る間は、矢線にて示す如く、*ab*線に於ては *ba*の方向に *cd*線に於ては *dc*方向にあり、即ち全線輪に於て *dcba*なる方向に於ては *de*方向にあり、即ち全線輪に於て *abcd*なる位置に至る間は *ab*線に於ては *ad*の方向に *cd*線に於ては *cd*の方向にあり、即ち全線輪に於て *abcd*なる方向にある起電力誘發せらる。斯くの如く、線輪を廻轉して誘發せらるゝ起電力は線輪の位置に従ひ増減し、其方向は半廻轉毎に變じ一廻轉毎に反覆せらる。今縦横に一線宛を引き、横線にて廻轉の時分を示し、縦線にて起電力の強さを示し、各時分に對する起電力の變化を畫くときは、第十圖に示す如き波狀曲線を得べし、即ち起電力は甲の位置に於て零にして、乙の位置



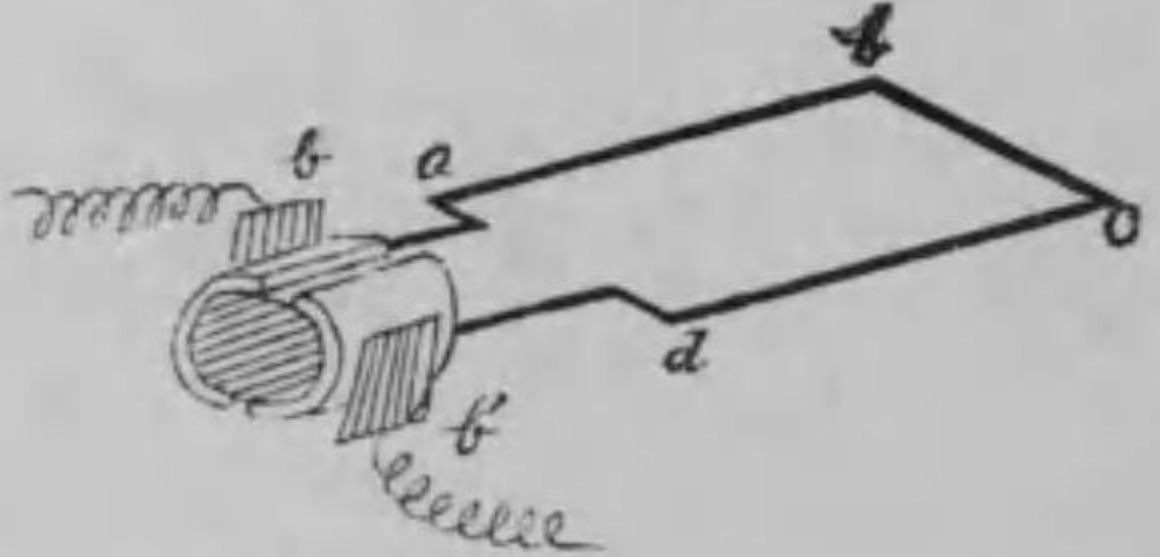
に進むに従ひ漸次増し、乙の位置に至て最大となり丙の位置に進むに従ひ漸次減じ丙の位置に至て再び零とあり、丙の位置を超へては、更に其方向を變じ丁の位置に進むに従ひ再び漸次増し、丁の位置に至て最大となり、丁を超へて漸次減少し、甲の位置に戻て零となり、線輪の廻轉に従ひ此變化を反覆す。斯くの如く、線輪中に誘發せらるゝ起電力は、一の波狀を爲して變化し、線輪が幾百條の電線より故るも各線に此變化起りて相連続す。乃ち此起電力は、電池より發生する起電力の如き其値及方向の一定せる者に非ずして、一定時間内に變化を反覆するものなり。此くの如き起電力を交番電壓と云ひ、値及方向の一定せる電壓を直通電壓と云ふ。今線輪 *abc* の兩端を適當の裝置にて、外部の回路に接続し、線輪を廻轉するときは、線輪に於て發生したる交番電壓は、外部回路に加はり電流は通ずるに至るべし。此電流の値及方向は交番電壓と同じく波狀に變化す、此種の電流を交番電流略して交流と云ひ、値及方向の一定せる電流即ち直通電流を畧して直流通と云ふ。線輪を外部回路に接続するには第十一圖に示す如く二個の銅環 *c, d* を線輪の廻轉する

第十一圖

(甲) 聚電子



(乙) 整流子

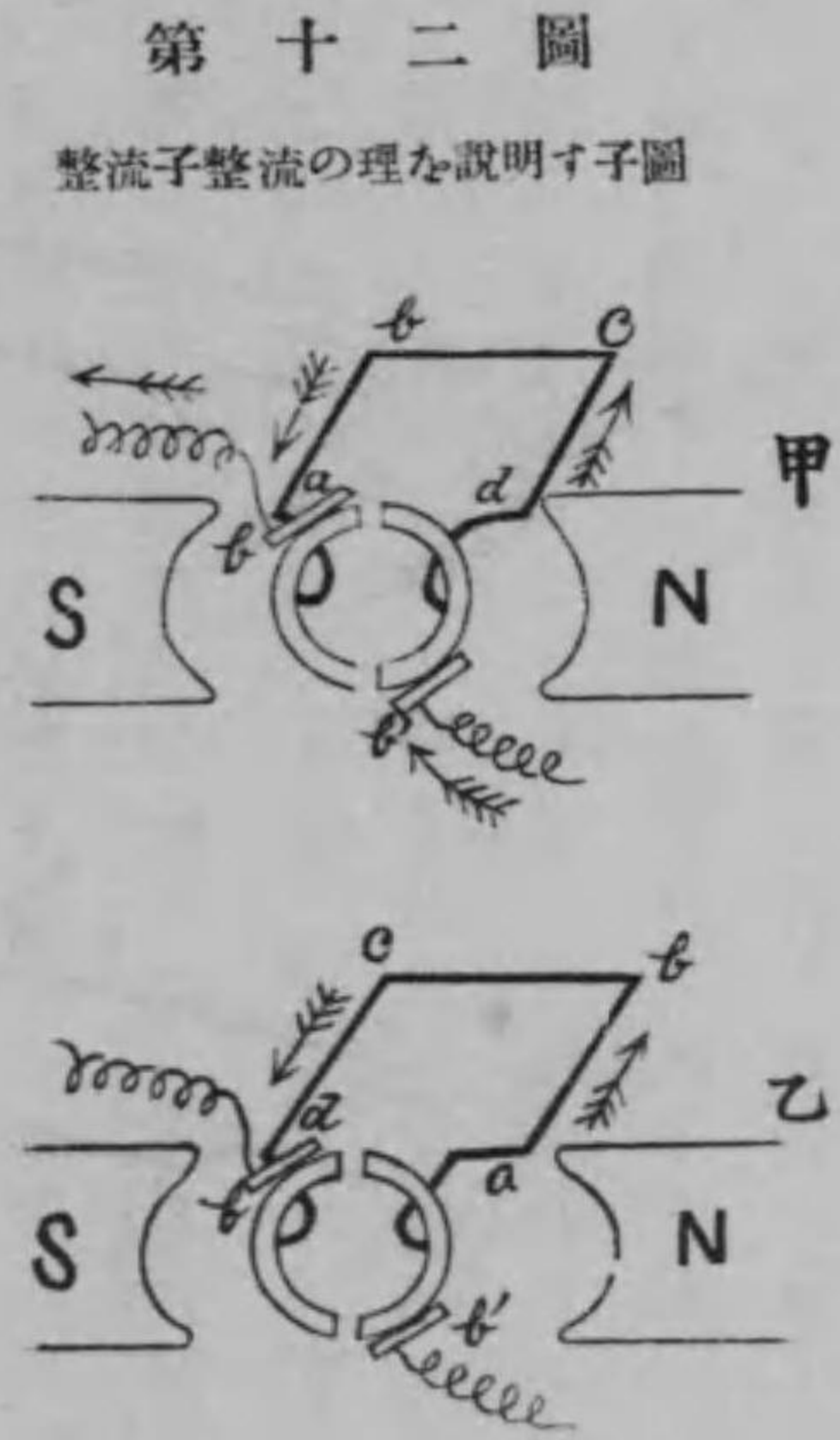


軸に固着し線輪の兩端を各環に接続す、此銅環に接觸する様りなる銅製の刷毛を裝置し、是を外部回路の兩端に接続す。此裝置に由り、線輪及銅環が廻轉するも刷毛は固定して常に銅環に接觸するを以て回路は常に線輪に接続せられて線輪中に發生したる起電力は、外部回路に加はり交流流通するに至るべし。

此くの如く交流を發生する發電機を交流發電機と云ふ、銅環を聚電子と云ひ、刷毛を刷子と云ふ。發電機より直流を得んには、發電

子に誘發する交番電壓を直通電壓に變ずる裝置を爲さざるべからず。其方法として第十一圖乙に示すが如く、聚電子の代りに半圓筒狀の銅片貳個を、圓筒狀をなす絶縁物の周圍に取付け、其相互間を絶縁し線輪の廻轉軸に固着せ

しめ、線輪の兩端を各銅片に接続す、別に刷子貳個を各銅片に接觸する様装置し、是に依て線輪を外部回路に接続せしむ。第十二圖甲に於て $a$ は $b$ に依て $d$ は $b'$ に依て外部回路に接続し、電流は矢の方向に流る。今線輪を百八十度廻轉する時は乙に示すが如く



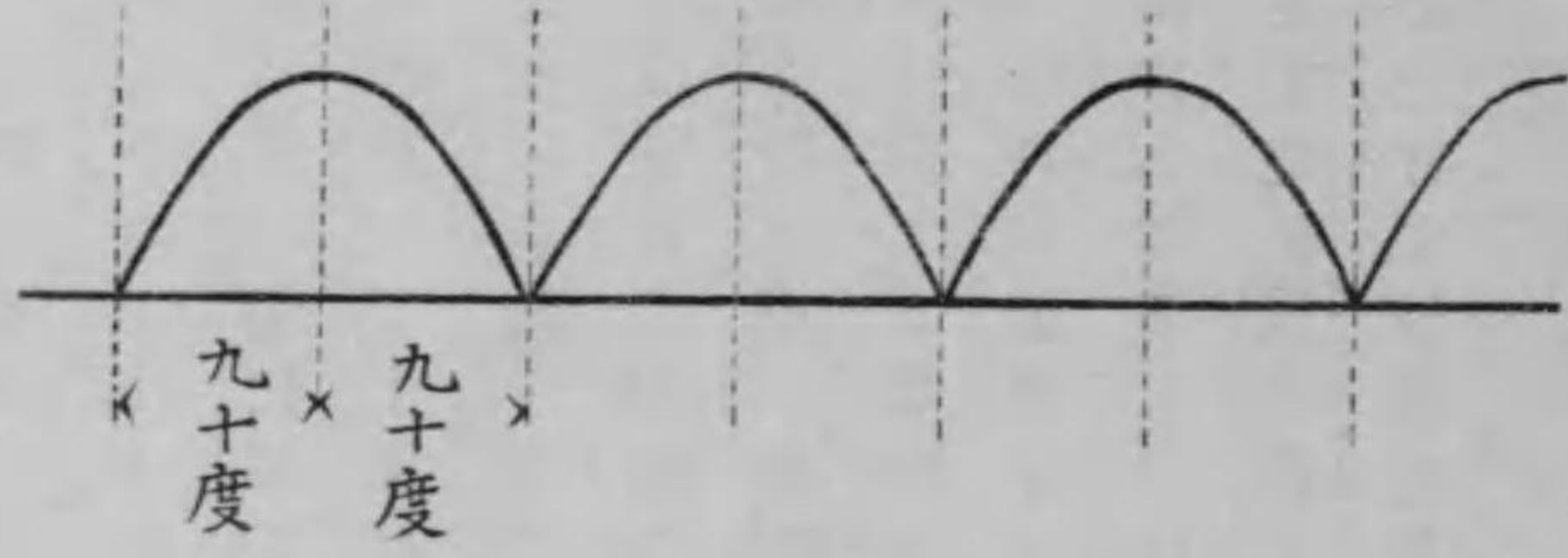
第十二圖 整流子整流の理を説明す子圖

何なる場合にも、外部回路に直通電流を通せしむるを得るなり。此装置を整流子と云び、各の銅片を整流子片と云ふ。斯くして交流を直流に變ずることを得るも未だ眞の直流とならずして、其値は變化し線輪の半廻轉毎に之を反

廻轉する時は乙に示すが如く $a$ は $b'$ に依て、 $d$ は $b$ に依て外部回路に接続するに至りて、全線輪に發生する交番電壓は甲に於ける場合と反對なるも、外部回路に向ては之れと同じ方向に出づるなり。即ち此装置に由て線輪各巻線の位置の如

覆すること第十三圖に示すが如し、此雲狀變化を爲さしめざるが爲には整流

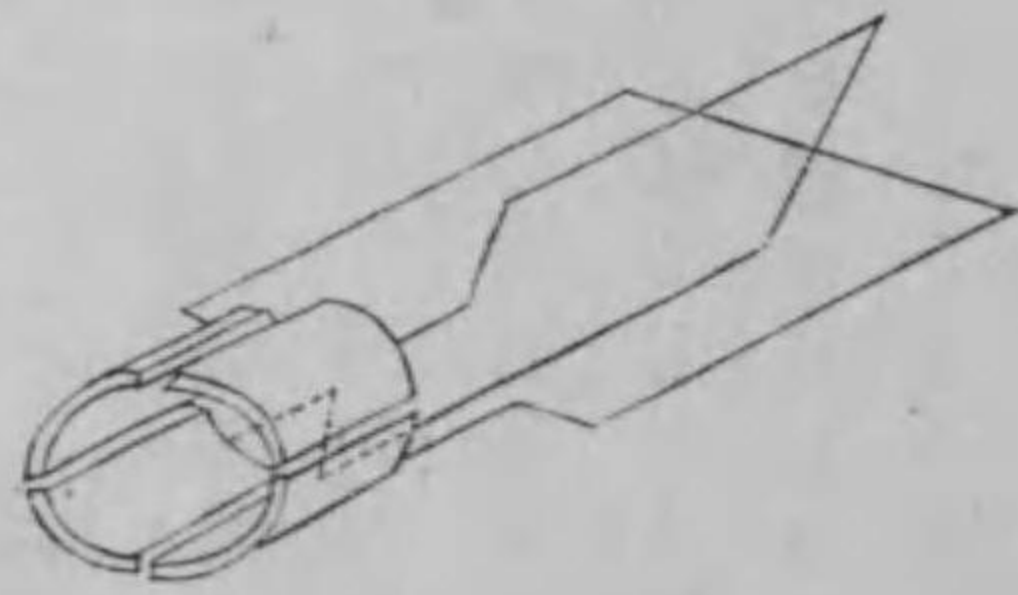
第十三圖



第三章 發電機

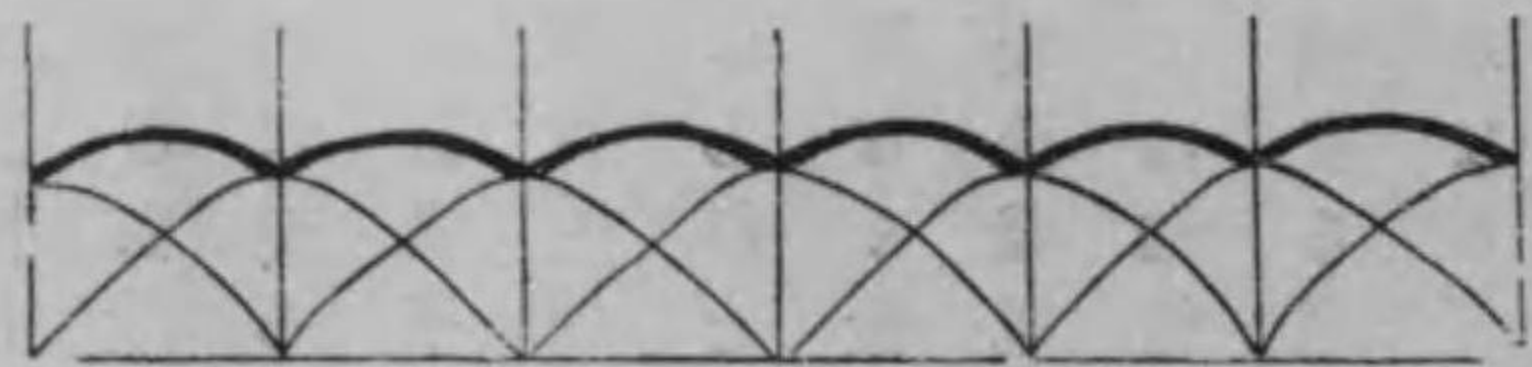
第十四圖

セグメント四個



第十五圖

直流曲線(セグメント四個使用)



(六十三)

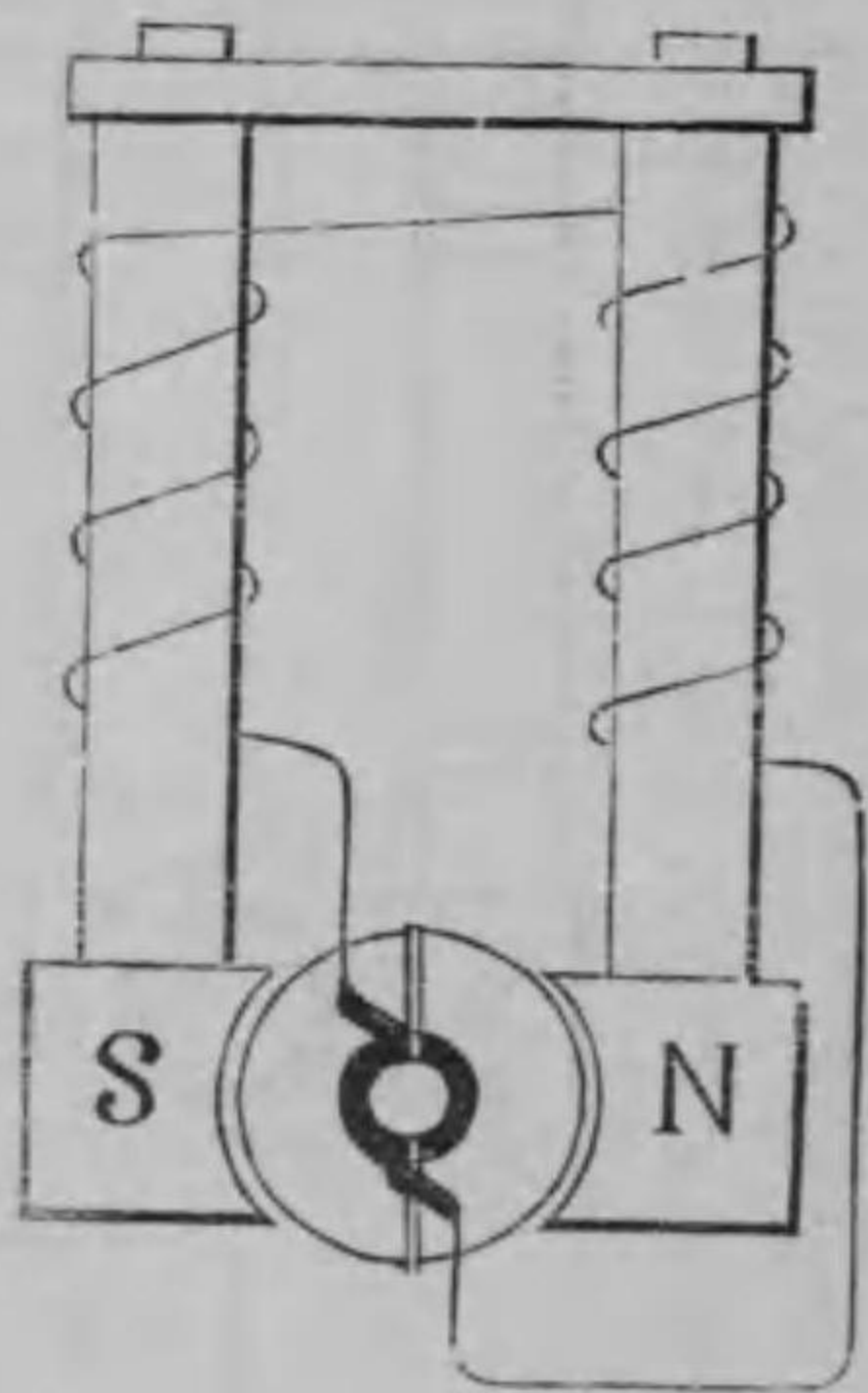
子片の數を増加せざるべからず。今四個の整流子片を具備する整流子を用ふるに於て第十四圖の如く爲せば、二種の雲狀曲線が重りて第十五圖に示す如く變じ値の變化甚しく減すべし。此整流子片の數を増すに従ひ、雲狀曲線は益々相重りて、上部は漸次直線に近付き、全く眞の直流に變ずるに至るべし。斯くの如く直流を發生する發電機を直流通發電機コンスタントカレントダイナモと云ふ。實際の發電子に於ては、整流子片の數は數十乃至數百にして、其相互間に雲母を填充して相絶縁す。通常の發電機に於ては、磁界は定置せられ、發電子を廻轉するにあれども、是を反對に爲すも線輪をして磁力線を切らしむるの理に於て、差異なく發電の理同一なれば、發電子を定置し、磁界を廻轉せしむる發電機あり、交流發電機の發電出力大なるものは概ね然り。發電子又は磁界を廻轉するには相當の機械を要す、是を原動機プライムムーバと云ふ。要するに發電機は原動機より發生する機械的勢力を受けて廻轉し、是を變じて電氣的勢力として發生するものなり。

### 第一項 直流發電機の性狀

發電機の種類 直流發電機に於て磁界を作るべき磁界の線輪に通ずる電流は、發電子に於て發生する電流を導くを通常とす。其方法を説明せん、第十六圖に示すが如く、簡單なる發電機を想像し、發電子線輪を整流子の刷子に

第十六圖

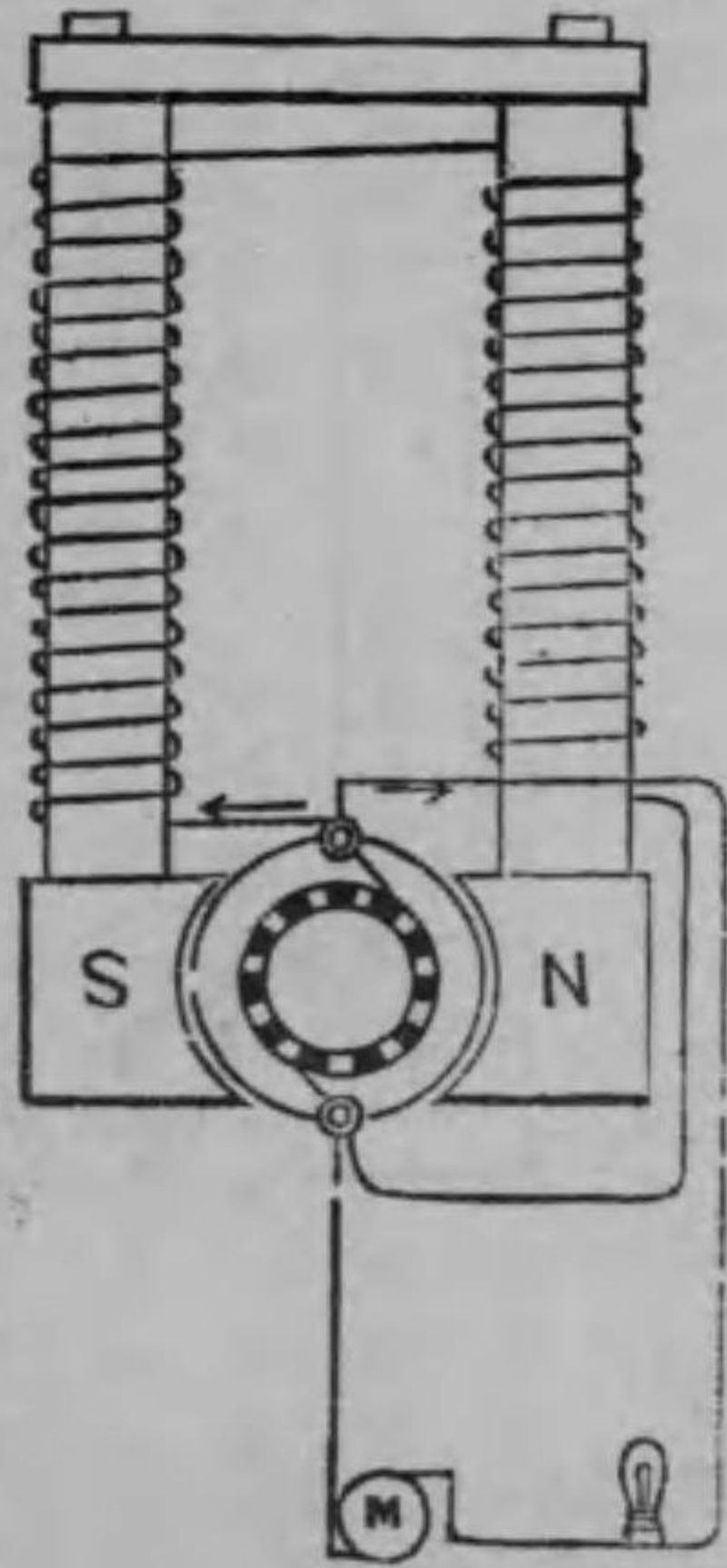
發電子より磁界に電流の通ずるを説明する圖



依て磁界線輪に接続し、發電子を廻轉するときは、磁界Nは微弱の殘餘磁氣を有する爲め、兩極間に磁界成りて、發電子線輪は之を切る故に、巻線に起る電流誘發せられ、回路完成せるを以て電流は發電子及磁界の兩線輪中に流るべし。爰に於て磁界の磁力は更に増加し、従て其磁界は強大し、發電子巻線中に發生する電流亦増加す。此くの如くして、發電子の廻轉増すに従ひ、相遞加して磁界の磁力は其鐵固有の程度に達して、止み發電子の巻線に誘發せらるる起電力も之に應じて一定すべし。此方法に

於ては界磁線輪は發電子線輪に直列に接続せらるれども、此兩線輪の接続方法に三種あり、第一は第十七圖に示すが如く界磁線輪は發電子線輪に並列に接続せらる、此接続に於ては發電子に於て發生したる電流は界磁線輪及外部

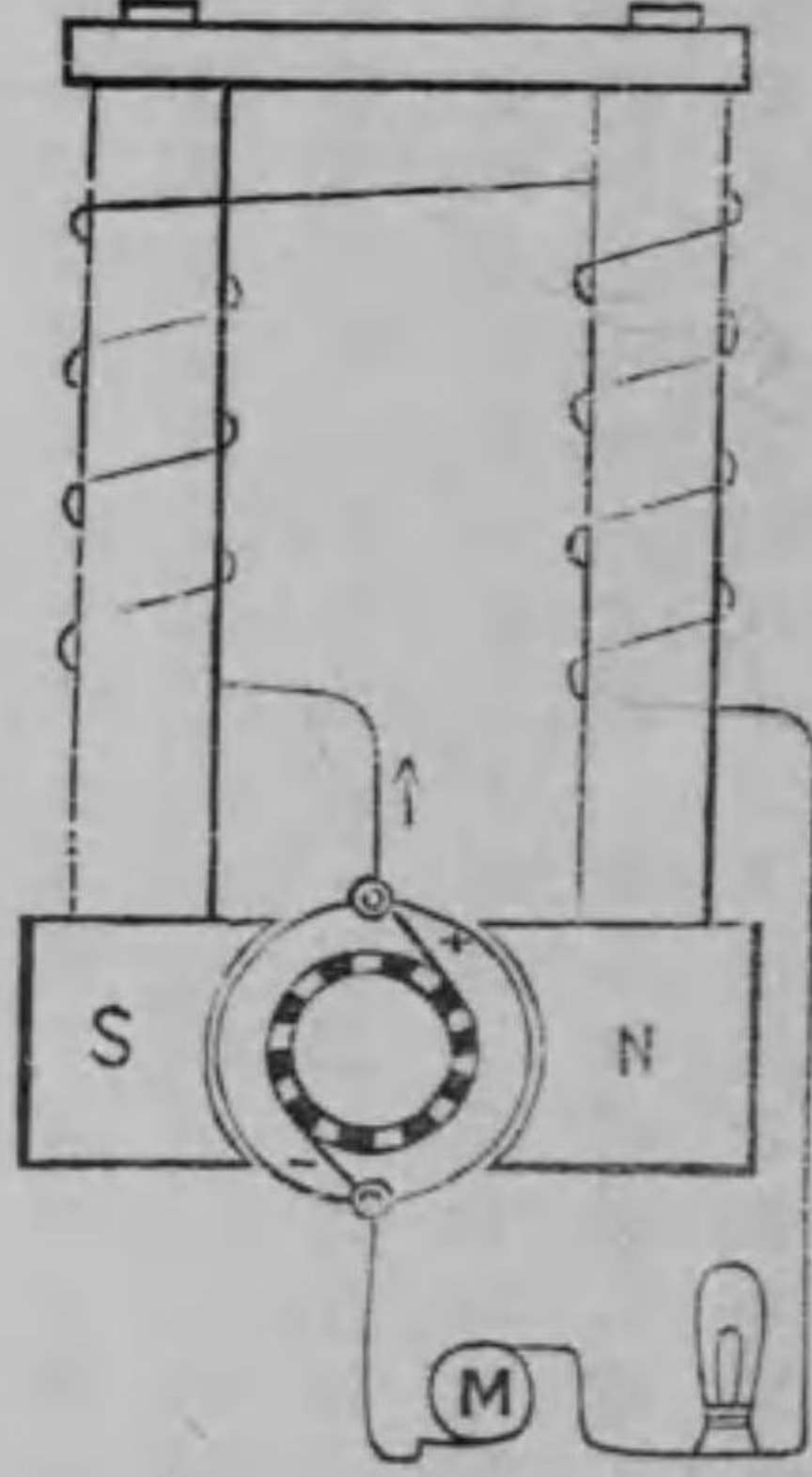
第十七圖 分巻發電機接続圖



回路に分流す、其割合は兩回路の抵抗に逆比例すること明かなり、是に由て外部回路に多量の電流を通せしむる爲に、界磁は細小の電線にて

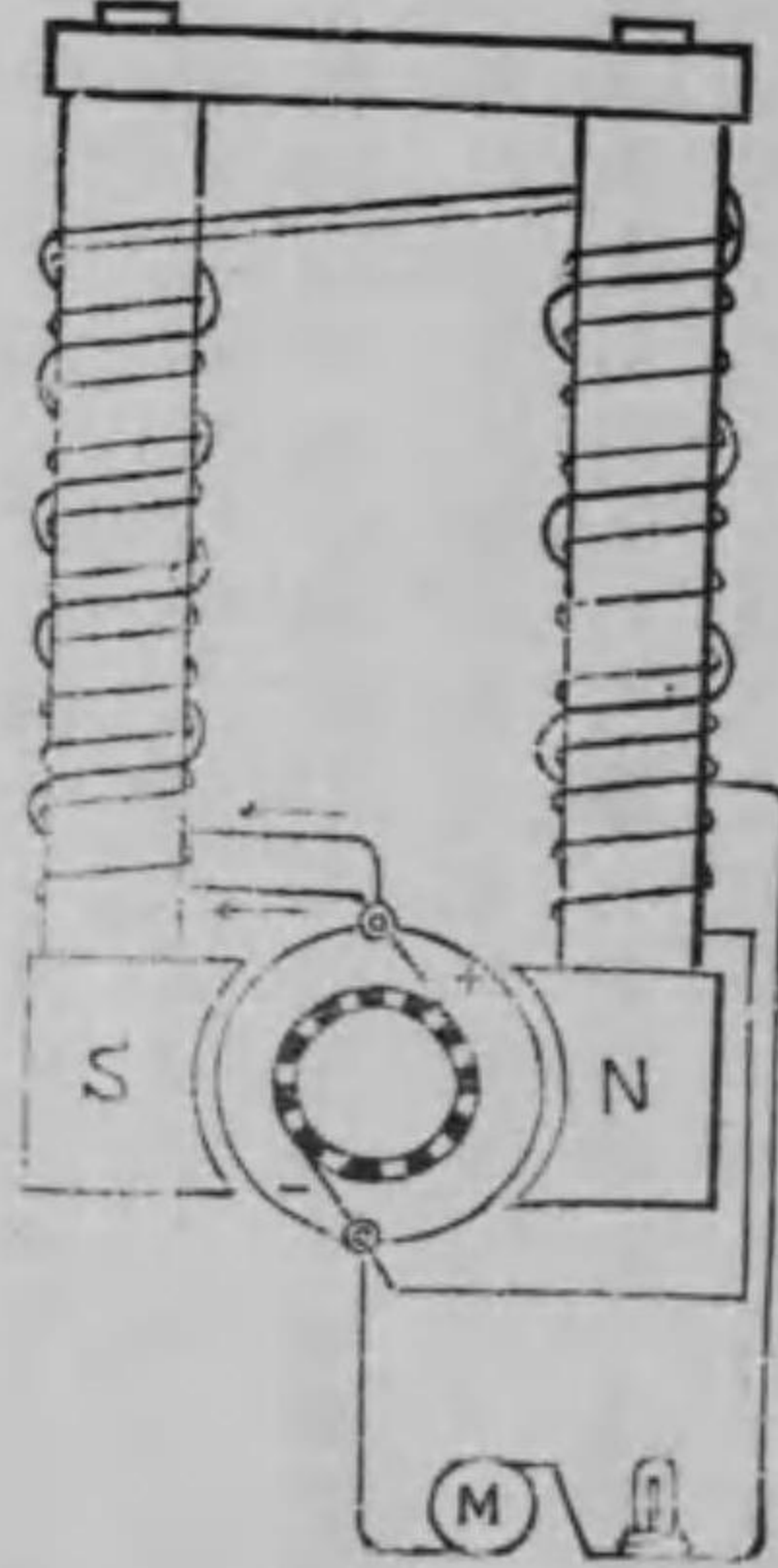
數百回捲き其抵抗を大ならしむ、斯くして電流は少きも捲數多き爲に磁力は減せざるなり、此種の發電機を分巻發電機と云ふ。第二は第十八圖に示すが如く界磁線輪は發電子線輪に直列に接続せらる、此種の發電機を直巻發電機と云ふ。第三は第十九圖に示すが如く界磁線輪は二種より成り、一は分流線輪と稱し發電子線輪に並列に接続せられ、一は直列線輪と稱し發電子線輪に

第十八圖 直巻發電機接続圖



直列に接続せらる、此種の發電機を複巻發電機と云ふ。此發電機に二種あり、分流線輪が只發電子線輪のみ並列なるもの(第十九圖)を短分路複巻發電機と云ひ、發電子線輪及直列線輪と並列なるものを長分路複巻發電機と云ふ。

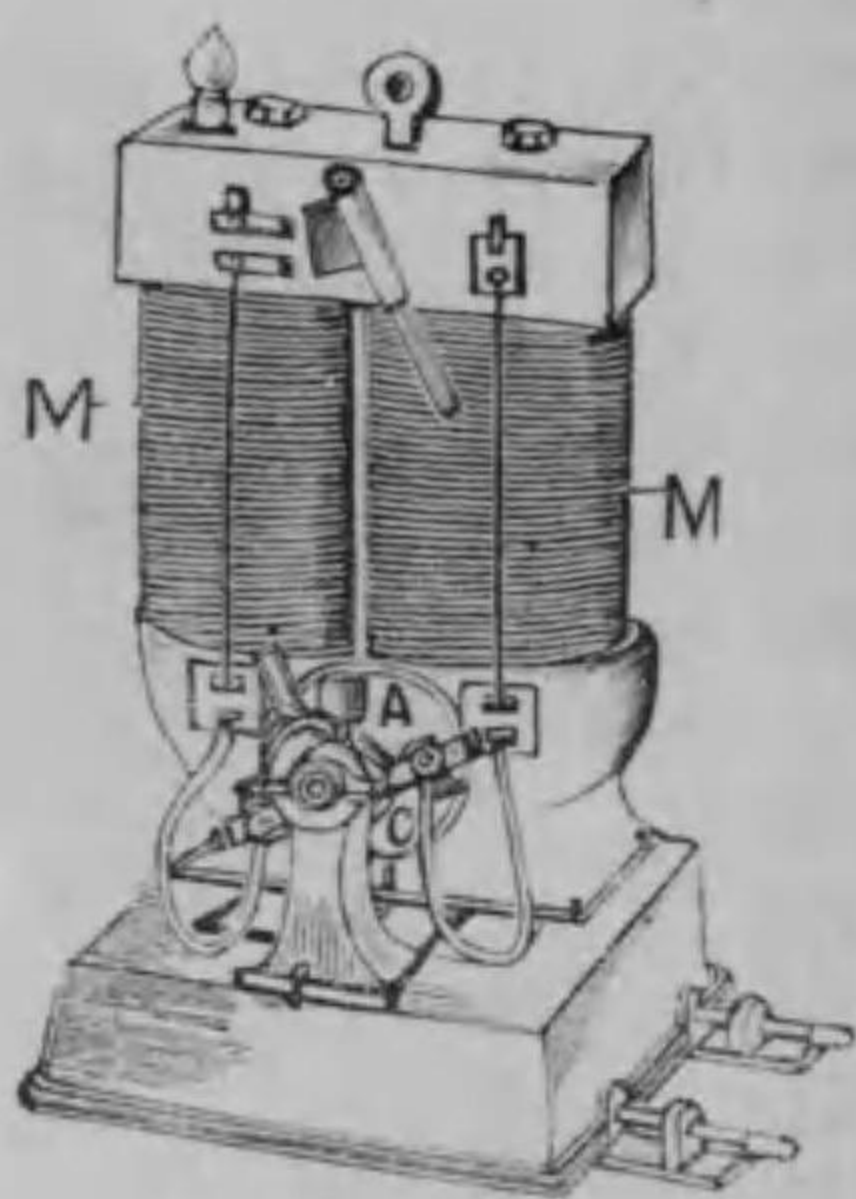
第十九圖 複巻發電機接続圖



直流發電機の界磁線輪の接続法は以上三種にして、自熱燈用發電機は分巻式又は複巻式、弧光燈用發電機は直巻式、電氣鐵道用發電機は複巻式なるを通常とす。分巻發電機に於ては、刷子間の電圧は回路に於ける負荷例へば電燈數

の増減に伴ふを以て之を調整し變化なからしめんが爲に、界磁回路に抵抗器を接続使用し、負荷の多少に應じ其抵抗を増減して界磁回路の抵抗を加減し、是に由て其勵磁電流を調整して發電機の電壓に變化なからしむ、此抵抗器を加減抵抗器と云ふ。複巻發電機に於ては負荷増加に伴ひ電流の増加すると同時に、複巻中直列線輪に通ずる電流増加するを以て、界磁の磁力増して發電機の電壓を増加せしめ、負荷の爲めに減せんとする電壓を不變ならしむ、斯くの如く殆んど不變なる電壓を發生する發電機を不變電壓發電機と云ふ、即ち分巻發電機及複巻發電機は此種に屬す。複巻發電機に於て其界磁直列線輪の巻數を適當に定むれば、負荷の増加に伴ひ反て電壓を増さしむることを得るなり、電氣鐵道用發電機の界磁は通常此方法に依り捲かるゝなり、此種の發電機を過複巻發電機と云ふ。複巻發電機に於ても界磁の分巻回路中に抵抗器を接続使用し、分巻線に通ずる電流を調整す。發電機界磁の磁極數は一對以上必ず偶數にして、一對のものを二極發電機(第二十圖)と云ひ、二對以上のものを多極發電機(第二十一圖)と云ふ、多極發電機は恰も二極發電機を二個以上

第二十圖 二極發電機



併合したると同様なり、其刷子の數は極數と同數あるを要す。發電機の出力大なるものは通常之を多極とし、極數は二對或は三對のもの多く、其界磁は北極及南極が交互に配置せらる、即ち同種の極が發電子を挟みて相對し、各極より出づる磁力線は兩隣極に分配され、發電子の線輪は廻轉毎に之を切るなり。

發電機の電壓——發電機が發生する起電力の強弱は左の四ヶ條に關す

- (一) 發電子が廻轉して切る磁力線の總數
- (二) 發電子の表面に排列せられ磁力線を切る巻線の數
- (三) 發電子の廻轉數

Nを界磁の一極より出で他極に入る磁力線の總數とし、nを一分間の廻轉數

Sを發電電子表面に於ける巻線の排列數、Pを磁極數、bを刷子の數、Vを起電力の「ヴォルト」數とすれば、Vの値は左の如し

$$V = N \cdot \frac{n}{60} \cdot S \cdot \frac{P}{b} \cdot 10^8 \dots\dots\dots(19)$$

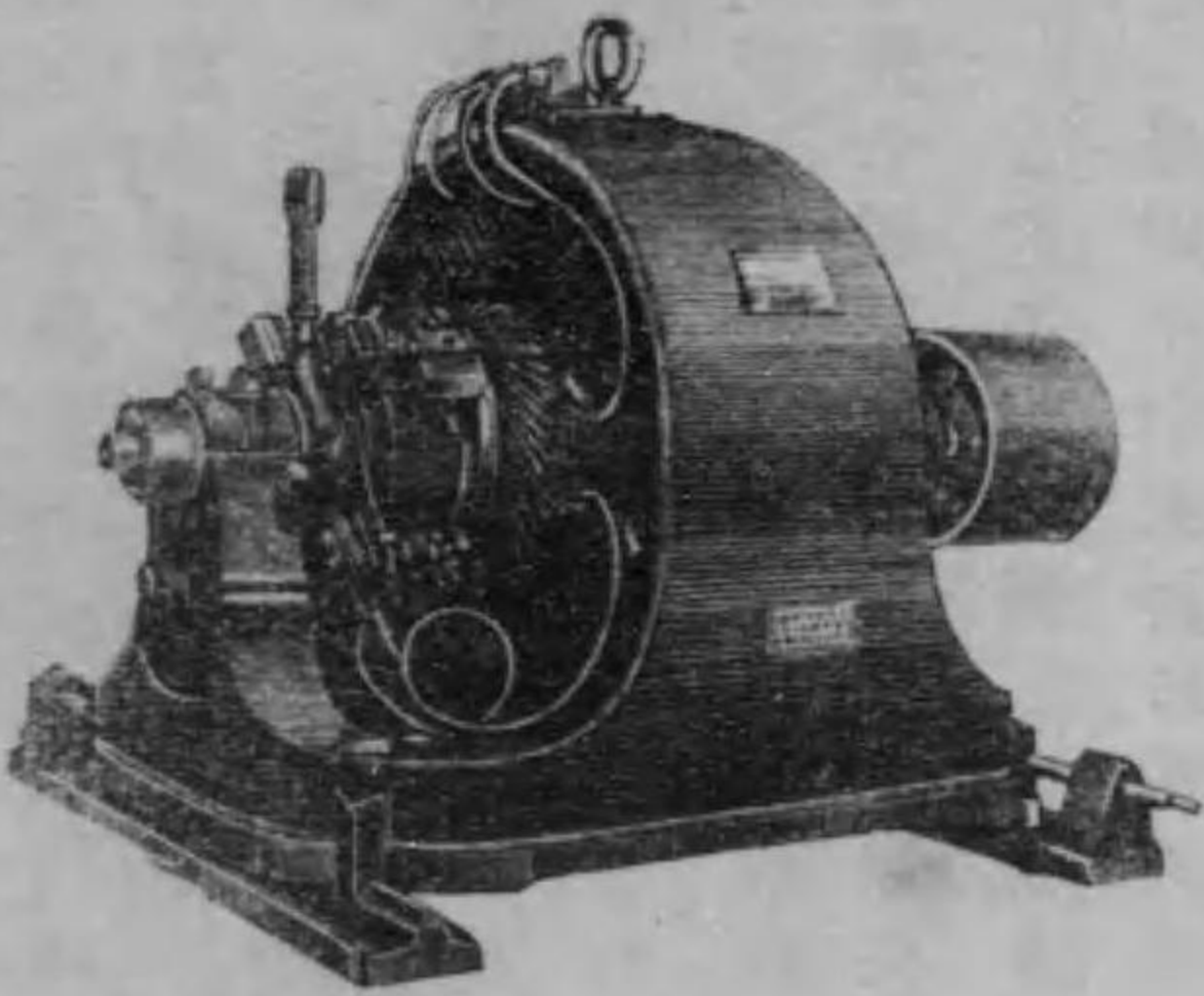
例へば四極發電機に於て磁力線數を四、〇〇〇、〇〇〇一分間の廻轉數を八百、巻線の排列數を二百二十五とすれば

$$N = 4 \times 10^3, n = 800, S = 225, P = 4, b = 4,$$

なるに由り

$$V = 4 \times 10^3 \times \frac{800}{60} \times 225 \times \frac{4}{4} \cdot 10^8 \\ = \frac{4 \times 800 \times 225}{60 \times 100} = 120$$

第二十一圖  
多極發電機の圖



即ち電壓は百二十「ヴォルト」なり

通常極數と刷子數とは同じければ第十九式は  $V = N \cdot \frac{n}{60} \cdot S \cdot 10^8$  となる。

此故に發電機の電壓を増減するには N n S の何れかを變ずるにあれども、最

も容易に増減することを得るは N にして、N はアムペアターンに正比例するものあれば、通常界磁線輪に通ずる電流を加減して電壓の増減を行ふものとす、此方法を電壓の調整レギュレーションと云ふ。

第十九式の V は發電電子中に發生する起電力にして、發電電子の刷子間に於ける電壓は是れと異なる。今此電壓を E にて示せば、其値は發電機の種類に依て異なる。

發電電子の抵抗を  $R_a$ 「オーム」

分流線輪の抵抗を  $R_s$ 「オーム」

直列線輪の抵抗を  $R_c$ 「オーム」

發電電子に通ずる電流を  $I_a$ 「アムペア」

とすれば、分巻發電機に於ては

$$E = V - I_a R_a \dots\dots\dots(20)$$

直巻發電機に於ては

$$E = V - I_a (R_a + R_s) \dots\dots\dots(21)$$

複巻發電機に於ては

$$E = V - (I_a R_a + I_s R_s) \dots\dots\dots(22)$$

白熱燈用發電機の電壓即ち E は概ね百二十五「ヴォルト」にて百「ヴォルト」乃至

百十「ヴォルト」にて點火すべき白熱燈又は弧光燈を回路に並列に接続して是に送電す。弧光燈用發電機は五十「ヴォルト」電壓にて點火すべき弧光燈の數十個を直列に接続するものなれば電壓は燈數に五十「ヴォルト」を乗じたるものに等しく、通常七百五十「ヴォルト」以上にして電流は一定して六五「アムペア」又は十「アムペア」なるを普通とす、常に之を不變ならしむる爲に特種の電流加減抵抗器を接続使用す。

發電機の出力 發電機の大きさを表はすには其發電機が外部に向て供給することを得る電力を以てし是を出力と云ふ、例へば五百「キロワット」の電力を供給する發電機なれば出力五百「キロワット」の發電機と云ふ。出力は電壓及回路の抵抗に由て定まれども亦左の二條項に據り制限せらるゝものとす。

(一) 發電子が電流の爲に發熱するを以て、全負荷にて連轉中一定温度より昇らざること。

(二) 發電子に起る反作用を成べく減じ刷子に於て電火の生ぜざること。  
發電子に於ける發熱とは、巻線に電流流通の爲に生ずる消費電力 $I^2R$ に基く發

熱及び鐵部に起る磁氣作用に基く發熱なれば、巻線に通ずる電流密度を減じ發電子の廻轉數及び熱を輻射する表面を増せば、是を少からしむるを得べし。發熱の最大限度は周圍空氣の温度より高きこと攝氏五十度となす、若し發熱が是より大あるときは、發電子の絶縁を損するを以て甚だ危険なり。發電子巻線に於ける電流密度は巻線の切斷面積一平方時に付き二千「アムペア」乃至三千「アムペア」を適度とし米國の重なる電機工場に於ては「アムペア」に要する捲線の切斷面積を六百乃至八百「サーキュラーミル」と爲せり。界磁線輪に於ける電流密度は發電子に於けるもの、二分一を通常とす。發熱制限に對する輻射表面に就てエッソン氏は次の式を與へり

$$\begin{aligned} \text{界磁} \quad & \text{最熱部の温度と周圍空氣の温度との差(華氏)} \\ & = 100 \times \frac{\text{消費電力}}{\text{表面積(平方吋にて示す)}} \quad \dots\dots\dots (23) \\ \text{發電子} \quad & \text{最熱部の温度と周圍空氣の温度との差(攝氏)} \\ & = 55 \times \frac{\text{消費電力}}{S(1+0.00018V)} \end{aligned}$$

式中Sは平方吋にて示す有効冷却表面積Vは一分間に於ける呎にて示す周

圍速度なり、又發電子の廻轉數と安全に發生し得る出力Wとの關係左の如し。

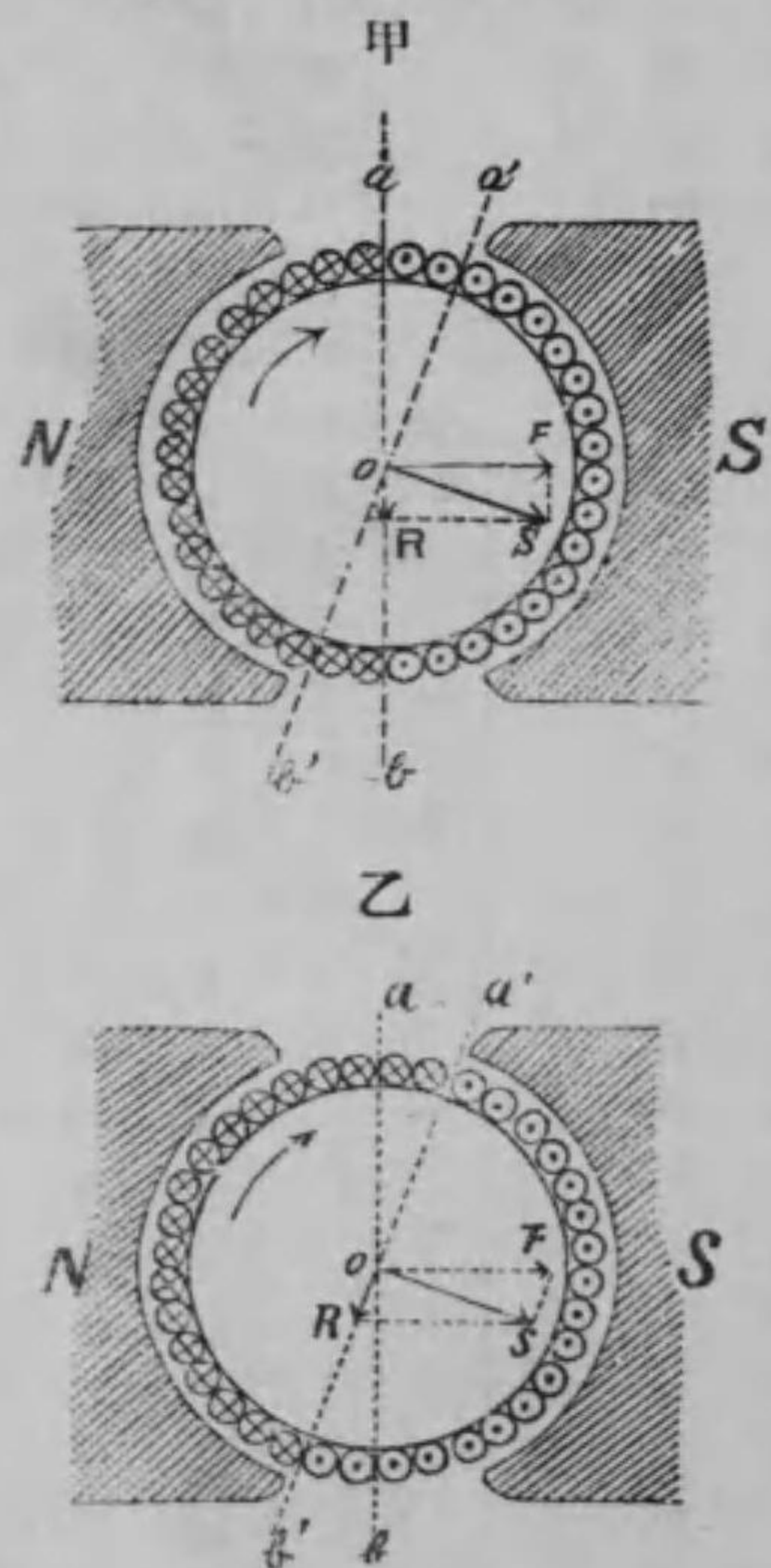
$$\begin{aligned}
 & \text{鼓形發電子に於ては} & W &= I_a I_n \times 0.015 \\
 & \text{環狀發電子に於ては} & W &= I_a I_n \times 0.010 \dots\dots\dots (24)
 \end{aligned}$$

式中Lは發電子の長さ(磁極間に於ける)、dは其直徑にして吋にて示さる、nは一分間の廻轉數なり。

發電子の發熱を少からしむる一方法として發電子巻線間に空溝を作り、廻轉の際空氣をして此間隙に進入せしめ、巻線に觸れ之を冷却せしむるものあり一況に發電子の最發熱部は周圍空氣の温度より昇ること攝氏四十度以上ならざるを可とす。

發電子の反作用とは發電子の鐵心が之に通ずる電流の爲に磁性を帶び、磁力線を發生して界磁の磁力線に働きて、其分布の状態を變じ、磁界を弱耗せしむる作用を云ふ。第二十二圖甲は二個の界磁極間に置かれたる發電子とし、矢線の方向に廻轉するものとせば、其巻線中に發生する電流は、界磁の磁力線の方角OFに直角なる中心線abの右側に於ては紙面より讀者に向て流れ、矢の根

第二十二圖 發電子の反作用を示す圖



にて方向を示す(左側に於ては讀者より紙面に向て流る、矢の頭にて方向を示す)。此電流の爲に發電子は磁性を帶びOFと直角なる方向ORに磁力線を發生す、此磁力線はOFと合成してOSなる磁力線となる、然るに已に記載したる如く

ab線に在る巻線には起電力發生せざれば、此線中に刷子を置くときは、整流子と離合する際に電火の發生することなきも、磁界の磁力線傾きてOSとなれる爲に、是れと直角なるab線(中性線と稱す)も傾きて

第二十二圖乙に示す如くa'b'となれる爲め、此線中に刷子を置かざるべからず。若し此中性線中に刷子を置かざるときは、刷子が相隣れる二個の整流子片上



に跨り是に接続する二個の巻線を短絡する時に巻線に起電力の發生ありて  
 刷子を通じて大なる電流流れ、刷子が整流子片より離るゝ際に、甚しき電火の  
 發して是れを焼損する虞れあり、磁力線の此傾斜角度を進みの角と云ふ。  
 斯くの如く磁力線ORは磁界の磁力線の方向を傾斜せしむるのみならず、第二  
 十二圖乙に示す如く其一部はOFに反對に働き是を弱小ならしむ、是れを生せ  
 しむるアムペアターンは巻線に通ずる電流をIとし、巻線の排列數をSとし  
 進みの角をBとすれば左の式にて示さる。

$$AT = \frac{BSI}{180} \dots\dots\dots (25)$$

此反作用を消滅せしむるにはATなるアムペアターンを界磁線輪のアムペア  
 ターンに増すにありて、電流を増すときは總アムペアターンの増加となるに  
 由り、通常はターン即ち單に巻數のみを増して反作用を消滅せしむるなり。  
 發電機の損失及能率——發電機は或る原動機にて運轉せられて電力を發生  
 するものなれども、一汎機械と同様に原動機より加はる勢力の全部を電力と

して發生するものに非ず、其幾部分は發電機内に於て消費せらるゝを免かれ  
 ず、此加はる勢力——之をと云ふとにて發電機の出力を除したるものを  
 發電機の能率と云ふ。  
 發電機内に消費せらるゝ損失の勢力は概ね左の數種とす

- (一) 發電子及界磁の巻線が電流の爲に發熱する電力の損失  $I^2R$  是を銅損  と云ふ
- (二) ヒステリシス及渦流に因る鐵に於ける電力の損失是を鐵損  と云ふ
- (三) 軸受に於ける摩擦、整流子に於ける刷子の摩擦、空氣の抵抗等に因る機械的勢力の損失

ヒステリシス損失とは鐵の固有の性質に基くものにして、鐵が電流の爲に磁  
 化するに當り、電流が交流なるときは鐵の固有の性質として磁化の程度が交  
 流波の高低の變化に伴はずして、必ず是より遅れ交流が最大になりしより少  
 し後に鐵の磁力最大と成り交流が最小になりたるより少し後に磁力最小と

成る則ち鐵に常に殘留の磁氣存し、交流が交替して其殘留磁氣と反せる磁氣を鐵に與ふる時には相殺して是れを磁化することなし、從て直流にて磁化せしむるよりも多量の電力を要するなり、此くの如き鐵の性質をヒステリシスと云ふ。要するに鐵の磁化に對する惰性なり。鐵の殘留磁氣は單に之を熱するに止まるを以て之を興へるに要したる電力は全く無益に消費せらる、發電子の巻線に於ては交流流るゝを以て此作用發電子の鐵心中に起り、其損失に屬する電力はスタインメッツ氏によりて左の如く算出せられたり。

$$W = \frac{1}{2} \beta_{max}^2 \frac{10^4}{\dots} \dots \dots (26)$$

式中Wは「ヒステリシス」に由る損失電力にして鐵の每立方時に消費せらるゝ「ワット」數を示す、 $\beta$ は鐵に通ずる磁力線の密度、 $f$ は交流の毎秒の周波數、 $\gamma$ は係數にして鐵の種類に由て異なる、其二三の例を擧ぐれば左の如し

- 軟薄鐵板 〇〇〇一五
- 厚鐵板 〇〇〇三三
- 普通の鐵板 〇〇〇四

- 鑄鐵 〇〇一六
- 鐵鋼 〇〇一二

即ち最良の軟鐵板又は軟鋼板を用ひ、是を赤熱して鈍まし極めて徐々に冷やしたるものを用ふるときは、此損失電力を輕減することを得べし。

渦流エドダカレントは發電子が廻轉する際其鐵心に生ずる電流なり、其發生する理由は鐵心も一の導体なるに因り、磁界内に動くときは是に起電力發生し、從て電流通じ、ヒステリシスと同様鐵を熱す、其値は發電子の廻轉數の自乘に正比例し、全く鐵を熱するに止まり無益に消費せらる。此の發生を防ぐには、鐵心を鐵塊にて作らずして薄き鐵板の數十枚乃至數百枚を重ねて良く締付け、各板間を自己の錆にて絶縁せしむるときは、渦流の通すべき回路は數區分せられて其抵抗増加し、從て之れに起因する電流は減すべし。是に由て現今發電子の鐵心に使用する鐵板は甚だ薄く、凡そ〇〇一六吋乃至〇〇一八吋なり。

是等の損失中、鐵損及び機械損失は發生電流に關係なく、負荷に伴ふ變化なきものなり、銅損は發生電流の自乘に正比例すれば、負荷の増加に伴ひ増加す。

是等の損失は皆發電機内に消費せられ總て熱に變ずるものなれば、之れが爲に發電機は熱して周圍の空氣より高温度になるべし、甚しく熱せらるゝときは總ての部分に焼損を生ずることあれば、是等損失の少き様製作すること必要なり。發電機の能率は是等の損失あるが爲に、通常〇・八〇乃至〇・九七にして出力大なるに従ひ能率高し。

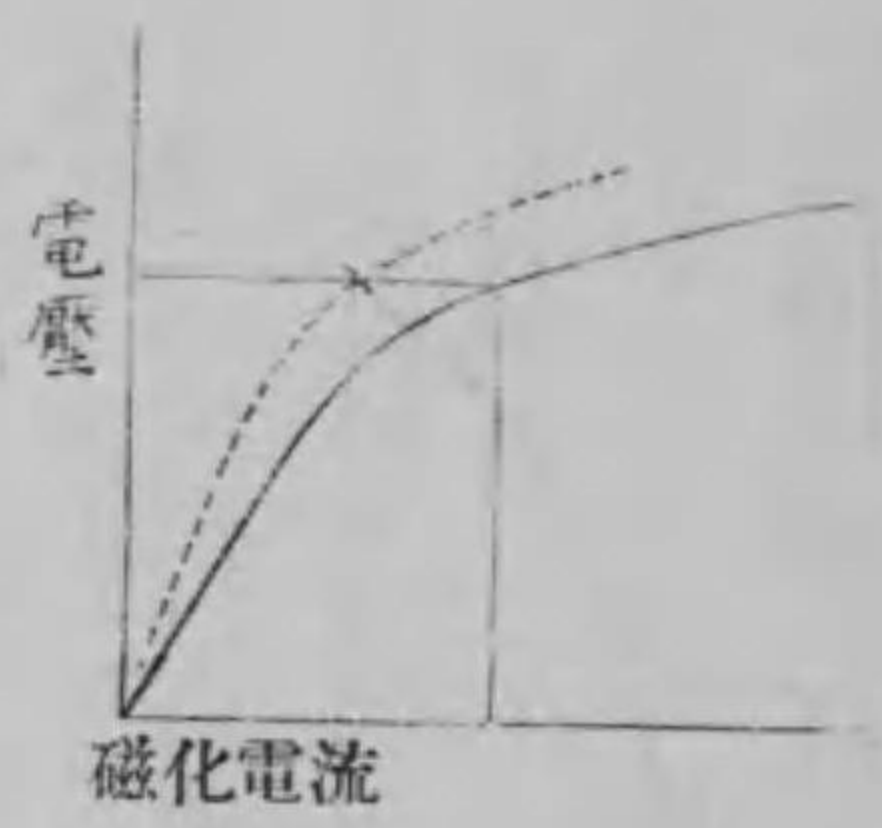
特性曲線 ドクトル、ホブキンソン氏は發電機が如何に發電するやを曲線にて示すが爲に發電機の特<sup>○</sup>性<sup>○</sup>曲<sup>○</sup>線<sup>○</sup>を按出せり、其重なるものを次の二種とす

- (一) 磁化曲線 或は 内部特性曲線
- (二) 外部特性曲線

磁化曲線とは鐵を磁化するに要する電流と、是に因て生ずる磁力線との關係を示す曲線にして、是を得んには發電機を廻轉し、他の電源より界磁に電流を送りて之を磁化せしめ、漸次電流を増加し同時に發電子の刷子間の電壓を測り、界磁電流と之に對する電壓とより曲線を畫けば、第二十三圖に示すが如き曲線を得べし。電壓は磁力線に正比例するを以て此曲線は即ち磁化曲線に

して之を内部特性曲線と稱す、此曲線は發電機の性質を示すを以て貳種以上の發電機の性質を比較するに用ひらる。

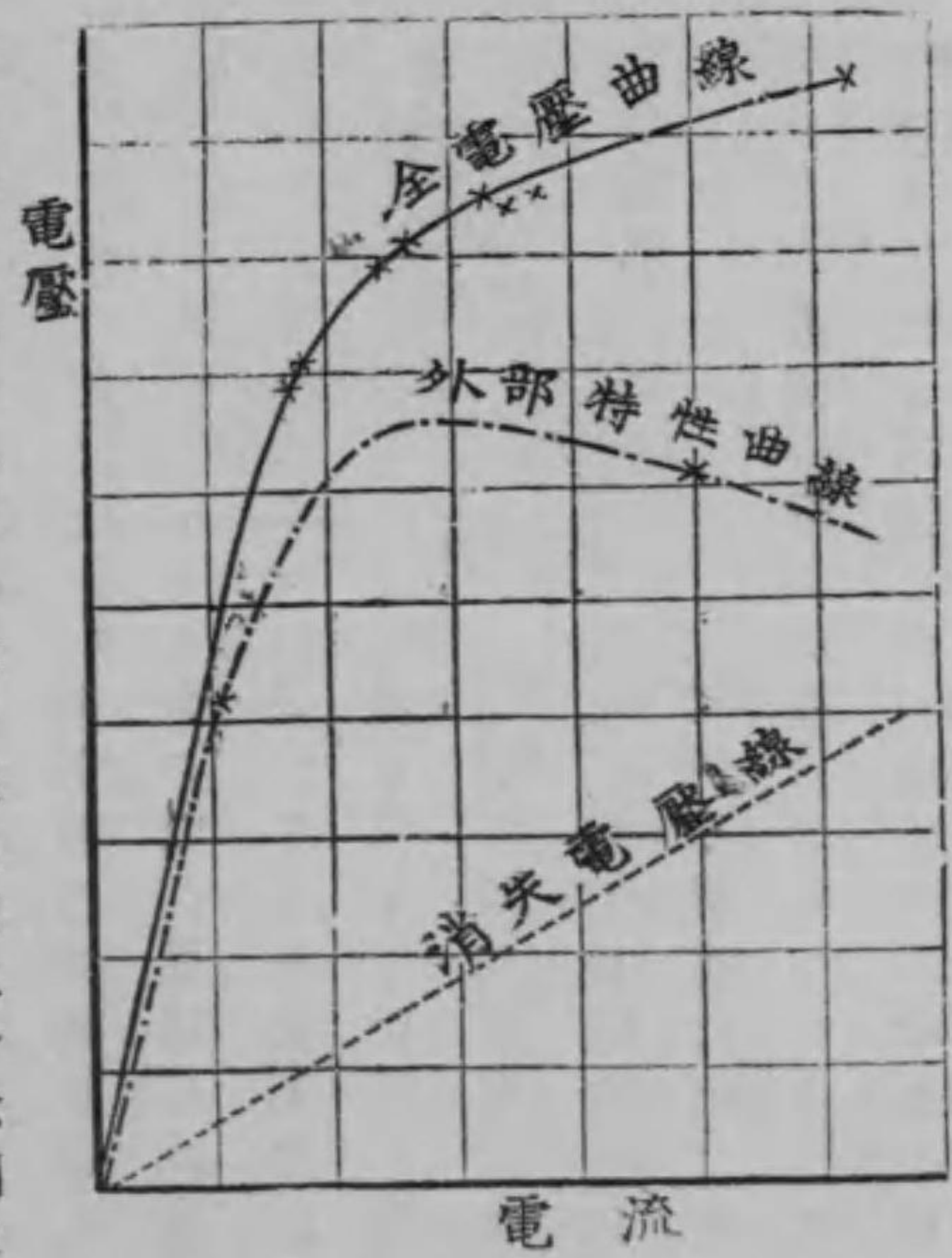
第二十三圖 磁化曲線



外部特性曲線を得んには發電機の廻轉を一定になし、界磁には自己より發生する電流を通せしめ、外部回路に抵抗を挿入して發生電流を種々に増減し、是に對する電壓を刷子間に於て測り、此電壓及電流にて曲線を畫くべし。直巻發電機の外部特性曲線に於ては全電流が界磁に通ずる爲に、電壓は電流の増加に伴ひて増せども、電流の増加が或る程度を超ゆるときは、發電子内に於ける電壓の消失即ち抵抗と電流との相乗積IRの増加の爲に、刷子間の電壓減少すること、第二十四圖の特性曲線に認むるが如し、圖中消失電壓を示す曲線は、或る電流とこれに發電子の抵抗を乗して得たる電壓とより別に畫くことを得るなり。又全電壓曲線は外部特性曲線に消失電壓曲線を加へて畫くを得る

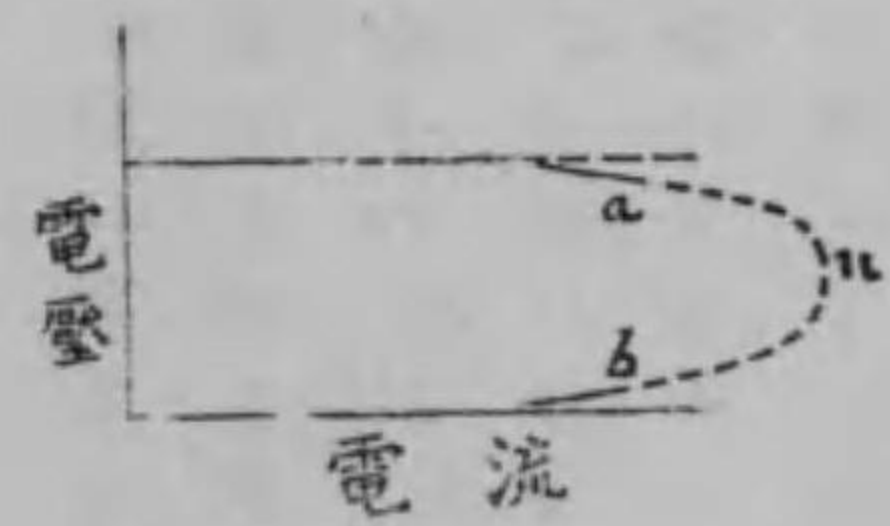
なり。分巻發電機の外部特性曲線は第二十五章に示すが如く電流の増加が  
或る程度例へば圖に於て $n$ を超えるときは發電子線輪  
に於けるIRが増して電圧は急激に減し遂に零に達す

第二十四圖  
直巻發電機の外部特性曲線

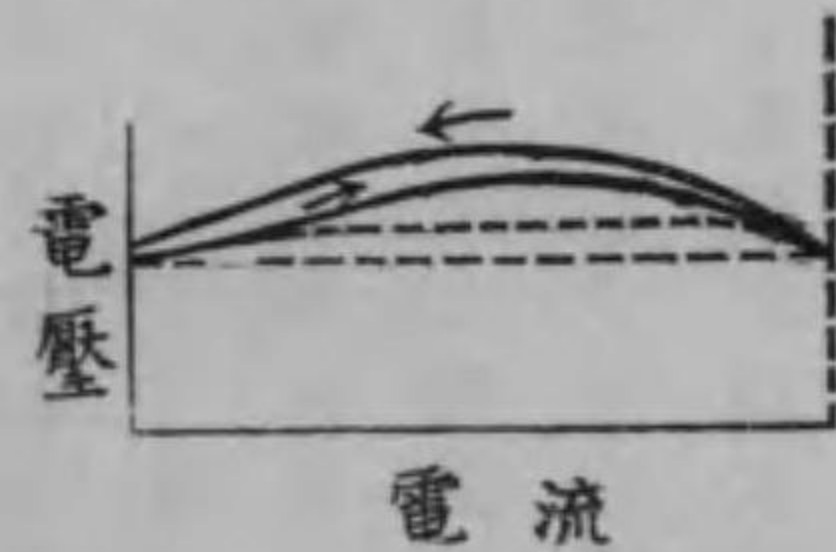


るなり。複巻發電機の外部特性曲線は第二十六圖に  
示すが如し此發電機に於ては負荷増加に伴ひ電圧の

第二十五圖  
分巻發電機の外部特性曲線



第二十六圖  
複巻發電機の外部特性曲線



降下するを防止常に不變ならしむるが爲に界磁に直列線輪あるも實際に於  
ては電圧は少許の増減を爲すこと圖に於て認むるが如し。

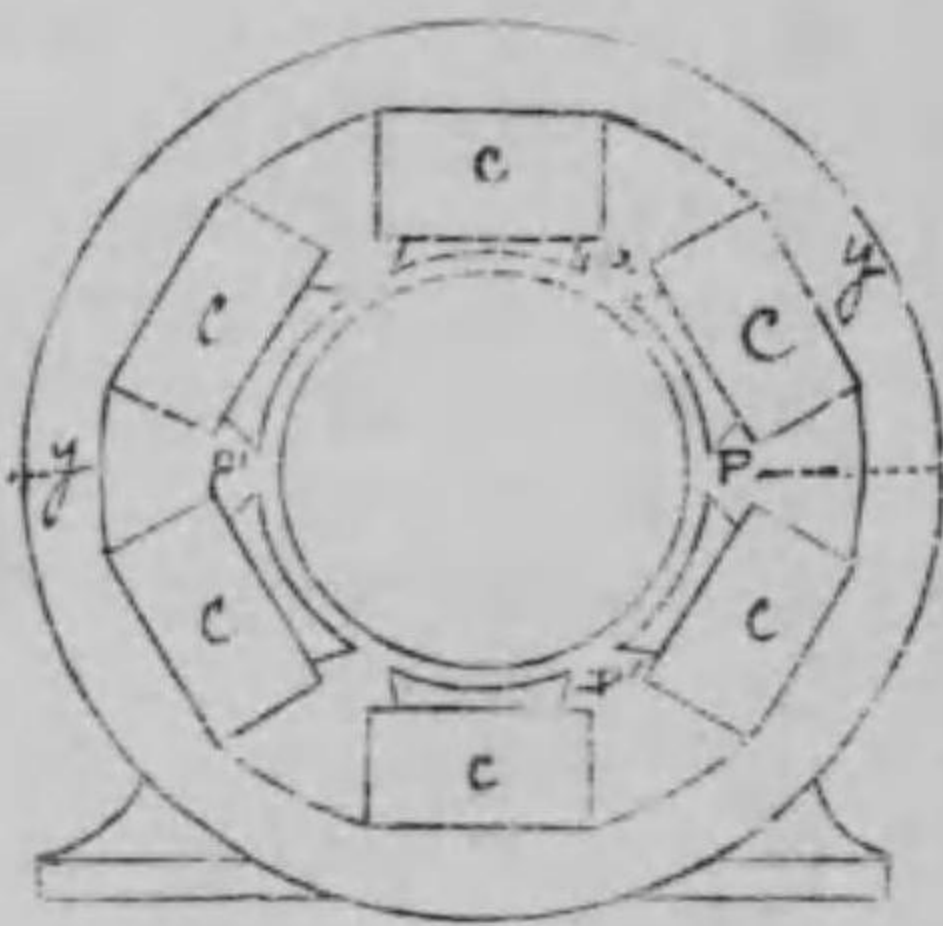
### 第二項 直流發電機の構造

直流發電機を構成する主要部は界磁及發電子にして其構造及附屬器具の構  
造は逐次左に記載す。

界磁 界磁は左の各部分より成る。

- 磁界繼鐵
- 界磁極
- 界磁框
- 界磁線輪

第二十七圖  
界磁



第二十七圖は六極より成る界磁なり、 $P$ は界  
磁繼鐵にして鑄鐵或は鑄軟鋼より成る、其の  
大なるものは點線にて示す部分に分て鑄造  
せられ、下部は發電子の軸受と共鑄せらる。  
 $P$ は界磁極にして薄き鐵板を重ね是を締付  
け繼鐵に鑄込むか或は是に鍛接す、其形狀は  
圓筒狀又は楕圓筒狀なるを通常とす。 $C$ は

界磁線輪にして、巻線には含硫ツァーニッシュを塗りたる木綿二重巻被覆銅線を用ふ、其の大きさは是に通ずる豫定電流と線輪に於て降下すべき豫定電壓とに由て定む、線輪は直接極片に捲かすして、其間に是に適合すべき棒を挿入し是に線輪を箱入す、此棒を界磁框と云ふ、是は亞鉛、真鍮又は木にて製し極片に密着せしめ、必要の際取外すことを得るものと爲す。多極發電機に於ては相隣れる線輪は捲き方反対なれば、電流の流通によりて生ずる磁性も亦相反し、磁力線は一極の極片より出で、發電子に通じ、隣極の極片に入り、繼鐵を経て自極に戻る、各極に於て此作用あり。

**發電子** 發電子を構成する主要部分は發電鐵心及發電線輪にして、發電鐵心の形狀に由て發電子を左の如く區別す。

- (一) 鼓形發電子
- (二) 環狀發電子
- (三) 凸極發電子

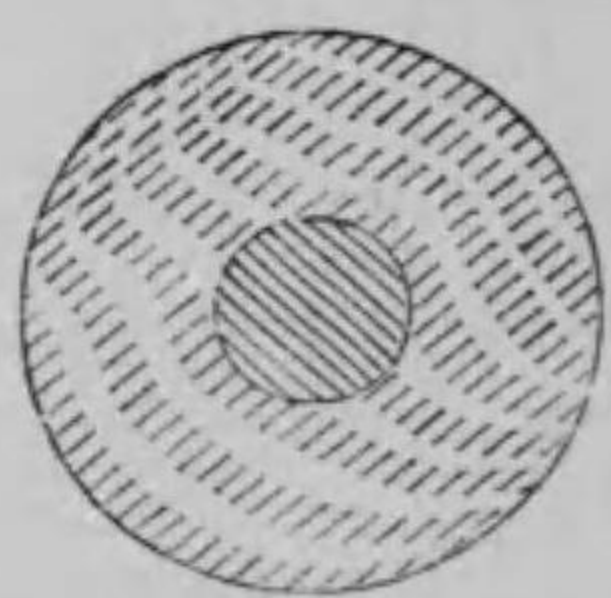
鼓形發電子の鐵心は圓筒狀を爲し發電線輪は其周圍全部に散布して捲かる

第二十八圖甲は其鐵心の切斷面を示す。環狀發電子の鐵心は環狀を爲し發電線輪は鐵心の周圍に其内外側を通して捲かる、第二十八圖乙は其鐵心の切斷面を示す。凸極發電子の鐵心は車輪狀を爲し發電線輪は周圍の凸出部に

第二十八圖

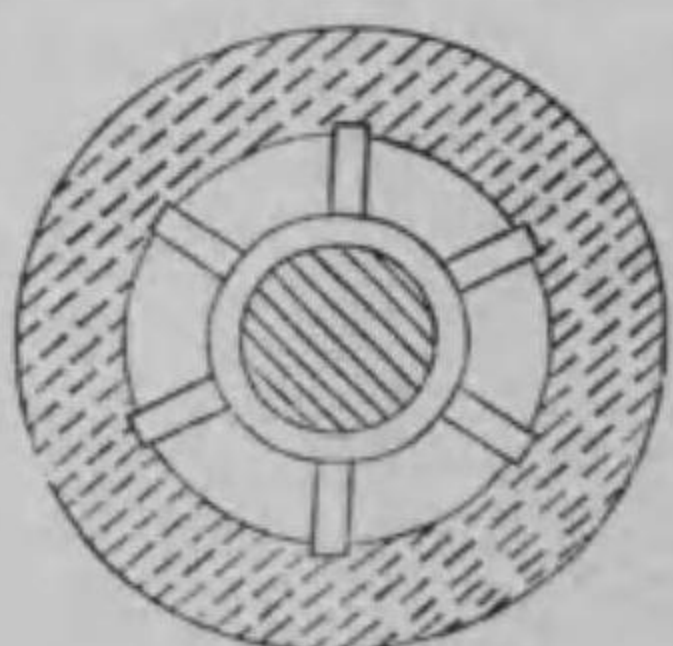
甲

鼓形發電子の鐵心



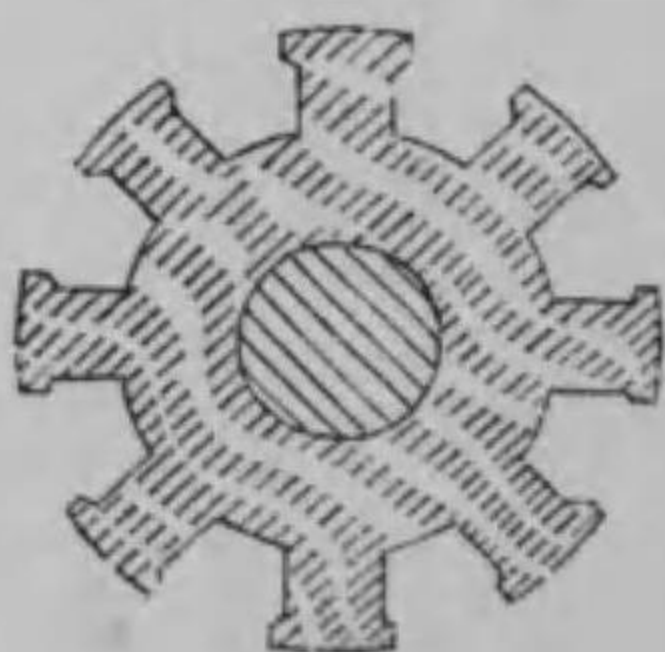
乙

環狀發電子の鐵心



丙

凸極發電子の鐵心



捲かる、第二十八圖丙は其鐵心の切斷面を示す。第二十九圖甲に示すものは鼓形發電子にして、同圖乙に示すものは環狀發電子なり。此二種が最も廣く用ひられ、第三十圖に示すが如く、鐵心の周圍に溝を有するもの又は周圍に近く孔を穿ち、是に線輪を通じたるものあり、溝のある鐵心を齒形鐵心と云ひ、孔のあるものを溝付鐵心と云ふ、是れより區別して溝及孔なき鐵心を平滑鐵心と云ふ。現今多くの發電子鐵心は齒形鐵心にして平滑鐵心に比し其利害左

第二十九圖

甲 波形發電機



の如し。

利とする點

を空際と云ふを少からしむるを得、從て磁力線の通ずる磁路の抵抗を減じ、エアギャップ

(甲)齒形鐵心の一部 (乙)滑付鐵心の一部

同一界磁電流に對し平滑鐵心に比し磁力線の數多く界磁力大なり。又巻線が鐵心外に現はれざる故に發電機が他物に觸るゝも巻線の損傷することなし。

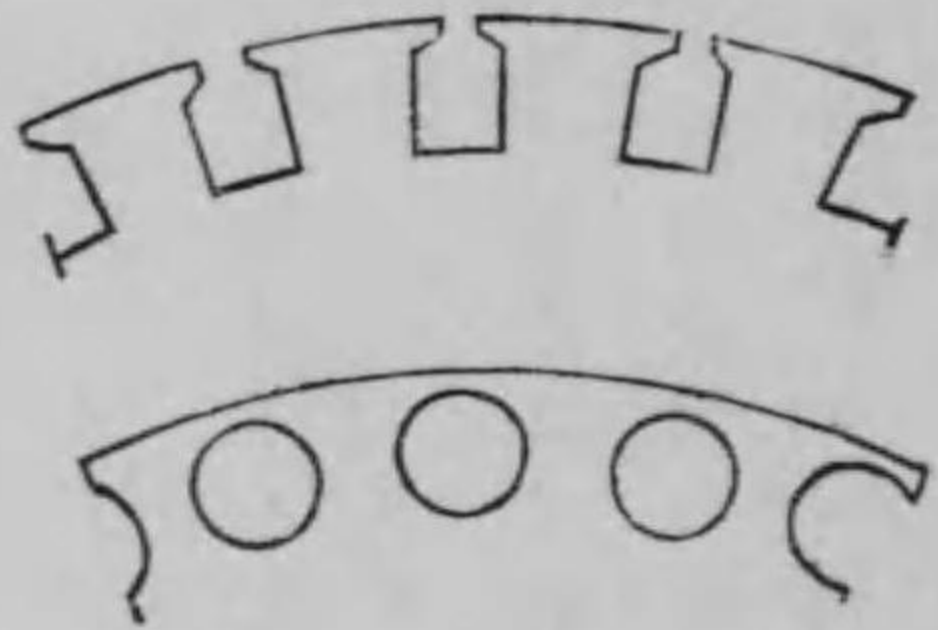
不利とする點 製作費用は平滑鐵心に比し多額を要す。

齒あるが爲に磁極に於て渦流を發生せしむる虞あり。

發電機に於ける自己誘導作用多し。

何れの發電機に於ても鐵心は渦流の發生を防ぐが爲に厚さ〇〇一五吋乃至〇〇二五吋の軟鋼板を適當の形狀に切り數百枚重ねたるものにして、其中心

第三十圖



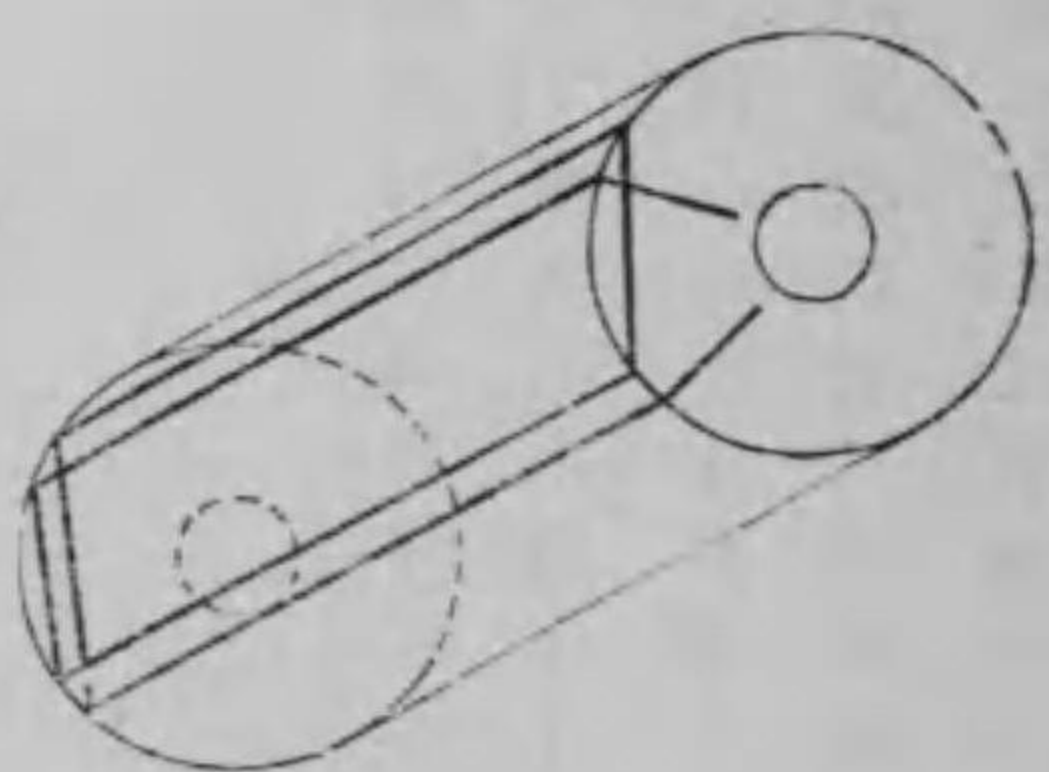
に孔を穿ち是に軸棒を通じ其兩端面より真鍮又は砲金の圓板にて捻縮す尙鐵心の發熱を少からしむる爲に鐵板の間に所々に空溝を作り發電子の廻轉と共に空氣をして此空溝より鐵心内に流通せしめ鐵心を冷却せしむるものあり。環狀發電子に於ては鐵心は中空なれば空氣此部分に流通して鐵心を冷却す此鐵心を中心の枠に結び付くる鐵杆を輻鐵と云ふ。鐵心を構成する各鐵板にヒステリシスに由る電流及び渦流の發生するを防ぐか爲に相互間を絶縁す其方法は各板の表面に黒錆を生せしむるか或は薄き絶縁紙を是に貼付す鐵心全體の表面及軸棒に觸るゝ部分も亦絶縁の爲め油紙又はヴァーニッシュを塗りたる紙布絹若くはマイカの類にて包むなり。

鐵心の大きさは所要の電壓を發生すべき巻線の數量及太さ、界磁力並に發熱限度以下たるに必要な表面の大きさに由て定まる。

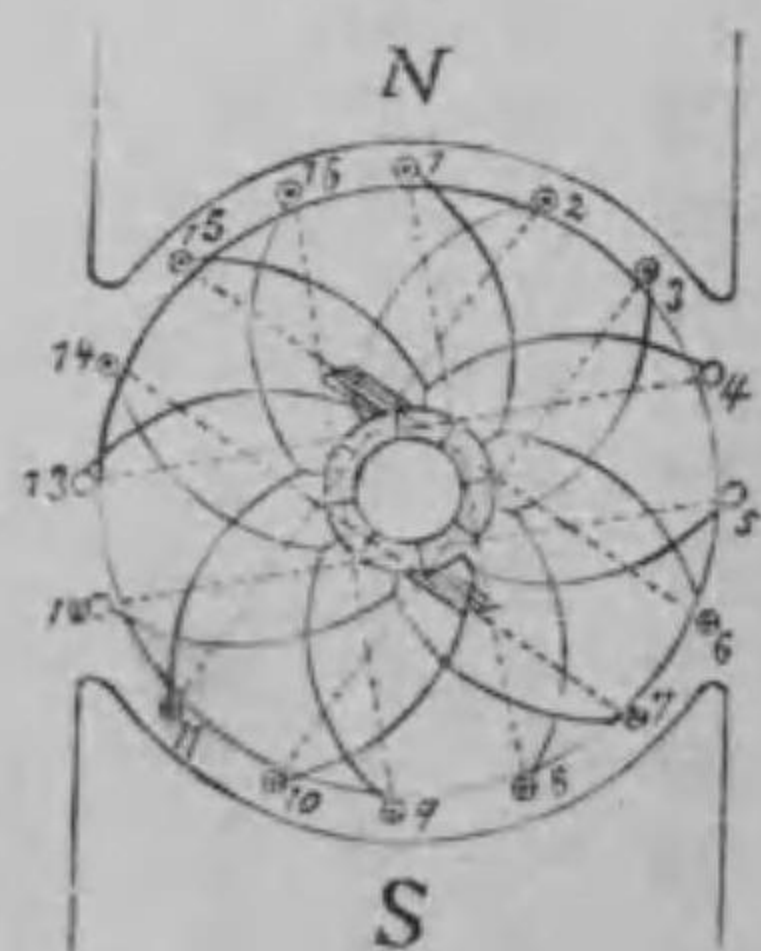
發電子鐵心に電線を捲く方法は甚だ複雑なれども是を大別して鼓形捲法及環狀捲法の二法とす。鼓形捲法は第三十一圖甲に示すが如く鼓形鐵心にも環狀鐵心にも應用することを得其の巻線は皆鐵心の外側にあり第三十一圖

第三十一圖

甲 鼓形捲法



乙



平滑鐵心鼓形捲法

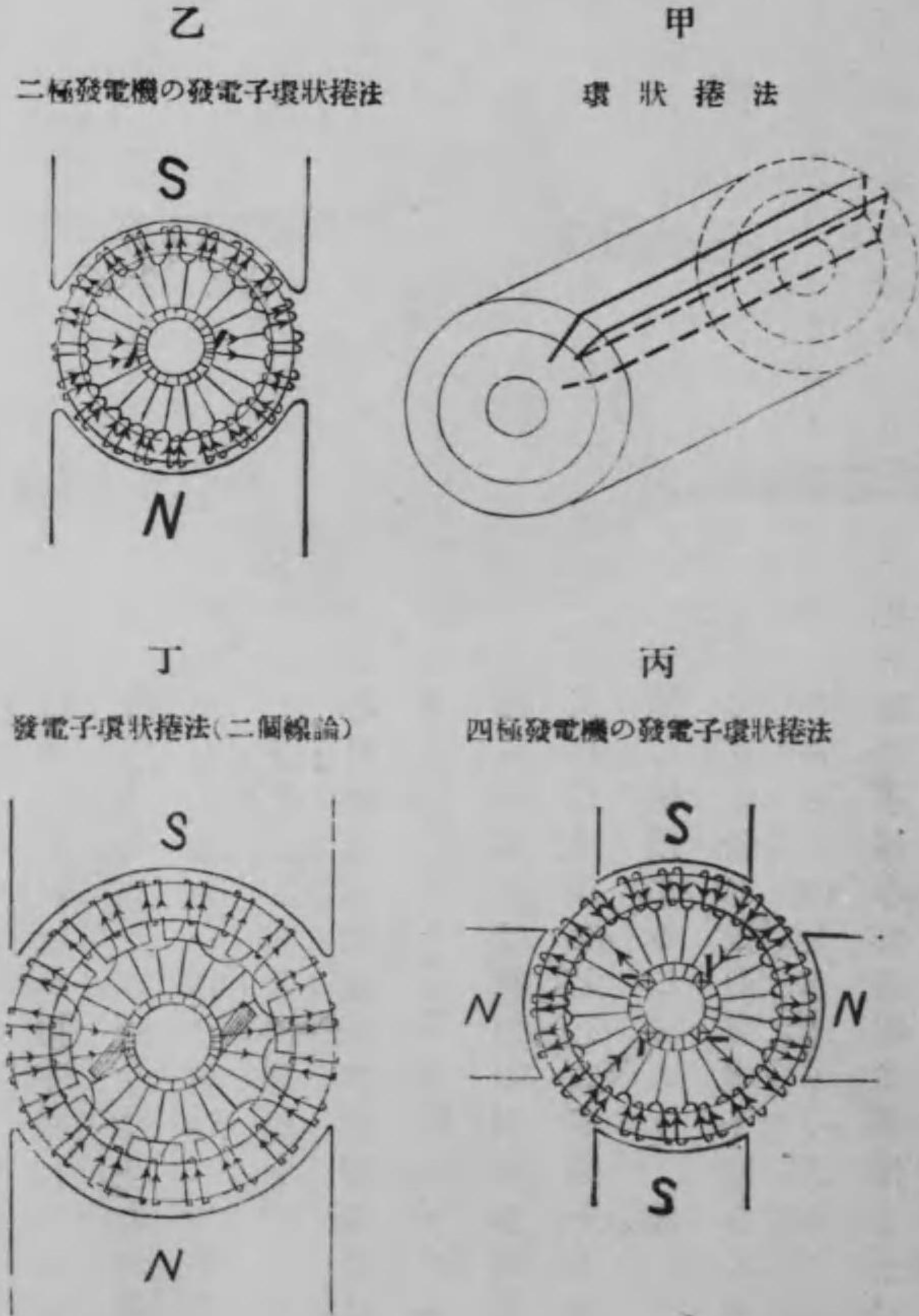
乙は二極發電機の平滑鐵心に鼓形捲法に由て捲きたる状態を示す。鼓形捲法に於ては第三十一圖丙に示すがご



第三章 發電機

ごく捲線は通常二層より成る此等巻線は溝付鐵心に於ては溝内に納めらる。鼓形捲法に二種あり一を重捲と云ひ一を波捲と云ふ第三十二圖甲は重捲を示し乙は波捲を示す。二極發電機に於ては發電子は概ね重捲に捲かるゝなり第三十三圖は六極發電

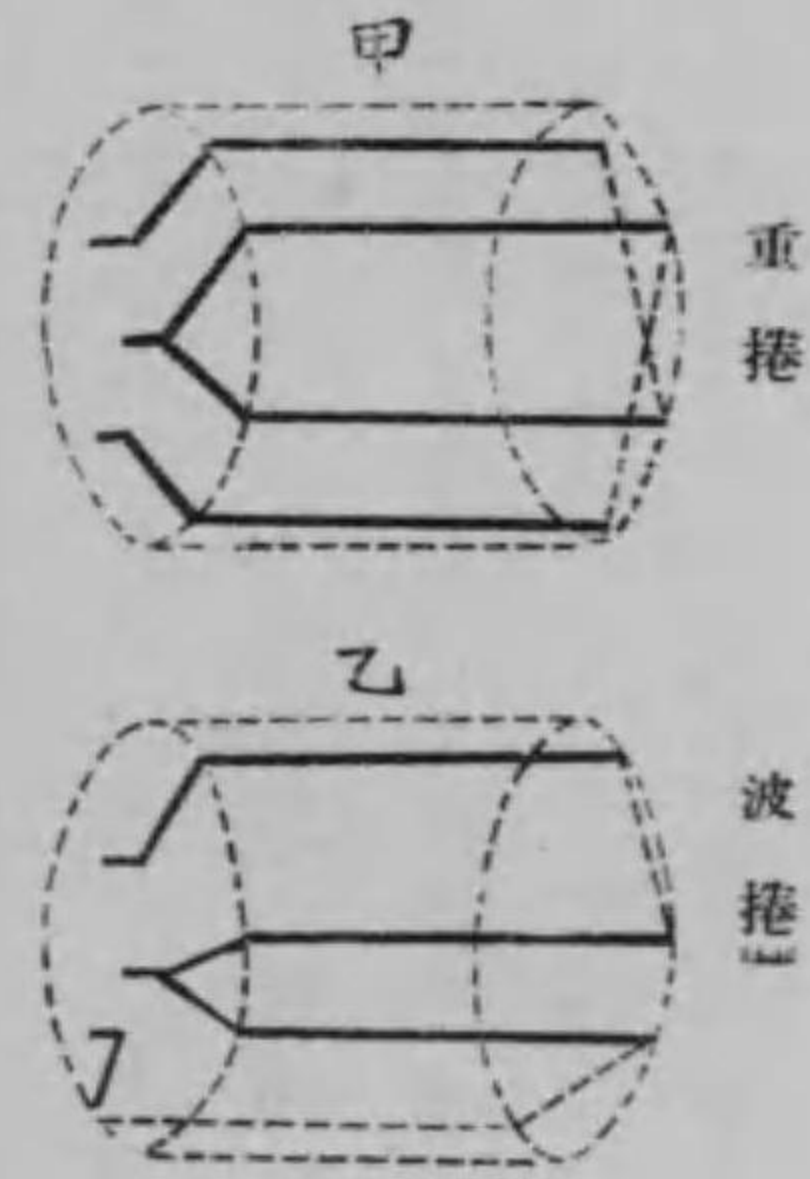
第三十四圖



流子に接続せらる。

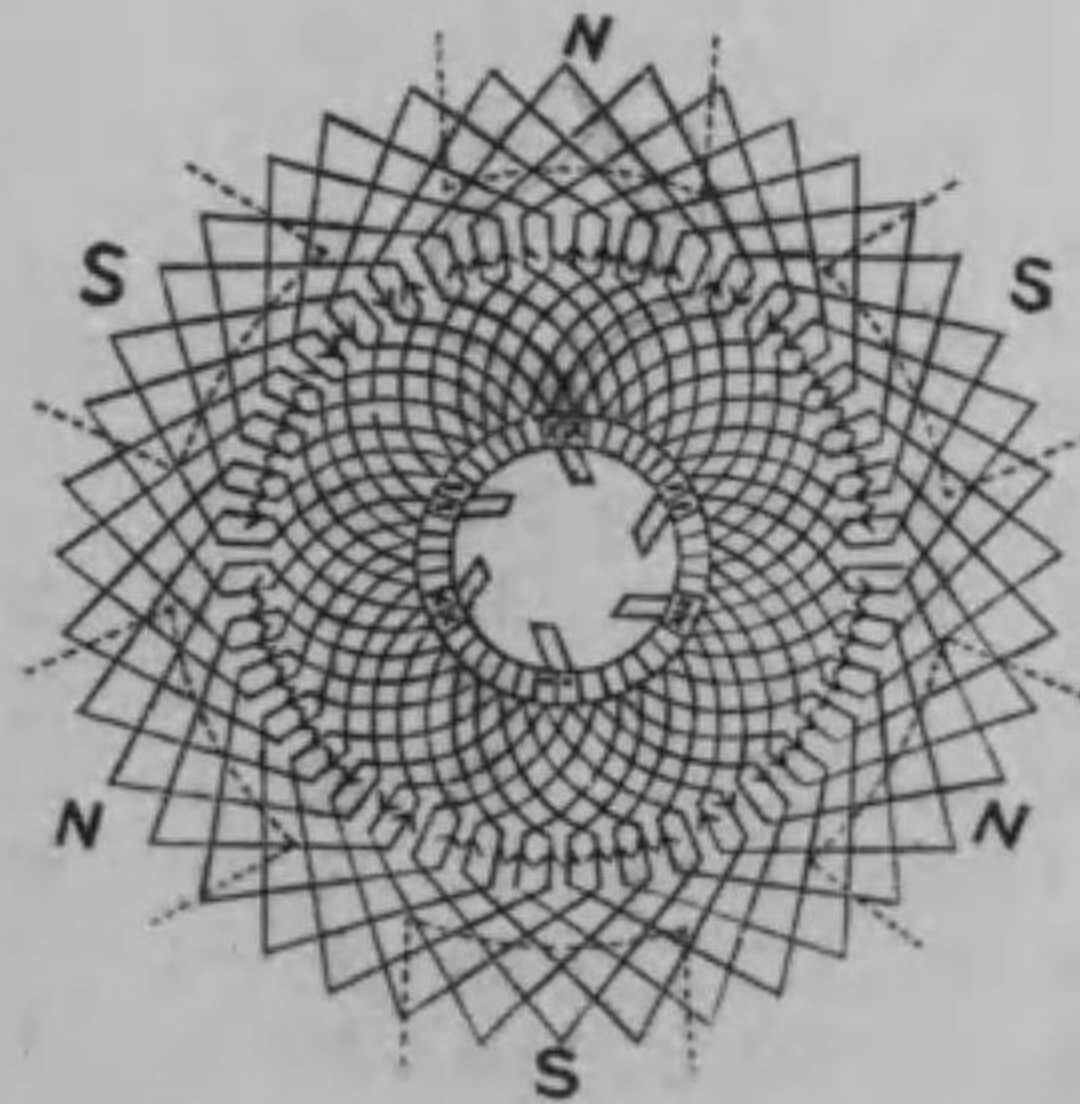
機の發電子の重捲を示す。

第三十二圖



第三十三圖

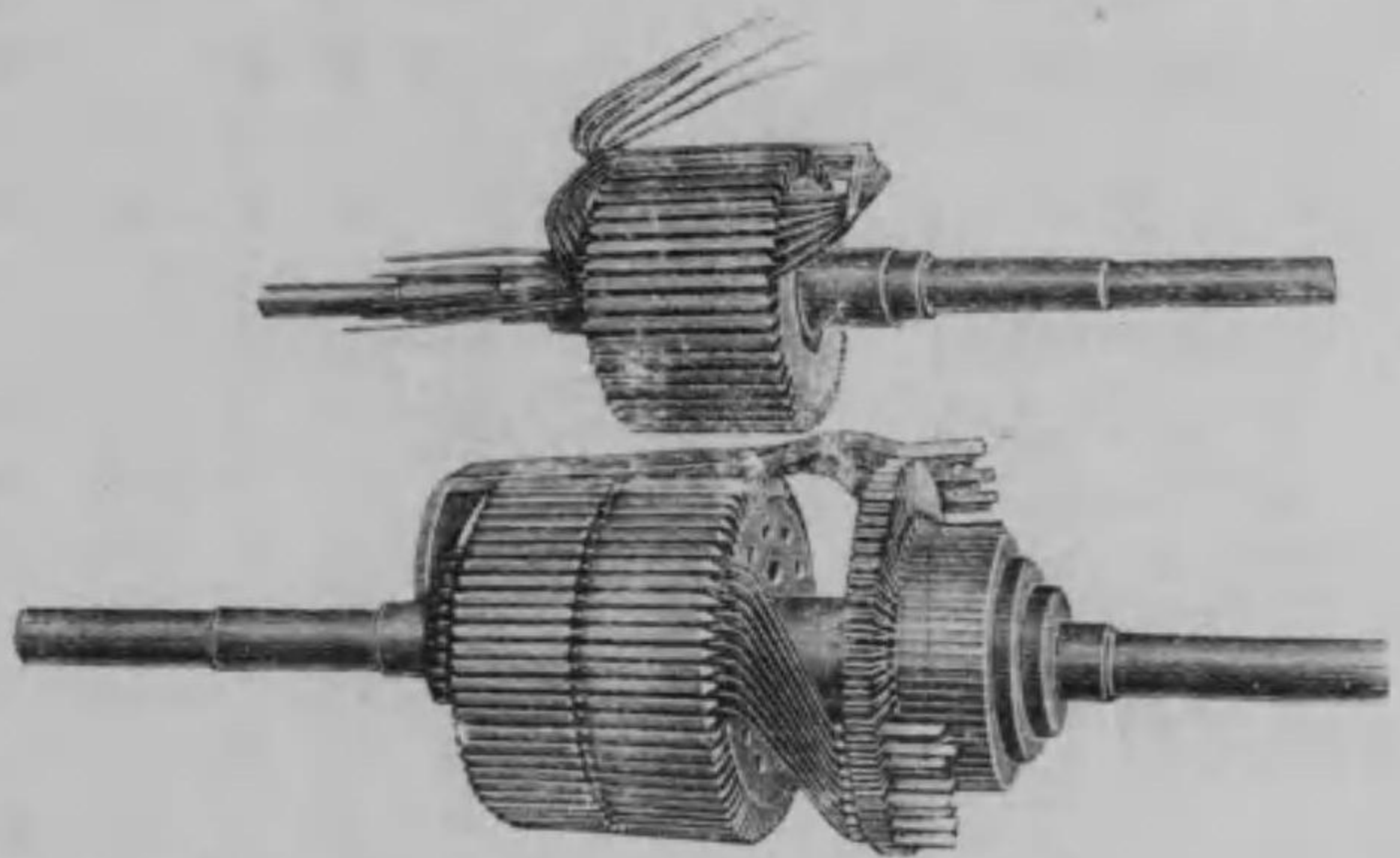
六極發電機發電子の重捲



環狀捲法は第三十四圖甲に示すが如く、接続せる被覆銅線にて環狀鐵心の内外側を通じて捲き、其中途より枝線を出し整流子の各整流子片に接続すること第三十四圖乙に示すが如く、同圖丙は四極發電機の發電子の環狀捲法を示す。此の方法に於ては巻線は一線輪なれども數線輪より成れるものあり、第三十四圖に於ては巻線は二個の獨立線輪より成り各線輪共に枝線にて整



第三十五圖  
直流發電子



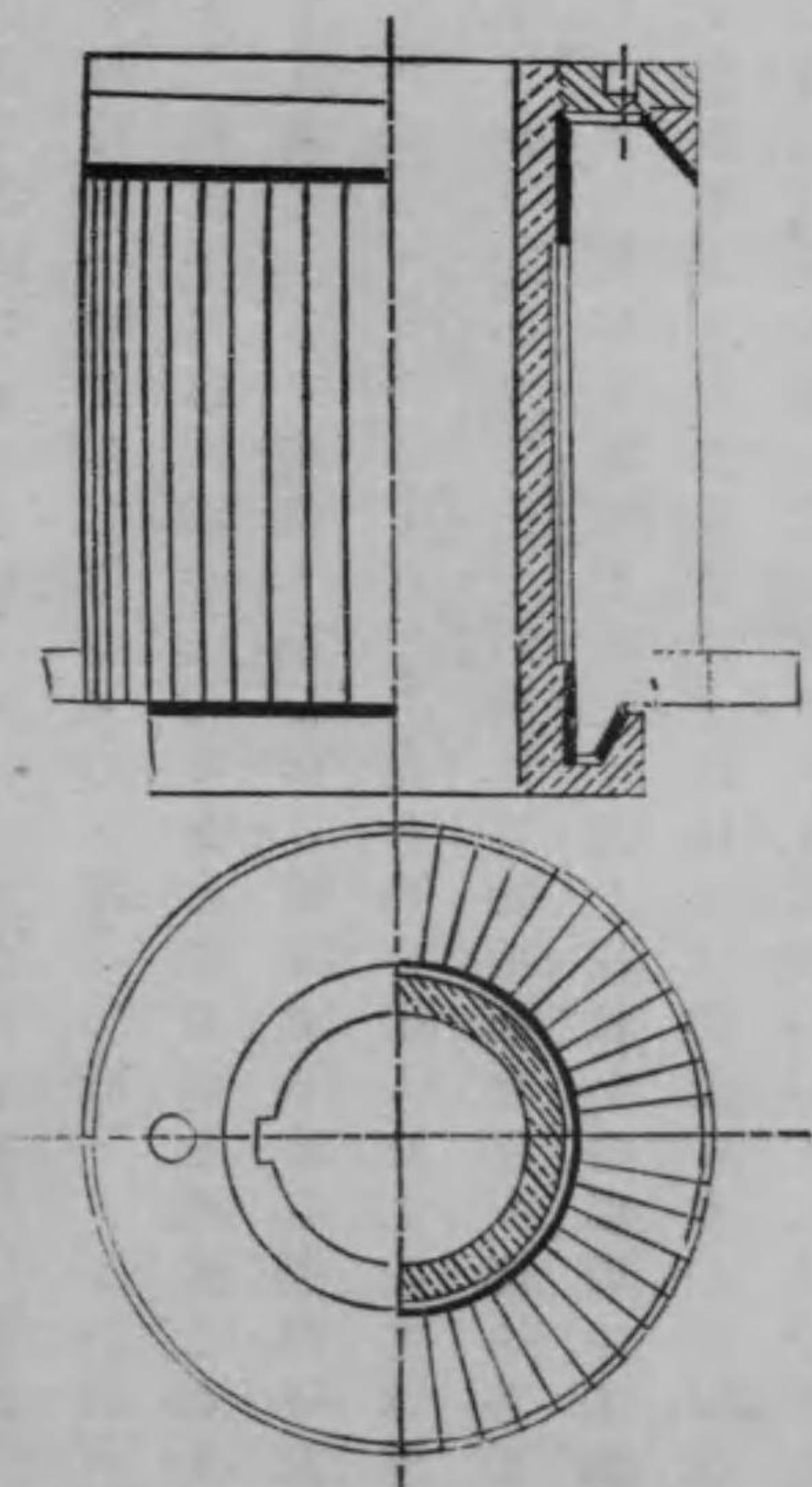
何れの發電子に於ても巻線には通過電流百「アムペア」以下なれば銅線を用ふれども百「アムペア」以上なる時は扁平なる銅板を用ひ、捲法に従て是れにて適當なる形狀に線輪を作り置き鐵心に嵌入し相接續す。銅線にはシエラック、ヴァーニッシュの浸潤せる二重木綿巻銅線又は角形の銅線を用ふ、電流大なるときは之を二本以上並列に接續し使用することあり。第三十五圖は直流發電機の發電子鐵心に半ば捲きたるものを示す。

發電子鐵心は電線にて捲き上げたる後は、廻轉の際遠心力の爲に巻線が外

方に向て離れ去らんとするを防ぐ爲に、巻線の周圍を細き裸線にて充分強く捲き是に鐵付す、此線には直徑〇・〇四吋の硬引眞鍮線又は鋼線に錫鍍したるものを用ひ、是をバンド線と云ふ、發電子の長さ一時乃至二吋の間隔に於て巻線の上に薄き含硫ファイバー及マイカを巻きたる上を、一ヶ所十回乃至三十回捲き幅半吋乃至一時ならしむるものとす。

**整流子** 整流子は已に記載したる如く、相互間を絶縁したる數十枚の銅片より成る圓筒体にして發電子の軸棒に装置せらる、各整流子片間を絶縁するにはマイカ又はマイカと護謨との混合物を用ふ、時としては空氣又はエポナイトを用ふることあり、第三十六圖は其切斷面を示す、即ち各整流子片及軸棒間にもマイカの數層を充たして良く之を絶縁し、金屬環にて絶縁物たるマイカを隔て、前後より各整流子片を捻縮す。整流子片の數は通常偶數にして發電子の捲法及線輪數に従て定めらる、其數の多きに従ひ各整流子片間の電壓の差少く、従て其廻轉中刷子との接觸面に於て電火の發生すること少く電流の動搖亦少し。整流子片の長さは是に通ずる電流の百「アムペア」に付き一

第三十六圖

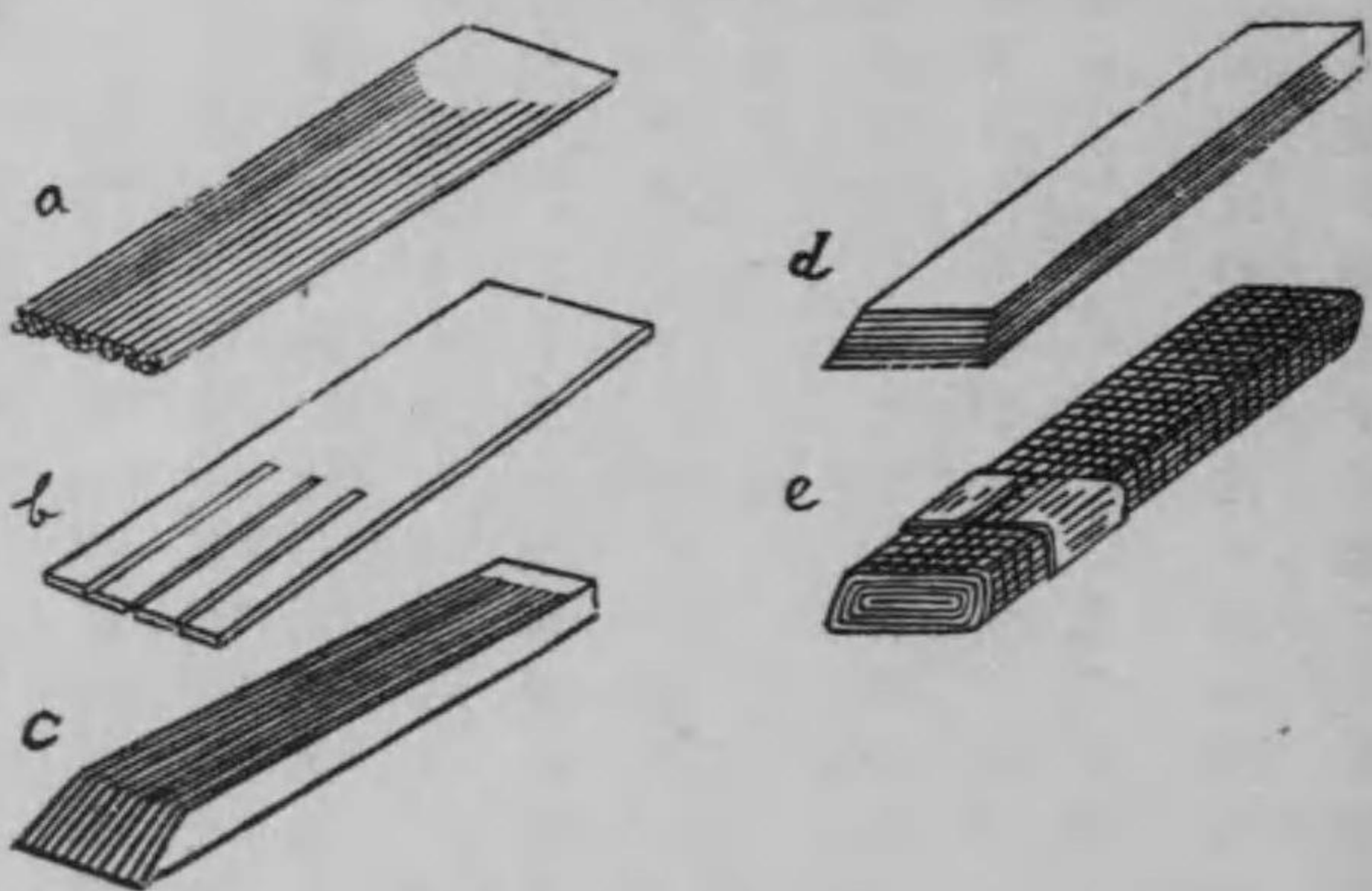


整流子

吋乃至二吋を最小限度とす、尤も炭刷子を使用するときは是より一倍半乃至二倍長くあすを可とす。整流子片の深さには定則なけれども刷子との摩擦に由て減損するものあれば成るべく深きを可とす。

第三十七圖

刷子



第三章 發電機

整流子と刷子との接觸面には廻轉の爲に摩擦熱を生ずるなれば、烈しく空氣に觸れて冷へしむる爲に相當廻轉速度を要す、即ち一分間に二千五百呎の圓周速度なれば表面積一平方吋に對し電力一ワットに付き温度の上昇攝氏二十度を超へざる可し、一汎に全負荷にて繼續運轉し攝氏五十度の温度の上昇なき様製作すべきものとす。

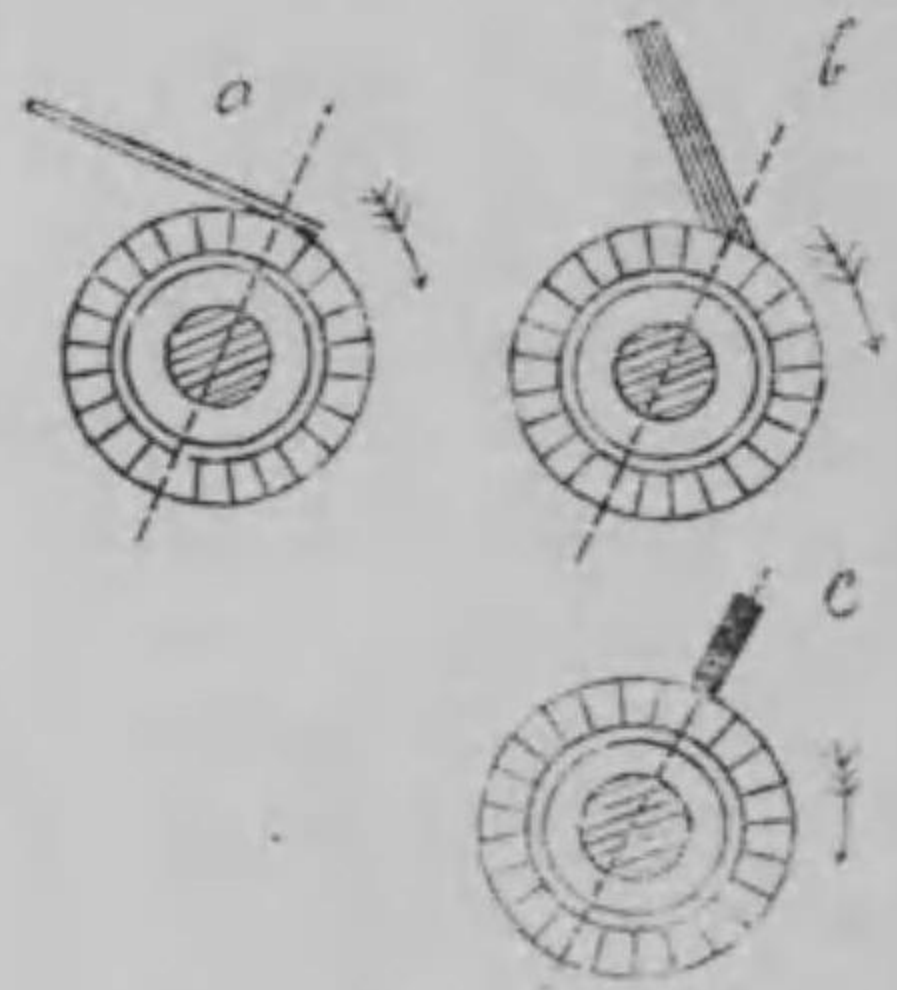
刷子——刷子に銅刷子及炭刷子の二種あり、銅刷子の形狀は種類多く第三十七圖に示すが如し、aは銅線數十本を束ね其一端を鐵付したるもの、bは單に一枚の銅板に切れ目を作りたるもの、cは數枚の銅板を縦に合せたるもの、dは數枚

の銅板を重ねたるもの、*e*は細き銅網を疊みたるものなり。炭刷子の形状は總て長方梯形にして銅刷子に比し整流子の表面を摩損すること少く反て平滑ならしむる傾きあり、且又電火を發生せしむること少し、然れども彈力なきために摩擦多く、銅に比し抵抗大なる故に發熱し易く、整流子との接觸面及切断面積は銅よりも大なるを要す。其通過電流の最大限度は一平方吋に付き五十「アムペア」とす、之を銅刷子に於ける最大限度百七十五「アムペア」眞鍮網刷子の百二十五「アムペア」に比すれば甚だ小なれども、直流發電機には概ね炭刷子を使用す。

刷子と整流子との接觸面の抵抗は刷子の壓する力及整流子の廻轉圓周速度に由て異れども、銅刷子に於ては概ね接觸面積の一平方吋に付き〇・〇〇三「オーム」乃至〇・〇三「オーム」にして炭刷子に於ては是に四倍す。刷子が整流子に接觸する面は整流子片の壹枚半を覆ふを最小限度とす。刷子壹組は通常貳個とし壹個の刷子を損傷したる際は、是を取外し修繕する間は残りの壹個差支なく使用し得るものとす。刷子が整流子に接觸する角度は刷子の構造に由

て異れども、總て廻轉の方向に傾けるものとす、即ち第三十七圖も形状のものは第三十八圖 *a* に示す如く接觸せしむ、此刷子は通常弧光燈用直捲發電機の

第三十八圖  
刷子と整流子との接觸法



第三十九圖  
發電子の整流子側の圖



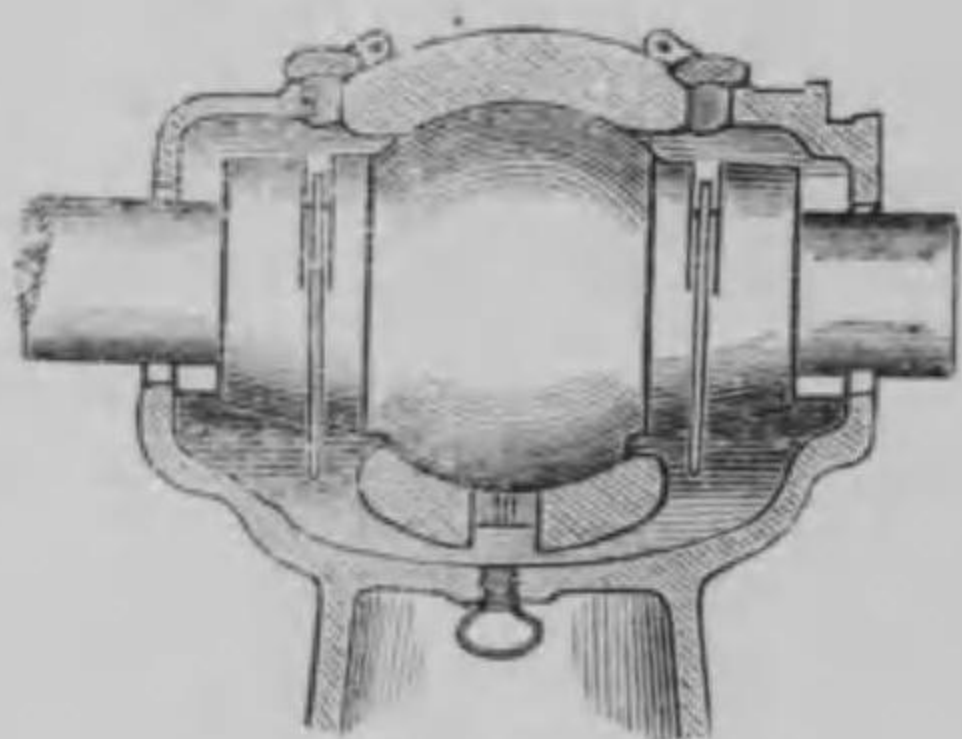
發電子に用ひらる、又第三十七圖 *a, d, e* の形状のものは第三十八圖 *b* に示す如く整流子の表面に四十五度の角度にて接觸せしむ。炭刷子は時として第三十八圖 *c* に示す如く整流子の表面に直角に接觸せしむるものあり。刷子を整流子の表面に相當の壓力にて接觸せしむる装置を「刷子支持器」と云

ふ、其形狀は第三十九圖に示す如し、是に彈條の裝置ありて刷子の壓する力を加減するを得るなり。刷子は常に適當の位置に在るを要するものなれば、發電子廻轉中は任意に移動するを得ん爲に刷子支持器を刷子進退器ブラシ進退器あるものに取付け、是に把手を附す、刷子進退器は軸を中心とし自由に左右に廻動し得るものとし、把手に依て是を動かし刷子の位置を任意に定むることを得るなり。刷子支持器は刷子進退器より適當の方法にて絶縁し、把手に電流の漏洩することなからしめ、發電機を運轉せざる間は彈條の作用にて刷子を整流子より離し置くものとす。刷子支持器は發電機に取付けたる本回路の端子板に電線にて接続せられ、是より配電盤に電線を布設するにあれば、兩刷子支持器間の絶縁は最も良好ならざるべからず、是に由て刷子進退器の把手にエボナイトを使用す。

**サブベース及レール** 發電機が調帯にて運轉せらるゝ場合には、發電機を据付たる後調帯の強力を調整する爲に發電機の底部にサブベースと稱する鐵製の臺又はレールを添置し、此上に發電機を動かし得る様据付け、是に取付

たるポルト又はラッチェット、ブレースにて發電機を動かせば、原動機との距離の變するに由り調帯の強力を適宜に調整するを得るなり。是に由て發電機を据付くるにサブベースを用ふる場合には、是を据付基礎にポルトにて縮付け、レールを用ふる場合には、發電機を支持するに足るべき木臺を用ひ、是をポルトにて基礎に縮付け、是にレールを木捻ポルトにて縮付たる後、サブベース又はレールの上に發電機を据付くるなり。

第四十圖  
自動給油裝置



機を運轉するときは、環は軸の廻轉に伴ひ廻轉し、下方にある油を軸に送りて

**自動給油裝置** 發電子の軸を支持する軸受

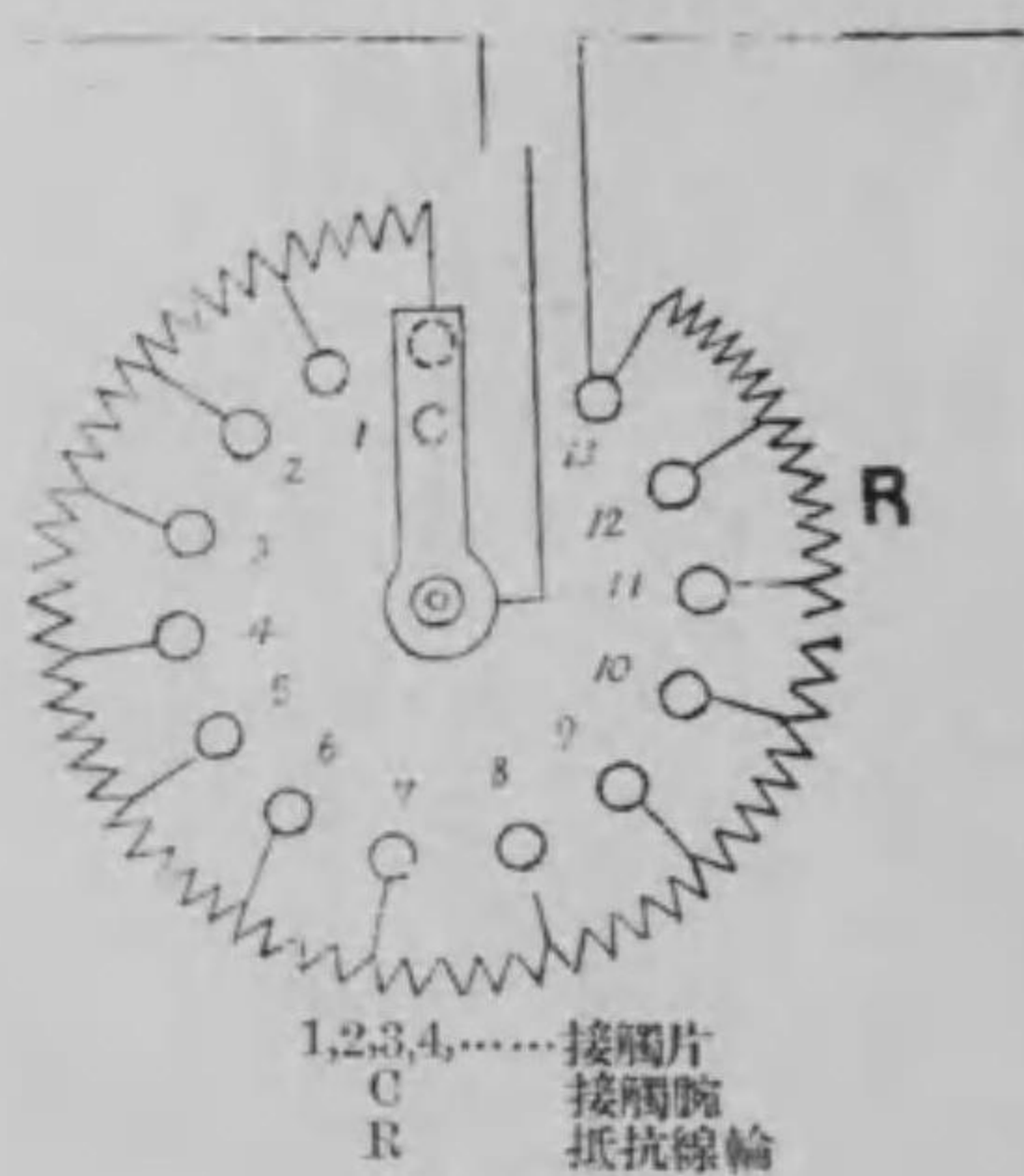
への注油は、油壺を用ひて行ふことを得れども、通常は自動給油裝置を用ふ、自動給油裝置とは其切斷面第四十圖に示すが如く、軸の一端は圓筒狀の鐵體にて被包せられ、其前後に上部に半圓の裂け口ありて、是に眞鍮製の大きな環が懸垂す、軸受の下方には豫め油を充たし置き、發電

軸受との摩擦を減し發熱することなからしむ。

直流發電機の實例 (一) ウェスチングハウス複巻多極直流發電機

米國ウェスチングハウス電機製造會社にて製作する複巻多極直流發電機は出力一百「キロワット」以下は磁極數四個にして、二百「キロワット」以上は六個なり。界磁繼鐵は圓形にして鑄鐵より成る。是に薄き軟鋼板を重ねたる磁極を共鑄す。出力六拾「キロワット」以下のものに於ては繼鐵は機械臺と共に鑄造せらる。六拾「キロワット」以上のものに於ては繼鐵は上下半圓の二部分に分れ下部は機械の臺と共に鑄せらる。界磁の捲法は複式にして直列線輪及分流線輪は共に磁極に捲かれ自由に是を取外すことを得るなり。發電子の鐵心は齒形鐵心にして薄き軟鋼板の數層より成り、鐵心を通して縦に空氣の流通する空溝あり、是れに由て發電子の發熱を少なからしむ。發電子線輪は鼓形捲法にて重捲に捲かる。整流子は發電子の一方に裝置せられ磁極數と同數の炭刷子を用ふ。軸受の數は通常二個にして出力三百「キロワット」以上のものにては三個なり、各個に自働給油裝置あり。電壓を調整する爲に界磁分流線輪の

第四十一圖 界磁回路



1,2,3,4.....接觸片  
接觸輪  
抵抗線輪  
R

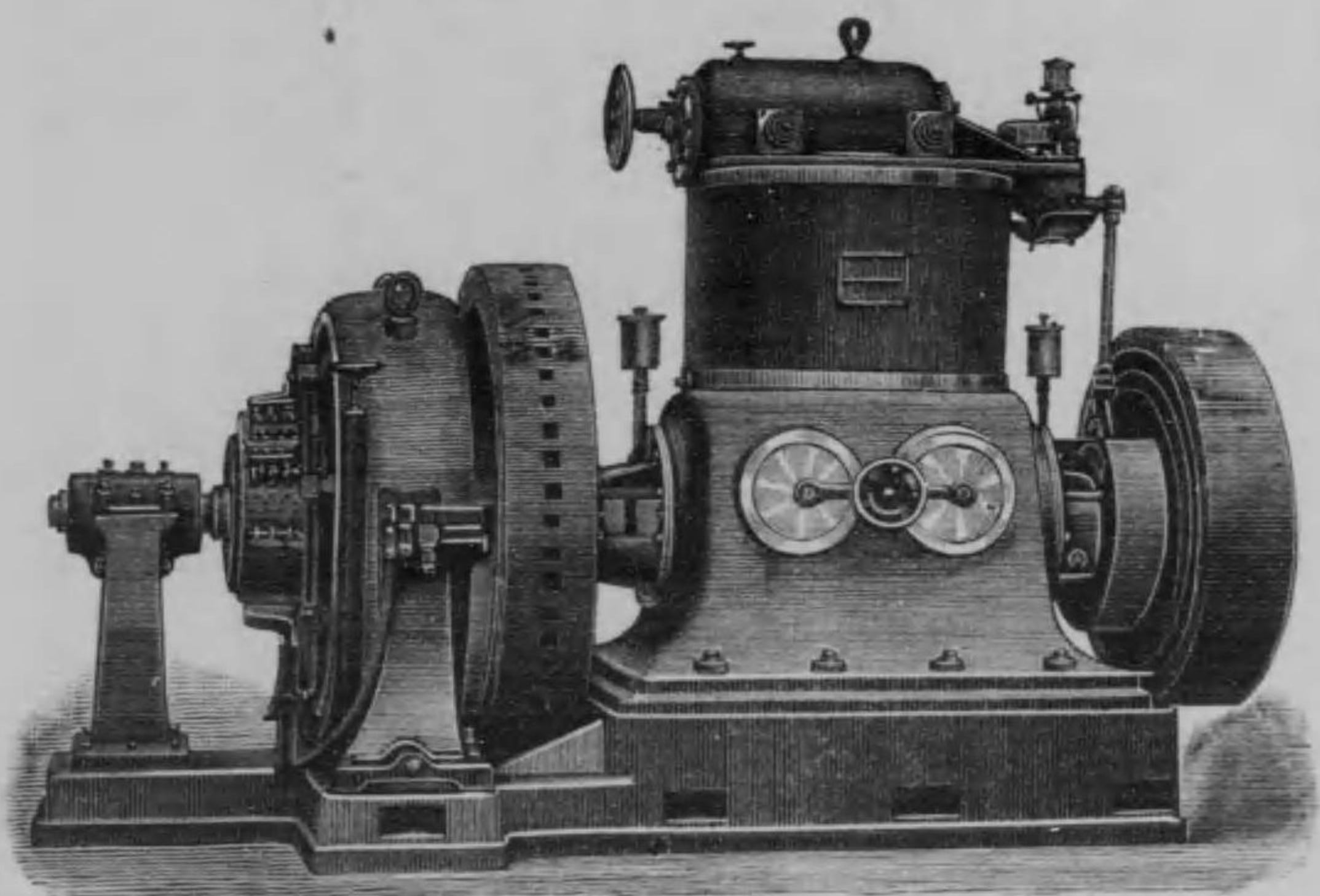


加減抵抗器

回路に加減抵抗器を接続し、負荷に伴ひ其の抵抗を増減し界磁の磁力を調整するを得るものとす。直列線輪に於ては負荷の増すに従ひ是れに通ずる電流も亦増加するに由て、分流回路の加減抵抗器に由る調整と伴ひ自働的に界磁の磁力は増し電壓は殆んど變化なきを以て調整甚だ容易なり。加減抵抗器の構造は第四十一圖に示すが如く一の鑄鐵函の中に洋銀又は其他の金屬より成る抵抗片が納められ、其覆ひ板に抵抗片の列數と同數の12

第四十二圖

ウエスチングハウス直結式汽機直結式直流發電機



34等の接觸片取付られ是に觸れて函の中心の周りに廻ることを得る接觸腕あり各接觸片は函内抵抗線に順次に接續せらる。13の接觸片及接續腕の中心軸に依て界磁回路に接續して之を使用するなれば接觸腕が1に在るときは抵抗全部が回路に直列に加はり腕を1 2 3 4 ……と廻はすに従ひ抵抗は漸次取除けらる。此方法に由て界磁回路の抵抗を加減し其電流を増減するものとす。

此發電機に調帯にて運轉せらるゝものご原動機に直結せらるゝものごの二種あり其構造に大差なく直結式のものには磁極數六個にして廻轉數は帶結式に比し少し第四十五圖はウエスチングハウス汽機及發電機の直結せるもの、第二十表は直結式發電機及帶結式發電機の出力電壓及廻轉數を示す。

第二十表

ウエスチングハウス直結式百二十五ヴォルト直流發電機表

出力 キロワット	電流 アンペア	一分間の廻轉數	磁極數
10	80	375-400	6
17	140	375-400	6
25	200	320-350	6
30	240	325-335	6
37	300	290-320	6
50	400	275-300	6
62	500	275-300	6
75	600	265-290	6
100	800	250-275	8
150	1000	200-225	8
200	1600	150-160	8
500	4000	125-130	16

ウエスチングハウス帶結式二十五ヴォルト四極直流發電機表

出力 キロワット	電流 アンペア	一分間の廻轉數	車輪	
			直徑	幅
0.56	45	1400	3	2
0.75	6	2000	3	2
1.50	12	1300	5	3
1.875	15	1800	5	3
2.62	12	1750	6	4
3.75	30	1600	6	4
5.62	45	1400	8	5
7.50	60	1300	8	5
11.25	90	1200	6	6
15.00	120	1050	14	7
22.50	180	975	14	8
30.00	240	950	15	11
37.50	300	900	15	11
45.00	360	850	29	11

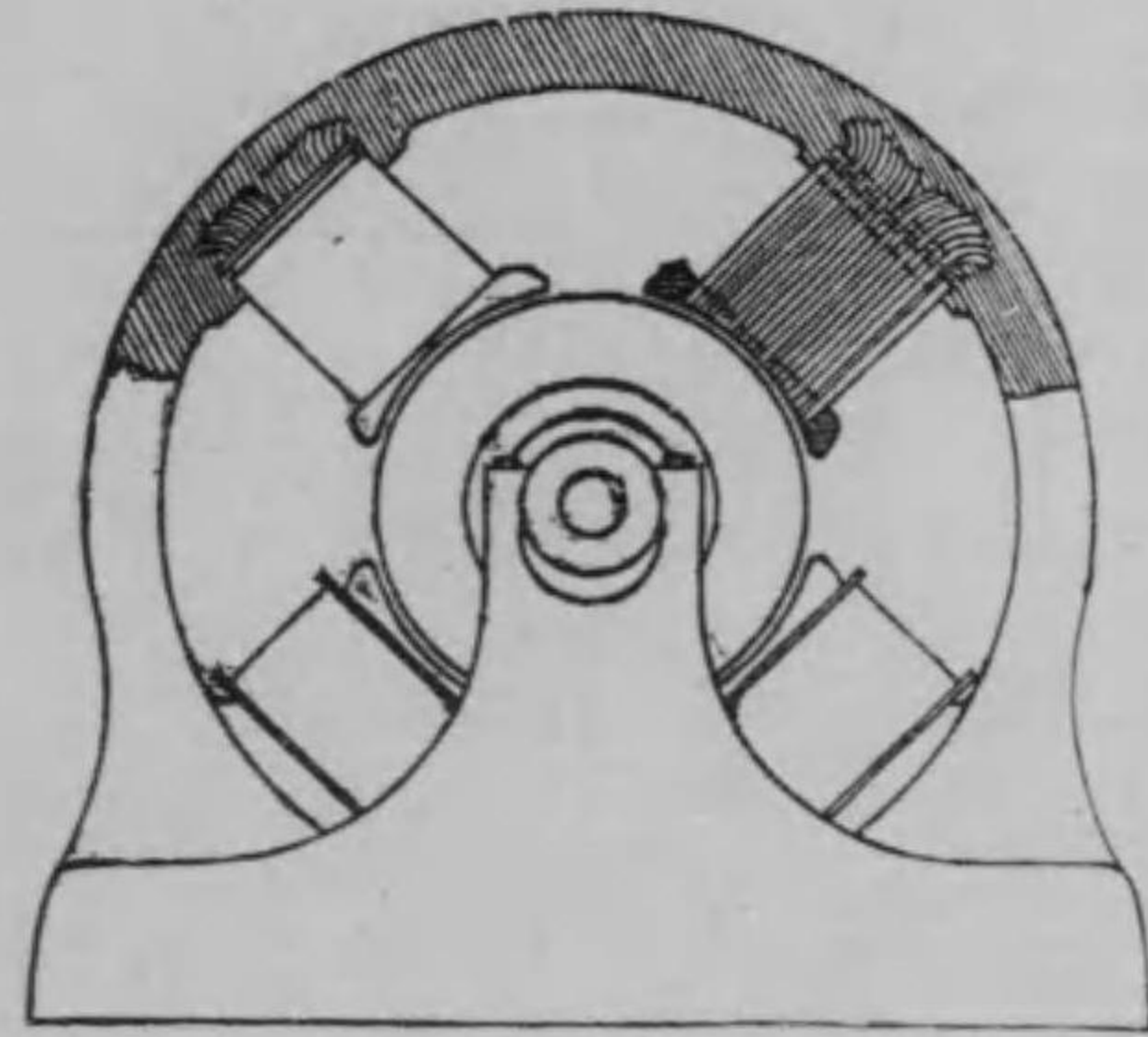
(二) 岸式直流發電機

我國の株式會社芝浦製作所にて製作する工學士岸敬二郎氏發明岸式直流發電機は不變電壓式にして磁極數は四個又は六個なり界磁は概ね複巻にして界磁極は鑄鐵製の圓形繼鐵に取付けらる。此發電機の特に異なるは界磁の構造にあり即ち鐵心は鐵塊ならずして第四十三圖に示すが如く鐵より成る筒

(此筒の形状は角形、圓筒形、橢圓形の如何に關せず)中に鐵線の數十本乃至數百

第四十三圖

岸式界磁鐵心



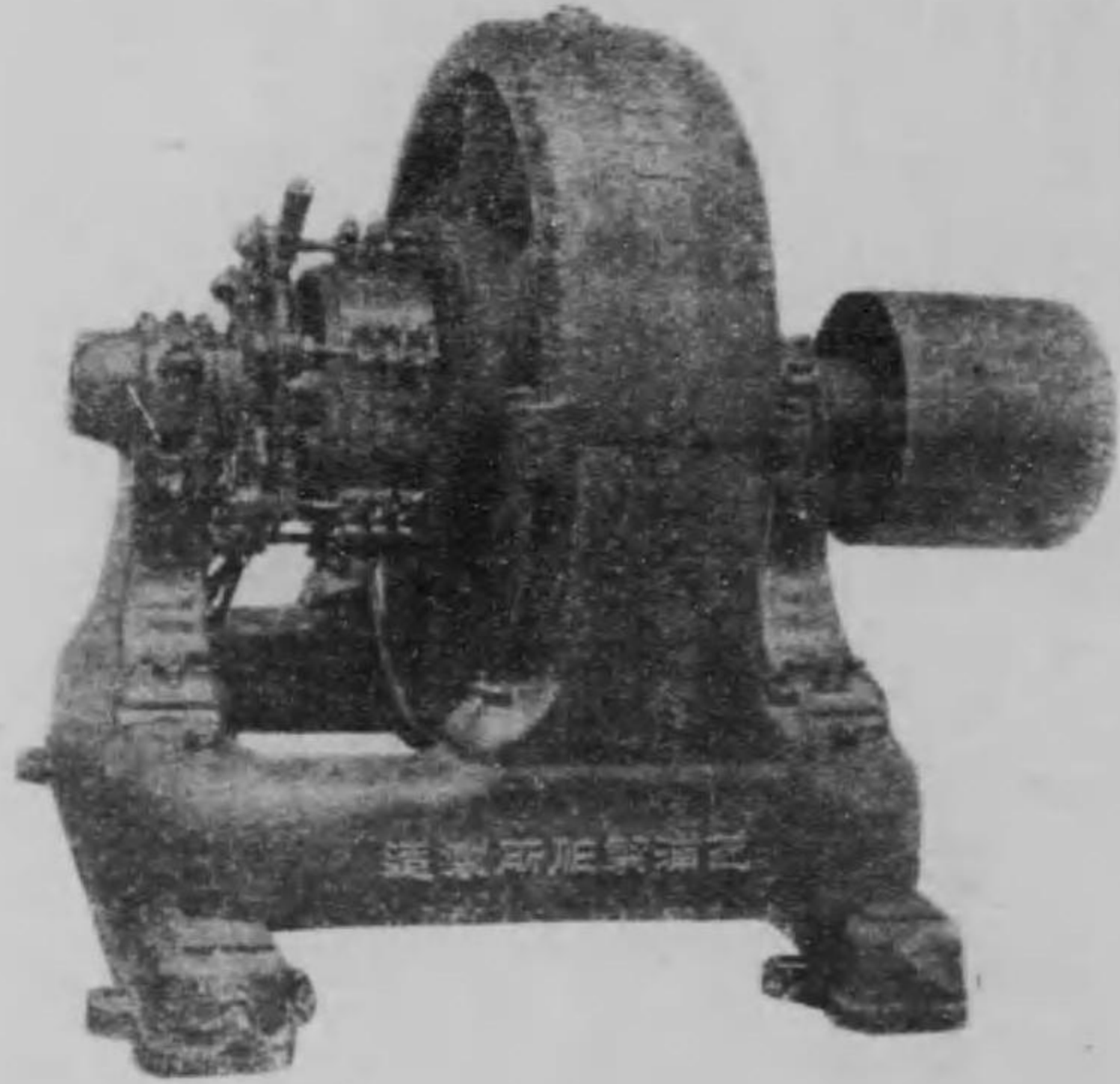
本を燒燄し其一端を繼鐵中に鑄込み繼鐵内に於て四方に開かしたるものなり。此方法に由て鐵心は繼鐵に密着するに由り左の如き利益あり。

(一) 各鐵線間には電氣抵抗ありて恰も薄鐵板を用ひたるものを細く切斷したる如く左右縱横の方向に電氣抵抗ある爲に鐵心中に通ずる渦流少し。

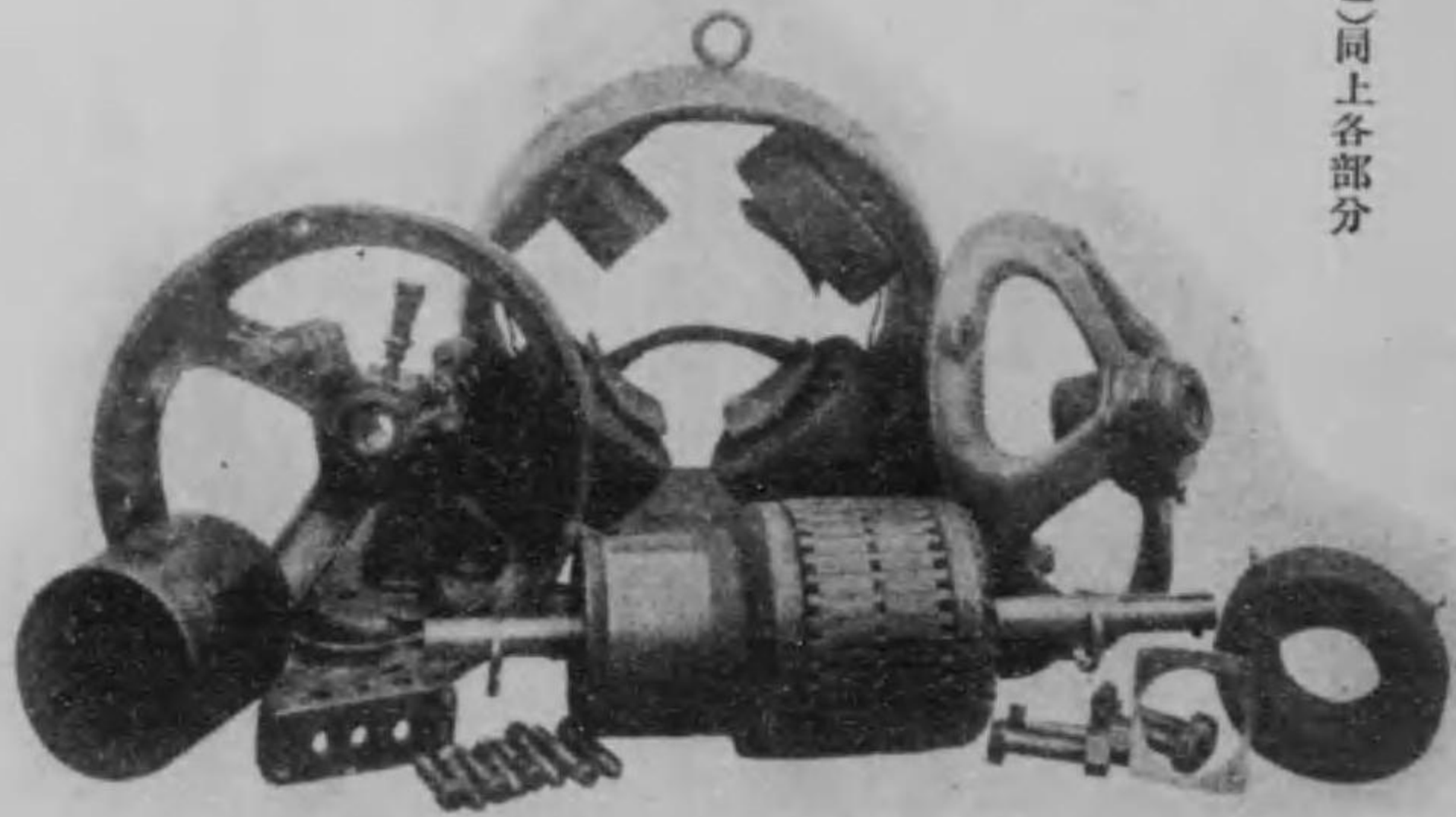
(二) 發電子より發生する磁力線は鐵線中に通ずるなれども前記の如き理由にて磁氣抵抗多き爲に甚しく減少せらる、即ち發電子反作用少し。  
(三) 各鐵線の一端は繼鐵内に於て擴げらる、故に、各線の間隙に鐵の溶液流れ込みて繼鐵と鐵心との接觸面を廣くし、通常鐵板を用ひて鐵

第四十四圖

(甲)岸式直流發電機



(乙)同上各部分

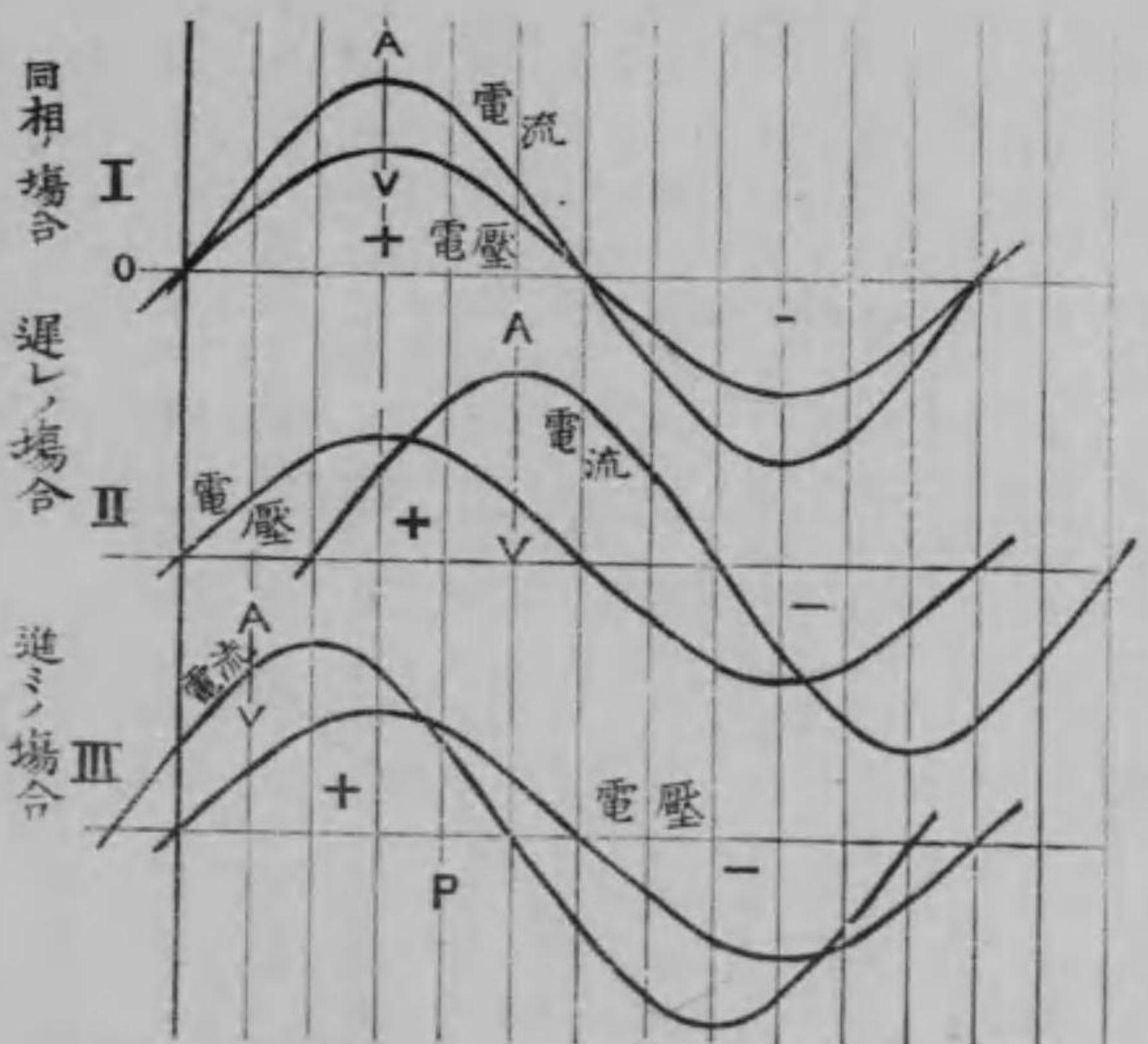






し二分一相に於ては最小値の零、四分三相に於ては負號の最大値を有するな

第四十六圖



り。交流を示す波の形は是を發生する發電機の構造種類等に由て異り或は不規則なるものあり其内規則正しき標準曲線としては通常の數學上の正弦曲線となす實際に於て此波狀曲線又は是に近似の波狀を爲す交流を最も可とす。交流の波形は記振器なる器具にて測り自記せしむることを得るなり。交番電壓及び之れが爲めに生ずる交流の兩波狀が常に相一致し、電壓最大なると同

時に交流も亦最大なるときは交流は電壓と同相に在りと云ふ、是に反し交流の波狀が電壓の波狀より遅れて變化するか又は進みて變化するときは、兩波狀の相に差を生ず、此相差を遅れて變化する場合には交流の遅れと云ひ、進みて變化する場合には交流の進みと云ふ。此等の三状態は第四十六圖に於て理解するを得べし。交流及び其電壓は常に斯くの如く變化するものなれば、其起す現象も交流の最大値の起す現象に非ず、從て交流又は其電壓を或測定器にて測り得る値は其最大値ならずして交流又は其電壓の或る平均數にして是を交流又は其電壓の實効値と云ふ。其數學的の値は、交流又は其電壓の一周波中各時刻に於ける値の自乗を平均して得たるもの、平方根なり。交流の最大値を  $I_m$  にて示し實効値を  $I$  にて示せば其關係は次の如し

$$I = \frac{1}{\sqrt{2}} I_m \dots\dots\dots (27)$$

又電壓の最大値を  $E_m$  にて示し實効値を  $E$  にて示せば其關係は次式の如し

$$E = \frac{1}{\sqrt{2}} E_m \dots\dots\dots (28)$$

通常幾何「ヴォルト」の交流電壓又は幾何「アムペア」の交流と稱ふるは此實効値を謂ふあり、然るに回路の絶縁を不良からしむる電壓は此實効値ならずして最大値にあれば、電壓測定器に示さるゝ「一百ヴォルト」の交流回路の絶縁は

$$E_m \parallel \sqrt{2} E \parallel \sqrt{2} \times 100 \parallel 141 \text{ 百四十一「ヴォルト」}$$

の直流電壓に堪へざる可からず。或る回路に於て電流が電壓と相を異にするときは電流流通の状態はオーム法則に従はず、通常交流回路に於ては交流は電壓より遅れるを以て、電流と電壓との關係は直流回路に於けると異り、電壓は電流及抵抗の相乗積に等しからず、時としては是より大なることあり、時としては小なる場合あり、此くの如き現象は交流の特性にして、其原因は實に次の三種の作用に基く。

- (一) 表皮作用
- (二) 誘導作用
- (三) 容量作用

交流の表皮作用 交流が電線に<sup>流</sup>するに當り、交流波の變化が早き時は陽電流未だ電線の内部に透らざるに先立ち陰電流已に流れ來り、是れ亦内部に

透らざるに先立ち陽電流已に流れ來る。斯の如くして電流は内部に透るゝなく、殆んど電線の表面及び表面に近き内部のみを通過するが如し、此作用は交流の周波數多きに從て大なり。例を以て是を説明せん、一個の銅杆を採り、熱火及冷水中に交互挿入する者とせよ、銅は熱の良銅体なるが故に熱火中に入りては早く熱を受け、冷水中に入りては早く冷て熱を失ふも、其挿入の間甚だ短き時は例へ銅は良導體なるも、熱火中に於てその内部に至る迄熱するの暇なく、冷水中に於て冷へるの時なく、冷熱の作用を受くるは僅かにその表面に止まりてその内部中央に近き部分は毫も火氷の爲に變化を受くることなし。周波數多き交流が電線中を通過するは恰も銅杆を熱火及冷水中に交互挿入するの早きと同様に、電線の内部中央に近き部分は殆んど電流の流通なく、交流は電線の表面及表面に近き内部のみを通ずるなり、此作用を交流の表皮作用と云ふ。斯くの如く交流は電線の一部に通ずるを以て電線は交流に對して其全部分が有効のものならず、語を換へて云へば電線の抵抗は直流の場合に比し増加したりと見做すを得べし。此増加の割合は周波數に

正比例するに由り周波數大なる交流に於ては大なる電線を用ふるも抵抗は比較的減少せずして大線たるの効なき場合あり。鐵線は銅線に比し此作用大なり。ロールド、ケルビン氏は表皮作用に據る抵抗の増加は周波數の平方根に正比例するを論じ、周波數と電線の太さに應じ交流に對する抵抗増加

第二十一表  
表皮作用の抵抗増加率

直徑及 線號	周 波 數			
	25	60	100	130
2"	1.265	1.826	2.290	2.560
1 1/4"	1.170	1.622	2.030	2.272
1 1/2"	1.098	1.420	1.765	1.983
1 1/4"	1.053	1.239	1.506	1.694
1 1/2"	1.035	1.168	1.382	1.545
1 1/4"	1.020	1.111	1.263	1.397
1 1/2"	1.007	1.040	1.100	1.156
1 1/4"	1.002	1.008	1.022	1.039
0000	1.001	1.006	1.015	1.027
000		1.005	1.010	1.017
00		1.002	1.006	1.010
0		1.001	1.005	1.008
1			1.002	1.005
2			1.001	1.002
3				1.001
4				1.000

の周圍に生ずる磁力線は電流の増減なき時は些少の變化なきも交流回路に於ては電流が常に交番するを以て、是れが爲に生ずる磁力線も亦同様に變化し、其結果として回路中に、第一章に記載したる如く、誘導作用起り起電力誘發

率を算出せり第二十一表是なり。此表に據て計算するに表皮作用は電線の抵抗を増すとも四零番線の如き大線にて漸く二パーセントの増加に過ぎざる故に、實際に於て可なり太き電線をも抵抗の増加なく使用することを得るなり。

交流の誘導作用 直流の通ずる回路

せらる。此誘發電壓は回路の電壓に常に反對して交流と同様に交番し、其最大値は交流が方向を變ずる際に發生す、即ち交流より相に於て九十度遅る。此誘發電壓の生ずるが爲に、交流波は電壓波より常に遅れて變化す、此作用を交流の自己誘導作用と云ふ。誘導作用は自己の回路に於てのみならず、二個以上の交流回路相互間にも起る者なり、是を交流の相互誘導作用と云ふ。

交流回路に於ては上記の如く誘發反對電壓生ずるが爲に、一定の電流を生せしむるに直流電路に於けるよりも高き電壓を加へるを要す、即ち發電機より

第四十七圖



の發生電壓は回路の抵抗に打勝つべき電壓及誘發電壓に打勝つべき者の合成ならざるべからず。此誘發電壓に打勝つべき電壓は抵抗に

打勝つべき電壓より九十度進み、電流は抵抗に打勝つべき電壓と同相にあり、是等の關係は第四十七圖甲に示すが如し。電流は抵抗に打勝つべき電壓とは同相にあれども發生電壓より遅る、角度Aは其相差を示す。斯くの如く電

壓より遅れる電流を遅電流ラグ電流と云ふ。

交流回路の抵抗は電壓と同様に亦通常の抵抗及び誘導抵抗より成る、其關係は第四十七圖乙に示すが如し。誘導抵抗は自己誘導の爲に生ずる抵抗にして是をリアクタンスと云ひ、是れと有効抵抗との合成抵抗をイムピーダンスと云ふ。此等の電壓、電流及抵抗の關係はイムピーダンスをZ、リアクタンスをX、抵抗をR、交流をI、發生電壓をE、實効電壓をE<sub>1</sub>、誘發電壓をE<sub>2</sub>、周波數をn、回路の自己誘導係數をLにて示せば、左の式にて表はすが如し。

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} = \frac{E}{I} \quad IZ = E \dots\dots\dots(29)$$

$$R = \frac{E_1}{I} \quad IR = E_1$$

$$X = \frac{E_2}{I} \quad IX = E_2 \dots\dots\dots(30)$$

$$X = 2\pi nL \quad (n \text{ は圓周率 } 3.1416 \text{ なり}) \dots\dots\dots(31)$$

是に由て  $I = \frac{E}{Z} = \frac{E}{\sqrt{R^2 + 4\pi^2 n^2 L^2}} \dots\dots\dots(32)$

回路の自己誘導係數Lは電線の太さ及兩線間の距離に關して異なるに由りイムピーダンスZは直流抵抗Rと異り、周數波電線の太さ及電線間の距離に從て増減す、其關係は次の如し。

$$\frac{Z}{R} = \frac{\sqrt{R^2 + 4\pi^2 n^2 L^2}}{R} = f \dots\dots\dots(33)$$

此比fをイムピーダンス係數と云ひ、直流抵抗を知て交流抵抗を算出すべき乗子となす。

E<sub>1</sub>は電流と同相に在る實効電壓にして電力發生上有効なれども、E<sub>2</sub>はリアクタンスに打勝つのみにて、電力發生上無効なり。

イムピーダンス係數に就て研究せし人はケネリー氏にして明治七年頃なり、同氏は研究の結果係數は電線間の距離、交流の周波數及電線の太さに關係することを發見し、其關係を示す回線表を作成せり、又ウイバー氏は此表より米

第二十二表

周波数 60										
線號 B.S.	電線間の距離									
	3'	6'	9'	12'	18'	24'	36'	48'	60'	100'
1/2	1.74	2.03	2.21	2.35	2.53	2.67	2.86	3.00	3.09	4.55
3/4	1.54	1.76	1.90	2.00	2.14	2.25	2.37	2.49	2.57	3.71
1	1.36	1.51	1.61	1.67	1.77	1.84	1.95	2.03	2.08	3.00
0	1.27	1.37	1.46	1.52	1.60	1.66	1.74	1.83	1.85	2.51
1	1.19	1.27	1.33	1.36	1.42	1.46	1.53	1.57	1.60	2.10
2	1.14	1.19	1.23	1.26	1.29	1.32	1.36	1.40	1.42	1.79
3	1.09	1.13	1.15	1.18	1.20	1.22	1.25	1.27	1.29	1.56
4		1.09	1.10	1.12	1.14	1.15	1.17	1.19	1.20	1.38
5					1.09	1.10	1.11	1.12	1.13	1.27
6									1.09	1.18
8										

第三章 發電機

(百十七)

周波数 80										
線號 B.S.	電線間の距離									
	3'	6'	9'	12'	18'	24'	36'	48'	60'	100'
1/2	2.10	2.56	2.82	3.00	3.26	3.40	3.71	3.90	4.06	6.01
3/4	1.86	2.18	2.38	2.51	2.72	2.87	3.06	3.19	3.31	4.87
1	1.61	1.81	1.95	2.05	2.20	2.30	2.45	2.56	2.63	3.91
0	1.46	1.64	1.75	1.83	1.94	2.03	2.14	2.23	2.30	3.31
1	1.32	1.45	1.53	1.59	1.67	1.74	1.84	1.89	1.93	2.66
2	1.23	1.32	1.38	1.42	1.48	1.53	1.59	1.65	1.68	2.22
3	1.16	1.23	1.26	1.29	1.34	1.33	1.42	1.45	1.48	1.88
4	1.11	1.15	1.18	1.20	1.23	1.25	1.29	1.31	1.33	1.62
5		1.11	1.12	1.14	1.16	1.17	1.19	1.21	1.23	1.43
6					1.11	1.12	1.13	1.14	1.15	1.30
8										1.13

イムピーダンス係數表

周波数 100										
線號 B.S.	電線間の距離									
	3'	6'	9'	12'	18'	24'	36'	48'	60'	100'
1/2	2.58	3.12	3.44	3.67	4.00	4.24	4.57	4.81	5.02	7.48
3/4	2.20	2.61	2.88	3.05	3.32	3.52	3.75	3.94	4.07	6.04
1	1.84	2.13	2.32	2.45	2.62	2.77	2.97	3.11	3.21	4.88
0	1.66	1.90	2.05	2.16	2.31	2.43	2.58	2.69	2.78	3.98
1	1.48	1.55	1.75	1.84	1.95	2.07	2.18	2.24	2.32	2.93
2	1.34	1.47	1.55	1.61	1.70	1.76	1.85	1.92	1.96	2.67
3	1.24	1.34	1.39	1.43	1.50	1.54	1.60	1.65	1.69	2.23
4	1.17	1.23	1.27	1.30	1.35	1.38	1.42	1.46	1.49	1.88
5	1.11	1.17	1.14	1.21	1.24	1.26	1.29	1.32	1.34	1.62
6	1.09	1.11	1.13	1.14	1.16	1.18	1.20	1.21	1.23	1.43
8								1.09	1.10	1.20

第三章 發電機

(百十六)

周波数 130										
線號 B.S.	電線間の距離									
	3'	6'	9'	12'	18'	24'	36'	48'	60'	100'
1/2	3.25	3.97	4.40	4.70	5.14	5.45	5.83	6.20	6.48	9.68
3/4	2.73	3.29	3.65	3.88	4.23	4.49	4.80	5.05	5.23	7.81
1	2.23	2.65	2.90	3.08	3.35	3.51	3.79	3.95	4.09	6.22
0	2.00	2.34	2.53	2.68	2.88	3.04	3.24	3.39	3.51	5.10
1	1.75	1.98	2.13	2.24	2.43	2.53	2.76	2.79	2.89	4.13
2	1.54	1.72	1.84	1.93	2.04	2.13	2.25	2.36	2.41	3.37
3	1.38	1.53	1.60	1.67	1.76	1.82	1.92	1.98	2.04	2.77
4	1.27	1.37	1.43	1.47	1.54	1.59	1.65	1.70	1.74	2.30
5	1.19	1.26	1.30	1.33	1.38	1.41	1.46	1.50	1.53	1.94
6	1.1	1.17	1.20	1.23	1.26	1.29	1.32	1.34	1.37	1.67
8					1.09	1.13	1.15	1.16	1.17	1.32

國に使用のBS線號及尺度を使用して係數表を調製せり、第二十二表是なり。表の使用法は先づ直流を通ずる者として電線の線號を算定し其交流の周波數に對する表中、所要電線間の距離の記しある行に於て、線號に對する係數を採り該電線の抵抗に乗すれば交流抵抗即ちイムピーダンスの値を得る也。表に於て認むる如く周波數小なるに従ひ係數減するなれば、成るべく周波數少き交流を用ふべきに似たりと雖も、餘り少き時は白熱燈の燈光に明暗を生ずる虞あれば、電燈には成るべく一秒間五十以下の物を用ひざるを可とす。係數は電線間の距離「近きに従ひ減するに由り、電線を成べく相近付けるを可とするも、架空線に於ては作業上又は風雨の際混線の恐れあるに由り十時以下に接近せしむべからず若し地下ケーブルと爲せば一時以内に近付くに由り係數を全く除去するを得べし。一般に架空式に於ては周波數五十又は六十の交流を使用し、電線間の距離を十吋乃至二十吋に爲すを通常の方法とす。

○容量作用——回路中に電氣容量存在するときは、容量を有する部分の兩端に於ける電壓は回路の電壓に加はり、回路に於ける交流は其影響を受く。今電

氣容量をCを以て示せば是に由るリアクタンスは左の式にて示さる

$$X = \frac{1}{2\pi nC} \dots\dots\dots (34)$$

イムピーダンスZは

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{2\pi nC}\right)^2} \dots\dots\dots (35)$$

回路に送らるゝ電壓即ち發生電壓は容量に由る電壓より相に於て進み、回路に流るゝ電流及び是と同相に在りて抵抗に打勝つべき電壓は容量に由る電壓より一層進むに由り、電流は發生電壓よりも相に於て進む。斯くの如く電壓より進みたる電流を進電流と云ふ、是等の關係は第四十八圖に示すが如し。此關係より一の回路に於て自己誘導作用に打勝つ電壓と容量に由る電壓との相差百八十度なれば其作用全く反對なるを知るべし、是に由て自己誘導作用及容量を有する回路に於ける電流は左の式にて示さる。

$$I = \frac{E}{\sqrt{R^2 + \left(2\pi nL - \frac{1}{2\pi nC}\right)^2}} \dots\dots\dots (36)$$

自己誘導作用に由るリアクタンスと容量に由るリアクタンスとの大小如何に由て、其回路に通ずる電流が進電流となるか又は遅電流となるなり。若し兩リアクタンス相等しきときはリアクタンスは零となりて單にRなる抵抗のみとなり、電流は發生電壓と同相になりて直流の場合に於けると異ならず、斯くの如き状態に於けるを共振と云ふ。

交流回路に於ける電力——交流回路に於ては自己誘導作用あるが爲に電流は常に電壓より遅るゝを以て、電流中有効部分は電壓と同相に在る部分のみなり、從て其電力は電壓と電流との相乗積ならずして是より小にして是に一より小なる或る係數を乗じたるものあり、今眞の電力をWにて表はせば



第四十八圖

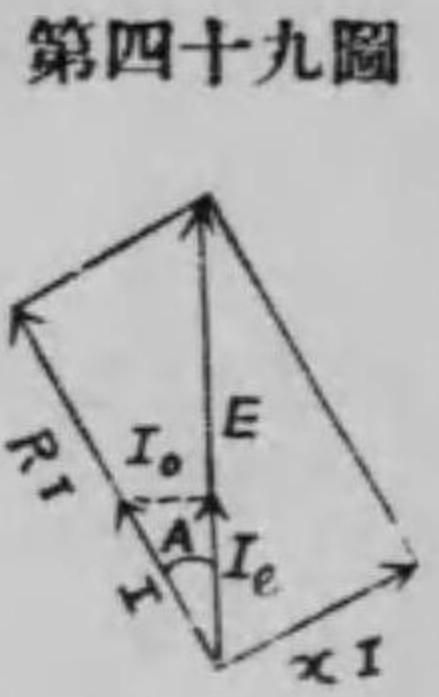
$$W = EI \cos \phi \dots\dots\dots (37)$$

Fを回路の力率と云ふ。又EIを皮相電力と云ひWを眞電力と云ふ、Fの値は  $F = \frac{R}{\sqrt{R^2 + 4\pi^2 n^2 p^2}}$  にしてイムピーダンス係數の反對に等し、是に由て

$$W = EI \frac{R}{\sqrt{R^2 + 4\pi^2 n^2 p^2}}$$

第二十 式に由り  $E = I \sqrt{R^2 + 4\pi^2 n^2 p^2}$   
 是に由て  $W = I^2 R \dots\dots\dots (38)$

此式は直流の場合に於ける第十六式と全く同一なり。電流中電壓と同相に在りて電力上有効なる拆分を勢力電流と云ひ、無効なる拆分を無効電流と云ふ、第四十九圖に於てEを發生電壓とすれば、電流Iは是れより角度A丈遅れ、電壓と同相に在る其拆分I<sub>1</sub>は勢力電流にして、是れと九十度を爲す拆分I<sub>2</sub>は無効電流なり。

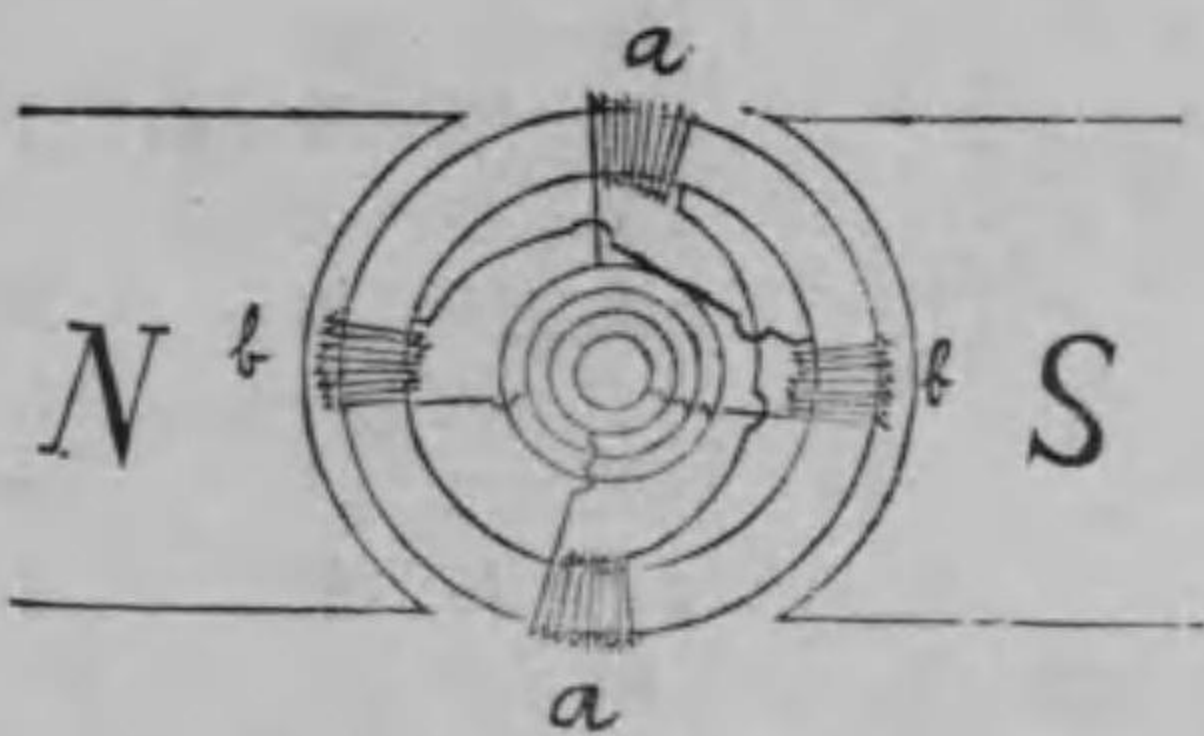


第四十九圖

多相交流——第一章に於て記載せる如く發電子に於て一種の線輪より發生する交流は只一種なれば是を單相交流と云ふ、是に反して發電子に數組の線輪を捲き相の異なる數種の交流を發生せしめ是等を同時に用ふるものを多相交流と云ふ。第五十圖甲に於て發電子線輪は互に直角を爲す二組の線輪より成る者とし、其各端に貳組の

聚電子を附し發電子を廻轉するときは、線輪中に交番電壓發生し圖に示す位置に於ては線輪 $b$ に正號の最大電壓發生し線輪 $a$ に電壓の發生なし、發電子の廻轉進みて九十度を過ぐれば線輪 $a$ に正號の最大電壓發生し線輪 $b$ に電

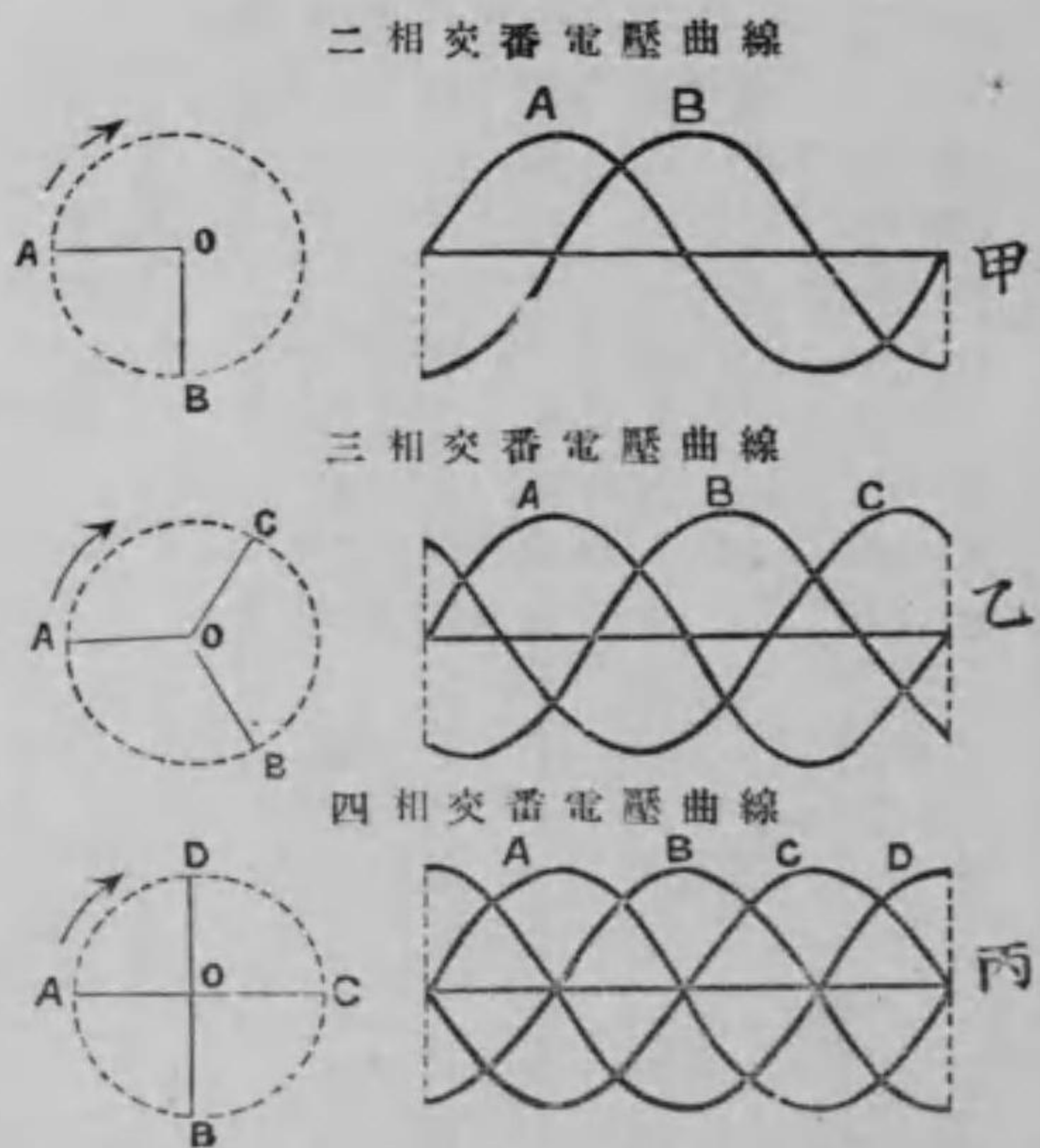
第五十圖  
二相交流發電子



壓の發生なし百八拾度を過ぐれば $b$ に負極の最大電氣發生し $a$ に電壓の發生なし、即ち兩線輪に發生する電壓の状態は第五十一圖甲に示すが如く常に九十度の相差あり、是が爲に發生する二種の交流も亦同様に常に九十度の相差あり。此くの如く相差を有する二種の交流の組合せを二相交流と云ひ、二相交流を發生する發電機を二相交流發電機と云ふ。

次に發電子の線輪が互に百二十度の角度を爲す三組の線輪より成る時は、發電子の廻轉に由て各線輪に發生する交番電壓は、其相差百二十度にして其状態は第五十一圖乙に示すが如し、是が爲に發生す

第五十一圖



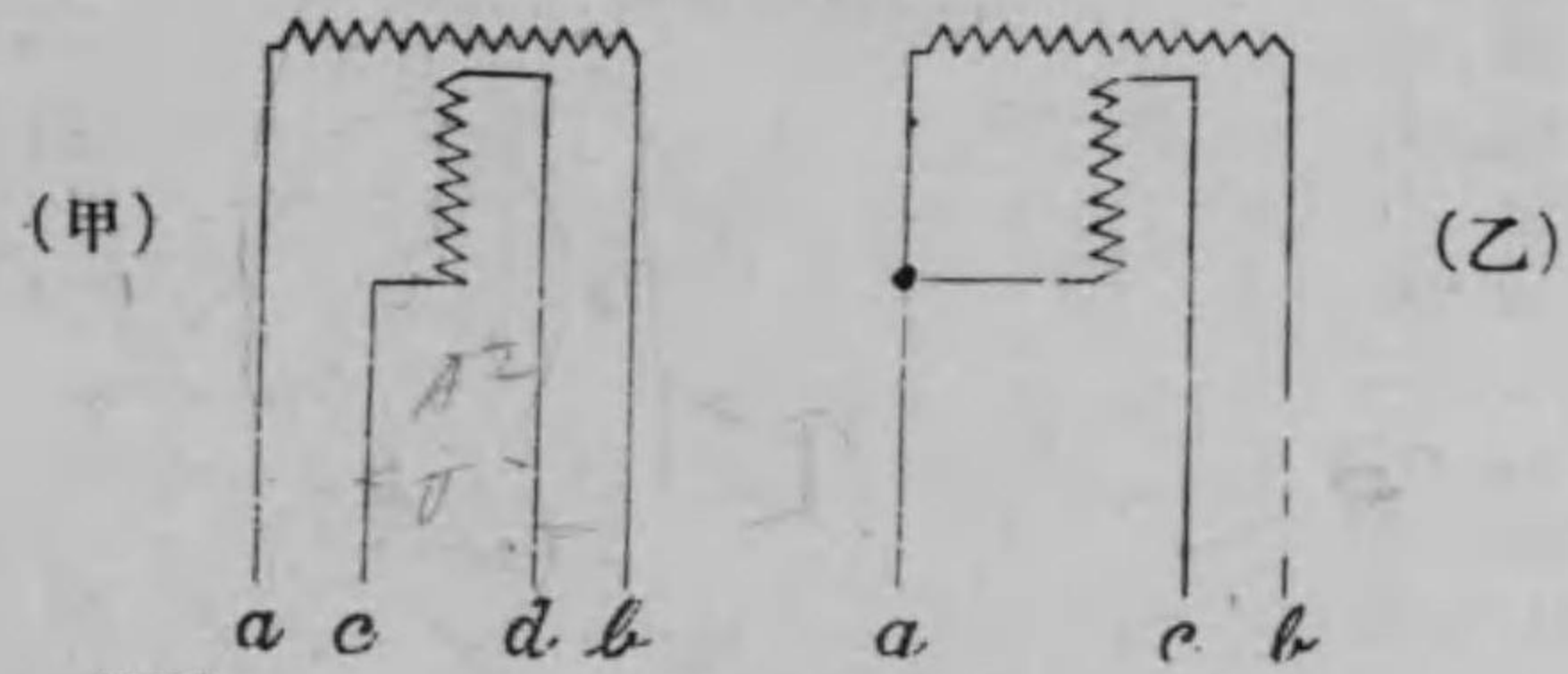
る交流も亦百二十度の相差を有する三種の交流より成る、此種の交流を三相交流と云ひ、三相交流を發生する發電機を三相交流發電機と云ふ。又發電子の線輪が九十度の相差ある四組の線輪より成るときは、第五十一圖丙に示す如き交流を發生す、是を四相交流と云ふ。

多相交流回路に於ける結線法及其電壓電流——多相交流を

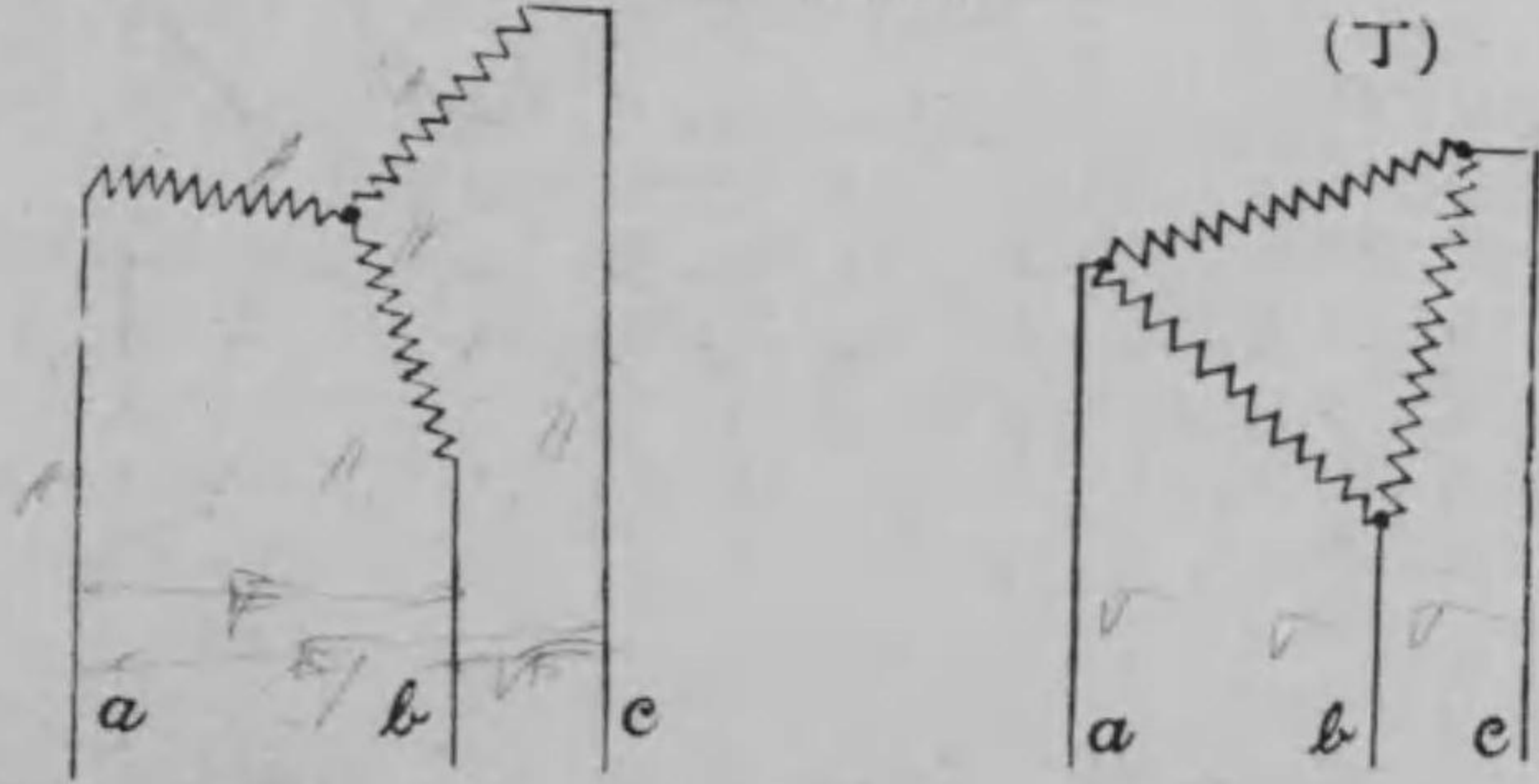
發生せしむるには電源たる發電機又は變壓器には數組の線輪を用ふる故に、是等線輪を適當に連結せざるべからず、其連結方法に種々あり、是を結線法と云ふ。二相式、三相式及四相式の各結線法は第五十二圖に示すが如く各二種



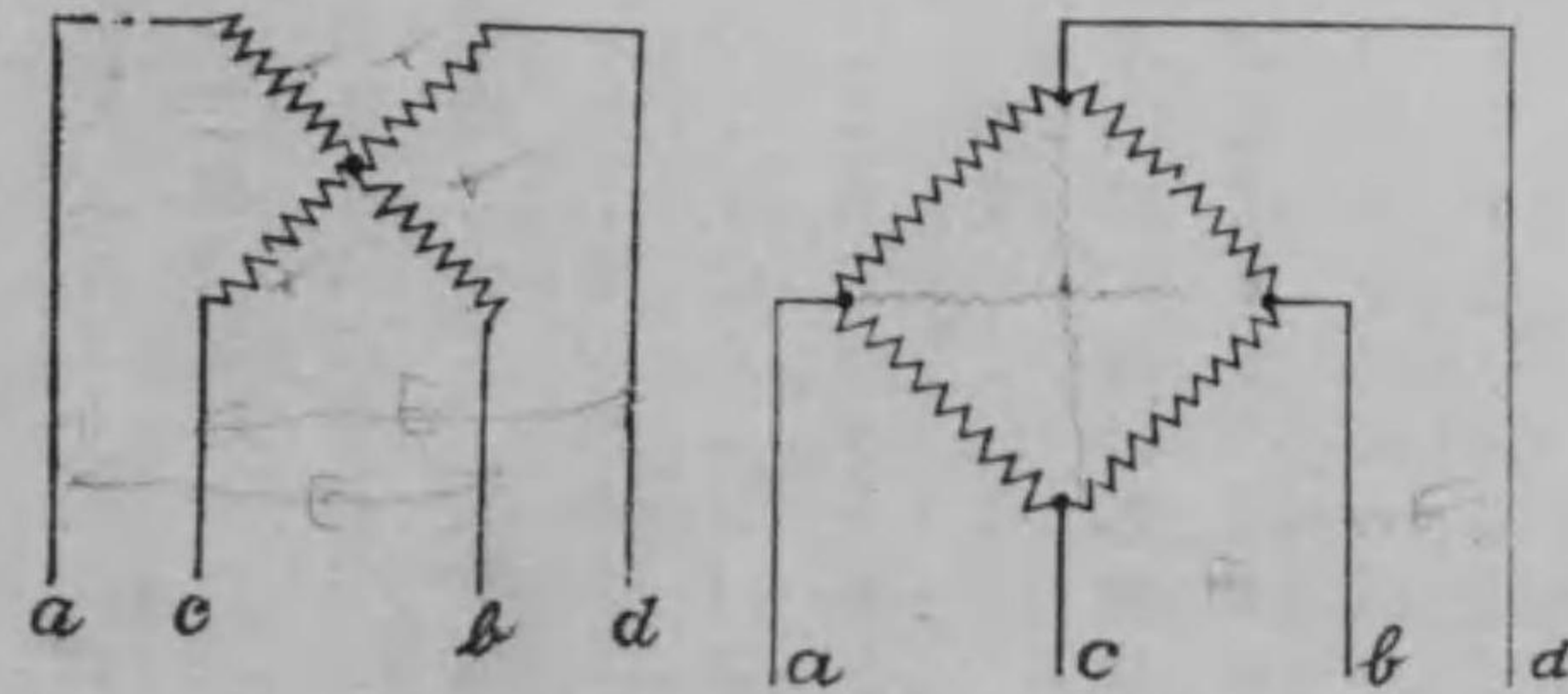
第五十二圖  
二相式結線法



(丙) 三相式結線法



(戊) 四相式結線法



あり、甲を二相四線式結線法と云ひ、乙を二相三線式結線法と云ふ、此方法に於ては一線は兩相の共同線にして兩相の電流是に通ず、丙を三相式星形結線法と云ひ、丁を三相式三角形結線法と云ふ、戊を四相式星形結線法と云ひ、己を四相式網形結線法と云ふ。

以上各種結線法に於ける電壓及電流の關係は次の如し、二相四線式に於ては各相線輪に於ける起電力をVとし、是に通ずる電流をAとすれば、ab間の電壓Eは電壓Vに等しく、甲に於て各線及乙に於てb、c兩線に通ずる電流Iは電流Aに等しく、乙に於てaに通ずる電流I'は九十度の相差を有する兩電流の合成にして

$$I' = \sqrt{2}I \dots \dots \dots (39)$$

$$E' = \sqrt{3}E \dots \dots \dots (40)$$

又乙に於てb、c間の電壓E'は九十度の相差を有する兩電壓の合成にして  
 三相式結線法に於ては各相線輪に於ける起電力をVとし、a、b間、b、c間及c、a間の電壓をEとし、各線輪に通ずる電流をAとし、a、b、c各線に通ずる電流

を  $I$  とすれば星形結線法に於ては

$$\left. \begin{aligned} E &= \sqrt{3}V \\ I &= A \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (41)$$

三角形結線法に於ては

$$\left. \begin{aligned} E &= V \\ I &= \sqrt{3}A \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (42)$$

四相式結線法に於ては各相線輪に於ける起電力を  $V$  とし  $a b$  間又は  $c d$  間の電圧を  $E$  とし各線輪に通ずる電流を  $A$ 、各線に通ずる電流を  $I$  とすれば星形結線法に於ては

$$\left. \begin{aligned} E &= 2V \\ I &= A \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (43)$$

網形結線法に於ては

$$\left. \begin{aligned} E &= \sqrt{2}V \\ I &= \sqrt{2}A \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (44)$$

多相交流回路に於ける電力——多相交流回路に於ける電力は其結線法に由て異なる。電源たる發電機又は變壓器の各相線輪に發生する起電力を  $V$ 、同線輪に通ずる電流を  $A$ 、各相回路の電圧を  $E$ 、各相回路に通ずる電流を  $I$ 、各線輪に發生する電力を  $\omega$ 、總線輪に發生する電力を  $W$ 、回路の力率を  $F$  とすれば二相四線式結線法に於ては

$$\begin{aligned} \omega &= VAF \\ V &= E \quad A = I \\ W &= 2\omega \\ \text{即ち} \quad W &= 2EIF \dots\dots\dots (45) \end{aligned}$$

二相三線式結線法に於ても右と同様にて

$$W = 2EIF$$

三相式星形結線法に於ては

$$\begin{aligned} \omega &= VAF \\ V &= \frac{E}{\sqrt{3}} \quad A = I \end{aligned}$$

$$W = 3\omega$$

$$W = \frac{3EI}{\sqrt{3}} F = \sqrt{3}EIF \dots\dots\dots (46)$$

三相式三角形結線法に於ては

$$\omega = VAF$$

$$V = E \quad A = \frac{I}{\sqrt{3}}$$

$$W = 3\omega$$

$$W = \frac{3EI}{\sqrt{3}} F = \sqrt{3}EIF \dots\dots\dots (47)$$

四相式星形結線法に於ては

$$\omega = VAF$$

$$V = \frac{E}{2} \quad A = I$$

$$W = 4\omega$$

*2/2 EI cos 4*

$$W = 4 \frac{EI}{2} F = 2EIF \dots\dots\dots (48)$$

四相式網形結線法に於ては

$$\omega = VAF$$

$$V = \frac{E}{\sqrt{2}} \quad A = \frac{I}{\sqrt{2}}$$

$$W = 4\omega$$

$$W = 4 \frac{E}{\sqrt{2}} \frac{I}{\sqrt{2}} F = 2EIF \dots\dots\dots (49)$$

### 第四項 交流發電機

交流發電機 交流發電機の直流發電機と異なるは、發電子に發生する交流を其儘外部回路に送るにあれば、發電子には整流子なく聚電子を備ふるのみ。其界磁線輪には發電子より直流を送るゝ能はざれば、別に直流發電機を使用し是より直流を界磁に送るなり、此目的に向て使用する直流發電機を勵磁機エキサイターと云ふ。勵磁機は通常複巻式にして其電壓は百乃至百二十五「ヴォルト」を標

準とす。交流發電機に於ては整流子なきを以て刷子に於ける電火發生の憂なし従て高電壓を發生する交流發電機を安全に製作するを得るなり現時市場に在るものに電壓壹萬貳千ヴォルトを發生するものあり。

交流發電機より發生する交流の周波數は發電機の廻轉數及界磁の極數に由て定まる界磁極の對數をBとし發電機の一時間の廻轉數をNとすれば周波數nは

$$n = B \times \frac{N}{60} \dots\dots\dots (150)$$

交流發電機の種類——交流發電機の磁極の數は交流の周波數と發電子の廻轉數との關係に由て八個以上なるを通常とす。交流發電機略して交流機と云ふは已に記載せる如く單相式、二相式、三相式、四相式等の種類あり是等共に發電子を廻轉せしむる代りに界磁を廻轉せしめて發電子に通ずる磁力線を増減し發電せしむるものあり又界磁及發電子共靜止して其中間にインダクトルと稱する鐵體を廻轉せしめて發電子に通ずる磁力線の増減を爲さしめ發電せしむる交流機あり第一種の發電子の廻轉する交流機を廻轉發電子型

交流機と云ひ第二種の界磁の廻轉するものを廻轉界磁型交流機と云ひ第三種のもの誘導型交流機と云ふ。第一種の交流機に於ては聚電子と

發電子との間は充分の絶縁を要すれども第二種の交流機に於ては發電子は靜止するを以て單に廻轉する界磁に送電する爲めに低壓用聚電子を要するのみなれば聚電子の絶縁は第一種交流機に於ける如く嚴密ならずも差支なく又電流も少きに由て其大きさも甚しく減す。是に由て電壓高く出力大なる交流機は概ね第二種の形狀に製作せられ原動機と直結せらる。第三種の交流機に於ては發電子及界磁共に靜止するなれば全く聚電子を要せず界磁電流及交流を外部に導く爲に界磁用及發電子用の端子盤を備ふるのみにして甚だ簡單あり。

多相式交流發電機の外観は單相式交流發電機と大差なく只聚電環の數異なるのみ即ち其數は二相式及四相式に於ては四個、三相式に於ては三個なり、第二種及第三種に屬する型に於ては聚電環は界磁回路に屬するものあれば、凡て貳個にして外部回路に發電子の電流を導く導線の數が單相式に於ては二本

二相式及四相式に於ては四本、三相式に於ては三本の差異あるのみ。

交流發電機の電壓及其調整——交流發電機の發電子より發生する起電力は常に交番し、其最大値の「ヴォルト」數は左の式にて示さる

$$V = N \cdot \frac{n}{60} \cdot \frac{p}{b} + 10^3 \dots \dots \dots (51)$$

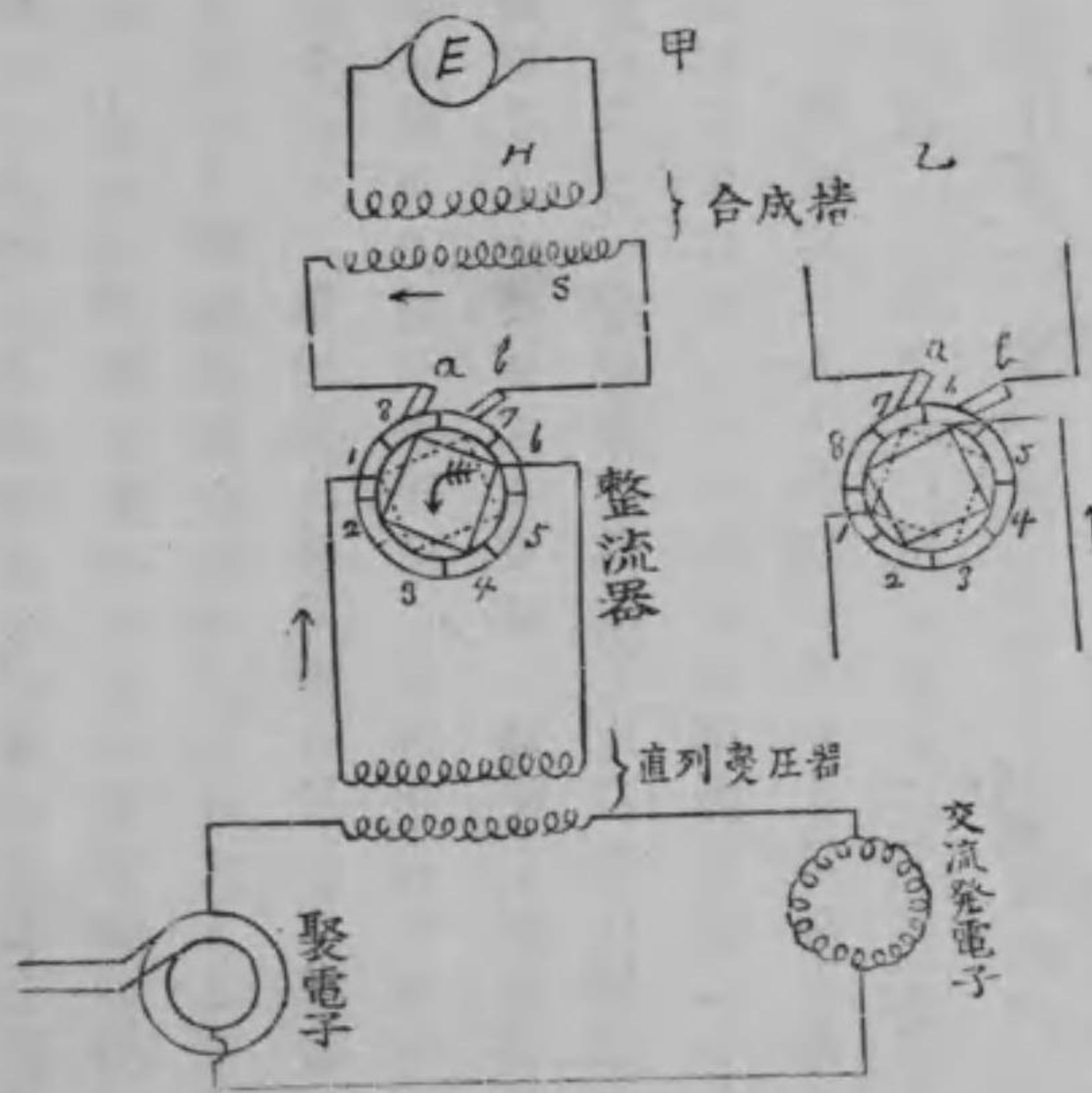
即ち第十九式に同じ、此實効値は次の如し

$$V_1 = \frac{V}{\sqrt{2}} = \frac{N n S p}{60 \sqrt{2} b} + 10^3 \dots \dots \dots (52)$$

多相交流發電機に於ては右二式が發電子の各相線輪に發生する起電力を示す、此場合にはSは各相毎の巻線排列數を示し、Pは各相毎の磁極數を示す。交流發電機の電壓は直流發電機に於けると同様に、其回路に於ける負荷の増減に從て變化するを以て、界磁回路及勵磁機の界磁回路に加減抵抗器を直列に接続し、是に由て兩回路の抵抗を加減して交流機の界磁力を増減し其電壓を調整するものとす、即ち二重に調整するなれば調整の範圍大なり。

電壓の調整を自動的に行ふ方法あり、即ち界磁線輪を二種と爲し第一線輪には勵磁機より直流を通せしめ第二線輪には發電子より發生する交流の一部を直流に變じて通せしめ相合成して勵磁せしむ、此くの如き界磁捲線法を合成巻ご云ふ。交流を直流に變ずるには發電子の軸に整流器を裝置し是を發電子線輪及聚電子間に接続し、發電子に發生する交流の一部を是に導き直流に變せしむるなり。單相交流發電機に於ける其接続は第五十三圖に示すが如く、整流器は發電子及聚電子間に接続せられたる直列變壓器の二次線に接続せられ、發電子より發生する交流の降壓したる者を直流に變じて界磁線輪に通せしむるなり。整流器の整流子片の數は界磁の磁極數と同じ、圖に示したる整流器の位置に於ては、交流が直列變壓器より矢の方向に通ずることせば、整流子片より整流器に入り、點線にて示す電線を経て7に出で、刷子6を経て界磁線輪sに通じて、刷子aに戻り、實線にて示す電線を経て整流子片6に出て直列變壓器に戻る。然るに發電子が廻轉すると共に、整流器も廻轉し、刷子の整流器に接する位置も變ずべし、其廻轉が  
一極盤  
二極盤  
三極盤  
四極盤  
五極盤  
六極盤  
七極盤  
八極盤  
九極盤  
十極盤即ち此場合には四分一廻

第五十三圖  
米國ウエスチングハウス會社製  
單相交流發電機  
界磁合成卷

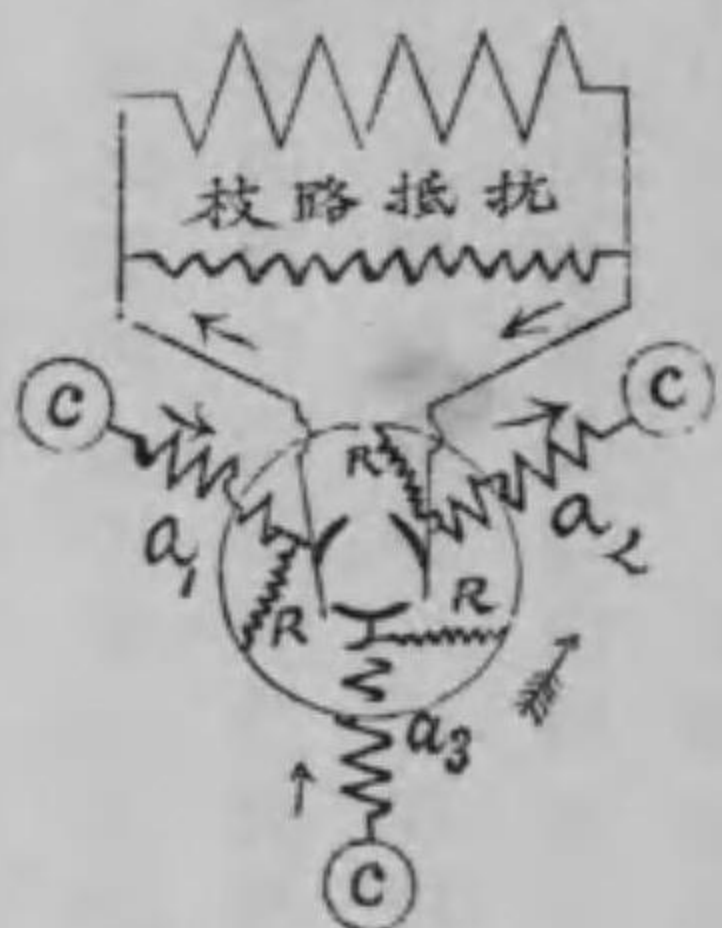


同じ、刷子aに戻り點線を経て1に出で直列變壓器に戻る。即ち界磁線輪に通ずる電流は常に同方向にして直流に變せるなり、然れども眞の直流に非ず

轉なるときに交流が一  
周波を進み、八分一廻轉  
なるときに其方向全く  
反對す。是に由て八分  
一廻轉するときは刷子  
aは整流子片7に接し  
bは6に接するに至り、  
同時に電流の方向は相  
反し、第五十三圖乙に示  
すが如く、整流子片6よ  
り入り刷子bを経て界  
磁線輪sに矢の方向に

只方向一定するのみにて其値は常に變化するを免かれず、恰も整流子片少き普通整流子にて交流を直流に變するものと同様なり。整流器に用ふる刷子は直流發電機に於けるが如く、負荷の多少に應じ其位置を變ずる必要あれば其刷子支持器に進退器を取付け、是に由て刷子を動かすものとす。

第五十四圖  
米國ジーイー電氣會社製  
三相交流發電機界磁合成卷  
界磁線輪



にて界磁線輪に接続せらる、是に枝路抵抗sは並列に接続せられ、界磁線輪に通ずる電流を適度ならしむ。圖に示す位置に於ては、a<sub>3</sub>に電流の發生なく、a<sub>1</sub>に發生する電流は界磁線輪に矢の方向に流る。今發電子が矢の方向に廻轉

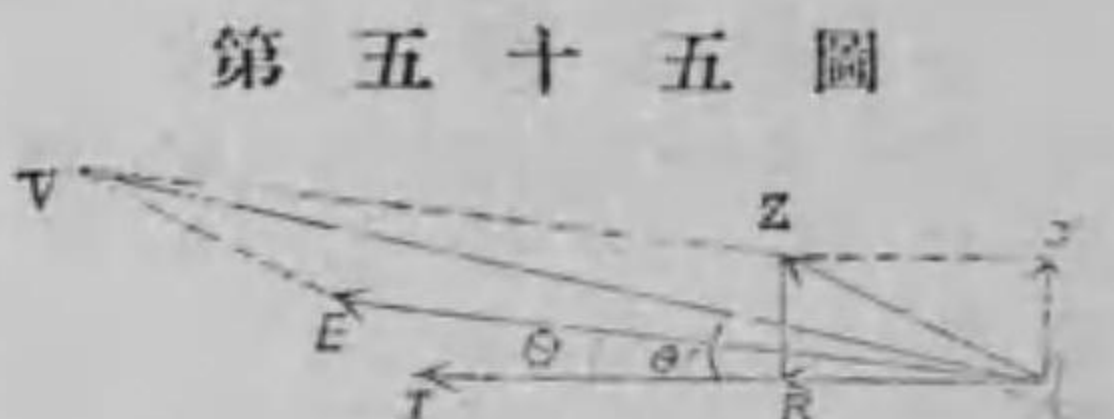
三相交流發電機の合成卷の接続は第五十四圖に示す如く、發電子線輪の結線法が星形なる場合にのみ用ひらる。整流器の整流子片の數は磁極の對數の三倍にして、是を三個毎にRなる抵抗線にて接続す、即ち整流子片は三組にしてa<sub>1</sub>a<sub>2</sub>a<sub>3</sub>なる發電子線輪に接続し、二組の刷子

するときは刷子は $a_1, a_2$ に接觸するに至り、 $a_1$ の電流發生止み $a_2$ に發生する電流が界磁線輪に矢の方向に通ずるに至る。猶發電子が廻轉を續け刷子が $a_2$ に接觸するに至るや、 $a_2$ に發生する電流が前と同じ方向にて界磁線輪に通ずべし、即ち界磁線輪に通ずる電流は常に同じ方向に在るなり。然れども單相交流發電機の整流器に於ける如く其値に變化あるを免かれざるなり。

**交流發電子の反作用**——交流發電機に於ても發電子に通ずる電流は直流發電機に於けると同様磁界に反作用を爲す。發電子に通ずる電流が起電力と同様に於ける時は、反作用は直流發電機に於ける反作用と同様に只磁力線の分布を變ずるのみなれども電流が起電力より遅れる時は、線輪が起電力を起さざる位置に来るも電流は零とならず、此電流に由て生ずる磁力線は界磁極より發する磁力線と反對の方向にあれば、界磁の磁力は是が爲めに弱めらる。是に反し電流が起電力より進む時は、線輪の起電力を起さざる位置に来る時は、電流は零を超へて其方向を變ず、此電流に由り生ずる磁力線は界磁極より發する磁力線と同方向に在るなれば、界磁の磁力は是が爲に増加す。即ち此

反作用の結果を約言すれば、遅電流は界磁を弱くし、進電流は界磁を強くす。

**交流發電機の出力**——交流發電機の出力は第四十五式乃至第四十九式にて示すものと同じ。然れども式中 $E$ は $V$ より發電子線輪内に消費せらるる電



第五十五圖

壓を減じたるものなれども、直流發電機に於ける如く、算術的に減じたるものに非ず、交流發電子線輪に於ては是に通ずる交流に由て生ずる磁力線に増減ある爲に、線輪中に自己誘導作用生じて電壓誘發せらる、此電壓と發電子線輪の抵抗に由て消費せらるる電壓との合成が實際發電子線輪に於て消費せらるる電壓なり。第五十五圖に於て $OI$ を以て電流を示せば、抵抗に由て消費せらるる電壓は是と同相に在るを以て $OR$ を以て示し、是より相に於て一直角進んだる自己誘導に由て降下する電壓を $OX$ を以て示す時は、發電子線輪に於て消費せらるる全電壓は $OX$ と $OR$ との合成なる $OZ$ を以て示さる、即ち $OZ$ は發電子線輪のイムピーダンスなり。次に電流 $OI$ より相に於て角度が進みたる $OV$ を以て發電子線輪に發生する起電力を示せ

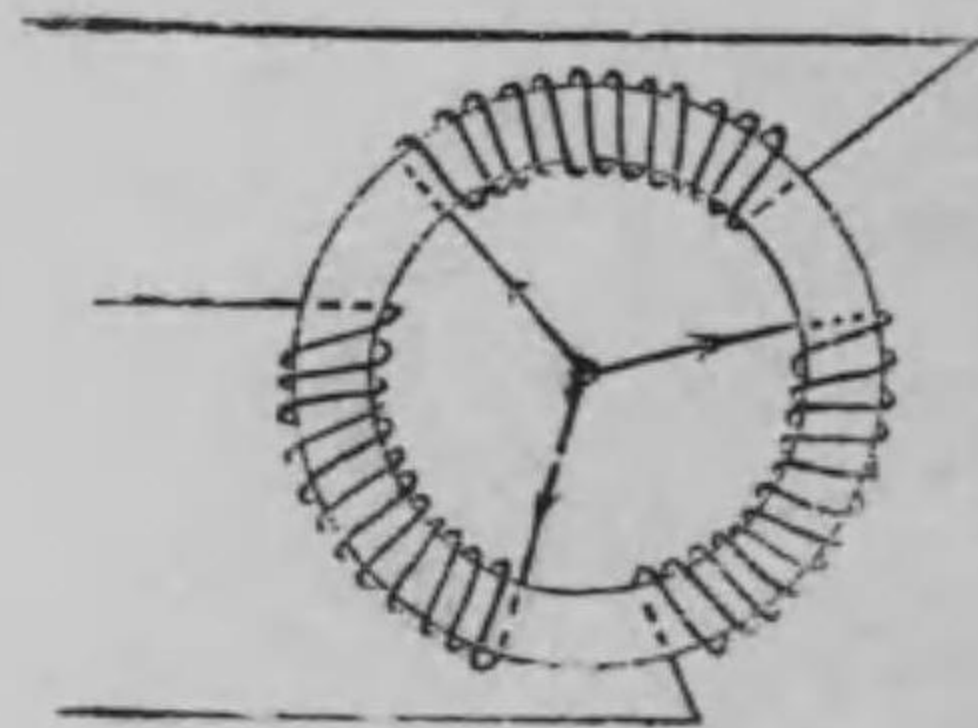
ば是と發電子線輪に於て消費せらるゝ電壓OZとの合成差OEは發電子より外部に送らるゝ電壓を示すなり。OVはOE OZを二邊とせる長方形の對角線なり、即ちOEは電流より相に於て角度 $\theta$ 進めり。斯くして得たるEの値を有する第四十五式乃至第四十九式の各式に示せるWの値が交流發電機の出力を示すなり。OR OXは電流Iに比例して増減するものなればOZも亦電流に正比例し電流大なるときはOZは増加してOEは反て減す。是に由て電流増加するも交流發電機より外部に送る電壓に變化なからしめんには、OVを適當に増さざるべからず、其方法としてはOVなる起電力は發電子の廻轉數及界磁力に正比例すれども廻轉數には他の原因より限りありて増すことを得ざれば界磁力を増すものとす。即ち勵磁機より界磁に送る電流を増すに在り。

交流發電機の發電子捲法——交流發電機の發電子は概ね環狀發電子にして其周圍表面に溝を穿ち是れに豫め適當の形狀に作りたる線輪を捲く、線輪の數は磁極數と同じ。單相交流發電機に於ては磁極の南極に面する線輪に發生する起電力は北極に面する線輪に發生する起電力と相反するを以て、相隣

第五十六圖  
多相式交流發電子線輪結線法

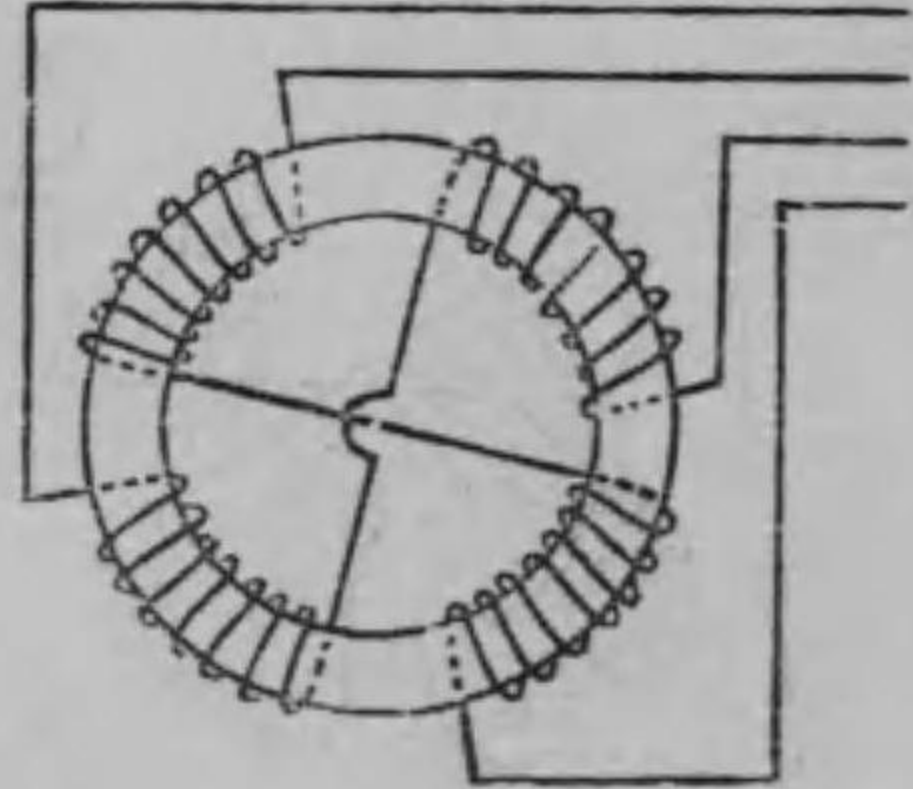
乙

三相式星形



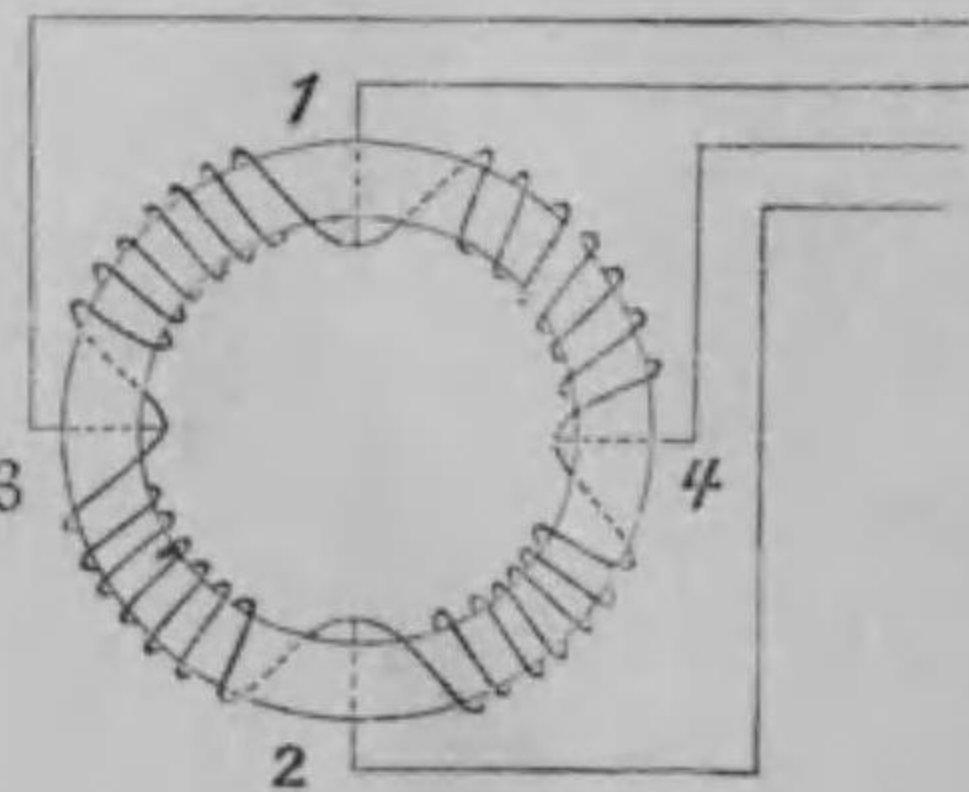
甲

二相式



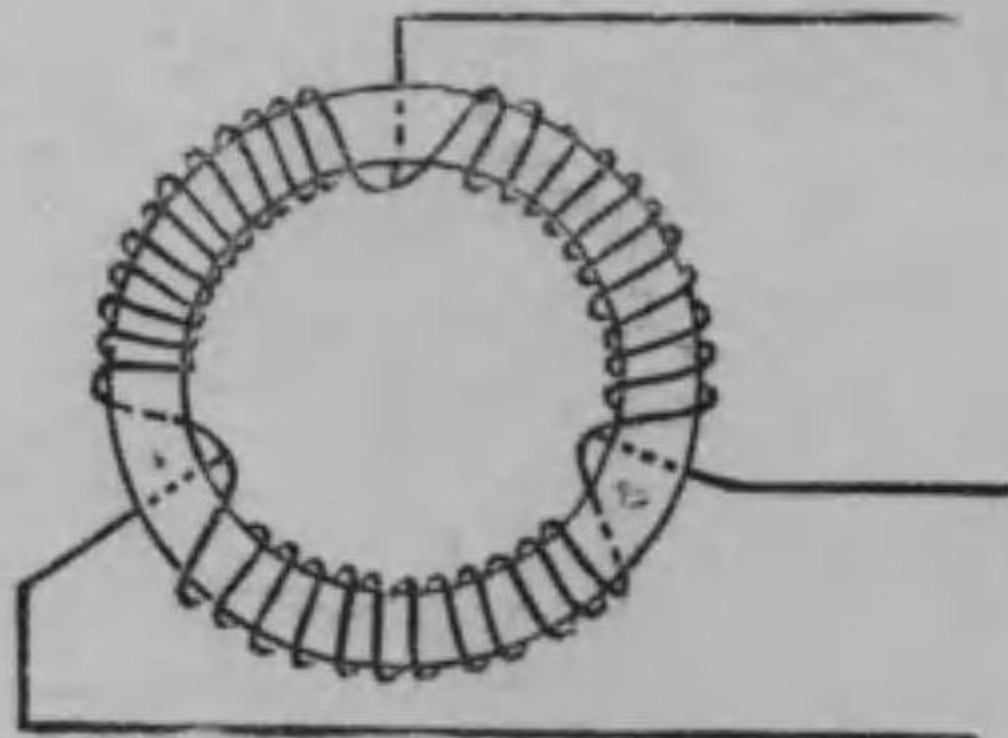
丁

四相式



丙

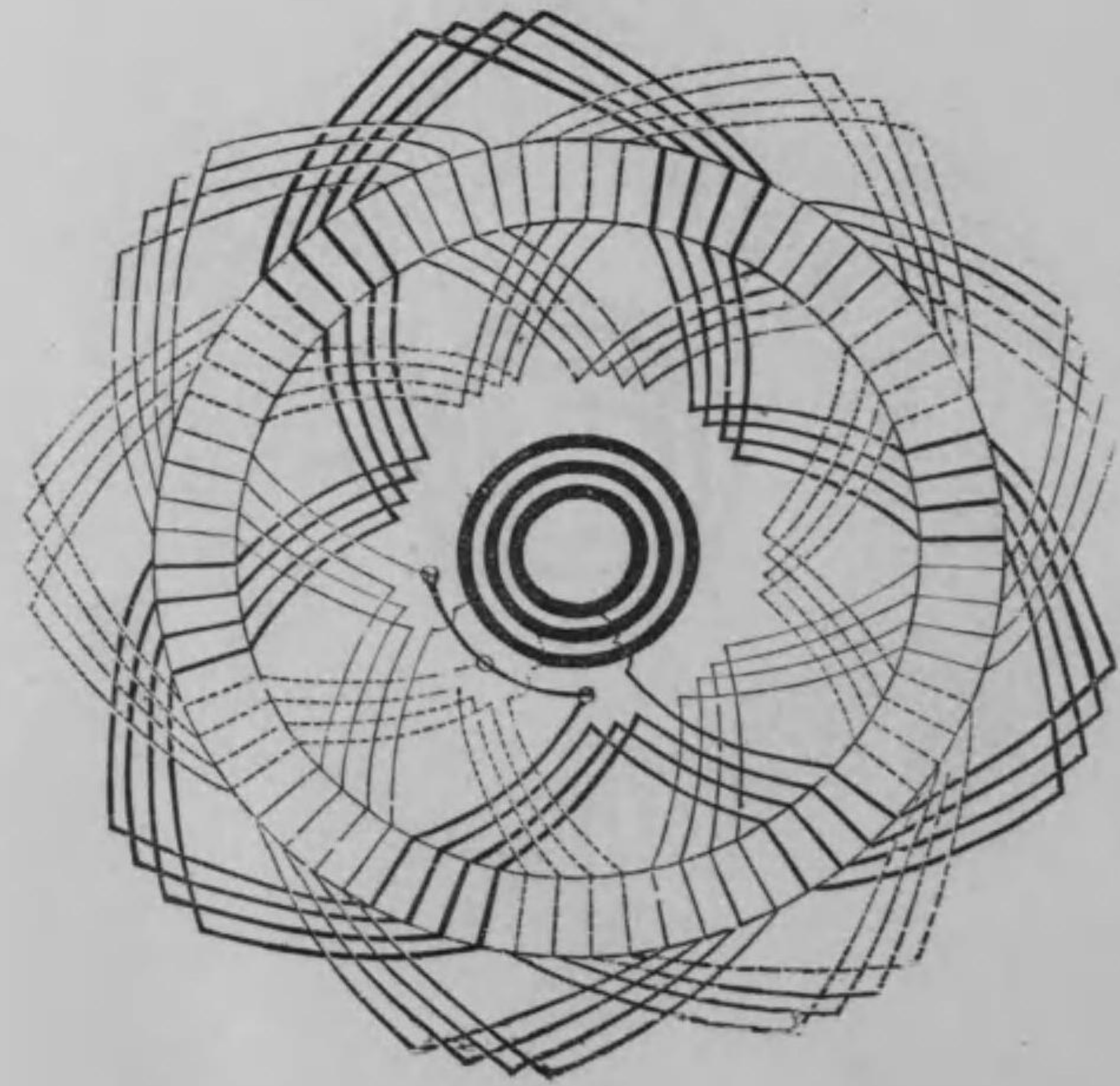
三相式 角形





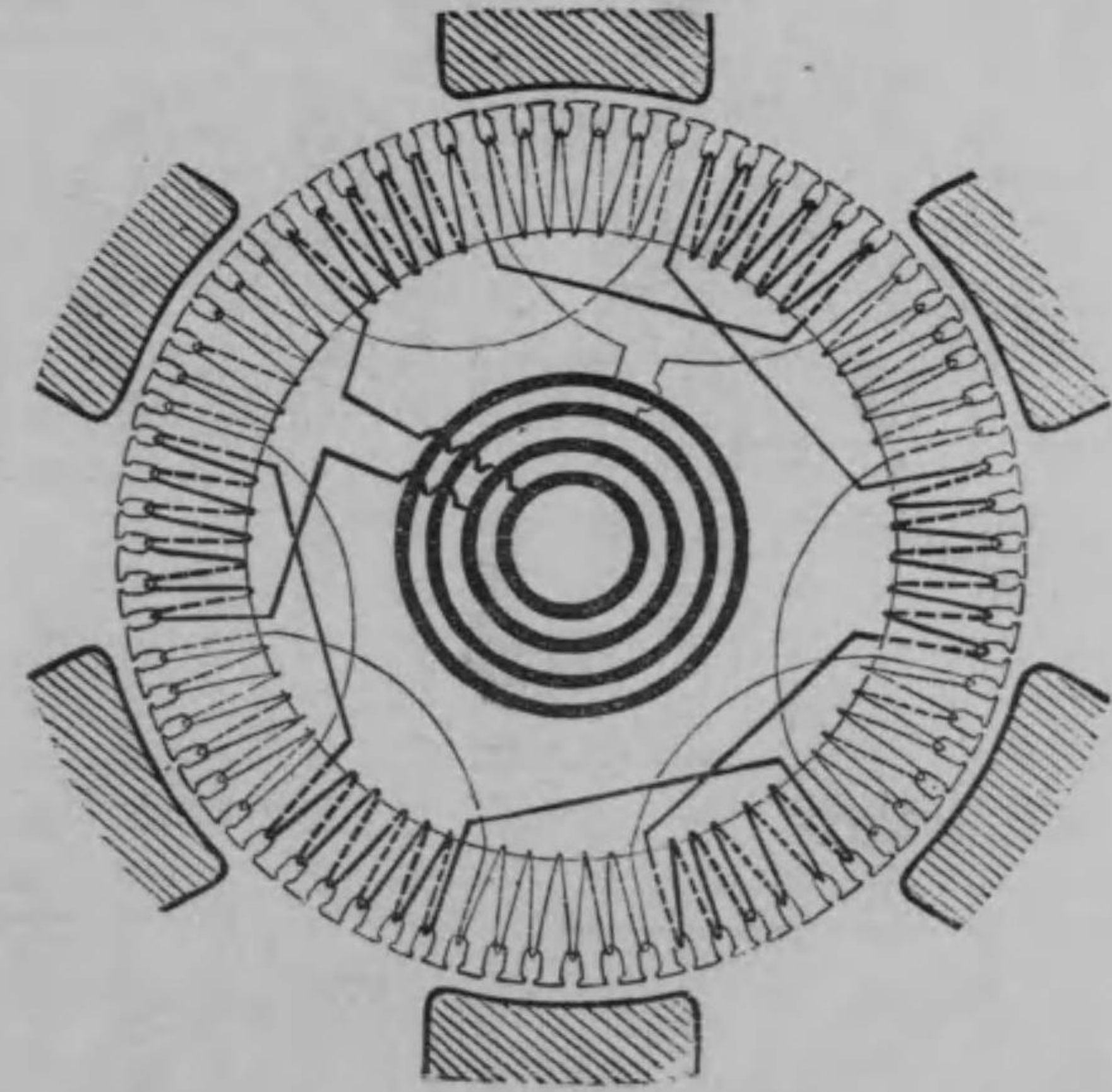
第五十七圖 (乙)

三相交流發電機發電子  
星形捲法



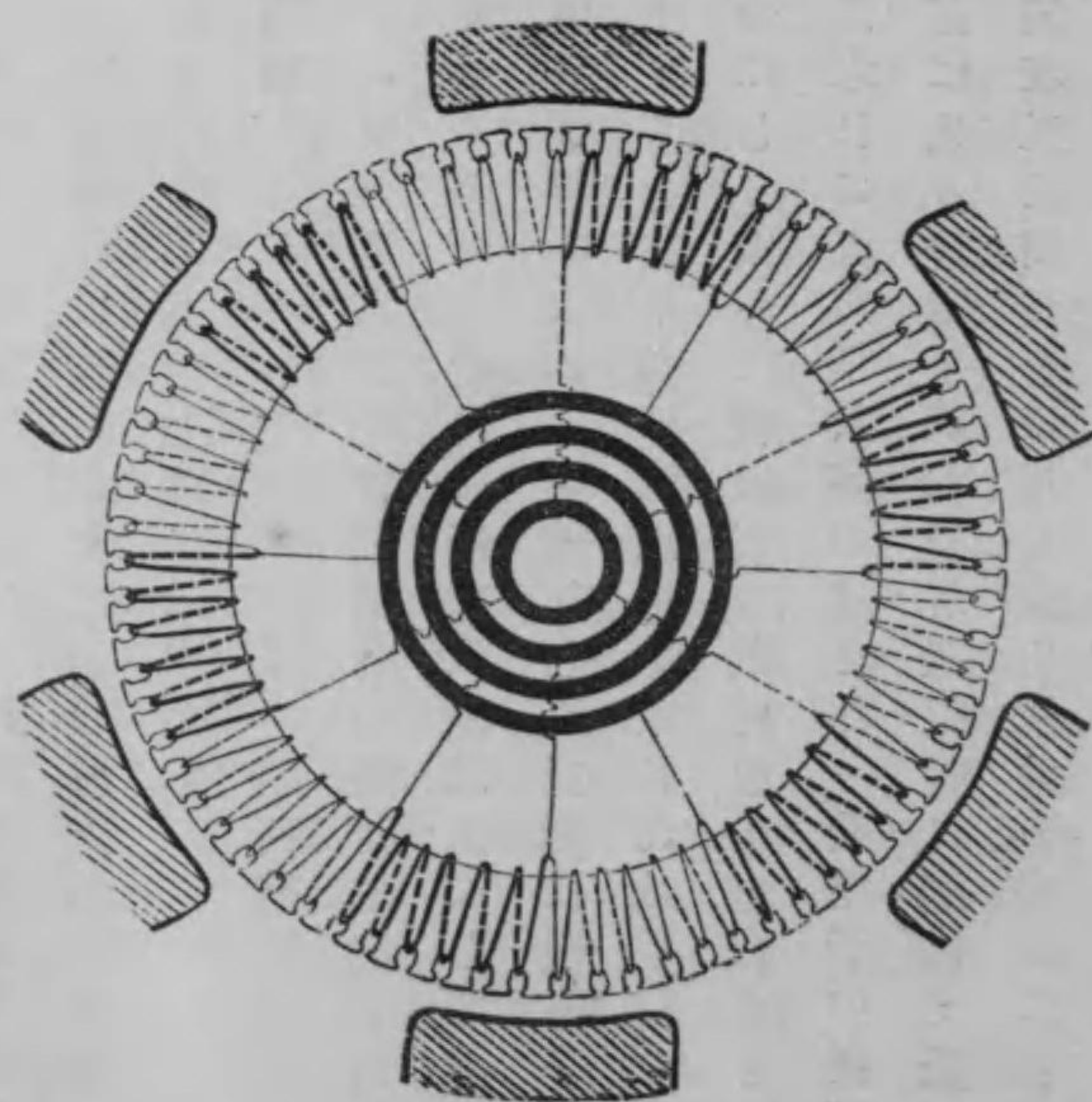
第五十七圖 (甲)

二相交流發電機發電子捲法



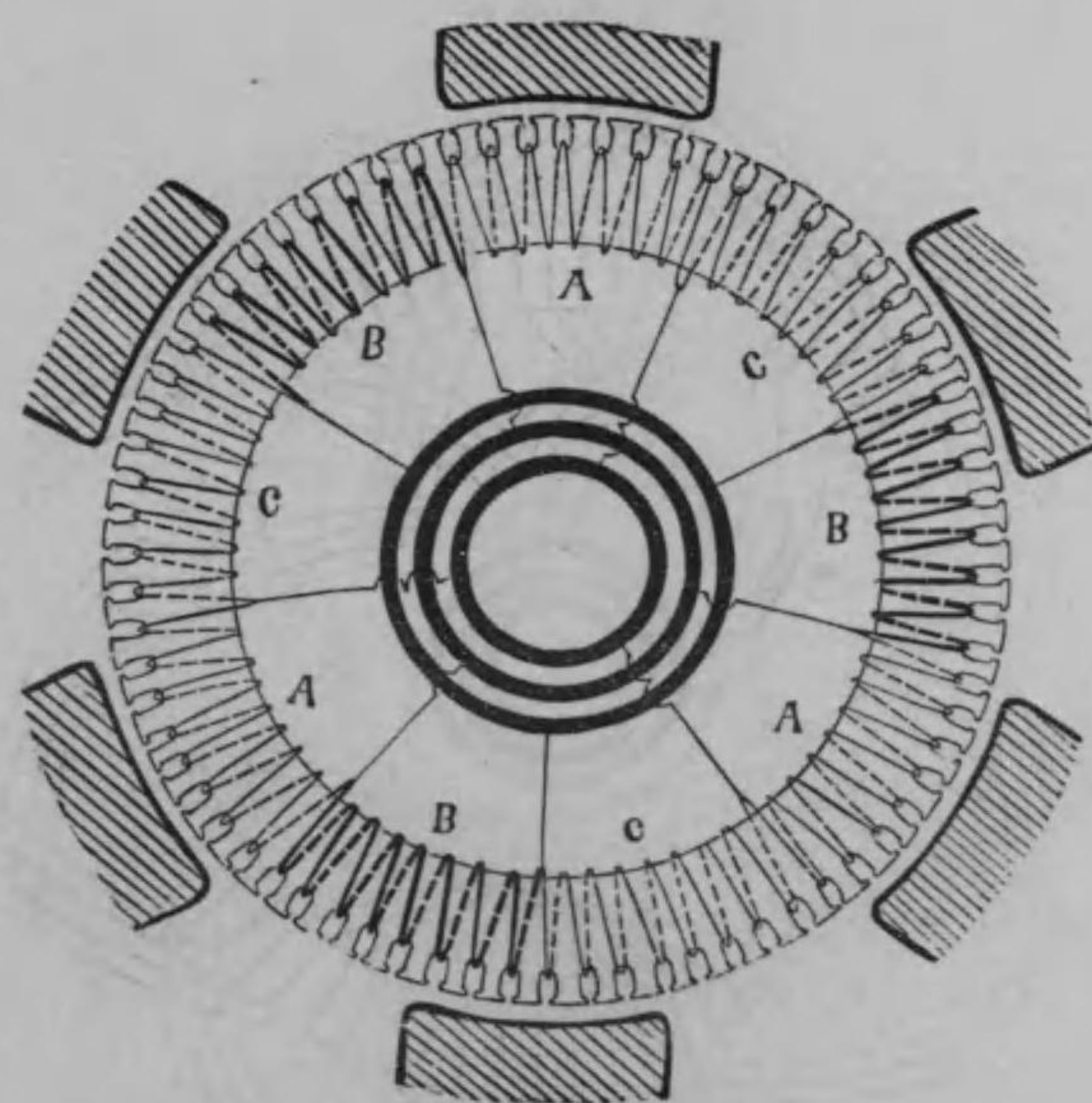
第五十七圖  
(丁)

四相交流發電機發電子捲法



第五十七圖  
(丙)

三相交流發電機發電子  
三角形捲法



れる線輪を反對に順次直列に接続し總線輪の兩端を聚電子に接続す。多相交流發電機に於ける發電子線輪の接続方法は是と異なる其結線法は第五十六圖に示すが如し此等結線法に依る六極二相又は三相交流發電機の發電子捲法即ち線輪の接続方法は第五十七圖に示す如し。

交流發電機の構造 (一)ウエスチングハウス廻轉發電子型單相交流發電機 米國ウエスチングハウス電機製造會社製造の廻轉發電子型單相交流發電機の調帶に依て運轉せらるゝものは磁極數八個以上にして界磁の形狀及構造は同社製造の直流發電機の夫れと大差なし。磁極は發電子に發生する電流に由て渦流の發生するを防ぐ爲に軟鐵板を重ねたるものより成る。發電子は環狀齒形發電子にして鐵心は軟鐵板の數層を重ねたるものより成る其周圍に軸と平行に及之れと直角に數多の溝を作り發電子の廻轉に伴ひ空氣をして溝より其内部に入り發電子線輪及界磁線輪に觸れて是を冷却せしむ。線輪の電線には銅線又は銅板を使用し豫め線輪の形狀に作り置き鐵心の齒間に挿入しフハイバーの楔にて締付け絶縁を良好ならしむ從て別にバンド

線を使用せず。聚電子は眞鍮又は砲金よりなる環にして相互間を充分絶縁し絶縁物より成る環を隔てゝ發電子の軸に固く取付らる是に接続すべき發電子線輪の兩端は發電子の軸に縦に穿ちたる溝に通じて聚電子に至るなり。刷子は銅板を數枚重ねたるものにして交流を集めるのみなれば其位置を變ずる必要なき故に便宜取扱ひ易き場所に刷子支持器を固定し是にて聚電子上に壓下し置く。界磁の勵磁法は出力三百キロワット以下のものは已に記載したる合成捲に依る。此種の交流機の標準電壓は無負荷に於て一千「ヴォルト」二千「ヴォルト」又は三千「ヴォルト」の各種全負荷に於て一千一百五十「ヴォルト」二千三百「ヴォルト」又は三千四百五十「ヴォルト」の各種とす周波數は五十又は六十の二種にして第二十三表に六十なるものゝ電壓出力及廻轉數を示す。此種の交流機の原動機と直結するものゝ大体の構造は調帶にて運轉せらるゝものと異なることなきも其廻轉速度は原動機と同一にして前者に比し甚だしく少ければ其磁極數は是に比し多く從て其大きさも増大し發電子は鑄鐵より成る車輪狀を爲し其周圍に鐵心を鑄込み是に線輪を嵌入したるもの

なり。

(二)ウエスチングハウス廻轉界磁型單相交流發電機

米國ウエスチングハウス廻轉界磁型單相交流發電機は發生電壓三千「ヴォルト」以上の者にして通常原動機と直結せらる。其構造は廻轉發電子型と異り、發電子は外周にありて實體は圓形の大なる鑄鐵の枠より成り、其内側に軟鐵板の數層を重ねたる鐵心を鑄込みたるものなり。鐵心は齒形鐵心にして其表面に溝あると及線輪を嵌入する方法は廻轉發電子型に於けると同じ。界磁は發電子の内側に向

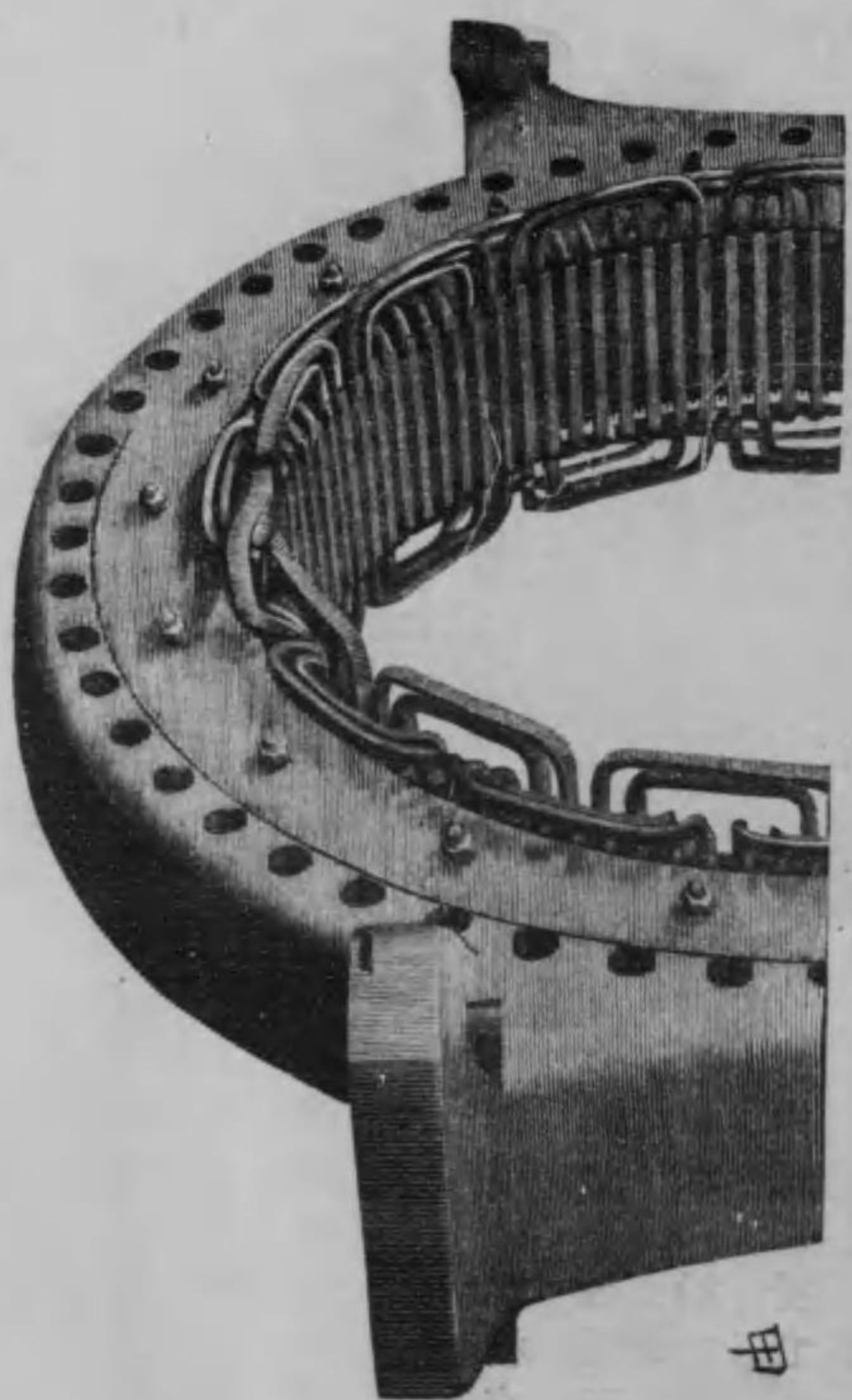
第二十三表

ウエスチングハウス廻轉發電子型  
六十サイクル單相交流發電機表  
(調帶運轉)

出力 キロワット	極數	一分間の 一週轉數	磁 車 輪		直徑 吋	幅 吋
			電壓 ヴォルト	電流 アンペア		
45	8	900	125	8	20	9
60	8	900	〃	〃	20	11
75	10	720	〃	〃	25	15
90	10	720	〃	10	25	15
150	12	900	〃	22	33	26

りて鐵鐵は軸に取付けたる重き鑄鐵の車輪體より成り、其外周に發電子に向て軟鐵板の數層を重ねたる磁極をボルトにて締付け是に線輪を嵌入す。界磁は廻轉の際恰も團扇の如く空氣を流起し、空氣は是に對する發電子鐵心の各溝に入り鐵心に發する熱を冷却せしむ。第五十八圖甲は發電子の下半部

を示し乙は界磁を示す。界磁線輪は軸に取付けたる兩聚電環に接続せられ、刷子に依て勵磁機に接続せらるゝなり。發電子線輪の兩端は直に發電子實體の鑄鐵に絶縁板を隔て、取付たる端子盤に接続せられ、是に由て外部回路に接続せらる。界磁の勵磁方法は單に勵磁機にのみ依る。

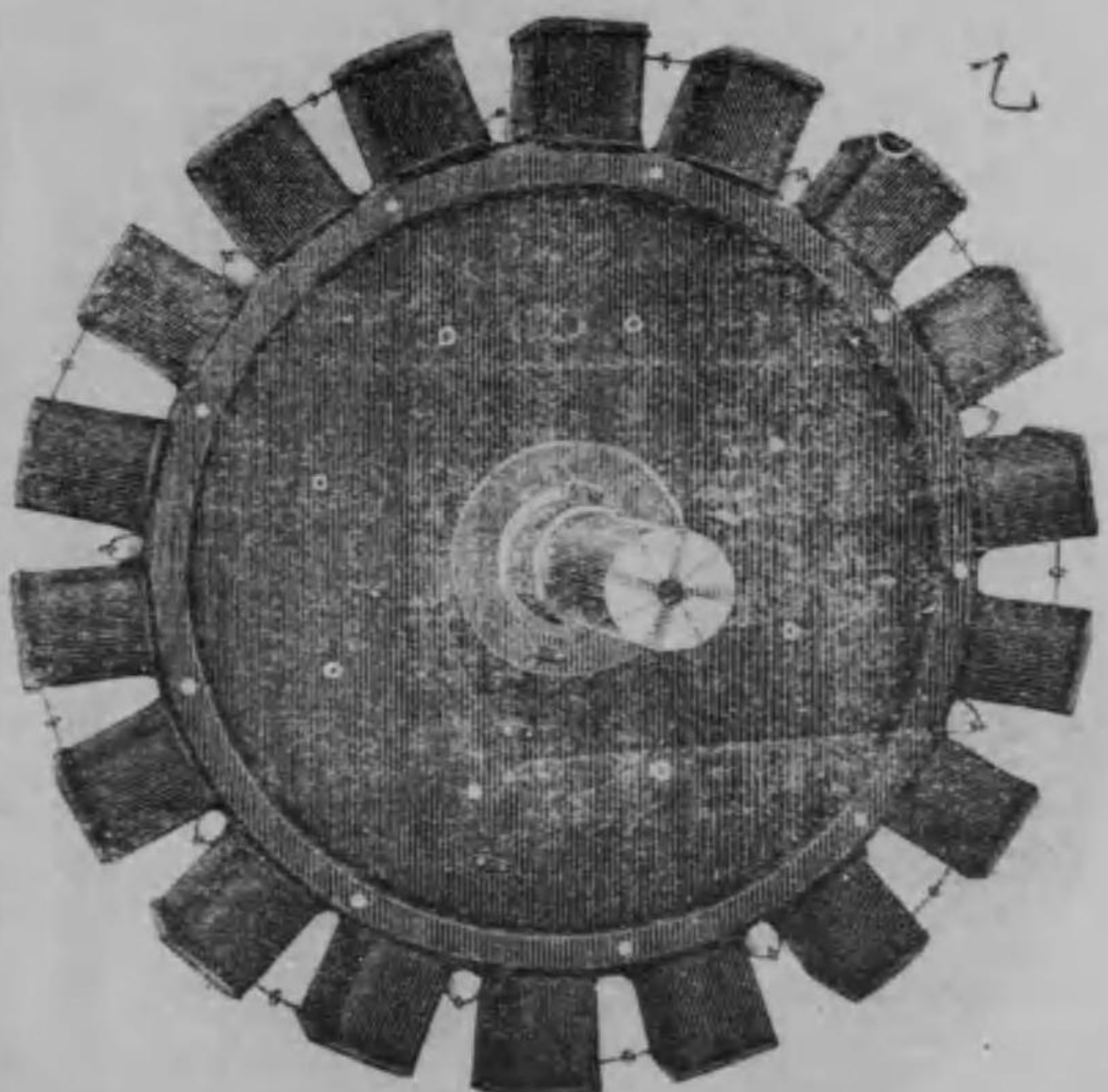


ウエスチングハウス廻轉界磁型交流發電機の發電子下半部

第五十八圖

第五十八圖

ウエスチングハウス廻轉界磁型  
交流發電機の界磁



勵磁機のみにて行ひ、廻轉發電電子型の三百キロワット以下は合成捲勵磁法に據る。其接続は第五十九圖に示すが如し、整流器の構造及交流を直流に變ずる理は單相交流發電機に於ける夫れと同じ。合成捲ならざる交流發電機の無

(三)ウエスチングハウス多  
相交流發電機  
ウエスチングハウス多相  
交流機にも廻轉發電電子型  
及廻轉界磁型あり、大体の  
構造は單相交流發電機と  
同じく發電子の捲法は二  
相式に於ては環狀捲法、三  
相式に於ては三角形捲法  
に據る。界磁の勵磁法は  
出力三百キロワット以上は

第二十四表

ウエスチングハウス  
六拾サイクル  
調帶運轉多相交流發電機表

出力 キワット	磁極 數	一分 間の 轉數	勵磁		直徑 吋	輪 幅 吋
			電壓 ヴォルト	電流 アンペア		
50	8	900	125	6	18	11
60	8	900	"	7	20	12
75	10	720	"	10	25	15
120	10	720	"	10	25	17
180	14	515	"	15	35	25
250	16	450	"	20	40	38
375	18	400	"	18	45	50

ウエスチングハウス六拾サイクル  
直結多相交流發電機表

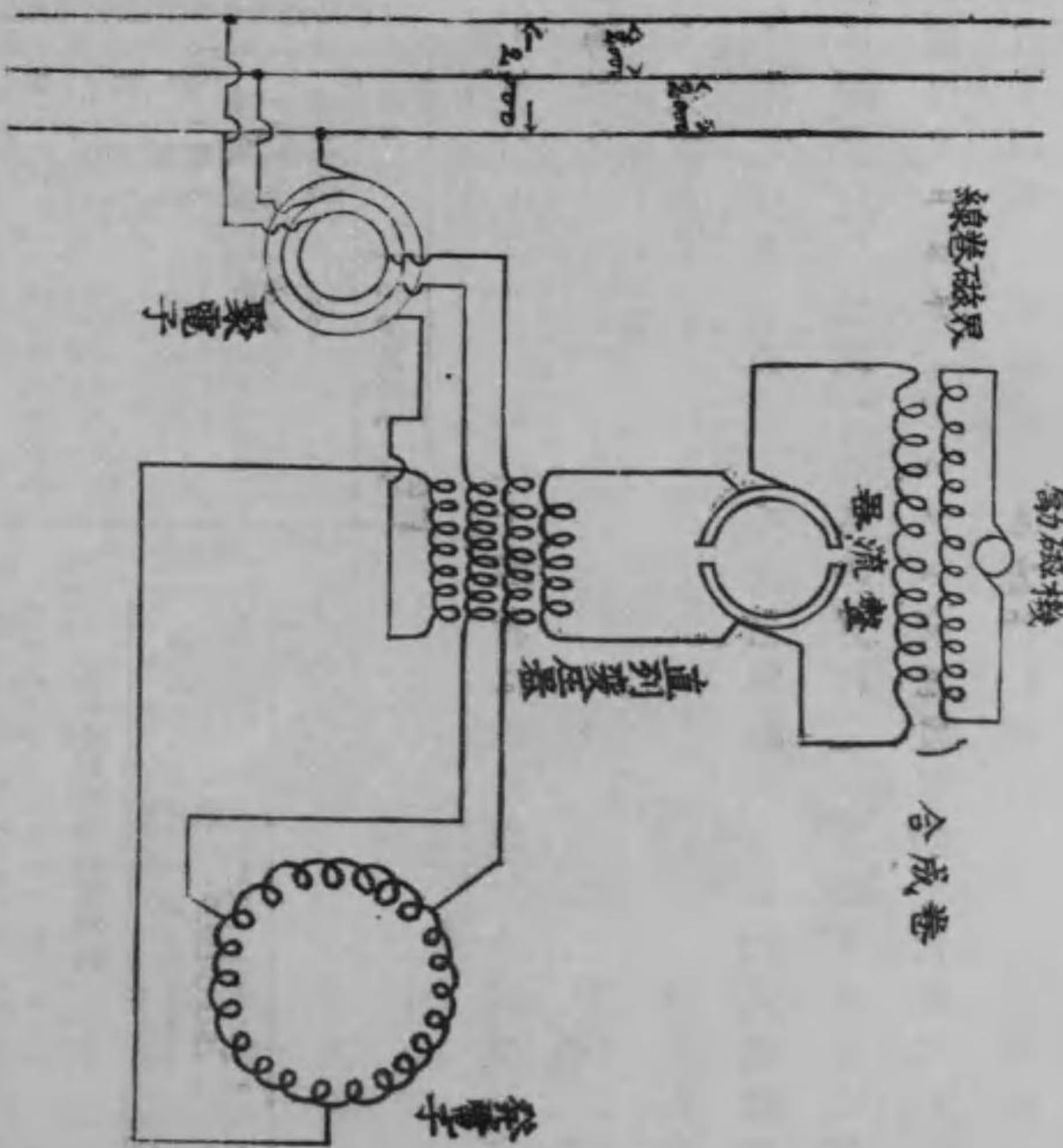
出力 キワット	一分 間の 轉數
100	257
120	240
150	120
175	200
250	200
300	150
350	300
400	150
500	150
"	100
750	90
"	200
900	90
1500	116

負荷と全負  
荷に於ける  
電壓の差は  
無負荷の際  
發生する電  
壓の凡そ六  
パーセント

乃至八パーセントなり。第二十四表は周波數六十の多相交流發電機の出力電壓及廻轉數を示す。

(四)ジー、イー交流發電機

米國ゼネラル電氣會社製造の交流發電機にも各相式、廻轉發電電子型、廻轉界磁型原動機に調帶にて連結するもの又は之に直結するもの等の種類及形狀あり。其構造はウエスチングハウス交流發電機と大差なし、界磁の合成巻は是と異り第五十四圖に記載したる方法に據る。



カエスナングラハス三相交流發電機昇級合成巻

第五十九圖

第二十五表はジーイー三相交流發電機の電壓出力及廻轉數を示す。

第二十五表  
ジーイー  
廻轉界磁型  
三相交流發電機表

出 力 キ ロ ワ ツ ト	磁 極 數	一 回 分 間 の 轉 數	電 壓 伏 特	周 波 數 ヘルツ
100	12	600	1150	60
150	14	514	2300	60
150	16	450	2080	60
900	40	180	4400	60
1500	60	120	2200	60

二千「ヴォルト」迄のものは廻轉發電機型なるも、二千「ヴォルト」以上のものは廻轉界磁型なり、磁極數も廻轉速度に比例して通常形狀のものに比し少し。又速度の大なる爲に刷子の振動するを免かれず従つて直流式に於て整流子面との接觸悪しく電火の發する虞れあるに由り通常炭刷子を使用せず、真鍮の細き網より成る撓曲し易きものを用ひ、整流子面との接觸を良好ならしむ。

**發電機の標準性狀** 發電機は直流式及交流式共に有すべき標準性狀は左の如くして必ず是以上の性狀を有せざるべからず然らざるものは使用に適せざるものとす。

- (一) 全負荷にて二十四時間繼續運轉し、各部分の温度が周圍空氣の温度より高きこと攝氏五十度以下なること。
- (二) 二十五パーセントの過負荷には壹時間、五十パーセントの過負荷には一分間運轉するも少許の損傷なく、各部の温度の上昇攝氏六十度以下なること。
- (三) 各部分の絶縁抵抗は「メガオーム」以上なること。
- (四) 各部分に左の割合にて交流電壓を一分間加へ絶縁上些少の損傷なきこと。

發電機の發生電壓

試驗電壓

四百「ヴォルト」以下	一千「ヴォルト」乃至一千五百「ヴォルト」
四百「ヴォルト」以上八百「ヴォルト」以下	一千四百「ヴォルト」乃至二千「ヴォルト」
八百「ヴォルト」以上一千二百「ヴォルト」以下	三千五百「ヴォルト」
一千二百「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	發生電壓の二倍

交流機の界磁の試験電壓は勵磁機の試験電壓と同等にて可あり。

### 第四章 測定器

測定器の種類 長さを測るに尺度を用ひ、重きを知るに秤りを用ふるが如く、電氣工業上に於ても回路に於ける電壓、電流、電力其他を相當の單位に依て測る器具あり、其内最も普通にして最も必要なるものを次の三種とす。

- 電壓計 電壓を測定するに用ひられ「ヴォルト」にて目盛を示す。
- 電流計 電流を測定するに用ひられ「アムペア」にて目盛を示す。
- 電力計 電力を測定するに用ひられ「ワット」にて目盛を示す。

右の内電力計に左の通り三種あり。

指示電力計 電力の働きを測るに用ひられ「ワット」にて目盛を示す。

自記電力計 指示電力計の如く電力の働きを示すものなるも「ワット」數が時計仕掛に依て動く紙上に引續き自記せられ、電力の變化が明かに示さるゝなり。

積算電力計 電力にて爲さるゝ仕事の量を測るに用ひられ、ワット時にて目盛を示す。

以上列記の測定器の外左の數種あり。

抵抗計 抵抗を測るに用ひられ、オームにて目盛を示す。

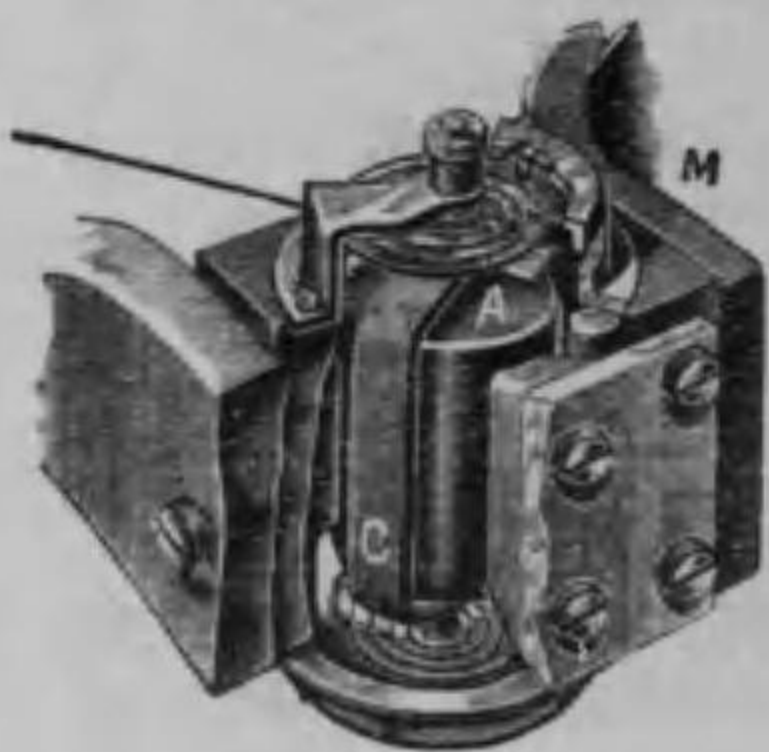
光度計 白熱燈又は弧光燈の燭光を測るに用ひらる。

是等測定器の構造は其目的に従て皆異れども、要するに電氣の三作用たる磁氣作用、發熱作用、化學作用及電力的作用並びに靜電作用の何れかに由て動作する様製作せられ、其作用に由て現はるゝ結果より、ヴォルト、アムペア等を定むるなり。

電壓計及電流計 電壓計及電流計の構造の原理は殆んど同一にして、只異なる所は、電流計は回路に直列に接続せらるゝが爲に、電壓の降下少き様太き線を用ひ抵抗を少からしめ、電壓計は回路に並列に接続せらるゝが爲めに、多量の電流を是に通せざらしむる様細き線を用ひ抵抗を大ならしむ。或は電壓計には別に高抵抗を直列に接続し、電流計には低抵抗を並列に接続すること

第六十圖

ウェストン直流電壓計の主要部



あり。此種の測定器の構造は各製造所毎に異れども、其指針を感動せしめ目盛を示さしむる原理は三種あるのみ、即ち第一種に於ては電流と鐵との電磁氣的吸引作用にて指針を感動せしむ、第二種に於ては電流と電流との電力的吸引作用にて指針を感動せしむ、第三種に於ては電線が電流流通の爲に發熱して伸長するを應用して指針を感動せしむ、尤も電流計に第三種のものなし。是等の原理にて製作せられたる電壓計中最も正確なるものを米國ウェストン電氣器具會社製の電壓計とす。其直流用電壓計は第一種に屬し、其構造の主要部は第六十圖に示すが如く、異形の永久磁鐵Mの磁極間に軟鐵製の圓筒体Aあり、其周圍に薄き銅板をスプールとして細小なる電線にて捲かれたる線輪Cありて、上下の軸に鋼製の支點に於て支へられ、M及A間に軸を中心として廻轉するを得るなり。軸と線輪との間に螺旋狀を爲す青銅製の彈條取付られ、軸の中心に指針取付らる、指針の先端は



「ヴォルト」にて目盛したる目盛板の上に在りて、線輪Cに電流の通せざる間は常に目盛の零を示す。今電圧を測らんとする回路に線輪Cを接続するときには電流は是れに通じて磁力を生じ、是れと磁鐵との電磁的吸引作用にてCは指針と共に軸を中心として彈條の力に反して右方に廻轉し、彈條の力と相平均する所に至て靜止す。此時指針の先端が示す目盛はCに通ずる電流の電圧を「ヴォルト」にて示すなり。此電壓計に於ては是に通ずる電流をして成るべく僅少ならしめ、線輪C中にて降下する電圧を少くし、眞の電圧を示し得る様線輪Cの抵抗を多大ならしめたる上、猶別に大なる抵抗を是に直列に接続し全抵抗を二萬、オームならしむ。又線輪及指針の動作を電圧に正比して常に一樣ならしむるが爲に、磁鐵の磁極の形狀を特に案出せり、是に由て一目盛の幅は終始相等しく、指針の示すに従ひ直に若干「ヴォルト」なるを認知するを得るなり。線輪が廻轉する際スプールの銅板も磁極間に動く爲に、是に渦流發生し線輪を緩動せしむ、従て指針は靜かに適當の所に至りて直に靜止し、決して左右に震動することなし、此装置を「速指法」と云ふ。第六十一圖はウェストン携

第六十一圖

ウェストン直流電壓計

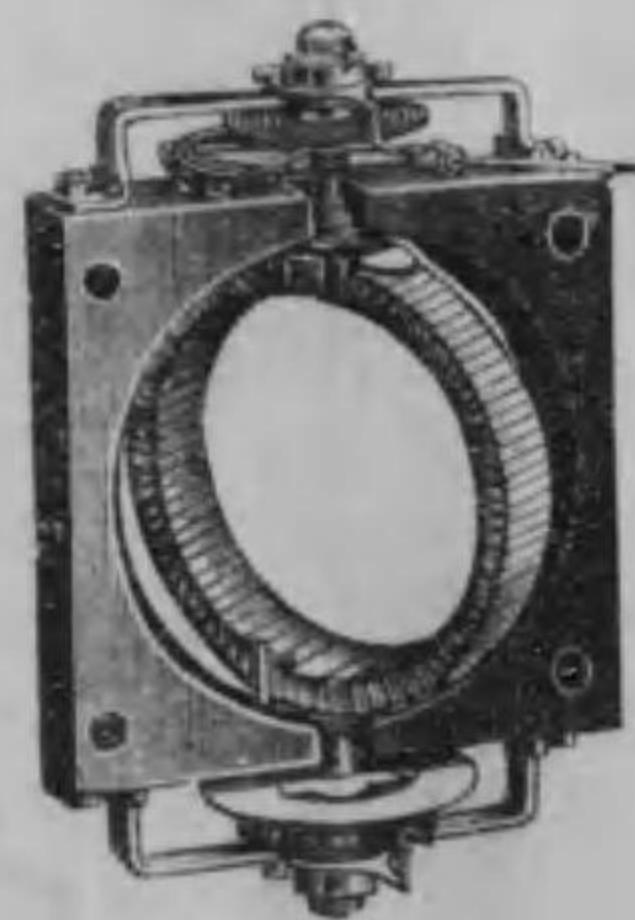


帶用直流電壓計の外観を示す、携帶用電壓計に於ては、平常は其兩端子間に於て押釦に依て線輪Cを回路より切斷し置き、電圧を測らんとする際に於てのみ押釦を押してCを回路中に挿入し、指針をして相當の目盛を示さしむ。押釦を押してCを回路に接続する時

間は一回に一分間を超ゆ可らず。此種の測定器には磁鐵を用ふる故に、交流の回路に用ふることを得ざるなり。交流回路に使用することを得る測定器は第二種に屬す。ウェストン交流電壓計の構造は第六十二圖

第六十二圖

ウェストン交流電壓計ノ主要部



に示すが如く堅き護謨に捲かれたる固定せる線輪を主体とし、其内側に可動線輪ありて上下の軸に鋼製の支點に支へられ、固定線輪に直列に接続せらる。其上部に直流電圧計と同様に螺旋状の彈條指針及目盛板取付けらる。今此兩線輪を電壓を測らんとする交流回路に接続するときは、電流は兩線輪に通じ其電力的吸引作用にて可動線輪は固定線輪に吸引せられ彈條の力に反して廻轉す、從て指針は動きて相當目盛を示すこと、直流電圧計に於けると同様なり。交流電圧計は其自己誘導作用極めて少きものたらざるべからず、自己誘導は電流の強さ及可動線輪の捲數に比例するに由り、電流を極めて少なからしめんがためにウエストン電圧計に於ては線輪の捲線に毛髪よりも細き直經 $\text{〇}\cdot\text{〇}$ 二時の銅線を用ひ、其抵抗は二千 $\text{オーム}$ 以上、電流は僅かに $\text{〇}\cdot\text{〇二}$ アムペア乃至 $\text{〇}\cdot\text{〇五六}$ アムペアならしむ。又指針の感動を鋭敏ならしむるがために、可動線輪彈條及指針を極めて軽く製作し其重量を凡そ三十一「グレイン」を爲せり。尙亦直流計に於ける如く指針を緩動せしむる爲めに可動線輪の下方に銅板を装置し、これに生ずる渦流によつて指針を緩動せしむ。

第六十三圖

ウエストン携帯用電圧計



然れども猶近傍に鐵片の存在するときは、電壓を測定する際指針は其磁氣的妨害を受け適當の目盛に至て靜止しがたきことあれば、携帯用交流電圧計に於ては別に端子の押釦に制動装置を爲す、即ち平常は押釦にて指針を目盛板を覆ふ硝子の上板に向て壓し動くことなからしめ、回路に接続したる際押釦を徐々に押すときは線輪及指針は漸次動き始め、是に通ずる電流の強さに應じて適當の位置に進み、押釦を充分押下したるとき全く靜止するものたらしむ。此方法は一種の速指法にして指針の示す目盛を速に讀むとを得るなり。ウエストン携帯用交流電圧計の外観は第六十三圖に示す如し。温度の變化に伴ひ線輪の抵抗増減し指針の示す電壓の異なるを調整する爲に、小抵抗及寒暖計を電圧計内に具備す、小抵抗は寒暖計の左方に在る圓板の下に在て是に接続せられ、圓板上に在る指針を動かせば適

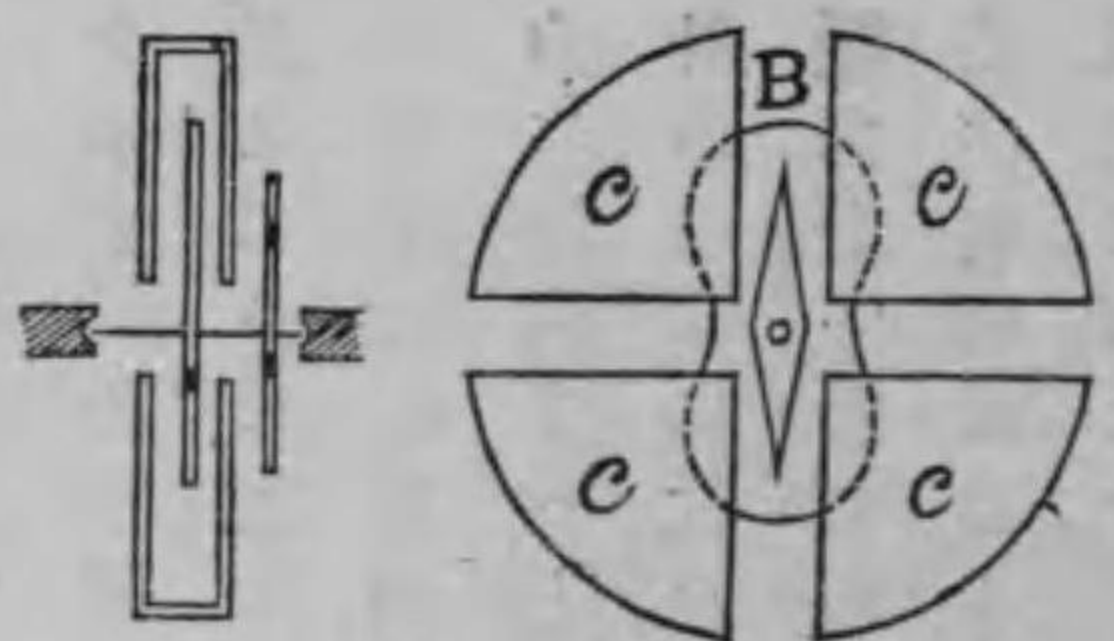
宜に其幾分又は全部を線輪に接続するを得るなり、恰も界磁抵抗加減器に於けるが如し。指針が示す圓板上の目盛は寒暖計の度盛と同じく、電圧測定の際寒暖計が示す温度に應じて圓板の指針を動かせば、其温度に相當して生ずる線輪の抵抗の増減は此小抵抗の挿入に由て調整せらるゝなり。從て常に正當の電圧を知ることを得るなり。此電圧計は直流回路にも正確に使用することを得。

ウエストン電流計の構造は電圧計の構造と殆んど相等しく、抵抗の増加及電線の發熱なからしむる爲に、線輪を大なる電線にて捲き其捲数を少くせる差違あるのみ。

第三種に屬せる電圧計は實用少きを以て爰に記載せず。此三種の外に靜電的吸引作用にて電圧を直接に示す電圧計あり、之を靜電電圧計と云ふ。其構造は第六十四圖に示すが如く、中央に在るBは薄きアルミニウム板にして、一の軸に支持せられ其中心に指針を有す、Oは異形のアルミニウム函にしてBを圍み、其前面に電圧の目盛板ありて、指針は是を指示する様取付らる、今BC

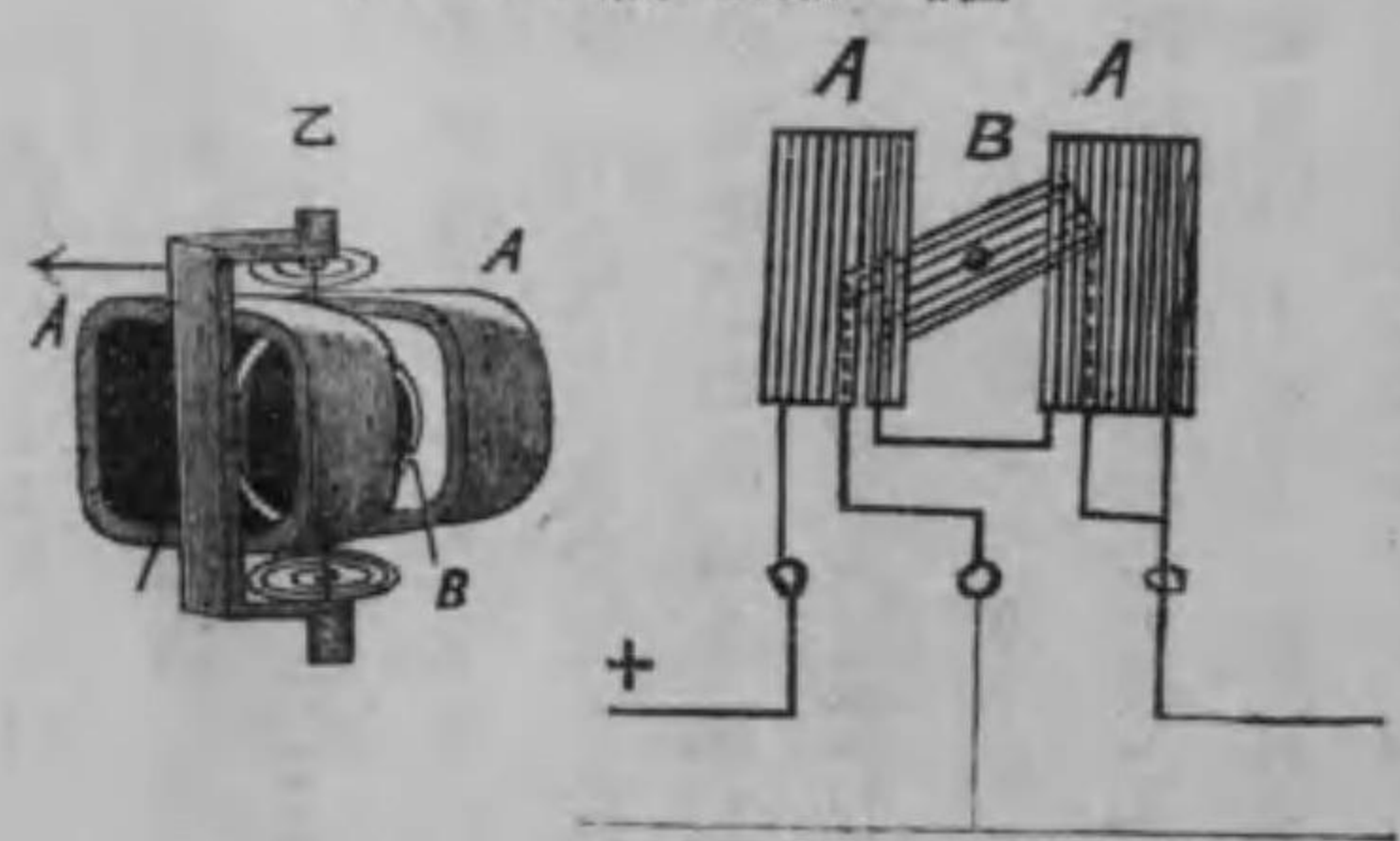
を各別に回路の兩極線に接続するときは、靜電的吸引作用にてBはCに吸引せられ、指針も是れに伴ひて動き、その電圧に應じて適當の位置に來たり相當の目盛を示す。此の電圧計は低き電圧には感動せざれば、通常數千「ヴォルト」の高き電圧を測る時に用ひらる。

第六十四圖 靜電電圧計の構造略圖



指示電力計 ウエストン指示電力計の構造は第六十五圖に示す如くAAなる固定線輪の内部にBなる可動線輪ありて上下の軸に支持せ

第六十五圖 ウエストン指示電力計の略圖



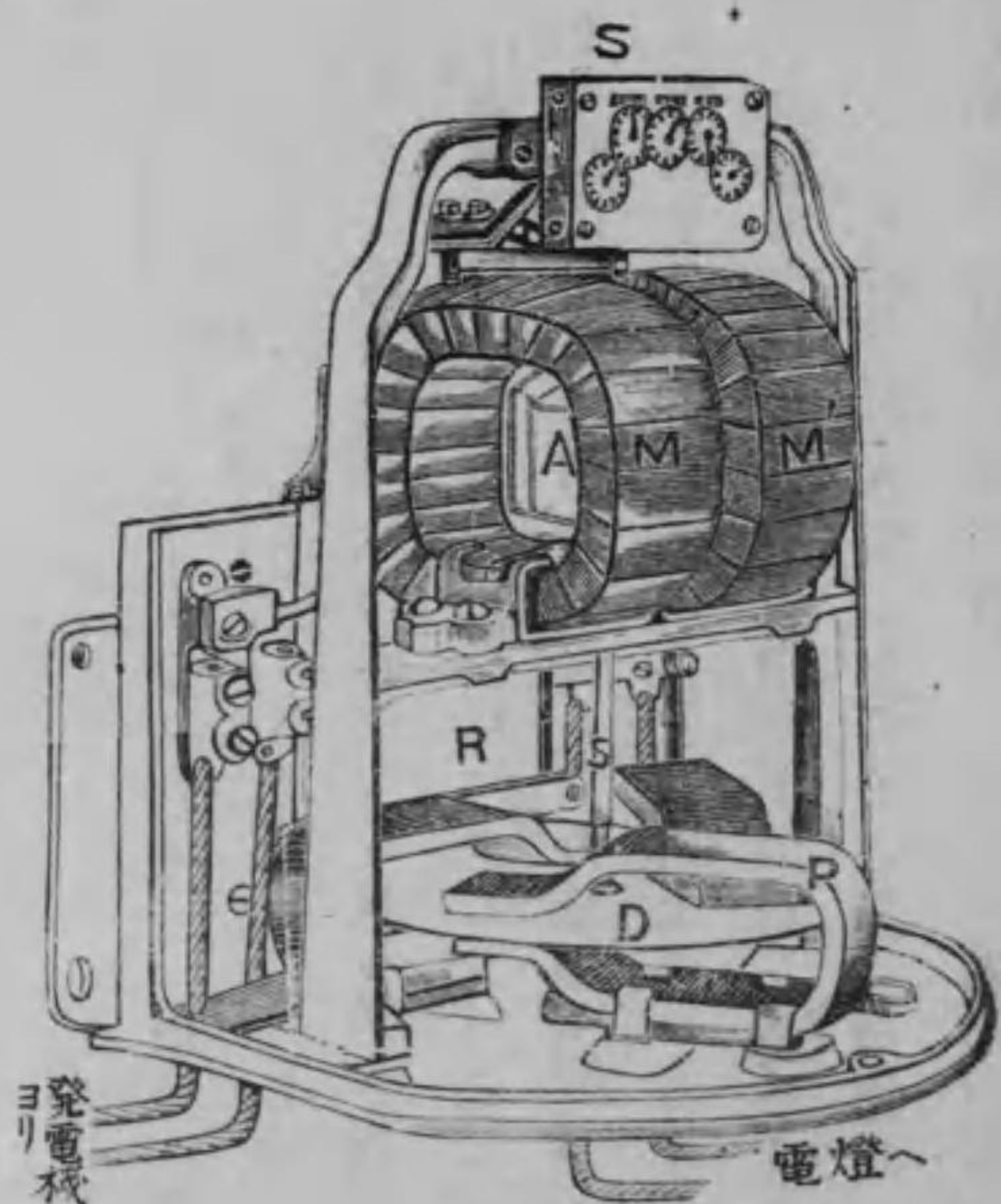
らる、軸には電圧計に於けると同様に螺旋狀を爲す青銅製の彈條指針及電力目盛板取付らる。線輪AAは大なる電線にて捲かれ、Bは小なる電線に

て捲かる、其電線接続は圖に示す如し。今是を測定せんとする回路に圖に示す如く、線輪AAを回路に直列に、線輪Bを回路に並列に接続する時は、兩線輪に電流通じて兩線輪間に電力的吸引作用起り、Bは彈條の力に反して右方に廻轉を始め、力の平均にて適當の位置に止る、是と同時に指針は目盛板上に相當の目盛を示す。此作用に於て線輪Bの動く力はA、B兩線輪に通ずる電流に比例す、然るにAに通ずる電流は回路に通ずる電流に等しく、Bに通ずる電流は回路の電圧に正比例するを以て、Bの動く力は回路の電圧及電流の相乗積即ち電力に比例すべし。是に由て豫め目盛の讀みを、ワットにて適當に定むれば、指針の示すに従ひ回路の電力を若干「ワット」と知ることを得るなり。

**積算電力計** 積算電力計は電力的吸引作用にて動作する測定器にして小電動機及び其附屬品より成る。米國ゼネラル電氣會社製のトムソン積算電力計の構造は第六十六圖甲に示すが如く、其電線接続は同圖乙に示すが如し、圖中M、M'は電動機の界磁に相當し、大なる電線にて捲かれ互に直列に連結せられて回路に直列に接続せらる、其中央部に電動子Aありて垂直軸Sに取付

第六十六圖 (甲)

トムソン積算電力計



けらる。此電動子は輕き木枠に小なる電線にて捲かれたる線輪より成り、内部に鐵心を有せず、上部に小整流子C装置せられ、長き二個の銅刷子是に接觸す。M'には別に小なる捲線R'ありて電動子及後方に在る抵抗Rに直列に接

續し、共にM、M'と回路に並列に接続せらる。Dは銅圓板にして電動子の軸に取付られ、永久磁鐵Pの磁極間に在りて電動子と共に廻轉す、Dの個数は電力計の耐量に従ひ二個若くは三個なり。此電力計を測定せんとする回路に接