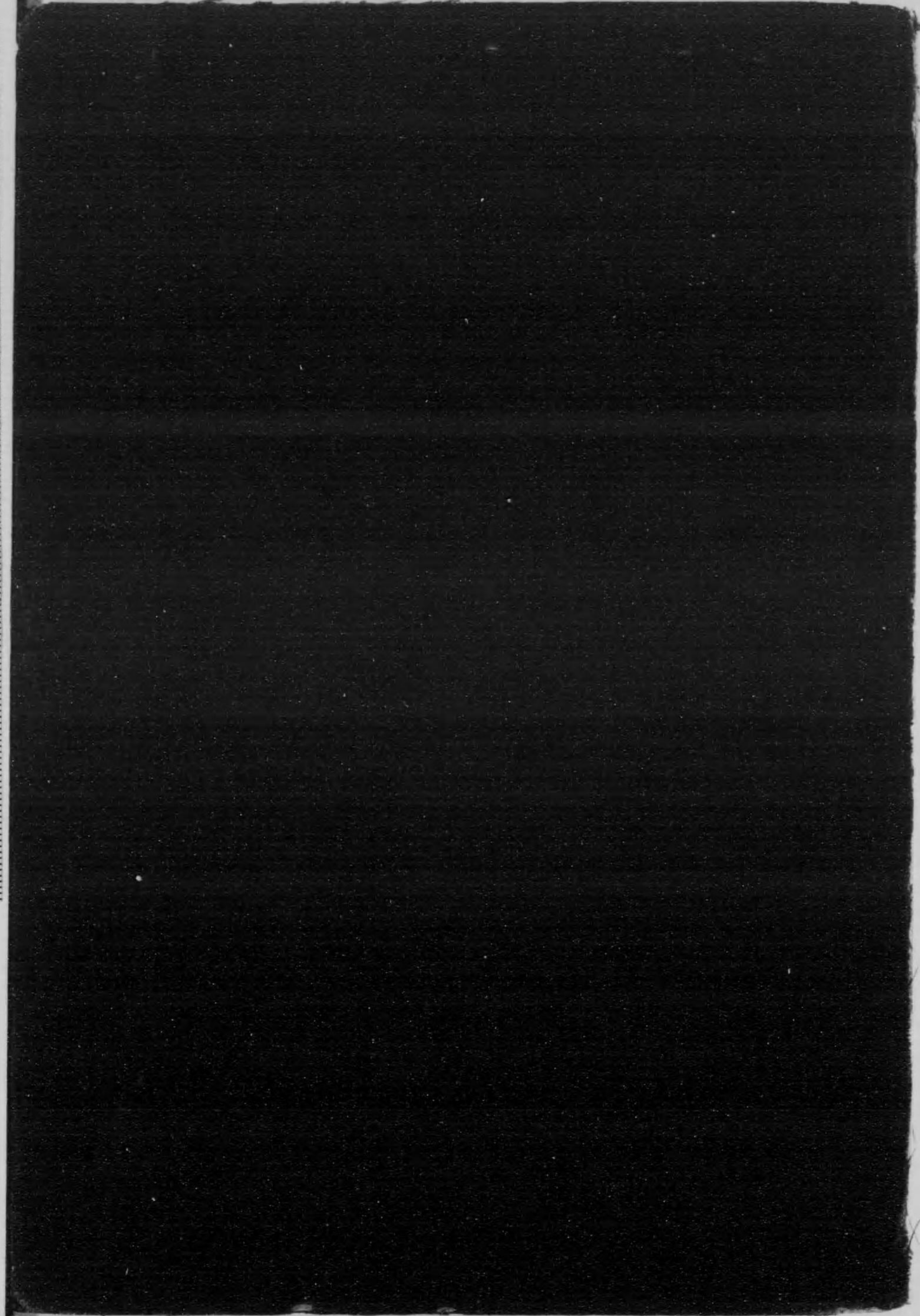
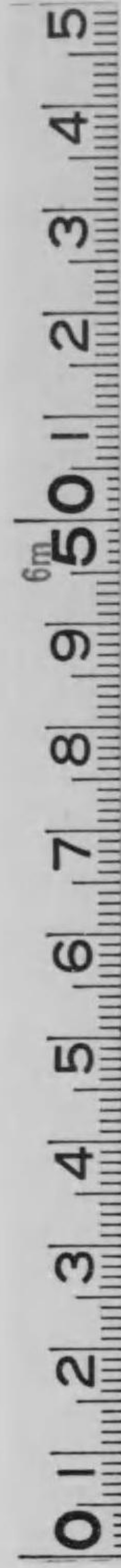




始



64
1064

6.4-1064

工學士藤田經定著

(再訂)

藤田電燈學

上卷

大正
11. 11.
内交

東京
合資電氣之友社發行

再訂第一版の辭

本書は第七版に於て殆んど全部稿を新にして上
中下三卷に分ちて刊行せるに七版全部忽ちにして
盡きたり。而して今重版を發行するに當り誤謬全
部を訂し附録に最新の電球に關する一項を補遺と
し茲に再訂第一版として發行せり

本書再訂一版として刊行するについては毫末の
誤謬なきを期したれとも尙大方の諸士幸に叱正の
勞を賜はらん事を

大正十一年十月

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経験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.
- Badt'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

三十三年七月

第二版之辭

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參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

第三版之辭

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ねるの必要に迫らるゝと共に此年間に於ける電氣工業の進歩著しく金屬線を織條と爲せる白熱燈球の發明水力電氣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着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ことを得たり

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と初學者に便ならしむる爲め高等數學を避けたれば其詳細に涉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ゝ原語は其儘使用せり。又第二版に於ける誤字脱字等を正し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

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て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

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

第七版之辭

從來本書に於ては諸公式を説くに高等數學に依らず専ら簡易なる説明を爲すに止めしが電氣學術界の一般の進歩と電氣技術者の向ふ所とに鑑み本版に於ては遞信省の電氣主任技術者檢定方針に従ひ第三級主任技術者以下の受験者の參考書たるべき主旨の下に改訂を行ひ三角術及ヴェクトル法を用ひ諸公式を説明し讀み易からしむる爲め從來の縦書を横書に改め譯語には電氣學會編纂電氣工學術語集を引用し術語外國の人名場所名等には括弧内に原語を記入せり。尙末尾に書中引用記號表及和英對譯索引を添付し讀者の便に供せり。

本版に於ては插圖を總て一新し各章共多大の増補追加を行ひしより頁數著しく増加したる爲め上中下三卷に分つこととせり讀者幸に之を諒せよ。

大正六年八月

著 者 識

第八版之辭

本版に於ては電氣工作物規程の發布に由り是に關する事項を改訂し併せて誤字脱字等を校正せり

大正九年十月

著 者 識

再訂 藤田電燈學

上卷目次

第一章 電氣學の大意.....I

電位差及起電力...電流...電池...電氣抵抗...
單位...導體及絶縁體...コンダクタンス及導電率
... オーム法則...並列接続法.直列接続法.合成抵
抗...分岐電流...キルヒホッフの法則...電池接
続法...電流ノ作用...磁氣作用...筒線輪及電磁
石...電流に由て生ずる磁界の強さ...鐵の導磁率
ヒステリシス渦流...磁氣回路...誘發起電力...
磁界内の電線に働く力...誘導作用...蓄電器...
電力...電流の發熱作用

第二章 電線 50

第一項 電線の種類及性狀

電線の性質...線番號...電線の性狀...抵抗線..
燃線

第二項 被覆電線 69

木綿被覆線...護膜被覆線及ケーブル...誘電體

	頁
第三項 電線に於ける温度上昇及安全電流	84
導體に於ける電流の發熱作用	
上昇	
安全電流	
地中ケーブルの安全電流	
第三章 直流發電機	100
第一項 發電機の原理	
發電の理	
第二項 直流發電機の性狀	107
發電機の種類	
發電機の起電力	
發電機の端子電壓	
發電機の出力	
發電機の發熱及耐量	
發電機の端子電壓と廻轉速度	
發電子の反作用	
補極發電機	
發電機の損失及能率	
特性曲線	
第三項 直流發電機の構造	137
界磁	
發電子の構造	
發電子線輪の捲法	
整流子	
刷子	
臺板及軌條	
自動給油装置	
直流發電機の實例	
第四章 交流發電機	166
第一項 交流	
交流の波狀曲線	
交流の性質	
交流の表皮作用	
交流の誘導作用	
ベクトル圖	
交流の容量作用	
合成インピーダンス	
交流回路に於ける電力	
多相交流回路に於ける結線法並に其電壓	

及電流	
多相交流回路に於ける電力	
第二項 交流發電機の性狀	204
交流發電機	
交流發電機の種類	
交流發電機の起電力	
交流發電機の端子電壓	
交流發電機の電壓調整法	
チリル自動電壓調整器	
勵磁機	
發電子の反作用	
交流發電機の出力及耐量	
交流發電機の端子電壓及周波數	
第三項 交流發電機の構造	228
交流發電機の發電子線輪の捲法	
交流發電機の構造	
第五章 變壓器	246
變壓器の原理	
第一項 變壓器の構造	248
變壓器の線輪	
變壓器の鐵心	
絶緣	
第二項 特種の變壓器	253
特種の變壓器	
不變電流變壓器	
單捲變壓器	
饋電線電壓調整器	
變流器	
第三項 變壓器の性狀	260
完全なる變壓器の性狀	
變壓器の電壓及電流の關係	
變壓器の出力耐量及力率	
變壓器に於ける損失	
變壓器の能率	
變壓器の冷却法	
變壓器の乾燥法	
電壓變動率	
變壓器性狀の標準	

第四項 變壓器の接続法	293
单相式接続法	...
二相式接続法	...
三相式接続法	...
二相式を三相式に変相する接続法	...
三相變壓器	...
第五項 特別高壓變壓器端子の絶縁	306
特別高壓變壓器端子の絶縁	...
蓄電器型口管	...
コロナ現象	...
第六項 變壓器の取扱法及試験	315
變壓器の取扱法	...
絶縁耐力の試験	...
負荷試験及發熱試験	...
電壓變動率の測定	...
鐵損及勵磁電流の測定	...
銅損の測定	...
能率の測定	...
極性の試験	...
絶縁油の絶縁耐力試験	...
絶縁油の乾燥法	...
第六章 變流機及整流機	356
變流機の分類	...
整流機の分類	...
第一項 廻轉變流機	358
廻轉變流機の原理及分類	...
廻轉變流機の電壓及電流の関係	...
廻轉變流機發電子の反作用	...
廻轉變流機の電壓調整	...
廻轉變流機發電子に通ずる電流及發熱	...
廻轉變流機の供給交流回路への接続	...
廻轉變流機の能率及力率	...
廻轉變流機の構造	...
廻轉變流機の起動法	...
逆變流機	...
第二項 縦續變流機	394

縦續變流機の構造及作用	...
縦續變流機の廻轉速度	...
縦續變流機と他の變流機との比較	...
縦續變流機の起動法	...
第三項 水銀蒸氣整流器	400
水銀蒸氣整流器の原理	...
水銀蒸氣整流器の構造及働作	...
水銀蒸氣整流器の能率	...
水銀蒸氣整流器の耐量	...
水銀蒸氣整流器の用途	...
不變電流水銀蒸氣整流器	...
第七章 測定器	413
第一項 測定器の分類	...
測定器の分類	...
第二項 電流計及電壓計	420
電流計及電壓計の一般	...
電磁型電流計及電壓計	...
電力型電流計及電壓計	...
電熱型電壓計	...
靜電型電壓計	...
電氣化學型電流計	...
測定器附屬器具	...
第三項 電力計	445
指示電力計	...
直流積算電力計	...
交流積算電力計	...
三相交流電力測定方法	...
積算電力計の回路接続法	...
積算電力計目盛の試験	...
遞信省承認積算電力計	...
最大負荷表示器	...
電壓計又は電流計を用ひ交流電力を測定する方法	...

第四項 自記測定器.....	461
構造....ブリストル自記測定器....ゼネラル電気會社自記測定器....ウエスチングハウス自記測定器	
第五項 抵抗測定器.....	498
抵抗測定器の分類....ホイートストンブリッジ....メツガー....シルヴアータウン.テスチングセットブリッジ.メツガー....特種の抵抗測定方法	
第六項 オツシログラフ.....	521
オツシログラフ....ダツデルオツシログラフ	
第八章 蓄電池.....	525
第一項 蓄電池の構造及種類	
蓄電池の起源....蓄電池の構造及種類....鉛蓄電池極板の比較	
第二項 鉛蓄電池の性狀.....	536
イオン説...鉛蓄電池に於ける化學作用....鉛蓄電池の起電力...鉛蓄電池の内部抵抗...成極作用....鉛蓄電池の充電及放電....自然放電及電壓回復....充電及放電電流の密度....蓄電池の容量...鉛蓄電池に起る障害....鉛蓄電池極板の壽命....硫酸の選定	
第三項 鉛蓄電池の取扱及据付.....	561
原充電....稀硫酸の製法....電池室....鉛蓄電池使	

用取扱上の心得	
第四項 鉛蓄電池の用途.....	676
鉛蓄電池の用途....發電機の補助としての蓄電池... ..緩衝用蓄電池....鉛蓄電池の電壓調整方法....抵抗に由る蓄電池電壓調整方法....端電池に依る蓄電池電壓調整方法....加減壓機に依る蓄電池電壓調整方法....鉛蓄電池容量の決定及鉛蓄電池の得失	
第五項 エヂソン蓄電池.....	591
エヂソン蓄電池の構造及種類....エヂソン蓄電池内の化學作用....エヂソン蓄電池の性狀	
第九章 白熱燈.....	598
第一項 電燈一般	
燈火の發達....電氣勢力に由る光の輻射....輻射の法則及發光能率....電燈の種別....光の色及波長	
第二項 光度の單位及光度計.....	609
光度の單位及標準燈....英國標準蠟燭....獨國標準蠟燭....光束及照明....光度計....發光體の格定... ..積算光度計	
第三項 炭素纖維白熱燈.....	639
白熱燈の沿革及炭素纖維白熱燈	
第一節 炭素纖維白熱燈球の製造.....	640

炭素繊維.....炭素繊維の製造.....炭化法.....繊維封入前の準備.....繊維封入及燈球の完成.....承口	
第二節 炭素繊維白熱燈の性狀	654
光の分配.....電球の種類.....發光能率.....白熱燈の能率及壽命.....白熱燈の燭時及燈球使用上の注意.....電壓の調整	
第四項 金屬化繊維白熱燈	667
金屬化繊維白熱燈.....金屬化繊維白熱燈の性狀.....ヘリオン白熱燈	
第五項 ネルンスト燈	670
ネルンスト燈.....ネルンスト燈の構造.....ネルンスト燈の性狀	
第六項 オスミウム白熱燈	682
オスミウム白熱燈.....オスミウム白熱燈の性狀	
第七項 タンタラム白熱燈	685
タンタラム白熱燈.....タンタラム白熱燈の性狀	
第八項 タングステン白熱燈	691
第一節 タングステン及タングステン白熱燈	691
タングステン鑛.....タングステンの製法.....タングステンの性質.....タングステン繊維の製造方法	

.....タングステン白熱燈球	
第二節 タングステン白熱燈の性狀	705
タングステン繊維の變化.....タングステン白熱燈の光の分配.....タングステン白熱燈の能率及壽命.....各種白熱燈の比較.....能率及壽命.....燭光及消費電力.....繊維の溶解温度.....格定電壓及燭光.....繊維の強さ.....原料	
第九項 窒素電燈	715
窒素電燈の沿革.....窒素電燈の性狀.....窒素電燈の種類及用途.....白熱電燈の發達及將來	
第十章 弧光燈	730
第一項 弧光及弧光燈	
弧光.....交流弧光.....弧光燈の種類.....弧光燈の調整装置	
第二項 炭素弧光燈	741
第一節 炭素弧光燈の種類及構造	
炭素弧光燈の種類.....直流開放弧光燈.....交流開放弧光燈.....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.....探燈照.....炭素棒	
第二節 炭素弧光燈の性狀	761

弧光の長さ と電圧及電流との關係...弧光の安定
 ...炭素弧光燈の光の分配...炭素弧光燈の能率

第三項 發焔弧光燈.....776
 發焔弧光燈...發焔弧光燈の構造...炭素棒及光の色...發焔弧光燈の性狀...閉鎖發焔弧光燈

第四項 發焔弧光燈.....793
 發光弧光燈...磁鐵鑛弧光燈...磁鐵鑛弧光燃の性狀...チタニウム.カーバイド弧光燈

第五項 水銀蒸氣電燈807
 水銀蒸氣電燈の起源...水銀蒸氣電燈の構造...水銀蒸氣電燈の性狀...石英管水銀蒸氣電燈

第六項 ムーア管電燈822
 ムーア管電燈...ムーア管電燈の構造...ムーア管電燈の性狀...ネオン管電燈

表 目 次

第一表 金屬の特有抵抗及導電率.....12
 第二表 絶緣體の特有抵抗.....12
 第三表 液體の特有抵抗.....13
 第四表 金屬の抵抗温度係數表.....14
 第五表 鍛鐵の磁化表(ホプキンソン).....36
 第六表 鐵のヒステリシス係數表.....ヒステリシス損係數表.....37
 第七表 誘電率表.....46

第八表甲 S.W.G. 線番號銅線表.....54
 第八表乙 B.W.G. 線番號銅線表.....56
 第八表丙 B.S. 線番號銅線表.....58
 第九表 銅線鐵線及びアルミニウム線の性狀表.....60
 第十表 鐵線の重量及抵抗表(アメリカン鐵線會社).....63
 第十一表 アルミニウム線の抵抗及重量表.....62
 第十二表甲 抵抗線表.....64
 第十二表乙 合金及抵抗線の導電率表.....65
 第十三表 抵抗線の抵抗表.....65
 第十四表 燃銅線の抵抗及重量表.....67
 第十五表 アルミニウム燃線の抵抗及重量表.....68
 第十六表甲 燃線の抵抗表.....69
 第十六表乙 燃線の重量表.....69
 第十六表丙 燃線の直徑表.....69
 第十七表甲 護誤線表(ジー.イー.會社製)試驗電壓30分間 9,000
 「ヴォルト」.....76
 第十七表乙 護誤線表(ジー.イー.會社製)試驗電壓30分間 15,000
 「ヴォルト」.....77
 第十八表 三心入ケーブル表(ジー.イー.會社製).....78
 第十九表 三心入紙ケーブル表(ジー.イー.會社製).....79
 第二十表 攝氏20度に於ける誘電體の特有抵抗表.....82
 第二十一表 誘電體の破壊電壓表.....82
 第二十二表 マイカの破壊電壓表.....パラフィン
 の破壊電壓表.....流動體の破壊電壓表.....83

第二十三表	金屬の傳熱率序列表(ケムプ).....金屬等の融 解溫度表.....	86
第二十四表	通常溫度に於ける膨張係數表.....	87
第二十五表	比熱表.....	87
第二十六表甲	各種金屬の鎔解電流表.....	90
第二十六表乙	普通の可鎔線の鎔解電流表.....	91
第二十七表甲	種中に納めたる被覆銅線の最大安全電流表.....	93
第二十七表乙	裸銅線の安全電流表.....	93
第二十七表丙	室内銅線の安全電流表.....	94
第二十七表丁	電氣工作物規程に規定する安全電流表.....	95
第二十八表甲	亞鉛鍍鐵線の安全電流表.....	96
第二十八表乙	洋銀線の安全電流表.....	96
第二十九表	接觸面に於ける安全電流表.....	96
第三十表	地中ケーブルの安全電流表.....	99
第三十一表	發電機に於けるBの表.....	116
第三十二表	發電機各部分の溫度上昇制限表.....	120
第三十二表	發電機の圓周速度表.....	122
第三十四表	直流發電機(調帶運轉)廻轉數及端子電壓標準表.....	122
第二十五表	直流發電機の平均能率表.....	131
第三十六表	ウェスチングハウス直結式125「ヴォルト」直流發電 機表.....ウェスチングハウス帶結式125「ヴォ ルト」四極直流發電機表.....	162
第三十七表	表皮作用の抵抗增加率表.....	176
第三十八表	交流機廻轉數表.....	227

第三十九表	電氣機器標準電壓表.....	228
第四十表	ウェスチングハウス廻轉發電機型60サイクル單相 交流發電機表.....	236
第四十一表	ウェスチングハウス(60サイクル)廻轉界磁型調帶 運轉多相交流發電機表.....廻轉界磁型直結多 相交流發電機表.....	239
第四十二表	シー・イー・電氣會社變壓器性狀表.....	290
第四十三表	變壓器の鐵損及電流表.....	290
第四十四表	變壓器の性狀表(平均).....	291
第四十五表	導管の放電距離及漏電距離表.....	308
第四十六表	廻轉變流機の電流及電壓比較表.....	365
第四十七表	廻轉變流機發電機電流表.....	379
第四十八表	種々の溫度及比重に於ける硫酸の抵抗表.....	544
第四十九表	蓄電池能率表.....	553
第五十表	稀硫酸の濃度表(華氏60度).....	566
第五十一表	エグソン蓄電池表.....	593
第五十二表	エグソン蓄電池容量電壓能率表.....	596
第五十三表	電燈發明年代表.....	599
第五十四表	電燈種別表.....	606
第五十五表	各種發光體の色彩.....	607
第五十六表	各種發光體と之より照さるゝ物體の現はす色との 關係表.....	608
第五十七表	光度單位對照表.....	622
第五十八表	發光體の固有光輝表.....	625

第五十九表 炭素繊維及白熱燈の電壓の變化に對する燭光能率 及壽命の關係表	661
第六十表 東京電氣株式會社製マツダ ¹⁾ 電球	707
第六十一表 各種纖維の性状比較表	710
第六十二表 各種白熱燈の性状比較表	710
第六十二表 各種白熱燈の性状比較表	711
第六十三表 東京電氣株式會社製マツダ ²⁾ 電球表	727
第六十三表 白熱燈能率發達史	728
第六十四表 炭素弧光燈の能率表	773

書中引用記號表

A	接觸面積・表面積
B	磁力線の密度
<i>b</i>	幅
C	電氣容量
C_m	サーキュラーミル
D	距離
<i>d</i>	直徑・垂度
E	起電力・電壓・端子電壓(但し交流の場合には何れも實効値を表はす)
<i>e</i>	同上(但し交流の場合には各時刻に於ける瞬間値を表はす)
E_a	發電子に誘發せられたる起電力(但し交流の場合には實効値を表はす) 變壓器二次線輪中に誘發せられたる起電力の實効値
e_a	同上(但し交流の場合には實効値を表はす)
E_d	廻轉變流機直流側の起電力
E_m	交番起電力又は交番電壓の最大値
E_r	送電線中に降下する電壓

E_1	變壓器の一次電壓の實効値
E_2	變壓器の二次電壓の實効値
F	起磁力・静電力線密度
F_s	交流發電機の同期力
F_z	イムピーダンス係數
f	交流の周波數
G, g	コンダクタンス
G_p	電位傾度
H	磁界の強さ
H_e	電界の強さ
h	高さ
I	電流(但し交流の場合には實効値を表はす)
i	電流(但し交流の場合には各時刻に於ける瞬間値を表はす)
I_a	發電子線輪に通ずる電流(但し交流の場合には實効値を表はす)
	變壓器線輪に通ずる電流の實効値
i_a	同上(但し交流の場合には各時刻に於ける瞬間値を表はす)
I_d	廻轉變流機の直流側の電流
I_f	廻轉變流器の交流側の電流の實効値
I_m	交流の最大値

I_s	發電機界磁線輪に通ずる電流(但し直流分捲發電機の場合には分流線輪に通ずる電流を表はす)
I_0	勵磁電流
I_{0c}	鐵損電流
I_{0m}	磁化電流
I_1	變壓器の一次電流の實効値
I_2	變壓器の二次電流の實効値
J	熱量
K	カップの係數
L	距離・自己誘導係數
l	長さ・單位長さの自己誘導係數
l_s	電柱間の距離
M	相互誘導係數
N	線輪の捲數
N_a	發電子捲線の排列數
n	一秒間の廻轉數數量
P	單位面積に對する壓力・燭光
P_h	平均水平燭光
P_s	平均球面燭光
p	磁極の對の數
Q, q	電量
R	抵抗
R_a	發電子線輪の抵抗

R_c	直流發電機界磁直列線輪の抵抗
R_s	同上分流線輪の抵抗
R_1	變壓器の一次線輪の抵抗
R_2	變壓器の二次線輪の抵抗
r	半径抵抗
S	切斷面積
T	時間交流の周期
t	温度・時間・厚さ
v	容積
v_c	圓周速度
V	電位差
W	電力發電機等の出力
W_c	銅損
W_e	渦流に因る鐵損
W_h	ヒステリシスに因る鐵損
W_i	鐵損
W_r	送電線中に失はるゝ全損失
w	交流電力の各時刻に於ける瞬間値
X	リアクタンス
X_1	變壓器の一次線輪のリアクタンス
X_2	變壓器の二次線輪のリアクタンス

y	電壓の變動率
Y	アドミタンス
Z	イムピーダンス
α	温度係數・角度
β	力率
δ	變壓比
η	ヒステリシス係數・能率
η_a	變壓器の全日能率
\mathcal{R}	磁氣抵抗
μ	導磁率
γ	照明
ρ	特有抵抗
Φ	磁束
Φ	光束
θ	角度
ϕ	相の差角
ω	ベクトルの角速度即ち $2\pi f$
τ	廻轉力

工學士 藤田經定著

再訂 藤田電燈學

上 卷

第 壹 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何等の異狀を生ぜざるも若し兩板を或る金屬線にて接續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(Electricity)發生して液内及び金屬板間に其移動の生したるが爲めなり。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(Cell)と稱す。即ち電池に於ける兩金屬板

は金属線にて接続せられざる場合には電氣を発生せずして接続せられたるとき始めて電氣を発生するものなれば是を云ひ換へれば前の場合に於ては兩金属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 (Electric Potential) と云ひ其位置の差を電位差 (Difference of Electric Potential) 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属板を金属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、凡て此の電位差を生せしむる能力を起電力 (Electromotive-Force) と稱す。

電流—兩物體間に電位差生ずるときは電氣必ず発生し、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属板が金属線にて接続せらるるときは電氣の移動生じ兩金属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 (Electric Current) 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ゝものとし、電位

の高き方を陽極 (Positive Pole) と云ひ電位の低き方を陰極 (Negative Pole) と云ふ。而して電流の流るゝ道を回路 (Circuit) と云ひ金属線を電線 (Wire) と云ふ。

電池—電池は化學的に電位差を作り外部の回路を通じて電流を発生する器具なり、而して電流の發生始まるや化學作用起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電池外に發散すべし。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、電池外に於ては銅板より出で、金属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陽極板 (Positive Plate) と云ひ外部に對して其上端を陰極と云ふ、又電位の低き銅板を陰極板 (Negative Plate) と云ひ外部に對して其上端を陽極と云ふ。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属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従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クラン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陽極板とし炭素板を陰極板とし液にはアムモニアの鹽類なるサルアムモニアを用ひ、内部の成極作用 (Polarization) (成極作用とは水素瓦斯發生して電流の發生を妨害する作用なり)を防ぐ爲に二酸化滿俺の小塊を炭素板と共に素焼瓶に入れ發生する水素瓦斯を酸化せしむ。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に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 (Electric Tension) 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こ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由て異なる。是れ回路を成す物體に従て電流の流通に逆ふ程度が異なるが爲なり。之れ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水量の異なるが如し。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略して抵抗 (Resistance) と云ふ。水管内に於ける流水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同一物體に於ては其構成する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—凡そ如何なる事柄も其觀念を明かになさんとするには、數字にて表はすこと必要なり。たとへば爰に一個の箱ありとすれば其大きさを表はすには長さ、幅さ、高さを何寸と云ひ、其重さを表はすには何匁と云ふが如し。是等の寸とか匁とか稱へる數字外に必要な稱呼を單位 (Unit) と云ふ。電氣學に於ても是と同様に電氣學上研究を爲すには或る單位を用ひ數字にて表はすなり。一般に總ての單位の基本となれる單位あり、長さの單位、質量の單位、及時間の單位の三とす。其他の單位は此三單位より導かれたるものなれば此單位を基本單位 (Fundamental Unit)

と稱す。長さの單位は「センチメートル」(Centimetre) 質量の單位は「グラム」(Gram) 時間の單位は秒(Second) と稱せらる。

—「センチメートル」は0.39371吋又は3.3分に相當し、「グラム」は攝氏四度に於ける清水一立方「センチメートル」の質量にして15.432「グレイン」又は0.026667匁に相當す。一秒は長さ100「センチメートル」の單純振子の地球上に於ける一振りの時間なり。此基本單位より導かれたる單位は基本單位頭字を取りC. G. S. 單位又は絶對單位 (Absolute Unit) と稱せらる。此單位に次の數種あり。

幾何學的單位(面積及角度の單位)。

機械的單位(速度・加速度・力・仕事・エネルギー及働きの單位)。

熱單位(B. T. U. 及カロリー)。

靜電單位(電量・電流・電位差・抵抗・電氣容量及誘電率の單位)。

磁氣單位(磁極・磁界・磁位差・磁氣力率・磁氣誘導・磁束・起磁力・磁化力・磁氣抵抗及導磁率の單位)。

電磁單位(電流・電位差・電量・抵抗・電氣容量・コンダクタンス及自己誘導係數の單位)。

是等の内電磁單位は實用上或は大に過ぎ或は小に過ぐる不便ある故電磁單位の或る倍數にて表はす實用電氣單位(Practical Electrical Unit)定めらる。

電氣學上實用單位の基本となるものは抵抗の單位・電流の單位及電位差即ち起電力又は電壓の單位の三種とす。其名稱は次に示す。

(一) 抵抗の單位 「オーム」 (Ohm)

(二) 電流の單位 「アムペア」 (Ampere)

(三) 起電力又は電壓の單位 「ヴォルト」 (Volt)

此三單位を電磁的單位にて表はせば次に示す如し。

(一) 電流の單位強さとは半徑一「センチメートル」の弧に曲げられたる回路の一「センチメートル」を流通しつゝある電流が其中心に於ける單位磁極に一ダインの力を以て働くときの其電流の強さを謂ふ。

單位磁極とは空氣中一「センチメートル」の距離に在る同極にして同等なる他の磁極を一ダインの力を以て排斥する磁極を謂ふ。

ダインは力の單位にして一「グラム」の質量に一秒間働き之が爲め毎秒一「センチメートル」の速度を生せしめる力を一「ダイン」と云ふ。

之に由て地球の重力は 981「ダイン」にして一「ポンド」の重さのものに對しては約 44,500「ダイン」の力が働くなり。

- (二) 二點間の單位電位差とは一點より他の一點迄單位電流を持來たすに當て一「エルグ」の仕事をするものを謂ふ。

エルグとは仕事の單位にして一「ダイン」の力に逆て物體を一「センチメートル」進めるに當て仕遂げられたる仕事を一「エルグ」と謂ふ。

- (三) 單位抵抗とは單位起電力を導體に加へ單位電流が流るゝ場合の導體の抵抗を謂ふ。

此三單位の實用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次の如し。

オームは水の融解溫度に於て質量 14.4521「グラム」長さ 106.300 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。電磁單位の 10^9 倍なり。

アムペアは硝酸銀の水溶液を通過し每秒 0.00111800「グラム」の銀を分離する不變電流を謂ふ。電

磁單位の 10^{-1} 倍なり。

ヴォルトは一「オーム」の電氣抵抗を有する導體に一「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。電磁單位の 10^8 倍なり。

一「オーム」の百萬倍を一「メガオーム」と云ひ其一百万分一を一「マイクロオーム」と云ひ、一「アムペア」の一千分一を一「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ける起電力は 1.4328「ヴォルト」ダニエル電池の起電力は凡そ一「ヴォルト」レクランシー電池の起電力は凡そ 1.5「ヴォルト」なり。クラーク標準電池とは水銀を陽極とし塗汞したる亞鉛を陰極とし液に硫酸亞鉛の結晶と硫酸水銀及硫酸亞鉛との飽和溶液を用ひたるものなり。

電流の單位は電流の流るゝ程度即ち強さ(Intensity)を示すものにして流るゝ電量を示すものに非ず、詳しく云へば每一秒間に流るゝ電量を謂ふにあれば電量を示すには「クーロム」(Coulomb)なる實用單位を用ふ。一「クーロム」とは一「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」なる單位を用ふ。一「アムペア時」とは一「アムペア」の電流が一時間流れたる電量にして 3,600「クー

ロムに相當す故に若し I「アムペア」の電流が T 時間通ずるときは其電量は IT「アムペア」時なり。

以上三單位以外の單位に就ては以下本文中に記載すべし。

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徑 0.106 吋の純銅線長さ 1,000 呎の華氏 60 度に於ける抵抗は凡そ一「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」なるが如し。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次の三種に大別す。

- (一) 良導體 (電氣の大部分を導く物體)
(Good Conductor)
- (二) 不良導體 (電氣の一部を導く物體)
(Partial Conductor)
- (三) 絶縁體 (電氣の大部分を導かざる物體)
(Insulator)

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次に示す如し。

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
之に續く金屬以外のものは次の如し

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次に示す如し。

人體 濕りたる土地 木綿 乾燥せる木材

大理石 紙

絶縁體は抵抗の多きものより順次に擧ぐれば次に示す如し。

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
ラッパ 繊維 封蠟 硫黄 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縁體なれども他の液體混入するときは導體に變ず。是に反して合金の抵抗は其各分子金屬の抵抗より大なるに由り諸種の合金は抵抗線として用ひらる其抵抗は金屬の種類と合金の割合とに由て異なる。

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は一定の切斷面積と

一定の長さにとする抵抗を以てす、是を物體の特有抵抗 (Specific Resistance) 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なれば l を物體の長さ、 S を物體の切斷面積、 ρ を物體の特有抵抗、 R を物體の抵抗とすれば

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

l を「センチメートル」にて測り S 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」の抵抗となる。第一表に金屬の特有抵抗第二表に絶縁體の特有抵抗第三表に液體の特有抵抗を示す。

第 一 表
金屬の特有抵抗及導電率

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)	導電率 %
銀(軟)	1.468	108.2
銅(軟)	1.55	102.6
銅(マツシーゼ ンの標準).....	1.594	100.0
金(純) 99.9%	2.197	72.5
アルミニウム (純) 99%	2.563	62.1
マグネシウム	4.355	36.6
亜鉛	5.751	27.6
白金(軟)	8.98	17.7
鐵(純)	9.665	17.6
鐵(電信用)	14.910	10.7
ニッケル	12.3	12.9
カドミウム	10.023	15.9
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
グラフアイト	2400-42,000	
弧光燈炭素	凡そ 4000	
セレンウム	6×10^{10}	

第 二 表
絶縁體の特有抵抗

品 名	特有抵抗 (一 立方センチメ ートルのメク スターム)
マイカ	8.28×10^7
シエラツク	8.88×10^9
ガタベルシヤ	4.44×10^8
パラフセン	3.35×10^{10}
エボナイト	2.77×10^{10}
硝子	8.97×10^1
インヂアラッパ	10.90×10^9

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)	測定の温度 (攝氏)
水	—	1	8.97×10^9	4°
硫酸	20%	1.41	1.52	18°
硫酸	30%	1.22	1.36	18°
硝酸	—	1.32	1.585	18°
丹寧	16%	—	29.58	10°
皓礬	25%	—	20.78	8°
鹽酸	20%	1.1	1.32	18°
サルアムモニア	25%	1.07	5.65	18°
鹽水	26%	1.2	4.66	18°
鹽化亞鉛	30%	1.3	10.82	18°

物體の抵抗は温度に伴ひ變化す。一般に絶縁體炭素及純粹の液體の抵抗は温度の昇るに従ひ減少し金屬及不純粹の液體の抵抗は温度の昇るに従ひ増加す。此増加する率を α とし t 度に於ける抵抗を R とし t' 度に於ける抵抗を R' とすれば

$$R' = R \{ 1 + \alpha(t' - t) \} \dots \dots \dots (2)$$

此 α を抵抗の温度係數と云ふ。合金の温度係數は一汎に小なる故に諸種の實驗及測定に抵抗の標準として使用せらる。マンガニンと稱する合金の温度係數は殆んど零に近し。此の温度係數を利用し或る金屬の抵抗の變化を測定し、温度の増減を算定することを得るなり。第四表に各金屬の華氏及攝氏兩温度に於ける温度係數を示す。

第 四 表
金属の抵抗温度係数

品 名	攝氏温度に於ける温度係数	華氏温度に於ける温度係数
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25「センチメートル」切斷面積10平方「センチメートル」の鐵線あり攝氏10度に於ける抵抗幾何なりや。

$$\text{解 } R = \rho \frac{l}{S}$$

に於て $l=25, S=10, \rho=9.07$ なるに由り $R=22.675$

第二式に於て $a=0.00625, t=10, t=0$

$$\begin{aligned} \text{由て } R' &= 22.675 \{1 + 0.00625 \times 10\} \\ &= 24.0922 \text{「マイクローム」} \end{aligned}$$

炭素の温度係数 a は負號にして其値は 0.0002 乃至 0.0008 なり。

コンダクタンス及導電率—電流の流通に抵抗する性質を抵抗なる名稱を以て表はす代りに其反數にて表はすことあり之を**コンダクタンス** (Conductance)と云ふ G にて之を示すときは $G = \frac{1}{R}$ なり。其實用單位を「オーーム」(OHM)を反對になしたる「モー」(MHO)と云ふ由て抵抗20「オーーム」なる導體のコンダクタンスは $\frac{1}{20}$ 即ち 0.05「モー」なりと謂ふ。又特有抵抗の反數を**導電率** (Conductivity)と云ひ是に依て異なる

導體のコンダクタンスを比較す。第一表に金属の導電率を示す。

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流出す。若し同じ太さ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位高き導體に多量の電流通ずるなり。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次に示す如くなる。

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

實用單位を用ふれば 「アムペア」 = $\frac{\text{「ヴォルト」}}{\text{「オーーム」}}$
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。

以上の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次の如し。

例二。電圧 120「ヴォルト」を抵抗 15「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。

解 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 8「アムペア」の電流通するなり。

例三。抵抗 8「オーム」の回路に 50「アムペア」の電流通せしめんには起電力幾何「ヴォルト」を要するや。

解 第四式に於て $I=50$ $R=8$ なるに由り

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

即ち 400「ヴォルト」を要す。

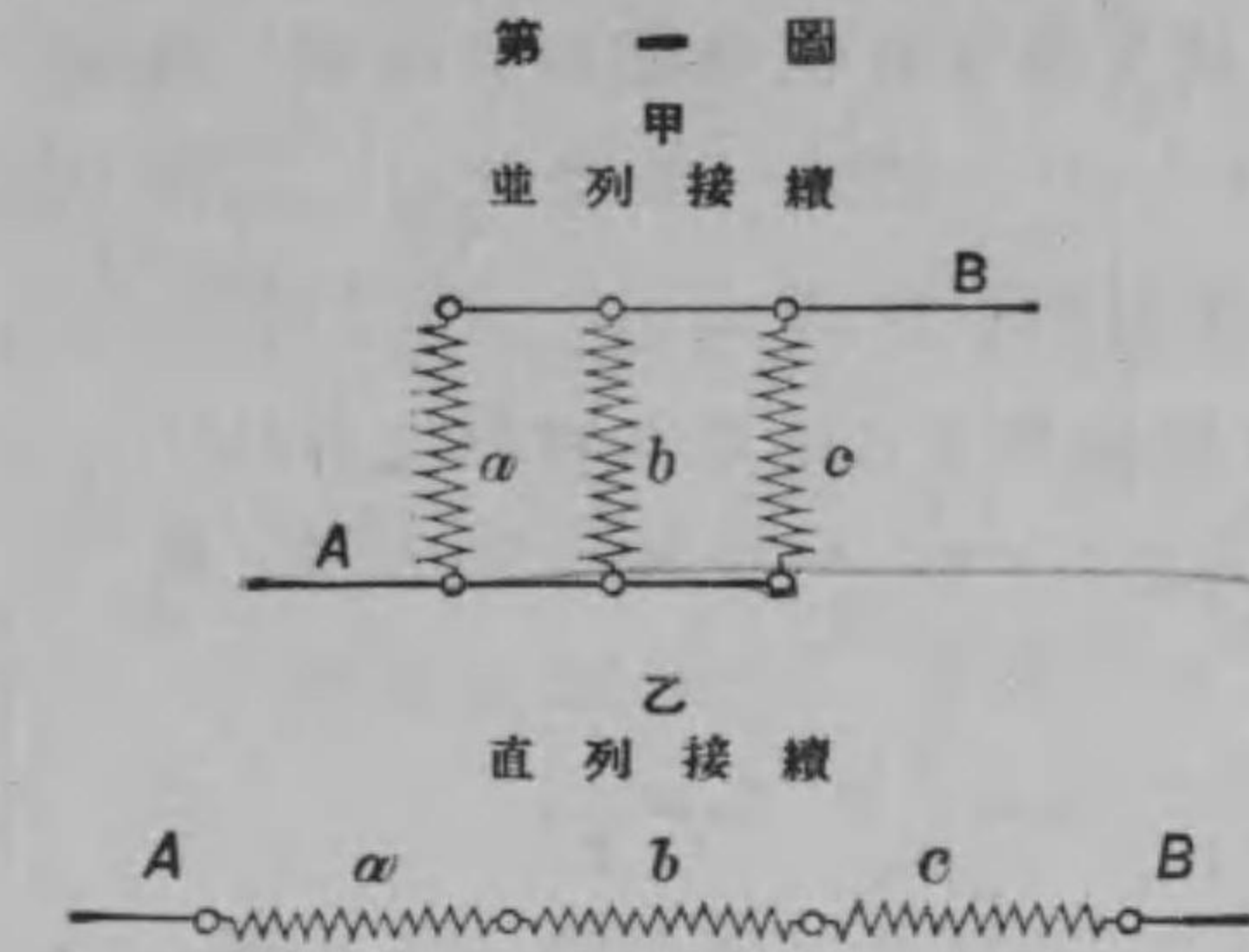
例四。或る回路に電圧 100「ヴォルト」加へて 150「アムペア」の電流通じたり云ふ、此回路の抵抗幾何「オーム」なりや。

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 0.666「オーム」なり

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導體の種々の接続より成るものにして其接続の方法

は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(Parallel Connection)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在り。直列接続法(Series Connection)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全部の抵抗を合成抵抗(Combined Resistance)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 のコンダクタンスを G_1 , b の「コ

ンダクタンスを G_2 , C のコンダクタンスを G_3 とすれば第一圖甲に於ては abc 三導體のコンダクタンス G は

$$G = G_1 + G_2 + G_3$$

abc 三導體の合成抵抗を R とすれば

$$R = \frac{I}{G} = \frac{I}{G_1 + G_2 + G_3}$$

然るに $G_1 = \frac{I}{R_1}$, $G_2 = \frac{I}{R_2}$, $G_3 = \frac{I}{R_3}$

由て
$$R = \frac{I}{\frac{I}{R_1} + \frac{I}{R_2} + \frac{I}{R_3}} \dots\dots\dots (6)$$

若し abc の抵抗が相等しきときは

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

abc 導體の数が n 個なるときは其合成抵抗は次の

如し

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

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

各導體の抵抗相等しく其數 n 個なるときは其合成抵抗 R は

$$R = nR_1$$

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 200 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。

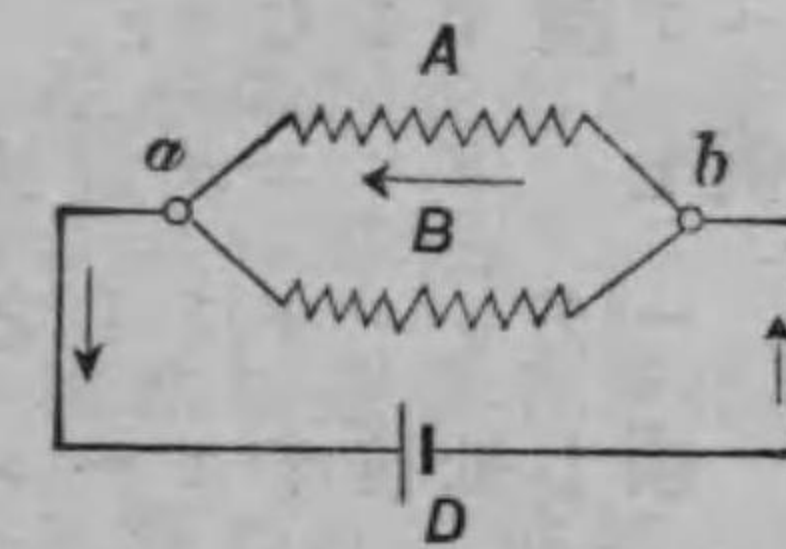
解 第六式に於て $R_1 = 200$ $R_2 = 5$

合成抵抗は
$$R = \frac{I}{\frac{I}{200} + \frac{I}{5}} = 4.87$$

即ち 4.87 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 に接続するときは電池の陽極より發する電流は b に於て A B 兩線に分流し a に於て合し電池の陰極に歸る。

第 二 圖
分岐電流



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_1 「アンペア」其抵抗を R_1 「オーム」、B に流るゝ電流を I_2 「アンペア」其抵抗を R_2 「オーム」とし合成抵抗を R 「オーム」とすれば

$$I_1 = I \times \frac{R}{R_1} = I \times \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \times \frac{1}{R_1} = I \times \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$I_2 = I \times \frac{R}{R_2} = I \times \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \times \frac{1}{R_2} = I \times \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

各線の抵抗相等しく其数 n 個なるときは各線に通ずる電流相等しく皆 $\frac{I}{n}$ 「アムペア」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「アムペア」を通じたりとせば、各燈に通ずる電流幾何なりや。

解 此場合に於て $I=10$ $R_1=3$ $R_2=7$

上式に由り

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

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

即ちBの弧光燈に三「アムペア」Aの弧光燈に七「アムペア」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」の電磁石を是と並列に接続する時は、電鈴及電磁石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。

解 電鈴及電磁石の合成抵抗は $\frac{10 \times 4}{10+4} = \frac{40}{14}$

回路の全抵抗は $R = 5 + 1 + \frac{40}{14} = 8.8$ 「オーム」

電流は $I = \frac{1(\text{ヴォルト})}{8.8} = 0.113$ 「アムペア」
 $= 113$ 「ミリアムペア」

是に由て電鈴及電磁石に通ずる電流は

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

電磁石には $I_2 = \frac{113 \times 4}{10+4} = 32.3$ 「ミリアムペア」

キルヒホッフの法則 = 數多の分岐路を有する回路に於て又は起電力が回路の諸所に加はる場合には、各分路に通ずる電流及其方向等を知らんとするには、オーム法則に據ること不適當なれば、此法則より導かれたる**キルヒホッフ** (Kirchhoff) の法則を適用するを便とす。

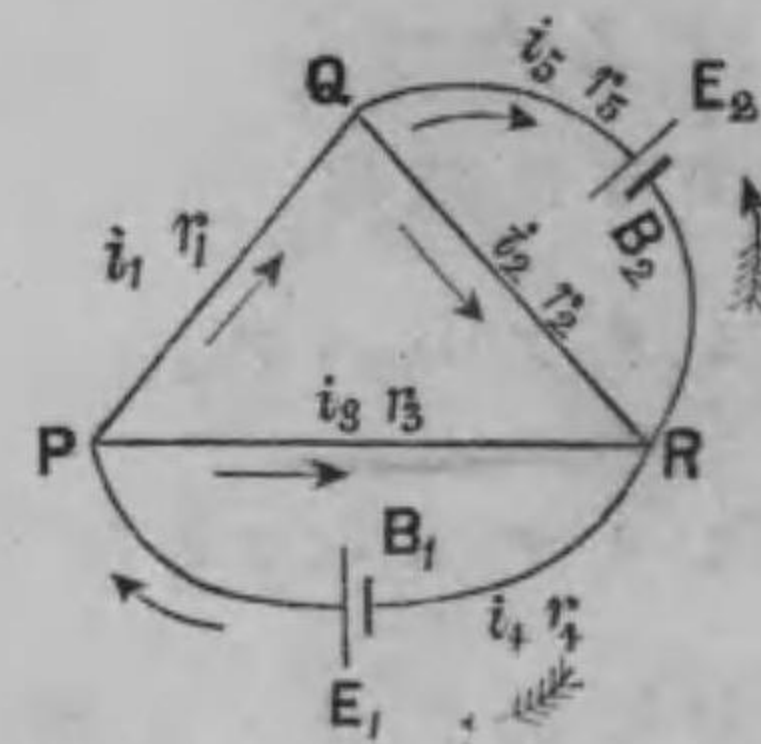
キルヒホッフの法則

- (一) 網状を爲す回路に於て任意の一點に集合する電流の代數的總和は常に零に等し。
- (二) 網状回路中に任意の一回路を選定し、之に通ずる電流に其電線の抵抗を乗じたる乗積の代數的總和は其回路に働く起電力の代數的總和に等し。

第三圖に示すが如き網状回路ありとす B_1 B_2 は電池

にして其起電力を $E_1 E_2$ とし各分路に於ける電流を

第 三 圖
キルヒホッフ法則を示す圖



$i_1 i_2 \dots$ とし其抵抗を $r_1 r_2 \dots$ とし羽なき矢の方向にて電流の方向を示し羽ある矢にて起電力の方向を示すものとす。

是にキルヒホッフの法則を適用すれば第一法則に従ひ

Q 點に於ては $+i_1 - i_2 - i_3 = 0$

P 點に於ては $+i_1 - i_1 - i_3 = 0$

R 點に於ては $+i_2 + i_3 + i_3 - i_4 = 0$

次に第二法則に従へば

PQR 回路に於ては $+i_1 r_1 + i_2 r_2 - i_3 r_3 = 0$

PQRB₁ 回路に於ては $+i_1 r_1 + i_2 r_2 + i_3 r_3 = +E_1$

QRB₂ 回路に於ては $+i_2 r_2 - i_3 r_3 = -E_2$

PQB₂RB₁ 回路に於ては $+i_1 r_1 + i_2 r_2 + i_3 r_3 = -E_2 + E_1$

PQB₂RP 回路に於ては $+i_1 r_1 + i_2 r_2 - i_3 r_3 = -E_2$

以上の數式より i_1, i_2, \dots の値を算出することを得るなり。

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。今數個の電池を第四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並列に接続するときは一個の起電力に等しく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 r 「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」とし電池の個數を n とすれば電流は「オーム」法則に由り

直列接続法(第四圖甲)に於ては

$$I = \frac{nE}{nr + R} \dots \dots \dots (8)$$

並列接続法(第四圖乙)に於ては

$$I = \frac{E}{\frac{r}{n} + R} \dots \dots \dots (9)$$

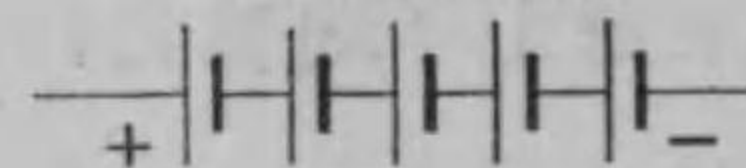
今若し電池總數を直列に n_1 個並列に n_2 個接続すること第四圖丙に示すが如くなすときは電流は

$$I = \frac{n_1 E}{\frac{n_1 r}{n_2} + R} \dots \dots \dots (10)$$

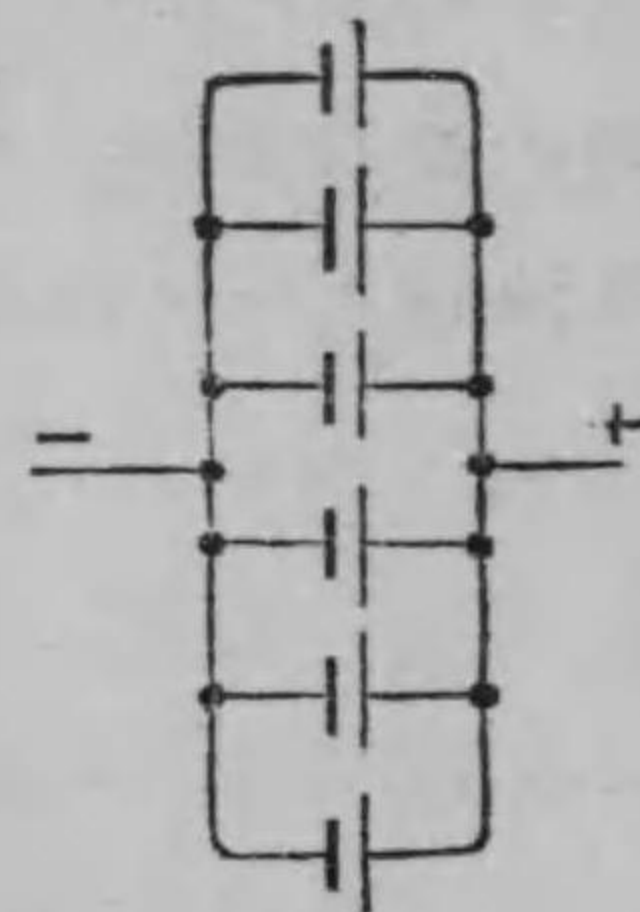
然るに $n = n_1 n_2$ $n_2 = \frac{n}{n_1}$

第十式の n_2 に此値を置き換へれば

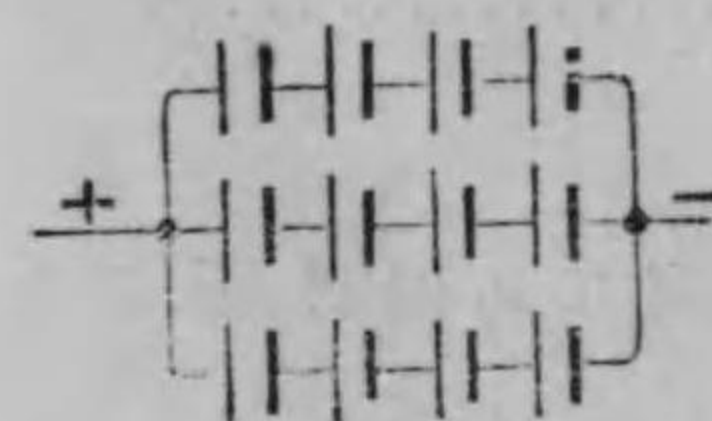
第 四 圖
甲
電池の直列接続法



乙
電池の並列接続法



丙
電池の並直列接続法



$$I = \frac{n_1 E}{\frac{n_1^2 r}{n} + R} \dots \dots \dots (11)$$

一定数の電池を並直列に接続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るなれば第十一式に於て

$$\frac{n_1^2 r}{n} = R \text{ なるを要す}$$

$$\text{即ち } n_1 = \sqrt{\frac{nR}{r}}$$

然るに $n = n_1 n_2$ に由り

$$n_2 = \frac{n}{\sqrt{\frac{nR}{r}}} = \sqrt{\frac{nr}{R}}$$

即ち電池は $n_1 n_2$ 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12個を三個直列に四組並列に接続し抵抗25「オーム」の回路に接続するときは幾何の電流を得るや。但し電池一個の内部抵抗を五「オーム」とす

解 此場合に於て $E=1, n_1=3, n_2=4, R=25, r=5$

$$\text{第十式に由り } I = \frac{3 \times 1}{\frac{3}{4} \times 5 + 25} = 0.104$$

即ち 104「ミリアムペア」なり。

例九。ダニエル電池20個(内部抵抗各八「オーム」)を抵抗40「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。

解 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, n_2 の値は前式に由り

$$n_1 = \sqrt{\frac{nR}{r}} = \sqrt{\frac{20 \times 40}{8}} = 10$$

$$n_2 = \frac{n}{n_1} = \frac{20}{10} = 2$$

即ち電池を直列に10個並列に2個接続するときは最大電流を得るなり。

電流の作用—電流の通ずる電線に磁針を近付るときは磁針動きて或る作用を受けたるが如きを

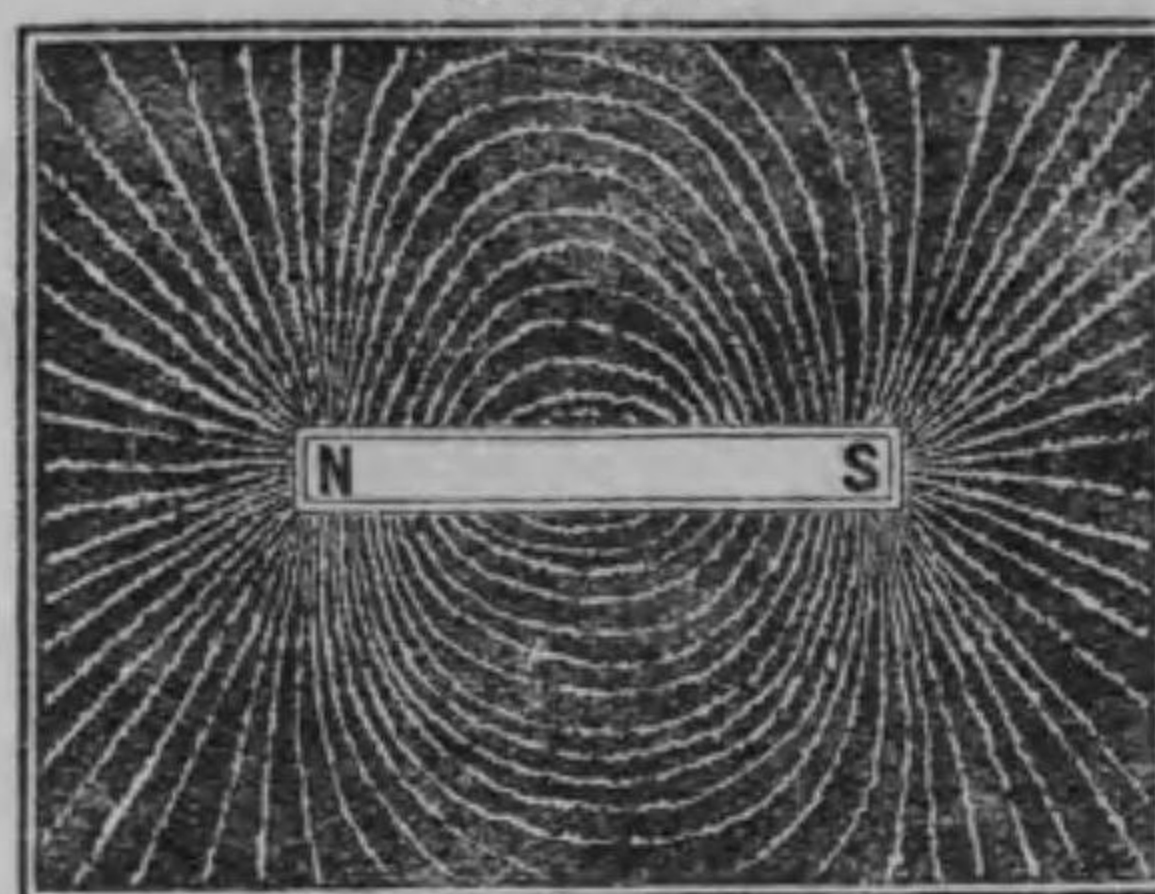
認むべし。又電線にて白紙を貫き是に電流を通じ紙上に鐵粉を撒布するときは鐵粉は紙上に數十の圈を畫きて集まるを認むべし。是れ電線の近傍が電流通の爲に磁性を帶ぶるに至りて、磁針及鐵粉は之が爲め吸引せられたるなり。是を電流の磁氣作用 (Magnetic Action) と云ふ。次に硝酸銀の溶液を容れたる一器内に銀及銅の兩板を並立せしめ、銅板を或る電池の陰極に銀板を其陽極に接續するときは、其器内に電流通じて電氣化學作用起り、銀板は漸次液中に溶解し硝酸銀は分解して銀は銅板の表面に附着し全く是を覆ふに至るべし。是れ所謂電氣鍍金法 (Electric Plating) の原理にして、此電氣分解作用を電流の化學作用 (Chemical Action) 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 (Heating Action) と云ふ。以上三種の作用は電流が起す現象にして是に依て始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。此作用なきときは電流の

通す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、電氣分銅等は電氣分解に由る化學作用に基き、電燈球、電熱器、炭化石灰、窒素肥料の製造及電氣製鐵等は發熱作用に由るものなり。

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酸化鐵の一種 (Fe_3O_4) なる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石 (Permanent Magnet) と云ふ。今杆形を爲せる耐久磁石を白紙を以て覆ひ、鐵粉を之に撒布するときは、鐵粉は吸引せられ第五圖に示す如く磁石の兩端に多量に集り、曲線を畫くべし。此曲線は鐵粉を吸引する磁力の爲に生ずるものなれば、磁力を示すに便宜上此曲線を用ひ、磁力線 (Magnetic Line of Force) と稱し、磁石の一端より出でて他端に入る者と想像す。従て其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、鐵片は必ず磁石の兩端に吸引せらる。此兩端を磁石の極 (Pole) 又は磁極 (Magnetic Pole) と云ひ、磁針の南極を吸

引する極を北極 (North Pole) と云ひ N なる字を以て示し、磁針の北極を吸引する極を南極 (South Pole) と

第五圖
磁力線圖

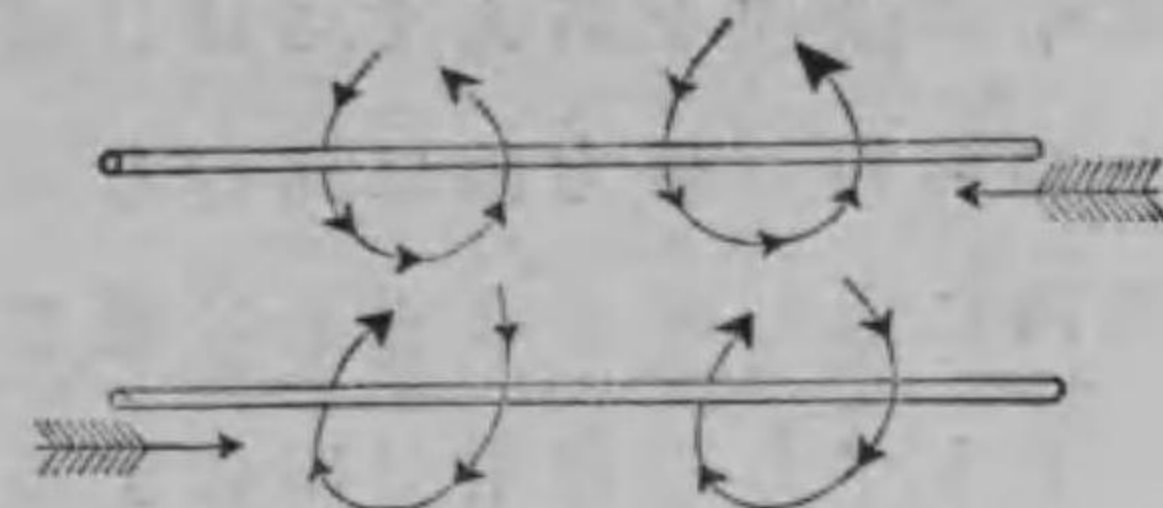


云ひ S なる文字を以て示す。磁力線は北極より出で、南極に入る者と假定せられ、磁力線の存在する空間を磁界 (Magnetic Field) と云ふ。磁界の方向

は磁力線の方向にて示し、其強さは其方向に直角なる切断面の一平方「センチメートル」に通ずる磁力線の數量を以て示し、其單位を「ガウス」(Gauss) と云ふ。一「ガウス」の強さの磁界とは一平方「センチメートル」に付き磁力線一本在る磁界を云ふなり。磁界に於ける磁力線の總數を磁束 (Magnetic Flux) と云ひ、其單位を「マクスウエル」(Maxwell) と云ふ。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、磁性を帯びて磁石と成る。一況に磁力線が鐵に通ずるときは、其鐵は磁性を帯び

て磁石に變ず。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從て異なる。今讀者電線

第六圖
電流の磁氣作用



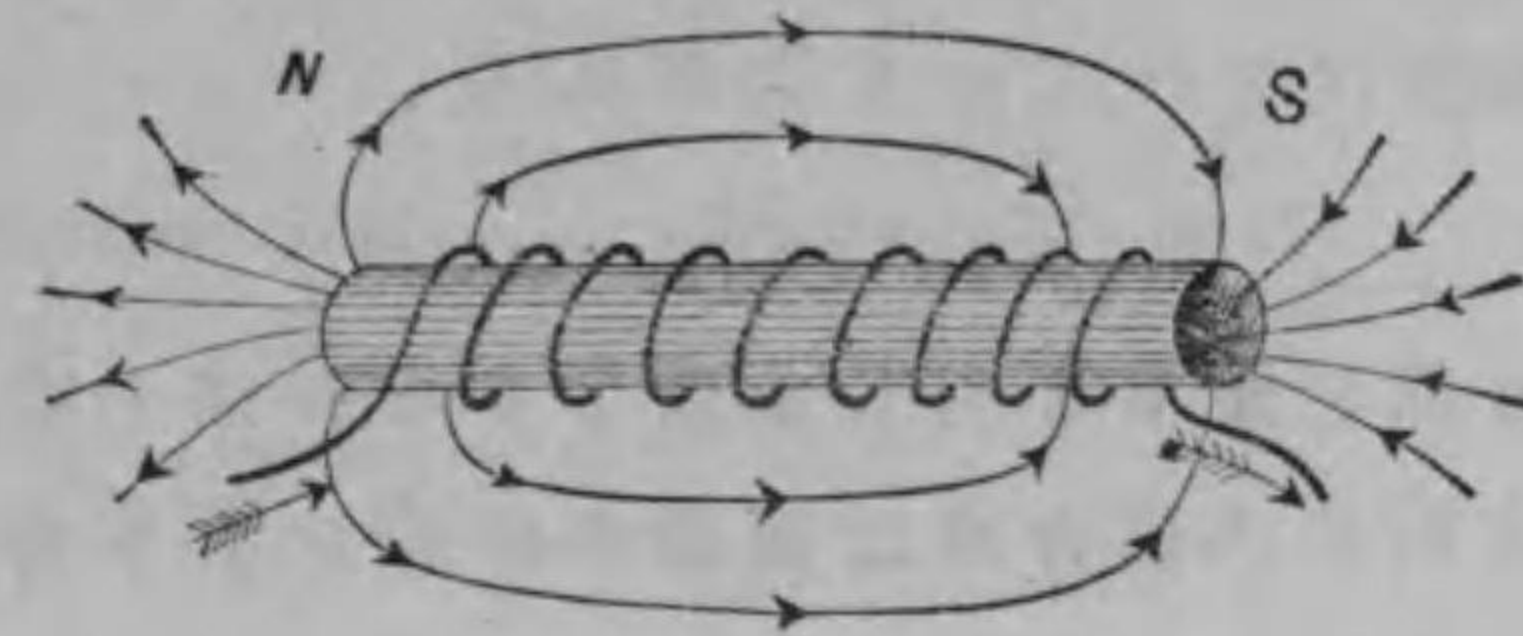
に沿ふて立つものと假定し、電流が體より前方に向て流るゝときは、磁力線

の示す方向は時計指針の廻轉方向と等しく、之に反し、電流が體に向て流るゝ時は、磁力線の示す方向は時計指針の廻轉方向と反對なる事、第六圖に示す如し。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從て異なる。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。

筒線輪及電磁石—電線を互に密接して螺旋狀に捲き之に電流を通するときは、電線の周圍に磁力線生ずるを以て螺旋の内部は強き磁界となるべし。其中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て鐵桿内に通じ、鐵桿は磁石に變じ能く鐵片を吸引するに至るべし。此作用を磁化する (Magnetize) すると云ふ。此くの如く電流の作用に因て磁化性を帶ぶべき螺旋狀の電線を筒線輪 (Solenoid) と云ひ、鐵桿を挿入したるものを電磁石 (Electromagnet) と云ふ。一汎に螺旋狀に卷きたる電線を線輪 (Coil) と云ふ。電磁石に於ては耐久磁石の如く其兩端に南北の兩極發生すれども何れの一端が南極となり何れの一極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。是れ亦栓抜と同じ理にて電磁石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、其の面する所の一極が磁石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極が北極と成り他端が南極となる

第七圖
電磁石と磁力線



第七圖を見よ。電磁石は永久其の磁性を帶ぶるに非ず、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。之を残留磁氣 (Residual Magnetism) と云ひ、此性質を保磁性 (Retentivity) と云ふ。軟鐵は保磁性弱く鋼鐵は保磁性強し。電氣機械に於ては保磁性弱き鐵を用ふるものとす。残留磁氣を取去る爲めに、反對の磁氣を與ふるに要する磁化力を保磁力 (Coersive Force) と云ふ。一般に磁化力 (Magnetizing Force) は其磁界の強さに等し。

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 I「アムペア」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を H にて示せば其値は次の式にて示さる。

$$H = \frac{2i}{10D} = 0.2 \frac{I}{D} \dots\dots\dots(12)$$

次に電線が圓形を爲し多數なる場合則ち筒線輪を爲す場合には、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徑を d「センチメートル」とし、筒線輪の長さを l「センチメートル」とし「センチメートル」の間に在る電線の捲數を N とすれば次の式にて示さる。

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

筒線輪の長さが直徑に比し甚だ長きときは d を l に對し省略し、上式は次の如く變ず。

$$H = \frac{4\pi}{10} IN = 1.2566IN \dots\dots\dots(14)$$

此 IN を **アムペア回数** (Ampere-turn) と云ふ。筒線輪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が B に増したりとすれば $\frac{B}{H}$ は其増加率を示す。此率を鐵の**導磁率** (Permeability) と云ひ μ にて示す。其値

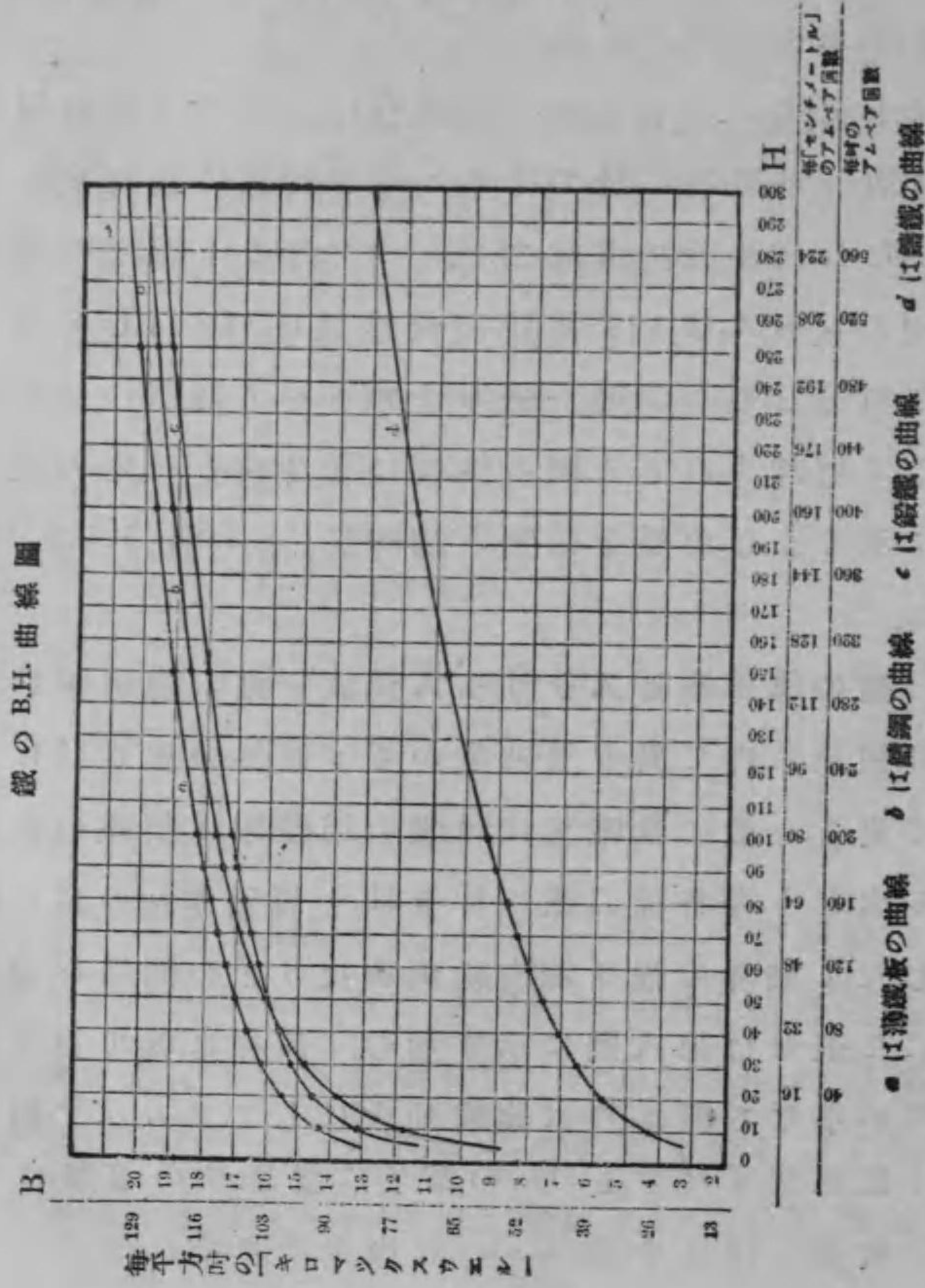
は必ず一より大にして鐵の品質に由て異なる。空氣の導磁率は一なりとす。B は磁界の斷面積一平方「センチメートル」に通ずる磁力線なれば之を**磁束密度** (Flux-density) と云ふ。

第十三式にて示す如く電磁石に生ずる磁界の強さは同一電磁石に於てはアムペア回数に比例するものなれば、捲數 50、電流二「アムペア」なるも捲數 10、電流 10「アムペア」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ムペア回数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** (Saturating Point) と云ふ。

鐵の導磁率ヒステリシス渦流—鐵の導磁率は鐵の種類に由て異り又其置かるゝ磁界の強さ H に由て異なる。一般に軟鐵又は軟鋼の導磁率は鑄鐵の夫より大なり。今各種の鐵に付き H と導磁率 μ の爲に變じたる磁界の強さ即ち磁束密度 B との關係を曲線にて表せば第八圖に示す如し。曲線に就て見るに、H が小なる間は B は比較的大にして、アムペア回数に正比例すれども、H の増すに従ひ B の増加は H の増加に伴はず。即ち μ は漸次減ず。是れアムペア

回数増してHが或る値に達するときは、鐵が磁氣の飽和點に達したる爲めにして、アンペア回数を増すともBは最早増加せざるなり。

第八圖
鐵のB.H.曲線圖



鐵片を磁界内に置き磁界の強さを漸次増すときは鐵片内の磁束密度Bも之に伴ひ増せども、Hを漸次減少する際には、Bは之に伴つて減少せず、Hの減少に遅れBの多量が残存すべし、之れ鐵の保磁性の爲めにして、残留磁氣として存するなり、斯くの如き鐵の磁化に遅るゝ性質をヒステリシス(Hysteresis)と云ふ。電流に由て鐵を磁化せしむるに當り電流の方向及其値を變化せしむるときは、ヒステリシス作用の爲めに常に残留磁氣鐵に存し、之に要する磁化力は單に鐵を熱するに止まり全く損失と成る。此損失はスタインメツツ氏(Steinmetz)の實驗に據れば、磁化力の變化一週期毎に鐵の一立方「センチメートル」に付き次の式にて示すが如し。

$$h = \gamma B_m^{1.6} \text{ エルグ(Erg) } \dots\dots\dots (15)$$

式中 B_m は每平方「センチメートル」の最大磁力線數即ち磁束密度の最大値にして、 γ は定數にして鐵の品質に由て異なる、之をヒステリシス係數と云ふ。今軟鐵に對する γ の値 0.002 を此式に用ひ、損失を鐵の每立方時の電力の損失にて示せば次の式に示す如し(「ワット」の意義は後節に記載す)。

$$W_h = 0.338 B_m^{1.6} / 10^{-8} \text{ ワット } \dots\dots\dots (16)$$

式中 f は磁化力の變化毎秒の周期數(交流に於ける周期數)なり。此損失電力をヒステリシス損 (Hysteresis loss) と稱す。第五表に鐵の磁化表($H B \mu$ の表)第六表にヒステリシス係數及ヒステリシス損を示す。

第五表

鍛鐵の磁化表(ホブキンソン)

B	H	μ	H_1	B	H	μ	H_1
0	0	0	1.8	12000	10.4	1154	4.7
1000	1.3	760	—	12500	12.0	1045	—
2000	1.7	1177	1.7	13000	14.0	930	7.3
3000	2.0	1500	1.6	13200	15.0	880	—
4000	2.35	1700	1.4	13400	16.0	835	—
5000	2.75	1818	1.2	13600	17.0	790	—
5500	2.95	1868	—	13800	18.5	740	—
6000	3.15	1905	0.7	14000	20.0	700	1.4
6500	3.40	1914	—	14200	22.0	650	—
7000	3.65	1918	0.3	14400	24.0	600	—
7500	3.90	1900	—	14600	27.0	550	—
8000	4.35	1860	0.3	14800	29.0	500	—
8500	4.70	1795	—	15000	33.0	454	2.6
9000	5.2	1725	1.2	15500	43.0	360	—
9500	5.75	1650	—	16000	56.0	285	4.5
10000	6.4	1563	2.0	16500	80.0	200	—
10500	7.1	1478	—	17000	110.0	154	9.0
11000	8.0	1375	3.0	18000	220.0	81	—
11500	9.1	1263	—	7248	—	—	0

鑄鐵の磁化表 (ホブキンソン)

B	H	μ	H_1	B	H	μ	H_1
0	—	—	3.8	7500	60	125	—
3000	6	500	2	8000	80	100	70
3500	7	500	—	8500	100	85	—
4000	9	444	—	9000	120	75	117
4500	11.6	385	—	9500	150	65	—
5000	15	333	—	10000	180	55	180
5500	19	280	—	10500	210	50	—
6000	25	240	14	11000	230	48	—
6500	32.5	200	—	3928	—	—	0
6000	44	160	36	—	—	—	—

表中 H_1 は最初に鐵を強く磁化した後漸々に之を減少する場合の B に對する H なり。B の 18,000 になる迄磁化し次に H の零なる迄漸々之れを減少するも B は 7,248 に減少するのみ即ち最初の磁化線の凡そ 40% 残留す之れ即ち残留磁氣なり。

第六表

鐵のヒステリシス係數表

材 料	ヒステリシス係數 η
最も良く焼鈍したる變壓器用鐵板	.001
最軟鐵線	.002
最軟薄鐵板	.0024
良質の薄鐵板	.003
厚き鐵板	.0033
通常の鐵板	.004
變壓器鐵心	.003
焼鈍したる鑄鋼	.008
軟鋼	.0094
鑄鋼	.012
鐵	.016
堅くなせる鑄鋼	.025

ヒステリシス損表

H_m ガウス	$B_m^{1.6}$	$\eta B_m^{1.6}$		
		$\eta=0.002$	$\eta=0.003$	$\eta=0.004$
1,000	63,100	126	189	252
2,000	191,300	382	573	765
3,000	365,900	731	1,096	1,463
4,000	580,000	1,160	1,740	2,320
5,000	828,800	1,657	2,486	3,315
6,000	1,111,000	2,222	3,333	4,444
7,000	1,420,000	2,840	4,260	5,680
8,000	1,758,000	3,516	5,274	7,032
9,000	2,122,000	4,244	6,366	8,488
10,000	2,511,000	5,022	7,533	10,044

磁界に於て導體を動かすときは起電力之に發生し電流流通するに至るべし其通路は恰も渦形を爲すを以て此電流を渦流(Eddy Current)と云ふ。渦流發生の爲め導體の運動は抵抗を受け熱之に發生すべし此熱は單に勢力の損失と成るのみ。此損失を防ぐには鐵の場合には薄き板を重ね合はせて各板間を

紙又は其表面の鍍にて絶縁せしめ電流の通路を數分するときは渦流は甚しく減すべし。渦流に由る損失は次式にて示さる。

$$W_e = 42B_m^2 f^2 t^3 \dots \dots \dots (17)$$

式中 W_e は毎立方時の損失「ワット」、 t は「ミル」にて示す鐵板の厚さ、 f は磁化力變化の毎秒の周期數交流の周期數なり。此損失電力を渦流損 (Eddy Current loss) と稱す。

磁氣回路—磁力線の通路は已に記載せる如く輪道を爲すこと電氣回路に電流の流通すると同じ由て此通路を磁路(Magnetic Circuit)と稱す。又磁力線を作り鐵を磁化せしむる能力を起磁力 (Magnetomotive Force) と云ふ。磁路に於ける磁力線の數は起磁力の強弱に由るなれども磁路の状態に由ても異なる。此状態を磁氣抵抗(Reluctance)と云ふ。起磁力磁束及磁氣抵抗三者の關係は電氣回路に於ける起電力電流及抵抗の關係と相等し。即ち Φ を磁束とし起磁力を F とし磁氣抵抗を R とすれば

$$\Phi = \frac{F}{R} \dots \dots \dots (18)$$

磁氣抵抗も亦電氣抵抗と等しく磁路の長さに正比

例し切斷面積に逆比例す、 S を切斷面積とし l を長さとし磁路の導磁率を μ とすれば

$$R = \frac{l}{S\mu} \dots \dots \dots (19)$$

起磁力を生せしむる線輪の捲數を N とし其電流を I 「アムペア」とすれば

$$F = \frac{4\pi}{10} IN \dots \dots \dots (20)$$

由て
$$\Phi = \frac{F}{R} = \frac{\frac{4\pi}{10} IN}{\frac{l}{S\mu}}$$

$$\therefore IN = \frac{\Phi \frac{l}{S\mu}}{\frac{4\pi}{10}} \dots \dots \dots (21)$$

l を吋にて示し S を毎平方吋にして示し I を「アムペア」にて示せば

$$IN = \Phi \frac{l}{S\mu} \times 0.3132 \dots \dots \dots (22)$$

起磁力の單位をギルベルト (Gilbert) と云ひ磁氣抵抗の單位をエルステツド (Oersted) と云ふ。

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九圖に示す如く。

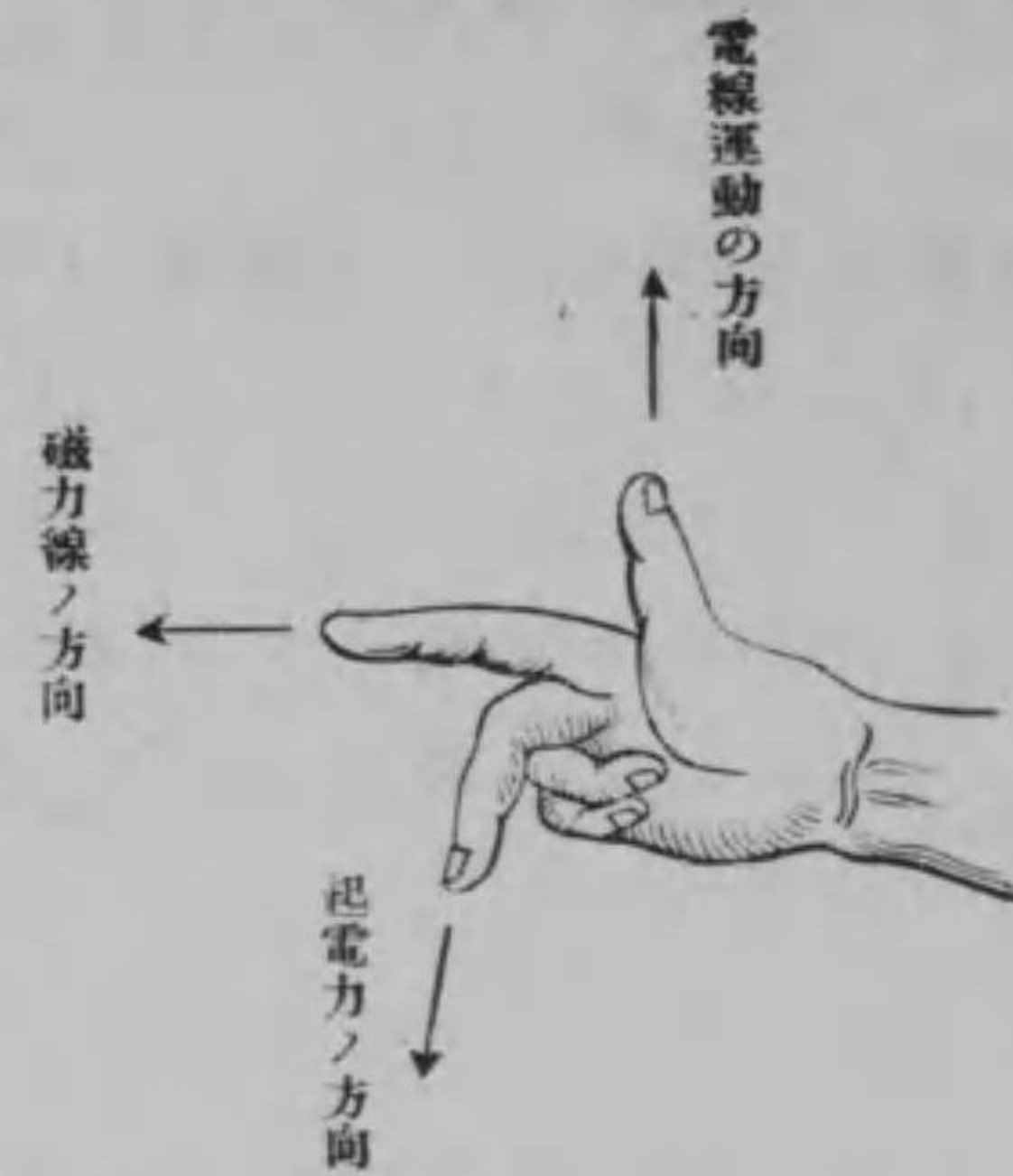
右手の拇指、食指、及中指を互に直角を爲す様擴げ拇指を電線運動の方向に、食指を磁力線の方向に向はしむれば、中指は電線に發生すべき起電力の方向を示す。此起電力を誘發起電力(Induced Electro-motive Force)と云ふ。誘發起電力の

強さは電線の磁力線を切る割合に比例し之を直角に切る時最大なり。又電線の數を増すときは是に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。誘發起電力の強さは單位時間に切る磁力線の數を以て示す。即ち1秒間にN本の磁力線を切るとせば起電力Eは

$$E = \frac{N}{t} \text{ 絶對單位}$$

にて示さる。此單位の 10^8 倍即ち電線が一秒間に 10^8 なる一億本の磁力線を切るとき之に發生する起電力

第九圖
誘發起電力と磁力線との關係



は一「ヴォルト」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。此理に基き或る電磁石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こと明かなり。是れ現代に於ける發電機(Dynamo)發電の原理にして、西曆1830年英人ファラデー氏に依り發見せられ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。

磁界内の電線に働く力—磁界中に電線を動かし起電力誘發せられ電線中に電流通ずるときは、此電流と磁力線との間に他の作用起り、電線は磁力線の方向に直角の方向に動かさる。其方向は電流及磁力線の方向に由て異なる。之亦第九圖に示すと同じ様に指を以て示すことを得。即ち食指を磁力線の方向に向け、中指を電流の方向に向けるときは、拇指は電線の動く方向即ち電線に加はる力の方向を示す。此力は磁界の強さ、電線の長さ及電流に由て異なる。磁界の強さをH「ガウス」、電線の長さをl「センチメートル」、電流をI「アムペア」とすれば、電線が受ける力は $\frac{HIl}{10}$ 「ダイン」にて示さる。

誘導作用—或る回路に電流が通じて其周囲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分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 (Self Induction) と云ふ。

回路には必ず自己誘導作用ある故電流を止むるも電流は直に消滅せず暫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暫時誘導作用に由る起電力の爲に反對の電流流れたる後オーム法則に従ふ正常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。回路に於ける電流の増減ある場合にも誘導作用あり。

自己誘導作用に由て誘發する起電力は自己誘導作用の強さと電流増減の割合とに比例す。自己誘導作

用の強さは回路の形狀及性質に由て異なる。今是を L にて示し、 t 秒間に i 「アムペア」の電流増減ありたる爲め起電力 E 「ヴォルト」誘發されたりとすれば次の關係あり。

$$E = L \times \frac{di}{dt} \text{ 「ヴォルト」} \dots \dots \dots (23)$$

L は自己誘導作用の強さを表はすものにして是を自己誘導係數 (Coefficient of Self Induction) と云ひ、其實用單位をヘンリー (Henry) と云ふ。 $\frac{di}{dt}$ が 1 なるとき E が 1 「ヴォルト」なるときは L の値一なり、即ち「ヘンリー」の自己誘導係數とは或る回路に流るゝ電流に一秒間に「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「ヴォルト」なるときの自己誘導係數を謂ふ。

「ヘンリー」の一千分一を「ミリヘンリー」 (Milli-henry) と云ふ。

「ヘンリー」は自己誘導係數の電磁單位の 10^9 倍なり。

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す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

電流を増減するか又は兩回路間の距離を變ずるときは磁力線も増減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(Mutual Induction)と云ふ。

相互誘導作用の強さは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數(Coefficient of Mutual Induction)を以てし自己誘導係數と同様に「ヘンリー」なる單位にて測る。即ち「ヘンリー」の相互誘導係數とは甲の回路に流るゝ電流に一秒間に「アンペア」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「ヴォルト」なるときの兩回路間の相互誘導係數を云ふ。

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(Condenser)と云ひ電氣を送り蓄へることを充電(Charge)すると云ふ。蓄電器を或る電源に接續するときには兩導體間に電位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位差増し故障の生ぜざる限り變化なし。今此電位差を「ヴォルト」なら

しむるに「クーロム」の電量を要したりとせば此蓄電器の蓄電容量(Capacity)を「ファラッド」(Farad)と云ふ。此實用單位は實用上餘り大なれば實際には其百萬分一なる「マイクロファラッド」(Microfarad)を用ふ。「ファラッド」は其電磁單位の 10^{-9} 倍なり。容量を C「ファラッド」にて示し電量を Q「クーロム」にて示し電位差を V「ヴォルト」にて示せば其關係は左の式にて示さる。

$$C = \frac{Q}{V} \dots \dots \dots (24)$$

蓄電器に蓄積せらるゝ容量は之に用ひらるゝ絶縁體の種類に由て異なる任意の物體を絶縁體に用ひたる場合の容量と空氣を絶縁體に用ひたる場合の容量との比を其物體の誘電率(Specific Inductive Capacity)と云ふ。誘電率は概ね一以上なれば空氣を絶縁體に有する蓄電器に於て電位差「ヴォルト」の電氣加へられ Q「クーロム」の電氣蓄積せらるゝとすれば誘電率 K を有する物體を絶縁體と爲せる蓄電器に於ける蓄電量は KQ「クーロム」なり第七表に各種絶縁體の誘電率を示す絶縁體の此くの如き誘電的性質あるに由り絶縁體は誘電體(Dielectric)とも稱せらる。蓄電器は通常パラフィンに浸して良絶縁性に成り

たる紙に錫箔を貼付したるもの數十枚乃至百枚を重ねたるものにして錫箔を一枚置に連結したる二組を蓄電器の兩板となす。錫箔の面積の大なる程又其距離近きに従ひ即ち絶縁物の薄き程容量大なれども余り薄きときは高き電位差を與へる場合に破損する虞あり。一般に此種の蓄電器は低き電位差にのみ使用せらる。錫箔の面積は容量「マイクロファラッド」のものに於ては3,600平方吋なるを適當とす。

第 七 表
誘 電 率 表

品 名	誘 電 率	品 名	誘 電 率
空 氣	1.0000	樹 脂	2.48-2.57
炭酸瓦斯	1.00036	岩 鹽	5.85
石炭瓦斯	1.0004	セレンウム	10.2
水 素	0.99997	シエラック	2.95-3.78
真空(5ミリ)	0.9985	硫 黄	2.24-3.90
紙	1.25-1.75	ビツチ	1.85
油 紙	2.4	純パラ護膜	2.2
エポナイト	1.9-3.48	含硫護膜	2.5
盤 石	6.7	アルコール	24-27
硝子(比重 2.5-4.5)	5-10	アニリン	7.5
フロント硝子	6.6-7.38	ベンゼン	2.3
クラカン硝子	6.96	コルザ油	3.07-3.14
鏡	5.8-7.57	レモン油	2.25
ガダパーチヤ	3.3-4.9	オリーブ油	3.08-3.16
石 膏	6.33	石 油	2.02-2.19
雲 母	4.6-8	テレピン油	2.15-2.28
パラフィン	1.68-2.49	ヴァセリン油	2.17
陶 器	4.38	ナゾケライト	2.13
石 英	4.49-4.55	タール	1.8

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。「オーム」の抵抗を通じて「アムペア」の電流が通じたるとき其電流が一秒間に爲したる仕事を「ジュール」(Joule)と云ひ仕事の實用單位と爲す。機械的單位「エルグ」の 10^7 倍に當る。一秒間に仕事を爲す割合を働きと云ひ其實用單位を「ワット」(Watt)と云ふ。即ち「ワット」は一秒間に 10^7 エルグ又は「ジュール」の仕事爲す働きなり。實際に用ひらるゝ働きの單位を馬力(Horsepower)と謂ふ。一馬力とは「ポンド」の重さあるものを一秒間に550呎の高きに擧げる働きにして550「フートポンド」(Foot-pound)に相當す。又一「ワット」なる働きは「ヴォルト」の起電力にて「アムペア」の電流が一秒間に爲したる仕事の働きにして此場合に「ワット」の電力が消費せられたりと稱す。今電流を「アムペア」電壓をE「ヴォルト」電力をW「ワット」にて示せば次の關係あり。

$$W = EI \dots\dots\dots(25)$$

$$E = IR \text{ なるに由り } W = I^2R \text{ 又は } W = \frac{E^2}{R} \dots\dots(26)$$

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」(Kilowatt)なる単位を用ふ。一「キロワット」は 1.34 馬力に相当し一馬力は 746「ワット」に相当す。獨逸國及佛國に用ふる一馬力とは一「キログラム」の重さのものを一秒間に 75「メートル」の高さに擧げる働きにして 736「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。一「ワット」時とは一「ワット」の電力が一時間仕事したる電力の分量にして 3,600「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 100「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して其消費する電力は幾何なりや。

$$\text{解 } E=100, R=5 \quad \therefore I = \frac{E}{R} = \frac{100}{5} = 20 \text{「アムペア」}$$

$$\text{第 25 式により } W = EI = 100 \times 20 = 2,000 \text{「ワット」}$$

$$\text{又は } W = 2 \text{「キロワット」}$$

此電流が一時間に爲す仕事は 2「キロワット」×1時間 = 2「キロワット」時即ち仕事は二「キロワット」時にして消費する電力は二「キロワット」なり。

電流の發熱作用—電流の爲したる仕事は電流の

發熱作用として導體の温度を上昇せしむべし其温度は電流及導體の抵抗に比例す其算式及單位は第二章第三項に之を詳説す。

第二章

電線

第一項 電線の種類及性状

電線の性質—電流を導く爲めに電線として使用せらるゝ金屬は次の數種とす。

- 銅線 { 軟銅線 硬銅線を焼鈍したるもの
- { 硬銅線 塊銅をロール線に引伸ばしたるもの
- { 硅銅線 銅に少量の硅素を混じたもの
- 鐵線 { 亞鉛鍍鐵線
- { 亞鉛鍍鋼鐵線

アルミニウム線

是等の電線には單線と撚線との別及裸線と被覆せる線との別あり。銅線は電燈・電力及電話等の回路に用ひられ、硅銅線は扯斷力大なる爲め架空線路に於て電柱間の距離長き場所に使用せらる。鐵線は重に電信線又は電話線に用ひらるゝも、近來特別の場合に於て電燈線路に用ひらるゝことあり、其他電

柱の支線保護線又は地線等の雜用に用ひらる。鋼鐵線は硅銅線と同様に扯斷力大なる爲め柱間距離大なる場所に用ひらる。アルミニウム線は長距離電力線路に銅線と同じ目的に用ひらる。

以上諸金屬の外にニッケル・マンガニース洋銀又は其他の特種合金なるマンガニン・ニッケリン等は抵抗大なる爲め抵抗線として用ひらる。

線番號—回路に使用せらるゝ電線には大小種類多く、之を稱呼するに其直徑又は切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、之を線番號(Wire-gauge)と云ふ。線番號に數種あり、其中實際重に使用せらるゝものを次の三種とす。

英國スタンダード線番號 此略記號 S. W. G

英國バーミンガム線番號 此略記號 B. W. G

米國ブラウン・エンド・シャープ線番號

此略記號 B. S

右三種の線番號に對する電線の直徑及切斷面積は第八表に示すが如し、表中「サーキュラーミル」とは電線の直徑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次の如し。

電線の直徑を d 「ミル」とすれば切斷面積は

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

之を「サーキュラーミル」にて示せば d^2 なり

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」 $\times 0.7854$

電線の性狀—銅線鐵線及アルミニウム線は各其性狀を異にし、従て其抵抗及重量異なるを以て使用者の便利の爲に各線番號に對する抵抗表及重量表編成せらる。第八表は銅線の抵抗及重量表、第九表は銅線鐵線及アルミニウム線の性狀表、第十表は鐵線の抵抗及重量表、第十一表はアルミニウム線の抵抗及重量表なり。

硬銅線は軟銅線より扯斷力大なれども、導電率は小にして軟銅線の97%乃至98%なり。一般に電線は小なるに従ひ導電率減少す。硅銅線は銅線と其外觀異なることなきも扯斷力甚だ大なり。硅素の含有量多きに従ひ扯斷力は増し導電率は減少す。今硬銅線

の直徑一「ミル」長一呎の攝氏零度に於ける抵抗 9.78 「オーム」なるものを導電率100%と假定し、之に比較して硅銅線の導電率と扯斷力との割合の一例を擧ぐれば次の如し。

導電率	扯斷力(每平方吋の「ポンド」)
97.8%	64,000
61.5%	63,600
28.2%	107,000
14.4%	143,000

一般に電線の毎平方吋の扯斷力は電線の小なるに従ひ増す。電線の導電率はマッシーゼン(Matthiesen)氏の試験せる銅の導電率を100として表はすことを一般の方法とす。マッシーゼン標準とは重量一「グラム」長さ一「メートル」の一様な切斷面積を有する純軟銅線(比重 8.89)の抵抗攝氏零度に於て 0.141729 「オーム」なるものを云ふ。其特有抵抗は 1.594 「マイクロオーム」なり。此銅は當時純粹なりと稱せられしも現今に至りて精練法發達して此標準以上の導電率を有する銅製出せられ、最近米國標準局の試験に依れば平均の導電率100.07に達せりと云ふ。

第八表 (本表に於ける銅線の抵抗は導 (電率100%に對するものなり))

甲 S. W. G. 線番號 銅線 表

線番號	直徑		切斷面積 平方吋	平方ミル メートル	重量 「オンス」毎 一千呎の	抵抗(華 氏00度) 一千呎の オーム	扯斷力「オンス」		伸長率 100%にて
	吋	ミル					軟銅線	硬銅線	
7/0	.500	12.700	.1963	126.672	756.67	.....	.....	.....	.....
6/0	.464	11.785	.1691	109.090	651.67	.....	.....	.....	.....
5/0	.432	10.972	.1466	94.560	564.67	.....	.....	.....	.....
4/0	.400	10.16	.1257	81.07	483.33	.06378	6,530	2.6	38
3/0	.372	9.45	.1087	70.12	416.67	.07374	5,760	2.6	38
2/0	.348	8.84	.0951	61.36	366.67	.08427	5,140	2.4	38
0	.324	8.23	.0824	53.19	317.67	.09720	4,540	2.3	38
1	.300	7.62	.0727	45.60	272.33	.1134	3,890	2.3	38
2	.276	7.01	.0598	38.60	230.33	.1340	3,200	2.1	37
3	.252	6.40	.0499	32.18	192.00	.1607	2,820	2.0	37
4	.232	5.89	.0423	27.23	162.67	.1896	2,430	2.0	37
5	.212	5.38	.0353	22.77	136.33	.2270	2,070	1.9	37
6	.192	4.88	.0289	18.68	111.67	.2768	1,720	1.8	37
7	.176	4.47	.0243	15.70	93.67	.3294	1,450	1.7	37
8	.160	4.06	.0201	12.97	77.33	.3986	1,220	1.6	37
9	.144	3.66	.0163	10.51	62.67	.4922	1,020	1.5	37
10	.128	3.25	.0129	8.30	49.67	.6228	817	1.4	36

11	.116	2.95	13,456	.0106	6.82	40.67	4,898	.7584	682	360	1.4	36
12	.104	2.64	10,816	.0085	5.48	32.83	3,937	.9436	548	290	1.3	36
13	.092	2.34	8,464	.0066	4.29	25.60	3,081	1,206	435	226	1.2	36
14	.080	2.03	6,400	.0051	3.24	19.37	2,330	1,595	334	170	1.0	35
15	.072	1.83	5,184	.0041	2.43	15.70	1,887	1,968	271	143	1.0	35
16	.064	1.63	4,096	.0032	2.08	12.40	1,491	2,491	216	113	.9	35
17	.056	1.42	3,136	.0025	1.58	9.50	1,142	3,254	166	80	.8	35
18	.048	1.22	2,304	.0018	1.17	6.97	838.7	4,429	123	67	.8	35
19	.040	1.016	1,000	.0013	.811	4.83	582.4	6,378	85	47	.7	34
20	.036	.914	1,269	.0010	.637	3.93	471.8	7,874	69	38	.7	34
21	.032	.813	1,024	.0008	.519	3.10	372.8	9,965	.....	.....	.....	.....
22	.028	.711	784	.0006	.397	2.37	285.4	13.02	.....	.....	.....	.....
23	.024	.610	576	.00045	.291	1.73	209.7	17.72	.....	.....	.....	.....
24	.022	.559	484	.00038	.245	1.46	176.2	21.68	.....	.....	.....	.....
25	.020	.508	400	.00031	.203	1.21	145.6	25.51	.....	.....	.....	.....
26	.018	.4572	324	.00025	.164	0.98	117.9	31.50	.....	.....	.....	.....
27	.0164	.4166	269	.00021	.136	0.814	98.23	37.94	.....	.....	.....	.....
28	.0148	.3759	219	.00017	.111	0.663	79.73	46.59	.....	.....	.....	.....
29	.0136	.3454	185	.00015	.0937	0.560	67.33	55.18	.....	.....	.....	.....
30	.0124	.3150	153.8	.00012	.0779	0.465	55.97	66.38	.....	.....	.....	.....
31	.0116	.2940	134.0	.000100	.0682	0.407	48.93	75.84	.....	.....	.....	.....
32	.0108	.2743	116.6	.000092	.0591	0.353	42.46	87.50	.....	.....	.....	.....
33	.0100	.2540	100	.000076	.0570	0.303	36.40	103.04	.....	.....	.....	.....
34	.0092	.2337	84.6	.000066	.0429	0.256	30.81	121.74	.....	.....	.....	.....
35	.0084	.2134	70.5	.000055	.0358	0.213	25.69	146.03	.....	.....	.....	.....
36	.0076	.193	57.7	.000045	.0293	0.175	21.02	178.38	.....	.....	.....	.....

第 八 表

B. W. G. 線番號 鋼 線 表

線番號	直 徑		切 斷 面 積		重 量		抵抗(華氏100度) 一吋の鋼線	扯 斷 力		伸 長 率	
	吋	ミリメートル	平方吋	平方ミリメートル	一吋の鋼線	一吋の鋼線		硬鋼線	軟鋼線	硬鋼線	軟鋼線
0000	.454	11.53	.0444	623.84	75.030	8,260	5,260	2.7	38		
000	.425	10.79	.0425	549.75	65.751	7,380	4,610	2.7	38		
00	.386	9.65	.0386	437.08	52.564	6,010	3,740	2.6	38		
0	.340	8.63	.0340	349.90	42.680	4,900	3,000	2.4	38		
1	.300	7.62	.0300	272.41	32.792	3,890	2,330	2.3	38		
2	.284	7.21	.0284	244.13	29.552	3,480	2,100	2.1	37		
3	.225	6.58	.0225	203.04	24.419	2,980	1,790	2.1	37		
4	.189	6.04	.0189	171.46	20.619	2,560	1,510	2.0	37		
5	.180	5.59	.0180	146.50	17.618	2,220	1,290	1.9	37		
6	.165	5.16	.0165	124.73	15.001	1,890	1,100	1.8	37		
7	.148	4.57	.0148	98.070	11.794	1,510	865	1.7	37		
8	.134	4.19	.0134	82.405	9.911	1,320	727	1.7	37		
9	.120	3.76	.0120	66.299	7.973	1,080	585	1.6	36		
10	.109	3.40	.0109	54.349	6.536	881	480	1.5	36		
11	.095	3.05	.0095	43.581	5.242	718	385	1.4	36		
12	.083	2.77	.0083	35.961	4.325	602	317	1.3	36		
13	.072	2.41	.0072	27.318	3.285	464	240	1.2	36		

14	.058	2.11	.0058	6,880	20,853	2,597	1,481	360	184	1.1	36
15	.052	1.83	.0052	5,184	15,693	1,887	1,968	271	143	1.0	35
16	.045	1.65	.0045	4,225	12,789	1,538	2,415	222	116	.9	35
17	.038	1.47	.0038	3,364	10,182	1,225	3,034	178	95	.9	35
18	.032	1.24	.0032	2,401	7,2678	874.0	4,250	128	70	.8	35
19	.028	1.07	.0028	1,704	5,3396	642.1	5,785	94	51	.7	34
20	.025	.90	.0025	1,225	3,7079	445.9	8,331	66	35	.7	34
21	.022	.81	.0022	1,024	3,0995	372.8	9,965	.....	.....	.....	.....
22	.020	.71	.0020	784	2,3730	285.4	13,02	.....	.....	.....	.....
23	.018	.63	.0018	625	1,8017	227.5	16,33	.....	.....	.....	.....
24	.016	.56	.0016	484	1,4650	176.2	21,08	.....	.....	.....	.....
25	.014	.51	.0014	400	1,2107	145.6	25,51	.....	.....	.....	.....
26	.012	.46	.0012	324	.98070	117.9	31,50	.....	.....	.....	.....
27	.010	.41	.0010	256	.77487	93.19	39,87	.....	.....	.....	.....
28	.008	.36	.0008	196	.59320	71.35	52,66	.....	.....	.....	.....
29	.007	.33	.0007	169	.51153	61.51	60,38	.....	.....	.....	.....
30	.006	.30	.0006	144	.43586	52.42	70,86	.....	.....	.....	.....
31	.005	.25	.0005	100	.30267	36.40	102.04	.....	.....	.....	.....
32	.004	.23	.0004	81	.24518	29.49	127.33	.....	.....	.....	.....
33	.003	.20	.0003	64	.19373	23.30	161.17	.....	.....	.....	.....
34	.002	.18	.0002	49	.14832	17.84	210.28	.....	.....	.....	.....
35	.001	.13	.0001	25	.07585	9.10	412.16	.....	.....	.....	.....
36	.000	.10	.0000	16	.04848	5.820	643.99	.....	.....	.....	.....

第八卷 丙

B. S. 線管鋼線表

線番號	直徑		切斷面積		重量 「キント」毎 「千尺」の	抵抗(華 氏60度) 「キント」 「千尺」の	社「キント」		伸長率 10%に於て	
	時	ミリメートル	平方キムル	平方メートル			硬鋼線	軟鋼線	硬鋼線	軟鋼線
0000	.4600	11.68	211,600.	.166	640.51	.04823	8,476	4,986	2.7	38
000	.4096	10.38	167,800.	.132	507.06	.06071	6,836	3,960	2.6	38
00	.3648	9.27	133,079.	.105	402.81	.07600	5,546	3,243	2.4	38
0	.3249	8.25	105,534.	.0829	310.44	.09661	4,480	2,572	2.3	38
1	.2893	7.34	83,694.	.0657	253.33	.1222	3,608	2,034	2.1	38
2	.2576	6.54	66,373.	.0521	200.91	.1533	2,912	1,621	2.0	37
3	.2294	5.82	52,634.	.0413	150.31	.1946	2,335	1,318	1.9	37
4	.2043	5.18	41,743.	.0328	126.35	.2452	1,889	1,046	1.8	37
5	.1819	4.61	33,102.	.0260	100.20	.3081	1,530	832	1.7	37
6	.1620	4.11	26,250.	.0206	79.471	.3888	1,233	659	1.6	37
7	.1443	3.66	20,820.	.0164	63.008	.4922	990	538	1.5	36
8	.1285	3.26	16,510.	.0130	49.973	.6228	797	426	1.4	36
9	.1144	2.90	13,090.	.0103	39.633	.7852	641	339	1.3	36
10	.1019	2.58	10,384.	.00815	31.422	.9808	521	278	1.2	36
11	.0907	2.30	8,234.	.00647	24.923	1.232	421	221	1.1	36
12	.0808	2.05	6,530.	.00513	19.765	1.555	339	175	1.0	36
13	.0719	1.82	5,179.	.00407	15.675	1.968	271	142	.9	35

14	.0641	1.62	4,107.	.00323	12,439	1,491.	2,491	216	113	.9	35
15	.0571	1.41	3,257.	.00256	9,8577	1,183.	3,141	172	89	.8	35
16	.0508	1.29	2,583.	.00203	7,8173	946.8	3,023	138	71	.8	35
17	.0452	1.14	2,048.	.00161	6,1095	737.1	5,039	108	57	.7	34
18	.0403	1.02	1,624.	.00128	4,9168	582.4	6,378	86	45	.7	34
19	.0359	.898	1,288.	.00101	3,8898	471.8	7,874	70	37	.7	34
20	.0319	.811	1,022.	.000802	3,0919	372.8	9,065	55	29	.7	34
21	.0284	.722	810.1	.000636	1,4520	295.7	12.56	.....	.....	.....	.....
22	.0253	.613	642.5	.000504	1,9447	232.9	15.94	.....	.....	.....	.....
23	.0226	.573	509.5	.000400	2,5420	185.9	19.98	.....	.....	.....	.....
24	.0201	.510	404.1	.000317	1,2229	147.1	25.26	.....	.....	.....	.....
25	.0179	.454	320.4	.000252	.96988	116.6	31.85	.....	.....	.....	.....
26	.0156	.406	254.1	.000200	.76908	92.2	40.36	.....	.....	.....	.....
27	.0142	.361	201.5	.000158	.60089	73.41	50.61	.....	.....	.....	.....
28	.0126	.315	159.8	.000126	.48366	57.78	64.28	.....	.....	.....	.....
29	.0112	.284	126.7	.000100	.38356	46.48	79.92	.....	.....	.....	.....
30	.0100	.254	100.5	.0000789	.30420	36.40	102.04	.....	.....	.....	.....
31	.0089	.226	79.7	.0000626	.24128	28.84	129.70	.....	.....	.....	.....
32	.0079	.201	63.20	.0000496	.19131	22.82	164.61	.....	.....	.....	.....
33	.0071	.181	50.13	.0000394	.15173	18.35	203.84	.....	.....	.....	.....
34	.0063	.160	39.75	.0000312	.12085	14.44	258.79	.....	.....	.....	.....
35	.0056	.142	31.53	.0000248	.09539	11.42	326.98	.....	.....	.....	.....
36	.0050	.127	25.00	.0000196	.07567	9.10	412.16	.....	.....	.....	.....

第 九 表
銅線鐵線及びアルミニウム線の性状表

	軟銅線	硬銅線	亞鉛鍍線	亞鉛鍍鐵線	アルミニウム線
導電率(マツシーセン標準100).....	100	98	16.8	12.2	62
比重(攝氏二十度)	8.89	8.94	7.8	7.85	2.68
一立方呎の重量(ポンド).....	555	558	487	490	167
扯斷力(毎平方吋に於けるポンド).....	23,000	55,000	55,000	68,000	26,000
彈性率(毎平方吋に於けるポンド).....	16,000,000	16,000,000	26,000,000	30,000,000	9,000,000
膨脹率(華氏一度に付き).....	0.0000095	0.0000095	0.000067	0.000067	0.0000128
融解點(華氏).....	1920	1920	2910	2685	1157
比熱(とほ一ポンドを攝氏一度熱するに要するワット秒数を謂ふ).....	176	176	209	209	402
特有抵抗(攝氏零度に於て一立方センチメートルのマイクログラム).....	1.594	1.626	9.5	13.1	2.571
攝氏二十度に於て長さ一哩の抵抗(オーム).....	54,600 C.M.	55,700 C.M.	332,000 C.M.	458,000 C.M.	88,200 C.M.
抵抗の溫度係數(攝氏).....	.0042	.0042	.005	.005	.004
抵抗の溫度係數(華氏).....	.00233	.00233	.0028	.0028	.0022

銅線の溫度係數は精密に云へば其導電率と最初の溫度とによつて異なる。即ち導電率に正比例し最初の溫度低きに從ひ増す。實際に於て稍正確なる平均の溫度係數は次に示す如し。

銅線の種類	導電率	最初の溫度		
		攝氏零度の時 x_0	攝氏20度の時 x_{20}	攝氏25度の時 x_{25}
軟銅線	100%	0.00428	0.00394	0.00386
硬銅線	97.3%	0.00415	0.00383	0.00376

最初の溫度が此表以外の溫度なるときは夫に近き溫度の溫度係數を用ふべし。例へば18°なるときは20度の α_{20} を用ひ、5度なるときは零度の α_0 を用ふるものとす。又導電率異なるものには夫に正比例して溫度係數を算出するものとす。例へば98%の銅線の α_0 は $\frac{98 \times 0.00428}{100} = 0.00419$ なり。

市場に在る鐵線は三種類あり第一にE.B.B(Extra Best Best)と稱するものは導電率最も高きものにして一哩「オーム」の重量凡そ 4,600-5,100「ポンド」なり。最も品質良く余り硬質ならざるものなり。第二にB.B(Best Best)と稱するものはE.B.B.に次ぐものにして一哩「オーム」の重量 5,500-5,800「ポンド」なり。此線は重に電信線電話線に用ひらる。第三のB(Best)と稱するものは品質最も劣るものにして一哩「オーム」の重量凡そ 6,500「ポンド」最も硬質のものなり。

鋼鐵線は導電率最も低きも扯斷力大にして硬銅線より廉價なるに由り架空線に大なる扯斷力を要する場合にのみ使用せらる。

アルミニウム線は重量の比較的軽きと扯斷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れるが之れを銅線に比するに

第九表に示すが如く其性状の異なること次の如し。

(一) 銅は同容量の「アルミニウム」に比し3.332倍重し。

第十表
鉄線の重量及抵抗表
(アメリカン鉄鋼會社)

S.W.G.	直徑 「ミル」	重 「ポンド」		扯断力 「ポンド」			抵抗 攝氏20度にて一哩の 「オーム」		
		一千呎	一哩	E.B.B.	B. B.	鋼線	E.B.B.	P.B.	鋼線
0	340	313	1,655	4,138	4,634	4,965	2.84	3.38	3.93
1	300	244	1,289	3,223	3,609	3,867	3.65	4.34	5.04
2	284	218	1,155	2,888	3,234	3,465	4.07	4.85	5.63
3	259	182	960	2,400	2,685	2,880	4.90	5.83	6.77
4	238	153	811	2,028	2,271	2,433	5.80	6.91	8.01
5	220	131	693	1,732	1,940	2,079	6.78	8.08	9.38
6	203	112	590	1,475	1,652	1,770	7.97	9.49	11.02
7	180	87	463	1,158	1,296	1,389	10.15	12.10	14.04
8	165	74	390	975	1,092	1,170	12.50	14.36	16.71
9	148	60	314	785	879	942	14.07	17.84	20.70
10	134	49	258	645	722	774	18.22	21.71	25.29
11	120	39	206	515	577	618	22.82	27.19	31.55
12	100	32	170	425	470	510	27.65	32.94	38.23
13	95	25	129	310	347	372	37.90	45.16	52.41
14	83	19	99	247	277	297	47.48	56.56	65.66
15	72	14	74	185	207	222	63.52	75.68	87.84
16	65	11	61	152	171	183	77.05	91.80	106.55

(二) 銅の導電率を100とすればアルミニウムは約62にして銅線と同一のコンダクタンス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1.6倍大にして直徑1.26倍大なるを要す。例令「アルミニウム」線の B.S. 一番線相當のものは銅線の B.S. 三番に相當し二番相當のものは四番に當る。

(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1.6倍大なるも重量は四割八分に過ぎず即ち同一コンダクタンス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 100×8.94 (銅の比重) = 894 銅の重量
 160×2.68 (アルミニウムの比重) = 428.8 アルミニウムの重量由て $\frac{428.8}{894} = 0.48$

第十一表
アルミニウム線の抵抗及重量表

S. W. G.	一哩の重量 「ポンド」	一千呎の抵抗 「オーム」	S. W. G.	一哩の重量 「ポンド」	一千呎の抵抗 「オーム」
000000	1018.3	.0781	16	19.76	4.1080
00000	891.46	.0901	17	15.67	5.3656
0000	764.35	.1051	18	10.94	7.3032
000	661.11	.1216	19	7.814	10.5166
00	578.49	.1389	20	6.199	12.9826
0	507.83	.1603	21	4.916	16.4303
1	429.92	.1869	22	3.733	21.4615
2	336.71	.2209	23	2.737	29.2132
3	304.12	.2650	24	2.451	34.7655
4	253.28	.3126	25	1.944	42.0667
5	214.69	.3744	26	1.542	51.9337
6	176.07	.4504	27	1.223	62.5614
7	147.98	.542	28	1.034	76.8207
8	126.35	.6567	29	.8838	90.9744
9	99.14	.8115	30	.7300	109.4346
10	79.46	1.0270	31	.6429	125.0485
11	62.99	1.2505	32	.5535	144.2511
12	48.71	1.5557	33	.4777	168.2670
13	39.63	1.9879	34	.4038	198.7920
14	31.43	2.6291	35	.3345	238.4745
15	24.83	3.2430	36	.2760	291.3240

抵抗線一回路に抵抗として使用せらるる電線は次に示す性質を有することを要す。

- (一) 廉價に容易に得らるべきこと。
- (二) 扯断力強きこと。
- (三) 特有抵抗の不変にして大なること。
- (四) 抵抗の温度係数の低きこと。
- (五) 大氣中に於て腐蝕し易からざること。是等の性質を完全に備ふる電線なし。通常抵抗として使用せらるる線の特有抵抗及安全電流(次項に記載す)を第12表に記載す。

第十二表 (甲)
抵抗線表

品名	一立方呎の特有抵抗 [マイクログラム]	銅の抵抗を一として の抵抗倍	銅の安全電流に 比する倍
コンスタンタン	19.7	30.8	.18
洋銀	8.2	13	.28
"	11.8	18.5	.232
鐵	3.94	6.2	.4
"	4.7	7.4	.37
クルツピン	33.5	52.6	.14
マンガン銅	41.8	62	.13
マンガン	18.4	25	.2
ニッケリン	13.1	20	.225
"	17.2	27	.190
ニッケル鋼	11.4	18	.235
"	29.5	46.5	.15
プラチノイド	12.8	20	.225
"	20.1	31	.18
レチスタン	18.6	30	.183
"	39.4	62	.13

第十二表 (乙)
合金及抵抗線の導電率表
但し硬銀の導電率を100とす

品名	導電率	品名	導電率
銀銅等分の合金	97.22	プラチノイド	5.01
真鍮(35%の亜鉛を含む)	21.5	マンガン	3.48
金銀等分の合金	16.1	コンスタンタン	3.27
洋銀	5.44	レチスタン	2.8

マンガン(Manganin)は銅マンガニース及ニッケルの合金にして抵抗の温度係数最も少く抵抗殆んど不変なれば抵抗線として最も適するなり。

コンスタンタン(Constantan)はニッケル40%及銅60%の合金にして攝氏300度の熱に耐へ抵抗の不変。温度係数の少きことマンガンと同様にして之をヴェニス塗りになすときは酸化作用を受けざるなり。

クルツピン(Kruppin)も亦同様の抵抗線にして温度係数僅かに.0077に過ぎず。

洋銀線及鐵線は以上三種の抵抗線に比するときは抵抗線としての性質は劣れども廉價なる爲め最も多く使用せらる。洋銀の性状は次の如し。

- 比重.....8.5
- 一立方呎の重量.....530「ポンド」
- 一「ミル、フート」の抵抗.....125.9「オーム」

特有抵抗 第12表に示す通り
 第13表にニッケル、マンガニン及プラチノイド三抵抗
 線の抵抗を示す。

第 十 三 表
 抵抗線の抵抗表

線 番 號 S. W. G.	直 徑 ミリメートル	1,00「ヤード」の抵抗(概略) 「オーム」		
		ニッケル	マンガニン	プラチノイド
8	4.064	15.93	29.8	28.85
10	3.251	24.89	46.7	45.08
12	2.642	37.70	70.7	68.29
14	2.032	63.72	119.6	115.42
16	1.620	99.56	186.2	180.34
18	1.210	176.99	332.0	320.60
19	1.010	254.87	478.2	461.66
20	.914	314.66	590.5	569.95
21	.813	398.25	747.5	721.37
22	.711	520.16	976.25	942.19
23	.610	707.08	1,328.25	1,282.39
24	.559	843.58	1,581.0	1,526.18
25	.508	1,019.50	1,913.25	1,846.66
26	.457	1,258.00	2,362.0	2,279.81
27	.417	1,516.20	2,845.0	2,746.44
28	.376	1,851.7	3,495.0	3,372.20
30	.315	2,652.1	4,977.0	4,803.98
32	.274	3,496.2	6,562.0	6,332.90
34	.234	4,818.1	9,042.0	8,727.12
36	.193	7,060.3	13,250.0	12,789.64
38	.152	11,327.	21,257	20,518.56
40	.122	17,699.	33,200	32,060.16
42	.102	25,487	48,825	46,166
44	.081	39,825	74,700	72,136
46	.061	70,798	132,825	128,239

撚線 取扱上便利の爲めと使用の目的とに由て
 電線を二本以上撚合せたる線を使用することあり。
 之を撚線(Strand Wire)又はケーブル(Cable)と云ふ。
 撚り合せの電線の數量は撚り合せの上成るべく圓
 形ならしむるが爲めに次の數種を通常とす。

第 十 四 表
 撚銅線の抵抗及重量表

撚線數 線番號 B. S.	一千呎の 抵 抗 華氏60度	一千呎の 重 量 「ポンド」	撚 線 直 徑 「ミル」	撚 線 切 斷 面 積 「サークユラーレル」	近 似 單 線	
					線番號	サークユラーレル
7-18	0.9444	34.349	120	11,200	B.S. 10	10,404
7-17	0.7462	43.347	135	14,175	" 9	12,996
7-16	0.5809	55.612	153	18,207	" 8	16,384
7-15	0.4650	69.519	171	22,743	" 7	20,736
7-14	0.3688	87.783	192	28,672	" 6	26,244
7-13	0.2914	110.956	216	36,288	" 5	33,124
7-12	0.2291	140.396	243	45,927	" 4	41,616
7-11	0.1814	177.200	273	57,967	" 3	52,441
7-10	0.1445	222.725	306	72,828	" 2	66,564
7-9	0.1157	278.337	342	90,972	" 1	83,521
7-8	0.0917	350.856	384	114,688	" 0	105,625
19-18	0.3483	93.336	200	30,400	B.S. 5	33,124
19-17	0.2752	117.784	225	38,475	" 4	41,616
19-16	0.2142	151.113	255	49,419	" 3	52,441
19-15	0.1715	188.901	285	61,731	" 2	66,564
19-14	0.1360	238.529	320	77,824	" 1	83,521
19-13	0.1075	300.535	360	98,496	" 0	105,625
19-12	0.08449	381.492	405	124,659	" 00	133,225
19-11	0.06692	481.498	455	157,339	" 000	168,100
19-10	0.05330	605.202	510	197,676	" 0000	211,600
19-9	0.04266	756.315	560	246,924		
19-8	0.03384	953.366	640	311,296		
37-18	0.1789	181.815	280	59,200	B.S. 2	66,564
37-17	0.1414	232.811	315	74,925	" 1	83,521
37-16	0.1100	294.364	357	96,237	" 0	105,625
37-15	0.08809	367.974	399	120,213	" 00	133,225
37-14	0.06988	464.648	448	151,552	" 000	168,100
37-13	0.05522	587.306	504	191,808	" 0000	211,600
37-12	0.04340	743.137	567	242,757		
37-11	0.03438	937.944	637	306,397		
37-10	0.02738	1178.917	714	384,948		
37-9	0.02191	1473.282	798	480,852		
37-8	0.01738	1857.131	896	606,208		
61-18	0.1085	299.788	360	97,000	B.S. 0	105,562
61-17	0.08576	378.816	405	123,525	" 00	133,225
61-16	0.06676	485.365	459	158,661	" 000	168,100
61-15	0.05344	606.737	513	198,189	" 0000	211,600
61-14	0.04239	766.139	576	249,856		
61-13	0.03350	968.385	649	316,224		
61-12	0.02633	1225.328	729	400,221		
61-11	0.02085	1546.538	819	505,141		
61-10	0.01661	1943.869	919	634,644		
61-9	0.01329	2429.234	1026	791,766		
61-8	0.01054	3062.147	1152	999,424		

第十五表

アルミニウム燃線の抵抗及重量表

サーキュラ ーミル及 B. S.	直 徑 (吋)	切 斷 面 積 (平方吋)	一 千 呎 の 重 量 [ポンド]	一 哩 の 重 量 [ポンド]	一 千 呎 の 抵 抗 [オーム]	一 哩 の 抵 抗 [オーム]	弾 性 限 度 (ポンド)	扯 斷 力 (ポンド)
1,000,000	1.15	.7870	920	4,858	.01695	.08950	10,995	20,420
950,000	1.12	.7470	874	4,617	.01784	.09420	10,440	19,400
900,000	1.09	.7075	828	4,374	.01883	.09942	9,900	18,380
850,000	1.06	.6680	782	4,131	.01994	.10529	9,350	17,360
800,000	1.03	.6290	736	3,888	.02119	.11188	8,800	16,340
750,000	1.00	.5890	690	3,645	.02260	.11933	8,230	15,320
700,000	.96	.5500	644	3,402	.02421	.12782	7,700	14,300
650,000	.93	.5120	598	3,159	.02608	.13770	7,150	13,270
600,000	.89	.4720	552	2,916	.02825	.14917	6,600	12,250
550,000	.85	.4330	506	2,673	.03082	.16275	6,050	11,230
500,000	.81	.3930	460	2,430	.03300	.17900	5,500	10,210
450,000	.77	.3540	414	2,187	.03766	.19884	4,950	9,190
400,000	.73	.3141	368	1,944	.04237	.22370	4,400	8,170
350,000	.68	.2750	322	1,701	.04843	.25570	3,850	7,150
300,000	.63	.2360	276	1,458	.05652	.29830	3,300	6,130
250,000	.58	.1965	230	1,215	.06780	.35800	2,750	5,110
0000	.54	.1661	194.7	1,028	.08010	.42290	2,330	4,320
000	.47	.1317	154.4	816	.10100	.53315	1,850	3,430
00	.42	.1045	122.4	647	.12740	.67270	1,460	2,720
0	.37	.0829	97.1	513	.16050	.84740	960	2,150
1	.33	.0657	77.0	407	.20250	1.0692	920	1,710
2	.30	.0521	61.0	323	.25540	1.3486	730	1,355
3	.26	.0413	48.5	256	.32200	1.7002	579	1,075
4	.23	.0327	38.5	203	.40600	2.1438	450	852

抵抗は華氏七十五度に於けるものなり

3. 7. 12. 19. 37. 61. 91. 127. 169. 217

第14表に燃銅線の抵抗及重量を示し第15表にアルミニウム燃線の抵抗及重量を示す。第16表に燃線と心線との直径重量及抵抗の關係を示す。

第十六表

(甲) 燃線の抵抗		(乙) 燃線の重量		(丙) 燃線の直径	
心線數	心線の抵抗に乘すべき係數	心線數	心線の重量に乘すべき係數	心線數	心線一本の直径に乘すべき係數
3	.33742	3	3.03678	3	2 $\frac{1}{2}$
4	.25306	4	4.04904	7	3
7	.14436	7	7.07356	12	4 $\frac{1}{4}$
12	.08436	12	12.1471	19	5
				37	7
				61	9
19	.05324	19	19.2207	91	11
37	.02735	37	37.4414	129	13
61	.01659	61	61.7356	196	15
91	.01412	91	92.1034	212	16 $\frac{1}{2}$
				217	17

第二項 被覆電線

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覆線の種類甚だ多し。

木綿被覆線—東京線と稱する木綿被覆線は電壓500「ヴォルト」以下の電流が通ず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心線に電流流通中被覆物に觸れて危険なきものたるを要す。

被覆絶縁の程度に二種ありて電氣工事規程細則第

76條乃至第78條に次の如く規定せらる。

第一種絶縁電線は電線を品質善良且強靱なる撚綿絲其他之と同等以上の物質を以て一回緊密に編組し且黑色の絶縁性耐水質混和物を十分に滲透し其表面を平滑ならしめたるものにして其被覆物の厚さ30〔ミル〕以上のもの又は之と同等以上の效力を有するものとす。

第二種絶縁電線は電線を品質不良且強靱なる撚綿絲其他之と同等以上の物質を以て二回緊密に編組し且黑色の絶縁性耐水質混和物を十分に滲透し其表面を平滑ならしめたるものにして其被覆物の厚さ60〔ミル〕以上のもの又は之と同等以上の效力を有するものとす。

第一種及第二種絶縁電線は左の各號の試験に適合するものとす。

- 一. 供試線を白色艶紙上に載せ攝氏60度の空氣中に30分間放置するも紙面上に油狀の班點を印せざること
- 二. 供試線を攝氏零下15度の生寒劑中に20分間浸漬するも混和物は其表面に罅裂を生ぜざること。
- 三. ビー.エス.四番以下の電線に在りては攝氏10度

乃至30度の溫度に於て之を其仕上り外徑の三倍の直徑を有する圓壘上に緊密に十回以上纏捲するも其編組被覆物に異狀なく混和物は粉末狀を呈せず且離脱せざること。

木綿被覆線は濕氣ある場所蒸氣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險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 (Indiarubber Covered Wire). を使用するを可とす。護謨被覆線を使用するも歲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依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。

護謨被覆線及ケーブル—護謨被覆線の被覆方法及被覆材料は製造所に由て異りて種類甚だ多く又是を使用する回路の電壓及び使用場所に從て品質を異にす。護謨被覆線に於ても心線を撚りてケーブルとな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爲したるものあり。總て是等電線の品質は其絶縁抵抗 (Insulation Resistance) に依り區別し其高きもの

を良好なるものとす。絶縁抵抗とは其心線と被覆物の間に100「ヴォルト」以上の電圧を加へて心線被覆物間に流るゝ電流と電圧とより算出したる心線及被覆物間の抵抗を謂ふ。然れども一汎に心線と外被との間に交番電圧を加へて異状なく耐へ得る時間と電圧とを以て絶縁の程度を示す。此方法に依るものを絶縁耐力(Dielectric Strength)と云ふ。

護謨線には一様に錫鍍金したる銅線を心線とし二三種の護謨にて被覆す。護謨の成分及性質は一定なるものに非ず。通常のものは純粹なる護謨即ちパララッパ―(para Rubber)に種々の絶縁物を混じて作りたるものにして其良否はパララッパ―の含有量に由て判定せらる。高壓回路に使用する護謨線に於てはパララッパ―の含有量を30%となす。此品位の護謨は一平方時に付き700乃至800「ポンド」の張力に耐へ其長さを二倍乃至三倍に伸長するも再び元の長さの125%前後に復するを得るものなり。護謨の上を更に含硫綿絲を用ひて編組し表面を滑澤ならしむ。護謨線は可撓性に富み其直徑の五倍の徑に曲ぐるも差支なし。従て其布設又は取扱中に可なり少なる曲線に曲ぐるも其絶縁耐力の減することなし。

護謨被覆線は電氣工作物規程細則第79條及第80條に第三種及第四種絶縁電線として次の如く規定せらる。

第三種絶縁電線は電線を純護謨20%以上を含有する品質均一なる護謨混合物を以て4「ミル」以上の厚さに被覆し更に20「ミル」以上の綿絲又は之と同等以上の物質を以て緊密に編組し且黑色の絶縁性耐水質混合物を十分に滲透し其表面を平滑ならしめたるものにして其絶縁抵抗は12時間浸水し直流100「ヴォルト」以上の電圧を以て一分間充電の後試験し攝氏15度の温度に於て一哩100「メガオーム」以上のもの又は之と同等以上の效力を有するものとす。

前項の護謨混合物に供試線より護謨混合物を約四吋抽出し其中央に二吋の長さを印し之を二倍の長さに伸長し其儘一分間支持したる後放置し十分間經過後に於て永久伸長率25%以下なるものとす。

第四種絶縁電線(600「ヴォルト」以下に使用するもの)は電線を純護謨30%以上を含有する品質均一なる白黒二層の護謨混合物を以て4「ミル」以上の厚さに被覆し更に10「ミル」以上の綿テープを重覆纏捲したる後20「ミル」以上の綿絲又は之と同等以上の物質を以て緊密に編組し且赤色の絶縁性耐水質混合物を十分に滲透し其表面を平滑ならしめたるものにして其絶縁抵抗は12時間浸水の後直流100「ヴォルト」以上の電圧を以て一分間充電後試験し攝氏15度の温度に於て一哩250「メガオーム」以上のもの又は之と同等以上の效力を有するものとす。

前項の護謨混合物は供試線より護謨混合物を約四吋抽出し其中央に二吋の長さを印し之を二倍の長さに伸長し其儘一分間支持したる後放置し十分間經過後に於て永久伸長率20%以下なるものとす。護謨線を鉛管にて被包したるものを鉛被線と云ひ心線に撚線を用ふるときは之を鉛被ケーブル(Lead Covered Cable)と云ふ。此電線は蒸汽又は瓦斯の發散する場所若くは濕氣多き場所に用ひらる。

鉛被線又は鉛被ケーブルを地中回路に用ふる場合

には更に之をアスファルト・ジュートにて二重に被包し、鉛被及被覆護膜が外力の爲に受けんとする損傷を防ぐ爲にアスファルト・ジュートの上を更に鋼鉄テープにて捲き再び之をジュートにて被包す之を**鎧裝ケーブル**(Armored Cable)と云ひ、鋼鉄テープを用ひざるものを無鎧装ケーブルと云ふ。

心線の絶縁に護膜の代りに特種の紙を用ふるものあり、之を**紙ケーブル**(Paper Insulated Cable)と云ふ、之に使用する紙はマニラ・ファイバーにして厚さ六「ミル」以下のものを通常とし、使用電圧高きに従ひ薄きものを用ふ、紙の幅は電線の太きによりて異れども一吋乃至二吋位を普通とす。此紙を各心線の周圍に捲き廻はして捲き付けたる上、其外周をジュートにて絶縁し、之を真空乾燥器に入れて攝氏120度以上の熱を加へ、心線と絶縁物とに含まるゝ水分を取去り、絶縁油を浸潤せしめ、次に鉛被機に懸けて鉛被せしむるなり。之に使用する絶縁油には特種の粘着力弱き樹脂油を用ふ、粘着力強きときはケーブルの可撓性少く曲折に際し輝を生じ易き故に通常粘着性少き油を用ふ。

一般にケーブルの鉛被に些少の損傷あるも外氣之より絶縁物中に浸入し絶縁耐力を低下せしむるこ

とあるに由り、ケーブルの終端は常に鉛の蓋を爲し、接続個所は充分注意して外氣に觸れざる様装置すること必要なり。紙ケーブルは護膜ケーブルの如く可撓性のものならざれば、之を布設する場合には急角度に曲ぐべからず粘着力弱き樹脂油を用ひたるケーブルに於ても其直徑の七倍の半徑に曲げ得るに過ぎず。紙ケーブルは護膜ケーブルより廉價にして電氣容量少き爲め地中回路に最も廣く使用せらる。

心線の絶縁に絶縁油を塗布したるモスリン又は綿布を用ふるものあり、之を浸劑布ケーブル (Cambric Cable)と云ふ、之に使用する絶縁油は絶縁ヴァーニッシュ又はパラフィン混有するリンシード油又は樹脂油にして、之を綿布の兩面に塗布して心線に捲き、其層間に流動性の絶縁物を塗布し、濕氣の浸入を防ぐなり。此ケーブルに於ては濕氣の浸入少きと鑛油に作用せらるることなき故に、發電所又は變電所内の布線、開閉器、變壓器等の油中に入るゝ箇所に使用するに適す。

ケーブルには心線が單一なるものあり、又は二心若くは三心のものあり、二心及三心のものに於ては各心線間に護膜の絶縁物を充填し、各心線間の絶縁を一樣ならしむ。

第十七表 (甲)
護謨線表 (ソーイー会社製)
試験電圧 30分間 9,000「ヴォルト」

B. S. 及 サーキュ ラーミル	直 徑 單 編 組 吋	一千呎の重量		鉛被線一千 呎の重量 ボンド	鉛被線の 直 徑 吋	鉛被の厚 さ 吋	一哩の絶 縁抵抗 メガオーム
		單編組 ボンド	複編組 ボンド				
一 本 線							
14	.379	84	106	372	.438	3/64	1000
12	.396	98	121	398	.455	"	"
10	.417	117	141	432	.476	"	"
8	.444	144	169	479	.503	"	"
6	.477	186	213	547	.536	"	900
5	.527	224	252	583	.556	"	"
4	.549	259	287	635	.578	"	"
3	.572	300	329	852	.633	1/16	"
2	.603	351	380	933	.663	"	"
1	.634	414	445	1,028	.694	"	"
0	.670	493	525	1,142	.730	"	800
撚 線							
12	.407	103	127	401	.466	3/64	1000
10	.431	125	150	439	.490	"	"
8	.461	156	182	491	.520	"	"
6	.529	210	237	563	.558	"	900
5	.551	240	268	608	.580	"	"
4	.577	277	306	821	.636	1/16	"
3	.605	322	351	895	.665	"	"
2	.637	376	407	981	.697	"	"
1	.681	454	486	1,104	.741	"	"
100,000	.710	514	547	1,192	.770	"	"
0	.720	530	564	1,216	.780	"	800
125,000	.750	582	616	1,290	.810	"	"
00	.764	635	669	1,364	.824	"	"
150,000	.784	689	723	1,443	.844	"	"
000	.815	760	796	1,545	.875	"	"
200,000	.872	914	977	1,929	.948	5/64	"
0000	.888	953	1,018	1,987	.964	"	"
250,000	.955	1,084	1,149	2,178	1.031	"	700
300,000	.994	1,278	1,346	2,444	1.070	"	"
350,000	1.042	1,445	1,514	2,672	1.150	"	"
400,000	1.088	1,617	1,686	2,901	1.164	"	"
500,000	1.175	1,958	2,034	3,750	1.251	"	600
750,000	1.359	1,831	2,923	4,781	1.466	3/32	500
1,000,000	1.513	3,675	3,773	5,852	1.620	"	"

第十七表 (乙)
護謨線表 (ソーイー会社製)
試験電圧 30分間 15,000「ヴォルト」

B. S. 及 サーキュ ラーミル	直 徑 單 編 組 吋	一千呎の重量		鉛被線一千 呎の重量 ボンド	鉛被線の 直 徑 吋	鉛被の厚 さ 吋	一哩の絶 縁抵抗 メガオーム
		單編組 ボンド	複編組 ボンド				
一 本 線							
14	.534	156	184	512	.562	3/64	1200
12	.551	173	201	540	.580	"	"
10	.572	190	224	735	.601	"	"
8	.598	226	255	792	.658	1/16	1200
6	.632	272	303	872	.692	"	"
5	.652	302	333	924	.712	"	1100
4	.674	340	372	982	.734	"	"
3	.699	380	419	1053	.759	"	"
2	.728	441	474	1137	.788	"	"
1	.759	509	543	1235	.818	"	"
0	.795	592	638	1356	.855	"	1000
撚 線							
12	.562	181	209	566	.591	3/64	1200
10	.586	205	233	758	.646	1/16	"
8	.616	239	263	822	.676	"	"
6	.654	290	320	912	.714	"	1100
5	.676	323	354	968	.736	"	"
4	.702	365	397	1,034	.762	"	"
3	.730	413	447	1,112	.790	"	"
2	.762	472	506	1,201	.822	"	"
1	.809	555	591	1,332	.866	"	1000
100,000	.850	619	656	1,638	.926	5/64	"
0	.860	637	675	1,666	.936	"	"
125,000	.890	708	759	1,750	.966	3/64	"
00	.904	780	844	1,834	.980	"	"
150,000	.924	828	903	1,917	1.000	"	"
000	.955	915	981	2,032	1.031	"	"
200,000	.997	1,042	1,110	2,212	1.073	"	900
0000	1.013	1,083	1,151	2,271	1.089	"	"
250,000	1.060	1,225	1,294	2,473	1.136	"	"
300,000	1.119	1,424	1,494	2,745	1.195	"	"
350,000	1.167	1,600	1,675	2,980	1.243	"	800
450,000	1.213	1,781	1,860	3,218	1.289	"	"
500,000	1.300	2,138	2,226	3,679	1.376	"	"
750,000	1.484	3,030	3,127	5,161	1.591	3/32	600
1,000,000	1.638	3,900	4,007	7,085	1.808	1/8	"

第十八表
三心入ケーブル表(ジー・イー会社製)

B. S. 及 サーキュ ラーミル	鉛被線			編組線		一哩の絶 縁抵抗 [メガ オーム]	試験電圧
	一千呎 の重量 ポンド	直径 吋	鉛被の 厚さ 吋	直径 吋	一千呎 の重量 ポンド		
8	1,892	1.106	5/64	1.040	641	1000	三十分間 八千 ヴォルト
6	2,144	1.188	"	1.122	796	900	
5	2,322	1.236	"	1.170	912	"	
4	2,499	1.292	"	1.226	1,029	"	
3	2,926	1.353	"	1.287	1,204	"	
2	3,354	1.453	3/32	1.356	1,378	"	
1	3,760	1.548	"	1.451	1,647	"	
100,000	3,947	1.611	"	1.514	1,775	"	
0	4,134	1.633	"	1.530	1,904	800	
125,000	4,385	1.697	"	1.594	2,083	"	
00	4,636	1.727	"	1.630	2,261	"	
150,000	5,372	1.770	"	1.673	2,478	"	
000	6,108	1.900	1/8	1.740	2,696	"	
200,000	6,500	1.991	"	1.831	2,967	"	
0000	6,893	2.026	"	1.865	3,238	"	
8	4,103	1.878	3/32	1.781	1,558	1000		三十分間 二萬六千 ヴォルト
6	4,437	1.960	"	1.863	1,770	1500	
5	4,661	2.008	"	1.911	1,919	"	
4	4,885	2.064	"	1.967	2,068	"	
3	5,710	2.124	"	2.027	2,281	"	
2	6,535	2.256	1/8	2.096	2,495	"	
1	6,995	2.351	"	2.183	2,792	"	
100,000	7,259	2.414	"	2.246	2,968	1400	
0	7,523	2.436	"	2.271	3,145	"	
125,000	7,828	2.500	"	2.335	3,354	"	
00	8,133	2.530	"	2.371	3,563	"	
150,000	8,490	2.576	"	2.417	3,813	"	
000	8,848	2.641	"	2.481	4,064	"	
200,000	9,292	2.731	"	2.571	4,378	1300	
0000	9,736	2.766	"	2.606	4,693	"	

第十九表

三心入紙ケーブル表(ジー・イー会社製)

B. S. 及 サーキュ ラーミル	試験電圧三十分間 3,000 ヴォルト				試験電圧三十分間 8,000 ヴォルト			
	一千呎 の重量 ポンド	鉛被線 の直径 吋	鉛被の 厚さ 吋	一哩絶 縁抵抗 [メガ オーム]	一千呎 の重量 ポンド	鉛被線 の直径 吋	鉛被の 厚さ 吋	一哩絶 縁抵抗 [メガ オーム]
8	1,388	.864	5/64	150	1,892	1.029	3/32	200
6	1,874	.979	3/32	125	2,190	1.114	"	175
5	2,072	1.027	"	125	2,393	1.162	"	"
4	2,270	1.083	"	125	2,597	1.218	"	"
2	2,837	1.213	"	100	3,188	1.345	"	150
1	3,405	1.314	"	"	3,583	1.441	"	"
100,000	3,635	1.437	"	"	3,814	1.504	"	"
0	3,864	1.459	"	"	4,045	1.525	"	"
125,000	4,142	1.524	"	"	4,327	1.591	"	"
00	4,420	1.553	"	"	4,610	1.622	"	125
150,000	4,750	1.595	"	"	5,358	1.663	"	"
000	5,081	1.663	"	"	6,106	1.795	1/8	"
200,000	6,300	1.815	1/8	"	6,546	1.876	"	"
0000	6,700	1.852	"	"	6,978	1.919	"	"
B. S. 及 サーキュ ラーミル	試験電圧三十分間 15,000 ヴォルト				試験電圧三十分間 26,000 ヴォルト			
	一千呎 の重量 ポンド	鉛被線 の直径 吋	鉛被の 厚さ 吋	一哩絶 縁抵抗 [メガ オーム]	一千呎 の重量 ポンド	鉛被線 の直径 吋	鉛被の 厚さ 吋	一哩絶 縁抵抗 [メガ オーム]
8	2,874	1.424	3/32	300	5,342	2.017	1/8	400
6	3,199	1.508	"	300	5,742	2.100	"	"
5	3,422	1.557	"	275	6,020	2.150	"	"
4	3,646	1.608	"	"	6,299	2.206	"	"
2	4,274	1.740	"	"	7,052	2.335	"	"
1	4,705	1.837	"	"	7,561	2.433	"	350
100,000	5,407	1.962	1/8	"	7,883	2.495	"	"
0	6,110	1.984	"	"	8,144	2.515	"	"
125,000	6,433	2.049	"	"	8,492	2.580	"	"
00	6,755	2.080	"	250	8,841	2.658	"	"
150,000	7,134	2.122	"	"	9,249	2.653	"	"
000	7,513	2.190	"	"	9,657	2.720	"	"
200,000	7,980	2.298	"	"	10,160	2.809	"	300
0000	8,446	2.315	"	"	10,663	2.845	"	300

第十圖に於て甲は三心入鍍装ケーブルにして心線

第十圖
(甲)



(乙)



は扇形を爲し鍍装は鋼鐵テープなり。乙は鍍装少しく異り鋼鐵線なり。斯くの如く心線を扇形に爲したるはケーブルの全徑を小ならしめんが爲めなり。

誘電體—誘電體の具備す

べき性質は

- (一) 抵抗の高きこと。
- (二) 絶縁耐力の大なること。
- (三) 水火に耐へ得ること。
- (四) 強固なること。
- (五) 加工し易きこと。

實際に於て誘電體中此等の性質を完備するものなし。各誘電體に於て一得一失あり。

各誘電體の特有抵抗は第20表に示す如し。誘電體の絶縁耐力は其厚さに由て異なる。今誘電體の一「ミル」の厚さに於て絶縁を破ぶる最小電壓を「ヴォルト」とすれば厚さ「ミル」を破ぶる電壓Eは次の式にて示さる。

$$E = c\sqrt{t} \dots\dots\dots (27)$$

但し純バラに於ては $E = ct$

第21表は種々の誘電體の厚さ—「ミリメートル」に就ての破壊電壓を示す。此結果は次の條項の下に試験を行ひ得たるものなり。

- (一) 電壓を加へる爲に用ひたるエレクトロード (Electrode) は直徑1.5吋の平圓板なり。
- (二) エレクトロードに加へたる壓力は每平方吋0.5ポンドなり。
- (三) 電壓は交番電壓にして其波形は正弦波にして周波數は毎秒20乃至75なり。
- (四) 温度は攝氏17度空氣の濕度は70%なり。
- (五) 電壓を加へたる時間は15分なり。

(交番電壓正弦波に就ては第四章に記載す)

第22表はマイカ、パラフィン及流動體の破壊電壓を示す。

第二十表 攝氏20度に於ける誘電體の特有抵抗表

物質	一立方センチメートルの抵抗 (百萬メガオーム)	
	一立方時の抵抗 (百萬メガオーム)	一立方時の抵抗 (百萬メガオーム)
ベンジン	14	5.22
エポナイト	28,000	11,000
フロント硝子	20,000	8,000
通常の硝子	90	36
ガタパーチヤ	450	180
マイカ	80	30
マイカナイト	2,500	900
マイカナイト クローズ	300	120
マイカナイト紙	1,200	500
チイル、アスベスト	850	315
ナリーブ油	1	0.4
ナゾクライト	450	180
紙(パーチメント)	0.03	0.01
通常の紙	0.05	0.02
ケーブル用浸劑紙	10-20	4-10.8
パラフェン	24,000	13,000
パラフェン油	8	3
シエラック	9000	3,500
黒色含硫ファイバー	68	27
赤色 同上	10	4
白色 同上	14	6
木	600	250
木(パラフェンを浸せる)	3,700	1,500
木(タールを浸せる)	1,700	670

此表に示せるものは概略の値にして誘電體製造の方法及其純度に由て差異あり。

第二十一表 誘電體の破壊電壓表

(シー・キンツブルンネル)

(破壊電壓は厚さ「ミリメートル」に於ての「ヴォルト」にて示す)

物質	破壊電壓		
	最小	平均	最大
プレスマン	3700	4,600	5,600
マニラペーパー		2,200	
普通の紙	1400	1,450	1,500
ファイバー		2,250	
ヴァニス塗紙	10000	10,500	12,000
レッドロープ ペーパー		4,200	
浸劑紙	8600	9,400	11,000
ヴァニス塗布	7,500	10,700	14,000
エムバイヤ クローズ		8,400	
エポナイト		28,500	
護謄		21,000	
ガタパーチヤ		19,000	
パラ	14,000	15,500	17,000

第二十二表

マイカの破壊電壓表 パラフェンの破壊電壓表 流動體の破壊電壓表

厚さ(吋)	平均電壓
.001	3,800
.0015	4,500
.002	4,600
.0025	4,750
.003	5,300
.004	5,570
.00475	5,950
.005	6,050
.006	6,700
.0065	6,930
.007	7,220
.0075	7,400
.008	7,700
.0085	8,550
.0100	8,900

厚さ ミリメートル	電壓
1	27,000
2	39,000
4	56,000
6	68,000
8	78,000
10	87,000
12	95,000
14	102,000

品名	一センチメートルの破壊電壓
テレピン油	94,000
ナリーブ油	82,000
熔したるパラ フェン	56,000
固体のパラフェン	139,000
パラフェン紙	260,000

マイケル氏の測定に係るものにしてエレクトロードに平板極を用ひたり。

マックファーラン氏の測定に係るものなり。

アンドリュウ氏がトランシル油中にマイカを浸たし測定したるものなり。

誘電體は斯の如く絶縁抵抗高きも、抵抗温度係數負號にして温度の昇るに従ひ抵抗減少し、甚だ高き温度に於ては導體となる。例へばネルンスト電燈の輻射體として使用せらるゝ金屬鹽類の混合物は通常温度に於ては完全なる絶縁體なるも、高温に熱せられて導體となりて發光作用を爲す如し。有機物の誘電體の如きは充分導體に成る迄、高温に達せざるに先立ち、已に熱の爲め溶解する故に、絶縁體として信頼するを得ざるなり。

誘電體中時として抵抗温度係數の正號なることあり、之れ其者に吸收されたる濕氣の蒸發に原因し、極

めて些少の濕氣存在するも誘電體の抵抗を甚だしく減する故に此場合には温度の昇るに従ひ濕氣發散して抵抗増加する故に温度係數正號なる如く思はるゝも乾燥したる後は温度係數負號となる。

第三項 電線に於ける温度上昇及安全電流

導體に於ける電流の發熱作用—一般に導體に電流通ずるときは其發熱作用として導體の温度上昇す其熱量は電流と流通する時間とに正比例す。今 I「アンペア」の電流が t 秒間抵抗 R を有する導體に通じたりとすれば此電流は毎秒 I²R「ジュール」の仕事をして其結果として導體に熱を發生せしむるなり此の熱量を J とすれば

$$J = 0.239 I^2 R t \text{ カロリー}$$

「カロリー」とは熱量の單位にして攝氏四度(最大密度を有する)の水一「グラム」を一度高めるに要する熱量なり。I²R=Wなるに由り

$$J = 0.239 W t \dots\dots\dots (28)$$

由て一「ワット」秒即ち一「ジュール」に對する熱當量は 0.239「カロリー」なり。又は一「カロリー」の熱を發生せし

むるには $\frac{1}{0.239} = 4.186$ 「ワット」秒又は「ジュール」の仕事をするなり。

由て 1「カロリー」=4.189「ジュール」=4.186×10⁷「エルグ」之をジュールの熱當量 (Joule's Equivalent of Heat) と云ふ。

熱の單位に B.T.U. 單位 (British Thermal Unit) なるものあり之れは最大密度を有する華氏 39.1 度の水一「ポンド」を一度高めるに要する熱量なり之を「カロリー」に比較するに

$$1 \text{「ポンド」} = 453.57 \text{「グラム」}$$

$$\text{華氏一度} = \text{攝氏} \frac{5}{9} \text{度}$$

$$\text{故に } 1 \text{ B. T. U.} = 453.57 \times \frac{5}{9} = 251.9 \text{「カロリー」}$$

$$= 251.9 \times 4.186 \text{「ワット」秒} = 1,054 \text{「ジュール」}$$

$$= 0.293 \text{「ワット」時} = 778 \text{「フートポンド」秒}$$

$$1 \text{「キロワット」時} = 860,200 \text{「カロリー」}$$

導體に電流通ずるときは其發熱作用の結果として導體は膨脹し尙過大の電流通ずるときは導體は遂に鎔解するに至るべし其膨脹の程度は導體の膨脹率に由て異り鎔解温度は傳熱率、比熱及熱の輻射表面の大小に由て異なる。第 23 表に金屬の傳熱率及鎔解點並に錫鐵の鎔解點を示し第 24 表に膨脹係數を示し第 25 表に比熱を示す。

第二十三表

金屬の傳熱率序列表(ケムフ)

金屬	傳熱率	金屬	傳熱率
銀	100.0	鐵(杆)	43.6
金	98.1	錫	42.2
銅(展)	84.5	鋼鐵	39.7
銅(鑄)	81.1	白金	38.0
アルミニウム	66.5	鑄鐵	35.9
ビスマス	61.0	鉛	28.7
カドミウム	57.7	アンチモニー	21.5

金屬及其他の鑄解温度表

品名	華氏温度	品名	華氏温度	品名	華氏温度
白金	3,630	亞鉛	793	磷素	109
パラジウム	3,540	鉛	630	鍛鐵	2,912
金	2,190	ビスマス	518	ニッケル	2,810
鑄鐵	2,010	錫	455	鋼鐵	2,370
硝子	2,010	硫黃	236	洋銀	2,000
銅	1,990	ソーウム	194	砲金	1,900
銀	1,830	ポタシウム	136	リサーフ	1,739
ホラックス	1,830	パラフヒン	129	黄銅	1,650
アンチモニー	810	スヘルマセチー	120	アルミニウム	1,300
				水銀	-40

錫鐵の鑄解温度表

混合の割合		華氏温度	混合の割合		華氏温度
錫	鉛		錫	鉛	
1	25	558	3	2	334
1	10	541	2	1	340
1	5	511	3	1	356
1	3	482	4	1	365
1	2	441	5	1	378
1	1	370	6	1	381

第二十四表

通常温度に於ける膨脹係數表

品名	華氏温度に於ける係數	攝氏温度に於ける係數
アルミニウム	.0000114	.0000206
眞鍮	.0000104	.0000187
煉瓦	.0000030	.00000551
青銅	.0000100	.0000180
セメント及コンクリート	.0000055	.000010
	.0000078	.000014
銅	.00000961	.0000173
硝子	.00000399	.00000719
	.00000521	.00000938
金	.00000841	.0000151
花崗石	.0000046	.0000083
鑄鐵	.00000587	.0000106
鍛鐵	.00000677	.0000122
鉛	.0000158	.0000284
大理石	.000004	.000007
白金	.00000494	.0000086
磁器	.0000020	.0000036
サンドストーン	.0000040	.0000070
	.0000067	.000012
銀	.0000108	.0000194
石滲	.0000056	.0000102
鋼(鍛へざるもの)	.00000611	.0000110
鋼(鍛へたるもの)	.00000689	.0000124
錫	.0000116	.0000209
松	.00000276	.00000496
亞鉛	.0000163	.0000293

但し長さに於ける膨脹係數としては上値の三分一を用ふべし

第二十五表

比熱表

物體	比熱	物體	比熱	物體	比熱
華氏三十二度の水	1	金	.032	石油	.659
鑄アルミニウム	.212	華氏32度の水	.504	白金	.032
アンチモニー	.051	鑄鐵	.130	硫黃	.203
ビスマス	.031	鍛鐵	.114	銀	.056
眞鍮	.094	鉛	.031	鋼鐵	.116
銅	.092	石灰石	.217	錫	.056
無煙炭	.241	水銀	.033	亞鉛	.095
コーラス	.203	セメント	.2		
硝子	.198	ニッケル	.109		

物體の比熱とは其温度を一度上昇せしむるに要する熱量と之と同じ質量の攝氏四度の水を一度上昇せしむるに要する熱量との比なり

電線に於ける温度上昇—電線に於ける電流に由る温度上昇は其施設の状態即ち架空なるか屋内なるか裸線なるか被覆線なるか又は同じ被覆線にても被覆物の種類に由て異なる。切斷面積相等しくとも電線の形狀に由て輻射表面を異にする故温度上昇の程度亦異なる。例へば一本線の輻射表面を一とすれば同一の切斷面積を有する燃線に於ては次の如き輻射表面を増す。

種類	輻射表面積(一本線の倍數)
三十七本燃	1.48
七本燃の七本燃	1.71
長平片	2.75

即ち燃線に於ける温度上昇は同じ切斷面積を有する單一線に於けるよりも低し。

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、黒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きに従ひ益々少し。ケネリー氏の研究に依れば絶縁物の厚さ13[ミリ]の電線は厚さ11[ミ

リ]のものに比し發熱温度30%低しと云ふ。又電線が架空なると屋内に在るとに因て發熱の度甚しく異なる。實驗に由ればB.S.四零番の裸銅線を或る最大温度に温めるに要する電流は其状態に由て異ること次の如し。

- 静かなる屋内に於て磨かれたる表面を有する場合162[アムペア]
- 同上黒色を帯べる場合200[アムペア]
- 屋外に於て磨かれたる表面を有する場合322[アムペア]
- 同上黒色を帯べる場合340[アムペア]

電線に於ける温度の上昇は其金属の比熱に由て異なるを以て、同一電流が通ずるも電線の種類に従て異なる。ダブリュー・エチ・ブリース氏 (W. H. Preece) は裸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次の式を與へたり。

$$I = ad^{\frac{3}{2}} \dots \dots \dots (29)$$

式中Iは電線を鎔解せしむる電流、dは電線の直径、aは係數なり。第26表に以上の式にて算出したる金属の鎔解電流を示す。

第二十六表

(甲) 各種金属の溶解電流表

ブリス氏公式 $d = \left(\frac{I}{a}\right)^{2/3}$ に依る

溶解電流 アムペア	直 徑 (吋)								
	銅	アルミニウム	白金	洋銀	鐵	錫	錫鉛合金	鉛	プラチナノイド
1	.0021	.0026	.0033	.0033	.0047	.0072	.0083	.0081	.0035
2	.0034	.0041	.0053	.0053	.0074	.0113	.0132	.0128	.0056
3	.0044	.0054	.0070	.0069	.0097	.0149	.0210	.0168	.0074
4	.0053	.0065	.0084	.0084	.0117	.0181	.0243	.0203	.0089
5	.0062	.0076	.0098	.0097	.0136	.0210	.0263	.0236	.0104
10	.0098	.0120	.0155	.0154	.0216	.0334	.0386	.0375	.0164
15	.0129	.0158	.0203	.0202	.0283	.047	.0506	.0491	.0215
20	.0156	.0191	.0246	.0245	.0343	.0529	.0613	.0595	.0261
25	.0181	.0222	.0286	.0284	.0398	.0614	.0711	.0690	.0303
30	.0205	.0250	.0323	.0320	.0450	.0694	.0803	.0779	.0342
35	.0227	.0277	.0358	.0356	.0498	.0769	.0890	.0864	.0379
40	.0248	.0303	.0391	.0388	.0545	.0840	.0973	.0944	.0414
45	.0268	.0328	.0423	.0420	.0589	.0903	.1052	.1021	.0448
50	.0288	.0352	.0454	.0450	.0632	.0975	.1129	.1095	.0480
60	.0325	.0397	.0513	.0509	.0714	.1101	.1275	.1237	.0542
70	.0360	.0440	.0568	.0564	.0791	.1220	.1413	.1371	.0601
80	.0394	.0481	.0621	.0616	.0864	.1334	.1544	.1499	.0657
90	.0426	.0520	.0672	.0667	.0935	.1443	.1671	.1621	.0711
100	.0457	.0558	.0720	.0715	.1003	.1548	.1792	.1739	.0762
120	.0516	.0630	.0814	.0808	.1133	.1748	.2024	.1964	.0861
140	.0572	.0698	.0902	.0895	.1255	.1937	.2243	.2176	.0954
160	.0625	.0763	.0986	.0978	.1372	.2118	.2452	.2379	.1043
180	.0676	.0826	.1066	.1058	.1484	.2291	.2652	.2573	.1128
200	.0725	.0886	.1144	.1135	.1592	.2457	.2845	.2760	.1210
225	.0784	.0958	.1237	.1228	.1722	.2658	.3077	.2986	.1309
250	.0841	.1028	.1327	.1317	.1848	.2851	.3301	.3203	.1404
275	.0897	.1095	.1414	.1404	.1969	.3038	.3518	.3413	.1497
300	.0950	.1161	.1498	.1487	.2086	.3220	.3728	.3617	.1586
a の 値	10,244	7,585	5,172	5,230	3,148	1,642	1,318	1,379	4,750

第二十六表

(乙) 普通の可鍍片の溶解電流表

指定電流 (アムペア)	溶解電流 (アムペア)	直 徑 吋	近似電線 B. S.	指定電流 (アムペア)	溶解電流 (アムペア)	直 徑 吋	近似電線 B. S.
1	1.73	.010	30	40	54.10	.100	10
3	4.89	.020	24	50	63.11	.110	9
5	8.98	.030	20	60	81.08	.130	8
7	11.32	.035	19	70	90.61	.140	7
10	13.84	.040	18	80	100.50	.150	6½
15	19.34	.050	16	90	110.70	.160	6
20	25.42	.060	14	100	132.10	.180	5
25	32.04	.070	13	125	154.70	.200	4
30	39.14	.080	12				

銅線を或る温度迄上昇せしむる電流は一般に次の式にて算出することを得。

今 d = 銅線の直径(吋)

t = 銅線の上昇温度(攝氏)

ρ = 銅線の直径「ミル」長一呎の最後の温度に於ける抵抗(即ち「ミルフート」の特有抵抗)

I = 電流(アムペア)

$$I = a \sqrt{\frac{td^3}{\rho}} \dots \dots \dots (30)$$

a の値は電線の状態及種類に由て異り次に示す如し。

電 線 の 類	a	
	単一線	撚線
鐵線に於て架空裸線	1,250	1,100
屋内に於て裸線	660	610
單心護謄線	530	490
單心鉛被ケーブル	400	370
三心鉛被ケーブル		

例. B. S. 十番の鉛被ケーブル(單一線より成る)を攝氏20度より40度に上昇せしむる電流は幾何なりや。

解. $I = a \sqrt{\frac{td^3}{\rho}}$

に於て $a = 530$

$t = 20$

$d = .1019$

攝氏 29 度に於ける抵抗温度係数は $\alpha = 0.00383$

攝氏 20 度に於て「ミルフト」の抵抗は 10.36「オーム」

なる故最後の温度 40 度に於ける「ミルフト」の

抵抗は $10.36(1 + 20 \times 0.00383) = 11.1536$

即ち $\rho = 11.1536$ 「オーム」

由て $I = 530 \sqrt{\frac{20 \times .1019^3}{11.1536}} = 23.1$

即ち 23.1「アムペア」なり。

安全電流—電線に於ける上昇温度は火災及危険を起さざるを程度とし、最大上昇温度を攝氏 20 度と定め、此温度以上に上昇せしめざる電流の限度を其電線の安全電流(Safe Carrying Current)と爲す、如何なる場合にも電線には安全電流以上の電流を通せしむべからず。

電氣工作物規程第 14 條に於て次の如く規定せらる

絶縁電線は使用電流に因る温度上昇の爲絶縁物を損せざるものなることを要す。

第 27 表に諸種の銅線の安全電流を示す。同表甲に示す安全電流はケネリー氏の研究により第 30 式より得たる $I = 560d^{\frac{3}{2}}$ なる式より算出したるものなり。

第二十七表

(甲) 桶中に納めたる被覆銅線の最大安全電流表

線番號 B. S.	電 流 「アムペア」	線番號 B. S.	電 流 「アムペア」	線番號 B. S.	電 流 「アムペア」	線番號 B. S.	電 流 「アムペア」
0000	174	3	61	9	22	15	7.2
000	147	4	52	10	18	16	6
00	124	5	43	11	15	17	5.5
0	103	6	36	12	12	18	4
1	87	7	30	13	10.5		
2	73	8	25	14	9		

第二十七表
(乙) 銅線の安全電流表

裸銅線		護 謨 被 覆 線 風 な き 空 中			
B. W. G.	電 流 [アムペア]	B. S. 及 サーキュラー ミル	心 線 の 直 徑 (吋)	編 組 線 [アムペア]	鉛 被 及 ジュート線 [アムペア]
18	11	6	.162	61	56
17	14	4	.204	85	78
16	17	2	.300	133	121
15	19	1	.325	155	141
14	24	0	.390	191	174
13	29	00	.420	218	199
12	36	000	.475	266	242
11	42	0000	.543	320	291
10	49	250,000	.570	355	324
9	57	300,000	.640	414	377
8	67	350,000	.680	460	419
7	76	400,000	.735	512	466
6	92	450,000	.787	562	511
5	103	500,000	.820	606	551
4	116	600,000	.900	694	631
3	132	750,000	1.020	825	750
2	151	900,000	1.096	940	855
1	164	1,000,000	1.157	1017	925
0	199	1,250,000	1.298	1204	1095
00	234	1,500,000	1.413	1376	1251
000	278	2,000,000	1.760	1766	1606
0000	306				

注意 裸銅線の安全電流は線の温度を攝氏 20 度上昇せしむるものを示し護謨被覆線の安全電流は同じく攝氏 30 度上昇せしむるものを示す。試験に供したる電線の絶縁物の厚さは $\frac{1}{32}$ " 鉛被は $\frac{1}{16}$ "- $\frac{1}{8}$ " シュートは $\frac{1}{16}$ " なり。紙絶縁ケーブルは護謨絶縁ケーブルよりも同じ電流にて 7%-10% 多く發熱す(ジーイー會社試験報告に依る)。

第二十七表
線の安全電流表

B. S. 及 ケーブル	護 護 被 覆 線 風 な き 空 中		
	心線の 直径(吋)	編組線 [アムペア]	鉛被及 シュート線 [アムペア]
一本線	.162	61	56
	.204	85	78
	.300	133	121
	.325	155	141
	.390	191	174
	.420	218	199
	.475	266	242
	.543	320	291
	.570	355	324
	.640	414	377
燃線	.680	460	410
	.735	512	466
	.787	562	511
	.820	606	551
	.900	694	631
	1.020	825	750
	1.096	940	855
	1.157	1017	925
	1.298	1204	1095
	1.413	1376	1251
1.760	1766	1606	

の温度を攝氏 20 度上昇せしむるものを示し護護被
は攝氏 30 度上昇せしむるものを示す。試験に供し
たものは 3/16" 鉛被は 1/16"-1/8" シュートは 1/16" なり。紙
線ケーブルよりも同じ電流にて 7%-10% 多く發熱
報告に依る。

第二十七表
(丁) 電線工作物規程規則第 18 條に規定する安全電流表

心線ノ太サ 構造 (B.S.)	木綿絶縁銅線		護護絶縁銅線	
	屋 内 電 流 (アムペア)	屋 外 電 流 (アムペア)	屋 内 電 流 (アムペア)	屋 外 電 流 (アムペア)
61/Ax	890	820	680	630
"	750	700	580	540
"	640	600	500	470
"	540	510	430	400
"	460	430	370	340
"	390	360	320	290
"	330	300	270	250
"	290	260	240	220
"	240	220	200	175
37/Ax	620	580	480	450
"	520	480	410	390
"	450	410	360	330
"	380	350	310	290
"	320	300	270	240
"	270	250	230	210
"	230	210	190	175
"	200	185	165	150
"	165	150	135	125
19/Ax	280	260	230	210
"	240	220	200	180
"	200	185	170	155
"	165	155	140	130
"	145	135	115	105
"	120	115	100	90
"	105	85	85	75
"	80	70	70	65
"	75	65	65	60
7/Ax	135	130	120	105
"	120	110	105	95
"	100	90	85	80
"	85	75	75	65
"	75	65	65	55
"	65	55	55	50
"	55	45	45	40
"	45	40	40	35
"	40	35	35	30
1/Ax	175	165	150	130
"	150	140	130	110
"	125	115	100	90
"	105	100	90	80
"	90	85	80	70
"	80	70	70	60
"	65	60	60	50
"	55	50	50	45
"	45	45	40	40
"	45	35	40	35
"	30	30	30	30
"	25	25	25	25
"	25	23	23	22
"	20	20	20	18
"	20	19	18	16
"	18	14	15	14
"	18	12	13	12
"	14	10	11	10
"	12	9	10	9
"	10	7	8	7
"	10	7	8	7
"	9	6	7	6

備考

- (イ) A 表は単心絶縁銅線の安全電流を示すものにして屋外とあるは地中電線を含ます
- (ロ) 木製線管内に施設する護護絶縁銅線の安全電流は表中の安全電流に 0.6 を乗じたものとす。
- (ハ) 金屬管内に施設する護護絶縁銅線の安全電流は表に據るものとす。
- (ニ) 同一線種又は管内に二本以上施設する護護絶縁銅線の安全電流は前記の安全電流に左記係數を乗じたるものとす。

	B.S. 率 B.S. 率 以下を超過す のもの	B.S. 率 B.S. 率 以下を超過す のもの
二本の場合	.8	.6
三本の場合	.7	.5
四本及五本の場合	.6	.4
六本乃至十本の場合	.5	.3

第二十七號 室內銅線の安全電流表

線番號 B. S.	電線切斷面積 平方吋	英國規定 (1911)		米國規定		京都大學電氣工學教室實驗線 (1911)		
		保護被覆線 溫度上昇 華氏20度	紙又は ファイバー 被覆線 溫度上昇 華氏50度	保護被覆線 溫度上昇なら しむる電流 の六割	他の被覆線 溫度上昇なら しむる電流 の九割	護覆線 溫度上昇 攝氏20度	二度東京線 (木管入) 溫度上昇 攝氏20度	二度打 東京線 (架空) 溫度上昇
18	.00128	6	6	3	5	11	10	12
16	.00203	9	9	6	8	15	14	16
14	.00323	14	14	12	16	19	18	20
12	.00513	19	21	17	23	25	24	27
10	.00815	26	34	24	32	33	32	37
8	.0130	37	51	33	46	44	43	50
6	.0206	45	71	46	65	59	58	66
5	.0260	51	82	54	77	68	66	77
4	.0328	58	93	65	92	80	77	89
3	.0413	66	107	76	110	94	89	103
2	.0521	76	123	90	131	111	103	121
1	.0657	86	143	107	156	131	121	144
0	.0829	102	167	127	185	153	142	169

米國規定は1898年ケネリーの實驗に基く、アルミニウム線の安全電流は此表の八割四分とす。
京都大學電氣工學教室の實驗に供せし木管は松にて作り其内徑3.98センチメートル外徑7.78センチメートルなり。

第二十八表

(甲) 亜鉛鍍鐵線の安全電流表

切断面積 (サーキ ユラミル)	木枠内に 於ける場 合最大安 全電流 (アムペア)	鐵枠内に 於ける場 合最大安 全電流 (アムペア)	「オー ム」 の呟數
59.536	55	63.8	645
50.625	48	55.6	549
42.849	41	47.5	463
36.864	30	34.8	398
21.329	26	30.1	337
26.244	23	26.6	283
11.904	20	23.2	236
18.225	17	19.7	196
14.400	14.5	16.2	155
1.025	12	13.9	119
8.464	10	11.6	91.4
6.400	8	9.28	69.1
5.184	6	6.99	56.0
3.969	5	5.8	42.8
2.916	3	4.29	31.4

(乙) 洋銀線の安全電流表

切断面積 (サーキ ユラミ ル)	最大安全 電流 (アムペア)	「オー ム」の呟 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

第二十九表

接觸面に於ける安全電流表

材 料	電流密度 一平方吋に 就ての アムペア	材 料	電流密度 一平方吋に 就ての アムペア
通常接觸 の場合	銅—線	滑動接觸	銅—銅
	銅—棒		銅—銅
	銅—ケーブル		真鍮—真鍮
	鑄—銅		銅—銅
刷子接觸	鑄—真鍮	螺旋接觸	真鍮—銅
	銅—刷		真鍮—銅
	炭—素刷		真鍮—真鍮
	1200—2000		67—100
	800—1200		40—50
	1000—1600		40—50
	500—700		120—200
	300—400		67—100
	150—175		67—100
	30—35		

第28表に鐵線及洋銀線の安全電流を示し、第29表に諸種金屬の接觸面に於ける安全電流を示す。

地中ケーブルの安全電流—地中に埋設せらるゝケーブルに於ける電流に由る温度の上昇は單一線渠に納めたる場合には

第30式
$$I = a \sqrt{\frac{td^3}{\rho}}$$

に依り算出することを得但し此場合に於てaの値は次に示す如し。

電線の類	a	
	單一線	燃線
單心護謄鉛被ケーブル	470	430
三心護謄鉛被ケーブル	400	370
三心鉛被紙ケーブル	350	320

地中ケーブルの安全電流は心線の太さ、數量、絶縁物の放熱度、心線の相互の位置及ケーブルの周圍の最初の温度等に由て異なる。

若し一線渠内に多數のケーブルを布設するときは、相互の温度傳達の爲め上昇温度増す故に、安全電流は減せらる。今一線渠内に一本のケーブルを布設したる場合に於ける安全電流を一とすれば、數本のケーブルを布設したる場合の安全電流の減する割合はケーブルの數量に従て異なること次に示す如し。

ケーブル數	1	2	4	6	8	10	12
安全電流係數……	1	0.89	0.77	0.68	0.61	0.55	0.48

ケーブルの放熱度は心線と周囲との温度の差絶縁物線渠等の熱の傳導度及周囲の最初の温度に由て定まるものなり。今周囲の最初の温度が華氏70度の時に安全電流が一なりとすれば他の温度の時の安全電流は大略次に示す如き割合となる。絶縁物

華氏温度	70	80	90	100	110	120	130	140	150
安全電流係數	1.	0.93	0.86	0.78	0.70	0.60	0.48	0.34	0.20

としての護謨及紙の熱の傳導度は各異なる故其耐へ得る安全温度は護謨ケーブルに於ては攝氏65度紙ケーブルに於ては攝氏85度を限度とす。

單心ケーブルと多心ケーブルとの安全電流亦異なる。單心ケーブルに於ける安全電流を一とすれば多心ケーブルに於ける安全電流の減する割合は心數に従て異なること次に示す如し。

心數	1	2	2 (同心)	3	3 (同心)
安全電流係數.....	1	0.87	0.79	0.75	0.60

第30表に地中ケーブルの安全電流を示す。

第三十表

地中ケーブルの安全電流表

鉛被紙單心ケーブル四本同一の負荷を有し地下線渠中に埋設せられ電流通過前の温度華氏70度を超へずして連續使用にて最大温度華氏150度に達する場合

線番號 B. S.	安全電流 アムペア	毎呎の ワット損	サ キ ュ ラ ミ ル	安全電流 アムペア	毎呎の ワット損
14	18	.97	300,000	323	4.22
13	21	1.03	400,000	390	4.61
12	24	1.09	500,000	450	4.91
11	29	1.15	600,000	505	5.16
10	33	1.25	700,000	558	5.36
9	38	1.39	800,000	607	5.56
8	45	1.53	900,000	650	5.71
7	53	1.67	1,000,000	695	5.86
6	64	1.85	1,100,000	740	6.01
5	76	2.08	1,200,000	780	6.13
4	91	2.31	1,300,000	820	6.25
3	108	2.54	1,400,000	857	6.37
2	125	2.77	1,500,000	895	6.49
1	146	3.00	1,600,000	933	6.61
0	168	3.23	1,700,000	970	6.73
00	195	3.46	1,800,000	1010	6.85
000	225	3.69	1,900,000	1045	6.97
0000	260	3.92	2,000,000	1085	7.09

上記のワット損とは電力が熱に變し發散消失するものなり。一況にI²R損と稱せられIは上記の電流にしてRは華氏150°に於ける心線の抵抗なり。

第三章 直流發電機

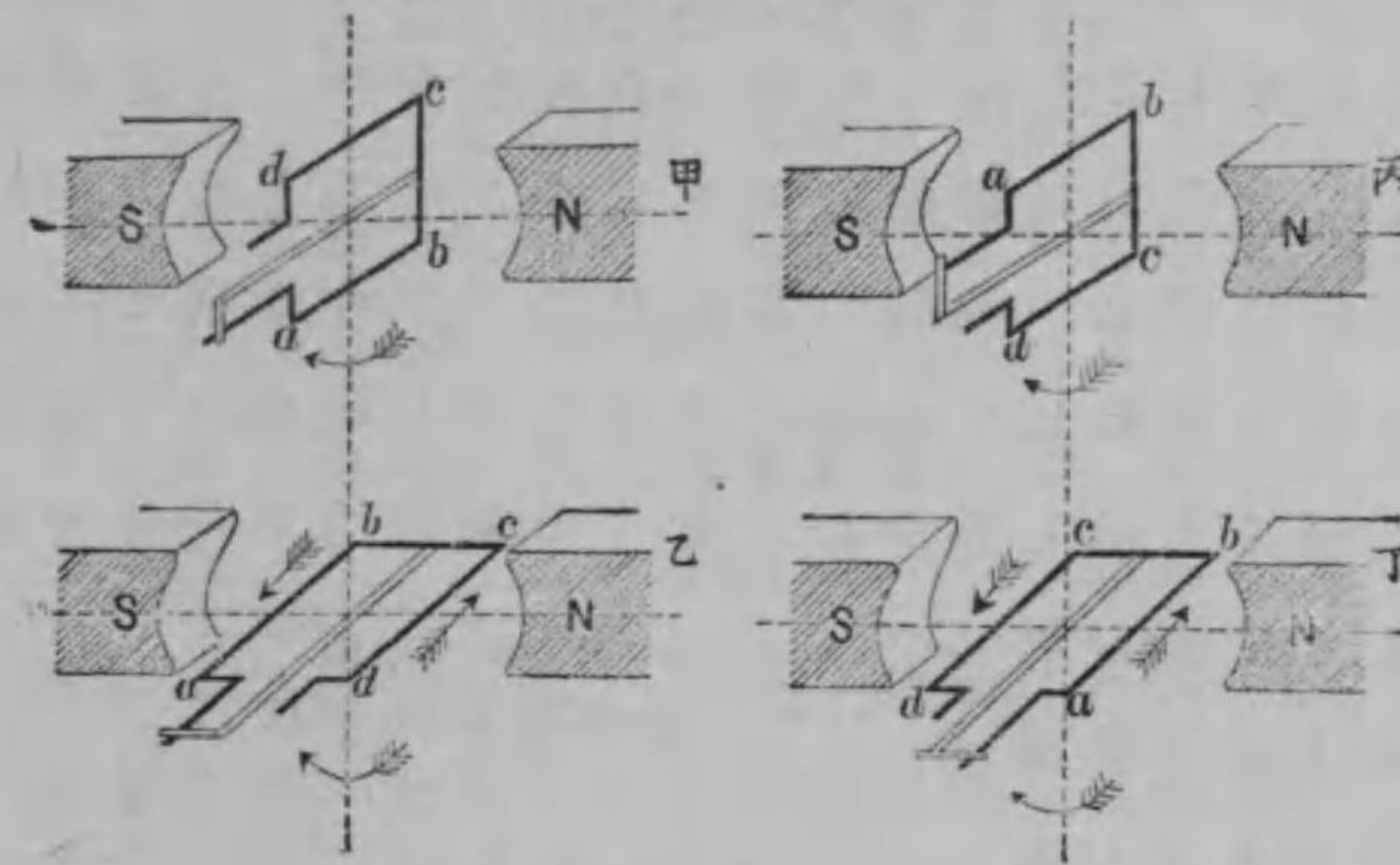
第一項 發電機の原理

發電の理—發電機は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し線輪を廻轉する機械的勢力を電氣的勢力に變ずる電氣機械(Electric Machine)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其磁界に於て廻轉し磁力線を切るべき線輪にして、磁界を作成するものを界磁(Fieldmagnet)と云ひ、磁力線を切るべき線輪を發電子(Armature)と云ふ。界磁は極めて小形の發電機に於ては耐久磁石より成る。例へば電話機に用ひらる發電機に於ける如し、此種の發電機を磁石發電機(Magneto Generator)と云ふ。其他の發電機に於ては界磁は電磁石より成る。發電子は常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捲きたるものなり。此鐵板層を發電子鐵心(Armature Core)と云ふ。發電子の線輪に起電力の誘發せらるゝ状態を説明せん

第11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なる一線輪を時計指針廻轉と同じ方向に回轉するときは、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11圖に於て線輪が甲の位置より乙の

第 十 一 圖

發電機に於て起電力誘發の状態を示す



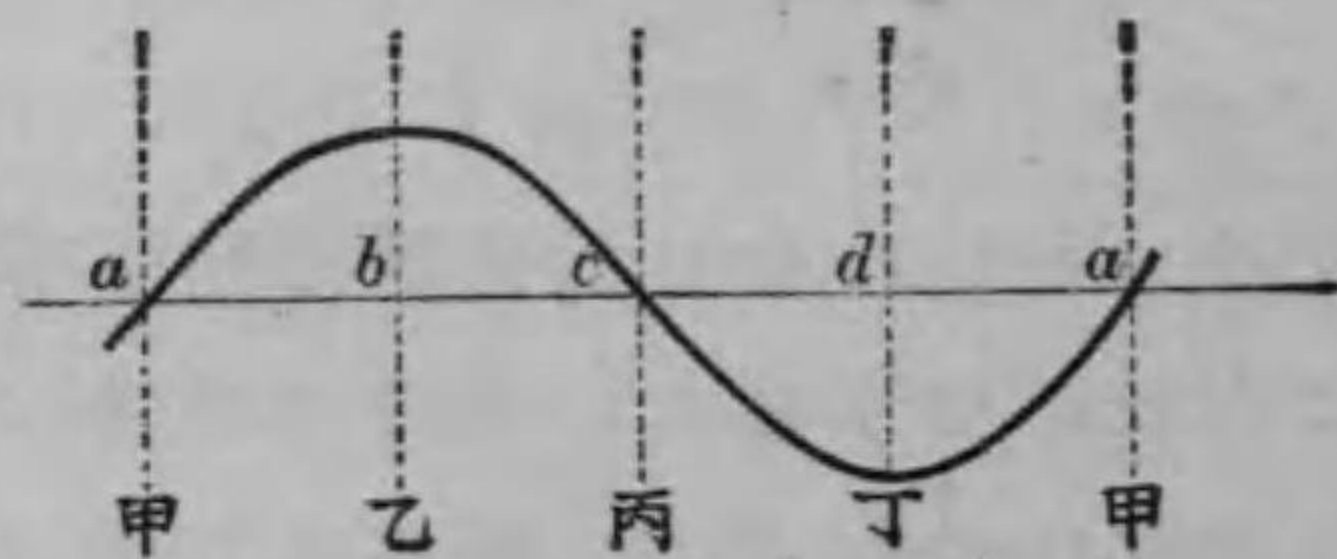
位置に進むに従ひ磁力線を切る數増加し、乙に於ては全數を切り最大の起電力誘發せられ、猶進んで丙の位置に進むに従ひ漸次減じ、丙の位置に来るときは全く磁力線を切らざるを以て起電力の誘發なし。猶廻轉して丁の位置に進むに従ひ再び磁力線を切る數漸次増加し、丁の位置に於て再び全數を切り最

大の起電力誘發せらる。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 の方向にあり。即ち全線輪に於て $dcba$ なる方向にある起電力誘發せらる。丙の位置より甲の位置に至る間は ab 線に於ては ab 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毎に變じ一廻毎に反覆せらる。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12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なり丙の位置を超へては更に其方向を變じ丁

第 十 二 圖
交 番 起 電 力 曲 線

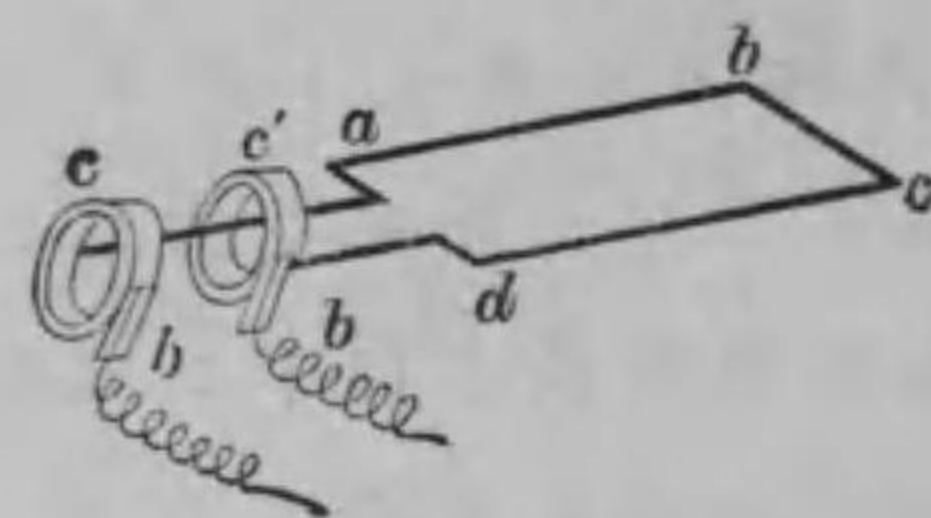


の位置に進むに従ひ再び漸次増し丁の位置に至て最大となり丁を超へて漸次減少し甲の位置に戻て零となる。線輪の廻轉に従ひ此變化を反覆す。斯くの如く線輪中に誘發せらるゝ起電力は一の波狀を爲して變化し線輪が幾百條の電線より成るも各線に此變化起りて相連續す。乃ち此起電力は電池より發生する起電力の如き其値及方向の一定せる者に非ずして一定時間内に變化を反覆するものなり。此くの如き起電力を交番起電力又は交番電壓 (Alternating Electromotive Force) と云ひ値及方向の一定せる電壓を直通起電力又は直通電壓 (Continuous Electromotive Force) と云ふ。今線輪 $abcd$ の兩端を適當の装置にて外部の回路に接續し線輪を廻轉するとき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 (Alternating Current) と云ひ値及方向の一定せる電流を直通電流略して直流 (Continuous Current) と云ふ。線輪を外部回路に接續するには第13圖甲に示す如く二個の銅環 cd を線輪の廻轉する軸に絶縁物を隔てゝ固着せしめ線輪の兩端を各環

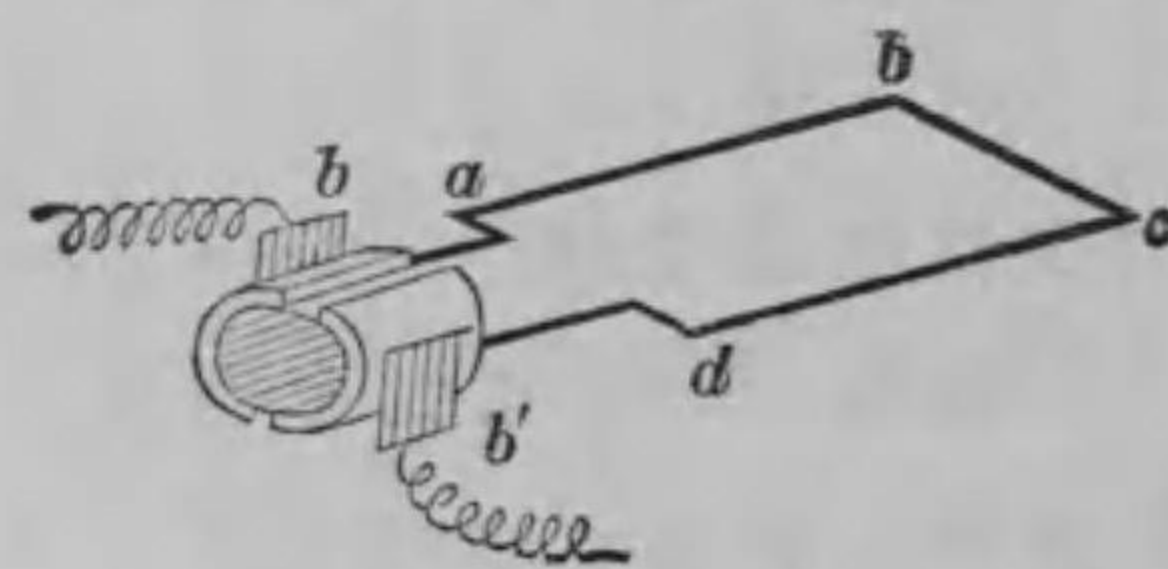
に接觸する様 bb' なる銅製の刷毛を装置し是を外部回路の兩端に接續するなり。此装置に由り線輪及銅環が廻轉するも刷毛は固定して常に銅環に接觸するを以て、回路は常に線輪に接續せられて線輪中に發生したる起電力は外部回路に加はり交流流通するに至るべし。此くの如く交流を發生する發電機を交流發電機(Alternator)と云ひ、銅環装置を聚電子(Collector)と云ひ、銅環を聚電環(Collector Ring)と云ひ、刷毛を刷子(Brush)と云ふ。

第十三圖

(甲) 聚電子



(乙) 整流子



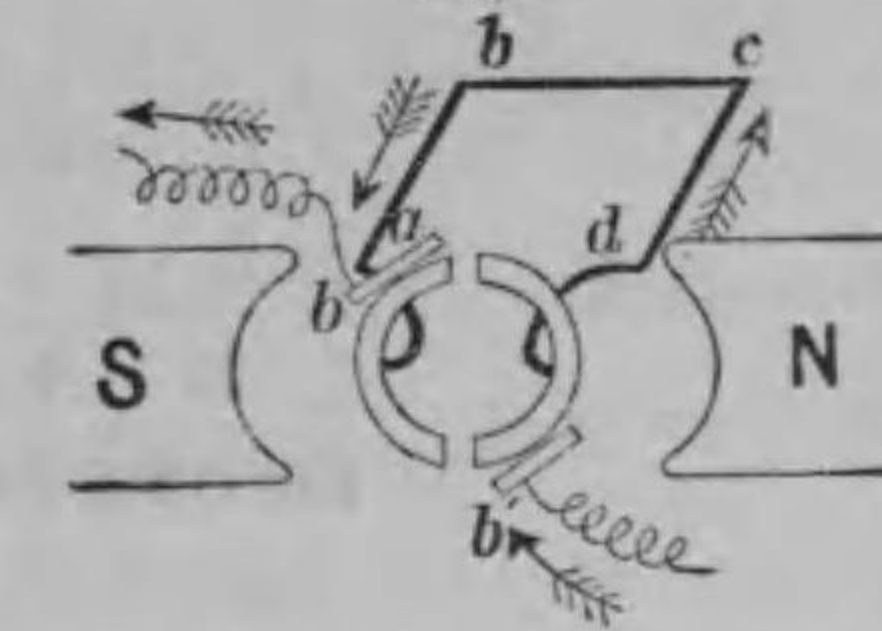
と云ひ、銅環装置を聚電子(Collector)と云ひ、銅環を聚電環(Collector Ring)と云ひ、刷毛を刷子(Brush)と云ふ。發電機より直流を得んには、發電機に誘發する交番電壓を直通電壓に變ずる装置を爲さざるべからず。其方法として第13圖乙に示すが如く、聚電子の代りに半圓筒狀の銅片貳個を圓筒狀をなす絶縁物の周圍に取付け、其相互間を絶縁し、線輪の廻轉軸に固着せしめ、線輪の兩端を各銅片に接續す。別に刷子貳個

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續せしむ。第14圖甲に於て、 a を b に依て d を b' に依て外部回路に接續し、電流は矢の方向に流る。今線輪を180度廻轉する時は同圖乙に示すが如く、 a は b' に依て、 d は b に依て外部回路に接續するに至りて、全線輪に發生する交番電壓の方向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捲線の位置の如何なる場合にも、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(Commutator)と云ひ、各銅片を整流子片(Commutator Segment)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覆すること、第15圖に示すが如し、斯くの如き電流を脈流(Pulsating Current)と云ふ。此雲狀變化を爲さしめざ

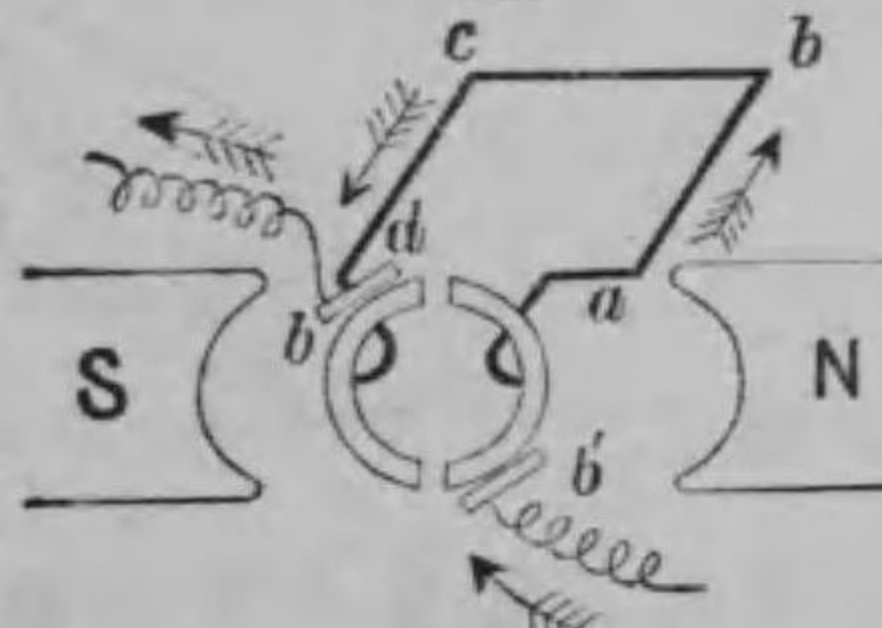
第十四圖

整流子整流の理を説明する圖

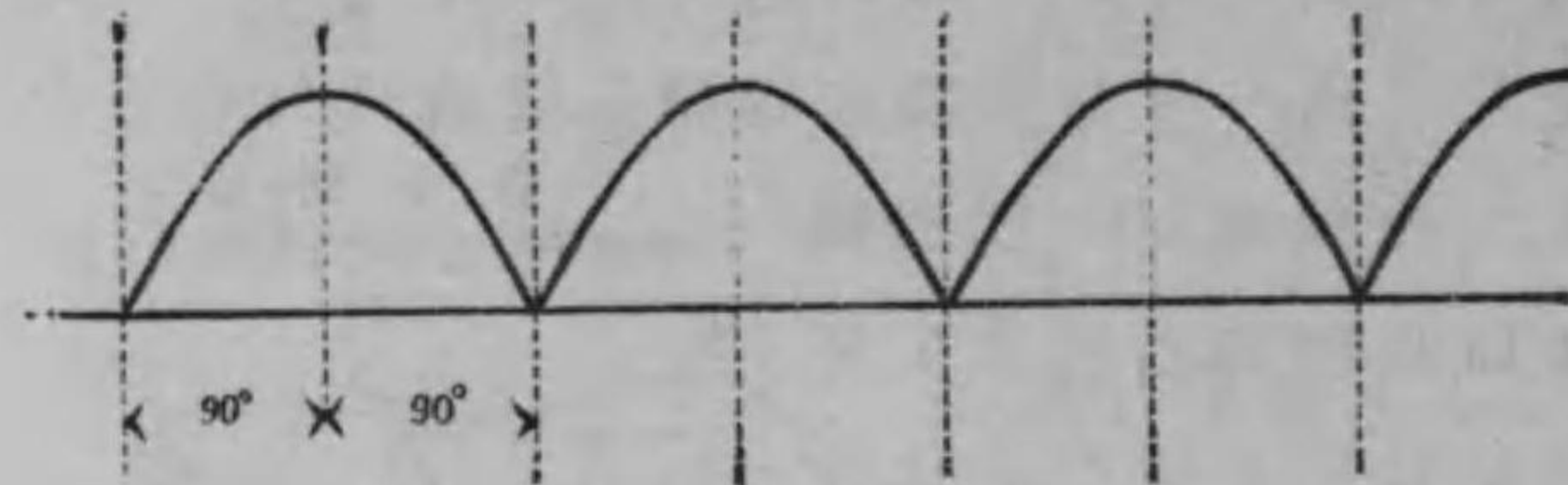
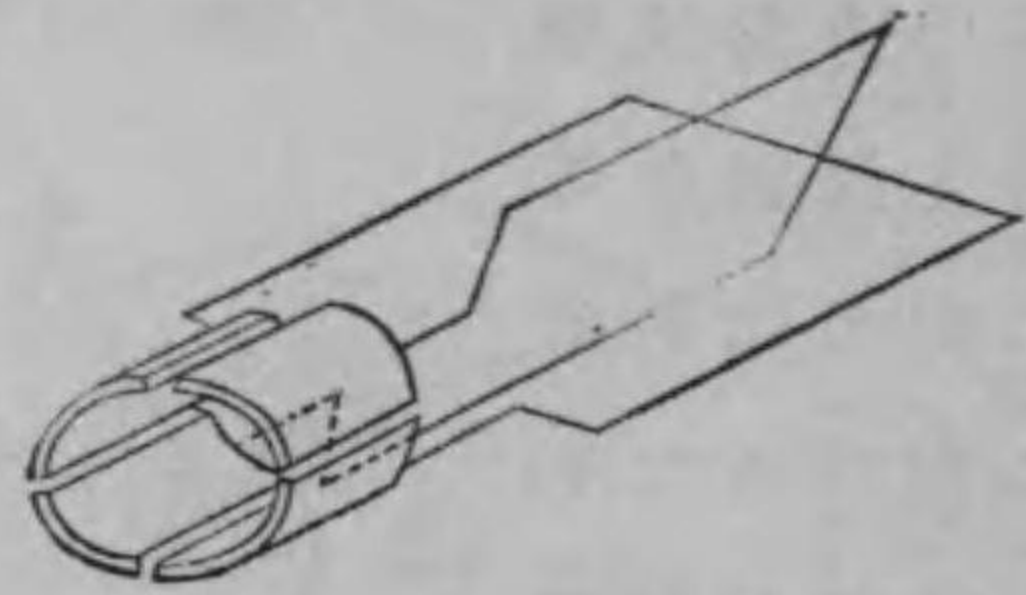
(甲)



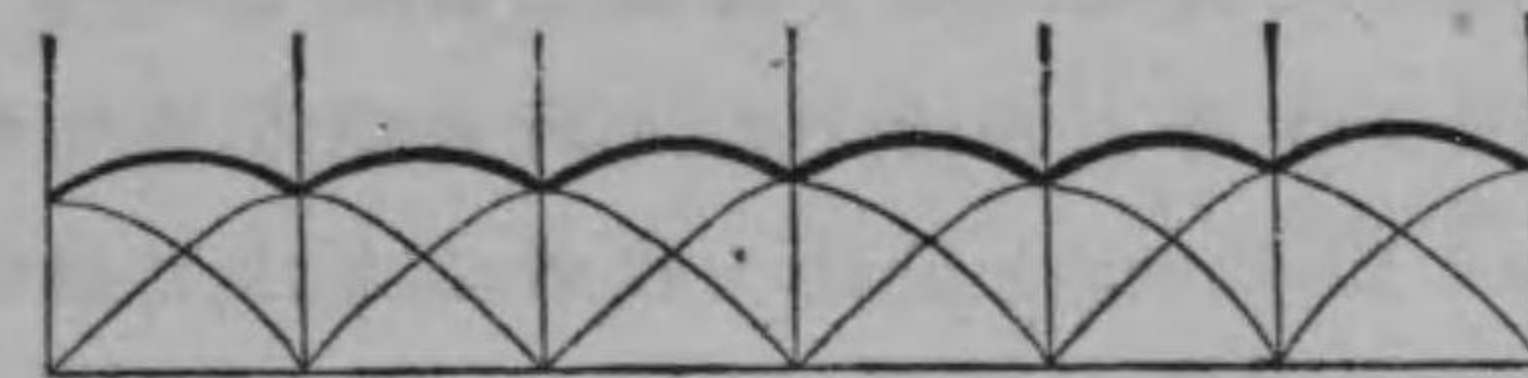
(乙)



なり。此装置を整流子(Commutator)と云ひ、各銅片を整流子片(Commutator Segment)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覆すること、第15圖に示すが如し、斯くの如き電流を脈流(Pulsating Current)と云ふ。此雲狀變化を爲さしめざ

第 十 五 圖
脈 流第 十 六 圖
四個の整流子片を有する整流子

るが爲には整流子片の数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こと
第16圖の如く爲せは二種の雲狀曲線が重りて第17
圖に示す如く變じ値の變化甚しく減すべし。此整
流子片の数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
發電機 (Continuous Current Dynamo) と云ふ。實際の發

第 十 七 圖
直流曲線(整流子片四個使用)

電子に於ては整流子片の数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
機に於ては界磁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
發電子を定置し界磁を廻轉せしむる發電機あり。交
流發電機の大なるものは概ね然り。發電子又は界
磁を廻轉するには相當の機械を要す。是を原動機
(Prime Mover) 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。

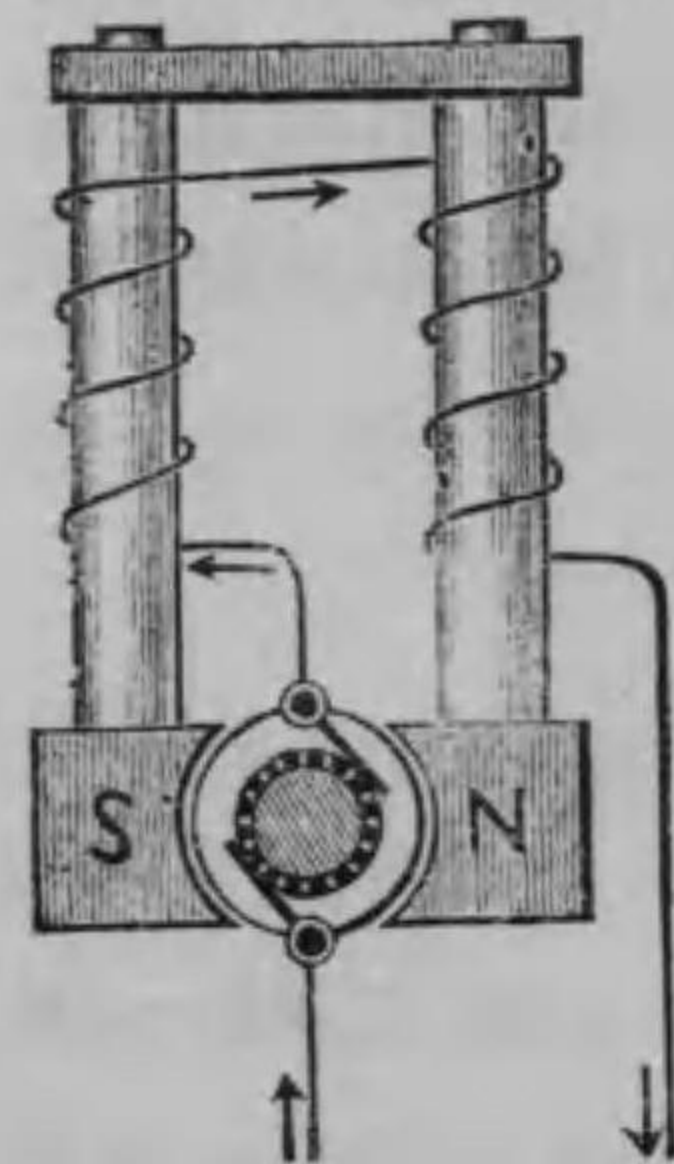
第二項 直流發電機の性状

發電機の種類—總て發電機に於て界磁線輪に電
流を通じ磁界を作ることゝ勵磁 (Excitation) すると云

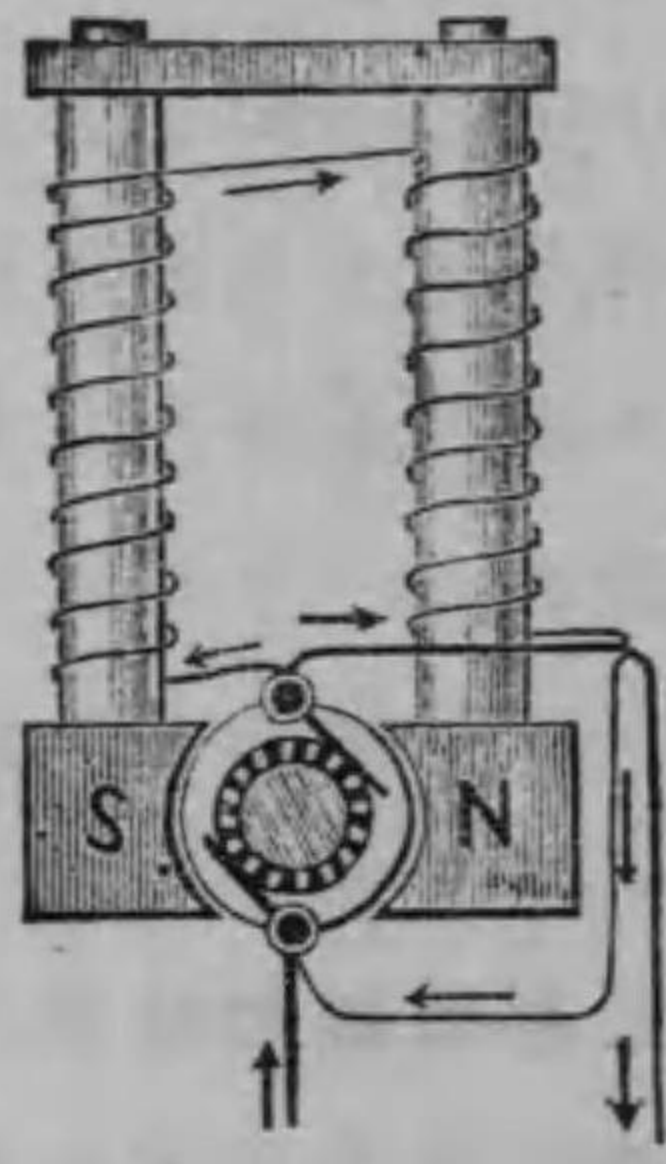
ひ其電流を勵磁電流 (Exciting Current) と云ふ。勵磁電流は他の電源より導く方法と發電子に於て發生する電流より導く方法とあり前者の方法を他勵磁法 (Separate Excitation) と云ひ、後者の方法を自勵磁法 (Self Excitation) と云ふ。電氣化學用又は特種の目的に使用せらるゝ發電機の外は概ね自勵磁法に依る。自勵磁法を説明せん第18圖に示すが如く簡單なる發電機を想像し發電子線輪を整流子の刷子に依て界磁線輪に接続し發電子を廻轉するときは界磁NSは微弱の殘餘磁氣を有する爲め兩極間に磁力線發生し發電子捲線は之を切る故に捲線に起電力

第 十 八 圖

(甲) 直捲發電機電線接続圖

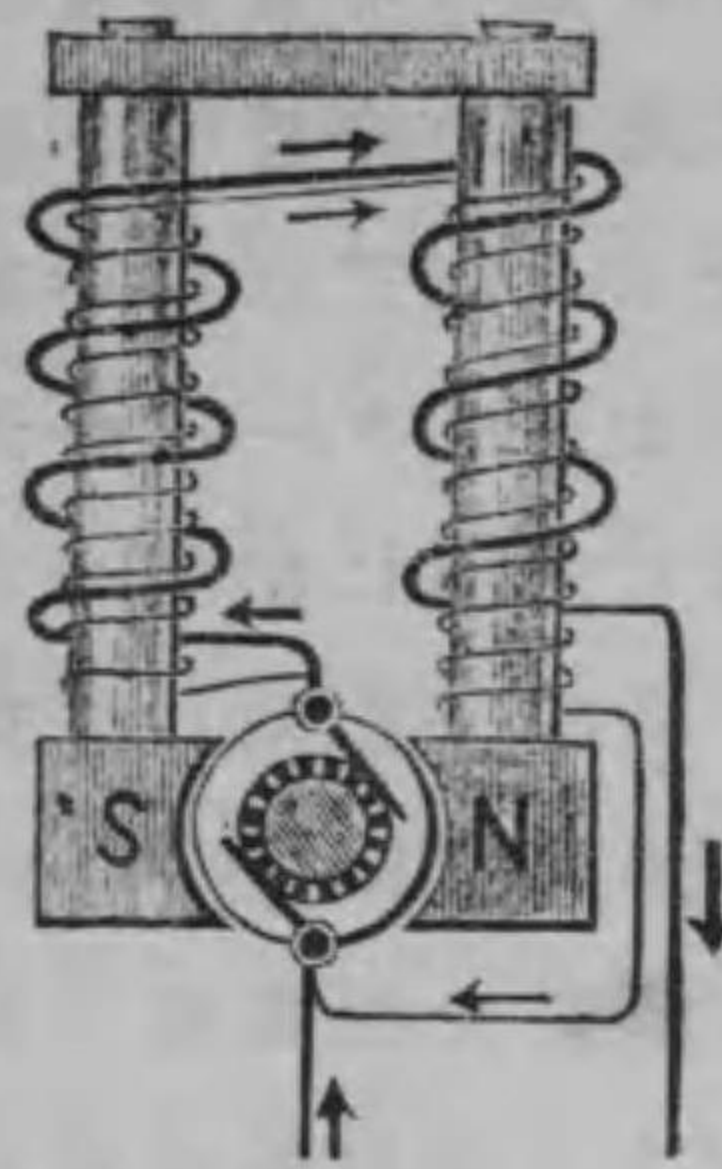


(乙) 分捲發電機電線接続圖



誘發せられ回路完成せるを以て電流は發電子及界磁の兩線輪中に流るべし。爰に於て界磁の磁力は更に増加し従て其磁界は強大し發電子捲線中に發生する起電力亦増加す。此くの如くして發電子の廻轉増すに従ひ相遞加して界磁の磁力は其鐵固有の程度に達して止み發電子の捲線に誘發せらるゝ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

第 十 八 圖
(丙) 複捲發電機電線接続圖



ども此兩線輪の接続方法に三種あり。第一は第18圖乙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大なり此種の發電機を分捲發電機 (Shunt-wound Dynamo) と云ふ。此

發電機に於ては界磁線輪に通ずる電流は外部回路に通ずる電流の影響を受けずして、發電子に發生する電壓に由て變化するのみ。第二は第18圖甲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。此種の發電機を直捲發電機(Series-wound Dynamo)と云ふ。第三は第18圖丙に示すが如く界磁線輪は二種より成り、一は分流線輪(Shunt Coil)と稱し發電子線輪に並列に接続せられ、一は直列線輪(Series Coil)と稱し發電子線輪に直列に接続せらる。此種の發電機を複捲發電機(Compound-wound Dynamo)と云ふ。此發電機は分流線輪の接続法に由り二種に區別せらる。即ち分流線輪が只發電子線輪とのみ並列に接続せらるるもの(第18圖丙)を短分路複捲發電機(Short-shunt Compound Dynamo)と云ひ、分流線輪が發電子線輪及直列線輪と並列に接続せらるるものを長分路複捲發電機(Long-shunt Compound Dynamo)と云ふ。直流發電機の界磁線輪の接続法は以上三種にして分捲發電機に於ては刷子間の電壓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

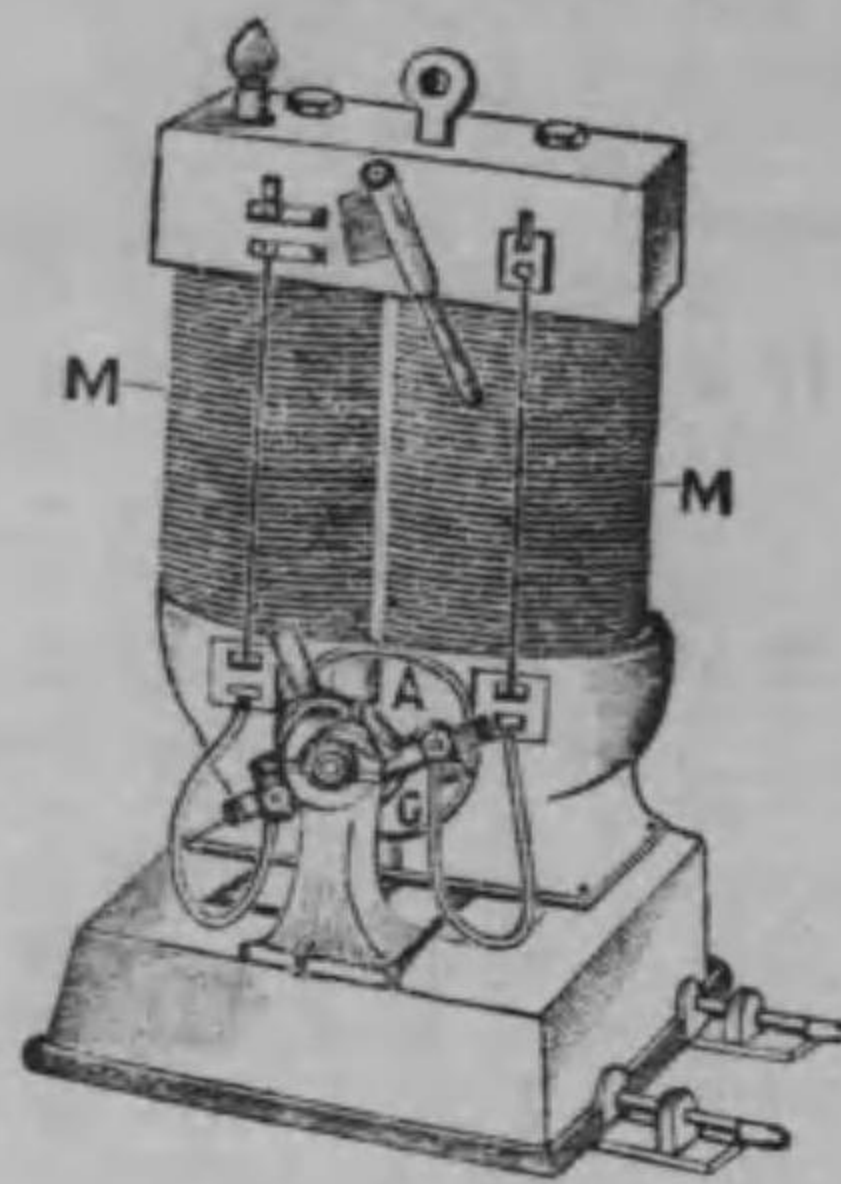
抗を加減し是に由て其勵磁電流を増減して發電機の電壓に變化なからしむ。此方法を電壓を調整(Regulation)すると云ひ、之に用ふる抵抗器を加減抵抗器(Rheostat)と云ふ。複捲發電機に於ては負荷の増加に伴ひ電流の増加すると同時に、複捲中直列線輪に通ずる電流増すを以て、界磁の磁力増して發電機の電壓を増加せしめ、負荷の爲めに減せんとする電壓を不變ならしむ。斯くの如く殆んど不變なる電壓を發生する發電機を不變電壓發電機(Constant Potential Dynamo)と云ふ。即ち分捲發電機及複捲發電機は此種に屬し、電燈用發電機として使用せらる。複捲發電機に於て其界磁直列線輪の捲數を適當に定むれば、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るなり。此種の發電機を過複捲發電機(Overcompound Dynamo)と云ふ。複捲發電機に於ても界磁の分流線輪に抵抗器を接続使用し、分流線輪に通ずる電流を加減調整す。發電機界磁の磁極數は一對以上にして一對二極のものを二極發電機(Bipolar Dynamo)(第19圖)と云ひ、一對以上多極のものを多極發電機(Multipolar Dynamo)(第20圖)と云ふ。多極發

電機は恰も二極發電機を二個以上併合したると同様なり。其刷子の數は極數と同數なるを要す。發電機は極めて小なるもの外皆多極にして極數は二對或は三對のもの多く北極及南極が交互に排置せらる。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

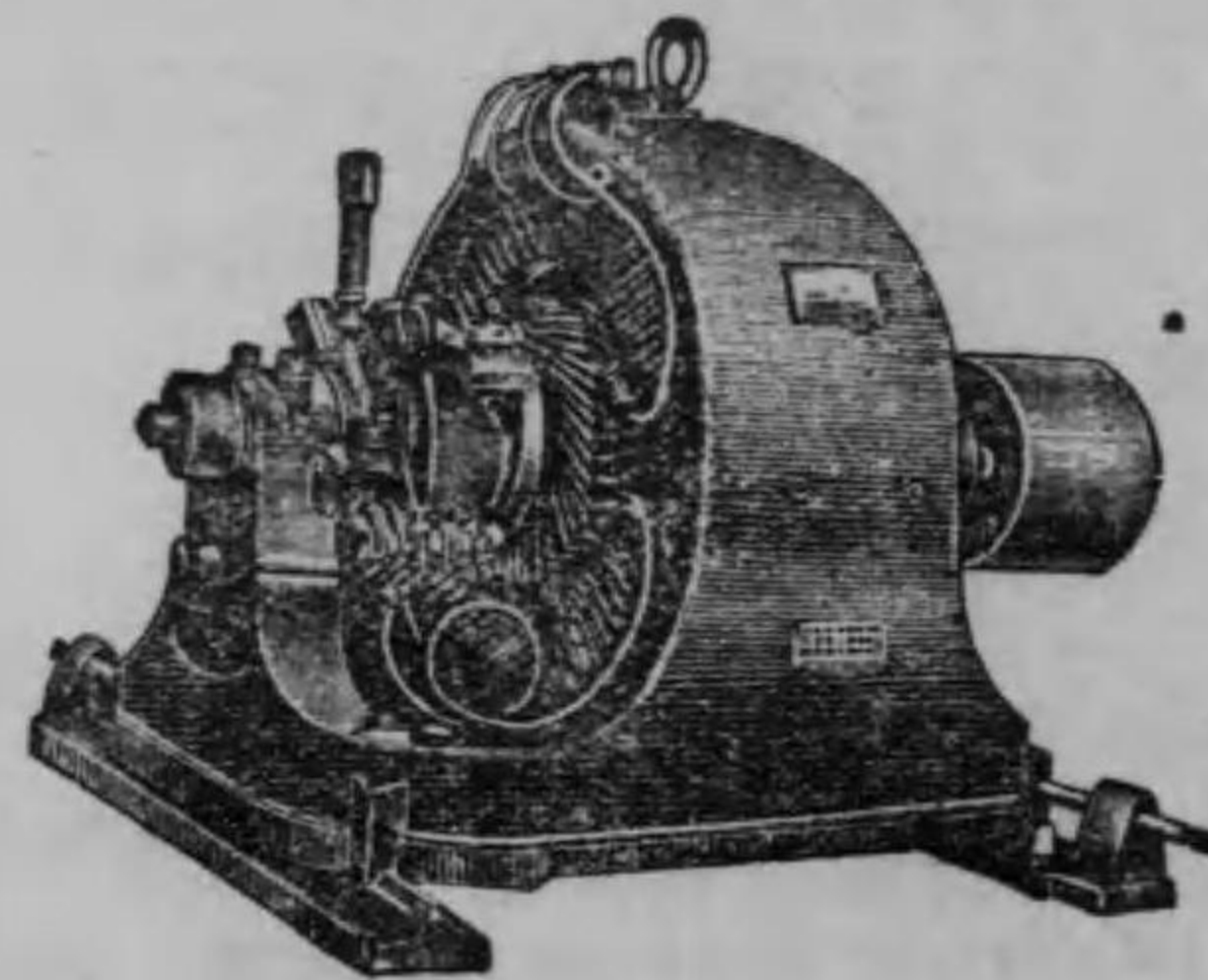
第 十 九 圖

二 極 發 電 機



第 二 十 圖

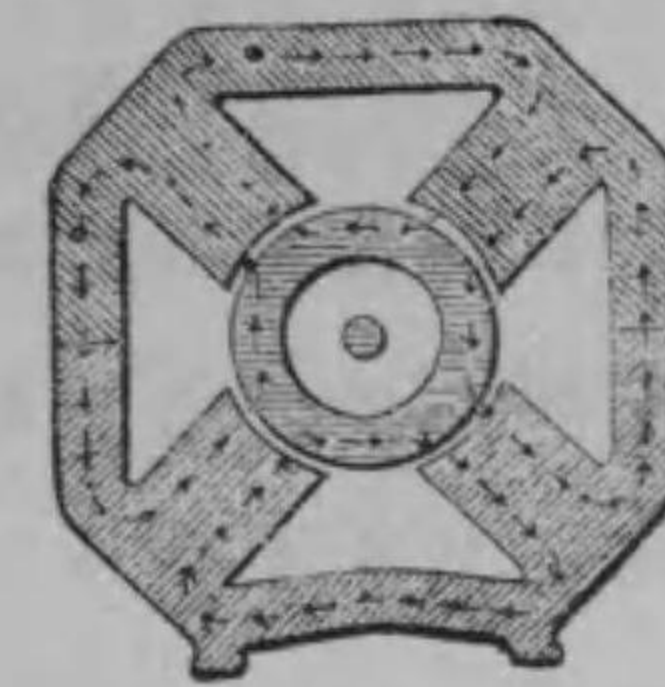
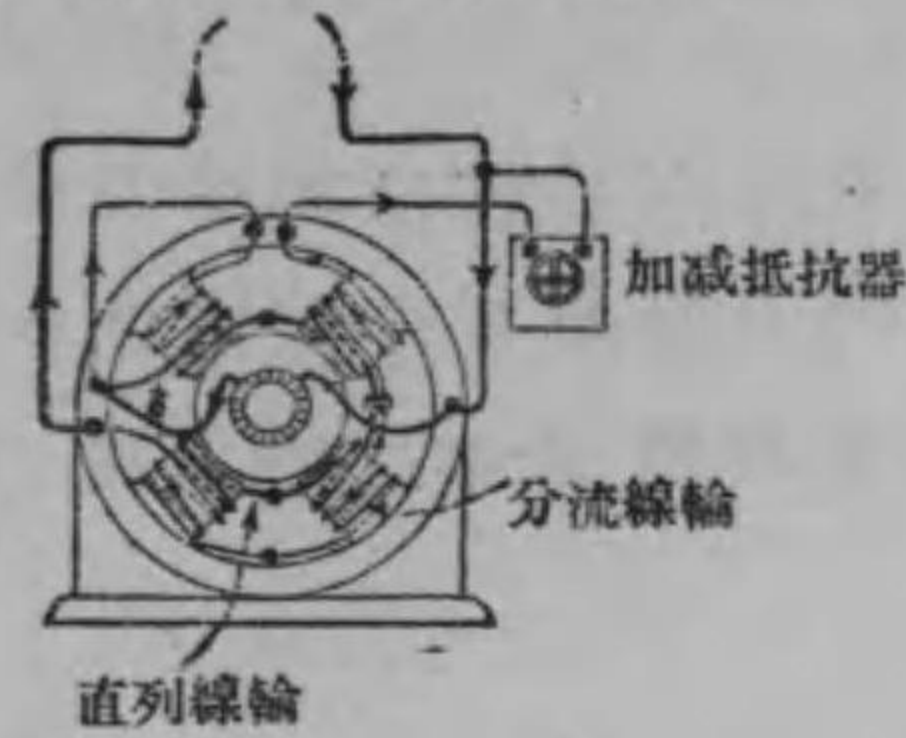
(甲) 多 極 發 電 機



第 二 十 圖

(乙) 四極複捲發電機電線接續圖

(丙) 同前磁力線の方向を示す圖



は廻轉毎に之を切るなり。第20圖乙は四極複捲發電機の電線接續を示し同圖丙は界磁に於ける磁力線の方向を示す。

發電機の起電力—發電機が発生する起電力の強弱は次の四ヶ條に關す。

- (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發電子線輪の捲線の數。
- (三) 發電子の廻轉數。
- (四) 磁極數。

Φ を界磁の一極より出で他極に入る磁力線の總數とし、 n を一秒間の廻轉數、 N_a を發電子表面に於ける捲線數、 a を捲線の回路數、 p を磁極の對數、 E_a

を起電力の「ヴ・ルト」数とすれば、 E_a の値は次の式にて示さる。

$$E_a = \frac{p}{a} \Phi \mu N_a 10^8 \dots \dots \dots (31)$$

例へば四極発電機に於て磁力線数を 4,000,000 一分間の廻轉数を 800、捲線の排列数を 225、捲線は二回路に分れるとすれば

$$a=2, p=2, \Phi=4 \times 10^6, \mu = \frac{800}{60}, N_a=225 \text{ なるに依り}$$

$$E_a = \frac{2}{2} \times 4 \times 10^6 \times \frac{800}{60} \times 225 \div 10^8 \\ = \frac{4 \times 800 \times 225}{60 \times 100} = 120$$

即ち起電力は 120「ヴ・ルト」なり。

此故に發電機の電壓を増減するには Φ, μ, N_a 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 Φ にして Φ は界磁電流に正比例するものなれば己に記載したる如く界磁線輪に通ずる電流を加減抵抗器に依て加減して電壓を調整するものとす。今磁束より界磁に要するアムペア回数を算定する方法を記載せん

- l_1 = 發電子に於ける磁路の平均長さ
- s_1 = 磁力線に直角なる磁路の平均切斷面積
- Φ = 磁束

μ_1 = 鐵心の導磁率

$l_2, l_3, l_4; s_2, s_3, s_4; \mu_2, \mu_3, \mu_4$ = 界磁及發電子間の空隙、磁極及其他界磁體等に於ける磁路の平均長さ、磁路の平均切斷面積及導磁率

v = 磁力線中發電子に通ずるものと全磁力線數との比

とすれば

第 18 式 磁束 = $\frac{\text{起磁力}}{\text{磁氣抵抗}}$

に由り

$$\Phi = \frac{\frac{4\pi}{10} IN}{\frac{l_1}{s_1 \mu_1} + \frac{l_2}{s_2 \mu_2} + \frac{l_3}{s_3 \mu_3} + \dots}$$

發電子鐵心に於ける磁束を Φ_1 とすれば是に要するアムペア回數 $I_a N_a$ は

$$I_a N_a = \frac{10}{4\pi} \Phi_1 \frac{l_1}{s_1 \mu_1}$$

空隙に要するアムペア回數は

$$I_g N_g = \frac{10}{4\pi} \Phi_1 \frac{l_2}{s_2 \mu_2} = \frac{10}{4\pi} \Phi_1 \frac{l_3}{s_3 \mu_3}$$

界磁體に要するアムペア回數は

$$I_m N_m = \frac{10}{4\pi} \Phi \frac{l_3}{s_2 \mu_3}$$

然るに $\Phi_1 = v\Phi$

之に由て總アムペア回数INは

$$IN = \frac{10}{4\pi} \Phi_1 \left(\frac{l_1}{s_1 l_1} + \frac{l_2}{s_2} \times \frac{l_3}{2s_3 l_3} \right) \dots\dots (32)$$

然るに磁束密度 $B = \frac{\Phi}{S}$ にしてBの種々の値に對し種々の鐵に要せらるゝアムペア回数は上式より算出して第八圖に曲線にて示す通りなれば、Bを想定して長さ、と斷面積とより各部分に要せるゝアムペア回数及其總アムペア回数を算出することを得。通常用ひらるゝBの値は第31表に示す如し

第三十一表 發電機の端子電壓—第31式に示さる E_a は發電子線輪に發生する起電力にして、發電子の刷子間に現はるゝ電壓は之より少し、即ち電流が發電子線輪及之と直列に接続する界磁線輪の抵抗に打勝ちて流るゝ爲め或る電壓を失ふ、此電壓を起電力より減じたる電壓が發電子の刷子間に現はる、之を端子電壓 (Terminal Voltage)と云ふ。今端子電壓をEにて示せば其値は次の如し。

品 名		B —平方「センチメートル」
界磁鐵心	鍛鐵 錫鐵	15,000 7,000
發電子鐵心	鍛鐵	15,000—18,000
空 隙		4,000—7,000

壓は之より少し、即ち電流が發電子線輪及之と直列に接続する界磁線輪の抵抗に打勝ちて流るゝ爲め或る電壓を失ふ、此電壓を起電力より減じたる電壓が發電子の刷子間に現はる、之を端子電壓 (Terminal Voltage)と云ふ。今端子電壓をEにて示せば其値は次の如し。

$$E = E_a - (\text{發電子線輪及界磁線輪中に失はるゝ電壓}) \dots (33)$$

發電子の抵抗を R_a 「オーム」

分流線輪の抵抗を R_f 「オーム」

直列線輪の抵抗を R 「オーム」

發電子に通ずる電流を I_a 「アムペア」

發電子より外部回路に通ずる電流を I 「アムペア」

分流線輪に通ずる電流を I_f 「アムペア」

とせば一況に

$$I_a = I + I_f$$

分捲發電機に於ては

$$E = E_a - I_a R_a = E_a - (I + I_f) R_a \dots\dots (34)$$

直捲發電機に於ては

$$E = E_a - I_a (R_a + R) = E_a - I (R_a + R) \dots\dots (35)$$

短分路複捲發電機に於ては

$$E = E_a - (I_a R_a + I R) = E_a - (I + I_f) R_a - I R \dots\dots (36)$$

長分路複捲發電機に於ては

$$E = E_a - (I_a R_a + I_a R) = E_a - (I + I_f) (R_a + R) \dots\dots (37)$$

例. 端子電壓125「ヴォルト」にて外部回路に2,100「アムペア」を送電する短分路複捲發電機あり、發電子線輪の抵抗を0.0042「オーム」、直列線輪の抵抗を0.0028「オーム」、分流線輪の抵抗を5「オーム」とするときは、發電子

に発生する起電力は幾何なるべきや。

解 第36式 $E = E_a - (I + I_a)R_a - IR_c$

より $E_a = E + (I + I_a)R_a + IR_c$

此場合に $E = 125, I = 2,400, R_a = 0.0042, R_c = 0.0028$

$$I_a = \frac{E + IR_c}{R_a} = \frac{125 + 2,400 \times 0.0028}{0.0042} = 26.34$$

由て $E_a = 125 + (2,400 + 26.34) \times 0.0042 + 2,400 \times 0.0028$
 $= 142$ 「ヴォルト」

白熱燈用發電機の端子電壓は概ね 125「ヴォルト」にして 100「ヴォルト」乃至 110「ヴォルト」にて點火すべき白熱燈又は弧光燈を其回路に並列に接続して是に送電するなり。弧光燈用發電機は 50「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 5「ヴォルト」を乗じたるものに等しく、通常 750「ヴォルト」以上にして電流は一定して 6.5「アンペア」又は 10「アンペア」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。以上諸式に於て認むる如く端子電壓は加減抵抗器に依て調整するも外部に送らるゝ電流即ち負荷の増すに従ひ多少減するを免かれず。今無負荷に於ける端子電壓を E_0 とし、全負荷に於ける端

子電壓を E とすれば $E_0 - E$ は負荷の爲めに回路中に失はれたる電壓にして之と E との比を百分率にて表はしたるものを電壓の變動率 (Regulation of Voltage) と云ふ之を γ にて示せば次の如く表はさる。

$$\gamma = \frac{E_0 - E}{E} \cdot 100\%$$

此値は發電機の大さに従て異れども大概ね 5% 乃至 10% なり。

發電機の出カ—發電機の大さを表はすには其發電機が外部に向て安全に供給することを得る電力を以てし是を發電機の出カ (Output) と云ひ「キロワット」にて示す。例へば 500「キロワット」の電力を安全に供給し得る發電機なれば出力 500「キロワット」の發電機と云ふ。出力は端子電壓及回路の抵抗に由て定まるなれども亦次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繼續運轉中機械各部の温度が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火花を生せしめざること。

發電子に於ける發熱とは其線輪に電流流通の爲に生ずる消費電力 IR に基く熱及び鐵心に起るヒス

テリシス及渦流に基く發熱なれば捲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すときは是を少からしむるを得べし。

發電機の發熱及耐量 發電機の各部が電流の發熱作用に由て發熱するは免かれざるも其許し得らるゝ最高上昇温度は發電機各部の絶縁物の燒損せざるを程度とす最近我邦日本電氣工藝委員會に於て定められたる規定は次表に示す如し。

第三十二表

各 部 分	上昇温度の限度(攝氏)	測 定 方 法
固定線輪	60°	捲線の電氣抵抗を測定し其増加程度に由て温度上昇を算定す
廻轉線輪	{ 60° 50°	同 上 寒暖計に由る
整 流 子	55°	同 上
聚 電 子	65°	同 上

但し室内温度を攝氏25度とし25度以上の時は其一度毎に上昇温度一度を減す。

各捲線に於ける電流密度は發電子に於ては捲線の切斷面積一平方吋に付き1,500「アムペア」乃至2,000「アムペア」を適度とし界磁に於ては此二分一を通常とす然るに此發熱制限に對する輻射表面に就てエツソン氏は次の式を與へり。

$$\left. \begin{aligned} \text{界磁に於ては} \quad t &= 355 \times \frac{w}{A} \\ \text{發電子に於ては} \quad t &= 55 \times \frac{w}{A'(1+0.00018V)} \end{aligned} \right\} \dots\dots (38)$$

式中 t は發熱最高温度と周圍空氣の温度との差(攝氏)、 w は消費する電力、 A は平方「センチメートル」にて示す有効冷却表面積、 A' は平方吋にて示す同面積、 V は呎にて示す一分間の圓周速度なり。

發熱の制限より發電子の廻轉速度と安全に發生し得る出力との關係は次式にて示す如し。

$$\left. \begin{aligned} \text{鼓形發電子に於ては} \quad W &= l l^2 n \times 0.015 \\ \text{環狀發電子に於ては} \quad W &= d^2 n \times 0.010 \end{aligned} \right\} \dots\dots (39)$$

式中 W はワットにて示す出力、 l は發電子の長さ(磁極間に於ける)、 d は其直徑にして共に吋にて示さる、 n は一分間の廻轉數なり。之に關しスタインメツ氏は一般的に次の式を與へり。

$$W = \frac{ld}{a} \dots\dots\dots (40)$$

a は定數にして低速度發電機に於ては5乃至6大發電機に於ては2なり。

發電子の發熱を少からしむる一方法として發電子捲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捲線に觸れ之を冷却せしむるものとす。

發電機をして前記の最高上昇温度を超ふことなく其端子に於て利用し得べき發電機の出力を其格定耐量(Rated Capacity)と稱す。

發電機の端子電壓と廻轉速度—發電機の廻轉速度と出力との關係は第39式に示す如くなれども之に制限あり通常次表に示す範圍内に發電子の圓周速度を定め之に適する様一分間の廻轉數を定むるものとす。

第三十三表
發電機の圓周速度表

出力 (キロワット)	50	100	200	300	400	500	1000	1500	2000
發電子の圓周速度 (毎分)	640 乃至 1125	1,125 乃至 1,800	1,800 乃至 2,570	2,250 乃至 3,000	2,570 乃至 3,270	2,810 乃至 3,450	3,450 乃至 3,900	3,750 乃至 4,100	3,900 乃至 4,180

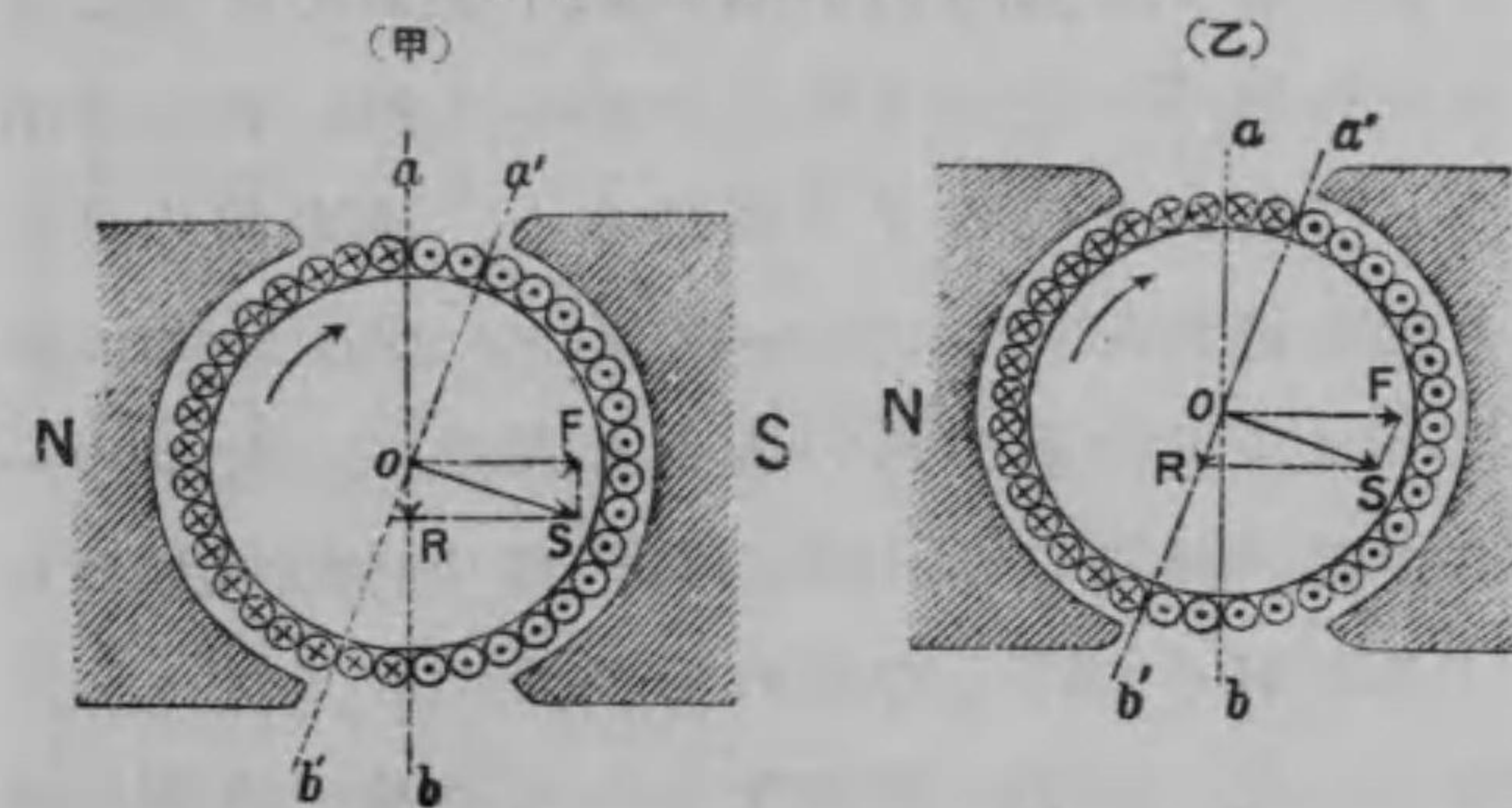
日本電氣工藝委員會に於て制定したる速度及端子電壓の標準は次表に示す如し。

第三十四表
直流發電機(調速運轉)
廻轉數及端子電壓標準表

端子電壓 出力 キロワット	110, 220, 440, 550 ヴォルト		端子電壓 出力 キロワット	110, 220, 440, 550 ヴォルト	
	一分間廻轉數			一分間廻轉數	
	高速度	低速度		高速度	低速度
1	2,000	1,200	30	1,250	750
2	1,900	1,200	40	1,200	750
3	1,800	1,100	50	1,150	700
5	1,700	1,100	60	1,100	700
7.5	1,600	1,100	75	1,050	650
10	1,500	950	100	1,000	650
15	1,400	900	125	950	650
20	1,350	850	150	900	600
25	1,300	850			

發電子の反作用—發電子の反作用(Armature Reaction)とは發電子の鐵心が之に通ずる電流の爲に磁化し磁力線を發生して界磁の磁力線に直角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21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に廻轉するものとせば其捲線中に發生する電流は界磁の磁力線の方 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

第二十一圖
發電子の反作用を示す圖



て流れ(矢の根にて方向を示す)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に起磁力發生し 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* 線に在る捲線には起電力発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火花の発生することなきも、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 (Neutral line) と稱す—も廻轉の方向に傾きて第 21 圖乙に示す如く *a'b'* となれる爲め此線中に刷子を移さざるべからず。然ら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捲線を短絡する時に捲線に生ずる起電力の爲に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火花發して是れを燒損する虞れあり。磁力線の此傾斜角度を進角度 (Angle of Lead) 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 21 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回数は捲線に通ずる電流を I_a とし捲線の直列に接続せられたる排列數を N_a とし進角度を θ とすれば次の式にて示さる。

$$IN = \frac{\theta N_a I_a}{180^\circ} \dots \dots \dots (41)$$

此アムペーターンを逆アムペア回數 (Back Ampere

turn) と云ふ。磁力線 OR の多少は發電子に通ずる電流 I_a 即ち一般に負荷に比例する故に進角度は負荷に正比例し従て刷子を置くべき位置も負荷の多少に由て異なる。

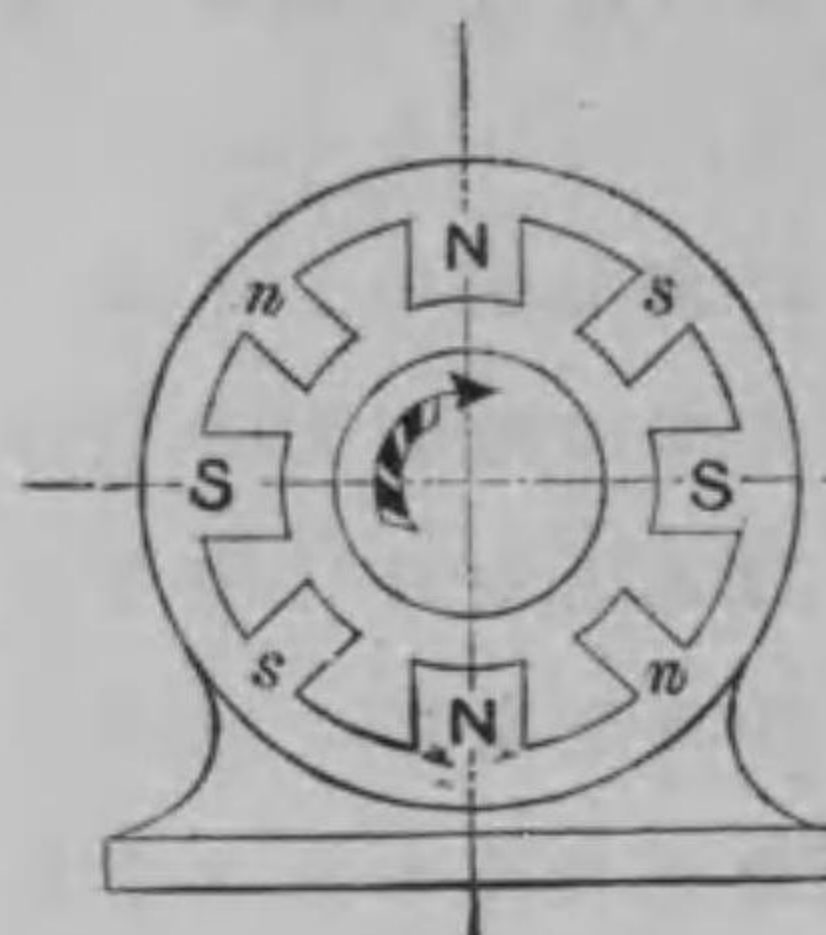
刷子を中性線に置くときは之に由て短絡せらるゝ線輪には發電子の廻轉に由て生ずる起電力の発生なきも其自己誘導作用に由て起電力発生し刷子が整流子より離るゝ際火花を發生せしむ。之を防ぐ爲めには線輪中に幾分の起電力を發生せしめ自己誘導に由る起電力と相殺せしむるなり。此爲めに刷子を中性線より廻轉の方向に少し進め置くものとす。

發電子反作用を償却せしむるには次に記載する方法を用ふるなり。

補極發電機—直流發電機に於ける發電子反作用を償却して磁界の中性線をして常に磁極間の中心線に在らしめ刷子を此位置に定置せしむる爲め各磁極間に別に反對の起磁力を起す小なる磁極を裝置する方法あり第 22 圖は其磁極圖を示す。圖中 NS は主要磁極にして *ns* は小磁極なり。此磁極を補極 (Interpole) 又は整流極 (Commutating Pole) と稱し之を裝

置したる発電機を補極発電機(Interpolar Dynamo)と稱す。

第二十二圖
補極発電機略圖



す。補極の線輪は發電子線輪に直列に接続せらる。其捲數を適當に定め其磁極の配置と發電子の廻轉の方向(矢線にて示す)とを第22圖に示す如く爲すときは補極線輪に由て生ずる起磁力は發電子線輪の逆アムペア回數に由て生ずる起磁力と相等しく其方向相反する故に、兩磁氣作用は相殺せられ所謂發電子の反作用は減し、磁界の中性線は磁極間の中心線に来るべし。發電子線輪及補極線輪に依て生ずる起磁力は共に發電子に通ずる電流に正比例する故に、負荷の如何なる場合に於ても兩起磁力相殺せられ、中性線は常に磁極の中心線に在りて、刷子を常に此位置に置くも整流作用完全に行はれ刷子に於て火花の發生することなし。従て此発電機は試運轉の際刷子の位置を適當に定むれば、其後之を移動せしむる必要なし、由て移動せしむる装置を爲さざるものあり。補極の數は主要磁極の數に等しく

其厚さは發電子の溝の廣さの約三倍とし其幅は發電子鐵心の幅の約七割に爲す。其捲線には主要磁極に於けると同様のものを用ひ其太さは電流密度が切面斷積の一平方時に1200「アムペア」乃至1400「アムペア」なる範圍内に於て適當に定むるものとす。

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、一汎の機械と同様に原動機より與へらるる勢力の全部を電力として發生するものに非ず、其幾分は發電機内に於て熱と成りて消費せらるゝを免かれず、此與へらるる勢力を入力(Input)と云ひ發電機の出力と此入力との比を發電機の能率(Efficiency)と云ふ。

$$\text{即ち} \quad \text{能率} = \frac{\text{出力}}{\text{入力}} = \frac{\text{出力}}{\text{出力} + \text{損失}}$$

發電機内に消費せらるゝ損失の勢力は次の數種とす。

- (一) 發電子及界磁の捲線が電流の爲に發熱し放散する電力の損失並に整流子と刷子との接觸抵抗に由る電力の損失 I^2R 是を銅損(Copper Loss)と云ふ。
- (二) 發電子鐵心に於けるヒテリシス作用に由るヒステリシス損及渦流に由る渦流損是を鐵損

(Iron Loss)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。

發電子捲線に流るゝ電流は發電子の半廻轉毎に方向を變ずる爲めに、此電流に由て磁化する發電子鐵心に於ては、ヒステリシス作用の爲め其磁化の程度が電流の變化に伴はずして、必ず是より遅れ電流が最大になりし時刻より少し後れて鐵心の磁力最大と成り、電流が最小になりし時刻より少し後れて磁力最小と成る、則ち鐵に常に殘留の磁氣存すべし。此殘留磁氣は單に鐵を熱するに止まるを以て之を生せしむるに要したる電力は全く無益に消費せられ、其値は第 16 式に示す如し。

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却したるものを用ふるときは、此損失電力を少からしむることを得べし。

發電子が磁界内に廻轉する際には、其鐵心に起電力發生し、是に渦流流るゝに至るべし、其値は第 17 式に示す如くして、發電子の廻轉數の自乗に正比例し、其作用は全く鐵を熱するに止まり無益に消費せらる。渦流の發生を防ぐには、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渦流は減すべし。是に由て現今發電子の鐵心に使用する鐵板は甚だ薄く、其厚さ凡そ 0.016 吋乃至 0.018 吋なり。

整流子と刷子との接觸抵抗は整流子の圓周速度、刷子に於ける電流密度及刷子の壓力に由て異なる。炭素刷子(Carbon Brush)使用の場合には、

整流子の圓周速度 毎分 2,500 呎

刷子に於ける電流密度 每平方吋 25-35「アムペア」

刷子の壓力 每平方吋 1.25「ポンド」

なるときに接觸抵抗は刷子の接觸面積一平方吋に付き 0.03「オーム」と定めて差支なし。銅刷子(Copper Brush)使用の場合には電流密度每平方吋 150-175「アムペア」として接觸抵抗は一平方吋に 0.003「オーム」— 0.004「オーム」なり。

刷子の摩擦に因る損失は次の式にて示さる。

$$W = \frac{\mu P A v}{33,000} \times 746 \text{ワット} \dots \dots \dots (42)$$

式中 μ = 摩擦係數(炭素刷子の場合には接觸の工合能きとき 0.3 とす)。

P = 接觸面積毎平方時に於ける刷子の壓力(ポンド)

A = 刷子の接觸面積(平方吋)

v = 整流子の圓周速度(毎分呎)

軸受に於ける摩擦及空氣の抵抗に因る損失は精密に計算するを得ず。實驗上出力1,000「キロワット」發電機に於ける此損失は出力の約0.5%なることを確められたるに過ぎず。

以上の損失中鐵損及び機械的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。尙鐵損は其算式に於て認むる如く磁界の磁束密度に正比例す。銅損は發生電流の自乗に正比例するものなれば、負荷に従て増減す。

是等の損失は皆發電機中に消費せられ總て熱に變ずるものなれば、之が爲に發電機の熱するを免かれず。其最大上昇温度は已に記載したる制限内なること必要なり。此損失を計算するときは發電機の能率を算出することを得。其値は無負荷のとき最少にして負荷の増すに従ひ始めは急に増し四分一負荷前後より徐々に増し全負荷に於て最大值に達し尙負荷増すときは少しく減するなり。異なる發電機に於ては其大小及設計の如何に由て甚しく異なる。概し

て出力大なる程及廻轉の速かなる程能率高し。其範圍は0.8-0.97なり。是に100を乗じ%にて表はすを通常とす。第35表は直流發電機の平均能率を示す。

第三十五表
直流發電機の平均能率表

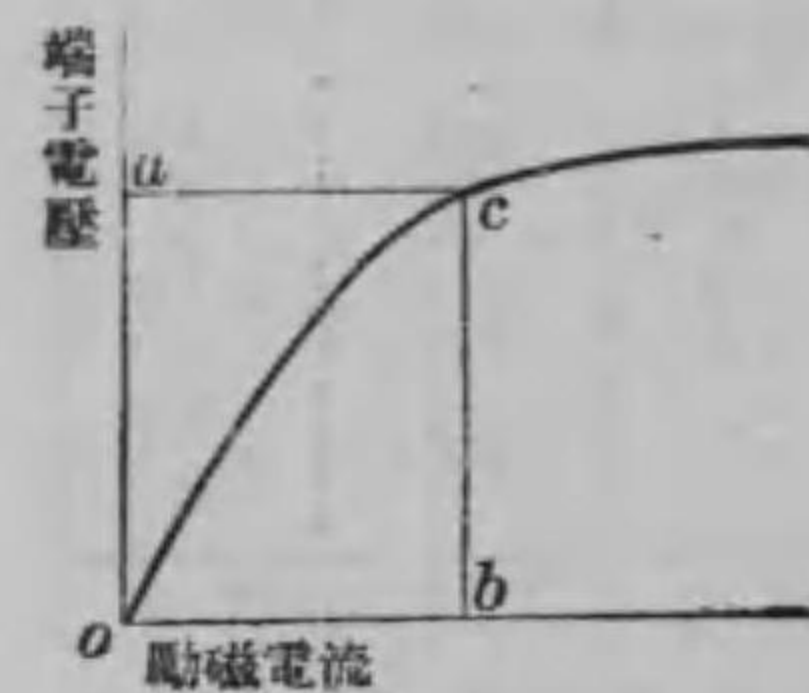
耐 量 キロワット	全負荷 能 率 %	%に於ける損失の分配				% 全損失
		發電子に於ける損失		界 磁 線 輪	摩 擦	
		銅 損	鐵 損			
30	90	4.0	3.0	2.5	0.5	10
40	90.5	3.8	2.8	2.4	0.5	9.5
50	91	3.6	2.7	2.3	0.4	9
75	91.5	3.4	2.5	2.2	0.4	8.5
100	92	3.2	2.4	2.0	0.4	8
200	93	2.7	2.15	1.8	0.35	7
300	93.5	2.5	2.0	1.65	0.35	6.5
500	94	2.3	1.8	1.55	0.35	6
750	94.5	2.0	1.7	1.5	0.3	5.5
1,000	95	1.8	1.5	1.4	0.3	5

特性曲線—ドクトル・ホプキンソン (Dr. Hopkinson) 氏は發電機の性質を其起電力と電流との關係を示す曲線にて研究し、之を發電機の特性格線 (Characteristic Curve) と稱せり。此曲線に依て發電機の發電状態を知ることを得べく、其基本の曲線は次の二種とす。

- (一) 磁化曲線 (Magnetization Curve)
- (二) 外部特性格線 (External Characteristic Curve)

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此電流を増加し同時に發電子の刷子間の端子電壓を測り電流を横軸に取り電壓を縦軸に取りて曲線を畫けば第23圖に示すが如き曲線を得べし。然るに電壓は磁力線に正比例するを以て此曲線は即ち

第二十三圖
磁化曲線



磁化曲線にして之を發電機の内部特性曲線(Internal Characteristic Curve)とも稱す此曲線は發電機の性質を示すを以て二種以上の發電機の性質を比較するに用ひらる。

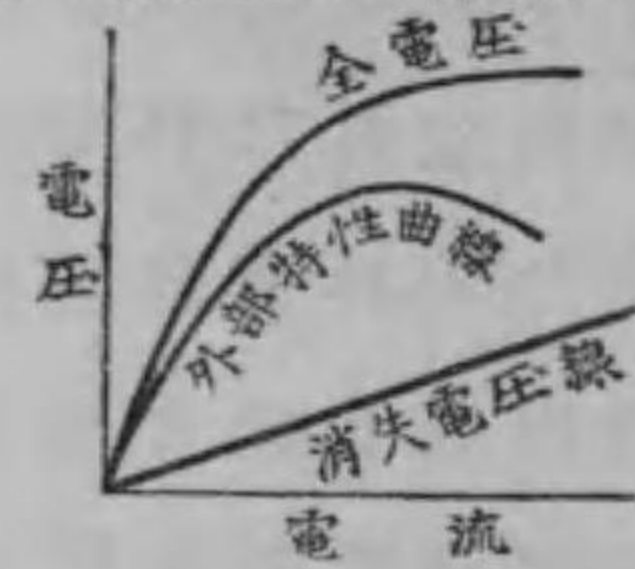
此曲線に於て認むる如く磁化作用の低き間即ち勵磁電流の少き期間には鐵の導磁率高き爲め磁力線数は殆んど磁化力に正比例すれども鐵の磁性が飽和せらるゝに従ひ導磁率は急に減じ勵磁電流を増すも磁力線數又は電壓は之に伴て増さず殆んど一定し鐵の飽和點に達するなり。圖に於てbc線は發電機の全負荷の時の端子電壓を示しac線は是を發

生せしむる勵磁電流を示し其交叉點cは全負荷に於ける磁化曲線中の相當點を示すなり。

外部特性曲線と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端子電壓を刷子間に於て測り其電壓及電流にて畫きたる曲線なり。直捲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ふ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乘積IRと發電子反作用との増加の爲に刷子間の電壓減少すること第24圖甲の特性曲線に認むるが如し圖中消失電壓線とは減少する電壓を示し是と外部特性曲線とを加へたるものは全電壓の變化を示すものなれば之を全部特性曲線 (Total Characteristic Curve) と云ふ。分捲發電機の外部特性曲線は第24圖乙に示すが如く電流の増加が或る程度例へば圖に於て μ を超ふるときは發電子線輪に於けるIRが増して電壓は急激に減じ遂に零に達すべし。斯くの如くして分捲發電機に於ては必ず電流の最大値ありて其以上には電流を増すこと能はず。

第二十四圖

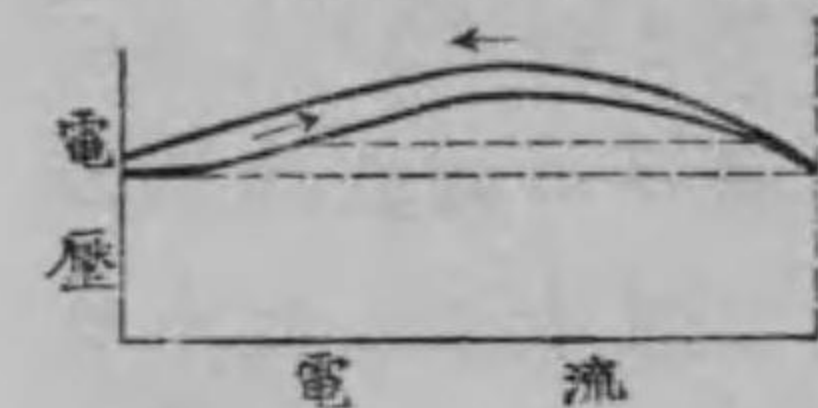
(甲) 直捲發電機の外部特性曲線



(乙) 分捲發電機の外部特性曲線



(丙) 複捲發電機の外部特性曲線



良好の設計に成る發電機に於ては全負荷電流は此最大電流の50%以下なり。複捲發電機の外部特性曲線は第24圖丙に示すが如し此發電機に於ては負荷増加に伴ひ電壓の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壓は稍直線狀を爲すも少許の増減を爲すこと圖に於て認むるが如し。

例 題

(一) 直流分捲發電機に於て發電子の捲線數550一分間の廻轉數600にして起電力220「ヴォルト」を得んには磁力線の總數幾何を要するや。

解. 題意に於て $E_a = 220$ $n = \frac{600}{60}$ $N_a = 550$

由て公式 $E_a = \Phi \cdot n \cdot N_a \cdot 10^{-8}$ より

$$\Phi = \frac{E_a}{n \cdot N_a} \times 10^8 = \frac{60 \times 220 \times 10^8}{600 \times 550} = 4,000,000.$$

即ち磁力線總數4,000,000を要す。

(二) 前例に於て發電子線輪の抵抗を0.056「オーム」發電子に通ずる電流を250「アムペア」とするときは、發電子の端子に於ける電壓幾何なりや。

解. 此場合に於て $R_a = 0.056$ $I_a = 250$ $E_a = 220$
端子電壓の公式 $E = E_a - I_a R_a = 220 - 250 \times 0.056$
 $= 206$ 「ヴォルト」

(三) 出力300「キロワット」一分間の圓周速度2,500呎の六極直流發電機に於て全負荷運轉の際界磁及發電子の温度上昇を攝氏50度以内に保持し消費電力を界磁に於て150「ワット」發電子に於て出力の2%以内ならしめんには界磁及發電子の熱の輻射面積を幾何にすべきや。

解. 第38式より

$$\text{界磁に於ては } A = 355 \times \frac{w}{t}$$

$$\text{發電子に於ては } A = 55 \times \frac{w}{t(1+0.00018V_c)}$$

$$\begin{aligned} \text{由て界磁の輻射面積} &= 355 \times \frac{150}{50} \\ &= 1,065 \text{ 平方「センチメートル」} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{同上各極の輻射面積} &= \frac{1065}{6} \\ &= 177 \text{ 平方「センチメートル」} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{發電子の輻射面積} &= 55 \times \frac{300,000 \times 0.02}{(1 + 0.00018 \times 2,500) \times 50} \\ &= 4.552 \text{ 平方吋} \\ &= 29,360 \text{ 平方「センチメートル」} \end{aligned}$$

(四) 直流發電機に於て

發電子を透過する磁力線總數を 1,250,000本

發電子の切斷面積を 12.5平方吋

發電子の長さを 6吋

空隙の長さを 0.25吋 其切斷面積を 16平方吋

界磁鐵心の切斷面積を 15平方吋 其長さを 36吋

界磁繼鐵の切斷面積を 28平方吋 其長さを 12吋

とし發電子鐵心は成層鐵より成り界磁鐵心及繼鐵は鍛鋼より成るときは界磁に要するアムペア回數幾何なりや。

解。發電子に於ける磁束密度Bは

$$B = \frac{1,250,000}{12.5} = 100,000$$

由て第八圖より一時毎に要するアムペア回數は53なるをすれば發電子に要する全アムペア回數は

$$53 \times 6 = 318$$

空隙に於ける磁束密度 $B = \frac{1,250,000}{16} = 78,250$

其一時毎に要するアムペア回數は

$$78,250 \times 0.3132 = 24,508$$

由て空隙に要する全アムペア回數は

$$24,508 \times 0.25 = 6127$$

界磁に通ずる磁力線の85%が發電子に通ずるものとすれば

界磁に通ずる磁力線總數は $\frac{1,250,000}{0.85} = 1,470,000$

由て界磁鐵心に於ける磁束密度

$$B = \frac{1,470,000}{15} = 98,000$$

其一時毎に要するアムペア回數は第八圖より

70となれば鐵心に要する全アムペア回數は

$$70 \times 36 = 2,520$$

繼鐵に於ける磁束密度 $B = \frac{1,470,000}{28} = 52,500$

其一時毎に要するアムペア回數は12 ならば

繼鐵に要する全アムペア回數は

$$12 \times 12 = 144$$

由て發電機全部に要する總アムペア回數は

$$318 + 6127 + 2520 + 144 = 9,109$$

即ち約9,110アムペア回數を要するなり。

第三項 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次に記載す。

界磁—界磁は次の部分より成る。

界磁繼鐵(Field Yoke) 界磁極片(Field-Polepiece)

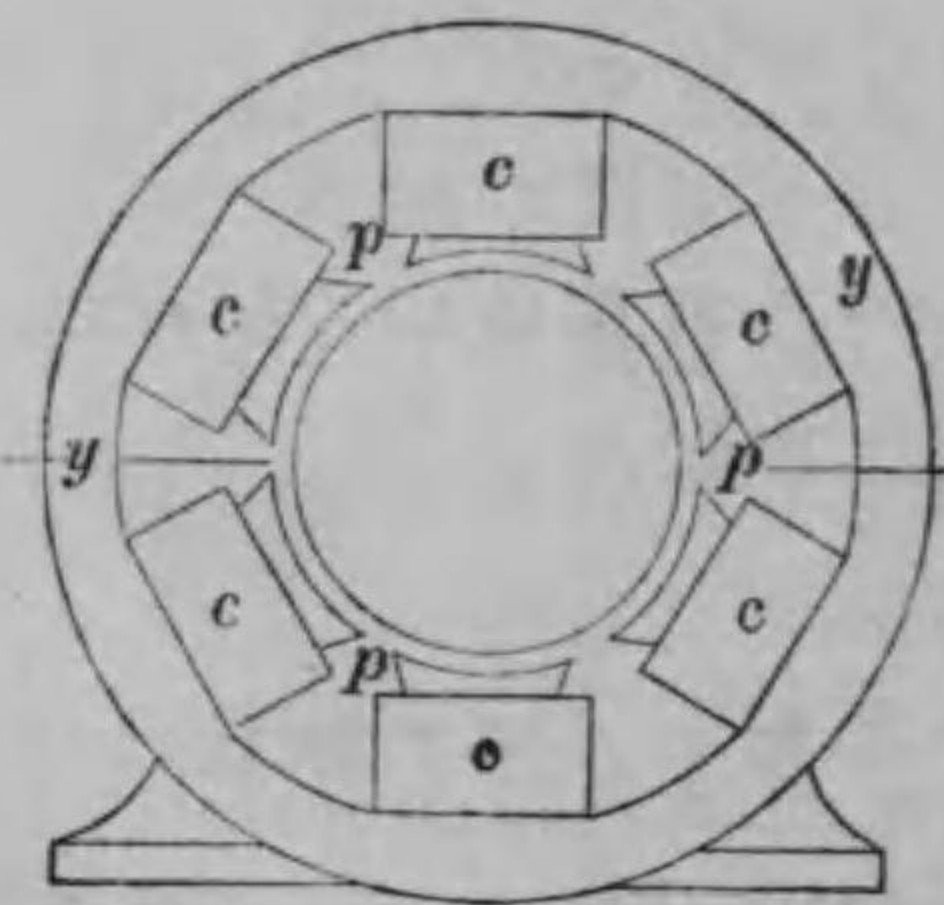
界磁鐵心(Field Core) 界磁樞(Field-Bobbin).

界磁線輪(Field-Coil)

磁極数は出力五「キロワット」以下の發電機に於ては二個なれども其以上の發電機に於ては通常四個以上にして南極と北極と交互に排列せらる。

第25圖は六極より成る界磁を示す。yは界磁繼鐵に

第二十五圖
界 磁



して鑄鐵或は鑄軟鋼より成り鐵心を支持し磁極間の磁路の一部を形成す。其大なるものは點線にて示す部分に於て上下に分て鑄造せられ下半部は發電子の軸受と共鑄せらる。其形

狀は通常圓形なり。鐵心は小發電機に於ては鑄鐵にて作れども其他概ね鍛鐵鑄鋼又は薄き鋼板を重ねて作る。其形狀は圓筒體又は階圓筒體なり。鑄鐵製及鑄鋼製の者は繼鐵に共鑄さるゝものあり或は

之に螺子にて取付けらるゝものあり又は之に鍛接さるゝものあり。薄鋼板製の者は重ねて良く締付け螺子にて繼鐵に締付くるか或は是に鍛接す。Pは界磁極片にして鑄鐵又は鋼鐵より成る。鋼製のものは薄き鋼鐵板を重ねてよく締付け鐵心へ螺子にて取付くるか又は之に共鑄す。總て鐵板の數十枚を重ねて作ることを成層(Lamination)と云ひ是より成る鐵心を成層鐵心(Laminated Core)と云ふ。

磁極片の發電子面に對する圓周上の長さを極弧(Pole-Arc)と云ひ其中心間の距離を極間隔(Polar-pitch)と云ふ。極弧は極間隔の65%-80%なるを通常とす。Cは界磁線輪にして捲線には含硫グーニッシュを塗りたる木綿二重巻被覆銅線を用ふ。其の大きさは豫定せられたるアムペア回数と線輪に於て消費すべき豫定電壓とに由てオーム法則に依り之を定むるものなれども電流密度は線輪に規定以上の温度上昇なき様選定せざるべからず。分流線輪に於ける捲線の大きさは電流より次の式に依り算定することを得。

$$d = \sqrt{\frac{1.25 \times IN \times (D + D_1)}{E}} \dots (43)$$

式中

d は裸銅線の直径(ミル)

IN は界磁線輪のアムペア回数

D は界磁線輪の外徑(吋)

D_1 は界磁線輪の内徑(吋)

E は端子電壓

捲線の被覆の厚さは通常七「ミル」なり。線輪は直接極片に捲かすして其間に是に適合すべき枠を挿入し是に線輪を箱入す。此枠を界磁框(Field Bobbins)と云ふ。是は亞鉛真鍮又はファイバー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。多極発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。

發電子の構造—發電子は起電力を發生すべき線輪を鐵心に捲きたるものにして線輪の捲き方及鐵心の形狀に従て次の如く數種に種別せらる。

(一) 鼓形發電子(Drum Armature)

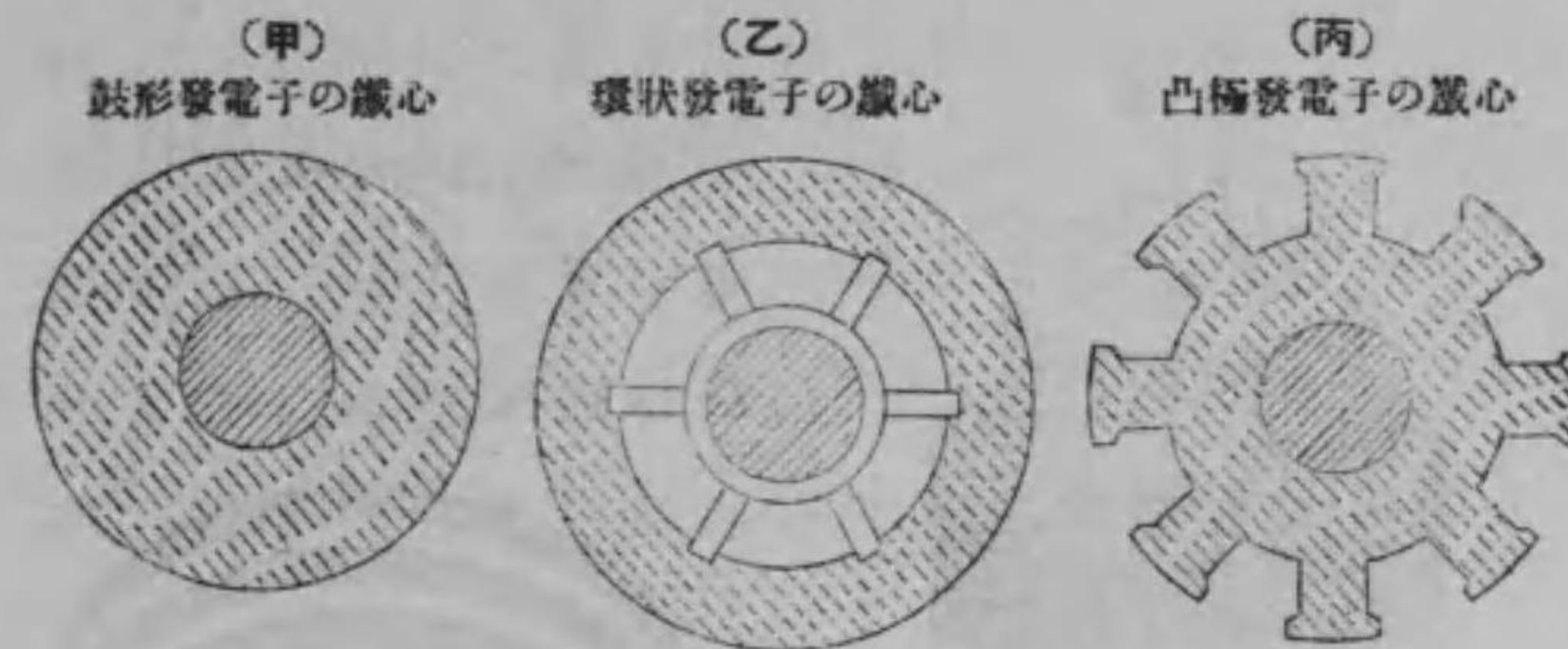
(二) 環狀發電子(Ring Armature)

(三) 凸極發電子(Pole Armature)

(四) 平板發電子(Disk Armature)

鼓形發電子の鐵心は圓筒狀を爲し發電子線輪は鐵心の周圍全部に散布して捲かる。第26圖甲は其鐵

第 二 十 六 圖



心の切斷面を示す。環狀發電子の鐵心は環狀を爲し發電子線輪は鐵心の周圍に其内外側を通じて捲かる。第26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子線輪は周圍の凸出部に捲かる。第26圖丙は其鐵心の切斷面を示す。平板發電子には鐵心なく、線輪は平板狀に作られ發電子軸に直角に取付けらる。第27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。鼓形發電子に於ては鐵心に捲かる、電線の總てが磁力線に對して有效なれども、環狀發電子に

於ては鐵心の内側に於ける捲線は磁力線に對して無効なり且つ鼓形發電子の線輪は捲くこと容易な

第 二 十 七 圖

(甲) 鼓形發電子



(乙) 環狀發電子



れば一況に廣く用ゐらる。鼓形發電子に於て第28圖に示す如く鐵心の周圍に溝を有するもの又は周

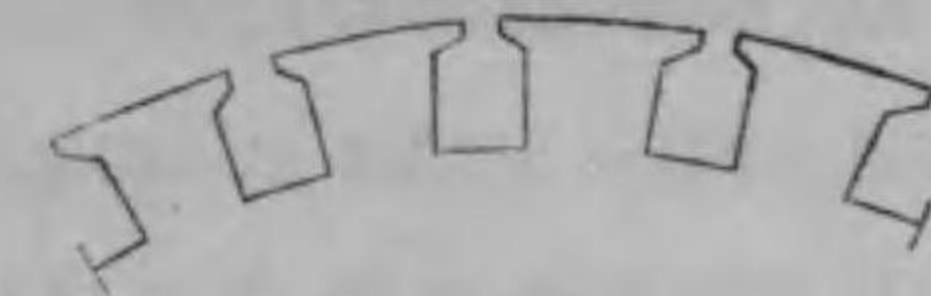
圍に近く孔を穿ち是に捲線を通じたるものあり溝のある鐵心を有溝鐵心 (Slotted Core) 又は有齒鐵心 (Toothed Core) と云ひ孔

のあるものを有孔鐵心 (Tunnel Core) と云ふ。是れより區別して溝及孔なき鐵心を平滑鐵心 (Smooth Core) と云ふ。現今多くの發電子鐵心は

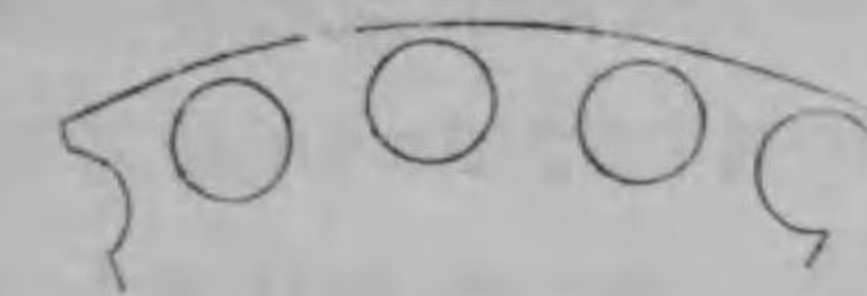
有溝鐵心にして平滑鐵心に比し其利害次に示す如し。

利とする點

- (一) 捲線が鐵心の齒間に在りて表面に現はれざる故に磁極と發電子との空隙を少からしむるを得て其磁氣抵抗少く平滑鐵心に比し相等しき勵磁電流に由る磁力線多くして磁界強し。
- (二) 捲線が鐵心外に現はれざる爲め發電子が外物に觸るゝも捲線の損傷することなし。
- (三) 發電子の廻轉に由て生ずる遠心力の爲め捲線が鐵心外に出でんとするも溝内に在る爲め其憂なし。

第 二 十 八 圖
(甲) 有齒鐵心の一部

(乙) 有孔鐵心の一部



(四) 捲線が溝内に在りて齒にて區劃せらるる爲め捲線に渦流の發生することなし。

不利とする點

- (一) 製作費は平滑鐵心よりも多額なり。
- (二) 齒ある爲めに磁極片に渦流發生し易し。
- (三) 發電子に於ける自己誘導作用大なり。

何れの發電子に於ても鐵心は渦流の發生するを防ぐが爲に厚さ0.016吋乃至0.018吋の軟鋼板を適當の形狀に切り抜きたるもの數百枚を成層し各板間を絶縁したるものなり。絶縁の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之に貼付するなり。又ヒステリシス作用を防ぐ爲に最良質の軟鋼板を用ふるものとす。鐵心の中心に孔を穿ち是に軸棒を通じ鐵心の兩端面より眞鍮又は砲金の圓板にて鐵心を捻締す。此圓板を終端板(End-flange)と云。軸棒は充分強靱にして發電子が磁極間の中心を外れたる場合に起り得べき磁氣索引力を受くるも何等支障なきものたるを要す。通常之に良質の鋼鐵を用ふれども廻轉數甚だ大なる發電子に於ては5%のニッケルを混入せるニッケル鋼を用ふることあり。鐵心の發熱を少からしむる爲に鐵板の間に所々空

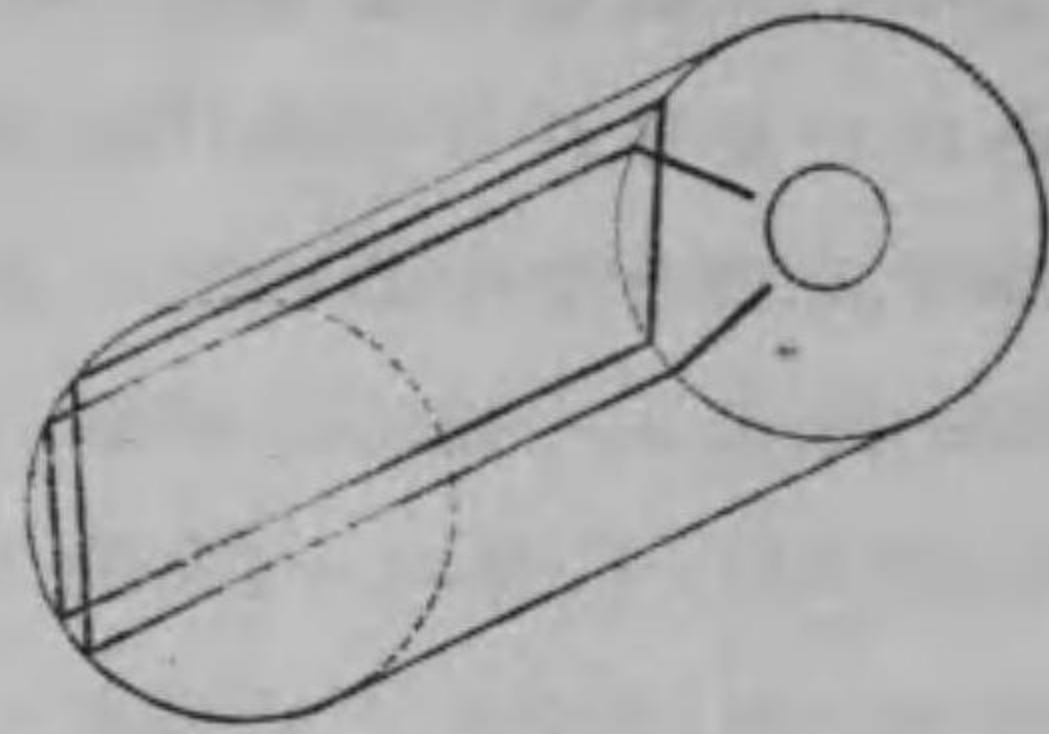
溝(Air-duct)を作り、發電子の廻轉と共に空氣をして此空溝より鐵心内に流通せしめ、鐵心を冷却せしむ。環狀發電子に於ては鐵心は中空なれば空氣は此部分に流通して鐵心を冷却す。此鐵心を中心の棒に結び付くる鐵體を輻鐵(Spider)と云ふ。鐵心と線輪及軸棒とを絶縁するには油紙又はグーニッシュを塗りたる紙布絹若くはマイカ及マイカナイト紙の類を用ふ。又はプレスボールド、マイカナイト紙の類にて作れる管を鐵心の溝中に挿入し之に捲線を納むる方法あり。鐵心の大きさは所要の電壓を發生すべき捲線の數量及太さ、是に通ずる磁束並に發熱限度以下たるに必要なる表面の大きさに由て定まる。

發電子線輪の捲法—發電子鐵心に電線を捲く方法は電壓又は電流の多少等によつて異り甚だ複雑なれど、是を大別して鼓形捲法(Drum-winding)及環狀捲法(Ring-winding)の二法とす。

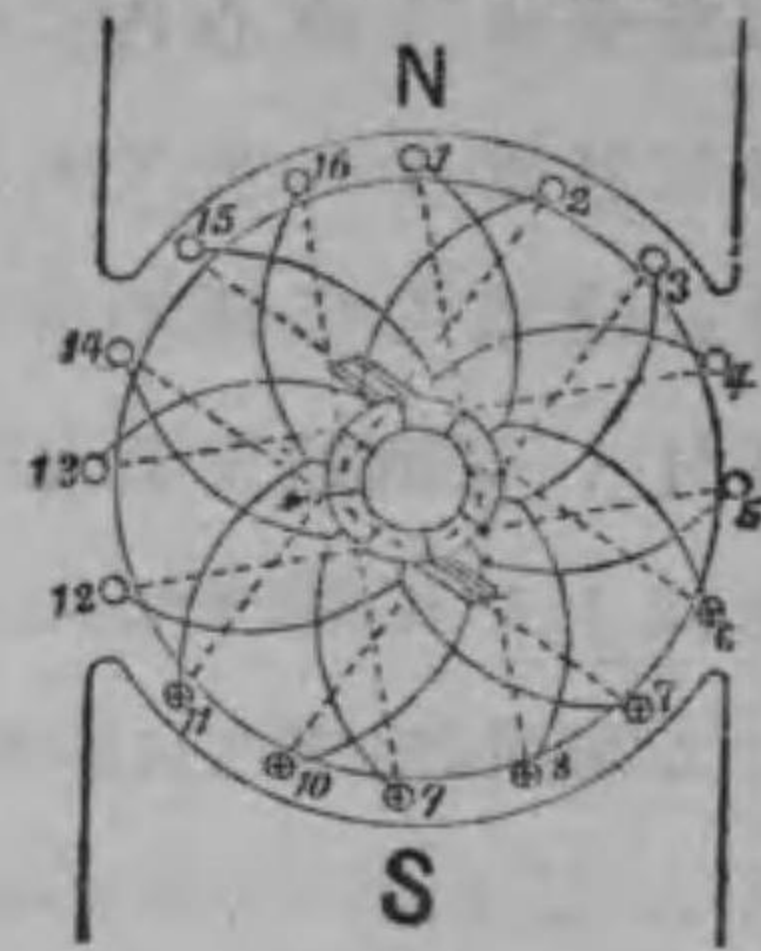
鼓形捲法は第29圖甲に示すが如く鼓形鐵心にも環狀鐵心にも應用することを得。其捲線は皆鐵心の周圍に捲かれ各線輪に發する起電力は皆同一方向に在るを要すれば各線輪の兩側捲線は相異れる磁極に向ふ様排列せられ鐵心の終端板側に於て接續

第 二 十 九 圖

(甲) 鼓形捲法

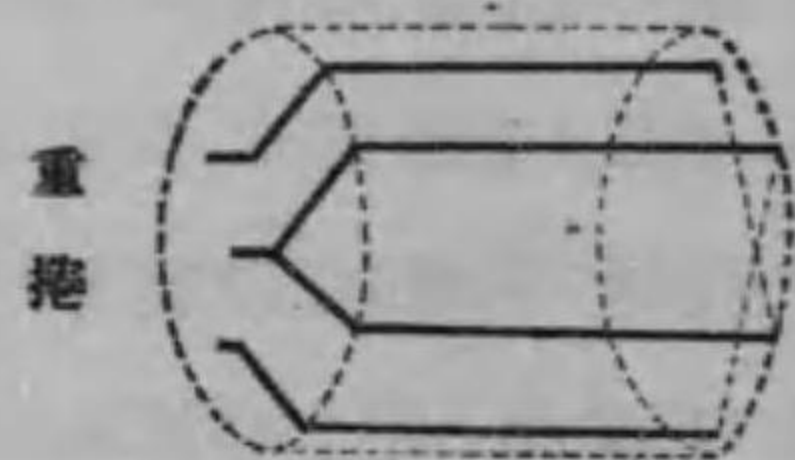


(乙) 平滑鐵心鼓形卷法



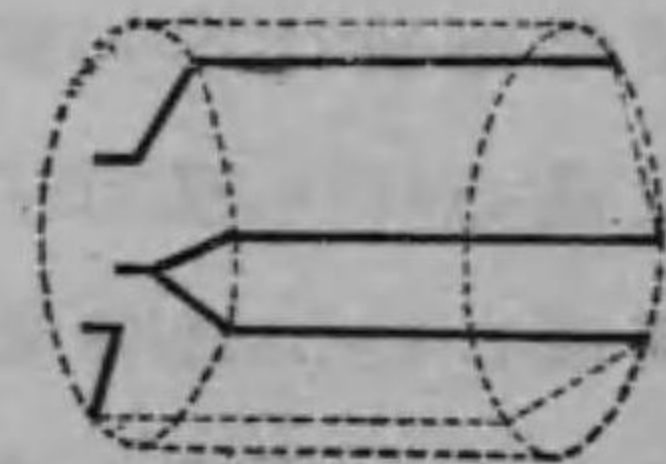
第 三 十 圖

(甲)



重捲

(乙)



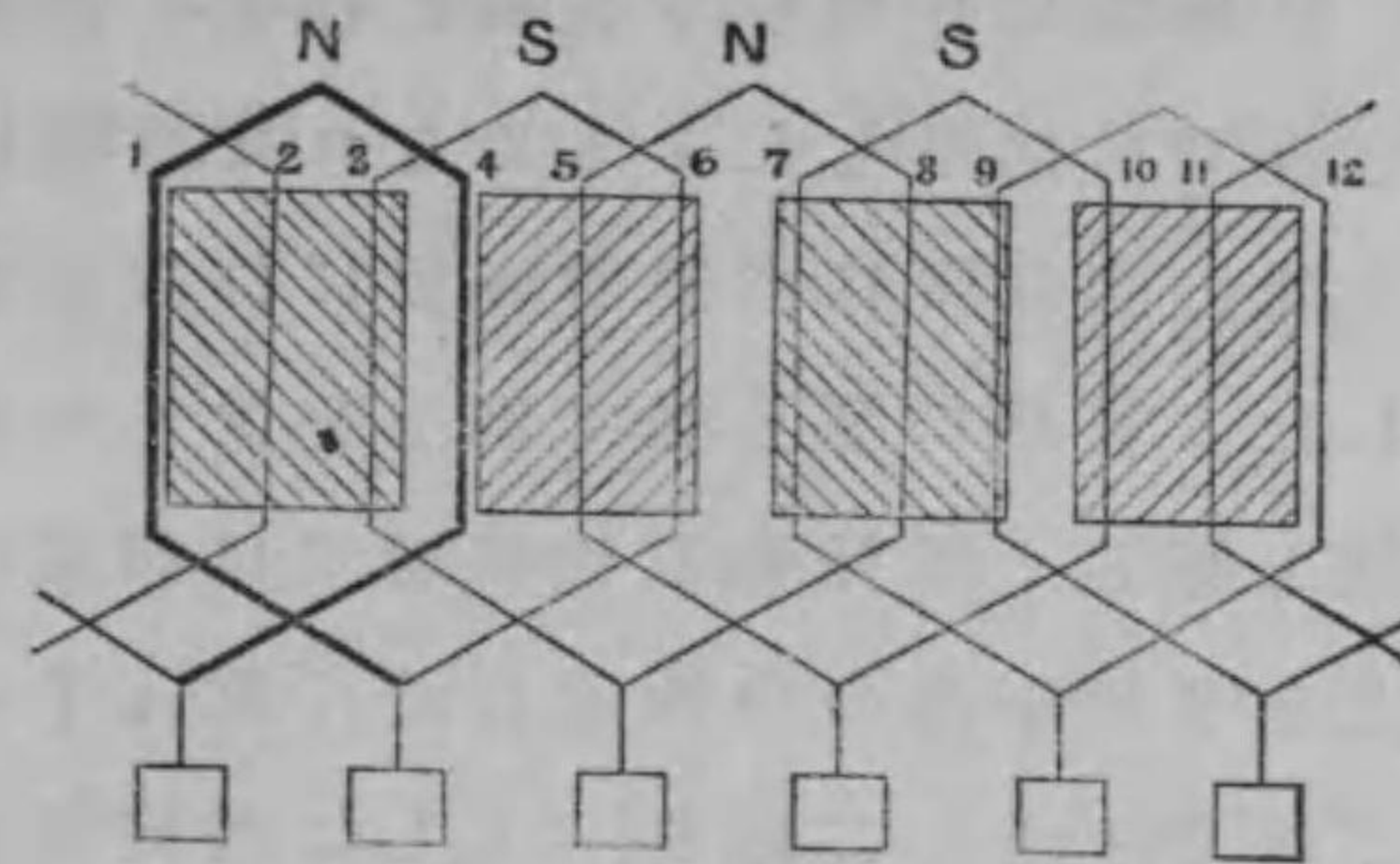
波捲

せらる。此接続法に二様あり第30圖に之を示す甲の方法を重捲(Lap-winding)と云ひ乙の方法を波捲(Wave-winding)と云ふ。二極發電機の發電子は概ね重捲に捲かる第31圖に於て(甲)は多極發電機の發電子重捲を展開したるものにして線輪の兩側捲線に發生する各起電力は線輪に同じ方向に電流を流通せしむべき爲めには捲線の位置は各瞬間に極の反對なる二磁極に對して同様の關

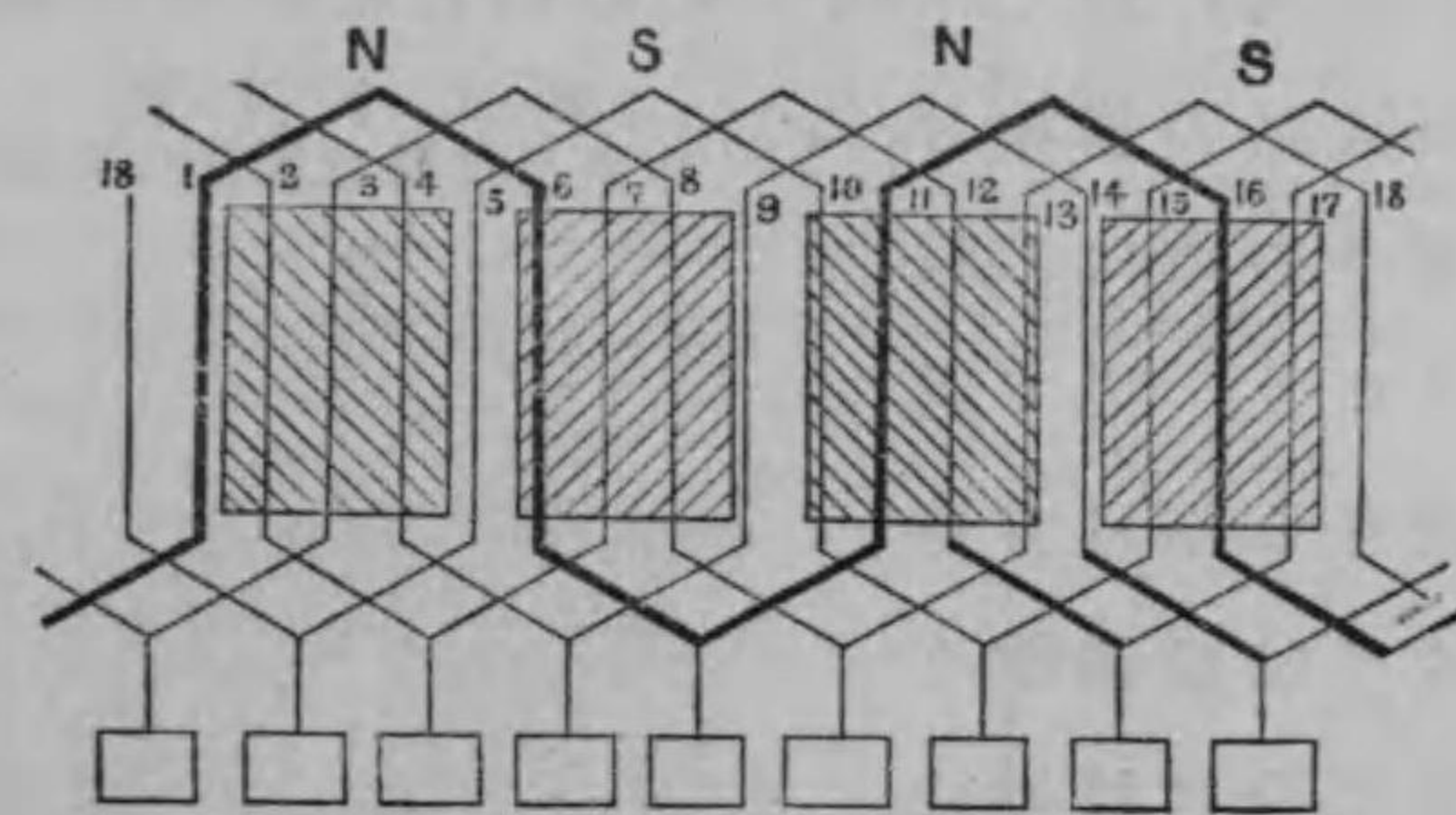
係を有すること必要なり各線輪の端は曲げ戻され整流子片の突起部に於て隣れる線輪に接続せらる乙は同じ發電機の發電子波捲を展開したるものな

第 三 十 一 圖

(甲) 發電子重捲展開圖



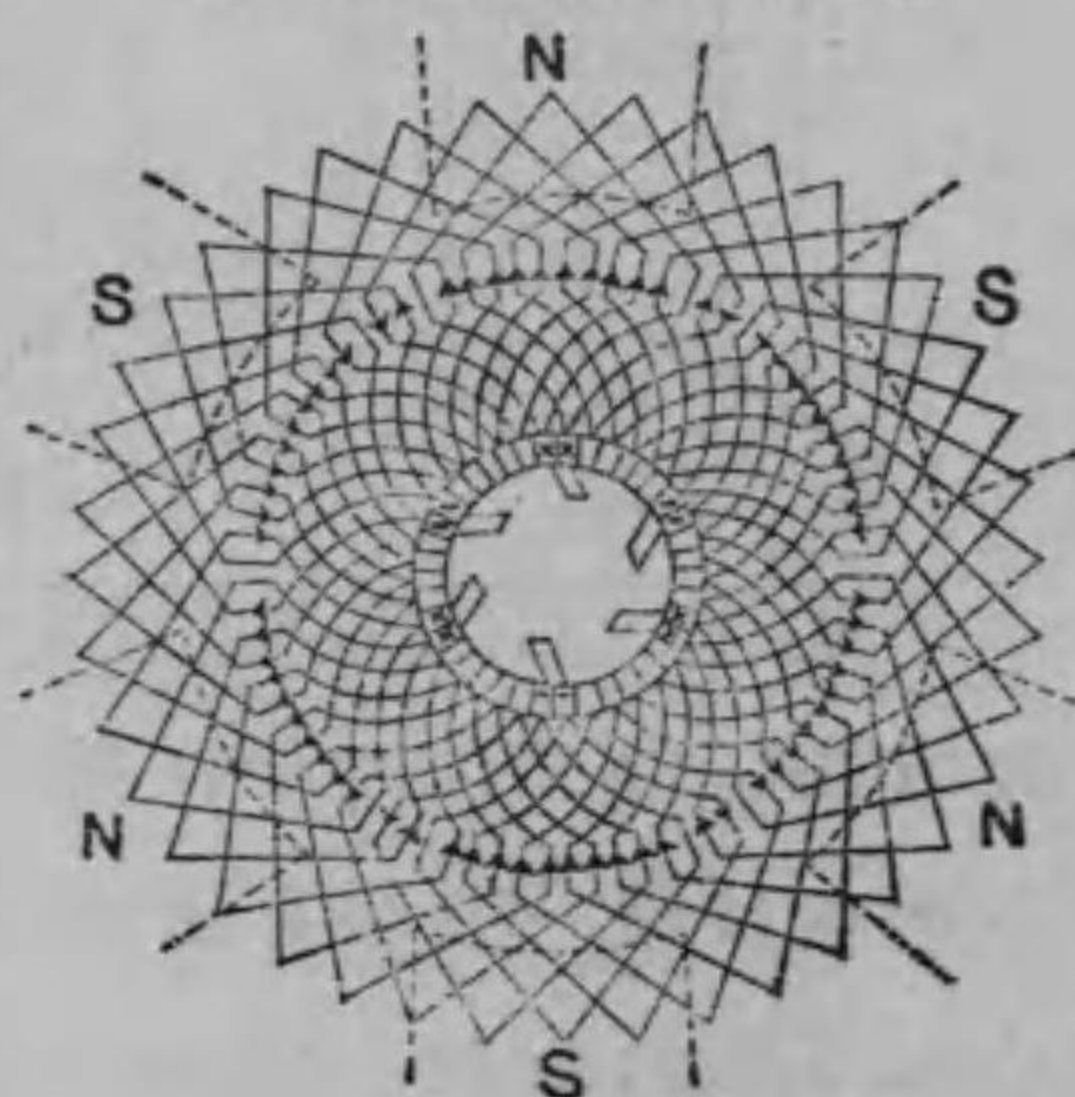
(乙) 發電子波捲展開圖



り此方法に於ては捲線は戻ることなく前方に進むのみ例へば第一北極を出でたる第一捲線は第一南極に入る第六捲線と鐵心の後方に於て接続せられ

第六捲線は又第二北極に入る第11捲線と整流子片突起に於て接続せらる。此捲線は又第二南極に入る第16捲線に鐵心の後方に於て接続せらる。斯くして最後の捲線は第一の捲線に接続せられて捲法は完成す。重捲法は各捲線を並列に接続し波捲法は各捲線を直列に接続したるものなれば重捲法に於ては刷子間の總電壓は兩隣磁極間に位置せる捲線に誘發したる電壓に等し従て刷子を置くべき位置は磁極數と等しく。四極發電機に於ては四組の刷子を要し之を各磁極間の中性線に於て整流子に接觸せしめ二組を(+)とし二組を(-)とし二組宛互に連結す。波捲法に於ては刷子間の總電壓は全捲線に誘發する電壓の總和なれば刷子の數は二組にて可なり。従て電流の通ずる路は重捲法に於ては磁極數と同じ數に分れ波捲法に於ては單に二分するのみ。第29圖乙は二極發電機平滑鐵心

第三十二圖
六極發電機發電子の重捲

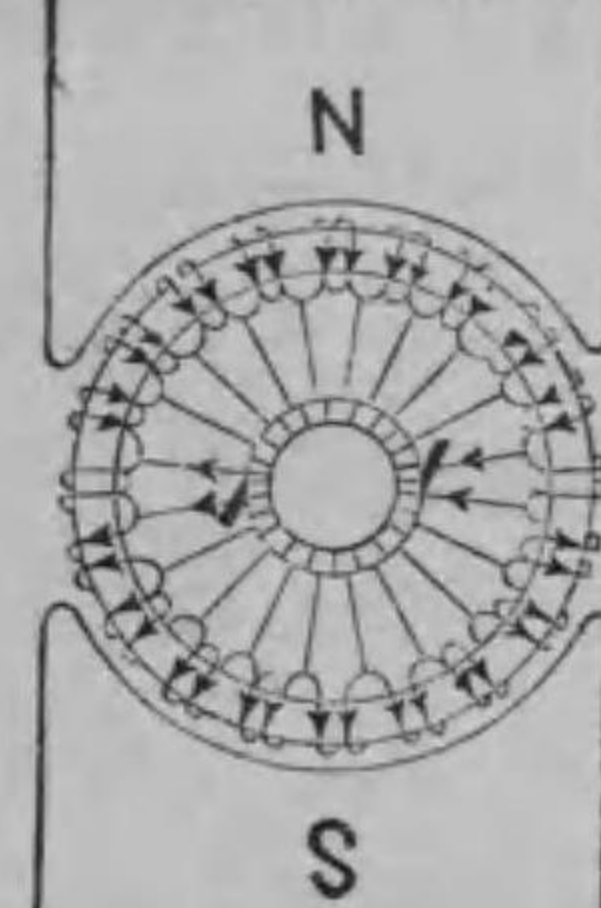
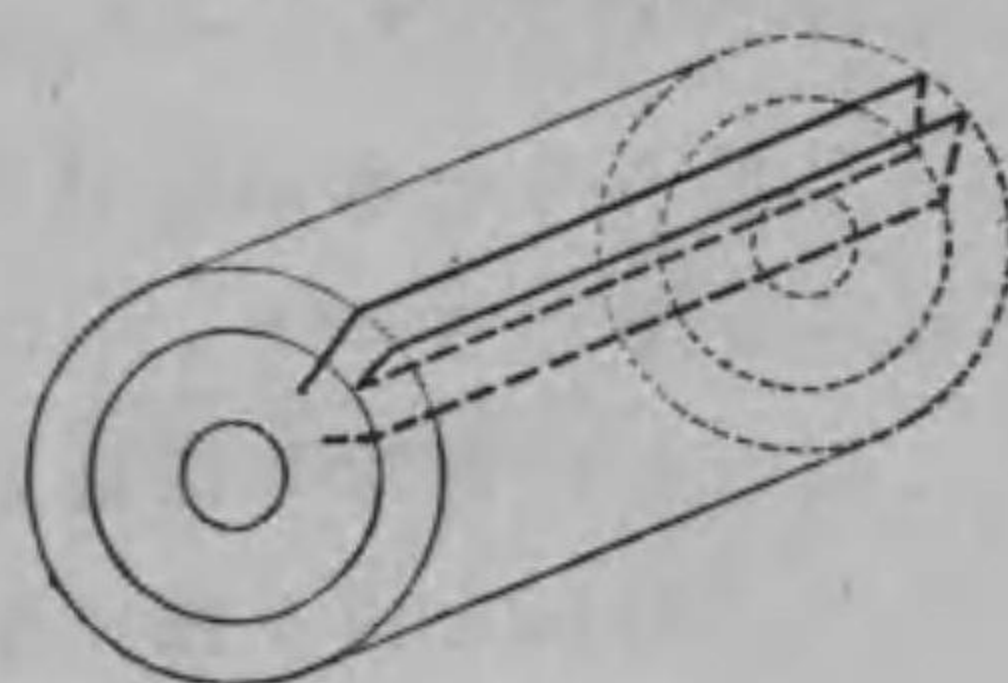


二極發電機平滑鐵心

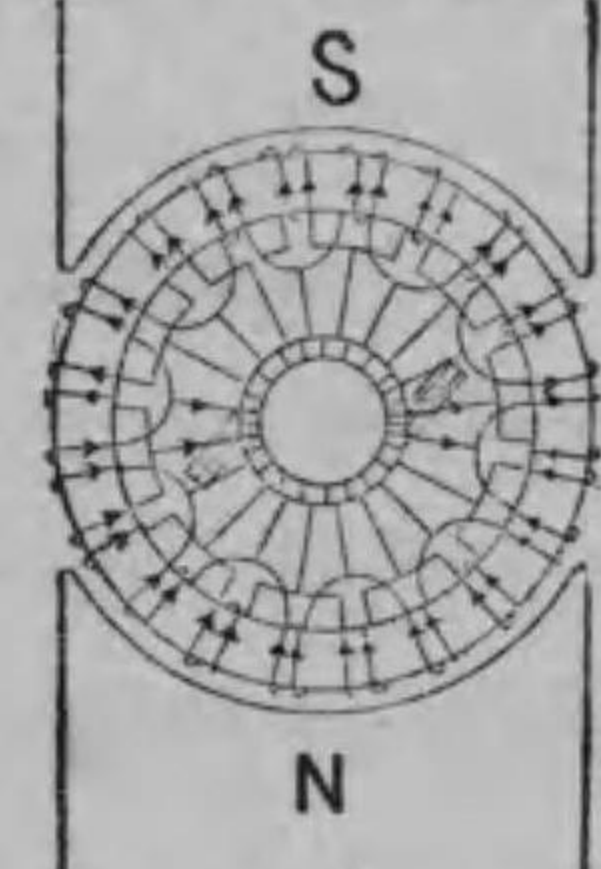
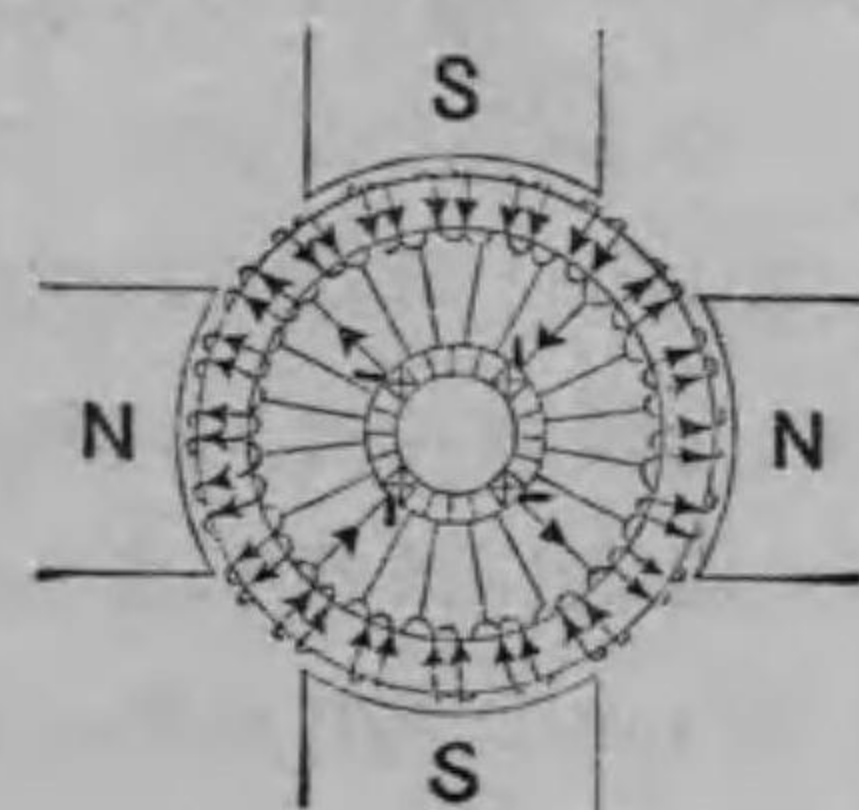
發電子を鼓形捲法に由て捲きたるを示す。圖中點線は鐵心の後方に於ける接続を示す。此捲線は磁力線を切らざるを以て起電力發生上無效のものなり。第32圖は六極發電機發電子の重捲を示す。環狀捲法は第33圖甲に示すが如く接続せる被覆銅線にて環狀鐵心の内外側を通じて捲き其中途より

第三十三圖

(甲) 環狀捲法 (乙) 二極發電機發電子の環狀捲法



(丙) 四極發電機發電子の環狀捲法 (丁) 發電子環狀捲法(二個線輪)



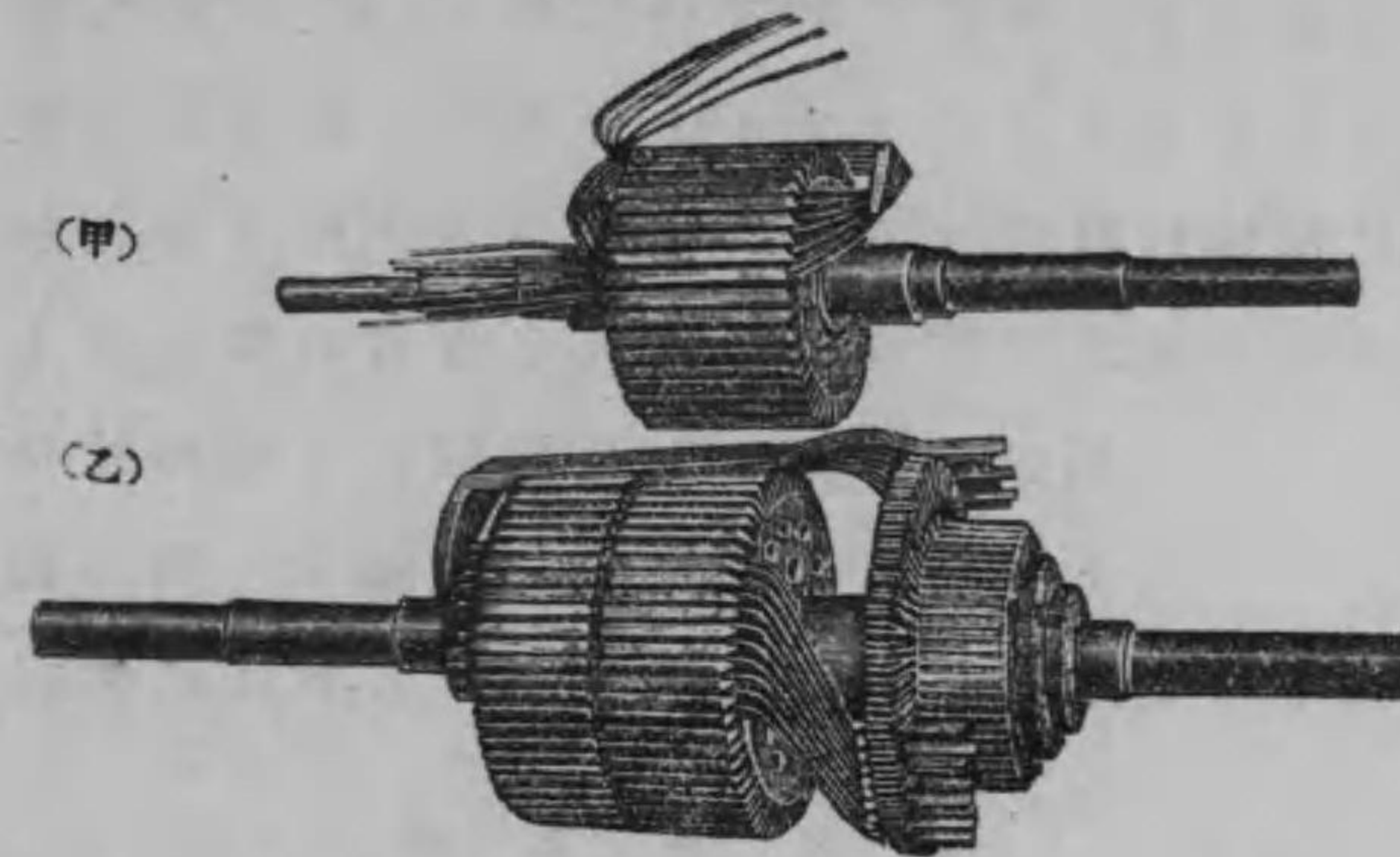
枝線を出し整流子の各整子片に接続すること第33圖乙に示すが如くす。同圖丙は四極發電機の發電子の環狀捲法を示す此の方法に於ては捲線は一線輪なれども數線輪より成れるものあり同圖丁に示すものは捲線は二個の獨立線輪より成り各線輪共に枝線にて整流子片に接続せらる。

何れの發電子に於ても捲線には通過電流100「アマペア」以下なれば銅線を用ふれども100「アマペア」以上なる時は二條以上の銅線を用ふるか又は扁平なる銅片を用ふ。捲線の絶縁は電壓が500「ヴォルト」以下なれば二重木綿巻とし以上なれば木綿編組とす。此等の絶縁したる銅線又は銅板を用ひ豫め作れる型に入れて線輪に作り充分にマイカナイト紙、オイル紙の類にて絶縁し絶縁液を塗り乾燥室に入れて乾燥したる後鐵心の相當せる溝に嵌入す或は豫め線輪を作らずして手にて順次捲く方法あり型を用ふる方法を型捲 (Form-wound) と云ひ手にて捲くを手捲 (Hand-wound) と云ふ。型捲法に於ては線輪を鐵心に装置したる後其端を適當に接続す溝は豫め絶縁物にて絶縁し置くべきものとす其材料にはブレスパン、ブレスボールド、マイカナイト等使用

せらる。

第34圖は直流發電機の半製發電子鐵心を示す甲は手捲にして乙は型捲なり。

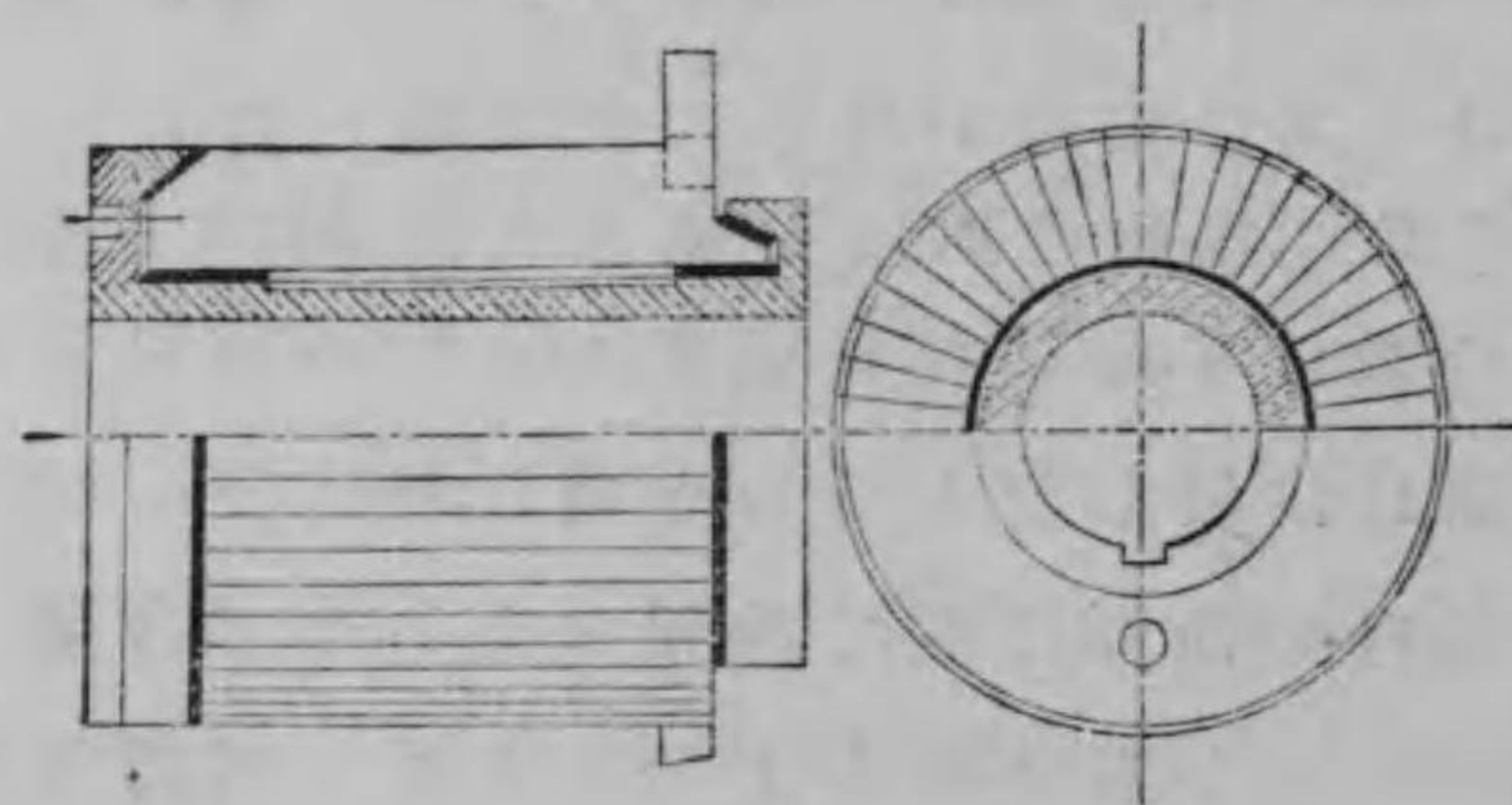
第 三 十 四 圖
直 流 發 電 子



發電子鐵心は電線にて巻き上げたる後は廻轉の際遠心力の爲に捲線が外方に向て離れ去らんとするを防ぐ爲に線輪の周圍を細き裸電線にて充分強く巻き是に鐵付す此線には直徑0.04吋の硬引眞鍮線又は鋼線に錫鍍したるものを用ひ發電子の長さ一時乃至二吋の間隔に於て線輪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10回乃至30回巻き幅半吋乃至一時ならしむるものとす。此捲線をバンド線 (Band wire) と云ふ。

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硬引純銅片より成る圓筒體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を用ひ其終端の絶縁にはマイカの軟質のものを薄く剥ぎ一種のシュラックにて數枚張り合せたるマイカナイトを用ふ。組立たる整流子を軸棒に取付くるには鑄鐵のスリーブを軸棒に適合せしめ之に整流子を嵌入し兩者の間をマイカナイトにて絶縁し前後より金屬環にて絶縁物たるマイカナイトを隔て、整流子を捻締す。第35圖は整流子の切斷面を示す。整流子片の數は通常偶數

第 三 十 五 圖
整 流 子



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火花の發生すること少く電流の動搖亦少し。整流子片間の電壓の差は次に示す如くなるを可とす。

發電機の電壓	各整流子片間のヴォルト
500—550	5.5—15
200—220	4—10
100—120	3—5

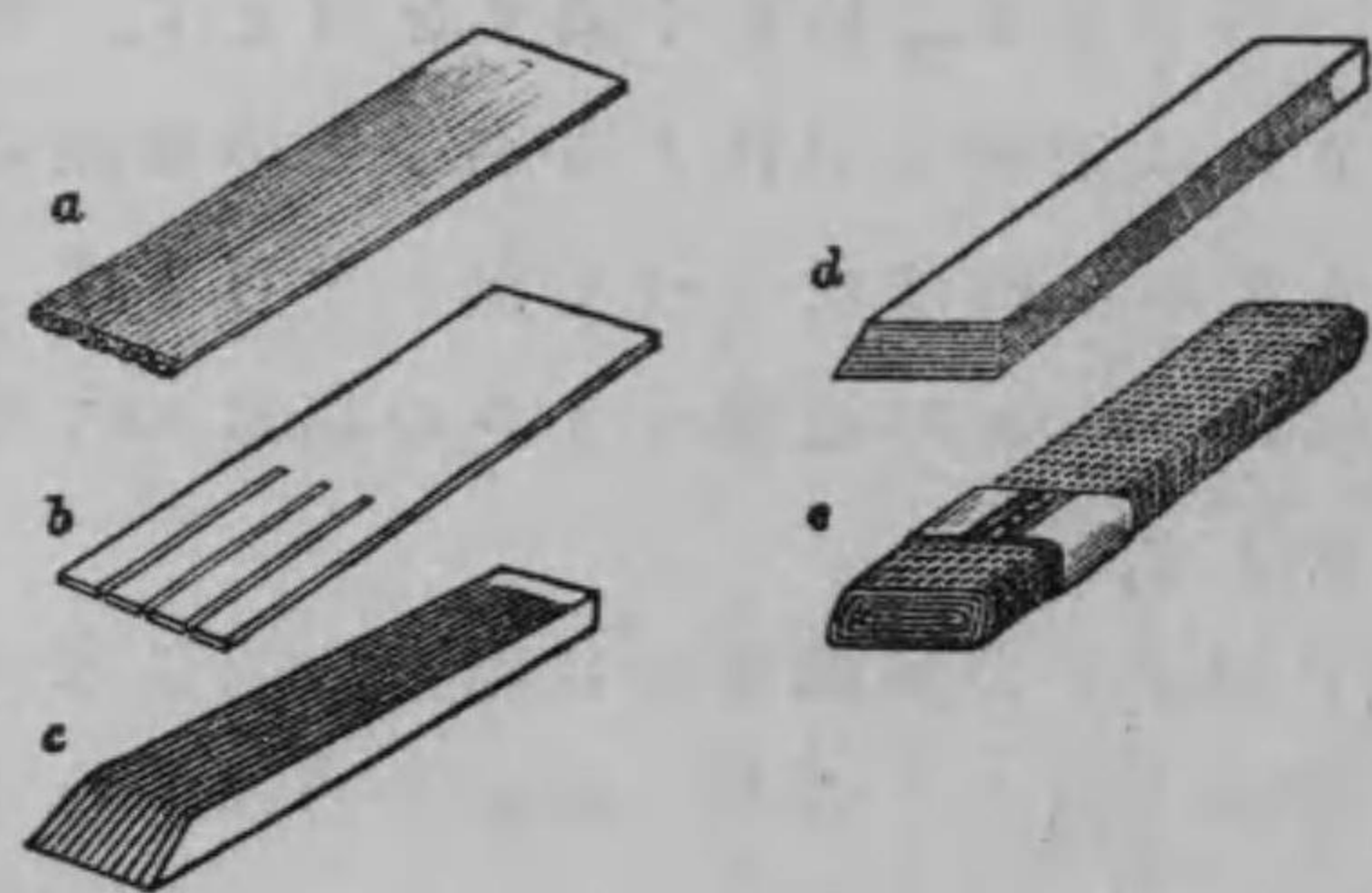
整流子の直徑は少くとも發電子の夫れの四分の三なるを通常とし、整流子片の長さは是に通ずる電流100「アムペア」に付き一時乃至二吋を最小限度とし其電流密度は切斷面積每平方吋に2,000「アムペア」と定むべきものとす。尤も炭素刷子を使用するときは是より一倍半乃至二倍長く爲すを可とす。整流子片の深さには定則なけれども刷子との摩擦に依て減損するものなれば成るべく深きを可とす。整流子片の幅は0.2—0.3吋絶縁マイカの幅は0.03吋と爲すを通常とす。

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2,500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。一況に全負荷にて繼續運轉し攝氏50度の温度の上昇なき様製作すべきものとす。蒸汽タービンに直結する如き高速度發電機の整流子は圓周速度を減ずる爲め直徑を減じて長さを増し即ち割合に細長きものと爲し整流子片の飛出さんとするを防ぐ爲め整流子の長さに沿ふて兩端及中央の三ヶ所に於て周圍に銅環を燒嵌するを通常の方法とす。

刷子—刷子に銅刷子及炭素刷子の二種あり銅刷子の形狀は種類多く第36圖に示すが如し。aは銅線

第 三 十 六 圖
刷 子



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。炭素刷子の形狀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火花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斷面積は銅よりも大なるを要す。其通過電流の最大限度は次の通りとす。

刷子の切斷面積一平方吋に付

炭素刷子	60「アムペア」
眞鍮網刷子	200「アムペア」
銅刷子	250「アムペア」

刷子と整流子片との接觸面一平方吋に付

炭素刷子	40「アムペア」
眞鍮網刷子	125「アムペア」
銅刷子	175「アムペア」

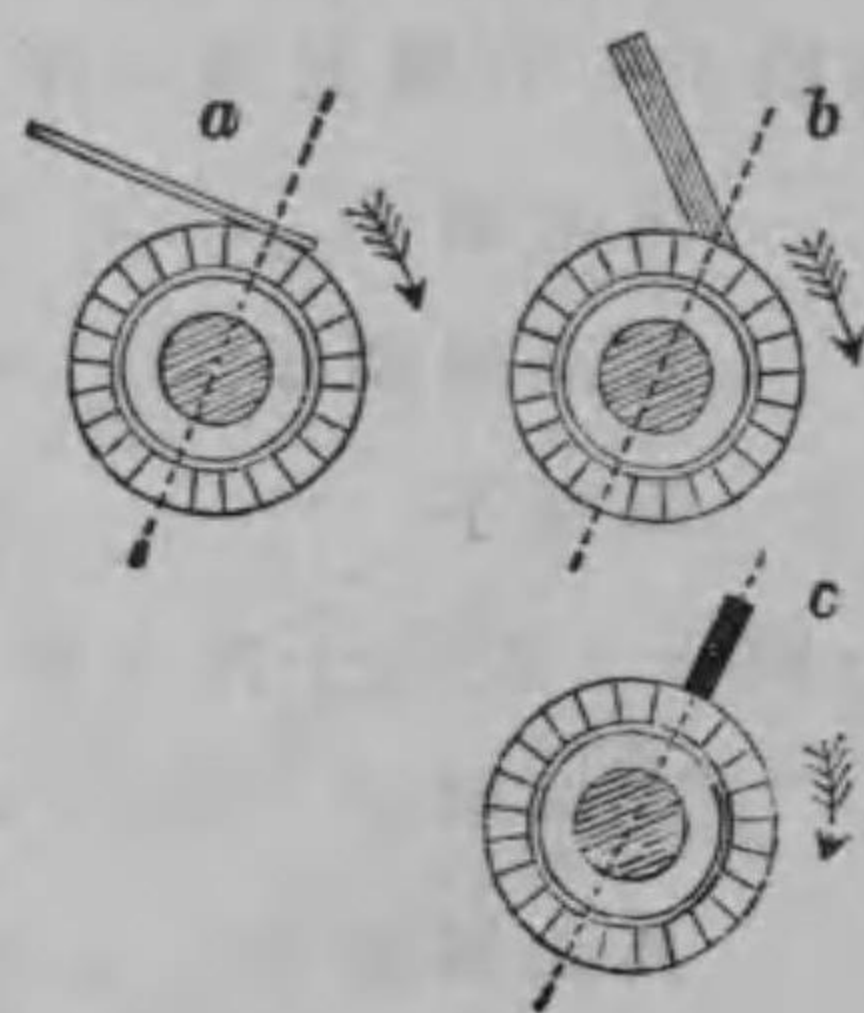
一組の刷子に通ずる電流は200「アムペア」以下に定むるを可とす。炭素刷子に於ける電流の最大限度少けれども其火花發生の虞なき爲め極めて小出力の發電機を除くの外は概ね炭素刷子使用せらる。

刷子が整流子に接触する面は整流子片の一枚半を覆ふを最小限度とす。刷子一組は少くとも二個の刷子より成り一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一個にて差支なく使用し得るものとす。刷子が整流子に接触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36圖 *b* 形状のものは第37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發電子に用ひらる。又第36圖 *a c d e* の形状のものは第37圖 *b* に示す如く整流子の表面に45度の角度にて接觸せしむ。炭素刷子は時として第37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。

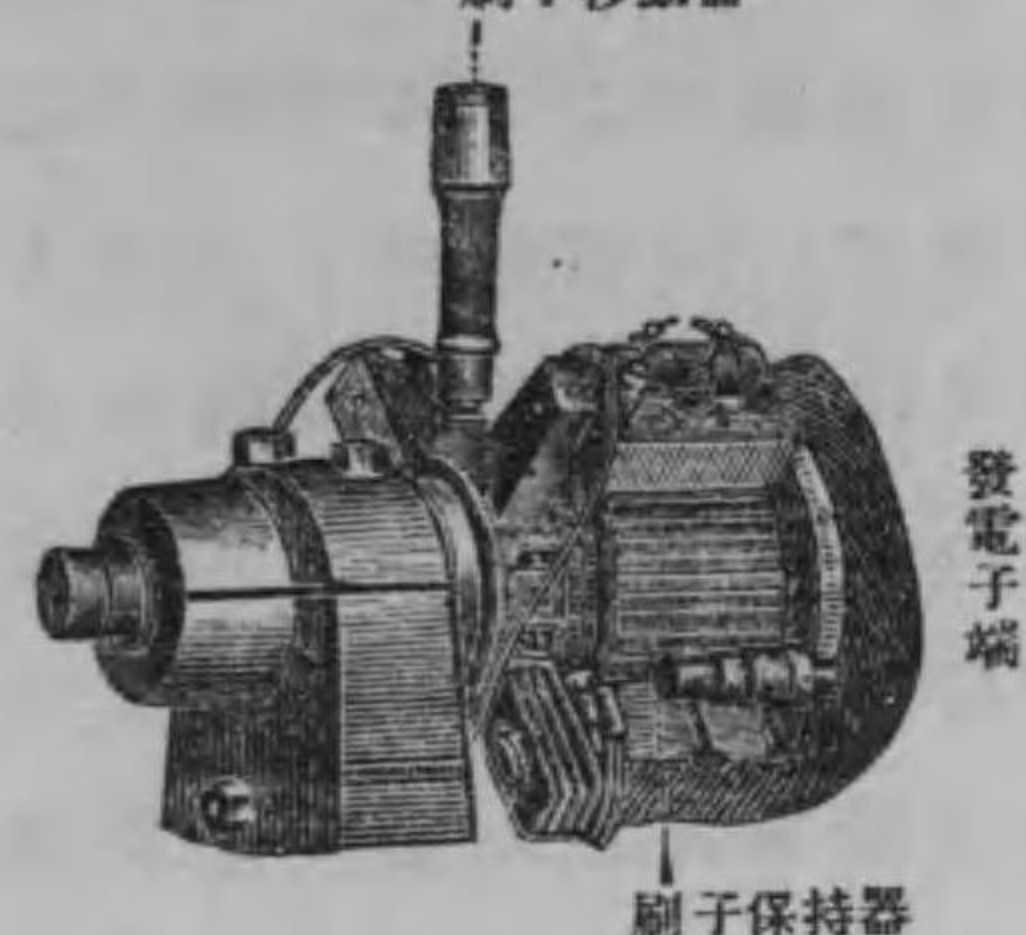
刷子を整流子の表面に相當の壓力にて接觸せしむる装置を刷子保持器 (Brush-holder) と云ふ。其形状は第38圖に示す如し。是に彈條の装置ありて刷子の整流子面を壓する力を加減するを得るなり。其適當な

第 三 十 七 圖
刷子和整流子との接觸方法



る壓力は接觸面積每平方吋「ポンド」乃至「二ポンド」

第 三 十 八 圖
發電子の整流子側の圖
刷子移動器



なりとす。刷子は常に適當の位置即ち磁極の中性線に在るを要するものなれば發電子廻轉中是を任意に移動するを得ん爲に、刷子保持器を刷子移動器 (Brush-rocker) なるものに取付け是にエポナイト製又

は木製の把手を附す。刷子移動器は軸棒を中心とし自由に左右に廻動し得る様に取付けられ把手に依て是を動かし刷子の位置を發電子より發生する電流に應じ火花の生ぜざる位置に定むることを得るなり。刷子保持器は刷子移動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刷子を彈條の作用にて整流子より離し置くものとす。刷子保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保持器間の絶縁は最も良好ならざるべからず。是に

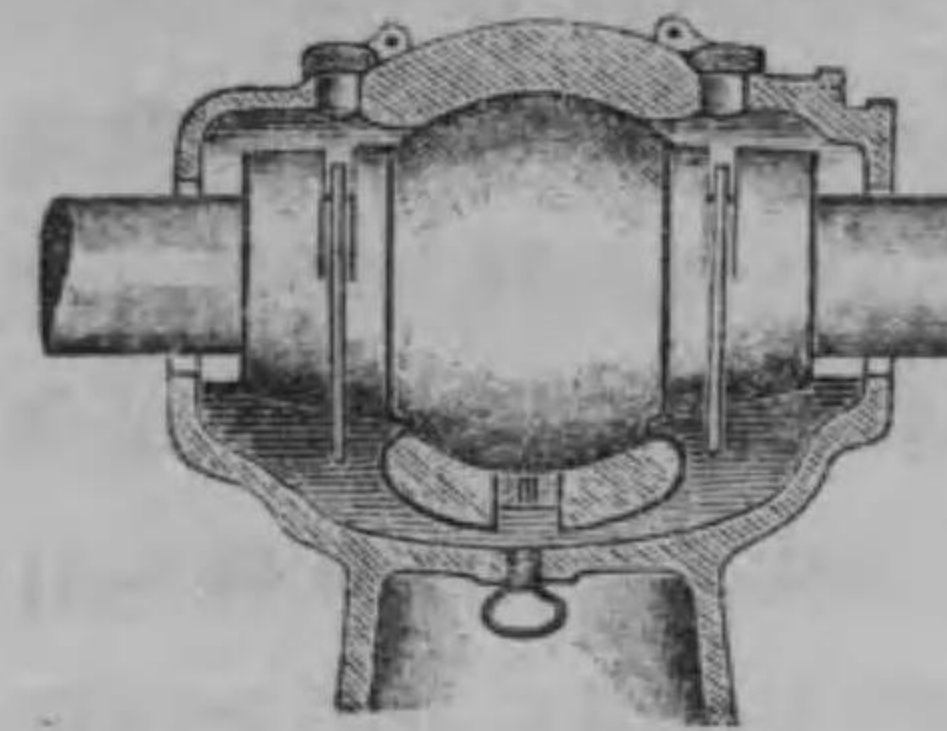
由て刷子移動器の把手はエポナイトにて作るものとす。補極発電機に於ては磁極の中性線は電流の多少に關せず一定するを以て刷子を移動せしむる必要なく、従て刷子移動器を設備せざるも差支なし

臺板及軌條—發電機が調帯にて運轉せらるゝものなるときは鐵製の臺板又は軌條を基礎混凝土又は煉瓦の上に其底部迄埋め込みたるポートに締付け其上に發電機を据付け是に取付たるポート又はラッチエット・プレースにて發電機を鐵製の臺板上に滑動せしめ得る様に爲せば之に由て原動機との距離を任意に加減し調帯の張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臺板を用ふる場合には是を据付基礎にポートにて締付け軌條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ートにて基礎に締付け是に軌條を木捻ポートにて締付たる後臺板又は軌條の上に發電機を据付くるなり。

自動給油装置—發電子の軸棒を支持する軸受に於ける摩擦を減ずる爲めに注油を行ふものなるが之には通常自動給油装置を用ふ。自動給油装置とは其切斷面第39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

第三十九圖
自動給油装置



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く。發電機を運轉するときは環は軸の廻轉に伴ひ廻轉し下方に在る油を軸に送りて軸

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)ウエスチングハウス多極複捲直流發電機

米國ウエスチングハウス電機製造會社にて製作する多極複捲直流發電機は出力100「キロワット」以下は磁極數四個にして、100「キロワット」以上は六個なり。界磁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60「キロワット」以下のものに於ては鐵鐵は機械臺と共に鑄造せらるゝも60「キロワット」以上のものに於ては鐵鐵は上下半圓の二部分に分れ下部は機械の臺と共鑄せらる。界磁の捲法は複捲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。