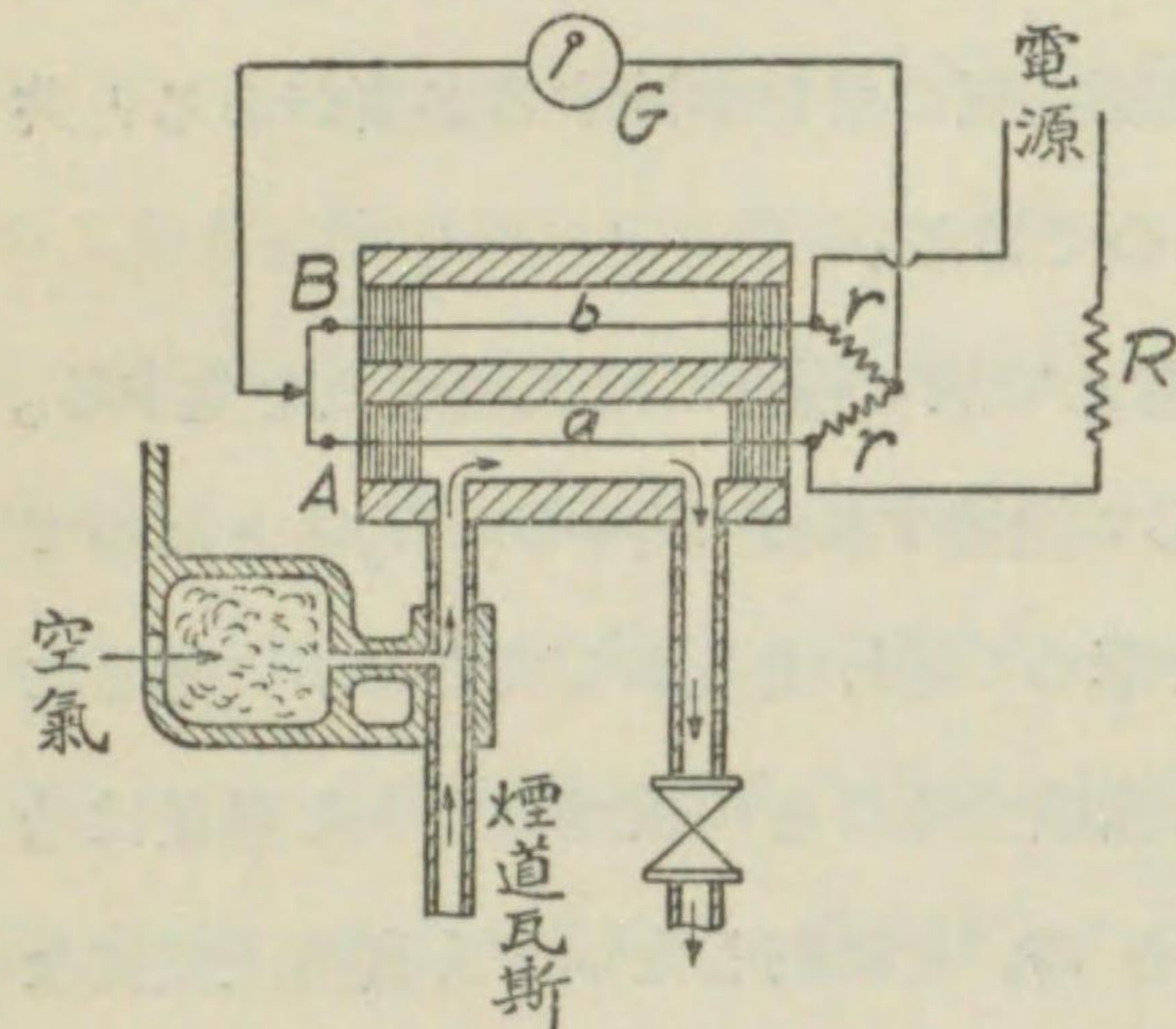


第 5 0 5 圖



シーメンス社製 CO 計

此の酸素は通常煙道瓦斯中に含まれて居るが、圖に示す如く尙小なる管より絶えず所要の約 20% の空気を供給する様にした方がよい。但し目盛は此餘分の空気の供給を考慮に入れて煙道瓦斯中に含まる、CO+H₂ の % を表はす様に目盛りるのである。檢流計の目盛は 0-4% の目盛で白金線の温度上昇は廣い範囲に於て煙道瓦斯中に含まる、CO+H₂ の量に比例するから略々一様な目盛を有する。CO 計には CO₂ 計を通過した煙道瓦斯を通す様になつて居る。瓦斯の速度の變動は計器の指示に大なる影響がない。又測定室が適當に設計せらるれば白金線に沿ふて通過する瓦斯の熱傳導度が變つても CO 及 H₂ の燃焼に依つて生ずる白金線の温度上昇が甚だ大なる爲指示には殆んど影響を與へない。

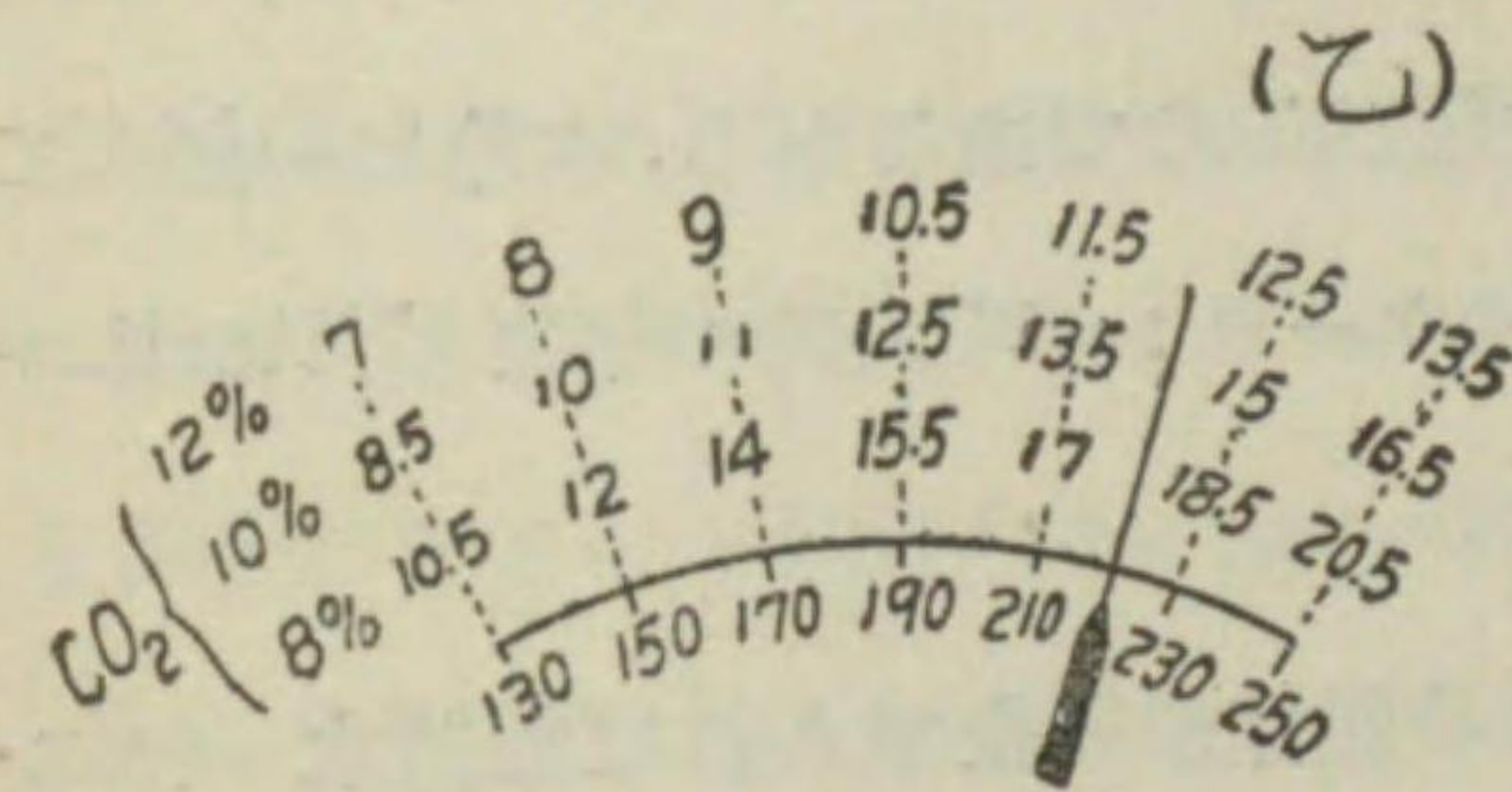
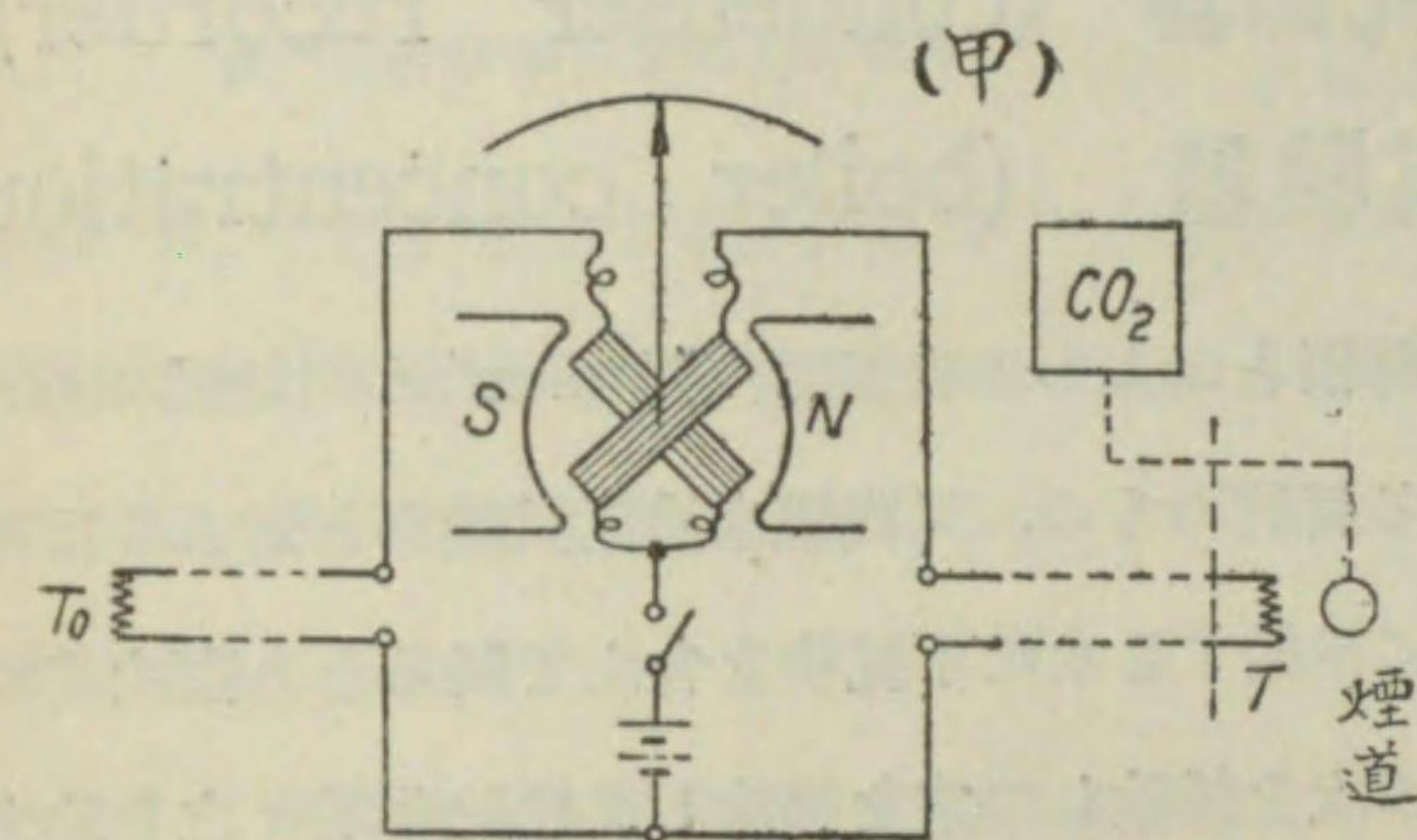
CO+H₂ 計の指示を零とし且 CO₂ 計の讀を大にすることは熱損失を小にすることを意味する。通常 CO+H₂ 計の讀は $\frac{1}{10}$ % 以下に保つ様にする必要がある。

(ハ) 煙道瓦斯の熱損失を示す計器 第 503 圖に於て種々の煙道瓦斯の温度に於て CO₂ 瓦斯の量と熱損失との關係を示した。但し之は石炭が完全燃焼を爲して CO 又は H₂ の如き可燃瓦斯が煙突より逸出することがないと假定した場合である。此の關係は大體ジージェルト氏 (Siebert) の次の實驗公式に依つて計算することが出来る。

$$W_s = 0.65 \frac{T - T_0}{k} \%$$

式中 W_s は % で表はした熱損失、T は煙道瓦斯の温度、T₀ は供給せらるゝ空気の温度、k は % で表はした CO₂ 瓦斯の割合、0.65 は石炭、コークスの場合の定數である。褐炭又は木材の場合には 0.65 の代りに 0.72

第 5 0 6 圖



ハルトマン・エンド・ブラウン會社製熱損失測定器

乃至 0.85 を用ひる。故に T と T₀ 又は T-T₀ が分り、CO₂ 瓦斯の含有量 k が分れば W_s は分る譯である。獨國ハルトマン・エンド・ブラウン會社は第 506 圖の如き装置に依つて直接此の熱損失を計器の指示から測定するものを構成した。計器は一つのオーム計に過ぎない。即ち耐久磁石の磁界内に二箇の交叉せる可動線輪があつて、其の一には供給空気の温度にある白金線抵抗 T₀ を、他の線輪には煙道瓦斯の温度に曝さるゝ白金線抵抗 T を直列に接続し双方に適當なる電壓を與へる。然る時は兩線輪に流るゝ電流は T₀ と T の抵抗、換言すれば空気の温度 T₀ と煙道瓦斯の温度 T に依つて定まり、指針は一定の指度を示すこととなる。即ち指針

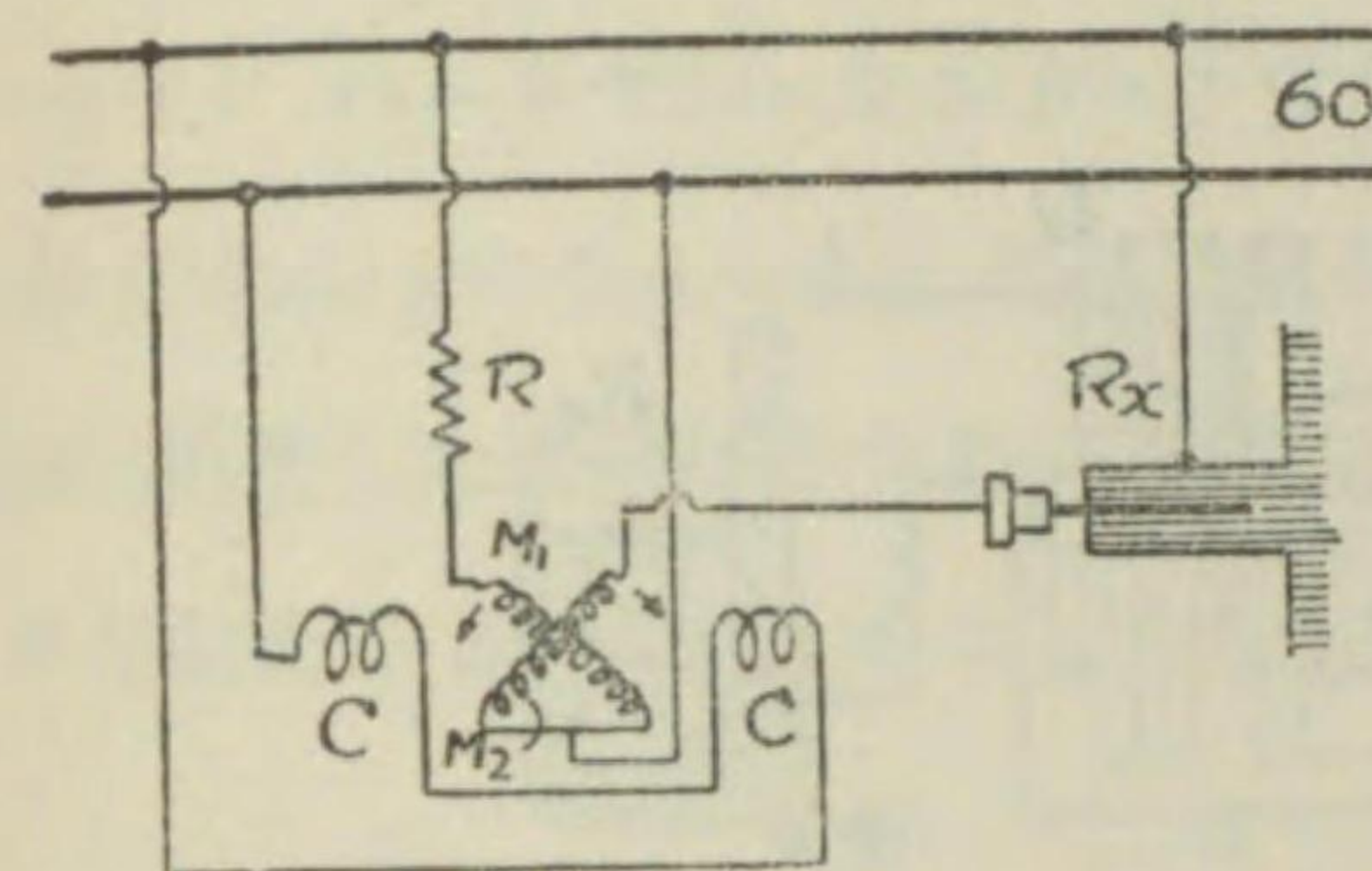
の指度は大體 $T-T_0$ に依つて定まる爲目盛には $T-T_0$ の目盛を附す。此の $T-T_0$ の目盛に對し其の外周に CO_2 が 8%, 10% 及 12% に對する熱損失の % を目盛ること乙圖の如くし、指針は同時に CO_2 の或 % に相當する熱損失の % を指示する様にしてある。此の計器の附近には CO_2 計を置き、 CO_2 計の讀と相俟つて此の損失計の讀を取るのである。

260. 凝汽器記録器 (condenser recorder) 及 汽罐水濃度試験器 (boiler concentration meter)

凝汽器記録器と云ふのは表面凝汽器 (surface condenser) が動作完全であるかを知る目的のもの、又汽罐水濃度試験器と云ふのは汽罐を長く使用した爲汽罐に供給する水に不純物を含んで居るとき漸次其の鹽類の濃度が増し、汽罐の水を排除して之を掃除し又は化學的に之を除去するの時期を知る目的に用ひらるゝもので、共に水の抵抗を測り其の状態を知るのであつて、オーム計の原理を用ひるのであるから、本節に一括して之を述べるのである。何れも米國エステルリン・アングス會社 (Esterline-Angus Co.) の製作するものである。

(イ) 凝汽器記録器 表面凝汽器の動作が完全であれば凝結水 (condensate) は蒸溜水と同様純粹なもので其の抵抗は高いが、若し不純の冷却水が漏洩し、又は汽罐のプライミング (priming) に依つて汽罐水が凝結水に混入するときは、凝結水の抵抗は低くなる。故に凝汽器に特殊の電極を設けて、凝結水の抵抗を測定すれば此の目的を達することが出来る譯である。第 507 圖は此の原理を示すもので計器は一の電流計型オーム計に過ぎない。即ち CC なる一對の固定線輪に一定電壓を供給し、其の磁界

第 507 圖

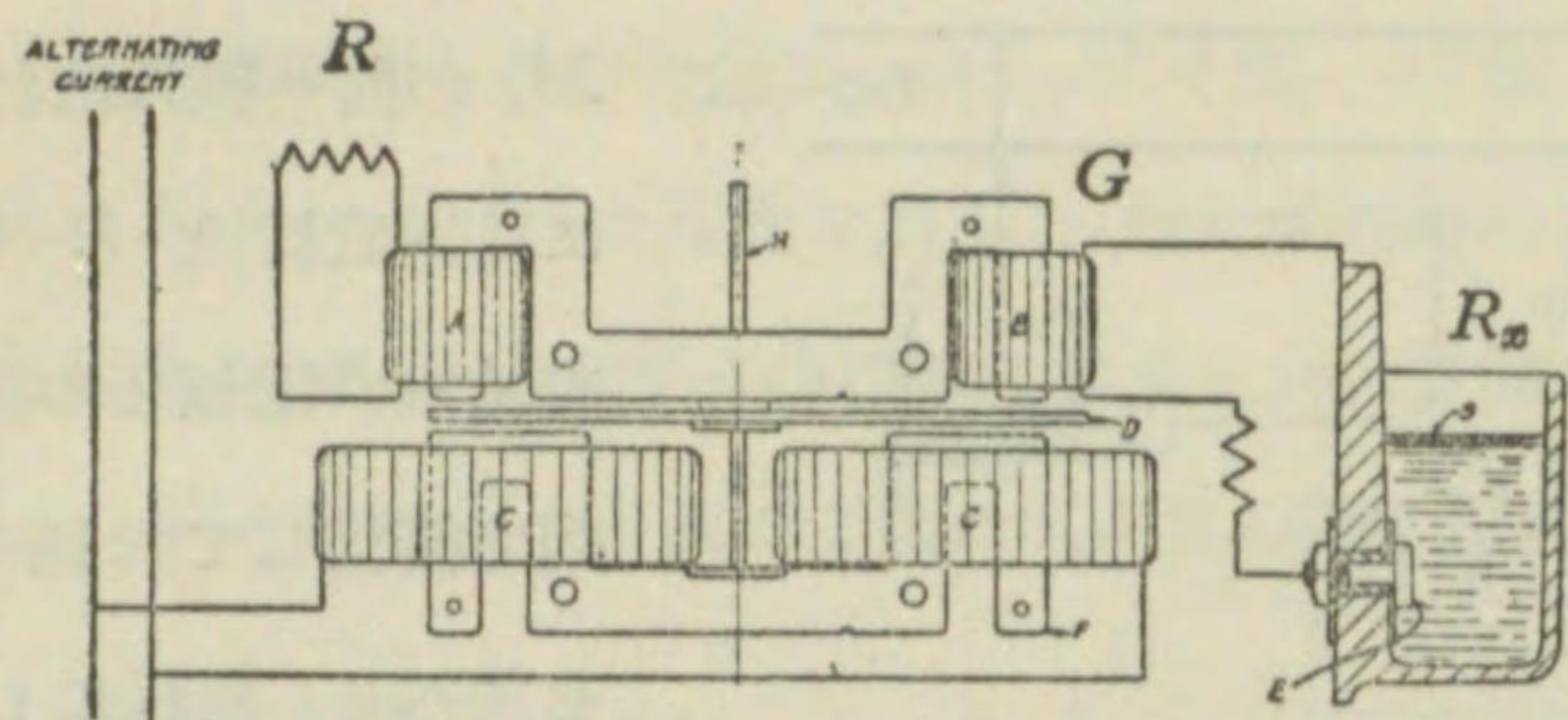


凝汽器記録器の原理を示す圖

内に二箇の交叉可動線輪 M_1 及 M_2 が同一軸に取付けられ、 M_1 には固定抵抗 R を、 M_2 には凝結水の電極間の抵抗 R_x を直列に接続して回路の交流電壓を加へる。斯様にして R_x が變れば指針の位置は之に依つて變り R_x の値を指示する。目盛は 0-3000 オームで、凝結水が純粹なときには指針は右端の 3000 オームを指し、冷却水等が混入すれば R_x が減じて低い抵抗を指示する。指針にはペンを附し、記録用紙と共に記録計を形成するのである。

(ロ) 汽罐水濃度試験器 汽罐水に含まるゝ不純物の鹽類は汽罐水が蒸發せられても残り、時日を経るに従つて其の鹽類の濃度を増す。汽罐水の抵抗は鹽類を多く含む程低く、従て時日を経るに従つて抵抗が減少する。故に此の汽罐水を時折汲み取つて其の抵抗を測れば此點に對する汽罐の保守を完全にすることが出来る。此の目的に用ひる計器であるが故に又一つのオーム計に過ぎぬ。第 508 圖は誘導型のオーム計から成る汽罐水濃度試験器である。成層鐵心 F に CC なる勵磁線輪が捲かれ、其の鐵心に對し D なる圓板が誘導型ワット時計の如く軸承に依つて支持せられて居る。圓板の反對側に G なる成層鐵心があり其の兩翼に A, B なる二つの線輪を捲き鐵心は之を貫通して磁極を形成して居る。線輪 A には R なる一定の抵抗が接続せられ、 B には測定すべき抵抗 R_x 即ち一定の量の汽罐水が接続せられる。 A と C 及 B と C とは相俟つて廻轉力を生じ、其の方向

第 5 0 8 圖



汽 罐 水 濃 度 試 驗 器

は反對の方向に働く様になつて居る。即 G に依つて交番磁界を生じ、 A 及 B は恰も隈取線輪の如く作用して反對方向の廻轉力を圓板に作用するのである。故に圓板には兩廻轉力の差が働き制御螺旋彈條の制御と相俟つて指針の位置を定める。然るに A に依つて生ずる廻轉力は一定であるが B に依つて生ずる廻轉力は R_s の値に依つて異なるから、汽罐水の鹽類の濃度が増して R_s が減少すれば指度は異なる筈である。汽罐水の容器は計器の外函の側面に設けられ、試験すべき汽罐水を此の中に入れて試験するのである。水の抵抗は温度に關係するから計器の目盛は數種の温度に對し多重に目盛つてある。

上記二種の計器に於ては何れも電解液の抵抗を測定するのであるから、電源としては直流電源を用ひることが出来ないので、從て 50 又は 60 サイクル交流電源を使用することとなつて居る。

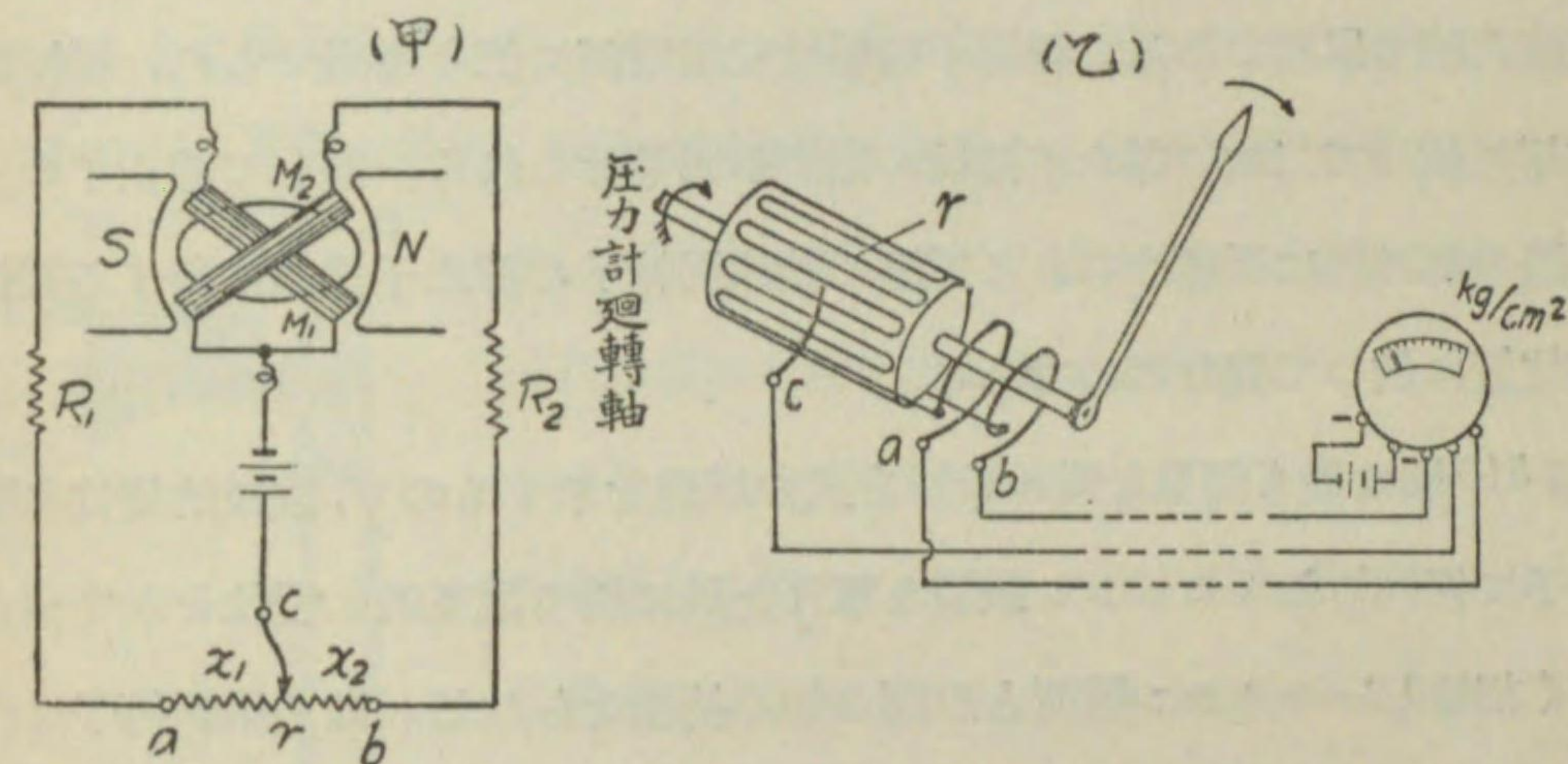
261. 機械的變位を電氣的に傳達する裝置

蒸汽壓又は水壓等を表はす機械的壓力計の指示其の他一般機械的變位に關聯して之を電氣的に遠方に傳へ電氣計器を働かせて計器の指針を動かす

壓力其の他の量を指示せしむる様な装置の例として次の二種を記載する。

(イ) ハートマン・エンド・ブラウン遠隔電氣壓力計 普通の壓力計 (pressure gauge) の軸に直結し第 509 圖乙に示す様に r なる抵抗線を一樣に装置した圓筒があつて、抵抗線の兩端は a, b に導かれ、抵抗線に接觸する刷子 c がある。 a, b, c から三本の導線に依り所要の場所迄導き之

第 5 0 9 圖

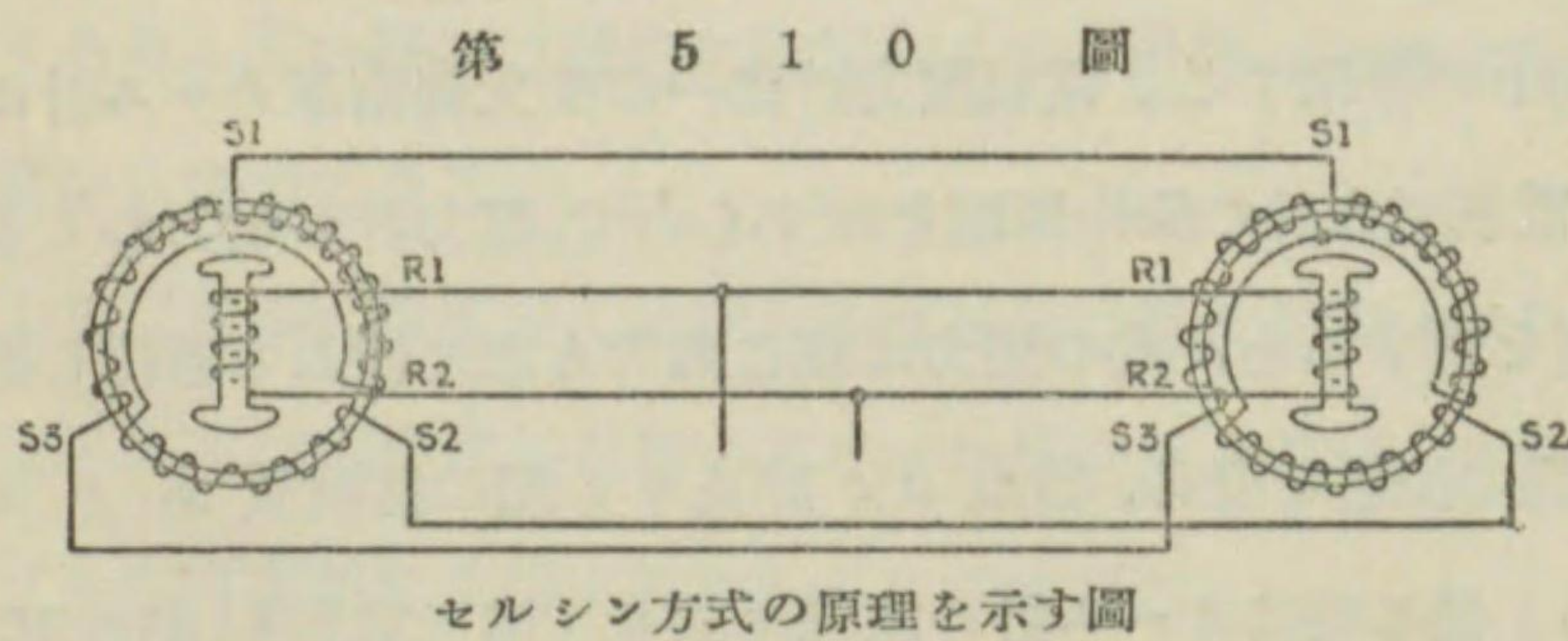


ハートマン・エンド・ブラウン遠隔電氣壓力計

を電氣壓力計の端子に接続する。電氣壓力計は一の交叉線輪型オーム計に過ぎない。甲圖は電氣壓力計の働作原理を示すもので、壓力計が壓力の大きさに依り指針の位置を變ずると、其の壓力に應じ圓筒も之に伴ふて廻轉し抵抗線 r 上の接觸點の位置を變じ、結局 a, c 間及 b, c 間の抵抗値 x_1 と x_2 との割合を變ずる。然る時はオーム計の原理に依り (第三章第 41 節參照。尙第 69 圖に於ては圓筒形鐵心の場合を示したが、之は甲圖の如く磁極の方が圓弧の形で鐵心を橢圓形とするも同様である。) 計器の指示は原壓力計の指示に應じて變る譯である。故にオーム計には壓力計の讀と比較して例へば平方糎毎の珎の單位を以て直接壓力値を目盛ることが出来る。

(口) セルシン方式 (selsyn system) 此の方法はゼネラル電気会社に於て諸種の機械的變位を電氣的に傳達する方法に用ひらるゝものである。セルシンは自己同期 (self-synchronous) なる意義から來たもので、セルシン装置は機械的に云へば小なる二極廻轉磁界型三相交流機と同一の構造を有し、廻轉子は單相集中捲、靜止子は三回路分布捲で星形結線となつて居る。而して其の電氣的働作の點から云へば變壓器として作用し電壓電流共總て單相である。廻轉子捲線は交流電源に依り勵磁せられ、變壓器作用に依つて二次の靜止子捲線に電壓が誘導せられる。而して靜止子の三回路の各捲線に誘導せられる電壓の値は廻轉子の靜止子捲線に對する關係的位置に依つて異なるのである。

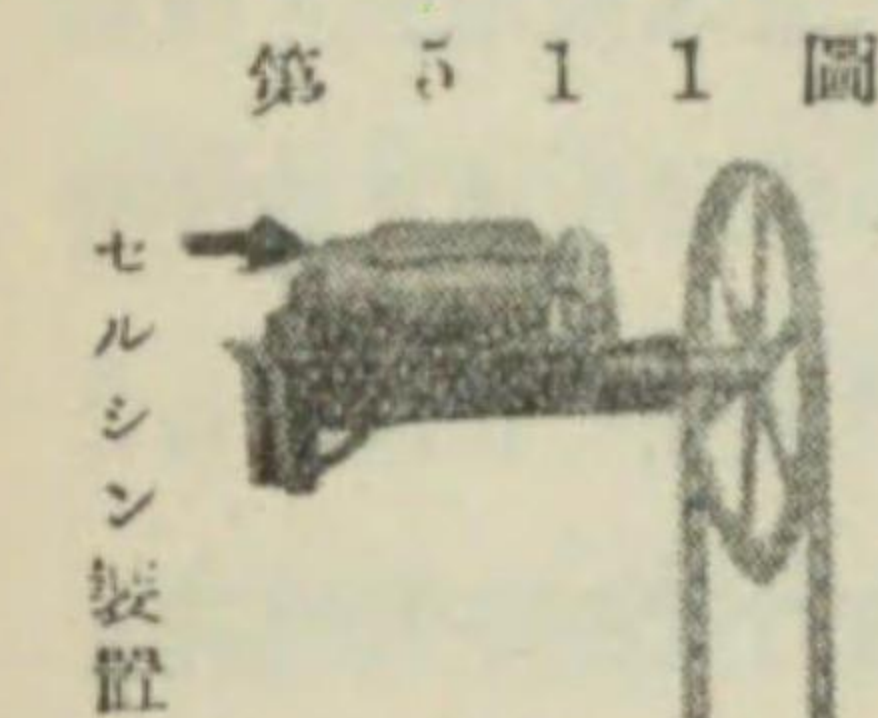
第 510 圖は最も簡単なセルシン方式の原理を示すもので、機械的變位を廻轉子に傳へらるゝセルシン装置と離れた所に於て電氣的に變位を示すべき全く相等しいセルシン装置とが圖の如く接続せられる。即ち兩廻轉子は自由に廻轉し得る様装置せられ同一交流電源に依り勵磁せられる。又兩靜止子の三つの端子



S_1, S_2, S_3 は相互に三本の導線を以て接続せらるゝのである。

今圖の如く兩廻轉子が靜止子に對して相等しい位置を取つて居るとすれば、靜止子各捲線に誘起せらるゝ起電力は兩靜止子に於て全く相等しく、從て此の状態に於ては兩靜止子間に何等の電流が流れない。今若し一方のセルシン装置の廻轉子が測定せんとする機械的量に應じ變位を受くる時に

は兩靜止子に於ける電壓の平衡が破れ爲に兩裝置の靜止子捲線間に循環電流が流るゝ譯である。此の循環電流と廻轉子電流との間の作用は他方の廻轉子を廻轉せしむる廻轉力を生ずることゝなるので、此の爲其の廻轉子は位置を變じ、遂に兩靜止子捲線の誘起電壓が相平衡して循環電流が零となる位置迄其の廻轉子の位置を移動して止まることゝなる。即ち一方のセルシン装置の機械的變位は他方のセルシン装置に全く同一の機械的變位を與へることとなるのである。セルシン方式は以上の様な原理で働作するものであるが、實際の裝置の構造は稍複雑で適當なる制動裝置が講ぜられて居



り、又方式も差働方式を用ふるものもあるが、茲には其の原理を説明する丈に止める。

セルシン方式は機械的變位を一方のセルシン裝置の廻轉子に傳へればよいので、機械的變位に換へ得る量ならば如何なるものでも測定することが出来るし、而も之を遠く離れた場所に於て觀測し得る利がある。第 511 圖は水力發電所の水位の測定に利用せられる一例を示したものである。

水位測定にセルシン方式を使用せる圖

262. 結言

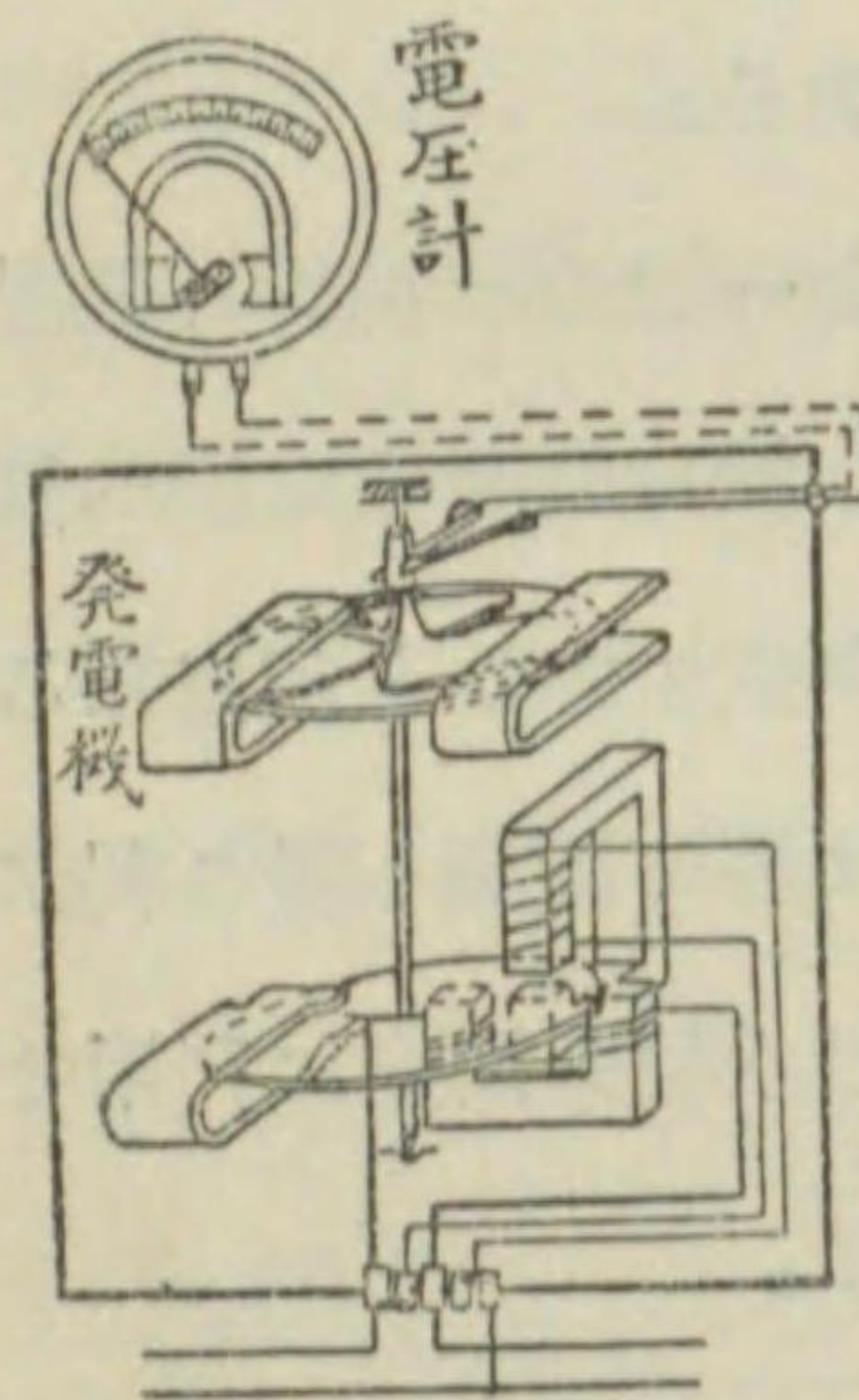
前節に於て機械的變位

を電氣的に傳達する方式の例を述べた。然るに發電所變電所の自動化が發達し、又一方送電系統及び配電系統の合理的統制と云ふ問題が唱へられて來た爲、其の解決として各發電所及び變電所等の遠隔監視及び制御方式が種々考案せらるゝに至り、之に伴ひ電壓、電流、電力等の電氣的諸量の遠隔測定裝置 (remote measuring equipment) の要

求も盛んになつて來て種々の方式が考案せられた。之には發電所又は變電所に於ける計量の指針の振れに比例するものを傳送する方式と、測定すべき量に比例して變化する電流又は衝流を傳送する方式とがあつて、受量側の遠隔測定用計器としては直流ミリヴォルト計とかオーム計とか云ふ様なものを利用するのである。本書に於ては之等の方式を詳しく述べないが、二三の例を擧げ其の一斑を述べて見やう。

第 512 圖はアロン (Aron) 會社遠隔測定器で電力の値を傳へる方式である。此の爲に誘導型ワット時計の廻轉軸に小なる磁石式直流發電機を直結

第 5 1 2 圖

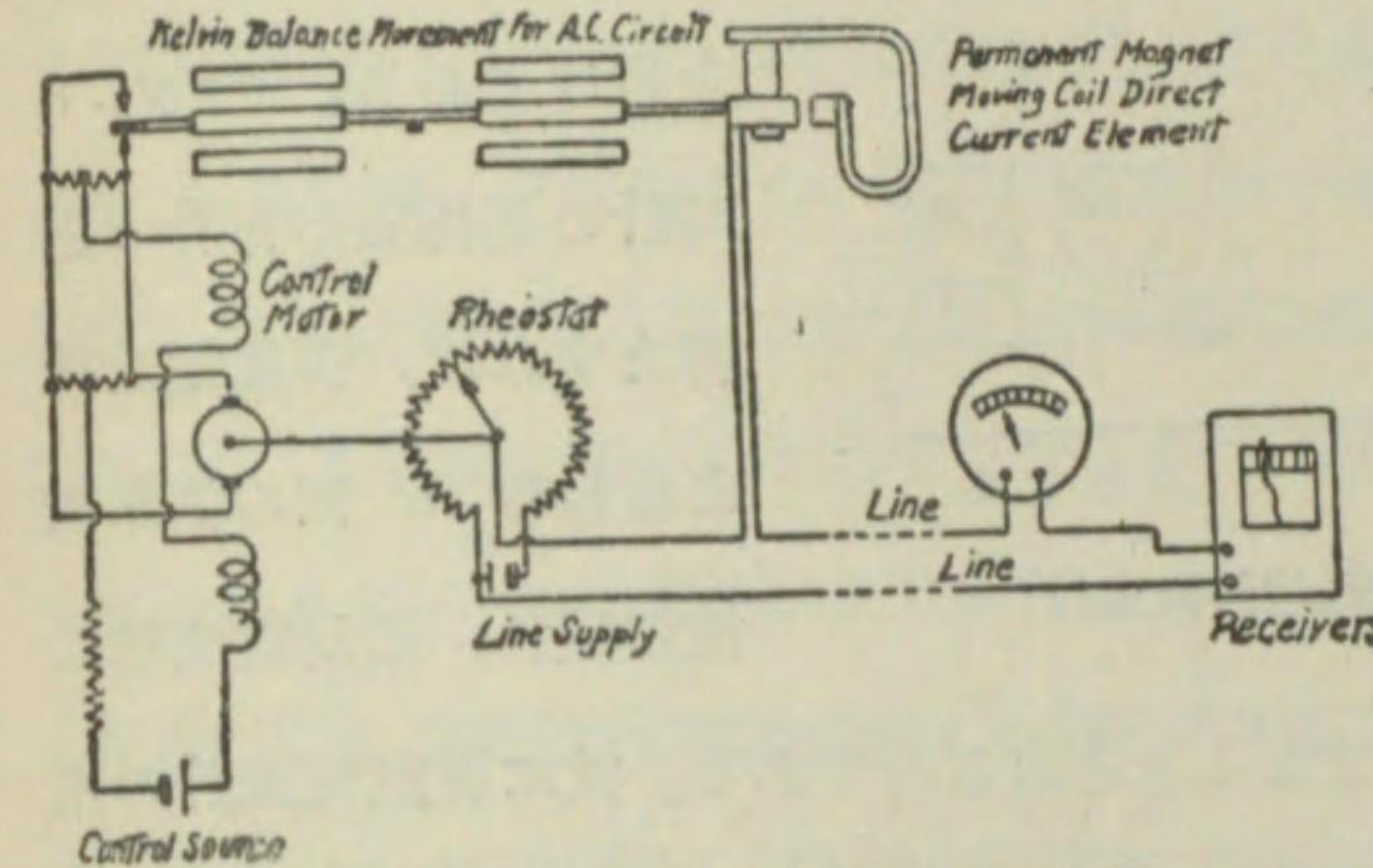


アロン會社遠隔測定器

で豫めワットの目盛を附することが出来る。

第 513 圖はウェスチングハウス會社の遠隔測定器でケルヴィン・アムペア衡を利用するものである。即ケルヴィン衡の可動線輪の一端に接觸片を設け之に對し上下の二接點を置き、其の何れかに接觸すれば小電動機の界磁を閉ぢ電動機を廻轉せしめる。但し上部に接觸した場合と下部に接觸した場合とは界磁電流の方向が反對となつて電動機の廻轉方向は反對となるの

第 5 1 3 圖

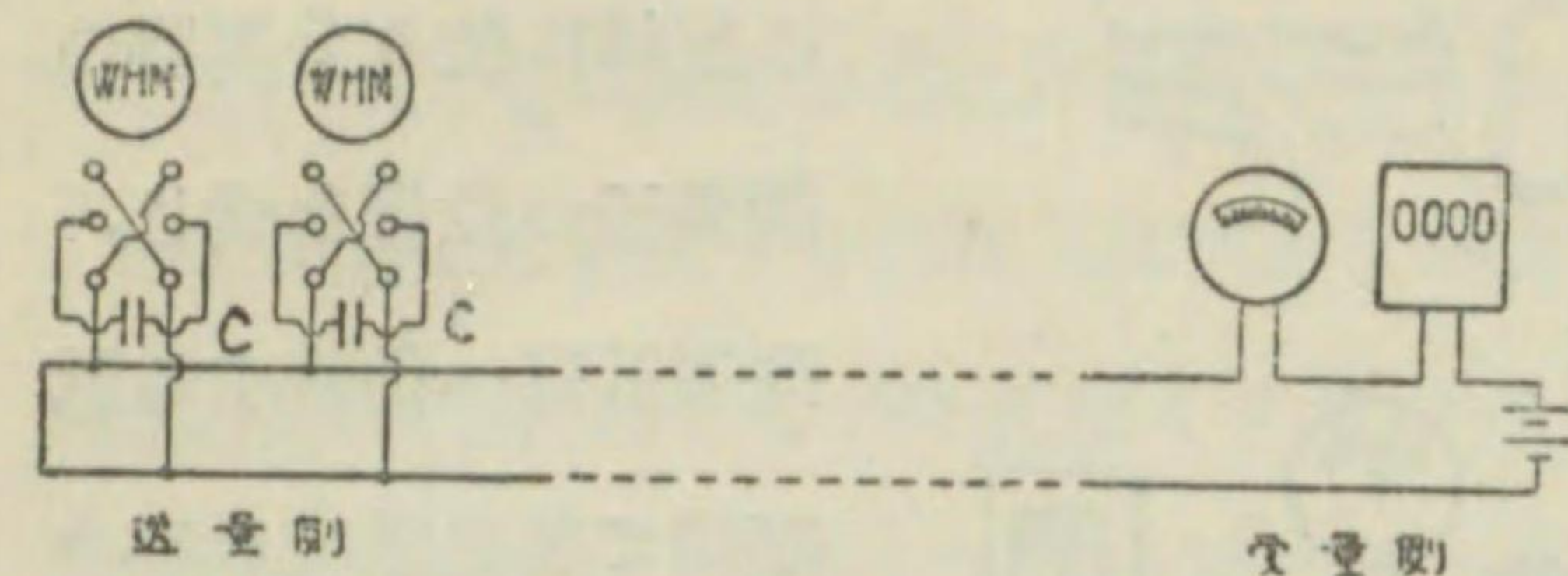


ウェスチングハウス會社遠隔測定器

である。此の小電動機の廻轉に依り分壓器の接觸子の位置を變じ、遠隔計器へ供給する電壓從て通過電流を變ずる。然るにアムペア衡可動線輪の他端には耐久磁石に對峙する平衡線輪があつて、可動線輪に働く傾斜廻轉力に平衡すべき反抗廻轉力を生ずる。此の平衡線輪は遠隔計器と直列に接続せられて居るから、アムペア衡可動線輪の廻轉力に依つて一端の接觸片が上下何れかの接點に接觸し、電動機を廻轉して分壓器の接觸子を動かすときは、遠隔計器の電流及アムペア衡可動線輪の他端に設けられた平衡線輪の電流が同時に變り、平衡線輪の電流に依る反抗廻轉力がケルヴィン衡可動線輪に働く傾斜廻轉力と相等しく平衡するに至つて一端の接觸は離れ電動機の廻轉は止まり、遠隔計器は其の電流に相當する指示を爲すのである。即ち遠隔計器の指示はアムペア衡の電流に應じて變化する譯である。右方の二計器は遠隔計器で一は指示計器他は記録計器を示す。

第 514 圖は又ウェスチングハウス會社の遠隔測定器で蓄電器の充放電を利用する方式である。即ち送量側に於て誘導型ワット時計を用ひ、其の廻轉軸に裝置せられる適當な轉極器を経て C なる容量の蓄電器を接続し、受量側に於て E なる電壓の蓄電池と直列に彈動電流計を接続し二本の導線に依つて兩所を接続する。斯様にしてワット時計の一廻轉毎に電池の極性

第 5 1 4 圖



ウエスチングハウス社遠隔測定器

を轉換し蓄電器の充放電を行はしめる。今ワット時計の廻轉數が毎秒 n 廻轉とすれば、彈動電流計には毎秒 n 回の衝擊電流が流れ、結局電流計は nCE なる平均電流を指示することとなるのである。故に彈動電流計の指示はワット時計の廻轉數即ち電力に比例することとなる。若し彈動電流計の外に電氣的度数計を接続すれば、之は結局送量側の電力を積算しワット時を示すこととなるのである。

前節に於て述べた抵抗計を利用する方法、セルシン方式の如きも亦同様或程度の遠隔測定器として使用することが出来る。但し此の場合には送量側に於て充分大なる廻轉力を有する様設計せられた計器に依り、機械的變位を生ぜしむる必要があるのである。

以上の外種々の方式が考案せられて居るのであるが、茲には最近遠隔測定器が遠方監視制御方式の發達に伴つて益々發達せんとする状態にあることを述べ讀者の注意を喚起して置く。(詳細は電氣學會雜誌昭和六年七月第五一六號綜合報告欄神保成吉氏遠隔測定器参照)。

電氣的以外の量の測定としては本章に於て述べた外光力の測定、照度の測定等があつて而も最近は光電池 (photo-electric cell) の光電効果を利用する様な方法も應用せられる様になつたが、之は電燈及照明學の方に譲つて本書には之を省いた。

又水晶板のピエゾ電氣現象を利用する種々の測定方法例へば周波數の副

原器としての利用とか、一定周波數測定電源の應用とか或は水晶板をモザイク式に結合して一つの大きな圓板とし、之を發振回路に利用して 35 000 乃至 40 000 サイクルの強力な超可聽音波 (super-sonic wave) を發生して海底の深さを測る測定器 (此の場合には超可聽音波を發射して海底に至らしめ、其の反射波は同一の水晶板で受信され、發受間の時間から水深を計算するのである。) の應用等があるが特種のものであるから何れも省略した。

電信、電話、無線電信電話に關する測定は本書に省略することは卷頭に述べた通りで、之等に關する特殊の測定は之等の技術の説明と相俟つて説明しなければ一般的に之を叙することは困難である。殊に高周波工學に關する測定のみは最近無線の發達に伴ひ種々の方法が考案せられて居るし到底本書内に包含せしむることは困難であるから、夫々之等の専門の方面に譲ることとした。又音響に關する測定例へば燥音計の如きものも之を採録することを見合せた。只真空管の發達は普通の測定にも漸次之を利用せらるゝの傾向があり、本書に於ても二三真空管の特性を應用した測定器又は測定法をも掲げたが、其の片鱗を記載したのみで恐らく今後真空管とか光電管の如きは漸次測定に利用せらるゝことが多くなるであらうと思ふ。

第一編發刊後早くも一年を經過した。筆者の計畫も十分に悉された譯ではないが徒に時日の經過するを虞れ之を以て擱筆することとする。

(昭和六年十月)

附 録

第一 電氣單位のダイメンション

1. 電氣單位のダイメンション (dimension)

諸種の組立單位は長さ質量と時間の三基本單位から組立て得るものであることを述べたが、此の基本單位が如何に組立てられて諸種の組立單位を構成するやを表はすものがダイメンションと稱せらるるもので、此の組合せを代數的に表はしたものを其の單位のダイメンション式 (dimensional formula) と云ふ。例へば速度の單位は毎秒の長さ或は長さを時間で除したもので、之には質量が入つて來ない。今長さ、質量及時間の單位を夫々 L , M , 及 T を以て表はせば、速度の單位 V は次の式に依つて表はさるゝ性質のものである。

$$V = \frac{L}{T} = LT^{-1} \quad (1)$$

即ち速度 V は LT^{-1} のダイメンションを有する。同様に面積のダイメンションは $L \times L = L^2$ であり、體積のダイメンションは $L \times L \times L = L^3$ である。又加速度は速度増加の割合であるから $\frac{V}{T} = LT^{-2}$ のダイメンションを有する。又力の單位は單位質量に働き單位加速度を生ずるものであるから $M \times \frac{V}{T} = LMT^{-2}$ のダイメンションを有する。

電量の靜電單位のダイメンションは相等しい二つの電荷 q が r なる距

離にある時に之に働く力 f が $f = \frac{q^2}{r^2}$ 或は $q = \sqrt{fr^2}$ なる關係に依つて求められる。 f に力のダイメンション、 r に長さのダイメンションを代入すると、電荷のダイメンションは次の様になる。

$$q = \sqrt{LMT^{-2} \times L^2} = L^{\frac{3}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1} \quad (2)$$

然るに靜電單位に於て更に誘電率なるものを考へる必要がある。若し誘電率 k なる電界内に二つの電荷があれば、之に働く力は k に逆比例するもので $f = \frac{q^2}{kr^2}$ となるから、 q のダイメンションは次の様になる。

$$q = L^{\frac{3}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1} k^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

同様に磁極の強さ $m = \sqrt{fr^2 \mu}$ から、其のダイメンションは

$$m = L^{\frac{3}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1} \mu^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

但し μ は導磁率である。 m は電磁單位で表はしたものである。電磁單位の電流は半徑 r の圓周の長さ l なる圓弧を流るゝ電流 I に依り其の中心に置かるゝ m なる強さの磁極に及ぼす力 F は、次の式を以て表はさるゝことから定められる。

$$F = \frac{mIl}{r^2}$$

故に I のダイメンションは

$$I = \frac{Fr^2}{ml} = \frac{(LMT^{-2})L^2}{(L^{\frac{3}{2}}M^{\frac{1}{2}}T^{-1}\mu^{\frac{1}{2}})L} = L^{\frac{1}{2}}M^{\frac{1}{2}}T^{-1}\mu^{-\frac{1}{2}} \quad (5)$$

然るに之を靜電單位の方面から考へると毎秒運ばるゝ電量が電流に等しいのであるから (3) 式のダイメンションより

$$I = \frac{q}{T} = L^{\frac{3}{2}}M^{\frac{1}{2}}T^{-2}k^{\frac{1}{2}} \quad (6)$$

(5) と (6) のダイメンションが一致しない様に見えるが、両者はダイメンションから云へば相等しいものでなければならぬ。故に (5) と (6) とを相等しいと置けば

$$L^{\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1} \mu^{-\frac{1}{2}} = L^{\frac{3}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-2} k^{\frac{1}{2}}$$

之より $\frac{1}{\sqrt{k\mu}} = LT^{-1}$ (7)

$\frac{1}{\sqrt{k\mu}}$ なるものは LT^{-1} 即ち速度のダイメンションを有するものである。実際に電流の静電単位と電磁単位の大さの比は光線の速度 2.998×10^{10} の値になつて居ることは第一章に於て述べた。k 又は μ 其のものダイメンションは不明であるが、静電単位と電磁単位の比は此の光線の速度、其の自乗又は之等の逆数の比になつて居る。附第1表は電氣の単位とダイメンションを示すものである。

附第1表中静電単位で表はされた容量及び電磁単位で表はされたインダクタンスは共に長さ L のダイメンションを有し、従て之等を夫々静電単位及び電磁単位の C. G. S. 単位で表はす場合に種の単位を用ひることがあるのは此の爲である。電力、電氣勢力、周波數等は一般物理的諸量と同様に誘電率 k, 導磁率 μ に無關係なるものである。又力率の如きはダイメンション 0 なることは單に數的のものであることを意味するのである。

ダイメンションの考へは種々の理論的考察から式を導く様な場合に心得置くべきことで、一つの方程式の左邊と右邊或は各項は同一ダイメンションのものたるべきを考慮すべきである。例へば電壓の式で電流と抵抗又はインピーダンスの積を含めばよいが、誤つて抵抗を脱落して電壓=電流となつたり又は電壓=抵抗と云ふ様な關係となつたら必ず途中で誤を爲して

附 第 1 表 電氣及磁氣の單位とダイメンション

種 別	ダイメンション		種 別	ダイメンション	
	静電單位	電磁單位		静電單位	電磁單位
電荷又は電量	$L^{\frac{3}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1} k^{\frac{1}{2}}$	$L^{\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} \mu^{-\frac{1}{2}}$	磁氣モメン	$L^{\frac{3}{2}} M^{\frac{1}{2}} k^{-\frac{1}{2}}$	$L^{\frac{5}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1} \mu^{\frac{1}{2}}$
電界の強さ	$L^{-\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1} k^{-\frac{1}{2}}$	$L^{\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-2} \mu^{\frac{1}{2}}$	磁化の強さ	$L^{-\frac{3}{2}} M^{\frac{1}{2}} k^{-\frac{1}{2}}$	$L^{-\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1} \mu^{\frac{1}{2}}$
電位差又は電壓	$L^{\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1} k^{-\frac{1}{2}}$	$L^{\frac{3}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-2} \mu^{\frac{1}{2}}$	磁束密度	$L^{-\frac{3}{2}} M^{\frac{1}{2}} k^{-\frac{1}{2}}$	$L^{-\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1} \mu^{\frac{1}{2}}$
静電容量	Lk	$L^{-1} T^2 \mu^{-1}$	起磁力	$L^{\frac{3}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-2} k^{\frac{1}{2}}$	$L^{\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1} \mu^{-\frac{1}{2}}$
誘電率	k	$L^{-2} T^2 \mu^{-1}$	磁氣抵抗	$LT^{-2} k$	$L^{-1} \mu^{-1}$
電 流	$L^{\frac{3}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-2} k^{\frac{1}{2}}$	$L^{\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1} \mu^{-\frac{1}{2}}$	磁化率	$L^{-2} T^2 k^{-1}$	μ
抵抗	$L^{-1} T k^{-1}$	$LT^{-1} \mu$	導磁率	$L^{-2} T^2 k^{-1}$	μ
コンダクタン	$LT^{-1} k$	$L^{-1} T \mu^{-1}$	インダクタン	$L^{-1} T^2 k^{-1}$	$L \mu$
固有電氣抵抗	$T k^{-1}$	$L^2 T^{-1} \mu$	リアクタン	$L^{-1} T k^{-1}$	$LT^{-1} \mu$
導電率	$T^{-1} k$	$L^{-2} T \mu^{-1}$	イムピー	$L^{-1} T k^{-1}$	$LT^{-1} \mu$
電流密度	$L^{-\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-2} k^{\frac{1}{2}}$	$L^{-\frac{3}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1} \mu^{-\frac{1}{2}}$	ダ		
電力	$L^2 M T^{-3}$	$L^2 M T^{-3}$	サ	$LT^{-1} k$	$L^{-1} T \mu^{-1}$
電氣勢力	$L^2 M T^{-2}$	$L^2 M T^{-2}$	ス		
磁極の強さ	$L^{\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} k^{-\frac{1}{2}}$	$L^{\frac{3}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1} \mu^{\frac{1}{2}}$	アドミ	$LT^{-1} k$	$L^{-1} T \mu^{-1}$
磁界の強さ	$L^{\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-2} k^{\frac{1}{2}}$	$L^{-\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1} \mu^{-\frac{1}{2}}$	ツ		
磁位	$L^{\frac{3}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-2} k^{\frac{1}{2}}$	$L^{\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1} \mu^{-\frac{1}{2}}$	ス		
			周波數	T^{-1}	T^{-1}
			角速度	T^{-1}	T^{-1}
			力率	0	0

居ることが分るのである。

第二 磁氣單位其の他特殊單位の名稱

2. 磁氣單位其の他特殊單位の名稱 磁氣單位

の名稱は未だ萬國的に確定されないが昭和五年（1930年）瑞典ストックホルムに開かれた萬國電氣工藝委員會に於ては次の如く決議せられた。

量	記號	C. G. S. 單位の名稱
起磁力	\mathcal{F}	ギルバート (gilbert)
磁界の強さ	\mathcal{H}	エールステッド (oersted)
磁束	Φ	マックスウェル (maxwell)
磁束密度	\mathcal{B}	ガウス (gauss)

又磁束の實用單位として 10^8 C. G. S. 單位を採用し、之にブラマックスウェル (pramaxwell) なる名稱を附した。

特殊の量の内、無効電力 (reactive power) の單位にヴァール (var) (volt-ampere-reactive の頭字を取つたもの) なる名稱を附し、無効電力量の單位としてヴァール時 (var-hour) なる名稱を附した。又之等の量の千倍の單位にキロを附しキロヴァール、キロヴァール時を用ひることとした。

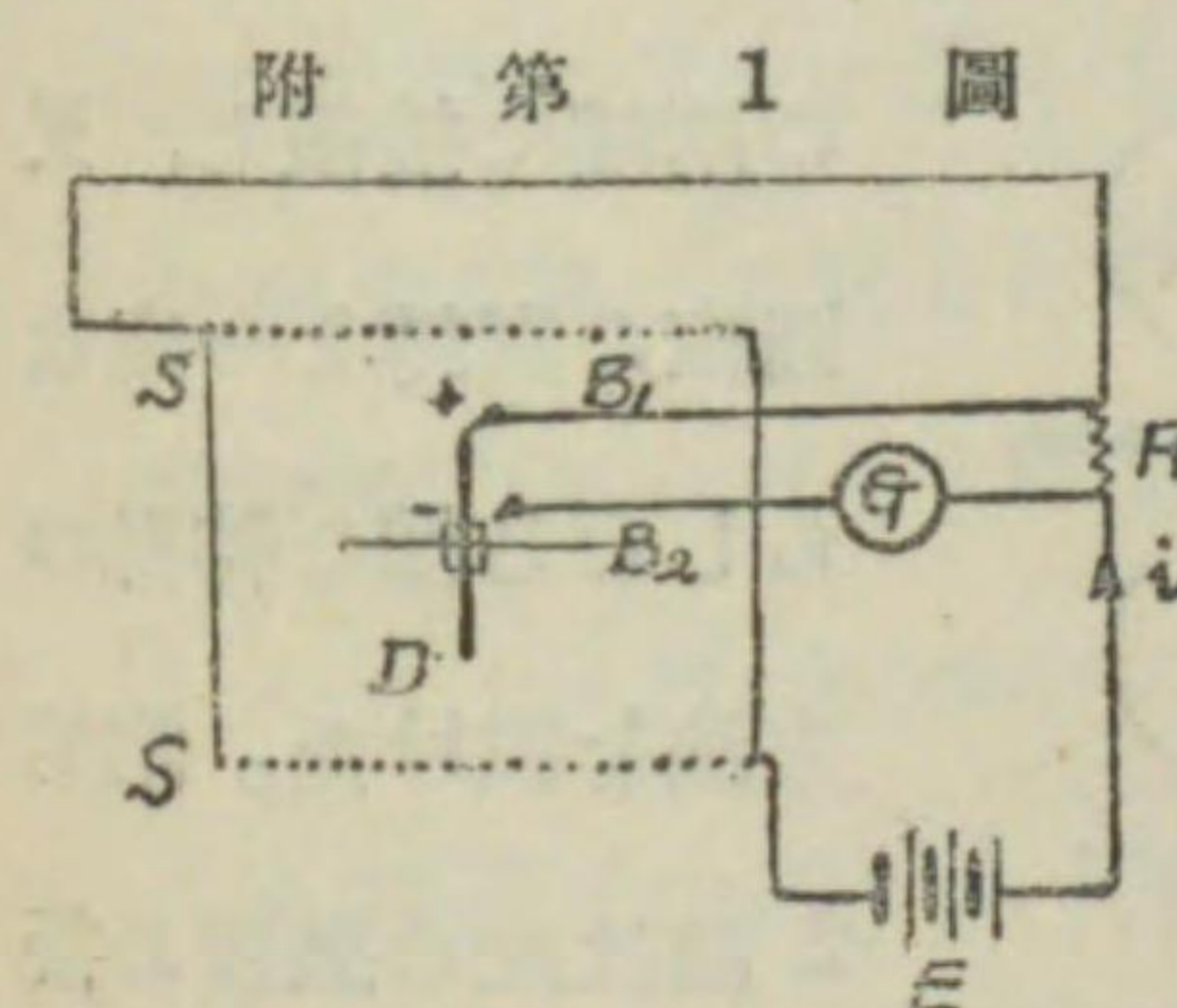
上記の單位の名稱は或は今後各國の意見に依り改訂を見るかも知れぬが相當有力な決議と思はれるから茲に記載することとした。

第三 電氣抵抗及電流の絶對測定法

3. 電氣抵抗の絶對測定法 第一章に於て現行萬國

單位は 1908 年倫敦會議以降の研究に依るに、學術上の C. G. S. 單位から導かるる絶對單位と抵抗に於て約一萬分の五、電流に於て約一萬分の一の差があることが分つて、現に度量衡國際委員會の下に組織せらるる電氣諮問委員會に於て本問題が論議せられ、近き將來に於て現在の萬國單位は絶對單位に變改せられんとするの運命に在ることは第一章に於て述べた通りである。但し萬國單位と絶對單位との間の精密な關係に就ては未だ各國に於て一致した結果を得られた譯ではなく、目下各國に於て此の關係を研究しつゝあるのである。茲には如何なる方法に依つて絶對單位が決定せらるるかと云ふ概念を與へる爲に絶對測定法の原理を述べる。先づ電氣抵抗の絶對測定法中二三の方法の原理を述べよう。

(イ) ローレンツ装置 (Lorenz apparatus) 此の方法に於ては抵抗を相互インダクタンス及時間と比較する方法である。附第 1 圖はローレンツ装置を示すものである。圖に於て S は圓形筒線輪で、其の中心軸に廻轉



ローレンツ装置

軸を有する金屬圓板 D を其の線輪の中央部に装置し、其の周邊及び中心軸に刷子を接觸せしめて R の兩端に接続すること圖の如くする。今線輪に電流を通すと線輪内に磁束が生じ、圓板 D を一定速度を以て廻轉すると圓板が磁束を切る爲に周邊と中心

間に起電力が発生する譯である。今 i を線輪を通る電流、 M を線輪 S と圓板 D 間の相互インダクタンス、 n を毎秒の廻轉數とすれば、圓板の中心と周邊間の起電力は Mni に等しい。若し此の起電力が R の兩端の電圧降下 Ri と等しければ檢流計 G に電流が流れない。故に適當なる電流 i を通し、毎秒の廻轉速度を適當に調整すれば G には振れを生じない。此の場合には

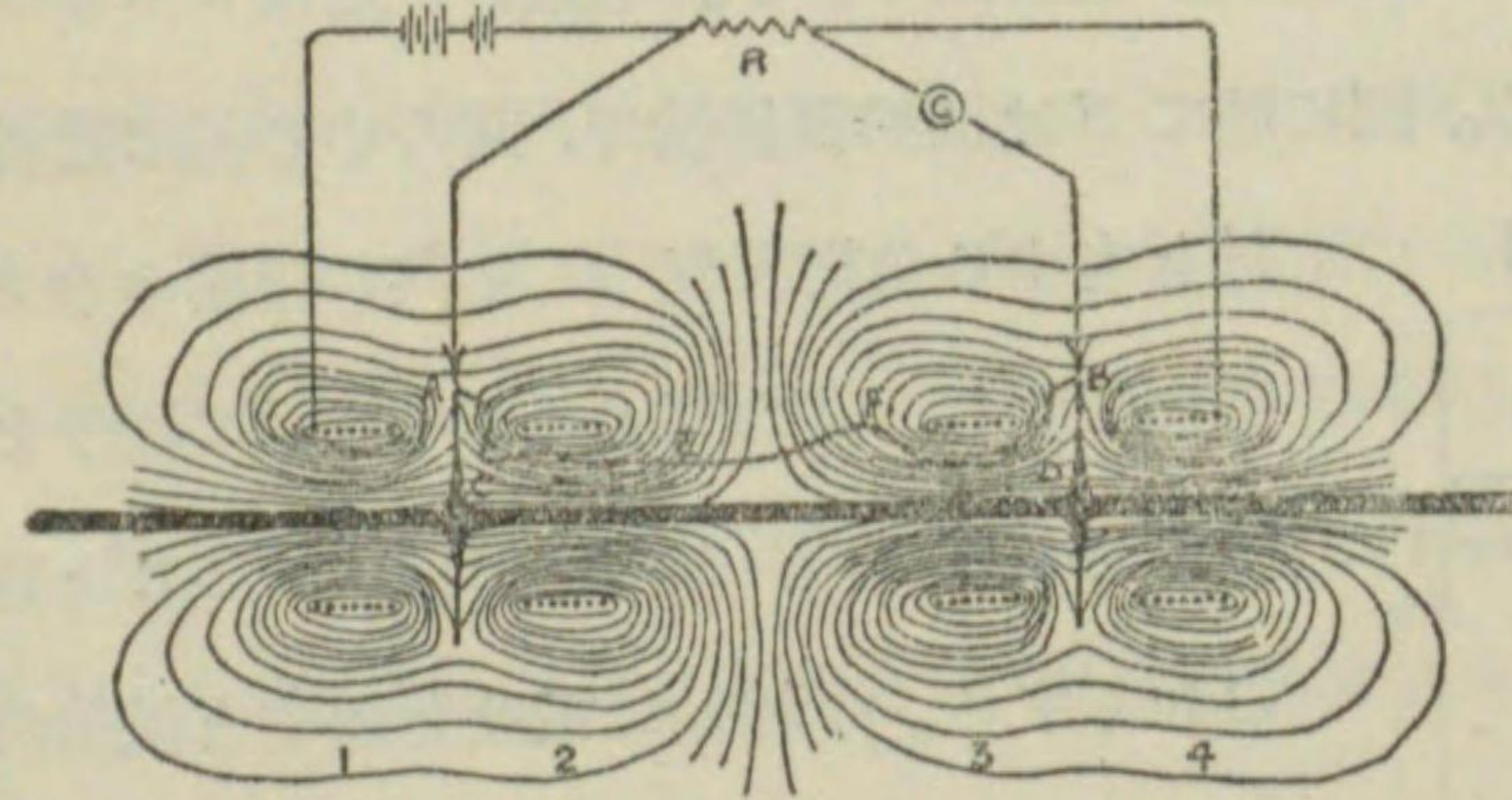
$$Ri = Mni$$

$$\therefore R = Mn \tag{1}$$

M なる相互インダクタンスは線輪の寸法及捲數並に圓板 D の寸法から計算に依り決定することが出来る。廻轉數 n は直接測定する。斯様にして R は絶對單位に依り決定せられるのである。

英國々立物理實驗所に於ては同一の軸に取付けらるゝ二個の圓板を用ひ之に對して、各々二個の線輪を相對せしめ合計四個の線輪を用ひて居る。而して兩側の線輪の電流の方向を反對になし兩圓板の起電力の方向を反對

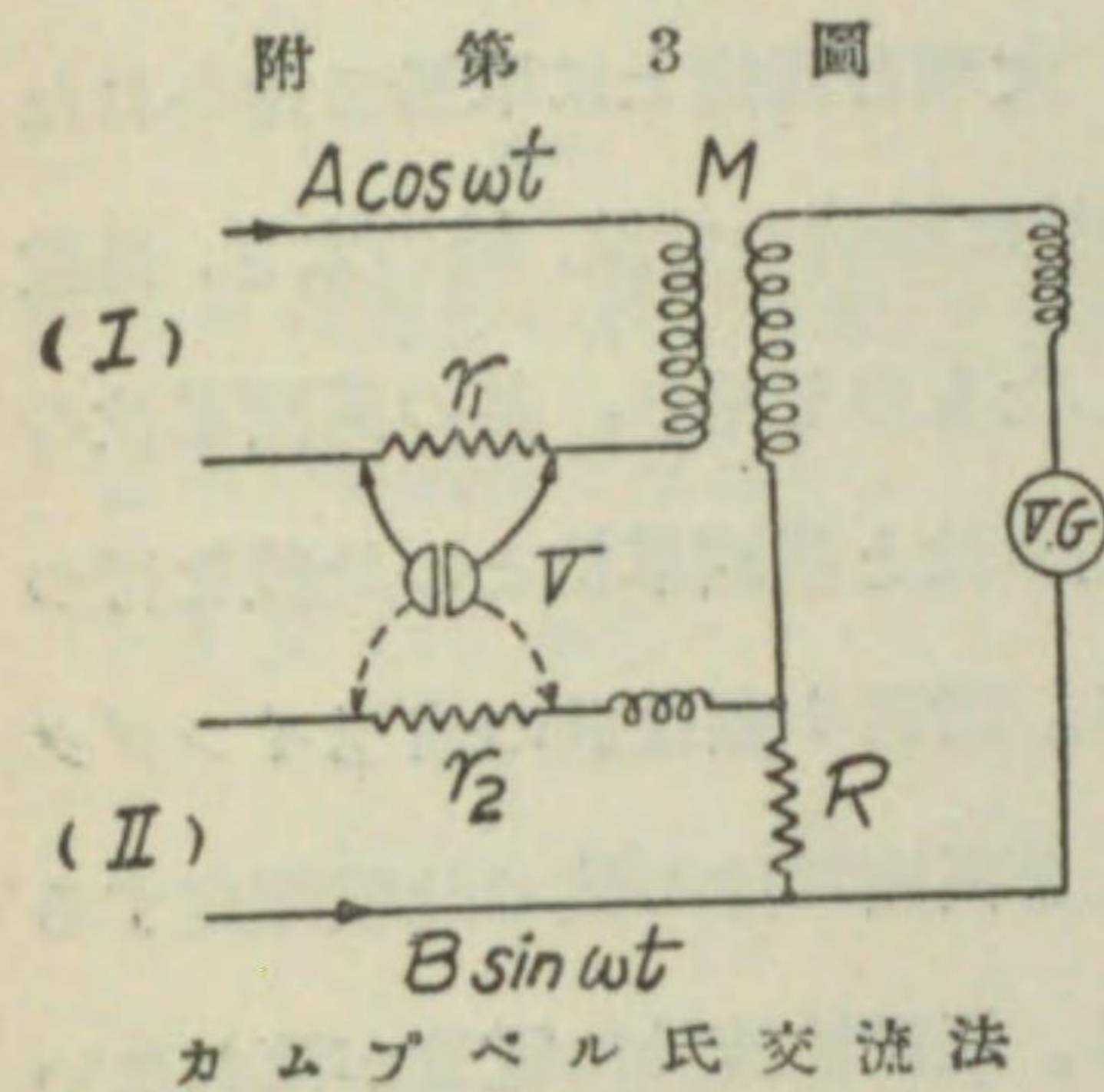
附 第 2 圖



英國々立物理實驗所
ロレンツ装置

にして相加はる様にし、兩圓板の周邊に接觸する刷子を R の兩端に接続し、又圓板の廻轉を一定ならしむる様な特殊の方法を設けた。附第 2 圖は此の装置の接続を示す。

(ロ) カムプベル氏交流法 附第 3 圖はカムプベル氏交流法を示すもので、 M は絶對標準器と比較して精密に其の値を決定せられた相互インダ



クタンス、 R は測定せんとする抵抗である。(I) 及 (II) は二相式電源又は單相交流電源から分相せられた二相電源で $A \cos \omega t$ 及 $B \sin \omega t$ は此の二相電流の瞬時値を表はすものである。然るときは若し振動檢流計に電流が流れない時は M に依つて誘起せらるゝ起電力が R の兩端の電圧降下に等しい時である。故に此の場合には

$$-\frac{d}{dt} M A \cos \omega t = R B \sin \omega t$$

或は $\omega M A \sin \omega t = R B \sin \omega t$

$$\therefore R = \left(\frac{A}{B}\right) \omega M \tag{2}$$

r_1 及 r_2 は A と B の比を決定する爲の殆んど相等しい抵抗で、其の兩端電壓を鋭敏な靜電々壓計 V を以て讀むのである。

若し R が全く無誘導でなく其の残留インダクタンスが l であるとし、又 (II) 回路の電流が全く (I) 回路の電流と 90° の相差でなく α なる小さい位相角を異つて居るとする。簡單の爲 $A=B$ の場合に就て振動檢流計の振動が零であつたとすれば

$$\omega M \sin(\omega t + \alpha) - R \sin \omega t - l \omega \cos \omega t = 0$$

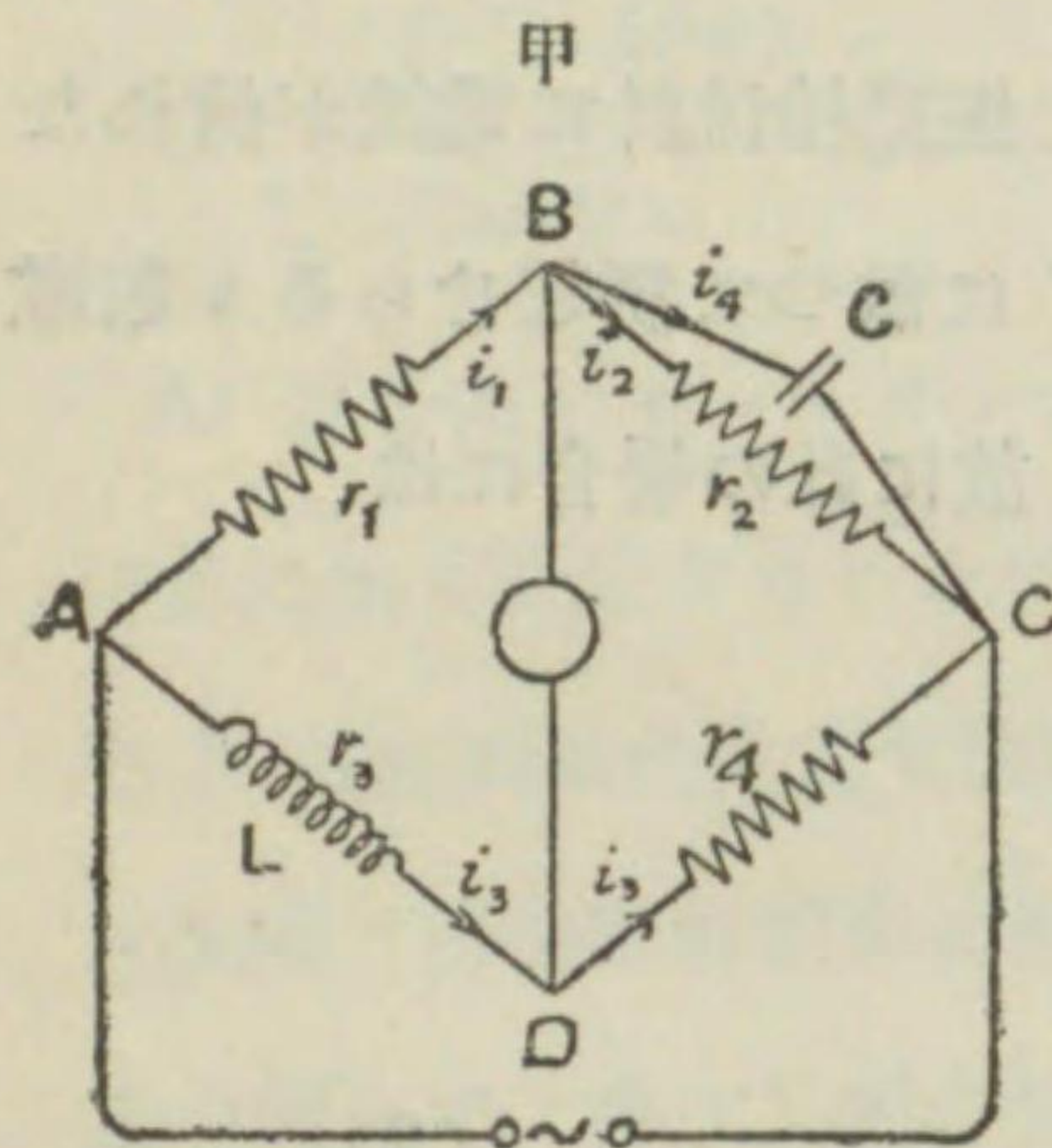
α は甚だ小さく且 l は M に比し甚だ小さいから

$$\omega M \sin \omega t + \omega M \alpha \cos \omega t - R \sin \omega t - l \omega \cos \omega t = 0$$

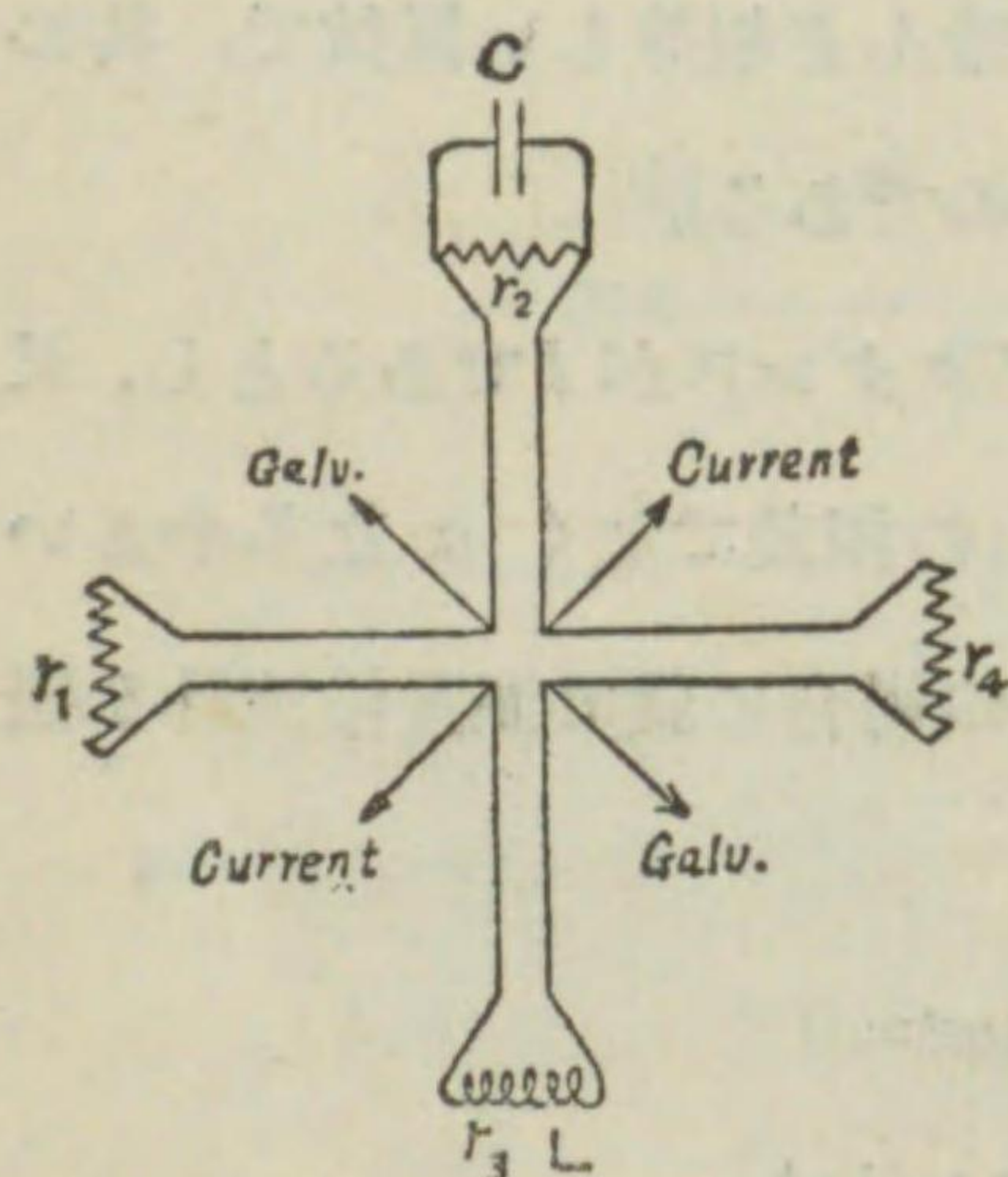
$\therefore R = \omega M$ 及 $a = l / M$

(ハ) グリュンアイゼン及ギーベ (Grüneisen and Giebe) 氏の法 之は獨國理工實驗所に於て用ひられた方法で、大理石圓筒上に單層に捲かれた自己インダクタンス線輪 L があり、其の値は線輪の寸法、線の太さ、捲数等から絶對單位を以て計算に依つて決定したものを、其の萬國單位の値は抵抗及び周波數に依り決定して、絶對單位と萬國單位との比較を行つたのである。

附 第 4 圖



乙



インダクタンスを萬國單位の値で比較測定する方法

たのである。附第4圖は此の自己インダクタンス L を萬國單位の値で比較測定する方法である。振動檢流計に電流が流れない時には次の條件が成立する。

$L \frac{di_3}{dt} + r_3 i_3 = r_1 i_1$ (a)

$r_2 i_2 = r_4 i_3$ (b)

$i_4 = C r_4 \frac{di_3}{dt}$ (c)

$i_1 = i_2 + i_4 = \frac{r_4}{r_2} i_3 + C r_4 \frac{di_3}{dt}$ (d)

(d) の關係を (a) 式に代入すると

$L \frac{di_3}{dt} + r_3 i_3 = \frac{r_1 r_4}{r_2} i_3 + C r_1 r_4 \frac{di_3}{dt}$

$\therefore \begin{cases} L = C r_1 r_4 \\ \frac{r_1}{r_2} = \frac{r_3}{r_4} \end{cases}$ (3)

容量 C は空氣蓄電器を用ひ、其の値は別

にマックスウェル氏充放電法に依り決定した。此の値は次の如き形に依り表はされる。〔第 223 節(二)参照〕

$C = \frac{1}{nr}$ (4)

但し n は毎秒の放電回数、 r は萬國オームで表はさるゝ抵抗である。但し r は單一の抵抗ではない。

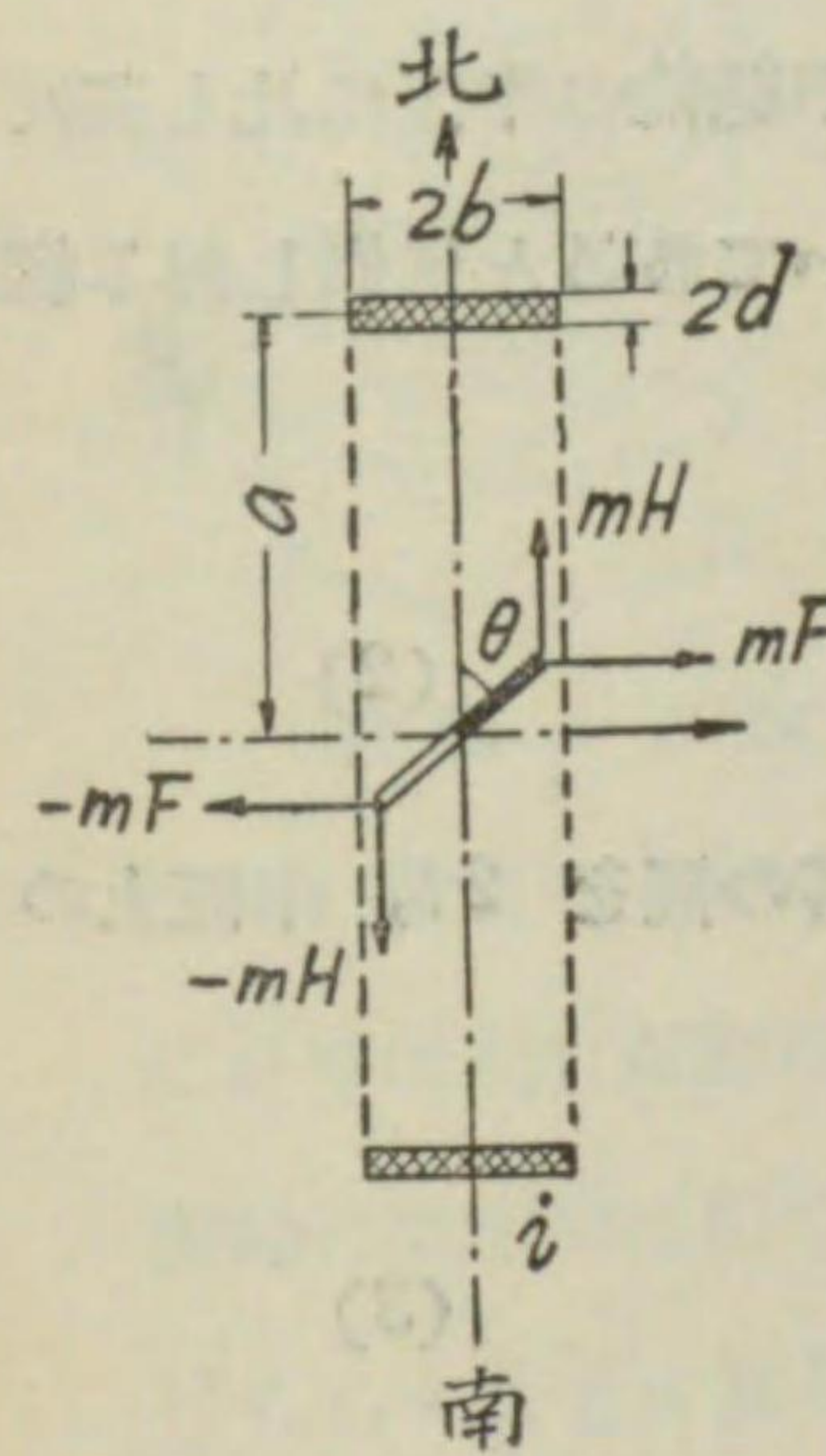
(3) 及 (4) から

$L = C r_1 r_4$ 及 $C = \frac{1}{nr}$

$\therefore L = \frac{r_1 r_4}{nr}$ (5)

(5) 式は萬國ヘンリーで表はさるゝ L の値である。乙圖は此の測定を行ふに當つて用ひられたバイファイラー・ブリッジ (第 225 節参照) である。斯様に實際に萬國單位で測つた値と、線輪の寸法其の他から理論的計算に依つて得た値とを比較して、絶對單位と萬國單位との比を見出すのである。

附 第 5 圖



正切檢流計法

4. 電流の絶對測定法

(イ) 正切檢流計法 直立した線輪があつて其の面を地球磁氣の方向に向けて置き、其の中心に小磁針 (圖には大きく書いてある。) をビゾットに於て支へてある。電流が線輪に通らない時には磁針は南北の方向を取り線輪の面と一致するが、線輪に i なる電流を通すと磁針の附近に於て線輪の面に直角の方向即ち地磁氣と

直角の方向に $F=Gi$ なる強さの磁界を生じ、之に依つて傾斜偶力が作用し、地磁氣に依る制御偶力と平衡する位置迄磁針は振れる。 θ を磁針の振れた角とすれば (第二章第 9 節参照)

$$\text{傾斜偶力} = 2mlF \cos \theta$$

$$= MG i \cos \theta$$

$$\text{制御偶力} = 2mlH \sin \theta$$

$$= MH \sin \theta$$

但し m は磁針の強さ、 $2l$ は磁針の長さ、 $M=2ml$ は磁針の磁氣モーメントである。

此の二つの偶力は相平衡するのであるから

$$MG i \cos \theta = MH \sin \theta$$

$$\therefore i = \frac{H}{G} \tan \theta \quad (1)$$

H は其の場所に於ける地球磁氣の水平分力である。 G は線輪の寸法捲数等から之を算出することが出来る。磁針の長さが線輪の半径に比し甚だ小さく、且線輪が半径 a の圓周上に集中して捲いてあると見做し得る様な場合には、 N を線輪の全捲数とすれば

$$G = \frac{2\pi N}{a} \quad (2)$$

然し乍ら線輪が圖の如く方形の斷面積を有し、其の幅を $2b$ 、半径上の厚さを $2d$ とすれば

$$G = \frac{N\pi}{d} \log \frac{a+d+\sqrt{(a+d)^2+b^2}}{a-d+\sqrt{(a-d)^2+b^2}} \quad (3)$$

若し線輪を垂直軸の周りに廻轉し得る様に装置し、磁針に振れを生ずる

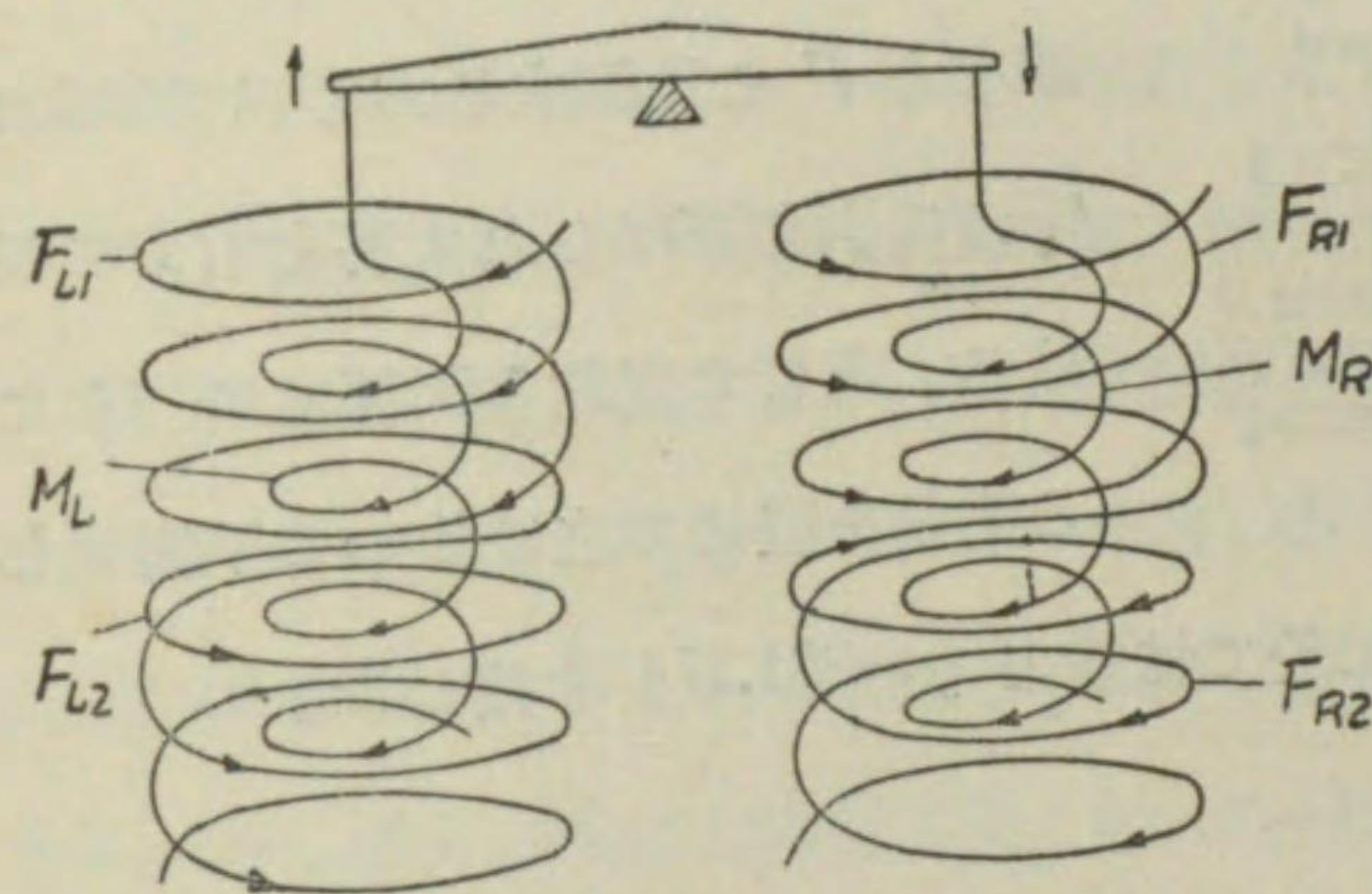
とき線輪の面を磁針の方向に一致せしむる様にすれば、傾斜偶力は MGi に等しいから

$$i = \frac{H}{G} \sin \theta \quad (4)$$

斯様な檢流計に於ては電流は磁針の振れの正弦に比例するから、之を正弦檢流計 (sine galvanometer) と云ふ。之に依つても同様 H と G を豫め決定すれば電流の絶對測定を行ふことが出来る。

(口) 電流秤に依る法 (current weigher or current balance) 電流と電流との間に働く力を測つて逆に電流の強さを決定せんとする方法である。附第 6 圖は英國々立物理實驗所に於て用ひらるゝ電流秤である。此

附 第 6 圖



英國々立物理實驗所電流秤

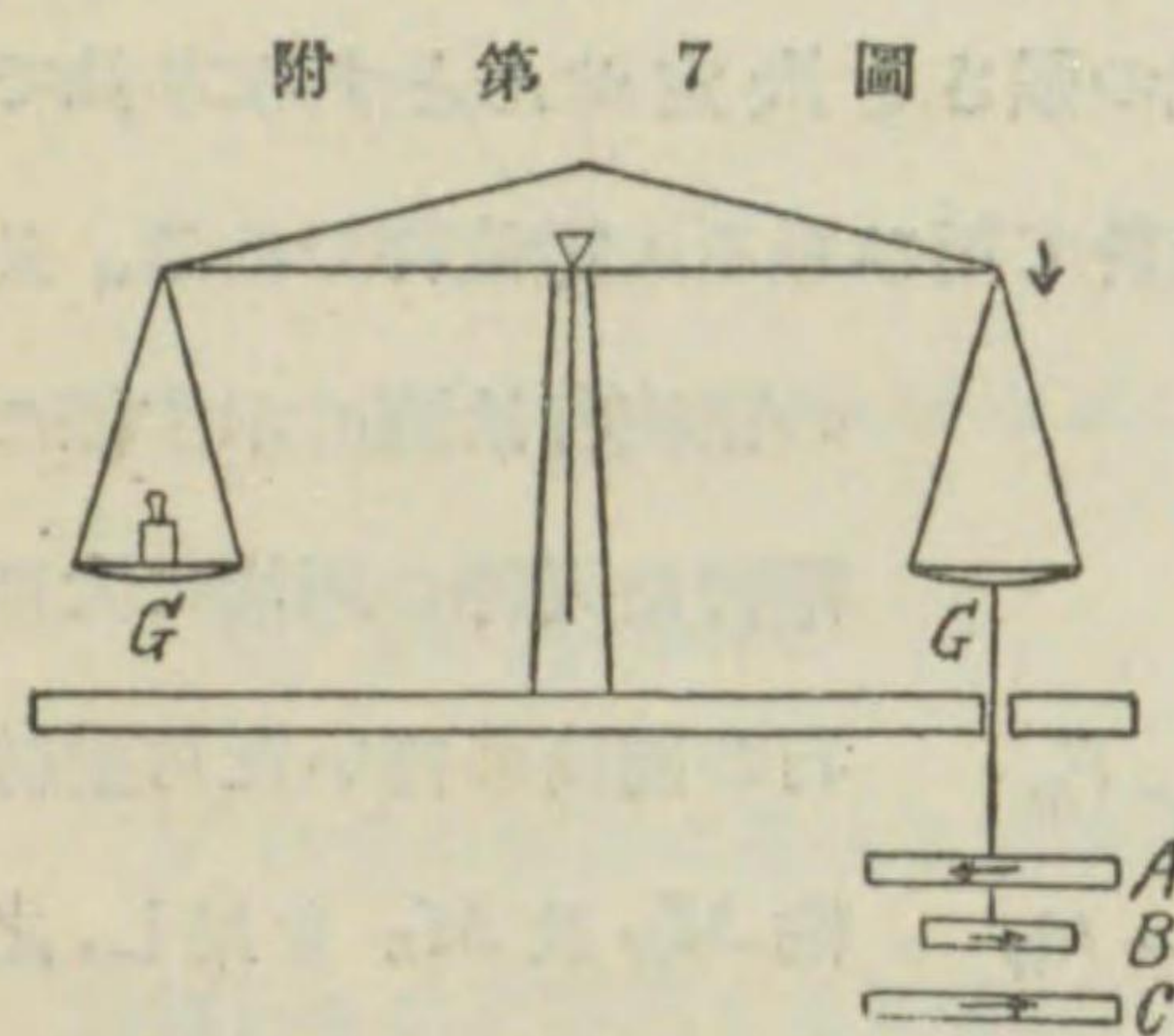
の電流秤は圖に示す様に精密な天秤の兩端に大理石の圓筒に捲いた可動線輪 M_R 及 M_L を吊し、之等の線輪の外側に之と同心に他の大理石の圓筒に捲いた固定線輪 F_{R1} , F_{R2} 及 F_{L1} , F_{L2} を装置し、各線輪の電流の方向は圖の如く、兩側の可動線輪に於ては相等しく固定線輪に於ては左右反對の方向で且上下の線輪に於て逆になつて居る。故に可動線輪には右側に於て下方、左側に於て上方に力が働き結局天秤は右方に傾けらるゝこととなるから適當なる重量を天秤に加へて平衡せしめる。可動線輪に働く力は兩線輪に流るゝ電流の相乗積に比例するから各線輪に同一

の I なる電流が通るとすれば

$$I = K \sqrt{Mg}$$

M は天秤を平衡せしむる爲に要した重量の質量である。 g は地球の引力で $N. P. L.$ に於ては $g=981.20$ ダインに取る。 K は線輪の寸法捲数等から定まる定数である。

附第7圖は米國標準局に於て用ひらるゝ電流秤で其の原理に於ては全く同一であるが、此の場合には天秤の一方のみに可動線輪 B を吊し、其の上下に A 及 C なる固定線輪を置いて、電流の方向は圖に示す様に A と C



米國標準局電流秤

は反對の方向に通し、 B には下方の C と同一方向に電流を通す。故に可動線輪及び固定線輪に I なる電流を通すと I^2 に比例する力を以て M は下方に引き下げられ天秤を右方に傾ける。そこで左側の天秤皿に G なる重量を載せて之に依つて平衡せし

むるのである。米國標準局に於ては重力 $g=981.274$ を用ひた。

第四 測定結果の整理

5. 測定の誤差

如何なる量を測定する場合に於ても、絶対に正確な値を見出すことは不可能であつて、測定値は必ず眞の値とは多少の差がある。之即ち誤差であつて、次の様な誤差を含む。

(イ) 固定誤差(constant error) 此の誤差は採用せられた測定方法に依

り必然生すべき誤差又は使用測定器が全く正確でないことに基く誤差であつて、此の誤差は測定方法の理論的考察に依り適當なる修正を加へ、又測定器を種々の條件に於て試験し豫め更正值を見出して置き測定結果に修正を施して此の誤差を除き得るものである。此の種のもは豫め其の更正值及其の符合を決定し得るものである。或は又之を系統的誤差(systematic error)ともいふ。

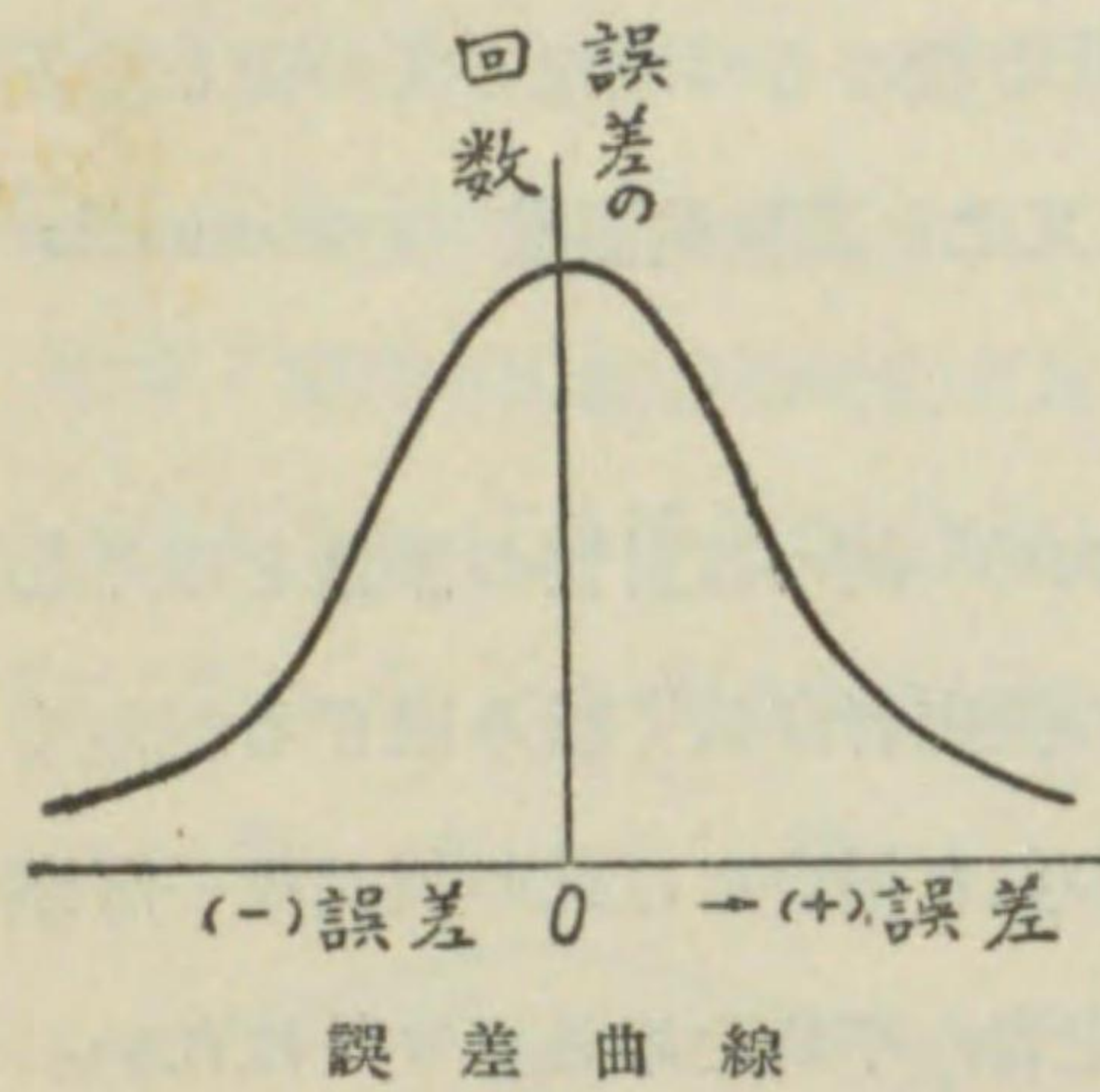
(ロ) 測定者に依る誤差(personal error) 例へば計器の讀數を取る場合に於て或る測定者は多く讀み過ぎ、他の測定者は低く讀み過ぎるが如く測定者に依つて生ずる誤差で、光力測定の場合には此の誤差は一層顯著である。此の誤差を除くには澤山の測定者の平均を取るより外はない。故に測定方法としては此の誤差を成るべく生じない様な方法を用ひるがよい。例へば零位測定法の如きは此の點から見て甚だ有利である。

(ハ) 偶發誤差(accidental error) 同一の量を同一の測定方法及同一の測定器を用ひ同一測定者が同様な注意を以て測定する場合に於ても、實驗回数毎に其の測定結果には多少の相違があるものである。殊に其の測定方法が精密で感度のよい測定器を用ふる場合に明かに之を認めることが出来る。若し澤山の測定を繰返し全く同一の結果を得る様な場合は寧ろ測定が不正確なことを示すものであつて測定器の感度が不十分であるか、觀測が前の觀測結果に捉はれて居るか、精度を十分に發揮せしめないか或は不注意に觀測を行つたと云ふことになるので大に警戒を要するのである。

測定結果に就て(イ)の固定誤差の修正を行つた後に於て尙眞の値との間に存在する差を偶發誤差と云ふ。此の偶發誤差は其の原因が全く偶發的であるから到底之を除外することは不可能なものであるが、之を出来る丈小

さくする爲には同一實驗を繰返す回数を多くするより外にない。實驗に依るに多數の觀測を行つた場合に生ずる偶發誤差に就ては次の公理がある。

附 第 8 圖



- (1) 小なる誤差は大なる誤差よりも多く起る。
- (2) 同一量の正負の誤差は同じ様に起る。
- (3) 甚だ大なる誤差は起らない。

此のことは附第8圖の誤差曲線に依つて表はすことが出来る。横軸は誤差、縦軸は誤差の起る回数を示すものである。

次節以後に述べる誤差は此の偶發誤差に就て云ふのである。

6. 最も確らしき値 (most probable value)

一つの量を同じ標準の量と比較して測定を行つた場合に多少の相違ある x_1 と x_2 と云ふ二つの値を得たとする。其の量の眞の値なるものは前節に述べた通り測定結果には偶發誤差を伴ふ爲に到底知ることが出来ないが、 x_1 と x_2 と云ふ二つの測定結果から最も眞の値に近いものを見出さねばならぬとすれば、 x_1 も x_2 も共に同一の測定方法及測定器を用ひて同様の注意を以て測定した結果であるから、其の何れをも眞の値に近いものとする譯に行かぬ。従て x_1 と x_2 の平均 $\frac{x_1+x_2}{2}$ を以て眞の値に近い最も確らしき値 (或是値とも云ふ) と看做すのは當然であらう。同様なる推理から若し x_1, x_2, \dots, x_n の n 個の測定結果があれば之等を加へて n で除した平均値を以て最も確らしき値とするのが當然であることが分るであらう。

即ち此の場合には

$$\text{最も確らしき値} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum x}{n}$$

茲に尙考慮すべきことは x_1, x_2, \dots, x_n の測定結果は時として必ずしも同一の確度を有すると云へない場合がある。此の場合には各測定値の確度に應じて所謂價值 (weight) を異にする必要がある。斯様な場合には最も確からしき値として普通の平均値の代りに夫々價值の數を測定値に乗じて平均した所謂總平均値 (general mean) を取る必要がある。今 p_1, p_2, \dots, p_n を x_1, x_2, \dots, x_n の測定値に對する價值とすれば

$$\text{總平均値} = \frac{p_1 x_1 + p_2 x_2 + \dots + p_n x_n}{p_1 + p_2 + \dots + p_n} = \frac{\sum p x}{\sum p}$$

p_1, p_2 等は通常 1, 2, 3 の如き整數を以て表はす。但し此の價值を定むる一般的法則はないが、價值の數は通常誤差の自乗に比例するものと考へられる。此の意味から或は測定回数に比例して價值の數を定めることもある。

一例として次の場合を計算しやう。

測定番號	測定値 x	測定番號	測定値 x	p	$p x$
1	20.05	1	20.05	3	60.15
2	20.04	2	20.04	3	60.12
3	19.98	3	19.98	1	19.98
4	19.99	4	19.99	1	19.99
5	20.00	5	20.00	2	40.00
$n=5$	$\sum x=100.06$		$\sum p=10$		$\sum p x=200.24$
平均 $x_0 = \frac{\sum x}{n} = \frac{100.06}{5} = 20.01$		總平均 $x_0 = \frac{\sum p x}{\sum p} = \frac{200.24}{10} = 20.02$			

7. 最小自乗法 (method of least squares) 及 公算誤差 (probable error)

前節に述べた様に一つの量を直接に測定した場合の最も確からしき値は、各測定値の價値同一なる時は平均値、一般には總平均値を以て表はさるべきものである。今 x_0 を最も確からしき値とすれば $x_1 - x_0 = \delta_1, x_2 - x_0 = \delta_2 \dots$ 等を殘數(residual)と云ふ。若し x_0 が眞の値であれば之等殘數の値は即ち誤差であるから、測定數を非常に多くすれば x_0 は眞の値に近づき従て殘數を誤差と見ても實用上差支がない。最小自乗法と云ふのは最も確からしき値を求むる爲に用ふる方法で、次の法則に基くものである。

一つの量の最も確からしき値は各測定値の殘數の平方の和を最小にする如き値である。

之を式で表はせば次の様になる

$$Z = (x_1 - x_0)^2 + (x_2 - x_0)^2 + \dots + (x_n - x_0)^2 = \text{最小}$$

上式の値を満足せしむべき x_0 の値が最も確からしき値である。故に此の條件は $\frac{dZ}{dx_0} = 0$ に依つて與へられる。即ち

$$(x_1 - x_0) + (x_2 - x_0) + \dots + (x_n - x_0) = 0$$

$$\therefore x_0 = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

即ち平均値である。測定値が價値を異にする場合には $Z = \sum p \delta^2$ を最小にする様な値で $\frac{dZ}{dx_0} = 0$ から $x_0 = \frac{\sum p x}{\sum p}$ の結果を得る。之即ち總平均値である。

上記の如くにして最も確からしき値を見出したときは、其の信頼度を知

るべき必要がある。此の信頼度を表はすに公算誤差 (probable error) を以てする。公算誤差の意義を嚴格に云ふのは少し面倒であるから省略するが、大體に於て測定の確度を表はす誤差の程度を表はすものと思へばよい。平均値及び總平均値の公算誤差は次の式を以て表はすことが出来る。

	平均値を取る場合	總平均値を取る場合
各測定値の公算誤差	$r = \pm 0.6745 \sqrt{\frac{\sum \delta^2}{n-1}}$	$r = \pm 0.6745 \sqrt{\frac{\sum p \delta^2}{n-1}}$
平均値の公算誤差	$r_0 = \pm 0.6745 \sqrt{\frac{\sum \delta^2}{n(n-1)}}$	$r_0 = \pm 0.6745 \sqrt{\frac{\sum p \delta^2}{(n-1) \sum p}}$

前節の場合の例を取り公算誤差を計算すれば次の如くなる。

(イ) 價値同一なる場合

番 號	x	δ	δ ²
1	20.05	.04	.0016
2	20.04	.03	.0009
3	19.98	-.03	.0009
4	19.99	-.02	.0004
5	20.00	.01	.0001
n=5	Σx=100.06	Σδ ² =.0039	
$x_0 = \frac{100.06}{5}$	$r = .6745 \sqrt{\frac{.0039}{4}} = .021$		
=20.01	$r_0 = .6745 \sqrt{\frac{.0039}{5 \times 4}} = .0094$		

(ロ) 價値を異にする場合

番 號	x	p	px	δ	δ^2	$p\delta^2$
1	20.05	3	60.15	.03	.0009	.0027
2	20.04	3	60.12	.02	.0004	.0012
3	19.98	1	19.98	-.04	.0016	.0016
4	19.99	1	19.99	-.03	.0009	.0009
5	20.00	2	40.00	-.02	.0004	.0008

$$\Sigma p = 10 \quad 200.24 \quad \Sigma p\delta^2 = .0072$$

$$x_0 = \frac{200.24}{10} = 20.02$$

$$r = .6745 \sqrt{\frac{.0072}{5-1}} = .029$$

$$r_0 = .6745 \sqrt{\frac{.0072}{(5-1) \times 10}} = .0091$$

斯様な計算を行つた後測定した量を表はすに $x_0 \pm r_0$ と書く。之は最も確からしき値は x_0 で其の公算誤差が $\pm r_0$ であることを意味するのであつて、眞の値が $x_0 + r_0$ と $x_0 - r_0$ の間の値であると云ふ意味ではない。

8. 定数の決定に最小自乗法の應用

例へば理

論上 y と x との関係が $y = a + bx$ を以て表はし得る様な場合に、種々の x に對する y の値を實驗的に見出し、定数 a 及 b の最も確からしき値を見出さんと云ふ時には最小自乗法の原理を用ひるのである。上記の関係は y と x との関係が直線で表はし得ることを意味するので、若し實驗に依り種々の x に對する y の値を見出し (例へば種々の温度に對する抵抗の如き) 之を曲線に畫いて見て略々直線を以て表はし得るならば以下述ぶる様な方法で a 及 b を見出し所謂實驗公式 (empirical formula) を作るこ

が出来るのである。此の関係は實驗結果が x の廣い範圍に亘つて成立しない場合でも直線と見做し得る範圍に於て a 及 b を定め、或は x の異なつた範圍に於て異なつた値の a 及 b を定めて實驗公式を形造る場合もある。

$y = a + bx$ が正確に成立し、 x の或る値に對する y の値が正確に測定し得られるならば、此の式の未知数は a 及 b の二つであるから x の異つた値に對する二回の測定を行へば a 及 b を決定し得る譯である。併し乍ら實際に於ては如何なる測定に於ても誤差を伴ひ、従つて全く正確なる値を測定することは不可能であるから、出来る丈多數の測定を行ひ而も x の相當廣い範圍に於て實驗し、 a 及 b の最も確からしき値を決定せねばならぬ。今 x_1, x_2, \dots, x_n に對する y の測定値を夫々 y_1, y_2, \dots, y_n とすれば若し測定が全く正確であれば次の方程式が成立する譯である。

$$\left. \begin{aligned} a + bx_1 - y_1 &= 0 \\ a + bx_2 - y_2 &= 0 \\ \dots\dots\dots \\ a + bx_n - y_n &= 0 \end{aligned} \right\} (1)$$

此の方程式を測定方程式 (observation equation) と云ふ。然るに上述の如く測定には誤差を伴ふから各方程式の右邊は 0 でなく殘數 $\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_n$ に等しくなければならぬ。最小自乗法の原理に依れば a 及 b の最も確からしき値は之等殘數の自乗の和即

$$Z = (a + bx_1 - y_1)^2 + (a + bx_2 - y_2)^2 + \dots + (a + bx_n - y_n)^2$$

を最小にする様な値である。此の條件は次の二式に依つて表はされる。

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial Z}{\partial a} &= (a + bx_1 - y_1) + (a + bx_2 - y_2) + \dots + (a + bx_n - y_n) = 0 \\ \frac{\partial Z}{\partial b} &= x_1(a + bx_1 - y_1) + x_2(a + bx_2 - y_2) + \dots + x_n(a + bx_n - y_n) = 0 \end{aligned} \right\} (2)$$

(2) 式を書き換へると

$$\left. \begin{aligned} na + b(x_1 + x_2 + \dots + x_n) - (y_1 + y_2 + \dots + y_n) &= 0 \\ a(x_1 + x_2 + \dots + x_n) + b(x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2) \\ - (x_1 y_1 + x_2 y_2 + \dots + x_n y_n) &= 0 \end{aligned} \right\} (2)'$$

(2)' の二方程式は二つの未知数 a 及 b を決定する必要にして且充分なる条件である。此の方程式を正規方程式 (normal equation) と云ふ。

例	x	y	x^2	xy	測定方程式
	5	10.23	25	51.15	$a + 5b - 10.23 = 0$
	10	9.91	100	99.10	$a + 10b - 9.91 = 0$
	15	9.63	225	144.45	$a + 15b - 9.63 = 0$
	20	9.34	400	186.80	$a + 20b - 9.34 = 0$
	25	8.96	625	224.00	$a + 25b - 8.96 = 0$
計	75	48.07	1375	705.50	

正規方程式 $5a + 75b - 48.07 = 0$
 $75a + 1375b - 705.50 = 0$

此の二式から $a = 10.54$
 $b = -.0613$

故に求むる式 $y = 10.54 - .0613x$

上例は二個の未知数の場合であるが $y = a + bx + cx^2$ 或は $y + a = bx_1 + cx_2$ の如く二個以上の未知数を含む場合に於ても同様にして定数の最も確からしき値を見出すことが出来る。一般に右邊の函数を F と置き、此の中に a, b, c, \dots 等 q 個の未知数を含むとする。種々の条件に於て n 回の測定をしたとする。但 $n > q$, 然る時は測定方程式は

$$\left. \begin{aligned} -y_1 &= 0 \\ F_2 - y_2 &= 0 \\ \dots \dots \dots \end{aligned} \right\} n \text{ 方程式}$$

之より最小自乗法に依り q 個の正規方程式が求められる

$$\left. \begin{aligned} \Sigma \left\{ (F - y) \frac{\partial F}{\partial a} \right\} &= 0 \\ \Sigma \left\{ (F - y) \frac{\partial F}{\partial b} \right\} &= 0 \\ \dots \dots \dots \end{aligned} \right\} q \text{ 方程式}$$

之から q 個の a, b, c, \dots の最も確からしき値を見出すことが出来る。斯様にして見出した a, b, c, \dots の最も確からしき値を用ひ實驗を行つた時と同一の条件を入れ y を算出し、 y_1, y_2 等の残数 δ を見出し、次式に依り公算誤差を算出する。

$$r_0 = \pm .6745 \sqrt{\frac{\Sigma \delta^2}{n - q}}$$

之を前例に就て計算するに $n = 5, q = 2$ の場合であるから

x	y	y	δ	δ^2
	測定値	計算値		
5	10.23	10.23	0	0
10	9.91	9.93	-.02	.0004
15	9.63	9.62	.01	.0001
20	9.34	9.31	.03	.0009
25	8.96	9.01	-.05	.0025
				$\Sigma \delta^2 = .0039$

$$r_0 = \pm .6745 \sqrt{\frac{.0039}{5 - 2}} = \pm .024$$

電氣工學に於ける實驗結果を曲線に畫く時 y と x との關係が單に直線的でなく (1) 拋物線的 (parabolic), (2) 双曲線的 (hyperbolic) 又は (3) 對數曲線的となる場合が屢々起る。此等の曲線は次の性質から (1) 及 (2) は $\log y$ と $\log x$ との關係を曲線に畫くとき, (3) は y と $\log x$ 又は $\log y$ と x との關係を畫くときは何れも直線になるべき筈である。即

$$(1) \text{ 拋物線的 } y = Ax^m \quad \therefore \log y = \log A + m \log x$$

$$(2) \text{ 双曲線的 } y = Ax^{-m} \quad \therefore \log y = \log A - m \log x$$

此の場合には $\log y$ 及 $\log x$ の値は測定値から分るから, 最小自乗法に依り二つの未知數 $\log A$ 及 m の最も確からしき値を見出すことが出来る。

$$(3) \text{ 對數曲線的 } y = Ae^{Bx}$$

$$\therefore \log_{10} y = \log_{10} A + Bx \log_{10} e = \log_{10} A + .4343 Bx$$

之より $\log A$ と B の最も確からしき値を見出すことが出来る。

測定點を方眼紙に記し之等の測定點の間を縫ふて常識的に平滑な曲線を引くのは工學上屢々行ふ所であるが, 其の曲線の最も確からしき位置を定むるには此の最小自乗法を用ふればよいのである。

9. 間接測定に於ける公算誤差

電壓と電流を測

定して其の結果から抵抗を計算に依つて見出すが如き, 或は電線の長さ, 斷面積及抵抗を測定して其の固有抵抗を算出するが如きは何れも間接測定法 (indirect measurement) と云ふので, 斯様な場合に於て各測定量の公算誤差は如何なる工合に結果に入つて來るか云ふのが本節に述べんとする所である。今 y が種々の量 x_1, x_2, x_3, \dots の函數であつて其の函數の形

及常數が既知であるとすれば, x_1, x_2, x_3, \dots を測定し y の値を計算に依り見出すことが出来る。今 $y = F(x_1, x_2, x_3, \dots)$ とし, r_1, r_2, r_3, \dots を測定量 x_1, x_2, x_3, \dots の公算誤差とすれば, y に起る公算誤差 R は次式に依つて計算するのである。

$$R^2 = \left(\frac{\partial F}{\partial x_1} \right)^2 r_1^2 + \left(\frac{\partial F}{\partial x_2} \right)^2 r_2^2 + \dots$$

$$\text{例 1. } y = x_1 \pm x_2 \pm x_3 \pm \dots \pm x_n$$

$$\frac{\partial f}{\partial x_1} = 1, \frac{\partial f}{\partial x_2} = 1 \dots \frac{\partial f}{\partial x_n} = 1$$

$$\therefore R = \sqrt{r_1^2 + r_2^2 + \dots + r_n^2}$$

若し $r_1 = r_2 = r_3 = \dots = r_n = r$ とすれば $R = \sqrt{n} r$

$$\text{例 2. } y = ax_1 + bx_2$$

$$\frac{\partial F}{\partial x_1} = a, \frac{\partial F}{\partial x_2} = b$$

$$\therefore R = \sqrt{a^2 r_1^2 + b^2 r_2^2}$$

$$\text{例 3. } y = x_1 x_2$$

$$\frac{\partial F}{\partial x_1} = x_2, \frac{\partial F}{\partial x_2} = x_1$$

$$R = \sqrt{x_2^2 r_1^2 + x_1^2 r_2^2}$$

$$\text{或は } \frac{R}{y} = \sqrt{\left(\frac{r_1}{x_1} \right)^2 + \left(\frac{r_2}{x_2} \right)^2}$$

$$\text{例 4. } y = x^m$$

$$\frac{\partial F}{\partial x} = m x^{m-1}$$

$$R = m x^{m-1} r$$

$$\frac{R}{y} = m \left(\frac{r}{x} \right)$$

例 5. $y = \sqrt[m]{x} = x^{\frac{1}{m}}$

$$\frac{\partial F}{\partial x} = \frac{1}{m} x^{\frac{1}{m}-1}$$

$$\therefore R = \frac{1}{m} x^{\frac{1}{m}-1} r$$

$$\frac{R}{y} = \frac{1}{m} \left(\frac{r}{x} \right)$$

— 終 —

新 編

電 氣 磁 氣 測 定

第 二 編 索 引

A

アムペア時計 (ampere-hour meter)	1
電気分解型—	6
電動機型—	6
水銀電動機型—	6
アンダーソン氏ブリッジ (Anderson's bridge)	272
アルドメーター (ardometer)	344
アルノ計器 (Arnometer)	46
アロン会社製遠隔電力測定器	396
壓力の測定	363

B

バイファイラー・ブリッジ (bifilar bridge)	258
バーロース (Barrows) 氏導磁率計	182
ビスマス・スパイラル (bismuth spiral)	167
ブラウン管 (Brown tube)	127
ブルックス (Brooks) 氏可變誘導標準器	228
ブザー (buzzer)	251
ボロメーター (bolometer)	328

C

チャップ (Chubb) 氏波形率調整装置	215
蓄電器 (condenser)	231
硝子— (glass—)	231
完全— (perfect—)	232
高壓— (ハルトマン・エンド・ブラウン会社の)	237
空気— (air—)	231
— の吸収 (absorption)	231
パラフィン紙— (paraffin paper—)	231, 238
直讀容量計	285
直撃記録器 (lightning stroke recorder)	314
直列抵抗法 (series resistance method)	261
直流可動線輪型電圧計を用ひる速度計	354
直流に依る容量測定法	242
直流に依る誘導測定法	239
直流三線式ワット時計	20
直流試験電圧	293
直流ワット時計	10
電動機型—	14

振動型—.....12
 振子型—.....10
 三線式—.....20
 水銀電動機型—.....12
 超過計器 (excess meter)58
 調整不足 (under-compensation) ...27
 調整過度 (over-compensation) ...27
 調整用變壓器 (regulating transformer)292
 注水閃絡試験 (碍子の) (wet flash-over test or rain test)307

D

ダイメンション (dimension)400
 ダイメンション式 (dimensional formula).....400
 ダッデル及マザー兩氏の織込抵抗 (gauze resistance)249
 弾動平衡 (ballistic balance).....241
 弾動檢流計法 (容量測定法の).....242
 電壓計及電流計の校正試験.....62
 電壓計用捲線 (special transformer winding)293
 電動機型計器.....7
 電動機型交流ワット時計22
 電動機型ワット時計14
 トムソン (Thomson)—14
 電荷 (charge)231
 自由— (free—).....231
 牽束— (bound—)231
 電氣分解型計器.....6
 電氣以外の量の測定に應用せらるる電氣現象.....352
 電氣計量器 (electricity meter)1

電氣及磁氣の單位とダイメンションの表.....402
 電氣抵抗の絶對測定法.....405
 電氣抵抗眞空計.....368
 電氣的現象に依る高温度の測定...319
 電氣的歪 (electric strain).....289
 電離眞空計 (ionization manometer)369
 電力圖形 (power diagram).....133
 電量 (electric quantity)1
 電量損失法 (loss of charge method)243
 電流秤に依る電流の絶對測定法...411
 電流の絶對測定法.....409
 電流制限器 (current limiter)60
 デュ・ボア磁氣衡 (Du Boi magnetic balance).....192
 デュフォー (Dufour)氏陰極線オッシログラフ.....137
 ド・ソーチ (De Sauty)氏容量ブリッジ (直流法).....246
 — (交流法).....260
 導磁率 (permeability)175
 導磁率計 (permeameter)182
 バーロース— (Barrows—) ...182
 ドライスデール氏— (Drysdale—)188
 ケプセル氏— (Keopse—) ...194
 丹羽氏—185
 ピクー— (Picou—)186
 トムソン— (Thomson—)191
 ドライスデール氏導磁率計.....188

E

エヂソン氏電氣分解型計器.....6
 煙烟濃度計 (smoke density meter)378
 エリオット・ブラザーズ社の— 379
 遠隔電氣壓力計.....393
 遠隔測定装置 (remote measuring equipment)396
 エリオット・ブラザーズ煙烟濃度計 379
 エールステッド (oersted)404
 エプスタイン装置 (Epstein apparatus).....206
 エスケープメント (escapement) 装置.....11

F

フィッシャー・ヒンネン (Fisher Hin-nen) 氏法154
 フェランチ (Ferranti) 會社水銀電動機型アムペア時計.....6
 フェリー (Ferry) 氏輻射高温計...340
 不變誘導加減抵抗器 (constant inductance rheostat).....250
 フレーミング及ダイク氏法 (Fleming and Dykes method).....269
 複金屬 (bimetal)61
 輻射計 (radiometer).....345
 輻射高温計 (radiation pyrometer)337
 フェリー氏—340
 フクシン (fuchsine).....308
 フーリエ級數 (Fourier's series) ...115

G

碍子の絶縁耐力試験.....306

ガウス (gauss)404
 ガウス氏法.....159
 現字型 (cyclometer type) 計量盤...5
 減磁力 (demagnetizing force) ...190
 ギーベ (Giebe) 氏の固定標準空氣蓄電器.....233
 ギーベ氏靜電遮蔽.....259
 ギルバート (gilbert)404
 誤差.....65
 偶發—413
 百分率—65
 系統的—413
 固定—412
 測定の一—412
 測定者に依る—413
 全日盛に對する百分率—65
 誤差曲線.....414
 ゴールドシュミット (Goldschmidt) 氏の方法.....205
 偶發誤差 (accidental error)413
 —の公理.....414
 グラッソット (Grassot) 氏磁束計...163
 グリュンアイゼン及ギーベ氏の法 (Gruneisen and Giebe's method)408
 グローヴァー氏法 (Grover's method)263
 凝汽器記録器 (condenser recorder)390

H

ハイパーニック (hypernick)99
 波形分析法 (analysis of wave) ...140
 フィッシャー・ヒンネン (Fisher

Hinnen) 氏法.....151
 ペリー (Perry) 氏法.....141
 トムソン (Thomson) 氏法.....148
 波形分析器 (harmonic analyser) 157
 チンスレー會社——.....157
 波形率 (form factor)207, 208
 —の調整装置.....215
 白金温度 (platinum temperature or platinum scale).....325
 半波整流.....294
 發振器 (oscillator).....252
 ヴリーランド (Vreeland).....252
 眞空管——(vacuum).....253
 波頭 (wave front).....295
 ハートマン・エンド・ブラウン (Hartmann and Braun).....
 遠隔電氣壓力計.....293
 高壓蓄電器.....237
 マイクロファラッド計.....288
 熱損失測定器.....389
 温度計.....377
 平行板蓄電器の容量變化を利用する
 壓力測定.....364
 平衡線輪 (balancing coil).....279
 ヘイ氏 (Hay)
 —アンダーソン・ブリッジの變形 (modification of Anderson's bridge)273
 —インダクタンスと容量との比較法.....271
 變位極板 (deflecting plate)128
 變位線輪 (deflecting coil).....129
 變流器 (current transformer) 89, 95
 二段式——(two stage).....103

——の試験法.....112
 比誤差 (ratio error).....101
 比較濕度 (relative humidity).....376
 ヒステリシス計 (hysteresis meter) 200
 ブロンドル氏—— (Brondel).....203
 ユーイング氏—— (Ewing).....201
 ヒステリシス曲線の決定.....170
 ヒステリシス・ループを現出せしむる法.....132
 百分率更正 (percentage correction) 66
 百分率誤差 (percentage error).....65
 保磁力 (coercive force)173
 鳳博士靜電オシログラフ125
 堀岡氏平行板空氣蓄電器.....365
 ホルデン・エスターリン (Holden Esterline) 鐵損試験器204
 ホルボルン・エンド・カールバウム (Holborn and Kurlbaum) 高温計.....346
 補償磁化線輪 (compensating magnetizing coil)183
 補償導線 (compensating lead).....
324, 335
 補償線輪 (compensating coil).....9
 摩擦 (friction)——17

I

インダクタンスと容量との比較.....270
 インダクトメーター (inductometer)228
 陰極線オシログラフ127
 —に依る異常電壓の測定.....314
 異常電壓記録器 (surge-voltage recorder).....313

異常電壓測定法.....316
 位相調整装置 (phase compensation) 26
 位相角 (phase angle).....
 蓄電器の——.....232
 變壓器の——.....94
 位相變壓器 (phase shifting transformer)73

J

ジーゲルト (Siebert) 氏の熱損失の公式.....389
 實驗公式 (empirical formula)418
 磁氣單位其他特殊單位の名稱.....404
 磁化の強さ (intensity of magnetic field).....175
 磁化率 (susceptibility).....176
 磁化力 (magnetizing force).....171
 自己容量 (self capacity).....249
 磁力計法 (magnetometer method)
 地球磁界の——.....159
 鐵の試験の——.....189
 自由電荷 (free charge)231
 常規磁化曲線 (normal magnetization curve).....174
 —の決定.....174
 ジョソン (Johnson) 氏の方法.....132

K

價值 (weight).....415
 廻轉標準計器 (rotating standard) 80
 廻轉計及廻轉速度計.....353
 荷重試験.....
 磚子の認定試験の——.....306
 磚子の受入試験の——.....308
 カムペベル (Campbell) 氏.....

——不變誘導加減抵抗器.....250
 ——可變相互誘導標準器.....229
 ——交流法 (抵抗の絶對測定法) 407
 ——交流試験法 (鐵の試験法).....219
 ——の相互インダクタンスと自己
 インダクタンスの比較法.....279, 281
 ——周波數ブリッジ (frequency bridge).....285
 環狀法 (ring method).....169
 乾濕球濕度計 (wet and dry bulb psychrometer)376
 間接測定法 (indirect measurement)
422
 間接測定に於ける公算誤差.....422
 乾燥閃絡試験 (dry flash-over test)
306
 カーレーフォスター氏ブリッジ (Carey Foster bridge).....282
 輕負荷調整装置 (light load compensation)17
 計器定數 (meter or testing constant)75
 計器用變壓器 (potential transformer)89, 91
 ——の試験法 (直接試験法).....105
 —— (比較試験法).....109
 計器用變成器 (instrument transformer)89
 ——の位相角 (phase angle)94
 ——の二次負擔 (secondary burden)95
 繼鐵法 (yoke method).....179
 系統的誤差 (systematic error).....413
 牽束電荷 (bound charge).....231

ケプセル導磁率計 (Koepsel permeameter).....194
 ケルビン氏の固定標準空氣蓄電器.....233
 規準瓦斯寒暖計 (normal gas thermometer).....322
 機械的破壊試験 (磚子の).....308
 機械的變位を電氣的に傳達する装置.....393
 汽罐水濃度試験器 (boiler concentration meter).....391
 キロヴァール (kilo-var).....404
 キロヴァール時 (kilo-var hour).....404
 キロヴォルト・アムペア時計.....43
 黑體溫度 (black body temperature).....349
 高壓蓄電器.....236
 高調波 (higher harmonics).....115
 高温計の種類.....321
 交流波形 (wave form of alternating current).....115
 —の決定.....118
 —の分析法.....140
 フィッシャー・ヒンネン氏 (Fisher Hinnen) 法.....151
 ペリー氏の法 (Perry's method).....141
 トムソン氏の法 (Thomson's method).....148
 交流に依る導磁率の決定.....216
 交流及直流比較器 (A. C.—D. C. comparator).....63
 交流式直讀抵抗溫度計.....327
 交流測定法概説.....247
 交流ワット時計.....22

電動機型.....22
 振子型.....22
 多相回路用.....31
 誘導型.....23
 公算誤差 (probable error).....417
 更正曲線 (calibration curve).....66
 較正試験 (calibration).....
 電壓計の.....62
 電流計の.....62
 指示電力計の.....69
 光色高温計.....345
 公稱變成比 (nominal ratio).....101
 固定誤差 (constant error).....412
 限取線輪 (shading coil).....28
 クライドノグラフ (klydonograph).....297, 310
 クレートン氏 (Creighton).....299
 クリーピング (creeping).....18
 クーロム計 (coulomb meter).....1

L

リヒテンベルグ像 (Lichtenberg figure).....310
 ローレンツ装置 (Lorentz apparatus).....405

M

前拂料金計器 (prepayment meter).....48
 マイクロファラッド計 (microfarad meter).....
 ウェストン會社.....285
 ハートマン・エンド・ブラウン會社.....288

マイクロフォン・ハムマー (microphone hammer).....251
 マグナリウム (magnalium).....233
 マグナン及プラニオール (Magnan & Planiol) 氏の熱線風速計.....372
 マクレオド (McLeod) 眞空計.....367
 摩擦補償線輪 (friction compensating coil).....17
 マックスウェル (maxwell).....404
 マックスウェル氏.....
 —インダクタンス・ブリッジ.....254
 —インダクタンスと容量比較法.....270
 —自己誘導比較法.....240
 —自己誘導絶對測定法.....239
 —相互インダクタンス比較法.....276
 —相互インダクタンスと自己インダクタンス比較法.....279
 —容量測定法.....245
 メーリンガー装置 (Möllinger apparatus).....211
 ミューメタル (mumetal).....99
 最も確らしき値 (most probable value).....414
 無効ワット時計 (reactive watt-hour meter).....33
 三相.....41
 単相.....39
 無定位計器 (astatic meter).....20
 無誘導捲交流用抵抗線輪.....249

N

熱線風速計 (hot-wire anemometer).....372

熱電對 (thermo-couple).....13
 —の溫度と熱起電力の關係.....333
 熱電對溫度計 (thermo-electric pyrometer).....329
 熱損失測定器.....389
 二段式變流器 (two-stage current transformer).....100
 二次負擔 (secondary burden).....95
 認定試験 (磚子の).....306
 二種料金計器 (double tariff meter).....49
 ノーリンダー (Norinder) 氏裝置.....315

O

織込抵抗 (gauge resistance).....249
 オッシログラフ (oscillograph).....118
 電滋——(electromagnetic).....120
 陰極線——(cathode ray).....127
 靜電——(electrostatic).....125

P

パーマロイ (permalloy).....99
 パウシャル・モートル (pauschall motor).....59
 ペリー氏の法 (Perry's method).....141
 ピエゾ電氣現象の應用.....363
 ピクー導磁率計 (Picou permeameter).....186
 プラマックスウェル (pramaxwell).....404
 プランク氏法則 (Planck's law).....346
 プリントメーター (printometer).....56
 プーイエ (Pouillat) 氏の表 (火色の溫度).....320

R

ライオン (Ryan) 氏の電力図形法 133
 ライト最大電流表示器 (Wright maximum demand indicator) 53
 冷熱試験 (碍子の) 306
 冷接續點補償法 335
 リヒター装置 (Richter apparatus) 311
 リミントン氏法 (Rimington's method) 271
 リンゲルマン圖 (Ringelman chart) 378
 リサーチューズ圖形 (Lissajous figure) 131
 漏洩電流 (leakage current) 289
 良好なワット時計の具備すべき條件 36
 流量計 (flow meter) 373

S

差働ギア (differential gear) 11
 差働法 (differential method) [鐵の直流試験法] 196
 — [鐵の交流試験法] 218
 差働計器 (differential meter) 58
 最大需用表示器 (maximum demand indicator) 51
 サイン計器 (sine meter) 43
 最小自乗法 (method of least square) 416
 —の應用 418
 サンガモ (Sangamo) 水銀電動機型ワット時計 12
 参考試験 [碍子の] 306

三相無効ワット時計 41
 靜電遮蔽 (static shielding) 259
 制動磁石 (brake magnet) 13
 正弦檢流計 (sine galvanometer) 411
 正規方程式 (normal equation) 420
 整流子型滑計 (commutator slip meter) 357
 正切檢流計法 409
 積算電氣計器の分類 3
 積算電氣計器の試験 72
 — 電源 72
 積算電量計 (quantity meter) 1
 積算電力計 (integrating wattmeter) 1
 セコムメーター (secohmmeter) 242
 滑動 (creeping) 18
 セルシン方式 (selsyn system) 394
 接續器 (contact maker) 118
 — を用ふる法 118
 接續函 (junction box) 335
 シーメンス社
 — CO 計 387
 — CO₂ 計 383
 試験用變壓器 (testing transformer) 290
 —の縱續法 290
 —の電壓加減法 291
 振動子 (vibrator) 122
 振動型計器 12
 眞空度の測定 367
 眞空管發振器 253
 眞空計
 電氣抵抗 368
 電離 (ionization manometer) 369

振子型計器 10
 振子型交流ワット時計 22
 指示電氣計器の試験 62
 指示電力計の校正試験 69
 指針型計量盤 5
 CO 計又は CO+H₂ 計 386
 CO₂ 計 (CO₂ meter) 382
 CO₂ 計及 CO 計 382
 濕度計 (psychrometer) 376
 ハートマン・エンド・ブラウン會社
 — 測定方程式 (observation equation) 419
 測定結果の整理 412
 測定の誤差 412
 測定者に依る誤差 (personal error) 413
 總平均 (general mean) 415
 相互インダクタンスの比較 276
 相互インダクタンスと自己インダクタンスの比較 279
 相互インダクタンス, 自己インダクタンス及容量の比較 282
 相廻轉 (phase rotation) 77
 — 方向の決定 83
 搜索線輪 (search or exploring coil) 169
 損角 (loss angle) 232
 滑計 (slip meter) 357
 水銀電動機型アムペア時計 7
 水銀電動機型ワット時計 12
 サンガモ (Sangamo) 12
 ステファン及ボルツマン氏法則 (Stefan-Boltzmann law) 339
 ストロボスコブ法 (stroboscope

method)
 速度測定の一 354
 滑り測定の一 359
 シェリング及セム氏ブリッジ (Schering and Semm's bridge) 267
 處女曲線 (virgin curve) 172
 衝擊電壓 (impulse voltage) 295
 衝擊比 (impulse ratio) 297
 衝擊試験電壓發生装置 (impulse generator) 295
 商用周波數の交流試験電源 290
 周波計を用ひる廻轉速度計 354
 周波數ブリッジ (frequency bridge) 235
 集點線輪 (focussing coil) 129

T

耐壓試験 (碍子の) 308
 多相回路用ワット時計 31
 單相無効ワット時計 39
 縱續法 (cascade connection) 290
 抗抵平衡 (resistance balance) 241
 抵抗溫度計 (resistance thermometer) 323
 轉位計器 (transfer instrument) 67
 鐵の試験 168
 鐵損 (iron loss) 201
 — 試験器 204
 — 電壓計 (—voltmeter) 212
 時定數 (time constant) 249
 特殊料金計器 48
 トムソン (Thomson) 電動機型ワット時計 14
 トムソン電荷混合法 (Thomson's method of mixture) 244

トムソン導磁率計 (Thomson permeameter)191
 トムソン氏の法 (Thomson's method)(波形の分析).....143

U

受入試験 (碍子の).....308

V

ヴァール (var).....404
 ヴァール時 (var-hour).....404
 ヴリーランド發振器 (Vreeland oscillator)252

W

ワグナー氏接地装置 (Wagner's earth device).....263
 或是値 (most probable error)....414
 ワット時計 (watthour meter).....1
 標準——.....80
 —の誤差の計算——.....76
 —の計器定數.....75
 —の試験方法.....76
 トムソン(Thomson)電動機型——14
 ワット時計附屬最大電力表示器54
 ウィーン氏ブリッジ (Wien's bridge)265
 ウィーン氏變位法則338
 ウィーン氏法則 (Wien's law).....346
 ウェスチングハウス會社製
 —煙烟記録計(smoke meter).....380
 —遠隔 (電力量) 測定器.....398
 —遠隔 (電流) 測定器.....396
 ウェストン會社のマイクロファラッド

計.....285

Y

容量標準器.....230
 ギーベ(Giebe)氏の固定空氣——233
 ケルビン(Kelvin)氏固定空氣——
233
 油中破壊試験 (碍子の) (puncture test).....307
 油中耐壓試験 (碍子の).....306
 誘電體 (dielectric).....231
 —ヒステリシス(—hysteresis)231
 —損 (—loss).....231
 誘導型調整器(induction regulator)292
 誘導型ワット時計23
 誘導平衡 (induction balance).....241
 誘導標準器 (standard of inductance).....224
 自己——(—self-inductance)....224
 可變——(variable—).....224, 227
 固定——(fixed—).....224
 二次——(secondary—).....224
 相互——(—mutual inductance) 224
 絶對——(absolute—).....224
 誘導子型交流機 (inductor type alternator)250
 ユーイング (Ewing) 氏.....
 —法 (—method).....179
 の地峽法 (—isthmus method) .197
 のヒステリシス計 (hysteresis meter).....201

Z

材料試験 (碍子の).....308
 残留インダクタンス (residual inductance).....249
 残留インダクタンス及残留容量を算出し得る標準抵抗.....272
 残留磁氣 (remanent magnetism)173
 残留容量 (residual capacity).....249
 ゼーゲル可熔圓錐體 (Seeger fusible cone).....320
 ゼネラル電氣會社の異常電壓測定法316
 ゼネラル電氣會社流量計.....374

全波整流.....294
 絶緣物の厚さと絶緣破壊電壓との關係.....300
 絶緣物の絶緣耐力試験.....293
 絶緣破壊電壓と加電壓時間との關係300
 絶緣耐力比 (dielectric strength ratio).....294
 絶緣耐力試験法.....289
 絶緣油の絶緣力試験.....302
 ゾーン函 (zone box).....333

昭和七年二月十日第一版印刷

昭和七年二月二十日第一版發行



新編電氣磁氣測定

正價金四圓

送料金二十八錢

編輯兼發行所 電機學校
 代表者 加藤 靜 夫
 印刷者 前田 宗 松
 印刷所 文 成 社
東京市神田區錦町三ノ二五

發行所 電機學校
東京市神田區錦町二丁目七番地
 電話神田(25)局 1121—1124番
 振替口座 東京 13184番

特約販賣所

六合館 東京市日本橋區吳服橋二丁目五
 電氣之友社 東京京橋銀座八の一 電氣之友支社 大阪北區堂島中二丁目
 オーム社 東京神田錦町三の一八 オーム社出張所 大阪北區堂島ビル

電機學校出版書籍正價表

(御注意) 御注文は振替(東京)三二八四番又は小爲替にて前金に願ひます。代金引換小包の取扱ひは致しません。

編著者	書名	正價	郵税	表装	講義録の部	部
電機學校	水力發電	3.80	26	クロス	基礎講義 (電氣工學大意)	一卷分 1.00
同上	火力發電	4.00	26	同		二卷分 1.90
同上	送電配電	4.00	26	同		三卷分 2.70
同上	電氣機械(第一編)	4.20	28	同		四卷分 3.60
同上	電氣機械(第二編)	4.60	30	同		五卷分 4.50
同上	電氣通論(第一編)	4.30	26	同		六卷分 5.35
同上	電氣通論(第二編)	4.30	28	同		七卷分 6.20
同上	交流理論其一	2.00	18	同(秋)		八卷分 7.05
同上	交流理論其二	1.50	18	同		九卷分 7.90
同上	一次及二次電池	1.30	18	同		十卷分 8.75
同上	電燈電熱	2.40	22	クロス		十一卷分 9.60
同上	電話學(電力技術者用)	2.90	24	同		十二卷分 10.45
電機學校	電氣磁氣測定(第一編)	4.00	28	同	標準 校外生部 (特別通信教授)	一卷分 2.50
同上	第二卷(電氣磁氣・測定)	3.00	22	同(秋)		二卷分 5.00
同上	第三卷(水力学・水力發電)	2.20	18	同		三卷分 7.35
同上	第四卷(熱学・火力發電)	2.00	18	同		四卷分 9.75
同上	第五卷(送電配電・電氣設備)	2.20	18	同		五卷分 12.15
同上	第六卷(光学・電燈照明)	2.00	18	同		六卷分 14.50
同上	第七卷(音響電話・電氣鐵道)	1.60	18	同		七卷分 16.80
同上	第八卷(力学・機械学)	1.90	18	同		八卷分 19.10
齊藤正平	電氣用絶縁材料	5.50	33	クロス	グ 講習生部 (普通通信教授)	一卷分 1.70
米澤政治	電氣鐵道	3.20	26	同		二卷分 3.40
電機學校	電氣技術者用高等數學	2.80	22	同		三卷分 5.00
同上	電氣技術者用力學	3.00	24	同		四卷分 6.65
坪内信及荒川太郎	無線電信電話の理論と應用	1.70	20	同		五卷分 8.25
關重廣	最新電燈照明學	2.00	20	同		六卷分 9.85
電機學校	初等電氣通論	1.40	18	同		七卷分 11.45
同上	電機用製圖學(前編)	1.40	18	同		八卷分 13.00
同上	電機用製圖學(後編)	2.60	22	同		九卷分 14.50
同上	電機リレー(1)	0.80	14	同		十卷分 15.95
同上	電機リレー(2)	0.90	16	同		十一卷分 17.40
同上	電機リレー(3)	1.00	16	同		十二卷分 18.80
同上	電機リレー(補)	0.90	14	同	入學 料	基礎講義 ……當分免除
同上	年度別選試問題並解答	0.35	2	紙		標準テレログ 校外生部 ……壹圓
同上	昭和二年度以降各年度分冊	0.35	2	紙		標準テレログ 講習生部 ……壹圓
同上	科目別選試標準解答	0.35	2	紙		
同上	測定(電氣理論及電氣磁氣測定)初等	0.50	4	同		
同上	機械(電氣機械變壓器附屬器具)初等	0.50	4	同		
同上	配電(電力輸送配電並蓄電池)初等	0.50	4	同		
同上	電燈(電機照明)初等	0.30	2	同		
同上	發電(發電所設計附原動機)初等	0.45	4	同		
同上	電鐵(電氣鐵道)高等	0.60	4	同		
同上	測定(電氣理論及電氣磁氣測定)高等	1.00	6	同		
同上	機械(電氣機械變壓器附屬器具)高等	0.60	4	同		
同上	配電(電力輸送配電並蓄電池)高等	0.80	4	同		
同上	電燈(電機照明)高等	0.40	4	同		
同上	發電(發電所設計附原動機)高等	0.90	4	同		
同上	三角函數並諸對數表	0.20	2	紙		
同上	計算尺使用法	0.15	2	紙		
同上	電機學校一覽	1.00	8	同		
米澤政治	高等科電氣鐵道	1.20	6	同		
上司東一郎	高等科汽力發電所	1.35	4	同		

(出版圖書目錄進呈)

81. 11. 8

