

18
通信工學通俗叢書

電 話 編

第 十 三 卷

オ ツ シ ロ グ ラ フ

社 國 人 法 會 學 信 電 話

電 話 編

第 十 三 卷

オツシログラフ

電話編既刊の分

- 電話編 第一卷 測定用交流發生器
電話編 第二卷 市外電話ケーブルの裝荷及不平衡容電量の平衡
電話編 第三卷の一 自動電話交換(其一)
電話編 第三卷の二 S.H.式自動交換機回路
電話編 第四卷の一 電話中繼器(其一)
電話編 第四卷の二 電話中繼器(其二)
電話編 第四卷の三 電話中繼器(其三)
電話編 第五卷 電話交換ご取扱
電話編 第六卷 電話加入者宅内装置
電話編 第七卷 通話能率測定器及漏話測定器
電話編 第八卷 自働局手動局相互接続装置
電話編 第九卷 電話トランスマッショソ
電話編 第十卷 磁石式電話交換機
電話編 第十一卷 減損償却と經濟比較
電話編 第十二卷 手動局監査及觀測
電話編 第十三卷 オツシログラフ

編 輯 擔當者

(い ろ は 順)

岩瀬 鐵次郎	半田 光久	大森 丙
小川 一清	小野 孝	上條 清志
梶井 剛	武中 貞津衛	中豊 吉親
中田 末廣	山根 幸知	上見
木村 介次	道田 貞治	淺飛 昇治
鈴木 壽傳次		

オツシログラフ

目 次

I.	概 説	1
II.	ジーメンスハルスケ會社製オツシログラフ	1
1.	概 要	1
2.	構造及び動作	2
3.	接續及び調整	11
4.	使用方法	15
III.	横河電機製作所製可搬オツシログラフ	17
1.	概 要	17
2.	構造及び動作	17
3.	接續及び調整	21
4.	使用方法	22
IV.	ウェスターン電氣會社製陰極線オツシログラフ	23
1.	概要及び原理	23
2.	構造及び接續	27
3.	操 作	29
4.	應用例	32

オツシログラフ

I. 概 説

交流、振動電流其他過渡現象の如き極めて迅速に變化する電圧、電流に就て其の量を記録し其の形を決定するにはオツシログラフの應用に俟たねばならぬ。動作原理によつてオツシログラフを分類すると大體次の五種になる。

可動線輪型オツシログラフ

可動鐵片型オツシログラフ

熱線型オツシログラフ

靜電型オツシログラフ

陰極線オツシログラフ

就中最も普通に使用するのは可動線輪型と陰極線型とであつて、通信工學方面に使用する目的に對しては此の二種で充分であるから、以下其の代表的製品に就て詳述する。

II. ジーメンスハルスケ會社製オツシログラフ

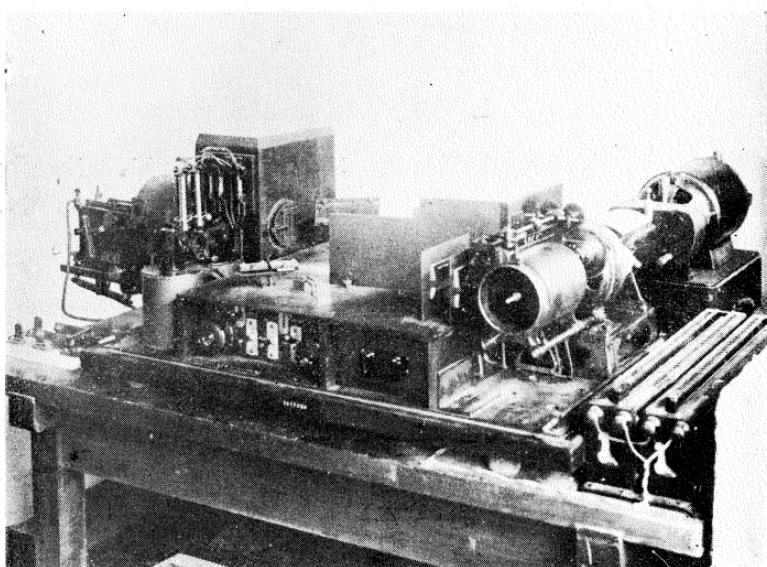
I. 概 要

獨逸ジーメンスハルスケ會社製可動線輪型オツシログラフは、直流勵磁の強力な電磁石の狭小空隙内に環線型振動子を置き、其の環線の中央に跨つて反射用小鏡を固定したもので、其の平行兩線條に夫々反対方向に測定せんとする電流を流す。兩線條に電流通ずるときは、磁場によつて其の一線條には前方に他線條には後方に向ふ力が作用する故、結局振動子は電流に比例する迴轉力を受け、線條自身の制御迴轉力と平衡して或る角變位を生ずる。従つて周期的變化をする電流に對しては小鏡は振動することになる。

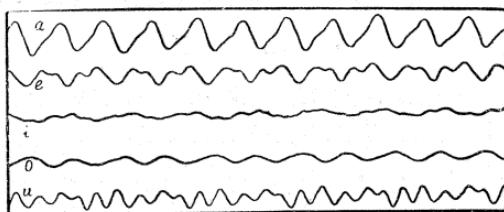
此の小鏡の振動を觀測撮影するために、直流弧光燈の光束を細隙を通して振動子の小鏡に投じ其の反射光線を更に觀測裝置又は撮影裝置に導く。尙曲線を畫かしめるためには光線の運動と直角の方向の第二の運動を必要とし、このために觀測裝置又は撮影裝置を光線の運動と直角の方向に迴轉せしめる。

第一圖は本器の保護外函を除く概觀を示し、第二圖は送話器振動板に向つて母音を發音したときの電話回路の電流のオツシログラムを示す。

第一圖



第二圖



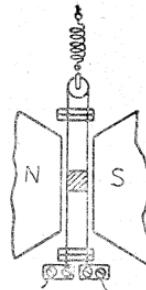
2. 構造及び動作

(a) 弧光燈　弧光燈は附屬の直列抵抗を通じて 110 ヴオルト又は 220 ヴオルトの直流電源に接続され、弧光電圧 55 ヴオルトに對して電流 8 アムペアを流す。兩電極は互に直角に置かれた炭素棒で、水平炭素棒を正極 (+)、垂直炭素棒を負極 (-) とする。弧光と並列に常規電圧 55 ヴオルトの電磁石が接続されて、弧光長増大して電圧上昇の起つた際に動作し、時計仕掛と相俟つて自働調整をなし水平炭素棒の火坑を常に同位置に保つ。函の外壁には垂直炭素棒調整用の横杆がある。弧光燈はピンで支持板に固定され、二個の螺子で水

平及び鉛直両方向に動かし得る。

(b) 振動子及び分流器 振動子の主要部は一個のガルバノメーターで第三圖に示す如く強力な磁極間の狭小空隙中に細小な金属環線を張つたものである。環線の兩端は下方の二個の金属棒に錫着し其の中央を象牙小滑車に懸けて、磁極の上方に於ては銅枕、下方に於ては象牙枕に渡して彈條で張り、環線の中央に小反射鏡を貼付けてある。彈條の張力によつて振動子は大きな制御力と高い振動數とを與へられる。前記二個の金属棒は夫々導線で振動子保護真鍮筒上部の二個の接續端子に導かれてゐる。磁極の上にも真鍮筒が嵌められるが、之は制動用の油壺で底部に油注入用のネジ孔を有する。この筒の反射鏡に面する部分には平凸レンズを嵌めた窓があつて空氣も油も洩らぬ様にしてある。

第三圖



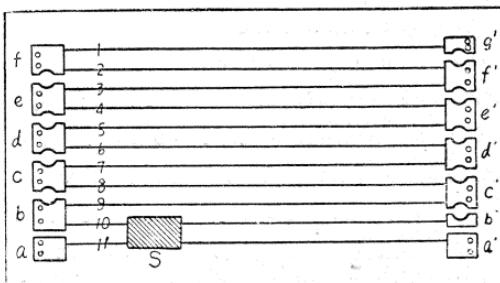
型	感度 (アムペア/粋)	固有振動数 (毎秒)	抵抗 (オーム)	許容電流 (直流アムペア)	備考
1	3×10^{-3}	6000	1	0.1	標準型
2	5×10^{-2}	12000	1	0.1	
3	3×10^{-3}	3000	1.1	0.1	投射用
4	4×10^{-4}	3000	2.5	0.02	
5	7×10^{-5}	2000	4.5	0.004	
6	7×10^{-5}	600	4.5	0.004	大型反射鏡

振動子には表に示す様な種類があつて夫々異なる目的に使用される。投射用の振動子は稍大型の鏡 (1×

2 粋) を有し、非常に高い固有振動数のものは小型の鏡 (0.5×0.5 粋) を有する。表中の感度はフィルムドラム上の光點の振れ 1 粋に對する直流アムペアの値である。

分流器は第四圖に見る如

第四圖



く 10 本の抵抗線から成り栓によつて自由に組合せ、振動子と並列に接続して 0.12 アムペアから 5 アムペア迄の電流に對して調整出来る。許容電流は 1 番から 4 番迄の線では約 0.25 アムペア、5 番から 10 番迄の線では約 0.75 アムペアで、抵抗は前者が約 2 オーム、後者が約 1 オームとなつてゐる。主電流の強さに従つて之等を或は並列に或は直列に組合せて使用する。

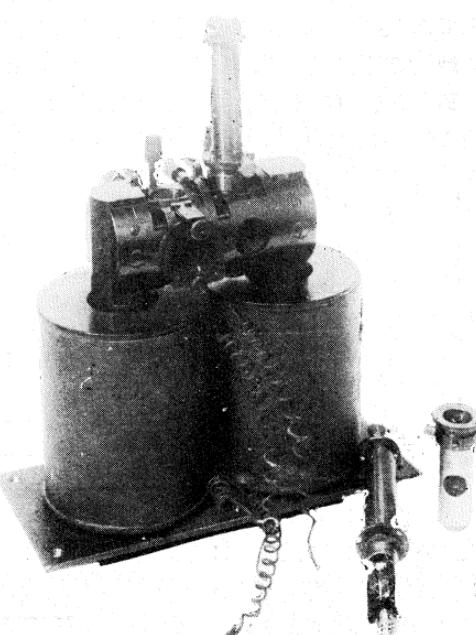
(c) 電磁石及び軸線用固定鏡 電磁石は二個の捲線を有し給與電壓に従つて其の接續を異にするもので、特に一群の蓄電池で励磁したい場合に對しては兩捲線を 2×3 捲線に分けて作る。電磁石は充分飽和させてあるから電壓變動を 10% 還許せる。電磁石の鐵の極は第五圖に示す如く真鍮筒で包まれた圓筒状のもので、振動子を二個有するか三個有するかに従つて夫々二個又は三個の互に獨立に水平軸の周りに廻轉出来る圓筒形の極片によつて振動子を保持する。而して振動子は鉛直撮螺で水平軸の周りに、水平撮螺で鉛直軸の周りに廻轉出来るのであるが、此際他の振動子に磁氣的影響を與へることの無い様に磁路を完全に作つてある。

曲線の觀測撮影の際に零線を畫かしめる軸線用固定鏡は二個の振動子を有するオツシ

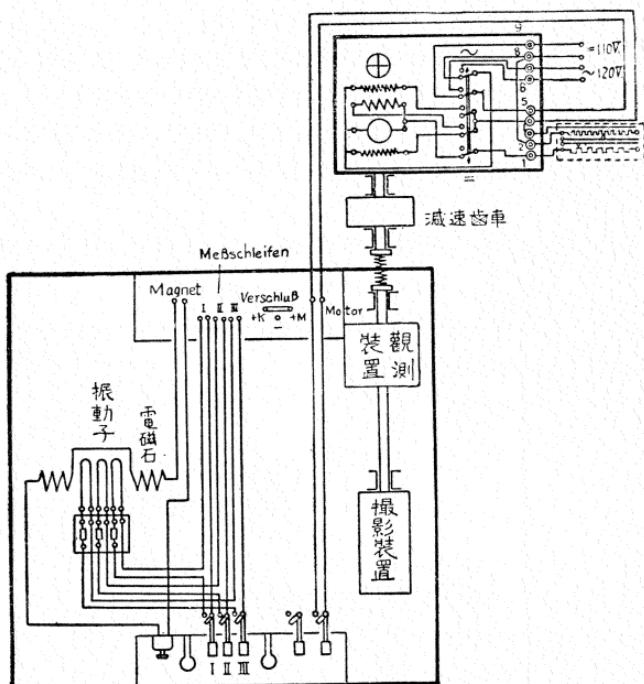
ログラフでは電磁石の磁極前に固定された金屬環に取付けられた腕金に備へてある。金屬環の二個の加減螺子のうちの下のもので水平方向に、上のもので鉛直方向に廻轉出来る。振動子三個を有するオツシログラフでは其の中の何れか一つの振動子の反射鏡を以て軸線用固定鏡に代用する。

(d) 電動機及び減速齒車 第六圖の上半は電動機の接續圖である。電動機は直流及び 15 乃至 60 サイクルの交流に用ひられ、整流子電動機と四極の無

第五圖



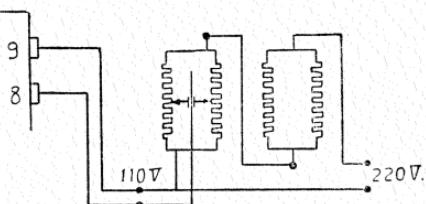
第六圖



捲線鐵電動子を有する同期電動機とから成り、共通の固定子と軸とを有する。前者は直流又は單相交流に使用出来るもので其の二極の磁界は直流と交流とに對して一つ宛の捲線を有し、直流に對しては分捲電動機、交流に對しては直捲電動機の接續になる。交流運轉のときには電動機は直列抵抗なしで電源に接続され、電壓 120 ヴオルトで自ら同期に入つて 50 サイクルの時毎分 1500 回轉をする。直流運轉のときには同

期電動機は接續を斷たれ整流子電動機の界磁捲線は直接電源に接続されるが、電機子回路には分壓器的接續の可變抵抗器が入る。全電壓をかければ 110 ヴオルトで毎分 1750 回轉をする。

第七圖

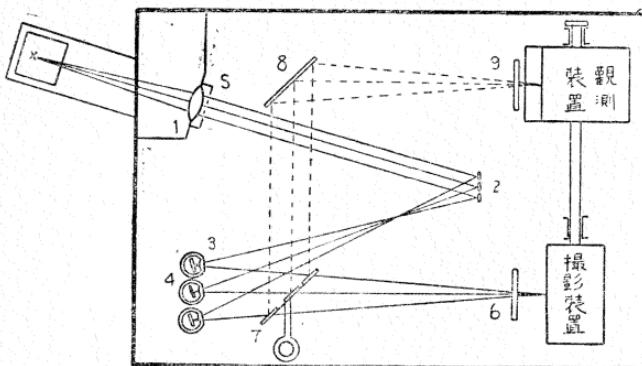


220 ヴオルトの電源に對しては交流ならば變壓器を用ひ、直流ならば第七圖に示す如き 220/110 ヴオルトの特殊分壓器を用ひる。

電動機軸とオツシログラフ軸との間に速比 1:1, 10:1 及び 100:1 の齒車裝置があつて、四對の齒車を有し板彈條の位置を變へて速比を變へる。1:1 のときは齒車は噛合を外れ、10:1 のときは二對、100:1 のときは四對の齒車が兩軸を結ぶ。尙齒車裝置とオツシログラフ軸との間に可撓軸として螺旋彈條聯結がある。

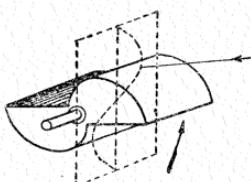
(e) 觀測裝置 第八圖に於て弧光燈から出る光線は收斂レンズ 1 及び細

第 八 圖



隙 S を通り反射鏡 2 で反射され振動子の小鏡 3 に投じ、更に轉倒鏡 7 及び反射鏡 8 に反射され、圓筒レンズ 9 で縱の方向にのみ收斂されて觀測裝置のスクリーン上に光點を結ぶ。細隙 S は振動子と同數あつて、鉛直方向には調整出來ないが其の幅は撮螺で各獨立に擴大又は縮小出来る。反射鏡 2 は把子で各獨立に鉛直軸の周りに廻轉し撮螺で鉛直方向に傾斜し得る。觀測裝置はアルキメデス螺旋形の切斷面を有する二個の翼から成る廻轉體で其の曲面がスクリーンになつてゐるから、之を廻轉すれば曲面上の軸に平行な各直線は第九圖の點線で示す平面内を一樣速度を以て順次一方に進行することとなり、光點は此の平面内を移動し空間に浮んで振動する曲線圖形として現はれる。而して測定する交流の周波數で運轉する

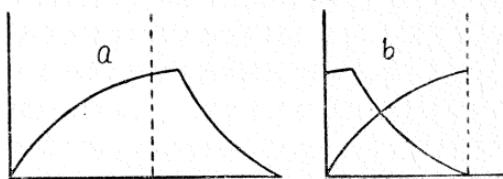
第 九 圖



同期電動機で観測装置を廻轉するときには静止曲線圖形となる。オツシログラフの保護外函の上面には鏡のついた斜に開く蓋があつて曲線圖形を観測出来る。

充電現象、遮断現象等の研究のために、歯車裝置と彈條聯結との間の軸上に多數の接觸圓盤から成る接觸裝置を固定する。尙歯車裝置の側に刷子支持片二個を備へ、接觸圓盤と刷子とは観測しようとする現象がオツシログラフ軸の各廻轉毎に一回生ずる様に裝置して置く。この接觸圓盤は研究に適合して特別に作り、電動機は直流で運轉する。接觸圓盤軸の各廻轉毎に現象は反復し電流の流入と遮断とは常に同じ位置で起るから、観測裝置上に曲線圖形を生ずる。此際観測裝置の廻轉體は二翼であるため、曲線は二部分に分れて兩部分は互に推重つて生ずるから、例へば塞流線輪の電路開閉の際の電流の變化は第十圖(a)の如きものが同圖(b)の如く見えるのである。軸上の撮螺によつて兩部分の継目を比較的重要でない位置に移し得る。

第十圖



(f) 撮影裝置 曲線圖形の撮影はフィルムドラム又は巻フィルムカメラで行ひ兩者共オツシログラフ軸で廻轉する。第八圖に於て轉倒鏡7を倒せば振動子小鏡の反射光線は殆ど瞬間に観測裝置から撮影裝置に轉じ、直接圓筒レンズ6を通過してフィルムに投ぜられる。

フィルムドラムを用ひて周期的變化を“タイム”で撮影する際、フィルムの速さの大なる時は轉倒鏡をいくら早く動かしてもフィルムは何廻轉もの間露出する。この時變化の周期と電動機の周期とが一致して居れば順次に起る光像は相重つて濃い曲線を生ずるのであるが、フィルムの速さの小なる時は曲線の重複によつて混亂を生じ易く分離して見分け難いので、露出時間の始めと終りとを正しく選ぶ困難を伴ふ。次に後述の電磁シャッターを用ひるときはドラムの一廻轉の間だけフィルムを露出させることが出来て薄い一筋の曲線像を撮影し得るし、又露出時間をドラムの一乃至四廻轉の時間内で調節出来る。

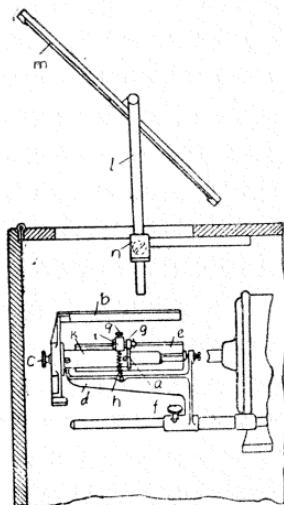
巻フィルムカメラは開閉操作等の非周期的現象に對して、長さ5米、幅9釐のフィルムを用ひて連續的撮影をなすもので此際電磁シャッターは使用しない。主部は暗箱であつて、電磁シャッターの付いたフィルムドラムの代りにオ

ツシログラフ軸の導枠に嵌め込む。暗箱中には三箇の圓筒を納め、上部圓筒にフィルムを卷いたドラムを推込みフィルムの始端を兩縁に突起を有する中央圓筒を渡して下部圓筒の二個の釣に固定する。中央及び下部圓筒は齒車で聯結され前者はオツシログラフ軸から廻轉を受ける。下部圓筒に巻かれるフィルムの直徑は漸増し中央圓筒の速度は不變の故に、摩擦聯結子を用ひ下部圓筒の廻轉數を漸減してフィルムの破れぬ方法を講じてある。フィルムの許容最高速度は毎秒 2 米としてある。

(g) **投射装置** 観測裝置に畫かれる圖形を説明のため多數の人に示すには第十一圖に示す投射装置を用ひる。振動鏡 *e* は振動光線に振動と直角方向の運動を與へるものであつて、尖軸で電動機軸と平行に支へられ車 *g* で離心盤 *a* と接してゐる。離心盤は電動機軸に固定され軸の殆ど全廻轉の間は鏡の運動が電動機の廻轉角に比例し、廻轉の最後の所で鏡が速かに原位置に戻る様な形に作られてある。この戻る間に光線を遮る目的で遮蔽 *b* を置く。振動鏡よりの反射光線はその上方の 45 度傾斜の第二の反射鏡 *m* によつて再び水平方向に反射されて二三米離れたスクリーン上に光點を結ぶ。スクリーン上に得られる圖形は長さ 1 米高さ 0.5 米に達する。

此の裝置を取付けるには先づフィルムドラム及び電磁シャッターを取外した後振動鏡の軸承臺を導枠に挿込んで螺子 *f* で緊付け、次に離心盤 *a* 及び遮蔽 *b* の付いた套管 *k* を離心盤の方を先に向けて電動機軸に挿込み尖端螺子を軸の相當する孔に捻込んで固定する。振動鏡に沿ふ車 *g* は彈條 *h* で離心盤に引付けられ、套管 *k* は遮蔽 *b* と共に軸の前方の捻込ナット *c* で固定される。反射鏡 *m* は保持棒 *l* によつて保護外函の蓋に固定した套管 *n* に挿込まれる。最後に撮影用圓筒レンズを焦點距離大なる投射用レンズに換へる。振動子は勿論投射用の 3 型を使ふ。尙支持片 *i* の緊束螺子 *q* を弛め滑車 *g* の振動鏡 *e* に対する位置を變へて振動鏡の傾斜を調整出来るから、上方に反射される光線も反射鏡 *m* 上任意の場所に投じ得る。裝置の取外しは先づ套管 *k* を遮蔽 *b* と共に抜取り次に

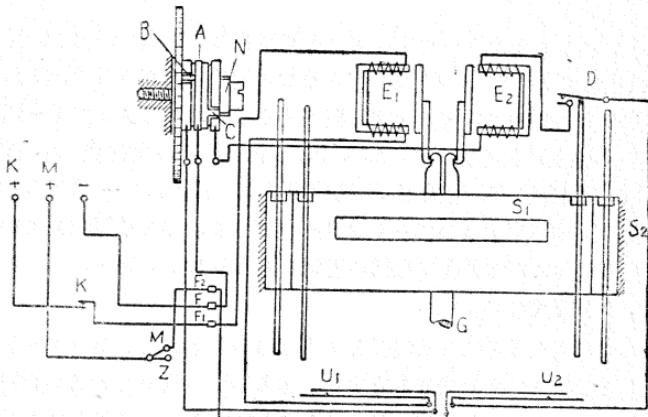
第十一圖



軸承臺を鏡と共に外す。

(h) 電磁シャッター 電磁シャッターの主部は第十二圖に示す所の光線

第十二圖



通路に置かれる二個の滑瓣 S_1, S_2 であつて兩滑瓣共撮影前にスキッチ盤の横杆 G によつて常規位置に置かれる。其の窓は互に推閉ぢられ、フィルムドラムの外筒に固定された二個の電磁石 E_1, E_2 の接極子に聯繫する二個の釣で此の位置に保持される。電磁石の常規電圧は直流 110 ヴォルトで端子盤に其の端子を有するが、其の回路には尙齒車轉換で 4:1 の速比の廻轉を軸から受ける所の廻轉遮斷器がある。此の廻轉遮斷器の主部は兩側に互に移動し得る突起 B 及び C を有する中央滑動環 A で、此の兩突起は各一個の滑動環に絶縁されて埋込まれ、各環を滑動する三個の刷子によつて電路を閉ぢるのである。尙フィルムドラムの外筒の上部に軸を有する一個の偏心盤より成る所の刷子引上装置があつて連續滑動に基く刷子の摩滅を防ぐ。即ち軸の一端には矢印のついた撮螺を有し、この矢印を上向にすれば刷子は引上げられ右向に廻せば刷子は滑動環に抑へ付けられる。電磁シャッターを挿込ボールトに嵌込む際に刷子が側壓を受けて破損せぬ様刷子を引上げて置くことに特に注意を要する。

寫眞撮影の場合には轉倒鏡を倒下して光線をシャッターに送ると同時に轉倒鏡の接點 K が閉ぢる。そこで初めて +K から轉倒鏡の接點 K, 端子 F₁, 電磁石 E₁ 及び短絡彈條 U₁ を通り、廻轉遮斷器の廻轉によつて突起 B, 滑動環 A 及び端子 F を通つて - に至る回路が完成する。従つて電磁石 E₁ の

接極子は牽引され釣が外れて滑瓣 S_1 は機械的張力によつて下方に速かに引下げられシャッターが開く。同時に U_1 の接點が開くので廻轉遮斷器が更に廻轉しても接極子は牽引されることなく、滑瓣 S_1 の落下後不必要に音を發するのを防ぐ。

開閉器盤にあるシャッター用タムブラー開閉器を “Zeit” の位置に置けば、接點 D は閉ぢて居ても $+M$ から出る第二の回路は遮斷されてゐるから再び轉倒鏡を起す迄の時間で任意の露出を與へ得る。之に反しタムブラー開閉器を “Moment” の位置に置けば $+M$ から M , 端子 F_2 , 短絡彈條 U_2 , 接點 D , 電磁石 E_2 , 接觸突起 C , 滑動環 A 及び端子 F を通つて $-$ に至る回路が完結して滑瓣 S_2 が落下するのでシャッターが閉ぢる。即ち轉倒鏡を倒せば必ず前部の滑瓣が最初に落ち其後に後部の滑瓣が落ちることになる。 U_2 の接點の役目は U_1 と同様である。

遮斷器の刷子引上裝置は又遮斷器を全く回路から除いてシャッターをフィルムの廻轉數と無關係にする機能を有する。即ち刷子の他端を共通の接觸面に壓付けて三個の刷子を短絡し滑瓣を外部から望む時間を以て動作させるので、この目的で $+$ 端子は $+K$ と $+M$ とに分けてある。 $+K$ と $+M$ との間の接合を取除いて例へば $+K$ 端子と $-$ 端子との間に電壓をかければ前部の滑瓣が先づ落下するし、開閉器が M の方に閉ぢてある時は $+M$ から $-$ に至る第二の回路に加へられた電壓で後部の滑瓣が落下し然も望む時間で行ひ得ること明かである。

(i) **振動子廻轉裝置** 個々の周期で僅かな差異のある様な周期的變化を測定する場合の如く、相次いで起る曲線圖形を重複せずにずらせて互に區別し易く撮影するのに此の裝置を用ひる。之は廻轉を與へたい振動子に一端を聯結する一個の横杆で他端は保護外函の側面にある目盛溝から突出して外部から動かし得る。取付に際しては先づ振動子を水平撮螺から自由にして横杆の一端を振動子筒に綴り嵌め他端を上記目盛溝の中央部を通じて撮鉗を捻込み、然も振動子はその反射光線をフィルムドラムの中央に投する様な位置に定めて後緊束螺子で横杆に緊付ける。目盛溝の目盛は略フィルムドラム上の光點の位置を示す。“タイム”撮影の時は横杆端の撮鉗は先づ目盛溝の觀測裝置寄りの端に置き、轉倒鏡倒下後溝の全長に亘つて適當の同じ速度で移動させる。撮影した軸線はドラム上に螺旋を畫くことになる。

此の裝置には同時に自動廻轉裝置を備へてゐる。フィルムドラム外筒上にあ

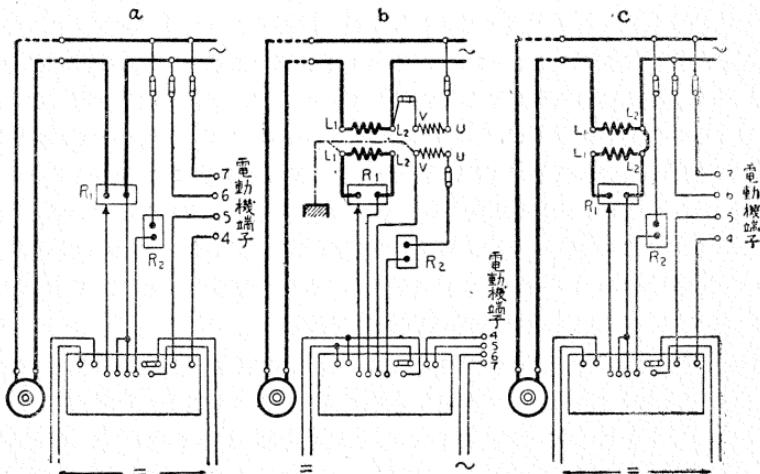
る螺旋を切つた軸は適當の速比の摩擦輪を介してオツシログラフ軸から驅動されるのであるが横杆の端をこの軸上を動くナットに結んで振動子に廻轉を與へる。

3. 接續及び調整

(a) 弧光燈 端子盤には弧光燈に対する接続端子はないので所屬の抵抗器と直列にし水平炭素棒を正極として 110 ボルト又は 220 ボルトの直流電源に接続する。先づ弧光燈外函の加減螺子を右に廻して兩炭素保持器を其の終端位置に置き、負極炭素棒移動用横杆を其の中央位置に置いて炭素棒を挿入し、次に加減螺子を左に廻して兩極を 3 乃至 4 精の距離に接近せしめて開閉器を入れる。所要電流は約 8 アムペアで直列抵抗は製作の際に調整してあるから其の儘でよい。弧光長は自動的に規定の長さに調整されるから一般に手で加減する必要はないが、若し調整の必要な場合には加減螺子で兩極共に又横杆で負極のみを動かす。尙正極火坑の光束が細隙の所のレンズに完全に當る様に二個の加減螺子で縦横に調整する。

(b) 振動子及び分流器 先づ電磁石の勵磁の無いことを確めてから振動子を磁極片の間に注意深く震動せぬ様に挿込み、振動子筒の横の突起を水平螺子の運臺に嵌める。次に振動子筒頂の兩端子を電磁石側方の端子に接続する。

第十三圖



後者は端子盤の振動子用端子 "Messschleife" に接続されてゐるから、測定せんとする電圧又は電流を端子盤で接続して開閉器盤のタムブラー開閉器を "Ein" 側に倒せば振動子は始めて相當する偏れを生ずるのである。

電圧の測定には第十三圖に示す如く振動子は電圧 300 ヴオルトまで充分な直列抵抗 R_2 と直列に接続し、更に高い電圧では同圖 (b) に示す如く測定用變成器を使用して其の二次側に普通の抵抗と直列に接続する。但しこの變成器によつて交流に含まれる直流部分が消失することに注意を要する。尙電動機を同じ變成器に接続するとその反作用が變成器を出る波形に影響するから、之を防ぐには直接に低壓電源に接続するか或は特別の變壓器によつて接続すべきである。

電流の測定の場合 0.12 乃至 5 アムペアに對しては第十三圖 (a) に示す如く振動子は分流器 R_1 と並列に接続する。即ち電流値に相當して第四圖の分流器の適當な抵抗線を栓で並列にし、 $b'c'$ 間の栓をも挿込んで主電流を端子 b 及び c' に流し、振動子は端子 a 及び b に接続する。第 11 番の線は只分流器から摺觸 S で得た電位を振動子に導く役目をする。最初摺觸は左端に置いて振動子の焼損を防ぐべきである。最小の組合は 9 番と 10 番とを並列にしたもので約 0.5 アムペアの電流に適し、此以下の電流に對しては抵抗線は直列に用ひる。其際には主電流は端子 a から入り摺觸 S 、端子 $bc'cd'\dots$ を経て端子 g から出るが状況に應じて g より前の他の端子から取出して差支ない。此の接續で振動子は主電流に並列となり更に摺觸によつて 10 番及び 11 番の抵抗線が直列に入るから、この 2 オームの範囲で振動子電流の正確な調整を行ひ得る。全抵抗線を直列にして約 15 オームにすれば最小電流 0.12 アムペアで振動子は最高電流 0.1 アムペアを流す。0.12 アムペア以下の電流に對しては分流器なしで振動子 1 型を使用する。上述の分流器に 5 対 50 アムペアの分流器を並用すれば極限電流 50 アムペア迄流せる。50 アムペア以上の電流に對しては更に 150 ミリヴオルトの電圧降下を生ずる抵抗を並列に接続するか、又は第十三圖 (b) 及び (c) に示す如く適當な變流器を使用して其の二次側に先づ R_1 を接續し之に並列に振動子を接続する。

電圧電流同時の測定には第十三圖に示す如く兩振動子の相隣る二端子を共通に結ぶ他は同様であつて、只兩振動子間に 50 ヴオルト以上の電圧が現はれぬ様に注意を要する。先づ第十三圖 (a) に示す直接々續に於ては R_1 の右端子を兩振動子の共通點に接続し、次に同圖 (c) に示す半直接々續に於ては變流器

の二次線を其の一次線と結んで兩振動子の共通點を作る。最後に同圖(b)に示す間接々續に於ては共通點は地線で與へる。

但振動子には大抵の場合に制動油を充すが、油中の光の屈折によつて像の偏れは油を入れぬ場合より約 30% も大になる。

(c) 電磁石 給與電壓が 110 ヴオルトか 220 ヴオルトかに従つて兩捲線は夫々並列又は直列に接續する。振動子用可鎔片の側にある切替開閉器の所で二個の眞直な銅片を嵌めれば並列となり「L」形の銅片を嵌めれば直列となる。20 ヴオルトの蓄電池で勵磁するには捲線は 2×3 捲線に分けられて其の端子は端子盤の側に取付けた開閉器に導かれ、此處で直列にも並列にも接續出来る。電源は端子盤の端子“Mag”に接續し開閉器盤の廻轉開閉器で開閉する。(第六圖)

(d) 電動機 第六圖に於て交流電源は端子 6 及び 7 に、直流電源は端子 8 及び 9 に接續し端子 7 及び 8 は地線に接續される。電動機基盤にある五極切替開閉器で交直所要の電源を給與出来る。回路は振動子二個のオツシログラフの場合には開閉器盤の廻轉開閉器により、振動子三個のものでは同位置にあるタムブラー開閉器によつて開閉する。

(e) 電磁シャツター 電磁シャツターの電磁石に對する電源は端子盤の端子に接續し、第六圖に見る如く開閉器盤のタムブラー開閉器によつて“タイム”撮影に對する“Zeit”的位置から“Moment”的位置に切替へられる。

電磁シャツターの廻轉遮斷器の接觸突起 B の位置は露出が略フィルムの初めに來る様にすべきで、遮斷器の整定後露出の初めがフィルムの他の部分に來たならば歯車を緩め異なる噛合位置を試みて正しい點を發見する。遮斷器についてゐる歯車はオツシログラフ軸の速さの $1/4$ の速さで廻轉する故オツシログラフ軸の 4 廻轉の時間迄は撮影出來るので、接觸突起 B と C とを継付けてゐる四角ナット N を緩め兩突起を互に移動してフィルムの露出時間を調整する。

(f) 光線通路 光線通路の調整は最も熟練を要する重要な部分であるから第八圖に就て特に詳述する。オツシログラフ保護外函を取除き室内を暗くして白紙片を以て光線の通路を辿る。

弧光燈から振動子まで。先づレンズ 1 の前の細隙 S の幅を撮螺で調整するが、普通の寫真撮影の際には 0.5 乃至 1 糠の幅にすれば細い明瞭な像が得られる。観測裝置上に明るい像を出すとか非常に迅速に變化する現象を撮影す

るとかいふ場合には更に幅を擴げる。正極火坑からの光線は反射鏡 2 に反射されて振動子のレンズ 3 を通過して小反射鏡 4 に投するが、火坑の位置の正しいのに拘らず上述の様にならぬ時は鏡 2 を其の横杆及び撮螺で調整し、且つ之と振動子との間で光線は互に交叉せしめる。従つて振動子三個のオツシログラフでは中央反射鏡 2 は中央振動子に光線を反射することになる。細隙及び反射鏡の調整後正極火坑の變化の爲めに光線が移動した場合には、弧光燈の二個の加減螺子で再び正規の位置に調整する。

振動子から撮影裝置まで。先づ轉倒鏡 7 を倒して、振動子の小鏡で反射された光線が果して同じ高さで圓筒レンズ 6 に完全に投じてゐるかどうかを試みる。圓筒レンズの前に紙片を固定して見て、鉛直方向の偏りのある時は鉛直撮螺によつて振動子を傾斜させて除き、又水平撮螺によつて振動子を廻轉して各反射光線がフィルム ドラムの同じ點に投する様に水平方向の調整を行ひ撮影した曲線が同じ軸線を有する様にする。軸線を畫かしめるには振動子二個のオツシログラフに於て軸線用固定鏡を其の二個の調整螺子で調整し、その反射光線が其の振動子小鏡の反射光線の像の正確に眞上に 0.5 乃至 1 精の所で像を結ぶ様にする。振動子三個のオツシログラフに於ては其の中の一つの振動子小鏡を以て軸線用固定鏡の代用とし、三條の光線の像が悉く相重なる如く調整すればよい。圓筒レンズを通過する光線の細條が正確に鉛直で且つ圓筒レンズとフィルム ドラムとの距離が適當な場合に限つて明瞭な光點を得るものであるから圓筒レンズの軸をドラムの軸と平行に保ちながら其の距離を調整する必要がある。尙反射鏡 2 に反射された光線の一部はレンズ 3 に反射されて、可成明かに境のついた像を圓筒レンズの保持器に生ずるもので、之は放置してよいが撮影する光點に含んでゐてはならぬ。此のレンズによる反射は明瞭に境づけられた像の周囲に必ず暈を生ずるので判別出来るが、尙何れの光點が正しいものであるか疑問の場合には振動子を動作させて光點の運動を見れば分る。

振動子から觀測裝置まで。轉倒鏡 7 を起せば振動子からの反射光線は鏡 7 及び 8 を經て圓筒レンズ 9 を通過し廻轉スクリーン上の一點として收斂する。觀測裝置上の像はフィルム ドラム上の像よりも幾分高い位置に生ずるから轉倒鏡 7 及び反射鏡 8 は稍傾斜させ、然も像の亂れぬためには鏡 8 によつて反射された光線は圓筒レンズ 9 に鉛直に投する様に調整せねばならぬ。先づ轉倒鏡の側面の加減螺子で全體の傾斜を加減し、細隙 S の像が觀測裝置前面の水平間隙と同じ高さで反射鏡 8 に投する様に反射鏡 8 の前に水平間隙と

同じ高さに紙片を置いて調整し、次に反射鏡 8 を水平及び鉛直方向に傾けて其の反射光線を水平間隙の中央に導く。而して尙細隙 S の像が同じ高さにならぬ場合には、振動子二個のオツシログラフにあつては轉倒鏡の右の部分を裏面の撮螺で傾斜しながら調整し、紙片を除いて廻轉スクリーンの平面部を略鉛直に立てた際に尙水平方向に於て各像が一致せぬときは轉倒鏡の左の部分を裏面の撮螺で水平方向に廻轉して修正する。振動子三個のオツシログラフにあつても同様に轉倒鏡の三部分によつて調整を行ふ。最後に圓筒レンズ 9 を移動して廻轉スクリーン上に明瞭な像を結ばせる。

4. 使用方法

開閉器盤に於て先づ “Elektromagnet” と記す廻轉開閉器を入れ次に “Messschleifen” と記すタムブラー開閉器を “Ein” 側に入れる。直流現象の際には光點を一側に寄せ交流現象の際には轉換點を特に明瞭に示すために細狭な光線を生ぜしめる。光點の偏れは観測撮影何れの場合にも振動子特性表に與へた許容電流に相當する値 ±40 精を超えてはならぬので、直列又は並列抵抗を入れて調整し適當の偏れを生ぜしめる。測定中振動子の偏れの方向を變へるには振動子筒頂の端子を交換する。

次に電動機の五極切替開閉器を電源に相當する方向に入れ開閉器盤の “Motor” と記す廻轉開閉器を入れる。交流の時には獨りで其の周波數に對する同期を得るが、直流の時には先づ加減抵抗器を全部入れて置いてから之を加減して廻轉數を調整する。光線の通路は既に調整済であるから只觀測裝置又は撮影裝置上の光點の位置及び明瞭度を制御する丈でよい。

觀測には大抵撮影を伴ふから先づ保護外函を前面の揚蓋を揚げたまゝオツシログラフに被せしつかり止めた後揚蓋を下して鍔で止める。次に保護外函の上面の小揚蓋を起して裏面の鏡によつて廻轉スクリーン上の曲線を觀測する。此際電動機の速度を適當にすれば靜止曲線が見える。振動子の一つに電圧を、一つに電流を與へ其の接續方向を正しくすれば兩曲線は正しい位相關係を示すが然らざる場合には一方の振動子の接續方向を變へればよい。曲線は右から左へと示されて見えるから之を念頭に置けば位相關係は明瞭に分る。

撮影の際には先づ暗室に於て塑板の上でフィルムの両端を折曲げ感光面を外に向けてドラムに當て緊束裝置で固定する。此際ドラムの表面にある小突起にフィルムを押つけて孔をあけ後に曲線の方向を知る符號とする。此のドラムを

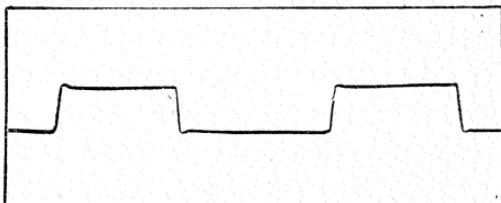
圓盤の握りのついた方を下にして光の透らぬ囊中に納め口を固く縛る。次に暗室を出て囊の入口の挿込口金をオツシログラフに固定して其の縛を解き、囊越しに圓盤を擱んでドラムをオツシログラフ軸に推込み、暗中摸索で挿込口金の導溝を探し當てゝ捻ぢ留める。囊は撮影中外函から垂れたまゝにして置く。

愈々撮影の前に今一度観測装置で光點の具合を見るが、振動子からの撮影装置の距離は観測装置の距離よりも短いため前者上の偏れは後者上の偏れよりも稍小なることに注意を要する。扳開閉器盤に於てタムブラー開閉器を“Moment”側に倒しておいて轉倒鏡用の把手を押下げると轉倒鏡は倒下して所要露出時間に調整された電磁シャッターの回路を閉ざる。ドラムを廻轉する同期電動機は四極の故に一周期に半廻轉をするからドラム上には二周期が入ることになる。三周期以上の露出を望む“タイム”撮影の際には電磁シャッターの動作せぬ様タムブラー開閉器を“Zeit”側に置き手で轉倒鏡を倒して起すことによつて露出時間を定める。撮影後ドラムは再び囊中に引抜いて囊の口を縛め挿込口金を緩めて取出し暗室で現像する。

附記。 振動子の制動には一般にパラフィン油を使ふが特に強い制動の必要な場合には濃厚な無色レジン油を用ひる。使用前に 1 時間乃至 2 時間待つて油が反射鏡全體に粘着する様注意せぬと不明瞭な像を生ずる。制動の具合は振動子に周期的に断續する直

第十四圖

流を與へて曲線の昇降を觀測又は撮影する。第十四圖の一例に見る如く開閉の瞬間の値は僅かに偏れ過ぎてゐるが、良好な制動の下ではこの偏れ過ぎを認めない。然しかる完全な制動



は開閉操作の様な急激な變化の場合にのみ必要なので、純粹の周期的變化に對しては所謂半臨界制動を適當とし其の偏れ過ぎは僅か 4 乃至 5% でパラフィン油を用ひる。極めて正確な研究には油の粘性及び溫度を考慮する必要がある。パラフィン油は長時に亘つて差支ないが、レジン油は三箇月毎に新にする必要がある。尙一旦油を充した振動子を油なしで置くのは禁物であり、油なしで使用したい時には中を空にしてベンジンで清潔に洗ふ。又オツシログラフの廻轉部分の車軸用脂肪は純良無酸のものを用ひて時々新にし、反射鏡及びレン

ズは柔い細毛刷子で埃を拂つて保守に心掛けるべきである。

III. 横河電機製作所製可搬オツシログラフ

1. 概 要

横河電機製作所製の可動線輪型オツシログラフは根本原理に於てジーメンス・ハルスケ會社製のものと同様であるが、構造及び取扱に相違點があるから其の大體に就いて述べることとする。振動子三個を有する三エレメント型と振動子六個を有する六エレメント型とあるが、後者は三相發電機等の三相の電壓電流の研究等に用ひるもので通信工學方面に於ては必要を認めないから、専ら前者のみに就いて記述する。可搬オツシログラフの名の示す如く、全體を數部に分けて携帶に便利な形としてある點が特徴である。

2. 構 造 及 び 動 作

三エレメント型は次の三つの主要部分から成る。

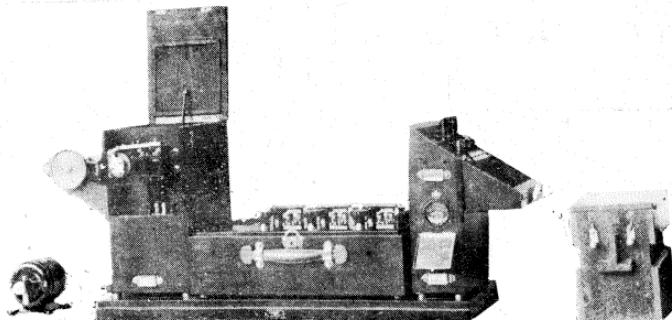
光學器械函

振動子函

加減抵抗器函

上記三部を第十五圖に示す如く附屬の臺板上に置き、永久的設置の場合には其

第十五圖



の底部に沈めたナットで緊付ける。臺板上の中央の函は加減抵抗器函で、其の向つて左右にある函は夫々光學器械函及び振動子函である。他に携帶用蓄電池及び電動機等を備へてある。

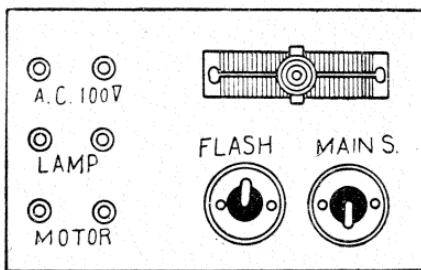
(a) 光學器械函　光學器械函は光の發生、調節並びに波形の觀測及び撮

影を司る部分で、本函の内部には下段に收斂レンズ一個、プリズム三個、細隙三個及び變壓器を備へ、上段に圓筒レンズ及びシャッターを有する。本函の外部に於ては側面に調速滑車、廻轉四面鏡、撮影装置及びカム等を取付ける腕金並びに接續端子、開閉器等、背面

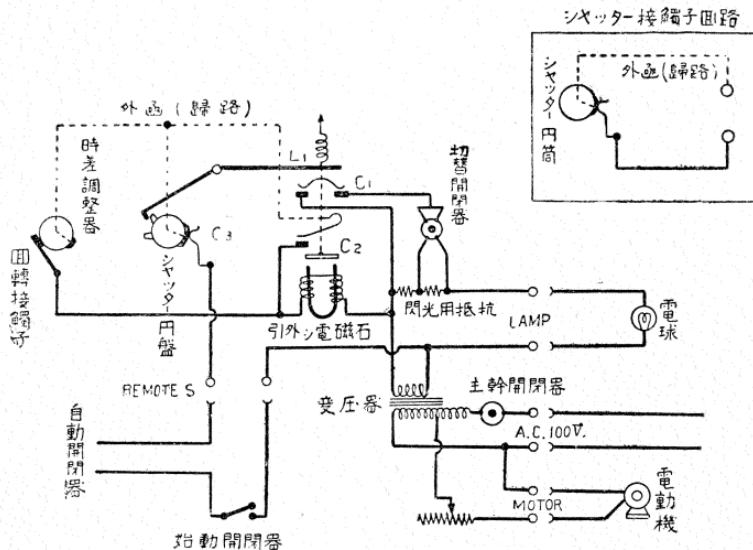
第十六圖

に電燈取付腕金、前面に第十五圖に見る如くシャッター軸前端の圓盤、引外し電磁石及び接續端子を備へる。第十六圖は側面の端子及び開閉器を示し、第十七圖は函内の電氣的設備を示す。

光源にはマツダ瓦斯入白熱電球(6-8 ヴオルト 50 燭光)を用ひ

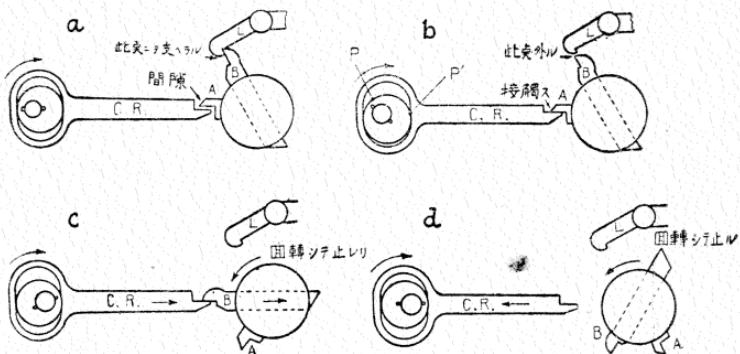


第十七圖



函内の變壓器の二次電壓 12 ヴオルトで閃光用抵抗を通して點火する。此の抵抗は撮影の際の瞬間光力を増すため電燈を閃光させるに用ひられる。即ち引外し電磁石上の横杆 L_1 が吸引されるとき、接點 C_1 が閉じて抵抗の全部又は半

第十八圖



分を短絡するのである。接點 C_2 は後述の迴轉接觸子が迴轉につれて離れてても尚引外し電磁石の勵磁を續けて閃光を保つ爲のものである。

シャッターは弾條によつて二段に動作し一回毎に手で捲戻す。今第十八圖に於て右方の圓盤はシャッター軸の前端に固定された圓盤、左方の圓盤はカム、C.R. はカムロッド、L は引外し電磁石の接極子 L_1 に連續する腕とする。シャッター動作前は同圖 (a) で示されるが、引外し電磁石が勵磁されば其の瞬間に爪 B が腕 L を外れ同圖 (b) の如くなつて第一段の動作を了する。此の引外し電磁石は第十七圖の回路に示す如く、始動閉閉器を入れた直後迴轉接觸子の閉ぢる瞬間に變壓器の二次線によつて迴轉接觸子、自動閉閉器、始動閉閉器等を経て勵磁される。又第二段の釋放は更にこの直後カムの底 p にカムロッドの p' が接觸した刹那に起るもので、爪 A がカムロッドの先端を外れてシャッター開き第十八圖 (c) の如くなる。然もカムと迴轉接觸子とは互に歯車で噛合つた二軸上に裝置され、後者は前者に對し一迴轉の範囲内で細微に角前進を與へ得る時差調整器の構造になつて居る。又寫眞が必ずフィルムの繼目をシャッターの窓に面せしめる様にドラム軸とカム軸とを接合してある。

次に二重寫しを防ぐためシャッターがドラムの一迴轉の間丈開く様に、爪 B は押されば其の位置に移動殘留する所の摩擦の大きい滑動爪になつてゐるから、カム軸迴轉するに従ひ爪 B がカムロッドに依つて押込まれカムの頂點を越えてカムロッドが後退し再び第十八圖 (c) の位置に達すると、爪 B はカムロッドの端を外れシャッターは弾條の力によつて同圖 (d) に示す如く急速に迴轉して閉ぢる。撮影終ればシャッター前端の内側の接觸子 C_2 が開路して引外

し電磁石の勵磁去り C_1C_2 と共に開路する。

(b) 振動子函 振動子は金屬筒に藏められ第十五圖に見る如く三個並んで、6 ヴオルト携帶用蓄電池によつて 3 アムペアで勵磁される電磁石の飽和磁気回路中に裝置され、其の主要部なる環線は特殊の合金製で抵抗極めて少くパラフィン油中に浸されて居る。振動子座の後方には振動子緊付螺子一個及び調整螺子二個を有する。振動子は其の感度や固有振動数によつて次表の如き型を區別し、容易に取換へ得る構造になつて居るから用途に應じて適當に撰

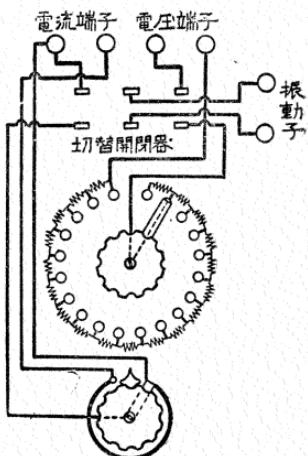
型	感 度 (アムペア/耗)	固有振動数 (毎秒)	抵 抗 (オーム)	許容電流 (ミリアムペア)
A	2×10^{-3}	6000	1	250
B	5×10^{-3}	12000	1	250
C	20×10^{-3}	20000	0.7	250
D	2×10^{-6}	160	8.5	1

ぶ。振動子の細部の構造はジーメンスハルスケ會社のものと同様であるから記述を省く。尙振動子函には勵磁電流用 ± 3 アムペアの電流計及び電磁石用開閉器を備へてある。

(c) 加減抵抗器函 加減抵抗器函には電圧測定用として三組のダイアル抵抗、電流測定用として三組の摺動抵抗があつて、前者の接續は第十九圖に示す如く振動子と直列に用ひるもので 0 乃至 10,000 オーム迄次第に變化することが出来、接觸疣上の數字は其の抵抗値を示し電流 60 ミリアムペアに堪へる。後者は 0.5 オームで 1 アムペアに堪へ分壓器式に接続され、其の刷子の位置によつて適當な電圧降下を振動子に與へる。尙別に 5/25/100 アムペア等に用ひられる外附分流器を附屬する。

其他振動子用端子、電圧用端子、電流用端子を夫々三對づゝ備へ、三個の切替開閉器を有する。

第十九圖



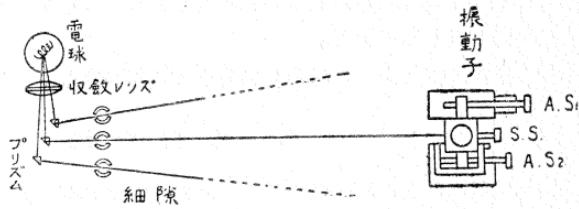
3. 接續及び調整

先づ振動子函の電磁石動磁用の蓄電池を接続し、其の開閉器を切つて置いて振動子座の後方の緊束螺子を弛めて振動子を注意深く取付ける。次に振動子の兩導線を加減抵抗器函（第十九圖）の振動子用端子に結び、測定せんとする電圧及び電流を夫々電圧用端子及び電流用端子に接続する。又光學器械函に於て引外し電磁石の下方にある“REMOTE S”端子にシャッターを始動させる双形開閉器を接続し、過渡現象撮影の場合には更に直列に自動開閉器を加へる。第十六圖の三對の端子には夫々交流電源 100 ヴオルト、光源の自熱電球及び電動機を接続する。

接續を終つたならば第十六圖に示す主幹開閉器“MAIN S”を入れて電燈を點火し、細隙を全部開いて三條の光帶を振動子の各に投する。振動子迄の光線の通路は第二十圖に示す。電球の繊條は收斂レンズに對して 45° の傾斜の位置が適當である。收斂レンズの焦點距離は電球繊條の像を振動子の反射鏡上に結ばせる設計になつてゐるから、プリズムを其の三個の握りで調整すれば像を各振動子の反射鏡面に生ずることが出来る。

次に振動子の後側から見て右側の調整螺子 AS₁ によつて振動子を油壺ぐるみ鉛直より多少上方に仰向ければ其の反射光線は光學器械函の上段に入つて圓筒レンズに向ふ。此の反射光帶は振動子の前方 10 粿位の所で高さ約 4 粿、幅約 1/2 粿の鮮明な矩形となるから紙片でその通路を辿り得る。尙振動子の後側から見て左側の調整螺子 AS₂ で振動子を左右に迴轉して光帶が圓筒レンズの適當な位置に投する様に加減する。尙光帶の形は長さ 35 粿位が最も良好であり、電球を收斂レンズに對して近付けければ長くなり遠ざければ短くなし得る。若し光帶が矩形にならずに梯形になるときは其の原因のプリズムの左右の傾きを直す必要がある。斯くてシャッターを開けば迴轉四面鏡附屬の硝石面に横に細長い良好な光點を得る。光點の横の長さは細隙を調整して變へるがこの細隙の幅の大小は鮮明度には關係ない。只急速な變化を測定する際に幅を大にすれば明瞭な記録を得られる。

第二十圖



次に前節に述べた時差調整装置によつてシャッターの二段の释放の間の時差即ち自動閉閉器に電流を通ずる瞬间からシャッターの開く迄の時間を任意に調整出来る。尚過渡現象を生ぜしめる爲に用ひられる自動遮断器が高速度閉閉器のときには、シャッターの開くと同時に接點を閉ぢるシャッター接觸子回路(之は第十七圖に見る如くシャッターの先端にある接觸子の回路で其の端子は引外し電磁石の右側にある)を其の高速度自動閉閉器の引外し回路に直列に結べば過渡現象の撮影に便利である。周期的変化の撮影には迴轉接觸子の位置に無關係に端子“REMOTE S”を短絡する様に閉閉器を用ひればよい。

閃光の程度はドラムが毎分 400 回転以上の時には第十六圖の切替閉閉器“FLASH”を上方に倒して抵抗全部を短絡し、之以下の速度に對しては下方に倒して抵抗の半分を短絡する。

電動機は観測又は撮影装置の軸と滑車を用ひて連結するが細かい調整は第十六圖の摺動抵抗器による。

振動子の感度は上方の螺旋彈條螺子で調整出来る。

4. 使用方法

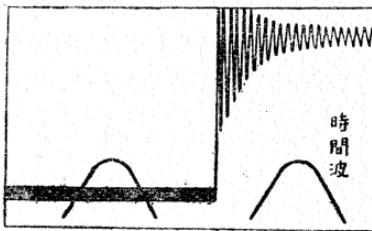
観測を行ふときにはシャッターの位置を第十八圖(c)の如くして、カムが迴轉してもシャッターの閉ぢない様にカムロッドを緊束し、光學器械函の左壁にある挿込金物に迴轉四面鏡を挿入し、驅動鈎で其の軸とカム軸とを連結して電動機を迴轉する。振動子函の電磁石の閉閉器及び主幹閉閉器を入れ、加減抵抗器函の抵抗を充分に入れて置いて切替閉閉器を電壓側“V”又は電流側“A”に倒せば、摺硝子上の振動光點は迴轉鏡上に時間軸を得て電壓又は電流の波形を表はす。電動機の速度を摺動抵抗器によつて加減し、迴轉鏡の速度が交流同期速度の $1/4n$ (n は整數)となるときは波形は鏡面上に静止する。然しその他の速度では波は鏡面上を前後に走る様に見える。尚加減抵抗器函のダイアルによつて光點の振れを加減出来る。

撮影を行ふときには先づ暗室でフィルムドラムを其のケースから取出してフィルムを捲く。フィルムは“Kodak #118”又は所謂手札の巻フィルムを用ひ其の背紙を取去つた半截を感光面を表面としてドラムクリップの取付位置から捲始め、ドラムを一周して兩端をクリップで留める。之を再びケースに藏めドラムの細隙を閉ぢて暗室から出す。摺硝子面上の光點によつて光の調節を終つた後、迴轉四面鏡をドラムに換へて鉤でドラム軸を連結する。其處で光學器

械函の上蓋を閉じドラムの細隙を開いて始動開閉器を閉ぢれば、引外し電磁石が動作して露出が行はれる。若し分離した個々の軸線を画く時には各振動子の電流を切り各細隙を細くして同様の露出を行ひ、共通軸線を画く時には只一つの光點を残し他は細隙によつて消して行ふ。之で撮影が済んでドラムの細隙を閉ぢる。

振動子の固有振動数を知るには油を充さぬ無制動振動子に低周波ブザー(5サイクル又は其以下)の電流を加へ、油を充した振動子に適當な交流電圧(例へば電燈回路)を與へて時間波とする。フィルムドラムの廻轉數を毎分約1000に近くし此の兩波を同時に記録する。ブザー電流を切るとき無制動振動子は第二十一圖に見る如く其自身の固有周期で振動するから、其の振動数を時間波と比較して算出出来る。

第二十一圖



IV. ウエスターント電氣會社製陰極線オツシログラフ

1. 概要及び原理

陰極線オツシログラフは通常ブラウン管と稱し迅速な電磁氣的變化を觀測するに用ひられ之に冷陰極と熱陰極との二種がある。前者は數千乃至數萬ヴォルトを要し後者は300ヴォルト内外の低電壓で動作する。此の低電壓陰極線オツシログラフにウエスターント電氣會社製 224-A 及び 224-B 真空管、東京電氣株式會社製熱陰極ブラウン管等があるが、皆同様であるから此處にはウエスターント電氣會社製 224-A 真空管に就て記述し他は相違點のみを注意するに止める。

陰極線オツシログラフに於ては電子の流れが真空管の一端から他端の螢光板に投ぜられて板上に輝點を生ずるが、此の電子流に電界又は磁界を作用させて従つて生ずる電子流の偏倚によつて輝點の運動を起し、各瞬時のその常規位置に對する位置で加へた電界又は磁界の方向及び強さを知るのである。機械的のオツシログラフでは可動部分の慣性のために極めて迅速な變化に從ふことが出来ないが、陰極線オツシログラフでは可動要素が電子流であるため慣性及び共振の影響は實用上無視出来るので周波數限界を少くともラヂオ周波數にまで高

め得るものである。従つてその應用範囲は頗る廣くその一班を次に示す。

正確な周波數の比較

電壓、電流の波形及び位相關係

三極真空管の特性

高周波電流の變調

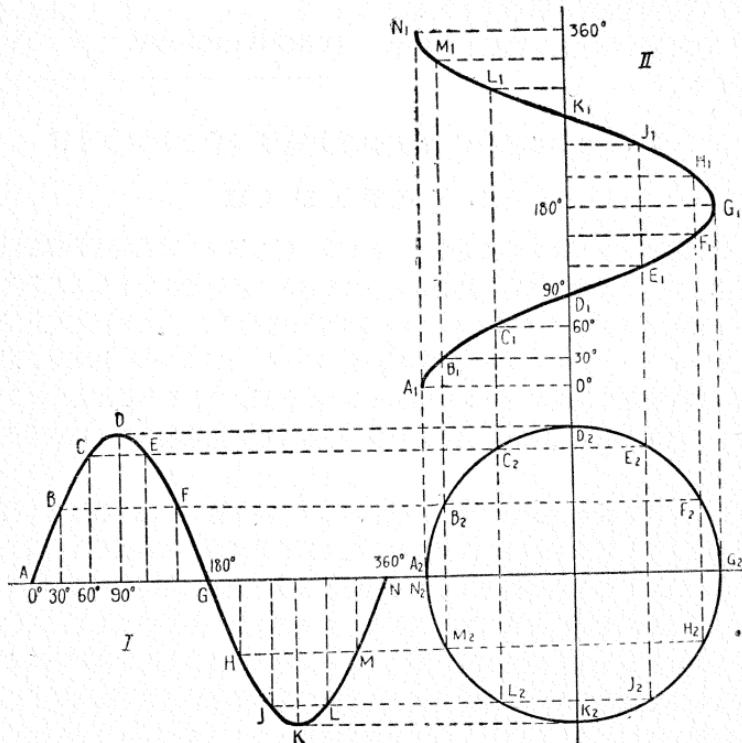
共振曲線の決定

ヒステリシス損の測定

誘電體損の測定

以上の測定方法は後節應用例の所で述べることにして次に原理に移ることとする。陰極を發した電子流は後述の如く互に直角な二對の偏倚板の間を通過して螢光板に達するのであるが、第一對の兩板の間を通過する際に兩板の電位差

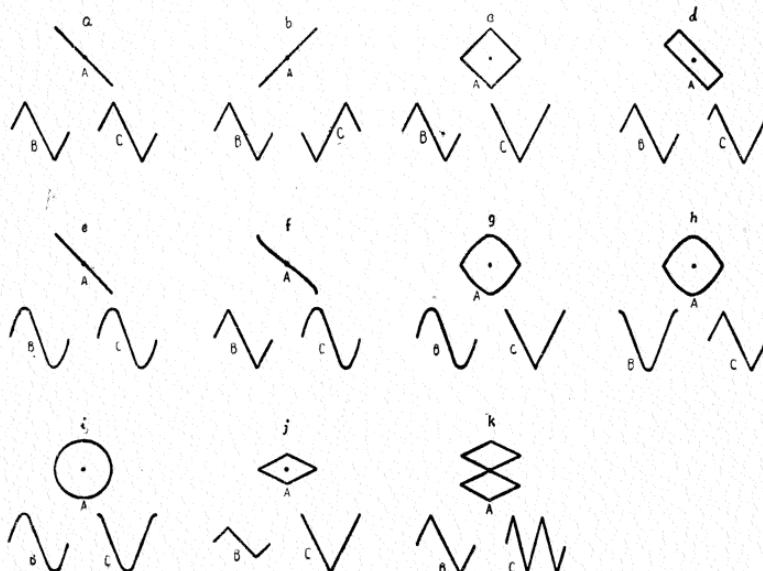
第二十二圖



によつて生ずる瞬間電界に相當する量だけ正板の方へ偏倚する。次に第二對でも同様に先と直角の方向の偏倚を受けるから、螢光板上の輝點のその常規位置からの方向及び距離は各瞬時にその瞬時に作用する電位差の偏倚力の合成値に相當する。若し兩電界の強さの變化が周期的で其の周波數が簡単な整數比をなす場合には、低い方の周波數の各周期に於て偏倚の兩分は同じであるから輝點は同一軌跡を反復して静止圖形を生ずる。即ち此の圖形は兩電界の強さの關係を直交座標軸に畫いたものと考へられ、若し電界の一方の時間的變化が既知の場合には他の電界の時間的變化を知ることが出来る。

兩電界の關係を示す曲線は兩偏倚界の何れか一方の位相、振幅、周波數或は波形の變化に従つて變化する。第二十二圖の圖は兩電界の位相差が 90° で振幅、周波數及び波形が共に相等しい場合の圖形である。ある周期の始めでは第一電界は零 ($A-0^\circ$) で偏倚なく、同じ瞬時に第二電界は極大 (A_1-0°) で電子流に最大偏倚を與へ、此の兩電界の合成値によつて輝點は A_2 の位置を占める。位相角が 30° に達すると第一電界は B に増し第二電界は B_1 に減するから輝點は B_2 に生ずる。 60° の時には兩電界は夫々 C 及び C_1 に達し C_2 に

第二十三圖



輝點を生ずる。以下同様にして軌跡が圓となる。次に第二十三圖は前述の圖形の變化に與る因子を制御して生じた圖形の變化を示すもので、各圖に於て A は圖形で B 及び C は偏倚界である。a, b, c 及び d は C の位相のみを變化し、a 及び f は C の波形のみを變化し、e, g 及び i は B と C とが位相を異にするとき B 及び C の波形のみを變化し、c 及び j は B と C とが異相のとき B の振幅のみを變化し、a 及び h は B と C とが同相のとき C の周波數のみを變化した場合の圖形の變化を示す。g 及び h は B 及び C の位相を同様に變化し、a 及び e は B と C とが同相のとき B 及び C の波形を同様に變化した場合に圖形の變化を生じないことを示す。電界による偏倚の他に管外に永久磁石又は一對のソレノイドを置いても電子流は磁界に直角な方向に偏倚する。

電氣的感度。 輝點の偏倚 Y 及び偏倚板に加へられる電位差 P と真空管の幾何學的定數との間の關係を示す理論式は次の如くなる。

$$Y = \frac{PL_1L_2}{2VD}$$

茲に V は陽陰兩極間の電壓、D は一對の兩偏倚板の間隔、 L_1 は電子流の方に向の偏倚板の長さ、 L_2 は偏倚板の中央から螢光板までの距離で單位はヴォルト及び糧とする。224-A 真空管では $L_1=1.27$, $L_2=20$, $D=0.475$ であつて、使用電壓 300 ヴォルトに於て輝點を 1 粮偏倚させるに要する偏倚板間の電位差は 11 ヴォルトである。尚偏倚板の兩對の螢光板からの距離は異り偏倚板の間隔も正確に與へられた値にはならぬから、數量的の測定には較正が必要である。

磁氣的感度。 強さ H ガウスの磁界を電子流が通過する距離を S 粮とすれば輝點の偏倚 Z 粮は次式で表される。

$$Z = \frac{0.3H}{\sqrt{V}} SL_2$$

この理論式を實際に適用するのは磁界の不平等のため電氣的偏倚の場合よりも不正確となるを免れないが大體の目安としては、直徑 4.3 粮の線輪二個を互に 4 粮の距離で真空管の兩側に置くとき陽極電壓 400 ヴォルトを加へて輝點の偏倚は線輪の 1 アムペア回数につき 1 粮である。

螢光板の曲率に對する補正。 螢光板が曲率を有するため其れが平面の場合よりも偏倚は小となる。平面板上の偏位を Y, 曲率半徑を R, 偏倚板と螢光

板との距離を L_2 とすれば其の誤差 ΔY は次式で與へられる。

$$\Delta Y = \frac{-Y^3}{2RL_2}$$

224-A 真空管では $2R \approx 20$ 粱、 $L_2 \approx 20$ 粱であるから 4 粱の偏倚に対する曲率のための誤差は 1.6 粱即ち 4% である。偏倚の小さな方が誤差を無視出来る點から見て望ましい。

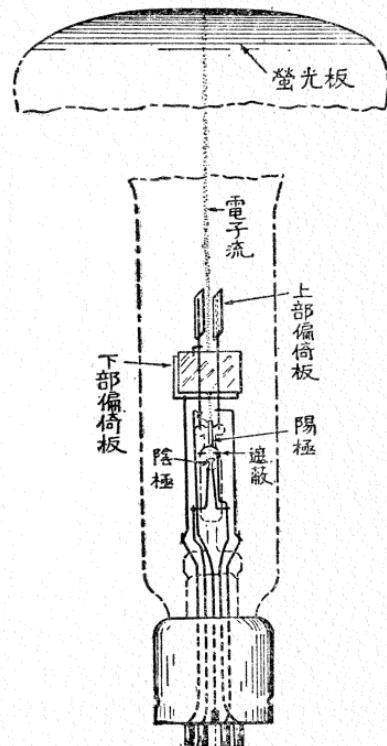
2. 構造及び接続

(a) 構造 224-A 真空管の外観は第二十四圖に示す如く口金に取付けられた長さ約 12 時の西洋梨形真空管で内部に動作部分を閉鎖し、尙電子流集射の目的で少量のアルゴンを充す。電子を放射する熱陰極は特別の構造にして陽極から来る陽イオンの直接通路外に置き、陽イオンの衝突に基く陰極の破壊を防ぐ。陰陽兩極間に中央に小孔を有する遮蔽圓盤を置き陰極鐵條を保護させる。尙この金屬遮蔽は一定の電位に固定するために直接陰極に接続するが、東京電氣株式會社製のものは之に 50 ヴオルト以内の陽電圧を與へ熱陰極から出る電子を餘計に陽極に達せしめる作用をさせてゐる。之等の要素は蠶状の小硝子管に封入し其の頸部に白金中空圓筒を置いて之を陽極とし、之を通して電子流を射出せしめる。鐵條は口金のピン型電極に接続され陽極は口金の外殻に接続する。

真空管の擴つた上端の内面には螢光物質を塗り、電子流はこの螢光板に當つて肉眼にも寫真にも相當感度の高い輝點を生ずるのである。

電子流が筒状の陽極を通して螢光板に達する途中に互に直角な二對の非磁性

第二十四圖

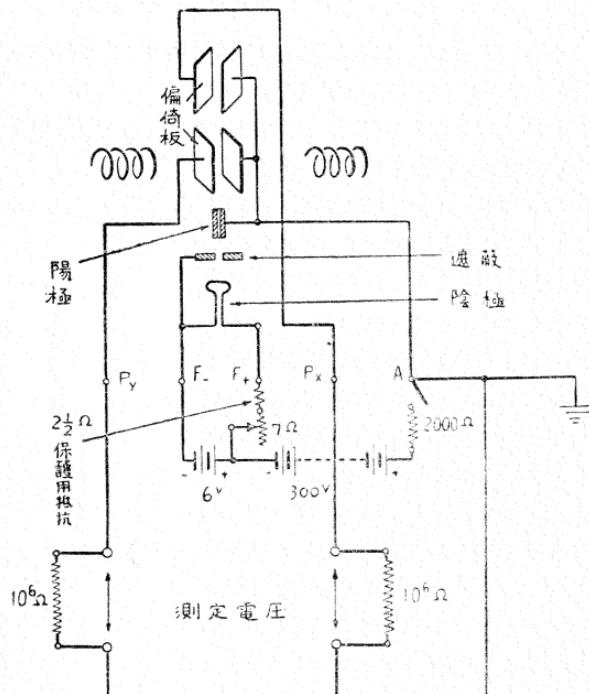


偏倚板を置き、其の両板を燐状小硝子管の頂に固定して互に平行させる。各對の兩板の一は陽極に接續して陽極電位に保ち、他は口金の電極に導かれて夫々測定すべき電位に接續し得る様になつてゐる。東京電氣株式會社製のものは真空管の中央部から側面に互に 90° の角をなして四本の電極が出て居り、之に小さな口金を附してクリップによつて測定すべき電位に接続する。

(b) 接 繼 此の真空管を用ひる回路の大部分は後節に述べる如く目的に應じて變化する

が、第二十五圖に示す部分は永久的のものと見て差支ないものである。先づ陰極線條加熱用の電源は直流電源に限り就中蓄電池がよい。交流電源では輝點が變動して適當でない。224-A 真空管の線條は約 2 ヴオルト以下の電壓で 1.2 乃至 1.7 アムペアを消費するが、電流調整に可變抵抗器を用ひるから 6 ヴオルトの蓄電池を必要とする。尙

第二十五圖



224-B 真空管の線條電流は 0.85 乃至 1.15 アムペアであり、東京電氣株式會社製では 0.7 アムペア内外である。扱上述の抵抗器は 7 オームが必要で、電子流を集射するために線條電流の精細な調整を要する關係上摺動抵抗器又は充分細かい調整の可能な抵抗器でなければならぬ。尙線條回路を開放する開閉器及び 2.5 オームの保護用抵抗を抵抗器と直列に用ひる。尙且つ測定すべき電位は陽極と偏倚板とに接續して線條とその他の部分との間に高電壓を生ずる様

になる故、織條電池及び抵抗器は良好な絶縁を必要とするものである。

陽極電源としては 300 ヴォルトを必要とする。真空管は陽極電圧 300 ヴォルトに設計されてゐるが 250 乃至 400 ヴォルトの範囲に使用出来る。高い電壓に對しては感度が落ちるが、輝點の輝度は電壓上昇に従つて急速に増加する。陽極電流はウエスターント電氣會社製のものでは $1/2$ ミリアムペア、東京電氣株式會社製のものでは $4/5$ ミリアムペア程度であるから、小さい乾電池又は蓄電池を用ひれば充分であるが、直流發電機又は整流器によるときは濾波裝置を要する。電壓の變動率は 1 又は 2% を超えてはならぬ。尙陽極には電流容量 5 ミリアムペアの 2000 オーム 抵抗を直列に接續して陰陽兩極間に弧光の生ずるのを防ぐ。然も真空管の壽命は主として陽極に電壓をかけた時間に依るから、測定の際にのみ電壓をかける様に電鍵又は開閉器を直列に入れる。

測定すべき電位は圖中の矢印をつけた端子間に與へるが夫々 1 メガオームの抵抗を並列に置いて漏洩電路とし、電荷の蓄積による偏倚効果を防ぐものとする。

3. 操 作

(a) 電子流の集射 先づ織條回路の抵抗を充分に入れて電源を閉ぢ次に陽極の開閉器を閉ぢて陽極に電壓を與へる。電子流の集射は織條の溫度及び電子放射の割合に従ふものであるから、回路の抵抗を増減して織條電流を調整するものとする。織條電流を徐々に増して電子流の焦點を螢光板上に結ばせて板上に鋭い光點を生ぜしめるのであるが、之以上に電流を増すと電子流は螢光板に達する以前に集射して了ふから輝點の面積が増大することになる。斯の如く織條の電子放射の變化は電子流の集射點を動かすもので、輝點は織條電流の變化に従つて實に敏感に其の面積を變化する。茲に極めて注意を要することは織條及び陽極両回路の開閉器を使用中以外は必ず開いて置き尙織條回路の開閉器を入れた時の織條電流の小さい様に抵抗器を充分入れて置いて以て真空管の壽命を長くすべく努めることである。以上の如くして生じた輝點の常規位置は地磁氣其他の作用で螢光板の正中心を外れるものであるから、真空管の外部に相當離れて強い永久磁石を置いて輝點が正中心に生ずる様にする。勿論真空管は變壓器や發電機等による強電磁界から出來るだけ遠方に置くべきものである。

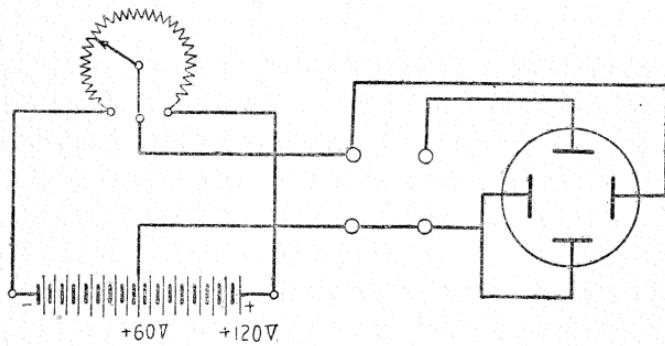
(b) 電子流の偏倚 測定すべき電界又は磁界は實際には其の強さのまゝ真空管に與へるものでなく適當な調整裝置を挿入するか或は測定せんとするも

- のとの關係が既知な他の變化を測定するのであつて、凡ての場合に偏倚力の大きさは便宜な偏倚を與へる様にする。例へば若し偏倚力が電位であるならば振幅調整装置を用ひ、即ち分壓器、抵抗、蓄電器又は變成器によつて減じ、或は變成器又は増幅器によつて増加させる。又偏倚板の何れか一對を遊ばせて使用しない時には必ずその兩板を一緒に接続して、電子流が其の兩板間を通過する際に偏倚を受けぬ様にする。

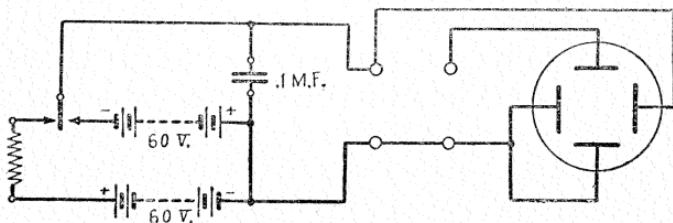
現象の變化を簡単に指示する方法は、現象に従つて變化する電位を偏倚板の一對に與へて螢光板上に輝點の運動による直線を画かせ、他の一對に時間的變化が既知な便宜の電位を與へて時間軸とする。若し測定する現象が周期的で時間軸變化の周波數と簡単な整數比をなす周波數を有するときは既述の如く静止圖形が得られる。次に時間軸發生方法の二三を記す。

第二十六圖の回路には一定速度で迴轉する腕を有する分壓器を利用し、迴轉速度を自由に調整して測定する現象に時間を合せ得るものである。分壓器の歩

第二十六圖

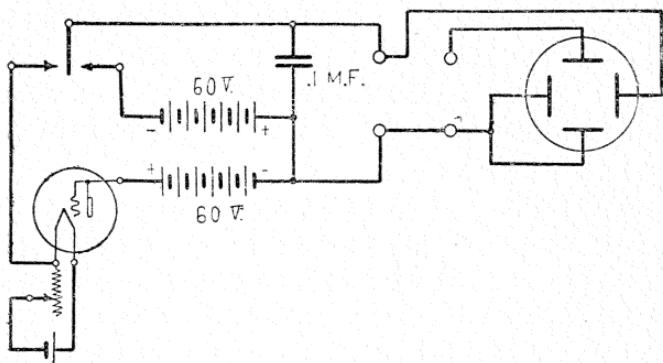


第二十七圖

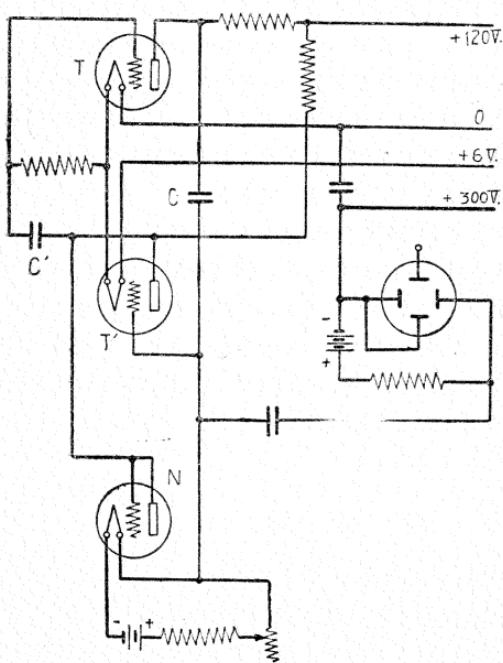


調が充分細かければ満足な結果を生ずるものであるが高速度回転に伴ふ腕の接觸が問題である。

第二十八圖



第二十九圖



第二十七圖の方法は蓄電器の充放電によつて時間軸を發生するものであるが又インダクタンスを流れる電流の昇降も利用出来る。此の回路に於ては電鍵を閉じることによつて周期的に蓄電器を充電し抵抗を通じて徐々に放電せしめるもので此の抵抗の値によつて放電速度が定まる。今第二十八圖に示す如く此の抵抗を三極真空管で置換へ、其の電流が電圧に無關係となる様に線條温度を調整すれば、蓄電器の放電速度は理論的に一様となり殆ど直線的の時間軸を生ずる。

第二十九圖に示す如く機

械的の接触子で蓄電器を充電する代りに真空管方式を用ひると便利な場合が多い。之は蓄電器 C 及び C' をプレート及びグリッド回路の四個の抵抗によつて二個の三極真空管 T 及び T' を對稱的に結合した振動回路である。この結線法では回路の狀態が不安定で、二個の蓄電器は交互に極めて急激に最大電圧に充電され、電荷は一層徐々に漏洩するものである。蓄電器の一つ C は真空管 N を通して放電し、この蓄電器の電圧は偏倚板に加へられて時間軸を與へる。真空管 N の線状電流のみを變へることによつて時間軸の周期と畫く速さとを廣範囲に亘つて變化出来る。

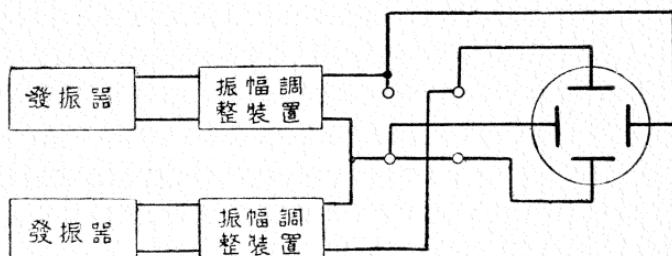
(c) 觀測及び撮影 224-A 真空管を用ひる目的は多くの場合に輝點の畫く圖形を一瞥して察知し得る様な性質的分析であつて、其の場合には肉眼で觀れば全く充分であるが、精密を要する場合でも圖形が靜止してゐる時の如き、可成正確な読みを取り得るから肉眼による觀測も大いに價値あるものである。過渡現象の圖形では輝點の運動の早いため充分な明るい線を書き得ぬもので、輝點の速さが毎秒 10,000 輝程度の時には非常に微かになつて見ることが出來ない。かゝる速さでは簡単な圖形を読み得るものである。圖形が反復する毎に線の輝度が増す故、ある速さに對して反復の數の多い程都合がよい。閉曲線圖形では輝點の速さが各周期の各部分で非常に異なるのでなければ、線の輝度は其の速さ及び周期に無關係であるが、速さが非常に異なる時には早い部分の輝度が小になること勿論である。大きさ及び波形を判斷するには座標目盛を施した硝子又は透明セルロイドを螢光板の前に置けば便利である。

螢光板上の圖形を撮影するには眼の網膜の印象よりも長時間を要するから、靜止圖形か又は極めて遅く運動する圖形に限られ、露出時間は普通數秒乃至數分の程度である。螢光板に生ずる光は青色に富むので感色乾板を用ひても何の利益もないから、普通の早取の乾板又はフィルムが適當である。尙大體の記録は暗箱を用ひずにフィルムを螢光板の硝子に直接當てて撮影出来るが像が不明瞭になることを免れない。又螢光板の裏面に薄いセクション紙又はセルロイド膜をあてて鉛筆で記録することも出来る。

4. 應用例

(a) 周波数の比較 周波数を精密に比較するには第三十圖に示す如く、比較すべき兩電源の交番電圧を夫々兩對の偏倚板の端子に接続する。兩電圧の周波数が簡単な整數の比をなす時は同じ圖形が螢光板上を反復して、静止した

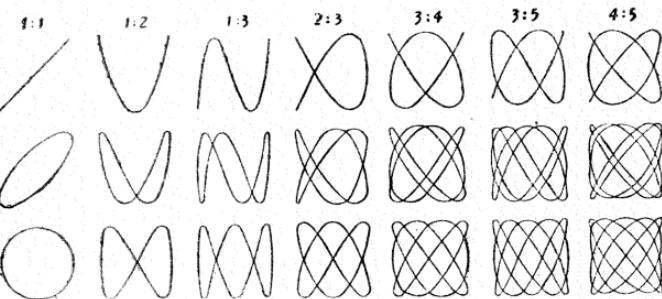
第三十圖



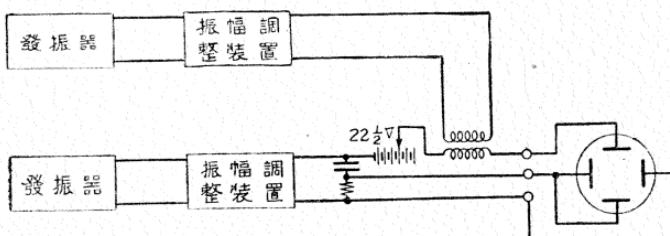
リサジューの图形を生じて周波数比を確定する。この图形の相隣る邊に切して二直線を引けば、この兩線が各邊の環線の尖頭に切する切點の數の比は兩電圧の周波数の比である。第三十一圖はその數例を示すものであるが比が複雑となるに従つて圖形も益々複雑になる。

若し兩周波数が上述の様な簡単な比から僅か異つてゐる時には兩者の間の相関係が變化するため、リサジューの图形は螢光板の平面に直角な平面内で徐々

第三十一圖



第三十二圖



に廻轉して恰も正面と背面とを有する如く見える。此の正面圖形と背面圖形とを分離すると觀測が容易となるから屢々第三十二圖に示す回路を用ひる。即ち低い方の基準周波數の互に 90° の位相差を有する兩分を夫々偏倚板の兩對に加へて橢圓を形成せしめ、高い方の周波數を橢圓の短軸の方向の一對に加へる。圖中の $22\frac{1}{2}$ ヴオルトの蓄電池は全圖形を移動させるために置いてある。

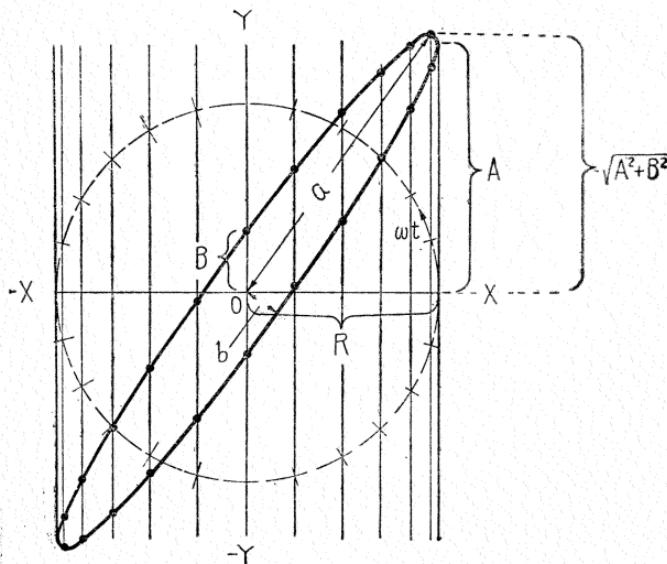
圖形の正面と背面とを分離する他の方法は特別な時間軸發生裝置を用ひる。即ち輝點が一方向には徐々に移動するが他方向には肉眼に見えぬ程度に迅速に戻る様に時間軸の波形を歪ませて單一圖形を得るのである。

(b) 位相差測定 周波數の等しい二つの正弦波電壓を偏倚板の各對に加へる時には合成圖形は一般に橢圓となるが、其の大きさは各電壓の振幅及び位相の關係に依るものであるから逆に橢圓から振幅及び位相差を導き得る。第三十三圖の橢圓は次の如き二電壓の合成に成るものとする。

$$X = R \cos \omega t$$

$$Y = A \cos \omega t + B \sin \omega t \\ = \sqrt{A^2 + B^2} \cdot \cos(\omega t - \alpha)$$

第三十三圖



A, B 及び R は圖に示す截片で與へられ、之等はブラウン管の常數によつて電圧の振幅に換算出来る。而して位相差 α は次式で與へられる。

$$\tan \alpha = \frac{B}{A}$$

平たい椭圓ではその長軸 $2a$ 及び短軸 $2b$ を測つて便利な場合があつて、近似的に

$$A = \sqrt{a^2 - R^2}$$

$$B = \frac{ba}{R}$$

となるから位相差は次式で與へられる。

$$\tan \alpha = \frac{B}{A} = \frac{ba}{R\sqrt{a^2 - R^2}}$$

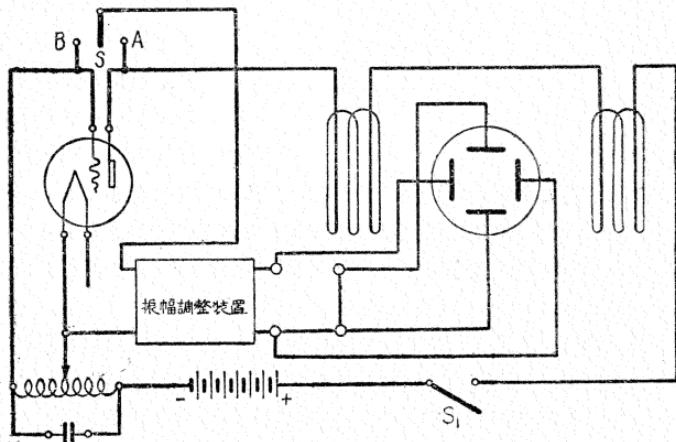
$\alpha=0$ のときは圖は第一及び第三象限の直線となり、 $\alpha=180^\circ$ のときは第二及び第四象限の直線となる。

α がある系統の電圧及び電流の間の相差角ならば力率は次の如くなる。

$$\cos \alpha = \frac{A}{\sqrt{A^2 + B^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{b^2 a^2}{R^2 (a^2 - R^2)}}}$$

(c) 三極真空管の特性 第三十四圖の如くプレート電流をソレノイドに流し、プレート電圧又はグリッド電圧を一對の偏倚板に加へる。開閉器 S を A

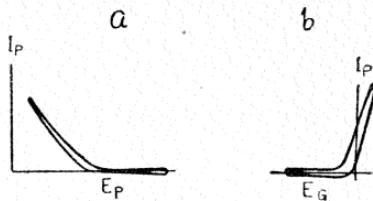
第三十四圖



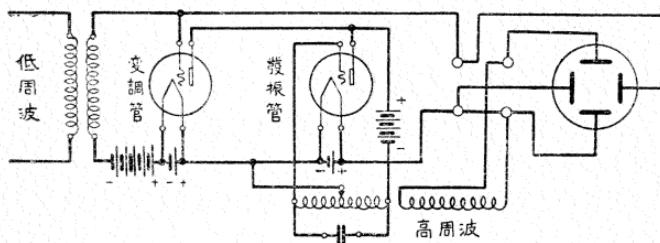
側に入れれば第三十五圖(a)の如き
プレート電圧プレート電流特性を得
開閉器 S を B 側に入れれば同圖
(b) の如きグリッド電圧プレート電
流特性を得る。軸線は開閉器 S 及び
 S_1 を交互に開いて書く。

(d) 高周波電流の變調 高周

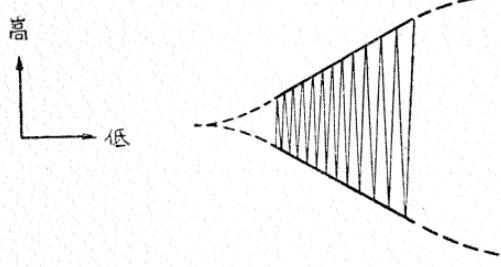
第三十五圖



第三十六圖



第三十七圖

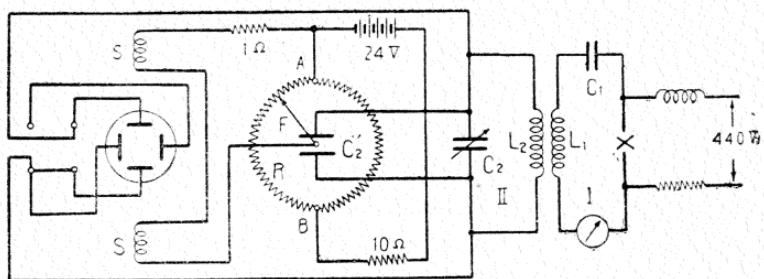


波電流を低周波電流で變
調するには第三十六圖の
様に三極真空管を結合し
高周波の方を一對に給與
し低周波即ち變調周波數
の方を他の一對に給與す
る。圖形は第三十七圖に
示す如く實面積となつて
生ずるが、低周波周期の

一端即ち右端に於て高周波の振幅は最大となり他端に於て最小となる。若し圖形の一端が收斂すれば高周波振幅は變調周期のこの部分で零となる。此の圖形の收斂しつゝある兩邊の曲率によつて高周波振幅が變調電壓の直線的函数であるか否か、又は歪みがあるか否かを知ることが出来る。

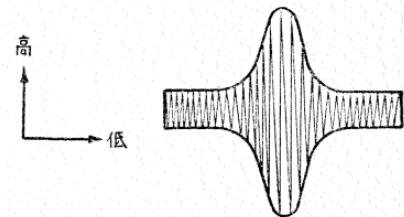
(e) 共振曲線の決定 第三十八圖に於て R は一定速度で廻轉する腕 F
を有する分壓器で、AF 間の電壓に相當して變化する電流を偏倚ソレノイド S
に流して輝點に低周波運動を與へる。高周波回路 I に比較的疎に結合された

第三十八圖



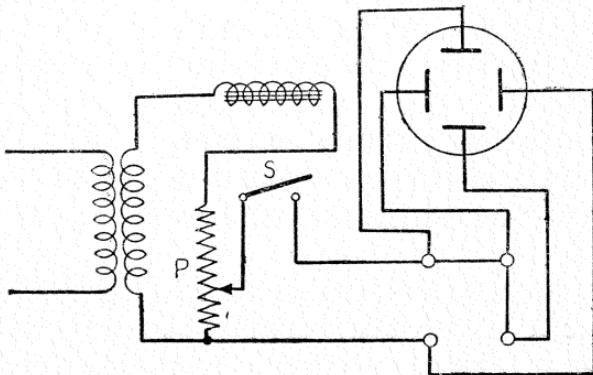
回路 II には二個の並列に接続された蓄電器 C_2 及び C_2' と自己インダクタンス L_2 を有し、 C_2' の可動翼板は腕 F と共に廻轉して F が A にあるとき C_2' は零となるものとする。今 F が AB の中央にあるとき回路 II が I に同調する様に C_2 を定め、回路 II の電圧を一対の偏倚板に與へれば、F の廻轉に伴ひ C_2' が變化して回路 II の周期が變化するから第三十九圖に示すが如き面積圖形を螢光板上に生ずる。之の包絡線が即ち共振曲線である。

第三十九圖

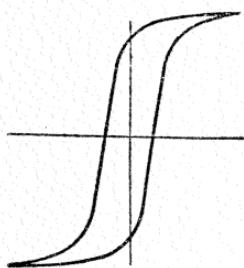


(f) ヒステリシス損の測定 準定方法は第四十圖に示す。試料の鐵線束をソレノイドに入れ其の一端を管に向

第四十圖



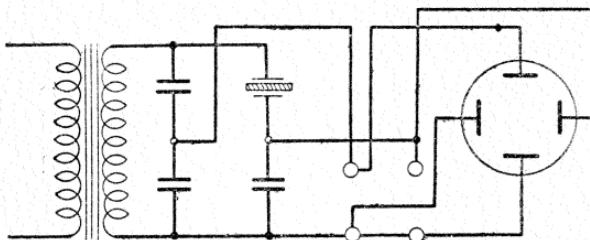
第四十一圖



けて、電子流を偏倚させるに足る磁界を生ずる様な任意の周波数の交流を流す。此の磁界の強さに相当する偏倚と直角方向の偏倚はソレノイドと直列の分壓器 P の電圧降下で與へるが、電圧降下は電流即ち磁界と同相であるから合成图形は第四十一圖の如きヒステリシス環線となる。軸線を畫くには先づ開閉器 S を開き、次に閉じてソレノイド及び試料を取除けばよい。但しソレノイド端及び試料の極の減磁効果による磁界の不平等のために、ヒステリシス環線は單に近似的のものに過ぎない。

(g) 誘電體損の測定 測定する誘電體試料は第四十二圖に示す如く蓄電

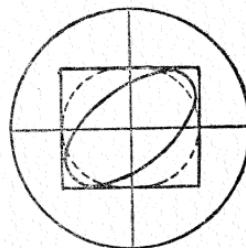
第四十二圖



器の兩極板の間に挿入し、變壓器によつて交番電圧をかける。空氣蓄電器分壓器によつて偏倚板の一對に給與電圧を與へ、他の一對に試料を流れる電流を與へれば、合成图形は第四十三圖の實線で示す橢圓となる。若し試料を含む蓄電器を同容量の空氣蓄電器に換へれば图形は點線で示す橢圓となる。橢圓の面積は試料蓄電器の力率に比例し、空氣蓄電器の力率は 1 であるから、兩橢圓面積の比が試料誘電體の力率となる。

(h) 圖形の分解 周期的現象に對する時間軸として同じ基本波の正弦波電壓によつて X 方向に生ずる偏倚を屢々用ひるが、之によつて得た图形を直線的時間軸に變換するには第四十四圖及び第四十五圖に示す如くする。第四十

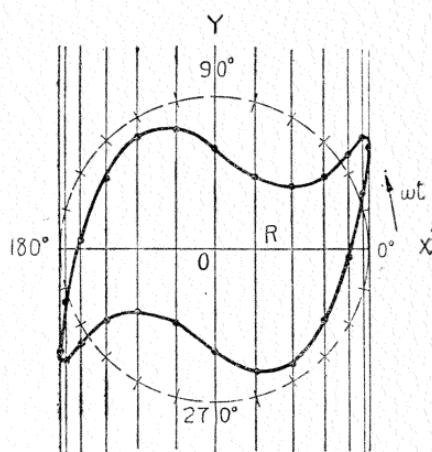
第四十三圖



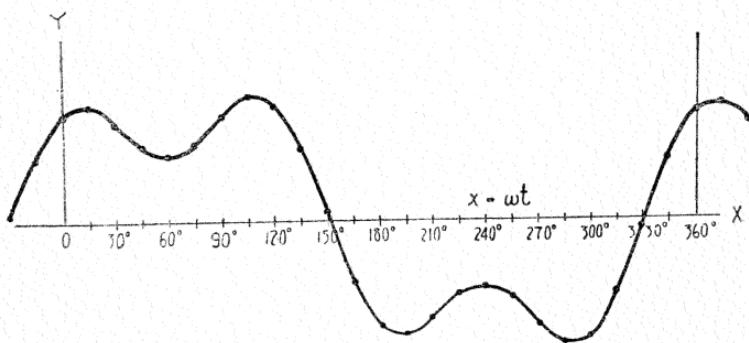
四圖の圖形を既知の偏倚

$X' = R \cos \omega t$ に對する周期的偏倚 Y の螢光板上の軌跡とする。今原點を中心として半径 R の圓を書き OX' から始めて圓周を等分し、この等分點を過つて OY 軸に平行な直線を引けば、この直線は OX 軸上即ち圖形上に等しい時間の間隔を記す。次に第四十五圖に示す如く OX 軸上に第四十四圖の等角變位に相當する時間の目盛を施せば Y の値は一點づつ第四十四圖から第四十五圖に移すことが出来る。

第四十四圖



第四十五圖



尙基本時間軸となる偏倚が $R \cos \omega t$ と異なるある既知函數の時、例へば蓄電器の充電の電圧又はイングクタンスの電流上昇によつて生ずるものである時は上述の方法と同様にして行ふことが出来る。

昭和七年二月五日印 刷
昭和七年二月十日發 行

通 信 工 學 通 俗 叢 書

電 話 編

(第十三卷)

オ ツ シ ロ グ ラ フ

(不 許 復 製)

(定 價 金 二 拾 錢 送 料 共)

編 輯 兼 行 者 三 重 野 貞 彦

印 刷 者 渡 邊 正 雄
東京市京橋區木挽町三丁目五ノ一

印 刷 所 昭 文 社 印 刷 所
東京市京橋區木挽町三丁目五ノ一

東京市芝區愛宕町一丁目二十番地

發 行 所 社 法 人 電 信 電 話 學 會
電 話 芝 (43) 三一〇〇番
振替口座東京三五三〇〇番

通信工學通俗叢書

本叢書は全編を電信編、電話編、無線電信電話編、線路編、電源編及電氣材料編の六編に分ち、各編を更に細別し通信工學最近進歩の現状に基き、學理と實際とを通俗的に解説したものであります、御希望の方は次へ御申込願ひます。

東京市芝區愛宕町一丁目二十番地

電信電話學會

電話芝(43)三一〇〇

振替口座東京三五三〇〇

本叢書の送料は本學會にて負擔し、また同一書名のもの三十部以上取經め御注文下さいました場合には定價の一割引と致します。

新刊書目

	版 定	版 價	頁 錢								
海 底 電 信	同	同	〇	十	〇	十	〇	十	〇	十	〇
音聲周波搬送式多重電信法	同	同	三	九	四	一	五	四	二	五	二
自働局手動局相互接續装置	同	同	四	〇	一	〇	五	四	二	四	二
電話トランスマツション	同	同	五	五	〇	五	五	五	〇	十	五
磁石式電話交換機	同	同	五	五	〇	五	五	五	〇	十	五
減損償却と經濟比較	同	同	五	五	〇	五	五	五	〇	十	五
手動動局監査観測機	同	同	五	五	〇	五	五	五	〇	十	五
オツシログラフ	同	同	五	五	〇	五	五	五	〇	十	五
真空管送電池	同	同	五	五	〇	五	五	五	〇	十	五
一 次	同	同	五	五	〇	五	五	五	〇	十	五
二 次	同	同	五	五	〇	五	五	五	〇	十	五

通信工學通俗叢書既刊目錄

書 名	定價		
電氣材料編 第一卷	電信機械用紙類.....	10 錢	
電 話 編	測定用交流發生機.....	25 錢	
	市外電話ケーブルの裝荷及 不平衡容電量の平衡.....	10 錢	
	自働電話交換(其一).....	25 錢	
	同(其二)S.H.式自働交換器回路.....	30 錢	
	電話中繼器(其一).....	30 錢	
	電話中繼器(其二).....	60 錢	
	電話中繼器(其三).....	30 錢	
	電話交換ご取扱.....	25 錢	
	電話加入者宅内装置.....	20 錢	
	通話能率測定器及漏話測定器.....	25 錢	
	自働局手動局相互接続装置.....	50 錢	
	電話トランシミツシヨン.....	25 錢	
	磁石式電話交換機.....	25 錢	
減損償却と經濟比較.....	25 錢		
手動局監査及観測.....	40 錢		
オツシログラフ.....	20 錢		
無線電信電話受信装置.....	30 錢		
無線電話.....	30 錢		
無線電話.....	25 錢		
空中線及接地.....	25 錢		
真空管.....	25 錢		
真空管送信機.....	25 錢		
陸上手送電信.....	20 錢		
電信自働交換機.....	30 錢		
海底電信.....	30 錢		
音聲周波搬送式多重電信法.....	40 錢		
架空線路.....	30 錢		
海底電線作業.....	20 錢		
市内電話ケーブル線路.....	30 錢		
電氣鐵道の漏洩電流及其電氣分解作用.....	15 錢		
電 源 編 第一卷	一 次 電 池.....	15 錢	
線 路 編	第二卷	二 次 電 池.....	25 錢

