慶應義塾大学学術情報リポジトリ
Keio Associated Repository of Academic resouces

Title	高速度ブラウン管オッシログラフの試作並びに其の応用に就いて
Sub Title	Manufacturing a high speed Brown-tube oscillograph and its application
Author	上木, 忠勇(Ueki, Tadao)
Publisher	慶應義塾大学藤原記念工学部
Publication year	1949
Jtitle	慶應義塾大学藤原記念工学部研究報告 (Proceedings of Faculty of Engineering, Keiogijuku University). Vol.2, No.4 (1949. 4) ,p.23(23)- 30(30)
JaLC DOI	
Abstract	The author succeeds in manufacturing a portable high speed Brown-tube oscillograph which can be used to take a photograph of the high speed phenomena such as in 10^{-7} seconds, as well as the relatively slow phenomena in 10^{-2} seconds. After many fundamental and practibal experiments, this portable set is proved to be fitted for practical problems. In this paper, the author describes 1. general idea of the set, 2. the connection diagram of the electric circuits, 3. the eautions of manufacturing, 4. the experimental results. In the experimental results, the methods of synchronising between the phenomena under research and the oscillograph are written. The grid control methods of starting the time axis of the oscillograph are also written. In conclusion, the author believes that the fields of application of this set are enlarging.
Notes	
Genre	Departmental Bulletin Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO50001004-00020004-0023

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

右圖から明かな樣に，過剩炭酸ソーダの存在の下に於ては殘渣の膨潤性は著減し，最高 17～18 cc/10 g clinker である（普通一般の溶出原液使用の場合は Fig. 20 から明かな樣に 45 cc/10 g 程度に膨潤して居る）。

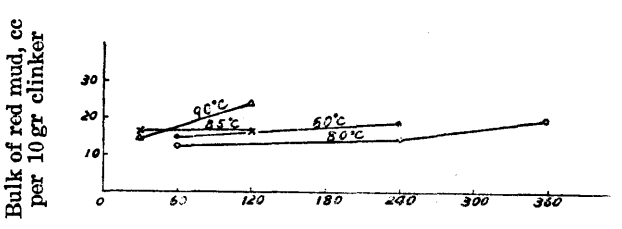

Fig. 25. Bulk of the red mud of C_{32} clinker digested with an exess of Na_2CO_3 sol^n.

既述の樣に膨潤の原因は燒塊中の高鹽基性珪酸石灰鹽の複分解に依つて生成される珪酸礬土石灰鹽水和物の生成狀況に在る如く思われた。從つて本處理に於ける樣に，過剩炭酸ソーダの存在に依つて，高鹽基性珪酸石灰鹽の複分解生成物が本章第 2 節 §3 に述べた樣に炭酸石灰と珪酸石灰鹽水和物となり，珪酸礬土石灰鹽水和物を生成しない場合には膨潤は著しく減殺されるのではなかろうか。

§6. 總　括

以上之を要するに

(i) 燒塊の溶出殘渣膨潤の根源は燒塊中の珪酸石灰鹽 ($2CaOSiO_2$) にあるものの如くである。

(ii) 從つて殘渣の膨潤は凡ての燒塊に起るものではなく，石灰含量の高い卽ち $[C]/[A_R]+[S]$ の大きい燒塊或は本比が同一の場合には A_N/A 比の大きい，從つて $[A_R]$ の小さい燒塊に於て，より多く起り勝ちである。換言すれば膨潤は特殊な高石灰高珪酸型燒塊に於てのみ起るとも云い得る。

(iii) 燒塊中の珪酸石灰鹽は溶出處理に際し複分解して，主として珪酸礬土石灰鹽水和物及びソーダ，アルミノ珪酸鹽水和物になるが，膨潤に關係ある化合物は前者の樣である。從つて膨潤性のある燒塊も過剩の炭酸ソーダを存在させて，前者の生成を防止すれば膨潤性は著減する。

高速度ブラウン管オッシログラフの試作並びに其の應用に就いて

昭和 24 年 (1949) 1 月 20 日受理

上　木　忠　勇*

Tadao Ueki: Manufacturing a high speed Brown-tube Oscillograph and its Application. The author succeeds in manufacturing a portable high speed Brown-tube oscillograph which can be used to take a photograph of the high speed phenomena such as in 10^{-7} seconds, as well as the relatively slow phenomena in 10^{-2} seconds.

After many fundamental and practibal experiments, this portable set is proved

* 慶應義塾大學藤原記念工學部助手，Assistant of Faculty of Eng., Keiogijuku University.

to be fitted for practical problems. In this paper, the author describes 1. general idea of the set, 2. the connection diagram of the electric circuits, 3. the eautions of manufacturing, 4. the experimental results. In the experimental results, the methods of synchronising between the phenomena under research and the oscillograph are written. The grid control methods of starting the time axis of the oscillograph are also written. In conclusion, the author believes that the fields of application of this set are enlarging.

I 緒 言

高速度ブラウン管オッシログラフは電氣過渡現象の內比較的高速度現象の觀測又は撮影を行う目的を有する裝置で，從來使用されて居るブラウン管オッシログラフに比較して，輝點の尖銳化と輝度を增し單掃引に依り，メガサイクル程度の現象の撮影を可能ならしめたものである。排氣型內部撮影の陰極線オッシログラフに比し未だ寫眞感度の點では及ばないが，裝置の小型，取扱いの簡便，製作並に維持費の僅少な點が特徵で，近年我國に於ても各方面で非常に有用測定器として渴望されるに至つた。電氣機械研究室で筆者等の試作した裝置は高速度の場合 10 メガサイクル程度の現象を撮影する事が出來，又低速度現象は廻轉ドラムを使用す事に依り明確に寫眞上に表現する事が出來る樣にした。此等は何れも豫期以上の好成績を示したので，裝置の概要，製作上の注意を述べ，併せて數種の實驗例を示し御參考に供する次第である。

II 裝置概要

a. ブラウン管　本裝置は日立製作所製 BB-120-D 硅酸亞鉛螢光膜を有するブラウン管を使用して居る。纖條は 2.5 V－2.1 A，第一格子は －200 V，第二格子は ＋1000 V，第一陽極は ＋3000 V，第二陽極は ＋12000 V，全長 470 cm，最大直徑 120 mm の標準規格を有して居る。電壓感度を第 1 圖に示す。縱軸は輝點の振れを mm で表わし，橫軸には偏位板の電壓を示す。a……g は夫々陰極電壓値である。

b. 撮影裝置　撮影裝置は日本光學製＝ツコール焦點距離 5 cm, 1.5 の全開レンズを使用して居る。單掃引で撮影する時は螢光面上の圖形は約 1/3 の大さとなつてフイルム上に表われる。尙フイルムは富士レントゲン間接撮影用フイルムを用う。單掃引の際に使用せる時間軸及び陰極電源の結線圖を第 2 圖に示す。

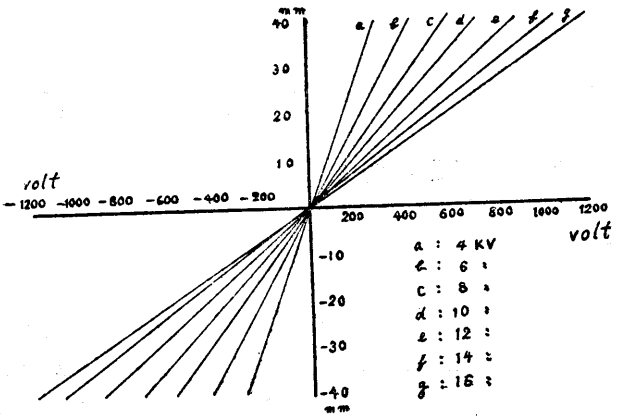

Fig. 1. Voltage sensitibity curves.

c. 陰極電源　陰極電源は正側を接地した直流の高電壓で特に高速現象の撮影に當つては 15 kV 程度が必要である。本裝置ではネオン管用變壓器を使用し交流の高壓を得 KX-153 整流管 2 本を使い倍電壓整流をして平滑用蓄電器を充電し直流を得て居る。此の蓄電器と並列の漏洩

抵抗には規定電壓に於て約 1mA 程度の電流が流れる。從つて各電極には此の抵抗と 1mA によつて定まる夫々分割された電壓が加わる事となる。又此の種のブラウン管は第1格子の電壓を少さくする爲に第2格子を有して居り第一格子にて輝度の調整を行い第一陽極にて焦點の調整を行つて居る。

d. 時間軸裝置　時間軸裝置は第2圖に示す如く偏位板の中間を接地電壓とした左右對稱の回路であり，三點間隙 G を放電開始電壓に相當する距離より少し開いて置く。手動にて時間軸を働かせる時には S_5 を入れる事により，又外部の現象と同期させる時には端子 t に同期電壓を加える事に依り，G が放電を開始し，時間軸偏位板 D_{P_2} には最初の電壓極性と逆の極性を有する 2 倍の電壓が加わり輝點は G の放電開始前に位置して居た點と逆の方に移動する。此の移動の速度は C_t 及び R_t を變化する事により任意に變化する事が出來る。G_1 は放電前には深い負電位に保たれ輝點を消滅せしめてあるが G の放電と同時に C_g, R_{g_1} を通り正の電壓が G_1 に加わる爲時間軸の開始と同時に輝點が表われ時間偏位が終ると同時に消去する事となる。

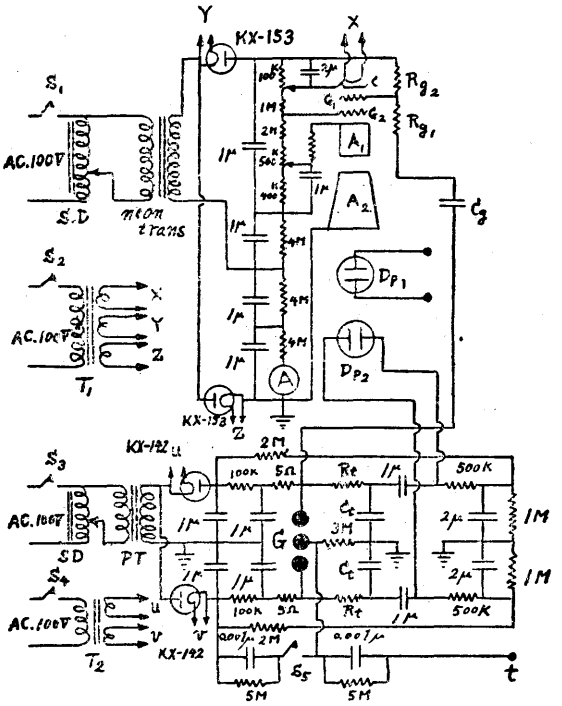

Fig. 2. Connection diagram of high speed Brown-tube oscillograph.

e. 同期及び格子制御裝置　ブラウン管を使用するに當り其の現象を完全に捕える爲同期裝置の確實なものが必要となつて來る。特に高速度掃引で掃引時間が 10 μs 程度の中に目的とする現象を入れるのは一見相當に困難な事と思われる。從つて各實驗に即して特別の考慮を拂う必要あり詳しくは各節で述べる。

格子制御裝置も本撮影に缺く事の出來ぬ部分で，前述の單掃引時間軸の場合は輝點の露出消滅に利用している。又電磁型オッシログラフ用ドラムを用いる場合には本裝置は必要以上に輝點を露出して置くと螢光面が燒損するのみならず硝子の熔隔を促すために機械的シヤッターを利用する事は不適當である。此の樣な場合には是非共格子制御が必要となつて來る。後節に其の裝置例を示す。

III 製作上の注意

本裝置は比較的小型な割に高電壓を使用する故，特に直流の高壓に對する絶緣法が製作に際し重要な事となつて來る。又部品の配置により使用中思わざる不便を感じる事が屢〻ある。製作上の注意を分類するに，第一，本來の目的たる尖鋭な輝點を發生せしめる事，第二，使用中に故障を起さぬ裝置とする事，第三，使用目的により携帶に便なる裝置とする事等があげられる。第一の目的なる尖鋭な輝點を發生する爲にはブラウン管自身の特性が

非常に多くの影響を與える。此の點以外としては陰極電源の脈動を減少せしめる工夫を凝らすと同時に各電極に加わる電壓が管自身の特性に適合する樣調整する必要がある。多くの場合撮影に際し輝度を調整する必要上第一格子に正の衝擊波を印加するが此の電壓が輝點を非常に亂す原因となる事が多い。よつて撮影可能な輝度を得るに必要な大さ以上の高い電壓を印加せぬ樣調整する事が望ましい。第二に就いてのべる，使用中の故障は部品の多い裝置に於ては非常に多く起る事である。特に本裝置に於ては比較的高い電壓を使用する故絶縁の故障が最も多く其の注意としては豫め部品の試驗をなし組立にあたつては充分印加電壓に對し各部品が耐える樣心掛くべきである。併しながら此の目的の爲必要以上の規格品を使用すると第三の携帶に便なる裝置となす事が不可能となる。電壓に關しては完全なる使用狀態時の印加電壓と過渡時の電壓上昇狀態を注意し部品の選定を行う必要がある。第三の携帶に便なる樣組立るにあたり現存の部品では一名にて持運び可能な裝置となす事は困難であるから裝置全體を二乃至三個に分割して製作する方が有利である。特に使用せる變壓器よりの漏洩磁力線が存在すると，これが直接陰極線自身に作用し輝點を振動させる事が時折發生する。漏洩磁力線に依る輝點の亂れは遮蔽にて除去する事は非常に困難であるからあらかじめ二個乃至三個に分割して組立て危險性のある變壓器等は出來るだけ使用に際しブラウン管より離れたる所に配置する事が必要である。

IV 應 用 例

a. 高速度撮影例　高速度撮影例として第 3 圖を示す。

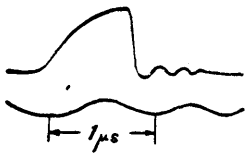

Fig. 3. Voltage wave form of impulse generator cut at the wave front.

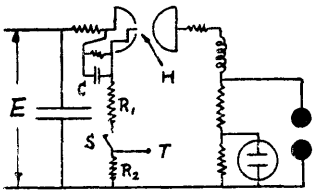

Fig. 4. Connection diagram of impulse-generator and synchronising apparatus.

これは衝擊電壓發生器の發生電壓を波頭にて截斷した時の波形である。發生器及び同期裝置の說明を第 4 圖により行う。

今 S を入れる事により T 端子には $E\times(R_2/R_1+R_2)$ と云う矩形波電壓が發生し此の電壓が第 2 圖の 3 點間隙 G の中間球に入り時間偏位が行われ始める。又 S を入れると同時に第 4 圖の蓄電器 C は抵抗 R_1R_2 を通して充電 H 點の間隙に於て放電を行い同時に此の發生器が放電を開始する。然るに此の間に於て各球間隙の放電の遲れを各一定と見做す時 H 點の放電は S_1 を入れてから C の端子電壓の上昇傾度 $C(R_1+R_2)$ により適當に加減し得る。さて此の裝置により得た波形である第 3 圖に就いて時間的關係を見るに掃引時間が 2.5 μs であり掃引が始まつてより 0.2 μs 程度を過ぎてから撮影せんとする衝擊電壓發生器が働き，0.7 μs 程度にて此の電壓が截斷されて居る。此の圖形に於て最も速い輝點移動を行つて居る。截斷部の速度は螢光面上で約 800 km/sec 程度に及ぶ高速度である。

b. 低速度撮影例　名に示す樣に高速度オッシログラフであるから，高速度の場合は比較的容易であるが，筆者等は應用範圍擴張の意味にて低速度現象の撮影に特に意を用いた。

低速度現象の場合には第 2 節で少し觸れた格子制御法が重要部分となつて來る。其の一

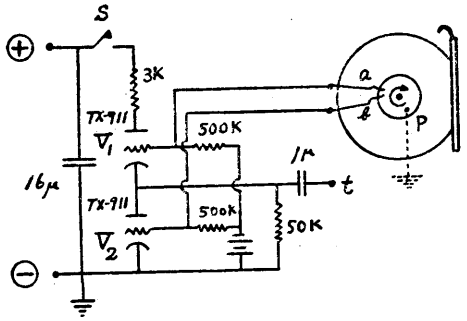

Fig. 5. Connection diagram of thyratron control of spot of rotating film.

例として現象の比較的遲い螢光放電燈の端子電壓波形を撮影した。廻轉ドラムに依りオッシログラフペーパーに撮影したもので裝置を第5圖により說明す。

これは連續的現象の撮影であり同期の必要は無いが電磁型オッシログラフ用ドラムを用い時間偏位は此の廻轉に依つて行つた。ドラム一廻轉中の輝點の露出法を述べる。P 點はドラムの廻轉軸に取付けたベークライト圓板上の廻轉せる接地點であり，點 a 及び b は小間隔を保つて位置し此の圓板に接觸し P 點により一廻轉毎に接地される摺動接點である。撮影に際してはブラウン管の輝點を消滅しておきドラムを適當な廻轉數にすると a, b 點によりサイラトロン V_1 と V_2 の格子が毎回接地される。a, b 點の接地順序は先ず V_2 の格子が接地し少し遲れて V_1 の格子が接地する。此の狀態に於てスイッチ S を入れると V_1 が先ず働き一廻轉して V_2 が働く間の長さを有する矩形波電壓が端子 t に生ずる。此の電壓をブラウン管のグリッド G_1 に入れる事により丁度ドラム一廻轉中

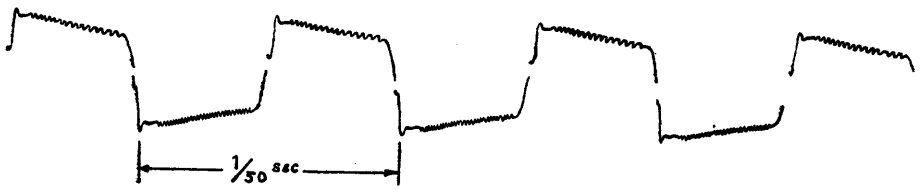

Fig. 6. Voltage wave form of a fluorescence lamp.

だけ輝點の露出をなす事が出來るのである。此の時 P 點とドラム內の感光紙の合せ目を廻轉軸に對し同一方向で一直線上に置くと輝點の露出は一枚の感光紙の端から初まり他の端にて終る。此の方法は廻轉數に無關係な露出の方法で特に高速廻轉にて撮影する際には非常に便利である。第6圖は此の方法により撮影した螢光放電燈の端子電壓波形である。

圖中大きな波は 50 サイクルに相當し，ドラム一廻轉で波の數が約 4.5 撮影された。輝點の露出時間は 9/100 秒である。此の撮影に際しての注意事項を述べる。發生矩形波で第5圖の c を充電し充電電流の流通時だけ輝點が露出するのであるが，此の充電電流の爲の端子電壓が上昇し，從つて矩形波が發生されて居ても漸次充電電流が減少する。結果として第2圖のグリット G_1 に印加される正電壓の減少となり露出初期より終期の方が輝度が減少する事となるから，第5圖の c を相當大きく撰定する要がある。

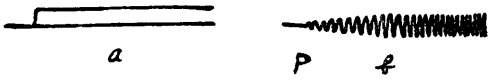

Fig. 7.
a. Applid rectangular wave form.
b. Voltage wave form of the oscillator in transient state.

c. 眞空管發振器の發振過渡現象の撮影　此の實驗は本學部に於て末崎教授並に森助教授の依賴により本裝置の弱電方面への應用例として行つたものである。其の一つは，五極

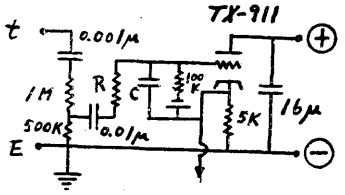

Fig. 8. Connection diagram of synchronising set used in pentode oscillatos experiment.

管發振器の遮蔽格子の電壓を初め零として置き矩形波規定電壓を印加した際の發振開始狀態の過渡現象の撮影である。第 7 圖 a 並に b に其の現象を示す。a は印加矩形波電壓波形 b は P 點にて五極管の遮蔽格子に a なる矩形波を加えた際の發振電壓波形である。使用せる同期裝置を第 8 圖に示す。

第 8 圖 t 端子を第 2 圖の 3 點間隙 G の負極性側に接續し單掃引を手動で行うと t 端子に正極性の電壓が印加され，サイラトロン TX-911 が働きその陰極側にある 5 kΩ の端子電壓が五極管の遮蔽格子に加わり，此の五極管發振器が發振を開始する事になる。尙 C, R を加減する事によりオッシログラフの掃引開始より發振開始矩形波の發生までの時間を任意に變化する事が出來る回路となつて居る。次の一例では TR-594 A プッシュプル發振器の過渡發振狀態の撮影を掲げる。此の際の同期法は第 9 圖に示す。

第 9 圖に於て開閉器 S が開放されて居る時は發振管 TR-594 A は E なる格子電壓で充分偏位せしめて置くから發振しない狀態であるが S を閉じると共に充電されて居た c の端子電壓が第 2 圖の 3 點間隙 G の中間球に加わり掃引を開始すると同時に發振器も發振を開始する。此の發振器の 2 次側同調回路の電壓を圖示の容量分割器にて分割，撮影したものである。種々の結果を得たが一例を示すと第 10 圖の如きものである。

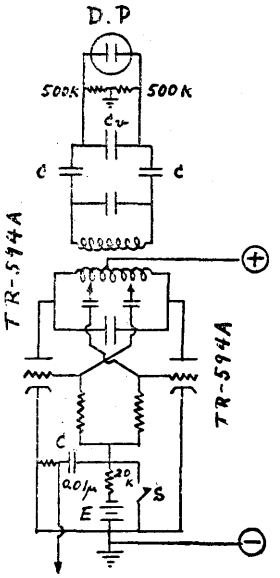

Fig. 9. Connection diagram of synchronising set used in the oscillator of push-pull connection.

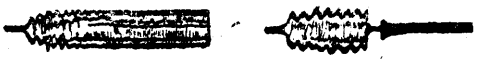

Fig. 10. Examples of voltage wave forms of the oscillator at the starting state.

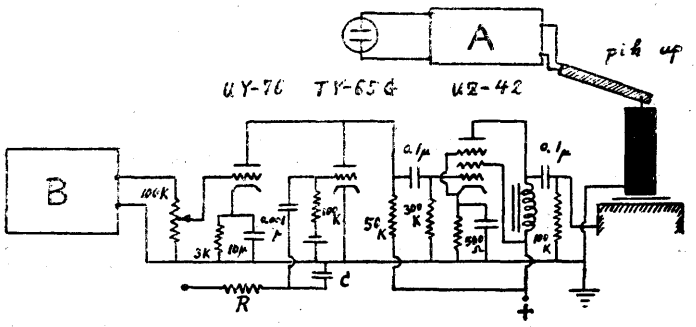

Fig. 11. Connection diagram of mechanical damped oscillation experiment.

撮影結果の説明は夫々兩氏より發表があると思う。

d.　電氣機械方面の應用撮影例　此の一例として電刷子振動を撮影した。數千サイクルの機械的振動になると電磁オッシログラフは殆んど用をなさなくなるが本裝置を使用する事により容易に高周波機械的振動の撮影が出來る。次の如き實驗を行つた第 11 圖に於て電刷子の下に絶縁薄片を置き臺上に乘せ，唸り發振器 B の出力を UY-76, UZ-42 で增巾し電刷子と臺との間に此の電壓を印加する時，電刷子は發振器の周波數によつて强制縱振動をする。此の周波數が刷子の固有振動數と一致する時に振幅は最大となる。此の機械的振動を圖示の樣にピックアップにて電氣的振動に變換し，增巾器 A を通じてオッシログラフの偏位板に加えて撮影するのである。今固有振動數にて刷子を振動せしめて置き，驅動を除去してからの減衰振動を撮影せんとする實驗で，結果を第 12 圖に示す。

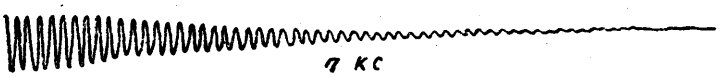

Fig. 12. Photograph of the mechanical damped oscillation.

其の撮影方法は第 5 圖に示した裝置と第 11 圖中の TY-65 G 回路を使用する。第 5 圖の t 端子の矩形波電壓を第 11 圖のサイラトロン TY-65 G の格子に入れ今迄驅動に用いて居た增巾器の 76 に加わつて居た陽極電壓を短絡する時驅動は停止する。すなわち第 5 圖の S を入れ V_1 が働らくと同時に輝點は露出し，此の輝點を露出させる電壓にて驅動を停止させるので時間的に輝點の露出より驅動の停止が遲れて行われる。此の遲れは第 11 圖の $C \cdot R$ にて調整出來る。本實驗の詳細は宗宮教授と共に近日中發表の豫定である。

次に整流火花，摺動接觸電壓降下の撮影を行つた。整流火花に關しては刷子近くに探索線輪を置きこれに誘起する電壓を撮影したもので一例を第 13 圖に示す。詳細な説明は「整流火花に關する研究 (1)」を參照されたい。圖中 a は輕負荷の時の波形であり b・c は夫々負荷の大きくなつた時の波形を示す。

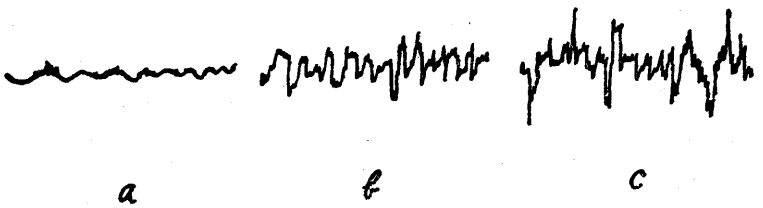

Fig. 13. Wave forms of induced voltage of sparks.
a. light load　b. rated load　c. over load

摺動接觸電壓降下の撮影は 1948 年 4 月に 三島——沼津間の電氣車高速度試運轉の際に行つて相當の成績を修めた。摺板の種類により相當の相違がある事が判明した。第 14 圖は其の時の一撮影例で，a は銅架線と炭素摺板との場合，b は銅架線と鑄鐵の場合である。又 c は掃引速度を見るに入れた 5 kc の正弦波である。

測定方法其の他の件に關しては 1949 年 4 月に行われる豫定の高速度試運轉後詳細に發表する豫定である。

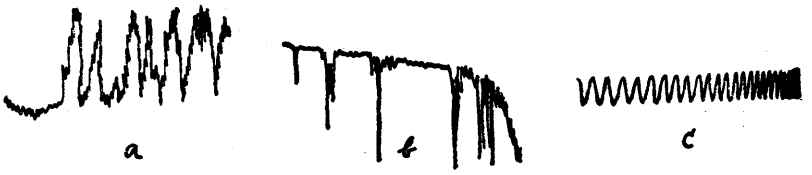

Fig. 14. Voltage drops of sliders.
a. carbon slider b. castiron slider c. 5 kc standard voltage wave.

V. 結 論

從來高速度現象にのみ利用された高速度ブラウン管オッシログラフを，2·3 例示した如き同期方法並にサイラトロン格子制御法を使用する事により比較的低速現象に應用出來る事を示したもので，今後の利用價値は增加の一途をたどる事と思う。尙試作したオッシログラフは取扱い簡便で現場試驗に使用し好成績を示し，從來の陰極線オッシログラフでは仲々容易で無かつた種々の現象を手輕に撮影出來る事が判明した。今後は此のオッシログラフの特徵である高速度撮影能力の向上を量ると共に應用範圍の擴大，性能の改善に努力する心組である。本報告が少しでも御參考になれば幸甚である。尙試作並に實驗に關し御激勵並に御指導を與えられた宗宮教授初め電氣機械研究室の各位に深甚の謝意を表する次第です。本研究大部分は文部省科學研究費によるものである。

整流火花に關する研究（第1報）標示方法に就いて

昭和 24 年 (1949) 1 月 20 日受理

宗宮知行,* 上木忠勇，山名順圭，日向野精作

T. Sōmiya, T. Ueki, J. Yamana and S. Higano: Study on the Commutation Sparks (I), (Method of Indication). In a search coil placed near the brush, the voltage is induced when the sparks occur under the brush. The peak value, the mean valve of the induced voltage and the frequency of occurrence of the voltage above a certain value are found well to indicate the nature of the spark by means of the high speed Brown tube oscillograph. A new spark indicator is devised which is consisted of the indicators of these three factors. The spark numbers which indicate the sparking order now under use sometimes are mislead, because there are several kinds of sparks even the spark numbers are the same. During the experiments of railway motors, we found there were at least two kinds of sparks quite different in nature. This indicator is a remote measuring devise and is fitted for the spark inspection where the motor is under floor as the railway motor. The results of the comparisons of the commutation faculty of the import-brush NCC-258 and

* 工博，慶應義塾大學教授，Dr. Eng., Prof. of Keiogijuku University.