

診断用 X 線速写装置に就いて

小林 長平* 草谷 晴之**

Spot Film Device for X-Ray Apparatus for Diagnosis

By Chōhei Kobayashi and Haruyuki Kusagaya
Kameido Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

In the spot filming with X-ray apparatus for diagnosis it makes a major problem how much time it will take for the photographing after the diagnosis is finished, and the factors concerned most with the above are the insertion of the dark-side (Kassette) and the switching from the diagnosis to the adoption of an interlocked indirect controlling system which can be accomplished by a single manipulation.

The time required for heating the X-ray tube filament being the next problem, the writers scrutinized this subject using the oscillograph and found that about 0.5 sec would suffice for the filament temperature becoming constant after the heating was begun.

On the basis of the above results, the writers completed a spot filming device.

〔I〕 緒 言

診断用 X 線装置で胃腸、血管等の撮影をする場合、唯人体をそのまま透視しても各部の状況がよく判らないので、人体組織と X 線透過率の異つた物質即ち造影剤を注入してその器管の形状位置、大いさ等を明瞭に表わすようにすることが多い。その際透視を行いつつ注入された造影剤の状態を観察し、造影剤が最も適当な位置に来たときに撮影する必要がある。この速写装置を要求されることが多いので速写装置に関する諸問題につき検討する。速写装置として最も重要な事は、透視終了より撮影までどれ位の時間以内に終了すべきかということであるが、撮影条件は撮影部位によつて色々異なるので、この問題は仲々簡単でない。何れにせよ所要時間が短い程よいという事は明瞭な事であるから、寧ろ装置としてはどの位の時間まで撮影時間を短縮出来るかという点を検討して見ることにする。

透視より撮影終了までの経過を考えると次のようになる。

(a) 撮影しようと考えてから透視を終るまでの時間

* ** 日立製作所亀戸工場

(b) カセッテを移動する時間

(c) X線発生条件をパネルで透視より撮影に切換える時間

(d) X線管のフィラメントの温度が十分一定になる時間

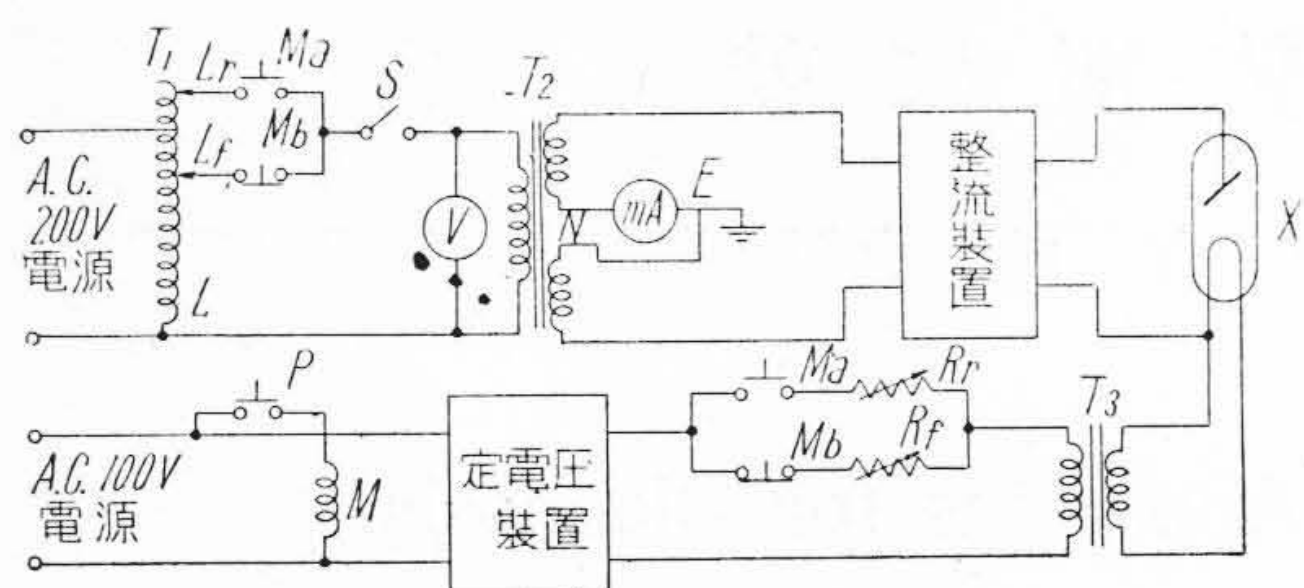
(e) 撮影（露出）時間

(a)～(d) の操作を手動で別々に行えば相当の時間を要するので、その時間を短縮するためにはこれ等を一操作で終るようにしなければならない。

〔II〕 X 線管フィラメントの温度上昇に就いて

透視より撮影回路に切換えてすぐ撮影すると、ミリアムペア秒計の振れが少く、フィルムがよく感光しないことが多い。これは透視より撮影回路に切換えた場合 X 線管フィラメントの加熱電流は直ちに増加するが、フィラメントの温度が上昇するためにはある時間を要するので、その温度が十分上らない間に高圧を入れると X 線管電流が少いためである。

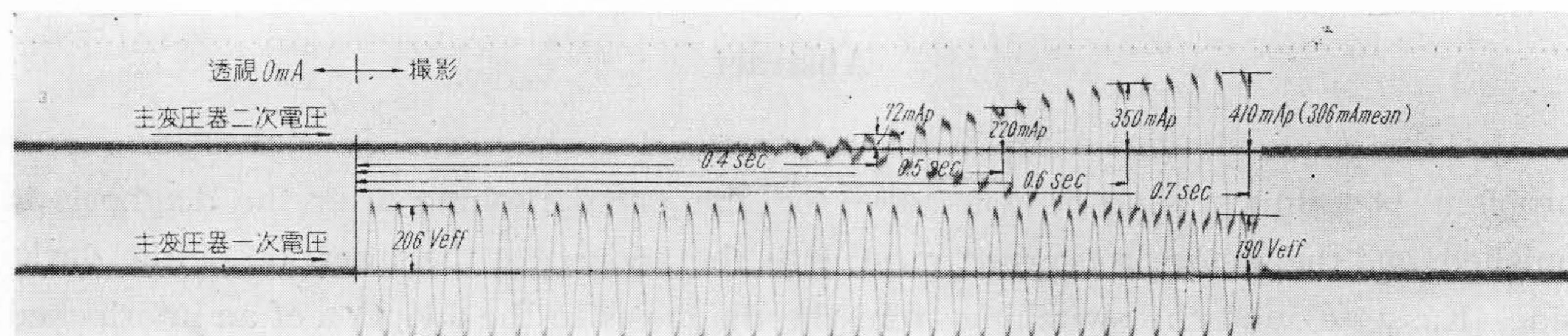
速写装置を使用する場合、撮影の条件を決めるパネルのハンドルの位置は普通撮影と同様に調整するので、特



T_1 : 単巻変圧器 T_2 : 主変圧器
 T_3 : X線管加熱変圧器 S : 開閉器
 P : 押釦開閉器 M : 電磁開閉器コイル
 M_a : 電磁開閉器コイルが付勢された時閉路する接点
 M_b : 電磁開閉器コイルが付勢された時開路する接点

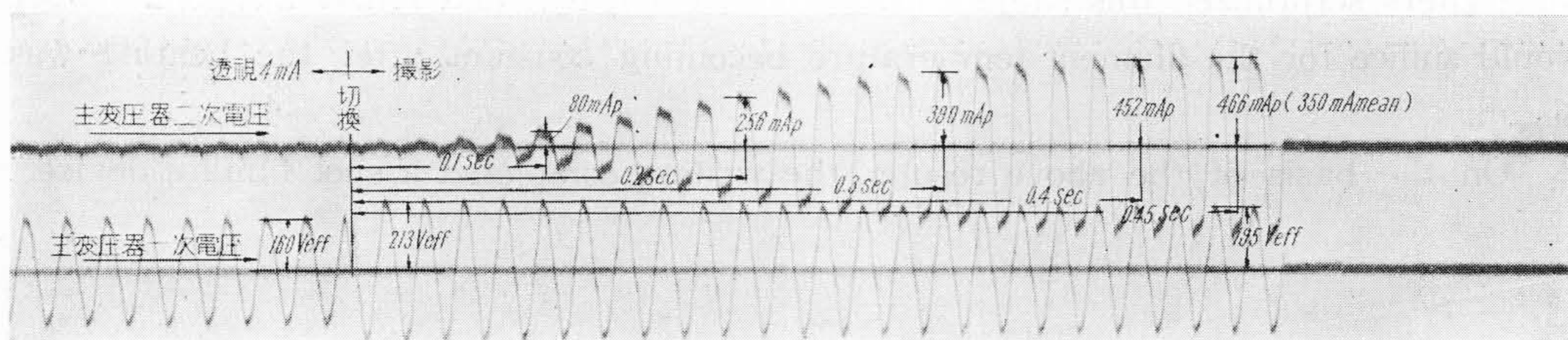
第1図 X線管フィラメント特性測定回路

Fig. 1. Measuring Circuit Diagram of X-Ray Tube Filament Characteristic



第2図 X線管フィラメント特性を示すオッシログラム (0 mA~306 mA)

Fig. 2. Cscillogram of X-Ray Tube Filament Characteristic (0 mA~306 mA)



第3図 X線管フィラメント特性を示すオッシログラム (4 mA~350 mA)

Fig. 3. Oscillogram of X-Ray Tube Filament Characteristic (4 mA~350 mA)

別な装置を附加しない限りは、透視より撮影に切換えた後、フィラメントの温度上昇に必要な時間を置いてから撮影しなければならない。それ故透視より撮影に切換えた後フィラメントの温度上昇の過程を調べることが必要である。このことに就いてはX線管協議会編纂のX線管の研究第1号⁽¹⁾に理論的、实际的に検討されているが、これは使用するX線管の設計内容によつてもその経過は違つて来るので、こゝでは日立二重焦点X線管を使用した場合の実験に就いて述べて見る。

測定回路は第1図に示す通りで、 $V \cdot mA$ の二点に就いてオッシログラムを使用して測定したものである。

(a) S を閉路すると透視条件のX線が出る。

(b) S を閉路したまゝ P を閉路すると撮影条件のX線が出る。

第2図及び第3図は第1図の回路で撮影したオッシログラムである。第2図は透視の加熱なしで直接撮影の加熱をした場合、又第3図は透視電流4mAより撮影に切換えた場合である。オッシログラムで明瞭なように切換

えた後、かなりの時間を経ないとX線管電流は一定にならない。特にその時間は透視の加熱なしのときに大きくなる。第1表に示す条件で9枚のオッシログラムを撮影した。それ等のオッシログラムにより得た結果を纏めて曲線にて示すと第4図のようになる。これ等の結果から次の事が明瞭になる。

(a) 始めにX線管フィラメントを加熱せず高圧を入れると同時にX線管のフィラメントを点火した場合には管電流が一定となるまでに約0.8秒を要する。然しこの時間は管電流が増加すると短くなる傾向を有している。

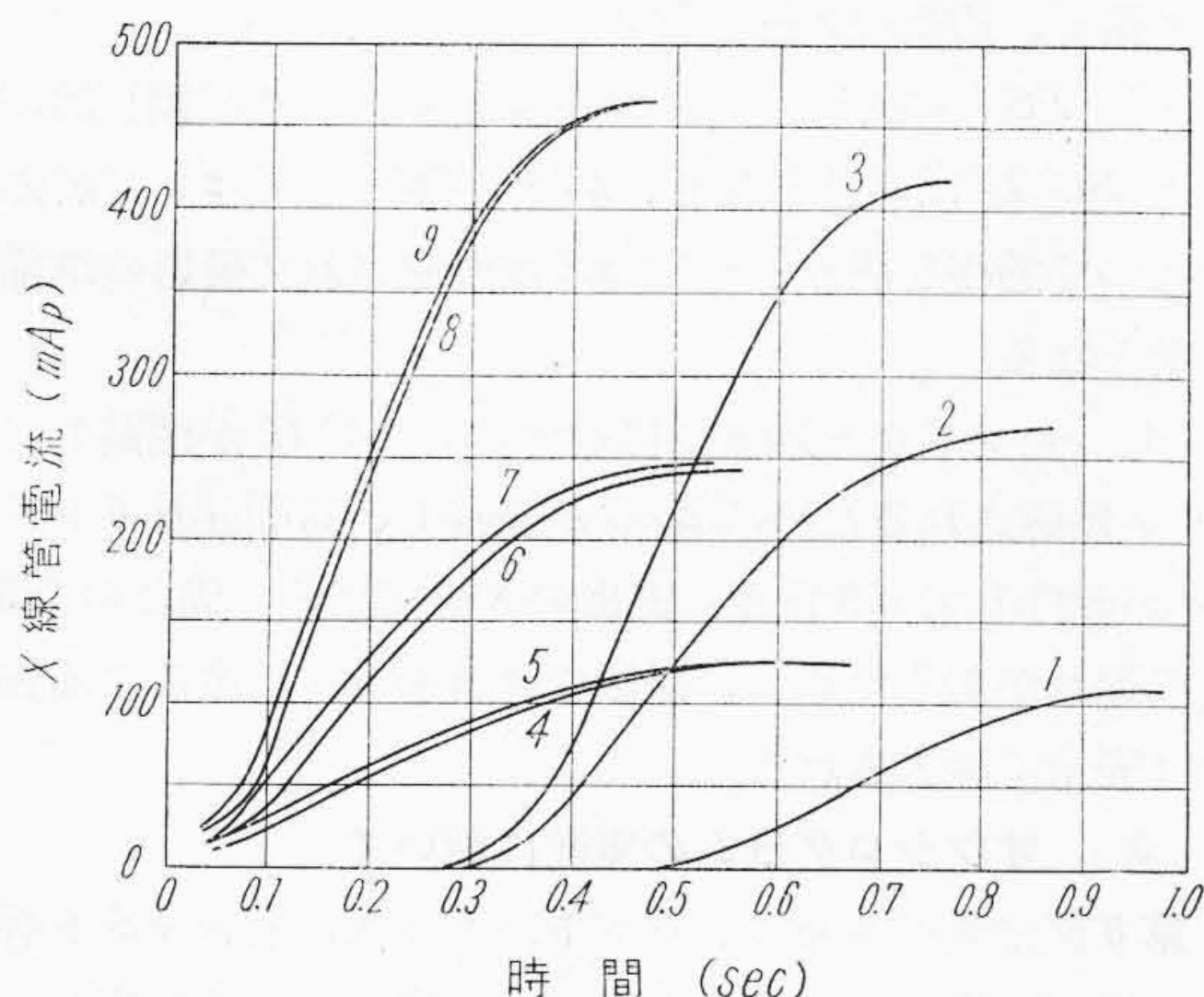
(b) 透視の場合X線管のフィラメントを管電流が2~4mAになるように加熱し、フィラメントを撮影の加熱に切換えた場合には、管電流が一定となるまでに約0.5秒を要する。然しこの時間は管電流が増加すると短くなる傾向がある。又最終電流が同一の場合で透視2mAと4mAの場合ではX線管電流の上昇は4mAの方がやゝ速い。

以上の点より二重焦点X線管球を使用して速写を行う

第 1 表 オ ッ シ ロ グ ラ ム 撮 影 条 件 表

Table 1. Photographic Condition of Oscillogram

項 番	1	2	3	4	5	6	7	8	9
透 視 電 流 平均値 (mA)	0	0	0	2	4	2	4	2	4
撮 影 電 流	最大値 (mAp)	111	267	410	122	124	244	246	466
	平均値 (mA)	98	210	306	109	107	197	198	350



第 4 図 X 線管の管電流—時間特性曲線

Fig. 4. Tube Current—Time Characteristic Curves of X-Ray Tube

場合には次の如くなる。

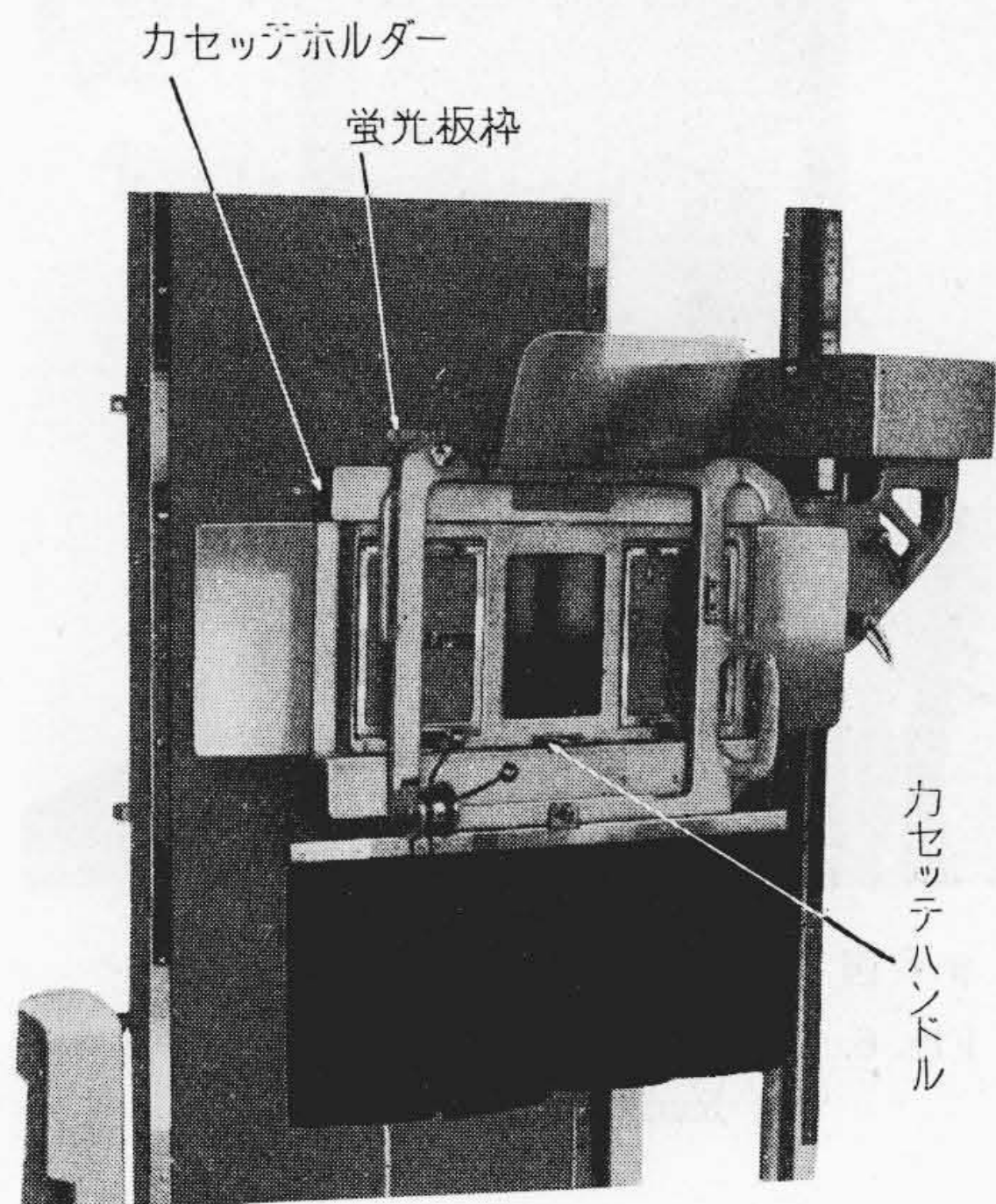
(1) 透視を小焦点、撮影を大焦点で行う場合、X線管のフィラメントの温度が一定となつた後撮影するには、フィラメントの加熱を切換えた後 0.8 秒以上遅れて撮影しなければならない。従つてそれより短い時間内で撮影した場合にはその時間によつて mAS 計の指示がばらつき、切換え直後の撮影では mAS 計は殆ど振れない。

(2) 透視、撮影とも大焦点で行う場合にはフィラメントの加熱を切換えた後 0.5 秒以上遅れて撮影しなければならない。

(3) フィラメント加熱切換え後 0.5 秒より短い時間で撮影を行う必要がある場合には特別な装置、たとえばフラッシュ的加熱をするか、フィラメントを大電流で加熱し、その立上りを使用し撮影する等の方法をとらなければならない。

〔III〕 カセツテホルダー及び透視撮影 切換え回路

〔II〕で述べた如くフィラメント切換えにも相当な時間を要する故、カセツテの入換え、パネルの切換えは極力速くしなければならないので、是非一操作でそれ等が切換え得るようにする必要がある。そのためには直接制御



第 5 図 蛍光板に速写ケースを取付けたところ

Fig. 5. Fluorescent Plate Equipped with Spot Film Device

方式では駄目で、是非パネルは間接制御方式を採用しなければならない。

〔IV〕 日立速写装置に就いて

以上述べた速写装置として具備すべき条件を満足させるよう、特に設計製作した速写装置用の日立診療用 X 線装置 DR-10/2S に就いて説明する。

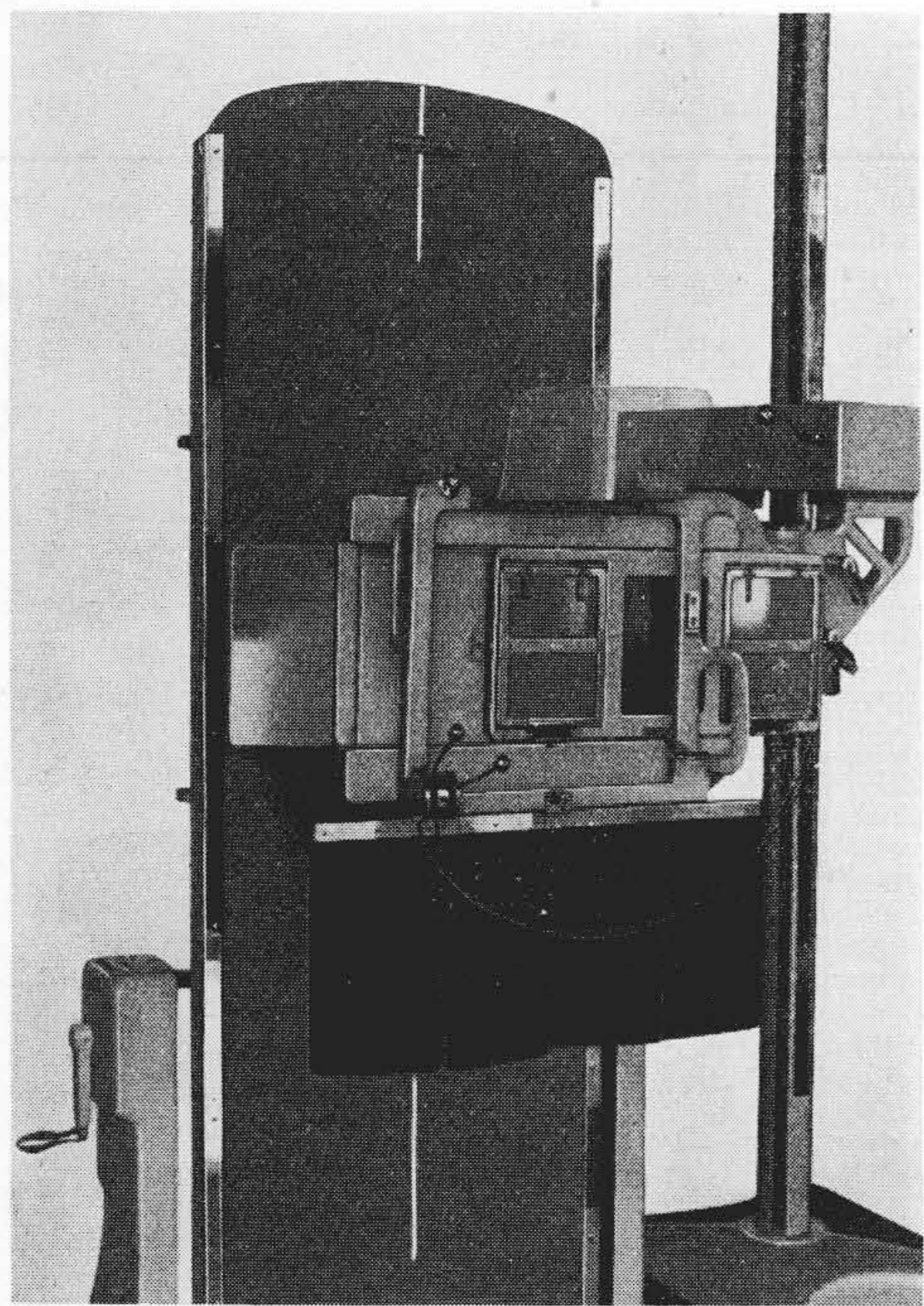
(1) カセツテホルダー

第 5 図はカセツテホルダーを装着した状態を示す。

速写をする場合には蛍光板をカセツテホルダーと交換する。カセツテホルダーの中央にはカセツテハンドルがあつて、透視の場合にはこれを中央に置き、又撮影の場合にはこれを左、又は右の端に移動する。尚ホルダーにはキヤビネのカセツテが 2 枚装着出来るようになつている。第 6 図はカセツテハンドルを右端に移動して撮影する場合を示す。

(2) パネルの回路

回路は第 7 図(次頁参照)に示す通りである。SC は速写用開閉器で、カセツテハンドルが中央にあるとき、SC I は F の方へ接続され、カセツテハンドルが移動し



第6図 撮影時に於ける速写ケース

Fig. 6. Spot Film Device at the Time of Radiography

て中央よりはづれるとすぐRの方へ接続されるようになっている。SC IIはカセットハンドルが左右の端に行つたとき接続される。#8の時間遅れリレーは直流で動作して#4bを開き、0.3秒後#8bが動作する。尚その動作は次の通りである。

(a) ハンドルを中央におくとSC IがF位にあつて、#3が励磁され、#3aが閉路、透視の準備態勢になる。

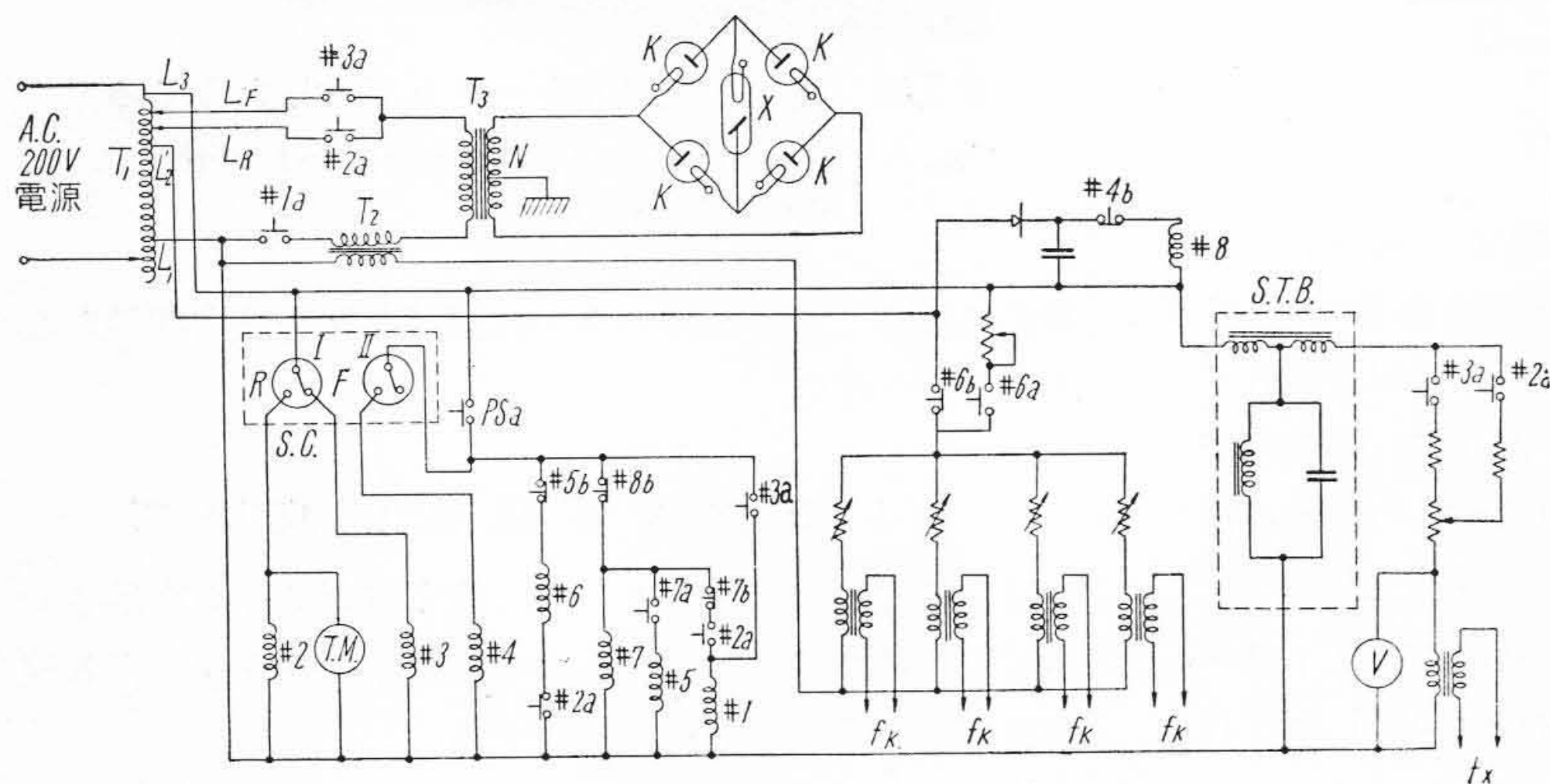
(b) この状態でPSを押すと#1が励磁されて#1aが閉路し、透視のX線が出る。

(c) PSを押したままハンドルを中央より移動し始めるとSC IIはR位となり、#3aが開路して#1の励磁が止つて透視を終り、一方#2が励磁されて撮影の準備態勢となる。

(d) ハンドルを端まで移動するとSC IIが閉路して#4が励磁されるために#4bが開路し、時間遅れリレー#8が動作して0.3秒後に撮影のX線が出る。尚この0.3秒の遅れがあるために、撮影の時カセット移動による振動は完全に除去される。

(3) オッシログラムの実測に就いて

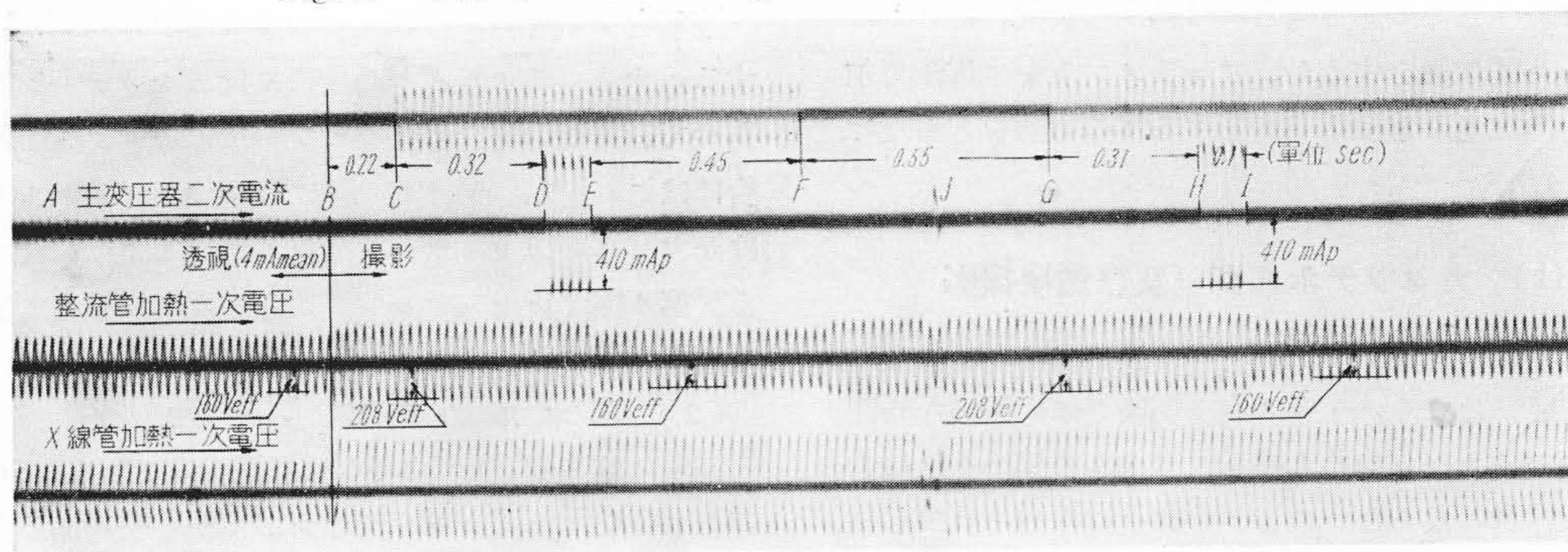
第8図は先づカセットハンドルを中央に置きPSを押して透視、次にハンドルを右端に移動して一枚撮影し、最後にハンドルを左端に移動してもう一枚撮影した場合



- T_1 : 単巻変圧器
- T_2 : コンベンセータ
- T_3 : 主変圧器
- K : 整流管
- X : X線管
- $T.M.$: タイマーモータ
- $S.C.$: 速写開閉器
- $S.T.B.$: 定電圧装置
- PS_a : 押釦開閉器
- #7: タイマー開閉器コイル
- #8: 時間遅れリレーコイル
- #1_a, #2_a, ..., #7_a, #8_a: コイルが付勢された時閉路する接点
- #1_b, #2_b, ..., #7_b, #8_b: コイルが付勢された時開路する接点

第7図 X線発生装置回路

Fig. 7. The Connection Diagram of X-Ray Generator Apparatus



第8図 速写の際のオッシログラム

Fig. 8. Oscillogram at Spot Radiography

のオッシログラフである。尙第7図 SC IIの閉路の時を知るためにオッシログラフの1素子を用いて最上段にその関係を示してある。各動作は次のようになる。

(A) カセットハンドルを中央におき、PS を押し管電流 4 mA の透視。

(B) ハンドルを中央より右へ移動開始し、SC I が F より R 位に切り、撮影の準備態勢になる。従つて X 線管、整流管のフィラメント加熱は大きくなっている。

(C) ハンドルが右端に停止、SC II は閉路時間遅れリレー動作開始。

(D) 時間遅れリレー動作完了、撮影開始。

(E) タイマー動作、撮影終了、整流管の加熱は透視の状態にもどる。

(F) ハンドルを右端より左へ移動開始、SC II は開路、整流管フィラメント加熱は再び大きくなる。

(J) ハンドルが中央を通過、すべてが透視条件となり X 線が出る。X 線管のフィラメントは直前までの撮影条件加熱のために割合大きい。

(G) は (C) に同じ。

(H) は (D) に同じ。

(J) は (E) に同じ。

オッシログラフで見ると透視終了後 0.54 秒で撮影開始となつていて、0.22 秒 (BC) はカセットを移動する時間であるが、この位の時間で楽に移動出来る。前に述べた通り、X 線管のフィラメントの加熱を切替えた後フィラメントの温度が一定になるためには 0.5 秒以上必要で

あるが、オッシログラフでは 0.54 秒となつており適当な時間と考えられる。そのため撮影の時の管電流は一定となつている。

又 2 枚の撮影終了までに 2 秒を要している。然し更に熟練すれば (E) ~ (G) の時間を縮め得ると考えられる。

〔V〕 結 言

以上速写装置として考えねばならぬ事項及びそれを考慮して製作した装置につき色々と述べたがこれを纏めると次のようになる。

(1) 速写装置で透視より撮影に切替えても、X 線管のフィラメントの加熱を考え、0.5 秒程度遅れて撮影をしなければならない。

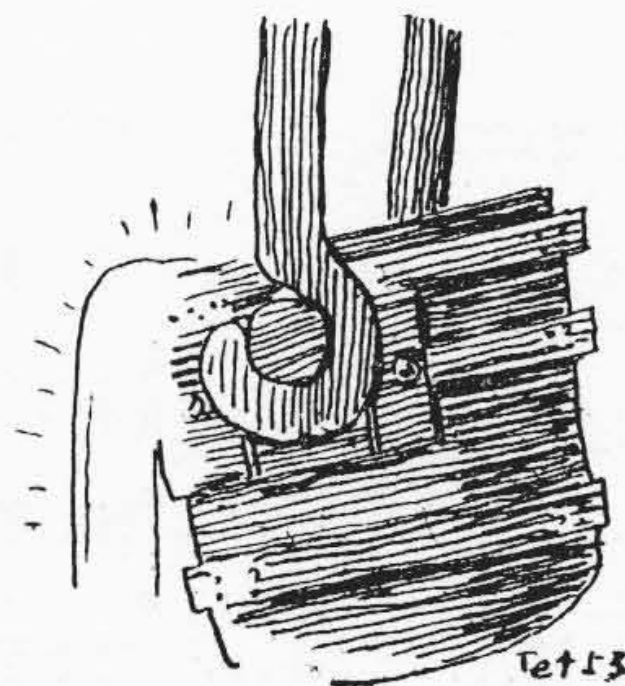
(2) 日立診療用 X 線装置 “DR-10/2S” は間接制御方式を採用しているので速写装置を取付けて自動的に 0.5 秒遅れて撮影する事が出来る。

(3) 透視終了後撮影開始までを 0.5 秒以下にするためには特別の X 線管フィラメントの加熱方法を考えねばならぬ。

終りに臨み、色々と御指導下さった各病院の諸先生及び日立製作所亀戸工場の森泉設計部長、和田設計部副部長、野崎研究課主任に厚く感謝の意を表す。

参 考 文 献

- (1) X 線管協議会： X 線管の研究 第 1 号 26
昭和 26 年 1 月



『日立評論』 火力発電機器特集号 別冊 No. 4

電力源として最近益々重要な使命を帯びて来た火力発電所の建設は電力会社及び自家給電用として着々建設されております。

日立製作所に於ては戦前よりの技術に加えボイラは英国 Babcock & Wilcox, Ltd. と、タービン及びタービン発電機は米国 International General Electric Co. とそれぞれ技術提携を致しまして、最新の技術を以つてその成果を挙げつゝあります。

今回最新の海外事情に加え、各種火力発電機器の成果を集め、「日立評論」別冊 No. 4 として「火力発電機器特集号」を来る 10 月中旬発行致すことになりました。

内容は下記の通り、本文約 160 頁、写真図版約 400 版を収録した集大成で、一読して火力発電設備の詳細に通曉出来ると共に関係各位の座右において絶好の参考書であることゝ信じます。何卒本誌同様御愛読願上げます。

◆ 内 容 ◆

◎ 火力発電所建設に就いて

- ◎ 最近の火力発電原動機の概観.....日立製作所・日立工場 { 守 田 紀 力
綿 森
- ◎ 最近のバブコック・日立ボイラ.....日立製作所・日立工場 杉 沼 八 郎
- ◎ 最近の日立発電用タービン.....日立製作所・日立工場 佐 藤 博 司
- ◎ 最近のタービン発電機.....日立製作所・日立工場 { 後 藤 恒 夫 郎
菊 地 弥 十 郎
- ◎ 発電所用ガスタービン.....日立製作所・日立工場 佐々木精治
- ◎ 発電所タービン補機.....日立製作所・日立工場 浦 田 星
- ◎ 最近の火力発電所に於ける高温高压.....日立製作所 { 亀 有 工 場 矢 野 忠 雄 巳
ボイラ給水ポンプに就いて { 日 立 工 場 平 川 克
- ◎ 最近の火力発電所に於ける送風機に就いて....日立製作所 { 川 崎 工 場 桜 井 泰 男 巳
日 立 工 場 平 川 克
- ◎ 最近の火力発電所配電盤.....日立製作所・日立国分分工場 森 山 一 夫
- ◎ 自動燃焼制御装置.....日立製作所・日立工場 泉 千 吉 郎
- ◎ 熱計器に就いて.....日立製作所・多賀工場 辻 田 正 一
- ◎ 火力発電所に於ける運炭設備.....日立製作所 { 亀 有 工 場 村 田 敏 雄 巳
日 立 工 場 平 川 克
- ◎ 火力発電所用主幹ケーブル電流容量.....日立製作所 { 日立電線工場 橋 本 博 治 彦
日立研究所 加 子 泰

東京都千代田区丸ノ内1の4
(新丸ビル7階)

日立評論社

誌代特集号1冊 ¥100 〒16
(振替口座東京 71824 番)