

電 子 管 タ イ マ ー

井 上 実* 坂 部 昭**

Electronic Timer for Radiography

By Minoru Inoue

Central Research Laboratory, Hitachi, Ltd.

Akira Sakabe

Kameido Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

To determine the exposure in clinical radiography, the mechanical timer has hitherto been used in general.

However, this type of timer, which cuts off the electrical contact by mechanical force provided by a synchronous motor, cannot be immune from operational errors in case the exposure is very short.

In an effort to contrive the one which is free from such error, the writers designed and manufactured on a trial an electronic timer, which operates on the time constants of electronic circuit. Amplifier valves or thyratrons are not taken into use because of their possible faults during operation, and the cold cathode gas tubes workings at constant voltages are adopted instead.

In this timer, exposure is divided in fifteen lengths of time ranging from 0.03 sec to 5 sec and the time setting is made simply by means of a knob. The error has never exceeded 3% in the tests and stabilized operation has been proved feasible even under the voltage fluctuation as large as 30%.

〔 I 〕 緒 言

最近の結核診断にはX線写真が最も正確な診断資料となつてゐることは周知の事実である。特に細部の病巣の進行状況判定には極めて短時間の瞬間撮影が重要で、X線装置にもその能力を備えることが必須条件と考えられている。瞬間撮影に於てはX線管球に流れる電流が大きいためタイマーが不正確であるとX線写真の濃度に過不足を生ずることが多いのみならず、時としてX線管球や高圧変圧器等を破損することもあり得る。従つて短時間露出に於ては特に十分正確度を有するタイマーが要求される。

日立製作所では先に“DR-10A” “DR-10/2” “DR-

10/2 S” “DR-10/2 SII” 等各種の優秀な 500 mA 診療用X線装置を製作して斯界の絶讃を博したが、これら装置のタイマー機構を従来の機械的タイマーの外に特に短時間露出に正確な電子管タイマーを取付けたものも生産している。従来の機械的タイマーはX線発生用高圧変圧器の一次側回路の開閉に同期電動機の回転を利用して電気接点を開閉する機構であつたが、これはその構造上の制約から短時間露出には不可避免的に誤差が多くなることがあつた。それで我々は電氣的に電気接点の開閉を決定する方式を採用し、従来の機械的タイマーと同じ操作で正確に露出を決定する電子管タイマーを製作した。本タイマーは操作、機構ともに簡便で長期間の寿命試験を行つたが長時間露出に於ては勿論のこと、極めて短時間露出にも全く信頼し得る結果が得られた。以下この電子管タイマーの概要を紹介する。

* 日立製作所中央研究所

** 日立製作所亀戸工場

〔II〕 電子管タイマーの作動原理

電氣的に時間を決定する方法は色々あるがその代表的なものを挙げると次の通りである。

1. 交流 50 (60)~ の定時性を利用するもの、
例、サイクルカウンタ 等
2. 電流により熱線等を加熱してその温度上昇に従つて生ずる現象により電気接点を開閉するもの、
例、バイメタル接点 等
3. 電気回路の時間特性を利用するもの、
例、ブラウン管オシログラフ回路 等

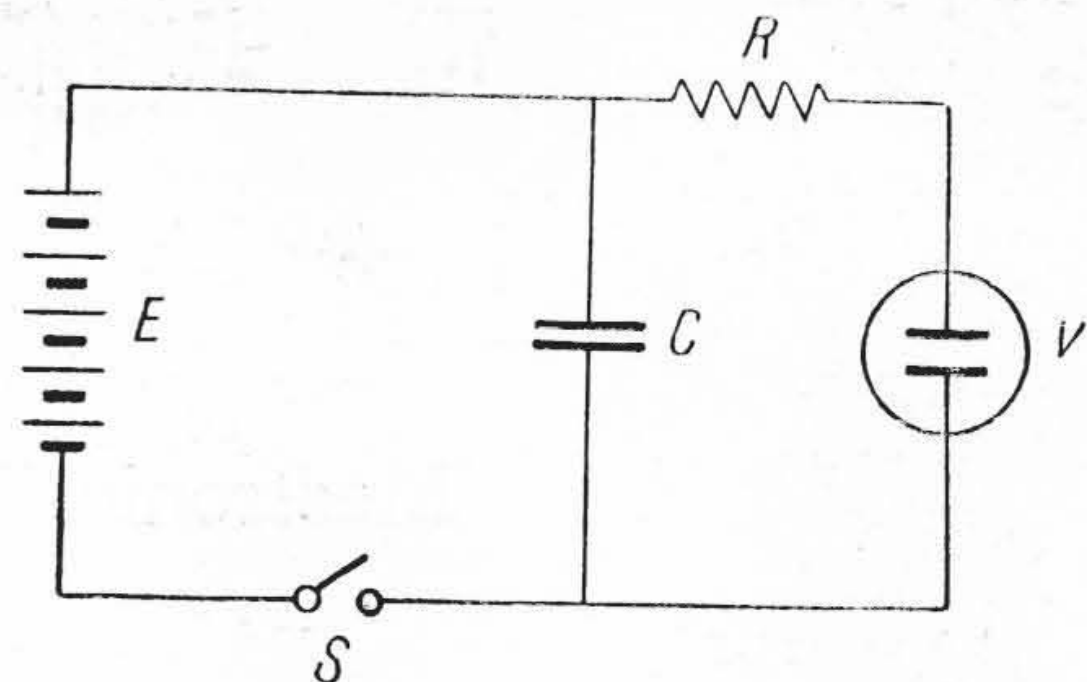
我々はこれ等の特性を検討した結果第3の方式を採用ことにした。即ち第1図に於て、冷陰極放電管 V の放電開始電圧が電源 E の電圧より低ければ、抵抗 R 及び蓄電器 C の値を決定するとスイッチ S を開いてから冷陰極放電管 V が放電を開始するまでの時間は一定になる。この定時性を利用し、X線写真撮影に際して、X線高圧変圧器の一次回路を閉じると同時にスイッチ S を開き、その後 CR で決定する所定時間後に冷陰極放電管 V に直列に入れた継電器の信号で高圧変圧器の一次回路を開くようにした。実際の電子管タイマー回路では電源を交流から取り、且つX線写真撮影時の電源電圧の変化に無関係に回路が作動するようにしてある。

〔III〕 電子管タイマーの構造及び回路

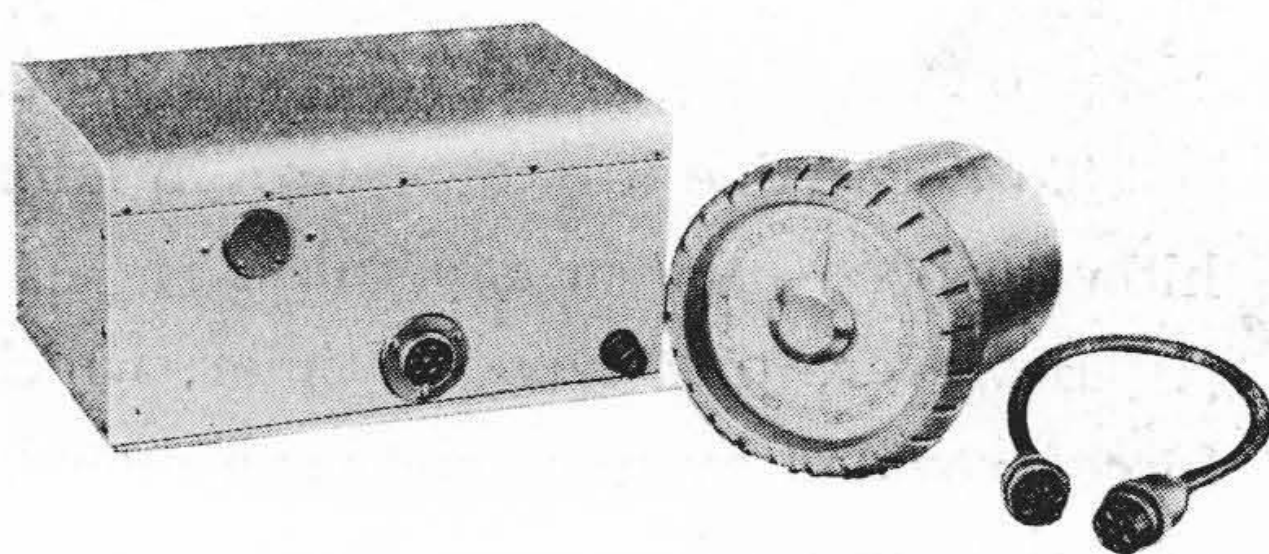
電子管タイマーは写真第2図に示すような構造になっている。図に示す円型の表示盤は、写真第3図のようにX線装置操作盤の上に出ており、その枠を回すと所要時間になるように抵抗値が切替えられる。この表示盤には照明燈と作動表示燈が付いていて、照明燈は操作盤の他の計器と同時にその明るさが調節出来る。作動表示燈は電子管タイマー電源に電気が送られると赤く点燈され、押釦スイッチを押して撮影が完了すると消える。これで動作の確認が出来る。回路要素は写真に示すように表示盤の裏面に抵抗があつて、電源部、冷陰極放電管継電器等は別箇のケース内に入れられてX線装置の操作盤の下に取付けられている。

回路は第4図に示すようになっている。電源はスタビライザーを通して供給され、この交流入力を入リミネーター回路で整流し冷陰極放電管 V_2 で電圧を一定にしている。 R_3 は抵抗でこれにより蓄電器 C 及び冷陰極放電管 V_3 に適当な電圧が加わるように調整される。この電圧は最初に調整すればその後の調整を要しない。

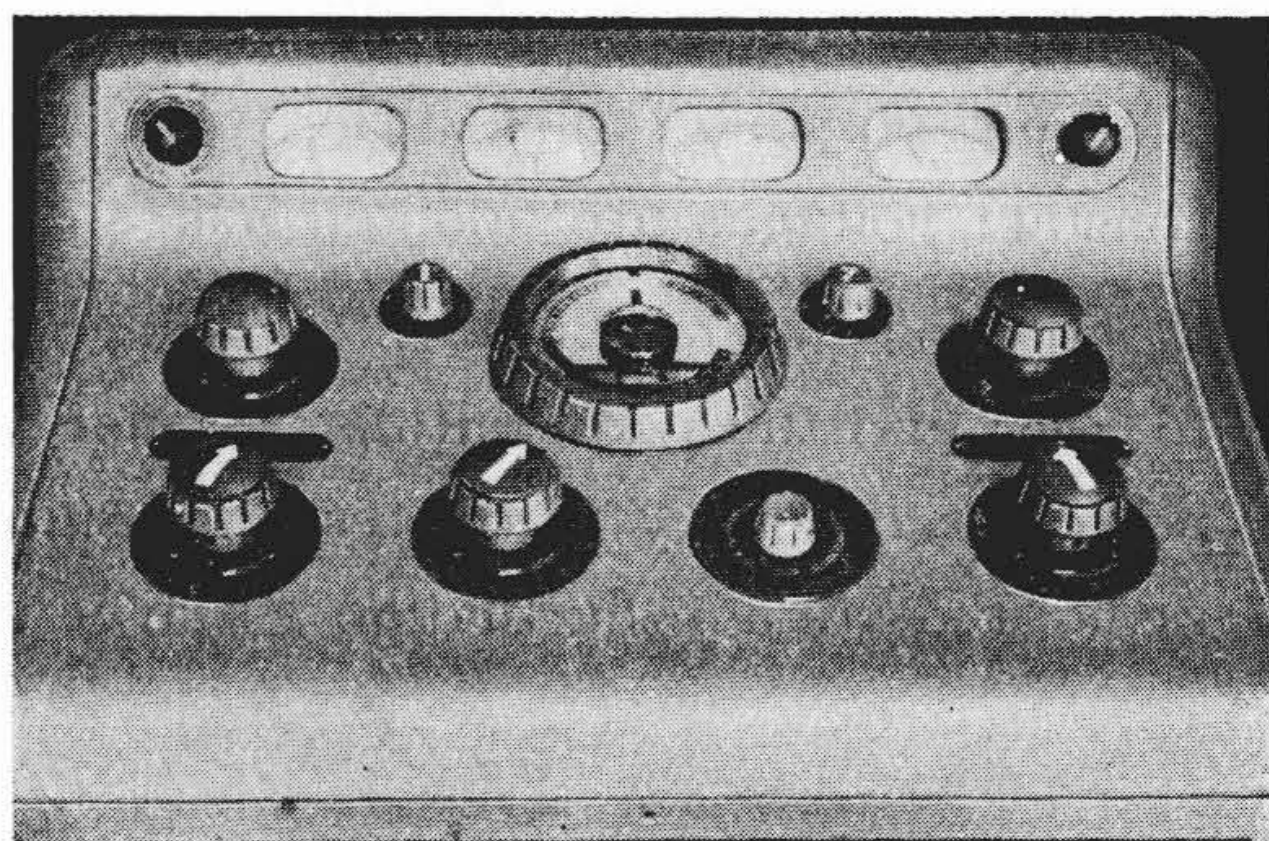
撮影に際して押釦スイッチを押すと、X線高圧変圧器の一次回路が閉路すると同時に接点 S_b が開き、そのた



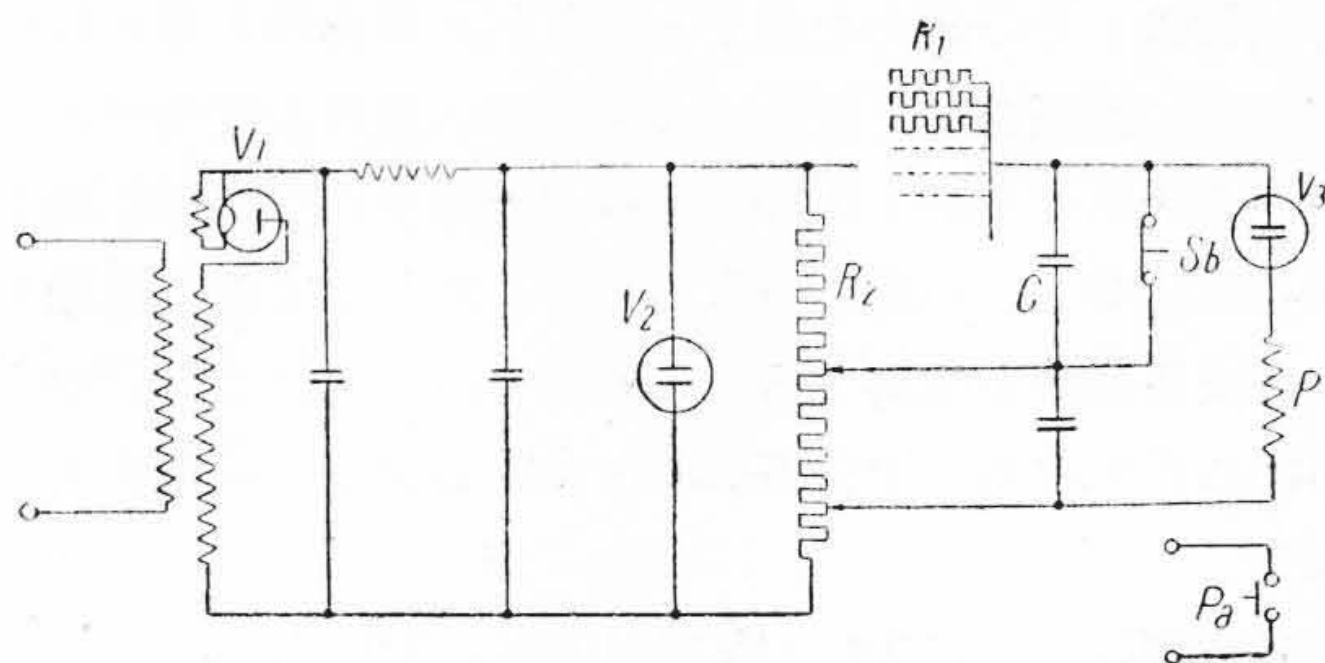
第1図 電子管タイマーの時限機構概念図
Fig. 1. Schema of Timing Mechanism in Electronic Timer



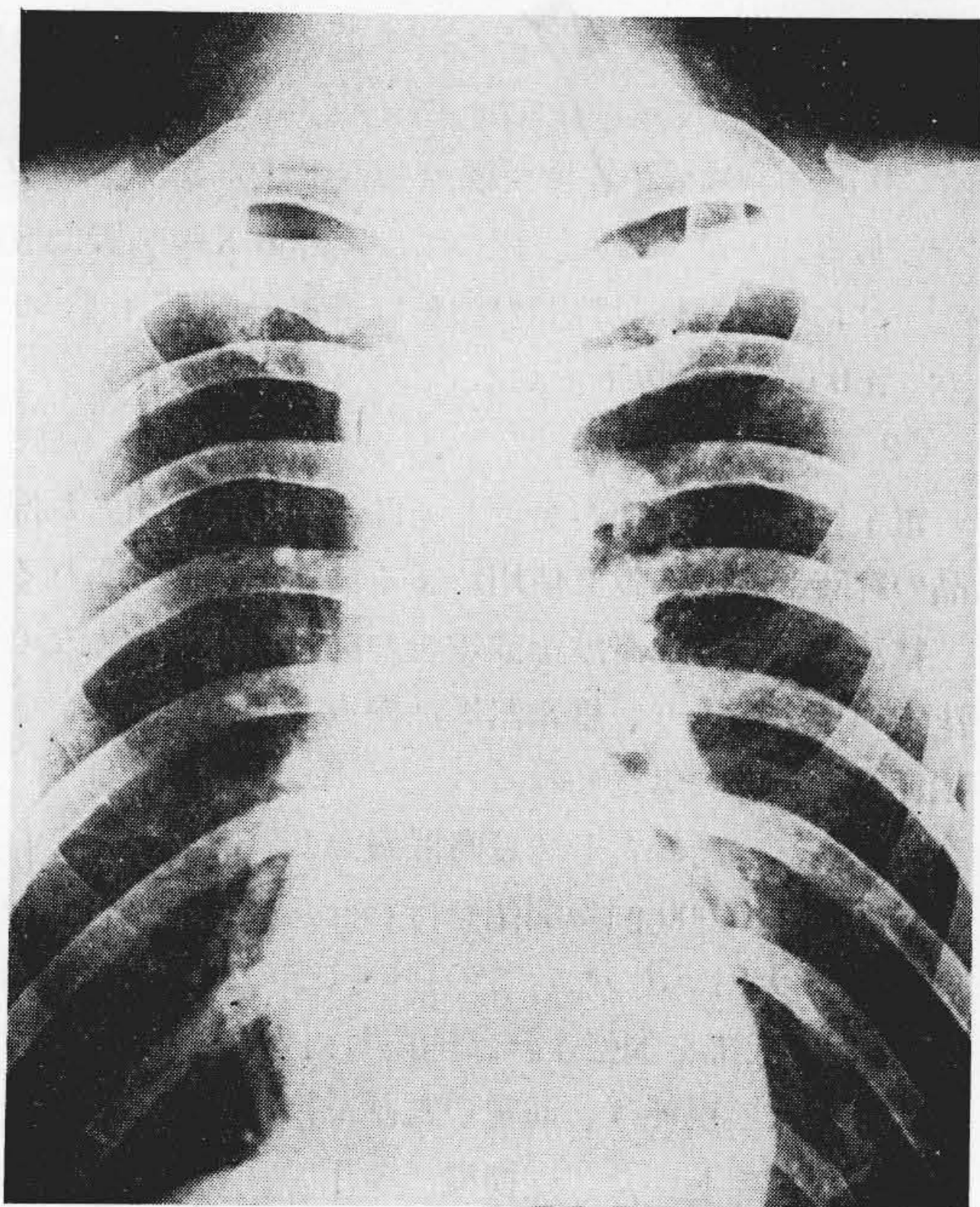
第2図 日立電子管タイマー
Fig. 2. Hitachi Electronic Timer for X-ray Unit



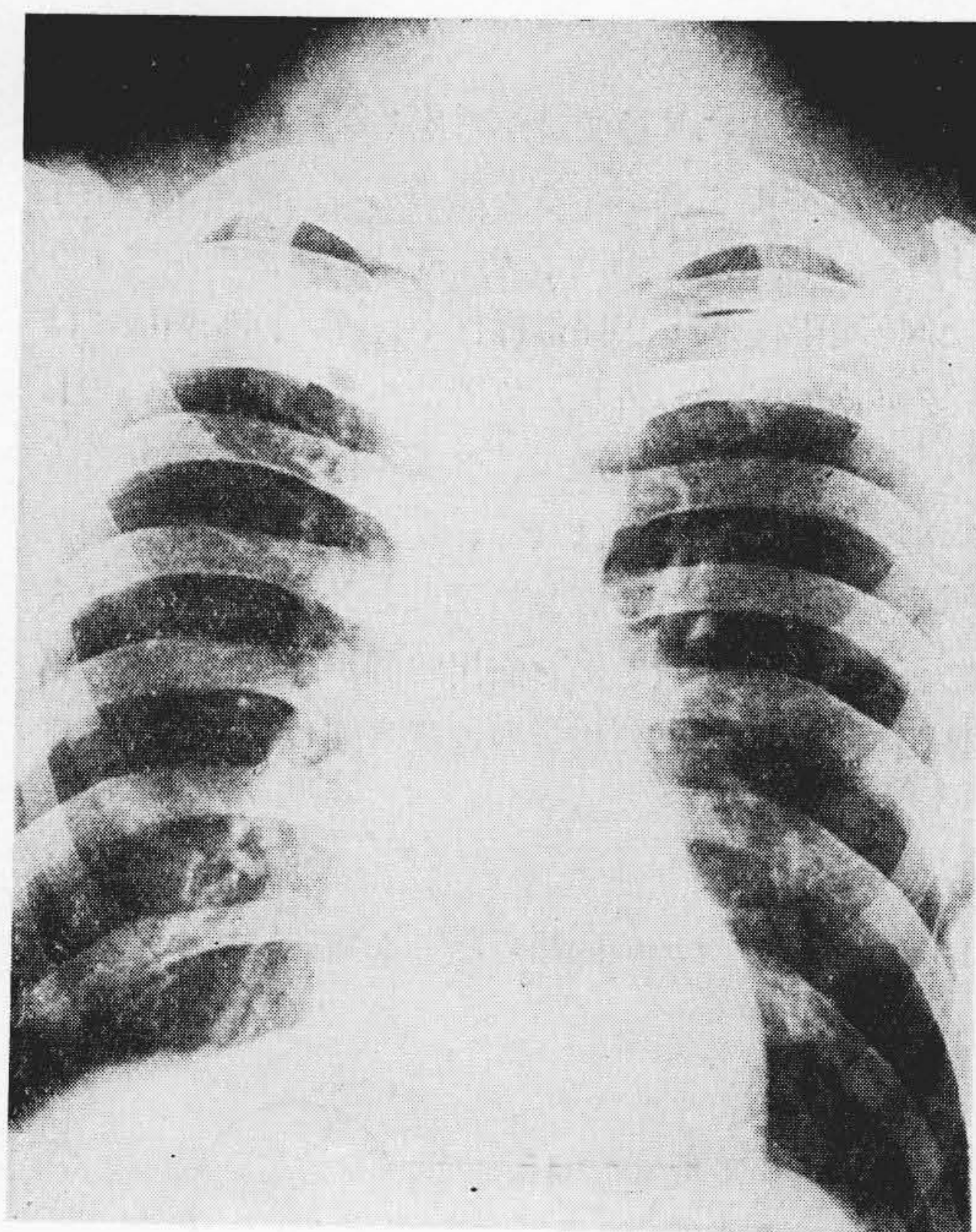
第3図 電子管タイマーを取附けたX線装置の操作盤
Fig. 3. Dash of Controller Equipped with Electronic Timer



第4図 電子管タイマーの結線要図
Fig. 4. Connection Diagram of Electronic Timer



〔A〕



〔B〕

第5図 電子管タイマーを使用した短時間撮影の胸像

〔A〕 0.1 sec 露出

〔B〕 0.03 sec 露出

Fig. 5. Radiographs Taken with Electronic Timer

〔A〕 0.1 sec Flash Exposure

〔B〕 0.03 sec Flash Exposure

め、抵抗 R_1 及び蓄電器 C によつて決まる定時間後に冷陰極放電管 V_3 が放電し、継電器線輪 P に電流が流れて、接点 P_a が作動する。この P_a の作動により高压変圧器の一次回路が開くようになる。

以上回路の説明で分るように、この電子管タイマーには交流を直流に整流さず整流管以外には、真空管、サイラトロン等その特性にバラツキや変動のあるもの、寿命に疑念のあるもの等は一切使用していない。従つて動作は極めて確実であり、広い電源電圧の範囲にわたり、その急激な変化に対しても作動時間に変化を来さない。

第5図は本電子管タイマーを“DR-10/2”型 X線装置に取付けて撮つた写真で、〔A〕は 0.1 sec, 〔B〕は 0.03 sec の撮影のものである。心臓の動きによる像のボケは 0.03 sec では少なくなっている。

これに使用している部品は何れも通信機その他で長年使用され十分その寿命の保証されたものであり、その動作状況は表示燈によつて常時確認出来る。

電子管タイマーの時間は、5, 4, 3, 2, 1.5, 1, 0.7, 0.5, 0.3, 0.2, 0.15, 0.1, 0.07, 0.05, 0.03 sec の 15 段階に切換えられる。この時間の誤差は部分品に於て $\pm 2\%$ 以下になるように諸規格を規制しており、完成品に於ける実測結果は $\pm 3\%$ を出していない。

〔IV〕 電子管タイマーの検査法及びその結果

電子管タイマーの検査は、その部品検査、組立綜合試験及び長時間寿命試験に分れる。以下その中の組立綜合試験と長時間寿命試験に就いて述べる。

(1) 作動時間試験

電子管タイマーの作動時間を調べるのに色々な方法があるが次にその二三に就いて述べる。

(A) サイクルカウンタによる方法

X線高压変圧器と並列にサイクルカウンタを接続してサイクルカウンタの針の目盛で測る。サイクルカウンタによると、その回路の開閉時の位相によつて $\pm 1^\circ$ 即ち ± 0.02 sec 程度の誤差があるので、極短時間の検査には適さないが、大体の検査は出来る。

(B) MAS 計による方法

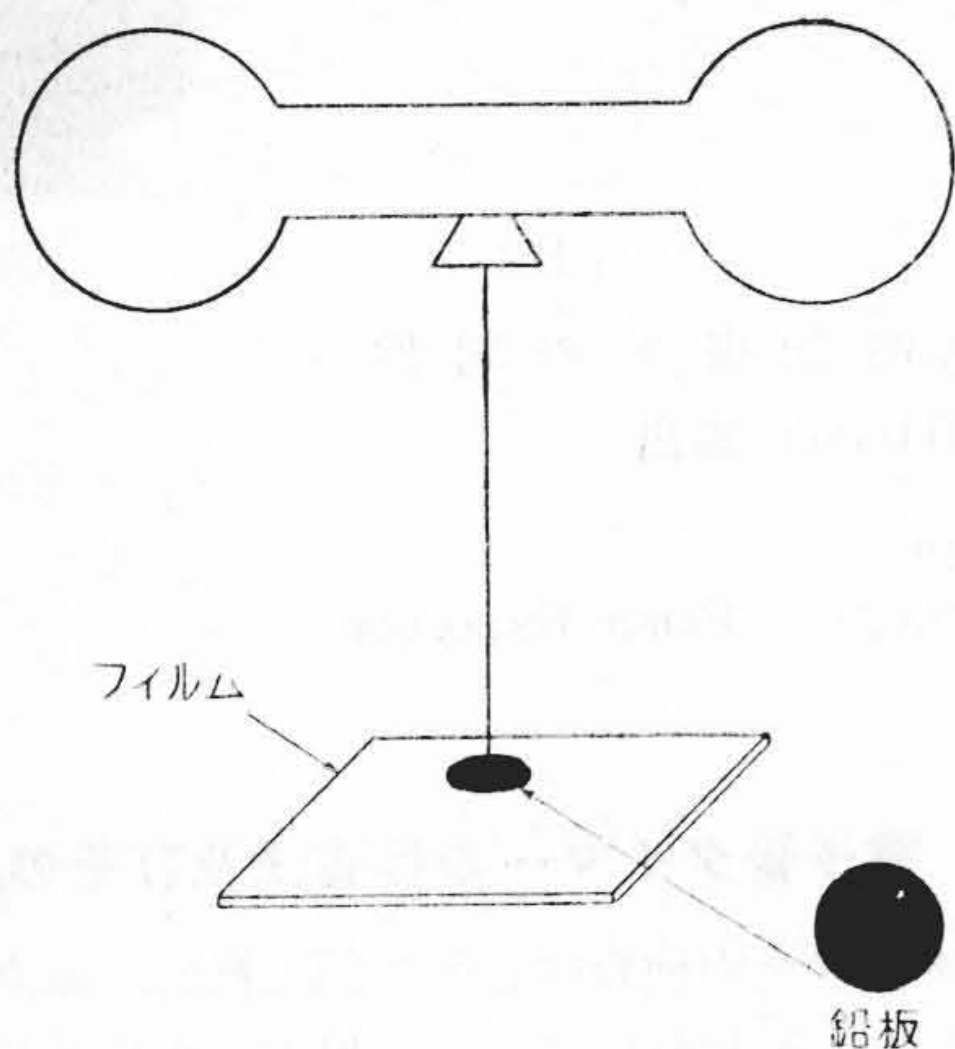
電源電圧が安定している場所で比較的短時間の露出時間の比較検討を行うには、(0.4 sec 以下) X線装置に附属している MAS 計を使つて試験出来る。即ち X線管球の加熱電流を一定にして置くと MAS 計の振れは露出時間に比例するのでこれで検査出来る。

(C) ストロボ法

これは実際にX線管球から出るX線を写真フィルムに感光させて測定する方法である。第6図に示すようにX線管球を鉛直下方に向けて、次に示すような回転鉛板を透して撮影操作を行う。回転鉛板にはその回転中心から外れた位置に小さな孔が開いており、X線はその孔を通つてフィルムを感光させる。X線の強さは一定ではなく、交流電源の波に伴つて脈動するので、この脈動の週期とX線フィルムに表われる黒化点の数とから露出時間が求められる。第7図は 0.03 sec の場合の連続3回のストロボ写真である。

(D) オッシログラフ法

電子管タイマーの回路の所々を電磁オッシログラ



第6図 ストロボ写真の撮り方
Fig. 6. A Schema of Strobe Method

フに入れて調べる。その結果電子管タイマーを単独で運転する時の誤差は、例えば 0.5 sec に合わせると 0.5 ± 0.002 sec 程度で繰返し誤差は $\pm 0.5\%$ 以下であることが判つた。従つて、実際のX線装置に取附けた場合の作動時間の誤差は継電器誤差も含めて ± 0.005 sec 以下である。

(2) 寿命試験

電子管タイマーの寿命としては、回路に使用した部分品の経時変化と繰返し使用による消耗とが考えられる。

整流用真空管、冷陰極放電管の経時変化は大きな寿命決定の要素であり、継電器等は繰返し使用の度数による損耗が大きいと考えられる。

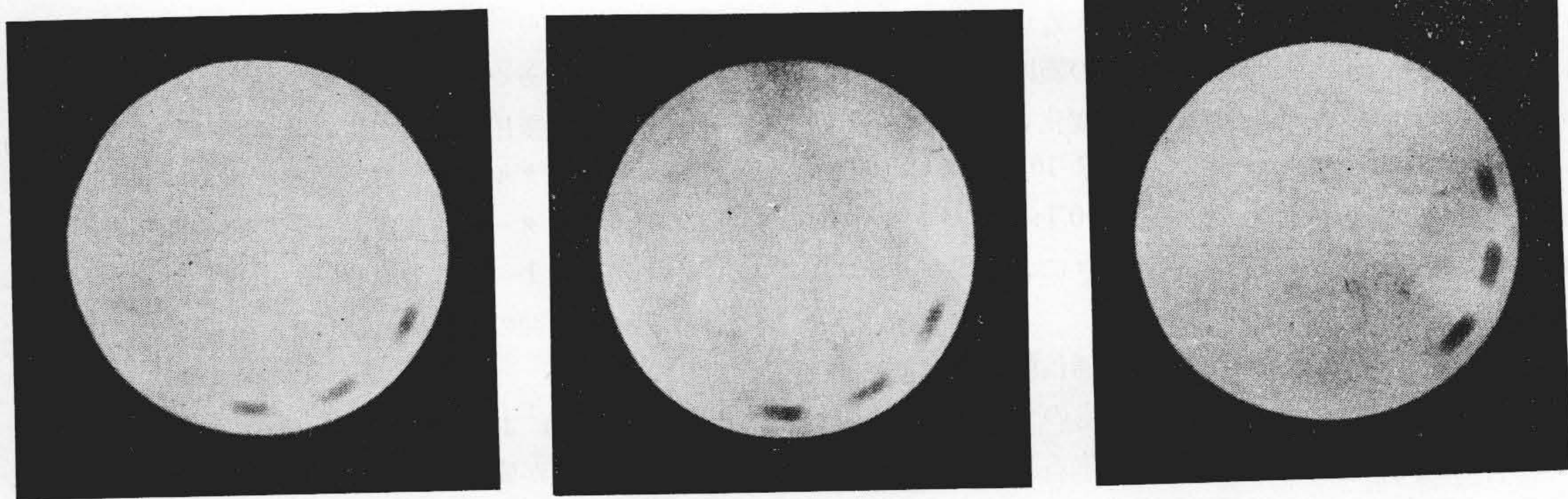
以上の二つを総合して長時間繰返し試験を続行した。その結果 140,000 回の開閉を行わせた後の露出時間の狂いは 3% 以下に留つた。この狂いは先の回路図第4図の中の R_2 の抵抗を調整すれば補正し得られるものである。

電気接点の損耗は、通常の電話交換機に使用される場合と同程度であつた。交換機に使用される場合の接点は通常数百万回、乃至は数千万回の寿命を持つことが知られている。

〔V〕 結 言

以上簡単ながら 500 mA 型診療用X線装置に取附ける電子管タイマーの構造とその効果、試験法等の概略を説明した。

稿を閉じるに当り、本研究の当初より製品化に至るまで御指導、御鞭撻頂いた元日立中央研究所長東北大学教授鳥山四男博士、日立中央研究所長菊田多利男博士、主任研究員湯本清比古博士、河合麟次郎博士、亀戸工場木村工場長、和田部長、小林主任に厚く御礼申上げる。



第7図 連続3回、0.03 sec で電子管タイマーを仿かせたときの「ストロボ写真」
Fig. 7. 3 Sequent Strobographs on 0.03 sec Taken by Hitachi Electronic Timer