

フ オ ト ・ タ イ マ ー

井 上 実* 坂 部 昭**

Photo-Timer for Indirect Radiography

By Minoru Inoue

Central Research Laboratory, Hitachi, Ltd.

Akira Sakabe

Kameido Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

In indirect X-ray photography for the mass inspection, it is a usual practice that the X-ray engineer determines voltage, current and time of exposure for each person with its different constitution solely depending on his experiences. It's little wonder therefore that the results sometimes are not satisfactory.

Photo-timer, trially manufactured by the writers, is intended to eliminate such inaccuracy of the work by equalizing automatically integral light volume for every frame of the film regardless of the difference of the body to be photographed. The photo-timer consists of a multiplier-phototube, cold cathode gas tubes, relays and a few other components. In its main circuit is used the multiplier photo-tube, and the photocurrent, when stored up to a certain integral value, operates directly the relay. This construction, along with other features, imparts the instrument a high degree of stability as well as reliability of operation. As neither a wide range of source voltage fluctuation nor remaining luminosity on the fluorescent plate has effect on the operation, the instrument can be safely operated and adjusted even by unskilled photographers.

〔I〕 緒 言

集団検診に使用する間接撮影X線装置で多人数のX線写真を1本のフィルムに連続して撮影する場合に、従来被写体の体格や体質を見て、X線技師が経験上X線電圧、電流や露出時間を判断してそれぞれ決定していた。最近米国等では蛍光板に映るX線像の明るさに応じて露出時間を自動操作によつて決定する所謂フォトタイマーが使われるようになり、我国に於てもこれが見られるようになった。

日立製作所に於ても集団検診用X線間接撮影装置を製作するに当り、これにフォト・タイマーを取付けること

* 日立製作所中央研究所

** 日立製作所亀戸工場

になつたので、その性能、取扱法に就いて紹介する。

〔II〕 フォト・タイマーの作動原理

X線間接撮影装置は、人体を透過したX線を蛍光板に当て、蛍光板に映る像を背後にある写真機で撮影するものである。その時写真フィルムに生ずる像の黒化度は概ね蛍光板の明るさと露出時間の相乗積、即ち総光量に比例する。従つてこの総光量が病状判定に最適になるように自動的に操作が出来れば、1本のフィルム上の像はすべて鮮明に撮れることになる。フォト・タイマーはこの総光量を一定に保つ自動装置である。

筆者等はX線爆射開始と同時に蛍光板の明るさに正比例して流れる二次電子増倍光電管の陽極電流を蓄電器に蓄え、その蓄電器の蓄積電荷が所要総光量に等しくなつ

た時、冷陰極放電管が放電して継電器が働きX線電源を遮断する機構のフォト・タイマーを作った。これらの諸動作には増幅用真空管やサイラトン等のような作動特性の不安定なものや寿命に疑念のあるものは一切使用していないので、故障や性能の不安定化等の懸念は全く無い。

以上述べたように総光量が一定値で作動することがフォト・タイマーの基本原則であるが、本タイマーに於ては蛍光板の種類によつて残光性の異なる場合に生ずるフィルム黒化度の不斉も、自動的に補償するようになっている。

〔III〕 二次電子増倍光電管の特性

本フォト・タイマーに使用する二次電子増倍光電管の概略を説明する。二次電子増倍光電管とは、光電管と二次電子増倍真空管を1箇の硝子管内に封入したものである。即ち光電管として陰極は S_b-C_s から出来ていて、これから出る光電子は第1の二次電子増倍電極に引かれてそれに衝突する。そうするとこの二次電子増倍電極からは、入射して来た光電子数の数倍の電子を放射する性質を持つているので、第1の二次電子増倍電極から出て第2の二次電子増倍電極に向つて行く電子の数は、最初の光電子量の数倍になる。このように入射電子数を数倍に殖やす作用のある二次電子増倍電極が9箇設けてあるので、最初陰極である光電面から出た1箇の光電子は鼠算的に殖え、最終の陽極には約200,000箇の電子になる。従つて蛍光板から出る明さは僅か0.5~1.0 Lx 程度の暗いもので、一次の光電流は微弱であつても、継電器を働かせるに十分な電荷が得られるのである。このように著しく大きな増幅率を持つこの二次電子増倍光電管931-Aは極めて僅か (2×10^{-7} A 程度) の暗電流を持つだけでそれ以上は略々光量に比例した電流が流れる。

次に本タイマーの仕様を示す。

最大感度波長..... $4,000 \pm 500 \text{ \AA}$
陰極の大きさ..... $15/16'' \times 5/16''$
外径の寸法..... 高さ $3 \frac{11}{16}'' \times$ 直径 $1 \frac{5}{16}''$
最大印加電圧

陽 極..... 1,250 V
(D.C. 又は A.C. の尖頭値)

第9増倍電極、陽極間..... 250 V

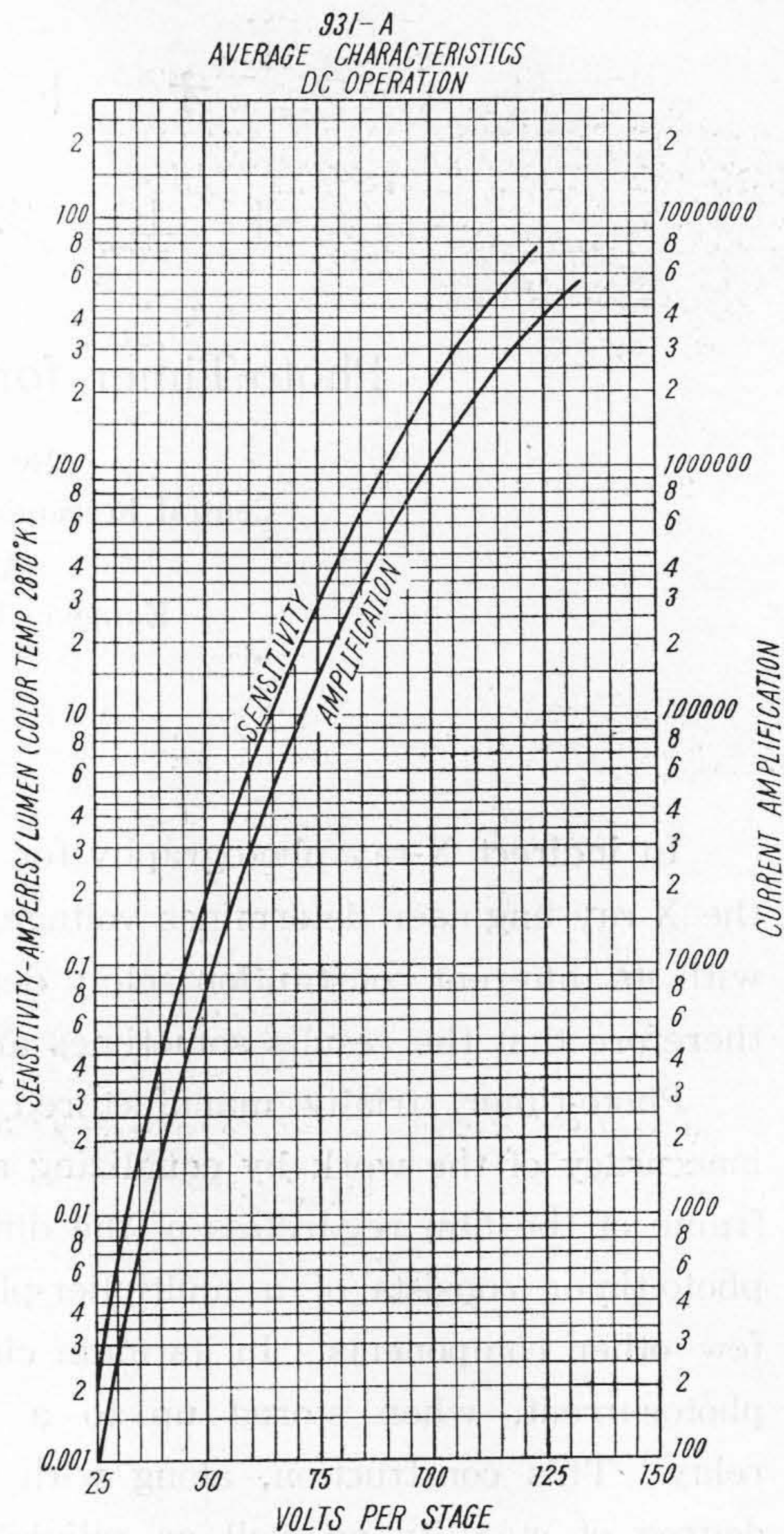
最大陽極電流

平均 値..... 1 mA

尖 頭 値..... 10 mA

使用最高温度..... 75°C

印加電圧は第1図に示すように増倍率に著しい影響を与える。従つてこの印加電圧が電源電圧の変動や負荷に



第1図 二次電子増倍光電管の電圧特性

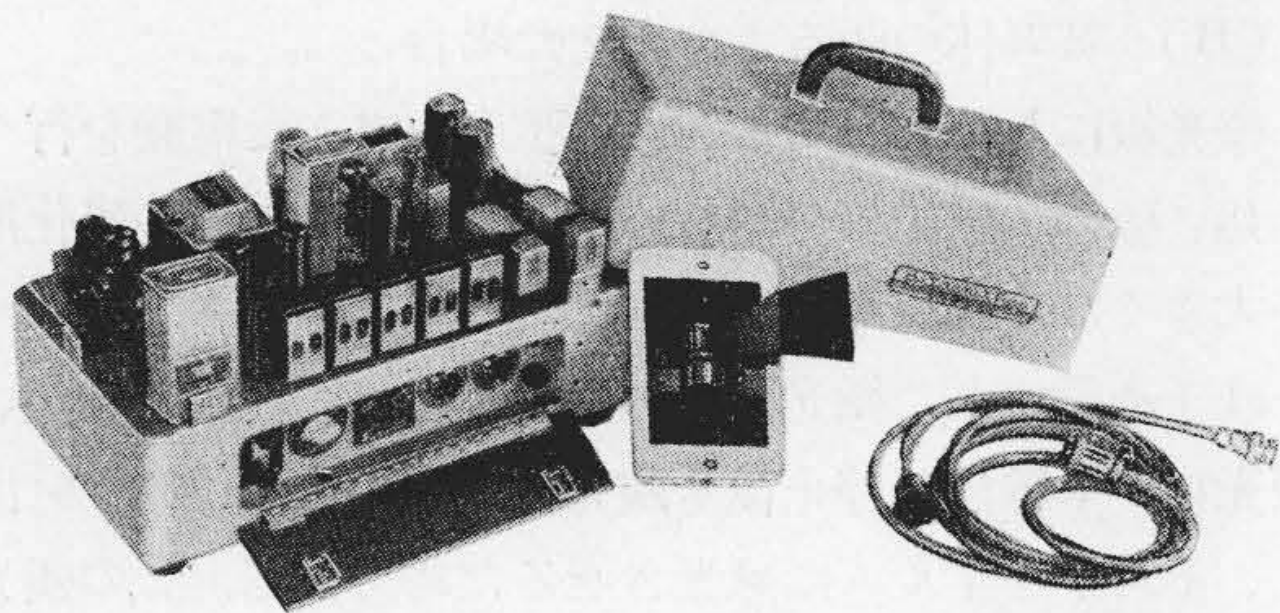
Fig. 1. Characteristics of a Multiplier-phototube

よつて左右されぬようにせねばならない。

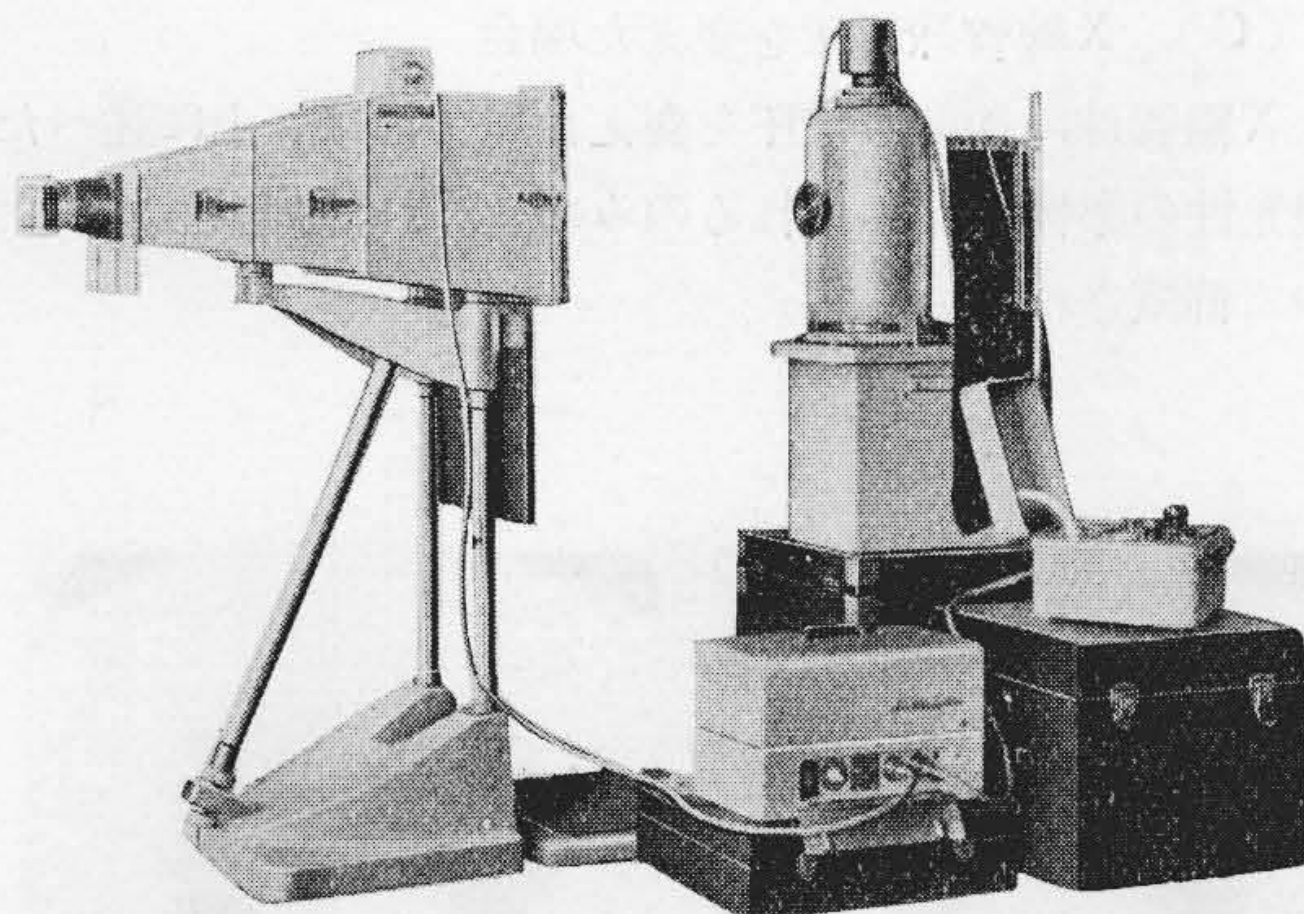
〔IV〕 フォト・タイマー装置の構造

筆者等の作ったフォト・タイマーの構造を写真第2図に示す。第3図はこれを“DN-M”型日立間接撮影用X線装置に取付たところで、二次電子増倍光電管(931-A)が蛍光板と写真機の中の暗箱の上部に取付けられている。その二次電子増倍光電管の陰極は、ラッパ状の蔽光錐によつて専ら第4図に示す胸の中央上部の螢光映像から出る光を取り入れる方向に向いている。

電源及び継電器群はこの暗箱から離れて、操作盤と並んで設けられたケース内に入っており、その回路は第5図に示すようなものである。即ち2箇の独立な電源を2箇の整流管 V_1 (KX-80K) 及び V_2 (KX-142) で整流して1本の二次電子増倍光電管(931-A)に加える。こ



第2図 フォト・タイマーの構造
Fig. 2. Hitachi Photo-timer

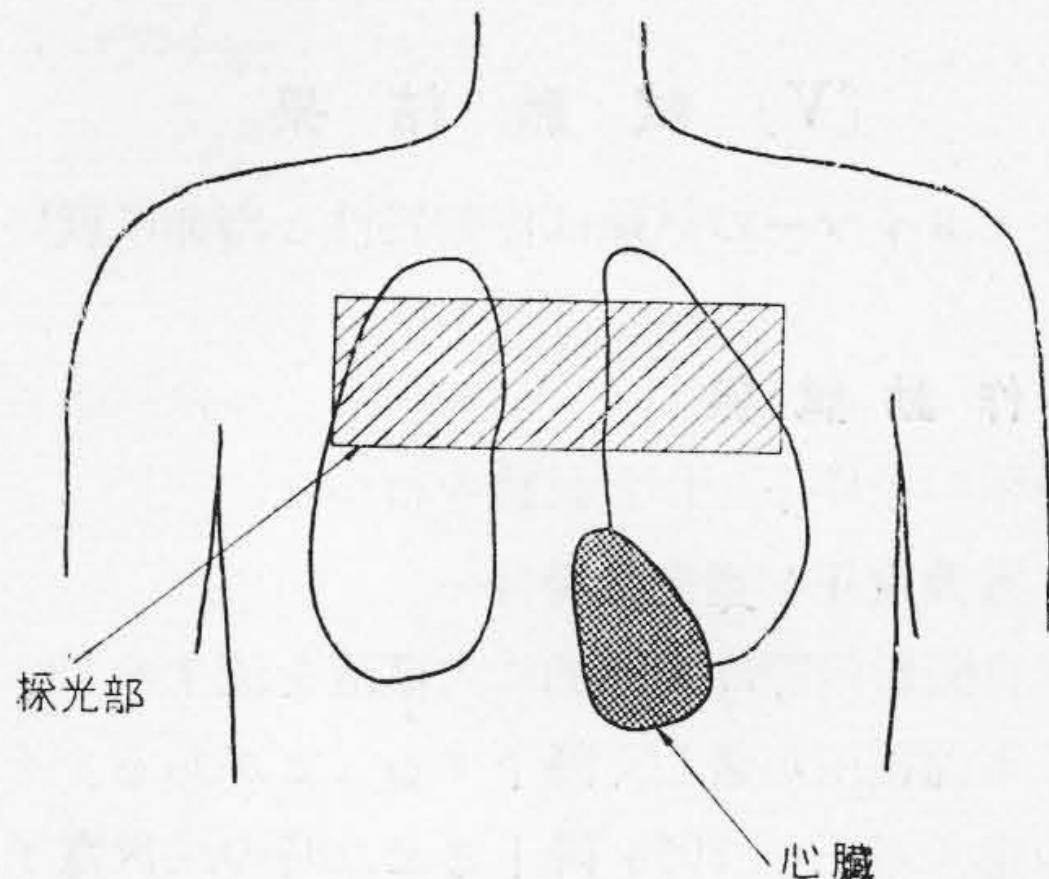


第3図 フォト・タイマー装備の日立“DN-M型”
間接写真撮影装置
Fig. 3. Hitachi “DN-M Type” Indirect Radio-
graphy Set for Mass Inspection Equipped
with Photo-timer

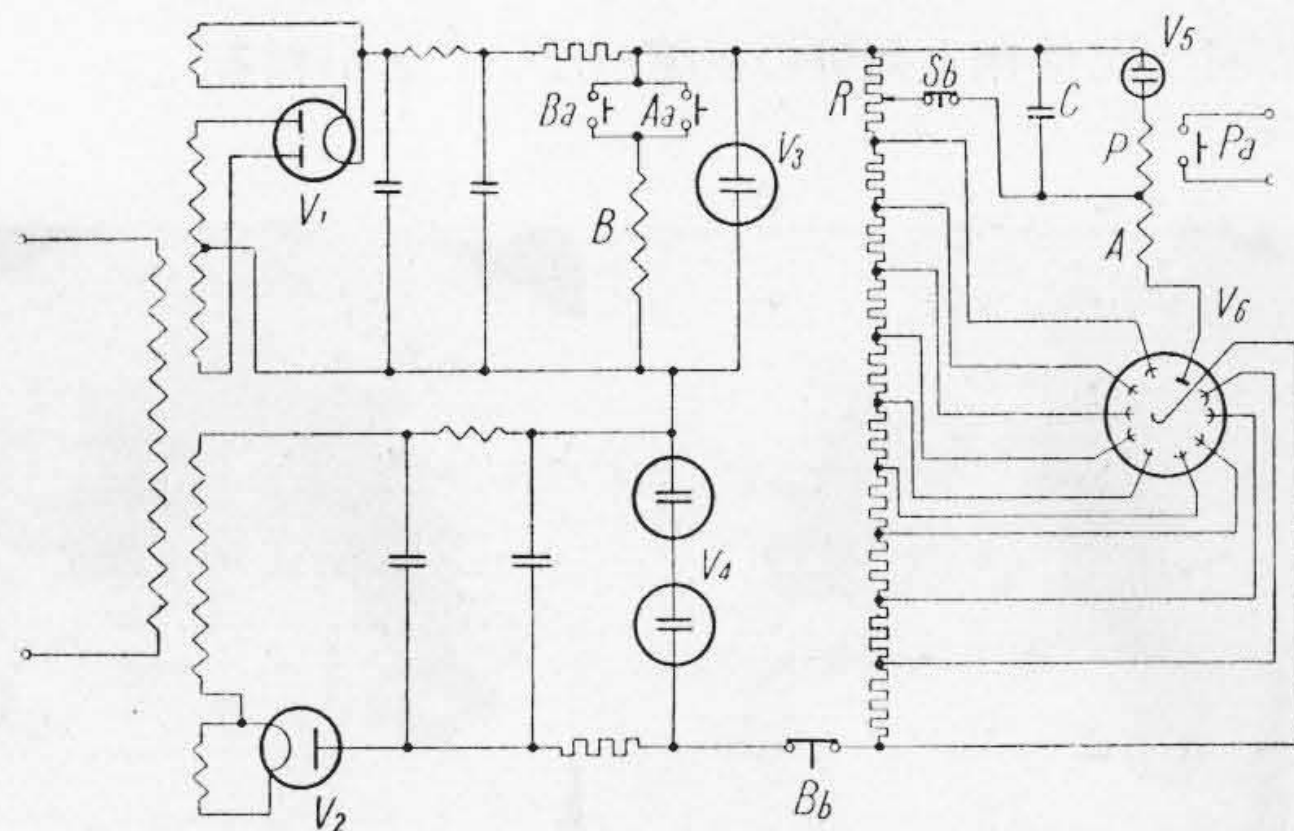
の印加電圧が一定になるように冷陰極放電管群 V_3 , V_4 で電圧を安定させている。 V_5 は冷陰極放電管で、これは C の電圧が一定以上になると放電し、電流が継電器線輪 P に流れる。この電流によつて継電器は作動し接点 P_a が入る。以下実際に撮影する際の回路の働きを説明する。

撮影準備と共に電源変圧器に交流が加えられると、 V_3 , V_4 の冷陰極放電管群に電流が流れて、抵抗 R の両端の電圧が所定電圧になり、二次電子増倍光電管 V_6 の各電極に所定電圧が加えられる。この時極めて僅かの暗電流が流れるがそれは接点 S_b を通して流れる。

撮影用押釦を押すとX線高圧変圧器の一次回路が閉じると同時に接点 S_b が開く。他方螢光板は被写体を透つたX線を受けて光り始めるので、二次電子増倍光電管 V_6 に電流が流れ、その電荷は C の蓄電器に蓄えられる。 C の電圧が冷陰極放電管 V_5 の放電開始電圧より高くなると、 C に蓄えられた電荷は V_5 を通つて放電し、継電器線輪 P を通して流れ、接点 P_a を閉じる。この接点 P_a が閉じると継電器や電磁開閉器等が働いて高圧変圧器の一次回路を開く。



第4図 フォト・タイマーの光量基準設定位置
Fig. 4. Photo-timer Automatically Decides the
Time of Exposure by Fluorescence from
th's Domain



第5図 フォト・タイマーの結線要図
Fig. 5. Connection Diagram of Photo-timer

予め S_b 接点端子と抵抗 R との接続点を適当に加減して C に蓄えるべき電荷量が、フィルムに最適黒化度を与えるように調整すれば、常にその黒化度に於てフォト・タイマーは作動する。この調整点は使用前に予め種々の電荷が C に蓄えられるようにして一連の写真を撮つて決めておけばよい。

二次電子増倍光電管は先にも述べたように、極めて高い増幅度を持つているので、誤つて写真機を取外すとか、人が螢光板前に立つていないのに強いX線を出すとか等の原因で強い光を当てると、これを損傷する恐れがあるので本セットにはこれに対して十分な保護策が講じてある。即ち二次電子増倍光電管 V_6 の陽極回路に継電器 A の線輪を入れ、これに過大電流が流れると接点 A が閉じ、従つて接点 B_a が閉じて高圧回路を B_b で開く。一度このような過大電流が流れると、この高圧回路を開いた状態は持続し、X線技師が誤りを発見して電源を切るまでは再び撮影が出来ない状態に保たれる。このようにして二次電子増倍光電管には過大電流が絶対流れないのみでなく、撮影操作の誤りをも発見出来る。

〔V〕 試験結果

フォト・タイマーの試験は作動特性と寿命に就いて行つた。

(1) 作動試験

次の各種の条件下で作動試験を行つた。

(A) 電源電圧を変えた場合

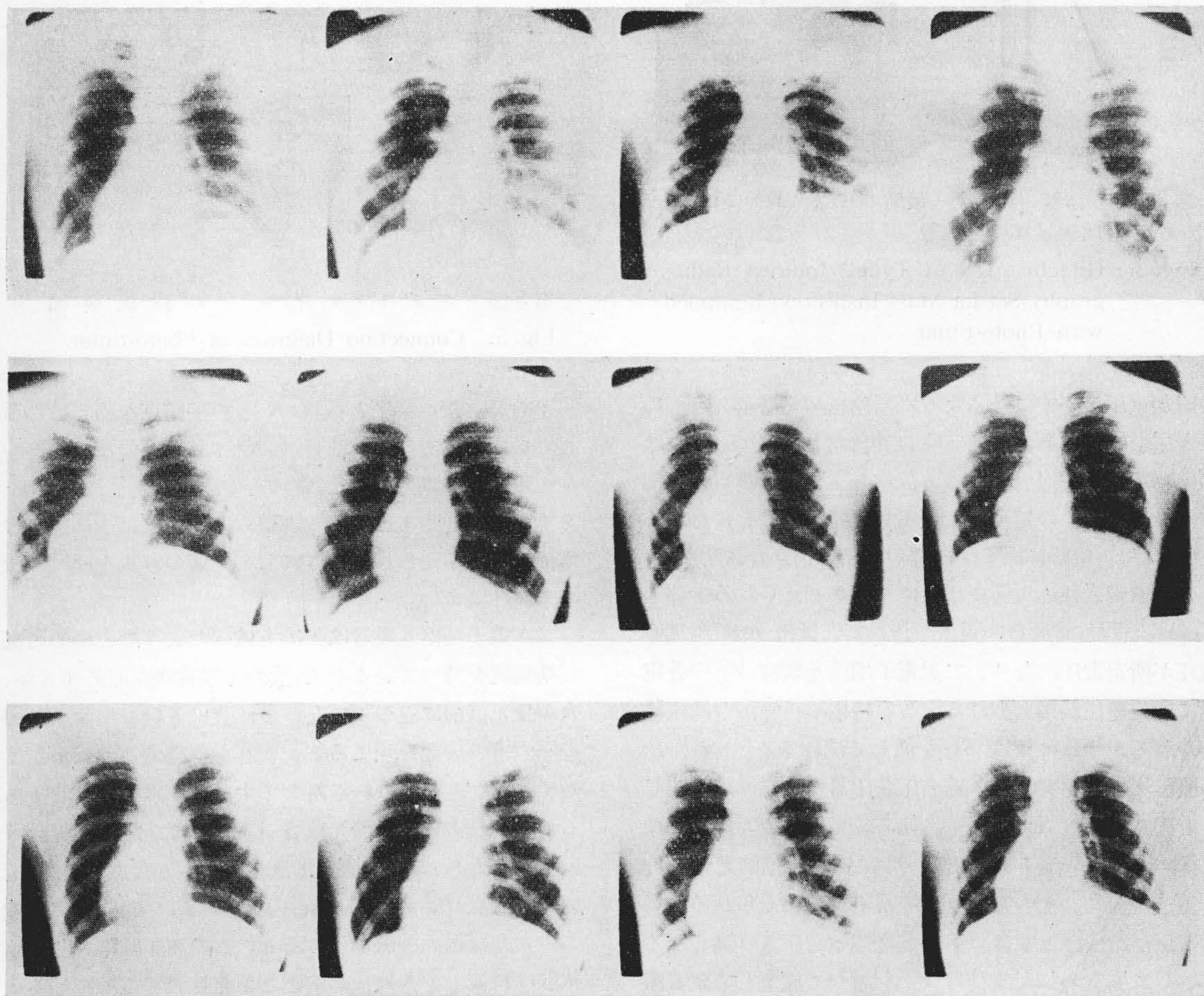
X線写真撮影の際は瞬間的に大電流を流すので、それによつて電源電圧が著しく降下することがある。それで本回路の電源電圧を 20% 降下させた時の二次電子増倍光電管の陽極電流を調べた結果は僅か 1% 程度変化しただけであつた。又電源電圧を 30% 変化させた場合に陽極電流は 5% の変化を示した。これはこのような電源電圧の下に長く置いた場合の値であつて、1 秒以下の短時間の撮影に要する程度の時間では、この変化は遙かに少い。従つて使用上何等の支障がないことが判る。

(B) 被写体の明るさを変えた場合

蛍光板に X 線を当てるときの強度を変えた実験を行つた処、極めて蛍光板が明るい場合にはフィルムの黒化度が大きくなる現象が認められた。これはフォト・タイマーは予め設定した総光量の値のとき正確に作動するが、蛍光板が X 線爆射停止後も残光性を持つていて光を出し、それがフィルムに感光させるためである。この残光性は蛍光板の種類、温度、使用経歴等によつて相当変化する。本文には述べなかつたが、本セットにはこの残光性の影響を十分無視出来るような補整回路が設けてある。

(C) X線管球電圧を変えた場合

X線管球に加える電圧を変えた場合には、上に述べた残光性の影響が認められるのみで、これは補償回路によつて補償されている。



第6図 フォト・タイマーによる連続12枚の写真

Fig. 6. Sequent 12 Indirect Radiographs Whose Exposure are Automatically Equalized by Hitachi Photo-timer

(2) 寿命試験

寿命試験は 10 万回以上行い、1 万回毎の写真黒化度を比較したが、殆んど差異は認められなかつた。

部分品に就いては相当長期の試験を行い、或いは電話交換機等に長年月使用して定評のある日立通信機部品を使用している。特に二次電子増倍光電管系の絶縁は、高温多湿な我国の気象条件に適合するように、珪素樹脂処理を完全に施しているので、盛夏の頃でも 3 mm 端子間の絶縁抵抗は 1,500 M Ω 以上あり、劣化は考慮する必要がない。

以上の基礎的諸実験の後実際に使用してみた。第 6 図は胸の厚さが 16 cm より 22 cm までの人が順序不同に、又 X 線電圧も色々変えて撮影したものの一部である。この結果を専門家諸氏に判定して貰ったところ、申分ないとのことであつた。

〔VI〕 結 言

以上“DN-M 型”日立間接撮影 X 線装置に附属させる二次電子増倍光電管応用のフォト・タイマーの成果について述べた。長寿命、無事故の構成要素のみ使用して細心の注意をもつて作られた本機は、使用の最初に唯 1 箇の調整摘みを加減して適正光量を定めるだけで、その後は全自動動作であるため無経験者にも安全に最良の写真が撮れるものである。

本研究並びに製作に当り、日立製作所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、小林主任に御指導御鞭撻を頂き厚く御礼申上げる次第である。又結核予防会技師、日本 X 線技術学会長網川高美氏、東京大学小田博士からは X 線技術、医学の立場より有益なる御教示を賜り、ここに謝辞を呈する次第である。



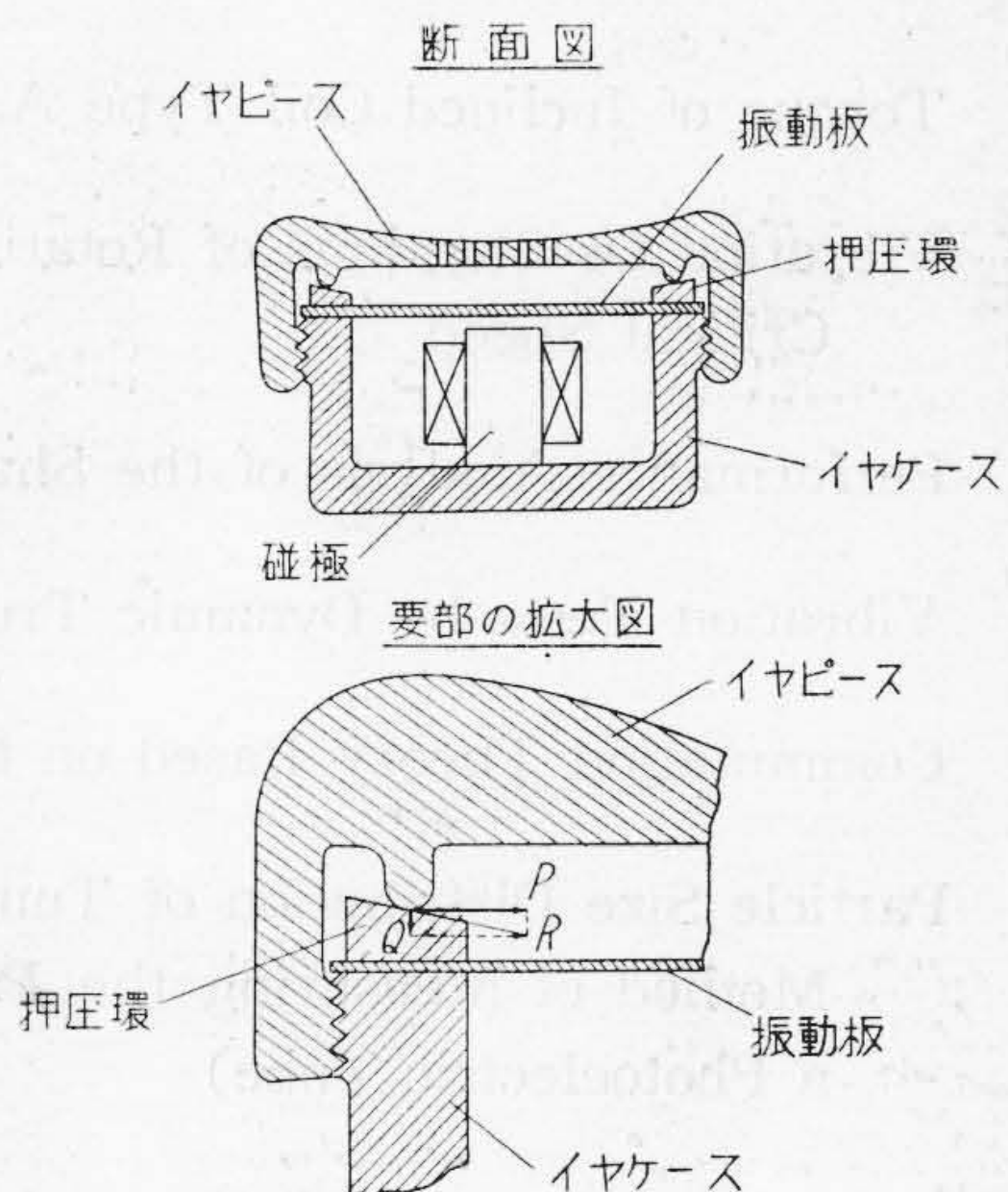
特許第 186686 号

西 口 薫・石 原 坦

受 話 器

受話器の振動板とイヤピース及びイヤケースとが異なる物質即ち前者が純鉄、後者が合成樹脂成型品の場合には、ある一定の室温に於て受話器を組立てたときには、振動板を抑えている力は振動板の軸方向の力のみとするも、温度が変化すると両物質の膨脹係数の差によつて振動板には半径方向の力が発生する。例えば組立時より外周温度が低下した場合には、振動板を変位せしめ受話器の感度を低下させる。

本発明はかかる欠点を除去したものである。即ち今外周温度が低下した場合イヤピースの収縮を考えると、図面に示すようにイヤピースは半径方向に P 軸方向に Q 収縮するものとすれば、その合成の収縮方向並びに量は両者の合成 R となる。しかして各温度に於けるイヤピースの収縮する面を順次追跡すれば特定の軌跡面が得られる。この軌跡面を押圧環の上面に再現するために特殊の形状を附与したものであつて、外周温度が変化する場合イヤピースの押圧環係合部は、押圧環の上面に沿つて自由に亘つて伸縮するから、振動板には中心方向の力が発生せずしてこれを変形せしめることなく、軸方向の力も



また不変であるから振動板は、常に一定の垂直力のみで抑えられることになり、振動板と磁極との間隙を一定不変に保ちえて受話器の感度を低下させることがないのである。
(高 木)

THE HITACHI REVIEW

No. 4

Following the three successful publications, the forth Number of the Hitachi Review is now under editing and will be presented to you by the middle of July with interesting articles covering such a variety of scientific subjects that follow :

287.5kV Contrarc Circuit Breakers	<i>M. Kuwayama</i>
Metal-Clad Switchgears (Okinawa Class)	<i>T. Ando</i>
Development of Hitachi Electron Microscopes	<i>M. Tadano</i>
400 kW Hitachi Explosion-Proof Induction Motors	<i>M. Yamamoto</i>
Hitachi High Temperature, High Pressure 8,000 HP Marine Steam Turbine and Its Appurtenance	<i>T. Kubota</i>
Type PH-1 Power Line Carrier Telephone System	<i>N. Nakatani</i>
Testing Method of the Stability of Hitachi Insulating Oils	<i>H. Takahashi</i>
Torque of Inclined Coil Type A.C. Meters	<i>M. Tsujita</i>
Vibration Oscillograms of Rotating Machines Trespassing Critical Speed	<i>H. Takabayashi</i>
Performance Analysis of the Shaded Pole Induction Motor	<i>T. Fujii</i>
Vibration Tests by Dynamic Truck Tester	<i>T. Ohashi</i>
Commutation Theory Based on the Characteristics of Brushes	<i>T. Ichiki</i>
Particle Size Distribution of Tungsten Powder (Part I) (Optical Method of Measuring the Particle Size Distribution Using a Photoelectric Tube)	<i>N. Ichiyama</i>

Price : ¥200 a copy Postage : ¥40
Publisher : Hitachi Hyoronsha, Hitachi, Ltd.
Marunouchi, Tokyo, Japan