

地製品に對し獎勵金を下附す。下附條件は内國製造業者が濠洲の鐵鑛及濠洲に於て製造せられたる鋼鐵又は特に主務官廳の許可を得たる場合に限り輸入シート、バーを原料として使用する事を要す。一年の利潤一五%を超ゆる場合には獎勵金を下附せず。主務大臣は鋼板及亞鉛板製造業に於ける賃銀其他雇傭條件に關し聯邦調査局長に意見を通達することを得。下附金額は英本國との運賃の高低に従つて變動す、即ち次の如し。英國よりの運賃が二磅十志以内なる時は獎勵金は一噸に付一磅十志にして運賃が二磅十志を超ゆる時は獎勵金は其超過額を一磅十志より控除したる額に相當す。亞鉛板に於ては運賃二磅十志の時、二磅なり。若し黑板を原料とするとき之

に對して下附したる獎勵金を控除したる差額を給す。最後に同國鐵鋼品輸入關稅を表示すれば次の如し。

濠洲鐵鋼輸入關稅表

品名	一般稅率	本國品に對する稅率
一、銑 鐵	從價一二・五%	無稅
二、鋼塊及鋼片	同	同
三、屑	同	同
四、丸、角及平鋼	同	同
五、アングル、テイ	同	同
六、チャンネル、ジョイスト	一七・五%	一二・五%
七、鋼 板	一二・五%	無稅
八、レ ー ル	一五・〇%	一〇・〇%

(完)

ラヂオメタログラフイー (RADIO-METALLOGRAPHY)

戸 波 親 平

今日はX線を使用して金屬の外部より窺知することの出来ない庇、例へば汽泡の様なものを検査する事に就いて御話し致したいと思ひます。

さてX線は一八九五年十一月 Hounsfield 氏に依り始めて發表せられたるものでありますが、其れ以來は専ら醫家の診察や治療にのみ用ひられたものです、最近に至りX線を使つて金屬内部の庇を検査し得ることに成功したのであります。一方に於ては分子の結晶状態の研究に應用せられ、尙最近に至つ

ては蠶業に於て蠶の反轉期に或量のX線に浴せしめると其の發育良好となり生絲の産額が約三割増加することが知られ、一部に於て實行せられつゝあります。尙ほ麥種に應用せば之又收穫大なることも知られました。今から數年前始めてX線で金屬内部の庇を検査し得ると云ふことが發表せられてから各國の専門學者は非常の興味を以て之れが研究に腐心するに至つた次第であります。然し間もなく歐洲大戰亂となりまして其後の経過が不明でありましたが、一九一九年四月二十九

日に Röntgen 協會と Franklin 協會とが合同して X 線に依る材料の試験に就き實驗の結果の發表、並に意見の交換をしたのを始めとして、同年十月二十四日にアメリカ鐵鋼協會 (American Iron and Steel Institute)、紐育會 (New York Meeting) 及び本年三月二日バーミンガムに於けるバーミンガム金屬協會 (Birmingham Institute of metal) 等の諸會合に發表せられました論文によりまして其後の發達の模様が窺はれます。

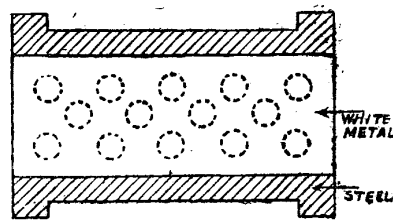
抑も X 線を金屬試験に應用することは X 線の發見せられた翌年即ち一八九六年に英國に於て Jentsbery と云ふ人が考察したのでありますが、何等の結果も得ず、従て發表せられなかつたのでありますが、近年になりまして始めて實現せられた譯であります。米國の General Electric Company で普通の銅鑄物に多く出来る氣泡を除き、高電率にせんために礬素を入れて鑄造し完全なものを得た、其れを X 線を使つて寫眞を取り證明したことがあります。又 Dr. Dey も或る種の鋼の庇を X 線で見出しました。近年クーリツチ管 (Coilidge tube) の出來て以來は非常に硬い線を得る様になり金屬試験に應用することが益々盛になつたのであります。E. A. Owen 及び C. G. Black 兩氏は軟過した銅と然らざるものにと就て結晶の研究を行ひました。之は非常に興味ある研究とせられてあります。Dr. H. Reppel 氏は鐵材を試験する上に就いてボルトと波長との關係又波長と材料との吸收率の研究をしまし

た。其の結果寫し得る庇の大きさは其の厚さの一・五%以上ならば窺知することが出来ると云つて居ます。又 F. Janns 及び M. Reppel 兩氏は硬さ速度、ボルト並に放電間隙の關係を研究し、種々の寫眞を撮つて見た結果、第一圖の様に罅裂を線 (Ray) に平行にした時は寫らないと云ふ例を示しました。(寫眞圖第二)

Thorne Baker 氏は高壓變壓器を用ひてクーリツチ管で、四吋の鐵を透過した寫眞を取り得てゐます。

C. F. Salkin 氏は飛行機々關の曲柄軸を切り取りつて X 線で試験を行つたが、之は不結果に終つたと述べてゐます。H. Pilon 氏は、鋼の二・一六吋(五五耗)の厚さのものをクーリツチ管で一・二〇・〇〇〇ボルトで二時間四十八分を費して立派な寫眞を寫してゐます。又 Dr. Dey は放電間隙一・五吋で厚さ一・五吋の鋼に於いて $\frac{1}{64}$ 吋の瑕瑾を六〇ミリアンペア分で検査し、一・三吋の放電間隙で六〇ミリアンペア分を要して同じ厚さのもので $\frac{1}{32}$ 吋の庇を X 線によりて發見してゐます。尙一・五吋の放電間隙で $\frac{5}{8}$ 吋の厚さを有する鋼の〇・〇〇七吋(〇・二耗)の空氣の包含を検査し $\frac{1}{4}$ 吋の厚さのものにありては、〇・〇二一吋(〇・五耗)の空氣包含を検査したのであります。W. F. Ruder 氏は炭素〇・三八% ニッケル二・九二%、クロム〇・二〇%を含んでゐる厚さ $\frac{3}{8}$ 吋の鋼の砲身素材の中にある小さな庇を九吋の放電間隙で二ミリアンペアの電流で七分間を費して寫眞を寫しまし

た。之は軟過したもので、健淬したものに就いて試験したものであります。Pearce氏はニッケルと鐵との密度の異なることをラジヲグラフ (Radiograph) で表はし、又飛行機發動機の汽化器の寫眞を一二五糎の距離で二秒間で寫してゐます。尙鋼で作つた厚さ一二糎一二直徑二五糎ある爆彈々體の寫眞も撮つたと云つてゐます。飛行機發動機の軸承を二つに割つたものを寫し圖の様な丸い穴が隋圓形になつたと述べてゐます。



第一圖

Dr. Kaye 及び R. Cox はエヤークラフト (Aircraft) のチンバー (Timber) をX線で試験しました。即ち下手な職工の工作した中空飛行機翼梁材 (Hollow main wing spar) の板を幾枚も組合せて取付けてある状態や、中空連結匡 (Hollow box strut) や、其他不注意で充分完全に工作せられなかつた場所等を検査してゐます。之には金屬を透過する様な硬い線を要しません。又飛行機の油タンクの鍍着した箇所を寫眞を取つて其を検査しました。

Schneider氏は電流、距離等同一状態の下で行ふとき、その厚さと透過するに要する時間との關係を次の如く示してゐます。

透過物の厚さ

透過時間

透過物の厚さ	透過時間
一五 ^糎	三〇 ^秒
二五	二五〇
四〇	二、〇〇〇
四五	三、五〇〇
五〇	四、八〇〇
五五	六、五〇〇

右の様に數糎の差で之に要する時間に大なる差のあることを示しました。

Sir Robert Hadfield, 及び其他の人々に依つて異つた鋼の吸收率の試験、電氣製鋼爐に用ふる炭素電極の試験及び銅の冶金に應用した事に就て述べてゐますが、第一の場合は豫期に反した結果を得たと云ふことであります。第二の場合は H. W. Cox Co., に於てクーリツチ管を使用して距離二〇吋、放電間隙六吋で二ミリアンペアの電流を以て一分間操作し寫眞に寫したさうであります。Dr. Coillidge は鋼で作つた厚さ $\frac{3}{8}$ 吋のターピン鑄物の寫眞を取り庇のあることを發見して、その部分を切り取り検査した所が果して氣泡であつたことが確められました。獨逸で戰時中行はれた研究として、重要なものは小銃彈丸の試験であります。銅、ニッケルの合金で作られた被套の中に、鉛が如何様に分布してあるかをX線で寫眞に取つて見たもので、その結果に依ると、一樣に鉛が注入せられてゐないことが知れました、之は彈丸の效力に非常に

關係するものであります。

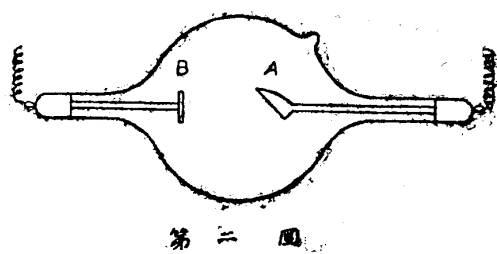
此様にX線を使つて金屬内部を透過して庇或は構造の寫眞を寫したものは餘程多數になつてゐます。又金屬以外でコンクリートの試験に、A. C. Freeman氏は應用しました。最近には九吋厚さの鐵を透過した例もあり、數尺の厚さのコンクリートを透して螢光板に感じた例もある様に非常に硬い線を得る様になりました。

A. A. Campbell Swinton氏は、管をクリツチ管にして、鋼で作つたならば四〇乃至五〇萬ボルトの電壓を得、非常に硬い線を出し得るであらうと云つてゐます。

斯様な偉大な力を持つてゐるX線は如何にして發生するか又如何なる性質を具備するかは、金屬内部の寫眞を取る上に於て、大切なことでありますから、斯學界に於て研究せられ、只今では計算により如何程の電力を要するかと云ふことも知り得る様になりました。

X線に就いて研究せられた結果は、皆同一でありますこれを綜合して申しますと次の様であります。

低壓にせられた球管の中に、第二圖に示す様なA、Bの二種があつて、この場合に放電すると、陰極Bより電子(electron)がAに向つて飛んで行きます。これを陰極線と申しまして之がAなる反陰極(Anticathode)に衝殺して、陰極線と直角の方向に發生する波がX線であります。此時若し管の中に瓦斯が多く残つてゐますと電流が多くて高壓の電氣が



得られません。而して陰極線の速力が小さく長波長の波となつて透過力の弱いX線が發生します。反對に管の真空度が大ならば短波長の波となる故に透過力の強いものを得られます。これを普通硬い線と申します。又X線は反陰極によりて性質が異なります。反陰極には原子量の多い熔融點の高い、熱傳導度の大きなものがあつて、高温度で低蒸氣壓を有するものが最も適當してゐるのであります。現今では殆どタンングステン又はタンタリウムを使用してゐます。而してこのX線は如何なる物體に出會ふとも屈折することはありません。従てレンズに依つて之を集めることも出来ません。又電磁場内に於て彎曲せず、白金靑化加里に螢光を發せしめ、寫眞乾板に普通光線の如く現象することによつて銀を還元する性があります。

次に寫眞を寫すに就いて重要なことはX線の透過力を通ずる電流のボルトに比例することです。即ち球管中の二極間の電壓が高ければ高い程波が短くなり透過力が大となりますから厚いものを透過する様になります。又試料の原子量及び厚さが大なれば透過力が小となるのであります。

原子量によりて透過力の異なることはピアヤス氏の實驗で明白であります。即ち、

鐵

原子量

密度

五五・八

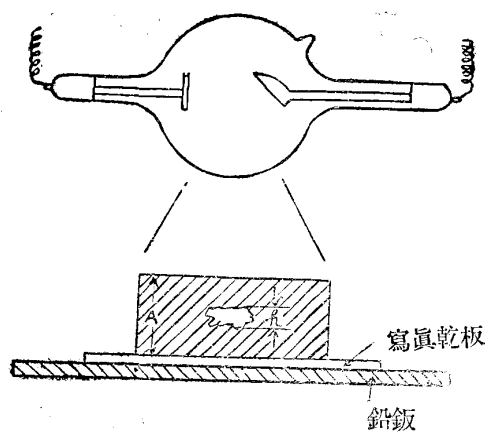
七・八八

ニッケル

五八・七

八・九〇

此の原子量の異なる二つの金屬を同じ厚さの環としてラヂオグラフにとりますと寫眞圖第二に示す様に、X線の透過力は厚子量の小なる、即ち密度の小なる程大なる事を知ります。尙ほX線はその強さが距離の自乗に逆比例しますから寫眞の乾板を球管から餘り遠くに置くと云ふことは露出時間を長く要するから適當なる位置まで近附けることが必要であります。



第三圖

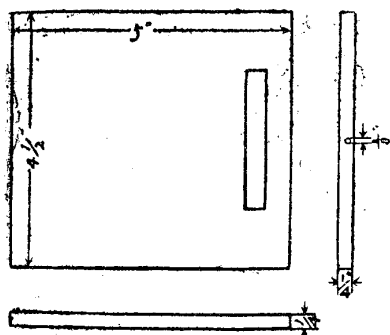
併しあまり近く寄せる
と庇のあるときでも、場
所に依て寫らないことも
あり、又相當厚さのある
ものは寫したものが複雑
で觀察に困難を生じます
又縦と横との二種の寫眞
を寫すことは庇を検査す
る上に大切であります。

而して金屬内の庇を寫眞に寫し得る最小限度は前述の通り材
料の厚さの一・五%以上とせられて居ります。寫眞を寫すに
は第三圖に示す様に試料を寫眞板に乗せて其の下には鉛板を
敷いてをきます。此の鉛板は發散光線を除去するため必要
でありますから、必ず装置しなければなりません。而してX

線を透過するとき若し試料内に平均の厚さを有する庇が存在
してゐるとし、試料の厚さを Δ としますと、その庇の部分
は Δ' の厚さがあることと同じであります。故に穴の場所
は他の場所より多くのX線が透過しますから寫眞板にも穴に
相當する部分は多くの化學作用を受けてここにラヂオグラフ
を得る譯であります。

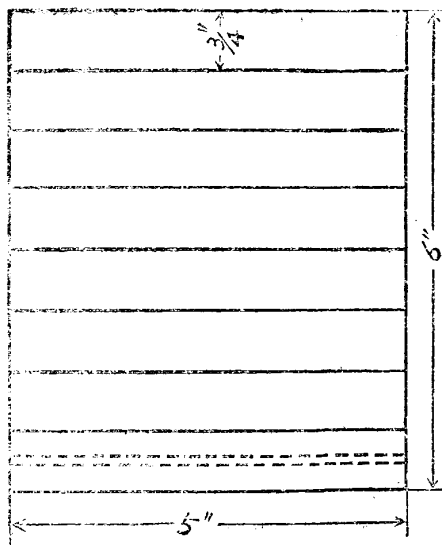
X線の適當量は人體にも觸れて好結果を來しますが之れが
過度に多量の場合には甚だ有害となるために、この寫眞を寫
すときにも試料に向つてのみ放射せしめて成るべく外部に
漏れない様に鉛を以て覆ふを良しとします。

私が此のX線を金屬試験に應用したのは一九一五年で若し
此の方法を以て金屬内部の庇を窺知することが出来れば鑄造
に之れを應用し態々機械工場で種々の手数をかけて切削し其
の結果放棄する様な不經濟を免れると云ふ者へから實驗した
次第であります。

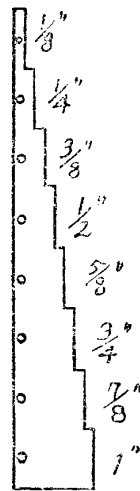


第四圖

最初は試料として第四圖に示
す様な銅鑄物を作つてグンデラ
ツハ球管を用ひて、五〇糶の距
離に於て〇・八ミリアンペアの
電流で二分五秒行ひ、寫眞板に
感ぜしめた結果、極く幽かに斑
點の存在を示しました。次に距
離を三〇糶として同じ電流で二



第五圖



つた穴の中央で會してゐる有様がよく分ります。

第六、これは透

過試験機ラヂオグラフでありまして是れの真中は○・一一耗の厚さの銀盤でありまして其の周圍に一耗の厚さを有するアルミニウム板を一枚次

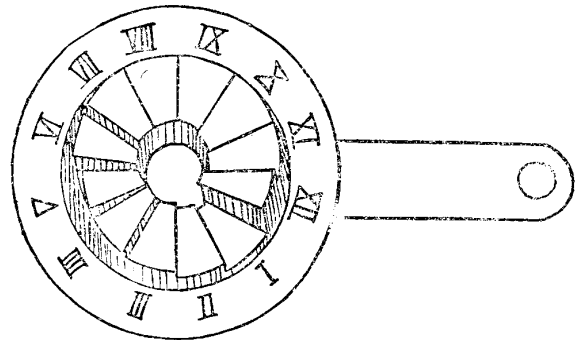
分三〇秒行つた所、大小二つの班點ある寫眞を得ましたので大いに興味を得て更に距離を一五糎とし、二ミリアンペアの電流で五分間行つた結果、寫眞圖第三の様な二つの班點を明かに寫し得ました。依てこれらの班點の中心を通る様に試料を切斷して見た所の寫眞圖第四に示す様に二つの大きな氣泡の存在せることを發見しました。斯くして遂にX線を用ひて金屬内部の底を檢查することに成功したのであります。

以下少しく寫眞圖に就いて申上げて見ませう。

寫眞圖第五、これは鑄鐵で、第五圖に示す様な、寸度を有するものをクーリツヂ管を使用して寫したものであります。

一分づつ厚さの異つてゐるのが明瞭に界せられて、横から穿

ベノイスト透過試験機(Benoists Penetrômeter)



第六圖

には二枚、次は三枚等と順次に一枚づつ増して十二枚まで重ねたものであつて、之れはCassor 管を用ひて八五・〇〇ボルトの電流で、距離七・五吋とし二分間操作して得たものであります。

第七、之は鑄鐵で作つた機關蓋であります。是れのラヂオグラフが、第八であります。蓋の中央に氣泡のあるのが見

えます。

第二、之れは前述の様に、ピーヤス氏の實驗によるもので鐵の環の中にニッケルの心を入れて、同じ厚さに削つたものをラヂオグラフに寫したもので、兩者間の密度(原子量)の異なることが透過力に關係することを示すものであります。第九、同じくピーヤス氏の實驗に依れるもので飛行機發動機の汽化器を寫したもので、この場合注入管に故障の生じたとき一々全部を分解せずして故障の個所を見定めてからその部分を修理することの出来る便利があります。第十、之れは佛國のSchlenker 氏が鐵道の Fish plate (二三耗厚さを有す)を寫したもので、左方には墨い班點が多く見えます。これは第十一の左の方にある切斷面の寫眞に表はれてゐる氣泡で、右の

方には大きな班點が見えます。これは眞寫圖第一の右方に示してゐる氣泡に相當します。

第十二、之は H. S. Raddron 氏の實驗で、炭素 0.3%、クロム 0.01%、ニッケル 2.85% を含んでゐる砲身素材で厚さ $\frac{3}{8}$ 吋を有してゐます。中央に黒い庇の見えるのは第十三の縦の白い庇が其れであります。

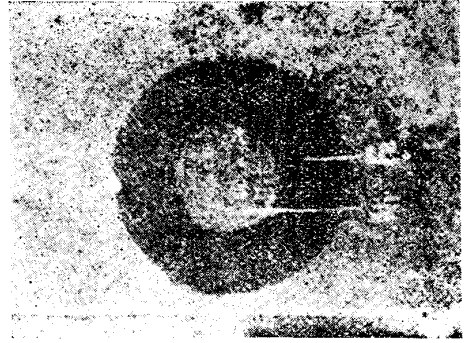
第十四はクーリツ博士がヂー、イー會社で寫した銅製タービン鑄物であります。厚さ $\frac{5}{8}$ 吋の中に黒い細長い庇のあるのが見えます。之を切り抜いて側面から見たものが、第十五で横に貫通した庇の存在を證明してゐます。

第十六はアンバロナイズドカッパー (Unbaronized copper) のラデオグラフでありまして、黒い班點は其の氣泡であります。第十七、之は自動車タイヤの内側に金屬線で結合した所を表はしたものであります。第十八はスイッチであります。第一、F. Jam 及び M. Reichen の兩氏の實驗で自動車タイヤの弁頭であります。之に罅裂の出來たものを一つは X 線に他は寫眞板に平行に置いて寫した者であります。後者の方法では罅裂が寫らないのであります。第十九、之は小銃の彈丸でありまして、銅ニッケル合金の被套中にある鉛の分布状態を示したものであります。第二十はガンメタル時計のラデオグラフで J. Hall Edward 氏の實驗に依れるものであります。第二十一はコヒー加熱器で複雑な巻線に故障のあつたとき此の方法で検査すると非常に便利であります。第二十二

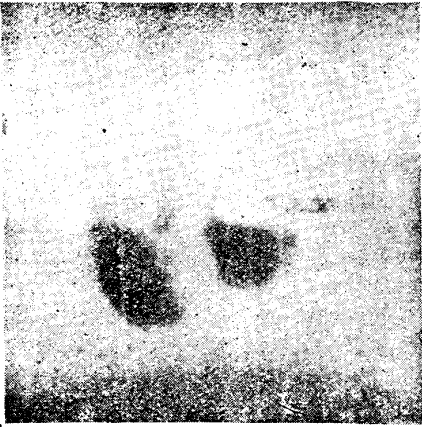
は飛行機々關の一部分でありまして黒點は氣泡であります。以上種々な品を試験して實體鏡寫眞で見ますと、氣泡のあるものならば夫れが何程の位置にあるかと云ふことを一層明かに窺はれます。(完)



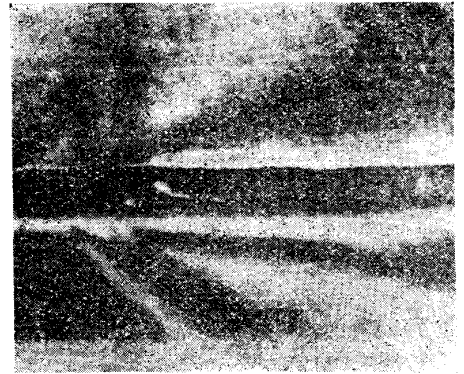
第一



第二



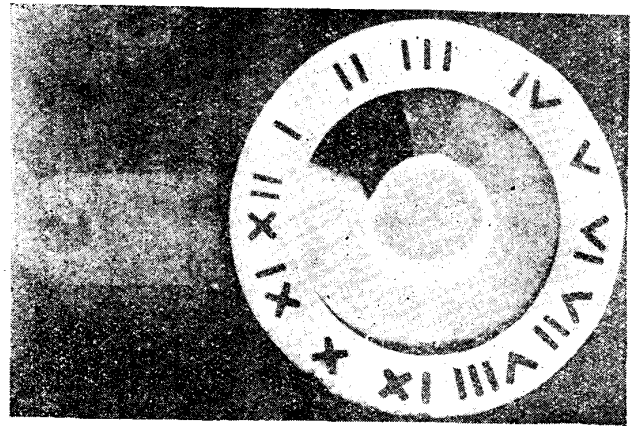
第三



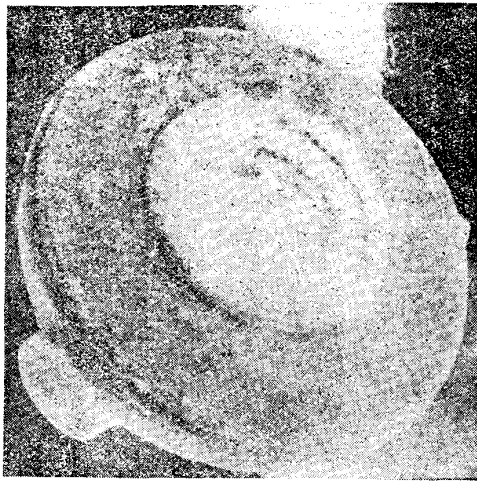
第四



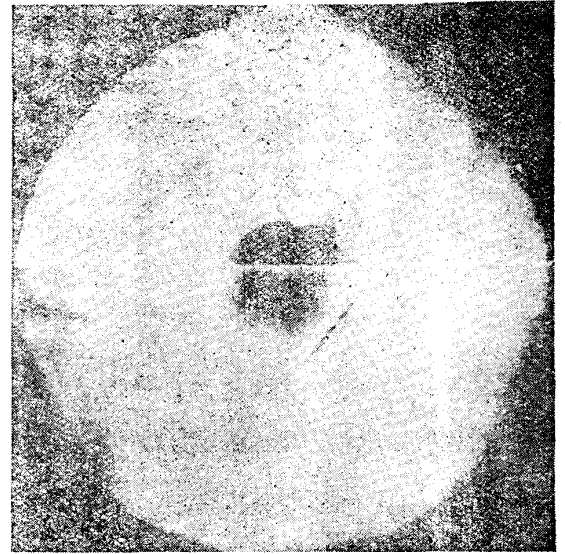
第五



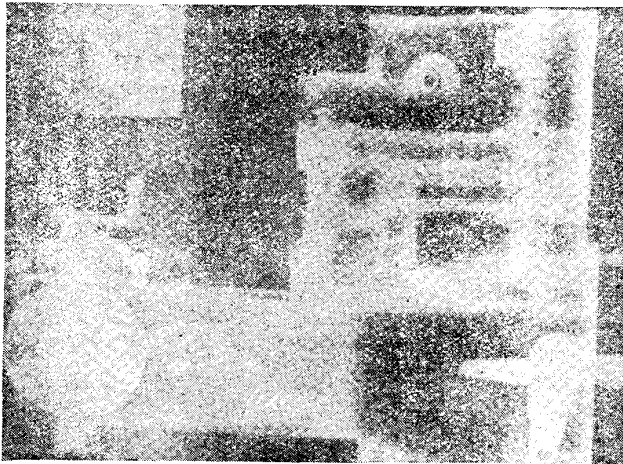
第六



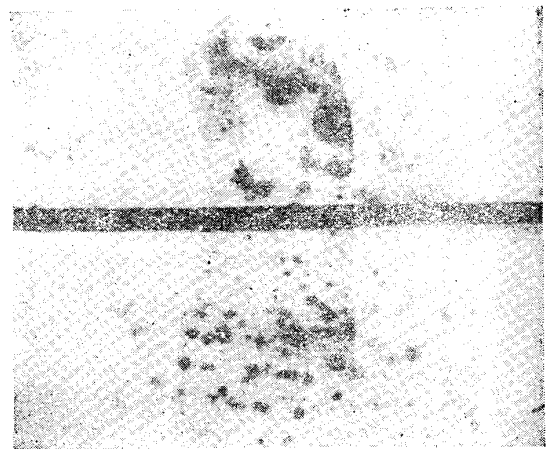
第七



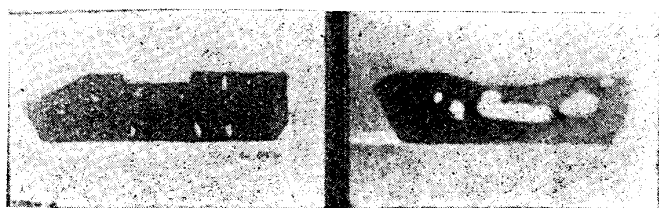
第八



第九

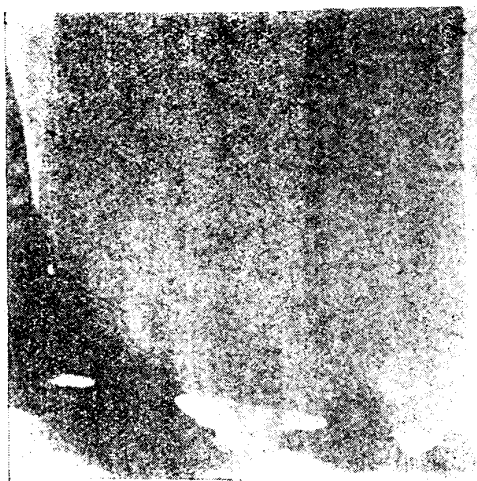


第十



第十一

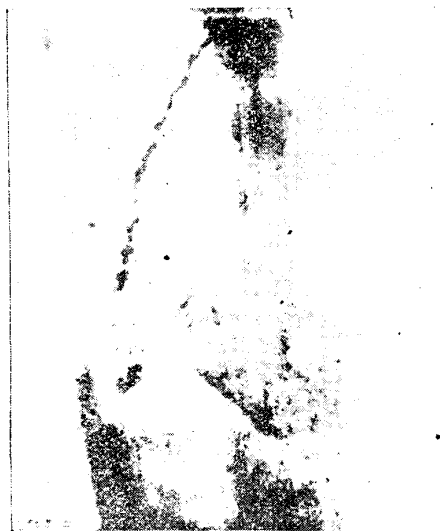
ラチオメタログラフィー



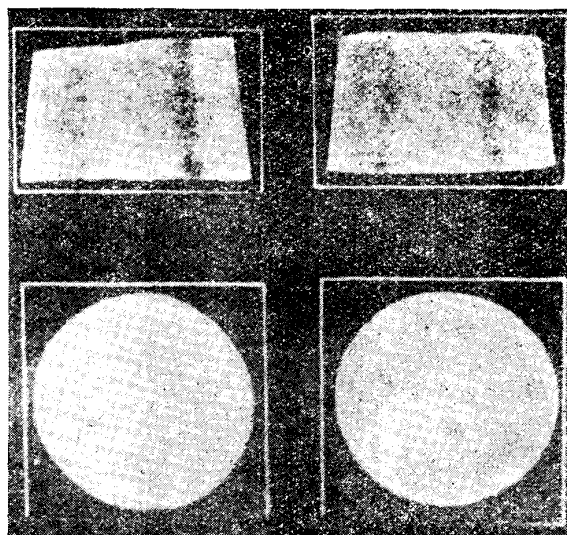
第十二



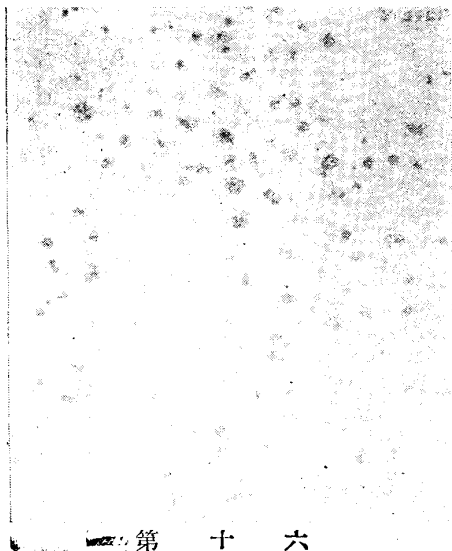
第十三



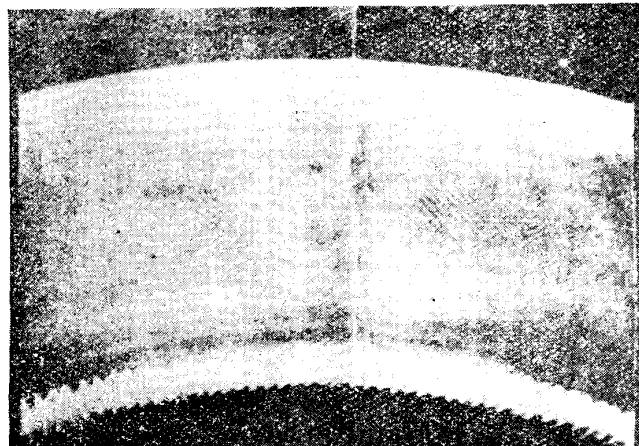
第十四



第十五

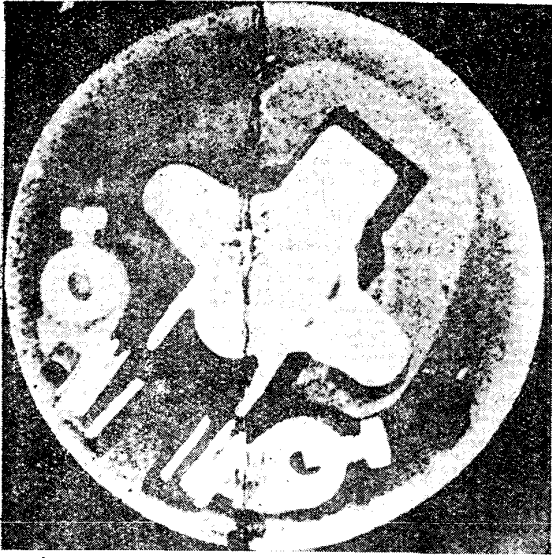


第十六

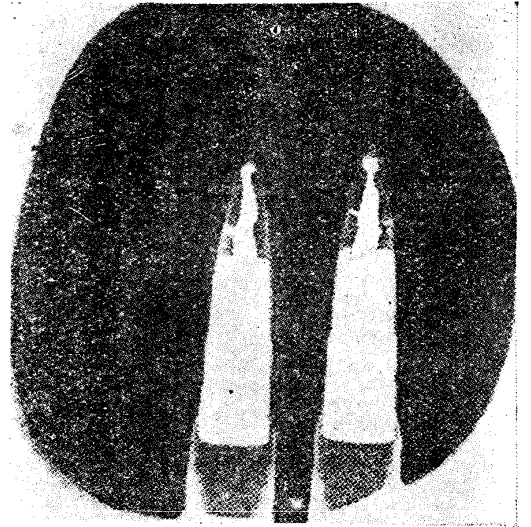


第十七

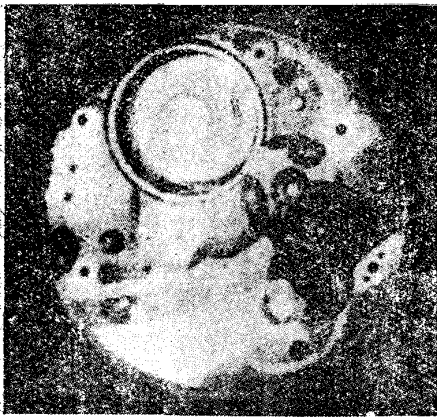
七七三



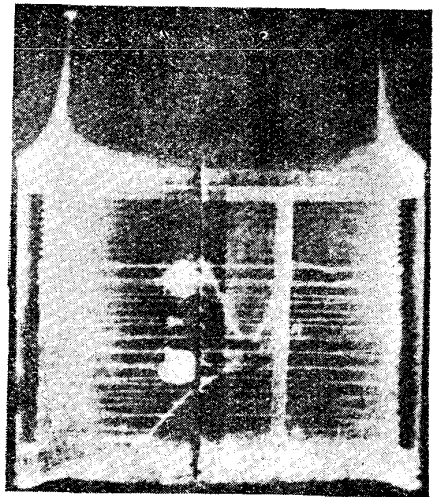
第十八



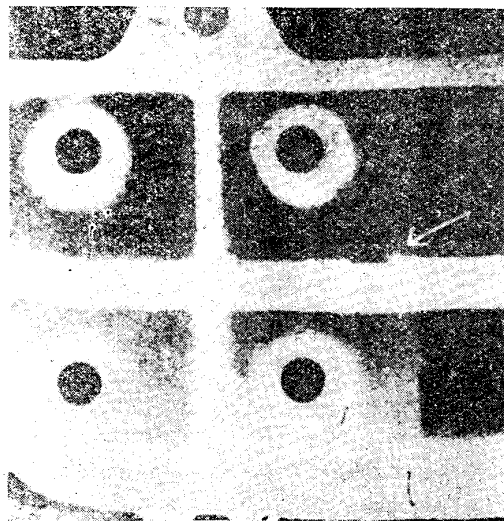
第十九



第二十



第二十一



第二十二