

土木工學に於けるX線の應用 (2)

島 田 八 邸

II 章 X 線 管

第1章に於てX線の發生原理を述べ現今使用されてゐる2形式に就き説明を加へた。X線管球及び附屬發生装置の進歩發展の徑路を考察する。X線の研究及び其の應用工學の發達過程及び現今の状況を理解し得るものであるが、斯かる記述の形式を探らず、主として寫真圖面により外觀的説明を試み、土木工學に於けるX線應用を理解し得るに必要な常識を涵養する程度に止め、從つて使用上に必要な事項も餘多省略した。X線管球の基本原理は第2圖(a)(b)に盡きるが、實用上短時間に明瞭な所要のX線寫真を得る必要及び取扱上より下記の如き諸點を考慮に入れ實際上のX線管が製作されてゐる。

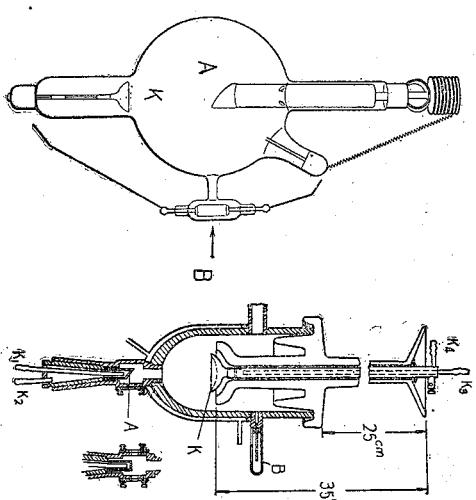
- (1) X線輻射焦點の銳さ及び特種の場合の並行性
- (2) X線管出力容量(耐電壓、管球電流、連續發生時間)。
- (3) 発生機能の確質性
- (4) X線に対する遮蔽防禦
- (5) 高電壓部に対する保護防禦……等である。

各項目に就き詳しく述べざるも焦點の銳さとX線出力容量とは相反せる特性を有するものでX線管設計上種々工夫

の要する點である、焦点の形状に就ては Götze の線状焦点（此の原理によるものが多い）及び十字焦点（Müller X 線管球）を始め目的により並行的な X 線光束を得んとする考案がある、出力容量の内管球電流密度は主に對陰極の材料構造及び冷却方法によるもので、例へば Wo～極の場合 60~70 watt/mm², Fe～極の場合の 35 watt/mm² は良好な例である、高電圧に対する防禦は管球及び支持物の絶縁の可否によるも大氣中の條件に支配される事頗る多く、油浸冷却式が最も有効である、X 線管球より必要以外の X 線の輻射せざる様極部に保護遮蔽物を取付けしある。金属管球にては輻射口のみに 0.007~0.015 mm の Al₂ 滴又は特種の硝子よりなる Lindemann 惣を附し、他の部分を透過して X 線の漏れるを防ぐ、硝子製管球にては鉛を含有せる絶縁物にて投射口以外を包被す。其の他冷却方法、制御方法等に改良考案を加へ實際上の管球は下記の如き形状を呈してゐる、先づ瓦斯管球より簡単に説明せん。

瓦斯 X 線管球（イオン管球）；簡易型, Shearer 型, Sandström 型, Siegbahn-Hadding 型……等

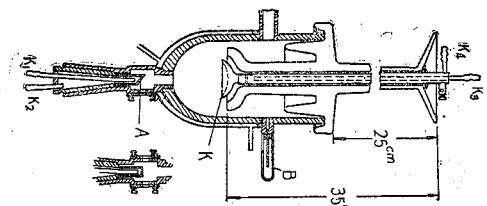
が之に屬す第 2 圖 (a) にて機能は直ちに理解し得るものである陰極は總て Al₂～金屬にて對陰極は目的により Fe, Cu, Mo, Co ……等各種の金屬を使用す。第 5 圖は簡易型、第 6 圖は一般に使用され



第 5 圖

X 線管球簡易型
A : 對陰極
K : 陰極
B : 風空調節器

Siegbahn-Hadding 管球
A : 對陰極
B : 風空調節器
K₁, K₂, K₃, K₄ ; 冷却水出入口



第 6 圖

Siegbahn-Hadding 管球
A : 對陰極
B : 風空調節器
K : 陰極
K₁, K₂, K₃, K₄ ; 冷却水出入口

てゐる Siegbahn-H 型を示す。後者は優秀な電流容量大なるものなれども 使用に可成り熱線を要するもので手軽には使ひこなせない、第 6 圖右側のものは 4 悪用のものにて X 線光束の發散度が少い即ち銳い線焦點を有す。

熱線も要せず手軽に使用し得るものは Coolidge 型で、其の内でも對陰極、陰極の真空管球内に密封せる固定型が最も取扱上簡便である。一々目的に應じて對陰極を取換へ又對陰極表面に於ける陰極部のスパッターリングを取除く爲、分解組立し得るものは瓦斯管球の場合と同様特種の裝置と技術を要するものである。以上の如く Coolidge 型管球も下記の如く大別し得。

Coolidge 型 X 線管球

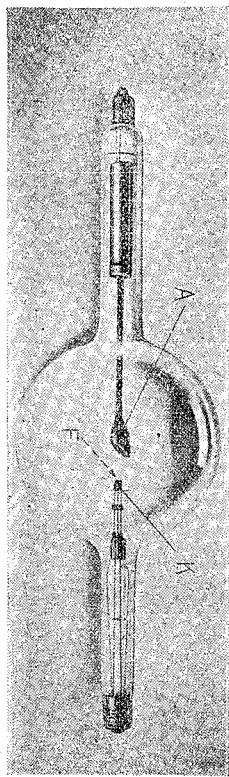
A ; 透過用 (主に白色 X 線) 固定型	B ₁ ; 固定型 (示性 X 線)
B ; 微細組織試験用 (主に示性 X 線、又は白色 X 線) B ₂ ; 組立型 (白色 X 線)	

各管球の詳細は省略し圖面寫真等に就き概略を述べ大體の傾向を推測し得る程度に止む。第 7 圖は空冷式にて容量 200

K.V.P.~3m.A°, 160 K.V.P.~6m.A°, (K.V.P.

Kilo Volt Peak の略名である) と稱せるもので、

第 8 圖 (a) (b) は水冷式のものにて (a) は外觀 (b) は軸を含む切斷圖である、容量は 200 K.V.P. 10 m.A° と稱す。

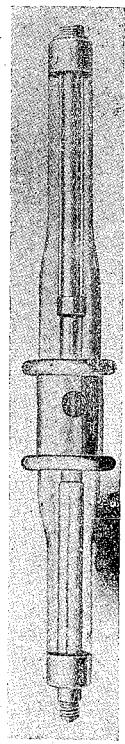


第 9 圖 (a) (b) は組立式のものにて (a) は

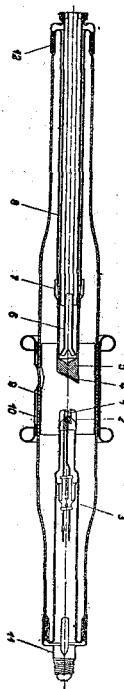
外觀 (b) を主要部の切斷面を示す 25 K.V.P. にて

ターリッシュ管球空冷式、A : 對陰極、K : 陰極、F : 加熱線

第 8 圖 (a)

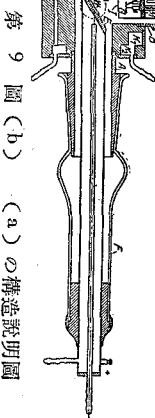
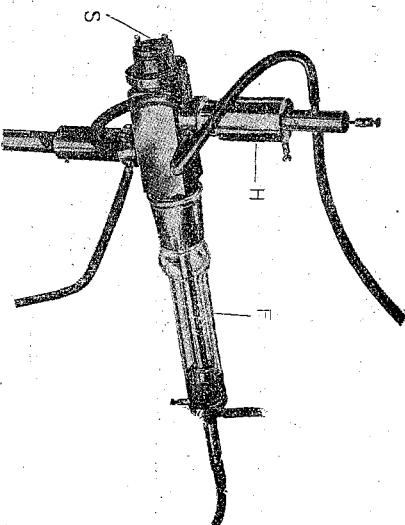


第 8 圖 (b)

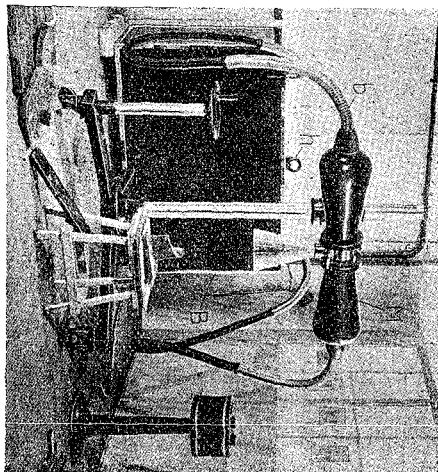
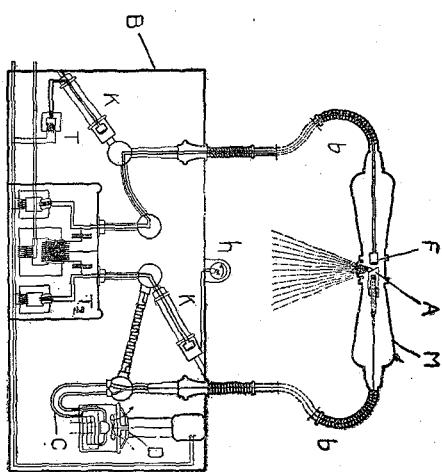


水冷式ターリッヂ管, 1; 加熱陰極, 4; 對陰極, 6; 冷却水管
40 m.A の如き主電流容量の大なるものである、第10圖は浸油々冷
式による透過用とし優秀な X 線管球及び同附屬物を示すものであ
る。此の種のものは現今 200 K.V.P.~250 K.V.P. を利用し得且つ
移動式である、(a) (b) 圖の記號文字を參照すれば各重要部の機
能は推測し得るも一應説明を加ふ、M は X 線管球を包被せる絶縁
物にて、内部には絶縁油がポンプ D により C 管を經て循環してゐ

第 9 圖 (a) 組立型ターリッヂ X 線管 (Siegbahn 型)



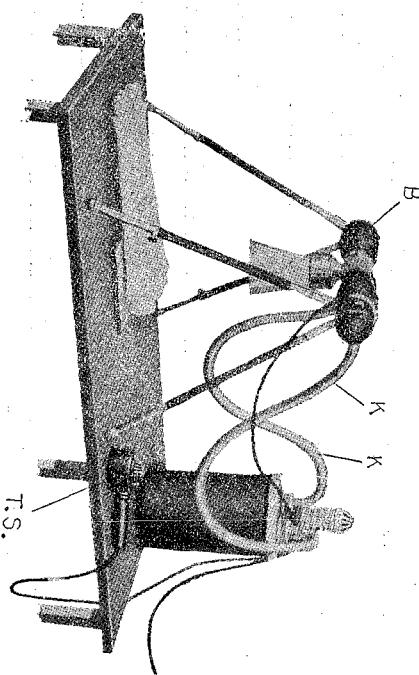
第 9 圖 (b) (a) の構造説明圖

第 10 圖 (a)
油冷式ターリッシュ管の外觀第 10 圖 (b)
(a) の構造説明

る。A は對陰極、F は加熱陰極、K がノトロン整流管、T₂ は高壓變壓器等を示すもので、接續法は後章にのべる Villard 式である、以上記述せるものは所謂大型に屬するものである。

最近重金屬の透過試験、又はコンクリート等の如く原子量の小なる元素より成るも極度に肉厚の試料に就き 2 次線の影響を防止し、透過試験を行ふ必要上歛次高電圧のものが使用されるに至り、獨逸にては 600 K.V.、米國にても 900 K.V. を利用する管型装置を製作せりと報ずるも高壓發生装置は勿論管球其のものも特種のものにて、實用上の最高電圧は現今

250~300 K.V.P 程度である。I 章(3)式によると、最小極限波長 λ_{\min} は 200 K.V, 300 K.V に對しあく 0.062 Å, 0.0041 Å 程度なれば γ 線程度の波長である。實際上 300 K.V に至れば線絶物の關係上裝置全體は可成り使用に不便なものとなる。我國に於て現今使用されてゐる X 線管球は東京電氣、島津製作所の製品が主で特種管球には大槻理學電機



第 11 圖 (a)

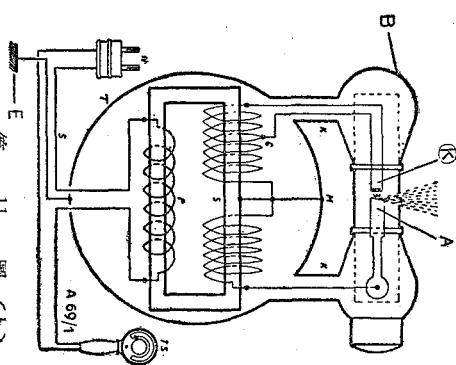
Müller "Makro-Metalix",

透過用 X 線管外觀

B : X 線管球部

K : ケーブル

T.S. : 射出時間調節用器



第 11 圖 (b)

Müller "Makro-Metalix"

透過用 X 線管切斷圖說明圖

B : X 線管球部

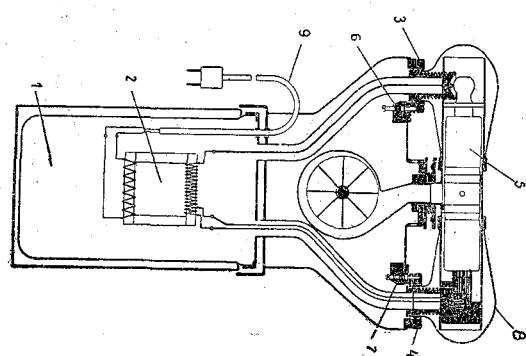
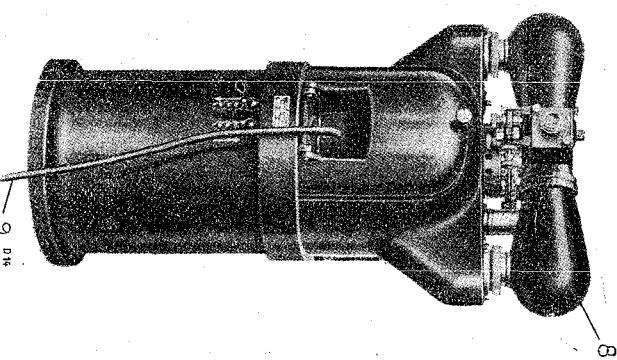
A : 對陰極

R : 加熱線圈

S.P. : 變壓器二次、一次回路

製がある。外國製品としては獨逸國品が多く Siemens Halske, C. H. F. Müller, Sanitas のものが使用されてゐる、各々特長あるも特種のものを除き一般に外國製品には一日の長のあるものがある、其他外實驗室用にて微細構造研究用として精密優秀のものに Seemann-Labotatorium のものがある。X 線管球電壓の上昇に対する格段の努力が拂れてゐる一方實驗室以外にて示性 X 線、白色 X 線を發生する移動式小型にて精密なものが要求され、發生電壓 55 K.V. 以下程度のものには可成り便利なもの製作されてゐる、其の代表的のも

○、寫真を掲げ本章を終る事とする。



第 12 圖 (a)
Müller "Mikro-Metalk" の外
觀 (微細構造研究用)

第 12 圖 (b)
Müller "Mikro-Metalk" の構
造説明圖

8 : X 線管球部
9 : 電源接続

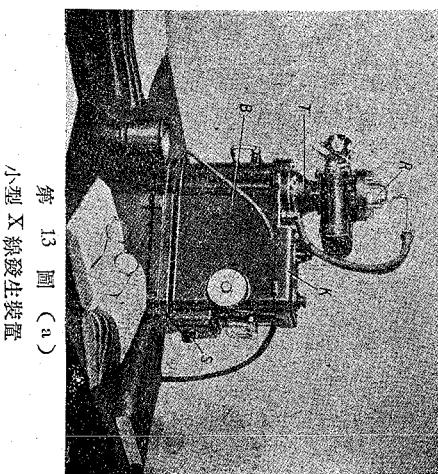
8 : X 線管球部
9 : 電源接続

5 : X 線管
2 : 高壓整流器
1 : 高壓變壓器
7 : 電源

II章によりX線管球の構造の大様を記述した、発生装置に就き骨子となる部分を説明せんに発生装置に關聯せるものは主として下記の部分より成る。

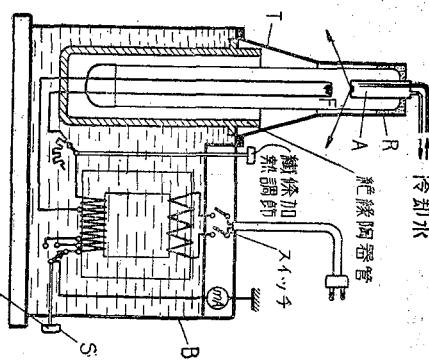
(1) 直流式高電圧発生装置 (2) 対陰極並びに管球全體の冷却(空冷、水冷、油冷) (3) 陰極線條加熱装置

III章 X線発生装置



第13圖 (a)
小型X線發生裝置
(Siemens Halske)

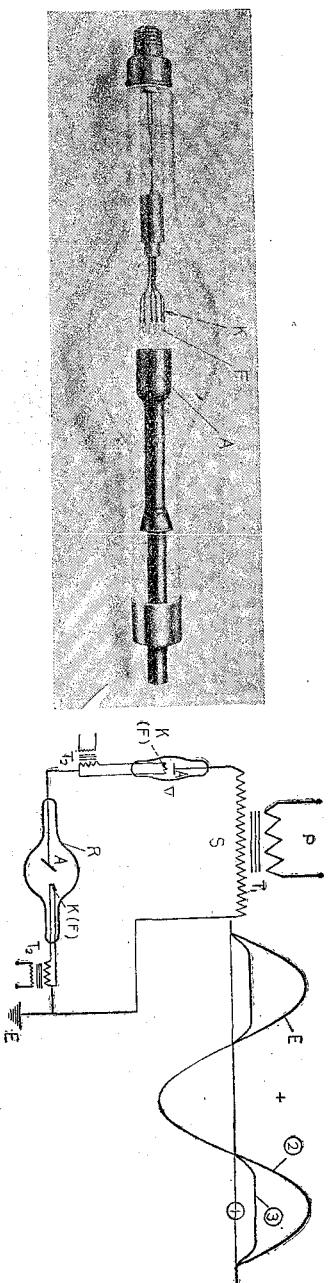
R : X線管球部
B : 高壓發生部



第13圖 (b) (a) 圖の構造説明圖 A : 對
陰極, B : 加熱, 陰極, 其の他説明は之を省略す
管球電圧調節

(Coolidge 型) (4) 真空発生及び調節装置 (組立式 Coolidge 管、又は瓦斯管球) (5) 加電圧調節装置 (スピライザー) (6) X 線射出時間調節装置 (主に Coolidge 型) (7) 発生制御装置並びに保安保護装置
以上各項に就き記述すべきものにて、例へば (4) の真空調節装置に関する事項等は瓦斯管球の使用の際最も重要なものであるが、(2) 乃至 (7) は總て之を割愛し (1) の高電圧發生に關する事柄のみ述べん。

[I] 直流高電圧の發生 第 I 章第 2 圖より明かなる如く X 線と發生せんには對陰極 (A) に (+) 側、陰極 (K) に (-) 側から來る様電圧を加へねばならない、且つ I 章の X 線波長に關する記述により可成りの高壓の必要なる事も明かで



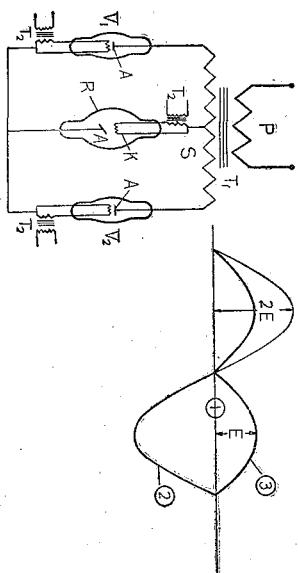
第 14 圖 (a)

ケノトロン

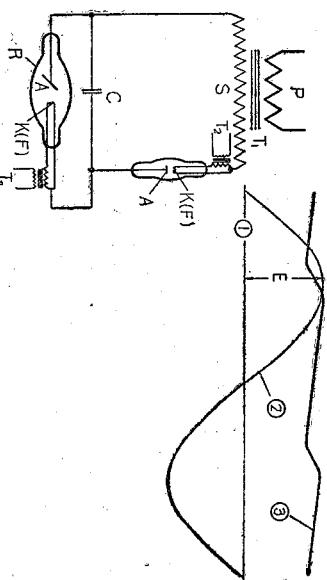
R : クリーデ型管球, V : ケノトロン
P, S : 高壓變壓器—一次二次側
T₁, T₂ : 高壓變壓器及び鐵條加熱用變壓器
① 基準線 ② 電源電圧 ③ 電球電流

ある。瓦斯管球に於ては第2圖の A, K 極に (-) (+) と逆に電圧が加れば管球電流は逆流し得るものにて X線管球は機能を失ふ、Coolidge 型にても對陰極が電子衝突により強く赤熱されれば對陰極よりも電子を輻射し、加電圧の逆相により瓦斯管球の場合と同様の現象を生ず。其れ故常に (A) 極は K 極に對し (+) 極になる様直流式の高電圧を X線管球に加へる必要がある、單に高電圧を得るには蓄電池法、特種發電機、感應コイル法等種々あるも交流變壓器を用ひ上昇せしめる法が最も簡便にて、整流裝置として下記のケノトロンを併用する事により所要の目的を容易に達す。現今一般に使用されてゐるものは總て此の形式による。整流裝置としては機械法とケノトロン法 (Kenotron) あるも總て後者を採用す〔第14圖(a)〕。

ケノトロンは真空管に加熱線條、陰極、對陰極の密封せるもので對陰極は Mo 板圓筒、又は銅塊よりなり加熱線條よ

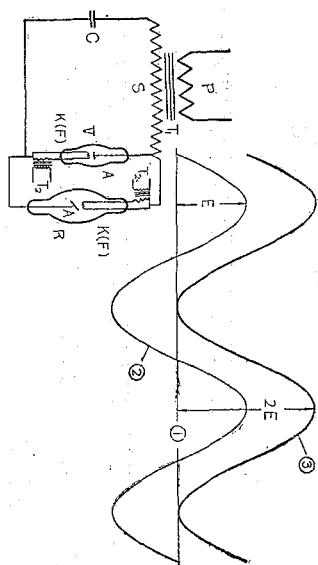


第 15 圖 (第14圖参照)
② 電源電圧 ③ X線管球電圧



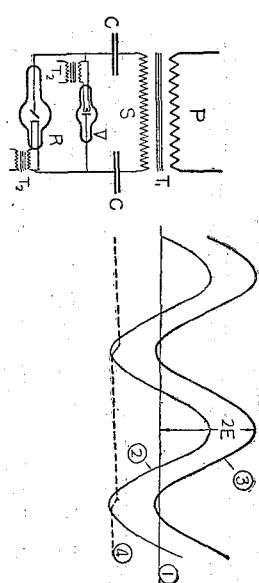
第 16 圖 (第14圖参照)
② 電源電圧 ③ X線管球電圧

りの電子が瓣の作用 (Ventile) をなし、加熱線管極に相対する極が (+) 極となる時のみケントロンを通じ電流を通し得るものなれば交流電圧が加へられる場合一方向のみに電流を通す、且しケントロン管の極間の内部抵抗は可及的小なるものにて X 線管球と趣きを異にす、使用に際しても線管には所定の電流を通じ充分加熱し、飽和状態にて作動せしめねばならない。第 14 図 (b) はケントロンの機能を示す爲 X 線管球と組合せる最も簡単な例を示せるものである。V のケントロンの兩極に高圧變壓器の二次回路に誘導されし電圧の (+) (-) が加はる時 A に (+) 側が掛ける時のみ V の電子瓣作用が作動し X 線管球 R の A, K 極に高電圧の (+) (-) 側が掛けられる事となり X 線を A なる對陰極より輻射する。



第 17 圖 (第 14 圖参照)

- (1) 電源電圧
- (2) X 線管球電圧



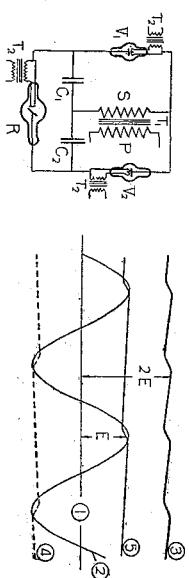
第 18 圖 Villard 接續

- (1) 電源電圧
- (2) X 線管球電圧
- (3) は X 線管球電圧

同圖の波形②はVの兩極に加はる電壓波形である①の上部にある部分のみ有効に作用し、結局③の如き片整流の電流がRのX線管に流れ第15圖は全整流式を示す、第16圖はコンデンサー1個をも使用するものにてX線管に加はる電壓脈動少し、第17圖は脈動甚く大なるも電源電壓の2倍を管球に加へ得。第18圖19圖はVillard, Greinach接續にて前者は第17圖のものにコンデンサーを更に一個對稱的に配置せるものである。從て變壓器の中性點接地、コンデンサーの容量に關して利點がある、透過法用のものには此二者が最も適してゐる様である。X線管に加はる電壓の外常にケントロンに加はる電壓に注意を拂ふ必要がある。例へば第16圖のものにてはX線管の2倍の電壓が加はる。

以上の諸性質を判斷し實際上の形式が定まる。

發生装置に關聯しては之の外制御裝置保安裝置記述すべき事項多數あるも此程度に止め次章より應用に關する事柄を述べる。



第19圖 Greinach接續

V, R, T₁, T₂等の記號は14圖と同じ
④はコンデンサー電壓 ②は電源電壓
③はX管球電壓

前回の訂正	誤	正
頁行	物の性	物性
31頁より6行目	R線	γ線
33頁7行目、11行目	(a)(b)記號無し	上下に(a)(b)を附す