

| | |
|--------------|---|
| Title | 高速度荷電粒子及ビ中性子ノ發生装置ニ就イテ |
| Author(s) | 篠原, 健一 |
| Citation | 日本医学放射線学会雑誌. 1944, 4(10.11.12), p. 856-883 |
| Version Type | VoR |
| URL | https://hdl.handle.net/11094/19712 |
| rights | |
| Note | |

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

高速度荷電粒子及ビ中性子ノ發生裝置ニ就イテ

九大教授 理學博士 篠原 健 一

On the Production of High Speed Ions and Neutrons.

By

Keniti Sinohara.

中性子X線等ヲ發生サセル爲ニハ、先ヅ、「エネルギー」ノ大ナル水素「イオン」、ヘリウムイオン」或ハ電子ヲ以テ、種々ノ物質ヲ衝擊スル必要ガアル。コノ中、特ニ高速「イオン」ノ發生裝置ハ、原子核ノ研究ニ伴ツテ發達シタモノガ多く、ソノ研究上、出來ルダケ「エネルギー」ノ大ナル「イオン」ノ要求サレル場合ガ屢々アリ、從ツテ又、ソノ發生裝置モ漸次大規模ナモノニナツテ來タノデアル。今日ニ於テハ、コノ目的ノ爲ニ、400萬「ボルト」迄ノ直流ノ高電壓發生裝置ガ用ヒラレ、又「サイクロトロン」ノ最大ナルモノハ、1600萬電子「ボルト」ノ重水素「イオン」、3200萬電子「ボルト」ノ α 粒子ヲ作ルコトガ出來ルノデアル。

大體、高速「イオン」ヲ得ルノニ二ツノ方法ガアル。一ツハ非常ニ高イ電壓ヲ用ヒテ一氣ニ「イオン」ヲ加速スルノデアル。コノ方法ハ、陽子、 α 粒子等ノ如キ重イ「イオン」以外ニ、電子ヲ加速シテX線ヲ發生セシメルニモ使用サレル。コノ型ノ裝置ニハ非常ニ色々ノ種類ガアルガ、原子核研究ニ最も多く用ヒラレルノハ、所謂 Cockcroft 型ノ裝置ト、靜電型ノ「ベルト」起電機デアル。

第二ノ方法ハ、比較的低位電壓ヲ用ヒテ、「イオン」ニ繰返シ「エネルギー」ヲ與へ、最後ニ非常ニ速イ粒子ヲ作ルモノデ、「サイクロトロン」ガ之デアル。尙ホ「サイクロトロン」ハ電子ノ加速ニハ用ヒルコトハ出來ナイガ、矢張り電磁石ヲ用ヒル方法デ、ソノ電磁石ニヨル磁場ノ強サヲ變化サセテ、電子ニ「エネルギー」ヲ與ヘル方法ガアル。併シ、コノ方法ハ、未ダソノ緒ニツイタバカリデ、實用サレルマデニハ到ツテ居ナイ。

1. Cockcroft 型高電壓裝置

之ハ變壓器ト「ケノトロン」ヲ用フル方法デアツテ、第1圖ノ如キ結線法ニヨルモノデア
ル⁽¹⁾。

コノ圖ニ於テ a が接地サレテ居リ、d が高電壓端トナルノデアル。働作状態ハ次ノ様ニ考ヘルコトガ出來ル。

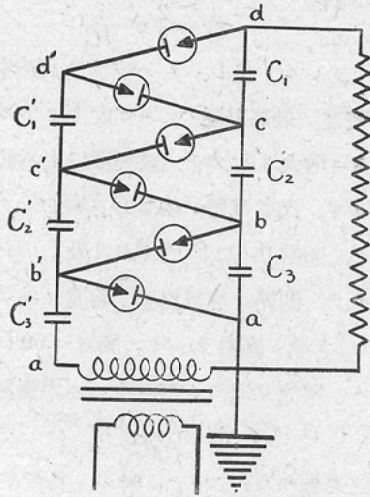
先ヅ回路 aa'b ヲ考ヘルト。蓄電器 C₃ が變壓器ノ尖頭電壓(之ヲ E トスル) マデ充電サレル。圖ノ矢ガ纖維ヲ示スモノトスルト、電子ハ矢ノ方向ニ流レルワケデアルカラ、C₃ ハ正ニ充電サレル。コノ間、ab' 間ノ電位差ハ零デアル。次ニ變壓器ノ位相ガ變ルト、C₃ ノ電壓ト變壓器ノ電壓ノ和ガ ab' ノ間ノ「ケノトロン」ニカツテ、ab' ノ電位差ノ尖頭値ガ 2E ニナル。即チ、ab' 間ニハ 0~2E ノ間ニ變化シテ居ル電位差が生ズルワケデアル。コノ脈動電壓ガ變壓器 C₂ ヲ 2E ノ電壓

ニ充電スル。從ツテ b ノ電壓ハ、接地点ニ對シテ、2E デ正ノ直流電壓ニナルワケデアル。所デ b' ノ電壓ハ a 即チ接地点ニ對シテ、0~2E ノ間ヲ脈動スルノデアルカラ、bb' ノ電位差モ 0~2E ノ間ヲ脈動スル、之ガ蓄電器 C₂ ヲ 2E ニ充電スル。コノヤウニシテ C₃、C₂、C₁、C₃'、C₁' ノ蓄電器ハイヅレモ 2E ニ充電サレ、唯 C₃ ダケガ E ニ充電サレルノデアル。又「ケノトロン」ニハ總テ尖頭電壓 2E ノ脈動電壓ガカ、ツテ來ル。ソノ結果 b ノ電壓ハ、接地点ニ對シテ、正ノ 2E、c ハ 4E、d ハ 6E ニナリ、又 b' ニハ 0~2E、c' ニハ 2E~4E、d' ニハ 4E~6E ノ脈動電壓ガ來ルコトニナル。例ヘバ、變壓器ノ二次ノ尖頭電壓ガ 10 萬「ボルト」デアルト、d ノ電壓ハ 60 萬「ボルト」ニナルワケデアル。

コノ回路ニ於テハ、「ケノトロン」ハ各々 2E ノ電壓ニ耐エレバヨク、又蓄電器モ 2E 又ハ E ノ電壓ニ耐エレバ充分デアル。從ツテ、1 個ノ「ケノトロン」或ハ蓄電器デ、6E ノ電壓ニ耐エルモノヲ製作スルコトガ困難、或ハ不可能ナ場合デモ、コノ方法ニヨレバ、比較的容易ニ高イ直流電壓ヲ得ルコトガ出來ル。尙ホ、圖ニ於テハ、正ノ電壓ヲ得ルヤウニナツテキルガ、「ケノトロン」ノ方向ヲ逆ニスレバ、負ノ直流電壓ヲ得ルコトモ出來ル。

今迄ノ所デハ、d ノ點カラ電流ヲトラナイト考ヘテ居タ。併シ、實際ニコノ裝置ヲ用ヒテ、「イオン」又ハ電子ヲ加速スル場合ニハ、ソレダケノ電流ガ流レルワケデアル。コノトキニハ、d ノ電壓ハ多少降下シ、且ツ脈動ガ生ジテ來ル。コノ電壓降下及ビ脈動ノ大キサハ、蓄電器ノ容量ニヨツテ定マルノデアルガ、通常行ハレテキルヤウニ、2E ノ電壓ノカ、ル C₁、C₂、C₃、

第1圖 Cockroft 型高電壓裝置結線圖



C_1, C_2 等ニハ總テ容量 C ノモノヲ用ヒ、 E ノ電壓シカカ、ラナイ C_3 ダケハ $2C$ ノ容量ノモノヲ用ヒタトスル。d カラ接地点ニ i ノ電流ヲ流シタトキノ電壓降下 ΔV ハ

$$\Delta V = \frac{2}{3} n^3 \frac{i}{fC}$$

デ與ヘラレル。但シ、 f ハ交流ノ周波數、 n ハ裝置ノ段數デ、第1圖デハ $n=3$ ニナツテキル。裝置ノ最高電壓ハ、 n ガ大キクナルト、大キクナル筈デアルガ、電壓降下ガ n^3 ニ比例シテ急激ニ増大スルノデ、或程度以上ハ段數ヲ増加シテモ、電壓ヲ上昇サセル上ニ無意味ナコトガワカル。又蓄電器ノ容量 C ヲ増加シテ、 ΔV ヲ減少サセルコトモ考ヘラレルガ、之ニモ限度ガアリ、通常 $0.01\mu\text{F}$ 乃至 $0.1\mu\text{F}$ ノモノガ用ヒラレル。周波數 f ニ關シテモ、之ヲ餘リ大キクスルト、回路ノ電氣感應ト容量ノ爲ニ、種々ノ困難ヲ生ズル虞ガアルノデ、200 乃至 500「サイクル」ガ最モ適當ラシイ。簡單ニ 50「サイクル」程度ノモノヲ用ヒルコトモ屢々アル。

次ニ、電流ヲ流シタ時ニ生ズル電壓脈動 δV ハ

$$\delta V = \frac{i}{fC} \frac{n(n+1)}{2}$$

ニヨツテ與ヘラレル。

コノ電壓降下及ビ電壓脈動ノ大キサヲ、例ヲモツテ示スト、例ヘバ

$$f=200, \quad C=0.02\mu\text{F}.$$

$$n=6, \quad E=100\text{kV}.$$

ノトキニハ、 $i=0$ ナラバ、得ラレル最高電壓 $V=1200\text{kV}$ デ。

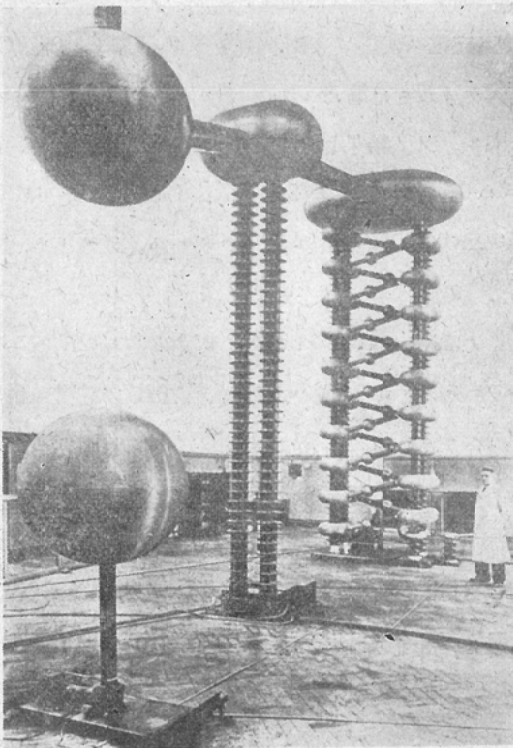
$$i=1\text{mA} \text{ 流ストキニハ}$$

$$\Delta V=36\text{kV},$$

$$\delta V=5\text{kV} \text{ ニナル。}$$

コノ電壓裝置ハ、 n ガ大キクナルト、電壓降下ガ増加シテ、ソノ方カラ最高電壓ニ限度ヲ生ズルコトハ既ニ述ベタガ、ソノ他ニ裝置ガ非常ニ大キクナツテ、製作ガ困難ニナル。大體 200 萬「ボルト」程度ガ極限デハナイカト考ヘラレル。第2圖ハ和蘭ノ「フリップス」會社ノ作ツタモノ、例デアル。變壓器ノ尖頭電壓ハ 120kV デ、200「サイクル」ノ交流ヲ用ヒ、段數ハ 9 段ニシテ、最高電壓 200 萬「ボルト」ニナツテキル。大體 1mA ノ電流ヲ流ストキノ電壓降下ハ 40kV デ、ソノ

第2圖 2百萬「ボルト」直流高電壓發生裝置



トキ生ズル電壓脈動ハ 5kV. 又大體 5mA 位マデ流シテ使用スルコトガ出來ルトノコトデア
ル。

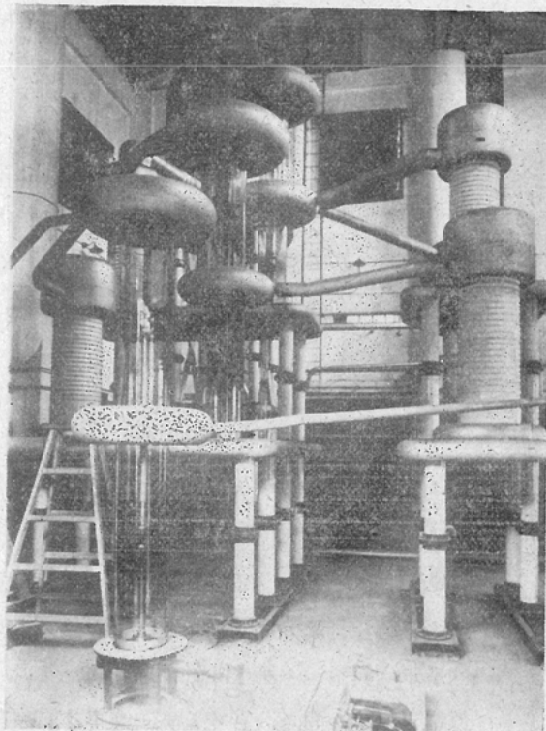
一番遠クニアルノガ電壓裝置デ。蓄電器ヲ柱ノ如ク積み上ゲテ。組立テ、アル。斜ニナツテ
キルノハ「ケノトロン」デア。手前ノ2本ノ柱ハ油中ニ浸ケタ高抵抗(2000MΩ)デ。之ニ電流
ヲ流シテ。電壓ヲ測定スルヤウニナツテキル。コノ裝置デ。蓄電器ノ柱ニ輪ガ何ヶ所ニモ著イ
テ居リ。又高電壓電極が大キク作ツテアルノハ。之等カラ出ル「コロナ」放電ヲ防ギ。且ツ火花
放電ノ原因ヲ除ク爲デア。若シ。一ヶ所デモ尖ツタ所ガアルト。ソコノ電壓ガ高クナツタト
キ。容易ク「コロナ」放電ガ起ル。而モソノ放電流ハ相當大キクナルノデ。著シイ電壓降下ヲ生
ジ。目的トスル高電壓ガ得ラレナクナルノデア。

第3圖ハ理化學研究所ノ原子核實驗室ニアルモノデア。右方及ビ左端ノ碍管製ノモノガ蓄
電器デ。中央ノ硝子管製ノモノガ「ケノトロン」デア。變壓器ノ尖頭電壓ハ 200kV デ。三段
ニナツテキル。

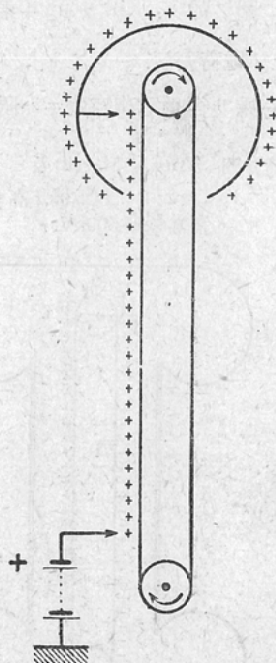
2. 「ベルト」起電機

コノ裝置ハ靜電的(electrostatic)ノモノデ。ソノ原理ハ古クカラアル起電機ト同様デア。
併シ。之ヲ大體今日使ハレテ居ル形ニシタノハ Van de Graaff デ。10年餘前ノコトニ過ギ

第3圖 理化學研究所 原子核實驗室 高電壓發生裝置



第4圖 「ベルト」起電機



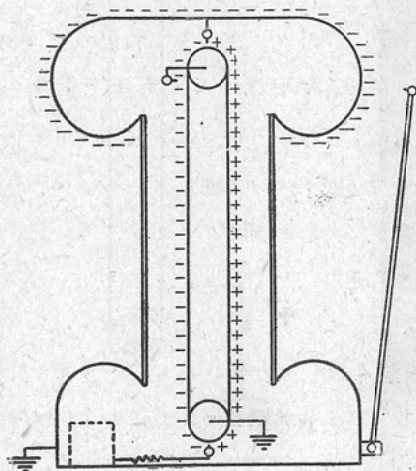
ナイ⁽²⁾。コノコトカラ、又、コノ起電機ヲ、Van de Graaff 起電機トモ呼シデキル

此ノ起電機ノ原理ハ第4圖ノ示スヤウナモノデア。上方ノ球ガ高電壓電極デアツテ、コノ電極内ニ滑車ガアリ、ソレト接地シタ滑車トノ間ニハ幅ノ廣イ、絶縁物ノ「ベルト」ガカ、ツテ居ル。「ベルト」ハ「ゴム」布、紙ノ如キ、絶縁ノ非常ニ良イモノデ作ツテアルノデ、之ニ下端デ、電荷ヲ與ヘルト、ソレガ機械的ニ上方ノ電極内ニ運ビ込マレ、ソコデ取り去ラレルノデア

ル。下端ニ於テ、電荷ヲ「ベルト」ニ與ヘルコト、及ビ上端ニ於テ、之ヲ取り去ルニハ、通常、「コロナ」放電ガ利用サレル。ソノ方法ハ、例ヘバ、蓄音機ノ針ヲ、1 糎ノ間隔デ、楡ノ齒ノ如ク1 列ニ並ベタモノヲ作り、之ヲ「ベルト」カラ10 糎程度離シテ「ベルト」ニ向ハセテオク。下端ニ於テ、電荷ヲ與ヘルトキハ、コノ針ニ、正又ハ負ノ10 乃至20kV ノ電壓ヲ與ヘルト、針ノ先カラ「コロナ」放電ガ起リ、「ベルト」ニ正又ハ負ノ電荷ガ著ク。上端ニ於テハ、針ニ特ニ電壓ヲ與ヘナクテモ、「ベルト」ニ乗ツテ來タ電荷ニヨル電場ノ爲ニ、「コロナ」放電ガ起ツテ、電荷ハ針ニ移リ、更ニ高電壓電極ニ移ルノデア

ル。コノ起電機ニ於テ、第一ニ問題トナルノハ、之カラトツテ利用シ得ル電流ノ大キサデア。高電壓電極カラトリ得ル電流ハ、「ベルト」ガ持テ上ゲル電荷ノ大キサニヨルワケデ、之ガ、機械的ニ行ハレルノデア。餘リ大キナモノナリ得ナイノデハナイカト云フ懸念ガアル。若シ、圖ノ如ク、「ベルト」ニ乗ツタ電荷ガ全部上ゲトリ去ラレルナラバ、コノ電流ハ、「ベルト」上ノ電荷密度、「ベルト」ノ幅及ビ「ベルト」ノ速度ニヨツテ定マルワケデア。所デ、「ベルト」ニ乗り得ル電荷密度ニハ限度ガアル。ソノ理由ハ、「ベルト」上ニ電荷ガ著クト、ソノ爲ニ、

第5圖 Trump, Merrill 及ビ Safford ノ「ベルト」起電機、高サ1.2m, 最高電壓500kV.



空氣中ニ向ツテ電場ヲ生ジ、ソノ大キサハ電荷密度ト共ニ増大シ、大體每糎30kV 以上ニナルト空氣ヲ破ツテ放電ガ起ルカラデア。此ノ時ノ電荷密度ハ每平方糎 $2.65 \cdot 10^{-9}$ 「クーロン」ニナツテキ

ル。尙ホ、第4圖ニ於テハ、「ベルト」ノ昇リノ部分ダケガ利用サレテ居ルワケデア。ガ次ノ第5圖ノ如クスルト、降りノ「ベルト」ハ逆ノ符號ノ電荷ヲ持ツテ來ルヤウニ出來ル筈デア。コノ圖ハ負ノ高電壓ヲ得ル装置デア。圖ノヤウニ、昇ツテ來タ電荷ノ一部分ヲ最初ノ「コロナ」針デトリ、之ヲ滑車ニ與ヘルト第二ノ針ガ之ニ向ツテ「コロナ」放電ヲ起ス。而モ、コノトキ、滑車ハ負ニ荷電シ

テ居ルノデ、正ノ電荷ガ針ヨリ「ベルト」ニ飛ビ、「ベルト」ハ正電荷ヲモツテ降ツテ行クノデア
ル。

コノヤウニシテ、理想的ニ考フレバ、先程ノ理論値ダケノ電氣量ガ上昇ニモ下降ニモ運バ
ル筈デア。併シ、實驗セラレタ所デア、ソノ通りニハ行ハレテ居ナイ。原因ハ種々アルコト
ト思ハレルガ、一ツニハ、「ベルト」ハ絶縁物デア。外側ニ正又ハ負ノ電荷ガ著クト、ソ
ノ反對側ニハ反對符號ノ電荷ガ著キ、同時ニ昇ツテ來ル等ノコトモ考ヘラレル。イヅレニセヨ、
種々ノ起電機デ實驗サレタ結果ハ、大體

$$I \sim 3.5 \cdot b \cdot v \cdot 10^{-9} A$$

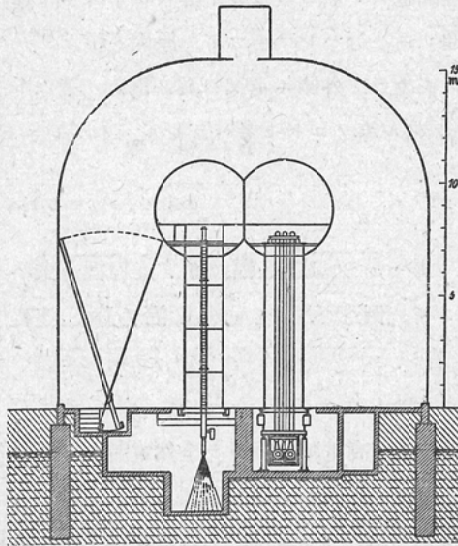
マデノ電流ガ得ラレルコトニナツテ居ル。但シ、 b ハ「ベルト」ノ幅(cm)、 v ハ纏デ表ハシタ
毎秒ノ速度デア。之ハ理論値ノ約60%ニ相當スル。例ヘバ、「ベルト」ノ幅ヲ1m、速度ヲ毎
秒2500cmトスルト、電流ハ0.875mAニナル。若シ、コノヤウナ「ベルト」ヲ何本モ並ベテ運
轉スレバ、2~3mAノ電流ヲ運ブコトモ可能ニナルワケデア。

電流ノ次ニ、最高電壓ニ就イテ考ヘテ見ヨウ。若シ、高電壓電極カラ全然電流ヲトラナイナ
ラ、運ビ上ゲラレタ電荷ハ漸次コ、ニ蓄積スル。從ツテ、周圍ノ壁、床等ニ對スル電極ノ電氣
容量ヲ C トスルト、電壓 V ハ $V = \frac{Q}{C}$ (Q ハ電極ニ集ツタ電氣量)ノ關係デ幾ラデモ上昇ス
ル筈デア。併シ、コ、ニモ限度ガアツテ、電壓ガ非常ニ高クナルト、電極附近ノ電場ノ強サ
ガ大キクナリ、空氣ヲ破ツテ放電ガ起ル。又電極ノ一部分カラ「コロナ」放電ガ起リ、ソノ電流
ガ電壓ノ上昇ト共ニ増加シテ、遂ニハ「ベルト」ニ運ビ上ゲラレル電流ト平衡ノ状態ニナリ、ソ
レ以上電壓ガ昇リ得ナクナル場合モアル。從ツテ高電壓ヲ得ル爲ニハ、電極ハ滑ラカニ作ルト
共ニ、出來ルダケ曲率半徑ノ大キイ曲面、云ヒカヘレバ、出來ルダケ大キイ、球形或ハ圓筒形
(之ハ特別ノ場合デア)ノ如キモノニ作ル必要ガアル。言葉ヲカヘテ云ヘバ、電極ノ大キサニ
依ツテ、大體、最高電壓ガ定マルノデア。

若シ、起電機ノ最高電壓以下ノ電壓ヲ得タイトキニハ、何等カノ方法デ、故意ニ、「コロナ」
放電電流ヲ増加サセテモヨイ。一ツノ方法ハ第5圖ノ如ク、接地シタ「コロナ」針ヲ電極ニ近ヅ
ケテ、「コロナ」放電ヲ起サスノデア。コノ方法ニ依ルト、電壓ガ降下スル以外ニ、電壓ノ安
定度モ増加スルコトガ出來ル。一ツノ報告ニヨルト、電壓變化ヲ1.5%以下ニスルコトガ出來
ルトノ事デア。尙、第5圖ノ起電機⁽³⁾ハ、全體ノ高サ1.2mニ過ギナイモノデア。最高
電壓500kV、「ベルト」ノ運ビ上ゲル電流210 μ Aト云フ事デア。

起電機ノ他ノ例トシテ、第6圖ハVan de Graaffガ、2,3ノ人達ト共同デ作ツタモノデア
ル。球ヲ二ツ合シタヤウナ、高電壓電極ハ、球ノ直徑4.5mノ大キイモノデ、之ヲ2本ノ圓
筒形ノ絶縁物デ支ヘテ居ル。右方ニハ「ベルト」ヲ收メテ、高電壓ヲ發生シ、左方ハ電極内デ
「イオン」ヲ發生シテ、之ヲ加速スル、所謂「イオン」加速管ヲ收メテキル。最高電壓ハ2,400kV、

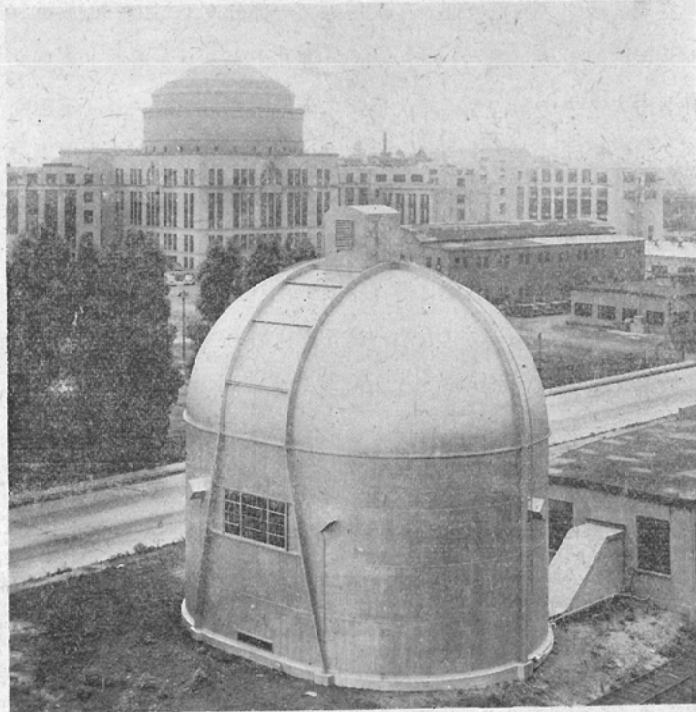
第6圖 Van de Graaff ト共同研究者ノ「ベルト」起電機。球ノ直径4.5m。最高電壓2.4Mv。最高電流2.1mA。



電流2.1mAト云フコトデアル。左隅ニアルノハ電壓整調用ノ「コロナ」針デアル。之ヲ圖ノ如キ特別ノ建物ニ收メテ居ル。建物ノ外容ハ、第7圖ノ如ク、瀟灑ナモノデアル。大體コノ型ノ起電機トシテハ、コレ位が大キサノ方カラ、從ツテ又電壓ノ方カラ限度ニ近イモノデハナイカト考ヘラレル。

所ガ、幸ナコトニ、起電機ヲ特殊ナ氣體中、或ハ空氣デモ之ヲ數氣壓ニ壓縮シタ中デ働カセルト放電ノ起ルノヲ抑制シテ、小型ノモノデモ、割合、電壓ヲ上昇サセルコトガ出來ル。コノ方法デ最初ニ成功シタノハ、Herbトソノ共同實驗者達デアル⁽⁴⁾。彼等ノ作ツタ起電機ハ第8圖ノ如キモノデアル。圖ノ外函ハ圓筒形ノ高氣壓「タンク」デ、ソノ中ニ

第7圖 第6圖ノ「ベルト」起電機ノ外觀



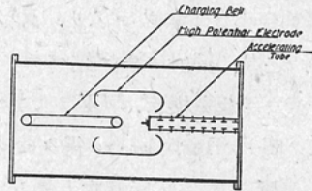
10 氣壓程度迄ノ空氣ヲ入レルヤウニナツテ居ル。

第8A圖ノモノハ、高氣壓ノ空氣中ニ於ケル動作狀態ヲ研究スル爲ニ、試驗的ニ作ツタ小型ノモノデ、之デ満足ナ結果ガ得ラレタノデ、コノ經驗ニ基イテ、大體第8C圖ノ如キモノガ作ラレタノデアアル。第8C圖ノモノニ就イテ述ベル前ニ第8B圖ニ就イテ考ヘテ見タイ。之ハ理想案デアツテ、中央ニ圓筒形ノ高電壓電極ガアリ、ソノ兩端ガ電氣抵抗ノ大キイ、殆ド絶縁物ノ圓筒デ支ヘラレテ居ル。コノヤウニシテ、中央ノ電極ガ高電壓ニナツタトキ、ソコカラ、僅カノ電流ガ、常ニ、兩端ノ方ニ流レテキルト、電壓モ、一樣ニ、漸次兩端ヘ降下スルノデ、ドコニモ電壓勾配ノ大キイ所、即チ、電場ノ強イ所ガ出來ナクテ、放電ノ起ル虞ガ少クナル。從ツテ、電壓モ充分ニ上昇サセルコトガ出來ル。左側ニアル荷電用「ベルト」、右側ニアル「イオン」加速管ハ、イヅレモ、コノ電壓分布用圓筒ノ中ニ入レテオクノデアアル。

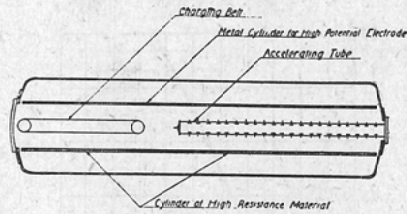
併シ、實際ニハ、コノヤウナ都合ノイ、圓筒形ノ高抵抗物質ヲ得ルコトハ困難ナノデ、採用シタノガ第8C圖ノ如キモノデアアル。之ハ、高抵抗圓筒ノ代リニ、非常ニ多數ノ「アルミニウム」製ノ圓環ヲ、圖ノ如ク、僅カノ間隔ヲオイテ、平行ニ竝ベタモノデアアル。「アルミニウム」環ハオ互ニ絶縁シテアルケレドモ、全部ニ「コロナ」針ヲトリツケテ、僅ノ「コロナ」電流ガ、順ニ、1ツノ環カラ次ノ環ニ流レルヤウニシテアル。コノヤウニシテ、電壓ノ分布狀態ヲ出來ルダケ、上ノ理想案ニ近ヅクヤウニシタノデアアル。起電機ヲ高氣壓氣體中デ働カスヤウニシタコトハ、コノ金屬環ヲ用ヒテ電壓分布ヲヨクシタコトハ、「ベルト」起電機製作上ノ1ツノ大キイ進歩デアツタと思ハレル。

Herb 達ノ起電機ノ、稍々詳細ノ所ハ、第9圖ニ見ルコトガ出來ル。高電壓電極、「アルミニウム」環等ハ「タンク」内デ、兩端カラ、丈夫ナ絶縁棒デ支ヘラレテ居ル。加速管内デ、コノ電壓ニヨリ、

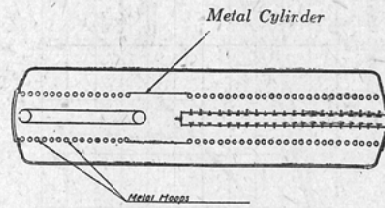
第 8 A 圖



第 8 B 圖

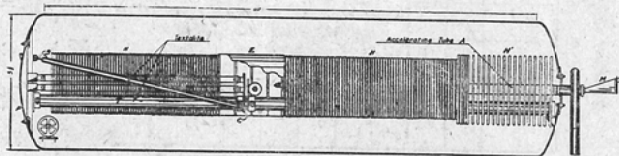


第 8 C 圖



Herb, Parkinson 及ビ Kerst ノ
高氣壓型「ベルト」起電機

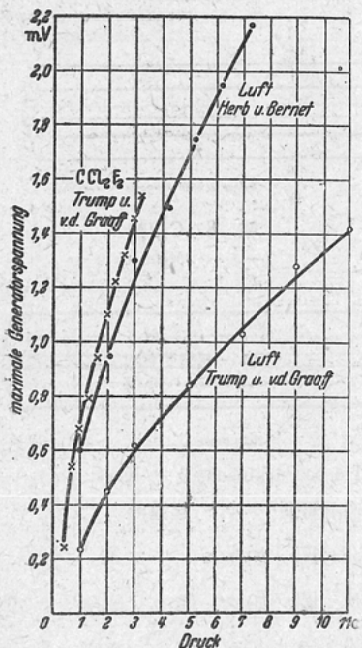
第9圖 Herb, Parkinson 及ビ Kerst ノ高氣壓型「ベルト」
起電機ノ構造



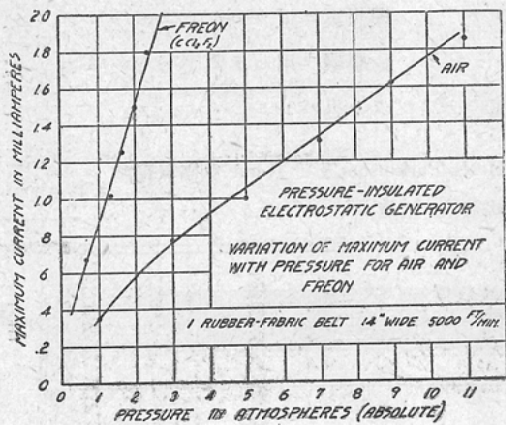
加速サレタ「イオン」ハ、「タンク」ノ外ニ出テクルノデアアル。「タンク」ノ直径ハ5½呎、長サハ20呎デ割合小サイモノデアリ。又「アルミニウム」環ハ直径 11/16 吋ノ管ヲ圓形ニ曲ゲテ作ツタモノデ、之ヲ 9/16 吋オキニ竝ベテアル。

コノヤウナ起電機デ、氣壓ヲ上昇サセタトキノ、最高電壓ノ上昇ハ第10圖デ見ルコトガ出來ル。コノ圖ノ Herb 達⁽⁵⁾ノ得タ曲線デハ、空氣1氣壓ノトキ最高電壓60萬「ボルト」程度ノモノガ、氣壓ヲアゲルト漸次上昇シ、7氣壓餘デ、大體、220萬「ボルト」マデ昇ツテ居ル。又

第10圖 高氣壓型「ベルト」起電機ニ於ケル氣壓ト最高電壓トノ關係



第11圖 高氣壓型「ベルト」起電機ニ於ケル氣壓ト最高電流トノ關係



Trump ト Van de Graaff⁽⁶⁾ハX線ヲ出ス爲ニ、之ヨリ稍々小型ノ、負ノ高電壓ヲ得ル起電機ヲ作ツタノデアアルガ、ソノ結果ニヨルト、空氣1氣壓ノトキ、最高電壓20萬「ボルト」ノモノガ11氣壓ノトキ140萬ボルト迄上昇シテ居ル。空氣以外ノ特殊ノ氣體、例ヘバ「フレオン」瓦斯ヲ使用スルトソノ效果ハ更ニ著シク、3氣壓デ既ニ150萬「ボルト」ノ電壓ガ得ラレテ居ル。

起電機ヲ、高氣壓ノ氣體中デ働カセルコトノ利益ハ、更ニ次ノ點ニモアル。即チ、氣壓ガ高クナルト放電ガ起リニク、ナルノデ、「ベルト」上ノ電荷密度ヲ増加スルコトガ出來テ、從ツテ、「ベルト」ノ運ビ上ゲル電氣量ヲ増加スルコトガ出來ル。第11圖ハソノ状態ヲ示スモノデアツテ、矢張り Trump ト Van de Graaff ノ得タ結果デアアルガ、空氣1氣壓ノトキ 400 μ A ノモノガ、10氣壓デ1.8mA マデ増加シテ居リ、又「フレオン」瓦斯ヲ入レルトソノ效果ガ更ニ著シイ。

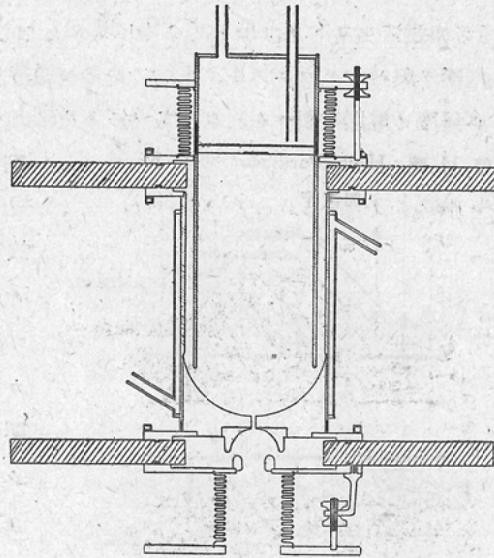
3. 「イオン」源及ビ加速管

高電壓裝置トシテ、Cockcroft 型裝置或ハ「ベルト」起電機ノ、イヅレヲ使用スル場合デモ、高速「イオン」或ハ電子線ヲ得ル爲ニハ、「イオン」或ハ電子ノ發生裝置ト、ソノ加速裝置ヲ、之ニ設備スル必要ガアル。電子線ノ場合ニハ、通常ノX線管球ノヤウニ、簡單ニ「タングステン」等ノ織條ヲ加熱スレバイ、ガ、「イオン」

ノ場合ニハ稍々複雑ニナル。

「イオン」源トシテ通常使用サレテ居ルモノニハ2通りアル。1ツハ第12圖ニ示ス如キモノデアル。⁽⁷⁾主要部分ハ、2個ノ圓壩形ノ電極ヲ、絶縁シテ、軸ヲ共通ニシテ支ヘタモノデアル。内電極ノ上端ハ塞イデ之ヲ水冷又ハ油冷シ、外電極ノ下端モ、圖ノ如キ形ニ閉ヂテ、中央ニ直径1乃至3 m.m. 位ノ小孔が開イテ居ル。コノ管中ニ水素瓦斯ノ如キモノヲ、水銀柱 2×10^{-2} m.m. 程度ノ氣壓ニ入レテ、内電極ト外電極トノ間ニ3萬乃至5萬「ボルト」ノ電位差ヲ與ヘルト、兩電極間ニ放電ガ起リ、水素原子及ビ分子「イオン」ガ發生スル。之ガ中央下端ノ孔ヲ通ツテ、外ニ出テクルノデアル。出テ來タ「イオン」流ハ原子「イオン」モ分子「イオン」モ含ムモ

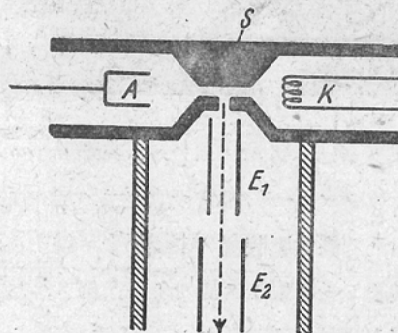
第12圖 高電壓放電型「イオン」源



ノデアツテ、ソノ割合ハ、中ノ氣壓、放電電壓等ニヨツテ異ナルモノデアルガ、全部ヲ合シタ電流ノ大キサハ通常數百「マイクロアンペア」カラ1「ミリアンペア」程度ノモノデアル。尙、放電電壓ハ數萬「ボルト」用フルワケデアルカラ、出テ來タ「イオン」ノ「エネルギー」ニモ同ジ程度ノ不揃ヒサガアル。

「イオン」源ノ第2ノ型ハ、低電壓弧光 (Low. voltage arc) ヲ用ヒル方法デアツテ、⁽⁸⁾第13圖ニ示スガ如キ原理ノモノデアル。主要部分ハ、管S、纖維條K、陽極Aカラ成立シテキル。コノ中ニ、矢張り水素等ノ氣體ヲ低氣壓ニ充タシ、KトAトノ間ニ50V 位ノ電位差デ、Sノ細イ部分ヲ通シテ、電弧ヲ點ケル。コノ電流ハ通常0.2乃至2A 程度デ、割合大キイ。コノトキ出來タ原子及ビ分子「イオン」ハ、Sノ中央部ノ細イ孔ヲ通ツテ、擴散シ下方ニ出テ來ル。SトE₁トノ間ニハ數千「ボルト」ノ電位差ガ作ツテアルノデ、ソノ電場ハ、「イオン」ヲSノ孔カラ引出スノニ役立チ、又出テ來タ「イオン」ヲ加速スル。コノ方法デモ、原子「イオン」、分子「イオン」ヲ混ジタモノトシテ、1mA 程度迄ノ「イオン」流ガ得ラレル。低電壓弧光型ノ「イオン」源ノイ、コトハ、出テ來ル「イオン」ノ速度ガ殆ド均等ナルコト、働カ

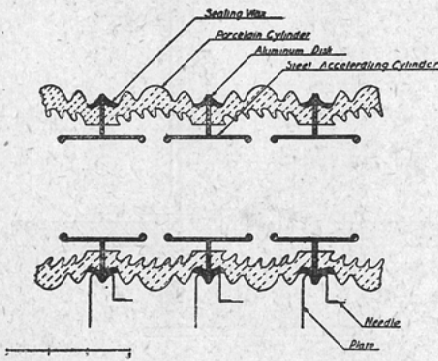
第13圖 低電壓弧光型「イオン」源



セルノニ要スル電力ガ割合僅カデスムコト等デアル。

コノヤウニシテ、發生シタ「イオン」ハ、加速管内デ、高電壓ニヨツテ加速サレル。ソノトキ、高電壓ガ、20 萬ボルト以下ノ程度ノトキハ、真空中デー氣ニコノ電位差ヲ與ヘテ、「イオン」ヲ加速スルコトガ出來ルガ、ソレ以上ノトキニハ、通常第 14 圖ノ如ク、何段ニモ區切ツテ、電壓ヲ與ヘルヤウニスル。1 段ノ長サハ通常 5 乃至 15 糎ニトリ、ソノ間ニ 5 乃至 10 萬「ボルト」程度ノ電壓ヲ與ヘル。コノヤウニスル理由ハ、數十萬「ボルト」ノ電壓ヲ非常ニ長イ、中

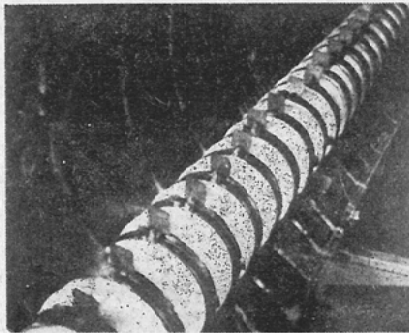
第 14 圖 Herb, Parkinson, 及ビ Kerst ノ加速管



ヲ真空ニシタ絶縁管ニ加ヘルヨリ、コノヤウニ、短イモノニ低イ電壓ヲ加ヘル方ガ、遙ニ容易デ、放電ガ起リニクイカラデアル。第 15 圖⁽⁴⁾ハコノヤウニ作ツタ加速管ノ外觀ヂアツテ、白イノガ碍管デアル。1 段ニハ數萬「ボルト」ノ電壓ヲカケルニ過ギナイノデ、百萬「ボルト」以上ノ電壓ヲ兩端ニカケヨウトスルト、段數ガ非常ニ多クナリ、從ツテ長サモ非常ニ長ク、數米ニ及ブコトガアル。

「イオン」源デ發生シタ「イオン」ハ、コノ加速管ノ一端カラ入り、漸次「エネルギー」ヲ得テ、最後ニ非常ナ高速「イオン」トシテ他端カラ出テ來ル。ソノ間、加速管内ノ相當ノ距離ヲ通ルワケデアルカラ、最初管内ニ入ツタ「イオン」ノド

第 15 圖 Herb, Parkinson 及ビ Kerst ノ加速管外觀



レ位ノ部分ガ無事ニ他端マデ達シ得ルカガ、直チニ、問題ニナルワケデアル。途中デ、擴ツテ、大部分ハ失ハレルノデハナイカト云フ虞ガ多分ニアルワケデアル。併シ、幸ナコトニ、各段ニ電壓ガカ、ツテ居ルノデ、各々が「イオン」ニ對シテ「レンズ」ノ役目ヲナシ、「イオン」ヲ收束サセルノニ役立ツテ居ルノデアル。特ニ最初ノ 3 段位ハ、「イオン」ノ速度ガ小サイノデ、焦點距離ノ短イ「レンズ」ニナツテ居リ、之ガ主トシテ、「イオン」ヲ收束シ、大シタ損失ナシニ、「イオン」ガ他端カラ出

テユクヤウニスルノデアル。實際問題トシテハ、理想的ニ收束作用ヲ働カセルノハ、中々困難ナヤウデアルガ、相當役立ツテハ居ルヤウデアル。

以上、高電壓裝置ノ主要部分ニ就イテ述べタワケデアルガ、之等ヲ全部ソナヘテ「イオン」發生裝置トシテ働イテ居ルモノ、例ヲ、尙 2, 3 次ニ掲ゲテ見ヨウ。

第 16 圖ハ、英國「ケンブリッジ」大學ニアル、Cockcroft 型ノ裝置デアツテ、左端ガ「フィリップ

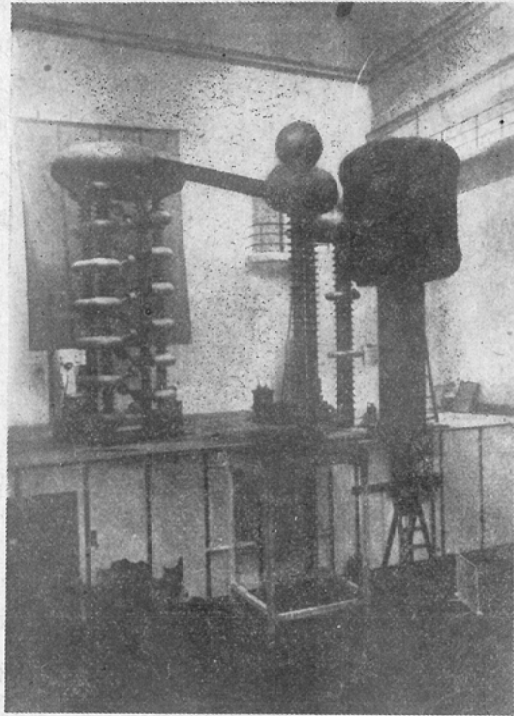
ス會社製ノ、120萬「ボルト」發生裝置。
中央左ノハ電壓測定用ノ高抵抗。ソノ右
ガ、「イオン」發生裝置ト加速管。更ニ右
端ガ、「イオン」源ノ電源ヲ絶縁筒デ支ヘ
タモノデアル。「イオン」源ハ高電壓ノ放
電ヲ利用スルモノデ、加速管ハ3段ニナツ
テキル。コノ裝置ハ原子核ノ研究ニ使用
サレテ居ルモノデ、加速管ヲ出タ高速
「イオン」ハ、室ノ床ヲヌケテ、下ノ室ニ
入り、ソコデ研究ガ行ハレルノデアル。
空氣中デ働ク「ベルト」起電機ノ例トシ
テ、第17圖⁽⁹⁾ハワシントンノカーネギ
ニ研究所ニアルモノデアル。中央ノ高
電壓電極ハ直径2米ニ作ツテアツテ、最
高電壓ハ120萬「ボルト」デアル。荷電用
ノ「ベルト」ハ壁カラ水平ニ走ツテ居ル。
電極カラ真下ニ出テ居ルノガ加速管デ、
寫眞ノ如ク、何段ニモ區切ツテアル。

「イオン」源トシテハ、低電壓弧光型ノモノヲ用ヒ、高速「イオン」ハ床ヲヌケテ、地下室デ原子
核ノ實驗ガ行ハレルノデアル。

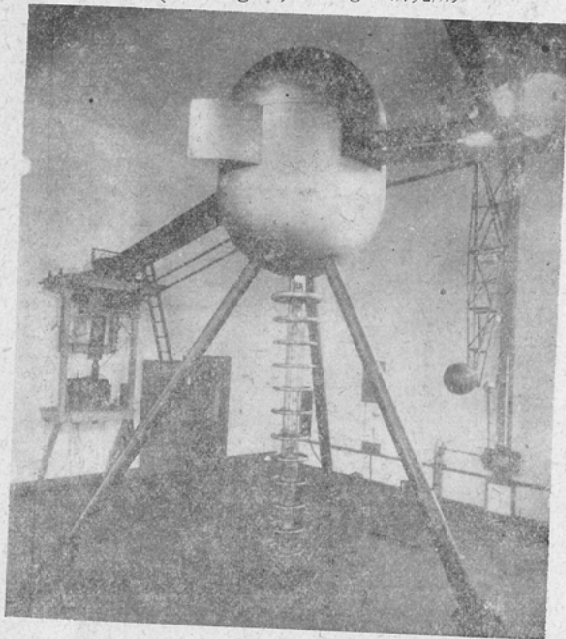
第18圖ハ東京芝浦電氣株式會社ノ田中博士ノ製作ニナルモノデ、最高電壓ハ、今迄ノ所デ
ハ200萬「ボルト」、電流ハ3.2mAトノ事デアル。コノ型ノ起電機トシテハ、最モ大型ノモノ
デアル。荷電用「ベルト」ハ絶縁筒ニ入ツテ居テ見エナイガ、ソノ左手前ニアル2本ノ加速管ハ
右方ハ「イオン」ニ左方ハ電子ニ用ヒテX線ヲ發生サセルヤウニナツテ居ル。コノヤウナ大型ノ
起電機ニX線發生裝置ヲトリツケタモノトシテハ、最初ノモノデアル。

高電壓電極ノ眞上、天井ニ丸ク見エルノハ廻轉電壓計⁽¹⁰⁾デアツテ、電極ノ電壓ヲ測定スルモ
ノデアル。一般ニ、數十萬乃至數百萬「ボルト」ノ直流電壓ヲ測定スル方法トシテハ、2球間ノ
火花放電ニヨル方法、高抵抗ヲ流レル電流ヲ測定スル方法等モアルガ、廻轉電壓計ハソノ使用
モ簡單デアリ、割合正確ナノデ、非常ニ屢々用ヒラレテ居ル。ソノ原理ハ第19圖ニ示シタヤ
ウナモノデ、切目ヲ入レタ圓筒ヲ、高電壓電極(右方ニ示シタ球ノ1部分)ニ對シテ置キ、之ヲ
一定ノ速度デ廻轉スル。ソノトキ、半圓筒ト電極トノ間ノ電氣容量ガ周期的ニ變化スルノデ、
圖ノ如キ回路ニ交流電流ガ生ズルノヲ讀ムノデアル。コノ交流電流ハ電壓ニ比例シテ、測定
上、好都合デアル。

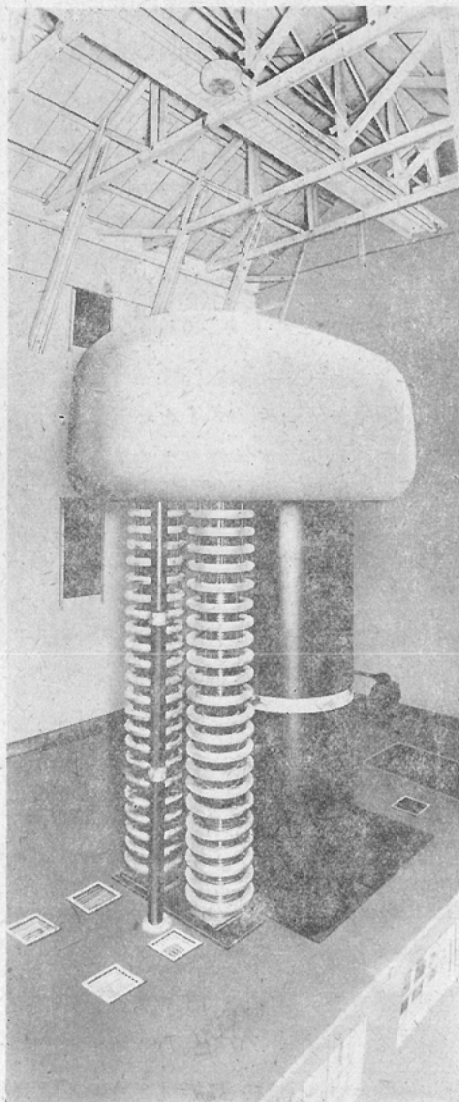
第16圖 Cambridge, Cavendish 實驗所ノ
1.2Mv. 原子核實驗裝置(Cockcroft 型)



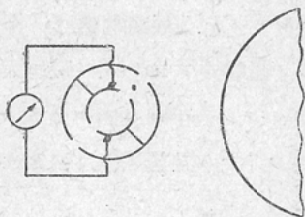
第 17 圖 Tuve, Hafstad 及ビ Dahl ノ 1.2Mv. ノ
「ベルト」起電機使用ノ原子核實驗裝置
(Washington, Carnegie 研究所)



第 18 圖 東京芝浦電氣株式會社ノ「ベルト」
起電機. 最高電壓 2 百萬「ボルト」, 最
高電流 3.2mA. 「イオン」加速管(右)
及ビ X 線管(左)ヲ設備ス



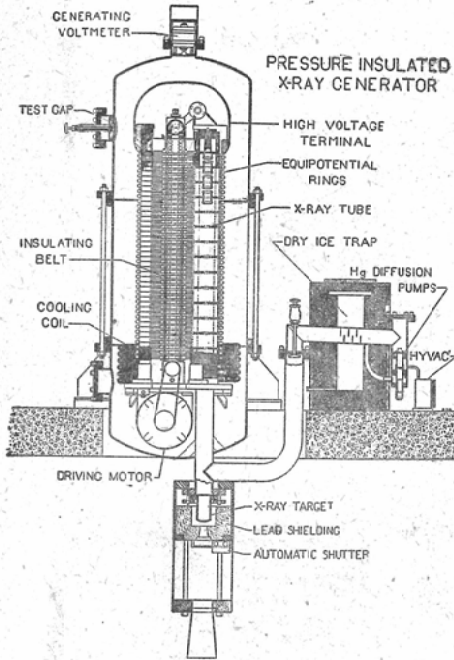
第 19 圖 廻轉電壓計原理



次ニ壓力型「ベルト」起電機ヲ掲ゲテ見ヨウ。第 20 圖ハ Trump ト Van de Graaff⁽⁹⁾ガ作ツ
タモノデ、X 線裝置トシテ使用サレテ居ル。中々ヨク出來テ居ルヤウデ、「タンク」ノ全長 2 米
半ニ過ギナイ、小サイモノデアルガ、10 氣壓程度ニスレバ 125 萬「ボルト」ノ電壓ガ出セル。又
「ターゲット」ニ達セル電子電流ハ 1 mA 程度デアル。

第 21 圖ハワシントンノ矢張り「カーネギー研究所」ニ作ラレタモノデ、茄子型ノ高氣壓「タン

第 20 圖 Trump 及ビ Van de Graaff ノ
高氣壓型「ベルト」起電機ヲ使用セル
X線装置

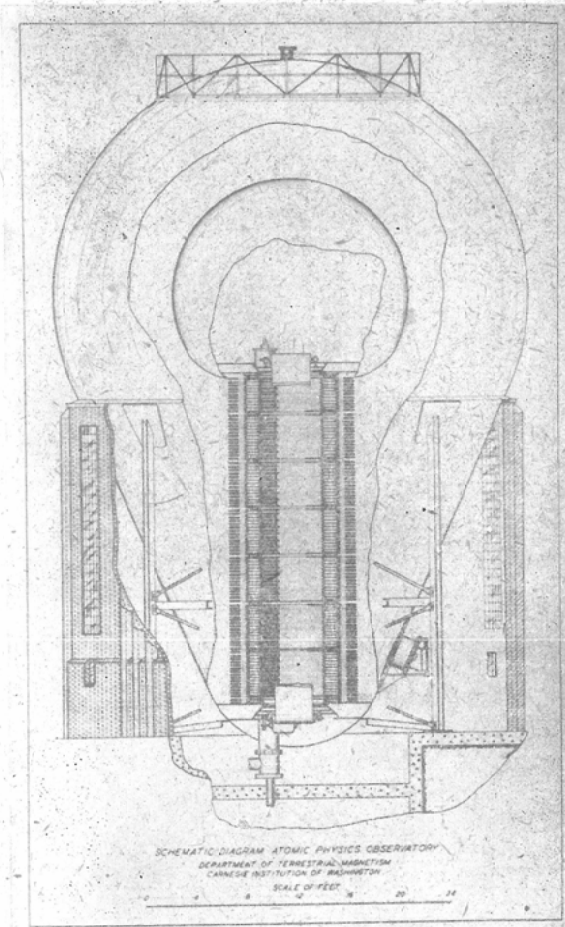


ク」ヲ使用シ、「タンク」ノ高サ 16 米半、
上部ノ直徑 11 米、4.2 氣壓ノ大規模ナ
モノデア。之ハ 500 萬「ボルト」ノ電壓
ヲ得ル豫定トノコトデア。外カラ見
タ所ハ、第 22 圖ノ様ニ綺麗ニ出來上ツ
テ居ル。矢張り、物理實驗ハ、地下室デ
行フ。

尙、壓力型「ベルト」起電機ハ、本邦ニ於テモ、數ヶ所ニ於テ、100 萬「ボルト」乃至 300 萬「ボ
ルト」程度ノモノヲ建設中デアリ、中ニハ既ニ完成シテ働イテ居ルモノモアル。

以上ニ於テ、原子核實驗ニ使用サレテ居ル高電壓裝置ノ、2 ツノ型ニ就イテ記シタコトニナ
ルガ、コノ 2 ツヲ比較シテ見ルト、電壓ガ低ク數十萬「ボルト」程度迄ノトキハ、「ベルト」起電機
ノ方ガ、費用少ク作ルコトガ出來ル。併シ、「ベルト」ノ如キ、機械的ニ動クモノヲ使用スルノ
デアルカラ、ソレガ損傷スルコトモ考ヘネバナラナイ。又電流モ Cockcroft 型ノ方ガ大キイ
ヤウデアリ、操作モ容易デハナイカト考ヘラレル。電壓ノ變動ハ恐ラク「ベルト」起電機ノ方ガ
小サク出來ルデアラウ。數十萬「ボルト」以上ニ電壓ガ高クナルト、「ベルト」起電機ノ方ガ漸次

第 21 圖 Tuve 及ビ共同研究者ノ高氣壓型「ベルト」起電
機ヲ使用セル原子核實驗裝置、高氣壓「タンク」ノ高サ
16.5m. 上部ノ直徑 11m. 最高氣壓 4.2 氣壓、高電壓
電極直徑 5m. (Washington, Carnegie研究所)



第 22 圖 第 21 圖ノ「ベルト」起電機外觀



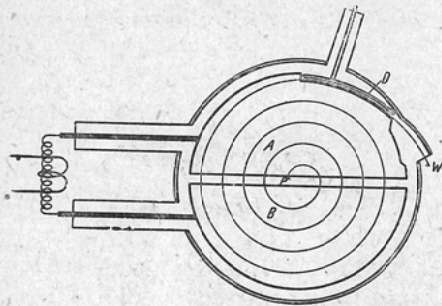
有利ニナリ、殊ニ 200 萬「ボルト」以上ニモナルト、Cockcroft 型ノ裝置デハ得ルコトガ困難デアル。

4. 「サイクロトロン」

之ハ、ヨク知ラレテ居ルヤウニ、Lawrence⁽¹⁾ノ發明シタモノデアツテ、原理ハ第 23 圖ノヤウナモノデアル。2 個ノ D 型ノ電極 A 及ビ B ガアツテ、之ニハ外カラ高周波電壓ヲ供給シ、A、B 電極間ノ狭イ間隙ニハ高周波電場ガ働クヨウニシテアル。更ニ全體ヲ、一樣ナ、圖面ニ垂直ナ磁場内ニ入レテオク。コノトキ、例ヘバ、P カラ「イオン」ガ或ル速サデ動き出シテ、電極 A ノ中ニ入ツタトスルト、ソコデハ、電場ハ働カズ、磁場ノミガアルノデ、「イオン」ハ、圖ノ如ク、一定ノ半径ノ圓ヲ畫イテ、再ビ AB 間ノ間隙

ニ出テ來ル。コノトキ、丁度、AB 間ノ高周波電場ガ、A→B ノ方ニ向イテ居ルト、コノ「イ

第 23 圖 「サイクロトロン」原理



オン」ハソコデ加速サレテ、「エネルギー」ヲ増加シ、電極 B 内ニ入ル。B 内ニ於テハ、速サガ増シテ居ルノデ、以前ヨリ稍々大キイ半径ノ圓ヲ畫イテ再ビ、AB 間ノ間隙ニ出テ來ル。コノ電極 B 内ニ於テ、半径ヲ畫イテ居ル時間ガ、丁度高周波ノ周期ノ半分ニナツテ居ルト、「イオン」ガ AB 間ノ間隙ニ入ツタ時ハ電場ノ方向ハ、以前ト反對ニナツテ居リ、コ、デ再ビ加速

サレテ、電極 A 内ニ入ル。ソコデ畫ク半圓ノ半径ハ、前ヨリモ更ニ大キクナツテ居ル。而モ、非常ニ好都合ナコトニハ、強サ H ノ磁場内デ質量 m 、電荷 e ノ「イオン」ガ、半圓ヲ畫クニ要スル時間 t ハ、簡單ナ計算デワカルヤウニ、

$$t = \frac{\pi m}{He}$$

デ與ヘラレルノデアルカラ、ソノ半径ノ大キサニハ無關係デアル。半径ガ大キクナルトキニハ速度モ大キクナツテ居テ、時間ハ變ラナイ。從ツテ、一度、高周波ノ位相ト「イオン」ノ位置ガ

適當ニナツテキルト、「イオン」ハ、間隙ニ入ル毎ニ必ず加速サレ、「エネルギー」ガ漸次増加スルト共ニ半径モ大キクナリナガラ廻ルノデアル。

コノヤウニシテ、間隙ヲ通ル毎ニ得ル「エネルギー」ハ小サクトモ、廻ル回数ガ非常ニ大キクナルト、最後ニハ非常ニ大キイ「エネルギー」ヲ得ルヨウニナル。ソノ最後ノ「エネルギー」 E ハ、最大ノ半径 R ト磁場ノ強サデ決マルモノデアツテ、次ノ式デ與ヘラレル。

$$E = \frac{e^2}{2m} H^2 \cdot R^2$$

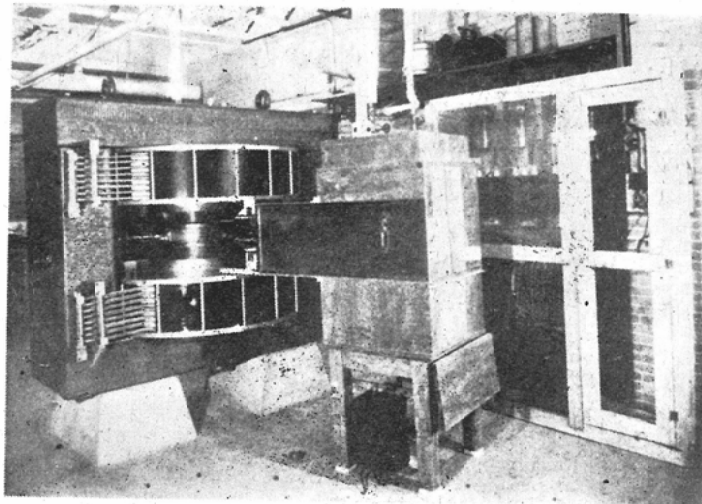
コノ式モ簡單ナ計算デ得ルコトガ出來ルガ、之ニヨルト、「エネルギー」ハ磁場ノ強サノ二乗ニ比例シ、更ニ半径ノ二乗ニ比例スル。「サイクロトロン」ニ強大ナ電磁石ノ必要ナコトハ、之ヨリ見テモ明ラカデアル。「イオン」ノ得ル「エネルギー」ハ高周波電場ノ電壓ニハ關係シナイワケデアツテ、電壓ガ低イトキニハ廻ル回数ガ増加スルダケデアル。通常尖頭電壓5萬「ボルト」程度ノモノガ用ヒラレル。又ソノ周期ハ前式ニヨツテ明ラカナ如ク、「イオン」ノ質量ト電荷ノ大イサノ比ニ對シテ適當ニ定メル必要ガアル。水素原子「イオン」、重水素原子「イオン」、 α 粒子等ニ對シテハ通常波長30米位ノ高周波ガ用ヒラレル。電子ニ對シテ、「サイクロトロン」ヲ用ヒヨウトシテモ、電子ハ質量ガ小サイノデ、半圓ヲ畫ク時間ガ非常ニ短ク、ソレニ適合スルヤウナ波長ノ短イ高周波電壓ヲD型電極ニ供給スルコトハ困難デアル。

尙、上式ヨリ見テ明ラカナ如ク、磁場及ビ半径ノ一定ナ場合、即チ、一ツノ「サイクロトロン」デハ、ソノ得ラレル「エネルギー」ハ、「イオン」ノ電荷ノ二乗ト質量ノ比ニ比例スルノデ、重水素原子核ハ水素原子核ノ半分ノ「エネルギー」、「ヘリウム」原子核ハ水素原子核ト等シイ「エネルギー」ヲ得ルコトガ出來ルワケデアル。

※「サイクロトロン」ノ實際ノ形ハ第24圖ノ例デ見ルコトガ出來ル。之ハRochesterニアルモノデ、650萬電子「ボルト」

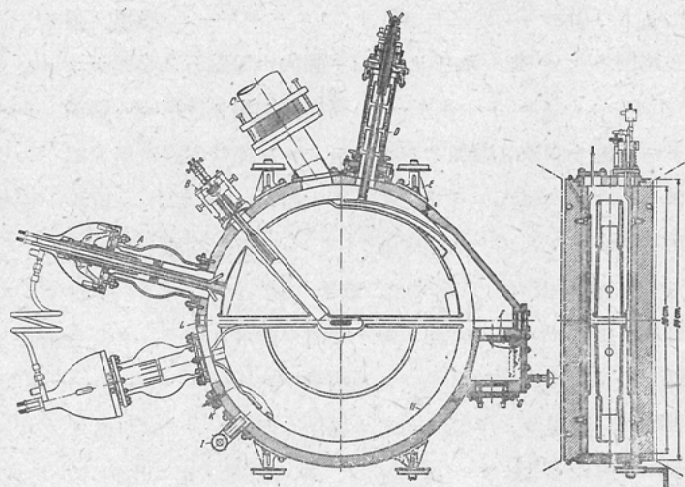
ノ水素原子核ヲ作り得ルモノデアル。圖ニア
ルヤウニ、大キナ電磁
石ガアツテ、ソノ中央
ノ兩極間ニ背ノ低イ圓
壙形ノ函ガ插入シテア
ル。コノ函中ニ、2個
ノD型電極ヲ收メ、「イ
オン」ノ加速ヲ行フノデ
アル。函ニハ所要ノ氣
體、例ヘバ重水素「イ
オン」ヲ出ストキニハ重水

第24圖 Rochesterニアル「サイクロトロン」



素瓦斯ヲ、水銀柱 1000 分ノ 1 耗程度ノ低壓ニ充タシテオク。コノ電磁石ハ通常 10,000「ガウス」乃至 15,000「ガウス」程度ノ一様ナ強磁場ヲ作ルモノデアル。又「イオン」ノマハル半徑ヲ大キクスル爲ニハ、ソノ面積モ大キクスル必要ガアル。更ニ、磁場ハ非常ニヨク一様ナルコトヲ要シ、ソノ爲ニハ、上下ノ磁極ノ間隔ハ場所ニヨツテ 0.2% 以上ノ差異ガアツテハ不都合ノ由デアル。

第 25 圖 「サイクロトロン」 加速函



銅板製ノ D 型ノ電極ガ、切口ガ「コ」ノ字型ヲナシテ向ヒ合ツテ居ル。コノ中ヲ「イオン」ガ通ルノデアル。

「イオン」ハ函ノ中央附近デ發生サセルノデアルガ、ソノ爲ノ一ツノ方法トシテハ、圖ノ如ク、織條ヲ使フモノガアル。織條ヲ熱シテ、電子ヲ發生サセ、之ニ數百「ボルト」ノ電壓ヲカケテ、磁場ニ平行ニ走ラセルト、附近ニアル氣體ヲ電離シテ「イオン」ヲ作り、ソレガ函中ヲ、上述ノヤウニ、廻ルノデアル。「イオン」ハ、函中ヲマハリナガラ、漸次「エネルギー」ヲ増大シ、從ツテ、徑路ノ半徑モ大キクナツテ、遂ニ、上右ノ端カラ D 型電極ノ外ニ出ル。コノ所ニハ、出ルノラ容易ニスル爲、圖ノ D ニヨツテ 5 萬乃至 10 萬「ボルト」ノ電壓ヲ與ヘ、「イオン」ヲ外ニ引キヨセルヤウニシテアル。

「イオン」ヲ發生サセル他ノ方法トシテハ、高電壓裝置ノ所デ既述ノ、低電壓弧光ヲ用ヒル「イオン」源ヲ小型ニ作り、中央附近ニ插シ込ム方法モアル。

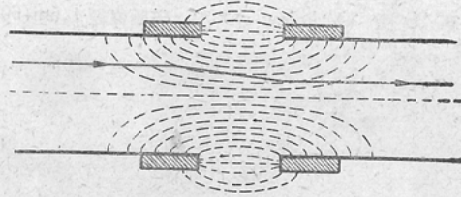
所デ、「イオン」ハ、中央デ發生シテカラ外ニ出ル迄ニ、何回位廻ルカ考ヘテ見ルト、通常、使用スル高周波ノ尖頭電壓ハ 5 萬「ボルト」程度デアルカラ、例ヘバ、1000 萬電子「ボルト」ノ「イオン」ヲ作ラウトスルト、200 回加速スル必要ガアル。「イオン」ハ 1 回廻ル毎ニ 2 回宛加速サレルノデ、結局 100 回廻ル必要ガ生ズル。ソノ徑路ノ全長ガ非常ナモノニナルコトハ容易ニ想像サレル所デアル。ソレニモ拘ラズ、數十「マイクロアンペア」ノ高速「イオン」ガ得ラレルノハ、

磁極間ニ插入スル函ノ、稍々詳細ノ所ハ、第 25 圖デ見ルコトガ出來ル。上下ニアルノガ (H) D 型電極デ、之ニ左方カラ、各々ニ高周波電壓ヲ供給スル電極ガ來テキル。函ノ切口ハ右方ノ断面圖ノヤウニナツテ居テ、函ノ兩側ノ蓋ハ磁極ノ延長ヲナスヤウニ鐵デ作り、ソノ中ニ、

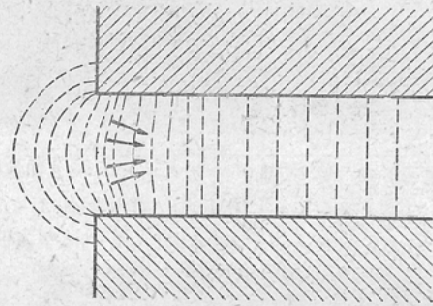
コ、デモ、高電壓裝置ノ加速管内デ働イタ如キ。集束作用ガ働イテ、「イオン」流ヲD型電極ノ中央ノ平面近クニ保ツテ、居ルカラデア。 「サイクロトロン」デハコノ集束作用ヲ二ツニ分ツテ考ヘルコトガ出來ル。⁽¹²⁾第一ニ電場ニヨル集束作用デアツテ、D型電極ガ向ヒ合ツタ所ノ電場ハ第26A圖ノ點線ノ示スヤウニナツテ居ル。從ツテ左方カラ入ツテ來タ「イオン」ハ、コ、デ「エネルギー」ヲ得ルト共ニ、例ヘバ、矢ノ示ス如ク進ンデ、中央附近ヘ引キ込マレルノデア。第二ニハ磁場ニヨル集束作用デアツテ、磁場ノ状態ハ、磁極ノ周圍附近デ、第26B圖ノ點線ノ示スヤウニナツテ居ルノデ、「イオン」ニ對シテ矢ノ如キ力ヲ及ボシ、矢張り集束作用ニ役立つノデア。實際ニハ、コノ二ツノ集束作用ノ結果ハ、簡單ニ「イオン」ガD型電極ノ中央ノ平面近クニ單ニヒキツケラレルダケデナク、ソノ平面ノ上下ヲ振動スル如キ複雑ナ徑路ヲトルヤウデア。イヅレニセヨ、之等ノ集束作用ノアル爲ニ、「イオン」ハ、散ツテシマハズニ、外マデ出テ來ルノデア。

第27圖ハ、「サイクロトロン」ノ1例デ、PhiladelphiaノFranklin-Instituteニアルモノデア。約1000萬電子「ボルト」ノ重水素「イオン」ヲ作ルコトガ出來ル。中央ノD型電極ヲ引キ出シタ所ヲ示シテアル。コノ函ハ屢々修理、改造等ノ爲ニ手ヲ入レルコトガアルノデ通常、容易ニ引キ出セルヤ

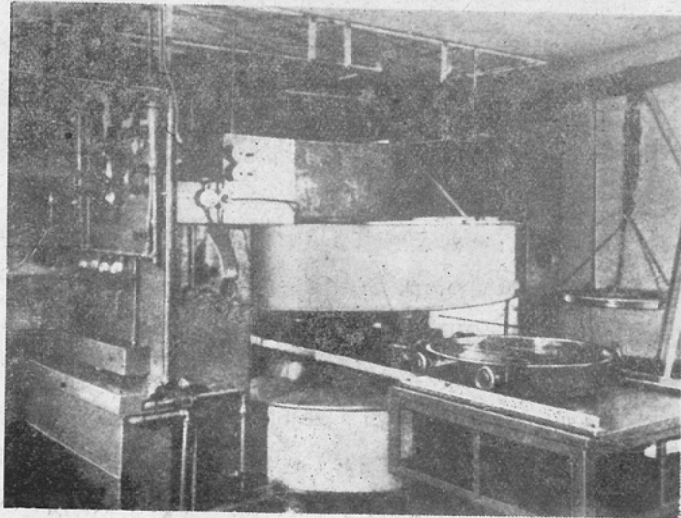
第26A圖 「サイクロトロン」ニ於ケル電氣的集束作用。矢ハ「イオン」ノ進行徑路ヲ示ス。



第26B圖 「サイクロトロン」ニ於ケル磁氣的集束作用。矢ハ「イオン」ニ働ク力ノ方向ヲ示ス。



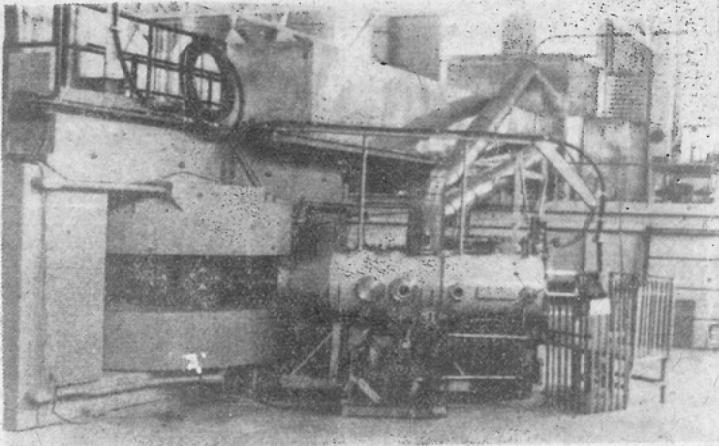
第27圖 Franklin Institute (Philadelphia)ノ「サイクロトロン」



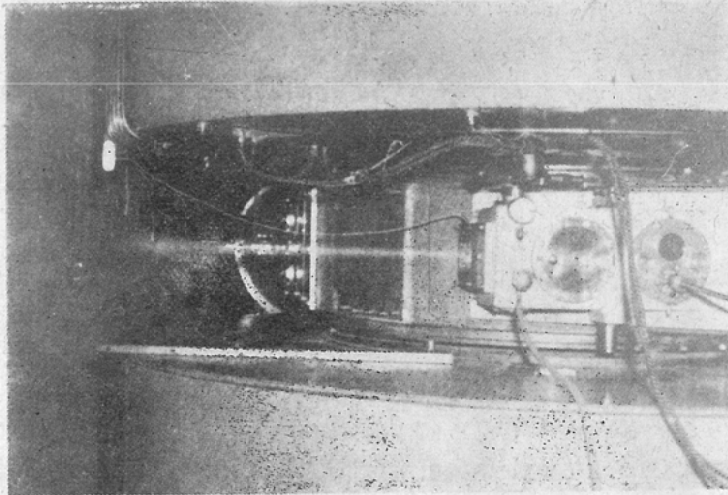
ウニナツテ居ル。

次ノ第28圖ハ Berkeley ノ Laurence ノ所ニアルモノデ、現今働イテ居ルモノ、中デハ、

第28圖 Berkeley ニアル、磁極直径1.5m(60吋)ノ「サイクロトロン」



第29圖 第28圖ノ「サイクロトロン」ノ加速函ノ一部分、中央ニ白ク長ク光レルハ、16Mev. ノ重水素「イオン」ガ窓ヨリ出テテ空氣ヲ光ラセルモノ、コノ重水素「イオン」ハ空氣中1.5m ノ飛程ヲ有ス。



備サレテ居ル。第29圖ハ、矢張り、同ジ「サイクロトロン」ノ、D型電極ヲ收メテ函ノ一部分ヲ示スモノデアル。丁度、「サイクロトロン」ガ働イテ居ル所ヲ示シ、中央カラ左ノ方ニ白イ線ガ出テキルノハ、「ターゲット」ヲ厚サノ薄イ窓ニシテ、加速サレタ重水素「イオン」ヲ窓カラ外ノ空氣中ニ出シタノデアル。コノ「イオン」ハ、1600萬電子「ボルト」ノ「エネルギー」ヲ持ツノデ、空氣中約1米半走ツテ後靜止スル。ソノ途中ノ空氣原子ト衝突シテ光ラセルノデ、肉眼デ、ソノ道ヲ見ルコトガ出來ルノデアル。尙、ローレンスノ所デハ更ニ大キイ「サイクロト

最大ノモノト思ハレル。磁極ノ直径ハ1米半アツテ、重水素「イオン」1600萬電子「ボルト」ノモノ、100 μ A、「ヘリウムイオン」即チ α 粒子ハ3200萬電子「ボルト」ノ「エネルギー」ノモノヲ作ルコトガ出來ル。又之ヲ用ヒテ人工放射性元素ヲ作ルト、例ヘバ、半減期15時間ノ放射性「ナトリウム」ナラ1、「キューリー」ニ相當スル量ヲ作ルコトガ出來ル由デアル。圖ノ右上ノ方ニハ高周波電源ガアツテ、ソコカラ高周波電力ヲ送ツテ居ルノデアル。尙、理研ニ於テモ之ト同ジ大キサノ「サイクロトロン」ガ設

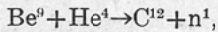
ンヲ製作中ノ由デアルガ、ソノ大體ノ大キサハ、磁極ノ直徑ガ4.7米、電磁石ノ重量ハ4700噸ニ達シ、ソレニヨツテ1億電子「ボルト」ノ「エネルギー」ヲ持ツ「イオン」ヲ作ラウトシテ居ルトノコトデアル。

5. 中性子ノ發生

以上ニ於テ高「エネルギーイオン」發生裝置ノ記述ヲ終リ、次ニ、之ヲ用ヒテ中性子ヲ發生スルコトヲ考ヘテ見ヨウ。

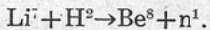
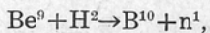
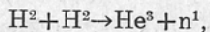
中性子ハ、陽子、 α 粒子等ト異ナツテ、原子核ヲ人工的ニ破壊變化サセルトキニ發生スルモノデアル。従ツテ、「イオン」ノ如ク放電管デ發生サセル、或ハ電子ノ如ク、織條ヲ熱シテ發生サセル等ノ如ク簡單ニ發生サセルコトハ出來ナイ。上述ノ裝置デ得タ、高「エネルギーイオン」デ適當ナ物質ヲ衝撃スレバ、ソコニ原子核反應ガ起リ中性子が發生スルノデアル。之ニ都合ノイ、反應トシテ、四ツノモノガ考ヘラレル。

第一ハ α 粒子デ「ベリリウム」ヲ衝撃スル方法デアル。コノトキ、



及ビ $\text{Be}^9 \rightarrow 2\text{He}^4 + \text{n}^1,$

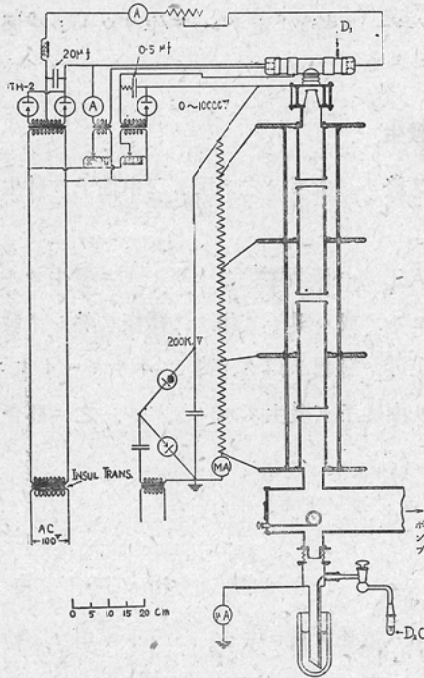
ノ反應ガ起リ、中性子が發生スル。記號ノ右肩ノ數字ハ質量番號ヲ示ス。コノトキ用フル粒子ハ必ずシモ、高速「イオン」發生裝置ニヨル必要ハナク、「ラヂウム」系列ノ元素ノ放出スル α 粒子ヲ用ヒテモヨイ。通常行ハレテキル方法ハ、「ラヂウム」又ハ「ラドン」ヲ粉末ニシタ「ベリリウム」ト共ニ小サイ硝子管ニ封ズルノデアツテ、之ニヨリ、小サイ且ツ、可成リ強力ナ中性子源ヲ得ルコトガ出來ル。他ノ三ツノ方法ハ、イヅレモ全然人工的ナ方法デアツテ、高「エネルギー」ノ重水素「イオン」デ、重水素、「ベリリウム」及ビ「リチウム」ヲ衝撃スルノデアル。コノトキノ、原子核反應ハ、夫々次ノヤウニ書クコトガ出來ル。



即チ、重水素ヲ重水素「イオン」デ衝撃スルト、「ヘリウム」ノ質量番號3ノモノガ出來テ、中性子ヲ發生スル。他モ同様デアル。コノ他ニモ、中性子ヲ發生スル反應ハ澤山アルガ、之等ノ四ツガ最も強イ中性子源デアツテ、最も多く用ヒラレルモノデアル。

實際ニ、高「エネルギーイオン」デ重水素、「ベリリウム」等ヲ衝撃スルニハ、例ヘバ、第30圖ノヤウナ方法ヲ採ル。⁽¹³⁾之ハ東京芝浦電氣株式會社ノ野中氏ノ裝置デ、高電壓裝置ニハCockcroft型ノ裝置ヲ用ヒ、重水素ヲ重水素「イオン」デ衝撃シテ、中性子ヲ發生サセルモノデアル。重水素「イオン」ハ、上端ノ、低電壓弧光型「イオン」源デ發生シ、之ガ加速サレタ後、下端ノ「ターゲット」ニ當ル。「ターゲット」ハ重水ヲ液體空氣デ冷シテ、氷ラシタモノデアル。重

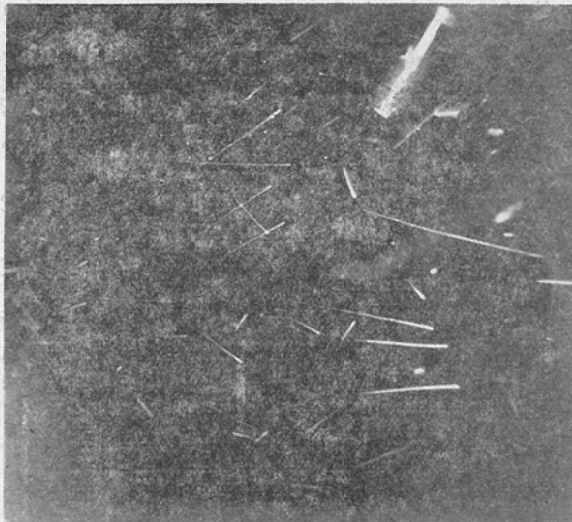
第 30 圖 野中到氏ノ中性子發生裝置



水ノ代リニ「ベリリウム」, 「リチウム」等ヲ置ケバ、ソレゾレニ相當スル中性子源ガ得ラレル。「サイクロトロン」ノ場合デモ同様デアル。コノ「ターゲット」ノ所ハ、高「エネルギー」ノ「イオン」ガ當ルノデ可ナリ熱セラレル。之ヲ防グタメニ、ヨク冷スヨウニスル注意ハ勿論必要デアル。

コノヤウニシテ、中性子ヲ發生シタトキ、先ヅ問題ニナルノハ、ソノ「エネルギー」ト強度デアル。「エネルギー」ニ就イテハ、中性子ハ電荷ヲ持ツテ居ナイノデ、直接測ルコトハ困難デアツテ、特別ノ測定方法ヲ要スル。中性子ハ電荷ハ持ツテ居ナイガ、物質中ヲ通ルト、ソノ原子核ト衝突スルコトガ屢々アル。特ニ水素原子核トノ衝突ノ確率ハ可ナリ大キク、且ツ、水素原子核ハ、中性子ト殆ド同ジ質量ヲ持ツノデ、衝突サレルト、入射中性子ト殆ド同程度ノ「エネルギー」ヲモツテ走り出ス。コノ水素原子ハ電荷ヲモツテ居ルノデ、

第 31 圖 中性子ニヨル反跳陽子ノ飛跡



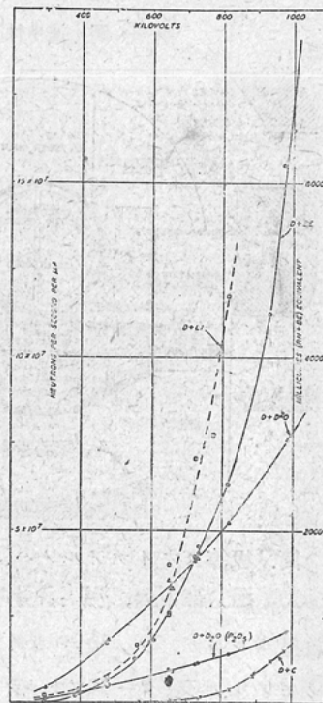
電離作用ヲ持ち、之ヲ観測スルコトハ容易デアル。第31圖ハ之ヲ示ス寫眞デアツテ、重水素ヲ重水素「イオン」デ衝撃シタトキ發生シタ中性子が、水素「ガス」中ニ入射シタトキノ状態ヲ、「ウイilson」霧函ヲ用ヒテ撮ツタモノデアル。中性子ハ左方カラ入射シテ居ル。短イ白線ノ多數見エルノガ運動シタ水素原子(陽子)ノ飛跡デ、細イ方カラ出發シ、濃イ端デ止ツテ居ルノデアル。陽子ニヨル電離作用ハ、大體、靜止ニ近ヅクニ從ツテ、

大キクナル爲ニ、ソノ飛跡ノ終リニ近ヅクニ從ヒ、飛跡ガ濃ク出ルノデアル。コノ陽子ノ飛跡ノ長サハ、水素瓦斯ノ壓力、陽子ノ「エネルギー」等ニヨツテ定マルモノデ、ソノ測定ヨリ、中性子ノ「エネルギー」ヲ知ルコトガ出來ル。

コノヤウナ方法デ、前記ノ、四ツノ中性子源カラ出タ中性子ノ「エネルギー」ヲ調べテ見ルト、重水素原子ヲ重水素核デ衝撃シタモノノミハ、一定ノ「エネルギー」ノ均等ナ中性子ヲ放出スルガ、他ノ三方法ニヨルモノハイヅレモ種々ノ「エネルギー」ノモノ、混ジタモノデアル。先ヅ Rn 或ハ Ra ト「ベリリウム」ヲ混合シタモノハ、一ツノ測定ニヨルト、¹⁴1400 萬電子「ボルト」程度ノ可ナリ大キイ「エネルギー」ノ群以下ノ種々ノ「エネルギー」ノモノ、成分カラ構成サレテ居ル。但シ、コノ最大「エネルギー」ノモノハ非常ニ強度弱ク、7.4MeV 以下ノモノガ相當ノ強度デアル。又、「ベリリウム」ヲ重水素核デ衝撃シタトキ發生スル中性子ハ¹⁵、450 萬電子「ボルト」以下四ツバカリノ成分カラ出来テ居リ、「リチウム」ヲ重水素核デ衝撃シタモノハ¹⁶、1400 萬電子「ボルト」以下幾ツモノ成分カラ構成サレテ居ル。コノ「リチウム」カラ發生スル中性子ハ最モ「エネルギー」ノ大キイモノデアル。更ニ重水素ヲ重水素核デ衝撃シタモノハ約 200 萬電子「ボルト」ノ均等「エネルギー」ノモノヲ發生サセル。¹⁷※而モ、コノ原子核反應ニ際シテハ γ 線ハ發生シナイノデ、 γ 線ニヨル攪亂ヲ避ケテ、中性子ダケニヨル效果ヲ調べタイトキニハ好都合デアル。

尙、之等ノ中性子源カラ發生スル中性子ノ強度トシテ、第 32 圖ニ表ハサレタヤウナ結果ガ發表サレテキル¹⁸ コノ圖ハ入射重水素「イオン」ノ「エネルギー」ガ 100 萬電子「ボルト」以下ノ場合ノミヲ示シテ居ルモノデアリ。又、「ベリリウム」、「リチウム」等ノ「ターゲット」ノ表面状態ニヨツテ發生スル中性子ノ強度モ違ツテ來ルモノデアルカラ、必ズ正確ニコノ通りニナルトハ限ラズ、一ツノ實驗結果ヲ示スモノト考フベキデアラウ。圖ノ横軸ハ入射重水素「イオン」ノ「エネルギー」ヲ示シ、縦軸ハ發生スル中性子ノ強度ヲ示スモノデアルガ、縦軸ノ左ノ目盛りハ、毎「マイクロアンペア」ノ重水素「イオン」流ニヨル發生中性子數ヲ示シ、右ノ目盛りハ、Rn ト「ベリリウム」ノ混合中性子源トノ比較ヲ示スモノデ、何「ミリキューリー」ノ Rn ヲ用ヒタ中性子源ト等シイ強度ノモノニナツテキルカヲ示スモノデアル。圖中ノ D+D₂O, D+BE, D+Li 等ハ、ソレゾレ、重水素「イオン」デ重水、「ベリリウム」、「リチウム」ヲ衝撃シタ場合ヲ示シ、又 D+D₂O (P₂O₅) ハ無水磷酸ニ重水ヲ吸ハセタモノヲ「ターゲット」トシテ用ヒタ場合デアル。例ヘバ、重水ヲ 1 μ A ノ重水素「イオン」デ衝撃スル場合ハ、重水素「イオン」ノ「エネルギー」

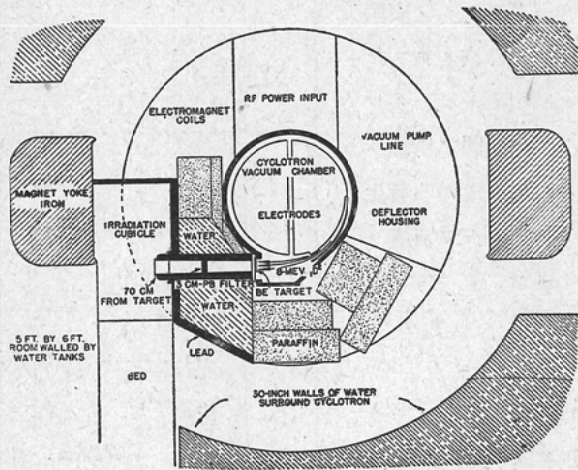
第 32 圖 各種中性子源ノ入射「イオン」ノ「エネルギー」ト中性子強度トノ關係



ギー」60萬電子「ボルト」ノトキ(Rn+Be)源ノ「ラドン」約1100mC. 80萬電子「ボルト」ノトキ2000mC 當量トナツテ居ル。

コノヤウニシテ、「ターゲット」ニ於テ發生シタ中性子ハ空間ノ總テノ方向ニ向ツテ放出サレル。中性子ニ對シテハ、X線ニ對スル鉛ノ如キ適當ナ吸收物質ガ無イノデ、コノ中ノ、適當ナ方向ダケヲトツテ、ソコニ置イタ種々ノモノヲ照射スルコトハ簡單デハナイ。中性子ハ、電荷ヲ持タナイノデ、物質中ヲ通ルトキハ、ソノ原子トノ相互作用小サク、大抵ノ物質ヲヨク透過スル。※※併シ、幸ニ、水素原子ヲ多ク含ンダ物質、例ヘバ水、「パラフィン」ノ如キモノニハ割合ヨク吸收サレル。之ハ、中性子ト水素原子トノ衝突ノ斷面積ガ割合大キク、而モ、コノ兩者ノ質量ハ大體等シイノデ、先程、中性子ノ「エネルギー」測定ノ所デ述ベタヤウニ、水素原子ハ衝突サレルト可ナリノ「エネルギー」ヲ中性子カラ受ケトツテ、運動ヲハジメル。之ヲ中性子ノ方カラ云ヘバ、中性子ハソレダケ「エネルギー」ヲ失ツタコトニナル。コノヤウナ衝突ガ度重ナルト、中性子ハ漸次「エネルギー」ヲ失ツテ、殆ド靜止スルニ至リ、遂ニハ水素原子ニ吸收サレテ、重水素原子ヲ作ル。勿論、中性子ト水素原子ノ衝突ノ斷面積ハ大キイトハ云ツテモ、中性子が、例ヘバ水中デ、吸收サレテシマフ迄ニハ可ナリノ厚サノ水ヲ透過シ得ルカラ、中性子ノ大部分ヲ止メヨウトスルニハ相當ノ厚サノ水ノ壁ガ必要デアル。第33圖ハ、「サイクロトロン」ニヨリ發生シタ、中性子ノ進行方向ヲ限定シヨウトシターツノ試ミデアルガ⁽¹⁹⁾、「サイクロ

第 33 圖 速中性子線ノ作製



トロン」ニヨリ發生シタ約800萬電子「ボルト」ノ重水素「イオン」ガ「ベリリウム」ノ「ターゲット」ニ當リ、ソコデ中性子ヲ發生スル。コノ中、左ノ方ニ、鉛ノ管ヲ通ツテ出タモノ、ミガ、何等ノ吸收物質ヲ通ラズニ自由ニ出テユクガ[※]。ソノ他ノ方向ニ出タモノハ、水又ハ「パラフィン」デ吸收サレテシマフ。コノ鉛ノ出口ノ所ニ、照射物體ヲ置ケバ、任意ノ所ダケヲ照射出來ルノデアル。尙、圖ノ如ク、

鉛ノ筒、板等ガオイテアルノハ、「サイクロトロン」ソノ他ノ各所デ發生シタγ線ヲ止メル爲デアル。γ線ハ重水素「イオン」ガ「ベリリウム」ニ當ツテ、中性子ヲ發生スル原子核反應ニ際シテモ放出サレルガ、ソノ他ニ「サイクロトロン」内デ走ツテ居ル「イオン」ガ函壁ニ當ツテ發生スルモノモアリ、又「ターゲット」デ發生シタ中性子が、種々ノ附近ニアル物體ニ當レバ、殆ド必ズ發生スルノデアル。コノ第33圖ノ様ニスルト、割合限ラレタ方向ニノミ、中性子ヲ來ルヤウニ

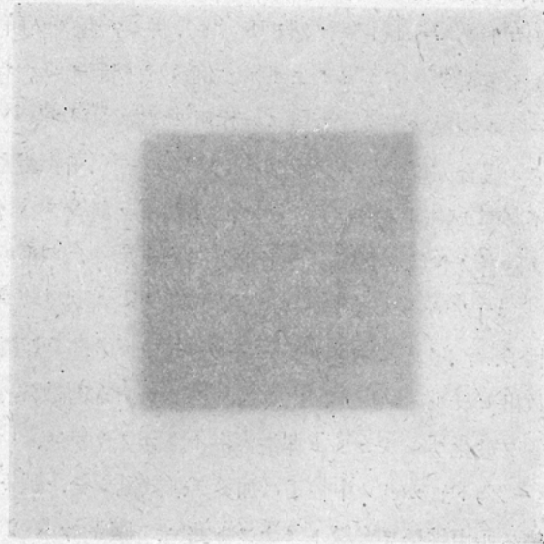
スルコトが出来ルラシイ。第34圖ハ、略々之ト同ジ裝置ノ鉛ノ出口ノ所ニ置イタ寫眞「フィルム」ヲ示スモノデ、非常ニハツキリ、出口ニノミ放射線ノ來テ居ルコトヲ示シテ居ル。

註*コノ値ハ入射重水素「イオン」ニ對シテ、大體直角方向ニ出タ中性子ノ「エネルギー」デアル。中性子ノ「エネルギー」ハ、「エネルギー」ト運動量ノ關係ニヨリ、出ル方向ニヨツテ異ナル。

**緩中性子ニ對シテハ特ニヨク吸収スル物質モアル。

**中性子ハ餘リ厚クナイ鉛デハ大シテ吸収サレナイ。

第34圖 第33圖ノ裝置ノ動作狀態ヲ示ス寫眞



6. 高電壓裝置ト「サイクロトロン」ノ比較

以上デ高電壓裝置及ビ「サイクロトロン」、ソレヲ用ヒタ中性子發生法等ニ就イテノ記述ヲ終ルコト、シ、最後ニコノ兩者ヲ簡單ニ比較シテ見タイ。實際ニ、之等ノ裝置ヲ設置スル際ニハ、製作ニ要スル費用、運轉ニ要スル費用、人員等モ問題ニナルワケデアルガ、之等ノ事項ハシバラクオキ、單ニ研究上ヨリ比較シテ見ルコト、スル。

第1ニ問題トナルノハ得ラレル「イオン」ノ最高「エネルギー」デアル。之ハ「サイクロトロン」ノ方ハ、1600萬電子「ボルト」ノ重水素「イオン」、3200萬電子「ボルト」ノ α 粒子ガ實際發生シテ居ルノデアルカラ、最高電壓300~500萬「ボルト」ノ高電壓裝置ニ比ベテ遙カニ勝レテ居ルワケデアル。

第2ニ電流ニ關シテモ、今日ノ所デハ、「サイクロトロン」ハ通常20~100 μ Aノ「イオン」電流ヲ出シテ居ルノニ對シテ、「ベルト」起電機ハ1~10 μ Aニ過ギナイ。Cockcroft型ノ裝置ノモノニハ、「サイクロトロン」以上ノ電流ヲ出スモノモアルガ、多クハ電壓ガ低ク、又從ツテ、ソノコトガ可能ナノデアル。只、コノ電流ノ小サイコトニ關シテハ、「ベルト」起電機ノ容量ガ小サイノデハナク、主ナ原因ハ、加速管内ノ集束作用ガ充分デナク、多數ノ「イオン」ガ、上端ノ「イオン」源カラ出テモ、途中デ失ハレテ、下端ニ達スルモノガ少イ爲デアルト考ヘラレル。コノ點ハ、將來改善セラレル可能性ガアル。

以上2ツノ點、電壓及ビ電流ノミニ就イテ考ヘルト、「サイクロトロン」ハ無條件ニ勝レテキル如ク見エル。特ニ、出來ルダケ強度ノ大キイ中性子線ヲ發生サセタイ場合、或ハ、強イ人工

放射性物質ヲ得タイ場合ノ如キ、ソノ強度ガ、入射「イオン」ノ「エネルギー」ト共ニ急激ニ増大スルコトヲ考ヘルトキ、然リトスル。併シ、種々ノ研究上ニ於テハ、強度以外ノ條件ガモツト大キイ重要ヲ持ツコトモアル。例ヘバ、目的ニヨツテハ、出來ルダケ、餘計ナ、他ヨリノ因子ニヨル攪亂ヲ避ケ、希望スル作用ノミ行ハレルヤウナ、純粹ノ状態ノモトニ、實驗スル必要ノアル場合ガ屢々起ル。コノヤウナ場合ニハ、高電壓裝置ガ勝レテ居ルノdeal。

不必要ナ攪亂ノ主ナルモノハ、中性子ニ對シテハ γ 線、 γ 線ニ對シテハ中性子デアツテ、コノ兩者ノ作用ヲ分離シテ測リタイ場合ガ多イ。所ガ「サイクロトロン」デハ、真空ノ函内ヲ、「イオン」ガマハツテ「エネルギー」ヲ得ツ、アル際ニモ、「イオン」ハ函壁等ニ當ツテ、相當量ノ中性子、 γ 線ヲ發生シ、又「ターゲット」デ中性子が發生シタ際モ、ソノ中性子ハ、總テノ方向ニ放出セラル、ヲ以テ、之ガ周圍ヲトリマク電磁石ノ鐵、銅線等ヲ衝撃シ、散亂スルト共ニ、 γ 線ヲ發生サセルコトガ非常ニ多イ。コノヤウニ、「サイクロトロン」ヲ用ヒルトキハ、必ズ、「ターゲット」カラノ中性子ニ加ヘテ、散亂シテ、區々ノ「エネルギー」ヲモチ、種々ノ方向カラ飛來スル中性子ヲ多數トモナフト共ニ、強キ γ 線ヲ伴フノdeal。之等ノ點ニ關シテハ、高電壓裝置ハ比較的容易ニ、ソノ影響ヲ小サクスルコトガ出來ル。ソノ他、高電壓裝置ノ利點トシテハ、「イオン」ノ「エネルギー」ノ均一度ノヨキコト、「イオン」ノ「エネルギー」ヲ變化サセルコトノ容易ナルコト等モ擧ゲルコトガ出來ヨウ。「サイクロトロン」ガ電子ヲ加速シ得ナイコトモ云フマデモナイコトdeal。要スルニ、「サイクロトロン」ヲ採ルベキカ、高電壓裝置ヲ採ルベキカハ、各々ノ研究目的ニ從ツテ定メルベキコトdeal。

次ノ第1表及ビ第2表ハ米國ノ雜誌⁽²⁰⁾ニ出テキタモノ、一部分デ、種々ノ「サイクロトロン」、「ベルト」起電機等ヲ比較スルモノトシテ、興味ガアルノデ掲ゲテ見ルコトニシタ。

第1表 「サイクロトロン」

| | | 大 型 16 Mev | 中 型 8—12 Mev | 小 型 3—7 Mev | 極 小 型 1—2 Mev |
|----|---------------------------------|---------------|----------------------|----------------|------------------|
| 1 | 設 置 場 所 | California大學 | Harvard 並ニ M.I.T. | Rochester | Cornel |
| 2 | 大 き さ | 60 吋 | 42 吋 | 27 吋 | 16 吋 |
| 3 | 「エ ネ ル ギ ー」(Mev) | 16 | 11.5 | 4.5 | 1.4 |
| 4 | 設 備 費 | \$ 182,000 | \$ 60,000 | \$ 25,000 | \$ 6,000 |
| 5 | 運 轉 人 員 數 | 15 | 6 | 7 | 2 |
| 6 | 一 年 間 ノ 運 轉 費 | \$ 60,500 | \$ 25,000 | \$ 20,000 | \$ 5,000 |
| 7 | 平 均 運 轉 時 間 一 日 | 7 時間 | 7 時間 | 7 時間 | 4.5時間 |
| | 一 年 | 2400時間 | 2400時間 | 2400時間 | 1500時間 |
| 8 | 一 時 間 ノ 運 轉 費 | \$ 25.20 | \$ 10.00 | \$ 8.30 | \$ 3.33 |
| 9 | 重 水 素「イ オ ン」流 (μ A) | 200 | 20 | 4 | 25 |
| 10 | μ A 時 / mCP ³² | 5 | 10 | | |
| 11 | 1 mC P ³² 製 造 費 | \$ 0.625 | \$ 5.20 | | \$ 100 |
| 12 | 中 性 子 強 度 (gRa—Be eq./ μ A) | 6000 | 3000 | | 40 |

第2表 「ベルト」起電機

| | 高氣壓型 3—5 Mev | 大氣中、大型 2—3 Mev | 大氣中、小型 1—2 Mev | X線用(高氣壓型) 1 Mev | 「ラヂウム」 |
|----|--------------------------|-------------------|--------------------------|--------------------|----------------|
| 1 | Carnegie (Washington) | M. I. T. | Carnegie (Washington) | Mass. Gen. 病院 | Memorial 病院 |
| 2 | 18' @ 50lb. | 15' @ 1氣壓 | 8' @ 1氣壓 | 2' @ 150lb. | 4g「ラヂウム」 |
| 3 | 3.5 | 2.5 | 1.2 | 1.25 | |
| 4 | \$ 75,000 | \$ 45,000 | \$ 7,500 | \$ 20,000 | \$ 100,000 |
| 5 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 |
| 6 | \$ 20,000 | \$ 17,000 | \$ 3,800 | \$ 6,500 | \$ 4,000 |
| 7 | 7時間 2400時間 | 7時間 2400時間 | 7時間 2400時間 | 7時間 2400時間 | 16時間 5500時間 |
| 8 | \$ 8.30 | \$ 7.10 | \$ 1.60 | \$ 3.00 | \$ 0.73 |
| 9 | 15 | 500(電子電流) | 10 | 500(電子電流) | |
| 10 | 1000 | | | | |
| 11 | \$ 550 | | | | |
| 12 | 100 | | 7 | | 4 |

〔註〕

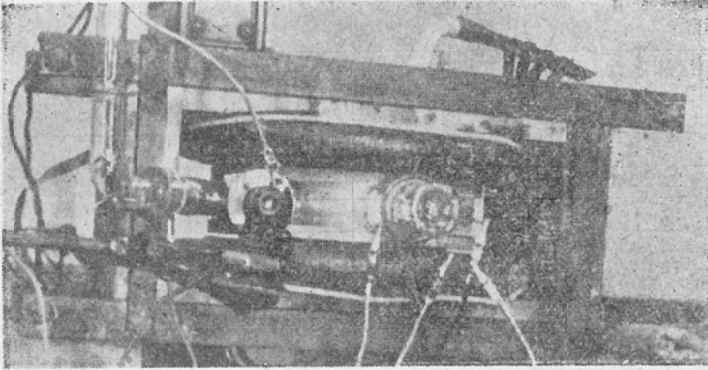
- 設置場所。
- 大キサ: 「サイクロトロン」ハ磁極直径、 「ベルト」起電機ハ高電壓電極直径及ビ氣壓。
- 「エネルギー」: 百萬電子「ホルト」單位テ表ハシタ重水素「イオン」ノ「エネルギー」。
- 設備費: 機械類、建物、監督者ノ給料等總テヲ含ム。
- 運轉人員數。
- 一年間ノ運轉費: 運轉者ノ給料、維持費、ソノ他總テヲ含ム。
- 平均運轉時間: 特別ニ記シタ場合ヲ除キ、一日7時間運轉シテ費用ソノ他ヲ計算ス。
- 一時間ノ運轉費。
- 重水素「イオン」流(μA): μA 單位テ表ハシタ重水素「イオン」流又ハ電子電流(X線裝置ノ場合)。
- μA 時 /mCP³²: 磷ヲ重水素「イオン」テ衝擊シテ放射性磷 P³² ノ1mC.ヲ作ルニ要スル重水素「イオン」ノ電流(μA)時。
- 1mC P³² 製造費。
- 中性子強度(gRa—Bé eq/ μA): 重水素「イオン」流毎 μA ニ對スル中性子強度(前方ニ放出セルモノ)ガ「ベリリウム」ト何瓦ノ「ラヂウム」ヲ混シタル中性子源ノ強度ニ等シキカヲ示ス。

7. 磁氣誘導加速器

「サイクロトロン」ハ電子ヲ加速スルコトハ出來ナイガ、之ニ稍々似タモノデ、電子ヲ加速シヨウトシテ現ハレタノガ磁氣誘導加速器⁽²⁾(Magnetic induction accelerator) デアル。之ニ就イテ簡單ニ述ベテ、コノ項ヲ終リタイト思フ。

コノ裝置ハ強度ノ變化スル磁場ヲ利用スルモノデアル。次ノヤウナモノヲ考ヘテ見ヨウ。針金デ1ツノ圓形ノ環ガ作ツテアツタシテ、ソノ環ノ中ニ、環ノ面ニ垂直方向ノ、磁場ガアツタトスル。コノ磁場ノ大キサガ急ニ變化スルト、針金ニ電流ガ流レルコトハヨク知ラレタ所デアル。コノ針金ノ代リニ、硝子管ノ如キモノデ圓形ノ環ヲ作り、中ヲ真空ニシテオクトスト、コノ環ノ面ヲ貫ク磁場ガ變化シタトキ、真空中ニアツタ電子ハ、途ガ出來テ居ルノデ、真空中ニ走り出ス筈デアル。之ガ磁氣誘導加速器ノ原理デアル。實物ハ第35圖ノ如キモノデ、外見ハ「サイクロトロン」ニヨク似テ居ル。形ハ可成リ變ツテ居ルガ、電磁石ガアツテ、ソノ磁

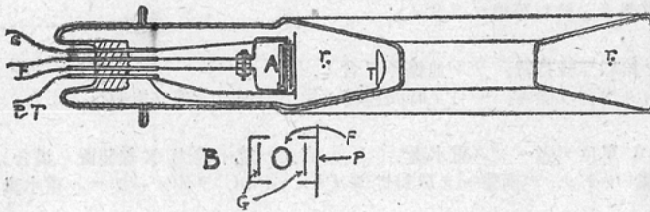
第35圖 磁氣誘導加速器外觀



ハ、磁極ノ上部ニ、横ニナツタ鐵棒ノ長サ約50糎位デ、餘リ大キイモノデハナイガ、ソレデ235萬電子「ボルト」ノ「エネルギー」ヲ持つ電子ヲ發生シ、X線ヲ發生セシムルノニ使用シタトノコトデアル。

電子ヲ加速スル爲ニ、磁極間ニ插入スル真空ノ函ノ断面ハ第36圖ノヤウニナツテ居ル。之

第36圖 磁氣誘導加速器加速函断面圖



極ノ間隙ニ電子ヲ加速スル真空ノ函ガ插入シテアル。電磁石ハ、非常ニ多數ノ鐵片ヲ集メテ作り、特別ノ構造ニナツテ居テ、600サイクルノ交流デ勵磁シテ變化スル磁場ヲ作ルヤウニシテアル。大イサ

ハ硝子製デ、Aガ電子ヲ發生スル纖維部分ヲ示ス、Bガ更ニソノ部分ノ切口ヲ示スモノデ、Fハ纖維、Gハ集束用電極デアツテ、Fカラ出タ電子ハPノ孔ヲ通ツ

テ外ノ真空中ニ出ル。コノトキ、磁場ノ強度ガ適當ニ變化シツ、アルト、電子ハ真空中ヲ、磁極ノ周リヲ走りハジメ、漸次「エネルギー」ヲ得ル。ソノトキ、電子ノ通ル軌道ハ大體、第36圖ニrト記サレタ所ガ切口ニナルヤウナ圓形ノ軌道(之ヲ平衡軌道ト呼ンデ居ル)上ヲ非常ニ多數ノ回数マハルコトニナル。コノ間「エネルギー」ヲ得テ、或ル時間後、磁場ノ變化ノ状態ノ或ル時期ニ到ルト、急ニ中ニマハリ込ンデ、「ターゲット」Tニ當リ、X線ヲ出スノデアル。計算ニヨルト、コノトキ、マハル回数ハ約20萬回、走ル距離ニシテ100糎ニナルトノコトデアル。コ、ニモ集束作用ガ非常ニヨク働イテ居ルコトガ考ヘラレル。

コノ装置ハ、直チニ實用サレル迄ニハ至ツテ居ナイラシク、得ラレタX線ノ強度モ、1mC \sim 1 μ Cノ「ラヂウム」ノ γ 線程度ト云フコトデアルカラ、餘リ強度ガ大キイトハ云ヒ得ナイ。併シ、將來性ノアルモノデハナイカト思ハレル。

文 獻

- 1) Cockcroft and Wolton, Proc. Roy. Soc. London (A), 136, 619(1932); Bowers, Radiology, 22, 163(1934); Bowers and Kuntke, Zeits. techn. Physik, 18, 209(1937).
- 2) Van de Graaff, Phys.

- Rev., **38**, 1919(1931); Van de Graaff, Compton and van Atta, Phys. Rev., **43**, 149(1933). 3) Trump, Merrill and Safford, Rev. Sci. Inst., **9**, 398(1938). 4) Herb, Parkinson and Kerst, Rev. Sci. Inst., **6**, 261(1935); Herb, Parkinson and Kerst, Phys. Rev., **51**, 75(1937); Parkinson, Herb, Bernet and McKibben, Phys. Rev., **53**, 642(1938). 5) Herb and Bernet, Phys. Rev., **52**, 379(1937). 6) Trump and Van de Graaff, Phys. Rev., **55**, 1160(1939). 7) Oliphant and Rutherford, Proc. Roy. Soc. London (A), **141**, 259(1933); Bowers, Heyn and Kuntke, Physica, **4**, 2, 153(1937). 8) Tuve, Dahl and Hafstad, Phys. Rev., **48**, 241(1935); Larmar, Buechner and Compton, Phys. Rev., **51**, 936(1937). 9) Tuve, Hafstad and Dahl, Phys. Rev., **55**, 315(1935). 10) Kirkpatrick, Rev. Sci. Inst., **3**, 430(1932); Kirkpatrick and Beckerley, Rev. Sci. Inst., **7**, 24(1936). 11) Lawrence and Edlefsen, Science (N. Y.) **72**, 376(1930); Lawrence and Livingston, Phys. Rev., **40**, 19(1932). 12) Wilson, Phys. Rev., **53**, 408(1938); Rose, Phys. Rev., **53**, 392(1938). 13) 野中, マツダ研究時報. **14**, 129(1939). 14) Dunning, Phys. Rev., **45**, 586(1934). 15) Bonner and Brubaker, Phys. Rev., **47**, 911(1935); **50**, 308(1936). 16) Richards, Phys. Rev., **59**, 796(1941). 17) Bonner, Phys. Rev., **59**, 237(1941). 18) Amaldi, Hafstad and Tuve, Phys. Rev., **51**, 896(1937). 19) Aebersold, Phys. Rev., **56**, 714(1939). 20) Journ. App. Phys., **12**, 340(1941). 21) Kerst, Phys. Rev., **60**, 47(1941).