

N151 111

超高溫研究資料(別刷)

大容量線形粒子加速器について
(トランストロン型線形加速器)

Vol 2 · No. 1

1958. 1. 29

大阪大学助教授 工学博士

荒田吉明

超高溫研究会

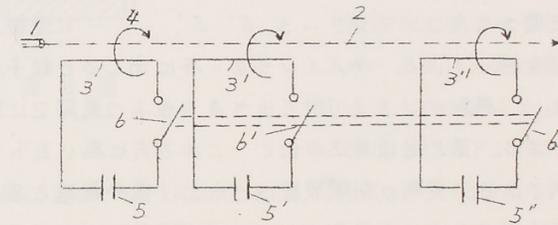
論文

大容量線形粒子加速器について (トランストロン型線形加速器)

阪大工学部 荒田 吉明

着者は昨年プラズマを利用した新しい粒子加速法として“トランストロン加速器”を提案し、本誌 Vol. I; No. 2, No. 6, No. 7, No. 8⁽¹⁾に一連の考察を発表して来た。そしてこの方法は本誌 Vol. I; No. 12⁽²⁾に既述せる如く加速器としてのみならず着者等の核融合の研究に重要な役割を果すものと思われる。

このため昨年の夏以来、特殊のコンデンサーを考案し、その実現には特に関西工科大学の協力を得て試作一号を完成し、更に改良型を数週間中に完成の予定であるので、ここにその一部を発表することにした。この方式の加速法は周知の如き磁束変化に基づく誘起電圧を利用したものである。

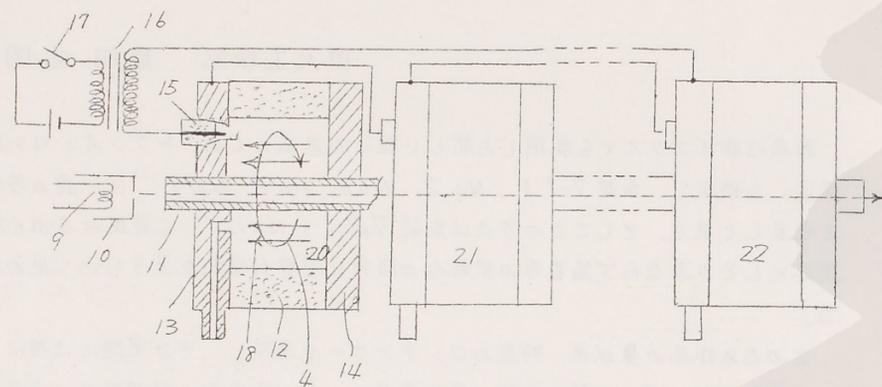


第 1 図

第1図はこの加速方式の原理図を示しており、第2図は実施した場合の簡単な一つのモデルを示した。各加速エレメント(トランストロン)はその内部を急速に通過する運動粒子集団に加速エネルギーを与えなければならぬために大きなエネルギーを急激に放出する条件を備えている必要がある。そしてこの加速粒子の電流増大を希望すればする程この要求は激しくなるのである。このた

(1)

めに耐電圧の高い充電エネルギーの大きなコンデンサーを含んだ放電回路インダクタンスの極めて小さいトランストロン加速器を提案したのであるが、最も注目すべき点としてインダクタンスを加速部に集中せしめて、コンデンサーの電圧を殆んどこの加速部の両端で受けとめる様になっているのである。

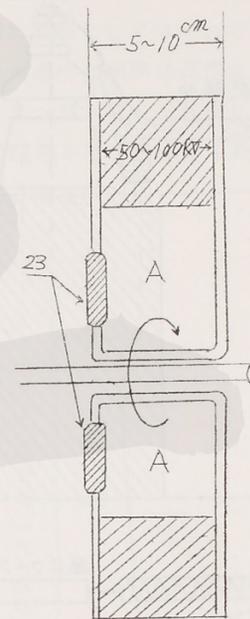


第 2 図

第1図に於いて粒子通路2に沿って線路3, 3', 3'', が設けられており、各線路は充電されたコンデンサー5, 5', 5'', と連動スイッチ6, 6', 6'', を持っている。今スイッチを一斉に閉じると粒子通路2の方向に加速電界を生じ、発射ガン1より射出された粒子は通路2に沿って次々と加速されるのである。第2図は前述の如く、この方式に基いたトランストロン型加速器の1例である。実際の制御装置はこれより幾分複雑であるが、理解するにはこれで十分である。今発射ガン10より発射されたイオン又は電子は加速管11内に突入し、20, 21, 22, のトランストロン加速器にて加速されるのである。12は強誘電物質性円筒で電極板13及び14とによって容量の大きなコンデンサーを形成している。円筒内部には適当な圧力の気体が封入されていて、適時点火栓の15の火花によって通電されプラズマ18を作ることになる。そしてこの作る磁場によって加速されるのである。変型も勿論可能であって、例えば第3図の如きものがある。23はリング状放電管を示している。勿論Aの空間に鉄のリングをはめることも可能であって、試作は、

(2)

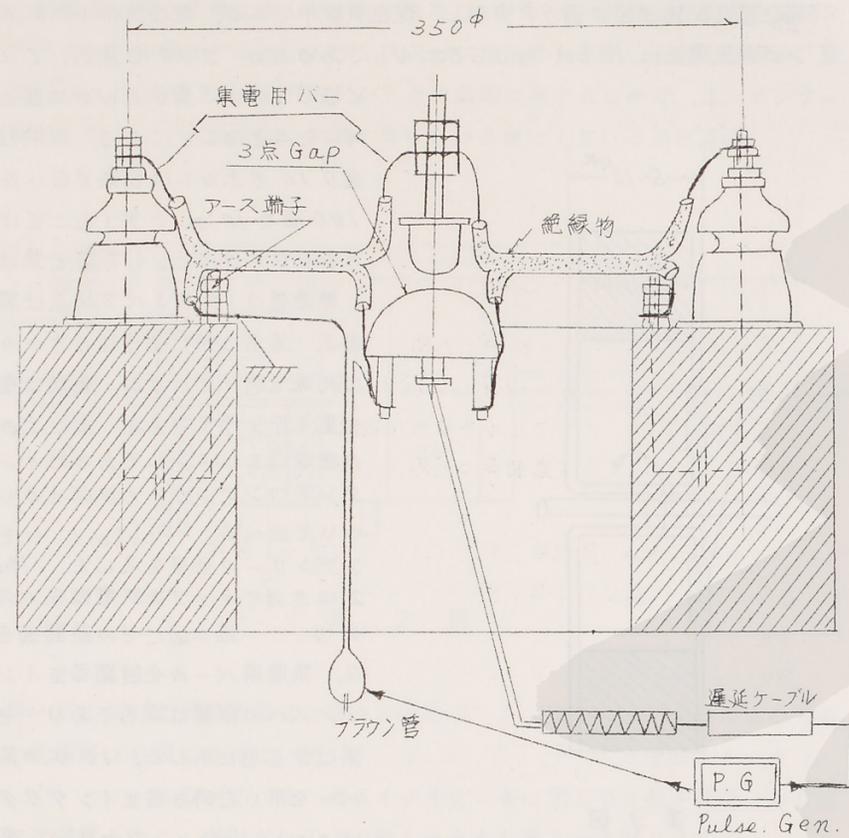
第2図及び第3図の両方共実現し、現在実験中である。現在試作トランストロンの加速電圧は10cm 当り5万ボルトであるため、200台連結して20m



第 3 図

となり1000万電子ボルの加速エネルギーを与えることになる。将来10cm 当り10万ボルトは困難でないため、100台で10m ですすむことになり、それ以下にすることも可能と思はれる。電流値は10アンペア以上は期待出来る。着者は特に集団性イオンの加速に興味を抱いているが、最初は電子の加速を行う予定である。次にこの方式の重要なエレメントである低インダクタンスコンデンサーの試作せるものについて述べる。Photo.1 にそのコンデンサーの全景を示した。Photo.2 は3点ギャップ式放電装置の外観であり、第4図にその断面図を掲げた。集電用バーの全回路寄生インダクタンスへの影響は顕著であり、その結果はPhoto.5図に示した。10枚の集電用バーを用いた時の寄生インダクタンスは0.03~0.04 μ Hであり、最大電流は15万アンペアを超えた。この時の振動電流は500KC 以上である。Photo.3(a), (b)に夫々集電用バーが9枚の時と4枚の時の電流波形を示しているが、上段の波形は1MC/secの標準周波数である。集電用バーの代りにPhoto.4に示す如く円板を用い、放電管(内径250mm, 高さ180mm にスイッチ兼用)内のガス圧 10^{-2} mmHgの時の周波数は約1MC/secにも達し、寄生インダクタンスは実に $\sim 0.01\mu$ Hの値を示している。この方式は大型化(現在200 μ F, 2万Vのものを設計)すれば益々減少せしめ得る可能性があり、興味を抱いている。併しコンデンサーの高さ(現在約30cm)を低くすることに対して限界があるために、第3図の改良型が直ぐ完成することになっている。

(3)



第 4 図

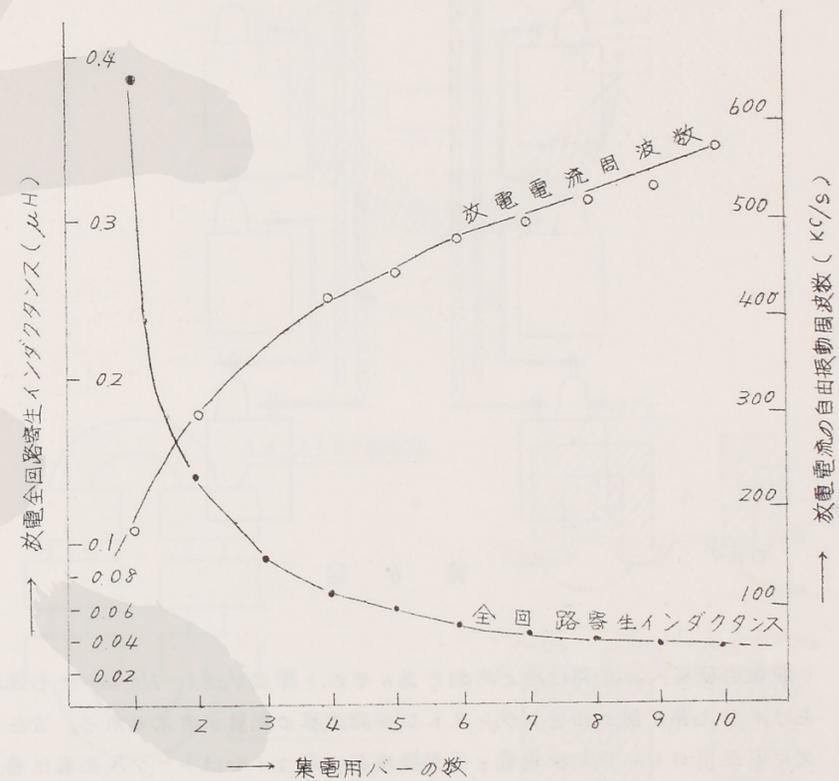
この様なコンデンサーを第6図に示す如き 直列接続を行へば寄生インダクタンスの極めて小さい高電圧プラズマの発生装置を作ることが出来る。そしてこの様な装置の幾組かを銅板の円周上に並べることによつて大電流を得ることが出来核融合の研究にも寄与し得るものと思われる。

さて第3図に示したリング状スイッチの実物は Photo. 5 (a), (b) であり、これをコンデンサーに取り付けたところは Photo. 6 に示した。Photo 7 (a), (b) は実際に作動しているところを示し、(b) は周囲を暗くして撮影したものであり、リング状放電が明瞭に分る、かくして加速装置の主要部が完成

(4)

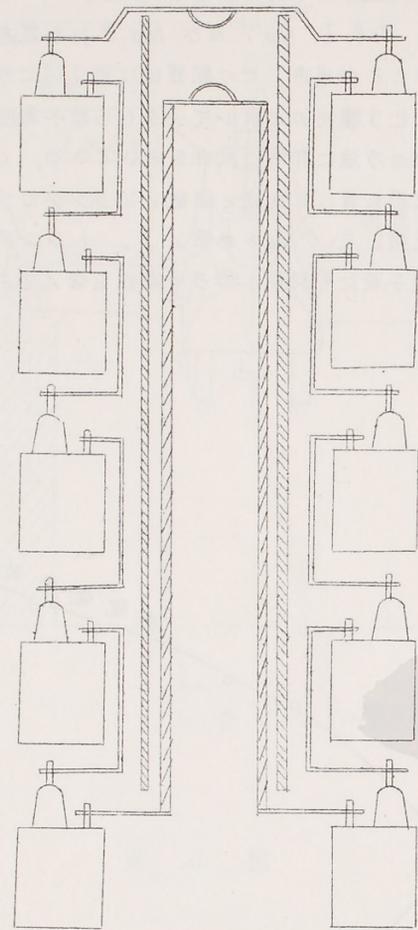
し、トランストロン加速器の予備実験を行ひ得る。

またこの加速器は Vol. I, No. 7 及び No. 8 にも既述した如く、循環加速器としても使用することが出来、その配置図は第7図に示した。周波数変調等複雑な操作を必要とせず種々のエネルギーをもつ粒子集団を同時加速出来るために著者としてはこの方法に非常に興味を抱いている。(トランストロン加速器の場所に線形加速器を置いて加速と回転とをシンクロナイズさせたものはレゾナンストロンと仮稱した (No. 8 参照))。トランストロン加速器は更に集団性イオン或は電子源にも利用し得る可能性を含んでおり、応用面も広いと思われる。



第 5 図

(5)

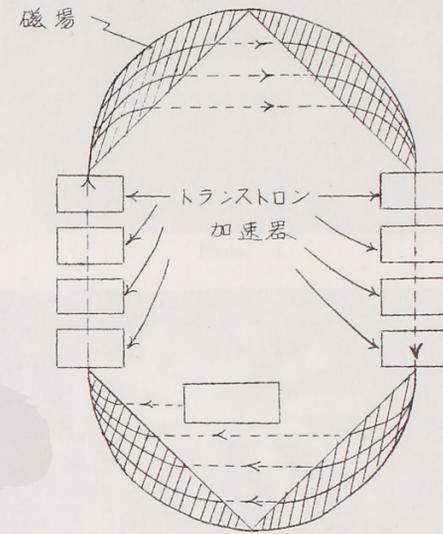


第 6 図

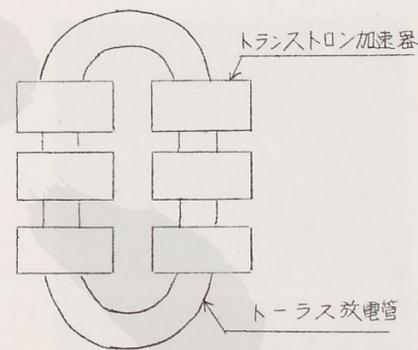
核融合研究への応用は全く有利でありその一部は Vol. 1, No. 12 にも既述したけれども第 8 図の如きトランストロン加速器の配置が考えられる。またプラズマ安定用のトーラス放電管と同軸磁場発生用コイルはトーラス全面に巻く必要はない。プラズマの適当な箇所を固定するだけで十分と思はれる。例えば第 9 図の如き磁場が考えられる。この方法は同軸磁場の強いものが得られるので

(6)

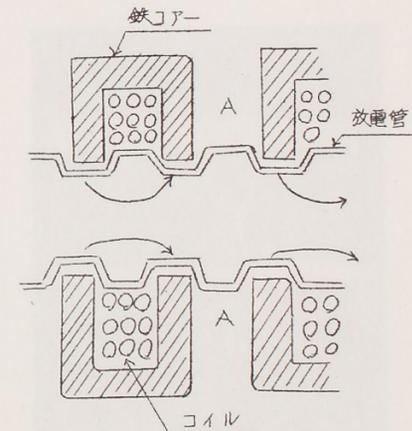
ある。鉄コアの相互間の間隙 A にトランストロン加速器を配置してもよい。
 (Vol. 1, No. 6 参照)



第 7 図



第 8 図



第 9 図

(7)

今后岡田、安藤両教授の御支援を得て、西口、丸尾、有安氏と協力し、完成
する予定である。

最後にコンデンサーの試作に絶大なる御支援を得た関西ニ井製作所社長平井
嘉一郎氏並びに田実氏に甚深の謝意を表します。又、西口、丸尾両氏の絶えざ
る協力を深謝したい。

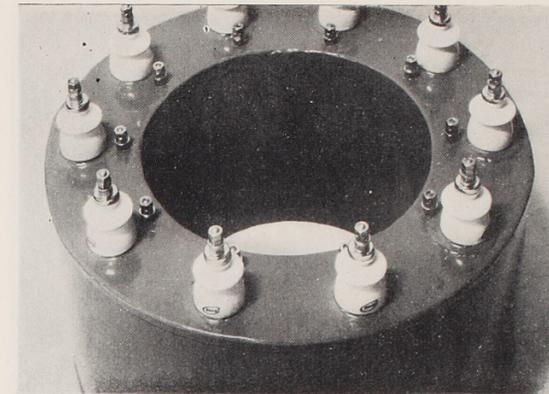


Photo. 1.

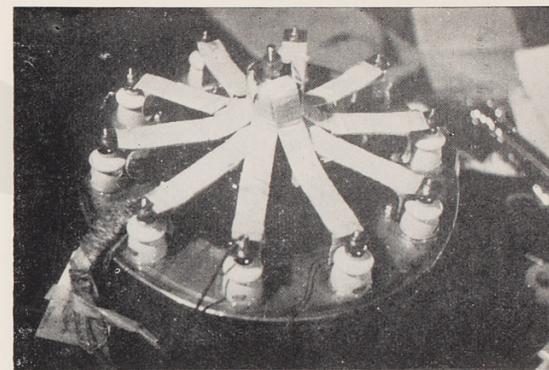
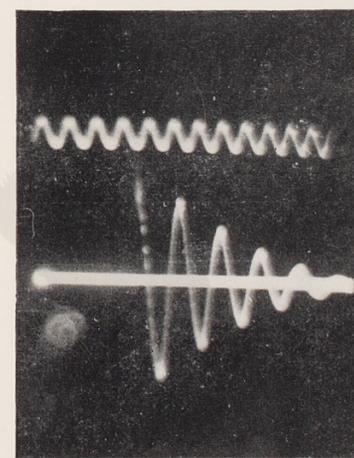
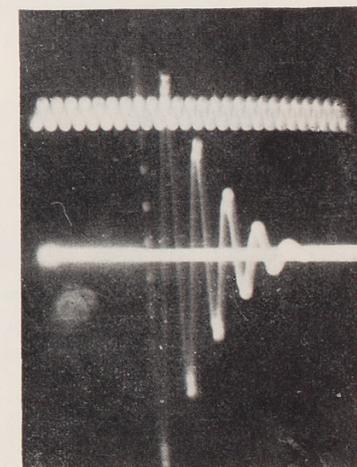


Photo. 2.



(a)



(b)

Photo. 3.

(8)

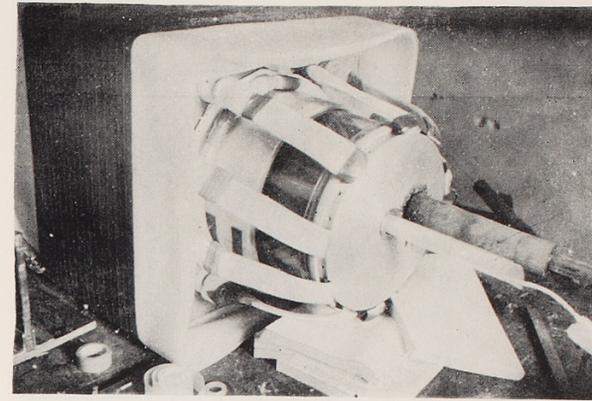


Photo. 4.

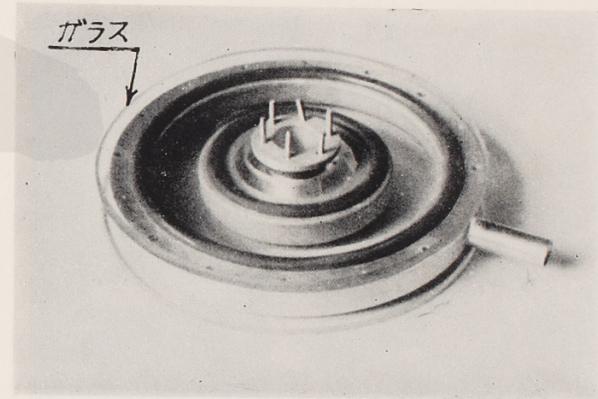


Photo. 5. (a)

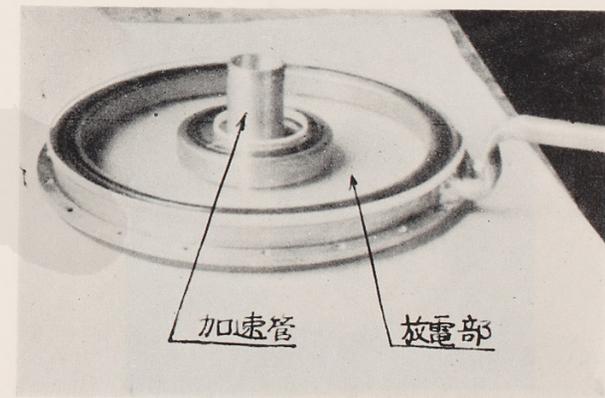


Photo. 5. (b)

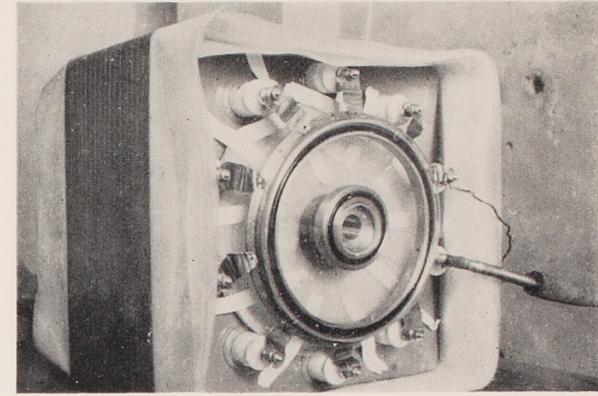


Photo. 6.

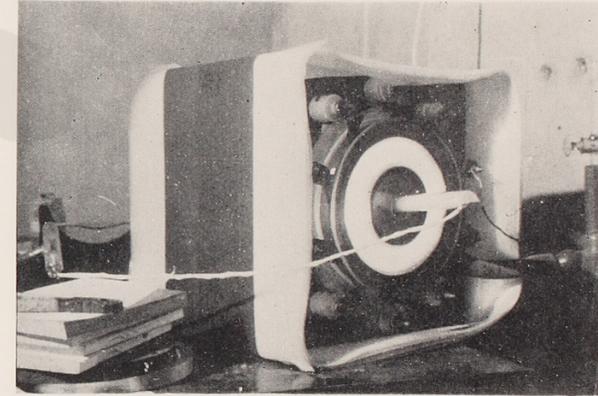


Photo. 7. (a)

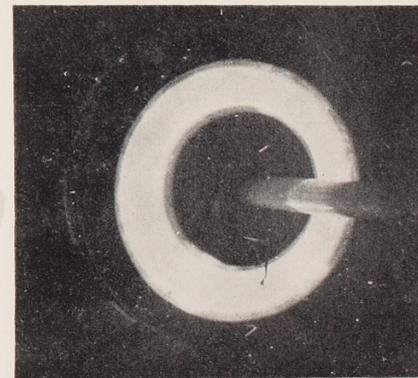


Photo. 7. (b)