

DESIGN AND CONSTRUCTION OF
18 MeV ELECTRON LINAC

T. Ueda, H. Kobayashi, T. Kobayashi, M. Washio, Y. Tabata

Nuclear Engineering Research Laboratory, Faculty of Engineering University of Tokyo
22-2 Shirane Shirakata Tokai-mura Naka-gun Ibaraki-ken Japan

Abstract

An electron linac with an energy of 18 MeV has been designed and constructed. The linac is used as an irradiation source in Twin Linac Pulse Radiolysis System. The linac is composed of an electron gun, a sub-harmonic pre-bunching cavity (SHB), a 2.2 m accelerating structure and a focusing system (3 magnetic lenses, Helm Holtz coils for a SHB and its drift tube, Helm Holtz coils for the accelerating structure and 3 Q-magnets) The linac is mainly used to produce a picosecond single beam. The picosecond single beam with a charge of ~ 1 nc and with a pulse width of ~ 10 ps has been obtained.

(1) 序 東大工学部原子力工学研究施設において現在ツインライナックと命名したピコ秒パルスラジオリシスシステムを建設中である。この方式では、ピコ秒ビームを加速する2台のライナックのマスターオシレータを共通使用することにより、2つの独立のビームのジッターがごく少なくなることを利用している。昨年の本研究会ではこの方式の有効性を確認した事を報告した。その時点では従来の35 MeVライナックの2本目の加速管を移動することにより構成した。本年度は新たに加速管1本を追加することにより、35 MeVライナックの単独運転からツインライナックシステムの切換えを容易に行なえるように準備中である。この新たに追加したライナックは18 MeVの独立のライナックとしても使用可能であるが当面はピコ秒ビーム及びナノ秒ビームのみを加速する予定となっている。ここで既設の35 MeVの加速器を35 Lと呼び新設の18 MeVの加速器を18 Lという。本報告では、据付が進行中の18 MeVライナックの設計及び現在までに得られているいくつかのデータについて報告する。

(2) 入射部 入射部の構成をFig-1に示す。これは昨年報告したものと同じである。電子銃はY-796 (Varian Eimac社製)のものである。今回は電子銃グリッドパルサーとして埋込形のを開発した。この方式は、東大、細野、長谷川氏らとの協同開発によるものであり、グリッドパルサーの性能等については文献(3)を参照されたい。またグリッドパルサーへのトリガは光ファイバー方式を採用しておりレーザーダイオードと

アバランシェフォトダイオードの組合せで行なっている。Fig-2に電子銃カップラーの製作図を示す。またSHBの構造と特性をFig-3に示す。集束は電子銃の直後にMLレンズを2台取り付けて、SHB及びドリフトスペースはヘルムホルツコイル(Hollow-Conductor 40Aで ~ 250 Gauss が得られる)でビームを導き、加速管入口で再びMLレンズで集束する方式としている。

(3) 加速管及びビーム誘導系 加速部及びビーム誘導系の製作図をFig-4に示す。加速管は三菱電機社製ですでに製作経験のあるものを購入し、今回のために新たに特注したものではない。Fig-5に加速管パラメータとピコ秒シングルビーム加速の計算結果を示す。結果では入射電子パルスを三角波としてその半値巾が 0.8 nsでピーク電流 3 Aの時に出力バンチ中 20 ps以内で 2 ngが得られることが分る。加速部の集束は入射部と同様にヘルムホルツコイルを採用した。このヘルムホルツコイルの製作図をFig-6に示す。コイルは 2×6.5 mmの電線を80ターンの巻いたものでそれを加速管全体に 10 cm間隔で18個並べた。中心磁場は 30 Aで 240 Gaussが得られた。加速管には1組のステアリングコイルを取り付けている。さらに加速管出口よりビーム窓まで 7.2 mのビーム誘導系は、Qマグ(ダブレット) 3組にてビームを導いている。ビームダクトの外径は 34 mm ϕ とし、既設の 89 mm ϕ に比べて半分以下になっている。従ってQマグのボア径も 35 mm ϕ として全体の重量も十分小さくすることができた。Qマグの仕様、製作図をFig-7に示す。

(4) マイクロ波系 2856 MHzマイクロ波は既設 35 Lの加速管IIに供給していたクライストロンII (5 MW) より供給した。ツインライナック運転時は 35 Lは加速管IとIIを導波管でシリーズに接続してクライストロンI (5 MW) 1台で供給する。この結果、 35 Lの方は 28 MeVとなり 18 Lの方は 18 MeVのエネルギーが得られる。SHBに供給する 476 MHzマイクロ波は既設のSHBアンパ (15 kW) が真空管 (RCA 7651, 7214) 2段で構成されているものを各々独立に動作させるようにした。 18 Lには新たに 500 Wのトランジスタアンパと 7651 の組合せで 2 kW前後の出力を得て使用している。また、今回 476 MHzマイクロ波系にはハイブリッド回路を用いた位相検出により 35 L及び 18 Lのどちらの系統にもフェーズロックループを組み込み、SHBアンパの位相変動を補償し、長時間のビームの安定化を図った。

(5) 真空系 電子銃の真下に 140 l/s, 加速管出口に 60 l/sのイオンポンプを取り付けた。また、ビームダクト系は 35 Lに使用しているクライオポンプにバルブを通じて接続した。現在の真空度は電子銃のところで 5×10^{-9} Torr 加速管出口で 1×10^{-8} Torr が

得られている。しかし、マイクロ波エージング時間の減少を図るためには、将来はさらに真空系を強化することが望まれる。

(6) 冷却系 今回新たに18L用加速管、RF窓、ダミーロード及びヘルムホルツコイルに冷却が必要となったため、冷却ヘッドを増設し、加速管に40l/min RF窓及びダミーロードに10l/min ヘルムホルツコイルその他に10l~20l/minの冷却水を流した。その結果、冷却装置の流量が220l/minから280l/minに増加したが冷却装置の能力に異常はなく30℃±1℃の範囲内で温度コントロールができています。

(7) ビームモニタ 18Lライナックのダクトをセラミックスで一部絶縁して、電子銃出口、入射部出口、ビーム出口ヒョカ所にモニタ取付位置を設け、種々のモニタの試験ができるようにしている。現在は、その位置にWall-Current モニタと類似のモニタを設けてビームのモニタをしているが、まだ較正が十分ではないので正確に透過率等は測定できていない。また、プロフィールモニターとしては加速管出口にビューウインドウを設け、TVカメラでデマルケストの発光を観測できるようになっている。

(8) ビーム加速試験 据付後、ビーム加速試験を行なった結果、現時点ではピコ秒シングルビームで約1ngの電荷量が得られた。すでに、ツインライナックパルスラジオリジスシステムとしての実験の成果も得られている。今後、さらに出力電荷量の増大と長時間安定性等に改良を加えていくと共に各種の特性測定を行なっていく予定である。

参考文献

- (1) 第8回 リニアック研究会報文集 P12~P16 P128~P130 (1983)
- (2) 第9回 リニアック研究会報文集 P74~P86 (1984)
- (3) 応物 放射線 (現在 投稿中) 細野, 長谷川

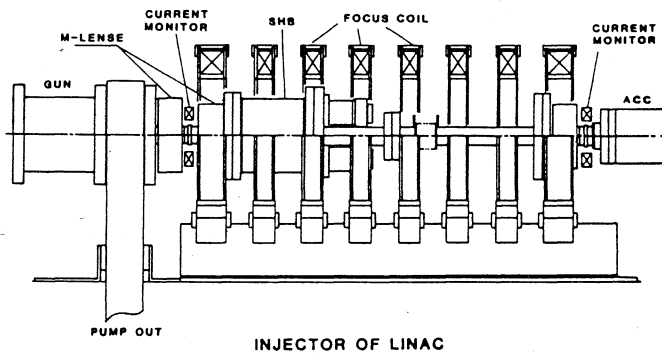


Fig-1 入射部の構成

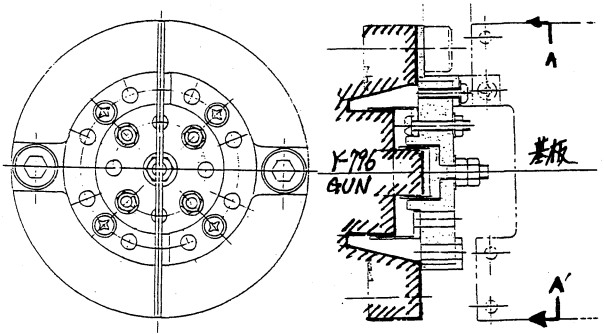


Fig-2 埋込形電子銃カソード製作図

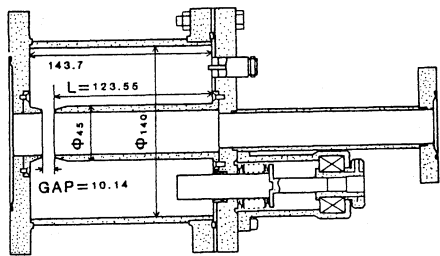
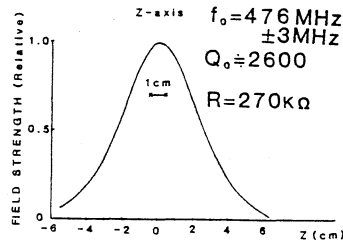
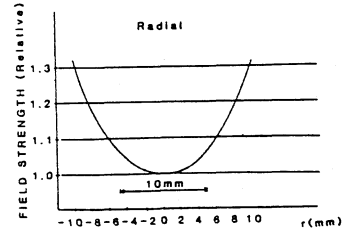


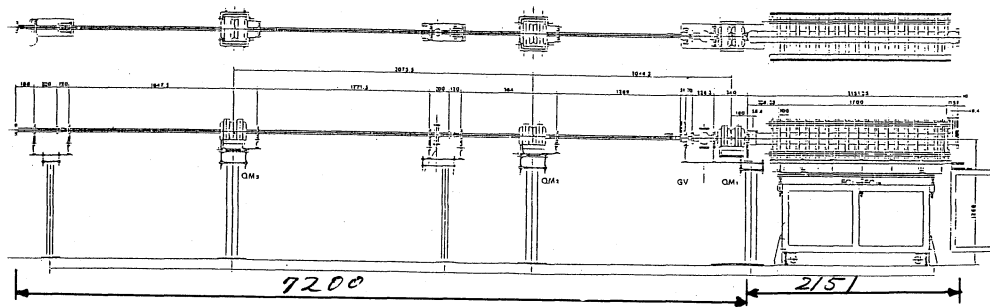
Fig-3 SHB空洞とその特性



Z方向の電界



r方向の電界

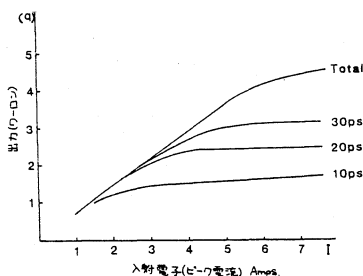


← Fig-4

18MeV加速器
の加速部及び
ビーム誘導系

	Cav.Num.	β	$k(N/m)$	$R(M\Omega)$	α
Buncher-1	3	0.775	0.124	42.9	1.50
Buncher-2	3	0.946	0.128	51.6	1.48
Buncher-3	3	0.991	0.145	54.4	1.46
Regular-1	7	1.000	0.160	55.4	1.44
Regular-2	8	1.000	0.190	56.2	1.39
Regular-3	8	1.000	0.200	56.8	1.32
Regular-4	7	1.000	0.222	57.4	1.24
Regular-5	7	1.000	0.248	58.0	1.18
1.75m-6	7	1.000	0.275	58.5	1.11

18L加速管のパラメータ



10ps, 20ps, 30ps
のトリプルビーム加速特性
Fig-5 加速管の計算結果

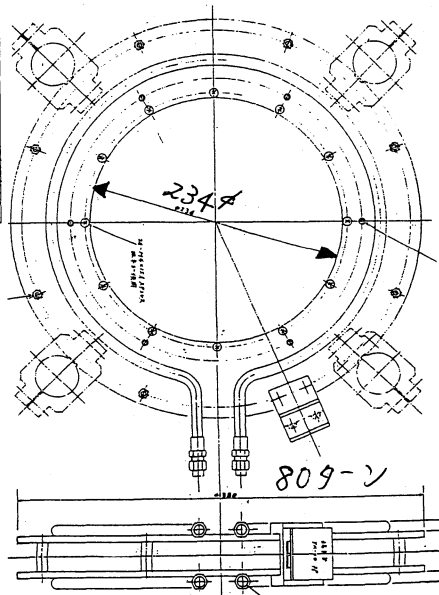


Fig-6 加速部ハルムホルツコイル

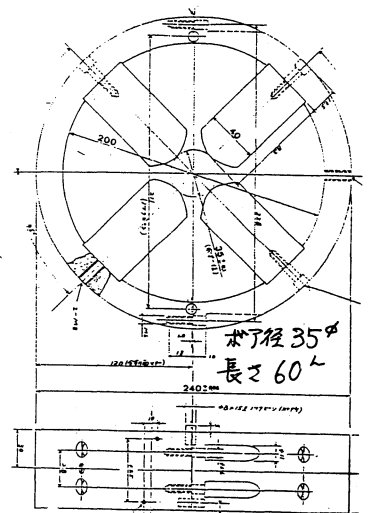


Fig-7 Qマグ製作図
320ターンのpole
磁石間隔140mm(センター間)