

CONSTRUCTION OF THE 35 MeV DSM AT NIHON UNIVERSITY

K.Hayakawa, K.Sato, T.Tanaka, K.yoshida, O.Takeda*, M.Tagawa*, and M.Miyahara*

Atomic Energy Research Inst. Nihon University

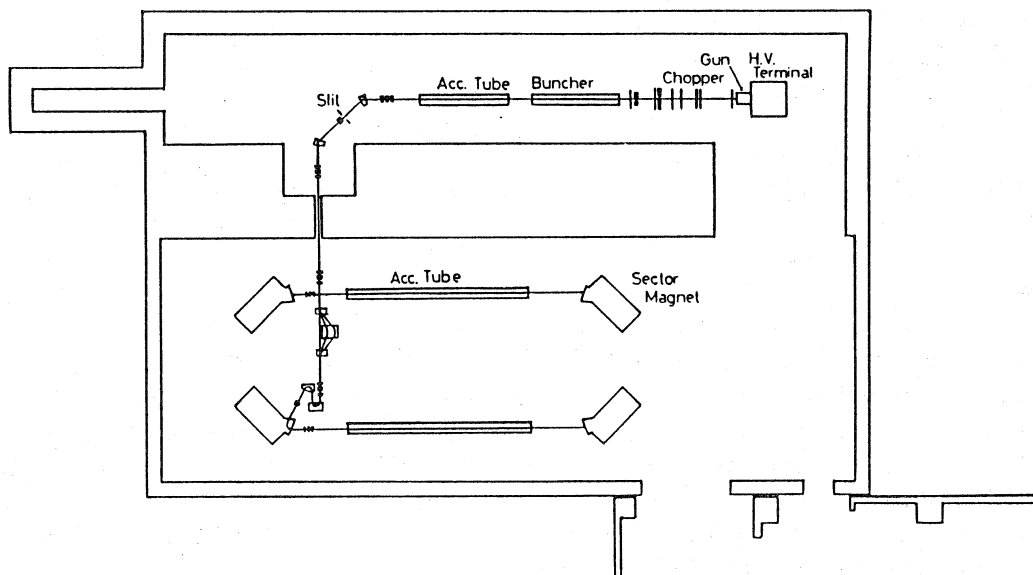
* College of Science and Technology Nihon University

ABSTRACT

Construction of the 35MeV double-sided microtron (DSM) has been started at 1984. Main parts of the injector cw linac, which are a high voltage terminal, an electron gun, a chopper, a buncher accelerating tube and a rf system, have been installed and tested. A pre-accelerator, a beam transport system and four main bending magnets of the DSM have been designed and constructed.

1. 概要

日本大学で建設中の35MeVダブルサイデッドマイクロトロン(DSM)は概要を第1図に示すように、入射器(5MeV cw リニアック)及びビーム輸送系、マイクロトロン本体から成る。入射器は100kV高電圧ターミナル、グリッド制御のDC電子銃、チョッパー、プリバンチャー、バンチャー、プリアクセレータから構成される。バンチャー及びプリアクセレータはそれぞれ2mのDAW型定在波加速管を使用する。ビーム輸送系は、運動量分析系、ビームパンチ修正系、入射電磁石系から構成される。マイクロトロン本体は4台の主偏向電磁石、2本の4m加速管及び収束用四極電磁石等から構成される。マイクロ波源はcw 50kWのクライストロンで各加速管につき各々1本のクライストロンでマイクロ波を供給する。入射器の内バンチャー部分までの組立てが完了し、電子銃の高圧印加、100keVビームラインのビーム試験、バンチャー加速管の大電力試験等を行った。またプリアクセレータ、ビーム輸送系、及びマイクロトロン本体の4台の主偏向電磁石の設計及び製作が完了した。

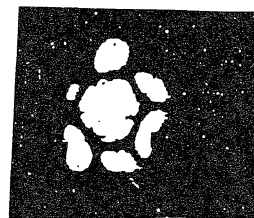


第1図 日大 35 MeV DSM 概略図

2. 電子銃

高電圧を電子銃に印加する時、最初は低い電圧で放電が始まったが、数時間のエージングの後100kVの電圧を印加できるようになった。ヒータに電流を流した状態で100kVの高電圧を印加すると、グリッドバイアスが-40Vより浅くなった時ビームが出始めた。

電子銃から出た100keVの電子ビームをDCのままチョッパーを、通過させた時のマグネティックレンズによるビームの収束の様子を以下に示す。第2図は電子銃の直後に置かれたマグネティックレンズによる、グリッドの像で、像の大きさはこの位置でおよそ25mmであった。電子ビームは約2.6mの距離をあまり大きなひずみを受けることなく、通過することが確認された。



3. クライストロン出力試験

マイクロトロン本体及び入射器で合計4台使用するトムソン社製のcw50kW出力のクライストロンTH2075のパワーテストを行った。このテストの時、サーキュレータの不良と思われる事故によって1台のクライストロンのrf窓が破損したため、メーカーに修理を依頼した。破損の原因についてはまだ結論はでていないが、とりあえずサーキュレータは国内のメーカーのものからトムソン社製のものに取り替えて試験をすることにした。クライストロンの入出力特性ボディー電流等は特に問題はなかった。

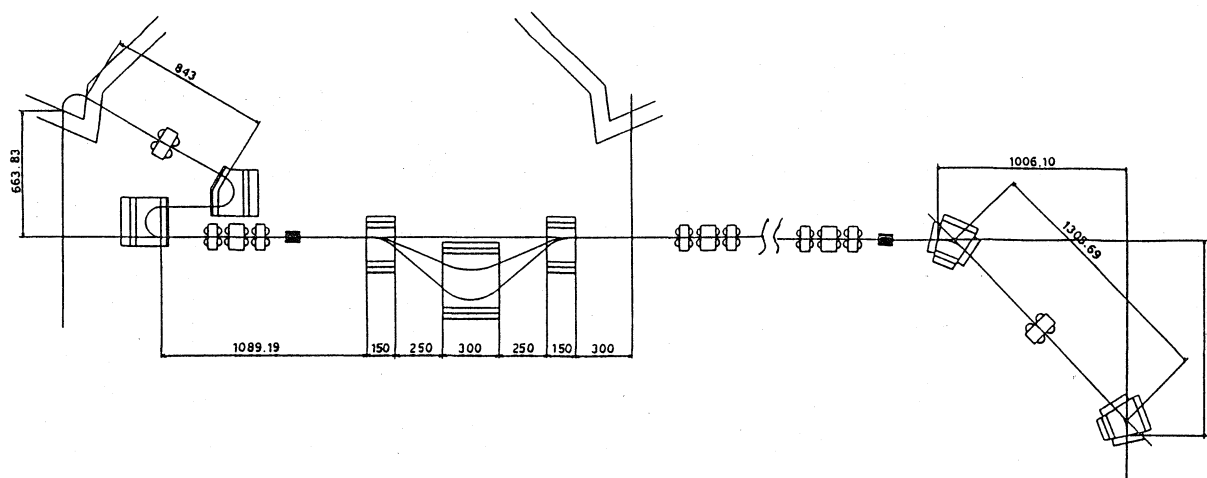
第2図 グリッドの像

4. 加速管，立体回路，rf窓の試験

クライストロンの入力にパルス変調をかけ、パルスモードでクライストロンの運転を行い、印加電圧及びデューティーを少しずつ上げながら実験を行った。加速管については別に詳細を報告するが、ほぼ1日のエージングで、ピーク50kW、デューティー36%の電力のマイクロ波を入れることができた。この状態で導波管、rf窓は40~50℃まで温度が上昇した。平均入力電力は18kWなので、フルパワーで使用する場合、70~90℃まで温度が上昇することが予想されるため、何らかの対策が必要であると考えている。rf窓については、内部を銀メッキして発熱量をおさえることを考えている。

5. ビーム輸送系

プリアクセレレータを出たビームは第3図に示すように運動量分析系を通り、ビームバンチ修正系を通過したのち入射電磁石系及び主偏向電磁石を通過して最初の加速セクションに入る。



第3図 ビーム輸送系の電磁石の配置

5.1 運動量分析系

2台の 45° 偏向電磁石及びこの中間に置かれた1台の四極電磁石から成る 90° 無分散偏向系で、四極電磁石の近くにスリットを置くことによって、運動量分析を行い、通過するビームの運動量とその幅を調整する。

5.2 ビームバンチ修正系

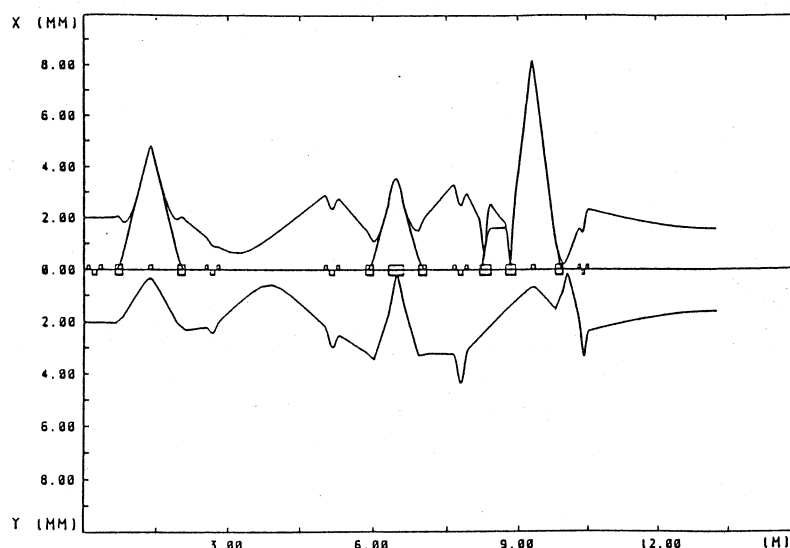
プリアクセレータの出口から最初の加速セクションまでビームが輸送される間に偏向電磁石を通過することにより各ビームバンチ中で電子のエネルギー差による軌道長の変化が生じる。また電子のエネルギーの差による速度の差があることからビームバンチの縦方向位相空間分布が変化する。ビームバンチ修正系とは、この変化を補正し加速セクションの入口で最適な位相空間分布となるように調整するためのものである。この系は磁場の実効長の比が $1:2:1$ となるような3台の偏向電磁石から成り、偏向角 $24^\circ \sim 30^\circ$ の範囲でビームを通すことができる。ポールピース長はそれぞれ、 0.15m 、 0.3m 、 0.15m 電磁石間距離は 0.25m である。

5.3 入射電磁石系

ビームバンチ修正系を通過した後、ビームは2台の偏向電磁石及び主偏向電磁石でそれぞれ、 -180° 、 150° 、 120° の偏向を受けて加速セクションに入る。これらの電磁石中でのビームの曲率半径はすべて同じである。第4図に一次の変換行列を用いて計算したビーム輸送系での包絡線を示す。

6. 主偏向電磁石

主偏向電磁石の設計では、1) 電磁石を通過するビームのエネルギー範囲が広いので、ポールピースの広い範囲に渡って一様な磁場を作ること、2) 磁場端を鋭くし、シャープ・カットオフ磁場に近づけること、3) 次段の加速管の中心軸上にビームを正確に入射させるために電磁石の外で動径方向の中心軌道が、シャープ・カットオフ磁場による軌道と一致するような磁場をつくることが重要である。磁場の一様性を良くするためにポールピースとリターンヨークの間に隙間（パーセルギャップ）を設けた。磁場の一様性を良くするためにポールピース及びポールピースとリターンヨークの間にシムをつけた。また磁場端を鋭くするためにフィールドクランプを付け、動径方向の軌道のずれを打ち消すために逆転磁場をつくるコイルを取り付けた。



第4図 ビーム輸送系でのビーム包絡線。