

CONSTRUCTION OF THE 35MeV DS MICROTRON AT NIHON UNIVERSITY

Ken HAYAKAWA, Yoshiharu TORIZUKA, Kazuo SATO

Toshinari TANAKA and *Tatsuya IJIMA

Atomic Energy Research Institute, Nihon University

*College of Science and Technology, Nihon University

ABSTRACT

Assembly of the 35MeV DS Microtron at Nihon University has been completed. Accelerating and recirculating experiments have been performed successfully. An electron beam reached to the final recirculation orbit. However, because of imperfect tuning and/or misalignment of the elements, beam loss occurred during acceleration.

日大DSマイクロトロンの建設

1. 概要

日本大学で建設を行っている35MeV DSマイクロトロン(DSM)は全系の組み立てが完了し、現在調整及び加速実験が行われている。前回の報告では入射器及び第1周目までのビーム加速実験について述べたが、今回は第2周目以降のマイクロトロンの加速条件が問題となる領域での加速実験について報告する。実験は比較的順調に進み、最終軌道の第5周目までの加速実験に成功した。しかし、調整が完全ではなく、また運転も不慣れであるため、ビームの多くが加速中に失われている。

2. ビーム加速実験

加速実験はパルス幅100 μ sec、繰り返し50ppsで行った。入射器で4.55MeVまで加速された電子ビームはエネルギー分析され、 $\pm 1\%$ のエネルギー幅のビームが入射ビームラインに送られる。入射ビームラインでは第1図に示される入射用偏向電磁石DIM1, DIM2を励磁することにより、ビームをマイクロトロンに入射する。入射したビームは最初の主偏向電磁石で120°偏向され、加速ビームラインに入り、加速管に入射する。加速管には、地磁気や磁場発生装置からの漏れ磁場の影響を排除するためにパーマロイの磁気シールドが取付けられている。

ビームの調整は第1図に●で示される蛍光板ビームプロフィールモニターを見ながら行った。ビームプロフィールモニターはDSM本体内では加速管の両端に全部で4台及び107°偏向系に2台、各短直線部に2台ずつ、ビーム取りだし電磁石の直前に1台設けられている。

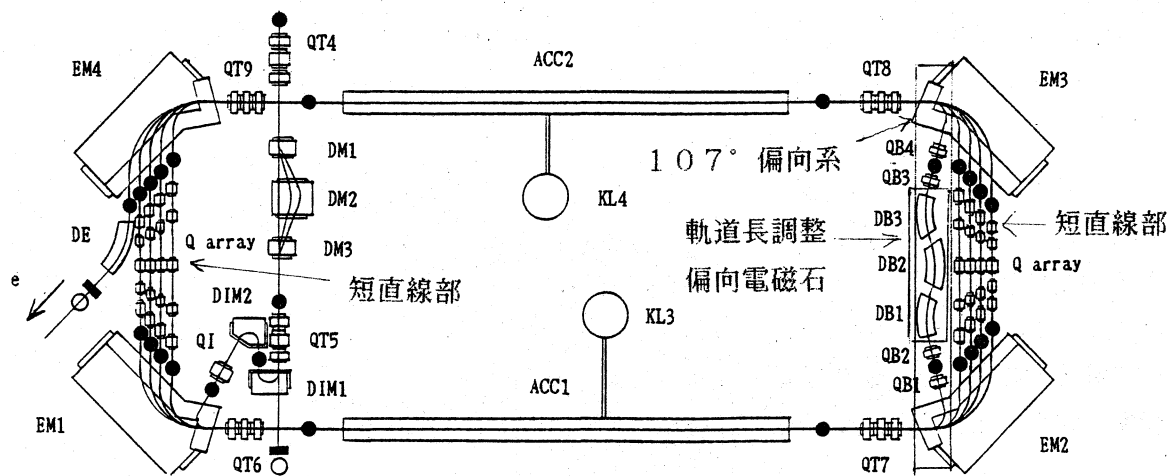
最初の加速管での加速エネルギーは、加速後107°偏向される軌道をビームが通る様に加速管への入力マイクロ波電力とその位相を調整することで予定値に合わせた。マイクロ波とビームバンチとの間の位相関係はモニターしてはいないので、この時点ではビームバンチが予定通りの位相にあるか、また、加速電場の設定が正しいかどうかはわからない。しかし、設計計算からマイクロ波電力、加速電場、位相、加速エネルギーの間には一定の関係があるので、正しく107°偏向された場合には、最適値の位相と大きく異なることはない。これはもう一本の4m加速管についても同様のことが

期待できる。

107° 偏向系では、軌道長調整偏向電磁石の磁場によってビームの軌道長が異なるので、次の加速管で予定通りのエネルギーまで加速しても2本の加速管の間の位相関係は自動的に決まらない。そのため、加速実験の中で2周目以降もビームが周回できる位相関係になる様これらの偏向電磁石の磁場を調整した。また、このときには加速管を通過するビームの軌道がずれて加速管の中心軸上を通らなくなるので、偏向電磁石の補助コイルでさらに軌道調整する必要があった。

107° 偏向系及びその後の加速管でのビーム収束は、加速管の上流と下流にある四極電磁石トリプレットと107° 偏向系にある四極電磁石シングレットを調整することで容易にできた。

1周目のビーム軌道は、加速管の前後のモニターも含め多数のプロフィールモニターを見ながら調整できたために、ビームを容易に導くことができた。しかし、2周目以降は加速管の前後のモニターは1周目のビームを遮るので使用できず、短直線部のモニターのみを見ながらその半周前の短直線部にある四極電磁石とステアリングコイルを調整することにした。



第1図 DSマイクロトロン概略図、●はビームプロフィールモニター

電磁石類の設置誤差と加速電場・位相の誤差によると考えられるが、短直線部で観測されたビームの位置は、設計軌道から最大5mm程度のずれがあり、四極電磁石を用いてビームを見失うことなく収束させるには、ステアリングコイルを多用する必要があった。このため短直線部でのビーム調整には熟練を要し、2周目から5周目に至るビーム調整に長時間を要した。この様にビーム軌道が設計からずれているため、ビームの一部がダクトに当たっており、また四極電磁石による収束の調整もまだ十分確立していないために、5周する間にビーム損失が生じている。まだビーム取り出しを行っていないので5周した後のビーム電流値は測定していない。

第2図に加速実験で得られた5周後のビームプロフィールの写真を示す。観測したのは取り出し用電磁石の直前にあるモニター位置で、ビームプロフィールは覗き窓を通してITVカメラで蛍光板に当たったビームによる蛍光を観測して得られた。覗き窓の奥に白く写っているのがビームのプロフィールで、ビームサイズは直径2mm以下である。

3. 考察

今回建設したダブルサイデッドマイクロトロンは組み立てが完了するまでには主として大電力マイ

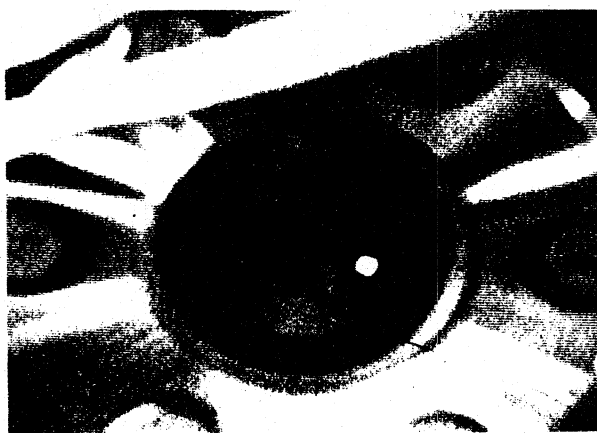
クロ波を扱うために生じた様々なトラブルに見舞われたが、ビーム加速実験が行われるようになってからは比較的順調に進み、最終軌道までの加速に成功した。

実験が順調に進んだのは、第一に、主偏向電磁石のポールピースの形状が優れていて、微妙な調製を必要としない構造となっていること。第二に、DAW型加速構造を採用したために調製部分の少ない長い加速管を作ることができたことによるところが大きいと考えられる。

問題点としては、電磁石類の設置誤差、加速電場、位相の誤差があると考えられ、ビームが加速中に失われる。従ってこれらの再調性が必要である。また、加速管の冷却水温度の変化によるものと思われる加速管の共鳴周波数の変動が起きている。これが原因でビームの再現性を悪くしているので、冷却水温度の制御をもっと高精度でおこなうか、あるいは加速管のチューニングを自動的に行えるようにする予定である。

入射器からの電子ビームのエミッタンスが予定していたものより大きくなっている。これは主に100keVビームラインに原因があると思われるのでこの改善も必要である。

なお本研究は、科学技術庁の昭和63年度科学技術振興調整費による「大出力・波長可変レーザー及びレーザープロセッシング技術に関する研究」の一環として行われたものである。



第2図 5周後のビームの像