

IMPROVEMENT OF 150MeV RACETRACK MICROTRON

T. KIMURA T. MITUMOTO T. HUKUSHIMA T. HORI M. SUGITANI Y. SASAKI

Quantum Equipment Division, Sumitomo Heavy Industries, Ltd.
2-1-1 Yato-cyo, Tanashi, Tokyo 188, Japan

ABSTRACT

Sumitomo Heavy Industries, Ltd. has developed the synchrotron radiation source system, named AURORA. A 150 MeV Racetrack Microtron (RTM) is a injector of the system, succeeded in first beam acceleration in April, 1989. The output current was observed about 0.1 mA at the maximum. However, the beam intensity was insufficient for the storage ring to accumulate the designed current.

Therefore, the improvement of 150 MeV Racetrack Microtron started and the remodeling which brought a quite good result, was finished in October, 1990.

レーストラック型マイクロトロンの改良

1. はじめに

住友重機械工業(株)は X 線リソグラフィ等、工業利用を目的とした世界最小の SR システム「AURORA」を開発した。AURORA の蓄積リングは単体の超伝導電磁石で構成されており、電子軌道の直径は 1 m である。出力エネルギーが 150 MeV のレーストラック型マイクロトロンはその入射器であり、1989 年 4 月に最初の加速に成功した。さらに、同年 11 月には電子の蓄積に成功し、蓄積電流値は数 10 mA まで増やすことができた。しかしながら、電流値の大幅な増加を望むことができず、1990 年の改良に至った。マイクロトロンの改良は、ここで問題として掲げられた電流量の増加や安定性、操作性、再現性の向上、さらに電子銃の寿命をのばすことを目標として行なった。ここでは、改良の要点とテスト結果を報告する。

2. マイクロトロンの入射系

改良前のマイクロトロンの入射系は、引出し電圧が 20kV の電子銃と 3 箇のキャビティ、つまりプリバンチャー、100keV 加速の加速ギャップ、バンチャーから構成されていた。これらに

よって 120keV まで加速された電子は、ライナックに入射される。この入射系の方式は、RF の強度や位相の変化に敏感であり、特に RF の位相変動はビームの変化に大きく影響するため、安定なビーム電流を得ることができない。従って、安定性、操作性の問題から入射系は、電子銃の引き出し電圧が 120kV の静電加速とバンチャーの組合せ方式と輸送系の単純化を計った (FIG.1 マイクロトロン概観図を参照)。新しい入射系を使ってライナックの入口で測定した代表的なエミッタンスを FIG.2 に示す。

電子銃は従来通りグリッド付きバリウム含侵型のものを 120kV 用に変更して使用している。高電圧部は 2 気圧の SF₆ 雰囲気中で 200 kV の耐電圧がある非磁性の加速管を用い、2 気圧の窒素雰囲気中 120kV で使用している。

電子銃の劣化を速めるのは真空中の水分であり、電子銃付近の真空度の悪さによる。改良前は、電子銃の寿命が約 3 ヶ月であった。従って、電子銃を備えた真空箱の真空度を $\sim 10^{-7}$ Torr から $\sim 10^{-9}$ Torr にするために真空ポンプの強化を行った。現在までに電子銃は 11 ヶ月使用しているが劣化の兆候は見られない。

3. マイクロトロンの主加速系

マイクロトロンは 120keV で入射された電子を 1 回当たり 6MeV のライナックで 25 回加速し、150MeV の加速エネルギーを持った電子ビームを取り出す。主加速系は主電磁石とライナックを除き大幅に変更された。主な変更は各ターンに設置されていた永久磁石製の二連四重極磁石をすべて撤去し、横方向の収束要素は 1 ターン目のライナックラインに置かれた単一の四重極電磁石のみとし、大幅に簡素化した。そして垂直方向の収束は最初の数ターンに関し、主磁場のフリンジ領域で十分な収束が得られるよう逆磁場の強さを増したことである。尚、数ターン通過後は主磁石の弱収束磁場で十分な収束力が保証されている。この事は、シミュレーションで確認されている。

1 ターン目のビーム折返しに不可欠な逆磁場電磁石の変更が第一に挙げられる。構造的には旧逆磁場電磁石はヨークを主電磁石と共有し、洩れ磁場が大きい構造をしており、また横ステアラーの機能も含んでいたため、ビーム調整操作が困難であったことが理由である。従って、逆磁場の機能を主磁場から分離することによって操作を容易にした。改良したマイクロトロンの全体を FIG.1 に示す。

新しい主加速系で行なったビームテストでは、FIG.2 に示すパラメーターを使った DC 入射の場合、入射ビーム強度の 20 分の 1 のビームを取り出すことができた。さらに、バンチャー使用すると効率も 2~3 倍向上することが確認されている。

4. まとめ

1990年 10月以来、マイクロトロン入射系と主加速系の組合せ総合テストを行ない、所期の目的を達成した。マイクロトロンは、現在、AURORA の入射器として稼働中である。

RACETRACK MICROTRON レーズトラック型マイクロトロン

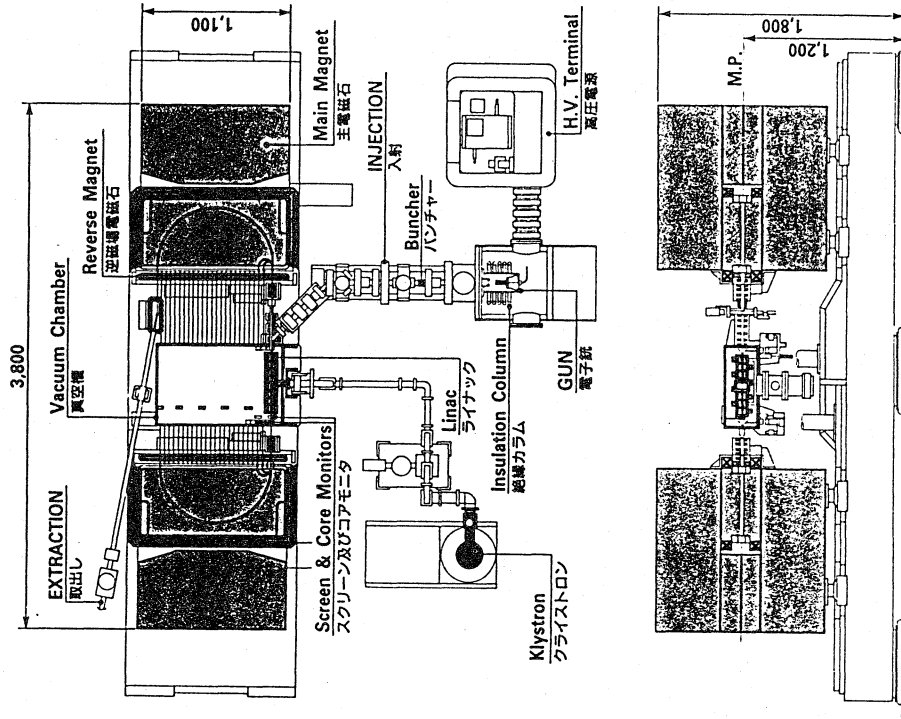


FIG. 1 マイクロトロン概観図

Emittance

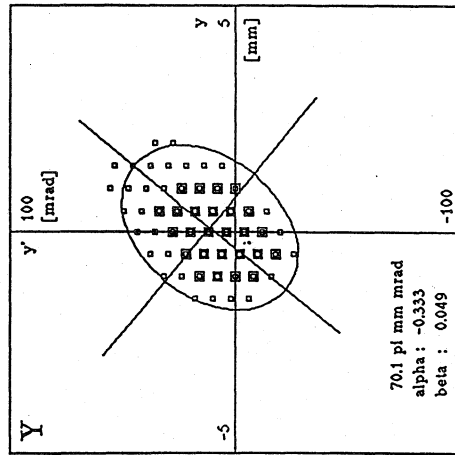
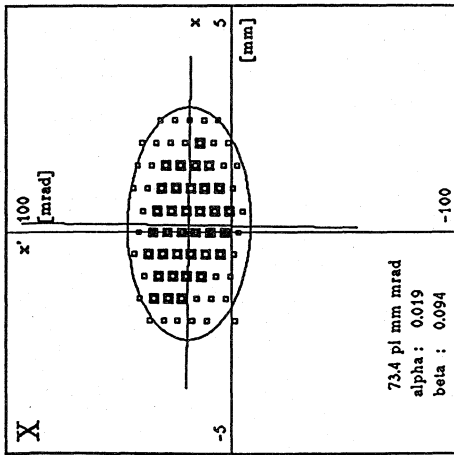


FIG. 2 ライナック入口のエミッタンス