Beam deflectorの開発(3)

小林 利明、安積 隆夫、田村 和宏、小路 正純、花木 博文、鈴木 伸介 財)高輝度光科学研究センター/SPring-8 〒679-5198 兵庫県佐用郡三日月町1-1-1

概要

SPring-8では、booster synchrotronのRF-K0によ り、蓄積リングへ純度の高いシングルバンチビーム 入射を行っている。シングルバンチユーザー利用運 転では、このRF-K0により、シングルバンチの純度 を向上させ、1e-9 以下の純度になっている。

本研究会で線型加速器に設置したbeam deflector で線型加速器のシングルバンチの純度改善について、 今までに2回発表¹⁾した。

今回はbeam deflectorによるその後の試験結果と HO加速管のフィールドエミッション電流の低減化の 予備試験結果について報告する。

1.はじめに

SPring-8 では線型加速器の後のbooster synchrotronのRF-KOシステムを用いて、シングル ビームの純化を行っている。通常線型加速器でのシ ングルバンチビームの生成は、線型加速器入射部に 組み込まれているSHBにより行われるのが多い SPring-8線型加速器にはSHBはなく、またこれだけ でもシングルバンチの純度は大幅な改善は見込めな い。booster synchrotronでのシングルバンチ化と 同様程度のシングルバンチの生成が線型加速器で行 えるようになると、今後いろいろな実験にも使用で き、さらにはRF-KOのバックアップや相補的に用い る事で純度の良いシングルバンチビームの発生が可 能となると考えられる。現在までに、線型加速器の 1ns幅の電子ビームを、RF-KOを使用せずにbeam deflectorのみで、5e-3程度の蓄積リングの純度が、 5e-5まで改善された。本稿では、最近の純度等の計 測結果と加速管からのフィールドエミッション対策 について報告する。

2 .BEAM DEFLECTOR

beam deflector²)については、この研究会で既に 報告しているが、簡単に説明する。電子銃直後に直 方体の真空ダクトを設置した。長さ150mm,幅70mmで ある。フランジは両側ともUFC302で、この真空ダク トの中に静電偏向プレートを設置している。プレー トの長さ200mm,幅15mm,厚さ1.5mmである。そのプ レートそれぞれに、最大7kVのステップ状の高速高 電圧パルスを印加する。但し、片方のプレートには、 高速高電圧パルスの他に最大7kVのバイアス電圧も 印加する。パルス電圧の立ち上がりを遅延した時間 だけがOVになるようにバイアス電圧とパルス電圧を 設定し、パルス電圧の遅延時間の設定を行う。この 遅延時間の設定で電子銃から通過できる電子ビーム のパルス幅が決定でき、100ps程度の電子ビームを テストベンチでは計測している。deflectorの電界 で蹴られた電子ビームは、deflectorの後に設置し たIrisにより取り除かれる。またIris径は圧空で、1.3、 2,6,10mmの4種類を選択できる。



図.1 SPring-8線型加速器入射部

3. DEFLECTOR 試験結果

3.1 前回までの試験結果

beam deflectorの開発というタイトルで、この研 究会で過去に2回ポスター発表を行っている。最初 はdeflectorシステムを製作して、マシン実験棟に ある電子銃テストスタンドを改造し、beam deflector試験を行った報告をした。この時に電子 銃から40ns幅のビームを出射し、deflectorにより 1ns幅のビームが生成できた報告をした。2回目の 報告では、SPring-8線型加速器の入射部に設置して、 蓄積リングでの純度の計測を行った報告である。こ の時の蓄積リングの純度は5e-3程度にしかならな かった。

3.2 今回の主だった試験結果

図2のbeam deflector試験ように 電子銃の高電

圧を印加する、しない deflectorを動作する、 しない グリッドパルサーは動作させる、させな いなどのパラメータで蓄積リングの入射し、純度の 計測を行った。今回初めて電子銃からのグリッドエ ミッション電流がdeflectorで蹴り飛ばされている のが計測された。その値は、現段階で約2 3桁ほど 奇麗にしている事が確認できた。前回までの報告で、 シングルバンチの純度が良くならない理由は、 deflectorで電子銃からのグリッドエミッション電 流は殆どなくなるが、deflector以降の特にH0加速 管部で、フィールドエミッション電流が発生し、 booster synchrotronに入射、8GeVまで加速され、 蓄積リングのシングルバンチの純度を悪化させる事 が分かった。Deflectorを電子銃部に設置する時に、 加速管等を大気開放しているのが大きな原因と思わ れる。これを裏付けるように、蓄積リングのシング ルバンチの純度は、試験を重ねる度に桁違いに良く なって行った。(試験は2 3月に1回の割合で行っ た)









図2.beam deflectorの試験結果

測定条件は、上から

- ・ 電子銃高圧on、deflector off、gridpulser off
- ・電子銃高圧off、deflector off、gridpulser off
- ・ 電子銃高圧on、deflector on、gridpulser off
- この時点での蓄積リング内の不純度測定
 (RF-K0 off)

3.3 H0加速管からのフィールドエミッ ション電流

3.2の結果により、H0加速管からのフィールドエ ミション電流が大きな問題である事が判明した。電 子銃からの180keVの電子ビームはプレバンチャー、 バンチャーを通過して、約9MeVのエネルギーの電子 ビームになる。これに対してフィールドエミッショ ン電流は、約500keV/cellである。これをステアリ ングシステムで蹴ると、フィールドエミッション電 流は 11mrad偏向されるのに対して、電子銃からの 電子ビームは、 1mrad程度しか偏向されない。そ こで、H0加速管部で予備試験を行った。長さ約1.5m、 20turnのステアリングコイル1対をH0加速管入力

カップラー側に近い箇所に設置し、1GeVシケイン部 に設置したシンチレータ付フォトマルで放射線計測 を行った。計測時間はそれぞれ1分間で、オシロス コープ上で積算している。この結果、写真1のよう にフォトマル電源on、off,コイル電流0,1,2Aなどの 組み合わせでフィールドエミッション電流を計測す ると、HO加速管からのフィールドエミッション電流 がステアリングコイル磁場の増加に伴い、大幅に減 少する事が確認できた。またSPring-8の加速器シス テムではHO加速管で発生したフィールドエミッショ ン電流のビームエネルギー以外ではsynchrotronに 入射できないので、HO加速管部のフィールドエミッ ション電流を無くせば良い。HO加速管のみのシステ ムHO加速管にステアリングコイルか永久磁石を多数 設置する図3のようなシステムで、さらに積極的に 削減する方向を考えている。



フォトマル信号

オシロ掃引トリガ



・フォトマル電源off、ステアリングコイル電流OA

写真.1 シンチ付フォトマルによる加速管室シケイ

- ・フォトマル電源850V、同コイル電流0A
- ・フォトマル電源850V、同コイル電流1A
- ・フォトマル電源850V、同コイル電流2A

4.まとめ

T.Kobayashi 2003.5.19

beam deflectorで電子銃からのグリッドエミッ ション電流が2桁ほど低減された。但し、電子銃直 後にあるHO加速管でフィールドエミッション電流が 加速されている事が確認された。この電流は、 deflectorを設置した時に増加したが、エージング により1年で3桁ほど改善された。しかし、H0加速管 からのフィールドエミッション電流をさらに低減す るための試験として、HO加速管の入力カプラー側に 大きめなステアリングコイルを1つ設置した。cell 内で発生したフィールドエミッション電流をステア リングコイルで11mrad以上偏向し、約9MeVまで加速 された電子ビームは1mrad以下の偏向しかしない磁 場に設定した結果、十分な効果があると予想される。 今後はH0加速管全体に設置し、1GeVシケイン部の計 測とともに、蓄積リングでの不純度を計測する予定 である。

参考文献

- [1] T.Kobayashi, et al., "Development of beam deflector", Proceedings of the 27th Linear Accelerator Meeting in Japan, Kyoto, Aug. 7-9, 2002
- [2]T.Kobayashi et al., "Beam deflector for Spring-8 linac", Proceedings of the 8th European Particle Accelerator Conference, Paris, June. 3-7, 2002