DEVELOPMENT OF BEAM DEFLECTOR(4)

T. Kobayashi ,H. Hanaki, T. Asaka, H. Dewa, A. Mizuno, S. Suzuki, T. Taniuchi, H. Tomizawa and K. Yanagida Japan Synchrotron Radiation Research Institute (JASRI/Spring-8)

Kouto, Mikazuki, Sayo, Hyogo, 679-5198

Abstract

We have already installed a beam defelector in SPring-8 linac just downstream a 180-kV electron gun, which reduces gird emission currents from the gun. Recently, we measured the energy spectra and intensities of dark currents from the gun and injector part of the linac. As a result, field emission currents from the first accelerator structure were found to be significant. We are trying to reduce the field emission currents by solenoidal magnetic fields in the first accelerating structure.

ビームディフレクターの開発(4)

1. はじめに

線型加速器の電子銃ではヒータ電力を供給する事 で、バリウムが蒸発する。そしてカソード近傍にあ るグリッドに付着したバリウムが、電子銃に加えら れる高電圧パルスで、制御不可能な電子ビームを引 き出してしまう。これがグリッドエミッションと呼 ばれている。このグリッドエミッションを電子銃直 後に設置したビームディフレクターで、径方向に蹴 り飛ばし、グリッドエミッションを除去する。この 装置を2001年に線型加速器に設置してから、この研 究会で3回試験結果について報告してきた。

しかし、蓄積リング内のビームラインによる純度 測定では、ディフレクターでも取りきれない暗電流 が認められ、原因を探っていた。その結果ビーム ディフレクターの性能^{[1][2]}、動作には問題は見あた らず、グリッドエミッション以外のダークカレント の発生箇所の特定を試みた。最近では入射部H0加速 管がダークカレントであるフィールドエミッション のかなりの部分を発生させている事が確認された。 そこで初段H0加速管に供給するRFパワーを調整す ると、蓄積リングのシングルバンチの純度は3桁ほ ど向上した。

線型加速器入射部からどのようなエネルギーの ダークカレントが出射されているかを調べるために、 シンチ付のフォトマルを初段H0加速管後方の8度ベ ンド電磁石部に設置した。この磁石で曲げられた ダークカレントのエネルギースペクトルを正確に測 定することで、どこの場所から、どの位の量のダー クカレントが発生しているか、調査できるようにし た。また、以前の報告でH0加速管にステアリングコ イルを仮設置し、フィールドエミッション除去試験 について報告している。その追加試験と新たにH0加 速管にソレノイドコイルを設置し、H0加速管からの フィールドエミッションを取り除く予備試験も行っ た。それらの実験結果について報告する。

2. ビームディフレクター

ビームディフレクターは図1のような構成でグ

リッドエミッションを電界により、径方向に蹴り飛 ばす。蹴り飛ばされたグリッドエミッションは、 ディフレクタープレート後方150mmのアイリスに当 て、蹴り飛ばされた電子ビームを加速しないように している。プレートに印加するステップ状電圧波形 とタイミングについて図2に示す。このそれぞれの ステップ状パルス電圧の立ち上がりの時間間隔でし か、電子銃部から出射された電子ビームは加速され ない。また、最短時間間隔は40psである。



図1: SP8ビームディフレクターシステム



図2: ビームディフレクタータイミングチャート



図3:線型加速器入射部でのダークカレントエネルギースペクトル測定

3. エネルギースペクトル測定

8度ベンド部に設置したシンチ付のフォトマルで、 ダークカレントのエネルギースペクトルを計測した。 最大ビームエネルギーは60MeVで、ダークカレント のX線計測を行った。図3は加速器入射部を含めた計 測システム図で、フォトマルからの出力は、加速器 本体が入っている加速管室上にあるクライストロン 室まで同軸ケーブルで送った。その信号はオシロス コープで平均化処理を行なった。前述のように、 ダークカレントのソースとしてグリッドエミッショ ン以外のものが存在するので、以下のように各ソー スを分離できるように実験パラメータを設定し、各 エネルギースペクトルを取得した。

3.1 電子銃部のダークカレント

電子銃からのグリッドエミッションを測定するために、電子銃高圧onとoffの場合のスペクトルを測定した。図4に示すように電子銃高圧off時には、ダークカレントが大幅に減少しているのが確認された。即ち、この場合グリッドエミッション電流は加速管からのフィールドエミッション電流より、はるかに大きい事が判る。従って、これ以下の実験ではグリッドエミッション以外のものを観測するために、フォトマルのゲインを上げて測定した。



図4: 電子銃高圧on/offによるグリッドエミッション エネルギースペクトル

3.2 H0加速管からのダークカレント

図5に示すように初段H0加速管からのフィールド エミッションは、加速管に投入するRFを減少させる 事で大幅に下げる事ができる。RFを現在の設定値の 40%まで減少させると、フィールドエミッションは ほぼ完全に発生を抑える事ができている。このRFパ ワーでもH0加速管の加速エネルギー30MeV(RF電 力20MW)となり、ビーム運転は可能であるが、や はり50MeVが望ましい。



図5: H0加速管への投入電力とエネルギースペクトル

3.3 H0加速管のダークカレントの抑制

我々はH0加速管にステアリングコイルを取り付け、 少ないステアリングコイル磁場でも、空胴で発生し たダークカレントをすぐに偏向してしまえば加速さ れにくいという考えのもと、ステアリングコイルに よるダークカレント除去試験を行った。

図6はH0加速管に大型のステアリングコイルを仮 設置し、エネルギースペクトルを測定した。仮設の ステアリングコイル(約3gauss, 1.5m)でもステア リングコイル磁場で、加速管のダークカレントを大 幅に減少する事が確認できた。しかし、メインの電 子ビームもかなり曲げてしまい、ビーム調整がうま くできそうもない。



図6:H0ステアリングコイルによるダークカレント エネルギースペクトル

そこでソレノイドコイルがステアリングコイルの 代わりに使用できないかの検討を行った。ソレノイ ドは中心を通過するメインビームには影響を及ぼさ ず、加速管等の空胴表面から発生するフィールドエ ミッションには偏向電磁石としての効果を望めるか らである。ここではソレノイドコイルによる偏向の シュミレーション結果等は省くが、希望が持てる結 果が得られた。

まず図3の実験体系でプレバンチャー、バン チャー部の既設ソレノイドコイル磁場を変えてダー クカレントのエネルギースペクトルを測定した。ソ レノイドコイルの長さは、約1mである。ソレノイド コイル磁場で、図7のように数分の1までダークカレ ントが抑えられている。



図7: 既設ソレノイドによるダークカレントエネル ギースペクトル

次にプレバンチャー、バンチャー部のソレノイド コイル試験を踏まえて、H0加速管にソレノイドコイ ル(長さ15cm)を設置し、ダークカレントのエネル ギースペクトルを測定した。既設ソレノイドと同様、 図8のようにH0ソレノイドコイルでもダークカレン トの除去効果が幾分認められる。このソレノイドで は加速管長に対して1/20の長さしかカバーできてい ないため、除去効果が顕著でないと考えている。こ の夏には、この結果をふまえて、H0加速管全体(長 さ2.85m)にソレノイドコイルを取り付ける準備を している。



図8: H0ソレノイドコイルによるダークカレントエネ ルギースペクトル

4. まとめ

ダークカレントのエネルギースペクトルを偏向電 磁石とシンチ付のフォトマルで計測した。グリッド エミッション電流に比べ、フィールドエミッション 電流は少ない。入射部プレバンチャー、バンチャー のソレノイドコイル試験の結果、ソレノイド磁場が フィールドエミッション電流抑制に効果があること が判った。初段H0加速管にも小型のソレノイドコイ ルを設置したところ、同じくフィールドエミッショ ン電流は抑制できる兆候が見られた。そこで新規の H0加速管用ソレノイドコイルを製作し、この夏に設 置する予定である。

参考文献

- T. Kobayashi, et al., "Beam deflector for Spring-8 linac" Proceedings of European Particle Accelerator Conference, Paris, France, June 2685-2687, 2002. -
- [2] T. Kobayashi, et al., "Dark current reduction system for Spring-8 linac" Proceedings of European Particle Accelerator Conference, Lucernes, Switzerland, July1324-1326, 2004