

[12P-15]

## DEVELOPMENT OF THE BEAM DEFLECTOR

T.Kobayashi\*, T.Asaka, A.Mizuno, T.Hori, S.Suzuki, K.Yanagida, T.Taniuchi,  
H.Tomizawa, H.Dewa and H.Hanaki

Japan Synchrotron Radiation Research Institute(JASRI/SPring-8)

Koto 1-1-1, Mikazuki, Sayo, Hyogo, 679-5198 JAPAN

### Abstract

In SPring-8, the growth of the grid emission after long-term use of the linac's electron gun becomes a problem. Since the SPring-8 storage ring increased the experiment of the single bunch operation, they have requested to reduce the grid emission from the electron gun in order to obtain the signal purity of the single bunch over  $10^{-6}$ . Then, we designed and produced the deflector system for kicking the grid emission with a high electric field. The performance test was started at the test bench of electron gun installed in the machine experimental hool.

### ビームディフレクターの開発

#### 1. はじめに

熱電子銃は長期間の使用で、カソードに含浸されているBaが、電子ビームをコントロールするためにあるグリッドに付着する。このBaがグリッドに付着すると、グリッドパルサーで引き出されるメインビームのほかに、グリッドから電子銃の Puls 高電圧で電子が引き出されるグリッドエミッションが発生するようになる。このグリッドエミッションは、ヒーター通電時間が経過するにつれて多くなり、制御は不可能である。

蓄積リングでは、蓄積リング内でのシングルバンチ化を行っているが、線型加速器からのグリッドエミッションにより、蓄積したくないバケットまで電子ビームが蓄積されてしまう。現在はシンクロトロン RF-KOにより、蓄積リングに入る前に蹴り飛ばしている。しかし、線型加速器から加速しないのが最良である。

そこで我々は電子銃直後に小型のdeflectorを設置し、グリッドエミッションをtransverse 方向に蹴り飛ばしてしまう beam deflectorの開発を行っている<sup>1)</sup>。このdeflectorは、電子銃 Puls 高電圧から出てくる約  $5 \mu s$  のグリッドエミッションまで蹴り飛ばせる事が必要である。更に、メインビームの近くに存在するグリッドエミッションを蹴り飛ばすために、deflectorに供給する Puls 電圧の立ち上がりはできるだけ高速であることが必要である。

\* T.Kobayashi, 0791-58-0843, tkoba@spring8.or.jp

そこで高周波解析プログラム (HFSS) を使い、deflector chamber部の最適設計を行った。

この deflector systemを SPring-8のマシン実験棟に設置し、試験を始めた。現在までに得られた結果について、報告する。

#### 2. 電子銃テストベンチの構成

Fig.1がSPring-8 マシン実験棟内に設置した電子銃テストベンチである。電子銃へ供給する高電圧は、グラスマン社の電源で最大150kV DCである。高圧デッキ部には、2kVAのトランスを通して電力を供給する。グリッドパルサー用トリガは、高安定光ファイバー送受信機 (ORTEL 社送信機 3510A-NIM, 受信機4511A-NIM) によるトリガ伝送である。

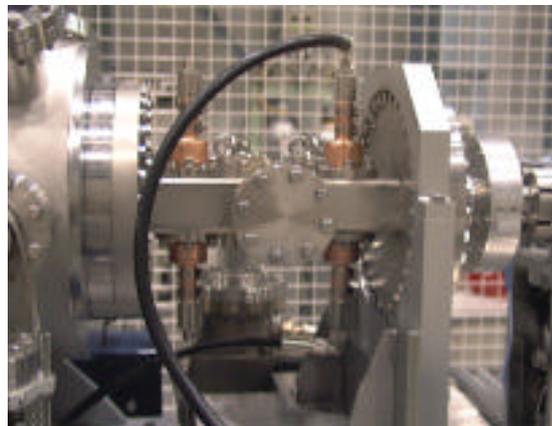


Fig.1電子銃テストベンチ

この他に、エミッション電流の波形やプロファイ

ルを計測するためのウォールカレントモニター、プロファイルモニターなどで構成されている。真空引きには、3台の100l/sの排気速度のイオンポンプを用いている。deflector chamberは電子銃真空引き用 chamberとウォールカレントモニターとの間に設置した。

### 3. beam deflectorの構成

Fig.2にdeflector chamberの構成を示す。偏向用電極は、2枚のプレートから成り、それぞれのプレートの特性インピーダンスは 50ohm である。deflectorの長さは、200mm、幅 15mm、厚さ 3mm の無酸素銅を使用した。角形チャンバーの材質は、非磁性のsus316でワイヤーカット加工で製作した。プレートとチャンバー間は約3.6mmである。コネクタは通常の20D型をフィードスルーにするために新規の設計した。

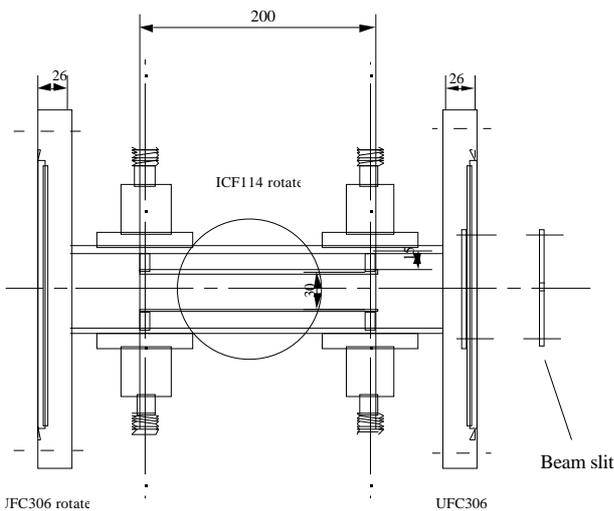


Fig.2 deflector chamber

### 4. 真空フィードスルーコネクタと deflector chamberの高周波特性

HFSSによるフィードスルーコネクタとdeflector chamberのシミュレーション結果を、Fig.3に示す。フィードスルーコネクタのリターンロスは、2GHzで約-40dBと、十分使用可能な計算結果になった。次に、deflector部は最適化を行った結果、Fig.4のように2GHzで約-20dBとなった。chamberにフィードスルーコネクタを含めて、HFSSで解析した。その結果、-14dBのリターンロスとなり、この形状でdeflection chamberを製作することにした。次にリターンロスをネットワークアナライザーで

測定した。その結果は、Fig.5のようになり、HFSSのシミュレーション結果と比較的良く一致していた。

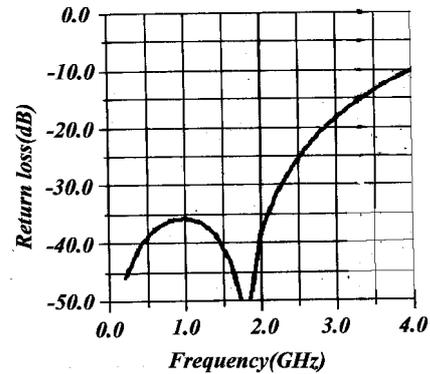


Fig.3 20Dフィードスルー部のHFSSシミュレーション結果

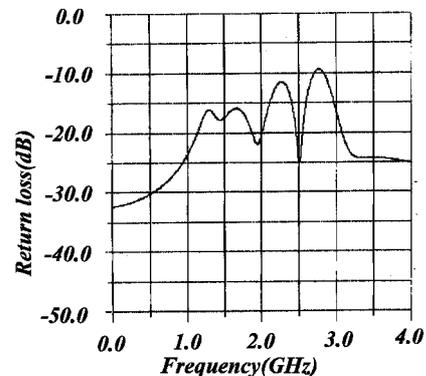


Fig.4 deflector部だけのHFSSによる最適化

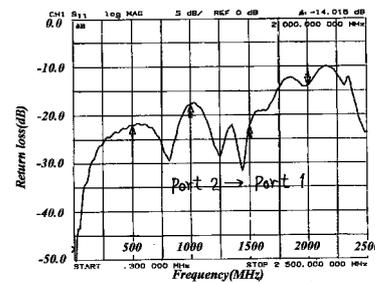


Fig.5 deflector network analyzerによるリターンロス計測

### 5. 高電圧パルサー

ケンテック社のパルサーの出力は、2つのHNコネクタ出力で、ヘリポットで+4.5kVから+7kVまで可変できる。立ち上がりは、パルサー出力に50cmのケーブルを接続した状態で200ps以下であり、それぞれのパルス高電圧の立ち上がりのジッターは20ps(RMS)以下である。

Fig.6は、上からplate 1のパルス高電圧波形、plate 2のパルス高電圧波形、次はdeflectorがない時にグリッドエミッション電流とメインビームが

一緒に出てきた時の電流波形（グリッドエミッション部分はかなりオーバー気味に書いている）、最後にdeflectorを通過した時に得られるメインビームのみが通過してきた時の電流波形を示す。plate1の説明部に書かれている gate width 部が、plate1とplate2ともにパルス高電圧が0Vの部分である。従って、plate2 に対して plate1に供給されるパルス高電圧の遅延時間を変える事でエミッション電流の通過できる時間が任意に変えられる。

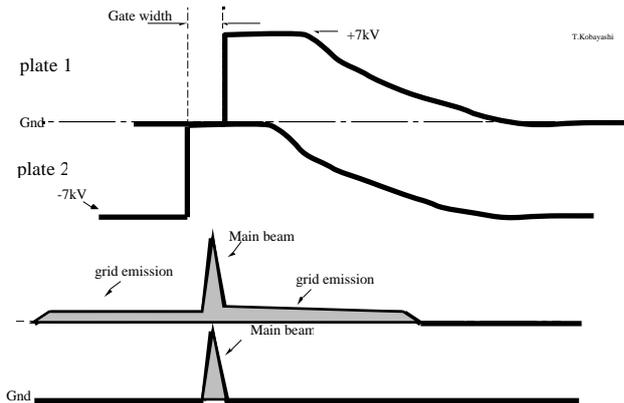


Fig.6 deflector plateに印加されるパルス高電圧のタイミングとエミッション電流との関係

## 6. 電子ビームの電界偏向試験

マシン実験棟に設置されている電子銃テストベンチで DC高電圧 75kV、パルス幅 40nsのエミッションを発生させた。この時のエミッションピーク電流は 36mAであった。deflector 用高電圧パルサーへの外部トリガは、40ns以上のパルス幅を選択し、gate openとgate closeの信号を Fig.8のようなタイミングで動作させた。

deflectorの基本性能はパルス幅40nsのエミッション電流をグリッドエミッション部とメインビーム部に見立てて、40ns幅のエミッション電流の後縁部からdeflectorによる蹴り飛ばす試験をした。Fig.9のようにgate close用トリガーの遅延時間を短くしていくと、gate openの時間が短くなり、エミッション電流が後方から欠けていくのを確認できた。

### まとめ

我々はSPring-8電子銃テストベンチに於いて、グリッドエミッション電流を蹴り殺すための beam deflectorを開発している。現在までの試験では、基本的な動作は問題ないことが確認できた。今後更に詳しいビーム性能を調べるべく、モニタリングシステムの充実を図っていきたい。

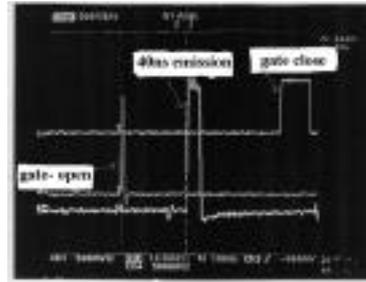
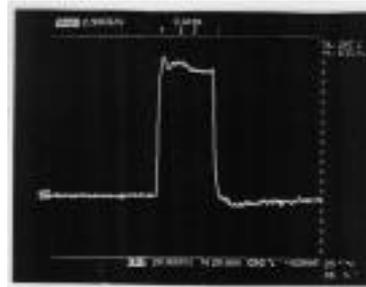


Fig.7 deflectorのgate open -closeのtiming



gate幅 50ns



gate幅 20ns

Fig.8 gate closeのタイミングの遅延時間を変化させた時の40nsエミッション電流波形の変化

### 謝辞

HFSSによるシミュレーションとネットワークアナライザによるリターンロス計測は、(株)日本高周波が行った。(株)日本高周波の鈴木久仁於氏には、多大なご協力を頂いた。ここに感謝の意を表します。

### 参考文献

- 1) T.Naito et al., "Multi-bunch beam with thermionic gun for ATF", Proceedings of the 1994 International Linac Conference, Tsukuba, August 21-26, 1994