

# PULSE-TO-PULSE BEAM SWITCHING SYSTEM OF ELECTRON GUN FOR 3 RINGS SIMULTANEOUS INJECTION

Mitsuo Ikeda, Satoshi Ohsawa, Takashi Sugimura,  
 Kazuro Furukawa, Masanori Satoh, Akihiro Shirakawa  
 Accelerator Laboratory, High Energy Accelerator Research Organization (KEK),  
 1-1 Oho, Tsukuba, Ibaraki, 305-0801

## Abstract

In order to realize the continuous injection for the three rings of KEKB HER/LER and PF-ring, it is inevitable to change the electron gun parameters within 20ms, such as the bias voltage, the grid pulse high, and the timing.

We have developed the pulse-to-pulse beam switching system for the KEKB/PF electron gun. It is already under operation. We present the system in details.

## 3リング同時入射用電子銃ビーム高速切替システム

### 1. はじめに

KEK電子陽電子入射器は4つのリング（KEKBのLERとHER及びPFとPF-AR）に対してビームを供給している。このうち、KEKBリングとPFリングの3リングに対して最近連続入射を開始した。リング毎に異なるビームを随時入射するためには、ビーム毎に電子銃の異なるパラメータ（グリッドパルスの波高とタイミング、及びバイアス電圧）を高速で設定することが必要である<sup>[1]</sup>。これを実現するために、50Hzの任意のタイミングで任意のビームを出せるように、20ミリ秒以内で電子銃のパラメータを設定する回路を構築した。

### 2. 電子銃高速切替タイミングシステム

3リング同時入射を実現するためには電子銃のパラメータを50Hz（20ms）の任意のタイミングで設定できるようにしなければならない。そのために、早い切替でパラメータを設定できるようなシステムを検討して、図1のような構成とした。入射モード別のパラメータとして、グリッドパルスの波高値とグリッドパルスのタイミング及び、電子銃バイアス電圧の制御がある。この3点の設定値を50Hzごとに設定できるようにする回路系を開発した。また、各ビームトリガ信号を受信するグリッドパルサーにより、電子銃から電子ビームが生成されるが、使用しているグリッドパルサーの波高値制御の応答時間が従来1Hz程度であったため、モードを高速で切り換えることができなかった。これを解決するため、グリッドパルサーの応答時間を短くし100Hzでも任意のモードのパルスが自由に出せるように改修した。

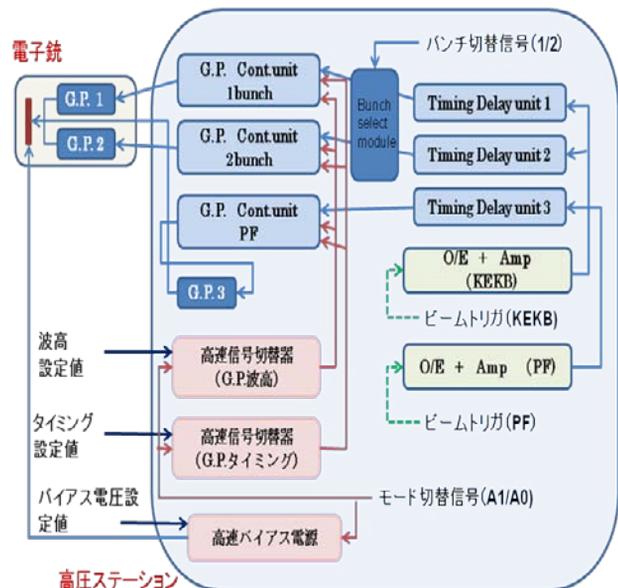


図1: 電子銃高速切替タイミングシステム構成図

### 3. 高速切替対応モジュール

#### 3.1 高速切替バイアス電源

電子銃のグリッド・カソード間に加えるバイアス電圧の変換範囲は、+50V～+350Vである。この電圧を変えてビーム電流を調整する。この電源は、モード毎に異なる3種類のバイアス設定電圧から、まず一つを高速で選択し、次にそれを増幅するアンプから成る。その動作概要を図2に示す。入射モード毎の複数のバイアス電圧設定値を入力しておき、マルチプレクサー（MAX309）で、50Hzの切替信号ごとに一つの設定電圧を選択する。次にこの設定値である、

0-10Vのアナログ値を高電圧アンプ (HOPS-0.6P5) により60倍に増幅し、その高電圧を出力する。電子銃のバイアス電圧は+350V以上掛けられないため、制限を与えてそれ以上の電圧が掛からないようにしている。

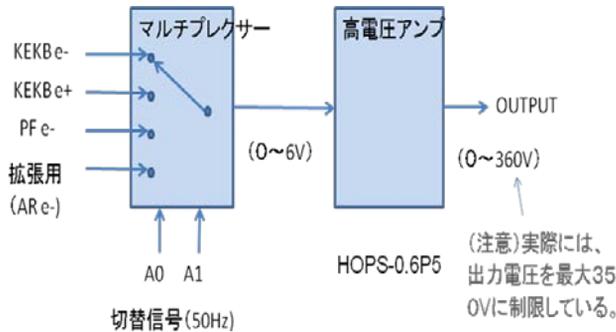


図2：高速切替バイアス電源の動作概要

図3は、この電源の写真であるが、フロントパネル上方にポテンショメーターが、2個付いている。これらは出力電圧の最大値/最低値を設定するものである。最低値は低く設定するとビーム電流が流れすぎてしまうため、+50V以下には設定できないように制限している。



図3：高速切替バイアス電源のフロントパネル

### 3.2 高速信号切替器

このモジュールは2台あり、グリッドパルサーの波高値制御とタイミング制御用に、同じものを使用している。モード選択信号 (A1/A0) に従って3モードの設定電圧から、ある一つのモードの設定電圧を選択する。グリッドパルサーの波高値は、-350V~650Vの範囲が可変で、グリッドパルサーのタイミングは、0ns~3nsまで可変である。これら設定電圧値を高速信号切替器で選択するものである。図4に、その概要を示す。このモジュールは、内部に4個の

マルチプレクサーを持っており、モード切替信号 (A1/A0) により一つの信号を選択する。

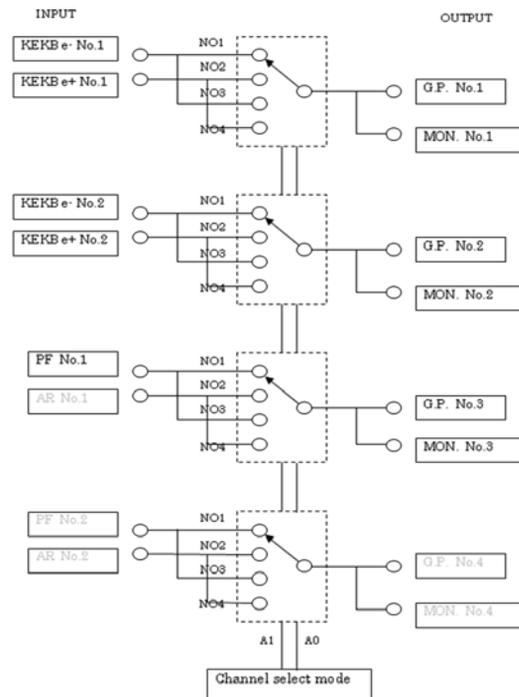


図4：高速信号切替器の動作概要

図5にビームモードを選択するためのシーケンスを示す。A1/A0入力にTTLレベルのロー/ハイ (0/1) で選択信号が与えられる。例えば、A1/A0ともに0の時は、マルチプレクサーのSWがNo. 1になる。このときグリッドパルサーのNo. 1とNo. 2に、KEKB e-モードの設定電圧が設定される。次にこれらのパルサーにトリガーが入力されると電子銃からKEKBのe-モードビームが出力される。同様にe+ビームを出すときはA1/A0の選択信号を0/1とする。

A1	A0	ON SWITCH	MODE	OUTPUT
0	0	NO. 1	KEKB e-	G. P. No. 1/ G. P. No. 2
0	1	NO. 2	KEKB e+	G. P. No. 1/ G. P. No. 2
1	0	NO. 3	PF	G. P. No. 3/ G. P. No. 4
1	1	NO. 4	AR	G. P. No. 3/ G. P. No. 4

図5：モード選択のシーケンス (Channel select mode)

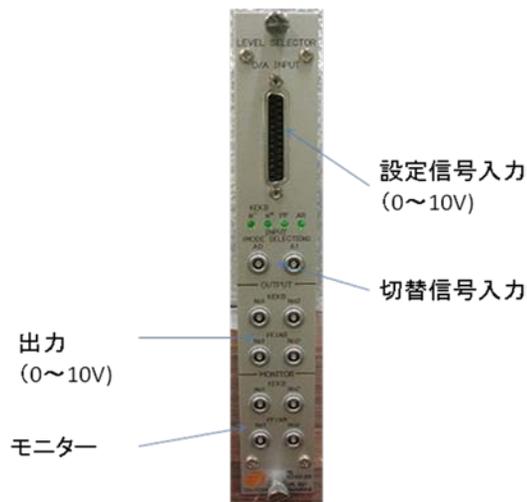


図6：高速信号切替器のフロントパネル

図6に信号切替器のフロントパネルの写真を示す。3つの入射モードの設定電圧は、パネル上面のD-Subコネクタに入力される。選択後の設定電圧はLEMO型の出力コネクタからグリッドパルサーの波高値制御/タイミング制御の外部入力端子に送られ、各モードのパラメータが設定される。

### 3.3 電子銃ビームの高速モード切替え

3リング同時入射のための高速切替システムを簡略化して図示したものを図7に示す。今回製作した高速切替モジュールは、将来ARリングを追加して4リング同時入射<sup>[2]</sup>を行う場合にも対応できるように、全て4つのモードに拡張できるようになっている。

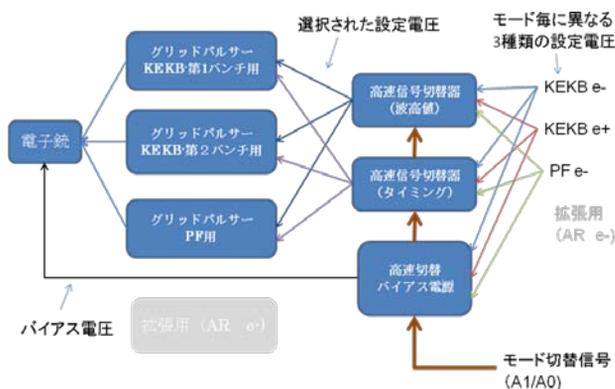


図7：電子銃ビームの高速モード切替解説図

図8は、運転に使用している高速切替バイアス電源及び、高速信号切替器の写真である。A1電子銃高压ステーション内に設置して既に運用している。



図8：高压ステーション内に組み込まれた電子銃ビーム高速切替システム

## 4. グリッドパルサーの改修

電子銃グリッドパルサーは、KEKB運転当初より使用しているが、パルス波高の切替が今回の同時入射に必要な50Hz対応ではなかったため、グリッドパルサー本体の改修を実施した。それにより、従来は1Hz程度の応答速度であったものを100Hzで動作するように改修した。このパルサーの仕様が最大100Hz動作であるため、今回の改修も100Hzまでの対応とした。加速RFパルスの繰り返しが50Hzであるので、100Hzで充分である。

## 5. まとめ

50Hzごとのビームモード切替を必要とする3リング同時入射可能な電子銃ビームモード高速切替システムを開発し、既に実用に供している。将来4リング同時入射が開始される場合でも、現在のシステムで容易に対応可能な構成になっている。

## 参考文献

- [1] K.Furukawa et al., "PULSE-TO-PULSE BEAM SWITCH AT KEK ELECTRON LINAC" Proceedings of the 33th Linear Accelerator Meeting in Japan, Higashihiroshima, Aug. 6-8, 2008
- [2] M.Satoh. et al., "Present Status of KEK Injector Upgrade for Fast Beam-Mode Switch" Proceedings of the 33th Linear Accelerator Meeting in Japan, Higashihiroshima, Aug. 6-8, 2008