

## REAL TIME RF PULSE SHORTENING SYSTEM

Y.Yano<sup>1,A)</sup>, M.Ikeda<sup>A)</sup>, T.Kamitani<sup>A)</sup>, T.Sugimura<sup>A)</sup>, S.Fukuda<sup>A)</sup>, S.Ohosawa<sup>A)</sup>, S.Aizawa<sup>B)</sup>

<sup>A)</sup> High Energy Accelerator Research Organization

1-1 Oho, Tsukuba, Ibaraki 305-0801 Japan

<sup>B)</sup> NIHON KOSHUHA CO.,LTD.

1119, Nakayama, Midori-ku, Yokohama, 226-0011

### Abstract

In order to double the acceleration field (from 21 to 42 MV/m), design study of the C-band accelerating unit is progressing. We are carrying out aging of the acceleration pipe the first production.

This paper report on the real time RF pulse shortening system which make the damage of the acceleration pipe in aging small.

## リアルタイム RF パルス短縮システム

### 1. はじめに

KEKの電子陽電子線形加速器(ライナック)はKEKB(衝突型リング)に8.0 GeVの電子と3.5 GeVの陽電子を入射している。検討中の次期計画(Super-KEKB)ではCバンドの加速ユニットが必要となるため第1号試作機をライナックに設置し加速試験とエージングを行っている。RFのパルス幅は500nsec、繰り返しは50ppsである。<sup>1)</sup>

加速管などで起きた放電で発生した反射によるRFパワーからクライストロンを守るためにはVSWRメーターが設置されている。このVSWRメーターは設定以上の反射が返ってきた場合に素早くRFを停止させ放電を起こしたパルス以降のパルスを止めることが出来る。しかしこのインターロックでは放電が起きたパルス内のRFを止めることは出来ないため放電開始以降も1パルス分のRFを供給し続けることになる。エージングが進むにつれ加速管に入力されるRFパワーも増大しているためひとたび加速管内で放電が起きた場合加速管の損傷も大きなものになってしまう。

もし、加速管内の放電現象をいち早く検知し放電発生以降のRFを素早く停止させることが出来れば加速管の損傷を最小限に抑え効率よくエージングが進むことが期待される。さらに実際の運転においても加速管で放電が起きた場合でもダメージを最小限に抑えることが出来るためVSWRメーターのインターロック発生回数を抑ええ運転の効率を上げることが出来る。

### 2. Cバンド加速ユニット

Cバンド加速ユニットは4.4(4セクター、第4ユニット)に設置され第1号試作加速管(1m管)のエージングと加速試験を行っている。

図1にCバンド加速ユニットのブロック図を示す。

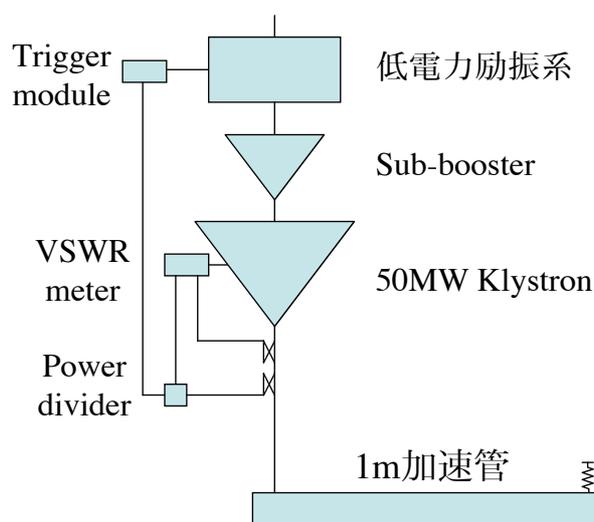


図.1 Cバンド加速ユニット

### 3. 低電力励振系<sup>2)</sup>

Sバンドの加速ユニット系の中にCバンド加速ユニットを設置しているため、RF入力はSバンドのレファレンス信号である2856MHzとなっている。このRF信号は位相を調整するための移相器(1φA)、RFパルスを作るためのパルスモジュレーター、RFパルスを短縮するためのピンダイオードスイッチを通過後に周波数逓倍器によって5712MHzに変換され2段のCバンドRFアンプで増幅されサブブースターへと導かれる。

加速管からの反射RF信号はトリガーモジュール<sup>4)</sup>に入力されておりスレッシュホールドレベル以上の信号が入力されるとパルスを発生しピンダイオードスイッチをドライブしRFパルスを停止する。

<sup>1)</sup> E-mail: yoshiharu.yano@kek.jp

図2に低電力励振系の構成図を示す。現在は使用したRFピンスイッチの帯域の問題でCバンドの前でパルス短縮を行っている。

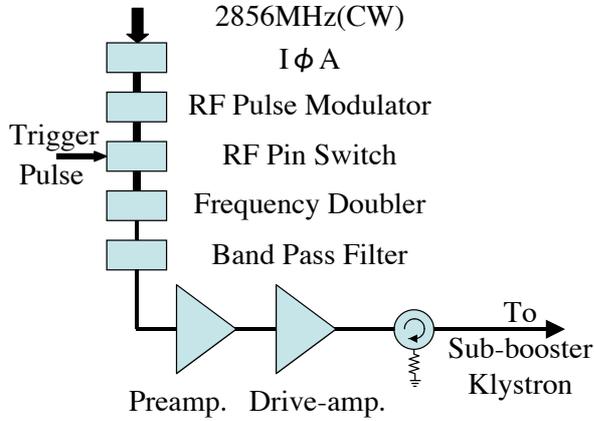


図.2 低電力励振系の構成図

図3に各部の動作波形を示す。上からPf (クライストロン出力波形)、サブブースター入力波形、ピンスイッチドライブ波形、Pr (クライストロン出口における加速管からの反射波形) である。

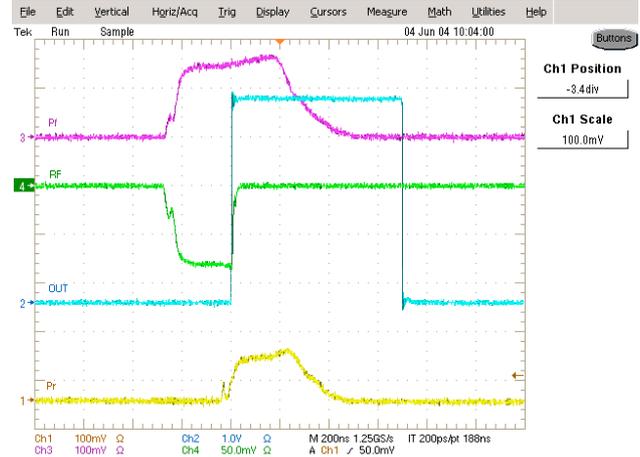


図.3 各部の動作波形

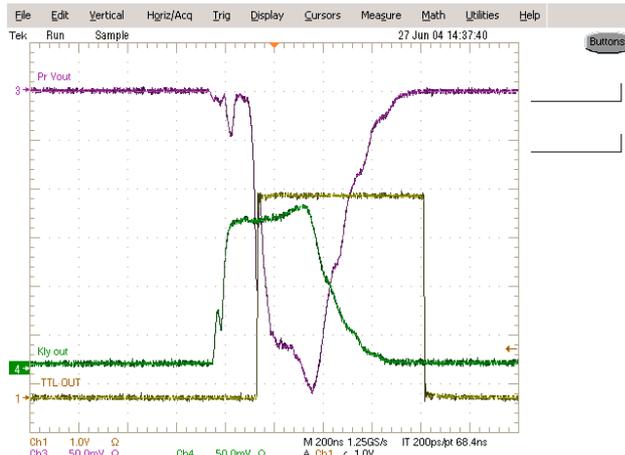


図.4

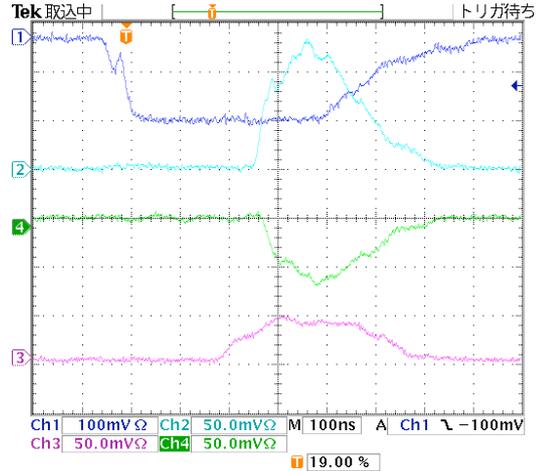


図.6

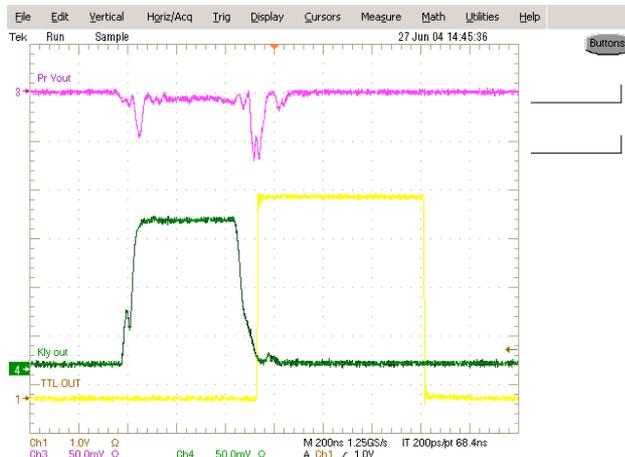


図.5

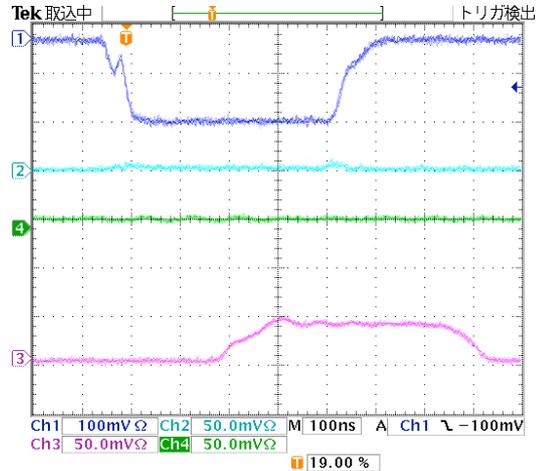


図.7

#### 4. 性能評価

エージング中のRFパルスは放電が起きた場合、加速管の損傷を押さえるためパルス巾を400nsに設定している。図4から分かることはRFパルスの立ち上がりからほぼ100ns付近で放電が起きクライストロンの出口に反射(Pr)が戻って来ている。Prに反応してRFパルスを停止しているがPfの停止まで約200nsかかっているため実質100ns分の短縮に留まっている。比較のために図5にパルス短縮が働かない場合のパルス波形を示す。

図6は同様の反射が起きた場合の加速管近傍でのパルス波形を示す。ここで、1) 加速管入り口のPf波形、2) 加速管入り口のPr波形、3) 加速管出口のPf波形、4) クライストロン出口のPr波形である。加速管内の放電はほとんど入り口カプラーで発生しており<sup>1)</sup>、ここで分かることは加速管のフィリングタイムは約200ns、パルスの立ち上がりからほぼ250ns付近で放電が発生。加速管の出口には放電が発生した250ns以降のRFが到達していない。比較のために図7に正常時のパルス波形を示す。

パルス短縮を実施する前は加速管へ供給するRF出力が40MW以上で長時間安定に運転できる状態ではなかった。RF出力を上げてゆくと放電が発生し放電個所のダメージが大きくなるためRF出力を下げ低いRF出力から再度エージングを再開するという状態が続いていた。また一定のRF出力を保っていても1時間に1度はVSWRインターロックでエージングが停止していた。

パルス短縮回路を導入後はRF出力が40MWでインターロックでの停止が2時間に1度程度まで下がった。さらにRF出力を上げることが可能となり加速管へ供給するRF出力が43.7MWまで到達した。この

RF出力で加速管のエージングが可能になったことで運転時に必要なRF出力40MWでの安定な動作が期待される。

#### 5. 今後の予定

現状では反射波を検出してRFを止めるまでの時間が200nsと長いので十分な効果を得られているとは言えない。RFピンスイッチをCバンド対応の物に変更し反応時間の短縮が実現すれば、より高い効果が期待される。

この方式は現在入射器で運用中のSバンドクライストロンにも適用が可能であるため導入を検討中である。

#### 参考文献

- [1]紙谷琢哉ほか“SuperKEKB 計画のためのCバンド加速管開発の現状”, The 14<sup>th</sup> Symposium on Accelerator Science and Technology, Tsukuba, Japan, November 2003
- [2]松本利広ほか“Cバンドクライストロンを用いた大電力高周波源 (I) -低電力励振系の構築-”, 第28回リニアック技術研究会、東海、2003
- [3]松本利広ほか“Cバンドクライストロンを用いた大電力高周波源 (II) -低電力励振系の構築-”, 第28回リニアック技術研究会、東海、2003
- [4]池田光男ほか“リアルタイムRFパルス短縮用トリガシステム”, in these proceedings.