

## PF 2.5-GeV LINAC INJECTION SYSTEM UPGRADE (II)

S. OHSAWA, A. ASAMI, I. ABE, S. ANAMI, J.-Y. CHOI, A. ENOMOTO, K. FURUKAWA,  
H. HANAKI, K. KAKIHARA, N. KAMIKUBOTA, T. KAMITANI, H. KOBAYASHI, Y. OGAWA,  
T. OOGOE, I. SATO, T. SUWADA, Y. YAMAZAKI, and M. YOKOTA

National Laboratory for High Energy Physics (KEK)

1-1 Oho, Tsukuba-shi, Ibaraki-ken, 305

### ABSTRACT

The PF linac injection system is now being reconstructed for the KEK B-Factory which is under consideration as a future project. It requires a high energy intense electron beam in order to obtain sufficient positrons. Present status of upgade is described.

### PF 2.5-GeV リニアック入射部の改造 (II)

#### 1. はじめに

KEKではBファクトリー計画が真剣に検討されており、その入射器としてPFリニアックには、より強度の強い陽電子ビームが求められている。陽電子の発生は、一次電子のビームパワーにほぼ比例するので、陽電子の強度を上げるためには、大電流電子ビームをより高いエネルギーまで加速することが必要になる。このため陽電子発生用ターゲットの位置を高エネルギー側に移動することが検討されている。この場合に問題となるのが、一次電子ビームの質である。ターゲット上に一次ビームを集束させるためには、エネルギー幅とエミッタンスが小さくしなければならない。エネルギー幅は、バンチ幅とビーム負荷によって決まる。一方エミッタンスは、色々な要因で増加する。たとえば低エネルギー領域では、集束系とビームとの mismatch によって増加するし、集群過程で高周波によっても増加する。また高エネルギーになってもウエークフィールドによってエミッタンスは悪化する。[1]

大電流になると、バンチ幅とエミッタンスを小さくすることは容易でない。これらを改善するために、PFリニアックの入射部を現在全面的に改造中である。この計画は昨年から進められており[2]、現在夏の保守期間中を利用して設置工事を行っている。今回の改造の特徴は、高電圧の電子銃や低インピーダンスダブルプレバンチャ、EMS等を採用したことと、バンチモニターをはじめとする各種モニターを増設したこと、及び集束系を強化したである。なお大電流を加速するには、加速マイクロ波のパワーを増やすのが有利であるが、今回はこの部分には手を入れなかった。

#### 2. システムの構成と概要

改造後のシステム構成を図1に示す。

##### 2.1 電子銃と高圧電源

電子銃は8 A 程度の大電流が得られるように、電圧を180~200 kV に上げることにし、絶縁碍子とステム及びチェンバー等を新規製作した。カソードは当面大電流も取れるY-796を使用するが、Y-646E (dispenser)とY-646 (Oxide) も使えるように準備している。これまで使用してきたオキサイドカソードではグリッドエミッションは問題にならなかったが、これよりもカソード温度の高いY-796でグリッドエミッションが発生した場合に対応するためである。(ARの放射光利用実験の中には、極めて高い単バンチ純度を必要とするものがある。)

電子銃電圧を上げるために、パルストランスの昇圧比を1:1.2に上げ、プッシングヤタンクを新しいものにした。また高圧パルス電源のPFNを新規に製作し、コンデンサーをクライストロンモジュレータ

で使用している長寿命のものに変えた。サイラトロンも1ランク上のものに変えた。

## 2.2 バンチャ系

進行波型プレバンチャをダブルにした。これは大電流の場合でも、小さいバンチャ幅と高い集群効率を得るためである。またウェークフィールドの影響を小さくするために、シャントインピーダンスを低くした。プレバンチャ2では、プレバンチャ1で集群されたものを50度程の加速位相に乗せて、加速すると同時に空間電荷効果でエネルギー差の小さくなったビームに再びエネルギー差を与えて、更に集群しようとするものである。一方、バンチャは低エネルギーで形成されたバンチャを直ちに加速するように、高電界型にした。バンチャの全幅は、 $\sim 8\text{A}$ では10度以下にすることができる。ただし、集束磁場の形を最適化しないとエミッタンスが悪化する[3]。カプラ部分はフィールドが非対称になり易く、ビームが中心を通っても横方向の力を受けるという問題がある。今回はカプラを偏心させてフィールドが対称になるようにした[4]。

プレバンチャが一系統増えたので、RFの位相とパワー調整のために移相&減衰器を一台追加した。最初の移相&減衰器は、可変電力分割器の働きをしており、プレバンチャ2とバンチャに入力されるパワーの配分を決めている。これは同時に、分割比を固定したままで、位相を変えられる機能を持っている。プレバンチャ1に入力されるパワーは、バンチャ用のパワーから分割される。プレバンチャ1と2用には、それぞれに移相&減衰器があり、位相とパワーが独立に変えられる。

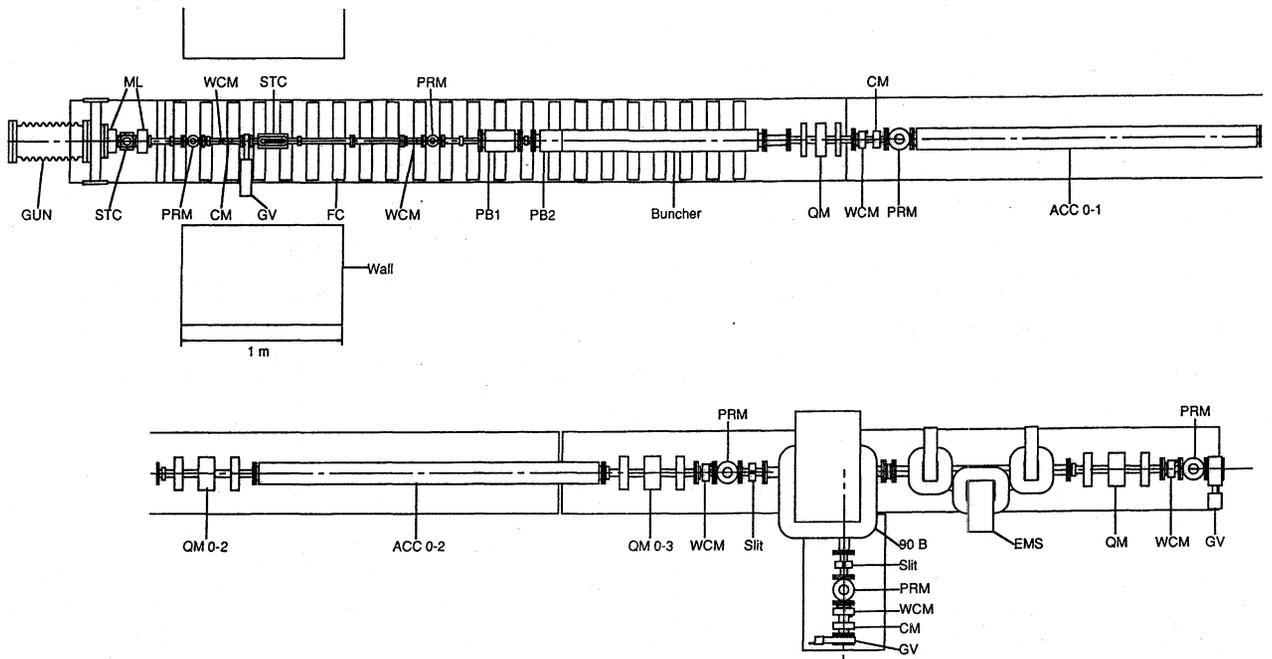


図1 改造後のシステム構成

## 2.3 集束系と電源

マグネティックレンズを2個にして、平行入射の条件を満たしながらでもビームサイズを変えられるようにしたのは従来通りである。それに続く低エネルギー部分の集束系は、磁場の一様性を確保できるように、等間隔のヘルムホルツコイルにした。各コイルは連結されているが、単独で取り外しできる構造になっている。一台の電源で2個のコイルを励磁する。磁場のリターンヨークは中途半端になるを避けるために特には設けず、磁性体を遠ざけるよう心掛けた。Q-マグネットは1台追加して、ほぼ等間隔になるように配置した。バンチャと加速管の外側にはステアリングコイルを設けた。尚集束用電源筐体はこれまで奥まった所にあったが、ギャラリーの他の電源と同一線上に並ぶように位置を20m程移動した。そのため各電磁石のケーブルは、これまで使用してきたものを全て撤去した後に新たに配線した。

## 2.4 EMS

大電流の多数バンチャビームでは、ビーム負荷によってバンチャのエネルギーが次第に減少する。このエ

エネルギー差を利用すると、バンチ間隔を加速周波数の周期 (350 ps) からわずかずつ大きくすることができる。(3個の偏向電磁石系を通るときの航路差が次第に大きくなる。)これを適切な値にしてから更に加速すると、ビーム負荷によるエネルギー幅を小さくすることができる。この方法では、先頭にあるバンチは加速周波数の頂点から外れた位相で加速されるので、バンチ幅が十分小さいことが条件になる。尚バンチャ出口では、バンチ内にエネルギー差があり、後部にある電子ほどエネルギーが高い。したがってEMSでバンチが圧縮されることになる。ビーム負荷によるエネルギー幅を補償する方法には、この他に、入射部の加速周波数と下流側のものとがわずか異なるようにするという方法もある[5]。

## 2.5 モニター系

大電流ビームの場合には、ウェークフィールドによる不安定性を避けるために、加速管やQ-マグネットの中心を通すことが特に重要になる。ビームの位置や状態を確認するために、プロファイルモニターと電流モニターを随所に配し、必要なケーブルを新たに配線した。これらのモニターは、他の部分で使用しているものと同じ構造のものにした。またバンチの状態は上流側でモニターするのが好ましいので、入射部の出口にバンチモニターを設けた。これはバンチが物質を通過するときに発生する光を、ストリークカメラで観測するものである。光の取り出し口は、プロファイルモニターの駆動機構を二段にしてプロファイルモニターと併用する。光にはトランジションライトを使用する予定である。

## 2.6 制御系

集束系の電源やモニター類は全て主制御室から制御できるように考えている。これらの数が増えたことにより、各種のコントローラやプログラム、表示画面等の追加や変更が必要になった。またバンチャ系の移相&減衰器が一系統増えて配列が変わったことに伴い、モータードライバーとエンコーダーの信号変換器及びそれらを制御しているパソコンの入出力インターフェースが変更もしくは追加になった。制御プログラムと表示画面も変更される。

## 2.7 真空系と冷却系

電子銃やバンチャ系をはじめ加速管、モニター等のあらゆるものの配置が変更になったために、ビームパイプや真空系と冷却系の分岐管が変更になった。放射化した物質を増加させないために、分岐管は枝管の位置を現場で変更して再利用している。

## 2.8 支持架台

加速器の支持架台を全て上面が平らなアルミ架台にした。低エネルギー部で磁場の悪影響を受けないようにするためと、SHB等を設置するときに配置替えが自由に行えるようにするためである。

## 謝辞

バンチャー系の軌道計算に使用した"PARMELA"の移設や整備、計算等では、三菱重工の松田竜一氏と石川島播磨重工の岩田英樹、山本昌志、山本顕義の諸氏にお世話になった。またカプラ部の数値計算では、石川島播磨重工の高橋毅氏にご協力いただいた。諸氏にあらためて感謝いたします。

## 参考文献

- [1] Y. Ogawa et al., "Experimental Investigations of a Transverse Wake-field Instability at the KEK Electron Linac", Submitted to HEAC 92
- [2] S. Ohsawa et al., "PF 2.5-GeV linac Injection System Upgrade(I)", in Proc. of the 16th Linear Accelerator Meeting in Japan, 1991, p.205
- [3] J.-Y Choi et al., "Beam Dynamics Simulation for the Upgraded PF 2.5-GeV Injection System", this meeting
- [4] H. Hanaki et al., "Computer Design of Coupler Cavities for a Travelling-Wave-Type Buncher", submitted to the Third EPAC, Germany, March, 1992
- [5] S. Anami et al., "Beam Loading Compensation for Short-Pulse High-Current Beams", Presented at this meeting.