

20-P13

HIGH INTENSITY SINGLE BUNCH BEAM FOR KEK B AND ITS CHARACTERISTICS

M. YOKOTA, J. -Y. CHOI, A. ENOMOTO, K. FURUKAWA, H. HANAKI, T. KAMITANI, Y. OGAWA, S. OHSAWA, I. SATO, T. SUWADA, T. URANO and S. YAMAGUCHI

National Laboratory for High Energy Physics (KEK)

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

ABSTRACT

Electron beams of high intensity and low emittance are required for KEK-B project to obtain sufficient number of positrons. We upgraded the injection system of the PF-2.5GeV linac in 1992 and added a 476MHz-SHB last year in order to accelerate high intensity single bunch beams. Recently we measured the beam characteristics such as bunch length, emittance and bunching efficiency. These results are presented here.

KEK B用大電流単バンチビームの生成とその特性

1. はじめに

KEK放射光実験施設入射器では、KEKBの主リングにSバンドの単バンチビームを入射するよう要請されており、2.5GeVリニアックの各種改造計画の一環として、大電流の単バンチビームを得るために改善を行っている。

'92年度には大電流加速用に入射部を改造した<sup>2)</sup>。また、昨年の夏期保守期間には476MHzのSHBを入れ、さらに12月にはグリッドパルサーを変えて、大電流単バンチビームの加速試験ができるように改造した。

このビームのバンチ幅、エミッタンス、集群効率等についての測定を行なったので報告する。

2. ビームの単バンチ化

KEKBではリングに蓄積される電荷量が現在よりも2桁ほど多いので、入射時間短縮のために、より強度の強い単バンチの陽電子ビームが不可欠である。この陽電子ビームを生成するためには、現在よりも高いエネルギー

の大電流ビームが必要である。しかし、大電流の単バンチビームの加速は必ずしも容易でなく、計画推進のためには、既設の装置の可能性と問題点を事前に知り、改善の際に役立てることが重要である。そこで、まず入射部を大幅に改造し、単バンチビームの加速試験ができるようにした。

単バンチビームを得るためには、プレバンチャー (PB) の入口でパルス幅を350ps以下にしなければならない。但し、この要求を満たすビームを電子銃から直接取り出そうとすると、大電流にするのが困難である。そこで1ns (476MHzの半周期) 程度のパルス幅のビームを電子銃から取り出してSHB (476MHz) でパルス幅を圧縮することにより、パルス幅と大電流の両方の条件を満たすようにした。但し、周波数が50~100MHz程度のSHBを将来追加する予定であるので、グリッドパルサーのパルス幅は1~10nsで可変となっている。

今回導入したSHB (476MHz) は、Bリングの加速周波数と同期が取れていないため、Bリングへの入射

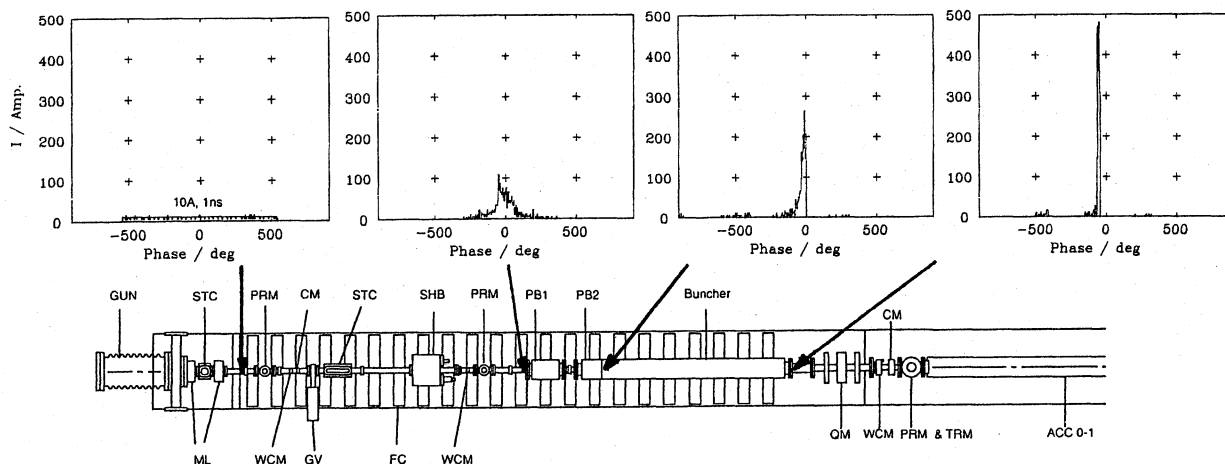


図1 各部の集群状態 (計算値)

にはそのまま使用できない。この周波数を選んだのは、リングの周波数がまだ未確定であることもあるが、この場合には既存のRF源が利用できる他に、SHB空洞の基本構造が既に決定されている<sup>3)</sup>等の利点があり、早急に単バンチの大電流ビーム加速試験ができるという理由からである。

### 3. 単バンチビームの特性

前述の改善によって得られた単バンチビームのバンチ幅、集群効率、エミッタンス等の測定を行なった。

#### 1) 単バンチの純度

電子銃から1nsのビームを出してもSHBで圧縮しきれない部分が出ては問題である。そこで改造前にバンチの純度の計算を行なった。

10A, 1nsの矩形ビームがどのように集群されるかを示した計算結果(PARMELAを使用)が図1である。全てのビームが単バンチには集群されず、主バンチの両サイドにわずかではあるがサテライトが形成されることをシミュレーションは示している。

一方、改造後に45MeVのところにあるストリークカメラでバンチ純度を測定したものが図2の写真である。350ps離れたところにサテライトが見えるが、実際の運転ではこれらは小さいので問題にならないであろう。

#### 2) バンチ長とエネルギー幅

1)と同じ測定で、時間軸を拡大するとバンチ長がわかる。図3は主バンチを測定したもので、その半値全幅

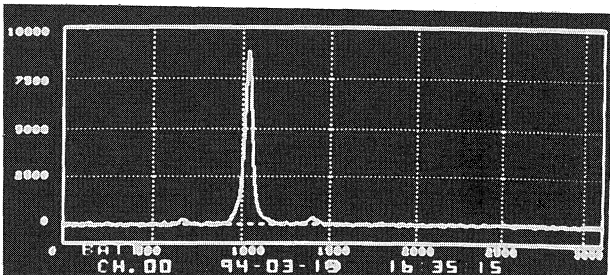


図2 バンチの純度 横軸 500 ps / div

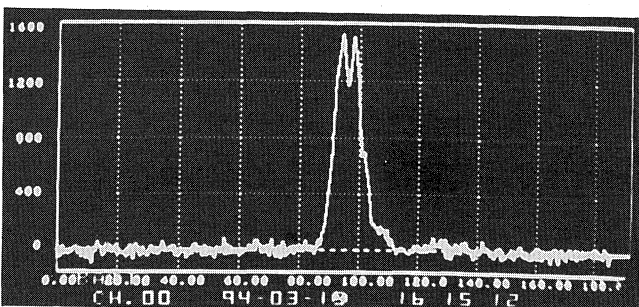


図3 主バンチの幅 横軸 20 ps / div

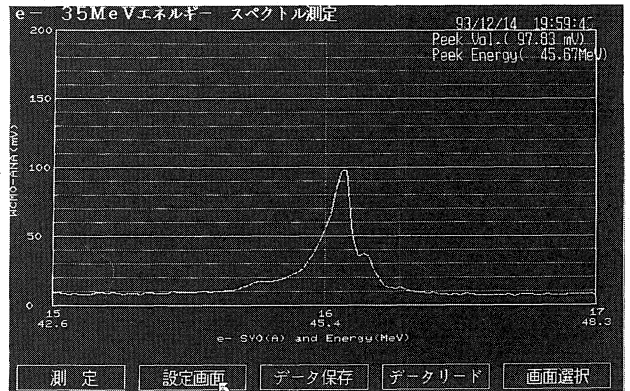


図4 エネルギースペクトル

は10ps程度である。また、45MeVのところにあるアナライザーを使って、このビームのエネルギースペクトルを測定したものが図4である。このときのエネルギーの半値全幅は0.6%程度であった。

#### 3) 集群効率と透過率

図5は、6nCの単バンチビームをリニアック終端まで加速したときの各部におけるビームの電荷量を示している。まだ調整が不十分なため、後半でビームが失われているが、3セクター中央までは80%程度が通過している。これはシミュレーションで予想されている集群効率と概ね一致している。

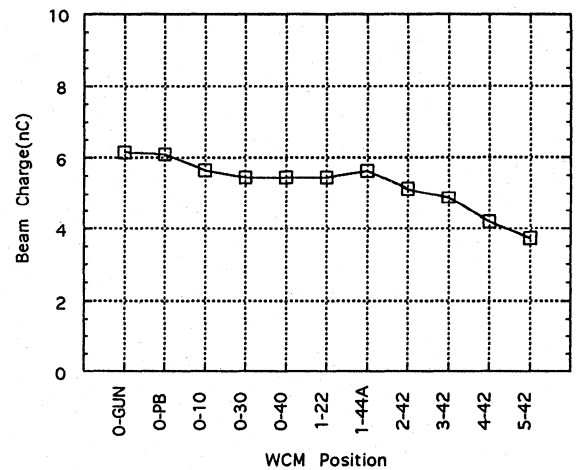
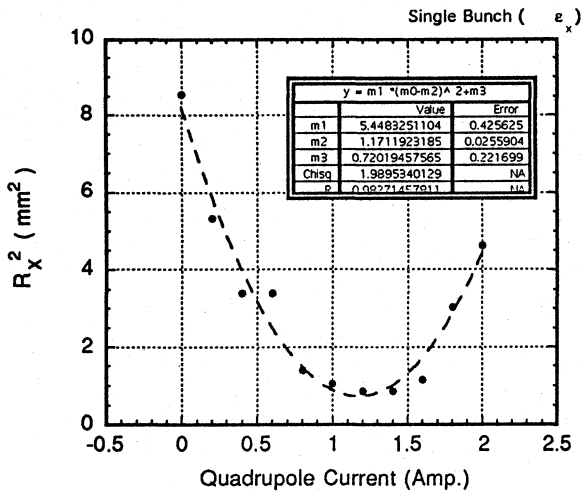


図5 Beam 透過率

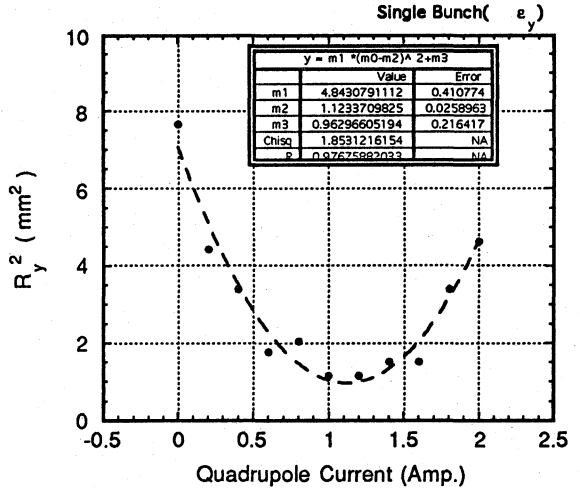
#### 4) エミッタンス

ビームのエミッタンスを、バンチャー出口付近にあるプロファイルモニターとQ磁石を使って測定した。図6に示したものは、6nCの単バンチビームのエミッタンスである。X方向が $6.7\pi$  mm mradで、Y方向が $7.3\pi$  mm mradであった。



$$e_{x,n} = 33.83\sqrt{m1 \cdot m2} = 67 \pi \text{ mm mrad}$$

図6-x プロファイルモニターによる  
エミッタンス測定



$$e_{y,n} = 33.83\sqrt{m1 \cdot m2} = 73 \pi \text{ mm mrad}$$

図6-y プロファイルモニターによる  
エミッタンス測定

4. 将来計画への対応

前述のように、今回導入したSHB (476MHz)は、Bリングへの入射にはそのまま使用できない。今後、KEKBリングの加速周波数と整合した周波数のSHBを、新規に制作する必要がある。

そこで現在考えられているのが、114.24MHzと571.2MHz二つのSHBを使う案である。この案を採用した場合、二つのSHBを入れるため、ビームラインが1mほど延びることになる。この場合の集群の様子を示したのが図7である。(但し、シミュレーションはパラメータサーチがまだ充分でない。)また、建屋の増築等の問題もあるため、機器の配置等については今後さらに検討を勧める必要がある。

参考文献

- 1) I. Sato et al., "UPGRADE OF PF INJECTOR LINAC FOR B-FACTORY", Proc. of the 18th Linac Meeting, 1993.
- 2) S. Ohsawa et al., "PF 2.5-GeV LINAC INJECTION SYSTEM UPGRADE(II)", Proc. of the 17th Linac Meeting, 1992.
- 3) H. Honma et al., "476 MHz SHB CAVITY FOR PF INJECTOR LINAC", Proc. of the 10th Linac Meeting, 1985.
- 4) T. Urano, "Linac Ring timing", Mini-Workshop on TRISTAN II, 1993, KEK and private communication.

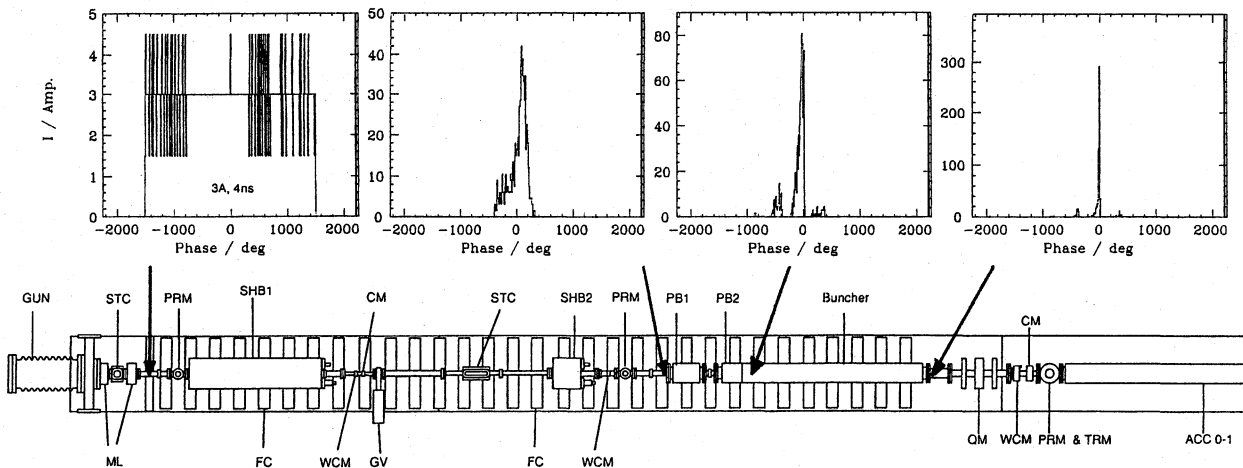


図7 ダブルSHBにした場合の集群状態 (計算値)