

T.HORI, S.TAKEDA, N.KIMURA, K.TSUMORI, and T.YAMAMOTO

Radiation Laboratory

The Institute of Scientific and Industrial Research

Osaka University

Mihogaoka 8-1, Ibaraki, Osaka 567, JAPAN

Abstract

This paper reports as follows ;

- 1) In a single bunch mode operation , the bunch length after pass through a bunch compressor system was simulated by a large-scale computer.
- 2) In order to estimated the bunch length, a cherenkov light of air was measured by a streak camera at a straight beam-port.

1. はじめに

昨年度に引き続き、本年度もバンチ・コンプレッサーについての研究を行なったので報告する。

- 1) 各電荷量に応じてウェーク・フィールドの影響によるエネルギー損失を考慮し、単バンチのバンチ中をRF位相座標に変換しこの単バンチがバンチ・コンプレッサー通過後、圧縮された場合どのような位相座標に変換されているのかを計算機シミュレーションすることにより求めた。
- 2) 昨年度はキセノンガスが封入されているチェレンコフラジエーターからのチェレンコフ光により単バンチのバンチ中を測定したが、本年度はビーム・ラインスイッチが設置され、スイッチャード室内での、直進方向のビームの取り出しが可能になった為、全空気チェレンコフ光を測定系まで導き測定した。

2. 計算機シミュレーション

バンチ・コンプレッサーは Fig-1 に示すように4個の磁極が等間隔におかれ、各々が同磁場で変化するように設計されており単バンチ内の各電子をそのエネルギー

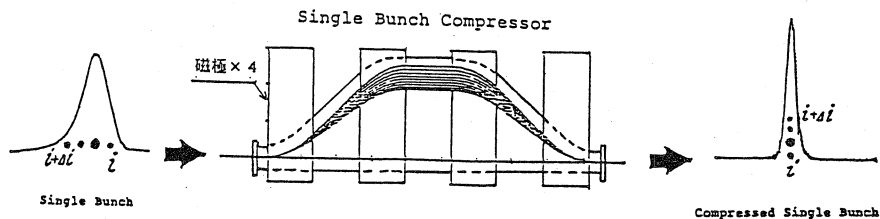


Fig - 1

に応じて軌道を偏向させる。つまり単バンチ内の各電子のエネルギー差を利用し、バンチコンプレッサー内で軌道長に差をつけることによりバンチ長を圧縮する。

ここで、単バンチ内の電子に番号($i, i+\Delta i$)をつけ、その i 番目の電子をRF位相座標に変換し

(Fig-2~Fig-6(A)), バンチコンプレッサーの磁場を変化させた場合一番良く圧縮された時のRF位相座標を各電荷量ごとに表わしたものが(Fig-2~Fig-6(B))である。電荷量がいかなる場合でもバンチの核を形成している電子は圧縮されない。

low current

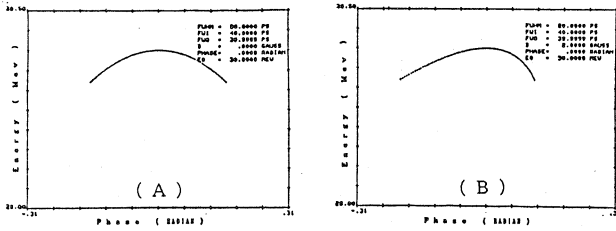


Fig-2

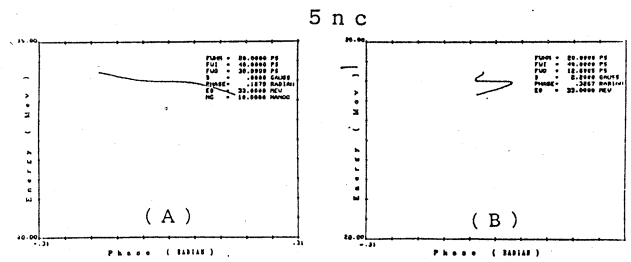


Fig-3

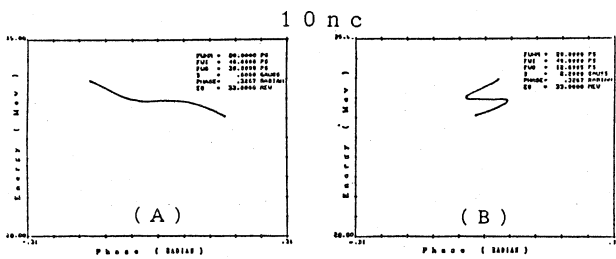


Fig-4

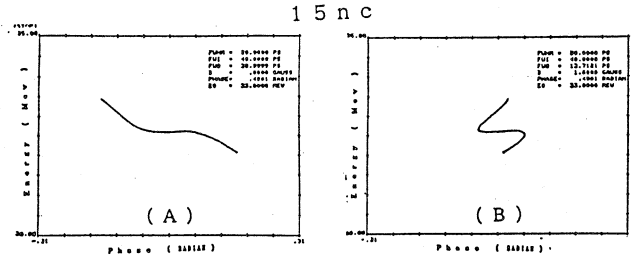


Fig-5

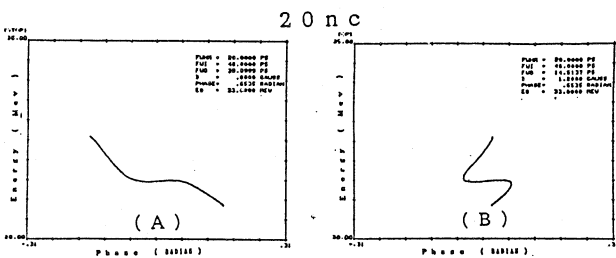


Fig-6

各電荷量についてバンチコンプレッサー通過後のバンチ中の変化を磁場に対してプロットしたものをFig-7に示す。低電流値の場合、磁場の変化に対しバンチ長の変化は見られず、又電荷量が増すにつれ、低磁場で圧縮される。その為、大電流の単バンチ用コンプレッサーとしては小型化出来るが、図が示すように磁場の変化に対するバンチ中の変化が大きい為、4個の磁場均一性がよりい、そう求められる。

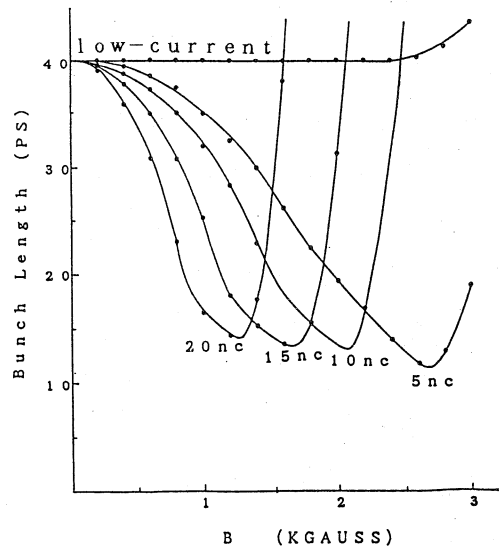


Fig-7

3. 測定系

昨年度はバンチ長を測定する為、1) 270°偏向電磁石通過後のビーム・ウィンドーでの空気チェレンコフ光、2) チェレンコフ放射エターからのチェレンコフ光を利用した。1)はビームのエネルギーの拡がり、パルス中を増大させるため、2)はビームの一部分だけを測定するため、正確なバンチ長の測定には十分ではなかった。本年度ビーム・ライン・スイッチが設置され直進方向でビームの取り出しが可能になった

ため、全空気チレンコフ光を測定系まで導いた。
 空気チレンコフ光は、Fig 8, Fig 9 (A) に示すようにチレンコフ角 θ がエネルギーに依存し、その光を測定系まで導こうとすれば光ビームの口径は大きくなる。測定系からビーム・ライン・スイッチの場所までの距離は約 20m あり、Fig 8 (B) に示すようにエネルギー 30MeV の場合その拡がりば、約 300mm にもなり表面鏡の組合せだけで光を導こうとすれば表面鏡の中心付近を反射する一部の光だけしか得られない。

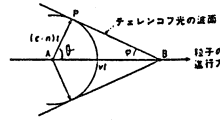


Fig - 8

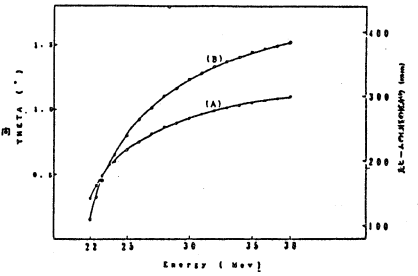


Fig - 9

か得られない。その上波長により屈折率が異なる為 2PS 以下の時間分解能でバンチ波長をストリークカメラで測定するには干渉フィルターを利用し、光を単色化しなければならず、光量は減少する。そこで今回我々は、より多くの光量を得る為、表面鏡(4枚)とレンズ($f=10m$)を用い測定系まで光を導いた。又ストリークカメラのジッターは約 10PS あり、SITカメラの残像時間(0.6ps)内でチレンコフ光が入射されるとバンチ波形は悪化するため、ビームの繰り返しを 1.1 (pps) に下げることと、加速管出口のビーム・カレント・モニターの信号をストリークカメラのトリガーに使用することにより入射チレンコフ光とトリガーのジッターは失くなった。

4. 測定結果

Fig 10 にバンチ・コンプレッサーの磁場が 0 で単バンチのエネルギー幅が一番狭まるようバンチを RF 位相にのせた時のバンチ長を基準(100%)とした場合、バンチコンプレッサーの磁場を 0.94 (kGauss) に変化させ、この基準の RF 位相(0.0) に対し、位相を変化させるときバンチ・コンプレッサー通過後のバンチ長が何%変化しているかを示す。又その時のストリークパターンを Fig 11 に示す。以上の実験結果よりバンチのエネルギー巾が狭い場合、バンチ長は約 13% 圧縮されるがエネルギー巾を広げた場合、最大約 70% 圧縮される。

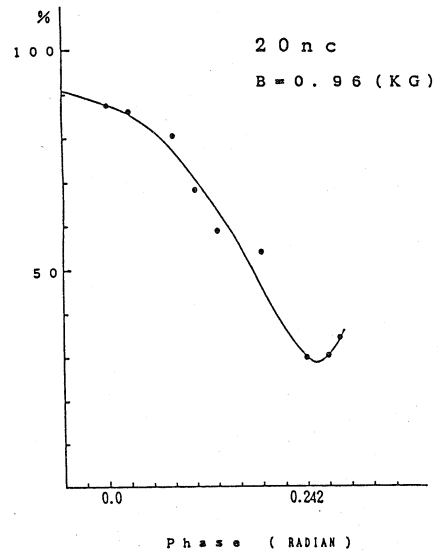


Fig - 10

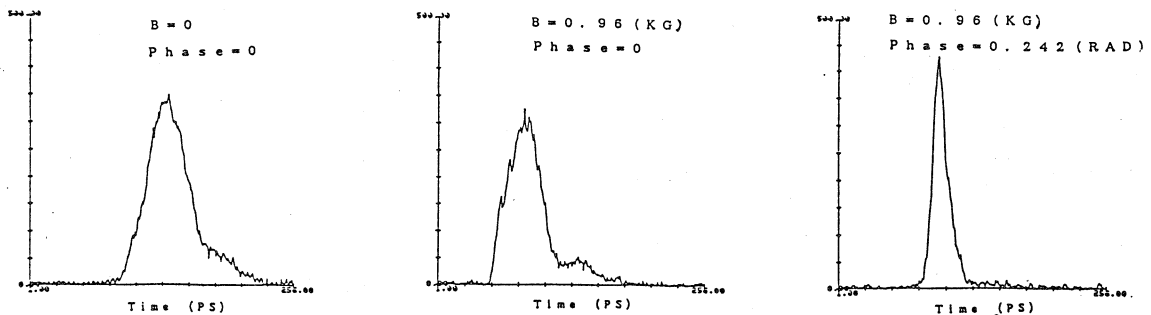


Fig - 11

現在光学系の改良により単バンチのバンチ長の絶対値について検討中である。