

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

Radiation Laboratory

The Institute of Scientific and Industrial Research

Osaka University

Abstract

Increasing the single bunch charge, the length of the bunch tail is also increased. If the electrons existing in the bunch tail is transferred to the center of the bunch, the shorten single bunch can be obtained.

A single bunch compressor with four dipole magnets was designed for the Osaka University linac.

The single bunch has been reduced to the half of the bunch length.

1)はじめに

単バンチのパルス構造を利用する研究分野に使用されている阪大・産研 Linac の場合、単バンチの増大と共に半値巾は余り変化しないが、テールの部分がのびてくる。

そこで単バンチの長さを圧縮することによって、より短いパルス中の単バンチが得られると予想される。単バンチを磁場によって偏向させ単バンチ内の各エネルギーをもつ電子の軌道長を変えることにより、単バンチの形状を圧縮するところみを行った。

2) ECS と Single Bunch Compressor

ECS (Energy Compression System) と Single Bunch Compressor との違いを述べる。電子ライナックの場合、ビームを構成する各バンチ中の電子のエネルギー分布は、位相空間におけるバンチ長によって決定されるが加速管内でバンチが受ける加速電場は、各バンチによって異なり後方のバンチほど弱く、後方のバンチほどエネルギーが減少する、いわゆるビームローディング効果が生じる。

そこで一般に高エネルギー物理等において利用される電子ライナックの場合、このビームローディング効果を解消するために ECS で作られた異なるエネルギーのバンチの軌道長差を、

次の加速管のPhaseの位置の違いに変換し、エネルギー巾の狭いビームを得ることが出来る。

がしかし、Single Bunch Compressorの場合、単バンチのエネルギー巾を狭めるのが主目的ではなく、3) で詳述するように単バンチ内の電子のエネルギー差を利用し、バンチテールに存在する電子をバンチの核の部分に圧縮しようとするものである。

3) Single Bunch Compressor と 'ウェーク・フィールド' の関係

まず、ウェークフィールドの影響の少ない低いクーロン数のバンチの場合を考える。この場合エネルギー巾の狭いバンチを得ようとするれば、Fig-1(A)に示すようにバンチをcos波で表わされる加速電場の位相のクレスト

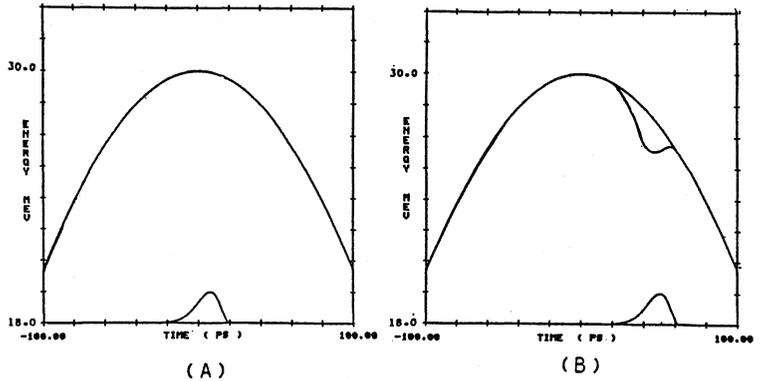


FIG-1

にのせなければならぬ。Lバンド

Linacにおいてバンチの半値巾を20(psec)、基準エネルギーを28(MeV)と仮定すれば、バンチの核を形成している電子とバンチ先端およびテールに存在する電子とのエネルギー差は、0.426(MeV)のみ違わず、それを十分圧縮してやろうとするれば、Fig-2より $B=2.3(KG)$ の強い磁場があることになりエンプレッサーとしては、大型化し、実用化には不適と考えられる。

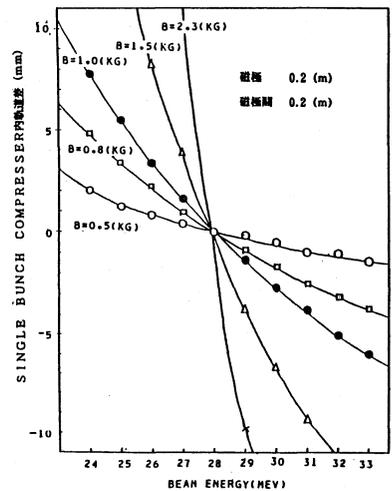


FIG-2

しかし阪大産研Linacのような高いクーロン数のバンチの場合、加速電場は、ウェークフィールドの影響で歪んだcos波になる。そのためエネルギー巾の狭いバンチを得ようとするれば加速電場の位相のクレストより前方で加速しなければならぬ (Fig-1(B))。又この時最大エネルギーを持つ電子はバンチテールに存在する。

電子のエネルギー損失は、クーロン数の増加と共に増し、例えば67(nc)の場合、 $\Delta E=0.12(MeV)$ である。そこでこのエネルギー差を利用することによってバンチテールに存在する電子をバンチの核を形成する電子に圧縮することが出来る。Fig-2より67(nc)の場合、約 $B=1.0(KG)$ と求められる。つまりSingle-Bunch-Compressorは、大電流のSingle

Bunch を圧縮するのに最も適しており、又この時、小型化・軽量化出来る。

阪大産研 Linac, Single Bunch Compressor は磁極, 磁極間共に 0.2(m), 4台の H 型マグネットによって構成されている。(Fig-3)

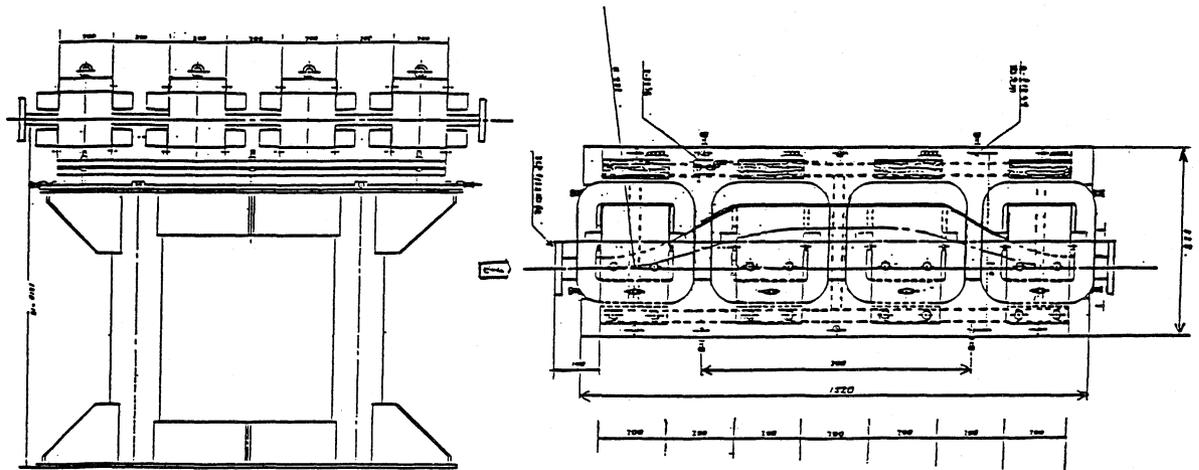


FIG-3

4). Single Bunch Compressor のビームにあたる効果

Single Bunch Compressor は 7 月上旬設置された。単バッチのパルス構造解析のため、チェレンコフ放射器を単バッチが通過する際に放射するチェレンコフ光をストリークカメラ(時間分解能 10PS)で測定した。

8~10enc) のバッチを加速電場のクレスト付近で加速した場合のエネルギー巾とストリークパターンを Fig-4(A), Fig-5 に示す。この場合、ウェークフィールドの影響があまりないと考えられるのでバッチは顕著に圧縮されない。そこでバッチを加速電場のクレスト前方にのせ、エネルギー差をもたすことにより半値巾が約半分になり圧縮された。この時のエネルギー巾とストリークパターンを Fig-4(B), Fig-6 に示す。従って 30~67(nc) の大電流バッチの圧縮が可能になった。

現在、絶対値の測定と大電流のバッチについて検討中である。

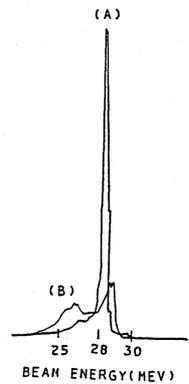


FIG-4

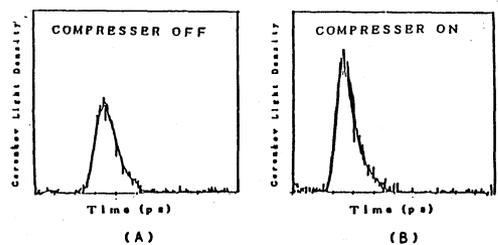


FIG-5

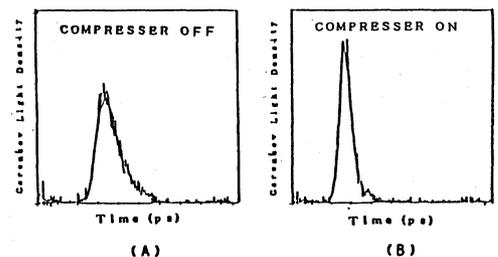


FIG-6