

Study on Beam Characteristics of 35 MeV Linac at NERL Univ. of Tokyo

H. Kobayashi, H. Ohashi, T. Ueda, T. Kobayashi, M. Kishimoto,
C. Tsukishima and Y. Tabata

Nuclear Engineering Research Laboratory,
Faculty of Engineering University of Tokyo

ABSTRACT

Energy spectrum of μs -beam is a crucial parameter for FEL oscillation. Spectrum degradation in the latter part of 4.5 μs -beam was observed and was reported in the last meeting. The cause of the spectrum degradation has been pursued. Phase difference between a buncher section and an accelerating structure was the main cause of the spectrum degradation. Improvement of the energy spectrum in one pulse is reported.

東大35MeVライナックのビーム特性

1. 概要

自由電子レーザー (FEL) においてはビームの質が非常に重要であり、昨年度はFEL実験を前提としたマイクロ秒ビームの特性について報告した。その後もFELの発振特性に対する研究¹⁾とビームの特性の改善研究を進めている。ここでは昨年度に引き続いて東大35MeVライナックのマイクロ秒ビームの特性について報告する。

2. パルス内ビームのエネルギースペクトルの問題点

昨年度ビームのエミッタンス計測とエネルギースペクトルの計測結果について報告し、そのうち特にマイクロ秒ビームにおいてパルス幅 (4.5 μs) の各ポイントでエネルギースペクトル幅に大きな違いがあることを報告した。この原因の調査と結果について以下に述べる。

マイクロ秒ビームの場合加速電流値等の影響も受けるので2 nsパルスでサンプリング法によってエネルギースペクトル計測を試みた。4.5 μs の各ポイントでビーム位置を移動しながら2 nsビームのエネルギースペクトルを計測し、これを計算値と比較することにした。計算にはスペースチャージや空間高調波の項は無視した。この結果を示したものが図-1で右にはバンチャーセクションと加速管の間の受けわたしの位相を変化させた場合の計算上のエネルギースペクトルを、左には実際に2 nsビームをパルス内のポイント毎に計測したエネルギースペクトルを示す。両者が同じ傾向であることより、パルス内でバンチャーセクションと加速管の間に大きな位相変動があることが考えられる。

3. 位相の計測と調整および結果

そこでパルス内にどのような位相の変動があるかを図-2に示す回路で計測した。計算上検波器の特性が同じであれば出力は $-AB \sin \phi$ (Aは基準マイクロ波の強度, Bはクライストロン出力 ϕ は両者の位相差)となる。この結果を図-3に示す。この図の中の中央のトレースがパルス内の $-AB \sin \phi$ を、上下の2本はほぼ $\pm AB$ を示すと考えて良い。この中央のトレースの直線からのずれが基準マイクロ波とクライストロン出力の位相差を示している。計測系に入れた移相器を用いて各ポイントの位相のずれを計測し、ポイントAを基準として、B:1.7度C:9.1度、D:20.6度、E:52度それぞれ位相遅れがあることがわかった。

この図-3の中央の線を観測しながらPFNコイルのインダクタンスを調整した結果が図-4である。図-4の平坦性と図-3を比較すれば改善の具合がわかる。この改善後に、図-1の左の図との比較のための2 nsビームの各時間ポイントでのエネルギースペクトルを計測した結果を図-5に示す。この図からわかるようにエネルギーはどのポイントにおいても一様になった。パルスのごく後方でのエネルギーの変動は電子銃電圧の低下によっているものと推定している。

4. 今後の改善予定

以上のような改善の結果、パルス内のエネルギーは以前に比して良く揃ってきた。しかし従来本ライナックでは平均電流のエネルギースペクトルを計測して、その半値幅でエネルギー幅を定義してきたが実際のビームはかなりすその長いローレンツ分布に近いものとなっている。FELの実験用ビームとしては単にパルス内平坦性の向上だけでは不十分でありもっとスペクトルを向上させる必要があると判断している。現在、プリバンチャー及びECS (エネルギー圧縮)を含めて検討している。

参考文献

- 1) H. OHASHI et al. 本予稿集

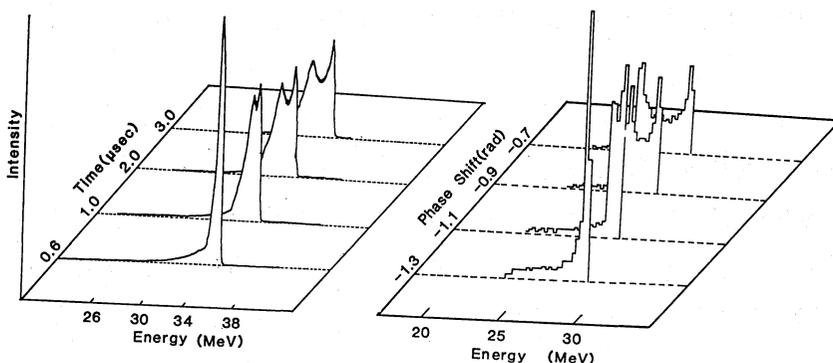


FIG.-1 SPECTRUMS OF 2 NS BEAM
(LEFT) MEASURED (RIGHT) CALCULATED

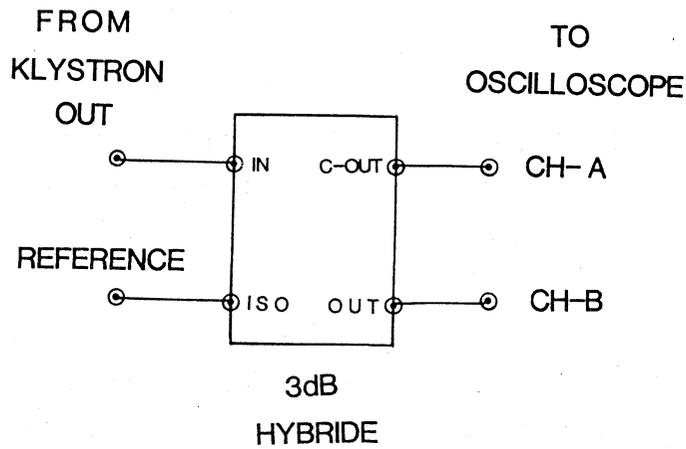


FIG.-2 CIRCUIT FOR PHASE MEASUREMENT
(INVERTED CH-B IS ADDED TO CH-A)

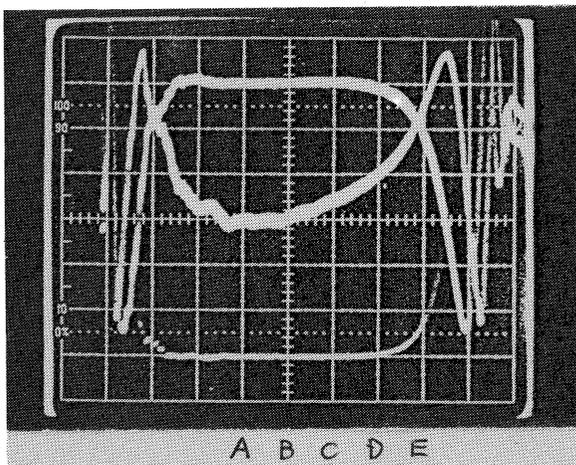


FIG.-3 RESULT OF PHASE MEASUREMENT
UPPER AND LOWER LINES SHOW
AMPLITUDE OF MICROWAVE

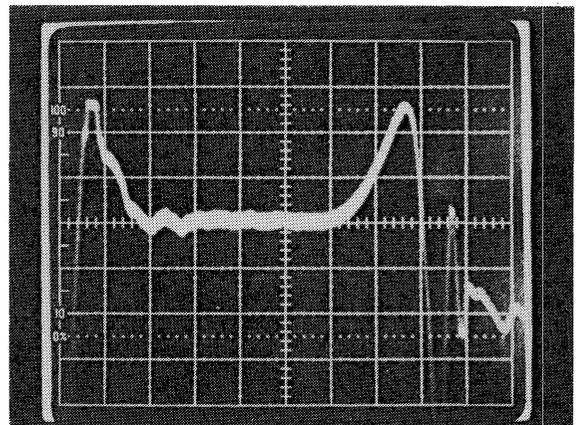


FIG.-4 PHASE MEASUREMENT AFTER
PFN ADJUSTMENT
(COMPARE WITH CENTER LINE OF FIG.-3)

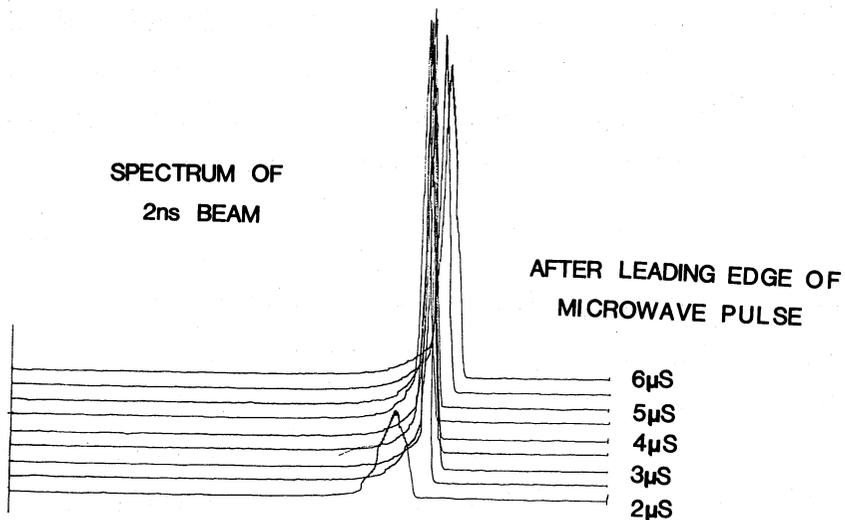


FIG.-5 SPECTRUMS OF 2 NS BEAM
AFTER ADJUSTMENT OF PFN
(COMPARE WITH LEFT OF FIG.-1)