

IMPROVEMENT OF RF SYSTEM OF JAERI FEL LINAC BY FEED FORWARD

M.Sawamura, N.Kikuzawa, R.Nagai, N.Nishimori, M.Sugimoto, and E.J.Minehara

Free Electron Laser Laboratory, Japan Atomic Energy Research Institute (JAERI)
Tokai, Ibaraki 319-11, Japan

Abstract

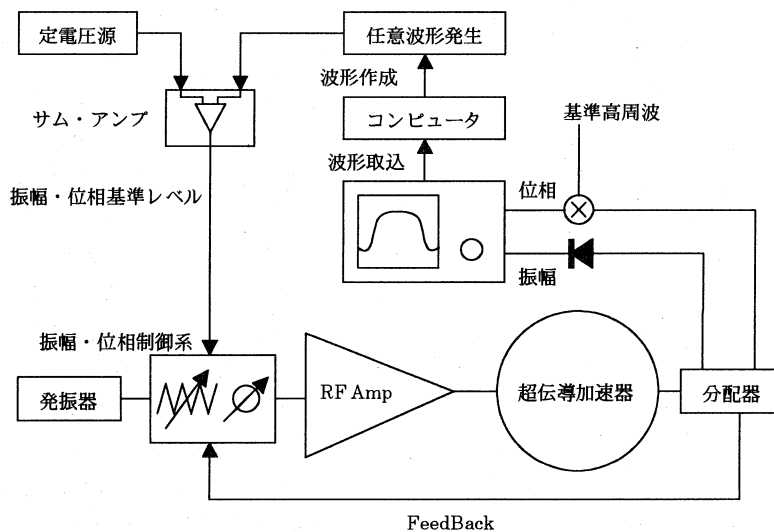
The RF system of the JAERI FEL superconducting linac is operated with the pulse length of 3 ms and repetition rate of 10 Hz. The electron beam can be accelerated with the pulse length of about 1 ms or less. The beam load of the long pulse increased the beam energy dispersion, and resulted in some beam loss after the 180-deg bending magnet system. The RF system having a long time constant could not catch up with a fast change of the beam load. A newly introduced feed forward circuit compensated residual parts of the amplitude and phase feedback. This circuit successfully improved the beam transport.

フィードフォワードによる原研 FEL 加速器の高周波系の改善

1. はじめに

原研自由電子レーザー用超伝導加速器はパルス幅 3 ms、繰り返し 10 Hz で運転されており、1 ms 以下の時間幅の電子ビームを加速することになっている。しかし、短いパルス幅で電子ビームの調整を行い、その後パルス幅を長くした場合、エネルギー分散が悪くなる。これは超伝導空洞を含

めた高周波系のの時定数が長く、ビームロードによる振幅・位相の変化を抑えるのにフィードバック回路だけでは時間がかかりすぎるためである。そこでフィードバックを強制的に補正するフィードフォワード回路を高周波制御系に組み込み加速試験を行った。

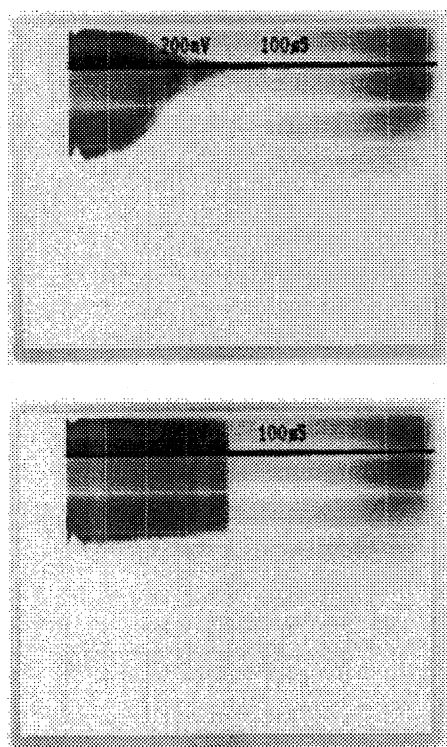


第 1 図 原研 FEL 用超伝導加速器 RF 系のフィードバック回路とフィードフォワード回路

2. フィード・フォワード回路

フィード・フォワード回路を組み込んだ高周波制御系を第1図に示す。フィード・フォワード制御の手順は以下の通りである。

- (1) ビームロードがないときは空洞内の振幅・位相は定電圧源のレベルになるようにフィードバックがかけられている。
- (2) ビーム加速を行い、ビームロードによる空洞内の振幅・位相を測定する。
- (3) その波形をコンピュータに取り込み任意波形発生器(AWG)で作る波形信号のデータを作成し、AWGにデータを転送する。
- (4) 定電圧計と AWG の信号をサム・アンプで合成し、振幅・位相制御系の基準信号とする。
- (5) 空洞内の振幅・位相が一定になるように(2)以下を繰り返す。



第2図 アンジュレータ出口での電流波形

ビーム幅400 μ s

上：フィードフォワードなし

下：フィードフォワードあり

3. フィードフォワードによるビーム波形の変化

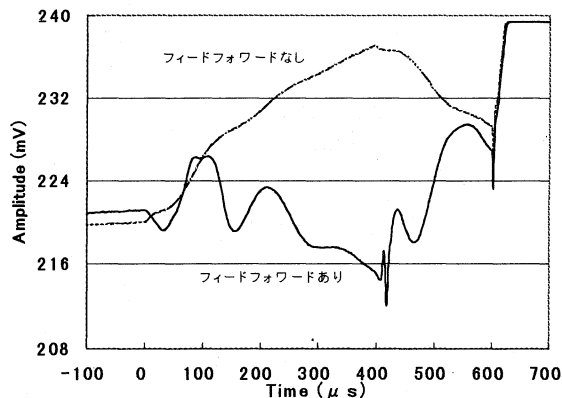
最初に、フィード・フォワードがない状態で、アンジュレータ出口でのビーム電流を測定した。コアモニターによる電流波形を第2図(上)に示す。ビーム幅は400 μ sである。原研FELは超伝導加速器を出た後、180度電子ビームを曲げてアンジュレータに入射するため、エネルギー分散が悪いと第2図(上)のようにビーム電流が減少する。

次に、4台ある超伝導加速器の内1番最初の単空洞加速器だけにフィードフォワードによる高周波制御を行った。そのときのアンジュレータ出口での電流波形を第2図(下)に示す。ビーム幅内ではほぼ一定の電流波形になっている。

このときの空洞内の振幅変化を第3図に示す。フィードフォワードにより振幅の変化が、8%から5%に減少している。ただしこの測定においては任意波形発生器からの信号は簡単な矩形波にしているため、細かな調整により振幅変動をさらに小さくできるものと思われる。

4. まとめ

フィードフォワードにより電子ビームの時間幅を長くしてもアンジュレータへの通過をよくすることができた。空洞内の振幅・位相を一定にするための基準信号波形を最適化するプログラムの開発を行っており、電流波形のさらなる改善が期待される。



第3図 ビームロードによる振幅波形の変化