

RECENT PROGRESSES AND PRELIMINARY RESULTS OF THE QUASI-CW OPERATION IN THE JAERI SUPERCONDUCTING RF LINAC-BASED FEL

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

Free Electron Laser Laboratory,
Department of Reactor Engineering, Tokai Research Establishment,
Japan Atomic Energy Research Institute
2-4 Shirakata-shirane, Tokai, Naka, Ibaraki, 319-11 JAPAN

Abstract

The JAERI optical resonator distance measurement and alignment system was developed to realize their errors of $<0.5\mu\text{m}$ and $<8\mu\text{rad}$, respectively. In order to realize a quasi-CW or very long pulse operation, we continued to develop and to improve the electron gun and RF amplifier systems. Amplified spontaneous emission and intermittent oscillation in the wavelength of around $29\mu\text{m}$ have been observed by using the photoconductive Ge(Cu) detectors. The JAERI superconducting rf linac as an FEL driver was successfully operated to get an electron beam ranging from 14 to 23 MeV with an accelerating voltage of 4~8 MV/m, beam current of 7~14 A, and micropulse width of 40~16ps.

原研超伝導リニアックFELにおける準CW運転の予備的な結果と最近の進展

1.はじめに

電子線リニアックに使用する超伝導空洞 (Nb) と常伝導空洞 (Cu) を500MHzで比較するとNbはCuの約10万分の1の表面抵抗になる。例えばNbはCuに比べて10万倍程度の高い出力を容易に取り出せる事になる。この差は冷凍機の効率があまり高くない事で少し割り引かねばならないが、高出力の制限にはならない。超伝導リニアックをドライバーとして用いることにより初めてFELの高効率、高出力という長所が現実のものとする可能性が出てきた。この超伝導リニアック型FELは米国スタンフォード大以外ではまだ実現されておらず、世界のいくつかの研究施設にて準備されているか、計画中である。日本原子力研究所東海研究所、自由電子レーザー研究室においてこの超伝導リニアック型FELの建設が進んでいる。これは赤外線領域のFELで、本格的な利用施設のプロトタイプとして開発されたものである。高エネルギー物理の加速器と比較して小型で、扱い易く、高出力を可能とする連続波 (CW) 加速可能な超伝導リニアックの実現及びこれを用いた高出力FELへの応用を目標としている。

2.冷凍機

原研自由電子レーザー駆動用超伝導リニアックの冷凍機系は、1995年の冷凍機系改造以後、それ

以前に頻発していた無蒸発型ヘリウム冷凍機の故障が根絶されたため、昨年度も冷凍機保守、計画停電、断水、落雷等による停止を除いてほとんど無故障で年間約8500時間の連続運転を専門の運転員無しで行う事ができた。

3.超伝導リニアック

原研自由電子レーザー駆動用超伝導リニアックは、大強度電子ビームによる中性子発生を少なくするために14~18MeVの電子エネルギーでの加速を行っている。最大エネルギーは~23MeVまで得られている。通過率は主加速器及びアンジュレータにおいてそれぞれ概略100%を得た。微弱なビーム損失の低減と加速器からの逆流ビームの影響を低くするため、また管理区域境界での放射線レベル低減と、発振実験への影響を小さくするため新規に開発したSiホトダイオードを用いたロスモニタ[1]による最適化を行った。

また昨年中頃より電子銃 (パルス電流、パルス時間幅、加速電圧) 及び高周波電源 (位相振幅) の準CWまたは超長マクロパルス運転時の安定性を確保するために種々の改善を行った。電子銃のグリッドパルサーの振り込み電圧振幅及び時間幅、時間ジッタの安定させ、電子ビームのパルス電流、

パルス時間幅、時間ジッタを大幅に改善することができた。高周波電源は、フィードバック回路の時定数の調整及びフィードフォワード制御の追加により数百マイクロ秒までの安定な振幅と位相制御が可能に成った。

ギャップ長20mmの回転シム付き2重収束67度分析電磁石を直線部の最後に置くことにより、主加速後のエネルギー幅を計測し、更に前段加速直後に、ギャップ長200mmの90度偏向電磁石を置いてエネルギー幅を計測した。この計測によると、電磁石の収差を約1%と仮定すると電子ビームのエネルギー分解能(FWHM)は前段加速器直後で<3%を、また主加速器直後で<0.5%である[2]。又、ストリークカメラによる時間巾の計測を行ったところアンジュレーター中心で<20psであった。尖頭電流値は、短時間の最大値で20A~10Aが得られた。図1に示すように昨年度末の予備的な実験では、間欠的な発振が確認された。高周波源と電子銃の改善後に、より安定な発振、さらには大強度の発振実験を試みる予定である。

参考文献

- [1] 峰原、他、” LossMonitorSystem for the JAERI Superconducting RF Linac-based FEL” 本研究会報告。
- [2] 西森信行、他、” Measurement of Energy Resolution and Electron Beam Current at JAERI FEL”、本研究会報告。

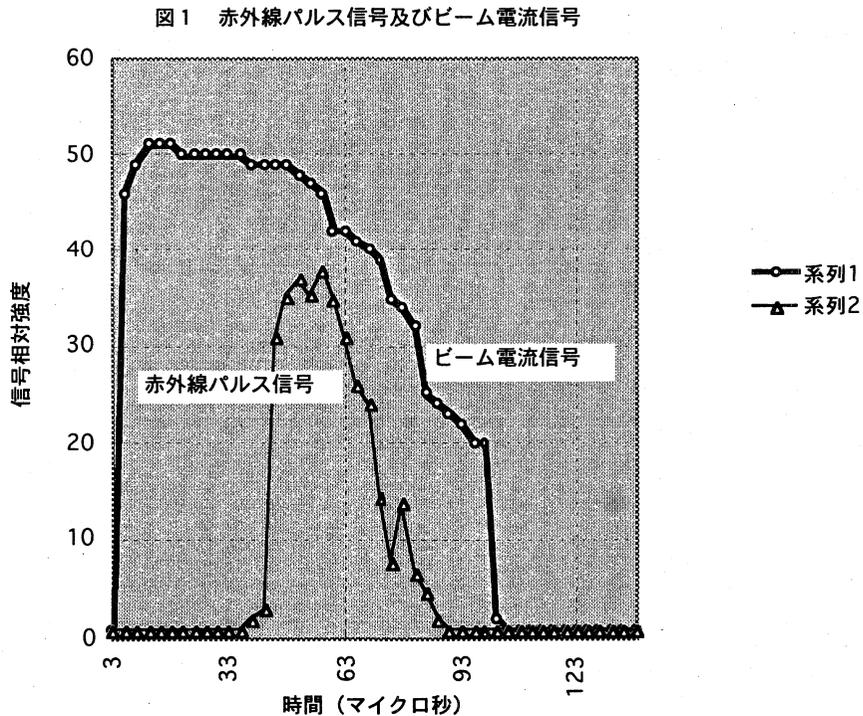


図1、赤外線パルス信号及びビーム電流信号。