

[F18p07]

Optical Characteristics of the JAERI FEL

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

Free Electron Laser Lab. / Japan Atomic Energy Research Institute
2-4 Shirakata-Shirane, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki, Japan, 319-11

Abstract

The far infrared free electron laser (FEL) has been developed at Japan Atomic Energy Research Institute (JAERI). In February 26, 1998, we achieved first FEL oscillation at 28 μm . In recent experiment, we observed 24-28 μm FEL oscillation and estimated FEL power is 22W.

原研自由電子レーザーの光学特性

1. はじめに

原研自由電子レーザーは 1998 年 2 月 26 日に初めての安定な発振に成功した。

本研究会では、現在までに得られた原研自由電子レーザーの光学特性について報告する。

2. 原研自由電子レーザーの概要

原研自由電子レーザー用超伝導加速器のビーム性能は以下のとおりである。

エネルギー	: 15-20MeV
マイクロパルス電流	: 10A
エネルギー分散	: 1%以下
マイクロパルス幅	: 40ps
マクロパルス幅	: 最大 1ms
規格化エミッタンス	: 40 $\pi\text{mm mrad}$

アンジュレータパラメータは以下のとおりである。

アンジュレータ周期数	: 52
アンジュレータ周期長	: 33mm
K パラメータ	: 0.7

光共振器からのレーザー光の取り出しは下流側の共振器ミラーの中心に開けた 2mm ϕ によるホールカップリングと、15mm ϕ の可動式ミラーによるミラーカップリングにより可能であ

る。

カップリングホールからの光は加速器室に設置された鉄の容器内に置かれた光検出器により検出され、主に自発放射光やレーザー光をモニターして加速器や光共振器の調整などに用いられる。

カップリングミラーからの光は鏡によって乾燥窒素で置換されたダクト中を光測定部屋まで輸送され、分光器などにより波長測定などが可能である。

光検出器は自発放射光の測定には波長が 20-30 μm 程度であることから、高感度の Ge (Cu) 検出器を用いている。レーザー発振後には HgCdTe 検出器や焦電検出器などが使用可能である。

3. 発振実験

光共振器ミラーや共振器長は大気開放状態で調整し、HeNe レーザーを用いてミラーの角度精度 100 μrad 以下の精度を目標としてアラインする。真空引きによるズレは共振器ミラーの外部に取り付けたリファレンス用ミラーの角度のズレを補正することにより補正することができる。また、共振器長は共振器ミラーの外部に取り付けたリファレンス間の距離を測ることにより、100 μm 以下の精度であわせることを目標にしている。また、Ti:sapphire レーザーを使うことにより 1 μm 以下の精度で共振器長をあわせることも可能である⁽¹⁾。

次に、アンジュレータ中に電子ビームを通して自発放射光をカップリングミラーから取り出し、Ge(Cu)検出器により計測する。この出力が最大となるように光共振器ミラーの微調を行うことにより、角度精度 $1\mu\text{rad}$ 以下で調整することができる。

共振器ミラーの調整後、カップリングホールから取り出された光を Ge(Cu)検出器により計測し、出力が最大となるように光共振器ミラーの再調整と電子ビームの調整を行った後、共振器長を変化させる。このような手順をとることにより、比較的容易に発振させることができるようになった。

4. 光測定結果

コアモニタからの電子ビームのマクロパルス波形と Ge(Cu)検出器により計測された発振したパルス波形を図1に示す。この結果、電子ビームのパルスから約 $50\mu\text{s}$ 遅れてレーザー光が立ち上がっていることがわかる。また、図2に示した光パルスの立ち上がりや立ち下がりから、ゲインは 7%、光共振器の損失は 1.1%という結果が得られた。

発振波長は $24\mu\text{m}$ と $27\mu\text{m}$ で計測を行い、ライン幅は 1%以下という結果が得られた。

レーザーの出力はカップリングミラーによって取り出し、パワーメータで計測した。その結果、マクロパルス平均で 22W の出力が得られていることがわかった。

5. まとめ

レーザー発振後、レーザーの特性評価を行ってきた。現在までに $24\text{-}28\mu\text{m}$ での発振を確認し、光出力はマクロパルス平均で 22W が得られている。今後も加速器の改良などを行い、さらに高出力化を図る予定である。

参考文献

- 1) N. Nishimori, et al., Proc. 21st Linear Accelerator Meeting, Japan, Sep.30-Oct.2 (1996) 314

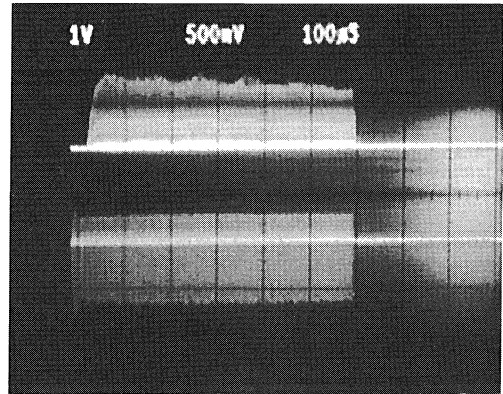


図1：電子ビーム波形とレーザー波形

上：レーザー波形

下：電子ビーム波形

横軸： $100\mu\text{s}/\text{div}$

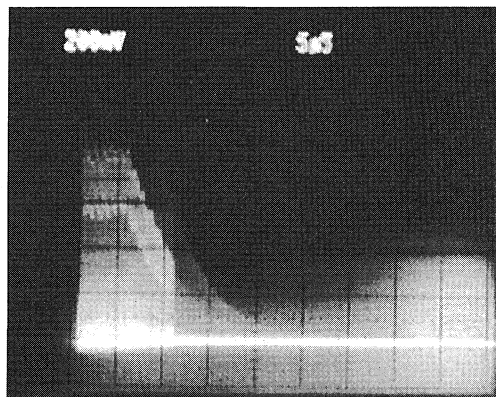
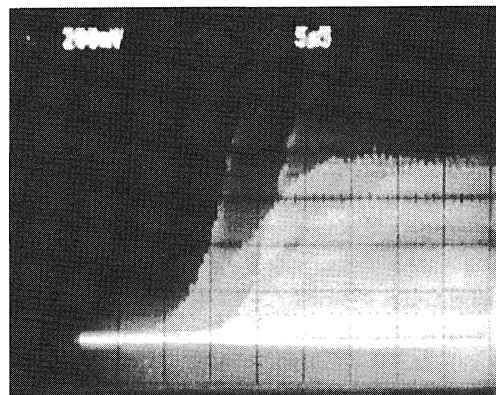


図2：レーザーの立ち上がり、立ち下がりの様子

横軸： $5\mu\text{s}/\text{div}$