

[P8-02]

EVALUATION OF THE OPTICAL CAVITY WITH OUT-COUPLING SCRAPER

R. Nagai, M. Sawamura, R. Hajima, N. Kikuzawa, N. Nishimori, T. Shizuma and E. Minehara

Free-Electron Laser Laboratory, Advanced Photon Research Center, JAERI

2-4, Shirakata-Shirane, Tokai, Ibaraki 319-11, Japan

Abstract

The optical cavity system of the JAERI FEL has been operated with a scraper mirror out-coupling system. The FEL optical beam can be out-coupled with the scraper mirror. For a high power far-infrared region FEL, diffraction loss of the optical cavity is one of the most important parameters. The out-coupled FEL power is degraded by the diffraction loss of the cavity, which based on out-coupling with the scraper mirror. The diffraction loss and output coupling efficiency are evaluated by using the iterative calculation procedure used by Fox and Li.

横はねミラー出力光共振器の評価

1. はじめに

日本原子力研究所（原研）では、15MeVの超伝導リニアックを用いて、遠赤外線領域での自由電子レーザーにおいて1kW級の発振を目指し実験を行っている。この実験に必要なものの一つに光共振器からのFEL光の取出し効率の最適化がある。高出力でのFELを実現するためには、効率よくFEL光の取出しを行うことが必要である。

遠赤外線領域において、光共振器からの光の取出し方法として実用的な方法は光の一部を切り取って取出す方法である。この様に光の一部を切り出すと、切り出した部分の回折の影響のために共振器内での損失が大きくなってしまふ。この回折の影響を最小にして光を取出す事が望ましい。

現在原研FELでは出力の結合度を可変に出来るという利点から横はねミラーによる出力を採用している。この光共振器系における横はねによる取出しについての評価を行った。

2. 計算に使用したモデル

光共振器系は図1に示すような構成であり、横はねを挿入する深さを変える事によって結合度を変化させている。各パラメータは共振器長14.4m、ミラー直径120mm、曲率半径7.34m、横はねミラー直径20mm、アンジュレータダクト長2m、アンジュレータダクトサイズ15×56mmである。この光共振器系において、横はねミラーの位置を変えた時の回折損失と取出し率をFoxとLiの手法¹⁾を用いて算出した。

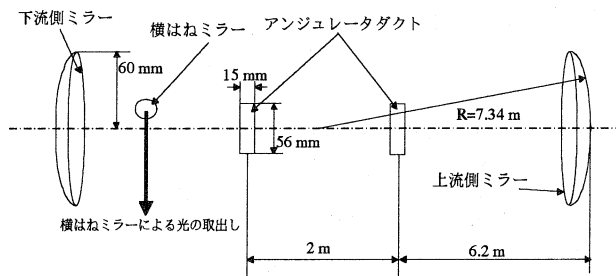


図1. 光共振器系の構成

横はねミラーは実際には下流側ミラーの約 50cm 手前にあるが、計算では下流側ミラーと同じ位置とし、横はねミラーに相当する部分に当たった光が外部に取出されるとした。

現在の原研 FEL では、横はねミラーは水平方向から挿入している。アンジュレータダクトの断面形状が図 2 に示すように縦長になっているので、横はねミラーを挿入する方向が回折損失、取出し率に及ぼす影響について比較検討するために、鉛直方向から挿入した場合についても計算した。

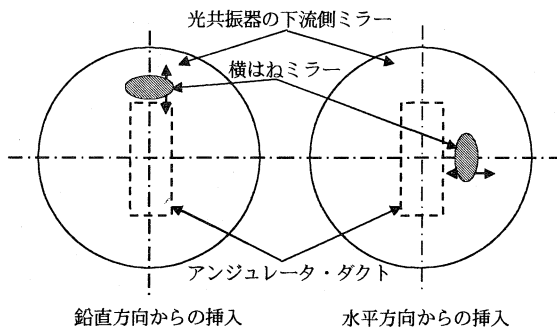


図 2. 横はねによる取出し

3. 結果

それぞれの方向から横はねミラーを挿入していった時の全損失と取出し率の変化の様子を図 3 に示す。全損失は光共振器中から外部に取出されて失った分と回折損失を合わせたものである。横はねミラーを深く挿入していくと基本モードが崩れ高次のモードがたってくる様子が計算の結果から分かった。その一例を図 4 に示す。これは水平方向から横はねミラーを挿入していった時の下流側ミラー上での光のプロファイルである。それぞれのミラーの位置は中心から 28mm、20mm ずれた位置である。

横はねミラーを挿入する方向については、鉛直方向すなわちアンジュレータダクトの大きく開いている方向から挿入した方が基本モ

ードを崩さずに取出し率を大きく出来る。

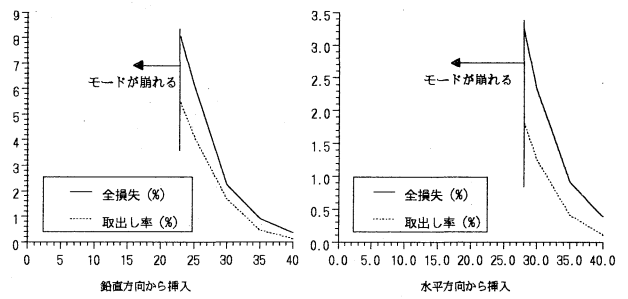
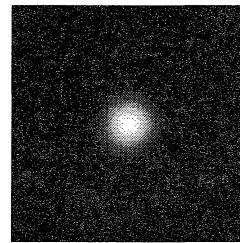
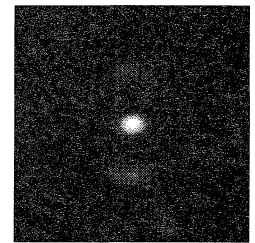


図 3. 回折損失と取出し率



横はねミラー位置 28mm



横はねミラー位置 20mm

図 4. 下流側ミラー上での光

4. まとめ

以上の結果から、横はねミラーによる光の取出しを行うと、横はねミラーの影響によって基本モードが崩れていくことがわかった。基本モードが崩れていくと光と電子ビームとの相互作用が十分に行えず FEL 出力の低下を招くので横はねミラーでは取出し率をあまり大きく出来ない。また、横はねミラーを挿入する方向に着いてはアンジュレータダクトの開口の大きい方向から挿入する事が望ましい。

今後さらに FEL 出力を向上するためには光の取出し方についての工夫が必要であり、リング状ミラーによって光の外周部を切り出す方法などについて検討していく予定である。

参考文献

(1) A. G. Fox and T. Li: The Bell System Technical Journal **40** (1961) 45