

CLBO 結晶を用いた注入同期 ArF エキシマレーザ用狭帯域高出力 193nm 固体レーザシステムの開発

Development of 193-nm narrow-linewidth solid state laser system using CLBO crystal for ArF excimer laser seeding.

ギガフォトン(株)¹ 東大物性研究所² ○五十嵐 裕紀¹, 玄 洪文², 趙 智剛², 伊藤 紳二¹, 柿崎 弘司¹, 小林 洋平²

GIGAPHOTON Inc.¹, The Institute for Solid State Physics the University of Tokyo²
H.Igarashi¹, H.Xuan², Z.Zhao², S.Ito¹, K.Kakizaki¹, and Y. Kobayashi²

E-mail: hironori_igarashi@gigaphoton.com

1. はじめに

狭帯域固体レーザをシード光とする注入同期 ArF エキシマレーザは従来の ArF レーザに比べ大幅な消費電力の削減が可能になると同時に、高いコヒーレンスレーザ光を高出力で得ることができる。このことから、干渉露光や超微細加工などの応用における有望な光源として期待されている。しかし、注入同期 ArF エキシマレーザのシード用レーザとして使用可能な長期安定・高出力・狭帯域固体レーザはこれまで報告されていない。

本研究では、注入同期 ArF エキシマレーザのシードレーザとしての使用を目的としたファイバーレーザベース狭帯域高出力 193nm 固体レーザの開発を行ったので報告する。

2. 実験

図 1 に、ファイバーレーザベース 193nm 固体レーザの構成図を示す。本システムは、Yb ドープファイバーレーザシステム、Er ドープファイバーレーザシステム、Yb:YAG 固体増幅器及び波長変換系から構成されている[1]。波長変換系における非線形結晶には、LiB₃O₅(LBO)結晶とともに近年めざましく品質が向上している CsLiB₆O₁₀(CLBO)結晶を用いた[2]。

レーザシステムの基本波として、狭帯域・高出力 Yb ファイバーレーザシステム(波長 1030nm、繰り返し 6kHz、平均出力 1W 以上)を開発した。また、Yb ファイバーレーザシステムからの光は Yb:YAG 結晶を用いた固体増幅器によって増幅する構成をとった。増幅された 1030nm の基本波は、LBO、CLBO 結晶を用いて 4 倍波(波長 258nm)に波長変換され、2.5W の平均出力が得られた。その後、同時に開発した狭帯域・高出力 Er ファイバーレーザシステム(波長 1553nm、繰り返し 6kHz、平均出力 1W 以上)からのレーザ光との和周波発生を CLBO 結晶を用いて 2 回行うことで、193nm を発生させた。図 2 に 193nm パルスの出力特性を示す。1W の 221nm 出力に対して、最大平均出力 0.31W が得られた。図 3 に 193nm 出力の時間変化を示す。30 分間 0.2W 以上の出力が維持されていることを確認した。

3. おわりに

注入同期 ArF エキシマレーザのシードレーザとして使用できる 193nm 狭帯域高コヒーレンスレーザシステムを実証した。今後、さらなる高出力化・高安定化を図る。

謝 辞

本研究は(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構の助成事業により実施しました。

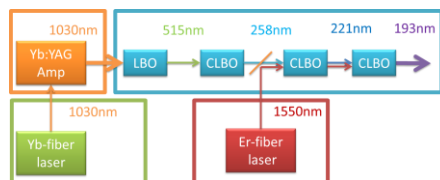


図 1. ファイバーレーザベース 193nm 固体レーザの構成図。

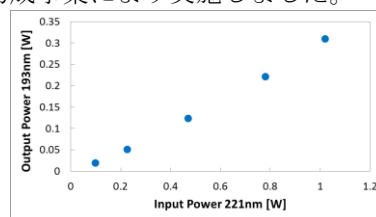


図 2. 193nm 発生出力特性図。

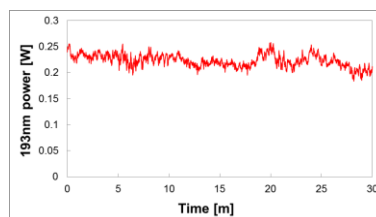


図 3. 193nm 出力の時間変化特性図。

参考文献

- [1] Hongwen Xuan, et al., "Proc. of SPIE Vol. 8961, 89612M(2014)",
- [2] 高千穂他, 第 61 回春季応用物理学会予稿集 04-103