

高ピークパワーハイブリッド ArF エキシマレーザの開発

Development of high peak power hybrid ArF excimer laser

ギガフォトン (株) ○五十嵐 裕紀, 田丸 裕基, 曲 晨, 上場 康弘, 淵向 篤,
村上 嘉彦, 三浦 泰祐, 藤本 准一, 溝口 計

GIGAPHOTON Inc., °Hironori Igarashi, Yuuki Tamaru, Chen Qu, Yasuhiro Kamba, Atsushi

Fuchimukai, Yoshihiko Murakami, Taisuke Miura, Junichi Fujimoto, and Hakaru Mizoguchi

E-mail: hironori_igarashi@gigaphoton.com

シード光として固体レーザを利用した、ハイブリッド ArF エキシマレーザの開発を行っている。ハイブリッド ArF レーザは、高フォトンエネルギー、高空間コヒーレンス、高パルスエネルギーという特徴をもつ[1]。このことから、超微細加工や難加工材料の加工などの応用にむけて有望な光源である。

固体シードレーザは Yb ドープファイバーレーザ(波長 1030 nm、繰り返し 6 kHz、パルス幅 3 ns)、Er ドープファイバーレーザ(波長 1553 nm、繰り返し 6 kHz、パルス幅 0.5 ns)、Yb:YAG 固体増幅器及び波長変換システムから構成されている。波長変換システムにおける非線形光学結晶には、 LiB_3O_5 (LBO)結晶と、 $\text{CsLiB}_6\text{O}_{10}$ (CLBO)結晶を用いた。Yb ファイバーレーザの4次高調波と、もう一方の基本波である Er ファイバーレーザとの和周波発生を2度行うことで 193 nm シード光を発生させる。シード光の出力としては、6kHz の繰り返しにおいて 100mW 以上が得られている。

図1に 193 nm 固体シードレーザのパルス波形を示す。パルス幅は 0.46 ns(FWHM)であり、最大ピークパワーは 38 kW となる。以上で開発した 193nm 固体レーザをシード光源として ArF エキシマレーザで増幅を行った。図2に ArF 増幅の入出力特性を示す。3 μJ の入力エネルギーで、最大 3.4 mJ の増幅エネルギーが得られた。パルス波形はシード光源を維持しており、7.3 MW 以上の最大ピークパワーが得られた。これは通常の ArF エキシマレーザの5倍以上のピークパワーである。今後、増幅条件の最適化を実施し、さらなる高出力化を目指す。

この成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託業務「高輝度・高効率次世代レーザ技術開発」の結果得られたものです。

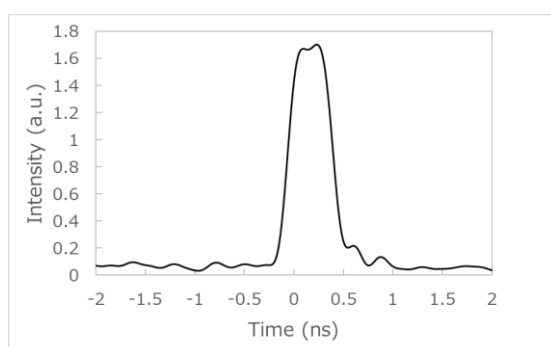


図 1. 193nm 固体シードレーザパルス波形

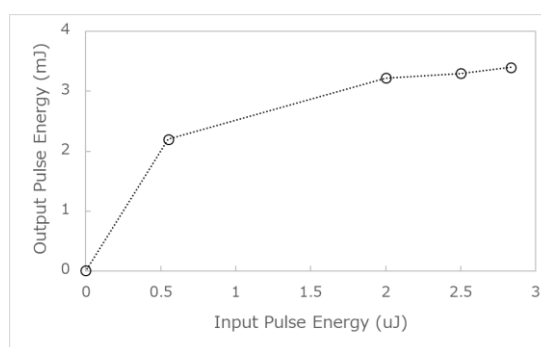


図 2. ArF 増幅入出力特性

参考文献

[1] Arakawa, M., Tamaru, Y., Fuchimukai, A., Sasaki, Y., Onose, T., Tamiya, M., Miura, T., Nakazato, T., Watanabe, S., and Matsunaga, T., "Amplification of DUV solid-state laser pulse using ArF laser," CLEO Europe, CA-1.6 SUN (2017).