

非線形光学/レーザー材料のレーザー損傷閾値評価 Laser-induced damage threshold evaluation of nonlinear optic / laser materials

分子科学研究所

○石月 秀貴, 平等 拓範

Inst. Molecular Science (IMS) ○Hideki Ishizuki, Takunori Taira

E-mail: ishizuki@ims.ac.jp

【はじめに】 サブナノ秒域高強度光源開発の進展とその小型化により、燃焼応用や材料加工などに新たな応用展開が拡がりつつある。ランプ励起YAGレーザー等のナノ秒パルスとファイバーレーザー等のフェムト秒パルスとの中間に位置するサブナノ秒パルスは、高ピーク強度と狭スペクトル幅とを兼ね備えた高輝度温度光となる。これらの特性は高強度波長変換に有利であるが、その一方でレーザー結晶や非線形光学結晶の損傷もまた顕著な問題となる。我々はこれまで、レーザー耐久性は高くないが非線形光学特性に優れた LiNbO_3 等の強誘電体結晶、非線形特性は低下するが耐久性に優れた LiB_3O_5 等のホウ素系結晶等を非線形光学波長変換に利用してきた。これに加え近年では、非線形特性はさらに低下するが耐久性に極めて優れた水晶に着目して研究を進めている[1]。

本報告では、サブナノ秒パルス光照射による非線形光学結晶およびレーザー結晶の損傷閾値評価を行ったので報告する。バルク状材料の内部にパルス光を集光して損傷評価を行うことで、材料の表面状態などの影響を除去し、材料本来の損傷閾値を評価した。

【損傷閾値評価法】 一般的な損傷閾値評価では、材料表面にレーザー光を集光する配置が多い。しかしこの手法では、材料の表面付着物や周辺浮遊物、さらには材料表面の酸化や劣化などの影響の完全除去は困難である。本検討では、バルク状材料の内部にパルス光を集光して損傷を誘起することで材料表面の影響を除去し、材料本来の損傷閾値を測定・評価した。

実験では入出力端を光学研磨したバルク状材料（長さ20～40mm）を用い、波長 $1.064\mu\text{m}$ のパルス光（繰返し30Hz、パルス幅0.7ns、最大3mJ）を内部に集光（FWHM～ $20\mu\text{m}$ ）して損傷を誘起した[1]。図1は水晶の損傷評価時の様子である。集光点付近で発生した損傷がパルス光入射方向に線状に伝搬・拡大する様子が確認でき、損傷発生時のパルスエネルギーから損傷閾値が測定できる。

【実験結果および検討】 非線形光学材料である水晶（光学用）およびレーザー材料であるNd:YAG結晶の損傷閾値評価結果を図2に示す。水晶の損傷閾値は約 $900\text{GW}/\text{cm}^2$ で、Nd:YAG結晶の湯約 $400\text{GW}/\text{cm}^2$ に比較して高い値を示した。その一方で測定値のばらつきは水晶よりNd:YAG結晶が小さかったことから、Nd:YAG結晶は均一性に優れていると推測される。

損傷閾値はレーザー光の波長やパルス幅、繰返し周波数などに大きく依存する。特に短波長での閾値変化に着目して評価を継続していく予定である。

[1] H. Ishizuki, T. Taira, Opt.Express **25**, 2369 (2017).

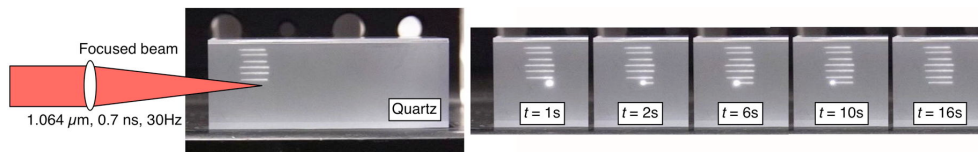


図1 (左) バルク結晶(水晶)を用いた損傷閾値評価の構成、(右) 損傷拡大の様子

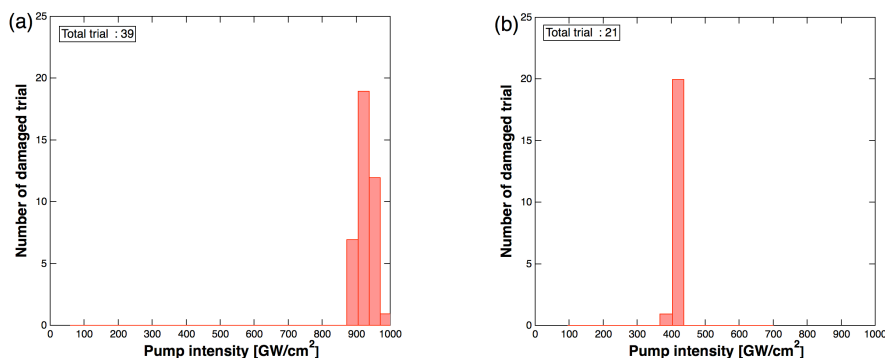


図2 損傷閾値評価結果 (a)光学用水晶、(b)Nd:YAG結晶