

研究課題名

ホウ酸系非線形光学結晶のフォトリラクティブ損傷抑制に向けた異種元素添加の研究

研究代表者名

大阪大学・大学院工学研究科電気電子情報工学専攻・森勇介

研究分担者名

大阪大学・大学院工学研究科電気電子情報工学専攻・吉村政志, 高橋義典, 呂志明, 福島勇児, 森谷崇史
東北大学・金属材料研究所・宇田聡, 小泉晴比古

1. はじめに

非線形光学結晶 $\text{CsLiB}_6\text{O}_{10}$ (CLBO) は優れた紫外光波長変換特性を示し、波長 300nm 以下の全固体紫外レーザー光源で利用され始めている。しかしながら、紫外光発生時に時間経過とともに出力低下とビーム形状が変化する場合があり、実用上の課題の一つとなっている。この劣化現象はバルクダメージ閾値よりも低いパワー密度の紫外光において観察されるが、これまでほとんど報告がなされていない[1]。本研究では、CLBO 結晶中への異種元素（アルミニウム）の添加によりこの紫外レーザー損傷（劣化）耐性の向上を試みた。また、CLBO 結晶中の水不純物の影響、損傷耐性の温度依存性についても調査した。

2. 研究経過

抵抗加熱式の単結晶育成装置を用いて、溶液攪拌 TSSG 法により CLBO 結晶の結晶成長を行った。ここでは、 Al_2O_3 とホウ酸系溶液の粘性を下げるのが報告されているフッ化物として LiF を共添加した原料から結晶育成を行った。CLBO に対して Al 濃度が 0.01, 0.1, 5mol%, F 濃度が 10 mol%となるよう添加した。この中で、Al を 0.1mol%添加した結晶（結晶中の）の光損傷を評価した。基本波光源 Nd:YVO₄ レーザー（波長 1064nm, 繰り返し周波数 30kHz）から波長変換により第 4 高調波 266nm 光（パルス幅 8ns）を発生させ、4 倍波発生方位の 10mm 長素子内部に集光照射（集光点紫外光ピークパワー密度 28MW/cm²）することで劣化特性の加速試験を行った。入射光の偏光方向は実際に紫外光が生じる偏光方向に揃えた。透過光が 86.5%通過するようにパワーメーターの前にアパーチャーを設け、ビーム形状の変化を検出した。

3. 研究成果

図 1 に大気雰囲気 150°C で無添加 CLBO を測定した場合の透過紫外光の経時変化を示す。約 7 分照射を行うと結晶中で屈折率の変化が誘起されて透過ビーム形状が歪み、パワー低下が生じた。本研究では、透過パワーが初期値から 10%低下するまでの時間を寿命と定義した。Ar ガスを用いて更に脱水処理を施すと、CLBO は約 5~7 倍長寿命化することが明らかになった。Al 添加 CLBO でも同様の傾向が確認された。次に、Ar ガスを用いて脱水処理した後、寿命の温度依存性を調査した。図 2 に示すように、いずれの CLBO 結晶も低温では損傷耐性が低く、70°C 以上に昇温することで耐性が向上することが分かった。特に、Al 添加 CLBO は 150°C で無添加 CLBO の約 3.5 倍の寿命を有することが分かった。大気雰囲気での加熱状態に戻すと寿命が短くなることから、CLBO は高温において脱水状態を維持する必要がある。また、紫外光照射後に損傷（劣化）スポットが回復する現象も確認しており、現在、 LiNbO_3 結晶で生じるフォトリラクティブ損傷と似た現象と考え、詳しく調査を行う予定である。

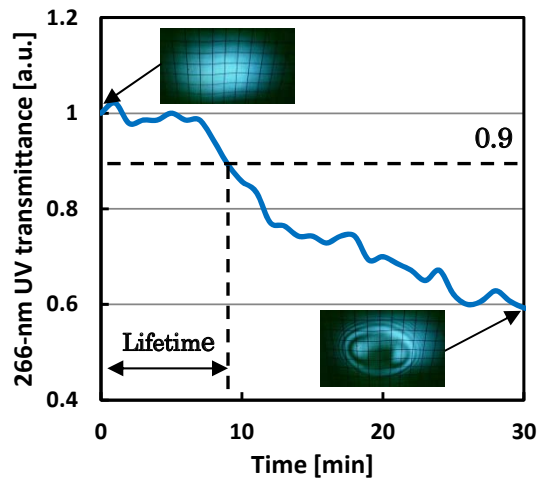


図1 透過紫外光の経時劣化

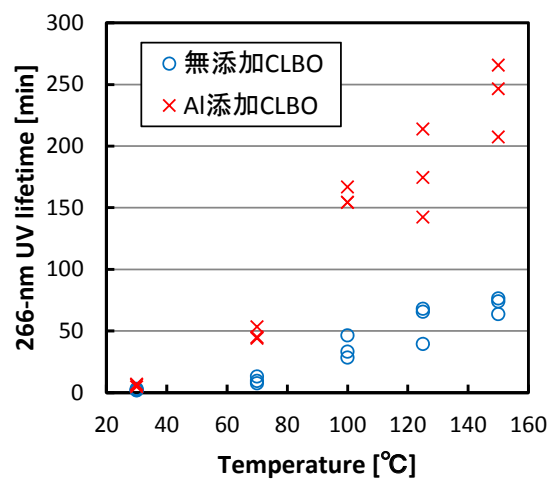


図2 紫外光照射寿命試験の結果

4. まとめ

本研究では CLBO 結晶の紫外光経時劣化現象について調査を行った。CLBO の紫外光損傷耐性を向上させるためには高温において脱水状態を維持する必要がある。また、Al 元素を添加した CLBO は無添加 CLBO よりも長寿命であることが確認できた。

参考文献

[1]出来他, 信学技報 LQE97-74 (1997).

研究業績

[1] K. Takachiho et al., Conference on Lasers and Electro-Optics (2012) scheduled.

[2] 高千穂他, レーザー学会学術講演会第 32 回年次大会, 31pIV-F-4.

[2] 高千穂他, 2012 年春季第 59 回応用物理学会関係連合講演会, 17a-E9-11.