

太陽光励起用 Ce/Cr/Nd:YAG セラミックレーザーにおける Nd イオン蛍光寿命の温度依存特性

Dependence of Temperature on Fluorescence Lifetime of Nd ion for Ce/Cr/Nd:YAG ceramic

関西大学システム理工学部¹, 大阪大学レーザーエネルギー学研究センター², 北見工業大学³,
レーザー技術総合研究所⁴

中町 崇人¹, 佐伯 拓¹, 林 孝則¹, 藤岡 加奈², 古瀬 裕章³, 本田 能之², 本越 伸二⁴,
藤本 靖², 中塚 正大^{2,4}, 飯田 幸雄¹

Faculty of Engineering Science, Kansai Univ.¹, Institute of Laser Engineering, Osaka Univ.²,
Kitami Institute of Technology³, Institute for Laser Technology⁴,
Takato Nakamachi¹, Taku Saiki¹, Takanori Hayashi¹, Kana Fujioka², Hiroaki Furuse³, Yoshiyuki Honda²,
Shinji Motokoshi⁴, Yasushi Fujimoto², Masahiro Nakatsuka^{2,4}, Yukio Iida¹,
E-mail: k064837@kansai-u.ac.jp

1. はじめに

現在、化石燃料の枯渇や原子力問題を背景に自然エネルギーに対する期待が高まっている。我々は、自然エネルギー利用の中で膨大な太陽光エネルギーを利用したエネルギーサイクルに関する研究を進めている。従来の太陽光励起用レーザー媒質である Cr³⁺/Nd:YAG セラミックは、広帯域な吸収バンドを持ち、かつ、太陽光に対するレーザーへの変換効率が良く、少ない励起パワー密度で高い利得を発生させることができる利点がある。しかし、太陽光の紫外成分をレーザー光へ変換できないことや YAG の着色が生じてレーザーへの変換効率が低下するという欠点もある。我々は、Cr/Nd:YAG セラミックに Ce を添加することで上記の欠点を改善することが可能であると考えている。今回、Ce³⁺/Cr³⁺/Nd:YAG セラミックについて、レーザー動作に関係の深い Nd イオン蛍光寿命の温度依存特性の計測、計算機による各種解析、従来の太陽光励起用レーザー媒質である Cr/Nd:YAG セラミックとの比較等を行ったので報告する。

2. 結果

Ce, Cr, Nd イオンについてレート方程式を立て計算機シミュレーションを行い、Ce/Cr/Nd:YAG セラミックレーザーの Nd イオン上準位密度や蛍光寿命、増幅特性等の評価を行った。計算の結果、Ce を添加しない場合と Ce を 0.1% 添加する場合を比較するとレーザー入出力の差が約 2 倍の値となった。実験では Ce/Cr/Nd:YAG セラミックにおいて、励起光 350, 470, 590, 750, 810nm での Nd イオンの蛍光強度時間変化を測定した。励起波長をこの 5 つに選択したのは Ce/Cr/Nd:YAG セラミックの太陽光の吸収率が高いためである。Fig. 1 に Ce/Cr/Nd:YAG セラミックレーザー媒質の励起波長に対する Nd イオン蛍光強度の減衰特性を示す。Nd:YAG と比べ比較的長い寿命が観測された。さらに、励起光を 590nm に固定し、セラミックに関する Nd イオン蛍光寿命の温度依存特性を測定した。セラミックレーザー媒質にヒータを取り付け、媒質温度を 25°C から 10°C ずつ 95°C まで上昇させて Nd イオン蛍光寿命の温度依存特性を測定した。Fig. 2 にその計測結果を示す。比較のため、Cr/Nd:YAG セラミックでの Nd イオン蛍光寿命の温度依存特性の測定結果も同時に掲載した。Cr/Nd:YAG セラミックと同様の媒質温度上昇に対する蛍光寿命の増大を確認した。詳細に関しては報告にて行なう。本研究の一部は、大阪大学レーザーエネルギー学研究センターの共同利用・共同研究のもとに実施された。

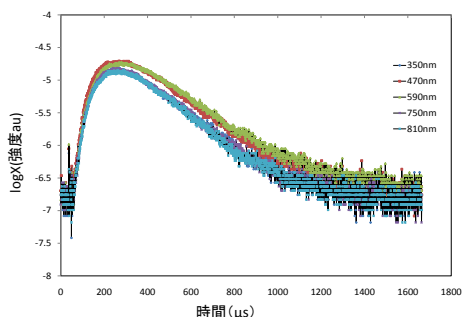


Fig.1. Fluorescence decay of Nd ion at upper state.

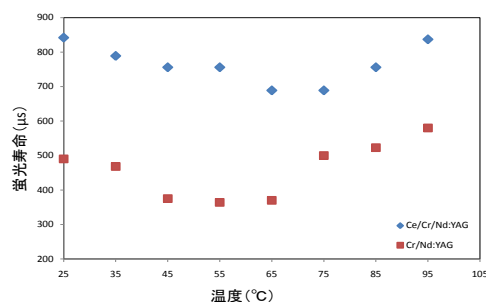


Fig.2. Fluorescence lifetime with temperature dependence