広帯域可視光励起に適した Cr/Nd/Yb:YAG セラミックの開発

Development of Cr/Nd/Yb:YAG ceramic suitable for broadband visible light excitation

阪大レーザー研　°村上 太朗, 藤岡 加奈, 椿本 孝治, 吉田 英次, 宮永 憲明

ILE Osaka Univ. °Taro Murakami, Kana Fujioka, Koji Tsubakimoto, Hidetsugu Yoshida, Noriaki Miyanaga

E-mail: murakami-t@ile.osaka-u.ac.jp

[はじめに]

Yb:YAGはNd:YAGと比較して量子欠損が小さいために発熱が少なく、また、蛍光寿命が長いことから半導体レーザー（LD）励起に適しているが、高出力化のためにはLDの大幅なコストダウンが必要である。そこで、Yb:YAGのフラッシュランプ励起の効率を大幅に改善できれば、将来の全LD励起kJ級Yb:YAGレーザーの前段階として、LD励起フロントエンド・前置増幅器とフラッシュランプ励起主増幅器の組み合わせが可能となる。

[Cr/Nd/Yb:YAGセラミックとその評価方法]

我々は、太陽光励起レーザーに有効なCe/Cr/Nd:YAGの共添加条件の最適化を行い[1]、それを発展させてYb:YAGへのCeやCrの共添加の研究を進めてきた。Cr^{3+}は波長400～700nmの領域に$^4T_1$と$^4T_2$準位に起因する幅広い吸収帯を有しており、量子切断や電気双極子相互作用などを介してCr^{3+}→Yb^{3+}のエネルギー移乗が期待できる。また、Cr^{3+}→Nd^{3+}およびNd^{3+}→Yb^{3+}ともにエネルギー移乗効率が高いことから、Cr/Nd/Yb:YAGは広帯域可視光励起による高効率の近赤外レーザー材料となる可能性がある。また、Yb蛍光の光子エネルギー（1.20eV）は結晶シリコンのバンドギャップ(1.17eV)よりも少しだけ大きい。このため太陽電池の効率改善が可能な材料としてCe/Yb:YAG[2]が研究されており、この観点からもCr/Nd/Yb:YAGは興味深い。評価サンプルは、ゾルゲル法により製作したセラミック粉体であり、Cr/Nd/Yb:YAG (Cr:1%, Nd:0~1%, Yb:1%)、Nd/Yb:YAG (Nd:1%,Yb:1%)、Yb:YAG (Yb:1%)である。各サンプルの蛍光および励起スペクトルを蛍光分光装置（JASCO, SS-25型）により測定し、Cr、Nd、Ybの添加濃度とエネルギー移乗の関係を調べた。

[Yb^{3+}蛍光の励起スペクトルのNd濃度依存性]

Cr:1%, Nd:0~1%, Yb:1%の場合の励起スペクトルを図1に示す。Yb^{3+}蛍光へのCr^{3+}の$^4T_1$準位および$^4T_2$ 準位の寄与に関してNd濃度依存性が異なっている。$^4T_1$については量子切断によるYb^{3+}への直接移乗が支配的であり、$^4T_2$についてはNd^{3+}を介する移乗が同程度の効率であることが分る。現在、YbおよびCrの高濃度添加によるさらなる効率向上を目指している。

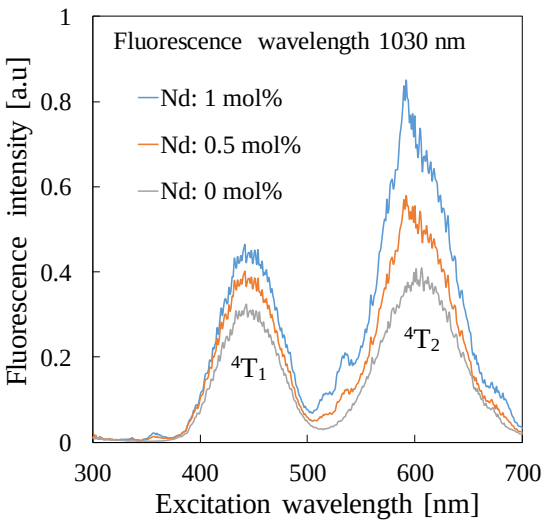

Fig1. Nd concentration dependence of the excitation spectrum of Yb emission in Cr/Nd/Yb:YAG

[参考文献]

1) K. Fujioka, *et al.*, Ceram. Int., **35**, 2393 (2009).

2) H. Lin, *et al.*, J. Appl., Phys., **107**, 043107 (2010).

© 2017年 応用物理学会