19p-C8-15

Nd,Cr 共添加 $Y_3Ga_xAl_{5-x}O_{12}$ 結晶中の Cr^{3+}から Nd^{3+}へのエネルギー移動

Energy transfer from Cr to Nd in $Y_3Ga_xAl_{5-x}O_{12}$ crystal codoped with Cr and Nd

豊田中研 [1]，NIMS[2]，岐阜大 [3]　°水野 真太郎 [1]，長谷川和男 [1]，伊藤博 [1]，E. G. Villora[2]，
島村 清史 [2]，高木 一輝 [3]，山家 光男 [3]

TCRDL [1], NIMS [2], Gifu Univ. [3], °Shintaro Mizuno[1], Kazuo Hasegawa[1], Hiroshi Ito[1],
E. G. Villora[2], Kiyoshi Shimamura[2], Kazuki Takagi[3], Mitsuo Yamaga[3]

E-mail: mizunos@optics.tytlabs.co.jp

広帯域でインコヒーレントな太陽光を単色でコヒーレントな光に変換する太陽光励起レーザを用いた、太陽光の新たな利用法が検討されている[1]。レーザ媒質には、Nd^{3+}と Cr^{3+}を共添加した $Y_3Al_5O_{12}$(Nd,Cr: YAG)セラミックスが注目されている。Cr^{3+}が増感イオンとして太陽光を広帯域に吸収し、活性イオンである Nd^{3+}にエネルギーを移動させることで太陽光励起レーザを発振させる。近年、Nd,Cr: YAG 中のエネルギー移動は、室温に比べ 400 K 以上の高温下でより効率的になることが示された[2]。本研究では、室温でも 400K 以上と同等の効率でエネルギー移動する材料の開発を目的として、仕込み量 1 mol.%Nd と 1 mol.%Cr を共添加した YAG 中の Al^{3+}の一部を Ga^{3+}と置換した Nd,Cr:$Y_3Ga_xA_{5-x}O_{12}$(Nd,Cr:YGAG)単結晶を育成し、その光学特性を同じ仕込み量 1 mol.%Nd と 1 mol.%Cr を共添加した Nd,Cr:YAG セラミックスと比較し評価した。

Nd,Cr:YGAG では、Ga^{3+}置換の効果により Cr^{3+}の吸収係数が増加した(Fig. 1)。波長 350-700 nm の吸収係数の積分値は Nd,Cr:YGAG の方が Nd:Cr:YAG に比べて 2.5 倍大きくなった。Ga^{3+}添加により 3d-3d のパリティ禁制則の破れが許容遷移となるためである。この効果は、YAG において Cr^{3+}の高濃度添加の課題である結晶性の低下による発光強度の低下を回避できる可能性を示している。

Fig. 2 に Cr^{3+}の吸収バンド $^4T_1$ (1) の 430 nm で励起した Cr^{3+}と Nd^{3+}の発光量の温度依存性を示す。Nd^{3+}の発光量は 8K から 300K までの温度上昇に伴い増加している。Cr^{3+}の発光量は 8K から約 160K までは温度上昇とともに急激に減少した。このことから Cr^{3+}の ^2E 準位から Nd^{3+}へのエネルギー移動が低温で起こっていることがわかる。160K 以上では ^2E 以外に $^4T_2$ の発光が新たに観測され、このエネルギー準位から Nd^{3+}のエネルギー移動が高温で加わると考えられる。

[1] Y. Takeda, et al., “Silicon photovoltaic cells designed for intense monochromatic illumination”, The 6th World Conference on Photovoltaic Energy Conversion, Area 4.

[2] M. Yamaga et al, “Formation probability of Cr-Nd pair and energy transfer from Cr to Nd in $Y_3Al_5O_{12}$ ceramics codoped with Nd and Cr” *J. Appl. Phys.* **112**, 063508 (2012)

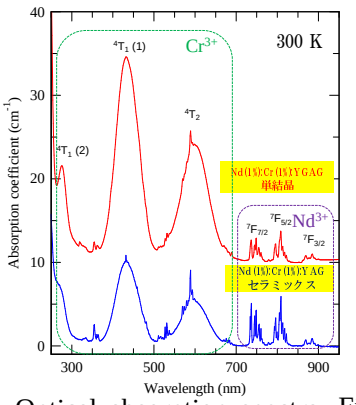

Fig. 1 Optical absorption spectra observed at 300K for Nd,Cr: YAG and Nd,Cr: YGAG.

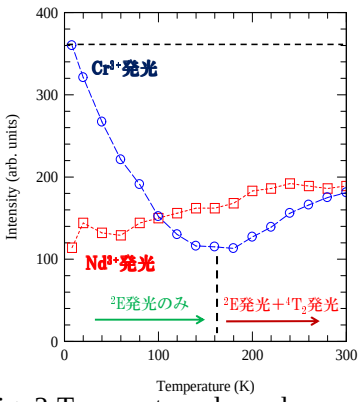

Fig. 2 Temperature dependence of the Cr^{3+} and Nd^{3+} luminescence intensity for Nd,Cr: YGAG.

© 2014 年　応用物理学会