

Title	Optical Properties of Rare-Earth-Doped Y3Al5O12 Single-Crystals Grown by a Floating Zone Method and Transparent Ceramics
Author(s)	関田, 正實
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	<a href="https://doi.org/10.11501/3065992">https://doi.org/10.11501/3065992</a>
DOI	10.11501/3065992
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏 名	せき た まさ み 関 田 正 實
博士の専攻分野の名称	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	第 1 0 5 6 2 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 5 年 3 月 15 日
学 位 授 与 の 要 件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 名	<b>Optical Properties of Rare-Earth-Doped <math>Y_3Al_5O_{12}</math> Single-Crystals Grown by a Floating Zone Method and Transparent Ceramics</b> (希土類イオンで付活された浮遊帯域法による単結晶及び透明多結晶焼結体 $Y_3Al_5O_{12}$ の光学的性質)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 櫛 田 孝 司  (副査) 教 授 邑 瀬 和 生 教 授 都 福 仁 教 授 池 谷 元 伺 助 教 授 城 健 男

### 論 文 内 容 の 要 旨

本研究は  $Y_3Al_5O_{12}$  (YAG) の新合成法である浮遊帯域 (FZ) 法による単結晶及び尿素中和法による高透明度多結晶焼結体 (セラミックス) に付活した希土類イオン (RE) の電子準位等の光物性を明らかにし、また RE を通じて YAG 母体の分光学的特性を従来のチョクラルスキー (CZ) 法単結晶と比較することを目的としている。

新手法による YAG 母体中の RE の光物性を明らかにするため、精密な分光測定とスペクトルの分解プログラムを開発し Nd 付活 FZ 結晶の解析を行った。FZ 結晶では育成時の急な熱勾配による歪のスペクトルへの影響が注目されたが、成分スペクトルはローレンツ型で Stark 分裂や線幅は CZ 結晶の値と良く一致した。また分光学的に求めた誘導遷移断面積の値も CZ 結晶と等しく、FZ 結晶が従来法の CZ 結晶と同等のレーザー母体性能を持つことを明らかにした。Nd, Pr, Eu, Er 付活の透明 YAG セラミックスの分光測定を行い、発光・吸収線を各エネルギー準位間の遷移に同定した。セラミックスでも構成微結晶の結晶度に由来する歪の影響が注目されたが、Nd に対する FZ 結晶と同様の解析を行った結果、高いバックグラウンド吸収以外は、成分はローレンツ型で Stark 分裂や線幅は FZ 結晶と同等であり、誘導遷移断面積の値も FZ 及び CZ 結晶にほぼ等しい事を明らかにした。反転分布の閾値はセラミックスでは高いバックグラウンドのために FZ 結晶の約 25 倍と計算された。Pr では Judd-Ofelt 理論の予測通り全角運動量ゼロから偶の準位への遷移強度が、奇の準位への遷移より大きい事を実証した。Er, Eu のセラミックス中での遷移エネルギーの実験値と結晶場計算の報告値とを比較し、共に良い一致を得た。Eu では 280 nm 付近に幅の広いピークが観測され  $Eu^{2+}$  の遷移に由来すると考察した。

以上より、歪によらず FZ 結晶は CZ 結晶と同等の結晶度と誘導遷移断面積を持つと結論した。これより、FZ 法で Nd 濃度を変えた結晶を短時間で育成して最適濃度を決定し、次に CZ 法で大型結晶を育成して発振実験を行う、世界的に広く適用されているレーザー材料研究の手法の確立に寄与した。Nd, Pr, Eu, Er 付活のセラミックス YAG でも、RE は歪によらずに単結晶と同等の光物性的特性を持つと結論した。Nd: YAG 透明セラミックスの誘導遷移断面積は単結晶と同等であるが、レーザー発振の閾値は FZ 及び CZ 単結晶に比較して依然高いと結論した。

透明化の著しく困難なセラミックスの光物性は、本研究で初めて詳しく調べられたが、試料合成条件と光物性との系統的研究は未解決であり、高いバックグラウンドに関係する粒界の研究等が今後の課題として残されている。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、新しい合成法である浮遊帯域法による単結晶、ならびにこれまで殆ど研究の行なわれていない尿素中和法による透明度の高いセラミックスの  $Y_3Al_5O_{12}$  にドーブした希土類イオンの分光学的な性質を詳細に調べたものである。その結果、歪は残っているものの、希土類イオンのまわりでは、従来のチョクラスキー法による単結晶と比べて、ほぼ同等の結晶度をもち、誘導放出断面積も変わらないことが結論された。本研究は、YAGの光物性に新しい知見をもたらしたものであり、博士（理学）の学位論文として十分価値あるものと認める。