Osaka University Knowledge Archive

Title	紫外線照射によって過渡的に誘起されるYAG結晶中の着色中心の研究
Author(s)	森, 克己
Citation	大阪大学, 1976, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/31806
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

【23】

氏名・(本籍)	森（もり）　克己（かつみ）
学位の種類	理学博士
学位記番号	第 3723 号
学位授与の日付	昭和51年9月29日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	**紫外線照射によって過渡的に誘起されるYAG結晶中の着色中心の研究**
論文審査委員	(主査) 教授 伊達 宗行 (副査) 教授 川村 肇　教授 石黒 政一　助教授 鈴木 勝久 講師 邑瀬 和生　講師 本河 光博

論文内容の要旨

Ndイオンを添加した$Y_3Al_5O_{12}$（Nd: YAG）結晶を紫外領域を含む光で励起した際，レーザ発振しきい値が異常に高くなる現象を見い出した。新しく開発した結合型レーザ発振系を用いて，レーザ発振条件を詳細に調べ，高いレーザ発振しきい値が，紫外線照射によって結晶中に過渡的に誘起された着色中心による吸収損失の増加が原因であることを結論した。紫外線照射によってYAG結晶中に生成した着色中心の光過程を液体窒素温度から室温の範囲で調べた。室温での着色中心の光吸収スペクトルを過渡的光吸収分光法によって測定し，中心波数12×10^3，20×10^3，$28\times10^3\,cm^{-1}$の3本の重ね合った光吸収スペクトルを見い出した（この吸収帯を$E_{1,2,3}$帯と呼ぶ）。

液体窒素温度で紫外線照射した際，$E_{1,2,3}$帯が生成されるが，結晶の温度を−100℃附近まで上昇させると，$E_{1,2,3}$帯の吸収が減少するのが認められた。その際，退色と同時に熱発光が生じ，$E_{1,2,3}$帯の退色過程と発光過程が同一の着色中心から起きることを認めた。$E_{1,2,3}$帯の生成に伴って，単一線よりなる等方的なガウス型のESR信号が観測され，$E_{1,2,3}$帯の生成，退色過程の観測から，ESR信号が$E_{1,2,3}$帯と同じ着色中心によるものであることを認めた。

紫外線照射によって誘起された着色中心と同一の着色中心が附加着色で得られた。附加着色は還元雰囲気条件下の熱処理で得られた。更に酸素雰囲気で附加着色した結晶を熱処理することにより，酸素イオンの拡散に伴って退色することが認められた。これらの実験結果から$E_{1,2,3}$帯は結晶中の酸素イオン空格子に一個とらえられた電子からなる着色中心に帰することができる。

イオンを添加しないYAG結晶は，中心波長255nmの光吸収を示す。ESR，不純物添加した結晶の光吸収スペクトルとの比較から，この光吸収は3価の鉄イオンによることが示される。3価の鉄イオ

ンは紫外線照射の光過程を通じて2価の鉄イオンに変換する。2価の鉄イオンの吸収帯を励起することで，$E_{1,2,3}$帯が生成されるが，この場合は熱的な退色過程に伴った発光は認められない。

これまでの実験結果から，光励起によって酸素イオンあるいは2価の鉄イオンから解放された電子は，結晶中に存在している酸素イオン空格子にとらえられ，$E_{1,2,3}$帯の着色中心を生成し，次に熱的に励起された電子は，酸素イオン空格子から解放され，酸素イオンの空孔中心と発光を伴って再結合する光過程が得られた。

論文の審査結果の要旨

YAG（イットリウム・アルミニウム・ガーネット）に希土類イオンをごくわずか入れた単結晶は固体レーザー素子として重要なものの一つであり，応用面からの関心も高い物質であるが，代表的なイオン結晶の一つとして物性物理学的にも興味をもたれており，かなりの研究が行われている。

森君はこの物質を用いてレーザーの動作を行った際に見られる原因不明の発振効率の低下が何によっておきるかを組織的に研究した。この低下はおそらくは何らかの色中心が発生しておきるものと推定されたが，レーザー動作後の結晶を調べても全く異常は認められなかった。そこで森君はレーザーの光回路中にもう一つのレーザー系をもち込むという新らしい研究方法を開発し，その2つのレーザーを少しづつ発振レベルや発振開始期を変えることにより，ごくわずかな間だけ色中心が作られること，そしてそれが発振効率を低下させていることをつきとめた。彼はさらにこの過渡的な色中必が，レーザー励起用の紫外線照射によって作られた電子1箇をもつ酸素欠陥によるものであることを同定し，これを確認するために，試料の化学的，物理的処理によって安定に作られた酸素欠陥によるスペクトルとの対応を行った。

これらの研究は単にレーザーの技術的改良に役立つばかりではなく，イオン結晶における色中心の物性研究に大きく寄与するものであり理学博士の学位論文として十分な価値があると認められる。