

^{167}Er 添加 $\text{Ca}_2\text{Y}_8\text{Si}_6\text{O}_{26}$ 単結晶の作製と評価**Growth and Characterization of ^{167}Er doped $\text{Ca}_2\text{Y}_8\text{Si}_6\text{O}_{26}$ Single Crystal**NTT 物性基礎研¹, NTT ナノフォトニクスセンタ²○尾身博雄^{1,2}, 俵毅彦^{1,2}, 清水薫¹, 齊藤志郎¹NTT Basic Research Labs.¹, NTT Nanophotonics Center²○H. Omi^{1,2}, T. Tawara^{1,2}, Kaoru Shimizu¹, Shiro Saito¹

E-mail: omi.hiroo@lab.ntt.co.jp

希土類元素添加酸化物結晶は量子光通信を実現するためキーマテリアルの一つである。特に、添加材としてErを用いて通信波長帯での量子光学通信を実現するためには、そのホスト結晶となる酸化物から添加 Er^{3+} イオンのエネルギーレベルを擾乱する電子スピン、核磁気モーメントをできる限り多く取り除く必要がある。このような要請のもと現在最も注目を集めている結晶が Y_2SiO_5 (YSO) である。YSO は電子スピンを持たない閉殻の Y^{3+} , Si^{4+} , O^{2-} イオンにより構成され、しかも、Y の核磁気モーメントは小さく、O の核磁気モーメントは殆どゼロであるため、結果的に YSO は全スピン密度が極めて小さな理想的な非磁性結晶となっている。一方、我々は、極最近 Cz 成長法により YSO 単結晶を作製し、その YSO に添加する Er の同位体を ^{167}Er だけに純化することで、 $^{167}\text{Er}^{3+}$ イオンの超微細構造のエネルギーレベル間の発光を長寿命化できることを示し、量子光学応用において YSO 単結晶への同位体 Er の添加が有用であることを示した。しかし、今後さらに Er 発光の横緩和時間(t_2)の長寿命化を図るためには、Er の同位体制御に加え、この YSO 単結晶をしのぐ良質な量子光学単結晶を開発する必要がある。そこで、今回我々は、この YSO よりも核スピン密度が小さい $\text{Ca}_2\text{Y}_8\text{Si}_6\text{O}_{26}$ アパタイト結晶(空間群 P63/m)に注目し、その単結晶の作製および同位体 ^{167}Er の添加を試みたので、その結果について報告する。 $\text{Ca}_2\text{Y}_8\text{Si}_6\text{O}_{26}$ 単結晶はホスト結晶の原料として高純度の酸化カルシウム(CaO), 酸化イットリウム(Y_2O_3), 酸化シリコン(SiO_2)の粉末、添加材として同位体 ^{167}Er 金属を用い、集光式浮遊体溶融(FZ)法により成長した。Er の添加量は 10 ppm とした。作製した単結晶は、X 線回折、ラマン分光およびフォトルミネッセンス法により評価した。なお、フォトルミネッセンスの測定は室温で行った。FZ 法により作製した単結晶はクラックが含まれている部位と、含まれていない部位とで構成され、クラックのない部位の大きさは約 $\phi 5 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$ であった。このクラックのない部位から得られた X 線回折のピークは $\text{Ca}_2\text{Y}_8\text{Si}_6\text{O}_{26}$ の反射とはほぼ一致し、得られた単結晶がアパタイト構造の $\text{Ca}_2\text{Y}_8(\text{SiO}_4)_6\text{O}_2$ であることを示している。図は、クラックのない $\text{Ca}_2\text{Y}_8\text{Si}_6\text{O}_{26}$ 単結晶の部位から得られた PL スペクトルである。1510 nm のシャープなピークは Er^{3+} イオンの存在を示し、 ^{167}Er が $\text{Ca}_2\text{Y}_8\text{Si}_6\text{O}_{26}$ 単結晶の格子サイトを置換することにより確かに添加されたことを示している。我々が以前 CZ 法により作製した ^{167}Er 添加 YSO 単結晶から得られた PL スペクトルと比較すると、 $^{167}\text{Er}-\text{Ca}_2\text{Y}_8\text{Si}_6\text{O}_{26}$ 単結晶から得られた 1510nm の PL ピークの幅は YSO のメインピークとほぼ同等にシャープであることが分かった。本研究は JSPS 科研費 JP15H04130, JP16H01057 の助成を受けている。

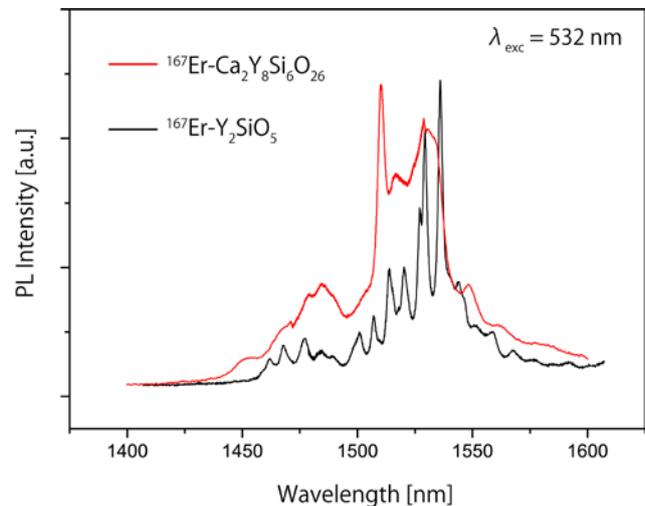


図 PL スペクトル