

酸化エルビウム薄膜における上位準位へのポピュレーション移動

Population transfer to higher states in Er₂O₃ thin films

NTT 物性研¹, NTT ナノフォトニクスセンタ², 北大工³

○俵毅彦^{1,2}, 尾身博雄^{1,2}, A. Najar¹, 鍛冶怜奈³, 足立智³, 後藤秀樹¹

NTT Basic Research Labs.¹, NTT Nanophotonics Center², Hokkaido Univ.³

○T. Tawara^{1,2}, H. Omi^{1,2}, A. Najar¹, R. Kaji³, S. Adachi³, H. Gotoh¹

E-mail: tawara.takehiko@lab.ntt.co.jp

我々は量子情報操作のプラットフォーム材料として酸化エルビウム Er₂O₃ およびそのスカンジウム混晶 (ErSc)₂O₃ における Er 4f 軌道遷移に着目し、これまで MBE エピタキシャル薄膜成長ならびに光物性の評価を進めている[1-3]。特にこれら結晶においては Er イオン間距離が数Åと近接しているため、Er イオン間相互作用等によるポピュレーションの散逸過程を理解し制御することが非常に重要である。今回光励起されたポピュレーションの上位準位への移動について詳細に調べた。

Si(111)基板上に MBE 成長された(Er_xSc_{1-x})₂O₃ (x = 1.0, 0.05, 0.01) 単結晶薄膜について Photoluminescence Excitation (PLE)スペクトルを 4K にて測定を行なった。この時励起波長は Er イオンの ⁴I_{15/2}-⁴I_{13/2} Stark 準位間吸収の範囲内で可変 (1520-1560nm) させ、PL スペクトルは 1.5μm 帯 (⁴I_{13/2}) および上位準位 (⁴I_{11/2}, ⁴I_{9/2}, ⁴F_{9/2}) において検出した。

図に x=1.0 の Er₂O₃ の PLE カラープロットを示す。対称性の異なる 2 つの Er イオンサイト (C₂, C_{3i} サイト) の ⁴I_{13/2} の最低準位である Y₁ 及び Y'₁ を共鳴励起した場合 (図中 A 及び B) のスペクトルに着目すると、A においては多光子過程による ⁴I_{11/2}~⁴F_{9/2} への上方変換発光[4]が見られ、また空間的に離れた C_{3i} サイトからもエネルギー移動による発光 (1548nm 付近) が観測された。一方 B では C_{3i} ⁴I_{13/2} から上位準位となる C₂ ⁴I_{13/2} へのエネルギー移動ともなる発光 (1535nm 付近) が見られるものの、⁴I_{11/2}~⁴F_{9/2} への上方変換発光は強く抑制されることが分かった。このことから上位準位へのポピュレーション移動は、サイト内およびサイト間移動に対し独立で異なるメカニズムであると考えられる。

【謝辞】本研究の一部は JSPS 科研費 24360033 の助成を受けた。

[1] H. Omi *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **51** (2012) 02BG07., [2] T. Tawara *et al.*, Appl. Phys. Lett. **102** (2013) 241918., [3] 俵他, 2013 年応物秋 18p-D6-11., [4] K. Zheng *et al.*, Opt. Lett. **35** (2010) 2442.

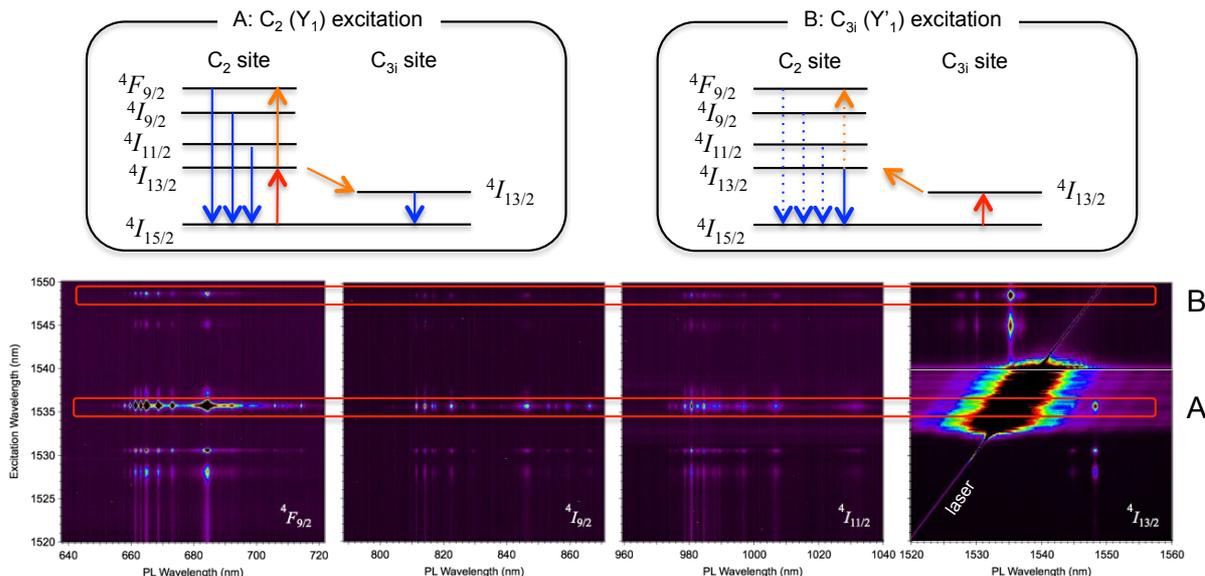


図 Er イオンの ⁴I_{13/2} 励起における PLE カラープロット。A: C₂ サイトの Y₁ 準位、B: C_{3i} サイト Y'₁ 準位の共鳴励起にそれぞれ対応する。