

母体結晶のノンスピバス化を目指したエルビウム添加酸化セリウムの MBE 成長 MBE growth of Er-doped cerium oxide for non-spin bath host crystal

1. NTT 物性科学基礎研究所, 2. 阪大院工, 3. NTT ナノフォトニクスセンタ

○稲葉智宏^{1,2}、俵穀彦^{1,3}、尾身博雄^{1,3}、山本秀樹¹、後藤秀樹¹

1. NTT Basic Research Labs., 2. Osaka Univ., 3. NTT Nanophotonics Center

T. Inaba^{1,2}, T. Tawara^{1,3}, H. Omi^{1,3}, H. Yamamoto¹ and H. Gotoh¹

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

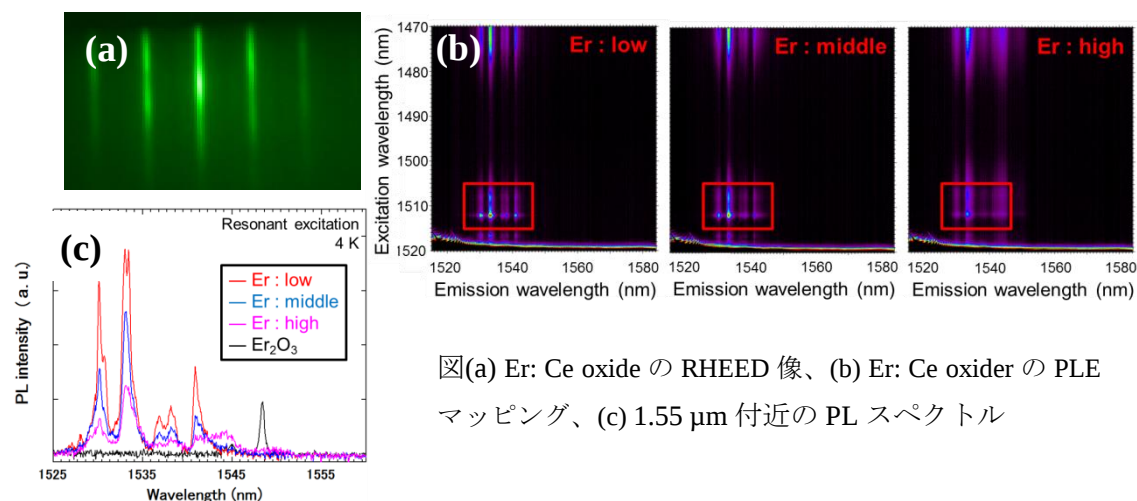
【はじめに】我々は通信波長帯光を用いた量子状態操作のプラットフォームとして酸化エルビウム(Er_2O_3)に着目し、光学特性を評価してきた[1]。特に、量子メモリとしての応用のため Er 原子の横緩和時間(τ_2)の長寿命化を目指している。 Er_2O_3 は Er 濃度が 10^{22}cm^{-3} と高く、Er 原子が近接するために Er 原子間での相互作用が起こり τ_2 は小さい。酸化スカンジウム(Sc_2O_3)に Er を添加することで相互作用の抑制には成功したものの、Sc 原子の核スピンにより Er の電子状態が擾乱され、 τ_2 の長寿命化は困難である[2]。そこで、母体結晶を核スピンのないセリウム原子で構成する(ノンスピバス化)ことで τ_2 の長寿命化を実現するために、Er 添加酸化セリウム(Er:Ce oxide)のエピタキシャル成長を検討したので報告する。

【実験方法】試料は MBE 法により Si(111)基板上に作製した。原料として Er 金属、Ce 金属、O ラジカルを用いた。成長膜は、RHEED, Photoluminescence Excitation (PLE), PL により評価した。光学測定の際には Er を波長可変レーザーで共鳴励起した。

【実験結果】図(a)にフラックス比、成長温度を最適化した Er: Ce oxide の RHEED を示す。二次元成長を示唆するストリークパターンを観測し、原子層レベルで平坦な成長に成功した。Er フラックスを変化させた Er: Ce oxide の、 $^4I_{13/2}$ 準位付近で励起波長を掃引した際の 4K における PLE マッピングを図(b)に示す。Ce Oxide 中の Er 濃度を変えても赤枠内の Er のエネルギー準位構造が変化しないことから、Er: Ce oxide 中の特定のサイトに再現性良く Er を添加できていることが確認された。図(c)に 4 K における $1.55\text{ }\mu\text{m}$ 付近の PL 測定の結果を示す。参考試料である Er_2O_3 と比較して、Er: Ce oxide の Er 濃度が小さい試料ほど発光強度が増大、発光ピークが狭線幅化することから、Er 濃度低下による相互作用の抑制を示唆する結果が得られた。よって、Er: Ce oxide は τ_2 の長寿命化を実現するために、有望な材料であることが確認された。

【謝辞】本研究は JSPS 科研費 JP15H04130、JP16H01057、JP16H03821 の助成を受けたものです。

[1] T. Tawara *et al.*, Appl. Phys. Lett. **102**, 241918 (2013). [2] A. M. Tyryshkin, *et al.*, Nature Mater. **11**, 143 (2012).



図(a) Er: Ce oxide の RHEED 像、(b) Er: Ce oxide の PLE マッピング、(c) $1.55\text{ }\mu\text{m}$ 付近の PL スペクトル