

(Er_{1-x}Sc_x)₂O₃ MBE 成長膜中 Er 置換サイトの Er 濃度依存性**Concentration dependence of occupation sites of Er³⁺ ions in (Er_{1-x}Sc_x)₂O₃ films**NTT 物性基礎研¹, NTT ナノフォニクスセンタ², 北大院工³○尾身博雄^{1,2}, 俵毅彦^{1,2}, 鍛冶怜奈³, 足立智³, 後藤秀樹¹NTT Basic Research Labs.¹, NTT Nanophotonics Center², Hokkaido Univ.³○H. Omi^{1,2}, T. Tawara^{1,2}, R. Kaji³, S. Adachi³, H. Gotoh¹

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

Er を添加したピクシバイト構造の M₂O₃ 結晶(M=Y, Sc, 希土類)は、通信波長帯の光増幅および発光材料としてシリコンフォトニクスおよび通信波長帯の量子光学デバイスの分野で注目を集めている。このピクシバイト構造には異なる 2 つの結晶サイトが存在し (ピクシバイト構造では C₂ サイトは C_{3i} サイトの 3 倍存在する。)、Er がそのどちらのサイトに存在するかで光物性が異なるため [1, 2]、混晶中での Er の置換サイトを明らかにすることは重要である。前回我々は Si(111)上に分子線エピタキシャル成長(MBE)で成長した(Er_{1-x}Sc_x)₂O₃ の単結晶薄膜に対し EXAFS 測定を行い、膜中の Er の濃度が 1.2 at% の時、Er はピクシバイト構造の異なる結晶サイト (C_{3i} と C₂ サイト) の内で特に C_{3i} サイトを優先的に占有することを局所構造解析により明らかにした。今回は、Er の濃度を変えた試料に対して EXAFS 測定を行い、Er の占有サイトの Er 濃度依存性を調べたので、その結果を報告する。

(Er_{1-x}Sc_x)₂O₃ の混晶膜は反射光電子回折を備えた MBE チャンバー内で Er₂O₃ と Sc₂O₃ を電子線蒸着法で同時に蒸着することにより成長した。基板には Si(111)を用い、Er₂O₃ と Sc₂O₃ の蒸着前に化学処理した Si を超高真空中で加熱し、(7×7) 清浄表面を出現させた。(Er_{1-x}Sc_x)₂O₃ 膜中の Er の濃度は Er₂O₃ と Sc₂O₃ の蒸着速度により制御した。X 線吸収微細構造法(EXAFS)および斜入射 X 線回折の測定は SPring-8 のビームライン BL8, BL15, BL24 で行った。EXAFS スペクトルは転換電子収量法により測定し、スペクトル解析には Athena と Artemis を用いた。Er-L₃ と Sc-K 端で得られる EXFAS スペクトルに対して、前回と同様に、C_{3i} サイト優先占有モデル、C₂ サイト優先占有モデル、および C_{3i} と C₂ サイト混合占有モデルに基づいて理論曲線と一致するようにフィッティングを行った。

その結果、(Er_{1-x}Sc_x)₂O₃ 膜中の Er 濃度が 2.1 at% の場合は、前回の 1.2 at% の場合と同様に、EXAFS スペクトルは C_{3i} 占有モデルでフィットすることができた。ところが、Er 濃度が 4.2 at% の場合には、C_{3i} 占有モデルでは十分にフィットできず、C_{3i} と C₂ サイト混合占有モデルでのフィッティングで R 因子を下げるすることができた。Er 濃度が 24.3 at% の場合も同様に C_{3i} と C₂ サイト混合占有モデルでフィットすることができたが、この濃度では C_{3i} と C₂ サイトの占有率が 4.2 at% の場合とは異なっていた。以上の局所構造解析の結果は、(Er_{1-x}Sc_x)₂O₃ 膜中の Er は 2.1 at% までは C_{3i} サイトを優先的に占有し、4.2 at% 以上では C_{3i} サイトに加え C₂ サイトを占有し始めることを示唆している。

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

[1] H. Omi, T. Tawara, T. Hozumi, R. Kaji, S. Adachi, H. Gotoh, and T. Sogawa, Proceedings of 2nd International Conference on Photonics, Optics and Laser Technology, pages 175-179 (2014).

[2] T. Tawara, T. Omi, T. Hozumi, R. Kaji, S. Adachi, H. Goto, and T. Sogawa, Appl. Phys. Lett. **102**, 241918 (2013).