

Sm 添加 TiO₂ 薄膜の PL 特性と局所構造解析Photoluminescence and local structure analysis of Sm-doped TiO₂ thin films趙新為¹, 櫻井淳平¹, 大槻卓也¹, 相澤 豊¹, 原子進¹, 平尾法恵²¹東理大理, 〒162-8601 東京都新宿区神楽坂 1-3²日本原子力研究開発機構, 〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根 2-4Xinwei Zhao¹, Junpei Sakurai¹, Takuya Ohtsuki¹, Yutaka Aizawa¹, Susumu Harako¹, Norie Hirao²,¹Advanced Device Laboratories and Department of Physics, Tokyo University of Science, Shinjuku, Tokyo 162-8601, Japan²Japan Atomic Energy Agency (JAEA), Naka, Ibaraki, 319-1195, Japan

1 はじめに

酸化物半導体である TiO₂ はアナターゼ型(A 型)で 3.2 eV、ルチル型(R 型)で 3.0 eV のワイドバンドギャップを持ち、可視領域の発光に対し母材として有効利用できる。結晶構造の制御された TiO₂ 薄膜に Sm を添加した試料は室温でも強く発光し、その発光は結晶構造依存性を示している。この原因は Sm 周辺の局所構造にあると考えられる。今回、XAFS を用いて局所構造の解析を行ったので報告する。

2 実験

Sm 添加 TiO₂ 薄膜は Q スイッチ YAG(第 4 高調波:266 nm)を用いたレーザーアブレーション法により作製した。アブレーションターゲットは TiO₂:Sm₂O₃(1 wt%:7.38×10¹⁹/cm³)、酸素雰囲気中(1×10⁻² Torr)及び真空中(1×10⁻⁷ Torr)において Si(100)基板上に 300 nm 積層した。その後、光学活性化のため酸素雰囲気中でアニール処理(A 型:650 °C, 5 min, R 型:600 °C, 30 min)を施し、XRD 測定から結晶構造の決定と結晶性の評価を行った。発光特性の評価には PL 測定、局所構造の評価には蛍光 XAFS を用いた。XAFS は Sm L₃ 吸収端及び Ti K 吸収端の測定を行った。

3 結果および考察

XRD の結果から、試料はそれぞれ、A 型、R 型の結晶構造を示した。Fig.1 に可視領域の室温 PL スペクトルを示す。A 型、R 型ともに Sm³⁺イオンの鋭い発光が見られたが、波長 613 nm における強度(A 型が R 型の 40 倍)及びスペクトル形状が異なり、Sm 周辺の対称性が変化していると考えられる。Sm の L₃ 吸収端における XAFS 測定の結果から XAFS スペクトルの振動部分を抽出し、フーリエ変換を行って

得られた動径構造関数を Fig.2 に示す。アニール処理前後及び TiO₂ の結晶構造の異なる試料で第一隣接元素の配位距離及び配位数に違いが現れた。この発光中心周辺の局所構造変化が発光特性に影響を及ぼしていると考えられる。

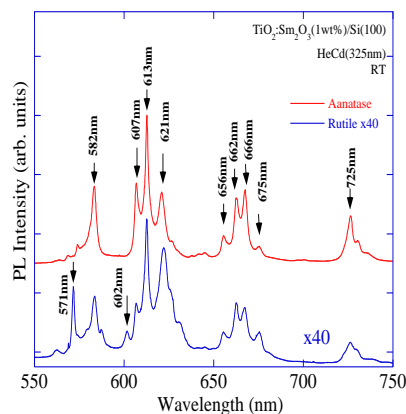


Fig.1. PL spectra of Sm in annealed TiO₂ thin films.

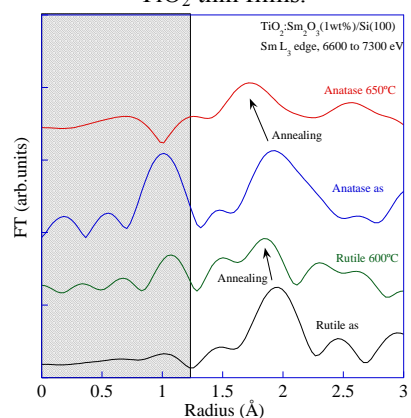


Fig.2. Radial structural function around Sm of Sm-doped TiO₂ thin films

参考文献

- [1] T. Tsukuba *et al.*, *Nature* 800, 12 (2020).
 [2] I. Oho and S. Sakura, *Phys. Rev. Lett.* 120, 10101 (2018).

E-mail: xwzhao@rs.kagu.tus.ac.jp