

# パイロクロア型 $\text{Sn}_2\text{Ta}_2\text{O}_7$ エピタキシャル薄膜のトポタクティック窒化

## Topotactic nitridation of pyrochlore $\text{Sn}_2\text{Ta}_2\text{O}_7$ epitaxial thin films

東大院理<sup>1</sup>, UTTAC<sup>2</sup>, 福本通孝<sup>1</sup>, 廣瀬晴<sup>1</sup>, 土井雅人<sup>1</sup>, 杉澤悠紀<sup>2</sup>, 関場大一郎<sup>2</sup>, 長谷川哲也<sup>1</sup>

Univ. of Tokyo<sup>1</sup>, UTTAC<sup>2</sup>, M. Fukumoto<sup>1</sup>, Y. Hirose<sup>1</sup>, M. Tsuchii<sup>1</sup>, Y. Sugisawa<sup>2</sup>, D. Sekiba<sup>2</sup>, and T. Hasegawa<sup>1</sup>

E-mail: [pon@chem.s.u-tokyo.ac.jp](mailto:pon@chem.s.u-tokyo.ac.jp)

**【背景】** パイロクロア型  $\text{Sn}_2\text{Ta}_2\text{O}_7$  は正孔ドーブにより p 型透明導電性を示すワイドギャップ半導体である [1]。また、正孔のヘビードーブによるフラットバンド強磁性の発現が第一原理計算から予想されている [2]。導電性や強磁性の発現に大きく関わる価電子帯上端は主に  $\text{Sn}^{2+}$  の 5s 軌道から成るため、そのネットワークを保ちつつ正孔をドーブするには、Ta または O サイトへアクセプタ不純物を置換する必要がある。前回の実験報告 [3] では、 $\text{Sn}_2\text{Ta}_2\text{O}_7$  の成膜中に N ラジカルを供給することで N 導入を試みたが、Sn の蒸発が促進されて Sn/Ta 比の大幅な減少がみられた。今回は化学量論組成の  $\text{Sn}_2\text{Ta}_2\text{O}_7$  エピタキシャル薄膜を前駆体として、 $\text{NH}_3$  ガスフロー下での熱処理によるトポタクティック N 導入を試みたので報告する。

**【実験】**  $\text{Sn}_2\text{Ta}_2\text{O}_7$  (100) エピタキシャル薄膜はパルスレーザー堆積法により YSZ (100) 基板上に作製し、 $\text{NH}_3$  ガスフロー下で 1 時間、600 °C で反応させた。薄膜の結晶構造は X 線回折 (XRD)、化学組成はエネルギー分散型 X 線分光 (EDX) 法により評価した。

**【結果と考察】** 図 1 に前駆体薄膜と  $\text{NH}_3$  処理後薄膜の 222 および 400 回折ピークを示す。222 ピークの位置は  $\text{NH}_3$  処理前後で変化していないのに対し、400 ピークは  $\text{NH}_3$  処理によって広角側にシフトしており、パイロクロア構造を保ちつつ c 軸長が減少したことが分かった。図 2 に Ta M 線で規格化した前駆体薄膜と  $\text{NH}_3$  処理後薄膜の EDX スペクトルを示す。Sn/Ta 比は処理前後で変化が見られないのに対し、 $\text{NH}_3$  処理によって O は減少、N は増加していることを確認した。以上の結果は、N が  $\text{Sn}_2\text{Ta}_2\text{O}_7$  の O サイトに置換していることを示唆している。当日は O/N 比の制御や電気特性についても議論する予定である。

**【謝辞】** 本研究は科研費 16H06438, 16H06441, 19K22227 の助成を受けて実施された。

**【参考文献】** [1] N. Kikuchi *et al.*, Phys. Rev. Mater. 1, 021601R (2017). [2] I. Hase *et al.*, Phys. Rev. Lett. 120, 196401 (2018). [3] 福本他, 第 67 回応用物理学会春季学術講演会, 13a-PA3-16 (2020)

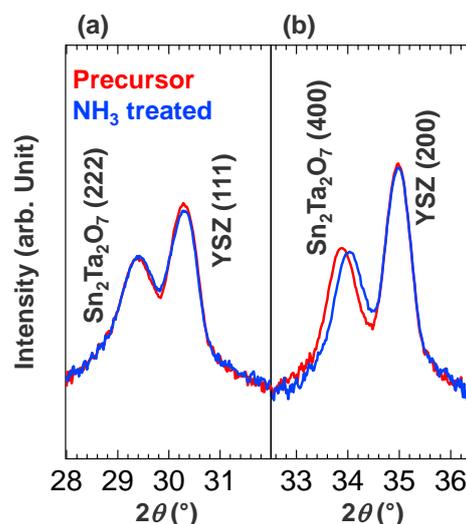


Fig. 1 (a) Asymmetric and (b) out-of-plane X-ray diffraction patterns of the pyrochlore  $\text{Sn}_2\text{Ta}_2\text{O}_7$  film before (red) and after (blue) the  $\text{NH}_3$  treatment.

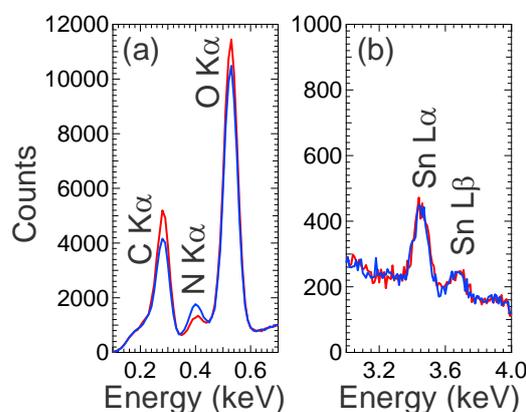


Fig. 2 EDX spectra near (a) O  $K\alpha$ , N  $K\alpha$  and (b) Sn  $L\alpha$  peaks of the pyrochlore  $\text{Sn}_2\text{Ta}_2\text{O}_7$  film before (red) and after (blue) the  $\text{NH}_3$  treatment, normalized by Ta M peak.