

## 多層膜固相エピタキシー法により合成した $\text{La}_2\text{O}_2\text{Sb}$ 薄膜の電気伝導 Electrical conduction of $\text{La}_2\text{O}_2\text{Sb}$ thin films grown by multilayer solid-phase epitaxy

東北大理<sup>1</sup>, 東北大WPI-AIMR & CRC, CSIS, CSRN<sup>2</sup> <sup>○</sup>山本裕貴<sup>1</sup>, 河底秀幸<sup>1</sup>, 福村知昭<sup>1,2</sup>

Tohoku Univ.<sup>1</sup> <sup>○</sup>Yuki Yamamoto<sup>1</sup>, Hideyuki Kawasoko<sup>1</sup>, Tomoteru Fukumura<sup>1</sup>

E-mail: yuki.yamamoto.r3@dc.tohoku.ac.jp

$\text{Sb}$  正方格子と  $\text{La}_2\text{O}_2$  層からなる層状物質  $\text{La}_2\text{O}_2\text{Sb}$  は、多結晶バルク試料の場合、 $\text{Sb}$  正方格子が歪んで  $\text{Sb}$  二量体を形成して絶縁体となる [1]。一方、第一原理計算では、 $\text{Sb}$  正方格子の歪み緩和による金属化が予想されている [2]。そのため、 $\text{La}_2\text{O}_2\text{Sb}$  エピタキシャル薄膜では、基板からのエピタキシャル力によって  $\text{Sb}$  正方格子の歪みが緩和されれば、金属状態の実現が期待できる。実際、多層膜固相エピタキシー法により合成した  $\text{La}_2\text{O}_2\text{Sb}$  エピタキシャル薄膜では、多結晶バルク試料の約 1/5,000 の極めて低い電気抵抗率 (300 K) が実現している [3]。本研究では、多層膜固相エピタキシー法における反応時の加熱温度を制御することで、 $\text{La}_2\text{O}_2\text{Sb}$  エピタキシャル薄膜の結晶性を改善し、電気抵抗率のさらなる低減を実現したので報告する。

マグネトロンスパッタ法により、 $\text{La}$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Sb}$  の 3 つのターゲットを用い、室温で  $\text{MgO}(001)$  単結晶基板上に多層膜前駆体 [ $\text{La}_2\text{O}_3$  (2.4 nm)/ $\text{La}$  (40 nm)/ $\text{La}_2\text{O}_3$  (2.4 nm)/ $\text{Sb}$  (30 nm)]<sub>2</sub> を成膜した。その後、異なる温度で 11 分間、多層膜前駆体を加熱し、 $\text{La}_2\text{O}_2\text{Sb}$  の固相エピタキシャル成長を行った。なお、すべてのプロセスは、 $2.0 \times 10^{-2}$  Torr のアルゴン雰囲気中で行った。

X 線回折測定から、 $650^\circ\text{C}$  では  $\text{La}_2\text{O}_2\text{Sb}$  多結晶が形成した。さらに加熱温度を上げることでエピタキシャル成長が始まり、 $950^\circ\text{C}$  で完全なエピタキシャル薄膜になることがわかった。 $\text{La}_2\text{O}_2\text{Sb}$  の電気抵抗率 (300 K) は、多結晶薄膜はバルク多結晶の約 1/2,000 に低減し、エピタキシャル薄膜の成分の増加により、電気抵抗率は単調に減少した (Fig. 1)。完全なエピタキシャル薄膜の電気抵抗率 (300 K) は、多結晶バルク試料の約 1/20,000 で、電気抵抗率は温度依存性がほとんどない縮退半導体的な挙動を示した。エピタキシャル薄膜化で、より金属的になったと考えられる。

[1] P. L. Wang *et al.*, *J. Am. Chem. Soc.* **134**, 1426 (2012).

[2] H. Kim *et al.*, *Phys. Rev. B* **93**, 125116 (2016).

[3] 山本裕貴 他, 第 66 回応用物理学会春季学術講演会 9p-PA1-3.

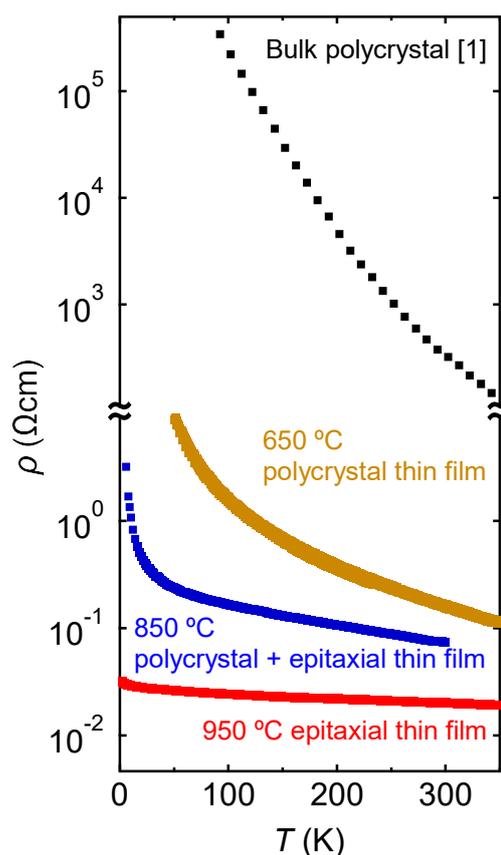


Fig. 1. Temperature dependence of electrical resistivity for  $\text{La}_2\text{O}_2\text{Sb}$  thin films with different heating temperatures.