

PLD 法によるアンチペロブスカイト型酸化物 Ca_3SnO 薄膜の作製

Growth of antiperovskite-type oxide Ca_3SnO thin film by pulsed laser deposition

簗原 誠人^{1,2,*}、湯川 龍¹、北村 未歩¹、熊井 玲児^{1,2}、村上 洋一^{1,2}、組頭 広志^{1,2}
¹高エネルギー加速器研究機構 放射光科学研究施設, 〒305-0801 つくば市大穂 1-1
²総合研究大学院大学 物質構造科学専攻, 〒305-0801 つくば市大穂 1-1
 Makoto Minohara^{1,2,*}, Ryu Yukawa¹, Miho Kitamura¹, Reiji Kumai^{1,2},
 Youichi Murakami^{1,2} and Hiroshi Kumigashira^{1,2}

¹Photon Factory, High Energy Accelerator Research Organization, Tsukuba, Ibaraki 305-0801, Japan

²Department of Materials Structure Science, SOKENDAI (The Graduate University for Advanced Studies), Tsukuba, Ibaraki 305-0801, Japan

1 はじめに

近年、アンチペロブスカイト型酸化物 A_3BO ($A = \text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba}$, $B = \text{Pb}, \text{Sn}$) における Dirac コーンが存在が理論計算により予言され、新たな Dirac 電子系の候補物質として注目されている[1]。 A_3BO が Dirac 電子系であることを実証するためには、角度分解光電子分光測定 (ARPES 測定) による電子状態評価が必要不可欠である。そのため、清浄かつ高品質なエピタキシャル薄膜表面が必要となるが、これまで A_3BO 薄膜の報告例は非常に少ない[2,3]。そこで本研究では、 A_3BO 薄膜の1つである Ca_3SnO 薄膜の作製条件最適化を行ったので、その結果について報告する。

2 実験

Ca_3SnO 薄膜はパルスレーザー堆積法によりイットリア安定化ジルコニア (YSZ) (001)基板上により作製した。作製中の基板温度、酸素分圧、およびレーザーアブレーション条件をパラメーターとして、薄膜作製の最適化を行った。試料の結晶性を評価するため、KEK-PF BL-7C に独自に設置した RIGAKU Smart Lab.を用いて、放射光 X 線回折測定 (XRD) を行った。作製した試料の X 線回折測定では、表面保護層として金を蒸着した。

3 結果および考察

図1に、基板温度 $700\text{ }^\circ\text{C}$ 、酸素分圧 1×10^{-7} Torr の雰囲気下で作製した試料の高速電子線回折 (RHEED) パターンを示す。平坦な試料表面を反映するストリークパターンが得られていることが見てとれる。次に、作製した試料の結晶性およびエピタキシャル関係を調べるために行った XRD の測定結果を図2に示す。 $2\theta = 37.4^\circ$ 付近に Ca_3SnO 薄膜由来の明瞭なピークが観測されるが、 32.2° 付近に

Ca_2SnO_4 と考えられる異相がわずかに含まれている (図2(a))。一方 ϕ スキャン (図2(b)) では、薄膜・YSZ 基板共に4回対称の{202}回折ピークが観測され、同じ角度に現れていることから、基板に対して cube-on-cube でエピタキシャル成長していることがわかった。

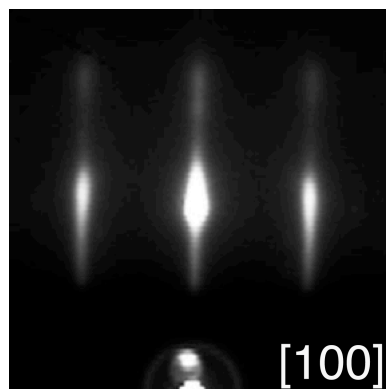


図1 最適条件下で作製した Ca_3SnO 薄膜の RHEED パターン

4 まとめと今後の展望

以上の結果より、製膜条件の最適化によって YSZ 基板上に Ca_3SnO 薄膜の成長が可能であることが明らかとなった。しかしながら、本質的な電子状態評価の妨げとなる不純物が存在しているため、さらなる条件最適化が必要である。今後は、放射光光電子分光を用いた表面化学状態評価・組成評価を行うことにより、ARPES 測定に必要な品質の清浄単結晶表面が得られる試料成長条件を探索していく。

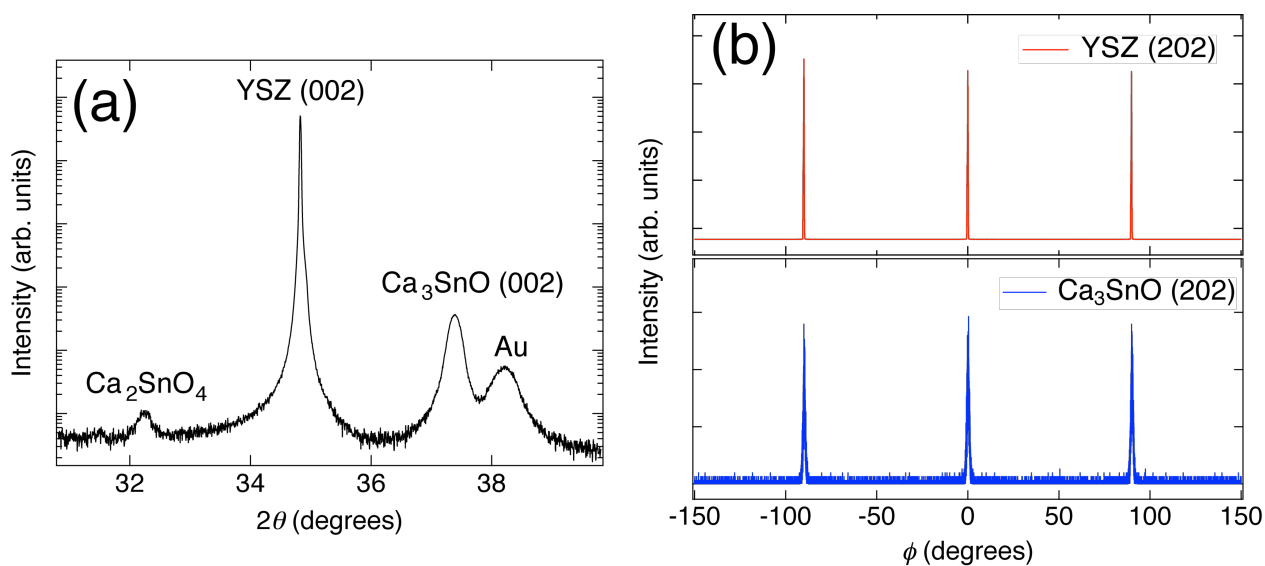


図2 作製した試料のXRDパターン (a) 2θ-θスキャン、および (b) (202)回折におけるφスキャン測定結果

参考文献

- [1] T. Kariyado, and M. Ogata, J. Phys. Soc. Jpn. **80**, 083704 (2011).
- [2] Y. F. Lee, F. Wu, R. Kumar, F. Hunte, J. Schwartz, and J. Narayan, Appl. Phys. Lett. **103**, 112101 (2013).
- [3] D. Samal, H. Nakamura, and H. Takagi, APL Mater. **4**, 076101 (2016).

成果

1. 簗原 誠人、湯川 龍、組頭 広志、「PLD 法によるアンチペロブスカイト型酸化物 Ca₃SnO 薄膜の作製」、第 64 回応用物理学会春季学術講演会

* minohara@post.kek.jp