

パルスレーザー堆積法による Ti₂O₃ エピタキシャル薄膜作製条件の最適化

Optimization of the synthesis conditions for Ti₂O₃ epitaxial thin films using pulsed laser deposition

東北大多元研 °長谷川 直人, 志賀 大亮, 吉松 公平, 組頭 広志

IMRAM, Tohoku Univ. °Naoto Hasegawa, Daisuke Shiga, Kohei Yoshimatsu, Hiroshi Kumigashira

E-mail: naoto.hasegawa.p4@dc.tohoku.ac.jp

【はじめに】酸化チタンは酸素量によって様々な結晶構造・価数を取り、超伝導や金属絶縁体転移 (MIT) など多彩な物性を示す。特に Ti₂O₃ は室温よりも遥かに高い温度で MIT[1] を示し、VO₂ と比較して安価で無毒なことから、新たな電子材料として期待されている。しかしながら、成膜条件により酸化チタン薄膜中の酸素組成が大きく変化するため、Ti₂O₃ 薄膜の厳密な組成制御は困難である。これまで合成報告[2]はあるものの、Ti₂O₃ エピタキシャル薄膜の最適な作製条件は不明である。本研究では、パルスレーザー堆積法を用いて様々な基板温度・酸素分圧下で酸化チタン薄膜合成を行い、Ti₂O₃ エピタキシャル薄膜の成長条件最適化ならびに薄膜表面の電子状態、輸送特性の評価を行った。

【実験方法】酸化チタン薄膜は、Ti₂O₃ 焼結体ターゲットを用いて、パルスレーザー堆積法により α -Al₂O₃(0001)基板上に合成した。基板温度は 800°C から 1100°C、酸素分圧は 1×10^{-7} Torr から 5×10^{-6} Torr まで変化させて合成条件の最適化を行った。X 線回折により薄膜の結晶構造を同定し、電気伝導性の評価とその場光電子分光測定による薄膜の電子状態観測を行った。

【結果と考察】 Figure 1 に基板温度を 1000°C に固定し、異なる酸素分圧下で作製した酸化チタン薄膜の X 線回折パターンを示す。酸素分圧 5×10^{-7} Torr の合成条件において、 $2\theta \sim 39.1^\circ$ 付近に薄膜の回折ピークが観測されたことから、(0001)配向した Ti₂O₃ のエピタキシャル成長が確認された。さらに高い酸素圧力条件下では酸化が完全に進行し、ルチル型 TiO₂ 薄膜が得られた。一方で、酸素分圧を 1×10^{-7} Torr まで低下させたところ、 $2\theta \sim 37.5^\circ$ 及び 37.8° 付近に薄膜の回折ピークが観測され、(111)配向の TiO と (011)配向の γ -Ti₃O₅ の共晶薄膜が成長していることが明らかとなった。以上のように 10^{-7} Torr オーダーの厳密な酸素分圧制御を行うことで、酸化チタンの結晶相を制御できることが明らかになった。発表では、得られた薄膜の詳細な物性に関して議論する。

[1] F. J. Morin, Phys. Rev. Lett. **3**, 34 (1959).

[2] H. Kurokawa *et al.*, J. Appl. Phys. **122**, 055302 (2017).

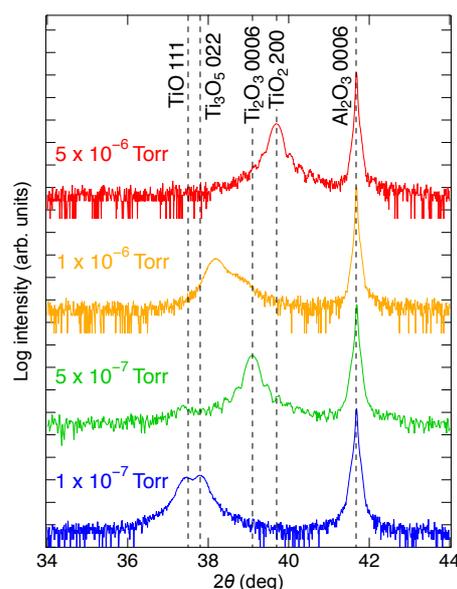


Fig. 1. Out-of-plane XRD patterns of titanate films grown under various oxygen partial pressure.