

酸素ラジカルを用いて作製した $\text{TiO}_{2-\delta}$ スパッタ薄膜の局所構造・電気特性Electrical and Structural Properties of $\text{TiO}_{2-\delta}$ Thin Film Prepared by Sputtering Using Oxygen Radical¹東理大理, ²高エネ研 川村欣也¹, 鈴木直哉¹, 土屋敬志¹, 小林正起², 組頭広志², ○樋口透¹¹Tokyo Univ. of Sci. ²KEK K. Kawamura¹, N. Suzuki¹, T. Tsuchiya¹, M. Kobayashi², H. Kumigashira², ○T. Higuchi¹

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

【序論】 $\text{TiO}_{2-\delta}$ 薄膜はキャリア元素の置換により、伝導性・磁性を有することから、透明電極やスピントロニクス素子への応用が可能である。さらに、キャリア・欠陥・格子制御により電子伝導性に加えイオン伝導性も発現することから、トランジスタやメモリー素子への応用も期待できる。本研究では酸素ラジカルを反応性ガスに用いたスパッタ法により、酸素欠陥と結晶格子を制御した $\text{TiO}_{2-\delta}$ 薄膜を作製し、構造・電気特性の評価から、新たな知見を得たので報告する。

【実験方法】 $\text{TiO}_{2-\delta}$ スパッタ薄膜は、 $\text{Al}_2\text{O}_3(0001)$ 基板上に $100\sim 500^\circ\text{C}$ の基板温度で作製した。反応性ガスとして酸素ラジカルを用い、ラジカルガン内の酸素分圧 (PO_2) を変化させた。作製した薄膜は X 線回折 (XRD) と光電子分光により構造評価を行い、Pt 電極を用いて酸素雰囲気下での伝導度測定と I - V 特性を評価した。

【結果・考察】図1は、基板温度を 300°C に固定し、成膜時のラジカルガンの酸素分圧を変えた TiO_2 薄膜の XRD である。酸素分圧を変えると Anatase の配向性が変わった。基板温度を変えることで同じ傾向が見られる。さらに、膜に含まれる酸素量が変わることを XPS で確認しており、酸素ラジカル成膜が結晶の配向性に大きく影響した可能性がある。

図2及び表1は、 $\text{TiO}_{2-\delta}$ 薄膜の伝導度のアレニウスプロットである。半導体的なふるまいをしている。傾きから活性化エネルギーを求め、有効質量を代入することでキャリア密度 n や移動度 μ を表1のように求めた。配向性の違いによって n と μ に違いが見られる。ラジカルガン内の酸素分圧を上げることで、伝導度が良くなる方へ結晶配向性が変化している。これは、生成された酸素欠陥がドナー電子を生み出す要因になっていることを示唆する。

図3はクロスポイント構造を持つ $\text{TiO}_{2-\delta}$ 薄膜の I - V 特性である。図に示したように、膜に対して垂直成分の伝導度を測定した。 TiO_2 は酸素欠陥を生成することでイオン伝導性を示すため、直流電圧の印加によって酸素空孔が電極表面に堆積し、伝導性フィラメントを作ることによってダイオード特性が得られる。この特性は電極の正負を変えても同じようになるため、スイッチング素子としての機能性をもっている。

当日は、電子構造の結果も示し、 $\text{TiO}_{2-\delta}$ 薄膜の電気特性の詳細について報告する。

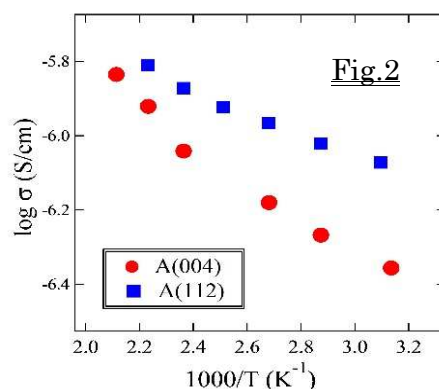
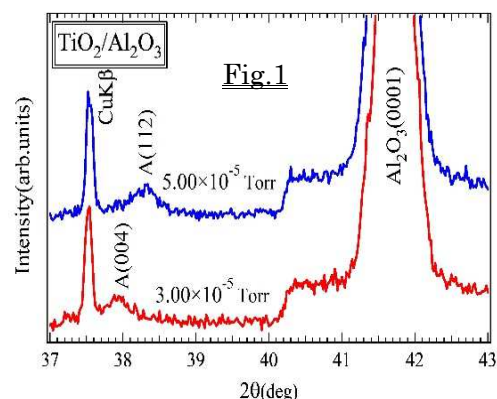


Table. 1

	n [$1/\text{cm}^3$]	μ [cm^2/Vs]
A(004)	1.4×10^{20}	1.9×10^{-8}
A(112)	3.9×10^{20}	1.0×10^{-8}

