

MOD 法により作製したペロブスカイト $RENiO_3$ 薄膜のエピタキシャル効果Epitaxial strain effect in perovskite $RENiO_3$ thin films prepared by MOD農工大¹, 産総研² ○池田 愛¹, 富樫 理恵¹, 真部 高明², 内藤 方夫¹TUAT¹, AIST², ○Ai Ikeda¹, Rie Togashi¹, Takaaki Manabe², Michio Naito¹

E-mail: 50012834101@st.tuat.ac.jp

【はじめに】ペロブスカイト構造 $RENiO_3$ は、銅酸化物高温超伝導体の母物質と同じ電荷移動型絶縁体である。 RE のイオン半径が大きくなるにつれて、Ni-O-Ni の結合角が大きくなり電荷移動 (CT) ギャップが閉じるため、より低温で金属絶縁体 (M-I) 転移が現れる。最もイオン半径の大きい $LaNiO_3$ のみが 4.2 K まで金属伝導を示す。 La より小さい RE では、高酸化状態をとる Ni^{3+} の安定化には一般に高温・高酸素分圧が必要となる。一方で、薄膜ではエピタキシーの効果のために種々の RE に対して $RENiO_3$ が比較的容易に得られることが報告されている。今回、我々は簡便な薄膜合成法である塗布熱分解法を用いて、様々な基板上に $RENiO_3$ 単結晶薄膜 ($RE = La, Pr, Nd, Sm, Eu$) を合成し、そのエピタキシャル歪み効果について調べたので報告する。

【実験】塗布熱分解法を用いて (001)LaAlO₃(LAO)、(110)NdGaO₃(NGO)、(001)SrTiO₃(STO)基板上に $RENiO_3$ 薄膜を作製した。酸素またオゾン 1 気圧下で 900-650°C/1 時間本焼成を行い、その後 300°C まで雰囲気を保ったまま徐冷した。得られた薄膜に対して、4 端子法による抵抗率測定及び XRD 測定を行った。

【結果】 $RE = La, Pr, Nd, Sm, Eu$ に対して、全ての基板上で $RENiO_3$ 単結晶薄膜が得られた。図 1 に PrNiO₃ 薄膜の逆格子マップを示す。PrNiO₃ と格子整合する LAO、NGO 基板上では、基板と薄膜の面内格子定数がほぼ一致していることがわかる。一方で、格子ミスマッチの大きい PrNiO₃/STO では、エピタキシャル歪みの緩和が観測される。図 2 にこれらの薄膜の抵抗率の温度依存性を示す。LAO 基板上に作製した PrNiO₃ 薄膜では 4.2 K まで M-I 転移が抑制されている。エピタキシャル歪みとポアソン効果により Ni-O-Ni 結合角が増大し、CT ギャップが閉じたことで金属伝導領域が拡大したと考えられる。歪みが緩和している PrNiO₃/STO 薄膜でも M-I 転移温度の減少が観測されている。この理由は結晶性の低下及び酸素欠損を反映したものだと考えられる。一方、NGO 基板上ではバルクと同程度の M-I 転移温度が観測されており、塗布熱分解法は高品位 $RENiO_3$ 薄膜を得るのに有利な方法であると言える。

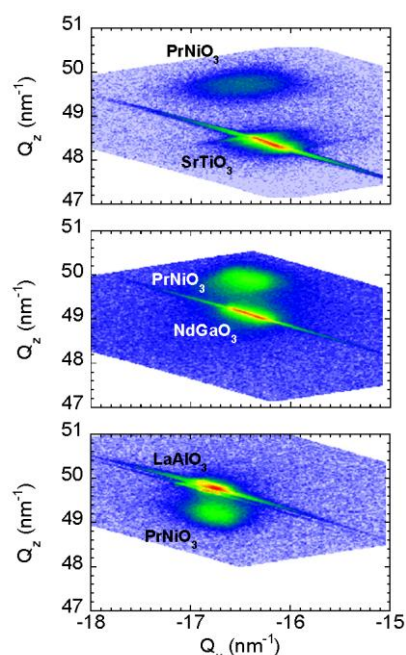


図 1. PrNiO₃ 薄膜の(103)面の逆格子空間マッピング。破線は基板のピーク位置を示す。

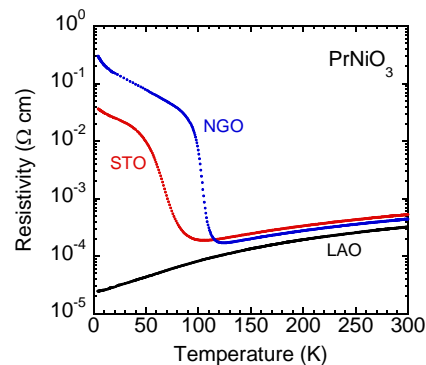


図 2. PrNiO₃ 薄膜の抵抗率特性。