

La ドープによる BaTiO₃ 薄膜の金属絶縁体転移Metal-insulator transition in BaTiO₃ thin film via La doping東北大金研¹, 理研基幹研 CMRG&CERG², 東大新領域³, 東大院工⁴松原雄也^{1,2}, 高橋圭², 塚崎敦³, 川崎雅司^{2,4}, 十倉好紀^{2,4}IMR, Tohoku Univ.¹, RIKEN ASI CMRG&CERG², Dept. Adv. Mater. Sci., Univ. of Tokyo³,Dept. of Appl. Phys., Univ. of Tokyo⁴Yuya Matsubara^{1,2}, Kei S. Takahashi², Atsushi Tsukazaki³, Masashi Kawasaki^{2,4}, Yoshinori Tokura^{2,4}

E-mail: y-matsubara@kws.t.u-tokyo.ac.jp

[背景] 強誘電体酸化物 BaTiO₃において、強誘電相と電子ドープで誘起される金属相との共存が実現している可能性が報告され、注目を集めている[1]。電子ドープは単結晶 BaTiO₃に酸素欠損を導入して行われるが、酸素欠損を多く導入すると歪み立方晶に六方晶相が混入しやすいことや、構造相転移時に双晶化してしまうため電子ドープ BaTiO₃の物性は明らかになっていない。本研究では、La ドーピングによる電子ドープ BaTiO₃ 薄膜を分子線エピタキシー法で作製し、基板からの格子歪みによる正方晶構造の安定化で構造相転移を抑制し、La ドープ量制御による金属絶縁体転移の観測に成功した結果を報告する。

[実験と結果] 分子線エピタキシー法(MBE)に有機金属原料(MO: Metal Organics)を組み合わせた MO-MBE 法[2]を用いて、成長温度 870 °C で GdScO₃(110)基板上に La ドープ BaTiO₃ 薄膜を作製した。Ti 原料として有機金属のチタンイソプロポキシド (TTIP)、Ba と La 原料はそれぞれの金属単体を用い、酸素源にはオゾングスを用いた。ホール効果測定を行って電子濃度を見積もった。

Fig. 1 に La ドープ量を変化させた薄膜の抵抗の温度依存性と既報のバルク結果[1]を示す。我々の薄膜(実線)では、ドープした La 量に対して系統的に電子濃度が増加し、最低温での抵抗が小さくなった。また、MBE 成長による高純度化と高品質結晶化によってほぼ全ての La が活性化していることが分かった。バルク単結晶と異なり、薄膜では構造相転移にともなう抵抗の急峻な変化が見られないことから低温まで立方晶を保っていると考えられる。電子濃度の低い薄膜は 100 K 付近から絶縁体となるが、 $5.2 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ を越える薄膜では低温でも金属的な伝導を示し、最高電子濃度 $18 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ の金属薄膜の作製に成功した。

本研究は、日本学術振興会の最先端研究開発支援プログラムにより、助成を受けたものである。

[1]T. Kolodiazny, *et al.*, PRL **104**, 147602(2010), PRB **78**, 045107(2008)

[2]J. Son, *et al.*, Nat. Mater. **9**, 482(2010)

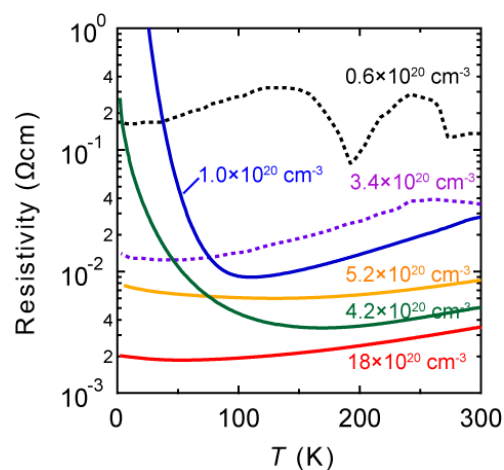


Fig.1 Temperature dependence of resistivity for doped BaTiO₃ bulk [1] and films shown by solid and dashed lines, respectively. The values in Fig. 1 mean carrier densities at 300 K, which were estimated by Hall effect measurement.