無限層 Sr_{1-x}La_xCuO₂-c 軸成長膜における引張歪効果

Tensile strain effect in infinite-layer Sr_{1-x}La_xCuO₂ *c*-axis thin films

名大院工 ⁰伊藤 雅崇,何 軼倫,作間 啓太,羽尻 哲也,植田 研二,浅野 秀文

Nagoya Univ. ^OMasataka Ito, Yilun He, Keita Sakuma, Tetsuya Hajiri, Kenji Ueda, and Hidefumi Asano

E-mail: ito.masataka@a.mbox.nagoya-u.ac.jp

【緒言】Sr_{1-x}La_xCuO₂(SLCO)は電子ドープ系で最も高い $T_c = 43$ K を有している。また、SLCO は 超伝導を担う CuO₂ 面と(Sr,La)層が交互に積み重なった単純な無限層構造となっており、超伝導を 担う CuO₂ 面の状態が電気的特性などに反映されやすく、物性を理解するのに適していると考えら れる。SLCO の c 軸成長薄膜では製膜する基板によって T_c が変化することが報告されており^[1]、 これは歪が CuO₂ 面と(Sr,La)層間への頂点酸素の侵入や CuO₂ 面の酸素欠損を引き起こし電気的特 性に影響すると考えられる。我々は格子不整合バッファ Ba_xSr_{1-x}TiO₃(BSTO)を用意し、Ba 量によ る任意の格子ミスマッチ($\delta = -0.7 \sim +0.7$ %)と SLCO 膜厚による面内歪制御を行うことで SLCO-c軸成長膜における歪効果を議論してきた^[2,3]。本研究では SLCO-c 軸成長膜において格子ミスマッ チ $\delta = + 0.1 \sim 0.5$ %の狭い範囲において面内引張歪効果について調査した。

【実験方法】LSAT(001)基板上に格子不整合バッファ BSTO を製膜した。BSTO 上に成長温度 570°C、 製膜雰囲気 Ar + 5~10 %O₂ で SLCO-*c* 軸成長膜をスパッタ法によって成長させた。超伝導化を図 るため、真空中 530 ℃で還元アニール処理を行った。

【結果】Fig. 1 は BSTO(x = 0.55)、Fig. 2 は BSTO(x = 0.6)上における SLCO-c 軸成長膜の面直格子定数 (c_{SLCO})、面内格子定数(a_{SLCO})、c_{SLCO}/a_{SLCO}の膜厚依 存性となっている。この時の SLCO の成長条件は同 一である。BSTO(x = 0.55)の面内格子定数は約 0.3955 nm (δ = 約+0.1%)、BSTO(x = 0.6)は約 0.3962 nm (δ = 約+ 0.33 %)である。SLCO はコヒーレント 成長しており、ある膜厚以上より面内引張歪が緩和 していることが確認された。また同時に頂点酸素量 を反映する cslco も歪緩和する膜厚から次第に大き くなることが確認された。この結果より、面内引張 歪が緩和することで CuO2 面の酸素が頂点酸素へと 移動する、いわゆる酸素シフトが起こりやすくなる ために cslco が伸びると考えられる。また、BSTO(x = 0.55)に比べ僅かに歪の大きい BSTO(x = 0.6)上に コヒーレント成長させた SLCO の方が csLco が減少 し、*c*_{SLCO} / *a*_{SLCO} が Bulk に比べて大きく減少した。 これは SLCO 薄膜に僅かな面内引張歪が加わるこ とが酸素シフトが起こりにくくすると考えられ、そ れが csico に反映されたものと考えられる。講演で は超伝導特性の結果も踏まえて、面内引張歪効果に ついて詳細に議論する。

- [1]S. Karimoto, et al,. Appl. Phys. Lett. 84, 12 (2004).
- [2]Y. He, *et al.*, IEEE Trans. Appl. Supercond. **25**, 3, 7501204 (2015).
- [3]K. Sakuma, et al, Jpn. J. Appl. Phys. 54, 5, 053101 (2015).



Fig. 1 Thickness dependence of c_{SLCO} , a_{SLCO} , and c_{SLCO} / a_{SLCO} on BSTO(x = 0.55)



