無限層超伝導 Sr1-xLaxCuO2 薄膜の La 組成依存性と構造安定性

La composition dependence and structure stability of the infinite-layer superconducting

Sr_{1-x}La_xCuO₂

名大院工 〇森岡 享平,羽尻 哲也,浅野 秀文

Nagoya Univ. °Kyohei Morioka, Tetsuya Hajiri, and Hidefumi Asano

E-mail: morioka.kyohei@f.mbox.nagoya-u.ac.jp

【緒言】無限層超伝導体は超伝導を担う CuO₂面とキャリア供給層が積み重なった単純な構造であ り、その中において Sr_xLa_{1-x}CuO₂ (SLCO)は電子ドープ系として最も高い超伝導転移温度 $T_c = 43$ K を有している。これまで DyScO₃ (ミスマッチ $\delta = 0.07\%$)基板上に製膜した SLCO (x = 0.1)の薄膜で のみ 40 K 級の薄膜が得られることが報告されていた^{III}。一般的な銅酸化物高温超伝導体の最適な ドーピング量は 0.15 付近であることが知られている。電子ドープ型高温超伝導体では、CuO₂ 面 に電子がドープされると Cu-O バンドが伸びる、つまり a 軸長が伸びることが知られている。そ のため、a 軸長を伸ばすことで高濃度電子ドーピングが可能であると考えられる。我々の Ba_ySr_{1-y}TiO₃ (BSTO)をバッファ層として用いた c 軸成長膜における歪効果の調査では、BSTO (y = 0.6)のバッファ層を用いて面内引張歪をかけることにより SLCO (x = 0.125)無限層単相膜において $T_c = 40$ K が得られている^[2]。これらを踏まえ、本研究では高ドープ領域(x = 0.15)の歪と構造安定 性を調査した。

【実験方法】LSAT (001), LAO (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 560°C、製膜雰囲気 4Pa (Ar + 16 %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】BSTO バッファを用いた c 軸成長膜の歪効果の 結果として、Fig. 1 は BSTO[y = 0.4 (δ -0.32%), 0.6 (0.16%) 0.65 (0.26%)]バッファ上に SLCO (x = 0.125) を製膜した XRD パターン、Fig. 2 は BSTO バッファ[y = 0.4 (-0.40%), 0.6 (0.08%), 0.65 (0.18%)]上に SLCO (x = 0.15)を製膜した XRD パターンのとなっている。

Fig. 1, Fig. 2の結果を見ると SLCO (x = 0.125)では無限 相単相が得られているが、SLCO (x = 0.15)では BSTO (y = 0.65)でのみ無限相単相が得られ、それ以下の Ba 組成 では Long-c 相と呼ばれる CuO2 面の酸素欠損に起因し た2次相のピークが見られる。この結果より歪が加わ る (Ba 組成が変化する)ことで SLCO (x = 0.15)の成長に 大きな影響を与えていることがわかる。無限層構造に おいて固溶限界を超えオーバードープを行った場合、 Long-c相が生じやすくなるといわれている。また、SLCO に引張歪が加えることで不純物頂点酸素が抜けやすく、 CuO2面間の酸素シフトの抑制ができるとされている^[3]。 今回 SLCO (x = 0.15)では BSTO (y = 0.65)を用いること で酸素シフトを抑制し酸素欠損相である long-c 相が生 じず SLCO (x = 0.15)で無限層単相が得られたと考えて いる。講演では電気的特性や構造解析から c 軸成長膜の La 組成依存性と歪効果について議論を行う。

- [1]S. Karimoto, et al,. Appl. Phys. Lett. 84, 12 (2004).
- [2] K. Sakuma, et al, Appl. Phys. Express 9 023101 (2016).
- [3]Y. He, *et al*,. IEEE Trans. Appl. Supercond. 25, 3, 7501204 (2015).



Fig. 1 XRD θ -2 θ scan for the SLCO (x = 0.125) thin films on BSTO buffer layers.



Fig. 2 XRD θ -2 θ scan for the SLCO (x = 0.15) thin films on BSTO buffer layers.