

歪による無限層 $\text{Sr}_{1-x}\text{La}_x\text{CuO}_2$ スパッタ薄膜の超伝導特性制御

Control of Superconducting Properties of Infinite-Layer $\text{Sr}_{1-x}\text{La}_x\text{CuO}_2$ Sputtered Film by Strain

○作間 啓太¹, 伊藤 雅崇², 羽尻 哲也², 植田 研二², 三浦 正志¹, 浅野 秀文²

(1. 成蹊大, 2. 名大院工)

○Keita Sakuma¹, Masataka Ito², Tetsuya Hajiri², Kenji Ueda², Masashi Miura¹, Hidefumi Asano²

(1. Seikei Univ., 2. Nagoya Univ.)

E-mail: sakuma.keita@st.seikei.ac.jp

背景 : 無限層 $\text{Sr}_{1-x}\text{La}_x\text{CuO}_2$ (SLCO, $a_{\text{SLCO}} = 0.3494$ nm for $x = 0.1$) は単純な結晶構造を有し、物性研究や工学応用において有用な物質であると考えられている。SLCO は歪により超伝導特性が大きな影響を受けることが知られており、Molecular Beam Epitaxy 法を使用し引張歪を印加できる特殊な KTaO_3 (0.399 nm) 基板を用いることにより、バルク値 ($T_c \sim 42$ K) に近い超伝導転移温度が得られることが報告されている¹。しかし、この現象の詳細なメカニズムは明らかではなく、その他の製膜法では $T_c \sim 20$ K 程度の報告のみである。我々は Ba 組成 (y) の異なる $\text{Ba}_y\text{Sr}_{1-y}\text{TiO}_3$ (BSTO; 0.391 ~ 0.399 nm) を用いることにより、SLCO 薄膜の歪を精密に制御し歪効果の解明を試みてきた^{2,3}。本研究では、SLCO ($x = 0.125$) スパッタ薄膜の歪と超伝導特性および磁場中特性との関係を調べた。

実験方法 : SLCO 薄膜は $x = 0.125$ のターゲットを使用しスパッタ法を用いて、基板温度 560°C 、において BSTO ($y = 0.2 \sim 0.7$) バッファ層上に膜厚 25 nm として製膜した。その後超伝導化のため、還元アニール処理を 530°C で行った。SLCO と BSTO の間の格子不整合率は $-0.5 \sim 0.6\%$ となる。

結果 : 図 1 に SLCO 薄膜の a_{SLCO} , c_{SLCO} の BSTO バッファ層の面内格子定数 (a_{BSTO}) 依存性を示す。比較として、 SrTiO_3 (0.391 nm) および KTaO_3 基板の結果も示す。BSTO ($y = 0.7$), SrTiO_3 上では歪が緩和し、他の SLCO 薄膜では $a_{\text{SLCO}} \approx a_{\text{BSTO, Sub}}$ となりコヒーレンス成長した。 c_{SLCO} の減少は、頂点酸素の減少およびポアソン効果に起因していると考えられる。図 2 に T_c^{ONSET} (Δ) および T_c^{ZERO} ($\blacktriangle$) の a_{SLCO} (SLCO の面内格子定数) 依存性を示す。 a_{SLCO} が増加するに伴い T_c が上昇し、その後低下した。本研究において、 T_c はある適切な歪を印加した SLCO 薄膜 [on BSTO ($y = 0.6$)] にて最大値を示し、バルク値に近い超伝導転移温度 39 K を示した。

一般的に電子ドーピング高温超伝導体では、電子を CuO_2 面にドーピングすることにより Cu-O バンドが広がる (a_{SLCO} の伸張) ことが知られ、 a_{SLCO} と T_c の関係 (Fig. 2) から a_{SLCO} とキャリア量の相関が示唆される。講演では、磁場中特性の結果を加え、歪 (Cu-O 間距離) とキャリアドーピングの関係から歪効果について議論し、歪による超伝導特性および磁場中特性制御の可能性を示す。

1) S. Karimoto *et al.* Appl. Phys. Lett. **84**, 2136 (2004).

2) K. Sakuma *et al.* Thin Solid Films **612**, 8-13 (2016).

3) K. Sakuma *et al.* Appl. Phys. Express **9**, 023101 (2016)

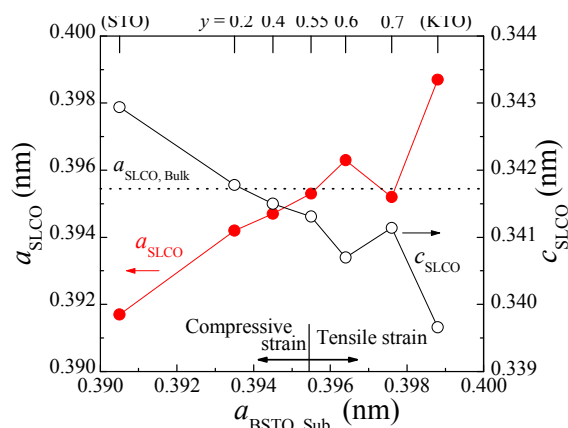


Fig. 1 Dependence of a_{SLCO} and c_{SLCO} on a_{BSTO} .

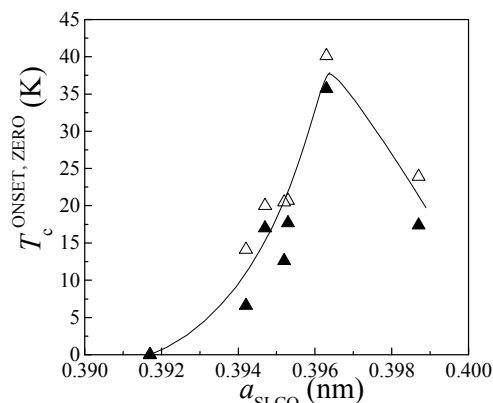


Fig. 2 Dependence of $T_c^{\text{ONSET, ZERO}}$ on a_{SLCO} .