

フッ化物イオン挿入による $\text{La}_{1.85}\text{Sr}_{0.15}\text{CuO}_{4-\delta}$ 薄膜の超伝導転移温度変調 Modulation of superconducting transition temperature of $\text{La}_{1.85}\text{Sr}_{0.15}\text{CuO}_{4-\delta}$ thin films induced by F^- ion insertion

東大院理¹ ○山田 邦¹, 近松 彰¹, 小野塚 智也¹, 丸山 敬裕¹, 石上 亮介¹, 長谷川 哲也¹

Univ. of Tokyo¹ ○K. Yamada¹, A. Chikamatsu¹, T. Onozuka¹, T. Maruyama¹,

R. Ishigami¹, T. Hasegawa¹

E-mail: k-yamada@chem.s.u-tokyo.ac.jp

【はじめに】近年、微細加工による半導体デバイスの技術革新が限界を迎えつつある中、更なる高機能化・省エネルギー化のために新原理の次世代エレクトロニクスデバイスが求められている。その中で、電界効果トランジスタのゲート絶縁層を電解質溶液に置き換えて動作させることで、電気化学反応により酸化物イオンの脱挿入由来の物性制御が実現されている[1,2]。本研究では、高温超伝導の母物質である銅酸化物 La_2CuO_4 がフッ化物イオンを挿入することで超伝導を示すことに着目し[3]、フッ化物イオン脱挿入由来の物性制御を試みた。銅酸化物超伝導体 $\text{La}_{1.85}\text{Sr}_{0.15}\text{CuO}_{4-\delta}$ (LSCO)のチャンネル層に対し、 N,N -ジメチルホルムアミド(DMF)を電解質として $n\text{-(C}_4\text{H}_9)_4\text{NBF}_4$ を電気化学的に反応させることで $\text{La}_{1.85}\text{Sr}_{0.15}\text{CuO}_{4-\delta}\text{F}_x$ が生成した。その結果、超伝導転移温度を変調させることに成功したので報告する。

【実験方法】KrFエキシマーレーザーを用いて SrTiO_3 (001)基板上に LSCO 単結晶薄膜を作製した。薄膜は $1\text{ mm} \times 3\text{ mm}$ のホールバー形状で、膜厚は 80 nm に設定した。薄膜と接触する作用電極にはオーミック接合を実現するため Au を蒸着した。LSCO 薄膜の上に $n\text{-(C}_4\text{H}_9)_4\text{NBF}_4/\text{DMF}$ 溶液、Au 板 (対極) と Pt 線 (参照電極) を接続することで電気化学素子を作製し、電解質溶液に対して 1.5 V の電圧を 5 分間印加した。結晶構造は X 線回折(XRD)、組成はエネルギー分散型 X 線分光(EDS)などを用いて決定した。電気輸送特性は 4 端子法により評価した。

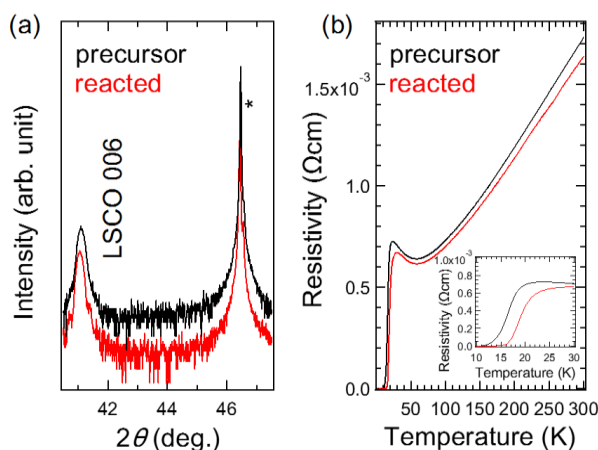


Fig.1. (a) 2θ - θ XRD patterns of the precursor (black) and the reacted film (red). (b) Resistivity vs. temperature plots of the precursor (black) and the reacted film (red).

【結果と考察】Fig. 1(a)に電圧印加前後での 2θ - θ XRD パターンを示す。 1.5 V の電圧が印加されることにより LSCO 006 のピークが低角側に移動した。また、EDS 測定から反応後の試料にフッ素の存在が確認された。これらの結果から、正の電圧印加によってフッ化物イオンが格子間に挿入され c 軸長が増加したと考えられる。次に、電圧印加前後での電気輸送特性の変化を調べた。Fig. 1(b)に 2 K から 300 K の範囲での抵抗率の温度依存性を示す。 300 K での抵抗率は反応前後で $1.73 \times 10^{-3}\text{ }\Omega\text{ cm}$ から $1.64 \times 10^{-3}\text{ }\Omega\text{ cm}$ に変化した。また、超伝導転移に注目すると、電圧印加前の試料では、抵抗率が 19 K で急激に減少したのに対し、電圧印加後の試料ではこの温度が 22 K に上昇した。これら輸送特性の変化は La_2O_2 ユニット中の格子間位置にフッ化物イオンが挿入されたことで、キャリア

濃度が増加したためと考えられる。講演では、電気化学反応の条件を変化させた結果についても報告する。

【謝辞】本研究は JSPS 科研費 15H05424、16H06441 の助成のもと実施された。

【参考文献】 [1] J. Jeong *et al.*, Science. **339**, 1402(2013). [2] J. Shiogai *et al.*, Nat. Phys. **12**, 42(2016).

[3] B. Chevalier *et al.*, Phys. C Supercond. **167**, 97(1990).