$Bi_2Sr_{2-x}La_xCuO_{6+\delta}$ 薄膜のキャリア濃度制御と超伝導転移特性

Control of carrier concentration and superconducting transition of $Bi_2Sr_{2-x}La_xCuO_{6+\delta}$ films

山形大 [1]，金沢大理工 [2]，山梨大 [3]○蒔田 竜介 [1]，中島 健介 [1]，三浦 昌平 [2]，川江 健 [2]，長尾 雅則 [3]
Yamagata Univ. [1], College of Sci. & Eng. Kanazawa Univ. [2], Univ. of Yamanashi [3] ○Ryusuke Makita[1], Kensuke Nakajima[1], Shouhei Miura[2], Takeshi Kawae[2], Masanori Nagao[3]
E-mail: twe86634@st.yamagata-u.ac.jp

[はじめに] 電界効果によって金属超伝導体の超伝導転移温度を変調させる試みは 1960 年に遡るが、その効果は高々0.01K 程度であった。一方，1986 年に発見された銅酸化物高温超伝導体はキャリア濃度が低く，しかも T_C がキャリア濃度によって大きく変化するという特徴から大きな電界効果が期待され，これまで膜厚 8nm の $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ 薄膜に対してイオン液体を用いて電界を印加した実験で 40K の変調が報告されている[1]。我々は，超伝導電界効果素子のチャネル材料として Bi 系銅酸化物高温超伝導体，中でも最も薄い導電層を持つ $Bi_2Sr_2CuO_{6+\delta}$[Bi-2201]に着目している。本発表では，Bi-2201 の Sr の一部を La で置換した $Bi_2Sr_{2-x}La_xCuO_{6+\delta}$[Bi(La)-2201]薄膜を作製し、超伝導転移特性とキャリア濃度を評価した結果を報告する。

[実験方法] Bi(La)-2201 薄膜は，所定量の La をドープした Bi(La)-2201 仮焼粉に Bi を 30%エンリッチした試料を用いて Capped-LPE 法により MgO 基板上に作成した。作製した as-grown 膜は，大気中あるいは酸素雰囲気中でアニール処理を施し，4 端子法により *R-T* 特性を測定した。

[結果と考察] Bi-2201 は 2212 や 2223 に比べてオーバードープの傾向が強いことが知られている。我々の実験でも，Bi-2201 は $PO_2=10^5$Pa で 2hr アニールを行った試料は抵抗が大きく超伝導転移を示さなかった。一方，Fig.1 に示すように Sr の一部（x=0.4）を La 置換した as-grown 膜は半導体的な *R-T* 特性を示し，12K において抵抗の減少が観測された。溶融温度直下の 800℃付近から急冷する成膜条件のため as-grown 状態では平衡酸素分圧が低く，x=0.4 ではアンダードープになったものと判断した。そこで酸素ドープするために大気中 600℃で 24hr アニールしたところ，抵抗が低下し半導体的な *R-T* 特性は消失して 15K で明瞭な T_C-onset が観測された。TSFZ 法を使った先行研究[2]によれば，$PO_2=10^5$Pa，600℃，150hr のポストアニールを行った x=0.4 の Bi(La)-2201 において最高の T_C=29K が報告されている。La ドープ量とアニール条件を最適化した結果については，当日報告する。

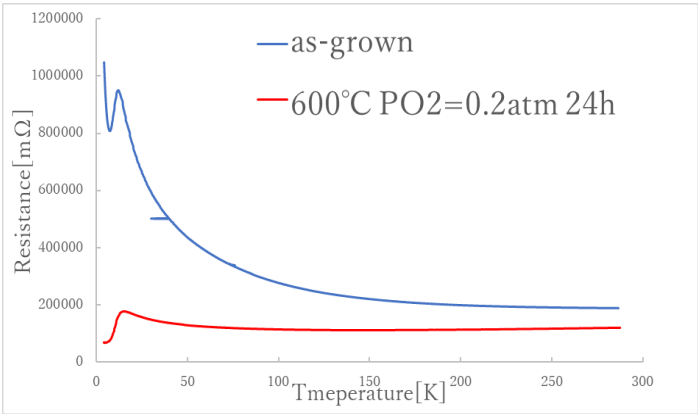

Figure.1 Resistance versus Temperature of Bi(La)-2201]

[1] Phys. Rev. Lett. **107**, 027001
[2] Huiqian Luo et al 2008 Supercond. Sci. Technol. **21** 125024