

(BaO₂/Ca₂Cu₃O_y (O, F)₂)_m 積層による頂点フッ素系銅酸化物の薄膜化Thin film formation of apical fluorine copper oxide by (BaO₂/Ca₂Cu₃O_y (O, F)₂)_m stack熊本高等専門学校¹, 産総研² ○(B)樋口 勝識¹, 伊豫 彰², 濱辺 裕子¹, 木場 信一郎¹NIT Kumamoto college¹, A I S T² ○Katsunori HIGUCHI¹, Akira IYO², Yuko HAMABE¹,Shinichiro KOBA¹

E-mail: ap8531higu@g.kumamoto-nct.ac.jp

1. 序論

頂点フッ素 Ba 系銅酸化物高温超伝導体 Ba₂Ca_{n-1}Cu_nO_{2n} (O, F)₂ (Ba=0.2(n-1)n)は, 有毒な元素を含まず, 高压合成法によるバルク材料で臨界温度(T_c)が最高 120 K の物質である^[1]. 本物質は, 薄膜化には成功しているものの, 転移開始温度(T_{co})が 76.5 K とバルク材料に比べて低く, Ba (O, F)₂ の形成に課題を見出している^[2]. 本発表では, 課題の解決法として (BaO₂/Ca₂Cu₃O_y (O, F)₂)_m の m= 30 層堆積による薄膜化を試行した結果を報告する.

2. 実験

薄膜は, BaO₂, Ca₂Cu₃O_yF_{1.6} の 2 元ターゲットの交互アブレーションによる Nd-YAG パルスレーザー堆積(PLD)を用いて, SrTiO₃ (100) 基板上に成長させた. ベース圧 10⁻⁶ Pa オーダーの成膜室に酸素分圧 26 Pa フロー中, レーザーLamp 出力 29 J で, 基板温度(T_s)を変化させて成膜させた. PLD 後その場でアニールを加えている. Table 1 に作製条件を示す. 薄膜の物性評価は, 物理特性測定 PPMS (Quantum Design 製), XRD (Panalytical 製), ICP-MS (Agilent 製), XRF (Rigaku 製)により行った.

Table 1. Process conditions of deposition

Targets		BaO ₂	Ca ₂ Cu ₃ O _y F _{1.6}
Pulsed laser deposition	Deposition time [s]	6 or 9	20
	Laser power [J]		29
	Substrate temperature [°C]		700-780
	Partial pressure [Pa]		26
	Stacks m		30
	Substrate temperature [°C]		540
Anneal	Partial pressure [Pa]		100
	Annealing time [min]		60

3. 結果と考察

XRD 解析結果は, T_s=700-780 °Cにおいて Ba0223, Ba0234, Ba0245 の近似ピークが出現した. Fig. 1 (a)-(c)は, 抵抗が測定可能で

あった T_s=720, 740, 760 °C の薄膜の抵抗率-温度特性である. Fig. 1(b) T_s=740 °C で T_{co}=62.4 K, T_{ce}=10.0 K の超伝導転移を観測した. その他の試料は半導体的な特性である.

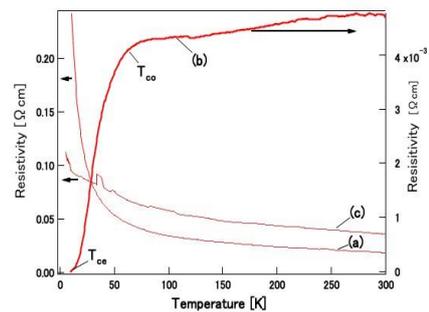


Figure 1. Resistivity vs temperature of electric conducting films.

(a) T_s=720 °C, (b) T_s=740 °C, T_{co}=62.4 K, T_{ce}=10.0 K, (c) T_s=760 °C

図 1(b) と同条件の試料の XRF と ICP-MS の結果 XRF ; Ba:Ca:Cu=0:2:3, ICP-MS ; Ba:Ca:Cu=1.74:7.5:3.9 から, ICP-MS で Ba>2 程度で正常とみなせるが, Cu との比較から Ba 量の不足がわかる. Ba レスの対策として, BaO₂ の PLD を 9 s に延長した結果, XRF; Ba:Ca:Cu=2.3:2.0:2.7, ICP-MS; Ba:Ca:Cu=3.2:10.1:3.1 へ改善が見られたが, 現状では, 超伝導特性の向上を確かめるまでには至っていない.

4. 結論

XRD において, 頂点フッ素系にフィットするピークが得られた. T_s=740 °C の試料で超伝導転移 T_{co}=62.4 K, T_{ce}=10.0 K を得た. BaO₂ の PLD 時間により, 膜中 Ba 量を独立に制御できることを XRF, ICP-MS によって検証した.

参考文献

- [1] A.Iyo et al. (2006) "TC dependence on the number of CuO₂ Planes in multilayered Ba₂Ca_{n-1}Cu_nO_{2n}(O,F)₂ superconductors", IOP Conference Series 43, p333, Journal of Physics
- [2] S.koba, A.Iyo, (2014) "Deposition of superconducting Ba₂Ca_{n-1}Cu_nO_{2n}(O,F)₂ thin films by pulsed laser ablation", IOP Conference Series 568, pp.1-5, Journal of Physics