

低温 LPE 法による低コスト超伝導線材作製に向けた導電性中間層の作製

Fabrication of conductive intermediate layer for low cost superconducting cable

by low temperature liquid phase epitaxy method

島根大総理工 °添田 圭佑, 船木 修平, 児島 康大, 宮地 優悟, 山田 容士

Shimane Univ., °Keisuke Soeda, Shuhei Funaki, Yasuhiro Kojima, Yugo Miyachi, Yasuji Yamada

E-mail: s169113@matsu.shimane-u.ac.jp

【緒言】 これまで我々の研究グループでは、水酸化カリウムを溶剤とした液相成長法 (KOH フラックス法)を用いて、550 ~ 700 °C の低温下において RE-Ba-Cu-O 系超伝導体 (REBCO)を作製してきた^[1]。また、近年 KOH フラックス法によって RE-M-O 系材料 (RE = La, Nd ; M = Ni, Fe)の薄膜化にも成功^[2]しており、Coated Conductor の中間層及び超伝導層の低温作製を一括して KOH フラックス法で行える可能性を見出した。しかし、中間層材料中には Ni や Fe といった金属元素が含まれており、元素拡散による超伝導性の劣化や磁性による交流損失の増大が懸念される。そこで、本研究では金属材料に Cu を含んだ La-Cu-O 系材料の低温成膜を試みた。

【実験方法】 はじめに、原材料である La₂O₃, CuO を金属モル比が 1 : 1 または 2 : 1 となるように秤量・混合した。その後、Al₂O₃ るつぽに底部から 1.0 g の混合粉、LaAlO₃ (100)単結晶基板、4.0 g の KOH の順に充填し、400, 500, 600, 700 °C でそれぞれ 12 h 保持した。電気炉内で室温まで降温した後、フラックスを除去するために水・エタノールで超音波洗浄し、膜を得た。膜の生成相、配向性は XRD 2θ-θ測定、φ-scan 測定により評価した。また、電気抵抗の温度依存性は直流四端子法により評価した。

【実験結果】 Fig. 1 および Fig. 2 に、La : Cu = 1 : 1 原料を用いて 700 °C で作製した La-Cu-O 膜の 2θ-θ測定とρ-T 測定結果を示した。XRD 測定結果より、原料組成・作製温度によらず、全て La₂CuO₄相が LaAlO₃ 基板上へエピタキシャル成長していた。ρ-T 測定結果では、室温から 100 K までは金属的に抵抗が減少していき、22 K 付近で超伝導転移していることが分かった。また、抵抗率は作製した膜の中で最も低抵抗であった。以上の結果から、導電性を有する La₂CuO₄ 膜の低温作製に成功したといえる。

【結言】 本研究では、低コスト超伝導線材の実現に向けて、KOH フラックス法による La-Cu-O 導電性中間層の作製を試みた。その結果、400 ~ 700 °C の広い温度領域で導電性を有した La₂CuO₄ 膜の作製に成功した。当日は、上層に REBCO 膜を成膜した結果についても述べる。

- 参考文献 -

[1] Y. Yamada et al., J. Phys. : Conf. Ser. **234**, 012050 (2010).

[2] 船木 他, 第 78 回応用物理学会秋季学術講演, 7p-S43-17 (2017).

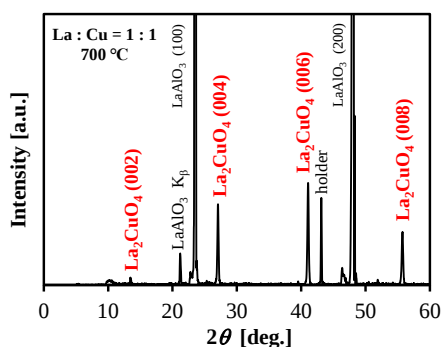


Fig. 1 2θ-θ pattern of La₂CuO₄ films on LaAlO₃ substrate.

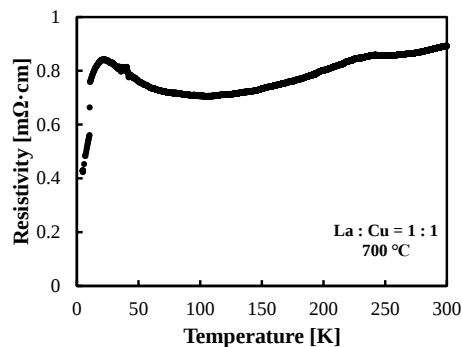


Fig. 2 ρ-T characteristics of La₂CuO₄ films on LaAlO₃ substrate.