

積層前駆体膜を用いた Bi, Pb-2223 超伝導薄膜

Superconducting properties and microstructures of Bi,Pb-2223 thin films using multilayered precursor film method

物材機構¹, 九州大学² ○松本明善¹, 北口仁¹, 福田大輝², 嶋田雄介², 波多聰², 中島英治²
NIMS¹, Kyushu University², ○A. Matsumoto¹, H. Kitaguchi¹, D. Fukuda², Y. Shimada², S. Hata²,
H. Nakashima²

E-mail: matsumoto.akiyoshi@nims.go.jp

ビスマス系線材の特性が近年飛躍的に上昇し、実用化を目指した応用機器開発が盛んに行われている。ビスマス系線材の機器応用を一層進めていくために、さらなる臨界電流密度特性(J_c)向上が期待されている。しかしながら、Bi,Pb-2223 超伝導相の生成メカニズム、超伝導電流経路等を含めて不明なことが多い。我々は薄膜を用いた基礎研究を行っており、スパッタ蒸着薄膜を Bi,Pb-2223 ペレットとともに焼鈍することにより Pb が導入された薄膜作製を行い、 $J_c = 1 \text{ MA/cm}^2$ (77K, 自己磁場)を達成することに成功した。一方で $\text{Bi-2212} + \text{CaCuPbO} \rightarrow \text{Bi,Pb-2223}$ の反応過程を模擬するために多層前駆体膜の作製および熱処理における組織変化について検討を行ってきており、同手法により Bi2212 相(2212)から Bi2223 相(2223)が生成されることを確かめてきた。本研究では多層膜における層厚を種々に変化させたときの超伝導特性および組織変化について検討を行った。

積層前駆体膜作製にあたり、Bi-2212 と CaCuPbO の焼結体ターゲットを用いた。層厚の異なる積層前駆体膜の作製において、50 Pa 純酸素雰囲気下で基板温度を 650°C の条件で STO(100)基板上に両ターゲットから交互に蒸着時間を制御して作製を行った。得られた蒸着膜は、Bi,Pb-2223 相とするために Bi,Pb-2223 ペレットとともに焼鈍熱処理を行った。これらの薄膜について X 線回折、SEM、TEM、STEM 等による組織観察および超伝導特性の評価を行った。

図は 2 種類の層厚の異なる前駆体膜に対して同じ熱処理を施した薄膜の電気抵抗の温度依存性の結果である。 $(60/15)^2$ は Bi2212:CaCuPbO = 60 (min.):15 (min.)の蒸着を 2 回行ったことを意味しており、形成された 2212 相の層厚は約 100nm であった。その膜では電流経路に 2212 相があるため 2 段遷移を示していると考えられる。一方、蒸着時間を 2/3 にした $(40/10)^3$ では電流経路は全て 2223 相となり、1 段遷移のみが見られており、 $T_c^{\text{zero}} = 106.9 \text{ K}$ であった。これらの結果は 2212 層の厚さが薄くなれば拡散距離も短く、2223 相が生成されやすいことを示唆している。一方で高い T_c を有した $(40/10)^3$ の薄膜においても XRD 観察より 2212 相と 2223 相のピークがほぼ同等存在しており、2223 相を生成しやすい工夫が必要であることも示している。

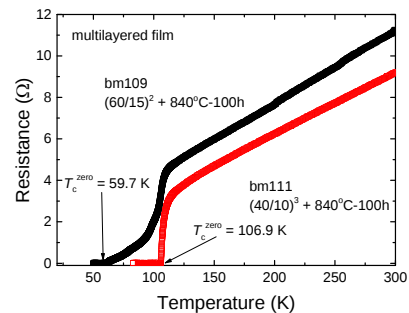


図 層厚の異なる積層前駆体膜に対して熱処理を行った Bi,Pb-2223 薄膜の電気抵抗の温度依存性