

YBa₂Cu₃O_{7-x} - BaSnO₃/PrBa₂Cu₃O_{7-y} 多層膜の作製とその超伝導特性

Preparation of YBa₂Cu₃O_{7-x} - BaSnO₃/ PrBa₂O_{7-y} multilayer film and its superconducting properties.

九工大¹, 電中研², 名大³, 東北大⁴, 広大⁵ ○梶原 太智¹ 村山 拓人¹ 田口健太¹

松本 要¹ 堀出明哉¹, 一瀬 中², 吉田 隆³, 淡路 智⁴, パオロメレ⁵,

Kyushu Institute of Technology¹, CRIEPI², Nagoya Univ.³, Tohoku Univ.⁴, Hiroshima Univ.⁵,

○Taichi Kajiwar¹, Takuto Murayama¹, Kenta Taguchi¹, Kaname Matsumoto¹,

Tomoya Horide¹, Ataru Ichinose², Yutaka Yoshida³, Satoshi Awaji⁴, Paolo Mele⁵,

緒言 Y 系高温超伝導は、高い臨界電流密度(J_c)を有しその応用に高い期待がもたれている。実用化にあたっては量子化磁束を動かなくするピン止めが重要であり、外部からこれらを導入すること(人工ピン止め点: APC)によって薄膜の J_c を劇的に改善できる。当グループでは、1 次元 APC である BaSnO₃(BSO)と 3 次元 APC である Y₂O₃ を用いて BSO 単層膜よりも J_c が向上したという結果を得ている。本研究では、1 次元 APC として BSO と 2 次元 APC として非超伝導体である PrBa₂Cu₃O_{7-y}(PrBCO)を用いて多層膜を作製し、 J_c の向上及びピン止め機構と APC の関連性を評価することを目的とした。

実験方法 本研究では、YBCO+4wt%BSO 層の層厚を 60nm に固定し、PrBCO 層の厚さを数種類に設定した BSO 60nm シリーズと PrBCO 層の層厚を 3nm に固定し、YBCO+4wt%BSO 層の厚さを数種類に設定した PrBCO 3nm シリーズを作製し、層厚の違いによる超伝導特性の変化を評価した。YBCO-BSO/PrBCO 多層膜の作製には PLD 法を用い、X 線回折(XRD)法で結晶配向性、透過型電子顕微鏡(TEM)で断面観察、走査型電子顕微鏡(SEM)で表面観察、四端子法で超伝導特性の評価を行った。

実験結果 XRD の結果よりいずれの試料においても結晶配向性は良好であった。TEM による断面観察、SEM による表面観察の結果から、PrBCO 層は 5nm では層状、3nm では島状に成長していることがわかった。 J_c に関して、BSO 60nm シリーズの試料は PrBCO 層厚が増加するほど、PrBCO 3nm シリーズの試料は BSO の層厚が減少するほど J_c が低下した。また、BSO 層 60nm/PrBCO 5nm の多層膜において BSO 単層膜より J_c が向上した。

考察 以下に示す式を用い、不可逆磁場の R - T 曲線のアレニウスプロットよりピンニングエネルギーを求めた。これより、PrBCO 層が厚くなるにつれてピンニングエネルギーが低下している事が分かった。

$$\rho = \rho_0 \exp\left(-\frac{U_0}{k_B T}\right)$$

また、Pr 層の導入によって特性に大きな影響があった 15/3、60/11 の試料に着目して不可逆磁場付近での抵抗率の磁場角度依存性を調べた。60/11 の試料では抵抗のディップが非常に小さく、15/3 の試料ではディップ自体が消滅している。これより、PrBCO 層が増加することにより c 軸方向の超伝導相関が失われ、BSO ナノロッドが APC として機能しなくなっているのではないかと考えられる。

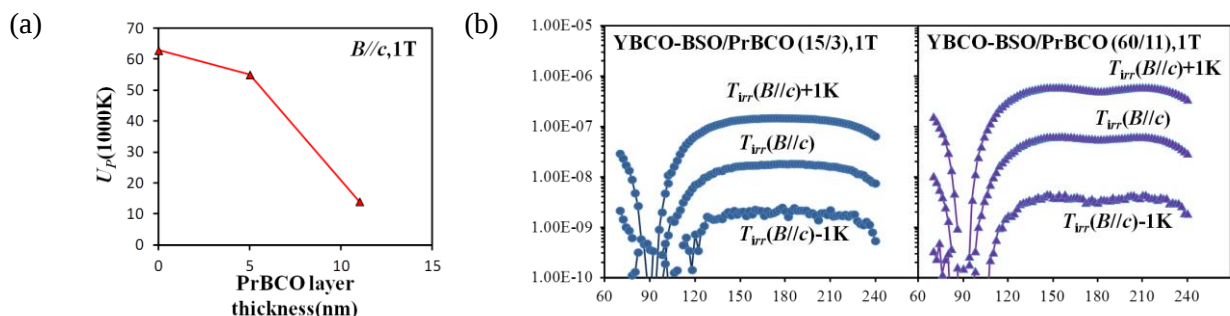


図 (a)YBCO+4wt%BSO/PrBCO 多層膜のピンニングエネルギーと(b)抵抗率の磁場角度依存性。