19p-A20-3

SmBa₂Cu₃0₄超電導膜中の BaHf0₃ナノ粒子の分布状態

Distribution of BaHfO₃ nanoparticles in the SmBa₂Cu₃O_y superconducting film 電中研¹, 名大工² ⁰一瀬 中¹, 鶴田 彰宏², 渡邊 俊哉², 杉原 和樹², 一野 祐亮², 吉田 隆²

CRIEPI¹, Nagoya Univ.², ^oAtaru Ichinose¹, Akihiro Tsuruta², Toshiya Watanabe²,

Kazuki Sugihara², Yusuke Ichino², Yutaka Yoshida²

E-mail: ai@criepi.denken.or.jp

超電導薄膜に導入した不純物ナノロッドは c 軸相関ピンとして有効に働き,磁場を c 軸に平行 に印加した際の臨界電流密度(J_C)の向上に寄与し,ナノロッドを形成する物質は,Ba を含んだペ ロブスカイト構造を有する物質 BaMO₃ (M:Zr, Sn, Hf)であることが知られている。また,人工的に ナノロッド長を制御することにより,J_C の磁場印加角度依存性を緩和でき,ナノロッド形態と臨 界電流特性関係の解明が進んでいる。最近では,ナノロッド径と同等程度に短くしたナノ粒子を 導入した SmBa₂Cu₃O_y (SmBCO) 薄膜において,磁場を電流と平行に印加した際に J_C が自己磁場 下の J_C^{self}より高くなる縦磁界効果が確認されており⁽¹⁾,ナノ粒子の磁東ピンニングという点で非 常に興味深い結果が出ている。以上のことから,ナノ粒子においてもナノロッドと同様に形態お よび分布等を詳細に調べておくことが重要であると考える。

薄膜試料は、BHO を添加していない SmBCO 層と BHO を添加した SmBCO 層を LaAlO₃ 単結晶 基板上にパルスレーザー蒸着法で作製した。各層をそれぞれ 16 層,合計 32 層を積層し、各層の 厚さは約 13 n mであった。BHO の添加方法は、ターゲット交換法を用いた。透過型電子顕微鏡を 用いて、作製した薄膜の断面および平面の組織観察を行い、BHO ナノ粒子の SmBCO 薄膜内の分 布状態を調べた。図1に薄膜断面の STEM 像を示す。BHO ナノ粒子が分散していることがわかる。 また、図1の BHO ナノ粒子の形態を詳細に観察すると、基板付近と表面付近で、ナノ粒子の大き さ、および、密度がわずかに異なっていることがわかる。基板付近の BHO ナノ粒子の大きさは表 面付近の BHO ナノ粒子の大きさより小さくなり、数密度は多くなっていることが確認できる。薄 膜の成長モードとして、①層状成長モード(Frank-van der Merwe mode)、②島状成長モード (Volmer-Weber mode)、③層状成長+島状成長モード(Stranski-Krastanow mode)の3つのモード

が存在する。今回の薄膜試料の断面組織観察において、途中からナノ粒子の形態が変化している ことから、③層状成長+島状成長モード(Stranski-Krastanow mode)が最も可能性が高いと考えら

れる。以前から,超電導薄膜中の導入さ れたナノロッドが傾斜するメカニズムと して,薄膜成長モードと関連付けられて 説明されている。当日は,平面組織観察 の結果と合わせて,SmBCO薄膜中のBHO ナノ粒子の分布状態,および,超電導薄 膜の成長モードについて考察する。

 A. Tsuruta, Y. Yoshida, et al.: Abstracts of CSSJ Conference, Vol. 87 (2014) p.87



Fig. 1 A cross-sectional STEM image of the SmBCO superconducting film with BHO nanopartocles