17p-A21-7

$BaSnO_3$ナノロッドによる $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ 薄膜の臨界電流密度制御

Critical current control using segmented $BaSnO_3$ nanorods in $YBa_2Cu_3O_{7-X}$ films

九工大 [1],名大 [2],東北大 [3] ○西原　匡弥 [1], 梶原　太智 [1], 堀出　朋哉 [1], 松本　要 [1], 吉田　隆 [2], 淡路　智 [3]
Kyushu Inst. Technol.[1], Nagoya Univ.[2], Tohoku Univ. [3] Masaya Nishihara[1], Taichi Kajiwara[1], Tomoya Horide[1], Kaname Matsumoto[1], Yutaka Yoshida[2], Satoshi Awaji[3]
E-mail: na0040n@post.matsc.kyutech.ac.jp

背景　$YBa_2Cu_3O_{7-x}$(YBCO)高温超伝導体の応用には磁場中における J_C の向上が必要であり、人工ピン(APC)としてナノロッドを導入することで J_Cを向上させる試みが世界中で盛んに行われている。ナノロッドはもっとも有効な APC の一つであるが、J_C値や J_Cの異方性の制御に限界があることがわかってきている。そこでナノロッド構造を基本構造としてさらなる構造制御を行うことにより、従来のナノロッドでは得られない高い J_C特性を得ることが検討されている。本研究では、新規構造として超伝導層で切断したナノロッド[長さ制御ナノロッド；図 1(a)]構造及び長さ制御ナノロッドにナノ粒子を加えた[長さ制御ナノロッド+ナノ粒子；図 1(b)]構造に着目し、これらの構造を用いて磁束ピンニングを制御することを目的に研究を行った。

実験方法　本研究では試料の作製にパルスレーザー蒸着法(PLD)を用いた。長さ制御ナノロッドを作製するために、YBCO+$BaSnO_3$(BSO)混合ターゲットと pure YBCO ターゲットに交互にレーザーを照射することにより YBCO+BSO/YBCO 多層膜を作製した。また長さ制御ナノロッド+ナノ粒子構造を実現するために YBCO+BSO ターゲットと YBCO ターゲットに Y_2O_3 セクターを張り付けたターゲットを交互にレーザーアブレーションすることにより YBCO+BSO/YBCO+Y_2O_3 多層膜を作製した。作製した試料において、透過型電子顕微鏡(TEM)を用いて構造評価を行い、物理特性測定装置(PPMS)により超伝導特性の評価を行った。

結果と考察　図 2 に J_c の磁場角依存性示す。θ は磁場と YBCO の c 軸(//ナノロッド)のなす角度である。YBCO+BSO 単層膜と比べ YBCO+BSO/YBCO 多層膜では $B//c$ の J_c が減少し、$B//ab$ での J_c 値が向上した。長さ制御ナノロッドではナノロッドの長さが減少したためナノロッドに平行な方向の磁束ピンニングが弱まったため $B//c$ の J_c が減少した。一方長さ制御ナノロッドの端部がナノロッドに垂直な方向にピン止め点として作用したことにより $B//ab$ で J_c が向上した。YBCO+BSO/YBCO+Y_2O_3 多層膜では YBCO+BSO/YBCO 多層膜と比較してすべての磁場方向で J_c が向上している。これはナノ粒子が等方的な磁束ピンニングセンターとして働いたからである。このように長さ制御ナノロッド及びナノ粒子を用いることで YBCO 薄膜の磁束ピンニングが制御できることが示された。

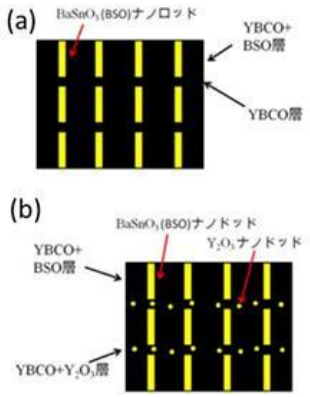

図 1(a) 長さ制御ナノロッド、(b) 長さ制御ナノロッド+ナノ粒子構造の模式図

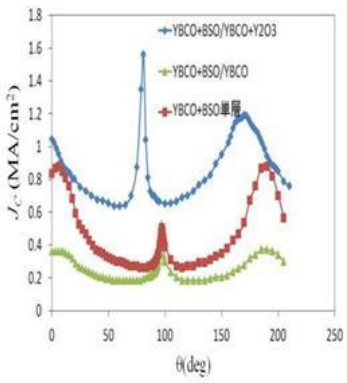

図 2　J_c の磁場依存性

© 2014 年　応用物理学会