

ナノコンポジットバッファ層を用いた
YBa₂Cu₃O_y-pure 薄膜への欠陥ピンニングセンターの導入
Inducing pinning center of crystal defects to YBa₂Cu₃O_y- pure thin film
by using nanocomposite buffer layer

名大工¹, 電中研², 奥村 慎¹, 伊藤 駿汰¹, 堀出 朋哉¹, 一瀬 中², 吉田 隆¹

Nagoya Univ.¹, CRIEPI², Shin Okumura¹, Shunta Ito¹, Tomoya Horide¹, Ataru Ichinose², Yutaka Yoshida¹

E-mail: okumura.shin.x4@s.mail.nagoya-u.ac.jp

1. はじめに

REBa₂Cu₃O_y (RE: Rare Earth) 薄膜において、磁場中臨界電流の向上のために、APC (人工ピンニングセンター) が導入されてきた。APC が REBCO 内に侵入した量子化磁束をトラップし、磁場中での臨界電流密度 (J_c) の低減が抑制される。APC として二次相を添加した REBCO 膜の J_c 特性向上は高温・低磁場で顕著である。しかし低温では結晶欠陥であるナノ歪み、結晶粒界、積層欠陥等が PC として強く働くと考えられている。

REBCO 薄膜中の結晶欠陥による PC について“基板誘起ピン”として表面のナノ突出物から、貫通転位を導入する方法[1]や格子不整合性を利用し転位点を増大させる方法[2]など様々な試みが行われてきた。どの手法も成長界面が REBCO 薄膜内に結晶欠陥を誘発し、磁場中 J_c 特性が向上した。

これまでに MgO 単結晶上に STO, CeO₂ が c 軸方向に cube-on-cube の配向で自己組織化すること及びバッファ層上の YBCO における磁場中 J_c 特性の変化及び結晶性等の観点から欠陥 PC の導入に最適な STO:CeO₂ の体積比率を報告した[3]。今回は YBCO 層の成長レートの変化及び STO 単相バッファ層との比較を行い、REBCO 薄膜における基板誘起の欠陥ピン導入に当たり、ナノコンポジットバッファ層の効果を検討した。

2. 実験方法

本研究では Pulsed Laser Deposition (PLD) 法により MgO (100) 単結晶上にバッファ層及び YBCO 層を作製した。ナノコンポジットバッファ層の作製

には PLD のターゲットに STO+CeO₂ を混合したものを使用した。また、Kr-F エキシマーレーザー ($\lambda = 248$ nm) の周波数を変化させることで YBCO 層の成長レートを変化させた。その際、同じ推定膜厚となるよう成膜時間を調整した。

3. 実験結果

図 1 に異なるバッファ層を用いて成長レートを変化させた YBCO 薄膜の 20 K, $B//c$ における磁場中ピンニング力 (F_p) を示す。STO 単結晶上 YBCO 薄膜については、格子整合性の良さから YBCO 層には欠陥 PC が入らず、9 T における F_p は最も小さい。YBCO/STO/MgO では STO と MgO の不整合度を若干量 STO 層が引継ぎ、YBCO 層の磁場中特性が向上している[2]。YBCO/STO+CeO₂/MgO では STO と CeO₂, MgO の 3 物質間の格子不整合度や結晶配向が転位点等を多量に YBCO 層に誘発し、磁場中で特性が向上した。さらに YBCO 層の成長レートにより F_p - B 特性が異なる。

図 2 に作製した YBCO/STO+CeO₂/MgO 薄膜の断面 STEM 像を示す。等間隔に YBCO 表面へ突き抜ける貫通転位が生じている。バッファ層と YBCO 界面でミスフィット緩和のために転位が導入されたと考えられる。また薄膜全体で面内方向に配列した Y₂O₃ 析出物も多量に存在し、等方的な PC として寄与していると推察される。

4. 謝辞

本研究の一部は JST-CREST (JIPMJC2336) の助成を受けて実施した。

5. 参考文献

- [1] B. Maiorov *et al* 2006 *Supercond. Sci. Technol.* **19** 891-895
- [2] P. Mele *et al* 2007 *IEEE Trans. Appl. Supercond.* **17** 2, 3713-3716
- [3] 第 71 回応用物理学会春季学術講演会、23a-12N-1、奥村 慎 他

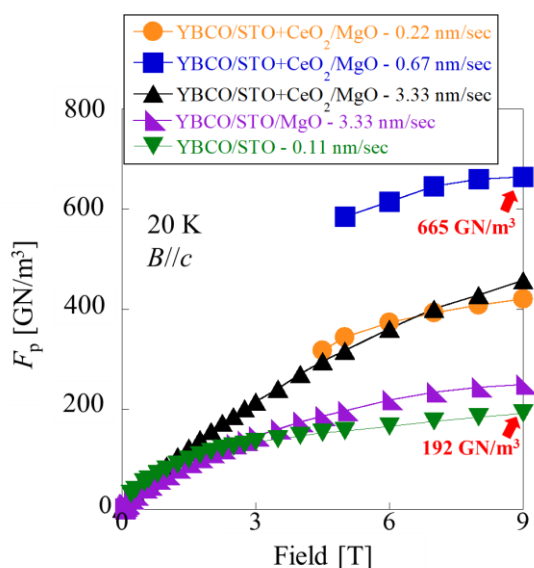


図 1 異なるバッファ層を用いて成長レートを変化させた YBCO 薄膜の 20 K, $B//c$ における磁場中ピンニング力特性

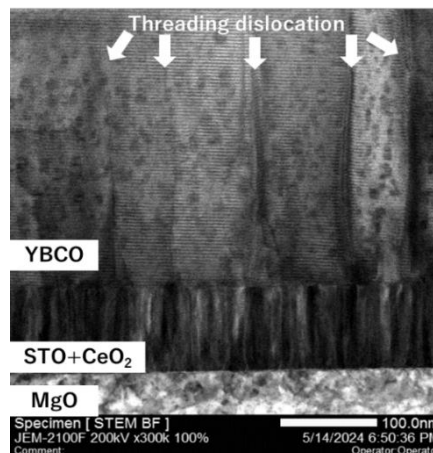


図 2 YBCO/STO+CeO₂/MgO 薄膜の断面 STEM 像