

# 配向度の異なる金属基板上 YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>y</sub> 膜への Ca 添加効果に関する研究 Study on Effect of Ca doping on YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>y</sub> Films Deposited on Metal Substrates with Various Misorientations

名大工<sup>1</sup>, 愛工大<sup>2</sup> ○神谷 和輝<sup>1</sup>, 一野 祐亮<sup>2</sup>, 土屋 雄司<sup>1</sup>, 吉田 隆<sup>1</sup>

Nagoya Univ.<sup>1</sup>, Aichi Inst. of Technol.<sup>2</sup>, ○Kazuki Kamiya<sup>1</sup>, Yusuke Ichino<sup>2</sup>, Yuji Tsuchiya<sup>1</sup>, Yutaka Yoshida<sup>1</sup>

E-mail: kamiya.kazuki@f.mbox.nagoya-u.ac.jp

## 1. はじめに

REBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>y</sub> (REBCO, RE = Rare Earth) 高温超伝導体の臨界電流密度  $J_c$  は結晶の粒界によって大きく減少する[1]。一方、REBCOへのCa添加による粒界  $J_c$  の改善が報告されている[2][3]。本研究では作製コストの抑えられる低配向度のREBCO線材の  $J_c$  改善を目的として、配向度の異なる中間層を持った金属基板上へのYBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>y</sub> (YBCO) 膜および Y<sub>0.7</sub>Ca<sub>0.3</sub>Ba<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>y</sub> (Ca-YBCO) 膜の作製を行った。作製した膜のCa添加効果について  $J_c$  の配向度、測定温度および磁場依存性を評価した。

## 2. 実験方法

YBCO および Ca-YBCO 膜は IBAD-MgO 基板上に PLD 法を用いて作製した。Fig. 1 に PLD に用いたチャンバーの模式図を示す。基板に直接通電する自己加熱方式を用いて成膜した。Ca の添加には混合ターゲット法を用いた。酸素分圧  $P_{O_2} = 27$  Pa として、YBCO 膜は基板温度  $T_s = 830$  および  $860^\circ\text{C}$ 、Ca-YBCO 膜は  $T_s = 830^\circ\text{C}$  で作製した。膜厚は  $1\ \mu\text{m}$  で一定とした。

## 3. 実験結果及び考察

Fig. 2 に様々な測定温度と配向度に対して Ca-YBCO と YBCO の自己磁場中  $J_c$  を比較した等高線図を示す。 $\delta\phi$  が大きく、また低温になるほど、Ca-YBCO の  $J_c$  が YBCO と比較して増加することが確認された。これは、Ca 添加によって REBCO の臨界温度  $T_c$  が低下したが、 $T_c$  よりも極低温側では  $J_c$  の温度依存性が小さくなったためであると考えられる。また、 $\delta\phi$  が大きい試料においては、臨界傾角を超える粒界がより多く存在することで YBCO の粒界  $J_c$  が大きく減少したが、Ca-YBCO では Ca 添加によって粒界  $J_c$  の減少が抑えられたためである。

Fig. 3 に様々な配向度と磁場および測定温度に対して Ca-YBCO と YBCO の  $J_c$  を比較した等高線図を示す。どちらの温度でも  $\delta\phi = 7^\circ$ 、 $B = 0-3$  T の領域を中心として Ca 添加の  $J_c$  が無添加と比較して大きく増加している。また、低温側で  $J_c$  の増加傾向がより広い磁場領域で顕著となった。

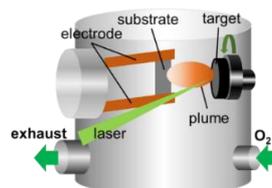


Fig. 1 Schematic drawing of a PLD vacuum chamber used in this study.

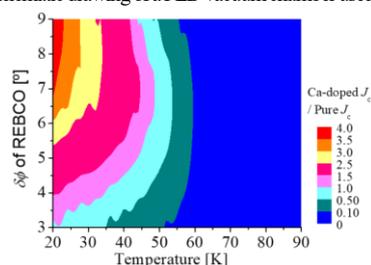


Fig. 2 Contour plot of  $J_c$  in Ca-YBCO /  $J_c$  in YBCO under various measurement temperatures and in-plane orientations (under self-field).

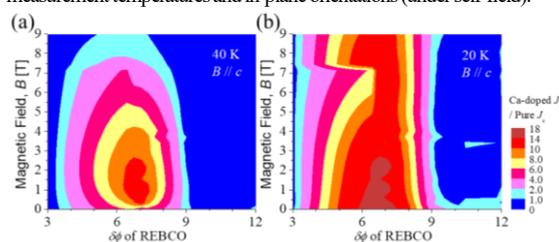


Fig. 3 Contour plot of  $J_c$  in Ca-YBCO /  $J_c$  in YBCO on different in-plane orientations at various magnetic fields in (a) 40 K and (b) 20 K.

## 4. 結論

$\delta\phi = 5-9^\circ$ 、測定温度 20-40 K 程度の範囲において Ca-YBCO 膜の  $J_c$  が YBCO 膜の  $J_c$  と比較して 1.5-4 倍程増加することが確認された。また、磁場中においても Ca 添加による  $J_c$  の向上が確認された。

## 謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 19K22154、20H02682 の助成を受けて実施した。

本研究で使用した IBAD-MgO テープは、(株)フジクラ飯島康裕様および産業技術総合研究所衣斐頭様並びに和泉輝郎様より提供していただいた。

## 参考文献

- [1] D. Dimos, *et al.*: Physical Review B **41**, 4043 (1990).
- [2] G. Hammeri, *et al.*: Nature **407**, 163 (2000).
- [3] Augier, *et al.*: Physica C **401**, 320-324 (2004).