

TFA-MOD 法により $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ 膜に導入した BaHfO_3 粒状ピン止め点の高数密度化

Maximization of BaHfO_3 flux pinning centers in $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ films by TFA-MOD method

九大工¹, 超電導研²・寺西 亮¹, 大田黒賢也¹, 山田和広¹, 金子賢治¹, 吉積正晃², 和泉輝郎²

Kyushu Univ.¹, SRL-ISTEC², °Ryo Teranishi¹, Kenya Otaguro¹, Kazuhiro Yamada¹,

Kenji Kaneko¹, Masateru Yoshizumi², Teruo Izumi²

E-mail: teranishi@zaiko.kyushu-u.ac.jp

1.はじめに

原料に三フッ化酢酸塩(TFA)を用いた溶液塗布熱分解(MOD)法は、材料収率が高く簡易な手法であることから Y 系線材の作製方法として有望視されている。同法では、Zr 塩を含んだ出発溶液を用いて $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ (YBCO)膜を作製すると、膜中に粒状の BaZrO_3 (BZO)磁束ピン止め点をランダムに分散させることができ[1]、臨界電流密度(J_c)の等方的な磁場角度依存性を発現させることができる[2]。また、仮焼と本焼の間に温度保持工程を導入すると膜中の BaZrO_3 粒子がより微細化し、磁場中での J_c が向上することが判明している[3]。一方で、線材実用化へは膜質の均質化や更なる高 J_c 化が求められる。そこで、本研究では、YBCO 膜中に BaHfO_3 (BHO)粒を導入し、温度保持工程の導入によってピン止め点の微細化による高数密度化を検討した。

2.実験方法

Y 及び Ba の三フッ化酢酸(TFA)塩と Cu のオクチル酸塩を金属モル比 Y : Ba : Cu = 1 : 1.5 : 3 で混合した溶液に Hf 塩(高純度化学製コート材)あるいはナフテン酸 Zr 塩を 1 mol% 添加して溶解させ、 $\text{CeO}_2/\text{MgO}/\text{Hastelloy}$ 基板にスピコートした。その後、水蒸気を含んだ酸素中で最高温度 703 K にて仮焼し、厚膜化のため溶液塗布と仮焼を更に 2 回繰り返した。得られた試料は、Hf 塩添加膜では 823 K、Zr 塩添加膜では 873 K にて水蒸気を含んだ低酸素雰囲気下で 180 分温度保持し、その後、同じガス雰囲気下で 1053 K に昇温して 150 分本焼することにより膜厚約 0.6 μm の YBCO 膜を得た。試料は 4 端子法によって通電特性を評価し、また透過型電子顕微鏡(TEM)及びエネルギー分散型 X 線分光(EDS)法によって微細組織を観察した。

3.結果と考察

Fig.1 に J_c の磁場強度依存性を示す。BHO を添加した試料では BZO 添加試料に比べていずれの磁場強度においても高い J_c が得られ、更に、低温保持を導入した試料では高磁場でより高い J_c を示した。TEM-EDS による BHO 添加試料の微細組織観察から、温度保持の導入によって直径約 5~30 nm 程度の粒子の数密度が 400 μm^{-3} から 678 μm^{-3} に増大することが分かり、より微細な粒子の数が増大していることが示された。また、BZO 添加膜の観察結果(粒径 16~30 nm、数密度 257 μm^{-3})と比較すると、BHO では微細な粒子がより多く膜中に存在していることが分かった。超伝導転移温度はいずれの試料も 91 K 程度であることから、BHO 導入膜で高い J_c が得られた要因は、微細なピン止め点为数多く膜中に導入できたためと考えられる。更に、温度保持工程の導入による粒度の微細化及び高数密度化の効果によって、高磁場側での J_c が向上したと考えられる。

[1] J.Gutierrez, et al.: *Nat.Mater.* 6 (2007) 367

[2] M.Miura, et al.: *Supercond. Sci. Technol.* 26 (2013) 035008

[3] K.Konya, et al.: *Physica C* 494 (2013) 144

謝辞：本研究は高温超電導コイル基盤技術開発プロジェクトの一環として経済産業省の委託及びイットリウム系超電導電力機器技術研究開発の一環として NEDO の委託にて実施したものである。

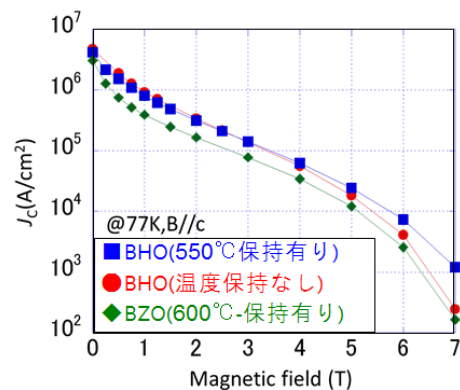


Fig.1 Dependence of J_c on magnetic fields.