成長速度が BaHfO₃ナノ粒子導入 TFA-MOD (Y_{0.77}Gd_{0.23})Ba₂Cu₃O_y線材の 超伝導特性に及ぼす影響

Influence of crystal growth rate on superconducting properties

for TFA-MOD (Y_{0.77}Gd_{0.23})Ba₂Cu₃O_v +BaHfO₃ coated conductors

1. はじめに

Trifluoroacetates-Metal Organic Deposition (TFA-MOD)法によ り作製された REBa₂Cu₃O_y 超伝導線材は、低コスト化かつ高特 性化が期待されている[1]。しかし、高磁場応用に向け、磁場中 臨界電流密度(J_c)を更に向上させる必要がある。これまでの研 究によって、($Y_{0.77}Gd_{0.23}$)Ba₂Cu₃O_y((Y,Gd)BCO)線材に磁東ピンニ ング点とし BaZrO₃(BZO)ナノ粒子を導入することで等方的か つ高い磁場中 J_c 特性を得ることに成功しており、ナノ粒子の密 度が高い程、特性が向上する[2]。また、(Y,Gd)BCO+BZO 線材 の結晶成長速度 *R* を変化させることによって、ナノ粒子の均質 化、サイズ制御を行い、更に高い磁場中 J_c 特性を得られている [3]。

これまで、我々は、BaZrO₃のZrをNbやSnで置き換えることでTFA-MOD線材におけるナノ粒子のサイズが異なることを報告してきた[2]。これらの磁場中J。特性は、ナノ粒子の密度が高いほど高いことが確認されている。更なる特性向上には、同じ添加量であってもBZOナノ粒子よりもサイズの小さい材料が求められている。

そこで本研究では、更なる特性向上に向けて、TFA-MOD 法 を用いて BaHfO₃(BHO)を新たな人工欠陥として選択し、 (Y,Gd)BCO+BHO 線材を作製した。また、本焼成時における成 長速度 *R* を制御し、成長速度 *R* が線材の結晶性や磁場中 *J*。特性 に及ぼす影響を検討した。

2. 実験方法

本研究では、金属基板上に TFA-MOD 法を用いて(Y,Gd)BCO+ 1wt.%BHO 薄膜を作製した。本焼成後の超伝導層の膜厚は 0.35 µm である。本焼時ガス流量 V を変化させることで成長速度を 制御した。作製した線材の結晶性は X 線回析法、自己磁場及び 磁場中 J_cは四端子法を用いて測定した。

3. 実験結果及び考察

BZO 導入線材同様に(Y,Gd)BCO+BHO 線材においても Fig.1 に示すように成長速度が速くなるにつれて、高い自己磁場臨界 電流密度($J_c^{\text{s.f.}}$)を示すことが分かる。高い成長速度において 4.0 MA/cm²(77 K)以上の高い $J_c^{\text{s.f.}}$ を示すことが確認された。

Fig.2に異なる成長速度 R で作製した(Y,Gd)BCO+BHO線材の XRD 測定より得られた BaF₂混在率を示す。Fig.2 より、高い成 長速度下で作製した(Y,Gd)BCO+BHO線材は、低い成長速度下 で作成した線材に比べ、異相混在率が減少していることが分か る。成長速度 Rを速くすることで、BaF₂が母相に取り込まれた ため、超伝導層の割合が向上したと考えられる。

当日の発表では、(Y,Gd)BCO+1wt.%BHO 線材の磁場中 J_c特性に加えて、成長速度 R が、結晶性及び微細構造に及ぼす影響についても議論する。



Fig.1 *R* dependence of $J_c^{s.f.}$ at 77 K for (Y,Gd)BCO+BHO CCs.



Fig.2 *R* dependence of BaF₂ content for (Y,Gd)BCO+BHO CCs.

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及び日本医療研究機関開発機構の委託により実施したものである。また、本研究の一部は、JSPS 科研費 26709076及び(公財)東電記念財団基礎研究の助成を受けたものです。

参考文献

[1] Y. Shiohara et.al., Jpn. J. Appl. Phys. 51 (2012) 01007.

- [2] M. Miura et.al., SUST 26 (2013) 035008.
- [3] 鄭翔爀、2013年度春季低温工学·超電導学会、3B-p02