

Bi 系高温超伝導ウィスカーにおける臨界電流密度異方性の改善

Improvement of Critical Current Density of Anisotropy in Bi-based High-Temperature Superconducting Whisker

米子工業高等専門学校¹, 豊橋技術科学大学², 鳥取県産業技術センター³ ○荒木 優一¹,

田中 博美¹, 武藤 浩行², 松田 厚範², 河村 剛², 玉井 博康³

Yonago Natl. Coll. of Tech.¹, Toyohashi Univ. of Tech.², Tottori Inst. of Ind. Tech.³ ○Yuichi Araki¹,

Hiromi Tanaka¹, Hiroyuki Muto², Atsunori Matsuda², Go Kawamura², Hiroyasu Tamai³

E-mail: s12702ay@student.yonago-k.ac.jp

1. 緒言

$\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_{n-1}\text{Cu}_n\text{O}_y$ 高温超伝導針状結晶 (以後, Bi 系ウィスカー) は配向制御不要, 作製が容易といった Bi 系高温超伝導体本来の特長に加え, 高臨界電流密度 (J_c) および完全結晶性を有する. そのため, 超伝導線材等の基礎研究に適しているといえる. 一方で, Bi 系ウィスカーをはじめとする銅酸化物高温超伝導体はその結晶構造に起因する強い J_c 異方性を持つ. 一般に, 強い J_c 異方性は応用の妨げとなる.

これまでに, 銅酸化物高温超伝導体における J_c 異方性の改善例として $\text{CuBa}_2\text{Ca}_3\text{Cu}_4\text{O}_{12-x}$ 高温超伝導体への Mg 不純物添加がある¹⁾. 本研究ではこの Mg 不純物添加を Bi 系ウィスカーに適応させる. これにより, Bi 系ウィスカーにおいても J_c 異方性の改善が期待される.

2. 実験方法

まず, Al_2O_3 燃焼ボートに MgO 粉末を充填する. そこへ ASGQP (A l_2O_3 -Seeded Glassy Quenched Platelets) 法²⁾を用いて育成した Bi 系ウィスカーを埋没する. その後, 管状炉を用いてアニール処理を施す. なお, アニール条件は温度: 400~800°C, 時間: 5h, 雰囲気: 大気中とした. 以上の工程で Mg 不純物を熱拡散した Bi 系ウィスカーを以後, “Mg 添加ウィスカー”と呼ぶ.

Mg 添加ウィスカーにおける J_c 異方性の評価では, 外部磁場 (H) 印加中の電流-電圧 ($I-V$) 特性を測定し, 異方性パラメータ (γ) を算出した. なお, γ の算出には下式 (1) を用いた.

$$\gamma = J_{c\perp} / J_{c\parallel} \dots\dots\dots (1)$$

(1) 式における各変数の意味を以下に示す. $J_{c\perp}$: $H \perp c$ 外部磁場下の J_c , $J_{c\parallel}$: $H \parallel c$ 外部磁場下の J_c . 比較のため, Mg 不純物添加無しの Bi 系ウィスカー (以後, as-grown ウィスカー) においても同条件で評価した.

3. 結果と検討

Fig.1 に Mg 添加ウィスカーにおける J_c -外部磁場印加角度 (θ) 特性を示す. 図より, Mg 添加ウィスカー

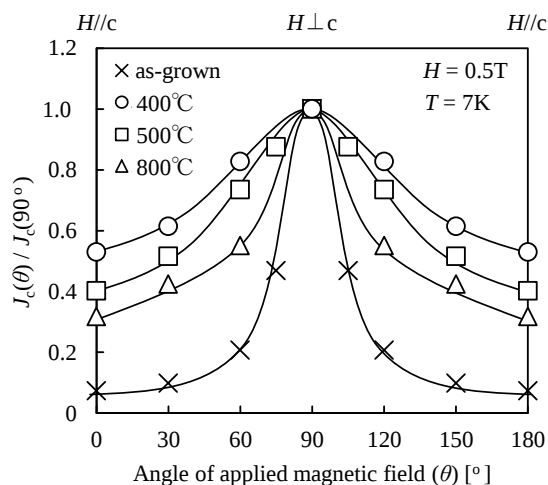


Fig.1. $J_c - \theta$ characteristics in Bi-based superconducting whiskers which were doped Mg. θ is defined an angle between a direction of applied magnetic field and c-axis.

の J_c 異方性は改善されていることが分かる. 特に, アニール温度を 400°C とした Mg 添加ウィスカーにおいて J_c 異方性の改善が著しい. γ を算出すると, as-grown ウィスカーの $\gamma = 13.8$ に対しアニール温度を 400°C とした Mg 添加ウィスカーは $\gamma = 1.89$ と約 1/7 に改善されていることが明らかとなった. この γ 値は Bi 系高温超伝導体と同じく実用化が期待されている $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$ 高温超伝導体の $\gamma = 4$ と比べても十分に小さいため, 実用十分な γ 値であるといえる³⁾.

4. 結言

Bi 系高温超伝導体の J_c 異方性を改善するため, Bi 系ウィスカーにおいて Mg 不純物を添加した. その結果, アニール温度を 400°C とする Mg 添加ウィスカーで J_c の異方性パラメータが $\gamma = 1.89$ と, 従来の $\gamma = 13.8$ と比べ約 1/7 に改善することができた.

文 献

- 1) S. K. Agarwal et. al., Phys. Rev. B, **58** (1998) 9504.
- 2) H. Uemoto et. al., Physica C, **392** (2003) 512.
- 3) B. Roas et. al., Phys. Rev. Lett., **64** (1990) 479.