

高い臨界電流密度を有する Bi 系高温超伝導ウィスカーの大型化

Growth of Large Bi-based High-Temperature Superconducting Whisker with High J_c

米子高専¹, 物材機構², 筑波大学³ ○(B)田中 橘平¹, 佐伯 夏海¹, 田中 博美¹, 松本 凌^{2,3}, 高野 義彦^{2,3}

National Inst. of Tech., Yonago College¹, National Inst. for Materials Science² Univ. of Tsukuba³ ○Kippe

Tanaka¹, Natsumi Saeki¹, Hiromi Tanaka¹, Ryo Matsumoto^{2,3}, Yoshihiko Takano^{2,3}

E-mail: kippeitanaka@gmail.com

1. 序論

Bi 系高温超伝導針状結晶 (Bi 系ウィスカー) は Ca が過剰に Sr サイトに置換 (以後, Ca/Sr 置換) することで生じる構造歪が磁場を捕捉するピンニングセンターとして機能する。そのため, 超伝導体に流すことができる電流の最大値である臨界電流密度 (以後, J_c) が Bi 系高温超伝導体の中で最も高いといった特徴がある。また, Ca/Sr 置換量を増加させることで, 更なる J_c の向上が期待できる^[1]。しかしながら Ca/Sr 置換を増加させることで Sr と Ca の固溶領域が狭まり, Bi 系ウィスカーの育成が難しくなる。そこで, 母材表面の Al_2O_3 濃度に着目した。これまでに Bi 系ウィスカーは, その母材であるガラス急冷体に含まれる Al_2O_3 を触媒として成長することが明らかとなっている^[2]。そこで母材表面の Al_2O_3 濃度を増加させることで, Bi 系ウィスカーのサイズ向上を試みた。また, 加熱後の母材断面を観察・測定することで, 散布した Al_2O_3 粉末の行方を追った。

2. 実験方法

ASGQP (Al_2O_3 -Seeded Glassy Quenched Platelets) 法^[3]を用いて高 J_c - Bi 系ウィスカーを育成した。まず, 組成が Bi : Sr : Ca : Cu = 2 : 2 : 3 : 6 の原材料を約 0.5h 混合し, 混合粉末を約 1200℃のマッフル炉で熔融する。その後, Al_2O_3 粉末を散布した鉄板で挟み込み急冷を行うことでガラス急冷体 (母材) を作製する。この時, 散布する Al_2O_3 粉末の量を制御することで母材表面の Al_2O_3 濃度を種々に変えた。

母材の表面形態や断面の分析, および Al_2O_3 濃度の測定には, 走査型電子顕微鏡観察 (SEM : Scanning Electron Microscope) とエネルギー分散型 X 線分光分析 (EDX : Energy Dispersive X-ray spectroscopy) をそれぞれ用いた。Bi 系ウィスカーの育成条件は以下の通りとした。育成温度 : 880~905℃, 育成時間 : 24h, 酸素流量 : 120ml/min。

3. 結果と検討

Fig.1 に母材表面の Al_2O_3 濃度と Bi 系ウィスカーの最大結晶サイズの関係を示す。これまで, 母材表面の Al_2O_3 濃度が約 15%だったの

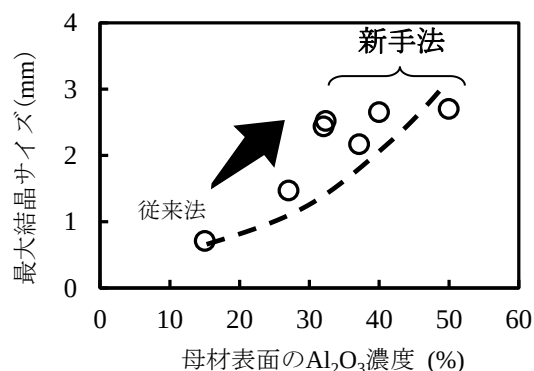


Fig.1 The relationship between Al_2O_3 density of matrix surface and maximum crystal size of the Bi-based whisker

に対して, 散布する Al_2O_3 粉末の量を意図的に増加させることで最大 50%まで増加させることに成功した。

これらの母材を用いて Bi 系ウィスカーの育成を行った。すると, Al_2O_3 濃度が約 15%の母材では最大結晶サイズが 0.7mm だったのに対して, Al_2O_3 濃度が約 50%の母材では最大結晶サイズが約 2.7mm の Bi 系ウィスカーの成長が確認された。

さらに, 母材断面の SEM, EDX 分析することで, 母材は加熱されると母材内部の原材料と散布した Al_2O_3 粉末が相互拡散することがわかった。

4. 結言

本研究では, Ca/Sr 置換量の大きい高 J_c - Bi 系ウィスカーの大型化を目的として, 育成方法の改良を行った。具体的には, 母材表面の Al_2O_3 濃度を増加させることにより結晶サイズの大型化を試みた。

その結果, 表面 Al_2O_3 濃度を 15%から 50%まで増加とさせることに成功し, 最大結晶サイズを約 3.5 倍まで大型化することに成功した。

参考文献

- [1] H. Tanaka et al., J. Appl. Phys., **106** (2009) 083907.
- [2] Matsubara et al., J. Cryst. Growth, **141** (1994) 131.
- [3] H. Uemoto et al., Physica C, **392-396** (2003) 512.