

母材粉砕法を用いた Bi 系高温超伝導ウイスキー成長における応力印加効果

Effect of Inner Stress on the growth of Bi-based High Temperature Superconducting Whiskers Using Pulverized-Glassy-Quenched Platelets

米子高専¹, 物材機構², 筑波大³, 豊橋技科大⁴

○(B)山本 紗矢香¹, 田中 博美¹, 松本 凌^{2,3}, 高野 義彦^{2,3}, 武藤 浩行⁴

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

Toyohashi Univ. of Tech.⁴, °Sayaka Yamamoto¹, Hiromi Tanaka¹, Ryo Matsumoto^{2,3},

Yoshihiko Takano^{2,3}, Hiroyuki Muto⁴

E-mail: sayaka12243@gmail.com

1. 序論

$\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_{n-1}\text{Cu}_n\text{O}_y$ ($n=1\sim 3$) 高温超伝導針状単結晶(以後、Bi 系高温超伝導ウイスキー)は臨界電流密度が高いなど、線材等への応用に有利な特性を有している^[1]。近年我々は、Bi 系高温超伝導ウイスキーの大型化を図るために母材の表面積を増加させた“母材粉砕法”を新たに考案した。しかしながら、その成長メカニズムは明らかにされていなかった。そこで本研究では、母材粉砕法によって育成される Bi 系高温超伝導ウイスキーの結晶サイズ改善を目的として、Bi 系高温超伝導ウイスキーの成長メカニズムに関する検討を行った。特に、成長機構で重要と思われる結晶成長の駆動力に着目した。その結果、母材粉砕法では従来法に比べ、母材に作用する内部応力が大きくなっていることが予想された。

得られた知見に基づき、実際に Bi 系高温超伝導ウイスキーの大型化を目指した育成を行った。

2. 実験方法

組成比 Bi : Sr : Ca : Cu = 2 : 2 : 2 : 4 で秤量した原材料を 1200°C で熔融・急冷することで Bi 系高温超伝導ウイスキーの母材となるガラス急冷体を作製した。急冷の際、母材の内部応力を制御するためにプレス圧力を種々に変えた。母材粉砕法では、作製した母材を 1.0 × 1.0mm² となるように粉砕とメッシュによる選定を行う。粉砕した母材を酸素雰囲気中の管状炉内で再加熱し、Bi 系高温超伝導ウイスキーの育成を行った。この時、育成条件は育成温度：870~890°C、育成時間 24h、酸素流量：120ml/min とした。

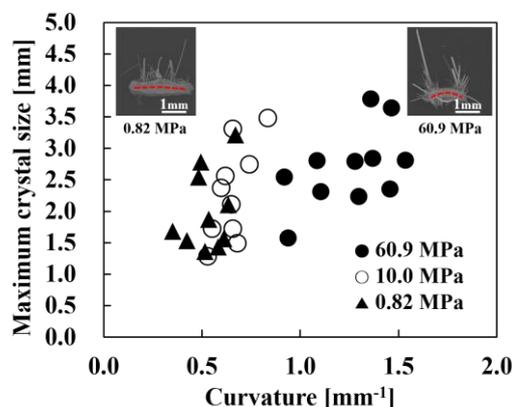


Fig.1 Relationship between base material's curvature and maximum size of whisker

3. 結果と検討

Fig. 1 にプレス圧力を 0.82 MPa~60.9 MPa と変えて作製した母材を用いて育成した際の母材曲率と得られた Bi 系高温超伝導ウイスキーの最大結晶サイズの関係を示す。挿入図に示す母材断面の電子顕微鏡像から分かるように、最も強い力(60.9 MPa)でプレスした母材は、弱い力(0.82 MPa)でプレスした母材に比べ加熱後、凸状に湾曲していることが分かる。この結果は“母材の湾曲が大きくなると、母材の内部応力も大きくなる”という予想と一致している。また、母材作製(急冷)時のプレス圧力が大きいほど母材の曲率(内部応力)が大きくなり、得られる Bi 系高温超伝導ウイスキーのサイズも大型化していることが分かった。

以上より、急冷時の圧力印加は Bi 系高温超伝導ウイスキーのサイズ向上を図る上で有効な手段であることが分かった。

参考文献

[1] H. Tanaka et al., : J. Appl. Phys., 106 (2009) 083907.