

Cu 保護層を形成してポストアニールを施した MgB₂ 薄膜の組織と超伝導特性

Superconducting properties and microstructures of post-annealed MgB₂ thin film with Cu protection layer

京大¹, 日立², 電中研³ °土井俊哉¹, 北村直也¹, 神部広翔¹, 岩中拓夢², 楠敏明², 一瀬中³
 Kyoto Univ.¹, Hitachi Ltd.², CRIEPI³

°T. Doi¹, N. Kitamura¹, H. Kambe¹, T. Iwanaka², T. Kusunoki², A. Ichinose³

E-mail: doi@device.energy.kyoto-u.ac.jp

1. はじめに

MgB₂ は、高い臨界温度 ($T_c = 39$ K) を有する、組成制御が容易、軽量 (低比重)、結晶配向化が不要である等の特長があり、液体水素や冷凍機を利用した 20 K 近傍での実用化が期待されている。我々は電子ビーム (EB) 蒸着法で作製した MgB₂ 薄膜が高い臨界電流密度 [1, 2] を有することから、MgB₂ コート線材の開発に取り組んできた。MgB₂ コート線材は 300°C 未満の低温で製造可能であり、かつ結晶配向化が不要であるため、REBCO 線材に比べて大幅に低コストで製造できる可能性が高い。これまでに、Cu [3]、Al [4]、ジュラルミン、ステンレスなどの無配向の汎用金属テープ上にも高い J_c を有する MgB₂ 層が作製できること、10 μ m 厚の厚膜が Cu テープ上に容易に作製できること [5] などを報告してきた。更に第 80 回応用物理学会秋季講演会において高 J_c を有する as-grown 状態の MgB₂ 薄膜上に Nb 層を保護層として形成した後、650°C でポストアニールを施すことで、磁場中 J_c が大きく向上することを報告した。

今回、Cu を保護層として形成した MgB₂ 薄膜にポストアニールを行った結果について報告する。

2. 実験方法

MgB₂ 薄膜の作製には EB 蒸着法を用いた。Mg および B 原料にそれぞれ電子ビームを照射し、267°C に加熱した Si 単結晶基板 (100) 上に 300 秒間蒸着することで MgB₂ 薄膜を作製した。MgB₂ 薄膜の形成後、EB 成膜装置内で Cu 層を 5 nm 厚の堆積した後、試料を大気中に取り出した。取り出した試料は直ちに RE マグネトロンスパッタリング装置内に移動し、3% H₂+Ar 雰囲気中で Cu 層を数 μ m 堆積した (Cu/MgB₂/Si 試料)。

作製した試料は 6 分割し、2 片を組成分析、X 線回折測定等に使用し、その他の 3 試料片に対して 3% H₂+Ar 気流中、450、550、650°C で 1 時間アニールのアニールを施した。

3. 結果と考察

Fig. 1 に、Cu/MgB₂/Si 試料の抵抗率の温度変化を示す。As-grown 試料およびポストアニール後の試料の Cu 層の厚さはそれぞれ 5、1,000 nm 程度であるため、常伝導領域での抵抗率は大きく異なっている。As-grown 試料の T_c は 34.8 K であるが 450°C × 1 h のポストアニールにより 35.9 K と 1 K 程度上昇した。しかし、550、650°C とさらにアニール温度を上げると、 T_c は 32 K、< 10 K と低下した。

当日は J_c - B 特性、組織観察結果と併せて議論する。

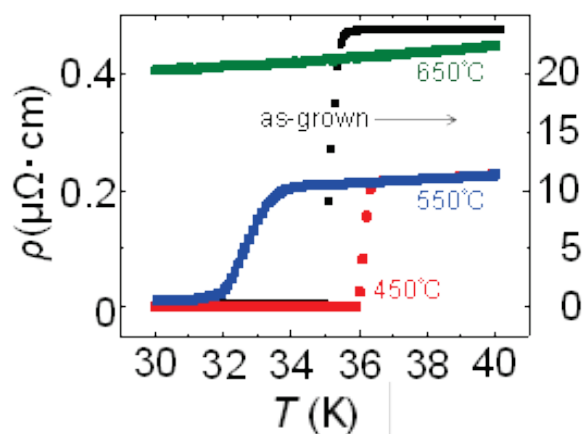


Fig. 1 Temperature dependences of the electrical resistivities of the as-grown and the annealed samples at 450, 550, and 650°C for 1 hour.

参考文献

- [1] H. Kitaguchi et al., IEEE TAS. **15**(2005)3313.
- [2] Shigeru Horii et al., APEX. **11** (2018) 093102.
- [3] K. Masuda et al., IEEE TAS. **16**(200)2895.
- [4] 吉原和樹ら, 低温工学 **47**(2012) 103.
- [5] T. Kusunoki et al., IEEE TAS. **27**(2017) 6200204.