

SUS 基板上に作製した MgB₂ 薄膜の超伝導特性と微細組織 Superconducting properties and microstructures for MgB₂ thin films grown on SUS tapes

京大院エネ科¹, 日立², 電中研³

°北村 直也¹, 出店 純弥¹, 堀井 滋¹, 岩中 拓夢², 楠 敏明², 一瀬 中³, 土井 俊哉¹

Kyoto Univ.¹, Hitachi Ltd.², CRIEPI³

°N. kitamura¹, J. Demise¹, S. Horii¹, T. Iwanaka², T. Kusunoki², A. Ichinose³, T. Doi¹

E-mail: kitamura.naoya.74m@st.kyoto-u.ac.jp

1. はじめに

MgB₂ は金属系超伝導体の中で最高の臨界温度($T_c = 39$ K)を有し、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。また、MgB₂ には組成制御が比較的容易であること、構成元素の Mg と B がいずれも資源的に豊富であること、軽量であること (低比重) 等の特長もある。我々は電子ビーム(EB)蒸着法で Si 基板上に作製した MgB₂ 薄膜が高い臨界電流密度($J_c = 0.6$ MA/cm² @ 20 K, 5 T)を示すことを報告した[1]。強磁場発生用の超伝導線材の実用化には、優れた歪み特性を有することが必要である。そこで本研究では、基板として高強度の SUS304 を用い、MgB₂ 薄膜を EB 法で作製した。また、作製した MgB₂ 薄膜について成膜条件と T_c および J_c の関係を調べ、Si、Cu、Al 上の MgB₂ 膜と比較した。また、 J_c の歪み依存性についても調べた。

2. 実験方法

MgB₂ 薄膜の作製には EB 法を用いた。超高真空中で Mg および B 原料にそれぞれ電子ビームを照射し、加熱した SUS 基板上に 300 s 蒸着し、MgB₂/SUS 試料を得た。なお、原料には Mg 鋳造塊と結晶性 B を用いた。基板の加熱は裏面に黒体塗料を塗布し、赤外線ランプを用いて加熱した。成膜中には B 原料からの輻射熱によって基板の成膜面が加熱され、基板温度が上昇するので成膜中の基板温度は基板材料に依存した時間変化を示すと考えられる。本研究では便宜上、成膜直前の基板温度を成膜温度(T_d)とした。

生成相の同定には X 線回折(XRD)法を、化学組成の決定には誘導結合プラズマ(ICP)発光分光分析を、 T_c 、 J_c の決定には四端子法を用いた。また、薄膜断面の微細組織および組成分析にはそれぞれ STEM および EDX を用いた。

3. 結果と考察

XRD 測定から、MgB₂ 膜はいずれの試料でも c 軸配向していることがわかった。Table 1 に

MgB₂/SUS、MgB₂/Si、MgB₂/Cu 及び MgB₂/Al の T_c と成膜温度を示す。MgB₂/SUS の T_c (33.5 K) は MgB₂/Si よりも低い、MgB₂/Cu および MgB₂/Al と比較すると高い。

Fig. 1 に MgB₂/SUS の J_c の磁場依存性を示す。なお、Table 1 に示した MgB₂/Si、MgB₂/Cu および MgB₂/Al の J_c の磁場依存性も併せて示した。MgB₂/SUS では MgB₂/Cu および MgB₂/Al に比べて高い J_c が得られ、低磁場側で MgB₂/Si よりも高い J_c を実現した。

当日はさらに断面 STEM 像と EDX についての考察結果、成膜条件と超伝導特性の関係、 J_c の歪み依存性についても報告する予定である。

Table 1 T_c s of MgB₂ films.

sample	T_d (°C)	T_c (K)
MgB ₂ /SUS	262	33.5
MgB ₂ /Si	248	36.1
MgB ₂ /Cu	281	30.6
MgB ₂ /Al	266	31.1

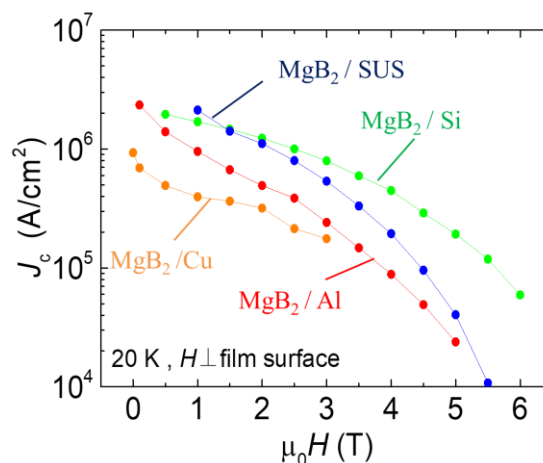


Fig. 1 J_c - $\mu_0 H$ curves at 20 K for MgB₂ films grown on SUS, Cu, Al and Si.

4. 参考文献

- [1] 下田ら、平成 28 年春季応用物理学会 21a-W834-4.