

Nd:YAG レーザーを用いて作製した MgB₂ 薄膜の超伝導特性

Superconducting Properties of MgB₂ Thin Films Fabricated by pulsed Nd:YAG Laser Deposition

関学大工¹, 農工大工², 産総研³, 名大工⁴

○尾崎 壽紀¹, 菊川 悟志¹, 田中 里佳², 山本 明保², 鶴田 彰宏³, 土屋 雄司⁴

Kwansei Gakuin Univ.¹, Tokyo Univ. of Agriculture and Technology², AIST³, Nagoya Univ.⁴,

○Toshinori Ozaki¹, Satoshi Kikukawa¹, Rika Tanaka², Akiyasu Yamamoto²,

Akihiro Tsuruta³, Yuji Tsuchiya⁴

E-mail: tozaki@kwansei.ac.jp

1. はじめに: 超伝導体において、電流方向によって異なる臨界電流密度 J_c を示す性質を利用した超伝導ダイオードが提案されている。Pb_{0.9}Bi_{0.1} 薄膜や YBa₂Cu₃O_y 薄膜では、面内磁場下において基板の効果により非対称臨界電流特性が確認されている[1,2]。非対称臨界電流特性は、基板-薄膜界面と薄膜表面における量子化磁束の出入りに対する表面バリアの非対称性に起因している。表面バリアは H_{c1} に比例するため、 H_{c1} が比較的大きい MgB₂ は、より顕著な表面バリアの効果が期待され、 T_c が 20 K を超えることから液体水素温度での運用が期待される。一方、小型で安価なため産業応用に適する Nd:YAG レーザーを用いた MgB₂ 薄膜作製の報告例はほとんどない。そこで我々は、超伝導ダイオードの新たな材料候補として MgB₂ に着目し、Nd:YAG レーザーを用いて高い超伝導特性を持つ MgB₂ 薄膜を作製することを目的に研究を行った。

2. 実験方法: 薄膜は Nd:YAG レーザーによる pulsed laser deposition (PLD) 法を用いて、r-Al₂O₃(1102) 基板上に 2 ステッププロセスで成長させた。使用した高密度ターゲットの組成は Mg : B = 2 : 2, 3 : 2, 4 : 2 の種類である。まず、基板上に上記ターゲットを用いて室温で前駆体膜を作製し、その後 600–740°C で熱処理することで MgB₂ 薄膜を得た。また、超伝導特性は、磁化測定及び通電測定により評価した。

3. 実験結果: Fig. 1 に 3 種類の高密度ターゲットを使用し、Nd:YAG レーザーを用いて作製した MgB₂ 薄膜の磁化の温度依存性を示す。ターゲット組成 Mg : B = 2 : 2, 3 : 2, 4 : 2 に対し、それぞれ、29.0、30.0、13.5 K の T_c を示し、Mg : B = 3 : 2 において、最も高い T_c が得られた。また、超伝導体積分率も最も大きかった。これらの結果から、安価で小型な Nd:YAG レーザーによる PLD 法においても比較的高い T_c を有する MgB₂ 薄膜が得られることが分かった。当日は、薄膜作製プロセスや臨界電流特性について詳しく議論する。

[謝辞] この成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の助成事業の結果得られたものです。

[参考文献] [1] X. G. Jiang et al., Phys. Rev. B 49, 9244 (1994). [2] 土屋雄司他, 第 81 回応用物理学会秋季学術講演会 8a-Z27-3.

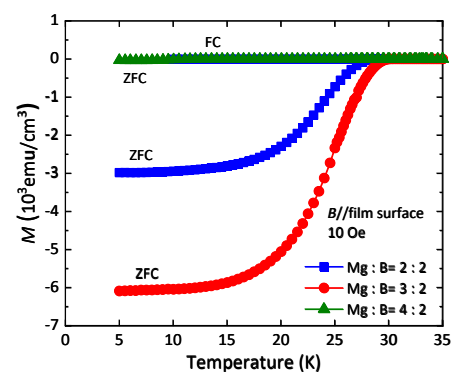


Fig. 1 Temperature dependence of magnetization for MgB₂ thin films fabricated by pulsed Nd:YAG Laser Deposition.