

Mn 含有 Mg/MgO/MgB₂ 複合体の強磁性と超伝導特性

Ferromagnetic and superconducting properties of Mn-containing Mg/MgO/MgB₂ composites

神戸大理¹ ○(M1)寺町 七海¹, 櫻井 敬博¹, 太田 仁¹, 内野 隆司¹

Kobe Univ.¹, °N. Teramachi¹, T. Sakurai¹, H. Ohta¹, T. Uchino¹

E-mail: 201s210s@stu.kobe-u.ac.jp

【緒言】近年、我々は、MgB₂ がフラクタル的に分散した Mg/MgO/MgB₂ 複合体が、超伝導体である MgB₂ の体積分率が 16%と希薄であっても、39 K で系全体が超伝導を示すことを報告した[1]。これは、フラクタル構造を有するジョセフソン接合ネットワークが系全体で構築され、そのフラクタルネットワークが、パーコレーション閾値以下でもバルク的な超伝導の発現を可能にしたことを示している。本研究では、この複合体に、磁性金属であるマンガンを追加し、その結晶構造を解析した。さらにその Mn 含有結晶の存在が母体の超伝導特性にどのような影響を及ぼすのかについて調べた。

【実験】Mg, B₂O₃ の粉末をモル比 5 : 1 で混合したのち、Mn 源として MnCO₃ の粉末を混合した。その混合物を、水素含有アルゴン雰囲気下 700 °C で加熱し、Mn 添加 Mg/MgO/MgB₂ 粉末試料を作製した。この粉末試料を、放電プラズマ焼結(SPS)法によって焼結し、焼結試料を作製した。これらの試料について、XRD 測定、磁化測定、磁気抵抗測定を行った。

【結果と考察】Fig. 1 に粉末試料の XRD 測定結果を示す。添加した Mn の重量比の増大に伴い、 $2\theta = 44.55, 46.87$ に新たなピークが現れることがわかった。このピークは、近年報告された[2]、強磁性ホウ化マンガン結晶である α' -MnB (キュリー点：約 550 K) であると考えられる。事実、本試料の磁化測定を室温で行うと、保磁力が約 200 Oe の強磁性的なヒステリシスを示すことがわかった。Fig. 2 に Mn 0.24wt%焼結試料の磁気抵抗測定の結果を示す。外部磁場 40 kOe の印加下でも約 8 K でゼロ抵抗状態を示し、強磁性相が共存していても、系全体が超伝導を示すことがわかった。次に室温で正の残留磁化を与えた試料をゼロ磁場の状態で 2 K まで冷却し、磁化の時間変化を測定した (Fig. 3)。 α' -MnB の強磁性に由来する残留磁化は、マイスナー効果により完全に打ち消されるよう緩和するが、微弱な外部磁場の印加により、大きな自発磁化が観測されることがわかった。これらの結果は、本試料中で強磁性と超伝導の共存と特異な相互作用が生じていることを示している。

[1] T. Uchino, N. Teramachi, and R. Matsuzaki *et al.*, *Phys. Rev. B* **101**, 035146 (2020).

[2] S. Klemenz *et al.*, *Dalton Trans.* **49**, 131 (2020).

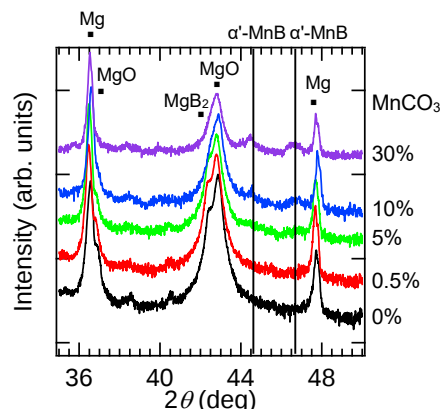


Fig. 1. XRD patterns of powder samples with different Mn contents.

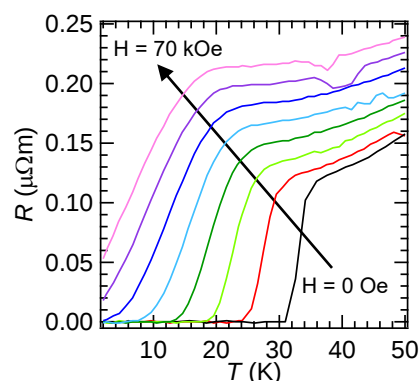


Fig. 2. Temperature dependence of magnetoresistance for the Mn 0.24wt% sample.

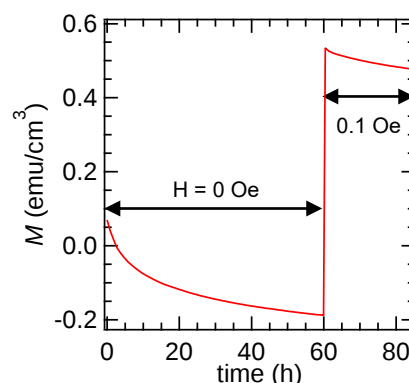


Fig. 3. Time variation of magnetization under different applied fields for the Mn 0.24wt% sample at 2K.