

炭素ドーピング MgB_2 薄膜の作製とその臨界電流特性Fabrication and critical current properties for C-doped MgB_2 thin films京大¹, 日立製作所²: 〇青木 翔太¹, 竹原 寛人¹, 堀井 滋¹, 土井 俊哉¹,水上 貴彰², 楠 敏明², 菅野 周一²Kyoto Univ.¹, Hitachi Ltd.²: Shota Aoki¹, Hiroto Takehara¹, Shigeru Horii¹, Toshiya Doi¹,Takaaki Mizukami², Toshiaki Kusunoki², Shuichi Kanno²

E-mail: aoki.shota.47v@st.kyoto-u.ac.jp

【緒言】

MgB_2 は、金属系超伝導物質の中で最も高い超伝導転移温度($T_c=39$ K)を有しており、ヘリウムフリーの冷凍機冷却あるいは液体水素による 15~30 K での応用が期待されている。しかし、20 K 近傍での MgB_2 の臨界電流特性の改善が実用化への課題であり、MRI などの強磁場応用に向けて SiC, C などのピンニングセンタ導入に関する研究が進められている。

本研究では、電子ビーム蒸着法で作製した MgB_2 薄膜における臨界電流特性のさらなる向上を目的として、 MgB_2 への C ドープを試み、磁束ピンニング特性の評価を行なった。

【実験】

MgB_2 および C ドープ MgB_2 薄膜を電子ビーム(EB)蒸着法でジュラルミン(Du)基板上に 280°C で成膜した。原料には鋳造 Mg 塊(3N)、結晶性 B(純度 99.5%)と結晶性 B_4C (2Nup)を用い、B(C)側の原料はモル比が B:C=100:0, 99:1, 90:10 となるように混合した。

得られた試料について、X 線回折(XRD)法により生成相の同定を行い、B/Mg 比を誘導結合プラズマ(ICP)発光分光分析から、C/B 比をエネルギー分散型 X 線分光(EDX)から決定した。また、薄膜の T_c および不可逆曲線を四端子法から決定した。

【結果及び考察】

成膜した MgB_2 薄膜の B/Mg 比および C/B 比を Table 1 に示す。ICP から Mg と B がおよそ 1:2 で成膜されていることが、EDX から C が薄膜内に何らかの形で取り込まれていることがわかった。また、仕込みの C 量の増加とともに薄膜内の C 量も増加する傾向も示した。

Fig. 1 に、C-free および C-doped MgB_2 薄膜の電気抵抗率の温度依存性を示す。まず、 T_c に着目すると、いずれの試料も超伝導特性を示すものの、C ドープ量の増加とともに T_c は減少する。具体的には、B:C=100:0, 99:1, 90:10 において、それぞれ、 $T_c=34, 30, 19$ K であった。この結果は EDX で検出した C は MgB_2 内に固溶していることを示唆する。また、電気抵抗率の温度依存性も C ドープ量の増加とともに半導体的挙動に変化しており、 MgB_2 への C の固溶を支持する結果となった。

Fig. 2 に磁場中電気抵抗から決定した C-free およ

び C-doped MgB_2 薄膜の不可逆曲線を示す。なお、横軸は T_c で規格化した温度であり、不可逆温度は超伝導転移温度直上の抵抗率の 1/100 の抵抗率を示す温度とした。B:C=100:0 および B:C=99:1 の不可逆曲線はほぼ一致しており、この結果を見る限り、炭素ドーピングは MgB_2 の不可逆磁場向上に寄与していないと考えられる。当日は、C-doped MgB_2 薄膜の臨界電流密度の磁場依存性の結果についても示すとともに、 MgB_2 薄膜における C の磁束ピンニング効果について議論する予定である。

Table 1 Chemical compositions for the obtained C-doped and C-free MgB_2 thin films.

B:C(nominal)	B/Mg(ICP)	C/B(EDX)
100:0	2.0	---
99:1	2.1	2.4
90:10	2.2	9.2

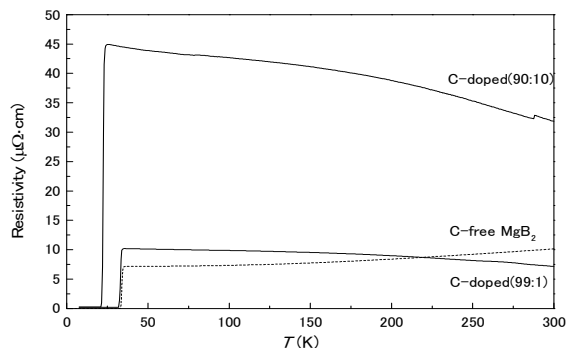


Fig. 1 Temperature dependences of the electrical resistivity for the C-free and C-doped MgB_2 thin films.

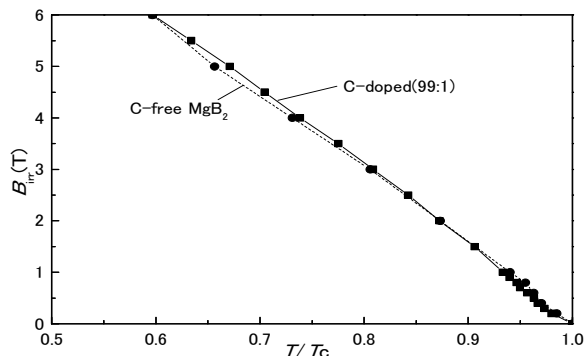


Fig. 2 Irreversibility lines for the C-free and C-doped MgB_2 thin films.