

# MgB<sub>2</sub>バルク体の臨界電流密度特性におけるB<sub>4</sub>CとSiCのドーピング効果

02232077 小田部研究室 三原 広喜

**背景と目的** MgB<sub>2</sub>は金属超伝導体の中では最高の39 Kの臨界温度をもち、軽量かつ低コストというメリットがあることから、冷凍機を用いた20 K近傍での利用が期待されている。しかし高温領域ではまだ十分なピン力特性でないため臨界電流密度が大きく減少してしまう。この特性の改善には低温での熱処理およびB<sub>4</sub>CやSiC等の添加が有効であることが知られている。そこで本研究では低温での熱処理を行ったMgB<sub>2</sub>、B<sub>4</sub>CとSiCを添加させたMgB<sub>2</sub>を用いて、臨界電流密度特性への影響を調べた。

**実験** 測定に用いた試料はSUS316管の端部を閉じる powder in close tube 法で作製されたもので、作製後、SUS316を取り除いたバルク体である。試料サイズは2 mm × 2 mm × 0.16 mm程度である。各試料の諸元を表1に示す。なお、#1は無添加で一般的な熱処理を行った試料である。臨界電流密度  $J_c$  はSQUID 磁力計を用いた直流磁化測定から求める。また、 $J_c=0$ となる不可逆磁界  $B_i$  は便宜的に  $J_c = 1.0 \times 10^6 \text{ A/m}^2$  となる磁界で決定した。

**結果及び検討** 各試料の  $J_c$ - $B$  特性を図1に示す。低温での熱処理、B<sub>4</sub>CとSiCの添加により  $J_c$  が向上したことがわかる。各試料の不可逆磁界の温度依存性を図2に示す。不可逆磁界も低温での熱処理およびB<sub>4</sub>CやSiCの添加により大きく向上していることがわかる。これはB<sub>4</sub>CやSiCの添加の場合、CがBを一部置換することにより  $a$ - $b$  平面内に歪みが生じ、電子の平均自由行程の減少による上部臨界磁界  $B_{c2}$  の向上によるものであるが、結晶界面のピンニングの強化の影響も一部に考えられる。また低温での熱処理の場合、結晶粒の大きさの減少により高い密度の結晶界面による強い電子散乱のためによるピン力の増加が起こるためと考えられる。しかしながら、 $B_{c2}$  の向上に伴って不可逆磁界が増加し、高磁界下の臨界電流密度が向上した可能性もある。図3に#3について最大値  $F_{p(\max)}$  で規格化したピン力密度と不可逆磁界  $B_i$  で規格化した磁界の関係(ピン力密度のスケール則)を示す。実線は結晶界面がピンとなった場合の理論予想  $F_p \propto b^{1/2} (1-b)^2$  であり ( $b = B/B_i$ )、この結果から主なピンは結晶界面であると推測される。また、同じようなスケール則が4つの試料でも得られた。したがって、4つの試料のピンニング機構は同じものであると考えられる。各試料の  $B_i$  の違いや界面のピンニング特性の変化の可能性についての考察、および詳細な解析結果と磁束クリープ理論の比較は当日行う。

表1：試料の諸元

	仕込み	熱処理条件	$T_c$
#1	MgB <sub>2</sub> (一般的な熱処理)	MgB <sub>2</sub>	950°C,12h 38.6 K
#2	MgB <sub>2</sub> (低温熱処理)	MgB <sub>2</sub>	600°C,24h 38.2 K
#3	B <sub>4</sub> C添加 MgB <sub>2</sub>	MgB <sub>1.5</sub> (B <sub>4</sub> C) <sub>0.1</sub>	850°C,3h 35.4 K
#4	SiC添加 MgB <sub>2</sub>	MgB <sub>1.80</sub> SiC <sub>0.2</sub>	850°C,3h 35.5 K

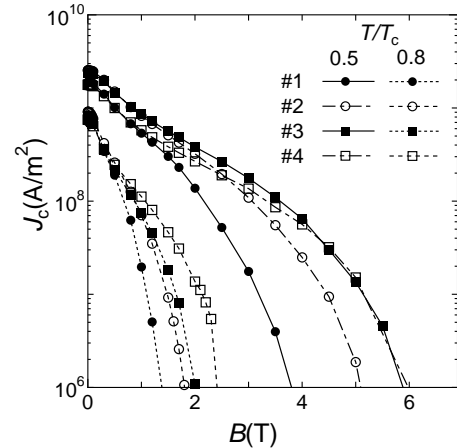


図1：各試料の  $J_c$ - $B$  特性。

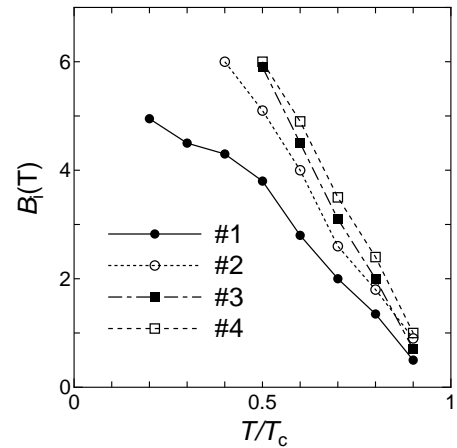


図2：各試料における不可逆磁界の温度依存性。

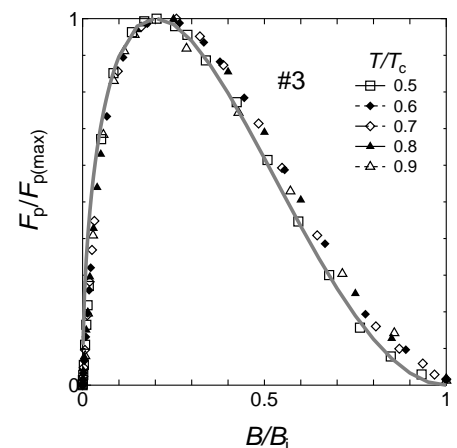


図3：#3のピン力密度の温度スケール則。

## 【研究業績】

- 応用物理学会九州支部学術講演会 (2005)