

MgB₂ 線材における不純物添加によるボロンサイトの炭素置換効果Effect of C substitution for B site by the impurity addition for MgB₂ wires

物材機構 ○熊倉 浩明, 葉 術軍, 張 雲超, 松本 明善

NIMS ○Hiroaki Kumakura, Shujun Ye, Yunchao Zhang, Akiyoshi Matsumoto

E-mail: KUMAKURA.Hiroaki@nims.go.jp

【諸言】 MgB₂ 線材において炭素化合物添加による B サイトの C 置換効果については良く知られている。最もよく知られた添加物は SiC ナノ粒子であり、これによって H_{c2} が上昇して高磁界での J_c が大きく向上することが知られている。本研究では、カーボンコートした B 粉末ならびにコロネン(C₂₄H₁₂)をコートした B 粉末を用いて Mg 内部拡散法によって MgB₂ 線材を作製し、微細組織ならびに臨界電流特性を評価して、SiC 添加した MgB₂ 線材と比較した。

【実験方法】 カーボンコートしたナノ B 粉末は米国 SMI 社から入手した。ただし同社の B 粉末には Cl が含まれているので予めキシレンを用いて Cl を取り除いた。B 粉末の C₂₄H₁₂ コートは、B 粉末(トルコ PAVEZYUM 社製)と C₂₄H₁₂ とを石英管に真空封入し、C₂₄H₁₂ の融点 (438°C)直上で加熱して C₂₄H₁₂ を融解させ、C₂₄H₁₂ 融液を B 粉末に浸透させることによって行った。これらの B 粉末を、外径 6mm、内径 3.5mm の鉄管の中心に配置した Mg 棒 (径 2mm)と鉄管との隙間に充填し、径 0.6mm のワイヤーに加工後、670°C で 6 時間熱処理して単芯線材を作製した。

【結果】 図 1 にカーボンコート B 粉末を用いて作製した線材の J_c - H 特性の温度依存性を示す。比較のために SiC 添加した拡散法 7 芯線材の特性を点線で示す。カーボンコート B 粉末を用いた線材では 4.2K、10T で 10^5 A/cm² 以上の J_c が得られ、20K、5T でも $76,000$ A/cm² という高い値が得られた。カーボンコート B 粉末を用いた線材の J_c - H カーブの傾きは SiC 添加線材よりも大きい、これは B サイトの C 置換量の違いによる。また、低磁界側ではカーボンコート B 粉末線材の方が J_c が高い、これは SiC 添加線材では Mg₂Si がリボン状に析出して J_c の阻害因子になっているためと考えられる。図 2 には 5mol% の C₂₄H₁₂ をコートした B 粉末を用いて作製した MgB₂ 線材の 4.2K における J_c - H 特性を、10mol% SiC 添加した線材の特性と比較して示す。C₂₄H₁₂ コート線材の J_c - H 曲線の傾きは SiC 添加線材よりも小さく、B 粉末の C₂₄H₁₂ コートによってかなり多量の B サイトの C 置換が起きていることがわかる。実際 X 線回折による a 軸長から求めた C 置換量は 4.5% で SiC 添加による C 置換量である ~3% よりも多い。10T における J_c は 10^5 A/cm² を越えており、これは SiC 添加線材よりも高い値である。また、線材全断面面積あたりの J_c (J_c) は MgB₂ 充填率が高くないにもかかわらず $11,000$ A/cm² (4.2K, 10T) と高い値が得られ、B 粉末に対する C₂₄H₁₂ コートが高 J_c 化や高 J_c 化に有望であることがわかった。

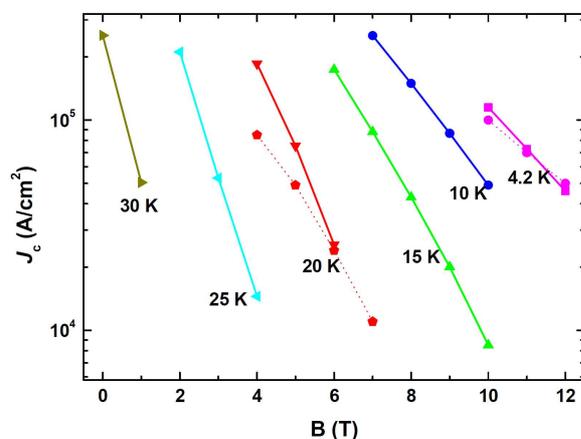


図 1 カーボンコートした B 粉末で作製した MgB₂ 線材の J_c - H 特性。

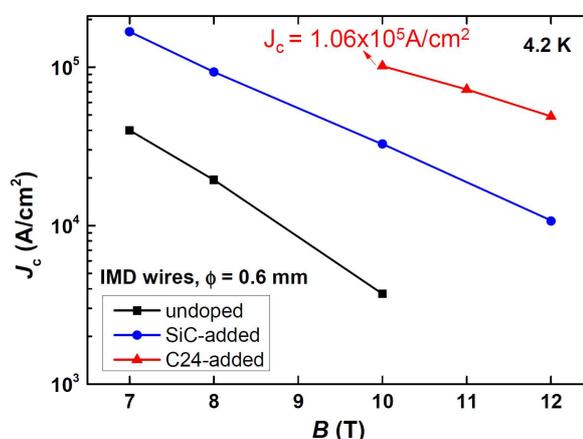


図 2 C₂₄H₁₂ コートした B 粉末で作製した MgB₂ 線材の J_c - H 特性。