

コロネン熱分解でカーボンコートした硼素粉末により作製した MgB_2 線材

MgB_2 wires fabricated with boron powders coated with nano-carbon by pyrolysis of coronene

物材機構 ○熊倉浩明, 葉 術軍, 松本明善, 長谷川 明

NIMS ○Hiroaki Kumakura, Shujun Ye, Akiyoshi Matsumoto, Akira Hasegawa

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

【諸言】 MgB_2 線材においては、内部 Mg 拡散法 (Internal Mg diffusion, IMD) を適用することによって MgB_2 層の充填率を向上させることができ、高い J_c や J_c を得ることが可能になる。最近我々は、coronene ($C_{24}H_{12}$) を添加した硼素粉末 (平均サイズ 250nm) を使い、IMD 法を適用して、10 T、4.2 K で J_c が $10^5 A/cm^2$ 以上、 J_c も $10^4 A/cm^2$ 以上の IMD 法 MgB_2 線材の作製に成功した。この $C_{24}H_{12}$ を使うことで高い J_c と J_c が得られる一つの理由は、 $C_{24}H_{12}$ の融点 (438°C) はその熱分解温度及び MgB_2 の生成温度以下のため、反応熱処理の前に、硼素粉末表面に $C_{24}H_{12}$ を均一にコーティングすることができ、これによって MgB_2 の硼素原子サイトの炭素原子置換が均一に得られることによると考えられる。しかしながら、この $C_{24}H_{12}$ は水素を含むので、水素が不純物として MgB_2 層に残留するという問題がある。そこで我々は、更に高温でこの $C_{24}H_{12}$ をコーティングした硼素を熱処理することにより、ナノサイズのアモルファス炭素コーティングした硼素を得た。本報告では、この炭素コーティング、ならびにこの炭素コート硼素を用いて作製した MgB_2 超伝導線材について報告する。

【カーボンコート硼素粉末と線材の作製】 炭素量として 2-7mol% の $C_{24}H_{12}$ を混合した硼素粉末を石英管に真空封入後 630°C で 3 時間熱処理した。この硼素粉末と径 2mm の Mg 棒、ならびに内径 3.5mm、外径 6mm の鉄チューブを用いて、IMD 法を用いて径 0.6mm の単芯 MgB_2 線材を作製した。Fig. 1 に熱処理した硼素粉末の TEM 像を示す。各硼素粉末粒子の表面に厚さが 3~4nm のアモルファス状のコート膜が存在するのが判る。Fig. 2 には Fig. 1 の領域の炭素の EELS による元素マップを示す。この画像ならびに熱処理した粉末の X 線回折の結果より、硼素表面に存在する層は炭素コート膜であることがわかった。熱処理中に融点以上の温度で $C_{24}H_{12}$ は融解して硼素粉末表面を覆うが、この表面を覆う $C_{24}H_{12}$ が 630°C では分解を起こし、炭素コート被膜が得られると考えられる。

【臨界電流特性】 Fig. 3 には $C_{24}H_{12}$ 添加量を変えて得られた炭素コート硼素粉末から作製した IMD 法 MgB_2 線材の 4.2K における J_c -B 特性を示す。3mol 炭素%に相当する $C_{24}H_{12}$ を添加し、700°C で熱処理した線材の J_c が一番高く、10T で $8,000 A/cm^2$ が得られた。この値は、無添加線材の値よりも一桁以上高いが、 $C_{24}H_{12}$ コートした硼素粉末を用いた線材の $J_c=11,000 A/cm^2$ よりも若干低い。しかしながら、熱処理温度や $C_{24}H_{12}$ の量などにより、ナノ炭素層厚をうまくコントロールできれば、更なる J_c の向上が期待できる。

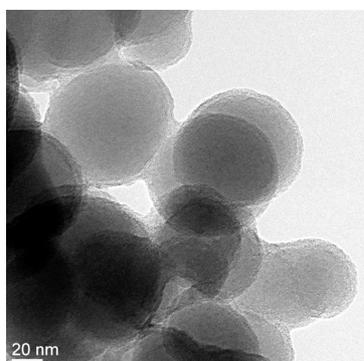


Fig.1 TEM image of B powder after the heat treatment.

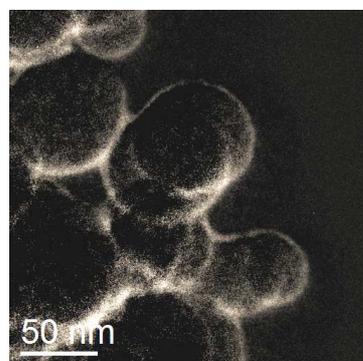


Fig. 2 EELS image(C) of B powder after the heat treatment.

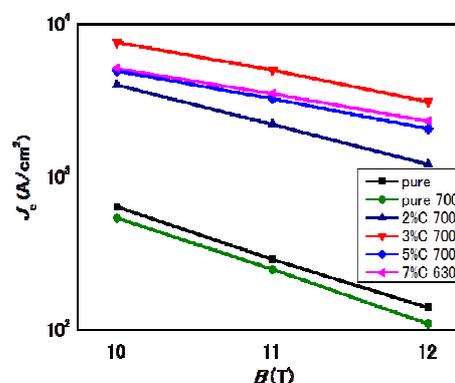


Fig. 3 J_c -B curves of the MgB_2 wires fabricated with C-coated B powder.