

PIT 法 MgB_2 線材の組織と臨界電流特性に及ぼす Mg 粉末粒径の影響Influence of Mg powder size on the microstructure and critical currents of MgB_2 wires

物材機構 ○熊倉浩明, 新田隆二, 葉 術軍, 張 雲超, 松本明善

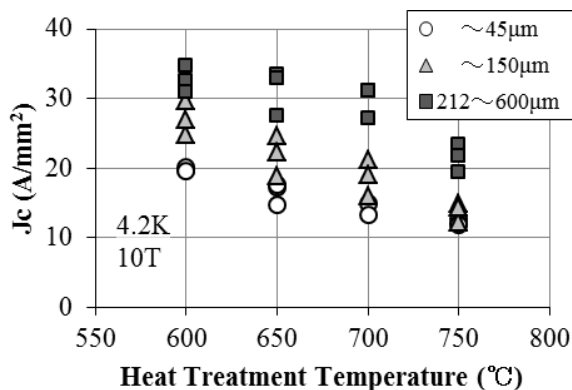
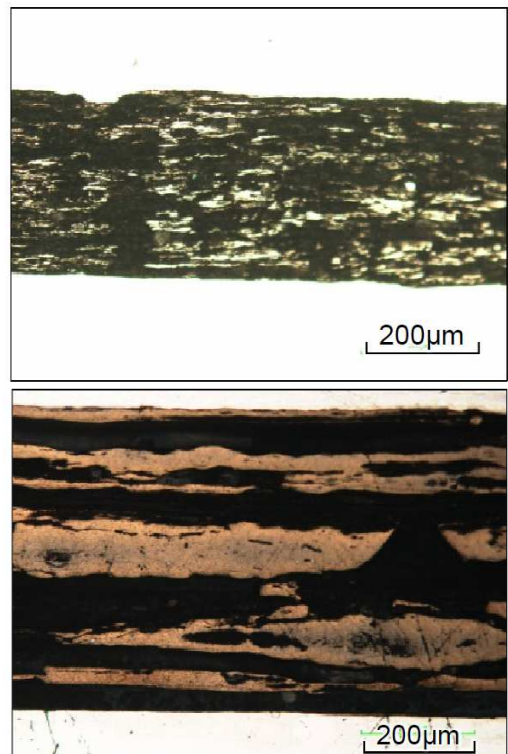
NIMS ○Hiroaki Kumakura, Ryuji Nitta, Shujun Ye, Yunchao Zhang, Akiyoshi Matsumoto

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

【諸言】 MgB_2 の線材化法としては、混合原料粉末を金属管に充填して線材に加工後、熱処理をする PIT 法が一般的である。一方で、Mg 棒のまわりに B 粉末を配置する内部 Mg 拡散(IMD)法もあり、 MgB_2 層の密度が上昇して PIT 法よりも高い J_c や J_e が得られるという特徴がある。PIT 法では通常は微細な Mg 粉末を用いるが、Mg 粉末の粒径を大きく (粒の数を少なく) していくと、Mg 粒子の周囲が B 粉末で覆われるようになり、Mg 拡散法と類似の状況が出現すると考えられる。そこで本研究では、PIT 法において Mg 粉末の粒径を変化させて線材を作製し、組織と臨界電流特性を調べた。

【実験方法】 Mg 粉末の粒径として $\sim 45\mu\text{m}$ 、 $\sim 150\mu\text{m}$ 、 $212\sim 600\mu\text{m}$ の三種類を選んだ。これらの Mg 粉末とアモルファスのナノ B 粉末とを混合し、外径 6.2mm、内径 3.5mm、長さ 48mm の鉄管に充填して径 0.6 $\sim$ 1mm の単芯線材に加工した後、600 $\sim$ 750 $^{\circ}\text{C}$ で 1 時間、真空中にて熱処理をした。線材の組織を光学顕微鏡、走査電顕ならびに X 線回折で調べた。臨界電流特性は四端子抵抗法により、4.2K にて 12T までの磁界中で測定した。 I_c は $1\mu\text{V}/\text{cm}$ のクライテリオンで定義し、 J_c は I_c を MgB_2 層の断面積で除して求めた。

【結果】 図 1 には、4.2K、10T における J_c の熱処理温度依存性を示す。いずれの熱処理温度においても Mg 粒径が増大するに従って J_c が上昇するのがわかる。線材加工後の組織においては、 $45\mu\text{m}$ Mg 粒径では Mg 粒があまりフィラメント状に伸びていないのに対して、 $150\mu\text{m}$ 、 $212\sim 600\mu\text{m}$ 径の場合は線材長手方向に良く伸びた Mg フィラメントが観察された。図 2 には $45\mu\text{m}$ ならびに $212\sim 600\mu\text{m}$ の Mg 粒径の場合の、熱処理後の線材長手方向の断面組織を示す。 $45\mu\text{m}$ Mg 粒では Mg 粉末は線材長手方向にあまり加工されていないために MgB_2 は granular な組織を示すが、 $212\sim 600\mu\text{m}$ の粒径では Mg はかなり長いフィラメント状に加工されており、この Mg フィラメントからその周囲の B 粉末層に Mg が拡散して MgB_2 層が線材長手方向に連続的に形成されているのがわかる。この状況は IMD 法線材に類似しており、これによって充填率の高い MgB_2 層が形成され、高い J_c が得られると考えられる。

図 1 4.2K、10T における臨界電流密度 J_c 。図 2 Mg 粒径が $45\mu\text{m}$ (上) ならびに $212\sim 600\mu\text{m}$ (下) の場合の熱処理後の線材長手方向の組織写真。