

スウェージ加工により作製した PIT MgB₂ 線材の組織と臨界電流特性

Microstructure and critical currents of PIT MgB₂ wires cold worked with swaging

物材機構¹, 芝浦工大² ○熊倉 浩明^{1,2}, (M2) 齊藤祐亮^{1,2}, 村上雅人²

NIMS¹, Shibaura Inst. Tech.² ○Hiroaki Kumakura^{1,2}, Yusuke Saito^{1,2}, Masato Murakami²

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

MgB₂線材の作製法としてはパウダー・イン・チューブ(PIT)法が最も一般的であるが、線材の加工方法によって組織が影響を受け、これによって臨界電流特性も変化すると考えられる。我々は、これまで溝ロール加工とダイス線引きを組み合わせる PIT 線材の加工を行ってきたが、最近スウェージ加工のみによって線材加工を行うとファイバー状の MgB₂ が得られるとともに MgB₂ コアの充填率が向上し、臨界電流特性も上昇することが判った。本講演では、スウェージ加工によって線材加工した場合の組織と臨界電流特性について、従来の溝ロール加工やダイス線引きによる線材と比較して発表する。

線材は純鉄管を用いた *In-situ* PIT 法により作製した。原料粉末として Mg(99.5%, <45μm)、アモルファス B(98%, <250nm)を用いた。カーボンを添加する方法としてカーボンコート B 粉末(CCB)、または C₂₄H₁₂ を添加した混合粉末を用いた。線材加工はスウェージングマシンを用いた。比較のために溝ロール圧延+カセットローラダイス線引(CRD)ならびに溝ロール圧延+通常ダイス線引きによる線材も作製した。熱処理後の MgB₂ コアの充填率を評価するために、MgB₂ コアの硬さをビッカース硬さ試験器により調べた。J_cは4端子抵抗法により測定した。

Fig.1 にスウェージ加工ならびに溝ロール+ダイス線引きによる線材の熱処理後の線材長手方向の組織を示す。いずれも線材長手方向に繊維状の MgB₂ が形成されているが、スウェージ加工による場合は、特に細長い MgB₂ 繊維がほぼ平行に形成されているのが判る。またスウェージ加工で線材を作製した場合、生成された MgB₂ のビッカース硬さ H_vは従来の溝ロール+ダイス線引きに比べ 1.5~2.5 倍高い値を示した。これはスウェージ加工を適用することにより、混合粉末の充填率が向上し、MgB₂ の密度が高まる事を示唆している。

Fig.2 に 4.2K における臨界電流密度 J_cを示す。無添加線材、カーボン添加線材共にスウェージ加工による線材が最も高い J_cを示す。スウェージ加工による線材の 10T における J_cは、4.5%CCB を使用した場合で J_c=3.52×10⁴ A/cm² (J_c=1.11×10⁴ A/cm²)、5% C₂₄H₁₂ を添加した場合は J_c=2.39×10⁴ A/cm² (J_c=7.26×10³ A/cm²)と、PIT 法線材としては最高レベルの J_c 値が得られた。これはスウェージ加工によって混合粉末の充填率が上昇するとともに、Mg が細いフィラメント状に加工されるためと考えられる。

謝辞 本研究は科学技術振興機構(JST)の先端的低炭素化技術開発事業(ALCA)の助成を受けて実施したものである。

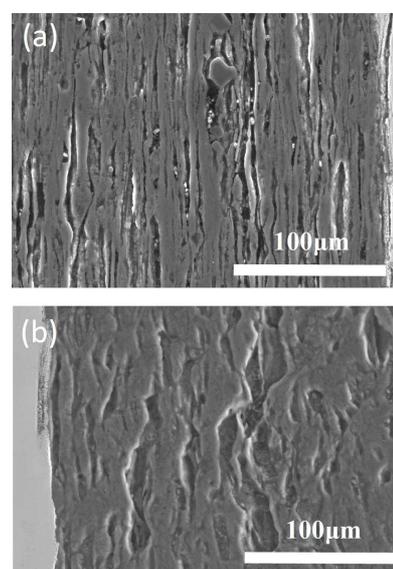


Fig. 1 SEM longitudinal images of heat treated MgB₂ wires. (a) swaging (b) groove rolling + drawing.

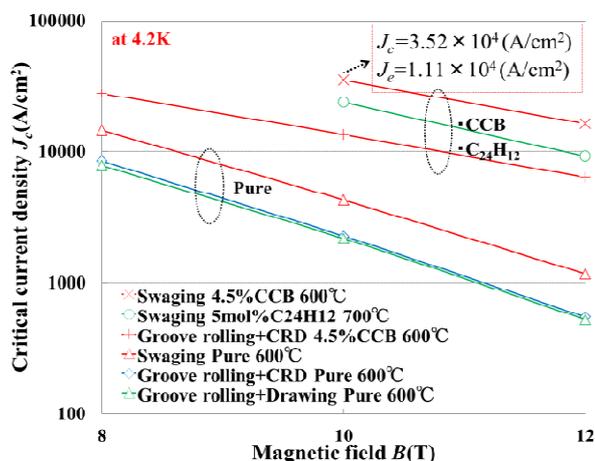


Fig. 2 J_c-B curves at 4.2K of PIT MgB₂ wires cold-worked with swaging and groove rolling+drawing.