

In-situ 法による MgB₂/Nb/Monel 線材の臨界電流密度 J_C — 線径依存性 —

Critical Current Density of In-situ MgB₂/Nb/Monel Wire - Outer Diameter Dependence -

○鈴木康正¹, 中山佳威², 吉田史治¹, 尾崎泰文¹, 久保田洋二³

* Yoshimasa Suzuki¹, Yoshitake Nakayama², Fumiharu Yoshida¹, Yasufumi Osaki¹, Yoji Kubota³

We report the outer diameter dependence of critical current density for MgB₂/Nb/Monel wires. All MgB₂ wires were prepared by an *in situ* PIT method with fine B(0.85 μm) and Mg(300- 760μm)powders. The mixed powders were pressed into pellets. The compacted mixtures were put into a Nb tube (O.D. φ9.5, I.D. φ5.5). The composite was cold-rolled to an O.D. of φ3.5 using a two-axial grooved roller and then inserted into a Monel tube (O.D. φ6.0, I.D. φ3.5). The double-stacked composite was cold-rolled an O.D. of φ0.87 using the same roller and then drawn *step by step* to wires with different diameters, namely φ0.6, φ0.4 and φ0.2. All wires were cut into 3.5mm in length and then sintered at 650degrees C for 30, 60 and 120 minutes. We found that smaller outer diameter results in higher critical current density.

1. はじめに

MgB₂は21世紀初頭に発見された臨界温度 T_C = 39Kの金属系超伝導体である。この物質は、金属間化合物の中で Nb₃Ge が発見されて以来の T_Cの更新となった。MgB₂の使用温度は冷凍機で簡単に到達できる可能性が高く、世界がその実現化に注目している。MgB₂のリニアモーターカーへの応用を目指している。そのためには MgB₂の高 J_Cが必要である。線材の作製方法には大きく分けて2通りある。1つは、Mg と B の混合粉を金属シースに充填し圧延加工を行い、熱処理を行う *In-situ* 法である。他の1つは、MgB₂粉末を金属シースに充填し圧延加工する *Ex-situ* 法である。

ここでは、*In-situ* 法を用い、MgB₂/Nb/Monel 線材を作製した。この線材の臨界電流密度 J_Cの線径依存性を報告する。

2. 実験

Mg (99.9%, 300-760μm)と B (95%, 0.85μm)を化学量論比 Mg : B=1 : 2 で秤量した。この Mg と B を Ar ガス中で 40 分間混合する。この混合粉を円柱状の圧粉型(φ5.3)に入れ、4tの重さを10分間加えて圧粉体を成型する。この圧粉体を4ヶ、長さ40mm、外径φ9.5、肉厚2mmのNbシースに詰める。これを溝ロールでφ3.5まで圧延加工をする。この外側にφ6.5、肉厚1.5mmのMonelパイプを装着する。これを再び溝ロールでφ0.93まで圧延加工し、その後丸ダイスを用いて線材をφ0.870, φ0.602, φ0.400, φ0.206まで縮径する。これらを真空中で650°C-30, 60, 120, 240minの熱処理を行

い試料とした。

Table 1 に作製した試料及び MgB₂の断面積(S)と線材の断面積(S+N) [N: 常伝導体の断面積]を示す。試料の J_Cは I_C測定装置を用いて調べた。臨界電流 I_Cは 1μV/cmの電場が発生した電流で定義した。J_Cは I_Cを MgB₂ Coreの断面積で割って求めた。また試料表面を観察するために走査型電子顕微鏡(SEM)を用いた。

Table 1 Specifications of wires

Wire	outer. dia φ (mm)	MgB ₂ Core (×10 ⁻⁴ cm ²)	S/(S+N) (%)
D87	0.870	7.23	12.2
D60	0.602	3.04	10.7
D40	0.400	1.32	10.5
D20	0.206	0.45	13.8

3. 結果及び考察

Fig.1.(a)~(d)に試料のSEMイメージを示す。各試料には、空隙が存在している。空隙は黒い部分であり、中央のグレーの部分は MgB₂である。周りのグレーの部分は Nb である。Fig.1. (a)は 650°C-120min で熱処理したD87である。Fig.1. (b)は 650°C-60min で熱処理したD60である。Fig.1. (c)は 700°C-60min で熱処理したD40である。Fig.1. (d)は 700°C-60min で熱処理したD20のSEMイメージである。Fig.1. (a)から Fig.1. (d)の図よりわかるように wireを縮径していくにしたがって、空隙も減少していく。このことより MgB₂ Coreの断面が小さくなればなるほど空隙が減少していることが分かる。

Fig.2.に 5T の J_c と O.D.の関係を示した. Fig.3.650°C で熱処理した一番高い J_c vs B_{ex} を示す. Fig.4.には, 650°C-30min で熱処理した時の J_c vs B_{ex} を示す. これより線材径が小さくなればなるほど J_c が上昇いることが分かる.

Fig.5.には $\phi 0.206$ の 650°C で熱処理したときの, J_c vs B_{ex} を熱処理時間で比較して示した. このグラフより, $\phi 0.206$ の熱処理時間は 60min が最も高い J_c を示すことがわかる.

以上より, 縮径することにより高い J_c が得られる. 今後は $\phi 0.206$ よりも縮径を目指す.

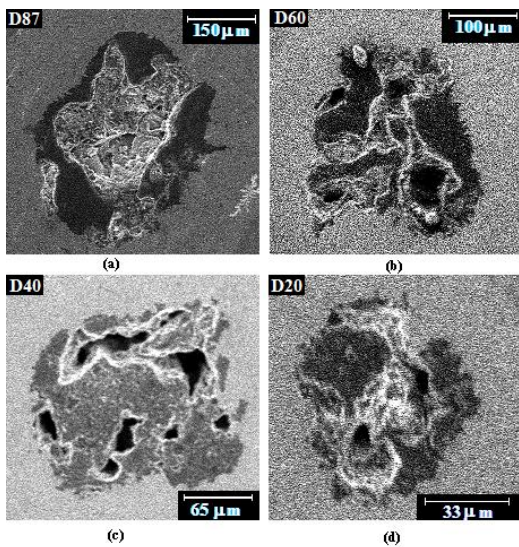


Fig. 1. SEM イメージ

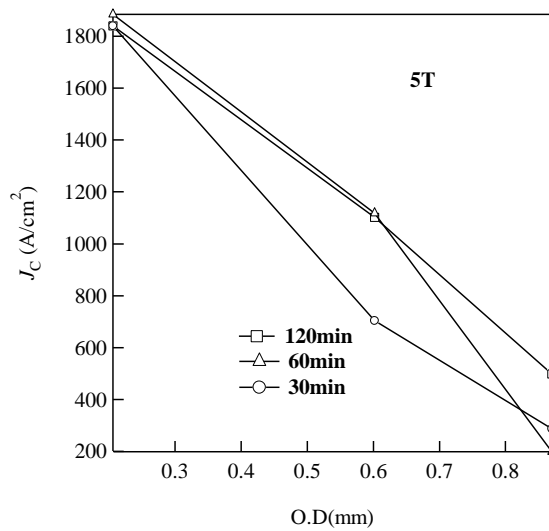


Fig.2. J_c vs O.D.

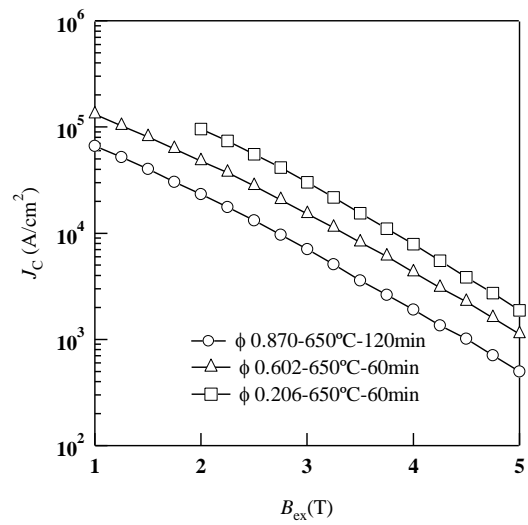


Fig.3. J_c vs B_{ex}

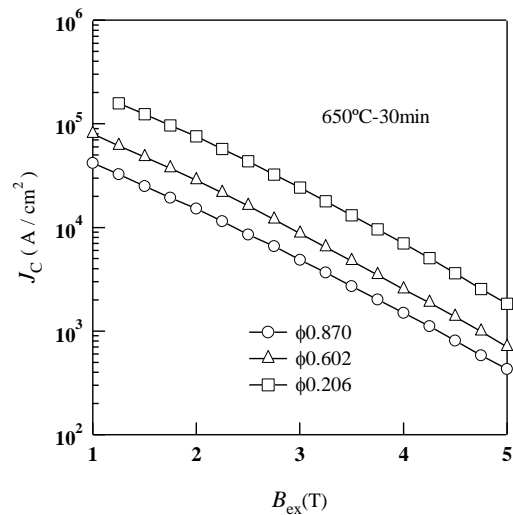


Fig.4. J_c vs B_{ex}

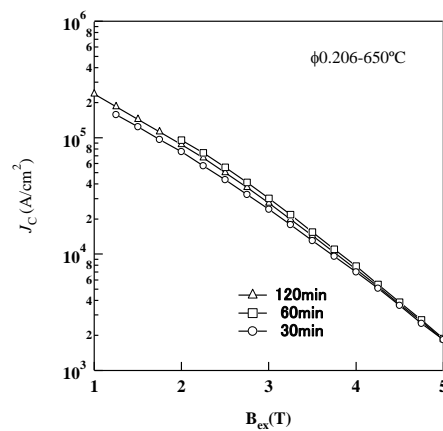


Fig.5. J_c vs B_{ex}