

学生番号	10232093	氏名	蘭 鵬
論文題目	有限要素法を用いた MgB ₂ バルク超伝導体の着磁の評価		

1. はじめに

近年、バルク高温超伝導体の研究開発の進展は著しく、既に 77 K において Y 系バルク体で 1.5 T, Sm 系では 2 T を越える捕捉磁束密度が得られている。また、30 K 付近で捕捉磁束密度が 17 T の材料も開発されており、この値は永久磁石のそれをはるかに超越している。また、バルク超伝導体の着磁においては、捕捉磁場特性に対して材料内部における臨界電流密度の不均一性だけでなく、磁場侵入時におけるジュール発熱など、ほかの様々な影響を受けるため、その着磁過程は非常に複雑であり超伝導体内部の電磁現象の全容を実験のみで検討するのは難しい[1]。そこで、MgB₂ バルク超伝導体の簡単なモデルを作成し、JMAG というソフトウェアを使ってシミュレーションすることで、捕捉磁場の評価を行った。

2. 解析方法

シミュレーションには有限要素法に基づく解析を行う JSOL 社製 JMAG を使用した。磁場中冷却時の補足磁場を計算するにあたり、温度を変化させるのは困難である。そのため、本研究では等温下において中心到達磁場の 2 倍よりも十分大きい磁場をかけたのちにゼロ磁場にする方法を用いた。印加磁場のためのソレノイドコイルは内半径 70 mm, 外半径 100 mm, 長さ 100 mm のブロックモデルとする。直径 10-100 mm, 厚さ 10 mm の円盤状超伝導体をソレノイドコイル内に置き、ソレノイドコイルに振幅 400 A の正弦波状電流を半周期印加する。ソレノイドコイルの中心磁場の最大値は 8.7 T となる。超伝導体としては MgB₂ を考えた。JMAG の設定では、 $I-V$ モデルを使用し、臨界電流密度の磁場依存性 ($J_c - B$ 特性) は 20 K における 1 mm 角の MgB₂ 超伝導バルクの薄片試料での実験値を与えた。

3. 結果及び考察

Figure 1 に直径 60 mm の MgB₂ バルク超伝導体の表面中心の位置から径方向の磁場特性を示す。この際に、バルク表面直上 0.5 mm の値を用い、最大 2.4 T

の磁束密度の着磁が確認できた。

直径 10-100 mm, 厚さ 10 mm のバルク体表面中心において測定した捕捉磁場の径依存性を Figure 2 に示す。バルク径の増大とともに捕捉磁場は向上する傾向を示した。これはバルク径が大きくなることにより、電流周回体積が増大し、捕捉磁場が上昇したことを示す。また、バルク径がより大きな試料において、捕捉磁場の増加率は緩和する傾向がみられた。

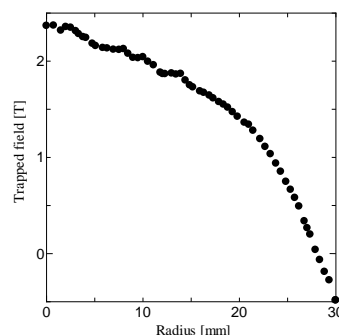


Figure 1: Trapped field distribution for Superconducting bulk of diameter d=60 mm

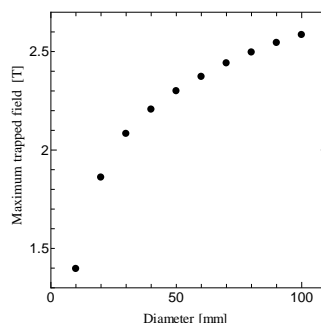


Figure 2: Diameter dependence of Maximum trapped field

4. 結論

有限要素法を用いた MgB₂ バルク超伝導体の捕捉磁場特性を評価した。捕捉磁場はバルク体表面中心で最大となることがわかった。バルク径の増大とともに捕捉磁場も増えることを確認した。

参考文献

[1] 山本明保ほか, 第 87 回 2013 年度春季低温工学・超電導学会, 3C-a08, (2013), p 182.