18a-PB6-19

形状を変化させた MgB_2 超伝導バルク磁石における捕捉磁界の有限要素法による評価

Evaluation of trapped field properties by finite element method in various shapes of MgB_2 superconducting bulk magnets

九工大[1]，○水上 総司[1]，吉富 邦和[1]，小田部 荘司[1]，木内 勝[1]，松下 照男[1]

Kyushu Inst. of Tech.[1], ○Soushi Mizukami[1], Kunikazu Yoshitomi[1], Edmund Soji Otabe[1], Masaru Kiuchi[1], Teruo Matsushita[1]

E-mail: mizukami@aquarius10.cse.kyutech.ac.jp

1. はじめに

現在、超伝導バルク磁石の研究が盛んに行われている[1]。二ホウ化マグネシウム(MgB_2)の臨界温度T_cは金属系超伝導体の中で最高となる約 39 K であり、さらに、安価で加工が容易であることから様々な分野への応用が期待されている超伝導材料である[2]。

今回、 MgB_2 超伝導バルク磁石の捕捉磁界の着磁現象を、有限要素法を用いて解析し、バルクの形状を変化させた際の捕捉磁界の変化を評価した。

2. 解析方法

数値計算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。Field cooled magnetization (FCM) の補足磁界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、本研究では低温下において中心到達磁界の 2 倍よりも十分大きい磁界をかけたのちにゼロ磁界にすることで、FCM と同様の状況を再現している。

印加磁界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 1000 mm のブロックモデルとする。超伝導体モデルをソレノイドコイル内に置き、振幅 400 A の正弦波状電流を半周期印加して、コイル中心部分で最大 9 T 程度の磁界を発生させた際の超伝導体の補足磁界を解析する。超伝導体モデルは MgB_2 を想定し、半径 30 mm、厚さ 10～100 mm の円盤状のモデルと、半径 30 mm、厚さ 10 mm、内半径を 5～25 mm のリング状のモデルの 2 種類について解析を行った。超伝導体の物性設定は、$I-V$モデルを使用し、臨界電流密度の磁界依存性(J_c-B特性)は 20 K における 1 mm 角の MgB_2 超伝導バルクの小片試料での実験値を与えた。

3. 結果

図 1 に厚さを変化させた際の、半径 30 mm の円盤状超伝導体の捕捉磁界を示す。このとき、バルク表面直上 0.5 mm の値を取得した。バルク厚の増加に伴い、r = 30 mm 付近での形状効果が緩和していることがわかった。

図 2 にリングの内半径を変化させた際のリング状超伝導体の補足磁界を示す。内半径の増加に従い、補足磁界が減少することが確認できた。

以上のように、様々な形状の超伝導体に対する着磁が計算でき、最適な形状を検討することが可能になった。

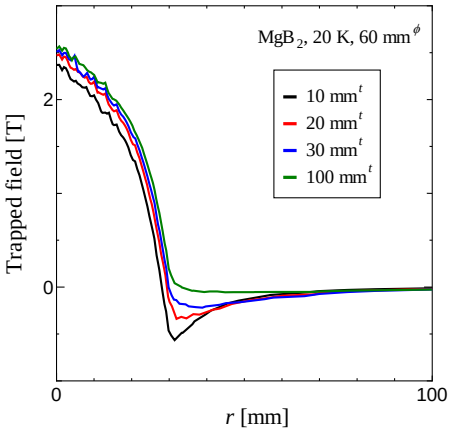


Figure 1 : Trapped field distribution for Superconducting thickness of t = 10~100 mm

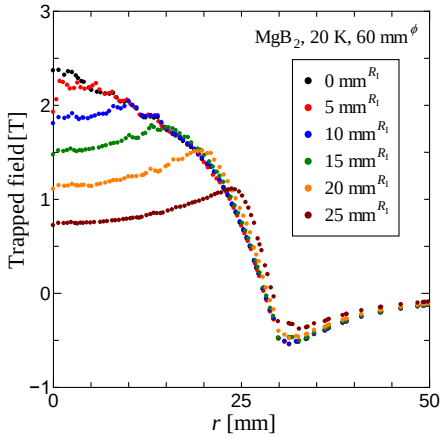


Figure 2 : Trapped field distribution for Superconducting ring for vaious inside radius of R_I = 5~25 mm

参考文献

[1] 石原篤ほか, MgB2 超電導バルク磁石の捕捉磁場分布, 第 61 回応用物理学会春季学術講演会, 19a-PG2-2, (2014).

[2] 松本明善, 熊倉浩明, MgB_2 超伝導線材の開発と将来展望, J. Japan Inst. Metals, Vol. 71, No. 11 (2007), pp.928-933.

© 2014 年　応用物理学会