

学生番号	12232015	氏名	上田 元輝
論文題目	超伝導MgB ₂ バルク磁石の複数使用における磁束分布の有限要素法による解析		

1. はじめに

ニホウ化マグネシウム(MgB₂)は 2001 年に超伝導体であることが発見された、金属超伝導体である[1]。臨界温度 T_c は金属超伝導体としては最高の 39 K であり、冷却機や液体水素(20 K)を用いて超伝導状態にすることができる。MgB₂を構成しているマグネシウム(Mg)とホウ素(B)は自然に多く存在しており、加工も容易である。これらの利点から、現在実用されている超伝導体に代わって、MRI や超伝導ケーブルなど、様々な応用が期待されている。したがって、このMgB₂超伝導バルクの着磁特性を評価する必要がある。これまでの研究で、MgB₂超伝導バルクの着磁特性を有限要素法を用いた計算により評価できることがわかっている[2]。

本研究では、有限要素法による、比較的小型且つ単純な形状のバルクを複数利用した超伝導バルク磁石の着磁特性を評価した。

2. 解析方法

有限要素法による解析には、JSOL 社製の JMAG を用いた。本研究では、磁場中冷却と同等の着磁を行うために、低温下で中心到達磁界の 2 倍以上の外部磁界をかけた後に磁界をゼロに下げる着磁法をとっている。磁場中冷却とは、臨界温度以上の温度で外部磁界を印加し、その磁界を維持したまま温度を臨界温度以下まで低くしたのちに外部磁界を小さくする着磁法である。また、温度は 20 K、コイルの中心には最大 9 T 程度の磁界を発生させた。解析する超伝導体モデルは正三角形、正方形、正六角形とし、それぞれ 1 辺の長さは 10 mm、厚さは 10 mm とした。正三角形と正方形は個数を 1—16 個とし、正六角形は個数を 1—19 個としている。バルクは Fig. 1 のように、隣り合うバルクとの間隔が 0.1 mm になるよう配置した。計測した磁束密度分布はバルク上部 0.5 mm 及び 5 mm の、バルク表面に対する垂直上向き成分である。

3. 結果

Fig. 2 にバルク上部 0.5 mm と 5 mm における、それぞれの形状でのバルクの個数による最大磁束密度の変化を示す。まず、0.5 mm 上部での最大磁束密度を見てみると、正三角形、正方形、正六角形の順に各個数での最大磁束密度が上昇していることが確認できる。また、それぞれの形状において、配置するバルクの個数を増やすことで

バルクを単体で使用するよりも最大磁束密度が、大きくなっていることが確認できる。

次に 5 mm 上部での最大磁束密度に注目してみる。0.5 mm 上部と比べると、最大磁束密度の値は小さいが、正三角形、正方形、正六角形の順に最大磁束密度が上昇している点は一致している。また、すべての形状においてバルクの個数変化による最大磁束密度の上昇率が 0.5 mm 上部よりも向上している。これは、バルク表面近傍では隣接するバルクの磁束から影響を受けやすいためであり、バルク表面から離れることでその影響が小さくなったためであると考えられる。

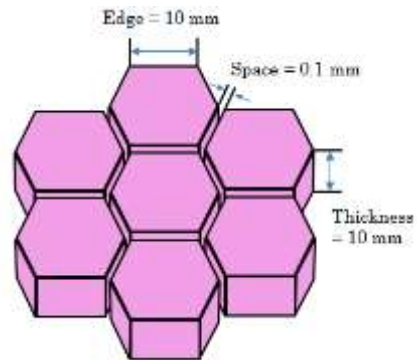


Fig. 1: Example of placement of MgB₂ superconducting bulks

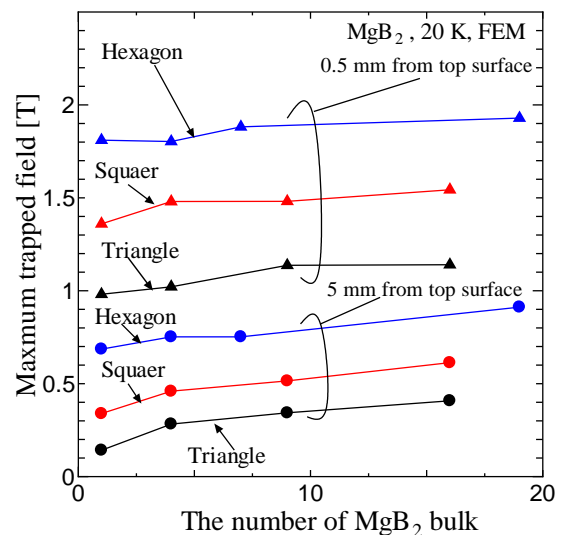


Fig. 2: Maxmum Trapped field for each MgB₂ superconducting bulks at 5 mm and 0.5 mm

4. 参考文献

[1] Akimitsu *et al*, Nature 410 (2001) 63
 [2] Fujishiro *et al*, Supercond. Sci. Technol. 27, (2014) 065019