

12W GM 冷凍機を用いた超伝導バルク磁石の着磁に関する研究

Study on magnetization of superconducting bulk magnet using 12W GM refrigerator

横山研究室

E16508 WU HAOXUAN

1. まえがき

近年、超伝導バルク体の大型化、高特性化に伴い、パルス着磁において、バルク体への磁束の侵入が難しくなってきた。そこで、着磁手法の改善や着磁装置の改良など、着磁方法の改善が求められている。本研究はパルス着磁において磁場の曝露時間を長くするために用いられる軟鉄ヨークに注目し、その形状が捕捉磁場特性に及ぼす影響を調査する。本文は、ヨークの形状を従来の円柱型からクロス型に変更し、パルス着磁実験を行うことにより、提案手法の有用性を検証する。

2. 実験方法

Fig. 1(a)に磁石装置の磁極部分の概要を、同図(b)に新たに製作したクロス型ヨークを示す。バルク体は2つのヨークに挟まれた構造となっており、一つはコールドヘッドと試料の間に、もう一方は着磁コイルに取り付けている。本文では着磁コイル側のヨークのみクロス型(辺64mm、幅15mm、厚さ47mm、純鉄)に変更した。また、ヨークは辺が試料の結晶成長領域(GSR: Growth Sector Region)、または結晶成長境界(GSB: Growth Sector Boundary)に揃うように配置した。

実験は、 $\phi 60 \times 20$ [mm]の $\text{GdBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ 超伝導バルク体(日本製鉄)をGM冷凍機のコールドヘッドに設置し、真空断熱した後に冷却し、温度調整器を用いて20~50[K]に調整する。磁極に着磁コイルを取り付け、コンデンサ電源を使ってパルス磁場を発生させ、バルク体を着磁する。この時、試料表面中央に取り付けたホールセンサで着磁中の磁束密度を測定する。着磁後、着磁コイルを取り外し、三次元ホールセンサを用いて磁極表面の磁場分布を測定する。さらに、その実測データを用いて、総磁束量を算出した。

3. 結果および考察

Fig. 2に(a)GSR及び(b)GSBにクロス型ヨークの辺を配置した時の磁場分布を示す。いずれの場合も印加磁場が5.0[T]の時は試料中央まで磁場は到達していないが、5.4[T]以上は円錐型の分布となっている。

Fig. 3にクロス型ヨークの辺をバルク体のGSRまたはGSBに合わせた場合の、総磁束量の印加磁場依存性の比較を示す。低印加磁場では両者にほとんど差がないが、高印加磁場ではGSBの方が大きな値となった。これは、バルク体のGSB部の方がGSR部よりピン止め点が多くなる傾向にあり、GSBにヨークが存在するこ

とで磁場の曝露時間が長くなり、捕捉磁場が大きくなったと考えられる。

4. まとめ

本研究では、着磁時に用いる軟鉄ヨークの形状を変えることで捕捉磁場を改善する手法を検討した。クロス型のヨークを試料のGSBに配置することで、わずかであるが総磁束量が向上した。

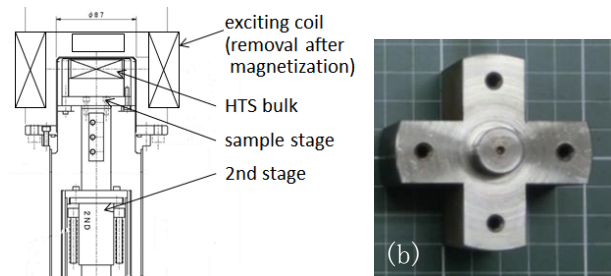


Fig. 1. (a) schematic of pole part of bulk magnet system. (b) photograph of cross-shaped yoke.

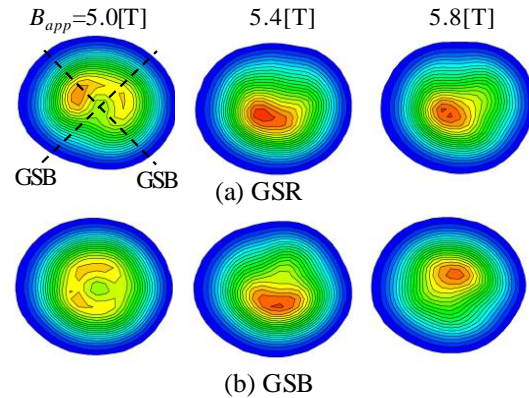


Fig. 2. Comparison of trapped field distributions between GSB and GSR arrangements at 20 K.

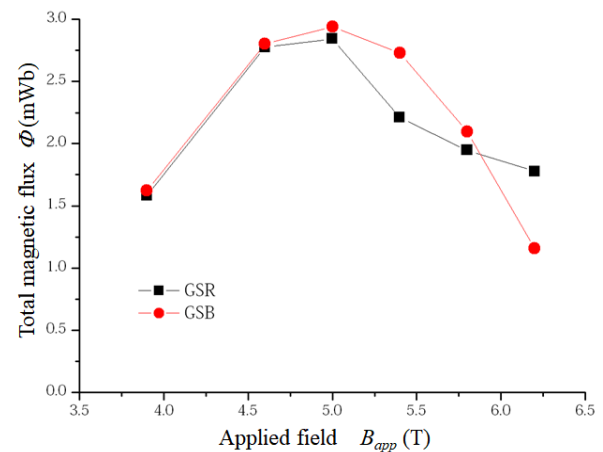


Fig. 3. Comparison of total magnetic flux between GSB and GSR arrangements at 20 K.