

# 卓上型バルク磁石の捕捉磁場特性の改善に関する検討

趙 元鼎\* エランダ クラワンシャ 香月 淳 三浦 敦朗  
横山 和哉 (足利工業大学) 岡 徹雄 (新潟大学)

Improvement of trapped field performance on a desktop type superconducting bulk magnet  
Zhao Yuanding\*, Eranda Kulawansha, Atsushi Katsuki, Atsuro Miura,  
Yokoyama Kazuya (Ashikaga Institute of Technology), Oka Tetsuo (Niigata University)

キーワード: 超伝導バルク磁石, スターリング冷凍機, 反復パルス着磁, 捕捉磁場

(Keywords: superconducting bulk magnet, Stirling refrigerator, iterative pulsed field, trapped field)

## 1. まえがき

超伝導バルク磁石 (以下, バルク磁石と略す) は小型・安価で取り扱い易く, 一般的な電磁石の限界である 2 T を超える磁場を容易に発生させることができる。多くのバルク磁石装置は GM 冷凍機が用いられているが, 外部装置としてコンプレッサが必要であり, 冷凍機は小さいものの装置全体としては大きくなってしまふ。そこで, 著者らはスターリング冷凍機を用いた卓上型バルク磁石装置を開発した。同冷凍機は外部にコンプレッサを必要とせず, 装置全体のコンパクト化に成功した。ただし, 冷却能力が GM 冷凍機に比べると低く, パルス磁場印加に伴う発熱の吸熱性能が懸念される。単発のパルス着磁試験の結果, 捕捉磁場が磁極表面で 1.3 T であった。本文は更なる強磁場化を目指して, 反復パルス磁化法による着磁実験を行った。

## 2. 実験方法

GdBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>x</sub> バルク体 (φ 45×15 mm, 新日鉄住金製) をスターリング冷凍機 (CryoTel CT, SUNPOWER, 冷却能力: 8 W@77 K) のコールドヘッドに接続したサンプルステージの先端に取り付け, 真空チャンバを取り付ける。最低到達温度まで冷却した後, 着磁コイルを取り付けて 3.1~7.0 T のパルス磁場 (立ち上がり時間: 10 ms) を印加した。試料表面の中心部にホールセンサを貼り付けており, 着磁中の磁束密度の時間変化を測定している。また, 着磁コイルを取り外した後, 三次元ホールセンサを用いて磁極表面 (バルク体表面から 4 mm) の磁束密度分布を測定した。その後, バルク磁石が磁化したままの状態を着磁コイルを取り付け, 次のパルス磁場を印加し, 同様の実験を行った。

## 3. 結果および考察

図 1 に 7.0-7.0-7.0 T の磁場を印加した場合の磁極表面における磁場分布を示す。1 回目よりも 2 回目の方が磁束密度が大きくなり, 3 回目も大きくなっている。図 2 に最大捕捉磁場とパルス磁場印加回数の関係を示す。いずれの場合

も磁場印加回数が増加するたびに, 捕捉磁場も大きくなっている。最終捕捉磁場の最大値は 7.0-7.0-7.0 T の場合で, 1.35 T となった。反復パルス磁化法では, 大きな磁場を印加するとピンニング損失による発熱により  $J_c$  が低下し, 捕捉磁場が低下することがわかっているが, 本結果はこれまでの傾向と異なり, 更なる検討が必要である。

## 4. まとめ

本文はスターリング用いた卓上型超伝導バルク磁石装置において, 反復パルス磁化法による着磁実験を行った。その結果, 複数回パルス磁場を印加することで捕捉磁場の増加がみられたが, 逆に大きく減少してしまうことケースも確認された。現在も実験を継続中であり, 発表当日に最新のデータを報告する予定である。

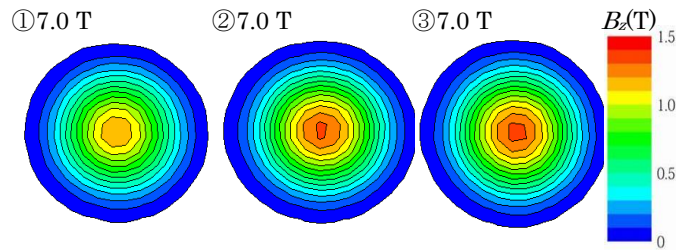


図 1 磁束密度分布の遷移 (7.0T-7.0T-7.0T)

Fig. 1. Transition of magnetic field distributions

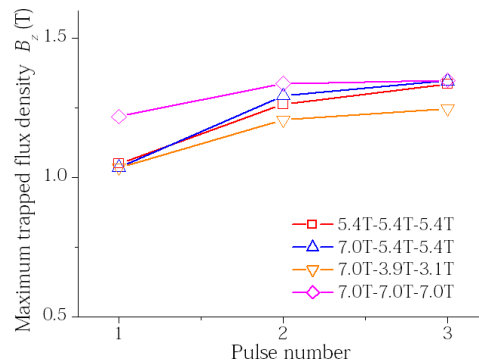


図 2 最大磁束密度の回数依存性

Fig. 2. Pulse number dependence of the max. trapped field