QMG®リングの 10T 強磁場着磁とひずみ特性

Trapped field and strain properties on QMG ring during the 10 T magnetization process

°森田 充 [1] (1. 新日鐵住金)

°Mitsuru Morita [1] (1.Nippon Steel & Sumitomo Metal Corporation)

E-mail: morita.d98.mitsuru@jp.nssmc.com

1. はじめに

高い臨界電流密度特性を有する QMG®(単結晶状の 123 相中に 211 相が微細分散したバルク状酸化物超電導材料)は、1988 年に初めて開発され、その後、希土類元素(RE)を置換した種結晶による単結晶育成技術が開発され大型の QMG®が製造可能となり、種々の応用開発が進められた[1-6]。バルクマグネット応用は、1989 年に提案された[7-8]。最近では、低温強磁場での着磁により数 T の磁場が捕捉可能となり、各種のバルクマグネット応用例が報告されている。

強磁場を着磁する場合、大きなフープ力により試料がひずみ、やがて破壊にいたる可能性がある。今回、リング状 QMG®を各温度・印加磁場条件で着磁した時の捕捉磁束密度とひずみの関係をひずみゲージを用いた実験から明らかにしたので報告する。

2. 実験方法

2-1 試料準備:外径 60mm、高さ 20mm、内径が 36mm と 28mm の二種類の QMG®リングに肉厚 10mm のステンレスリングを嵌め補強した試料を作製した。内径 28mm の試料は二段に重ね一体の試料とした。

各試料の中心部にホール素子を配置し、また、各試料の複数個所にひずみゲージを貼りつけた。試料は冷凍機のコールドヘッドにグリースで固定した。

2-2 測定方法: 常伝導状態で所定の磁場を印加した後、所定の温度に冷却した。この時のひずみゲージの値を基準に、着磁過程での周方向のひずみ変化量および磁束密度を記録した。

3. 実験結果・考察

内径 36mm の試料を用い 60K、各磁場で着磁を行った。その結果、ひずみ変化量は、応力(磁場と電流の積)に比例するためピークを有することが分かった。次に内径 28mm の試料を用い 20K で 10T 着磁を行った。ひずみ変化量およびリング内の磁束密度から外部磁場を差し引いた捕捉磁束密度を Fig.1 に示す。QMG®リングを二段に積層することによって、10T の印加磁場を保持し着磁できていることが分かる。また、上段のQMG®リングの内周表面では、ひずみ変化量は 685με に達するもののフープ力に耐え 10Tを捕捉している。Fig.2 に 10T着磁後の捕捉磁束密度および各位置での捕捉磁場によるひずみ変化量の温度依存性を示す。捕捉磁束密度の温度依存性が 55K 付近から低下していることから、約 55K以上の温度で QMG®リングがフル着磁状態になっていることが分かる。また、高温側からのフル着磁状態の外挿線から、十分な補強がなされた場合、30Kで 20T級の着磁が可能となることが分かった。

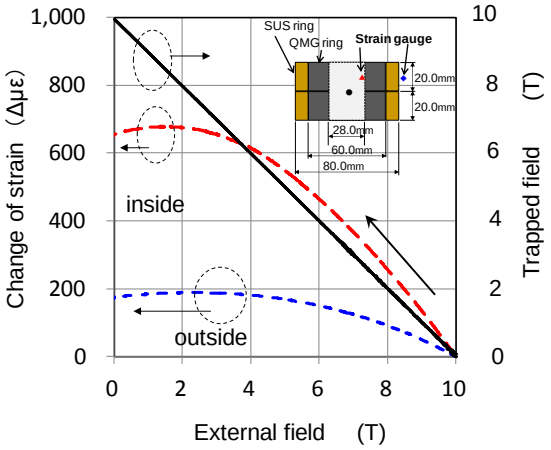

Fig.1 Change of trapped field and strain in 10 T magnetization

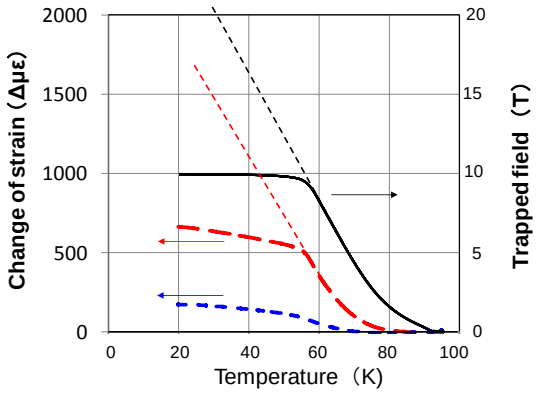

Fig.2 Temperature dependence of trapped field and strain

参考文献

[1] 森田充, 松田昭一:New Superconducting Materials Forum News, No*10* (1988) 15
[2] M. Morita, et al.: Patent No. US-5508253, Priority date: 06.06.1988
[3] M. Morita, et al.: Physica C 172(1990)383-387
[参考文献 1 の英訳]
[4] 森田 充等:特許登録番号:2556401
[5] 森田 充:博士論文「溶融成長法による大型酸化物超伝導体の作製と高臨界電流密度化に関する研究」北海道大学学術成果コレクション(HUSACP)、http://eprints.lib.hokudai.ac.jp/dspace/
[6] M. Morita, et al.: Advances in SuperconductivityⅢ (1991)733
[7] 森田 充: 特許登録番号:2055511
[8] M. Morita, et al.: Abstracts of CSJ Conference, Vol. 41 (1989) p.14

© 2016年 応用物理学会