

微細加工した熱間加工 Nd-Fe-B 磁石の磁化反転素過程計測

蓬田貴裕¹, 菊池伸明¹, 岡本聡^{1,2}, 北上修¹, H. Sepehri-Amin²,

大久保忠勝², 宝野和博², 日置敬子³, 服部篤⁴

(東北大学¹, ESICMM, NIMS², 大同特殊鋼(株)³, (株)ダイドー電子⁴)

Detection of elemental magnetization reversal events in a micropatterned hot-deformed Nd-Fe-B magnet

T. Yomogita¹, N. Kikuchi¹, S. Okamoto^{1,2}, O. Kitakami¹, H. Sepehri-Amin²,

T. Ohkubo², K. Hono², K. Hioki³, and A. Hattori⁴

(¹Tohoku Univ., ²ESICMM, NIMS, ³Daido Steel Co. Ltd., ⁴Daido Electronics Co. Ltd.)

はじめに

バルク永久磁石における磁化反転は、膨大な数の反転核生成ならびに磁壁デピニング現象が同時多発的に生じている。磁石の保磁力機構の解明には、磁化反転素過程計測を行い、熱揺らぎ理論に基づく解析を行うことが本質的に重要と考える。そのためには、磁化反転素過程現象の繰り返し再現性が必要であり、試料の微細化と超高感度な磁化計測が要求される。そこで本研究では熱間加工 Nd-Fe-B 磁石を集束イオンビーム (FIB) により微細加工し、異常ホール効果 (AHE) による計測を試みた。熱間加工磁石は直径 300 nm, 厚み 70 nm 程度の板状粒子が緻密に配列した組織構造を有しており²⁾, 微細加工による加工ダメージが表層のみに限定されると期待できる。AHE 測定は信号強度は原理的に試料サイズに依存しないため、AHE クロスを微小化することで、微小領域の超高感度磁気測定が可能である。これまでにバルク熱間加工磁石の磁気特性を保持したまま、数ミクロンサイズまでの微細化が可能であることを確認している。今回は、検出領域を 1 μm 程度のサイズにまで微細化して AHE 測定を行い、磁化反転素過程の繰り返し再現性について検討した。

実験方法

0.7 mm 角に成形した熱間加工磁石をガラス基板に固定し、機械研磨と Ar ミリングにより、厚さ 1.5 μm 程度にまで薄手化を行った。電極との導通には銀ペーストを用いた。この試料に対し、Fig.1 に示すように、FIB 加工による十字型の切り込みを入れて、(0.9 μm)² の AHE クロスを作製した。AHE 測定には PPMS を用いた。

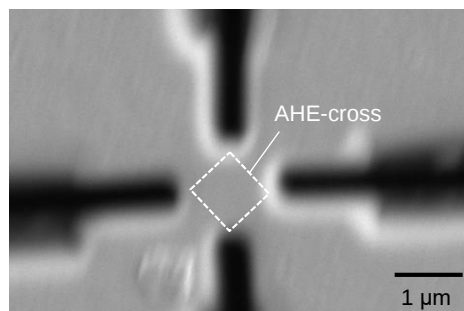


Fig. 1 SEM image of a cross-shaped hot-deformed Nd-Fe-B magnet for AHE measurement.

結果と考察

Fig. 2 に AHE 曲線を 20 回測定した結果を示す。磁化反転素過程を反映したステップ状の信号が確認でき、その繰り返し再現性が示唆された。更なる微細化を行うことで、単一のステップに対する定量的な解析が期待できる。今後異なる保磁力を有する熱間加工磁石にこの方法を適用し、それぞれの試料で得られたステップに対して熱揺らぎ解析を行う予定である。

謝辞：FIB 加工は東北大学産業連携先端材料研究センターで行った。また本研究は科研費ならびに ESICMM による支援の元で行われた。

4. 参考文献

- 1) P. Gaunt, J. Appl. Phys. 59 (1986) 4129
- 2) J. Liu et al., Acta Mater. 61 (2013) 5387

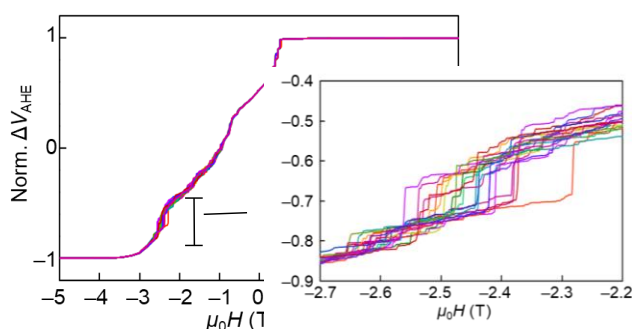


Fig. 2 twenty times repeatedly measured AHE curves of micropatterned hot-deformed Nd-Fe-B magnet.