

## 熱間加工 Nd-Fe-B 磁石の微小領域の高感度磁化測定

蓬田貴裕<sup>1</sup>, 岡本聡<sup>1,2</sup>, 菊池伸明<sup>1</sup>, 北上修<sup>1</sup>, Sepehri-Amin Hossein<sup>2</sup>,  
大久保忠勝<sup>2</sup>, 宝野和博<sup>2</sup>, 秋屋貴博<sup>3</sup>, 日置敬子<sup>4</sup>, 服部篤<sup>3</sup>  
(東北大学<sup>1</sup>, ESICMM, NIMS<sup>2</sup>, (株)ダイドー電子<sup>3</sup>, 大同特殊鋼(株)<sup>4</sup>)

Highly sensitive magnetic measurement for a very small area of hot-deformed Nd-Fe-B magnet

T. Yomogita<sup>1</sup>, N. Kikuchi<sup>1</sup>, S. Okamoto<sup>1,2</sup>, O. Kitakami<sup>1</sup>, H. Sepehri-Amin<sup>2</sup>,  
T. Ohkubo<sup>2</sup>, K. Hono<sup>2</sup>, T. Akiya<sup>3</sup>, K. Hioki<sup>4</sup>, and A. Hattori<sup>3</sup>

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

### はじめに

バルク永久磁石における磁化反転過程は、膨大な数の反転核生成ならびに磁壁デピニングが同時多発的に進行している。これらの反転核生成や磁壁デピニングの単一のイベントを直接計測できれば、磁化反転過程機構に関し一層理解が深まることが期待される。その為にはバルクの磁気特性を保ったまま試料を少なくともミクロンサイズまで微細化し、その磁化を高感度に検出する必要がある。異常ホール効果 (Anomalous Hall Effect, AHE) 測定では磁化  $z$  成分に比例するホール信号を検出するが、それは原理的に試料サイズに依存しないため、微小領域の高感度磁化測定に適している。試料に関しては、熱間加工 Nd-Fe-B 磁石を用いることを検討している。熱間加工 Nd-Fe-B 磁石は  $c$ -面に平行な薄い板状粒子が緻密に配列した特徴的な構造を有しており<sup>1)</sup>、各粒子が数百ナノメートルオーダーの大きさであることから加工ダメージの影響を受けにくいものと期待できる。本研究では、試料を厚さ  $5\ \mu\text{m}$  程度にまで薄手化し、さらに FIB 加工により測定領域をミクロンサイズにまで追い込んだ上で AHE 測定を行い、一連の加工ダメージの影響ならびに計測感度などに関する知見を得た。

### 実験方法

$1\ \text{mm}$  角に加工した熱間加工磁石をガラス基板に固定し、機械研磨により厚さ  $5\ \mu\text{m}$  程度にまで薄手化をした。試料の表面には保護層として Ta を  $4\ \text{nm}$  製膜し、電極との最終的な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 により十字型の切り込みを入れて、 $140\ \mu\text{m}$  の AHE クロスを作製した。AHE 測定には PPMS (カンタム・デザイン社製) を用いた。

### 結果と考察

Fig. 2 に FIB 加工前後の AHE 測定結果を示す。 $5\ \mu\text{m}$  まで薄手化しても高感度に磁化曲線が観察されており、FIB 加工前後の磁化曲線に変化が認められないことから、加工によるダメージは僅かだと考えられる。今後は単一の磁壁のみが存在する  $10\ \mu\text{m}$  程度にまで AHE クロスを微小化し、磁化反転過程の解明に向けた実験、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共用機器 Helios NanoLab<sup>TM</sup> 600i (FEI 社製) を用い、佐藤香織氏にご協力頂きました。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) J. Liu et al., Acta Mater. **61**, 5387 (2013)

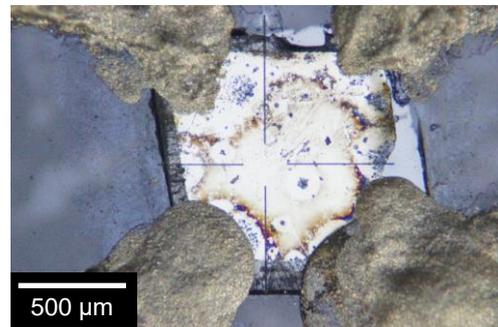


Fig. 1 Optical image of microstructured Nd-Fe-B magnet for AHE measurements.

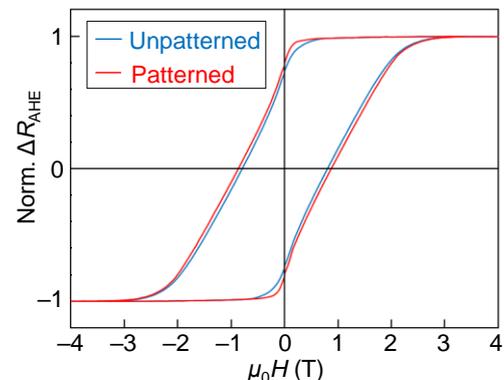


Fig. 2 AHE signals before and after FIB fabrication.