

AC 走査磁場を用いた高速 2D-MPI 法の検討

Study on High Speed 2D-MPI Method using AC Drive field

豊橋技科大, °中島 啓太, 真田 祐作, 田中 三郎

Toyohashi Univ. of Technol. °K. Nakashima, Y. Sanada and S. Tanaka

E-mail: tanakas@ens.tut.ac.jp

1. はじめに

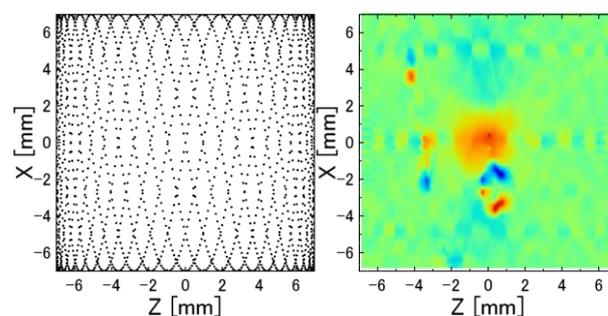
MPI(Magnetic Particle Imaging)は、磁気ナノ粒子の非線形磁化特性を利用して磁気ナノ粒子の位置や濃度を非侵襲でイメージングする技術である。一般的な MPI では、高い分解能を得るために磁化応答の第三調波成分が用いられるが、大きな振幅で高い周波数の交流励起磁場を印加する必要があるため、装置が大型化するという問題がある。本研究室では、小さな振幅で高い周波数の交流励起磁場を用いることで、理論上第三調波成分より、高い分解能が得られる第二調波成分をイメージングに用いている。これまで、イメージング領域の走査に直流磁場を用いていたが、信号の取得に時間がかかっていた。今回、走査磁場として異なる低い周波数の交流磁場を用い、二方向から印加することでイメージング領域中を高速走査できるようなイメージング法を検討した。

2. 実験方法

二次元イメージングには、リング型永久磁石による勾配磁場中で、励起用交流磁場 $1.6 \text{ mT}_{p-p}/\mu_0@13 \text{ kHz}$ 、走査用交流磁場 $H_x = 17.64 \text{ mT}_{p-p}/\mu_0@23 \text{ Hz}$ 、 $H_z = 44.52 \text{ mT}_{p-p}/\mu_0@4 \text{ Hz}$ を 0.5 秒間印加し、サンプリング時間は 0.5 ms の条件で行った。走査領域は、走査磁場の振幅と勾配磁場により定まり、本実験では $\pm 7 \text{ mm}$ の領域で走査を行った。サンプルは酸化鉄($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$)をコアとするリゾビスト $10 \mu\text{l}$ を用いて、 $\Phi 2 \text{ mm}$ 、深さ 4 mm のサンプルホルダーに入れ、イメージング領域中心に配置した。検出コイルはロックインアンプに接続されており、サンプル無し時と、サンプル配置時の差分をとることで磁化応答とした。

3. 実験結果

イメージング領域内での FFP の軌道 Fig.1(a)に示す。 H_z 、 H_x の二方向から走査磁場を印加しているため、FFP はリサーチの軌道に沿って移動することがわかる。しかし、領域端と中心付近で、取得信号の数にばらつきがあるため、画像化時はグリッティングを行うことで信号間の結合をスムーズにしている。二次元走査により得られたサンプルによる磁化応答の第二調波成分の微分値を Fig.1(b)に示す。第二調波成分は、取得した信号のままでは、位置の同定が困難であるため、微分を行った。サンプルをイメージング領域中央に配置しているため、中心付近で最も強い信号が現れた。



(a)FFP の軌道 (b)第二調波微分信号

Fig.1 イメージング領域

4. まとめ

走査磁場を直流から交流に変更し、二方向から、周波数の異なる交流走査磁場を印加することで、イメージング領域を 0.5 秒で高速走査し、サンプルからの磁化応答を検出することができた。また、今後は、本システムで高感度磁気センサである HTS-SQUID を用いることで、検出限界の向上、ノイズの低減を図る。