

高温超伝導 SQUID を用いた 2D-MPI 装置の検討

Study of 2D-MPI System Using HTS-SQUID

豊橋技科大, °小林 和也, 真田 祐作, 有吉 誠一郎, 田中 三郎

Toyohashi Univ. of Technol. °K.Kobayashi, Y.Sanada, S.Ariyoshi 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曲線を利用した新しいイメージング技術である。高い時間分解能をもつため、体内に注入した磁気ナノ粒子の位置や量をリアルタイムで把握することが可能となる。MPI の信号測定では第三調波を用いるのが一般的だが、印加する交流磁場の電力が大きくなり装置が大型化する欠点をもつ。そこで、直流磁場を印加した状態で外部から交流磁場を加え、磁化応答の第二調波を検出する方法を本研究室で検討している。本研究では磁気ナノ粒子からの磁化応答の第二調波を検出し、機械移動の無い 2D イメージング装置を検討した。

2. 実験方法

試作した MPI の 2D イメージング装置では、イメージングする X および Z 方向に直流と交流の磁場を印加できるように、それぞれの方向に交流磁場コイル、直流磁場コイルを設置した。実験装置の構成を Fig.1 に示す。直流磁場コイルを用いて磁界を走査することでイメージングを行った。

MPI 信号は、交流磁場強度 $H_{ac-z} = 1.0 \text{ mT}_{p-p}/\mu_0$ @ 5 kHz、 $H_{ac-x} = 2.7 \text{ mT}_{p-p}/\mu_0$ @ 4.8 kHz、直流磁場強度 $H_{dc-z} = \pm 32 \text{ mT}/\mu_0$ 、 $H_{dc-x} = \pm 12.6 \text{ mT}/\mu_0$ の条件で測定を行った。イメージング領域は X、Z 方向共に、中心から $\pm 10 \text{ mm}$ の範囲とした。酸化鉄 ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) をコアとする磁性ナノ粒子を水に分散させたリゾビスト液 $30 \mu\text{l}$ を $\phi 3 \text{ mm}$ 、深さ 5 mm のサンプルホルダーに入れて装置の中心に配置し、X および Z 方向に磁場を印加した。リゾビストからの磁化応答を差動型検出コイルで検出し、磁氣的に結合した高温超伝導

SQUID からの信号をロックインアンプに接続し第二調波信号を測定した。その後、測定した信号を微分し画像化した。

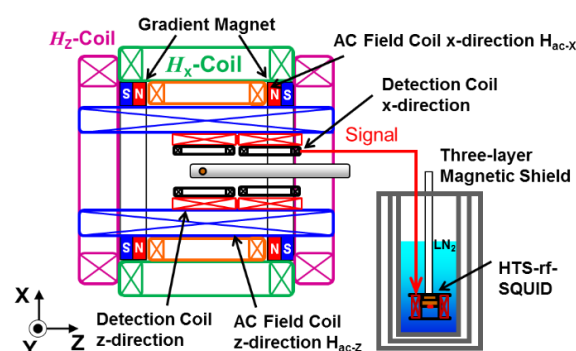
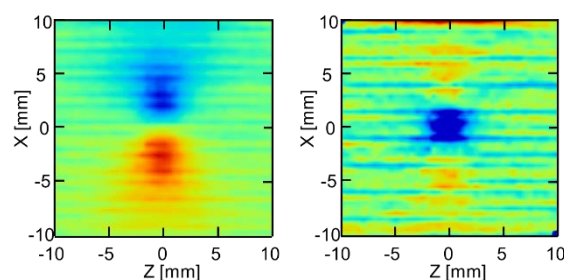


Fig.1. MPI system



(a) Measurement Image (b) Differential Image
Fig.2. Image using the second harmonic

3. 実験結果

X 方向で測定した MPI 信号、および信号を微分した結果を Fig.2(a)、Fig.2(b)に示す。Fig.2(b) は使用した $\phi 3 \text{ mm}$ のサンプルと比較して、ほぼ同じ大きさの画像を得ることができた。また、リゾビストが配置されている位置と得られた画像の中心が一致したため、2D イメージングを行うことができたと考えられる。

4. まとめ

X および Z 方向に磁場を印加する装置を試作し、リゾビスト液の 2D イメージングを行った。その結果、サンプルとほぼ同じ大きさの画像を得ることができた。