

3ch 高温超伝導 SQUID を用いた磁気ナノ粒子検出装置の開発

Magnetic nanoparticle detection System using 3ch HTS-SQUIDs

豊橋技科大, [○]松尾徳博, 有吉誠一郎 田中 三郎

Toyohashi Univ. of Technol., [○]T. Matsuo, S. Ariyoshi, S. Tanaka

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

1. はじめに

光、音、触覚、薬物などの感覚刺激による脳の磁気応答や、神経活動による毛細血管の血流量を計測することは脳の活動を調べる上で重要とされている。我々は磁気ナノ粒子を生体の測定部位に注射して、高温超伝導小型 SQUID アレイを用いて血流を計測する方法を検討している。本研究では MPI 技術を組み合わせて、小型 SQUID アレイを用いて移動する磁気ナノ粒子を測定することを目的とした。

2. 実験方法

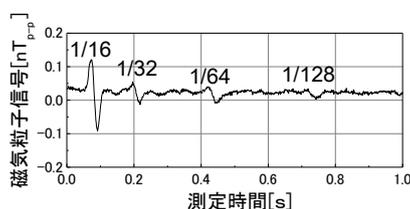
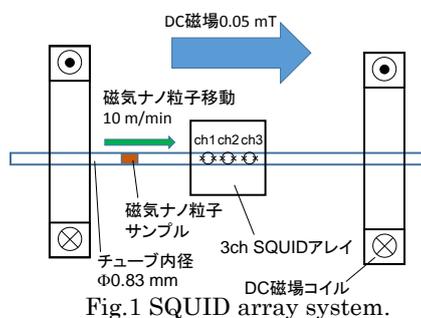
MPI 法を適用する前に予備実験として、最初に、10mm 角チップ内に 3 つのマグネトメーターを並列に配置した SQUID アレイ (ワッシャーサイズ: 1×1 mm) を作製した。磁気ナノ粒子には生体に影響が無く、比較的大きい信号が得られる水に分散された粒径約 $\phi 50$ nm の磁性微粒子 (デキストランで被覆されたコア径 $\phi 40$ nm の Fe_3O_4 、Fe 濃度 $8.3\mu\text{g}/\mu\text{l}$) を使用した。SQUID 上にチューブを配置して、その中の磁気ナノ粒子を DC 磁場中で移動させ、発生する磁気信号を SQUID で測定し、磁気ナノ粒子の量や濃度、距離、速度と信号の関係について考察した。

Fig.1 に微粒子信号測定システムの測定部の概略図を示す。実験は磁気シールドルーム内で行い、3チャンネル SQUID アレイの制御には PCI-1000 を用いた。励磁のために DC 磁場コイルを配置して約 0.05mT の磁場をサンプル移動方向に印加した。SQUID アレイで測定した磁場信号はフィルタを通して A/D コンバータを用いて PC で記録した。

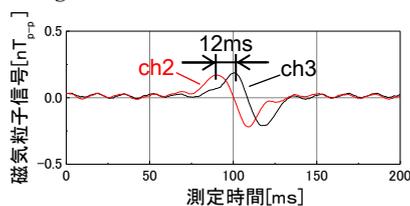
3. 実験結果

Fig.2(a)に検出波形の一例を示す。リフトオフ (SQUID-サンプル間距離) は 1.5 mm として、

およそ 10m/分の速度で SQUID アレイ上のサンプルを移動させた。サンプルには体積 $1.5\mu\text{l}$ の希釈した磁気ナノ粒子を用いた。図中に希釈倍率を示す。1/128 希釈において約 $30\text{pT}_{\text{p-p}}$ の磁場信号を計測することができた。これは質量約 97.3ng の Fe に相当している。Fig.2(b)は ch2 および ch3 の信号を示している。12ms の時間差が示されており、これは速度と一致している。



(a) Signals of different concentration



(b) Signals of ch2 and ch3

Fig.2 Time trace of the signal.

4. まとめ

MPI で血流を測定するための予備実験として、DC 磁場中で磁気ナノ粒子を移動させ、Fe 換算で約 97.3ng を検出することができた。また、時間差のある SQUID 信号を確認することができた。