電磁石を用いた超低磁場 SQUID-MRI 装置の検討

Study on Ultra-low field SQUID-MRI System using Polarizing Coil

豊橋技科大，°川越　聡，出町　一馬，有吉　誠一郎，田中　三郎

Toyohashi Univ. of Technol. ，°S. Kawagoe，K. Demachi，S. Ariyoshi，S. Tanaka

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

1. はじめに

我々は、HTS-SQUID を用いた食品異物検査のための超低磁場 MRI 装置を開発している。これまでに試作した超低磁場 MRI 装置では、サンプルの分極に強力な永久磁石を使用していたため、MRI 計測部は離れた位置に設置していた。そのため、永久磁石で分極したサンプルを MRI 計測部に移動する必要があり、サンプルの移動には 0.8 s の時間を要していた。この装置では、信号減衰が早い油脂などの計測は困難となり、撮像時間も長くなるという課題があった。今回、サンプルの分極に電磁石を採用し、サンプルの移動がない超低磁場 MRI 装置を試作した。

2. 実験方法

試作した超低磁場 MRI 装置のダイヤグラムを Fig.1 に示す。MRI 計測に必要な静磁場コイルや傾斜磁場コイル、AC 磁場コイルから構成される MRI 計測部および分極用電磁石は磁気シールドルーム内に設置した。なお、MRI 計測部と電磁石の機械的中心は一致させ、その中心にサンプルを設置した。また、電磁石の分極磁場により HTS-SQUID の動作が不安定となることを防ぐために、SQUID を 3 層円筒磁気シールド内に設置し、MRI 計測部とは LC 共振型磁束トランスで磁気的に結合した。電磁石によって 135 mT の分極磁場をサンプルに 5 s 間印加し、その 100 ms 後に AC 磁場コイルによって 90° パルスを印加した。90° パルスの印加終了直後に y 軸および z 軸方向に磁場勾配を持つ傾斜磁場(G_y および G_z)の印加を開始し、375 ms 後に G_z の印加を終えた。その直後に 180° パルスを印加することで、エコー信号を発生させ、その信号を LC 共振型磁束トランスによって検出し、SQUID に伝達した。SQUID 出力は画像再構成が可能な NMR スペクトロメータ「Kea²」でサンプリングした。G_z の傾斜磁場強度を変えながら、これらを 32 回繰り返すことで、64 points×32 points の 2 次元の空間周波数データを取得した。実測した空間周波数データにゼロフィリングを行い、2 次元フーリエ変換によって 2D-MR 画像を再構成した。

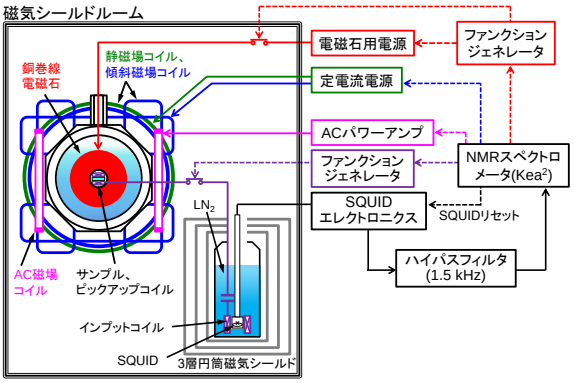

Fig.1 Ultra-low field MRI system diagram.

3. 実験結果

試作した装置を用いて水サンプルの 2D-MR 画像を取得した。サンプルの写真と得られた 2D-MR 画像を Fig.2 に示す。水で満たした 2 mm 幅の「TUT」の文字と 0.5 mm 幅の円形の枠を反映した 2D-MR 画像を得ることができた。なお、画素数は 128×128、画素サイズは 0.39 mm/pixel となった。

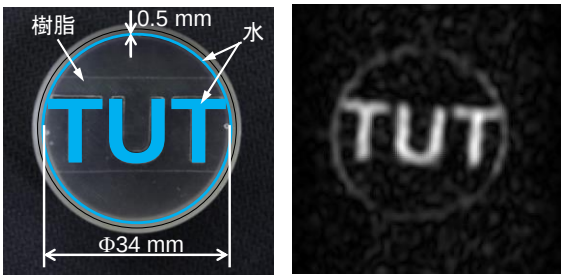

Fig.2 Water sample and 2D-MR image.

4. まとめ

サンプル移動を伴わない、電磁石を用いた超低磁場 SQUID-MRI 装置を試作した。試作した装置を用いて 2D-MR 画像を取得した結果、水で満たした 0.5 mm 幅の円形の枠を反映した明瞭な 2D-MR 画像を得ることができた。

© 2017年 応用物理学会