

超低磁場 SQUID-MRI システムの検討

Study on Ultra-low Field HTS-SQUID MRI System

豊橋技科大, °榊澤 守力, 出町 一馬, 有吉 誠一郎, 田中 三郎

Toyohashi Univ. of Technol., °M. Kabasawa, 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。これまで試作してきた装置ではサンプルからの信号を SQUID で直接検出していた。しかし、超伝導体である SQUID 自身が持つマイスナー効果によりサンプル付近の磁場均一性が乱れ、取得した 2D (二次元) -MR 画像が歪むという問題があった。そこで本研究では信号検出系に磁束トランスを採用し、ピックアップコイルで検出した信号をインプットコイルで SQUID に伝達する方式を検討した。さらに、SNR (信号雑音比) 改善のために、共振用コンデンサを直列に接続した LC 直列共振法を検討した。

2. 実験方法

SQUID で直接信号を取得する方式と、磁束トランスを用いて信号を取得する方式の 2D-MR 画像の比較をした。サンプルには水を満たした円形容器 (外径 $\Phi 35$ mm、厚さ 8 mm) の中にアクリル樹脂の円形枠 (外径 $\Phi 11$ mm、厚さ 1.5 mm) を 4 つ設置した。アクリル樹脂によって区切られた水サンプルの様式図を Fig. 1 に示す。MRI 計測部に必要な静磁場コイルや傾斜磁場コイル、AC 磁場コイルは磁気シールドボックス内に設置した。なお、分極したサンプルを磁気シールドボックス内の計測部に移動させるためにシールドボックスには開口部を設けた。サンプルを磁気シールドボックスから離れた位置に置かれた永久磁石 (1.1T) によって分極し、磁気シールドボックス内のピックアップコイル直下まで移動させた。サンプル移動後に AC 磁場コイルによって $\pi/2$ パルスを印加し、500 ms 後に π パルスを印加した。サンプルからの信号はピックアップコイルで検出し、磁気シールドボックスとは別の三層磁気円筒シールド内に置かれた SQUID にインプットコイルを介して信号を伝達した。取得したデータから

MRI スペクトロメータ「Kea²」を用いて Filtered Back Projection 法で 2D-MR 画像を再構成した。

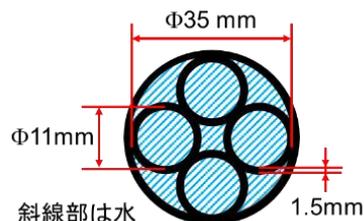
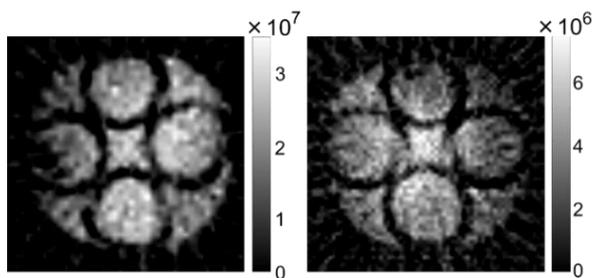


Fig. 1 区切られた水サンプル.

3. 実験結果

測定した 2D-MR 画像を Fig. 2 に示す。(a) および (b) に従来方式の 2D-MR 画像と今回の方式の 2D-MR 画像をそれぞれ示す。水の部分は白く表示され、枠の部分は黒く表示される。従来方式 (a) ではアクリル樹脂の存在を示す黒い 4 つの円形枠の大きさが異なっており、さらに形状も歪んで表示された。一方、今回の方式 (b) ではアクリル樹脂の 4 つの黒い円形枠は同じ大きさに表示され、形状の歪みが少なかった。



(a) 従来方式 (b) 今回の方式

Fig. 2 2D-MR 画像.

4. まとめ

実用化に向けて超低磁場 SQUID-MRI 装置を試作した。試作した装置を用いて 2D-MRI 計測を行った結果、磁束トランスを用いた方式を用いることで歪みの少ない 2D-MR 画像を得ることができた。この成果によって、超低磁場 MRI 装置の食品検査応用への可能性を高めることができた。