LC 共振型 LN_2 冷却磁束トランスと HTS-SQUID を用いた超低磁場 NMR 装置の検討

Ultra-low field NMR System with LN_2 Cooling LC Resonance Flux Transformer and HTS-SQUID

豊橋技科大，°廣瀬 勇野，出町 一馬，八田 純一，有吉 誠一郎，田中 三郎
超電導工学研究所　安達 成司，田辺 圭一
Toyohashi Univ. of Technol.　°Y.Hirose, K. Demachi, J.Hatta, S.Ariyoshi and S.Tanaka
Superconductivity Research Lab.　S.Adachi and K.Tanabe
E-mail: tanakas@ens.tut.ac.jp

1. はじめに

我々は、液体窒素温度に冷却した磁束トランスを用いた超低磁場 SQUID-MRI の食品異物検査応用を提案する。超低磁場 MRI は、測定対象の付近に非磁性金属が存在してもアーチファクトが少ない。超伝導量子干渉素子(SQUID)を用いて地磁気中で MRI 計測を行うことができれば、小型で低コストの MRI 装置の開発できる利点がある。しかし、検出信号が微弱であるため、MRI の前段階として核磁気共鳴(NMR)を行った。本研究では信号検出系の改良を行い、信号対雑音比(SNR)の改善を検討した。

2. 実験方法

試作した超低磁場 SQUID-NMR 装置の概略図を Fig.1 に示す。磁束トランスのピックアップコイルは、環境磁気ノイズを低減するために差動型とし、SQUID には低ノイズの HTS-dc-SQUID を使用した。さらに、磁束トランス全体を液体窒素で冷却し、直列にキャパシタを接続して共振させた。信号検出部と SQUID は同一容器内で冷却した。SQUID が測定磁場の影響を受けないように SQUID とインプットコイルは超伝導 Bi シールドで遮蔽した。評価用サンプルには、50 mℓの水を用い、測定前に磁気シールド外で分極を行った。分極には、1.2 T の永久磁石を用いた。測定部には、44.4 μT の静磁場が印加されており、分極された水サンプルをそこに移動させて評価した。差動型ピックアップコイルで検出した NMR 信号は、インプットコイルを介して磁気的に結合した SQUID で測定した。

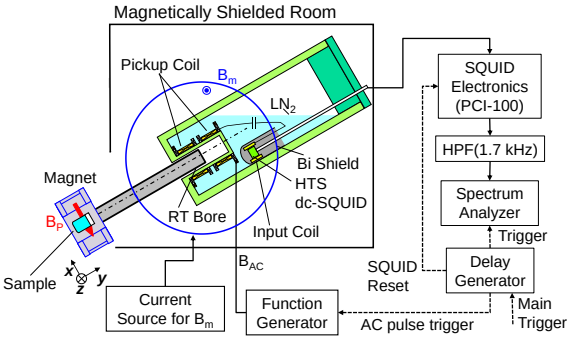

Fig.1. Ultra low field SQUID-NMR System.

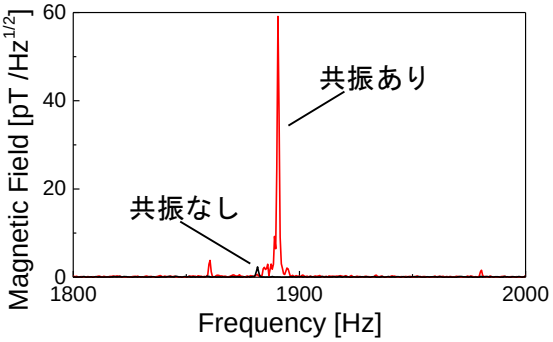

Fig.2. NMR spectrum of water sample.

3. 実験結果

実験によって得られた水サンプルの NMR スペクトルを Fig.2 に示す。LC 共振を適用することで、スペクトルピークは 25 倍に改善されたが同時にノイズも増大したので、SNR は 236 となり約 7 倍改善された。

4. まとめ

液体窒素冷却の磁束トランスに LC 共振を組み合わせることで SNR を約 7 倍に改善することができた。

© 2015年 応用物理学会