

LN₂ 冷却磁束トランスを用いた超低磁場 HTS-SQUID-NMR 装置の検討

Study of Ultra-low field HTS-SQUID-NMR System using LN₂ Cooling Flux Transformer

豊橋技科大, °廣瀬 勇野, 山本 将彰, 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, M.Yamamoto, J.Hatta, S.Ariyoshi and S.Tanaka

Superconductivity Research Lab. S.Adachi and K.Tanabe

E-mail: y123438@edu.tut.ac.jp

1. はじめに

近年、超低磁場 NMR では、サンプルの T₁ や T₂ を測定することでガン細胞などの検出に有利であることがわかってきている。超伝導量子干渉素子(SQUID)を用いて地磁気中で NMR 計測を行うことができれば小型で低コストの NMR 装置の開発をすることができる。我々は、HTS-SQUID と常温磁束トランスを用いて、検出信号を小型磁気シールドで遮蔽された、SQUID に伝達する方式を開発してきた。しかし、これまでの研究ではノイズが大きいため信号雑音比(SNR)が低下するという課題があった。ノイズ源の一つとして磁束トランスの熱雑音が考えられるため、本研究では磁束トランス全体を液体窒素冷却することでノイズを低減し、SNR の向上を目指した。

2. 実験方法

試作した液体窒素冷却の常伝導磁束トランスを用いた超低磁場 SQUID-NMR 装置を 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。本研究では環境ノイズの影響を避けるために、磁気シールドルーム内で実験を行った。さらに、磁束トランスの熱雑音を抑えるために磁束トランス全体を液体窒素で冷却した。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氣的に結合した SQUID で測定した。

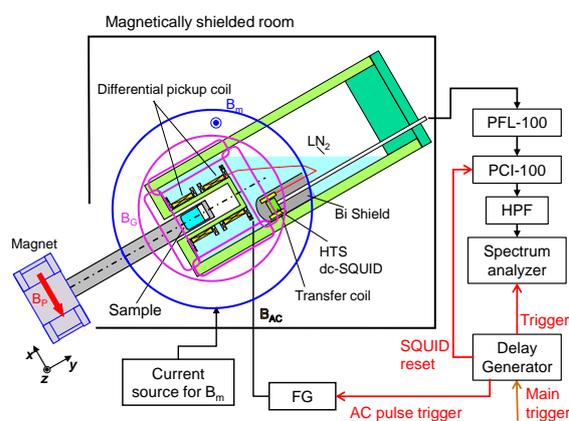


Fig.1. Ultra low field SQUID-NMR System

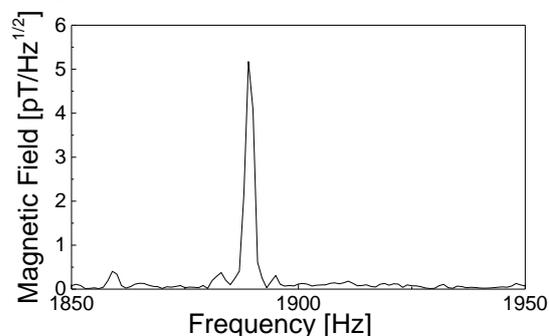


Fig.2. NMR spectrum of water

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。1889 Hz において 5.18 pT/√Hz の NMR スペクトルピークが得られており、ラーモア周波数に一致した。スペクトルのノイズは約 70 fT/√Hz あり、SNR は 74 であった。

4. まとめ

液体窒素冷却の磁束トランスを用いることで良好な NMR スペクトルが得られた。