

TMR センサを用いたプロトン核磁気共鳴信号の検出

大兼 幹彦¹, 我妻 宏¹, 水上 成美², 藤原 耕輔³, 熊谷 静似³, 安藤 康夫¹
 (¹東北大学工学研究科, ²東北大学材料科学高等研究所, ³スピンセンシングファクトリー(株))

Detection of NMR signal by TMR based sensors

M. Oogane¹, H. Wagatsuma¹, S. Mizukami², K. Fujiwara³, S. Kumagai³, Y. Ando¹
 (¹Graduate School of Engineering, Tohoku University, ²AIMR, Tohoku University,
³Spin Sensing Factory Corp.)

はじめに

強磁性トンネル接合を用いた磁気センサ (TMR センサ) の高感度化が飛躍的に進んでおり, ヒトの心臓や脳から発生する微弱な生体磁場の検出が可能になっている¹。本研究では, プロトンの核磁気共鳴 (NMR) 信号を TMR センサにより検出することを目的として研究を行った。プロトンの NMR 信号が, 地磁気程度の微弱な外部磁場下で検出可能になれば, 将来的にコンパクトな磁気共鳴画像診断装置 (MRI) への応用が期待できる。

実験方法

水を含んだペットボトルサイズの容器に, プロトン核磁化を励起するためのソレノイドコイルを巻き, 容器中央に TMR センサを配置した。また, コイル付き容器の外側に, 外部磁場印加用のヘルムホルツコイルを設置した (図 1)。ソレノイドコイルにパルス電流を印加して核磁化を励起した後, ヘルムホルツコイルにより発生させた直流外部磁場方向に核磁化が緩和する過程を TMR センサによって測定した。

実験結果

NMR 測定に用いた TMR センサの性能を評価した結果, その磁場分解能は 1 kHz において約 300 fT/Hz^{1/2} と非常に小さいことが分かった。図 2 に直流外部磁場を約 40 μ T とした場合の, 核スピンの自由誘導減衰 (FID) 運動に起因する NMR 信号の一例を示す。明瞭な FID 信号が観測され, またその周波数は, プロトン核磁化の共鳴周波数と一致した。これらのことから, TMR センサにより, 明瞭な NMR 信号の観測に成功したと言える。

謝辞

本研究は JST-S イノベプロジェクト、東北大学先端スピントロニクス研究開発センター、および、スピントロニクス学術連携研究教育センターの支援を受けて行われた。

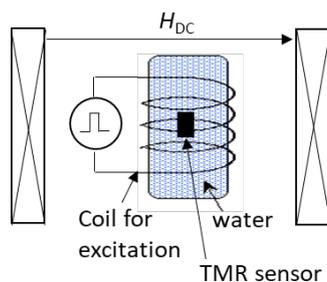


図 1 NMR 測定システム概略図

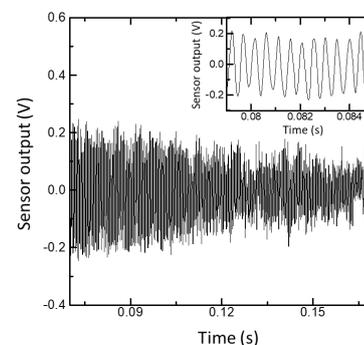


図 2 測定した NMR 信号 (挿入図は拡大図)

参考文献

- 1) K. Fujiwara *et al.*, Appl. Phys. Express, 11 023001 (2018).