

# 修士学位論文概要

題目 GMR素子を用いた高感度磁界センサーの開発

氏名 荒井 俊介

## 【概要】

### はじめに

スピンバルブ型のGMRを磁界の検出に利用する場合、磁化自由層の容易軸方向を固定層の磁化方向に対して90°に設定し、困難方向の磁界によって自由層の磁化が回転したときの磁気抵抗変化を検出するのが一般的である。しかし、この方式では高感度な磁界検出は難しいとされている。そこで本研究では、自由層の容易軸を固定層の磁化方向と平行に設定し、磁壁の移動によって磁界の検出を試みた。この場合に問題となる磁壁抗磁力の影響を低減するため、容易方向に正弦波磁界を印加して磁壁位置を振動させ、従来の方式より高い出力を得ることに成功した。しかしながら、この方式においてもドリフトに弱く、直流磁界の検出に適さないなどの問題点があり、これらを解決するためにさらなる新方式を考案し、特性を評価した。

### 実験方法

スピンバルブ型GMR膜 Ta(5 nm)/MnIr(20 nm)/Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub>(3 nm)/Cu(2.2 nm)/(Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub>)<sub>2</sub>B<sub>8</sub>(10 nm)/Ta(5 nm)/Si(SiO<sub>2</sub>)を幅30 μm、長さ200 μmの細線に加工した。固定層と自由層の容易軸方向は、細線の長さ方向に平行とした。この細線型GMR素子をブリッジ回路に組み込み、困難軸方向に5 kHzの正弦波磁界を印加した。すると自由層の磁化が振動的回転運動を行い、ブリッジには10 kHzの交流電圧が現れる。この状態でGMR素子に直流の検出磁界が印加されると、回転運動の中心位置がずれ、ブリッジ電圧には10 kHzと5 kHzが合成された波形が現れる。この波形からロックインアンプを用いて、5 kHzのみを検出し、GMR素子の上部に積層させたAl層に電流を流す。この電流が検出磁界をキャンセルし、ブリッジ電圧の周波数が常に10 kHzとなるようにフィードバックをかけるような回路構成とした。結果として、このフィードバック電流の大きさが検出磁界の大きさと比例することとなる。

### 実験結果

図1はフィードバック方式における検出磁界  $H_{ex}$  とセンサ回路の出力電圧  $V_{out}$  の特性である。直流磁界の正負に渡って良い線形性を示している。しかしながら、最小検出磁界については磁壁を振動させる方式が  $10^{-3}$ Oe 程度であるのに対し、フィードバック方式は  $10^{-2}$ Oe 以下の磁界で出力が安定せず、微小磁界に対する感度という面においては磁壁振動方式に及ばなかった。また図2は検出磁界  $H_{ex}$  を0Oeに設定し、測定環境温度のみを変化させた時の出力電圧  $V_{out}$  の温度ドリフトの影響を、磁化回転方式とフィードバック方式で比較したものである。磁化回転方式では25°Cの温度変化で約3Vのドリフトが起こったが、フィードバック方式ではわずか60mV程度と温度変化の影響に対して非常に強いことがわかった。これは、フィードバック方式ではブリッジ電圧のレベルをそのまま出力するのではなく、検出磁界釣り合わせたフィードバック磁界を出力としているため、外乱によって回路のバランスが崩れても影響が少ないためだと考えられる。

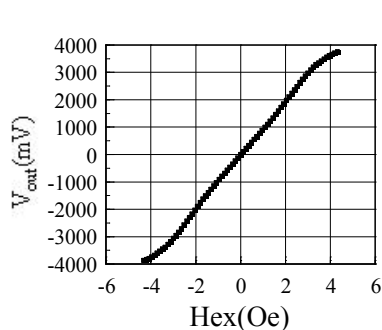


図1  $H_{ex}$ - $V_{out}$ の特性

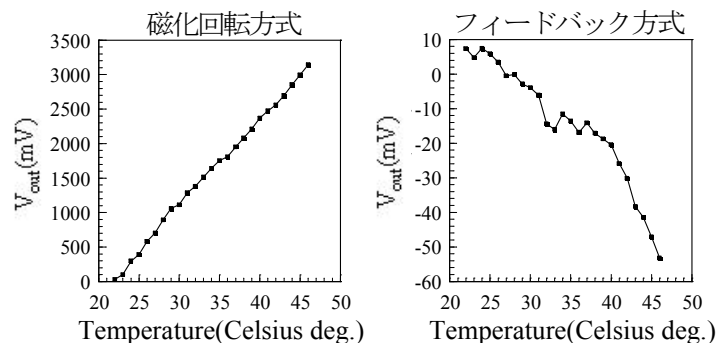


図2 温度ドリフト特性

## 【学会発表等】

平成21年度 電気関係学会 東海支部連合大会