

修士学位論文概要

題目 磁化方位振動方式によるマイクロ磁気センサの開発

氏名 田代健二

【概要】

はじめに磁界を検出する磁気センサは、回転軸の角度、アクチュエータの位置、地磁気による方位の検出など非常に幅広い用途があり、近年は生体からの磁気、すなわち心臓や脳からの微弱な磁界の検出にも注目が集まっている。巨大磁気抵抗効果(Giant Magnetoresistance : GMR)を利用したセンサは、薄膜ベースであるためSiチップ上にモノリシック化でき、ミクロンサイズまで微細化できることから、さまざまな応用が期待されている。本研究では、直流から数Hz以下の低周波数域の磁界を低ドリフトで測定するための磁化方位振動方式について、磁界感度を改善するための磁化自由層の材料の検討、ロックインアンプを利用するセンサ回路の簡素化などに取り組んだ。

実験方法

実験にはSi(SiO₂)基板上に二種類のGMR膜を積層させた。その構成はsubstrate/Ta(5nm)/(Co₉₀Fe₁₀)₉₂B₈およびNiFe(10nm)/Cu(2.2nm)/Co₉₀Fe₁₀(3nm)/MnIr(10nm)/Ta(2nm)である。GMR膜は光リソグラフィにより幅30μm、長さ200μmの細線に加工し、Al₂O₃絶縁層を介して、Al導体線(幅100μm)をGMR細線上に形成した(図1)。作製したサンプルに対して、交番磁場勾配磁力計(AGM)による磁化曲線の測定、二端子法による磁気抵抗効果の測定を行った。さらにサンプルをセンサ回路に接続し、磁化方位を振動させ、直流磁界を加えた時のセンサ出力の測定を行った。

実験結果

作成した素子を図1に示す回路に組み込み、以下の測定を行った。ここで、GMR膜の磁化容易軸は、細線の長さ方向に設定されており、この方向のバイアス磁界H_bにより飽和状態にある。外部磁界H_{ex}を加えない状態で、Al導体線にf₀=5kHzの交流信号を流すと、GMR細線の長さ方向の垂直方向に交流磁界H_{ac}が発生するため、磁化自由層の磁化方位は、容易軸方向を中心に振動的な首振り運動をする。このとき、磁化自由層の磁化は、容易軸方向からどちらに傾いても、素子抵抗は大きくなるので、GMR素子の出力には、2f₀周期の信号が現れる。測定結果においても、図2(b)に示すように、H_{ac}に対して2倍周期の信号が観察される。直流磁界H_{ex}を磁化困難方向に加えると、自由層磁化の振動運動の中心が容易軸から傾くので、信号には、2f₀成分に加えて、f₀成分が(c)図に示すように現れる。H_{ex}を増すにつれて、f₀成分の比率が増していることが図2より観察される。この信号を5kHzを中心周波数とするバンドパスフィルタを通してH_{ac}の信号とともに乗算器に入力することで、このf₀信号の振幅に対応した直流電圧を得た。その結果、外部磁界に比例した出力電圧が得られるとともに極性を検出することが出来た。そのセンサ感度は約5mOe程度であった。

【学会発表等】

平成24年度電気学会東海支部連合大会

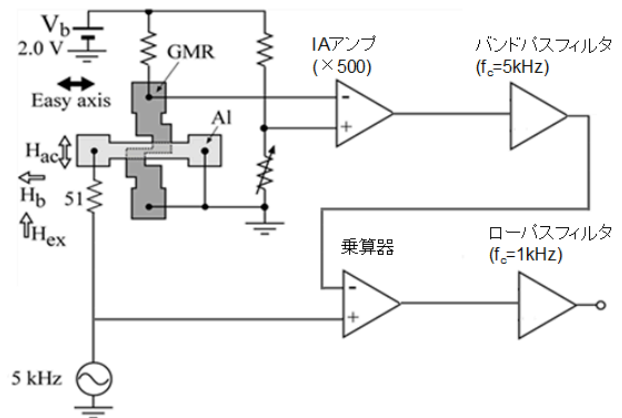


図1.素子の形状とセンサ回路

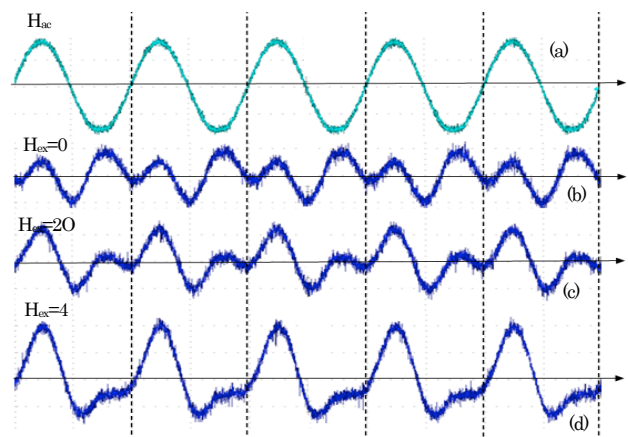


図2.外部磁界の大きさによる出力波形の変化