

FeSiB フリー層を有する GMR 素子を用いた歪みセンサ

山本直樹, 加藤剛志, 岩田 聡

(名古屋大学)

Magnetic strain sensor having FeSiB free layer using GMR element

N.Yamamoto, T.Kato, and S.Iwata

(Nagoya University)

はじめに

巨大磁気抵抗効果(GMR)を利用した磁気センサは、磁化自由層と磁化固定層の相対角度が外部磁界に対して変化したときの磁気抵抗変化を検出する。一方、磁性材料には、歪みを加えると磁気異方性が変化する磁歪の逆効果が存在し、歪みによる磁化自由層の磁気異方性の変化を磁化固定層との角度変化に結びつけることができれば歪みを検出することができる。本研究では、歪みによる磁化自由層の磁気異方性の変化を検出する GMR センサの開発を行った。

実験方法

超高真空スパッタ装置により直流磁界中で、GMR 多層膜 (Ta(5nm)/FeSiB(10nm)/CoFeB(1nm)/Cu(2.2nm)/CoFe(3nm)/MnIr(10nm)/Ta(2nm)) を成膜した。基板には、湾曲可能な厚さの異なる 3 種類のガラス(70 μm , 100 μm , 150 μm) を用いた。成膜した試料を両端に電極を配置した幅 100 μm 、長さ 1200 μm の細線状の構造にフォトリソグラフィにより加工した。素子の磁化容易軸が細線の幅方向となるよう加工し、歪みの検出には、以下の手法を用いた。GMR 素子細線を形成したガラスを Fig.1 に示すように片持ち梁構造となるように固定し、自由端に力を加えることで GMR 細線に歪み ϵ を与えた。Fig.1 の方向に印加した応力を正とした。GMR 素子をブリッジ回路に組み込んだ状態で GMR 素子の困難軸方向に 5~50Oe のバイアス磁界 H_{bias} を加えることで、磁化自由層の磁化を固定層に対して Fig.2 のように回転させた。GMR 細線に直流電流を流した状態において、歪みを印加することで自由層の磁気異方性が変化すると、GMR 素子の抵抗値が変化してブリッジ回路のバランスが崩れて電圧が生じる。生じた電圧を計装アンプ 300 倍に増幅した信号を出力電圧 V_{out} とした。

実験結果

Fig.3 は ϵ に対する出力電圧 V_{out} をプロットしたものである。FeSiB 層は負の磁歪定数を持つため、正の歪みを加えた場合には、磁気異方性が減少し、負の歪みを加えた場合には、磁気異方性が増加する。正負の歪み双方に対して H_{bias} が 20 Oe の場合には出力電圧がほぼ線形に変化していることがわかる。このことから、 H_{bias} が 20 Oe の場合に自由層の磁化の向きは容易軸方向に対して約 45 度の傾きであると考えられる。 H_{bias} が 20 Oe の場合に、歪み $\epsilon = \pm 1.2 \times 10^{-4}$ を GMR 細線に加えたとき、 $V_{out} = \pm 400\text{mv}$ 程度の出力電圧が得られた。

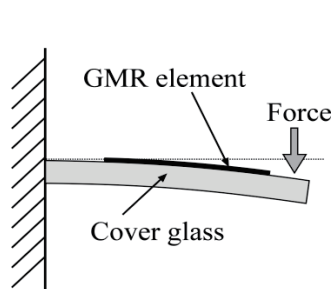


Fig.1 Schematic drawing of the experimental setup.

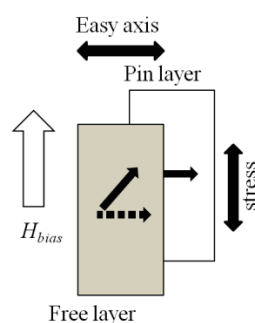


Fig.2 Top view of the GMR element showing directions of the easy axis, H_{bias} , magnetization of pin and free layer and stress.

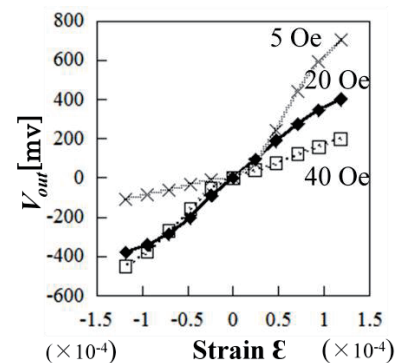


Fig.3 Output signal as the function of the strain. Cross, diamond and square symbol shows 5Oe, 20Oe, 40Oe data, respectively.

参考文献

1)K.Ishiyama et al. , IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS, VOL. 46, NO. 2, FEBRUARY(2010)