

反磁界分布制御による磁性薄膜磁気センサの 小型・高感度化に関する検討

大江 駿, 菊池 弘昭, 植竹宏明, 藪上 信, 中居 倫夫, 栢 修一郎, 石山 和志
(岩手大学, 東北学院大学, 宮城県産業技術総合センター, 東北大学)

Miniaturization of thin-film based magnetic field sensor with high sensitivity
by controlling distribution of demagnetizing

S. Oe, H. Kikuchi, H. Uetake, S. Yabukami, T. Nakai, S. Hashi, K. Ishiyama
(Iwate Univ., Tohoku-Gakuin Univ., ITIM, Tohoku Univ.)

1. 緒言

磁性体に直接高周波電流を通電し外部磁場に対するインピーダンス変化を利用した磁気インピーダンスセンサはMIセンサとも呼ばれ、高感度磁界センサとして用いられている。このセンサは外部磁界を印加した際の透磁率の変化が感度に大きく影響し、素子を小型化する場合、反磁界の低減が課題の一つである。MIセンサ素子の形状は矩形状のものが多く、その場合反磁界には分布が存在し(素子端部で強く、中央部で弱い)、センサ感度を低減することがわかっている⁽¹⁾。本研究ではこの問題を改善するために反磁界分布が均一になると期待できる楕円状センサ素子を作製し、矩形状センサ素子との比較を行った。

2. 実験方法

素子には $\text{Co}_{85}\text{Nb}_{12}\text{Zr}_3$ アモルファス薄膜を用い、フォトリソグラフィとスパッタリングにより成膜・加工した。作製素子の形状は矩形、楕円共に幅 50, 40, 30, 20, 10, 5 μm 、長さ 1 mm、厚さ 2 μm とした。素子の幅方向が磁化容易軸となるように磁界中熱処理により一軸異方性を付与した。インピーダンスの測定は素子中央部の 0.5 mm の範囲を用い、ネットワークアナライザにより行った。入力電力は -10 dBm、周波数は 100 MHz とした。測定時にはヘルムホルツコイルにより素子長手方向に磁界を印加した。

3. 実験結果

Fig. 1には矩形状と楕円状素子(幅 50 μm)の外観写真を示す。素子部は 1 mm 長であるが、センシング部分(通電箇所)は 0.5 mm とした。Fig. 2 は Fig. 1 の素子に -10 dBm, 100 MHz の高周波電流を通電した場合におけるインピーダンスの直流磁界依存性を示した図である。矩形状素子より楕円状素子の方が感度 (dZ/dH 値)、インピーダンス値の変化量ともに大きくなった。Fig. 3 は素子幅を 50 ~ 5 μm まで変化させた場合の ΔZ_{total} の推移を表した図である。 ΔZ_{total} は $Z_m - Z_0$ で定義され、 Z_m はインピーダンスの最大値、 Z_0 は磁界 0 でのインピーダンスを表している。インピーダンスの変化量は素子幅 20 μm までは楕円状素子の方が高く、形状を楕円に変えたことによる改善がみられた。一方、幅 10 μm 以下では矩形状センサ素子の変化が大きい。素子幅を狭くすることにより幅方向の反磁界が大きくなり、楕円状素子の方が容易軸の制御が困難になったことが原因と考える。解析結果についての詳細は会議で報告する。

文献

(1) H. Kikuchi, et al, *Sens. Acua. A*, **230**, pp. 142-149 (2015).

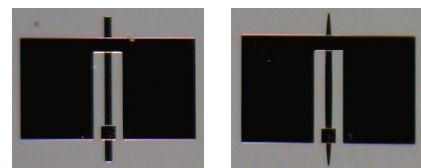


Fig. 1 Rectangle(left) and Ellipsoid(right) sensor elements.

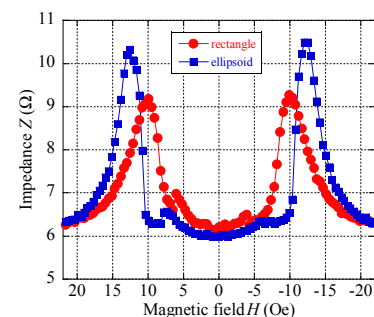


Fig. 2 Field dependence of impedance Z for 50 μm wide elements at 100 MHz, -10dBm.

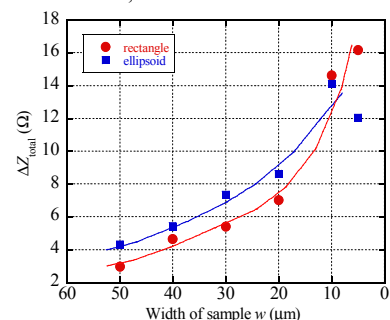


Fig. 3 Width dependence of ΔZ_{total} at 100MHz, -10dBm.