

Si ウェハ上に作製した逆磁歪効果型薄膜歪センサの特性

横井 甫, 久保 結人, 栢 修一郎, 石山 和志
(東北大学 電気通信研究所)

Thin film strain sensor using inverse-magnetostriction effect on Si wafer

H. Yokoi, Y. Kubo, S. Hashi, K. Ishiyama
(RIEC, Tohoku Univ.)

はじめに

磁歪膜と導体層の積層構造からなる逆磁歪効果を利用した歪センサの検討を行ってきた¹⁾。このセンサは、センサ素子への歪印加時の磁化変化に伴う透磁率変化を、高周波通電時の素子のインピーダンス変化として検出する。また磁歪膜の異方性の誘導方法として、熱処理時の導体層、磁歪膜、基板の3者間の熱膨張係数差から生じる熱応力を利用している。我々はこの歪センサとMEMS技術を組み合わせ、超高感度振動センサを実現することを目的とし研究を進めている。これまでSiウェハ上に歪みセンサ素子を試作し、磁歪膜に所望の異方性が誘導できることを確認した²⁾。本報告では、本素子の諸特性の検討結果について報告する。

実験方法

素子の作製にはRFスパッタ、リフトオフ法を用いた。非磁性金属層にはMo、磁性層には $\text{Fe}_{72}\text{Si}_{14}\text{B}_{14}$ を用いた。Fig. 1に示すようにMo、 $\text{Fe}_{72}\text{Si}_{14}\text{B}_{14}$ ともに同一の1ターンミアンダ形状に製膜した。Siウェハの厚みは $200\mu\text{m}$ 、Moの膜厚は $2.0\mu\text{m}$ 、 $\text{Fe}_{72}\text{Si}_{14}\text{B}_{14}$ の膜厚は $0.7\mu\text{m}$ とした。成膜後に 360°C 、 240kA/m の回転磁場中のみで熱処理を行い、素子長手方向に異方性を誘導した。Fig. 2に歪印加の様子を示す。素子の電極側を固定し片もち梁状にして、他端にマイクロメータヘッドを押し当て上下させることで歪を印加した。インピーダンス測定はネットワークアナライザを使用した。

実験結果

周波数が 120MHz のキャリア電流を通電したときの歪み-インピーダンス特性をFig. 3に示す。歪は圧縮方向を正とした。約 $1,000\text{ppm}$ の圧縮歪印加時のインピーダンスは 7.3Ω であった。圧縮歪の減少に伴い 250ppm 付近からインピーダンスは急激に増大し、 40ppm 付近で最大値 9.9Ω となった。その後、引張歪に変化すると減少に転じ、緩やかに減少した。この歪印加範囲におけるインピーダンスの変化量は最大で 2.6Ω となり、変化率を算出したところ 36.8% となった。印加歪が $40\sim 160\text{ppm}$ の範囲で最も急峻な変化を示し、線形近似した傾きより歪感度を算出したところ、ゲージ率は $1,747$ となった。Kerr効果顕微鏡による歪印加時の磁歪膜の磁区構造変化の観察、および今回のインピーダンス測定結果との比較を行い、さらなる感度向上のための素子構造を検討する。

謝辞

本研究の一部はJST先端計測分析技術機器開発プログラム「磁気MEMSを利用した微小振動計測システムの開発」によるものである。

参考文献

- 1) Y. Suwa, et al. *IEEE Trans. Magn.* 46, 666 (2010).
- 2) Y. Miwa, et al. *IEEE Trans. Magn.* 51, 2000604 (2015).

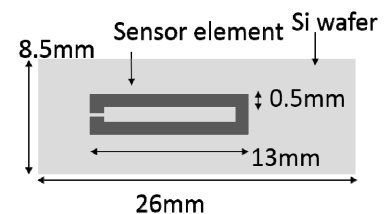


Fig. 1 Schematic diagram of the sensor element.

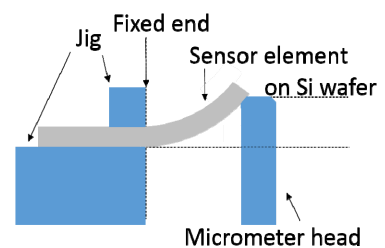


Fig. 2 Experimental setup of impedance measurement under stress.

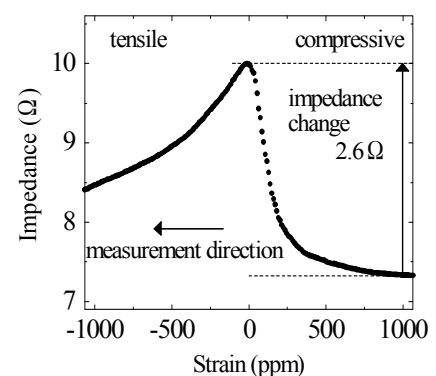


Fig. 3 Impedance change of strain sensor induced by applied strain.