

グラニューラ薄膜を用いたひずみセンサの開発

上部智也、藤原裕司、大島大輝*、加藤剛志*、神保睦子**、岩田聡*
(三重大、*名古屋大、**大同大)

Development of strain sensor with granular film

T.Uwabe, Y.Fujiwara, *D.Oshima, *T.Kato, **M.Jimbo, *S.Iwata
(Mie Univ., *Nagoya Univ., **Daido Univ.)

はじめに

近年 IoT 社会の実現に向け、多くの分野で微小ひずみの検出が求められている。また、多数の自動車、航空宇宙用途およびさらなる産業分野における機械量の測定のために小型センサが求められており、様々な原理のひずみセンサが研究されている¹⁾²⁾。本研究では、印加磁界によって抵抗が変化するグラニューラ薄膜を FeSiBNb アモルファス薄膜(a-FeSiBNb)ヨークのギャップ中に埋め込んだ構造のひずみセンサを開発するため、それぞれの薄膜の特性を評価し、シミュレーション、試作を行い検出可能なひずみを見積もった。

実験方法

成膜は DC 電源・RF 電源を持つマグネトロンスパッタリング装置を使用した。a-FeSiBNb 薄膜は 0.5Pa、Co-AlO 薄膜は 1Pa で成膜した。膜厚はともに 300nm である。基板はマイクロカバーガラスを使用した。ひずみセンサ素子はリフトオフにより a-FeSiBNb 電極を作製し、ギャップ部に Co-AlO を成膜することで作製した。素子の設計値は、ギャップ長は 4 μm 、幅は 600 μm である。磁気抵抗(MR)測定は直流二端子法で行った。磁気特性は VSM、トルク磁力計で評価した。

実験結果

本研究のひずみセンサ素子の概略図を Fig.1 に示す。a-FeSiBNb ヨークの磁気モーメント M を飽和させるために、外部磁界 H_{DC} を特定の方向に印加する。ひずみにより a-FeSiBNb ヨークの磁気モーメント M の方向を制御し、Co-AlO グラニューラ薄膜の抵抗を変化させる。これにより、Co-AlO グラニューラ薄膜の抵抗変化としてひずみを検出する。Fig.2(a)は簡単なモデルで行ったシミュレーション結果であり、引張ひずみに対する抵抗変化を示しており 1.0×10^{-4} 程度までのひずみを検出できることを示している。

Fig.2(b)は作製した素子に印加した引張ひずみに対する抵抗変化である。ひずみの印加方向は $H \perp \text{gap}$ で、ひずみ印加前に外部磁界 H_{DC} を $H // \text{gap}$ 方向に印加し、a-FeSiBNb の磁気モーメント M を $H // \text{gap}$ 方向に揃えている。 6.7×10^{-5} の引張ひずみを印加すると抵抗が減少していることがわかる。ひずみに対する抵抗変化率から求めたゲージ率(抵抗変化率/ひずみ)は約 11 で一般的な金属ひずみゲージ(ゲージ率約 2)より高感度であることがわかる。ただし、それ以上のひずみを印加すると抵抗が増加しており、これは Co-AlO グラニューラ薄膜の微粒子間隔が大きくなったことが一因と考えられる。

参考文献

- 1) M.Lohndorf et al.: J. Magn. Magn. Mater. **316**, e223 (2007)
- 2) Y.Hashimoto et al.: J. Appl. Phys. **123**, 113903 (2018)

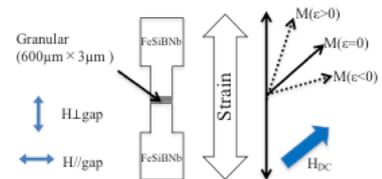
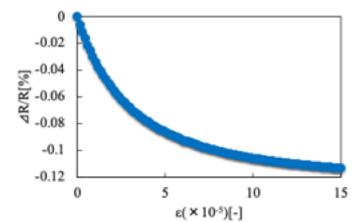
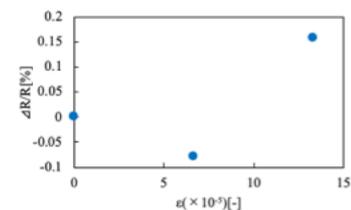


Fig. 1 Schematic of strain sensor



(a)



(b)

Fig.2 Resistance change on strain.

(a)Simulation and (b)Experimental results.