

課題番号 : F-18-TU-0049  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : 磁気-誘電ナノ複相膜による高周波複機能性に関する研究  
Program Title (English) : High frequency multifunctionality on magneto-dielectric nano-composite films  
利用者名(日本語) : 青木英恵  
Username (English) : Hanae Aoki  
所属名(日本語) : 東北大学学際科学フロンティア研究所  
Affiliation (English) : Frontier Research Institute for Interdisciplinary Sciences, Tohoku University  
キーワード/Keyword : 高周波電磁気特性, ナノ複相膜, 成膜・膜堆積,  
High frequency electromagnetic properties, nano-composite film, film deposition

## 1. 概要(Summary)

近年、電子デバイスの高周波化・小型化にともない、各素子の性能に寄与する材料自体の特性向上が求められる。磁性粒子が絶縁性マトリクス中に分散したナノ複相膜は微弱な磁界信号を検出するセンサや薄膜アンテナ等幅広い用途での応用が期待される。本課題では、酸化物( $\text{SiO}_2$ )およびフッ化物( $\text{BaF}_2$ )マトリクス中に直径数 nm の Co 粒子が分散するナノグラニューラ薄膜をスパッタ法で作製し、微細加工を施した Al および Pt 電極を用いて高周波帯における電磁気特性を評価した。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

ナノ複相膜の作製: RF マグネトロンスパッタ装置(アルバク, SBH-1203RE)(東北大学学際科学フロンティア研)

電極の作製: 電極 EB 描画装置(エリオニクス, ELS-G125S), 電子ビーム蒸着装置(アネルバ, EVC-1501)(東北大ナノテクプラットフォーム)

### 【実験方法】

ナノ複相膜の作製: Co( $\text{SiO}_2$  または  $\text{BaF}_2$ )の複合ターゲットを用いて、石英基板(0.5 mm)上に 1  $\mu\text{m}$  成膜した。

電極の作製: Al または Pt を 50 nm 上記基板またはナノ複相膜上に蒸着した。電子線リソグラフィには、レジストとして PMMA(<100 nm)を用い、電極に 50 nm – 20  $\mu\text{m}$  のギャップの微細加工を施した。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

上記の膜を用いて、Co- $\text{SiO}_2$  系膜では高周波軟磁気特性、Co- $\text{BaF}_2$  膜では高周波インピーダンス測定をそれぞれ行った。

Co- $\text{SiO}_2$  ナノグラニューラ膜(Co 組成 52 at.%)は、5

GHz 帯まで電磁的損失が極めて小さく( $\tan\delta\sim 0$ )、薄膜インダクタとして有望であることを明らかにした(1)。

Co- $\text{BaF}_2$  ナノグラニューラ膜は、Co 組成 19-42 at.% において従来膜の 10-1000 倍の電気比抵抗を有し、10 MHz 帯域で大きなトンネル磁気-誘電効果を示した(2)。

## 4. その他・特記事項(Others)

本研究課題の一部は、「JSPS KAKENHI Grant Number JP 18H05936 の支援を受けて行われた。電極の微細加工に関し、ご指導いただいたマイクロシステム融合センターの戸津氏、辺見氏に深く感謝申し上げる。

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) H. Kijima-Aoki, S. Takeda, S. Ohnuma, and H. Masumoto, “High-Frequency Soft Magnetic Properties of Co- $\text{SiO}_2$  Nanogranular Films With Large Out-of-Plane Magnetic Anisotropy.” IEEE Magn. Lett., vol. 9, pp.1-5 (2018).

(2) 青木英恵, 日本金属学会第 163 回秋期講演大会, 平成 30 年 9 月 19 日.

## 6. 関連特許(Patent)

なし。