

## Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 添加 Fe 薄膜の成膜条件と膜構造の関係

三浦直之, 桐野文良\*, 成田克, 稲葉信幸, 高橋豊  
(山形大学大学院理工学研究科, \*東京藝術大学)

Relationship between deposition condition and film structure of Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>-added Fe thin films  
Naoyuki Miura, Fumiyoshi Kirino\*, Yuzuru Narita, Nobuyuki Inaba, and Yutaka Takahashi  
(Graduate School of Science and Technology, Yamagata Univ, \*Tokyo Univ. of Arts)

**はじめに** 電子機器の作動周波数の高周波化に伴い素子間での電磁波干渉が問題視されているが、現在実用化されているフェライト系電波吸収体では数 GHz 以上の帯域において良好な吸収特性を得られないため新たな電波吸収材料の開発が必要である<sup>1)</sup>。高周波帯における電磁波ノイズの吸収方法として磁性体の強磁性共鳴が挙げられ、その自然共鳴周波数を高周波シフトさせるためには高異方性磁界、高飽和磁化の磁気特性を有し、さらに棒状または扁平状の磁性粒子形状が望ましいとされている<sup>2)</sup>。そこで本研究では磁性体 Fe、高周波帯での表皮効果を避けるため誘電体 Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> を用いた材料を作製し、その構造及び特性変化を成膜時の Ar ガス圧とアニールのそれぞれの条件を変え調べたので、これを報告する。

**実験方法** Fe-Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 薄膜は Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> ターゲットと Fe チップを用いた RF マグネトロンスパッタにより Si 基板上に室温成膜した。同チップ配置にて成膜を行い、Ar ガス圧は 0.5 Pa (Fe<sub>x</sub>:Si<sub>100-x</sub>, x=72), 2.0 Pa (x=65), 5.0 Pa (x=57) の 3 種類とし、アニール試料は成膜後に真空中にて 300 °C で 30 分間の熱処理を施した。構造は XRD, SEM 及び TEM, 磁気特性は VSM, 電気特性は四探針測定法を用いてそれぞれ評価した。

**実験結果** 表面 SEM 像から Ar 2.0 Pa 及び 5.0 Pa で凹凸を持つ表面構造がみられた。それらの詳しい評価のため断面 TEM 観察を行ったところ Ar 0.5 Pa では粒はみられず高倍率にて bcc Fe (110) の格子像が確認され (Fig. 1(a)), Ar 5.0 Pa では平均粒径(短軸) 2.8 nm の柱状粒がみられたが格子像はみられなかった (Fig. 1(b))。また Out-of-plane XRD では 0.5 Pa のみ bccFe(011) の配向がみられた。電気抵抗率(90 K) は bulk Fe と比較し 15.7(0.5 Pa)~319(5.0 Pa) 倍の値を示した。これらから高压成膜によってグレインを持つ構造が見られることがわかった。次に膜質と磁気特性の向上を目的とし、同条件成膜後に真空中で 300 °C 30 分間のアニールを施した。XRD では 2.0 Pa で新たに bccFe(011) の配向がみられた。電気抵抗率はいずれも減少した。磁気特性は飽和磁化が平均 13.5 % 増加した。さらに磁化曲線の概形を比較したところ、高压試料の磁化曲線が図のような変化を示した (Fig. 2)。これらからアニールは膜質向上、結晶成長と飽和磁化の増加に寄与することがわかった。また磁化曲線の概形変化について柱状粒との結びつきを検討する必要がある。発表では異なるチップ配置の結果も含めて報告する。

### 参考文献

- 1) T. Tsutaoka, J. Appl. Phys. 93, 2789 (2003)
- 2) 平塚信之『軟磁性材料のノイズ抑制設計法』科学情報出版株式会社, vol.1, p190(2015)

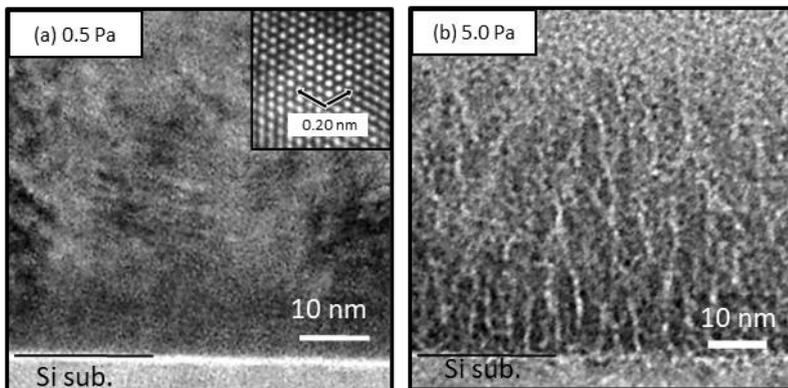


Fig. 1 Cross-sectional TEM images of Fe-Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/ Si film deposited at different Ar gas pressures (a) 0.5 Pa and (b) 5.0 Pa. Inset: HR lattice image of Fe (111)

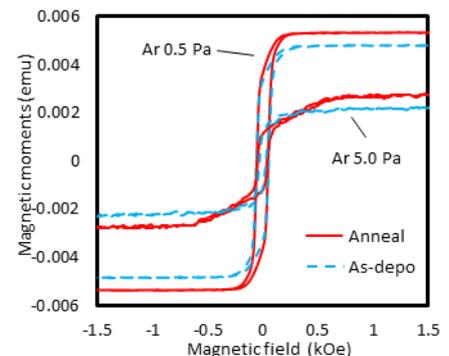


Fig. 2 In-plane M-H loops of Fe-Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/ Si film.