

M-11

RF マグネトロンスパッタ法を用いた磁気表面プラズモン効果用 Mn-Zn フェライト薄膜の作製 Fabrication of Mn-Zn Ferrite Films by RF Magnetron Sputtering for Magneto-plasmonic Effect

○黒岩海斗¹, 中山惇², 芦澤好人³, 中川活二³*Kaito Kuroiwa¹, Atsushi Nakayama², Yoshito Ashizawa³, Katsuji Nakagawa³

To observe magnetic surface plasmon effect as a high sensitive device, it is necessary to fabricate a bilayer thin film with a plasmonic metallic material and an insulating soft magnetic material. Soft magnetic Mn-Zn ferrite films are fabricated on a glass substrate and a silver / glass substrate by rf magnetron sputtering with several oxygen partial pressure. It is found that Mn-Zn ferrite crystals are formed on the Ag films although no ferrite phases are crystalized on the glass substrates.

1. はじめに

表面プラズモンの励起状態が外部磁界によって変化する磁気表面プラズモン効果^[1]が確認されている。誘電性磁性体を用いる検討として、これまで酸化物磁性体であるフェライト $M\text{Fe}_2\text{O}_4$ ($M = \text{Ni}, \text{Co}, \text{Zn}$) 薄膜を用いた $\text{Au}/M\text{Fe}_2\text{O}_4$ 二層薄膜構造で磁気表面プラズモン効果が報告されている^[2]。弱磁界における大きな磁気表面プラズモン効果を実現するため、軟磁気特性に優れる酸化物強磁性体である Mn-Zn フェライト薄膜に着目した。そこで、本研究では弱磁界における磁気表面プラズモン効果の発現に向け、Ag 薄膜との二層構造における良質な Mn-Zn フェライト薄膜の作製と評価を目的とした。

2. 実験方法

試料は、RF マグネトロンスパッタリング法によりガラス基板上及びガラス基板上に作製した Ag 薄膜上に成膜した。ターゲットには、 $\text{Mn}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ を用いた。Ag 薄膜は、到達真空度 1.7×10^{-4} Pa 以下、投入電力 120 W、スパッタ時の Ar ガス圧 0.6 Pa の成膜条件で、膜厚 40 nm 成膜した。一方、Mn-Zn-Fe-O 薄膜は、到達真空度 7.0×10^{-3} Pa 以下、投入電力 100 W、スパッタ時全圧 1 Pa で、酸素分圧 P_{O_2} を 0~0.3 Pa で変化し、膜厚 100 nm 程度を成膜した。なお、Mn-Zn-Fe-O 薄膜の作製にあたり、Ag 薄膜は一度大気暴露される。

成膜した薄膜の結晶構造は X 線回折 (X-Ray Diffraction : XRD) 法を用いて評価した。

3. Mn-Zn-Fe-O 薄膜の酸素分圧依存性

種々の O_2 分圧でガラス基板上及び Ag 薄膜上に成膜した薄膜の XRD プロファイルを Figure 1 に示す。ガラス基板上に作製した試料からは、いずれの試料においても Mn-Zn フェライト結晶相からの回折線は観測されなかった。一方、Ag 薄膜上に作製した試料においては、 $P_{\text{O}_2} : 0.15, 0.20, 0.25$ Pa の場合において Mn-Zn フェライト結晶粒の(3 1 1)面からの回折線が、 $P_{\text{O}_2} : 0.15$ Pa では(4 4 0)面からの回折線が観測された。Ag 薄膜上に Mn-Zn フェライト薄膜が結晶成長することが明らかになった。

参考文献

- [1] J. B. González-Díaz et al.: "Surface-magnetoplasmon nonreciprocity effects in noble-metal/ferromagnetic heterostructures", Phys. Rev. B, Vol.76, No.15, pp.153402-1-153402-4, 2007.
[2] K. Narushima et al.: "Magnetic activity of surface plasmon resonance using dielectric magnetic materials fabricated on quartz glass substrate", Jpn. J. Appl. Phys., Vol.55, No.7S3, pp.07MC05-1-07MC05-4, 2016.

謝辞 本研究の一部は、公益財団法人双葉電子記念財団 平成 31 年度自然科学研究助成を受けて行った。

1 : 日大理工 学部 電子 2 : 日大理工 院(前) 電子 3 : 日大理工 教員 電子

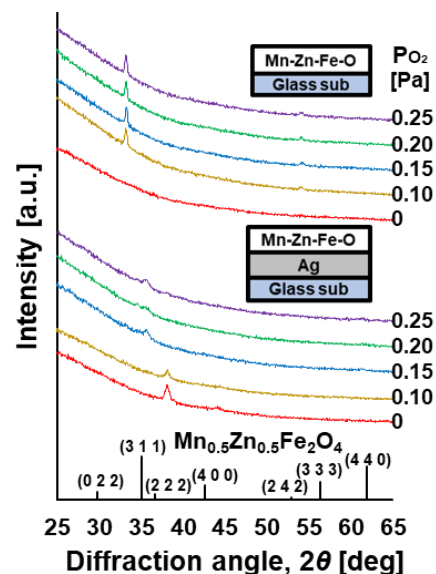


Figure 1. XRD profiles for Mn-Zn-Fe-O films fabricated on glass substrate and Ag / glass substrate as a function of oxygen partial pressure during a sputtering.