

スパッタリング法を用いて作製したマグネタイト薄膜の プロセスガス種依存性

Process gas dependence of Fe_3O_4 thin films grown with reactive sputtering

筑波大物工

伊藤 拓真, 柳原英人

Institute of Applied Physics, University of Tsukuba

T. Itoh and H. Yanagihara

E-mail: italy.truth.s12@gmail.com

はじめに

スパッタリング法は、数多くの材料を高速に成膜できる物理的堆積法であり、産業上重要なプロセスである。プロセスガスとしては一般的に、希ガスの中で存在量が多く、安価に入手できる Ar が用いられる。これに対し、Ar より原子量大きい不活性ガスを用いると、ターゲットでのガスイオンの反跳が減少し、膜へのダメージが抑えられると期待される。そこで本研究では、プロセスガスとして Kr を用い、反応性スパッタリングによりマグネタイト (Fe_3O_4) 薄膜を作製し、その膜質を Ar を用いた薄膜と比較してプロセスガスの効果を調べた。

実験方法

マグネタイト薄膜は反応性マグネトロンスパッタリング法により作製した。成膜温度は 350°C とし、基板として $\text{MgO}(001)$ 、ターゲットとして Fe、反応性ガスとして O_2 、プロセスガスとして Kr、Ar を用いた。 O_2 流量は、良質な Bulk のマグネタイトで報告されている抵抗率の急峻な変化 (Verwey 転移)¹ が観測されるよう調整した。作製した薄膜に対し、RHEED による表面構造観察、XRR による膜厚評価、AFM による平坦性評価、VSM による磁化評価、抵抗率の温度変化の測定を行った。

実験結果

Fig.1 に Kr、Ar を用いて作製したマグネタイト薄膜の、抵抗率の温度微分値の温度依存性を示す。内挿図に抵抗率の温度依存性を示す。110K におけるピークが Verwey 転移に対応し、良質なマグネタイトの成膜が示されるが、特に Kr を用いて成膜した試料では Ar を用いた試料よりも抵抗率の急峻な変化が見られた。また、Fig.2 に AFM 測定結果を示す。Kr を用いた試料の表面粗さを示す Rms 値として Ar の約 1/2 の値が得られた。以上の結果から、Ar より重い Kr の使用により、表面が平坦かつ高品質なマグネタイトが成膜できることが示唆される。

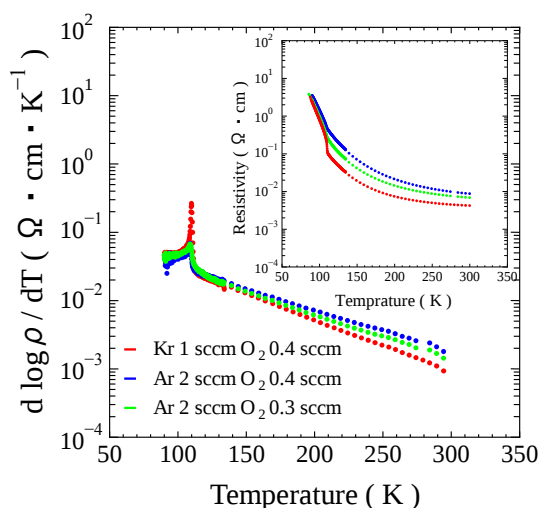


Fig.1 Temperature dependence of resistivity for the Fe_3O_4 samples grown with reactive sputtering using Kr and Ar gases of Kr and Ar.

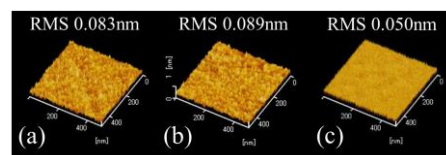


Fig.2 AFM image for the Fe_3O_4 samples grown under the gas conditions of (a) Ar 2 sccm O_2 0.4 sccm, (b) Ar 2 sccm O_2 0.3 sccm and (c) Kr 1 sccm O_2 0.4 sccm.

¹ X. H. Liu, et al. *Appl. Phys. Lett.* **111**, 212401 (2017).