

B 添加によるフェリ磁性 Mn_4N 薄膜の誘電率テンソルへの影響

Effect of B-doping on the dielectric tensors of ferrimagnetic Mn_4N thin films

長岡技科大¹, 物材機構² ○(M2) 坂口 穂貴¹, 磯上 慎二², 新美 信¹, 石橋 隆幸¹

Nagaoka Univ. of Tech.¹, NIMS² ○H. Sakaguchi¹, S. Isogami², M. Niimi¹, T. Ishibashi¹

E-mail: s193209@stn.nagaokaut.ac.jp

はじめに Mn_4N 薄膜は、高い垂直磁気異方性と低い飽和磁化を示すことから高効率な電流誘起磁化反転など、近年の Mn - N 系スピントロニクスにおいて注目されている¹⁾。我々は、軽元素 B を数 at. %加えるだけで、トポロジカルスピン構造を効率よく変調できることを見出した²⁾。これらの結果は、 B と Mn の p - d 軌道混成効果に由来している。本研究では、軽元素による p - d 軌道混成効果を明らかにするために、 Mn_4N 薄膜の磁気光学効果と誘電率テンソルの B 含有量に対するスペクトル依存性を評価した。

実験方法 超高真空マグネトロン・スパッタリング法により、 Ar と N_2 の混合ガス下で Mn および B ターゲットをコスパッタすることで $\text{MgO}(001)$ 基板上に 17 nm 厚の B 添加 Mn_4N 薄膜を作製した。450 °C で膜形成を行った後、室温で Al または Ta の保護層を形成した。 B 添加量は、RF 電力を変化させて調整し、ICP 発光分析装置を用いて測定した。構造評価と磁化過程評価にはそれぞれ、X 線回折装置と原子間力顕微鏡、異常ホール測定装置を用いた。磁気光学については、磁気光学スペクトロメータを用いて極 Kerr 効果を 0.6 - 3.0 eV の範囲で測定した。光学定数は、分光エリプソメータ(M-2000DI-YK, J. A. Woollam)を用いて 0.74 - 6.36 eV の範囲で測定した。基板、 Mn_4N 層、保護層から成る光学モデルを立て、フィッティングを行うことにより、誘電率テンソルの対角項を求めた。ここで、 Mn_4N については、Drude-Lorentz モデルを用いた。さらに、得られた光学定数と極 Kerr スペクトルの値を用いて誘電率テンソルの非対角項を導出した。

実験結果 B 含有量が 0 - 4.2 at.% の Mn_4N 薄膜について得られた誘電率テンソルの対角項の虚数部 ε_{ii} を Fig. 1 に示す。挿入図には Lorentz 振動子による寄与を示した。 ε_{ii} は典型的な金属の波長依存性を示した。また、バンド間遷移を表す Lorentz 振動子のピーク位置は B 含有量に関係なく変化しなかったが、その振幅は添加量に伴って減少することがわかった。このことは、 B 含有量の増加に伴って生じる Mn_4N の格子膨張と単位胞内の電荷密度の変位により、電子遷移の確率が低くなったためと考えられる。当日は、磁化過程や誘電率テンソル非対角項も合わせて議論する。

参考文献

- 1) S. Isogami *et al.*, *Adv. Electron. Mater.* 2200515 (2022). (early view)
- 2) S. Isogami *et al.*, *J. Appl. Phys.* 131, 073904 (2022).

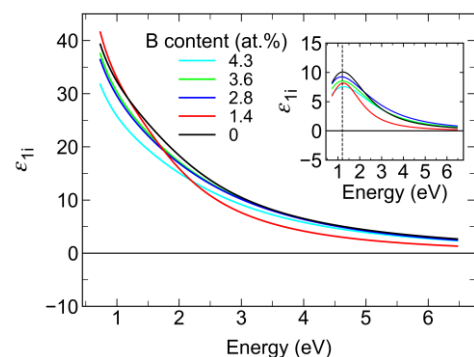


Fig. 1 Imaginary parts of diagonal element of dielectric tensor ε_{ii} for the B-doping Mn_4N films. The inset shows the component of Lorentz oscillators.