

組成傾斜を利用した NiCo<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 薄膜の磁気特性制御Control of magnetic properties of NiCo<sub>2</sub>O<sub>4</sub> thin films by introducing composition gradient

京大化研

○鈴木郁美、菅大介、島川祐一

ICR, Kyoto Univ.

○I. Suzuki, D. Kan, Y. Shimakawa

E-mail: suzuki.ikumi.25z@st.kyoto-u.ac.jp

逆スピネルのカチオン配置を有するフェリ磁性体 NiCo<sub>2</sub>O<sub>4</sub>(NCO)は、ハーフメタル特性や垂直磁気異方性を示すことからスピントロニクス材料として注目されている。最近、我々は NCO エピタキシャル薄膜のカチオン組成は定比組成から変調可能であり、また組成変化に応じて磁気特性も変調されることを明らかにしてきた[1]。パルスレーザー堆積法(PLD)で作製した NCO 薄膜のカチオン組成は製膜時の酸素分圧 P<sub>O2</sub>に強く依存し、P<sub>O2</sub>=100 mTorr の条件下で蒸着した NCO 薄膜は定比に近いカチオン組成を有する。一方で、低酸素分圧下(例えば P<sub>O2</sub>=10 mTorr)で作製した薄膜のカチオン組成は Co 過剰(または Ni 欠損)となる。これらの結果は、酸素分圧を変化させながら NCO 薄膜を堆積するだけで、膜厚方向に沿った組成傾斜といったナノスケールでの組成変調を導入できることを示唆している。本研究では、カチオン組成傾斜に着目し、NCO 薄膜中に組成傾斜を導入することで磁気特性の制御を試みた。

組成傾斜を有する NCO エピタキシャル薄膜(厚さ 30 nm) は、PLD で(001)MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 基板上に基板温度 315 °C で作製した。Fig.1a の挿入図に示すように製膜中の P<sub>O2</sub>を 10 mTorr から 100 mTorr へと徐々に変化させ、膜厚方向に沿った組成傾斜を導入した。2θ/θ X 線回折パターン(Fig.1a)からは、P<sub>O2</sub>を変化させて作製した薄膜の NCO(004)ブラッグ反射は、P<sub>O2</sub>=100 mTorr または 10 mTorr 下で作製した単一組成薄膜と比べると、ブロードになっており、P<sub>O2</sub>の変調によって組成傾斜が導入できたことがわかる。Fig.1b には 300 K での面外磁化の磁場依存性、Fig.1c には、面外磁化の温度依存性を示す。組成傾斜膜は垂直磁気異方性を維持しており、またその磁化およびフェリ磁性転移温度は、100 mTorr 下で作製した薄膜のそれらよりは低く、10 mTorr 下で作製した薄膜よりは高かった。当日は、組成傾斜が NCO 薄膜の磁気特性に与える影響について議論する。

[1] Y. Shen, et al., *Physical Review B* **101**, 094412 (2020).

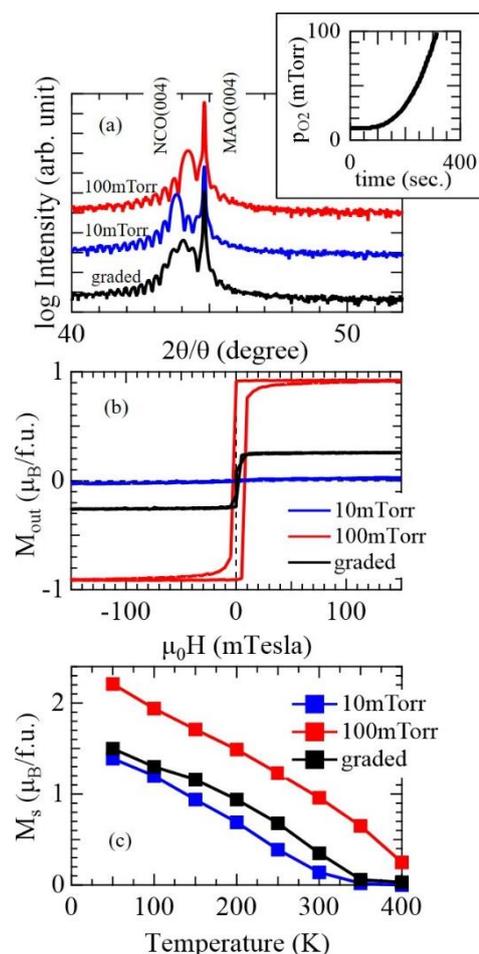


Figure 1 : (a) 2θ/θ X-ray diffraction profiles, (b) magnetic field dependences of out-of-plane magnetization at 300 K and, (c) out-of-plane saturation magnetization for the compositionally graded film and single composition films grown under P<sub>O2</sub>=100 mTorr and 10 mTorr. The inset in (a) shows the variation of P<sub>O2</sub> during the growth of the compositionally graded film.