

パルスレーザー堆積法を用いた  $\text{Mn}_4\text{N}$  エピタキシャル薄膜の作製と評価Fabrication and characterization of  $\text{Mn}_4\text{N}$  epitaxial thin films

## by pulsed laser deposition

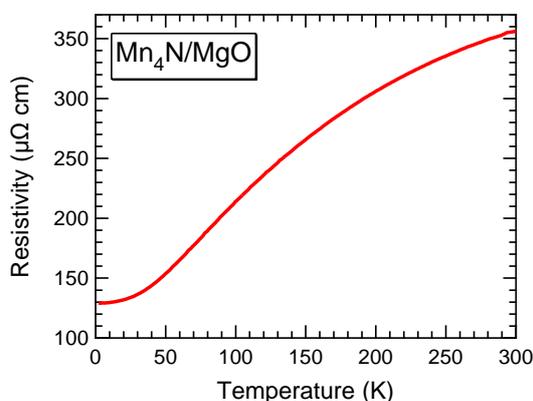
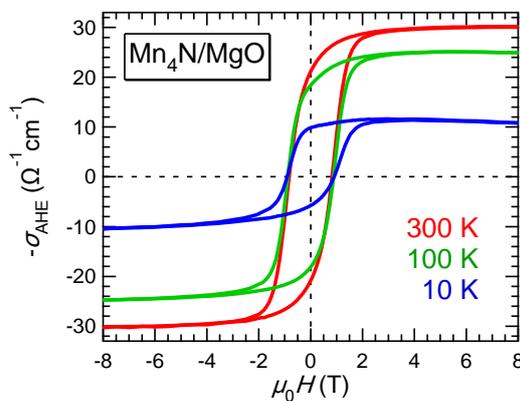
東大院理<sup>1</sup>, JST-CREST<sup>2</sup>, KAST<sup>3</sup> Xi Shen<sup>1</sup>, <sup>○</sup>近松彰<sup>1,2</sup>, 廣瀬靖<sup>1,2,3</sup>, 福村知昭<sup>1,2</sup>, 長谷川哲也<sup>1,2,3</sup>Univ. of Tokyo<sup>1</sup>, JST-CREST<sup>2</sup>, KAST<sup>3</sup> Xi Shen<sup>1</sup>, <sup>○</sup>Akira Chikamatsu<sup>1,2</sup>, Yasushi Hirose<sup>1,2,3</sup>,Tomoteru Fukumura<sup>1,2</sup>, Tetsuya Hasegawa<sup>1,2,3</sup>

E-mail: chikamatsu@chem.s.u-tokyo.ac.jp

【緒言】マンガン窒化物( $\text{Mn-N}$ )の安定中間相はほとんど反強磁性を示すが、逆ペロブスカイト構造を持つ  $\text{Mn}_4\text{N}$  のみネル温度 738 K のフェリ磁性を示す[1]。この性質から、 $\text{Mn}_4\text{N}$  はスピントロニクス材料の候補として期待されている。 $\text{Mn}_4\text{N}$  の薄膜はこれまで SiC やガラスなど様々な基板上に作製されていたが、それらはすべて多結晶体であり、結晶中にはマンガン単体やマンガン酸化物の相も存在していた[1,2]。今回我々は、パルスレーザー堆積(PLD)法を用いて  $\text{Mn}_4\text{N}$  単結晶エピタキシャル薄膜の作製に成功し、その輸送・磁気特性の評価を行ったので報告する。

【実験方法】 $\text{Mn}_4\text{N}$  薄膜は、PLD 法により  $\text{MgO}(100)$ 基板上に作製した。製膜は基板温度を  $500^\circ\text{C}$ 、 $1 \times 10^{-6}$  Torr の窒素雰囲気下で行った。結晶構造は X 線回折(XRD)、輸送特性は四端子抵抗とホール効果測定により評価した。

【結果と考察】XRD により、作製した  $\text{Mn}_4\text{N}$  薄膜のエピタキシャル成長を確認した。Fig. 1 に電気抵抗率の温度依存性を示す。 $\text{Mn}_4\text{N}$  薄膜の抵抗率は金属的挙動を示し、室温で  $0.355 \text{ m}\Omega \text{ cm}$  であった。この値はこれまでに報告されている多結晶試料の  $2.01 \text{ m}\Omega \text{ cm}$  [3]に比べて約一桁小さく、単結晶化することで粒界散乱や不純物由来の散乱の影響が低減したことを示している。また、外部磁場に対する異常ホール伝導率  $\sigma_{\text{AHE}}$  を Fig. 2 に示す。 $\text{Mn}_4\text{N}$  のフェリ磁性に由来する明瞭なヒステリシスを観測し、いずれの温度でも保磁力は約 0.9 T であった。 $\sigma_{\text{AHE}}$  の縦伝導率依存性を調べたところ  $|\sigma_{\text{AHE}}|$  は  $12\text{--}33 \Omega^{-1}\text{cm}^{-1}$  の範囲にあり、 $(\text{Sr,Ca})\text{RuO}_3$  のような高電気伝導酸化物[4]と類似した振舞いを示した。講演では、スクイッド磁束計により測定した磁気特性を含め、今回得られた単結晶エピタキシャル薄膜の物性とこれまで報告された多結晶体のものとを比較して議論する。

[1] S. Dhar *et al.*, Appl. Phys. Lett. **86**, 112504 (2005). [2] K. Ching *et al.*, J. Alloys and Compounds **222**, 184 (1995).[3] Y. Au *et al.*, J. Electrochem. Soc. **159**, D382 (2012). [4] T. Fukumura *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **46**, L642 (2007).Fig. 1. Resistivity vs. temperature curve of the  $\text{Mn}_4\text{N}$  film.Fig. 2. Anomalous Hall conductivity vs. magnetic field curves of the  $\text{Mn}_4\text{N}$  film.