

マテリアル先端リサーチインフラ利用報告書

ARIM User's Report

[Release : 2025.06.10] [Update : 2025.04.10]

課題データ / Project Data

課題番号 Project Issue Number	24BA0012
利用課題名 Title	3d窒化物磁性薄膜の磁気輸送特性の評価
利用した実施機関 Support Institute	筑波大学 / Tsukuba Univ.
機関外・機関内の利用 External or Internal Use	内部利用 (ARIM事業参画者) / Internal Use (by ARIM members)
ARIM半導体基盤PF 関連課題 Related to ARIM-SETI	指定なし / No Designation
横断技術領域 Cross-Technology Area	加工・デバイスプロセス/Nanofabrication 計測・分析/Advanced Characterization
重要技術領域 Important Technology Area	高度なデバイス機能の発現を可能とするマテリアル/Materials allowing high-level device functions to be performed 量子・電子制御により革新的な機能を発現するマテリアル/Materials using quantum and electronic control to perform innovative functions
キーワード Keywords	磁化補償, フェリ磁性, 成形/ Molding, イオンミリング/ Ion milling, スピントロニクス/ Spintronics, スピントロニクスデバイス/ Spintronics device

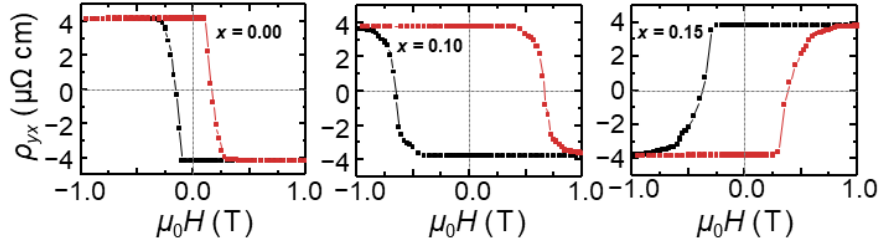
利用者と利用形態 / User and Support Type

利用者名 (課題申請者) User Name (Project Applicant)	末益 崇
所属名 Affiliation	筑波大学数理物質系
共同利用者氏名 Names of Collaborators Excluding Supporters in the Hub and Spoke Institutes	安田 智裕, 旗手 蒼, 曾布川 優樹, 秋田 宗志
ARIM実施機関支援担当者 Names of Supporters in the Hub and Spoke Institutes	谷川 俊太郎
利用形態 Support Type	機器利用/Equipment Utilization, 技術補助/Technical Assistance

利用した主な設備 / Equipment Used in This Project

利用した主な設備 Equipment ID & Name	BA-009 : パターン投影リソグラフィシステム BA-025 : 終点検出器付き イオンミリング
---------------------------------	---

報告書データ / Report

<p>概要 (目的・用途・実施内容) Abstract (Aim, Use Applications and Contents)</p>	<p>逆ペロブスカイト型構造をもつMn₄Nは、エピタキシャル薄膜が垂直磁気異方性を示し、磁化も小さいため[1]、高速ダイナミクスが期待されるフェリ磁性材料である[2]。特に、不純物の添加により角サイトと面心サイトの2つのMn副格子の磁化が相殺する磁化補償が室温で生じるため、超高速の電流駆動磁壁移動が達成されてきた[3]。これまでの研究で、NiとCoで磁化補償が室温で生じることが分かっている。本研究では、非磁性元素であるCuをドーピングしたMn₄N膜について、磁気輸送特性を評価した。</p>
<p>実験 Experimental</p>	<p>SrTiO₃(001)基板の上に、分子線エピタキシー法により、厚さ10 nmのCuドーピングMn₄N(Mn_{4-x}Cu_xN)薄膜をエピタキシャル成長した。Cuの組成は、MnおよびCuの堆積レート比から評価し、Cu組成xを0.15まで変えた。薄膜成長の後、試料をHall-bar形状に加工して、面直方向に磁場を印加してHall測定を室温で行った。試料加工の際、Hall-bar形状のレジストをパターン投影リソグラフィシステムで作製し、その後、イオンリングでSrTiO₃基板に達するまでMn_{4-x}Cu_xN薄膜をエッチングして形成した。</p>
<p>結果と考察 Results and Discussion</p>	<p>図1にCu組成の異なる3つの試料で得られた磁気輸送特性を示す。図1に示す通り、x=0.10とx=0.15では、ヒステリシスの回転方向が異なることが分かる。また、x=0.10で保磁力がx=0.0およびx=0.15と比較して、大きくなっていることが分かる。これらの現象は、磁化補償組成を跨ぐ際に観察されることから、x=0.10とx=0.15の間のCu組成で、磁化補償が生じると考えられる。</p>
<p>図・表・数式 1 Figures, Tables and Equations 1</p>	 <p>図1 CuドーピングMn₄N(Mn_{4-x}Cu_xN)エピタキシャル膜の磁気輸送特性</p>
<p>その他・特記事項 (参考文献・謝辞等) Remarks(References and Acknowledgements)</p>	<p>(参考文献) [1] T. Suemasu, L. Vila, and J. P. Attane, Journal of the Physical Society of Japan 90, 081010 (2021). [2] T. Gushi, M. J. Klug, J. Pena Garcia, S. Ghosh, J.P. Attane, H. Okuno, O. Fruchart, J. Vogel, T. Suemasu, S. Pizzini, and L. Vila, Nano Letters 19, 8716 (2019). [3] S. Ghosh, T. Komori, A. Hallal, J. Pena Garcia, T. Gushi, T. Hirose, H. Mitarai, H. Okuno, J. Vogel, M. Chshiev, J.P. Attane, L. Vila, T. Suemasu, and S. Pizzini, Nano Letters 21, 2580 (2021).</p>

成果発表・成果利用 / Publication and Patents

<p>DOI (論文・プロシーディング) [1] DOI (Publication and Proceedings)</p>	<p>Aoi Hatate, Magnetic compensation in Mn_{4-x}Cu_xN films on SrTiO₃ (001) with noncollinear magnetic structures, <i>Physical Review Materials</i>, 8, (2024). DOI: 10.1103/PhysRevMaterials.8.L091403</p>
<p>DOI (論文・プロシーディング) [2] DOI (Publication and Proceedings)</p>	<p>Tomohiro Yasuda, Antiferromagnetic coupling in ferrimagnetic Mn₄N-based bilayer structures, <i>Applied Physics Letters</i>, 125, (2024). DOI: 10.1063/5.0215560</p>
<p>DOI (論文・プロシーディング) [3] DOI (Publication and Proceedings)</p>	<p>Aoi Hatate, X-ray magnetic circular dichroism of Mn₄-Ga N epitaxial thin films confirming ferrimagnetic-ferromagnetic phase transition by nonmagnetic Ga doping, <i>Journal of Magnetism and Magnetic Materials</i>, 597, 171973(2024). DOI: 10.1016/j.jmmm.2024.171973</p>

口頭発表、ポスター発表 および、その他の論文[1] Oral Presentations etc.	Tomohiro Yasuda, Aoi Hatate, Kenta Amemiya and Takashi Suemasu " Magnetic compensation of epitaxial Mn _{4-x} Cu _x N at room temperature " The 85th JSAP Autumn Meeting 2024, 20p-D61-1, Niigata (Online), Sep. 20 (2024).
特許出願件数 Number of Patent Applications	0件
特許登録件数 Number of Registered Patents	0件