

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 : 2024.07.25] [Update : 2024.05.09]

課題データ / Project Data

課題番号 Project Issue Number	23NI1801
利用課題名 Title	充填 β -Mn構造磁気スキルミオン薄膜における磁気特性及び熱輸送特性
利用した実施機関 Support Institute	名古屋工業大学 / Nagoya Tech.
機関外・機関内の利用 External or Internal Use	外部利用/External Use
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	物質・材料合成プロセス/Molecule & Material Synthesis 計測・分析/Advanced Characterization
重要技術領域 Important Technology Area	マテリアルの高度循環のための技術/Advanced materials recycling technologies 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
キーワード Keywords	磁気特性評価,スピントロニクスデバイス/ Spintronics device,資源代替技術/ Resource alternative technology

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)	強 Bowen
所属名 Affiliation	名古屋大学工学部マテリアル工学科
共同利用者氏名 Names of Collaborators Excluding Supporters in the Hub and Spoke Institutes	水口 将輝
ARIM実施機関支援担当者 Names of Supporters in the Hub and Spoke Institutes	日原 岳彦
利用形態 Support Type	機器利用/Equipment Utilization

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

利用した主な設備 Equipment ID & Name	NI-018 : 磁気特性測定装置
---------------------------------	-------------------

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>充填β-Mn構造カイラル磁性体$Fe_{2-x}Pd_xMo_3N$エピタキシャル薄膜が室温で微小サイズ(60 nm)の磁気スキルミオンを有することがLorentz-TEM法及びスキルミオンにおけるトポロジカル輸送特性(トポロジカルホール効果)から実証され、スキルミオンデバイス応用に新たな可能性が示されている¹。一方、B-20型カイラル磁性体MnSiにおける磁気スキルミオンによるトポロジカルホールネルンスト効果が報告されており、磁気スキルミオンをもちいた熱電デバイス応用の可能性が示唆された²。MnSiに関する先行研究により、トポロジカルネルンスト効果がスキルミオンの有効磁場に依存することが示唆され、$Fe_{2-x}Pd_xMo_3N$におけるスキルミオンが大きな有効磁場を発生することが先行研究から知られており、スキルミオン熱電変換デバイスの応用に向いている。故に、本研究は$Fe_{2-x}Pd_xMo_3N$エピタキシャル薄膜を用いて、磁気特性及び熱輸送特性の測定を通してスキルミオン起因のトポロジカルネルンスト効果の評価を行う。</p>
<p>実験 Experimental</p>	<p>$Fe_{2-x}Pd_xMo_3N$エピタキシャル薄膜におけるスキルミオン起因のトポロジカルネルンスト効果の評価するために、薄膜試料の面直磁化の測定を行った。NI-018磁気特性測定装置(Quantum Design社製MPMS3)を用いて2-400 Kの温度範囲と-2 T ~ 2 Tの磁場範囲において薄膜試料のM-H特性を測定した。</p>
<p>結果と考察 Results and Discussion</p>	<p>ネルンスト効果の理論によって、異常ネルンスト効果が磁化に依存し、トポロジカルネルンスト効果がスキルミオン密度及び有効磁場に依存する。$Fe_{1.3}Pd_{0.7}Mo_3N$薄膜試料における300 KでのM-H曲線はFig. 1 (a)に示す。同一サンプルの室温におけるネルンスト効果をFig. 1 (b)に示す。測定点が$Fe_{2-x}Pd_xMo_3N$のT-x相図における位置はFig. 1 (c)に示す。先行研究により、$Fe_{2-x}Pd_xMo_3N$は$0.15 < x < 1.2$の組成範囲とT_c以下の温度領域においてスキルミオンを形成することにより、測定点はスキルミオン相にあることが保証される。そして、ネルンスト効果(Fig. 1 (b))から磁化起因の異常ネルンスト効果(Fig. 1 (b))を差し引いた結果、スキルミオン起因のトポロジカルネルンスト効果をFig. 1 (d)に示す。室温において顕著なトポロジカルネルンスト効果が得られている。</p>
<p>図・表・数式 1 Figures, Tables and Equations 1</p>	<div style="display: flex; flex-wrap: wrap; justify-content: space-around;"> </div> <p>Fig. 1 (a) Out-of-plane MH curve at 300 K, and (B) Nernst effect at room-temperature. (c) Skyrmion phase diagram of $Fe_{2-x}Pd_xMo_3N$ with the red triangle representing the measurement point for MH and Nernst effect. (d) Topological Nernst effect estimated from the Nerest curves and MH curves.</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] B. W. Qiang, et al., <i>Appl. Phys. Lett.</i>, 117, 142401 (2020). [2] Max Hirschberger, et al., <i>Phys. Rev. Lett.</i> 125, 076602 (2020)</p>

成果発表・成果利用 / Publication and Patents

DOI (論文・プロシーディング) DOI (Publication and Proceedings)	
口頭発表、ポスター発表 および、その他の論文[1] Oral Presentations etc.	B. W. Qiang, M. Togashi, T. Fukasawa, T. Hajiri, M. Kuwahara, T. Hihara, H. Asano, and T. Ito, "X-ray magnetic circular dichroism study of skyrmion-host chiral ferromagnetic Fe ₂ -xPdxMo ₃ N thin films", DEJ12MA International Conference 2023, (Tokyo, Japan, Reviewed, Poster, 27 Oct 2023).
口頭発表、ポスター発表 および、その他の論文[2] Oral Presentations etc.	B. W. Qiang, K. Yamamoto, T. Miyamachi, and M. Mizuguchi, "Anomalous and Topological Nernst effect of skyrmions in the filled β -Mn-type Chiral Magnet Fe ₂ -xPdxMo ₃ N", DEJ12MA International Conference 2023, (Tokyo, Japan, Reviewed, Poster, 27 Oct 2023).
口頭発表、ポスター発表 および、その他の論文[3] Oral Presentations etc.	B. W. Qiang, K. Yamamoto, H. Asano, T. Miyamachi, and M. Mizuguchi, "Topological Nernst effect by skyrmions in the filled β -Mn-type Fe ₂ -xPdxMo ₃ N Chiral Magnetic Thin Films", IEEE International Magnetism Conference 2024, (Sendai Rio de Janeiro, Brasil, Reviewed, Oral, 10 May 2024).
口頭発表、ポスター発表 および、その他の論文[4] Oral Presentations etc.	B. W. Qiang, H. Asano, T. Miyamachi, and M. Mizuguchi, "Quantum transport properties of chiral antiferromagnetic Co ₂ -xPdxMo ₃ N thin films", 25th International Colloquium on Magnetic Films and Surfaces, (Perugia, Italy, Reviewed, Oral, 7-12 Jul 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