

# 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 : 2025.03.13]

### 課題データ / Project Data

課題番号 Project Issue Number	24WS0121
利用課題名 Title	V族ヘテロ積層膜の純スピン流測定
利用した実施機関 Support Institute	早稲田大学 / Waseda Univ.
機関外・機関内の利用 External or Internal Use	内部利用 (ARIM事業参画者以外) / Internal Use (by non 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	次世代ナノスケール材料/Next-generation nanoscale materials 量子・電子制御により革新的な機能を発現する材料/Materials using quantum and electronic control to perform innovative functions
キーワード Keywords	PVD,スパッタリング/ Sputtering,リソグラフィ/ Lithography,光リソグラフィ/ Photolithgraphy,膜加工・エッチング/ Film processing/etching,光学顕微鏡/ Optical microscope,原子層薄膜/ Atomic layer thin film,トポロジカル量子物質/ Topological quantum matter,原子薄膜/ Atomic thin film,スピン制御/ Spin control,スピントロニクス/ Spintronics

### 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)	高山 あかり
所属名 Affiliation	早稲田大学 先進理工学部 物理学科
共同利用者氏名 Names of Collaborators Excluding Supporters in the Hub and Spoke Institutes	伊東 隼志
ARIM実施機関支援担当者 Names of Supporters in the Hub and Spoke Institutes	加藤 篤,野崎 義人,星野 勝美
利用形態 Support Type	技術代行/Technology Substitution,機器利用/Equipment Utilization

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

<b>利用した主な設備</b> <b>Equipment ID &amp; Name</b>	WS-001 : イオンビームスパッタ装置 WS-006 : プラズマアッシャー WS-016 : レーザー直接描画装置 WS-014 : 紫外線露光装置 WS-021 : 触針式段差計
---	---

## 報告書データ / Report

<b>概要 (目的・用途・実施内容)</b> <b>Abstract (Aim, Use Applications and Contents)</b>	スピン偏極電子状態をもつV族半金属Bi薄膜表面に由来したスピン流を測定するため、Si基板上に作製したSi/Fe/Bi多層膜試料について、ドライエッチングによるホールバー形状への加工および電極作製を行なった。
<b>実験</b> <b>Experimental</b>	作製した多層膜試料のホールバー加工はレーザー直接描画装置 (WS-016) を用いてフォトリソグラフィを行った後、イオンミリング装置 (日立製 IMR-3-8) によりドライエッチングし、プラズマアッシャー (WS-006) とレジスト剥離液+超音波によりレジスト除去を行った。Au/Cr電極の作製にはレーザー直接描画装置 (WS-016) 及び紫外線露光装置 (WS-014) により逆テーパー形状のリフトオフ用レジストを形成した。イオンビームスパッタ装置 (WS-001) によりAu/Cr膜を成膜し、レジスト剥離液+超音波によりレジスト上の電極膜を除去した。成膜した電極膜厚は触針式段差計 (WS-021) により測定、確認した。作製した素子を光学顕微鏡で観察した。
<b>結果と考察</b> <b>Results and Discussion</b>	作製した素子およびその加工手順を図1に示す。今回、持ち込み試料のサイズが15 mm×4 mmであったが、一般的な試料サイズより小さかつ長方形のため、素子加工を行う上でさまざまな制約があった。とりわけホールバー加工と電極の位置合わせの困難さ、またスピコート処理時のレジスト不均一性が問題として挙げたが、さまざまな試行錯誤を含む技術支援をいただいた結果、8 mm×4 mmの範囲に32個配置したホールバー素子中6個の素子作成に成功した。 作製した素子を用いてホール測定(2 $\omega$ )測定を行なった。測定には福井大学 (後藤研究室) において全方位磁界プローバーを用い、ホール電圧V <sub>x</sub> の面内磁場角度/磁場強度依存性および面内磁場角度/印加電圧依存性を測定した。実験の結果、非線形ホール効果と考えられるような電圧の振る舞いを観測したほか、特定の角度において特異な電圧の変化を観測した。今後、さらなる測定を行い、この現象の詳細について考察を行う予定である。
<b>図・表・数式 1</b> <b>Figures, Tables and Equations 1</b>	<p style="text-align: center;">図1. 作製した素子の詳細と加工概要</p>
<b>その他・特記事項 (参考文献・謝辞等)</b> <b>Remarks (References and Acknowledgements)</b>	本研究は豊田理化学研究所・豊田理研スカラー-phase1の支援によるものです。

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 Oral Presentations etc.	
特許出願件数 Number of Patent Applications	0件
特許登録件数 Number of Registered Patents	0件