

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 : 2024.05.13]

課題データ / Project Data

課題番号 Project Issue Number	23NM5186
利用課題名 Title	二次元ヘテロ構造デバイスの研究
利用した実施機関 Support Institute	物質・材料研究機構 / NIMS
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
重要技術領域 Important Technology Area	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	グラフェン,六方晶窒化ホウ素,カーボン系材料,薄膜

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)	岩崎 拓哉
所属名 Affiliation	物質・材料研究機構
共同利用者氏名 Names of Collaborators Excluding Supporters in the Hub and Spoke Institutes	佐藤 遥大,杉野 温貴,熊谷 直紀,大胡 真実
ARIM実施機関支援担当者 Names of Supporters in the Hub and Spoke Institutes	渡辺 英一郎
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

<p>利用した主な設備 Equipment ID & Name</p>	<p>NM-601 : 電子ビーム描画装置 [ELS-F125] NM-610 : 電子銃型蒸着装置 [RDEB-1206K] NM-609 : 電子銃型蒸着装置 [ADS-E86] NM-614 : CCP-RIE装置 [RIE-200NL] NM-611 : 原子層堆積装置 [AD-230LP]</p>
---	--

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>グラフェンをはじめとする二次元層状物質を積層したファンデルワールスヘテロ構造では、材料の組み合わせ・積層角度等、従来の材料では成しえなかった自由度が制御可能となり、新奇物理現象およびデバイス機能発現が期待されている。本研究では、二次元ヘテロ構造を用いた量子・電子・光デバイスにおける新奇物性の探索・制御およびデバイス機能の開拓を目的とする。デバイスの微細加工実施および二次元物質準備用アドレスマーク基板を作製するために、共用設備を用いる。</p>
<p>実験 Experimental</p>	<p>使用装置 : NM-604、NM-605、NM-606、NM-613、NM-619、NM-621、NM-622、NM-629 別の設備で作製したグラフェン、六方晶窒化ホウ素(hBN)、遷移金属ダイカルコゲナイド(TMD)を基礎とする積層ヘテロ構造に対し、電子ビーム描画装置(NM-601)を利用し微細構造パターンを描画した。コンタクト電極およびゲート電極を作製するために、電子銃型蒸着装置(NM-609,NM-610)により、金属を蒸着した。または、エッチングをするためにCCP-RIE装置(NM-614)を使用した。ゲート絶縁膜(Al_2O_3)を製膜するために、原子層堆積装置(NM-611)を利用した。</p>
<p>結果と考察 Results and Discussion</p>	<p>微細加工設備により、グラフェンデュアルゲート型ホールバー、グラフェン量子ポイントコンタクト、グラフェン量子ドット、グラフェン光検出器、TMDメモリデバイスの作製を行った。グラフェンデバイス作製に関して、hBN/グラフェン/hBN/グラファイトの積層ヘテロ構造において、グラファイトとリークしないようにグラフェンへのコンタクト電極を作製する必要がある。そこで、上部hBNを選択的にエッチングし、グラフェンでエッチングをストップするプロセスの開発を行った。RIE装置において、SF_6、CF_4、CHF_3プラズマを試したところ、SF_6によるプラズマがグラフェンとhBNの選択比が最も大きくなることが分かった。このプロセスによるコンタクト電極を有するデバイスの電気抵抗の温度依存性を調べた結果、極低温までオーミック特性が確認でき、良質なコンタクトができていることを確認した。</p>
<p>図・表・数式 1 Figures, Tables and Equations 1</p>	 <p>作製したhBN/二層グラフェン/hBN/グラファイトホールバーデバイスの光学顕微鏡写真</p>

<p>その他・特記事項 (参考文献・謝辞等) Remarks(References and Acknowledgements)</p>	<p>電子線描画装置をはじめとする様々な装置のトラブル時に、丁寧に対応して下さった技術スタッフの皆様に感謝申し上げます。特に、微細構造のパターニング、リフトオフに関して相談させていただきました技術スタッフの方に深く感謝申し上げます。</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>Takuya Iwasaki, Dual gating and manipulation of the quantum valley currents in hBN/bilayer-graphene superlattices, <i>Extended Abstracts of the 2023 International Conference on Solid State Devices and Materials</i>, , (2023). DOI: https://doi.org/10.7567/SSDM.2023.A-8-02</p>
<p>DOI (論文・プロシーディング) [2] DOI (Publication and Proceedings)</p>	<p>Yoshifumi Morita, Dual gating of hBN/bilayer-graphene superlattices: band-engineering and doping a Dirac material, <i>Extended Abstracts of the 2023 International Conference on Solid State Devices and Materials</i>, , (2023). DOI: https://doi.org/10.7567/SSDM.2023.A-8-01</p>
<p>口頭発表、ポスター発表 および、その他の論文[1] Oral Presentations etc.</p>	<p>Takuya Iwasaki, Yoshifumi Morita, Kenji Watanabe, and Takashi Taniguchi, Gapped Dirac materials and quantum valley currents in dual-gated hBN/bilayer-graphene heterostructures, <i>Phys. Rev. B</i> (accepted)</p>
<p>口頭発表、ポスター発表 および、その他の論文[2] Oral Presentations etc.</p>	<p>佐藤 遥大, 李 恒, 高橋 典華, 森山 悟士, 河野 行雄, 渡邊 賢司, 谷口 尚, 藤方 潤一, 岩崎 拓哉, hBN/グラフェン/hBNによるNIR~THz光検出に向けた素子の評価, 電気学会 電子材料研究会, 2023年11月22-23日</p>
<p>口頭発表、ポスター発表 および、その他の論文[3] Oral Presentations etc.</p>	<p>岩崎 拓哉, グラフェン/六方晶窒化ホウ素超格子の量子輸送特性, 電気学会 電子材料研究会, 2023年11月22-23日 (招待講演)</p>
<p>口頭発表、ポスター発表 および、その他の論文[4] Oral Presentations etc.</p>	<p>Takuya Iwasaki, Recent progress on graphene quantum dot devices, Quantum Innovation 2023, Tokyo Convention Hall, Japan, Nov. 15-17, 2023 (invited talk)</p>
<p>口頭発表、ポスター発表 および、その他の論文[5] Oral Presentations etc.</p>	<p>Takuya Iwasaki, Quantum Transport Properties in Bilayer Graphene Superlattices, MANA International Symposium 2023, Tsukuba, Japan, Nov. 9-10, 2023.</p>
<p>口頭発表、ポスター発表 および、その他の論文[6] Oral Presentations etc.</p>	<p>Takuya Iwasaki, Tunable energy gap and a phase transition in bilayer graphene/hexagonal boron nitride superlattices, Quantum Phenomena in 2D Matter, San Sebastian, Spain, July 17-21, 2023 (invited talk)</p>
<p>特許出願件数 Number of Patent Applications</p>	<p>0件</p>
<p>特許登録件数 Number of Registered Patents</p>	<p>0件</p>