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：2023.07.28】　【Update：2023.05.11】

課題データ / Project Data

課題番号 Project Issue Number	22HK0016
利用課題名 Title	機能性無機材料の試料微細構造と電子物性の相関に関する研究
利用した実施機関 Support Institute	北海道大学 / Hokkaido 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	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 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	電子顕微鏡/Electron microscopy,電子分光,蒸着・成膜/Evaporation and Deposition,ナノエレクトロニクスデバイス/ Nanoelectronics device,表面・界面・粒界制御/ Surface/interface/grain boundary control

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)	福地 厚
所属名 Affiliation	北海道大学 大学院情報科学研究院
共同利用者氏名 Names of Collaborators Excluding Supporters in the Hub and Spoke Institutes	有田 正志
ARIM実施機関支援担当者 Names of Supporters in the Hub and Spoke Institutes	大多亮,中村圭祐
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

利用した主な設備 Equipment ID & Name	HK-101：ダブル球面収差補正走査透過型電子顕微鏡 HK-615：パルスレーザー堆積装置 HK-702：両面マスクアライナ

報告書データ / Report

概要（目的・用途・実施内容） Abstract (Aim, Use Applications and Contents)	金属酸化物・フッ化物物をはじめとする各種の機能性無機材料に対して、パルスレーザー堆積・収束イオンビーム加工・電子ビームリソグラフィー等の手法を基に数10 nmサイズへの微細加工を行う事で、各材料の電子機能を利用した新たな電子デバイスの創出を試みるとともに、作製したデバイスに対する透過型電子顕微鏡等による構造及び化学状態の微視的分析を実施し、各デバイスの特性と試料微細構造との相関を明らかにする。
実験 Experimental	固相エピタキシャル成長法によるCa_2RuO_4薄膜の作製に向けて、パルスレーザー堆積装置を用いたアモルファス前駆体膜の作製を行った。また作製したCa_2RuO_4エピタキシャル薄膜に対しては、電気特性評価のために光リソグラフィプロセスによる電極形成を行ったとともに、透過型電子顕微鏡による構造解析と組成分析も実施した。
結果と考察 Results and Discussion	$LaAlO_3$ (001)、$NdGaO_3$ (110)、$NdCaAlO_4$ (100)、LSAT (100)、$YAlO_3$ (001)、および$LaSrGaO_4$ (001)などの多種類の基板結晶を用いてCa_2RuO_4の薄膜成長を行い、その構造を評価した結果、Ca_2RuO_4薄膜は固相エピタキシャル成長法においては比較的低い基板選択性を得ることが可能であり、多種類の基板上においてエピタキシャル成長が可能となることが示された。
図・表・数式 Figures, Tables and Equations	
その他・特記事項（参考文献・謝辞等） Remarks(References and Acknowledgements)	

成果発表・成果利用 / Publication and Patents

DOI（論文・プロシーディング）[1] DOI (Publication and Proceedings)	Atsushi Tsurumaki-Fukuchi, Direct Imaging of Ion Migration in Amorphous Oxide Electronic Synapses with Intrinsic Analog Switching Characteristics, *ACS Applied Materials & Interfaces*, **15**, 16842-16852(2023). DOI: https://doi.org/10.1021/acsami.2c21568
DOI（論文・プロシーディング）[2] DOI (Publication and Proceedings)	Takayuki Gyakushi, Double gate operation of metal nanodot array based single electron device, *Scientific Reports*, **12**, (2022). DOI: https://doi.org/10.1038/s41598-022-15734-1
口頭発表、ポスター発表および、その他の論文[1] Oral Presentations etc.	福地 厚*, 椿 啓司, 片瀬 貴義, 神谷 利夫, 有田 正志, 高橋 庸夫, "Ca2RuO4薄膜が示す温度誘起金属−絶縁体転移に依存しないモット型抵抗スイッチング現象", 第70回応用物理学会春季学術講演会, 18a-A302-2, 東京, 2023年3月.
口頭発表、ポスター発表および、その他の論文[2] Oral Presentations etc.	椿 啓司*, 福地 厚, 片瀬 貴義, 神谷 利夫, 有田 正志, 高橋 庸夫, "急峻な温度誘起金属絶縁体転移を持たないCa2RuO4薄膜で観測された高速・不連続的な抵抗スイッチング現象", 第58回応用物理学会北海道支部学術講演会, C-II-7, 室蘭, 2023年1月.

口頭発表、ポスター発表および、その他の論文[3] Oral Presentations etc.	A. Tsurumaki-Fukuchi*, T. Katase, H. Ohta, M. Arita, and Y. Takahashi, "Atomic scale characterization of the memory mechanisms of amorphous TaOx-based electronic synapses", the 14th International Symposium on Atomic Level Characterizations for New Materials and Devices '22 (ALC ‘22), 19p-3-8, Nago, Japan, Oct. 2022.
口頭発表、ポスター発表および、その他の論文[4] Oral Presentations etc.	瘧師 貴幸*, 天野 郁馬, 福地 厚, 有田 正志, 高橋 庸夫, "熱酸化・スパッタ成膜SiO2上に形成した金属ナノドットアレイの特性", 第83回応用物理学会秋季学術講演会, 21a-A102-1, 仙台, 2022年9月.
口頭発表、ポスター発表および、その他の論文[5] Oral Presentations etc.	福地 厚*, 片瀬 貴義, 太田 裕道, 有田 正志, 高橋 庸夫, "アモルファスTaOxが示す抵抗変化現象の確率過程性に対する相構造の影響の観測", 第83回応用物理学会秋季学術講演会, 20p-M206-4, 相模原, 2022年9月.
口頭発表、ポスター発表および、その他の論文[6] Oral Presentations etc.	A. Tsurumaki-Fukuchi*, T. Katase, H. Ohta, M. Arita, and Y. Takahashi, "Direct Observation of Ion Migration in Amorphous TaOx-Based Electronic Synapses", the 22nd International Vacuum Congress (IVC-22), Thu-C1-2, Sapporo, Japan, Sep. 2022.
口頭発表、ポスター発表および、その他の論文[7] Oral Presentations etc.	有田 正志*, 福地 厚, 高橋 庸夫, "40nm CMOSプロセスによるTa-Oメモリアレイ中に形成されたナノフィラメントの解析", 電気化学会電子材料委員会第85回半導体・集積回路技術シンポジウム, オンライン開催, 2022年8月.
口頭発表、ポスター発表および、その他の論文[8] Oral Presentations etc.	T. Gyakushi*, I. Amano, A. Tsurumaki-Fukuchi, M. Arita, and Y. Takahas, "Coulomb Blockade Oscillations Observed in Micrometer-sized Single-Electron Device of Metal Nanodot Array", 2022 Silicon Nanoelectronics Workshop (SNW 2022), P1-10, Honolulu, U.S.A., Jun. 2022.
特許出願件数 Number of Patent Applications	0件
特許登録件数 Number of Registered Patents	0件