

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 : 2025.05.19]

課題データ / Project Data

課題番号 Project Issue Number	24HK0062
利用課題名 Title	半導体量子ドットを用いた光スピン機能性素子の作製
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	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
キーワード Keywords	量子効果/ Quantum effect,表面・界面・粒界制御/ Surface/interface/grain boundary control,電子顕微鏡/ Electronic microscope,スピントロニクス/ Spintronics,集束イオンビーム/ Focused ion beam

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)	樋浦 諭志
所属名 Affiliation	北海道大学 大学院情報科学研究院 情報エレクトロニクス部門
共同利用者氏名 Names of Collaborators Excluding Supporters in the Hub and Spoke Institutes	高山 純一
ARIM実施機関支援担当者 Names of Supporters in the Hub and Spoke Institutes	澤 厚貴, 大多 亮
利用形態 Support Type	機器利用/Equipment Utilization,技術代行/Technology Substitution

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-304 : 集束イオンビーム加工・観察装置
---------------------------------	--

報告書データ / Report

概要（目的・用途・実施内容） Abstract (Aim, Use Applications and Contents)	複合ビーム加工観察装置FIB-SEM JIB-4600F/HKD（日本電子）によるバルクピックアップ法を用いて、半導体ナノ構造の断面観察用薄片試料を作製した。その後、高分解能3次元構造評価装置Titan（日本エフイー・アイ）による高分解能STEM/TEM観察およびEDSによる元素分析を行い、試料の微細構造解析を行った。
実験 Experimental	AlGaAsバリアに挟まれたInGaAs量子ドットと希薄窒化GaNAs量子井戸のトンネル結合構造を分子線エピタキシー法によりGaAs基板上にエピタキシャル成長させた。試料の最表面には比較用としてGaNAs層の影響を受けない通常のInGaAs量子ドットを内部の量子ドットと同条件にて成長した。 スピンフィルタリング欠陥として働く格子間Ga原子を誘起するためにGaNAsの成長温度は400°Cの低温とし、InGaAs量子ドットの成長温度は460°Cとした。この試料をFIBを用いたバルクピックアップ法などにより断面観察用薄片試料として加工した。本試料は、FIBのイオンビームによる損傷を受けやすいため、FIBにより作成した薄片試料をイオンミリングによる表面処理により損傷を受けた部位を取り除いた。 この際、エッチング残渣が試料へ再付着しないよう様々な対策を行った。作製した薄片試料の量子ドットの形状を観察するため、高分解能3次元構造評価装置Titan（日本エフイー・アイ）によって、Bright-Field-STEM, HAADF-STEM, EDS-STEMにより構造分析を行った。
結果と考察 Results and Discussion	STEM観察の結果から、我々の装置で成長した半導体ナノ構造について、高品質な結晶が成長できていることが確認された。 コントラストがつきにくい量子ドットも明瞭な像が得られた。 内部と再表面のInGaAs量子ドットを比較すると、直径と高さともに内部ドットの方が大きいことがわかった。 これは量子ドットの下部に存在するGaNAs層による歪みが影響していると考えられる。 GaNAsの成長直前にプラズマを点火しているが、プラズマ点火によるダメージは観測されなかった。
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） 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.	野村 駿介, 樋浦 諭志, 高山 純一, 村山 明宏, "AlGaAsバリアに挟まれたInGaAs量子ドット-希薄窒化GaNAsトンネル結合構造の円偏光発光特性" 第85回応用物理学会秋季学術講演会（新潟）, 令和6年9月18日
口頭発表、ポスター発表および、その他の論文[2] Oral Presentations etc.	Shunsuke Nomura, Satoshi Hiura, Junichi Takayama, Akihiro Murayama, "Spin-Polarized Light Emission Properties of InGaAs Quantum Dots Sandwiched between Dilute Nitride GaNAs via GaAs Tunnel Barrier" ICMBE2024 (Matsue), 令和6年9月12日
特許出願件数 Number of Patent Applications	0件

特許登録件数 Number of Registered Patents	0件
--	----