

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 : 2023.05.18]

課題データ / Project Data

課題番号 Project Issue Number	22BA0002
利用課題名 Title	シリサイド半導体BaSi ₂ を用いた薄膜太陽電池の研究
利用した実施機関 Support Institute	筑波大学 / Tsukuba Univ.
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	計測・分析/Advanced Characterization
重要技術領域 Important Technology Area	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	赤外・可視・紫外分光/Infrared and UV and visible light spectroscopy,高品質プロセス材料/ High quality process materials

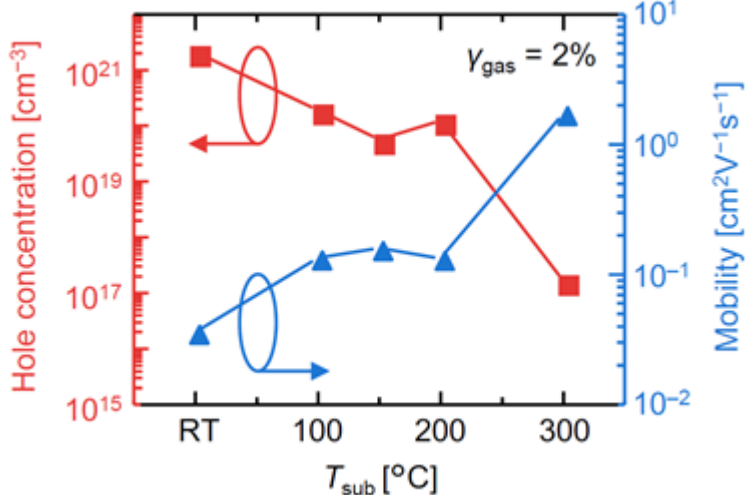
利用者と利用形態 / User and Support Type

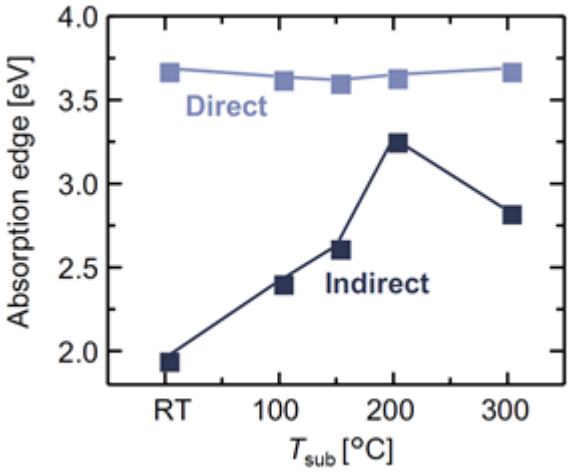
利用者名 (課題申請者) User Name (Project Applicant)	末益 崇
所属名 Affiliation	筑波大学
共同利用者氏名 Names of Collaborators Excluding Supporters in the Hub and Spoke Institutes	Yuguang CAO,Rui DU,成田 隼翼,長谷部 隼,木戸 一輝,岩井 藍,高柳 香織,竹中 晴紀,青貫 翔
ARIM実施機関支援担当者 Names of Supporters in the Hub and Spoke Institutes	
利用形態 Support Type	機器利用/Equipment Utilization,技術補助/Technical Assistance

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

利用した主な設備 Equipment ID & Name	BA-019 : 分光エリブソメータ BA-020 : 顕微ラマン BA-007 : ウェハーダイシングマシン
---------------------------------	---

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>薄膜太陽電池の新材料としてBaSi₂に注目している。BaSi₂は地殻中に豊富な元素から構成されており、禁制帯幅が1.3 eVと太陽電池に適した値をもち、また、間接遷移型半導体でありながら光吸収係数が大きいとの特徴をもつ。これまでの研究で、ガラス基板でもSi基板上に形成したBaSi₂エピタキシャル膜に匹敵する分光感度を実証しており、光吸収層としての特性向上が達成されてきた。太陽電池を作製する上で、光吸収層で励起したキャリアを分離するホール輸送層 (HTL) が必要である。HTLには、BaSi₂との仕事関数差が大きく、ワイドバンドギャップであることが求められる。一方、電子輸送層(ETL)には、電子親和力が大きく、ワイドバンドギャップであることが求められる。</p> <p>本研究では、禁制帯幅が大きく、電子親和力が小さい NiOをHTLとして検討した。本研究では、堆積条件により、NiOの光学吸収端がどのように変化するか調べた。</p>
<p>実験 Experimental</p>	<p>NiOターゲットを用いて反応性スパッタ法により、ダイシングソーで1cm四方にカットしたガラス基板上に、NiO膜を堆積した。投入電力を50 Wに固定した。プロセスガスにはArとO₂を用いて、全ガス流量に対するO₂流量の割合を2%に固定し、堆積時の基板温度を室温から300 °Cまで変えた。最後に、電気特性評価のため試料表面に直径1 mm、厚さ150 nmのAl電極を堆積した。光学特性を分光エリプソメータで、また、電気特性をHall測定で、両者とも室温で評価した。</p>
<p>結果と考察 Results and Discussion</p>	<p>図1に、Hall測定から求めたキャリア密度および移動度の堆積温度依存性を示す。NiOはp型を示し、ホール密度は10¹⁷から10²¹ cm⁻³まで、堆積温度により大きく変化した。移動度は、ホール密度の増加に伴い減少した。</p> <p>図2に、分光エリプソメータで評価した光学吸収端を示す。NiO膜は間接遷移を示し、その光学吸収端は室温堆積時の1.9 eVから200 °C堆積時の3.2 eVまで、大きく変化した。今後、紫外光電子分光測定により、NiO膜のイオン化エネルギーを求めることで、図2で用いた光学吸収端を値を用いて、各堆積温度に対するNiOの電子親和力を評価する予定である。</p>
<p>図・表・数式 1 Figures, Tables and Equations 1</p>	 <p>図1. NiO膜のキャリア密度および移動度の堆積温度依存</p>

<p>図・表・数式 2 Figures, Tables and Equations 2</p>	 <p>図2. NiO膜の光学吸収端の堆積温度依存</p>
<p>その他・特記事項 (参考文献・謝辞等) Remarks(References and Acknowledgements)</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>Sho Aonuki, Demonstration of B-ion-implanted p-BaSi₂/n-Si heterojunction solar cells, <i>Japanese Journal of Applied Physics</i>, 62, SD1017(2023). DOI: 10.35848/1347-4065/acab08</p>
<p>DOI (論文・プロシーディング) [2] DOI (Publication and Proceedings)</p>	<p>Rui Du, Structural design of BaSi₂ solar cells with a-SiC electron-selective transport layers, <i>Japanese Journal of Applied Physics</i>, 62, SD1015(2023). DOI: 10.35848/1347-4065/acab09</p>
<p>DOI (論文・プロシーディング) [3] DOI (Publication and Proceedings)</p>	<p>Haruki Takenaka, Formation of NiO films by reactive sputtering and application to BaSi₂ heterojunction solar cells as hole-selective interlayer material, <i>Japanese Journal of Applied Physics</i>, 62, SD1011(2022). DOI: 10.35848/1347-4065/aca770</p>
<p>DOI (論文・プロシーディング) [4] DOI (Publication and Proceedings)</p>	<p>Shunsuke Narita, High-temperature post-annealing effect on the device performance of B-doped p-type BaSi₂/n-Si heterojunction solar cells grown by molecular beam epitaxy, <i>Japanese Journal of Applied Physics</i>, 62, SD1003(2022). DOI: 10.35848/1347-4065/aca257</p>
<p>DOI (論文・プロシーディング) [5] DOI (Publication and Proceedings)</p>	<p>Hayato Hasebe, Towards B-doped p-BaSi₂ films on Si substrates by co-sputtering of BaSi₂, Ba, and B-doped Si targets, <i>Japanese Journal of Applied Physics</i>, 62, SD1010(2022). DOI: 10.35848/1347-4065/aca4d7</p>
<p>DOI (論文・プロシーディング) [6] DOI (Publication and Proceedings)</p>	<p>Kazuki Kido, Co-sputtering deposition of high-photoresponsivity and high-mobility polycrystalline BaSi₂ films on Si substrates, <i>Thin Solid Films</i>, 758, 139426(2022). DOI: 10.1016/j.tsf.2022.139426</p>
<p>DOI (論文・プロシーディング) [7] DOI (Publication and Proceedings)</p>	<p>Ryota Koitabashi, High electron mobility in randomly oriented polycrystalline BaSi₂ films formed through radio-frequency sputtering, <i>AIP Advances</i>, 12, (2022). DOI: 10.1063/5.0087879</p>

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	1件