## p-NiO/n-BaSi2 ヘテロ接合型太陽電池の設計およびガラス基板上への作製

## Design of p-NiO/n-BaSi<sub>2</sub> heterojunction solar cells

and their fabrication on glass substrates

筑波大学<sup>1</sup>,東ソー株式会社<sup>2</sup> <sup>○</sup>竹中晴紀<sup>1</sup>,長谷部隼<sup>1</sup>,木戸一輝<sup>1</sup>,召田雅実<sup>2</sup>,都甲薫<sup>1</sup>,末益崇<sup>1</sup> Univ. Tsukuba<sup>1</sup>, Tosoh Corporation<sup>2</sup> <sup>○</sup>H. Takenaka<sup>1</sup>, H. Hasebe<sup>1</sup>, K. Kido<sup>1</sup>, M. Mesuda<sup>2</sup>, K. Toko<sup>1</sup>, T. Suemasu<sup>1</sup>

E-mail: <u>s2220271@s.tsukuba.ac.jp</u>

【背景・目的】 薄膜太陽電池の新規材料として BaSi2に 注目している。BaSi2は地殻中に豊富な元素から構成さ れる半導体でありながら、大きな光吸収係数(3×104 cm<sup>-1</sup> @1.5 eV)と優れた少数キャリア拡散長(10 μm)を 有する<sup>1)</sup>。また、バンドギャップ(E。)が 1.3 eV と太陽電 池の理想値に近い<sup>1)</sup>。先行研究では、Ba 及び BaSi<sub>2</sub>タ ーゲットを用いた同時スパッタ法により、Ba/Si 組成比 を制御し、高品質な n-BaSi2 光吸収層の形成を達成し た<sup>2)</sup>。また、ガラス基板上でもSi基板上に匹敵する分光 感度を記録しており、実用化に向けた研究も進んでい る<sup>3)</sup>。今後、BaSi2太陽電池デバイスを作製する上では、 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。そこで本研究では、結晶 Si 太陽 電池での HTL として報告例のある NiO の導入を検討 した<sup>4)</sup>。始めに、堆積条件を変調した NiO の電子親和 力(gy)と E。の測定によりバンドアライメントを決定した <sup>5)</sup>。続いて、p-NiO/n-BaSi<sub>2</sub> ヘテロ接合型太陽電池をガ ラス基板上に作製し、光学特性を調査した。

【実験】まず、NiOターゲットを用いて、ArとO2ガスを 導入した反応性スパッタ法によりSiO2基板上にNiO膜 を堆積した。この時、基板温度を室温から200°Cに変 調した。作製した試料に関して、紫外光電子分光法 (UPS)によりqxを、分光エリプソメトリによりEgをそれ ぞれ測定した。続いて、p-NiO/n-BaSi2 ヘテロ接合型太 陽電池を作製した。まず、SiO2基板上にスパッタ法によ りTiN 導電膜を堆積した。次に、BaSi2(東ソー(株)製)タ ーゲットと Ba ターゲットを用いた同時スパッタ法により、 BaSi2 膜を堆積した。この時、基板温度を600°C、BaSi2、

Fig. 1 Band alignment of NiO and BaSi<sub>2</sub>

with respect to the vacuum level.<sup>5)</sup>

Ba ターゲットそれぞれの投入電力を 70 W, 50 W に設 定した。BaSi<sub>2</sub> 膜を堆積した後に、酸化防止のため a-Si キャップ層を 3 nm 堆積した。その上に、室温下で O<sub>2</sub>を 2%導入した反応性スパッタ法により NiO を 200 nm 堆 積した。最後に、試料表面に直径 1 mm、厚さ 80 nm の ITO 電極を堆積した。

【結果・考察】 基板温度を変調した NiO と BaSi<sub>2</sub> それ ぞれのバンドアライメントを Fig. 1 に示す。基板温度の 上昇によって qx は減少し、E<sub>2</sub> は増加した。これは基板 温度の変調に伴い、NiO 結晶中に存在する Ni 空孔な どの欠陥密度の増減によって、バンド構造が変化したと 考えられる。一方、価電子帯トップの位置はほぼ変わら なかった。次に、作製した p-NiO/n-BaSi<sub>2</sub> ヘテロ接合型 太陽電池の(a)デバイス構造、(b)EQE スペクトルを Fig.2 に示す。EQE スペクトルが波長 900 nm 付近から 立ち上がっており、BaSi<sub>2</sub> 由来のキャリアを検出した。ま た、変換効率が小さいながら、ガラス基板上に作製した BaSi<sub>2</sub> 太陽電池において初めてデバイス動作を確認し た。今後は、堆積条件の検討により、光学特性の更なる 向上を目指す。

## 【参考文献】

1) T. Suemasu and N. Usami, J. Phys. D: Appl. Phys. 50, 023001 (2017).

- 2) K. Kido et al., Thin Solid Films, 758, 139426 (2022).
- 3) R. Koitabashi et al., J. Phys. D. 54, 135106 (2021).
- 4) M. Xue et al., J. Appl. Phys. 123, 143101 (2018).
- 5) H. Takenaka et al., Jpn. J. Appl. Phys. 62, SD1011 (2023).



