

希少元素フリーSnS/BaSi₂太陽電池の提案と数値シミュレーション

Proposal and Simulation of Earth-abundant SnS/BaSi₂ Solar Cells

○原 康祐^{1,2}、末益 崇^{2,3}、宇佐美 徳隆^{2,4}

(1. 山梨大クリスタル研、2. JST-CREST、3. 筑波大院数理工、4. 名大院工)

○Kosuke O. Hara^{1,2}, Takashi Suemasu^{2,3}, Noritaka Usami^{2,4}

(1.Univ. of Yamanashi, 2.JST-CREST, 3.Univ. of Tsukuba, 4.Nagoya Univ.)

E-mail: khara@yamanashi.ac.jp

【はじめに】SnS と BaSi₂ は、太陽電池に適した 1.3 eV のバンドギャップと高い光吸収係数を持つとともに資源豊富な元素で構成されることから、資源制約の少ない薄膜太陽電池材料として有望である。この二つの半導体は、電子親和力が同程度(SnS: 3.6 eV [1]、BaSi₂: 3.3 eV [2])であり、アンドープで SnS は p 型、BaSi₂ は n 型の伝導性を有する。そのため、p-SnS/n-BaSi₂ ヘテロ接合により、pn ホモ接合と同様のバンドアラインメントを実現できる。本研究では、大規模展開可能な新規高効率太陽電池構造として SnS/BaSi₂ ヘテロ接合を提案するとともに、デバイスシミュレーションによりその可能性を明らかにすることを目的とする。

【方法】デバイスモデルとして SnS (50 nm)/BaSi₂ (2 μm)ヘテロ構造を仮定し、太陽電池シミュレーションソフト wxAMPS により太陽電池特性を計算した。多数キャリア密度は、それぞれ、典型的な値である 1×10^{17} 、 $2 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ を用いた。また、SnS の吸収係数は BaSi₂ と同程度であることから等しいと仮定し、各層内で結晶欠陥はないとした。

【結果と考察】計算した 1 sun 照射下での電流密度(J)—電圧(V)曲線を図 1(a)に示す。SnS/BaSi₂ ヘテロ構造により光電流が生成可能で、効率は 14.2 %であることが分かる。対応する内部量子効率(QE)を図 2(a)に示す。QE スペクトルより、700 nm 以下と 800 nm 以上の波長に対して電流ロスが生じていることが分かる。これは、表面・裏面再結合の影響を示唆している。そこで、表面と裏面に多数キャリア密度 $1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ の高濃度層を有する構造について調査を行った。図 1(b)に示すように、高濃度層を形成することで、効率は 24.1 %まで上昇する。また、QE も吸収端波長以下で 0.93 以上の高い値となる[図 2(b)]。以上の結果より、SnS/BaSi₂ 構造により表面再結合を抑制することで 20 %以上の高効率太陽電池を実現可能であることが分かった。

【文献】[1] L.A. Burton and A. Walsh, *Appl. Phys. Lett.* **102** (2013) 132111. [2] T. Suemasu, *et al.*, *Jpn. J. Appl. Phys.* **45** (2006) L519.

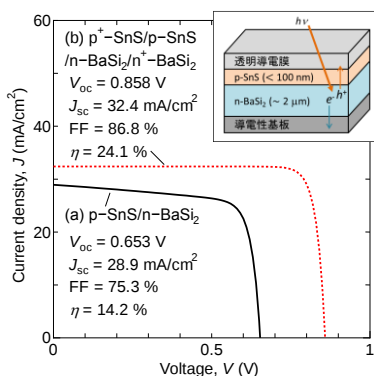


図 1 SnS/BaSi₂ 構造の計算 J — V 曲線。

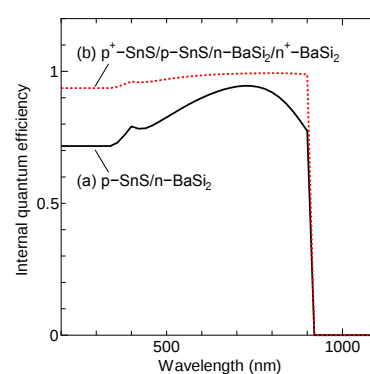


図 2 SnS/BaSi₂ 構造の計算 QE スペクトル。