

BaSi₂ テンプレート層が p-BaSi₂/n-Si ヘテロ太陽電池特性に与える効果

Effect of BaSi₂ template layer on p-BaSi₂/n-Si solar cells performance

筑波大¹, °谷内 卓¹、高部 涼太¹、都甲 薫¹、末益 崇¹

Univ. Tsukuba¹, °Suguru Yachi¹, Ryota Takabe¹, Kaoru Toko¹, Takashi Suemasu¹

E-mail: s1620364@u.tsukuba.ac.jp

【背景・目的】

我々は薄膜太陽電池の新規材料として BaSi₂ に注目している。BaSi₂ は結晶 Si の 30 倍以上の大きな光吸収係数($\alpha=3\times 10^4 \text{ cm}^{-1}$ @ 1.5 eV)と太陽電池に適した禁制帯幅($E_g=1.3 \text{ eV}$)を併せ持った材料である^[1]。さらに、undoped n-BaSi₂ の少数キャリア拡散長が約 10 μm と薄膜太陽電池応用には十分長く^[2]、少数キャリア寿命時間は表面パッシベーションにより再現性良く 10 μs に向上することが分かっている^[3]。現在、BaSi₂ を用いた太陽電池として、p-BaSi₂/n-Si ヘテロ接合太陽電池の作製を行っている^[4]。ヘテロ接合太陽電池では、ヘテロ界面の品質が太陽電池特性に大きく影響する。本研究では、p-BaSi₂/n-Si ヘテロ界面の高品質化に向けて、BaSi₂ テンプレート層形成条件が太陽電池特性に与える影響を評価した。

【実験】

CZ-n-Si(111) ($\rho = 1 - 4 \Omega\cdot\text{cm}$)基板上に p-BaSi₂ をエピタキシャル成長することで p-BaSi₂/n-Si ヘテロ接合太陽電池を作製した。基板のサーマルクリーニング後、加熱した Si 基板に Ba のみを供給し反応させる反応性エピタキシー (RDE)法により BaSi₂ テンプレート層を形成し、その後、Ba, Si, B を同時供給する分子線エピタキシー法($t_{\text{MBE}} = 12 \text{ min}$)により B-doped p-BaSi₂ をエピタキシャル成長した^[4]。さらに、*in situ* で 3 nm の a-Si 層を堆積し、スパッタ法を用いて表面に直径 1 mm、厚さ 80 nm の ITO 電極、裏面に Al 電極を作製した。本研究では、RDE テンプレート層形成条件の最適化を行った。結晶性の評価には、反射高速電子線回折と θ -2 θ X 線回折を用いた。太陽電池特性は、AM1.5 条件下で直径 1 mm のマスクを用いて室温で測定した。

【結果・考察】

RDE 時間を変化させた試料の太陽電池特性を Fig. 1 に示す。RDE 時間に依存して V_{oc} が大きく変化する結果が得られた。1–7.5 min の領域では RDE 時間の増加とともに V_{oc} が増大

したが、7.5 – 15 min の領域では V_{oc} が減少した。RDE 時間が短いときはテンプレート層が基板表面を覆いきれないため、RDE 時間が長いときは Ba のみを供給するため、Si が不足して結晶性が低下したために V_{oc} が低下したと考えられる。EQE スペクトルの RDE 時間依存性を Fig. 2 に示す。RDE 1 min では EQE が著しく低下したが、5 min 以上で良好なスペクトルが得られた。ヘテロ太陽電池の変換効率の観点から、RDE の最適時間は 7.5 min であることが明らかになった。

【参考文献】

- [1] K. Toh *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **50** (2011) 068001.
- [2] M. Baba *et al.*, J. Crystal Growth **348** (2012) 75.
- [3] R. Takabe *et al.*, J. Appl. Phys. **115** (2014) 193510.
- [4] S. Yachi *et al.*, Appl. Phys. Lett. **109** (2016) 072103.

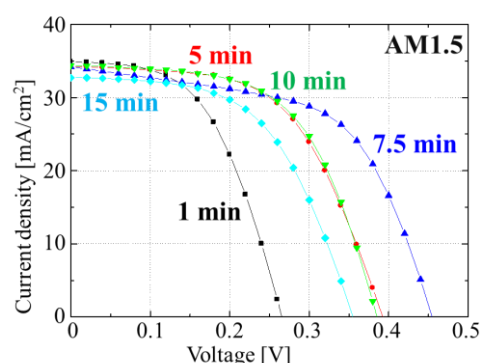


Fig. 1 J - V characteristics under AM1.5 illumination measured for p-BaSi₂/n-Si heterojunction solar cells with various RDE growth durations.

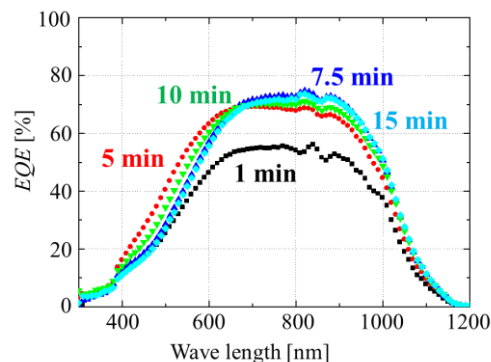


Fig. 2 EQE spectra for p-BaSi₂/n-Si heterojunction solar cells with various RDE growth durations.