# テンプレート形成時間を変えた p-$BaSi_2$/n-Si ヘテロ太陽電池の DLTS 法による欠陥準位評価

## Characterization of defect levels in p-$BaSi_2$/n-Si solar cells with various template growth durations by deep level transient spectroscopy

筑波大[1], ○谷内 卓[1]、高部 涼太[1]、都甲 薫[1]、末益 崇[1]

Univ. Tsukuba[1], ○Suguru Yachi[1], Ryota Takabe[1], Kaoru Toko[1], Takashi Suemasu[1]

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

【背景・目的】

我々は新規薄膜太陽電池材料として $BaSi_2$ に注目している。$BaSi_2$ は結晶 Si の 30 倍以上の大きな光吸収係数($\alpha$ = 3×10$^4$ cm$^{-1}$ @ 1.5 eV)と太陽電池に適した禁制帯幅($E_g$ = 1.3 eV)を併せ持った材料である[1]。さらに、undoped n-$BaSi_2$ の少数キャリア拡散長は 10 μm と薄膜太陽電池として十分長く[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、n-Si 基板上に p-$BaSi_2$ 薄膜を形成した p-$BaSi_2$/n-Si ヘテロ接合太陽電池で変換効率 9.9%を記録している[4]。本研究では、n-Si 基板上に p-$BaSi_2$ をヘテロエピタキシャル成長する際に用いるテンプレート層が p-$BaSi_2$/n-Si ヘテロ太陽電池の欠陥準位に与える影響を評価した。

【実験】

CZ-n-Si(111) ($\rho$ = 1 - 4 Ω·cm)基板を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 $BaSi_2$ 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により B-doped p-$BaSi_2$ を 15 nm エピタキシャル成長した[4]。さらに、表面酸化を抑制するために *in situ* で 3 nm の a-Si 層を堆積した。本研究では、RDE テンプレート層形成時間を 0 – 20 min で連続的に変化させ、その影響を評価した。p-$BaSi_2$ 薄膜の配向性と格子定数の評価には X 線回折、欠陥準位評価には DLTS 法を用いた。

【結果・考察】

RDE 時間を変えた時の p-$BaSi_2$/n-Si ヘテロ太陽電池の開放電圧の変化を Fig. 1 に示す。$t_{RDE}$ = 7.5 min 付近で $V_{OC}$ が最大となり、RDE 時間が短い場合も長い場合も $V_{OC}$ が低下する傾向が得られた。$V_{OC}$ 低下の要因として界面付近の欠陥形成が考えられる。そこで RDE 時間を変えた試料について DLTS 測定による欠陥準位評価を行った。$t_{RDE}$ = 0 min の試料の DLTS スペクトルとアレニウスプロットを Fig. 2 に示す。150 K 付近に上に凸のピークが見られ、少数キャリアトラップの存在が確認された。また、アレニウスプロットから $E_A$ = 190 meV, $N_T$ = 2.2×10$^{13}$ cm$^{-3}$ と求められた。今後、RDE 時間を変えた他の試料について同様に DLTS 測定を行い、欠陥準位と RDE 時間の相関を調べる。

【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.

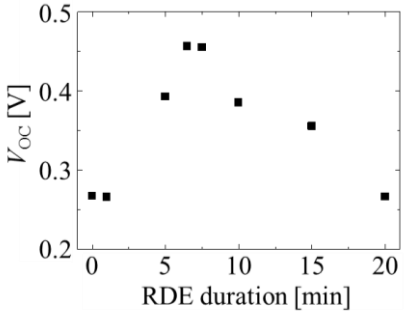


**Fig. 1 Dependence of $V_{OC}$ in p-$BaSi_2$/n-Si solar cells on RDE duration.**

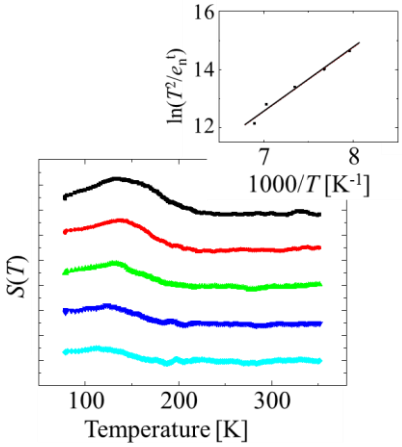


**Fig. 2 DLTS spectra and arrhenius plot of p-$BaSi_2$/n-Si solar cells ($t_{RDE}$ = 0 min).**

© 2017年 応用物理学会