$BaSi_2$テンプレート作製法が p-$BaSi_2$/n-Si ヘテロ接合太陽電池特性に与える影響

Influence of $BaSi_2$ template layer fabrication methods on the performance of p-$BaSi_2$/n-Si hetero junction solar cells

筑波大[1]，○杉山 稜汰[1]，都甲 薫[1]，末益 崇[1]
Univ. Tsukuba[1], ○Ryota Sugiyama[1], Kaoru Toko[1], Takashi Suemasu[1]
E-mail: bk201411022@s.bk.tsukuba.ac.jp

【背景・目的】

我々は薄膜太陽電池の新材料として $BaSi_2$ に注目している。$BaSi_2$ は従来の材料を凌駕する基礎物性を有しており[1]、p-$BaSi_2$/n-Si ヘテロ接合太陽電池では変換効率を獲得した[2]。この太陽電池では Ba のみを供給する RDE 法により基板温度 500 ℃で 5 nm の $BaSi_2$ テンプレート層を作製している。しかし、このテンプレート層を作製する際に Ba 原子が Si 基板中に拡散することが明らかになっており、界面特性の低下に寄与していると予想される。本研究では、更なる特性向上のために優れたテンプレート層作製条件の模索を行い、p-$BaSi_2$/n-Si ヘテロ接合太陽電池特性への影響を調査した。

【実験】

本研究では異なる 3 つの方法で Cz-n-Si(111)基板(ρ = 1 – 4 Ω·cm)上に $BaSi_2$ テンプレート層を作製した。1 つ目に、Ba と Si を同時堆積し、5 nm のテンプレート層を作製した。このとき、基板温度を 400-700 ℃の範囲で変えた。2 つ目に、基板温度 400 ℃で Ba と Si を同時堆積し、その後、チャンバー内で 700-900 ℃で 1 h のアニール処理を行った。最後に、RDE 法でテンプレート層を作製した。このとき、基板温度を 300-500 ℃で変え、その後 600 ℃で 15 min のアニール処理を行った。テンプレート層の作製後、すべての試料において B-doped p-$BaSi_2$ ($p \sim 2\times10^{18}$ cm^{-3})を基板温度 600 ℃で 20 nm エピタキシャル成長し p-$BaSi_2$/n-Si ヘテロ接合太陽電池を作製した。その後、スパッタ法により電極として表面に 80 nm の ITO、裏面に 150 nm の Al を堆積した。太陽電池特性評価として、AM1.5、100 mW/cm^2 照射下で電流密度-電圧測定を行った。

【結果・考察】

3 つの方法それぞれで最も良い特性が得られた p-$BaSi_2$/n-Si ヘテロ接合太陽電池の電流密度-電圧特性を Figure 1 に示す。同時堆積によりテンプレート層を作製した場合、基板温度 500 ℃で堆積した Sample C および基板温度 400 ℃で堆積したのち 800 ℃でアニール処理した Sample H で良い特性が得られたが、従来の RDE 法による Sample A と比較すると特性劣化が見られた。これは、Ba と同時に Si も供給されたことで余剰 Si が界面付近に析出し、荒れたヘテロ界面なったためであると考えられる。一方で、RDE 中の基板温度を変えた場合、基板温度 300 ℃でテンプレート層を作製したのち 600 ℃でアニール処理した Sample J が従来の 500 ℃の RDE 法による Sample A よりも良い特性を示した。これは、堆積温度を低下させたことで Ba の Si 基板への拡散が減少し、界面特性が向上したためであると考えている[3]。また、それぞれの条件で作製した $BaSi_2$ 太陽電池の並列抵抗 R_{SH} を Table 1 に示す。*J-V* 特性と同様の傾向が得られ、基板温度 300 ℃の Sample J は従来の 500 ℃の Sample A と比較して 2 倍大きな R_{SH} が得られた。

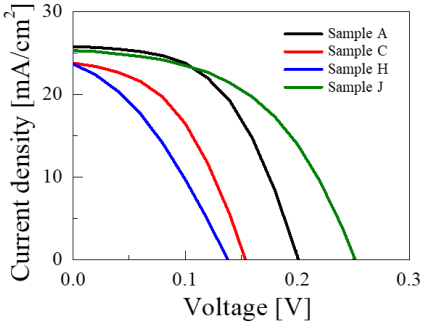

Fig. 1. *J-V* characteristics of samples with different template production methods under AM1.5.

Table 1. R_{SH} of samples with different template production methods.

	Sample No.	Source	$T_{depo.}$[°C]	T_{anneal}[°C]	R_{SH}[Ω]
RDE	**A**	Ba	500	-	**83808**
co-depo.	B	Ba, Si	400	-	2954
	C		500	-	**78635**
	D		600	-	76281
	E		700	-	16895
co-depo. ＋Anneal	F	Ba, Si	400	700	3792
	G			750	19272
	H			800	**37578**
	I			900	25478
RDE ＋Anneal	**J**	Ba	300	600	**152806**
	K		400		151529

[1] T. Suemasu, Jpn. J. Appl. Phys. **54** (2015) 07JA01.
[2] S. Yachi *et al.*, Appl. Phys. Lett. **109** (2016) 072103.
[3] K.Ryo *et al.*, Thin Solid Films **461** (2004) 34-39.

© 2019年 応用物理学会