

薄型基板上への Ge ドットマスクを用いた 光閉じ込め構造の作製と太陽電池への応用

Fabrication of solar cell with light trapping structure fabricated using Ge dots as etching masks on a Si thin substrate

°太田 湧士(M2)¹, 後藤 和泰¹, 黒川 康良¹, 宇佐美 徳隆¹

Dmitriy Yurasov², Alexey Novikov², Mikhail Shaleev² (名大院工¹, ロシア科学アカデミー²)

°Y. Ota(M2)¹, K. Gotoh¹, Y. Kurokawa¹, N. Usami¹

D. Yurasov², A. Novikov², M. Shaleev² (Nagoya Univ¹, IPM RAS²)

E-mail: oota.yuushi@d.mbox.nagoya-u.ac.jp

【はじめに】一般的な結晶 Si 太陽電池の表面には、光吸収量を増加させるためアルカリエッチングによるピラミッド型の凹凸構造が形成されている。しかしこの構造の作製には基板に対して数十 μm 程の削りしろを必要とするため、将来的に普及が予測される薄型結晶 Si 基板への適用が困難とされる。これまで我々は削りしろの小さい光閉じ込め構造の作製方法として、Si 表面で自己組織化した Ge ドットをマスクとして用いる手法を提案し、その光学特性や電気的特性について報告してきた[1-2]。今回は、本構造の薄型基板上への作製を試み、得られる構造や光学特性を調査した。また、ヘテロ接合型結晶 Si 太陽電池に本構造を導入することでその効果を調査した。

【実験方法】ガスソース分子線エピタキシー法により、n 型 Si (CZ, (100)) 厚さ 100 μm 薄型基板上に成長温度 700 $^{\circ}\text{C}$ で Ge ドットを 150 原子層分成長した。その後、イソプロピルアルコール(IPA)を添加した KOH 溶液により 60 $^{\circ}\text{C}$ でエッチングを行った。残留した Ge ドットは、フッ酸、過酸化水素、酢酸の混合溶液及び IPA を添加した KOH 溶液を用いたエッチングにより除去した。構造作製後、分光光度計により光学特性の測定を、走査型電子顕微鏡(SEM)で表面構造の観察を行った。太陽電池作製については本構造作製後、プラズマ CVD 法により本構造上に i 型水素化アモルファス Si (a-Si:H) 及び p 型 a-Si:H 層を、裏面には i 型 a-Si:H 及び n 型 a-Si:H 層をそれぞれ成膜した。その後 RF スパッタリング法により反射防止膜を成膜し、真空蒸着法により電極を形成した。最後に大気中で熱処理を行った後、太陽電池特性を測定した。

【結果】Fig. 1 に薄型基板上で作製された光閉じ込め構造の表面 SEM 像を示す。本手法を用いることで薄型基板上に大きさ 1 μm 程度の凹凸構造の作製に成功した。本構造の作製に要した削りしろは 1 μm 以下であった。本構造の吸収率から計算される短絡電流密度 (J_{sc}) は 36.72 mA/cm^2 であった。Fig. 2 に薄型基板上に作製された太陽電池の J - V 曲線を、Table. 1 に得られた太陽電池特性をそれぞれ示す。太陽電池に本構造を導入することで鏡面 Si 基板の場合と比較して J_{sc} が向上し、変換効率の向上に成功した。

本研究は、日本学術振興会二国間交流事業の支援を受けています。

【参考文献】 [1] Y. Ota *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **57**, 08RB04 (2018).

[2] 太田 他, 第 79 回応用物理学会, 21a-133-6.

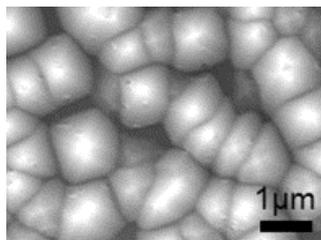


Fig. 1. SEM image of light trapping structure fabricated using Ge dots on a Si thin substrate.

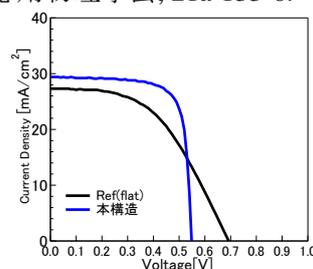


Fig. 2. J - V characteristics of solar cells with and without the light trapping structure.

Table. 1. Parameters of solar cell with and without light trapping structure.

	J_{sc} [mA/cm^2]	V_{oc} [V]	FF	η [%]
Ref	27.29	0.692	0.492	9.29
本構造	29.36	0.549	0.764	12.31