

## 単層 Ge ドットマスクを用いた選択エッチングによる 結晶 Si 太陽電池用光閉じ込め構造の薄型基板への作製

Fabrication of light trapping structure by selectively etching thin Si substrates masked a Ge dot layer

○本部 惇史(M2)<sup>1</sup>, 黒川 康良<sup>1</sup>, 赤木 成明<sup>2</sup>, 山本 裕三<sup>2</sup>, 宇佐美 徳隆<sup>1</sup> (名大院工<sup>1</sup>, 攝津製油<sup>2</sup>)

○A. Hombe<sup>1</sup>, Y. Kurokawa<sup>1</sup>, S. Akagi<sup>2</sup>, Y. Yamamoto<sup>2</sup>, N. Usami<sup>1</sup> (Nagoya Univ.<sup>1</sup>, Settsu Seiyu<sup>2</sup>)

E-mail: hombe.atsushi@h.mbox.nagoya-u.ac.jp

【はじめに】既存の結晶 Si 太陽電池は、表面をアルカリ溶液で処理することによりランダムピラミッド型の凹凸構造を形成し、入射光の光路長を延ばしかつ表面反射を抑制することで変換効率の向上を図っている[1]。とりわけ薄型太陽電池に対しては長波長光の透過損失を抑制するために光閉じ込め構造が重要な役割を担う。しかし、ランダムピラミッド型の光閉じ込め構造はおよそ数 10 $\mu\text{m}$  の削りしろを要するため将来的に薄型太陽電池への応用が難しいとされている。薄型基板へ適用可能な構造として、これまで我々は Si 基板上に単層 Ge ドットを成長させそれをマスクとして KOH 溶液でエッチングする手法を示してきた [2]。今回は 75~200 $\mu\text{m}$  の薄型 Si 基板に対して、KOH 溶液に攝津製油製の溶液(SE-2000GN)を添加しエッチングを施して光閉じ込め構造を作製、評価することで薄型基板への実用性を検討した。SE-2000GN はエッチングマージンの小さいサブミクロンスケールの凹凸構造の作製を促進する働きがある。そのため削りしろが少なく、かつ入射光を効率的に閉じ込めることができる薄型基板への適用にふさわしい構造の獲得が期待される。

【実験】厚さ 75 $\mu\text{m}$  から 200 $\mu\text{m}$  の Si(100)基板上にそれぞれガスソース分子線エピタキシー法を用いて結晶成長温度 850 $^{\circ}\text{C}$ 、Ge 被覆率 30 原子層の単層 Ge ドットを成長させた。その後 KOH と SE-2000GN の混合溶液を用いて 80 $^{\circ}\text{C}$ でウェットエッチングした。作製した試料は走査型電子顕微鏡(SEM) で表面形状を観察しエネルギー分散型 X 線分析法(EDX)で表面の元素分析を行い、分光光度計で試料表面の光学測定を行った。

【結果】Fig. 1 はエッチング前後の試料表面の SEM 像を示す。EDX 測定によりエッチング後の凸構造の頭頂部から Ge のピークが観測されたことから Ge がエッチングマスクとして働き凹凸構造が形成されたことがわかる。一方でエッチング前の平坦面領域にもエッチング後に凸構造が形成されていることがわかる。これは平坦領域に微細な凸構造を形成することが可能な SE-2000GN の効能によるものだと考えられる。またエッチング前後における断面 SEM 測定結果からエッチングマージンを算出したところ約 0.4 $\mu\text{m}$ であった。この結果から本構造は薄型基板上へも実用可能な構造であるといえる。Fig. 2 は鏡面シリコンおよび光閉じ込め構造を作製した試料表面の光学測定結果から内部吸収率を算出し基板の厚さごとに示したグラフである。このグラフから光閉じ込め構造を作製した試料は鏡面の試料よりも長波長領域での内部吸収率が向上していることがわかる。また光学測定結果から短絡電流密度を算出したところ鏡面シリコン基板と比較しておよそ 10mA/cm<sup>2</sup>向上していることがわかった。以上の結果から、本手法で作製される構造は製造時の削りしろ領域を最小限に抑えながら入射光を効率的に吸収し、薄型基板に適用できる有用な光閉じ込め構造であることが示唆された。

本研究は、科学技術振興機構の先端的低炭素化技術開発(ALCA)の支援を受けて行われた。

[1] Bailey WL *et al.*, (1979).

[2] 本部 他, 第 63 回応用物理学会, 22a-W321-15

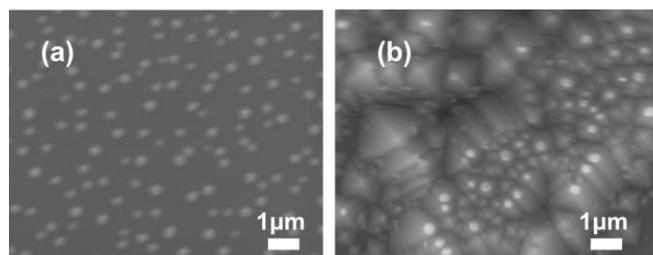


Fig. 1. SEM images

(a) before and (b) after the alkali etching.

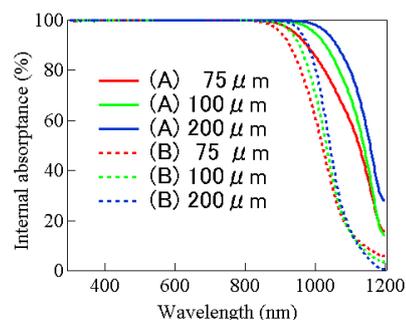


Fig. 2. Internal absorption spectra of (A) light trapping structure obtained from this experiment and (B) bare Si wafers.