

**ガスソース分子線エピタキシー法による
高被覆率 Ge ドットマスクを用いた光閉じ込め構造の作製
Fabrication of light trapping structure using Ge islands with high coverage
grown by gas source molecular beam epitaxy as an etching mask**

○太田 湧士(M1)¹, 本部 惇史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(M1)¹, A. Hombe¹, 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】一般的な結晶シリコン太陽電池の表面は、光吸収量を増加させるためにピラミッド型の凹凸の形成による光閉じ込め構造を持つ。この構造はマスクレスアルカリエッチングにより作製されるが、基板に対し数十 μm 程の削りしろを必要とするため、今後更なる普及が予測される厚さが $50\mu\text{m}$ 以下の薄型結晶 Si 太陽電池への適用は困難と考えられる。我々は、削りしろの小さい新たな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ウェットエッチングを提案し [1]、成長温度と Ge 被覆率を独立に制御できる固体ソース分子線エピタキシー法によりその基本特性を検討してきた[2]。本研究では、固体ソースでの知見をベースに、大面積化に適したガスソース分子線エピタキシー法による高被覆率 Ge ドットを用いることで、表面に平坦部が残存しない高密度の凹凸を有する光閉じ込め構造の作製を試みた。

【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)) 基板上に成長温度 800°C で 100nm の Si バッファー層及び Ge ドットを $120\sim 150$ 原子層堆積した。堆積後、IPA を添加した KOH 溶液により 60°C でエッチングを行った。その後残留する Ge ドットを、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。光学特性は分光光度計により測定した。また、走査型電子顕微鏡(SEM)や原子間力顕微鏡で表面構造の観察を行った。

【結果と考察】Fig. 1 に作製した試料の反射率を、従来型のピラミッドテクスチャ、鏡面試料と比較して示す。得られた反射率は Ge 被覆率により変化するが、いずれもピラミッドテクスチャに匹敵する低い値を持つ。特に 150ML の試料では長波長光の反射率が低減している。吸収率から計算される短絡電流密度は被覆率 120、150ML に対してそれぞれ 37.47 、 38.41 mA/cm^2 であった。Fig. 2 にエッチング後の SEM 像 (150ML) を示す。表面には密な凹凸が形成されておりその大きさは光散乱が顕著となるサブマイクロメートルオーダーである。また断面 SEM 像より、凹凸高さは約 $0.38\mu\text{m}$ であり、本構造作製時の削りしろは $1\mu\text{m}$ 以下である。よって、本作製手法は薄型太陽電池の作製プロセスに適用可能であるといえる。

本研究は JST ALCA および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] A. Hombe *et al.*, IEEE-NANO (2016), Sendai, Japan, TuPM17.

[2] A. Novikov *et al.*, Mater. Sci. Semicond. Process. 75 (2018) 143.

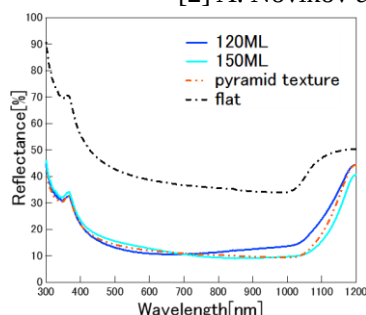


Fig. 1. Reflectance spectra of as-etched samples

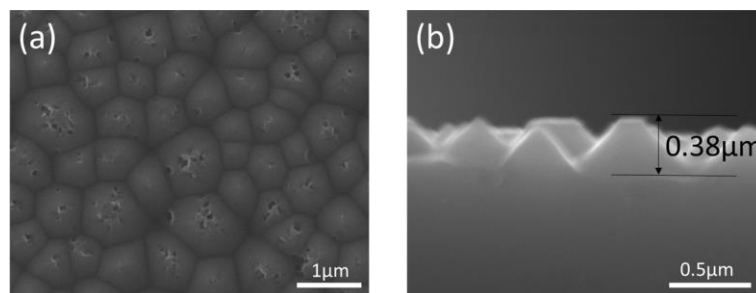


Fig. 2. (a) Surface and (b) cross-sectional SEM images of the sample fabricated using Ge islands with coverage of 150ML.