

GON 構造形成に向けた Ge の異方性エッチングとアニール処理の検討

Anisotropic etching and annealing for germanium-on-nothing structure

埼玉大学¹, 産総研², ○(M2) 范 文博¹, 大島 隆治², 庄司 靖², 菅谷 武芳²,
八木 修平¹, 矢口 裕之¹

Saitama Univ. ¹, AIST², ○(M2) Wenbo Fan¹, Ryuji Oshima², Yasushi Shoji², Takeyoshi Sugaya²,
Shuheï Yagi¹, Hiroyuki Yaguchi¹

E-mail: han.b.214@ms.saitama-u.ac.jp

【研究背景】Germanium-on-nothing (GON) 技術による基板再利用法は、III-V 族太陽電池のコストを大幅に低減することができるアプローチとして注目されている[1, 2]。GON 形成プロセスは、Ge 基板の高アスペクト比の異方性エッチングと適切なアニールによる Ge 原子の表面拡散で構成され、それらにより表面 Ge 層と下方のボイド層を形成する。本発表では、Ge の異方性エッチングのエッチング深さと GON 構造形成の関係を検討した。

【実験】i 線ステッパーを用いて Ge (001) 基板上のレジスト膜に直径 1.0 μm の円形ホールパターンを形成した。その後、深掘りエッチング(DRIE)装置を用いた Bosch process によりホール部のエッチングを行った。Bosch process を 100 サイクル、250 サイクル行った結果、ホールパターンのエッチング深さはそれぞれ 4.0 μm と 9.1 μm となった。エッチングプロセス後はサンプルを水素雰囲気下、800°C でアニールを行った。各試料、プロセスでの断面構造は走査電子顕微鏡(SEM)により評価した。

【結果と考察】Fig. 1 (a), (b)はそれぞれ 4.0 μm 、9.1 μm の深さでエッチングした構造の断面 SEM 像である。両者ともホール部の直径はマスクサイズと同等の 1.0 μm であり、サイドエッチングが Bosch process により効果的に抑えられていることを確認した。本結果により、9 以上の高アスペクト比の異方性エッチングが実現できた。Fig. 1 (c), (d)は各試料のアニール後の断面 SEM 像であり、アニールによって表面が変形し、平坦な Ge 表面層が形成した。これは表面エネルギーが最小となるように Ge 原子が表面拡散した結果だと考えられる。また、深さ 4.0 μm の試料では表面 Ge 層の下方に柱状ボイドが形成されたが、深さ 9.1 μm の試料では板状ボイド層が形成された。これはアスペクト比が高いことに起因して、形成された柱状ボイドの直径がホールパターンのピッチ間隔よりも大きくなったため、隣り合う柱状ボイドが繋がった結果だと考えられる。今回のプロセスでエッチング深さ 9.1 μm のホールパターンを形成した 3.5 mm 角の領域全体で、表面 Ge 層を粘着フィルム上への剥離転写ができることを確認した。

【謝辞】本研究の一部は、文部科学省「マテリアル先端リサーチインフラ」事業（課題番号：JPMXP1224AT0037, JPMXP1224NM0073）の支援を受けた。

[1] S. Park et al., *Joule* **3**, 1782 (2019). [2] V. Depauw et al., *Prog. Photovoltaics. Res. Appl.* **31**, 1315 (2023).

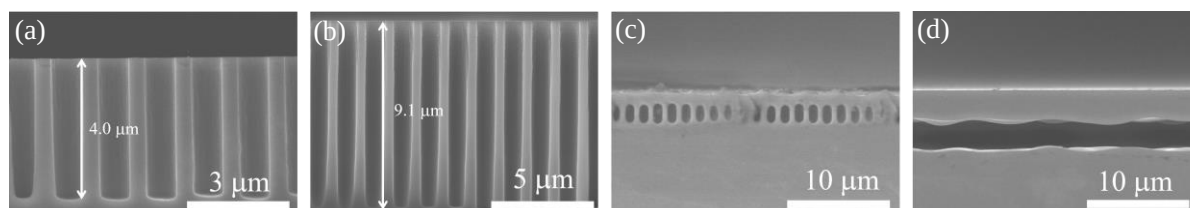


Fig. 1 Cross-sectional SEM images of Ge samples with hole patterns with depths of (a) 4.0 μm and (b) 9.1 μm . (c) and (d) show cross-sectional SEM images of samples in (a) and (b) after annealing at 800°C under hydrogen ambient.