

課題番号 : F-15-UT-0060
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : SiO₂上横方向成長 Ge の速度論
 Program Title (English) : Growth kinetics of Ge lateral overgrowth over SiO₂
 利用者名(日本語) : 八子 基樹、 和田 一実
 Username (English) : Motoki. Yako, Kazumi Wada
 所属名(日本語) : 東京大学大学院工学系研究科マテリアル工学専攻
 Affiliation (English) : Dept. of Materials Engineering, School of Engineering, the University of Tokyo

1. 概要(Summary)

シリコンフォトニクスにおいて、Ge が発光/受光デバイス材料として用いられている。Si 上 Ge デバイスには、格子不整合に起因する貫通転位がデバイス特性を悪化させるという問題点がある。この貫通転位の密度を減らすために、Ge は Si 上には成長するが SiO₂ 上には成長しないという性質を利用して Ge と Si の接触部を小さくする ELO (Epitaxial Lateral Overgrowth)法を用いた。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

形状・膜厚・電気評価装置群, 高速大面積電子線描画装置, 電子顕微鏡

【実験方法】

4 インチ Si ウェハを熱酸化し、堆積した SiO₂ 薄膜の膜厚を触針式膜厚計にて測定した。その後高速大面積電子線描画装置を用いて SiO₂ をパターンニングし、超高真空 CVD(自部門装置)を用いて Ge を堆積した。堆積された Ge を電子顕微鏡にて断面観察した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Ge は Si 基板の露出した部分から成長し、SiO₂ 上にせり出して成長していく。このせり出し幅(Overgrowth width)を電子顕微鏡にて断面観察し、その成長窓幅(W_{Si})依存性を Fig. 1 に示す。黒点が実際のデータであり、破線は Ge の<311>面成長速度と(100)面成長速度の違いから計算された値である。計算結果が実験結果をよく再現していることがわかる。

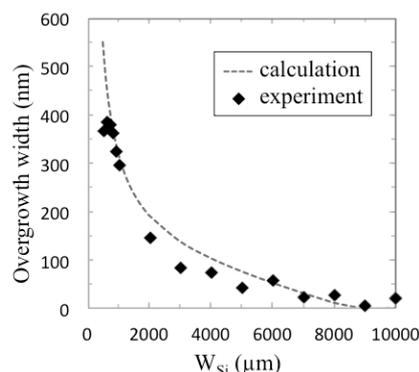


Fig. 1 Calculated and experimental data of overhang width

Fig. 2 に成長膜の断面 SEM 写真を示す。Si 露出面から成長した Ge は SiO₂ 上にせり出して成長し、やがて隣り合った Ge 同士が結合(coalesce)して平坦膜を形成している事が分かる。Ge がせり出した SiO₂ 上には空隙が空いている。

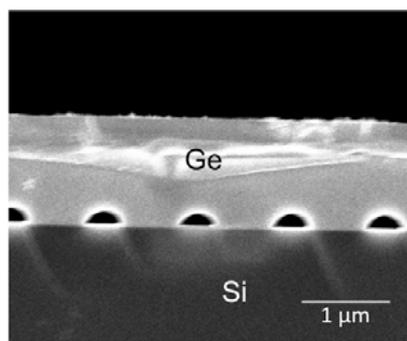


Fig. 2 Cross sectional SEM image of coalesced Ge

Fig. 2 の結合した Ge (coalesced Ge) と ELO ではなく一面に成長した Ge (blanket Ge) の貫通転位密度をエッチピット法処理後に AFM を用いて評価した結果が Fig. 3 である。Coalesced Ge (Fig. 3 (a)) は blanket Ge (Fig. 3 (b)) に比べてエッチピットが減少している。それぞれのエッチピット密度として、coalesced Ge は光学顕微鏡により 8 x 10⁴ cm⁻²、blanket Ge はこの AFM 観察より 7 x 10⁷ cm⁻² が得られた。

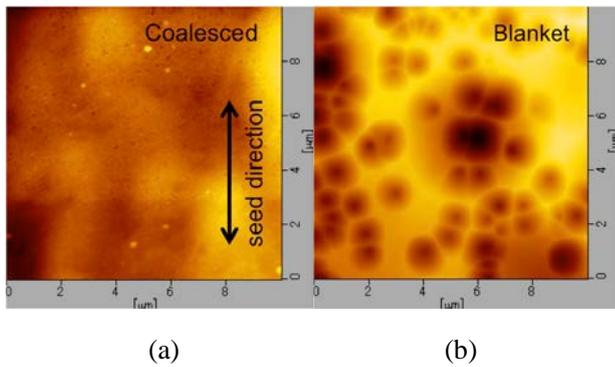


Fig. 3 EPD measurement results of (a) coalesced Ge and (b) blanket Ge by AFM

4. その他・特記事項 (Others)

エッチピット法: 材料表面をその材料が溶解する液体や気体に晒し、貫通転位のある部分と貫通転位周辺の溶解速度(エッチレート)の差によって貫通転位を強調する方法。Ge においてはこの方法によりおよそ 60%の貫通転位が観察できていることがわかっている。

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

- (1) M. Yako, N. J. Kawai, Y. Mizuno and K. Wada
The kinetics of Ge lateral overgrowth on SiO₂.
MRS Advances, Available on CJO (2015).
- (2) M. Yako, N. J. Kawai, Y. Mizuno and K. Wada,
2015 MRS Fall Meeting & Exhibit, 平成 27 年 12 月 4 日
- (3) 八子基樹、水野泰孝、河合直行、和田 一実, 第 76 回
応用物理学会秋季学術講演会, 平成 27 年 9 月 14 日

6. 関連特許 (Patent)

- (1) 八子基樹他 “Ge 単結晶薄膜の製造方法及び光デバイス”, 特許出願済み.