

課題番号 : F-13-UT-0113
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名 (日本語) : 光デバイス作製に向けたサブミクロン領域でのゲルマニウム選択エピ成長の研究
 Program Title (English) : Germanium selective epitaxial growth for optical devices
 利用者名(日本語) : 水野泰孝、和田一実
 Username (English) : Yasutaka Mizuno, 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) : Department of Materials Engineering, The University of Tokyo,

1. 概要 (Summary)

Si チップ上への Ge 光デバイスの導入による高速な情報処理および通信が期待される。Ge 光デバイスを Si 基板上に作製するために必要となるのが、Ge 選択エピ成長である。選択成長とは基板上をマスクで覆い、基板上の特定の部分にのみ Ge を成長させる方法である。Ge 選択成長についての先行研究は数多くあるが、多くはマイクロ領域での研究であり、デバイスサイズであるサブミクロン領域まで踏み込んだ研究はほとんど行われていない。本稿では Ge 選択成長を光デバイス作製に応用すべく、ナノ領域での Ge 選択成長について、その成長速度や歪、転位などに着目して定量的な研究について報告する。

2. 実験 (Experimental)

本研究課題では高速大面積電子線描画装置および反応性プラズマエッチング装置を用いることにより、サブミクロン幅の Ge 選択成長用マスクを作製している。またクリーンドラフトでのウェハー洗浄後に CVD で Ge 成長を行うことで、非常に結晶性の良い Ge の成長が可能となった。Ge の断面形状の評価を武田 CR の SEM(S4700)にて、また Ge 結晶の歪評価を X 線回折装置(SmartLab)にて行なった。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

Ge デバイスの精密なサイズのコントロールを可能にすべく、成長過程の考察および成長速度の分析を行った。その結果サブミクロン領域での選択成長では基板面と異なる(311)面での成長によって Ge のサイズが決定すること、またその(311)面上での成長速度が成長領域の幅が数 μm 以下になると急激に増大することを明らかにした。この傾向を利用し、実際にデバイス形状である Ge 導波路を選択成長によって作製することに成功した。選択成長によって作製された Ge 導波路は選択成長マスクによって挟まれた構造を取るため、マスクと基板との熱膨張係数の差により Ge が圧縮応力を受けているのではないかと予想した。実

際に Ge の歪を測定した結果、選択成長マスクによって Ge に約-0.15%の圧縮歪が導入されていることが分かった。また SPring-8 での微細領域における歪測定の結果、場所によって最大 0.1%の歪の差があることが明らかになった。このような差は転位の存在によって圧縮歪が緩和しているためと考えられる。

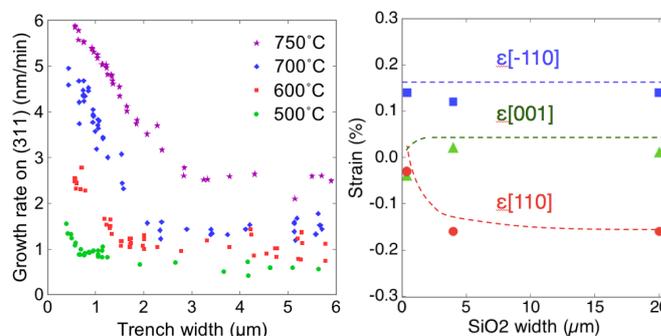


Fig.1 Ge growth rates on (311) plane vs. various growth region widths.

Fig.2 Stress variation vs. SiO₂ mask width; simulation(brokenline) and measured(dot)values.

4. その他・特記事項 (Others)

本研究は、総合科学技術会議により制度設計された最先端研究開発支援プログラムにより、日本学術振興会を通して助成されたものである。

共同研究者:尾上貴洋,津坂佳幸,松井純爾
 兵庫県立大学大学院物質理学研究科

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

- (1) Y. Mizuno, N. J. Kawai, and K. Wada, SPIE Microtechnologies, 2013/4/24.
- (2)水野泰孝, 河合直行, 和田一実, 第74回応用物理学会秋季学術講演会, 2013/ 9/18.
- (3)尾上貴洋, 裕和輝, 福田修平, 津坂佳幸, 高野秀和, 籠島靖, 水野泰孝, 石川靖彦, 和田一実, 松井純爾, 第74回応用物理学会秋季学術講演会, 2013/9/18.

6. 関連特許 (Patent)

なし。