

課題番号 : F-17-UT-0116  
 利用形態 : 機器利用  
 利用課題名(日本語) : シリコン上選択成長ゲルマニウム中貫通転位密度低減法の開拓  
 Program Title (English) : Development of threading dislocation density reduction method for Ge on Si  
 利用者名(日本語) : 八子基樹<sup>1)</sup>, 石川靖彦<sup>2)</sup>  
 Username (English) : M. Yako<sup>1)</sup>, Y. Ishikawa<sup>2)</sup>  
 所属名(日本語) : 1) 東京大学大学院工学系研究科, 2) 豊橋技術科学大学電気・電子情報工学系  
 Affiliation (English) : 1) Graduated school of Engineering, the University of Tokyo, 2) Department of Electrical and Electronic Information Engineering, Toyohashi University of Technology  
 キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置、結晶成長、光通信技術、形状・形態観察、分析

### 1. 概要(Summary)

シリコン基板上にエピタキシャル成長した Ge は、光通信波長帯(1.3–1.6 μm)の光を吸収・放出する特性を持つため、次世代の光デバイス材料として注目されている。しかし Si と Ge は格子定数差が 4 %と大きく、これに起因した高い貫通転位密度(TDD)が大きな課題となっている。

本研究ではシリコン基板上 Ge 中の TDD を低減することを目的とし、選択成長 Ge 及びそれらが合体してできた平坦膜の作製・評価を行なった。

### 2. 実験(Experimental)

#### 【利用した主な装置】

高速大面積電子線描画装置  
 形状・膜厚・電気評価装置群  
 クリーンドラフト潤沢超純水付  
 電子顕微鏡

#### 【実験方法】

4 インチ Si ウェハを熱酸化し電子線描画装置(F5112)を用いて露光後、クリーンドラフト潤沢超純水付にて現像し選択成長マスクを形成した。選択成長マスクの膜厚は形状・膜厚・電気評価装置(Nanospec)を用いて測定した。選択成長マスク上に超高真空化学気相成長装置(自部門装置)を用いて成長した Ge 層を、ナノテクノロジー・プラットフォーム所有の電子顕微鏡(SEM)にて断面観察した。TDD 評価はクリーンドラフト潤沢超純水付におけるウェットエッチングによる貫通転位(TD)可視化の後、原子間力顕微鏡(AFM, 自部門装置)を用いて行った。

### 3. 結果と考察(Results and Discussion)

選択成長した Ge の断面 SEM 像を Fig. 1(a)に示す。

Si ウェハの露出した部分から Ge が成長し、SiO<sub>2</sub> マスク上にせり出して成長していることがわかる。ある選択成長 Ge と隣接する選択成長 Ge とが十分近いとき、選択成長 Ge 同士が合体し平坦な膜を作る。合体して平坦膜となった Ge の断面 SEM 像を Fig. 1(b)に示す。Si と Ge の境界付近に、周期的に空隙が空いていることがわかる。この空隙は SiO<sub>2</sub> 上にせり出した選択成長 Ge 同士が合体した際に形成されたものと考えられ、SiO<sub>2</sub> マスク上に位置している。合体して得られた Ge 平坦膜と全面に成長した Ge(blanket Ge)をウェットエッチングし、TD を可視化したものの AFM 像を Fig. 2 に示す。合体した Ge において TDD が低減されている。

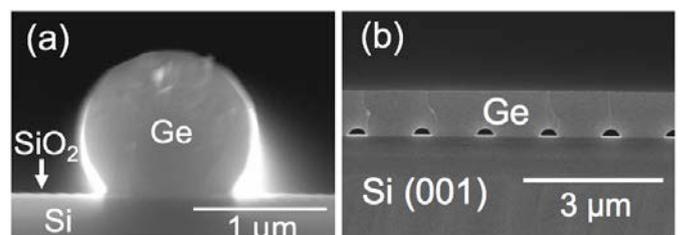


Figure 1 Cross-sectional SEM images of (a) selectively grown Ge before coalescence and (b) after coalescence.

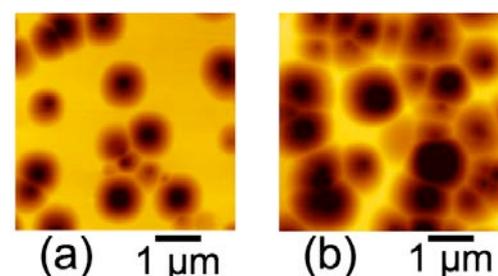


Figure 2 AFM images of (a) coalesced Ge and (b) blanket Ge after wet etching to visualize TDs.

#### 4. その他・特記事項 (Others)

- ・選択成長: Si 上には Ge が成長するが SiO<sub>2</sub> 上には成長しないという性質を用い、局所的に Ge を成長する技術。
- ・競争的資金: 日本学術振興会特別研究員 DC2

#### 5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

- (1) M. Yako, Y. Ishikawa and K. Wada,  
International Conference on Defects in  
Semiconductors, 平成 29 年 8 月 3 日.

#### 6. 関連特許 (Patent)

なし