

課題番号 : F-15-UT-0081  
 利用形態 : 機器利用  
 利用課題名(日本語) : 卍型梁構造ゲルマニウムの歪みとバンド構造に関する研究  
 Program Title (English) : Strain and Band Structure Study of 卍-Shaped Ge Beam Structures  
 利用者名(日本語) : 西村 道治、和田 一実  
 Username (English) : Michiharu Nishimura, 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(Si)フォトニクスを基盤とする光集積回路の広帯域化を実現する上で、光波長多重方式(WDM)が注目されている。WDMでは長波長限界が  $1.65 \mu\text{m}$  となるため、光検出器となるゲルマニウム(Ge)の長波長化が必要となる。これまでに一次元梁構造を用いた引張り歪による狭バンドギャップ化の報告がある [1, 2]が、デバイスサイズが大きい問題があった。本研究では、長波長化の要求を満たしつつ、より小型化が期待できる卍型梁構造を着想し、その有効性を試作と評価を通じ明らかとした。

- [1] M.J.Suess et al., Nature Photonics 7, 466-472(2013)
- [2] S.Kako et al., SSDM 2015 Extended Abstract

### 2. 実験(Experimental)

#### 【利用した主な装置】

高速大面積電子線描画装置  
 汎用 ICP エッチング装置

#### 【実験方法】

超高真空(UHV)CVD 法により SOI 基板(Si-250 nm/BOX(SiO<sub>2</sub>)-3  $\mu\text{m}$ )上に P 添加 Ge-400 nm と Si cap 層-5 nm をエピタキシャル成長した。高速大面積電子線描画装置と汎用 ICP エッチング装置を用いて卍型にスリットを彫り、25 %フッ酸溶液に浸漬し、梁構造下の BOX 層を除去し、これらのデバイスを作製した。デバイスのパターンは、パッド部の幅(Fig. 1 中の W)のみを変数として作製した。

作製したデバイスはラマン分光測定を行い、卍型梁構造によって Ge に印加された歪を評価した。励起光として波長 457 nm の半導体レーザーを用い、そのスポット径は  $1 \mu\text{m}$  で、試料表面でのレーザー光強度は 1 mW であった。

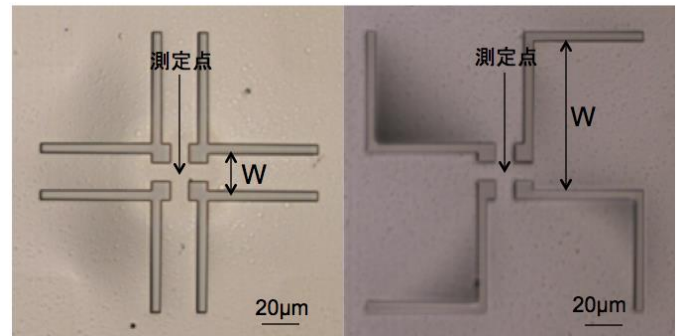


Fig. 1 OM image of fabricated 卍-beam structure (Left:  $W = 20 \mu\text{m}$ , Right:  $W = 60 \mu\text{m}$ )

### 3. 結果と考察(Results and Discussion)

卍型梁構造において、 $W=20,40,60 \mu\text{m}$  の試料で測定したラマンスペクトルを Fig. 2 に示す。

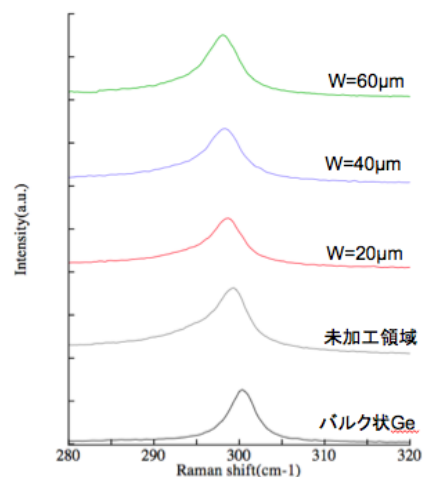


Fig. 2 Raman spectrum of 卍-beam structure

また、このラマンシフトから求められる、卍型梁構造に印加された二軸歪は Fig. 3 のようになった。ここで実線は未加工部分で観測される歪みであり、Ge on Si のエピタキシャル成長時の温度変化により誘起されたものである。

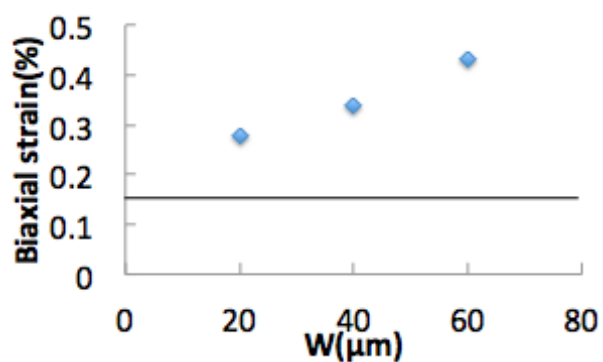


Fig. 3 Biaxial strain vs. width of the pads (W)

このように、凹型梁構造はパッド部の幅を大きくすることで印加される二軸歪を増大させることが可能で、従来の十字型梁構造( $W = 20 \mu\text{m}$ )に比べ、小面積で効率よく歪み誘起されることがわかった。

#### 4. その他・特記事項 (Others)

なし。

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

なし。

#### 6. 関連特許 (Patent)

なし。