

課題番号 : F-13-UT-0057
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名 (日本語) : 格子ひずみ制御によるシリコン上ゲルマニウム受発光デバイスの長波長動作
 Program Title (English) : Longer-wavelength operation in light-emission and photodetection devices of germanium on silicon induced by lattice strain
 利用者名(日本語) : 海和達史, 藤本明伸, 石川靖彦
 Username (English) : T. Kaiwa, A.Fujimoto, Y. Ishikawa
 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, Graduate School of Engineering, The University of Tokyo

1. 概要 (Summary)

IV族半導体である Ge は、Si-CMOS プロセスと互換性をもつ。間接遷移型であるが、約 4%の一軸引っ張りひずみの印加によって、高効率な直接遷移受発光を示すことが理論予測されている。引っ張りひずみ印加によってバンドギャップが縮小し、受発光は無ひずみの場合の 1.55 μm から長波長化する。本研究では、Ge を片持梁[1]および架橋構造[2]へ加工し、1%オーダーの引っ張りひずみの印加を試みた。ひずみ量は顕微ラマン測定により評価し、発光スペクトルを顕微フォトルミネセンスにより評価した。

2. 実験 (Experimental)

東京大学武田先端知クリーンルームに設置した超高真空化学気相成長装置により、SOI ウェハ上へ Si (25 nm) / Ge (180 nm) / Si (410 nm)構造を結晶成長した。ウェハの洗浄にはクリーンドラフトを用いた。同じく武田先端知クリーンルームに設置された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て、Ge 層を片持梁構造および架橋構造に加工した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

Fig.1 に作製した架橋構造の走査電子顕微鏡(SEM)観察の例を示す。中央の狭窄部の長さは 1 μm 、幅は 2 μm であり、所望の構造が作製できた。なお、図中の点線は中空構造(埋め込み SiO₂ 層なし)とスラブ領域(埋め込み SiO₂ 層あり)の境界である。成長後の Ge 層には 0.2%程度の二軸性引っ張りひずみが誘起されているが、Fig.1 のような中空架橋構造に加工することにより、狭窄部に 1%以上の一軸性ひずみを誘起できる[2]。顕微ラマン測定の結果を Fig.2 に示す。励起光 (457 nm)のスポット径は約 1 μm 、強度は 1 mW であ

る。測定点は A: 狭窄部分の中心、B: パッド領域の中心、C: スラブ領域であり、参照試料としてバルク Ge ウェハの測定も行った。ピークのシフト量からひずみ量を求めることができる。特に狭窄部 A 点では、低波数側に 2.8 cm^{-1} シフトしており、これは一軸引っ張りひずみ 1.85%に相当する。

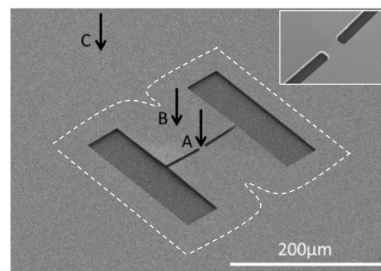


Fig.1 SEM view of fabricated bridge structure.

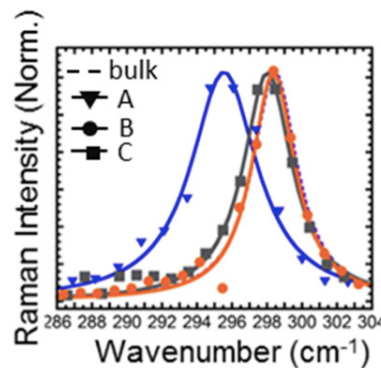


Fig.2 Raman spectra of Ge bridge structure.

4. その他・特記事項 (Others)

- [1] Lim et al., Opt. Express 17, 16358-16365 (2009).
- [2] M.J. Suess et al., Nature Photon. 7, 466-472 (2013).

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

- (1) 海和達史, 石川靖彦, 和田一実, 電子情報通信学会第 20 回シリコンフォトニクス研究会, 平成 25 年 10 月 18 日.

6. 関連特許 (Patent)

なし。