Ge 細線構造を用いた導波路受光器の受光スペクトルと温度特性評価

Responsivity spectrum and temperature characteristics evaluation of waveguide-photodetector of Ge wire structure

豊橋技科大 [1]，徳島大 [2]　°(M1)金子 尚平 [1], Jose A.Piedra-Lorenzana[1],藤方 潤一 [2],石川 靖彦 [1]

Toyohashi Univ. of Tech. [1], Tokushima Univ. [2], Shohei Kaneko[1], Jose A.Piedra-Lorenzana[1], Junichi Fujikata[2], Yasuhiko Ishikawa[1]

E-mail: shohei.kaneko.sw@tut.jp, ishikawa@ee.tut.ac.jp

1.　はじめに

年々、情報通信量は増加しており膨大なデータ容量に対応する必要があり、注目されている技術に Si フォトニクスがある。Si フォトニクスにおける Ge は受光器や光強度変調器の作製に用いられ、Ge 細線構造を利用した横型 pin ダイオードは縦型と比較して高周波応答に優れている。本研究では、Ge 細線構造を用いた横型 pin ダイオードに対する受光スペクトルの温度依存性を評価した。

2.　実験方法

SOI 上 Ge 細線構造を用いた導波路一体型横方向 pin ダイオードを試料として用いた [2,3]。細線の長さは 40 μm、幅は 0.5、0.8、1.2μm の三種類である。Si チャネル光導波路と一体化されており、レンズファイバーおよび Si 導波路を介して Ge 細線 pin ダイオードに光 (TE 偏波)を入射した。印加逆電圧を 0–5.5V の範囲で変化させ、波長 1.46–1.64 μm での responsivity (チップ端面での光の結合損失を含む)を測定した。試料は温調ステージ上に設置し、温度を 20–60°C の範囲で変化させた。

3.　実験結果

Fig.1 に印加電圧 0V における Ge 細線幅 1.2 μm のダイオードに対する responsivity スペクトルの温度依存性を示す。20℃での responsivity スペクトルは、波長 1.55 μm 程まで増加し、長波長側になるにつれて減少している。これは、波長 1.55 μm までは Ge 層で十分に光吸収がおきているが、長波長側では光吸収が減少することによるためだと考えられる。また、温度を上昇させるにつれて responsivity スペクトルは全体が長波長側にシフトする特性を示した。Ge の直接遷移バンドギャップは温度上昇につれて減少し、光吸収端が長波長化することに起因すると考えられ、シフト量は、約 0.8nm/℃であった。また、Fig.2 に印加電圧 0V 時の細線幅毎の光吸収端と Varshni の経験式から得られた無ひずみの Ge の直接遷移バンドギャップの温度依存性を示す。無ひずみの Ge の直接遷移バンドギャップと細線幅毎の光吸収端の温度に対する変化量がほとんど一致した。

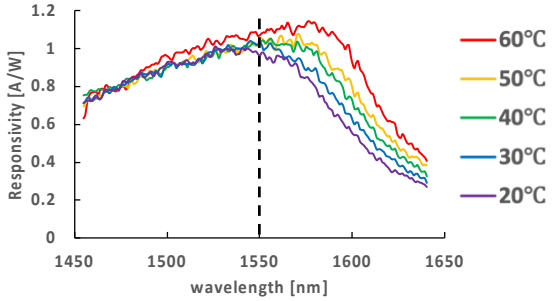

Fig.1, Temperature dependence of responsivity spectrum at 0 V for a waveguide-photodetecter of a 1.2-μm-wide Ge wire structure.

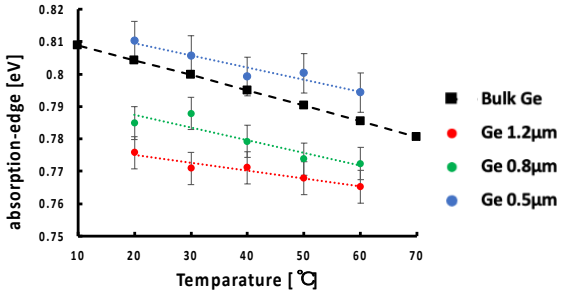

Fig.2, Temperature dependence of optical absorption edge of Ge grown on SOI substrate.

4.　まとめ

Ge 細線構造を用いた横型 pin ダイオードについて responsivity スペクトルの温度依存性を評価した。温度上昇につれスペクトルは長波長側へシフトする特性を示し、シフト量は約 0.8 nm/°C であった。Ge の直接遷移バンドギャップが温度上昇とともに減少し、光吸収端が長波長化する特性を反映している。また、Ge には格子ひずみが導入されているが、温度に対するバンドギャップ・吸収端のシフト量はひずみに依存しないと考えられる。

謝辞　本研究で使用した試料は PETRA より提供を受けたものです。本研究の一部は、JSPS 科研費 JP21H01367 および JP22H01555 の助成を受けて実施した。

参考文献

[1] S. Lischke et al., Nature Photon. 15, 925 (2021).
[2] J. Fujikata et al., Opt. Express 28, 33123 (2020).
[3] S. Sonoi et al., IEEE J. Quantum Electron. 58, 8400209 (2022).
[4] Y. P. Varshni, Physica 34, 149 (1967).