

横型 PIN 接合構造を用いた導波路型 Ge 受光器の高速動作特性の検討(II) Study on High-Speed Photoresponsivity for Waveguide-Type Ge Photodetector with Lateral PIN Junction (II)

技術研究組合 光電子融合基盤技術研究所

PETRA

○藤方 潤一, 小野 英輝, 中村 隆宏

○Junichi Fujikata, Hideki Ono, and Takahiro Nakamura

E-mail: j-fujikata@petra-jp.org

1. はじめに

Si フォトニクス技術と CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) 電子回路技術を融合し, 低消費電力で超高密度の信号伝送を実現する光電子融合技術が注目を集めている. Ge 受光器は, 光インターコネクションにおける大容量化や消費電力を左右するキーデバイスであると考えられる. 近年, Si 導波路との光結合構造などの工夫により, Ge 受光器の広帯域化が報告されて来ている[1]-[3]. 一方, 多値変調信号などを受信する上で, Ge 受光器の高速動作時における線形動作が重要となっている.

本報告では, Si ベースの PIN 接合導波路上に細線導波路構造からなる Ge 層をエピタキシャル成長した, 20-40 μm 長の小型 Ge 受光器において, O バンド波長帯での高速動作と入力光パワー依存性を検討し, 0dBm 程度の光入力に対しても 60GHz 程度の高い周波数帯域を実証した.

2. 横型 PIN-Ge 受光器

開発した Ge 受光器の断面模式図を図 1 に示す. SOI (silicon-on-insulator)導波路構造の PIN 接合上に Ge 層を積層した, 横型 PIN 構造からなる.

今回の検討では, 300mm 径, 膜厚 200nm の SOI 基板を用いた. Si 導波路加工後 SiO₂ クラッド層を積層し, CMP(chemical mechanical polishing)処理により平坦化を行った. これにより, Si ベースの PIN 接合上に形成する Ge 層の選択成長エリアの加工精度を改善した. 次に, PIN 接合上に SiO₂ 開口パターンを形成した. さらに, 600nm 幅, およそ 300nm 厚の Ge 層を RP-CVD (Reduced pressure chemical vapor deposition)法により選択成長した. 本検討では, Ge 層内の電界強度をエンハンスするために, Ge 層のファセット部に n タイプのドーピングを行い, 下地の Si 導波路層の PN 接合位置をシミュレーションにより最適化した. Ge 受光器の光結合長としては, 20 μm ~40 μm とした.

3. Ge 受光器の高速動作特性

図 2 に 20 μm 長の Ge 受光器に関して, バイアス電圧を 3V とした時の周波数特性の入力パワー依存性を示す. Ge 層を細線化することにより, 60GHz 程度の周波数帯域が得られた. また, O バンド波長帯域で 80%程度の量子効率を得られた. 一方, 入力パワーを 0dBm 程度に上昇させた場合においても, バイアス条件を 2V 以上にすることにより, 周波数帯域の劣化が抑制され 60GHz の周波数帯域が維持されることを検証した.

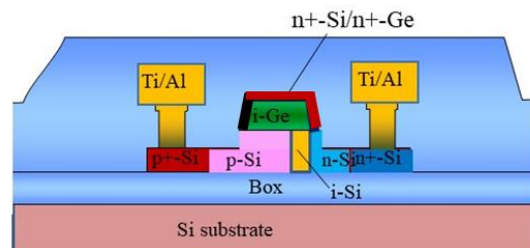


Fig. 1: Schematic diagram of Ge photodetector with lateral pin junction.

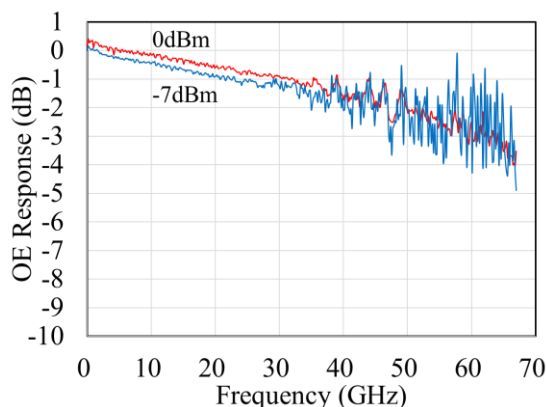


Fig. 2: Experimental result of frequency response for 0dBm and -7dBm optical input power with 3 bias voltage.

T-CAD シミュレーションから 0dBm 相当の光入力時におけるフォトキャリアが発生した時の電界強度分布を検討した結果, -10dBm の入力パワー時に比較して, 本検討の構造を適用することにより内部電界の劣化が抑制されることが確認された. すなわち, 高速多値変調信号を受信する上で線形応答性に優れた Ge 受光器を実証した.

【謝辞】本研究は国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の「超低消費電力型光エレクトロニクス実装システム技術開発」(JPNP13004)により委託を受けたものである.

【文献】

- [1] L. Virot et al., Opt. Express **25** (16), 019487 (2017).
- [2] T. Simoyama et al., ICO-24, Th3J-04 (2017).
- [3] H. Ono, et al., IEICE Trans. Electron. **E101-C** (6), 409 (2018).