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

Study on High-Speed Photoresponsivity for Waveguide-Type Ge Photodetector with Lateral PIN Junction

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，下山 峰史，八重樫 浩樹，鄭 錫煥，中村 隆宏
°**Junichi Fujikata, Hideki Ono, Takasi Simoyama, Hiroki Yaegashi, Seok-Hwan Jeong, 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，300 mm 径，膜厚 200 nm の SOI 基板を用いた．Si 導波路加工後 SiO_2 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 SiO_2 開口パターンを形成した．さらに，600nm 幅，およそ 300 nm 厚の Ge 層を RP-CVD (Reduced pressure chemical vapor deposition)法により選択成長した．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 40 μm 長の Ge 受光器に関して，バイアス電圧を 0~5V とした時の周波数帯域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，

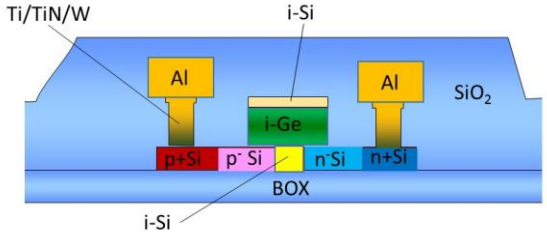


Fig. 1: Schematic diagram of Ge photodetector with lateral pin junction.

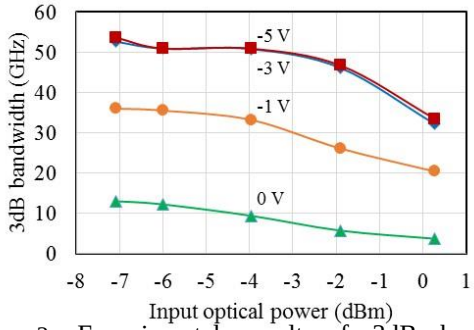


Fig. 2: Experimental result of 3dB bandwidth dependence on input optical power with 0–-5 bias voltage.

50 GHz 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%程度の量子効率が得られた．一方，入力パワーを-3 dBm 以上に上昇させることにより, いずれのバイアス条件においても周波数帯域の劣化が観測された．

図 3 に 0 dBm 相当の光入力をしてフォトキャリアが発生した時の電界強度分布のシミュレーション結果を示す．-10 dBm の入力パワー時に比較して，内部電界が 1/2 程度に低下しており，これにより周波数帯域が入力パワー増加により劣化していることを検証した．すなわち，キャリア密度を抑制する素子構造が重要であると考えられる．

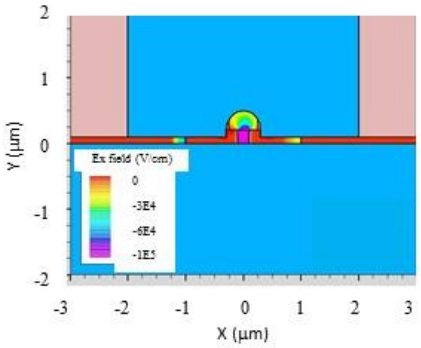


Fig. 3: Contour map of electric field intensity in case of 0 dBm optical power input.

【謝辞】本成果は，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)の委託業務の結果得られたものです．

【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).

© 2019年 応用物理学会