

バットジョイント横 PIN 型 Ge 受光器の高速動作特性

High Speed Operation of Butt-Joint Waveguide-type Ge-PD with Lateral PIN Configuration

○下山 峰史¹、奥村 滋一¹、小野 英輝¹、今井 雅彦¹、田中 有¹、森戸 健¹ (1.PETRA)

○Takasi Simoyama¹, Shigekazu Okumura², Hideki Ono¹, Masahiko Imai¹, Yu Tanaka¹, Ken Morito¹ (1.PETRA)

E-mail: t-simoyama@petra-jp.org

【はじめに】Si 基板上に光回路を構成する Si-Photonics(Si-Ph)は、高精細な CMOS 製造技術の活用により高密度の光インターコネクトを実現する技術として注目されている。

Si-Ph 光回路の中で光電変換を行う受光器(PD)は、Si と親和性の良い Ge を光吸収材料として SOI 上に積層して形成される。ここで、CMOS 高精細製造技術の利点を生かして光集積回路を製造するには、積層 Ge によって生じる段差の低減が課題となる。エッチングによって SOI 上に形成したリセス部に薄膜 Ge を埋め込む形で成長した Butt-Joint(BJ)型 PD は、この段差低減に好適な構造である[1]。今回、BJ 導波路構造を持ち、かつ、積層方向に対して垂直な PIN 構造を有する横 PIN 型 PD において、25Gbps 以上の高速信号受信に良好な特性が得られたので報告する。

【素子構造】図 1 に試作した BJ 横 PIN 型 PD の断面模式図を示す。比較のため縦 PIN 型 PD の模式図も示した。PIN-PD に高速特性を持たせるには、素子容量とフォトンキャリア輸送時間の両者の抑制が求められる。容量抑制には空乏層断面積の低減が必要だが、積層方向に PIN 構造を有する縦 PIN 型 PD の場合、Ge 上に電極形成を行う必要性からある程度の空乏層断面積が要求される。この場合、容量抑制には空乏層厚の増加が必要となり、段差抑制に不向きな構造と言える。これに対し横 PIN 型 PD では、Ge 層薄化で空乏層断面積が抑制されるため、段差と容量の両者の抑制が可能である。今回 Ge 層厚を 250nm と薄化して容量低下を図った。また、キャリア輸送時間抑制の観点から、横方向の Ge 幅は 1 μm と比較的小さな構造とした。なお、220nm の SOI 厚に対してリセス深さは 180nm とした。

【評価】以下では試作した BJ 横 PIN 型 PD のうち、光吸収長が 40 μm の素子の評価結果を示す。

図 2 は BJ 横 PIN 型 PD の静特性である。図 2 左は電圧-電流特性で、暗電流は逆バイアス-3V 時に 30nA であり、高速光インターコネクト用 PD として十分な S/N 比を確保可能な値である。図 2 の右手には、TE 偏光の光入力に対する受光感度の波長依存性を 0V $\sim$ -5V までのバイアス条件に対して示した。-3V バイアス時の受光感度は波長 1550nm において 0.88A/W と良好であった。長波側の受光感度が短波側に比べ低いが、これは Ge のバンドギャップが 1550nm 近傍にあるためである。光子エネルギーがバンドギャップを超える 1500nm 近傍では 1.1A/W 以上の高い受光感度が

得られており、これは横型 PIN-PD において光吸収領域近傍に無効光吸収の原因となる金属電極が存在しない利点が表れたものである。

図 3 には同じく BJ 横 PIN 型 PD の動特性を示した。光小信号による周波数特性から、-3V バイアス時の 3dB 帯域は 22GHz であり、25Gbps 受信に十分な帯域が得られた。図 3 右は同素子による 25Gbps 光信号受信波形である。良好なアイ開口が確認されており、当該素子を TIA 等から構成される電子回路へと実装すれば 25Gbps 信号用レシーバとして良好な動作が期待できる。

以上の結果は、BJ 横 PIN 型 PD が、高速光インターコネクト用 Si-Ph 光集積回路における受信器として有望であることを示している。

【謝辞】本研究の一部は NEDO の委託を受けて技術研究組合光電子融合基盤技術研究所において実施したものである。

【参考文献】

[1] 小野他, 第 76 回秋季応物, 14a-2N-9

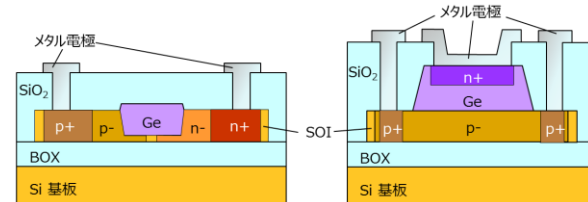


図 1 Ge-PIN-PD の構造断面図

(左: BJ 横 PIN 型 PD, 右: 縦 PIN 型 PD)

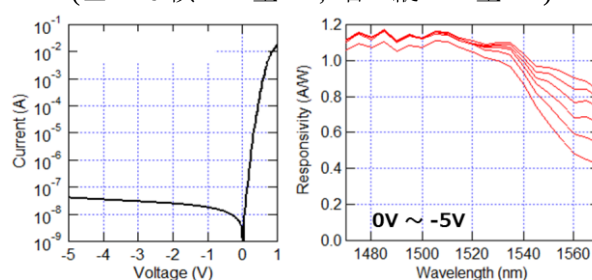


図 2 BJ 横型 PIN-PD の静特性

(左: 電圧-電流特性, 右: 受光感度の波長依存性)

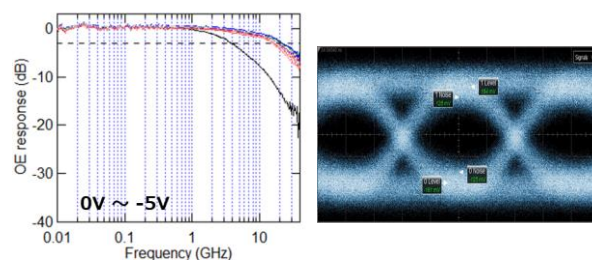


図 3 BJ 横型 PIN-PD の動特性

(左: 周波数応答特性, 右: 25Gbps 受信波形)