19p-F8-7

## 自己平坦化 n<sup>+</sup> Ge 埋め込み成長技術を用いた超小型 butt 接合 Ge 受光器の開発

## Ultra-small butt-joint Ge Photodetectors fabricated with self-flattened n<sup>+</sup> Ge growth

フォトニクス・エレクトロニクス融合システム基盤技術開発研究機構「技術研究組合光電子融合基盤技術研究所<sup>2</sup>

東京大学生産技術研究所

三浦 真<sup>1,2</sup>,藤方 潤一<sup>1,2</sup>,野口 将高<sup>1,2</sup>,荒川 泰彦<sup>1,3</sup>

PECST<sup>1</sup>, PETRA<sup>2</sup>, Institute of Industrial Science, the University of Tokyo<sup>3</sup>, <sup>o</sup>Makoto Miura<sup>1,2</sup>, Junichi Fujikata<sup>1,2</sup>, Masataka Noguchi<sup>1,2</sup>, Yasuhiko Arakawa<sup>1,3</sup>

E-mail: m-miura@petra-jp.org

【序論】Si 上への光電子高密度集積技術確立に向け、 我々は超高速 PIN型 Ge 受光器の開発を行ってきた[1]。 高密度化のより一層の推進と低電力化を実現する為、 butt-joint 構造[2]を有する超小型 Ge 受光器の開発を検 討している。Butt-joint 型受光器は Ge 光吸収層に対す る光の入射効率を高め、素子の小型化による高速性や 低電力特性を大きく向上させるポテンシャルを有する。 しかしながら、小型化による抵抗の増大や作製時の工 程数増大等が課題となる。我々はこれまでに butt-joint 型受光器の工程数の削減と低抵抗化が可能なエピタキ シャル成長プロセス技術を開発した[3]。今回、上記エ ピタキシャル技術を用いてドライエッチング/CMP/イ オン注入工程が不要で、従来の butt-joint Ge 受光器[2] より Ge 光結合長を半分にした超小型 butt-joint Ge 受光 器を実現し、低電圧での高速性を確認したので報告す る。

【Butt-joint Ge 受光器構造】開発した butt-joint 型 Ge 受光器構造を図1に示す。SOI 導波路上に Si を選択成 長し、上記 Si 中に Ge 光受光層を埋め込むことで p 型 Si層の膜厚を減らすことなく高効率な光結合構造を実 現している。図2にエピタキシャル成長後の断面 SEM 像を示す。Si に溝を形成する為のエッチングから Ge 光吸収層と n<sup>+</sup> Ge 電極のエピタキシャル成長までを一 括して実施しており、ドライエッチング/CMP/イオン 注入工程を削減したプロセスを初めて実現した。溝の 形状を工夫することで Ge 層を平坦に埋め込む成長が 実現されており、n<sup>+</sup> Ge 電極を溝に対して自己整合的 に形成することが出来た。上記技術により、Ge 受光領 域が 2×5µm<sup>2</sup>の超小型 Ge 受光器を実現した。 【受光器特性】作製した超小型 butt-joint Ge 受光器の 電流-電圧特性を図3に示す。十分な光電流と共に、良 好な Ge 結晶性を反映した低暗電流(10nA [@1V])を実 現した。図4に上記 Ge 受光器の周波数特性を示す。 in-situ ドーピングを適用したことによる低コンタクト 抵抗と小型/低容量化を実現したことにより、0 バイア スにおいても 3dB 帯域で 36GHz の高速性を得ること が出来、高速/低電力の Ge 受光素子実現に向けた見通 しを得た。

【謝辞】本研究は、CSTP により制度設計された FIRST プログラムにより、JSPS を通して助成されたものであ る。本研究は、TIA-SCR において実施された。

【文献】[1] 野口他、第 59 回応用物理学関係連合講演 会 予稿集(2012 春) [18a-F4-7] pp.05-097.

[2] L. Vivien, et al., Opt. Express vol.20, no.2, pp. 1096-1101 (2012).

[3] 三浦他、第 60 回応用物理学関係連合講演会 予稿 集(2013 春) [27P-PB4-5] pp.13-099.



Fig. 2 SEM image of the butt-joint structure after n<sup>+</sup> SiGe/Ge selective growth.