

Si 基板上 Ge 層を用いた pin 受光器の暗電流低減

Dark current reduction in pin photodetector using Ge layer on Si substrate

豊橋技科大 (M2)阿部 洸司, °(M1)小椋 亮弥, (M1)吉野 雄貴, (B)濱田 直希,

Jose A. Piedra-Lorenzana, 飛沢 健, 石川 靖彦

Toyohashi Univ. Tech. Koji Abe, °Ryoya Ogura, Yuki Yoshino, Naoki Hamada,

Jose A. Piedra-Lorenzana, Takeshi Hizawa, Yasuhiko Ishikawa

E-mail: ogura.ryoya.oz@tut.jp, ishikawa@ee.tut.ac.jp

1. はじめに

シリコンフォトニクスにおいて、Si 基板上の Ge エピタキシャル成長層を光吸収層とする近赤外受光器(PD)が利用されている。PD に求められる性能には高受光効率・高周波応答等が挙げられるが、低暗電流(低リーク電流)も重要である。暗電流は接合面積に依存する成分と周辺長に依存する成分に大別される。PD のサイズが 10 μm スケールまで小さくなると、周辺長に依存する暗電流が支配的になる[1]。本研究では面内サイズが 10 μm スケールの Ge pin PD において、i-Ge 光吸収層をメサ構造として電氣的に周辺と分離する効果を調べたので報告する。

2. サンプル作製

初期基板として、 n^+ -Si(001)基板及び貼り合わせ Si-on-quartz(SOQ)基板を用いた。SOQ 基板の上部 Si(001)層の膜厚は 200 nm であり、P イオン注入により高濃度 n 型とした。Fig. 1 のような断面(SOQ 上 PD の例)をもつ PD を以下の手順で作製した。まず、 GeH_4 を原料ガスとする化学気相成長法により、膜厚 500 nm の i-Ge エピタキシャル層(光吸収層)を 600°C で成長した。引き続き、 Si_2H_6 を原料ガスとして、Ge 層上に膜厚 120 nm の Si キャップ層を成長した。その後、Ge 層中の貫通転位密度を低減するために、 N_2 中で 800°C で 10 分間の熱処理を行った。さらに、Si キャップ層と Ge 層の上部に B イオンを注入し、縦方向 pin 接合を形成した。反応性イオンエッチングにより、i-Ge 光吸収層をメサ構造(正方形: 一辺の長さ $W = 10 \sim 500 \mu\text{m}$)とした。 SiO_2 層での埋め込み、Al/Ti 電極形成を行い、PD とした。および走査型電子顕微鏡(SEM)像は Fig.1 に示したとおりである。比較のため、プレーナ構造の PD も作製した。

3. 結果と考察

室温での IV 測定を行った結果、作製した PD は良好な整流性を示した。波長 1.55 μm の光を照射することで、逆方向電流が増加し、PD

として正常に動作した。逆バイアス 1V における暗電流を、PD の一辺 W に対して両対数プロットした結果を Fig. 2 に示す。メサ構造 pin 型 PD の場合、 W の減少に対して暗電流は傾き 2 で減少した。傾き 2 は接合面積依存の暗電流に相当する(周辺長依存の場合は傾き 1)。プレーナ構造と対照的であり、メサ構造が暗電流の低減に有効であることを示している。

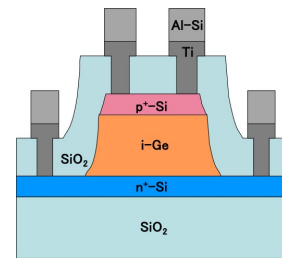


Fig. 1. メサ構造 Ge pin PD の断面模式図

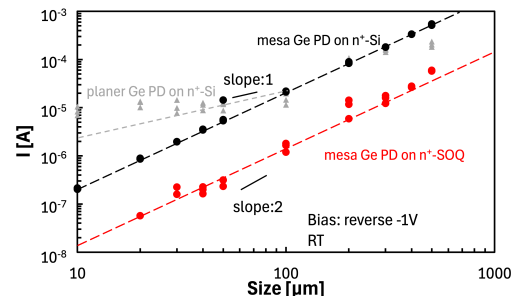


Fig. 2. メサ及びプレーナ構造 Ge pin PD に対する暗電流のサイズ依存性(逆バイアス 1V)

4. まとめ

メサ構造の形成が周辺長に依存する逆方向リーク電流の低減に有効だと考えられる。

謝辞

本研究の一部は、日本学術振興会科研費 (JP22H01555) および村田学術教育振興財団の助成を受けた。

参考文献

[1] K. Abe et al., IEICE Trans. Electron. E107-C, 237 (2024).