

非対称-金属/Ge/金属構造を有する光素子の試作と特性評価

Fabrication and characterization of photodevices with asymmetry metal/Ge/metal structure

九大・大学院総合理工学府¹, 九大・産学連携センター²○前蔵貴行¹, 山本 圭介², 王 冬¹, 中島 寛²I-Eggs, Kyushu Univ.¹, KASTEC, Kyushu Univ.²:T. Maekura¹, K. Yamamoto², D. Wang¹, H. Nakashima² E-mail:2ES14055W@s.kyushu-u.ac.jp

1. はじめに

近年, ULSI に於けるチップ間接続として光配線の需要が高まってきている. 本研究室では光配線用の発光・受光器の基板材料として, 直接遷移禁制帯幅が 0.8 eV (光通信波長 1.55 μm に対応) の Ge に着目している. 既に, バルク Ge に非対称-金属/Ge/金属 (HfGe/Ge/TiN) 構造 (以下:非対称金属構造) を形成することによって, 波長 1.55 μm の発光を観測している¹⁾. また, 対称金属構造 (HfGe/Ge/HfGe もしくは TiN/Ge/TiN) では発光が得られておらず, バルク Ge からの発光に非対称金属構造が有効であることを明らかにしている. 今回は基板キャリア密度増加に対する発光強度への影響, 発光面積増加に対する発光強度への影響について報告する. 更に, 非対称金属構造に於ける受光特性についても報告する.

2. 実験方法

基板はキャリア密度: $8 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ の n-Ge(100)基板とキャリア密度: $3.2 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ の n-Ge(100)基板の二種類を使用した. サンプルの作製手順は以下の通りである. Ge 基板を化学洗浄後, スパッタ装置を用いて 35 nm-SiO₂ 膜を形成し, フィン領域開口のために SiO₂ をエッチングした. 次に, スパッタ装置で 70 nm-TiN 膜を堆積し, lift-off プロセスにて片側のフィン電極を形成した. 同様に 50 nm-Hf 膜, 20 nm-TiN 膜 (Hf 保護用) を連続で堆積し, 対フィン電極を形成した. フィン電極形成後, Postmetallization Annealing (350°C-30 min, N₂ ambient)を行った. その後, ECR プラズマ酸化および 250 nm-SiO₂ 膜をスパッタ堆積し, Postdeposition Annealing (385°C-30 min, N₂ ambient)を行った. 最後にコンタクトホールを開け, Al を真空蒸着し, コンタクトアニール (300°C-10 min, N₂ ambient)を行った.

3. 結果と考察

Fig. 1 は基板のキャリア密度が異なるサンプルの発光特性である. 両サンプルともに波長 1.55 μm 付近に発光が観測される. また, 基板のキャリア密度が高い素子で発光強度が増加している. この原因として, 基板の電子濃度の増加によって直接遷移禁制帯上にある電子の存在確率が増加し, 電子と正孔との再結合割合が増加したためと考えられる. Fig. 2 は発光面積と発光強度との関係を示したグラフである. 発光面積と発光強度は比例関係にあることが分かる. これは, 発光が電極付近の局所領域で起こっているのではなく, バルク全体で起こっていることを意味する. Fig. 3 はサンプルに波長 1.55 μm のレーザー光を入射したときの受光特性を示している. 光電流はレーザー強度に応じて増加しており, レーザー強度 1 mW (有効強度 0.54 mW) 時には電流値:約 2×10^{-4} A を示している. また, レーザー強度と光電流値との関係から, 受光感度は 0.44 A/W と算出された.

1) 亀沢 et al, 第 61 回応用物理学会春季学術講演会講演予稿集, 19a-F8-8 (2014).

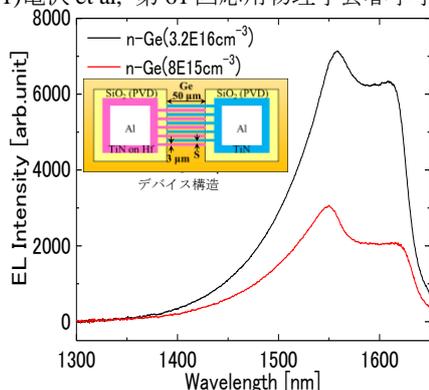


Fig. 1 EL spectra of Ge photoemitters with different doping levels under a current of 10 mA.

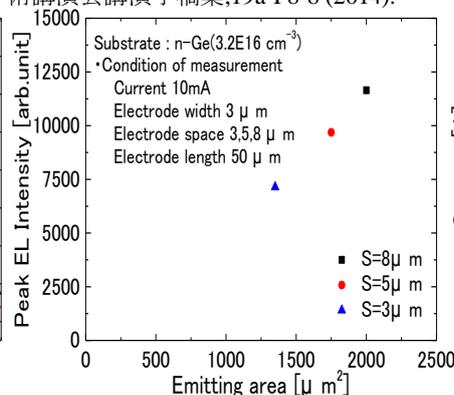


Fig. 2 EL spectra of Ge photoemitters with different areas under a current of 10 mA.

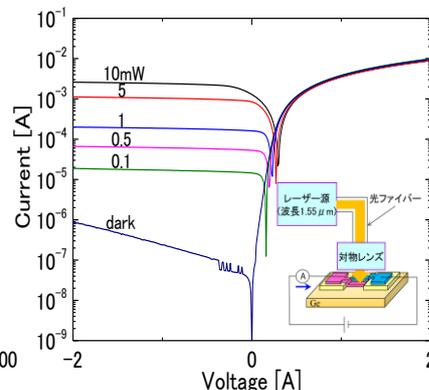


Fig. 3 Photocurrent characterization of a Ge photodetector under various laser powers.