

横方向液相成長法により作製した n 型 Ge-on-insulator 層の 直接遷移発光の増強

Enhancement of direct transition luminescence of n-type doped Ge-on-insulator layer
fabricated by lateral liquid-phase epitaxy

阪大院工, °梶村 恵子, 松江 将博, 細井 卓治, 志村 考功, 渡部 平司

Osaka Univ., °K. Kajimura, M. Matsue, T. Hosoi, T. Shimura and H. Watanabe

E-mail: matsue@asf.mls.eng.osaka-u.ac.jp

【はじめに】ゲルマニウム(Ge)は間接遷移型半導体であるが、引張歪みの印加や Sn の添加により直接遷移型に変調されることに加え、n 型にドーピングすることでΓ点へのキャリア注入が促進されることから、受光素子だけでなく発光素子材料としても注目されている。一方で、Si よりも電子、正孔の移動度が 2.5-4 倍も高いことから、次世代の高性能電子光集積回路の基盤材料として期待されている。そこで我々は単結晶 Ge を Si 基板上に形成する技術として、Si シード領域から横方向に Ge を熔融結晶化させる横方向液相成長法(lateral liquid-phase epitaxy: LLPE)を検討してきた[1]。これまでに LLPE 法により形成した GOI(Ge-on-Insulator)構造を顕微フオルミネッセンス(Micro-Photoluminescence: μ -PL)測定により評価し、Ge と Si の熱膨張係数差による引張歪み起因の約 45 meV の直接遷移バンドギャップ変調を確認した[2]。今回は LLPE 法において、リン(P)をイオン注入して作製した n 型 GOI 層の発光特性を調べたので報告する。

【実験および結果】熱酸化膜(膜厚: 100 nm)付き Si 基板にシード領域を形成後、Ge(膜厚: 200 nm)を蒸着し、P⁺イオン注入(40 keV, $2 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$)を行った後、細線状(長さ: 200 μm , 幅: 約 3 μm)に加工した。その後 SiO₂ キャップ層(膜厚: 1 μm)を成膜し、横方向液相成長のための急速加熱処理(950°C, 1 sec)を行った。 μ -PL 測定(スポット径: 約 1 μm , 励起波長: 647 nm)の結果を Fig. 1 に示す。n 型ドーピングを行った試料では、未注入の試料に対して約 4 倍の発光強度の増大を示した。これは n 型ドーピングにより L 点のキャリア密度が増加し、直接遷移発光が促進されたためと考えられる。また、Fig. 2 にシード領域からの距離に対する発光強度の分布を示す。シード領域近傍では未注入の試料と同様の発光強度を示す一方、シード領域から離れるにつれて発光強度が増大していることが分かる。これは液相成長時におけるシード領域からの Si 原子の拡散による発光特性の劣化や、液相成長時の P の偏析を示唆している。

[1] T. Hashimoto *et al.*, Appl. Phys. Express 2, 066502 (2009).

[2] 松江 将博 他, 第 74 回応用物理学関係連合講演会 18a-B4-7.

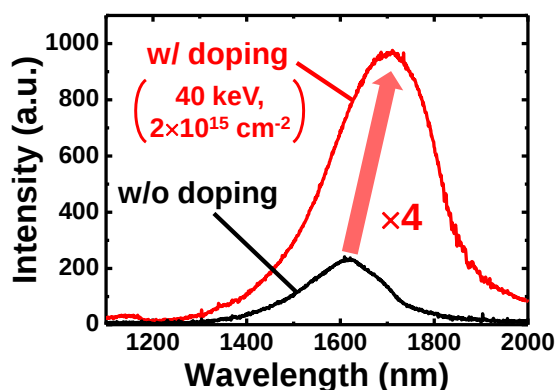


Fig. 1 Enhanced photoluminescence of n-type doped LLPE-GOI structure.

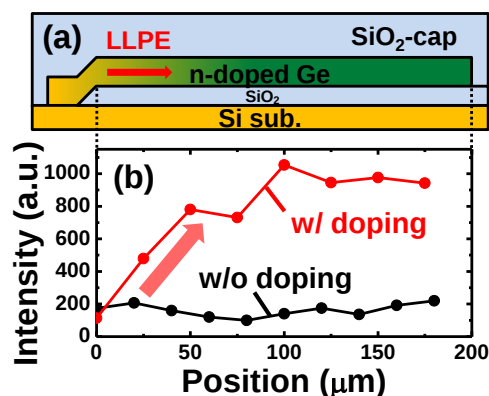


Fig. 2 (a) Schematic of n-type doped LLPE-GOI structure. (b) PL intensity along the Ge wire