

レーザー溶融結晶化による石英基板上引張歪み単結晶 GeSn アレイの作製 Tensile-Strained Single-Crystalline GeSn Array on Quartz Substrate Fabricated by Laser-Induced Liquid-Phase Crystallization

¹阪大院工 ²広島 RNBS [○]岡 博史¹, 黒木 伸一郎², 細井 卓治¹, 志村 考功¹, 渡部 平司¹

¹Osaka Univ. ²Hiroshima Univ. [○]H. Oka¹, S. Kuroki², T. Hosoi¹, T. Shimura¹, and H. Watanabe¹

E-mail: oka@asf.mls.eng.osaka-u.ac.jp, hosoi@mls.eng.osaka-u.ac.jp

【緒言】GeSn は Sn 添加によりバンドギャップが縮小し、カットオフ波長が 2 μm 帯域へと長波長化することから、IV 族の近赤外受光材料として注目されている。これまでに Si 基板上エピタキシャル GeSn 層を用いた近赤外フォトダイオードが報告されているが[1]、GeSn と Si の格子不整合に起因した圧縮歪みの印加や結晶性の劣化が課題である。一方、我々はアモルファス GeSn 細線の局所急速加熱による横方向液相成長を提案し、石英基板上に無転位の引張歪み単結晶 GeSn 細線を形成することに成功している[2]。しかし、近赤外イメージング素子開発にはフォトダイオードを二次元配列したセンサーアレイが必要となるため、大面積単結晶 GeSn アレイ形成技術が求められる。そこで本研究ではレーザーアニールを用いた横方向溶融結晶化により石英基板上単結晶 GeSn アレイの作製を試みたので報告する。

【実験及び結果】石英基板を洗浄後、分子線蒸着により膜厚 250 nm のアモルファス GeSn 層（膜中 Sn 組成約 2%）を成膜し、ドライエッチングでアレイ形状（幅 5 μm 、長さ 30 μm 、5 μm 周期）に加工した。厚さ 1 μm の SiO₂ キャップ層を成膜した後、連続発振グリーンレーザー（波長 532 nm、出力 9 W、ビームサイズ 50 $\mu\text{m} \times 1.1 \text{ mm}$ ）[3]を細線方向に 100 $\mu\text{m/s}$ の速度で走査することで横方向溶融結晶化を促した（Fig. 1(a)）。Fig. 1(b)にレーザーアニール後の GeSn アレイの光学顕微鏡像を示す。全ての細線先端において液相成長過程で走査方向に掃き出された Sn の析出が見られ、電子線後方散乱回折（EBSD）法より単結晶 GeSn 細線の形成を確認した（Fig. 1(c)）。Fig. 2 にフォトルミネッセンス（PL）測定により取得した石英基板上単結晶 GeSn 細線の発光スペクトルを示す。Sn 添加（ $\sim 2\%$ ）と引張歪み印加（ $>0.3\%$ ）によるバンドギャップ縮小に起因したレッドシフト（ $\sim 0.1 \text{ eV}$ ）および直接遷移発光増大（ $\times 5 \text{ Ge sub.}$ ）が見られ、さらに細線先端の高 Sn 組成 GeSn 領域（Sn $\sim 5\%$ ）では 2 μm 付近まで長波長化していることを確認した。以上より、本手法を用いて近赤外帯域に感度を有する GeSn アレイの作製に成功した。また石英は赤外線に対して透明であるため、本技術は裏面照射型の高感度 GeSn センサーアレイへの応用が期待される。

【謝辞】本研究の一部は JSPS 科研費（16J00819）の助成を受け行われた。

【参考文献】[1] Y. Dong *et al.*, Tech. Dig. IEDM, p. 787 (2015). [2] H. Oka *et al.*, Tech. Dig. IEDM, p. 580 (2016). [3] T. Nguyen *et al.*, APEX **10**, 056501 (2017).

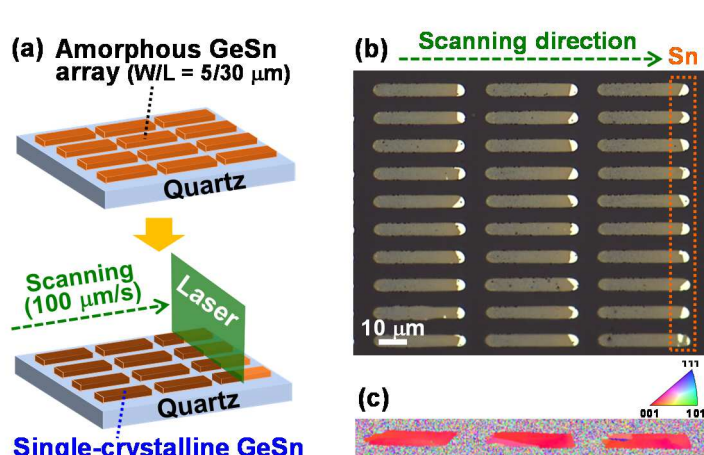


Fig. 1 (a) Schematic illustrations of laser-induced liquid-phase crystallization of GeSn array. (b) Optical and (c) EBSD images of GeSn array on quartz substrate after laser annealing.

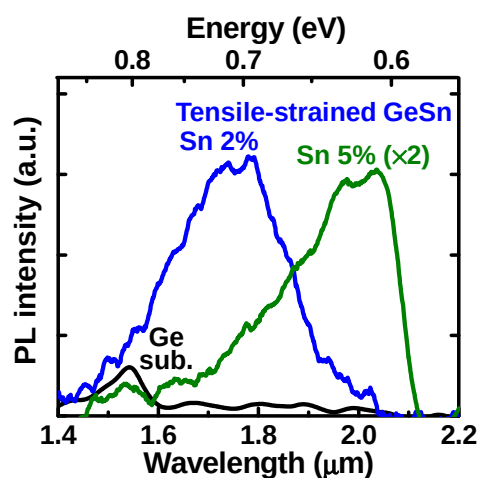


Fig. 2 Photoluminescence spectra obtained from liquid-phase-grown GeSn wires on quartz substrates.