

## 横方向液相成長法による石英基板上単結晶 GeSn 細線の作製と光学特性評価

### Fabrication of single crystalline GeSn wire on quartz substrate by lateral liquid phase growth and its optical characterization

阪大院工 °天本 隆史、冨永 幸平、田中 章吾、細井 卓治、志村 考功、渡部 平司

Osaka Univ. °T. Amamoto, K. Tominaga, S. Tanaka, T. Hosoi, T. Shimura, and H. Watanabe

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

**【はじめに】**近年、LSIの微細化による性能向上は限界を迎えており、高移動度チャンネルの導入やSi基板上での光配線を目指すSiフォトニクス技術が精力的に研究されている。GeはSiに比べて電子・正孔ともに移動度が高く、また、 $\Gamma$ 点とL点の伝導帯下端のエネルギー差は136 meVと小さいため、次世代電子・光デバイス用材料として注目されている。さらに、引張り歪みの印加やSnの添加で移動度が向上し、直接遷移型のバンド構造へ変調可能であることが示唆されており、Si基板上でのGeSn層の形成法の検討やその電子・光デバイス特性評価が盛んに行われている。一方、我々はSi基板上に絶縁膜を介してGe単結晶を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。この手法によりSiとGeとの熱膨張率差起因の約0.3%の引張り歪みを有する単結晶GeSn細線(Sn組成5%)の形成に成功し、Ge基板の5倍の直接遷移発光を示すことを確認した[1]。また、ディスプレイとLSIを一体形成するシステムオンパネル技術が注目されており、高移動度でかつ光配線にも展開可能なGeSn単結晶のガラス基板上での形成は重要である。そこで本研究ではガラス基板上への展開を目指して、LLPE法による石英基板上でのGeSn単結晶形成を検討した。本発表ではSiシード等を用いずに温度勾配のみにより石英基板上に単結晶GeSn細線を作製し、その発光特性を顕微フォトルミネッセンス( $\mu$ -PL)法により評価した結果を報告する。

**【実験および結果】**石英基板上に、膜厚100 nmのGeSn(Sn組成: 2.3%)層を蒸着し、細線状(長さ: 300  $\mu$ m, 幅: 約2.0  $\mu$ m)に加工した。SiO<sub>2</sub>キャップ層(膜厚: 1  $\mu$ m)を成膜し、急速加熱処理(<950°C, 1 sec)を行った。この時、細線長手方向に温度勾配が形成されるように石英及びカーボン製サセプタを配置した(Fig. 1)。熱処理後の光学顕微鏡像ではGeSn細線先端にSn析出が確認されており、細線に沿って結晶成長が進行したことを示唆している。また、EBSD法により取得した結晶方位分布図より結晶成長はサセプタの境界近傍から進行したことがわかった。さらに、ほとんどの細線で表面法線方向(z方向)は(100)面に配向していることを確認した。Fig. 2にGeSn細線の $\mu$ -PL測定結果を示す。GeSn細線から得た発光ピークはいずれの領域においても、Ge基板の0.8 eV付近の直接遷移発光に対して低エネルギー側に大きくシフトしており、その強度も著しく増加している。Sn析出領域から10  $\mu$ m以上離れた領域では0.7 eV付近にGe基板の約20倍の強度の発光ピークが観測され、これはGeと石英の熱膨張係数差に起因する0.6%の引張り歪みと2%程度のSn添加によるバンドギャップ変調によるものと考えられる。さらに、細線先端のSn析出物付近では5%までSnが濃縮された結果、Ge基板の30倍以上の発光ピーク強度とさらなるピークシフトが観測された。これらの結果は、石英基板を用いることによる引張り歪みの増加(0.3%→0.6%)がGeSn細線の発光特性を大幅に向上させることを示している。

[1] 冨永他, 2014年春季第61回応用物理学会学術講演会予稿集, 18a-F6-12.

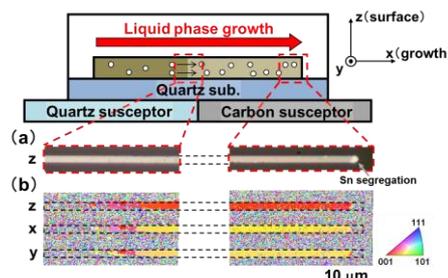


Fig. 1 Optical image (a) and crystal orientation maps (b) of GeSn wire.

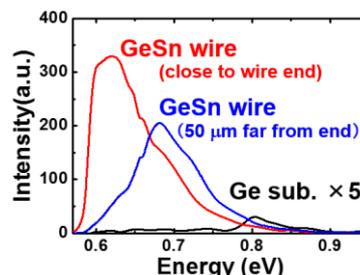


Fig. 2 PL spectra of GeSn wires on quartz substrate.