

横方向液相成長法で作製した局所 GeSn-on-insulator 層の優先結晶方位

Preferred crystal orientation of local GeSn-on-insulator layers
fabricated by lateral liquid-phase epitaxy

阪大院工, °富永 幸平, 松江 将博, 細井 卓治, 志村 考功, 渡部 平司

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

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

【はじめに】近年、ゲルマニウム-スズ(GeSn)は 10%以上の Sn 添加によって直接遷移型のバンド構造に変化するため、発光デバイス用材料として注目されている。しかし、Ge 中の Sn の固溶度は 1%程度と低く、Ge との格子不整合も 15%程度あり、良質な GeSn 層の成長のためには様々な課題がある。一方、我々はこれまでに単結晶 Ge を Si 基板上に形成する技術として横方向液相成長法 (lateral liquid-phase epitaxy: LLPE) を検討してきた[1]。本手法では格子不整合に起因した欠陥をシード領域近傍に制限することが可能であり、急速加熱処理による成長法であるため、Sn 析出の抑制も期待できる。そこで今回はアモルファス GeSn から、LLPE 法により結晶成長を促すことで単結晶 GeSn の作製を試みた。本発表では、作製した GeSn の結晶方位を EBSD (Electron Back Scatter Diffraction) 法を用いて評価したところ、Ge とは異なる横方向成長挙動を確認したので報告する。

【実験および結果】熱酸化膜(膜厚: 60 nm)付き Si 基板にシード領域を形成後、アモルファス GeSn 層 (Sn 濃度: 2.3%, 膜厚: 100 nm) を蒸着し、細線状(長さ: 300 μm , 幅 1.5 μm)に加工した。SiO₂ キャップ層(膜厚: 1 μm)を形成し、N₂ 雰囲気中で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 (Fig. 1(a))。Fig. 1(b)に熱処理後の光学顕微鏡像を示す。細線先端にコントラストの異なる領域を確認でき、これはシード領域から液相成長が進むことで先端に高濃度に Sn が析出したものと考えられる。また Fig. 1(c)に SiO₂ キャップ層をエッチング後に取得した EBSD 像を示す。成長方向 (x 方向) で (110) 面を維持している一方で、その鉛直方向 (y, z 方向) では結晶成長に伴って方位が変化していることがわかる。Fig. 2 にシード領域からの距離と結晶方位回転角の関係を示す。単結晶 Ge では (001) 面が z 方向に優先的に配向することが報告されているが[2]、Sn を添加することで、(001) 面から ($\bar{1}\bar{1}\bar{1}$) 面へと回転し、さらに回転が進行していることがわかる。これは、結晶成長時に成長端での Sn 偏析が結晶方位に影響を与えることを示唆している。当日は GeSn 層中の Sn 濃度との関係についても議論する。

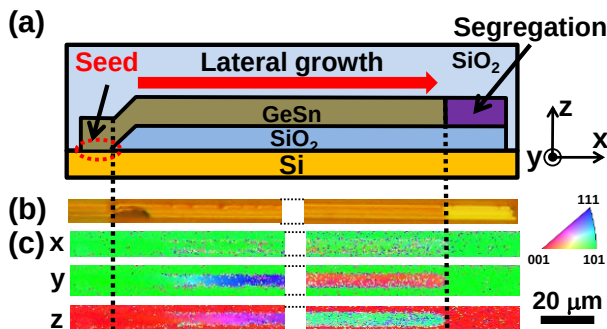
[1] T. Hashimoto *et al.*, Appl. Phys. Express 2, 066502 (2009).[2] K. Toko *et al.*, Appl. Phys. Express 3, 075603 (2010).

Fig. 1 (a) Schematic of sample structure. (b) Typical optical microscope image. (c) EBSD images of each direction.

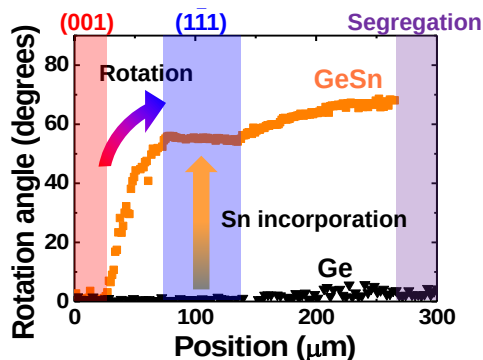


Fig. 2 Rotation angle of Ge and GeSn wires along the growth direction.