

局所熔融液相成長による石英基板上単結晶 GeSn 層形成と トランジスタ応用

Fabrication of single-crystalline LLPE-GeSn layer on quartz substrate by rapid thermal annealing and its MOSFET characteristics

阪大院工, ○小山 真広, 岡 博史, 天本 隆史, 富永 幸平, 田中 章吾
細井 卓治, 志村 考功, 渡部 平司

Osaka Univ. °M. Koyama, H. Oka, T. Amamoto, K. Tominaga, S. Tanaka,
T. Hosoi, T. Shimura, and H. Watanabe
E-mail: koyama@asf.mls.eng.osaka-u.ac.jp

【はじめに】IV 族混晶である GeSn は、Sn 組成に依存してバンド構造が変調し、電子・正孔ともに移動度が向上すると理論予測されており[1]、高移動度チャネル材料として注目されている。また近年、ディスプレイと演算・記憶回路を同一基板上に作製したシステム・オン・パネルの実現に向けて、透明基板上に高移動度薄膜トランジスタを形成する技術が望まれている。我々はこれまでに、石英基板上でアモルファス GeSn 細線を局所熔融することで、結晶シードを用いずに単結晶化することに成功している[2]。今回、本手法を用いて形成した石英基板上単結晶 GeSn 細線をチャネルとしたトランジスタを試作し、電気特性評価を行ったので報告する。

【実験及び結果】石英基板を洗浄後、アモルファス GeSn 細線 (膜厚: 20 nm, 膜中 Sn 組成: 2%, 幅: 3 μm , 長さ: 300 μm) を形成した。GeSn の凝集を防ぐため SiO₂ キャップ層 (膜厚: 1 μm) を成膜した後、窒素雰囲気中で急速加熱処理を行った。このとき、GeSn 細線を局所熔融させるため、試料を赤外線吸収率の異なる石英及びカーボンから構成されるサセプタ上に配置し (Fig. 1(a))、カーボン上でのみ熔融するように加熱した (>900°C, 1 s)。細線一部を加熱・熔融させた試料では細線先端で Sn 析出が見られるのに対して (Fig. 2(a))、細線全体を加熱した試料では先端に Sn 析出は見られなかった (Fig. 2(b))。EBSD 分析から Sn 析出が見られた細線の熔融部分は単結晶で、Sn 析出が見られなかった細線は多結晶であることが確認されており、液相成長の過程で固溶限を超える Sn が結晶成長方向にはき出された結果、細線先端に Sn が析出したと考えられる[3]。SiO₂ キャップ層を 160 nm 程度の厚さまでエッチバックした後、Al コンタクト形成およびゲート電極加工を行った (Fig. 1(b))。Fig. 3 に作製したトランジスタの I_d-V_g 特性を示す。多結晶 GeSn 試料ではドレイン電流がゲート電圧に依存しないのに対して、単結晶 GeSn では on/off 比が 2 桁以上の明瞭なスイッチング特性を示しており、p 型蓄積モードのトランジスタ動作を確認した。また、I_d-V_g 特性より算出した電界効果移動度はピーク値で 274 cm²/Vs に達した。これは局所熔融により形成した石英基板上単結晶 GeSn 細線の高い結晶性を示すものである。講演当日はトランジスタ特性の GeSn 膜厚依存性も含め、より詳細な議論を行う。

[1] J. D. Sau *et al.*, Phys. Rev. B **75**, 045208 (2007). [2] 天本 他, 第 76 回応用物理学会秋季学術講演会, 13a-2W-8 (2015). [3] T. Shimura *et al.*, Appl. Phys. Lett., **107**, 221109 (2015).

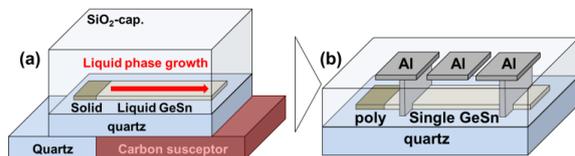


Fig. 1 (a) Schematic illustrations of liquid phase growth of GeSn wire on quartz substrate and (b) device structure of fabricated GeSn MOSFET.

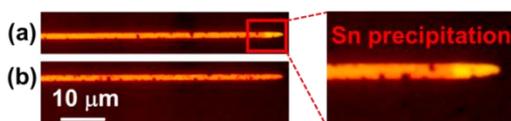


Fig. 2 Optical microscope images of (a) partially-annealed (single-crystalline) and (b) entirely-annealed (poly-crystalline) GeSn wires.

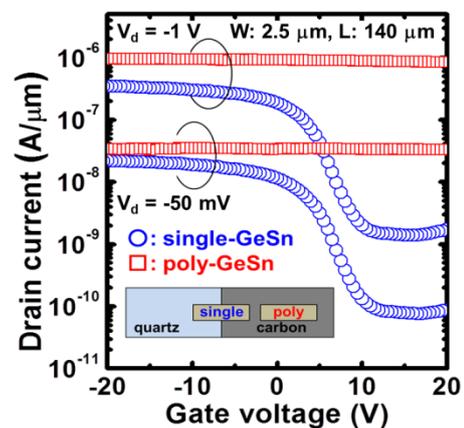


Fig. 3 I_d-V_g characteristics of single- and poly-crystalline GeSn MOSFETs.