

Sb 添加 Ge, Si 薄膜の固相成長に与える前駆体加熱堆積効果

Precursor heating deposition effects on solid-phase crystallization of

Sb-doped Ge and Si thin films

筑波大院 数理物質 〇高原大地, 末益崇, 都甲薫

Univ. of Tsukuba, 〇Daichi Takahara, Takashi Suemasu, and Kaoru Toko

E-mail: bk201513063@s.bk.tsukuba.ac.jp

【はじめに】 情報端末や太陽電池の高性能化に向け、絶縁基板上へのIV族半導体薄膜の形成及び伝導型の制御技術が必要不可欠である。我々は最近、Geの固相成長において前駆体となる非晶質Ge層を加熱堆積することで、結晶Ge層の劇的な大粒径化を促し、正孔移動度を大幅に更新した[1,2]。さらに本技術が $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ ($x: 0.1-1$)に応用可能であることを見出した[3]。今回、これらの技術をもとに、前駆体にSbをドーピングしたGe及びSiの固相成長における加熱堆積効果を調査した。

【実験方法】 石英ガラス基板上に、基板加熱(T_d : 50-200 °C)を行いながら、Ge(成長レート R_{Ge} : 1 nm/min(at RT))及びSb(K-Cell 温度 T_{Sb} : 280 °C)を100 min分子線堆積した。その後、 N_2 雰囲気中で450 °C, 5 hの熱処理を行い、固相成長を誘起した。また、Siについても同様に T_d : 50-500 °C, R_{Si} : 2 nm/min(at RT), T_{Sb} : 260-290 °Cで50 min堆積し、650 °C, 10 hの熱処理により固相成長を誘起した。

【結果・考察】 Fig. 1より、Ge, Siともに T_d をうまく選択することで固相成長後の膜が大粒径化することが判る。特にGeでは、Sb添加による大粒径化(約2倍)が確認された。Sn添加によりGeが大粒径化する現象が知られているが[4]、他元素でも同様の効果があることは、現象解明へ前進する知見である。また、電子密度は T_d に強く依存することが判明した(Fig. 2(a),(c))。SIMS測定により、膜中のSb濃度は T_d によらず一定となることが判っており、 T_d によりSbのドーパント活性化率が変化していることを意味している。更に、堆積時の基板加熱により、大粒径化及び電子密度の増加に伴う粒界障壁の低減を反映して電子移動度が向上した(Fig. 2(b),(d))。現在、 T_d と電気的特性についてさらに系統的な評価を進めている。

[1] K. Toko *et al.*, Sci. Rep. 7, 16981 (2017).

[2] R. Yoshimine *et al.*, APEX 11, 031302 (2018).

[3] D. Takahara *et al.*, JALCOM (in press).

[4] C. Xu, T. Sadoh *et al.*, APL 112, 242103 (2018).

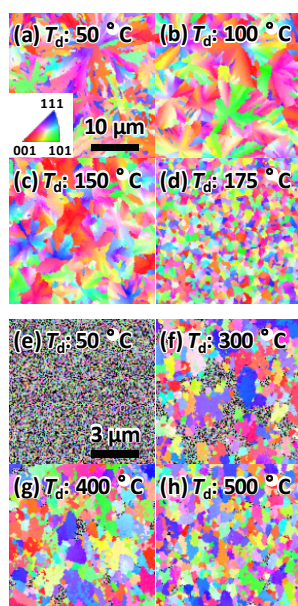


Fig. 1 EBSD images of (a)-(d) n-Ge and (e)-(h) n-Si where $T_{\text{Sb}} = 280$ °C.

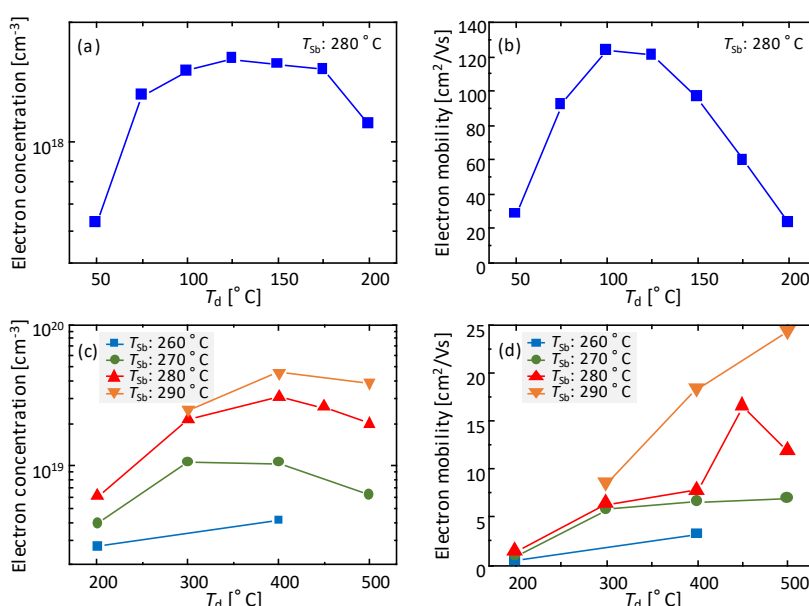


Fig. 2 Electrical properties of Sb-doped Ge and Si as a function of T_d : (a) Electron concentration of Ge, (b) Electron mobility of Ge, (c) Electron concentration of Si, and (d) Electron mobility of Si.