絶縁体上 Si 薄膜の固相成長における前駆体加熱効果

Precursor heating effects in solid-phase crystallization for Si thin film on an insulator

筑波大院　数理物質 ○溝口拓士，末益崇，都甲薫
Univ. of Tsukuba ○T. Mizoguchi, T. Suemasu, and K. Toko
E-mail: mizoguchi.takuto.sj@alumni.tsukuba.ac.jp

【はじめに】我々は絶縁基板上における Ge 固相成長において、加熱堆積により前駆体の密度を制御することで、得られる多結晶 Ge 膜の劇的な大粒径化および高移動度化を実現した[1]。さらに、本手法が $Si_{1-x}Ge_x$ ($0.1 \leq x \leq 1$) においても有効であることを実証した[2]。しかし、$Si_{1-x}Ge_x$ の固相成長における一般的傾向に反して、Si リッチ側 ($x < 0.5$) では、粒径が小さくなる傾向が見られた。この課題の克服に向け、まずは Si に関して、前駆体の加熱堆積とその後の焼き締めの効果を包括的に調査した。

【実験方法】Fig. 1 に試料作製プロセスを示す。石英ガラス上に、基板加熱（堆積温度 T_d : 50-700 °C）を行いながら、非晶質 Si 薄膜（200 nm）を EB 蒸着した。同一真空チャンバー内で焼締（700 °C, 2 h）を行った後、N_2 雰囲気中にて熱処理（650 °C, 10 h）を施すことで固相成長を誘起した。

【結果・考察】Fig. 2 より、加熱堆積による大粒径化に加えて、焼締により顕著に粒径が拡大したことが判る。前駆体焼締後のラマンスペクトルより、T_d = 700 °C でのみ、結晶核発生を示唆するピークが観測された[Fig. 3(a)]。熱処理後のラマンスペクトルから、全ての T_d において結晶化を示唆するピークが確認された[Fig. 3(b)]。Fig. 3(c)–3(e)の EBSD 像より、T_d による顕著な粒径の変化が確認された。これらの粒径を焼締後の前駆体密度と共に、T_d の関数として Fig. 4 に整理した。T_d の増加に伴い、前駆体の高密度化に対応して結晶粒径が拡大し、T_d = 700 °C で小粒径化した。これは、前駆体形成時の核発生に起因する[Fig. 3(a)]。以上の傾向は、我々の固相成長 Ge の既報[1]に一致しており、Si においても加熱堆積の有効性が実証された。現在、焼締の $Si_{1-x}Ge_x$ への応用を推進中である。

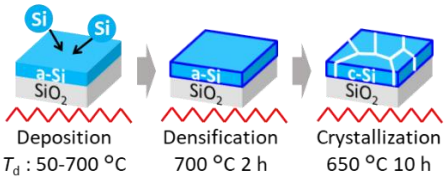

Fig. 1 Schematic of sample preparation.

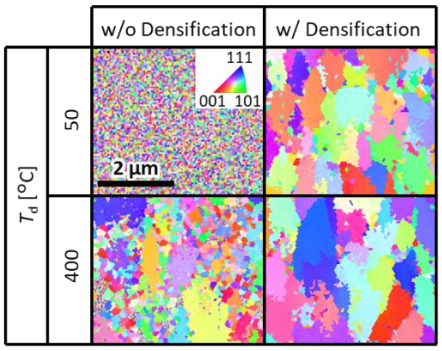

Fig. 2 EBSD images of samples with and without densification for T_d = 50 °C and 400 °C.

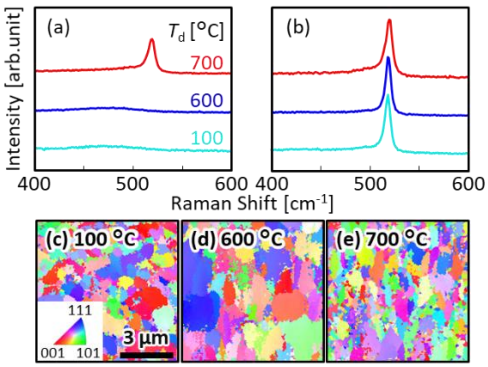

Fig. 3 Raman spectra of samples (a) before and (b) after crystallization annealing. (c)-(e) EBSD images of samples with various T_d.

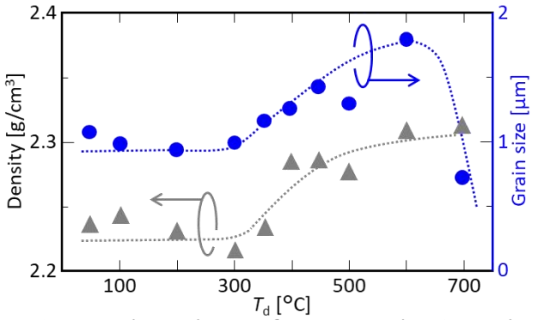

Fig. 4 T_d dependence of precursor density and crystal grain size.

[1] K. Toko *et al.*, Sci. Rep. **7**, 16981 (2016).　[2] D. Takahara *et al.*, J. Alloys Compd. **766**, 417 (2018).

© 2020年 応用物理学会