

Si 添加による Sn ドット化抑制と層交換成長への応用

Suppression of Sn-droplet by Si-incorporation and its application for layer exchange growth

¹名大院工, ²学振特別研究員(PD)○黒澤 昌志^{1,2}, 田岡 紀之¹, 中塚 理¹, 財満 鎮明¹¹Nagoya University, ²JSPS Research Fellow (PD)○M. Kurosawa^{1,2}, N. Taoka¹, O. Nakatsuka¹, and S. Zaima¹

E-mail: kurosawa@alice.xtal.nagoya-u.ac.jp

【はじめに】 近年, $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ と共晶反応する金属群(Ag[1], Al[2,3], Au[4])を用いた層交換成長が国内外で活発化してきている. Al や Au を層交換成長の触媒金属に用いれば, 結晶方位の整列した Ge 多結晶薄膜をガラス上に 200°C 成長することも可能となってきた[5,6]. もし, 共晶系の中で最も共晶温度の低い Sn(Ge-Sn 系: 231.1°C)を適用できれば, 更なる結晶化温度の低温化に帰結するはずである. また, Sn は他の金属群とは異なり, Si や Ge と共晶化することで, バンド構造の直接遷移化, バンドギャップと格子定数の独立制御なども可能となるためその期待度も大きい. しかし, ネックとなっているのが, 低い融点(231.9°C)故のナノドット化である[7]. 室温成膜でも平坦な Sn 薄膜を得るのは難しい. そこで, 本研究では, Sn に高融点材料の一つである Si を添加し, Sn ドット化抑制の可能性を探るとともに, 層交換成長法への応用を試みたので報告する.

【実験方法】 本結晶成長法のプロセスフローを Fig. 1 に示す. RF スパッタリング法により Si 添加量の異なる $\text{Sn}_{1-x}\text{Si}_x$ 薄膜(膜厚: 50 nm, Si 添加量(x): 0-0.2)をガラス基板(コーニング社, Eagle XG Slim)上に室温堆積し, SEM 観察を行った. 一方, 層交換成長用の試料は, $\text{Sn}_{1-x}\text{Si}_x$ 薄膜の成膜に続けて, SiO_2 (膜厚: 1 nm), 非晶質 Ge(膜厚: 50 nm)を大気解放せずに室温堆積している.

【実験結果】 ガラス基板上に成膜した $\text{Sn}_{1-x}\text{Si}_x$ 層の SEM 像を Fig. 2 に示す. Si=20%導入をすれば, 若干ではあるが, Sn アイランド化の抑制に寄与できることが分かった. この $\text{Sn}_{0.8}\text{Si}_{0.2}$ 層を層交換成長の触媒金属に用い, 窒素雰囲気中にて 150°C, 10 h の熱処理を施した. 結晶化の可否を顕微ラマン分光法(励起波長: 532 nm)により観測した結果を Fig. 3 に示す. 励起光は試料裏面(ガラス面)から入射しているため, $\text{Sn}_{0.8}\text{Si}_{0.2}$ 層の変化を見ていることになる. 熱処理後に, Ge-Ge, Si-Ge, Si-Si

結合に起因する 3 つのピークが出現していた. 即ち, 多結晶 GeSi(Sn)/ガラスの 150°C 形成を実現した. これは, 150°C と非常に極低温においても, 上層(a-Ge)に存在する Ge 原子が, 拡散バリア(SiO_2)を介して下層(SnSi)へ到達したこと, その後周囲の Si と結合し, 多結晶化した結果であると推察される. 本手法が層交換成長温度の更なる低温化に帰結することを示した非常に重要な成果である.

[1] M. Scholz *et al.*, APL **94**, 012108 (2009). [2] O. Nast *et al.*, APL **73**, 3214 (1998). [3] M. Kurosawa *et al.*, APL **95**, 132103 (2009); JJAP **48**, 03B002 (2009); ECS-JSS **1**, P144 (2012). [4] J.-H. Park *et al.*, TSF **520**, 3293 (2012). [5] K. Toko *et al.*, APL **101**, 072106 (2012). [6] J.-H. Park *et al.*, APL **103**, 082102 (2013). [7] 例えば, M. Takagi *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn. **9**, 359 (1951).

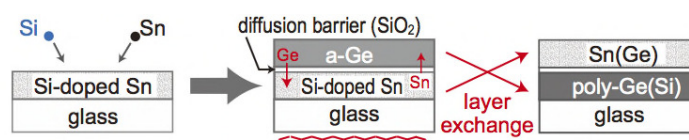


Fig. 1 Schematic illustration of Si-doped Sn-induced crystallization.

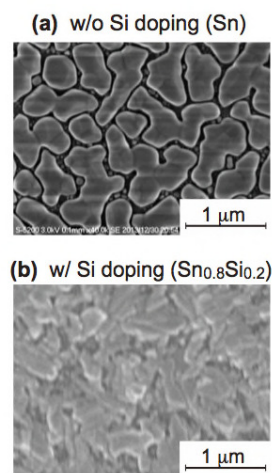
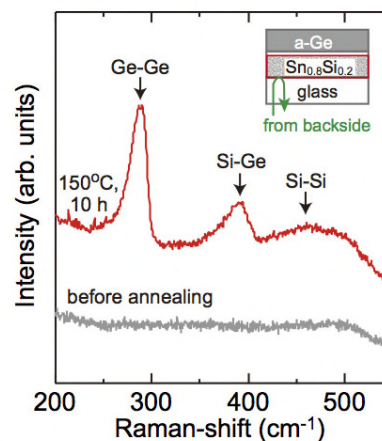


Fig. 2 SEM images of Si-doped Sn films: (a) Si = 0%, (b) Si = 20%.

Fig. 3 Raman spectra observed from a backside of a-Ge/ SiO_2 / $\text{Sn}_{0.8}\text{Si}_{0.2}$ /glass sample through the glass substrate.