

Ge_{1-x}Sn_x 細線の偏析溶融成長: 冷却速度の影響 Segregation controlled rapid-melting growth of Ge_{1-x}Sn_x wires ~Effects of cooling rate~

○中尾天哉¹, 西嶋泰樹², 清水智², 角田功², 中塚理^{1,3}, 黒澤昌志^{1,4}
(1. 名大院工, 2. 熊本高専, 3. 名大未来研 4. 名大高等研究院)

○T. Nakao¹, T. Nishijima², S. Shimizu², I. Tsunoda², O. Nakatsuka^{1,3}, and M. Kurosawa^{1,4}
(1. Grad. Sch. of Eng., Nagoya Univ., 2. NIT, Kumamoto College,
3. IMASS, Nagoya Univ., 4. IAR, Nagoya Univ.)

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

[はじめに] Ge_{1-x}Sn_x 混晶は, Sn 組成増大による高移動度化が予測されている[1]. 我々は移動度の Sn 組成依存性の調査に向け, 絶縁膜上に自己組織的に Sn 組成傾斜が形成される, 偏析溶融成長での単結晶 Ge_{1-x}Sn_x 薄膜の形成[2]を検討してきた. これまでに, 2~14%の Sn 組成傾斜を有する Ge_{1-x}Sn_x の形成[3]を報告してきたが, 組成傾斜領域が Sn 偏析端付近の 10 μm 程度の領域に集中しており, 物性評価のためにはこの領域の拡大が求められる. 今回, 降温速度と結晶形態の相関を明らかにし, 本成長機構を議論することを目的とする.

[実験方法] SiN (膜厚: 100 nm) を LPCVD 法により低抵抗 Si(001) 上に成膜した基板に用いた. 非晶質 Si (膜厚: 50 nm) を MBE 法で堆積しアイランド状に加工後, 熱処理 (650°C, 15 時間) を行い多結晶シードを形成した. 非晶質 Ge_{0.8}Sn_{0.2} (膜厚: 100 nm) を MBE 法により室温堆積し, 細線形状 (全長: 200, 1000 μm, 幅: 3 μm) に加工した. キャップ SiO₂ (膜厚: 800 nm) を PECVD 法により堆積した後, 急速熱処理 (>860°C) により溶融成長を誘起した. 降温プロファイルを変化させることで, 降温速度が結晶成長に与える影響を調査した.

[実験結果] 200 μm 細線の結晶成長中の様子を in-situ 動画観察した. 固化開始時間 (t₀) 以降の降温過程を Fig 1(a)に示す. なお温度は, サンプルステージを K 熱電対によって測定した値を用いている. 降温速度はそれぞれ 3.3, 11.7, 15.5°C/s であった. t₀ から 2, 5, 10 s 後の成長様態を Fig 1(b)に示す. 反射率の低い部分は固相であり, Si シードから一方向に固化が進行していることが確認できる. また, 降温速度の増加に伴い成長速度の増大が確認できる. 各試料の同一基板内にて成長した 1000 μm 細線について, ラマン分光法により算出した Sn 組成を Fig. 2に示す. Sn 組成は伸長歪み 0.3%を仮定し Ge-Ge ピークのシフト量から算出した[4]. 降温速度が早いほど, 細線中の Sn 組成が増大する傾向が見られ, 15.5°C/s では Si シードから 200~800 μm の広い区間において Sn 組成 2~5%の緩やかな組成傾斜が得られた. 冷却速度の増大がもたらす結晶成長速度の増加が, 固液界面での Sn の取り込みを促進した結果だと考えられる.

[謝辞] 本研究の一部は, 科研費・若手研究(A)(No. 17H04919)の研究助成により実施されました.

[参考文献] [1] Sau and Cohen, PRB **75**, 045208 (2007). [2] M. Kurosawa *et al.*, APL **101**, 091905 (2012). [3] Z. Liu *et al.*, Sci. Rep. **6**, 38386 (2016). [4] P. M. Mooney *et al.*, APL **62**, 2069 (1993).

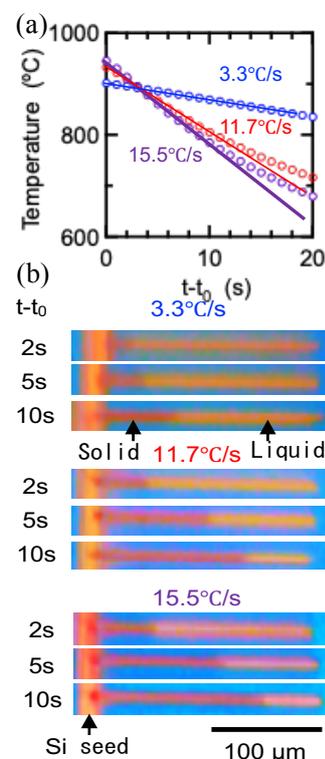


Fig. 1 (a) Temperature falling profile of the samples after solidification and (b) in-situ observation images of the segregation controlled rapid melting growth.

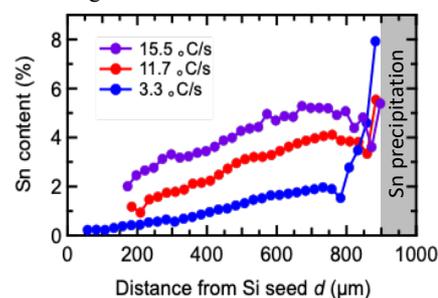


Fig. 2 Estimated Sn contents as a function of the distance from the Si seed.