

**Al 誘起層交換成長の物理 ～Si の面方位制御を目指して～**

**Physics of Al-induced crystallization -- Aiming for an orientation control of silicon --**

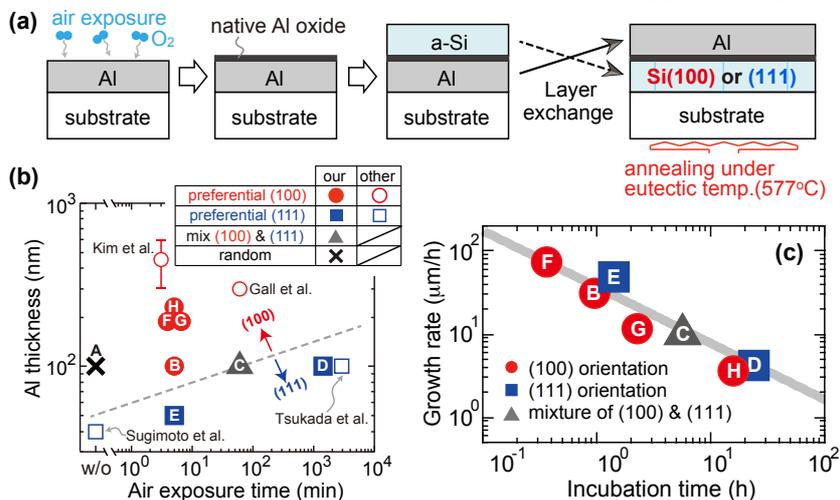
<sup>1</sup> 九大院シス情, <sup>2</sup> 学振特別研究員(PD) ○黒澤 昌志<sup>1,2,a)</sup>, 佐道 泰造<sup>1</sup>, 宮尾 正信<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> Kyushu University, <sup>2</sup> JSPS Research Fellow (PD) ○M. Kurosawa<sup>1,2,a)</sup>, T. Sadoh<sup>1</sup>, and M. Miyao<sup>1</sup>  
 a) Email: kurosawa@alice.xtal.nagoya-u.ac.jp (現在所属: 名大院工)

[はじめに] 近年, IV 族元素 (Si, Ge) 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の研究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, 面方位の整理した Ge 多結晶薄膜をプラスチック上に形成することも可能となった[5,6]. 390°C 耐熱のバイオプラスチック[7]が日本で開発されるなど, 周辺分野も日々進化している. そのため, 低温結晶化の単なる追求だけではなく, 意のままに Si や Ge の面方位を“制御(control)”するにはどうしたら良いのか? という疑問に真摯に答えるべく, 層交換成長の物理を深く掘り下げる研究も重要となってきた. これまで, 面方位を(100)又は(111)に“調整(tuning)”できるとの報告例が多数存在するが, 系統的な解釈は確立していない. 本講演では, 結晶成長温度が高く, その低温化がもっとも希求されている Si の Al 誘起層交換成長 (Si-AIC) に的を絞り, 面方位制御のポイントを明らかにしていく.

[実験方法] 本結晶成長法のプロセスフローを Fig. 1(a)に示す. DC スパッタリング法を用いて石英基板上に Al 膜 (50-200 nm 厚) を堆積し, Al 膜表面に自然酸化膜を形成するため大気に暴露した (時間: 5 min-24 h). その後, 試料を分子線堆積装置へ投入し非晶質 Si 膜 (50-200 nm 厚) を堆積した. 最後に, 窒素雰囲気又は真空中で熱処理 (450-500°C) を施し, AIC 成長を誘起した.

[実験結果] AIC 成長後の Si の優先面方位を電子後方散乱回折 (EBSD) 測定により評価し, 大気暴露時間と Al 膜厚の関数として纏めた (Fig. 1(b)). 図中点線を境に, 優先面方位が(100)と(111)に二分される. この傾向は他グループの報告も含め一致する. 具体的には, 大気暴露時間が長時間化 (試料 B→試料 D) すると (即ち拡散バリアが厚膜化すると), 面方位が(100)から(111)に変化する. 一方, Al の薄膜化 (試料 B→試料 E) でも, 面方位を(100)から(111)に変えられる. これら 2 つが Si の面方位を決定づけるキーファクターであることは自明である. また, 供給十分状態での Si の成長速度は強い面方位依存を持つため[8], AIC 成長速度が面方位に与える影響も調査した (Fig. 1(c)). Si 核発生時間とその成長速度の関係は, 優先面方位によらずユニークに一つのライン上に集まった. つまり, AIC 成長が拡散律速状態であること, 優先面方位が核発生時点ですでに決定されていることを意味する. これらの実験結果を踏まえ, 当日の講演では面方位制御に向けた系統的解釈について議論を行う.

[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); APL **104**, 022106 (2014). [6] J.-H. Park *et al.*, APL **103**, 082102 (2013); JJAP **53**, 020302 (2014). [7] P. Suvannasara *et al.*, Macromolecules **47**, 1586 (2014). [8] L. Csepregi *et al.*, JAP **49**, 3906 (1978).



**Fig. 1** (a) Schematic illustration of Al-induced crystallization of Si. (b) Crystal orientation maps depending on various AIC conditions (samples A-H). (c) Growth rate vs incubation time for samples B-H. The symbols of circle, square, triangle indicates difference in preferential crystal orientation of the AIC-Si grains. Regardless of the preferential orientation, all the data can be fitted by a universal curve (grey line) in (c), indicating that AIC is diffusion-limited reaction.