

## 4H-SiC 溶液成長における溶媒添加剤によるマクロステップ挙動の変化

## Difference of macrostep flow behavior in 4H-SiC solution growth with various additives

産総研<sup>1</sup>, ○三谷武志<sup>1</sup>, 江藤数馬<sup>1</sup>, 加藤智久<sup>1</sup>AIST<sup>1</sup>, Takeshi MITANI<sup>1</sup>, Kazuma ETO<sup>1</sup>, Tomohisa KATO<sup>1</sup>

E-mail: t-mitani@aist.go.jp

微傾斜 Si 面の SiC 溶液成長において、成長面のマクロステップと貫通らせん転位(TSD)との相互作用により、TSD が基底面内のフランク型積層欠陥に変換される[1]ことが報告され、高品質結晶育成への技術展開が検討されている。当初 TSD 変換は Si 面でのみ起こり、C 面では起こらない[2]ことが報告されていたが、Si-5at.%Ti 溶媒を用いることでバンチングが促進され、10%程度の低い変換率であるものの C 面でも TSD 変換が可能になる[3]ことが見出された。我々は 4° オフ C 面で 80%を上回る TSD 変換を実証し、昇華法を組み合わせ高品質バルク結晶を得る“ハイブリッド成長”[4]について報告してきた。しかし TSD 変換メカニズムは未だ完全な理解には至っておらず、技術面でも、表面荒れに起因した新たなマクロ欠陥の発生がしばしば問題となる。この TSD 変換の活用のためにはマクロステップ形成過程を理解し、学理・技術の両面からプロセス最適化を進めることが不可欠である。そこで本研究ではバンチングの度合いを変化させ得る Ti と Al[5]を用いた Si 系溶媒を用い、TSD 変換層形成時のマクロステップ挙動を詳細に調べたので報告する。

溶液成長の溶媒には Si, Si-5at.%Ti, Si-5at.%Al を用い、[11-20]方向に 4°, 8° 及び 15° オフした(000-1)面上に 1920°C で 2 時間の成長を行った。Fig.1(a)に各溶媒で形成した TSD 変換層の(1-100)断面透過顕微鏡写真を示す。図中の濃淡ストライプはマクロステップ/テラスの窒素取込量の違いに起因しており、マクロステップの移動履歴を表している。このストライプからマクロステップ移動方向を(000-1)面からの角度  $\theta$  として求め、Fig.1(b)に  $\theta$  の平均値をシードのオフ角でプロットした。Si 溶媒と比較して、Si-Al 溶媒では  $\theta$  が大きく、反対に Si-Ti 溶媒では  $\theta$  が小さくなっていることが分かる。Si-Ti 溶媒ではマクロステップ形成が促進されることから、直感的には  $\theta$  が大きくステップフロー方向へのマクロステップ前進速度が低下することが想像されたが、実際には Si やステップバンチングが抑制的に変化する Si-Al 溶媒[5]よりもマクロステップ前進速度が大きくなっていることが分かった。大きいマクロステップ前進速度のため成長中に多くの TSD を掃引することも、Si-Ti 溶媒における TSD 変換率向上に寄与していると考えられる。当日はマクロステップ前進速度と、各溶媒を用いた際の界面自由エネルギー変化との関係についても議論したい。

[1] Ujihara et al., Mater. Sci. Forum, **717-720**, 351 (2012). [2] Yamamoto et al., APEX **5**, 115501 (2012). [3] Xiao et al., Cryst. Growth Des. **16**, 6436 (2016). [4] Komatsu et al., Mater. Sci. Forum, **963**, 71 (2019). [5] 三谷等, 日本結晶成長学会誌, **45**, 45-2-02 (2018).

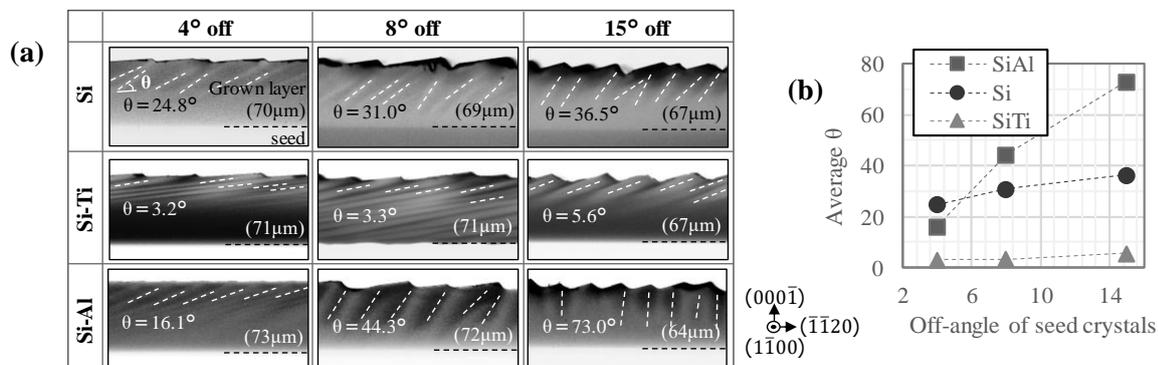


Fig. 1 (a) Transmission optical micrographs of the TSD conversion layers grown with Si, Si-5at.%Ti, Si-5at.%Al solvents on 4°, 8° and 15° off seeds. (b) Average  $\theta$  plotted as a function of the off-angle of seeds.