

Cr-Si 溶媒を用いた SiC の溶液成長挙動に及ぼす炭素過飽和度の影響

Effect of degree of supersaturation of carbon on solution growth of 4H-SiC using Cr-Si solvent

東北大多元研¹, 東大生研² ○永松 洋一郎¹, 川西 咲子¹, 柴田 浩幸¹, 吉川 健²

Tohoku Univ.¹, The Univ. Tokyo², ○Yoichiro Nagamatsu, Sakiko Kawanishi¹, Hiroyuki Shibata¹,

Takeshi Yoshikawa², E-mail: s-kawa@tohoku.ac.jp

【緒言】溶液成長法は成長界面が熱平衡状態に近い場合、4H-SiC の高品質結晶の育成法として研究されている。特に、Si-40mol%Cr 溶媒による成長では 2273 K で最高 2000 $\mu\text{m}/\text{h}$ の高速成長が報告されている[1]。著者らは、溶融 Cr 中の C 溶解度が高いことに着目し、高過飽和度 ($\Delta C_c (= C_{c\text{source}} - C_{c\text{seed}})$) と低過飽和度 ($\Delta C_c / C_{c\text{seed}}$) を持つ高 Cr 濃度の溶媒を用いた低温高速成長を試みている[2,3]。本研究では $\Delta C_c / C_{c\text{seed}}$ が異なる三種の Cr-Si 合金を溶媒に用いた溶液成長を実施し、 $\Delta C_c / C_{c\text{seed}}$ が結晶成長挙動に及ぼす影響を調査した。

【実験方法】高周波誘導加熱炉を用いて TSSG 法による結晶育成を Ar 雰囲気下で行った。黒鉛坩堝中で Cr-27.5, 45, もしくは 60mol %Si 合金溶媒を溶融保持し黒鉛の溶解を促した後、上部より種結晶基板(on-axis 4H-SiC(000-1), $\Phi 10\text{ mm}$)を接触させた。溶液温度 1973 K にて温度差 ΔT を 20 K または 40 K とし、1 時間の溶液成長を実施した。得られた成長層の断面組織より成長速度を評価するとともに、ラマン分光測定により結晶多形を判別した。

【結果】Fig. 1 に ΔC_c と成長速度の関係を報告値[2,4]とともに示す。一連の実験にて報告値と同様に ΔC_c と成長速度に比例関係が確認され、境界での物質輸送が律速段階であることが確かめられた。Cr-27.5 mol%Si および Cr-45 mol%Si 溶媒を用いた $\Delta T=40\text{ K}$ での成長により、1 mm/h 以上の高速成長が得られた。

Fig. 2 に $\Delta T=20\text{ K}$ にて作製した各試料断面のラマンマッピング結果および成長時の $\Delta C_c / C_{c\text{seed}}$ を示す。最小の $\Delta C_c / C_{c\text{seed}}$ を有する Cr-27.5 mol%Si 溶媒で作製した結晶では全面にて 4H-SiC が得られた。一方、他の 2 つの試料では成長初期は 4H-SiC であったが、成長途中で 3C-SiC が発生し、全面を覆った。 $\Delta T=40\text{ K}$ では Cr-27.5 mol%Si 溶媒でも成長表面の一部に 3C-SiC の発生が認められたが、同様の傾向が認められた。Cr-27.5 mol%Si 溶媒で作製した結晶は、その他の試料と比べ、 $\Delta C_c / C_{c\text{seed}}$ が 4-10 倍程小さいため、成長界面での核生成を抑制できたと考えられる。

以上の結果から、高速成長下で結晶多形制御を行う上で $\Delta C_c / C_{c\text{seed}}$ の低減は重要であることがわかり、高 Cr 濃度溶媒の有用性を示した。

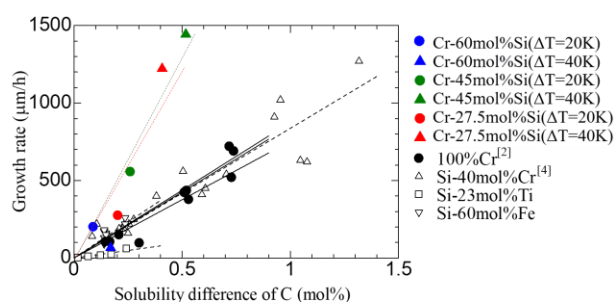


Fig. 1 Relation between growth rate and ΔC_c .

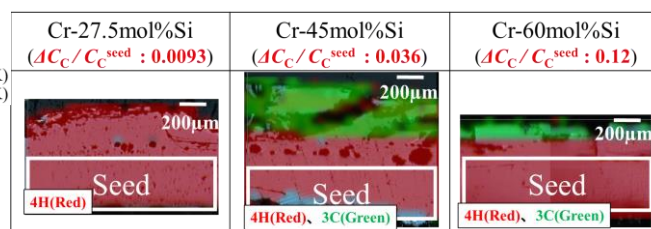


Fig. 2 Polytype mapping of cross section of crystals grown at 1973 K with $\Delta T = 20\text{ K}$.

参考文献

- [1] Kado et al., Mat. Sci. Forum, 740-742 (2013), 73.
- [2] Miyasaka et al., J. Cryst. Growth, 460 (2017), 23.
- [3] Nagamatsu et al. Abstract book of ICSCRM2017, 2758500.
- [4] Narumi et al., J. Cryst. Growth 408 (2014) 25.