

溶媒インクルージョンフリー溶液法 4H-SiC を用いた超高品質結晶成長

Solution growth of ultra-high quality 4H-SiC using solvent inclusion free seed crystal

東北大学 大学院 環境科学研究科¹, 新日鐵住金(株)² ○(M2) 川口 浩太郎¹, 関 和明², 楠 一彦^{1,2}

Tohoku Univ. Graduate School of Environmental Studies¹, Nippon Steel & Sumitomo Metal Corporation²

○Kotaro Kawaguchi¹, Kazuaki Seki², Kazuhiko Kusunoki^{1,2}

E-mail: koutarou.kawaguchi.t1@dc.tohoku.ac.jp

【背景】溶液法 4H-SiC 結晶の実用化を阻害する最大の技術課題である溶媒インクルージョンは、結晶成長中において結晶表面が荒れることによって発生する。そこで、成長表面モフォロジー安定化のために成長面にオンアクシス C 面((000 $\bar{1}$)面)が広く用いられている。最近、我々の研究グループは、同手法をベースに溶媒インクルージョンを含まないバルク結晶成長に成功しており、得られた結晶はデバイスキラー欠陥である基底面転位を全く含まない高品質結晶であった[1]。本研究では、基底面転位を含まない溶液法結晶から作製した種結晶(1 $\bar{1}$ 00)面への結晶成長を試みた。成長方向が貫通転位の伝播方向に対して垂直となるため、成長結晶は貫通らせん転位および刃状転位の低減が期待できる。

【実験方法と結果】溶液成長は TSSG(Top-Seeded Solution Growth)法で行った。溶媒は Si-Ti 融液(Si:Ti=77:23 at%)を用いた。種結晶は(1 $\bar{1}$ 00)オン基板(5 x 5 x t3 mm)を用いた。この種結晶は基底面転位と溶媒インクルージョンを含まない溶液法 4H-SiC バルク単結晶から切り出して作製した(Fig.1)。成長温度は 2100℃、成長時間は 15hr とした。結晶多形の同定は、ラマン分光法で行った。転位評価は、熔融 KOH エッチングおよび実験室反射 X 線トポグラフィー観察を行った。

ラマン分光法から成長結晶の結晶多形は 4H-SiC であった。Fig.2 に転位評価のために熔融 KOH エッチングを実施した後の断面((0001)面)のノマルスキー像を示す。種結晶中には貫通転位を示すエッチピットが多く見られたが、成長結晶中には見られなかった。実験室反射 X 線トポ観察を行ったところ、成長結晶には基底面転位、積層欠陥も観察視野内には見られなかった。昇華法で最も高品質結晶が得られる RAF 法では、a 面成長を 3~7 回繰り返し貫通転位を低減させた後、C 面成長を行うことで基底面内の欠陥の低減を行うが[2]、溶液法では(000 $\bar{1}$)面成長と(1 $\bar{1}$ 00)面成長を 1 度ずつ行うだけで、RAF 法結晶の品質を凌駕する結晶が得られる可能性が示された。

[1] K. Kusunoki, et al., Mater. Sci. Forum 924 (2018) pp.31-34. [2] 恩田正一, DENSO TECHNICAL REVIEW, 22 (2017) pp.41-50

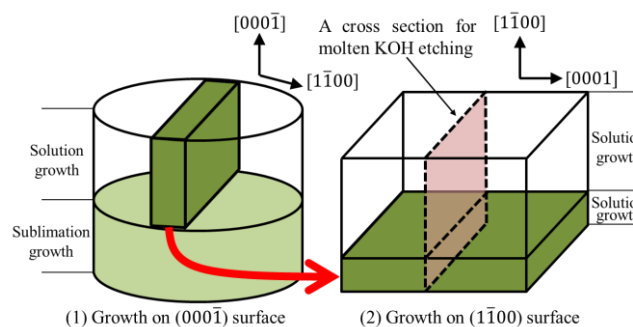


Fig.1 Schematic representation of crystal growth.

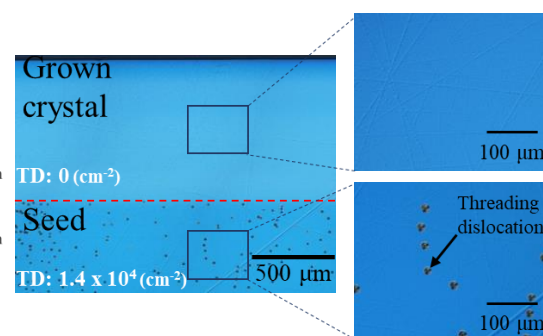


Fig.2 A cross-sectional Nomarski image of SiC crystal grown on (1 $\bar{1}$ 00) surface after molten KOH etching.