

SiC 溶液成長における貫通らせん転位変換の弾性エネルギーによる考察

Consideration of dislocation conversion during SiC solution growth based on elastic energy

名大院工, °原田 俊太, 肖 世玉, 原 奈都美, 勝野 弘康, 田川 美穂, 宇治原 徹

Nagoya Univ., °Shunta Harada, Shiyu Xiao, Natsumi Hara, Hiroyasu Katsuno, Miho Tagawa

and Toru Ujihara

E-mail: harada@numse.nagoya-u.ac.jp

SiC 溶液成長は、高品質結晶成長法として期待されている。SiC 溶液成長では、貫通らせん転位 (TSD) が、基底面の欠陥に変換することが明らかとなっており、この現象を利用して、転位密度の大幅な低減が実現されている[1, 2]。しかし、TSD 変換の詳細なメカニズムは明らかになっていない。本研究では、成長界面の形状や転位の微細構造の観察結果に基づき、転位の弾性エネルギーを見積り、TSD 変換メカニズムを解明することを目的とした。

TSD 変換の生じた SiC 結晶の成長表面は、ステップバンチングによって形成したステップ面と、(0001)に平行なテラスからなっていた (Fig. 1)。ステップフロー成長では、(0001) は成長せず、ステップ面が成長面となり横方向に成長する。この場合、ステップ面が転位のバーガースベクトルと比べて十分広ければ、転位はステップ面からの相互作用のみを受けると考えられる。

成長面近傍の転位は、成長によって新たに形成する転位の全弾性エネルギーが最小となる方向に伝播する[3]。バーガースベクトルが $\mathbf{c}$ である 4H-SiC 中の転位の弾性エネルギーの方位依存性を、転位線と [0001] のなす角 θ を横軸としてプロットしたものを Fig. 2 に示す。弾性エネルギーは $\theta = 0^\circ$ において最小、 $\theta = 90^\circ$ において最大であることから、TSD が安定であり、基底面 ($\theta = 90^\circ$) では不安定であることが予想される。この場合、基底面を伝播するためには、成長面が (0001) と直角であることが必要となる。しかし、実際の結晶中では、基底面の欠陥は 4 つの部分転位に分解しており、それにより弾性エネルギーを低下させている。これまでに観察されている部分転位間の距離から、弾性エネルギーの低下を見積もったところ、部分転位分解によって約 30% もエネルギーが低下し、基底面の欠陥は TSD と同程度に安定となることが明らかとなった。また、部分転位分解による弾性エネルギーの低下を考慮に入れると、成長面が (0001) と直角でなくても、基底面を伝播した方がエネルギー的に安定となることも明らかとなった。以上の様に、部分転位分解による弾性エネルギーの低下が、SiC 溶液成長における TSD 変換に大きく寄与していることが示唆された。

【参考文献】

- [1] Y. Yamamoto *et al.*, APEX 5 (2012) 115501.
- [2] S. Harada *et al.*, MSF 740-742 (2013) 189.
- [3] H. Klapper, Mater. Chem. Phys. 66 (2000) 101.

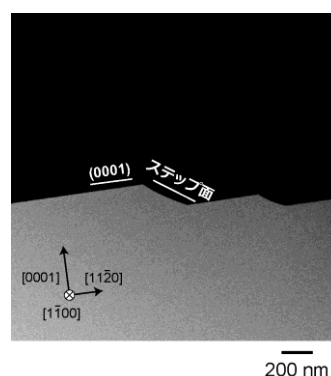


Fig. 1: 4° オフ 4H-SiC に溶液成長した結晶表面の断面 STEM 像。

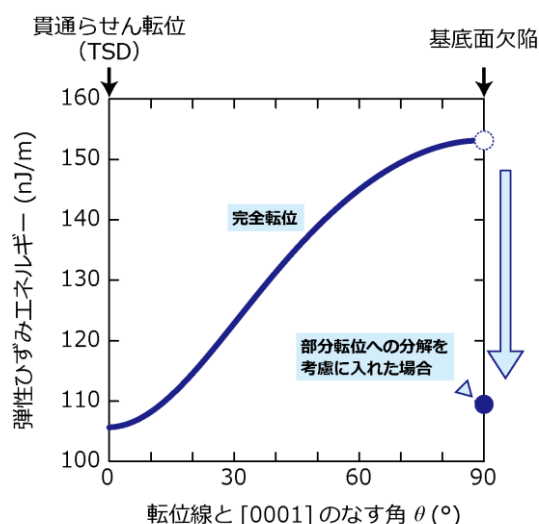


Fig. 2: 弾性ひずみエネルギーの方位依存性。