

SiC 溶液成長時のスパイラル成長とステップの競合過程のその場観察

In-situ observation of competition between spiral growth and advancing step during solution growth of SiC

○川西咲子^{1,*}、吉川 健¹ (1. 東大生研、*現東北大多元研)

○Sakiko Kawanishi, Takeshi Yoshikawa (The Univ. of Tokyo), E-mail: s-kawa@tagen.tohoku.ac.jp

【緒言】溶液成長により低転位の SiC 単結晶を育成する上では、成長界面における成長モードを制御することが重要である。そこで本研究では著者らが確立した SiC の溶液成長界面のその場観察法[1]を利用し、スパイラル成長と、他のドメインから進行するステップの競合過程を調査した。

【実験方法】上部に石英観察窓を有する抵抗加熱炉の温度勾配位置にて、溶解原料の多結晶 SiC 基板と種結晶基板(on 4H-SiC (0001) Si 面)間に Fe-36mol%Si 合金をヘリウム雰囲気中で熔融保持した。メルトバックの後に温度差法による溶液成長を 1673K にて促し、SiC の成長界面を光学顕微鏡を用いて観察した。明視野像および干渉像を同時に取得し、成長モフォロジーならびにステップの高さを調査した。

【結果と考察】Fig. 1 に成長界面の明視野像の一例を示す。メルトバックの後に、種結晶中のらせん転位を起点に 10nm/s 程度の成長速度でスパイラル成長することが確認された。またスパイラル中心の遠方では、バンチングを形成・分解しながらステップが前進する様子が観察された。

成長の進行に伴い、スパイラル成長と、他のドメインから前進したバンチングステップが競合する過程が捉えられた。前進するバンチングステップの高さを計測し、スパイラル中心からの距離との関係を調査した結果を Fig. 2 に示す。ステップ上段のテラス面にらせん転位が存在しない場

合、スパイラル中心に近づくのに伴いステップ高さは減少した。これは、ステップ上段のテラス面の高さは変動しないのに対し、ステップ下段のテラス面ではスパイラルヒロックよりステップが定常的に供給され、成長界面の高さが上昇し続けるためである。また、高さ変動に伴い、ステップは加速しながら前進した。高さ 50nm 程度のステップが 50 μ m 以上遠方からスパイラル中心に向け進行する場合、中心に到達する前にバンチングステップが消失することがわかった。一方、スパイラル中心から 50 μ m 以内の距離にて 100nm 程度のステップ高さを維持していた場合、ステップはスパイラル中心を通過した。そのうち、高さ 200nm 以下のステップがスパイラル中心を通過した場合には、その後もスパイラル成長が継続する様子が観察された。一方、高さ 300nm を超えるステップがスパイラル中心を通過した際には、スパイラル成長が停止し、スパイラル中心の貫通転位が成長界面に伝播しなかったことが示唆された。よって、スパイラル中心を通過する際のステップの高さが成長モードの決定に大きく寄与することが明らかになり、その場観察により定量化できる可能性が示された。

【謝辞】本研究の遂行にあたり有益なご助言をいただきました早稲田大学 亀井一人氏、新日鐵住金(株) 楠一彦氏ならびにトヨタ自動車(株) 佐藤和明氏、大黒寛典氏に謝意を表します。

参考文献[1] Kawanishi et al.: J. Appl. Phys., 114 (2013), 214313.

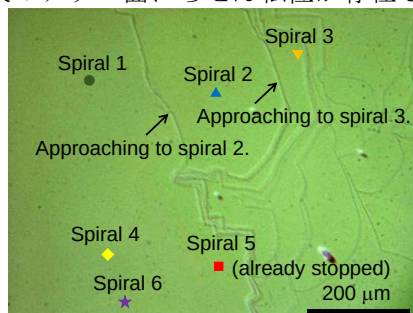


Fig. 1 Bright field image of the SiC/solution interface during competition between spiral growth and step-flow growth of 4H-SiC at 1673 K. Spiral centers are marked with symbols.

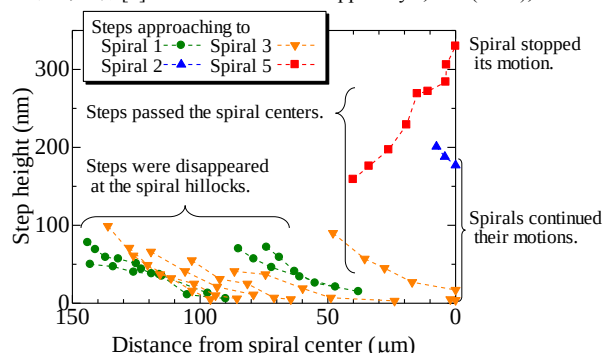


Fig. 2 Change in the height of bunched steps approaching to spiral centers. Spiral numbers corresponds to those marked in Fig. 1. Increase of the height of the step approaching to spiral 5 was caused by another spiral source at the upper stage of the step.