

熱伝導率が異なる複数の断熱材を用いた TSSG 法による SiC 結晶成長時の熱輸送の制御

The control of thermal transport using thermal insulators with different thermal conductivities in the TSSG method for SiC crystals.

阪大院基礎工 〇(M2) 竹原悠人, 岡野泰則

Osaka Univ., 〇Yuto Takehara, Yasunori Okano

E-mail: okano@cheng.es.osaka-u.ac.jp

TSSG 法(Fig. 1(a))は高品質な SiC 結晶の成長法として注目されている。以前演者らは、TSSG 法の溶液表面で、温度勾配によりマランゴニ対流が発達し、結晶成長速度の低下と不均一化が引き起こされることを示した[1]。そのため、均一で高い結晶成長速度を達成するためには、溶液内部の温度分布を制御し、マランゴニ対流を抑制する必要がある。

Horiuchi *et al.* [2] は、随伴変数法により溶液内の温度分布を最適化することで、マランゴニ対流を抑制し、結晶成長速度を改善しうることを提案した。しかし、その最適温度分布を達成するための熱輸送の制御法は未だ確立されていない。そこで、本研究では Fig. 1(b)に示すように、異なる熱伝導率を有する 9 つの断熱材を用いることを提案し、それぞれの熱伝導率をバイズ最適化により最適化することで、均一で高い結晶成長速度を達成する断熱材配置を求めた。

その結果、Fig. 2 に示すように最適な断熱材配置を用いることで、高結晶成長速度を保ったまま、径方向成長速度を均一化しうることを示した。最適な断熱材配置(左)と温度分布(右)を Fig. 3 に示す。最適状態では溶液(Melt)付近に熱伝導率の低い断熱材を配置することで加熱壁(Heating wall)から溶液に伝わる熱を抑制し、溶液から離れた位置に熱伝導率の高い断熱材を配置することで、余分な熱を放出していることが分かる。これにより、溶液内部の温度勾配が減少し、マランゴニ対流が抑制され結晶成長速度が改善されたと考えられる。今後は加熱方法にも着目し、誘導加熱のためのコイルの位置や交流電流の周波数の影響も加味した、より最適な装置構造設計を行う。

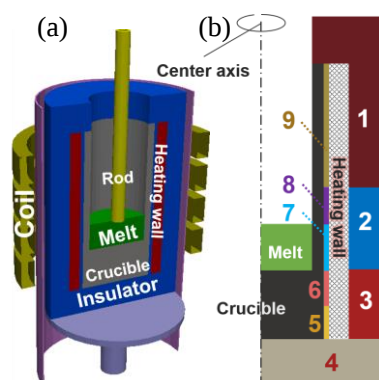


Fig. 1 (a) The schematic cross-sectional view of the TSSG method. (b) The 9 separated insulators.

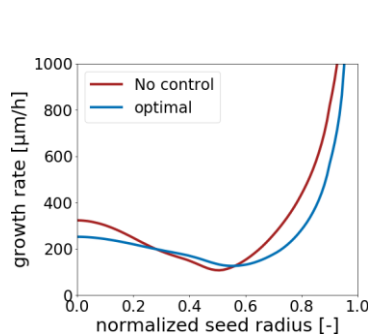


Fig. 2 The crystal growth rates of the optimal and uncontrolled case.

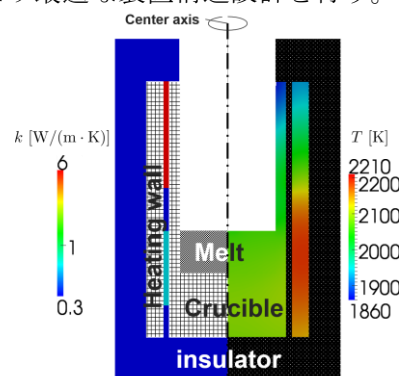


Fig. 3 The thermal conductivities k (Left) and the temperature field (Right) of the optimal case.

[1] T. Yamamoto *et al.*, *J. Cryst. Growth*, **470** (2017), 75-88.

[2] T. Horiuchi *et al.*, *J. Cryst. Growth*, **517** (2019), 59-63.