

200 mm (8 インチ) FZ シリコンの結晶成長過程における 結晶成長界面変形の数値解析

Numerical analysis on crystallization-interface-shape deformation of 200 mm (8 inch)

FZ silicon during crystal growth process

九大院工¹, 九大応力研², [○](M2) 宮田 賢大¹, (P) 韓 学峰², 中野 智², (P) 劉 鑫², 柿本 浩一^{1,2}

Kyushu Univ.¹, RIAM, Kyushu Univ.², [○]Kendai Miyata¹, Xue-Feng Han², Satoshi Nakano², Xin Liu²,

Koichi Kakimoto^{1,2}

E-mail: miyata.kendai@riam.kyushu-u.ac.jp

フローティングゾーン(FZ)法により製造されたシリコンは、高純度であるため、高耐圧パワーデバイスの材料として広く使用されている。しかし、結晶の巨大化に伴い FZ 法を用いた結晶成長中のシリコンの結晶成長界面の変形が大きくなり、この影響により強い熱応力が結晶に生じるといった問題が存在する。そこで本研究では、結晶成長界面の対称性改善のために、ハルバッハ磁場配列を用いた FZ 法の解析結果とハルバッハ磁場配列を用いていない FZ 法の解析結果を比較することで結晶成長界面の非対称性の原因解明に貢献することを目的とする。Han らは、三次元の電磁界モデルと三次元熱伝達モデルを含む FZ 法を用いた三次元グローバルモデルを提案し、電磁力がマランゴニ力よりもシリコン融液の挙動に大きな影響を与えることや非対称電磁界とマランゴニ力が融液の流れを三次元的に不規則にすることを示した[1]。今回 FZ 法を用いた結晶成長中のシリコン融液の挙動や結晶成長界面を調査するために、高周波電磁界 (HF-EM) 場、静磁場、流体の流れ、熱伝達を考慮した三次元数値解析を行った。シミュレーションモデルは、COMSOL 及び OpenFOAM を使用して構築および実行した。Fig. 1 は FZ プロセスの概略図を示している。結晶成長速度は 1.8 mm/min、結晶の回転速度は 5 RPM、原料結晶の回転速度は 20 RPM と設定した。Fig. 2 は結晶成長界面の位置と z 軸方向の融液速度のグラフである。図より、ハルバッハ磁場配列を用いた場合の方が結晶成長界面の非対称性は改善されており、融液中心付近の下降流の影響を受けていることがわかった。

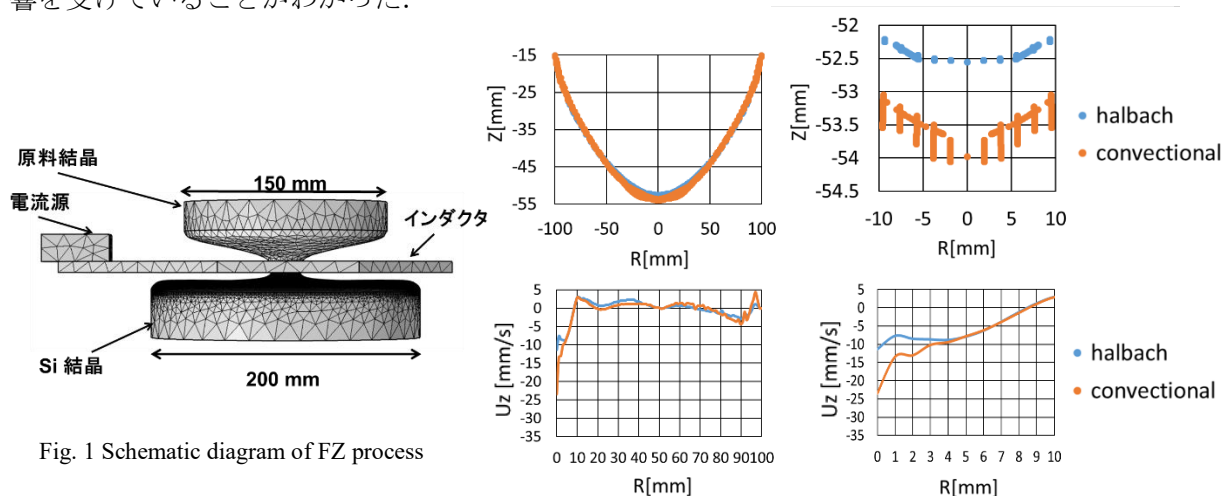


Fig. 1 Schematic diagram of FZ process

Fig. 2 Crystallization interface shapes and axial velocities

Reference

[1] X.F. Han, X. Liu, S. Nakano, H. Harada, Y. Miyamura, K. Kakimoto, Journal of Crystal Growth, (2019) 125403.