

## Si バルク多結晶の結晶組織制御に向けた炉内温度分布計算

## Calculation of a temperature distribution in a furnace for controlling multicrystalline structure in bulk multicrystalline Si

名古屋大工 °平松 巧也, 高橋 勲, 松島 悟, 宇佐美 徳隆

Nagoya Univ. °Takuya Hiramatsu, Isao Takahashi, Satoru Matushima, Noritaka Usami

E-mail: hiramatsu.takuya@c.mbox.nagoya-u.ac.jp

本研究では、浮遊キャスト成長法による多結晶組織の制御に必要な、融液の温度分布計算を行った。その結果、断熱材の設置やそのサイズの最適化といった簡便な方法で Si 融液中に所望の温度勾配を生じさせ、デンドライトを利用した多結晶組織制御が可能であることを示唆した。

転位は、多結晶 Si 太陽電池の効率低下の主要因であり、その密度の低下が必要である。我々はこれまでに、隣接するデンドライト間の接触角が小さいほど転位密度が減少することを示した[1]。また、その実現のために、浮遊キャスト成長法という独自の結晶成長法を提案している[2]。浮遊キャスト成長法を用いると成長の初期段階で融液表面をデンドライトで覆うことが可能であるため、デンドライトによる多結晶組織制御が行いやすいという利点がある。浮遊キャスト成長法を用いて多結晶組織制御を行うためには、角型のルツボにおいて、ある一辺のみで核形成を起こし、デンドライトを一方向に成長させる必要がある。このような成長の実現に向けては、融液表面には一方向の温度勾配があり、融液内部では中心部が低温となる複雑な温度分布が求められる。本研究では、上記の温度分布を実現させるため、熱輸送計算を用い、炉内部材の熱物性が温度分布に与える影響を定量的に調査した。

温度分布の計算にはチャムジャパン社の熱流体解析ソフト **Phoenix** を用いた。非対称の温度分布とするためルツボの片側に断熱材を設置し、その幅を変化させ温度分布への影響を調べた。境界条件には 3 ゾーンあるヒーターの設定温度をそれぞれ 1400, 1450, 1480°C に、また、チャンバーの温度を 25°C に設定し、ヒーターからチャンバーに向かう熱の拡散と輻射を計算した。

図 1 に計算結果の一例を示す。ルツボの片側にのみ断熱材を設置することで融液中に非対称な温度勾配を実現できることがわかる。図 2 に、断熱材幅を 10~30mm に変えた際の融液表面から底部への距離と左右のルツボ壁面の温度差を示す。断熱材の幅が広いほど左右の融液温度の差が増加し、片面からの核形成がより起こりやすくなると考えられる。以上により、非対称な温度勾配により目的の位置で優先的に核形成を起こす簡便な手法に対する指針が得られたといえる。

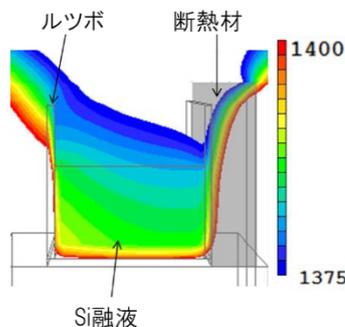


図 1. 断熱材幅 30mm における Si 融液の温度分布

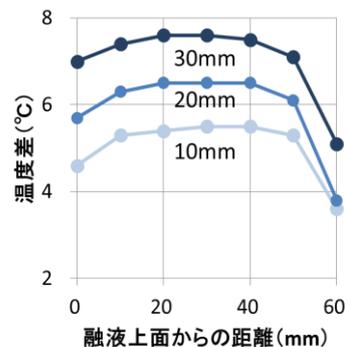


図 2. 断熱材幅と融液中の温度差

[1] I.Takahashi *et. al.*, Proceedings for 7<sup>th</sup> International Workshop on Crystalline Silicon Solar cells. [2] N. Usami *et. al.*, J. Appl. Phys. **109**, 083527 (2011).