

CZ-Si 結晶成長における成長速度と界面形状の数値解析

Numerical analysis of growth rate and interface shape in CZ-Si crystal growth

エム・セテック (株)¹, 信州大学²○西原雄太¹, 刈谷宣政¹, 沓掛穂高², 太子敏則², 干川圭吾²M.SETEK CO.,LTD.¹, Sinshu Univ.²°Y. Saibara¹, N.Kariya¹, H.Kutsukake², T.Taishi², K.Hoshikawa²

E-mail: yuta.saibara@msetek.com

【緒言】太陽電池用 Si 単結晶においては、近年ますます低価格化および高品質化の要求が強まっており、製造コスト削減と品質向上の両立が必要不可欠となってきた。CZ-Si 結晶成長において、成長速度の増大は単結晶の生産性向上に直接関係し、基板の低価格化に繋がることから、結晶製造の重要な要素である。今回 STR 社製 CG-Sim^[1]ソフトを用いて、界面形状を数値計算することにより、形状を予測することを試みた。本報告では、成長速度を変化させた時の界面凸度が、計算と一致するか検討した。

【実験方法】解析モデルの構築は、抵抗加熱式結晶育成炉構造に基づいた 2 次元軸対象モデルおよび実際の育成条件をもとに単結晶育成モデルを構築した。同モデルより成長速度を通常設定から 1/2 に可変させた場合の界面凸度を実験結果と計算結果から解析精度を考察する。さらに成長速度を現実的に困難とされる条件として通常設定の 1.5 倍、2 倍、3 倍にした場合における界面凸度の計算を行い、限界成長速度を考察する。

【結果と考察】成長速度を通常設定および通常設定の 1/2 にした場合の界面凸度の外観写真と解析結果を Fig.1 に示す。両凸度は、計算値と実験値は良く一致している。この結果から、同解析モデルを用いて、高い精度で界面凸度の予測することが可能であることが確認できた。次に、同モデルを用いて種々の成長速度に対応した界面凸度の計算を行うことができた(Fig.2)。成長速度の増大に伴い、界面凸度は大きくなり、成長速度としての限界域が存在すると考えられ、限界値としては、メニスカスの高さ、および表面張力の関係性から直径制御の安定性が維持できなくなることが予測される。詳細については、当日の発表にて示す。

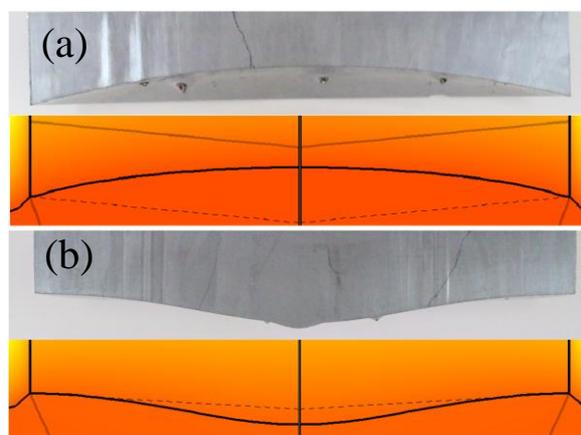


Fig.1 Photographs (upper) and numerical results (lower) of growth interface shapes of crystals grown at (a) normal rate and (b) a half of the normal rate.

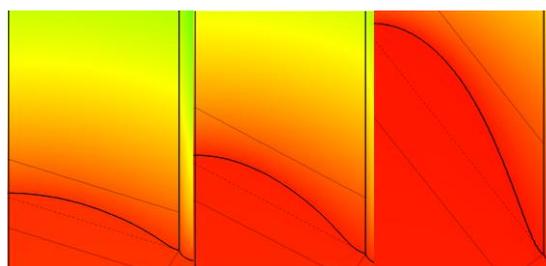


Fig.2 Numerical results of growth interface shapes at growth rate of x 1.5 (left), x 2 (center) and x 3 (right) from the normal rate.

[1] CGSim Software, <<http://www.semitech.us>>