

太陽電池用多結晶 Si 育成時における 3 次元転位密度・残留応力解析の評価

Evaluation of three dimensional analysis of dislocation density and residual stress in multicrystalline silicon for solar cells

○中野 智¹、高 冰¹、Karolin Jiptner²、原田 博文²、宮村 佳児²、関口 隆史²、福澤 理行³、
柿本 浩一¹ (1. 九大応力研、2. 物質・材料研究機構、3. 京都工繊大)

○Satoshi Nakano¹, Bing Gao¹, Karolin Jiptner², Hirofumi Harada², Yoshiji Miyamura²,
Takashi Sekiguchi², Masayuki Fukuzawa³, Koichi Kakimoto¹
(1.RIAM, Kyushu Univ., 2.NIMS, 3.Kyoto Inst. Tech.)

E-mail: snaka@riam.kyushu-u.ac.jp

太陽電池用多結晶 Si において、転位は変換効率を低下させる大きな要因となっている[1]。また、残留応力は結晶育成中や切断時の破碎の原因である。このため、太陽電池の品質を向上させるためには、転位密度および残留応力の制御が必要である。しかし、結晶成長中に転位密度がどのように増加しているかを観測することは不可能であるため、数値計算を用いて転位の増加メカニズムを明らかにすることは重要である。本研究では、転位密度の 3 次元解析を行い、残留応力を含めた実験結果と比較することで、数値解析の妥当性について評価した。

結晶育成炉全体をモデル化し、炉内各構造物の熱伝導、熱輻射と融液対流を考慮した非定常総合熱解析を行った。計算によって得られた結晶の温度分布を用いて応力分布を求め、当研究室で開発した 3 次元 Haasen - Alexander - Sumino (HAS) モデル[2]の計算コードを用いて、転位密度解析を行った。Fig. 1 は、それぞれ数値計算と実験結果の Si インゴット中心軸上における、インゴット底面から上面までの転位密度分布を示している。図より、計算結果と実験結果が定量的にほぼ同じであることがわかる。また、結晶上面と底面領域において、転位密度が増加していることがわかる。これは、結晶上面と底面での熱輻射・熱伝導による熱流束が大きいためだと考えられる。

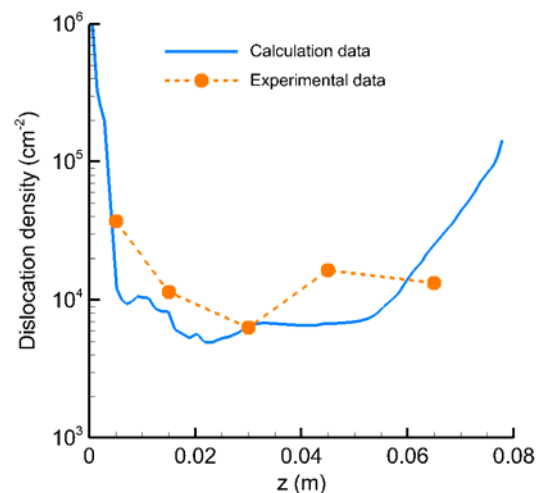


Fig. 1 Si インゴット中心軸上におけるインゴット底面から上面までの転位密度分布

References:

- [1] K. Arafune, T. Sasaki, F. Wakabayashi, Y. Terada, Y. Ohshita, M. Yamaguchi, Physica B 376-377 (2006) 236.
- [2] B. Gao, S. Nakano, H. Harada, Y. Miyamura, K. Kakimoto, Cryst. Growth Des 13 (2013) 2661.