

鑄造シリコン成長中の Si/Si₃N₄ 界面における濡れと浸潤現象

Wetting and infiltration of Si on Si₃N₄ releasing coating in the growth of cast silicon

明治大¹、物材機構²、豊田工大³、九州大⁴ ○李 建永^{1,2}, Karolin Jiptner², Ronit Roneel

Prakash², 陳 君², 関口 隆史², 原田 博文², 宮村 佳児²,

大下 祥雄³, 柿本浩一⁴, 小椋 厚志¹

Meiji Univ.¹, NIMS², Toyota Tech. Inst.³, Kyushu Univ.⁴

○Jianyong Li^{1,2}, Karolin Jiptner², Ronit Roneel Prakash², Jun Chen², Takashi Sekiguchi², Hirofumi

Harada², Yoshiji Miyamura², Yoshio Ohshita³, Koichi Kakimoto⁴, Atsushi Ogura¹

E-mail: LI.Jianyong@nims.go.jp

はじめに：太陽電池用多結晶シリコンは主に鑄造法により製造されている。鑄造プロセスにおいては、熔融状態のシリコンと坩堝との間の化学反応や坩堝からの不純物汚染などを防ぐために、また、成長したシリコンインゴットを坩堝から附着なく分離させるためにも、鑄造用石英坩堝の内壁に離型剤を塗布することが必須である。熔融シリコンとは無反応かつ高い接触角を有する理想的な離型剤はまだ見付かっていない。現在最も応用されている離型剤 Si₃N₄ は、熔融シリコンとの接触角が 42° しかないまた、溶解酸素と反応して熔融シリコン中に溶けてしまうなどの問題がある。本研究では、より良い離型剤の塗布や育成条件を提案することを目的として、各条件で育成した Si インゴットと坩堝との間に存在する離型剤に注目し、組成の測定、形態の観察を行うことで、育成中の Si/Si₃N₄ 界面の濡れと浸潤現象を分析した。

実験：直径 100mm、高さ 85mm の Si インゴットを育成した。インゴット育成は、温度、生長速度、雰囲気、離型剤の塗布方法などの条件を変化させて行った。育成後、生長方向に沿って各位置の離型剤とインゴットの外側の付着物を採集した。そして、走査式電子顕微鏡 (SEM) による形態観察、カソードルミネッセンスによる発光特性測定、また、エネルギー分散型 X 線分析 (EDX) を行った。

結果：一例として図 1 左の育成条件で作った Si インゴットを図 1 右に示す。インゴットの写真から中下部 (A、B) には光沢ある Si 結晶が綺麗に坩堝から分離できたが、中上部には白い Si₃N₄ 離型剤の粉が付着している領域 (C、E、F) と付着していない領域 (D) もあった。坩堝の内壁から採集した粉を CL 発光と EDX 分析したところ

熔融シリコンの液面付近で離型剤組成が Si₃N₄ からずれていることが分かった。また、各領域は異なる育成段階 (図 1 左) で固化しているから、各領域において、Si/Si₃N₄ 界面に起こった濡れ、浸潤、そして化学反応を検討した。

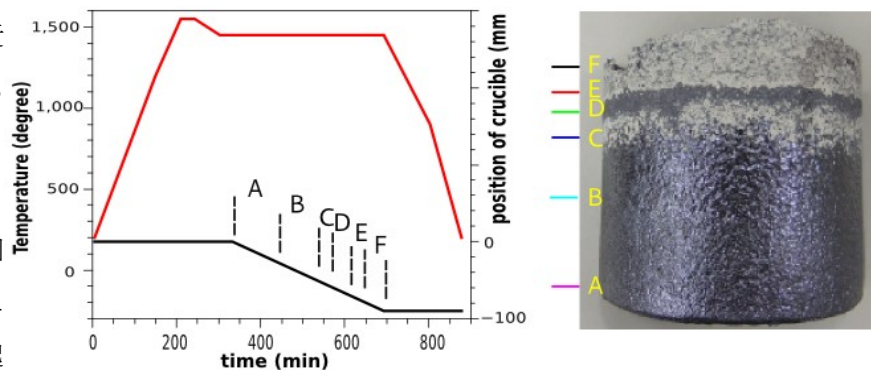


図 1 左：Si インゴットの育成条件（赤：温度、黒：坩堝位置）。
右：育成した Si インゴットの側面写真。