

機能性粒界を利用した 70 kg モノライク Si インゴットの成長

Growth of 70kg mono-like Si ingot utilizing functional grain boundaries

東北大金研¹, 名大院工², JST さきがけ³○沓掛 健太郎^{1,3}, 宇佐美 徳隆², 大野 裕¹, 徳本 有紀¹, 米永 一郎¹Tohoku Univ.¹, Nagoya Univ.², JST PRESTO³, °Kentarō Kutsukake^{1,3}, Noritaka Usami²,Yutaka Ohno¹, Yuki Tokumoto¹, Ichiro Yonenaga¹ E-mail: kutukake@imr.tohoku.ac.jp

【研究背景】太陽電池用 Si インゴットの作製法として、ルツボ底に敷いた単結晶シードから一方向凝固により単結晶を成長させるモノライク Si 法が注目を集めている。この方法は、(1)大型の結晶が一度に作れる、(2)酸素濃度が比較的低いなどの多結晶 Si の特徴を維持しつつ、(3)擬似単結晶が得られるという利点を持つ。しかし、多結晶化、転位の発生と増殖、不純物の拡散、シードの再利用など解決すべき課題は多い。このうち多結晶化について我々は、複合種結晶により人工的に形成した結晶粒界の機能を利用して、その伸展を抑制できることを報告した[1]。本発表では、70kg の中型インゴットにこの方法を適用した結果を報告する。

【実験方法】図 1 は機能性結晶粒界による多結晶化の抑制の模式図を示す。モノキャスト法では、多結晶化はルツボ壁で核形成した結晶粒に起因する。そこで、ルツボ壁の近傍に結晶粒界を配置することで、ルツボ壁で核形成した結晶粒のインゴット内側への面積拡大を抑制する。本研究では G2 サイズ(40cm 角, 70kg)の結晶成長実験を行なった。この成長では、インゴットのルツボ壁に沿った 4 つの側面の中で 2 側面のみに $\Sigma 5$ 粒界を配置し、 $\Sigma 5$ 粒界の有無による多結晶化の進展を比較した。なお、本結晶成長実験は株式会社シリコンプラスに委託して実施した。

【結果と考察】図 2 は成長後のインゴット断面のルツボ壁近傍部分の写真である。結晶粒の形状から明らかなように、 $\Sigma 5$ 粒界がない側面ではルツボ壁で発生した粒界がインゴット内部まで伸展した。 $\Sigma 5$ 粒界を配置した側面では、ルツボ壁で発生した粒界の伸展は $\Sigma 5$ 粒界で止まり、 $\Sigma 5$ 粒界の内側のインゴットでは上部まで種結晶と同じ結晶方位の擬似単結晶が得られた。ルツボからの不純物汚染のためルツボ壁から数 cm の領域は太陽電池ウエハには用いられないことを考慮すると、多結晶化する領域が $\Sigma 5$ 粒界によってルツボ壁近傍に留められることで、擬似単結晶 Si ウエハの歩留りが大幅に向上する。

[1] K. Kutsukake, N. Usami, Y. Ohno, Y. Tokumoto, and I. Yonenaga, Appl. Phys. Express, 6 (2013) 025505.

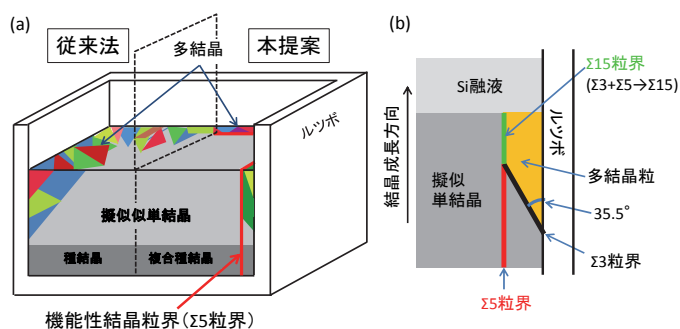


図 1 (a)モノライク Si インゴット。(b)多結晶化抑制機構

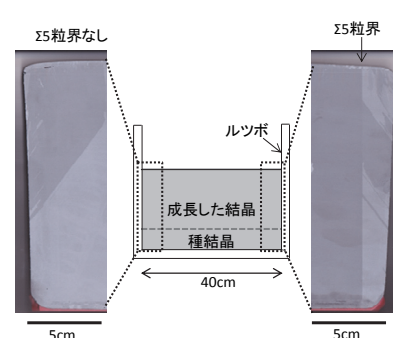


図 2 70kg インゴットの断面写真