

単結晶シリコンの品質に及ぼす炭素と酸素析出の影響

Effect of Carbon and Oxygen Precipitation on the Quality of the Single Crystal Silicon

○正田 勲¹, 橋 昇二¹, 飯田 伸仁¹, 西島 英一¹, 小島 拓人², 中村 京太郎²,

小椋 厚志², 大下 祥雄³ (株式会社トクヤマ¹, 明大理工², 豊田工大³)

○I. Masada¹, S. Tachibana¹, N. Iida¹, E. Nishijima¹, T. Kojima², K. Nakamura²,

A. Ogura², Y. Ohshita³ (Tokuyama Corporation¹, Meiji Univ.², Toyota Tech. Inst.³)

E-mail: i-masada@tokuyama.co.jp

太陽電池製造の加熱プロセスでの酸素析出が、基板のキャリアライフタイム劣化の原因となる。単結晶中の炭素不純物の濃度と結晶引上げ条件が、変換効率や開放電圧等のセル特性に影響することを報告した[1]。本研究では、炭素濃度と引上げ条件が基板の品質に及ぼす影響を調べ、酸素析出物との関係について検討した。

炭素濃度の異なるポリシリコン原料を使用し、2種類の引上げ条件(CZ-A, CZ-B)でn型単結晶インゴットを引上げた。これらを基板にスライスして両面受光セルを作製し、セル工程途中で基板を抜き取りライフタイムの変化を評価した。また、基板内に成長した酸素析出物を透過電子顕微鏡(TEM)で観察した。

酸素濃度の比較的高い(約 $2 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$) インゴットのトップ部から得た基板を用いて、作製したセルの開放電圧 V_{oc} と炭素濃度の関係を Fig.1 に示す。また Fig.2 に炭素濃度が同程度の A2 と B2 のインゴットの固化率に対するライフタイムの変化を示す。ホウ素とリンの拡散、熱酸化、窒化珪素成膜後の実効ライフタイム(破線)は表面層により低く抑えられているが、表面層をエッチングにより除去した基板バルクのライフタイム(実線)は高く、引上げ条件の違いが顕著である。この結果は、セル化技術が進歩して変換効率が向上してくれば、基板の結晶品質の差がセル性能に顕れてくることを示唆している。

TEM で評価した酸素析出物の数密度と炭素濃度の関係を Fig.3 に示す。炭素濃度とともに酸素析出物密度が増大するが、引上げ条件 CZ-B では数密度が約 1 桁低く、引上げ時に酸素析出物の核が抑制されているものと考えられる。当日は、これらの酸素析出物をより高分解能の収差補正 TEM で観察した結果も報告する予定である。

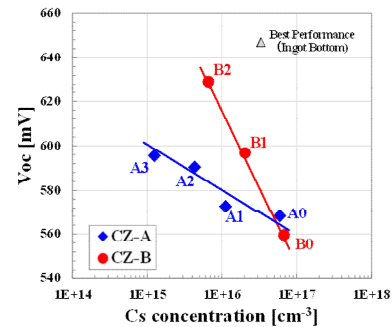


Fig.1 Open circuit voltage of fabricated PV Cells.

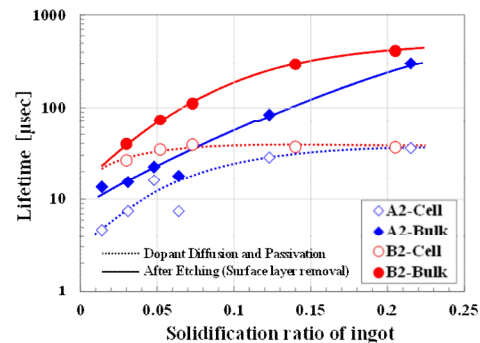


Fig.2 Relationship of lifetime and ingot position.

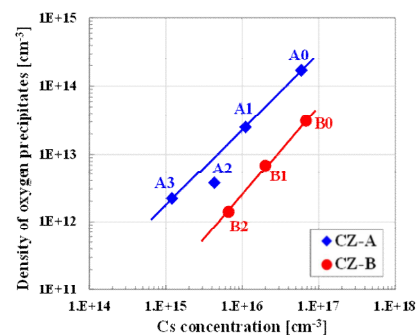


Fig.3 Density of oxygen precipitates in the wafer bulk.

本研究は、国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構の支援のもと実施された。関係者各位に感謝を申し上げます。

参考文献

- [1] 小椋厚志 他, 第 63 回応用物理学会 春季学術講演会, 21p-KD-4, (2016).