

## n 型 CZ シリコン太陽電池のプロセス起因酸素析出に対する成長条件の影響

### Effect of Growth Conditions on Process Induced Oxygen Precipitation in N-type Cz Silicon Photovoltaic Cells

○小島 拓人<sup>1</sup>, 木下 晃輔<sup>1</sup>, 鈴木 涼太<sup>1</sup>, 中村 京太郎<sup>1</sup>, 小椋 厚志<sup>1</sup>, 大下 祥雄<sup>2</sup>,  
西島 英一<sup>3</sup>, 正田 勲<sup>3</sup>, 飯田 伸仁<sup>3</sup>, 橋 昇二<sup>3</sup>  
(明大理工<sup>1</sup>, 豊田工大<sup>2</sup>, 株式会社トクヤマ<sup>3</sup>)

○T. Kojima<sup>1</sup>, K. Kinoshita<sup>1</sup>, R. Suzuki<sup>1</sup>, A. Ogura<sup>1</sup>, Y. Ohshita<sup>2</sup>,  
E. Nishijima<sup>3</sup>, I. Masada<sup>3</sup>, N. Iida<sup>3</sup>, S. Tachibana<sup>3</sup>  
(Meiji Univ.<sup>1</sup>, Toyota Tech. Inst.<sup>2</sup>, Tokuyama Corporation<sup>3</sup>)  
E-mail: nanotec4@meiji.ac.jp

酸素析出物は太陽電池においてキャリア寿命の劣化要因となる。裏面コンタクト, n-PART, シリコンヘテロ型などの高効率構造セルでは特に影響が大きい。基板中の酸素の析出は酸素濃度だけではなく、炭素や Grown-in 欠陥の濃度の影響を受ける[1,2]。本研究では炭素濃度と成長条件の影響に注目した。

N型インゴットは2種類の条件 Cz-A, Cz-B で、炭素濃度の異なる原料ポリシリコンを用いて成長した。インゴットの比較的高濃度 ( $\sim 2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ ) の酸素を含む領域からスライスしたウェハを用い、プロセス I, II の2種類の製造ラインで同構造の両面受光型 PERT 太陽電池を作製した。表側にはボロン拡散、裏側にリン拡散を施し、表面パッシベーションは両面ともに熱酸化膜と SiNx 膜とした。

プロセス前の基板の置換型炭素濃度 [Cs] に対する、それぞれの成長・プロセス条件で作製した太陽電池の開放電圧  $V_{oc}$  を Fig. 1 に示す。いずれの条件でも [Cs] の増加によって  $V_{oc}$  は減少した。成長条件では Cz-B が、製造条件ではプロセス II で高い  $V_{oc}$  を示した。Cz-B インゴットでは [Cs] が小さいほどプロセス依存性が小さくなり、[Cs]  $\sim 5 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$  ではプロセス I・II で同程度となった。一方で Cz-A ではプロセスによる  $V_{oc}$  の差は [Cs] によって変化がなかった。 $V_{oc}$  は有効キャリア寿命と強く相関し、その変化は析出動態を反映していると考えられる。シリコン基板の熱プロセスに対する耐性が炭素濃度だけでなく、成長条件の違いに大きく影響されることが示された。一方で炭素濃度が充分大きいとき ( $\sim 5 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ ) 成長条件による違いは見られない。

プロセス中の析出動態を調べるため、各工程後のバルクキャリア寿命を測定した (図省略)。いずれの基板でも  $>1000 \text{ }^\circ\text{C}$  のボロン拡散工程によって大きくキャリア寿命が劣化した。Cz-A 基板は劣化したキャリア寿命は最終プロセスまでおおよそ一定であった。Cz-B 基板ではその後の  $<1000 \text{ }^\circ\text{C}$  のリン拡散工程で、キャリア寿命の回復が見られた。このことから成長条件は析出物の熱安定性に影響することが予想される。

発表ではさらに製造プロセス中を模した熱処理によるキャリア寿命、および赤外線レーザートモグラフィによる析出物分布の変化についても報告する予定である。

**謝辞** 本研究は新エネルギー・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] J. Haunschild *et al.*, Phys. Status Solidi: Rapid Res. Lett. **5**, 199 (2011).  
[2] F. Shimura, J. Appl. Phys. **59**, 3251 (1986).

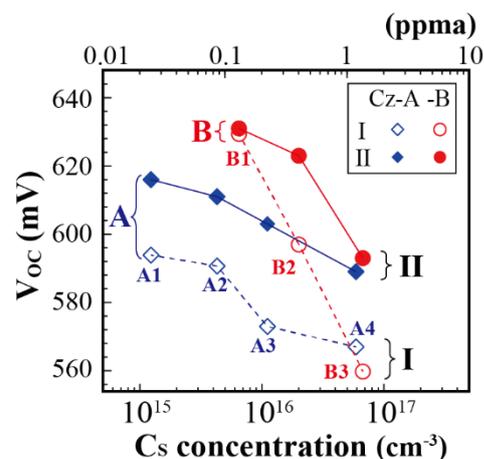


Fig. 1. Open circuit voltage of PV cells by Process I and II versus substitutional carbon concentrations analyzed by FT-IR. Blue diamond and red circle plots show results from wafers from Cz-A and Cz-B, respectively. Open and filled symbols represent results from Process I and II, respectively.