

太陽電池用 Cz-Si における酸素析出が金属ゲッタリングに与える影響(2)

Effect of Oxygen Precipitates on Metal Gettering in Cz-Si for Photovoltaic

°大西 康平¹、小島 拓人¹、木下 晃輔¹、大下 祥雄²、小椋 厚志¹

(1.明治大理工 2.豊田工大)

°K. Onishi¹, T. Kojima¹, K. Kinoshita¹, Y. Ohshita² and A. Ogura¹

(1. Meiji Univ. 2. Toyota Tech. Inst.)

E-mail: ce181018@meiji.ac.jp

【背景と目的】 結晶シリコン太陽電池の高効率化に伴い単結晶 Cz-Si の利用が進む一方で、プロセス工程における酸素析出によるライフタイム劣化が課題となっている[1,2]。また、太陽電池製造プロセス等で混入する金属不純物も、変換効率低下要因となる。金属不純物の除去にはゲッタリングが用いられるが、酸素析出物もまた金属のゲッタリングサイトとして知られている。したがって、金属汚染時における、酸素析出とゲッタリングの関係を理解することが重要である。

本報告では、酸素析出を伴う金属汚染に対するリングゲッタリング(PDG)の効果を、結晶成長条件の異なるウェーハを用いて検証した。

【実験方法】 成長の熱履歴が異なる2種類のインゴット(Conventional, Advanced process)から、固化率の異なる位置($x=0.02, 0.30$)の試料を用いて高酸素濃度(2.0×10^{18})、低酸素濃度(1.5×10^{18})と分類し、炭素濃度はほぼ同一として、リングゲッタリング(PDG)の効果を検証した。Advanced process ではインゴット冷却時、高温域を保持し、その後急冷している。スライス加工後、析出熱処理(1100°C 3 時間)を施した各試料において、加工変質層除去後、塩化鉄(III)による強制汚染及び熱処理 (800°C 60 分)を行った。PDG では、 P_2O_5 をスピコート後 800°C 、60 分の熱処理を加え、各ステップごとにバンド端発光による PL イメージング測定を行い、その強度からライフタイムの相対的な変化を評価した。また、赤外線トモグラフィ装置 (SEMILAB SIRM-2100) により、欠陥サイズと密度の測定を行い、FTIR (Bruker IFS-113v) を用いて結晶成長条件と酸素析出の相関を評価した。

【結果と考察】 Fig.1 に各プロセス後の PL 強度変化を示す。高酸素濃度試料では、結晶成長条件により PDG の効果が異なる。Conventional process では PDG の効果が見られなかったのに対して、Advanced process では強制汚染後に PDG を施すことで PL 強度が改善した。これは、高酸素濃度領域において、Conventional process では酸素析出物による内部ゲッタリングが支配的であるが、Advanced process では同程度の酸素濃度にも関わらず酸素析出が抑制され、

内部ゲッタリングが支配的とならず、効果的に PDG が行えたと考えられる。すなわち、Conventional process では高酸素濃度試料において、酸素析出及び金属汚染による劣化が大きいのに対し、Advanced process では酸素析出が抑制され、金属汚染による劣化が PDG により抑制できることを示している。

一方、低酸素濃度試料では結晶成長条件に関わらず、PDG により PL 強度は大きく改善し、効果的に金属不純物が除去されたことが分かる。

以上より、結晶成長条件は酸素析出、金属汚染によるライフタイム劣化、リングゲッタリングに影響する。よって、結晶 Si 太陽電池の性能向上には、酸素析出物と金属汚染の制御が重要である。

【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。

[1] 第 65 回応用物理学会春季学術講演会 18p-D101-3

[2] J. D. Murphy *et al.*, J. Appl. Phys. 116, 053514 (2014).

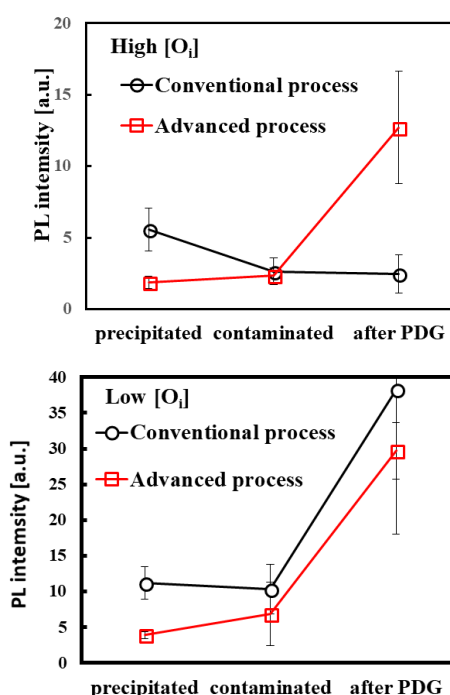


Fig. 1 PL intensity before and after phosphorus diffusion gettering(PDG). (i) relatively high, and (ii) relatively low levels of [O_i] wafers.