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(3)

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

°大西 康平 [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. Onishi[1], K. Kinoshita[1], Y. Ohshita[2], and A. Ogura[1]
(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は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】 結晶成長の熱履歴が異なる 2 種類のインゴット(Conventional, Advanced process)から、炭素濃度を統一し、酸素濃度の異なる試料を用いてリンゲッタリング(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℃/3h)を施した各試料において、加工変質層除去、塩化鉄(Ⅲ)による強制汚染及び熱処理（800℃60 分）及び PDG を行った。PDG では、P_2O_5 をスピンコート後 800℃，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った。本研究では、希フッ酸処理後、キンヒドロンメタノールパッシベーションを行い、Sinton WCT120 により測定したライフタイムと PL 強度との相関性を算出し、PL 強度をライフタイムへ換算した。また、赤外線トモグラフィー装置（SEMILAB SIRM-2100）により、欠陥サイズと密度の測定を行った。

【結果と考察】 Fig.1 に析出熱処理を行っていない試料における少数キャリアライフタイムの変化を示す。各プロセス同一酸素濃度間でライフタイムは Adv. process で高く、金属汚染後の PDG におけるライフタイムは Adv. process ではわずかに改善した。これらの差異は酸素析出物が関与していると考えられる。Fig.2 および Fig.3 に酸素析出物の影響をより明確にするため、析出熱処理を施した試料における少数キャリアライフタイムの変化を示す。Conv. process では析出熱処理後、強制汚染により減少したライフタイムは PDG により改善していないのに対し、Adv. process では改善した。Conv. process では PDG プロセス中、酸素析出物が金属不純物を支配的にゲッタリングしているのに対し、Adv. process では酸素析出物の影響が抑制され、効果的に PDG が行えたことが示唆される。これらは結晶成長条件によって形成される酸素析出物の形態及びそれに伴う欠陥密度が異なるためと考えられる。

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(NEDO)の支援のもと実施された。

[1] 第 79 回応用物理学会秋季学術講演会 20a-133-6
[2] J. D. Murphy *et al.*, J. Appl. Phys. 116, 053514 (2014).

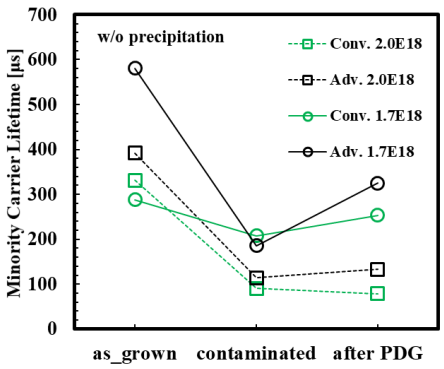

Fig.1 Minority carrier lifetime without precipitation depending on crystal growth conditions.

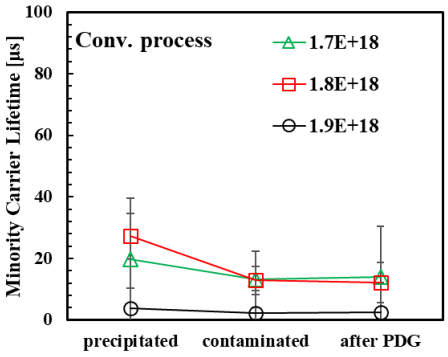

Fig.2 Minority carrier lifetime after precipitation in Conventional process.

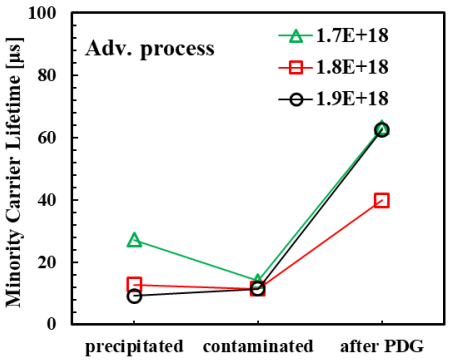

Fig.3 Minority carrier lifetime after precipitation in Advanced process.

© 2019年 応用物理学会