

太陽電池用 n 型 Cz-Si 中の炭素濃度が熱処理後の酸素析出に与える影響 ー赤外線トモグラフィーによる評価

Effects of Carbon Concentration on Oxygen Precipitation through Annealing Process in n-type Cz-Si Evaluated by IR Light Scattering Tomography

木下 晃輔¹、小島 拓人¹、大下 祥雄²、小椋 厚志¹

(1.明治大理工、2.豊田工大)

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

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

E-mail: ce171022@meiji.ac.jp

【背景と目的】 n 型単結晶 Si は p 型に比べてキャリア寿命が長いことなどから、次世代太陽電池への適用が期待されている[1]。Cz 法で育成した Si 結晶は、製造時に酸素が混入し、熱プロセスにより歪を伴う析出が進行し、変換効率低下の原因になる[2]。また、酸素の析出には炭素も関与しており、炭素濃度と析出物密度には明確な相関があることが報告されている[3]。そのため、太陽電池の変換効率向上には炭素が酸素析出に与える影響を理解することが重要である。

本研究では、炭素濃度の異なるウェーハを用意し、熱処理に伴う酸素析出物の密度およびサイズの変化を赤外線レーザートモグラフィー (IR-LST) を用いて評価した。

【実験方法】 析出における炭素の影響を調べるため、酸素濃度を等しくし ($1.8 \sim 2.1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$)、炭素濃度を变化させた ($2.0 \times 10^{14} \sim 8.2 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$) 基板を用意した。1100°C、3 h と 6 h でそれぞれ熱処理を行い、試料の両面を鏡面研磨し、赤外線トモグラフィー装置 (SEMILAB SIRM-2100) により欠陥密度と欠陥サイズを測定した。またバンド端の PL 強度もライフタイムの指標として測定した。

【結果と考察】 図 1 に炭素濃度と熱処理後の欠陥密度の相関を示す。炭素濃度の増加に従い、

析出物密度が増加することが確認できた。炭素が酸素析出を促進させることで、炭素濃度が高いほど析出物密度が増加したと考えられる。図 2 に熱処理後の炭素濃度と欠陥サイズの相関を示す。概ね炭素濃度の増加に従い析出物サイズが増大した。1100°C、6 h において高炭素濃度側では析出物の密度とサイズの勾配が緩やかになった。この傾向は酸素の拡散距離による析出物成長の制限だけでは説明することができない。図 3 に炭素濃度と PL 強度の相関を示す。炭素濃度の増加に従い、PL 強度が低下した。析出物の成長に伴い、ライフタイムが減少することが確認できた。

以上、炭素は酸素析出を促進させ、熱処理による酸素析出の挙動に大きく影響を与える。このことから結晶 Si 太陽電池の性能向上には、酸素濃度、熱履歴に加えて、炭素濃度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。関係者各位に感謝申し上げます。

[1] A. Borghesi *et al.*, J. Appl. Phys. **77**, 4169 (1995).

[2] H. Bender *et al.*, Phys. Stat. Sol. A **86**, 245 (1984).

[3] F. Shimura *et al.*, J. Appl. Phys. **59**, 3251 (1986).

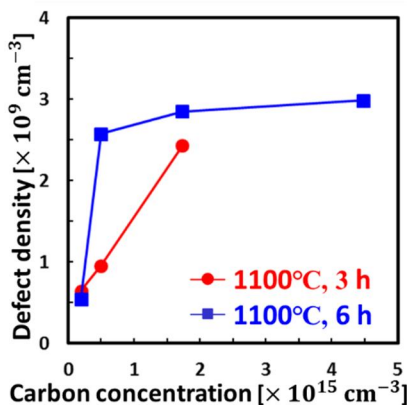


Fig. 1 Relation between carbon concentration and defect density after annealing process.

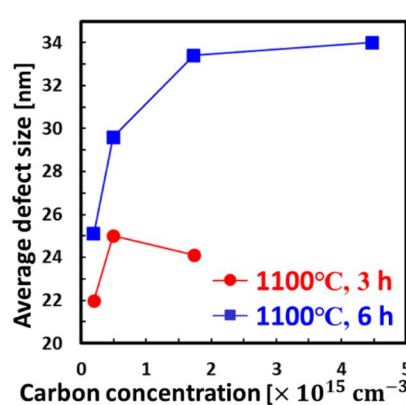


Fig. 2 Relation between carbon concentration and average defect size after annealing process.

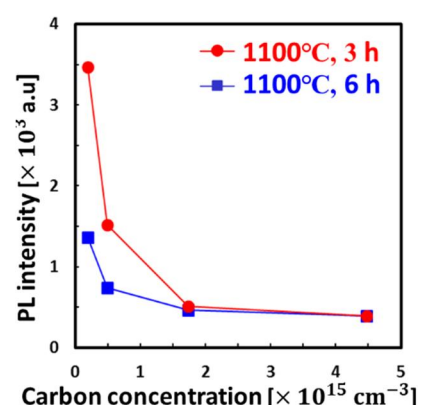


Fig.3 Relation between carbon concentration and PL intensity after annealing process.