

ITO 製膜時の光照射が a-Si:H/c-Si 界面におけるパッシベーション性能に及ぼす影響

Influence of illumination during ITO sputtering
on passivation performance at a-Si:H/c-Si interface°扇間 政典¹, 後藤 和泰¹, 黒川 康良¹, 宇佐美 徳隆¹ (¹名大院工)°Masanori Senma¹, Kazuhiro Gotoh¹, Yasuyoshi Kurokawa¹, Noritaka Usami¹
(Graduate School of Engineering, Nagoya Univ. ¹)

E-mail: semma.masanori@j.mbox.nagoya-u.ac.jp

はじめに

現在, 水素化アモルファスシリコン (a-Si:H) の優れたパッシベーション性能により, ヘテロ接合型の結晶シリコン (c-Si) 太陽電池において高い開放電圧が報告されている. 一般的に a-Si:H 層の導電率は低く, Sn 添加 In₂O₃ (ITO) などの透明導電膜がキャリアの収集に必須である. ITO の製膜法の一つにスパッタリング法があるが, 「スパッタダメージ」によりパッシベーション性能が低下する現象が知られており, 低ダメージ化による特性の向上が課題である. ダメージには大きく分けてイオン衝撃と光吸収劣化の 2 種類が存在すると考えられている. 本研究では a-Si:H/c-Si 界面の光吸収劣化に着目し, 直流 (DC) スパッタリング法による ITO 製膜時のプラズマ光照射がパッシベーション性能に及ぼす影響を調査した.

実験方法

n 型 Si (100) 基板の表面に, プラズマ援用化学気相堆積 (PECVD) 法により i 型と n 型の a-Si:H を堆積した後, 裏面に i 型と p 型の a-Si:H 層を堆積した. その後, glass 基板, あるいは a-Si:H/glass 基板を試料表面に置き, ITO 製膜時と同等のプラズマ光照射を行った. Glass 基板を置いた場合は, DC 電力の効果を検討するため 0.2~1.0 kW の範囲で光照射条件を変化させた. a-Si:H/glass 基板を試料表面に置いた場合は, DC 電力 0.2 kW において, a-Si:H の膜厚を 10~200 nm の範囲で変化させ, 光強度を変化させた. いずれの試料も 200 °C, 15 min のアニール処理を行い, アニール処理前後で, 疑似定常状態光伝導度 (QSSPC) 法により, 実効キャリアライフタイム (τ_{eff}) 測定を行い, パッシベーション性能への影響を評価した.

結果と考察

図 1 に各試料における τ_{eff} の DC 電力依存性を示す. アニール処理により τ_{eff} が増加し, アニール前後の τ_{eff} の比である $\tau_{\text{eff}}/\tau_{\text{eff},0}$ が DC 電力低下に伴い増加している. ITO 製膜時のプラズマ光により水素-シリコン結合の解離が起き, 未接合手 (DB) が形成されるが, アニール処

理により再終端することで τ_{eff} が増加する. DC 電力が低い場合は, 高い場合と比べアニール処理で再終端可能な DB が多く存在するため, $\tau_{\text{eff}}/\tau_{\text{eff},0}$ が増加傾向を示したと考えられる.

図 2 に a-Si:H 層の膜厚と各試料の τ_{eff} および implied-Voc の関係を示す. a-Si:H 層の膜厚増加に伴い, τ_{eff} および implied-Voc が増加傾向にある. これは, 膜厚増加に伴い a-Si:H/c-Si 界面に到達する光の強度が減少し, DB が減少したことが要因と考えられる.

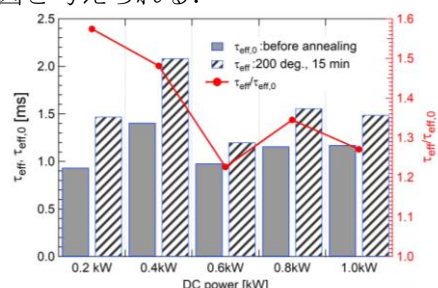


Fig. 1 DC power dependence of τ at minority carrier density of $1.0 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$.

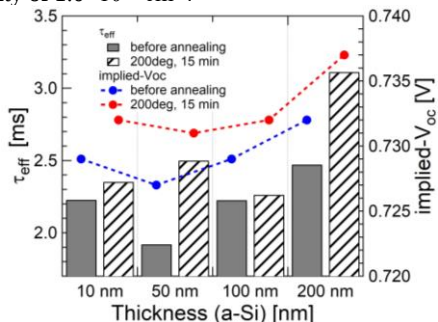


Fig. 2 Effect of layer thickness of a-Si:H on τ at minority carrier density of $1.0 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ and implied-Voc.

まとめ

DC スパッタリング法による ITO 製膜中で生じる光の照射によるパッシベーション性能の影響について調査し, a-Si:H/c-Si 界面に到達する光の強度がパッシベーション性能に影響を及ぼしていることを見出した.

謝辞

本研究は, 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の支援のもと行われた. 関係者各位に感謝の意を表します.