

TiO_x パッシベーション層の熱耐性に SiO_x 中間層が及ぼす影響

Impact of SiO_x Interlayer on Thermal Stability of TiO_x Passivating Layer

名大院工¹, ○望月 健矢¹, 後藤 和泰¹, 黒川 康良¹, 宇佐美 徳隆¹

Graduate School of Eng., Nagoya Univ.¹,

○ Takeya Mochizuki¹, Kazuhiro Gotoh¹, Yasuyoshi Kurokawa¹, Noritaka Usami¹

E-mail: mochizuki.takeya@d.mbox.nagoya-u.ac.jp

【導入】 近年、原子層堆積 (ALD) 法によって作製された酸化チタン (TiO_x) 薄膜は結晶 Si (c-Si) に対して非対称なバンド構造を有しており、電子選択層として機能する。さらに、比較的高いパッシベーション効果をもたらすため注目を浴びている。しかし、ALD-TiO_x 薄膜の熱耐性の向上が課題である。太陽電池の作製プロセスには約 800°C の熱処理が行われる場合が多いが、ALD-TiO_x 薄膜は約 400°C の熱処理で結晶化し、パッシベーション効果が減少する。その熱脆弱性が TiO_x の電気的特性を活かした太陽電池の開発を制限している。本研究では熱脆弱性の改善を目的として、TiO_x/c-Si 界面に SiO_x 中間層を導入することで、SiO_x 層が TiO_x のパッシベーション効果の熱耐性に及ぼす影響を調査した。

【実験方法】 3×3 cm² の Fz-p 型 Si 基板(100) を使用し構造の異なる 3 種類の試料を作製した。(a) TiO_x/c-Si/TiO_x を基本構造として、試料 (b)(c) では、TiO_x の製膜前に硝酸を用いて SiO_x 中間層をそれぞれ 110°C と室温で 10 分間浸して形成した。TiO_x の製膜は、ALD 法を用いて 150°C で行った。膜厚は、SiO_x と TiO_x の合計を約 4 nm とした。また、成膜後には 800°C で

1-15 秒間の高温アニール (1 次アニール)、350°C で 3 分の低温アニール (2 次アニール) を順に行い、各処理後の実効キャリアライフタイム (τ_{eff}) を疑似定常状態光伝導度 (QSSPC) 法で測定した。

【結果と考察】 図 1 は、各試料の過剰少数キャリア密度が $1.0 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ における τ_{eff} の高温アニール時間依存性を示す。高温アニールの時間が長くなるに伴い、低温アニール後の τ_{eff} が減少した。高温アニールを 1 秒行った際、低温アニール後の τ_{eff} の上昇は (c)、(b)、(a) の順で顕著である。さらに、(a) と (b) では高温アニールを 4 秒以上行うことで低温アニールによる τ_{eff} の改善は見られない。一方、(c) において、4 秒以上の高温アニールを行っても τ_{eff} の改善、向上が確認できる。これは、(a) と (b) の試料では、高温アニールにより TiO_x が結晶化していることを示唆し、(c) の試料では TiO_x の結晶化が抑制されていると考えられる。すなわち、室温の硝酸によって形成した SiO_x 中間層は TiO_x の熱耐性を向上させることが可能であり、TiO_x 本来のポテンシャルを活かした太陽電池への展開の鍵となる材料である。

【謝辞】 本研究は NEDO の支援の下行われた。

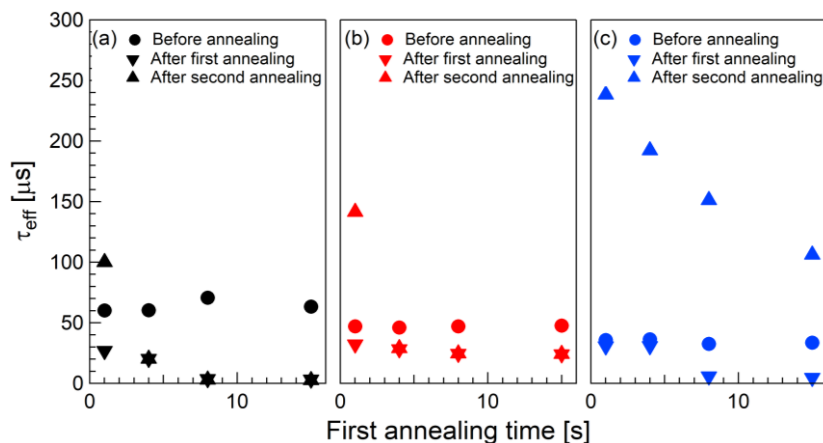


Fig. 1 Effective minority carrier lifetime of TiO_x/c-Si (a) without interlayer, with the SiO_x interlayer formed by HNO₃ at (b) 110°C and (c) at room temperature as a function of the first annealing time.