

TiO_x/結晶 Si 界面における化学パッシベーションの研究

Study on Chemical Passivation of TiO_x Passivating Layer/ Crystalline Si

名大院工¹, 名大高等研究院², 東大院工³, ○望月 健矢¹, 後藤 和泰¹, 大田 晁生^{1,2},
小倉 正平³, 黒川 康良¹, 宮崎 誠一¹, 福谷 克之³, 宇佐美 徳隆¹

Graduate School of Eng., Nagoya Univ.¹, Inst. for Advanced Research, Nagoya Univ.²,
Institute of Industrial Sci., The Univ. of Tokyo³

○ Takeya Mochizuki¹, Kazuhiro Gotoh¹, Akio Ohta^{1,2}, Shohei Ogura³, Yasuyoshi Kurokawa¹,

Seiichi Miyazaki¹, Katsuyuki Fukutani³, 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) 薄膜を太陽電池の電子選択層として用いることで、22.1%という比較的高い変換効率が報告されたため大きく注目を浴びている。その高い変換効率には c-Si/TiO_x 界面における高いパッシベーション効果が大きく寄与していると考えられる。この効果は、TiO_x 製膜後の熱処理によって得られているが、その根源的な起源はまだ明らかになっていない。本研究では、c-Si/TiO_x 界面における化学パッシベーションに着目し、その起源について調査した。

【実験方法】1.7 × 1.7 cm² の Fz-p 型 Si 基板 (100) を使用し、4 nm の TiO_x を ALD 法によって 150°C で製膜した。様々な時間、温度のフォーミングガスアニール (FGA) を行い、アニール前後の実効キャリアライフタイム (τ_{eff}) を μ -PCD 法で測定した。その結果から Arrhenius プロットを用いることによってパッシベーション効果発現に必要な活性化エネルギーを算出した。さらに、最も τ_{eff} が上昇した条件であ

る 350°C、3 分間のアニール前後において昇温脱離ガス分析 (TDS) 法、X 線光電子分光 (XPS) 法を用いることで c-Si/TiO_x 界面の原子の結合状態を調査した。

【結果と考察】図 1 は TDS 法による水素 (H₂) の脱離の結果を示す。図中に示す α_1 、 α_2 のピークはそれぞれ SiH₂、SiH 結合由来の H₂ の脱離のピークである。熱処理によって Si と H による結合が著しく減少していることが分かる。図 2 は XPS 法による測定結果 (Si 2p) を示す。熱処理後の試料では Si-O 結合に由来するピーク強度が熱処理前のものの 7.7 倍になっていることが判明した。また、熱処理によるパッシベーション効果の発現に必要な活性化エネルギーは 0.37 eV であり、Si-H や Si-O 結合を形成するよりも小さい値であった。これらの結果から、TiO_x 薄膜がもたらすパッシベーション効果は、製膜前に支配的に存在していた Si-H の結合が熱処理によって Si-O 結合に変化したことが原因と考えられる。

【謝辞】本研究は NEDO の支援の下行われた。

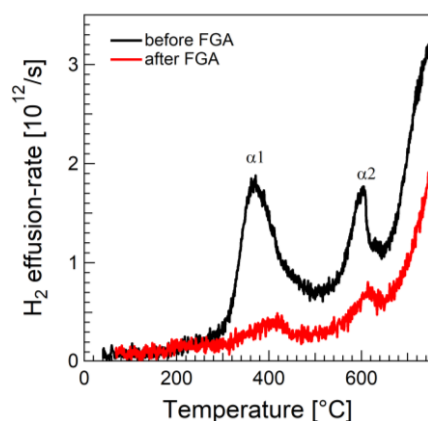


Fig. 1. TDS spectra of H₂ effusion rate of TiO_x/c-Si before and after FGA at 350°C.

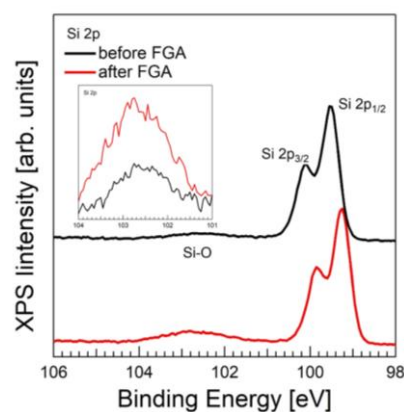


Fig. 2. XPS spectra of Si 2p for TiO_x/c-Si before and after FGA at 350°C.