

酸化チタン/結晶シリコンヘテロ構造における水素プラズマ処理の効果

Effect of hydrogen plasma treatment on the passivation performance of TiO_x on crystalline silicon prepared by atomic layer deposition

名大院工¹, 東大生研², ○宮川 晋輔¹, 後藤 和泰¹, Markus Wilde², 小倉 正平²,
黒川 康良¹, 福谷 克之², 宇佐美 徳隆¹

Graduate School of Eng., Nagoya Univ.¹, Institute of Industrial Sci., The Univ. of Tokyo²

○S. Miyagawa¹, K. Gotoh¹, M. Wilde², S. Ogura², Y. Kurokawa¹, K. Fukutani², N. Usami¹

E-mail: miyagawa.shinsuke@b.mbox.nagoya-u.ac.jp

【導入】結晶シリコン (c-Si) 太陽電池の変換効率向上及び低コスト化にむけて、ヘテロ接合型太陽電池の研究が盛んに行われている。ヘテロ接合型太陽電池において重要な要素として、キャリアを選択的に分離することと、表面・界面での再結合を抑制すること (パッシベーション) があげられる。近年、酸化チタン(TiO_x)薄膜は新規電子選択層として注目されており、パッシベーション性能の向上にはフォーミングガスアニール (FGA) が有用であると報告されている[1]。本研究では、水素によるパッシベーション性能のさらなる向上を目指し、酸化チタン/結晶シリコンヘテロ構造における水素プラズマ処理の影響について調査した。

【実験方法】 $1.7 \times 1.7 \text{ cm}^2$ の n 型 c-Si(100)基板上に 3 nm の TiO_x を原子層堆積 (ALD) 法によって製膜した。その後、 200°C , 1 分の水素プラズマ処理 (HPT) を施した。比較対象として、 350°C , 3 分の FGA を施したサンプルも用意した。実効キャリアライフタイム (τ_{eff}) をマイクロ波光伝導減衰 ($\mu\text{-PCD}$) 法で測定した。水素分析には共鳴核反応分析(NRA)、昇温脱離ガス分析(TDS)法を用いた。

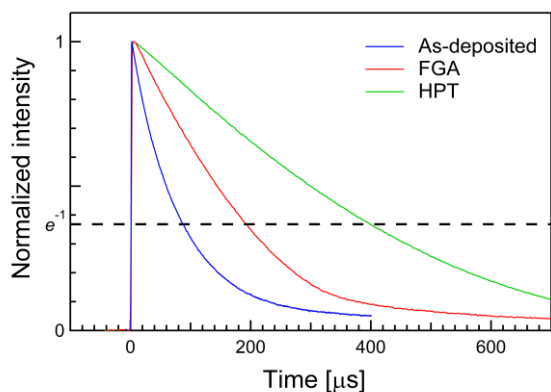


Fig. 1. Normalized photoconductance decay curves of as-deposited, FGA-treated and HPT-treated samples.

【結果と考察】図 1 は、製膜直後、FGA 後と HPT 後のマイクロ波反射強度の減衰曲線である。1 分未満の HPT によりパッシベーション性能を示す τ_{eff} が大幅に向上していることがわかる。 τ_{eff} は製膜時 $85.5 \mu\text{s}$ 、FGA と HPT を施した場合はそれぞれ $174.6 \mu\text{s}$ と $394.0 \mu\text{s}$ であった。図 2 は NRA で得られた試料の γ 線収率である。測定試料の水素密度は、標準試料を用いて定量した。HPT を施したサンプルは製膜時と同程度の水素量であり、ピークは高エネルギー側に移っていた。このことから、界面付近に存在する水素が HPT により増加したことが考えられる。さらに、TDS の結果から HPT 後に Si-H、Si-H₂ 結合が増加していることが確認された。これらの結果から HPT により供給された水素が $\text{TiO}_x/\text{c-Si}$ 界面に拡散し、ダングリングボンドを終端したことにより、パッシベーション性能が向上したと考えられる。

【謝辞】本研究は新学術領域研究ハイドロジェノミクス、NEDO の支援の下行われた。

【参考文献】

[1] T. Mochizuki *et al.*, Appl. Phys. Express **11**, 102301 (2018).

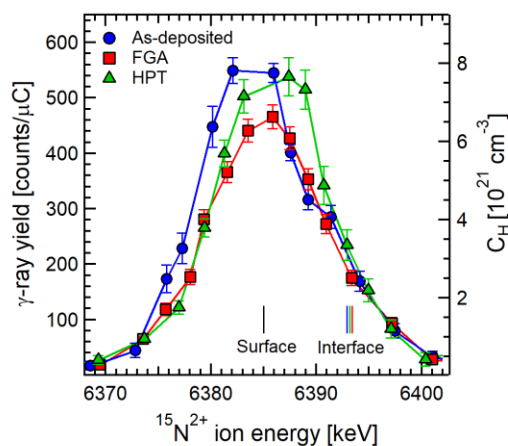


Fig. 2. NRA γ -ray yield curves of as-deposited, FGA-treated and HPT-treated samples.