

高効率 Si 太陽電池用ナノピラーアレイの反射防止構造検討

Anti-reflection structure for ultra-high-efficiency Nano-pillar Array Si Solar Cells

日立製作所 ○森下 真年, 渡邊 敬司, 河村 哲史, 孫 偉, 長部 太郎

Hitachi Ltd. , ○Masatoshi Morishita, Keiji Watanabe, Tetsufumi Kawamura, Wei Sun, Taro Osabe

E-mail: masatoshi.morishita.ue@hitachi.com

緒言 近年、Shockley-Queisser limit を超える変換効率を実現する Si 太陽電池として、ナノ構造を利用した変換プロセスが研究されている。我々は、量子閉じ込めによる Multiple Exciton Generation[1]を活用した太陽電池として Fig. 1 に示すナノピラーアレイ型太陽電池を開発している[2]。ナノピラー太陽電池は、物理構造による 2 次元閉じ込めと Si/SiGe 超格子による 1 次元閉じ込めにより、ナノ構造からの効率的な電荷取り出しを目指しているが、反射防止に課題がある。

概要 本研究では、Multiple Exciton Generation を発生させるのに十分なサイズのナノピラーに適した反射防止構造として、ナノピラー間埋め込み膜の積層化、屈折率、厚さの検討を行った。光学シミュレーションに基づく設計で、2 層の埋め込み膜で従来のテクスチャ+2 層反射防止膜構造と同等以上の低反射率を実現できるとの結果を得た。

設計した埋め込み膜構造の効果確認のため、ナノピラーアレイに SiO₂、SiN の 2 層膜を積層した電極を持たない光学特性評価用セルを試作し、波長 0.3-1.0 μm において平均反射率 2.5% が得られた。本試作では、特に波長 0.5 μm 以上の領域において、ナノピラーアレイ単独（計算値 7.3%）に比べ大幅に反射率が低減された。また、電極構造（開口率 97.5%）を追加した模擬セルの測定結果をもとに Multiple Exciton Generation による短波長内部量子効率向上を重みづけした実効反射率を評価し（Fig. 2）、SiO₂ 厚 70 nm のときに逆ピラミッド+2 層反射防止膜構造、ナノピラー単独の場合を下回る低反射率（6.1%）が得られた。

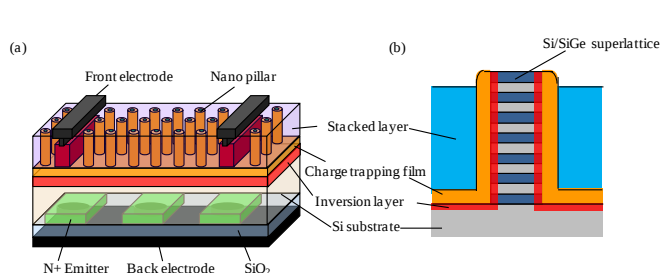


Fig. 1 (a)Schematic of our target cell structure, and (b) cross sectional of nano pillar.

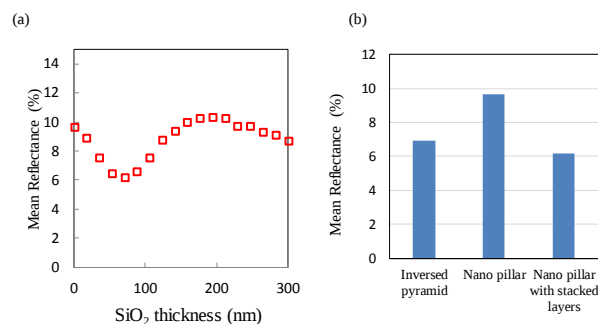


Fig. 2 Mean reflectance of nano pillar array with two stacked layers.

References

- [1] M. C. Beard *et al.*, Accounts of Chemical Research, 46, (6), pp 1252-1260 (2013).
- [2] K. Watanabe *et al.*, Technical Digest of International Electron Devices Meeting, 36.4 (2011).