

量子構造太陽電池の多接合化における電圧整合と波長選択層の提案

Light selective layer for voltage-matched tandem quantum solar cell

東大院工¹ 新藤 弘章¹, Chen Zheng¹, 河合直行¹, 和田 一実¹The Univ. of Tokyo¹ Hiroaki Shindo¹, Chen Zheng¹, Naoyuki J. Kawai¹, Kazumi Wada¹

E-mail: kwada@material.t.u-tokyo.ac.jp

1. 序論

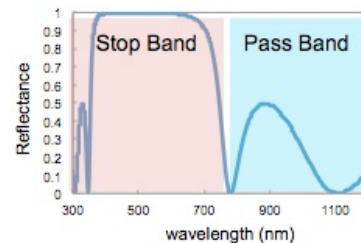
多接合太陽電池は高い変換効率を得ることが出来るため注目されている。しかしながら、最適なバンドギャップを持った材料が少ないことなどの問題点がある。これを解決するために Si を量子細線状にすることによって多接合化に最適なバンドギャップを量子効果によって得る研究が行われている。この手法の問題点として、細線径がわずかにずれるだけでバンドギャップが変化するために電圧整合が難しいことが挙げられる。我々はこれを解決する手法として電圧整合型多接合太陽電池を提唱する。この場合は各層から発生した電圧を整合するための変圧回路が必要である。このデメリットを超える利得を得る手法として、中間層として波長を選択的に反射することにより光路長を2倍にする一次元フォトニック結晶を用いることを提唱する。更にこの構造によって量子細線層を薄くできるため細線径を安定させることができる。

2. 方法

波長選択層として、屈折率差が大きい SiO₂ と Si を用いた一次元フォトニック結晶(1D PhC)を用いる。まずは二層の接合型太陽電池のための 1D PhC の設計を行った。電圧整合では電流整合で要求される各接合での吸収光子数を一致させるという条件を外して設計が可能である。またこの波長選択反射/透過層の反射・透過率を数値解析により求めた。

3. 結果

電圧整合におけるそれぞれの接合で 100% 吸収を仮定すると上層と下層での吸収帯域の分割波長は 758nm で効率が最大となる。この分割波長より、上層で吸収させるべき短波長側を反射させるための 1D PhC の最適構造は Si 30nm、SiO₂ 80nm を 4 ペア積層したものであることが分かった。

図 1. Si 30nm、SiO₂ 80nm が 4 ペアの場合の反射率

この波長選択層を用いた場合での波長に対する反射率は上図のようになる。波長選択層における透過波長域を見ると、反射が 40% 近くあることが分かった。これは下層で吸収されるべき波長域であるため透過されることが理想である。反射防止膜の導入や波長選択層の構造を変えることでこの波長域の反射を低減させる必要がある。

4. 結論

電圧整合型太陽電池の提唱をし、その際に導入する 1D PhC の構造とその透過率の計算を行った。その結果、透過域に 40% 近い反射があることが分かった。この実験値を発表の際に提示する予定である。