

Si/SiO₂ 超格子太陽電池における Si 層膜厚の影響

Effect of Si-layer-thickness in Si/SiO₂ Superlattice Solar Cells

科学技術振興機構¹, 新潟大工², 東工大院理工³

○山田 繁¹, 石川 亮佑², 比嘉 隆也³, 小長井 誠^{1,3}, 宮島 晋介³

○Shigeru Yamada¹, Ryousuke Ishikawa², Takaya Higa³, Makoto Konagai^{1,3}, Shinsuke Miyajima³

JST¹, Niigata Univ.², Tokyo Tech.³,

E-mail: sigeru.yamada@pb.jst.jp

2 接合タンデム型太陽電池の変換効率の向上には、トップセルとボトムセルの最適な組み合わせが必要となる。ボトムセルとして結晶シリコン太陽電池を用いた場合、トップセルの吸収層材料のバンドギャップとして 1.7 eV のものが求められる。このバンドギャップが実現可能で、光劣化の影響が小さいシリコン系材料として、シリコン/シリコン酸化膜(Si/SiO₂)超格子に着目した。

ボーム量子ポテンシャル法[1-3]により Si/SiO₂ 超格子太陽電池のデバイス解析を行い、最適なバンドギャップを得るために必要な Si 層の膜厚を見積もった。また、電気的特性の解析を行い、電気的特性の Si 層膜厚依存性を調べた。Fig. 1 に解析に用いた構造を示す。酸化亜鉛(ZnO)/p 型アモルファスシリコン(p-a-Si)/超格子/n 型アモルファスシリコン(n-a-Si)/アルミニウム(Al)の積層構造を、2 次元デバイスシミュレーターATLAS に適用して解析を行った。ZnO 層、p-a-Si 層、n-a-Si 層、Al 層の厚さは、それぞれ 90 nm、50 nm、50 nm、100 nm とした。超格子内の Si 層の厚さは、1.5 nm から 10 nm の間で変化させ、SiO₂ 層の厚さは 2 nm で固定した。超格子の周期は、超格子の膜厚が約 50 nm になるように調節した。

超格子内の平均バンドギャップを計算した結果、実験から見積もったバンドギャップシフ

トの傾向と非常に良く一致していることがわかった。また、Si 層膜厚が約 1.8 nm のとき、1.7 eV のバンドギャップが実現できることがわかった。さらに、電気的特性の解析結果より、太陽電池の開放電圧はシミュレーションにより見積もられた超格子内の平均バンドギャップの増加に伴い、増加することが明らかとなった。

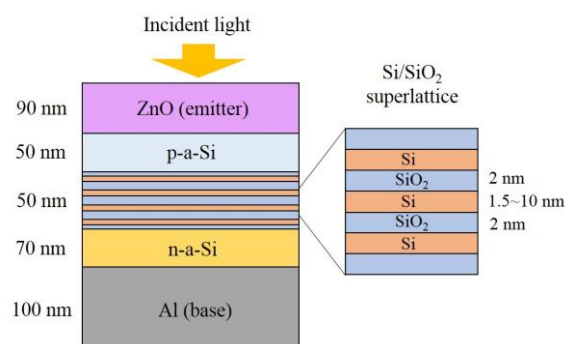


Fig. 1. The structure of the Si/SiO₂ superlattice solar cell for calculations.

- [1] D. Bohm, *Phys. Rev.* **85** (1952) 166.
- [2] Y. Kurokawa et. al., *Jpn. J. Appl. Phys.* **51** (2012) 10NE09.
- [3] S. Yamada et. al., *Nanoscale Res. Lett.* **9** (2014) 246.