

シリコンナノ粒子の光起電力特性

Photovoltaic characteristic of silicon nanoparticles

東京電機大学¹, 物質・材料研究機構²○(B)山野邊 奎耶¹, 鈴木 涼子¹, 佐藤 慶介¹, 深田 直樹², 平栗 健二¹Tokyo Denki University¹, National Institute for Material Science²○(B)Keiya Yamanobe¹, Ryoko Suzuki¹, Keisuke Sato¹, Naoki Fukata², Kenji Hirakuri¹

E-mail: os2_d@yahoo.co.jp

【研究背景】

シリコンナノ粒子(Si-NPs)は、粒子サイズを変化させることでバンドギャップの制御が可能という特徴を持つ。これにより、吸収する光の波長の選択が可能となるため、光電変換デバイスなどへの応用が期待されている。Si-NPsを用いた光電変換デバイスを作製する際、Si-NPsを含むデバイスの構造が重要である。Si-NPsを単一粒子形状として取り出して基板に塗布する手法では、Si-NPsの配置にムラができ、構造に欠陥が生じてしまう。実際に、Si-NPsをn型Si基板に堆積させることで光電変換デバイスを作製した結果、短絡電流密度は低い値(1.15 mA/cm^2)を示した。これは、Si-NPsと基板間に厚いSiO₂層が存在することで、直列抵抗成分が増大したことによる。そこで本研究では、Si-NPs作製時のパラメータを変化させ、膜厚の異なる光電変換デバイスを作製し、光起電力特性について検討した。

【実験方法】

Si-NPsは、高周波スパッタリング法および高温アニール法を用いてn型Si基板上に作製した。スパッタリングの時間を10 s、30 s、60 sと変化させることで膜厚の異なるSi-NPs/SiO₂混合膜を作製した。その後、Si-NPs上にp型ポリマー材料をスピンコーティングすることで、p-i-n接合を有する光電変換デバイスを作製した。作製したデバイスに1 sunの光照射時の電流密度-電圧特性(J-V特性)を測定し、光起電力特性を評価した。

【実験結果】

作製した光電変換デバイスのJ-V特性を右図に示す。短絡電流密度に関しては、成膜時間の短い10 sのデバイスにおいて、 7.86 mA/cm^2 の高い値が得られた。これは、成膜時間を減少させることでSiO₂が減少し、直列抵抗成分の減少をもたらしたことに起因する。一方、開放電圧は全てのデバイスにおいて約0.05 Vとなった。以上の結果より、Si-NPs層の膜厚制御により、短絡電流密度の向上が示唆された。

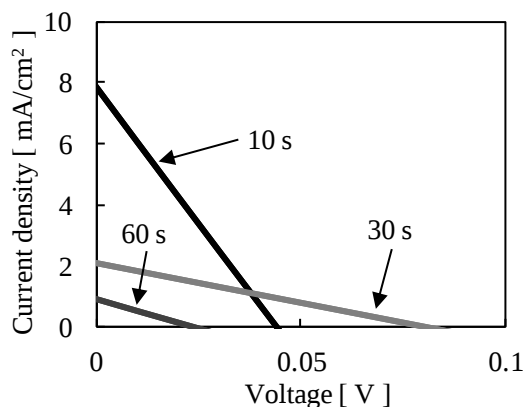


図 J-V 特性