

透明電極/Si ショットキー界面の酸化層が太陽電池に及ぼす影響

Influence of thin oxide layer at the transparent electrode/Si Schottky interface on solar cell properties

渡辺貴夫 (電気電子工学科)

Takao Watanabe

高機能デバイス研究室 指導教員 相川慎也 准教授

1. 緒言

ショットキー太陽電池は、pn 接合型に比べ変換効率は低いが、積層化が容易なため、吸収できる光の波長が異なる材料を用いたタンデム型構造の高効率ショットキー太陽電池の実現が期待できる。

本研究では、透明太陽電池作製の準備段階として、まず、Si と透明電極とを用いたショットキー太陽電池を作製し、その Si/透明電極界面と太陽電池特性との関係を明らかにすることを目的とする。特に、Si/透明電極界面の Si 酸化状態に着目し、薄い酸化層が与える影響を議論する。

2. 実験方法

反応性イオンエッチング(Reactive Ion Etching:RIE)で Si 基板表面の酸化膜を CHF_3 で除去し、RIE O_2 Plasma, UV, 大気自然酸化で Si/透明電極界面の Si 酸化膜を成長させた。成長させた酸化膜の上に PEDOT:PSS を 2000rpm でスピコートし、 120°C , 15min 大気雰囲気アニールした。

その後、前面電極として Boron ドープ酸化インジウムを 100nm, 背面電極として Al を 60nm 成膜した。

3. 結果および考察

RIE O_2 Plasma の条件として流量 50sccm, 圧力 10~20Pa, RF Power10~50W, Time 1min, UV の条件として, Time 1min, 30min, で酸化膜を成長させた。RIE および UV の条件下での酸化膜成長は、酸化力が高く、100nm の酸化膜の成長を確認した。また、RIE O_2 plasma 流量 50sccm, 圧力 10Pa, RF Power10W と条件が弱いものでも酸化膜が 100nm 成長したことから、今回用いた RIE, UV の条件範囲では酸化膜成長は 100nm で飽和すると推測される。

図 1 および 2 に作製した太陽電池の IV 特性 (それぞれ暗状態および明状態) を示す。このサンプルは、 SiO_2 エッチング後、24 時間大気中に放置して PEDOT:PSS 界面に薄い酸化膜を形成したものである。図 1 および 2 より、ショットキー接合に由来する非線形の電流電圧挙動が確認できた。しかしながら、照射時の光電流は、 $1.6 \times 10^{-7} [\text{A}]$ と非常に小さく、これはショットキー接合面で生成された電子・正孔対が各電極に回収できていないためと考えられる。

自然酸化させた表面 SiO_2 層が厚かったために生成されたキャリアがバリアを超えられなかったことによるものである。

4. 結論

Si を半導体層に用いたショットキー太陽電池を作製した。Si/透明電極の界面に着目し、Si の界面酸化膜厚を変化させた。界面 Si を自然酸化させた太陽電池においては、ショットキー接合を得ることができたが、照射時の光電流が非常に小さく、十分な発電を確認できなかった。これは、界面酸化膜厚の最適化が十分でなかったため、ショットキー接合面で生成された電子・正孔対が各電極に回収できなかったことに起因すると考えられる。今後、 SiO_2 膜厚をより精密に制御し、生成されたキャリアの回収に最適な界面酸化膜厚を探索する。

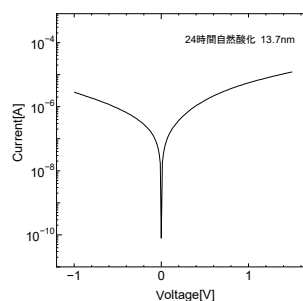


図 1 遮光時の IV 特性

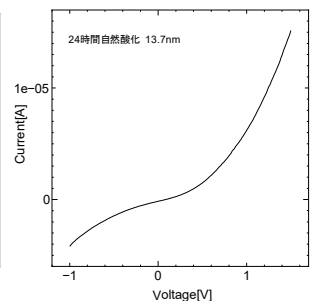


図 2 露光時の IV 特性

5. 参考文献

- 2030 年に向けた太陽光発電ロードマップ (PV2030) に関する見直し検討委員会: “「太陽光発電ロードマップ (PV2030+)」” pp4-6(2009)
- 松木伸行 “透明導電性高分子による透明ショットキー接合 (電子デバイス・太陽電池)” 神奈川大学 2020 年閲覧
- 吉川暹: “有機薄膜太陽電池の次世代太陽電池としての展望” pp25-26 京都大学 (2008)
- R.R. Lunt and V. Bulović, “Transparent, near-infrared organic photovoltaic solar cells for window and energy-scavenging applications.” Applied Physics Letters, vol. 98, no. 113305, 2011, DOI:10.1063/1.3567516.