

スマートスタック技術による多接合太陽電池の接合界面評価

野中翔一郎・古川昭雄・牧田紀久夫*・水野英範**・菅谷武芳*・仁木栄**
東京理科大 大学院 理工学研究科

* 産業技術総合研究所 太陽光発電研究センター 先進多接合デバイスチーム
** 再生可能エネルギー研究センター 太陽光チーム

研究の目的

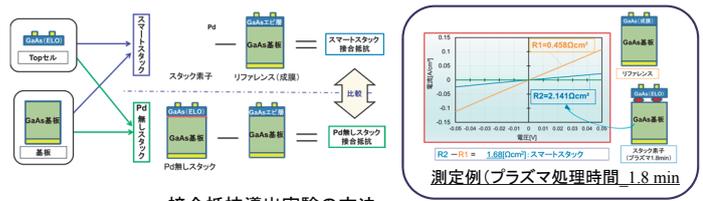
スマートスタック技術

- ・ナノ粒子を介在した接合を用いた産総研独自の技術
- ・GaAs/InP系4接合太陽電池で31.6%、GaAs/ClGse系3接合太陽電池で24.2%(最高記録)を達成。次世代多接合太陽電池のキーテクノロジー。
- ・本研究では
スマートスタック技術による接合界面品質について評価
→ 接合抵抗の導出および低減のメカニズムについて

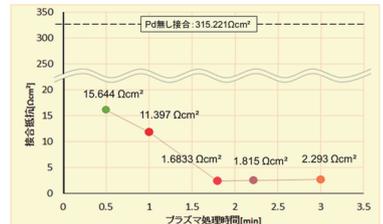
実験1

接合抵抗導出実験

- ・接合有無による素子抵抗の差分より接合抵抗を抽出
- ・接合抵抗のプラズマ処理時間依存性を評価
- ・プラズマ処理により接合抵抗が減少、最適処理時間を把握



接合抵抗導出実験の方法



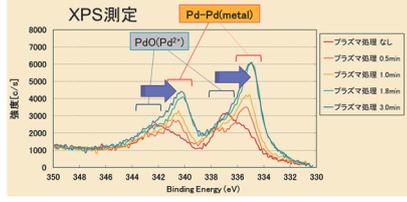
プラズマ処理時間を増加させることにより、接合抵抗が低減。1.8 min処理が最適と考えられる。過剰処理時間により抵抗は微増するが、プラズマ過剰によるPdのサイズ縮小によると考えられる。

接合抵抗のプラズマ処理時間依存性

実験2

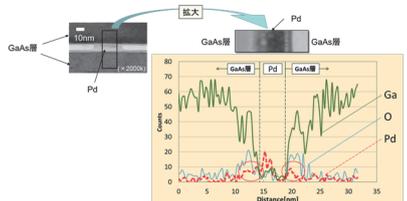
接合界面評価実験

- ・Pd塗布表面のXPS評価によるプラズマ処理時間性を検討
→ PdイオンからPd金属へ変化を観察(還元反応)
- ・GaAs/GaAs接合界面のTEM_EDX評価によりPd原子挙動を検討
→ Pdの半導体中への拡散を観察



- ・Pdイオン、Pd金属に由来する信号を確認
- ・プラズマ処理時間を増やすことによりPd金属信号が増大
- ・プラズマ処理による還元反応によりPdイオンの金属化が促進
- ・プラズマ処理による接合抵抗低減の要因と考えられる

Pd塗布表面のXPS評価 (XPS: X-ray Photoelectron Spectroscopy)



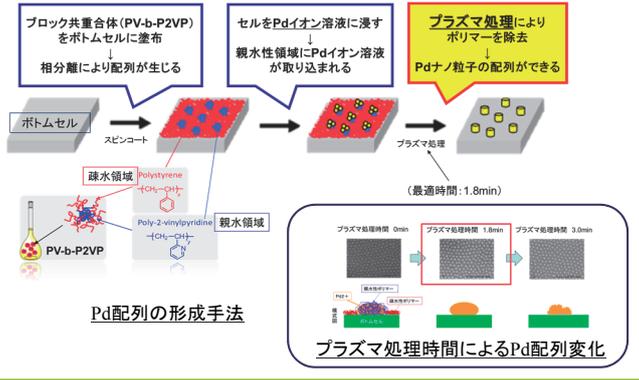
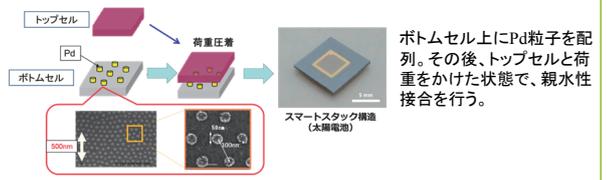
- ・Pdはナノ粒子の粒状集合体として観察される
- ・半導体/Pd界面には親水性接合特有の酸化膜が存在
- ・PdのGaAs層への拡散が観察
- ・Pd拡散によりオーミック性が出現すると考えられる

接合界面のTEM EDX (EDX: Energy Dispersive X-ray Spectroscopy)

背景

スマートスタック技術とは?

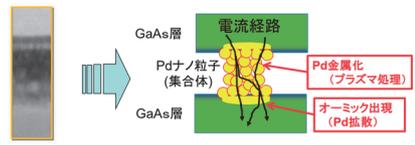
- ・導電性ナノ粒子配列(Pd)を介在した接合によるスタック技術
- ・量産性に富むブロック共重合体によるナノ粒子自己配列技術を適用
- ・接合界面の低接合抵抗、低光損失に特長
接合抵抗~1 Ωcm²、光損失(~2%)



考察

スマートスタック法における接合抵抗低減のメカニズムとして以下の過程が考えられる

- ・Pd塗布過程のプラズマ処理によるPdイオンの金属化促進
- ・接合過程におけるPdの半導体中への拡散によるオーミック性出現



接合抵抗低減のメカニズム

結論

まとめ

- 1) スマートスタック接合技術による接合界面の評価を行った
- 2) 接合抵抗の導出実験を行い、プラズマ処理時間依存性を検討
- 3) プラズマ処理時間増大により、接合抵抗が低減する傾向を観察
- 4) XPS観察により、プラズマ処理によるPdイオンの金属化を観察
- 5) 接合界面のTEM EDX分析により、Pdの半導体中への拡散を観察
- 6) 接合抵抗低減において、4) 5)のメカニズムが関与していると考えられる

* NEDOプロジェクトテーマ「超高効率・低コストIII-V化合物太陽電池モジュールの研究開発」に基づく

(参考文献) H. Mizuno, et al., Jap. J. Appl. Phys., 55, 025001_1-025001_7(2016).