

スマートスタック技術による 低コスト多接合太陽電池の開発

牧田紀久夫・水野英範*・大島隆治・太野垣健・高遠秀尚*・菅谷武芳
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

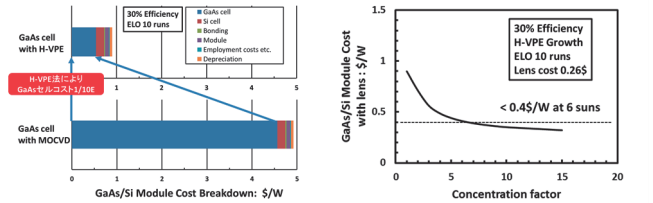
背景

目的: モジュール効率30%以上、発電コスト7円/kWhを有する革新的太陽電池の実現
* 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

方法: ① スマートスタック技術*による異種接合型多接合太陽電池
GaAs/Si型あるいはGaAs/CIGSe型多接合太陽電池
② 低倍集光(<10倍)によるセルコスト低減
② コスト律速であるGaAsセル成膜の低コスト化
ハイドライドVPE(H-VPE)技術の開発
* スマートスタック技術: 導電性ナノ粒子を介した接合法を利用したスタック技術

本研究によるコストインパクト

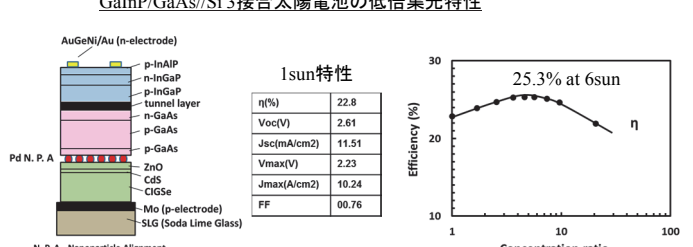
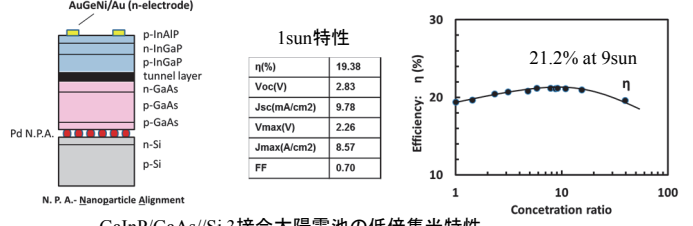
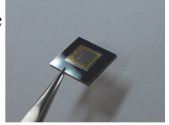
異種接合型多接合太陽電池のコスト分析
・GaInP/GaAs//Si 3接合型太陽電池でシミュレーション
モデル: モジュール効率 30%、稼働期間 30年、H-VPE技術、低倍集光
・H-VPE技術導入によりモジュールコスト 0.9\$/W (at 1sun)
・低倍集光によりモジュールコスト 0.4\$/W (at 6sun) まで低減、発電コスト7円/kWh相応のシステムコスト(125円/W)が可能



GaInP/GaAs//Siモジュールのコスト内訳 低倍集光GaInP/GaAs//Siモジュールコスト

デバイス実験

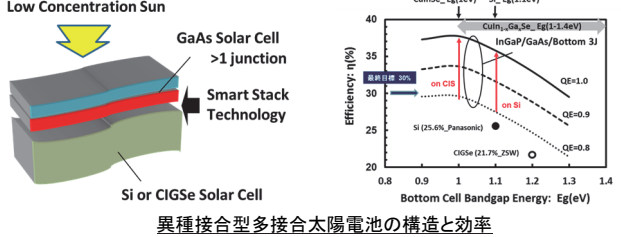
異種接合型多接合太陽電池の試作と低倍集光実験
・スマートスタック技術によりGaAs//Si, GaAs//CIGSeの多接合太陽電池を試作
・GaInP/GaAs//Si 3Jで発電効率21.2%(@9sun)
・GaInP/GaAs//CIGSe 3Jで発電効率25.3%(@6sun)
・異種接合太陽電池の低倍集光動作を確認



GaInP/GaAs//CIGSe 3接合太陽電池の低倍集光特性

セル構造

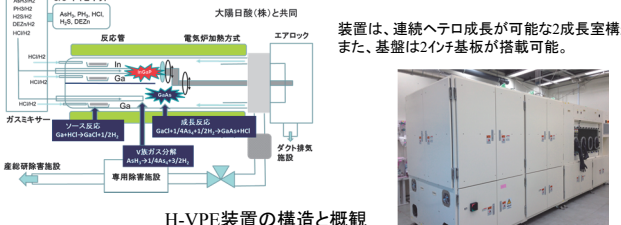
異種接合型多接合太陽電池
・高効率なGaAsトップセルと安価なSiあるいはCIGSeボトムセルを産総研独自のスマートスタック技術を用いて多接合化
・GaInP/GaAs//Si 3接合構造での予測効率30%以上



異種接合型多接合太陽電池の構造と効率

H-VPE技術

トップGaAsセル用H-VPE装置の開発
・H-VPE装置導入(2016.4.)、現在立ち上げ中
・高速成膜速度(>50 μm/h)による工程短縮、原料コスト低減によるランニングコスト低減(MOCVD法の1/10)
* NEDOプロジェクト予算にて導入。装置開発は大陽日酸(株)との共同研究による。



装置は、連続ヘテロ成長が可能な2成長室構造。また、基盤は2インチ基板が搭載可能。

結論

まとめ
1) 高効率/低コスト太陽電池として異種接合型多接合太陽電池開発着手
2) GaAs/Si, GaAs/CIGSe等の多接合太陽電池で効率30%、かつ低倍集光導入およびH-VPE成膜技術開発により発電コスト7円/kWhを目指す
3) GaAs/Siセルで21.2%(@9sun), GaAs/CIGSeセルで25.3%(@6sun)を達成
4) 今後は、構造最適化により効率改善およびH-VPE技術開発に注力
(参考文献) H. Mizuno, et al., Jap. J. Appl. Phys., 55, 025001_1-025001_7(2016)

参考: 多接合太陽電池の進捗

