

スマートスタック技術の研究

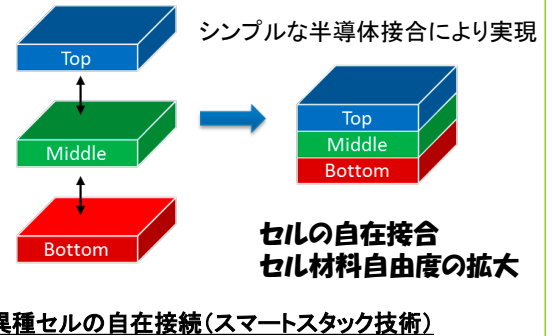
牧田紀久夫・水野英範・松原浩司
産業技術総合研究所 太陽光発電工学研究センター 革新デバイスチーム

研究の目的

任意のバンドギャップを持つ異種セルの多接合化によって、広い範囲の太陽光スペクトルを有効に利用した**超高効率多接合太陽電池**を目指す。このために必要な技術要素として以下の2つを研究。

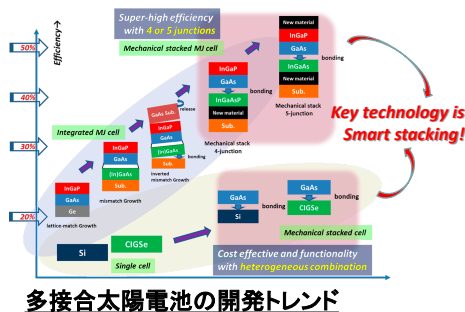
- 任意のバンドギャップを持つ異種セルの自在接合技術
→ **メカニカルスタック(スマートスタック)技術**
- 接合界面への高度閉じ込め構造の導入

* このポスターではメカニカルスタック技術について解説します。



多接合太陽電池の開発トレンド

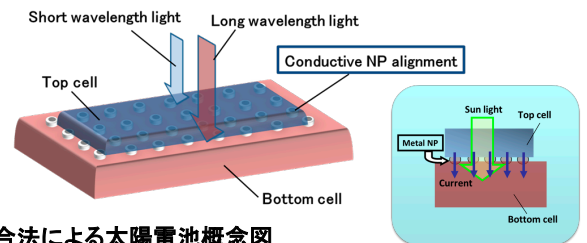
- 4~5接合構造による**超高効率化(>40%)**
- 異種材料セル組み合わせによる**コスト低減、機能性創出**
→ **スマートスタック技術がキーテクノロジー**



新接合法によるスマートスタック技術の提案

導電性ナノ粒子配列を接合界面に導入した**直接接合法**

- ナノ粒子/半導体接触を介した電流経路かつ電流の均一分散
→ **低接合抵抗**
- ナノ粒子ドメインのサイズ極小およびカバー領域小
→ **低光損失**



新接合法のプロセス工程および接合品質

(プロセス工程)

ブロック共重合体の相分離配列を利用し**ナノ粒子配列導入**および**Van der Waals法による直接接合**の2工程

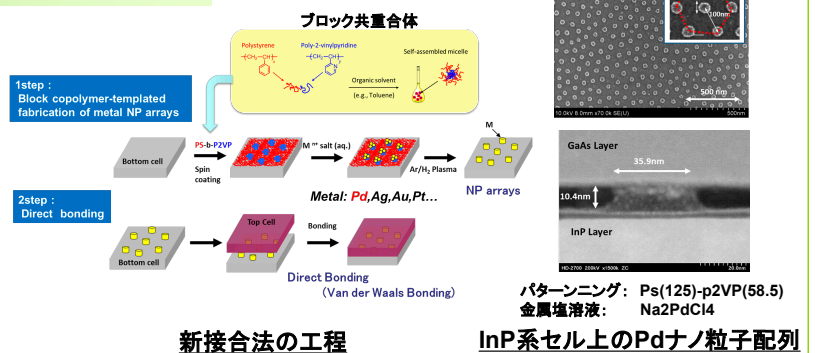
- Pd,Au,Ag,Pt等のナノ粒子配列が可能
- III-V, Si, Ge, CIGSe系太陽電池に適用可能

本実験ではPdナノ粒子を採用

(接合品質)

Pdナノ粒子配列により多接合化に適う品質を実現

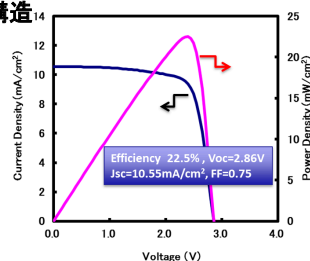
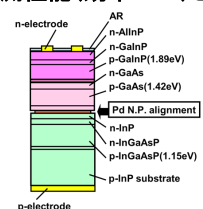
- ドメインサイズ50nmφ、密度 $1 \times 10^{10}/\text{cm}^2$
- 接合抵抗 **2Ω cm²以下**
- 光損失 **2%以下**



デバイス実証

新接合法により**3接合太陽電池試作**

- GaInP/GaAs/InGaAsP 3接合構造
- 効率**22.5%**、**Voc=2.86V**達成
- 予測性能(効率25%)と合致



結論および参考文献

(結論)

- 導電性ナノ粒子配列を接合界面に導入した直接接合法を開発
- 接合抵抗2Ω cm²以下、光吸収損失2%以下の接合品質実現
- GaInP/GaAs/InGaAsP 3接合太陽電池で効率22.5%実証(今後の予定)
- 汎用性拡大および実用化技術(信頼性/量産性)取り組み
- 適切なセル組み合わせにより効率>30%実現

(参考文献)

- K. Makita, et. al., 21st PVSEC, 2B-40-10 (2011)
- K. Makita, et. al., 27th Euro PVSEC, 1A0.9.6 (2012)
- H. Mizuno, et. al., Appl. Phys. Lett., 101, 191111(2012)
- K. Makita, et. Al., 2013 MRS Spring Meetig, FF2.08 (2013)