

スマートスタック技術による多接合太陽電池の開発

牧田紀久夫¹⁾、水野英範²⁾、大島隆治¹⁾、小牧弘典¹⁾、菅谷武芳¹⁾、松原浩司¹⁾

1) 太陽光発電工学研究センター、 2) 再生可能エネルギー研究センター

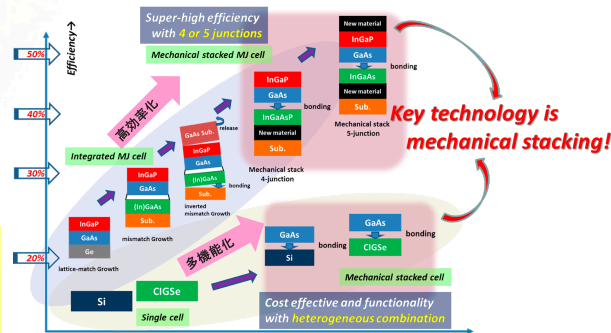
背景

多接合太陽電池 (Multi-junction (MJ) solar cells)
 ・太陽光スペクトルの有効活用により発電効率40%以上が可能
 ・基本構造はGeあるいはGaAs等の基板上的複雑な層構造からなる製法:

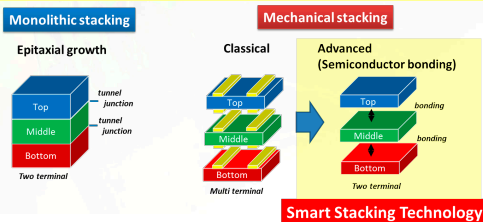
- ① 成長技術による一括形成 (Monolithic stack cell)
- ② 半導体接合技術による張り合わせ形成 (Mechanical stack cell)

目標: **メカニカルスタック技術により高効率 (> 40%) かつ低コスト (0.1\$/kWh) な多接合太陽電池を実現**

内容: **導電性ナノ粒子を用いたメカニカルスタック技術を開発 (スマートスタック技術) GaAs/InP系4接合太陽電池で発電効率~30.4%を実現**



多接合太陽電池のトレンド



現状の製法 (>30%実証製法)
 精密成長による一括形成
 材料自在性に課題

接合によるスタック化
 材料自在性に優れた
 低コスト化、多機能性に優位

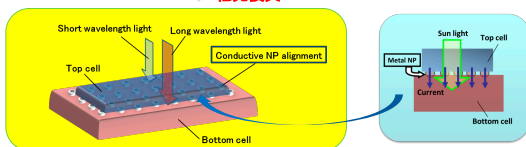
多接合太陽電池の製法

スマート・スタック技術とは?

基本概念

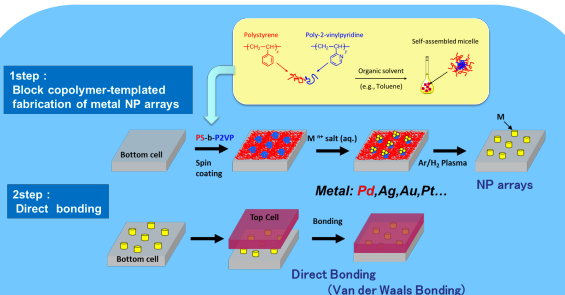
導電性ナノ粒子配列を接合界面に導入

電気特性: オーミック接触による電流経路および均一電流分散
 低接合抵抗および高電流耐性に優位
 光学特性: 微小サイズによる回折効果で高い透明性
 低光損失



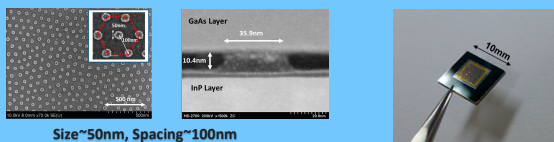
製法

ブロック共重合体による相分離現象を利用したナノ粒子配列
 Van der Waals接合による直接接合



Pd ナノ粒子配列の観察

多接合太陽電池の外観



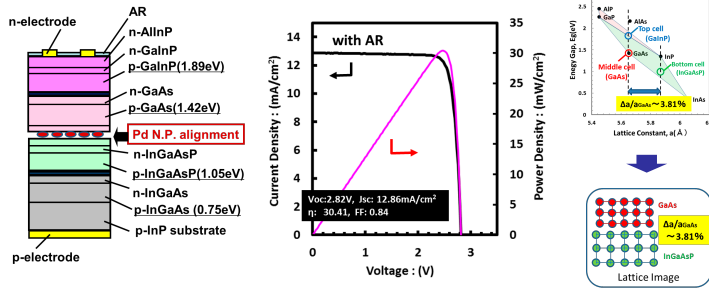
Size~50nm, Spacing~100nm
 Concentration~10¹⁰cm⁻²

接合品質

光学的損失	< 2%
接合抵抗	< 1Ωcm ²

デバイス検証 1

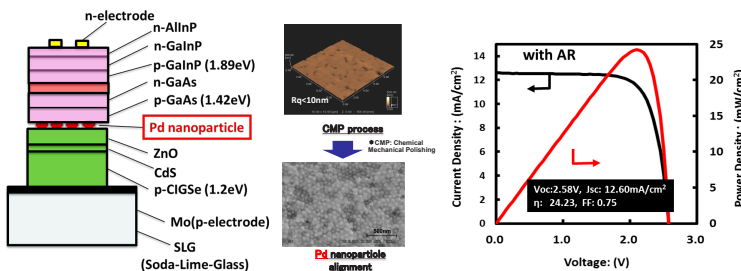
- スマートスタック技術によりGaInP/GaAs/InGaAsP/InGaAs 4接合構造を試作
- 発電効率~30.4%を実現、理論効率予測と合致
- トップセルのJsc改善により発電効率~35%以上が可能



GaAs/InP 4接合太陽電池

デバイス検証 2

- スマートスタック技術により異種材料からなるGaInP/GaAs/CuInGaSe 3接合構造を試作
- CuInGaSeはCMP研磨による平坦化プロセス適用
- 発電効率~24.2%を実現、GaAs/CuInGaSe系構造で最高記録
- Voc改善により発電効率~28%が可能



GaAs/CIGSe 3接合太陽電池

結論

- 導電性ナノ粒子配列を用いたスマートスタック技術を開発。接合抵抗<10cm²、光損失<2%の良好な接合品質を実現。
- GaInP/GaAs/InGaAsP/InGaAs 4接合太陽電池にて発電効率~30.4%を実現。
- 異種材料セルの組み合わせとしてGaInP/GaAs/CuInGaSe 3接合構造にて発電効率~24.2% (最高記録) 実現。
- 信頼性試験 (加速劣化試験、温度サイクル試験) を行い、実用上有用な信頼性を確認。*トピックス講演にて詳細発表
- スマートスタック技術は、次世代太陽電池のキーテクノロジーとして重要であることを確認。

(謝辞) 本研究は、NEDO「新エネルギー技術開発革新的太陽光発電技術の研究開発」の委託を受けて行われています。

(Ref.) H. Mizuno, et al., Appl. Phys. Lett., 101, 191111(2012), K. Makita, et al., 2013 MRS Spring Meeting, FF2.08(2013)
 K. Makita, et al., 28th EU PVSEC 2013, 3BV.5.21 R. Oshima, et al., 28th EU PVSEC 2013, 1CV.2.22

28th EU PVSEC 2013
 Best Poster Award

