

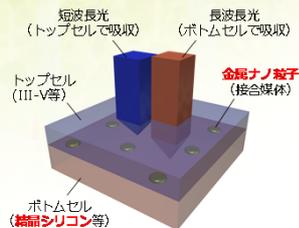
# 結晶シリコンスマートスタック太陽電池の開発

水野 英範<sup>1</sup>・牧田 紀久夫<sup>2</sup>・太野垣 健<sup>2</sup>・望月 敏光<sup>1</sup>・菅谷 武芳<sup>2</sup>・高遠 秀尚<sup>1</sup>

産業技術総合研究所 <sup>1</sup>再生可能エネルギー研究センター <sup>2</sup>太陽光発電研究センター

## スマートスタックとは？

われわれが提案するタンデム型(多接合)太陽電池の作製方法であり、その特徴は金属ナノ粒子配列を異種太陽電池の接合媒体として用いていることである。<sup>[1,2]</sup>



接合界面に  
金属ナノ粒子を配列  
↓  
電気を通し、光も  
阻害しないデザイン  
(電氣的・光学的接続)

### スマートスタック構造 (特許第5875124)

これまでにGaAs系2接合+InP系2接合で変換効率33.1%、GaAs系2接合+ClGSe単接合で変換効率24.2%等を達成している。<sup>[3,4]</sup>

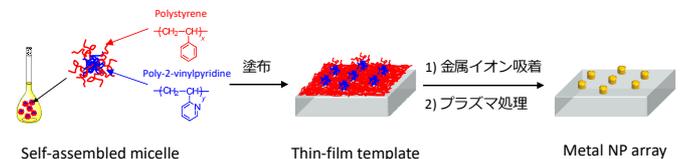
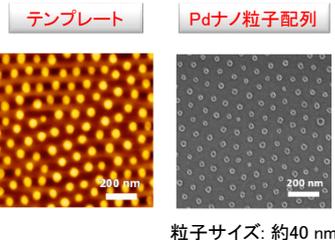
本研究では、特にボトムセルに結晶シリコンを用いた場合について報告する。

## 金属ナノ粒子配列の作製

カギとなる金属ナノ粒子配列は、ブロック共重合体 (Polystyrene-*block*-poly-2-vinylpyridine: 市販で入手可能)の自己組織化薄膜をテンプレートとして作製する。

様々な金属が適用できるが、太陽電池応用としてはPdが良い。

低コスト(フォトリソグラフィ等不要)、大面積化にも対応可能。



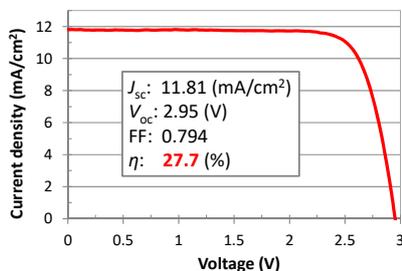
## III-V/Siスマートスタック

本研究は の委託のもと実施されたものであり、関係各位に感謝いたします。

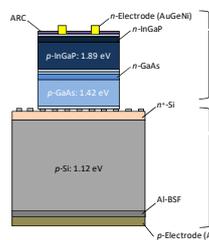
### 1. セル変換効率が27.7%まで向上

ボトム側に結晶シリコンセル (FREA製)、トップ側にIII-V族セル (InGaP/GaAs、つくば製)を用いたスマートスタックセルを作製し、変換効率27.7%を達成 (前回25.1%<sup>[5]</sup>)。また、同様のスマートスタックセルの信頼性テストを実施し、高温高湿下等においても顕著な劣化が生じないことを確認。

#### J-V特性



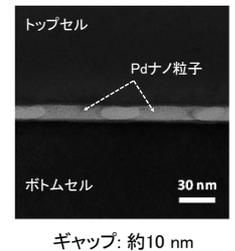
#### セル構造



トップセル  
RCPVで作製

ボトムセル  
FREAのAl-BSF技術をベースに作製

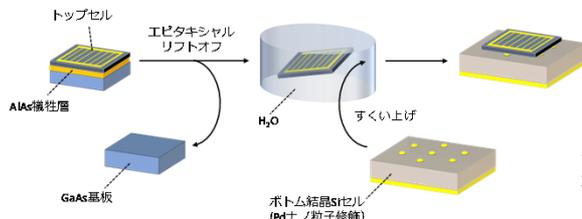
#### 接合界面



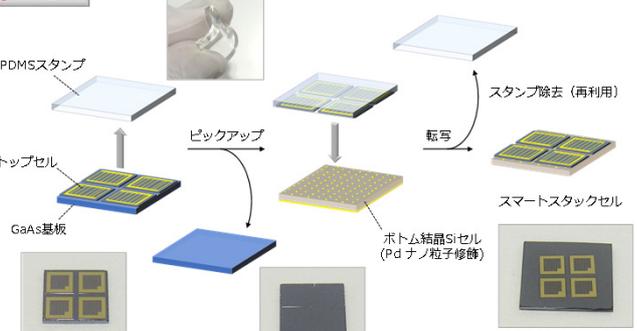
### 2. 新規スマートスタックプロセスを開発:スタンプ転写による一括スマートスタック

柔軟なシリコン樹脂 (ポリジメチルシロキサン、PDMS)を“スタンプ”として用い、複数枚のIII-V族トップセルの一括ピックアップ、結晶シリコンボトムセル上への搬送、転写を実証。スタンプはリユース可能であること、またこのようなプロセスで作製したスマートスタックセルが良好な太陽電池特性を発揮できることも確認。

#### 従来プロセス



#### 新規プロセス



## 参考文献

[1] H. Mizuno, K. Makita, and K. Matsubara, *Appl. Phys. Lett.*, **101**, 191111 (2012).  
 [2] H. Mizuno, K. Makita, T. Sugaya, R. Oshima, Y. Hozumi, H. Takato, and K. Matsubara, *Jpn. J. Appl. Phys.*, **55**, 025001 (2016).  
 [3] R. Oshima, Y. Nagato, K. Makita, Y. Okano, and T. Sugaya, *Grand Renewable Energy 2018*, P-Pv-2-5 (2018).  
 [4] K. Makita, H. Komaki, H. Mizuno, H. Sai, T. Sugaya, R. Oshima, H. Shibata, K. Matsubara, and S. Niki, *Proc. EUPVSEC 2014*, 1427 (2014).  
 [5] H. Mizuno, K. Makita, T. Tayagaki, T. Mochizuki, T. Sugaya, and H. Takato, *Appl. Phys. Express*, **10**, 072301 (2017).

## 今後の展開

- ◆ III-V/Siスマートスタックでは、セル変換効率の更なる向上を行うと共に、モジュール化へと展開。
- ◆ III-V以外のトップセルとして、ペロブスカイト太陽電池を検討。
- ◆ 競合技術 (表面活性化接合や多端子型)との差別化。