

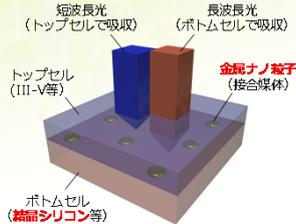
銅を用いた結晶シリコンスマートスタック

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

産業技術総合研究所 ¹再生可能エネルギー研究センター ²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。^[1,2]



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)

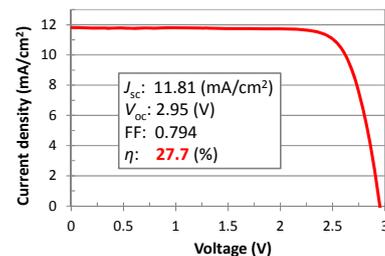
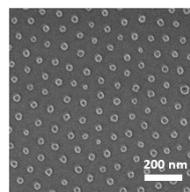
本研究では、さらなる低コスト化を見据え金属ナノ粒子の原料に安価な銅を用いたスマートスタックについて検討を行った。

これまでの実証: Pdを用いたスマートスタック

これまで金属ナノ粒子配列の原料としてパラジウム(Pd)を使用することによりGaAs系2接合と結晶Siのスマートスタックで変換効率27.7%等を実証している。^[3]

Pdナノ粒子配列

J-V特性例(InGaP/GaAs//Si)



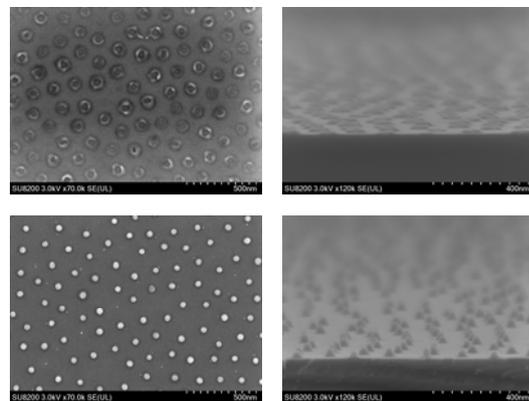
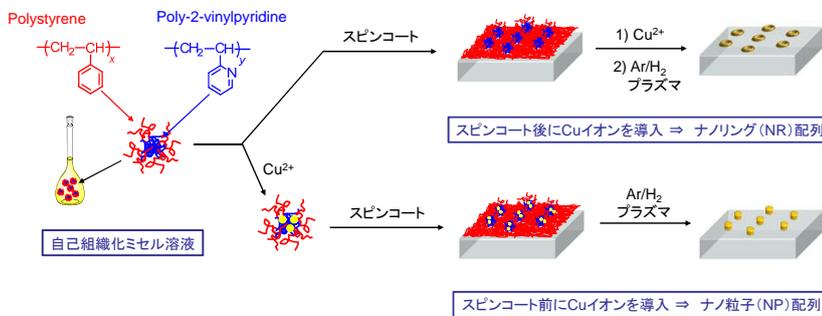
この他、GaAs系2接合+InP系2接合で変換効率33.1%、GaAs系2接合+ClGSe単接合で変換効率24.2%等も達成している。^[4,5]

銅を用いたスマートスタック

1. 銅ナノ構造の作製

これまで用いていたPdナノ粒子配列は、ブロック共重合体(Polystyrene-block-poly-2-vinylpyridine)の自己組織化薄膜をテンプレートとして作製してきた。しかしながら、同様のプロセスをCuに適用した場合、ナノ粒子ではなくナノリング配列が得られることが判明。Cuナノ粒子配列を得るためにはプロセス変更が必要となった。

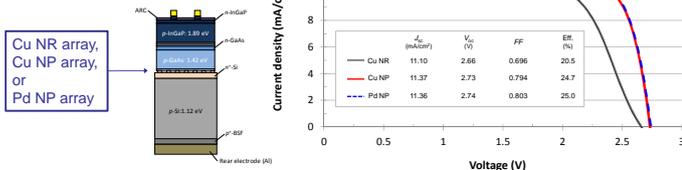
銅ナノ構造作製プロセス



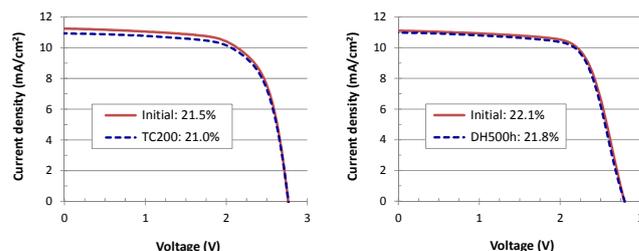
2. 銅ナノリングおよびナノ粒子配列スマートスタックセルのデバイス特性

Cu NR、NP配列ともにスマートスタック構造を作製することは可能であったが、NRはNPに比べ変換効率が低い(主に接合抵抗が高い⇒FFが低い)ことが確認された。なお、Pd NP配列を用いたスマートスタックセルとの比較では、遜色ない特性であった。長期信頼性に関しては、サーマルサイクル(TC)試験・ダンプヒート(DH)試験を行い、顕著な劣化が起こらないことも確認された。

セル構造&特性比較



信頼性検証



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] H. Mizuno, K. Makita, T. Tayagaki, T. Mochizuki, T. Sugaya, and H. Takato, *Appl. Phys. Express*, **10**, 072301 (2017).
 [4] R. Oshima, Y. Nagato, K. Makita, Y. Okano, and T. Sugaya, *Grand Renewable Energy 2018*, P-Pv-2-5 (2018).
 [5] K. Makita, H. Komaki, H. Mizuno, H. Sai, T. Sugaya, R. Oshima, H. Shibata, K. Matsubara, and S. Niki, *Proc. 29th EUPVSEC*, 1427 (2014).

まとめ

- ◆ スマートスタックに用いる金属として、高価なパラジウムではなく銅を検討。
- ◆ 銅ナノ粒子配列を用いることにより、Pdの場合と比較しても遜色ないタンデムセル特性が得られることを確認。
- ◆ 銅使用によるデバイス信頼性への影響はTC、DHでは確認されなかった。

謝辞: 本研究は (NEDO) 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。