

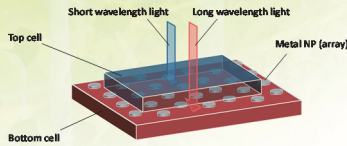
結晶Siスマートスタックセル

水野 英範¹・牧田 紀久夫²・太野垣 健²・望月 敏光¹・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]



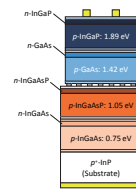
スマートスタックコンセプト
(特許第5875124)

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。

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)

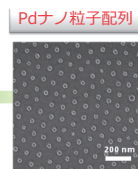
これまでの実証例

① 4接合^[3]
(GaAs系2接合 + InP系2接合)

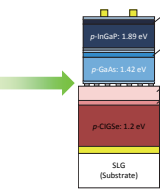


η : **31.6%**
(J_{sc} : 13.15 mA/cm², V_{oc} : 2.85 V, FF: 0.843)

② 3接合^[4]
(GaAs系2接合 + CIGSe単接合)

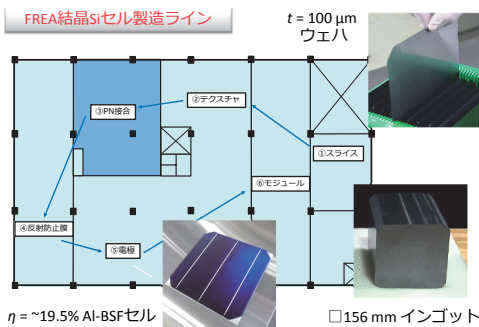


Size: ~40 nm
Spacing: ~100 nm
Coverage: ~12%



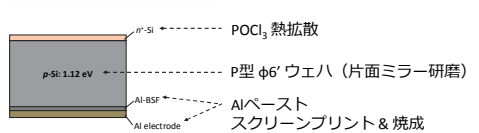
η : **24.2%**
(J_{sc} : 12.60 mA/cm², V_{oc} : 2.58 V, FF: 0.746)

結晶Siボトムセルの作製

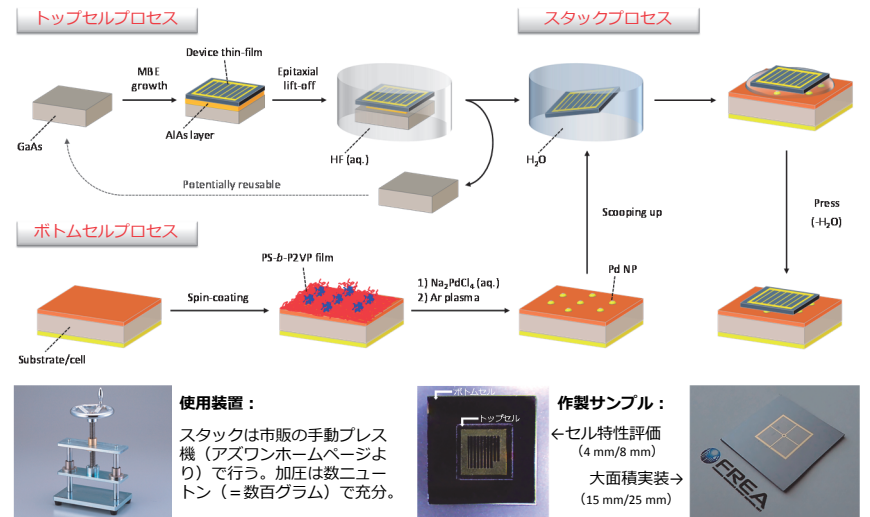


η ~19.5% Al-BSFセル □156 mm インゴット

スマートスタック用セル



結晶Siスマートスタックセルの作製

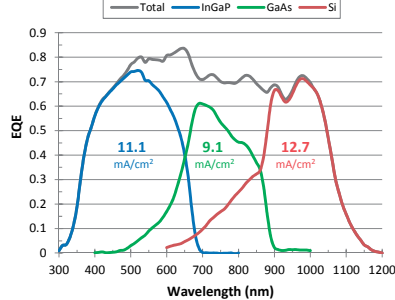
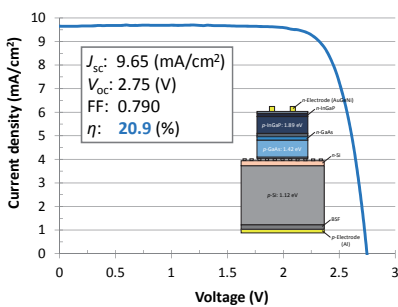


使用装置: スタックは市販の手動プレス機 (アズワンホームページより) で行う。加圧は数ニュートン (=数百グラム) で充分。
作製サンプル: ←セル特性評価 (4 mm/8 mm) 大面積実装 → (15 mm/25 mm)

セル特性

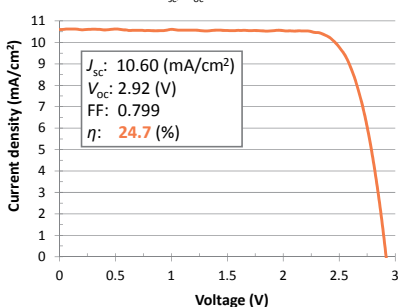
その1: トップセル改善前

J-Vカーブ取得後、EQEスペクトル測定→特性はGaAs層で律速していることを確認



その2: トップセル改善後^[5]

J_{sc} , V_{oc} の改善により変換効率も向上



他機関との比較

GaAs/Si系多接合セル

	Structure	Approach	J_{sc} (mA/cm ²)	V_{oc} (V)	FF	η (%)
AIST		Smart stack	10.6	2.92	0.799	24.7
Osaka City Univ. Sharp	GaInP/GaAs/Si (3)	Surface activated bonding	~10 (11.38)	~2.85 (2.875)	~0.84 (0.8448)	~26 (27.63)
Fraunhofer ISE			10.1 (11.2)	2.877 (2.890)	0.871 (0.844)	25.2 (27.2)
NREL CSEM	GaInP/Si (2)	4-terminal	14.1/22.7	1.46/0.68	0.879/0.762	29.8

まとめ・今後

1. スマートスタックを結晶シリコンへ適用、Al-BSF型セルでも高効率達成のポテンシャルがあることを実証。
2. 温度サイクル試験も実施しており、結晶シリコンスマートスタックセルに劣化がないことも確認済み。
3. ボトムセルにPERC・HITなど高効率構造を用い更なる効率アップ、トップセルにはPerovskite系なども展開しスマートスタック技術の多様性追求を予定。

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, et al., *Jpn. J. Appl. Phys.*, **55**, 025001 (2016).
 [3] Makita, H. Komaki, H. Mizuno, H. Sai, T. Sugaya, R. Oshima, et al., *Proc. EUPVSEC 2014*, 1427 (2014).
 [4] K. Makita, H. Mizuno, R. Oshima, H. Sai, S. Nonaka, A. Furukawa, et al., *PVSEC-25*, GAS-O-13 (2015).
 [5] 水野, 牧田, 菅谷, 太野垣, 望月, 高遠, 第63回応用物理学学会春季学術講演会 21p-KD-5..

謝辞

