

両面受光-裏面電極型結晶シリコン太陽電池の作製と評価

立花 福久、白澤 勝彦、高遠 秀尚
産業技術総合研究所 再生可能エネルギー研究センター 太陽光チーム

背景

両面受光-裏面電極型結晶Si太陽電池

- ✓ 受光面に電極の無い、裏面電極構造
- ✓ スクリーン印刷法による電極形成
- ✓ 細線電極により、裏面からの光取り込みが可能(両面受光型)

⇒ 需要の高まりが予想される本構造のこれまでの開発状況について報告を行なう。

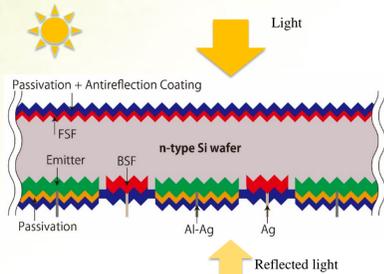
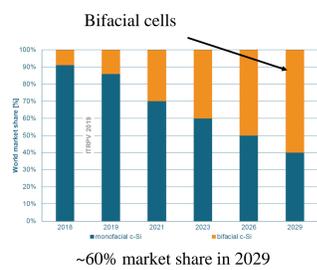
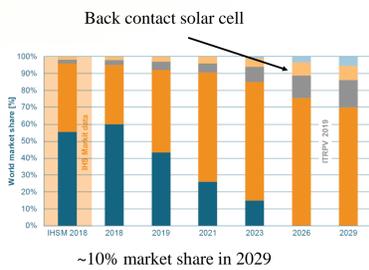


Fig. 1 Bifacial IBC solar cell.



~10% market share in 2029 (Back contact solar cell)
~60% market share in 2029 (Bifacial cells)
Data from ITRPV roadmap, March 2019

実験

セル構造

N型結晶Si基板 (1~3 Ω cm)
基板厚さ: ~160 μm
セル面積: 125 mm²

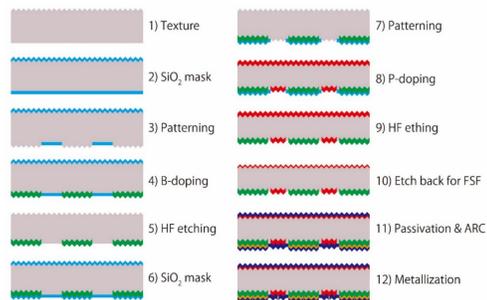
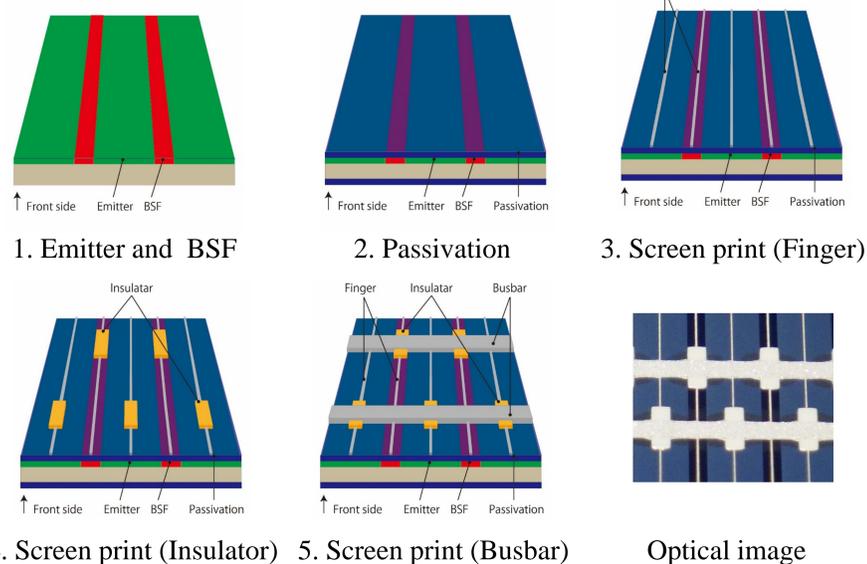


Fig. 2 Process flow

裏面電極作製工程



セル特性結果

- ✓ 両面特性は約0.75を得ている。
- ✓ さらなる高効率化のためには開放電圧の向上が必要となる。

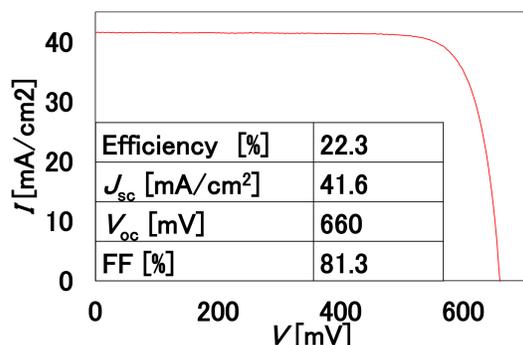


Fig. 3 IV properties of our best bifacial IBC cell (in-house measurement)

セル評価結果

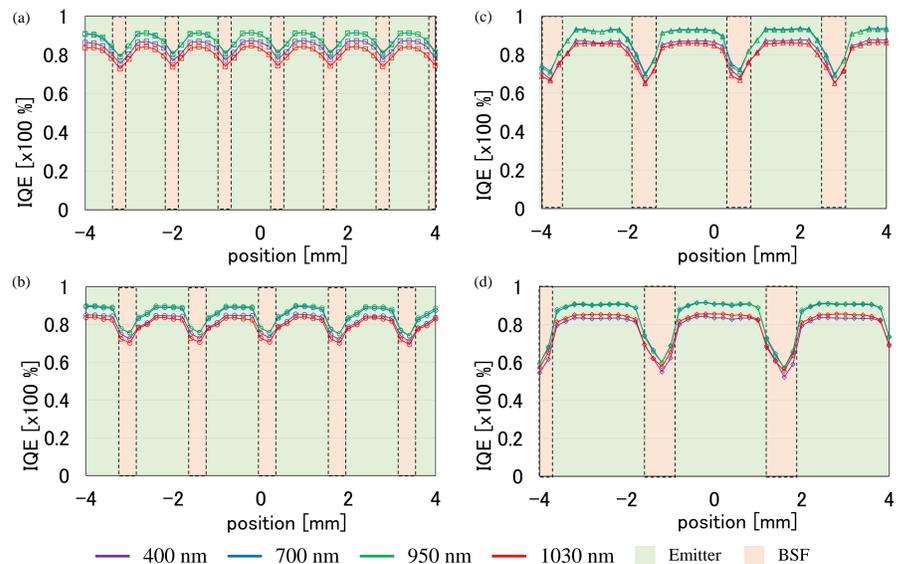


Fig. 4 IQE line scan profiles at fingers (a) pitch 1200 μm, (b) pitch 1600 μm, (c) pitch 2200 μm and (d) pitch 2800 μm.

- ✓ エミッタおよびBSF領域の比率を固定し(3:1)、ピッチを変更した際のIQEの変化として(図4)、ピッチが大きくなるにつれて、BSF領域においてIQEは低下した。これは電氣的遮蔽損失の増加によるものと考えられる。
- ✓ ピッチと V_{oc} およびFFの関係(図5)については、ピッチが狭いほど高いFFが得られた。 V_{oc} はほぼ一定であった。ピッチの増加によるFFの低下は直列抵抗の増加によるものと考えられる。

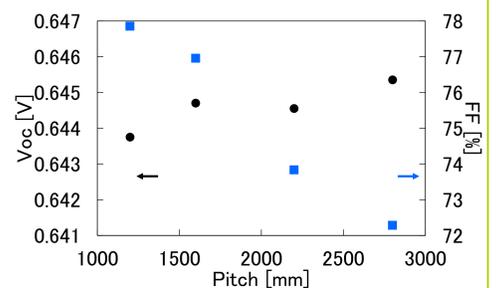


Fig. 5 V_{oc} and FF for several pitch samples

ロス解析結果

TABLE I: SURFACE RECOMBINATION PROPERTIES USING SYMMETRIC SAMPLE

Region	Equivalent J_0 [fA/cm ²]	Area fraction in bifacial IBC	J_0 in bifacial IBC [fA/cm ²]
Emitter	50 ± 6	0.748	37.40
BSF	293 ± 10	0.141	41.45
FSF	84 ± 20	1	84
Bulk	60 ± 5	1	60
Gap	500 ± 50	0.032	15.82
Total	-	-	238.68

Equivalent J_0 were measured by QSSPC using the symmetric samples.

- ✓ 両面対象サンプルにおける各領域の表面再結合特性結果は表1の通り。
- ✓ 得られたセルの電流及び電圧から求めたセル全体の J_0 は330 fA/cm²であり、表1の合計との差が電極領域における J_0 である(=91.32 fA/cm²)。
- ✓ セル全体の J_0 に対して約5割の損失が電極およびFSF領域で発生しており、高効率化のためにはこれらの領域における再結合特性の改善が必要となる。

まとめ

- ✓ エミッタ領域とBSF領域の比率を固定し、ピッチを変更することで、裏面構造がセル特性に与える影響を評価した。
- ✓ ピッチが大きくなるにつれて、電氣的遮蔽損失によってIQEは低下し、直列抵抗の増加によってFFは低下した。また、 V_{oc} には大きな変化は見られなかった。このことから、高いセル特性を得るためには狭いピッチでの設計が必要となる。
- ✓ ロス解析結果から、高効率化のためには電極及びFSF領域における再結合特性の改善が必要である。
- ✓ 詳細な実験条件等は Jpn. J. Appl. Phys. **59** (2020) 116503 に記載。

謝辞

本研究は新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の支援のもとに実施されました。関係各位に感謝申し上げます。