

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、棚橋 克人、望月 敏光、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

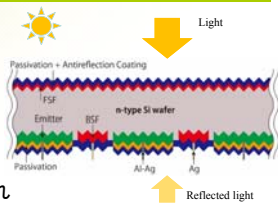
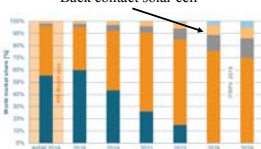
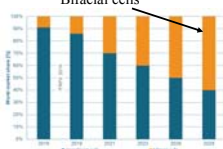


Fig. 1 Bifacial IBC solar cell.



~10% market share in 2019



~60% market share in 2019

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

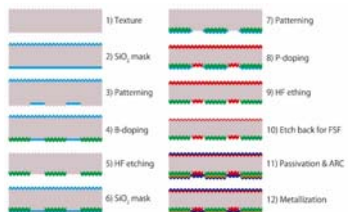
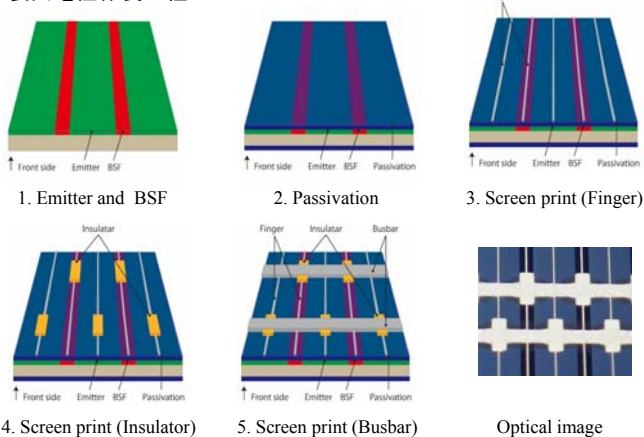


Fig. 2 Process flow.

裏面電極作製工程

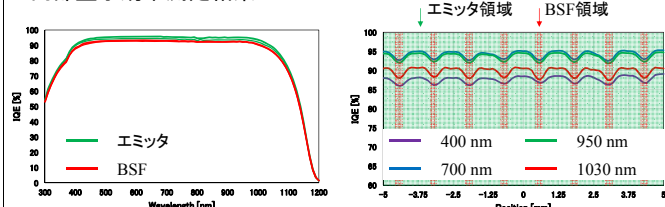


セル評価結果

モニターサンプルを使用した各領域における再結合特性結果

領域 (シート抵抗)	パッシベーション膜	J_0 [fA/cm ²]
エミッタ (~80[Ω/sq.])	AlO _x /SiN _x	50±6
BSF (~100[Ω/sq.])	SiO ₂ /SiN _x	293±10
FSF (~250[Ω/sq.])	SiO ₂ /SiN _x	84±20

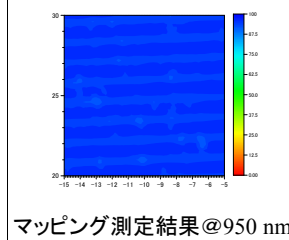
内部量子効率測定結果



各領域におけるスペクトル測定結果

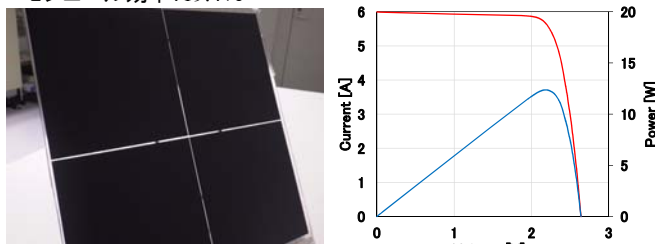
ラインスキャン測定結果

- ✓ 各領域における再結合特性結果から、更なる特性向上のためにはBSF領域における再結合特性の改善が必要である。
- ✓ 内部量子効率測定の結果から、BSF領域の狭小化によるelectrical shading lossの抑制ができていることが確認できる。



モジュール特性

モジュール効率: 19.4%



実際に作製した4直モジュールと特性結果例

- ✓ 4直モジュールの作製、19.4%の効率を達成した。

セル特性結果

- ✓ 多層印刷構造、BSF拡散領域の狭小化、エミッタおよびBSF領域の比率の変更により、セル特性の向上を図った。
- ✓ 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。

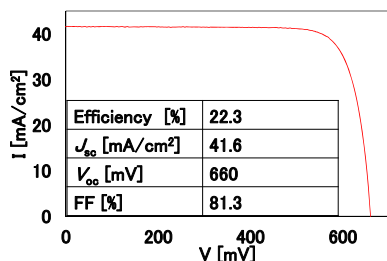


Fig. 3 IV properties of our best bifacial IBC cell (in-house measurement)

Efficiency [%]	22.3
J_{sc} [mA/cm ²]	41.6
V_{oc} [mV]	660
FF [%]	81.3

まとめ

- ✓ 多層印刷構造とすることで、バスバー部分で引き起こされていた特性劣化(electrical shading loss)を抑制した。
- ✓ 両面受光-裏面電極型結晶シリコン太陽電池の開発を進め、現在、変換効率22.3%(セル面積: 156.25 cm²)を得た。
- ✓ 表面再結合特性評価から、BSF領域における再結合特性の改善がセル特性向上には必要であることを確認した。
- ✓ 4直モジュールでモジュール効率19.4%(in-house測定)を得た。
- ✓ 今後、開放電圧の向上を進めることで、更なる高効率化へと繋げる。

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。