

結晶シリコン太陽電池における厚膜電極形成に関して

The Thick Film Electrode for Crystalline Silicon Solar Cell

ナミックス株式会社, °高橋 哲, 村松 和郎, 田中 亜樹

NAMICS CORPORATION, °Tetsu Takahashi, Kazuo Muramatsu, Aki Tanaka

E-mail: tetsut@namics.co.jp

1. 電極周辺技術の現状と課題

太陽電池の発電コストを低減するために、セルの製造コスト圧縮と発電性能向上が必須である。発電性能向上のため c-Si セルにおけるエミッタ層の深さは浅く、表面の P 濃度は低下傾向 (いわゆる高シート抵抗化) にあり、現在市販のセルに於いては、シート抵抗 $90 \Omega/\text{sq}$ 前後が主流であり、変換効率としては単結晶で 18 ~ 19 % 台となっている。今後は $120 \Omega/\text{sq}$ 程度までシート抵抗が上昇し、変換効率としては 20 % を超えると予測されている。このようなセルにおいては電極形成工程における再結合増大が問題となる。前述のように高シート抵抗になるほどエミッタ層深さは浅くなる傾向にあるので、電極を印刷・焼成した場合に、エミッタ層を超えて電極からの元素が拡散すれば空乏層での再結合が増大する。また、ドーパント表面濃度が低下することで電極/基板間の接触抵抗が高くなる。さらに、厚膜電極直下では Fire-Through によって再結合が増大、開放電圧が低下する。つまり高変換効率セルの電気特性だけに注目した場合の電極に対する要求事項は、(1)浅いエミッタに対して、それを超えて元素が拡散せず、(2) 表面濃度が低いエミッタに対して十分低い接触抵抗を示し、(3)電極/基板間での電子の再結合が少ない、という特性が要求される。

また、材料コストという観点から見れば、電極配線材料に銀を使用しており、急速なコスト低減要求のなか、電極材料の低コスト化も重要な課題となっている。

2. 電極形成

Fig. 1 に浅いエミッタ層に対して、4 種の電極ペーストを用いて試作したセルの曲線因子と開放電圧を示す。A は開発品、B, C, D は市販品である。ペースト A 以外は極端に低い曲線因子を示し、開放電圧も低下している。市販品ペーストでは従来から用いられる “Fire-Through” という技術が用いられ、太陽電池表面の絶縁層である SiNx:H が取り除かれる。逆にペースト A では SiNx:H をあえて取り除かずに電極界面を形成することで開放電圧低下を抑えつつ、曲線因子の向上を図っている。

Fig. 2 に銅電極セルの初期特性を示す。銅電極は、バス部のみ、バス+フィンガーに使用す

る 2 パターンを想定している。フィンガーに銅電極を用いる場合には、その下に電気接続を形成する層を挿入する必要があるが、現在これらすべてを通常と同じスクリーン印刷手法で実施するための開発を行っている。

3. まとめ

太陽電池セル製造の最下流工程の電極形成は、最終的にデバイスとしての性能を左右する。性能改善にはセルの構造まで含めた総合的な研究開発が必要である。

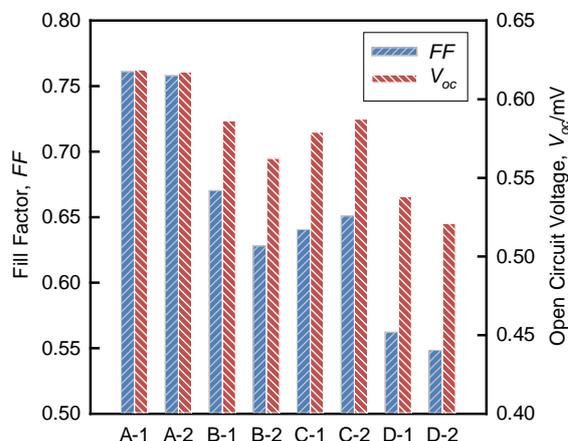


Fig. 1 The fill factor and open circuit voltage of shallow emitter cells.

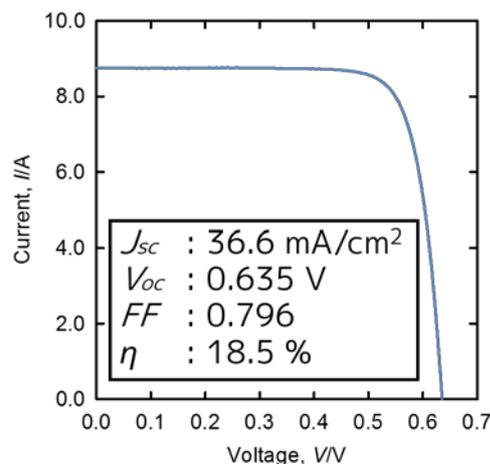


Fig. 2 Initial IV curve of copper metallized cell.

謝辞

本研究の一部は、新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託を受けて実施した。