

## REC N-Peak テクノロジー:

### RECで受賞した技術を使用したn型単結晶プラットフォームは、持続的なパフォーマンスによって長期的に電力を提供いたします。

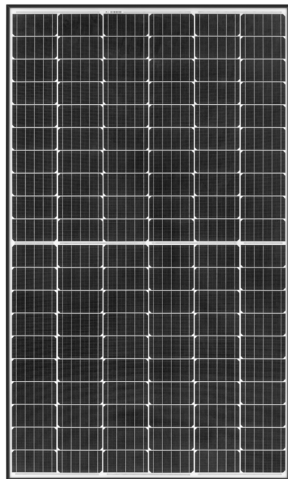
REC N-Peakは、賞を受賞したテクノロジーを基に、高出力で革新的なモジュールデザインを特徴とするヨーロッパ・トップメーカーの新しい太陽電池モジュールです。REC N-Peakは、量産で初めてn型単結晶シリコンプラットフォームを採用し、最大330Wpのワットクラスを提供し、高出力で最高品質の製品を皆様にご提供いたします。

#### REC N-Peakとは?

REC N-Peakは、複数の受賞実績のあるテクノロジーを基にした最新の太陽電池モジュールで、高出力を得るために革新的で高効率なセル技術を備えています。n型単結晶(モノ)シリコン・セルを基にした60セルN-Peakシリーズは、330ワットまでのワットクラスを実現しています。

N-Peakの他のREC製品との大きな違いは、n型単結晶セルの生産に初めて移行した点です。N-Peakは、当社のハーフカット技術により標準サイズの単結晶ウェーハ(156.75 x 156.75 mm)を基に2つの等しいサイズのセル(156.75 x 78.375 mm)に分割した合計120個の個別のセルで構成されています。

図1: REC N-Peakモジュール、単結晶セルと「ツイン」セルレイアウト設計



次に、モジュールは「対」となる2つのセクションから成り、120枚のセルを半分の60枚に分割し、それぞれ1ストリング20枚で3つに配置し、60枚を1つのセクションで構成されています。また、その他に有効な機能が追加されています。

- ・ 5本バスバー
- ・ PERT(裏面不動態化エミッタ全拡散セル技術)
- ・ スプリットジャンクションボックス

REC N-Peakにはフレーム厚さを薄くした新世代のフレームデザインを採用しています。裏面にサポートバーを付帯することで耐久性、安定性、耐荷重性が向上しています。

#### 単結晶セルが多結晶セルと異なる点は何ですか?

その名前が示すように、多結晶シリコン(マルチ)インゴットは複数の独立した結晶から形成され、単結晶シリコンは単一の結晶から構成されます。これは、ウェーハにスライスされると、より高い発電効率、可視セル構造と均一に暗い色を与え、シリコン純度の高いことを意味します。これらの違いはセル性能に決定的な影響を及ぼし、より低いセル温度係数を与え、特に暖かい気候において発電が改善されます。

単結晶ウェーハの製造プロセスは、多結晶ウェーハの製造プロセスとは異なり、単結晶セルに見られる独特の丸いコーナー

が形成されます。この理由は、モジュール内のスペースを最大限に利用するために、スライス及び切断する前に、単結晶ウェーハは正方形または長方形のつぼではなく、円筒状のインゴットに生成させるからです。

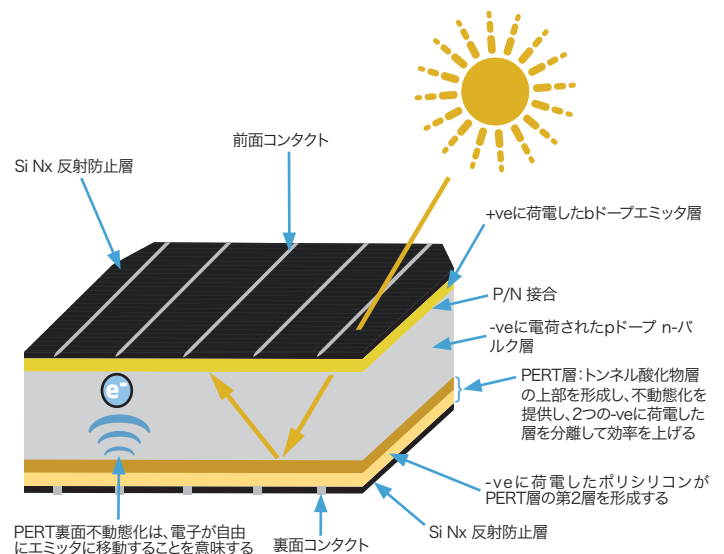
#### n型テクノロジーとは?また、どのようなメリットがありますか?

RECモジュールはこれまで、p型多結晶ウェーハ技術に基づいてきました。しかし、市場ではこれまで以上に高出力と高効率のモジュールが要求されており、単結晶ウェーハ・プラットフォームへの移行により、この要求に対応することができます。p型のPは、セルバルクがホウ素がドーピングされている陽電極の略であり、これはシリコンよりも電子が1つ少ないため電子の不均衡がプラスになり、電気の流れが刺激されます。

一方、N型は、シリコンよりも電子が1つ多いリンがドーピングされたバルクセルは、陰性の電荷を生成し、電気の流れを刺激します。単結晶セルは一般的に、多結晶セルよりも効率的であるため、n型の技術はこれまで、高効率の特性を最大限に活用し、より高いワットクラスに到達するために、独占的に単結晶に使用されてきました。

より重要なことは、このような構成はバルク中のホウ素と酸素が結合を回避します。この組み合わせは、セル内の光誘起劣化(LID)の主原因であり、n型セルはこの現象は発生せず、最初の光に暴露時の電力の損失がないことを意味します。

図2: 陰性に荷電したバルクおよびPERT層を示すREC Nピークセルの断面



市場調査によると、高出力のn型製品は今後10年間で生産量が約25%成長することが予想されているため、REC社はp型単結晶技術を飛躍させてn型ソリューションの取り組みをおこなっています。しかし、多結晶テクノロジーは2020年代半ばまで市場の約50%を維持すると予想されており、よって主要な製品として留まります。<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ITRPV 2018年第9版, International Technology Roadmap for Photovoltaic Results 2018. [www.itrpv.net/Reports/Downloads/](http://www.itrpv.net/Reports/Downloads/)

### 単結晶n型を生産するために何を実施していますか？

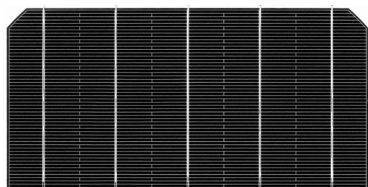
REC社は、シンガポールの総合的なモジュール製造施設で、新しく最先端の単結晶セル製造工場を構築しました。ハーフカット・セル技術と裏面不動態化セルに関するすべての経験を活かし、独自の品質管理プロセスの基でn型単結晶生産を確実にすることに重点を置き、さらなる拡大を計画しています。

### ハーフカットセルにはどんな利点がありますか？

図3に示すように、N-Peakの単結晶セルは2つの等しい長方形に切断されます。セルを半分にすると内部電流が半減し抵抗が低下するため、電力損失も減少します。電力損失は電流の2乗に比例するため、モジュール全体の電力損失は4倍減少します。<sup>2</sup>

ハーフカットセルの電力損失を低減することにより、セル品質の指標であるフィルファクタが高くなります。より高いフィルファクタを有するモジュールは、より低い直列抵抗を有し、セル内の電流の損失を減少させることを意味します。これにより、より高いセル効率をもたらされ、特に高い照度の時に、より高い発電が得られます。

図3: REC N-Peak n型単結晶ハーフカットセルは、5本バスバー、景観を配慮した均一な黒色及び独特の丸いコーナー



### 5本バスバーはどのようなメリットをもたらしますか？

セル上の5本バスバーは、電子がリボンに到達するまでの距離を短くすることで、電子の経路が混雑しないので内部ストレスが減少し、モジュールの信頼性が向上します。これにより、セル内の抵抗が低下し、セル電流が増加します。

5本バスバーによる熱サイクル性能の大幅な向上を実証したN-Peakセルに対し、厳しい加速試験が実施しており、改善された電子の流れで、セルは熱によるストレスが少なく、より効率的で耐久性を持ち合わせています。

### PERTテクノロジーの利点は何ですか？

2015年に、裏面不動態化エミッタセル技術(PEC)を多結晶シリコン・セルの量産に導入した最初のモジュールメーカーです。PERTは基本的に、セルの裏面に追加の層があり、バルクと裏面の間に電氣的接続を可能にするために多数の小さな穴があけられています。これは、電子の再結合を減少させ、特定の波長をセルに戻して、再度捕捉する機会を与えます。同様に、セル裏面側のメタライゼーションの減少は、セルの動作温度を高め、より高い効率を維持します。

RECは、PERTでの裏面不動態化セルの豊富な経験とノウハウを使用して、セルの裏面を完全に拡散させ、すなわち、小さな穴がない、n型単結晶セルを開発することができました。この不動態化層は、裏面不動態化エミッタ完全拡散(PERT)として知られており、セルの全領域にわたってバリア層のように作用し、2つの陰性に荷電した層を分離し、後部での電子の再結合(不動態化)を高い効率と安定化された変換効率を与えながら、セルをより効率的に動作させることができます。

これを裏付けるために第三者機関のテストで、市場をリードする44°Cと温度係数のNMOT値(標準モジュール動作温度)環境下で、モジュールが1°C温度上昇毎に発電能力の低下率は-0.35%/°Cと大幅に低減されています。

### スプリットジャンクションボックスにはどのような利点がありますか？

REC N-Peakシリーズモジュールに見られる「ツインセクション」セルレイアウトを実現するためには、3分割のジャンクションボックスを使用することが重要です。ジャンクションボックスをより小さな

部品に分割することにより、メタライゼーションが少なくなり、モジュール内の抵抗が減少し、スペースが節約されます。次に、セル上に直接到達しない光を内部反射で増加させたためのセル間のわずかに大きな隙間が可能となり、発電に寄与します。

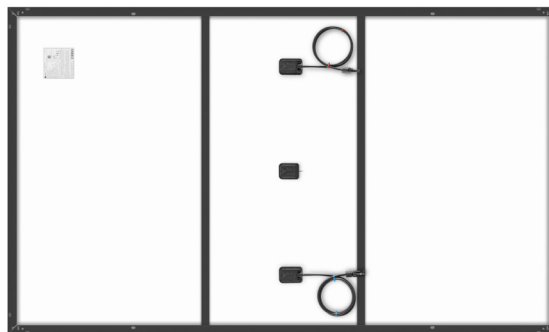
3つの小さなボックスを使用すると、標準モジュールと比較して熱の蓄積が15~20°C低下します。これにより、セルがより低温に保たれ、セルの吸収効率、モジュールの信頼性および全体的な出力が向上します。

裏面スプリットジャンクションボックス(図4)の使用は、モジュールを並列に接続された60個のハーフカットセルを2つの「ツインセルセクション」に分割できる重要な要素です(図1)。このレイアウト設計では、モジュールの一部またはストリングに陰影されている場合でも、モジュールはエネルギーを生成し続けることができます。これは、陰影がバイパスダイオードを起動させ、セルストリングがモジュールを完全に迂回して、出力をダウンさせる代わりに、モジュールの半分だけがバイパスされ、モジュールは少なくとも50%の発電に貢献し続けることを可能にします。

### 新しいフレームデザインにはどんな利点がありますか？

30 mmの高さに薄くすることで、実際にN-Peakシリーズの新しいフレーム構造が、標準製品よりも強度と堅牢性を提供します。3年間の開発プロジェクトにより、60セルモジュールで初めて2本のサポートバーを裏面に配置できるようになり、耐荷重強度が飛躍的に向上しました。

図4: サポートバーとスプリットジャンクションボックスを備えたREC N-Peakモジュールの裏面図



裏面の2つのサポートバーは、重負荷の下でガラスやラミネートが曲がるのを防止します。たわみの減少は、セルの損傷の影響を受けにくくし、破損や変形の可能性を大幅に低減されるため、耐久性と長期信頼性を高めます。テストでは、機械的負荷試験後にサポートバーが実際にモジュールのたわみと変形を制限し、1%未満の劣化であることを示しています。実際、サポートバーで強度が向上し、最大7000Paの下向き荷重にも耐えることができます。

### 結論:

N-Peakシリーズで単結晶n型テクノロジーを使用することで、モジュールの電力、効率およびワットクラスがさらに高まります。高い純度の単結晶セルは、さらにセルの効率を高めたn型技術を使用することでセル効率がさらに向上します。PERTにて改善された温度性能は、セルの発熱を防ぎ、より高い効率を達成します。また、セルバルク中にホウ素が存在しないので、LIDの発生がなく太陽光に最初に暴露されたときに即座に電力が落ちないという利点があります。このすべての結果は、発電の増加に繋がります。

しかし、太陽電池モジュールの初期電力レベルは、唯一の重要な問題はなく、耐用年限にわたってのパフォーマンスです。REC N-Peakシリーズは、新しいフレームデザインが優れていることから、堅牢性が向上し、より高性能セルを長時間保護することができます。

セルレベルの技術により発電量の増加と強力なフレーム設計は、何十年にもわたって電力を保つことができます。REC N-Peakシリーズの保証は、1年目は最大2%の劣化と2-25年目で0.5%/年の劣化で、25年後には最終的に86%になり、耐用年限にわたって高発電のための理想的なソーラーモジュールです。

<sup>2</sup> 電力損失 =  $R \times I^2$ , Rは抵抗, Iは電流