

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2019-515498

(P2019-515498A)

(43) 公表日 令和1年6月6日(2019.6.6)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 31/0224 (2006.01)	HO 1 L 31/04 2 6 0	5 F 1 5 1
HO 1 L 31/068 (2012.01)	HO 1 L 31/06 3 0 0	

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2018-556427 (P2018-556427)	(71) 出願人	516363086 イーエヌビーダブリュー エネルギー パーデン ヴェルテンベルク アーゲー ドイツ連邦共和国 7 6 1 3 1 カールスルーエ ドゥルラッハー アレー 9 3
(86) (22) 出願日	平成29年4月12日 (2017. 4. 12)	(74) 代理人	100079049 弁理士 中島 淳
(85) 翻訳文提出日	平成30年11月20日 (2018. 11. 20)	(74) 代理人	100084995 弁理士 加藤 和詳
(86) 国際出願番号	PCT/EP2017/058746	(72) 発明者	ダーリンガー、 モリス ドイツ連邦共和国 7 0 1 9 7 シュトゥットガルト アルントシュトラーセ 2 9
(87) 国際公開番号	W02017/186488	(72) 発明者	カルステンス、 カイ ドイツ連邦共和国 7 0 1 9 0 シュトゥットガルト ウルバンシュトラーセ 9 8
(87) 国際公開日	平成29年11月2日 (2017. 11. 2)		最終頁に続く
(31) 優先権主張番号	102016107802.6		
(32) 優先日	平成28年4月27日 (2016. 4. 27)		
(33) 優先権主張国	ドイツ (DE)		

(54) 【発明の名称】 背面コンタクト太陽電池を結晶シリコンから製造する方法

## (57) 【要約】

背面コンタクト太陽電池 ( 1 0 ) は、反射防止層 ( 1 2 ) を前面上に有するウェハ ( 1 6 ) であって、エミッタ ( 2 0 ) 及び背面電界 ( 3 2 ) を背面上に有し、且つレーザアブレーションを使用して生成されたコンタクト ( 2 8 ) を前記背面上に有するウェハ ( 1 6 ) を有し、ピッチは最大でも 8 0 0 マイクロメートルである。さらに、そのような太陽電池 ( 1 0 ) ( 図 1 ) を製造する方法が提供される。

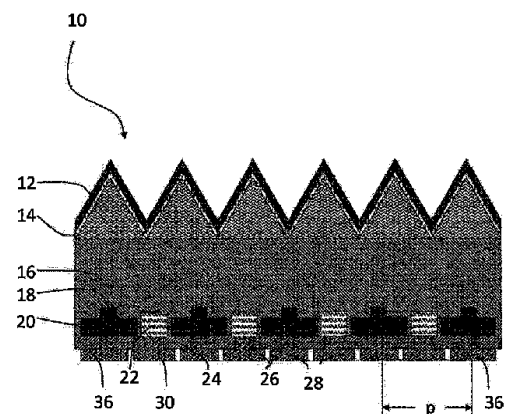


Fig. 1

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

(a) n - ドーピングされた領域又は p - ドーピングされた領域 ( 2 0 、 2 2 ) を生成するために、好ましくはレーザドーピングを用いてドーピングする工程、

(b) 太陽電池 ( 1 0 ) の背面上のコンタクト面 ( 2 6 ) を、好ましくはレーザアブレーションを用いて露出させる工程、

(c) 前記太陽電池の背面に金属層を施す工程、及び

(d) 金属コンタクト ( 2 8 ) を生成するためにレーザアブレーションを用いて前記金属層を構造化する工程であって、ピッチは最大でも 8 0 0 マイクロメートルである工程、  
を有する、背面コンタクト太陽電池をシリコン結晶から製造する方法。

10

**【請求項 2】**

ドーピングされた領域 ( 2 0 、 2 2 ) はレーザドーピングを使用して生成される、請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 3】**

前記ピッチ ( p ) は最大でも 5 0 0 マイクロメートル、より好ましくは最大でも 1 0 0 マイクロメートル、特に好ましくは最大でも 6 0 マイクロメートルである、請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 4】**

前記ピッチ ( p ) は最小でも 5 マイクロメートルである、請求項 1 又は請求項 2 に記載の方法。

20

**【請求項 5】**

工程 ( c ) の後、最初に、エッチング耐性のある層が施され、前記エッチング耐性のある層は工程 ( d ) において選択的に除去され、引き続きエッチング工程を使用して、互いに電氣的に分離された前記金属コンタクトが作成される、請求項 1 ~ 請求項 4 のいずれか一項に記載の方法。

**【請求項 6】**

工程 ( c ) においてアルミニウム層が施され、次に、陽極酸化に対して耐性のある層が施され、前記陽極酸化に対して耐性のある層は引き続き工程 ( d ) においてレーザを用いて選択的にアブレーションされ、次に、アブレーションされた領域において前記アルミニウム層は完全に陽極酸化される、請求項 1 ~ 請求項 4 のいずれか一項に記載の方法。

30

**【請求項 7】**

前記金属コンタクト ( 2 8 ) は、レーザ溶接を用いて少なくとも 1 つの介在する誘電体層を介してコンタクトされた金属箔のストリップを含むバスバー ( 3 4 ) を使用して接続される、請求項 1 ~ 請求項 6 のいずれか一項に記載の方法。

**【請求項 8】**

陽極酸化されたアルミニウム箔で作られたストリップが、前記バスバー ( 3 4 ) を生成するために使用される、請求項 7 に記載の方法。

**【請求項 9】**

前記太陽電池 ( 1 0 ) の前記背面上に p 型エミッタ ( 2 0 ) を生成するために且つ / 又は n 型背面電界 ( B S F ) ( 2 2 ) を生成するために、レーザドーピング工程が使用される、請求項 1 ~ 請求項 8 のいずれか一項に記載の方法。

40

**【請求項 10】**

ドーパント、特にホウ素、アルミニウム、又はガリウムを含む前駆体層が、前記太陽電池 ( 1 0 ) の前記背面上に堆積され、パルスレーザを用いた局所的照射を使用して p 型エミッタ ( 2 0 ) が作成される、請求項 1 ~ 請求項 9 のいずれか一項に記載の方法。

**【請求項 11】**

ドーパント、特にホウ素、アルミニウム、又はガリウムを用いたイオンインプランテーションを使用して p 型エミッタ ( 2 0 ) が局所的に作成される、請求項 1 ~ 請求項 9 のいずれか一項に記載の方法。

**【請求項 12】**

50

反射防止層（１２）を前面上に有するウェハ（１６）であって、エミッタ領域（２０）及びベース領域（背面電界）（２２）を背面上に有し、且つレーザアブレーションによって生成されたコンタクト（２８）を前記背面上に有するウェハ（１６）を有し、前記ピッチ（ $p$ ）は最大でも８００マイクロメートルである、好ましくは請求項１～請求項１１のいずれか一項に従って製造された背面コンタクト太陽電池。

【請求項１３】

前記ピッチ（ $p$ ）は最大でも５００マイクロメートル、より好ましくは最大でも１００マイクロメートル、特に好ましくは最大でも６０マイクロメートルであり、前記ピッチ（ $p$ ）は好ましくは最大でも５マイクロメートルである、請求項１２に記載の太陽電池。

【請求項１４】

ベース領域（２２）及びエミッタ領域（１８）の前記コンタクト（２８）は、レーザ溶接点（３８）を使用して誘電体層を介して電氣的に接続された金属箔ストリップで作られたバスバー（３４）を使用して接続された、請求項１２又は請求項１３に記載の太陽電池。

【請求項１５】

前記金属箔ストリップ（３４）は、陽極酸化されたアルミニウム箔を含む、請求項１４に記載の太陽電池。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、背面コンタクト太陽電池を結晶シリコンから製造する方法に関する。

【背景技術】

【０００２】

既知の製造方法では、 $n$ ドーピングされた領域と $p$ ドーピングされた領域とを生成するため、及び蒸着金属のコンタクティングのために、炉拡散が使用される。背面コンタクト太陽電池において必要なドーピングされた領域の構造化された生成のため、及び金属被覆のために、マスキング工程が必要とされる。拡散炉内のシリコンウェハは全体的に同一の温度を有するため、拡散は全表面において均一に発生する。したがって、それぞれの拡散について、太陽電池の背面上に異なってドーピングされた $n$ 領域及び $p$ 領域のストリップ又はポイント構造を生成することは、ドーパント原子の内向きの拡散を局所的に阻止し、又は、拡散されるべきでない領域を除去するためのマスキング若しくは拡散に続く局所的エッチング工程を必要とする。両方の工程を行う場合は、拡散を阻止するマスキング層又はエッチング耐性のある保護層を、必要とされる高分解能の構造化がされるように（*als auf deren hochauflösende Strukturierung erforderlich*）施す必要がある。ホウ素拡散及びリン拡散の両方は局所的に行われなければならないため、これらの工程は炉拡散を実施する前に行う必要であり、且つ互いに相対的に非常に正確に遂行されなければならない。加えて、太陽電池のコンタクティングのために背面パッシベーション層を開くことは高い精度を必要とし、したがってリソグラフィ工程が必要とされる。さらに、金属コンタクトを施すことは、少なくとも１つのリソグラフィ工程を必要とする。２つの異なる金属が使用される場合、２つのリソグラフィ工程が必要である。

【０００３】

上述の理由により、リソグラフィを使用したマスキングを用いて背面コンタクト太陽電池を製造することは経済的ではない。

【０００４】

特許文献１によれば、引き続き炉拡散のための前駆体層をスクリーン印刷又はインクジェット印刷を用いて局所的に印刷することによって背面コンタクト太陽電池が結晶シリコンから製造される。

【０００５】

そのような製造により、ドーピングされる領域の不正確な整合がもたらされ、したがっ

10

20

30

40

50

て最適以下の効率がもたらされる。

【0006】

レーザドーピングを用いて、ドーピングされた領域を固体上に高度に無欠陥な状態で生成することが、特許文献2から原理上知られている。最初に、ドーパントを含む媒体が固体の表面とコンタクトされる。前記媒体とコンタクトされた前記表面の下に位置する前記固体の一領域が、次に、レーザパルスを用いた照射によって短時間にわたって融解され、それにより前記ドーパントは融解された領域内に拡散し、前記融解された領域が冷える間、欠陥なしで再結晶する。

【0007】

原理上、炉拡散を使用したドーピングのためのマスキング工程及びリソグラフィ工程は、そのような方法を用いて回避され得る。太陽電池の背面上への単純且つ経済的なコンタクティングという問題が残っている。

【0008】

レーザドーピング方法を使用してドーピングされた領域を生成することが、特許文献3から知られている。太陽電池の背面上のコンタクト面がレーザアブレーションを用いて露出され、続いてスクリーン印刷を用いてコンタクトされる（非特許文献1、及び、非特許文献2も参照されたい）。

【0009】

スクリーン印刷は経済的な且つ実証済みの方法ではあるが、スクリーン印刷を用いて高い精度を達成することは不可能であり、したがって効率は制限される。さらに、スクリーン印刷の際の電荷キャリアの再結合は、例えば、PVD（物理蒸着）で堆積されるコンタクトを使用するよりも大きい。

【0010】

特許文献4から、背面コンタクト太陽電池上のコンタクティングのために、最初に背面上に金属層を生成し、次にエッチングバリア層を堆積し、次にレーザを用いて前記エッチングバリア層を選択的に除去し、最後にエッチング工程を使用して異なる極性間の電気的分離を達成することが知られている。

【0011】

しかし基本的に、さらにより大きな効率が望ましい。

【0012】

特許文献5によれば、金属箔がコンタクティングのために施される。前記箔はレーザによって選択的に溶接され、異なる極性の間で分離される。

【0013】

そのような方法は非常に時間がかかり且つ高価である。

【0014】

非特許文献3によれば、陽極酸化方法を使用して背面コンタクト太陽電池においてコンタクティングを生成することが知られている。この方法は、異なるリソグラフィ工程を含む様々な工程により、非常に複雑である。

【0015】

最後に、特許文献6から、例えばコンタクティングのためのフィンガ構造を生成するために、レーザ転写プロセスを用いてドーピング材料又は導電性材料を転写することが知られている。

【0016】

レーザ転写を使用した転写はかなり複雑なプロセスである。加えて、より大きな効率が望ましい。さらに、レーザ転写は一般に、シード層、すなわち厚さ数10ナノメートルの薄層に限定される。それらの薄層は電流を輸送するための金属被覆として適切ではなく、原則として、続いてより厚くされなければならない、これにより追加の方法工程が必要となる。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 7 】

【特許文献 1】国際公開第 2 0 0 7 / 0 8 1 5 1 0 A 2 号パンフレット

【特許文献 2】独国特許出願公開第 1 0 2 0 0 4 0 3 6 2 2 0 A 1 号明細書

【特許文献 3】国際公開第 2 0 1 5 / 0 7 1 2 1 7 A 1 号パンフレット

【特許文献 4】国際公開第 2 0 0 6 / 0 4 2 6 9 8 A 1 号パンフレット

【特許文献 5】国際公開第 2 0 1 5 / 0 4 7 9 5 2 A 1 号パンフレット

【特許文献 6】米国特許出願公開第 2 0 1 6 / 0 0 2 0 3 4 3 A 1 号明細書

【非特許文献】

## 【 0 0 1 8 】

【非特許文献 1】M. Dahlinger (M. ダーリンガー)ら著、「Laser - Doped Back - Contact Solar Cells (レーザドーピングされた背面コンタクト太陽電池)」IEEE Journal of Photovoltaics、Vol. 5、No. 3、2015 年 5 月、812 ~ 818 ページ、10

【非特許文献 2】M. Dahlinger (M. ダーリンガー)ら著「Laser Doped Screen - printed Back Contact Solar Cells Exceeding 21% Efficiency (レーザドーピングされスクリーン印刷された効率 21% を超える背面コンタクト太陽電池)」Energy Procedia、Vol. 55、2014 年 9 月、410 ~ 415 ページ

【非特許文献 3】P. Verlinden (P. ベアリンデン)ら著、「High Efficiency Large Area Back Contact Concentrator Solar Cells with a Multilevel Interconnection (マルチレベル相互接続を有する高効率大面積背面コンタクト集光式太陽電池)」International Journal of Solar Energy、1988 年、Vol. 6、347 ~ 366 ページ、20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

## 【 0 0 1 9 】

この背景から、本発明の基本的な目的は、背面コンタクト太陽電池を結晶シリコンから製造する方法であって、高品質及び可能な最高の効率を有する、可能な最も単純且つ最も安価な製造を可能にする方法を提供することである。30

【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 2 0 】

この目的は、

(a) n - ドーピングされた領域又は p - ドーピングされた領域を生成するために、好ましくはレーザドーピングを用いてドーピングする工程、

(b) 太陽電池の背面上のコンタクト面を、好ましくはレーザアブレーションを用いて露出させる工程、

(c) 前記太陽電池の背面に金属層を施す工程、及び

(d) 金属コンタクトを生成するためにレーザアブレーションを用いて前記金属層を構造化する工程であって、ピッチは最大でも 800 マイクロメートルである、工程、40

を有する、背面コンタクト太陽電池を結晶から製造する方法を使用して達成される。

## 【 0 0 2 1 】

本発明の全目的がこのようにして達成される。

## 【 0 0 2 2 】

(d) によるレーザアブレーション工程を使用して前記太陽電池の前記背面上にコンタクトが生成されるため、高い精度により、最大でも 800 マイクロメートル、好ましくは最大でも 500 マイクロメートル、より好ましくは最大でも 100 マイクロメートル、特に好ましくは最大でも 60 マイクロメートルの小さなピッチを得ることが可能である。例えば前記ピッチは約 50 マイクロメートルであってもよい。

## 【 0 0 2 3 】

本発明によれば、ピッチが減少するにつれて効率が増加することが見出された。

【0024】

可能な最小のピッチを可能にするために、前記太陽電池の製造の間、ドーピングされた領域の生成及びコンタクト面の露出などのその他の工程においては、全体として可能な最大の精度を提供するために、リソグラフィ工程及びマスキング工程を可能な限り回避しなければならない。これらの工程のそれぞれに関して好ましくはレーザ技術が使用される。

【0025】

前記ピッチは、使用されるレーザを較正する際の精度に応じた下限を有する。一下限は約5マイクロメートルのピッチである。

【0026】

用語「太陽電池」はその最も広い意味において解釈されるべきであることが理解される。これはフォトセルなどの特殊な形態も含む。

【0027】

本発明の別の実施形態では、工程(c)の後、最初に、エッチング耐性のある層が施され、前記エッチング耐性のある層は工程(d)において選択的に除去され、引き続くエッチング工程を使用して、互いに電氣的に分離された前記金属コンタクトが作成される。

【0028】

このようにして、アブレーション中にレーザがあまりにも深く進入することによる損傷の危険なしに、隣接するコンタクトの間の短絡が防止される。

【0029】

本発明方法の代替の一実施形態では、工程(c)においてアルミニウム層が施され、次に、陽極酸化に対して耐性のある層が施され、前記陽極酸化に対して耐性のある層は引き続く工程(d)においてレーザを用いて選択的にアブレーションされ、次に、アブレーションされた領域において前記アルミニウム層は完全に陽極酸化される。

【0030】

このようにして、隣接する極性の間に残っているアルミニウムの完全な除去の代わりに、酸化アルミニウムへの完全な変換が達成され、これにより短絡は同様に確実に防止される。

【0031】

残っている平坦な表面領域は特定の利点をもたらす。

【0032】

本発明の追加の改良では、前記金属コンタクトは、レーザ溶接を用いて少なくとも1つの介在する誘電体層を介してコンタクトされた金属箔のストリップを含むバスバーを使用して接続される。

【0033】

本発明の第1の実施形態によれば、陽極酸化されたアルミニウム箔のストリップが、前記バスバーを生成するために使用される。レーザ溶接プロセスは各極性について前記絶縁層を介して行われる。

【0034】

もちろん、様々な誘電体層又は層スタックが絶縁のために箔ストリップ上で又はウェハの背面上で使用されてもよい。

【0035】

前記太陽電池の前記背面上にp型エミッタを生成するために且つ/又はn型背面電界(BSF)を生成するために、好ましくはレーザドーピング工程が使用される。

【0036】

この目的のために、好ましくはドーパント、特にホウ素、アルミニウム、又はガリウムを含む前駆体層が、前記太陽電池の前記背面上に好ましくは堆積され、パルスレーザを用いた局所的照射を使用してp型エミッタが作成される。

【0037】

10

20

30

40

50

あるいは前記 p 型エミッタは、ドーパント、特にホウ素、アルミニウム、又はガリウムを用いたイオンインプランテーションを使用して局所的に作成されてもよい。

【0038】

このようにして前記エミッタは高い精度を有して、且つマスキング工程もリソグラフィ工程もなしに作成され得る。

【0039】

本発明のさらなる実施形態によれば、レーザ照射を用いたエミッタドーピングの間、エミッタコンタクト面の下で局所的に、より大きなドーピングが、ビーム形成を使用して、又は別の独立に合焦されるレーザビームを使用することによって作成される。前記ビーム形成において、コンタクトの領域内で、より高いドーピングをそこで得るためにパルスエネルギー密度が局所的に増加されることが重要である。対応するビーム形成は、例えば回折光学素子を使用して行われてもよい。

10

【0040】

これにより、特に低損失のコンタクティングが単純な方法で可能になる。

【0041】

好ましくは 30 ナノ秒 ~ 500 ナノ秒のパルス持続時間を有し、さらに好ましくは 500 ナノメートル ~ 600 ナノメートルの波長を有し、さらに好ましくは 1 kHz ~ 2 MHz のパルス繰り返し率を有し、さらに好ましくは  $1 \text{ J/cm}^2 \sim 5 \text{ J/cm}^2$  のパルスエネルギー密度を有するパルスレーザが、前記レーザドーピングのために好ましくは使用される。

20

【0042】

そのようなレーザを使用することにより、ドーピングのための最適な整合がもたらされる。シリコン表面及び前駆体層は、ドーピングプロセスが最短の時間で所望の深さまで局所的に実行され得、同時に過剰なドーピングが防止され得るように、局所的に加熱されてもよい。パルスエネルギー密度の局所的な変化を使用することにより、ドーピングは、コンタクト領域内及びコンタクトされないエミッタの領域内で同時に最適に調節され得る。

【0043】

好ましくは、レーザビームは光学素子を用いて矩形領域  $X \cdot Y$  上に形成され、予め規定された表面をドーピングするためにレーザと基板とはステップ長さ (Schrittlänge)  $L$  で互いに相対的に増分的に移動される。

30

【0044】

このようにして、正確なドーピングが矩形領域又は線状領域内で生成され得る。

【0045】

この場合、幅  $X$  は好ましくは 0.02 ミリメートル ~ 2 ミリメートルであり、長さ  $Y$  は好ましくは 5 マイクロメートル ~ 500 マイクロメートルである。

【0046】

前記基板と前記レーザとが互いに相対的に増分的に移動される前記ステップ長さ  $L$  は、好ましくは  $0.1 \cdot Y \sim Y$  である。シリコンウェハを反復照射及び移動することによって、又は表面上に形成されるレーザビームを  $Y$  方向において前記ステップ長さ  $L$  で移動することによってストリップ又はポイントの所望される全表面領域がドーピングされる。

40

【0047】

本発明の 1 つの有利な改良では、前記太陽電池の前記背面上に n 型背面電界 (BSF) を作成するために、最初に、リンケイ酸ガラス層 (PSG) が前駆体として前記基板上に堆積され、次に、レーザを用いて照射されて n 型ドーピングが生成される。PSG 層の堆積は、高温拡散炉内で、前記ウェハの前面ドーピング (前面電界、FSF) と同時に行われる。FSF の作成により、前記太陽電池の前面の向上したパッシベーションが可能になる。

【0048】

好ましくは、レーザドーピングの後、前記リンケイ酸ガラス層はエッチングを使用して除去され、次に、前記基板の背面上のリンドーピングされた層の少なくとも一部がエッチ

50

バックされる。

【0049】

エッチバックは、深さ及びリン濃度に応じて前記シリコンウェハの両面において、又は背面のみにおいて行われる。エッチバック工程の目標は、ホウ素エミッタ領域内に存在するリンを減らすことである。エミッタ領域内のリン表面濃度は、引き続き熱酸化の後でリン表面濃度がホウ素表面濃度の5分の1以下となるように、前記エッチバック工程によって調節されてもよい。

【0050】

前記前面があまりにも高度にリンでドーピングされている場合、前記前面におけるリン濃度は減少されなければならない。ここでの目標は、引き続き高温酸化工程の後の約  $1 \cdot 10^{18} \text{ cm}^{-3} \sim 1 \cdot 10^{20} \text{ cm}^{-3}$  の表面リン濃度が、このようにして生成されるFSFを使用した最適な前面パッシベーションのために得られることである。加えて、前記シリコンウェハは前記エッチバックによる化学クリーニングを受ける。

10

【0051】

BSF層の前記レーザドーピングの後、又は部分的なエッチバック工程の後、熱酸化が700 ~ 1100、好ましくは800 ~ 1050の範囲内で実行される。

【0052】

このいわゆるドライブイン(drive-in)工程において、二酸化シリコンが表面パッシベーションとして成長する。さらに、高温によりドーパント原子が前記シリコンウェハ内にさらに拡散する。これによりドーピングの表面濃度は、太陽電池エミッタにおいて、並びにBSF及びFSFの両方において低下する。

20

【0053】

本発明のさらなる好ましい実施形態では、反射防止層、好ましくはPECVDを用いて堆積される窒化シリコン層が、前記前面上に堆積される。

【0054】

低シリコン及び高シリコンの酸化シリコン又は窒化シリコンで作られたスタック層が、好ましくはPECVDを用いて好ましくは前記太陽電池の前記背面上に堆積される。

【0055】

低シリコン層は、好ましくは低い屈折率( $n < 1.7$ )と70ナノメートル~300ナノメートルの厚さとを有し、それに引き続き高シリコン層は、好ましくは高い屈折率( $n > 2.7$ )と10ナノメートル~100ナノメートルの厚さとを有する層である。両方の層が同じシステム内で同じプロセス工程において順次堆積されてもよい。これらは特に「光閉じ込め」を増加し、前記背面をパッシベーション化(passivieren)する。さらに、高屈折率層は、引き続きプロセス工程におけるアブレーションマスキング工程で使用する(Ferner dient die hochbrechende Schicht als Ablations Maskierschritt)。

30

【0056】

前記スタック層が施された後、コンタクト領域を露出させるために好ましくはUVレーザを用いてアブレーションが実行され、ここで、好ましくは最後に堆積された高シリコン層のみが、コンタクト領域においてアブレーションされ、なぜならこれらの高シリコン層のみがUV放射を吸収するからである。前記低シリコン層はUV放射に対して透過的であり、したがってそれによって吸収され得ず、結果としてそのアブレーションが防止される。

40

【0057】

シリコン界面に至るまでの残りの層が、次に、引き続きコンタクティングのためにエッチング除去されてもよい。

【0058】

このようにして、前記コンタクト面が、前記シリコン界面におけるレーザ損傷なしに局所的に開かれる。

【0059】

50



好ましくは前面テクスチャが前記太陽電池の前記前面上に、前記エミッタのドーピングの前に生成される。前記前面テクスチャの生成は、前記基板の湿式化学研磨及びテクスチャエッチングを使用して前記前面上で達成されてもよい。

【0060】

前記湿式化学研磨は最初の工程として、必要に応じて一方の面上で実行されてもよく、これに続いて湿式化学テクスチャエッチングが一方の面上で行われる。この順序はまた、最初に湿式化学テクスチャエッチングが前記太陽電池の前面テクスチャを生成するために実行され、これに続いて前記太陽電池の前記背面の片面湿式化学研磨と、前記太陽電池の前記背面上のホウ素含有前駆体層の堆積とが行われるというように変えられてもよい。

【0061】

先に説明した方法によって製造される、結晶シリコンで作られた背面コンタクト太陽電池は、反射防止層を前面上に有するウェハであって、エミッタ及びベース領域（背面電界）を背面上に有し、加えて、レーザアブレーションによって生成されたコンタクトを前記背面上に有するウェハを有し、前記ピッチは最大でも800マイクロメートルである。好ましくは前記ピッチは明らかにより小さく、例えば100マイクロメートル以下の範囲内、例えば約50マイクロメートルなどである。

【0062】

これにより高効率をもたらされる。加えて、BSF部分  $f_{BSF}$  に対する依存度が減少する。

【0063】

先に述べた本発明の特徴、及び以下でさらに説明する本発明の特徴は、示された特定の組み合わせにおいて使用されるのみでなくともよく、本発明の枠組みから逸脱することなく他の組み合わせにおいて、又は単独で使用されてもよいということが理解される。

【0064】

本発明の追加の特徴及び利点は、好ましい例示的实施形態の以下の説明から、図面を参照してもたらされる。

【図面の簡単な説明】

【0065】

【図1】本発明の太陽電池の単純化された断面図である。

【図2】図1による太陽電池の背面の単位セルの上面図の概略図である。

【図3a】太陽電池のBSF部分  $f_{BSF}$  及びピッチ  $p$  の関数としての前記太陽電池の効率を、様々なウェハ品質について示す。

【図3b】太陽電池のBSF部分  $f_{BSF}$  及びピッチ  $p$  の関数としての前記太陽電池の効率を、様々なウェハ品質について示す。

【図3c】太陽電池のBSF部分  $f_{BSF}$  及びピッチ  $p$  の関数としての前記太陽電池の効率を、様々なウェハ品質について示す。

【図3d】太陽電池のBSF部分  $f_{BSF}$  及びピッチ  $p$  の関数としての前記太陽電池の効率を、様々なウェハ品質について示す。

【図3e】太陽電池のBSF部分  $f_{BSF}$  及びピッチ  $p$  の関数としての前記太陽電池の効率を、様々なウェハ品質について示す。

【図3f】太陽電池のBSF部分  $f_{BSF}$  及びピッチ  $p$  の関数としての前記太陽電池の効率を、様々なウェハ品質について示す。

【図4】箔ストリップを用いたコンタクトの、溶接点を介した接続の概略図である

【発明を実施するための形態】

【0066】

図1は、番号10を用いて全体として識別される本発明の太陽電池の断面を概略的に示す。

【0067】

太陽電池10はn型シリコンウェハ16を有する。n-シリコンウェハ16の前面は、ピラミッド状テクスチャ上にパッシベーション及び反射防止層12を備えている。その下

10

20

30

40

50

には前面リン拡散層、前面電界（FSF）14がある。

【0068】

太陽電池10はその背面上に、レーザドーピングされたホウ素エミッタ領域20を有し、エミッタ領域20上では選択的強度においてそれぞれがドーピングされたエミッタ18が実施されており、エミッタ領域20にはコンタクト28が施されている。

【0069】

さらに、リンを用いてレーザドーピングされたベース領域22が、太陽電池10の背面上に配置されている。前記背面は、パッシベーション層24を使用してコンタクト28から絶縁されており、コンタクト28を通して、選択的にドーピングされたエミッタ18及び高度にドーピングされたベース領域22へのコンタクティングが生成される。

10

【0070】

図2は、図1による太陽電池10の背面の単位セルの上面図の概略図である。前記単位セルは、図の上及び下において鏡像関係を有して連続している。太陽電池のエッジは左側及び右側である。30はベースコンタクト領域を示す。22はBSFドーピング（裏面電界）によって作成されたベース領域を示す。34はバスバーのためのドーピングを示す。20はエミッタドーピングを示す。18は選択的により高度にドーピングされたエミッタを示す。最後に、36はエミッタコンタクト領域を示す。

【0071】

いわゆる「ピッチ」は、2つの隣接するエミッタ18の間の距離を意味する（ピッチはある意味では太陽電池の「周期」でもある）。図1ではpを用いてピッチが示されている。

20

【0072】

図3a～図3fは、太陽電池の相対効率の、ピッチp及びBSF部分 $f_{BSF}$ （全表面積（ベース領域22及びエミッタ18）に対するオーミックコンタクトの表面部分（ベース領域22、BSFドーピング））に対する関係を、特に、様々なウェハについて示す。ここで、 $R_s$ はウェハの固有抵抗を意味し、 $\tau$ は少数電荷キャリアの体積サービス寿命（*volumenlebensdauer*）を意味する。

【0073】

これは、ウェハの固有抵抗に関わらず、且つ体積サービス寿命に関わらず、ピッチpがより小さければ、相対効率 $\eta$ はより大きい、ということを示している。加えて、ピッチpがより小さければ、BSF部分 $f_{BSF}$ に対する依存度はより低い。より大きなピッチpにおけるBSF部分 $f_{BSF}$ に関連する特徴的な極大値は、pがより小さくなるにつれて平滑化されている。50マイクロメートルのピッチpにおいては、BSF部分 $f_{BSF}$ との関連は実質的にもはや存在しない。

30

【0074】

本発明によれば、ピッチpとこの関連が、可能な最大の効率を達成するために利用される。

【0075】

本発明によれば、レーザ技術を使用して、800マイクロメートル未満の、好ましくは100マイクロメートル未満の、より好ましくは60マイクロメートル未満のピッチを有する太陽電池10を、技術的に比較的単純な方法で製造することが可能である。原則として、ピッチは5マイクロメートルより大きい。

40

【0076】

そのような太陽電池10の製造について以下に詳細に説明する。

【0077】

本発明の方法は、いかなるマスキング工程も一切なしで進行する。代わりに、レーザドーピング工程と、背面パッシベーション層を開くためのレーザアブレーション工程とが使用される。エミッタを生成するためのレーザドーピングはまた、所望により、局所的イオンインプランテーション工程によって置き換えられてもよい。さらなるレーザアブレーション工程が、エミッタ18及びベース領域22のためのコンタクト28の生成の間に使用

50

される。

【0078】

すでにベースドーピングされたn型シリコンウェハが、太陽電池10を製造するために使用される。

【0079】

最初に、太陽電池10の前面が、ピラミッド状テクスチャ表面を生成するために湿式化学アルカリテクスチャライジングを受ける。次に、太陽電池10の背面が湿式化学的な片面研磨（アルカリ性又は酸性）を受ける。これに続いて太陽電池10の前記背面上に、ホウ素、アルミニウム、又はガリウム含有前駆体層が堆積される。これらの工程の順序は変えてもよい。湿式化学研磨（必要に応じて片面のみ）が最初に行われ、続いて太陽電池10の前記前面上の片面湿式化学テクスチャライジングが行われてもよい。

10

【0080】

太陽電池10の前記背面上の前記前駆体層は、例えば、スパッタシステムを使用して、又はプラズマ化学堆積システム（例えば、APCVD）を使用して、又はスピンコーティング方法若しくはスプレーコーティングシステムを使用して施されてもよい。

【0081】

次に、太陽電池10の前記背面上にp型エミッタを生成するためにレーザドーピングプロセスが使用される。ここで、レーザパルスがシリコンウェハの表面を融解する。液体シリコン内の高い拡散定数により、液相の間、前記前駆体層内に存在するドーピング原子が、約100ナノ秒以内に前記シリコンウェハの前記表面内に約1000ナノメートルの深さに至るまで拡散し、このようにしてp型エミッタが形成される。

20

【0082】

ここでレーザビームは、表面積 $X \cdot Y$ を有するシャープに境界を定められた矩形領域を単一のレーザパルスが融解するように、光学素子を使用してシリコン表面上に形成されてもよい。好ましくは、 $0.02 \text{ ミリメートル} < X < 2 \text{ ミリメートル}$ 、及び $5 \text{ マイクロメートル} < Y < 500 \text{ マイクロメートル}$ である。ここで、変数 $X$ はエミッタストリップ又はエミッタポイントの幅を規定する。エミッタストリップ又はポイントの全表面領域が、前記シリコンウェハの反復照射及び移動により、又は前記表面上に形成されるレーザビームの、 $Y$ 方向におけるステップ長さ $L$ による移動によりドーピングされる。ここで、好ましくは $0.1 \cdot Y < L < Y$ である。

30

【0083】

加えて、エミッタドーピングの間、エミッタバスバー領域の下に、局所的に増加されたホウ素ドーピングが生成される。これは、レーザ照射中にビーム形成を使用して、又は異なる独立に合焦されるレーザビームを使用することによって行われる。ビーム形成の間、コンタクトの領域内で、より大きなドーピングをそこで得るためにパルスエネルギー密度を局所的に増加することが重要である。対応するビーム形成は、例えば回折光学素子を使用して達成してもよい。

【0084】

前記エミッタバスバー領域の下の前記局所的に増加されたホウ素ドーピング（選択的エミッタとも呼ばれる）により、より低い全体的直列抵抗が達成され、したがって前記太陽電池のより良好なフィルファクタが達成される。さらに、エミッタコンタクトの下に局所的に増加されたホウ素ドーピングにより、金属半導体界面上での電荷キャリアの再結合が減少する。これにより太陽電池10の開放電圧が増大し、したがって効率が增加する。さらに、コンタクト抵抗が減少し、したがって全直列抵抗が低下し、フィルファクタが上昇する。

40

【0085】

両方の局所的ドーピングが、エミッタレーザドーピングの間に、追加のプロセス工程なしで達成されてもよい。ドーピングプロファイル、したがって層抵抗は、レーザパルスのエネルギー密度を変化させることによって調節される。

【0086】

50

エミッタ 18 のレーザドーピングの後、残りの前駆体層は湿式化学的に除去される。この目的のために使用される化学溶液は、使用される前駆体層によって異なる。

【0087】

次に、シリコンウェハ 16 は、塩酸 - 過酸化水素溶液を使用し、次にフッ化水素酸浴を使用してクリーニングされる。

【0088】

予め堆積された前駆体層を使用した上述のレーザドーピングの代替として、ホウ素でドーピングされた太陽電池 10 のエミッタ 18 はまた、局所的イオンインプランテーション工程を使用して作成されてもよい。ドーパント原子のイオンインプランテーションと活性化とによってアモルファス化されたシリコンの欠陥のない再結晶は、以下で説明する熱酸化を使用して達成されるが、熱酸化はまた、レーザドーピング工程が存在する場合において引き続いて実行されてもよい。

【0089】

さらに、いわゆる背面電界 (BSF) が、リンに富む前駆体層を使用したレーザドーピングによって、高度にドーピングされた n 領域の形態で前記シリコンウェハの前記背面上に作成される。

【0090】

この目的のために、最初に、リンに富むリンケイ酸ガラス層が前記シリコンウェハの前記前面上及び前記背面上の両方に、標準的な高温管状炉内で堆積される。POCl<sub>3</sub> 及び O<sub>2</sub> がプロセスガスとして使用される。堆積は 700 ~ 850 の温度において実行される。さらに、リンのうちのいくらかは前記シリコンウェハ内に数ナノメートル ~ 500 ナノメートル拡散する。この拡散は、できるだけ浅く表層的な深さのドーピングが発生するが、リンに富むリンケイ酸ガラスが生成するか又はリンに富む界面が存在するように最適化される。

【0091】

前記リンに富む界面又は前記リンケイ酸ガラス層は、引き続くレーザドーピングプロセスのためのドーパント源として働く。

【0092】

エミッタドーピングについて先に説明したように、レーザパルスが前記シリコンウェハの表面を融解する。液体シリコン内の高い拡散定数により、液相の間、前記リンケイ酸ガラス層内に存在するリン原子が、約 100 ナノ秒以内に前記シリコンウェハの表面内に約 1000 ナノメートルの深さに至るまで拡散し、BSF 領域 32、高度にドーピングされた n 領域が形成される。先に説明したように、ここでレーザビームは、表面積 X・Y のサイズを有するシャープに境界を定められた矩形領域を単一のレーザパルスが融解するように、光学素子を使用してシリコン表面上に形成される。再び、BSF ストリップ又はポイントの全表面領域が、シリコンウェハとレーザビームとの間の、Y 方向における間隔 L による相対移動を使用して徐々にドーピングされる。加えて、エミッタドーピングに関してすでに上述したものと同一幾何学的関係が使用される。

【0093】

局所的 BSF レーザドーピングの後、前記リンケイ酸ガラス層はフッ化水素酸溶液 (1 % ~ 50 %) を用いて除去される。

【0094】

次に、リンがドーピングされた層のうちのいくらかは、基板の少なくとも背面上でエッチバックされる。この目的のために、フッ化水素酸、硝酸、酢酸、及び脱イオン化水で作られた湿式化学溶液が使用されて、前記リンがドーピングされた層の深さ約 10 ナノメートル ~ 300 ナノメートルまでエッチバックされる。このエッチング工程は、深さ及びリン濃度に応じて、前記シリコンウェハの両面において又は前記背面のみにおいて行われる。バックエッチングの目標は、ホウ素エミッタ領域内に存在するリンを減らすことである。

【0095】

10

20

30

40

50

以下で説明する熱酸化の後、前記エミッタ領域内のリン表面濃度はホウ素表面濃度の5分の1以下でなければならない。前記前面があまりにも高度にリンドーピングされている場合、前記前面におけるリン濃度の減少が必要とされる。ここでの目標は、引き続き高温酸化の後で $1 \cdot 10^{18} \text{ cm}^{-3} \sim 1 \cdot 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ のリン表面濃度を得ることである。加えて、前記バックエッチング工程は前記シリコンウェハの化学クリーニングを提供する。

【0096】

次に、第1の湿式化学クリーニングが、塩酸 - 過酸化水素溶液と引き続きフッ化水素酸浴とを使用して実行される。

【0097】

いわゆるドライブイン工程としての熱酸化がこれに続く。ここで、二酸化シリコン層が表面パッシベーションとして成長する。あるいは、窒化シリコン層、酸窒化シリコン層、又は炭化シリコンスタック層が同様に使用されてもよい。前記ドライブインの間、高温（約800 ~ 1050）によりドーパント原子が前記シリコンウェハ内にさらに拡散する。これによりドーピングの表面濃度は、背面電界（BSF）（ベース領域）及び前面電界（FSF）の両方において、並びにエミッタにおいて低下する。結果として生じる二酸化シリコンは5ナノメートル~105ナノメートルの層厚さまで成長し、ここで、反射防止コーティングと組み合わせた5ナノメートル~20ナノメートルの範囲内の層厚さが望ましい。

【0098】

太陽電池10の表面における太陽放射の実効的反射を減らすために、窒化シリコン層が太陽電池10の前記前面上に、プラズマ促進化学蒸着（PECVD）を用いて堆積される。ここでの屈折率は1.9 ~ 2.3でなければならない。

【0099】

厚さ1  $\mu\text{m}$  ~ 50  $\mu\text{m}$ のアルミニウム層が太陽電池10の前記背面の全表面領域に、例えば蒸着又はカソードスパッタリングによって施される。この層は、ベース領域22及びエミッタ18上にコンタクト28を生成するために後で使用される。

【0100】

金属層、半導電層、又は誘電体カバー層がアルミニウム層に、例えば蒸着、APCVD、PECVD、CVD、又はカソードスパッタリングによって施される。この層はエッチング耐性がなければならないか、又は続いて使用されるエッチング剤（例えば、リン酸、塩酸、水酸化ナトリウム、又は水酸化カリウム）のうちの1つによってわずかにエッチング可能であるのみでなければならない。この層は、例えば、ニッケル、亜鉛、アモルファスシリコン又は $\text{SiO}_x$ 、窒化シリコン、又は炭化シリコンを含んでもよい。

【0101】

次に、前記アルミニウム層に施された前記カバー層が局所的にレーザアブレーションされる。

【0102】

引き続きエッチング工程において、レーザを用いて露出された領域内のアルミニウムがエッチング剤（例えば、リン酸、塩酸、水酸化ナトリウム、又は水酸化カリウム）を用いて除去され、それにより、互いに絶縁されたコンタクト28がベース領域22及びエミッタ18上に作成される。

【0103】

エッチングを用いて材料を除去することによって交互のコンタクト領域間の絶縁を作る代わりに、一方法変形形態によれば、アルミニウム層を選択的に陽極酸化することによって絶縁が生成されてもよい。

【0104】

この目的のために、前記アルミニウム層を施した後で、例えば $\text{SiO}_x$ 、 $\text{SiN}_x$ 、 $\text{SiC}_x$ 、 $\text{Si}$ 、 $\text{Ni}$ 、 $\text{Cu}$ などの、陽極酸化に対して耐性のある層が施される。この層は、引き続き工程においてレーザアブレーションを用いて選択的に除去される。次に、アブ

10

20

30

40

50

レーションされた領域が陽極酸化浴（例えば $H_2SO_4$ 又はシュウ酸）中で完全に陽極酸化される（この変形例によれば、図1において、隣接するコンタクト28の間に残るスリットは酸化アルミニウムを用いて完全に充填される）。

【0105】

いずれの場合も、レーザ技術を使用することによって非常に小さなピッチ $p$ が可能となり、このピッチ $p$ は $100\mu m$ の程度、又はさらには約 $50\mu m$ 程度であり得る。図3a～図3fからわかるように、これにより効率 が大幅に向上する。

【0106】

先に説明したレーザドーピングプロセスにおいてパルスレーザシステムが使用される（国際公開第2015/071217A1号パンフレット及び独国特許出願公開第102004036220A1号明細書を参照されたい。これらの全体は参照によって本明細書中に援用される）。以下のレーザパラメータが、ドーパントの最適化された深さプロファイルを生成するために好ましい。

- 30ナノ秒～500ナノ秒のパルス持続時間、
- 500ナノメートル～600ナノメートルの波長、
- 1kHz～2MHzのパルス繰り返し率
- $1J/cm^2 \sim 5J/cm^2$  のパルスエネルギー密度

【0107】

所望により、さらなるセル回路のためのバスバー（コンタクトストリップ）34が、金属箔で作られた箔ストリップを用いて両方のコンタクト極性（エミッタ及びベース）のレーザ溶接を使用して作成される。前記箔ストリップはそれぞれが他方の極性とオーバーラップしてもよい。誘電体層又は層スタックが前記箔ストリップを相補的な極性から絶縁する。

【0108】

最も単純な場合、アルミニウム箔で作られたストリップが使用され、前記アルミニウム箔はコンタクト28に面した側上に絶縁陽極酸化層を備えている。レーザ溶接プロセスは各極性について前記絶縁層を介して行われる。

【0109】

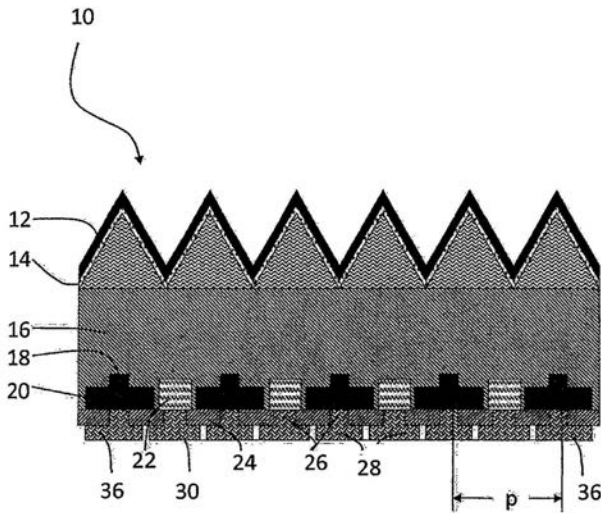
もちろん、別の誘電体層又は層スタックが絶縁のために前記箔ストリップ上で又は前記ウェハの前記背面上で使用されてもよい。

10

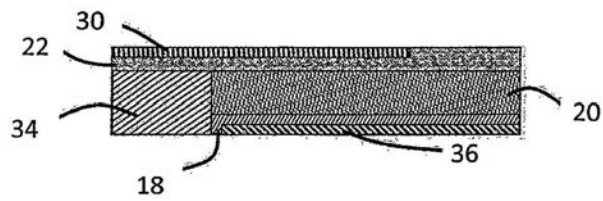
20

30

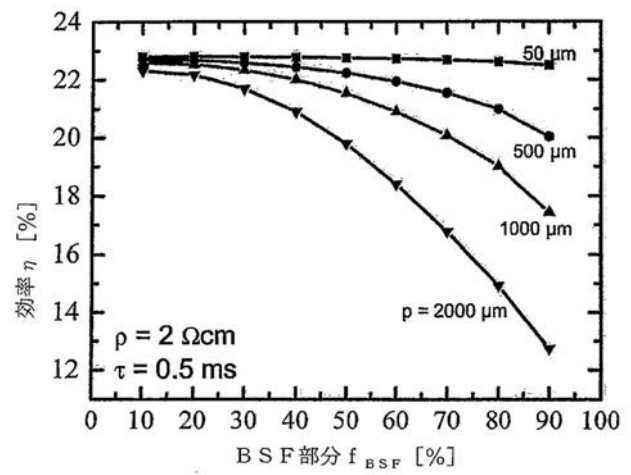
【図 1】



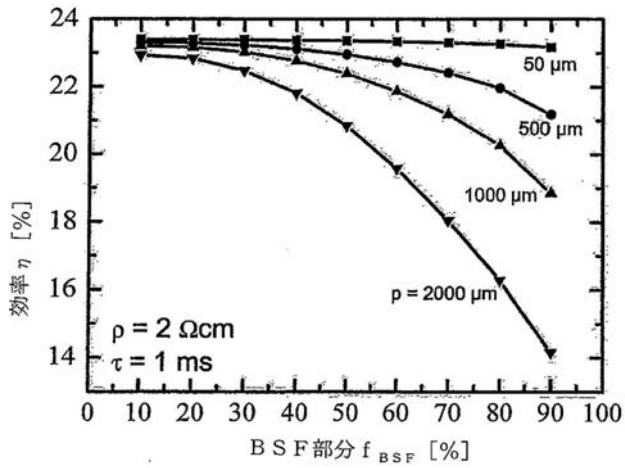
【図 2】



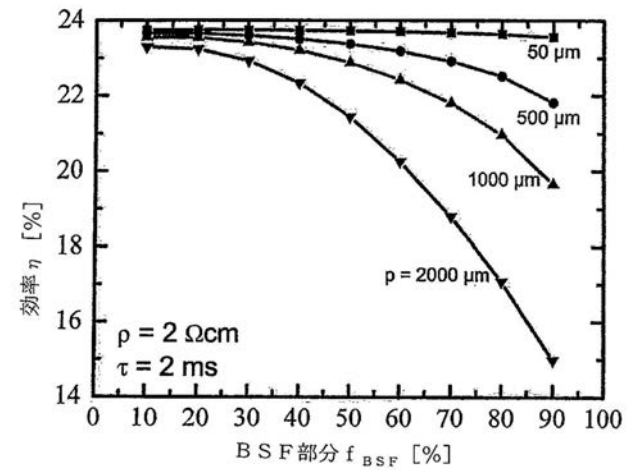
【図 3 a】



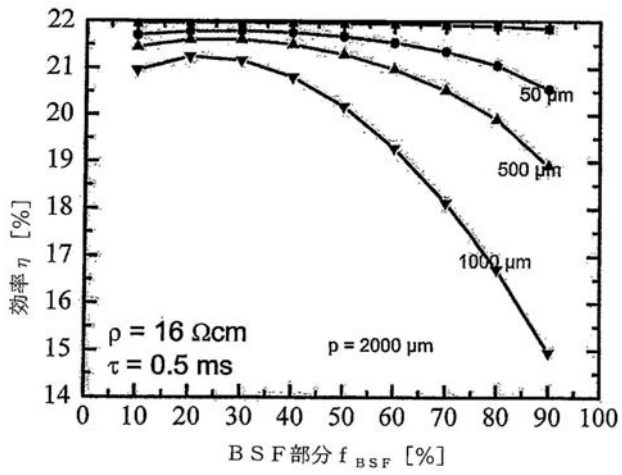
【図 3 b】



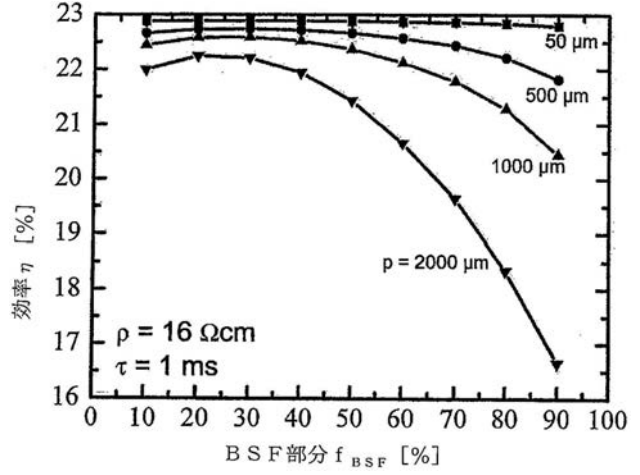
【図 3 c】



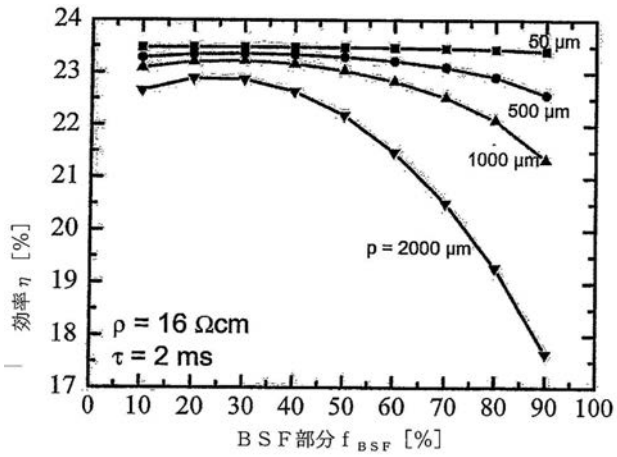
【図 3 d】



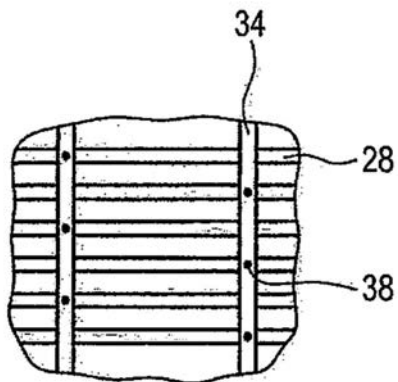
【図 3 e】



【図 3 f】



【図 4】





## 【手続補正書】

【提出日】平成30年4月16日(2018.4.16)

## 【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

(a) n - ドーピングされた領域又は p - ドーピングされた領域 ( 2 0 、 2 2 ) を生成するために、好ましくはレーザドーピングを用いてドーピングする工程、

(b) 太陽電池 ( 1 0 ) の後面上のコンタクト面 ( 2 6 ) を、好ましくはレーザアブレーションを用いて露出させる工程、

(c) 前記太陽電池の後面に金属層を施す工程、及び

(d) 金属コンタクト ( 2 8 ) を生成するためにレーザアブレーションを用いて前記金属層を構造化する工程であって、ピッチは最大でも 8 0 0 マイクロメートルである、工程、

を有する、後面コンタクト太陽電池をシリコン結晶から製造する方法であって、

工程 ( c ) においてアルミニウム層が施され、次に、陽極酸化に対して耐性のある層が施され、前記陽極酸化に対して耐性のある層は後続の工程 ( d ) においてレーザを用いて選択的にアブレーションされ、次に、アブレーションされた領域において前記アルミニウム層は完全に陽極酸化されることを特徴とする、方法。

【請求項 2】

ドーピングされた領域 ( 2 0 、 2 2 ) はレーザドーピングを使用して生成される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記ピッチ ( p ) は最大でも 5 0 0 マイクロメートル、より好ましくは最大でも 1 0 0 マイクロメートル、特に好ましくは最大でも 6 0 マイクロメートルである、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記ピッチ ( p ) は最小でも 5 マイクロメートルである、請求項 1 又は請求項 2 に記載の方法。

【請求項 5】

前記金属コンタクト ( 2 8 ) は、レーザ溶接を用いて少なくとも 1 つの介在する誘電体層を介してコンタクトされた金属箔のストリップを含むバスバー ( 3 4 ) を使用して接続される、請求項 1 ~ 請求項 4 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 6】

陽極酸化されたアルミニウム箔で作られたストリップが、前記バスバー ( 3 4 ) を生成するために使用される、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

前記太陽電池 ( 1 0 ) の前記後面上に p 型エミッタ ( 2 0 ) を生成するために且つ / 又は n 後面電界 ( B S F ) ( 2 2 ) を生成するために、レーザドーピング工程が使用される、請求項 1 ~ 請求項 6 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 8】

ドーパント、特にホウ素、アルミニウム、又はガリウムを含む前駆体層が、前記太陽電池 ( 1 0 ) の前記後面上に堆積され、パルスレーザを用いた局所的照射を使用して p 型エミッタ ( 2 0 ) が作成される、請求項 1 ~ 請求項 7 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 9】

ドーパント、特にホウ素、アルミニウム、又はガリウムを用いたイオンインプランテーションを使用して p 型エミッタ ( 2 0 ) が局所的に作成される、請求項 1 ~ 請求項 7 のい

ずれか一項に記載の方法。

【請求項 10】

反射防止層(12)を前面上に有するウェハ(16)であって、エミッタ領域(20)及びベース領域(後面電界)(22)を後面上に有し、且つレーザアブレーションによって生成されたコンタクト(28)を前記後面上に有するウェハ(16)を有し、前記ピッチ(p)は最大でも800マイクロメートルである、請求項1～請求項9のいずれか一項に従って製造された後面コンタクト太陽電池。

【請求項 11】

前記ピッチ(p)は最大でも500マイクロメートル、より好ましくは最大でも100マイクロメートル、特に好ましくは最大でも60マイクロメートルであり、前記ピッチ(p)は好ましくは最大でも5マイクロメートルである、請求項10に記載の太陽電池。

【請求項 12】

ベース領域(22)及びエミッタ領域(18)の前記コンタクト(28)は、レーザ溶接点(38)を使用して誘電体層を介して電氣的に接続された金属箔ストリップで作られたバスバー(34)を使用して接続された、請求項10又は請求項11に記載の太陽電池。

【請求項 13】

前記金属箔ストリップ(34)は、陽極酸化されたアルミニウム箔を含む、請求項12に記載の太陽電池。

## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2017/058746

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H01L31/068

ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2010/294349 A1 (SRINIVASAN UMA [US] ET AL) 25 November 2010 (2010-11-25) abstract; figures 1,2 paragraph [0057] - paragraph [0059] paragraph [0061] - paragraph [0063] paragraph [0069] - paragraph [0070] paragraph [0086] paragraph [0100] paragraph [0118] - paragraph [0122] paragraph [0140] -----	1-15
X	DE 10 2013 112638 A1 (UNIVERSITÄT STUTTGART [DE]) 21 May 2015 (2015-05-21) abstract; figures 1,2 paragraph [0047] - paragraph [0048] paragraph [0057] -----	12-15
A		7,8
	----- -/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

## \* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 June 2017

Date of mailing of the international search report

22/06/2017

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel: (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Favre, Pierre

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2017/058746

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DAHLINGER MORRIS ET AL: "Laser-Doped Back-Contact Solar Cells", IEEE JOURNAL OF PHOTOVOLTAICS, I E E E, US, vol. 5, no. 3, 1 May 2015 (2015-05-01), pages 812-818, XP011578924, ISSN: 2156-3381, DOI: 10.1109/JPHOTOV.2015.2411058 [retrieved on 2015-04-17]	12-15
A	the whole document -----	7,8

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/058746

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2010294349 A1	25-11-2010	CN 102428573 A	25-04-2012
		CN 106128943 A	16-11-2016
		JP 5749712 B2	15-07-2015
		JP 2012527772 A	08-11-2012
		JP 2015144291 A	06-08-2015
		KR 20120031004 A	29-03-2012
		TW 201108430 A	01-03-2011
		TW 201642484 A	01-12-2016
		US 2010294349 A1	25-11-2010
		US 2014106551 A1	17-04-2014
		WO 2010135153 A2	25-11-2010
-----			
DE 102013112638 A1	21-05-2015	DE 102013112638 A1	21-05-2015
		WO 2015071217 A1	21-05-2015
-----			

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/058746

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. H01L31/068

ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

H01L

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2010/294349 A1 (SRINIVASAN UMA [US] ET AL) 25. November 2010 (2010-11-25) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 Absatz [0057] - Absatz [0059] Absatz [0061] - Absatz [0063] Absatz [0069] - Absatz [0070] Absatz [0086] Absatz [0100] Absatz [0118] - Absatz [0122] Absatz [0140] -----	1-15
X	DE 10 2013 112638 A1 (UNIVERSITÄT STUTTGART [DE]) 21. Mai 2015 (2015-05-21) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 Absatz [0047] - Absatz [0048] Absatz [0057] -----	12-15
A		7,8
	----- -/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen
 ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

13. Juni 2017

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

22/06/2017

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Favre, Pierre

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/058746

## C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DAHLINGER MORRIS ET AL: "Laser-Doped Back-Contact Solar Cells", IEEE JOURNAL OF PHOTOVOLTAICS, I E E E, US, Bd. 5, Nr. 3, 1. Mai 2015 (2015-05-01), Seiten 812-818, XP011578924, ISSN: 2156-3381, DOI: 10.1109/JPHOTOV.2015.2411058 [gefunden am 2015-04-17]	12-15
A	das ganze Dokument -----	7,8

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/058746

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument			Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2010294349 A1	25-11-2010	CN	102428573 A			25-04-2012
						16-11-2016
						15-07-2015
						08-11-2012
						06-08-2015
						29-03-2012
						01-03-2011
						01-12-2016
						25-11-2010
						17-04-2014
						25-11-2010
DE 102013112638 A1	21-05-2015	DE	102013112638 A1			21-05-2015
						21-05-2015



## フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ

(72)発明者 ヴェルナー、 ユルゲン エイチ .

ドイツ連邦共和国 7 0 1 9 7 シュトゥットガルト パウルスシュトラッセ 4 6 エー

(72)発明者 ケーラー、 ユルゲン

ドイツ連邦共和国 7 1 3 3 2 ヴァイブリンゲン フリュールングスヴェーク 7 / 1

(72)発明者 アイズリー、 セバスチャン

ドイツ連邦共和国 7 2 2 9 3 グラッテン ロンバッハー シュトラッセ 6 7

(72)発明者 ローダー、 トビアス

ドイツ連邦共和国 8 0 6 8 6 ミュンヘン アグリコーラシュトラッセ 3 4

(72)発明者 ホフマン、 エリック

ドイツ連邦共和国 7 0 1 7 6 シュトゥットガルト フォーゲルザングシュトラッセ 1 6 ビー

F ターム(参考) 5F151 AA02 AA16 CB18 CB25 CB27 DA10 FA06 FA17 FA30