

(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2017-509153

(P2017-509153A)

(43) 公表日 平成29年3月30日 (2017.3.30)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)  
**H O 1 L 31/0747 (2012.01)** H O 1 L 31/06 4 5 5 5 F 1 5 1

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2016-554622 (P2016-554622)	(71) 出願人	505379467
(86) (22) 出願日	平成27年3月24日 (2015.3.24)		サンパワー コーポレイション
(85) 翻訳文提出日	平成28年8月30日 (2016.8.30)		アメリカ合衆国、カリフォルニア州 95
(86) 国際出願番号	PCT/US2015/022331		134、サンノゼ リオ ローブルス 7
(87) 国際公開番号	W02015/148568		7
(87) 国際公開日	平成27年10月1日 (2015.10.1)	(71) 出願人	516255873
(31) 優先権主張番号	14/226,368		トータル マーケティング サービスィズ
(32) 優先日	平成26年3月26日 (2014.3.26)		フランス国 ピュトー エフ-92800
(33) 優先権主張国	米国 (US)		クール ミシュレ 24
		(74) 代理人	110000877
			龍華国際特許業務法人
		(72) 発明者	リム、スン バム
			アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94
			304 パロ アルト サンド ヒル ロ
			ード 1618、アパートメント 319
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 太陽電池の受光面のパッシベーション

## (57) 【要約】

太陽電池の受光面をパッシベーションする方法、及び結果的に得られる太陽電池が説明される。一実施例では、太陽電池は、受光面を有するシリコン基板を含む。このシリコン基板の受光面の上方に、真性シリコン層が配置される。この真性シリコン層上に、N型シリコン層が配置される。このN型シリコン層上に、非導電性反射防止コーティング (ARC) 層が配置される。別の実施例では、太陽電池は、受光面を有するシリコン基板を含む。このシリコン基板の受光面上に、トンネル誘電体層が配置される。このトンネル誘電体層上に、N型シリコン層が配置される。このN型シリコン層上に、非導電性反射防止コーティング (ARC) 層が配置される。

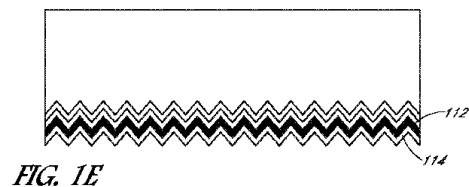


FIG. 1E

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

受光面を有するシリコン基板と、  
前記シリコン基板の前記受光面の上方に配置された真性シリコン層と、  
前記真性シリコン層上に配置された N 型シリコン層と、  
前記 N 型シリコン層上に配置された非導電性反射防止コーティング ( A R C ) 層と、  
を備える、太陽電池。

## 【請求項 2】

前記シリコン基板は、単結晶シリコン基板であり、前記真性シリコン層は、真性アモルファスシリコン層であり、前記 N 型シリコン層は、N 型アモルファスシリコン層である、  
請求項 1 に記載の太陽電池。

10

## 【請求項 3】

前記シリコン基板の前記受光面上に配置されたトンネル誘電体層を更に備え、前記真性シリコン層は、前記トンネル誘電体層上に配置される、請求項 1 に記載の太陽電池。

## 【請求項 4】

前記トンネル誘電体層は、二酸化シリコン (  $\text{SiO}_2$  ) の層である、請求項 3 に記載の太陽電池。

## 【請求項 5】

前記シリコン基板は、単結晶シリコン基板であり、前記真性シリコン層は、真性アモルファスシリコン層であり、前記 N 型シリコン層は、N 型アモルファスシリコン層である、  
請求項 4 に記載の太陽電池。

20

## 【請求項 6】

前記二酸化シリコン (  $\text{SiO}_2$  ) の層は、約 1 ~ 10 ナノメートルの範囲の厚さを有し、  
前記真性アモルファスシリコン層は、約 1 ~ 5 ナノメートルの範囲の厚さを有する、  
請求項 5 に記載の太陽電池。

## 【請求項 7】

前記非導電性反射防止コーティング ( A R C ) 層は、窒化シリコンを含む、請求項 1 に記載の太陽電池。

## 【請求項 8】

前記受光面は、テクスチャ化されたトポグラフィを有し、前記真性シリコン層は、前記受光面の前記テクスチャ化されたトポグラフィと共形である、請求項 1 に記載の太陽電池。

30

## 【請求項 9】

前記基板は、前記受光面とは反対側の裏面を更に含み、前記太陽電池は、  
前記基板の前記裏面、又は前記基板の前記裏面の上方の、複数の互い違いの N 型半導体領域及び P 型半導体領域と、  
前記複数の互い違いの N 型半導体領域及び P 型半導体領域に結合された導電コンタクト構造体と、  
を更に備える、請求項 1 に記載の太陽電池。

## 【請求項 10】

40

受光面を有するシリコン基板と、  
前記シリコン基板の前記受光面上に配置されたトンネル誘電体層と、  
前記トンネル誘電体層上に配置された N 型シリコン層と、  
前記 N 型シリコン層上に配置された非導電性反射防止コーティング ( A R C ) 層と、  
を備える、太陽電池。

## 【請求項 11】

前記シリコン基板は、単結晶シリコン基板であり、前記 N 型シリコン層は、N 型アモルファスシリコン層である、請求項 10 に記載の太陽電池。

## 【請求項 12】

前記トンネル誘電体層は、約 1 ~ 10 ナノメートルの範囲の厚さを有する、二酸化シリ

50

コン ( $\text{SiO}_2$ ) の層である、請求項 10 に記載の太陽電池。

【請求項 13】

前記非導電性反射防止コーティング (ARC) 層は、窒化シリコンを含む、請求項 10 に記載の太陽電池。

【請求項 14】

前記基板の前記受光面は、テクスチャ化されたトポグラフィを有し、前記 N 型シリコン層は、前記受光面の前記テクスチャ化されたトポグラフィと共形である、請求項 10 に記載の太陽電池。

【請求項 15】

前記基板は、前記受光面とは反対側の裏面を更に含み、前記太陽電池は、

10

前記基板の前記裏面、又は前記基板の前記裏面の上方の、複数の互い違いの N 型半導体領域及び P 型半導体領域と、

前記複数の互い違いの N 型半導体領域及び P 型半導体領域に結合された導電コンタクト構造体と、

を更に備える、請求項 10 に記載の太陽電池。

【請求項 16】

太陽電池を製造する方法であって、

シリコン基板の受光面上にトンネル誘電体層を形成する工程と、

摂氏約 300 度未満の温度で、前記トンネル誘電体層上にアモルファスシリコン層を形成する工程と、

20

を備える、方法。

【請求項 17】

前記トンネル誘電体層を形成する工程は、前記シリコン基板の前記受光面の一部の化学的酸化、二酸化シリコン ( $\text{SiO}_2$ ) のプラズマ増強化学気相成長 (PECVD)、前記シリコン基板の前記受光面の一部の熱酸化、及び、 $\text{O}_2$  又は  $\text{O}_3$  環境中での、紫外線 (UV) 放射への前記シリコン基板の前記受光面の暴露からなる群から選択される技術を使用する工程を有する、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 18】

前記アモルファスシリコン層を形成する工程は、真性アモルファスシリコン層を形成する工程を有し、前記方法は、

30

摂氏約 300 度未満の温度で、前記アモルファスシリコン層上に N 型アモルファスシリコン層を形成する工程と、

摂氏約 300 度未満の温度で、前記 N 型アモルファスシリコン層上に反射防止コーティング (ARC) 層を形成する工程と、

を更に備える、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 19】

前記アモルファスシリコン層を形成する工程は、N 型アモルファスシリコン層を形成する工程を有し、前記方法は、

摂氏約 300 度未満の温度で、前記 N 型アモルファスシリコン層上に反射防止コーティング (ARC) 層を形成する工程を更に備える、請求項 16 に記載の方法。

40

【請求項 20】

請求項 16 に記載の方法に従って製造される、太陽電池。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示の実施形態は、再生可能エネルギーの分野におけるものであり、具体的には、太陽電池の受光面をパッシベーションする方法、及び結果的に得られる太陽電池である。

【背景技術】

【0002】

太陽電池として公知の光起電力電池は、太陽放射を電気エネルギーに直接変換するため

50

の周知のデバイスである。一般的に、太陽電池は、半導体処理技術を使用して半導体ウェハ又は基板上に製造され、基板の表面付近に p - n 接合が形成される。太陽放射が基板の表面上に衝突し、基板内に入射することにより、その基板のバルク内に電子 - 正孔対が生成される。電子 - 正孔対が、基板内の p ドープ領域及び n ドープ領域に移動することにより、それらのドープ領域の間に電圧差が生じる。それらのドープ領域が、太陽電池上の導電性領域に接続されることにより、その電池から、その電池に結合された外部回路へと、電流が方向付けられる。

【 0 0 0 3 】

効率は、太陽電池の発電能力に直接関連するため、太陽電池の重要な特性である。同様に、太陽電池を生産する上での効率は、そのような太陽電池の費用対効果に直接関連する。したがって、太陽電池の効率を向上させるための技術、又は太陽電池の製造における効率を向上させるための技術が、一般的に望ましい。本開示の一部の実施形態は、太陽電池構造体を製造するための新規のプロセスを提供することによって、太陽電池の製造効率の向上を可能にする。本開示の一部の実施形態は、新規の太陽電池構造体を提供することによって、太陽電池の効率の向上を可能にする。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 4 】

図 1 A ~ 1 E は、本開示の実施形態に係る、太陽電池の製造における様々な段階の断面図を示す。

【 0 0 0 5 】

【 図 1 A 】太陽電池の下地基板を示す。

【 0 0 0 6 】

【 図 1 B 】基板の受光面上にトンネル誘電体層を形成した後の、図 1 A の構造体を示す。

【 0 0 0 7 】

【 図 1 C 】トンネル誘電体層上に真性シリコン層を形成した後の、図 1 B の構造体を示す。

【 0 0 0 8 】

【 図 1 D 】真性シリコン層上に N 型シリコン層を形成した後の、図 1 C の構造体を示す。

【 0 0 0 9 】

【 図 1 E 】N 型シリコン層上に非導電性反射防止コーティング ( A R C ) 層を形成した後の、図 1 D の構造体を示す。

【 0 0 1 0 】

【 図 2 】本開示の実施形態に係る、図 1 A ~ 図 1 E に対応する太陽電池の製造方法における工程を列挙する、フローチャートである。

【 0 0 1 1 】

【 図 3 】本開示の実施形態に係る、基板の裏面の上方に形成されたエミッタ領域を有し、基板の受光面上に第 1 の例示的な積層体を有する、バックコンタクト型太陽電池の断面図を示す。

【 0 0 1 2 】

【 図 4 】本開示の実施形態に係る、基板の裏面内に形成されたエミッタ領域を有し、基板の受光面上に第 1 の例示的な積層体を有する、バックコンタクト型太陽電池の断面図を示す。

【 0 0 1 3 】

【 図 5 】本開示の実施形態に係る、図 3 及び図 4 に関連して説明される太陽電池の受光面上に配置された第 1 の例示的な積層体に関する、エネルギーバンド図である。

【 0 0 1 4 】

【 図 6 A 】本開示の実施形態に係る、基板の裏面の上方に形成されたエミッタ領域を有し、基板の受光面上に第 2 の例示的な積層体を有する、バックコンタクト型太陽電池の断面図を示す。

【 0 0 1 5 】

10

20

30

40

50

【図 6 B】本開示の実施形態に係る、図 6 A に関連して説明される太陽電池の受光面上に配置された第 2 の例示的な積層体に関する、エネルギーバンド図である。

【0016】

【図 7 A】本開示の実施形態に係る、基板の裏面の上方に形成されたエミッタ領域を有し、基板の受光面上に第 3 の例示的な積層体を有する、バックコンタクト型太陽電池の断面図を示す。

【0017】

【図 7 B】本開示の実施形態に係る、図 7 A に関連して説明される太陽電池の受光面上に配置された第 3 の例示的な積層体に関する、エネルギーバンド図である。

【0018】

【図 8】従来技術の太陽電池の受光面に関する、エネルギーバンド図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下の発明を実施するための形態は、本質的には、単なる例示に過ぎず、本主題の実施形態、あるいはそのような実施形態の応用及び用途を限定することを意図するものではない。本明細書で使用するとき、「例示的」という語は、「実施例、実例、又は例示としての役割を果たすこと」を意味する。本明細書で例示的として説明されるいずれの実装も、必ずしも他の実装よりも好ましいか又は有利であるとして解釈されるべきではない。更には、前述の技術分野、背景技術、概要、又は以下の発明を実施するための形態で提示される、明示若しくは示唆されるいずれの理論によっても、束縛されることを意図するものではない。

【0020】

本明細書は、「一実施形態」又は「実施形態」への言及を含む。「一実施形態では」又は「実施形態では」という語句の出現は、必ずしも、同じ実施形態を指すものではない。特定の機構、構造、又は特性を、本開示と矛盾しない任意の好適な方式で組み合わせることができる。

【0021】

用語法。以下のパラグラフは、本開示（添付の請求項を含む）で見出される用語に関する、定義及び／又はコンテキストを提供する。

【0022】

「備える」。この用語は、オープンエンド型である。添付の請求項で使用されるとき、この用語は、更なる構造又は工程を排除するものではない。

【0023】

「～ように構成された」。様々なユニット又は構成要素は、1 又は複数のタスクを実行する「ように構成された」として、説明又は特許請求される場合がある。そのようなコンテキストでは、「～ように構成された」は、それらのユニット／構成要素が、動作中にそれらの 1 又は複数のタスクを実行する構造を含むことを示すことによって、その構造を含意するために使用される。それゆえ、それらのユニット／構成要素は、指定のユニット／構成要素が現時点で動作可能ではない（例えば、オン／アクティブではない）場合であっても、そのタスクを実行するように構成されているとすることができる。ユニット／回路／構成要素が、1 又は複数のタスクを実行する「ように構成された」と記載することは、そのユニット／構成要素に関して、米国特許法第 112 条第 6 項が適用されないことを、明示的に意図するものである。

【0024】

「第 1 の」、「第 2 の」など。本明細書で使用するとき、これらの用語は、それらが前に置かれる名詞に関する指標として使用されるものであり、いずれのタイプの（例えば、空間的、時間的、論理的などの）順序付けも暗示するものではない。例えば、「第 1 の」太陽電池への言及は、この太陽電池が順序において最初の太陽電池であることを必ずしも意味するものではなく、その代わりに、「第 1 の」という用語は、この太陽電池を別の太陽電池（例えば、「第 2 の」太陽電池）から区別するために使用される。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 5 】

「結合された」 - 以下の説明は、素子又はノード又は機構が一体に「結合された」ことについて言及する。本明細書で使用する時、明示的に別段の定めがある場合を除き、「結合された」とは、1つの素子/ノード/機構が、別の素子/ノード/機構に、直接的又は間接的に連結される（又は、直接的若しくは間接的に連通する）ことを意味するものであり、これは、必ずしも機械的なものではない。

## 【 0 0 2 6 】

更には、特定の用語法もまた、参照のみを目的として、以下の説明で使用される場合があり、それゆえ、それらの用語法は、限定的であることを意図するものではない。例えば、「上側」、「下側」、「上方」、及び「下方」などの用語は、参照される図面内での方向を指す。「前部」、「後方」、「後部」、「側部」、「外側」、及び「内側」などの用語は、論考中の構成要素を説明するテキスト及び関連図面を参照することによって明確にされる、一貫性はあるが任意の基準系の範囲内での、構成要素の諸部分の向き及び/又は位置を説明するものである。そのような用語法は、具体的に上述された語、それらの派生語、及び類似の意味の語を含み得る。

## 【 0 0 2 7 】

太陽電池の受光面をパッシベーションする方法、及び結果的に得られる太陽電池が、本明細書で説明される。以下の説明では、本開示の実施形態の完全な理解を提供するために、特定のプロセスフロー工程などの、多数の具体的詳細が記載される。これらの具体的な詳細なしに、本開示の実施形態を實踐することができる点が、当業者には明らかであろう。他の場合には、本開示の実施形態を不必要に不明瞭にしないために、リソグラフィ技術及びパターニング技術などの周知の製造技術は、詳細に説明されない。更には、図に示される様々な実施形態は、例示的な表現であって、必ずしも原寸に比例して描写されるものではないことを理解されたい。

## 【 0 0 2 8 】

本明細書では、太陽電池が開示される。一実施形態では、太陽電池は、受光面を有するシリコン基板を含む。このシリコン基板の受光面の上方に、真性シリコン層が配置される。この真性シリコン層上に、N型シリコン層が配置される。このN型シリコン層上に、非導電性反射防止コーティング（ARC）層が配置される。

## 【 0 0 2 9 】

別の実施形態では、太陽電池は、受光面を有するシリコン基板を含む。このシリコン基板の受光面上に、トンネル誘電体層が配置される。このトンネル誘電体層上に、N型シリコン層が配置される。このN型シリコン層上に、非導電性反射防止コーティング（ARC）層が配置される。

## 【 0 0 3 0 】

本明細書ではまた、太陽電池を製造する方法も開示される。一実施形態では、太陽電池を製造する方法は、シリコン基板の受光面上にトンネル誘電体層を形成する工程を伴う。この方法はまた、摂氏約300度未満の温度で、トンネル誘電体層上にアモルファスシリコン層を形成する工程も伴う。

## 【 0 0 3 1 】

本明細書で説明される1又は複数の実施形態は、光誘起劣化（LID）を改善（軽減）するための、低温パッシベーション手法に関する。より詳細には、例えば、アモルファスシリコン（aSi）材料を使用して、結晶シリコン（c-Si）基板表面をパッシベーションする場合に関して、低温でパッシベーションされた電池の前面の紫外線（UV）安定性を改善するための、幾つかの手法が説明される。例えば、構造体を修正し、新たなパッシベーション材料の積層体を採用することによって、長期間のエネルギー生成に適切なものとして、採用するそのような電池の安定性の改善を達成することができる。

## 【 0 0 3 2 】

コンテキストを提供するために、特に、高エネルギー光子（例えば、UV光子）に曝される場合は、光誘起劣化が、aSiでパッシベーションされたc-Si表面に関する主要

10

20

30

40

50

問題である。c - Si / a Si 界面の不安定な性質により、最も良性的条件下であっても、急速な劣化が発生し得る。図 8 は、ヘテロ接合である c - Si / a - Si 界面を有する従来技術の太陽電池の受光面のエネルギーバンド図 ( 8 0 0 ) である。図 8 を参照すると、太陽電池の受光面内の、N 型水素化アモルファスシリコン ( n - a - Si ) 及び結晶シリコン ( c - Si ) の界面は、不安定性及び容易な劣化をもたらす、不十分なパッシベーションを提供することが分かっている。提示される不十分なパッシベーションは、この界面での、リン ( P ) ドーパント源によって導入された、多数の再結合部位に由来するものと理解される。高温の工程を使用することなく、安定な太陽電池の前面 ( 受光面 ) を提供する試みは、困難であることが分かっている。例えば、従来の試みは、熱拡散の後に続いて熱酸化プロセス、及びその後に、摂氏 3 8 0 度を超過する高温のプラズマ増強化学気相成長 ( P E C V D ) プロセスの使用を含むものであった。そのような条件下では、不十分なパッシベーションが達成されていた。対照的に、摂氏 3 0 0 度を下回る温度で、薄膜シリコン ( Si ) プロセスを実行することが可能である場合には、そのベースセルを支持するために使用されるウェハのキャリアの材料を、対応させることができる。

10

20

30

40

50

#### 【 0 0 3 3 】

本明細書で説明される 1 又は複数の実施形態に従って、太陽電池の受光面に関するパッシベーションの手法は、( 1 ) 安定性を改善するために、低温で形成された酸化物薄膜材料 ( 例えば、化学酸化物、P E C V D 形成酸化物、低温熱酸化物、又は紫外線 / オゾン ( U V / O <sub>3</sub> ) 形成酸化物 ) を使用することと、( 2 ) 表面での再結合部位のシールドを改善するために、パッシベーション層として、真性水素化アモルファスシリコン / N 型アモルファスシリコン ( a - Si : i / a - Si : n ) 積層体を採用し、リンドーパ a - Si 層の電子特性を利用して、電子バンドを屈曲させることと、( 3 ) c - Si / a - Si 界面から離れる方向に少数キャリアを排斥することによって、安定性を改善することを助けるために、テクスチャ化表面上に、リン拡散エピタキシャル層を堆積させることと、4 ) U V 線量に前面を曝した後に、低温のアニールを続けることにより、界面を硬化させる、バーンイン法と、( 5 ) 製造に配慮したプロセスを提供するための、脱イオン水 ( D I ) 中での、希釈フッ化水素酸 / オゾン ( H F / O <sub>3</sub> ) の簡略化された洗浄手順とのうちの、1 又は複数を含む。上記で列挙した手法のうちの 1 又は複数、又は全てを、最大の透過性 ( J s c ) 及び好適かつ安定なパッシベーション ( V o c ) のための、好適な前面積層体に対する使用のために、組み合わせることができる。

#### 【 0 0 3 4 】

特定の例示的实施形態では、0 . 3 % H F / O <sub>3</sub> の後に続いて D I リンス及び H W 乾燥を使用する、簡略化された洗浄プロセスを採用することにより、テクスチャ化された基板上に、摂氏 2 0 0 度で堆積された構造体 ( 例えば、a Si : i / Si N a Si : i / a Si : n / Si N 構造体 ) に対して、約 1 0 f A / c m <sup>2</sup> 未満の良好なパッシベーションが得られた。他の実施形態では、H F / ピラニア溶液 ( 硫酸及び過酸化水素 ) / H F の混合液、又は H F のみなどの、より強力な薬液もまた、同様のパッシベーション値を示した。高強度 U V への暴露を使用して試験したときに、簡略化された洗浄手順のサンプルはうまく働いた。理論に束縛されるものではないが、この改善は、形成された化学酸化物薄膜の形成に起因するものであったことが現時点で理解され、この化学酸化物薄膜は初期のパッシベーションを阻害せず、結果的に得られた界面パッシベーションを安定化させることによって劣化を低減させた。そのような酸化物材料は、上述のように、様々な方法で堆積させることができることが見出されている。

#### 【 0 0 3 5 】

より一般的には、1 又は複数の実施形態に従って、パッシベーションの改善のために、真性 ( おそらくは、水素化 ) アモルファスシリコン : N 型アモルファスシリコンの ( i : n として表される ) 構造体が、酸化物薄膜の有無にかかわらず製造される。別の実施形態では、酸化物薄膜が、良好なパッシベーションを維持するために十分に高品質のものである限りは、N 型アモルファスシリコン層のみを単独で使うことができる。真性アモルファスシリコンが実装される場合には、その材料は、酸化物に欠陥がある場合に更なるパ

ッシベーション保護を提供する。他の実施形態では、真性層に加えて、リンドープされたアモルファスシリコン層を含めることにより、UV劣化に対する安定性が改善される。このリンドープ層を実装することにより、少数キャリアを排斥して再結合の量を低減することによって、界面をシールドするのに役立つバンド屈曲を可能にすることができる。

【0036】

図1A～図1Eは、本開示の実施形態に係る、太陽電池の製造における様々な段階の断面図を示す。図2は、本開示の実施形態に係る、図1A～図1Eに対応する太陽電池の製造方法における工程を列挙する、フローチャートである。

【0037】

図1Aは、太陽電池の下地基板を示す。図1Aを参照すると、基板100は、受光面102及び裏面104を有する。一実施形態では、基板100は、バルク単結晶N型ドーパシリコン基板などの、単結晶シリコン基板である。しかしながら、基板100は、大域的太陽電池基板上に配置された多結晶シリコン層などの層であってよいことを理解されたい。一実施形態では、受光面102は、テクスチャ化されたトポグラフィ106を有する。1つのそのような実施形態では、基板100の前面をテクスチャ化するために、水酸化物ベースのウェットエッチング液が採用される。テクスチャ化表面は、入射光を散乱させるための規則的又は不規則的な形状の表面を有し、太陽電池の受光面で反射される光の量を減少させ得ることを理解されたい。

【0038】

図1Bは、基板の受光面上にトンネル誘電体層を形成した後の、図1Aの構造体を示す。図1B、及びフローチャート200の対応する工程202を参照すると、トンネル誘電体層108が、基板100の受光面102上に形成される。一実施形態では、受光面102は、テクスチャ化されたトポグラフィ106を有し、トンネル誘電体層108は、図1Bに示されるように、テクスチャ化されたトポグラフィ106と共形である。

【0039】

一実施形態では、トンネル誘電体層108は、二酸化シリコン( $\text{SiO}_2$ )の層である。1つのそのような実施形態では、この二酸化シリコン( $\text{SiO}_2$ )の層は、約1～10ナノメートルの範囲の厚さ、好ましくは、1.5ナノメートル未満の厚さを有する。一実施形態では、トンネル誘電体層108は親水性である。一実施形態では、トンネル誘電体層108は、限定するものではないが、シリコン基板の受光面の一部の化学的酸化、二酸化シリコン( $\text{SiO}_2$ )のプラズマ増強化学気相成長(PECVD)、シリコン基板の受光面の一部の熱酸化、又は、 $\text{O}_2$ 若しくは $\text{O}_3$ 環境中での、紫外線(UV)放射へのシリコン基板の受光面の暴露などの技術によって、形成される。

【0040】

図1Cは、トンネル誘電体層上に真性シリコン層を形成した後の、図1Bの構造体を示す。図1C、及びフローチャート200の対応する工程204を参照すると、真性シリコン層110が、トンネル誘電体層108上に形成される。

【0041】

一実施形態では、真性シリコン層110は、真性アモルファスシリコン層である。1つのそのような実施形態では、真性アモルファスシリコン層は、約1～5ナノメートルの範囲の厚さを有する。一実施形態では、トンネル誘電体層108上に真性アモルファスシリコン層を形成する工程は、摂氏約300度未満の温度で実行される。一実施形態では、真性アモルファスシリコン層は、プラズマ増強化学気相成長法(PECVD)を使用して形成され、 $a\text{-Si:H}$ によって表され、その層全体に $\text{Si-H}$ 共有結合を含む。

【0042】

図1Dは、真性シリコン層上にN型シリコン層を形成した後の、図1Cの構造体を示す。図1D、及びフローチャート200の対応する工程206を参照すると、N型シリコン層112が、真性シリコン層110上に形成される。

【0043】

一実施形態では、N型シリコン層112は、N型アモルファスシリコン層である。一実

10

20

30

40

50

施形態では、真性シリコン層 110 上に N 型アモルファスシリコン層を形成する工程は、摂氏約 300 度未満の温度で実行される。一実施形態では、N 型アモルファスシリコン層は、プラズマ増強化学気相成長法 (PECVD) を使用して形成され、リンドーパ - Si : H によって表され、その層全体に Si - H 共有結合を含む。一実施形態では、N 型シリコン層 112 は、リンドーパントなどの不純物を含む。一実施形態では、このリンドーパントは、膜堆積の間に、又は注入後の工程において組み込まれる。

#### 【0044】

図 1 E は、N 型シリコン層上に非導電性反射防止コーティング (ARC) 層を形成した後の、図 1 D の構造体を示す。図 1 E、及びフローチャート 200 の対応する工程 208 を参照すると、非導電性反射防止コーティング (ARC) 層 114 が、N 型シリコン層 112 上に形成される。一実施形態では、非導電性 ARC 層は、窒化シリコンを含む。1 つのそのような実施形態では、窒化シリコンは、摂氏約 300 度未満の温度で形成される。

#### 【0045】

図 3 は、本開示の実施形態に係る、基板の裏面の上方に形成されたエミッタ領域を有し、基板の受光面上に第 1 の例示的な積層体を有する、バックコンタクト型太陽電池の断面図を示す。

#### 【0046】

図 3 を参照すると、太陽電池は、受光面 102 を有するシリコン基板 100 を含む。このシリコン基板 100 の受光面上に、トンネル誘電体層 108 が配置される。このトンネル誘電体層 108 上に、真性シリコン層 110 が配置される。この真性シリコン層 110 上に、N 型シリコン層 112 が配置される。この N 型シリコン層 112 上に、非導電性反射防止コーティング (ARC) 層 114 が配置される。それゆえ、図 3 の太陽電池の受光面上の、この積層体は、図 1 A ~ 図 1 E に関連して説明されたものと同じである。

#### 【0047】

再び図 3 を参照すると、基板 100 の裏面上に、互い違いの P 型エミッタ領域 120 及び N 型エミッタ領域 122 が形成される。1 つのそのような実施形態では、互い違いの P 型エミッタ領域 120 と N 型エミッタ領域 122 との間に、トレンチ 121 が配置される。より詳細には、一実施形態では、第 1 の多結晶シリコンエミッタ領域 122 が、薄膜誘電体層 124 の第 1 の部分上に形成され、N 型不純物でドーパされる。第 2 の多結晶シリコンエミッタ領域 120 が、薄膜誘電体層 124 の第 2 の部分上に形成され、P 型不純物でドーパされる。一実施形態では、トンネル誘電体 124 は、約 2 ナノメートル又はそれより薄い厚さを有するシリコン酸化物層である。

#### 【0048】

再び図 3 を参照すると、導電コンタクト構造体 128 / 130 は、最初に絶縁層 126 を堆積させ、この絶縁層 126 を、開口部を有するようにパターニングし、次いで、その開口部内に 1 又は複数の導電層を形成することによって製造される。一実施形態では、導電コンタクト構造体 128 / 130 は金属を含み、堆積、リソグラフィ法、及びエッチング法、又は代替的に、印刷若しくはメッキプロセス、又は代替的に、箔接着プロセスによって形成される。

#### 【0049】

図 4 は、本開示の実施形態に係る、基板の裏面内に形成されたエミッタ領域を有し、基板の受光面上に第 1 の例示的な積層体を有する、バックコンタクト型太陽電池の断面図を示す。

#### 【0050】

図 4 を参照すると、太陽電池は、受光面 102 を有するシリコン基板 100 を含む。このシリコン基板 100 の受光面上に、トンネル誘電体層 108 が配置される。このトンネル誘電体層 108 上に、真性シリコン層 110 が配置される。この真性シリコン層 110 上に、N 型シリコン層 112 が配置される。この N 型シリコン層 112 上に、非導電性反射防止コーティング (ARC) 層 114 が配置される。それゆえ、図 4 の太陽電池の受光面上の、この積層体は、図 1 A ~ 図 1 E に関連して説明されたものと同じである。

## 【 0 0 5 1 】

再び図 4 を参照すると、基板 1 0 0 の裏面内部に、互い違いの P 型エミッタ領域 1 5 0 及び N 型エミッタ領域 1 5 2 が形成される。より詳細には、一実施形態では、第 1 のエミッタ領域 1 5 2 が、基板 1 0 0 の第 1 の部分内部に形成され、N 型不純物でドーピングされる。第 2 のエミッタ領域 1 5 0 が、基板 1 0 0 の第 2 の部分内部に形成され、P 型不純物でドーピングされる。再び図 4 を参照すると、導電コンタクト構造体 1 5 8 / 1 6 0 は、最初に絶縁層 1 5 6 を堆積させ、この絶縁層 1 5 6 を、開口部を有するようにパターニングし、次いで、その開口部内に 1 又は複数の導電層を形成することによって製造される。一実施形態では、導電コンタクト構造体 1 5 8 / 1 6 0 は金属を含み、堆積、リソグラフィ法、及びエッチング法、又は代替的に、印刷若しくはメッキプロセス、又は代替的に、箔接着プロセスによって形成される。

10

## 【 0 0 5 2 】

図 5 は、本開示の実施形態に係る、図 3 及び図 4 に関連して説明される太陽電池の受光面上に配置された第 1 の例示的な積層体に関する、エネルギーバンド図 ( 5 0 0 ) である。エネルギーバンド図 ( 5 0 0 ) を参照すると、N 型ドーピングシリコン ( n )、真性シリコン ( i )、薄膜酸化物層 ( T o x )、及び結晶シリコン基板 ( c - S i ) を含む材料の積層体に関する、バンド構造が提供される。フェルミ準位は、5 0 2 で示され、この材料の積層体を有する基板の受光面の、良好なパッシベーションを明らかにしている。

## 【 0 0 5 3 】

図 6 A は、本開示の実施形態に係る、基板の裏面の上方に形成されたエミッタ領域を有し、基板の受光面上に第 2 の例示的な積層体を有する、バックコンタクト型太陽電池の断面図を示す。

20

## 【 0 0 5 4 】

図 6 A を参照すると、太陽電池は、受光面 1 0 2 を有するシリコン基板 1 0 0 を含む。このシリコン基板 1 0 0 の受光面 1 0 2 上に、真性シリコン層 1 1 0 が配置される ( この場合、成長はエピタキシャルとすることができる )。この真性シリコン層 1 1 0 上に、N 型シリコン層 1 1 2 が配置される。この N 型シリコン層 1 1 2 上に、非導電性反射防止コーティング ( A R C ) 層 1 1 4 が配置される。それゆえ、図 6 A の太陽電池の受光面上の、この積層体は、図 3 に関連して説明されたトンネル誘電体層 1 0 8 を含まない。しかしながら、図 3 に関連して説明された他の機構は、同様である。更には、図 4 に関連して説明されるように、基板内部にエミッタ領域を形成することができる点を理解されたい。

30

## 【 0 0 5 5 】

図 6 B は、本開示の実施形態に係る、図 6 A に関連して説明される太陽電池の受光面上に配置された第 2 の例示的な積層体に関する、エネルギーバンド図 ( 6 0 0 ) である。エネルギーバンド図 ( 6 0 0 ) を参照すると、N 型ドーピングシリコン ( n )、真性シリコン ( i )、及び結晶シリコン基板 ( c - S i ) を含む材料の積層体に関する、バンド構造が提供される。フェルミ準位は、6 0 2 で示され、酸化物層が経路 6 0 4 を遮断するために適所に存在しない場合であっても、この材料の積層体を有する基板の受光面の、良好なパッシベーションを明らかにしている。

## 【 0 0 5 6 】

図 7 A は、本開示の実施形態に係る、基板の裏面の上方に形成されたエミッタ領域を有し、基板の受光面上に第 3 の例示的な積層体を有する、バックコンタクト型太陽電池の断面図を示す。

40

## 【 0 0 5 7 】

図 7 A を参照すると、太陽電池は、受光面 1 0 2 を有するシリコン基板 1 0 0 を含む。このシリコン基板 1 0 0 の受光面 1 0 2 上に、トンネル誘電体層 1 0 8 が配置される。このトンネル誘電体層 1 0 8 上に、N 型シリコン層 1 1 2 が配置される。この N 型シリコン層 1 1 2 上に、非導電性反射防止コーティング ( A R C ) 層 1 1 4 が配置される。それゆえ、図 7 A の太陽電池の受光面上の、この積層体は、図 3 に関連して説明された真性シリコン層 1 1 0 を含まない。しかしながら、図 3 に関連して説明された他の機構は、同様で

50

ある。更には、図４に関連して説明されるように、基板内部にエミッタ領域を形成することができる点を理解されたい。

【００５８】

図７Ｂは、本開示の実施形態に係る、図７Ａに関連して説明される太陽電池の受光面上に配置された第３の例示的な積層体に関する、エネルギーバンド図（７００）である。エネルギーバンド図（７００）を参照すると、Ｎ型ドーブシリコン（ $n$ ）、薄膜酸化物層（ $T o x$ ）、及び結晶シリコン基板（ $c - S i$ ）を含む材料の積層体に関する、バンド構造が提供される。フェルミ準位は、７０２で示され、この材料の積層体を有する基板の受光面の、良好なパッシベーションを明らかにしている。

【００５９】

全体として、特定の材料が上記で具体的に説明されているが、本開示の実施形態の趣旨及び範囲内に留まる他のそのような実施形態では、一部の材料を他のものと容易に置き換えることができる。例えば、一実施形態では、ⅢⅤ族材料基板などの、異なる材料基板を、シリコン基板の代わりに使用することができる。更には、太陽電池の裏面上のエミッタ領域に関して、Ｎ＋型ドーピング及びＰ＋型ドーピングが具体的に説明される場合、想到される他の実施形態は、反対の導電型、例えば、それぞれ、Ｐ＋型ドーピング及びＮ＋型ドーピングを含むことを理解されたい。

【００６０】

このように、太陽電池の受光面をパッシベーションする方法、及び結果的に得られる太陽電池が開示されてきた。

【００６１】

具体的な実施形態が上述されてきたが、これらの実施形態は、特定の機構に関して単一の実施形態のみが説明される場合であっても、本開示の範囲を限定することを意図するものではない。本開示で提供される機構の実施例は、別段の定めがある場合を除き、制約的であることよりも、むしろ例示的であることを意図するものである。上記の説明は、本開示の利益を有する当業者には明らかとなるような、代替、修正、及び均等物を包含することを意図するものである。

【００６２】

本開示の範囲は、本明細書で対処される問題のいずれか若しくは全てを軽減するか否かにかかわらず、本明細書で（明示的又は暗示的に）開示される、あらゆる機構若しくは機構の組み合わせ、又はそれらのあらゆる一般化を含む。したがって、本出願（又は、本出願に対する優先権を主張する出願）の審査手続きの間に、任意のそのような機構の組み合わせに対して、新たな請求項を考え出すことができる。具体的には、添付の請求項を参照して、従属請求項からの機構を、独立請求項の機構と組み合わせることができ、それぞれの独立請求項からの機構を、単に添付の請求項で列挙される特定の組み合わせのみではなく、任意の適切な方式で組み合わせることができる。

【００６３】

一実施形態では、太陽電池は、受光面を有するシリコン基板を含む。このシリコン基板の受光面の上方に、真性シリコン層が配置される。この真性シリコン層上に、Ｎ型シリコン層が配置される。このＮ型シリコン層上に、非導電性反射防止コーティング（ＡＲＣ）層が配置される。

【００６４】

一実施形態では、シリコン基板は、単結晶シリコン基板であり、真性シリコン層は、真性アモルファスシリコン層であり、Ｎ型シリコン層は、Ｎ型アモルファスシリコン層である。

【００６５】

一実施形態では、太陽電池は、シリコン基板の受光面上に配置されたトンネル誘電体層を更に含み、このトンネル誘電体層上に、真性シリコン層が配置される。

【００６６】

一実施形態では、トンネル誘電体層は、二酸化シリコン（ $S i O_2$ ）の層である。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 6 7 】

一実施形態では、シリコン基板は、単結晶シリコン基板であり、真性シリコン層は、真性アモルファスシリコン層であり、N型シリコン層は、N型アモルファスシリコン層である。

## 【 0 0 6 8 】

一実施形態では、この二酸化シリコン ( $\text{SiO}_2$ ) の層は、約 1 ~ 10 ナノメートルの範囲の厚さを有し、真性アモルファスシリコン層は、約 1 ~ 5 ナノメートルの範囲の厚さを有する。

## 【 0 0 6 9 】

一実施形態では、非導電性反射防止コーティング (ARC) 層は、窒化シリコンを含む。

10

## 【 0 0 7 0 】

一実施形態では、受光面は、テクスチャ化されたトポグラフィを有し、真性シリコン層は、この受光面のテクスチャ化されたトポグラフィと共形である。

## 【 0 0 7 1 】

一実施形態では、基板は、受光面とは反対側の裏面を更に備え、太陽電池は、この基板の裏面、又は基板の裏面の上方の、複数の互い違いのN型半導体領域及びP型半導体領域と、それらの複数の互い違いのN型半導体領域及びP型半導体領域に結合された、導電コンタクト構造体とを更に含む。

## 【 0 0 7 2 】

20

一実施形態では、太陽電池は、受光面を有するシリコン基板を含む。このシリコン基板の受光面上に、トンネル誘電体層が配置される。このトンネル誘電体層上に、N型シリコン層が配置される。このN型シリコン層上に、非導電性反射防止コーティング (ARC) 層が配置される。

## 【 0 0 7 3 】

一実施形態では、シリコン基板は、単結晶シリコン基板であり、N型シリコン層は、N型アモルファスシリコン層である。

## 【 0 0 7 4 】

一実施形態では、トンネル誘電体層は、約 1 ~ 10 ナノメートルの範囲の厚さを有する、二酸化シリコン ( $\text{SiO}_2$ ) の層である。

30

## 【 0 0 7 5 】

一実施形態では、非導電性反射防止コーティング (ARC) 層は、窒化シリコンを含む。

## 【 0 0 7 6 】

一実施形態では、基板の受光面は、テクスチャ化されたトポグラフィを有し、N型シリコン層は、この受光面のテクスチャ化されたトポグラフィと共形である。

## 【 0 0 7 7 】

一実施形態では、基板は、受光面とは反対側の裏面を更に備え、太陽電池は、この基板の裏面、又は基板の裏面の上方の、複数の互い違いのN型半導体領域及びP型半導体領域と、それらの複数の互い違いのN型半導体領域及びP型半導体領域に結合された、導電コンタクト構造体とを更に含む。

40

## 【 0 0 7 8 】

一実施形態では、太陽電池を製造する方法は、シリコン基板の受光面上にトンネル誘電体層を形成する工程と、摂氏約 300 度未満の温度で、トンネル誘電体層上にアモルファスシリコン層を形成する工程とを含む。

## 【 0 0 7 9 】

一実施形態では、トンネル誘電体層は、シリコン基板の受光面の一部の化学的酸化、二酸化シリコン ( $\text{SiO}_2$ ) のプラズマ増強化学気相成長 (PECVD)、シリコン基板の受光面の一部の熱酸化、及び、 $\text{O}_2$  又は  $\text{O}_3$  環境中での、紫外線 (UV) 放射へのシリコン基板の受光面の暴露からなる群から選択される技術を使用して、形成される。

50

## 【 0 0 8 0 】

一実施形態では、アモルファスシリコン層を形成する工程は、真性アモルファスシリコン層を形成する工程を伴い、この方法は、摂氏約 3 0 0 度未満の温度で、アモルファスシリコン層上に N 型アモルファスシリコン層を形成する工程と、摂氏約 3 0 0 度未満の温度で、N 型アモルファスシリコン層上に反射防止コーティング ( A R C ) 層を形成する工程とを更に含む。

## 【 0 0 8 1 】

一実施形態では、アモルファスシリコン層を形成する工程は、N 型アモルファスシリコン層を形成する工程を含み、この方法は、摂氏約 3 0 0 度未満の温度で、N 型アモルファスシリコン層上に反射防止コーティング ( A R C ) 層を形成する工程を更に含む。

10

【 図 1 A 】

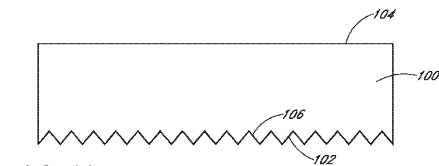


FIG. 1A

【 図 1 B 】

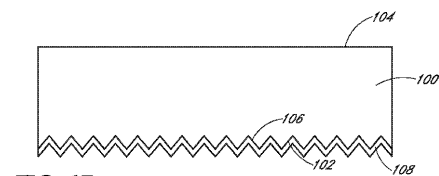


FIG. 1B

【 図 1 C 】

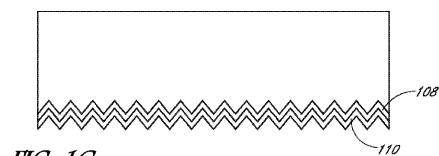


FIG. 1C

【 図 1 D 】

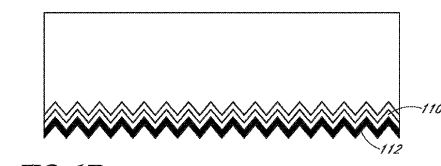


FIG. 1D

【 図 1 E 】

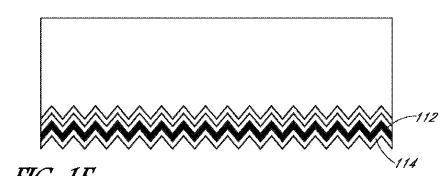
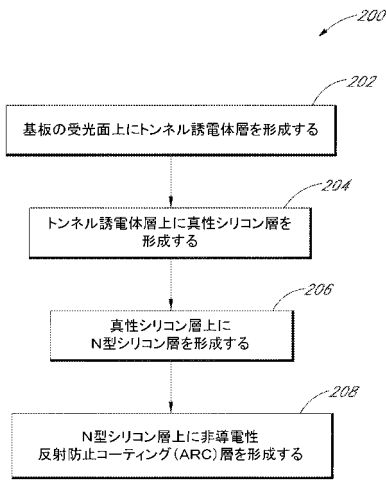
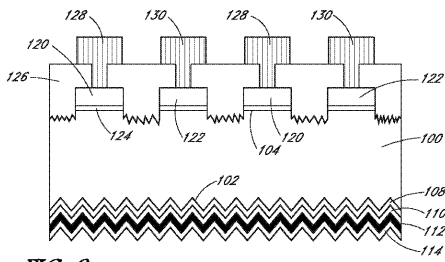


FIG. 1E

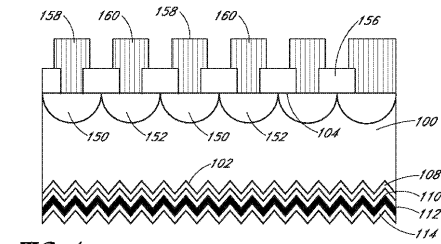
【図 2】



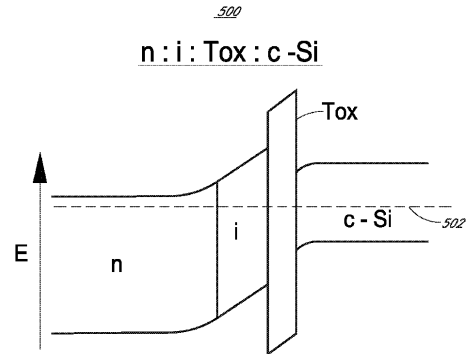
【図 3】



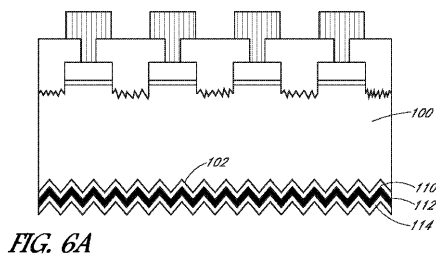
【図 4】



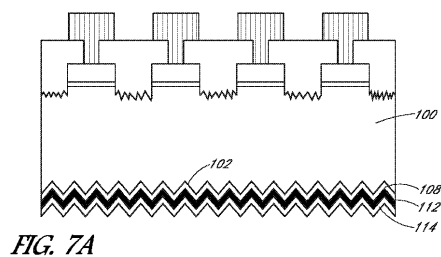
【図 5】



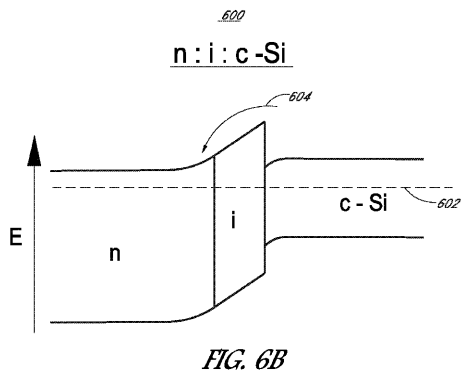
【図 6 A】



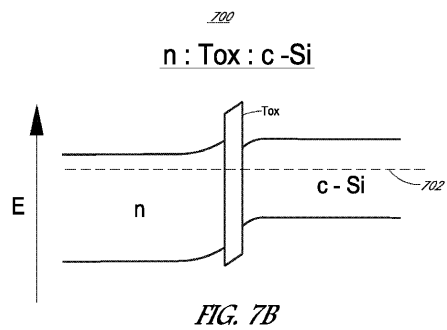
【図 7 A】



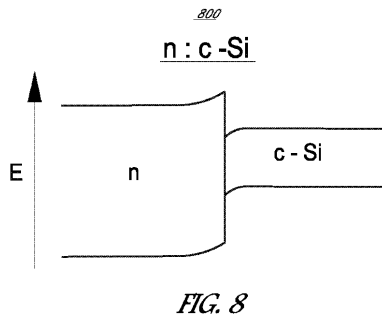
【図 6 B】



【図 7 B】



【 図 8 】



## 【 手続補正書 】

【 提出日 】平成28年10月26日 (2016.10.26)

## 【 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 】

受光面を有するシリコン基板と、  
 前記シリコン基板の前記受光面の上方に配置された真性シリコン層と、  
 前記真性シリコン層上に配置されたN型シリコン層と、  
 前記N型シリコン層上に配置された非導電性反射防止コーティング（ARC）層と、  
 を備える、太陽電池。

## 【 請求項 2 】

受光面を有するシリコン基板と、  
 前記シリコン基板の前記受光面上に配置されたトンネル誘電体層と、  
 前記トンネル誘電体層上に配置されたN型シリコン層と、  
 前記N型シリコン層上に配置された非導電性反射防止コーティング（ARC）層と、  
 を備える、太陽電池。

## 【 請求項 3 】

前記シリコン基板は、単結晶シリコン基板であり、前記真性シリコン層は、真性アモルファスシリコン層であり、前記N型シリコン層は、N型アモルファスシリコン層である、請求項 1 に記載の太陽電池。

## 【 請求項 4 】

前記シリコン基板の前記受光面上に配置されたトンネル誘電体層を更に備え、前記真性シリコン層は、前記トンネル誘電体層上に配置される、請求項 1 に記載の太陽電池。

【請求項 5】

前記トンネル誘電体層は、二酸化シリコン ( $\text{SiO}_2$ ) の層である、請求項 2 又は 4 に記載の太陽電池。

【請求項 6】

前記シリコン基板は、単結晶シリコン基板であり、前記真性シリコン層は、真性アモルファスシリコン層であり、前記 N 型シリコン層は、N 型アモルファスシリコン層である、請求項 4 に記載の太陽電池。

【請求項 7】

前記二酸化シリコン ( $\text{SiO}_2$ ) の層は、約 1 ~ 10 ナノメートルの範囲の厚さを有し、前記真性アモルファスシリコン層は、約 1 ~ 5 ナノメートルの範囲の厚さを有する、請求項 6 に記載の太陽電池。

【請求項 8】

前記非導電性反射防止コーティング (ARC) 層は、窒化シリコンを含む、請求項 1 から 7 の何れか一項に記載の太陽電池。

【請求項 9】

前記受光面は、テクスチャ化されたトポグラフィを有し、前記真性シリコン層は、前記受光面の前記テクスチャ化されたトポグラフィと共形である、請求項 1、3、4、6、及び 7 の何れか一項に記載の太陽電池。

【請求項 10】

前記基板は、前記受光面とは反対側の裏面を更に含み、前記太陽電池は、

前記基板の前記裏面、又は前記基板の前記裏面の上方の、複数の互い違いの N 型半導体領域及び P 型半導体領域と、

前記複数の互い違いの N 型半導体領域及び P 型半導体領域に結合された導電コンタクト構造体と、

を更に備える、請求項 1 から 9 の何れか一項に記載の太陽電池。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0081

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0081】

一実施形態では、アモルファスシリコン層を形成する工程は、N 型アモルファスシリコン層を形成する工程を含み、この方法は、摂氏約 300 度未満の温度で、N 型アモルファスシリコン層上に反射防止コーティング (ARC) 層を形成する工程を更に含む。

(項目 1)

受光面を有するシリコン基板と、

上記シリコン基板の上記受光面の上方に配置された真性シリコン層と、

上記真性シリコン層上に配置された N 型シリコン層と、

上記 N 型シリコン層上に配置された非導電性反射防止コーティング (ARC) 層と、  
を備える、太陽電池。

(項目 2)

上記シリコン基板は、単結晶シリコン基板であり、上記真性シリコン層は、真性アモルファスシリコン層であり、上記 N 型シリコン層は、N 型アモルファスシリコン層である、  
項目 1 に記載の太陽電池。

(項目 3)

上記シリコン基板の上記受光面上に配置されたトンネル誘電体層を更に備え、上記真性シリコン層は、上記トンネル誘電体層上に配置される、項目 1 に記載の太陽電池。

(項目 4)

上記トンネル誘電体層は、二酸化シリコン ( $\text{SiO}_2$ ) の層である、項目 3 に記載の太陽電池。

(項目 5)

上記シリコン基板は、単結晶シリコン基板であり、上記真性シリコン層は、真性アモルファスシリコン層であり、上記 N 型シリコン層は、N 型アモルファスシリコン層である、項目 4 に記載の太陽電池。

(項目 6)

上記二酸化シリコン ( $\text{SiO}_2$ ) の層は、約 1 ~ 10 ナノメートルの範囲の厚さを有し、上記真性アモルファスシリコン層は、約 1 ~ 5 ナノメートルの範囲の厚さを有する、項目 5 に記載の太陽電池。

(項目 7)

上記非導電性反射防止コーティング (ARC) 層は、窒化シリコンを含む、項目 1 に記載の太陽電池。

(項目 8)

上記受光面は、テクスチャ化されたトポグラフィを有し、上記真性シリコン層は、上記受光面の上記テクスチャ化されたトポグラフィと共形である、項目 1 に記載の太陽電池。

(項目 9)

上記基板は、上記受光面とは反対側の裏面を更に含み、上記太陽電池は、

上記基板の上記裏面、又は上記基板の上記裏面の上方の、複数の互い違いの N 型半導体領域及び P 型半導体領域と、

上記複数の互い違いの N 型半導体領域及び P 型半導体領域に結合された導電コンタクト構造体と、

を更に備える、項目 1 に記載の太陽電池。

(項目 10)

受光面を有するシリコン基板と、

上記シリコン基板の上記受光面上に配置されたトンネル誘電体層と、

上記トンネル誘電体層上に配置された N 型シリコン層と、

上記 N 型シリコン層上に配置された非導電性反射防止コーティング (ARC) 層と、

を備える、太陽電池。

(項目 11)

上記シリコン基板は、単結晶シリコン基板であり、上記 N 型シリコン層は、N 型アモルファスシリコン層である、項目 10 に記載の太陽電池。

(項目 12)

上記トンネル誘電体層は、約 1 ~ 10 ナノメートルの範囲の厚さを有する、二酸化シリコン ( $\text{SiO}_2$ ) の層である、項目 10 に記載の太陽電池。

(項目 13)

上記非導電性反射防止コーティング (ARC) 層は、窒化シリコンを含む、項目 10 に記載の太陽電池。

(項目 14)

上記基板の上記受光面は、テクスチャ化されたトポグラフィを有し、上記 N 型シリコン層は、上記受光面の上記テクスチャ化されたトポグラフィと共形である、項目 10 に記載の太陽電池。

(項目 15)

上記基板は、上記受光面とは反対側の裏面を更に含み、上記太陽電池は、

上記基板の上記裏面、又は上記基板の上記裏面の上方の、複数の互い違いの N 型半導体領域及び P 型半導体領域と、

上記複数の互い違いの N 型半導体領域及び P 型半導体領域に結合された導電コンタクト構造体と、

を更に備える、項目 10 に記載の太陽電池。

(項目 16)

太陽電池を製造する方法であって、  
シリコン基板の受光面上にトンネル誘電体層を形成する工程と、  
摂氏約 300 度未満の温度で、上記トンネル誘電体層上にアモルファスシリコン層を形成する工程と、  
を備える、方法。

( 項目 17 )

上記トンネル誘電体層を形成する工程は、上記シリコン基板の上記受光面の一部の化学的酸化、二酸化シリコン (  $\text{SiO}_2$  ) のプラズマ増強化学気相成長 ( PECVD )、上記シリコン基板の上記受光面の一部の熱酸化、及び、 $\text{O}_2$  又は  $\text{O}_3$  環境中での、紫外線 ( UV ) 放射への上記シリコン基板の上記受光面の暴露からなる群から選択される技術を使用する工程を有する、項目 16 に記載の方法。

( 項目 18 )

上記アモルファスシリコン層を形成する工程は、真性アモルファスシリコン層を形成する工程を有し、上記方法は、

摂氏約 300 度未満の温度で、上記アモルファスシリコン層上に N 型アモルファスシリコン層を形成する工程と、

摂氏約 300 度未満の温度で、上記 N 型アモルファスシリコン層上に反射防止コーティング ( ARC ) 層を形成する工程と、

を更に備える、項目 16 に記載の方法。

( 項目 19 )



上記アモルファスシリコン層を形成する工程は、N 型アモルファスシリコン層を形成する工程を有し、上記方法は、

摂氏約 300 度未満の温度で、上記 N 型アモルファスシリコン層上に反射防止コーティング ( ARC ) 層を形成する工程を更に備える、項目 16 に記載の方法。

( 項目 20 )

項目 16 に記載の方法に従って製造される、太陽電池。

## 【 国際調査報告 】

<b>INTERNATIONAL SEARCH REPORT</b>		International application No. <b>PCT/US2015/022331</b>
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> <b>H01L 31/0216(2006.01)i, H01L 31/0256(2006.01)i, H01L 31/04(2006.01)i</b>		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01L 31/0216; H01L 31/0224; H01L 31/18; H01L 31/0232; H01L 21/00; H01L 31/0256; H01L 31/04		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models Japanese utility models and applications for utility models		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) cKOMPASS(KIPO internal) & keywords: solar cell, silicon, passivation, intrinsic, dielectric layer		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2011-0223708 A1 (ASHOK SINHA) 15 September 2011 See paragraphs [0035]-[0075]; and figures 2A-7.	1, 2, 7-9
Y		3-6, 10-20
Y	US 2013-0157404 A1 (SILEVO, INC.) 20 June 2013 See paragraph [0034]; and figures 2A-2K.	3-6, 10-20
A	US 2012-0186649 A1 (ADRIAN BRUCE TURNER et al.) 26 July 2012 See paragraphs [0018]-[0020]; and figures 1A-3C.	1-20
A	US 2009-0215218 A1 (DANIEL L. MEIER et al.) 27 August 2009 See paragraphs [0039]-[0049]; and figures 3A-3F.	1-20
A	US 2012-0145233 A1 (HOJUNG SYN et al.) 14 June 2012 See paragraphs [0038]-[0042]; and figure 1.	1-20
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 18 June 2015 (18.06.2015)		Date of mailing of the international search report 19 June 2015 (19.06.2015)
Name and mailing address of the ISA/KR  International Application Division Korean Intellectual Property Office 189 Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon Metropolitan City, 302-701, Republic of Korea Facsimile No. +82-42-472-7140		Authorized officer KIM, Do Weon Telephone No. +82-42-481-5560 

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No.

**PCT/US2015/022331**

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2011-0223708 A1	15/09/2011	CN 101960618 A CN 101960618 B CN 103296138 A EP 2208238 A1 EP 2208238 B1 EP 2618387 A1 ES 2422256 T3 KR 10-1293162 B1 KR 10-2010-0095442 A PT 2208238 E US 2009-0120492 A1 US 2009-0120493 A1 US 2011-0207259 A1 US 7956283 B2 US 7960644 B2 WO 2009-062117 A1	26/01/2011 01/05/2013 11/09/2013 21/07/2010 24/04/2013 24/07/2013 10/09/2013 12/08/2013 30/08/2010 10/07/2013 14/05/2009 14/05/2009 25/08/2011 07/06/2011 14/06/2011 14/05/2009
US 2013-0157404 A1	20/06/2013	US 2011-0068367 A1	24/03/2011
US 2012-0186649 A1	26/07/2012	WO 2011-035090 A1	24/03/2011
US 2009-0215218 A1	27/08/2009	EP 2257996 A1 EP 2257996 B1 TW 200937502 A TW 200937658 A TW I411119 B US 2012-0171806 A1 US 8076175 B2 US 8945976 B2 WO 2009-108161 A1 WO 2009-108163 A1	08/12/2010 23/04/2014 01/09/2009 01/09/2009 01/10/2013 05/07/2012 13/12/2011 03/02/2015 03/09/2009 03/09/2009
US 2012-0145233 A1	14/06/2012	KR 10-1275575 B1 KR 10-2012-0037268 A	14/06/2013 19/04/2012

## 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, 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, KN, KP, KR, 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, UA, UG, US

(72)発明者 ソロモン、ジェネビエーブ エー .

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 3 0 4 パロ アルト ステリング ドライブ 3 1 5  
3

(72)発明者 ジョンソン、マイケル シー .

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 5 0 1 アラメダ オーク ストリート 8 3 2

(72)発明者 デーモン - ラコステ、ジェローム

フランス国 アントニー エフ - 9 2 1 6 0 リュ ドゥ ノード 6

(72)発明者 サロモン、アントワン マリー オリヴィエ

フランス国 グピリエール エフ - 7 8 7 7 0 シュマン ドゥ ボワ ランベール 1 8

Fターム(参考) 5F151 CA15 CB11 CB12 CB19 CB27 DA04 DA10 FA06 GA04 GA15

HA03 HA07