

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B1)

(11)特許番号
特許第7336569号
(P7336569)

(45)発行日 令和5年8月31日(2023.8.31)

(24)登録日 令和5年8月23日(2023.8.23)

(51)国際特許分類	F I			
H 0 1 L 31/068 (2012.01)	H 0 1 L	31/06	3 0 0	
H 0 1 L 31/18 (2006.01)	H 0 1 L	31/04	4 4 0	

請求項の数 3 (全20頁)

(21)出願番号	特願2022-97820(P2022-97820)	(73)特許権者	519095522
(22)出願日	令和4年6月17日(2022.6.17)		ジョージアン ジンコ ソーラー カンパニー
審査請求日	令和4年6月30日(2022.6.30)		リミテッド
(31)優先権主張番号	202210377280.2		中華人民共和国 3 1 4 4 1 6 ジョジア
(32)優先日	令和4年4月11日(2022.4.11)		ン ハイニン ユアン ホア タウン テク
(33)優先権主張国・地域又は機関	中国(CN)		ニカル ファンクショナル ゾーン ユアン
早期審査対象出願		(73)特許権者	519095533
前置審査			ジンコ ソーラー カンパニー リミテッド
			中華人民共和国 3 3 4 1 0 0 ジアンシ
			ィ シャンラオ シャンラオ エコノミック
			デベロプメント ゾーン ジンコ ロード
		(74)代理人	100199819
			弁理士 大行 尚哉

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 太陽電池およびその製造方法、光起電力モジュール

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

ベースを提供することと、

前記ベースの第1面に、前記ベースから離れる方向に、窒素およびリンを含有するトンネル酸化層と、ドーブ導電層とを順次に形成することと、

前記ベース内に位置し、前記トンネル酸化層における前記ベースに向かう側の面と接触し、前記ベースと同じ導電型のドーピング元素を有し、かつ、前記トンネル酸化層に向かう側のドーピング濃度が前記トンネル酸化層から離れる側のドーピング濃度よりも大きい、ドーピング表面フィールドを形成することと、

前記ドーブ導電層と電氣的に接続された金属電極を形成することと、10

前記トンネル酸化層が窒素及びリンを含有するように形成する方法は、

前記ベースの第1面を熱酸化して、初期酸化層を形成することと、

前記初期酸化層に対してリン拡散を行い、リンを含有する第1酸化層を形成することと、

前記第1酸化層に対して窒素ドーピングを行い、前記トンネル酸化層を形成することと

、を含み、

前記トンネル酸化層、前記ドーブ導電層を形成するステップの前に、前記ドーピング表面フィールドを形成し、前記ドーピング表面フィールドを形成する方法は、

第1ドーピングイオンを有する前記ベースに対してドーピングを行うことであって、前記ベースの第1面に対して拡散処理を行い、第2ドーピングイオンを有する前記ドーピング表面フィールドを形成することを含み、20

そのうち、前記第 1 ドーピングイオンと前記第 2 ドーピングイオンとは同じ導電型であり、前記第 1 ドーピングイオンの濃度は前記第 2 ドーピングイオンの濃度よりも小さく、前記ドーピング表面フィールドを形成した後、前記トンネル酸化層及び前記ドーブ導電層を形成し、前記トンネル酸化層及び前記ドーブ導電層を形成する方法は、

前記ドーピング表面フィールドの表面に、酸化プロセスによってトンネル酸化層を形成することと、

前記トンネル酸化層の表面に、初期導電層を堆積させることと、

前記初期導電層に対して拡散処理を行い、第 3 ドーピングイオンを有する前記ドーブ導電層を形成することと、を含み、

そのうち、前記第 3 ドーピングイオンと前記第 2 ドーピングイオンとは同じ導電型であり、前記第 3 ドーピングイオンのドーピング濃度は前記第 2 ドーピングイオンのドーピング濃度よりも大きい、

ことを特徴とする太陽電池の製造方法。

【請求項 2】

前記第 1 ドーピングイオンのドーピング濃度は、 $1 \times 10^{16} \text{ atoms/cm}^3 \sim 1 \times 10^{17} \text{ atoms/cm}^3$ であり、

前記第 2 ドーピングイオンのドーピング濃度は、 $1 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3 \sim 9 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ である、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の太陽電池の製造方法。

【請求項 3】

前記第 3 ドーピングイオンのドーピング濃度は、 $1 \text{ atoms/cm}^3 \sim 1 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ である、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の太陽電池の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本願は、太陽電池の分野に関し、特に太陽電池およびその製造方法、光起電力モジュールに関する。

【背景技術】

【0002】

太陽電池は、優れた光電変換能力を有し、一般的に、ベースの表面にトンネル酸化層およびドーブ導電層を作製し、太陽電池におけるベースの表面のキャリア再結合を抑制し、ベースに対するパッシベーション効果を高める。そのうち、トンネル酸化層は優れた化学的なパッシベーション効果を有し、ドーブ導電層は優れたフィールドパッシベーション効果を有している。また、太陽電池で生成した光生成キャリアを輸送し、収集するために、一部のベースの表面に電極を用意することもある。

【0003】

しかしながら、現在製造されている太陽電池は、信頼性が低いという問題がある。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本願は、少なくとも太陽電池の直列抵抗の低減に有利である太陽電池およびその製造方法、光起電力モジュールを提供する。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本願実施例は、太陽電池を提供し、ベースと、ベースの第 1 面に位置しかつベースから離れる方向に順次設置された、窒素およびリンを含有するトンネル酸化層、ドーブ導電層と、ベース内に位置し、トンネル酸化層におけるベースに向かう側の面と接触し、ベースと同じ導電型のドーピング元素を有し、かつ、トンネル酸化層に向かう側のドーピング濃度がトンネル酸化層から離れる側のドーピング濃度よりも大きいドーピング表面フィール

10

20

30

40

50

ドと、ドーブ導電層と電氣的に接続された金属電極と、を備える。

【0006】

また、ベースは、第1エリアを含み、第1エリアは、ベースにおけるドーピング表面フィールド以外の領域であり、ドーピング表面フィールドのドーピング濃度は第1エリアのドーピング濃度よりも大きく、かつ、ドーピング表面フィールドのドーピング濃度はドーブ導電層のドーピング濃度よりも小さい。

【0007】

また、第1エリアのドーピング濃度と前記ドーピング表面フィールドのドーピング濃度との比は、1:10000~1:1000である。

【0008】

また、ドーピング表面フィールドのドーピング濃度とドーブ導電層のドーピング濃度との比は、1:100~1:10である。

【0009】

また、ドーピング表面フィールドのトンネル酸化層に向かう側のドーピング濃度と、ドーピング表面フィールドのトンネル酸化層から離れる側のドーピング濃度との比は、1:1000~1:10である。

【0010】

また、トンネル酸化層に沿ってベースに向かう方向において、ドーピング表面フィールドのドーピング濃度は、徐々に減少している。

【0011】

また、トンネル酸化層に沿ってベースに向かう方向において、ドーピング表面フィールドの厚さは、20nm~60nmである。

【0012】

また、金属電極の少なくとも一部は、前記トンネル酸化層を貫通して、ドーピング表面フィールドで被覆されている。

【0013】

また、金属電極に対応するベースの少なくとも一部が、前記トンネル酸化層を貫通し、トンネル酸化層を貫通したベースに位置するドーピング表面フィールドが、金属電極と接触している。

【0014】

また、金属電極と接触しているドーピング表面フィールドの表面は、凹凸表面である。

【0015】

また、凹凸表面の幅は、金属電極の幅よりも小さい。

【0016】

これに応じて、本願実施例は光起電力モジュールをさらに提供し、上記のいずれか1項に記載の太陽電池を複数接続してなるセルストリングと、セルストリングの表面を覆う封止層と、封止層のセルストリングから離れた面を覆うカバープレートと、を備える。

【0017】

これに応じて、本願実施例は太陽電池の製造方法をさらに提供し、ベースを提供することと、ベースの第1面に、ベースから離れる方向に、窒素およびリンを含有するトンネル酸化層と、ドーブ導電層とが順次に形成されることと、ベース内に位置し、トンネル酸化層におけるベースに向かう側の面と接触し、ベースと同じ導電型のドーピング元素を有し、かつ、トンネル酸化層に向かう側のドーピング濃度がトンネル酸化層から離れる側のドーピング濃度よりも大きい、ドーピング表面フィールドが形成されることと、ドーブ導電層と電氣的に接続された金属電極が形成されることと、を含む。

【0018】

また、トンネル酸化層、ドーブ導電層が形成されるステップの前に、ドーピング表面フィールドを形成し、ドーピング表面フィールドを形成する方法は、第1ドーピングイオンを有するベースに対してドーピングを行うことと、ベースの第1面に対して拡散処理を行い、第2ドーピングイオンを有するドーピング表面フィールドを形成することと、を含み

10

20

30

40

50

、そのうち、第1ドーピングイオンと第2ドーピングイオンとは同じ導電型であり、第1ドーピングイオンの濃度は第2ドーピングイオンの濃度よりも小さい。

【0019】

また、第1ドーピングイオンのドーピング濃度は、 $1 \times 10^{16} \text{ atoms/cm}^3 \sim 1 \times 10^{17} \text{ atoms/cm}^3$ であり、第2ドーピングイオンのドーピング濃度は、 $1 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3 \sim 9 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ である。

【0020】

ドーピングイオン表面フィールドを形成した後、トンネル酸化層及びドーブ導電層を形成し、トンネル酸化層及びドーブ導電層を形成する方法は、ドーピング表面フィールドの表面に、酸化プロセスによってトンネル酸化層を形成することと、トンネル酸化層の表面に、初期導電層を堆積させることと、初期導電層に対して拡散処理を行い、第3ドーピングイオンを有するドーブ導電層を形成することと、を含み、そのうち、第3ドーピングイオンと第2ドーピングイオンとは同じ導電型であり、第3ドーピングイオンのドーピング濃度は第2ドーピングイオンのドーピング濃度よりも大きい。

10

【0021】

また、第3ドーピングイオンのドーピング濃度は、 $1 \text{ atoms/cm}^3 \sim 1 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ である。

【0022】

また、トンネル酸化層が窒素及びリンを含有するように形成する方法は、ベースの第1面を熱酸化して、初期酸化層を形成することと、初期酸化層に対してリン拡散を行い、リンを含有する第1酸化層を形成することと、第1酸化層に対して窒素ドーピングを行い、トンネル酸化層を形成することと、を含む。

20

【発明の効果】

【0023】

本願の実施例によって提供される技術案は、少なくとも以下の利点を有する。

【0024】

本願実施例によって提供される太陽電池の技術案では、トンネル酸化層が窒素およびリンを含有し、窒素のドーピングは、トンネル酸化層の界面の誘電率を増加させ、パッシベーション効果を高め、開放電圧を向上させることができ、リンのドーピングは、電子のトンネル電流を高め、電池の内部抵抗を低減させることができるので、トンネル酸化層全体のパッシベーション効果を向上させ、ベースに金属電極が突き抜けても、トンネル酸化層の良好なパッシベーション性能を保つことができる。トンネル酸化層におけるベースに向かう側の表面と接触し、ベースと同一の導電型のドーピング元素を有するドーピング表面フィールドを、ベース内に設けることにより、多数キャリアの横方向輸送を増強し、電池の直列抵抗を低減する。また、形成されたドーピング表面フィールドが金属電極に対応するため、金属電極を作製する過程に、金属電極がトンネル酸化層を貫通してベースと直接接触しても、ベース内に位置するドーピング表面フィールドが金属電極を被覆することができ、ベースに位置する金属電極に対して良好な界面パッシベーション効果が奏され、金属電極とベースとの界面再結合が低減される。そして、ドーピング表面フィールドのトンネル酸化層に向かう側のドーピング濃度がドーピング表面フィールドのトンネル酸化層から離れる側のドーピング濃度よりも大きくなるように設ける、すなわちドーピング表面フィールドにドーピング濃度差を設置することにより、金属電極がトンネル酸化層を貫通してドーピング表面フィールドで覆われた際に、濃度差の存在により、金属電極を介して輸送されたキャリアを円滑にベースに輸送させることができ、キャリアの輸送効率を高めることができる。よって、本願が提供する技術案では、ドーピング表面フィールドの設置と、トンネル酸化層に窒素およびリンを添加することとにより、金属電極がベースまでトンネル酸化層を貫通しても、太陽電池は良好な性能を維持することができ、太陽電池の信頼性が向上する。

30

40

【図面の簡単な説明】

【0025】

50

一つ又は複数の実施例は、対応する添付の図面における図で例示的に説明されるが、これらの例示的な説明は、実施例を限定するものではなく、特に断りのない限り、添付の図面における図は縮尺に制限されない。

【図 1】図 1 は、本願の一実施例に係る太陽電池の構成を示す図である。

【図 2】図 2 は、本願の一実施例に係る太陽電池の他の構成を示す図である。

【図 3】図 3 は、本願の一実施例に係る太陽電池の別の構成を示す図である。

【図 4】図 4 は、本願の一実施例に係る太陽電池のさらに別の構成を示す図である。

【図 5】図 5 は、本願の一実施例に係る光起電力モジュールの構成を示す図である。

【図 6】図 6 は、本願の別の実施例に係る太陽電池の製造方法におけるベースの提供に対応する構成を示す図である。

10

【図 7】図 7 は、本願の別の実施例に係る太陽電池の製造方法におけるエミッタの形成ステップに対応する構成を示す図である。

【図 8】図 8 は、本願の別の実施例に係る太陽電池の製造方法におけるドーピング表面フィールドの形成ステップに対応する構成を示す図である。

【図 9】図 9 は、本願の別の実施例に係る太陽電池の製造方法におけるトンネル酸化層およびドーブ導電層の形成ステップに対応する構成を示す図である。

【図 10】図 10 は、本願の別の実施例に係る太陽電池の製造方法における反射防止層の形成ステップに対応する構成を示す図である。

【図 11】図 11 は、本願の別の実施例に係る太陽電池の製造方法における第 1 パッシベーション層の形成ステップに対応する構成を示す図である。

20

【発明を実施するための形態】

【0026】

背景技術から分かるように、現在、太陽電池の信頼性が低いという問題がある。

【0027】

分析したところ、太陽電池の信頼性が低い原因の一つとして、現在では太陽電池の製造プロセスにおいて、ベースの裏面にトンネル酸化層およびドーブ導電層を作製し、トンネル酸化層が良いフィールドパッシベーション効果を有していることを見出した。同時に、ベースの裏面に金属電極を作製する必要があり、通常、金属電極はトンネル酸化層を貫通せず、ドーブ導電層のみと接触して、トンネル酸化層の良好なパッシベーション効果を保っている。しかしながら、製造プロセスによっては、金属電極が部分的にトンネル酸化層を貫通してベースと直接接触し、その結果、金属電極とベースとの界面での再結合が激しくなり、電池の開放電圧が低下し、セル効率が低下し、太陽電池の信頼性が低下してしまう。

30

【0028】

本願実施例によって提供される太陽電池は、トンネル酸化層全体のパッシベーション効果を向上させるように、トンネル酸化層が窒素及びリンを含有しており、金属電極がトンネル酸化層を貫通しても、貫通されたトンネル酸化層はベースのパッシベーション要求を満たすことができる。トンネル酸化層におけるベースに向かう側の表面と接触し、ベースと同一の導電型のドーピング元素を有するドーピング表面フィールドを、ベース内に設けることにより、多数キャリアの横方向輸送を増強し、電池の直列抵抗を低減する。このように、金属電極がトンネル酸化層を貫通してベースと直接接触しても、ベース内に位置するドーピング表面フィールドが金属電極を被覆でき、ベースに位置する金属電極に対して良好な界面パッシベーション効果が奏され、金属電極とベースとの界面再結合が低減される。また、ドーピング表面フィールドのトンネル酸化層に向かう側のドーピング濃度がドーピング表面フィールドのトンネル酸化層から離れる側のドーピング濃度よりも大きくなるように設ける、すなわちドーピング表面フィールドにドーピング濃度差を設置することにより、金属電極を介して輸送されたキャリアを円滑にベースに輸送させることができ、キャリアの輸送効率を高めることができる。よって、金属電極がベースまで貫通しても、太陽電池の性能が良く保たれ、太陽電池の信頼性が向上する。

40

【0029】

50

以下、本願の各実施例について図面を結合して詳細に説明する。しかしながら、当業者は理解できるが、読者に本願をよりよく理解させるために、本願の各実施例において多数の技術的細部が提案されているが、これらの技術的細部がなくても、以下の各実施例に基づく種々の変更や修正によっても、本願が保護を要求している技術案を実現することができる。

【0030】

図1は本願の一実施例に係る太陽電池の構成を示す図である。

【0031】

図1を参照して、太陽電池は、ベース100と、ベース100の第1面に位置しかつベース100から離れる方向に順次設置された、窒素およびリンを含有するトンネル酸化層110、ドーパ導電層120と、ベース100内に位置し、トンネル酸化層110におけるベース100に向かう側の面と接触し、ベース100と同じ導電型のドーピング元素を有し、かつ、トンネル酸化層110に向かう側のドーピング濃度がトンネル酸化層110から離れる側のドーピング濃度よりも大きいドーピング表面フィールド2と、ドーパ導電層120と電気的に接続された金属電極150と、を備える。

10

【0032】

ベース100は、入射光を吸収して光生成キャリアを生成するためのものである。いくつかの実施例において、ベース100は、シリコンベース100であってもよく、シリコンベース100の材料は、単結晶シリコン、ポリシリコン、アモルファスシリコン、または微結晶シリコンの少なくとも一種を含み得る。他のいくつかの実施例において、ベース100の材料は、炭化ケイ素、有機材料、または多価化合物の少なくとも一種であってもよく、多価化合物は、ガリウムヒ素、テルル化カドミウム、またはセレン化銅インジウム等を含む。

20

【0033】

いくつかの実施例において、太陽電池は、TOPCON (Tunnel Oxide Passivated Contact、トンネル酸化層110パッシベーションコンタクト)セルであり、ベース100は、第1面に対向する第2面をさらに有し、ベース100の第1面および第2面は、いずれも入射光または反射光を受光することに使用できる。いくつかの実施例において、ベース100の第2面は、入射光線に対する反射率が小さく、光の吸収利用率が大きくなるように、ピラミッドテクスチャ面としてもよい。ベース100の第1面は、例えばほぼ積層された段差形態のような非ピラミッドテクスチャ面とすることができ、これにより、ベース100の第1面に位置するトンネル酸化層110が高い緻密さ及び均一性を有し、トンネル酸化層110がベース100の第1面に対して良好なパッシベーション効果を有する。いくつかの実施例において、第1面は、ベース100の裏面であり、第2面は、ベース100の表面であってもよい。他の幾つかの実施例において、第1面はベース100の表面であってもよく、これで、第2面はベース100の裏面である。

30

【0034】

いくつかの実施例において、ベース100は、N型の半導体ベース100であり、すなわち、ベース100内にN型のドーピングイオンがドーピングされており、N型のドーピングイオンは、リンイオン、ヒ素イオン、またはアンチモンイオンのいずれかであってもよい。ベース100の第2面にエミッタを有し、エミッタは、P型イオンがドーピングされたP型のドーピング層であってもよく、エミッタは、ベース100とPN接合を形成する。いくつかの実施例において、エミッタは、ベース100の表層にP型イオンの拡散ドーピングを行うことによって得られ、ドーピングされた一部のベース100がエミッタに変換される。具体的には、いくつかの実施例において、P型イオンは、ホウ素イオンであり得る。

40

【0035】

トンネル酸化層110およびドーパ導電層120をパッシベーションコンタクト層とすることができ、ベース100の界面再結合および金属接触再結合を効果的に低減すること

50

ができる。同時に、ドーピング導電層 120 は、金属電極 150 とオーミックコンタクトを形成し、金属電極 150 がベース 100 にキャリアを収集して転送するとともに、ベース 100 に対するトンネル酸化層 110 の良好な界面パッシベーション効果を維持し、具体的には、ベース 100 表面のダングリングボンドを飽和させることで、ベース 100 表面の界面欠陥状態密度を低下させ、ベース 100 表面の再結合中心を減少させてキャリア再結合レートを低下させる。

【0036】

しかしながら、金属電極 150 がトンネル酸化層 110 を貫通すると、トンネル酸化層 110 の構成が破壊され、トンネル酸化層 110 とベース 100 の第 1 面との接触面積が小さくなり、トンネル酸化層 110 の界面パッシベーション効果は大幅に弱められる。以上のことから、本願実施例は、トンネル酸化層 110 に窒素およびリンを添加し、トンネル酸化層 110 のパッシベーション効果を高めることで、金属電極 150 がトンネル酸化層 110 を貫通した後も、トンネル酸化層 110 は依然として、ベース 100 の界面パッシベーション要求を満たすことができる。具体的には、窒素のドーピングにより、トンネル酸化層 110 の界面の誘電率を向上させ、パッシベーション効果を向上させることができる。窒素のドーピング後、太陽電池の内部抵抗の増大を招く恐れがあることを考慮すると、同時にトンネル酸化層 110 にリンをドーピングして、トンネル酸化層 110 のバンドギャップにおける伝導帯寄りの位置にドナー不純物エネルギー準位を発生させ、キャリアのトンネル電流を高くし、直列抵抗を低減する。すなわち、窒素とリンの同時ドーピングにより、トンネル酸化層 110 のパッシベーション効果を向上させるとともに、太陽電池の直列抵抗を上昇させることがない。

【0037】

いくつかの実施例において、トンネル酸化層 110 の材料は、酸化シリコンであってもよく、窒素をドーピングした後、酸化シリコンが SiO_xN_y に転化するが、トンネル酸化層 110 の良好なパッシベーション性能を維持するためには、窒素の含有量を合理的に設定する必要がある。これは、窒素の含有量が増加していくにつれて、窒素ドーピング酸化シリコン層の界面が $Si-SiO_x$ 結合から $Si-SiN_y$ へ変化し、 SiN_x が有する格子定数及び熱膨張係数とシリコンとの適合率が大きく、窒素ドーピング酸化シリコン層における欠陥の形成が多いためである。これに基づいて、 $y/(x+y) < 15\%$ とし、この範囲において、窒素の金含有量は、トンネル酸化層 110 に多くの欠陥が形成されることを防ぎ、キャリアの移動度を向上させることができる。なお、 x は、酸素元素の含有量を表し、 y は N 元素の含有量を表す。

【0038】

いくつかの実施例において、トンネル酸化層 110 におけるリンドーピングの濃度は、好ましくは $1 \times 10^{10} / cm^3 \sim 1 \times 10^{18} / cm^3$ であり、たとえば $1 \times 10^{10} / cm^3$ 、 $1 \times 10^{11} / cm^3$ 、 $1 \times 10^{12} / cm^3$ 、 $1 \times 10^{13} / cm^3$ 、 $1 \times 10^{14} / cm^3$ 、 $1 \times 10^{15} / cm^3$ 、 $1 \times 10^{16} / cm^3$ 、 $1 \times 10^{17} / cm^3$ 、 $1 \times 10^{18} / cm^3$ であってもよい。このドーピング濃度範囲において、トンネル酸化層 110 中のリンは、トンネル酸化層 110 における不純物欠陥の発生を回避または低減させることができるので、トンネル酸化層 110 内で輸送されるキャリアがより高いトンネル電流を有することを確保できる。

【0039】

ドーピング表面フィールド 2 のトンネル酸化層 110 に向かう側のドーピング濃度がドーピング表面フィールド 2 のトンネル酸化層 110 から離れる側のドーピング濃度よりも大きくなるように設ける、すなわちドーピング表面フィールド 2 にドーピング濃度差を設置することにより、金属電極 150 がトンネル酸化層 110 を貫通してドーピング表面フィールド 2 で覆われた際に、濃度差の存在により、金属電極 150 を介して輸送されたキャリアを円滑にベース 100 に輸送させることができ、ドーピング表面フィールド 2 による金属電極 150 へのパッシベーション効果がさらに向上する。具体的には、幾つかの実施例において、ドーピング表面フィールド 2 のトンネル酸化層 110 に向かう側のドーピ

ング濃度と、ドーピング表面フィールド2のトンネル酸化層110から離れる側のドーピング濃度との比は、1:1000~1:10であってもよく、例えば、1:1000~1:800、1:800~1:500、1:600~1:300、1:1000~1:100、1:1000~1:50、1:1000~1:10であってもよい。この範囲内であることにより、ドーピング表面フィールド2のトンネル酸化層110から離れる側のドーピング濃度が高くなり、ドーピング表面フィールド2の全体の濃度を、ベース100におけるドーピング表面フィールド2以外の領域よりも十分に高いことを確保することで、ベース100の他の領域に対してドーピング表面フィールド2が高濃度ドーピングエリアとなり、ベース100の第1エリアと高低接合を形成し、キャリアの横方向輸送レートを向上させ、電池の直列抵抗を低減させることができる。一方、金属電極150がベース100までトンネル酸化層110を貫通するとき、ドーピング表面フィールド2は、金属電極150に対して良好なパッシベーション効果を奏し、ベース100と金属電極150との界面におけるキャリアの再結合が低減され、太陽電池の開放電圧が向上する。

10

【0040】

いくつかの実施例において、トンネル酸化層110に沿ってベース100に向かう方向において、ドーピング表面フィールド2のドーピング濃度を徐々に減少させることができ、このように、トンネル酸化層110に沿ってベース100に向かう方向において、ドーピング表面フィールド2の各箇所は、隣接する領域と濃度差を形成できるため、ドーピング表面フィールド2の各箇所は、いずれもキャリアに対して良好な輸送効果を有し、キャリアの輸送レートをさらに向上する。

20

【0041】

いくつかの実施例において、ベース100は、第1エリア1を含み、第1エリア1は、ベース100におけるドーピング表面フィールド2以外の領域であり、ドーピング表面フィールド2のドーピング濃度は、第1エリア1のドーピング濃度よりも大きく、かつ、ドーピング表面フィールド2のドーピング濃度は、ドーブ導電層120のドーピング濃度よりも小さい。

【0042】

ドーピング表面フィールド2の濃度が第1エリア1のベース100の濃度よりも大きくなるように設定することにより、ベース100中のドーピング表面フィールド2は、ベース100の第1エリア1と高低接合を形成する高濃度ドーピング領域を形成する。金属電極150がトンネル酸化層110を貫通すると、ドーピング表面フィールド2は金属電極150を被覆し、金属電極150とベース100との界面に対してパッシベーション効果を奏し、界面でのキャリア再結合を低減し、キャリア濃度を増加させることができる。また、ドーピング表面フィールド2は、金属電極150とオーミックコンタクトを形成し、太陽電池の直列抵抗をさらに低減することもできる。具体的には、いくつかの実施例において、ベース100がN型の半導体ベース100である場合、ドーピング表面フィールド2のドーピングイオンは、リンイオン、ヒ素イオン、またはアンチモンイオンのいずれかであってもよい。具体的には、幾つかの実施例において、第1エリア1のドーピング濃度と前記ドーピング表面フィールド2のドーピング濃度との比は、1:10000~1:1000であってもよく、例えば、1:10000~1:8000、1:8000~1:5000、1:5000~1:3000、1:3000~1:1000であってもよい。この範囲では、ドーピング表面フィールド2とベース100とのドーピング濃度差が大きいいため、高低接合を形成することができ、金属電極150とベース100との界面におけるキャリア再結合を低減し、キャリアの輸送能力を強化するのに有利である。

30

40

【0043】

幾つかの実施例において、ドーピング表面フィールド2は、ドーブ導電層120と同じ導電型のドーピングイオンを有するが、幾つかの実施例において、ドーピング表面フィールド2のドーピングイオンがN型イオンである場合、ドーブ導電層120におけるドーピングイオンは、リンイオン、ヒ素イオン、又はアンチモンイオンのいずれかであってもよい。ドーピング表面フィールド2のドーピング濃度がドーブ導電層120のドーピング濃

50

度よりも低くなるように設定することで、ドーピング導電フィールドがベース100に向かう方向において高濃度から低濃度への濃度差が形成され、ドーピング導電層120はキャリア輸送の役割も同様に担うため、ドーピング導電層120のキャリア濃度が高く設定されるのは、ドーピング導電層120内のキャリアが高濃度のドーピング導電層120から濃度の相対的に低いドーピング表面フィールド2に輸送されるには有利であり、キャリア輸送レートを速め、太陽電池の開放電圧を高める。

【0044】

ドーピング導電層120のドーピング濃度を高く保ち、ドーピング導電層120によるキャリアの輸送能力を高く保つ必要があることを考慮し、また、ドーピング表面フィールド2の濃度を高く保つ必要があり、ドーピング表面フィールド2とベース100の第1エリア1との間に大きな濃度差を形成して、高濃度ドーピングエリアを形成することを考慮する。これに基づき、幾つかの実施例において、ドーピング表面フィールド2のドーピング濃度とドーピング導電層120のドーピング濃度との比が、1:100~1:10となるように設定され、例えば、1:100~1:80、1:80~1:60、1:60~1:40、1:40~1:20、1:20~1:10とすることができる。この範囲であれば、ドーピング導電層120によるキャリア輸送レートを高くできると共に、ドーピング表面フィールド2による金属電極150とベース100との界面におけるパッシベーション効果を良好に保つことができる。

10

【0045】

幾つかの実施例において、トンネル酸化層110に沿ってベース100に向かう方向(図中のX方向を参照)において、ドーピング表面フィールド2の厚さは、20nm~60nmである。この範囲では、一方で、ドーピング表面フィールド2の厚さがより厚くなり、これにより、大きな長さの金属電極150がトンネル酸化層110を貫通しても、ドーピング表面フィールド2は金属電極150を覆うことができ、ベース100中に位置する金属電極150に対して良好な界面パッシベーション効果が奏され、太陽電池の信頼性がさらに向上し、金属電極150を作製するプロセスウィンドウを大きくすることができる。他方では、ドーピング表面フィールド2はベース100内に形成されているため、この範囲でもドーピング表面フィールド2の厚さが大きくなり過ぎず、ベース100のサイズが大きくなり過ぎず、太陽電池の小型化を実現するのに有利である。

20

【0046】

図2は、本願の一実施例に係る太陽電池の他の構成を示す図である。図2を参照して、幾つかの実施例において、金属電極150の少なくとも一部が前記トンネル酸化層110を貫通して、ドーピング表面フィールド2により被覆されている。製造プロセス等の理由により、金属電極150は、トンネル酸化層110を貫通してベース100に接触する可能性がある。本願実施例では、ベース100にドーピング表面フィールド2を設け、ドーピング表面フィールド2がベース100に位置する金属電極150を被覆することにより、ベース100中の金属電極150に対して界面パッシベーションの効果を奏し、金属電極150とベース100との界面再結合を低減する。金属電極150はベース100まで貫通するため、金属電極150で輸送されたキャリアは、トンネル酸化層110を通過せずにベース100に直接輸送されることができ、キャリアの輸送効率が向上する。キャリア輸送効率の向上とともに、金属電極150がトンネル酸化層110を貫通することは、トンネル酸化層110のパッシベーション性能に悪影響を及ぼすと考えられるため、トンネル酸化層110に窒素およびリンをドーピングして、トンネル酸化層110の界面の誘電率を増加させ、トンネル酸化層110のパッシベーション効果を高めることで、太陽電池の信頼性を全体的に向上させることができる。

30

40

【0047】

図3は、本願の一実施例に係る太陽電池の別の構成を示す図である。図3を参照して、幾つかの実施例において、金属電極150に対応するベース100の少なくとも一部は、前記トンネル酸化層110を貫通し、トンネル酸化層110を貫通したベース100に位置するドーピング表面フィールド2は、金属電極150にと接触している。すなわち、金

50

属電極 150 の少なくとも一部がベース 100 と直接接触しているため、金属電極 150 によるキャリアの輸送は、トンネル酸化層 110 によって制限されず、高い輸送効率を有する。同時に、ベース 100 中のドーピング表面フィールド 2 は金属電極 150 と接触し、このように、金属電極 150 とベース 100 との界面におけるパッシベーション効果が良好に生じ、金属界面でのキャリア再結合を低減し太陽電池の開放電圧を高めるのに有利である。具体的には、幾つかの実施例において、金属電極 150 に対応する一部のベース 100 は、トンネル酸化層 110 を貫通して金属電極 150 に接触するように設置されてもよい。他の幾つかの実施例において、金属電極 150 に対応する全てのベース 100 は、トンネル酸化層 110 を貫通して金属電極 150 に接触するように設置されてもよい。

【0048】

図 4 は、本願の一実施例に係る太陽電池のさらに別の構成を示す図である。図 4 を参照して、幾つかの実施例において、金属電極 150 と接触しているドーピング表面フィールド 2 の表面は、凹凸表面である。凹凸表面は、金属電極 150 とドーピング表面フィールド 2 との間の接触面積が大きくなるように大きな比表面積を有しており、これにより、ドーピング表面フィールド 2 による金属電極 150 へのパッシベーション効果が高まる。

【0049】

具体的には、いくつかの実施例において、凹凸表面の幅は、金属電極 150 の幅よりも小さくてもよい。ドーピング表面フィールド 2 の表面が平面であるよりも、ドーピング表面フィールド 2 と金属電極 150 とが接触する面を凹凸表面とすることで、ドーピング表面フィールド 2 と金属電極 150 との接触面積が増大する。すなわち、ドーピング表面フィールド 2 と金属電極 150 とが接触する表面を凹凸表面として、ドーピング表面フィールド 2 の凹凸表面が小さい幅を有するようにすると、良いパッシベーション効果を達成することができる。このことから、凹凸表面の幅を金属電極 150 の幅よりも小さく設定することで、トンネル酸化層 110 の中に貫通する金属電極 150 の体積が小さく、トンネル酸化層 110 のパッシベーション効果への悪影響を低減することができる。

【0050】

いくつかの実施例において、太陽電池は、第 1 パッシベーション層をさらに備え、第 1 パッシベーション層は、ドーブ導電層 120 のベース 100 から離れる側に位置し、ベース 100 への入射光の入射効果を高めるためのものであり、また、ドーブ導電層 120 およびトンネル酸化層 110 のパッシベーション効果を高めるためのものである。第 1 パッシベーション層の材料は、酸化シリコン、酸化アルミニウム、窒化シリコン、酸窒化シリコン、または酸窒化炭化シリコンのうちの一つまたは複数種であってもよい。具体的には、いくつかの実施例において、第 1 パッシベーション層は単層構造であってもよい。他のいくつかの実施例において、第 1 パッシベーション層は多層構造であってもよい。

【0051】

いくつかの実施例において、第 2 面に設けられた反射防止層 160 をさらに備えることができる。反射防止層 160 は、入射光に対する反射防止の役割を果たし、すなわちベース 100 の入射光に対する反射率を低減する。これにより、入射光をベース 100 に多く吸収させることができ、太陽光に対する利用率が高くなり、太陽電池の光電変換性能がさらに向上する。

【0052】

いくつかの実施例において、反射防止層 160 は、窒化シリコン層であってもよく、窒化シリコン層は、窒化シリコン材料を含んでもよく、窒化シリコン材料は、より高い屈折率を有するので、より多くの入射光がベース 100 に入射し、入射光の利用率が向上する。また、窒化シリコン材料は、良好な水素パッシベーション効果も有しているため、ベース 100 の裏面のキャリア濃度を増加させ、キャリア再結合を抑制し、太陽電池の開放電圧、短絡電流および曲線因子を向上させることができる。また、他のいくつかの実施例において、反射防止層 160 は、多層構造として設けられてもよく、例えば、窒化シリコン、酸化シリコンまたは酸窒化シリコンのうちの一つまたは複数種からなる積層構造であってもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 3 】

いくつかの実施例において、太陽電池は、ベース 1 0 0 の第 2 面に位置し、反射防止層 1 6 0 を貫通してエミッタに電氣的に接続された第 2 金属電極 1 7 0 をさらに備える。

【 0 0 5 4 】

上記実施例によって提供される太陽電池では、トンネル酸化層 1 1 0 全体のパッシベーション効果を向上させるように、トンネル酸化層 1 1 0 が窒素及びリンを含有しており、金属電極 1 5 0 がトンネル酸化層 1 1 0 を貫通しても、貫通されたトンネル酸化層 1 1 0 の界面パッシベーション性能をベース 1 0 0 のニーズに応えることができる。ベース 1 0 0 内にドーピング表面フィールド 2 を設け、多数キャリアの横方向輸送を増強し、電池の直列抵抗を低減する。一方、金属電極 1 5 0 がトンネル酸化層 1 1 0 を貫通してベース 1 0 0 と直接接触しても、ベース 1 0 0 内に位置するドーピング表面フィールド 2 は金属電極 1 5 0 を被覆することができ、ベース 1 0 0 に位置する金属電極 1 5 0 に対して良好な界面パッシベーション効果を奏し、金属電極 1 5 0 とベース 1 0 0 との界面再結合が低減される。また、ドーピング表面フィールド 2 のトンネル酸化層 1 1 0 に向かう側のドーピング濃度がドーピング表面フィールド 2 のトンネル酸化層 1 1 0 から離れる側のドーピング濃度よりも大きくなるように設ける、すなわちドーピング表面フィールド 2 にドーピング濃度差を設置することにより、金属電極 1 5 0 を介して輸送されたキャリアを円滑にベース 1 0 0 に輸送させることができ、キャリアの輸送効率を高めることができる。よって、金属電極 1 5 0 がベース 1 0 0 まで貫通しても、太陽電池の性能が良く保たれ、太陽電池の信頼性が向上する。

10

20

【 0 0 5 5 】

これに応じて、本願実施例は、光起電力モジュールをさらに提供する。図 5 を参照して、光起電力モジュールは、上記実施例によって提供される太陽電池 1 0 1 を複数接続してなるセルストリングと、セルストリングの表面を覆う封止層 1 0 2 と、封止層 1 0 2 のセルストリングから離れた面を覆うカバープレート 1 0 3 と、を備える。太陽電池 1 0 1 は、フルシートまたは複数枚の形で電氣的に接続されてセルストリングを複数形成し、複数のセルストリングは、直列および/または並列に接続されて電氣的に接続される。

【 0 0 5 6 】

具体的には、いくつかの実施例において、複数のセルストリング間は、伝導バンド 1 0 4 によって電氣的に接続されてもよく、封止層 1 0 2 は、太陽電池 1 0 1 の表面および裏面を覆っており、具体的には、封止層 1 0 2 は、エチレン - 酢酸ビニル共重合体 (E V A) 接着フィルム、ポリエチレンオクテン - エラストマー (P O E) 接着フィルム、またはポリエチレンテレフタレート (P E T) 接着フィルム等の有機封止フィルムであってもよい。いくつかの実施例において、カバープレート 1 0 3 は、ガラスプレート、プラスチックカバープレートなど、光透過機能を有するカバープレート 1 0 3 であってもよい。具体的には、カバープレート 1 0 3 の封止層 1 0 2 に向かう面が凹凸表面であることにより、入射光の利用率を高めることができる。

30

【 0 0 5 7 】

これに応じて、本願の他の実施例は、上記実施例によって提供される太陽電池を形成できる太陽電池の製造方法をさらに提供する。以下、本願の他の実施例によって提供される太陽電池の製造方法について、図面を参照して詳細に説明する。

40

【 0 0 5 8 】

図 6 ~ 図 1 1 は、本願の別の実施例に係る太陽電池の製造方法における各工程に対応する概略構成図である。

【 0 0 5 9 】

図 6 は、本願の別の実施例に係る太陽電池の製造方法において提供されるベース 1 0 0 の構成を示す図であり、図 6 を参照して、ベース 1 0 0 を提供する。

【 0 0 6 0 】

ベース 1 0 0 は、入射光線を受光して光生成キャリアを生成するためのものである。いくつかの実施例において、ベース 1 0 0 は、シリコンベース 1 0 0 であってもよく、シリ

50

コンベース100の材料は、単結晶シリコン、ポリシリコン、アモルファスシリコン、または微結晶シリコンを含み得る。他のいくつかの実施例において、ベース100の材料は、炭化ケイ素、有機材料、または多価化合物であってもよく、多価化合物は、ガリウムヒ素、テルル化カドミウム、セレン化銅インジウム等を含む。

【0061】

図7～図9を参照して、ベース100の第1面に、ベース100から離れる方向に、窒素およびリンを含有するトンネル酸化層110と、ドーブ導電層120とが、順次に形成される。ベース100内に位置し、トンネル酸化層110におけるベース100に向かう側の面と接触し、ベース100と同じ導電型のドーピング元素を有し、かつ、トンネル酸化層110に向かう側のドーピング濃度がトンネル酸化層110から離れる側のドーピング濃度よりも大きい、ドーピング表面フィールド2が形成される。ドーピング表面フィールド2がベース100と同じ導電型のドーピング元素を有するように設置することにより、多数キャリアの横方向輸送を增強し、セルの直列抵抗を低減する。このように、金属電極150がトンネル酸化層110を貫通してベース100と直接接触しても、ベース100内に位置するドーピング表面フィールド2は金属電極150を被覆することができ、ベース100に位置する金属電極150に対して良好な界面パッシベーション効果を奏し、金属電極150とベース100との界面再結合が低減される。また、ドーピング表面フィールド2のトンネル酸化層110に向かう側のドーピング濃度がドーピング表面フィールド2のトンネル酸化層110から離れる側のドーピング濃度よりも大きくなるように設ける、すなわちドーピング表面フィールド2にドーピング濃度差を設置することにより、金属電極150を介して輸送されたキャリアを円滑にベース100に輸送させることができ、キャリアの輸送効率を高めることができる。

10

20

【0062】

具体的には、幾つかの実施例において、トンネル酸化層110、ドーブ導電層120を形成するステップの前に、ドーピング表面フィールド2を形成することができ、ドーピング表面フィールド2を形成する方法は、以下のことを含む。

【0063】

第1ドーピングイオンを有するベース100に対してドーピングを行う。幾つかの実施例において、太陽電池は、TOPCON電池であってもよく、ベース100がN型の半導体ベース100であり、すなわち、第1ドーピングイオンがN型のドーピングイオンであり、N型のドーピングイオンがリンイオン、ヒ素イオン、またはアンチモンイオンのいずれかであってもよい。

30

【0064】

図7を参照して、図7は、本願の別の実施例に係る太陽電池の製造方法において、エミッタを形成するステップに対応する概略構成図である。図7を参照して、エミッタが形成されるが、幾つかの実施例において、ベース100がN型の半導体ベース100であり、エミッタがP型のエミッタであり得る。具体的には、エミッタを形成する具体的なプロセス方法は、ベース100の第1面をボロン拡散処理してエミッタを形成し、エミッタとN型のベース100がPN接合を形成することであり得る。

【0065】

図8は、本願の別の実施例に係る太陽電池の製造方法において、ドーピング表面フィールド2を形成するステップに対応する概略構成図である。図8を参照して、ベース100の第1面に対して拡散処理を行い、第2ドーピングイオンを有するドーピング表面フィールド2を形成し、第1ドーピングイオンと第2ドーピングイオンとは同じ導電型であり、第1ドーピングイオンの濃度は第2ドーピングイオンの濃度よりも小さい。いくつかの実施例において、第1ドーピングイオンがN型イオンである場合、第2ドーピングイオンもN型イオンであり、例えば、リンイオン、ヒ素イオン又はアンチモンイオンのいずれかであってもよい。N型のドーピングイオンがリンイオンであることを例として、ベース100の第1面に対してリン拡散処理を行い、ベース100の第1面にN型のドーピング層を形成する。具体的には、いくつかの実施例において、イオン注入、熱拡散、またはレーザ

40

50

ドーピング等により、ベース100の第1面にリンイオンを注入してもよい。

【0066】

いくつかの実施例において、リン拡散処理が完了した後に、ベース100の第1面のリンシリカガラスを除去する必要がある、その後ベース100の第1面にトンネル酸化層110を形成するとき、トンネル酸化層110の厚さを均一にし、トンネル酸化層110によるベース100への界面パッシベーション効果を高めるのに有利である。

【0067】

ドーピング表面フィールド2のトンネル酸化層110に向かう側のドーピング濃度がドーピング表面フィールド2のトンネル酸化層110から離れる側のドーピング濃度よりも大きいことを確保するために、幾つかの実施例では、リン拡散処理の初期段階において、ベース100の第1面に注入されるリンイオン濃度が低く、リン拡散処理の後期において、ベース100の第1面に注入されるリンイオン濃度が高くなるように設置することができる。

10

【0068】

具体的には、いくつかの実施例において、第1ドーピングイオンのドーピング濃度は、 $1 \times 10^{16} \text{ atoms/cm}^3 \sim 1 \times 10^{17} \text{ atoms/cm}^3$ であり、第2ドーピングイオンのドーピング濃度は、 $1 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3 \sim 9 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ であってもよい。第1ドーピングイオンのドーピング濃度は、第2ドーピングイオンのドーピング濃度よりもはるかに小さく、このように、形成されるドーピング表面フィールド2とベース100とのドーピング濃度の差が大きいため、ドーピング表面フィールド2が高濃度ドーピングエリアを形成し、高低接合を形成することができ、後に形成される金属電極150がベース100までトンネル酸化層110を貫通する際に、金属電極150とベース100との界面におけるキャリアの再結合を低減し、キャリアの輸送能力を向上させることができる。また、この範囲であれば、形成されるドーピング表面フィールド2が金属界面に対して良いパッシベーション効果を有するので、金属電極150がベース100内に貫通したときに、太陽電池の電気的特性を良好に保つことができ、太陽電池の信頼性を向上させることができる。

20

【0069】

図9は、本願の別の実施例に係る太陽電池の製造方法において、トンネル酸化層110及びドーブ導電層120を形成するステップに対応する概略構成図である。図9を参照して、幾つかの実施例において、ドーピング表面フィールド2を形成した後に、トンネル酸化層110及びドーブ導電層120を形成し、トンネル酸化層110及びドーブ導電層120を形成する方法は、以下のことを含む。

30

【0070】

ドーピング表面フィールド2の表面に、酸化プロセスによってトンネル酸化層110を形成する。トンネル酸化層110に窒素およびリンを含有し、窒素のドーピングは、トンネル酸化層110の界面の誘電率を増加させ、パッシベーション効果を高め、開放電圧を上げることができ、リンのドーピングは、電子のトンネル電流を高め、電池の内部抵抗を下げる事ができ、これにより、トンネル酸化層110全体のパッシベーション効果を高め、金属電極150がベース100まで貫通しても、トンネル酸化層110の良好なパッシベーション性能を保つことができる。

40

【0071】

幾つかの実施例において、トンネル酸化層110が窒素及びリンを含有するように形成する方法は、以下のことを含む。

【0072】

ベース100の第1面を熱酸化して、初期酸化層を形成する。

【0073】

初期酸化層に対してリン拡散を行い、リンを含有する第1酸化層を形成する。具体的には、リン源をドーピング源として用い、流量が $10 \text{ L/min} \sim 12 \text{ L/min}$ の O_2 を導入し、通気時間を $3 \text{ min} \sim 5 \text{ min}$ とし、通気停止後に初期酸化層に対して一次リン

50

拡散を行い、一次リン拡散の温度を780 ~ 820 とし、一次リン拡散の時間を50 s ~ 60 sとすることができる。いくつかの実施例において、インサイチュドーピング法により、酸化とリン拡散操作を同時に行うことができ、酸化プロセスは、オゾン酸化法、高温熱酸化法、硝酸酸化法のいずれかを用いることができる。いくつかの実施例において、リン源は、 POCl_3 又は PH_3 であり、 O_2 の導入流量は、 $10 \text{ L/min} \sim 12 \text{ L/min}$ であり、通気時間は、 $3 \text{ min} \sim 5 \text{ min}$ であり、一次リン拡散の温度は、780 ~ 820 であり、一次リン拡散の具体的な時間は、50 s ~ 60 s であってもよい。

【0074】

第1酸化層に対して窒素ドーピングを行い、トンネル酸化層110を形成する。具体的には、第1酸化層に対して酸化を継続し、酸化の温度は、500 ~ 530 である。ドーピング源として、体積比(2~4):1の O_2 と N_2O の混合ガスを用い、混合ガスの導入流量を $8 \text{ L/min} \sim 10 \text{ L/min}$ とし、通気時間を $3 \text{ min} \sim 5 \text{ min}$ とし、通気停止後に酸化生成物に対して窒素拡散を行い、窒素拡散の温度を500 ~ 530 とし、窒素拡散の時間を40 s ~ 60 s とする。

【0075】

トンネル酸化層110の表面に、初期導電層を堆積させる。堆積プロセスによって、トンネル酸化層110の表面に初期導電層を形成することができる。具体的には、堆積プロセスによって、トンネル酸化層110の表面に真性ポリシリコンを堆積させて初期導電層を形成することができる。

【0076】

初期導電層に対して拡散処理を行い、第3ドーピングイオンを有するドーブ導電層120を形成し、第3ドーピングイオンと第2ドーピングイオンとは同じ導電型であり、第3ドーピングイオンのドーピング濃度は第2ドーピングイオンのドーピング濃度よりも大きい。ドーピング表面フィールド2のドーピング濃度がドーブ導電層120のドーピング濃度よりも低くなるように設置することにより、ドーピング導電フィールドがベース100に向かう方向において高濃度から低濃度への濃度差が形成され、ドーブ導電層120はキャリア輸送の役割も同様に担うため、ドーブ導電層120のキャリア濃度が高く設定されるのは、ドーブ導電層120内のキャリアが高濃度のドーブ導電層120から濃度の相対的に低いドーピング表面フィールド2に輸送されるには有利であり、キャリア輸送レートを速め、太陽電池の開放電圧を高める。いくつかの実施例において、第2ドーピングイオンがリンイオンである場合、第3ドーピングイオンはリンイオンであってもよく、イオン注入、熱拡散、又はレーザードーピング等により、ベース100の第1面にリンイオンを注入してN型のドーブポリシリコン層を形成することができ、N型のドーブポリシリコン層をドーブ導電層120とする。

【0077】

具体的には、いくつかの実施例において、第3ドーピングイオンのドーピング濃度は、 $1 \text{ atoms/cm}^3 \sim 1 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ であってもよい。この範囲であれば、形成されたドーブ導電層120のドーピング濃度がドーピング表面フィールド2のドーピング濃度よりも高いので、ドーピング表面フィールド2とベース100の第1エリア1との間に大きな濃度差を形成し、高濃度ドーピングエリアが形成される。また、この範囲内で、形成されたドーブ導電層120のドーピング濃度は、ドーブ導電層120がキャリアに対して高い輸送レートを有することを確保できる。

【0078】

図10は、本願の別の実施例に係る太陽電池の製造方法において、反射防止層160を形成するステップに対応する概略構成図である。図10を参照して、ベース100の第2面に反射防止層160を形成し、幾つかの実施例において、反射防止層160は窒化シリコン層であってもよく、窒化シリコン層は窒化シリコン材料を含む。具体的には、幾つかの実施例において、PECVD (Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition、プラズマ化学気相成長)法を用いて反射防止層160を形成することができ、具体的には、反射防止層160を形成するプロセス方法は、PECV

10

20

30

40

50

D反応チャンバー内にシランおよびアンモニアガスを導入してイオン化し、ベース100の第2面に反射防止層160を形成することを含む。

【0079】

図11は、本願の別の実施例に係る太陽電池の製造方法において、第1パッシベーション層を形成するステップに対応する概略構成図である。図11を参照して、ドーブ導電層120のベース100から離れた面に第1パッシベーション層を形成し、いくつかの実施例において、第1パッシベーション層の材料は、酸化シリコン、酸化アルミニウム、窒化シリコン、酸窒化シリコン、または酸窒化炭化シリコンの一種または複数種であってもよい。具体的には、いくつかの実施例において、第1パッシベーション層は、単層構造であってもよい。他のいくつかの実施例において、第1パッシベーション層は、多層構造であ

10

【0080】

図1を参照して、金属電極150が形成され、金属電極150はドーブ導電層120に電氣的に接続されている。金属電極150の領域に導電ペーストを印刷し、導電ペーストを焼結処理して金属電極150を形成する。幾つかの実施例において、第1面の金属電極150領域に、スクリーン印刷によって導電ペーストを印刷し、導電ペーストを高温で焼結処理することができ、例えば、750 ~ 850 ピーク温度で焼結して金属電極150を形成してもよい。いくつかの実施例では、導電ペーストにおいて、導電材料は、銀、アルミニウム、銅、錫、金、鉛またはニッケルの少なくとも1つであってもよい。ベース100にドーピング表面フィールド2が形成されているため、金属電極150を製造するプロセスにおいて金属電極150がベース100まで貫通しても、ドーピング表面フィールド2は金属電極150を被覆することができ、かつ、金属電極150とベース100との接触面において良好な界面パッシベーション効果を生じ、太陽電池の信頼性を確保する。つまり、太陽電池は、ベース100への金属の貫通の有無に関わらず良好な性能を有しているため、金属電極150を製造するプロセスウィンドウが増大し、プロセス効率を高めるのに有利である。

20

【0081】

いくつかの実施例において、反射防止層160の表面に、反射防止層1601を貫通してエミッタに電氣的に接続された第2金属電極170が形成されることをさらに含む。第2金属電極170を形成する方法は、反射防止層160の表面に対して、スクリーン印刷プロセスと高温焼結プロセスを含むメタル化処理を行い、エミッタに電氣的に接続された第2金属電極170を形成することを含む。

30

【0082】

上記実施例によって提供される太陽電池の製造方法では、トンネル酸化層110全体のパッシベーション効果を向上させるように、トンネル酸化層110が窒素及びリンを含有しており、金属電極150がトンネル酸化層110を貫通しても、トンネル酸化層110はベース100のパッシベーションニーズを満たすことができる。ベース100内にドーピング表面フィールド2が形成され、ドーピング表面フィールド2がベース100と同じ導電型のドーピング元素を有することで、多数キャリアの横方向輸送を増強し、電池の直列抵抗を低減する。このように、金属電極150がトンネル酸化層110を貫通してベース100と直接接触しても、ベース100内に位置するドーピング表面フィールド2は金属電極150を被覆することができ、ベース100に位置する金属電極150に対して良好な界面パッシベーション効果を奏し、金属電極150とベース100との界面再結合が低減される。また、ドーピング表面フィールド2のトンネル酸化層110に向かう側のドーピング濃度がドーピング表面フィールド2のトンネル酸化層110から離れる側のドーピング濃度よりも大きくなるように設ける、すなわちドーピング表面フィールド2にドーピング濃度差を設置することにより、金属電極150を介して輸送されたキャリアを円滑にベース100に輸送させることができ、キャリアの輸送効率を高めることができる。よって、金属電極150がベース100まで貫通しても、太陽電池の性能が良く保たれ、太

40

50

陽電池の信頼性が向上する。

【 0 0 8 3 】

本願は、好ましい実施例で上記のように開示されているが、特許請求の範囲を限定するものではなく、当業者であれば、本願の着想から逸脱することなく、若干の可能な変動および修正を加えることができるため、本願の保護範囲は、本願の請求項によって規定される範囲に従うべきである。

【 0 0 8 4 】

当業者であれば、前記の各実施形態は本願を実現する具体的な実施例であるが、実用上では本願の精神と範囲を逸脱することなく、形態及び細部において様々な変更が可能であることが理解できる。いずれの当業者は、本願の精神と範囲を逸脱しない限り、それぞれ変更及び修正を行うことが可能であるため、本願の保護範囲は、請求項に限定された範囲を基準にすべきである。

10

20

30

40

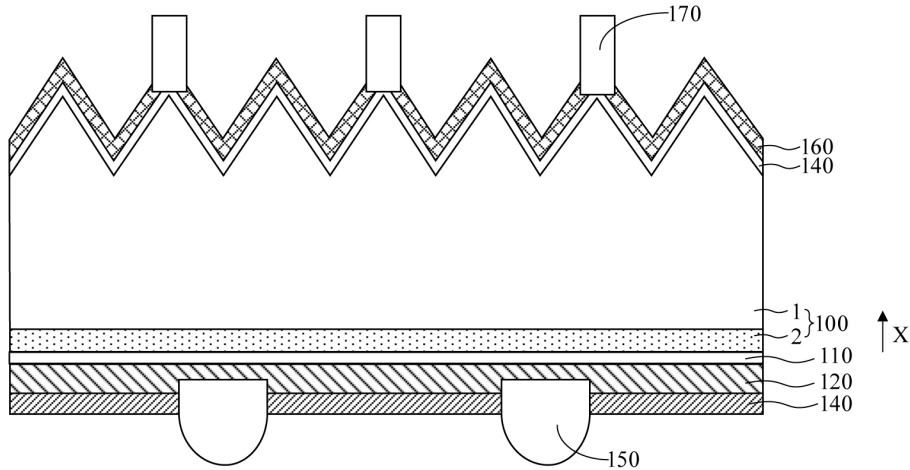
50

【要約】

【課題】本願は、太陽電池の技術分野に関し、特に太陽電池およびその製造方法、光起電力モジュールに関する。

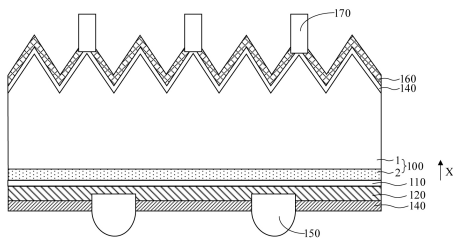
【解決手段】太陽電池は、ベースと、ベースの第1面に位置しかつベースから離れる方向に順次設置された、窒素およびリンを含有するトンネル酸化層、ドーパ導電層と、ベース内に位置し、トンネル酸化層におけるベースに向かう側の面と接触し、ベースと同じ導電型のドーピング元素を有し、かつ、トンネル酸化層に向かう側のドーピング濃度がトンネル酸化層から離れる側のドーピング濃度よりも大きいドーピング表面フィールドと、ドーパ導電層と電気的に接続された金属電極と、を備える。本願実施例は、太陽電池の信頼性を向上させるのに有利である。

【選択図】図1

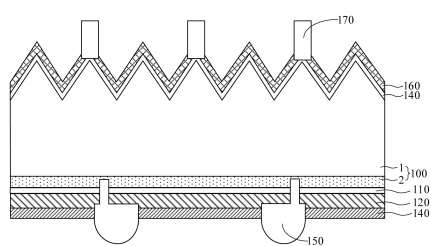


【図面】

【図1】



【図2】



10

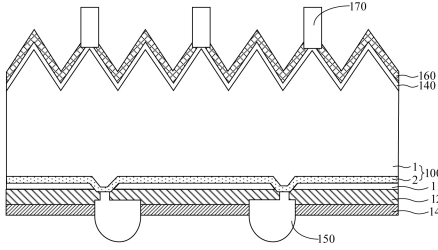
20

30

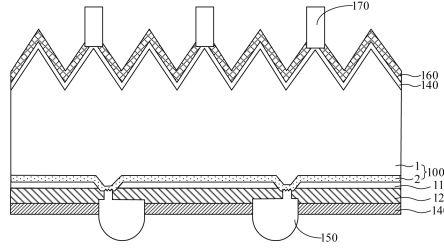
40

50

【 図 3 】

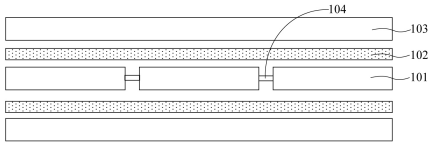


【 図 4 】

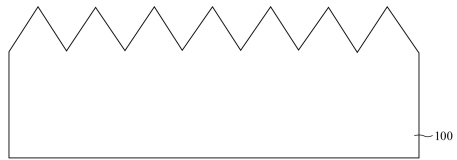


10

【 図 5 】

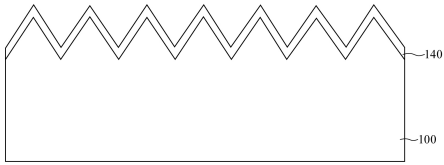


【 図 6 】

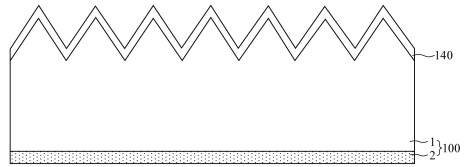


20

【 図 7 】

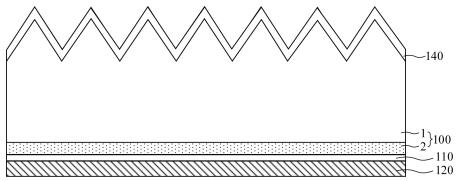


【 図 8 】

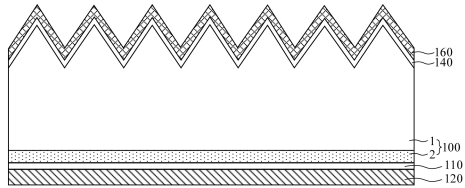


30

【 図 9 】




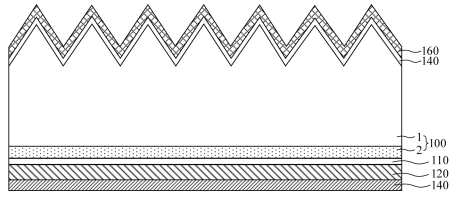
【 図 10 】



40

50

【 1 1'】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (72)発明者 金井昇
中華人民共和国 314416 ジョージアン ハイニン ユアン ホア タウン テクニカル ファンク
ショナル ゾーン ユアン シィ ロード ナンバー58
- (72)発明者 楊楠楠
中華人民共和国 314416 ジョージアン ハイニン ユアン ホア タウン テクニカル ファンク
ショナル ゾーン ユアン シィ ロード ナンバー58
- (72)発明者 張臨安
中華人民共和国 314416 ジョージアン ハイニン ユアン ホア タウン テクニカル ファンク
ショナル ゾーン ユアン シィ ロード ナンバー58
- (72)発明者 廖光明
中華人民共和国 314416 ジョージアン ハイニン ユアン ホア タウン テクニカル ファンク
ショナル ゾーン ユアン シィ ロード ナンバー58
- (72)発明者 チェン シン ウ
中華人民共和国 314416 ジョージアン ハイニン ユアン ホア タウン テクニカル ファンク
ショナル ゾーン ユアン シィ ロード ナンバー58

審査官 原 俊文

- (56)参考文献 国際公開第2017/145633(WO, A1)
特表2017-526164(JP, A)
中国実用新案第214043687(CN, U)
中国実用新案第209471975(CN, U)
国際公開第2019/021545(WO, A1)
中国特許出願公開第112542521(CN, A)
特表2013-524514(JP, A)
特開2014-239150(JP, A)
中国特許出願公開第113594304(CN, A)
特表2011-517119(JP, A)
中国特許出願公開第111524983(CN, A)
特開2015-056493(JP, A)
特開2017-017323(JP, A)

- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H01L 31/04 - 31/078
H01L 31/18 - 31/20