

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6113196号  
(P6113196)

(45) 発行日 平成29年4月12日(2017.4.12)

(24) 登録日 平成29年3月24日(2017.3.24)

(51) Int. Cl. F I  
 HO 1 L 31/056 (2014.01) HO 1 L 31/04 6 2 4  
 HO 1 L 31/068 (2012.01) HO 1 L 31/06 3 0 0

請求項の数 6 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2014-557227 (P2014-557227)	(73) 特許権者	000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(86) (22) 出願日	平成25年1月16日(2013.1.16)	(74) 代理人	100089118 弁理士 酒井 宏明
(86) 国際出願番号	PCT/JP2013/050676	(72) 発明者	唐木田 昇市 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三 菱電機株式会社内
(87) 国際公開番号	W02014/112053	(72) 発明者	濱本 哲 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三 菱電機株式会社内
(87) 国際公開日	平成26年7月24日(2014.7.24)	(72) 発明者	米澤 雅人 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三 菱電機株式会社内
審査請求日	平成26年12月18日(2014.12.18)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 太陽電池セルおよびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

一面側に第2導電型の不純物元素が拡散された不純物拡散層を有する第1導電型の半導体基板と、

前記不純物拡散層に電気的に接続して前記半導体基板の一面側に形成された受光面側電極と、

アルミニウムペーストにより形成されたアルミニウム電極よりも光反射率が高く、前記半導体基板の他面側の一部の領域に形成されて、前記半導体基板の一面側から前記半導体基板内を透過した光を反射する光反射層と、

前記半導体基板の他面側と他の太陽電池セルとを電気的に接続するタブ線を接続するための接続層であって前記半導体基板の他面側における前記光反射層を除いた領域上に貼着された導電性フィルムと、

を備え、

前記半導体基板の他面側の全面の表層に第1導電型の不純物が前記半導体基板よりも高い濃度で拡散されたBSF層が形成され、

前記導電性フィルムが、前記BSF層に直接貼着されていること、

を特徴とする太陽電池セル。

【請求項2】

前記光反射層がアルミニウム箔であること、

を特徴とする請求項1に記載の太陽電池セル。

10

20

## 【請求項 3】

第 1 導電型の半導体基板の一面側に第 2 導電型の不純物拡散層を形成する第 1 工程と、  
前記半導体基板の他面側の全面の表層に第 1 導電型の不純物が前記半導体基板よりも高い濃度で拡散された B S F 層を形成する第 2 工程と、

アルミニウムペーストにより形成されたアルミニウム電極よりも光反射率が高く前記半導体基板の一面側から前記半導体基板内を透過した光を反射する光反射層を前記半導体基板の他面側の一部の領域に形成する第 3 工程と、

前記不純物拡散層に電気的に接続する電極を前記半導体基板の一面側に形成する第 4 工程と、

前記半導体基板の他面側と他の太陽電池セルとを電気的に接続するタブ線を接続するための接続層である導電性フィルムを前記半導体基板の他面側における前記光反射層を除いた領域上に貼着する第 5 工程と、

を含み、

前記第 5 工程では、前記導電性フィルムを前記 B S F 層に直接貼着すること、

を特徴とする太陽電池セルの製造方法。

10

## 【請求項 4】

アルミニウム箔に設けられた開口部を覆って前記導電性フィルムが前記アルミニウム箔の片面に貼着された導電性フィルム付きアルミニウム箔を、前記導電性フィルムが外側になる状態で前記半導体基板の他面側の表層に貼着することにより前記光反射層を形成すること、

を特徴とする請求項 3 に記載の太陽電池セルの製造方法。

20

## 【請求項 5】

第 1 導電型の半導体基板の一面側に第 2 導電型の不純物拡散層を形成する第 1 工程と、  
アルミニウムペーストにより形成されたアルミニウム電極よりも光反射率が高く前記半導体基板の一面側から前記半導体基板内を透過した光を反射する光反射層を前記半導体基板の他面側の一部の領域に形成する第 2 工程と、

前記不純物拡散層に電気的に接続する電極を前記半導体基板の一面側に形成する第 3 工程と、

前記半導体基板の他面側と他の太陽電池セルとを電気的に接続するタブ線を接続するための接続層である導電性フィルムを前記半導体基板の他面側における前記光反射層を除いた領域上に貼着する第 4 工程と、

を含み、

前記導電性フィルムにおける前記半導体基板の他面側へ貼着された面と反対側の面に、撥液性を有する撥液性タブ付け側セパレータを備え、

前記導電性フィルムを前記半導体基板の他面側へ貼着した後に、前記光反射層となる液体の中間材を前記半導体基板の他面側に塗布し、前記中間材を固化させることにより前記光反射層を形成すること、

を特徴とする太陽電池セルの製造方法。

30

## 【請求項 6】

前記半導体基板の他面側の全面の表層に第 1 導電型の不純物が前記半導体基板よりも高い濃度で拡散された B S F 層を形成する工程を前記第 1 工程と前記第 2 工程との間に有し、

前記第 4 工程では、前記導電性フィルムを前記 B S F 層に直接貼着すること、

を特徴とする請求項 5 に記載の太陽電池セルの製造方法。

40

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、太陽電池セルおよびその製造方法に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

50

従来のバルク型シリコン太陽電池セル（以下、太陽電池セルと呼ぶ場合がある）は、一般的に以下のような方法により作製されている。まず、例えば第1導電型の基板としてp型シリコン基板を用意する。そして、シリコン基板において鑄造インゴットからスライスした際に発生するシリコン表面のダメージ層を、例えば数wt%～20wt%の水酸化ナトリウムや水酸化カリウムのようなアルカリ溶液で10μm～20μm厚除去する。

#### 【0003】

つぎに、ダメージ層を除去した表面にテクスチャーと呼ばれる表面凸凹構造を作製する。太陽電池セルの表面側（受光面側）では、通常、光反射を抑制させて太陽光をできるだけ多くp型シリコン基板上に取り込むために、このようなテクスチャーを形成する。テクスチャーの作製方法としては、例えばアルカリテクスチャー法と呼ばれる方法がある。アルカリテクスチャー法では、数wt%の水酸化ナトリウムや水酸化カリウムの様なアルカリ低濃度液にIPA（イソプロピルアルコール）等の異方性エッチングを促進する添加剤を添加した溶液で異方性エッチングを行ない、シリコン（111）面が出るようにテクスチャーを形成する。

#### 【0004】

続いて、拡散処理としてp型シリコン基板を例えばオキシ塩化リン（ $\text{POCl}_3$ ）、窒素、酸素の混合ガス雰囲気例えば800～900で数十分間処理し、表面全面に一樣に第2導電型の不純物層としてn型層を形成する。シリコン表面に一樣に形成されたn型層のシート抵抗を30～80 / 程度とすることで、良好な太陽電池の電気特性が得られる。

#### 【0005】

ここで、n型層は、シリコン表面に一樣に形成されるので、表面と裏面とは電氣的に接続された状態である。この電氣的接続を遮断するために、例えばドライエッチングによりp型シリコン基板の端面領域をエッチングする。また、その他の方法として、レーザによりp型シリコン基板の端面分離を行うこともある。この後、p型シリコン基板をフッ酸水溶液に浸漬し、拡散処理中に表面に堆積したガラス質（PSG）をエッチング除去する。

#### 【0006】

つぎに、反射防止を目的とした絶縁膜（反射防止膜）としてシリコン酸化膜、シリコン窒化膜、酸化チタン膜などの絶縁膜をn型層の表面に一樣な厚みで形成する。反射防止膜としてシリコン窒化膜を形成する場合は、例えばプラズマCVD法でシラン（ $\text{SiH}_4$ ）ガス及びアンモニア（ $\text{NH}_3$ ）ガスを原材料にして、300以上、減圧下の条件で成膜形成する。反射防止膜の屈折率は2.0～2.2程度であり、最適な膜厚は70nm～90nm程度である。なお、このようにして形成される反射防止膜は絶縁体であることに注意すべきであり、表面側電極をこの上に単に形成しただけでは、太陽電池として作用しない。

#### 【0007】

つぎに、グリッド電極形成用およびバス電極形成用のマスクを使用して、表面側電極となる銀ペーストを反射防止膜上にグリッド電極およびバス電極の形状にスクリーン印刷法により塗布し、乾燥させる。ここでは、表面側電極用の銀ペーストは、反射防止を目的とした絶縁膜に形成される。

#### 【0008】

つぎに、裏アルミニウム電極となりアルミニウム、ガラス等を含む裏アルミニウム電極ペースト、および裏銀バス電極となる裏銀ペーストを基板の裏面にそれぞれ裏アルミニウム電極の形状および裏銀バス電極の形状にスクリーン印刷法により塗布し、乾燥させる。

#### 【0009】

つぎに、シリコン基板の表裏面に塗布した電極ペーストを同時に600～900程度で数分間～数十秒間焼成する。これにより、シリコン基板の表面側に表面側電極としてグリッド電極およびバス電極が形成され、シリコン基板の裏面側に裏面側電極として裏アルミニウム電極および裏銀バス電極が形成される。ここで、シリコン基板の表面側では銀ペースト中に含まれているガラス材料で反射防止膜が溶融している間に銀材料がシリコン

10

20

30

40

50

と接触し、再凝固する。これにより、表面側電極とシリコン基板（n型層）との導通が確保される。このようなプロセスは、ファイヤースルー法と呼ばれている。また、裏アルミニウム電極ペーストもシリコン基板の裏面と反応し、裏アルミニウム電極の直下に拡散によって形成されていたn型層を補償してP+層が形成される。このような工程を実施することにより、バルク型シリコン太陽電池セルが形成される。

【0010】

そして、モジュール工程において、太陽電池セル同士を電氣的に接続するタブ線を付ける箇所にフラックスを塗布した後、太陽電池セルと半田付きタブ線に200以上の熱を加えて、太陽電池セルとタブ線とを接着して複数の太陽電池セルを電氣的に接続する。ここで、半田はアルミニウム電極には直接接続できない。このため、通常モジュール工程におけるシリコン基板の裏面側のタブ線接続では、裏銀電極、半田付きタブ線、フラックスが必要であった。

10

【0011】

一方、最近、ペーストを用いてアルミニウム電極が全面に形成されるとともに裏銀電極の無い太陽電池セルの裏面のシリコンに、半田を用いることなく、導電性フィルムによりタブ線を直接接着する技術が提案されている（たとえば、非特許文献1参照）。この技術によれば、太陽電池セルの裏面に銀電極を必要とせず、両面テープのように太陽電池セルとタブ線とを、200以下の低温において電氣的および機械的に接続することが可能となる。

【先行技術文献】

20

【非特許文献】

【0012】

【非特許文献1】R. Kopecek, et al. "INDUSTRIAL LARGE AREA N-TYPE SOLAR CELLS WITH ALUMINIUM REAR EMITTER WITH STABLE EFFICIENCIES" Photovoltaic Specialists Conference (PVSC), 2010 35th IEEE 1423-1426

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

しかしながら、上記従来の技術においては、アルミニウムペーストを用いて形成されたアルミニウム電極は光反射率が低く、受光面側から入射して太陽電池セルを透過して太陽電池セルの裏面に到達した光の反射率が低い。この結果、太陽電池セルの裏面に到達した光を有効に活用することができず、裏面の光反射による光電変換効率の向上を図ることができない、という問題があった。

30

【0014】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、電極へのタブ線の接続が容易であり、且つ裏面における光反射により光電変換効率の向上が図られた太陽電池セルおよびその製造方法を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0015】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明にかかる太陽電池セルは、一面側に第2導電型の不純物元素が拡散された不純物拡散層を有する第1導電型の半導体基板と、前記不純物拡散層に電氣的に接続して前記半導体基板の一面側に形成された受光面側電極と、アルミニウムペーストにより形成されたアルミニウム電極よりも光反射率が高く、前記半導体基板の他面側の一部の領域に形成されて、前記半導体基板の一面側から前記半導体基板内を透過した光を反射する光反射層と、前記半導体基板の他面側と他の太陽電池セルとを電氣的に接続するタブ線を接続するための接続層であって前記半導体基板の他面側における前記光反射層を除いた領域上に貼着された導電性フィルムと、を備え、前記半導体基板の他面側の全面の表層に第1導電型の不純物が前記半導体基板よりも高い濃度で拡散されたBSF層が形成され、前記導電性フィルムが、前記BSF層に直接貼着されている。

40

50

## 【発明の効果】

## 【0016】

本発明によれば、電極へのタブ線の接続が容易であり、且つ裏面における光反射により光電変換効率の向上が図られた太陽電池セルが得られる、という効果を奏する。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0017】

【図1-1】図1-1は、本発明の実施の形態1にかかる太陽電池セルの構成を模式的に示す図である。

【図1-2】図1-2は、本発明の実施の形態1にかかる太陽電池セルの構成を模式的に示す図である。

【図1-3】図1-3は、本発明の実施の形態1にかかる太陽電池セルの構成を模式的に示す図である。

【図1-4】図1-4は、本発明の実施の形態1にかかる太陽電池セルの構成を模式的に示す図である。

【図1-5】図1-5は、本発明の実施の形態1にかかる太陽電池セルの構成を模式的に示す図である。

【図2】図2は、本発明の実施の形態にかかる太陽電池セルの製造工程および太陽電池セルの裏面にタブを接続する方法の一例を説明するためのフローチャートである。

【図3-1】図3-1は、本発明の実施の形態1にかかる太陽電池セルの製造工程の一例を模式的に示す工程図である。

【図3-2】図3-2は、本発明の実施の形態1にかかる太陽電池セルの製造工程の一例を模式的に示す工程図である。

【図3-3】図3-3は、本発明の実施の形態1にかかる太陽電池セルの製造工程の一例を模式的に示す工程図である。

【図3-4】図3-4は、本発明の実施の形態1にかかる太陽電池セルの製造工程の一例を模式的に示す工程図である。

【図3-5】図3-5は、本発明の実施の形態1にかかる太陽電池セルの製造工程の一例を模式的に示す工程図である。

【図3-6】図3-6は、本発明の実施の形態1にかかる太陽電池セルの製造工程の一例を模式的に示す工程図である。

【図3-7】図3-7は、本発明の実施の形態1にかかる太陽電池セルの製造工程の一例を模式的に示す工程図である。

【図3-8】図3-8は、本発明の実施の形態1にかかる太陽電池セルの製造工程の一例を模式的に示す工程図である。

【図3-9】図3-9は、本発明の実施の形態1にかかる太陽電池セルの製造工程の一例を模式的に示す工程図である。

【図3-10】図3-10は、本発明の実施の形態1にかかる太陽電池セルの製造工程の一例を模式的に示す工程図である。

【図3-11】図3-11は、本発明の実施の形態1にかかる太陽電池セルの製造工程の一例を模式的に示す工程図である。

【図3-12】図3-12は、本発明の実施の形態1にかかる太陽電池セルの製造工程の一例を模式的に示す工程図である。

【図3-13】図3-13は、本発明の実施の形態1にかかる太陽電池セルの製造工程の一例を模式的に示す工程図である。

【図4-1】図4-1は、モジュール工程において太陽電池セルの裏面にタブを接続する工程を模式的に示す工程図である。

【図4-2】図4-2は、モジュール工程において太陽電池セルの裏面にタブを接続する工程を模式的に示す工程図である。

【図4-3】図4-3は、モジュール工程において太陽電池セルの裏面にタブを接続する工程を模式的に示す工程図である。

10

20

30

40

50

【図4-4】図4-4は、モジュール工程において太陽電池セルの裏面にタブを接続する工程を模式的に示す工程図である。

【図4-5】図4-5は、モジュール工程において太陽電池セルの裏面にタブを接続する工程を模式的に示す工程図である。

【図5-1】図5-1は、本発明の実施の形態2にかかる導電性フィルム付きアルミニウム箔を模式的に示す上面図である。

【図5-2】図5-2は、本発明の実施の形態2にかかる導電性フィルム付きアルミニウム箔を模式的に示す断面図であり、図5-1のC-C方向における要部断面図である。

【図6-1】図6-1は、本発明の実施の形態2にかかる導電性フィルム付きアルミニウム箔を用いる場合に太陽電池セルの裏面にタブを接続する工程を模式的に示す工程図である。

10

【図6-2】図6-2は、本発明の実施の形態2にかかる導電性フィルム付きアルミニウム箔を用いる場合に太陽電池セルの裏面にタブを接続する工程を模式的に示す工程図である。

【図7-1】図7-1は、本発明の実施の形態3にかかる高光反射膜の形成方法を模式的に示す半導体基板の下面図である。

【図7-2】図7-2は、本発明の実施の形態3にかかる高光反射膜の形成方法を模式的に示す半導体基板の下面図である。

【図7-3】図7-3は、本発明の実施の形態3にかかる高光反射膜の形成方法を模式的に示す半導体基板の下面図である。

20

【図7-4】図7-4は、本発明の実施の形態3にかかる高光反射膜の形成方法を模式的に示す半導体基板の下面図である。

【図8-1】図8-1は、本発明の実施の形態4にかかる太陽電池セルの製造方法を模式的に示す断面図である。

【図8-2】図8-2は、本発明の実施の形態4にかかる太陽電池セルの製造方法を模式的に示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下に、本発明にかかる太陽電池セルおよびその製造方法の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、本発明は以下の記述に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において適宜変更可能である。また、以下に示す図面においては、理解の容易のため、各部材の縮尺が実際とは異なる場合がある。各図面間においても同様である。また、平面図であっても、図面を見易くするためにハッチングを付す場合がある。

30

【0019】

実施の形態1.

図1-1~図1-5は、本発明の実施の形態1にかかる太陽電池セル1の構成を模式的に示す図である。図1-1は、受光面側から見た太陽電池セル1の上面図である。図1-2は、受光面と反対側(裏面)から見た太陽電池セル1の下面図である。図1-3は、太陽電池セル1の要部断面図であり、図1-1および図1-2のA-A方向における要部断面図である。図1-4は、太陽電池セル1の要部断面図であり、図1-1および図1-2のB-B方向における要部断面図である。図1-5は、太陽電池セル同士を電氣的に接続するタブ線を接続するための接続層である導電性フィルム22が貼着された状態における受光面と反対側(裏面)から見た太陽電池セル1の下面図である。太陽電池セル1は、住宅用等に使用されるシリコン太陽電池である。

40

【0020】

本実施の形態にかかる太陽電池セル1においては、p型単結晶シリコンからなる半導体基板2の受光面側にリン拡散によってn型不純物拡散層3が形成されて、pn接合を有する半導体基板11が形成されているとともに、n型不純物拡散層3上にシリコン窒化膜(SiN膜)よりなる反射防止膜4が形成されている。なお、半導体基板2としてはp型単結晶のシリコン基板に限定されず、n型の単結晶シリコン基板を用いてもよい。

50

## 【0021】

また、図1-4に示されるように、半導体基板11の受光面側(n型不純物拡散層3)および裏面側の表面には、微小凹凸2aにより構成されるテクスチャー構造が形成されている。テクスチャー構造は、受光面において外部からの光を吸収する面積を増加し、受光面における光反射率を抑え、光を閉じ込める構造となっている。

## 【0022】

反射防止膜4は、シリコン窒化膜(SiN膜)、シリコン酸化膜(SiO<sub>2</sub>膜)や酸化チタン膜(TiO<sub>2</sub>)膜などの反射防止を目的とした絶縁膜からなる。また、半導体基板11の受光面側には、長尺細長の表銀グリッド電極5が複数並べて設けられ、この表銀グリッド電極5と導通する表銀バス電極6が該表銀グリッド電極5と略直交するように設けられており、それぞれ底面部においてn型不純物拡散層3に電氣的に接続している。表銀グリッド電極5および表銀バス電極6は銀材料により構成されている。

10

## 【0023】

表銀グリッド電極5は、例えば100μm~200μm程度の幅を有するとともに2mm程度の間隔で略平行に配置され、半導体基板11の内部で発電した電気を集電する。また、表銀バス電極6は、例えば1mm~3mm程度の幅を有するとともに太陽電池セル1枚当たりに2本~4本配置され、表銀グリッド電極5で集電した電気を外部に取り出す。そして、表銀グリッド電極5と表銀バス電極6とにより第1電極である受光面側電極12が構成される。受光面側電極12は、半導体基板11に入射する太陽光を遮ってしまうため、可能なかぎり面積を小さくすることが発電効率向上の観点では望ましく、図1-1に示すような櫛型の表銀グリッド電極5とパー状の表銀バス電極6として配置してするのが一般的である。

20

## 【0024】

シリコン太陽電池セルの受光面側電極の電極材料には、通常、銀ペーストが用いられ、例えば、鉛ボロンガラスが添加されている。このガラスはフリット状のもので、例えば、鉛(Pb)5~30wt%、ボロン(B)5~10wt%、シリコン(Si)5~15wt%、酸素(O)30~60wt%の組成から成り、さらに、亜鉛(Zn)やカドミウム(Cd)なども数wt%程度混合される場合もある。このような鉛ボロンガラスは、数百(例えば、800)の加熱で溶解し、その際にシリコンを侵食する性質を有している。また一般に、結晶系シリコン太陽電池セルの製造方法においては、このガラスフリット

30

## 【0025】

一方、半導体基板11の裏面(受光面と反対側の面)には、全体にわたってシリコン窒化膜(SiN膜)からなる裏面絶縁膜である裏面パッシベーション膜7が形成され、裏面パッシベーション膜7上に高光反射膜である裏銀スパッタリング膜8が設けられている。また、裏面パッシベーション膜7および裏銀スパッタリング膜8に囲まれて、アルミニウム材料からなる第2電極である裏アルミニウム電極9が設けられている。裏アルミニウム電極9は、半導体基板11の裏面からの集電が効率良くできるように半導体基板11の受光面側と同様に櫛型形状となっており、櫛型形状の縦方向と横方向との交点部分が略正方形に形成されている。この正方形部分は、表銀バス電極6と略同一方向に配列して設けられている。なお、裏銀スパッタリング膜8は、半導体基板11の裏面全面にわたって配されているので、裏アルミニウム電極9の電極パターンが断線した場合でも、電気を収集でき、電極を補佐する役目も有している。図1-5に示すように、モジュール工程において裏アルミニウム電極9には太陽電池セル1同士を電氣的に接続する導電材料からなるタブ線21が接続される。

40

## 【0026】

また、半導体基板11の裏面(受光面と反対側の面)側の表層部における裏アルミニウム電極9の下部領域には、高濃度不純物を含んだP+層(BSF(Back Surface Field)層)10が形成されている。P+層10は、BSF効果を得るために設けられ、p型層

50

(半導体基板 2) 中の電子が消滅しないようにバンド構造の電界で p 型層 (半導体基板 2) 電子濃度を高めるようにする。

【 0 0 2 7 】

このように構成された太陽電池セル 1 では、太陽光が太陽電池セル 1 の受光面側から半導体基板 1 1 の p n 接合面 (半導体基板 2 と n 型不純物拡散層 3 との接合面) に照射されると、ホールと電子が生成する。p n 接合部の電界によって、生成した電子は n 型不純物拡散層 3 に向かって移動し、ホールは P + 層 1 0 に向かって移動する。これにより、n 型不純物拡散層 3 に電子が過剰となり、P + 層 1 0 にホールが過剰となる結果、光起電力が発生する。この光起電力は p n 接合を順方向にバイアスする向きに生じ、n 型不純物拡散層 3 に接続した受光面側電極 1 2 がマイナス極となり、P + 層 1 0 に接続した裏アルミニウム電極 9 がプラス極となって、図示しない外部回路に電流が流れる。

10

【 0 0 2 8 】

以下、本実施の形態にかかる太陽電池セル 1 の製造方法について図面に沿って説明する。図 2 は、本発明の実施の形態にかかる太陽電池セル 1 の製造工程および太陽電池セル 1 の裏面にタブ線 2 1 を接続する方法の一例を説明するためのフローチャートである。図 3 - 1 ~ 図 3 - 1 3 は、本発明の実施の形態 1 にかかる太陽電池セル 1 の製造工程の一例を模式的に示す工程図である。図 3 - 1 ~ 図 3 - 6 は、図 1 - 1 および図 1 - 2 の A - A 方向および B - B 方向に対応した要部断面図である。図 3 - 7 および図 3 - 1 0 は、下面図である。図 3 - 8 および図 3 - 1 1 は、図 1 - 1 および図 1 - 2 の A - A 方向に対応した要部断面図である。図 3 - 9、図 3 - 1 2 および図 3 - 1 3 は、図 1 - 1 および図 1 - 2

20

【 0 0 2 9 】

まず、半導体基板 2 として例えば数百  $\mu\text{m}$  厚の p 型単結晶シリコン基板を用意する (図 3 - 1)。p 型単結晶シリコン基板は、溶融したシリコンを冷却固化してできたインゴットをワイヤーソーでスライスして製造するため、表面にスライス時のダメージが残っている。そこで、p 型単結晶シリコン基板を酸または加熱したアルカリ溶液中、例えば水酸化ナトリウム水溶液に浸漬して表面をエッチングすることにより、シリコン基板の切り出し時に発生して p 型単結晶シリコン基板の表面近くに存在するダメージ領域を取り除く。例えば数 wt % ~ 2 0 wt % の水酸化ナトリウムや水酸化カリウムのようなアルカリ溶液で

30

【 0 0 3 0 】

ダメージ除去に続いて、同様のアルカリ低濃度液、数 wt % の水酸化ナトリウムや水酸化カリウムの様なアルカリ低濃度液に IPA (イソプロピルアルコール) 等の異方性エッチングを促進する添加剤を添加した溶液で異方性エッチングを行なう。この異方性エッチングにより、シリコン (1 1 1) 面が出るように p 型単結晶シリコン基板の受光面側および裏面側の表面に略 4 角錐形状の微小凹凸 2 a が形成されてテクスチャー構造が形成される (ステップ S 1 0、図 3 - 2)。すなわち、p 型単結晶シリコン基板の表裏面に対して、アルカリ系溶液を用いたウエットエッチング (アルカリテクスチャー法) によるテクスチャー構造の形成を行う。

40

【 0 0 3 1 】

つぎに、半導体基板 2 に p n 接合を形成する (ステップ S 2 0、図 3 - 3)。すなわち、リン (P) 等の V 族元素を半導体基板 2 に拡散等させて数百 nm 厚の n 型不純物拡散層 3 を形成する。ここでは、表面にテクスチャー構造を形成した p 型単結晶シリコン基板に対して、熱拡散によりオキシ塩化リン ( $\text{POCl}_3$ ) を拡散させて p n 接合を形成する。

【 0 0 3 2 】

この拡散工程では、p 型単結晶シリコン基板を例えばオキシ塩化リン ( $\text{POCl}_3$ ) が

50

窒素ガス、酸素ガスの混合ガス雰囲気中で気相拡散法により例えば800 ~ 900の高温で数十分間、熱拡散させてp型単結晶シリコン基板の表面層にリン(P)が拡散したn型不純物拡散層3を一様に形成する。半導体基板2の表面に形成されたn型不純物拡散層3のシート抵抗の範囲が30 / ~ 80 / 程度である場合に良好な太陽電池の電気特性が得られる。

#### 【0033】

ここで、n型不純物拡散層3は半導体基板2の全面に形成される。このため、半導体基板2の表面(受光面)と裏面とは電氣的に接続された状態である。そこで、この電氣的接続を遮断するために、たとえばドライエッチングにより半導体基板2の端面領域をエッチングする(図3-4)。また、n型不純物拡散層3の形成直後の表面には拡散処理中に表面に堆積したガラス質(燐珪酸ガラス、PSG:Phospho-Silicate Glass)層が形成されている。このため、半導体基板2をフッ酸水溶液等に浸漬してPSG層をエッチング除去する。

10

#### 【0034】

つぎに、光電変換効率改善のために、半導体基板11の受光面側の一面に反射防止膜4としてシリコン酸化膜、シリコン窒化膜、酸化チタン膜などの絶縁膜を一様な厚みで形成する(ステップS30、図3-4)。反射防止膜4の膜厚および屈折率は、光反射を最も抑制する値に設定する。反射防止膜4の形成は、例えばプラズマCVD法を使用し、シラン( $\text{SiH}_4$ )ガスとアンモニア( $\text{NH}_3$ )ガスの混合ガスを原材料に用いて、300以上、減圧下の条件で反射防止膜4として窒化シリコン膜を成膜形成する。屈折率は例えば2.0~2.2程度であり、最適な反射防止膜厚は例えば70nm~90nmである。

20

#### 【0035】

なお、反射防止膜4として、屈折率の異なる2層以上の膜を積層してもよい。また、反射防止膜4の形成方法は、プラズマCVD法の他に蒸着法、熱CVD法などを用いてもよい。なお、このようにして形成される反射防止膜4は絶縁体であることに注意すべきであり、受光面側電極12をこの上に単に形成しただけでは、太陽電池セルとして作用しない。

#### 【0036】

つぎに、リン(P)の拡散により半導体基板2の裏面に形成されたn型不純物拡散層3を除去する。これにより、第1導電型層であるp型単結晶シリコンからなる半導体基板2と、該半導体基板2の受光面側に形成された第2導電型層であるn型不純物拡散層3と、によりpn接合が構成された半導体基板11が得られる(図3-5)。なお、半導体基板2の片面のみにn型不純物拡散層3を形成する場合には、上述した半導体基板2の端面領域のエッチングおよび半導体基板2の裏面に形成されたn型不純物拡散層3の除去は不要である。

30

#### 【0037】

つぎに、半導体基板11の裏面側に、シリコン窒化膜(SiN膜)からなる裏面パッシベーション膜7を形成する(ステップS40、図3-6)。半導体基板11の裏面側に露出させたシリコン面に対して、たとえばプラズマCVDにより屈折率1.9~2.2、厚さ60nm~300nmのシリコン窒化膜(SiN膜)からなる裏面パッシベーション膜7を成膜する。そして、このような裏面パッシベーション膜7を形成することにより、半導体基板11の裏面におけるキャリアの再結合速度を抑制することができ、高出力化の為に十分な裏面界面を実現することができる。

40

#### 【0038】

つぎに、裏面パッシベーション膜7において、裏アルミニウム電極9形成用の裏アルミニウムペーストを塗布する領域に開口部7aを形成する(ステップS50、図3-7、図3-8、図3-9)。開口部7aは、たとえばレーザやエッチングペースト等を用いて形成される。なお、用いる裏アルミニウムペーストが裏面パッシベーション膜7をファイヤースルーできれば、本工程は必要ない。開口部7aは、たとえば図3-7に示すような櫛形のパターンで形成される。図3-8は、図3-7におけるA-A方向における要部断面

50

図である。図 3 - 9 は、図 3 - 7 における B - B 方向における要部断面図である。

【 0 0 3 9 】

ついで、スクリーン印刷により電極を形成する。まず、受光面側電極 1 2 を作製する（焼成前）。すなわち、半導体基板 1 1 の受光面である反射防止膜 4 上に、表銀グリッド電極 5 と表銀バス電極 6 との形状に、ガラスフリットを含む電極材料ペーストである銀ペーストをスクリーン印刷によって塗布した後、銀ペーストを乾燥させる（ステップ S 6 0）。

【 0 0 4 0 】

つぎに、半導体基板 1 1 の裏面側にスクリーン印刷によって、裏アルミニウム電極 9 の形状に電極材料ペーストである裏アルミニウムペーストを塗布、乾燥させる（ステップ S 7 0）。ここで、裏アルミニウムペーストは、裏面パッシベーション膜 7 に設けられた開口部 7 a 内を埋めて印刷される。

【 0 0 4 1 】

その後、半導体基板 1 1 の表面および裏面の電極ペーストを例えば 6 0 0 ~ 9 0 0 で同時に焼成することで、半導体基板 1 1 の表側では銀ペースト中に含まれているガラス材料で反射防止膜 4 が溶融している間に銀材料がシリコンと接触し再凝固する。これにより、受光面側電極 1 2 としての表銀グリッド電極 5 および表銀バス電極 6 とが得られ、受光面側電極 1 2 と半導体基板 1 1 のシリコンとの導通が確保される（ステップ S 8 0、図 3 - 1 0、図 3 - 1 1、図 3 - 1 2）。このようなプロセスは、ファイヤースルー法と呼ばれる。図 3 - 1 1 は、図 3 - 1 0 における A - A 方向における要部断面図である。図 3 - 1 2 は、図 3 - 1 0 における B - B 方向における要部断面図である。

【 0 0 4 2 】

また、裏アルミニウムペーストも半導体基板 1 1 のシリコンと反応して裏アルミニウム電極 9 が得られ、かつ裏アルミニウム電極 9 の直下に P + 層 1 0 を形成する。また、銀ペーストの銀材料がシリコンと接触し再凝固して裏銀電極 8 が得られる。なお、図中では表銀グリッド電極 5 および裏アルミニウム電極 9 のみを示している。

【 0 0 4 3 】

つぎに、半導体基板 1 1 の裏面の裏面パッシベーション膜 7 上に、スパッタリングにより高光反射膜として裏銀スパッタリング膜 8 を形成する（ステップ S 9 0、図 3 - 1 3）。なお、裏アルミニウム電極 9 上に銀がスパッタリングされても特に問題はない。

【 0 0 4 4 】

以上の工程を実施することにより、図 1 - 1 ~ 図 1 - 4 に示される本実施の形態にかかる太陽電池セル 1 が得られる。なお、電極材料であるペーストの半導体基板 1 1 への配置の順番を、受光面側と裏面側とで入れ替えてもよい。

【 0 0 4 5 】

つぎに、このようにして形成された太陽電池セル 1 の裏面にタブ線 2 1 を接続する方法について説明する。図 4 - 1 は、受光面と反対側（裏面）から見た太陽電池セル 1 の下面図を示している。

【 0 0 4 6 】

まず、導電性フィルム 2 2 を太陽電池セル 1 の裏面の裏アルミニウム電極 9 の正方形部分が並んだライン上に貼着する（ステップ S 1 0 0、図 4 - 2）。導電性フィルム 2 2 は、フィルム状の異方導電性接着剤であり、導電部材間を固定するための接着剤（バインダー）とこのバインダー中に、均一に分散された導電粒子から構成されている。導電性フィルム 2 2 の両面は粘着性を有しており、一面側にタブ付け側セパレータ 2 3 が貼り付けられている状態の導電性フィルム 2 2 の他面側を、太陽電池セル 1 の裏面の裏アルミニウム電極 9 の正方形部分が並んだライン上に貼着する。

【 0 0 4 7 】

つぎに、導電性フィルム 2 2 の一面側に貼り付けられているタブ付け側セパレータ 2 3 を剥離する（ステップ S 1 1 0、図 4 - 3、図 4 - 4）。

【 0 0 4 8 】

10

20

30

40

50

つぎに、タブ付け側セパレータ 23 が剥離されて露出した導電性フィルム 22 の一面側にタブ線 21 を接着し（ステップ S 120）、たとえば 200 以下の温度および所定の押圧力をタブ線 21 に与える。これにより、タブ線 21 の一端側が導電性フィルム 22 を介して太陽電池セル 1 の裏面の裏アルミニウム電極 9 に電気的および機械的に接続される（ステップ S 130、図 4 - 5）。なお、タブ線 21 の他端側は、他の太陽電池セル等と電気的に接続される。

【0049】

上述したように、実施の形態 1 においては、裏面の光反射膜としてアルミニウムペーストにより形成されたアルミニウム電極に比べて光反射率の高い高光反射膜である裏銀スパッタリング膜 8 が設けられている。これにより、従来の裏面全面にアルミニウムペーストにより形成されたアルミニウム電極を備えた太陽電池セルと比べて、裏面での光反射率を向上させることができ、太陽電池セル 1 を透過して裏面に到達した光を有効に活用することができ、裏面の光反射による光電変換効率の向上を図ることができる。

10

【0050】

また、実施の形態 1 においては、導電性フィルム 22 を用いて、太陽電池セル 1 の裏面の裏アルミニウム電極 9 にタブ線 21 が電気的および機械的に接続される。したがって、通常のコモジュール工程におけるシリコン基板の裏面側のタブ線接続に必要となる、裏面の裏銀電極、半田付きタブ線およびフラックスが不要となり、太陽電池セル 1 へのタブ線 21 の接続が容易になる。そして、銀は高価な材料であるため、裏面の裏銀電極が不要となることにより安価に太陽電池セル 1 が実現できる。

20

【0051】

したがって、実施の形態 1 によれば、裏面における光反射による光電変換効率の向上が図られ、裏アルミニウム電極 9 へのタブ線 21 の接続が容易な太陽電池セル 1 が安価に得られる。これにより、高光電変換効率の太陽電池セル 1 を容易にタブ付けすることが可能となる。

【0052】

実施の形態 2 .

実施の形態 2 では、太陽電池セルの裏面の他の高光反射膜について説明する。国際公開第 2010/150358 号によれば、従来の高光反射膜として、アルミニウム箔を使用する技術が提案されている。一方、国際公開第 2010/150358 号においては、タブ線の接続方法については具体的に言及していない。実施の形態 2 では、高光反射膜として、アルミニウム箔を使用する場合のタブ線の接続方法について説明する。

30

【0053】

図 5 - 1 は、実施の形態 2 にかかる導電性フィルム付きアルミニウム箔 31 を模式的に示す上面図である。図 5 - 2 は、実施の形態 2 にかかる導電性フィルム付きアルミニウム箔 31 を模式的に示す断面図であり、図 5 - 1 の C - C 方向における要部断面図である。実施の形態 2 にかかる導電性フィルム付きアルミニウム箔 31 は、半導体基板 11 と同等の面形状を有するアルミニウム箔 32 の片面に導電性フィルム 22 が保持されて構成されている。

【0054】

40

アルミニウム箔 32 には、太陽電池セル 1 の裏面におけるタブ線 21 の接続領域、すなわち導電性フィルム 22 の貼着領域に対応する 2 箇所の領域に、タブ線 21 の接続領域（導電性フィルム 22 の貼着領域）よりも全体的に小さく同等の形状を有する開口部 32a を有する。そして、2 本の導電性フィルム 22 が、一面側にタブ付け側セパレータ 23 が貼り付けられている状態で、他面側がこの開口部 32a 上を覆うようにそれぞれアルミニウム箔 32 の片面に保持されている。導電性フィルム 22 は、他面側の粘着力によりアルミニウム箔 32 における開口部 32a の外周領域に仮接着されている。

【0055】

つぎに、導電性フィルム付きアルミニウム箔 31 を用いたタブ線 21 の接続方法について説明する。図 6 - 1 および図 6 - 2 は、実施の形態 2 にかかる導電性フィルム付きアル

50

ミニウム箔 3 1 を用いる場合に太陽電池セルの裏面にタブを接続する工程を模式的に示す工程図である。図 6 - 1 は、実施の形態 1 におけるステップ S 8 0 の焼成工程の終了時の半導体基板 1 1 の状態を示す下面図であり、図 3 - 1 0 と同じ状態を示している。焼成工程の後、図 6 - 1 の状態において、タブ付け側セパレータ 2 3 が貼り付けられている面を外側にして導電性フィルム付きアルミニウム箔 3 1 を半導体基板 1 1 の裏面に貼着する（図 6 - 2）。

【 0 0 5 6 】

このとき、開口部 3 2 a の位置（導電性フィルム 2 2 の位置）を、半導体基板 1 1 の裏面において裏アルミニウム電極 9 の正方形部分が並んだライン上に合わせて貼着する。導電性フィルム付きアルミニウム箔 3 1 は、開口部 3 2 a から露出した導電性フィルム 2 2 の他面の粘着力により半導体基板 1 1 の裏面に仮接着される。

10

【 0 0 5 7 】

つぎに、タブ付け側セパレータ 2 3 を剥離し、タブ付け側セパレータ 2 3 が剥離されて露出した導電性フィルム 2 2 の一面側にタブ線 2 1 を接着し、実施の形態 1 の場合と同様に加熱および加圧を実施する。これにより、タブ線 2 1 が導電性フィルム 2 2 を介して太陽電池セル 1 の裏面の裏アルミニウム電極 9 に電気的および機械的に接続される。

【 0 0 5 8 】

そして、その後のモジュール工程において封止材を用いて太陽電池セル 1 をラミネートする際に、アルミニウム箔 3 2 の部分が太陽電池セル 1 の裏面の裏面パッシベーション膜 7 に密着し、接着される。

20

【 0 0 5 9 】

上述したように、実施の形態 2 においては、裏面の光反射膜としてアルミニウムペーストにより形成されたアルミニウム電極に比べて光反射率の高い高光反射膜であるアルミニウム箔 3 2 が設けられている。これにより、従来の裏面全面にアルミニウムペーストにより形成されたアルミニウム電極を備えた太陽電池セルと比べて、裏面での光反射率を向上させることができ、太陽電池セル 1 を透過して裏面に到達した光を有効に活用することができ、裏面の光反射による光電変換効率の向上を図ることができる。

【 0 0 6 0 】

また、実施の形態 2 においては、実施の形態 1 と同様に、導電性フィルム 2 2 を用いて、太陽電池セル 1 の裏面の裏アルミニウム電極 9 にタブ線 2 1 が電気的および機械的に接続される。したがって、通常モジュール工程におけるシリコン基板の裏面側のタブ線接続に必要となる、裏面の裏銀電極、半田付きタブ線およびフラックスが不要となり、太陽電池セル 1 へのタブ線 2 1 の接続が容易になる。そして、銀は高価な材料であるため、裏面の裏銀電極が不要となることにより安価に太陽電池セル 1 が実現できる。

30

【 0 0 6 1 】

そして、実施の形態 2 においては、導電性フィルム 2 2 と高光反射膜であるアルミニウム箔 3 2 とが一体化した導電性フィルム付きアルミニウム箔 3 1 を用いることにより、製造工程の簡略化が実現できる。

【 0 0 6 2 】

したがって、実施の形態 2 によれば、実施の形態 1 と同様に、裏面における光反射による光電変換効率の向上が図られ、裏アルミニウム電極 9 へのタブ線 2 1 の接続が容易な太陽電池セル 1 が安価に得られる。これにより、高光電変換効率の太陽電池セル 1 を容易にタブ付けすることが可能となる。

40

【 0 0 6 3 】

実施の形態 3 .

実施の形態 3 では、太陽電池セルの裏面の他の高光反射膜について説明する。実施の形態 3 では、アルミニウムペーストにより形成されたアルミニウム電極に比べて光反射率の高い高光反射膜を、液体材料を用いて形成する例について説明する。図 7 - 1 ~ 図 7 - 4 は、実施の形態 3 にかかる高光反射膜の形成方法を模式的に示す半導体基板 1 1 の下面図である。図 7 - 1 は、実施の形態 1 におけるステップ S 8 0 の焼成工程の終了時の半導体

50

基板 11 の状態を示す下面図であり、図 3 - 10 と同じ状態を示している。

【 0064 】

図 7 - 1 の状態において、導電性フィルム 22 を太陽電池セル 1 の裏面の裏アルミニウム電極 9 の正方形部分が並んだライン上に貼着する。ここで、実施の形態 3 では、表面に疎水性を始めとする撥液性を有する撥液性タブ付け側セパレータ 41 が一面側に貼り付けられている状態の導電性フィルム 22 の他面側を太陽電池セル 1 の裏面の裏アルミニウム電極 9 の正方形部分が並んだライン上に貼着する（図 7 - 2）。

【 0065 】

つぎに、撥液性タブ付け側セパレータ 41 を剥離せずに、熱や光で固化して高光反射膜として機能する薬液である高光反射膜中間材 42 を、スピコート等の塗布法を用いて太陽電池セル 1 の裏面に塗布する（図 7 - 3）。このとき、撥液性タブ付け側セパレータ 41 の表面に、該高光反射膜中間材 42 をはじく撥液性を持たせておくことにより、撥液性タブ付け側セパレータ 41 の表面には高光反射膜中間材 42 は塗布されない。これにより、太陽電池セル 1 の裏面におけるタブ線 21 の接続箇所以外の領域に対して選択的に高光反射膜中間材 42 を塗布できる。

【 0066 】

つぎに、高光反射膜中間材 42 を乾燥させた後、撥液性タブ付け側セパレータ 41 を剥離し、撥液性タブ付け側セパレータ 41 が剥離されて露出した導電性フィルム 22 の他面側にタブ線 21 を接着し、実施の形態 1 の場合と同様に加熱および加圧を実施する。これにより、タブ線 21 が導電性フィルム 22 を介して太陽電池セル 1 の裏面の裏アルミニウム電極 9 に電気的および機械的に接続される（図 7 - 4）。

【 0067 】

そして、熱で固化して高光反射膜として機能する高光反射膜中間材 42 を用いた場合には、タブ接続時の加熱により高光反射膜中間材 42 が固化して高光反射膜 43 が形成される。また、タブ接続時の加熱により高光反射膜中間材 42 が完全に固化しない場合は、タブ線 21 の接続後に追加の加熱を行って高光反射膜中間材 42 を固化させればよい。また、光で固化して高光反射膜として機能する薬液である高光反射膜中間材 42 を用いた場合等においては、たとえば紫外線を照射して高光反射膜中間材 42 を固化させることにより高光反射膜が形成される。紫外線照射のタイミングは、タブ線 21 を接着する前およびタブ線 21 を接着した後のどちらでもかまわない。

【 0068 】

上述したように、実施の形態 3 においては、実施の形態 1 と同様に、裏面の光反射膜としてアルミニウムペーストにより形成されたアルミニウム電極に比べて光反射率の高い高光反射膜である高光反射膜 43 が設けられている。これにより、従来の裏面全面にアルミニウムペーストにより形成されたアルミニウム電極を備えた太陽電池セルと比べて、裏面での光反射率を向上させることができ、太陽電池セル 1 を透過して裏面に到達した光を有効に活用することができ、裏面の光反射による光電変換効率の向上を図ることができる。

【 0069 】

また、実施の形態 3 においては、実施の形態 1 と同様に、導電性フィルム 22 を用いて、太陽電池セル 1 の裏面の裏アルミニウム電極 9 にタブ線 21 が電気的および機械的に接続される。したがって、通常のコモジット工程におけるシリコン基板の裏面側のタブ線接続に必要となる、裏面の裏銀電極、半田付きタブ線およびフラックスが不要となり、太陽電池セル 1 へのタブ線 21 の接続が容易になる。そして、銀は高価な材料であるため、裏面の裏銀電極が不要となることにより安価に太陽電池セル 1 が実現できる。

【 0070 】

そして、実施の形態 3 においては、表面に撥液性を有する撥液性タブ付け側セパレータ 41 が一面側に貼り付けられている状態の導電性フィルム 22 を太陽電池セル 1 の裏面の裏アルミニウム電極 9 の正方形部分が並んだライン上に貼着し、液体の高光反射膜中間材 42 を太陽電池セル 1 の裏面に塗布する。これにより、太陽電池セル 1 の裏面におけるタブ線 21 の接続箇所以外の領域に対して選択的に高光反射膜を容易に形成できる。

## 【 0 0 7 1 】

したがって、実施の形態 3 によれば、実施の形態 1 と同様に、裏面における光反射による光電変換効率の向上が図られ、裏アルミニウム電極 9 へのタブ線 2 1 の接続が容易な太陽電池セル 1 が安価に得られる。これにより、高光電変換効率の太陽電池セル 1 を容易にタブ付けすることが可能となる。

## 【 0 0 7 2 】

実施の形態 4 .

上述した実施の形態では、太陽電池セル 1 の裏面におけるキャリアの再結合速度を抑制するために、裏面パッシベーション膜 7 を使用する構成について説明した。この裏面パッシベーション膜 7 は、絶縁膜であることが多く、導電性フィルム 2 2 と物理的に接続しても電気的には接続できず、太陽電池セル 1 の裏面における集電には寄与しない。実施の形態 4 では、太陽電池セルの裏面の再結合速度を抑制するために、裏面パッシベーション膜ではなく、太陽電池セルの裏面に対する不純物の拡散により裏面の B S F 層を作製する場合について説明する。

10

## 【 0 0 7 3 】

図 8 - 1 および図 8 - 2 は、実施の形態 4 にかかる太陽電池セルの製造方法を模式的に示す断面図である。図 8 - 1 は、実施の形態 1 において半導体基板 2 の裏面に形成された n 型不純物拡散層 3 の除去の終了時の半導体基板 1 1 の状態を示す下面図であり、図 3 - 5 と同じ状態を示す図である。図 8 - 1 の状態において、半導体基板 1 1 の裏面の表層全面に p 型不純物であるボロンの拡散を行い、半導体基板 2 と p 型であって不純物濃度が半導体基板 2 よりも高いボロン拡散層 5 1 を形成する ( 図 8 - 2 ) 。ボロン拡散層 5 1 は P + 層となって B S F 層を形成し、太陽電池セルの裏面におけるキャリアの再結合速度を低減する。

20

## 【 0 0 7 4 】

その後は、実施の形態 1 ~ 実施の形態 3 の場合と同様にして電極層として裏面の高光反射膜の形成、受光面側電極 1 2 の形成、導電性フィルム 2 2 の貼着を行う。ここで、実施の形態 4 では、太陽電池セルの裏面には P + 層が全面に存在して太陽電池セルの裏面側の抵抗が低くなっているため、裏アルミニウム電極を形成せずに半導体基板 1 1 の裏面のボロン拡散層 5 1 に直接導電性フィルム 2 2 を貼着する。

## 【 0 0 7 5 】

これにより、太陽電池セルの裏面におけるキャリアの再結合速度を低減するボロン拡散層 5 1 を裏面パッシベーション膜の代わりに備え、裏面に高光反射構造を有する導電性フィルム 2 2 付きの太陽電池セルを容易に作製することができる。そして、実施の形態 1 ~ 実施の形態 3 の場合と同様にしてタブ線 2 1 の接続を行うことにより、太陽電池セル 1 へタブ線 2 1 を容易に接続できる。また、半導体基板 1 1 の裏面のボロン拡散層 5 1 と導電性フィルム 2 2 とを物理的および電気的に直接接続できる。

30

## 【 0 0 7 6 】

ところで、この場合は太陽電池セルの裏面には P + 層が全面に存在して太陽電池セルの裏面側の抵抗は低くなっているものの、2 本のタブ線 2 1 のみでは効率良く集電できない場合も考えられる。しかしながら、裏面に集電用のアルミニウム電極とタブ接続用の銀電極とを備えた従来の太陽電池セルよりは、裏面側の抵抗が明らかに低下する。このため、集電低下の対策として裏面側電極の形状として櫛形電極パターンの形態を採用したとしても、裏面側電極の本数や幅を大幅に削減することが可能となる。これにより、電極用のアルミニウムや銀の消費コスト低減につながり、安価な太陽電池セルが実現できる。

40

## 【 0 0 7 7 】

上述したように、実施の形態 4 においては、実施の形態 1 と同様に、裏面の光反射膜としてアルミニウムペーストにより形成されたアルミニウム電極に比べて光反射率の高い高光反射膜が設けられている。これにより、従来の裏面全面にアルミニウムペーストにより形成されたアルミニウム電極を備えた太陽電池セルと比べて、裏面での光反射率を向上させることができ、太陽電池セルを透過して裏面に到達した光を有効に活用することができ

50

、裏面の光反射による光電変換効率の向上を図ることができる。

【0078】

また、実施の形態4においては、導電性フィルム22を用いて、半導体基板11の裏面のボロン拡散層51にタブ線21が電気的および機械的に接続される。したがって、通常のコモダリティ工程におけるシリコン基板の裏面側のタブ線接続に必要となる、裏面の裏銀電極、半田付きタブ線およびフラックスが不要となり、太陽電池セル1へのタブ線21の接続が容易になる。そして、銀は高価な材料であるため、裏面の裏銀電極が不要となることにより安価に太陽電池セルが実現できる。

【0079】

そして、実施の形態4においては、太陽電池セル1の裏面におけるキャリアの再結合速度を低減するボロン拡散層51を裏面パッシベーション膜の代わりに備える。これにより、半導体基板11の裏面が導電性フィルム22と物理的および電気的に直接接続でき、良好な集電が実現できる。

10

【0080】

したがって、実施の形態4によれば、実施の形態1と同様に、裏面における光反射による光電変換効率の向上が図られ、太陽電池セルの裏面へのタブ線21の接続が容易な太陽電池セルが安価に得られる。これにより、高光電変換効率の太陽電池セルを容易にタブ付けすることが可能となる。

【産業上の利用可能性】

【0081】

以上のように、本発明にかかる太陽電池セルは、裏面へのタブ線の接続が容易であり、且つ裏面における光反射により光電変換効率の向上が図られた太陽電池セルの実現に有用である。

20

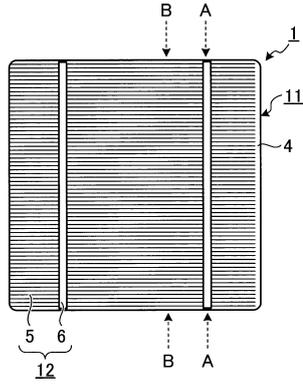
【符号の説明】

【0082】

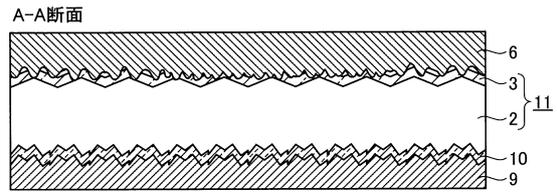
1 太陽電池セル、2 半導体基板、2a 微小凹凸、3 n型不純物拡散層、4 反射防止膜、5 表銀グリッド電極、6 表銀バス電極、7a 開口部、7 裏面パッシベーション膜、8 裏銀スパッタリング膜、9 裏アルミニウム電極、10 P+層、11 半導体基板、12 受光面側電極、13 裏面側電極、21 タブ線、22 導電性フィルム、23 タブ付け側セパレータ、31 導電性フィルム付きアルミニウム箔、32 アルミニウム箔、32a 開口部、41 撥液性タブ付け側セパレータ、42 高光反射膜中間材、43 高光反射膜、51 ボロン拡散層。

30

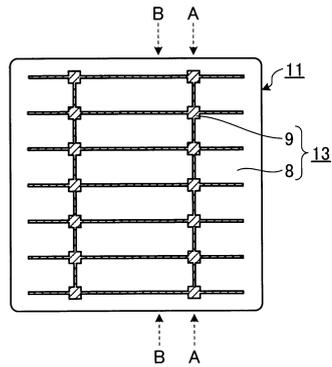
【図1-1】



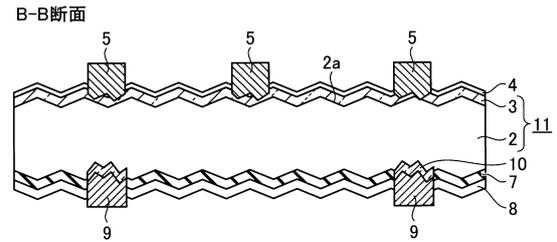
【図1-3】



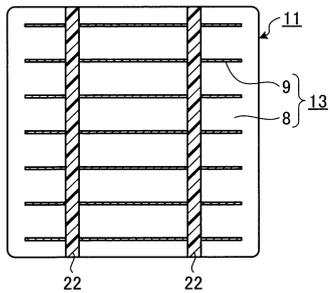
【図1-2】



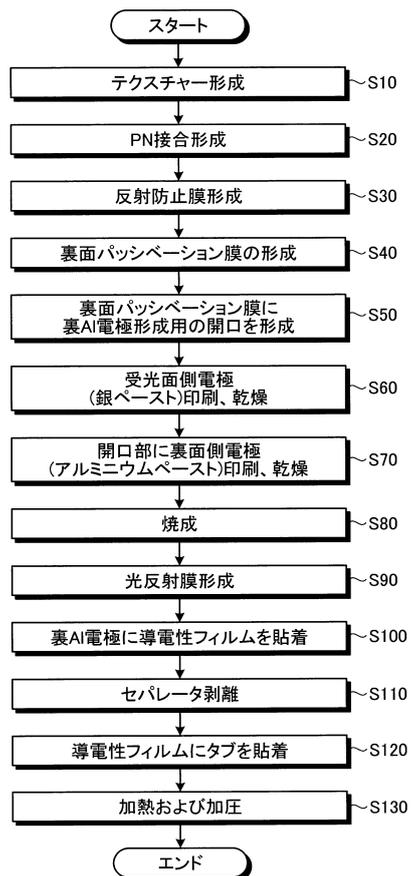
【図1-4】



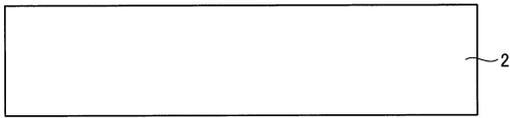
【図1-5】



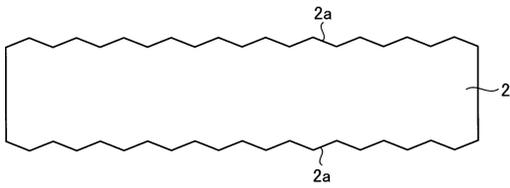
【図2】



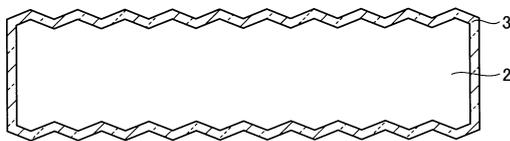
【図 3 - 1】



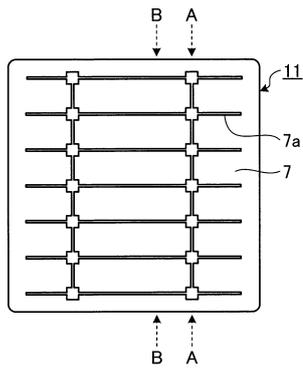
【図 3 - 2】



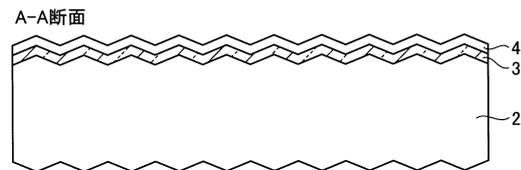
【図 3 - 3】



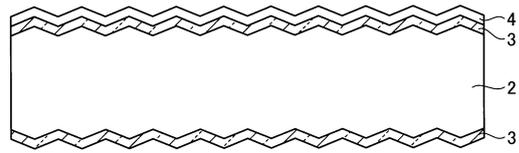
【図 3 - 7】



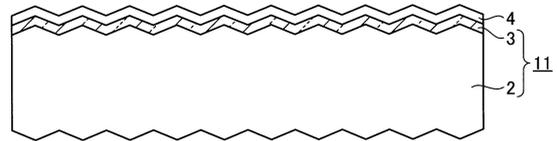
【図 3 - 8】



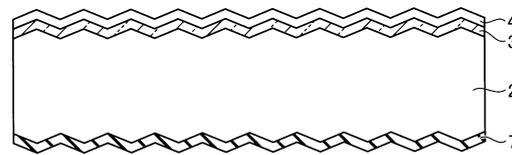
【図 3 - 4】



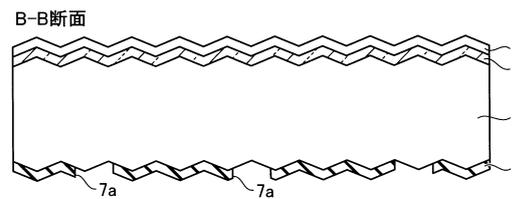
【図 3 - 5】



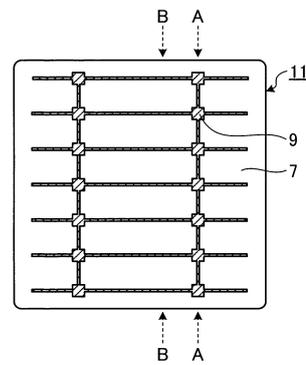
【図 3 - 6】



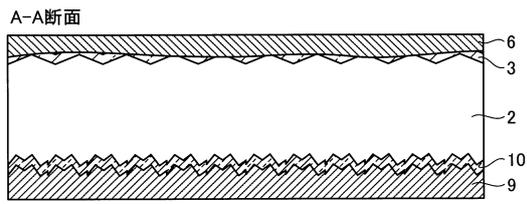
【図 3 - 9】



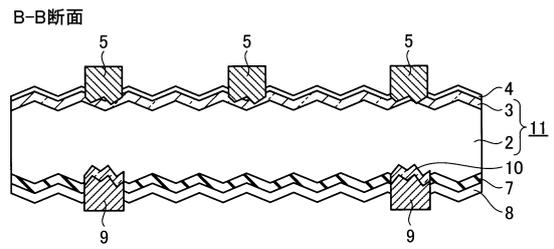
【図 3 - 10】



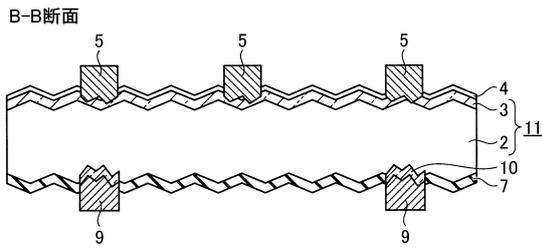
【 図 3 - 1 1 】



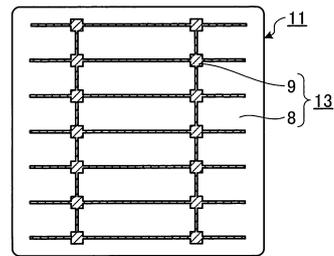
【 図 3 - 1 3 】



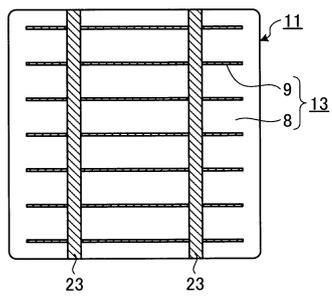
【 図 3 - 1 2 】



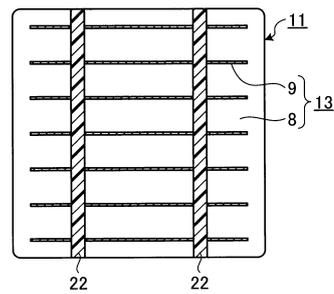
【 図 4 - 1 】



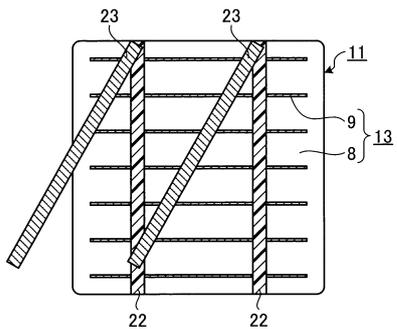
【 図 4 - 2 】



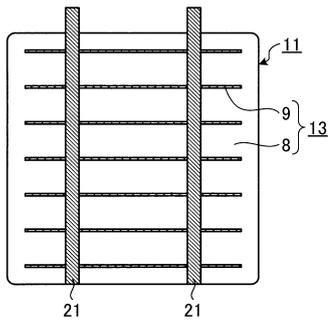
【 図 4 - 4 】



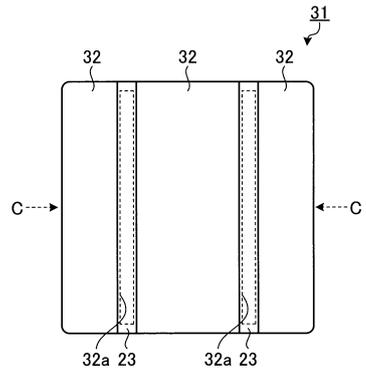
【 図 4 - 3 】



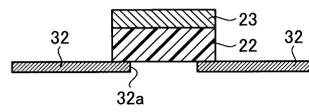
【 図 4 - 5 】



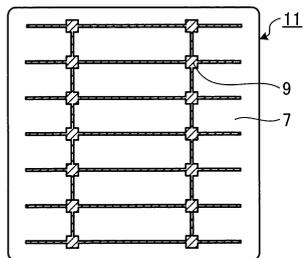
【 図 5 - 1 】



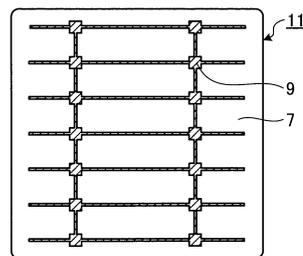
【 図 5 - 2 】



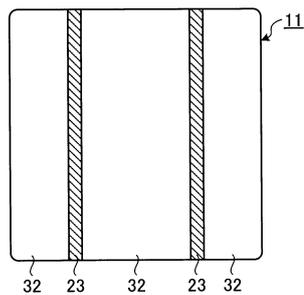
【 図 6 - 1 】



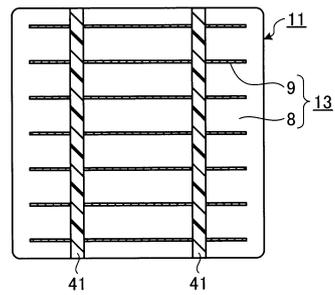
【 図 7 - 1 】



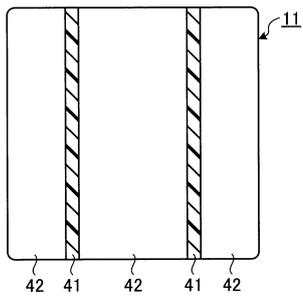
【 図 6 - 2 】



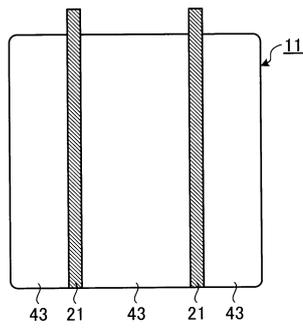
【 図 7 - 2 】



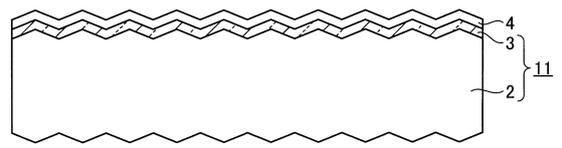
【 7 - 3 】



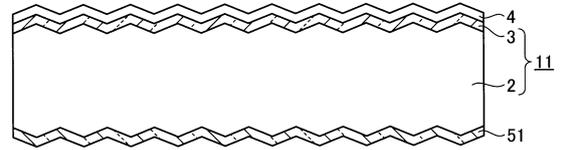
【 7 - 4 】



【 8 - 1 】



【 8 - 2 】



---

フロントページの続き

審査官 森江 健蔵

- (56)参考文献 特開2000-138386(JP,A)  
特開2008-300403(JP,A)  
国際公開第2009/063841(WO,A1)  
特開2012-244175(JP,A)  
国際公開第2010/119512(WO,A1)  
国際公開第2010/150358(WO,A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H01L 31/056  
H01L 31/068