

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5377101号  
(P5377101)

(45) 発行日 平成25年12月25日 (2013.12.25)

(24) 登録日 平成25年10月4日 (2013.10.4)

(51) Int. Cl. F I  
 HO 1 L 31/04 (2006.01) HO 1 L 31/04 H  
 HO 1 L 31/042 (2006.01) HO 1 L 31/04 R

請求項の数 15 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2009-144056 (P2009-144056)	(73) 特許権者	000006633
(22) 出願日	平成21年6月17日 (2009.6.17)		京セラ株式会社
(65) 公開番号	特開2010-171370 (P2010-171370A)		京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地
(43) 公開日	平成22年8月5日 (2010.8.5)	(72) 発明者	矢内 誠
審査請求日	平成23年12月15日 (2011.12.15)		滋賀県東近江市蛇溝町1166番地の6
(31) 優先権主張番号	特願2008-327186 (P2008-327186)		京セラ株式会社滋賀八日市工場内
(32) 優先日	平成20年12月24日 (2008.12.24)	(72) 発明者	井上 貴之
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		滋賀県東近江市蛇溝町1166番地の6
			京セラ株式会社滋賀八日市工場内
		審査官	岡田 吉美

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 太陽電池素子、太陽電池モジュールおよび太陽光発電装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光を受光する第1の面と該第1の面の裏側の第2の面とを有する半導体基板と、  
 該半導体基板の前記第1の面に設けられた第1の電極と、  
 インナーリードが取り付けられる第1の部分と、該第1の部分の両側方に設けた第2の部  
 分と、を含み、前記半導体基板の前記第2の面上に所定の第1の方向に互いに間をあけて  
 配列された複数の第2の電極と、を有し、前記第2の部分は第1の延出部および第2の延  
 出部を有し、前記第1の延出部は前記第1の方向に前記第2の延出部よりも長く延びてお  
 り、前記第2の延出部は前記第1の方向とは逆の第2の方向に前記第1の延出部よりも長  
 く延びている太陽電池素子。

【請求項2】

前記複数の第2の電極は直線状に配列されていることを特徴とする請求項1に記載の太  
 陽電池素子。

【請求項3】

前記半導体基板の前記第2の面に設けられており、前記半導体基板を露出させる複数の  
 開口を有する下地集電極をさらに備えることを特徴とする請求項1または2に記載の太陽  
 電池素子。

【請求項4】

前記複数の第2の電極の前記第1の部分は、前記下地集電極と、前記下地集電極の前記  
 開口から露出した前記半導体基板の前記第2の面とにそれぞれまたがって設けられている

ことを特徴とする請求項 3 に記載の太陽電池素子。

【請求項 5】

前記下地集電極の前記開口は、前記インナーリードの長手方向において、前記第 2 の電極の前記第 1 の部分より大きいことを特徴とする請求項 3 または 4 に記載の太陽電池素子。

【請求項 6】

前記下地集電極の前記開口は、前記半導体基板の中央側に位置するものより端部側に位置するものの方が、前記インナーリードの短手方向における幅が広いことを特徴とする請求項 3 ~ 5 のいずれかに記載の太陽電池素子。

【請求項 7】

前記第 2 の電極の前記第 2 の部分が、複数の開口を有することを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の太陽電池素子。

【請求項 8】

前記第 2 の部分の形状を、情報を示す識別形状として用いたことを特徴とする請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載の太陽電池素子。

【請求項 9】

前記第 2 の電極の前記第 1 の部分は、前記インナーリードの短手方向において、前記第 2 の部分より幅が広いことを特徴とする請求項 1 ~ 8 のいずれかに記載の太陽電池素子。

【請求項 10】

前記複数の第 2 の電極の前記第 1 の部分は、前記半導体基板の中央側に位置するものより端部側に位置するものの方が、前記インナーリードの長手方向における幅が長いことを特徴とする請求項 1 ~ 9 のいずれかに記載の太陽電池素子。

【請求項 11】

前記第 2 の電極の前記第 1 の部分は、前記半導体基板の中央領域には設けられていないことを特徴とする請求項 1 ~ 10 のいずれかに記載の太陽電池素子。

【請求項 12】

請求項 1 ~ 11 のいずれかに記載の複数の太陽電池素子と、  
前記複数の太陽電池素子の前記第 2 の電極の前記第 1 の部分に、鉛フリー半田により接続されたインナーリードと、を有する太陽電池モジュール。

【請求項 13】

請求項 1 ~ 11 のいずれかに記載の太陽電池素子の複数の電氣的に接続してなることを特徴とする太陽電池モジュール。

【請求項 14】

請求項 12 または 13 に記載の太陽電池モジュールの 1 以上を発電手段として用いたことを特徴とする太陽光発電装置。

【請求項 15】

請求項 12 または 13 に記載の太陽電池モジュールの 1 以上を有する発電手段と、該発電手段からの直流電力を交流電力に変換する電力変換手段とを備えたことを特徴とする太陽光発電装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、太陽電池素子、太陽電池モジュールおよび太陽光発電装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、環境保護の観点から家庭用の太陽電池の需要が著しく増加する傾向にある。

【0003】

太陽電池モジュールは、インナーリードにより直列又は並列に接続された複数の太陽電池素子が、透光性基板と裏面シートの間で充填材により封入されてなる。

【0004】

10

20

30

40

50

このような太陽電池素子は、pn接合を有しており、単結晶シリコンや多結晶シリコンからなる半導体基板の表面および裏面に、金属を主成分とする材料によって形成された表面側電極、裏面側電極を有している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2006-210654号公報

【特許文献2】特開2003-273377号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0006】

近年、太陽電池素子のコストダウンの要求に対応するため、単結晶シリコン基板および多結晶シリコン基板の薄型化が検討されているが、この薄型化に伴い太陽電池モジュールの製造、保管および運搬時等において、電極が熱等のため膨張或は収縮する熱応力の影響で、基板の表層にクラックが発生し易くなるという問題があった。例えば、インナーリードが半田付けにより裏面側電極に接続される場合、基板の表面が凸状に反るような収縮応力がかかり、表面側電極の近傍に位置する基板の表層部分が剥がれやすい。このような太陽電池素子を用いた場合、出力等に不具合が生じ、信頼性が低いという問題がある。

【0007】

特に環境面への配慮から半田中に実質的に鉛を含有しない、Sn-Ag等の鉛フリー半田を用いる場合、半田の融点が高くなることから、熱による応力の影響が大きくなり基板の表層が欠けやすくなるということがあった。この場合特に、表面側電極と基板との境界部分が欠けやすい。

20

【0008】

本発明は上記問題点を解決するために案出されたものであり、信頼性が高い太陽電池素子、これを使用した太陽電池モジュールおよび太陽光発電装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の一形態に係る太陽電池素子は、光を受光する第1の面と該第1の面の裏側の第2の面とを有する半導体基板と、該半導体基板の前記第1の面に設けられた第1の電極と、インナーリードが取り付けられる第1の部分と、該第1の部分の両側方に設けた第2の部分と、を含み、前記半導体基板の前記第2の面上に所定の第1の方向に互いに間をあけて配列された複数の第2の電極と、を有し、前記第2の部分は第1の延出部および第2の延出部を有し、前記第1の延出部は前記第1の方向に前記第2の延出部よりも長く延びており、前記第2の延出部は前記第1の方向とは逆の第2の方向に前記第1の延出部よりも長く延びている。

30

【0010】

本発明の一形態に係る太陽電池モジュールは、上記太陽電池素子の複数を電氣的に接続してなることを特徴とする。

40

【0011】

本発明の一形態に係る太陽光発電装置は、上記太陽電池モジュールの1以上を発電手段として用いたことを特徴とする。

【発明の効果】

【0012】

本発明の一形態に係る太陽電池素子、太陽電池モジュールおよび太陽光発電装置によれば、上述した構成を有するため、裏面側電極の近傍に位置する基板にかかる応力を低減することができ、基板の表層部分の剥離を低減することができる。よって信頼性の高い太陽電池素子とすることができる。

【0013】

50

また、鉛フリー半田を使用することにより環境面に配慮し、さらに信頼性の高い太陽電池素子、太陽電池モジュールおよび太陽光発電装置の提供が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】(a)は太陽電池モジュールの一実施形態を示す平面図、(b)は(a)の分解断面図である。

【図2】(a)は太陽電池素子の一実施形態を示す平面図、(b)は(a)の裏面図である。

【図3】図2(b)のA部拡大図である。

【図4】(a)は図3のB部拡大図、(b)は(a)のX-X'における断面の構造を示す。

【図5】太陽電池素子の一実施形態を示す平面図である。

【図6】太陽電池素子における情報表示の一例を示す平面図である。

【図7】太陽光発電装置の一例を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本実施形態に係る太陽電池素子、太陽電池モジュールおよび太陽光発電装置について図面を参照しながら説明する。

【0016】

太陽電池素子は光を受けて発電を行う個々の素子であり、太陽電池モジュールは複数の太陽電池素子が相互に接続されてなる。

【0017】

<太陽電池モジュール>

図1に示すように、太陽電池モジュール1は、複数の太陽電池素子3と、素子間接続部としてのインナーリード4とを備えている。

【0018】

配列された複数の太陽電池素子3は、略形状の枠5内に配設されており、太陽電池素子3の両面を覆うように枠5に嵌め込まれた透光性基板2と裏面シート14との間で、受光面側充填材12と裏面側充填材13とに挟持されている。透光性基板2としては、ガラス板や透明な樹脂板等を用いることができる。

【0019】

インナーリード4は、図2に示す太陽電池素子3の受光面側に設けられた第1の電極の出力取出部21と略同幅、或はそれよりも小幅な長尺状の導電性部材により形成されている。そして、複数の太陽電池素子3が並ぶ各列において、図2に示す第1の電極の出力取出部21と複数の第2の電極25の第1の部分25aとに半田付け等で接続されている。これにより、インナーリード4は、相互に隣合う太陽電池素子3間で、対向し合う太陽電池素子の第1の電極の出力取出部21と複数の第2の電極25の第1の部分25aとを電気的に接続する。

【0020】

このようなインナーリード4としては、例えば、厚さ0.1~0.4mm、幅2mm程度で、その全面が半田によって被覆された帯状の銅やアルミニウム箔等を用いることができる。半田コートされたインナーリード4を用いることで、酸化等によってインナーリード4が劣化し高抵抗化することを低減しやすい。

【0021】

そして、かかるインナーリード4を、ホットエアーや半田鋺を用いて、或は、リフロー炉等を用いて、太陽電池素子3の第1電極21や第2電極25の第1の部分25aに半田付けすることができる。環境面への配慮から、半田が実質的に鉛を含まない鉛フリー半田であることが好ましい。鉛フリー半田としては、Sn-Ag系、Sn-Ag-Cu系、Sn-Bi系、Sn-Bi-Ag系、Sn-Cu-Bi系、Sn-Cu系、Sn-Zn-Bi系、Sn-Sb系を好適に用いることができる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 2 】

受光面側充填材 1 2 および裏面側充填材 1 3 は、例えば、エチレン - 酢酸ビニル共重合体（以下、EVAと略す）やポリビニルブチラール（PVB）から成り、厚さ 0.4 ~ 1 mm 程度のシート状に成形されたものが用いられる。これらはラミネート装置により減圧下にて加熱加圧を行うことで、軟化、融着し、他の部材と一体化する。

## 【 0 0 2 3 】

裏面シート 1 5 は、アルミ箔を挟持したフッ素系樹脂シートやアルミナまたはシリカを蒸着したポリエチレンテレフタレート（PET）シートなどが用いられる。

## 【 0 0 2 4 】

上記した太陽電池モジュール 1 の製造方法の一例について説明する。まず、半田付け等によりインナーリード 4 が接続された複数の太陽電池素子 3（ストリング）を準備する。

10

## 【 0 0 2 5 】

次に、透光性基板 2 上に受光面側充填材 1 2 を置き、さらにその上にインナーリード 4 で接続した太陽電池素子 3 を置く。さらにその上に裏面側充填材 1 3、裏面シート 1 4 を順次積層する。このような状態にして、ラミネーターにセットし、減圧下にて加圧しながら 100 ~ 200 で例えば 15 分 ~ 1 時間加熱することにより、これらが一体化し、太陽電池モジュール 1 となる。

## 【 0 0 2 6 】

< 太陽電池素子 >

図 2 ( a ) は本実施形態に係る太陽電池素子 3 の平面図であり、図 2 ( b ) は太陽電池素子 3 の裏面図である。図 3 は、図 2 ( b ) に示す A 部の拡大図である。図 4 ( a ) は図 3 に示す B 部の拡大図であり、図 4 ( b ) は図 4 ( a ) の X - X ' における断面を示す。図において、T 方向はインナーリード 4 の長手方向を示し、S 方向はインナーリード 4 の短手方向を示す。

20

## 【 0 0 2 7 】

この太陽電池素子 3 は、光を受光する第 1 の面と第 1 の面の裏側の第 2 の面とを有する半導体基板 2 0 と、半導体基板 2 0 の第 1 の面に設けられた第 1 の電極と、インナーリード 4 が取り付けられる第 1 の部分 2 5 a と、第 1 の部分 2 5 a の側方に延びた第 2 の部分 2 5 b と、を含み、所定の第 1 の方向に互いに間をあけて半導体基板 2 0 の第 2 の面に配列された複数の第 2 の電極 2 5 と、を有する。

30

## 【 0 0 2 8 】

半導体基板 2 0 は、板状、ここでは、略方形板状に形成されている。半導体基板 2 0 は、例えば、単結晶シリコン又は多結晶シリコンなどから成る。この半導体基板 2 0 の内部には、ボロン（B）などの p 型の導電性を呈する不純物を含有する p 型シリコンと P（リン）などの n 型の導電性を呈する不純物を含有する n 型シリコンの接合した p n 接合部を備える。

## 【 0 0 2 9 】

この半導体基板 2 0 の受光面側に、反射防止膜を設けても良い。この反射防止膜は、窒化シリコンや酸化チタンの膜から成り、所望の波長領域の光の反射率を低減させて、光生成キャリア量を増大させる役割を果たし、太陽電池素子 3 の光電流密度  $J_{sc}$  を向上させる。

40

## 【 0 0 3 0 】

第 1 の電極は、出力取出部 2 1 と、出力取出部 2 1 に対して略垂直に交わるように設けられており出力取出部 2 1 より幅が狭い集電部 2 2 とを有する。このような第 1 の電極（出力取出部 2 1、集電部 2 2）の厚みは、10 ~ 40  $\mu\text{m}$  程度である。

## 【 0 0 3 1 】

第 1 の電極の集電部 2 2 は、幅 50 ~ 200  $\mu\text{m}$  程度であり、半導体基板 2 0 で発生したキャリアを集電する役割を有する。

## 【 0 0 3 2 】

第 1 の電極の出力取出部 2 1 は、幅 1.3 mm ~ 2.5 mm 程度であり、集電部 2 2 で

50

集めたキャリア（電力）を集め、外部に出力する役割を有している。

【 0 0 3 3 】

半導体基板 2 0 の第 2 の面には、下地集電極 2 4 と、第 2 の電極 2 5 が設けられている。第 2 の電極 2 5 の厚みは 1 0  $\mu\text{m}$  ~ 3 0  $\mu\text{m}$  程度、幅は 3 . 5 mm ~ 7 mm 程度である。

【 0 0 3 4 】

下地集電極 2 4 は、半導体基板 2 0 の第 2 の面の略全面に設けられており、半導体基板 2 0 を露出させる複数の開口 2 8 を有する。下地集電極 2 4 の厚みは 1 5  $\mu\text{m}$  ~ 5 0  $\mu\text{m}$  程度である。

【 0 0 3 5 】

第 2 の電極 2 5 の第 1 の部分 2 5 a は、下地集電極 2 4 および第 2 の部分 2 5 b で集めたキャリア（電力）を集め、外部に出力する役割を有している。第 2 の部分 2 5 b は、下地集電極 2 4 からのキャリアを第 1 の部分 2 5 a に伝える役割を有している。

【 0 0 3 6 】

第 2 の電極 2 5 は、インナーリード 4 が接続される T 方向に沿って複数個が、互いに間（第 1 の部分 2 5 a 間は符号 2 4 a、第 2 の部分 2 5 b 間は符号 3 0 で示す領域）をあけて直線状に配列されている。このような構成により、太陽電池モジュールの製造、保管および運搬時等において、電極が熱等のため膨張或は収縮する熱応力を分散、低減させることができ接続部 2 5 b と集電部 2 4 との接合強度を向上させることができる。よって、第 2 の電極 2 5 が半導体基板 2 0 に及ぼす力を低減することができ、半導体基板 2 0 の表層部分の剥離を低減して信頼性の高い太陽電池素子とすることができる。特に、インナーリード 4 の半田付けに用いる半田として鉛フリー半田を使用しても、本実施形態の構造にすることによって、基板 2 0 のごく薄い表層部分が剥がれるといった問題を低減できる。

【 0 0 3 7 】

第 1 の部分 2 5 a は、下地集電極 2 4 と、下地集電極 2 4 の開口 2 8 から露出した半導体基板 2 0 の第 2 の面とにそれぞれまたがって設けられている。よって、複数の第 2 の電極 2 5 の第 1 の部分 2 5 a 間には、下地集電極の一部 2 4 a が配置されている。

【 0 0 3 8 】

また、第 2 の部分 2 5 b は、第 1 の部分 2 5 a と連続して形成されており、下地集電極 2 4 上に設けられている。図 4 ( a ) において、第 2 の部分 2 5 b は、第 1 の部分 2 5 a の両側方に設けられており、下地集電極 2 4 との接触面積を増やすため、互いに逆方向（第 1 の方向である T 方向、第 1 の方向とは逆の第 2 の方向である - T 方向）に延出している。すなわち、第 2 の部分 2 5 b は、T 方向に第 2 の延出部よりも長く延びている第 1 の延出部と、- T 方向に第 1 の延出部よりも長く延びている第 2 の延出部とを有する。また、第 2 の部分 2 5 b は複数の開口 2 7 を有している。開口 2 7 を有することにより、応力の分散、低減の効果を向上できる。

【 0 0 3 9 】

また、インナーリード 4 は、太陽電池素子のうち、複数の第 2 の電極 2 5 の第 1 の部分 2 5 a に接続される。よって、インナーリード 4 は、部分的に太陽電池素子 3 に対して半田付けされない領域を備えるため、半田付け後、インナーリード 4 と基板 2 0 との熱膨張率の差に起因して半導体基板 2 0 に生じる応力を、インナーリード 4 の半田付けされない部分の変形により吸収することが可能になり、応力を低減することができる。

【 0 0 4 0 】

さらに、インナーリード 4 と半導体基板 2 0 との熱膨張率の差に起因して半導体基板 2 0 は、半導体基板 2 0 の受光面側を凸とする方向に反りが生じやすい。この反りにより、複数の第 2 の電極 2 5 の第 1 の部分 2 5 a 間の下地集電極 2 4 a と、インナーリード 4 は互いに接しやすくなる。これにより、下地集電極 2 4 a とインナーリード 4 との接触部分でキャリアがインナーリード 4 へ移動し、不連続な複数の第 2 の電極 2 5 の第 1 の部分 2 5 a の直列抵抗成分を大きく上げることなく応力の低減が可能となる。

【 0 0 4 1 】

10

20

30

40

50

また、図3に示すように、方向Tにおける下地集電極24の開口28の幅は、半導体基板20端部の開口28(幅J)の方が、端部より中央側に位置する開口28(幅K)よりも大きい。従って、第2の電極25の第1の部分25aは、半導体基板20の端部側に位置するものの方が、中央側に位置するものよりも半導体基板20に対して大面積で接する。このような構成とすることによって、例えば、モジュール製造時にストリングの両端を持ち上げた際、インナーリード4によって太陽電池素子に応力が加えられた場合にも、第2の電極25と基板20との接合強度が強固となり第2の電極25が半導体基板20から剥離しにくい。

【0042】

また、図3に示すように、方向Sにおける下地集電極24の開口28の幅は、半導体基板20端部の開口28(幅I)の方が、端部より中央側に位置する開口28(幅H)よりも大きい。従って、第2の電極25の第1の部分25aは、半導体基板20の端部側に位置するものの方が、中央側に位置するものよりも半導体基板20に対して大面積で接する。このような構成とすることによって、例えば、モジュール製造時にインナーリード4が傾いて配置された場合にも、第2の電極25の第1の部分25aの周辺部が下地集電極24上にないため、接合強度が強固となり基板20から剥離しにくい。

【0043】

また、図3において、半導体基板20の端部側の開口28の一つは台形状とされている。このような構成とすることにより、インナーリード4が傾いて配置された場合にも、接合強度が強固となり基板20から剥離しにくい。

【0044】

また、図3において、半導体基板20の中央領域Cには第2の電極25の第1の部分25aは設けられていない。また、半導体基板20の中央領域Cに設けられた第2の電極25の第2の部分25bは、半導体基板20の端部に設けられた第2の電極25の第2の部分25bと比べて長い。インナーリード4半田付け時の応力は、一般的に太陽電池素子の中央領域Cに発生しやすく、このため中央領域Cにおいて、第1の部分25aを設けず、さらに第2の部分25bを下地集電極24に対して大面積に接する構成とすることで、インナーリード4による応力を低減しつつ、さらに第2の電極25のはがれを低減することができる。

【0045】

また、図4(a)に拡大図で示すように、下地集電極24の開口28の方向Tにおける幅Kは、第2の電極25の第1の部分25aの幅Lより大きい。従って、開口28に着目した場合、第2の電極25の第1の部分25aが形成された領域と、当該領域のT方向の両側部において、基板が露出された領域28aとが存在する。このような構成とすることにより、インナーリード4を半田付けした後におけるインナーリード4と基板20との熱膨張率の差に起因して応力が発生した場合でも、第2の電極25の第1の部分25aの周辺部が下地集電極24上にないため、接合強度が強固となり基板20から剥離しにくい。また、T方向で第2の電極25の第1の部分25aが半導体基板20上に設けられるため、第1の部分25aの接合強度を強固なものにすることができる。

【0046】

また、第2の電極25の第1の部分25aの幅Qは、インナーリード4の幅方向Sにおいて、第2の部分25bの幅Rより大きい。

【0047】

各部の寸法の一例は次の通りである。第2の電極25の第1の部分25aのT方向の幅Lは、1~3mm程度であり、第2の部分25bに設けられる開口27のT方向の幅Nは0.5~1mm程度であり、開口27間のT方向の幅Mは0.1~0.7mm程度である。また複数の第2の電極25の第2の部分25bの間隔は、0.5~2mm程度である。さらに第2の電極25の第1の部分25aのS方向の幅Qは、3~5mm程度、第2の部分25bのS方向の幅Rは1~4mm程度であり、下地集電極24に設けられた開口部28のS方向の幅Hは2~5mm程度である。

## 【0048】

< 太陽電池素子の製造方法 >

上記した太陽電池素子3の製造方法の一例について説明する。まず、上記半導体基板20の元となる基板として、所定のドーパント（導電型制御用の不純物）がドーブされることで、一導電型（ここではp型の導電型）を有するものを準備する。

## 【0049】

上記元となる基板は、例えば、ドーパント元素としてB（ホウ素）或はGa（ガリウム）を、 $1 \times 10^{15} \sim 1 \times 10^{17} \text{ atoms/cm}^3$ 程度ドーブすることで、p型の導電型を呈する。ドーパント元素のドーブは、例えば、シリコンインゴット製造途中において、シリコン融液中に、ドーパント元素そのものを、或は、ドーパント元素をシリコン中に含んだドーパント材を、溶かすことで実現できる。

10

## 【0050】

この後、必要に応じて、元となる基板のうち第1面側に、多数の微細な突起を有する凹凸形状を形成する。

## 【0051】

次に、逆導電型層を形成する。逆導電型層は、逆導電型を呈するドーパントを上記元となる半導体基板の所定部分に拡散させることによって形成される。例えば、p型の導電型を呈する半導体基板を用いる場合、逆導電型層を形成するためのn型化ドーピング元素としては、P（リン）を用いることが好ましい。また、拡散する方法としては、所定の形成対象箇所ペースト状態にした $\text{P}_2\text{O}_5$ を塗布して熱拡散させる塗布熱拡散法、ガス状態にした $\text{POCl}_3$ （オキシ塩化リン）を拡散源として所定の形成対象箇所に拡散させる気相熱拡散法、或は、 $\text{p}^+$ イオンを形成対象箇所に対して直接拡散させるイオン打込み法等を用いることができる。

20

## 【0052】

なお、基板の表面に反射防止膜を形成してもよい。反射防止膜の形成方法としては、PECVD（プラズマ強化化学気相堆積法）法、蒸着法或はスパッタ法等を用いることができる。また、反射防止膜は、出力取出部21と集電部22とが形成された後に形成されてもよい。

## 【0053】

次に、基板の裏面側に高濃度ドーブ層を形成する。例えば、ボロンをドーパント元素とする場合、 $800 \sim 1100$ 程度の温度条件下で、 $\text{BBr}_3$ （三臭化ボロン）を拡散源とする熱拡散法により、高濃度ドーブ層を形成することができる。また、例えば、アルミニウムをドーパント元素とする場合、アルミニウム粉末と有機ビヒクル等を含むアルミニウムペーストを、印刷法で基板の裏面に塗布した後、最高温度 $700 \sim 850$ 程度の温度で熱処理（焼成）してアルミニウムを基板の裏面で拡散させることで、高濃度ドーブ層を形成することができる。なお、後者の方法による場合、焼成後に裏面に形成されたアルミニウムの層を除去せずにそのまま下地集電極24として用いることができる。

30

## 【0054】

次に、表面電極を構成する出力取出部21と集電部22とを形成する。出力取出部21と集電部22とは、塗布法を用いて形成される。具体的には、例えば、銀等の金属粉末100重量部に対して有機ビヒクルを10～30重量部、ガラスフリットを0.1～10重量部添加した導電性ペーストを、半導体基板12の第1面12aの所定領域に塗布して塗布膜を形成した後、この塗布膜を最高温度 $600 \sim 850$ で数十秒～数十分程度焼成することにより、受光面側電極を形成することができる。塗布法としては、スクリーン印刷法などを用いることができ、好ましくは塗布後、所定の温度で溶剤を蒸散させて乾燥させる。

40

## 【0055】

続いて、基板20の裏面に、下地集電極24を形成する。下地集電極24についても塗布法を用いて形成することができる。具体的には、アルミニウム又は銀等の金属粉末100重量部に対して有機ビヒクルを10～30重量部、ガラスフリットを0.1～5重量部

50

添加した導電性ペーストを、半導体基板 20 の裏面のほぼ全領域に塗布して塗布膜を形成する。塗布法としては、スクリーン印刷法などを用いることができる。好ましくは、塗布後、所定の温度で溶剤を蒸散させて乾燥させる。なお、前述したように、アルミニウムを含む導電性ペーストを用いた場合には、高濃度ドーパ層と下地集電極 24 とを同時に形成することができる。

【0056】

次に、半導体基板 20 の裏面側に、第 2 の電極 25 を形成する。第 2 の電極 25 についても塗布法を用いて形成することができる。具体的には、銀等の金属粉末 100 重量部に対して有機ビヒクルを 10 ~ 30 重量部、ガラスフリットを 0.1 ~ 5 重量部添加した導電性ペーストを所定のパターンにて塗布して塗布膜を形成する。塗布方法としては、スクリーン製版を用いて導電ペーストをプリントして第 2 の電極 25 を形成する場合においては、図 4 (a) に示すような形状にプリントできるように使用するスクリーン製版のパターンに隙間等を設けておくことで第 2 の電極 25 の形成が可能である。塗布後、好ましくは所定の温度で溶剤を蒸散させて乾燥させる。そして、基板 20 を焼成炉内にて最高温度が 600 ~ 850 で数十秒 ~ 数十分程度焼成することにより、電極を形成することができる。

10

【0057】

この際、第 2 の電極 25 のうち、下地集電極 24 の開口 28 上に設けられておりインナーリードと接続される部分が第 1 の部分 25 a となり、開口 27 を有する形状に形成された部分が下地集電極 24 との第 2 の部分 25 b となる。第 2 の電極 25 は、隙間 (第 2 の部分 25 b 間 30、第 1 の部分 25 a 間 24 a) を有する複数の島状に形成された裏面電極となる。

20

【0058】

上記では印刷・焼成法による電極形成を用いたが、蒸着やスパッタ等の薄膜形成やメッキ形成を用いて形成することも可能である。

【0059】

以上のようにして、本実施形態に係る太陽電池素子を作製することができる。複数の第 2 の電極 25 を連続させること無く間隔を設けたことにより、焼成時に第 2 の電極 25 と下地集電極 24 の熱膨張率の差に起因して生じる応力を分散、低減させることができ第 2 の部分 25 b と下地集電極 24 との接合強度を向上させることができる。

30

【0060】

なお、本発明は上記各実施形態に限定されるものではなく、本発明の範囲内で多くの修正および変更を加えることができる。

【0061】

例えば、表面に Ag ペーストを塗布し、裏面に Al ペーストと Ag ペーストを塗布して、第 1 の電極、下地集電極 24、第 2 の電極 25 を形成する際に、同時に焼成してもよいし、焼成工程を別々に行っても構わない。また、電極の形成順序も特に限定されない。また、下地集電極 24 を形成した後に Ag ペーストを塗布して第 2 の電極 25 を形成した形状を例にとって説明したが、その逆であっても構わない。

【0062】

また、図 4 (b) において、第 2 の電極 25 の直下には第 1 の電極が設けられているが、図 4 (a) の切断位置によって、第 1 の電極の形成態様は異なる。

40

【0063】

< 太陽電池素子への情報付与 >

次に、太陽電池素子 3 へ製造ロット番号等の情報を付与する一例について説明する。例えば、第 2 の部分 25 a の形状を、情報を示す識別形状として用いる場合について説明する。

【0064】

図 5 に示すように、第 2 の電極 25 の第 2 の部分 25 a は、上述したように複数の開口 27 を有している。第 2 の部分 25 a における開口 27 と下地集電極 24 との間の領域 3

50

2の一部に、例えば図示のような切欠部33a、33bを設けることにより、太陽電池素子3に関する1以上の情報を表示させることができる。

【0065】

例えば、切欠部等を設ける位置、数等に記号または数字等が対応するように予め規則を定めておき、この規則に合わせて切欠部33a、33b等を作製することで、種々の情報を付与することが可能となる。このような切欠部33a、33bは、導電ペーストをプリントするためのスクリーン製版のパターンに切欠部を設けておくことで作製可能である。

【0066】

上記太陽電池素子へ付与する情報としては、例えば太陽電池素子3の製造年月日、製造ロット番号、使用した半導体基板の製造ロット番号、使用したスクリーン製版の製造ロット番号、使用した導電ペーストの製造ロット番号等がある。

10

【0067】

例えば図6に示すように、U1部分には、当該太陽電池素子の製造場所（製造工場、製造ライン等を含む）、U2部分では製造した年、U3部分では製造した月、U4部分では製造した日、さらにU1部分に対向するU5部分では使用したスクリーン製版の製造ロット番号を表示させることが可能である。

【0068】

このように、簡単な方法により複数の太陽電池素子3に関する情報を明瞭に表示することができ、太陽電池素子3の履歴などを短時間で簡単に知ることができる。

【0069】

なお、情報付与の形状として切欠部を設けた例について説明したが、これに限定されるものではなく、切欠部の代わりに突起形状等でもよく、また、これらの組み合わせでもよい。

20

【0070】

<太陽光発電装置>

本発明の一形態に係る太陽光発電装置は、上述した太陽電池モジュールの1以上を発電手段として用いるものとするか、もしくは、太陽電池モジュールの1以上を有する発電手段と、この発電手段からの直流電力を交流電力に変換する電力変換手段とを備えたものとする。

【0071】

例えば図7に示すように、太陽光発電装置50は、上記太陽電池モジュールの1以上を電氣的に接続した発電手段としての太陽電池モジュール40と、この太陽電池モジュール40の発電電力（直流電力）が入力され交流電力に変換する電力変換装置45とを備えている。なお、太陽電池モジュール40は複数あってもよく、これら複数の太陽電池モジュールどうしが電氣的に接続されていてもよい。

30

【0072】

電力変換装置45は、例えば入力フィルタ回路41、電力変換回路42、出力フィルタ回路43および制御回路44を備えたものである。このようにして太陽電池モジュール40で発電された直流電力が電力変換装置45によって交流電力に変換され、この交流電力が商用電源系統46に入力される。このような太陽光発電装置50によれば、これを構成する太陽電池モジュールが信頼性が高いため、信頼性の優れた太陽光発電装置を提供することができる。

40

【符号の説明】

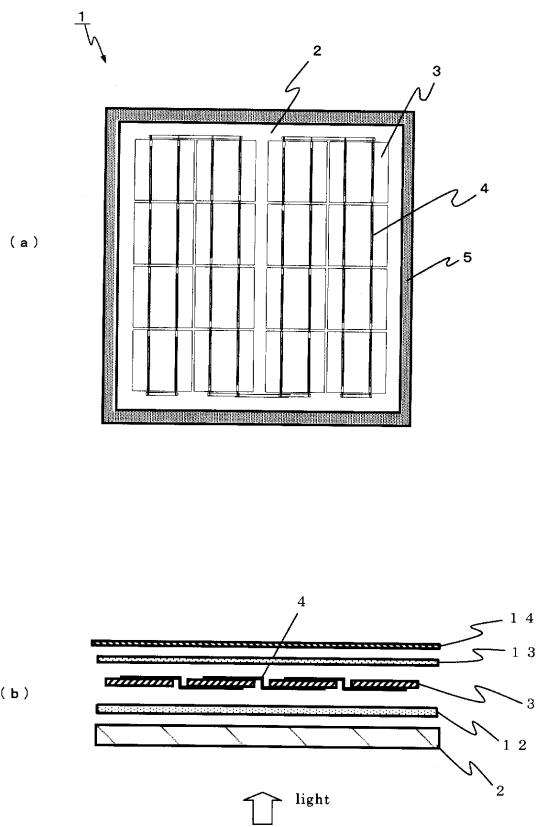
【0073】

- 1：太陽電池モジュール
- 3：太陽電池素子
- 20：半導体基板
- 22：第1の電極
- 25：第2の電極
- 25a：第2の電極の第1の部分

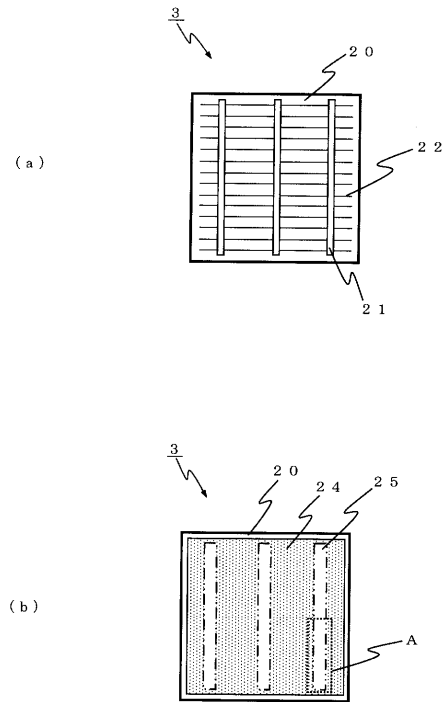
50

25b : 第2の電極の第2の部分  
50 : 太陽光発電装置

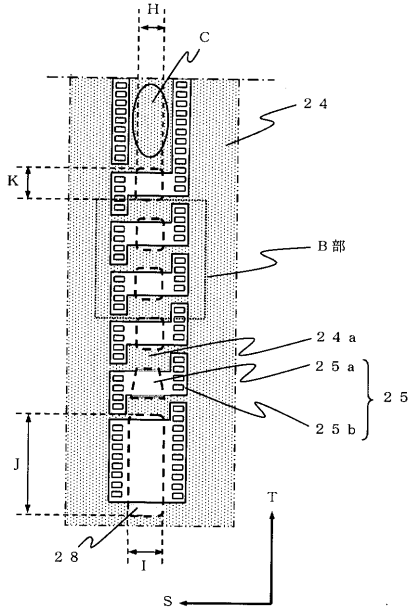
【図1】



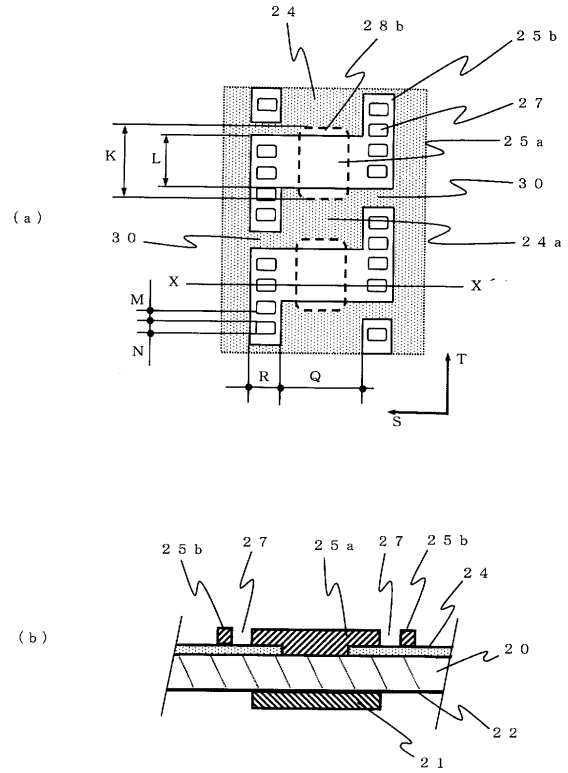
【図2】



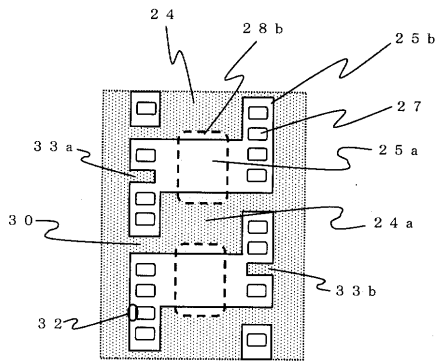
【図3】



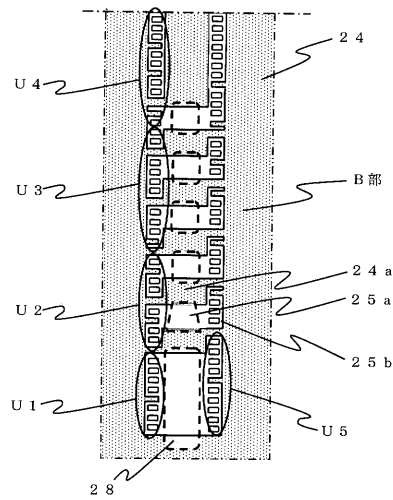
【図4】



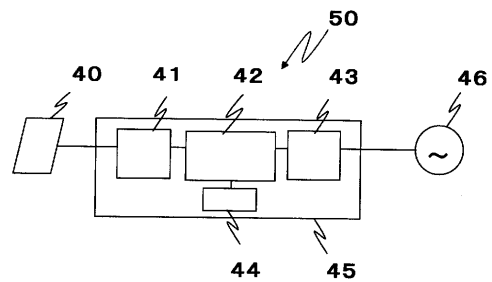
【図5】



【図6】



【図7】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平10-144943(JP,A)  
特開2005-101273(JP,A)  
特開2006-210654(JP,A)  
特開2005-191107(JP,A)  
特開2006-156693(JP,A)  
特開2000-164902(JP,A)  
特開2002-064214(JP,A)  
特開平06-077509(JP,A)  
国際公開第2008/139787(WO,A1)  
特開2008-010857(JP,A)  
特開2008-300440(JP,A)  
特開2007-273857(JP,A)  
特開2007-272639(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 31/04 - 31/078