

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6350858号  
(P6350858)

(45) 発行日 平成30年7月4日(2018.7.4)

(24) 登録日 平成30年6月15日(2018.6.15)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 L 31/0747 (2012.01)

H O 1 L 31/06 4 5 5

請求項の数 11 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2014-108372 (P2014-108372)	(73) 特許権者	314012076
(22) 出願日	平成26年5月26日 (2014.5.26)		パナソニックIPマネジメント株式会社
(65) 公開番号	特開2015-225900 (P2015-225900A)		大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号
(43) 公開日	平成27年12月14日 (2015.12.14)	(74) 代理人	100109210
審査請求日	平成29年2月17日 (2017.2.17)		弁理士 新居 広守
		(74) 代理人	100137235
			弁理士 寺谷 英作
		(74) 代理人	100131417
			弁理士 道坂 伸一
		(72) 発明者	林 尚史
			大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三洋電機株式会社内
		(72) 発明者	三島 孝博
			大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三洋電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 太陽電池の製造方法及び太陽電池

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

一導電型の半導体基板の主面上に一導電型の領域と他導電型の領域が形成された太陽電池の製造方法であって、

前記半導体基板の主面上に一導電型の第1の半導体層を形成する工程と、

前記第1の半導体層上に絶縁層を形成する工程と、

前記絶縁層上に保護層を形成する工程と、

前記一導電型の領域における前記第1の半導体層、前記絶縁層及び前記保護層を残すように、前記一導電型の領域以外の領域における前記第1の半導体層、前記絶縁層及び前記保護層をエッチングして除去する工程と、

前記絶縁層の側面をエッチングして部分的に除去することにより、前記絶縁層の側面が、前記第1の半導体層の側面及び前記保護層の側面より内側に後退して位置する後退領域を形成する工程と、

前記半導体基板、前記保護層、及び前記後退領域の前記第1の半導体層の上に、他導電型の第2の半導体層を形成する工程と、

前記絶縁層上の前記保護層及び前記第2の半導体層をエッチングして除去する工程とを備える、太陽電池の製造方法。

【請求項2】

前記保護層がp型非晶質シリコン層である、請求項1に記載の太陽電池の製造方法。

【請求項3】

10

20

前記後退領域を形成する工程において、前記絶縁層の側面をウェットエッチングにより除去する、請求項 1 または 2 に記載の太陽電池の製造方法。

【請求項 4】

前記第 1 の半導体層、前記絶縁層及び前記保護層をエッチングする工程が、前記保護層上にフォトリソグラフィ法によりレジストパターンを形成する工程と、前記レジストパターンをマスクにして、前記保護層をエッチングする工程とを含む、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の太陽電池の製造方法。

【請求項 5】

前記保護層をエッチングした後、前記レジストパターンを剥離する工程と、前記保護層をマスクにして、前記絶縁層及び前記第 1 の半導体層をエッチングする工程とをさらに含む、請求項 4 に記載の太陽電池の製造方法。 10

【請求項 6】

一導電型が n 型であり、他導電型が p 型である、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の太陽電池の製造方法。

【請求項 7】

前記第 1 の半導体層が、前記半導体基板の主面上に形成される第 1 の真性半導体膜と、前記第 1 の真性半導体膜の上に形成される一導電型の第 1 の半導体膜の積層構造を有し、前記第 2 の半導体層が、前記半導体基板、前記保護層、及び前記後退領域の前記第 1 の半導体層の上に形成される第 2 の真性半導体膜と、前記第 2 の真性半導体膜の上に形成される他導電型の第 2 の半導体膜の積層構造を有する、請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の太陽電池の製造方法。 20

【請求項 8】

一導電型の半導体基板と、前記半導体基板の主面上に形成された一導電型の第 1 の半導体層と、前記第 1 の半導体層上に形成された絶縁層と、前記絶縁層上に形成された保護層と、前記半導体基板及び前記保護層の上に形成された他導電型の第 2 の半導体層とを備え、前記絶縁層の側方には、前記絶縁層の側面が、前記第 1 の半導体層の側面及び前記保護層の側面より内側に後退して位置する後退領域が形成されており、前記後退領域の前記第 1 の半導体層の上に、前記第 2 の半導体層が形成されている、太陽電池。 30

【請求項 9】

前記保護層が p 型非晶質シリコン層である、請求項 8 に記載の太陽電池。

【請求項 10】

前記一導電型が n 型であり、前記他導電型が p 型である、請求項 8 または 9 に記載の太陽電池。

【請求項 11】

前記第 1 の半導体層が、前記半導体基板の主面上に形成される第 1 の真性半導体膜と、前記第 1 の真性半導体膜の上に形成される一導電型の第 1 の半導体膜の積層構造を有し、前記第 2 の半導体層が、前記半導体基板、前記保護層、及び前記後退領域の前記第 1 の半導体層の上に形成される第 2 の真性半導体膜と、前記第 2 の真性半導体膜の上に形成される他導電型の第 2 の半導体膜の積層構造を有する、請求項 8 ~ 10 のいずれか一項に記載の太陽電池。 40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、太陽電池の製造方法及び太陽電池に関する。

【背景技術】

【0002】

発電効率が高い太陽電池として、太陽電池の裏面側に p 型領域及び n 型領域が形成された、いわゆる裏面接合型の太陽電池が提案されている（例えば、特許文献 1）。この裏面 50

接合型の太陽電池では、受光面側に電極を設ける必要がないので、光の受光効率を高めることができる。

【0003】

太陽電池モジュールは、複数の太陽電池を接続することにより構成されている。このような太陽電池モジュールにおいて、複数の太陽電池の内の一部の太陽電池が、障害物の影に入ることなどにより、太陽光を受光することができなくなると、該一部の太陽電池に他の太陽電池の総発生電圧が逆方向電圧として印加され、該一部の太陽電池が発熱する現象（ホットスポット現象）が生じることが知られている（例えば、特許文献2）。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0004】

【特許文献1】特開2012-33666号公報

【特許文献2】特開2013-33832号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明の目的は、ホットスポット現象が発生するのを抑制することができる太陽電池を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

20

本発明の太陽電池の製造方法は、一導電型の半導体基板の主面上に一導電型の領域と他導電型の領域が形成された太陽電池の製造方法であって、前記半導体基板の主面上に一導電型の第1の半導体層を形成する工程と、前記第1の半導体層上に絶縁層を形成する工程と、前記絶縁層上に保護層を形成する工程と、前記一導電型の領域における前記第1の半導体層、前記絶縁層及び前記保護層を残すように、前記一導電型の領域以外の領域における前記第1の半導体層、前記絶縁層及び前記保護層をエッチングして除去する工程と、前記絶縁層の側面をエッチングして部分的に除去することにより、前記絶縁層の側面が、前記第1の半導体層の側面及び前記保護層の側面より内側に後退して位置する後退領域を形成する工程と、前記半導体基板、前記保護層、及び前記後退領域の前記第1の半導体層の上に、他導電型の第2の半導体層を形成する工程と、前記絶縁層上の前記保護層及び前記第2の半導体層をエッチングして除去する工程とを備える。

30

【0007】

本発明の太陽電池は、一導電型の半導体基板と、前記半導体基板の主面上に形成された一導電型の第1の半導体層と、前記第1の半導体層上に形成された絶縁層と、前記絶縁層上に形成された保護層と、前記半導体基板及び前記保護層の上に形成された第2の半導体層とを備え、前記絶縁層の側方には、前記絶縁層の側面が、前記第1の半導体層の側面及び前記保護層の側面より内側に後退して位置する後退領域が形成されており、前記後退領域の前記第1の半導体層の上に、前記第2の半導体層が形成されている。

【発明の効果】

【0008】

40

本発明によれば、ホットスポット現象が発生するのを抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】第1の実施形態における太陽電池の模式的平面図である。

【図2】図1に示すII-II線に沿う断面の一部を拡大して示す模式的断面図である。

【図3】第1の実施形態における後退領域を示す模式的平面図である。

【図4】第1の実施形態における太陽電池の製造工程を説明するための模式的断面図である。

【図5】第1の実施形態における太陽電池の製造工程を説明するための模式的断面図である。

50

【図 6】第 1 の実施形態における太陽電池の製造工程を説明するための模式的断面図である。

【図 7】第 1 の実施形態における太陽電池の製造工程を説明するための模式的断面図である。

【図 8】第 1 の実施形態における太陽電池の製造工程を説明するための模式的断面図である。

【図 9】第 1 の実施形態における太陽電池の製造工程を説明するための模式的断面図である。

【図 10】第 1 の実施形態における太陽電池の製造工程を説明するための模式的断面図である。

10

【図 11】第 1 の実施形態における太陽電池の製造工程を説明するための模式的断面図である。

【図 12】第 1 の実施形態における太陽電池の製造工程を説明するための模式的断面図である。

【図 13】第 1 の実施形態における太陽電池の製造工程を説明するための模式的断面図である。

【図 14】第 1 の実施形態における太陽電池の製造工程を説明するための模式的断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

20

(第 1 の実施形態)

以下、好ましい実施形態について説明する。但し、以下の実施形態は単なる例示であり、本発明は以下の実施形態に限定されるものではない。また、各図面において、実質的に同一の機能を有する部材は同一の符号で参照する場合がある。

【0011】

図 1 は、第 1 の実施形態における太陽電池の模式的平面図である。図 2 は、図 1 に示す II - II 線に沿う断面の一部を拡大して示す模式的断面図である。

【0012】

太陽電池 1 は、図 2 に示すように、半導体基板 10 を備えている。半導体基板 10 は、第 2 の主面としての受光面 10 a と、第 1 の主面としての裏面 10 b とを有する。半導体基板 10 は、受光面 10 a において、光 11 を受光することによってキャリアを生成する。ここで、キャリアとは、光が半導体基板 10 に吸収されることにより生成される正孔及び電子のことである。

30

【0013】

半導体基板 10 は、n 型または p 型の導電性を有する結晶性半導体基板により構成されている。結晶性半導体基板の具体例としては、例えば、単結晶シリコン基板、多結晶シリコン基板等の結晶シリコン基板が挙げられる。なお、半導体基板は、結晶性半導体基板以外の半導体基板によっても構成することができる。例えば、GaAs や InP 等からなる化合物半導体基板を半導体基板 10 に替えて用いることができる。以下、本実施形態では、半導体基板 10 が、一導電型である n 型の結晶シリコン基板により構成されている例について説明する。

40

【0014】

半導体基板 10 の受光面 10 a の上には、真性な非晶質半導体 (以下、真性な半導体を「i 型半導体」とする。) からなる i 型非晶質半導体膜 17 i が形成されている。本実施形態においては、i 型非晶質半導体膜 17 i は、具体的には、水素を含有する i 型のアモルファスシリコンにより形成されている。i 型非晶質半導体膜 17 i の厚みは、発電に実質的に寄与しない程度の厚みである限りにおいて特に限定されない。i 型非晶質半導体膜 17 i の厚みは、例えば、数 nm ~ 25 nm 程度とすることができる。

【0015】

なお、本発明において、「非晶質半導体」には、微結晶半導体を含むものとする。微結

50

晶半導体とは、非晶質半導体中に半導体結晶が析出している半導体をいう。

【0016】

i型非晶質半導体膜17iの上には、半導体基板10と同じ導電型を有するn型非晶質半導体膜17nが形成されている。n型非晶質半導体膜17nは、n型のドーパントが添加されており、n型の導電型を有する非晶質半導体膜である。具体的には、本実施形態では、n型非晶質半導体膜17nは、水素を含有するn型アモルファスシリコンからなる。n型非晶質半導体膜17nの厚みは、特に限定されない。n型非晶質半導体膜17nの厚みは、例えば、2nm~50nm程度とすることができる。

【0017】

n型非晶質半導体膜17nの上には、反射防止膜としての機能と保護膜としての機能とを兼ね備えた絶縁層16が形成されている。絶縁層16は、例えば、酸化ケイ素、窒化ケイ素、酸窒化ケイ素により形成することができる。絶縁層16の厚みは、付与しようとする反射防止膜の反射防止特性等に応じて適宜設定することができる。絶縁層16の厚みは、例えば80nm~1000nm程度とすることができる。

【0018】

上記のi型非晶質半導体膜17i、n型非晶質半導体膜17n及び絶縁層16の積層構造は、半導体基板10のパッシベーション層としての機能及び反射防止膜としての機能を有する。

【0019】

半導体基板10の裏面10bの上には、一導電型であるn型の第1の半導体層12と、他導電型であるp型の第2の半導体層13とが形成されている。一導電型の領域であるn型の領域R1は、第1の半導体層12を有しており、他導電型の領域であるp型の領域R2は、第2の半導体層13を有している。図1に示すように、n型の領域R1とp型の領域R2のそれぞれは、くし歯状に形成されている。n型の領域R1とp型の領域R2とは互いに間挿し合うように形成されている。このため、裏面10b上において、n型の領域R1とp型の領域R2とは、交差幅方向yに垂直な方向xに沿って交互に配列されている。n型の領域R1とp型の領域R2との間には、絶縁領域R3が形成されている。図1に示すように、絶縁領域R3は、y方向に延びるように形成されており、ターン領域R4で折り返して、その後、逆のy方向に延びるように形成される。

【0020】

図2に示すように、第1の半導体層12は、半導体基板10の裏面10bの上に形成されている、第1の真性半導体膜としてのi型非晶質半導体膜12iと、i型非晶質半導体膜12iの上に形成されている第1の半導体膜としてのn型非晶質半導体膜12nとの積層構造を有する。i型非晶質半導体膜12iは、上記i型非晶質半導体膜17iと同様に、水素を含有するアモルファスシリコンからなる。i型非晶質半導体膜12iの厚みは、発電に実質的に寄与しない程度の厚みである限りにおいて特に限定されない。i型非晶質半導体膜12iの厚みは、例えば、数nm~25nm程度とすることができる。

【0021】

n型非晶質半導体膜12nは、上記n型非晶質半導体膜17nと同様に、n型のドーパントが添加されており、半導体基板10と同様に、n型の導電型を有する。具体的には、本実施形態では、n型非晶質半導体膜12nは、水素を含有するn型アモルファスシリコンからなる。n型非晶質半導体膜12nの厚みは、特に限定されない。n型非晶質半導体膜12nの厚みは、例えば、2nm~50nm程度とすることができる。

【0022】

n型非晶質半導体膜12nの上には絶縁層18が形成されている。第1の半導体層12の積層方向と直行する方向である幅方向の中央部12aは、絶縁層18に覆われていない。絶縁層18の材質は、特に限定されない。絶縁層18は、例えば、酸化ケイ素、窒化ケイ素、酸窒化ケイ素等により形成することができる。なかでも、絶縁層18は、窒化ケイ素により形成されていることが好ましい。また、絶縁層18は、水素を含んでいることが好ましい。

10

20

30

40

50

## 【0023】

絶縁層18の上には、保護層19が形成されている。保護層19は、少なくとも絶縁層18がエッチングされるエッチング液によっては実質的にエッチングされない材料から形成されていればよい。保護層19は、本実施形態では、p型のアモルファスシリコンからなるp型非晶質シリコン層である。

## 【0024】

絶縁層18の側面18bは、第1の半導体層12の側面12b及び保護層19の側面19bよりも幅方向(x方向)において内側に位置するように後退している。したがって、第1の半導体層12と絶縁層18との間には、絶縁層18の側面18bが内側に後退した後退領域Aが形成されている。後退領域Aにおける第1の半導体層12は、絶縁層18に覆われていない。

10

## 【0025】

第2の半導体層13は、半導体基板10の裏面10bの第1の半導体層12から露出した部分、保護層19及び後退領域Aにおける第1の半導体層12の上に形成されている。第2の半導体層13は、第2の真性半導体膜としてのi型非晶質半導体膜13iと、i型非晶質半導体膜13iの上に形成される第2の半導体膜としてのp型非晶質半導体膜13pとの積層構造を有する。i型非晶質半導体膜13iは、半導体基板10の裏面10b、保護層19及び後退領域Aにおける第1の半導体層12の上に形成されている。

## 【0026】

本実施形態においては、後退領域Aにおける第1の半導体層12の上にi型非晶質半導体膜13iのみが形成されている。しかしながら、本発明はこれに限定されるものではない。後退領域Aにおける第1の半導体層12の上には、i型非晶質半導体膜13i及びp型非晶質半導体膜13pの両方が形成されていてもよい。

20

## 【0027】

i型非晶質半導体膜13iは、水素を含有するアモルファスシリコンからなる。i型非晶質半導体膜13iの厚みは、発電に実質的に寄与しない程度の厚みである限りにおいて特に限定されない。i型非晶質半導体膜13iの厚みは、例えば、数nm~25nm程度とすることができる。

## 【0028】

p型非晶質半導体膜13pは、p型のドーパントが添加されており、p型の導電性を有する非晶質半導体膜である。具体的には、本実施形態では、p型非晶質半導体膜13pは、水素を含有するp型のアモルファスシリコンからなる。p型非晶質半導体膜13pの厚みは、特に限定されない。p型非晶質半導体膜13pの厚みは、例えば、2nm~50nm程度とすることができる。

30

## 【0029】

本実施形態では、結晶性の半導体基板10とp型非晶質半導体膜13pとの間に、実質的に発電に寄与しない程度の厚みのi型非晶質半導体膜13iが設けられている。本実施形態のように、n型の半導体基板10とp型非晶質半導体膜13pとの間にi型非晶質半導体膜13iを設けることにより、半導体基板10とp型の第2の半導体層13との接合界面における少数キャリアの再結合を抑制することができる。その結果、光電変換効率の向上を図ることができる。

40

## 【0030】

なお、i型非晶質半導体膜12i, 13i, 17i、n型非晶質半導体膜12n, 17n及びp型非晶質半導体膜13pのそれぞれは、パッシベーション性を高めるため、水素を含むものであることが好ましい。

## 【0031】

n型非晶質半導体膜12nの上には、電子を収集する、一導電型側の電極としてのn側電極14が形成されている。一方、p型非晶質半導体膜13pの上には、正孔を収集する、他導電型側の電極としてのp側電極15が形成されている。p側電極15とn側電極14とは、絶縁領域R3を介在させることにより、電氣的に絶縁されている。

50

## 【0032】

上述の通り、本実施形態では、n型の領域R1とp型の領域R2のそれぞれはくし歯状に形成されている。このため、図1に示すように、n側電極14及びp側電極15のそれぞれは、バスバー14A、15A及び複数のフィンガー14B、15Bを有する。もっとも、n側電極14及びp側電極15のそれぞれは、複数のフィンガーのみにより構成されており、バスバーを有さないバスバーレス型の電極であってもよい。

## 【0033】

n側電極14及びp側電極15のそれぞれは、キャリアを収集できるものである限りにおいて特に限定されない。図2に示すように、本実施形態においては、n側電極14とp側電極15とのそれぞれは、第1～第4の導電層30a～30dの積層体により形成されて

10

## 【0034】

第1の導電層30aは、例えば、ITO（インジウム錫酸化物）等のTCO（Transparent Conductive Oxide）等により形成することができる。具体的には、本実施形態では、第1の導電層30aは、ITOにより形成されている。第1の導電層30aの厚みは、例えば、50～100nm程度とすることができる。なお、第1の導電層30aは、例えば、スパッタリング法やCVD（Chemical Vapor Deposition）法等の薄膜形成法により形成することができる。

## 【0035】

第2～第4の導電層30b～30dは、例えばCu等の金属や合金により形成することができる。具体的には、本実施形態では、第2及び第3の導電層30b及び30cのそれぞれは、Cuにより形成されている。第4の導電層30dは、Snにより形成されている。第2～第4の導電層30b～30dの厚みは、それぞれ、例えば、50nm～1000nm程度、10μm～20μm程度、1μm～5μm程度とすることができる。

20

## 【0036】

本実施形態においては、第1～第4の導電層30a～30dのうち、第2の導電層30bがシード層を構成している。ここで、「シード層」とは、めっき成長の起点となる層のことをいう。シード層は、一般的には、金属や合金により構成されている。シード層としての第2の導電層30bは、めっき法以外の、スパッタリング法や蒸着法、印刷法或いはインクジェット法等の薄膜形成法等により形成することができる。

30

## 【0037】

本実施形態においては、第3及び第4の導電層30c及び30dがめっき膜により構成されている。

## 【0038】

図2に示すように、後退領域Aにおいては、第1の半導体層12の上にp型の第2の半導体層13のi型非晶質半導体膜13iが第1の半導体層12に接するように形成されている。したがって、後退領域Aの上方には、p/iの積層構造が形成されている。また、後退領域Aの下方には、n型の半導体基板10の上に、第1の半導体層12が形成されており、n/i/nの積層構造が形成されている。したがって、本実施形態の太陽電池1では、後退領域Aの近傍において、z方向に沿ってp/i/n/i/nの半導体積層構造が

40

## 【0039】

このp/i/n/i/nの半導体積層構造は、IV特性において非線形性を有しており、数V程度の逆バイアス電圧が印加されると、降伏して、電流のリークパスとなる。このため、ホットスポット現象を生じさせる逆バイアス電圧が太陽電池1に印加された場合、p/i/n/i/nの半導体層、特にi型非晶質半導体膜13iとn型非晶質半導体膜12nとがxy平面において接触した領域が電流のリークパスとなり、ホットスポット現象が生じるのを抑制することができる。

## 【0040】

本実施形態では、後退領域A近傍に形成される半導体積層構造として、p/i/n/i

50

/ nの半導体積層構造を示している。しかしながら、後退領域Aに形成される半導体積層構造は、これに限定されるものではない。例えば、p型の半導体基板の上に、p型の半導体層及びn型の半導体層を、この順序で積層することにより形成される、n / i / p / i / pの半導体積層構造であってもよい。n / i / p / i / pの半導体積層構造も、IV特性において非線形性を有しており、数V程度の逆バイアス電圧が印加されると、降伏して、電流のリークパスとなる。したがって、ホットスポット現象を生じさせる逆バイアス電圧が太陽電池に印加された場合、電流のリークパスとなり、ホットスポット現象が生じるのを抑制することができる。

#### 【0041】

本実施形態では、一導電型の半導体層として、第1の主面10b上に設けられる第1の真性半導体膜(i型非晶質半導体膜12i)と、第1の真性半導体膜(i型非晶質半導体膜12i)の上に設けられる一導電型の第1の半導体膜(n型非晶質半導体膜12n)とを有する一導電型の半導体層(第1の半導体層12)を例として示している。また、他導電型の半導体層として、第1の主面10b上に設けられる第2の真性半導体膜(i型非晶質半導体膜13i)と、第2の真性半導体膜(i型非晶質半導体膜13i)の上に設けられる他導電型の第2の半導体膜(p型非晶質半導体膜13p)とを有する他導電型の半導体層(第2の半導体層13)を例として示している。

#### 【0042】

しかしながら、本発明における「一導電型の半導体層」及び「他導電型の半導体層」は、これらに限定されるものではない。例えば、一導電型の半導体層は、一導電型の第1の半導体膜のみから構成されるものであってもよく、他導電型の半導体層は、他導電型の第2の半導体膜のみから構成されるものであってもよい。したがって、一導電型の半導体層及び他導電型の半導体層において、第1の真性半導体膜及び第2の真性半導体膜は、必ずしも設けられていなくともよい。したがって、この場合、後退領域近傍における半導体積層構造は、p / n / nの半導体積層構造またはn / p / pの半導体積層構造を有するものであってもよい。

#### 【0043】

図3は、第1の実施形態における後退領域を示す模式的平面図である。図3に示すように、本実施形態において、一導電型の領域であるn型の領域R1、及び他導電型の領域であるp型の領域R2は、y方向に延びるように形成されている。また、絶縁層18及び絶縁領域R3も、y方向に延びるように形成されている。図1に示すように、絶縁領域R3は、ターン領域R4で、一旦x方向に延びた後、逆のy方向に延びるように形成されている。したがって、ターン領域R4において、後退領域Aは、y方向と交差するx方向に延びるように形成されている。

#### 【0044】

図3に示すように、後退領域Aは、平面視において、絶縁層18の側面18bから外側の部分に形成されている。後退領域Aの幅(例えば図3におけるx方向の長さ)は、n型の領域R1とp型の領域R2の幅の和の0~0.03倍の範囲であることが好ましい。

#### 【0045】

##### <太陽電池の製造方法>

以下、図4~図14を参照して、本実施形態の太陽電池1の製造方法について説明する。なお、図4~図14を参照した太陽電池1の製造方法は、図2に示す受光面10aの上のi型非晶質半導体膜17i、n型非晶質半導体膜17n及び絶縁層16の形成工程を省略して説明する。

#### 【0046】

まず、半導体基板10を用意する。次に、図4に示すように、裏面10bの上にi型非晶質半導体膜21とn型非晶質半導体膜22と絶縁層23とを形成する。i型非晶質半導体膜21、n型非晶質半導体膜22及び絶縁層23のそれぞれの形成方法や形成順序は、特に限定されない。i型非晶質半導体膜21及びn型非晶質半導体膜22のそれぞれは、例えば、プラズマCVD法等のCVD(Chemical Vapor Deposit

10

20

30

40

50



i o n ) 法等により形成することができる。また、絶縁層 2 3 は、例えば、スパッタリング法や C V D 法等の薄膜形成法等により形成することができる。

【 0 0 4 7 】

次に、図 5 に示すように、絶縁層 2 3 の上に保護層 2 7 を形成する。なお、保護層 2 7 の形成法は特に限定されない。保護層 2 7 は、例えば、C V D 法等により形成することができる。本実施形態の特徴は、保護層 2 7 を形成することにある。それによって、上述した電流のリークパスを後述する方法により形成することができる。

【 0 0 4 8 】

次に、図 6 に示すように、保護層 2 7 の上にフォトリソグラフィ法によりレジストパターン 2 6 を形成する。レジストパターン 2 6 は、後の工程で半導体基板 1 0 に p 型半導体層を接合させる領域以外の部分に形成する。

10

【 0 0 4 9 】

次に、図 7 に示すように、レジストパターン 2 6 をマスクとして用いて、保護層 2 7 をエッチングする。これにより、保護層 2 7 のレジストパターン 2 6 で覆われている部分以外の部分を除去し、半導体基板 1 0 の裏面 1 0 b のうち、上方に保護層 2 7 及び絶縁層 2 3 が設けられていない部分を露出させる。なお、保護層 2 7 のエッチングは、保護層が p 型非晶質シリコンからなる場合は、例えば、フッ硝酸等の酸性のエッチング液を用いて行うことができる。

【 0 0 5 0 】

次に、レジストパターン 2 6 を剥離する。なお、レジストパターンの剥離は、例えば、T M A H ( T e t r a M e t h y l A m m o n i u m H y d r o x i d e ) 等を用いて行うことができる。

20

【 0 0 5 1 】

次に、図 8 に示すように、保護層 2 7 をマスクとして用いて、絶縁層 2 3 をエッチングする。それによって、保護層 2 7 で覆われている部分以外の部分を除去する。なお、絶縁層 2 3 のエッチングは、絶縁層 2 3 が酸化シリコン、窒化シリコンまたは酸窒化シリコンからなる場合は、例えば、H F 水溶液等の酸性のエッチング液を用いて行うことができる。

【 0 0 5 2 】

次に、図 9 に示すように、i 型非晶質半導体膜 2 1 と n 型非晶質半導体膜 2 2 とを、アルカリ性エッチング液を用いてエッチングする。それによって、保護層 2 7 及び絶縁層 2 3 により覆われていない部分の i 型非晶質半導体膜 2 1 及び n 型非晶質半導体膜 2 2 を除去する。これにより、i 型非晶質半導体膜 2 1 及び n 型非晶質半導体膜 2 2 から、i 型非晶質半導体膜 1 2 i と n 型非晶質半導体膜 1 2 n ( 図 2 を参照 ) とからなる第 1 の半導体層 1 2 を形成する。

30

【 0 0 5 3 】

ここで、上述の通り、本実施形態では、絶縁層 2 3 が酸化シリコン、窒化シリコンまたは酸窒化シリコンからなる。このため、酸性のエッチング液による絶縁層 2 3 のエッチング速度は高いものの、アルカリ性エッチング液による絶縁層 2 3 のエッチング速度は低い。一方、i 型非晶質半導体膜 2 1 及び n 型非晶質半導体膜 2 2 は非晶質シリコンからなる。このため、i 型非晶質半導体膜 2 1 及び n 型非晶質半導体膜 2 2 に関しては、酸性のエッチング液によるエッチング速度が低く、アルカリ性エッチング液によるエッチング速度が高い。よって、図 8 に示す工程において用いた酸性のエッチング液によって、絶縁層 2 3 はエッチングされるものの、i 型非晶質半導体膜 2 1 及び n 型非晶質半導体膜 2 2 は、実質的にエッチングされない。一方、図 9 に示す工程において用いたアルカリ性エッチング液によって i 型非晶質半導体膜 2 1 及び n 型非晶質半導体膜 2 2 はエッチングされるものの、絶縁層 2 3 は実質的にエッチングされない。したがって、図 8 に示す工程及び図 9 に示す工程において、絶縁層 2 3 または i 型非晶質半導体膜 2 1 及び n 型非晶質半導体膜 2 2 を選択的にエッチングすることができる。

40

【 0 0 5 4 】

50

次に、図10に示すように、図9に示す絶縁層23の側面23bをエッチングして、除去する。エッチングには、図8に示す工程において用いたのと同様の酸性のエッチング液を用いる。絶縁層23の側面23b以外は保護層27及び第1の半導体層12により覆われているため、絶縁層23の側面23bのみがエッチングされる。それによって、絶縁層23の側面23bが幅方向内側に後退した後退領域Aを側面23bより幅方向外側の部分に形成する。後退領域Aにおいては、第1の半導体層12の主面が絶縁層23に覆われていない。

【0055】

次に、図11に示すように、半導体基板10の裏面10b、保護層27及び後退領域Aにおける第1の半導体層12の上に、i型非晶質半導体膜24とp型非晶質半導体膜25とをこの順番で順次形成する。i型非晶質半導体膜24及びp型非晶質半導体膜25の形成方法は特に限定されず、例えば、CVD法等により形成することができる。

10

【0056】

次に、図12に示すように、レジストパターン28を形成し、図11に示すi型非晶質半導体膜24、p型非晶質半導体膜25及び保護層27において、絶縁層18の上に位置している部分をエッチングする。図9に示す工程において用いたのと同様のアルカリ性のエッチング液を用いる。これにより、図11に示すi型非晶質半導体膜24、p型非晶質半導体膜25からi型非晶質半導体膜13i及びp型非晶質半導体膜13pからなる第2の半導体層13を形成する。また、保護層27から保護層19を形成する。

【0057】

20

次に、図13に示すように、絶縁層23のエッチングを行う。具体的には、図8に示す工程において用いたのと同様の酸性のエッチング液を用いて、レジストパターン28に覆われていない絶縁層23の露出部をエッチングし、除去する。これにより、n型非晶質半導体膜12nを露出させると共に、図12に示す絶縁層23から絶縁層18を形成する。

【0058】

次に、図14に示すように、図13に示すレジストパターン28を剥離する。レジストパターン28の剥離は、図7及び図8に示す工程と同様の方法で行う。

【0059】

以上のようにして、半導体基板10の第1の主面10bの上に、i型非晶質半導体膜12i及びn型非晶質半導体膜12nから構成されるn型の第1の半導体層12と、i型非晶質半導体膜13i及びp型非晶質半導体膜13pから構成されるp型の第2の半導体層13とを形成することができる。

30

【0060】

次に、特許文献1に記載された方法と同様にして、n型非晶質半導体膜12n及びp型非晶質半導体膜13pのそれぞれの上にn側電極14及びp側電極15を形成する電極形成工程を行うことにより、図2に示す太陽電池1を完成させることができる。

【0061】

具体的には、TCOからなる第1の導電層30aと、Cu等の金属や合金からなる第2の導電層30bとを、プラズマCVD法等のCVD法やスパッタリング法等の薄膜形成法によりこの順番で形成する。その後、絶縁層18の上に位置している部分を分断することにより、図2に示す状態の第1及び第2の導電層30a及び30bが形成される。なお、この分断は、例えばフォトリソグラフィ法等により行うことができる。

40

【0062】

次に、第1及び第2の導電層30a及び30bの上に、電解めっきにより、Cuからなる第3の導電層30cと、Snからなる第4の導電層30dとを順次形成することにより、図2に示すn側電極14とp側電極15とを完成させることができる。

【0063】

以上のようにして、図2に示す太陽電池1を製造することができる。

【0064】

本実施形態では、後退領域A近傍において、半導体基板10、第1の半導体層12及び

50

第2の半導体層13が重なっている、p/i/n/i/nの半導体積層構造が形成されており、電流のリークパスが形成されている。

【0065】

本実施形態では、後退領域Aの形成において、保護層をマスクとして用いて絶縁層の側面をエッチングにより除去している。保護層をマスクとして用いているため、エッチングにより絶縁層の上面がエッチングされるのを抑制することができ、絶縁層の厚みは変化しない。また、このため、絶縁層の厚みを変化させることなく後退領域Aを形成することができる。保護層としてp型非晶質シリコンを用いることにより、レジストマスクのように剥離する工程を設ける必要がなくなる。このため、後退領域Aを設ける製造工程を簡素にすることができる。

10

【0066】

本実施形態では、保護層の上に、フォトリソグラフィ法でレジストパターンを形成している。保護層を設けずに、絶縁層の上にレジストパターンを形成すると、エッチングの際にレジストパターンが剥離することがある。そのため、絶縁層のパターニング精度が低下したり、不良が発生したりする。

【0067】

本実施形態では、保護層の上にレジストパターンを形成しているため、レジストパターンの密着性が改善され、エッチングの際のレジストパターンの剥離を抑制することができる。そのため、フォトリソグラフィ法による高精細なパターニングで、絶縁層及び半導体層をエッチングすることができる。このため、高精細なパターニングで、n側領域及びp側領域を形成することができ、太陽電池の集積率を高めることができる。

20

【0068】

上記実施形態では、一導電型としてn型を例にし、他導電型としてp型を例にしたが、本発明はこれに限定されるものではなく、一導電型としてp型、他導電型としてn型であってもよい。

【符号の説明】

【0069】

- 1 ... 太陽電池
- 1 0 ... 半導体基板
- 1 0 a ... 第2の主面(受光面)
- 1 0 b ... 第1の主面(裏面)
- 1 1 ... 光
- 1 2 ... 第1の半導体層
- 1 2 a ... 中央部
- 1 2 b ... 側面
- 1 2 i ... i型非晶質半導体膜
- 1 2 n ... n型非晶質半導体膜
- 1 3 ... 第2の半導体層
- 1 3 i ... i型非晶質半導体膜
- 1 3 p ... p型非晶質半導体膜
- 1 4 ... n側電極
- 1 4 A , 1 5 A ... バスバー
- 1 4 B , 1 5 B ... フィンガー
- 1 5 ... p側電極
- 1 6 ... 絶縁層
- 1 7 i ... i型非晶質半導体膜
- 1 7 n ... n型非晶質半導体膜
- 1 8 ... 絶縁層
- 1 8 b ... 絶縁層の側面
- 1 9 ... 保護層

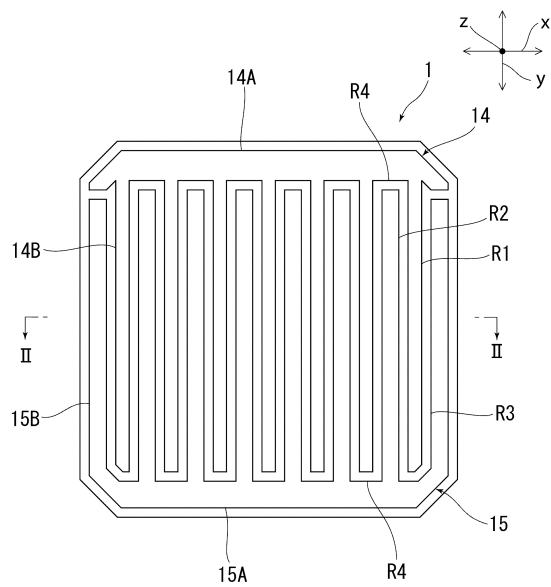
30

40

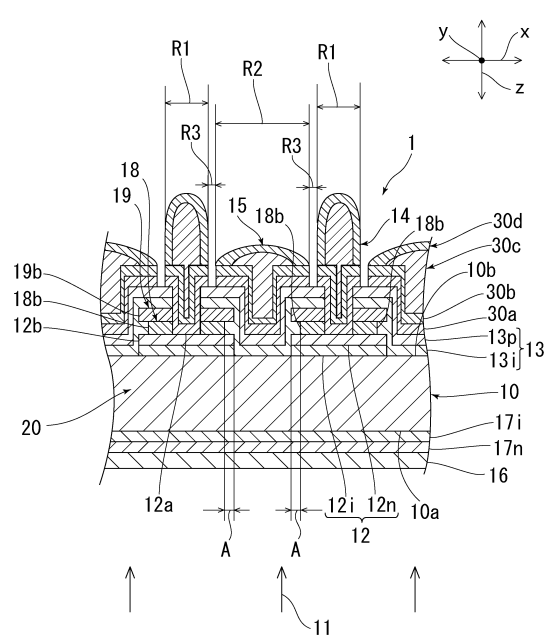
50

- 1 9 b ... 側面
- 2 1 ... i 型非晶質半導体膜
- 2 2 ... n 型非晶質半導体膜
- 2 3 ... 絶縁層
- 2 3 b ... 絶縁層の側面
- 2 4 ... i 型非晶質半導体膜
- 2 5 ... p 型非晶質半導体膜
- 2 6 ... レジストパターン
- 2 7 ... 保護層
- 2 8 ... レジストパターン
- 3 0 a ~ 3 0 d ... 第 1 ~ 第 4 の導電層

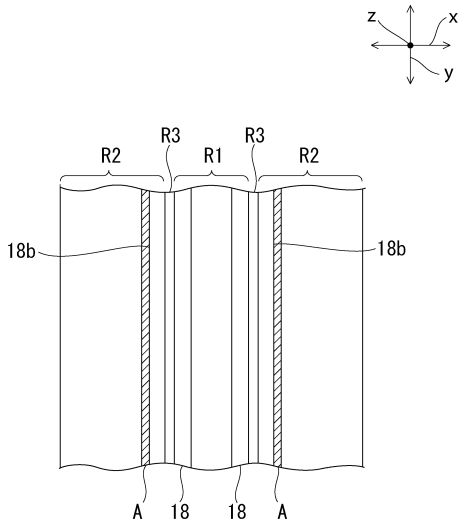
【 図 1 】



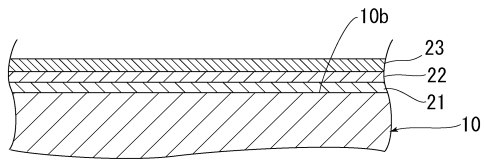
【 図 2 】



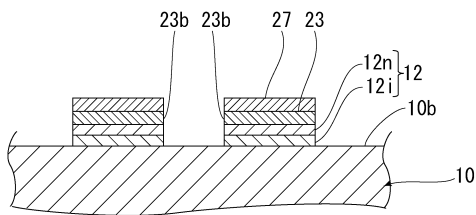
【 図 3 】



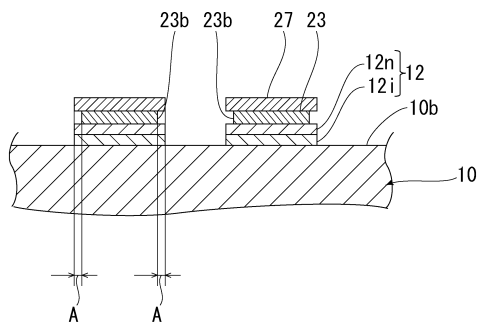
【 図 4 】



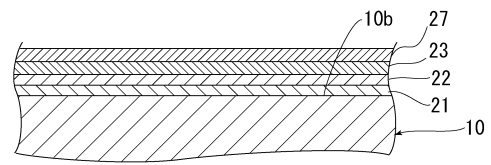
【 図 9 】



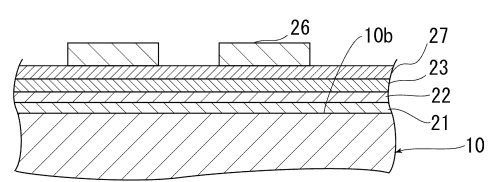
【 図 1 0 】



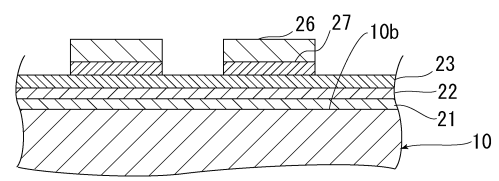
【 図 5 】



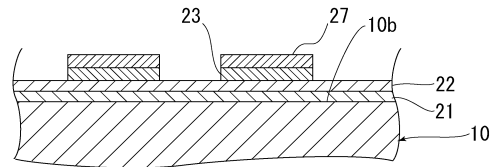
【 図 6 】



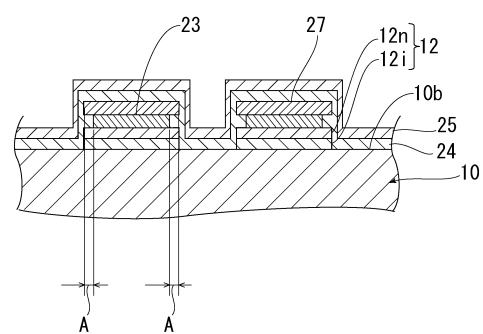
【 図 7 】



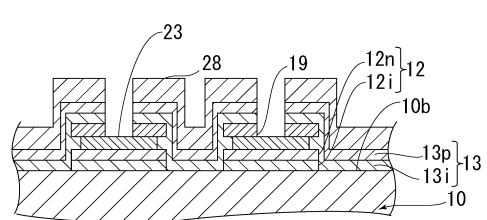
【 図 8 】



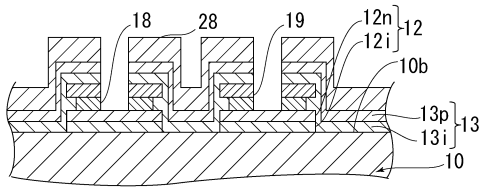
【 図 1 1 】



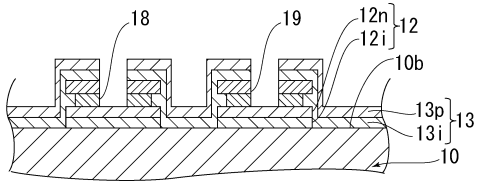
【 図 1 2 】



【図 13】



【図 14】



---

フロントページの続き

(72)発明者 益子 慶一郎  
大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三洋電機株式会社内

審査官 山本 元彦

(56)参考文献 特開2012-028718(JP,A)  
特開2011-222591(JP,A)  
米国特許出願公開第2014/0000686(US,A1)  
米国特許第04269654(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H01L 31/02 - 31/078、31/18 - 31/20