

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-258043

(P2010-258043A)

(43) 公開日 平成22年11月11日(2010.11.11)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
H O 1 L 31/04 (2006.01) H O 1 L 31/04 R 5 F 0 5 1
 5 F 1 5 1

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2009-103352 (P2009-103352)	(71) 出願人	000001889
(22) 出願日	平成21年4月21日 (2009. 4. 21)		三洋電機株式会社
			大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号
		(74) 代理人	100133514
			弁理士 寺山 啓進
		(74) 代理人	100117064
			弁理士 伊藤 市太郎
		(74) 代理人	100122910
			弁理士 三好 広之
		(72) 発明者	久保 幸一
			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

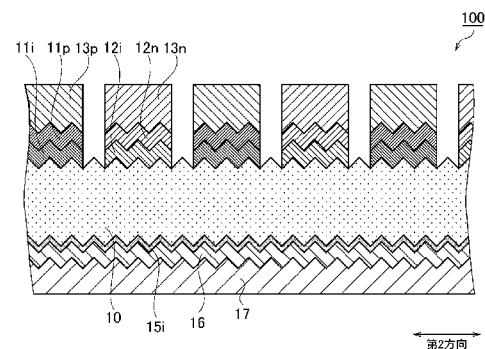
(54) 【発明の名称】 太陽電池

(57) 【要約】

【課題】生産性を向上可能な太陽電池を提供する。

【解決手段】本実施形態に係る太陽電池100において、保護層17の第2表面17S₂は、第1表面17S₁の耐酸性よりも高い耐酸性を有する。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

受光面と、前記受光面の反対側に設けられる裏面とを有する基板と、
前記裏面上に形成される n 型半導体領域及び p 型半導体領域と、
前記受光面上に形成される保護層と

を備え、

前記保護層は、前記基板側に設けられる第 1 表面と、前記第 1 表面の反対側に設けられる第 2 表面とを有し、

前記第 2 表面は、前記第 1 表面の耐酸性よりも高い耐酸性を有することを特徴とする太陽電池。

10

【請求項 2】

前記保護層は、前記第 1 表面を形成する第 1 領域と、前記第 2 表面を形成する第 2 領域とを含み、

前記第 1 領域は、前記第 2 表面から入射し前記第 1 表面で反射された光が前記第 2 表面から出射されることを防止する反射防止膜として機能することを特徴とする請求項 1 に記載の太陽電池。

【請求項 3】

前記第 2 領域のシリコン含有率は、前記第 1 領域のシリコン含有率よりも高いことを特徴とする請求項 2 に記載の太陽電池。

【請求項 4】

前記第 2 領域の構成元素は、前記第 1 領域の構成元素と同じであることを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の太陽電池。

20

【請求項 5】

前記第 2 領域の厚みは、20 nm 以上であることを特徴とする請求項 2 乃至 4 のいずれかに記載の太陽電池。

【請求項 6】

前記第 2 表面におけるエッチングレートは、前記第 1 表面におけるエッチングレートよりも小さいことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の太陽電池。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】**【0001】**

本発明は、裏面接合型の太陽電池に関する。

【背景技術】**【0002】**

太陽電池は、クリーンで無尽蔵に供給される太陽光を直接電気に変換できるため、新しいエネルギー源として期待されている。

【0003】

従来、基板の裏面側に形成された n 型半導体領域と p 型半導体領域とを備える、いわゆる裏面接合型の太陽電池が提案されている。n 型半導体領域上及び p 型半導体領域上には、電極が形成される。

40

【0004】

このような裏面接合型の太陽電池の製造工程では、酸性の薬液によって基板を処理する場合がある。例えば、基板の裏面側に半導体領域を形成する工程では、酸性の薬液によって基板の裏面上に形成されたレジスト膜がパターンニングされる。

【0005】

このような場合、基板の受光面側も酸性の薬液によって処理されるため、基板の受光面側にダメージが発生するおそれがある。特に、基板の受光面上にパッシベーション膜や反射防止膜などが形成されている場合には、酸性の薬液によってパッシベーション膜や反射防止膜などが劣化されるおそれがある。

50

【 0 0 0 6 】

ここで、酸性の薬液によって基板を処理する場合に、基板の受光面上に保護層を形成する手法が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。保護層としては、例えば、酸化シリコン膜などが用いられる。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 7 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 6 - 1 2 8 2 5 8 号 公 報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

10

【 0 0 0 8 】

しかしながら、上記特許文献 1 に記載の手法によれば、酸性の薬液によって基板を処理するたびに保護層を形成し直す必要があり、また、基板の受光面上にパッシベーション膜や反射防止膜などを形成する際に保護層を除去する必要があった。その結果、太陽電池の生産性が低下するという問題があった。

【 0 0 0 9 】

本発明は、上述の問題に鑑みてなされたものであり、生産性を向上可能な太陽電池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 】

【 0 0 1 0 】

20

本発明の特徴に係る太陽電池は、受光面と、前記受光面の反対側に設けられる裏面とを有する基板と、前記裏面上に形成される n 型半導体領域及び p 型半導体領域と、前記受光面上に形成される保護層とを備え、前記保護層は、前記基板側に設けられる第 1 表面と、前記第 1 表面の反対側に設けられる第 2 表面とを有し、前記第 2 表面は、前記第 1 表面の耐酸性よりも高い耐酸性を有することを要旨とする。

【 0 0 1 1 】

本発明の特徴に係る太陽電池において、前記保護層は、前記第 1 表面を形成する第 1 領域と、前記第 2 表面を形成する第 2 領域とを含み、前記第 1 領域は、前記第 2 表面から入射し前記第 1 表面で反射された光が前記第 2 表面から出射されることを防止する反射防止膜として機能してもよい。

30

【 0 0 1 2 】

本発明の特徴に係る太陽電池において、前記第 2 領域のシリコン含有率は、前記第 1 領域のシリコン含有率よりも高くてもよい。

【 0 0 1 3 】

本発明の特徴に係る太陽電池において、前記第 2 領域の構成元素は、前記第 1 領域の構成元素と同じであってもよい。

【 0 0 1 4 】

本発明の特徴に係る太陽電池において、前記第 2 領域の厚みは、20 nm 以上であってもよい。

【 0 0 1 5 】

40

本発明の特徴に係る太陽電池において、前記第 2 表面におけるエッチングレートは、前記第 1 表面におけるエッチングレートよりも小さくてもよい。

【 0 0 1 6 】

本発明の特徴に係る太陽電池において、前記第 1 領域及び前記第 2 領域は、窒化シリコンによって構成されていてもよい。

【 0 0 1 7 】

本発明の特徴に係る太陽電池において、前記第 2 領域の耐酸性は、前記第 1 領域の耐酸性よりも高くてもよい。

【 0 0 1 8 】

本発明の特徴に係る太陽電池において、前記第 1 領域の屈折率は、前記基板の屈折率よ

50

りも小さくてもよい。

【 0 0 1 9 】

本発明の特徴に係る太陽電池において、前記第 2 領域の屈折率は、前記第 1 領域の屈折率よりも大きくてもよい。

【 0 0 2 0 】

本発明の特徴に係る太陽電池において、前記第 2 領域の厚みは、前記第 1 領域の厚みよりも小さくてもよい。

【 0 0 2 1 】

本発明の特徴に係る太陽電池は、前記基板と前記保護層との間に介挿されるパッシベーション層を備えていてもよい。

【発明の効果】

【 0 0 2 2 】

本発明によれば、生産性を向上可能な太陽電池を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 3 】

【図 1】本発明の第 1 実施形態に係る太陽電池 1 0 0 の平面図である。

【図 2】図 1 の A - A 線における拡大断面図である。

【図 3】図 2 の部分拡大図である。

【図 4】本発明の第 1 実施形態に係る太陽電池 1 0 0 の製造方法を説明するための図である。

【図 5】本発明の第 1 実施形態に係る太陽電池 1 0 0 の製造方法を説明するための図である。

【図 6】本発明の第 1 実施形態に係る太陽電池 1 0 0 の製造方法を説明するための図である。

【図 7】本発明の第 1 実施形態に係る太陽電池 1 0 0 の製造方法を説明するための図である。

【図 8】本発明の第 1 実施形態に係る太陽電池 1 0 0 の製造方法を説明するための図である。

【図 9】本発明の第 1 実施形態に係る太陽電池 1 0 0 の製造方法を説明するための図である。

【図 1 0】本発明の第 1 実施形態に係る太陽電池 1 0 0 の製造方法を説明するための図である。

【図 1 1】本発明の第 2 実施形態に係る太陽電池 1 0 0 の拡大断面図である。

【図 1 2】本発明の第 2 実施形態に係る太陽電池 1 0 0 の製造方法を説明するための図である。

【図 1 3】本発明の第 2 実施形態に係る太陽電池 1 0 0 の製造方法を説明するための図である。

【図 1 4】本発明の第 2 実施形態に係る太陽電池 1 0 0 の製造方法を説明するための図である。

【図 1 5】本発明の第 2 実施形態に係る太陽電池 1 0 0 の製造方法を説明するための図である。

【図 1 6】本発明の第 2 実施形態に係る太陽電池 1 0 0 の製造方法を説明するための図である。

【図 1 7】本発明の第 2 実施形態に係る太陽電池 1 0 0 の製造方法を説明するための図である。

【図 1 8】耐酸性 S i N 膜の膜厚と流量比 ($\text{NH}_3 / \text{SiH}_4$) との関係を示すグラフである。

【図 1 9】耐酸性 S i N 膜の屈折率と流量比 ($\text{NH}_3 / \text{SiH}_4$) との関係を示すグラフである。

【図 2 0】耐アルカリ性 S i N 膜の膜厚と流量比 ($\text{NH}_3 / \text{SiH}_4$) との関係を示すグ

10

20

30

40

50

ラフである。

【発明を実施するための形態】

【0024】

次に、図面を用いて、本発明の実施形態について説明する。以下の図面の記載において、同一又は類似の部分には、同一又は類似の符号を付している。ただし、図面は模式的なものであり、各寸法の比率等は現実のものとは異なることに留意すべきである。従って、具体的な寸法等は以下の説明を参酌して判断すべきものである。又、図面相互間においても互いの寸法の関係や比率が異なる部分が含まれていることは勿論である。

【0025】

[第1実施形態]

(太陽電池の構成)

本発明の第1実施形態に係る太陽電池の構成について、図1及び図2を参照しながら説明する。図1(a)は、第1実施形態に係る太陽電池100を受光面側から見た平面図である。図1(b)は、第1実施形態に係る太陽電池100を裏面側から見た平面図である。図2は、図1のA-A線における拡大断面図である。

【0026】

図1及び図2に示すように、太陽電池100は、n型又はp型の半導体からなる基板10、i型非晶質半導体層11i、p型非晶質半導体層11p、i型非晶質半導体層12i、n型非晶質半導体層12n、p側細線電極13p、n側細線電極13n、p側接続用電極14p、n側接続用電極14n、i型非晶質半導体層15i、基板と同じ導電型の非晶質半導体層16及び保護層17を備える。

【0027】

太陽電池100は、基板10の裏面側に形成されたp型半導体領域とn型半導体領域とを備える、いわゆる裏面接合型の太陽電池である。なお、第1実施形態では、p型非晶質半導体層11pがp型半導体領域に対応し、n型非晶質半導体層12nがn型半導体領域に対応する。

【0028】

基板10は、太陽光を受ける受光面と、受光面の反対側に設けられた裏面とを有する。基板10は、受光面における受光によって光生成キャリアを生成する。光生成キャリアとは、光が基板10に吸収されて生成される正孔と電子とをいう。基板10は、n型又はp型の導電型を有する単結晶Si、多結晶Siなどの結晶系半導体材料や、GaAs、InPなどの化合物半導体材料を含む一般的な半導体材料によって構成することができる。なお、本実施形態では、基板10は、n型半導体基板であるものとする。

【0029】

図2に示すように、基板10の受光面及び裏面には、微小な凹凸(以下、「テクスチャ」という。)が形成されている。なお、基板10の受光面上には光の入射を遮る構造体(例えば、電極など)が形成されておらず、受光面全面での受光が可能である。

【0030】

i型非晶質半導体層11iは、基板10の裏面上において櫛歯状に形成される。i型非晶質半導体層11iの櫛歯部分は、第1方向に沿って形成される。i型非晶質半導体層11iは、不純物を積極的に導入せずに形成されている。i型非晶質半導体層11iの厚みは、実質的に発電に寄与しない程度、例えば数 ~ 250 程度である。

【0031】

p型非晶質半導体層11pは、i型非晶質半導体層11i上において櫛歯状に形成される。p型非晶質半導体層11pの櫛歯部分は、第1方向に沿って形成される。p型非晶質半導体層11pは、p型ドーパント(例えば、ボロン、アルミニウムなど)がドーピングされた高濃度のp型領域である。p型非晶質半導体層11pの厚みは、例えば10nm程度である。

【0032】

なお、n型の基板10上にi型非晶質半導体層11iとp型非晶質半導体層11pとが

10

20

30

40

50

順次形成された構造（いわゆる、「HIT構造」）によれば、pn接合特性を向上することができる。

【0033】

i型非晶質半導体層12iは、基板10の裏面上において櫛歯状に形成される。i型非晶質半導体層12iの櫛歯部分は、第1方向に沿って形成される。i型非晶質半導体層11iは、不純物を積極的に導入せずに形成されている。i型非晶質半導体層12iの厚みは、例えば数～250程度である。

【0034】

n型非晶質半導体層12nは、i型非晶質半導体層12i上において櫛歯状に形成される。n型非晶質半導体層12nの櫛歯部分は、第1方向に沿って形成される。n型非晶質半導体層12nは、n型ドーパント（例えば、リンなど）がドーピングされた高濃度のn型領域である。n型非晶質半導体層12nの厚みは、例えば10nm程度である。

10

【0035】

p型非晶質半導体層11pの櫛歯部分とn型非晶質半導体層12nの櫛歯部分とは、第1方向に略直交する第2方向において交互に配置される。

【0036】

なお、n型の基板10の裏面上にn型非晶質半導体層12nが形成された構造（いわゆる、「BSF構造」）によれば、基板10の裏面と非晶質半導体層との界面におけるキャリアの再結合を抑制することができる。

【0037】

複数のp側細線電極13pは、p型非晶質半導体層11pからキャリアを収集する収集電極である。複数のp側細線電極13pは、p型非晶質半導体層11pの櫛歯状部分上に形成される。従って、複数のp側細線電極13pそれぞれは、第1方向に沿って形成される。各p側細線電極13pは、単層或いは積層構造の金属層から構成することができ、例えば、p型非晶質半導体層11p上にAlなどによって形成されるコンタクト層と、コンタクト層上にCuなどによって形成される低抵抗層とによって構成することができる。

20

【0038】

複数のn側細線電極13nは、n型非晶質半導体層12nからキャリアを収集する収集電極である。複数のn側細線電極13nは、n型非晶質半導体層12nの櫛歯状部分上に形成される。従って、複数のn側細線電極13nそれぞれは、第1方向に沿って形成される。各n側細線電極13nは、上述のp側細線電極13pと同様に構成することができる。

30

【0039】

p側接続用電極14pは、太陽電池100を他の太陽電池100に電気的に接続するための配線材（不図示）を接続するための電極である。p側接続用電極14pは、図2に示すように、第2方向に沿って形成される。p側接続用電極14pは、複数のp側細線電極13pからキャリアを収集する。

【0040】

n側接続用電極14nは、配線材を接続するための電極である。n側接続用電極14nは、図2に示すように、第2方向に沿って形成される。n側接続用電極14nは、複数のn側細線電極13nからキャリアを収集する。

40

【0041】

なお、図示しないが、n側接続用電極14n及びp側接続用電極14pそれぞれは、上述のp側細線電極13pと同様に構成することができる。

【0042】

i型非晶質半導体層15iは、基板10の受光面略全面に形成される。i型非晶質半導体層15iは、不純物を積極的に導入せずに形成されている。i型非晶質半導体層15iの厚みは、例えば数～250程度である。

【0043】

非晶質半導体層16は、i型非晶質半導体層15i上に形成される。非晶質半導体層1

50

6は、基板10と同じ導電型を有する。基板10がn型である場合、非晶質半導体層16は、n型ドーパント（例えば、リンなど）がドーピングされた高濃度のn型領域である。非晶質半導体層16の厚みは、例えば10nm程度である。

【0044】

なお、n型の基板10の受光面上にi型非晶質半導体層15iとn型の非晶質半導体層16とが順次形成された構造（いわゆる、「FSF構造」）によれば、基板10の受光面と非晶質半導体層との界面におけるキャリアの再結合を抑制することができる。このように、本実施形態において、i型非晶質半導体層15i及び非晶質半導体層16は、パッシベーション層として機能する。

【0045】

保護層17は、非晶質半導体層16上に形成される。従って、保護層17は、非晶質半導体層16の略全面を覆っている。保護層17は、例えば、窒化シリコン、炭化シリコン、各種樹脂、各種シリコン、或いはこれらの組み合わせによって構成することができる。

【0046】

ここで、図3は、図2の部分拡大図である。図3に示すように、保護層17は、基板10側に設けられる第1表面17S₁を形成する第1領域171と、第1表面17S₁の反対側に設けられる第2表面17S₂を形成する第2領域172とを有する。第1領域171と第2領域172とは、非晶質半導体層16上に順次形成される。なお、本実施形態において、第2表面17S₂は、一様な平面状に形成されているが、第2表面17S₂には、基板10の受光面に形成されたテクスチャに対応する凹凸が形成されていてもよい。

【0047】

本実施形態において、第1領域171は、反射防止膜として機能する。従って、第1領域171は、第2表面17S₂から入射し第1表面17S₁で反射された光が第2表面17S₂から出射されることを防止する。具体的には、第1領域171は、第2領域172との界面において、光が第1領域171から第2領域172に漏れることを防止する。

【0048】

なお、第1領域171の屈折率は、基板10、i型非晶質半導体層15i及び非晶質半導体層16の屈折率よりも小さい。また、第1領域171の屈折率は、第2領域172の屈折率よりも大きい。

【0049】

ここで、第2表面17S₂は、第1表面17S₁の耐酸性よりも高い耐酸性を有する。すなわち、第2領域172は、耐酸性膜として機能する。このような第2領域172は、基板10の受光面（i型非晶質半導体層15i、非晶質半導体層16及び第1領域171を含む）を覆っている。従って、第2領域172は、太陽電池100の製造工程で用いられる酸性の薬液（例えば、エッチング液など）によって、基板10の受光面側にダメージが蓄積されることを抑制する。

【0050】

また、第2領域172は、第1領域171よりも高い耐酸性を有するので、第2表面17S₂における酸性溶液に対するエッチングレートは、第1表面17S₁におけるエッチングレートよりも小さい。このような保護層17における耐酸性は、例えば保護層17がシリコンを含む材料によって構成される場合、第2領域172におけるシリコン含有率を第1領域171におけるシリコン含有率よりも高くすることによって調整することができる。この場合、第2領域172におけるシリコン含有率は、第2領域172内で一様であってもよいし、第1領域171から離れるほど徐々に高くなっていてもよい。

【0051】

なお、第1領域171及び第2領域172それぞれは、窒化シリコン、炭化シリコン、各種樹脂、各種シリコンなどの材料によって構成することができる。ただし、第1領域171の構成元素と第2領域172の構成元素とは異なってもよいが、同じであることが好ましい。

【0052】

10

20

30

40

50

また、図 3 に示すように、第 1 領域 171 の厚み α_1 は、第 2 領域 172 の厚み α_2 よりも大きい。本実施形態では、第 1 領域 171 の光透過率は、第 2 領域 172 の光透過率よりも高いので、第 2 領域 172 の厚み α_2 が小さいほど保護層 17 全体としての光透過率は高くなる。

【0053】

(太陽電池の製造方法)

次に、太陽電池 100 の製造方法について、図 4 ~ 図 10 を参照しながら説明する。なお、図 4 ~ 図 10 それぞれは、基板 10 を第 2 方向に沿って切断した断面図である。

【0054】

まず、 n 型の単結晶 Si からなる基板 10 を酸性又はアルカリ性溶液によって洗浄した後に、エッチング法によって、基板 10 の受光面及び裏面それぞれにテクスチャを形成する。

10

【0055】

次に、図 4 に示すように、 CVD 法を用いて、基板 10 の裏面及び受光面それぞれの略全面に、 i 型非晶質半導体層及び n 型非晶質半導体層を順次形成する。これによって、 n 型の基板 10 の裏面上に、 i 型非晶質半導体層 12*i* と n 型非晶質半導体層 12*n* とが順次形成されるとともに、基板 10 の受光面上に、 i 型非晶質半導体層 15*i* と n 型の非晶質半導体層 16 とが順次形成される。

【0056】

次に、図 5 に示すように、 CVD 法を用いて、 n 型非晶質半導体層 12*n* 上にマスク層 20 を形成するとともに、非晶質半導体層 16 上に反射防止膜 (第 1 領域 171) を形成する。続いて、 CVD 法を用いて、第 1 領域 171 上に、耐酸性膜 (第 2 領域 172) を形成した後に、第 2 領域 172 上に、耐アルカリ性膜 21 を形成する。この場合、マスク層 20、第 1 領域 171、第 2 領域 172 及び耐アルカリ性膜 21 それぞれを同一材料によって形成することが好ましい。これによって、工程の簡略を図ることができ、その結果として、マスク層 20、第 1 領域 171、第 2 領域 172 及び耐アルカリ性膜 21 それぞれは同一の構成元素によって構成されることとなる。

20

【0057】

例えば、 N_2 、 SiH_4 、 NH_3 を供給しながら、 $PVCVD$ 法によって n 型非晶質半導体層 12*n* 上にマスク層 20 としての窒化シリコン膜を形成するとともに、非晶質半導体層 16 上に反射防止膜 (第 1 領域 171) としての窒化シリコン膜を形成する。

30

【0058】

次に、 N_2 、 SiH_4 、 NH_3 を供給しながら、 $PVCVD$ 法によって第 1 領域 171 上に耐酸性膜 (第 2 領域 172) としての窒化シリコン膜を形成する。耐酸性膜としての窒化シリコン膜の厚みは、20 nm 以上であることが好ましいが、これに限られるものではない。

【0059】

次に、 N_2 、 SiH_4 、 NH_3 を供給しながら、 $PVCVD$ 法によって第 2 領域 172 上に耐アルカリ性膜 21 としての窒化シリコン膜を形成する。耐アルカリ性膜としての窒化シリコン膜の厚みは、10 nm 以上であることが好ましいが、これに限られるものではない。

40

【0060】

ここで、第 2 領域 172 を形成する際の SiH_4 の NH_3 に対する流量比 X は、マスク層 20 及び第 1 領域 171 を形成する際の SiH_4 の NH_3 に対する流量比 Y よりも大きい。このように、第 2 領域 172 におけるシリコン含有率を高めることによって、耐酸性を有する窒化シリコン膜、すなわち、エッチングレートの小さい窒化シリコン膜が形成される。さらに、第 2 領域 172 の屈折率は、第 1 領域 171 の屈折率よりも大きくなる。なお、流量比 X は、0.3 以下であることが好ましいが、これに限られるものではない。

【0061】

次に、図 6 に示すように、印刷法などによって、エッチングペースト 22 をマスク層 2

50

0 上に所定のパターンで塗布する。所定のパターンとは、櫛歯状に形成される p 型非晶質半導体層 1 1 p に対応するパターンである。

【0062】

次に、図 7 に示すように、エッチングペースト 2 2 を加熱（例えば、約 200 以下、約 5 分以内）することによって、マスク層 2 0 を垂直方向にエッチングする。

【0063】

次に、図 8 に示すように、アルカリ性エッチング液（例えば、約 1 % 濃度、約 70 度の水酸化ナトリウム溶液）によって、i 型非晶質半導体層 1 2 i 及び n 型非晶質半導体層 1 2 n をエッチング（例えば、約 1 分以上）する。これによって、i 型非晶質半導体層 1 2 i 及び n 型非晶質半導体層 1 2 n は、所定のパターンにパターンニングされる。この際、基板 1 0 の受光面側は耐アルカリ性膜 2 1 によって覆われている。そのため、第 2 領域 1 7 2 の耐酸性、第 1 領域 1 7 1 の反射防止特性、i 型非晶質半導体層 1 5 i 及び非晶質半導体層 1 6 のパッシベーション特性、及び基板 1 0 の受光面がアルカリ性エッチング液によって劣化されることを抑制できることに留意すべきである。

10

【0064】

次に、図 9 に示すように、CVD 法を用いて、基板 1 0 の裏面側に、i 型非晶質半導体層 1 1 i と p 型非晶質半導体層 1 1 p とを順次形成する。i 型非晶質半導体層 1 1 i と p 型非晶質半導体層 1 1 p とは、基板 1 0 の裏面上からマスク層 2 0 上に跨って形成される。

【0065】

20

次に、図 10 に示すように、酸性エッチング液（例えば、約 4 % 濃度のフッ化水素溶液）によって、マスク層 2 0 をエッチング（例えば、約 30 ~ 60 秒）する。これによって、マスク層 2 0 を覆うように形成された i 型非晶質半導体層 1 1 i 及び p 型非晶質半導体層 1 1 p はマスク層 2 0 とともに除去される。また、耐アルカリ性膜 2 1 もマスク層 2 0 とともに除去される。ただし、基板 1 0 の受光面側は耐酸性を有する第 2 領域 1 7 2 によって覆われているので、第 1 領域 1 7 1 の反射防止特性、i 型非晶質半導体層 1 5 i 及び非晶質半導体層 1 6 のパッシベーション特性、及び基板 1 0 の受光面が酸性エッチング液によって劣化されることを抑制できることに留意すべきである。

【0066】

次に、i 型非晶質半導体層 1 1 i 及び p 型非晶質半導体層 1 1 p と、i 型非晶質半導体層 1 2 i 及び n 型非晶質半導体層 1 2 n との境界にレーザを照射することによって、両者を分離する。

30

【0067】

次に、CVD 法、スパッタ法、蒸着法、メッキ法或いは印刷法などを用いて、p 型非晶質半導体層 1 1 p 上及び n 型非晶質半導体層 1 2 n 上に Al などによるコンタクト層と Cu などによる低抵抗層とを順次形成する。これによって、p 側細線電極 1 3 p、n 側細線電極 1 3 n、p 側接続用電極 1 4 p 及び n 側接続用電極 1 4 n が形成される。

【0068】

なお、受光面側保護材と裏面側保護材との間に、配線材によって接続された複数の太陽電池 1 0 0 が封止材によって封止された太陽電池モジュールを形成することができる。

40

【0069】

（作用及び効果）

第 1 実施形態に係る太陽電池 1 0 0 において、保護層 1 7 の第 2 表面 1 7 S₂ は、第 1 表面 1 7 S₁ の耐酸性よりも高い耐酸性を有する。

【0070】

従って、太陽電池 1 0 0 の製造工程において、酸性エッチング液などの酸性薬液によって基板 1 0 の受光面側にダメージが生じることを抑制することができる。また、保護層 1 7 が耐酸性を有するので、太陽電池 1 0 0 の製造工程において、保護層 1 7 を形成しなおす必要がないので、太陽電池 1 0 0 の生産性を向上することができる。

【0071】

50

また、第1実施形態に係る保護層17は、第1表面17S₁を形成する第1領域171と、第2表面17S₂を形成する第2領域172とを含む。第1領域171は、反射防止膜として機能する。

【0072】

このように、耐酸性を有する第2領域172は、反射防止膜として機能する第2領域172上に形成されているので、反射防止膜を形成するために耐酸性を有する第2領域172を除去する必要がない。また、第2領域172によって酸性薬液から第2領域172を保護できるので、第2領域172の反射防止特性が劣化することを抑制することができる。

【0073】

また、第1領域171の構成元素が第2領域172の構成元素と同じである場合、すなわち、第1領域171と第2領域172とが同一材料で形成される場合には、太陽電池100の生産性をさらに向上することができる。

【0074】

例えば、窒化シリコンを用いる場合には、SiH₄のNH₃に対する流量比を調整することによって、第1領域171と第2領域172とを連続して形成することができる。具体的には、第2領域172を形成する際の流量比Xを第1領域171を形成する際の流量比Yよりも大きくする。これによって、第2領域172におけるシリコン含有率を高めることによって、第2領域172を簡便に耐酸性にすることができる。このように、反射防止膜として機能する第1領域171の形成と、耐酸性膜として機能する第2領域172とを連続して形成することができる。

【0075】

また、第1実施形態に係る太陽電池100では、基板10の受光面と保護層17との間には、i型非晶質半導体層15i及び非晶質半導体層16によって構成されるパッシベーション層が介挿されている。従って、保護層17によってパッシベーション層が覆われているので、酸性薬液によってパッシベーション層のパッシベーション特性が劣化することを抑制することができる。

【0076】

また、第1実施形態に係る太陽電池100の製造方法において、第2領域172は、耐アルカリ性膜21によって覆われている。そのため、第2領域172の耐酸性、第1領域171の反射防止特性、i型非晶質半導体層15i及び非晶質半導体層16のパッシベーション特性、及び基板10の受光面がアルカリ性エッチング液によって劣化されることを抑制できる。

【0077】

[第2実施形態]

次に、本発明の第2実施形態について図面を参照しながら説明する。以下においては、上記第1実施形態との相違点について主に説明する。具体的には、第2実施形態では、基板10の裏面側に形成されるn型半導体領域とp型半導体領域とは熱拡散法によって形成される。

【0078】

(太陽電池の構成)

本発明の第2実施形態に係る太陽電池100の構成について、図11を参照しながら説明する。

【0079】

図11に示すように、太陽電池100は、n型又はp型の基板10、p型拡散領域30p、n型拡散領域31n及びパッシベーション層32を有する。第2実施形態では、p型拡散領域30pがp型半導体領域に対応し、n型拡散領域31nがn型半導体領域に対応する。

【0080】

p型拡散領域30pは、基板10の裏面にp型ドーパントを熱拡散法によってドーピン

10

20

30

40

50

グすることによって形成される高濃度の p 型拡散領域である。p 型拡散領域 3 0 p は、太陽電池 1 0 0 を裏面側から見た平面視において櫛歯状に形成される。

【 0 0 8 1 】

n 型拡散領域 3 1 n は、基板 1 0 の裏面に n 型ドーパントを熱拡散法によってドーピングすることによって形成される高濃度の n 型拡散領域である。n 型拡散領域 3 1 n は、太陽電池 1 0 0 を裏面側から見た平面視において櫛歯状に形成される。

【 0 0 8 2 】

パッシベーション層 3 2 は、基板 1 0 の受光面に基板 1 0 と同じ導電型のドーパントを熱拡散法によってドーピングすることによって形成される高濃度の n 型拡散領域である。パッシベーション層 3 2 は、基板 1 0 の受光面略全面に渡って形成される。

10

【 0 0 8 3 】

その他の構成は、上記第 1 実施形態と同様である。

【 0 0 8 4 】

(太陽電池の製造方法)

次に、太陽電池 1 0 0 の製造方法について、図 1 2 ~ 図 1 7 を参照しながら説明する。なお、図 4 ~ 図 1 7 それぞれは、基板 1 0 を第 2 方向に沿って切断した断面図である。

【 0 0 8 5 】

まず、n 型の単結晶 S i からなる基板 1 0 を酸性又はアルカリ性溶液によって洗浄した後に、エッチング法によって、基板 1 0 の受光面及び裏面それぞれにテクスチャを形成する。

20

【 0 0 8 6 】

次に、図 1 2 に示すように、C V D 法などを用いて、基板 1 0 の裏面及び受光面上に n 型ドーパントを含む拡散層 4 0 を形成する。拡散層 4 0 は、例えば、P S G (Phospho-silicate Glass) である。続いて、拡散層 4 0 を高温処理 (7 0 0 ~ 1 0 0 0 、 6 0 分以内) することによって、n 型ドーパントを基板 1 0 の裏面及び受光面に熱拡散する。これによって、n 型拡散領域 3 1 n とパッシベーション層 3 2 とが形成される。なお、残留する拡散層 4 0 はフッ化水素などによって除去する。

【 0 0 8 7 】

次に、図 1 3 に示すように、C V D 法を用いて、基板 1 0 の裏面上にマスク層 2 0 を形成するとともに、基板 1 0 の受光面上に反射防止膜 (第 1 領域 1 7 1) を形成する。続いて、C V D 法を用いて、基板 1 0 の受光面上に耐酸性膜 (第 2 領域 1 7 2) と耐アルカリ性膜 2 1 とを順次形成した後、印刷法などによって、エッチングペースト 2 2 をマスク層 2 0 上に所定のパターンで塗布する。

30

【 0 0 8 8 】

次に、図 1 4 に示すように、エッチングペースト 2 2 を加熱 (例えば、約 2 0 0 以下、約 5 分以内) することによって、マスク層 2 0 を垂直方向にエッチングする。

【 0 0 8 9 】

次に、図 1 5 に示すように、アルカリ性エッチング液 (例えば、約 1 % 濃度、約 7 0 度の水酸化ナトリウム溶液) によって、n 型拡散領域 3 1 n をエッチング (例えば、約 1 分以上) する。これによって、n 型拡散領域 3 1 n は、所定のパターンにパターニングされる。この際、基板 1 0 の受光面側は耐アルカリ性膜 2 1 によって覆われている。そのため、第 2 領域 1 7 2 の耐酸性、第 1 領域 1 7 1 の反射防止特性、パッシベーション層 3 2 のパッシベーション特性、及び基板 1 0 の受光面がアルカリ性エッチング液によって劣化されることを抑制できることに留意すべきである。

40

【 0 0 9 0 】

次に、図 1 6 に示すように、C V D 法などを用いて、基板 1 0 の裏面上に p 型ドーパントを含む拡散層 4 1 を形成する。拡散層 4 1 は、例えば、B S G (Boron-silicate Glass) である。続いて、拡散層 4 1 を高温処理 (7 0 0 ~ 1 0 0 0 、 6 0 分以内) することによって、p 型ドーパントを基板 1 0 の裏面に熱拡散する。これによって、p 型拡散領域 3 0 p が形成される。

50

【 0 0 9 1 】

次に、図 1 7 に示すように、酸性エッチング液（例えば、約 4 % 濃度のフッ化水素溶液）によって、マスク層 2 0 をエッチング（例えば、約 3 0 ~ 6 0 秒）する。これによって、マスク層 2 0 を覆うように形成された拡散層 4 1 はマスク層 2 0 とともに除去される。また、耐アルカリ性膜 2 1 もマスク層 2 0 とともに除去される。ただし、基板 1 0 の受光面側は耐酸性を有する第 2 領域 1 7 2 によって覆われているので、第 1 領域 1 7 1 の反射防止特性、第 1 領域 1 7 1 のパッシベーション特性、及び基板 1 0 の受光面が酸性エッチング液によって劣化されることを抑制できることに留意すべきである。

【 0 0 9 2 】

次に、C V D 法、スパッタ法、蒸着法、メッキ法或いは印刷法などを用いて、p 型拡散領域 3 0 p 上及び n 型拡散領域 3 1 n 上に A l などによるコンタクト層と C u などによる低抵抗層とを順次形成する。これによって、p 側細線電極 1 3 p、n 側細線電極 1 3 n、p 側接続用電極 1 4 p 及び n 側接続用電極 1 4 n が形成される。

10

【 0 0 9 3 】

（作用及び効果）

第 2 実施形態に係る太陽電池 1 0 0 において、保護層 1 7 の第 2 表面 1 7 S₂ は、耐酸性を有する。従って、太陽電池 1 0 0 の製造工程において、酸性エッチング液などの酸性薬液によって基板 1 0 の受光面側にダメージが生じることを抑制することができる。また、保護層 1 7 が耐酸性を有するので、太陽電池 1 0 0 の製造工程において、保護層 1 7 を形成しなおす必要がないので、太陽電池 1 0 0 の生産性を向上することができる。

20

【 0 0 9 4 】

（その他の実施形態）

本発明は上記の実施形態によって記載したが、この開示の一部をなす論述及び図面はこの発明を限定するものであると理解すべきではない。この開示から当業者には様々な代替実施形態、実施例及び運用技術が明らかとなろう。

【 0 0 9 5 】

例えば、上記実施形態では、n 型半導体領域及び p 型半導体領域は C V D 法または熱拡散法によって形成されることとしたが、これに限られるものではない。n 型半導体領域及び p 型半導体領域は、ドーパントを含む拡散層にレーザを照射するレーザドーピング法によって形成されていてもよい。

30

【 0 0 9 6 】

また、上記実施形態では、太陽電池 1 0 0 がパッシベーション層と反射防止膜とを備える構成について説明したが、これに限られるものではない。太陽電池 1 0 0 は、パッシベーション層と反射防止膜の一方又は両方を備えていなくてもよい。すなわち、保護層 1 7 は、第 2 領域 1 7 2 のみによって構成されていてもよい。

【 0 0 9 7 】

このように、本発明はここでは記載していない様々な実施形態等を含むことは勿論である。従って、本発明の技術的範囲は上記の説明から妥当な特許請求の範囲に係る発明特定事項によってのみ定められるものである。

【 検証実験 】

40

【 0 0 9 8 】

耐酸性 S i N 膜（第 2 領域 1 7 2）及び耐アルカリ性 S i N 膜（耐アルカリ性膜 2 1）それぞれの特性と製膜条件との関係について検証するための実験を行った。

【 0 0 9 9 】

（ 1 ）耐酸性 S i N 膜

（ 1 - 1 ）耐酸性 S i N 膜のエッチングレートについて

P V C V D 法によって、下表に示す製膜条件の下、鏡面加工された S i 基板上にサンプル 1 ~ 5 の耐酸性 S i N 膜を製膜した。

【表 1】

	堆積時間 (min)	基板温度 (℃)	N ₂ 流量 (scc)	SiH ₄ 流量 (scc)	NH ₃ 流量 (scc)	NH ₃ /SiH ₄ 流量比	RF パワー密度 (mw/cm ²)	圧力 (torr)	基板間距離 (mils)
サンプル 1	360	200	1000	60	60	1	55	2	415
サンプル 2	360	200	1000	60	40	0.7	55	2	415
サンプル 3	360	200	1000	60	20	0.3	55	2	415
サンプル 4	360	200	1000	60	10	0.16	55	2	415
サンプル 5	360	200	1000	60	1	0.016	55	2	415

【0100】

上表に示すように、サンプル 1～5 では、SiH₄ の NH₃ に対する流量比を順次小さく、すなわち、徐々に Si の供給量を多くした。このようなサンプル 1～5 について、フッ化水素（4%濃度）によって 60 秒間のエッチング処理を施す前後における膜厚を測定した。

10

【0101】

図 18 は、エッチング前後における膜厚と流量比との関係を示すグラフである。図 18 に示すように、サンプル 3～5 では、サンプル 1 及び 2 に比べて、エッチングレートが小さかった。すなわち、サンプル 3～5 は、サンプル 1 及び 2 よりも耐酸性が高いことが確認された。従って、SiH₄ の NH₃ に対する流量比は、0.3 以下であることが好ましいことが判った。

【0102】

（1-2）耐酸性 SiN 膜の屈折率について

サンプル 1～5 について、上記エッチング処理前後における屈折率を測定した。

20

【0103】

図 19 は、エッチング前後における屈折率と流量比との関係を示すグラフである。図 19 に示すように、耐酸性が高いサンプル 3～5 では、エッチング処理前後において、屈折率を 2.2 以上に維持できることが確認された。また、屈折率 2.2 以上の条件で、十分な耐酸性を得られることが判った。

【0104】

（1-3）耐酸性 SiN 膜の最低膜厚について

PVCVD 法によって、下表に示す製膜条件の下、鏡面加工された Si 基板上に形成された反射防止膜上に、サンプル 6～10 の耐酸性 SiN 膜を製膜した。

30

【表 2】

	堆積時間 (min)	基板温度 (℃)	N ₂ 流量 (scc)	SiH ₄ 流量 (scc)	NH ₃ 流量 (scc)	NH ₃ /SiH ₄ 流量比	RF パワー密度 (mw/cm ²)	圧力 (torr)	基板間距離 (mils)
サンプル 6	0	200	1000	60	60	1	55	2	415
サンプル 7	10	200	1000	60	40	0.7	55	2	415
サンプル 8	15	200	1000	60	20	0.3	55	2	415
サンプル 9	30	200	1000	60	10	0.16	55	2	415
サンプル 10	60	200	1000	60	1	0.016	55	2	415

【0105】

上表に示すように、サンプル 6～10 では、堆積時間を順次長く、すなわち、徐々に膜厚を大きくした。具体的には、サンプル 6 の最低膜厚は 0 nm、サンプル 7 の最低膜厚は 3 nm、サンプル 8 の最低膜厚は 5 nm、サンプル 9 の最低膜厚は 10 nm、サンプル 10 の最低膜厚は 20 nm であった。なお、最低膜厚とは、反射防止膜上に形成された耐酸性 SiN 膜のうち最も薄い部分の厚みのことである。

40

【0106】

サンプル 6～10 について、フッ化水素（4%濃度）によって 60 秒間のエッチング処理を施した後、反射防止膜の残存状況を確認した。

【0107】

サンプル 6～9 では、反射防止膜は残存していなかったのに対して、サンプル 10 では

50

、反射防止膜は残存していた。従って、耐酸性 S i N 膜の膜厚は 2 0 nm 以上が好ましいことが判った。

【 0 1 0 8 】

(2) 耐アルカリ性 S i N 膜

(2 - 1) 耐アルカリ性 S i N 膜のエッチングレートについて

P V C V D 法によって、下表に示す製膜条件の下、鏡面加工された S i 基板上にサンプル 1 1 ~ 1 3 の耐酸性 S i N 膜を製膜した。

【表 3】

	堆積時間 (min)	基板温度 (℃)	N ₂ 流量 (scc)	SiH ₄ 流量 (scc)	NH ₃ 流量 (scc)	NH ₃ /SiH ₄ 流量比	RF パワー密度 (mw/cm ²)	圧力 (torr)	基板間距離 (mils)
サンプル 11	360	200	1000	60	100	1.7	55	2	415
サンプル 12	360	200	1000	40	100	2.5	55	2	415
サンプル 13	360	200	1000	20	100	5.0	55	2	415

10

【 0 1 0 9 】

上表に示すように、サンプル 1 1 ~ 1 3 では、S i H₄ の N H₃ に対する流量比を順次小さく、すなわち、徐々に S i の供給量を多くした。このようなサンプル 1 ~ 5 について、水酸化ナトリウム (7 0 、 1 % 濃度) によって 5 分間のエッチング処理を施す前後における膜厚を測定した。

【 0 1 1 0 】

図 2 0 は、エッチング前後における膜厚と流量比との関係を示すグラフである。図 2 0 に示すように、サンプル 1 1 ~ 1 3 では、エッチング後においても十分な膜厚を確保することができた。

20

【 0 1 1 1 】

また、サンプル 1 1 のエッチングレートは 3 . 7 (n m / m i n) であり、サンプル 1 2 のエッチングレートは 2 . 5 (n m / m i n) であり、サンプル 1 3 のエッチングレートは 2 . 0 (n m / m i n) であった。実際の太陽電池の製造工程では、アルカリ薬液によるエッチングは 2 ~ 3 分程度であるので、耐アルカリ性 S i N 膜の厚みは 1 0 ~ 2 0 n m 程度であれば十分であることが判った。

【 0 1 1 2 】

なお、サンプル 1 1 は、一般的な反射防止膜やマスク層を形成する際の製膜条件である。

30

【符号の説明】

【 0 1 1 3 】

1 0 ... 基板

1 1 i ... i 型非晶質半導体層

1 1 p ... p 型非晶質半導体層

1 2 i ... i 型非晶質半導体層

1 2 n ... n 型非晶質半導体層

1 3 n ... n 側細線電極

1 3 p ... p 側細線電極

1 4 n ... n 側接続用電極

1 4 p ... p 側接続用電極

1 5 i ... i 型非晶質半導体層

1 6 ... 非晶質半導体層

1 7 ... 保護層

1 7 1 ... 第 1 領域

1 7 2 ... 第 2 領域

1 7 S₁ ... 第 1 表面

1 7 S₂ ... 第 2 表面

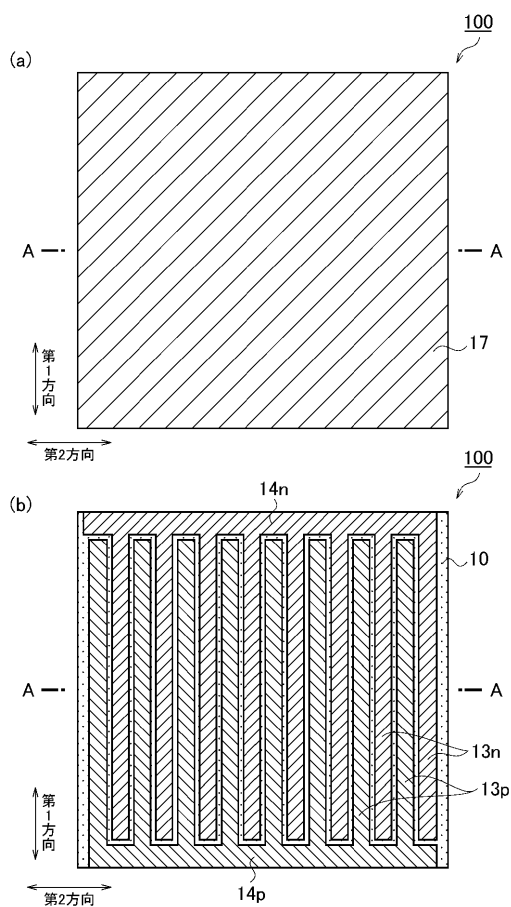
2 0 ... マスク層

40

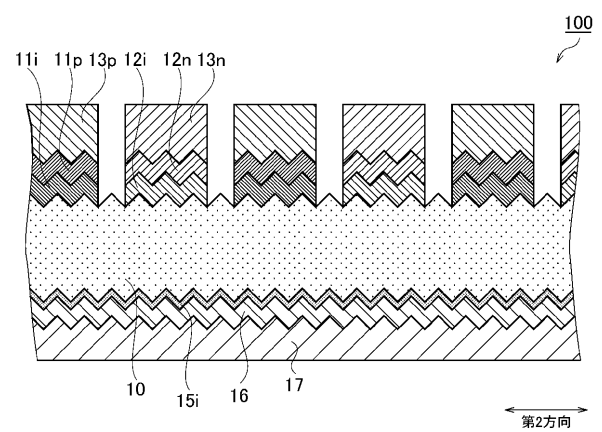
50

- 2 1 ... 耐アルカリ性膜
- 2 2 ... エッチングペースト
- 3 0 p ... p型拡散領域
- 3 1 n ... n型拡散領域
- 3 2 ... パッシベーション層
- 4 0 ... 拡散層
- 4 1 ... 拡散層
- 1 0 0 ... 太陽電池

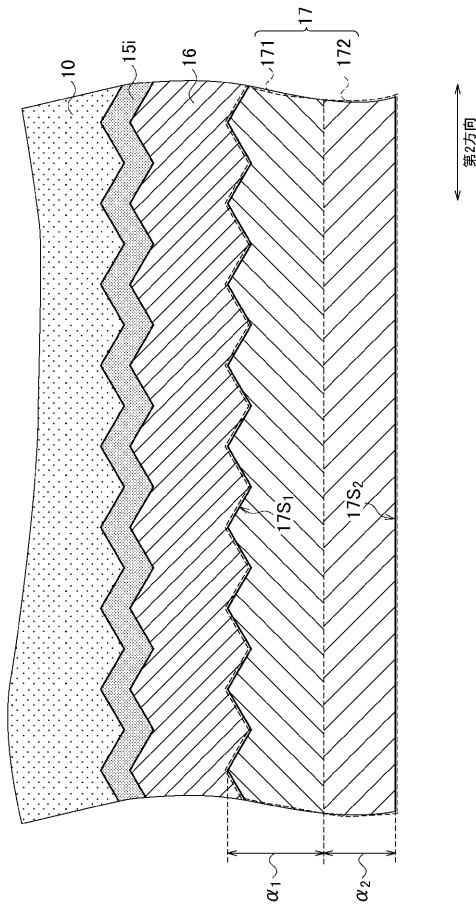
【図 1】



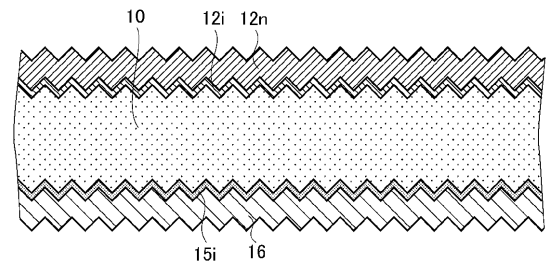
【図 2】



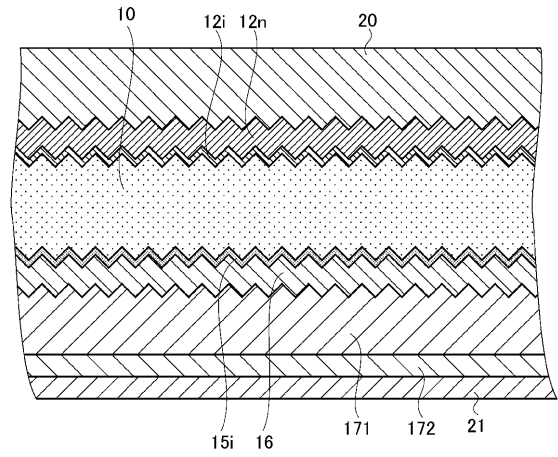
【図 3】



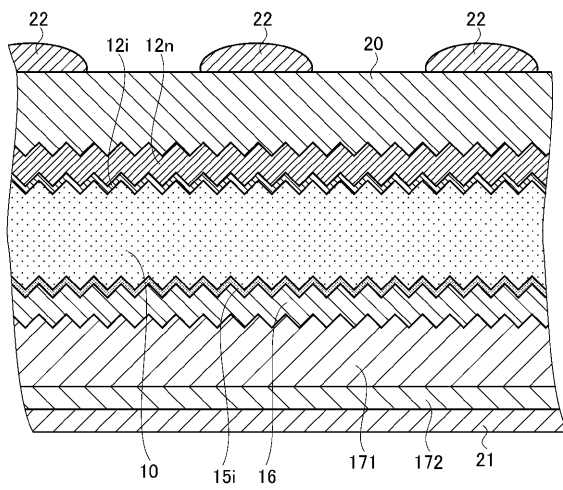
【図 4】



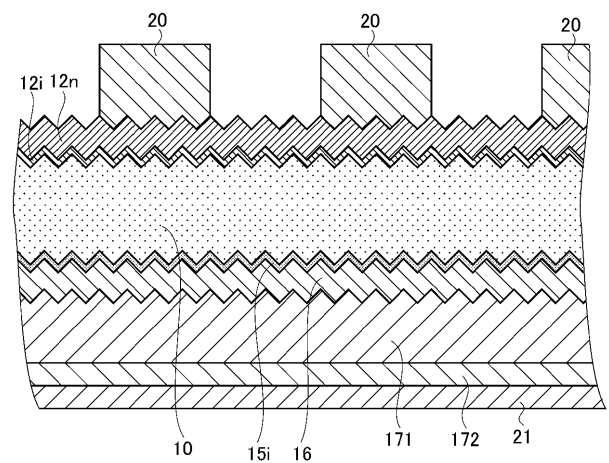
【図 5】



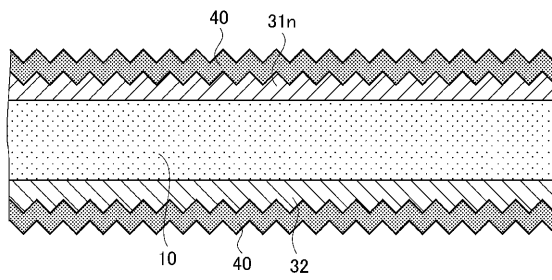
【図 6】



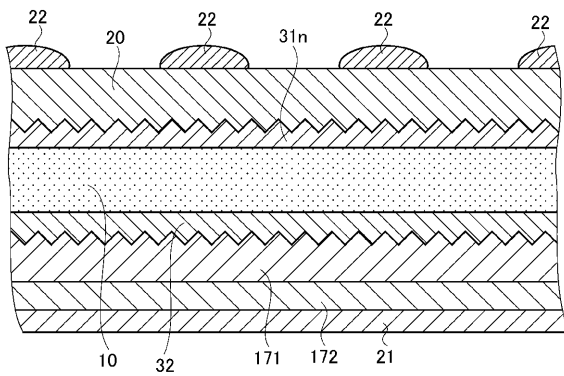
【図 7】



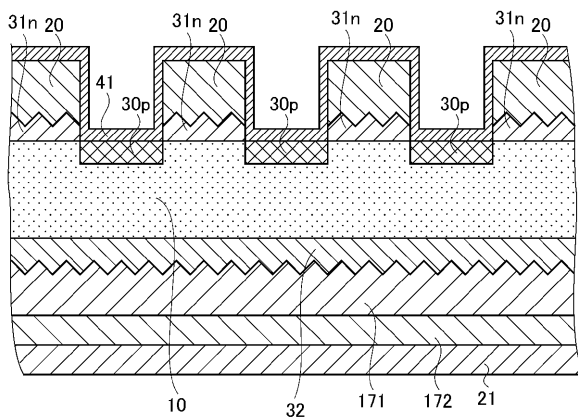
【図 1 2】



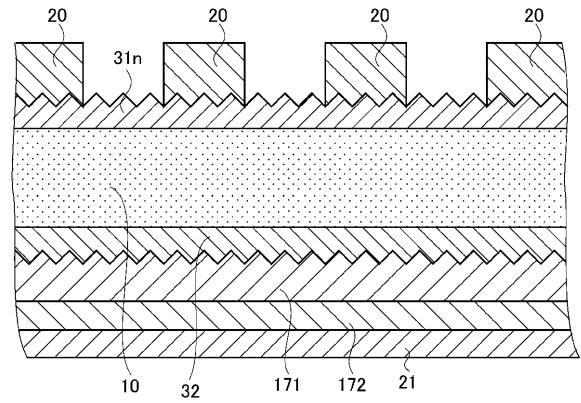
【図 1 3】



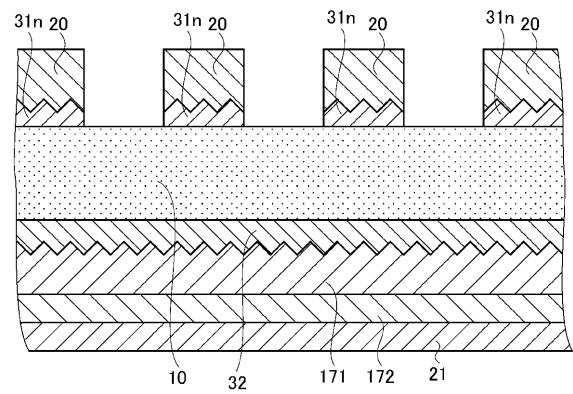
【図 1 6】



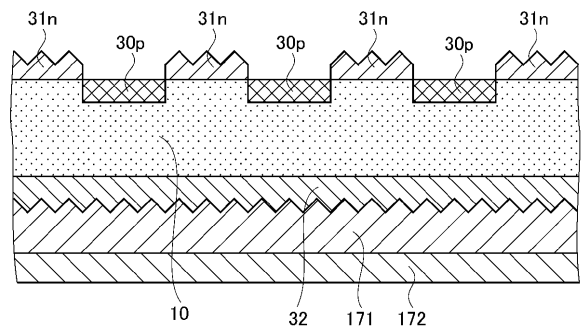
【図 1 4】



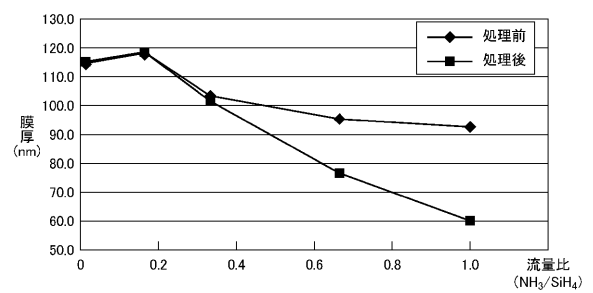
【図 1 5】



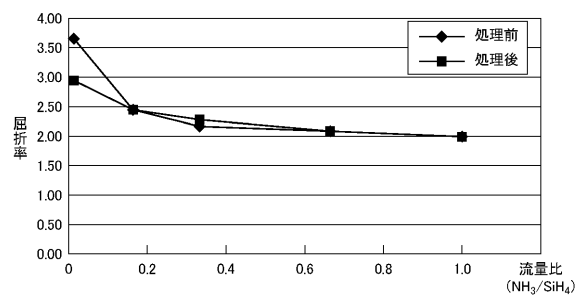
【図 1 7】



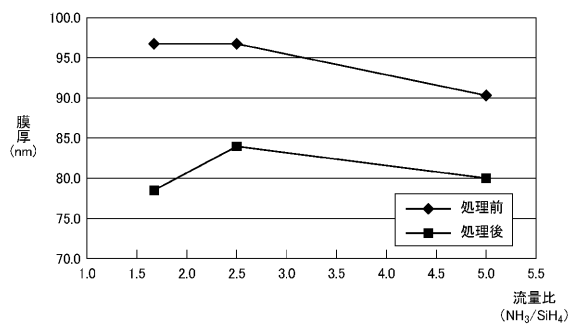
【図 1 8】



【 図 1 9 】



【 図 2 0 】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5F051 CA14 CB20 DA04 GA04 GA15 HA03
5F151 CA14 CB20 DA04 GA04 GA15 HA03