

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5117770号
(P5117770)

(45) 発行日 平成25年1月16日(2013.1.16)

(24) 登録日 平成24年10月26日(2012.10.26)

(51) Int. Cl. F I
H O 1 L 31/04 (2006.01) H O 1 L 31/04 A

請求項の数 10 (全 19 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2007-155336 (P2007-155336) (22) 出願日 平成19年6月12日 (2007.6.12) (65) 公開番号 特開2008-311291 (P2008-311291A) (43) 公開日 平成20年12月25日 (2008.12.25) 審査請求日 平成21年8月5日 (2009.8.5)</p> <p>前置審査</p>	<p>(73) 特許権者 000005049 シャープ株式会社 大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号 (74) 代理人 110001195 特許業務法人深見特許事務所 (72) 発明者 船越 康志 大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号 シャープ株式会社内 審査官 和田 将彦</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 太陽電池の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

シリコン基板の裏面に屈折率が2.4以上3.2以下の窒化シリコン膜を形成する第1工程と、

前記窒化シリコン膜が形成された前記シリコン基板をアニール処理する第2工程と、を含み、

前記第1工程は、シランガスとアンモニアガスとを含む混合ガスを用いるプラズマCVD法でなされ、

前記窒化シリコン膜は、膜厚が5nm以上100nm以下であり、

前記アニール処理の温度が450以上1000以下であり、

前記第1工程における前記窒化シリコン膜は、拡散マスクであり、

前記第2工程は、前記シリコン基板の不純物拡散層の形成を兼ねる、太陽電池の製造方法。

【請求項2】

前記混合ガスの中の、前記シランガス/前記アンモニアガスの比が0.7以上である、請求項1に記載の太陽電池の製造方法。

【請求項3】

前記アニール処理の時間が1分以上60分以下である請求項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 工程の前記拡散マスクのパターニングは、前記窒化シリコン膜をエッチング可能な成分を含有するエッチングペーストを用いる請求項 1 に記載の太陽電池の製造方法。

【請求項 5】

前記エッチングペーストは、リン酸を 20 重量%以上 40 重量%以下含有する請求項 1 に記載の太陽電池の製造方法。

【請求項 6】

前記第 2 工程の後、前記窒化シリコン膜にパッシベーション膜を積層する工程を含む請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の太陽電池の製造方法。

【請求項 7】

前記第 2 工程の後、前記窒化シリコン膜を除去する工程を含む請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の太陽電池の製造方法。

10

【請求項 8】

前記シリコン基板の裏面にパッシベーション膜を形成する工程を含む請求項 7 に記載の太陽電池の製造方法。

【請求項 9】

前記パッシベーション膜は、屈折率 2.4 以上 3.2 以下の窒化シリコン膜である請求項 7 または 8 に記載の太陽電池の製造方法。

【請求項 10】

前記第 2 工程の後、前記窒化シリコン膜に、前記窒化シリコン膜をエッチング可能な成分を含有するエッチングペーストを塗布し、

20

前記シリコン基板を 350 以上 400 以下で加熱して、

前記窒化シリコン膜を除去する工程を含む請求項 7 に記載の太陽電池の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、太陽電池の製造方法に関し、特に高い太陽電池特性を得ることができる太陽電池の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、エネルギー資源の枯渇の問題や大気中の CO₂ 増加のような地球環境問題などからクリーンなエネルギーの開発が望まれており、特に太陽電池を用いた太陽光発電が新しいエネルギー源として開発、実用化され、発展の道を歩んでいる。

30

【0003】

太陽電池は、従来から、たとえば単結晶または多結晶のシリコン基板の受光面にシリコン基板の導電型と反対の導電型となる不純物を拡散することによって p n 接合を形成し、シリコン基板の受光面とその反対側にある裏面（以下、単に裏面とも言う）にそれぞれ電極を形成して製造されたものが主流となっている。また、シリコン基板の裏面にはシリコン基板と同じ導電型の不純物を高濃度で拡散することによって、裏面電界効果による高出力化を図ることも一般的となっている。

【0004】

40

また、シリコン基板の受光面には電極を形成せず、シリコン基板の裏面に p n 接合を形成したいわゆる裏面接合型太陽電池が開発されている。裏面接合型太陽電池は一般的に受光面に電極を有しないことから、電極によるシャドールロスがなく、シリコン基板の受光面および裏面にそれぞれ電極を有する上記の太陽電池と比べて高い出力を得ることが期待できる（特許文献 1 参照）。裏面接合型太陽電池は、このような特性を活かしてソーラカーや集光用太陽電池などの用途に使用されている。

【0005】

また、一般に太陽電池の製造工程において、窒化シリコン膜は、受光面側の反射防止膜として使用されることから光の透過性の高い屈折率 1.9 ~ 2.2 程度に調整されている。そして、高屈折率の窒化シリコン膜は透過性が低くなるため通常使用されない。

50

【0006】

しかしながら、近年高い表面パッシベーション性を得るために、通常反射防止膜に使用する窒化シリコン膜よりも高い屈折率に調整した窒化シリコン膜を使用する報告がなされている。(特許文献2参照)。

【特許文献1】米国特許第4,927,770号明細書

【特許文献2】特開2006-128258号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

高い太陽電池特性、特に高いJscを得ることができる太陽電池の製造方法を提供する 10

。【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は、シリコン基板の少なくとも片面に屈折率が2.4以上3.2以下の窒化シリコン膜を形成する第1工程と、窒化シリコン膜が形成されたシリコン基板をアニール処理する第2工程とを含む太陽電池の製造方法に関する。

【0009】

また、本発明の太陽電池の製造方法において、第1工程は、シランガスとアンモニアガスとを含む混合ガスを用いるプラズマCVD法でなされ、混合ガスの中の、シランガス/アンモニアガスの比が0.7以上であることが好ましい。 20

【0010】

また、本発明の太陽電池の製造方法において、窒化シリコン膜は、膜厚が5nm以上100nm以下であることが好ましい。

【0011】

また、本発明の太陽電池の製造方法において、アニール処理の温度が450℃以上1000℃以下であることが好ましい。

【0012】

また、本発明の太陽電池の製造方法において、アニール処理の時間が1分以上60分以下であることが好ましい。

【0013】

また、本発明の太陽電池の製造方法において、第1工程における窒化シリコン膜は、拡散マスクであり、第2工程は、シリコン基板の不純物拡散層の形成を兼ねることが好ましい。 30

【0014】

また、本発明の太陽電池の製造方法において、第1工程の拡散マスクのパターニングは、窒化シリコン膜をエッチング可能な成分を含有するエッチングペーストを用いることが好ましい。

【0015】

また、本発明の太陽電池の製造方法において、エッチングペーストは、リン酸を20重量%以上40重量%以下含有することが好ましい。 40

【0016】

また、本発明の太陽電池の製造方法において、第2工程の後、窒化シリコン膜にパッシベーション膜を積層する工程を含むことが好ましい。

【0017】

また、本発明の太陽電池の製造方法において、第2工程の後、窒化シリコン膜を除去する工程を含むことが好ましい。

【0018】

また、本発明の太陽電池の製造方法において、シリコン基板の裏面にパッシベーション膜を形成する工程を含むことが好ましい。

【0019】

また、本発明の太陽電池の製造方法において、パッシベーション膜は、屈折率 2.4 以上 3.4 以下の窒化シリコン膜であることが好ましい。

【0020】

また、本発明の太陽電池の製造方法において、第 2 工程の後、窒化シリコン膜に、窒化シリコン膜をエッチング可能な成分を含有するエッチングペーストを塗布し、シリコン基板を 350 以上 400 以下で加熱して、窒化シリコン膜を除去する工程を含むことが好ましい。

【発明の効果】

【0021】

本発明の製造方法によると、屈折率 2.4 以上の窒化シリコン膜をシリコン基板に形成後、アニール処理を行なうことでシリコン基板を改質することができる。該シリコン基板を用いた太陽電池は、高い太陽電池特性、特に高い J_{sc} を有する。さらに、本発明の製造方法によると、窒化シリコン膜を太陽電池の製造工程における拡散マスクとして利用することで、アニール処理は不純物拡散のための加熱処理と兼ねることにより、従来と同様の製造工程で従来よりも高い太陽電池特性、特に高い J_{sc} を有する太陽電池を得ることができる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

本発明の太陽電池の製造方法は、シリコン基板の受光面および裏面の少なくとも片面に屈折率が 2.4 以上 3.2 以下の窒化シリコン膜を形成する第 1 工程と、第 1 工程によ

20

【0023】

ここで、アニール処理とは、シリコン基板を高温処理することである。また、高温処理中の雰囲気は特に規定しない。

【0024】

該窒化シリコン膜は、シランガスとアンモニアガスとを含む混合ガスを材料に用いたプラズマ CVD 法により形成されることが好ましく、アニール処理は、プラズマ CVD による窒化シリコン膜の製膜温度以上の温度で処理することが好ましい。

【0025】

30

< 窒化シリコン膜の検討 >

高屈折率の窒化シリコン膜は、一般に使用される屈折率 2.0 前後の窒化シリコン膜とくらべ、様々な点で明らかに異なる。

【0026】

図 2 は、窒化シリコン膜の屈折率と、両面に窒化シリコン膜を形成した n 型シリコン基板の少数キャリアの実効ライフタイム（以下、単に実効ライフタイムともいう。また、 τ_{eff} ともいう。単位は μ 秒）との関係を示す。実効ライフタイムは、各屈折率毎に 4 サンプルの平均値を採用した。

【0027】

ここで、実効ライフタイムとは、表面再結合の影響を含めた少数キャリアのライフタイムの値となり、たとえば窒化シリコン膜が形成されたままのシリコン基板の現状状態の該ライフタイムのことをいう。

40

【0028】

図 2 に示すように、窒化シリコン膜の屈折率が 2.4 を超えるあたりから、該窒化シリコン膜が形成された n 型シリコン基板の実効ライフタイムは、大きく向上することが示された。そして、窒化シリコン膜の屈折率が 3.0 付近でピークとなり 3.2 を超えると低下する傾向を示した。

【0029】

また、図 3 は、プラズマ CVD 法により窒化シリコン膜を形成する際に用いる混合ガスにおけるシランガス / アンモニアガスの比と窒化シリコン膜の屈折率との関係を示す。図

50

3において、シランガスとして SiH_4 ガスを用いた。図3に示すように、窒化シリコン膜をCVD法によってシランガスとアンモニアガスとを含む混合ガスを用いて形成した場合に、該混合ガスに含まれるシランガス/アンモニアガスの比が大きくなるほど窒化シリコン膜の屈折率は大きくなる傾向がある。ただし、図3のようにシランガス/アンモニアガスの比を大きくしても窒化シリコン膜の屈折率は、3.2付近で飽和する結果となった。

【0030】

以上より、図2および図3から屈折率が2.4以上、より好ましくは2.9以上で、3.2以下、より好ましくは3.1以下に制御された高屈折率の窒化シリコン膜をシリコン基板の表面を形成することで、n型シリコン基板における実効ライフタイムは高い値となることが示された。

10

【0031】

以下、屈折率2.4以上の窒化シリコン膜を高屈折率の窒化シリコン膜とし、屈折率2.0前後の窒化シリコン膜を通常の窒化シリコン膜とする。高屈折率の窒化シリコン膜を高n-SiNと表記し、通常の窒化シリコン膜を通常SiNと表記する。

【0032】

さらに、高n-SiNのシリコン基板のバルクのライフタイムに与える影響について検証した。通常SiNを形成したシリコン基板および高n-SiNを形成したシリコン基板の表面を厚さ約 $20\mu\text{m}$ 、フッ酸と硝酸との混合液でエッチングした後、ヨウ素溶液にてシリコン基板の表面にケミカルパッシベーションを施した。該シリコン基板のバルクのライフタイムに対応する値である τ_{cp} の値を μ -PCD法にて測定した結果を表1に示す。

20

【0033】

【表1】

	$\tau_{cp}(\mu\text{s})$
高 n-SiN (n=2.9)	217.6
通常 SiN (n=2.2)	149.4

【0034】

ここで、本発明において、 τ_{cp} は、シリコン基板の表面の影響を受けないようにするため、シリコン基板の表面にケミカルパッシベーションを施すことでシリコン基板の表面の再結合を抑えて測定された少数キャリアのライフタイムの値である。

30

【0035】

高n-SiNは通常SiNに比べ実効ライフタイムだけでなく、シリコン基板のバルクのライフタイムにも好影響を与えていることがわかった。

【0036】

τ_{eff} および τ_{cp} は、 904nm 半導体レーザを用いた μ -PCD法(マイクロ波光導電減衰法)で測定した。なお、 μ -PCD法は、マイクロ波をシリコン基板に当て、その反射率の時間変化からライフタイムを測定する方法である。

【0037】

また、FTIR測定は、Nicolet製710を用いて測定した。なお、上述の窒化シリコン膜の膜厚は、 $70\sim 75\text{nm}$ とした。

40

【0038】

また、屈折率は、エリプソメトリ法で測定した。

<第1工程>

上述の検討から、本発明の第1工程において、まず、シリコン基板の少なくとも片面に、プラズマCVD法により屈折率が2.4以上3.2以下の窒化シリコン膜を形成する。該窒化シリコン膜は、混合ガスを用いたプラズマCVD法により形成されることが好ましい。

【0039】

50

本発明において該混合ガスは、上述のとおりシランガスとアンモニアガスとを含むものをいう。シランガスとは SiH_4 ガスの他に、たとえば SiHCl_3 ガス、 SiH_2Cl_2 ガスまたは SiH_3Cl ガスなどを含むものとする。そして、該混合ガス中には、シランガスおよびアンモニアガスの他に窒素ガスを含む。上述の図3でも示したとおり、窒化シリコン膜の屈折率は、プラズマCVD法において、混合ガスの中のシランガス/アンモニアガスの比を調整することによって制御することができる。このとき、該シランガス/アンモニアガスの比が大きくなる程、形成された窒化シリコン膜の屈折率が大きくなる傾向がある。

【0040】

そして、屈折率2.4以上の窒化シリコン膜を形成するためには、シランガス/アンモニアガスの比が0.7以上であることが好ましい。シランガス/アンモニアガスの比が0.7未満の場合には屈折率2.4以上の窒化シリコン膜を形成することができない傾向にあるためである。また、該プラズマCVD法における処理温度は300~450であることが好ましい。また、本検討において、屈折率3.2を超えると窒化シリコン膜は、シリコン比率が高くなることから、再現性よく窒化シリコン膜を形成することができなかった。

10

【0041】

なお、屈折率は、エリプソメトリ法により測定することが可能である。

<第2工程>

本発明は、第1工程の後にアニール処理を行なうことで、更なるシリコン基板の n_{cp} の向上を図ることができる。

20

【0042】

本発明において、アニール処理は、具体的には、少なくとも片面に表面に屈折率が2.4以上3.2以下の窒化シリコン膜を形成したシリコン基板を高温処理する。以下、本発明におけるアニール処理の具体的な好ましい条件について、 n_{eff} および n_{cp} を指標にして検証する。

【0043】

まず、アニール処理の温度とシリコン基板の n_{eff} および n_{cp} との相関関係について検証する。

【0044】

シリコン基板に高 n - SiN を形成($n=3.0$ 、膜厚72nm)後、該シリコン基板を表2に示す条件2~5の設定でそれぞれアニール処理した。条件1では、アニール処理を行っていない。表2における温度は、アニール処理の温度、時間は、アニール処理の時間(分)を示す。条件2~4は、チューブ炉でアニール処理を行ない、条件5は、ベルト炉でアニール処理を行なった。条件2においては、窒素雰囲気下で、条件3および4においては、3%水素を含む窒素雰囲気下で、条件5においては、酸素雰囲気下でアニール処理を行なった。各アニール処理に対する n_{eff} および n_{cp} の結果を表2に示す。 n_{eff} および n_{cp} の測定方法は上記と同じである。また、使用したシリコン基板は同一インゴットから切り出した隣接したものを使用していることから、アニール処理前のライフタイムは、同一であると考えることができる。

30

40

【0045】

【表 2】

条件	温度(°C)	雰囲気	時間(min)	$\tau_{eff}(\mu s)$	$\tau_{cp}(\mu s)$
1	-	-	-	450.5	306.7
2	600	N ₂	30	3.7	361.1
3	600	H ₂ (3%)+N ₂	30	8.9	366.7
4	450	H ₂ (3%)+N ₂	15	510.0	338.5
5	450以上	O ₂	1	502.1	354.8

10

【0046】

表2から明らかのように、シリコン基板に高n-SiNを形成後、該シリコン基板をアニール処理することにより、すべての条件で τ_{cp} が向上している。条件2と3とを比較すると、 τ_{cp} はアニール処理における炉内の雰囲気に関係なくほぼ同じ値となることが示された。また、条件3と4とを比較すると、若干アニール処理が高温になるにつれて、 τ_{cp} の値が向上する傾向を示している。

【0047】

また、条件5の τ_{cp} より、アニール処理の温度が450以上で時間が1分以上である場合に、高n-SiNが形成されたシリコン基板の τ_{cp} は向上することが示された。

【0048】

一方 τ_{eff} は、条件2、3では非常に低い値となった。

次に、さらに高温、長時間でアニール処理を行ない、 τ_{cp} の向上について検証した。表3に示す条件6～9の設定で、シリコン基板をそれぞれアニール処理した。

20

【0049】

まず、高n-SiNを形成したシリコン基板と通常SiNを形成したシリコン基板とを1000で60分間、酸素を含む窒素雰囲気下でアニール処理した。これらをそれぞれ条件6、7とする。このとき高n-SiNは、膜厚(dともいう)が70nmで屈折率(nともいう)が3.1であり、通常SiNは、膜厚が71nmで屈折率が2.0であった。そして、参考のために、条件8として900で60分間の熱酸化により酸化シリコン膜をシリコン基板に形成した。また、条件9として何ら膜を形成しないシリコン基板を1000で60分間アニール処理した。上述4種のシリコン基板のアニール処理前およびアニール処理後の τ_{cp} について測定した。結果を表3に示す。

30

【0050】

【表 3】

条件	膜	アニール処理前 $\tau_{cp}(\mu s)$	アニール処理後 $\tau_{cp}(\mu s)$
6	窒化シリコン (n=3.1, d=71nm)	217.6	268.8
7	窒化シリコン (n=2.0, d=70nm)	149.4	26.4
8	酸化シリコン	256.2	199.8
9	なし	223.3	19.3

40

【0051】

1000で60分間のアニール処理を行なった後において、高n-SiNが形成されたシリコン基板は、アニール処理前よりも τ_{cp} が向上した。しかし、通常SiNおよび酸化シリコン膜が形成されたシリコン基板および何ら膜を形成しないシリコン基板は、アニール処理後 τ_{cp} が低下した。以上より、アニール処理の温度が1000、およびアニール処理の時間が60分であるとき本発明における効果は確認することができた。

50

【 0 0 5 2 】

以上の検討により、アニール処理の温度は450 以上1000 以下であることが好ましいことが示唆された。

【 0 0 5 3 】

次にシリコン基板に形成される高 n -SiNの膜厚と、該シリコン基板をアニール処理した後の τ_{cp} との関係について表4に示す条件10～12の設定で検討した。

【 0 0 5 4 】

まず、膜厚75nmおよび5nmの高 n -SiNをそれぞれシリコン基板に形成したのちに、それぞれベルト炉で450 以上、1分間、酸素雰囲気下の条件でアニール処理を行なった。これらをそれぞれ条件10、11とする。このとき高 n -SiNの屈折率は2.9で統一した。また、参考のために、屈折率が2.0で、膜厚が70nmである通常SiNを形成したシリコン基板についても同様にベルト炉で450 以上、1分間、酸素雰囲気下の条件でアニール処理を行なった。これを条件12とする。上述3種のシリコン基板の τ_{cp} について測定した。結果を表4に示す。

【 0 0 5 5 】

【表4】

条件	膜	アニール処理後 τ_{cp} (μ s)
10	窒化シリコン ($n=2.9$, $d=75\text{nm}$)	238.1
11	窒化シリコン ($n=2.9$, $d=5\text{nm}$)	237.9
12	窒化シリコン ($n=2.0$, $d=70\text{nm}$)	148.2

【 0 0 5 6 】

τ_{cp} は、膜厚に影響されず、条件10および11において、ほぼ同じ値を示した。このことから、シリコン基板の τ_{cp} 改善のためには表面にごく薄い膜が存在していればよいことがわかった。

【 0 0 5 7 】

なお、表2、3、4の結果は同じ条件でも絶対値が異なるが、これは使用しているシリコン基板のロットが異なることに起因する。

【 0 0 5 8 】

ここで、 τ_{cp} の改善について考察する。図4は、屈折率2.2および屈折率2.9の窒化シリコン膜についてFTIR測定を行なった結果を示す。図4中の矢印は、左からそれぞれN-Hの結合、Si-Hの結合、N-Hの結合およびSi-Nの結合のピークを示す。図4に示すように、屈折率2.9の窒化シリコン膜は、屈折率2.2の窒化シリコン膜とくらべると、Si-Hの結合のピークが大きくなっており、N-H、Si-Nのピークが小さくなっていた。したがって、Si-H結合の水素がアニール処理によってシリコン基板のバルク中の欠陥などに作用し、 τ_{cp} が改善するのではないかとと思われる。

【 0 0 5 9 】

次に、 τ_{eff} の低下について考察する。図5は表2における条件1～5の設定でそれぞれアニール処理した後の高 n -SiNのFTIR測定結果を示すグラフである。図5中の矢印は、左からそれぞれN-Hの結合、Si-Hの結合、N-Hの結合およびSi-Nの結合のピークを示す。図5によると、Si-Hのピークと τ_{eff} との結果の間に相関性があることがわかった。そこで、以下のように考えられる。第1工程において形成された高 n -SiNによって、シリコン基板の表面が水素により終端されることで τ_{eff} が高くなる。しかし、第2工程で該高 n -SiNを600 という高温に長時間さらしたことにより、高 n -SiN中の水素が離脱し、Si-Hの結合が切れたことから τ_{eff} が低下した

。ただし、 η_{eff} は、アニール処理後、表面にパッシベーション膜を形成することによって、高い値を得ることができるものである。したがって、 η_{eff} の低下は、アニール処理後の太陽電池の製造工程において修復できるものであり、該低下によって太陽電池の性能に問題は生じない。

【0060】

また、本発明において、第2工程でアニール処理された後の高n-SiNを除去する工程を含むことが好ましい。第1工程および第2工程を経て、シリコン基板の改質が行われた後に、第1工程において形成した高n-SiNを除去して、シリコン基板の裏面にパッシベーション膜を形成する工程を含むことで、表面パッシベーション性が向上し、最終的に作製される太陽電池の特性、特にVocが向上するためである。該除去には、後述するエッチングペーストによるエッチングを用いることが好ましい。なお、該パッシベーション膜は、シリコン基板の裏面の全面に形成されていることが好ましいが、シリコン基板の裏面の少なくとも一部に形成されていればよい。

10

【0061】

また、第1工程および第2工程を経てから、上述のようにアニール処理された後の高n-SiNを除去せずに、該高n-SiNの上にパッシベーション膜を積層する工程を含んでもよい。このときは、該高n-SiNを除去する時間や労力を省くことができるために、製造工程全体を簡略化することができるためである。

【0062】

そして、上述のパッシベーション膜としては、屈折率2.4以上で3.2以下、より好ましくは2.9以上で3.1以下に制御された窒化シリコン膜を形成することが好ましい。

20

【0063】

なお、高n-SiNの膜厚は100nm以下であることが好ましい。これは、該膜厚が100nmより大きいとエッチングペーストによるエッチングをすることが困難になるためである。

【0064】

<太陽電池の製造工程の形態>

高n-SiNを表面に形成したシリコン基板をアニール処理することで、該シリコン基板が改質される。そこで、本発明の太陽電池の製造方法は、高n-SiNをシリコン基板の表面に形成後アニール処理によりシリコン基板を改質する工程を含むことを特徴とする。さらに、本発明において、高n-SiNを不純物拡散層形成時の拡散マスクに使用し、不純物拡散層形成時の加熱処理が、アニール処理を兼ねることで、製造工程の簡略化を図ることができる。具体的には、第1工程における窒化シリコン膜は、拡散マスクであり、第2工程は、シリコン基板の不純物拡散層の形成を兼ねる。

30

【0065】

また、別の方法としては、第1工程で形成された窒化シリコン膜は、第2工程の後、除去し、その後に該シリコン基板に不純物拡散層を形成してもよい。

【0066】

以下、本発明の製造方法で形成される好ましい一形態の裏面接合型太陽電池の構造を説明し、太陽電池の製造工程の具体的な形態について説明する。

40

【0067】

太陽電池の構造

図1Aは、本発明における好ましい一実施形態で製造される太陽電池の裏面からの平面図である。図1Bは、図1AのIB-IB線に沿った太陽電池の断面図である。

【0068】

図1Aに示すように、基板1の裏面の両端に大きな集電機能を有する主電極としてのp電極11、n電極12が形成され、これに加えて、互いに入りこむように細いp電極11、n電極12が形成されている。p電極11およびn電極12は、それぞれ、シリコン基板1に不純物としてボロンなどをドーピングすることで形成する高濃度のp型の不純物拡

50

散層である p + 層 5 およびシリコン基板 1 に不純物としてリンなどをドーピングすることで形成する高濃度の n 型の不純物拡散層である n + 層 6 と接続している。そして、シリコン基板 1 には、p 電極 1 1 に対応するパターンで p + 層 5 が形成されており、n 電極 1 2 に対応するパターンで n + 層 6 が形成されている。また、シリコン基板 1 の裏面にアライメントマーク 1 3 を設けることも可能である。これは、後述する製造工程でエッチングペースト等を塗布し、パターンニングする際に正確に印刷するために設けてもよい。なお、アライメントマーク 1 3 は、太陽電池の性能を低下させないために n + 層 6 および p + 層 5 の形成箇所以外の箇所に設置することが好ましい。

【0069】

また、図 1 B に示す断面図のように、シリコン基板 1 の受光面は、エッチングされておりテクスチャ構造 4 が形成され、その受光面には反射防止膜 2 が形成されており、シリコン基板 1 の裏面には窒化シリコン膜や酸化シリコン膜などからなるパッシベーション膜 3 が形成されている。また、n + 層 6 および p + 層 5 はそれぞれシリコン基板 1 の裏面に沿って交互に所定の間隔をあけて形成されている。p + 層 5 および n + 層 6 は、p 電極 1 1 および n 電極 1 2 と接続されている。

【0070】

なお、シリコン基板 1 は、n 型のものでも、p 型のものでもよい。

形態 1

図 6 は、本発明の製造工程の好ましい一形態の各工程を示す断面図である。以下、本実施の形態において図 6 に基づいて説明する。図 6 (a) ~ (k) においては説明の便宜のためシリコン基板 1 の裏面に n + 層 6 と p + 層 5 を 1 つずつ形成したものを示す。

【0071】

本実施の形態では、以下に示す図 6 (e) および (f) の工程に本発明の特徴を有する。

【0072】

まず、図 6 (a) の工程において、n 型のシリコン基板 1 を用意する。ここで、シリコン基板 1 はたとえば多結晶シリコンまたは単結晶シリコンなどを用いることができる。シリコン基板 1 の大きさおよび形状は特に限定されないが、たとえば厚さを 100 μm 以上 300 μm 以下、1 辺 100 mm 以上 200 mm 以下の四角形状とすることができる。

【0073】

また、シリコン基板 1 は、たとえば、スライスダメージを除去したものなどを用いることが好ましく、シリコン基板 1 の表面をフッ化水素水溶液と硝酸との混酸または水酸化ナトリウムなどのアルカリ水溶液などでエッチングを行なう。

【0074】

次に、図 6 (b) の工程において、酸化シリコン膜 8 からなる拡散マスクを形成する。まず、シリコン基板 1 の受光面と裏面の全面に、酸化シリコン膜 8 からなる拡散マスクを形成する。酸化シリコン膜 8 は、たとえば常圧 CVD、スチーム酸化などによって形成することができる。酸化シリコン膜 8 の厚さは特に限定されないが、たとえば 100 nm 以上 300 nm 以下の厚さとすることができる。

【0075】

次に、図 6 (c) の工程において、シリコン基板 1 の裏面の酸化シリコン膜 8 上のみエッチングペーストを、たとえば、スクリーン印刷法などによって所望のパターンに印刷する。エッチングペーストは、エッチング成分を含み、エッチング成分以外の成分として水、有機溶媒および増粘剤などを含み、スクリーン印刷に適した粘度に調整されたものを用いることができる。エッチング成分としては、リン酸が好ましい。具体的には、リン酸を 20 重量%以上 40 重量%以下、特に 30 重量%以上 35 重量%以下含有するエッチングペーストが好ましい。リン酸の含有量が 20 重量%未満の場合には、十分なエッチング性能が得られない傾向にあり、リン酸の含有量が 40 重量%よりも多い場合には、エッチングペーストの粘度が低くなって印刷性に問題が生ずるおそれがある。エッチングペーストの印刷後のシリコン基板 1 を加熱処理することにより、シリコン基板 1 の裏面に形成し

10

20

30

40

50

た酸化シリコン膜 8 のうちエッチングペーストが印刷された部分のみエッチングによって、除去できる。なお、加熱処理の方法は特に限定されず、たとえばホットプレート、ベルト炉またはオーブンをを用いて加熱することにより行なうことができる。エッチングペースト成分としてリン酸を含むエッチングペーストを用いる場合、加熱の温度は 300 ~ 350 であることが好ましい。

【0076】

加熱処理後は、シリコン基板 1 を水中に浸し、超音波を印加して超音波洗浄を行なうことによって、加熱処理後のエッチングペーストを除去することができる。これにより、シリコン基板 1 の裏面の一部を露出させた窓が形成される。なお、超音波水洗に加え、シリコン基板 1 の裏面を一般に知られている SC - 1 洗浄 (RCA Standard Clean - 1)、SC - 2 洗浄 (RCA Standard Clean - 2)、硫酸と過酸化水素水との混合液による洗浄、薄い酸溶液、薄いアルカリ溶液または界面活性剤を含む洗浄液を用いて洗浄することもできる。

【0077】

次に、図 6 (d) の工程において、シリコン基板 1 に n 型不純物であるリンなどを気相拡散することで、シリコン基板の図 6 (c) 窓部分に n + 層 6 を形成する。その後、シリコン基板 1 の受光面と裏面の拡散マスク 8 ならびにリンが拡散して形成された PSG (リンシリケートガラス) をフッ化水素水溶液などですべて除去する。なお、n + 層 6 の形成は、シリコン基板 1 の裏面の図 6 (c) 窓にリンを含んだ溶剤を塗布した後に加熱することによって形成してもよい。

【0078】

次に、図 6 (e) の工程において、シリコン基板 1 の受光面に拡散マスクとしての酸化シリコン膜 8 を形成する。そして、シリコン基板 1 の裏面には、屈折率 2.4 以上に調整した拡散マスクとしての高 n - SiN₉ を形成する。酸化シリコン膜 8 は常圧 CVD 法で、高 n - SiN₉ は、プラズマ CVD 法にて形成することができる。この高 n - SiN₉ の形成は、本発明における第 1 工程に相当する。そして、シリコン基板 1 の裏面上の高 n - SiN₉ の上に、エッチングペーストを所望のパターンに印刷する。エッチングペースト印刷後のシリコン基板 1 を加熱処理することにより、シリコン基板 1 の裏面の高 n - SiN₉ が形成された部分のうちエッチングペーストが印刷された部分を除去することができる。なお、エッチングペーストとしては、図 6 (c) で用いたものと同じく、エッチング成分としてリン酸を含むものを用いることができる。ただし、加熱の温度は、200 ~ 300 で十分である。

【0079】

加熱処理後は、図 6 (c) についての説明で前述した方法と同様に処置し、窓を形成する。そして、第 2 工程を行なう。本実施の形態の第 2 工程は、不純物拡散層の形成を兼ねる。つまり、該第 2 工程によって、シリコン基板 1 のアニール処理と同時に不純物拡散層の形成が行なわれる。不純物拡散層の形成は、シリコン基板 1 に p 型不純物であるボロンなどをたとえば、900 ~ 1000 で、30 ~ 90 分間、気相拡散する。また、不純物拡散層の形成は、シリコン基板裏面の図 6 (e) の窓にボロンを含んだ溶剤を塗布した後に加熱することで行なってもよい。

【0080】

次に、図 6 (f) の工程において、シリコン基板 1 の酸化シリコン膜 8 からなる拡散マスクならびにボロンが拡散して形成された BSG (ボロンシリケートガラス) をフッ化水素水溶液ですべて除去する。ここで、裏面の拡散マスクに用いられた高 n - SiN₉ は、通常、拡散マスクを除去するために用いられているフッ酸では除去できない傾向にある。拡散マスクとしての高 n - SiN₉ は 49% 高濃度フッ化水素水溶液でも除去されない。

【0081】

また、一般的な窒化シリコン膜のエッチング方法として、加熱リン酸によるエッチングが知られているが、本方法では高 n - SiN₉ を拡散マスクとして使用し、高温下で長時間処理しているため、非常にエッチングしにくくなっている。したがって、該高 n - Si

10

20

30

40

50

N9は、170～180 に加熱したリン酸で2～3時間処理して除去が可能となる。そのため、この拡散マスクの除去においては、高温処理を簡単に行なうことができるエッチングペーストを使用することが好ましく、上述したようなリン酸を含有したエッチングペーストを使用することができる。

【0082】

ただし、該リン酸を含有したエッチングペーストによる処理においても、加熱温度を350～400、好ましくは360～380 とする。この温度に加熱することで1～2分の処理時間で、拡散マスクに使用した高n-SiN₉を完全に除去することができる。この後の洗浄処理は上述の方法と同様に行なうことができる。そして、シリコン基板1の裏面における図6(e)の窓部分に導電型の不純物拡散層としてのp+層5が形成される。

10

【0083】

次に、図6(g)の工程において、シリコン基板1の裏面にパッシベーション膜3を形成する。なお、裏面のパッシベーション膜3としては、窒化シリコン膜、酸化シリコン膜または窒化シリコン膜と酸化シリコン膜とからなる積層膜を形成することができ、屈折率2.4以上3.2以下の窒化シリコン膜が好ましい。

【0084】

次に、図6(h)の工程において、シリコン基板1の裏面に酸化シリコン膜などからなるテクスチャマスク7を形成し、シリコン基板1の受光面にテクスチャ構造4を形成する。受光面のテクスチャ構造4は、たとえば水酸化ナトリウムなどのアルカリ水溶液にイソプロピルアルコールを添加した液をたとえば70以上80以下に加熱したものなどを用いてエッチングすることにより形成することができる。ここで、テクスチャマスク7はたとえば常圧CVD法によって形成することができる。また、上述の裏面のパッシベーション膜3をあらかじめテクスチャエッチングに耐えうるだけの厚さに形成しておくことでテクスチャマスク7を兼ねることができる。テクスチャマスク7は、テクスチャ構造4の形成後に除去してもそのまま残してもよい。

20

【0085】

次に、図6(i)の工程において、シリコン基板の受光面上に屈折率1.9～2.2の窒化シリコン膜からなる反射防止膜2を形成する。

【0086】

次に、図6(j)の工程において、裏面のパッシベーション膜3の一部を除去してコンタクトホールを形成し、それぞれn+層6およびp+層5の一部を露出させる。コンタクトホールは、以下の方法で作製できる。まず、パッシベーション膜3上にエッチングペーストを印刷した後、加熱処理を行なう。ここで、加熱処理は、パッシベーション膜に酸化シリコン膜を含んでいる場合は300～350、窒化シリコン膜のみの場合には、200～300の加熱でエッチングが可能である。

30

【0087】

加熱処理後はシリコン基板1を水中に浸し、超音波を印加して超音波洗浄を行なうことによって、加熱処理後のエッチングペーストを除去する。なお、ここでも、超音波洗浄に加えシリコン基板1の裏面を一般に知られているSC-1、SC-2洗浄、硫酸と過酸化水素水の混合液による洗浄、薄いフッ化水素水溶液、薄いアルカリ溶液または界面活性剤を含む洗浄液を用いて洗浄することもできる。

40

【0088】

最後に、図6(k)の工程において、コンタクトホールに銀ペーストを印刷した後に400～700で焼成することによって、n+層6上にn電極12を形成し、p+層5上にp電極11を形成する。これにより、裏面接合型太陽電池が完成する。

【0089】

なお、シリコン基板1はp型であってもよい。シリコン基板1がn型である場合にはシリコン基板1の裏面のp+層5とn型のシリコン基板1とによって裏面にpn接合が形成され、シリコン基板1がp型である場合にはシリコン基板1の裏面のn+層6とp型のシ

50

リコン基板 1 とによって裏面に p n 接合が形成される。

【 0 0 9 0 】

形態 2

図 7 は、本発明の製造工程の好ましい一形態の各工程を示す断面図である。以下、本実施の形態において図 7 に基づいて説明する。図 7 (a) ~ (k) においては説明の便宜のためシリコン基板の裏面に n + 層と p + 層を 1 つずつ形成したものを示す。

【 0 0 9 1 】

本実施の形態では、以下に示す図 7 (e) ~ (g) の工程に本発明の特徴を有する。本実施の形態において、図 7 (e) の工程までは図 6 (e) までの工程と同様である。

【 0 0 9 2 】

図 7 (f) の工程において、シリコン基板 2 1 の酸化シリコン膜 2 8 からなる拡散マスクならびにボロンが拡散して形成された B S G (ボロンシリケートガラス) をフッ化水素水溶液ですべて除去する。本実施の形態においては、ここで除去されない高 n - S i N 2 9 を残したまま後工程に進む。エッチングが困難な高 n - S i N 2 9 を除去せず残すことで、製造工程の簡略化を図ることが可能である。

【 0 0 9 3 】

次に、図 7 (g) の工程において、拡散マスクである裏面の高 n - S i N 2 9 を残したまま、シリコン基板 2 1 の裏面にプラズマ C V D 法により窒化シリコン膜からなる屈折率 2 . 4 以上 3 . 2 以下のパッシベーション膜 2 3 を積層する。このパッシベーション膜 2 3 は次の工程のテクスチャマスクとしての役割を兼ねる。

【 0 0 9 4 】

次に、図 7 (h) の工程において、水酸化ナトリウム水溶液にイソプロピルアルコールを少量添加した 8 0 に加熱したエッチング液を用いてシリコン基板 2 1 の受光面をエッチングする。これにより、テクスチャ構造 2 4 を形成する。

【 0 0 9 5 】

次に、図 7 (i) の工程において、窒化シリコン膜などからなる反射防止膜 2 2 を成膜した。

【 0 0 9 6 】

次に、図 7 (j) の工程において、図 6 (j) の工程と同様に、n + 層 2 6 上、p + 層 2 5 上に、リン酸を主成分とするエッチングペーストを印刷、加熱、水洗することにより、電極コンタクト用の開口として、コンタクトホールを設ける。ここでのエッチングは、パッシベーション膜 2 3 としての高 n - S i N とともに、拡散マスクとして使用した高 n - S i N 2 9 をエッチングする必要があるため、上述したようなリン酸を含有したエッチングペーストを使用し、3 5 0 ~ 4 0 0 、さらに好ましくは 3 6 0 ~ 3 8 0 の温度で行なうことが好ましい。

【 0 0 9 7 】

最後に、図 7 (k) の工程において、コンタクトホールに銀ペーストを印刷、焼成することで n 電極 3 2 、 p 電極 3 1 を形成し、太陽電池を作製する。

【 0 0 9 8 】

ここで、本発明の太陽電池の製造方法は、高 n - S i N を製膜後アニール処理によりシリコン基板を改質する工程を含むことを特徴としており、高 n - S i N を拡散マスクに利用することに限定されるものではなく、p + 層を形成する際の拡散マスクの使用に限定されるものでもない。

【 0 0 9 9 】

また、太陽電池の製造方法は、製造工程中に高 n - S i N を製膜後、アニール処理をする工程を含めばよく、さらに太陽電池は、裏面接合型太陽電池に限定されるものではない。

【 0 1 0 0 】

以下、実施例を挙げて本発明をより詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

10

20

30

40

50

【 0 1 0 1 】

[実施例]

< 実施例 1 >

本発明の実施例を、裏面接合型太陽電池を例に図 6 に基づいて説明する。

【 0 1 0 2 】

図 6 (a) の工程で、1 辺 1 0 0 m m、厚さ 2 0 0 μ m 程度の n 型のシリコンウェハのスライスダメージ層をフッ酸と硝酸との混酸で除去し、n 型のシリコン基板を形成した。そして、また、図示はしていないが、後の印刷工程で使用するアライメントマークを導電型不純物拡散層と重ならない位置にあらかじめレーザーマーカにて形成した。

【 0 1 0 3 】

次に、図 6 (b) の工程で、シリコン基板 1 の受光面側、裏面側ともに 2 5 0 n m の拡散マスクとしての酸化シリコン膜 8 を常圧 C V D 法にて形成した。

【 0 1 0 4 】

次に、図 6 (c) の工程で、シリコン基板 1 の裏面上の酸化シリコン膜 8 のみにアライメントマークにあわせて、所望の形状にリン酸を主成分とするエッチングペーストを印刷した。その後、シリコン基板 1 を 3 3 0 $^{\circ}$ に加熱し、超音波水洗することにより酸化シリコン膜 8 に n + 拡散を行なうための窓を形成した。

【 0 1 0 5 】

次に、図 6 (d) の工程で、9 0 0 $^{\circ}$ の雰囲気下で P O C l ₃ を用いた気相拡散を 3 0 分間行なうことによって、窓によって露出したシリコン基板 1 の裏面にリンを拡散して、n + 層 6 を形成した。その後、シリコン基板 1 の受光面および裏面の酸化シリコン膜 8 ならびにリンが拡散して形成された P S G (リンシリケートガラス) をフッ化水素水溶液ですべて除去した。

【 0 1 0 6 】

次に、図 6 (e) の工程で、シリコン基板 1 の裏面にプラズマ C V D 法により拡散マスクとしての屈折率 3 . 1、膜厚 7 0 n m の高 n - S i N 9 を形成した。この高 n - S i N 9 の形成は、本実施例における第 1 工程に相当する。また、シリコン基板 1 の受光面に常圧 C V D 法により拡散マスクとしての 2 5 0 n m の酸化シリコン膜 8 を形成した。このプラズマ C V D 法による高 n - S i N 9 の形成において、原料であるアンモニアガスとモノシランガスとの混合ガスにおける比がシランガス / アンモニアガス = 2 . 0 となるように調整した。その後、高 n - S i N 9 に対して、リン酸を主成分とするエッチングペーストをアライメントマークで位置合せをして p + 層 5 の形状に印刷、2 8 0 $^{\circ}$ で加熱、水洗した。そして、高 n - S i N 9 に p + 拡散を行なうための窓を形成した。そして、第 2 工程を兼ねた不純物拡散層の形成を行なった。該不純物拡散層の形成は、1 0 0 0 $^{\circ}$ で、5 0 分間、B B r ₃ を用いた気相拡散であり、アニール処理と同時にシリコン基板 1 の窓によって露出した裏面にボロンを拡散し、不純物拡散層が形成された。

【 0 1 0 7 】

次に、図 6 (f) の工程で、シリコン基板 1 の受光面の拡散マスクならびにボロンが拡散して形成された B S G (ボロンシリケートガラス) についてフッ化水素水溶液を用いてすべて除去した。裏面の拡散マスクである屈折率 3 . 1 の高 n - S i N 9 が残るので、シリコン基板 1 の裏面に、リン酸を 3 0 重量 % 含むエッチングペーストを印刷し、シリコン基板 1 を 3 7 0 $^{\circ}$ に加熱したホットプレートで 2 分間加熱し、高 n - S i N 9 を除去した。その後超音波水洗、次いで 2 % のフッ酸溶液で洗浄を行なった。シリコン基板 1 の裏面には、p + 層 5 が形成された。

【 0 1 0 8 】

次に、図 6 (g) の工程で、シリコン基板 1 の裏面側に、図 6 (e) の工程と同様にパッシベーション膜 3 としての屈折率 3 . 1、膜厚 7 0 n m の窒化シリコン膜を形成した。

【 0 1 0 9 】

次に、図 6 (h) の工程で、シリコン基板 1 の裏面にパッシベーション膜 3 に積層する形で、常圧 C V D 法により 4 0 0 n m の酸化シリコンからなるテクスチャマスク 7 を形成

10

20

30

40

50

した。そして、水酸化ナトリウム水溶液にイソプロピルアルコールを少量添加した 80 に加熱したエッチング液で、シリコン基板 1 の受光面をエッチングすることによって、テクスチャ構造 4 を形成した。その後、2% のフッ酸溶液でシリコン基板 1 を洗浄し、テクスチャマスク 7 を除去した。

【0110】

次に、図 6 (i) の工程で、シリコン基板 1 の受光面側にプラズマ CVD 法により屈折率 2.1、膜厚 70 nm の窒化シリコン膜からなる反射防止膜 2 を成膜した。プラズマ CVD 法における原料のガスの組成比は、シランガス / アンモニアガス = 0.33 となるように調整した。

【0111】

次に、図 6 (j) の工程で、n + 層 6 上、p + 層 5 上に、リン酸を主成分とするエッチングペーストを同様に印刷し、280 で加熱、水洗することにより、電極コンタクト用の開口として、コンタクトホールを設けた。

【0112】

最後に、図 6 (k) の工程で、コンタクトホールに銀ペーストを印刷、焼成することで n 電極 12、p 電極 11 を形成し、太陽電池を作製した。

【0113】

< 実施例 2 >

本発明の実施例を、裏面接合型太陽電池を例に図 7 に基づいて開示する。

【0114】

本実施例の図 7 (e) の工程までは、実施例 1 における図 6 (e) の工程の操作まで同様に行なった。

【0115】

図 7 (f) の工程で、シリコン基板 1 の受光面の拡散マスクならびにボロンが拡散して形成された BSG (ボロンシリケートガラス) についてフッ化水素水溶液を用いてすべて除去した。高 n - SiN₂9 は、除去しなかった。シリコン基板 1 の裏面には、p + 層 5 が形成された。

【0116】

次に、図 7 (g) の工程で、拡散マスクに使用した高 n - SiN₂9 を残したまま、シリコン基板 2 1 の裏面にプラズマ CVD 法により屈折率 3.1、膜厚 120 nm の窒化シリコン膜からなるパッシベーション膜 23 を形成した。このパッシベーション膜 23 は次の工程のテクスチャマスクを兼ねるものとした。

【0117】

次に、図 7 (h) の工程で、水酸化ナトリウム水溶液にイソプロピルアルコールを少量添加した 80 に加熱したエッチング液を用いてシリコン基板 2 1 の受光面をエッチングすることによって、テクスチャ構造 24 を形成した。

【0118】

次に、図 7 (i) の工程で、シリコン基板 2 1 の受光面側にプラズマ CVD 法により屈折率 2.1、膜厚 70 nm の窒化シリコン膜からなる反射防止膜 22 を形成した。

【0119】

次に、図 7 (j) の工程で、n + 層 26 上、p + 層 25 上に、リン酸を主成分とするエッチングペーストを印刷し、370 で加熱、水洗することにより、電極コンタクト用の開口として、コンタクトホールを設けた。

【0120】

最後に、図 7 (k) の工程で、コンタクトホールに銀ペーストを印刷、焼成することで n 電極 32、p 電極 31 を形成し、太陽電池を作製した。

【0121】

< 比較例 >

図 8 は、比較例として、従来の太陽電池の製造方法の各工程を示す断面図である。図 8 (a) ~ (k) においては説明の便宜のためシリコン基板の裏面に n + 層と p + 層を 1 つ

10

20

30

40

50

ずつ形成したものを示す。以下、比較例について図 8 に基づいて裏面接合型太陽電池を例にして説明する。

【0122】

図 8 (d) の工程までは実施例 1 における図 6 (d) までの工程と同様に、n + 層 4 6 を形成した。

【0123】

図 8 (e) の工程で、受光面側と裏面側双方に常圧 CVD 法により拡散マスクとしての 250 nm の酸化シリコン膜 4 8 を形成した。

【0124】

次に、図 8 (f) の工程で、実施例 1 と同様に p + 層 4 5 を形成し、その後、シリコン基板 4 1 の酸化シリコン膜 4 8 ならびにボロンが拡散して形成された BSG (ボロンシリケートガラス) をフッ化水素水溶液ですべて除去した。比較例では裏面側の拡散マスクも酸化シリコン膜 4 8 なので、フッ酸による処理ですべて除去できた。

【0125】

そして、図 8 (g) ~ (k) の工程は、実施例 1 における図 6 (g) ~ (k) の工程と同じ方法、同じ条件にて、パッシベーション膜 4 3、テクスチャマスク 4 7、テクスチャ構造 4 4、反射防止膜 4 2、p 電極 5 1 および n 電極 5 2 を形成することで、太陽電池を作製した。

【0126】

< 性能比較 >

実施例 1、実施例 2 および比較例で作製された太陽電池を標準照射条件 (A.M. 1.5 G、100 mW/cm²、25) で、Jsc (短絡電流密度)、Voc (開放電圧) を測定した値を以下の表 5 に示す。

【0127】

【表 5】

	Jsc (mA/cm ²)	Voc (V)
実施例 1	39.1	0.628
実施例 2	39.0	0.615
比較例	37.2	0.633

【0128】

表 5 に示す結果から、本発明の太陽電池は、比較例で製造した太陽電池より、特に Jsc において非常に高い値が得られることが分かった。また、実施例 2 において、Voc は実施例 1 に比べ若干劣るが、より簡便な方法にて、実施例 1 と同等の高い Jsc が得られた。

【0129】

これは、屈折率 2.4 以上の窒化シリコン膜を形成し、アニール処理することでシリコン基板が改質つまり、バルクライフタイムが向上したことによると考えられる。

【0130】

今回開示された実施の形態および実施例はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【図面の簡単な説明】

【0131】

【図 1】A は、本発明における好ましい一実施形態で製造される太陽電池の裏面からの平面図である。B は、A の I B - I B 線に沿った太陽電池の断面図である。

【図 2】窒化シリコン膜の屈折率と両面に窒化シリコン膜を形成した n 型シリコン基板の

実効ライフタイムとの関係を示す図である。

【図3】混合ガスにおけるシランガス/アンモニアガスの比と窒化シリコン膜の屈折率との関係を示す図である。

【図4】屈折率2.2および屈折率2.9の窒化シリコン膜についてFTIR測定を行なった結果を示す図である。

【図5】条件1~5の設定でそれぞれアニール処理した高n-SiNについてFTIR測定を行なった結果を示すグラフである。

【図6】本発明の製造工程の好ましい一形態の各工程を示す断面図である。

【図7】本発明の製造工程の好ましい一形態の各工程を示す断面図である。

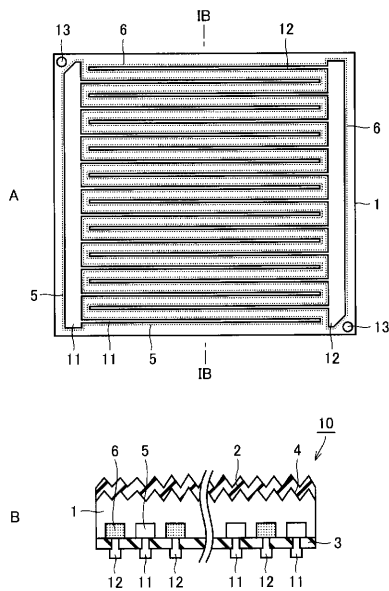
【図8】比較例として、従来の太陽電池の製造方法の各工程を示す断面図である。

【符号の説明】

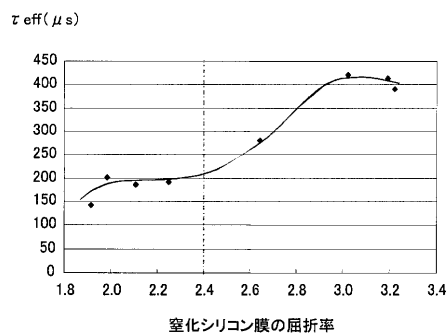
【0132】

1, 21, 41 シリコン基板、2, 22, 42 反射防止膜、3, 43 パッシベーション膜、4, 24, 44 テクスチャ構造、5, 25, 45 p+層、6, 26, 46 n+層、7, 47 テクスチャマスク、8, 28, 48 酸化シリコン膜、9, 29, 49 高n-SiN、10 太陽電池、11, 31, 51 p電極、12, 32, 52 n電極、13 アライメントマーク。

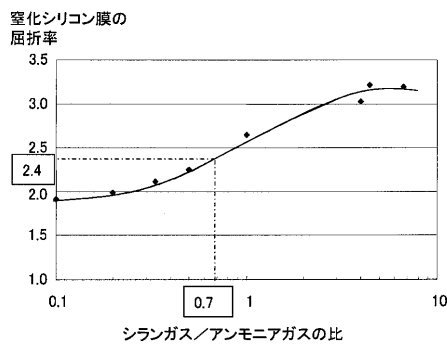
【図1】



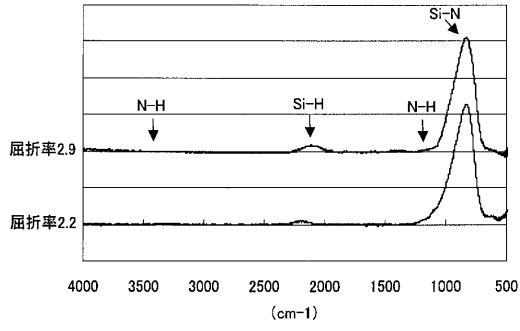
【図2】



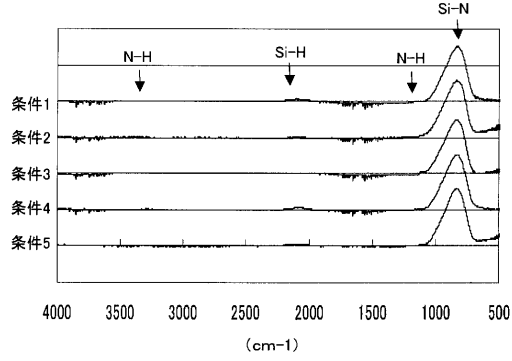
【図3】



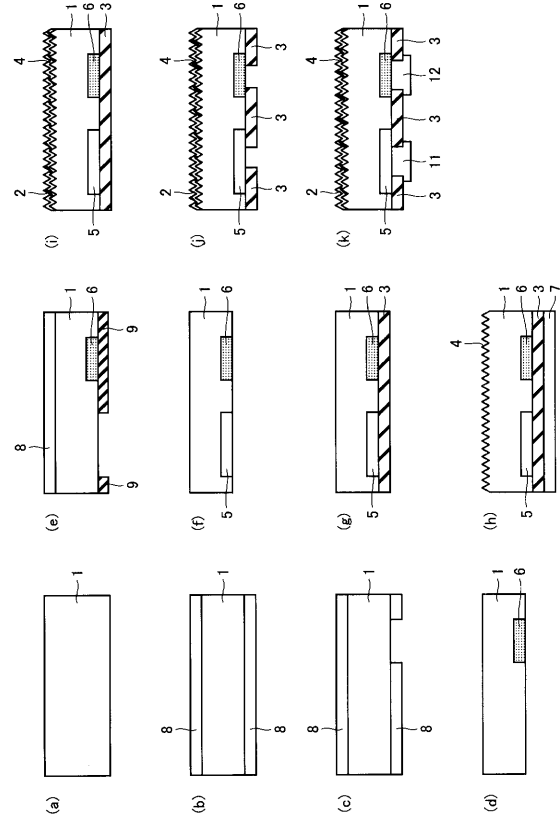
【 図 4 】



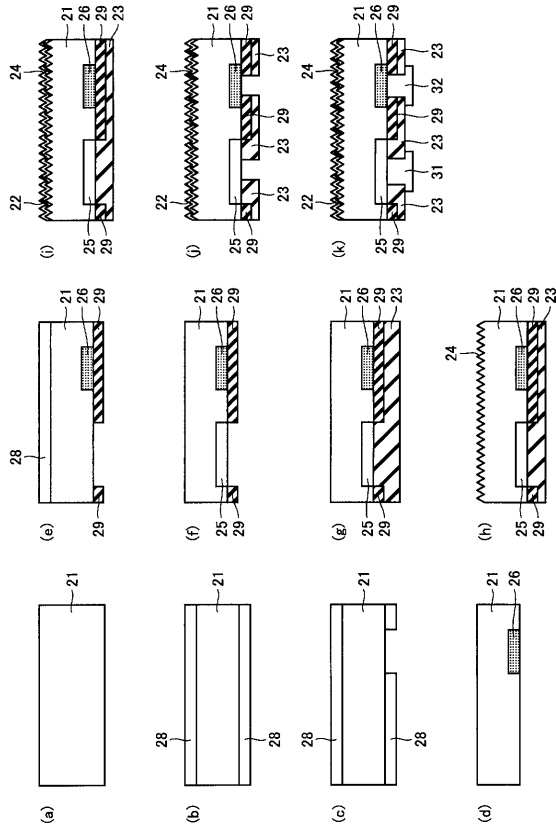
【 図 5 】



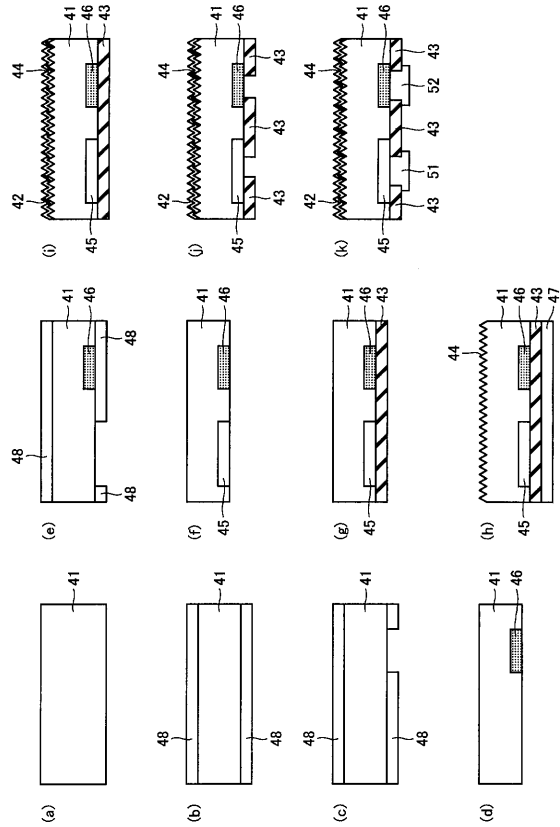
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2005-019549(JP,A)
特開2004-335867(JP,A)
特開2006-128258(JP,A)

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