

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4864661号  
(P4864661)

(45) 発行日 平成24年2月1日(2012.2.1)

(24) 登録日 平成23年11月18日(2011.11.18)

(51) Int.Cl.	F I	
HO 1 L 31/04 (2006.01)	HO 1 L 31/04	F
HO 1 L 21/316 (2006.01)	HO 1 L 31/04	A
HO 1 L 21/318 (2006.01)	HO 1 L 21/316	A
C 2 3 C 16/511 (2006.01)	HO 1 L 21/318	A
C 2 3 C 16/42 (2006.01)	HO 1 L 21/318	C

請求項の数 27 (全 19 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2006-315648 (P2006-315648)	(73) 特許権者	000219967 東京エレクトロン株式会社 東京都港区赤坂五丁目3番1号
(22) 出願日	平成18年11月22日(2006.11.22)	(74) 代理人	100096389 弁理士 金本 哲男
(65) 公開番号	特開2008-130904 (P2008-130904A)	(74) 代理人	100095957 弁理士 亀谷 美明
(43) 公開日	平成20年6月5日(2008.6.5)	(74) 代理人	100101557 弁理士 萩原 康司
審査請求日	平成19年10月10日(2007.10.10)	(72) 発明者	村川 恵美 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター 東京エレクトロン株式会社内
		審査官	加藤 昌伸

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の製造装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

太陽電池の製造方法であって、

シリコン層の表層を、10 eV以下のシーズ電位を有するプラズマを用いて酸化、窒化又は酸窒化して、前記シリコン層の表層にパッシベーション膜を形成することを特徴とする、太陽電池の製造方法。

【請求項2】

$6.67 \text{ Pa} \sim 6.67 \times 10^2 \text{ Pa}$ の圧力下で、前記パッシベーション膜を形成することを特徴とする、請求項1に記載の太陽電池の製造方法。

【請求項3】

200 ~ 600 の温度下で、前記パッシベーション膜を形成することを特徴とする、請求項1または2のいずれかに記載の太陽電池の製造方法。

【請求項4】

前記プラズマは、マイクロ波によって励起される表面波プラズマであることを特徴とする、請求項1~3のいずれかに記載の太陽電池の製造方法。

【請求項5】

前記プラズマを生成するマイクロ波は、スロットアンテナを通じて供給されることを特徴とする、請求項4に記載の太陽電池の製造方法。

【請求項6】

前記プラズマを生成するマイクロ波は、所定周期のパルス状に断続的に供給されることを

特徴とする、請求項 4 または 5 のいずれかに記載の太陽電池の製造方法。

【請求項 7】

多結晶のシリコン層の表層を酸化処理する場合に、

多結晶のシリコン層とパッシベーション膜との界面における窒素原子含有率が 5 atomic % 以下になるように、処理容器内に窒素を含む処理ガスを導入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の製造方法。

【請求項 8】

前記シリコン層の表層に形成されたパッシベーション膜上に、CVD 処理により酸化膜、窒化膜又は酸窒化膜を成膜して、さらにパッシベーション膜を形成することを特徴とする、請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載の太陽電池の製造方法。

10

【請求項 9】

プラズマを用いた前記 CVD 処理により前記パッシベーション膜を形成することを特徴とする、請求項 8 に記載の太陽電池の製造方法。

【請求項 10】

前記 CVD 処理時には、パッシベーション膜の堆積層にバイアス電力を印加することを特徴とする、請求項 9 に記載の太陽電池の製造方法。

【請求項 11】

前記シリコン層の表層を酸化、窒化又は酸窒化する前記処理時、又は前記 CVD 処理時の少なくともいずれかには、処理ガスに水素を添加することを特徴とする、請求項 9 または 10 のいずれかに記載の太陽電池の製造方法。

20

【請求項 12】

前記シリコン層の表層を酸化、窒化又は酸窒化する前記処理と、前記 CVD 処理を同一処理容器内で行うことを特徴とする、請求項 9 ~ 11 のいずれかに記載の太陽電池の製造方法。

【請求項 13】

前記シリコン層の表層を酸化、窒化又は酸窒化する前記処理と、前記 CVD 処理とを異なる処理容器で行い、前記処理容器間の太陽電池基板を真空搬送することを特徴とする、請求項 9 ~ 11 のいずれかに記載の太陽電池の製造方法。

【請求項 14】

前記シリコン層の表層を酸窒化してパッシベーション膜を形成する場合において、

前記 CVD 処理時に、処理容器内に酸素と窒素を含有する処理ガスを導入し、その導入する処理ガスの酸素に対する窒素の比率を次第に増加させて、パッシベーション膜中の窒素原子含有率を堆積方向に次第に増加させることを特徴とする、請求項 8 ~ 13 のいずれかに記載の太陽電池の製造方法。

30

【請求項 15】

太陽電池の製造装置であって、

シリコン層の表層を、10 eV 以下のシース電位を有するプラズマを用いて酸化、窒化又は酸窒化して、前記シリコン層の表層にパッシベーション膜を形成する処理部を有することを特徴とする、太陽電池の製造装置。

【請求項 16】

前記処理部では、 $6.67 \text{ Pa} \sim 6.67 \times 10^2 \text{ Pa}$  の圧力下で、前記パッシベーション膜を形成することを特徴とする、請求項 15 に記載の太陽電池の製造装置。

40

【請求項 17】

前記処理部では、 $200 \sim 600$  の温度下で、前記パッシベーション膜を形成することを特徴とする、請求項 15 または 16 のいずれかに記載の太陽電池の製造装置。

【請求項 18】

前記プラズマは、マイクロ波によって励起される表面波プラズマであることを特徴とする、請求項 15 ~ 17 のいずれかに記載の太陽電池の製造装置。

【請求項 19】

前記処理部は、マイクロ波を供給するスロットアンテナを有することを特徴とする、請求

50

項 1 8 に記載の太陽電池の製造装置。

【請求項 2 0】

前記プラズマを生成するマイクロ波は、所定周期のパルス状に断続的に供給されることを特徴とする、請求項 1 8 または 1 9 のいずれかに記載の太陽電池の製造装置。

【請求項 2 1】

多結晶のシリコン層の表層を酸化処理する場合に、

多結晶のシリコン層とパッシベーション膜との界面における窒素原子含有率が 5 atomic % 以下になるように、処理容器内に窒素を含む処理ガスを導入することを特徴とする、請求項 1 5 ~ 2 0 のいずれかに記載の太陽電池の製造装置。

【請求項 2 2】

前記シリコン層の表層に形成されたパッシベーション膜上に、CVD 処理により酸化膜、窒化膜又は酸窒化膜を成膜して、さらにパッシベーション膜を形成する他の処理部を有することを特徴とする、請求項 1 5 ~ 2 1 のいずれかに記載の太陽電池の製造装置。

【請求項 2 3】

前記他の処理部では、プラズマを用いた CVD 処理により前記パッシベーション膜を形成することを特徴とする、請求項 2 2 に記載の太陽電池の製造装置。

【請求項 2 4】

前記他の処理部は、パッシベーション膜の堆積層にバイアス電力を印加する電源を有することを特徴とする、請求項 2 3 に記載の太陽電池の製造装置。

【請求項 2 5】

前記処理部において前記シリコン層の表層を酸化、窒化又は酸窒化する前記処理時、又は前記他の処理部における前記 CVD 処理時の少なくともいずれかには、処理ガスに水素を添加することを特徴とする、請求項 2 3 または 2 4 のいずれかに記載の太陽電池の製造装置。

【請求項 2 6】

前記処理部と他の処理部は、太陽電池基板を真空搬送する搬送部を通じて接続されていることを特徴とする、請求項 2 2 ~ 2 5 のいずれかに記載の太陽電池の製造装置。

【請求項 2 7】

前記処理部において前記シリコン層の表層を酸窒化してパッシベーション膜を形成する場合に、

前記他の処理部における前記 CVD 処理時に、処理容器内に酸素と窒素を含有する処理ガスを導入し、その導入する処理ガスの酸素に対する窒素の比率を次第に増加させて、パッシベーション膜中の窒素原子含有率を堆積方向に次第に増加させることを特徴とする、請求項 2 2 ~ 2 6 のいずれかに記載の太陽電池の製造装置。

【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の製造装置に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば結晶シリコン系の太陽電池では、光吸収層であるシリコン層に p n 接合が形成され、そのシリコン層の表面には、デバイスを保護するため或いは一旦光吸収層に入射した光が外部に反射するのを防止するためのパッシベーション膜が形成される。

【0003】

従来、パッシベーション膜は、シリコン層の表面を熱酸化することにより形成されていた。しかしながら、このようにシリコン層の表面を高温で熱酸化した場合、熱酸化で形成されたパッシベーション膜と下地のシリコン層との界面に多量の空孔欠陥などの欠陥が生じていた。このため、それらの欠陥が電子などのキャリアの再結合中心となって、キャリアが再結合して消滅し、最終的に形成される太陽電池のエネルギー変換効率が低くなっていた。この問題を解決するため、熱酸化に代えて、プラズマ CVD 処理により、シリコン層

10

20

30

40

50

の表面にパッシベーション膜となるシリコン窒化膜を形成することが考えられている（特許文献1参照）。このプラズマCVD処理により形成されたシリコン窒化膜は、結晶シリコンの粒界の影響を受け難いため、キャリアの消滅を抑制できる。

【0004】

【特許文献1】特開2005-159171号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上述のようにプラズマCVD処理によりパッシベーション膜を形成した場合、シリコン層上に新たにシリコン窒化膜を堆積させるので、シリコン層とパッシベーション膜との界面が不連続になる。このため、シリコン層とパッシベーション膜の界面付近には、なお多くの結晶欠陥が存在し、それらがギャリアの消滅要因となっている。それ故、このプラズマCVD処理の方法によっても十分に高いエネルギー変換効率を得られていない。

10

【0006】

本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、高いエネルギー変換効率を得られる太陽電池の製造方法及び太陽電池の製造装置を提供することをその目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するための本発明は、太陽電池の製造方法であって、シリコン層の表層を、10 eV以下のシース電位を有するプラズマを用いて酸化、窒化又は酸窒化して、前記シリコン層の表層にパッシベーション膜を形成することを特徴とする。なお、シース電位とは、プラズマが生成されている空間の電位とシリコン層の電位の差をいう。

20

【0008】

本発明のように、シリコン層の表層をプラズマ処理してパッシベーション膜を形成することにより、高いエネルギー変換効率の太陽電池を製造できる。

【0010】

また、 $6.67 \text{ Pa} \sim 6.67 \times 10^2 \text{ Pa}$ の圧力下で、前記パッシベーション膜を形成してもよい。

【0011】

また、 $200 \sim 600$ の温度下で、前記パッシベーション膜を形成してもよい。

30

【0012】

前記プラズマは、マイクロ波によって励起される表面波プラズマであってもよい。

【0013】

前記プラズマを生成するマイクロ波は、スロットアンテナを通じて供給されるようにしてもよい。

【0014】

前記プラズマを生成するマイクロ波は、所定周期のパルス状に断続的に供給されてもよい。

【0015】

多結晶のシリコン層の表層を酸化処理する場合に、多結晶のシリコン層とパッシベーション膜との界面における窒素原子含有率が5 atomic%以下になるように、処理容器内に窒素を含む処理ガスを導入してもよい。

40

【0016】

前記シリコン層の表層に形成されたパッシベーション膜上に、CVD処理により酸化膜、窒化膜又は酸窒化膜を成膜して、さらにパッシベーション膜を形成してもよい。

【0017】

プラズマを用いた前記CVD処理により前記パッシベーション膜を形成してもよい。

【0018】

前記CVD処理時には、パッシベーション膜の堆積層にバイアス電力を印加してもよい

50

。

## 【0019】

前記シリコン層の表層を酸化、窒化又は酸窒化する前記処理時、又は前記CVD処理時の少なくともいずれかには、処理ガスに水素を添加してもよい。

## 【0020】

前記シリコン層の表層を酸化、窒化又は酸窒化する前記処理と、前記CVD処理を同一処理容器内で行うようにしてもよい。

## 【0021】

前記シリコン層の表層を酸化、窒化又は酸窒化する前記処理と、前記CVD処理とを異なる処理容器で行い、前記処理容器間の太陽電池基板を真空搬送してもよい。

10

## 【0022】

前記シリコン層の表層を酸窒化してパッシベーション膜を形成する場合において、前記CVD処理時に、処理容器内に酸素と窒素を含有する処理ガスを導入し、その導入する処理ガスの酸素に対する窒素の比率を次第に増加させて、パッシベーション膜中の窒素原子含有率を堆積方向に次第に増加させるようにしてもよい。

## 【0023】

別の観点による本発明は、太陽電池の製造装置であって、シリコン層の表層を、10 eV以下のシーズ電位を有するプラズマを用いて酸化、窒化又は酸窒化して、前記シリコン層の表層にパッシベーション膜を形成する処理部を有することを特徴とする。

## 【0025】

前記処理部では、 $6.67 \text{ Pa} \sim 6.67 \times 10^2 \text{ Pa}$ の圧力下で、前記パッシベーション膜を形成してもよい。

20

## 【0026】

前記処理部では、 $200 \sim 600$ の温度下で、前記パッシベーション膜を形成してもよい。

## 【0027】

前記プラズマは、マイクロ波によって励起される表面波プラズマであってもよい。

## 【0028】

前記処理部は、マイクロ波を供給するスロットアンテナを有していてもよい。

## 【0029】

前記プラズマを生成するマイクロ波は、所定周期のパルス状に断続的に供給されるようにしてもよい。

30

## 【0030】

多結晶のシリコン層の表層を酸化処理する場合に、多結晶のシリコン層とパッシベーション膜との界面における窒素原子含有率が5 atomic%以下になるように、処理容器内に窒素を含む処理ガスを導入してもよい。

## 【0031】

以上の太陽電池の製造装置は、前記シリコン層の表層に形成されたパッシベーション膜上に、CVD処理により酸化膜、窒化膜又は酸窒化膜を成膜して、さらにパッシベーション膜を形成する他の処理部を有していてもよい。

40

## 【0032】

前記他の処理部では、プラズマを用いたCVD処理により前記パッシベーション膜を形成してもよい。

## 【0033】

前記他の処理部は、パッシベーション膜の堆積層にバイアス電力を印加する電源を有していてもよい。

## 【0034】

前記処理部において前記シリコン層の表層を酸化、窒化又は酸窒化する前記処理時、又は前記他の処理部における前記CVD処理時の少なくともいずれかには、処理ガスに水素を添加するようにしてもよい。

50

## 【 0 0 3 5 】

前記処理部と他の処理部は、太陽電池基板を真空搬送する搬送部を通じて接続されていてもよい。

## 【 0 0 3 6 】

前記処理部において前記シリコン層の表層を酸化してパッシベーション膜を形成する場合に、前記他の処理部における前記CVD処理時に、処理容器内に酸素と窒素を含有する処理ガスを導入し、その導入する処理ガスの酸素に対する窒素の比率を次第に増加させて、パッシベーション膜中の窒素原子含有率を堆積方向に次第に増加させてもよい。

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 3 7 】

本発明によれば、高いエネルギー変換効率の太陽電池を製造できる。

## 【 発明を実施するための最良の形態 】

## 【 0 0 3 8 】

以下、本発明の好ましい実施の形態について説明する。図1は、本発明にかかる太陽電池の製造装置1の構成の概略を示す平面図である。

## 【 0 0 3 9 】

太陽電池の製造装置1は、例えば図1に示すように複数の太陽電池基板Wをカセット単位で搬入出するカセットステーション2と、基板Wを枚葉式に処理する複数の各種処理部を備えた処理ステーション3を一体に接続した構成を有している。

## 【 0 0 4 0 】

カセットステーション2は、例えばカセット載置部4と、搬送室5と、太陽電池基板Wの位置決めを行うアライメント部6を備えている。カセット載置部4には、複数の太陽電池基板Wを収容可能なカセットCをX方向(図1中の左右方向)に並べて載置できる。カセット載置部4のY方向正方向(図1中の上方)側には、搬送室5が隣接されている。搬送室5には、例えばX方向に延びる搬送レール7と、その搬送レール7上を移動する基板搬送体8が設けられている。アライメント部6は、搬送室5のX方向負方向(図1の左方向)側に隣接されている。搬送室5内の基板搬送体8は、旋回及び伸縮自在な多関節の搬送アーム8aを備えており、カセット載置部4のカセットCと、アライメント部6と、後述する処理ステーション3のロードロック室12、13に対して太陽電池基板Wを搬送できる。

## 【 0 0 4 1 】

処理ステーション3の中央部には、内部を減圧可能な搬送部としての中央搬送室10が設けられている。中央搬送室10内には、基板搬送装置11が設けられている。中央搬送室10は、例えば平面から見て略八角形に形成され、その周囲にロードロック室12、13と、例えば4つの処理部14、15、16、17が接続されている。基板搬送装置11は、旋回及び伸縮自在な二本の搬送アーム11a、11bを有し、中央搬送室10の周囲のロードロック室12、13、処理部14~17に対して太陽電池基板Wを搬送できる。

## 【 0 0 4 2 】

ロードロック室12、13は、中央搬送室10とカセットステーション2の搬送室5の間に配置され、中央搬送室10と搬送室5を接続している。ロードロック室12、13は、太陽電池基板Wの図示しない載置部を有し、室内を減圧雰囲気維持できる。

## 【 0 0 4 3 】

搬送室5とロードロック室12、13との間、中央搬送室10と各ロードロック室12、13及び各処理部14~17の間には、それぞれゲートバルブ18が設けられている。

## 【 0 0 4 4 】

処理部14は、ラジアルラインスロットアンテナを用いてプラズマを発生させて、太陽電池基板Wを酸化、窒素化又は酸化窒素化するプラズマ処理装置である。

## 【 0 0 4 5 】

処理部14は、例えば図2に示すように上面が開口した有底円筒状の処理容器30を備

10

20

30

40

50

えている。処理容器 30 は、例えばアルミニウム合金により形成されている。処理容器 30 は、接地されている。処理容器 30 の底部の中央部には、例えば太陽電池基板 W を載置するための載置台 31 が設けられている。

【0046】

載置台 31 には、例えば電極板 32 が内蔵されており、電極板 32 は、処理容器 30 の外部に設けられた直流電源 33 に接続されている。この直流電源 33 により載置台 31 の表面に静電気力を生じさせて、太陽電池基板 W を載置台 31 上に静電吸着できる。載置台 31 には、ヒータ電源 34 による給電により発熱するヒータ 35 が内蔵されており、載置台 31 上の太陽電池基板 W を所定温度に加熱できる。

【0047】

処理容器 30 の上部開口には、例えば気密性を確保するためのリングなどのシール材 40 を介して、アルミナ ( $Al_2O_3$ ) 若しくは石英ガラスなどの誘電体のマイクロ波透過板 41 が設けられている。このマイクロ波透過板 41 によって処理容器 30 内が気密に閉鎖されている。マイクロ波透過板 41 の上部には、プラズマ生成用のマイクロ波を供給するラジアルラインスロットアンテナ 42 が設けられている。

【0048】

ラジアルラインスロットアンテナ 42 は、下面が開口した略円筒形状のケース 42a を有し、その下面には、多数のスロットが形成された円盤状のスロット平板 43 が設けられている。スロット平板 43 は、表面が金又は銀メッキされた銅板又はアルミニウム板からなり、スロットとなる多数のマイクロ波放射孔 43a が形成されている。マイクロ波放射孔 43a は、例えば図 3 に示すように隣接するもの同士が T 字状に形成され、これらの T 字状のマイクロ波放射孔 43a が同心円状に配置されている。マイクロ波放射孔 43a の長さや配列間隔は、マイクロ波の波長 に応じて定められ、例えばマイクロ波放射孔 43a の間隔は、 $1/2$  又は に設定されている。なお、マイクロ波放射孔 43a の形状は、T 字状に限られず、円形状、円弧状等の他の形状であってもよい。また、マイクロ波放射孔 43a の配置は、同心円状に限られず、螺旋状、格子状、ランダム配置、放射状等であってもよい。

【0049】

スロット平板 43 の上部には、図 2 に示すように低損失誘電体材料により形成された遅相板 44 が設けられている。遅相板 44 は、真空中でマイクロ波の波長が長くなることから、マイクロ波の波長を短くしてプラズマの生成状態を調整できる。

【0050】

ラジアルラインスロットアンテナ 42 のケース 42a の中央部には、開口部が形成され、その開口部に同軸導波管 45 が接続されている。同軸導波管 45 は、例えば 2.45 GHz のマイクロ波を発振するマイクロ波発振装置 46 に接続されている。マイクロ波発振装置 46 には、マイクロ波の発振の ON・OFF や出力を制御するマイクロ波発振制御部 47 が設けられている。

【0051】

例えば処理容器 30 の側壁面には、処理ガス供給口 50 が形成されている。処理ガス供給口 50 には、例えば処理容器 30 の外部に通じる処理ガス供給管 51 が接続されている。処理ガス供給管 51 は、複数、例えば 4 つに分岐しており、それらの各分岐管 51a、51b、51c、51d は、それぞれガス供給源 52a、52b、52c、52d に通じている。各分岐管 51a ~ 51d には、バルブ 53a、53b、53c、53d、マスフローコントローラ 54a、54b、54c、54d がそれぞれ設けられている。かかる構成によって、処理容器 30 内に所定流量の所定の処理ガスを供給することができる。本実施の形態においては、例えばガス供給源 52a に、プラズマ生成用の希ガスである例えばアルゴン (Ar) ガスが封入され、ガス供給源 52b に、酸素 ( $O_2$ ) ガスが封入されている。また、ガス供給源 52c には、一酸化二窒素 ( $N_2O$ ) ガス、ガス供給源 52d には、水素 ( $H_2$ ) ガスが封入されている。なお、ガス供給源の数やガス種は、処理ガスの種類に応じて適宜変更できる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 5 2 】

例えば処理容器 3 0 の底部の載置台 3 1 を挟んだ両側には、処理容器 3 0 内の雰囲気  
排気するための排気口 6 0 が設けられている。排気口 6 0 には、ターボ分子ポンプなどの  
排気装置 6 1 に通じる排気管 6 2 が接続されている。この排気口 6 0 からの排気により、  
処理容器 3 0 内を所定の圧力に減圧できる。

## 【 0 0 5 3 】

なお、処理部 1 5 ~ 1 7 の構成については、上述の処理部 1 4 の構成と同様であるので  
説明を省略する。

## 【 0 0 5 4 】

次に、上述の太陽電池の製造装置 1 で行われる太陽電池のパッシベーション膜の形成プ  
ロセスについて説明する。

## 【 0 0 5 5 】

本実施の形態においては、例えば図 4 に示すように太陽電池基板 W には、予め p 型層と  
なる多結晶シリコン基板 S p 上に n 型層となる多結晶シリコン層 S n が形成されて p n 接  
合の光吸収層が形成されており、その多結晶シリコン層 S n の表面にパッシベーション膜  
が形成される。

## 【 0 0 5 6 】

パッシベーション膜の形成プロセスでは、先ず太陽電池基板 W が図 1 に示す基板搬送体  
8 によってカセットステーション 2 のカセット C から一枚ずつ取り出され、アライメント  
部 6 に搬送される。太陽電池基板 W は、アライメント部 6 において位置合わせされた後、  
基板搬送体 8 によってロードロック室 1 2 に搬送され、その後基板搬送装置 1 1 によって  
中央搬送室 1 0 を通って例えば処理部 1 4 に搬送される。このとき中央搬送室 1 0 内は、  
真空状態に維持されており、中央搬送室 1 0 内を通過する太陽電池基板 W は、真空搬送さ  
れる。

## 【 0 0 5 7 】

処理部 1 4 に搬送された太陽電池基板 W は、先ず図 2 に示すように載置台 3 1 上に吸着  
保持される。次に太陽電池基板 W は、ヒータ 3 5 によって 2 0 0 ~ 6 0 0 の範囲、例  
えば 3 5 0 に加熱される。続いて、処理容器 3 0 内が 5 0 m T o r r ( 6 . 6 7 P a )  
~ 5 T o r r ( 6 . 6 7 × 1 0 <sup>2</sup> P a ) の範囲、例えば 1 0 0 m T o r r ( 1 3 . 3 P a )  
の圧力に調整され、ガス供給口 5 0 から処理容器 3 0 内に、アルゴンガスと酸素ガスの  
混合ガスが導入される。

## 【 0 0 5 8 】

続いて、ラジアルラインスロットアンテナ 4 2 から処理容器 3 0 内にマイクロ波が導入  
される。このマイクロ波の導入によって、処理容器 3 0 内の処理ガスが励起して処理容  
器 3 0 内にプラズマが生成される。このとき、マイクロ波はスロット平板 4 3 を通過して表  
面波を形成し、その表面波によって、マイクロ波透過板 4 1 の直下に高密度のプラズマが  
生成される。また、処理容器 3 0 内のプラズマ生成空間と太陽電池基板 W の表面との間の  
シース電位は、1 0 e V 以下に維持される。太陽電池基板 W の表面では、酸素原子を含む  
プラズマの作用により多結晶シリコン層 S n の表層が酸化される。こうして、図 5 に示  
すように多結晶シリコン層 S n の表面にシリコン酸化膜からなるパッシベーション膜 A が形  
成される。

## 【 0 0 5 9 】

所定時間のプラズマ酸化処理により、所望の厚みのパッシベーション膜 A が形成され  
ると、マイクロ波の供給や処理ガスの供給が停止され、パッシベーション膜の形成処理が終  
了する。

## 【 0 0 6 0 】

その後、太陽電池基板 W は、基板搬送装置 1 1 により処理部 1 4 から取り出され、中央  
搬送室 1 0 を通ってロードロック室 1 3 に搬送される。その後太陽電池基板 W は、基板搬  
送体 8 によりカセット C に戻されて、一連の処理が終了する。

## 【 0 0 6 1 】

10

20

30

40

50

以上の実施の形態によれば、プラズマ酸化処理を用いてパッシベーション膜Aを形成するので、従来のCVD処理を用いた場合に比べて、多結晶シリコン層Snとパッシベーション膜Aの間が結晶粒界の存在しないようなスムーズで連続的な界面となった。この結果、多結晶シリコン層Snとパッシベーション膜Aの境界付近の結晶欠陥が減少し、エネルギーのキャリアが消滅しないので、従来よりも高いエネルギー変換効率の太陽電池を製造できる。図6は、パッシベーション膜の形成方法別の太陽電池の光電変換効率を示すものであり、本実施の形態のようにプラズマ酸化処理を用いた場合は、従来のCVD処理を用いた場合に比べて光電変換効率が飛躍的に向上した。

#### 【0062】

プラズマ処理時の太陽電池基板Wの表面のシース電位（イオンエネルギー）と多結晶シリコン層Snの結晶欠陥の関係を調査したところ、図7に示すようにシース電位が10eV以下の場合に、結晶欠陥の密度が $2 \times 10^{-11}$  ( $1/cm^2$ )以下で極めて少なくなることが確認された。本実施の形態では、シース電位を10eV以下にして低イオンエネルギーでプラズマ処理を行ったので、多結晶シリコン層Snの結晶欠陥を低減し、高い光電変換効率の太陽電池を製造できる。

10

#### 【0063】

特に、マイクロ波の供給部にラジアルラインスロットアンテナ42を用いたので、プラズマがマイクロ波透過板41の直下に集中して、太陽電池基板Wの表面のシース電位を安定的に低く維持することができる。

#### 【0064】

プラズマ処理を200未満で行った場合、多結晶シリコン層Snの表面に付着した水分や有機物が膜中に取り込まれることが確認された。また、プラズマ処理を600を超えて行った場合、多結晶シリコン層Snの再結晶化が生じてしまう。本実施の形態では、プラズマ処理を200～600の温度下で行ったので、不純物の少ない良好な膜質のパッシベーション膜Aを形成できる。

20

#### 【0065】

図8に示すようにプラズマ処理時の処理容器30内の圧力を上げることにより、処理時のプラズマのイオンエネルギー( $E_e$ )や電子温度( $T_e$ )を小さくできることが確認された。本実施の形態のように、処理時の処理容器30内を50mTorr(6.67Pa)以上にすることにより、低いイオンエネルギーで多結晶シリコン層Snを酸化できる。この結果、多結晶シリコン層Snの結晶欠陥を低減でき、高い光電変換効率の太陽電池を製造できる。また、処理時の処理容器30内の圧力を上げすぎると、イオンエネルギーが低下し過ぎてプラズマ酸化速度が著しく低下する。本実施の形態では、処理容器30内の圧力を5Torr(6.67 $\times 10^2$ Pa)以下に維持したので、プラズマ酸化速度の著しい低下を避けることができる。

30

#### 【0066】

以上の実施の形態では、処理ガスとして酸素ガスとアルゴンガスを供給していたが、処理ガスに窒素を含有させて、多結晶シリコン層Snとパッシベーション膜Aの界面の窒素原子含有率を5atomic%以下に制御してもよい。処理ガスに窒素を含有させる方法としては、処理ガスに窒素( $N_2$ )ガスやアンモニア( $NH_3$ )ガスを添加したり、処理ガスの酸素ガスの代わりに $N_2O$ ガスを用いてもよい。かかる場合、多結晶シリコン層Snの界面に窒素原子が導入されるので、多結晶シリコン層Snと酸化膜であるパッシベーション膜Aとの間の界面にできた結晶欠陥に窒素原子が選択的に反応し、窒素原子が結晶欠陥を修復する。この結果、最終的な結晶欠陥量が減少し、太陽電池の光電交換効率を上げることができる。また、図9に示すように窒素原子含有率が5atomic%を超えると、窒素原子が過剰になり、逆に多結晶シリコン層Snの界面の結晶欠陥が増加することが確認されている。したがって、窒素原子含有率を5atomic%以下にすることによって、窒素原子による結晶欠陥の修復が適正に行われる。

40

#### 【0067】

以上の実施の形態では、多結晶シリコン層Snを酸化処理してパッシベーション膜Aを

50

形成していたが、酸窒化処理してパッシベーション膜を形成してもよい。かかる場合、処理部14において、酸素ガスに代えてN<sub>2</sub>Oガスを供給してもよい。この場合も、図6に示したように従来のCVD処理の場合に比べて高い光電交換効率の太陽電池を製造できる。なお、同様に酸素ガスに代えて窒素ガスを供給して多結晶シリコン膜Snを窒化処理してパッシベーション膜を形成してもよい。

【0068】

以上の実施の形態では、処理時にプラズマを生成するマイクロ波を連続的に供給していたが、所定周期のパルス状に断続的に供給してもよい。かかる場合、例えばマイクロ波発振制御部47によって、マイクロ波発振装置46から所定周期のパルス状にマイクロ波を発振させ、ラジアルラインスロットアンテナ42から処理容器30内にパルス状のマイクロ波を供給する。例えばパルス周波数が50kHzでDuty比(ON・OFF全体の時間に対するONの時間の比)が50%になるようにマイクロ波を供給する。図10に示すように連続的なマイクロ波(連続波)を供給する場合に比べてパルス状のマイクロ波(パルス波)を供給する場合の方がプラズマのイオンエネルギーを小さくできることが確認された。したがって、パルス状のマイクロ波を供給することにより、多結晶シリコン層Snとパッシベーション膜Aとの界面の欠陥を低減し、高い光電変換効率の太陽電池を製造できる。なお、この例において、パルス周波数が50kHzで、Duty比が50%であったが、パルス周波数が10kHz~1MHzの範囲で、かつDuty比が20%~80%の範囲であれば、連続波と比べて結晶欠陥の低減効果があることが確認された。

【0069】

以上の実施の形態では、例えばプラズマ酸化処理により多結晶シリコン層Snの表層にパッシベーション膜Aを形成していたが、CVD処理によりパッシベーション膜Aの上面にさらにパッシベーション膜を堆積させてもよい。

【0070】

図11は、かかる一例を示すものであり、太陽電池の製造装置1は、CVD処理を行う他の処理部70、71を備えている。他の処理部70、71は、例えば上記実施の形態の処理部16、17に代えて中央搬送部10に接続されている。

【0071】

例えば他の処理部70は、ラジアルラインスロットアンテナを用いてプラズマを発生させて、太陽電池基板Wに成膜するプラズマCVD装置である。

【0072】

他の処理部70は、例えば載置台にバイアス電力を印加するための高周波電源が接続されていることと処理ガスの種類が異なること以外は上述の処理部14と同様の構成を有している。つまり他の処理部70は、例えば図12に示すように上面が開口した有底円筒状の処理容器80を有し、その処理容器80の底部には、載置台81が設けられている。

【0073】

載置台81には、電極板82が内蔵され、その電極板82には、直流電源83が接続されている。また、載置台81には、例えば太陽電池基板Wにバイアス電力を印加する高周波電源84が接続されている。載置台81には、ヒータ電源85による給電により発熱するヒータ86が内蔵されており、載置台81上の太陽電池基板Wを所定温度に加熱できる。

【0074】

処理容器80の上部開口には、例えばシール材90を介して、マイクロ波透過板91が設けられている。このマイクロ波透過板91によって処理容器80内が気密に閉鎖されている。マイクロ波透過板91の上部には、ラジアルラインスロットアンテナ92が設けられている。

【0075】

ラジアルラインスロットアンテナ92は、下面が開口した略円筒形状のケース92aを有し、その下面には、円盤状のスロット平板93が設けられている。スロット平板93には、スロットとなる多数のマイクロ波放射孔93aが形成されている。マイクロ波放射孔

10

20

30

40

50

93aは、例えば図3に示すように隣接するもの同士がT字状に形成され、これらのT字状のマイクロ波放射孔93aが同心円状に配置されている。マイクロ波放射孔93aの長さや配列間隔は、マイクロ波の波長に応じて定められ、例えばマイクロ波放射孔93aの間隔は、 $1/2$ 又は $\lambda/4$ に設定されている。

【0076】

スロット平板93の上部には、図12に示すように低損失誘電体材料により形成された遅相板94が設けられている。

【0077】

ラジアルラインスロットアンテナ92のケース92aの中央部には、開口部が形成され、その開口部に同軸導波管95が接続されている。同軸導波管95は、例えば2.45GHzのマイクロ波を発振するマイクロ波発振装置96に接続されている。マイクロ波発振装置96には、マイクロ波の発振のON・OFFや出力を制御するマイクロ波発振制御部97が設けられている。

【0078】

例えば処理容器80の側壁面には、処理ガス供給口100が形成されている。処理ガス供給口100には、例えば処理容器80の外部に通じる処理ガス供給管101が接続されている。処理ガス供給管101は、複数、例えば5つに分岐しており、それらの各分岐管101a、101b、101c、101d、101eは、それぞれガス供給源102a、102b、102c、102d、102eに通じている。各分岐管101a~101eには、バルブ103a、103b、103c、103d、103e、マスフローコントローラ104a、104b、104c、104d、104eがそれぞれ設けられている。かかる構成によって、処理容器30内に所定流量の所定の処理ガスを供給することができる。本実施の形態においては、例えばガス供給源102aに、希ガスである例えばアルゴンガスが封入され、ガス供給源102bに、シラン( $\text{SiH}_4$ )ガスが封入され、ガス供給源102c、102d、102eには、 $\text{N}_2$ ガス、 $\text{NH}_3$ ガス、 $\text{H}_2$ ガスがそれぞれ封入されている。

【0079】

例えば処理容器80の底部の載置台81を挟んだ両側には、排気口110が設けられている。排気口110には、ターボ分子ポンプなどの排気装置111に通じる排気管112が接続されている。この排気口110からの排気により、処理容器80内を所定の圧力に減圧できる。

【0080】

次に、この例におけるパッシベーション膜の形成プロセスについて説明する。まず、図4に示した多結晶シリコン基板Sp上に多結晶シリコン層Snが形成された太陽電池基板Wが、上記実施の形態と同様に基板搬送体8によってカセットCからアライメント部6に搬送される。その後太陽電池基板Wは、基板搬送体8によってロードロック室12に搬送され、その後基板搬送装置11によって中央搬送室10を通過して例えば処理部14に搬送される。処理部14に搬送された太陽電池基板Wは、例えば上記実施の形態と同様にプラズマ処理により多結晶シリコン層Snの表層が酸化され、図13に示すように表面に第1のパッシベーション膜A1が形成される。

【0081】

その後、太陽電池基板Wは、基板搬送装置11によって処理部14から取り出され、中央搬送室10を通過して例えば他の処理部70に搬送される。この間、太陽電池基板Wは、大気に接しないように真空搬送される。

【0082】

他の処理部70に搬送された太陽電池基板Wは、まず図12に示すように載置台81上に吸着保持される。次に太陽電池基板Wは、ヒータ86によって200~600の範囲に加熱される。続いて、処理容器80内が例えば5mTorr~5Torrの範囲の圧力調整され、ガス供給口100から処理容器80内に、アルゴンガス、シランガス及び窒素ガスの混合ガスが導入される。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 8 3 】

続いて、ラジアルラインスロットアンテナ 9 2 から処理容器 8 0 内にマイクロ波が導入される。このマイクロ波の導入によって、処理容器 8 0 内のガスが励起して処理容器 8 0 内にプラズマが生成される。このとき、マイクロ波はスロット平板 9 3 を通過して表面波を形成し、その表面波によって、マイクロ波透過板 9 1 の直下に高密度のプラズマが生成される。また、高周波電源 8 4 により載置台 8 1 上の太陽電池基板 W に 2 0 V 以上のバイアス電力が印加される。太陽電池基板 W の表面では、プラズマの作用により第 1 のパッシベーション膜 A 1 の表面にシリコン窒化膜が堆積して、図 1 4 に示すように第 2 のパッシベーション膜 A 2 が形成される。こうして、全体で例えば 1 0 n m 以上の所定の厚みのパッシベーション膜 ( A 1 + A 2 ) が形成される。

10

## 【 0 0 8 4 】

所定時間のプラズマ C V D 処理により、所望の厚みのパッシベーション膜が形成されると、マイクロ波の供給やガスの供給が停止され、パッシベーション膜の形成処理が終了する。

## 【 0 0 8 5 】

その後、太陽電池基板 W は、他の処理部 7 0 から基板搬送装置 1 1 により取り出され、中央搬送室 1 0 を通ってロードロック室 1 3 に搬送される。その後太陽電池基板 W は、基板搬送体 8 によりカセット C に戻されて、一連の処理が終了する。

## 【 0 0 8 6 】

この例によれば、第 1 のパッシベーション膜 A 1 上に C V D 処理により第 2 のパッシベーション膜 A 2 を形成したので、例えばプラズマ酸化処理のみではパッシベーション膜に十分な厚みが得られない場合であっても、その後の C V D 処理により十分な厚みのパッシベーション膜を形成できる。この結果、パッシベーション膜が例えば反射防止膜としての機能を十分に果たすことができる。またパッシベーション膜の強度を十分に確保できる。さらに、この例では、第 1 のパッシベーション膜 A 1 であるシリコン酸化膜上により反射率の高いシリコン窒化膜を形成したので、パッシベーション膜の反射防止機能をさらに向上できる。

20

## 【 0 0 8 7 】

また、この例のように、多結晶シリコン層 S n をプラズマ酸化処理し、その上に C V D 処理により窒化膜を形成してパッシベーション膜を形成した場合は、図 6 に示したように従来の C V D 処理のみの場合や上述のプラズマ酸化処理、プラズマ窒化処理のみの場合に比べて、高い光電交換効率の太陽電池を製造できる。これは、C V D 処理で形成されたシリコン窒化膜は、シリコン酸化膜より高い屈折率を持つため、プラズマ酸化処理と C V D 処理を組み合わせることにより、光をパッシベーション膜内に閉じ込めやすくなって、光電変換効率が向上されるためであると考えられる。

30

## 【 0 0 8 8 】

処理部 1 4 と他の処理部 7 0 を中央搬送室 1 0 によって接続し、処理部 1 4 から他の処理部 7 0 への太陽電池基板 W の搬送を真空状態で行ったので、太陽電池基板 W が大気に曝されて例えば水分が付着して膜質が劣化することを防止できる。なお、第 1 のパッシベーション膜 A 1 と第 2 のパッシベーション膜 A 2 を形成する処理を同じ処理容器で行ってもよく、例えば他の処理部 7 0 の処理容器 8 0 内において、上述したプラズマ酸化処理を行って第 1 のパッシベーション膜 A 1 を形成し、その後プラズマ C V D 処理を行って第 2 のパッシベーション膜 A 2 を形成してもよい。

40

## 【 0 0 8 9 】

前記実施の形態のように第 1 のパッシベーション膜 A 1 が酸化膜の場合、C V D 処理時に処理ガスとして窒素ガスに加えて酸素ガスも導入し、その処理ガスの導入時に酸素に対する窒素の比率を次第に増加させて、第 2 のパッシベーション膜 A 2 の窒素原子含有率を堆積方向に次第に増加させるようにしてもよい。かかる場合、例えば C V D 処理時に初め酸素ガスに比べて少量の窒素ガスを導入し、その後酸素ガスの導入量を減らしつつ、窒素ガスの導入量を増加させ、最後には窒素ガスのみを導入する。こうすることにより、第 2

50

のパッシベーション膜 A 2 の膜組成がシリコン酸化膜からシリコン窒化膜に次第に変化する  
るので、シリコン酸化膜である第 1 のパッシベーション膜 A 1 と第 2 のパッシベーション  
A 2 の膜組成が全体を通して連続的になる。これによってパッシベーション膜内の結晶粒  
界が減少し結晶欠陥を低減できる。なお、この例は、第 1 のパッシベーション膜 A 1 が酸  
窒化膜である場合も適用できる。

#### 【 0 0 9 0 】

なお、上記実施の形態において、CVD 処理時の処理ガスに  $SiH_4$  (シラン) ガスを  
用いていたが、これに代えて  $Si_2H_6$  (ジシラン) ガスなどの他のガスを用いてもよい  
。また、CVD 処理時の処理ガスを代えることにより、第 1 のパッシベーション膜 A 1 上  
に窒化膜に代えて酸化膜や酸窒化膜を形成してもよい。

10

#### 【 0 0 9 1 】

以上の実施の形態で記載した、多結晶シリコン層 S n 上に第 1 のパッシベーション膜 A  
1 を形成する処理、又は第 2 のパッシベーション膜 A 2 を形成する CVD 処理の少なくと  
もいずれかにおいて、処理ガスに水素ガスを添加してもよい。かかる場合、水素原子が、  
パッシベーション膜中及びシリコン層とパッシベーション膜の界面中の結晶欠陥に選択的  
に反応して結晶欠陥を修復することができるので、より高い光電変換効率の太陽電池を製  
造できる。

#### 【 0 0 9 2 】

以上の実施の形態で記載した処理部 1 4 ~ 1 7、他の処理部 7 0、7 1 は、上述のラジ  
アルラインスロットアンテナを備えていたが、他の構造のスロットアンテナを有するもの  
であってよい。例えば処理部 1 4 は、図 1 5 に示すようにマイクロ波透過板 4 1 の上部  
に、平行平板導波路スロットアンテナ(以下、「平行平板アンテナ」とする) 1 3 0 を備  
えている。

20

#### 【 0 0 9 3 】

平行平板アンテナ 1 3 0 は、平行平板導波路を形成する 2 枚の平板の一方にスロットが  
形成されたアンテナである。平行平板アンテナ 1 3 0 は、下側の方形の第 1 の導波板 1 3  
0 a と、上側の方形の第 2 の導波板 1 3 0 b を上下に平行に対向させて備え、第 1 の導波  
板 1 3 0 a と第 2 の導波板 1 3 0 b の間の隙間に平行平板導波路 1 3 1 を形成している。  
第 1 の導波板 1 3 0 a には、スロットとなる多数のマイクロ波放射孔 1 3 2 が形成されて  
いる。マイクロ波放射孔 1 3 2 は、例えば図 1 6 に示すように隣接するもの同士で T 字を  
形成し、これらの T 字状のマイクロ波放射孔 1 3 2 が縦横に並べられて配置されている。  
マイクロ波放射孔 1 3 2 の長さや配列間隔は、平行平板導波路 1 3 1 内のマイクロ波の波  
長 に応じて定められ、例えばマイクロ波放射孔 1 3 2 の間隔は、 の自然数倍に設定さ  
れている。なお、マイクロ波放射孔 1 3 2 の形状は、T 字状に限られず、円形状、円弧状  
等の他の形状であってもよい。また、マイクロ波放射孔 1 3 2 の配置は、縦横配列に限ら  
れず、同心円状、螺旋状、ランダム配置、放射状等であってもよい。

30

#### 【 0 0 9 4 】

図 1 5 に示すように平行平板導波路 1 3 1 内には、誘電体からなる遅波材 1 3 3 が設け  
られている。この遅波材 1 3 3 によって、平行平板導波路 1 3 1 に導入されたマイクロ波  
の波長を短くしてプラズマの生成状態を調整できる。また、平行平板導波路 1 3 1 内の  
一端部には、マイクロ波吸収材 1 3 4 が設けられている。

40

#### 【 0 0 9 5 】

平行平板導波路 1 3 1 内のマイクロ波吸収材 1 3 4 と反対側の他端部付近には、導入さ  
れたマイクロ波を分配するマイクロ波分配部 1 3 5 が形成されている。そのマイクロ波分  
配部 1 3 5 には、例えば 2 . 4 5 G H z のマイクロ波を発振するマイクロ波発振装置 1 3  
6 に通じる導波管 1 3 7 が接続されている。なお、処理部 1 4 のその他の部分の構成は、  
上記実施の形態で記載した処理部 1 4 の構成と同様であるので、その他の部分の構成につ  
いては、上記実施の形態と同じ符号を用いて説明を省略する。

#### 【 0 0 9 6 】

この処理部 1 4 によれば、マイクロ波発振装置 1 3 6 から発振されたマイクロ波が平行

50

平板アンテナ 130 の平行平板導波路 131 に導入され、そのマイクロ波が第 1 の導波板 130 a のマイクロ波放射孔 132 を通過し、マイクロ波透過板 41 を通って処理容器 30 内に導入される。これによって、処理容器 30 内にマイクロ波の表面波が形成され、その表面波によって、マイクロ波透過板 41 の直下に高密度のプラズマが生成される。

【0097】

なお、処理部 15、16、17、他の処理部 70、71 についても、同様に平行平板アンテナ 130 を備えるものであってもよい。

【0098】

以上、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施の形態について説明したが、本発明はかかる例に限定されない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に相対し得ることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。例えば本実施の形態は、多結晶シリコン層にパッシベーション膜を形成する例であったが、単結晶、アモルファス（非晶質）、或いは多結晶とアモルファスの混在系のシリコン層にパッシベーション膜を形成する場合にも本発明は適用できる。

【産業上の利用可能性】

【0099】

本発明は、高いエネルギー変換効率の太陽電池を製造する際に有用である。

【図面の簡単な説明】

【0100】

【図 1】本実施の形態における太陽電池の製造装置の構成の概略を示す平面図である。

【図 2】処理部の構成の概略を示す模式図である。

【図 3】スロット平板の構成を示す平面図である。

【図 4】多結晶シリコン基板上に多結晶シリコン層が形成された太陽電池基板を示す縦断面の説明図である。

【図 5】パッシベーション膜が形成された太陽電池基板を示す縦断面の説明図である。

【図 6】パッシベーション膜の形成方法別の太陽電池の光電交換効率を示すグラフである。

【図 7】プラズマ処理時のシース電位と結晶欠陥密度の関係を示すグラフである。

【図 8】プラズマ処理時の圧力とイオンエネルギー及び電子温度の関係を示すグラフである。

【図 9】多結晶シリコン層とパッシベーション膜の界面の窒素原子含有率と結晶欠陥密度との関係を示すグラフである。

【図 10】連続的なマイクロ波とパルス状のマイクロ波のイオンエネルギーの相違を示すグラフである。

【図 11】他の例の太陽電池の製造装置の構成の概略を示す平面図である。

【図 12】他の処理部の構成の概略を示す模式図である。

【図 13】第 1 のパッシベーション膜が形成された太陽電池基板を示す縦断面の説明図である。

【図 14】第 2 のパッシベーション膜が形成された太陽電池基板を示す縦断面の説明図である。

【図 15】処理部の他の構成の概略を示す模式図である。

【図 16】図 15 の平行平板導波管内の構成を示す平面図である。

【符号の説明】

【0101】

- 1 太陽電池の製造装置
- 14 処理部
- 42 ラジアルラインスロットアンテナ
- Sp 多結晶シリコン基板
- Sn 多結晶シリコン層

10

20

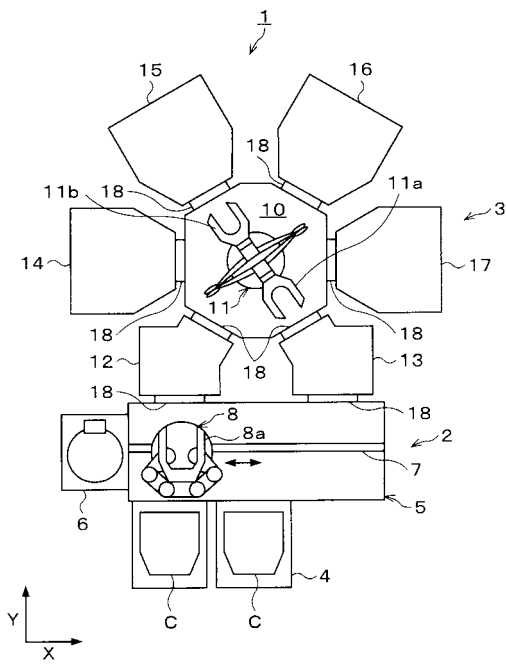
30

40

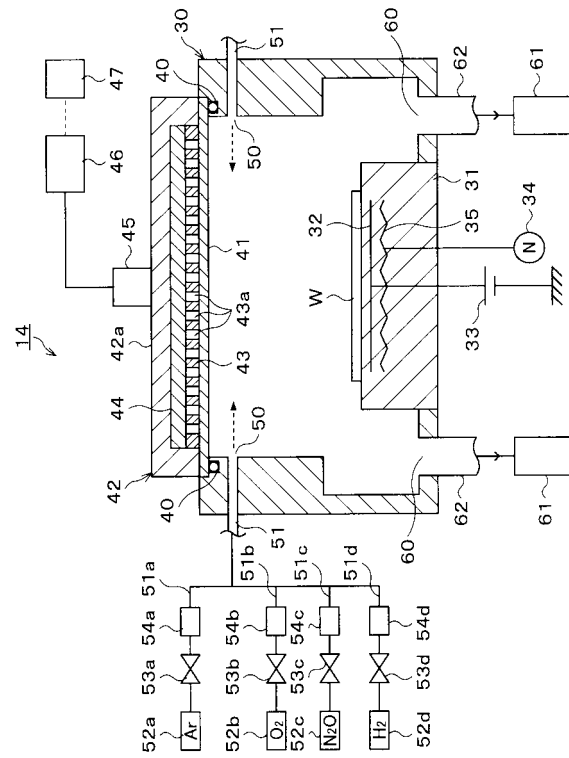
50

A パッシベーション膜  
W 太陽電池基板

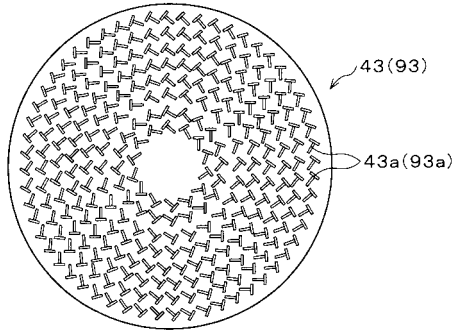
【図1】



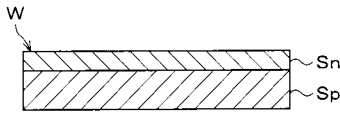
【図2】



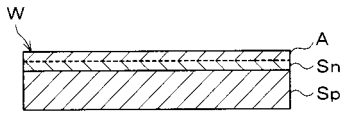
【図3】



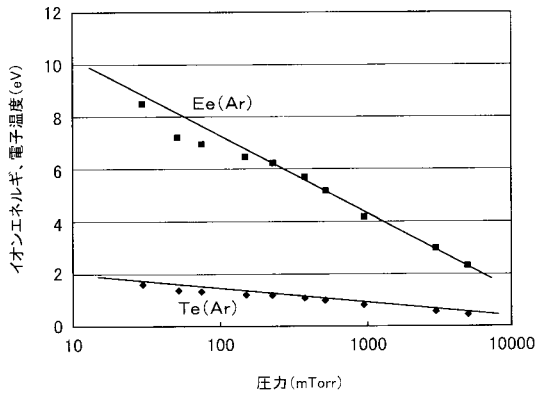
【図4】



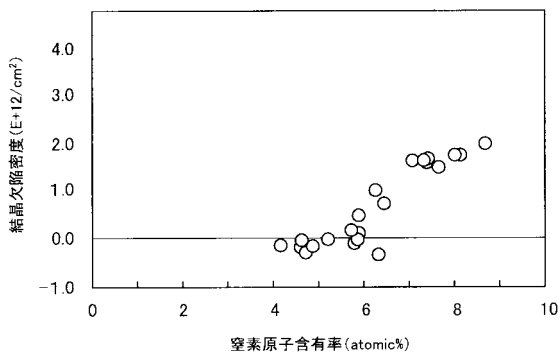
【図5】



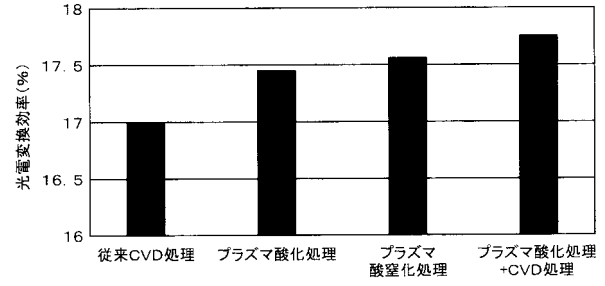
【図8】



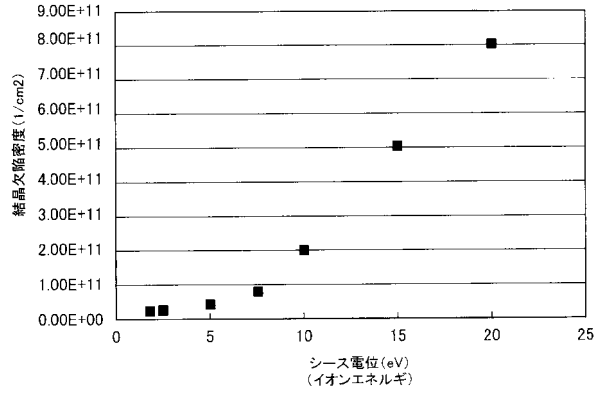
【図9】



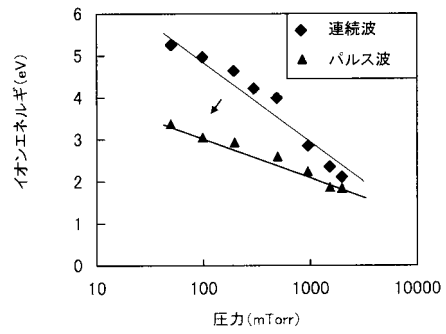
【図6】



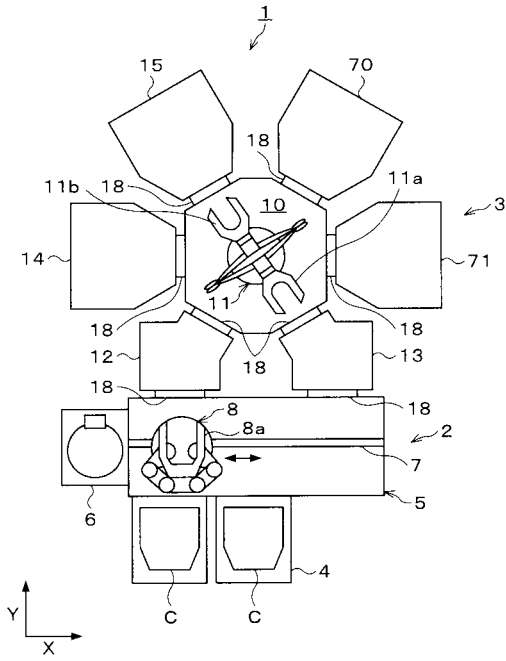
【図7】



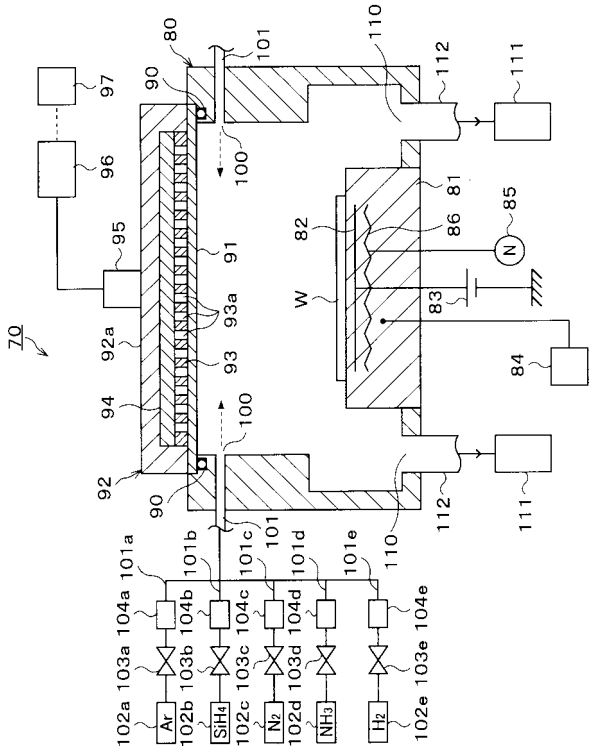
【図10】



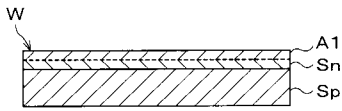
【図11】



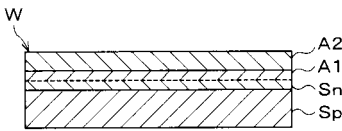
【図12】



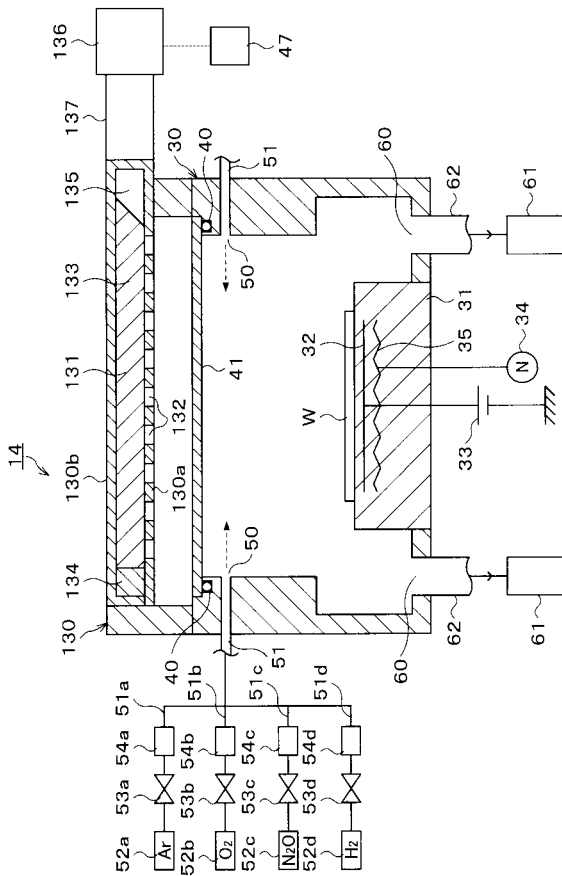
【図13】




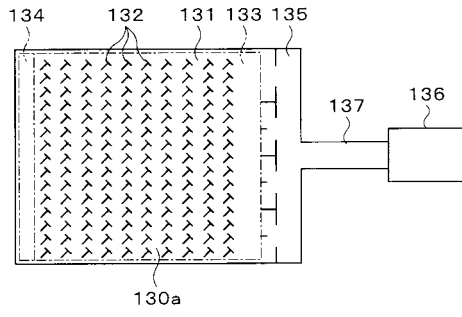
【図14】



【図15】



【 16】



## フロントページの続き

(51) Int.Cl.			F I		
H 0 5 H	1/46	(2006.01)	C 2 3 C	16/511	
			C 2 3 C	16/42	
			H 0 5 H	1/46	B

(56) 参考文献 特開 2 0 0 5 - 3 4 0 3 5 8 ( J P , A )  
 特開 2 0 0 4 - 0 5 6 0 5 7 ( J P , A )  
 特開 2 0 0 6 - 1 7 3 3 7 2 ( J P , A )  
 特開平 0 7 - 3 2 6 7 8 4 ( J P , A )  
 特開 2 0 0 4 - 3 4 9 5 4 6 ( J P , A )  
 特開 2 0 0 0 - 2 9 4 5 5 0 ( J P , A )  
 特開平 0 2 - 5 0 0 3 9 7 ( J P , A )  
 特開平 0 4 - 2 9 6 0 6 3 ( J P , A )  
 特開平 1 1 - 2 8 8 7 9 8 ( J P , A )  
 特開 2 0 0 1 - 3 1 3 2 6 2 ( J P , A )  
 特開 2 0 0 5 - 2 2 2 7 3 3 ( J P , A )  
 特開 2 0 0 5 - 1 5 9 1 7 1 ( J P , A )

(58) 調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 1 L	3 1 / 0 4
C 2 3 C	1 6 / 4 2
C 2 3 C	1 6 / 5 1 1
H 0 1 L	2 1 / 3 1 6
H 0 1 L	2 1 / 3 1 8
H 0 5 H	1 / 4 6