

APT保有出願特許の概要

平成30年2月11日

APT代表

村田正義

ヘテロ接合太陽電池製造技術／従来技術の概要

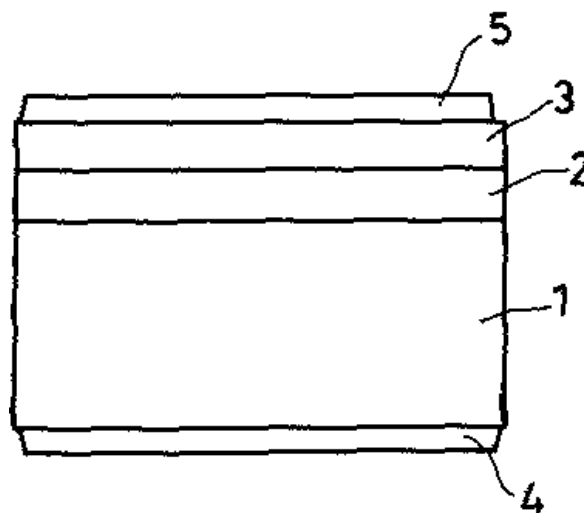
- (1) 三洋オリジナルHIT太陽電池の特許権消滅＝H22年9月20日
- (2) ヘテロ接合バックコンタクト型太陽電池の構造の一例
- (3) 多結晶シリコン太陽電池の一例
- (4) ヘテロ接合バックコンタクト型太陽電池の製造方法の一例(シャープ)
- (5) イオンダメージを抑制したパッシベーション膜の重要性
- (6) RF電力を用いる容量結合型プラズマの電位分布及びシースの概念
- (7) プラズマCVDによるパッシベーション膜及び非晶質膜形成の位置付け
- (8) 従来技術の課題と各社の対応策

オリジナルHIT太陽電池(三洋)特許2132527 (権利消滅／H22年9月20日)

【請求項1】

互いに逆導電型の関係を有する単結晶半導体と非単結晶半導体とが順次積層されてなる光起電力装置に於て、前記両半導体間に、数Å以上250Å以下の膜厚を有する真性非単結晶半導体を介在させたことを特徴とする光起電力装置。

- (4) アルミニウムなど電極、
(5) は透明導電膜



- 1 n型単結晶シリコン基板
- 2 真性非晶質シリコン
- 3 p型非晶質シリコン

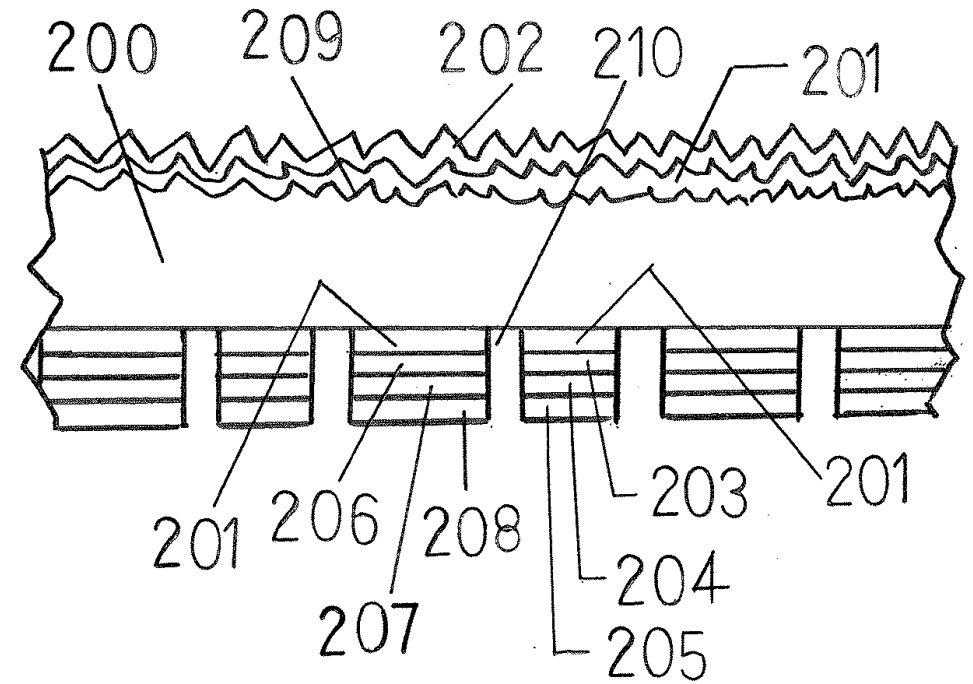
●筆者コメント:HIT太陽電池は単結晶Siを入手できれば、プラズマCVD装置で容易に製造できる。発電効率20%~26%が容易に実現可能。

三洋／ヘテロ接合バックコンタクト型太陽電池の構造の一例

前記n型結晶シリコン基板200の受光面側の表面209は凹凸形状になっている。

前記凹凸形状を有する表面209に、i型アモルファスシリコン膜型(厚み、例えば、約10nm)201と、光反射防止膜(例えば、SiNx、厚み、例えば、約70nm)202がその順に形成されている。

前記単結晶シリコン基板200の裏面の所定の領域に、i型アモルファスシリコン膜(厚み、例えば、約15nm)201、p型アモルファスシリコン膜(厚み、例えば、約10nm)203、第1の透明電極(例えば、ITO、SnO₂、ZnOなど、厚み、例えば、約70nm)204及びp型電極(厚み、例えば、約200nm)205がこの順に形成されている。



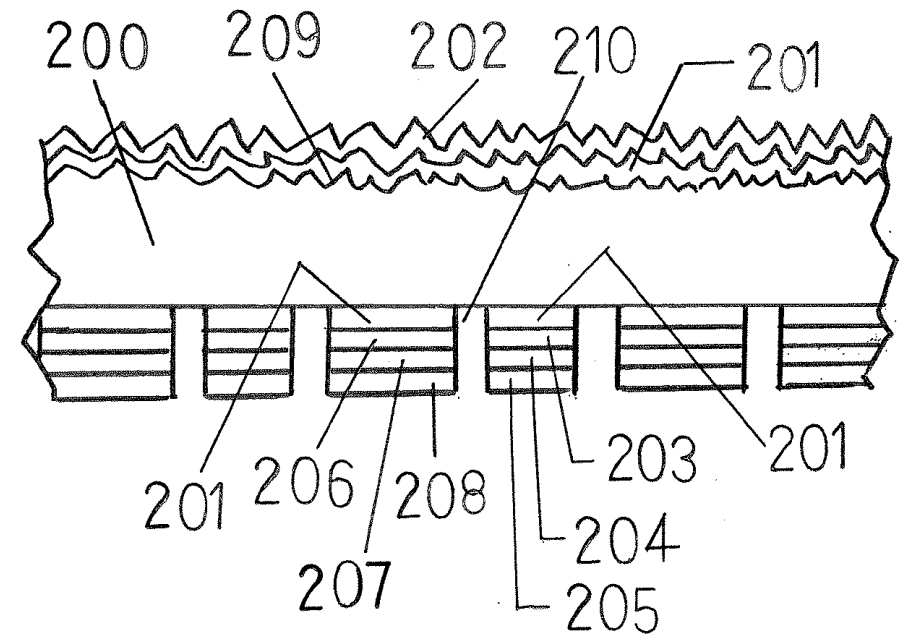
三洋／ヘテロ接合バックコンタクト型太陽電池の構造の一例

右図に示すn型結晶シリコン基板200の

表面及び裏面のi型アモルファスシリコン膜201の膜を、同時に製膜できれば、即ち、両面の同時製膜ができれば、製膜の工程が1工程減ることから、

太陽電池の製造時間が短縮され、かつ、プラズマCVD装置が1つ減らせることから、製造コストの低減に貢献できるのであるが、

従来技術において、基板200の両面への同時製膜ができない。

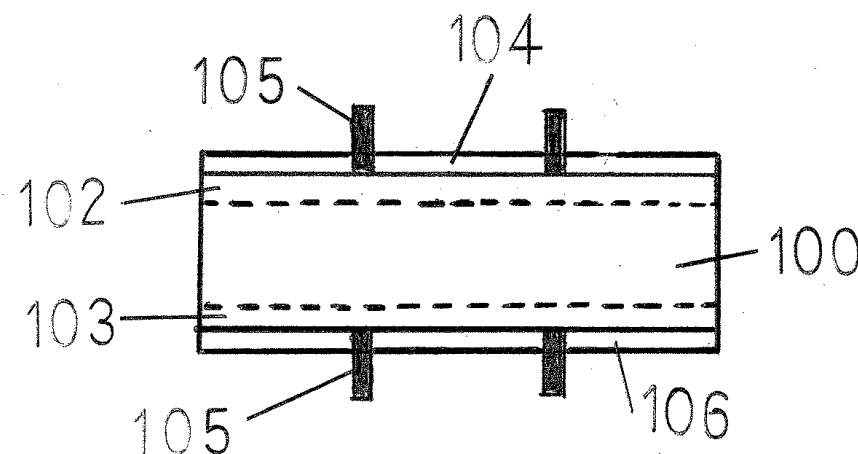


【問題】筆者コメント：従来技術では、表面と裏面に同時製膜できない⇒2つの工程必要

従来型／結晶シリコン系太陽電池の代表的構造(多結晶シリコン太陽電池)の一例

p型多結晶シリコン基板100の表面に形成されたn型拡散層102、p型多結晶シリコン基板100とn型拡散層102の間に形成されたpn接合、p型多結晶シリコン基板100の裏面に形成されたp⁺型裏面電界層103、n型拡散層102の上に形成された**反射防止膜104**、例えば窒化シリコン膜(SiNx)、p型多結晶シリコン基板100の**裏面に形成されたパッシベーション膜106**、例えば窒化シリコン膜(SiNx)及びシリコン基板100の両面に形成された電力取り出し用の電極105を有する。

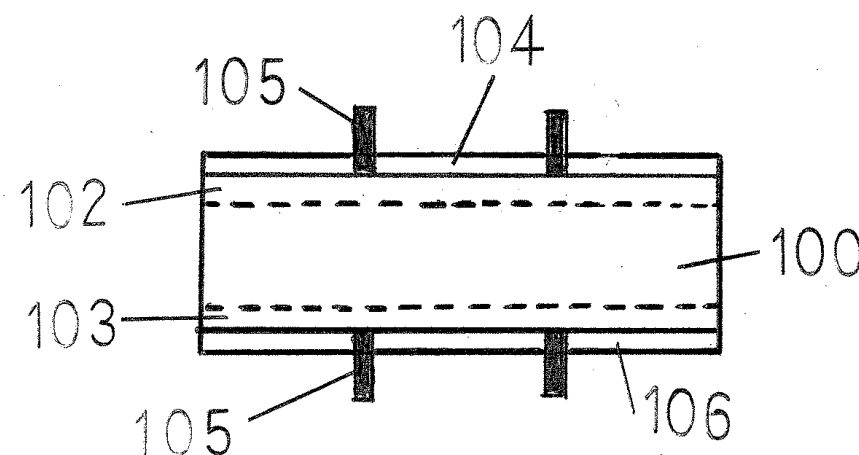
なお、反射防止膜104及びパッシベーション膜106はパッシベーション効果を有する。



従来型／結晶シリコン系太陽電池の代表的構造（多結晶シリコン太陽電池）の一例

右図に示すパッシベーション膜106、例えば、窒化シリコン膜(SiN_x)及び反射防止膜104、例えば、窒化シリコン膜(SiN_x)の膜を、

同時に製膜できれば、即ち、両面の同時製膜ができれば、製膜の工程が1つ減ることから、太陽電池の製造時間が短縮され、かつ、プラズマCVD装置が1つ減らせることから、製造コストの低減に貢献できるのであるが、従来技術において、基板100の両面への同時製膜ができない。



【問題】筆者コメント：従来技術では、表面と裏面に同時製膜できない⇒2つの工程必要

光電変換素子および光電変換素子の製造方法 特開2014-183073／シャープ

【発明が解決しようとする課題】

以下、図11～図27の模式的断面図を参照して、

ヘテロ接合型バックコンタクトセルの製造方法の一例について説明する。

●フォトリソグラフィ工程が4回含まれる複雑なプロセスである



【問題】筆者コメント：コスト競争力の強化を図るには
単純なプロセスを創出する
必要がある

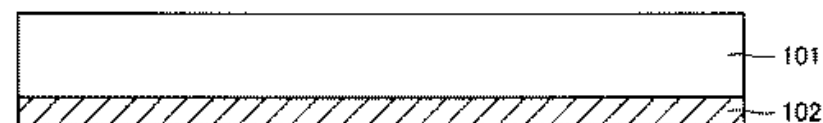
(出典)特開2014-183073／シャープ

ヘテロ接合型バックコンタクト(裏面接合型)太陽電池の製造方法

・受光面にテクスチャ構造(図示せず)が形成されたn型の単結晶シリコンからなるc-Si(n)基板101の裏面上に、i型の非晶質シリコン膜とp型の非晶質シリコン膜とがこの順序に積層されたa-Si(i/p)層102を形成する

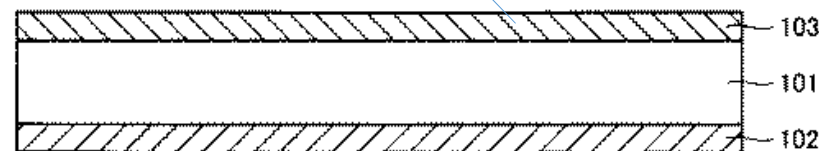
・次に、c-Si(n)基板101の受光面上に、i型の非晶質シリコン膜とn型の非晶質シリコン膜とがこの順序に積層されたa-Si(i/n)層103を形成する。

図11



積層されたi/p層102

図12



積層されたi/n層103

(出典)特開2014-183073/シャープ

ヘテロ接合型バックコンタクト(裏面接合型)太陽電池の製造方法

・a-Si(i/p)層102の一部の裏面上にフォトリソ膜104を形成する。ここで、**フォトリソ膜104**は、a-Si(i/p)層102の裏面の全面にフォトリソを塗布した後に、**露光技術および現像技術**によってフォトリソをパターンニングすることによって形成される。

・**フォトリソ膜104**をマスクとして、a-Si(i/p)層102の一部をエッチングすることによって、**c-Si(n)基板101の裏面**を露出させる。

●**フォトリソグラフィ・・・1回目**

図13

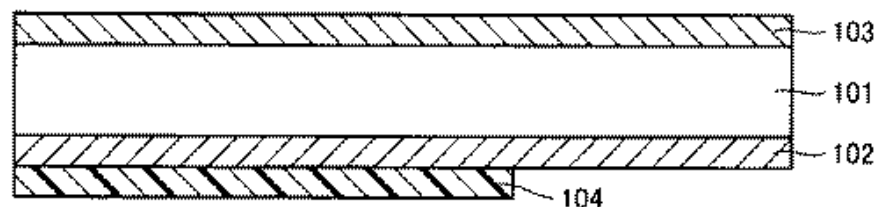
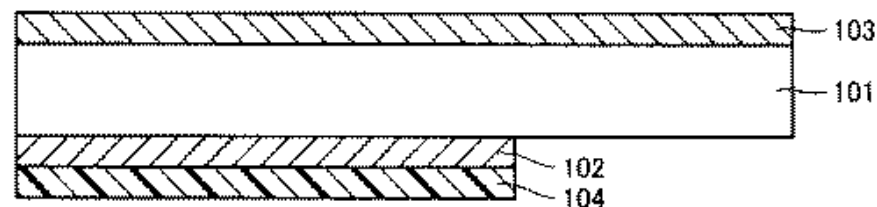


図14



(出典)特開2014-183073/シャープ

ヘテロ接合型バックコンタクト(裏面接合型)太陽電池の製造方法

・フォトリソ膜104を除去した後、フォトリソ膜104を除去して露出した $a\text{-Si}(i/p)$ 層102の裏面およびエッチングにより露出した $c\text{-Si}(n)$ 基板101の裏面を覆うように i 型の非晶質シリコン膜と n 型の非晶質シリコン膜とがこの順序に積層された $a\text{-Si}(i/n)$ 層105を形成する。

図15

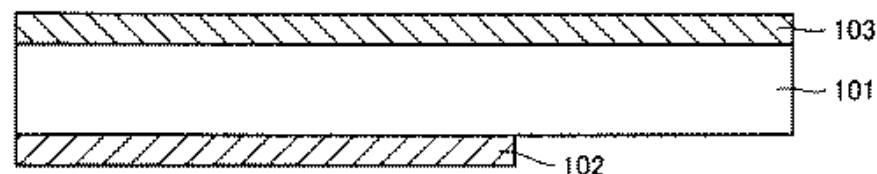
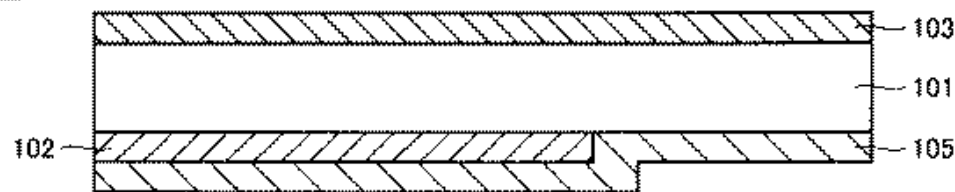


図16



(出典)特開2014-183073/シャープ

ヘテロ接合型バックコンタクト(裏面接合型)太陽電池の製造方法

・a-Si(i/n)層105の一部の裏面上に**フォトリソグレイ**膜106を形成する。ここで、フォトリソグレイ膜106は、a-Si(i/n)層105の裏面の全面にフォトリソグレイを塗布した後に、**露光技術**および**現像技術**によってフォトリソグレイをパターンニングすることによって形成される。

・フォトリソグレイ膜106をマスクとして、a-Si(i/n)層105の一部をエッチングすることによって、**a-Si(i/p)層102の裏面を露出させる**。

●**フォトリソグレイ・・・2回目**

図17

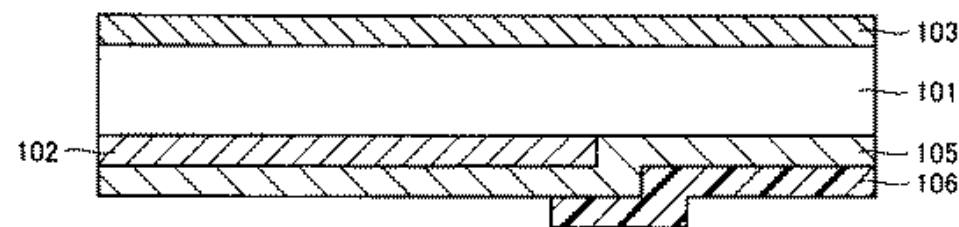
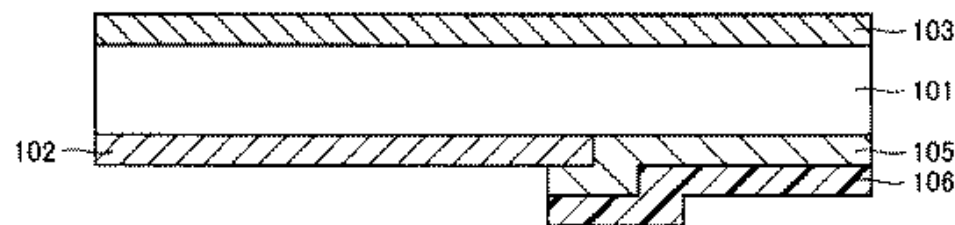


図18



(出典)特開2014-183073/シャープ

ヘテロ接合型バックコンタクト(裏面接合型)太陽電池の製造方法

・フォトリソ膜106を除去した後に、
フォトリソ膜106を除去して露出した $a\text{-Si}(i/n)$ 層105の裏面および
エッチングにより露出した $a\text{-Si}(i/p)$ 層102の裏面を覆うように透明導電酸化膜107を形成する。

図19

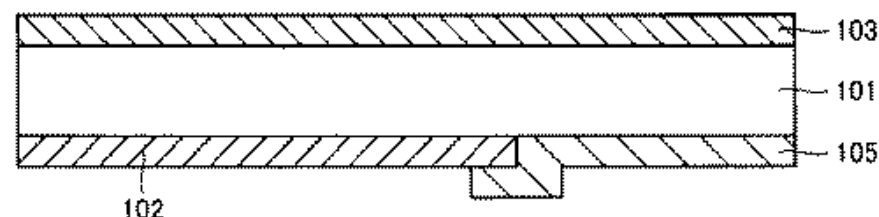
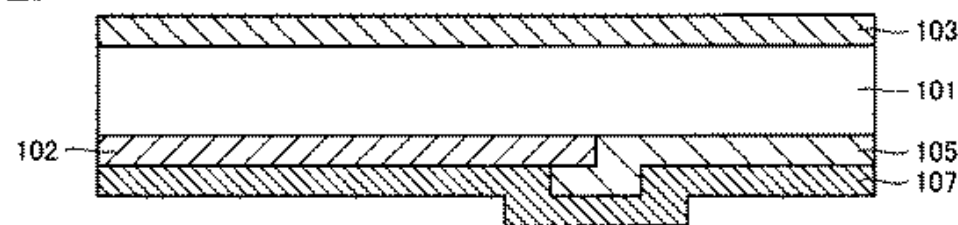


図20



(出典)特開2014-183073/シャープ

ヘテロ接合型バックコンタクト(裏面接合型)太陽電池の製造方法

・透明導電酸化膜107の一部の裏面上に**フォトリソグレイ**膜108を形成する。ここで、**フォトリソグレイ**膜108は、透明導電酸化膜107の裏面の全面に**フォトリソグレイ**を塗布した後に、露光技術および現像技術によって**フォトリソグレイ**をパターンニングすることによって形成される。

・**フォトリソグレイ**膜108をマスクとして、透明導電酸化膜107の一部をエッチングすることによって、**a-Si(i/p)**層102および**a-Si(i/n)**層105の裏面を露出させる。

●**フォトリソグレイ**・・・3回目

図21

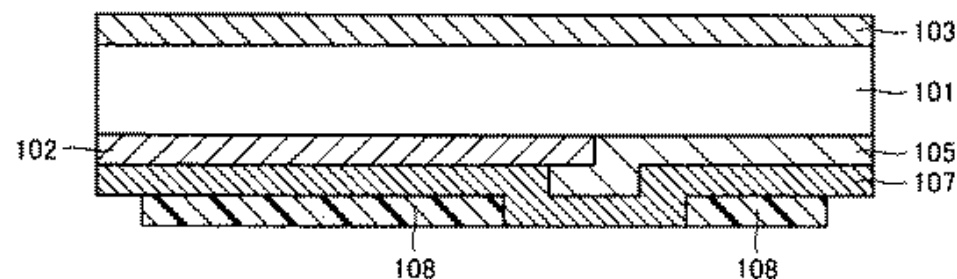
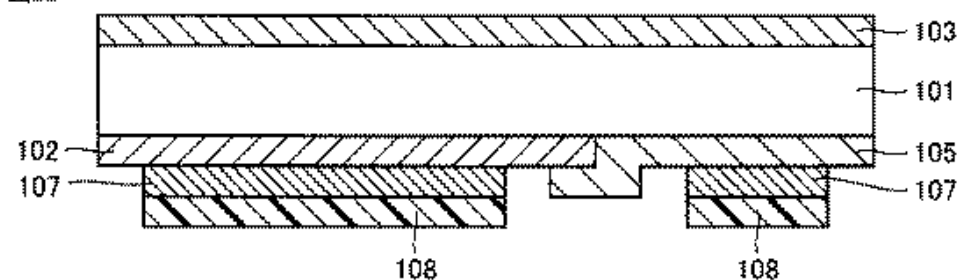


図22



(出典)特開2014-183073/シャープ

ヘテロ接合型バックコンタクト(裏面接合型)太陽電池の製造方法

・フォトリソ膜108を除去した後に、

a-Si(i/p)層102およびa-Si(i/n)層105の露出した裏面および透明導電酸化膜107の一部の裏面を覆うように**フォトリソ膜109**を形成する。ここで、フォトリソ膜109は、a-Si(i/p)層102およびa-Si(i/n)層105の露出した裏面および透明導電酸化膜107の裏面の全面にフォトリソを塗布した後に、露光技術および現像技術によってフォトリソをパターンニングすることによって形成される。

●フォトリソグラフィ・・・4回目

図23

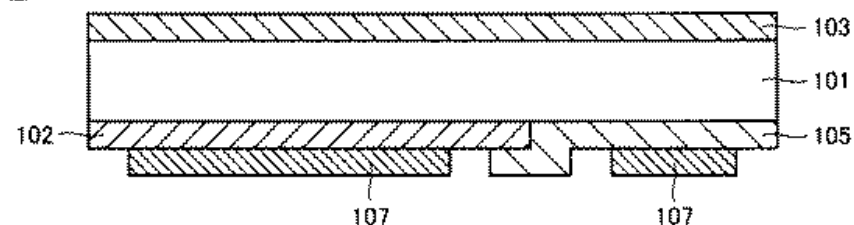
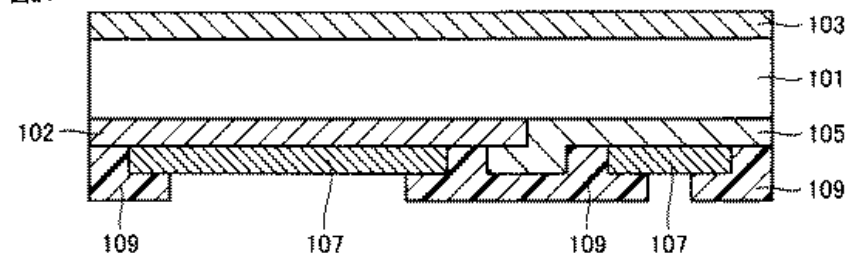


図24



(出典)特開2014-183073/シャープ

ヘテロ接合型バックコンタクト(裏面接合型)太陽電池の製造方法

- 透明導電酸化膜107およびフォトレジスト膜109の裏面全面に裏面電極層110を形成する。

ここで、裏面電極層110は、c-Si(n)基板101の裏面の全面にアルミニウムペーストを塗布した後に焼成することによって形成される。

- 透明導電酸化膜107の表面の一部のみに裏面電極層110を残すようにして、リフトオフによりフォトレジスト膜109および裏面電極層110を除去する。

(リフトオフ)シリコンなどの基板にフォトレジストでパターニングしておき、その上からスパッタリングなどで金属などを成膜した後、レジストを溶解することで所望のパターンを形成する方法

図25

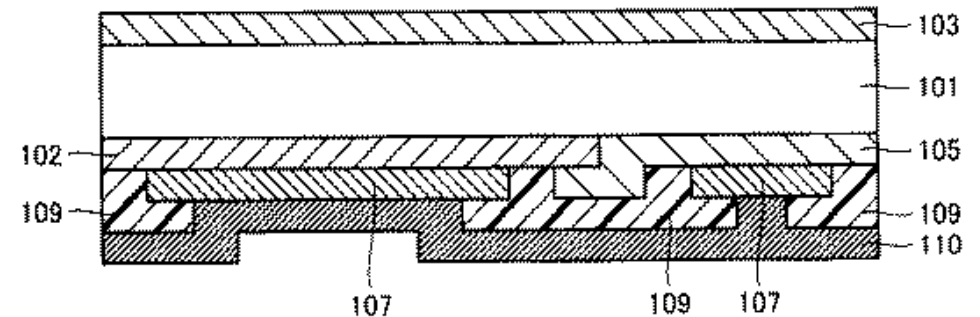
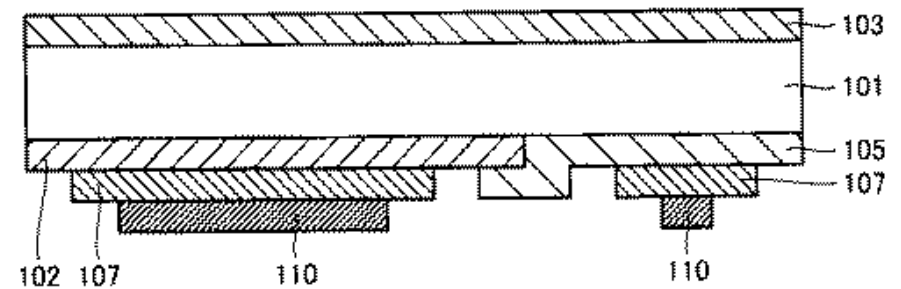


図26

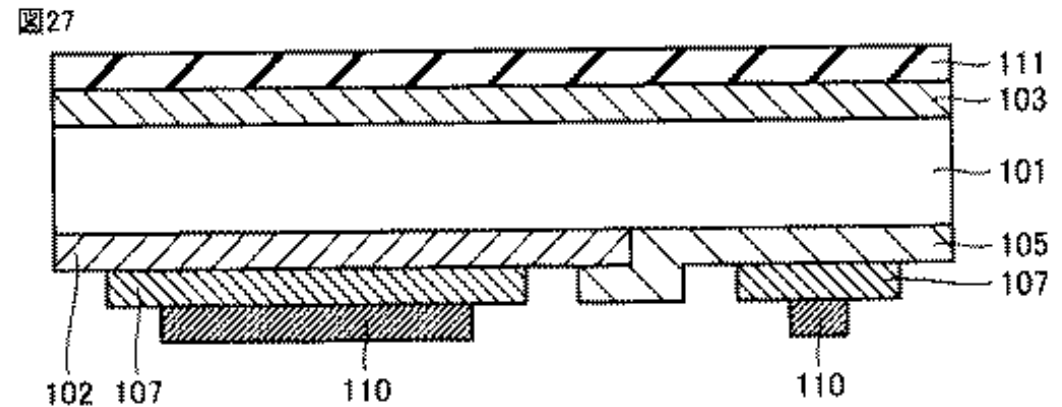


(出典)特開2014-183073/シャープ

ヘテロ接合型バックコンタクト(裏面接合型)太陽電池の製造方法

a-Si(i/n)層103の表面上に
反射防止膜111を形成する。

以上により、
ヘテロ接合型バックコンタクト
セルが完成する。



(出典)特開2014-183073/シャープ

ヘテロ接合バックコンタクト型太陽電池の製造における イオンダメージを抑制したパッシベーション膜の重要性

“プラズマCVDによる界面不活性化(パッシベーション)膜”の主たる役割は、Si基板の表面・裏面の欠陥密度を低減することによって、光吸収により生成されたキャリア(正孔・電子)の損失を防止することである。したがって、プラズマCVDによるパッシベーション膜の形成時にイオン衝撃やプラズマチャージアップ破壊を起こさないことが求められる。

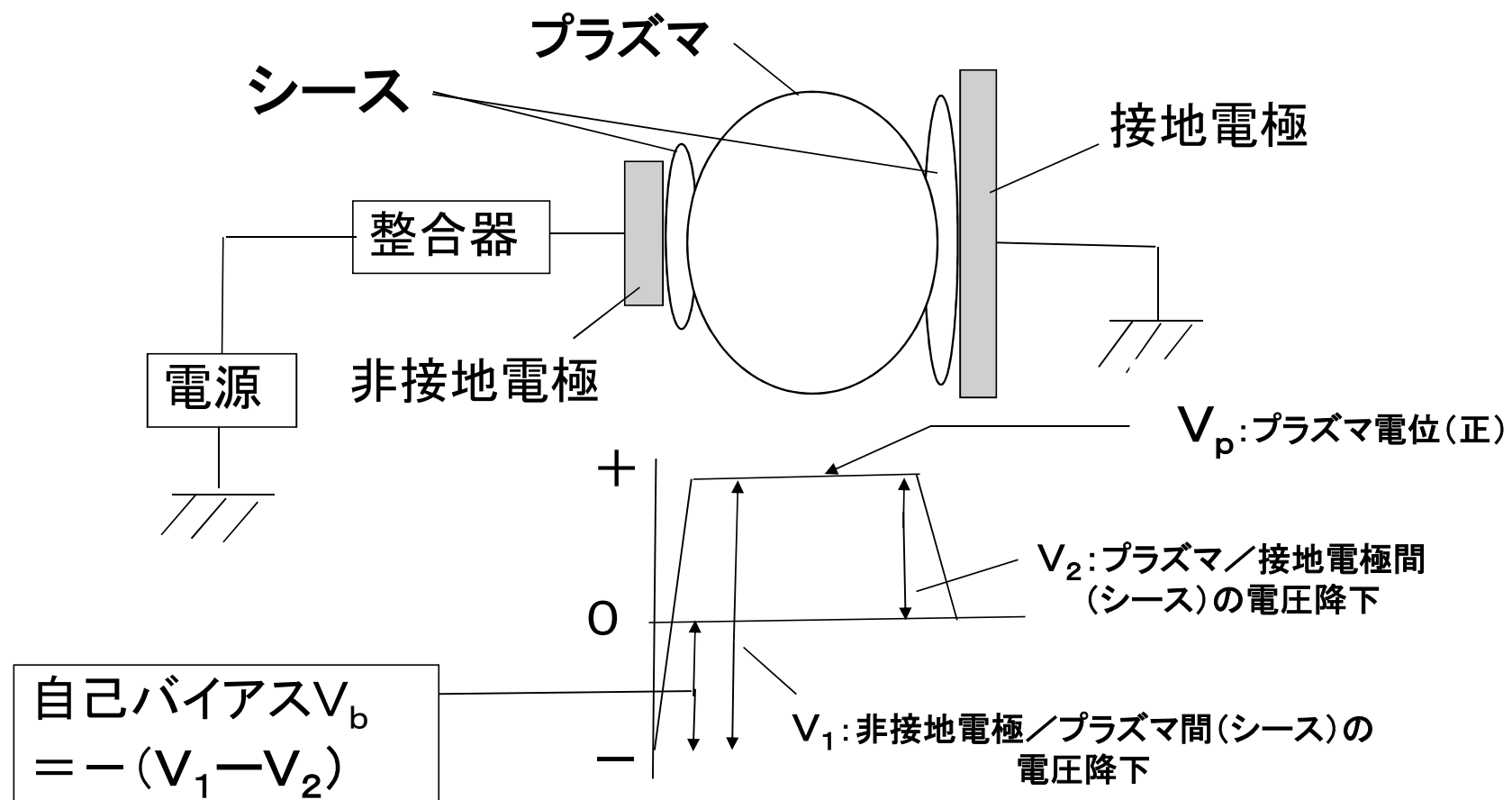
●パッシベーション膜形成時のイオンダメージの抑制: イオン衝撃による表面へのダメージは基板の欠陥密度を増大させる。

(a) 電氣的ダメージ(チャージングダメージ)・・・電子温度 T_e 及びシースにかかる電位差 V (図3: プラズマ電位)を低下させることが必要である。即ち、RF電力を極力小さくした製膜条件(製膜速度を極力、遅くする)の選定が必要である。

(b) 物理的ダメージ(物理的な衝撃)・・・物理的ダメージを抑制するには、シースにかかる電位差(プラズマ電位) V 、即ち、RF電力(RF電圧)を極力小さくした製膜条件の選定が必要である。

(c) 光照射ダメージ・・・光照射ダメージを抑制するには、RF電力を極力小さくした製膜条件の選定が必要である。

●RF電力を用いる限り、イオンダメージ対策はRF電力を小さくする以外は無。



RF電力を用いる容量結合型プラズマの電位分布及びシースの概念

プラズマCVDによるパッシベーション膜及び非晶質膜形成の位置付け

$$\text{セルの発電効率(\%)} = V_{oc}(V) \times J_{sc}(\text{mA}/\text{cm}^2) \times FF(\%)$$

●イオンダメージ無しのプラズマCVDを用いれば、 V_{oc} 、 J_{sc} 、 $FF(\%)$ を大幅に、改善可能

ヘテロ接合型 太陽電池

- ・基板表面に、i型a-Si膜を形成
- ・i型a-Si膜上に光反射膜(a-SiNx)を形成

バックコンタクト型 太陽電池

- ・基板裏面に、パッシベーション膜、i型a-Si膜、p型a-Si膜、n型a-Si膜、SiNx等を形成
- ・基板表面に光反射膜(SiNx)を形成

ヘテロ接合バックコンタ ク型太陽電池

- ・基板裏面に、パッシベーション膜、i型a-Si膜、p型a-Si膜、n型a-Si膜、SiNx等を形成
- ・基板表面に光反射膜(SiNx)を形成

イオンダメージ無しのパッシベーション膜形成／VHFプラズマCVD活用

従来技術の課題と各社の対応策

- (1) 多結晶Si基板の表面側のみにSiN薄膜を形成した多結晶Si太陽電池では、裏面側での欠陥の不活性化効果が無く、変換効率の向上が図れなかった。
- (2) 多結晶Si基板の両面に成膜を行うには、表面側と裏面側の2回に分けて成膜を行うため、片面のみの成膜の場合と比して2倍の処理時間を要するのでスループットが低下する

(3) 各社の対応

- 三菱電機：両面製膜技術の特許化（プラズマが非一様⇒実用化は無理）
- 三洋電機：表面製膜の後、基板を反転し裏面に製膜させる方法
- 三菱電機：インライン方式の前半でデポアップ型製膜室で裏面製膜し、その後デポダウン型製膜室へ移し、表面製膜する。

プラズマCVD装置および太陽電池の製造方法 特許4496401／三菱電機

【発明が解決しようとする課題】

●多結晶Si基板の表面側のみにSiN薄膜を形成した多結晶Si太陽電池では、裏面側での欠陥の不活性化効果が無く、変換効率の向上が図れなかった。

●また、素子特性向上のために従来のプラズマCVD装置を用いて多結晶Si基板の両面に成膜を行うには、表面側と裏面側の2回に分けて成膜を行うため、

片面のみの成膜の場合と比して2倍の処理時間を要するのでスループットが低下することに加えて、

最初に成膜した面が再度の成膜時には電極板に接触するため薄膜に損傷を与えたり、被成膜基板の加熱冷却工程を2度繰り返すために多結晶Si基板そのものの品質の低下を引き起こしたりする問題があった。

(出典)特許4496401／三菱電機

プラズマCVD装置および太陽電池の製造方法 特許4496401／三菱電機

【請求項1】

真空チャンバーと、前記真空チャンバー内で交互に対向配置されたアノード電極板およびカソード電極板と、前記両電極板に高周波を印加して両電極板間に高周波プラズマを発生させる高周波電源と、を備え、前記アノード電極板、カソード電極板の両方または一方の被成膜基板を載置する領域に前記被成膜基板に略一致した形状を呈し、前記被成膜基板の両面を前記高周波プラズマに曝さず開口部を少なくとも1以上有し、前記開口部で前記被成膜基板を載置する面と反対側に面する部分に所望のパターン形状に対応した遮蔽領域が設けられていることを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項2】前記開口部の内周部分に前記被成膜基板を保持するための突起部を設けたことを特徴とする請求項1記載のプラズマCVD装置。

(出典)特許4496401／三菱電機

プラズマCVD装置および太陽電池の製造方法 特許4496401／三菱電機

1は成膜用材料ガスが封入されたガスボンベ、
2はガス供給コントローラ、3はガス供給ノズル、
4は真空チャンバー、

5はアノード電極板、6はカソード電極板、

7は複数のアノード電極板間あるいはカソード電極板間を電氣的に接続するコネクタ、

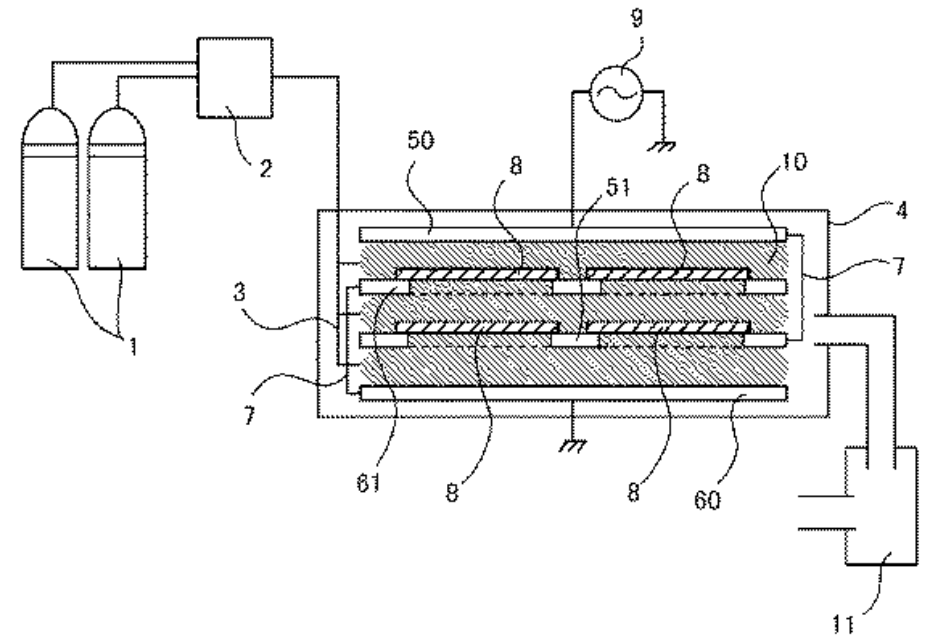
8は被成膜基板、9は高周波電源、10は高周波電源により発生したプラズマ、11は真空排気系、

50は端部アノード電極板、

51は中央部アノード電極板、

60は端部カソード電極板、

61は中央部カソード電極板



(出典) 特許4496401／三菱電機

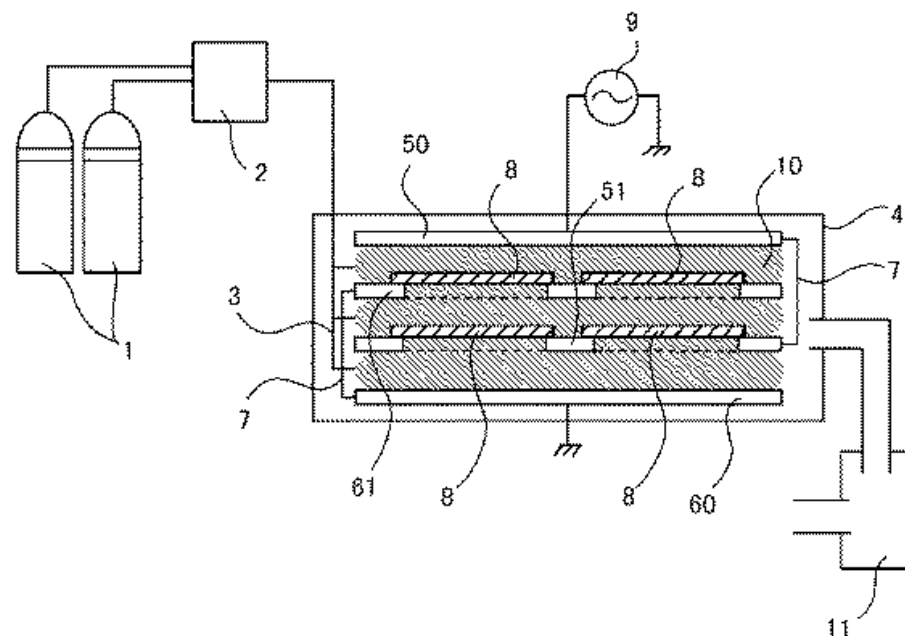
プラズマCVD装置および太陽電池の製造方法 特許4496401／三菱電機

中央部アノード電極板51および中央部カソード電極板61のような電極板13には

開口部14が設けられている。

かかる開口部を塞ぐように載置された被成膜基板8では、1回の成膜プロセスで表面側には被成膜基板8の全面に薄膜15が形成され、さらに裏面側にも開口部14に対応した形状で薄膜16が形成される。

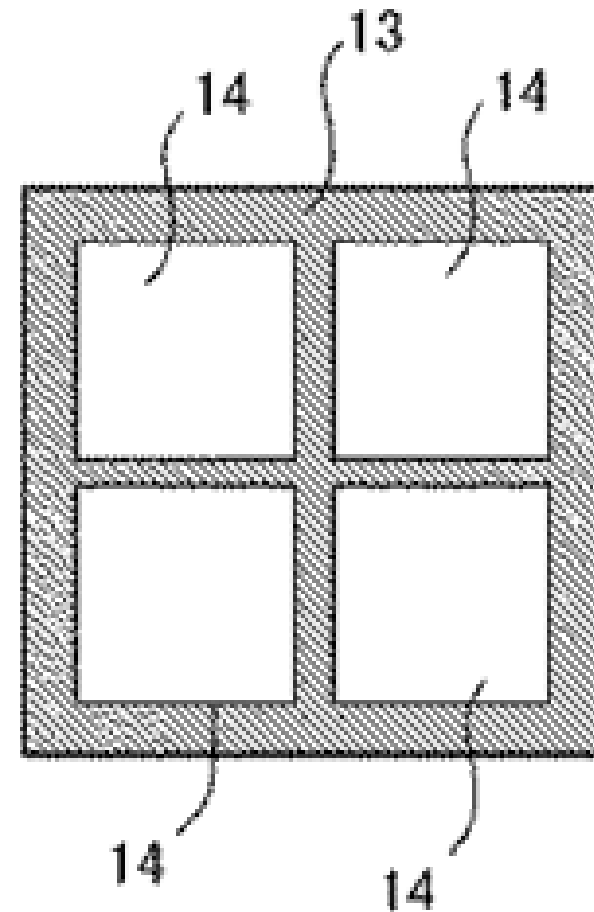
なお、端部アノード電極板50および端部カソード電極板60にはかかる開口部は設けられていない。



(出典) 特許4496401／三菱電機

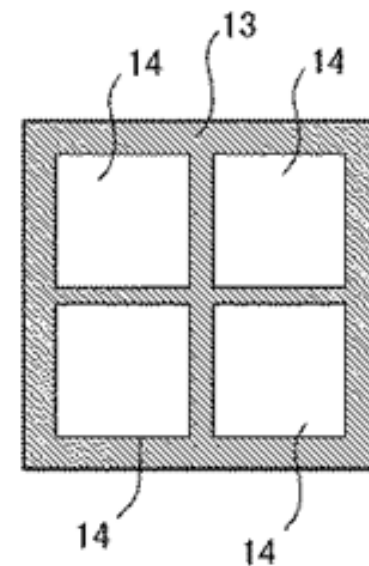
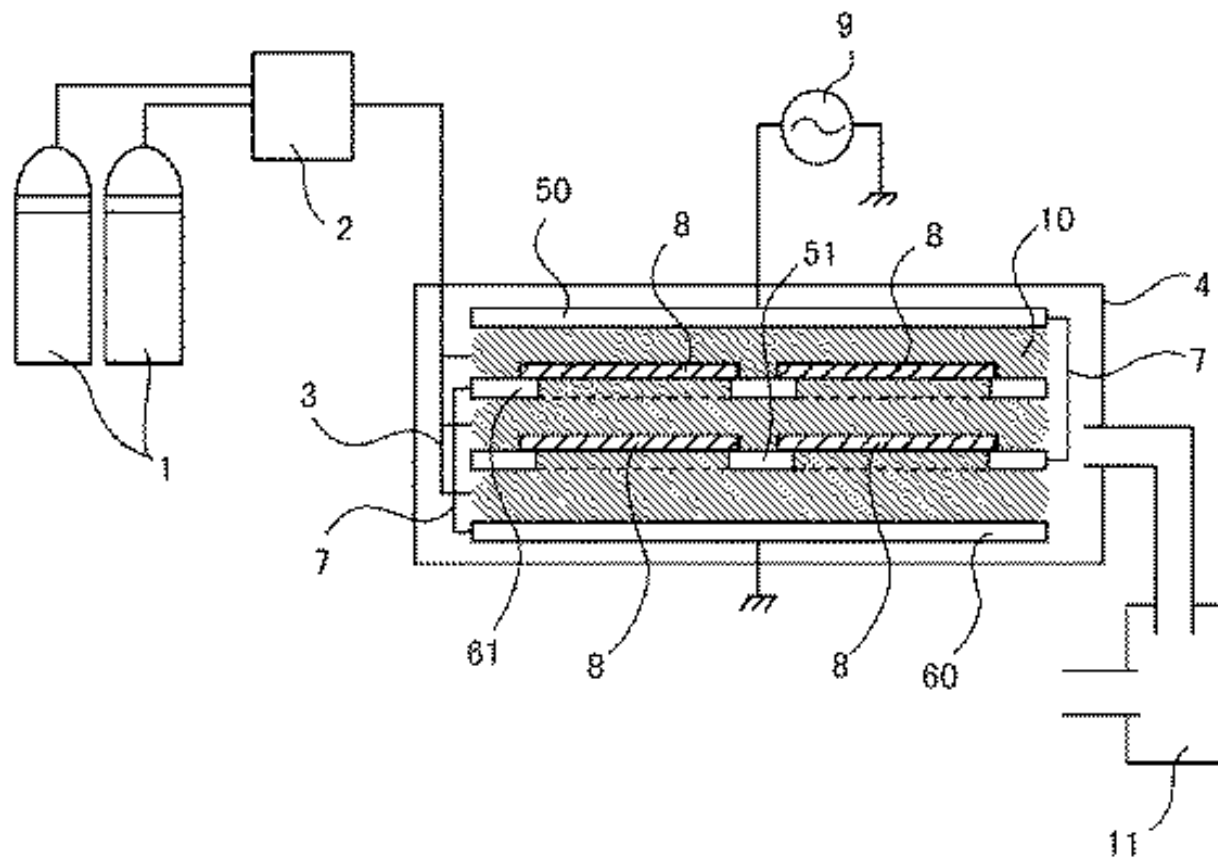
プラズマCVD装置および太陽電池の製造方法 特許4496401／三菱電機

中央部アノード電極板51および
中央部カソード電極板61には
開口部14が設けられている。



(出典)特許4496401／三菱電機

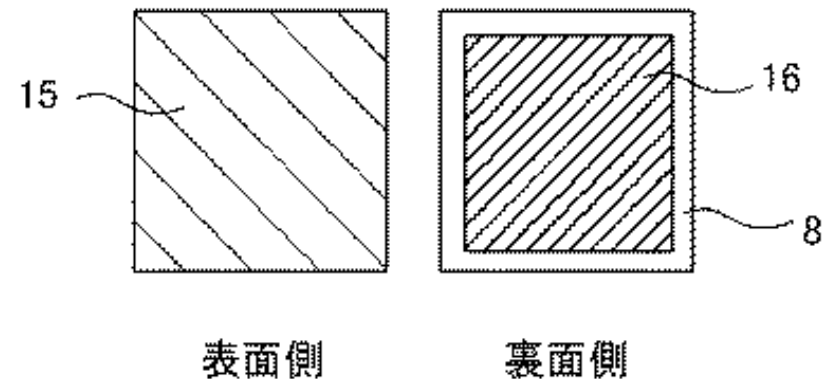
プラズマCVD装置および太陽電池の製造方法 特許4496401／三菱電機



(出典)特許4496401／三菱電機

プラズマCVD装置および太陽電池の製造方法 特許4496401／三菱電機

電極板13の開口部14を覆うように被成膜基板8を載置して成膜を行ったが、
この場合には右図に示すように
被成膜基板8の表面側全面15
および裏面側の中央部16に所望の膜を成膜することができる。



(出典)特許4496401／三菱電機

基板上に半導体膜を形成するための装置および方法 特許3268965／三洋電機

【従来の技術】

- ・HIT(heterojunction with intrinsic thin layer)構造太陽電池に用いられる非晶質半導体膜は、減圧下におけるプラズマCVD法などの方法によって半導体基板上に形成される。
- ・また、これらの半導体装置は複数の半導体膜を含んでおり、それぞれの膜は連続分離形成法によって対応する個別の減圧反応室で順次形成される。
- ・半導体基板の対向する両主面上に半導体膜を形成する必要がある場合には、減圧反応室内で基板の一方の主面上に半導体膜を形成した後に、その基板は減圧反応室から大気中へ一旦取り出される。
- ・そして、大気中に取り出された基板の表裏を反転させた後に、その基板は再度減圧反応室内へ導入され、基板の他方の主面上に半導体膜が形成される。

(出典)特許3268965／三洋電機

基板上に半導体膜を形成するための装置および方法

特許3268965／三洋電機

【発明が解決しようとする課題】

- ・上述のような先行技術によれば、減圧反応室から基板を大気中に一旦取り出してその基板を再度反応室内にセットしてその反応室を減圧しなければならない。
- ・先行技術によるこのプロセスは、基板を反応室にリセットした後にその反応室を再度減圧するためのエネルギーと時間を要し、半導体装置の製造コストが高くなるという課題を含んでいる。
- ・また、減圧状態の反応室から基板を一旦大気中に取り出すためにその反応室を大気圧状態にするためには、大量の気体をその反応室内へ導入する必要がある。このとき、反応室内への気体の導入に伴って基板表面には半導体装置の特性低下をもたらすような微粉の付着が生じやすくなる。
- ・したがって、製造される半導体装置の特性の低下を防止するために基板の表面状態の管理を厳しくする必要があり、これはさらに半導体装置の製造コストの上昇の原因ともなる。

(出典)特許3268965／三洋電機

基板上に半導体膜を形成するための装置および方法

特許3268965／三洋電機

【発明が解決しようとする課題】

- ・さらに、半導体結晶基板を用いる場合、その軽量性や脆弱性から、基板単体で輸送などの取扱を安全に行なうことは容易ではない。
- ・また、基板単体で取扱う場合、さらに、基板の一方の主面上に形成される半導体膜が他方の主面の周辺部にも回り込んで形成されるという課題もある。
- ・上述のような先行技術の課題に鑑み、本発明は、基板の両主面上に半導体膜を形成する必要がある場合に、製造される半導体装置の特性を低下させることなく、製造コストと製造時間を低減しかつ容易に**基板の両主面上に半導体膜を形成することを可能にする装置と方法を提供することを目的としている。**

(出典)特許3268965／三洋電機

基板上に半導体膜を形成するための装置および方法

特許3268965／三洋電機

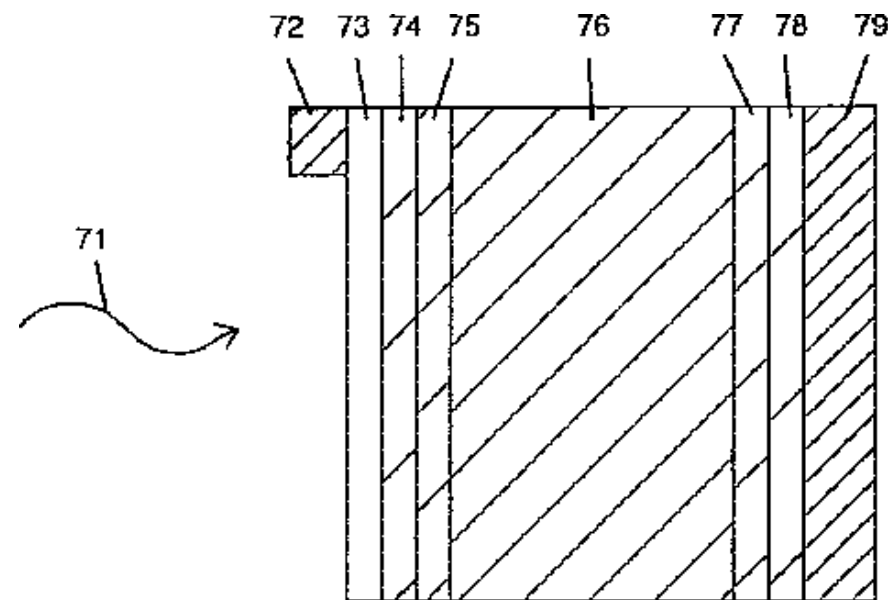
【請求項1】

対向する2つの主面を有する基板の開放された一方の主面上に少なくとも1つの半導体膜を減圧下で形成するための少なくとも1つの減圧反応室と、前記一方の主面上に前記少なくとも1つの半導体膜が形成された前記基板の他方の主面が開放面になるように前記基板を減圧下で反転するための基板反転用減圧室と、前記反転された基板の前記他方の主面上に少なくとも1つの半導体膜を減圧下で形成するための少なくとももう1つの減圧反応室と、前記基板を前記少なくとも1つの減圧反応室から前記基板反転用減圧室へ輸送するとともに前記基板反転用減圧室から前記少なくとももう1つの減圧反応室へ輸送するための基板輸送手段とを含むことを特徴とする基板上に半導体膜を形成するための装置。

(出典)特許3268965／三洋電機

基板上に半導体膜を形成するための装置および方法 特許3268965／三洋電機

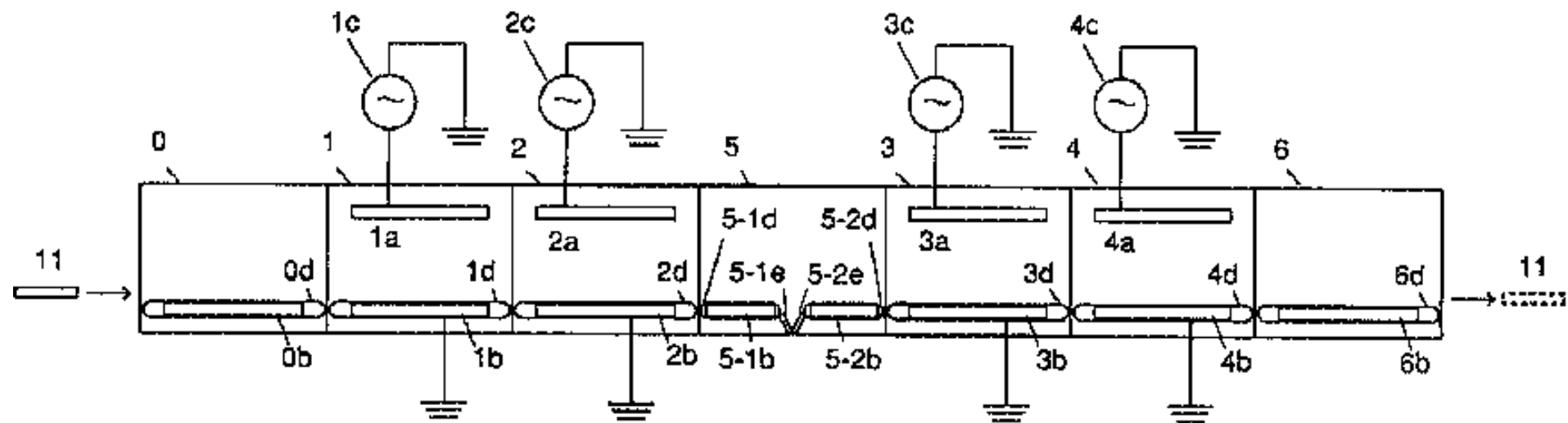
- ・右図：半導体光起電力装置の断面構造が概略的に図解されている。
- ・この光起電力装置には左側から光71が入射し、n型の半導体単結晶基板76において光電変換が生じる。
- ・基板76の光入射側の前面上には、**非晶質i層75**，非晶質p層74，透明電極(ITO：インジウム・スズ酸化物)73，および前面集電極72が順次形成されている。他方、基板76の背面側には、**非晶質i層77**，非晶質n層78，および裏面電極(アルミニウム)79が形成されている。



(出典)特許3268965／三洋電機

基板上に半導体膜を形成するための装置および方法

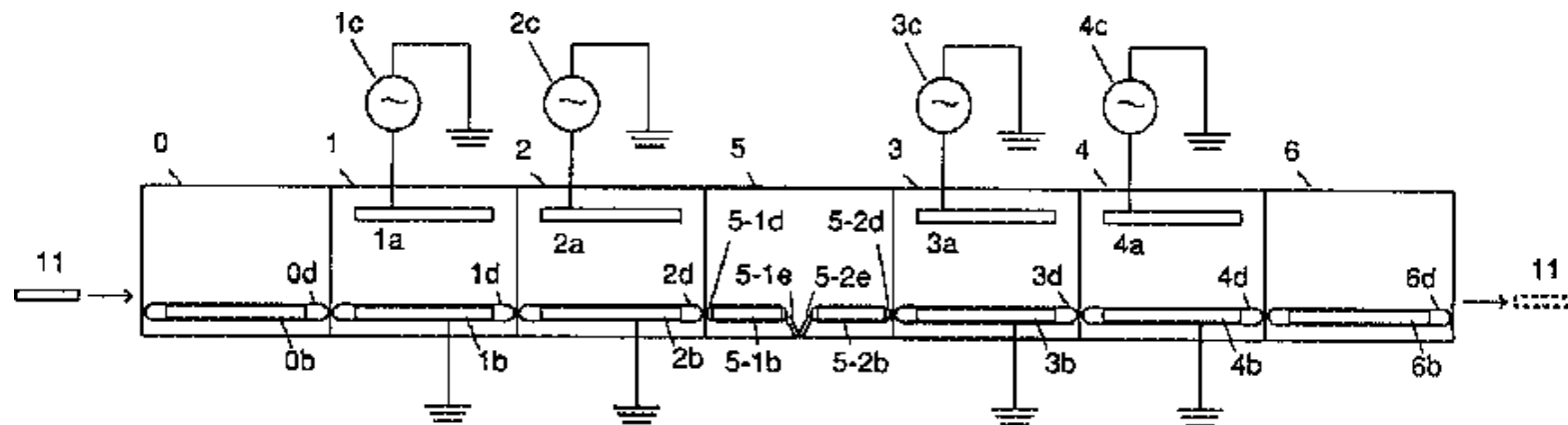
特許3268965／三洋電機



・上図：光起電力装置における非晶質半導体層74, 75, 77, および78を形成するために用いることができる。

(出典)特許3268965／三洋電機

基板上に半導体膜を形成するための装置および方法 特許3268965／三洋電機



・この半導体薄膜形成装置は、基板11を挿入するためのロード室0と、基板11の一方の主面上に半導体膜を形成するための第1および第2の減圧反応室1および2と、基板の開放された一方の主面上に半導体膜が形成された他方の主面を開放面にするようにその基板を反転するための基板反転用減圧室5と、反転された基板のその他方の主面上に半導体膜を形成するための第3と第4の減圧反応室3および4と、両主面上に半導体膜が形成された基板11を大気中に取り出すためのアンロード室6とを含んでいる。

(出典)特許3268965／三洋電機

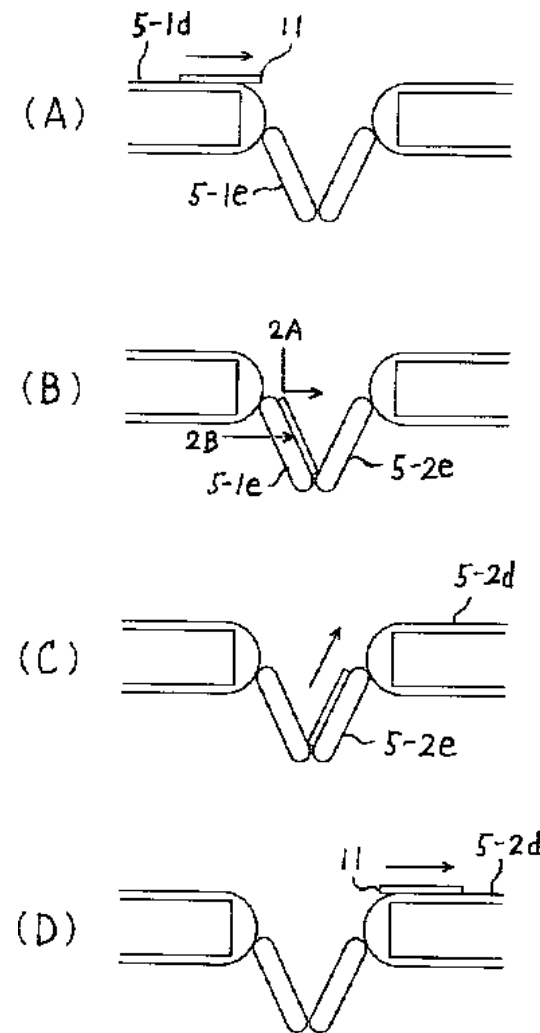
基板上に半導体膜を形成するための装置および方法

特許3268965／三洋電機

・右図を参照して、基板反転用減圧室5内において基板の対向する両主面を入替えるように自動的に基板を**反転させる手順について説明する。**

・図(A)に示されているように基板反転用減圧室5内の第1輸送ベルト5-1dによって輸送された基板11が図(B)に示されているように第1基板反転ベルト5-1e上に移った後に所定の位置に達したときにその反転ベルト5-1eが停止させられる。

(出典)特許3268965／三洋電機

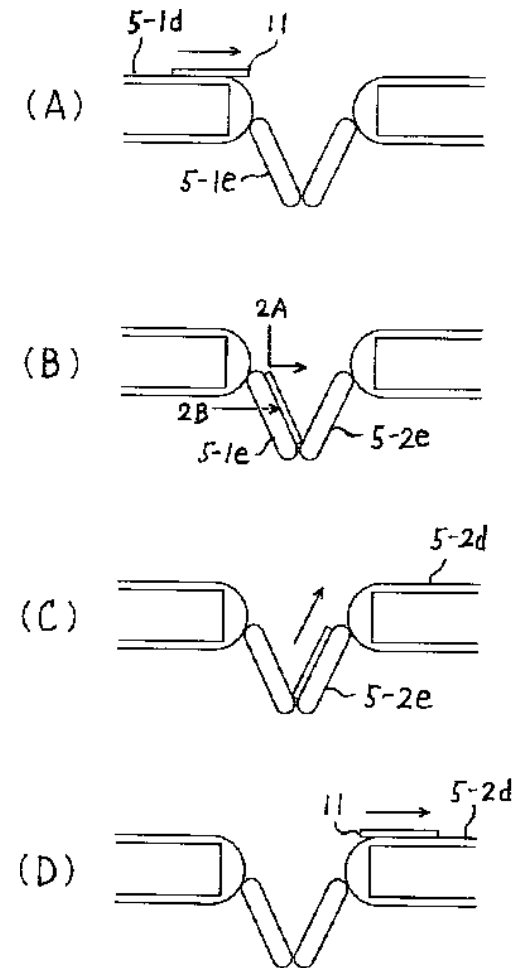


基板上に半導体膜を形成するための装置および方法

特許3268965／三洋電機

そして、基板11は図示されていないマニピュレータの矢印2Aで表わされているような動作または図示されていないピストンの2Bで表わされているような動作によって

第2基板反転ベルト5-2e側に移される(ベルト5-1eは基板の両側縁を保持する1対のベルトであり、それらの1対のベルト間にピストン2Bの挿入が可能)。



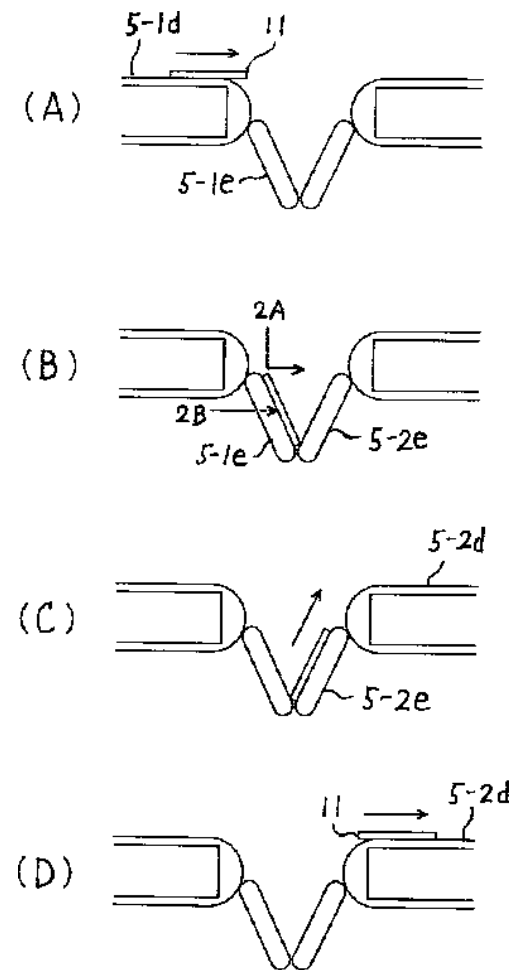
(出典)特許3268965／三洋電機

基板上に半導体膜を形成するための装置および方法

特許3268965／三洋電機

そして、基板11は図示されていないマニピュレータの矢印2Aで表わされているような動作または図示されていないピストンの2Bで表わされているような動作によって

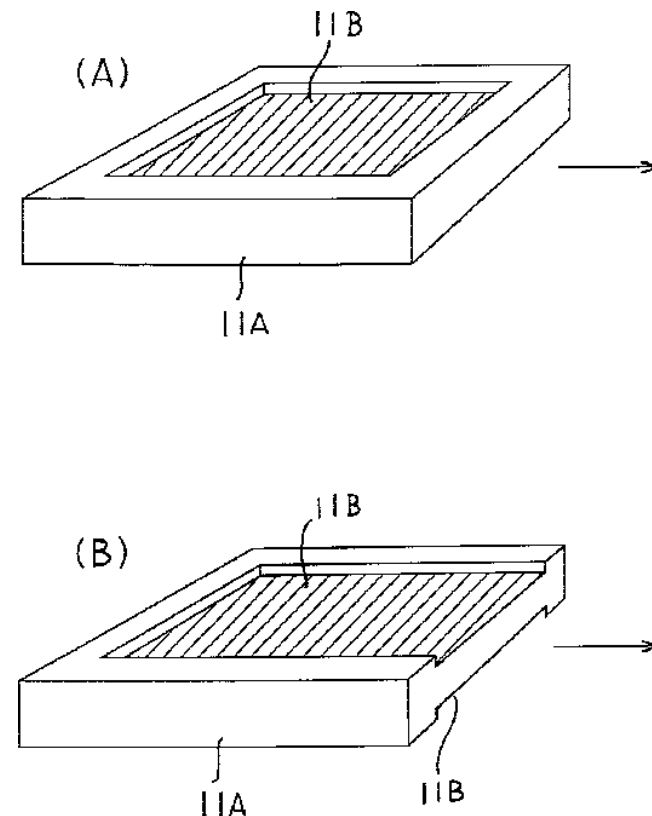
第2基板反転ベルト5-2e側に移される(ベルト5-1eは基板の両側縁を保持する1対のベルトであり、それらの1対のベルト間にピストン2Bの挿入が可能)。



(出典)特許3268965／三洋電機

基板上に半導体膜を形成するための装置および方法 特許3268965／三洋電機

- ・膜形成時に基板11の周辺部の裏側に回り込んで薄膜が形成されるのを防止するとともに、膜形成時における基板の均熱性を得るために、右図に示されているような基板輸送用保持枠11Aを用いることが好ましい。
- ・これらの基板輸送用枠はアルミナで形成することができる。
- ・右図(A)においては、基板輸送用枠11Aの両面には半導体基板と同一の寸法形状である10センチ角で深さ1ミリの窪み11Bが形成されている。
- ・そして、これらの窪みは、基板の均熱性を保証するために、アルミニウムによってコーティングされている。



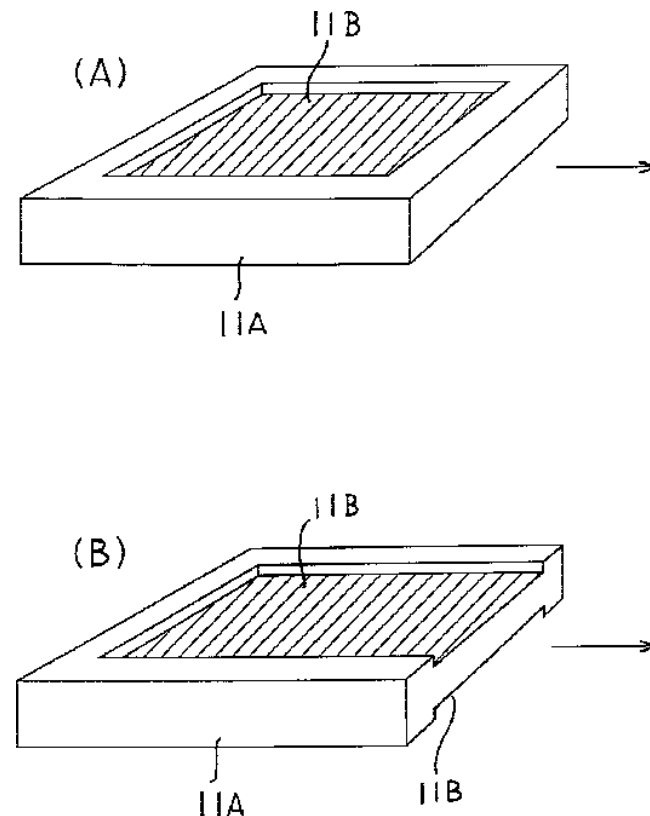
(出典)特許3268965／三洋電機

基板上に半導体膜を形成するための装置および方法 特許3268965／三洋電機

・右図(B)の基板保持枠11Aにおいては、窪み11Bが基板の右辺端部まで貫通している。

右図(B)の基板保持枠においては、右図(A)の基板保持枠に比べて基板を反転させる際の位置合わせを容易にすることができる。

・このような基板保持枠11Aを用いることによって、**脆弱な基板を保護して輸送中の基板の割れを防止することができる。**



(出典)特許3268965／三洋電機

太陽電池の製造装置、及び太陽電池の製造方法 特許5840095／三菱電機

【発明が解決しようとする課題】

ヘテロ接合太陽電池を製造するために特許文献2に記載の連続分離プラズマ装置を用いた場合、

半導体基板の2つの主面(表面及び裏面)のそれぞれに異なる半導体薄膜の積層体を成膜するためには、半導体基板の一方の主面に半導体薄膜を成膜した後に、半導体基板を反転させる工程が必要になる。

そのため、表面側、裏面側の半導体薄膜層を成膜する複数のCVD装置と、それぞれのCVD装置間にシリコン基板を反転させる装置が必要となる。これにより、装置コストの増大と製造工程の複雑化とを招き、製造コストの高騰をもたす可能性がある。

【特許文献2】特開平6－151917号公報

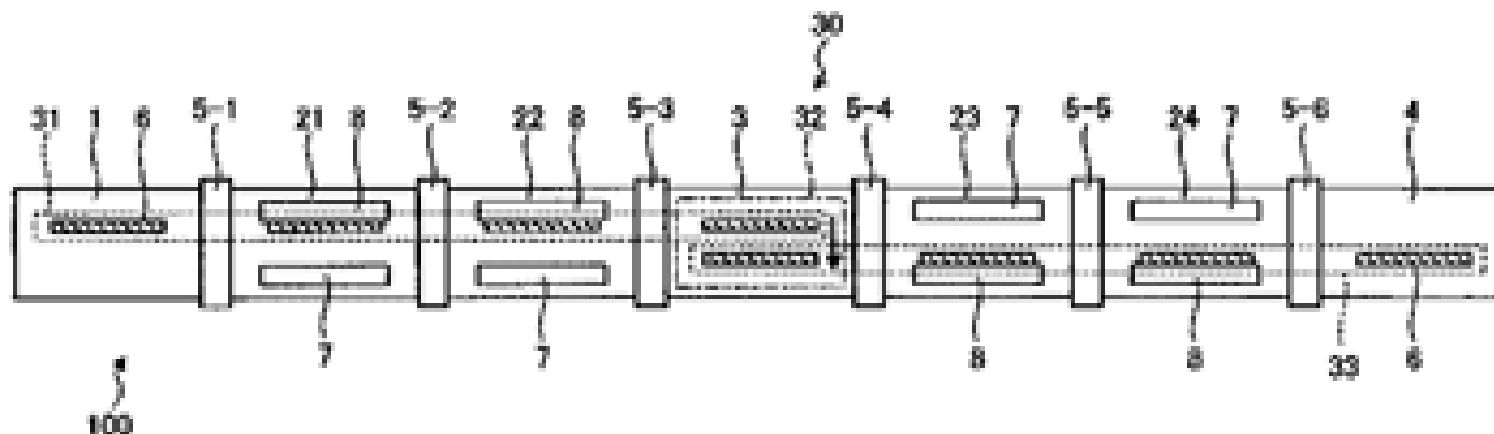
(出典)特許5840095／三菱電機

太陽電池の製造装置、及び太陽電池の製造方法 特許5840095／三菱電機

【請求項1】

第1の主面と前記第1の主面の反対側の第2の主面とを有する基板の前記第1の主面及び前記第2の主面の両方が露出されるように複数の前記基板を平面的に保持する基板ホルダと、前記基板ホルダがアノード電極側に搬入された際に、前記基板ホルダが前記アノード電極上に接触して、前記第2の主面が発生されるべき放電から隔離され前記第1の主面が前記発生されるべき放電に対して露出するように前記基板ホルダが載置されて、カソード電極及び前記アノード電極の間に高周波電力を印加して第1のガスを放電させることにより前記基板の前記第1の主面に第1の膜を成膜する前成膜室と、前記基板ホルダがアノード電極側に搬入された際に、前記基板ホルダが前記アノード電極上に接触して、前記第1の主面が発生されるべき放電から隔離され前記第2の主面が前記放電に対して露出するように前記基板ホルダが載置されて、カソード電極及び前記アノード電極の間に高周波電力を印加して第2のガスを放電させることにより前記基板の前記第2の主面に第2の膜を成膜する後成膜室と、前記前成膜室から前記後成膜室へ大気開放せずに前記基板ホルダを搬送経路の大部分において前記第1の主面に沿った方向に搬送する搬送機構と、を備え、前記前成膜室における前記カソード電極及び前記アノード電極の位置関係は、前記後成膜室における前記カソード電極及び前記アノード電極の位置関係と逆になっており、前記搬送機構は、前記基板の前記第1の主面に沿って前記基板ホルダを前記前成膜室から前記前成膜室及び前記後成膜室を接続する移動室へ前記第1の主面に沿った方向に搬送し、前記移動室内で前記前成膜室の前記アノード電極に対応した位置から前記後成膜室の前記アノード電極に対応した位置まで前記基板ホルダを前記第1の主面に交差する方向に移動させ、前記基板の前記第1の主面に沿って前記基板ホルダを前記移動室から前記後成膜室へ前記第1の主面に沿った方向に搬送することを特徴とする太陽電池の製造装置。

太陽電池の製造装置、及び太陽電池の製造方法 特許5840095／三菱電機



太陽電池の製造装置100の構成を模式的に示す上面図である。

太陽電池の製造装置100は、例えば、**ヘテロ接合太陽電池**を製造するためのインライン型プラズマCVD装置であり、複数の成膜室が複数のゲートバルブを介して直列に接続されている。

具体的には、太陽電池の製造装置100は、太陽電池基板ホルダ6、ロード室1、第1成膜室21、第2成膜室22、移動室3、第3成膜室23、第4成膜室24、アンロード室4、複数のゲートバルブ5-1～5-6、及び搬送機構30を備える。

(出典)特許5840095／三菱電機

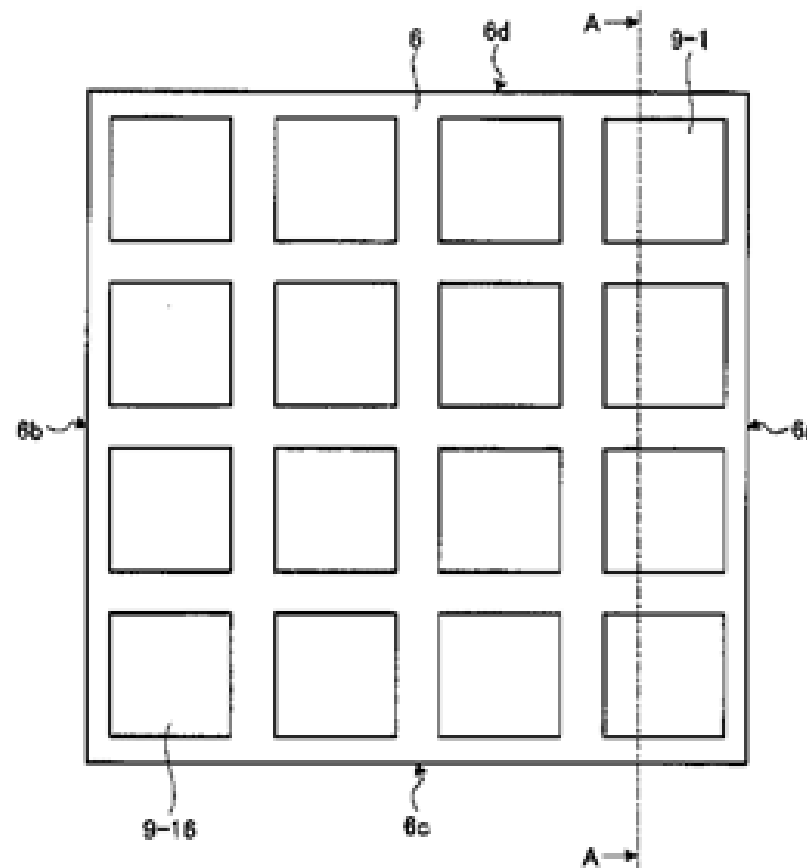
太陽電池の製造装置、及び太陽電池の製造方法 特許5840095／三菱電機

太陽電池基板ホルダ6は、

複数の基板9-1～9-16(右図)を各基板9における
表面9a及び裏面9bの両方(次の図参照)が露出される
ように平面的に保持する。

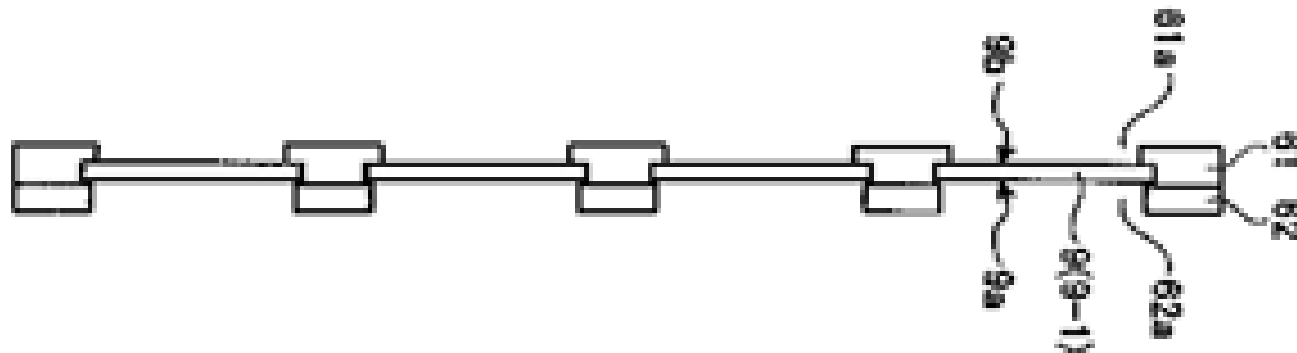
各基板9は、例えば、半導体(例えば、シリコン)を主成分とする材料で形成されており、ヘテロ接合太陽電池が形成されるように**表面9a及び裏面9b**の両方に互いに異なる膜が堆積されるべき基板である。

ロード室1、第1成膜室21、第2成膜室22、移動室3、第3成膜室23、第4成膜室24、アンロード室4は、複数のゲートバルブ5-1～5-6を介して直列に接続されている。



(出典)特許5840095／三菱電機

太陽電池の製造装置、及び太陽電池の製造方法 特許5840095／三菱電機



各基板9における表面9a及び裏面9bの両方(上図参照)が露出されるように平面的に保持する。

各基板9は、例えば、半導体(例えば、シリコン)を主成分とする材料で形成されており、ヘテロ接合太陽電池が形成されるように表面9a及び裏面9bの両方に互いに異なる膜が堆積されるべき基板である。

太陽電池の製造装置、及び太陽電池の製造方法 特許5840095／三菱電機

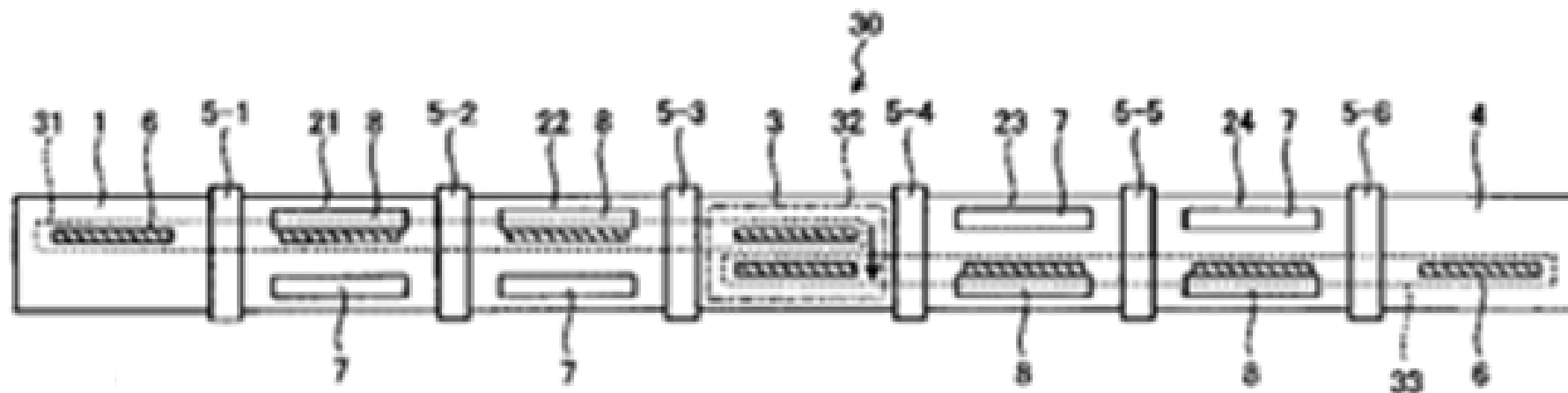


図1

略鉛直にセットされた太陽電池基板ホルダ6は、ゲートバルブ5-1が閉じた状態で、大気中からロード室1に投入される。

ロード室1の真空引きが行われた後、ゲートバルブ5-1が開かれ、搬送機構30は、基板9の表面9aに沿って、太陽電池基板ホルダ6をロード室1から第1成膜室21へ搬送する。ゲートバルブ5-1、5-2が閉じられ、第1成膜室21の真空引きが行われた後、第1の成膜ガスが第1成膜室21に導入され、太陽電池基板ホルダ6に保持された各基板9の表面9aに第1の膜が成膜される。

同様にして、太陽電池基板ホルダ6が搬送機構30により順次次の成膜室へと移動されていく。各成膜室(第1成膜室21、第2成膜室22、第3成膜室23、第4成膜室24)における成膜が終了した後に、太陽電池基板ホルダ6が搬送機構30によりアンロード室4へと導かれる。アンロード室4が大気解放された後に、太陽電池基板ホルダ6は、太陽電池の製造装置100の外部へと取り出される。

(出典)特許5840095／三菱電機

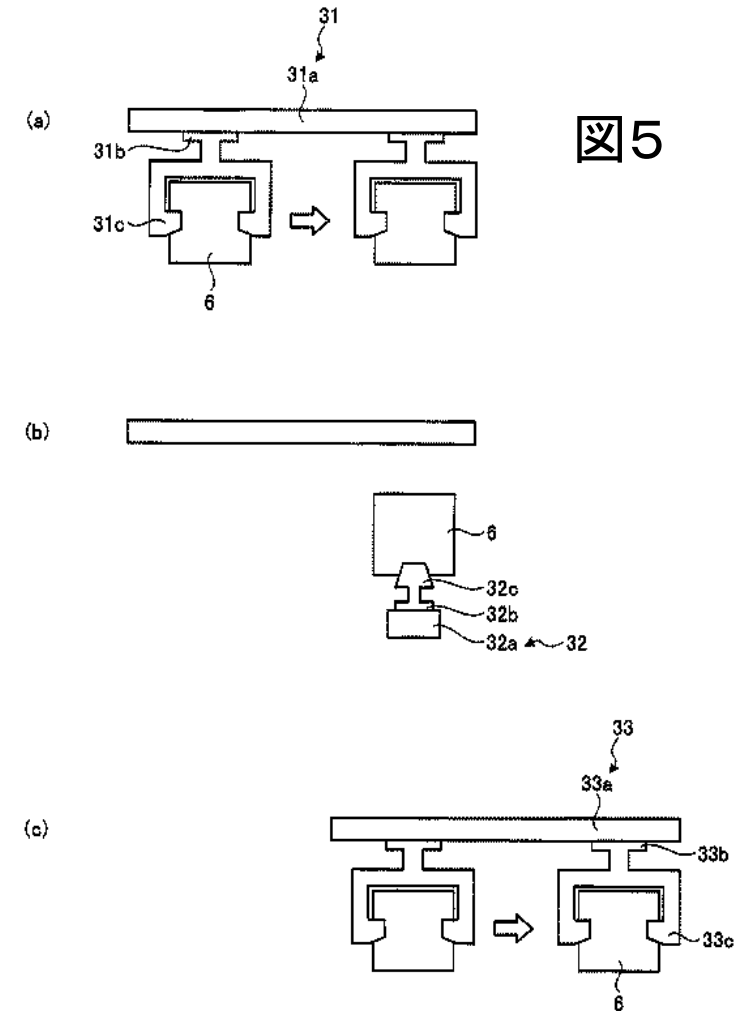
太陽電池の製造装置、及び太陽電池の製造方法 特許5840095／三菱電機

図5(a), (b), (c)は、それぞれ図1中下方から第1搬送機構31、第2搬送機構32、及び第3搬送機構33を見た場合の動作を示す図である。

第1搬送機構31は、太陽電池基板ホルダ6を移動室3へと移動させる。具体的には、図5(a)に示すように、第1搬送機構31は、各基板9の表面9aに沿って、太陽電池基板ホルダ6を移動させる。

すなわち、第1搬送機構31は、太陽電池基板ホルダ6を、第2成膜室22におけるアノード電極8近傍の位置から、

移動室3における第2成膜室22のアノード電極8に対応した位置へ移動させる。



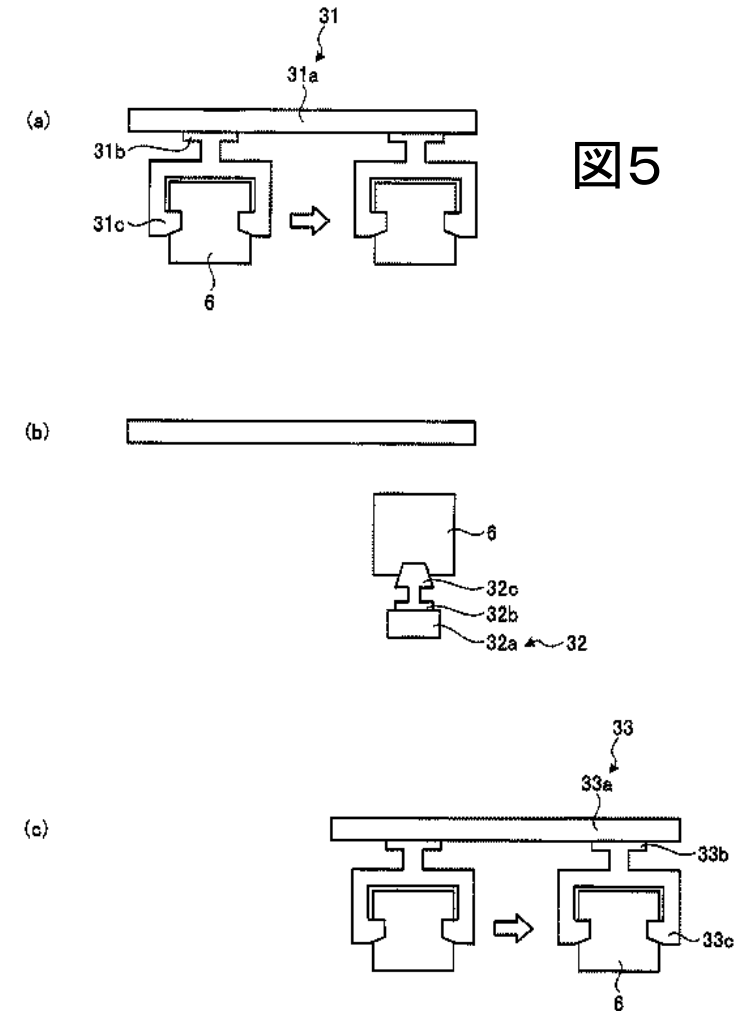
(出典)特許5840095／三菱電機

太陽電池の製造装置、及び太陽電池の製造方法 特許5840095／三菱電機

第2搬送機構32は、図5(b)に示すように、移動室3における第2成膜室22のアノード電極8に対応した位置にある太陽電池基板ホルダ6を保持する。その後、第1搬送機構31は、太陽電池基板ホルダ6の保持を解除する。

第2搬送機構32は、太陽電池基板ホルダ6を移動室3内で横方向に移動させる。具体的には、第2搬送機構32は、各基板9の表面9aに略垂直な方向に(例えば、図5(b)紙面に対して手前に近づく方向に)太陽電池基板ホルダ6を移動させる。すなわち、第2搬送機構32は、太陽電池基板ホルダ6を、移動室3における第2成膜室22のアノード電極8に対応した位置から、移動室3における第3成膜室23のアノード電極8に対応した位置へ移動させる。

なお、このとき、ゲートバルブ5-3, 5-4は、閉じていても良い。



(出典) 特許5840095／三菱電機

太陽電池の製造装置、及び太陽電池の製造方法 特許5840095／三菱電機

第3搬送機構33は、図5(c)に示すように、移動室3における第3成膜室23のアノード電極8に対応した位置にある太陽電池基板ホルダ6を保持する。

その後、第2搬送機構32は、太陽電池基板ホルダ6の保持を解除する。ゲートバルブ5-4を開いた状態で、第3搬送機構33は、太陽電池基板ホルダ6を第2成膜室23へと移動させる。

具体的には、図5(c)に示すように、第3搬送機構33は、各基板9の表面9aに沿って、太陽電池基板ホルダ6を移動させる。

すなわち、第3搬送機構33は、太陽電池基板ホルダ6を、移動室3における第3成膜室23のアノード電極8に対応した位置から、第3成膜室23におけるアノード電極8近傍の位置へ移動させる。

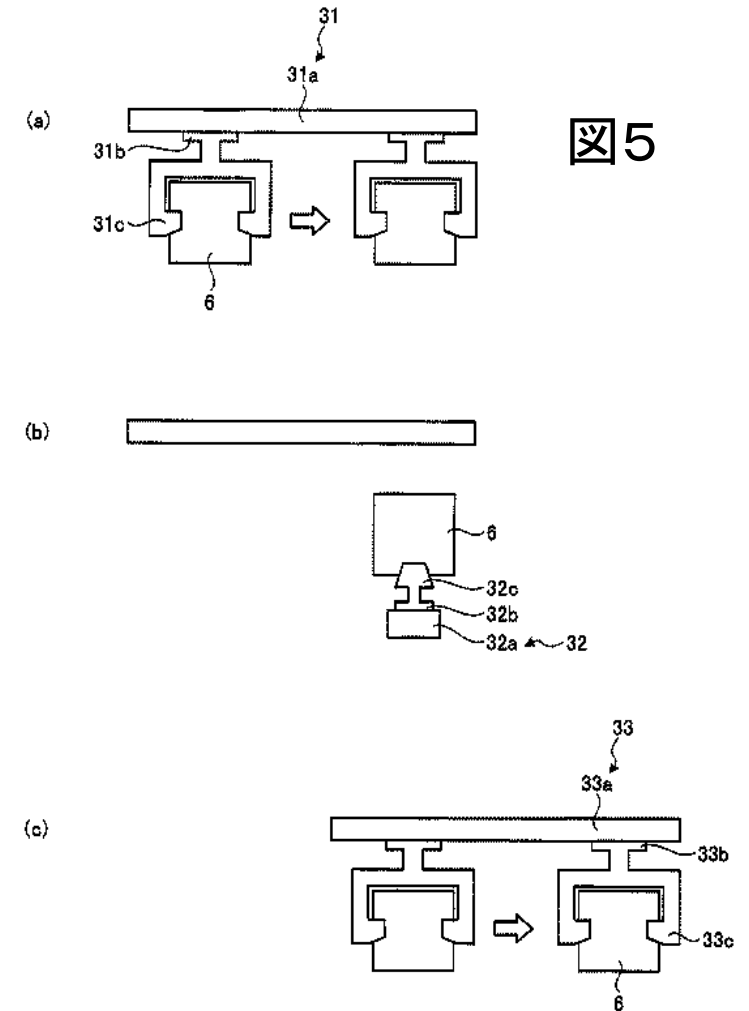


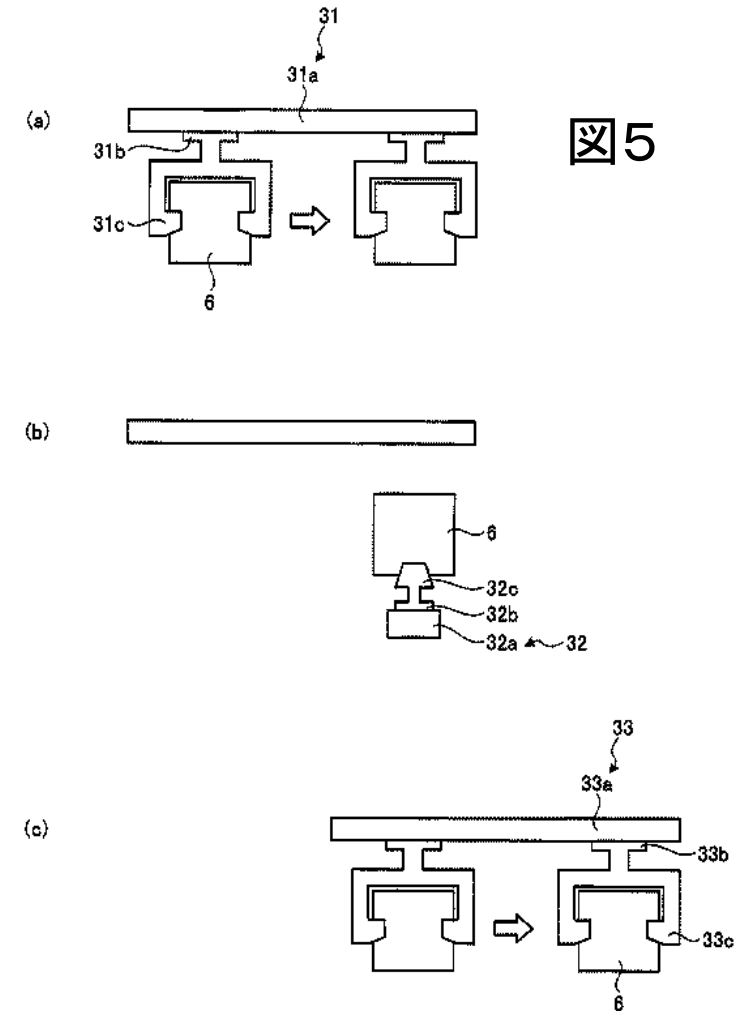
図5

(出典) 特許5840095／三菱電機

太陽電池の製造装置、及び太陽電池の製造方法 特許5840095／三菱電機

太陽電池基板ホルダ6は、移動室3内で横方向（各基板9の表面9aに略垂直な方向）に移動したことにより、**太陽電池基板トレー61の開口部61a側がプラズマに暴露**するように、太陽電池基板ホルダ6はアノード電極8近傍に配置される。

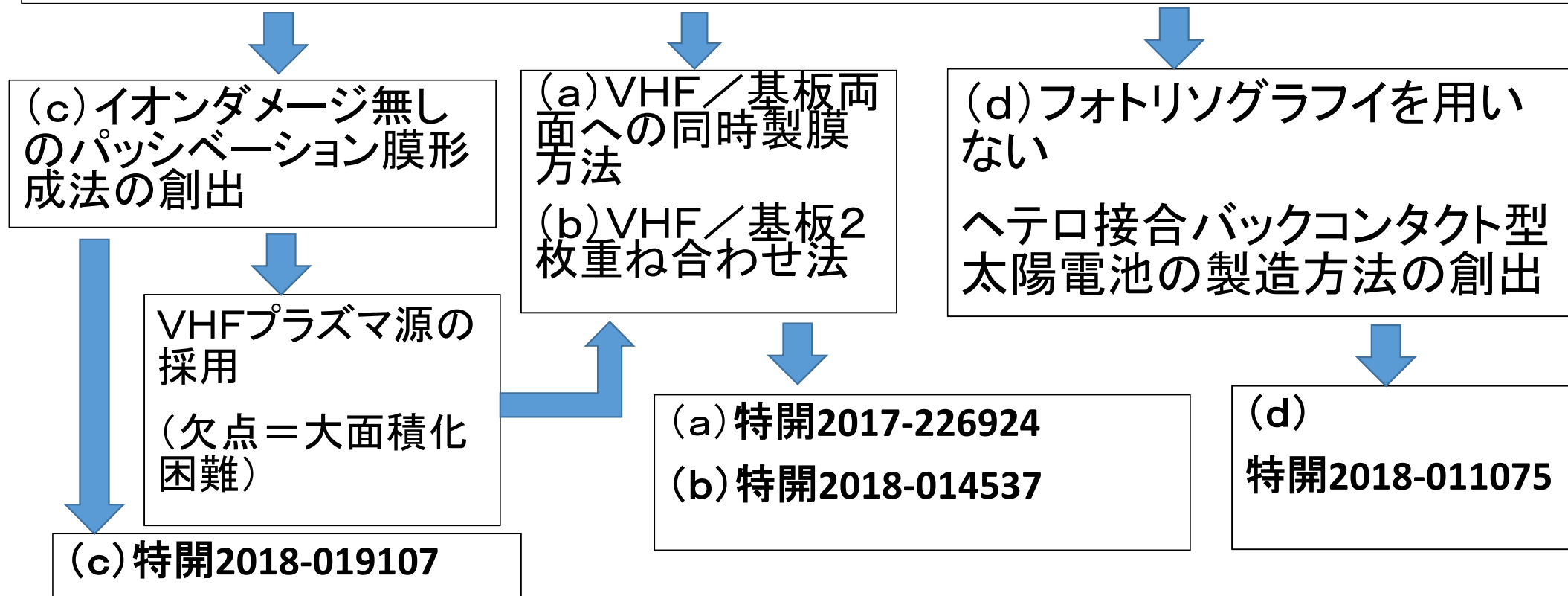
そして、ゲートバルブ5-4, 5-5を閉じて第3成膜室23内を真空引きした後、i型非晶質シリコン層を成膜するためプロセスガスとしてシランガスと水素ガスとが第3成膜室23内に導入される。



(出典) 特許5840095／三菱電機

村田”出願特許”の位置付け及び特徴

コスト競争力&生産性の革新的向上(発電効率の向上、スループットの向上)



(d) フトリソグラフィを用いない

ヘテロ接合バックコンタクト型太陽電池の製造方法の創出／特開2018-011075

【課題】

光電変換効率に優れたヘテロ接合バックコンタクト型の構造を有する太陽電池を、簡便なプロセスで、かつ、低コストで製造可能な製造方法と、pn接合領域の幅を広く取り、n領域の幅を可能な限り狭く取れるような製造方法を提供する。

【解決手段】

n型単結晶シリコン1の一面側に、i型とp型のアモルファスシリコン膜5、7から成る第1の積層膜を形成し、積層膜に所定のパターンを有する開口を形成し、開口にi型とn型のアモルファスシリコン膜4、6から成る第2の積層膜を形成し、第1及び第2の積層膜の上に透明導電膜9を形成し、第1及び第2の積層膜の間を絶縁溝12aで分離し、電極を形成する。

(d) フトリソグラフィを用いない

ヘテロ接合バックコンタクト型太陽電池の製造方法の創出／特開2018-011075

【発明が解決しようとする課題】

本発明者は、従来の技術を用いる限り、低コストで、かつ、高効率のヘテロ接合バックコンタクト型太陽電池を製造することができないという問題がある、ことを見出した。

即ち、例えば、特許文献4（特開2016－46362）に記載のような技術は、製造工程にリソグラフィ（写真製版技術）を2回、使う方法であることを特徴とするので、製造工程が複雑で、かつ、煩雑である。

そのため、低コストの太陽電池の製造には不適である、という問題がある。

製造工程にリソグラフィ（写真製版技術）を使わないで、かつ、単純な工程から成る低コストの太陽電池製造技術として開発された特許文献1（特開2008－85374）及び3（特許第5774204）に記載の技術では、ヘテロ接合バックコンタクト型太陽電池の製造において、高校効率化を図る際の必須条件であるn領域の幅の短縮化ができないという問題、を有している。その問題は次の通りである。

(d) フトリソグラフィを用いない

ヘテロ接合バックコンタクト型太陽電池の製造方法の創出／特開2018-011075

即ち、従来技術の代表的技術である、特許文献1（特開2008－85374）及び3（特許第5774204）に記載の技術では、プラズマCVD法によるアモルファスシリコンの製膜に際し、製膜する領域を選択的に露出させるために、

図10に示す櫛歯型電極と同様の形状を有するマスクを用いる。n領域の幅の短縮化を実現できる条件では、この櫛歯型電極と同様の形状のマスクは、その幅が狭くて、かつ、長い帯状の形を有するので、機械的強度が弱く、ふにやふにやとなる。

その結果、遮蔽すべき領域を遮蔽することができない、という重大な問題がある。機械的強度を強くするために、即ち、剛性を高くするために、例えば、幅方向に対して直交する方向の寸法を長くした場合でも、製膜時に基板温度が高温に、例えば、150℃ないし250℃に設定されるので、使用されるマスクは、室温状態から熱膨張で伸びて変形し、遮蔽すべき場所がずれるので、遮蔽すべき領域を遮蔽できないという問題が生じる。

(d) フトリソグラフィを用いない

ヘテロ接合バックコンタクト型太陽電池の製造方法の創出／特開2018-011075

また、特許文献2(特開2012-243797)に記載の技術では、金属電極(前記第1電極と第2電極)とアモルファスシリコン膜の接続面に透明導電膜が形成されないので、接触抵抗が大きくなり、高い光電変換効率の実現には困難が伴うという、問題がある。

さらに、特許文献2に記載の技術では、レーザ照射で形成したパターンにi型アモルファスシリコン膜とn型アモルファスシリコン膜をこの順で製膜するが、集電用のp型電極の表面にも製膜される。そのため、次に示すような問題が生じる。

即ち、p型電極とn型電極を分離するために行う前記p型電極とn型電極をマスクとしてウエットエッチングする工程において、前記p型電極の上に製膜されたi型アモルファスシリコン膜とn型アモルファスシリコン膜を除去する必要がある。

(d) フォトリソグラフィを用いない

ヘテロ接合バックコンタクト型太陽電池の製造方法の創出／特開2018-011075

そこで、本発明は、従来のヘテロ接合バックコンタクト型構造の太陽電池の製造方法が有する上記諸問題を解決可能な、ヘテロ接合バックコンタクト型太陽電池の製造方法を提供することを目的とする。

即ち、光電変換に優れたヘテロ接合バックコンタクト型の構造を有する太陽電池を、簡便なプロセスで、かつ、低コストで製造可能な製造方法を提供すること、そして、pn接合領域の幅を広く取り、n領域の幅を可能な限り狭く取れるような製造方法を提供することを目的とする。

(d) フトリソグラフィを用いない

ヘテロ接合バックコンタクト型太陽電池の製造方法の創出／特開2018-011075

【請求項1】 n型結晶系シリコン基板の一面側に、第1のi型アモルファス系シリコン膜とp型アモルファス系シリコン膜から成る第1の積層膜を形成し、前記第1の積層膜の一部の領域を除去して所定のパターンを有する開口を選択的に形成し、前記開口に第2のi型アモルファス系シリコン膜とn型アモルファス系シリコン膜から成る第2の積層膜を形成し、前記第1の積層膜と前記第2の積層膜の上に透明導電膜を形成し、前記第1の積層膜の上に形成された前記透明導電膜と前記p型アモルファス系シリコン膜から成る第1領域と、前記第2の積層膜の上に形成された前記透明導電膜と前記n型アモルファス系シリコン膜から成る第2領域を電氣的に分離する絶縁溝を形成し、前記第1の積層膜の上に形成された前記透明導電膜の上に第1の金属膜を形成し、前記第2の積層膜の上に形成された前記透明導電膜の上に第2の金属膜を形成するようにしたこととを特徴とする太陽電池の製造方法。

(d) フトリソグラフィを用いない

ヘテロ接合バックコンタクト型太陽電池の製造方法の創出／特開2018-011075

【請求項2】 n型結晶系シリコン基板の一方の面に第1のi型アモルファス系シリコン膜を形成する第1工程と、前記第1工程で形成した第1のi型アモルファス系シリコン膜の上にp型アモルファス系シリコン膜を形成する第2工程と、前記第1のi型アモルファス系シリコン膜と前記p型アモルファス系シリコン膜からなる第1の積層膜の一部の領域を除去して所定のパターンを有する開口を選択的に形成する第3工程と、前記第3工程で形成された所定のパターンを有する前記開口と略同じパターンの開口を有する遮蔽マスクを用意し、前記遮蔽マスクを前記開口が露出されるように配置したプラズマCVD法により前記第3工程で形成された前記開口に第2のi型アモルファス系シリコン膜を形成する第4工程と、前記第4工程で用いられた前記遮蔽マスクと同様の遮蔽マスクを前記第4工程と同様に用いたプラズマCVD法により、前記第4工程で形成された第2のi型アモルファス系シリコン膜の上にn型アモルファス系シリコン膜を形成する第5工程と、前記第3工程において前記開口を形成した後に残存する前記p型アモルファス系シリコン膜と前記第5工程で形成されたn型アモルファス系シリコン膜の上に、透明導電膜を形成する第6工程と、電力取り出し用の電極を形成するために、前記第3工程において前記開口を形成した後に残存する前記p型アモルファス系シリコン膜と前記第6工程で形成された前記透明導電膜とから成る第1領域と、前記第5工程で形成されたn型アモルファス系シリコン膜と前記第6工程で形成された前記透明導電膜とから成る第2領域との間に、絶縁溝を形成する第7工程と、前記絶縁溝で分離された前記第1領域の前記透明導電膜と前記第2領域の前記透明導電膜の上に金属膜を形成する第8工程と、を備え、この順に行うことを特徴とする、請求項1に記載の太陽電池の製造方法。

(d)フォトリソグラフィを用いない

ヘテロ接合バックコンタクト型太陽電池の製造方法の創出／特開2018-011075

【請求項3】前記絶縁溝は、前記第1領域の前記透明導電膜の表面と前記第2領域の前記透明導電膜の表面に開口を有し、前記第2のi型アモルファス系シリコン膜の内部に底面を有することを特徴とする、請求項1あるいは請求項2に記載の太陽電池の製造方法。

【請求項4】前記第1のi型アモルファス系シリコン膜の形成と前記p型アモルファス系シリコン膜の形成に、プラズマCVD法を用いることを特徴とする、請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の太陽電池の製造方法。

【請求項5】前記第1のi型アモルファス系シリコン膜の形成に、触媒化学気相堆積法を用いることを特徴とする、請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の太陽電池の製造方法。

(d) フォトリソグラフィを用いない

ヘテロ接合バックコンタクト型太陽電池の製造方法の創出／特開2018-011075

【請求項6】前記透明導電膜は、酸化インジウム錫、酸化錫、酸化亜鉛、酸化チタンのいずれか一種を含むことを特徴とする、請求項1から請求項5のいずれか1項に記載の太陽電池の製造方法。

【請求項7】前記透明導電膜の形成に反応性スパッタリング法を用いることを特徴とする、請求項1から請求項6のいずれか1項に記載の太陽電池の製造方法。

【請求項8】前記n型をp型に、前記p型をn型に入れ替えたことを特徴とする、請求項1から請求項7のいずれか1項に記載の太陽電池の製造方法。

(d) フォトリソグラフィを用いない

ヘテロ接合バックコンタクト型太陽電池の製造方法の創出／特開2018-011075

【発明の効果】

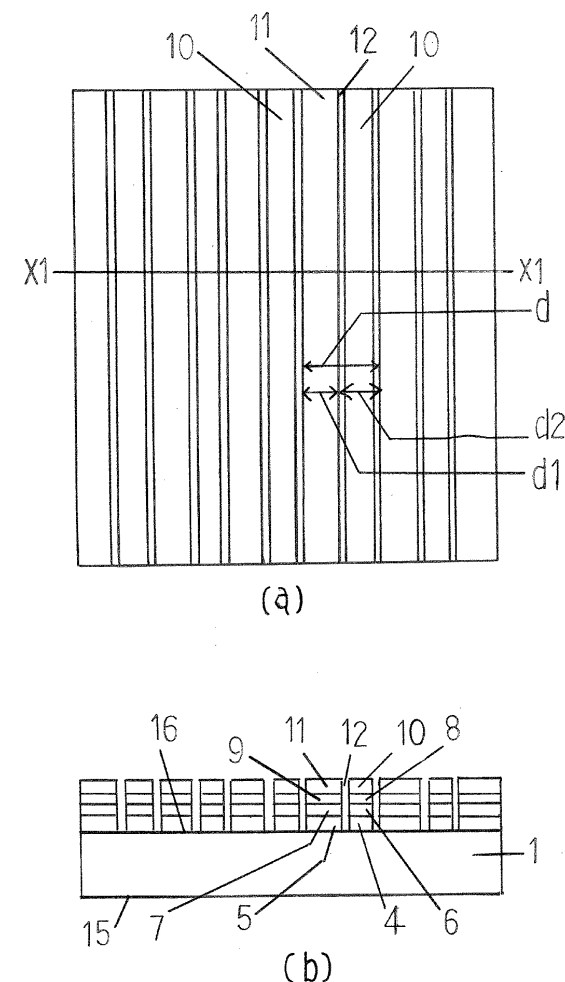
本発明によれば、光電変換に優れたヘテロ接合バックコンタクト型の構造を有する太陽電池を、簡便なプロセスで、かつ、低コストで製造可能という、効果を奏する。

(d) フトリソグラフィを用いない

ヘテロ接合バックコンタクト型太陽電池の製造方法の創出／特開2018-011075

図1は、本発明の第1の実施形態に係わる太陽電池の製造方法により形成される太陽電池を説明するための模式的な構造図であり、同図(a)は平面図で、同図(b)は同図(a)のX1-X1の断面図である。

1・・・n型の単結晶シリコン基板、2・・・i型アモルファスシリコン膜、3・・・光反射防止膜、4・・・第2のi型アモルファスシリコン膜、5・・・第1のi型アモルファスシリコン膜、6・・・n型アモルファスシリコン膜、7・・・p型アモルファスシリコン膜、8・・・第2の透明導電膜、9・・・第1の透明導電膜、10・・・第2の集電電極、11・・・第1の集電電極、12、12a・・・絶縁溝、13・・・透明導電膜、14・・・開口、15・・・n型の単結晶シリコン基板の表面、16・・・n型の単結晶シリコン基板の裏面、

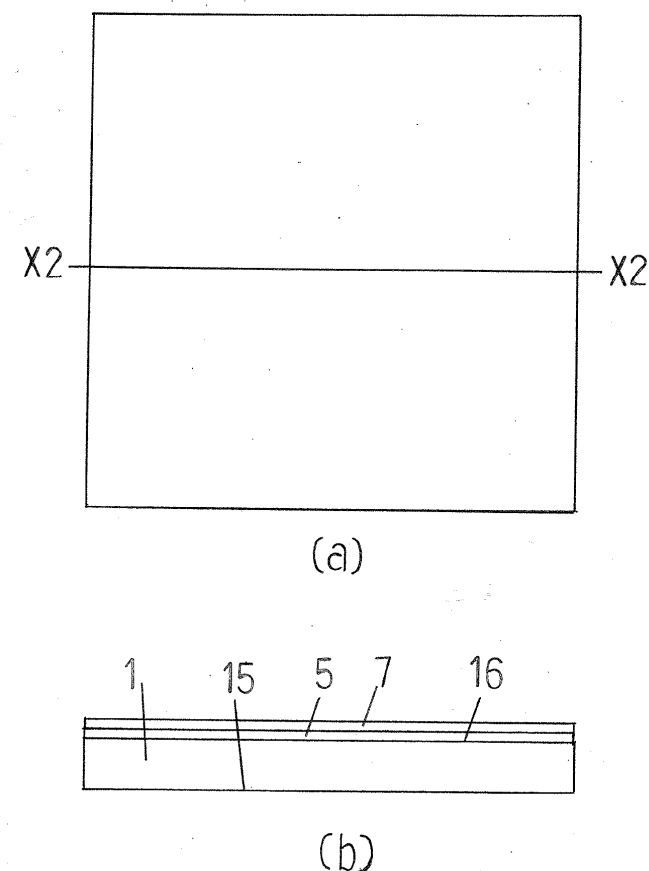


(d) フォトリソグラフィを用いない

ヘテロ接合バックコンタクト型太陽電池の製造方法の創出／特開2018-011075

図2は、本発明の第1の実施形態に係わる太陽電池の製造方法を説明するための、製造途中の太陽電池の模式図であり、結晶系シリコン基板であるn型の単結晶シリコン基板1の平面図(a)と同図(a)に示されるX2-X2ラインの断面図(b)である。

1・・・n型の単結晶シリコン基板、2・・・i型アモルファスシリコン膜、3・・・光反射防止膜、4・・・第2のi型アモルファスシリコン膜、5・・・第1のi型アモルファスシリコン膜、6・・・n型アモルファスシリコン膜、7・・・p型アモルファスシリコン膜、8・・・第2の透明導電膜、9・・・第1の透明導電膜、10・・・第2の集電電極、11・・・第1の集電電極、12、12a・・・絶縁溝、13・・・透明導電膜、14・・・開口、15・・・n型の単結晶シリコン基板の表面、16・・・n型の単結晶シリコン基板の裏面、

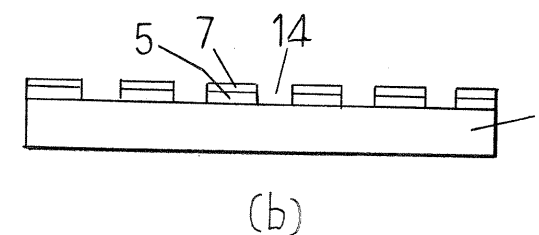
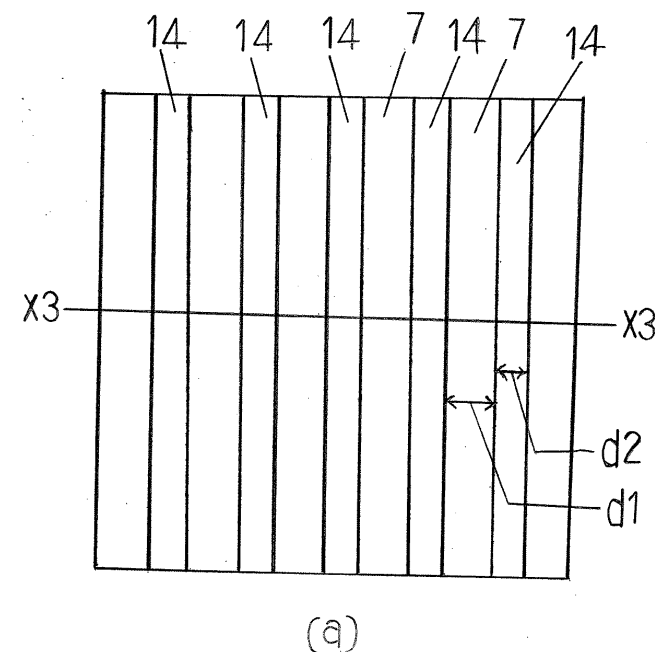


(d) フトリソグラフィを用いない

ヘテロ接合バックコンタクト型太陽電池の製造方法の創出／特開2018-011075

図3は、本発明の第1の実施形態に係わる太陽電池の製造方法を説明するための、製造途中の太陽電池の模式図であり、レーザー照射により形成された開口を示す平面図(a)と同図(a)に示されるX3-X3ラインの断面図(b)である。

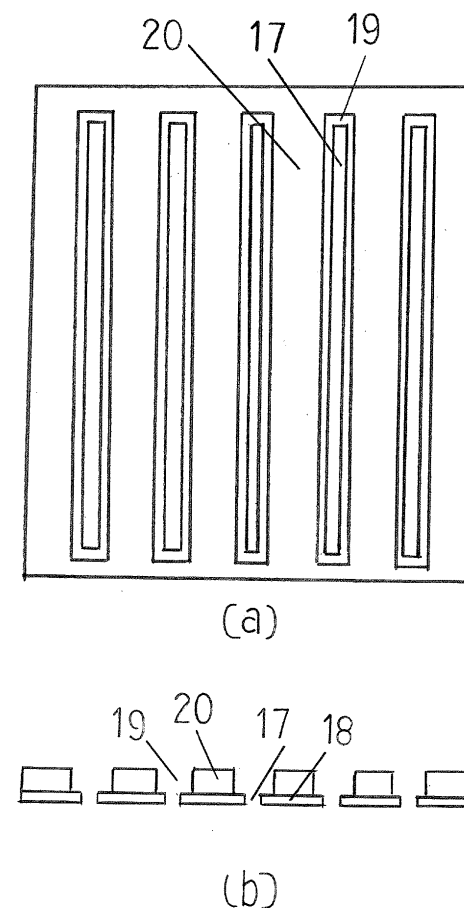
1・・・n型の単結晶シリコン基板、2・・・i型アモルファスシリコン膜、3・・・光反射防止膜、4・・・第2のi型アモルファスシリコン膜、5・・・第1のi型アモルファスシリコン膜、6・・・n型アモルファスシリコン膜、7・・・p型アモルファスシリコン膜、8・・・第2の透明導電膜、9・・・第1の透明導電膜、10・・・第2の集電電極、11・・・第1の集電電極、12、12a・・・絶縁溝、13・・・透明導電膜、14・・・開口、15・・・n型の単結晶シリコン基板の表面、16・・・n型の単結晶シリコン基板の裏面、



(d) フトリソグラフィを用いない
ヘテロ接合バックコンタクト型太陽電池の製造方法の創出／特開2018-011075

図4は、本発明の第1の実施形態に係わる太陽電池の製造方法を説明するための、プラズマCVDによるアモルファスシリコン膜形成の際に用いる遮蔽マスクを示す平面図(a)と同図(a)に示されるX4-X4ラインの断面図(b)である。

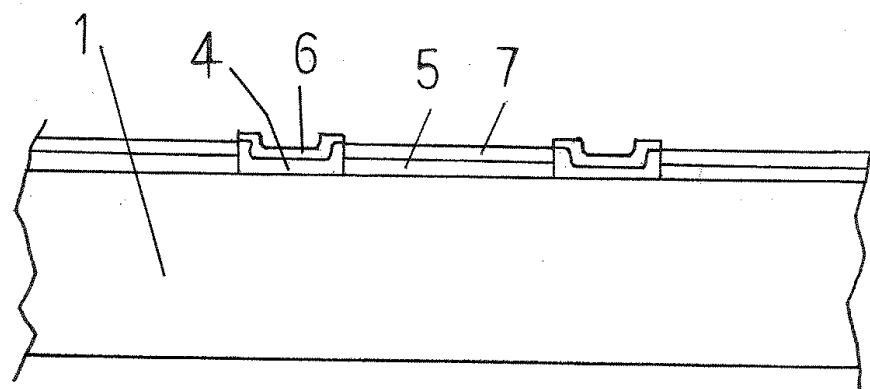
17・・・第1の遮蔽マスクの開口、
18・・・第1の遮蔽マスク、19・・・
第2の遮蔽マスクの開口、20・・・
第2の遮蔽マスク、27・・・レーザー
ビーム。



(d) フトリソグラフィを用いない

ヘテロ接合バックコンタクト型太陽電池の製造方法の創出／特開2018-011075

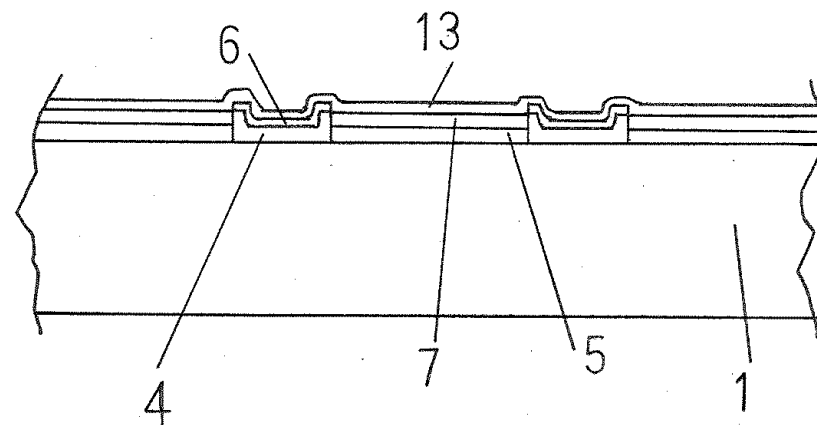
図5は、本発明の第1の実施形態に係わる太陽電池の製造方法を説明するための、プラズマCVDにより形成されたn領域を構成する第2のi型アモルファスシリコン膜4とn型アモルファスシリコン膜6を示す断面図である。



1・・・n型の単結晶シリコン基板、
2・・・i型アモルファスシリコン膜、
3・・・光反射防止膜、4・・・第2のi型
アモルファスシリコン膜、5・・・第1のi
型アモルファスシリコン膜、6・・・n型
アモルファスシリコン膜、7・・・p型ア
モルファスシリコン膜、

(d) フトリソグラフィを用いない
ヘテロ接合バックコンタクト型太陽電池の製造方法の創出／特開2018-011075

図6は、本発明の第1の実施形態に係わる太陽電池の製造方法を説明するための、スパッタリング法により形成された透明導電膜13を示す断面図である。

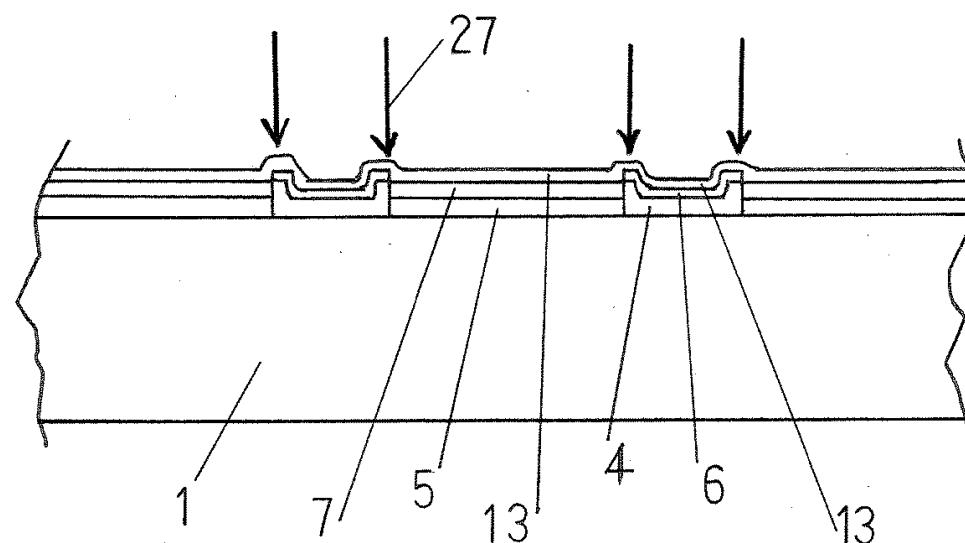


1・・・n型の単結晶シリコン基板、2・・・i型アモルファスシリコン膜、3・・・光反射防止膜、4・・・第2のi型アモルファスシリコン膜、5・・・第1のi型アモルファスシリコン膜、6・・・n型アモルファスシリコン膜、7・・・p型アモルファスシリコン膜、

13・・・透明導電膜、

(d) フトリソグラフィを用いない
ヘテロ接合バックコンタクト型太陽電池の製造方法の創出／特開2018-011075

図7は、本発明の第1の実施形態に係わる太陽電池の製造方法を説明するための、レーザビーム照射による絶縁溝12の形成におけるレーザ照射領域を示す断面図である。

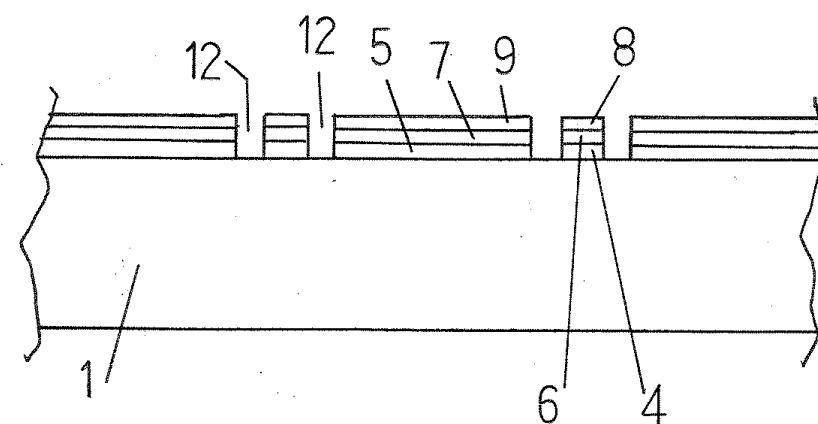


1・・・n型の単結晶シリコン基板、
2・・・i型アモルファスシリコン膜、
3・・・光反射防止膜、4・・・第2のi型
アモルファスシリコン膜、5・・・第1のi
型アモルファスシリコン膜、6・・・n型
アモルファスシリコン膜、7・・・p型ア
モルファスシリコン膜、27・・・レーザ
ビーム。

(d) フトリソグラフィを用いない

ヘテロ接合バックコンタクト型太陽電池の製造方法の創出／特開2018-011075

図8は、本発明の第1の実施形態に係わる太陽電池の製造方法を説明するための、レーザビーム照射により形成された絶縁溝12を示す断面図である。



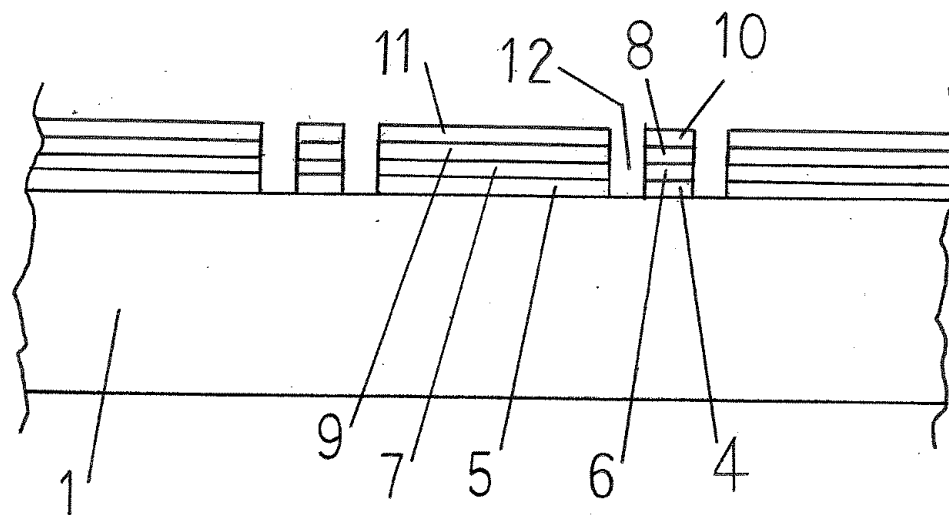
1・・・n型の単結晶シリコン基板、2・・・i型アモルファスシリコン膜、3・・・光反射防止膜、4・・・第2のi型アモルファスシリコン膜、5・・・第1のi型アモルファスシリコン膜、6・・・n型アモルファスシリコン膜、7・・・p型アモルファスシリコン膜、8・・・第2の透明導電膜、9・・・第1の透明導電膜、10・・・第2の集電電極、11・・・第1の集電電極、12、12a・・・絶縁溝、

(d) フトリソグラフィを用いない

ヘテロ接合バックコンタクト型太陽電池の製造方法の創出／特開2018-011075

図9は、本発明の第1の実施形態に係わる太陽電池の製造方法を説明するための、スクリーン印刷法で形成された第1の集電電極11及び第2の集電電極10を示す断面図である。

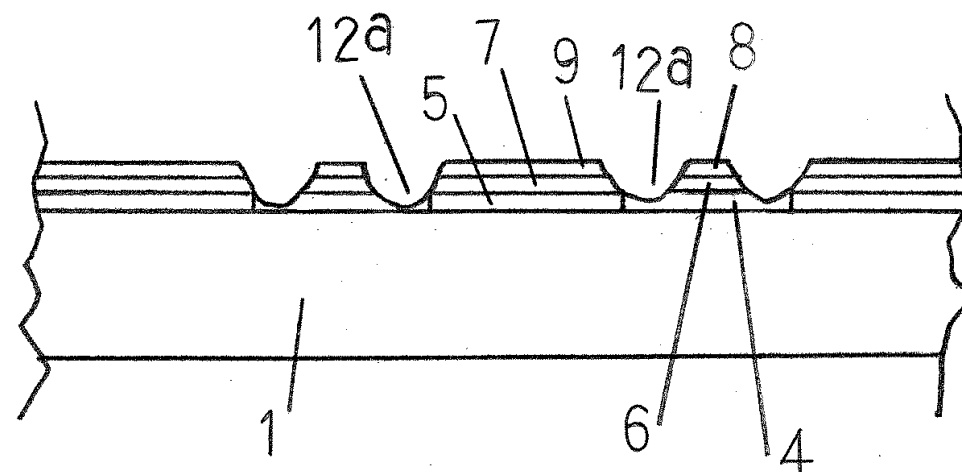
1・・・n型の単結晶シリコン基板、2・・・i型アモルファスシリコン膜、3・・・光反射防止膜、4・・・第2のi型アモルファスシリコン膜、5・・・第1のi型アモルファスシリコン膜、6・・・n型アモルファスシリコン膜、7・・・p型アモルファスシリコン膜、8・・・第2の透明導電膜、9・・・第1の透明導電膜、10・・・第2の集電電極、11・・・第1の集電電極、12、12a・・・絶縁溝、



(d) フトリソグラフィを用いない

ヘテロ接合バックコンタクト型太陽電池の製造方法の創出／特開2018-011075

図10は、本発明の第2の実施形態に係わる太陽電池の製造方法を説明するための、レーザビーム照射により形成される絶縁溝を説明する模式的な断面図である。



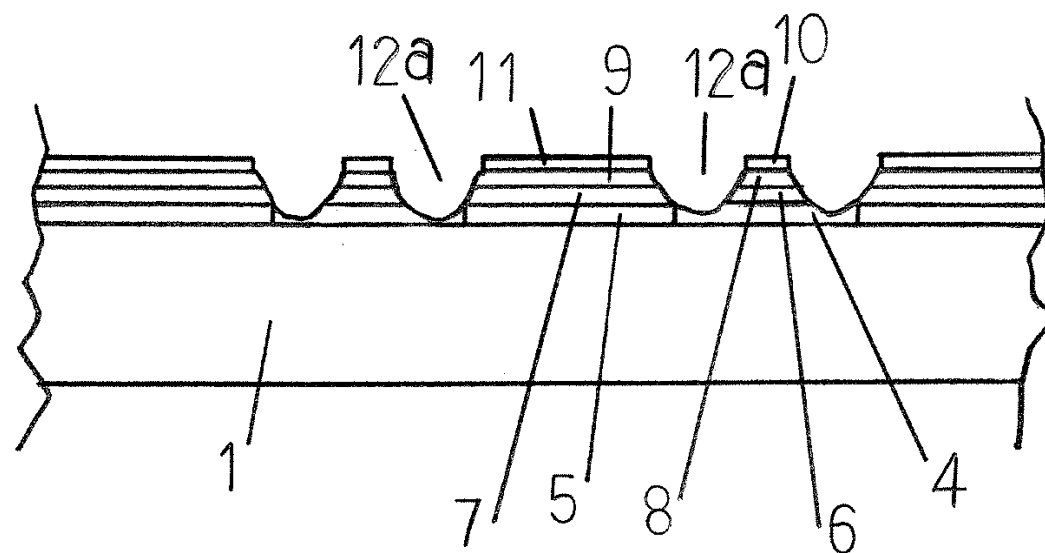
1・・・n型の単結晶シリコン基板、2・・・i型アモルファスシリコン膜、3・・・光反射防止膜、4・・・第2のi型アモルファスシリコン膜、5・・・第1のi型アモルファスシリコン膜、6・・・n型アモルファスシリコン膜、7・・・p型アモルファスシリコン膜、8・・・第2の透明導電膜、9・・・第1の透明導電膜、10・・・第2の集電電極、11・・・第1の集電電極、12、12a・・・絶縁溝、

(d) フトリソグラフィを用いない

ヘテロ接合バックコンタクト型太陽電池の製造方法の創出／特開2018-011075

図11は、本発明の第2の実施形態に係わる太陽電池の製造方法を説明するための、スクリーン印刷法で形成された第1の集電電極11及び第2の集電電極10を示す断面図である。

1・・・n型の単結晶シリコン基板、2・・・i型アモルファスシリコン膜、3・・・光反射防止膜、4・・・第2のi型アモルファスシリコン膜、5・・・第1のi型アモルファスシリコン膜、6・・・n型アモルファスシリコン膜、7・・・p型アモルファスシリコン膜、8・・・第2の透明導電膜、9・・・第1の透明導電膜、10・・・第2の集電電極、11・・・第1の集電電極、12、12a・・・絶縁溝、



VHFプラズマによる基板両面への同時製膜方法／特開2017-226924

【背景技術】

例えば、非特許文献1及び2には、次のことが記載されている。即ち、プラズマCVDによりシリコン基板の表面や裏面にi型アモルファスシリコン膜やSiN_x膜を形成すると、基板表面に存在する欠陥密度を激減させる。

基板表面に存在する欠陥密度が激減すると、光吸収により生成されたキャリア(正孔・電子)の欠陥密度による再結合が防止され、光電変換効率を大幅に向上させることができる。

しかしながら、現状のRFプラズマCVD装置、即ち、電極形状が平行平板型で、電源周波数が13.56MHzである容量結合型プラズマCVD装置によるi型アモルファスシリコン膜やSiN_x膜等のパッシベーション膜の形成では、RFプラズマの特徴(電子温度が高いこと、プラズマ電位が高いこと)に起因するシリコン基板へのイオン衝撃が大きいために、十分なパッシベーション効果が得られない、という問題を抱えている。

なお、シリコン基板へのイオン衝撃によるイオンダメージは、基板表面の欠陥密度を増大させるので、パッシベーション効果が発揮されない。

・非特許文献1: 神岡武文、立花福久、大下祥雄、結晶シリコン太陽電池におけるパッシベーション技術、J. Plasma Fusion Res. Vol. 91, No. 5(2015), 354-359.

・非特許文献2: 近藤道雄、藤原裕之、斎藤忠、シリコン系太陽電池の高効率化・量産化を担うプラズマ技術の最前線、J. Plasma Fusion Res. Vol. 85, No. 8(2009), 499-508.

VHFプラズマによる基板両面への同時製膜方法／特開2017-226924

なお、プラズマ励起周波数がVHF帯域(30MHz～300MHz)であるVHFプラズマCVDは電子温度が低く、プラズマ電位が低いので、基板に与えるイオンダメージは、RFプラズマCVDに比べて、格段に小さいということは、一般に知られている。

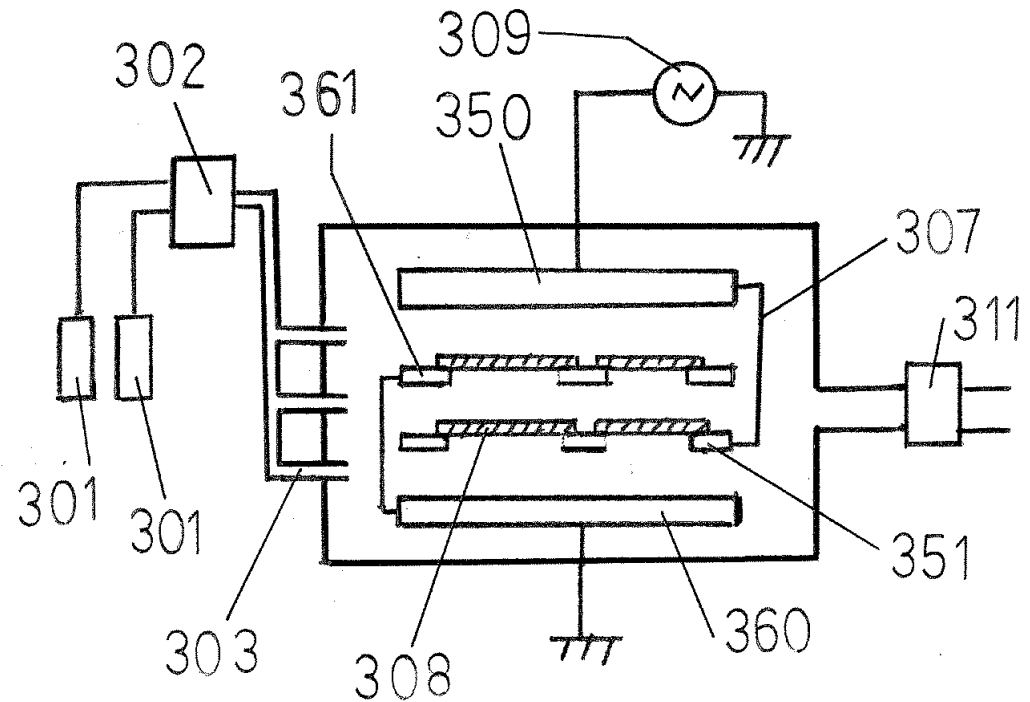
●多結晶シリコン太陽電池のパッシベーション膜106、例えば、窒化シリコン膜(SiN_x)及び反射防止膜104、例えば、窒化シリコン膜(SiN_x)の膜を、同時に製膜できれば、即ち、両面の同時製膜ができれば、製膜の工程が1つ減ることから、太陽電池の製造時間が短縮され、かつ、プラズマCVD装置が1つ減らせることから、製造コストの低減に貢献できるのであるが、従来技術において、基板100の両面への同時製膜ができない。

●ヘテロ接合バックコンタクト型太陽電池のn型結晶シリコン基板200の表面及び裏面のi型アモルファスシリコン膜201の膜を、同時に製膜できれば、即ち、両面の同時製膜ができれば、製膜の工程が1工程減ることから、太陽電池の製造時間が短縮され、かつ、プラズマCVD装置が1つ減らせることから、製造コストの低減に貢献できるのであるが、従来技術において、基板200の両面への同時製膜ができない。

VHFプラズマによる基板両面への同時製膜方法／特開2017-226924

プラズマCVDによる基板の表面と裏面への同時製膜に関し、特許文献2(特許4496401)に記載の技術がある。

しかしながら、特許文献2に記載の技術は、以下に示す問題があり、実用サイズ(基板サイズ10cm×10cm程度以上)の結晶シリコン系太陽電池用のアモルファスシリコン薄膜の形成には、利用できない。

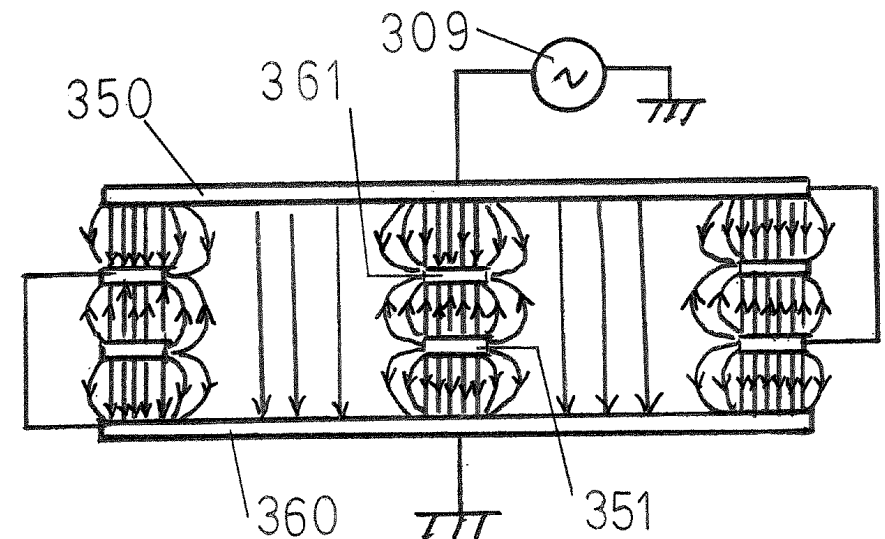


VHFプラズマによる基板両面への同時製膜方法／特開2017-226924

特許文献2（特許4496401）に記載のプラズマCVD装置の一对の電極の間の電気力線を、模式的に図14に示す。図14において、開口部の領域と開口部でない領域での電気力線の分布は全く異なっている。

開口部の領域では電気力線の単位面積当たり本数が少なく、開口部のない領域では開口部の領域よりも、電気力線の数が多い。開口部でない領域の電界は強く、開口部の領域の電界は弱いことを意味している。

このことは、一様な強さのプラズマが発生されないということを、示している。一様な強さのプラズマが発生できないということは、薄膜形成の際に、一様な製膜速度が得られないということであり、成膜される薄膜の厚みの分布が著しく悪いということを意味する。即ち、厚み分布が一様な薄膜は形成できない、ということである。



VHFプラズマによる基板両面への同時製膜方法／特開2017-226924

【発明が解決しようとする課題】

結晶系シリコン太陽電池の分野では、例えば、i型アモルファスシリコンや窒化シリコン(SiN_x)等のパッシベーション膜あるいは反射防止膜を基板の両面に、同時に製膜し、工程数を削減し、製造コストの低減を図りたいというニーズがあるが、従来技術ではそれに対応できない、という課題がある。

特に、ヘテロ接合バックコンタクト型構造の太陽電池の製造において、アモルファスシリコン系の薄膜を作製する工程が数多くあることから、i型アモルファスシリコン膜、p型アモルファスシリコン、n型アモルファスシリコン及びパッシベーション膜等の高品質化と、両面製膜が可能なプラズマCVDに対する強いニーズがあるが、従来技術ではそれに対応できない、という課題がある。

そこで、本発明は、シリコン基板の表面と裏面にいろいろの薄膜を形成するプラズマCVD装置並びに結晶シリコン系太陽電池及びこれを作製するプラズマCVD法を提供することを目的とする。

VHFプラズマによる基板両面への同時製膜方法／特開2017-226924

【請求項1】排気系を備えた反応容器と、前記反応容器に原料ガスを供給する原料ガス供給手段と、互いに対向して設置された非接地電極と接地電極から成る少なくとも一對の電極と、前記一對の電極に高周波電力を供給し前記一對の電極間に高周波プラズマを発生させる電力供給手段と、被製膜基板が載置される基板保持手段とを有し、前記非接地電極と前記接地電極は、それぞれ原料ガスを噴出する複数の原料ガス噴出孔を備え、前記基板保持手段は、誘電体で構成され、前記被製膜基板と略一致した形状を有する貫通孔を少なくとも1以上有するとともに、前記一對の電極の略中間に配置されることを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項2】前記基板保持手段は、略平板形の誘電体で構成されることを特徴とする請求項1に記載のプラズマCVD装置。

【請求項3】前記貫通孔の開口の周辺に、前記被製膜基板を保持するための基板保持部が設けられることを特徴とする請求項1あるいは請求項2に記載のプラズマCVD装置。

VHFプラズマによる基板両面への同時製膜方法／特開2017-226924

【請求項4】前記非接地電極に前記電力供給手段から電力を供給するための少なくとも1以上の第1の給電点を設け、前記接地電極に前記電力供給手段から電力を供給するための少なくとも1以上の第2の給電点を設け、前記電力供給手段から前記第1の給電点と前記第2の給電点に供給される電力の電圧の位相差が 180° であることを特徴とする請求項1から請求項3のいずれか1項に記載のプラズマCVD装置。

【請求項5】前記電力供給手段は、高周波電源、インピーダンス整合器、平衡不平衡変換器、第1及び第2の同軸ケーブル、第1及び第2の真空用電流導入端子、第1及び第2の真空用同軸ケーブル及び第1及び第2の導電体で構成され、前記平衡不平衡変換器の一方の出力端子は、第1の同軸ケーブル、第1の真空用電流導入端子、第1の真空用同軸ケーブル及び第1の導電体を介して第1の給電点に接続され、他方の出力端子は、第2の同軸ケーブル、第2の真空用電流導入端子、第2の真空用同軸ケーブル及び第2の導電体を介して第2の給電点に接続されるとともに、前記第1及び第2の真空用同軸ケーブルの外皮導体同士が少なくともそれぞれの両端部で短絡されていることを特徴とする請求項1から請求項4のいずれか1項に記載のプラズマCVD装置。

VHFプラズマによる基板両面への同時製膜方法／特開2017-226924

【請求項6】前記高周波電源の出力の周波数は、30MHz～300MHzの範囲にあることを特徴とする請求項5に記載のプラズマCVD装置。

【請求項7】前記第1及び第2の真空用同軸ケーブルの外皮導体を磁性体で覆い、かつ、電氣的に短絡させるようにしたことを特徴とする請求項5あるいは請求項6に記載のプラズマCVD装置。

【請求項8】前記非接地電極の前記第1の給電点に対向する前記非接地電極の端部に、キャパシタンスを調整する位相調整器と電氣的に接続するための少なくとも1以上の第1の接続点を設け、前記接地電極の第2の給電点に対向する前記接地電極の端部に、前記キャパシタンスを調整する位相調整器と電氣的に接続するための少なくとも1以上の第2の接続点を設け、前記第1の接続点及び前記第2の接続点と前記位相調整器を導電体で接続し、前記位相調整器により前記電力供給手段から前記第1の給電点と前記第2の給電点に供給される電力の前記非接地電極の端部及び前記接地電極の端部における反射波の位相を調整するようにしたことを特徴とする請求項4から請求項7のいずれか1項に記載のプラズマCVD装置。

VHFプラズマによる基板両面への同時製膜方法／特開2017-226924

【請求項9】請求項1から請求項8までのいずれか1項に記載のプラズマCVD装置によって形成される薄膜を含んでなることを特徴とする結晶シリコン系太陽電池。

【請求項10】排気系を備えた反応容器と、前記反応容器に原料ガスを供給する原料ガス供給手段と、互いに対向して設置された非接地電極と接地電極から成る少なくとも一对の電極と、前記一对の電極に高周波電力を供給し前記一对の電極間に高周波プラズマを発生させる電力供給手段と、被製膜基板が載置される基板保持手段とを備えたプラズマCVD装置を用いるプラズマCVD方法において、前記被製膜基板と略一致した形状を有する貫通孔を少なくとも1以上有し、前記貫通孔の開口の周辺に、前記被製膜基板を保持するための基板保持部が設けられた誘電体製の基板保持手段を用意し、前記誘電体製の基板保持手段を前記非接地電極と前記接地電極の略中間領域に配置し、前記誘電体製の基板保持手段に被製膜基板を載置して、前記非接地電極に備えられた複数の原料ガス噴出孔と前記接地電極に備えられた複数の原料ガス噴出孔から原料ガスを噴出させて、所定の条件でプラズマを生成し、前記被製膜基板の両面に薄膜を堆積させるようにしたことを特徴とするプラズマCVD法。

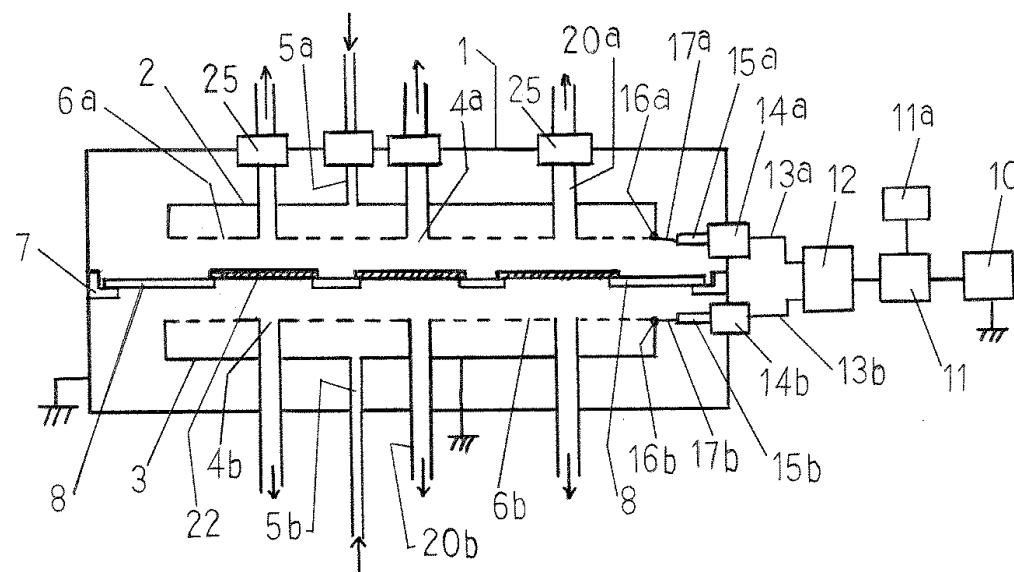
VHFプラズマによる基板両面への同時製膜方法／特開2017-226924

【発明の効果】

本発明により、従来困難視されていたプラズマCVDによる基板両面の同時製膜が可能になる、という効果を奏する。光電変換効率に優れたヘテロ接合バックコンタクト型構造の太陽電池のアモルファスシリコン系薄膜を、シリコン基板の両面に、同時に製膜可能なプラズマCVD装置及びプラズマCVD法が得られたので、製膜工程を削減することが可能となり、製造コストの低減に貢献できるという、効果を奏する。また、プラズマCVD装置の設置台数を削減可能となり、装置導入費用の削減に、貢献できる、という効果を奏する。

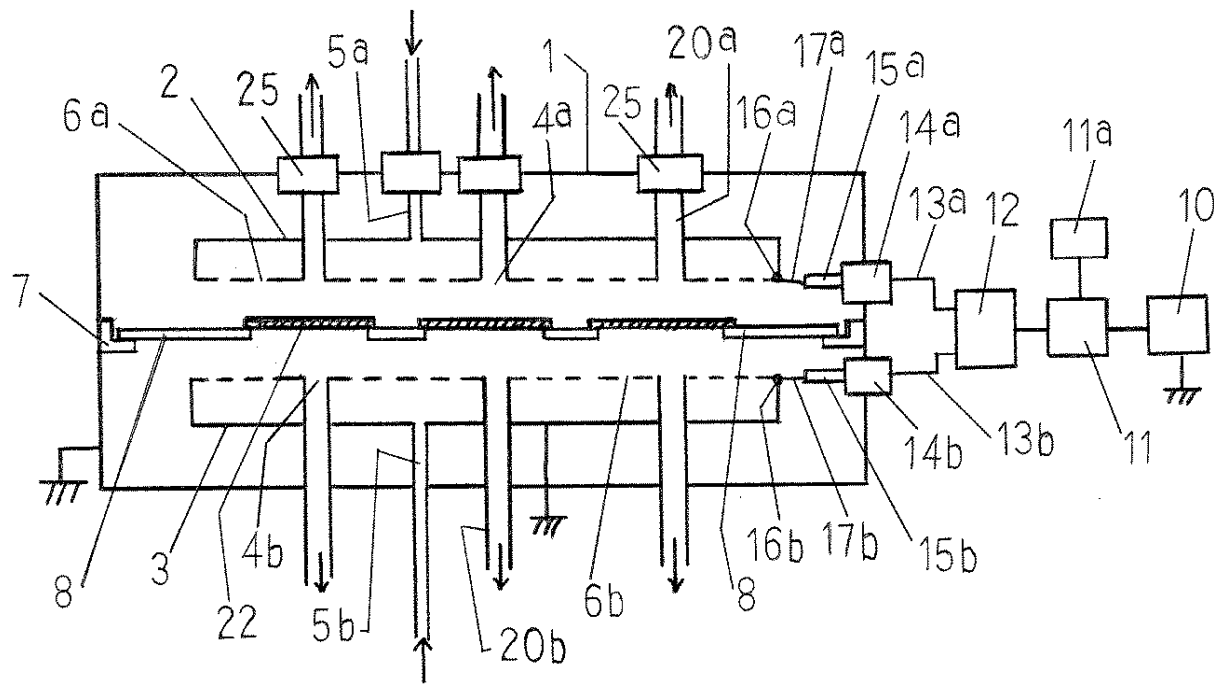
VHFプラズマによる基板両面への同時製膜方法／特開2017-226924

1・・・反応容器、2・・・非接地電極、3・・・接地電極、4a・・・第1の排気孔、4b・・・第2の排気孔、5a・・・第1の原料ガス供給管、5b・・・第2の原料ガス供給管、6a・・・第1の原料ガス噴出孔、6b・・・第2の原料ガス噴出孔、7・・・基板保持手段を保持する基板棚、8・・・基板保持手段、10・・・高周波電源、11・・・インピーダンス整合器、12・・・電力分配器、平衡非平衡変換器、13a、13b・・・同軸ケーブル、14a、14b・・・真空用同軸型電流導入端子、15a、15b・・・真空用同軸ケーブル、16a・・・第1の給電点、16b・・・第2の給電点、



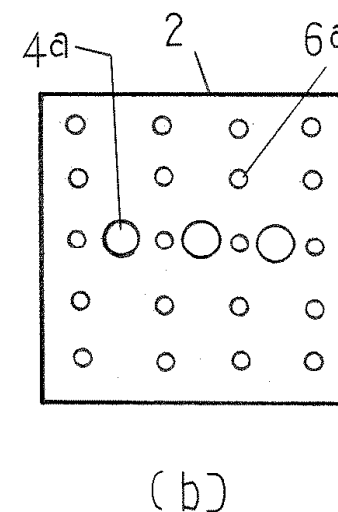
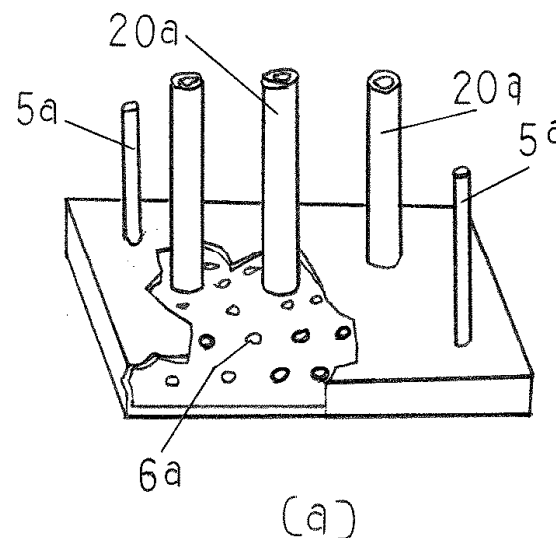
VHFプラズマによる基板両面への同時製膜方法／特開2017-226924

17a、17b・・・導電体、20a、20b・・・排気管、22、35、36・・・被製膜基板、26・・・貫通孔、27・・・コーナ一部座繰り、22-a、22-b・・・i型アモルファスシリコン膜、37・・・導電体、38・・・磁性体、40・・・位相調整器、41a、41b・・・同軸ケーブル、42a、42b・・・真空用同軸型電流導入端子、43a、43b・・・真空用同軸ケーブル、44a、44b・・・導電体、45a・・・第1の接続点、45b・・・第2の接続点。

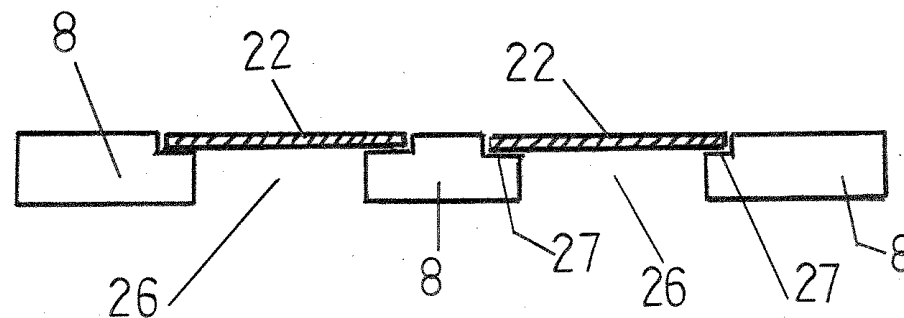
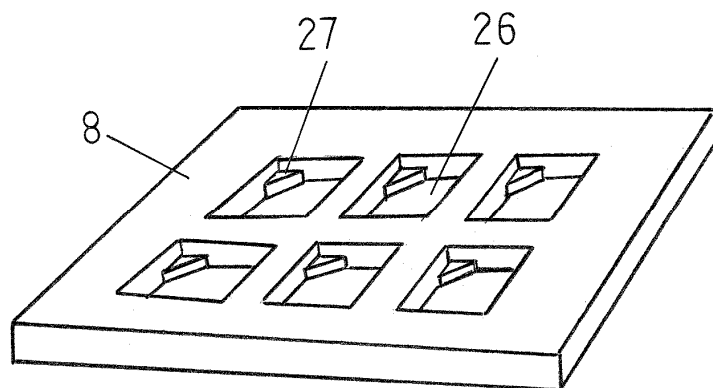


VHFプラズマによる基板両面への同時製膜方法／特開2017-226924

1・・・反応容器、2・・・非接地電極、
3・・・接地電極、4a・・・第1の排気孔、
4b・・・第2の排気孔、5a・・・第1の原料
ガス供給管、5b・・・第2の原料ガス供給
管、6a・・・第1の原料ガス噴出孔、6
b・・・第2の原料ガス噴出孔、7・・・基板
保持手段を保持する基板棚、8・・・基板
保持手段、
20a、20b・・・排気管、



VHFプラズマによる基板両面への同時製膜方法／特開2017-226924



22、35、36・・・被製膜基板、

26・・・貫通孔、27・・・コーナ一部座
繰り、22-a、22-b・・・i型アモル
ファスシリコン膜、

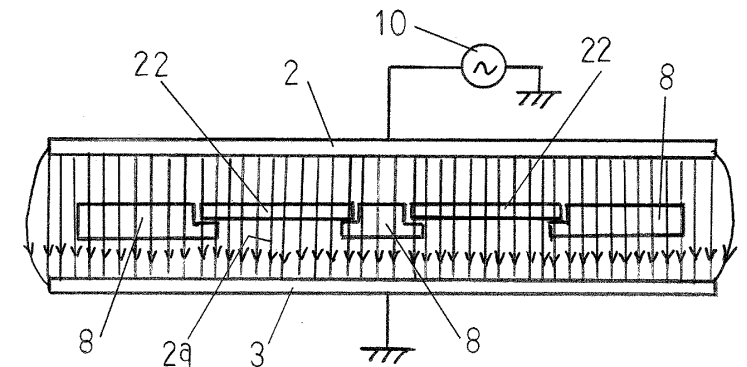
8・・・基板保持手段、

VHFプラズマによる基板両面への同時製膜方法／特開2017-226924

電力供給手段から非接地電極2と接地電極3に高周波電力が供給されると、一対の電極間に電界が発生し、プラズマが発生する。本発明の第1の実施形態に係わるプラズマCVD装置を用いる場合、一対の電極間の電界分布は一様になる。その様子を模式的に図6に示す。

図6の矢印は電気力線を示す。一対の電極間に誘電体を入れると、前記一対の電極間の静電容量は誘電体無しの場合より大きくなるが、誘電体が板ガラスであれば、高周波プラズマの発生という観点からは問題はない。

なお、シリコン系薄膜太陽電池製造におけるVHFプラズマCVDによるアモルファスシリコン系膜の形成において、一対の平行平板電極の間に、厚み約5mmのガラス基板を設置して一様なプラズマを生成し、一様な厚みの膜が形成される。図6に示す一対の電極の場合、一対の電極2、3間に、被製膜基板22が載置された誘電体製の基板支持手段8が挿入されているが、被製膜基板22がシリコンであることと、被製膜基板22が載置された状態での誘電体製の基板支持手段8の断面形状が略平板形である。したがって、被製膜基板22が載置された状態での誘電体製の基板支持手段8が、電気力線を大幅に曲げたり、電気力線の本数に変化を与えたりしない。その結果、非接地電極2と接地電極3間の電界はほぼ一様であり、一様なプラズマが生成される。



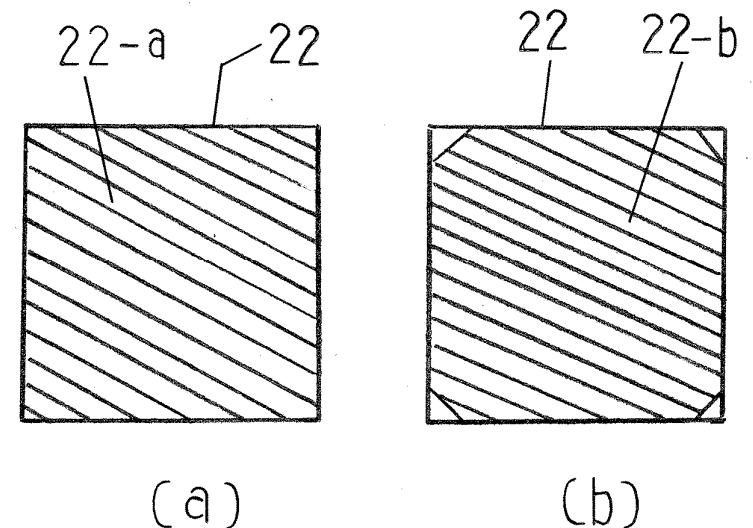
VHFプラズマによる基板両面への同時製膜方法／特開2017-226924

取り出された被製膜基板22を見ると、その基板の非接地電極2側の面には、図7(a)の22-aのように、基板22の全面にi型アモルファスシリコン膜が形成されている。

他方、被製膜基板22の接地電極3側の面には、図7(b)の22-bのように、コーナー部座繰り27で遮蔽された部分を除き、基板全面にi型アモルファスシリコン膜が形成されている。

なお、コーナー座繰り部27部に接した部分にi型アモルファスシリコン膜が形成されていないのは、コーナー座繰り27による遮蔽効果によるものである。

また、太陽電池のフィンガー電極模様の製膜を行う際には、予め、その模様の遮蔽マスクを用意し、そのマスクで被製膜基板を覆った状態で、上述の手順でプラズマを生成させればよい。



VHFプラズマによる基板2枚重ね合わせ法／特開2018-014537

【背景技術】

現状のRFプラズマCVD装置、即ち、電極形状が平行平板型で、電源周波数が13.56MHzである容量結合型プラズマCVD装置によるi型アモルファスシリコン膜やSiN_x膜等のパッシベーション膜の形成では、RFプラズマの特徴（電子温度が高いこと、プラズマ電位が高いこと）に起因するシリコン基板へのイオン衝撃が大きいために、十分なパッシベーション効果が得られない、という問題を抱えている。

なお、シリコン基板へのイオン衝撃によるイオンダメージは、基板表面の欠陥密度を増大させるので、パッシベーション効果が発揮されない。

したがって、シリコン基板の表面や裏面に形成されるパッシベーション膜の機能を有するi型アモルファスシリコン膜やSiN_x膜の製膜には、イオンダメージの少ないプラズマCVD装置の創出が必要、かつ、重要である。

イオンダメージの少ないプラズマCVD法には、プラズマ励起周波数がVHF帯域（30MHz～300MHz）であるVHFプラズマCVDがある。VHFプラズマCVDは電子温度が低く、プラズマ電位が低いので、基板に与えるイオンダメージは、RFプラズマCVDに比べて、格段に小さいということは、一般に知られている。

しかしながら、波長が短いことから、プラズマを発生させる電極内部に定在波が発生し、一様な強さのプラズマの領域は広くない。即ち、VHFプラズマCVD法を実用化する場合は大面積の技術が必要である、ということは一般に知られている。

VHFプラズマによる基板2枚重ね合わせ法／特開2018-014537

【発明が解決しようとする課題】

本発明者は、従来の技術を用いる限り、高効率のヘテロ接合バックコンタクト型太陽電池を低コストで製造することができないという課題がある、ことを見出した。

(課題1)従来のヘテロ接合バックコンタクト型の太陽電池の製造方法には、リソグラフィ(写真製版技術)を使うことにより、製造プロセスが複雑になり、製造コストの低減が困難という課題がある。

(課題2)従来のヘテロ接合バックコンタクト型の太陽電池の製造方法では、プラズマCVD装置を用いた所要の薄膜の形成工程において、基板を載置する面積は、前記プラズマCVD装置の構成部材である一対の平行平板電極の面積に制限される。即ち、従来技術では、被製膜基板の枚数は、従来のプラズマCVD装置の構成部材である一対の平行平板電極の面積に略等しい面積に敷き詰められるだけの数に制限される、という課題がある。また、RFプラズマCVD法ではプラズマダメージ(基板表面の損傷)が大きくてパッシベーション効果が得られないので、プラズマダメージが抑制可能なVHFプラズマCVD装置(プラズマ励起周波数がVHF帯域:30MHz~300MHzのプラズマ源を用いる)に変更する必要があるが、VHFプラズマCVD装置はRFプラズマCVD装置(プラズマ励起周波数=13.56MHz)に比べて波長が短いことから、一様なプラズマ形成の領域が広くないので、大面積の基板の処理には不向きであるという短所がある。したがって、前記一対の平行平板電極の面積が小さくても、その面積よりはるかに広い面積に製膜が可能という技術の創出が喫緊の課題である。

VHFプラズマによる基板2枚重ね合わせ法／特開2018-014537

(課題3)ヘテロ接合バックコンタクト型の構造を有する太陽電池の製造においては、プラズマCVD法による薄膜の製膜工程が数多くあり、かつ、被製膜基板の一面のみに製膜するので、製膜に要する時間は多大な時間となる。

即ち、受光面側にパッシベーション膜(i型アモルファスシリコン)と反射防止膜(例えば、窒化シリコン膜)の製膜で、2工程があり、しかも、基板の一面のみに製膜している。裏面では、ヘテロ接合領域において、パッシベーション膜(i型アモルファスシリコン)とp型アモルファスシリコン膜の製膜で、2工程があり、しかも、基板の一面のみに製膜している。

更に、n領域においてi型アモルファスシリコン膜とn型アモルファスシリコンシリコン膜の製膜で2工程があり、しかも、基板の一面のみに製膜している。合計すると、プラズマCVD法による薄膜の製膜工程は6工程になり、それぞれの製膜工程では、基板の一面のみに製膜している。

その結果、製膜に必要な装置の台数が多くなり、その導入費用が高くなるとともに、製膜の工程数が多いので製膜に長時間を要することから、製造コストの低減が容易でない、という課題がある。

VHFプラズマによる基板2枚重ね合わせ法／特開2018-014537

そこで、本発明は、

従来のヘテロ接合バックコンタクト型構造の太陽電池の製造方法が有する上記の課題2及び課題3を解決可能な、ヘテロ接合バックコンタクト型太陽電池の製造方法を提供することを目的とする。

即ち、プラズマCVD法によるアモルファス系シリコン膜の製膜面積の実質的な増大と製膜時間の大幅な削減が可能な製造方法を提供することを目的とする。

VHFプラズマによる基板2枚重ね合わせ法／特開2018-014537

【請求項1】

ヘテロ接合バックコンタクト型の太陽電池の製造方法であって、所要の薄膜をプラズマCVD法で形成する工程において、一面及び他面を有し、前記一面が薄膜を備えていない状態、あるいは、硬度の高い膜を備えている状態にあり、前記他面が薄膜を備えていない状態、あるいは、薄膜を備えている状態にある結晶系シリコン基板を2枚用意し、前記2枚の結晶系シリコン基板の前記一面同士が接するように重ね合わせ、前記重ね合わされた2枚の結晶系シリコン基板のそれぞれの他面に、所要の薄膜を製膜するようにしたことを特徴とするヘテロ接合バックコンタクト型の太陽電池の製造方法。

【請求項2】

前記一面及び前記他面を有し、前記一面が凹凸形状のテクスチャ構造を備えている状態にある結晶系シリコン基板を2枚用意し、前記2枚の結晶系シリコン基板の前記他面同士が接するように重ね合わせ、前記重ね合わされた2枚の結晶系シリコン基板のそれぞれの前記一面に、i型のアモルファス系シリコン膜を形成するようにしたことを特徴とする請求項1に記載のヘテロ接合バックコンタクト型の太陽電池の製造方法。

VHFプラズマによる基板2枚重ね合わせ法／特開2018-014537

【請求項3】

前記一面及び前記他面を有し、前記一面が凹凸形状のテクスチャ構造を備えている状態にある結晶系シリコン基板を2枚用意し、前記2枚の結晶系シリコン基板の前記他面同士が接するように重ね合わせ、前記重ね合わされた2枚の結晶系シリコン基板のそれぞれの前記一面に、パッシベーション膜を形成するようにしたことを特徴とする請求項1に記載のヘテロ接合バックコンタクト型の太陽電池の製造方法。

【請求項4】

前記一面及び前記他面を有し、前記一面がi型のアモルファス系シリコン膜を備えている状態にある結晶系シリコン基板を2枚用意し、前記2枚の結晶系シリコン基板の前記他面同士が接するように重ね合わせ、前記重ね合わされた2枚の結晶系シリコン基板のそれぞれの前記一面側の前記i型のアモルファス系シリコン膜の上に、反射防止膜を形成するようにしたことを特徴とする請求項1に記載のヘテロ接合バックコンタクト型の太陽電池の製造方法。

VHFプラズマによる基板2枚重ね合わせ法／特開2018-014537

【請求項5】

前記一面及び前記他面を有し、前記一面がパッシベーション膜を備えている状態にある結晶系シリコン基板を2枚用意し、前記2枚の結晶系シリコン基板の前記他面同士が接するように重ね合わせ、前記重ね合わされた2枚の結晶系シリコン基板のそれぞれの前記一面側のパッシベーション膜の上に、反射防止膜を形成するようにしたことを特徴とする請求項1に記載のヘテロ接合バックコンタクト型の太陽電池の製造方法。

【請求項6】

前記一面及び前記他面を有し、前記一面が反射防止膜を備えている状態にある結晶系シリコン基板を2枚用意し、前記2枚の結晶系シリコン基板の前記一面同士が接するように重ね合わせ、前記重ね合わされた2枚の結晶系シリコン基板のそれぞれの前記他面に、i型のアモルファス系シリコン膜を形成するようにしたことを特徴とする請求項1に記載のヘテロ接合バックコンタクト型の太陽電池の製造方法。

【請求項7】

前記一面及び前記他面を有し、前記一面が反射防止膜を備えている状態にあり、前記他面がi型のアモルファス系シリコン膜を備えている結晶系シリコン基板を2枚用意し、前記2枚の結晶系シリコン基板の前記一面同士が接するように重ね合わせ、前記重ね合わされた2枚の結晶系シリコン基板のそれぞれの前記他面側のi型のアモルファス系シリコン膜の上に、p型のアモルファス系シリコン膜を形成するようにしたことを特徴とする請求項1に記載のヘテロ接合バックコンタクト型の太陽電池の製造方法

VHFプラズマによる基板2枚重ね合わせ法／特開2018-014537

【請求項8】

前記一面及び前記他面を有し、前記一面が反射防止膜を備えている状態にあり、前記他面がi型のアモルファス系シリコン膜を備えている結晶系シリコン基板を2枚用意し、前記2枚の結晶系シリコン基板の前記一面同士が接するように重ね合わせ、前記重ね合わされた2枚の結晶系シリコン基板のそれぞれの前記他面側のi型のアモルファス系シリコン膜の上に、n型のアモルファス系シリコン膜を形成するようにしたことを特徴とする請求項1に記載のヘテロ接合バックコンタクト型の太陽電池の製造方法。

【請求項9】

前記ヘテロ接合バックコンタクト型の太陽電池が、表面及び裏面を有するn型結晶系シリコン基板の前記裏面の第1の領域に、第1のi型アモルファス系シリコン膜と、p型アモルファス系シリコン膜と第1の電極とをこの順に備え、前記n型結晶系シリコン基板の前記裏面の第2の領域に、第2のi型アモルファス系シリコン膜と、n型アモルファス系シリコン膜と第2の電極とをこの順に備え、前記第1の領域と前記第2の領域の間に前記第1の電極と前記第2の電極とを電氣的に分離する分離溝を備え、前記n型結晶系シリコン基板の前記表面に反射防止膜を備えていることを特徴とし、請求項1から請求項8のいずれか1項に記載のヘテロ接合バックコンタクト型の太陽電池の製造方法で作製された太陽電池。

【請求項10】

前記n型をp型に、前記p型をn型に入れ替えたことを特徴とする請求項9に記載の太陽電池。

VHFプラズマによる基板2枚重ね合わせ法／特開2018-014537

【発明の効果】

本発明によれば、前記課題1及び前記課題2が解決可能となり、基板処理のスループット増大及び製膜時間の短縮化が可能となり、ヘテロ接合バックコンタクト型の太陽電池の製造コストの低減化が実現できる、という効果を奏する。

即ち、従来のヘテロ接合バックコンタクト型の太陽電池の製造方法では、プラズマCVD装置を用いた所要の薄膜の形成工程において、基板を載置する面積は、前記プラズマCVD装置の構成部材である一対の平行平板電極の面積に制限されるが、本発明により、前記一対の平行平板電極の面積に比べ、約2倍の面積に製膜が可能となる。

また、従来は1枚の基板の片側面への製膜を行っていたが、本発明により、重ねられた2枚の外側2面への製膜が可能となり、プラズマCVD法による基板への製膜の処理能力は従来法に比べて約2倍に向上するという、効果を奏する。

これは、基板処理のスループットが実質的に約2倍に増大するという意味である。また、1回のプラズマ処理で、実質的に約2倍の面積の基板に製膜可能であることから、製膜時間の短縮化という効果を奏する。そして、プラズマダメージの少ないVHFプラズマCVD装置を用いられるので、パッシベーション効果の高い製膜が可能である、という効果を奏する。

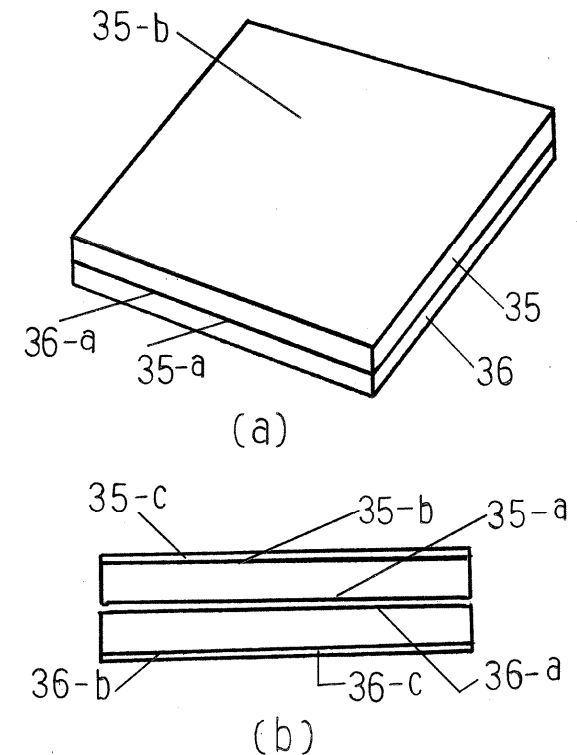
VHFプラズマによる基板2枚重ね合わせ法／特開2018-014537

本発明の技術的概念を図1に示す。

表面と裏面を有する結晶系シリコン基板の表面を受光面とし、前記裏面にヘテロ接合と集電電極を配置したヘテロ接合バックコンタクト型の太陽電池の製造方法において、所要の薄膜をプラズマCVD法で製膜する際に、

図1(a)、(b)に示すように、2枚の被製膜基板35、36を用意し、被製膜基板35の一方の面35-aと被製膜基板36の一方の面36-aが接するように重ね合わせ、被製膜基板35の他方の面35-bと被製膜基板36の他方の面36-bを被製膜面にして、プラズマCVD装置のプラズマに同時に曝し、両被製膜面35-b、36-bに同時に製膜する。

そして、例えば、i型アモルファスシリコン膜35-c、36-cが形成される。前記被製膜基板35の一方の面35-aと被製膜基板36の一方の面36-aが接するように重ね合わせる際の接触面は、接触による傷の影響を受けにくい状態、例えば、膜がない状態、あるいは、窒化シリコン膜(SiN_x膜)のように硬い膜が形成されている状態を有するのが好ましい。



VHFプラズマによる基板2枚重ね合わせ法／特開2018-014537

したがって、本発明の技術的ポイントは次の通りである。

即ち、一面及び他面を有し、前記一面は硬度の低い薄膜が形成されていない状態、あるいは、硬度の高い膜が形成された状態にある結晶系シリコン基板を2枚用意し、前記2枚の結晶系シリコン基板のそれぞれの一面同士が接するように重ね合わせ、前記重ね合わされた2枚の結晶系シリコン基板のそれぞれの他面に、所要の薄膜を製膜するようにしたことを特徴とするヘテロ接合バックコンタクト型の太陽電池の製造方法である。

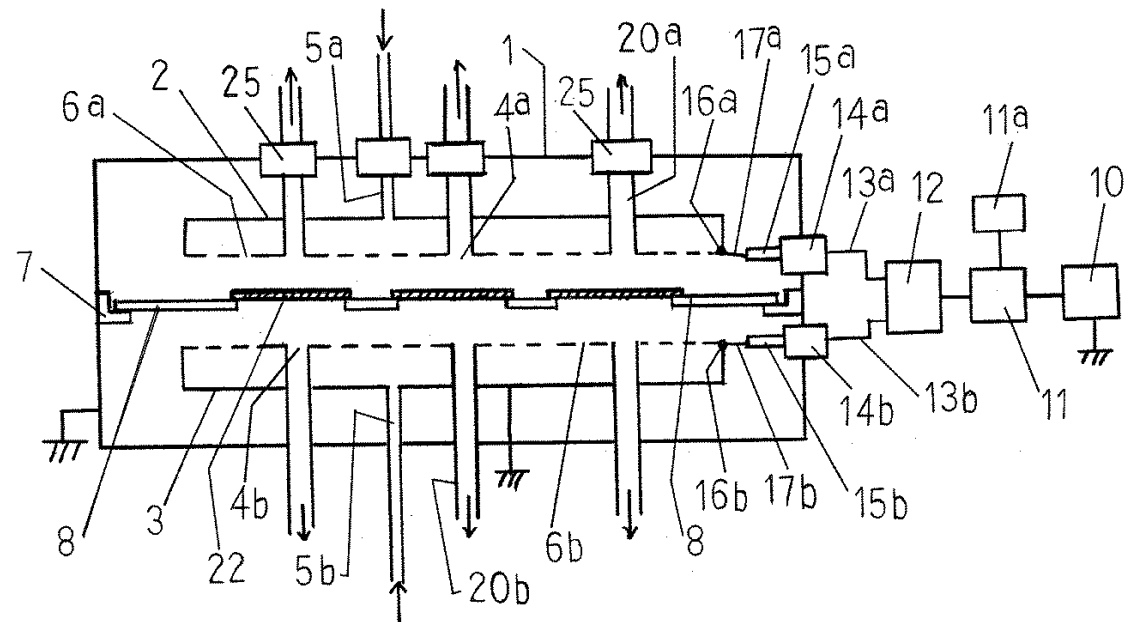
なお、被製膜基板35の他方の面35-bの製膜の場合、被製膜基板36は被製膜基板35の一方の面35-aの遮蔽マスクとなり、他方、被製膜基板36の他方の面36-bの製膜の場合、被製膜基板35は、被製膜基板36の一方の面36-aの遮蔽マスクとなる、という関係にある。

その結果、被製膜基板35の被製膜面35-bと被製膜基板36の被製膜面36-bの両方に薄膜が形成される。

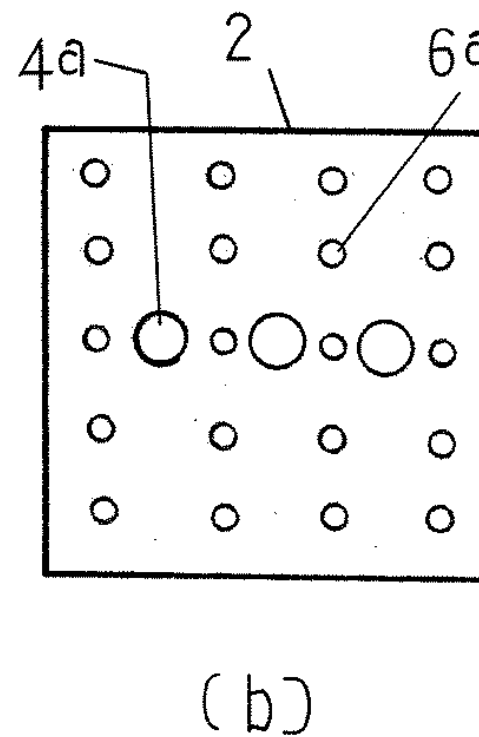
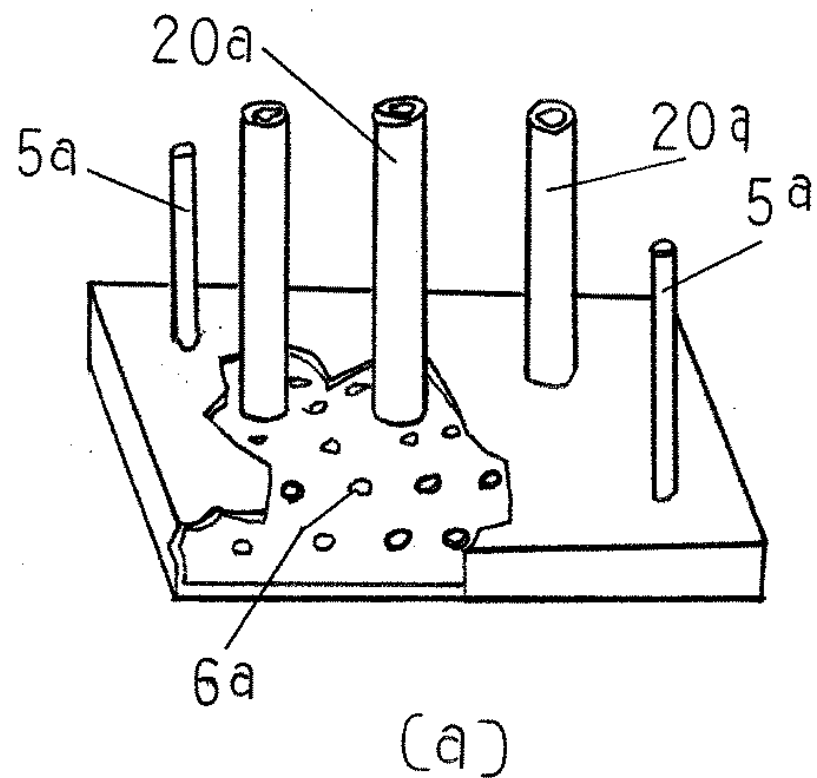
即ち、上記の方法により、前記製膜面35-b、36-bへの同時製膜が可能となるので、プラズマCVD装置を用いた製膜工程での生産性が約2倍に向上する。また、基板1枚当たりの製膜工程の時間数で考えれば、従来の方法に比べて、実質的に約半分になる。

VHFプラズマによる基板2枚重ね合わせ法／特開2018-014537

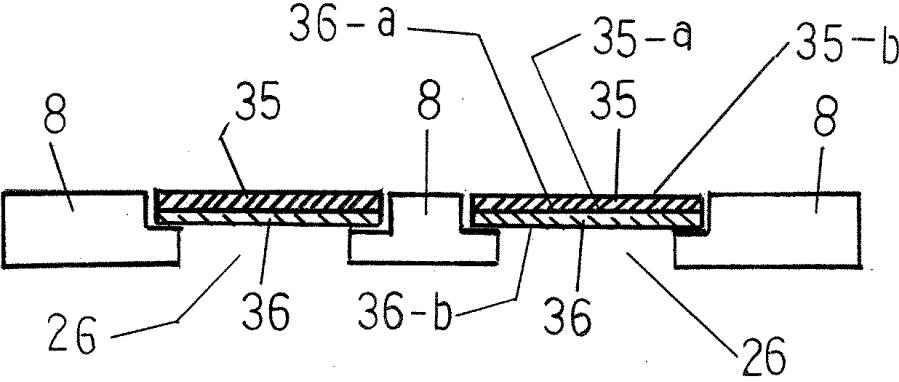
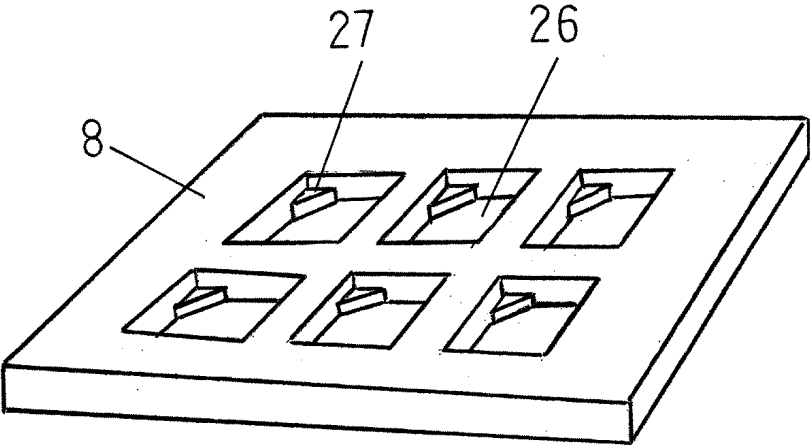
1・・・反応容器、2・・・非接地電極2、
 3・・・接地電極3、4a、4b・・・排気孔、
 6a、6b・・・原料ガス噴出孔、7・・・基
 板保持手段を保持する基板棚、8、8
 d・・・基板保持手段、10・・・高周波
 電源、11・・・インピーダンス整合器、
 12・・・電力分配器、14a、14b・・・
 真空用同軸型電流導入端子、2
 2・・・基板、35、36・・・被製膜基板、
 35a、36a・・・被製膜基板の一方の
 面 35b、36b・・・被製膜基板の他方
 の面、被製膜面



VHFプラズマによる基板2枚重ね合わせ法／特開2018-014537

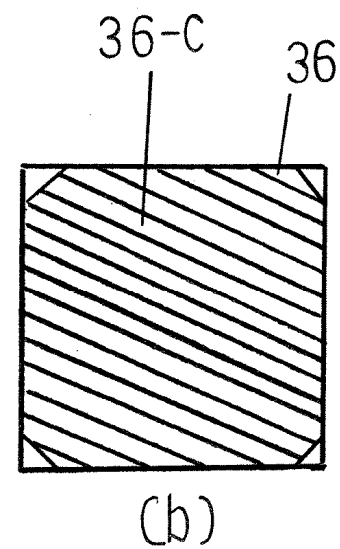
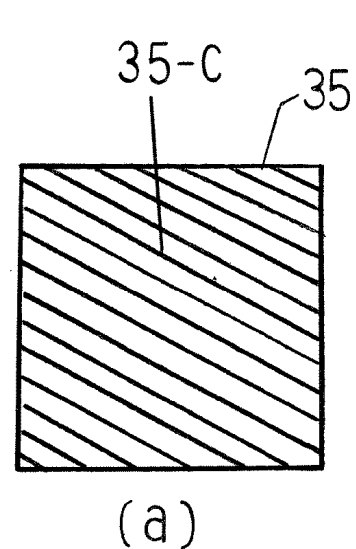
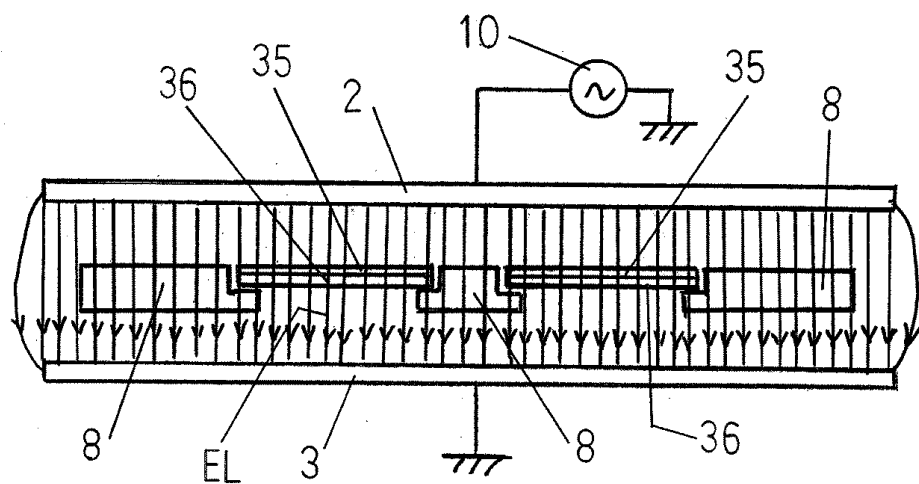


VHFプラズマによる基板2枚重ね合わせ法／特開2018-014537



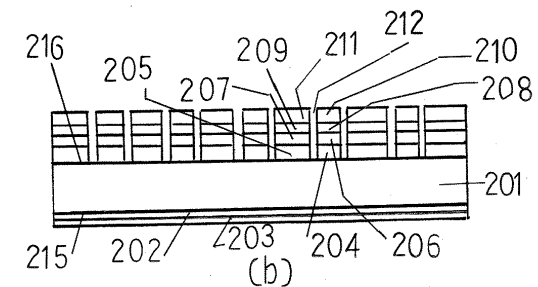
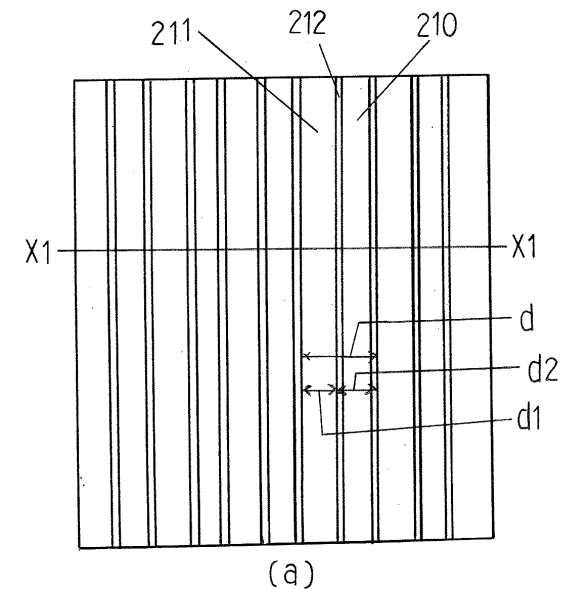
VHFプラズマによる基板2枚重ね合わせ法／特開2018-014537

電気力線／一様



VHFプラズマによる基板2枚重ね合わせ法／特開2018-014537

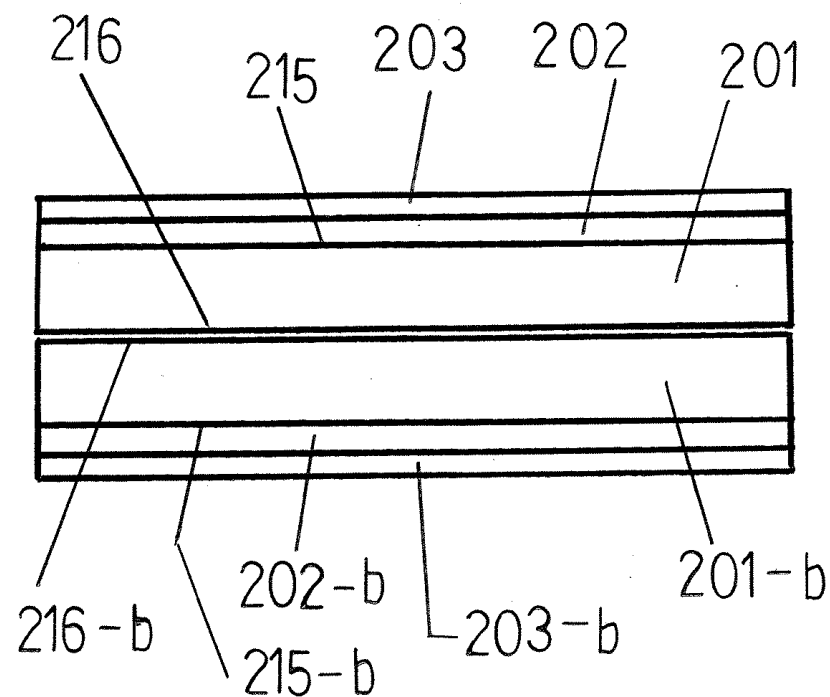
201・・・n型の単結晶シリコン基板、202、202-b・・・i型アモルファスシリコン膜、203、203-b・・・光反射防止膜、204、204-b・・・第2のi型アモルファスシリコン膜、205、205-b・・・第1のi型アモルファスシリコン膜、206、206-b・・・n型アモルファスシリコン膜、207、207-b・・・p型アモルファスシリコン膜、208・・・第2の透明導電膜、209・・・第1の透明導電膜、210・・・第2の集電電極、211・・・第1の集電電極、212・・・絶縁溝、213・・・透明導電膜、



VHFプラズマによる基板2枚重ね合わせ法／特開2018-014537

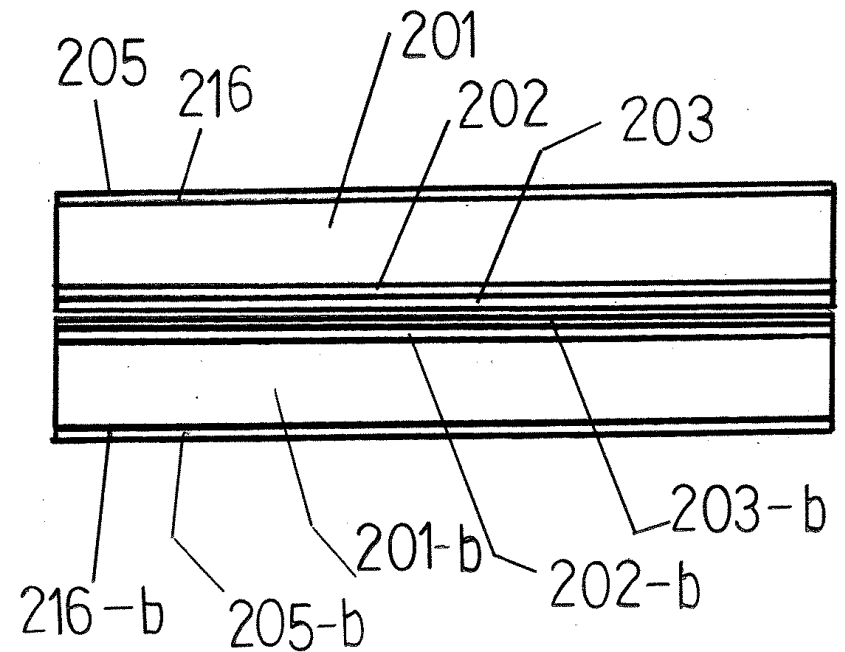
201・・・n型の単結晶シリコン基板、
202、202-b・・・i型アモルファスシリコン膜、203、203-b・・・光反射防止膜、

214・・・開口、215、215-b・・・n型の単結晶シリコン基板の表面、216、216-b・・・n型の単結晶シリコン基板の裏面、217・・・第1の遮蔽マスクの開口、218・・・第1の遮蔽マスク、219・・・第2の遮蔽マスクの開口、220・・・第2の遮蔽マスク、227・・・レーザービーム。



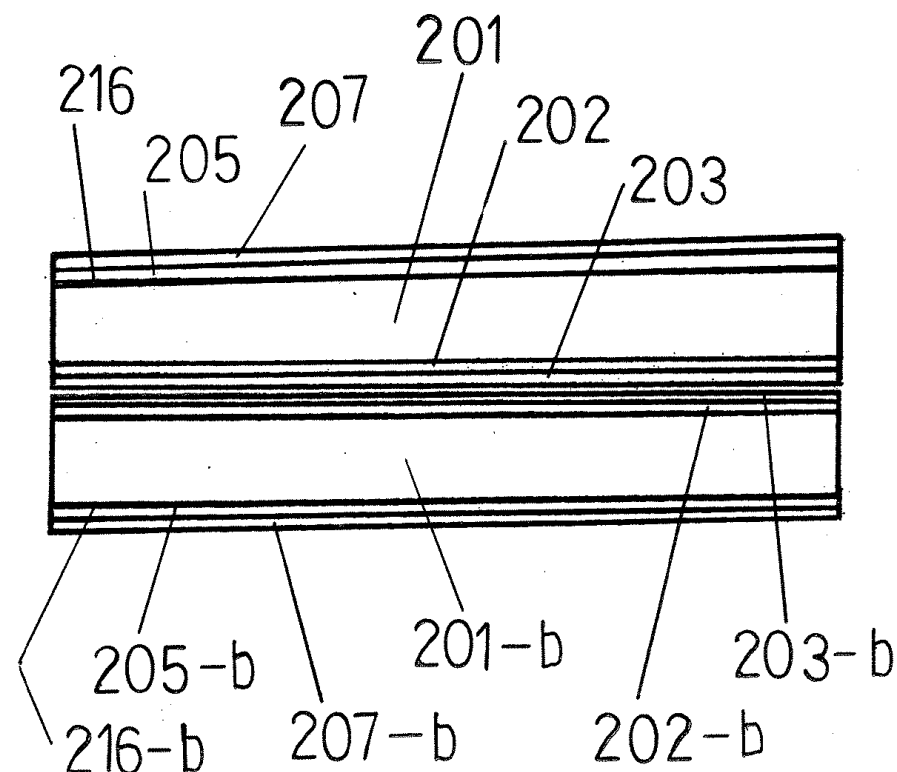
VHFプラズマによる基板2枚重ね合わせ法／特開2018-014537

201・・・n型の単結晶シリコン基板、202、202-b・・・i型アモルファスシリコン膜、203、203-b・・・光反射防止膜、204、204-b・・・第2のi型アモルファスシリコン膜、205、205-b・・・第1のi型アモルファスシリコン膜、206、206-b・・・n型アモルファスシリコン膜、207、207-b・・・p型アモルファスシリコン膜、208・・・第2の透明導電膜、209・・・第1の透明導電膜、210・・・第2の集電電極、211・・・第1の集電電極、212・・・絶縁溝、213・・・透明導電膜、214・・・開口、215、215-b・・・n型の単結晶シリコン基板の表面、216、216-b・・・n型の単結晶シリコン基板の裏面、



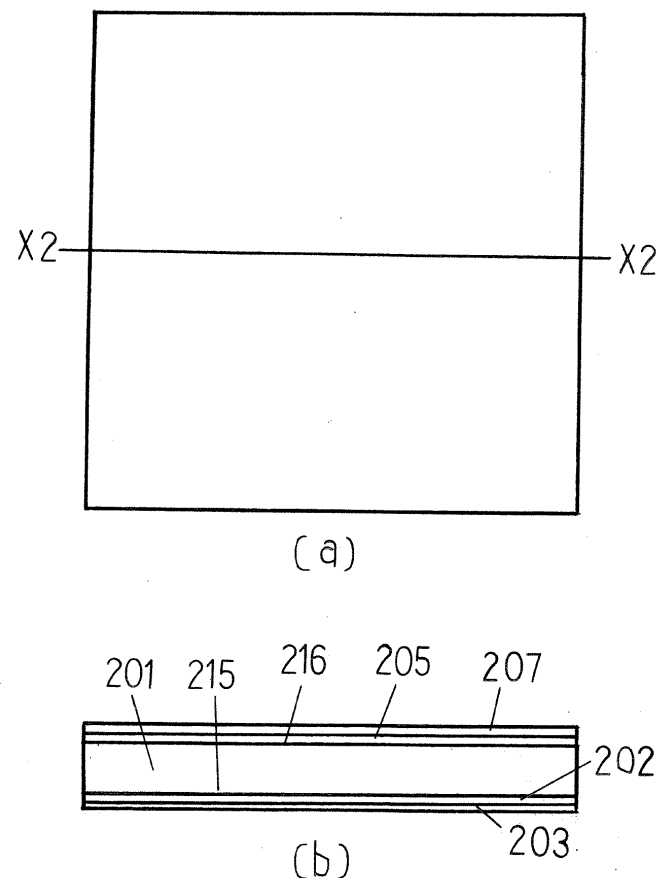
VHFプラズマによる基板2枚重ね合わせ法／特開2018-014537

201・・・n型の単結晶シリコン基板、202、
202-b・・・i型アモルファスシリコン膜、2
03、203-b・・・光反射防止膜、204、2
04-b・・・第2のi型アモルファスシリコン
膜、205、205-b・・・第1のi型アモル
ファスシリコン膜、206、206-b・・・n型
アモルファスシリコン膜、207、207-
b・・・p型アモルファスシリコン膜、208・・・
第2の透明導電膜、209・・・第1の透明
導電膜、210・・・第2の集電電極、21
1・・・第1の集電電極、212・・・絶縁溝、
213・・・透明導電膜、214・・・開口、21
5、215-b・・・n型の単結晶シリコン基板
の表面、216、216-b・・・n型の単結晶シ
リコン基板の裏面、



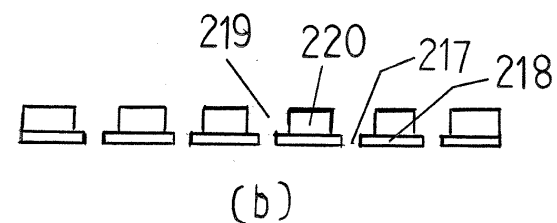
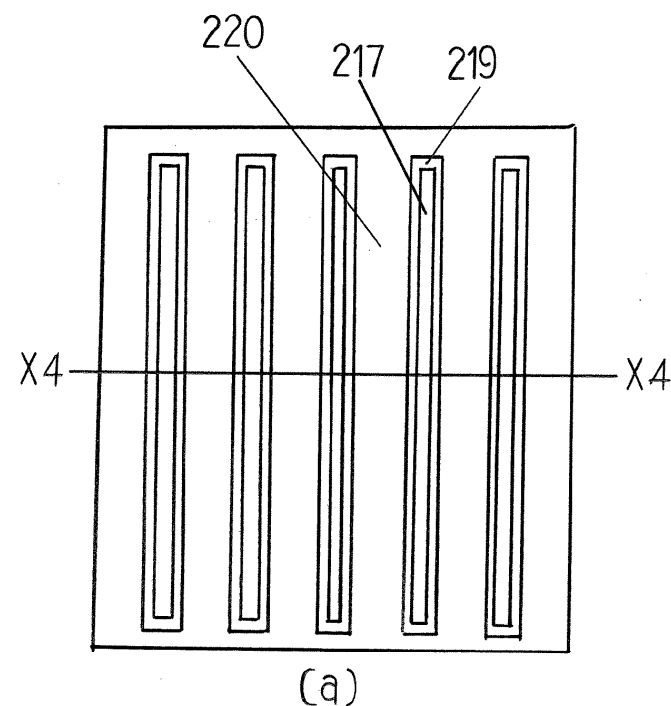
VHFプラズマによる基板2枚重ね合わせ法／特開2018-014537

201・・・n型の単結晶シリコン基板、202、202-b・・・i型アモルファスシリコン膜、203、203-b・・・光反射防止膜、204、204-b・・・第2のi型アモルファスシリコン膜、205、205-b・・・第1のi型アモルファスシリコン膜、206、206-b・・・n型アモルファスシリコン膜、207、207-b・・・p型アモルファスシリコン膜、208・・・第2の透明導電膜、209・・・第1の透明導電膜、210・・・第2の集電電極、211・・・第1の集電電極、212・・・絶縁溝、213・・・透明導電膜、214・・・開口、215、215-b・・・n型の単結晶シリコン基板の表面、216、216-b・・・n型の単結晶シリコン基板の裏面、



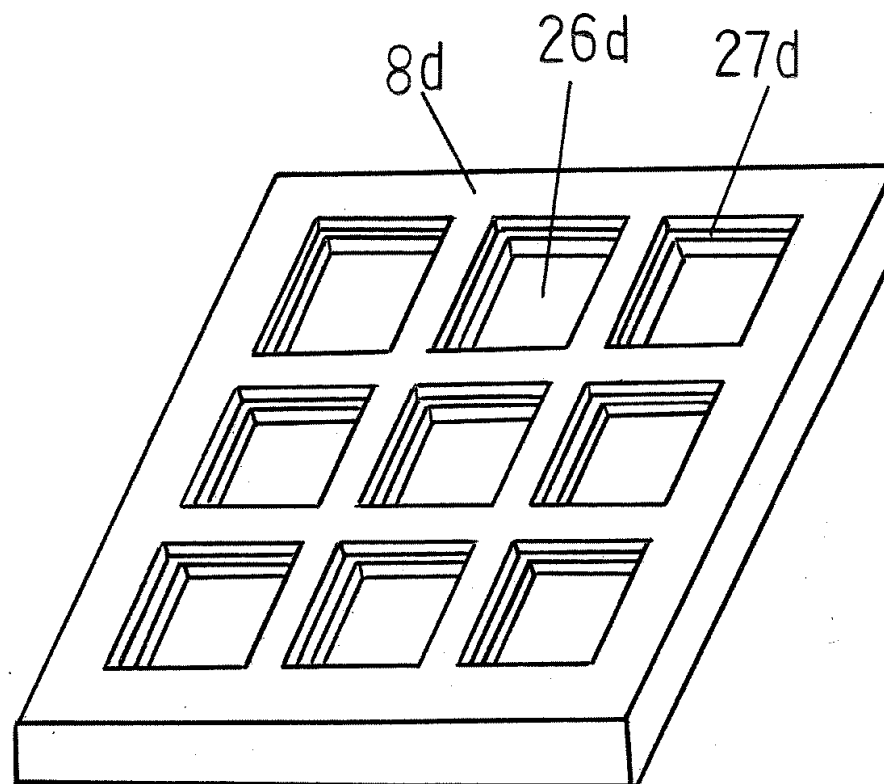
VHFプラズマによる基板2枚重ね合わせ法／特開2018-014537

212・・・絶縁溝、213・・・透明導電膜、214・・・開口、215、215－b・・・n型の単結晶シリコン基板の表面、216、216－・・・n型の単結晶シリコン基板の裏面、217・・・第1の遮蔽マスクの開口、218・・・第1の遮蔽マスク、219・・・第2の遮蔽マスクの開口、220・・・第2の遮蔽マスク、227・・・レーザービーム。



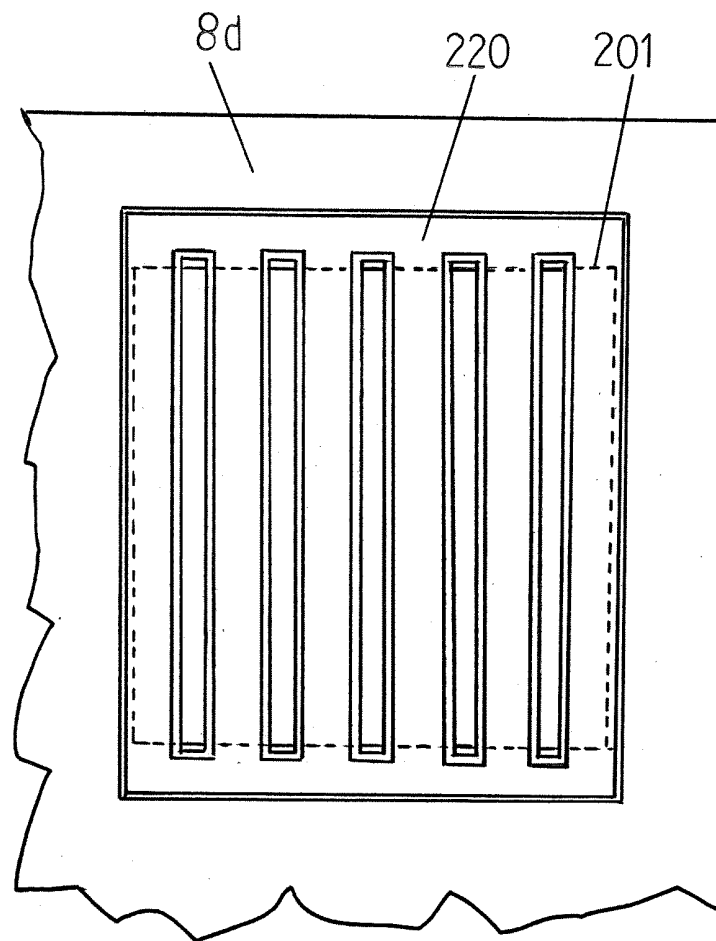
VHFプラズマによる基板2枚重ね合わせ法／特開2018-014537

基板保持手段



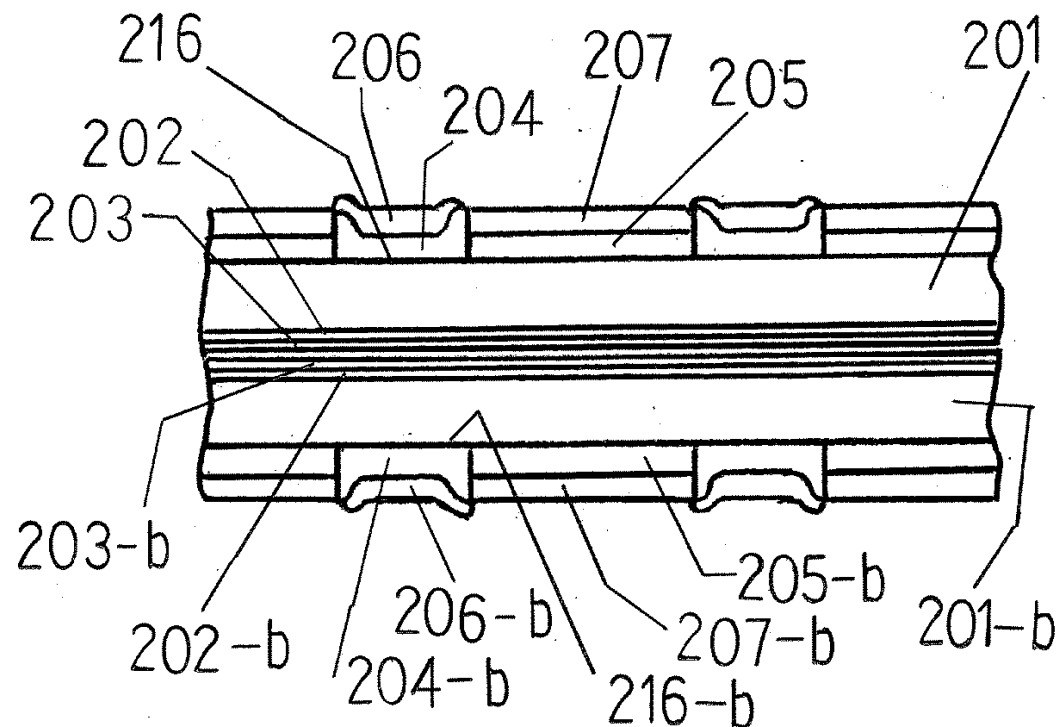
VHFプラズマによる基板2枚重ね合わせ法／特開2018-014537

201・・・n型の単結晶シリコン基板、
220・・・第2の遮蔽マスク、



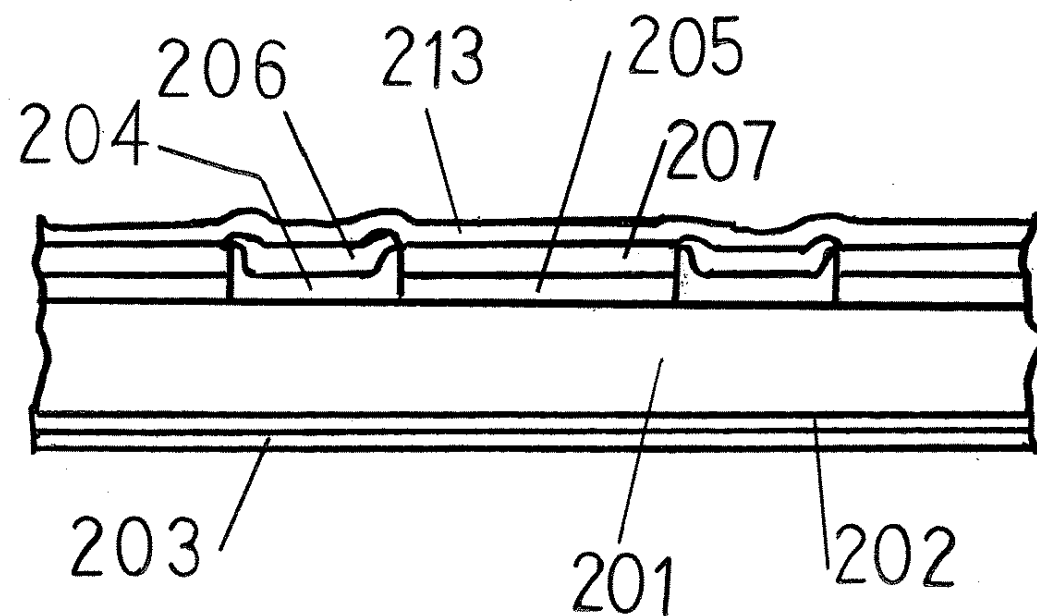
VHFプラズマによる基板2枚重ね合わせ法／特開2018-014537

201・・・n型の単結晶シリコン基板、
 202、202-b・・・i型アモルファスシリコン膜、203、203-b・・・光反射防止膜、204、204-b・・・第2のi型アモルファスシリコン膜、205、205-b・・・第1のi型アモルファスシリコン膜、206、206-b・・・n型アモルファスシリコン膜、207、207-b・・・p型アモルファスシリコン膜、208・・・第2の透明導電膜、209・・・第1の透明導電膜、210・・・第2の集電電極、211・・・第1の集電電極、212・・・絶縁溝、213・・・透明導電膜、214・・・開口、215、215-b・・・n型の単結晶シリコン基板の表面、216、216-b・・・n型の単結晶シリコン基板の裏面、



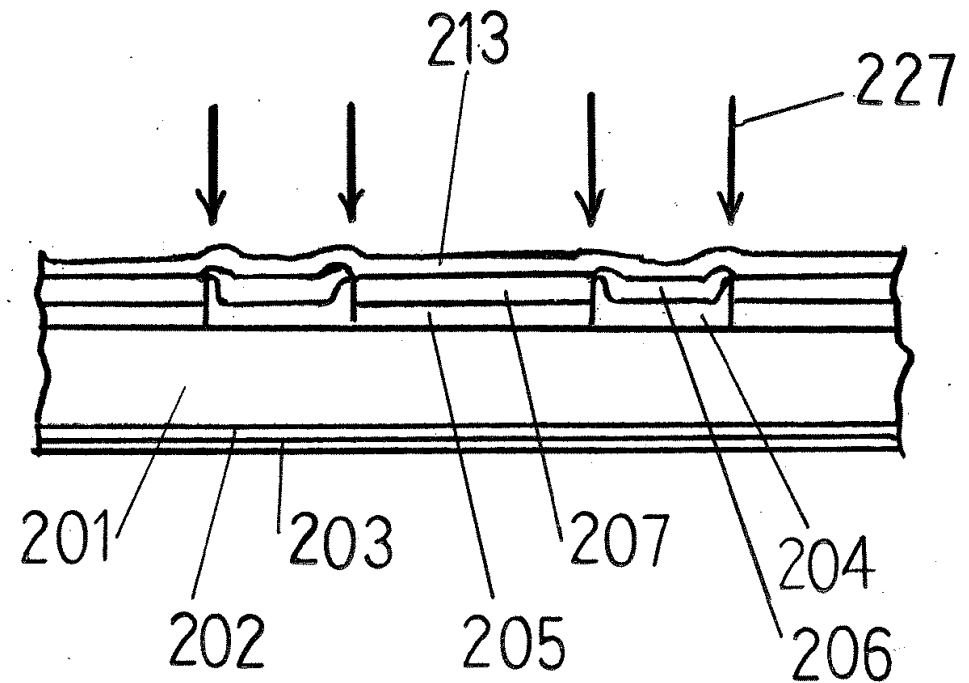
VHFプラズマによる基板2枚重ね合わせ法／特開2018-014537

201・・・n型の単結晶シリコン基板、
 202、202-b・・・i型アモルファスシリコン膜、203、203-b・・・光反射防止膜、204、204-b・・・第2のi型アモルファスシリコン膜、205、205-b・・・第1のi型アモルファスシリコン膜、206、206-b・・・n型アモルファスシリコン膜、207、207-b・・・p型アモルファスシリコン膜、208・・・第2の透明導電膜、209・・・第1の透明導電膜、210・・・第2の集電電極、211・・・第1の集電電極、212・・・絶縁溝、213・・・透明導電膜、214・・・開口、215、215-b・・・n型の単結晶シリコン基板の表面、216、216-b・・・n型の単結晶シリコン基板の裏面、



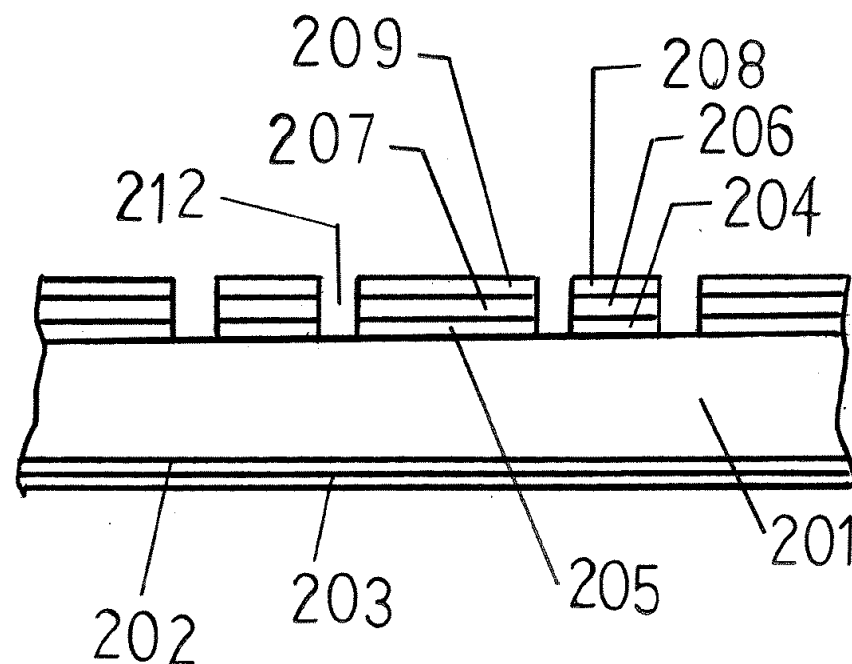
VHFプラズマによる基板2枚重ね合わせ法／特開2018-014537

201・・・n型の単結晶シリコン基板、202、202-b・・・i型アモルファスシリコン膜、203、203-b・・・光反射防止膜、204、204-b・・・第2のi型アモルファスシリコン膜、205、205-b・・・第1のi型アモルファスシリコン膜、206、206-b・・・n型アモルファスシリコン膜、207、207-b・・・p型アモルファスシリコン膜、208・・・第2の透明導電膜、209・・・第1の透明導電膜、210・・・第2の集電電極、211・・・第1の集電電極、212・・・絶縁溝、213・・・透明導電膜、214・・・開口、215、215-b・・・n型の単結晶シリコン基板の表面、216、216-b・・・n型の単結晶シリコン基板の裏面、
227・・・レーザビーム。



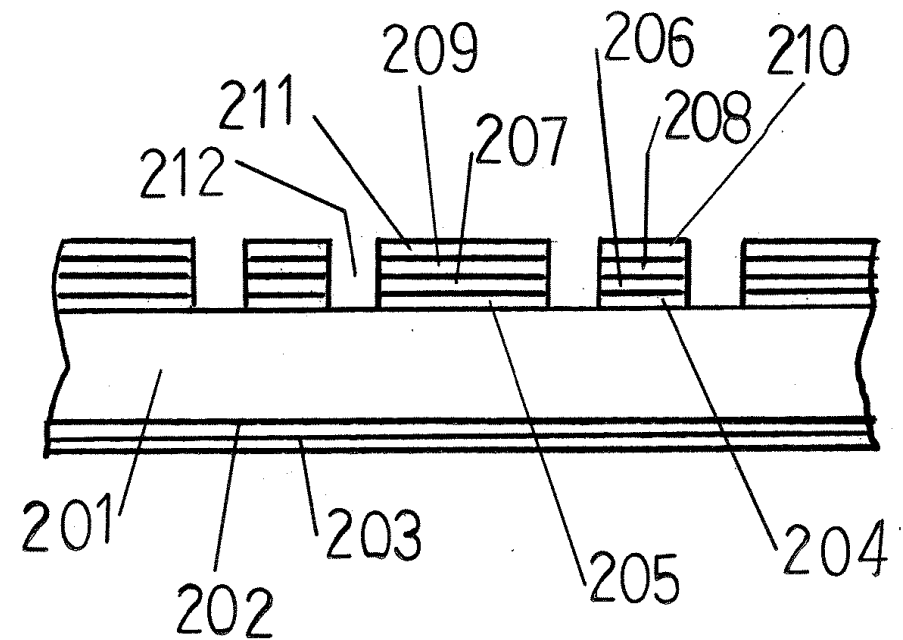
VHFプラズマによる基板2枚重ね合わせ法／特開2018-014537

201・・・n型の単結晶シリコン基板、202、202-b・・・i型アモルファスシリコン膜、203、203-b・・・光反射防止膜、204、204-b・・・第2のi型アモルファスシリコン膜、205、205-b・・・第1のi型アモルファスシリコン膜、206、206-b・・・n型アモルファスシリコン膜、207、207-b・・・p型アモルファスシリコン膜、208・・・第2の透明導電膜、209・・・第1の透明導電膜、210・・・第2の集電電極、211・・・第1の集電電極、212・・・絶縁溝、213・・・透明導電膜、214・・・開口、215、215-b・・・n型の単結晶シリコン基板の表面、216、216-b・・・n型の単結晶シリコン基板の裏面、



VHFプラズマによる基板2枚重ね合わせ法／特開2018-014537

201・・・n型の単結晶シリコン基板、
 202、202-b・・・i型アモルファスシリコン膜、203、203-b・・・光反射防止膜、204、204-b・・・第2のi型アモルファスシリコン膜、205、205-b・・・第1のi型アモルファスシリコン膜、206、206-b・・・n型アモルファスシリコン膜、207、207-b・・・p型アモルファスシリコン膜、208・・・第2の透明導電膜、209・・・第1の透明導電膜、210・・・第2の集電電極、211・・・第1の集電電極、212・・・絶縁溝、213・・・透明導電膜、214・・・開口、215、215-b・・・n型の単結晶シリコン基板の表面、216、216-b・・・n型の単結晶シリコン基板の裏面、



イオンダメージ無しのパッシベーション膜形成法／特開2018-019107

【発明が解決しようとする課題】

(課題1)従来の技術では、高い製膜処理能力(高スループット)で、プラズマダメージ(イオン衝撃)が抑制されたパッシベーション膜を、形成することができない、という課題がある。従来のRFプラズマCVD装置は、大面積の基板への製膜が可能、即ち、製膜処理能力が高いという長所はあるが、電子温度が高く、プラズマ電位が高いというRFプラズマ固有の特徴によりプラズマダメージ(基板表面の損傷)が大きいという短所があるので、高効率のヘテロ接合バックコンタクト型太陽電池の製造には不適である。また、従来のVHFプラズマCVD装置は、電子温度が低く、プラズマ電位が低いというVHFプラズマ固有の特徴によりプラズマダメージ(基板表面の損傷)が小さいという長所があるが、大面積の基板への製膜が困難、即ち、製膜処理能力が低いという短所があるので、高効率のヘテロ接合バックコンタクト型太陽電池の製造には不適である。

(課題2)従来技術では、基板の両面(裏面と表面)への同時製膜ができないので、ヘテロ接合バックコンタクト型の太陽電池の製造プロセスで求められるi型アモルファスシリコン膜や窒化シリコン膜(SiN_x)等のパッシベーション膜の両面同時製膜というニーズに対応できない、という課題がある

イオンダメージ無しのパッシベーション膜形成法／特開2018-019107

【請求項1】

排気系を備えた反応容器と、前記反応容器に原料ガスを供給する原料ガス供給手段と、互いに対向して配置される第1の非接地電極と第1の接地電極から成る第1の一对の電極と、前記第1の一对の電極に高周波電力を供給し前記第1の一对の電極間に高周波プラズマを発生させる第1の電力供給手段と、互いに対向して配置される第2の非接地電極と第2の接地電極から成る第2の一对の電極と、前記第2の一对の電極に高周波電力を供給し前記第2の一对の電極間に高周波プラズマを発生させる第2の電力供給手段と、被製膜基板が載置される基板保持手段と、を備え、前記第1の接地電極と前記第2の接地電極は、多数の貫通孔を有し、対向し、かつ、離間して配置され、前記第1の非接地電極と前記第2の非接地電極は、それぞれ原料ガスを噴出する複数の原料ガス噴出孔を有し、前記基板保持手段は、前記被製膜基板と略一致した形状を有する貫通孔を少なくとも1以上有するとともに、前記第1の接地電極と前記第2の接地電極の略中間に配置されることを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項2】

前記第1の接地電極と前記第2の接地電極は、メッシュ状金属で構成されることを特徴とする請求項1に記載のプラズマCVD装置。

イオンダメージ無しのパッシベーション膜形成法／特開2018-019107

【請求項3】

前記第1の接地電極と前記第2の接地電極は、パンチング金属板で構成されることを特徴とする請求項1に記載のプラズマCVD装置。

【請求項4】

前記第1の接地電極と前記第2の接地電極が有する前記貫通孔の形状は、略円形あるいは略矩形であることを特徴とする請求項1に記載のプラズマCVD装置。

【請求項5】

前記基板保持手段が有する前記貫通孔の開口の周辺に、前記被製膜基板を保持するための基板保持部が設けられることを特徴とする請求項1から請求項4のいずれか1項に記載のプラズマCVD装置。

【請求項6】

前記第1の電力供給手段及び第2の電力供給手段の周波数は、13.56MHz、27.12MHz、40.68MHzあるいは60MHzであることを特徴とする請求項1から請求項5のいずれか1項に記載のプラズマCVD装置。

イオンダメージ無しのパッシベーション膜形成法／特開2018-019107

【請求項7】請求項1から請求項6までのいずれか1項に記載のプラズマCVD装置によって形成される薄膜を含んでなることを特徴とする結晶シリコン系太陽電池。

【請求項8】排気系を備えた反応容器と、前記反応容器に原料ガスを供給する原料ガス供給手段と、互いに対向して配置される第1の非接地電極と第1の接地電極から成る第1の一对の電極と、前記第1の一对の電極に高周波電力を供給し前記第1の一对の電極間に高周波プラズマを発生させる第1の電力供給手段と、互いに対向して配置される第2の非接地電極と第2の接地電極から成る第2の一对の電極と、前記第2の一对の電極に高周波電力を供給し前記第2の一对の電極間に高周波プラズマを発生させる第2の電力供給手段と、被製膜基板が載置される基板保持手段と、を備えたプラズマCVD装置を用いるプラズマCVD方法において、

前記第1の接地電極と前記第2の接地電極のそれぞれに多数のラジカル通過用貫通孔を設け、前記第1の接地電極と前記第2の接地電極を対向し、かつ、離間して配置するとともに、前記第1の非接地電極及び前記第2の非接地電極のそれぞれに原料ガス噴出孔を配置し、前記被製膜基板と略一致した形状を有する製膜用貫通孔を少なくとも1以上有する基板保持手段を用意し、前記基板保持手段を前記第1の接地電極と前記第2の接地電極の略中間に配置し、前記基板保持手段に被製膜基板を載置して、前記第1の非接地電極に備えられた複数の原料ガス噴出孔と前記第2の非接地電極に備えられた複数の原料ガス噴出孔から原料ガスを噴出させて、所定の条件でプラズマを生成し、前記第1の接地電極と前記第2の接地電極のそれぞれに備えられた前記ラジカル通過用貫通孔を通過したラジカルを用いて、前記被製膜基板の両面に薄膜を堆積させるようにしたことを特徴とするプラズマCVD法。

イオンダメージ無しのパッシベーション膜形成法／特開2018-019107

【発明の効果】

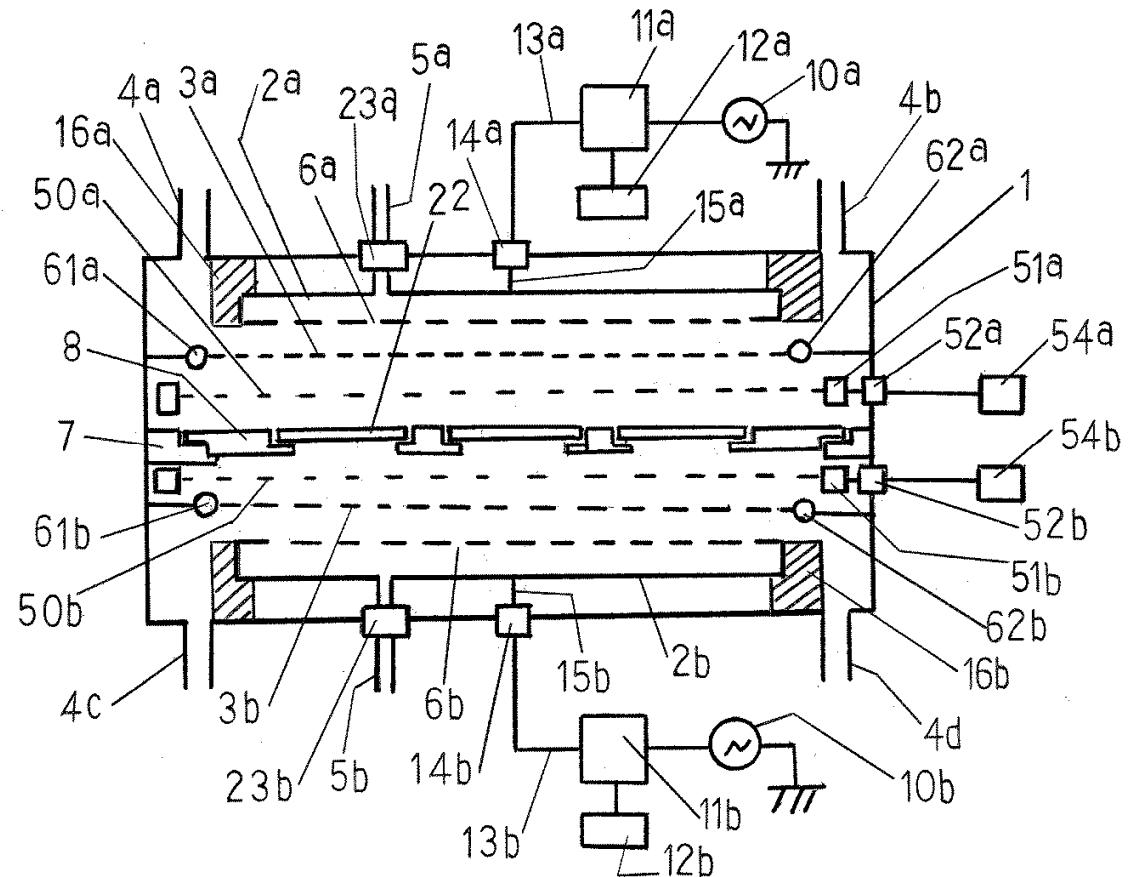
本発明により、高い製膜処理能力（高スループット）で、プラズマダメージ（イオン衝撃）が抑制されたパッシベーション膜を、形成することが可能になった。即ち、RFプラズマCVDが有する大面積の基板への製膜が可能で製膜処理能力が高いという長所を保持し、かつ、プラズマダメージ（基板表面の損傷）が大きいという短所を解消することが可能となった。

また、従来技術では困難である、基板の両面（裏面と表面）への同時製膜が可能となった。これにより、光電変換効率に優れたヘテロ接合バックコンタクト型の太陽電池のアモルファスシリコン系薄膜をプラズマダメージ（基板表面の損傷）無しで、高スループットで製造が可能であり、光電変換効率に優れたヘテロ接合バックコンタクト型の太陽電池の製造コストの低減化に貢献できるという、効果を奏する。

また、基板の両面（裏面と表面）への同時製膜が可能となったことから、製膜工程の削減及び生産性向上が可能となり、製造コストの低減に貢献できるという、効果を奏する。更に、プラズマCVD装置の設置台数を削減可能となり、装置導入費用の削減に、貢献できる、という効果を奏する。

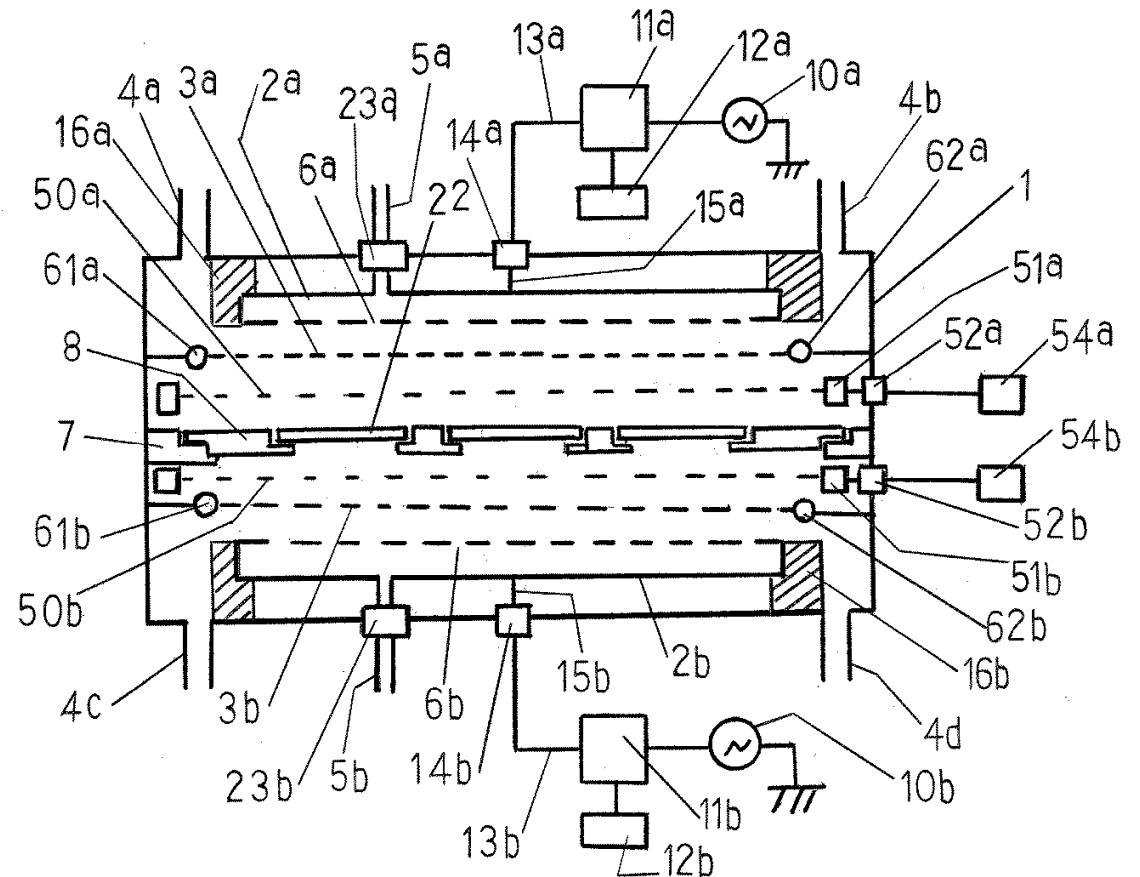
イオンダメージ無しのパッシベーション膜形成法／特開2018-019107

1・・・反応容器、2a、2b・・・
第1及び第2の非接地電極、
3a、3b、3c、3d、3e、3f・・・
第1、第2、第3、第4、第5及
び第6の接地電極、4a・・・
第1、第2、第3及び第4の排
気孔、5a・・・第1の原料ガス
供給管、5b・・・第2の原料
ガス供給管、6a・・・第1の原
料ガス噴出孔、6b・・・第2の
原料ガス噴出孔、7・・・基板
保持手段を保持する基板棚、
8、8a、8b・・・基板保持手段、



イオンダメージ無しのパッシベーション膜形成法／特開2018-019107

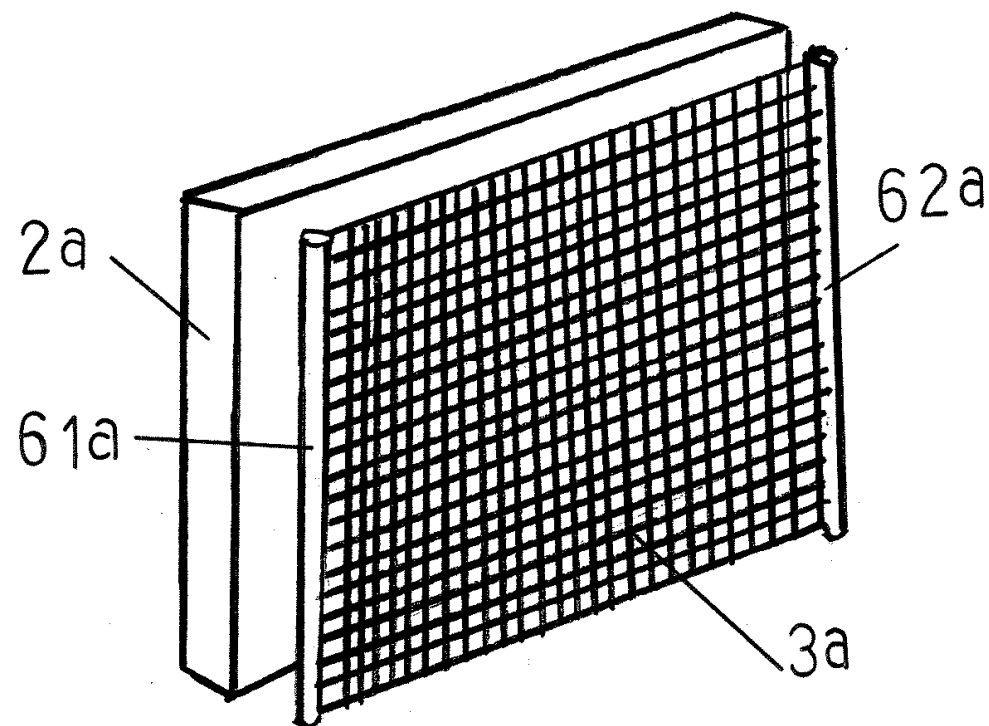
10a、10b…第1及び第2の高周波電源、11a、11b…第1及び第2のインピーダンス整合器、13a、13b…第1及び第2の同軸ケーブル、14a、14b…第1及び第2の真空用同軸型電流導入端子、15a、15b…第1及び第2の導電体、22、35、36…被製膜基板、26…貫通孔、27…コーナ部座繰り、22-a、22-b、35-c、36-c…i型アモルファスシリコン膜。



イオンダメージ無しのパッシベーション膜形成法／特開2018-019107

3a・・・メッシュ電極

61a、62a・・・メッシュ電極支持
棒

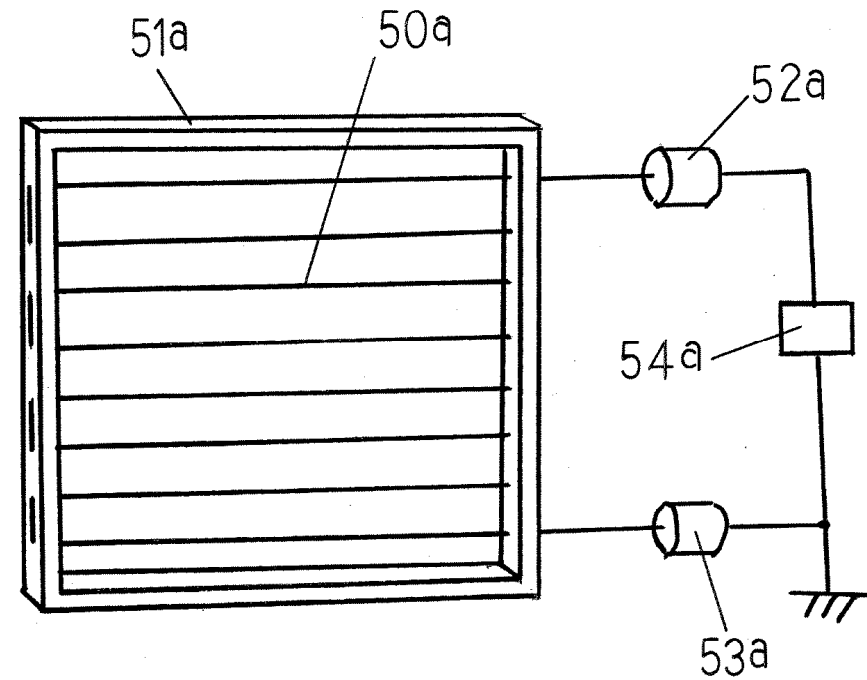


イオンダメージ無しのパッシベーション膜形成法／特開2018-019107

50a・・・抵抗線（発熱線）

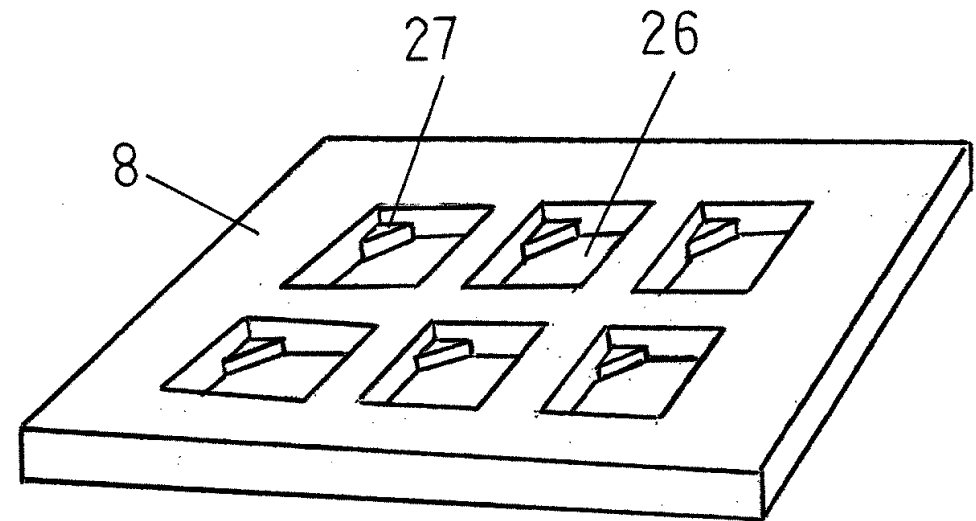
54a・・・電源

51a・・・絶縁材の枠



イオンダメージ無しのパッシベーション膜形成法／特開2018-019107

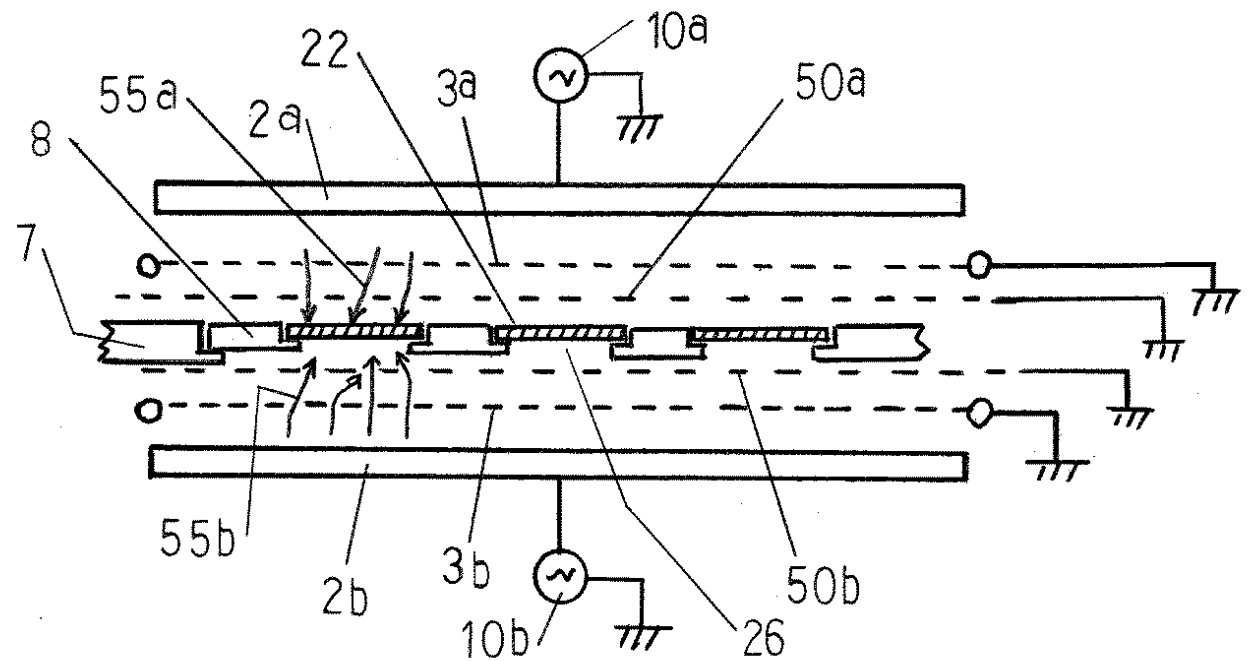
8、8a、8b・・・基板保持手段、
26・・・貫通孔、
27・・・コーナ一部座繰り、



イオンダメージ無しのパッシベーション膜形成法／特開2018-019107

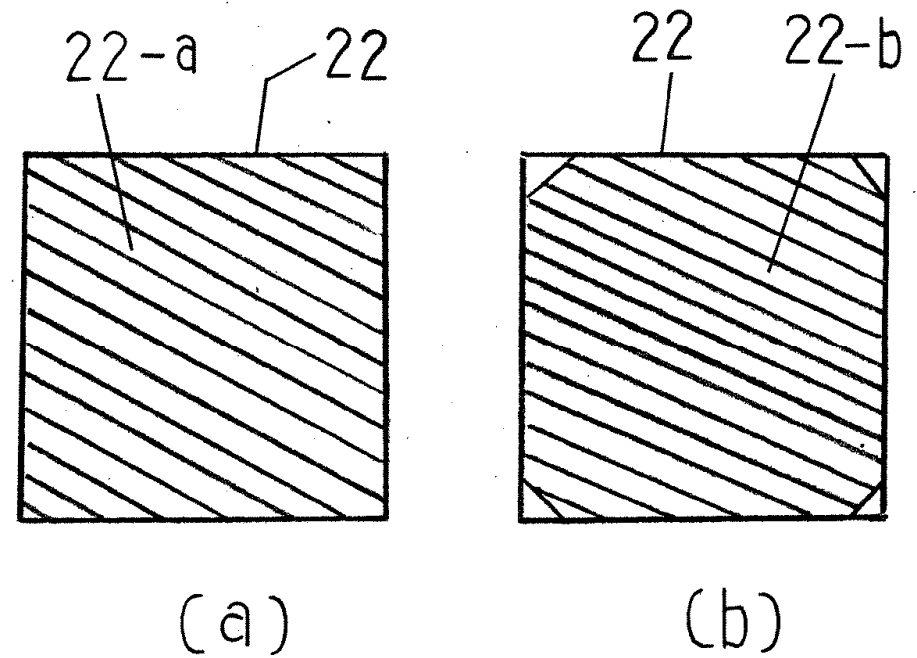
55a・・・ラジカル

55b・・・ラジカル



イオンダメージ無しのパッシベーション膜形成法／特開2018-019107

22、35、36・・・被製膜基板、
22-a、22b・・・膜



イオンダメージ無しのパッシベーション膜形成法／特開2018-019107

3c・・・パンチング金属板

65・・・ラジカル通過孔

