

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4770029号
(P4770029)

(45) 発行日 平成23年9月7日(2011.9.7)

(24) 登録日 平成23年7月1日(2011.7.1)

(51) Int. Cl.		F I	
HO 1 L	21/205 (2006.01)	HO 1 L	21/205
BO 1 J	19/08 (2006.01)	BO 1 J	19/08 H
C 2 3 C	16/509 (2006.01)	C 2 3 C	16/509
HO 1 L	31/04 (2006.01)	HO 1 L	31/04 V
HO 5 H	1/46 (2006.01)	HO 5 H	1/46 A

請求項の数 5 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2001-12702 (P2001-12702)	(73) 特許権者	000000099 株式会社 I H I 東京都江東区豊洲三丁目 1 番 1 号
(22) 出願日	平成13年1月22日 (2001.1.22)	(74) 代理人	100083806 弁理士 三好 秀和
(65) 公開番号	特開2002-217119 (P2002-217119A)	(72) 発明者	伊藤 憲和 東京都府中市四谷5丁目8番1号 アネル パ株式会社内
(43) 公開日	平成14年8月2日 (2002.8.2)	審査官	大塚 徹
審査請求日	平成19年11月29日 (2007.11.29)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマCVD装置及び太陽電池の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 及び第 2 の真空室を仕切り弁を介して連結し、それぞれの真空室にガス供給口及び排気口を設け、内部に給電部及び接地部を有する誘導結合型電極と、基板両面が露出するように外周端部を保持した基板ホルダとを配置したプラズマCVD装置であって、

前記誘導結合電極を複数個、同一平面内に配置した電極列を、前記第 1 の真空室に n 層 (n は 2 以上の整数)、前記第 2 の真空室に (n - 1) 層設け、

前記第 1 の真空室内における n 層の前記電極列のうち隣り合う電極列の間に基板ホルダが 2 個ずつ位置するように 2 (n - 1) 個の前記基板ホルダを前記第 1 の真空室に搬送し、ガス供給口を介して第 1 の薄膜形成用ガスを導入するとともに給電部に高周波電力を供給してプラズマを発生させ、誘導結合型電極に面した基板の表面上に第 1 の薄膜を形成した後、

前記第 1 の薄膜が形成された面と反対側の基板の表面が誘導結合型電極に面するように、前記基板ホルダを前記第 2 の真空室に搬送し、ガス供給口を介して第 2 の薄膜形成ガスを導入するとともに給電部に高周波電力を供給してプラズマを発生させ、前記第 1 の薄膜が形成された表面とは反対側の基板の表面に第 2 の薄膜を形成する構成としたことを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項 2】

第 1 及び第 2 の真空室を仕切り弁を介して連結し、それぞれの真空室にガス供給口及び排気口を設け、内部に給電部及び接地部を有する誘導結合型電極と、基板両面が露出する

ように外周端部を保持した基板ホルダとを配置したプラズマCVD装置であって、

前記誘導結合電極を複数個、同一平面内に配置した電極列を、前記第2の真空室にn層
(nは2以上の整数)、前記第1の真空室に(n-1)層設け、

一对の前記基板ホルダの間に前記第1の真空室内における前記各電極列が一つずつ位置するように2(n-1)個の基板ホルダを前記第1の真空室に搬送し、ガス供給口を介して第1の薄膜形成用ガスを導入するとともに給電部に高周波電力を供給してプラズマを発生させ、誘導結合型電極に面した基板の表面上に第1の薄膜を形成した後、

前記第1の薄膜が形成された面と反対側の基板の表面が誘導結合型電極に面するように、前記基板ホルダを前記第2の真空室に搬送し、ガス供給口を介して第2の薄膜形成ガスを導入するとともに給電部に高周波電力を供給してプラズマを発生させ、前記第1の薄膜が形成された表面とは反対側の基板の表面に第2の薄膜を形成する構成としたことを特徴とするプラズマCVD装置。

10

【請求項3】

前記第1の薄膜形成前の処理室として、基板両面に第3の薄膜を形成する処理室を設け、該処理室を、ガス供給口及び排気口を設けた真空室内に、給電部と接地部とを有する誘導結合型電極を複数個、同一平面内に配置した電極列を、前記基板ホルダの両側に配置する構成としたことを特徴とする請求項1又は2に記載のプラズマCVD装置。

【請求項4】

ガス供給口と排気口とを備えた第1及び第2真空室を設け、給電部と接地部とを有する誘導結合型電極を複数個、同一平面内に配置した電極列を、前記第1の真空室にn層(nは2以上の整数)、前記第2の真空室に(n-1)層配置し、

20

基板両面が露出するように外周端部を保持した基板ホルダを2(n-1)個、搭載したキャリアを、前記第1の真空室内におけるn層の前記電極列のうち隣り合う電極列の間に基板ホルダが2個ずつ入るように前記第1の真空室に搬送し、ガス供給口を介して第1の薄膜形成用ガスを導入するとともに誘導結合型電極の給電部に高周波電力を供給してプラズマを発生させ、該誘導結合型電極に面した基板の表面上に第1の薄膜を形成した後、

前記第1の薄膜が形成された面と反対側の基板の表面が誘導結合型電極に面するように、前記基板ホルダが搭載された前記キャリアを前記第2の真空室に搬送し、ガス供給口を介して第2の薄膜形成ガスを導入するとともに誘導結合型電極の給電部に高周波電力を供給してプラズマを発生させ、前記第1の薄膜が形成された表面とは反対側の基板の表面に第2の薄膜を形成することを特徴とする太陽電池の製造方法。

30

【請求項5】

ガス供給口と排気口とを備えた第1及び第2真空室を設け、給電部と接地部とを有する誘導結合型電極を複数個、同一平面内に配置した電極列を、前記第2の真空室にn層(nは2以上の整数)、前記第1の真空室に(n-1)層配置し、

基板両面が露出するように外周端部を保持した基板ホルダを2(n-1)個、搭載したキャリアを、一对の前記基板ホルダの間に前記第1の真空室内における前記各電極列が一つずつ位置するように前記第1の真空室に搬送し、ガス供給口を介して第1の薄膜形成用ガスを導入するとともに誘導結合型電極の給電部に高周波電力を供給してプラズマを発生させ、該誘導結合型電極に面した基板の表面上に第1の薄膜を形成した後、

40

前記第1の薄膜が形成された面と反対側の基板の表面が誘導結合型電極に面するように、前記基板ホルダが搭載された前記キャリアを前記第2の真空室に搬送し、ガス供給口を介して第2の薄膜形成ガスを導入するとともに誘導結合型電極の給電部に高周波電力を供給してプラズマを発生させ、前記第1の薄膜が形成された表面とは反対側の基板の表面に第2の薄膜を形成することを特徴とする太陽電池の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、プラズマCVD法及び装置に係り、特に、基板の両面に膜厚均一性に優れた薄膜を形成することができるプラズマCVD法及び装置に関する。

50

【 0 0 0 2 】

【 従来 の 技 術 】

太陽電池は、基板上にSiや化合物半導体等を用いてpn接合又はpin接合を形成し、表面から入射する太陽光を光電変換する構成のものが一般的に用いられているが、発電量増大を目的に、基板の裏面側から入射する光を利用する太陽電池が提案されている。この太陽電池は、例えば図7に示した構造をなし、i型の結晶シリコン101の両側にそれぞれp型アモルファスSi(p型a-Si)膜102、n型アモルファスSi(n型a-Si)膜103をプラズマCVD法により堆積し、さらにこれらの上にスパッタ法により透明電極104、スクリーン印刷法により集電電極105を形成して作製される。

【 0 0 0 3 】

a-Si膜の堆積には、例えば図8(b)に示した平行平板型のプラズマCVD装置が用いられる。この装置は、ロードロック室110、加熱室120、a-Si膜を堆積するプラズマCVD(PCVD)室130及び冷却室140とから構成される。各室はゲートバルブ106を介して連結され、i型シリコン基板101は図8(a)に示したように、裏板となる基板ホルダ107上に取り付けられ、図8(b)の矢印の方向に、順次搬送される。即ち、図8(a)の如く基板を基板ホルダ上に取り付けた後、基板ホルダをロードロック室110に挿入し室内を排気する。ゲートバルブを開いて加熱室120へ搬送してヒータ121により基板を所定の温度に加熱した後、平行平板型PCVD室130に搬送する。PCVD室130に基板ホルダが搬送されると、薄膜形成用ガス(SiH₄/PH₃ガス)を導入し、高周波電極131に高周波電力を供給してプラズマを発生させ、シリコン基板101上にn型a-Si膜を形成する。その後、基板ホルダは冷却室140に送られる。

【 0 0 0 4 】

基板温度が下がった後、冷却室140を大気に戻して基板ホルダ107を取り出し、基板の反対側にp型a-Si膜を形成するためにシリコン基板101を反転させる。この基板ホルダを、再び、図8(b)のプラズマCVD装置のロードロック室に入れ、同様の処理を繰り返し行い、p型a-Si膜を堆積してpin接合が形成される。なお、PCVD室には薄膜形成用ガスとしてSiH₄/B₂H₆ガスが導入される。

この後、シリコン基板101はスパッタ装置で両面にITO等の透明導電膜が形成され、続いてスクリーン印刷等により集電電極を形成して太陽電池を完成する。

【 0 0 0 5 】

【 発 明 が 解 決 し よ う と す る 課 題 】

以上述べたように、従来、a-Si膜の堆積には、平行平板型プラズマCVD装置が用いられていた。しかし、平行平板型PCVD装置で、高抵抗基板や絶縁性基板上に薄膜を形成する場合、基板の裏面に裏板がないと高周波電流が基板を通して流れにくくなり、基板表面でのプラズマ密度が著しく低下する。その結果、基板中心部と周辺部で膜厚の差が生じ、膜厚均一性の良好な薄膜は得られにくいという欠点がある。これは基板が大きくなるとより顕著になる。従って、膜厚均一性の高い薄膜を形成するには、高周波電流の通路となる裏板が不可欠となり、このため、基板両面成膜の生産性が著しく低下するという問題があった。即ち、片面に薄膜を形成した後、取り出して基板を反転させる作業が必要となり、またこれに伴い、ロードロック室の排気、冷却室のベント及び基板加熱・冷却工程が2回必要となる。

さらに、スループットを上げるためには、図8(b)に示した装置が2組必要となるため、生産装置全体の大型化、コスト増大を招かざるを得ないという問題があった。

【 0 0 0 6 】

このような状況において、本発明は、基板の反転工程を不要とし、基板の両面に膜厚均一性に優れた薄膜を形成可能なプラズマCVD法及び装置を提供することを目的とする。

【 0 0 0 7 】

【 課 題 を 解 決 す る た め の 手 段 】

本発明の第1の要旨は、ガス供給口と排気口とを設けた真空室内に、給電部と接地部とを

10

20

30

40

50

有する誘導結合型電極を少なくとも2つ配置し、基板両面が露出するように基板の外周端部を保持した基板ホルダを前記2つの誘導結合型電極の間に挿入配置した構造のプラズマCVD装置であって、前記ガス供給系から薄膜形成用ガスを導入するとともに前記給電部に高周波電力を供給して前記誘導結合型電極に沿ってプラズマを発生させ、基板の両面に薄膜を同時又は順に形成する構成としたことを特徴とするプラズマCVD法及びプラズマCVD装置に存在する。

【0008】

ここで、前記真空室に第2のガス供給口を設け、2種類のガスの導入と2つの誘導結合型電極への電力の供給を同時に切り替える構成とすることにより、基板両面に異なる薄膜を形成することができる。さらに、仕切板を設け、仕切板と基板ホルダで分割された2つの成膜空間にそれぞれ異なるガスが相互に混じり合わずに流れるように、気流の調整や成膜空間ごとに排気口を設けることにより、基板両面に異なる薄膜を同時に形成することが可能となる。

さらにまた、前記誘導結合電極を複数個、同一平面内に配置した電極列を3層以上設け、該電極列層の間のそれぞれに前記基板ホルダを配置する構成とすることにより、極めて生産性の高いプラズマCVD装置を実現することができる。

【0009】

本発明の第2の要旨は、内部に給電部と接地部とを有する誘導結合型電極を配置し、ガス供給口と排気口とを設けた真空室を2つ連結配置したプラズマCVD装置であって、基板両面が露出するように外周端部を保持した基板ホルダを前記2つの真空室の第1の真空室に搬送し、ガス供給口を介して第1の薄膜形成用ガスを導入するとともに誘導結合型電極の給電部に高周波電力を供給してプラズマを発生させ、該誘導結合型電極に面した基板の表面上に第1の薄膜を形成した後、前記基板ホルダを前記第1の薄膜が形成された面と反対側の面が誘導結合型電極に面するように第2の真空室に搬送し、ガス供給口を介して第2の薄膜形成ガスを導入するとともに誘導結合型電極の給電部に高周波電力を供給してプラズマを発生させ、前記第1の薄膜が形成された表面とは反対側の基板表面に第2の薄膜を形成する構成としたことを特徴とするプラズマCVD法及びプラズマCVD装置に存在する。

また、量産性の高い装置とするには、前記誘導結合電極を複数個、同一平面内に配置した電極列を、前記第1の真空室（又は第2の真空層）に n 層（ n は2以上の整数）、前記第2の真空室（又は第1の真空層）に（ $n - 1$ ）層設け、該電極列層の間に2個の基板ホルダを配置するようにすればよい。

【0010】

【発明の実施の形態】

以下に本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。

（第1の実施の形態）

本発明の第1の実施の形態を図1に示す。図1は、図7に示した太陽電池の生産に用いられるプラズマCVD装置の一例を示す模式図である。

プラズマCVD装置は、図1(a)に示すように、ロードロック室10、加熱室20、第1プラズマCVD(PCVD)室30、第2PCVD室40及び冷却室50から構成され、各室はゲートバルブ61～64を介して連結されている。

基板1は基板両面の薄膜形成面が露出するように基板ホルダ3に保持される。これは、例えば、図1(f)に示したように、基板の周辺端部を開口を有する平板4及び押え板5で挟持し、ネジ6で固定すればよい。

【0011】

複数の基板を保持した基板ホルダ3はキャリア2に取り付けられ（図1(e)）、各室に敷設されたレール上を図1(a)の矢印の方向に搬送され、各室で所定の処理がなされる。即ち、基板ホルダはロードロック室10から加熱室20に搬送され、ここで赤外線ランプ等のヒータにより基板ホルダ3の両側から加熱処理され、所定温度まで加熱される。その後、第1PCVD室30、第2PCVD室40に順次搬送され、基板の両面にそれぞれ

n型 a - S i 膜及び p 型 a - S i 膜が形成される。薄膜形成後、基板ホルダは冷却室 5 0 で所定温度まで冷却され、外部に取り出され、I T O 等の透明導電膜及び集電電極の形成装置に搬送される。なお、冷却室の代わりにスパッタ室を連結し、a - S i 膜形成後、すぐに透明導電膜を形成する装置構成とすることもできる。

【 0 0 1 2 】

第 1 P C V D 室 3 0 の構造を、図 1 (b)、(c) を用いて説明する。

図 1 (b) 及び (c) は、室内部を、それぞれ正面から見た模式図及び搬送方向に向かって見た模式図である。P C V D 室には薄膜形成用ガス (例えば S i H ₄ / P H ₃ ガス) の供給配管 3 1 及び排気口 3 2 が設けられ、室内部には中央で折り返した形状の誘導結合型電極 3 3 が配設されている。誘導結合型電極 3 3 の一端部の給電部 3 4 は、同軸ケーブル 8 を介して高周波電源 7 に接続され、他端部の接地部 3 5 は室壁に連結され接地されている。

10

【 0 0 1 3 】

基板ホルダ 3 を搭載したキャリア 2 が P C V D 室 3 0 に搬入されると、破線で示す位置にあった基板ホルダ固定治具 3 6 を閉じて実線で示すように基板ホルダを両側から当接させて固定する。この状態で、ガス供給配管 3 1 を通して S i H ₄ / P H ₃ ガスを室内に導入し、所定の圧力に設定した後、高周波電力を誘導結合型電極 3 3 に供給する。電極 3 3 に沿ってプラズマが発生し、電極 3 3 に面した基板表面に n 型 a - S i 膜が堆積する。この際、基板成膜面の反対側にもガスは流れ込むがプラズマは基板ホルダ及び基板ホルダ固定治具により遮蔽され、裏側に回り込むことはなく、電極と反対側の基板表面に薄膜は形成されない。

20

【 0 0 1 4 】

所定の膜厚が形成された後、電力の供給、ガス導入を停止して、室内を排気する。続いて、ゲートバルブ 6 3 を開け基板ホルダを第 2 P C V D 室 4 0 に搬送する。図 1 (d) は、第 2 P C V D 室内部を搬送方向に向かって見たときの模式図であり、誘導結合型電極 4 3 を基板ホルダに対して反対側の位置に配置した以外は、第 1 P C V D 室と同じ構成である。第 2 P C V D 室 4 0 に基板ホルダが搬送されると、基板ホルダ固定治具 4 6 が閉じ、基板ホルダは固定される。ここで、ガス供給配管 4 1 を通して、室内に S i H ₄ / B ₂ H ₆ ガスを導入し、誘導結合型電極 4 3 に高周波電力を供給して、n 型 a - S i 膜が形成された面と反対側の基板表面に p 型 a - S i 膜が堆積する。このようにして、i 型結晶シリコン基板の両側に p 型 a - S i 及び n 型 a - S i 膜が堆積し、p i n 接合が形成される。以上のように、基板ホルダ 3 をキャリア 2 に載せて各室を順次搬送することにより、連続して基板の両面に p 型及び n 型 a - S i 膜を形成することが可能となる。

30

【 0 0 1 5 】

上述したように、従来の平行平板型 P C V D 装置で膜厚均一性に優れた薄膜を形成するには、基板の成膜面と反対側に裏板を配置する必要があるため、両面成膜を行うには基板の反転工程が不可欠となり、しかも加熱・冷却工程等が 2 回必要となる。一方、本発明のプラズマ C V D 装置では、基板を反転する必要がなく、しかも基板の加熱、冷却工程が 1 回ですむため、処理室数の低減とともにスループットを向上させることができる。また、従来の装置で高スループット生産を行うには、ロードロック室、加熱室、P C V D 室、冷却室が 2 組必要となるが、図 1 に示した実施の形態では、P C V D 室は 2 つ必要とするものの、他の処理室は 1 つでよく、装置全体の設置面積及びコストを大幅に低減することができる。

40

【 0 0 1 6 】

図 1 では、U 字型の誘導結合型電極を示したが、中央で折り返した形状の誘導結合型電極は、U 字型以外に例えば「コ」の字型のような矩形のもので良い。ここで、給電部 3 4 及び接地部 3 5 と折り返し部との間の距離を、高周波の励振波長の略 1 / 2 又はその自然数倍とするのが好ましく、これにより安定した放電を発生・維持することができる。なお、折り返し部とは、U 字型の場合、曲率を有する半円状の部分をいい、「コ」の字型の場合は 2 本の直線電極の間の直線部をいう。これらの電極は、例えば一本の棒材を折り曲げ

50

て一体に形成したものである必要はなく、例えば2本の直線状電極を金属板等で接続・固定した構造であっても良い。

さらに、本発明においては、棒状の電極を用いることもできる。この両端を給電部と接地部とし、給電部と接地部との距離を励振波長の略 $1/2$ 又はその自然数倍とするのが好ましい。

【0017】

(第2の実施の形態)

図1のプラズマCVD装置では、p型及びn型a-Si膜を異なるPCVD室で堆積する構成としたが、1つのPCVD室内で基板の両面に異なる薄膜を形成することも可能である。これを可能とする本発明の第2の実施の形態を図2に示す。装置全体としては、図2(a)に示したように、PCVD室が1つになった以外は、図1と同じ構成である。

10

【0018】

本実施の形態のプラズマCVD室30は、図2(b)、(c)に示したように、室内に2つの誘導結合型電極が配置され、それぞれの給電部34、34'が高周波電源に接続される。この2つの電極の間に、基板ホルダが搬入され、固定される。また、PCVD室には2種類の薄膜形成用ガス(SiH₄/PH₃ガス及びSiH₄/B₂H₆ガス)の供給配管31、31'が連結されている。

【0019】

この装置では、PCVD室30に基板ホルダが搬送されてくると、まず、ガス供給配管31を通してSiH₄/PH₃ガスを室内に導入し、所定圧力に設定した後、電極33に高周波電力を供給して電極33に沿ってプラズマを発生させる。これにより、電極33に面した基板上にn型a-Si膜が堆積する。所定膜厚の薄膜が堆積した後、電力及びガスの供給を停止し、室内を排気する。

20

続いて、ガス供給配管31'を通してSiH₄/B₂H₆ガスを導入し、同様にして電極33'に電力を供給してプラズマを発生させ、電極33'に面した基板上に所定膜厚のp型a-Si膜を堆積してpin接合を形成する。この後、冷却室50に搬送され、冷却された後外部に取り出される。

以上のようにして、同一室内で異なる種類の薄膜を形成することが可能となる。

【0020】

(第3の実施の形態)

図2の例では、n型a-Si膜形成後、p型a-Si膜を形成する構成としたが、2種類の薄膜を同時に形成することも可能である。同時成膜を可能とした第3の実施の形態を図3に示す。

30

プラズマCVD装置としては、図3に示したPCVD室を除いて、図2(a)と同じ構成である。本実施の形態のPCVD室は、次の点で図2(b)、(c)と異なる。即ち、図2では、n型又はp型a-Si膜の成膜空間に生成させるプラズマが反対側の成膜空間へ拡散し、p型又はn型成膜面に薄膜が形成されるのを防止する程度の遮蔽で十分であった。しかし、第3の実施形態では、基板ホルダ固定治具36の長さはできるだけ室の長さに近い近づけて、n型及びp型a-Si膜の成膜空間を相互のガスによる汚染(クロスコンタミネーション)を防ぐように分離する仕切板の役割を担わせる。また、室の長さは、基板ホルダ長さと同程度とし、隙間を小さくする。さらに、それぞれの成膜空間に対応して、2つのガス供給配管及び排気口32、32'を設けてある。この場合、排気口32及び32'の下流において排気ガスを集合し(32'')、排気系を一列としている。

40

【0021】

2種類のガスを同時に導入すると、基板ホルダ及び仕切板と室内壁との間の隙間を通してガスが互いに流れ込む場合もあるが、p型及びn型のキャリア濃度は膜中に含有されるP元素とB元素との濃度差によりほぼ決定される。従って、n型a-Si膜に含まれるP元素の数密度と比較して微量のB元素が混入しても、あるいはこれとは逆に、p型a-Si膜に含まれるB元素の数密度と比較して微量のP元素が混入しても、太陽電池特性には殆ど影響せず、所望の特性の太陽電池を得ることができる。

50

このように、同一室内で同時成膜を行うことにより、PCVD室の運転間隔をさらに短縮することができる。

なお、本実施の形態においては、2つ成膜空間のそれぞれに排気口を設けた構成としたが、例えば真空室底壁の中央部に排気口を1つ設ける構成とすることも可能である。また、仕切板についても、基板ホルダ固定治具を兼用したため、仕切板が基板ホルダに当接する構造としたが、基板ホルダ固定治具が必要ない場合あるいは別途仕切板を配置する場合は、必ずしも仕切板を基板ホルダに当接させる必要はなく、隙間があっても気流の調節等によりクロスコンタミネーションを抑制することができる。

【0022】

(第4の実施の形態)

上記実施の形態では、シリコン基板上に直接p型及びn型a-Si膜を形成する製造装置及び製造方法について述べてきたが、p/i接合及びi/n接合部の欠陥を低減して、太陽電池特性を向上させるためには、p型及びn型a-Si膜を形成する前に、基板両面の結晶シリコン上にi型a-Si膜を形成するのが好ましい。このための装置構成を、本発明の第4の実施の形態として、図4に示した。

【0023】

図4のプラズマCVD装置は、図2(a)のプラズマCVD装置のPCVD室30の前に、i型a-Si膜堆積用のPCVD室70を配設したものである。PCVD室70は、図2(b)、(c)と同じ構造を有し、SiH₄ガスの供給配管を1つ連結したものである。SiH₄ガスを導入後、2つの誘導結合型電極に同時に高周波電力を供給し、基板の両面に同じi型a-Si膜を堆積する。

n型及びp型a-Si膜の形成方法については、第2の実施の形態と同じである。

【0024】

(第5の実施の形態)

次に、本発明の第5の実施の形態として、極めて生産性の高いプラズマCVD装置を説明する。図1～図4のプラズマCVD室は、1つの基板ホルダに保持された基板の両面に薄膜を連続して形成する構成であるが、より生産性を向上させるには、より多くの基板を基板ホルダに保持させ、かつ複数の基板ホルダを同時に処理できる構成とするのが好ましい。本発明の誘導結合型電極を用いたプラズマCVD室はこの拡張を容易に行うことができ、この量産対応の装置構成例を図5及び図6に示す。

【0025】

図5(a)、(b)は、図2の装置に対応する量産装置のPCVD室内部を、それぞれ正面から及び搬送方向に向かって見たときの模式図である。図5(a)に示すように、基板ホルダ面に対向して誘導結合型電極を同一平面内に複数配置したため、より大型の基板ホルダ(即ち、多数の基板を保持した基板ホルダ)に対して成膜処理を行うことができる。また、図5(b)に示すように、基板ホルダと電極列層とを交互に配置するだけで、1つの真空室内で多数の基板ホルダの成膜処理を行うことができる。

【0026】

即ち、ガス供給配管31を通してSiH₄/PH₃ガスを導入し、電極33, 33"に電力を供給して、これらの基板に対向する基板面上にn型a-Si膜を形成する。続いて、ガスをSiH₄/B₂H₆ガスに切り替え、電極33', 33'''に電力を供給して、これらの電極に面した基板面上にp型a-Si膜を形成する。ここで、電極基板面間距離は、30mm程度まで小さくすることができるため、小さな空間に多数の基板ホルダ及び電極を配置することができる。

なお、図5の構造は2つの薄膜を基板両面に別々に堆積する場合であるが、図3に示した同時成膜装置の場合も同様に構成すればよい。

【0027】

図6(a)、(b)は、図1の装置に対応する量産装置の第1及び第2PCVD室内部を、搬送方向に向かって見たときの模式図である。この場合は、2つの誘導結合型電極列層の間に2つの基板ホルダを配置する構成となる。

10

20

30

40

50

【0028】

以上、本発明を結晶シリコン基板の両面に a - Si 膜を形成する方法及びその装置について述べてきたが、本発明は、これに限るものではなく、太陽電池以外の種々の用途、例えば、ガラスやプラスチック基板の表面改質等にも好適に適用される。

【0029】

【発明の効果】

本発明により、基板の裏板なしに均一性に優れた薄膜を形成することが可能となり、その結果、基板の反転工程が不要となり、しかも加熱・冷却工程等を減らすことができるため、両面成膜の生産性を著しく向上させることができる。

さらに、基板ホルダと誘導結合型電極を交互に配置した構成が可能となり、多数の基板を同時処理可能な極めて量産性に優れたプラズマ C V D 装置を提供することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態のプラズマ C V D 装置を示す模式図である。

【図2】第2の実施の形態のプラズマ C V D 装置を示す模式図である。

【図3】第3の実施の形態のプラズマ C V D 装置を示す模式図である。

【図4】第4の実施の形態のプラズマ C V D 装置を示す模式図である。

【図5】図2の量産対応装置を示す模式図である。

【図6】図1の量産対応装置を示す模式図である。

【図7】太陽電池の構造を示す模式図である。

【図8】従来のプラズマ C V D 装置を示す模式図である。

20

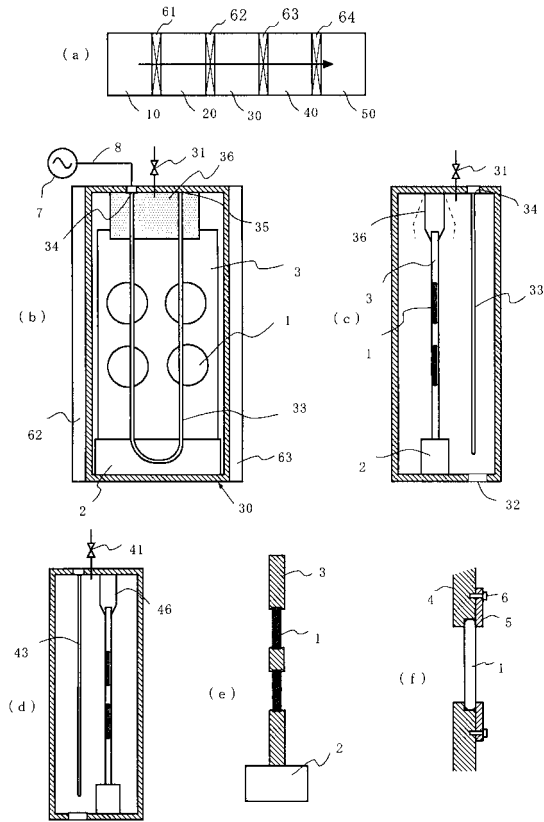
【符号の説明】

- 1 基板、
- 2 キャリア、
- 3 基板ホルダ、
- 7 高周波電源、
- 8 同軸ケーブル、
- 10、110 ロードロック室、
- 20、120 加熱室、
- 30、40、70、130 プラズマ C V D 室、
- 31、41 ガス供給配管、
- 32 排気口、
- 33、43 誘導結合型電極、
- 34 給電部、
- 35 接地部、
- 36 基板ホルダ固定治具、
- 50、140 冷却室、
- 61～64、106 ゲートバルブ、
- 101 i型結晶 Si、
- 102 p型 a - Si、
- 103 n型 a - Si、
- 104 透明電極、
- 105 集電電極。

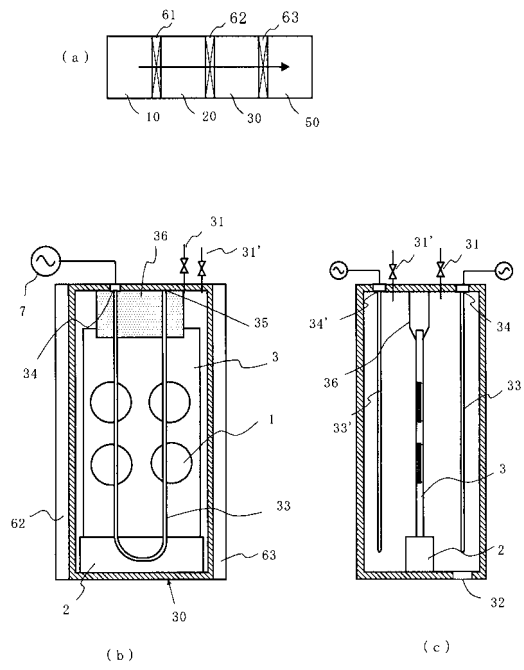
30

40

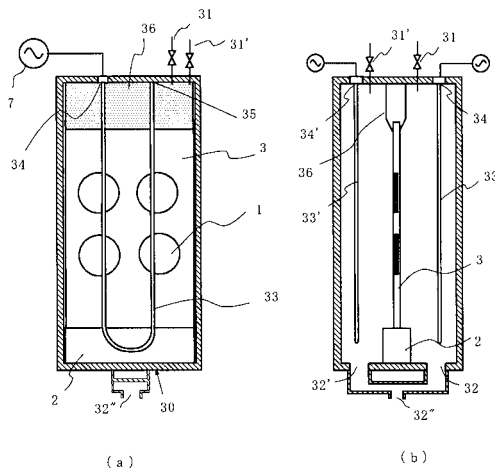
【図1】



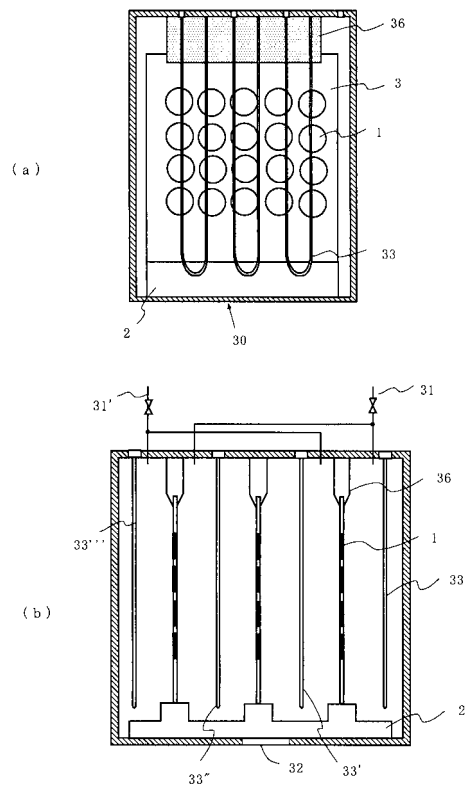
【図2】



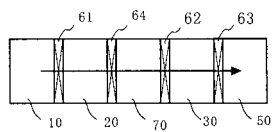
【図3】



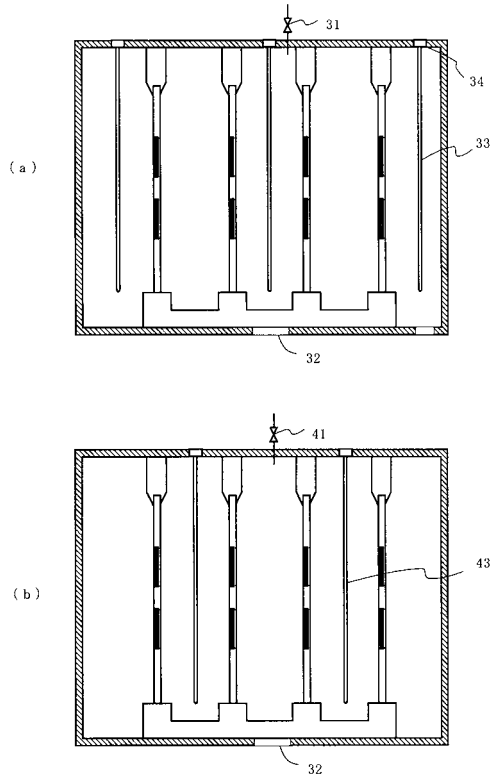
【図5】



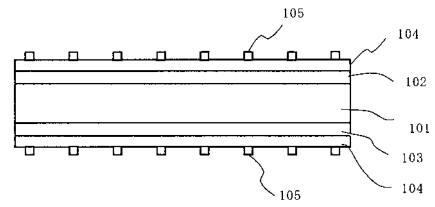
【図4】



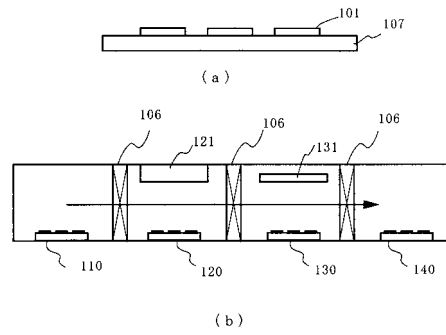
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特表2000-510643(JP,A)
特開2000-345351(JP,A)
特開平03-013578(JP,A)
特開昭63-276222(JP,A)
特開2000-012471(JP,A)
特開平09-106952(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/205
C23C 16/00~16/56