

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5892802号
(P5892802)

(45) 発行日 平成28年3月23日 (2016. 3. 23)

(24) 登録日 平成28年3月4日 (2016. 3. 4)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 21/266 (2006. 01)

H O 1 L 21/265 M

H O 1 J 37/317 (2006. 01)

H O 1 J 37/317 B

H O 1 L 21/265 (2006. 01)

H O 1 L 21/265 G O 3 D

請求項の数 9 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2012-26715 (P2012-26715)
 (22) 出願日 平成24年2月9日 (2012. 2. 9)
 (65) 公開番号 特開2013-165131 (P2013-165131A)
 (43) 公開日 平成25年8月22日 (2013. 8. 22)
 審査請求日 平成26年5月21日 (2014. 5. 21)

(73) 特許権者 000002107
 住友重機械工業株式会社
 東京都品川区大崎二丁目1番1号
 (74) 代理人 100105924
 弁理士 森下 賢樹
 (74) 代理人 100109047
 弁理士 村田 雄祐
 (74) 代理人 100109081
 弁理士 三木 友由
 (74) 代理人 100116274
 弁理士 富所 輝観夫
 (72) 発明者 曾我 知洋
 神奈川県横須賀市夏島町19番地 住友重
 機械工業株式会社横須賀製造所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 イオン注入方法、搬送容器及びイオン注入装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

大気中において、太陽電池用の基板を収容するトレイと該トレイに対して移動可能なように連結機構で一体化されたマスクとを有する搬送容器における該マスクを、前記基板に対して位置決めされた状態で該基板の表面の一部の領域を覆う第1の位置、または前記基板の表面上から退避した第2の位置、に配置する配置工程と、

真空中において、前記マスクが前記第1の位置にある状態で、前記基板の表面の第1の領域にイオン注入を行う第1の注入工程と、

真空中において、前記マスクが前記第2の位置にある状態で、前記基板の表面の第2の領域にイオン注入を行う第2の注入工程と、

を含むことを特徴とするイオン注入方法。

【請求項 2】

前記配置工程において、前記マスクを第1の位置に配置し、

前記第1の注入工程の後に前記第2の注入工程を実行することを特徴とする請求項1に記載のイオン注入方法。

【請求項 3】

前記基板をアニールするアニール工程を含み、

前記アニール工程は、前記第2の注入工程の後に、前記マスクを前記第2の位置に配置した状態で実行されることを特徴とする請求項1または2に記載のイオン注入方法。

【請求項 4】

真空中において、前記マスクを前記第 1 の位置と前記第 2 の位置との間で移動させる移動工程を含むことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載のイオン注入方法。

【請求項 5】

前記第 1 の注入工程と前記第 2 の注入工程との間に前記移動工程を実行することを特徴とする請求項 4 に記載のイオン注入方法。

【請求項 6】

イオン注入装置の内部へ太陽電池用の基板を搬送する搬送容器であって、
太陽電池用の基板を所定の位置に収容するトレイと、
前記基板に対して位置決めされた状態で該基板の表面の一部の領域を覆う第 1 の位置と、
前記基板の表面上から退避した第 2 の位置との間を移動するマスクと、
前記マスクが前記第 1 の位置と前記第 2 の位置との間で移動できるように、前記マスクと前記トレイとを連結する連結機構と、
を備えることを特徴とする搬送容器。

10

【請求項 7】

前記トレイは、前記基板を所定の位置に位置決めする位置決め部を有し、
前記マスクは、前記第 1 の位置において前記基板または前記トレイに対して当接することで位置決めされる当接部を有する、
ことを特徴とする請求項 6 に記載の搬送容器。

【請求項 8】

前記トレイは、複数の前記基板を基板毎に収容する複数の収容部を有することを特徴とする請求項 6 または 7 に記載の搬送容器。

20

【請求項 9】

太陽電池用の基板にイオンを注入するイオン注入装置であって、
請求項 6 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の搬送容器が載置される載置部と、
前記搬送容器が収容する基板に対してイオン注入を行うイオン注入源と、
イオン注入源が配置された処理室を真空状態にする真空装置と、
前記搬送容器を前記載置部から前記処理室まで搬送する搬送部と、
真空状態である前記処理室において、前記搬送容器のマスクを前記第 1 の位置と前記第 2 の位置との間で移動させる移動機構と、
を備えることを特徴とするイオン注入装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、イオン注入方法、搬送容器及びイオン注入装置に関する。

【背景技術】

【0002】

太陽電池は、シリコンなどの半導体材料が光を吸収した際に発生する電子正孔対が、電池内部に形成された p n 接合等による電界によって、電子は n 層側へ、正孔は p 層側へ移動することで、外部回路へ電流として取り出される。p n 接合やコンタクト層の形成には、局所的に不純物の濃度や種類を異ならせる処理が必要である。このような処理の一つとして、イオン注入技術が利用されている。

40

【0003】

例えば、特許文献 1 には、太陽電池の効率が向上する不純物プロファイルを実現すべく、基板表面に複数回のイオン注入を行う装置が開示されている。この装置では、真空状態の装置内で基板に対して第 1 のイオン注入を行った後、装置の内部において基板の上にマスクを配置し、引き続き第 2 のイオン注入が行われる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特表 2011-513997 号公報

50

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

しかしながら、真空中の装置内部における基板とマスクとの位置決めは容易ではない。また、マスクが消耗したり汚れたりした場合には交換する必要があるが生じるが、真空状態を解除して装置を停止させなければならず、装置停止時間の増大による太陽電池の生産コストの上昇を招くことになる。

【0006】

本発明のある態様の例示的な目的のひとつは、太陽電池用の基板表面へのイオン注入を行う装置における生産性を向上する技術を提供することにある。

10

【課題を解決するための手段】**【0007】**

上記課題を解決するために、本発明のある態様のイオン注入方法は、大気中において、太陽電池用の基板を収容するトレイと一体的に用いられるマスクを、基板に対して位置決めされた状態で該基板の表面の一部の領域を覆う第1の位置、または基板の表面上から退避した第2の位置、に配置する配置工程と、真空中において、マスクが第1の位置にある状態で、基板の表面の第1の領域にイオン注入を行う第1の注入工程と、真空中において、マスクが第2の位置にある状態で、基板の表面の第2の領域にイオン注入を行う第2の注入工程と、を含む。

20

【0008】

本発明の別の態様は、搬送容器である。この搬送容器は、イオン注入装置の内部へ太陽電池用の基板を搬送する搬送容器であって、太陽電池用の基板を所定の位置に収容するトレイと、基板に対して位置決めされた状態で該基板の表面の一部の領域を覆う第1の位置と、基板の表面上から退避した第2の位置との間を移動するマスクと、マスクが第1の位置と第2の位置との間で移動できるように、マスクとトレイとを連結する連結機構と、を備える。

【0009】

本発明の更に別の態様は、イオン注入装置である。このイオン注入装置は、太陽電池用の基板にイオンを注入するイオン注入装置であって、搬送容器が載置される載置部と、搬送容器が収容する基板に対してイオン注入を行うイオン注入源と、イオン注入源が配置された処理室を真空状態にする真空装置と、搬送容器を載置部から処理室まで搬送する搬送部と、真空状態である処理室において、搬送容器のマスクを第1の位置と第2の位置との間で移動させる移動機構と、を備える。

30

【発明の効果】**【0010】**

本発明によれば、太陽電池用の基板表面へのイオン注入を行う装置における生産性を向上できる。

【図面の簡単な説明】**【0011】**

【図1】図1(a)は、第1の実施の形態に係る搬送容器の上面図、図1(b)は、図1(a)のA-A断面図である。

40

【図2】搬送容器のトレイ部分の上面図である。

【図3】図1(b)に示すB領域の拡大図である。

【図4】図4(a)、図4(b)は、トレイとマスクとの連結機構の一例を模式的に示した図である。

【図5】第1の実施の形態に係るイオン注入装置の構成を模式的に示した図である。

【図6】図6(a)～図6(c)は、第1の実施の形態に係るイオン注入方法による、基板内での不純物濃度の変化を説明するための模式図である。

【図7】第1の実施の形態に係るイオン注入方法の概略を説明するためのフローチャートである。

50

【図 8】第 2 の実施の形態に係るイオン注入装置の構成を模式的に示した図である。

【図 9】図 9 (a) ~ 図 9 (c) は、第 2 の実施の形態に係るイオン注入方法による、基板内での不純物濃度の変化を説明するための模式図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 2 】

以下、本発明を実施するための形態について詳細に説明する。なお、以下に述べる構成は例示であり、本発明の範囲を何ら限定するものではない。

【 0 0 1 3 】

本実施の形態に係るイオン注入方法は、大気中において、太陽電池用の基板を収容するトレイと一体的に用いられるマスクを、基板に対して位置決めされた状態で該基板の表面の一部の領域を覆う第 1 の位置、または基板の表面上から退避した第 2 の位置、に配置する配置工程と、真空中において、マスクが第 1 の位置にある状態で、基板の表面の第 1 の領域にイオン注入を行う第 1 の注入工程と、真空中において、マスクが第 2 の位置にある状態で、基板の表面の第 2 の領域にイオン注入を行う第 2 の注入工程と、を含む。ここで、「表面」とは、基板の上、下いずれかの面に限定されるものではなく、表裏の両面を含むものである。

【 0 0 1 4 】

このように、不純物をイオンとして注入する工程を少なくとも 2 段階含むイオン注入方法の場合、マスクを用いることで、各注入工程においてイオンが注入される領域をそれぞれ異ならせることができる。このような注入工程は、太陽電池セルの製造において、例えば、選択エミッタを形成する際に採用されうる。例えば、第 1 の注入工程は、選択エミッタの形成に使用できる。太陽電池用の基板としては、シリコンの単結晶ウェハなどが用いられる。

【 0 0 1 5 】

マスクは、基板の所定の領域を覆うことで、覆われた領域以外の基板表面にイオンが注入されることを許容する。マスクには、所定のパターンのスリットが形成されており、そのパターンに応じて基板表面にイオンが注入されるため、基板の所定の領域に精度よく不純物をドーピングする必要がある場合、基板とマスクとの位置決め精度が重要となる。

【 0 0 1 6 】

例えば、真空中の装置内部において基板に対してマスクを移動し、基板とマスクとの位置決めを行うことも可能であるが、精度の高い位置決めを迅速に行うことは困難であり、装置も複雑化する。また、マスクが消耗したり汚れたりした場合には交換する必要があるが、真空状態を解除して装置を停止させなければならず、装置停止時間の増大による太陽電池の生産コストの上昇を招くことになる。

【 0 0 1 7 】

これに対して、本実施の形態に係るイオン注入方法は、太陽電池用の基板を収容するトレイと一体的に用いられるマスクを、基板に対して位置決めされた状態でその基板の表面の一部の領域を覆う第 1 の位置、または基板の表面上から退避した第 2 の位置、に配置する工程を、大気中において行っている。そのため、トレイに対するマスクの配置を容易に行える。特に、大気中においてマスクを第 1 の位置に配置する場合は、イオン注入が行われる真空装置内で基板とマスクとの位置決めを改めて行う必要がない。また、トレイに対して大気中でマスクを配置するため、マスクの消耗や汚れを確認しやすく、交換も極めて容易となる。なお、「大気中」とは、必ずしも 1 気圧前後の雰囲気だけではなく、真空装置のような大掛かりな装置を必要とせずに簡便に実現できる作業雰囲気も含みうる。

【 0 0 1 8 】

マスクは、トレイと一体的に用いることが可能な形状であればよく、例えば、トレイと同程度の大きさで、基板を覆うような板状のカバー形状が好適である。これにより、基板を収容したトレイとマスクとを一体にした搬送容器の状態での厚みを薄くでき、積載スペースや搬送スペースを少なくできる。マスクは、例えば、シリコン、カーボン、ガラスなどの少なくとも一つを主成分とする材料が好適である。また、マスクは、例えば、金属や

セラミックスなどを用いることも可能である。

【0019】

ここで、マスクが「トレイと一体的に用いられる」とは、分離しないように互いに一部が連結されている場合だけではなく、分離可能な場合も含まれる。これらの場合、マスクとトレイとの間に他の部材が介されていてもよい。また、マスクが「基板に対して位置決めされた状態」とは、マスクが直接基板に対して位置決めされている状態だけではなく、他の部材（例えばトレイ）を介してマスクが間接的に基板に対して位置決めされている状態も含まれる。つまり、マスクとトレイとが位置決めされており、トレイと基板とが位置決めされている結果、マスクと基板とが位置決めされるような場合である。また、マスクが「基板の表面上から退避した」とは、基板の表面上から完全に退避した場合だけではなく、イオン注入の際にマスクが機能しない程度に基板の表面上から移動した場合も含まれる。

10

【0020】

[第1の実施の形態]

次に、イオン注入装置の構成を例示しながら、本実施の形態に係る搬送容器やイオン注入方法について説明する。

【0021】

(搬送容器)

図1(a)は、第1の実施の形態に係る搬送容器の上面図、図1(b)は、図1(a)のA-A断面図である。図2は、搬送容器のトレイ部分の上面図である。なお、図2ではマスクの図示を省略してある。

20

【0022】

図1に示す搬送容器10は、後述するイオン注入装置の内部へ太陽電池用の基板を搬送するためのものである。搬送容器10は、太陽電池用の基板11を所定の位置に収容するトレイ12と、基板の表面の一部の領域を覆うマスク14と、トレイ12とマスク14とを連結する連結機構(図1では不図示)とを備える。なお、連結機構の具体例については後述する。

【0023】

図2に示すように、トレイ12は、複数の基板11を基板毎に収容する複数の収容部12aを有している。本実施の形態に係るトレイ12の例では、収容部12aとして、縦3つ、横3つに区画された9つの凹部が形成されており、各凹部に基板11が収容される。各凹部は、基板サイズに合った正方領域であり、基板の許容誤差と収納余裕を有したものである。各凹部は、例えば、一辺が150~250mm程度の正方領域である。

30

【0024】

マスク14には、複数のスリット14aが形成されている。隣接するスリットとの間隔は、現行の選択エミッタの例では、2~4mm程度、ステンシル幅は100~500μm程度である。

【0025】

図3は、図1(b)に示すB領域の拡大図である。トレイ12は、収容部12aの外縁部12bが底部12cに向かって斜め(いわゆるテーパ)に形成されている。そのため、基板11をトレイ12に装着する際に、収容部12aの底部12cに対して基板11がずれた状態であっても、基板11の縁部11aが外縁部12bに沿って徐々に所定の位置である底部12cに向かってその位置が修正される。これにより、基板11は、最終的には底部12cの所定の位置に位置決めされることになる。このように、外縁部12bと底部12cとにより、基板11が所定の位置に位置決めされる。

40

【0026】

図4(a)、図4(b)は、トレイとマスクとの連結機構の一例を模式的に示した図である。図4(a)は、マスクが基板に対して位置決めされた状態でその基板の表面の一部の領域を覆う第1の位置P1にある状態を示し、図4(b)は、基板の表面上から退避した第2の位置P2にある状態を示している。

50

【 0 0 2 7 】

図 4 (a) に示す第 1 の位置 P 1 にあるトレイ 1 2 とマスク 1 4 とは、例えば、互いの一方に形成された溝 1 2 d (または凸条 1 4 b) と凸条 1 4 b (または溝 1 2 d) とが係合することで連結機構を実現している。これにより、マスク 1 4 を第 1 の位置 P 1 と第 2 の位置 P 2 との間で確実に移動させることができる。また、マスク 1 4 は、第 1 の位置 P 1 において基板 1 1 またはトレイ 1 2 に対して当接することで位置決めされる当接部 1 4 c を有する。これにより、マスク 1 4 を第 1 の位置 P 1 へ移動、配置させるだけで、基板 1 1 に対するマスク 1 4 の位置決めが可能となる。

【 0 0 2 8 】

(イオン注入装置)

図 5 は、第 1 の実施の形態に係るイオン注入装置 1 0 0 の構成を模式的に示した図である。図 5 に示すように、イオン注入装置 1 0 0 は、本実施の形態に係るイオン注入方法を提供するための装置である。イオン注入装置 1 0 0 は、搬送ロボット 1 1 2 から搬送された搬送容器 1 0 を一時的に收容し、かつ、大気から真空への連結をするための粗引き機構と窒素等によるベント機構とを有するロードロックチャンバ (以下、適宜「 L C 」と称する。) 1 1 4 と、真空状態またはそれに近い状態に維持され、各々イオン注入源 1 3 2 , 1 3 4 を有するプロセスチャンバ (以下、適宜「 P C 」と称する。) 1 1 8 a , 1 1 8 c と、その前後に配置され、内部にマスク駆動機構を有し、真空状態またはそれに近い状態に維持できる 3 つのバッファチャンバ (以下、適宜「 B C 」と称する) 1 1 6 , 1 1 8 b , 1 2 0 と、真空チャンバの外部へ搬送容器 1 0 を排出する際に、一時的に搬送容器 1 0 を留め置き、真空から大気への連結をするための、窒素等によるベント機構を有するアンロードロックチャンバ (以下、適宜「 U L C 」と称する。) 1 2 2 とを備える。

ここで B C 1 1 6 , 1 1 8 b , 1 2 0 は、真空連結による影響を緩和し、 P C 1 1 8 a と P C 1 1 8 c の圧力安定を目的として設置されるため、 L C 、 P C のサイズの工夫、マスク駆動機構の他への配置変えにより、省略することも可能である。

【 0 0 2 9 】

また、イオン注入装置 1 0 0 は、前工程から搬送ロボット 1 1 2 が運んできた搬送容器 1 0 が載置される載置部 1 2 4 と、前述の搬送容器 1 0 を載置部 1 2 4 から各チャンバに向けて搬送する搬送部 1 2 5 とを備える。前工程としては、基板の表面に凹凸 (テクスチャ) 構造を形成する工程が挙げられる。この工程は、太陽電池における光の吸収を高めるべく基板表面での光の散乱を実現するために行われる工程である。搬送部 1 2 5 は、例えば、ベルト駆動システムによって実現される。本実施の形態に係る搬送部 1 2 5 は、イオン注入装置 1 0 0 の内部を搬送容器 1 0 が直線的かつ連続的に移動できるように設けられている。

【 0 0 3 0 】

図 5 に示すイオン注入装置 1 0 0 では、搬送容器 1 0 は、大気中においてマスクを第 1 の位置 P 1 に配置した状態で載置部 1 2 4 に置かれる。載置部 1 2 4 に載置された搬送容器 1 0 は、搬送部 1 2 5 により L C 1 1 4 に送出される。 L C 1 1 4 に搬送容器が搬入されると、載置部 1 2 4 との間のゲートバルブ 1 2 6 が閉じられ、 L C 1 1 4 に接続されたラフィングポンプにより、 L C 1 1 4 が所定の粗引き真空度に達すると、 B C 1 1 6 との間のゲートバルブ 1 2 8 が開かれる。そして、搬送容器 1 0 が B C 1 1 6 へ送出された後に、ゲートバルブ 1 2 8 は閉じられ、 L C 1 1 4 は次の搬送容器の搬入のために、窒素等でベントされる。

【 0 0 3 1 】

B C 1 1 6 の内部は、ターボ分子ポンプ (以下、適宜「 T M P 」と称する。) 1 2 9 により常時高真空に維持されているため、 B C 1 1 6 に搬入された搬送容器は瞬時に高真空の雰囲気中に到達するとともに、この段階で、搬送容器 1 0 のマスクの位置を第 2 の位置 P 2 へ移動する。マスクの移動完了後、 B C 1 1 6 とイオン注入が行われる P C 1 1 8 との間に設けられているゲートバルブ 1 3 0 が開かれ、 B C 1 1 6 から P C 1 1 8 の内部へ搬送容器 1 0 がベルトに乗って搬送され、その後ゲートバルブ 1 3 0 は閉じられる。

【0032】

PC118は、途中にゲートバルブを配置せず、高真空で連結された3つの処理室PC118a, BC118b, PC118cで構成される。PC118a, 118cには、各々異なる条件でセッティング可能なイオン注入源132, 134配置されている。また、PC118a, BC118b, PC118cに対応した3つのTMP136, 138, 140が設けられている。TMP136, 138, 140は、PC118を真空状態にすることができる。

【0033】

図6(a)~図6(c)は、第1の実施の形態に係るイオン注入方法による、基板内での不純物濃度の変化を説明するための模式図である。以下では、基板11がp型シリコンウェハ(図6(a))の場合について説明するが、もちろんn型シリコンウェハの場合や、他の種類の半導体基板の場合であってもよい。

10

【0034】

PC118の内部に搬送された搬送容器10は、PC118aの段階では、マスク14が第2の位置P2に配置された状態である。この状態で、イオン注入源132は、n型の不純物を含むPH₃ガス等をアーク放電や高周波放電によりイオン化し、これを電界加速した後、基板11の表面全体に対してイオン注入する。これにより、図6(b)に示すように、基板11の表面全体にn層11bが形成される。

【0035】

その後、基板11を収容する搬送容器10は、次のBC118bに搬送される。真空が維持されている処理室118bにおいては、搬送容器10のマスク14が、第2の位置P2から第1の位置P1へ移動される。マスク14を第2の位置から第1の位置へ移動させる移動機構は種々あるが、例えば、PC118の内部に配置されたロボットアームにより実現してもよい。あるいは、搬送されてくる搬送容器10やマスク14の一部と係合することでマスク14をトレイ12に対して動かす係合部を、PC118の内部に設けてもよい。いずれにしても、これらの移動機構は、マスク14と基板11との精度の高い位置決めを必要とせず、マスク14を単に第1の位置P1と第2の位置P2との間で移動できるだけの機能があればよい。構成を簡易にできる。また、マスク14を単に第1の位置P1と第2の位置P2との間で移動するだけであれば、真空中であっても、特段の困難はない。

20

30

【0036】

マスク14が第1の位置P1に配置された状態の搬送容器10は、次のPC118cに搬送される。イオン注入源134は、n型の不純物を含むPH₃ガス等をアーク放電や高周波放電によりイオン化し、これを電界加速した後、基板11の表面の所定の領域に対してイオン注入する。これにより、図6(c)に示すように、基板11の表面の所定の領域に、n層11bよりも不純物濃度が高いn+層11cが形成される。このようなエミッタ構造は、選択エミッタ層と呼ばれるものであり、太陽電池製造の後工程において形成されるフィンガー(櫛歯)電極と基板11との接触抵抗の低減に寄与する。

【0037】

2段階の注入工程が終了すると、ゲートバルブ142が開かれ、搬送容器10が次のBCチャンバ120に搬送された後、ゲートバルブ142が閉じられる。真空チャンバ120には、所定の真空度を実現するためのTMP144が設けられている。ゲートバルブ142が閉じられると、真空チャンバ120とULC122との間にあるゲートバルブ145が開かれ、搬送容器10は、ULC122に搬送され、ゲートバルブ145が閉じられる。その後、ULC122は窒素等によりベントされ、続いてゲートバルブ146が開かれ、搬送容器10は、大気中に搬出される。搬送容器10が大気搬出されると、ゲートバルブ146は再び閉じられ、次の搬送容器10を搬出するために、ULC122はラフィングポンプにより、粗引きされる。イオン注入装置100の下流側には、イオン注入が行われた基板11を保持している搬送容器10を、その後の工程に搬送するための搬送ロボット148が配置されている。そして、搬送されてきた搬送容器10は、順次搬送口ボッ

40

50

ト 1 4 8 に收容され、後工程に運ばれる。なお、この時点でマスクに異常を発見した場合には容易に交換できるため、真空装置内のマスクの交換のように装置を停止する必要がなく、装置のダウンタイムの低減が図られ、生産性を向上できる。

【 0 0 3 8 】

図 7 は、第 1 の実施の形態に係るイオン注入方法の概略を説明するためのフローチャートである。上述のように、大気中において、マスク 1 4 をトレイ 1 2 に対して第 1 の位置 P 1 に配置した搬送容器 1 0 を準備する (S 1 0)。そして、搬送容器 1 0 をイオン注入装置 1 0 0 の内部へ搬送する (S 1 2)。搬送容器 1 0 は、B C 1 1 6 の内部において、マスク 1 4 が第 2 の位置 P 2 に移動させられる (S 1 6)。そして、P C 1 1 8 の P C 1 1 8 a において、基板 1 1 に対する全面注入を行うべく第 2 の注入工程が実行される (S 1 8)。

10

【 0 0 3 9 】

次に、搬送容器 1 0 は、B C 1 1 8 b において、マスク 1 4 が第 1 の位置 P 1 に移動させられる (S 2 0)。そして、P C 1 1 8 c において、基板 1 1 に対する選択注入を行うべく第 1 の注入工程が実行され (S 2 0)、注入完了後、搬送容器 1 0 は装置外へ搬送される (S 2 2)。

【 0 0 4 0 】

上述のように、基板 1 1 を收容しているトレイ 1 2 に対してマスク 1 4 が配置される位置が、所定の第 1 の位置 P 1 または第 2 の位置 P 2 になるよう予め構成されている搬送容器 1 0 により、真空中で改めてトレイやマスクの位置を正確に検出する必要がない。そのため、位置の検出や位置合わせが必要なくなり、イオン注入装置における生産性を向上できる。仮に、基板が、マスクが第 2 の位置の状態でもイオン注入された後に、マスクを第 1 の位置に移動させてイオン注入する場合であっても、トレイに対して所定の第 1 の位置にマスクを移動させるだけで、マスクと基板との精度の高い位置合わせが可能となる。

20

【 0 0 4 1 】

[第 2 の実施の形態]

図 8 は、第 2 の実施の形態に係るイオン注入装置 2 0 0 の構成を模式的に示した図である。なお、第 1 の実施の形態に係るイオン注入装置 1 0 0 と同様の構成については、同じ符号を付して説明を適宜省略する。本実施の形態に係るイオン注入装置 2 0 0 の主な特徴は、イオン注入を行った基板に対してアニール処理を行うアニール室が設けられている点、第 1 の注入工程の後に第 2 の注入工程を実行する点である。

30

【 0 0 4 2 】

第 1 の実施の形態と同様に、搬送容器 1 0 は、大気中においてマスクを第 1 の位置 P 1 に配置した状態で載置部 1 2 4 に置かれる。搬送容器 1 0 は、その状態で、L C 1 1 4 及び B C 1 1 6 を経て、イオン注入が行われる P C 1 1 8 内に搬送される。このように、第 2 の実施の形態では、B C 1 1 6 において搬送容器 1 0 のマスクの位置を第 1 の位置 P 1 から第 2 の位置 P 2 へ移動することはしないため、B C 1 1 6 にマスクの位置を移動させるための移動機構を設ける必要がない。

【 0 0 4 3 】

図 9 (a) ~ 図 9 (c) は、第 2 の実施の形態に係るイオン注入方法による、基板内での不純物濃度の変化を説明するための模式図である。基板 1 1 は、第 1 の実施の形態と同様に p 型シリコンウェハ (図 9 (a)) である。

40

【 0 0 4 4 】

P C 1 1 8 の内部に搬送された搬送容器 1 0 は、処理室 1 1 8 a の段階では、マスク 1 4 が第 1 の位置 P 1 に配置された状態である。この状態で、イオン注入源 1 3 2 は、n 型の不純物を含む P H ₃ ガス等をアーク放電や高周波放電によりイオン化し、これを電界加速した後、基板 1 1 の表面の所定の領域に対してイオン注入する。これにより、図 9 (b) に示すように、基板 1 1 の表面の所定の領域に、不純物濃度が高い n + 層 1 1 c が形成される。

【 0 0 4 5 】

50

その後、基板 11 を收容する搬送容器 10 は、次の処理室 118b に搬送される。真空が維持されている処理室 118b においては、搬送容器 10 のマスク 14 が、前述の移動機構により第 1 の位置 P1 から第 2 の位置 P2 へ移動される。処理室 118b には、マスク 14 を第 1 の位置から第 2 の位置へ移動させる移動機構が設けられている。

【0046】

マスク 14 が第 2 の位置 P2 に配置された状態の搬送容器 10 は、次の処理室 118c に搬送される。イオン注入源 134 は、n 型の不純物を含む PH₃ ガス等をアーク放電や高周波放電によりイオン化し、これを電界加速した後、基板 11 の表面全体に対してイオン注入する。これにより、図 9(c) に示すように、n+ 層 11c を含む基板 11 の表面全体に n 層 11b が形成される。このように、第 2 の実施の形態に係るイオン注入方法では、第 1 の注入工程とマスクの移動工程と第 2 の注入工程とが、この順に真空を破壊することなく連続的に行うことができる。

【0047】

2 段階の注入工程が終了すると、ゲートバルブ 142 が開かれ、搬送容器 10 が次の真空チャンバ 120 に搬送された後、ゲートバルブ 142 が閉じられる。真空チャンバ 120 には、所定の真空度を実現するための TMP 144 が設けられている。ゲートバルブ 142 が閉じられると、真空チャンバ 120 と隣接する真空チャンバ 150 との間にあるゲートバルブ 145 が開かれ、搬送容器 10 が次の真空チャンバ (パuffァチャンバ) 150 に搬送された後、ゲートバルブ 145 が閉じられる。このパuffァチャンバは、高真空に維持されず、引き続き、窒素等によりベント処理され、次のアニール室に接続されるが、アニール室がランプアニール等、高真空下でも処理可能なタイプの場合は、このパuffァチャンバ自身も省略できる。

【0048】

次に、ゲートバルブ 152 が開かれ、搬送容器 10 が次のアニール室 154 に搬送された後、ゲートバルブ 152 が閉じられる。アニール室 154 には、基板をアニールするための加熱手段 156 が設けられている。加熱手段 156 としては、例えば、電熱線その他、レーザ加熱、加熱ランプ等が用いられる。アニール工程では、基板全体を加熱する必要があるため、基板の表面をマスクが覆っている状態 (マスクが第 1 の位置にある状態) は好ましくない。イオン注入装置 200 では、基板 11 をアニールするアニール工程が第 2 の注入工程の後に実行されるため、マスクが第 2 の位置にある状態で搬送容器 10 をアニール室 154 に搬送できる。この場合、アニール室 154 において基板の表面は加熱手段 156 に対して露出しており、マスクが第 2 の位置にある状態での均一なアニールが可能である。また、マスクの位置を移動させる移動機構を、PC 118 の下流側に設ける必要がない。

【0049】

次に、ULC 122 との間にあるゲートバルブ 157 が開かれ、搬送容器 10 は、ULC 122 に搬送され、ゲートバルブ 157 が閉じられる。そして、最後にゲートバルブ 146 が開かれ、搬送容器 10 は、大気中に搬出される。

【0050】

以上説明したように、本発明の一実施の形態によれば、太陽電池用の基板表面へのイオン注入を行うイオン注入装置における生産性を向上できる。また、予め基板とマスクとの位置決めがされている搬送容器を装置の内部に導入するため、基板とマスクとの位置決め、XY ステージ、光学検知システム等の複雑で高価な位置決め機構が不要となり、製造装置のコストを低減できる。また、真空チャンバのようなプロセス処理室の内部での、基板とマスクとの位置決め処理が簡易化、省力化されるため、太陽電池用の基板の処理能力が向上する。また、マスクは、一連のプロセス処理後にトレイと一緒に大気中に排出されるため、マスクスリットの磨耗、不純物の堆積等に伴うマスク交換、洗浄等のメンテナンス及びその管理が容易となる。

【0051】

以上、本発明を上述の各実施の形態を参照して説明したが、本発明は上述の実施の形態

10

20

30

40

50

に限定されるものではなく、各実施の形態の構成を適宜組み合わせたものや置換したものについても本発明に含まれるものである。また、当業者の知識に基づいて各実施の形態におけるイオン注入方法、イオン注入装置、搬送容器などにおいて各種の設計変更等の変形を実施の形態に対して加えることも可能であり、そのような変形が加えられた実施の形態も本発明の範囲に含まれうる。

【0052】

搬送容器は、上述のような複数の基板を同時に装填可能なパッチトレイタイプだけでなく、枚葉タイプであってもよい。

【0053】

トレイの形状は、基板装填時にトレイに対して機械的に許容誤差範囲内で位置決め装填される機構であれば、上述の形状でなくてもよい。

10

【0054】

第1の注入工程及び第2の注入工程は、選択エミッタ層と、全面エミッタ層とを形成する場合に限られず、太陽電池や半導体のその他の製造工程に用いることも可能である。

【0055】

マスクは、上述のようなトレイに対して一方向にスライドする構造に限らず、トレイの一边と平行な回転軸を中心に開閉する構造であっても、また、分割タイプで複数方向に開閉する構造であってもよい。

【符号の説明】

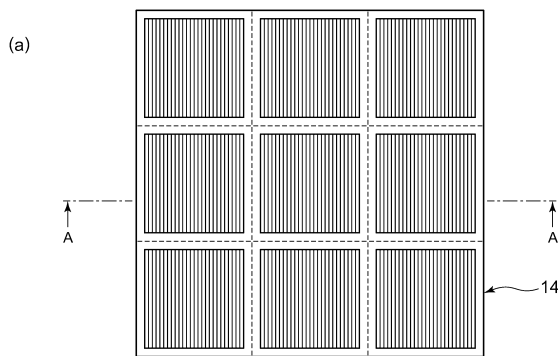
【0056】

20

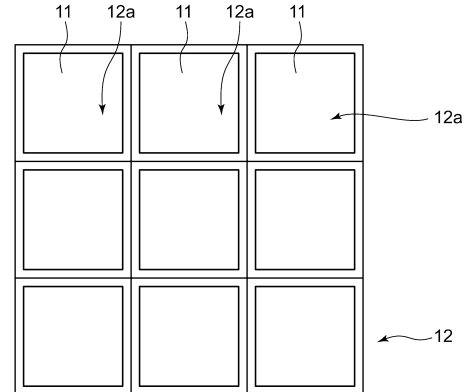
P1 第1の位置、 P2 第2の位置、 10 搬送容器、 11 基板、 11a 縁部、 12 トレイ、 12a 収容部、 12b 外縁部、 12c 底部、 14 マスク、 14a スリット、 14c 当接部、 100 イオン注入装置、 124 載置部、 125 搬送部、 132, 134 イオン注入源、 154 アニール室、 156 加熱手段、 200 イオン注入装置。

【図1】

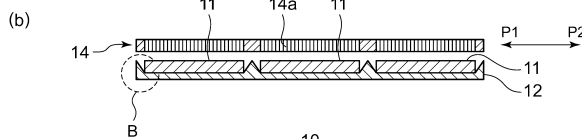
【図2】



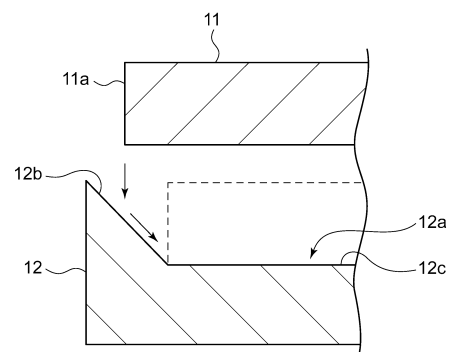
10



【図3】

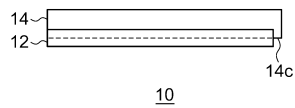


10

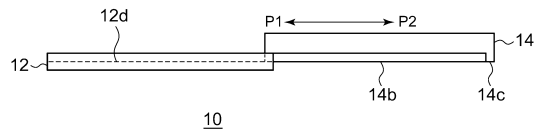


【図 4】

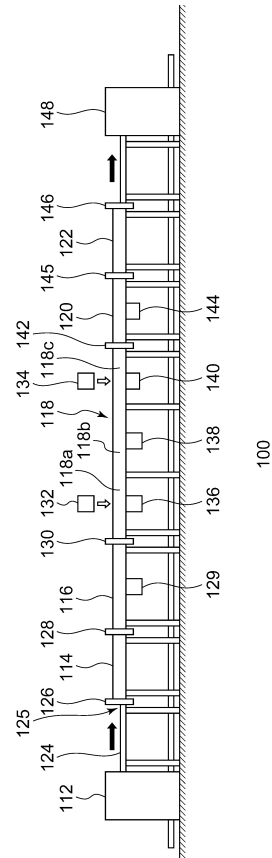
(a)



(b)

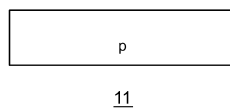


【図 5】

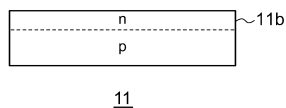


【図 6】

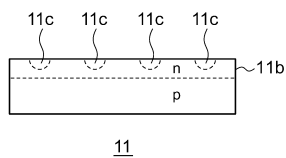
(a)



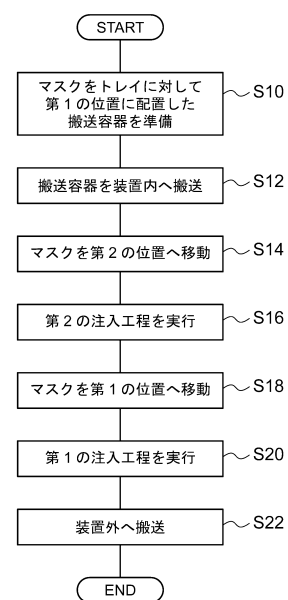
(b)



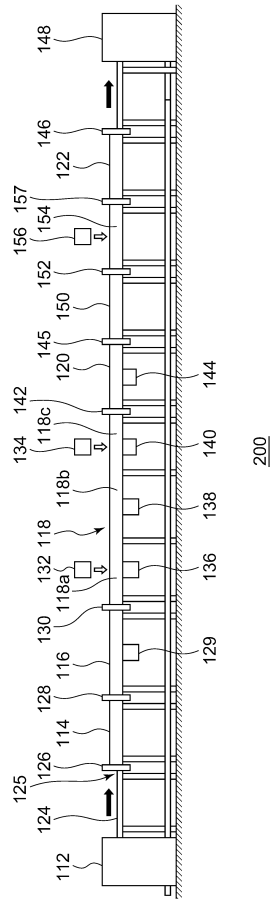
(c)



【図 7】

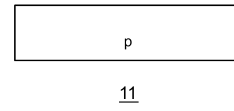


【図 8】

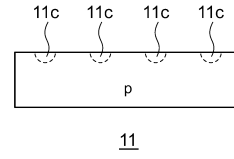


【図 9】

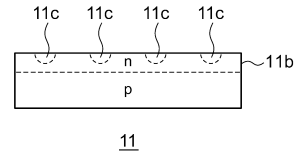
(a)



(b)



(c)



フロントページの続き

審査官 右田 勝則

- (56)参考文献 特開2013-051228(JP,A)
特開2013-131367(JP,A)
米国特許出願公開第2010/0314559(US,A1)
特開2001-229872(JP,A)
特開2003-208869(JP,A)
特表2010-539684(JP,A)
特表2011-513997(JP,A)
特表2012-516551(JP,A)
国際公開第2010/065204(WO,A2)
米国特許出願公開第2012/0083102(US,A1)
特開2009-134923(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/266
H01J 37/317
H01L 21/265
H01L 31/04