

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4746027号
(P4746027)

(45) 発行日 平成23年8月10日 (2011.8.10)

(24) 登録日 平成23年5月20日 (2011.5.20)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 21/677 (2006.01)
B 2 5 J 9/06 (2006.01)H O 1 L 21/68 A
B 2 5 J 9/06 D

請求項の数 8 (全 32 頁)

(21) 出願番号 特願2007-319013 (P2007-319013)
 (22) 出願日 平成19年12月10日 (2007.12.10)
 (62) 分割の表示 特願2006-198771 (P2006-198771)
 の分割
 原出願日 平成18年7月20日 (2006.7.20)
 (65) 公開番号 特開2008-103755 (P2008-103755A)
 (43) 公開日 平成20年5月1日 (2008.5.1)
 審査請求日 平成21年7月21日 (2009.7.21)

(73) 特許権者 000000974
 川崎重工業株式会社
 兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号
 (74) 代理人 100075557
 弁理士 西教 圭一郎
 (74) 代理人 100072235
 弁理士 杉山 毅至
 (72) 発明者 橋本 康彦
 兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業
 株式会社 明石工場内

 審査官 植村 森平

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 基板搬送方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

(a) 基板処理を行う基板処理装置に対して、予め調整される雰囲気気体で満たされ、前後方向に比べて前後方向に垂直な左右方向が長い横長の準備空間で基板の搬入および搬出を行う基板搬送方法であって、

(b) 前記準備空間を規定し、予め定める前後方向に間隔をあけて配置される正面壁と背面壁とを有し、正面壁に複数の第1出入口が形成され、背面壁に前記準備空間とこの準備空間に隣接する処理空間とを連通する第2出入口が形成される準備空間形成部と、

(c) 準備空間形成部の各第1出入口を開閉する開閉手段と、

(d) 準備空間に配置され、各第1出入口と第2出入口とにわたって基板を搬送する基板搬送ロボットであって、

(d1) 準備空間形成部に固定される基台と、

(d2) 基台に一端部が連結されて、前記旋回軸線まわりに角変位可能に構成され、前記旋回軸線に平行な第1関節軸線が設定される第1リンク体と、

(d3) 第1リンク体の他端部に、一端部が連結されて、前記第1関節軸線まわりに角変位可能に構成され、前記旋回軸線に平行な第2関節軸線が設定される第2リンク体と、

(d4) 第2リンク体の他端部に、一端部が連結されて、前記第2関節軸線まわりに角変位可能に構成され、他端部に前記ロボットハンドが設けられる1または複数の第3リンク体と、

10

20

(d5) 前記ロボットハンドによって正面壁に設けられる基板容器内の基板を把持し、かつ準備空間内で旋回軸線まわりに旋回して、前記第2出入口から処理空間内へ搬送するロボットアームと、

(d6) 各リンク体を対応する関節軸まわりにそれぞれ個別に角変位駆動する駆動手段とを含む基板搬送ロボットとを準備し、

(e) 旋回軸線から、旋回軸線に対して第1関節軸線に向かう半径方向に最も離れた第1リンク体の端部までの距離である第1リンク距離 L_1 が、準備空間形成部の正面壁と背面壁との間の準備空間の前後方向寸法 B の $1/2$ を超え、かつ準備空間の前後方向寸法 B から、第1リンク体の旋回軸線まわりの周面の半径方向寸法 T_2 およびロボットの干渉を防ぐための予め定める隙間寸法 Q の和である前後方向寸法 $L_0 (= T_2 + Q)$ と、開閉手段によって設定される正面壁から背面壁側へ前後方向のロボット侵入禁止領域寸法 E とを減算した値 $(B - L_0 - E)$ 以下 $(B/2 < L_1 \leq B - L_0 - E)$ に設定されることを特徴とする基板搬送方法。

10

【請求項2】

旋回軸線から第1関節軸線までの第1軸間距離 L_{11} と、第1関節軸線から第2関節軸線までの第2軸間距離 L_{12} とが同一に設定され、

第2関節軸線から、第2関節軸線に対して第1関節軸線に向かう方向に最も離れた第2リンク体の端部までの距離である第2リンク距離 L_2 が、前記許容寸法 $(B - L_0 - E)$ の $1/2$ を超えて、前記許容寸法 $(B - L_0 - E)$ 以下に設定されることを特徴とする請求項1記載の基板搬送方法。

20

【請求項3】

基板をロボットハンドが把持した状態で、第2関節軸線から、第2関節軸線に対して半径方向に最も離れた第3リンク体の端部または基板部分までの距離である第3リンク距離 L_3 が、前記許容寸法 $(B - L_0 - E)$ の $1/2$ を超えて、前記許容寸法 $(B - L_0 - E)$ 以下に設定されることを特徴とする請求項2記載の基板搬送方法。

【請求項4】

前記第1リンク距離 L_1 、第2リンク距離 L_2 および第3リンク距離 L_3 が、前記許容寸法 $(B - L_0 - E)$ と同一に設定されることを特徴とする請求項3記載の基板搬送方法。

【請求項5】

第1および第2リンク体を角変位軸線まわりに角変位させて、第3リンク体を左右方向に平行移動させることを特徴とする請求項1～4のいずれか1つに記載の基板搬送方法。

30

【請求項6】

第3リンク体の長手方向を前後方向に一致させた状態で、ロボットハンドを基板容器内の基板に到達させ、第3リンク体を前後方向に平行移動して準備空間内へ搬送することを特徴とする請求項1～5のいずれか1つに記載の基板搬送方法。

【請求項7】

第3リンク体の長手方向を前後方向にほぼ平行にした状態で、左右方向に移動させて、ロボットハンドによって把持した基板を準備空間内で搬送することを特徴とする請求項1～3のいずれか1つに記載の基板搬送方法。

40

【請求項8】

準備空間内でロボットハンドによって基板を把持した状態から第1～第3リンク体を処理空間内に侵入させて、前記基板を処理空間内へ搬送することを特徴とする請求項1～7のいずれか1つに記載の基板搬送方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体処理設備における基板搬送方法に関する。

【背景技術】

【0002】

50

図 1 3 は、従来技術の基板搬送方法が実施される半導体処理設備 1 の一部を切断して示す断面図である。半導体処理設備 1 は、基板である半導体ウェハを処理するウェハ処理装置 2 と、ウェハ移載装置 3 とを含んで構成される。ウェハ移載装置は、フロントエンドモジュール装置 (Equipment Front End Module、略称 E F E M) である。半導体処理設備 1 内の空間 9、10 は、予め定める雰囲気気体で満たされる。具体的には、ウェハ処理装置 2 は、予め定める雰囲気気体で満たされる処理空間 10 を形成する。またウェハ移載装置 3 は、予め定める雰囲気気体で満たされる準備空間 9 を形成する。

【0003】

半導体ウェハ 4 は、基板容器であるフープ (FOUP、Front Opening Unified Pod) 5 に收容された状態で、半導体処理設備 1 に搬送される。ウェハ移載装置 3 は、準備空間形成部 11 と、フープオープナ 6 と、基板搬送ロボットとしてのウェハ搬送ロボット 7 とを有する。ボックス 11 は、準備空間 9 を規定する。準備空間 9 は、準備空間形成部 11 に固定されるファンフィルタユニット等の集塵装置によってクリーンな空間に保たれる。フープオープナ 6 は、フープ 5 および準備空間形成部 11 に形成されるそれぞれのドアを開閉する。フープオープナ 6 は、各ドアを開閉することで、フープ 5 の内部空間と準備空間 9 とが連通した状態と、閉鎖した状態とを切換え可能である。ウェハ搬送ロボット 7 は、準備空間 9 に收容され、フープ 5 とウェハ処理装置 2 とにわたってウェハ 4 を搬送する。

10

【0004】

フープ 5 がウェハ移載装置 3 に保持され、準備空間 9 に外気が侵入することが防がれた状態で、ウェハ搬送ロボット 7 は、フープ 5 から処理前のウェハ 4 を取り出す。ロボット 7 は、取り出した処理前のウェハ 4 を搬送して、準備空間 9 を通過させてウェハ処理装置 2 の処理空間 10 に配置する。またウェハ搬送ロボット 7 は、処理後のウェハ 4 をウェハ処理装置 2 の処理空間 10 から取り出す。ウェハ搬送ロボット 7 は、取り出した処理後のウェハ 4 を搬送して、準備空間 9 を通過させてフープ 5 の内部空間に再收容する。このようにフープ 5 およびウェハ移載装置 3 を用いて、ウェハ 4 をウェハ処理装置 2 に移載することによって処理されるウェハ 4 は、大気中に浮遊する塵埃の付着が防がれる。たとえばこのような技術が、特許文献 1 に開示されている。

20

【0005】

【特許文献 1】特開 2003 - 45933 号公報

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

図 1 4 は、第 1 従来技術の基板搬送方法が実施される半導体処理設備 1 A の一部を切断して示す平面図である。第 1 従来技術のウェハ搬送ロボット 7 のロボットアーム 14 は、基台 18 に連結されて基台 18 に設定される旋回軸線 A0 まわりに旋回可能な第 1 リンク体 15 a と、第 1 リンク体 15 a に連結されて、第 1 リンク体 15 a に設定される第 1 関節軸線 A1 まわりに角変位可能な第 2 リンク体 15 b と、第 2 リンク体 15 b に連結されて、第 2 リンク体 15 b に設定される第 2 関節軸線 A2 まわりに角変位可能な第 3 リンク体 15 c とを含む。第 3 リンク体 15 c は、先端にロボットハンド 12 が設けられる。

40

【0007】

ウェハ搬送ロボット 7 は、各リンク体 15 a ~ 15 c を互いに角変位させて最も小形化した状態で、基台 18 まわりに 1 回転するのに必要な最小回転領域 17 が、準備空間 9 に内包するように設定される。言換えると、ロボットの最小回転半径 R が、準備空間 9 の前後方向寸法 B の $1/2$ 未満に設定される。また旋回軸線 A0 と第 1 関節軸線 A1 との間の距離 L11 と、第 1 関節軸線 A1 と第 2 関節軸線 A2 との間の距離 L12 とが同じに設定される。

【0008】

ウェハ移載装置 3 は、フープ 5 のウェハ移載装置 3 に対する着脱動作と、ウェハ移載装置 3 に保持されるフープ 5 内のウェハ 4 の移載動作とを並行して行うために、3 つまたは

50

4つのフープオープンナ6を有する場合がある。この場合、上述した第1従来技術のウェハ搬送ロボット7では、基台18から最遠のフープ5にハンド12を到達することができない場合がある。またロボット7の動作可能領域を広げるようにリンク体の長さを大きくすると、ロボットアーム14が準備空間形成部11に干渉したり、ロボット侵入禁止領域に侵入したりするおそれがある。

【0009】

図15は、第2従来技術の半導体処理設備1Bの一部を切断して示す平面図である。図15に示すように、第2従来技術では、全てのフープ5のウェハ4を移載可能とするために、ウェハ搬送ロボット7は、ロボットアーム14を有するロボット本体13と、ロボット本体13をフープ5の並列方向Yに走行駆動する走行手段12とを有する。

10

【0010】

第2従来技術では、ロボット本体13を走行駆動するための走行手段12が、準備空間9に配置される。走行手段12は、直動駆動機構によって実現される。直動駆動機構は、回転駆動機構に比べて駆動部分で生じる塵埃のシールが困難である。したがって走行手段12によって発生する塵埃によって、準備空間9のクリーン度が低下してしまうという問題がある。

【0011】

またロボット本体13を高速で走行移動させる場合、ロボット本体13が大型であるので、走行手段12に関して、ロボット本体13の走行に費やす動力が大きくなってしまふ。またロボット本体13を支持するために走行手段12が大形化してしまい、ウェハ移載ロボット7を小形化および軽量化することが困難である。また走行手段12が大型であるので、走行手段12に不具合が発生した場合には、走行手段12の交換が困難である。また走行手段12が設けられることで、製造コストが増大してしまう。

20

【0012】

またウェハ搬送ロボット7の動作可能領域を大きくするために、ロボットアーム14のリンク数をさらに増やすことで、第2従来技術に示す走行手段12を不要とすることができる。しかしながら、ロボットアーム14のリンク数を増やした場合、ロボットの構造が複雑になってしまうという問題がある。またリンク数を増やすことで、ロボットの冗長性が増してしまい、ロボットアーム14の制御が困難となる場合がある。たとえばウェハ移載に関して、ロボットアームの変形状態を教示するティーチング動作が複雑になってしまう。

30

【0013】

したがって本発明の目的は、塵埃の飛散を抑えるとともに、基板搬送ロボットのウェハ移載装置内での干渉を防ぐことができ、構造および制御が簡単な基板搬送方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明は、(a)基板処理を行う基板処理装置に対して、予め調整される雰囲気気体で満たされ、前後方向に比べて前後方向に垂直な左右方向が長い横長の準備空間で基板の搬入および搬出を行う基板搬送方法であって、

40

(b)前記準備空間を規定し、予め定める前後方向に間隔をあけて配置される正面壁と背面壁とを有し、正面壁に複数の第1出入口が形成され、背面壁に前記準備空間とこの準備空間に隣接する処理空間とを連通する第2出入口が形成される準備空間形成部と、

(c)準備空間形成部の各第1出入口を開閉する開閉手段と、

(d)準備空間に配置され、各第1出入口と第2出入口とにわたって基板を搬送する基板搬送ロボットであって、

(d1)準備空間形成部に固定される基台と、

(d2)基台に一端部が連結されて、前記旋回軸線まわりに角変位可能に構成され、前記旋回軸線に平行な第1関節軸線が設定される第1リンク体と、

(d3)第1リンク体の他端部に、一端部が連結されて、前記第1関節軸線まわりに

50

角変位可能に構成され、前記旋回軸線に平行な第２関節軸線が設定される第２リンク体と、

(d4) 第２リンク体の他端部に、一端部が連結されて、前記第２関節軸線まわりに角変位可能に構成され、他端部に前記ロボットハンドが設けられる１または複数の第３リンク体と、

(d5) 前記ロボットハンドによって正面壁に設けられる基板容器内の基板を把持し、かつ準備空間内で旋回軸線まわりに旋回して、前記第２出入口から処理空間内へ搬送するロボットアームと、

(d6) 各リンク体を対応する関節軸まわりにそれぞれ個別に角変位駆動する駆動手段とを含む基板搬送ロボットとを準備し、

(e) 旋回軸線から、旋回軸線に対して第１関節軸線に向かう半径方向に最も離れた第１リンク体の端部までの距離である第１リンク距離 L_1 が、準備空間形成部の正面壁と背面壁との間の準備空間の前後方向寸法 B の $1/2$ を超え、かつ準備空間の前後方向寸法 B から、第１リンク体の旋回軸線まわりの周面の半径方向寸法 T_2 およびロボットの干渉を防ぐための予め定める隙間寸法 Q の和である前後方向寸法 $L_0 (= T_2 + Q)$ と、開閉手段によって設定される正面壁から背面壁側へ前後方向のロボット侵入禁止領域寸法 E とを減算した値 $(B - L_0 - E)$ 以下 $(B/2 < L_1 \leq B - L_0 - E)$ に設定されることを特徴とする基板搬送方法である。

また本発明は、旋回軸線から第１関節軸線までの第１軸間距離 L_{11} と、第１関節軸線から第２関節軸線までの第２軸間距離 L_{12} とが同一に設定され、

第２関節軸線から、第２関節軸線に対して第１関節軸線に向かう方向に最も離れた第２リンク体の端部までの距離である第２リンク距離 L_2 が、前記許容寸法 $(B - L_0 - E)$ の $1/2$ を超えて、前記許容寸法 $(B - L_0 - E)$ 以下に設定されることを特徴とする。

また本発明は、基板をロボットハンドが把持した状態で、第２関節軸線から、第２関節軸線に対して半径方向に最も離れた第３リンク体の端部または基板部分までの距離である第３リンク距離 L_3 が、前記許容寸法 $(B - L_0 - E)$ の $1/2$ を超えて、前記許容寸法 $(B - L_0 - E)$ 以下に設定されることを特徴とする。

また本発明は、前記第１リンク距離 L_1 、第２リンク距離 L_2 および第３リンク距離 L_3 が、前記許容寸法 $(B - L_0 - E)$ と同一に設定されることを特徴とする。

また本発明は、第１および第２リンク体を角変位軸線まわりに角変位させて、第３リンク体を左右方向に平行移動させることを特徴とする。

また本発明は、第３リンク体の長手方向を前後方向に一致させた状態で、ロボットハンドを基板容器内の基板に到達させ、第３リンク体を前後方向に平行移動して準備空間内へ搬送することを特徴とする。

また本発明は、第３リンク体の長手方向を前後方向にほぼ平行にした状態で、左右方向に移動させて、ロボットハンドによって把持した基板を準備空間内で搬送することを特徴とする。

また本発明は、準備空間内でロボットハンドによって基板を把持した状態から第１～第３リンク体を処理空間内に侵入させて、前記基板を処理空間内へ搬送することを特徴とする。

【００１５】

本発明に従えば、基板搬送ロボットは、基板容器から処理前の基板を取り出し、処理前の基板を準備空間に入れて、準備空間を通過させて、背面側開口から出して基板処理装置に搬入し、また基板搬送ロボットは、基板処理装置内で処理された処理後の基板を、背面側開口から準備空間に入れて、準備空間を通過させて、正面側開口から出して収容容器に搬出するために、正面壁と背面壁との間で動作する。

【００１６】

準備空間は、雰囲気気体で充たされ、これによって基板容器から基板処理装置に処理前の基板を搬入するとき、および、基板処理装置から処理後の基板を基板容器に搬入するときに、大気中に浮遊する塵埃が基板に付着することが防がれ、処理される基板の歩留まり

10

20

30

40

50

を向上することができる。

【0017】

このような基板搬送ロボットによる基板搬送動作において、ロボットアームの最小回転半径 R が、準備空間の前後方向寸法 B の $1/2$ を超えることで、第1および第2従来技術に比べて、ロボットアームの最小回転半径 R を大きくすることができる。またロボットアームの最小回転半径 R が、前記減算値 $(B - L0)$ 以下で旋回することによって、最小変形状態のロボットアームと、正面壁との間に隙間を形成することができ、ロボットアームと正面壁とが干渉することを防ぐことができる。したがって旋回軸線を含んで前後方向に延びる基準線に関して、前後方向と、旋回軸線に沿って延びる旋回軸線方向とに直交する左右方向両側にロボットアームの先端部であるロボットハンドを旋回させて配置することができる。またロボットアームの背面壁との干渉が予想される干渉動作範囲を除く動作範囲で動作させることによって、背面壁との干渉についても防ぐことができる。

10

【0018】

これによって準備空間の前後方向寸法 B が小さくても、ロボットアームのリンク体のリンク長さを大きくして、ロボットアームが正面壁と干渉することを防ぐことができ、ロボットアームの動作範囲を大きくすることができる。特に、前後方向と旋回軸線方向とに垂直な左右方向に関してロボットアームの動作範囲を大きくすることができる。

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、ロボットアームの最小回転半径 R が、上述した関係 $(B/2 < R - B - L0)$ に設定される。これによってロボットアームが正面壁と干渉することを防いで、ロボットアームのリンク体のリンク長さを大きくすることができる。またロボットアームの角変位動作領域を 360° 未満、たとえば 180° 程度に制限することで、ロボットアームが背面壁に干渉することも防ぐことができる。

20

【0020】

ロボットアームのリンク体のリンク長さを大きくすることで、左右方向に関してロボットアームの動作範囲を大きくすることができる。これによって第2従来技術に比べて、ロボットを左右方向に走行駆動させる走行手段を不必要として、直動駆動機構をなくすことができる。したがって直動駆動機構で発生する塵埃を防ぐことができ、準備空間のクリーン度の低下を防ぐことができる。また走行手段を不必要とすることで、ロボットを小形化および軽量化することができる。

30

【0021】

またロボットアームのリンク体のリンク長さを大きくすることで、予め定められる位置にロボットハンドを到達させることができる。またリンク数の増加を防いで、ロボットの構造を簡単化することができる。またロボットの冗長性を減らして、ロボットアームの制御および変形状態の教示を簡単化することができ、準備空間形成部にロボットアームが衝突する可能性を減らすことができる。

【0022】

このように本発明では、走行手段の不要に起因して塵埃の飛散を抑えることができるとともに、基板移載装置内での干渉を防ぐことができる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

図1は、本発明の第1実施形態である基板搬送方法を実施するウェハ移載装置23を備える半導体処理設備20の一部を示す平面図である。図2は、半導体処理設備20の一部を切断して示す断面図である。図1および図2には、ロボット27の他の可動状態の形状の一例を2点鎖線で示す。半導体処理設備20は、処理対象基板となる半導体ウェハ24に対して、予め定める処理を施す。たとえば半導体ウェハ24に施される処理として、熱処理、不純物導入処理、薄膜形成処理、リソグラフィ処理、洗浄処理または平坦化処理などの様々なプロセス処理が想定される。また半導体処理設備20は、上述した基板処理以外の基板処理が行われてもよい。

50

【 0 0 2 4 】

半導体処理設備 2 0 は、クリーン度の高い雰囲気気体で満たされた処理空間 3 0 内で、上述した基板処理を行う。ウェハ 2 4 は、フープ 2 5 (F O U P、Front Opening Unified Pod、略称フープ) と称される基板容器に複数収容された状態で、半導体処理設備 2 0 に搬送される。フープ 2 5 は、局所クリーン化技術に関し、クリーン環境におけるミニエンバイロメント用基板容器である。

【 0 0 2 5 】

フープ 2 5 は、ウェハ 2 4 が収容される容器本体となるフープ本体 6 0 と、フープ本体 6 0 に対して着脱可能に形成される容器側ドアとなるフープ側ドア 6 1 とを含んで構成される。フープ本体 6 0 は、一方に開放する略箱状に形成され、ウェハ収容空間としてフープ内空間 3 4 が形成される。フープ側ドア 6 1 がフープ本体 6 0 に装着されることによって、フープ内空間 3 4 が、外方空間 3 3 に対して密閉されて、外方空間 3 3 から塵埃粒子などの汚染物質がフープ内空間 3 4 に侵入することを防ぐ。またフープ側ドア 6 1 がフープ本体 6 0 から取外されることで、フープ内空間 3 4 にウェハ 2 4 を収容可能となるとともに、フープ内空間 3 4 に収容されるウェハ 2 4 を取り出し可能となる。フープ 2 5 は、複数のウェハ 2 4 を上下方向 Z に並べた状態で収容する。フープ 2 5 に収容される各ウェハ 2 4 は、上下方向 Z に等間隔に並び、厚み方向一方の面が水平にそれぞれ延びる。

【 0 0 2 6 】

半導体処理設備 2 0 は、ウェハ処理装置 2 2 と、ウェハ移載装置 2 3 とを含んで構成される。半導体処理設備 2 0 は、たとえば S E M I (Semiconductor Equipment and Materials International) 規格によって、予め規定される。この場合、たとえばフープ 2 5 およびフープ 2 5 を開閉するためのフープオープナ (FOUP Opener) 2 6 は、S E M I 規格の E 4 7 . 1、E 1 5 . 1、E 5 7、E 6 2、E 6 3、E 8 4 などの仕様に従う。ただし、半導体処理設備 2 0 の構成が S E M I 規格外の構成であっても、本実施の形態に含まれる。

【 0 0 2 7 】

ウェハ処理装置 2 2 は、前記処理空間 3 0 でウェハ 2 4 に上述した予め定める処理を施す。ウェハ処理装置 2 2 は、ウェハ 2 4 に処理を施す処理装置本体のほか、処理空間 3 0 を形成する処理空間形成部、処理空間 3 0 でウェハ 2 4 を搬送する搬送装置および処理空間 3 0 に満たされる雰囲気気体を制御する調整装置を有する。調整装置は、ファンフィルタユニット等によって実現される。

【 0 0 2 8 】

ウェハ移載装置 2 3 は、処理前のウェハ 2 4 をフープ 2 5 から取り出してウェハ処理装置 2 2 に供給するとともに、処理後のウェハ 2 4 をウェハ処理装置 2 2 から取り出して、フープ 2 5 に再収容する。ウェハ移載装置 2 3 は、フロントエンドモジュール装置 (Equipment Front End Module、略称 E F E M) である。ウェハ移載装置 2 3 は、半導体処理設備 2 0 のうちで、フープ 2 5 とウェハ処理装置 2 2 との間でのウェハ 2 4 の受渡しを担うインターフェース部となる。ウェハ 2 4 は、フープ内空間 3 4 と、ウェハ処理装置 2 2 の処理空間 3 0 との間を移動する間に、予め定められる雰囲気気体で満たされるクリーン度の高い準備空間 2 9 を通過する。

【 0 0 2 9 】

準備空間 2 9 は、コンタミネーションコントロールが行われている閉じられた空間であって、空気中における浮遊微小粒子が限定された清浄度レベル以下に管理され、必要に応じて温度、湿度、圧力などの環境条件についても管理が行われている空間である。本実施の形態では、処理空間 3 0 および準備空間 2 9 は、ウェハ 2 4 の処理に悪影響を与えないようにクリーン度に保たれる。たとえばクリーン度として、I S O (国際標準化機構、International Organization for Standardization) に規定される C L A S S 1 が採用される。

【 0 0 3 0 】

ウェハ移載装置 2 3 は、前記準備空間 2 9 を形成する準備空間形成部 2 8 と、準備空間

10

20

30

40

50

29に配置されてウェハ搬送可能なウェハ搬送ロボット27と、フープ25を開閉する開閉装置であるフープオープンナ26と、準備空間29に満たされる雰囲気気体を調整する準備空間調整装置100とを含む。また本実施の形態では、ウェハ移載装置23は、予め定める保持位置に保持されるウェハ24の向きを整えるアライナ56をさらに含む。

【0031】

準備空間形成部28は、準備空間29を囲み、外方空間33から外気が準備空間29に侵入することを防ぐ。準備空間形成部28には、ウェハ24を搬送するのに必要な各搬送系要素がそれぞれ固定される。本実施の形態では準備空間形成部28に、4つのフープオープンナ26a, 26b, 26c, 26dと、1つのウェハ搬送ロボット27と、1つのアライナ56がそれぞれ固定される。

10

【0032】

準備空間形成部28は、直方体箱状に形成され、直方体形状の準備空間29を形成する。準備空間形成部28は、予め定める前後方向Xに間隔をあけて配置される正面壁110と、背面壁111とを有する。正面壁110は、準備空間29よりも前方X1に位置する外方空間33と準備空間29とを仕切る仕切りとなる。また背面壁111は、準備空間29と処理空間30とを仕切る仕切りとなる。したがって準備空間29は、外方空間33よりも後方X2であって、処理空間30よりも前方X1に形成される。

【0033】

また準備空間形成部28は、左右方向Yに間隔をあけて配置される2つの側壁112, 113を有する。また準備空間形成部28は、上下方向Zに間隔をあけて配置される天井壁114と底壁115とを有する。これらの準備空間形成部28の有する壁110~115は、板状にそれぞれ形成される。

20

【0034】

本実施の形態では、前後方向Xおよび左右方向Yは、予め設定される方向である。前後方向Xおよび左右方向Yは、上下方向Zに直交する方向であり、水平にそれぞれ延びて、互いに直交する。前後方向Xのうちの後方X2は、フープ25に収容されるウェハ24が、処理空間30に向かう方向である。また前後方向Xのうちの前方X1は、処理空間30に収容されるウェハ24が、フープ25に向かう方向である。

【0035】

第1側壁112は、正面壁110と背面壁111との左右方向一端部を連結する。第2側壁部113は、正面壁110と背面壁111との左右方向他端部を連結する。また天井壁114は、正面壁110、背面壁111、第1側壁112および第2側壁113の上端部をそれぞれ連結する。また底壁115は、正面壁110、背面壁111、第1側壁112および第2側壁113の下端部をそれぞれ連結する。

30

【0036】

準備空間29は、正面壁110および背面壁111によって前後方向Xに塞がれる。また準備空間29は、第1側壁112および第2側壁113によって左右方向Yに塞がれる。また準備空間29は、天井壁114および底壁115によって、上下方向Zに塞がれる。このようにして準備空間29が規定される。また準備空間形成部28は、上下方向Zに垂直な断面形状が、左右方向Yが長手方向となり、前後方向Xが幅方向となり、四角枠状に形成される。したがって準備空間29は、前後方向Xに比べて左右方向Yが長くなる横長の空間となる。

40

【0037】

正面壁110には、厚み方向である前後方向Xに貫通する正面側開口120が形成される。また正面側開口120は、ウェハ24が挿通可能に形成される。ウェハ24は、ウェハ搬送ロボット27によって、正面側開口120を通過して、正面壁110よりも後方X2に移動駆動されることによって、外方空間33から準備空間29に挿入される。またウェハ24は、ウェハ搬送ロボット27によって、正面側開口120を通過して、正面壁110よりも前方X1に移動駆動されることによって、準備空間29から外方空間33に排出される。本実施の形態では、正面側開口120は、4つ設けられ、各正面側開口120

50

は、左右方向 Y に並ぶ。

【 0 0 3 8 】

背面壁 1 1 1 には、厚み方向である前後方向 X に貫通する背面側開口 1 2 1 が形成される。背面側開口 1 2 1 は、ウェハ 2 4 が挿通可能に形成される。ウェハ 2 4 は、ウェハ搬送ロボット 2 7 によって、背面側開口 1 2 1 を通過して、背面壁 1 1 1 よりも後方 X 2 に移動駆動されることによって、準備空間 2 9 から処理空間 3 0 に排出される。またウェハ 2 4 は、ウェハ搬送ロボット 2 7 によって、背面側開口 1 2 1 を通過して、背面壁 1 1 1 よりも前方 X 1 に移動駆動されることによって、処理空間 3 0 から準備空間 2 9 に挿入される。本実施の形態では、背面側開口 1 2 1 は、2 つ設けられ、各背面側開口 1 2 1 は、左右方向 Y に並ぶ。

10

【 0 0 3 9 】

各フープオープンナ 2 6 a ~ 2 6 d は、正面プレート 1 0 1 と、オープン側ドア 6 5 と、フープ支持部 3 1 と、ドア開閉機構 1 0 9 とをそれぞれ含んで構成される。フープオープンナ 2 6 a ~ 2 6 d は、左右方向 Y に等間隔に並んで配置される。各フープオープンナ 2 6 a ~ 2 6 d は、準備空間形成部 2 8 の前方 X 1 側に配置される。フープオープンナ 2 6 a ~ 2 6 d は、基板容器であるフープを設置する基板容器設置台を兼用する。したがって、フープオープンナ 2 6 a ~ 2 6 d は、少なくともフープを支持する基板容器設置台の役割を担う。

【 0 0 4 0 】

正面プレート 1 0 1 は、準備空間形成部 2 8 の正面壁 1 1 0 の一部を構成する。各フープオープンナ 2 6 a ~ 2 6 d の正面プレート 1 0 1 は、上述した正面側開口 1 2 0 をそれぞれ形成する板状または枠状部材であって、正面壁 1 1 0 の残余の部分に固定されることで、正面壁 1 1 0 を構成する。各正面プレート 1 0 1 に形成される正面側開口 1 2 0 は、フープ側ドア 6 1 が、前後方向 X に通過可能に形成される。

20

【 0 0 4 1 】

オープン側ドア 6 5 は、正面側開口 1 2 0 を開閉するためのドアである。フープ支持部 3 1 は、準備空間 2 9 よりも前方 X 1 の外方空間 3 3 に配置されて、フープ 2 5 を下方から支持する。フープ 2 5 は、フープ支持部 3 1 に支持された状態で、フープ支持部 3 1 に設定される装着位置に位置決め可能に形成される。以下、第 1 ~ 第 4 フープオープンナ 2 6 a ~ 2 6 d に、それぞれ対応して支持されるフープを第 1 ~ 第 4 フープ 2 5 a ~ 2 5 d と

30

【 0 0 4 2 】

装着位置にフープ 2 5 が位置決めされた位置決め状態では、フープ本体 6 0 の開口部 6 0 a が、正面プレート 1 0 1 の開口部 1 0 1 a の全周にわたって接する。また位置決め状態では、フープ側ドア 6 1 が、正面側開口 1 2 0 を塞ぐオープン側ドア 6 5 に外方空間 3 3 から臨む。

【 0 0 4 3 】

ドア開閉機構 1 0 9 は、装着位置にフープ 2 5 が位置決めされた状態において、オープン側ドア 6 5 およびフープ側ドア 6 1 を開閉する機構である。ドア開閉機構 1 0 9 が、オープン側ドア 6 5 およびフープ側ドア 6 1 を直接または間接的に把持して、各開口部 6 0 a , 1 0 1 a から後方 X 2 でかつ下方に移動させて、準備空間 2 9 内に設定される開放位置に移動させることで、フープ内空間 3 4 と準備空間 2 9 とを連通させる。またドア開閉機構 1 0 9 が、オープン側ドア 6 5 およびフープ側ドア 6 1 を各開口部 6 0 a , 1 0 1 a にそれぞれ装着させることで、フープ内空間 3 4 と準備空間 2 9 との連通を阻止する。

40

【 0 0 4 4 】

フープ 2 5 を位置決めした位置決め状態では、フープ本体 6 0 の開口部 6 0 a と、正面プレート 1 0 1 の開口部 1 0 1 a とが、互いの周縁部の全周にわたって接する。したがってフープ 2 5 を位置決めした状態では、ドア開閉機構 1 0 9 によって、オープン側ドア 6 5 およびフープ側ドア 6 1 を各開口部 6 0 a , 1 0 1 a から取外したとしても、外気が、

50

フープ内空間 3 4 および準備空間 2 9 に侵入することが防がれる。

【 0 0 4 5 】

各フープオープナ 2 6 a ~ 2 6 d は、左右方向 Y に並んで設けられ、それぞれ個別に動作可能に構成される。図 1 において、左端に位置する第 1 のフープオープナ 2 6 a は、対応する正面側開口 1 2 0 を開いた状態を示す。また第 1 のフープオープナ 2 6 a 以外のフープオープナ 2 6 b ~ 2 6 d は、対応する正面側開口 1 2 0 を閉じた状態を示す。

【 0 0 4 6 】

各フープオープナ 2 6 a ~ 2 6 d は、ドア開閉機構 1 0 9 によって、各ドア 6 1 , 6 5 を開放位置に移動させるための可動領域 1 0 8 が設定される。フープオープナ 2 6 a ~ 2 6 d の可動領域 1 0 8 は、準備空間 2 9 内に設定される領域であり、準備空間 2 9 内の正面壁 1 1 0 寄りの領域となる。

【 0 0 4 7 】

ウェハ搬送ロボット 2 7 は、本実施の形態では、スカラ (Selective Compliance Assembly Robot Arm、 S C A R A) 型の水平多関節ロボットによって実現される。ウェハ搬送ロボット 2 7 は、準備空間 2 9 に配置され、ロボットアーム 4 1 と、水平駆動手段 4 2 a と、上下駆動手段 4 2 b と、基台 4 3 と、コントローラ 4 4 とを含んで構成される。

【 0 0 4 8 】

ロボットアーム 4 1 は、基端部から先端部に向かう方向に順次連結される複数のリンク体 4 1 a ~ 4 1 c を備えるリンク構造を有する。ロボットアーム 4 1 の先端部には、ロボットハンド 4 0 が形成される。ロボットハンド 4 0 は、ウェハ 2 4 を把持可能な把持構造を有する。本明細書においてウェハ 2 4 の把持は、ロボットハンド 4 0 によってウェハ 2 4 を搬送可能な状態とすることを意味し、ロボットハンド 4 0 によって、ウェハ 2 4 を乗載、吸着または挟持する状態であってもよい。

【 0 0 4 9 】

水平駆動手段 4 2 a は、ロボットアーム 4 1 の各リンク体 4 1 a ~ 4 1 c を対応する関節軸線 A 0 ~ A 2 まわりにそれぞれ個別に角変位駆動する。ロボットアーム 4 1 は、水平駆動手段によって、各リンク体 4 1 a ~ 4 1 c が相互に角変位駆動されることで、ロボットハンド 4 0 を、可動範囲内で、水平面上の任意の位置に変位駆動する。水平駆動手段 4 2 a は、コントローラ 4 4 から与えられる信号に従って角変位するモータと、モータの動力をリンク体に伝達する動力伝達機構とを含む。モータおよび動力伝達機構は、リンク体 4 1 a ~ 4 1 c ごとに、それぞれ設けられる。

【 0 0 5 0 】

上下駆動手段 4 2 b は、ロボットアーム 4 1 を上下方向 Z に変位駆動させる。上下駆動手段 4 2 b は、固定部分と可動部分とを有し、固定部分に対して可動部分を上下方向に変位駆動する。上下駆動手段 4 2 b は、コントローラ 4 4 から与えられる信号に従って角変位するモータと、モータの動力を固定部分に対する可動部分の直進力に変換して、可動部分に伝達する動力伝達機構とを含む。上下駆動手段 4 2 b の固定部分は基台 4 3 に支持される。基台 4 3 は、上下駆動手段 4 2 b を支持し、準備空間形成部 2 8 に固定される。

【 0 0 5 1 】

コントローラ 4 4 は、予め定められる動作プログラムまたはユーザから入力される移動指令に従って、水平駆動手段 4 2 a および上下駆動手段 4 2 b を制御し、ロボットハンド 4 0 を予め定める位置に移動させる。コントローラ 4 4 は、予め定めるプログラムが記憶される記憶回路と、記憶回路に記憶される演算プログラムを演算する演算回路と、演算回路の演算結果を示す信号を、水平駆動手段 4 2 a および上下駆動手段 4 2 b に与える出力手段とを含む。たとえば記憶回路は、 R A M (Random Access Memory) および R O M (Read Only memory) などによって実現され、演算回路は、 C P U (Central Processing Unit) によって実現される。

【 0 0 5 2 】

ロボットアーム 4 1 は、ロボットアーム 4 1 の基端部が、上下駆動手段 4 2 b の可動部分に固定されることで、コントローラ 4 4 は、可動範囲内で、ロボットハンド 4 0 を、前

10

20

30

40

50

後方向 X、左右方向 Y および上下方向 Z の任意位置に変位駆動させることができる。コントローラ 44 によって、水平駆動手段 42 a および上下駆動手段 42 b を制御することによって、ロボットハンド 40 に把持させたウェハ 24 を移動させることができる。これによってウェハ 24 を、予め定める経路に従って移動させて、フープ 25 とウェハ処理装置 22 との間にわたって、移載することができる。

【0053】

ロボットハンド 40 は、フープオープナ 26 a ~ 26 d がフープ側ドア 61 を開いた状態で、正面側開口 120 を通過してフープ内空間 34 に侵入して、フープ 25 に収容されるウェハ 24 を把持する。次に、ロボットハンド 40 は、ウェハ 24 を把持した状態で、準備空間 29 を経由して、背面側開口 121 を通過してウェハ処理装置 22 の処理空間 30 に侵入して、把持したウェハ 24 を、予め設定されるウェハ配置位置 107 に移載する。またロボットハンド 40 は、背面側開口 121 を通過して処理空間 30 に侵入してウェハ配置位置 107 に把持されるウェハ 24 を把持する。次に、ロボットハンド 40 は、ウェハ 24 を把持した状態で、準備空間 29 を経由して、正面側開口 120 を通過してフープ内空間 34 に侵入して、把持したウェハ 24 を、フープ 25 の収容位置に移載する。

【0054】

本実施の形態では、4つのフープオープナ 26 a ~ 26 d がそれぞれ設けられるので、ロボットハンド 40 は、各オープナ 26 のそれぞれのフープ支持部 31 に支持されるフープ 25 それぞれに対して、ウェハ 24 の出し入れ可能に設定される。またロボットハンド 40 は、フープ 25 から取り出したウェハ 24 を、アライナ 56 に設定される保持位置に配置可能であるとともに、アライナ 56 の保持位置から取り出したウェハ 24 を、ウェハ処理装置 22 に配置可能である。

【0055】

アライナ 56 は、準備空間 29 に配置され、複数のフープオープナ 26 a ~ 26 d のうち、左右方向他方の端位置に位置する第4フープオープナ 26 d よりも、左右方向他方に配置される。またアライナ 56 は、ウェハ 24 を支持する保持部を有し、保持部に保持されたウェハ 24 を回転させて、ウェハ 24 に形成されるノッチまたはオリフラが予め定める方向に向くように位置合わせする。位置合わせされたウェハ 24 をロボットハンド 40 が把持することで、ウェハ 24 の向きを整えて、ウェハ処理装置 22 に配置することができる。これによってウェハ処理装置 22 は、ウェハ 24 の向きが揃えられた状態で、予め定める処理を行うことができる。

【0056】

アライナ 56 に保持されるウェハ 25 の中心位置は、準備空間 29 の前後方向 X の略中間位置に設定される。またアライナ 56 は、ロボットハンド 40 が各フープオープナ 26 へ到達することを阻害しない位置に配置される。本実施の形態では、アライナ 56 は、左右方向他方の端位置に位置する第4フープオープナ 26 d よりもさらに左右方向他方に配置される。

【0057】

上述したようにウェハ搬送ロボット 27 は、準備空間 29 に配置され、主に準備空間 29 でロボットハンド 40 を移動させる。またウェハ搬送ロボット 27 は、ロボットハンド 40 を正面側開口 120 に通過させて、フープ内空間 34 のウェハ 24 を取り出し可能かつ、フープ内空間 34 へウェハ 24 を取り入れ可能に構成される。またウェハ搬送ロボット 27 は、ロボットハンド 40 を背面側開口 121 に通過させて、処理空間 30 のウェハ配置位置 107 からウェハ 24 を取り出し可能かつ、処理空間 30 のウェハ配置位置 107 にウェハ 24 を取り入れ可能に構成される。またウェハ搬送ロボット 27 は、各フープオープナ 26 a ~ 26 d にそれぞれ設定される4つの正面壁開口 120 を通過可能に構成される。

【0058】

したがってウェハ搬送ロボット 27 は、準備空間 29 の前後方向寸法 B 以上、ロボットハンド 40 を前後方向 X に搬送可能に構成される。またウェハ搬送ロボット 27 は、各フ

ープオープンナ 26 a ~ 26 d に支持されるフープ 25 にアクセス可能となるように、左右方向 Y にロボットハンド 40 を移動可能に構成される。さらに本実施の形態では、ウェハ搬送ロボット 27 は、アライナ 56 にアクセス可能となるように、ロボットハンド 40 を左右方向 Y に移動可能に構成される。

【0059】

基台 43 は、準備空間形成部 28 に固定され、予め定める旋回軸線 A0 が設定される。旋回軸線 A0 は、本実施の形態では、鉛直方向に延び、準備空間 29 のうちで、背面壁 111 寄りに位置する。また旋回軸線 A0 は、左右方向一端位置のフープオープンナ 26 a と、左右方向他端位置のフープオープンナ 26 d との左右方向 Y の中央位置に位置する。

【0060】

ロボットアーム 41 は、複数のリンク体 41 a ~ 41 c が互いに連結されて構成されるリンク構造に構成される。ロボットアーム 41 は、複数のリンク体 41 a ~ 41 c が順番に配列される配列方向一端部に基端部が設定され、配列方向他端部に先端部が設定される。ロボットアーム 41 の基端部は、上下駆動手段 42 b の可動部分に固定され、上下駆動手段 42 b を介して基台 43 に連結される。またロボットアーム 41 の先端部は、ロボットハンド 40 が形成される。ロボットアーム 41 は、基端部が、旋回軸線 A0 まわりに角変位可能に構成される。

【0061】

具体的にはロボットアーム 41 は、第 1 ~ 第 3 リンク体 41 a , 41 b , 41 c を有する。各リンク体 41 a ~ 41 c は、長手方向に縦長となる縦長形状にそれぞれ形成される。第 1 リンク体 41 a は、長手方向一端部 45 a が、上下駆動手段 42 b の可動部分に連結される。また第 1 リンク体 41 a は、上下駆動手段 42 b の可動部分に対して、旋回軸線 A0 まわりに角変位可能に構成される。また第 1 リンク体 41 a は、長手方向他端部 46 a に、旋回軸線 A0 に平行な第 1 関節軸線 A1 が設定される。したがって第 1 関節軸線 A1 は、第 1 リンク体 41 a の移動にともなって移動する。第 1 リンク体 41 a の長手方向は、旋回軸線 A0 と第 1 関節軸線 A1 とを結ぶ方向となる。

【0062】

第 2 リンク体 41 b は、長手方向一端部 45 b が、第 1 リンク体 41 a の長手方向他端部 46 a に連結される。また第 2 リンク体 41 b は、第 1 リンク体 41 a に対して、第 1 関節軸線 A1 まわりに角変位可能に構成される。また第 2 リンク体 41 b は、長手方向他端部 46 b に、旋回軸線 A0 に平行な第 2 関節軸線 A2 が設定される。したがって第 2 関節軸線 A2 は、第 2 リンク体 41 b の移動にともなって移動する。第 2 リンク体 41 b の長手方向は、第 1 関節軸線 A1 と第 2 関節軸線 A2 とを結ぶ方向となる。

【0063】

第 3 リンク体 41 c は、長手方向一端部 45 c が、第 2 リンク体 41 b の長手方向他端部 46 b に連結される。また第 3 リンク体 41 c は、第 2 リンク体 41 b に対して、第 2 関節軸線 A2 まわりに角変位可能に構成される。また第 3 リンク体 41 c は、長手方向他端部 46 c に、ロボットハンド 40 が形成される。したがってロボットハンド 40 は、第 3 リンク体 41 c の移動にともなって移動する。第 3 リンク体 41 c の長手方向は、第 2 関節軸線 A2 と、ロボットハンド 40 が把持するウェハ 24 の中心位置 A3 とを結ぶ方向となる。

【0064】

このようにロボットアーム 41 は、3つのリンク体 41 a ~ 41 c からなるリンク構造を有する。上述した水平駆動手段 42 a は、第 1 ~ 第 3 モータを有する。第 1 モータは、第 1 リンク体 41 a を旋回軸線 A0 まわりに回転駆動するためのモータである。第 2 モータは、第 2 リンク体 41 b を第 1 関節軸線 A1 まわりに回転駆動するためのモータである。第 3 駆動源は、第 3 リンク体 41 c を第 2 関節軸線 A2 まわりに回転駆動するためのモータである。したがって水平駆動手段 42 a は、第 1 ~ 第 3 リンク体 41 a ~ 41 c をそれぞれ独立して個別に、対応する角変位軸線 A0 ~ A2 まわりに角変位駆動させることができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 5 】

図 2 に示すように、第 2 リンク体 4 1 b は、第 1 リンク体 4 1 a よりも上方に配置される。これによって第 2 リンク体 4 1 b は、第 1 リンク体 4 1 a に対して、上下方向 Z に重なる位置に移動可能であり、第 1 リンク体 4 1 a と第 2 リンク体 4 1 b とが干渉することが防がれる。同様に第 3 リンク体 4 1 c は、第 2 リンク体 4 1 b よりも上方に配置される。これによって第 3 リンク体 4 1 c は、第 2 リンク体 4 1 b に対して、上下方向 Z に重なる位置に移動可能であり、第 1 リンク体 4 1 a ~ 第 3 リンク体 4 1 c が互いに干渉することが防がれる。

【 0 0 6 6 】

図 3 は、各リンク体 4 1 a ~ 4 1 c の長さを説明するためにウェハ移載装置 2 3 を簡略化して示す平面図である。ロボットアーム 4 1 は、各リンク体 4 1 a ~ 4 1 c が対応する角変位軸線 A 0 ~ A 2 まわりに角変位することで、最小変形状態に変形可能である。最小変形状態とは、回転軸線 A 0 から、回転軸線 A 0 を中心にして水平方向に延びる半径方向に最も離れるアーム部分までの距離が最小となる変形状態である。より具体的には、最小変形状態とは、ロボットアーム 4 1 がウェハ 2 4 を把持した状態で、回転軸線 A 0 から、半径方向に最も離れるアーム部分またはウェハ 2 4 の一部分までの距離が最小となる変形状態である。

【 0 0 6 7 】

以下、最小変形状態において、回転軸線 A 0 から回転軸線 A 0 に対して半径方向に最も離れるアーム部分またはウェハ部分までの距離を、「ロボットの最小回転半径 R」と称する。また正面壁 1 1 0 と背面壁 1 1 1 との間の前後方向 X の寸法を「準備空間の前後方向寸法 B」と称する。

【 0 0 6 8 】

本実施形態では、ロボットの最小回転半径 R が、準備空間 2 9 の前後方向寸法 B の $1/2$ を超える。また最小回転半径 R が、準備空間 2 9 の前後方向寸法 B から、背面壁 1 1 1 から回転軸線 A 0 までの前後方向距離 L 0 を減算した減算値 $(B - L 0)$ 以下に設定 $(B / 2 < R \quad B - L 0)$ される。したがって最小変形状態で変形したとしても、ロボットアーム 4 1 は、背面壁 1 1 1 に干渉することが防がれる許容角変位範囲で、回転軸線 A 0 まわりに角変位するように角変位量が制限される。本実施の形態では、許容角変位範囲は、回転軸線 A 0 まわりに 360° 未満、たとえば約 180° に設定される。これによって最小変形状態に維持されるウェハ搬送ロボット 2 7 は、許容角変位範囲で動作する限り、正面壁 1 1 0 および背面壁 1 1 1 に干渉することを防ぐことができる。

【 0 0 6 9 】

背面壁 1 1 1 から回転軸線 A 0 までの前後方向距離 L 0 は、少なくとも、準備空間 2 9 の前後方向寸法 B の $1/2$ 未満に設定される $(L 0 < B / 2)$ 。本実施の形態では、背面壁 1 1 1 から回転軸線 A 0 までの前後方向距離 L 0 は、準備空間 2 9 の前後方向寸法 B の $1/5$ 未満に設定される $(L 0 < B / 5)$ 。また背面壁 1 1 1 から回転軸線 A 0 までの前後方向距離 L 0 は、前記第 1 リンク体 4 1 a における回転軸線 A 0 よりも第 1 関節軸線 A 1 側と反対側の全領域において、回転軸線 A 0 まわりの周面の半径方向寸法 T 2 よりも、予め定める隙間寸法 Q ぶん、大きい寸法に設定される $(L 0 = T 2 + Q)$ 。予め定める隙間寸法 Q は、ウェハ搬送ロボット 2 7 の干渉を防ぐのに十分な隙間寸法であって、本実施の形態では、 30 mm に設定される。

【 0 0 7 0 】

さらに具体的には、本実施の形態では、ウェハ搬送ロボット 2 7 の最小回転半径 R は、準備空間 2 9 の前後方向寸法 B から、準備空間形成部 2 8 の背面壁から回転軸線までの前後方向距離 L 0 と、フープオープンナ 2 6 に設定される正面壁 1 1 0 から背面壁側の前後方向 X のロボット侵入禁止領域寸法 E とを減算した許容寸法 $(B - L 0 - E)$ の $1/2$ を超え、前記許容寸法 $(B - L 0 - E)$ 以下に設定 $((B - L 0 - E) / 2 < R \quad B - L 0 - E)$ される。これによって、最小変形状態に維持されるウェハ搬送ロボット 2 7 が、フープオープンナ 2 6 に干渉することについても防ぐことができる。

【0071】

また旋回軸線 A 0 から、旋回軸線 A 0 に対して第 1 関節軸線 A 1 に向かう半径方向に最も遠ざかる第 1 リンク体 4 1 a の端部までの距離を、第 1 リンク距離 L 1 と称する。第 1 リンク距離 L 1 は、前記許容寸法 (B - L 0 - E) の 1 / 2 を超え、前記許容寸法 (B - L 0 - E) 以下に設定 ((B - L 0 - E) / 2 < L 1 < B - L 0 - E) される。前記第 1 リンク体 4 1 a は、第 1 関節軸線 A 1 よりも旋回軸線 A 0 側と反対側の全領域において、第 1 関節軸線 A 1 まわりの周面の半径方向寸法 T 1 が、前記許容寸法 (B - L 0 - E) から、旋回軸線 A 0 から第 1 関節軸線 A 1 までの第 1 軸間距離 L 1 1 を減算した値 (B - L 0 - E - L 1 1) 以下に形成される (T 1 < B - L 0 - E - L 1 1) 。

【0072】

10

また前記第 1 リンク体 4 1 a は、旋回軸線 A 0 よりも第 1 関節軸線 A 1 側と反対側の全領域において、旋回軸線 A 0 まわりの周面の半径方向寸法 T 2 が、背面壁 1 1 1 から旋回軸線 A 0 までの前後方向距離 L 0 未満に形成される (T 2 < L 0) 。これによって第 1 リンク体 4 1 a の長手方向と前後方向 X とが一致した状態から、第 1 リンク体 4 1 a が、旋回軸線 A 0 まわりに周方向一方に 90°角変位した場合であっても、旋回軸線 A 0 まわりに周方向他方に 90°角変位した場合であっても、第 1 リンク体 4 1 a が、背面壁 1 1 1 と干渉することが防がれる。

【0073】

また本実施の形態では、旋回軸線 A 0 から第 1 関節軸線 A 1 までの第 1 軸間距離 L 1 1 と、第 1 関節軸線 A 1 から第 2 関節軸線 A 2 までの第 2 軸間距離 L 1 2 とが同一に設定される。本明細書において、同一とは、実質的に同一な状態を含み、同一および略同一な状態を含む。また第 2 関節軸線 A 2 から、第 2 関節軸線 A 2 に対して第 1 関節軸線 A 1 に向かう方向に最も遠ざかる第 2 リンク体 4 1 b の端部までの距離を、第 2 リンク距離 L 2 と称する。第 2 リンク距離 L 2 は、前記許容寸法 (B - L 0 - E) の 1 / 2 を超え、前記許容寸法 (B - L 0 - E) 以下に設定 ((B - L 0 - E) / 2 < L 2 < B - L 0 - E) される。

20

【0074】

また第 2 リンク体 4 1 b は、第 1 関節軸線 A 1 よりも第 2 関節軸線 A 2 側と反対側の全領域において、第 1 関節軸線 A 1 まわりの周面の半径方向寸法 T 3 が、前記許容寸法 (B - L 0 - E) から、第 1 軸間距離 L 1 1 を減算した値 (B - L 0 - E - L 1 1) 以下に形成される (T 3 < B - L 0 - E - L 1 1) 。また第 2 リンク体 4 1 a は、第 2 関節軸線 A 2 よりも第 1 関節軸線 A 1 側と反対側の全領域において、第 2 関節軸線 A 2 まわりの周面の半径方向寸法 T 4 が、背面壁 1 1 1 から旋回軸線 A 0 までの前後方向距離 L 0 未満に形成される (T 4 < L 0) 。

30

【0075】

またウェハ 2 4 をロボットハンド 4 0 が把持した状態で、第 2 関節軸線 A 2 から、第 2 関節軸線 A 2 に対して半径方向に最も遠ざかる第 3 リンク体 4 1 c の端部またはウェハ部分までの距離を第 3 リンク距離 L 3 と称する。第 3 リンク距離 L 3 は、前記許容寸法 (B - L 0 - E) の 1 / 2 を超え、前記許容寸法 (B - L 0 - E) 以下に設定 ((B - L 0 - E) / 2 < L 3 < B - L 0 - E) される。また第 3 リンク体 4 1 c は、第 2 関節軸線 A 2 よりもウェハ把持中心位置 A 3 側と反対側の全領域において、第 2 関節軸線 A 2 まわりの周面の半径方向寸法 T 5 が、背面壁 1 1 1 から旋回軸線 A 0 までの前後方向距離 L 0 未満に形成される (T 5 < L 0) 。

40

【0076】

本実施の形態では、第 1 リンク距離 L 1 および第 2 リンク距離 L 2 が、許容寸法 (B - L 0 - E) と同一距離に設定される。また第 1 軸間距離 L 1 1 と、第 2 軸間距離 L 1 2 とは、同一距離に設定され、各フープオープンナ 2 6 a ~ 2 6 d に支持されるフープ 2 5 のウェハ 2 4 を取り出し可能な距離に設定される。また本実施の形態では、第 3 リンク距離 L 3 もまた、許容寸法 (B - L 0 - E) と同一に設定される。図 3 に示すように、第 1 リンク体 4 1 a と第 2 リンク体 4 1 b とを一直線に延ばした状態で、ロボットハンド 4 0 がウ

50

エハ 2 4 を保持可能に設定される。

【 0 0 7 7 】

第 1 フープオープンナ 2 6 a に支持される第 1 フープ 2 5 a に收容されるウェハ 2 4 を保持する位置に、第 3 リンク体 4 1 c を配置した場合、第 2 関節軸線 A 2 から旋回軸線 A 0 までの前後方向 X の距離を S 1 とする。また第 2 関節軸線 A 2 から旋回軸線 A 0 までの左右方向距離を S 2 とする。また第 1 軸間距離 L 1 1 と第 2 軸間距離 L 1 2 とを合わせた距離を、 $(L 1 1 + L 1 2)$ とする。

【 0 0 7 8 】

この場合、本実施の形態では、各軸間距離 L 1 1 , L 1 2 は、 $(L 1 1 + L 1 2) = (S 1^2 + S 2^2)^{0.5}$ の関係を満たすように設定する。各軸間距離 L 1 1 , L 1 2 が等しく設定されるので、各軸間距離 L 1 1 , L 1 2 が、 $((S 1^2 + S 2^2) / 4)^{0.5}$ となるように設定される。これによって図 3 に示すように、第 1 リンク体 4 1 a の長手方向と第 2 リンク体 4 1 b の長手方向とを一直線上に配置した状態で、第 1 フープ 2 5 a に收容されるウェハ 2 4 に、ロボットハンド 4 0 を到達させることができる。旋回軸線 A 0 は、各フープオープンナ 2 6 a ~ 2 6 d の中央位置に配置されるので、第 4 フープ 2 5 d に收容されるウェハ 2 4 に関しても、第 1 リンク体 4 1 a の長手方向と第 2 リンク体 4 1 b の長手方向とを一直線上に配置した状態で、第 2 フープ 2 5 d に收容されるウェハ 2 4 に、ロボットハンド 4 0 を到達させることができる。このように第 1 リンク体 4 1 a および第 2 リンク体 4 1 b を一直線状に延ばすことで、第 1 軸間距離 L 1 1 および第 2 軸間距離 L 1 2 を短くすることができる。

【 0 0 7 9 】

また第 3 リンク体 4 1 c の長手方向が、前後方向 X に対して傾斜した状態で、第 1 フープ 2 5 a および第 4 フープ 2 5 d に收容されるウェハ 2 4 に、ロボットハンド 4 0 を到達させてもよい。これによって第 1 軸間距離 L 1 1 および第 2 軸間距離 L 1 2 をさらに短くすることができる。

【 0 0 8 0 】

第 1 フープ 2 5 a ~ 2 5 d に收容されるウェハ 2 4 のウェハ中心位置 A 3 の左右方向 Y 間隔を W とする。またロボットハンド 4 0 が第 1 フープ 2 5 a に收容されるウェハ 2 4 に到達した到達状態における、前後方向 X に対して第 3 リンク体 4 1 c の長手方向が傾斜する角度を θ とする。また到達状態における、ウェハ中心位置 A 3 から第 2 関節軸線 A 2 までの距離を H とする。また到達状態における、第 2 関節軸線 A 2 から旋回軸線 A 0 までの前後方向距離 S 1 から、第 1 軸間距離 L 1 1 を減算した値 $(S 1 - L 1 1)$ を C とする。この場合、第 1 軸間距離 L 1 1 は、次式によって表わされる。

$$(2 \cdot L 1 1)^2 = (L 1 1 + C)^2 + (1.5 \cdot W - H \cdot \sin \theta)^2 \quad \dots (1)$$

【 0 0 8 1 】

たとえば $C = 0$ 、 $\theta = 0$ とし、 $W = 505 \text{ mm}$ とすると、各軸間距離 L 1 1 , L 1 2 は、 437.3 mm 以上となる。また正面壁 1 1 0 から背面壁 1 1 1 側のフープオープンナ 2 6 の前後方向 X のロボット侵入禁止領域寸法 E を、 100 mm とする。背面壁 1 1 1 から旋回軸線 A 0 までの前後方向距離 L 0 を、 65 mm とする。またロボットの最小回転半径 R から、第 1 軸間距離 L 1 1 を減算 $(R - L 1 1)$ した距離 L 1 0 を 50 mm とする。この場合、準備空間 2 9 の前後方向寸法 B は、 652.3 mm 以上となる $(B = L 1 1 + E + L 0 + L 1 0)$ 。言換えると、準備空間 2 9 の前後方向寸法 B が、 652.3 mm であれば、各軸間距離 L 1 1 , L 1 2 を 437.3 mm とすることで、4 つのフープオープンナ 2 6 a ~ 2 6 d にそれぞれ支持される第 1 および第 4 フープ 2 5 a , 2 5 d に收容されるウェハ 2 4 を取り出すことができる。また第 1 および第 4 フープ 2 5 a , 2 5 d よりも旋回軸線 A 0 に近い第 2 および第 3 フープ 2 5 b , 2 5 c に收容されるウェハ 2 4 についても、当然に取り出すことができる。

【 0 0 8 2 】

本実施の形態では、準備空間 2 9 の前後方向寸法 B が 694 mm である。またウェハ搬送ロボット 2 7 の最小回転半径 R が、 485 mm に設定され、第 1 軸間距離 L 1 1 および

第2軸間距離 L_{12} が、425mmに設定される。またロボットハンド40がウェハ24を把持した状態で、第2関節軸線A2からウェハ中心位置A3までの距離Hが320mmに設定される。また第3リンク距離 L_3 は、470mmに設定される。

【0083】

またたとえば $\theta = 5^\circ$ とし、 $H = 330\text{mm}$ とし、他の条件を上述した場合と同一とすると、各軸間距離 L_{11} 、 L_{12} は、420.4mm以上となり、準備空間29の前後方向寸法Bは、635.4mm以上となる。また $C = 10\text{mm}$ とし、 $\theta = 5^\circ$ とし、 $H = 330\text{mm}$ とし、他の条件を上述した場合と同一とすると、各軸間距離 L_{11} 、 L_{12} は、417.5mm以上となり、準備空間29の前後方向寸法Bは、632.5mm以上となる。

10

【0084】

このように、ロボットハンド40がウェハ24に到達した到達状態において、第3リンク体41cの長手方向を、前後方向Xに対して傾斜させることで、第1リンク体41aおよび第2リンク体41bを大きくすることなく、各フープ25a~25dに収容されるウェハ24を取り出すことができる。

【0085】

以上のように本実施の形態では、回転軸線A0を背面壁111寄りに配置し、ロボットアーム41の最小回転半径Rが、前記減算値 $(B - L_0)$ の $1/2$ を超えて、前記減算値 $(B - L_0)$ 以下に設定されることで、最小変形状態のロボットアーム41と、正面壁101との間に隙間を形成することができ、ロボットアーム41と正面壁110とが干渉することを防ぐことができる。したがって回転軸線A0を含んで前後方向Xに延びる基準線P0に関して、左右方向Y両側にロボットハンド40を配置可能とすることができる。

20

【0086】

またロボットアーム41が背面壁111と干渉するであろう干渉動作範囲を除く動作範囲で動作させることで、背面壁111との干渉についても防ぐことができる。これによって準備空間の前後方向寸法Bが小さくても、3つのリンク体41a~41cを有するリンク構造のロボットアーム41で、複数、たとえば4つのフープオープンナ26a~26dにそれぞれ支持される第1~第4フープ25a~25dに収容されるウェハ24を取り出すことができる。

【0087】

また本実施の形態では、ロボットの最小回転半径Rが、前記許容寸法 $(B - L_0 - E)$ 以下に設定されることで、最小変形状態のロボットアーム41が正面壁101に最も近接した状態であっても、ロボットアーム41の一部が各フープオープンナ26a~26dのロボット侵入禁止領域Eに侵入することを防ぐことができる。これによってフープオープンナ26a~26dの可動状態にかかわらず、ロボットアーム41とフープオープンナ26a~26dとが干渉することを防ぐことができる。

30

【0088】

また第1~第3リンク距離 $L_1 \sim L_3$ が、前記許容寸法 $(B - L_0 - E)$ の $1/2$ を超え、許容寸法 $(B - L_0 - E)$ 以下に設定される。これによって、各リンク体41a~41cの長さを大きくすることができ、準備空間29の前後寸法Bが小さくても、ロボットハンド40を回転軸線A0から、左右方向Y両側に離反した位置に配置することができ、フープオープンナ26の数が増えた場合であっても、単純なリンク構造で、ウェハ24を搬送可能とすることができる。また本実施の形態では、第1~第3リンク距離 $L_1 \sim L_3$ が、許容寸法 $(B - L_0 - E)$ と同一に設定される。これによってロボットアーム41と、正面壁110およびフープオープンナ26との干渉を防いで、最大限、各リンク体41a~41cの長さを大きくすることができる。

40

【0089】

このようにロボットアーム41の各リンク体41a~41cのリンク長さを大きくすることで、左右方向Yに関してロボットアーム41の動作範囲を大きくすることができる。これによって第2従来技術に比べて、ロボット27を左右方向Yに走行駆動させる走行手

50

段を不必要として、直動駆動機構をなくすることができる。したがって直動駆動機構で発生する塵埃を防ぐことができ、準備空間 29 のクリーン度の低下を防ぐことができる。また走行手段を不必要とすることで、ロボット 27 を小形化および軽量化することができる。

【0090】

またロボットアーム 41 のリンク体 41a ~ 41c のリンク長さを大きくすることで、予め定められる位置にロボットハンド 40 を到達させることができる。またリンク数の増加を防いで、ウェハ搬送ロボット 27 の構造を簡単化することができる。またウェハ搬送ロボット 27 の冗長性を減らして、ロボットアーム 41 の制御および変形状態の教示を簡単化することができる。準備空間形成部 28 およびフープオープンナ 26 にロボットアーム 41 が衝突する可能性を減らすことができる。

10

【0091】

このように本実施形態では、走行手段の不要に起因して塵埃の飛散を抑えることができるとともに、ウェハ移載装置 23 内での干渉を防ぐことができ、構造および制御が簡単なウェハ搬送ロボット 27 を備えるウェハ移載装置 23 を提供することができる。また準備空間 29 の前後方向寸法 B を大形化させることなく、フープオープンナ 26 の数を増やすことができる。フープオープンナ 26 の数を増やすことで、フープ 25 のウェハ移載装置 23 に対する搬送および着脱動作と、ウェハ移載装置 23 に保持されるフープ 25 内のウェハの移載動作とを並列して行うことができ、作業効率を向上することができる。

【0092】

また準備空間 29 の前後方向寸法 B を小さくすることができるので、ウェハ移載装置 23 の設置スペースを小形化することができ、設置スペースに関する制限を緩和して、ウェハ処理設備 20 の設置しやすくすることができる。また準備空間 29 の前後方向寸法 B を小さくすることで、準備空間 29 の前後方向寸法 B が大きい場合に比べて、同一能力の準備空間調整装置 100 を用いても、準備空間 29 のクリーン度を向上することができ、歩留まりを向上することができる。

20

【0093】

また本実施の形態では、ロボットハンド 40 がウェハ 24 に到達した到達状態において、第 3 リンク体 41c の長手方向が、前後方向 X から傾斜するようにすることで、準備空間の前後方向寸法 B が小さく、準備空間形成部 28 またはフープオープンナ 26 との干渉を防ぐために第 1 軸間距離 L11, L12 が短く設定される場合でも、各フープオープンナに支持されるフープ 25 に支持されるウェハ 24 を把持しやすくすることができる。

30

【0094】

また各リンク体 41a ~ 41c の長さを長くすることができるので、各リンク体 41a ~ 41c の長さが短い場合に比べて、対応する旋回軸線 A0 ~ A2 まわりに角変位する角速度が同じであっても、ロボットハンドの移動速度を向上することができる。第 1 リンク体 41a および第 2 リンク体 41b を動かすことで、慣性イナーシャを小さくすることができる。これによってもロボットハンド 40 の移動速度を向上することができる。このようにロボットハンド 40 の移動速度を向上することで、ウェハ 24 の搬送に費やす搬送時間を短縮することができ、作業効率を向上することができる。

【0095】

図 4 は、第 1 フープ 25a に収容されるウェハ 24 をアライナ 56 に搬送するまでの搬送動作を簡略化して示す図である。図 4(1) ~ 図 4(7) の順で搬送動作が進む。図 4 に示す搬送動作は、ロボットハンド 40 の移動経路、移動経由点がコントローラ 44 に記憶される。コントローラ 44 が、予め定める動作プログラムを実行して、複数の移動経由点を移動経路に従って通過するように、水平駆動手段 42a および上下駆動手段 42b を制御する。これによってウェハ搬送ロボット 27 は、第 1 フープ 25a に収容されるウェハ 24 をアライナ 56 に搬送することができる。

40

【0096】

まず、把持すべきウェハ 24 の位置までロボットアーム 41 を上下動させるとともに、ロボットアーム 41 を変形させて、図 4(1) に示すように、第 1 リンク体 41a と第 2

50

リンク体 4 1 b とを一直線状に延ばした状態で、第 1 フープ 2 5 a に収容されるウェハ 2 4 をロボットハンド 4 0 によって把持する。次に、図 4 (2) に示すように、第 1 リンク体 4 1 a および第 2 リンク体 4 1 b を対応する角変位軸線 A 0 , A 1 まわりに角変位させて、第 3 リンク体 4 1 c を後方 X 2 に移動させて、第 3 リンク体 4 1 c およびウェハ 2 4 を準備空間 2 9 に収容する。

【 0 0 9 7 】

次に、第 1 リンク体 4 1 a および第 2 リンク体 4 1 b を対応する角変位軸線 A 0 , A 1 まわりに角変位させて、第 3 リンク体 4 1 c を左右方向 Y に平行移動させて、第 1 フープ オープナ 2 6 a から左右方向 Y にはなれた位置に存在するアライナ 5 6 に向けて移動させる。このとき、第 1 軸間距離 L 1 1 と、第 2 軸間距離 L 1 2 とが、等しく設定されるので、図 4 (3) および図 4 (4) に示すように、第 1 リンク体 4 1 a を旋回軸線 A 0 まわりに角変位する単位時間あたりの角変位量に対して、2 倍の単位時間あたりの角変位量で、第 2 リンク体 4 1 b を第 1 関節軸線 A 1 まわりに角変位する。これによって第 3 リンク体 4 1 c を第 2 関節軸線 A 2 まわりに角変位することなく、第 3 リンク体 4 1 c の姿勢を変更せずに、第 3 リンク体 4 1 c を容易に平行移動させることができる。

【 0 0 9 8 】

また第 3 リンク体 4 1 c の姿勢を変更してアライナ 5 6 に配置する場合、図 4 (5) ~ 図 4 (7) に示すように、第 1 ~ 第 3 リンク体 4 1 a ~ 4 1 d を対応する角変位軸線 A 0 ~ A 2 まわりに角変位させることで、アライナ 5 6 に設定される保持位置に、ウェハ 2 4 を配置することができる。またウェハ 2 4 を把持してアライナ 5 6 に保持させるまでに、アライナ保持可能となるように、上下駆動手段 4 2 b によって、ロボットアーム 4 1 の上下方向位置を調整する。このようにしてウェハ搬送ロボット 2 7 は、第 1 フープ 2 5 a に収容されるウェハ 2 4 をアライナ 5 6 に搬送することができる。

【 0 0 9 9 】

図 5 は、アライナ 5 6 に支持されるウェハ 2 4 を処理空間 3 0 に搬送するまでの搬送動作を簡略化して示す図である。図 5 (1) ~ 図 5 (7) の順で搬送動作が進む。図 4 に示す場合と同様に、コントローラが、予め定められるプログラムに従って、水平駆動手段 4 2 a および上下駆動手段 4 2 b を制御することによって、ウェハ搬送ロボット 2 7 は、アライナ 5 6 に保持されるウェハ 2 4 を処理空間 3 0 に搬送することができる。

【 0 1 0 0 】

処理空間 3 0 にウェハ 2 4 を搬送する場合には、ロボットハンド 4 0 を後方 X 2 に向ける必要がある。したがって、図 5 (1) に示すように、ウェハ 2 4 を把持した状態から、第 2 関節軸線 A 2 を準備空間 2 9 内で後方 X 2 寄りに移動させた状態から、第 3 リンク体 4 1 c を第 2 関節軸線 A 2 まわりに角変位するとともに、第 2 関節軸線 A 2 を準備空間 2 9 内で前方 X 1 寄りに移動させる。図 5 に示す場合では、第 3 リンク体 4 1 c を約 1 2 0 ° 角変位させた後、第 2 関節軸線 A 2 を準備空間 2 9 内で前方 X 1 寄りに移動させて、第 3 リンク体 4 1 c をさらに角変位させる。

【 0 1 0 1 】

これによって正面壁 1 1 0、背面壁 1 1 1 およびフープ オープナ 2 6 に干渉することなく、準備空間 2 9 内で第 3 リンク体 4 1 a の向きを 1 8 0 ° 変更することができる。したがって図 5 (2) ~ 図 5 (6) に示すように、第 3 リンク体 4 1 c の向きを変更したあとで、図 5 (7) に示すように、ウェハ 2 4 を処理空間 3 0 に搬送することができる。またウェハ 2 4 を把持して処理空間 3 0 に移動させるまでに、処理空間 3 0 に移動可能となるように、上下駆動手段 4 2 b によって、ロボットアーム 4 1 の上下方向位置を調整する。このようにしてウェハ搬送ロボット 2 7 は、アライナ 5 6 に保持されるウェハ 2 4 を処理空間 3 0 に搬送することができる。

【 0 1 0 2 】

図 6 は、処理空間 3 0 に配置されるウェハ 2 4 を、第 1 フープ 2 5 a に収容するまでの搬送動作を簡略化して示す図である。図 6 (1) ~ 図 6 (7) の順で搬送動作が進む。図 4 に示す場合と同様に、コントローラが、予め定められるプログラムに従って、水平駆動

手段 4 2 a および上下駆動手段 4 2 b を制御することによって、ウェハ搬送ロボット 2 7 は、処理空間 3 0 に収容されるウェハ 2 4 を第 1 フープ 2 5 a に搬送することができる。

【 0 1 0 3 】

まず、把持すべきウェハ 2 4 の位置までロボットアーム 4 1 を上下動させるとともに、ロボットアーム 4 1 を変形させて、図 6 (1) に示すように、処理空間 3 0 のウェハ 2 4 を把持する。次に、図 6 (2) に示すように、第 1 リンク体 4 1 a および第 2 リンク体 4 1 b を対応する角変位軸線 A 0 , A 1 まわりに角変位させて、第 3 リンク体 4 1 c を前方 X 1 に移動させて、第 3 リンク体 4 1 c およびウェハ 2 4 を準備空間 2 9 に収容する。次に、図 6 (3) ~ 図 6 (4) に示すように、第 3 リンク体 4 1 c の干渉を防ぐように、第 2 関節軸線 A 2 の位置を調整しつつ、第 3 リンク体 4 1 c を第 2 関節軸線 A 2 まわりに回転させて姿勢を変更して、第 3 リンク体 4 1 c の向きを変える。次に、図 6 (4) ~ 図 6 (5) に示すように、第 1 リンク体 4 1 a および第 2 リンク体 4 1 b を対応する角変位軸線 A 0 , A 1 まわりに角変位させて、第 3 リンク体 4 1 c を左右方向 Y に平行移動させる。次に図 6 (6) に示すように、第 3 リンク体 4 1 c のロボットハンド側部分を正面側開口に臨ませるとともに、前後方向 X にほぼ平行な姿勢に維持する。この状態で、前方 X 1 に移動させて、ウェハ収容可能となるように上下方向のロボットハンド 4 0 の位置を調整して、図 6 (7) に示すように、フープ 2 5 内空間にウェハ 2 4 を収容する。

【 0 1 0 4 】

図 7 は、本実施の形態のウェハ 2 4 の受取りおよび受渡し位置にウェハ 2 4 を配置した状態を示す図である。図 7 (1) ~ 図 7 (4) は、第 1 ~ 第 4 フープ 2 5 a ~ 2 5 d に収容されるウェハ 2 4 を把持した状態をそれぞれ示す。図 7 (5) は、アライナ 5 6 にウェハ 2 4 を配置した状態を示す。図 7 (6)、図 7 (7) は、処理空間 3 0 に設定される位置にウェハ 2 4 を配置した状態を示す。このように本実施形態では、3 リンク構造のロボットアームで、4 つのフープオープンナ 2 6 a ~ 2 6 d に支持されるフープ 2 5 のウェハ 2 4 を受取り受渡し可能に構成することができる。

【 0 1 0 5 】

また本実施の形態では、ロボットハンド 4 0 が設けられる第 3 リンク体 4 1 c は、1 つであるとしたが、これに限定せず、第 3 リンク体 4 1 c が複数、たとえば 2 つ設けられる場合についても、本発明に含まれる。

【 0 1 0 6 】

たとえば第 3 リンク体 4 1 c が複数設けられる場合、第 3 リンク体 4 1 c は、上下方向 Z に並んで形成される。各第 3 リンク体 4 1 c は、それぞれ長手方向一端部 4 5 c が、第 2 リンク体 4 1 b の長手方向他端部 4 6 b に連結される。また各第 3 リンク体 4 1 c は、第 2 リンク体 4 1 b に対して、第 2 関節軸線 A 2 まわりにそれぞれ個別に角変位可能に構成される。また各第 3 リンク体 4 1 c は、長手方向他端部 4 6 c に、ロボットハンド 4 0 がそれぞれ形成される。各第 3 リンク体 4 1 c は、上下方向 Z に異なる領域に配置されることで、それぞれ個別に第 3 関節軸線 A 2 まわりに角変位したとしても、互いの第 3 リンク体 4 1 c が干渉することが防がれる。第 3 リンク体 4 1 c が複数設けられることで、一度に搬送可能なウェハ搬送枚数を増やすことができ、作業効率を向上することができる。また第 3 リンク体 4 1 c は、1 つまたは 2 つに限定されず、さらに多数の第 3 リンク体 4 1 c が設けられてもよい。第 3 リンク体 4 1 c は、同一形状に形成されることが好ましい。

【 0 1 0 7 】

図 8 は、フープオープンナ 2 6 が 3 つのウェハ移載装置 2 3 を示す平面図である。図 9 は、フープオープンナ 2 6 が 2 つのウェハ移載装置 2 3 を示す平面図である。図 8 および図 9 には、ウェハ搬送ロボット 2 7 の他の可動状態の形状の一例を 2 点鎖線で示す。図 8 および図 9 に示すウェハ搬送ロボット 2 7 は、フープオープンナ 2 6 が 4 つのウェハ移載装置 2 3 と同様のウェハ搬送ロボット 2 7 である。したがってウェハ搬送ロボット 2 7 は、フープオープンナ 2 6 の 2 つおよび 3 つの場合にも、正面壁 1 1 0 および背面壁 1 1 1 に干渉することなく、ウェハを搬送可能である。したがってフープオープンナ 2 6 の数に応じてロボ

ットの構成を変える必要がなく、汎用性を向上することができる。

【 0 1 0 8 】

図 1 0 は、本発明の第 2 実施形態の基板搬送方法が実施されるウェハ移載装置 2 3 A を簡略化して示す平面図である。第 2 実施形態のウェハ移載装置 2 3 A は、第 1 実施形態のウェハ移載装置 2 3 と類似した構成を示し、類似した構成については、説明を省略し、同様の参照符号を付する。第 2 実施形態のウェハ移載装置 2 3 A は、ウェハ搬送ロボット 2 7 のリンク長さが、第 1 実施形態と異なり、他の構成については、第 1 実施形態と同様である。

【 0 1 0 9 】

第 1 実施形態では、第 1 フープ 2 5 a に收容されるウェハ 2 4 に、第 1 リンク体 4 1 a と第 2 リンク体 4 1 b とを一直線に延ばした状態で、ロボットハンド 4 0 を到達させるとした。しかしながら本発明は、これに限定されない。第 2 実施形態では、図 1 0 に示すように、第 1 リンク体 4 1 a の長手方向と、第 2 リンク体 4 1 b の長手方向とが、予め定められる角度を成して、第 1 フープ 2 5 a に收容されるウェハ 2 4 にロボットハンド 4 0 を到達させる。

【 0 1 1 0 】

第 2 実施形態では、第 3 リンク体 4 1 c の長手方向が、前後方向 X に一致した状態でウェハ 2 4 に到達するように、第 1 リンク体 4 1 a と第 2 リンク体 4 1 b との角度位置が設定される。第 2 実施形態では、第 3 リンク体 4 1 c の長手方向が、前後方向 X に一致させた状態で、ウェハ 2 4 にロボットハンド 4 0 を到達させ、第 3 リンク体 4 1 c を後方 X 2 に平行移動して、ウェハ 2 4 を準備空間 2 9 に侵入させる。これによって、ロボットハンド 4 0 に把持されるウェハ 2 4 と、正面側開口部 1 0 1 a およびフープ本体 6 0 の開口部 6 0 a との間の隙間が小さい場合であっても、ウェハ 2 4 が、各開口部 1 0 1 a , 6 0 a に衝突することを防ぐことができる。

【 0 1 1 1 】

このような第 2 実施形態であっても、回転軸線 A 0 を背面壁 1 1 1 寄りに配置し、ロボットアーム 4 1 の最小回転半径 R が、前記減算値 (B - L 0) の 1 / 2 を超えて、前記減算値 (B - L 0) 以下に設定されることで、第 1 実施形態と同様の効果を得ることができる。

【 0 1 1 2 】

図 1 1 は、本発明の第 3 実施形態の基板搬送方法が実施されるウェハ移載装置 2 3 B を簡略化して示す平面図である。図 1 1 には、ウェハ搬送ロボット 2 7 の他の可動状態の形状の一例を 2 点鎖線で示す。第 3 実施形態のウェハ移載装置 2 3 B は、第 1 実施形態のウェハ移載装置 2 3 と類似した構成を示し、類似した構成については、説明を省略し、同様の参照符号を付する。第 3 実施形態のウェハ移載装置 2 3 B は、ウェハ搬送ロボット 2 7 のリンク長さが、第 1 実施形態と異なり、他の構成については、第 1 実施形態と同様である。

【 0 1 1 3 】

第 1 実施形態では、第 1 軸間距離 L 1 1 と第 2 軸間距離 L 1 2 とが同一寸法であるとした。しかしながら本発明は、これに限定されない。第 3 実施形態では、第 1 軸間距離 L 1 1 と第 2 軸間距離 L 1 2 とが少し異なり、第 1 軸間距離 L 1 1 のほうが第 2 軸間距離 L 1 2 に比べて、やや大きく形成される。この場合、図 1 1 に示すように、第 3 リンク体 4 1 c の第 2 関節軸線 A 2 まわりに角変位を停止させて、第 1 リンク体 4 1 a を回転軸線 A 0 まわりに単位時間あたりに角変位する角変位量に対して、2 倍の角変位量で、第 2 リンク体 4 1 b を第 1 関節軸線 A 1 まわりに単位時間に角変位させると、第 3 リンク体 4 1 c の姿勢が若干変化する。

【 0 1 1 4 】

ロボットハンド 4 0 が、回転軸線 L 0 に対して、左右方向 Y 一方から左右方向 Y 他方に進むと、ロボットハンド 4 0 が把持するウェハ 2 4 の中心位置 A 3 および、第 2 関節軸線 A 2 の移動軌跡 1 3 0 , 1 3 1 が、前方 X 1 に膨らむ円弧状に形成される。図 1 1 では、

10

20

30

40

50

理解を容易にするために、中心位置 A 3 および、第 2 関節軸線 A 2 の移動軌跡 1 3 0 , 1 3 1 を破線で示し、左右方向 Y に平行に延びる仮想線 1 3 2 , 1 3 3 を一点鎖線で示す。

【 0 1 1 5 】

この場合、第 1 軸間距離 L 1 1 と第 2 軸間距離 L 1 2 との差が小さい場合には、第 3 リンク体 4 1 c をほぼ平行に左右方向 Y に移動させることができる。このように少々第 1 軸線距離 L 1 1 と第 2 軸線距離 L 1 2 とが変更してもよい。たとえば第 1 軸間距離 L 1 1 と第 2 軸間距離 L 1 2 とで許容される寸法差は、 $B - L 0 - E - L 1 \text{ mm}$ 以内に設定される。

【 0 1 1 6 】

このような第 3 実施形態であっても、旋回軸線 A 0 を背面壁 1 1 1 寄りに配置し、ロボットアーム 4 1 の最小回転半径 R が、前記減算値 ($B - L 0$) の $1 / 2$ を超えて、前記減算値 ($B - L 0$) 以下に設定されることで、第 1 実施形態と同様の効果を得ることができる。また第 1 ~ 第 3 実施形態のロボットアーム 4 1 の各リンク体 4 1 a ~ 4 1 c の長さ、軸間距離 L 1 1 , L 1 2 は、一例であって変更してもよい。たとえば第 1 リンク距離 L 1 1 、第 2 リンク距離 L 1 2 、第 3 リンク距離 L 1 3 は、同一距離でなくてもよい。

【 0 1 1 7 】

図 1 2 は、本発明の第 4 実施形態の基板搬送方法が実施される半導体処理設備 2 0 C の一部を示す平面図である。第 4 実施形態の半導体処理設備 2 0 A は、第 1 実施形態の半導体処理設備 2 0 と類似した構成を示し、類似した構成については、説明を省略し、同様の参照符号を付する。第 4 実施形態の半導体処理設備 2 0 C は、ウェハ移載装置 2 3 に備えられるウェハ搬送ロボット 2 7 は、ウェハ処理装置 2 2 に備えられる搬送装置を兼用する。他の構成については、第 1 実施形態と同様であるので説明を省略する。

【 0 1 1 8 】

第 1 実施形態では、ウェハ処理装置 2 2 が有する搬送装置は、ウェハ移載装置 2 3 によって準備空間 2 9 から処理空間 3 0 に搬送されるウェハ 2 4 を受取り、受取ったウェハ 2 4 をウェハ処理位置に搬送する。これに対して、第 4 実施形態では、図 1 2 に示すように、ウェハ移載装置 2 3 のウェハ搬送ロボット 2 7 は、動作領域を広げることができるので、ウェハ移載装置 2 3 内でのウェハ移載に限らず、ウェハ処理装置 2 2 の処理空間 3 0 に侵入して、ウェハ 2 4 をウェハ処理位置に直接搬送する。したがってウェハ処理装置 2 2 には、搬送装置を不要とすることができ、ウェハ処理設備の部品点数を減らすことができ、製造コストを低減することができる。

【 0 1 1 9 】

第 4 実施形態では、背面側開口 1 2 1 は、左右方向 Y に関して、旋回軸線 A 0 近傍に配置されることが好ましい。また背面側開口 1 2 1 は、ウェハ搬送ロボット 2 7 の最小回転半径 R を半径として旋回軸線 A 0 まわりに一周する仮想円が、背面壁 1 1 1 と交差する 2 つのうち一方の位置である第 1 交差位置 P 1 から、旋回軸線 A 0 を通過して前後方向 X に延びる直線が背面壁 1 1 1 と交差する第 2 交差位置 P 2 までの間以上の間隔を有し、第 1 交差位置 P 1 から第 2 交差位置 P 2 を含む形状に形成されることが好ましい。これによって第 1 リンク体 4 1 a を旋回軸線 A 0 まわりに角変位させて、第 1 リンク体 4 1 a が背面壁 1 1 1 に衝突することを防いで、第 1 リンク体 4 1 a に設定される第 1 関節軸線 A 1 を、準備空間 2 9 に配置することができる。これによって準備空間 2 9 のうちで、背面壁 1 1 1 から後方 X 2 に離れた位置にウェハ 2 4 を移動させることができる。

【 0 1 2 0 】

また上述した各実施形態 1 ~ 4 は、本発明の一例示であって発明の範囲内で変更可能である。たとえば本実施の形態では、ウェハ処理設備 2 0 に用いられるウェハ移載装置 2 3 について説明したが、半導体ウェハ以外の基板を処理する基板処理設備に用いられる基板移載装置であっても本発明に含まれる。この場合、基板移載装置は、基板収容容器から雰囲気気体が調整された準備空間を経由して、基板処理装置に移載するとともに、基板処理装置から準備空間を経由して基板収容容器に搬送する基板移載装置全般に適用することができる。たとえば基板としては、半導体基板のほか、ガラス基板であってもよい。またウ

10

20

30

40

50

ェハのサイズは、300mmを前提として説明したが、他のサイズである場合には、他のサイズに適したリンク寸法のロボットアームを適用することができる。

【0121】

また本実施の形態の基板搬送方法では、ウェハ移載装置23は、アライナ56を有したが、アライナ56以外の処理デバイスを有していてもよい。処理デバイスは、準備空間29でウェハを保持して予め定める処理または動作を行うための装置である。たとえば処理デバイスとしては、ウェハ56を準備空間29で保持するバッファ体、ウェハを準備空間29で保持して、品質および不良品の有無などを検査する検査デバイスであってもよい。またウェハ移載装置23がアライナ56などの処理デバイスを有していなくても、本発明に含まれる。

10

【0122】

またフープオープナが3つ以下であっても、処理デバイスにウェハ24を搬送するために、ウェハ24を左右方向に広範囲にわたって移動させる必要がある場合などには、本発明を適用することで、準備空間の前後方向寸法Bが小さくても、ウェハを好適に搬送することができる。この場合、旋回軸線A0の左右方向Yの位置は、左右方向に移動すべき対象物の位置によって適宜定められる。またフープオープナに代えて、基板容器を設置する基板容器設置台が設けられてもよい。

【0123】

また本実施の形態では、第1リンク体41aが、旋回軸線A0を含んで前後方向Xに延びる基準線P0に対して、旋回軸線A0まわり周方向一方および周方向他方に90°角変位可能としたが、これに限定されない。また本実施形態では、前後方向X、左右方向Y、上下方向Zとしたが、それぞれ互いに直交する3つの方向である第1方向、第2方向および第3方向に対応してもよい。

20

【0124】

本発明は、次の実施の形態が可能である。

(1) 前記最小回転半径Rは、準備空間の前後方向寸法Bから、準備空間形成部の背面壁から旋回軸線までの前後方向距離L0と、フープオープナによって設定される正面壁から背面壁側の前後方向のロボット侵入禁止領域寸法Eとを減算した許容寸法($B - L0 - E$)以下に設定($R \leq B - L0 - E$)されることを特徴とするウェハ移載装置。

【0125】

最小回転半径Rが、許容寸法($B - L0 - E$)以下に設定されることで、ロボットアームが正面壁に最も近接した状態であっても、ロボットアームの一部がフープオープナの可動領域に侵入することを防ぐことができる。これによってフープオープナの可動状態にかかわらず、ロボットアームとフープオープナとが干渉することを防ぐことができる。

30

【0126】

最小回転半径Rが、許容寸法($B - L0 - E$)以下に設定されることで、ロボットアームが正面壁に最も近接した状態であっても、ロボットアームの一部がフープオープナの可動領域に侵入することが防ぐことを防止することができる。これによってロボットアームとフープオープナとの接触を防いで、ウェハ移載装置の動作不良を防ぐことができる。

【0127】

(2) ロボットアームは、

基台に一端部が連結されて、前記旋回軸線まわりに角変位可能に構成され、前記旋回軸線に平行な第1関節軸線が設定される第1リンク体と、

第1リンク体の他端部に、一端部が連結されて、前記第1関節軸線まわりに角変位可能に構成され、前記旋回軸線に平行な第2関節軸線が設定される第2リンク体と、

第2リンク体の他端部に、一端部が連結されて、前記第2関節軸線まわりに角変位可能に構成され、他端部に基板を把持するロボットハンドが形成される1または複数の第3リンク体とを有し、

旋回軸線から、旋回軸線に対して第1関節軸線に向かう半径方向に最も遠ざかる第1リンク体の端部までの距離である第1リンク距離L1が、前記許容方向寸法($B - L0 -$

40

50

E) の $1/2$ を超えて、前記許容寸法 ($B - L0 - E$) 以下に設定 (($B - L0 - E$) / $2 < L1 - B - L0 - E$) されることを特徴とするウェハ移載装置。

【0128】

第1リンク距離 $L1$ が、前記許容寸法 ($B - L0 - E$) の $1/2$ を超え、許容寸法 ($B - L0 - E$) 以下に設定される。これによって第1リンク体が、正面壁に最も近接した状態であっても、第1リンク体の一部がフープオープナの可動領域に侵入することを防ぐことができる。これによって正面壁との干渉を防いで、第1リンク体の他端部を、回転軸線に対して、左右方向両側に移動させることができる。また第1リンク距離 $L1$ を、許容寸法 ($B - L0 - E$) 以下としたうえで、可及的に大きくすることで、正面壁およびフープオープナと第1リンク体との干渉を防ぐとともに、回転軸線に対して、左右方向両側の離れた位置に第1リンク体の他端部を移動させることができ、第1リンク体の動作範囲を大きくすることができる。

10

【0129】

第1リンク距離 $L1$ が、準備空間の前後方向寸法 B の $1/2$ を超え、前記許容寸法 ($B - L0 - E$) 以下に設定される。これによって第1リンク体が正面壁およびフープオープナと干渉することを防いで、第1リンク体のリンク長さを大きくすることができる。また第1リンク体の角変位動作領域を 360° 未満、たとえば 180° 程度に制限することで、第1リンク体が背面壁に干渉することを防ぐことができる。第1リンク体を大きくすることで、第2リンク体および第3リンク体を、回転軸線から、左右方向に離れた位置に配置することができ、ロボットの可動領域を左右方向に拡大させることができる。

20

【0130】

(3) 回転軸線から第1関節軸線までの第1軸間距離 $L11$ と、第1関節軸線から第2関節軸線までの第2軸間距離 $L12$ とが同一に設定され、

第2関節軸線から、第2関節軸線に対して第1関節軸線に向かう半径方向に最も遠ざかる第2リンク体の端部までの距離である第2リンク距離 $L2$ は、前記許容方向寸法 ($B - L0 - E$) の $1/2$ を超えて、前記許容寸法 ($B - L0 - E$) 以下に設定されることを特徴とするウェハ移載装置。

【0131】

回転軸線方向に関して、第2リンク体を第1リンク体に重ねて、回転軸線と、第2関節軸線とを一致させた状態では、回転軸線から最も遠ざかる第2リンク体の端部までの距離が、前記許容寸法 ($B - L0 - E$) 以下となる。したがって回転軸線と、第2関節軸線とを一致させた状態では、第2リンク体の一部がフープオープナの可動領域に侵入することを防ぐことができる。また第2リンク距離 $L2$ について、許容寸法 ($B - L0 - E$) 以下としたうえで、可及的に大きくすることで、正面壁およびフープオープナと第2リンク体との干渉を防ぐとともに、左右方向両側の離れた位置に第2リンク体の他端部を移動させることができ、第2リンク体の動作範囲を大きくすることができる。

30

【0132】

また第1軸間距離 $L11$ と、第2軸間距離 $L12$ とを同一とすることで、第1リンク体の回転軸線まわりの角変位量に対して、第2リンク体の第1角変位軸線まわりの角変位量を2倍とすることで、第2リンク体の他端部を左右方向に平行移動させることができ、アーム体の制御を容易に行うことができる。ここで同一とは、実質的に同一な状態を含み、同一および略同一な状態を含む。

40

【0133】

第2リンク距離 $L2$ が、準備空間の前後方向寸法 B の $1/2$ を超え、前記許容寸法 ($B - L0 - E$) 以下に設定される。これによって第1リンク体と第2リンク体とを重ねて、ロボットアームを最小変形状態とすることで、第2リンク体が、正面壁およびフープオープナに干渉することを防いで、第2リンク体のリンク長さを大きくすることができる。第2リンク体を大きくすることで、第3リンク体を、回転軸線から、左右方向に離れた位置に配置することができ、ロボットの可動領域を左右方向に拡大させることができる。

【0134】

50

(4) ウェハをロボットハンドが把持した状態で、第2関節軸線から、第2関節軸線に対して半径方向に最も遠ざかる第3リンク体の端部またはウェハ部分までの距離である第3リンク距離 L_3 は、前記許容方向寸法 $(B - L_0 - E)$ の $1/2$ を超えて、前記許容寸法 $(B - L_0 - E)$ 以下に設定されることを特徴とするウェハ移載装置。

【0135】

旋回軸線方向に関して、第1～第3リンク体を重ねて、旋回軸線と、第2関節軸線とを一致させた状態では、旋回軸線から最も遠ざかる第3リンク体の端部までの距離が、前記許容寸法 $(B - L_0 - E)$ 以下となる。したがって旋回軸線と、第2関節軸線とを一致させた状態では、第3リンク体の一部または第3リンクに保持されるウェハの一部が、フープオープナの可動領域に侵入することを防ぐことができる。また第3リンク距離 L_3 を、許容寸法 $(B - L_0 - E)$ 以下としたうえで、可及的に大きくすることで、正面壁およびフープオープナと第3リンク体との干渉を防ぐとともに、左右方向両側の離れた位置に第3リンク体の他端部を移動させることができ、第3リンク体の動作範囲を大きくすることができる。

10

【0136】

第3リンク距離 L_2 が、準備空間の前後方向寸法 B の $1/2$ を超え、前記許容寸法 $(B - L_0 - E)$ 以下に設定される。これによって第1～第3リンクをそれぞれ重ねて、ロボットアームを最小変形状態とすることで、第3リンク体が、正面壁およびフープオープナに干渉することを防いで、第3リンク体のリンク長さを大きくすることができる。第3リンク体を大きくすることで、第3リンク体に保持されるウェハを、旋回軸線から、左右方向に離れた位置に配置することができ、ロボットの可動領域を左右方向に拡大させることができる。

20

【0137】

(5) 前記第1リンク距離 L_1 、第2リンク距離 L_2 および第3リンク距離 L_3 が、前記許容寸法 $(B - L_0 - E)$ と同一に設定されることを特徴とするウェハ移載装置。

【0138】

第1～第3リンク距離 $L_1 \sim L_3$ が、許容寸法 $(B - L_0 - E)$ と同一に設定される。これによってロボットアームを最小変形状態とした場合に、各リンク体が正面壁およびフープオープナと接触することを防ぐことができる。ここで同一とは、実質的に同一な状態を含み、同一および略同一な状態を含む。また干渉を防ぎつつ、各リンク体の長さが最大限大きく設定されるので、左右方向に関してロボットアームの動作範囲を大きくすることができる。これによって左右方向に離れた位置に、正面側開口および背面側開口が形成される場合でも、ロボットアームによってウェハを搬入および搬出することができる。

30

【0139】

第1～第3リンク距離 $L_1 \sim L_3$ が、許容寸法 $(B - L_0 - E)$ と同一に設定される。これによってロボットアームを最小変形状態とした場合に、各リンク体が正面壁およびフープオープナと接触することを防ぐことができる。また、各リンク体の長さを可及的に大きくすることができるので、左右方向に関してロボットアームの動作範囲を大きくすることができる。これによって左右方向に離れた位置に、正面側開口および背面側開口が形成される場合でも、ロボットアームによってウェハを搬入および搬出することができる。

40

【0140】

(6) 準備空間形成部は、前後方向と旋回軸線方向とに直交する左右方向に関して並ぶ4つの正面側開口が形成され、

フープオープナは、各正面側開口をそれぞれ開閉するために4つ設けられることを特徴とするウェハ移載装置。

【0141】

上述したように準備空間の前後方向寸法 B が小さい場合でも、ロボットアームの左右方向の動作範囲を大きくすることができる。これによってフープオープナが4つ設けられる場合であっても、ロボットに走行軸を設けることなく、またロボットアームのリンク数を多くすることなく、各フープオープナに装着される基板容器に対して、ウェハ処理装置に

50

対するウェハの搬入および搬出を行うことができる。

【0142】

上述したように準備空間の前後方向寸法 B が小さい場合でも、ロボットアームの左右方向の動作範囲を大きくすることができる。これによってフープオープナが4つ設けられる場合であっても、ロボットに走行軸を設けることなく、またロボットアームのリンク数を多くすることなく、各フープオープナに装着される基板容器に対して、ウェハ処理装置に対するウェハの搬入および搬出を行うことができる。フープオープナが4つ設けられることで、基板容器のウェハ移載装置に対する搬送および着脱動作と、ウェハ移載装置に保持される基板容器内のウェハの移載動作とを並列して行うことができ、作業効率を向上することができる。

10

【0143】

(7) 基板処理を行う基板処理装置に対して、予め調整される雰囲気気体で満たされる準備空間で基板の搬入および搬出を行う基板移載装置であって、

前記準備空間を規定し、予め定める前後方向に間隔をあけて配置される正面壁と背面壁とを有し、正面壁に第1出入口が形成され、背面壁に第2出入口が形成される準備空間形成部と、

準備空間形成部の第1出入口を開閉する開閉手段と、

準備空間に配置され、第1出入口と第2出入口とにわたって基板を搬送する基板搬送ロボットとを含み、

基板搬送ロボットは、

準備空間形成部に固定され、予め定める旋回軸線が設定される基台と、

基台に一端部が連結されて、前記旋回軸線まわりに角変位可能に構成され、前記旋回軸線に平行な第1関節軸線が設定される第1リンク体と、

第1リンク体の他端部に、一端部が連結されて、前記第1関節軸線まわりに角変位可能に構成され、前記旋回軸線に平行な第2関節軸線が設定される第2リンク体と、

第2リンク体の他端部に、一端部が連結されて、前記第2関節軸線まわりに角変位可能に構成され、他端部に基板を把持するロボットハンドが形成される1または複数の第3リンク体と、

各リンク体を対応する関節軸まわりにそれぞれ個別に角変位駆動する駆動手段とを含んで構成され、

旋回軸線は、準備空間の前後方向他方寄りに配置されて、

旋回軸線から、旋回軸線に対して第1関節軸線に向かう半径方向に最も遠ざかる第1リンク体の端部までの距離である第1リンク距離 L_1 が、準備空間形成部の正面壁と背面壁との間の寸法となる準備空間の前後方向寸法 B の $1/2$ を超えて、準備空間の前後方向寸法 B から、準備空間形成部の背面壁から旋回軸線までの前後方向距離 L_0 を減算した値 $(B - L_0)$ 以下に設定 $(B/2 < L_1 - B - L_0)$ されることを特徴とする基板移載装置。

20

30

【0144】

ウェハ移載装置ロボットアームの最小回転半径 R が、準備空間の前後方向寸法 B の $1/2$ を超えることで、第1および第2従来技術に比べて、ロボットアームの最小回転半径 R を大きくすることができる。またロボットアームの最小回転半径 R が、前記減算値 $(B - L_0)$ 以下に設定されることで、最小変形状態のロボットアームと、正面壁との間に隙間を形成することができ、ロボットアームと正面壁とが干渉することを防ぐことができる。

40

【0145】

これによって準備空間の前後方向寸法 B が小さくても、ロボットアームのリンク体のリンク長さを大きくすることができ、ロボットアームが正面壁と干渉することを防ぐことができる。したがってロボットアームの動作範囲を大きくすることができる。特に、前後方向と旋回軸線方向とに垂直な左右方向に関してロボットアームの動作範囲を大きくすることができる。これによって走行手段を必要とせず、またリンク体の数が不所望に増加することを防ぐことができる。

50

【 0 1 4 6 】

ロボットアームの最小回転半径 R が、上述した関係 ($B / 2 < R \leq B - L_0$) に設定される。これによってロボットアームが正面壁と干渉することを防いで、ロボットアームのリンク体のリンク長さを大きくすることができる。またロボットアームの角変位動作領域を 360° 未満、たとえば 180° 程度に制限することで、ロボットアームが背面壁に干渉することも防ぐことができる。

【 0 1 4 7 】

これによってロボットを左右方向に走行駆動させる走行手段を不必要として、走行手段で発生する塵埃を防ぐことができ、準備空間のクリーン度の低下を防ぐことができる。またロボットアームに必要なリンク数を減らすことができ、ロボットの構造を簡単化することができ、またロボットの冗長性を減らすことができ、準備空間形成部にロボットアームが衝突する可能性を減らすことができる。

【 0 1 4 8 】

このように本発明では、走行手段の不要に起因して塵埃の飛散を抑えることができるとともに、リンク数の増加を抑えることで、基板移載装置内での干渉を防ぐことができ、構造および制御が簡単な基板搬送ロボットを備える基板移載装置を提供することができる。基板移載装置は、半導体ウェハのほか、予め定められる調整空間で処理される基板であればよく、ガラス基板などの他の基板であってもよい。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 1 4 9 】

【 図 1 】 本発明の第 1 実施形態である基板搬送方法が実施されるウェハ移載装置 23 を備える半導体処理設備 20 の一部を示す平面図である。

【 図 2 】 半導体処理設備 20 の一部を切断して示す断面図である。

【 図 3 】 各リンク体 41a ~ 41c の長さを説明するためにウェハ移載装置 23 を簡略化して示す平面図である。

【 図 4 】 第 1 フープ 25a に收容されるウェハ 24 をアライナ 56 に搬送するまでの搬送動作を簡略化して示す図である。

【 図 5 】 アライナ 56 に支持されるウェハ 24 を処理空間 30 に搬送するまでの搬送動作を簡略化して示す図である。

【 図 6 】 処理空間 30 に配置されるウェハ 24 を、第 1 フープ 25a に收容するまでの搬送動作を簡略化して示す図である。

【 図 7 】 本実施の形態のウェハ 24 の受取りおよび受渡し位置にウェハ 24 を配置した状態を示す図である。

【 図 8 】 フープオープン 26 が 3 つのウェハ移載装置 23 を示す平面図である。

【 図 9 】 フープオープン 26 が 2 つのウェハ移載装置 23 を示す平面図である。

【 図 10 】 本発明の第 2 実施形態の基板搬送方法が実施されるウェハ移載装置 23A を簡略化して示す平面図である。

【 図 11 】 本発明の第 3 実施形態の基板搬送方法が実施されるウェハ移載装置 23B を簡略化して示す平面図である。

【 図 12 】 本発明の第 4 実施形態の基板搬送方法が実施される半導体処理装置 20C を示す平面図である。

【 図 13 】 従来技術の基板搬送方法が実施される半導体処理設備 1 の一部を切断して示す断面図である。

【 図 14 】 第 1 従来技術の基板搬送方法が実施される半導体処理設備 1A の一部を切断して示す平面図である。

【 図 15 】 第 2 従来技術の基板搬送方法が実施される半導体処理設備 1B の一部を切断して示す平面図である。

【 符号の説明 】

【 0 1 5 0 】

20 半導体処理設備

10

20

30

40

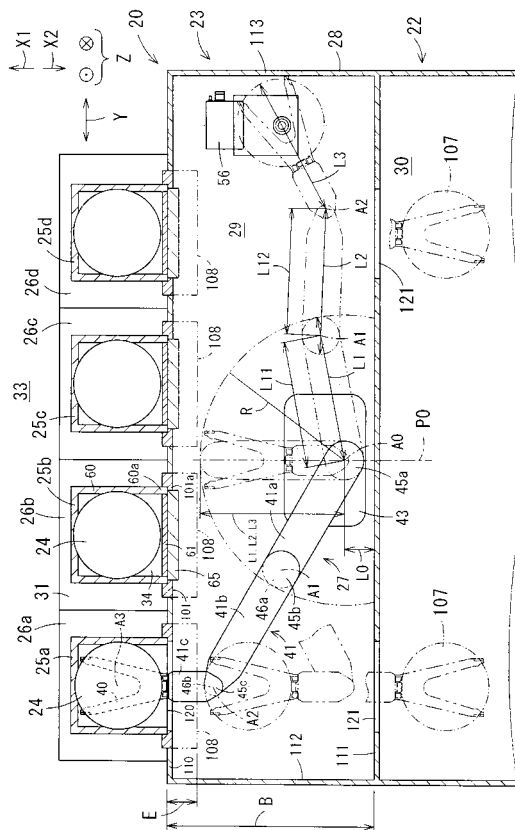
50

- 2 2 ウェハ処理装置
- 2 3 ウェハ移載装置
- 2 4 半導体ウェハ
- 2 5 フープ
- 2 6 フープオープナ
- 2 7 ウェハ搬送ロボット
- 2 8 準備空間形成部
- 4 1 ロボットアーム
- 4 1 a 第1リンク体
- 4 2 b 第2リンク体
- 4 1 c 第3リンク体
- 4 3 基台
- 1 1 0 正面壁
- 1 1 1 背面壁
- 1 2 0 正面側開口
- 1 2 1 背面側開口
- R 最小回転半径
- A 0 旋回軸線
- A 1 第1関節軸線
- A 2 第2関節軸線

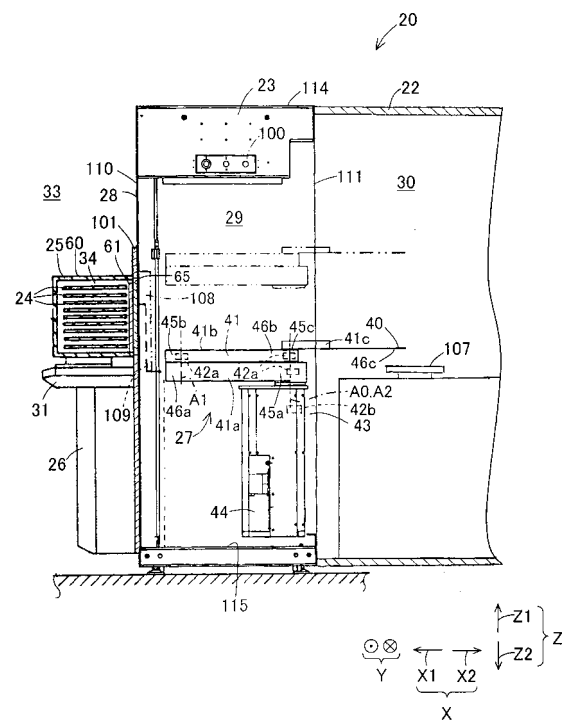
10

20

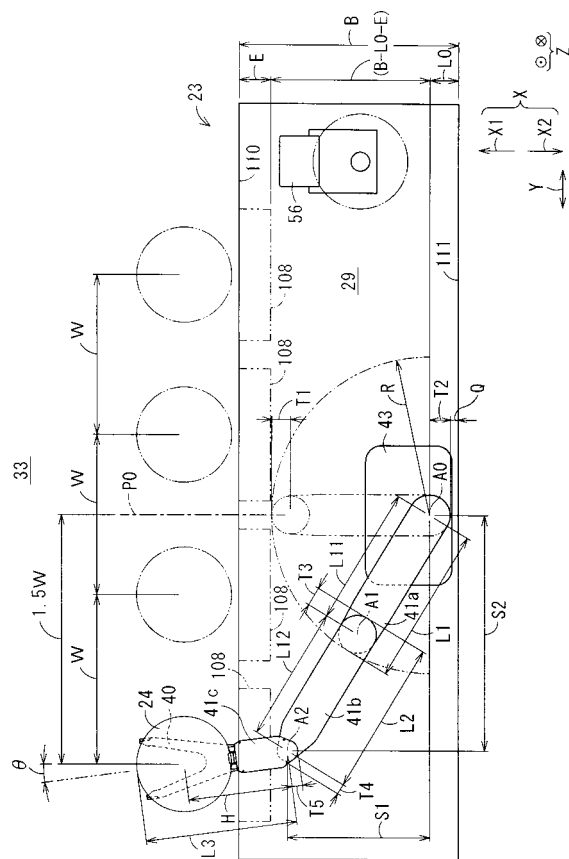
【図 1】



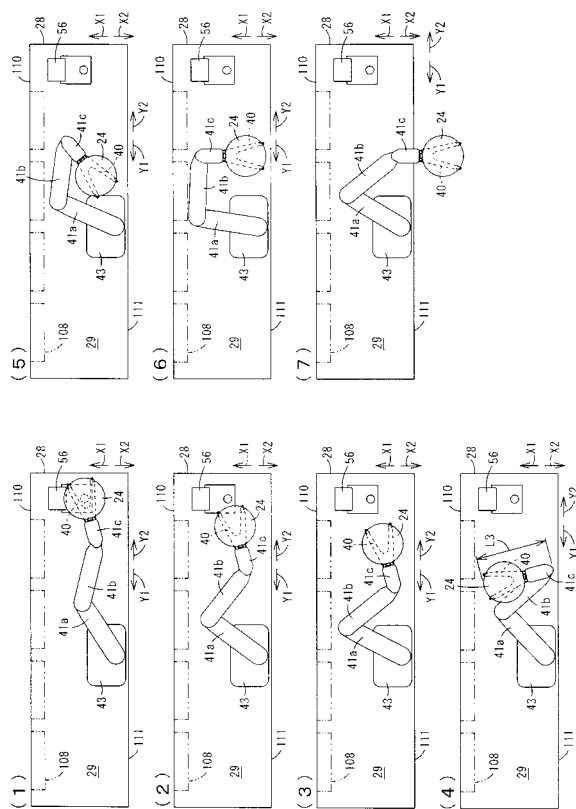
【図 2】



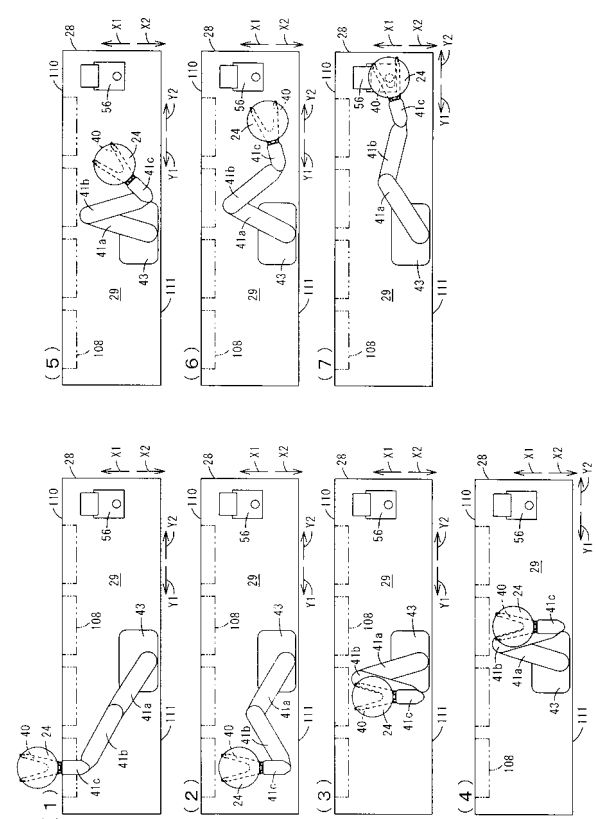
【 図 3 】



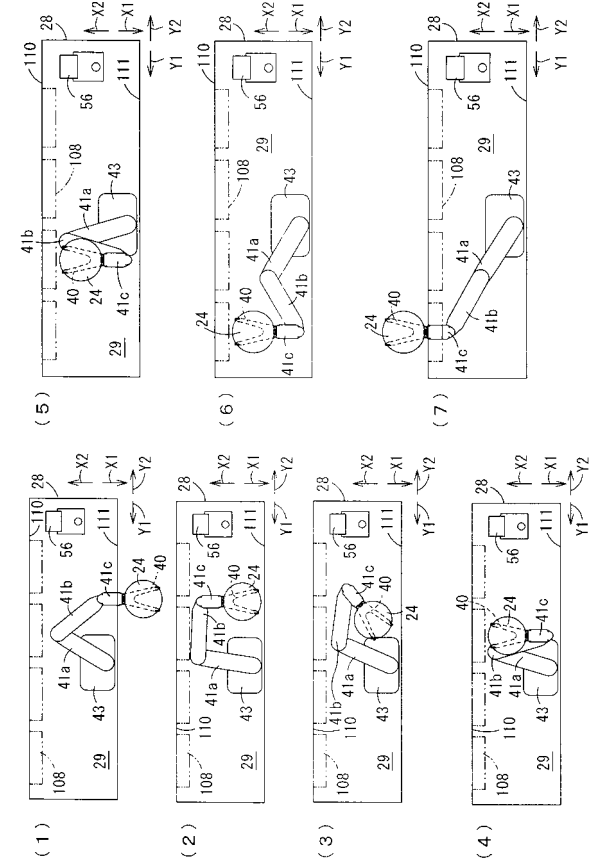
【 図 5 】



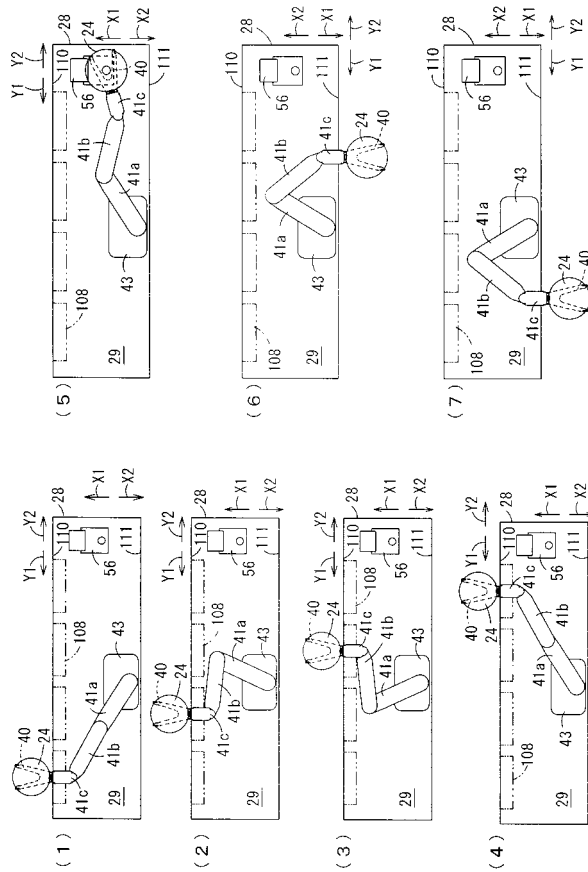
【 図 4 】



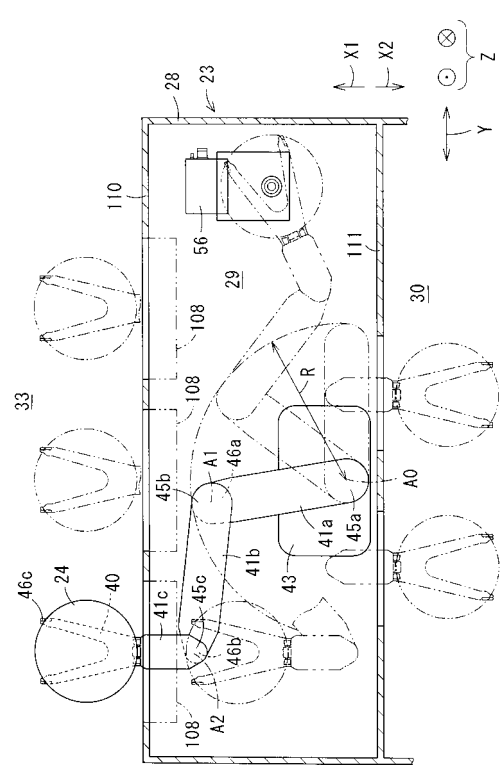
【 図 6 】



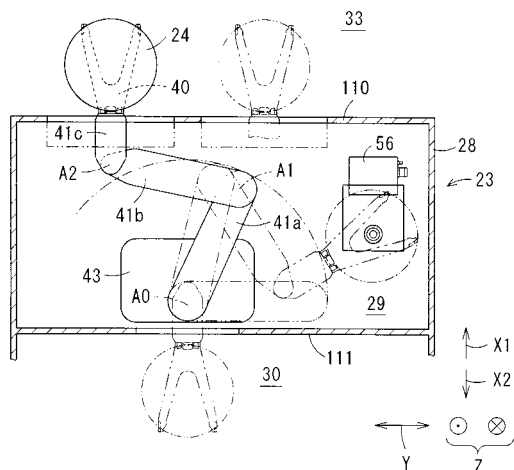
【 圖 7 】



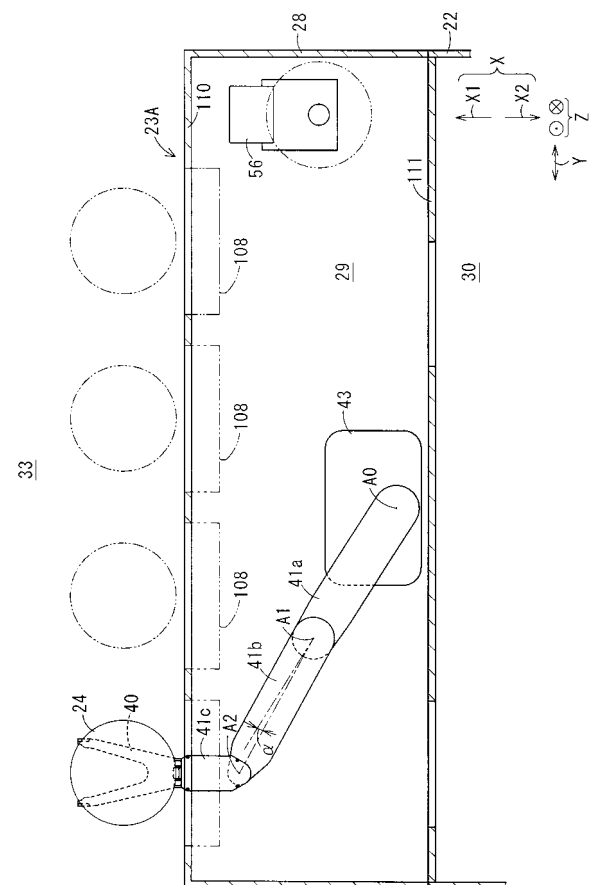
【 図 8 】



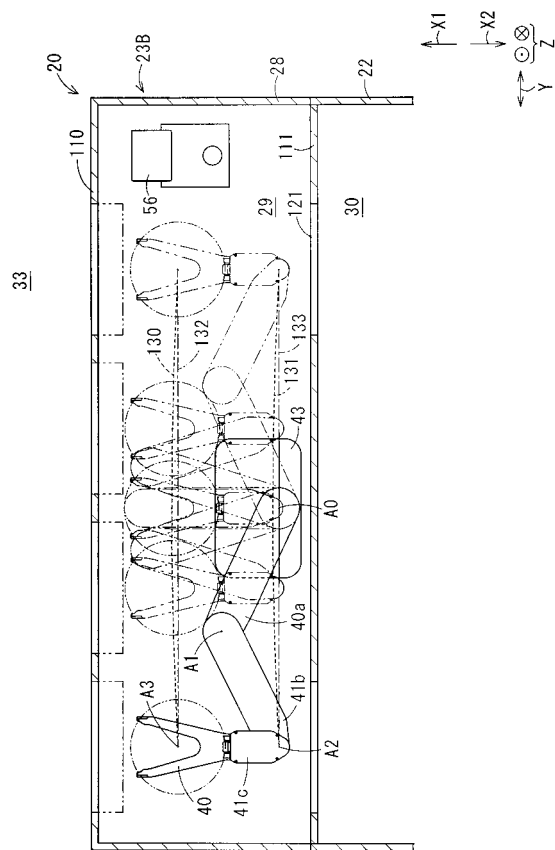
【圖 9】



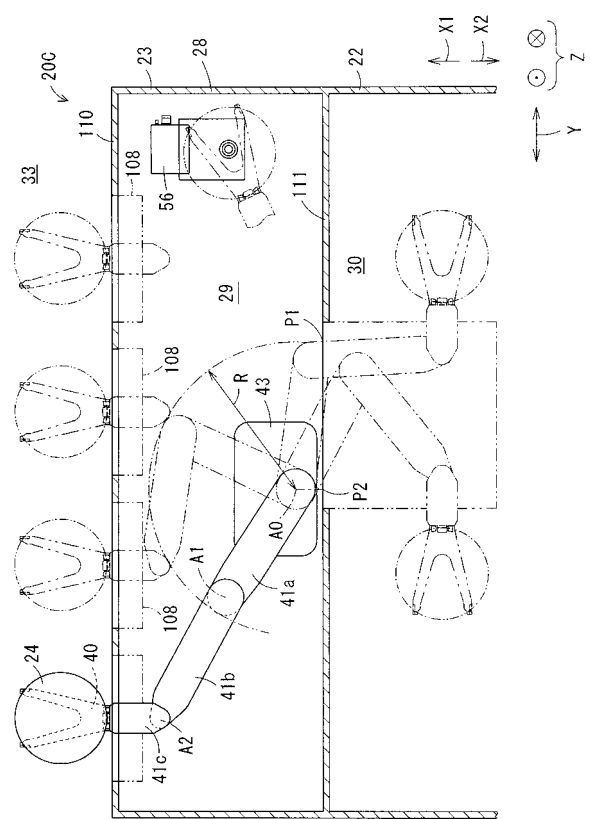
【 図 1 0 】



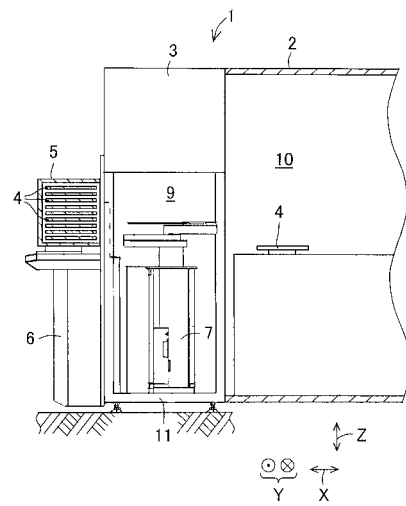
【図 1 1】



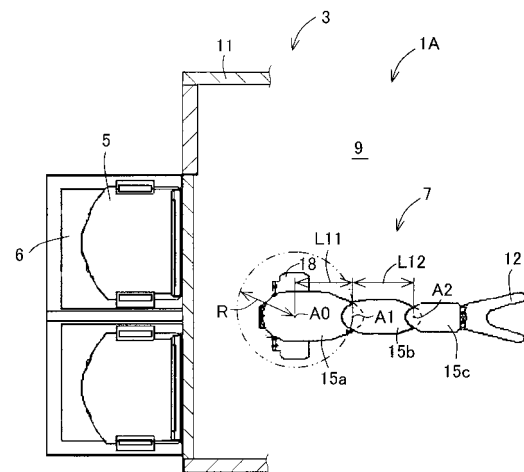
【図 1 2】



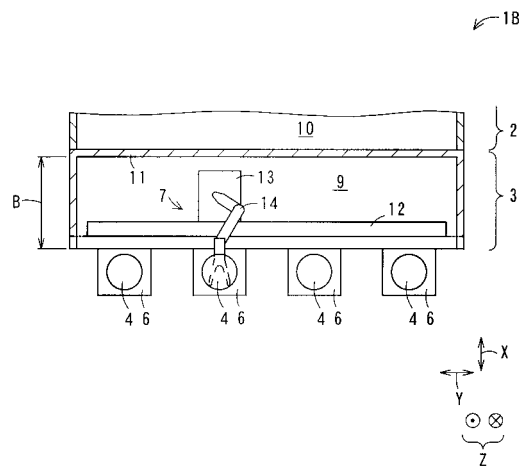
【図 1 3】



【図 1 4】



【図 15】



フロントページの続き

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

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 1 L 2 1 / 6 7 - 2 1 / 6 8 7
B 2 5 J 1 / 0 0 - 2 1 / 0 2
B 6 5 G 4 9 / 0 6