(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2014-68009
(P2014-68009A)
(43)公開日　平成26年4月17日(2014.4.17)

| (51)Int.Cl. | | F I | | テーマコード（参考） |
|---|---|---|---|---|
| ***H01L 21/677*** | ***(2006.01)*** | H01L 21/68 | A | 5F131 |
| ***H01L 21/02*** | ***(2006.01)*** | H01L 21/02 | Z | |

審査請求 未請求　請求項の数 18　ＯＬ　外国語出願　（全 18 頁）

(21)出願番号　特願2013-188116 (P2013-188116)
(22)出願日　平成25年9月11日 (2013.9.11)
(31)優先権主張番号　13/610,990
(32)優先日　平成24年9月12日 (2012.9.12)
(33)優先権主張国　米国 (US)

(71)出願人　592010081
ラム　リサーチ　コーポレーション
ＬＡＭ　ＲＥＳＥＡＲＣＨ　ＣＯＲＰＯＲＡＴＩＯＮ
アメリカ合衆国，カリフォルニア　９４５３８，フレモント，クッシング　パークウェイ　４６５０
(74)代理人　110000028
特許業務法人明成国際特許事務所
(74)代理人　100127775
弁理士　垣見　茂樹
(72)発明者　ベンジャミン・ダブリュ．・ムアリング
アメリカ合衆国　テキサス州７８６１３　シーダー・パーク，キナイ・ドライブ，３００５

最終頁に続く

(54)【発明の名称】半導体処理装置に関する方法およびシステム

(57)【要約】　（修正有）
【課題】より幅広いバリエーションが必要とされうる半導体処理装置に関する方法およびシステムを提供する。
【解決手段】ウエハキャリア１０４，１０６から個々のウエハ１１０を引き出すよう構成されたフロントエンドロボット１０２；フロントエンドロボット１０２と動作関係にあり、細長経路１１２，１１４に沿ってウエハ１１０を移動させるよう構成されたリニアロボット１０８；および、リニアロボット１０８と動作関係にある第１の処理クラスタ１３０は、第１の処理チャンバ１３８と；第２の処理チャンバ１４０と；第１および第２処理チャンバ１３８，１４０の間に配置された第１のクラスタロボット１４２と、を備えてよい。第１のクラスタロボット１４２は、リニアロボット１０８から処理チャンバ１３８，１４０にウエハ１１０を移送するよう構成されると共に、処理チャンバ１３８，１４０からリニアロボット１０８にウエハ１１０を移送するよう構成される。
【選択図】図１

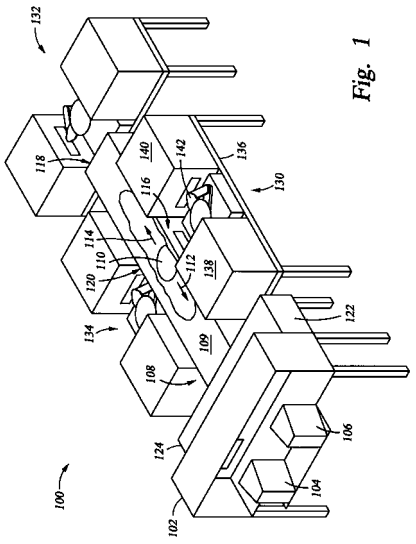



Fig. 1

【特許請求の範囲】
【請求項１】
システムであって、
少なくとも１つのウエハキャリアから個々のウエハを引き出すよう構成されたフロントエンドロボットと、
前記フロントエンドロボットと動作関係にあるリニアロボットであって、前記リニアロボットは、細長経路に沿ってウエハを移動させるよう構成され、前記細長経路および前記リニアロボットは、前記リニアロボットおよび別のロボットの間でウエハのやり取りが行われる第１、第２、および、第３の位置を規定する、リニアロボットと、
前記第１の位置で前記リニアロボットと動作関係にある第１の処理クラスタと、
を備え、
前記第１の処理クラスタは、
第１の処理チャンバと、
第２の処理チャンバと、
前記第１および第２の処理チャンバの間に配置された第１のクラスタロボットと、を備え、
前記第１のクラスタロボットは、前記リニアロボットから前記処理チャンバにウエハを移送するよう構成されると共に、前記処理チャンバから前記リニアロボットにウエハを移送するよう構成されている、システム。
【請求項２】
請求項１に記載のシステムであって、さらに、
前記第２の位置で前記リニアロボットと動作関係にある第２の処理クラスタを備え、
前記第２の処理クラスタは、
第３の処理チャンバと、
第４の処理チャンバと、
前記第３および第４の処理チャンバの間に配置された第２のクラスタロボットと、を備え、
前記第２のクラスタロボットは、前記リニアロボットから前記第３および第４の処理チャンバにウエハを移送するよう構成されると共に、前記第３および第４の処理チャンバから前記リニアロボットにウエハを移送するよう構成されている、システム。
【請求項３】
請求項２に記載のシステムであって、さらに、
前記第３の位置で前記リニアロボットと動作関係にある第３の処理クラスタを備え、
前記第２の処理クラスタは、
第５の処理チャンバと、
第６の処理チャンバと、
前記第５および第６の処理チャンバの間に配置された第３のクラスタロボットと、を備え、
前記第３のクラスタロボットは、前記リニアロボットから前記第５および第６の処理チャンバにウエハを移送するよう構成されると共に、前記第５および第６の処理チャンバから前記リニアロボットにウエハを移送するよう構成されている、システム。
【請求項４】
請求項１に記載のシステムであって、
前記第１の処理クラスタは、さらに、
前記第１のクラスタロボットと動作関係にある緩衝領域を備え、
前記第１のクラスタロボットは、さらに、前記リニアロボットから前記緩衝領域にウエハを移送すること；前記緩衝領域から前記リニアロボットにウエハを移送すること；前記緩衝領域から前記第１の処理チャンバにウエハを移送すること；前記第１の処理チャンバから前記緩衝領域にウエハを移送すること；前記緩衝領域から前記第２の処理チャンバにウエハを移送すること；および、前記第２の処理チャンバから前記緩衝領域にウエハを移

送すること、からなる群より選択された少なくとも１つを実行するよう構成されている、システム。
【請求項５】
請求項４に記載のシステムであって、
前記緩衝領域は、さらに、少なくとも２つのウエハを収容するよう構成されたラック部材を備える、システム。
【請求項６】
請求項１に記載のシステムであって、さらに、
内部空間を備えた移送チャンバであって、前記内部空間は、前記細長経路を規定し、前記移送チャンバは、前記内部空間内で大気圧未満の圧力で作動されるよう設計され、前記リニアロボットの少なくとも一部が前記移送チャンバ内に存在する、移送チャンバと、
前記移送チャンバ内に規定された第１の開口部と動作関係にある第１のドアであって、前記第１のドアおよび第１の開口部は前記第１の位置を規定する、第１のドアと、
前記移送チャンバ内に規定された第２の開口部と動作関係にある第２のドアであって、前記第２のドアおよび第２の開口部は前記第２の位置を規定する、第２のドアと、
前記移送チャンバ内に規定された第３の開口部と動作関係にある第３のドアであって、前記第３のドアおよび第３の開口部は前記第３の位置を規定する、第３のドアと、
を備える、システム。
【請求項７】
請求項６に記載のシステムであって、
前記移送チャンバは、さらに、
第１の側壁と、
前記第１の側壁に平行な第２の側壁と、
前記第１および第２の側壁の両方に直交する端壁と、
を備え、
前記第１のドアおよび第１の開口部は、前記第１の側壁に規定され、
前記第２のドアおよび第２の開口部は、前記第２の側壁に規定され、
前記第３のドアおよび第３の開口部は、前記端壁に規定される、システム。
【請求項８】
請求項６に記載のシステムであって、
前記移送チャンバは、さらに、
第１の側壁と、
前記第１の側壁に平行な第２の側壁と、
前記第１および第２の側壁の両方に直交する端壁と、
を備え、
前記第１のドアおよび第１の開口部は、前記端壁から第１の距離で前記第１の側壁に規定され、
前記第２のドアおよび第２の開口部は、前記端壁から第２の距離で前記第１の側壁に規定され、
前記第３のドアおよび第３の開口部は、前記第２の側壁に規定される、システム。
【請求項９】
請求項６に記載のシステムであって、さらに、
大気圧未満の圧力で作動されるよう設計された内部空間を備えたクラスタチャンバを備え、
前記クラスタチャンバは、前記第１のドアおよび第１の開口部によって前記移送チャンバの前記内部空間と選択的に流体接続され、
前記第１のクラスタロボットは、少なくとも部分的に前記クラスタチャンバ内に配置されている、システム。
【請求項１０】
請求項１に記載のシステムであって、

前記細長経路は、大気圧で作動されるよう設計されている、システム。
【請求項１１】
方法であって、
半導体処理装置を設置する工程であって、前記半導体処理装置は、少なくとも２つの処理チャンバと、前記少なくとも２つの処理チャンバの間に配置された第１のクラスタロボットとを備えた第１の処理クラスタを備え、前記第１の処理クラスタは、リニアロボットと動作可能に結合されている、工程と、
前記リニアロボットによって前記第１の処理クラスタにウエハを移送する工程と、
第２の処理クラスタを前記半導体処理装置と動作関係になるように配置する工程であって、前記第２の処理クラスタは、少なくとも２つの処理チャンバと、前記第２の処理クラスタの前記少なくとも２つの処理チャンバの間に配置された第２のクラスタロボットとを備え、前記第２の処理クラスタは、前記リニアロボットに動作可能に結合されている、工程と、
前記リニアロボットによって前記第１および第２の処理クラスタの両方にウエハを移送する工程と、
を備える、方法。
【請求項１２】
請求項１１に記載の方法であって、
ウエハを移送する工程は、さらに、真空チャンバ内に少なくとも一部が配置された前記リニアロボットによって移送する工程を含む、方法。
【請求項１３】
請求項１１に記載の方法であって、
ウエハを移送する工程は、さらに、前記リニアロボットによって経路に沿ってウエハを移送する工程を含み、
前記経路は、大気圧である、方法。
【請求項１４】
請求項１１に記載の方法であって、
設置する工程は、さらに、２つのエッチングチャンバを規定する前記第１の処理クラスタを備える前記半導体処理装置を設置する工程を含む、方法。
【請求項１５】
請求項１４に記載の方法であって、
前記第２の処理クラスタを配置する工程は、さらに、少なくとも２つの洗浄チャンバのみを備える前記第２の処理クラスタを動作関係になるよう配置する工程を含む、方法。
【請求項１６】
請求項１１に記載の方法であって、
設置する工程は、さらに、２つの蒸着チャンバを規定する前記第１の処理クラスタを備える前記半導体処理装置を設置する工程を含む、方法。
【請求項１７】
請求項１１に記載の方法であって、
前記第１および第２の処理クラスタの両方にウエハを移送する工程は、さらに、
前記リニアロボットによって前記第１のクラスタロボットの近くにウエハを移動させる工程と、
前記第１のクラスタロボットによって、前記リニアロボットから前記ウエハを取り出して、前記第１の処理クラスタの選択された処理チャンバ内に前記ウエハを配置する工程と、
前記第１のクラスタロボットによって、前記選択された処理チャンバから前記ウエハを取り出して、前記リニアロボット上に前記ウエハを配置する工程と、
前記リニアロボットによって前記第２の処理クラスタの近くに前記ウエハを移動させる工程と、
前記第２のクラスタロボットによって、前記リニアロボットから前記ウエハを取り出

して、前記第２の処理クラスタの選択された処理チャンバ内に前記ウエハを配置する工程と、
を含む、方法。
【請求項１８】
請求項１１に記載の方法であって、
前記第１の処理クラスタにウエハを移送する工程は、さらに、
前記リニアロボットによって前記第１のクラスタロボットの近くにウエハを移動させる工程と、
前記第１のクラスタロボットによって、前記リニアロボットから前記ウエハを取り出して、前記処理チャンバの少なくとも１つに前記ウエハを配置する工程と、
を含む、方法。
【発明の詳細な説明】
【背景技術】
【０００１】
半導体デバイスのクリティカルディメンションが小さくなり続けるにつれて、半導体デバイスの製造に用いられる処理工程の数が増加し、同様に、処理時間も長くなっている。さらに、クライアントは、主要な処理（例えば、エッチング、化学蒸着）に関連するウエハの前処理および後処理を実行できることをますます要求しており、さらに、処理ツールが対応しなければならない構成の数も増加している。
【０００２】
製造施設のスループットを維持するために、より多くの処理チャンバが必要とされうる。前処理および後処理の要件に対応するために、所与のツールに対するチャンバのタイプに、より幅広いバリエーションが必要とされうる。しかしながら、さらなる処理チャンバを備えた新たな半導体処理装置を設計および適格化することは、長く複雑な試みである。
【図面の簡単な説明】
【０００３】
本発明の実施形態の詳細な説明のために、ここで、添付の図面を参照する。
【０００４】
【図１】少なくともいくつかの実施形態に従って、半導体処理装置を示す斜視図。
【０００５】
【図２】少なくともいくつかの実施形態に従って、半導体処理装置を示す俯瞰図。
【０００６】
【図３】少なくともいくつかの実施形態に従って、半導体処理装置を示す俯瞰図。
【０００７】
【図４】少なくともいくつかの実施形態に従って、半導体処理装置を示す俯瞰図。
【０００８】
【図５】少なくともいくつかの実施形態に従って、リニア移送ロボットおよび関連装置を示す一部切り欠き斜視図。
【０００９】
【図６】少なくともいくつかの実施形態に従って、リニア移送ロボットを示す図５のライン６－６に実質的に沿った立面図。
【００１０】
【図７】少なくともいくつかの実施形態に従って、処理クラスタを示す一部切り欠き斜視図。
【００１１】
【図８】少なくともいくつかの実施形態に従って、処理クラスタを示す斜視図。
【００１２】
【図９】少なくともいくつかの実施形態に従って、処理クラスタを示す一部切り欠き斜視図。
【００１３】

【図１０】少なくともいくつかの実施形態に従って、方法を示す図。
【発明を実施するための形態】
【００１４】
表記および用語
以下の説明および請求項において、特定のシステム要素を指すために、いくつかの用語が用いられている。当業者であればわかる通り、異なる会社が、１つの要素を異なる名称で呼ぶことがある。本文書では、名前が異なるが機能は異ならない要素の間の区別を行わないこととする。
【００１５】
以下の説明および請求項では、「含む」および「備える」という用語は、非限定的に用いられているため、「～を含むが、～に限定されない」ことを意味すると解釈されるべきである。また、「結合」または「接続」という用語は、間接的または直接的な接続を意味するよう意図されている。したがって、第１のデバイスが第２のデバイスに結合する場合には、その接続は、直接的な接続であってもよいし、他のデバイスまたは接続を介した間接的な接続であってもよい。
【００１６】
「リニアロボット」とは、ウエハの移動が２自由度（例えば、制限された軌道に沿った水平移動および重力に対する高さの変化）未満の自由度を有するように、ウエハを搬送するロボットシステムを意味するものである。ただし、リニアロボットは、直線的な線形移動を必要とするものと解釈されるべきではない。
【００１７】
「クラスタロボット」は、ウエハ移動が３以上の自由度を有するように、ウエハを搬送するロボットシステムを意味するものである。
【００１８】
「細長経路」とは、移動するウエハが通過する領域が、少なくともウエハ直径の６倍の長さを有するが、幅についてはウエハ直径の２倍以下である経路を意味するものである。
【００１９】
「処理チャンバ」は、内部で半導体処理（例えば、エッチング、蒸着、または、洗浄）が行われ、８立方フィート以下の内部容積を規定するチャンバを意味する。
【００２０】
「大気圧での作動」は、大気圧未満で用いるように設計された構造を大気圧で作動することを含むと解釈されるべきではない。
【００２１】
以下では、本発明の様々な実施形態について説明する。これらの実施形態の内の１または複数は、好ましい実施形態でありうるが、開示された実施形態は、請求項を含めた開示の範囲を制限するものとして解釈も利用もされるべきではない。さらに、当業者であれば、以下の記載が幅広い応用性を有しており、任意の実施形態の説明は、その実施形態の例示にすぎず、請求項を含めた開示の範囲がその実施形態に限定されることを暗示するものではないと理解されたい。
【００２２】
半導体処理装置、より具体的には、設計段階のみならず実装段階でも容易に拡張可能である半導体処理装置に関する様々な実施形態が開示されている。すなわち、半導体処理装置の様々な例は、最初に必要とされた数の処理チャンバだけでなく、最初の設置後、将来的な装置の拡張に対応するよう設計されうる。本明細書では、まず、システム例における半導体処理装置を概観する。
【００２３】
図１は、システム例に従って、半導体処理装置１００を示す簡略な一部切り欠き斜視図である。特に、図１は、半導体処理装置１００が、フロントエンドロボット１０２と、関連するキャビネットとを備えることを示している。フロントエンドロボット１０２は、少なくとも１つのウエハキャリアから個々の半導体ウエハ（以下では単に「ウエハ」とする

）を引き出すよう設計および構成される。この例のフロントエンドロボット１０２は、図によると、２つのウエハキャリア１０４および１０６と動作関係にあるが、他のシステム例において、フロントエンドロボット１０２は、１または複数のウエハキャリアと連動してよい。ウエハキャリアからウエハを引き出した後、フロントエンドロボット１０２は、１または複数の処理チャンバへの搬送に向けて下流の装置（例えば、図１では図示されていないロボット２００、および、リニアロボット１０８）にウエハを供給しうる。さらに、ウエハが処理チャンバから（例えば、リニアロボット１０８によって）戻されると、フロントエンドロボット１０２は、必要に応じてウエハキャリアにウエハを戻しうる。いくつかのシステム例において、フロントエンドロボットシステム１０２は、装置フロントエンドモジュール（ＥＦＥＭ）と呼ばれうる。システム例において、フロントエンドロボット１０２は、大気圧で作動されるが、ロードロックシステムによって大気圧未満にされたチャンバで作動される下流システムとウエハをやり取りしうる。

【００２４】

半導体処理システム１００は、さらに、（真空チャンバ１０９内に配置された）リニアロボット１０８を備えており、リニアロボット１０８は、フロントエンドロボットシステム１０２と動作関係にある。リニアロボットについては以下で詳述するが、図のシステム例において、リニアロボット１０８は、一端で（図２のロボット２００を介して）フロントエンドロボット１０２と連結されており、（切り欠き部分に図示されたウエハ１１０ならびに矢印１１２および１１４で示されるように）細長経路に沿ってウエハを移動させるよう構成されている。リニアロボット１０８は、処理クラスタとのウエハのやり取りが行われる複数の位置を規定する。図１のシステムの例において、リニアロボットは、ウエハのやり取りが起こりうる４つの位置を規定しており、それぞれ、図１の最も近い側にある位置１１６、リニアロボットシステム１０８の遠位端にある位置１１８、位置１１６の反対側の位置１２０、および、図１では見えない搬送ロボットに関連する位置１２１である。ウエハの移送が行われる４つの位置を例として挙げているが、リニアロボット１０８の各「側」に１つずつ設けているのは、例示にすぎない。複数のウエハ移送位置が、任意の特定の側に沿って存在してもよく、遠位のウエハ移送位置は、必要に応じて含めても除外してもよい。

【００２５】

この例のリニアロボット１０８は、大気圧よりも低い圧力の真空チャンバ１０９内で動作するものであるため、ロードロック１２０および１２４によってフロントエンドロボットシステム１０２に結合されている。すなわち、フロントエンドロボット１０２は、ロードロックが大気圧である時に、ロードロック１２２または１２４の一方の中にウエハを配置しうる。次いで、ロードロックは排気されてよく、ウエハは、細長経路に沿って搬送されるために真空チャンバ１０９内のリニアロボット１０８に（図２のロボット２００によって）載置される。ウエハを戻す際も同様に、戻されるウエハが、（図２のロボット２００によって）ロードロック内に配置され、ロードロックが大気圧に戻されてよく、その後、フロントエンドロボット１０２は、ウエハを回収してウエハキャリア内に配置してよい。図１のシステム例において、リニアロボット１０８は、２つのロードロックによってフロントエンドロボット１０２に連結しているが、システムのウエハスループットによっては、単一のロードロックを用いてもよい。リニアロボット１０８は、真空下で動作するものとして図１に示されているが、他の例では、リニアロボット１０８は、大気圧で動作してもよい（すなわち、真空チャンバを用いない）。

【００２６】

続けて図１を参照すると、この例の半導体処理システム１００は、さらに、３つの処理クラスタ１３０、１３２、および、１３４を備える。システム例の処理クラスタは、クラスタロボットと動作関係にある１または複数の処理チャンバを備えてよい。一例として処理クラスタ１３０を参照すると、処理クラスタ１３０は、第１の処理チャンバ１３８と、第２の処理チャンバ１４０と、処理チャンバ１３８および１４０の間に配置されたクラスタロボット１４２とを支えるフレーム１３６を備える。クラスタロボット１４２は、リニ

アロボット１０８へおよびリニアロボット１０８からウエハを移送するよう構成されると共に、処理クラスタの処理チャンバへおよび処理チャンバからウエハを移送するよう構成されている。一部の例では、クラスタロボット１４２は、様々な処理が連続的に関連している場合に、処理チャンバ１３８から処理チャンバ１４０へ（またはその逆に）ウエハを移送しうる。さらに、リニアロボット１０８とウエハをやり取りするため、そして、同様に、処理チャンバにウエハを配置したり取り出したりするために、クラスタロボット１４２は、ウエハ移動に関して少なくとも３の自由度を有する（例えば、水平面の自由度２と、ウエハをリニアロボット１０８に対して上げ下げできるｚ軸方向の自由度）。しかしながら、様々なシステムにおいて、クラスタロボットは、クラスタに関連する処理チャンバ内で処理されるウエハだけを操作すればよく、クラスタロボットは、（そのクラスタロボットが直接的に関連するクラスタで処理されるウエハでない限りは）他のクラスタへおよび／または他のクラスタから移動するウエハを操作することも接触することもないことに注意されたい。したがって、例えば、処理クラスタ１３０のクラスタロボット１４２は、処理クラスタ１３２または処理クラスタ１３４に向かうウエハを操作する必要も接触する必要もない。

【００２７】

この例の処理チャンバ１３８および１４０は、任意の適切な形態をとってよい。一部の例では、処理クラスタの複数の処理チャンバが、同じタスクを実行するよう設計および構成されてよい（例えば、プラズマによる金属エッチング、プラズマによるポリエッチング、プラズマによるアッシング処理、湿式または乾式ウエハ洗浄、化学蒸着（ＣＶＤ））。その他の例では、処理チャンバは、異なる（時に補完的な）タスクを実行するよう設計および構成されてもよい。例えば、クラスタの第１の処理チャンバが、ウエハに対する処理工程を実行し、そのクラスタの第２の処理チャンバが、ウエハに対する次の処理工程を実行するものとしてもよい。処理チャンバは、真空下で動作するよう設計および構成されてもよいし（例えば、エッチング処理、ＣＶＤ）、大気圧で動作するよう設計されてもよい（例えば、洗浄処理）。ほとんどの例では、処理チャンバは、全部が真空下で動作するよう設計および構成されるか、または、全部が大気圧で動作するよう設計および構成される。

【００２８】

図１の処理クラスタの例において、各処理クラスタの処理チャンバの「高さ」は、１つだけである。例えば、処理チャンバ１３８は、処理チャンバ１４０と同じ高さである。しかしながら、他の例において、処理チャンバは、高さがずれていてもよいため、クラスタロボット１４２は、各処理チャンバとの相互作用を可能にするためにｚ軸方向に移動する能力を有してよい。さらに、いくつかの処理クラスタ（特に、任意の適切な洗浄剤によってウエハを洗浄するために大気圧で作動される「洗浄」クラスタ）が積層されてもよい。例えば、処理クラスタは、４以上の処理チャンバを有してもよく、例えば、クラスタロボットの片側に積層された２つのチャンバ、クラスタロボットの反対側に積層された２つのチャンバを有してよい。さらにまた、１つの半導体処理システムの処理クラスタの間に対応関係がある必要はない。例えば、処理クラスタ１３０が、特定のタスクを実行すると共に２つの処理チャンバを有するよう設計され、処理クラスタ１３２が、異なるタスクを実行すると共に異なる数の処理チャンバを有するよう設計されてよい。

【００２９】

図２は、バリエーションを簡単に説明するために半導体処理システム１００を示す俯瞰図である。特に、図２は、例となる２つのロードロック１２２および１２４によってリニアロボット１０８に動作可能に結合されたフロントエンドロボット１０２を備える半導体処理システム１００を示す。図２には、処理クラスタへの搬送に向けてロードロック１２２および１２４から（それぞれドア１２３および１２５を通して）リニアロボットシステム１０８にウエハを移動させるよう構成された移送ロボット２００が図示されている。移送ロボット２００は、ウエハキャリアに戻すためにウエハをリニアロボット１０８からロードロック１２２および１２４に移動させるよう構成されている。一部の例において、移

送ロボット２００は、移送ロボット２００をリニアロボット１０８から分離するドア２０１を備えた自身のチャンバ内に存在する。他の例では、移送ロボット２００およびリニアロボット１０８のために、別個の物理的チャンバが規定されてもよいが、ドアは設けない。最後に、他の例において、移送ロボット２００およびリニアロボット１０８は、同じチャンバ内に存在してもよい。システム例において、リニアロボット１０８は、ロードロック１２２および１２４を用いてフロントエンドロボットシステム１０２と連結して、真空下で動作するよう設計および構成されるが、リニアロボットが大気圧で動作するシステム例では、ロードロック１２２および１２４ならびに移送ロボット２００は省かれてもよい。

【００３０】

図２は、さらに、リニアロボット１０８を示している。様々なシステム例において、リニアロボット１０８は、細長経路に沿ってウエハを搬送する。図２の例において、経路は、一端の移送ロボット２００から第２の端の処理クラスタ１３２まで伸びている。したがって、いくつかのシステム例において、リニアロボットシステム１０８のリニアロボットは、自由度１だけを有しており、移動は、細長経路に沿って前後するだけである。他の例では、リニアロボットシステム１０８に関連するリニアロボットは、ロボット上のウエハの高さを変化させること（すなわち、ｚ軸方向の移動）ができる能力を有してもよいため、かかる実施形態では、リニアロボットシステム１０８は、自由度２を有すると見なされうる。一般に、システム例においては、リニアロボットシステム１０８のリニアロボットは、２以下の自由度を有する。

【００３１】

この例のリニアロボットシステムは、処理クラスタとのウエハのやり取りが行われる３つの位置の例を規定する。特に、リニアロボット１０８は、処理クラスタ１３０に関連する第１の位置１１６、処理クラスタ１３２に関連する第２の位置、および、第３の処理クラスタ１３４に関連する第３の位置１２０を規定する。すべての位置から第１の位置１１６を例として取り上げると、リニアロボットシステム１０８が真空下で作動されるシステムにおいて、第１の位置１１６は、ウエハ位置２０４へのクラスタロボット１４２のアクセスを可能にするドア２０２によって特徴付けられてよい（図２では、クラスタロボット１４２は、その処理チャンバの１つと動作関係にあることが図示されている）。システム例において、クラスタロボット１４２は、同様に真空下で作動されるチャンバ内で動作しうるが、そのチャンバは、図面が複雑にならないように図２では明示されていない。チャンバが真空下にある場合、圧力レベルは、リニアロボット１０８が動作するチャンバの圧力と同じになりうるため、ドア２０２は、連続動作で長期間、開いたままであってよい。ドア２０２は、ロボット１４２を含むチャンバを隔離するために閉じることができるので、チャンバは、リニアロボット１０８とは独立して通気および修理することができる。したがって、ウエハがクラスタロボット１４２に移送される場合、リニアロボット１０８は、位置２０４にウエハを移動させて配置し、クラスタロボット１４２は、開いたドア２０２を通ってウエハに到達し、リニアロボットからウエハを取り出す。同様に、ウエハがクラスタロボット１４２から移送される場合、リニアロボット１０８は、位置２０４に空のキャリアを配置し、クラスタロボット１４２は、開いたドア２０２を通って、リニアロボットにウエハを載置する。クラスタロボット１４２に関する説明は、処理クラスタ１３２に関連するクラスタロボット２０６および処理クラスタ１３４に関連するクラスタロボット２０８の動作にも等しく当てはまる。

【００３２】

さらに図２を参照すると、様々な構成要素の物理的配置により、すべての処理クラスタへのメンテナンスアクセスが、容易に提供されうる。例えば、処理クラスタ１３０を挟んでリニアロボット１０８と反対側に、メンテナンス領域２１０が提供されてよい。処理クラスタ１３２を挟んでリニアロボット１０８と反対側には、メンテナンス領域２１２が提供されてよい。最後に、リニアロボット１０８と反対の処理クラスタ１３４の片側には、メンテナンス領域２１４が提供されてよい。

【００３３】
図３は、別の構成の半導体処理システムを示す俯瞰図である。特に、図３は、例となる２つのロードロック１２２および１２４によってリニアロボット１０８に動作可能に結合されたフロントエンドロボット１０２を備える半導体処理システム１００を示す。図２では、ロードロック１２２および１２４からリニアロボット１０８にウエハを移動するよう構成され、自身のチャンバ２０３内に収容された移送ロボット２００が図示されている。同様に、移送ロボット２００は、ウエハキャリアに戻すためにウエハをリニアロボット１０８からロードロック１２２および１２４に移動させるよう構成されている。図２のシステムと同様に、図３のリニアロボット１０８は、細長経路に沿ってウエハを搬送する。ただし、図２の例とは異なり、リニアロボット１０８は、単一の処理クラスタ１３０に関連している。それでもなお、この例のリニアロボット１０８は、処理クラスタとのウエハのやり取りが行われうる３つの位置の例を規定する。特に、リニアロボット１０８は、処理クラスタ１３０に関連する第１の位置１１６、第２の位置１１８、および、第３の位置１２０を規定する。

【００３４】
したがって、図３は、フロントエンドロボット１０２およびリニアロボット１０８が、最終的に所定の数の処理クラスタと連結するよう設計された半導体処理システムの初期導入を示すものであるが、初期のシステムは所定の数未満の処理クラスタを有している。このように、半導体処理装置１００は、或る程度の期間にわたって動作しうるものであり、処理クラスタ１３０へおよび処理クラスタ１３０からウエハを移送する。その後（例えば、数日、数週間、数ヶ月、数年後）、新たに装置全体を購入する必要なく、さらなる処理クラスタを追加できる。図３のシステムでは、処理クラスタがリニアロボット１０８とウエハをやり取りできる３つの位置が示されているが、位置の所定の数は、より少なくても（例えば、２カ所）、より多くても（例えば、５カ所）よい。

【００３５】
図４は、さらなるシステム例に従って半導体処理装置を示す俯瞰図である。特に、図４は、リニアロボット１０８に動作可能に結合されたフロントエンドロボット１０２を備える半導体処理システム１００を示す。図４のシステム例において、フロントエンドロボット１０２は、より大きいスループットを実現するよう設計および構成されてよいため、より多くの数のウエハキャリア４００と連結してよい（システム例では、５つのかかるウエハキャリア）。図４のフロントエンドロボット１０２は、２つのロードロック１２２および１２４によってリニアロボット１０８と動作可能に結合している。システム例では、２つの移送ロボット４０２および４０４が提供されており、各ロードロック１２２および１２４にそれぞれ１つずつである。各移送ロボット４０２および４０４は、それぞれ、ロードロック１２２および１２４からリニアロボット１０８にウエハを移動させるよう構成されている。同様に、各移送ロボット４０２および４０４は、ウエハキャリアに戻すためにウエハをリニアロボット１０８からそれぞれロードロック１２２および１２４に移動させるよう構成されている。しかしながら、処理チャンバのスループット能力によっては、図１～図３に示した単一の移送ロボット２００およびデュアルロードロックシステムが、同様に、５処理クラスタシステムに実装されてもよいことに注意されたい。すなわち、処理チャンバが比較的遅い処理を実行する場合には、単一の移送ロボットで足りうる。逆に、図４のデュアル移送ロボットシステムは、５処理クラスタシステムに限定されず、実行される処理が短時間または高速である場合、より少ない処理クラスタを備えたシステムに実装されてもよい。

【００３６】
以前のシステム例と同様に、図４のリニアロボット１０８は、細長経路に沿ってウエハを搬送する。特に、図４において、リニアロボット１０８は、処理クラスタとのウエハのやり取りが行われる複数の位置を規定しており、特に、リニアロボットは、処理クラスタとのウエハのやり取りが行われうる５つの位置４０６、４０８、４１２、４１４、および、４１６を規定する。この例においてウエハのやり取りが行われる５カ所の位置を有する

ことにより、システム１００は、５つの処理クラスタと連結できるようになるが、上述のように、厳密には常に５つの処理クラスタすべてが存在する必要はない。例えば、製造施設全体の中でさらなる処理チャンバが必要になった時に、処理クラスタが追加されてもよい。

【００３７】

上述のように、この例のリニアロボット１０８は、大気圧よりも低い圧力の真空チャンバ内で動作するものであるため、ロードロック１２２および１２４によってフロントエンドロボットシステム１０２に結合されている。すなわち、フロントエンドロボット１０２は、ロードロックが大気圧である時に、ロードロック１２２または１２４の一方の中にウエハを配置しうる。次いで、ロードロックは排気されてよく、ウエハは、移送ロボット４０２および４０４の一方によってリニアロボット１０８に載置される。ウエハを戻す際も同様に、戻されるウエハが、それぞれの移送ロボットによってロードロック内に配置され、ロードロックが大気圧に戻されてよく、その後、フロントエンドロボット１０２は、ウエハを回収してウエハキャリア内に配置してよい。処理クラスタに関しては具体的に示していないが、リニアロボット１０８が真空下で動作する場合、クラスタロボットも真空下で動作する。いくつかの例において、ウエハのやり取りが起こる各位置は、リニアロボットが存在する空間からクラスタロボットが存在する空間を流体隔離するシャトルゲートまたはドアを有してよい。図４のシステム例において、やり取り位置４０６はドア４０７、やり取り位置４０８はドア４０９、やり取り位置４１２はドア４１３、やり取り位置４１４はドア４１５、やり取り位置４１６はドア４１７と関連している。各場合において、ドアは、移送チャンバを規定する構造を通して開口部と関連しているが、図面を不必要に複雑にしないように、開口部は、図４には示されていない。図４のリニアロボット１０８も、真空下で動作するものとして説明されているが、他の例では、リニアロボット１０８は、大気圧で動作してもよい（すなわち、真空チャンバを用いない）。

【００３８】

さらに図４を参照すると、この例の半導体処理装置１００は、５つの処理クラスタ４１８、４２０、４２２、４２４、および、４２６を備える。図５の処理クラスタは、以前の処理クラスタに関して記載したのと同じ形態、構造、および、選択肢をとってよいため、図４に関して再びは説明していない。しかしながら、工学的観点から、処理クラスタは、図１～図３のシステムに照らして、図４のようなシステムで用いるために再設計する必要がないことに注意されたい。実際、一部の例において、処理クラスタは、工学的観点からモジュール式であり、処理クラスタは任意のリニア移送ロボットと共に動作しうる。したがって、この例の５つの処理クラスタを備えたシステムを設計するには、適切な長さのリニアロボット１０８と、ウエハの移送が行われる位置の数とを設計するだけでよい。

【００３９】

いくつかのシステム例において、半導体処理装置１００は、一連の処理工程を実行してよい。例えば、ウエハは、最初に、処理クラスタ４１８の処理チャンバの一方または両方によって処理されてよい。すなわち、リニアロボットによって、処理クラスタ４１８に関連するクラスタロボット４３０の近くにウエアが配置されると、クラスタロボット４３０は、リニアロボットからウエハを引き取って、処理クラスタ４１８の処理チャンバの一方にウエハを配置してよい。処理後、クラスタロボット４３０は、処理チャンバからウエハを取り出し、リニアロボット１０８上にウエハを戻してよい。リニアロボットは、処理クラスタ４２０の近くにウエハを移動させてよく、クラスタロボット４３２は、リニアロボット１０８からロボットを引き取って、さらなる処理のための処理チャンバ内にウエハを配置してよい。以下では、リニアロボット１０８について詳述する。

【００４０】

図５は、リニアロボット１０８に関連したシステムを示す一部切り欠き斜視図である。特に、図５は、システム例においてリニアロボットが移送チャンバ１０９に関連付けられうることを示している。この例の移送チャンバ１０９は、（切り欠き部分５０２に示すように）リニアロボット１０８が存在する内部空間５００を規定する。システム例において

、真空チャンバ１０９は、おそらくウエハの粒子汚染の可能性を下げるために、大気圧未満の圧力で作動されるよう設計される。図５にも、チャンバ２０３内部の移送ロボット２００（切り欠き部分５０４に示されている）と動作関係にあるロードロック１２２および１２４が図示されている。例えば、移送ロボット２００は、開口部５０６を通してロードロック１２４とウエハをやり取りしてよく、同様に、開口部５５０を通してリニアロボットとウエハをやり取りしてよい。

【００４１】

処理クラスタとのウエハのやり取りが行われる位置を規定するために、移送チャンバ１０９は、複数の開口部を規定する。図５では、２つの開口部が見えている。すなわち、側壁５１１に関連した開口部５１０、および、端壁５１３に関連した開口部５１２である（端壁５１３は、側壁５１１および側壁５１５と直交している）。図５のリニアロボット１０８は、図１～図３のシステムと同様であるため、開口部５１０は、処理クラスタ１３４に関連すると見なされてよく、開口部５１２は、処理クラスタ１３２に関連すると見なされてよい。多くの例において、各開口部は、ウエハのやり取りが行われる時に選択的に開閉するドアに関連している。ドアは、図２～図４に示されている。一部の例において、ドアは移送チャンバシステムに関連するシステムの一部であり、他の例において、ドアは処理クラスタの一部である。さらに他の例では、ドアは用いられず、クラスタロボットは、常に移送チャンバ１０９の真空にさらされる。

【００４２】

いくつかのシステムでは、システムで用いられるウエハスループットに応じて、リニアロボット１０８は、単一のウエハシャトル（ウエハシャトル５２０など）のみを備えてよく、他のシステムでは、２以上のウエハシャトルがリニアロボット１０８に実装されてもよい（例えば、第２のウエハシャトル５２２）。各ウエハシャトルは、軌道またはリニアベアリングに沿って移動してよく、図６に示すように、各ウエハシャトルの高さの違いによって同時に作動される。

【００４３】

図６は、図５のライン６－６に実質的に沿って移送チャンバおよびリニアロボットを示す立面図である。特に、図６は、側壁５１１と、それに平行な側壁５１５とを示す。いくつかの例において、移送チャンバ１０９は、ウエハシャトルの移動が見えるように（各側壁に垂直な）実質的に透明の蓋部材６００によって規定されてよいが、厳密には蓋部材６００が透明である必要はない。図６のシステム例において、内部空間５００内には、２つの軌道またはリニアベアリング６０２および６０４が存在する。第１のウエハシャトル５２０は、第１のリニアベアリング６０２と関連してよく、第２のウエハシャトル５２２は、第２のリニアベアリング６０４と関連してよい。図に示すように、ウエハシャトル５２０が、システムによって規定された細長経路に沿って独立的に移動できるように、ウエハシャトル５２０および５２２の間には高さに違いがある。２つのウエハシャトルを備えたリニアロボットが示されているが、１以上のウエハシャトルおよび関連システム（例えば、３つのウエハシャトル）が、リニアロボット１０８の一部として実装されてよい。

【００４４】

図７は、システム例の処理クラスタを示す一部切り欠き斜視図である。特に、図７は、処理クラスタ７００を示しており、この処理クラスタは、任意の上述の処理クラスタの例となりうる。処理クラスタ７００は、第１の処理チャンバ７０２および第２の処理チャンバ７０４を備えており、それらの処理チャンバは、任意の適切な枚葉式ウエハ処理またはマルチウエハ処理を実行するよう設計および構成されてよい（例えば、プラズマによる金属エッチング、プラズマによるポリエッチング、プラズマによるアッシング処理、湿式または乾式ウエハ洗浄、ＣＶＤチャンバ）。図７は、さらに、クラスタロボット７０８に関連するクラスタチャンバ７０６を示す。すなわち、真空下で作動される転送チャンバ内にリニアロボット（図７では図示せず）が存在するシステム内で、クラスタロボット７０８は、同様に、クラスタチャンバ７０６内に配置され、真空下で作動されてよい。

【００４５】

図７の例のクラスタロボット７０８は、緩衝領域７１０と動作関係にあってもよい。緩衝領域７１０は、処理チャンバおよび／またはリニアロボットとのウエハのやり取りを容易にするためにウエハが配置されうる単一の位置であってよい。例えば、現在のウエハ処理が完了する前に、処理されるべき新たなウエハが到着した場合、新たなウエハは一時的に、緩衝領域７１０に収容されてよい。他の例において、緩衝領域は、電極にウエハを被せて電極を保護するために洗浄工程中にチャンバ内に配置される「カバーウエハ」など、他の目的で用いられるウエハを収容してもよい。別の例は、計測用ウエハであり、そのウエハは、粒子数およびエッチング速度などの処理パラメータをテストするためにチャンバ内に配置されてよい。

【００４６】

いくつかのシステムにおいて、緩衝領域７１０は、一時的なウエハ収容のための単一の位置のみを有するが、他の例では、図に示すように、緩衝領域は、複数のウエハを格納するために複数の位置を有するラック部材７１２を備えてもよい。この例のラック部材７１２は、２つの段、すなわち、段７１４および７１６を有しており、それぞれの段にウエハが配置されてよい。いくつかの例において、ラック部材７１２は、両矢印７１８で示されるように、（ｚ軸方向に）上下移動するよう設計および構成されてよい。しかしながら、他のシステムにおいて、ラック部材７１２は、静止しままであってもよく、クラスタロボット７０８は、ラックの各段とウエハをやり取りするのに十分なｚ軸方向の移動能力を有しうる。

【００４７】

図８は、システム例の処理クラスタを示す斜視図である。特に、図８は、処理クラスタ８００を示しており、この処理クラスタは、任意の上述の処理クラスタの例となりうる。この例の処理クラスタ８００には、４つの処理チャンバが実装されている。すなわち、片側に積層された２つの処理チャンバ８０２および８０４、ならびに、クラスタロボット（特に図示せず）を挟んで反対側に積層された２つの処理チャンバ８０６および８０８である。図８の処理クラスタ８００は、処理チャンバが大気圧で作動されるよう設計および構成されている状況（例えば、湿式ウエハ洗浄処理、湿式エッチング処理）で実装される可能性が高いが、プラズマエッチング処理に対して積層システムが実装されてもよい。

【００４８】

図８に関連するクラスタロボットは図示されていないが、クラスタロボットが、４つの処理チャンバすべてとウエハをやり取りするのに十分なｚ軸方向の移動能力を有しうる点で異なる以外は、上述のクラスタロボットのいずれかと同様の設計および構成を有してよい。さらに、図８の処理クラスタは、大気圧で作動されるリニアロボットと共に作動される可能性が高いため、処理チャンバの間にクラスタチャンバが実装されない。

【００４９】

図９は、さらなるシステム例の処理クラスタを示す一部切り欠き斜視図である。特に、図９は、処理クラスタ９００を示しており、この処理クラスタは、任意の上述の処理クラスタの例となりうる。処理クラスタ９００は、第１の処理チャンバ９０２および第２の処理チャンバ９０４を備えており、それらの処理チャンバは、任意の適切な枚葉式ウエハ処理またはマルチウエハ処理を実行するよう設計および構成されてよい（例えば、プラズマによる金属エッチング、プラズマによるポリエッチング、プラズマによるアッシング処理、湿式または乾式ウエハ洗浄、ＣＶＤチャンバ）。図９は、図面が不必要に複雑にしないようにクラスタロボット９０８に関連するチャンバを明示していないが、かかるチャンバが存在しうる。

【００５０】

図７の例のクラスタロボット７０８は、さらなるチャンバ９１０と動作関係にあってもよい。さらなるチャンバ９１０は開口部９１２を規定してよく、クラスタロボット９０８は、その開口部を通してチャンバ９１０の内部空間９１４とウエハをやり取りしうる。この例のさらなるチャンバ９１０は、チャンバ９０２および９０４と同じ物理的サイズであるように図示されているが、かかるさらなるチャンバ９１０は、必要に応じて、より大き

くても小さくてもよい。いくつかのシステム例において、さらなるチャンバ９１０は、ウエハの前処理または後処理を実行してよい（チャンバ９０２および／または９０４で実施される処理に関連した前処理または後処理）。例えば、処理される新たなウエハが処理クラスタ９００に到達すると、クラスタロボット９０８は、チャンバ９０２および／またはチャンバ９０４内に配置される前に、前処理のためにさらなるチャンバ９１０内にウエハを配置してよい。同様に、チャンバ９０２および／または９０４での処理が完了すると、ウエハは、リニアロボットに配置される前に、後処理のためにさらなるチャンバ９１０内に配置されてよい。さらに別の例では、さらなるチャンバは、ウエハの前処理および後処理の両方を実行してもよい。任意の適切な前処理および／または後処理が、さらなるチャンバで実行されてよい（例えば、湿式洗浄、乾式洗浄、アッシング処理）。

【００５１】

図１０は、実施形態に従った方法を示す。特に、方法は、開始して（ブロック９００）、以下の工程を備える：半導体処理装置を設置する工程であって、半導体処理装置は、少なくとも２つの処理チャンバと、少なくとも２つの処理チャンバの間に配置された第１のクラスタロボットとを備えた第１の処理クラスタを備え、第１の処理クラスタは、リニアロボットと動作可能に結合されている、工程（ブロック９０２）；リニアロボットによって第１の処理クラスタにウエハを移送する工程（ブロック９０４）；第２の処理クラスタを半導体処理装置と動作関係になるように配置する工程であって、第２の処理クラスタは、少なくとも２つの処理チャンバと、第２の処理クラスタの少なくとも２つの処理チャンバの間に配置された第２のクラスタロボットとを備え、第２の処理クラスタは、リニアロボットに動作可能に結合されている、工程（ブロック９０６）；ならびに、リニアロボットによって第１および第２の処理クラスタの両方にウエハを移送する工程（ブロック９０８）。その後、方法は終了する（ブロック９１０）。

【００５２】

これまでの記載は、本発明の原理および様々な実施形態を説明するよう意図されたものである。本開示を十分に理解すれば、当業者にとって多くの変更例および変形例が明らかになる。以下の特許請求の範囲は、かかる変更例および変形例すべてを包含するものとして解釈される。

【図１】

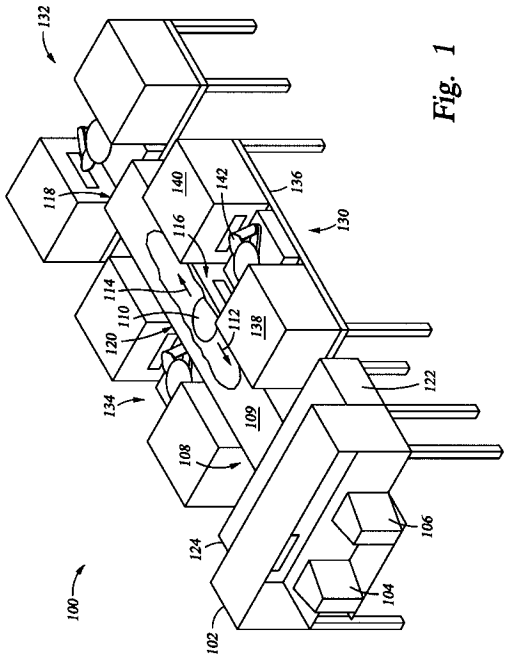



Fig. 1

【図２】

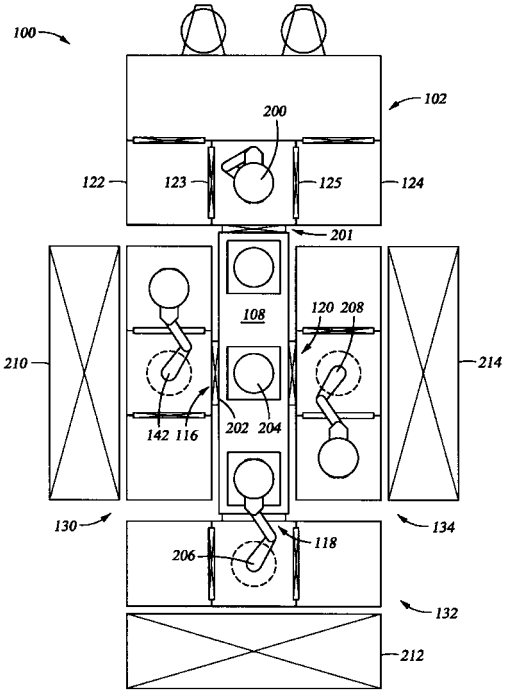



Fig. 2

【図３】

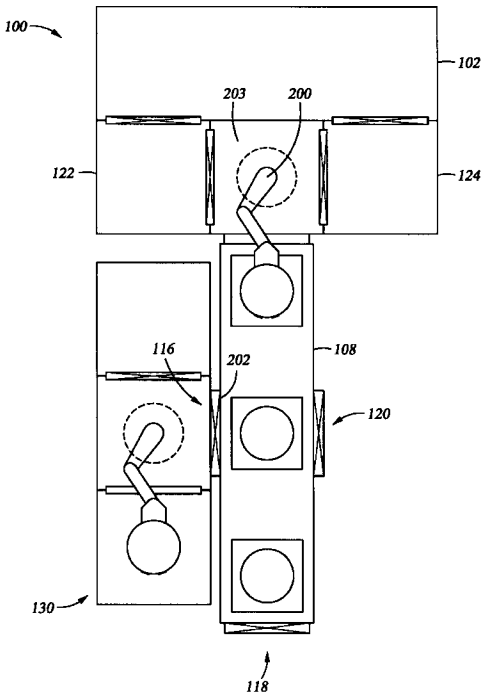



Fig. 3

【図４】

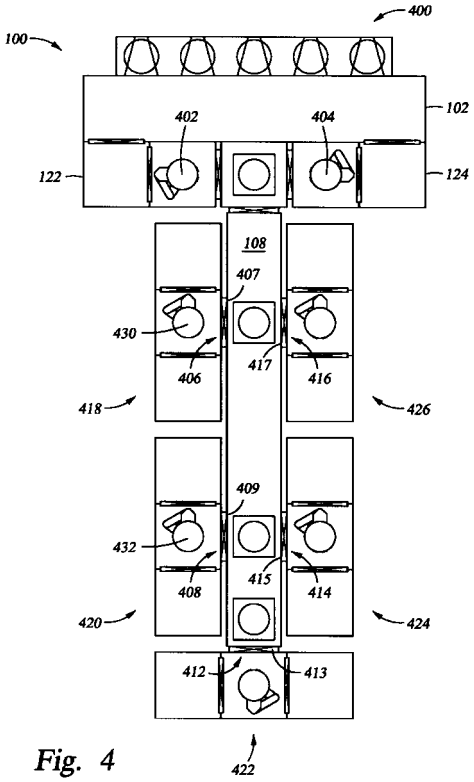



Fig. 4

【図５】

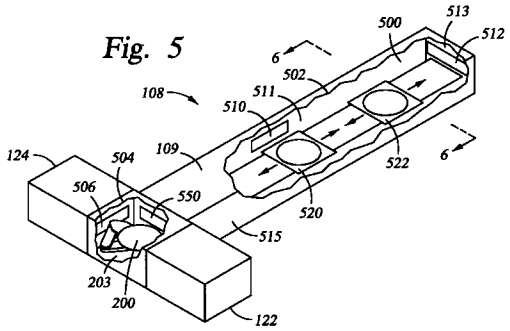



Fig. 5

【図６】

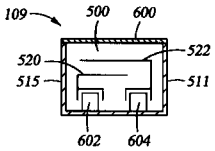



Fig. 6

【図７】

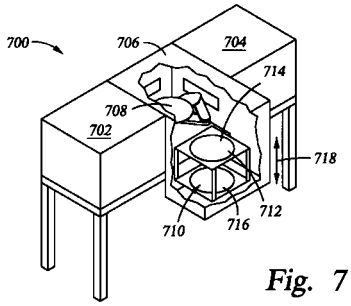



Fig. 7

【図８】

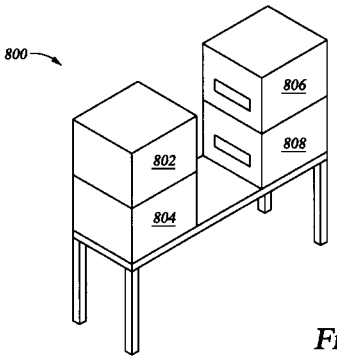



Fig. 8

【図９】

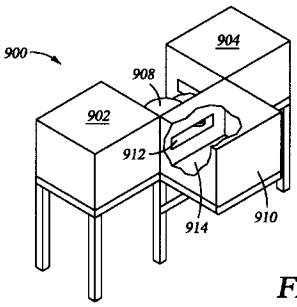



Fig. 9

【図１０】

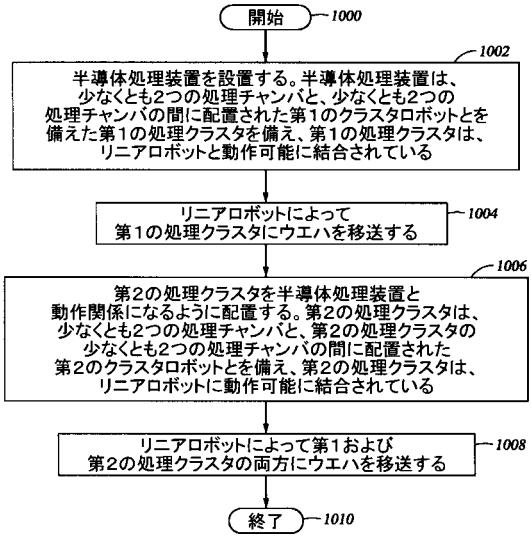



Fig. 10

フロントページの続き

Ｆターム(参考) 5F131 AA02 BA04 BA15 BA19 BA37 BB02 BB03 BB05 BB13 BB18
CA32 CA43 CA44 CA45 DA32 DA33 DA35 DA36 DA42 DB52
DB62 DB72 GA13 GB03 GB12 GB24 HA02 HA12 HA23 HA24
HA28 JA06 JA07 JA08 JA09 JA12

【外国語明細書】
2014068009000001.pdf