

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5578539号  
(P5578539)

(45) 発行日 平成26年8月27日 (2014. 8. 27)

(24) 登録日 平成26年7月18日 (2014. 7. 18)

(51) Int. Cl. F I  
H O 1 L 21/677 (2006. 01) H O 1 L 21/68 A

請求項の数 19 外国語出願 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2008-291966 (P2008-291966)	(73) 特許権者	592014034
(22) 出願日	平成20年11月14日 (2008. 11. 14)		インテバック・インコーポレイテッド
(65) 公開番号	特開2010-118593 (P2010-118593A)		I N T E V A C I N C O R P O R A T E
(43) 公開日	平成22年5月27日 (2010. 5. 27)		D
審査請求日	平成23年10月5日 (2011. 10. 5)		アメリカ合衆国カリフォルニア州サンタクララ、バセット・ストリート 3560
		(74) 代理人	100106389
			弁理士 田村 和彦
		(74) 代理人	100092820
			弁理士 伊丹 勝
		(72) 発明者	ブルック テリー
			アメリカ合衆国、カリフォルニア州 95051、サンタクララ、ビュートストリート 3128

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 基板搬送処理装置及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板処理システムであって、  
真空セクション及び雰囲気セクションを有する細長い基板搬送チャンバと、  
前記真空セクション内の前記基板搬送チャンバに固着された第1の直線トラックと、  
前記雰囲気セクションの前記基板搬送チャンバに固着された第2の直線トラックと、  
前記第1の直線トラック上に直線状に乗せられる第1の基部と、  
前記第2の直線トラック上に直線状に乗せられる第2の基部と、  
前記第1の基部上に前記第1の基部と一体となって前記第1の直線トラック上を移動するように載置され、それ自体の入力として磁気結合フォロワを有し、それ自体の出力としてより遅い回転速度を提供する減速機と、  
前記第2の基部上に載置され、真空隔壁を通じて前記磁気結合フォロワに回転運動をもたらす磁気駆動源を回転させ、これにより前記第1の直線トラックにおいて直線運動と回転運動の両方を前記磁気結合フォロワに与える回転モータと、  
前記減速機の前記出力に結合されるロボットアームと  
を備える基板処理システム。

【請求項 2】

前記第2の基部に固着されたりニアモータをさらに備える請求項1に記載の基板処理システム。

【請求項 3】

前記第 2 の基部に結合された直線運動エンコーダと、前記回転モータに結合された回転エンコーダとをさらに備える請求項 2 に記載の基板処理システム。

【請求項 4】

前記第 2 の基部に結合された磁化ホイールをさらに備える請求項 3 に記載の基板処理システム。

【請求項 5】

前記第 1 の直線トラック上に直線状に乗せられる第 3 の基部と、  
 前記第 2 の直線トラック上に直線状に乗せられる第 4 の基部と、  
 前記第 3 の基部上に載置され、それ自体の入力として第 2 の磁気結合フォロワを有し、  
 それ自体の出力としてより低い回転速度を提供する第 2 の減速機と、  
 前記第 4 の基部上に載置され、第 2 の真空隔壁を通じて前記第 2 の磁気結合フォロワに  
 回転運動をもたらす第 2 の磁気駆動源を回転させる第 2 の回転モータと、  
 前記第 2 の減速機の前記出力に結合された第 2 のロボットアームと  
 をさらに備える請求項 1 に記載の基板処理システム。

10

【請求項 6】

前記ロボットアームの回転軸と、前記第 2 のロボットアームの回転軸とを一致させることが可能なように、前記ロボットアームと前記減速機との間に結合されたアーム延長部をさらに備える請求項 5 に記載の基板処理システム。

【請求項 7】

前記第 1 の直線トラックは、磁気浮上機構を備える、請求項 1 に記載の基板処理システム。

20

【請求項 8】

基板処理システムであって、  
 真空セクション及び雰囲気セクションを有する細長い基板搬送チャンバと、  
 前記真空セクション内の前記基板搬送チャンバに固着された第 1 の直線トラックと、  
 前記雰囲気セクションの前記基板搬送チャンバに固着された第 2 の直線トラックと、  
 前記第 1 の直線トラック上に自由に乗せられる非モータ駆動基部と、  
 前記第 2 の直線トラック上に直線状に乗せられるモータ駆動基部と、  
 前記非モータ駆動基部上に前記非モータ駆動基部と一体となって前記第 1 の直線トラック上を移動するように載置され、それ自体の入力として磁気結合フォロワを有し、それ自体の出力としてより遅い回転速度を提供する減速機と、  
 前記モータ駆動基部上に載置され、真空隔壁を通じて前記磁気結合フォロワに回転運動をもたらす磁気駆動源を回転させ、これにより前記第 1 の直線トラックにおいて直線運動と回転運動の両方を前記磁気結合フォロワに与える回転モータと、  
 前記減速機の前記出力に結合されるロボットアームと  
 を備える基板処理システム。

30

【請求項 9】

ロードロック開口部と、  
 複数の処理チャンバ開口部と、  
 前記ロボットアーム上に配置された基板が前記ロードロック開口部と前記処理チャンバ開口部との間の互いに接続される複数の線分内だけを移動するように、前記モータ駆動基部及び回転モータを直線運動と回転運動の組合せで作動させるようにプログラムされたコントローラと  
 をさらに備える請求項 8 に記載の基板処理システム。

40

【請求項 10】

前記モータ駆動基部は、リニアモータを備える、請求項 8 に記載の基板処理システム。

【請求項 11】

前記非モータ駆動基部は、磁気浮上機構を備える、請求項 8 に記載の基板処理システム。

【請求項 12】

50

前記モータ駆動基部に結合された直線運動エンコーダと、前記回転モータに結合された回転エンコーダとをさらに備える請求項 10 に記載の基板処理システム。

【請求項 13】

前記第 1 の直線トラック上に直線状に乗せられる第 2 の非モータ駆動基部と、  
 前記第 2 の直線トラック上に直線状に乗せられる第 2 のモータ駆動基部と、  
 前記第 2 の非モータ駆動基部上に載置され、それ自体の入力として第 2 の磁気結合フォロワを有し、それ自体の出力としてより遅い回転速度を提供する第 2 の減速機と、  
 前記第 2 のモータ駆動基部上に載置され、第 2 の真空隔壁を通じて前記第 2 の磁気結合フォロワに回転運動をもたらす第 2 の磁気駆動源を回転させる第 2 の回転モータと、  
 前記第 2 の減速機の前記出力に結合された第 2 のロボットアームと  
 をさらに備える請求項 8 に記載の基板処理システム。

10

【請求項 14】

前記第 2 のロボットアームは、前記第 2 のロボットアームが前記ロボットアームの下方を直線状に通過することが可能なように前記第 2 の減速機に結合されている、請求項 13 に記載の基板処理システム。

【請求項 15】

前記第 2 のロボットアームが前記ロボットアームの下方に位置したときに、前記ロボットアームの回転軸と前記第 2 のロボットアームの回転軸とが一致する、請求項 14 に記載の基板処理システム。

【請求項 16】

前記第 2 のロボットアームが前記ロボットアームの上方を通過することが可能なように、前記第 2 のロボットアームと前記第 2 の減速機との間に結合されたアーム延長部をさらに備える、請求項 13 に記載の基板処理システム。

20

【請求項 17】

前記アーム延長部は回転することができないように固定されている請求項 16 に記載の基板処理システム。

【請求項 18】

真空化された基板搬送チャンバを介してロードロックから処理チャンバにウェーハを搬送する方法であって、

前記基板搬送チャンバ内に、非モータ駆動基部上において直線トラックに沿って移動するロボットアームを設けるステップと、

真空隔壁を通じて前記ロボットアームに直線運動を磁気結合フォロワを用いて磁気結合させるステップと、

真空隔壁を通じて前記ロボットアームに回転運動を前記磁気結合フォロワを用いて磁気結合させるステップと、

前記基板搬送チャンバ内の回転運動の速度を減速機を用いて減少させるステップとを含み、

前記減速機と前記非モータ駆動基部とは一体となって前記直線トラック上を移動し、前記直線トラックにおいて直線運動と回転運動の両方が前記磁気結合フォロワに与えられる方法。

30

40

【請求項 19】

ウェーハが前記ロードロック内に位置するときの、前記ウェーハの中心として定義される第 1 の中心点を判定するステップと、

ウェーハが前記処理チャンバ内に位置するときの、前記ウェーハの中心として定義される第 2 の中心点を判定するステップと、

前記ロボットアームの旋回点の位置を判定するステップと、

前記ロボットアーム上に配置された前記ウェーハの中心が前記ロードロックと前記処理チャンバとの間の互いに接続される複数の線分内だけを移動するように、前記ロボットアームの直線運動回転運動の組合せを計算するステップと

をさらに含む請求項 18 に記載の方法。

50

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は一般に、新規な基板搬送処理装置及び方法に関し、特にウェーハ搬送処理装置及び方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

半導体製造では、クラスタツールと呼ばれる一般的なツールが、ウェーハ製造で使われる重要なユニットの1つである。典型的な商用装置は、ほぼ円形の中央領域を有し、その外周に沿ってチャンバが取り付けられる。各チャンバは、中央領域周囲の外側に延在する。ウェーハが処理される時、各ウェーハは、先ず中央チャンバの外周上の入出力ステーションから中央チャンバ内に移動され、次いで中央チャンバから付属の(attach ed)又は周辺のチャンバ内に移動され、それぞれの処理が行われる。このツールでは、今日使用されているほぼすべての製造システムの場合と同様に、ウェーハは通常、一時に1つずつ処理される。ウェーハは、処理のためにチャンバ内に移動させた後、中央チャンバに戻ることができる。その後、さらに別の周辺チャンバへと移動させた後、後続の処理を行って中央チャンバに戻ることができる。最終的にウェーハの処理が完了すると、当該ウェーハ全体がツールの外部に移動される。このような外部への移動は、真空システムと連結された入出力ステーション又はチャンバを介して同様に行われ、このような処理は一般に、「ロードロック」と呼ばれる。ロードロックでは、ウェーハが真空中から雰囲気中に移動される。この種のユニットは、例えば米国特許第4,951,601号に記載されている。

## 【0003】

別のツールでは、ウェーハは、中心軸に沿って索引付けされ、周囲の処理チャンバを介してフィードされる。このツールでは、すべてのウェーハが同時に次の処理停止地点にフィードされる。各ウェーハを独立して処理することはできるが、独立して移動させることはできない。ウェーハはすべて同じ時間だけ処理ステーションに留まるが、各ステーションにおける処理は、処理開始地点毎に許可される最大時間に限り、独立して制御することができることは言うまでもない。最初に説明したツールは、上記のように動作させることができるが、実際には、各ウェーハが隣接する処理チャンバに順々に移動しないように、また、必ずしもすべてのウェーハの処理チャンバにおける休止時間を同一にする必要がなくなるように、各ウェーハを移動させることができる。

## 【0004】

上記のいずれかのシステムが動作しているとき、中央領域は、一般に真空側に所在するが、他の何らかの事前選択される制御された環境あるいは所定の制御された環境に所在することもある。この中央セクションには、例えば処理チャンバ内で実施される処理に有用なガスが存在する可能性がある。中央ゾーンの外面に沿うチャンバ又はコンパートメントも、一般には真空側に所在するが、事前選択される制御されたガス環境を有することもある。処理もまた真空中で実施され、一般には、真空中のウェーハを中央チャンバから付属のチャンバ又はコンパートメントに移動させることによって実施される。一般に、ウェーハが処理のためにチャンバ又はコンパートメントに到達すると、当該チャンバ又はコンパートメントは、中央チャンバから隔離(sealed off)される。これにより、処理チャンバ又はコンパートメント内で使用される材料及びノ又はガスが中央ゾーンに到達することが防止され、その結果、中央ゾーンならびに付属の処理チャンバ内の雰囲気汚染が防止され、且つノ又は中央ゾーンに位置する処理待ちのウェーハ又は後続処理待ちのウェーハの汚染が防止される。これにより、チャンバ内で実行される特定の処理のために中央チャンバ内で使用される真空レベルとは異なる真空レベルに、処理チャンバをセットすることも可能となる。例えば、チャンバの処理技術でより多くの真空が必要とされる場合には、当該チャンバ内で実施される特定の処理の処理要件に合致するように、中央ゾー

10

20

30

40

50

ンとチャンバの間の所定の位置にシールを設けてチャンバ自体をさらに減圧することができる。一方、より少ない真空が必要とされる場合には、中央チャンバの圧力に影響を与えることなく加圧することができる。ウェーハの処理が完了した後は、ウェーハは中央チャンバに戻され、その後システム外部に移動される。このように、ウェーハは、上記のツールを利用して順次チャンバ内を進行することができ、使用可能なすべての処理を受けることができる。別法として、ウェーハは、選択されたチャンバ内だけを通り、選択された処理だけを受けることもできる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】米国特許第4,951,601号

【特許文献2】米国特許出願公開第2006/0102078 A1号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

当技術分野で提供される機器では、上記の処理の様々なバリエーションも使用されている。しかしながら、それらのバリエーションは、様々な処理に不可欠な中央領域又は中央ゾーンに依存する傾向がある。また、そのような機器の主な用途がウェーハを作成することであるため、本明細書では、主にウェーハに関して論じている。しかしながら、本明細書で論じる処理の大部分は一般に、基板にも適用可能であり、本明細書の論旨は、そのような基板及び製造機器にも適用されるものと解釈すべきであることを理解されたい。

【0007】

近年、それ自体の形状が円形ではなく線形である点、及びウェーハが処理のためにあるチャンバから次のチャンバへと移動する点で上記のシステムとは異なるシステムが説明されている。ウェーハが1つのチャンバから隣接するチャンバに順々に移動するため、機器の一部として中央ゾーンを設ける必要がなくなる。このツールでは、ウェーハがユニット内に入ると、一般には、ウェーハがシステム内を移動するときにウェーハと一緒に移動するチャックに取り付けられる。このユニットでは、各チャンバ内で実施される処理時間は、それぞれ等しい。

【0008】

このシステムの設置面積は、処理チャンバのみの設置面積に近似し、大きい中央ゾーンを含まないため、当技術分野の典型的な設置面積よりも小さくなる。これが、このタイプの機器の利点である。このシステムは、係属中の米国特許出願公開第2006/0102078 A1号に記載されている。この特定のシステムでは、各処理ステーションにおける休止時間が均一となる。言うまでもなく、これによっていくつかの処理上の差異を最長休止時間の長さで制限することができる。様々なステーションで休止時間を独立して制御する必要がある場合は、別のアプローチが好ましい可能性もある。また、このタイプの機器は、修理又は保守のために1つのステーションがダウンした場合、システム全体が処理のために使用できなくなるという欠点を有する。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明は、設置面積を小さくする一方で処理ステーションにおける休止時間の個別制御も可能にすることが企図された、新規なウェーハ処理ユニットを対象とする。また、本発明を用いると、ステーションのうちの1つ又は複数が何らかの理由でダウンした場合にも動作を継続することが可能となる。これは、部分的には半導体製造コストが極めて高いこと、また各種コストが増加していることに鑑みてのことである。当技術分野では、コストが高くなるほど資本投下のリスクが高まる。本発明の目的は、「Lean」製造原理に従ってコストを妥当な割合だけ低減し、改善されたシステム及びサービスを提供する機器を定義することである。したがって、本発明の目的は、小さい設置面積を維持しながら処理チャンバを最大化することである。本発明の別の目的は、処理ステーションの利用

10

20

30

40

50

率を最大化することである。本発明の別の一目的は、上記の機器のロボティクス及びサービスを簡略化することである。また、本システムは、メインフレームサービス中も最大100%のシステム処理稼働率を含めた高い冗長性を実現する。使用されるチャンバが少ない場合にも、すべての処理を続行してウェーハの処理に使用することができる。また、チャンバのサービス又は処理は、処理チャンバの背面から行うことも正面から行うことも可能である。さらに、好ましい実施形態では、各処理チャンバは、線形配列の形でセットアップされる。これにより、最小のシステム設置面積が保証され、様々な処理ステーション毎に個別のウェーハ・プログラムを提供することが可能となる。

#### 【0010】

処理チャンバは一般に、様々な処理のうち、ウェーハの処理に関連して使用される任意の処理を実行する能力を有することができる。例えば、ウェーハ製造では、ウェーハは通常、様々な処理の中でもとりわけ、1つ又は複数のエッチング工程、1つ又は複数のスパッタリング又は物理気相成長処理、イオン注入、化学気相成長(CVD)、ならびに加熱及び/又は冷却処理を経て搬送される。このようなウェーハ作成の処理工程数は、それらの様々な処理が従来技術の装置を使用して実施される場合に、複数のツール又は大型のサブシステムを有するツールが必要とされることを意味する可能性がある。一方、本例のシステムは、サイズを増加させずに又は新しいトータルシステムを追加する必要なしに、追加的な機能ステーションを追加することができるさらなる利点を提供する。

#### 【0011】

これらの様々な目的を達成するために、ウェーハの搬送は、チャンバ設計と独立して構造化される。したがって、各チャンバは、ある処理能力を有するチャンバとして動作するように設計され、搬送システムは、チャンバ設計とは独立して動作するように構造化され、処理チャンバの内外にウェーハをフィードするように構造化される。本明細書に記載される好ましい実施形態の搬送は、真空壁を介して結合される直線運動及び回転運動に基づく単純な連結アームに依存する。低コストを維持するために、チャンバ設計は、モジュール性に基づいて決定される。したがって、一実施形態では、システムは、3つのチャンバを有することも、整合構造(matching structure)を利用して6つのチャンバを有することもある。この最後のセンテンスは、4つ及び8つのチャンバならびに他の倍数のチャンバを有する場合にも同様に使用することができ、異なる数の処理ステーションを有するモジュールにも当てはめることができる。

#### 【0012】

本システムは、機能拡張可能であり、また、将来の処理又は応用例として適用され得る技術と独立して機能拡張可能である。線形ウェーハ搬送が使用される。その結果、クリーンルーム内のスペースを過剰に要求しない設置面積の小さいシステムにおいて、高いスループットを実現することが可能となる。また、異なる処理工程を同じ処理プラットフォームに構造化することも可能となる。

#### 【0013】

本発明の一態様によれば、基板処理システムであって、真空セクション及び雰囲気セクションを有する細長い基板搬送チャンバと、前記真空セクション内の前記搬送チャンバに固着された第1の直線トラックと、前記雰囲気セクションの前記搬送チャンバに固着された第2の直線トラックと、前記第1の直線トラック上に直線状に乗せられる第1の基部と、前記第2の直線トラック上に直線状に乗せられる第2の基部と、前記第1の基部上に載置され、それ自体の入力として磁気結合フォロワを有し、それ自体の出力としてより低い回転速度を提供する減速機と、前記第2の基部上に載置され、真空隔壁を通じて前記磁気結合フォロワに回転運動をもたらす磁気駆動源を回転させる回転モータと、前記減速機の前記出力に結合されるロボットアームとを備える基板処理システムが開示される。前記第2の基部には、直線運動をもたらすリニアモータを固着させ、磁化ホイールを結合させることができる。前記第2の基部には、直線運動エンコーダを結合させることができ、前記回転モータには、回転エンコーダを結合させることができる。2本のロボットアームを有するシステムでは、前記2本のロボットアームの回転軸を一致させることが可能となるよ

10

20

30

40

50

うに、前記ロボットアームの一方にアーム延長部を結合させることができる。

【0014】

本発明の別の態様によれば、真空搬送チャンバを介してロードロックから処理チャンバにウェーハを搬送する方法であって、前記搬送チャンバ内にロボットアームを設けるステップと、真空隔壁を通じて前記ロボットアームに直線運動を磁気結合させるステップと、真空隔壁を通じて前記ロボットアームに回転運動を磁気結合させるステップと、前記真空搬送チャンバ内の回転運動の速度を減少させるステップとを含む方法が提供される。前記方法は、ウェーハが前記ロードロック内に位置するときの、前記ウェーハの中心として定義される第1の中心点を判定するステップと、ウェーハが前記処理チャンバ内に位置するときの、前記ウェーハの中心として定義される第2の中心点を判定するステップと、前記ロボットアームの旋回点の位置を判定するステップと、前記ロボットアーム上に配置された前記ウェーハが前記ロードロックと前記処理チャンバとの間の直線内だけを移動するように、前記ロボットアームの直線運動と回転運動の組合せを計算するステップとをさらに含むことができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】PVD用途向けの従来技術のクラスタツールの概略図である。

【図2】先述の米国特許出願公開第2006/0102078 A1号に記載されるシステムの概略図であり、従来技術のシステムの性質を示す概略図である。

【図3】本発明に係る処理システムの概略図である。

20

【図4】搬送チャンバをより詳細に示す上面概略図である（本図では、3処理ステーションが示されているが、このステーション数は単なる例示目的で使用されている）。

【図5】ロードロックから搬送チャンバ内に及ぶシステム内の一区画を示す斜視図である。

【図6】システムの容器の外部に出されたウェーハ移動機構の概略図である。

【図7A】好ましい実施形態で利用されるトラック駆動システムの概略図である。

【図7B】直線運動アセンブリの一例を示す図である。

【図7C】直線運動アセンブリの別の一例を示す、図4のA-A線断面図である。

【図7D】雰囲気中の直線トラック及び真空中の直線トラックの一例を示す断面図である。

30

【図7E】雰囲気中の直線トラック及び真空中の直線トラックの別の一例を示す図である。

【図8】本発明に係る4ステーション物理気相成長(PVD)又はスパッタリングシステムの概略図である。

【図9】本発明に係る8ステーションシステムの概略図である。

【図10】本発明に係る6チャンバシステムの概略図である。

【図11A】本発明の一実施形態の概略図である。

【図11B】本発明の別の実施形態の概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

40

ここで図1を参照すると、現在一般に使用されているタイプのクラスタツールが示されている。一般に、このクラスタツールは、中央チャンバ22を取り囲むように放射状に配設され取り付けられた処理チャンバ21を備える。本システムには、2つの中央チャンバが存在する。単一の中央チャンバしか有さないチャンバであってもよい。扱いづらさを無視すれば、3つ以上の中央チャンバを有するシステムが存在する可能性もあるが、ユーザは一般に、別のシステムを選択することになるであろう。動作において、典型的には各中央チャンバ22内にロボットが配置される。ロボットは、ウェーハをシステム内に受け、中央チャンバから処理チャンバにウェーハを搬送し、処理が行われた後はウェーハを中央チャンバに戻す。いくつかの従来技術のシステムでは、中央ロボットは、一時に1つのウェーハ及び1つのチャンバにしかアクセスすることができない。したがって、ウェーハが

50

単一のチャンバ内にあり、関連する処理が行われている間に、ロボットが手一杯となり又はビジー状態となる可能性がある。ロボットが1つしか存在しないことと、そのようなロボットが処理中に処理ステーションに拘束されることにより、このタイプのクラスタツールのスループットが制限されている。より近代的なユニットでは、マルチアーム式のロボットが使用される。処理チャンバは、任意の形のプロセッサを備えることができ、例えば物理気相成長用チャンバ、化学気相成長(CVD)用チャンバ、エッチング用チャンバ、ウェーハ製造中にウェーハ上で実施される他の処理用のチャンバ等を含むことができる。このタイプのツールによれば、処理時間を異ならせることができる。それは、ウェーハが処理される際において、ロボットアームによるチャンバへの搬送、及びチャンバからのウェーハの取り出しは、他の要因とは独立して行われ、コンピュータ制御されるためである。言うまでもなく、処理は、同じ時間及び定義された順序に設定することができる。

10

## 【0017】

次に図2を参照すると、チャンバ内のウェーハ休止時間が各チャンバ毎に同一となるウェーハ処理ツールが示されている。本実施形態では、プロセッサ23が直線状に並べられており、また、本例の各チャンバは、互いに隣接して且つ1つの上に他のものが重なり合うように配置されている。これらチャンバの端部には、処理対象となるウェーハを一方のレベルから他方のレベルに移動させるエレベータが存在する。ウェーハは、入口26から入り、支持部上に配置される。ウェーハは、システム内を移動するときこの支持部上に留まる。本システムの一実施形態では、ウェーハが支持部によってプロセッサの上位レベルに上昇された後、ウェーハは、当該レベルにおいて処理チャンバ23内を次々に連続的に移動する。エレベータ25は、ウェーハのレベルを変更し、その後他方のレベルに沿って移動し、再びある処理チャンバから次の処理チャンバへ、以下同様に移動した後、システム外部へと移動する。

20

## 【0018】

次に図3を参照すると、処理チャンバ31が、搬送チャンバ32に沿って直線状に配置されている。ウェーハは、EFEM(Equipment Front End Module: 機器フロントエンドモジュール)33又はこれと等価な何らかのフィード装置を介してシステム34内に入る。EFEM33は、その上部にFOUP(from front opening unified pod: 前開き一体型ポッド)を設置することが可能なステーション30を備える。

30

## 【0019】

FOUP(図示せず)は、ウェーハが収容され、処理動作の待機中に清浄に保たれるハウジング又は筐体を備える。EFEM33にはフィード機構も関連付けることができる。フィード機構は、ウェーハを処理のためにシステム内に配置し、処理が行われた後は、システムからウェーハを取り出して、ウェーハを一時的に収容するためのものである。EFEM33上にはウェーハのFOUPが配置されており、そこでは、EFEM33内のFOUPからウェーハを持ち上げ、該ウェーハをシステム内に入れるためにロードロックコンパートメント35内に搬入するブレードによって、ウェーハが1つずつ搬送される。

## 【0020】

ウェーハは、ロードロックコンパートメント35から搬送チャンバ32に沿って移動し、搬送チャンバ32から処理チャンバ31内へと搬送される。基板は、処理チャンバ内に入った後、支持アームから離れ、その代わりにチャンバ内の基板支持体上に置かれる。この時点で、処理チャンバの雰囲気と搬送チャンバの雰囲気を分離するために弁が閉じられる。これにより、搬送チャンバ又は他の処理チャンバを汚染することなく処理チャンバ内部に変更を加えることが可能となる。処理が行われた後は、処理チャンバと搬送チャンバとを分離していた弁が開き、ウェーハが処理チャンバから取り出され、追加的な処理を行う場合は搬送チャンバ32に沿って別の処理チャンバへと搬送され、あるいはロードロックへと搬送され、当該ロードロックからEFEM33上のFOUPに戻される。図3には、4つの処理チャンバ31が示されている。

40

50



## 【 0 0 2 1 】

図3には、4つの処理電源37と、配電ユニット36も示されている。これらを組み合わせてシステムのエレクトロニクスが提供され、個々の各処理チャンバに電力が供給される。処理チャンバ31上には、プロセスガスキャビネット38と、情報処理キャビネット40とが存在する。これらのユニットを利用して、システムに入力された情報によって搬送チャンバ32に沿った基板の移動が制御され、基板がさらなる処理のために処理チャンバ内に搬送されるかどうかを制御される。これらのユニットは、処理チャンバ内で発生した事象に関する記録も提供する。チャンバ内の処理中に使用されるガスが供給される。ここでは、システム内及びシステム内の各処理ステーション間でウェーハをフィードするロボット操作機構が2アームシステムとして説明されているが、実際には、3本以上のアームが存在してもよく、それぞれのアームが搬送移動チャンバ内で独立して移動するように設定することも、一緒に移動するように設定することも可能である。

10

## 【 0 0 2 2 】

システム内の処理チャンバは、ウェーハ製造時の希望に応じて様々な処理を実施することができる。今日、多くの製造業者は、システム全体がスパッタリング又はエッチング処理に専念する専用システムを購入している。本質的に、ウェーハ製造では、4段以上のシステム全体がスパッタリング処理に専念するのに十分な程度のスパッタリング工程又はエッチング工程が存在する。

一方、ウェーハは、それぞれ最終プロセスに至るまでに必要とされる一連の様々な処理を経て搬送され得る。例えば、5処理ステーションでは、使用時に以下の順序で処理が行われ得ることが十分想定される。第1処理ステーションでは、ウェーハを脱ガス処理に掛け、第2処理ステーションを前洗浄ステーションとし、第3処理ステーションを例えばチタンを堆積させるスパッタリングステーションとし、第4処理ステーションを例えばニッケルバナジウムを堆積させるスパッタステーションとし、第5処理ステーションでは、金をスパッタ堆積させることが可能である。

20

## 【 0 0 2 3 】

次に図4を参照すると、上蓋を取り除いた状態の3ステーションシステムが示されている。図4を示す目的は、搬送チャンバ32の理解を高めることにある。処理対象となるウェーハは、ロードロック35側から本システム内に入る。ロードロック35は、デュアルレベルロードロックであり、2つのウェーハを同時に処理することができる。一方は下位レベル上、他方は上位レベル上にある。ロードロック側からシステム内に入ったウェーハは、真空又は制御された環境内に入る。また、処理が済んだウェーハは、それらが本システム及び本システム内の真空又は他の制御された状態から離脱するように移動する間、ロードロック35を通過し、FOUP(図4では省略)内に戻る。

30

非真空状態から真空状態への移行が完了すると、ウェーハがアーム41上に持ち上げられ、アーム41が搬送チャンバ32内に移動する。図4では、そのようなアームの一方を確認することができ、他方のアームは、第1処理チャンバの左側の要素で部分的に覆われている。図4には、全体が確認できる方のアームがウェーハを処理チャンバ31内に配送する様子(あるいは、当該チャンバから処理済みのウェーハを取り出す様子)が示されている。アーム41は、搬送チャンバ内に沿って直線レール43上を移動する。本実施形態では、搬送チャンバ32内のレールは、支持アーム41をチャンバ32の床面上方に保持する。また、図4には示していないが、真空の外部からチャンバ32の筐体壁部を介して作用する駆動機構が存在する。この駆動機構は、アーム41をチャンバ内又はロードロック35内まで延ばすことが望まれる場合に、アーム41のほぼ直線運動ならびに回転運動を可能にする。

40

## 【 0 0 2 4 】

したがって、アームは、搬送チャンバ32の内外、処理チャンバ31の内外、又はロードロックチャンバ35の内外にウェーハを移動させるのに使用される。このようなチャンバの基部との接触を回避することにより、パーティクルの発生が抑えられ、その結果、環境をより清浄に保ち、又はパーティクルフリー状態を維持することが可能となる。

50

以下では、後続の図面を参照して、本搬送システムのさらなる詳細について論じる。また、図4には2本のアームが示されているが、システムは、レール上に3本以上のアームを有することも2本未満のアームを有することもでき、また、任意の時点で3つ以上のウェーハ搬送装置を取り扱うことができることも容易に理解されるであろう。

【0025】

本発明の方法によれば、支持アーム41は、ウェーハが直線内だけを移動されるように、回転運動と直線運動の組合せを使用して操作される。即ち、図4に示されるように、アーム41は、双頭矢印Aで例示される直線運動と、双頭矢印Bで例示される回転運動との組合せを使用して移動される。ただし、アーム41の動きは、ウェーハの中心が破線BL1、BLm、及びBLで示した直線運動に追従するようにプログラムされる。これにより、チャンバ31及びロードロック35のあらゆる開口を、チャンバの直径を僅かに上回る直径にすることが可能となる。また、アーム41の直線運動と円弧運動の組合せは、あらゆる状況に応じて、例えばユーザインターフェースUI(図3)を介してプログラム可能なコントローラによって作動されるため、任意のタイプ及び任意の組合せのチャンバを搬送チャンバ32上に取り付けることも可能となる。

【0026】

本発明の方法によれば、コントローラによって実行されるアームの直線運動と円弧運動の組合せを計算するために、以下の処理が実施される。ウェーハがロードロック内に配置されているときのウェーハの中心位置が判定される。ウェーハが付属の各処理チャンバ内に配置されているときのウェーハの中心が判定される。各アームの旋回点が判定される(後述するように、いくつかの実施形態では両方のアームの旋回点を一致させることができることに留意されたい)。搬送順序、即ち各ウェーハがロードロックと単一のチャンバとの間を移動する必要があるのか、それともロードロックと複数のチャンバとの間を移動する必要があるのか判定される。これらの値は、UIを使用してコントローラ内でプログラムすることができる。次いで、各アーム上に配置されたウェーハが、判定された旋回点とロードロック及び各チャンバについて判定された中心との間の直線内だけを移動するように、各アームの直線運動及び回転運動が計算される。

【0027】

一実施形態では、部分的に、アーム41の直線運動と円弧運動との組合せを簡略化するために、本発明の以下の特徴が実装される。図4では、支持アーム41の一方、具体的には図4で完全に露出しているアーム41は、アーム延長部41'に結合され、他方のアーム41は、内部の駆動支持機構45(図5及び図6も参照されたい)に直接結合されている。図示の実施形態では、アーム延長部41'は、固定されており、即ち、駆動支持機構45の直線運動に追従するだけで、回転することはできないようになっている。言い換えれば、回転運動は、アーム延長部41'の端部に固着されたアーム41にのみもたらされる。また、図示の実施形態では、アーム延長部41'は、両方のアーム41の回転中心すなわち旋回中心点の中心を一致させることができるように、即ち、図示のように、直線破線BLmが両方のアーム41の回転点又は旋回点の中心を通過するように固着されている。さらに、図5の実施形態に示されるように、アーム41は、両方のアーム41の回転の中心が上下に正確に一致するように直線方向に移動させることができる。このような設計を用いると、2本のアーム41が同一の旋回点中心線から同一の直線運動と円弧運動との組合せに追従することになるので、それらのアーム41を同一の形で製作することが可能となる。

【0028】

次に図5を参照すると、内部要素を封鎖する蓋を取り除いた状態のシステム34の各部分、即ち、ロードロック35を始点とし、搬送チャンバ32の先頭部へと続き、第1の処理チャンバ31を含めた各部分が示されている。図5には、ロードロック35内のウェーハ42がアーム41上に置かれた様子が示されている。別のアーム41は、処理チャンバ31内に延びた形で示されている。図示のとおり、独立して働き、異なるレベルに所在し得る各アーム41は、それぞれ同時に異なる領域に入るように延ばすこともできる。各ア

10

20

30

40

50

ームは、ウェーハを搬送チャンバ32に沿ってロードロックからシステム34内に移動させ、その後、システム34の周囲の処理チャンバから処理チャンバへと移動させる。

【0029】

最終的に、各アームは、各ウェーハの処理が行われた後、それらを搬送チャンバに沿ってロードロック35内に移動させ、その後システム34外部に移動させる。処理が完了したときは、ウェーハをロードロックから処理済みのウェーハが回収されるFOUP内に戻すことができる。ロードロック又は処理チャンバ内のウェーハは、それ自体をアーム41と関連付けられた支持体表面上まで持ち上げることによって搬送される。支持体表面のリフトピンがウェーハを上昇させることにより、アームがウェーハの下方に進入することが可能となり、その結果、アームによってウェーハを持ち上げ、ウェーハをシステム内の次の工程に移動させることが可能となる。

10

【0030】

別法として、ウェーハの下方にスライドし、ウェーハを搬送中に支持する棚としての性質を有する構造を利用して、チャンバ又はコンパートメントからウェーハが持ち出される時又は取り出される時に、ウェーハを支持し保持することができ、また、ウェーハをアームから受け取り、アームから離すことができる。各アームは、接触することなく互いの上下を通過するように配置され、互いにすれ違うことができる。

【0031】

各アームは、内部の駆動支持機構45に連結されている。駆動支持機構45には直線駆動トラック(linear drive track)が設けられており、駆動支持機構45は、この直線駆動トラックに沿って搬送チャンバ32内を移動する。駆動支持機構45の動作は、モータ等の外部駆動源によって引き起こされる。ある形態の駆動源は、駆動支持機構45を駆動トラック46に沿って直線移動させる。別の形態の駆動源は、ウェーハ42をシステム内に移動させシステム内を通過させる過程で、各アーム41が搬送チャンバ32からロードロック35又は処理チャンバ31内に延びるように回転させる。駆動トラック46の内部には、各駆動支持機構がその上に独立して乗せられる個々のレール47(詳細は図6に示される)が存在し、それにより、各アーム41が互いに独立して移動し作用するように配置することが可能となる。処理チャンバ内へのウェーハの移動は、その性質上、直線駆動経路からチャンバ内への平行移動となる。というのも、好ましい実施形態では、ウェーハが2つの運動形態を同時に経験するためである。ウェーハは、直線移動すると同時に回転する。外部モータ又は他の形態の駆動機構を使用して上記の機構を搬送チャンバ32の真空中で駆動することにより、密閉された真空領域内の望ましくないパーティクルが少なくなる。

20

30

【0032】

次に図6を参照すると、本発明の好ましい実施形態で利用される駆動システムが示されている。図6では、駆動トラック46の各レール47を独立して確認することができる。本図では、一方の支持アーム41上にウェーハ42が示されている。本図では、他方の支持アームは、単に伸びただけの状態を示されている。駆動支持機構45は、それぞれレール47のうちの1つに乗せられる。これにより、アーム41は、様々なレベルに容易に配置される。各駆動支持機構45の基部には、磁気ヘッド又は磁気結合フォロワ(magnetically coupled follower)48が配置されている。

40

【0033】

磁気ヘッド48から離れた位置に、磁気駆動源50が配置されている。磁気ヘッド48は、搬送チャンバの真空中に配置され、真空チャンバの壁(図7Aの53)は、各磁気ヘッド48の下方、及び磁気ヘッド48と駆動源50との間を通る。したがって、駆動源50は、搬送チャンバ32の真空壁の外部にある。上述のとおり、アーム41は、ウェーハ42を処理システム内に移動させ処理システム内を通過させるものであり、互いに独立して移動する。これらのアーム41は、駆動源50及び磁気ヘッド48を備える磁気カプラ装置によって駆動される。このカプラは、アーム41に対して直線運動と回転運動の両方をもたらす。駆動源50は、真空の外部に位置し、レールシステムの両側に現れる外側レ

50

ール51上に乗せられる。1つのレールセットが、反対側に現れる別のレールセットと対向関係をもって示されている。アームの回転は、磁気カプラを介して伝達され、回転モータ52によって駆動される。図6では、磁気結合が直線運動及び回転に使用されるものとして示されているが、別個の磁気カプラ及び駆動源を使用することもできることが容易に理解されるであろう。したがって、直線運動及び回転運動は同一のカプラを介して伝達されることが好ましいが、直線運動用と回転運動用に別個のカプラを使用することも可能である。

#### 【0034】

処理ステーション31における停止動作を含めたウェーハの移動及び操作に使用され得る1つのタイプのアームは、略してSCARAロボットとも呼ばれる選択的コンプライアンス多関節組立ロボットアーム(selective compliant articulated assembly robotic arm)として説明される。SCARAシステムは、それ自体と置き換えられる可能性が高いカルテシアンシステムよりも高速且つ清浄である傾向がある。

#### 【0035】

また、磁気駆動システムに関連する負荷要因の減少及び/又は解消のために、運動結合磁石(motion coupling magnet)によって生み出される引力を減少させる反発磁石を含めることもできる。回転運動及び直線運動を真空中に結合する磁石は、かなりの引力を有する。これが、部品を支持する機械機構の負荷となる。負荷が高くなると、ベアリングの寿命が短くなり、より多くのパーティクルが発生する。磁気カプラ又は別個の装置内に配置された互いに反発し合う磁石を使用することにより、引力を減少させることが可能となる。実際には、磁気カプラ内の最も内側にある磁石は、さほど高い結合剛性を達成しない。しかしながら、それらの内側の磁石は、カプラの直径の周りに交互に存在するNS極位置に配置され、互いに引き合って使用される結合磁石との斥力を生み出すのに使用することができる。

#### 【0036】

言うまでもなく、密閉チャンバ内にパーティクルダストが入る心配がなければ、駆動機構を密閉チャンバ内に含めることができることを理解されたい。

#### 【0037】

次に図7Aを参照すると、蓋を取り除いた状態のトラック駆動システムの側面図が示されている。図7Aでは、真空壁又は真空隔壁53が、アーム41の駆動及び位置制御を行う磁気カプラ48と磁気カプラ50の間の位置に配置されている。駆動トラック46には、外側レール51によってもたらされる直線運動を駆動支持機構45及びアーム41に提供するレール47が収容されている。回転運動は、回転モータ52によってもたらされる。図7Aでは、Vaで示した側が真空中、Atで示した側が雰囲気中となっている。図7Aに示すように、磁気カプラ50は、回転モータ52によって駆動され、真空隔壁53を通じた磁気結合により、磁気カプラ48が同じ回転動作をするように仕向ける。一方、磁気結合のヒステリシスが生じることにより、アームの回転運動の正確さが低下する可能性がある。

#### 【0038】

実際には、アームの長さが原因で、カプラ48とカプラ50の間の小さい角度誤差が、アーム41の端部に置かれたウェーハを大きく変位させることもある。また、アームの長さ及び重さが原因で、また、アームがウェーハを支持しているのか否かに応じた重さの変化が原因で、過渡運動が許容できない時間にわたって持続することもある。これらの問題を回避するために、磁気カプラ48と回転カプラ56又はアーム41との間に減速ギア(減速機又はギア減速機と呼ばれることもある)55が介装されている。ギア減速機55には、磁気カプラ48の回転が入力され、ギア減速機55からは、モータ52の回転速度よりも低い回転速度でアーム41を作動させるために、より遅い回転速度の出力が得られる。この具体例では、ギア減速機55の減速比は、50:1に設定される。これにより、アーム41の角度配置の正確さが大幅に向上し、過渡運動が大幅に減少するとともに、駆動

10

20

30

40

50

アセンブリ技術の慣性モーメントも大幅に減少する。

【0039】

図7Aでは、減速ギアアセンブリ55は、基部49上に載置されている。基部49は、非モータ駆動式(unmotorized)であり、直線レール47上に自由に寄せられる。一方、回転モータ52は、機械化動力を使用して直線レール51上に寄せられる基部54上に載置されている。機械化動力によって基部54が直線移動されるため、磁気カップラ50と磁気フォロワ48との間の磁気結合は、直線レール47上に自由に寄せられる基部49に直線動作をもたらす、それによってアーム41を直線移動させる。したがって、この装置は、すべてのモータ駆動運動(motorized motion)、即ち直線運動及び回転運動が雰囲気条件下で実行され、真空環境内にモータ駆動システムが存在しない点で有利である。以下では例示として、雰囲気中のモータ駆動運動及び真空中の自由な非モータ駆動運動に関する様々な実施形態について説明する。

10

【0040】

図7Bは、直線運動アセンブリの一例を示している。図7Bでは、基部54にベルト又はチェーン駆動源が結合されている。ベルト又はチェーン58は、回転体59上に寄せられており、矢印Cで示されるように、回転体59のうちの1つは、両方向の動きが可能となるようにモータ駆動化されている。直線運動を制御するために、エンコーダ57aは、基部54の直線運動を識別する信号をコントローラに送信する。例えば、エンコーダ57aは、直線トラック46上で提供されるエンコーディングを読み込む光エンコーダであってもよい。また、モータ52上には回転式エンコーダ57bが設けられており、回転式エンコーダ57bは、回転運動のエンコーディングをコントローラに送信する。回転運動及び直線運動に関するこれらの読み込みデータを使用して、ウェーハの中心線が直線内だけを移動するように、アーム41の回転運動及び直線運動を制御することができる。

20

【0041】

図7Cは、直線運動アセンブリの別の実施形態を示す、図4のA-A線断面図である。図7Dでは、駆動トラック46が、レール47を支持しており、レール47上にはホイール61及び62が寄せられている。これらのホイールは、磁化させることによって牽引力を改善することができる。ホイール61及び62は、基部54に結合されており、基部54上には回転モータ52が載置されている。基部54の下部には、駆動トラック46上に載置された一連の磁石64と相互作用するリニアモータ63が取り付けられている。リニアモータ63は、磁石64と相互作用して、図面用紙の内外に向かう直線動力を基部54にもたす。基部54の直線運動は、トラック46上で提供される位置/運動エンコーディング57cを読み込むエンコーダ57bによって監視され報告される。この具体例では、エンコーダ57bの精度は、5千分の一インチである。

30

【0042】

図7Dは、雰囲気中の直線トラック及び真空中の直線トラックの一例を示す断面図である。真空側、雰囲気側は、それらの間に介在する真空隔壁53及びチャンバ壁32によって分離されている。雰囲気側では、ライダー61が、直線トラック47上に寄せられている。こちらは雰囲気中にあるため、パーティクルの発生は、真空側ほど重要でない。したがって、ライダー61は、ホイールを含むことができ、あるいはフッ素樹脂等の摺動材料でできていてもよい。基部54は、スライダ61に取り付けられており、磁気カップラ50を回転させる回転モータを支持する。真空側では、直線トラック78が、カップラ72を介して基部70に取り付けられた摺動ベアリング73を受けるようになっている。直線トラック78は、ステンレス鋼で作成することができ、パーティクルの発生を最小限に抑えるように製作される。また、発生したパーティクルをベアリングアセンブリの範囲内に収めるために、蓋74及び76が設けられている。基部70は、ベアリングアセンブリを越えて延在し、磁気フォロワ48に結合されたギア減速機55を支持する。

40

【0043】

図7Eは、雰囲気中の直線トラック及び真空中の直線トラックの別の一例を示している。図7Eでは、雰囲気側を図7Dのそれと同様に構築することができる。一方、真空側で

50

は、汚染を最小限に抑えるために摺動ベアリングの代わりに磁気浮上が利用される。図 7 E に示すように、アクティブ状態の電磁アセンブリ 80 は、永久磁石 82 と協働して磁気浮上を形成し、基部 70 の自由な直線運動を可能にする。特に、永久磁石 82 は、自由空間 84 を維持し、電磁アセンブリ 80 と接触しないようになっている。基部 54 がスライダ 61 と共に直線移動するため、カブラ 50 とフォロワ 48 との間の磁気結合により、浮上された基部 70 の直線運動がもたらされる。同様に、カブラ 50 が回転することによってフォロワ 48 が回転し、この回転がギア減速機 55 に伝達される。

【 0 0 4 4 】

次に図 8 を参照すると、本発明に係る処理システムが示されている。図 3 の場合と同様に、E F E M 33 は、処理チャンバ 31 を含むシステム 34 に渡されるウェーハを受け、  
10  
収容するものである。本実施形態では、処理チャンバ 31 は、ウェーハを先ずロードロック 35 に搬送し、次いで搬送チャンバ 32 に沿ってウェーハを搬送することによってスリットが行われるチャンバを例示するものである。次いで、処理済みのウェーハが搬送チャンバ 32 に沿ってロードロック 35 に、その後システムの外部へとフィードされ、E F E M 33 に戻される。

【 0 0 4 5 】

次に図 9 を参照すると、本発明に係る 8 ステーション処理システムが示されている。E F E M 33 は、ウェーハをロードロック 35 にフィードする。次いで、ウェーハは、搬送チャンバ 32 に沿って搬送チャンバ 32 から処理チャンバ 31 へと移動される。図 9 では、両方の搬送チャンバセットが中央領域内に配置され、その外側に各処理チャンバ 31  
20  
が配置されている。図 10 では、1 つの処理チャンバセットが次の処理チャンバセットの複製となるように、すべての処理セクションが整列されている。したがって、このシステムの処理チャンバは、平行に整列して見える。

【 0 0 4 6 】

無論、他の変形形態も可能であり、容易に想到されるであろう。例えば、図 9 及び図 10 に示した形で処理チャンバを並べる代わりに、各セットを上下に配置することも、各セットを続けて配置することもできる。各セットが続けて並べられる場合には、各セットは、2 番目のセットが 1 番目のセットの後に続いて 1 列に並ぶように、あるいは 2 番目のセットが 1 番目のセットと何らかの角度を成してセットされ得るように整列させることができる。搬送チャンバは、ウェーハを各側のチャンバにフィードすることができるため、単  
30  
一の搬送チャンバの周囲に 2 組のプロセッサをセットすることができ、同一の搬送チャンバによってフィードすることができる（図 11 A 参照。図 11 A の各参照符号は、既出の図面に関して論じた要素と同様の要素を示している。

【 0 0 4 7 】

なお、図 11 A 及び図 11 B は、先に述べたように処理チャンバ 31 と搬送チャンバ 32 とが弁 39 によって分離された様子を示している。2 組目のプロセッサが 1 組目のプロセッサに接続される場合には、システムに沿って追加的なロードロックを配置することが有益である可能性もある。言うまでもなく、ウェーハが直線移動して一方側から入り他  
40  
方側から出ることができるように、末端部分に E F E M を追加し、当該 E F E M の手前にロードロックを配置することも可能である（図 11 B 参照。図 11 B の各参照符号は、既出の図面の要素と同様の要素を示している）。後者の場合では、ウェーハが一方側あるいは両側から出入りするようプログラムすることが可能である。処理チャンバは、搬送チャンバに沿って不規則な間隔で配置すること、即ち処理チャンバ間にスペースを設けて配置することも可能である。この配列の重要な特徴は、搬送チャンバが所望の形で且つシステムに関するコンピュータ制御の指令に応じてウェーハを個々の処理チャンバにフィードすることができるように、各処理チャンバが配置されることである。

【 0 0 4 8 】

各チャンバを真空条件下で説明してきたが、実際には、場合に応じて、各チャンバが収容されている領域に一定のガス又は他の流体を含めることが有益であることもある。したがって、本明細書で使用する「真空」という用語は、例えばシステム全体で利用され得る  
50

特殊なガスを収容することが可能な自己完結型環境としても解釈されるべきである。

【0049】

図1では、クラスタツールは、7つの処理チャンバを含んでいる。図9では、開示のシステムは、8つの処理チャンバを含んでいる。図1のツール及び周辺機器の総設置面積は、約38m<sup>2</sup>である。図9のツール（ならびに追加的な処理チャンバ及び周辺機器）の総設置面積は、23m<sup>2</sup>である。したがって、本発明に係る線形配列を利用すれば、チャンバ数を増やした場合にも、システムの設置面積はかなり小さくなる。大部分において、このような改良は、図1に示したタイプのシステムに関連する中央セクションを使用した場合よりも、図9の搬送チャンバ32として示される改良型フィードシステムを利用した場合に達成される。

10

【0050】

本発明の線形アーキテクチャは、極めて柔軟性が高く、複数の基板サイズ及び形状に対応する。半導体製作に使用されるウェーハは、典型的に円形であり、その直径は200又は300mmである。半導体産業では、ウェーハ毎のデバイス数を増加させる試みが常になされており、ウェーハサイズは、75mm、100mm、200mm、300mmというように着実に大きくなっており、直径450mmのウェーハを目指した努力が続けられている。本発明に固有のアーキテクチャによれば、クリーンルームウェーハ製造工場が必要とされる床面積は、各処理が周辺に配置される典型的なクラスタツールを用いた場合ほど大きくなることはない。

【0051】

さらに、出力を高めるために、このタイプ（図1）のクラスタツールのサイズを増加させることが望まれる場合には、総寸法が指数的に増加する一方、本願に記載のシステムは、単一方向のサイズの増加、即ちシステムの幅は同じであり長さが増加するだけである。アルミニウム加工のような同様の処理でも、図1に示される機器よりも占有スペースの小さい、図9に示されるタイプのシステムを同一期間使用した場合のスループットについて言えば、図9の機器は、図1に示されるようなシステムのほぼ2倍の数（概算で約170%増）のウェーハを製造する。したがって、本明細書で開示されるシステムを使用すれば、測定されるクリーンルーム領域毎のウェーハ出力が、従来技術のユニットと比較して大幅に改善される。これにより、ウェーハ製造時のコスト削減の目的が達成されることは言うまでもない。

20

30

【0052】

本機器の設計は、円形基板に限定されない。円弧状に形成される経路内でウェーハを移動させるクラスタツールは、基板が長方形であり、実際の基板の長方形形状に内接する円形基板を取り扱うサイズにツールを調整する必要がある場合に特に有利である一方、線形ツールは、いずれの方向においても、実際の形状を通過するのに必要となるサイズよりも小さくてよい。例えば、300mmの正方形基板を処理する場合、クラスタツールは、424mmの円形基板を取り扱うサイズにする必要があるが、線形ツールは、300mmの円形基板に必要なサイズよりも小さくてよい。

【0053】

搬送チャンバ32のサイズもまた、他のどのような部材のウェーハであっても、入口チャンバ内を通過して処理チャンバ内に入り、処理チャンバからシステム外部に移動される基板の移動に必要な空間さえ提供すればよい。したがって、このチャンバの幅は、処理される基板のサイズよりも僅かに大きいだけである。しかしながら、より小さい部材をシステム内で処理することも、基板ホルダで複数の部材をまとめて処理することもできる。

40

【0054】

以上、本発明を特定の材料及び特定の工程から成る例示的な諸実施形態に関して説明してきたが、各具体例に様々な変更を加えることができ、且つ/又はそれらを使用することができ、そのような構造及び方法は、本明細書に記載され図示される各実施形態、ならびに添付の特許請求の範囲で定義される本発明の範囲を逸脱しない範囲で容易に修正され得る各処理の論述を理解することによって得られることが、当業者には理解されるであろう

50

。

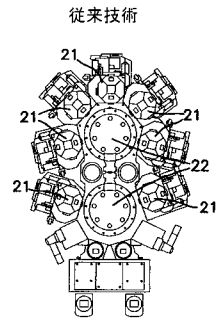
## 【符号の説明】

## 【 0 0 5 5 】

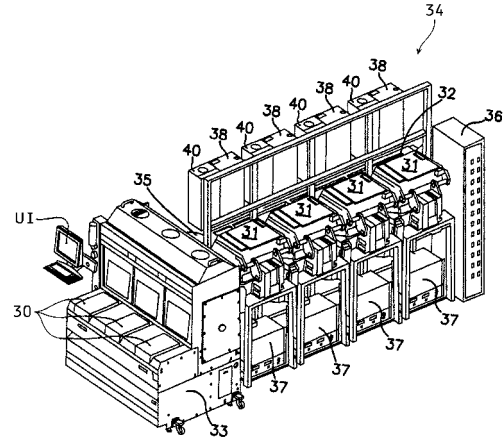
3 0	ステーション	
3 1	処理チャンバ	
3 2	搬送チャンバ	
3 3	E F E M	
3 4	システム	
3 5	ロードロック	
3 6	配電ユニット	10
3 8	プロセスガスキャビネット	
4 0	情報処理キャビネット	
4 1	アーム	
4 1'	アーム延長部	
4 2	ウェーハ	
4 3	直線レール	
4 5	駆動支持機構	
4 6	駆動トラック	
4 7	レール	
4 8	磁気結合フォロワ	20
5 0	磁気駆動源	
4 9、5 4、7 0	基部	
5 1	外側レール	
5 2	回転モータ	
5 3	真空隔壁	
5 5	ギア減速機	
5 6	回転カプラ	
5 7 a、5 7 b	エンコーダ	
5 7 c	位置/運動エンコーディング	
5 8	ベルト又はチェーン	30
5 9	回転体	
6 1、6 2	ホイール	
6 4	磁石	
7 2	カプラ	
7 4、7 6	蓋	
7 8	直線トラック	
8 0	電磁アセンブリ	
8 2	永久磁石	
8 4	自由空間	



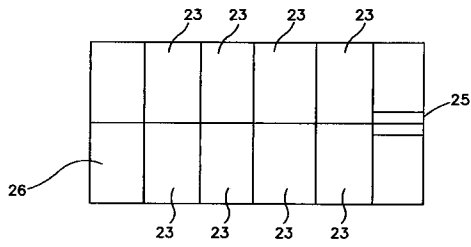
【図1】



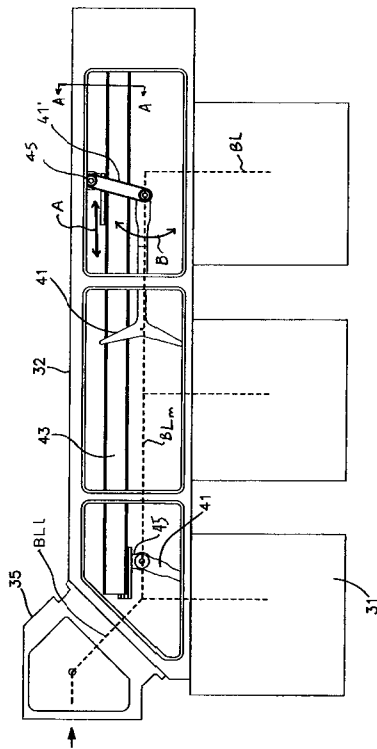
【図3】



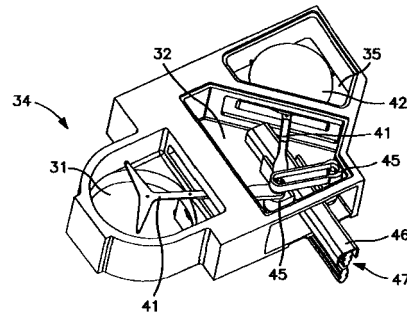
【図2】



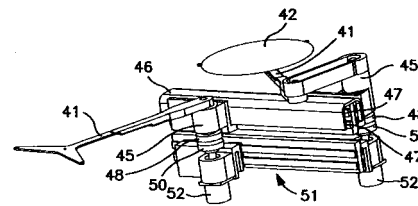
【図4】



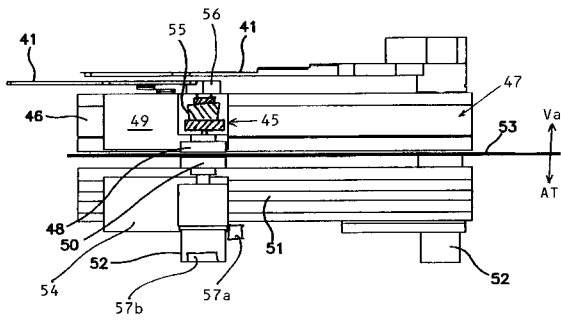
【図5】



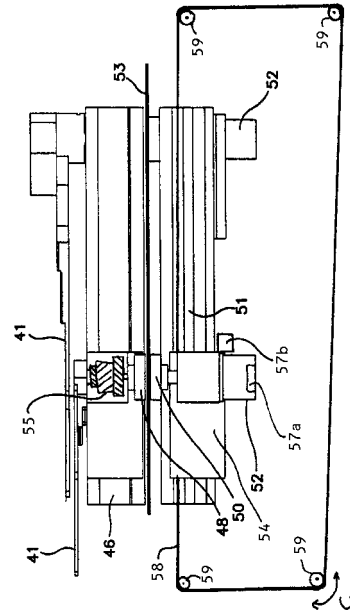
【図6】



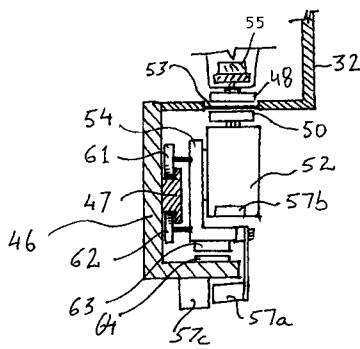
【図7A】



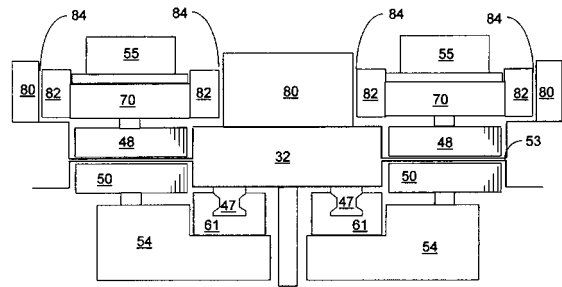
【図7B】



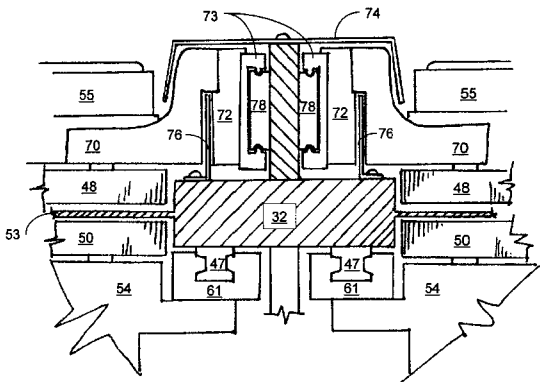
【図7C】



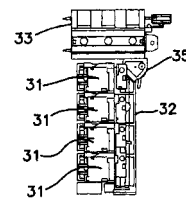
【図7E】



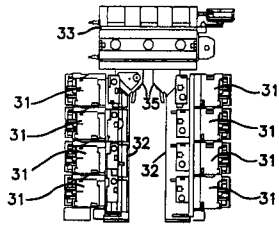
【図7D】



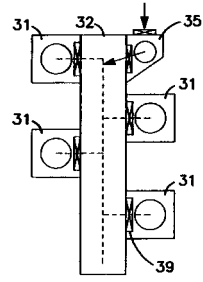
【図8】



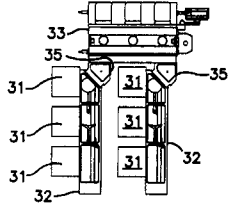
【図 9】



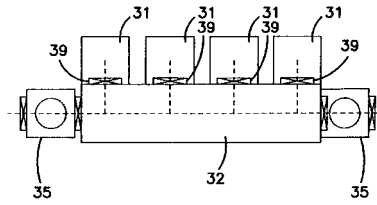
【図 11 A】



【図 10】



【図 11 B】



## フロントページの続き

- (72)発明者 フェアベアーン ケヴィン ピー .  
アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 5 0 3 2、ロスガトス、スカイレーン 1 4 8 1 0
- (72)発明者 バーンズ マイケル エス .  
アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 4 5 8 3、サンラモン、サンタテレサ 1 2 2 1 5
- (72)発明者 レーン クリストファー ティー .  
アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 5 0 3 0、ロスガトス、グローブストリート 5 3

審査官 金丸 治之

- (56)参考文献 特開平04 - 249337 (JP, A)  
特開昭64 - 050437 (JP, A)  
特開2008 - 028179 (JP, A)  
特開2000 - 294613 (JP, A)  
米国特許出願公開第2008 / 0066678 (US, A1)  
特開2001 - 237294 (JP, A)  
特開2009 - 124141 (JP, A)  
特開2005 - 246547 (JP, A)  
特開平08 - 119409 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21 / 67 - 21 / 687