

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7683294号
(P7683294)

(45)発行日 令和7年5月27日(2025.5.27)

(24)登録日 令和7年5月19日(2025.5.19)

(51)国際特許分類

H 01 L	21/677 (2006.01)	F I	H 01 L	21/68	A
B 65 G	54/02 (2006.01)		B 65 G	54/02	
B 65 G	49/07 (2006.01)		B 65 G	49/07	L

請求項の数 12 (全17頁)

(21)出願番号 特願2021-70620(P2021-70620)
 (22)出願日 令和3年4月19日(2021.4.19)
 (65)公開番号 特開2022-165301(P2022-165301)
 A)
 (43)公開日 令和4年10月31日(2022.10.31)
 審査請求日 令和6年1月22日(2024.1.22)

(73)特許権者 000219967
 東京エレクトロン株式会社
 東京都港区赤坂五丁目3番1号
 (74)代理人 110002756
 弁理士法人弥生特許事務所
 新藤 健弘
 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢650 東京
 エレクトロン株式会社内
 審査官 境 周一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 基板を搬送する装置、及び基板を搬送する方法

(57)【特許請求の範囲】**【請求項1】**

基板の処理が行われる基板処理室に対して基板を搬送する装置であって、外部との間での前記基板の受け渡し位置から、前記基板処理室内の前記基板の処理位置までの前記基板の搬送領域内に設けられ、磁界の状態を変化させることができ構成された複数の第1の磁石と、移動面とを備えた移動用タイルと、

前記基板を保持し、前記第1の磁石の磁界との間に働く反発力及び吸引力の少なくとも一方である磁力の作用を受ける第2の磁石を備え、前記磁力を用いて前記移動面から浮遊した状態にて、前記移動面に沿って移動可能に構成された基板搬送モジュールと、

予め設定された設定経路に沿って前記基板搬送モジュールが移動するように、前記複数の第1の磁石によって形成される磁界を制御する搬送制御部と、

前記搬送制御部による前記磁界の制御によって前記移動面に沿って移動する前記基板搬送モジュールの実際の移動経路について、前記設定経路からのずれの大きさに対応する指標値を検出する検出部と、

前記ずれの大きさが低減されるように、前記指標値に基づいて前記第2の磁石に作用する磁力を補正するための補正パラメータを算出する補正パラメータ算出部と、を備え、

前記搬送制御部は、その後の前記設定経路に沿った基板の搬送にて、前記補正パラメータに基づき前記磁界の状態を変化させる補正を行い、

前記検出部は、基板搬送モジュールの加速度を検出するセンサにより構成され、前記指標値は、前記設定経路に沿った方向と交差する方向へと前記基板搬送モジュールが移動す

る加速度の大きさである、装置。

【請求項 2】

前記補正パラメータ算出部は、前記補正パラメータとして、前記加速度に基づき、前記基板搬送モジュールに対して前記交差する方向へ働く外力に対応する大きさの補正力を算出し、前記搬送制御部は、前記指標値の取得時と比較して、前記第2の磁石に働く磁力が、前記ずれを相殺する方向に向けて前記補正力分だけ大きくなるように前記補正を行う、請求項1に記載の装置。

【請求項 3】

前記検出部による前記指標値の検出は、前記基板処理室にて基板の処理を開始する前に前記設定経路に沿って前記基板搬送モジュールを移動させる期間である試動期間中に実施され、

10

前記搬送制御部は、前記補正パラメータに基づき、前記試動期間の後に前記基板処理室にて基板の処理を行う期間である処理期間中の前記磁界の状態を変化させる補正を行う、請求項1または2に記載の装置。

【請求項 4】

前記検出部による前記指標値の検出は、前記基板処理室にて基板の処理を行う期間である処理期間中に、前記設定経路に沿って前記基板搬送モジュールを移動させる一の移動動作にて実施され、

前記搬送制御部は、前記補正パラメータに基づき、前記一の移動動作の後に前記設定経路に沿って前記基板搬送モジュールを移動させる他の移動動作における前記磁界の状態を変化させる補正を行う、請求項1または2に記載の装置。

20

【請求項 5】

前記基板搬送モジュールは、浮遊した状態にて移動する際の前記移動面からの距離を変化させることができるように構成され、

前記指標値の検出は、前記基板搬送モジュールの前記移動面からの距離を変化させて複数回実施され、

前記補正パラメータ算出部は、これら移動面からの距離が異なる条件下で検出された指標値に基づき、予め設定された前記移動面からの距離に対応する前記補正パラメータを算出する、請求項1ないし4のいずれか一つに記載の装置。

【請求項 6】

前記基板搬送モジュールは、前記基板とは重量が異なる搬送対象物も搬送することができるように構成され、

30

前記指標値の検出は、前記基板搬送モジュールに加える荷重を変化させて複数回実施され、

前記補正パラメータ算出部は、これら荷重の異なる条件下で検出された指標値に基づき、前記基板搬送モジュールにて搬送される搬送対象物の重量に対応する前記補正パラメータを算出する、請求項1ないし5のいずれか一つに記載の装置。

【請求項 7】

基板の処理が行われる基板処理室に対して基板を搬送する方法であって、

外部との間での前記基板の受け渡し位置から、前記基板処理室内の前記基板の処理位置までの前記基板の搬送領域内に設けられ、磁界の状態を変化させることができるように構成された複数の第1の磁石と、移動面とを備えた移動用タイルと、前記基板を保持し、前記第1の磁石の磁界との間に働く反発力及び吸引力の少なくとも一方である磁力の作用を受ける第2の磁石を備え、前記磁力を用いて前記移動面から浮遊した状態にて、前記移動面に沿って移動可能に構成された基板搬送モジュールとを用い、前記複数の第1の磁石によって形成される磁界を制御して予め設定された設定経路に沿って前記基板搬送モジュールを移動させる工程と、

40

前記磁界の制御によって前記移動面に沿って移動する前記基板搬送モジュールの実際の移動経路について、前記設定経路からのずれの大きさに対応する指標値を検出する工程と、前記ずれの大きさが低減されるように、前記指標値に基づいて前記第2の磁石に作用す

50

る磁力を補正するための補正パラメータを算出する工程と、
前記基板搬送モジュールを移動させる工程の後の前記設定経路に沿った基板の搬送にて
、前記補正パラメータに基づき前記磁界の状態を変化させる補正を行う工程と、を含み、
前記指標値を検出する工程では、基板搬送モジュールの加速度を検出するセンサを用い
前記指標値として、前記設定経路に沿った方向と交差する方向へと前記基板搬送モジ
ュールが移動する加速度の大きさを検出する、方法。

【請求項 8】

前記補正パラメータを算出する工程では、前記補正パラメータとして、前記加速度に基づき、前記基板搬送モジュールに対して前記交差する方向へ働く外力に対応する大きさの補正力を算出し、前記補正を行う工程では、前記指標値の取得時と比較して、前記第2の磁石に働く磁力が、前記ずれを相殺する方向に向けて前記補正力分だけ大きくなるように前記補正を行う、請求項7に記載の方法。
10

【請求項 9】

前記指標値を検出する工程は、前記基板処理室にて基板の処理を開始する前に前記設定経路に沿って前記基板搬送モジュールを移動させる期間である試動期間中に実施され、

前記補正を行う工程は、前記試動期間の後に前記基板処理室にて基板の処理を行う期間である処理期間中の前記磁界の状態を変化させるように実施される、請求項7または8に記載の方法。

【請求項 10】

前記指標値を検出する工程は、前記基板処理室にて基板の処理を行う期間である処理期間中に、前記設定経路に沿って前記基板搬送モジュールを移動させる一の移動動作にて実施され、
20

前記補正を行う工程は、前記一の移動動作の後に前記設定経路に沿って前記基板搬送モジュールを移動させる他の移動動作における前記磁界の状態を変化させるように実施される、請求項7または8に記載の方法。

【請求項 11】

前記基板搬送モジュールは、浮遊した状態にて移動する際の前記移動面からの距離を変化させることができるように構成され、

前記指標値を検出する工程は、前記基板搬送モジュールの前記移動面からの距離を変化させて複数回実施され、
30

前記補正パラメータを算出する工程は、これら移動面からの距離が異なる条件下で検出された指標値に基づき、予め設定された前記移動面からの距離に対応する前記補正パラメータを算出する、請求項7ないし10のいずれか一つに記載の方法。

【請求項 12】

前記基板搬送モジュールは、前記基板とは重量が異なる搬送対象物も搬送することができるように構成され、

前記指標値を検出する工程は、前記基板搬送モジュールに加える荷重を変化させて複数回実施され、

前記補正パラメータを算出する工程は、これら荷重の異なる条件下で検出された指標値に基づき、前記基板搬送モジュールにて搬送される搬送対象物の重量に対応する前記補正パラメータを算出する、請求項7ないし11のいずれか一つに記載の方法。
40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、基板を搬送する装置、及び基板を搬送する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば、基板である半導体ウエハ（以下、「ウエハ」ともいう）に対する処理を実施する装置においては、ウエハを収容したキャリアと、処理が実行されるウエハ処理室との間でウエハの搬送が行われる。ウエハの搬送にあたっては、種々の構成のウエハ搬送機構が

利用される。

【0003】

例えば特許文献1には、第1の平面モータと、垂直移動可能な第1リフトに設けられた第2の平面モータとで共平面を構成し、これらの平面モータ間で、基板キャリアを浮上移動させる基板搬送システムが記載されている。特許文献1の記載によれば、この基板搬送システムは、第1、第2の平面モータに設けられている複数のコイルの配置を調節することにより、両平面モータ間で基板キャリアをスムーズに移行させる構成となっている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特表2018-504784号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本開示は、予め設定された設定経路に沿って、より正確に基板搬送モジュールを移動させる技術を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本開示は、基板の処理が行われる基板処理室に対して基板を搬送する装置であって、外部との間での前記基板の受け渡し位置から、前記基板処理室内の前記基板の処理位置までの前記基板の搬送領域内に設けられ、磁界の状態を変化させることができるように構成された複数の第1の磁石と、移動面とを備えた移動用タイルと、

20

前記基板を保持し、前記第1の磁石の磁界との間に働く反発力及び吸引力の少なくとも一方である磁力の作用を受ける第2の磁石を備え、前記磁力を用いて前記移動面から浮遊した状態にて、前記移動面に沿って移動可能に構成された基板搬送モジュールと、

予め設定された設定経路に沿って前記基板搬送モジュールが移動するように、前記複数の第1の磁石によって形成される磁界を制御する搬送制御部と、

前記搬送制御部による前記磁界の制御によって前記移動面に沿って移動する前記基板搬送モジュールの実際の移動経路について、前記設定経路からのずれの大きさに対応する指標値を検出する検出部と、

30

前記ずれの大きさが低減されるように、前記指標値に基づいて前記第2の磁石に作用する磁力を補正するための補正パラメータを算出する補正パラメータ算出部と、を備え、

前記搬送制御部は、その後の前記設定経路に沿った基板の搬送にて、前記補正パラメータに基づき前記磁界の状態を変化させる補正を行い、

前記検出部は、基板搬送モジュールの加速度を検出するセンサにより構成され、前記指標値は、前記設定経路に沿った方向と交差する方向へと前記基板搬送モジュールが移動する加速度の大きさである、装置に関する。

【発明の効果】

【0007】

本開示によれば、予め設定された設定経路に沿って、より正確に基板搬送モジュールを移動させることができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】実施形態に係るウエハ処理システムの平面図である。

【図2】搬送モジュールの平面図である。

【図3】搬送モジュール及びタイルの透視斜視図である。

【図4】搬送モジュールの移動経路の補正機構に係るブロック図である。

【図5】搬送モジュールの移動経路の例を示す平面図である。

【図6】ウエハ搬送時の搬送モジュールの側面図である。

【図7】移動経路のずれと搬送モジュールの速度、加速度との関係を示す説明図である。

50

【図8】補正パラメータの算出法の一例を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本開示の実施の形態の「基板を搬送する装置」を備えたウエハ処理システム100の全体構成について、図1を参照しながら説明する。

図1には、複数のウエハ処理室110を備えたマルチチャンバタイプのウエハ処理システム100を示してある。ウエハ処理室110は、ウエハWを処理する基板処理室に相当する。

図1に示すように、ウエハ処理システム100は、ロードポート141と、大気搬送室140と、ロードロック室130と、真空搬送室120と、複数のウエハ処理室110とを備えている。以下の説明では、ロードポート141が設けられている方向をウエハ処理システム100の手前側とする。

【0010】

ウエハ処理システム100において、ロードポート141、大気搬送室140、ロードロック室130、真空搬送室120は、手前側から水平方向にこの順に配置されている。また複数のウエハ処理室110は、手前側から見て、真空搬送室120の左右に並べて設けられている。

ロードポート141は、処理対象のウエハWを収容するキャリアCが載置される載置台として構成され、手前側から見て左右方向に4台並べて設置されている。キャリアCとしては、例えば、FOUP(Front Opening Unified Pod)などを用いることができる。

【0011】

大気搬送室140内は、大気圧(常圧)雰囲気となっており、例えば清浄空気のダウンフローが形成されている。また、大気搬送室140の内部には、ウエハWを搬送するウエハ搬送機構142が設けられている。ウエハ搬送機構142は、キャリアCとロードロック室130との間でウエハWの搬送を行う。また大気搬送室140の例えれば左側面にはウエハWのアライメントを行うアライメント室150が設けられている。

【0012】

真空搬送室120と大気搬送室140との間には複数のロードロック室130が左右に並べて設置されている。ロードロック室130は、搬入されたウエハWを下方から突き上げて保持する昇降ピン131を有する。本例の昇降ピン131は、周方向等間隔に3本設けられ昇降自在に構成されている。ロードロック室130は、大気圧雰囲気と真空雰囲気とを切り替えることができるように構成されている。

ロードロック室130と大気搬送室140とは、ゲートバルブ133を介して接続されている。またロードロック室130と真空搬送室120とは、ゲートバルブ132を介して接続されている。

【0013】

真空搬送室120は、不図示の真空排気機構により、真空雰囲気に減圧されている。図1に示す例では、真空雰囲気下でウエハWの搬送が行われる真空搬送室120は、前後方向に長い、平面視、矩形状の筐体により構成されている。本例のウエハ処理システム100において、真空搬送室120の左右側の側壁部には、各々2基、合計4基のウエハ処理室110が設けられている。図1に記載の真空搬送室120の内部を手前側から見て、前段、後段の2つの領域に区画すると、ウエハ処理室110は、各領域を左右から挟んで対向するように設置されている。

各ウエハ処理室110が接続される真空搬送室120の側壁部には、ウエハ処理室110との間でウエハWの搬入出が行われる開口部が形成され、当該開口部には開閉自在に構成されたゲートバルブ121が設けられている。

【0014】

各ウエハ処理室110は、ゲートバルブ121を介して真空搬送室120に接続されている。各ウエハ処理室110は、不図示の真空排気機構により、真空雰囲気に減圧された状態で、その内部に設けられた載置台111に対してウエハWが載置され、このウエハW

10

20

30

40

50

に対して所定の処理が実施される。載置台 111 におけるウエハWの載置領域は、当該ウエハWの処理位置に相当する。ウエハ処理室 110 は、搬入されたウエハWを下方から突き上げて保持する昇降ピン 112 を有する。本例の昇降ピン 112 は、周方向等間隔に 3 本設けられ昇降自在に構成されている。

【0015】

ウエハWに対して実施する処理としては、エッチング処理、成膜処理、クリーニング処理、アッシング処理などを例示することができる。

載置台 111 には、例えばウエハWを予め設定された温度に加熱する不図示のヒータが設けられている。ウエハWに対して実施する処理が処理ガスを利用するものである場合、ウエハ処理室 110 には、シャワーヘッドなどにより構成される図示しない処理ガス供給部が設けられる。また、ウエハ処理室 110 には、処理ガスをプラズマ化するプラズマ形成機構を設けてもよい。

10

【0016】

真空搬送室 120 内には、角板状に構成された複数の搬送モジュール 20 が収容されている。搬送モジュール 20 は、夫々磁気浮上により真空搬送室 120 内を移動可能に構成されている。搬送モジュール 20 は、本実施の形態の基板搬送モジュールに相当する。

本例のウエハ処理システム 100 においては、ロードロック室 130 と各ウエハ処理室 110との間で、搬送モジュール 20 を用いたウエハWの搬送が行われる。

【0017】

ウエハ処理システム 100 は、制御部 5 を備える。制御部 5 は、CPU と記憶部とを備えたコンピュータにより構成され、ウエハ処理システム 100 の各部を制御するものである。記憶部には搬送モジュール 20 やウエハ処理室 110 の動作などを制御するためのステップ（命令）群が組まれたプログラムが記録されている。このプログラムは、例えばハードディスク、コンパクトディスク、マグネットオプティカルディスク、メモリカードなどの記憶媒体に格納され、そこからコンピュータにインストールされる。

20

【0018】

以下、図 2、図 3 を参照して、搬送モジュール 20 を利用したウエハWの搬送に関する機器の構成を説明する。

搬送モジュール 20 は、直径が 300 mm のウエハWが載置され、保持される基板保持部であるステージ 2 を備える。例えばステージ 2 は、一辺が 300 mm 余りの扁平な角板状に形成される。

30

【0019】

搬送モジュール 20 は、ウエハ処理室 110、ロードロック室 130 内に進入し、昇降ピン 112、131 との間でウエハWの受け渡しを行う。搬送モジュール 20 には、昇降ピン 112、131 との干渉を避けつつウエハWの受け渡しを行うためのスリット 21 が形成されている。昇降ピン 112、131 は、ウエハ処理室 110 やロードロック室 130 の床面から突出した状態でウエハWを保持する。スリット 21 は、昇降ピン 112、131 に保持されたウエハWの下方位置にステージ 2 を進入、退出させるにあたり、昇降ピン 112、131 が通過する軌道に沿って形成されている。またスリット 21 は、ウエハWの下方位置への進入方向を 180° 反転させることも可能なように形成されている。上述の構成により、搬送モジュール 20 と昇降ピン 112、131 とが干渉せず、搬送モジュール 20 とウエハWとの中心が揃うように上下に配置することができる。

40

【0020】

図 3 に模式的に示すように、ロードロック室 130、真空搬送室 120 及びウエハ処理室 110 の床面側には複数のタイル（移動用タイル）10 が設けられている。これらタイル 10 は、外部の大気搬送室 140 との間でのウエハWの受け渡し位置（昇降ピン 131 の配置位置）から、ウエハ処理室 110 内のウエハWの処理位置までのウエハWの搬送領域内に設けられている。

タイル 10 には、その内部に各々、複数の移動面側コイル 11 が配列されている。移動面側コイル 11 は、後述する電源部 53 から電力が供給されることにより磁場を発生する

50

。移動面側コイル 1 1 は、本実施の形態の第 1 の磁石に相当する。

【 0 0 2 1 】

一方、搬送モジュール 2 0 の内部には、例えば永久磁石により構成される複数のモジュール側磁石 2 3 が配列されている。モジュール側磁石 2 3 に対しては、移動面側コイル 1 1 によって生成される磁場との間に反発力（磁力）が働く。この作用によりタイル 1 0 の上面側の移動面に対して搬送モジュール 2 0 を磁気浮上（磁気浮遊）させることができる。また、タイル 1 0 は、複数の移動面側コイル 1 1 により、生成する位置や磁力の強さを調節し、磁界の状態を変化させることができる。この磁界の制御により、移動面上で搬送モジュール 2 0 を所望の方向に移動させることや、移動面からの浮上距離の調節、搬送モジュール 2 0 の向きの調節を行うことができる。

10

【 0 0 2 2 】

搬送モジュール 2 0 に設けられたモジュール側磁石 2 3 は、本実施の形態の第 2 の磁石に相当する。なお、複数のモジュール側磁石 2 3 は、搬送モジュール 2 0 内に設けられたバッテリーより電力が供給され、電磁石として機能するコイルによって構成したり、永久磁石及びコイルの双方を設けて構成したりしてもよい。

本例のウエハ処理システム 1 0 0 において、図 3 に模式的に示すタイル 1 0 と搬送モジュール 2 0 とは、ウエハ W を搬送する装置（ウエハ搬送装置 1 0 1 ）を構成している。

【 0 0 2 3 】

図 4 は、ウエハ搬送装置 1 0 1 に係る電気的構成を示すブロック図である。タイル 1 0 に設けられている各移動面側コイル 1 1 に対しては、電源部 5 3 から直流の電力が供給される。電源部 5 3 は、バス 5 1 を介してウエハ処理システム 1 0 0 全体の制御を行う既述の制御部 5 に接続されている。制御部 5 は、タイル 1 0 に設けられた移動面側コイル 1 1 によって形成される磁界の制御を行うことにより、搬送モジュール 2 0 の動作制御を行う搬送制御部 5 0 1 としての機能を備えている。

20

【 0 0 2 4 】

移動面側コイル 1 1 の磁界の制御は、電力を供給する対象となる移動面側コイル 1 1 の選択、選択された移動面側コイル 1 1 への給電量、給電方向の切り替え（磁極の切り替え）などを操作変数として実施される。そしてこれらの操作変数を調節することにより、予め設定された設定経路に沿って、搬送モジュール 2 0 を移動させることができる。

【 0 0 2 5 】

制御部 5 は、ウエハ搬送装置 1 0 1 において、予め設定された設定経路に沿って搬送モジュール 2 0 を移動させるように、移動面側コイル 1 1 によって形成される磁界を制御する搬送制御部 5 0 1 としての機能を備えている。

30

【 0 0 2 6 】

例えばロードポート 1 4 1 にキャリア C が載置されると、その内部に収容された複数のウエハ W に対して各々設定された処理の内容を規定する処理レシピが読み出される。

搬送制御部 5 0 1 は、この処理レシピに基づき、処理レシピに規定された処理を実行可能なウエハ処理室 1 1 0 を特定し、これら複数のウエハ W についての搬送スケジュールを作成する。搬送スケジュールには、例えばキャリア C から取り出されたウエハ W を真空搬送室 1 2 0 へ搬入出する際に使用するロードロック室 1 3 0 や、当該ウエハ W の処理を行うウエハ処理室 1 1 0 を特定する情報が含まれている。さらに搬送スケジュールには、真空搬送室 1 2 0 内においてウエハ W を搬送する際に使用する搬送モジュール 2 0 を特定する情報や、ロードロック室 1 3 0 とウエハ処理室 1 1 0 との間でウエハ W の搬送を行う際に通る経路（設定経路）を特定する情報が含まれている。

40

【 0 0 2 7 】

搬送制御部 5 0 1 は、上述の搬送スケジュールに基づき、タイル 1 0 に設けられている各移動面側コイル 1 1 への電力の供給制御を行う。この結果、移動面側コイル 1 1 によって形成される磁界が調節される。そして、搬送モジュール 2 0 のモジュール側磁石 2 3 に加わる磁力が変化することにより、予め設定された設定経路に沿って搬送モジュール 2 0 を移動させることができる。

50

【 0 0 2 8 】

上述の構成を備えるウエハ搬送装置 101において、搬送制御部 501により各移動面側コイル 11への給電制御を行い、搬送モジュール 20に対して設計通りの磁力を作用させることができれば、設定経路に沿って正確に搬送モジュール 20を移動させることができる。一方で、タイル 10内の移動面側コイル 11や搬送モジュール 20内のモジュール側磁石 23、搬送モジュール 20の位置を検出する検出器（例えばホールセンサ）の配置位置は、公差の範囲内で設計位置からずれて配置される場合がある。このことは、ロードロック室 130、真空搬送室 120及びウエハ処理室 110の床面側に多数配置されたタイル 10の配置位置についても同様である。また、各移動面側コイル 11の巻きの均一度合い、モジュール側磁石 23の磁力などの特性も、個別の機器ごとのばらつきがある。

10

【 0 0 2 9 】

本願の発明者は、上述の各種誤差要因などにより、図 5、図 6中に破線で示す設定経路 40に沿って搬送モジュール 20を移動させようとしたとき、実際には設定経路 40からずれた移動経路 41を振動するように移動する場合があることを見出した。搬送モジュール 20の移動速度の高速化を図る場合には、移動中の搬送モジュール 20が他の搬送モジュール 20や機器と接触することを避けるため、このような振動ができる限り低減することが好ましい。

【 0 0 3 0 】

そこで、本開示のウエハ搬送装置 101は、タイル 10の移動面に沿って移動する搬送モジュール 20の実際の移動経路 41について、設定経路 40からのずれの大きさを検出し、このずれを補正する機構を備えている。

20

【 0 0 3 1 】

ずれの補正を行うための機構に関し、搬送モジュール 20は、当該搬送モジュール 20に対して働く力の大きさに対応する指標値を検出するための公知の加速度センサ 22を備えている。加速度センサ 22は、移動する搬送モジュール 20の加速度の向き、及び加速度の大きさを検出する機能を有する。加速度センサ 22は、本例の検出部に相当する。

【 0 0 3 2 】

本例の加速度センサ 22は、各搬送モジュール 20に設定されている副座標系（図 2、図 3、図 5、図 6に併記した X' - Y' - Z' 直交座標系）の各方向への加速度を検出することができる。

30

なお、搬送モジュール 20に設ける検出部は、当該搬送モジュール 20に加わる角加速度を検出するトルクセンサにより構成してもよい。この場合には、搬送モジュール 20に加わるトルクを副座標系に沿った方向に分解することにより、各方向に働く加速度の大きさを特定することができる。

【 0 0 3 3 】

加速度センサ 22やトルクセンサによって検出される加速度は、移動する搬送モジュール 20に働く力に対応して増減する。さらに図 7を用いて後述するように、所定の方向を向いた搬送モジュール 20の加速度は、搬送モジュール 20の実際の移動経路 41についての設定経路 40からのずれの大きさに対応する指標値となっている。

【 0 0 3 4 】

加速度センサ 22にて検出された各方向への加速度の大きさを示す情報は、例えば無線通信により通信部 52へと出力される（図 4）。

40

さらに図 4に示すように、制御部 5には補正パラメータ算出部 502の機能が設けられている。補正パラメータ算出部 502は、設定経路 40に沿ったウエハ W の搬送にて、既述のずれの大きさが低減されるように、搬送モジュール 20のモジュール側磁石 23に作用する磁力を補正するための補正パラメータを求める機能を備える。この補正パラメータに基づき、搬送制御部 501による磁界の制御内容が補正される。補正の具体的な手法については、後述するウエハ処理システム 100（ウエハ搬送装置 101）の作用説明にて述べる。

【 0 0 3 5 】

50

以上に説明した構成を備えるウエハ処理システム100について、搬送モジュール20を用いてウエハWの搬送を行い、ウエハ処理室110にてウエハWの処理を行う動作の一例について説明する。

初めに、ロードポート141に対し、処理対象のウエハWを収容したキャリアCが載置されると、キャリアC内のウエハWに設定されている処理レシピが読み出され、各ウエハWの搬送スケジュールが作成される。以下に説明するウエハWの搬送動作は、この搬送スケジュールに基づいて実施される。

【0036】

キャリアCに収容されたウエハWは、大気搬送室140内のウエハ搬送機構142によって取り出される。次いで、ウエハWは、アライメント室150に搬送されてアライメントが行われる。さらにウエハ搬送機構142によりアライメント室150からウエハWが取り出されると、搬送スケジュールにて選択されているロードロック室130のゲートバルブ133が開かれる。10

【0037】

次いでウエハ搬送機構142はゲートバルブ133が開かれたロードロック室130に進入し、当該ロードロック室130に設けられている昇降ピン131により、ウエハWを突き上げて受け取る。しかる後、ロードロック室130からウエハ搬送機構142が退避すると、ゲートバルブ133が閉じられる。さらにロードロック室130内が大気圧雰囲気から真空雰囲気へと切り替えられる。

【0038】

ロードロック室130内が真空雰囲気となったら、真空搬送室120側のゲートバルブ132が開かれる。しかる後、搬送スケジュールにて選択されている搬送モジュール20を磁気浮上させて、真空搬送室120からロードロック室130内へと進入させる。次いで、昇降ピン131に支持されたウエハWの下方に搬送モジュール20を位置させ、昇降ピン131を降下させて搬送モジュール20にウエハWを受け渡す。しかる後、ウエハWを保持した搬送モジュール20は、ロードロック室130から退出する。20

【0039】

真空搬送室120内に戻った搬送モジュール20は、磁気浮上した状態で真空搬送室120内を移動する。そして、4基のウエハ処理室110のうち、搬送スケジュールにて選択されているウエハ処理室110に向けて移動する。このとき、搬送モジュール20は、搬送スケジュールに基づき、予め設定された設定経路に沿って移動する。30

【0040】

選択されたウエハ処理室110と対向する位置に搬送モジュール20が到達すると、当該ウエハ処理室110のゲートバルブ121が開かれる。搬送モジュール20は、磁気浮上した状態でウエハ処理室110内に進入し、昇降ピン112の配置領域へ移動する。そして、昇降ピン112を上昇させることにより、搬送モジュール20に保持されたウエハWを下方側から突き上げて受け取る。

【0041】

ウエハWを受け渡した搬送モジュール20は、ウエハ処理室110内から退避させ、その後、ゲートバルブ121を閉じる。一方、ウエハ処理室110内では、昇降ピン112を下方側に降下させて、ウエハWを載置台111に受け渡す。載置台111上に載置されたウエハWは、ヒータにより加熱され、処理ガス供給部を介して処理ガスを供給し、また必要に応じて処理ガスをプラズマ化することにより、所定の処理が実行される。40

【0042】

こうして予め設定した期間、ウエハWの処理を実行したら、ウエハWの加熱を停止すると共に、処理ガスの供給を停止する。また、必要に応じてウエハ処理室110内に冷却用ガスを供給し、ウエハWの冷却を行ってもよい。しかる後、搬入時とは逆の手順で、ウエハ処理室110内に搬送モジュール20を進入させ、ウエハ処理室110から、真空搬送室120を介してロードロック室130にウエハWを戻す。

さらに、ロードロック室130の雰囲気を大気圧雰囲気に切り替えた後、大気搬送室1

10

20

30

40

50

40側のウエハ搬送機構142によりロードロック室130内のウエハWを取り出し、所定のキャリアCに戻す。

【0043】

以上に説明したウエハWの処理において、搬送モジュール20の実際の移動経路41に関し、設定経路40からのずれの大きさを検出し、それを補正する手法の例について図5～図8を参照しながら説明する。

図5は、図1に記載のウエハ処理システム100に設けられている真空搬送室120を抜き出して拡大図示した平面図である。この真空搬送室120内において、スリット21の開口をロードロック室130側に向けて配置された搬送モジュール20に対して、破線で示す設定経路40が設定されているものとする。

10

【0044】

図5に例示した設定経路40は、中央に配置されたロードロック室130に対向する位置P1から、後方側へ向けて直進し、後段側のウエハ処理室110（ゲートバルブ121）が配置されている位置P2にて、進行方向を左側へ変えるように設定されている。その後、後段側左手のウエハ処理室110と対向する位置P3まで移動したら、図6に一点鎖線で示す中心軸回りに搬送モジュール20を90°、右回転させ、スリット21の開口をウエハ処理室110側に向けた状態で停止する。

【0045】

上述の設定経路40に対し、実際には、図5中に実線の矢印で示す移動経路41を通り、進行方向に対して左右に振動しながら移動したとする。なお、説明を簡単にするため、搬送モジュール20においては、図6に実線の矢印で示す上下方向の振動や、X' - Y' - Z'の各軸回りの搬送モジュール20の本体の回転運動は考慮しないものとする。

20

【0046】

図7(a)～(e)の横軸は、図5の位置P1～P2～P3に至る、設定経路40上の各位置を示している。図7(a)の縦軸は、設定経路40に対する実際の移動経路41の進行方向と直交する方向へのずれ幅gを示す。また、図7(b)の縦軸は、搬送モジュール20に対して設定された副座標のX'軸方向の速度v_Xを示し、図7(c)の縦軸は、X'軸方向の加速度a_Xを示している。さらに図7(d)の縦軸は、前記副座標のY'軸方向の速度v_Yを示し、図7(e)の縦軸は、Y'軸方向の加速度a_Yを示している。なお、これらの図においては、また、位置P3における搬送モジュール20の回転動作については示していない。

30

【0047】

図7(b)によれば、位置P1～P2までの移動において、進行方向(X'軸方向)に沿った方向には、搬送モジュール20は、ほぼ一定の加速度で加速した後、等速移動し、減速時には加速の際とほぼ同様大きさの加速度で減速している。その結果、図7(c)に示すように、搬送モジュール20に設けられた加速度センサ22において、進行方向に向けた搬送モジュール20の加速時及び減速時に働く加速度が検出される。

【0048】

一方、実際の移動経路41の設定経路40からのずれは、図7(d)に示すように、進行方向と交差する方向(Y'軸方向)への搬送モジュール20の速度変化として現れる。さらにこの速度変化は、加速度センサ22にて、進行方向と交差する方向への加速度の変化として検出される(図7(e))。

40

【0049】

さらに位置P2～P3までの移動においても、進行方向(Y'軸方向)に沿った方向には、加速度センサ22によって、進行方向に向けた搬送モジュール20の加速時及び減速時に働く加速度が検出される(図7(e))。また、実際の移動経路41のずれの影響は、加速度センサ22によって進行方向と交差する方向(X'軸方向)への加速度の変化として検出される(図7(c))。

【0050】

このように、直進移動において、実際の移動経路41の設定経路40からのずれは、加

50

速度センサ 22 により、進行方向と交差する方向への加速度の変化として検出することができる。この加速度は、設定経路 40 に沿った方向と交差する方向に働く力である外力の大きさを示す指標値である。この外力は、既述のように、タイル 10 や搬送モジュール 20 を構成する機器の各種誤差要因に基づいて発生しているものが含まれる。

【0051】

そこで、本例の補正パラメータ算出部 502 は、ウエハ W を保持した状態の搬送モジュール 20 の重量 m と、進行方向と交差する方向への加速度 a とに基づき、外力 F (= m a) を求める。さらに、補正パラメータ算出部 502 は、補正パラメータとして、前記外力に対応する大きさの補正力を算出し、搬送制御部 501 へ出力する。搬送制御部 501 は、前述の加速度 a の取得時と比較して、搬送モジュール 20 のモジュール側磁石 23 に働く磁力が、前述のずれを相殺する方向に向けて補正力分だけ大きくなるように、移動面側コイル 11 によって形成される磁界の状態を変化させる補正を行う。10

【0052】

具体的には、外力の影響がない前提下で、設定経路 40 に沿って搬送モジュール 20 を移動させる場合に形成される磁界と比較して、移動経路 41 の各位置にて、モジュール側磁石 23 に働く磁力が、ずれの相殺方向に向けて補正力分だけ大きくなる磁界を形成する。磁界は、既述の各種の操作変数（電力を供給する対象となる移動面側コイル 11 の選択、給電量、給電方向の切り替えなど）を調節することにより調節される。

【0053】

図 8 は、補正パラメータの算出法の一例を示している。図 8 の横軸は、搬送モジュール 20 の設定経路 40 の各位置を示している。また、図 8 (a) の縦軸は、設定経路 40 の進行方向と交差する方向に働く加速度 a を示し、図 8 (b) は、補正力 F' を示している。20

図 8 (a) の例では、加速度 a の方向（外力の向き）が変化する位置 Q1 ~ Q4 を特定し、これらの位置を通過する期間中の平均加速度 $a_{av}(1) \sim a_{av}(3)$ を求めている。そして、これらの平均加速度 a_{av} と、搬送モジュール 20 の重量 m とから、ずれの相殺方向に作用させる補正力 F' (= m a_{av}) を算出する。また、図 8 に示した例よりも短い位置間隔や時間間隔で加速度 a の平均値を求め、補正力 F' の解像度を向上させてもよい。。

【0054】

以上に説明した補正パラメータ（補正力）の算出、及び移動面側コイル 11 によって形成される磁界の状態を変化させる補正是、図 5、図 7 を用いて説明した副座標の X'、Y' 軸方向へのずれ以外にも適用可能である。30

例えば図 6 に示す Z' 軸方向へ向けた移動経路 41 のずれに対しても、搬送モジュール 20 の進行方向と交差する前記 Z' 軸方向へ向けた加速度の変化に基づき補正パラメータを算出することができる。

【0055】

また、縦波のように、搬送モジュール 20 の進行方向に沿った移動速度の変化についても補正パラメータを算出することは可能である。例えば、設定経路 40 に沿って設定通りの加速及び減速を行った場合の加速度の変化と、実際の移動経路 41 にて検出される加速度の変化との差分値 a を求める。そして、この差分値と搬送モジュール 20 の重量 m とから、補正力 F' (= m a) を算出する。40

【0056】

さらには、搬送モジュール 20 を直進移動させる場合だけでなく、曲線運動させる場合のずれの補正についても、上述の手法は適用することが可能である。この場合には、曲線の設定経路 40 の各位置にて、当該曲線の接線方向と直交する法線方向に働く加速度の変化を検出する。但し、曲線運動の場合には、設定経路 40 に沿って移動する搬送モジュール 20 においても、前記法線方向に働く加速度が検出される。

従って、設定経路 40 の各位置にて、加速度センサ 22 によって検出される加速度と、搬送モジュール 20 が設定経路 40 に沿って移動した場合に検出されると想定される加速度との差分値 a を求める。そして、この差分値と搬送モジュール 20 の重量 m とから、50

補正力 F' ($= m \cdot a$) を算出する。

【0057】

さらに、図6に示す各副座標周りの搬送モジュール20の回転動作についても、当該回転動作に係る搬送モジュール20の実際の移動経路41について、設定経路40からのずれの大きさを検出し、それを補正することができる。設定経路40の例としては、図5の位置P3周りの90°の回転軌道Rを挙げることができる。この場合には、例えばタイル10の異なる位置に複数の加速度センサ22を設け、各加速度センサ22にて検出される加速度の大きさと方向から、搬送モジュール20の回転軸の位置と、当該回転軸回りの角速度とを求めることができる。

【0058】

そして、複数の加速度センサ22により、設定経路40と交差する方向への角加速度(回転軌道Rの場合は、Z'軸回りと直交するX'軸回りやY'軸回りの回転運動に係る角加速度)を指標値として検出する。そして補正パラメータ算出部502は、前記交差する方向への角加速度と、搬送モジュール20の形状や構成部材の密度分布、回転軸の位置から決定される慣性モーメントIとに基づき、前記ずれを補正する補正モーメント力Nの大きさN($= I \cdot \alpha$)を算出することができる。

搬送制御部501は、前述の角加速度の取得時と比較して、モジュール側磁石23に働く磁力が、前述のずれを相殺する方向に向けて補正モーメント力分だけ大きくなるように、移動面側コイル11によって形成される磁界の状態を変化させる補正を行う。

【0059】

次に、上述の補正を実施するタイミングの例について説明する。第1には、ウエハ処理室110におけるウエハWの処理を開始する前に、設定経路40に沿った搬送モジュール20の移動動作のみを実行する試動期間を設ける場合を例示できる。試動期間中は、設定経路40においては、実際にウエハWを搬送しながら搬送モジュール20を移動させてもよい。

【0060】

この場合には、前記試動期間における搬送モジュール20の移動動作について、加速度センサ22による指標値(加速度や角加速度)の検出を行う。補正パラメータ算出部502は、試動期間中に検出した指標値に基づき、既述の手法により補正パラメータを算出する。

そして搬送制御部501は、算出された補正パラメータに基づき、試動期間が終了し、ウエハ処理室110にてウエハWの処理を行う期間である処理期間中に、既述のずれの補正が行われるように磁界の状態を変化させる補正を行う。

【0061】

第2には、ウエハ処理室110にてウエハWの処理を行う期間である処理期間中に、設定経路40に沿って搬送モジュール20を移動させる一の移動動作にて加速度センサ22による指標値の検出を行う場合を例示できる。補正パラメータ算出部502は、当該一の移動動作にて検出した指標値に基づき、既述の手法により補正パラメータを算出する。このとき、複数回の移動動作にて指標値の検出を行い、これらの平均値を前記一の移動動作の指標値として採用してもよい。

補正パラメータ算出部502は、算出された補正パラメータに基づき、上述の一の移動動作の後に、同じ設定経路40に沿って搬送モジュール20を移動させる他の移動動作にて、既述のずれの補正が行われるように磁界の状態を変化させる補正を行う。

【0062】

本実施の形態に係るウエハ搬送装置101によれば、予め設定された設定経路に沿って、より正確に搬送モジュール20を移動させることができる。この結果、搬送モジュール20を高速で移動させた際の、他の搬送モジュール20や機器との接触を避けることができる。

【0063】

ここで、搬送モジュール20に対して働く力の大きさに対応する指標値として、設定経

10

20

30

40

50

路 4 0 に沿った方向と交差する方向へと搬送モジュール 2 0 が移動する加速度の大きさを検出する場合に限定されない。

例えば、設定経路 4 0 からの実際の移動経路 4 1 のずれ幅を検出し、これを指標値としてもよい。この場合には、検出部を構成するセンサには、移動面内における搬送モジュール 2 0 の位置を撮像するカメラや、タイル 1 0 側から搬送モジュール 2 0 の位置を検出するホールセンサを採用してもよい。また、レーザー光の照射位置からの距離に基づき、搬送モジュール 2 0 の位置を検出するレーザー変位計によって検出部を構成してもよい。搬送モジュール 2 0 の位置を検出することにより、実際の移動経路 4 1 を特定し、設定経路 4 0 からのずれ幅を求めることができる。

【 0 0 6 4 】

このとき搬送制御部 5 0 1 は、検出した前記ずれ幅の時間変化についての 2 階の時間微分値である加速度を求める。さらに、搬送制御部 5 0 1 は、この加速度に基づいて、搬送モジュール 2 0 に対して前記交差する方向へ働く外力に対応する大きさの補正力を算出し、補正パラメータとする。そして補正パラメータ算出部 5 0 2 は、ずれ幅の取得時と比較して、モジュール側磁石 2 3 に働く磁力が、前記ずれを相殺する方向に向けて前記補正力分だけ大きくなるように既述の補正を行う。

【 0 0 6 5 】

ここで、搬送モジュール 2 0 は、タイル 1 0 の移動面からの距離を変化させて浮上した状態にて移動することが可能なように構成することもできる。この場合には、既述の各種指標値の検出は、搬送モジュール 2 0 の移動面からの距離を変化させて複数回実施するといよい。

補正パラメータ算出部 5 0 2 は、これら移動面からの距離の異なる条件下で検出された指標値の変化に基づき、予め設定された前記移動面からの距離における指標値を内挿または外挿により推定することができる。補正パラメータ算出部 5 0 2 は、この推定結果に基づいて、前記予め設定された前記移動面からの距離に応じた補正パラメータを算出することができる。

【 0 0 6 6 】

また搬送モジュール 2 0 は、既述のようにウエハ W の搬送を行うほか、例えばウエハ処理室 1 1 0 内の交換部品など、ウエハ W とは重量が異なる搬送対象物も搬送する可能なように構成することもできる。この場合には、既述の各種指標値の検出は、搬送モジュール 2 0 に加える荷重を変化させて複数回実施するといよい。

補正パラメータ算出部 5 0 2 は、これら荷重の異なる条件下で検出された指標値の変化に基づき、搬送モジュール 2 0 にて搬送される搬送対象物の重量における指標値を内挿または外挿により推定することができる。補正パラメータ算出部 5 0 2 は、この推定結果に基づいて、搬送モジュール 2 0 にて搬送される搬送対象物の重量に応じた補正パラメータを算出することができる。

【 0 0 6 7 】

図 1 ~ 図 6 を用いて説明した実施の形態では、ロードロック室 1 3 0 、真空搬送室 1 2 0 及びウエハ処理室 1 1 0 の床面側にタイル 1 0 を配置し、水平な移動面上で搬送モジュール 2 0 を磁気浮上させる構成例について説明した。但し、移動面は、水平である場合に限定されず、傾斜面や垂直面であってもよい。この場合にも、搬送モジュール 2 0 の加速度センサ 2 2 が、タイル 1 0 側の移動面側コイル 1 1 の磁界との間に働く反発力及び吸引力の少なくとも一方である磁力の作用を受け、移動面から浮遊した状態にて移動することができる。

そして、これら傾斜面や垂直面を移動する搬送モジュール 2 0 についても、検出部による搬送モジュール 2 0 の加速度や設定経路 4 0 からのずれ幅などの指標値の検出、補正パラメータ算出部 5 0 2 による補正パラメータの算出、搬送制御部 5 0 1 による補正パラメータに基づき、移動面側コイル 1 1 により形成される磁界の状態を変化させる補正を行うことが可能である。

【 0 0 6 8 】

10

20

30

40

50

さらにまた、本開示の技術を適用可能な搬送モジュール20の構成は、図2、図3などに記載のものに限定されない。例えば、角板状の外観形状に替えて、円板状の外観形状を有する搬送モジュール20を用いてもよい。

また、モジュール側磁石23が設けられた角板状または円板状の搬送モジュール20の本体から、側方へ向けて延在するようにフォークを設け、このフォーク上にウエハWを保持する構成としてもよい。この場合には、ウエハ処理室110やロードロック室130内にタイル10が設けられていなくても、フォークを進入させてウエハWの受け渡しを行うことが可能となる。

【0069】

今回開示された実施形態は全ての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。上記の実施形態は、添付の請求の範囲及びその主旨を逸脱することなく、様々な形態で省略、置換、変更されてもよい。

10

【符号の説明】

【0070】

W	ウエハ
1 0	タイル
1 1	移動面側コイル
1 0 1	ウエハ搬送装置
1 0 0	ウエハ処理システム
1 1 0	ウエハ処理室
1 2 0	真空搬送室
2 0	搬送モジュール
2 2	加速度センサ
2 3	モジュール側磁石
5 0 1	搬送制御部
5 0 2	補正パラメータ算出部

20

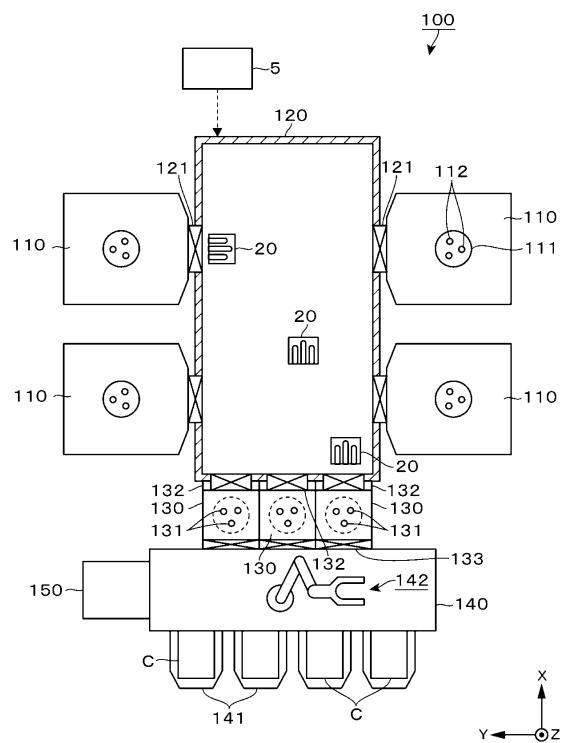
30

40

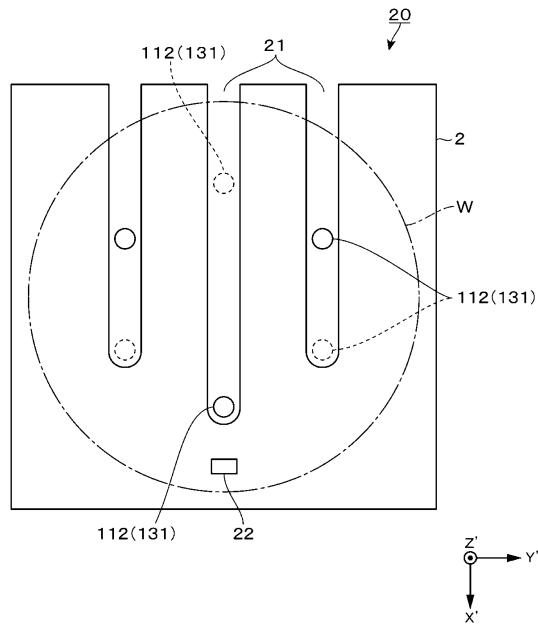
50

【図面】

【図 1】



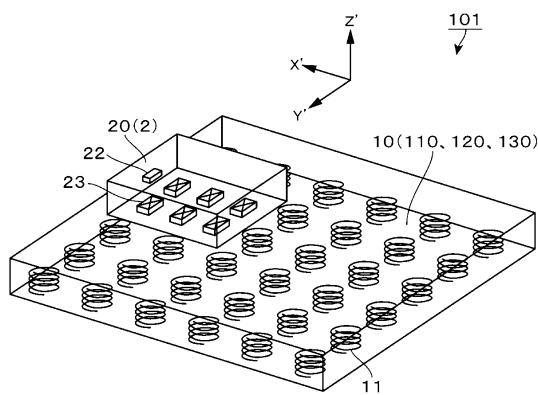
【図 2】



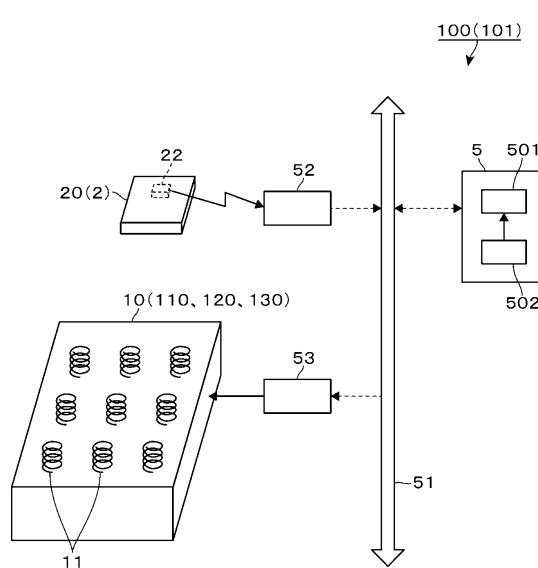
10

20

【図 3】



【図 4】

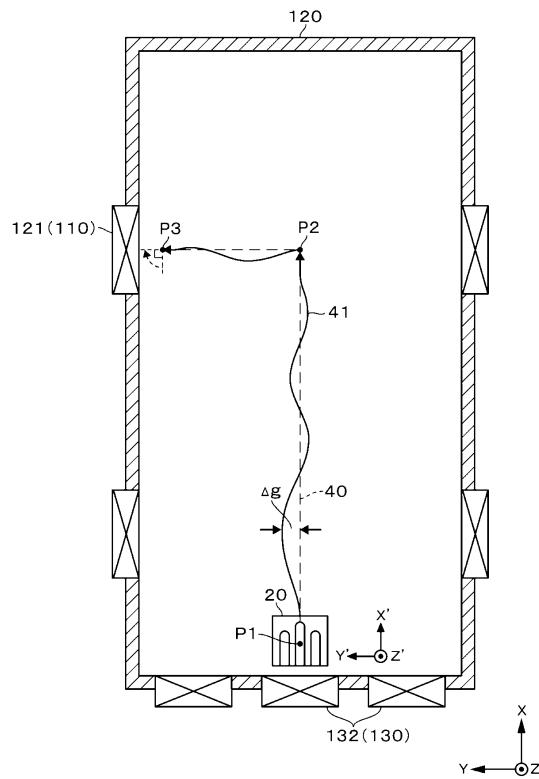


30

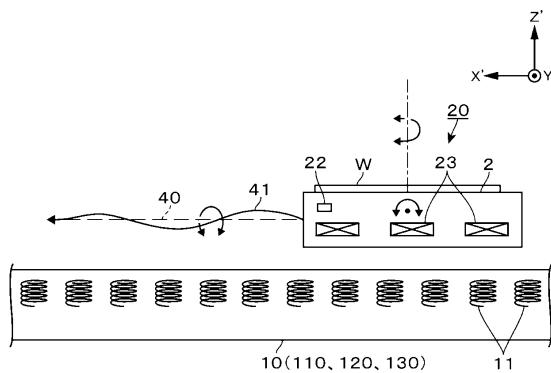
40

50

【図5】



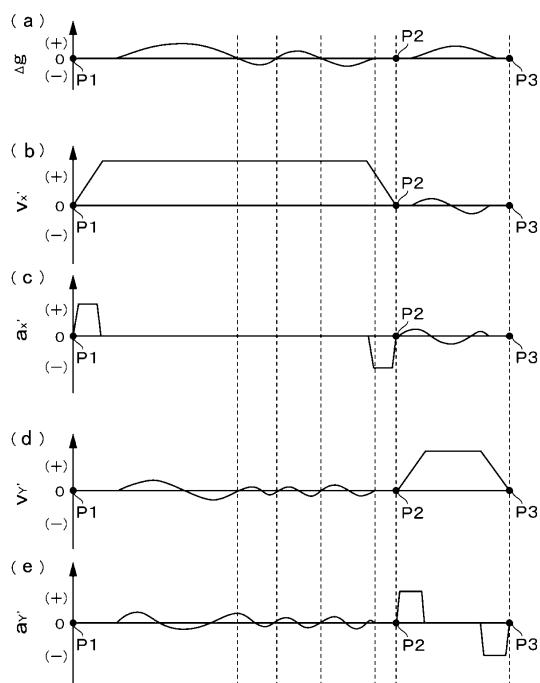
【図6】



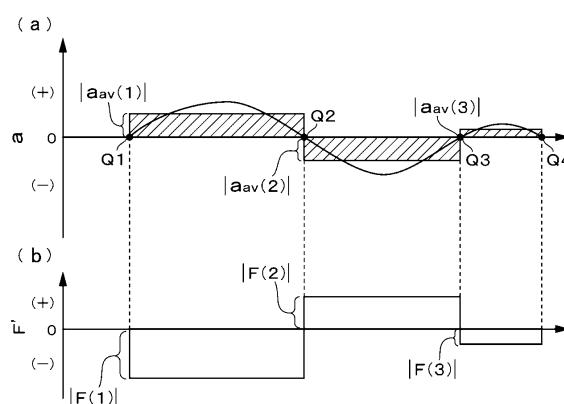
10

20

【図7】



【図8】



30

40

50

フロントページの続き

(56)参考文献 韓国公開特許第10-2021-0020019 (KR, A)

特表2018-504784 (JP, A)

特開平07-107779 (JP, A)

特開昭61-231806 (JP, A)

特開平09-017848 (JP, A)

特開平11-168063 (JP, A)

特開平06-016239 (JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H01L 21/677

B65G 54/02

B65G 49/07