

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7295384号  
(P7295384)

(45)発行日 令和5年6月21日(2023.6.21)

(24)登録日 令和5年6月13日(2023.6.13)

(51)国際特許分類

F I

H 0 1 L 21/677 (2006.01)

H 0 1 L 21/68 A

H 0 1 L 21/02 (2006.01)

H 0 1 L 21/02 Z

請求項の数 9 (全25頁)

|                   |                                  |          |                                               |
|-------------------|----------------------------------|----------|-----------------------------------------------|
| (21)出願番号          | 特願2019-31789(P2019-31789)        | (73)特許権者 | 000002059                                     |
| (22)出願日           | 平成31年2月25日(2019.2.25)            |          | シンフォニアテクノロジー株式会社                              |
| (65)公開番号          | 特開2019-208007(P2019-208007<br>A) | (74)代理人  | 東京都港区芝大門一丁目1番30号<br>110001841<br>弁理士法人A T E N |
| (43)公開日           | 令和1年12月5日(2019.12.5)             | (72)発明者  | 伊藤 いずみ                                        |
| 審査請求日             | 令和3年12月14日(2021.12.14)           |          | 東京都港区芝大門一丁目1番30号 シ<br>ンフォニアテクノロジー株式会社内        |
| (31)優先権主張番号       | 特願2018-99494(P2018-99494)        | (72)発明者  | 水谷 友哉                                         |
| (32)優先日           | 平成30年5月24日(2018.5.24)            |          | 東京都港区芝大門一丁目1番30号 シ<br>ンフォニアテクノロジー株式会社内        |
| (33)優先権主張国・地域又は機関 | 日本国(JP)                          | 審査官      | 湯川 洋介                                         |

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 基板収納容器管理システム、ロードポート、基板収納容器管理方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板収納容器に対して基板を出し入れ処理可能であり、前記基板収納容器に付された個  
体識別用IDを読み取り可能なID読取手段と、前記基板収納容器の状態を直接または間  
接的に検出するセンサと、を有するロードポートと、

前記ID読取手段で読み取った前記個体識別用IDと前記センサで検出したセンサ値と  
を相互に紐付ける紐付け手段と、

前記紐付け手段で紐付けたデータを蓄積するデータベースと、

前記データベース内の前記データを解析して前記個体識別用ID毎の前記基板収納容器  
の状態を出力するデータ処理部と、

前記データ処理部が出力した前記個体識別用ID毎の前記基板収納容器の状態に基づい  
て、前記ロードポートにおける前記基板収納容器の処理に関わる制御値を、前記処理の開  
始前に予め調整する動作調整部と、を備えることを特徴とする基板収納容器管理システム。

【請求項2】

前記データ処理部は、

特定の前記センサで検出したセンサ値から統計データを算出する算出手段と、

特定の前記個体識別用IDに紐付けされたセンサ値と前記算出手段によって算出した算  
出結果とを比較する比較手段と、

前記比較手段によって比較した結果に基づいて前記基板収納容器の状態を出力する状態  
出力手段と、

を備える請求項 1 に記載の基板収納容器管理システム。

【請求項 3】

前記ロードポートは、複数種類の前記センサを備えており、

前記紐付け手段は、前記個体識別用 ID と前記複数種類のセンサで検出した複数種類の前記センサ値とを相互に紐付け可能である請求項 1 又は 2 に記載の基板収納容器管理システム。

【請求項 4】

前記紐付け手段は、前記個体識別用 ID と、前記基板収納容器の処理時に発生したエラーに関する情報及び前記基板収納容器に格納された前記基板になされた処理に関する情報のうち少なくとも何れか一方の情報とを相互に紐付け可能であり、

前記動作調整部は、前記データベースに蓄積された前記個体識別用 ID 毎の前記少なくとも何れか一方の情報に基づいて、前記ロードポートの前記基板収納容器の処理に関わる制御値を調整する請求項 1 ～ 3 の何れか 1 項に記載の基板収納容器管理システム。

【請求項 5】

前記ロードポートと通信可能な上位システムをさらに備え、

前記上位システムに、少なくとも前記紐付け手段、前記データベース及び前記データ処理部が設けられている請求項 1 ～ 4 の何れか 1 項に記載の基板収納容器管理システム。

【請求項 6】

前記データ処理部は、前記ロードポートの前記センサのセンサ値から前記基板収納容器の状態を学習する学習手段を有する請求項 1 ～ 5 の何れか 1 項に記載の基板収納容器管理システム。

【請求項 7】

請求項 1 ～ 6 の何れか 1 項に記載の基板収納容器管理システムに含まれるロードポートであって、

前記基板収納容器に付された前記個体識別用 ID を読み取り可能な前記 ID 読取手段と、  
前記基板収納容器の状態を直接または間接的に検出する前記センサと、  
を備えることを特徴とするロードポート。

【請求項 8】

基板収納容器に対して基板を出し入れ処理可能なロードポートによって、前記基板収納容器に付された個体識別用 ID を読み取る ID 読取ステップと、

前記ロードポートに設けられたセンサによって前記基板収納容器の状態を直接または間接的に検出する検出ステップと、

前記 ID 読取ステップで読み取った前記個体識別用 ID と前記検出ステップで検出したセンサ値とを相互に紐付ける紐付けステップと、

前記紐付けステップで紐付けたデータをデータベースに蓄積するデータベース化ステップと、

前記データベース内の前記データを解析して前記個体識別用 ID 毎の前記基板収納容器の状態を出力するデータ処理ステップと、

前記データ処理ステップで出力された前記個体識別用 ID 毎の前記基板収納容器の状態に基づいて、前記ロードポートにおける前記基板収納容器の処理に関わる制御値を、前記処理の開始前に予め調整する動作調整ステップと、を備えることを特徴とする基板収納容器管理方法。

【請求項 9】

前記紐付けステップにおいて、前記個体識別用 ID と、前記基板収納容器の処理時に発生したエラーに関する情報及び前記基板収納容器に格納された前記基板になされた処理に関する情報のうち少なくとも何れか一方の情報とを相互に紐付けし、

前記動作調整ステップにおいて、前記データベースに蓄積された前記個体識別用 ID 毎の前記少なくとも何れか一方の情報に基づいて、前記ロードポートの前記基板収納容器の処理に関わる制御値を調整する請求項 8 に記載の基板収納容器管理方法。

【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、ウェーハが収納可能な容器（基板収納容器）の劣化情報を管理する基板収納容器管理システム、及び基板収納容器管理システムに適用可能なロードポート、さらには基板収納容器管理方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

半導体の製造工程においては、歩留まりや品質の向上のため、クリーンルーム内でウェーハの処理がなされている。近年では、ウェーハの周囲の局所的な空間についてのみ清浄度をより向上させる「ミニエンバイロメント方式」を取り入れ、ウェーハの搬送その他の処理を行う手段が採用されている。ミニエンバイロメント方式では、筐体の内部で略閉止されたウェーハ搬送室（以下「搬送室」）の壁面の一部を構成するとともに、高清浄な内部空間にウェーハが収納された容器であるF O U P（Front-Opening Unified Pod）を載置し、F O U Pのドア（以下「F O U Pドア」）に密着した状態で当該F O U Pドアを開閉させる機能を有するロードポート（Load Port）が搬送室に隣接して設けられている。

10

## 【0003】

ロードポートは、搬送室との間でウェーハの出し入れを行うための装置であり、搬送室とF O U Pの間におけるインターフェース部として機能する。そして、F O U Pドアに係合可能であってF O U Pドアを開閉させるロードポートのドア（以下「ロードポートドア」）を開放すると、搬送室内に配置された搬送ロボット（ウェーハ搬送装置）によって、F O U P内のウェーハを搬送室内に取り出したり、ウェーハを搬送室内からF O U P内に収納できるように構成されている。

20

## 【0004】

そして、半導体の製造工程では、ウェーハ周辺の雰囲気を適切に維持するために、上述のF O U Pと呼ばれる格納ポッドが用いられ、F O U Pの内部にウェーハを収容して管理している。特に近年では素子の高集積化や回路の微細化が進められており、ウェーハ表面へのパーティクルや水分の付着が生じないように、ウェーハ周辺を高いクリーン度に維持することが求められている。そこで、ウェーハ表面が酸化するなど表面の性状が変化することがないように、F O U Pの内部に窒素ガスを充填して、ウェーハ周辺を不活性ガスである窒素雰囲気としたり、真空状態にする処理（パージ処理）も行われている。

30

## 【0005】

ところで、F O U Pは、内部に埃や処理工程で使用された不純物が滞留するため、定期的に温水洗浄が行われて再利用される。この温水洗浄が繰り返されることにより、樹脂製のF O U Pは徐々に変形していく。このようなF O U Pの変形によって気密性が低下することで、F O U Pに対する気体の流入・漏出（リーク）が問題となる。例えば、F O U P本体のうちF O U Pドアによって開閉可能な搬出入口に歪みが生じた場合、F O U Pドアによる気密性が低下する。その結果、F O U P内の気体を窒素ガスに置き換えるパージ処理を実施した後に、O H T等による搬送中にF O U P内の窒素ガスがF O U P外に漏れ出たり、周囲の大気がF O U P内に流入し易い状況になり、F O U P内の酸素濃度が上昇するという問題が生じる。

40

## 【0006】

このような問題に対処すべく、F O U Pの形状をF O U P毎に測定することによってF O U Pの劣化の程度を判定する手法（以下「前者の手法」）や、予め設定した所定の使用回数や使用期間を越えたF O U Pを一律に交換する手法（以下「後者の手法」）が考えられる。

## 【0007】

しかしながら、前者の手法は、F O U Pの形状を1つずつ測定する必要があるため、このような形状測定を実施する時間を、半導体の製造工程中、または半導体の製造工程の前後の適宜のタイミングで確保する必要があるため、時間が掛かり、非効率的である。また、後者の手法であれば、交換が必要な程度にまで劣化していないF O U Pを交換してしま

50

う事態が生じ、F O U Pの新規購入に要するコストが必要以上に多くなったり、所定の使用回数や使用期間に達する前に変形の程度が大きくなったF O U Pを所定の使用回数や使用期間に達するまで使用し続けることによって、F O U Pに対する気体の流入・漏出（リーク）が発生し得ることがある。

【 0 0 0 8 】

そもそもF O U Pの変形は少しずつ進行するために、劣化による交換時期をF O U P毎に正確に把握することは困難であり、後者の手法のようなF O U Pの個体差を無視した交換手法であれば、非効率的であり、不要な交換費用が発生したり、F O U Pに対して気体が流入・漏出（リーク）する事態を未然に防止できる確率が高くないと考えられる。

【 0 0 0 9 】

そこで、基板収納容器に設けられてその使用状態を検出する検出手段と、基板収納容器に設けられてその検査点検時期を判断する小型の無線通信手段と、検査点検時期の基板収納容器を検査点検する検査点検装置と、無線通信手段による基板収納容器の検査点検時期の判断結果と検査点検装置による基板収納容器の検査点検結果のいずれかの結果に応じた内容を報知する報知手段とを備え、無線通信手段が、少なくとも検出手段の検出値と基板収納容器に関する検査点検値とを演算処理部により比較し、この比較結果により、基板収納容器の検査点検時期を判断する管理システムが案出されている（特許文献1参照）。

【 0 0 1 0 】

このような管理システムによれば、基板収納容器に設けた検出手段によって当該基板収納容器の使用状態を検出し、検出値の出力先である無線通信手段において、検出値と基板収納容器に関する閾値とを比較し、その結果、検出値が閾値未満であったり、閾値に近付いていない場合には、基板収納容器をそのまま継続して使用可能であると判断する一方、検出値が閾値に近付いたり、閾値を越えた場合には、基板収納容器の性能や品質が低下し、基板収納容器の使用限度が近いと判断し、基板収納容器の交換品を選定することが可能であると前記特許文献1には記載されている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 1 1 】

【 文献 】特開 2 0 1 7 - 2 1 2 3 2 2 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 2 】

しかしながら、特許文献1記載の管理システムであれば、基板収納容器であるF O U Pにセンサ及び通信手段（以下「センサ等の機器類」）を設けることが必須であるため、F O U Pにセンサ等の機器類を取り付ける作業が必要になることに加えて、F O U P毎にセンサ用の電源を実装することも要求される。したがって、特許文献1に記載のシステムを実現するためには、基板収納容器として現在使用されている一般的なF O U Pを用いることができず、新たなF O U Pに全て変更する必要がある。半導体製造ラインでは大量のF O U Pが既に広く使用されており、その全数を交換して同文献の管理システムを採用することはユーザにとって負担が大きく、製造現場に導入され難いと考えられる。

【 0 0 1 3 】

さらに、大量のF O U Pにそれぞれ付与されたセンサ等の機器類を個別にメンテナンスする作業は膨大な労力を要し、F O U Pを温水洗浄する際の熱や浸水によるセンサ等の機器類の故障にも留意する必要がある。センサ等の機器類を正常な状態で使用するための事前準備やメンテナンスを万全に行うことは困難である。そして、センサ等の機器類の事前準備やメンテナンスが不十分であれば、センサによる正確な検出処理ができなかったり、不安定な無線通信状態に陥り、交換対象となるF O U Pを適切に選定することができず、本来であれば交換対象となるF O U Pを使用することによって、F O U Pに対する気体の流入・漏出（リーク）が発生し、F O U P内のウェーハの表面が酸化されるという問題も生じ得る。このような問題は、F O U P以外の基板収納容器であっても同様に生じ得る。

## 【 0 0 1 4 】

本発明は、このような課題に着目してなされたものであって、主たる目的は、F O U P等の基板収納容器内に收容されるウェーハの表面が酸化されることを抑制すべく、使用に伴う劣化等に起因する基板収納容器の交換時期を予測可能な基板収納容器管理システムを、センサ等の機器類を設けたF O U Pではなく、現在、汎用的に用いられているF O U Pを適用して実現することである。なお、本発明は、F O U P以外の基板収納容器であっても対応可能な技術である。

## 【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 1 5 】

本発明に係る基板収納容器管理システムは、基板収納容器に対して基板を出し入れ処理可能であり、前記基板収納容器に付された個体識別用I Dを読み取り可能なI D読取手段と、前記基板収納容器の状態を直接または間接的に検出するセンサと、を有するロードポートと、前記I D読取手段で読み取った前記個体識別用I Dと前記センサで検出したセンサ値とを相互に紐付ける紐付け手段と、前記紐付け手段で紐付けたデータを蓄積するデータベースと、前記データベース内の前記データを解析して前記個体識別用I D毎の前記基板収納容器の状態を出力するデータ処理部と、を備えることを特徴とする。

10

## 【 0 0 1 6 】

ここで、個体識別用I Dは、個々の基板収納容器を識別するためのものであり、ロードポートに設けたセンサの検出値に関してどの基板収納容器から取得したものなのかを判断するためのものである。なお、個体識別用I Dに基板収納容器の経年劣化などに関するデータは書き込まれない。「基板収納容器の状態を直接または間接的に検出するセンサ」は、基板収納容器の劣化（変形）を示す情報を検出可能なセンサであればよく、例えば、基板収納容器内を窒素ガス等の適宜の気体に置換するパージ処理時において基板収納容器のポートを通じて基板収納容器内から基板収納容器外に排気される気体（排気ガス）の圧力を検出するセンサや、基板収納容器内におけるウェーハ位置を検出するマッピングセンサ等を挙げることができる。このような排気ガスの圧力センサ値や、マッピングセンサの検出値から基板収納容器の変形を把握することができる。つまり、排気ガスの圧力センサ値が以前より下がった場合には、基板収納容器が変形してパージ処理時に基板収納容器内の気体が基板収納容器の変形部分を通じて外部に漏れ出ていると考えることができる。また、マッピングセンサの検出値が以前の検出値と異なる（ウェーハの位置ズレが発生している）場合は、基板収納容器が変形し、ウェーハの位置が変化したと考えることができる。つまり、基板収納容器内に收容されるウェーハは、基板収納容器内に設けられる多段状の棚に載置されており、基板収納容器の変形が進むと高さ方向におけるウェーハ同士の隙間が変化するため、このような変化を検出することで基板収納容器が変形しているか否かを判断できたり、1枚のウェーハが傾いているか否かを検出することによって基板収納容器が変形しているか否かを判断できる。

20

30

## 【 0 0 1 7 】

このような本発明に係る基板収納容器管理システムであれば、センサ用の電源を各基板収納容器に実装する必要がなく、全ての基板収納容器に個体識別用I Dを付与する作業は、全ての基板収納容器にセンサ等の機器類を設ける作業よりも容易であり、さらに、ロードポートのI D読取手段及びセンサに対する電源供給は、ロードポートが有する電気系を利用して比較的容易に行うことができる。加えて、本発明に係る基板収納容器管理システムは、センサの設置対象をロードポートに設定していることによって、従来技術として述べた基板収納容器毎にセンサ等の機器類を設ける態様と比べて、メンテナンスの対象となる絶対数が少なくなり、メンテナンスの負担が軽減されるとともに、基板収納容器の温水洗浄時の熱や浸水によるセンサ等の機器類の故障に留意する必要がないという点においても有利である。

40

## 【 0 0 1 8 】

そして、本発明に係る基板収納容器管理システムによれば、多くの製造現場で既に使用されている基板収納容器に付与した個体識別用I Dと、ロードポートに設けたセンサによ

50

る検出値とを紐付けてデータベース化し、データ処理部でデータベース内のデータを解析して個体識別用ＩＤ毎の基板収納容器の状態を出力することによって、ユーザは基板収納容器の劣化情報を取得・把握することができる。このような本発明に係る基板収納容器管理システムを活用することによって、劣化情報に基づいて基板収納容器個々の交換時期を特定することができ、交換すべき基板収納容器を新たな基板収納容器に交換することで、基板収納容器の変形に起因する基板収納容器内のウェーハ表面の酸化という事態を防止・抑制して、エラー発生頻度を低減することができ、半導体製造装置の停止時間が短くなり、生産性が向上する。

【００１９】

本発明において、前記データ処理部は、特定の前記センサで検出したセンサ値から統計データを算出する算出手段と、特定の前記個体識別用ＩＤに紐付けされたセンサ値と前記算出手段によって算出した算出結果とを比較する比較手段と、前記比較手段によって比較した結果に基づいて前記基板収納容器の状態を出力する状態出力手段と、を備えるとよい。

10

【００２０】

このような算出手段及び比較手段をデータ処理部に設けることによって、データ処理部でのデータ処理に汎用性を持たせることができる。

【００２１】

本発明において、前記ロードポートは、複数種類の前記センサを備えており、前記紐付け手段は、前記個体識別用ＩＤと前記複数種類のセンサで検出した複数種類の前記センサ値とを相互に紐付け可能であるとよい。

20

【００２２】

このような構成によれば、複数種類のセンサ値を用いて基板収納容器の状態を判断することが可能となるので、判断の精度を高めることができる。

【００２３】

本発明において、前記データ処理部が出力した前記個体識別用ＩＤ毎の前記基板収納容器の状態に基づいて、前記ロードポートにおける前記基板収納容器の処理に関わる制御値を調整する動作調整部をさらに備えるとよい。

【００２４】

このような動作調整部を設けることによって、ロードポートにおける基板収納容器に対する処理を基板収納容器の状態に応じて調整できるので、ロードポートでのエラーの発生を抑えて、スムーズな処理が可能となる。

30

【００２５】

本発明において、前記紐付け手段は、前記個体識別用ＩＤと、前記基板収納容器の処理時に発生したエラーに関する情報及び前記基板収納容器に格納された前記基板になされた処理に関する情報のうち少なくとも何れか一方の情報とを相互に紐付け可能であり、前記データベースに蓄積された前記個体識別用ＩＤ毎の前記少なくとも何れか一方の情報に基づいて、前記ロードポートの前記基板収納容器の処理に関わる制御値を調整する動作調整部をさらに備えるとよい。

【００２６】

このような動作調整部を設けることによって、ロードポートにおける基板収納容器に対する処理を事前に発生したエラーや基板になされた処理に応じて調整できるので、ロードポートでのエラーの発生を抑えて、スムーズな処理が可能となる。

40

【００２７】

本発明において、前記ロードポートと通信可能な上位システムをさらに備え、前記上位システムに、少なくとも前記紐付け手段、前記データベース及び前記データ処理部が設けられているとよい。

【００２８】

このような上位システムをロードポートとは別に設けることによって、上位システムにおいて複数のロードポートにおいて取得したデータを処理可能となる。

【００２９】

50

本発明において、前記データ処理部は、前記ロードポートの前記センサのセンサ値から前記基板収納容器の状態を学習する学習手段を有するとよい。

【0030】

このような学習手段を設けることで、基板収納容器の状態を精度よく推定することが可能となる。

【0031】

本発明に係るロードポートは、上述の基板収納容器管理システムに含まれるロードポートであって、前記基板収納容器に付された前記個体識別用IDを読み取り可能な前記ID読取手段と、前記基板収納容器の状態を直接または間接的に検出する前記センサと、を備えることを特徴とする。

10

【0032】

このようなロードポートによれば、上述のように、基板収納容器の管理に関わるセンサ値を取得することができ、適切な基板収納容器の管理が可能となる。

【0033】

本発明に係る基板収納容器管理方法は、基板収納容器に対して基板を出し入れ処理可能なロードポートによって、前記基板収納容器に付された個体識別用IDを読み取るID読取ステップと、前記ロードポートに設けられたセンサによって前記基板収納容器の状態を直接または間接的に検出する検出ステップと、前記ID読取ステップで読み取った前記個体識別用IDと前記検出ステップで検出したセンサ値とを相互に紐付ける紐付けステップと、前記紐付けステップで紐付けたデータをデータベースに蓄積するデータベース化ステップと、前記データベース内の前記データを解析して前記個体識別用ID毎の前記基板収納容器の状態を出力するデータ処理ステップと、を備えることを特徴とする。

20

【0034】

このような本発明に係る基板収納容器管理方法であれば、多くの製造現場で既に使用されている基板収納容器を大幅な仕様変更を伴うことなくそのまま利用して、各基板収納容器の状態を出力することができる。そして、基板収納容器の状態に関する出力情報に基づいて各基板収納容器の交換時期の予測を行うことが可能になる。

【0035】

本発明において、前記データ処理ステップで出力された前記個体識別用ID毎の前記基板収納容器の状態に基づいて、前記ロードポートにおける前記基板収納容器の処理に関わる制御値を調整する動作調整ステップをさらに備えるとよい。

30

【0036】

このような動作調整ステップを設けることによって、ロードポートにおける基板収納容器に対する処理を基板収納容器の状態に応じて調整できるので、ロードポートでのエラーの発生を抑えて、スムーズな処理が可能となる。

【0037】

本発明において、前記紐付けステップにおいて、前記個体識別用IDと、前記基板収納容器の処理時に発生したエラーに関する情報及び前記基板収納容器に格納された前記基板になされた処理に関する情報のうち少なくとも何れか一方の情報とを相互に紐付けし、前記データベースに蓄積された前記個体識別用ID毎の前記少なくとも何れか一方の情報に基づいて、前記ロードポートの前記基板収納容器の処理に関わる制御値を調整する動作調整ステップをさらに備えるとよい。

40

【0038】

このような動作調整ステップを設けることによって、ロードポートにおける基板収納容器に対する処理を事前に発生したエラーや基板になされた処理に応じて調整できるので、ロードポートでのエラーの発生を抑えて、スムーズな処理が可能となる。

【発明の効果】

【0039】

本発明によれば、F O U P等の基板収納容器に個体識別用IDを付与し、I o T (Internet of Things) により、ロードポートに設けたセンサのセンサ値と個体識別用IDを紐

50

付けてデータベース化し、データベースのデータに基づいて基板収納容器の使用に伴う劣化状態を判断し、基板収納容器の交換時期を予測可能な基板収納容器管理システムを、センサ等の機器類を設けた専用の基板収納容器ではなく、汎用的に用いられている基板収納容器を適用して実現することができる。そして、このような本発明により、基板収納容器の形状測定に時間を掛けることなく、基板収納容器の変形に関する情報を取得することができ、交換すべき基板収納容器を特定し、その特定した基板収納容器を新たな基板収納容器に交換すれば、基板収納容器内に収容されるウェーハの表面が酸化されることを抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0040】

10

【図1】本発明の第1実施形態に係る基板収納容器管理システムのブロック線図。

【図2】同実施形態に係るEFEMとその周辺装置の相対位置関係を示す模式的に示す側面図。

【図3】FOUPがベースから離間し且つロードポートドアが全閉位置にある状態の同実施形態に係るロードポートの側断面を模式的に示す図。

【図4】同実施形態におけるロードポートを一部省略して示す斜視図。

【図5】図4のx方向矢視図。

【図6】図4のy方向矢視図。

【図7】同実施形態におけるウインドウユニットの全体斜視図。

【図8】FOUPがベースに接近し且つロードポートドアが全閉位置にある状態を図3に対応して示す図。

20

【図9】ロードポートドアが開放位置にある状態を図3に対応して示す図。

【図10】同実施形態におけるマッピング部を示す図。

【図11】同実施形態におけるデータ処理部の機能ブロック図及びフローチャート。

【図12】同実施形態におけるデータ処理部での処理内容を模式的に示す図。

【図13】同実施形態におけるデータ処理部のデータベース（テーブル）を示す図。

【図14】本発明の第2実施形態におけるデータ処理部の機能ブロック図。

【図15】本発明の第3実施形態に係る基板収納容器管理システムのブロック線図。

【発明を実施するための形態】

【0041】

30

以下、本発明の第1実施形態を、図面を参照して説明する。

【0042】

本実施形態に係る基板収納容器管理システム1は、例えば図1に示すように、半導体の製造工程において用いられる基板収納容器であるFOUP4と、ロードポート2と、上位システムCとを利用して構成され、具体的にはFOUP4に付帯させた個体識別用ID4xと、ロードポート2に設けたセンサ2cで検出したFOUP4に関するセンサ値とを、ロードポート2の通信手段2yから上位システムCに送信し、上位システムCにおいてこれら個体識別用ID4x及びセンサ値を紐付けしてデータベース化し、データベースCdのデータに基づいてFOUP4の状態を出力可能なシステムである。

【0043】

40

FOUP4は、図2に示すように、半導体の製造工程において、クリーンルームに配置されるロードポート2及び搬送室3を備えたEFEM（Equipment Front End Module）とともに用いられるものである。図2には、EFEMとその周辺装置の相対位置関係を模式的に示す。

【0044】

搬送室3の内部空間3Sには、基板であるウェーハWをFOUP4と処理装置Mとの間で搬送可能な搬送ロボット31を設けている。搬送室3内に設けたファンフィルタユニット32を駆動させることにより、搬送室3の内部空間3Sに下降気流を生じさせ、清浄度の高い気体（環境ガス）を搬送空間3Sで循環させることが可能である。搬送室3のうちロードポート2を配置した前壁面3Aに対向する後壁面3Bには例えば処理装置M（半導

50

体処理装置)が隣接して設けられる。クリーンルームにおいて、処理装置Mの内部空間MS、搬送室3の内部空間3S及びロードポート2上に載置されるFOUP4の内部空間4Sは高 cleanliness に維持される。一方、ロードポート2を配置した空間、換言すれば処理装置M外、EFEM外は比較的低 cleanliness となる。

#### 【0045】

本実施形態では、図2に示すように、EFEMの前後方向Dにおいてロードポート2、搬送室3、処理装置Mをこの順で相互に密接させて配置している。なお、EFEMの動作は、ロードポート2のコントローラ(図4に示す制御部2C)や、EFEM全体のコントローラ(図2に示す制御部3C)によって制御され、処理装置Mの作動は、処理装置Mのコントローラ(図2に示す制御部MC)によって制御される。ここで、処理装置M全体のコントローラである制御部MCや、EFEM全体のコントローラである制御部3Cは、ロードポート2の制御部2Cの上位コントローラである。なお、基板収納容器管理システム1を構成する上位システムCは、サーバで構成され、半導体製造工程に設置された複数のロードポート2と接続可能である。これら各制御部2C, MC, 3Cは、CPU、メモリ及びインターフェースを備えた通常のマイクロプロセッサ等により構成されるもので、メモリには予め処理に必要なプログラムが格納してあり、CPUは逐次必要なプログラムを取り出して実行し、周辺ハードリソースと協働して所期の機能を実現するものとなっている。

10

#### 【0046】

FOUP4は、図2及び図3に示すように、開口部である搬出入口41を通じて内部空間4Sを開放可能なFOUP本体42と、搬出入口41を開閉可能なFOUPドア43とを備え、内部に複数枚のウェーハWを上下方向Hに多段状に収容し、搬出入口41を介してこれらウェーハWを出し入れ可能に構成された既知のものである。

20

#### 【0047】

FOUP本体42は、内部空間4SにウェーハWを複数段所定ピッチで載せることが可能な棚部(ウェーハ載置棚)を備えたものである。FOUP本体42の底壁には、図3等のように、ポート40が所定箇所に設けられている。ポート40は、例えば、FOUP本体42の底壁に形成したポート取付用貫通孔に嵌め込まれた中空筒状のグロメットシールを主体としてなり、チェック弁によって開閉可能に構成されたものである。FOUP本体42の上壁における上向面の中央部に、容器搬送装置(例えばOHT: Over Head Transport)等に把持されるフランジ部を設けている。

30

#### 【0048】

FOUPドア43は、ロードポート2の後述する載置台23に載置された状態においてロードポート2のロードポートドア22と対面するものであり、概略板状をなす。FOUPドア43には、このFOUPドア43をFOUP本体42にロックし得るラッチキー(図示省略)を設けている。FOUPドア43のうち搬出入口41をFOUPドア43で閉止した状態においてFOUP本体42に接触または近接する所定の部分にガスケット(図示省略)を設け、ガスケットをFOUP本体42に接触させて弾性変形させることで、FOUP4の内部空間4Sを密閉できるように構成されている。

#### 【0049】

40

本実施形態に係るFOUP4は、図1に示すように、適宜の箇所に個体識別用ID4xを取り付けている。なお、図1では個体識別用ID4xを模式的に示している。個体識別用ID4xの一例としてRFID(Radio Frequency Identifier)を挙げることができるが、これに限定されず適宜のIDを用いることができる。FOUP4に付帯させる個体識別用ID4xは、パッシブタグ(受動タグ)、アクティブタグ(能動タグ)、双方を組み合わせたセミアクティブタグ(起動型能動タグ)の何れであってもよく、通信方式も特に限定されるものではない。さらに、FOUP4に付帯させる個体識別用ID4xとして、1次元バーコードやQRコード(登録商標)のような2次元バーコード等を用いることもできる。

#### 【0050】

50

本実施形態に係るロードポート２は、図３乃至図６等に示すように、搬送室３の前壁面３Ａの一部を構成し、且つ搬送室３の内部空間３Ｓを開放するための開口部２１ａが形成された板状をなすベース２１と、ベース２１の開口部２１ａを開閉するロードポートドア２２と、ベース２１に略水平姿勢で設けた載置台２３とを備えている。

【００５１】

ベース２１の下端には、キャスト及び設置脚を有する脚部２４を設け、ＦＯＵＰドア４３と対向する位置にウインドウユニット２１４（図７参照）を設けている。このウインドウユニット２１４に設けた開口部２１５が、ウェーハＷの通過を許容する開口部である。

【００５２】

載置台２３は、ベース２１のうち高さ方向中央よりもやや上方寄りの位置に略水平姿勢で配置される水平基台２５（支持台）の上部に設けられる。この載置台２３は、ＦＯＵＰ本体４２の内部空間４Ｓを開閉可能とするＦＯＵＰドア４３をロードポートドア２２に対向させる向きでＦＯＵＰ４を載置可能なものである。また、載置台２３は、ＦＯＵＰドア４３がベース２１の開口部２１ａに接近する所定のドッキング位置（図８参照）と、ＦＯＵＰドア４３をドッキング位置よりもベース２１から所定距離離間した位置（図３参照）との間で、ベース２１に対して進退移動可能に構成されている。載置台２３は、図４に示すように、上向きに突出させた複数の突起（ピン）２３１を有し、これらの突起２３１をＦＯＵＰ４の底面に形成された穴（図示省略）に係合させることで、載置台２３上におけるＦＯＵＰ４の位置決めを図っている。また、載置台２３に対してＦＯＵＰ４を固定するためのロック爪２３２を設けている。このロック爪２３２をＦＯＵＰ４の底面に設けた被ロック部（図示省略）に引っ掛けて固定したロック状態にすることで、位置決め用の突起２３１と協働してＦＯＵＰ４を載置台２３上における適正な位置に案内しながら固定することができる。また、ＦＯＵＰ４の底面に設けた被ロック部に対するロック爪２３２のロック状態を解除することでＦＯＵＰ４を載置台２３から離間可能な状態にすることができる。

【００５３】

ロードポートドア２２は、ＦＯＵＰドア４３を連結して、ＦＯＵＰドア４３をＦＯＵＰ本体４２から取り外し可能な蓋連結状態と、ＦＯＵＰドア４３に対する連結状態を解除し、且つＦＯＵＰドア４３をＦＯＵＰ本体４２に取り付けた蓋連結解除状態との間で切替可能な連結機構２２１（図６参照）を備え、連結機構２２１によってＦＯＵＰドア４３を一体化した状態で保持したまま所定の移動経路に沿って移動可能なものである。本実施形態のロードポート２は、ロードポートドア２２を、図８に示す位置、つまり、当該ロードポートドア２２が保持するＦＯＵＰドア４３によってＦＯＵＰ本体４２の内部空間４Ｓを密閉する全閉位置（Ｃ）と、図９に示す位置、つまり、当該ロードポートドア２２が保持するＦＯＵＰドア４３をＦＯＵＰ本体４２から離間させて当該ＦＯＵＰ本体４２の内部空間４Ｓを搬送室３内に向かって開放させる開放位置（Ｏ）との間で少なくとも移動可能に構成している。本実施形態のロードポート２は、全閉位置（Ｃ）に位置付けたロードポートドア２２の起立姿勢を維持したまま図９に示す開放位置（Ｏ）まで移動させることができ、さらに、図９に示す開放位置（Ｏ）から図示しない全開位置まで起立姿勢を維持したまま下方方向に移動可能に構成している。このようなロードポートドア２２の移動は、ロードポート２に設けたドア移動機構２７によって実現している。また、本実施形態のロードポート２は、ドッキング位置に位置付けた載置台２３上のＦＯＵＰ４がベース２１から離間する方向に移動することを規制する移動規制部Ｌを備えている。本実施形態では、移動規制部Ｌをウインドウユニット２１４としてユニット化している（図７参照）。

【００５４】

本実施形態のロードポート２は、ＦＯＵＰ４の内部空間４Ｓにパージ用気体（パージ用ガスとも称され、主に窒素ガスやドライエアが用いられる）を注入し、ＦＯＵＰ４の内部空間４Ｓの気体雰囲気をパージ用気体に置換可能なパージ装置Ｐを備えている（図４参照）。パージ装置Ｐは、載置台２３上に上端部を露出可能な状態で所定箇所に配置される複数のパージノズル９（気体給排装置）を備えたものである。これら複数のパージノズル９

10

20

30

40

50

は、F O U P 4 の底面に設けたポート 4 0 の位置に応じて載置台 2 3 上の適宜位置に取り付けられ、ポート 4 0 に接触した状態で接続可能なものである。このようなパージ装置 P を用いたボトムパージ処理は、F O U P 4 の底部に設けられた複数のポート 4 0 のうち、所定数（全部を除く）のポートを「供給ポート」として機能させ、供給ポートに接続したパージノズル 9 により当該 F O U P 4 内に窒素ガスや不活性ガス又はドライエア等の適宜選択されたパージ用気体を注入するとともに、残りのポート 4 0 を「排気ポート」として機能させ、排気ポートに接続したパージノズル 9 を通じて F O U P 4 内の気体雰囲気を排出することで、F O U P 4 内にパージ用気体を充満する処理である。ロードポート 2 は、ボトムパージ処理時に排気ポートとして機能するポート 4 0 に接続したパージノズル 9 のガス圧（排気圧）を検出する圧力センサ（図示省略）を備えている。

10

#### 【 0 0 5 5 】

本実施形態のロードポート 2 は、図 1 0 に示すように、F O U P 4 内におけるウェーハ W の有無や収納姿勢を検出可能なマッピング部 m を備えている。マッピング部 m は、F O U P 4 内において高さ方向 H に多段状に収納されたウェーハ W の有無を検出可能なマッピングセンサ（送信器 m 1 、受信器 m 2 ）と、マッピングセンサ m 1 , m 2 を支持するセンサフレーム m 3 とを有している。マッピング部 m は、その全体が搬送室内の搬送空間に配置されるマッピング退避姿勢と、少なくともマッピングセンサ m 1 , m 2 がベース 2 1 の開口 2 1 a を通じて F O U P 4 内に位置付けられるマッピング姿勢との間で姿勢可能である。マッピング部 m は、マッピング退避姿勢やマッピング姿勢を維持したまま高さ方向 H に移動可能に構成されている。図 1 0 に示すように、センサフレーム m 3 の一部をドア移動機構 2 7 の一部に取り付けることで、マッピング部 m の昇降移動が、ロードポートドア 2 2 の昇降移動と一体に行われるように構成している。なお、図 1 0 以外の各図ではマッピング部 m を省略している。

20

#### 【 0 0 5 6 】

マッピングセンサは、信号であるビーム（線光）を発する送信器 m 1 （発光センサ）と、送信器 m 1 から発せられた信号を受信する受信器 m 2 （受光センサ）とから構成される。なお、マッピングセンサを送信器と、送信器から発せられた線光を送信器に向かって反射する反射部とによって構成することも可能である。この場合、送信機は、受信器としての機能も有する。

#### 【 0 0 5 7 】

そして、本実施形態に係るロードポート 2 は、図 1 に示すように、F O U P 4 に付された個体識別用 I D 4 x を読み取り可能な I D 読取手段 2 x と、I D 読取手段 2 x で読み取った個体識別用 I D 4 x 及び F O U P 4 の状態を直接または間接的に検出するセンサ 2 c （本実施形態では、圧力センサ、マッピングセンサの 2 種類のセンサ）の検出値（センサ値）を上位システム C に対して送信可能なロードポート側通信手段 2 y とを備えている。I D 読取手段 2 x 、圧力センサ、マッピングセンサ、ロードポート側通信手段 2 y はそれぞれ汎用品で構成され、ロードポート 2 の所定箇所に設けられる。

30

#### 【 0 0 5 8 】

上位システム C は、図 1 に示すように、上位システム側通信手段 C x と、紐付け手段 C y と、データベース C d と、データ処理部 C z とを備えている。上位システム側通信手段 C x は、ロードポート側通信手段 2 y から送信される個体識別用 I D 4 x 及びセンサ値を受信可能なものである。紐付け手段 C y は、上位システム側通信手段 C x によって受信した個体識別用 I D 4 x とセンサ値を相互に紐付けるものである。データベース C d は、紐付け手段 C y で紐付けたデータを格納して蓄積するものであり、データ処理部 C z は、データベース C d 内のデータを解析して個体識別用 I D 4 x 毎の状態（本実施形態では F O U P 4 の交換時期の予測結果）を出力するものである。上位システム側通信手段 C x 、紐付け手段 C y 、データベース C d はそれぞれ汎用品を用いて構成することができる。データ処理部 C z における具体的な処理内容は後述する。

40

#### 【 0 0 5 9 】

次に、E F E M の動作フローと併せて、本実施形態に係る基板収納容器管理システム 1

50

の動作フローを説明する。

【 0 0 6 0 】

先ず、O H T等の容器搬送装置によりF O U P 4がロードポート2の上方まで搬送され、載置台23上に載置される。この際、例えば載置台23に設けた位置決め用突起231がF O U P 4の位置決め用凹部に嵌まり、載置台23上のロック爪232をロック状態にする(ロック処理)。本実施形態では、搬送室3の幅方向に3台並べて配置したロードポート2の載置台23にそれぞれF O U P 4を載置することができる。また、F O U P 4が載置台23上の所定の位置に載置されているか否かを検出する着座センサ(図示省略)によりF O U P 4が載置台23上の正規位置に載置されたことを検出するように構成することもできる。

10

【 0 0 6 1 】

本実施形態のロードポート2では、載置台23上の正規位置にF O U P 4が載置された時点で、載置台23に設けた例えば加圧センサの被押圧部をF O U P 4のうち底面部が押圧したことを検出する。これをきっかけに、載置台23に設けたパージノズル9(全てのパージノズル9)が載置台23の上面よりも上方へ進出してF O U P 4の各ポート40に連結し、各ポート40は閉止状態から開放状態に切り替わる。そして、本実施形態のロードポート2は、パージ装置PによりF O U P 4の内部空間4Sに窒素ガスを供給して、F O U P 4の内部空間4Sを窒素ガスに置換する処理(ボトムパージ処理)を行う。ボトムパージ処理時に、F O U P 4内の気体雰囲気は排気ポートとして機能するポート40に接続されているパージノズル9からF O U P 4外に排出される。このようなボトムパージ処理によって、F O U P 4内の水分濃度及び酸素濃度をそれぞれ所定値以下にまで低下させてF O U P 4内におけるウェーハWの周囲環境を低湿度環境及び低酸素環境にする。

20

【 0 0 6 2 】

本実施形態のロードポート2は、ロック処理後に、図2に示す位置にある載置台23を図8に示すドッキング位置まで移動させて(ドッキング処理)、移動規制部Lを用いてF O U P 4の少なくとも両サイドを保持して固定する処理(クランプ処理)を行い、連結機構221を蓋連結状態に切り替え(蓋連結処理)、F O U P ドア43をロードポートドア22とともに移動させて、ベース21の開口部21a及びF O U P 4の搬出入口41を開放して、F O U P 4内の密閉状態を解除する処理(密閉解除処理)を実行する。本実施形態のロードポート2は、ロードポートドア22を開放位置(O)から全開位置に移動させる処理中に、マッピング部mによるマッピング処理を実施する。マッピング処理は、密閉解除処理を実行する直前までマッピング退避姿勢にあるマッピング部mを、ロードポートドア22を全開位置(C)から開放位置(O)まで移動させた後にマッピング姿勢に切り替え、ロードポートドア22を全開位置に向かって下方へ移動させることで、マッピング部mもマッピング姿勢を維持したまま下方へ移動させ、マッピングセンサm1, m2を用いて、F O U P 4内に収納されたウェーハWの有無や収納姿勢を検出する処理である。すなわち、送信器m1から受信器m2に向かって信号を発することで送信器m1と受信器m2との間に形成されている信号経路が、ウェーハWの存在しているところでは遮られ、ウェーハWの存在していないところでは遮られずに受信器m2に達する。これにより、F O U P 4内において高さ方向Hに並んで収納されているウェーハWの有無や収納姿勢を順次検出することができる。

30

40

【 0 0 6 3 】

密閉解除処理を実行することによって、F O U P 本体42の内部空間4Sと搬送室3の内部空間3Sとが連通した状態になり、マッピング処理で検出した情報(ウェーハ位置)に基づいて、搬送室3の内部空間3Sに設けた搬送ロボット31が特定のウェーハ載置棚からウェーハWを取り出したり、特定のウェーハ載置棚にウェーハWを収納する処理(搬送処理)を実施する。

【 0 0 6 4 】

本実施形態に係るロードポート2は、F O U P 4内のウェーハWが全て処理装置Mによる処理工程を終えたものになると、ドア移動機構27によりロードポートドア22を全閉

50

位置（Ｃ）に移動させて、ベース２１の開口部２１ａ及びＦＯＵＰ４の搬出入口４１を閉止して、ＦＯＵＰ４の内部空間４Ｓを密閉する処理（密閉処理）を行い、続いて、連結機構２２１を蓋連結状態から蓋連結解除状態に切り替える処理（蓋連結解除処理）を実行する。この処理により、ＦＯＵＰ本体４２にＦＯＵＰドア４３を取り付けることができ、ベース２１の開口部２１ａ及びＦＯＵＰ４の搬出入口４１はそれぞれロードポートドア２２、ＦＯＵＰドア４３によって閉止されて、ＦＯＵＰ４の内部空間４Ｓは密閉状態になる。

【００６５】

続いて、本実施形態に係るロードポート２は、移動規制部ＬによるＦＯＵＰ４の固定状態（クランプ状態）を解除するクランプ解除処理を行い、次いで、載置台２３をベース２１から離間する方向に移動させる処理（ドッキング解除処理）を実行した後、載置台２３上のロック爪２３２でＦＯＵＰ４をロックしている状態を解除する（ロック解除処理）。これにより、所定の処理を終えたウェーハＷを格納したＦＯＵＰ４は、各ロードポート２の載置台２３上から容器搬送装置に引き渡され、次工程へと運び出される。

【００６６】

以上の処理を行う過程で、本実施形態に係る基板収納容器管理システム１は、ロードポート２の載置台２３に載置されたＦＯＵＰ４の状態を出力する（具体的には、ＦＯＵＰ４の交換時期を予測する）。すなわち、本実施形態に係る基板収納容器管理システム１は、ロードポート２の載置台２３にＦＯＵＰ４がセットされた時点で、ＦＯＵＰ４の個体識別用ＩＤ４ｘをロードポート２のＩＤ読取手段２ｘで読み取り、読み取った個体識別用ＩＤ４ｘをロードポート側通信手段２ｙによって上位システムＣの紐付け手段Ｃｙへ送信する。そして、ＦＯＵＰ４内をパージする処理（ボトムパージ処理）を行う際に、本実施形態に係る基板収納容器管理システム１は、ロードポート２の排気用パージノズル９に関連付けて設けた圧力センサで排気ガスの圧力を検出し、検出値（圧力値）を上位システムＣの紐付け手段Ｃｙへ送信する。

【００６７】

上位システムＣは、上位システム側通信手段Ｃｘによって個体識別用ＩＤ４ｘ及び圧力値を受信し、紐付け手段Ｃｙで個体識別用ＩＤ４ｘ及び圧力値を相互に紐付けて、データベースＣｄに保存（格納、蓄積）する。また、本実施形態に係る基板収納容器管理システム１は、マッピング部ｍによるマッピング処理時に、マッピングセンサの検出値であるウェーハ位置をロードポート側通信手段２ｙによって上位システムＣの紐付け手段Ｃｙへ送信する。上位システムＣは、上位システム側通信手段Ｃｘによってウェーハ位置を受信し、紐付け手段Ｃｙで個体識別用ＩＤ４ｘとウェーハ位置を紐付けて、データベースＣｄに保存（格納、蓄積）する。

【００６８】

これにより、上位システムＣでは、ロードポート２に設けられた各種センサの検出値（本実施形態では圧力センサの圧力値、マッピングセンサのウェーハ位置）をＦＯＵＰ４に付与された個体識別用ＩＤ４ｘと紐付けてデータベース化する。なお、本実施形態では図１３のテーブルのようにＦＯＵＰ４毎の個体識別用ＩＤ４ｘ、圧力センサの圧力値（図１３の排気ノズル圧力値）、マッピングセンサのウェーハ位置（図１３のＦＯＵＰウェーハ位置）と一緒に、計測日時を保存することとしている。そして、上位システムＣのデータ処理部Ｃｚにおいて、収集したデータを解析し、ＦＯＵＰ４の交換時期の予測を行う。なお、ロードポート２の排気用パージノズル９に関連付けて設けた圧力センサで検出した排気ガスの圧力値の変化に基づいて、ＦＯＵＰ４の搬出入口４１とＦＯＵＰドア４３との間の隙間が広がっていることを判断できる。すなわち、排気用パージノズル９から排気される気体の圧力が低くなっていることが分かれば、ＦＯＵＰ４の搬出入口４１とＦＯＵＰドア４３との間の隙間を通じた排気量が多くなっていることが分かり、ＦＯＵＰ４の搬出入口４１とＦＯＵＰドア４３との間の隙間が広がっていると判断でき、ＦＯＵＰ４の変形を特定できる。また、上述の通り、マッピングセンサの検出値が以前の検出値と異なる（ウェーハＷの位置ズレが発生している）場合は、ＦＯＵＰ４が変形し、ウェーハＷの位置が変化したと考えることができる。つまり、ＦＯＵＰ４の変形が進むとＦＯＵＰ４内に多段

10

20

30

40

50

状に収容されるウェーハW同士の隙間が変化するため、このような変化を検出することでF O U P 4の変形を特定したり、ウェーハWが傾いた姿勢で収容されていることを検出することによってF O U P 4の変形を特定できる。

#### 【 0 0 6 9 】

本実施形態におけるデータ処理部C zは、図11(a)に示すように、特定のセンサ2c(本実施形態では圧力センサ、マッピングセンサ)で検出したセンサ値(圧力値、ウェーハ位置)から統計データを算出する算出手段C z 1と、特定の個体識別用I D 4 xに紐付けされたセンサ値と算出手段C z 1によって算出した算出結果とを比較する比較手段C z 2と、比較手段C z 2によって比較した結果に基づいてF O U P 4の交換時期を算出して予測結果を出力する予測結果出力手段C z 3とを備えている。すなわち、本実施形態におけるデータ処理部C zは、データベースC dに格納、蓄積されたデータを各種センサ毎に平均化した数値に基づいてF O U P 4の交換時期を予測するものである。ここで、「予測結果出力手段C z 3」は、本発明における「比較手段によって比較した結果に基づいて基板収納容器の状態を出力する状態出力手段」に相当するものであり、「状態出力手段」の一例である。

10

#### 【 0 0 7 0 】

具体的には、図11(b)のフローチャートに示すように、データ処理部C zの算出手段C z 1が、データベースC dからF O U P 4の個体識別用I D 4 x毎にデータを取得し、個体識別用I D 4 x毎に各種センサ値をグラフ化する処理と、各個体識別用I D 4 xのグラフ化したセンサ値(センサ値グラフ)をセンサの種類毎に平均化する処理、つまり、センサ2cの種類毎にセンサ値平均グラフを作成する処理(統計データを算出する処理)を行う。図12(a)に、個体識別用I D「A」に紐付けされた「第1センサのセンサ値」(例えば圧力センサの圧力値)に関する「センサ値グラフ」の一例を示し、同図(b)に、個体識別用I D「A」に紐付けされた「第2センサのセンサ値」(例えばマッピングセンサのウェーハ位置)に関する「センサ値グラフ」の一例を示す。また、同図(c)に、個体識別用I D「A」に紐付けされた第1センサのセンサ値に関する「センサ値グラフ」と、個体識別用I D「B」に紐付けされた第1センサのセンサ値に関する「センサ値グラフ」と、これら複数の「センサ値グラフ」に基づいて作成した「第1センサに関するセンサ値平均グラフ」の一例を示す。

20

#### 【 0 0 7 1 】

センサ値平均グラフを作成する処理に次いで、データ処理部C zの比較手段C z 2が、センサ値平均グラフと個体識別用I D 4 x毎に作成したセンサ値グラフを解析(比較・検討)する。この場合の解析としては、例えばセンサ値平均グラフと比較されるセンサ値の乖離度や、設定された閾値への接近度合い(あるいは閾値を超えたか否か)等の演算・判断処理を含めることができる。図12(c)に、第1センサのセンサ値平均グラフと、個体識別用I D「A」に紐付けされた第1センサのセンサ値に関するセンサ値グラフとを並べて示す。

30

#### 【 0 0 7 2 】

そして、データ処理部C zの予測結果出力手段C z 3が、同じ個体識別用I D 4 xの各種センサの検出値に基づく交換時期予測結果を解析(比較・検討)し、個体識別用I D 4 x毎(F O U P 4毎)の交換時期を予測して、その予測結果を出力する。この場合、センサの種類毎に優先順位(重み付け)を設定したり、平均値を演算する等の処理が可能である。すなわち、センサの種類毎に予測交換時期が異なる場合(例えば第1センサの検出値に基づく交換時期が4月23日であり、第2センサの検出値に基づく交換時期が4月25日である場合)には、最も早い予測交換時期(4月23日)をF O U Pの予測交換時期として出力したり、各センサの予測交換時期の平均または中間値(4月24日)をF O U Pの予測交換時期として出力したり、あるいは最も遅い予測交換時期(4月25日)をF O U Pの予測交換時期として出力するように設定することができる。また、上述の重み付けや平均値の演算等ではなく、センサ値の閾値やF O U P 4の使用回数等を任意に設定し、設定した閾値や使用回数等の範囲外となったとき、F O U P 4の交換時期として出力する

40

50

こともできる。

【 0 0 7 3 】

データ処理部 C z が出力する個体識別用 I D 4 x 毎 ( F O U P 4 毎 ) の交換時期予測結果は、例えばユーザが視認可能なディスプレイに表示したり、適宜のスピーカ等から音として発して報知するように設定することで、ユーザは F O U P 4 の交換時期予測結果を把握することができる。

【 0 0 7 4 】

このような本実施形態に係る基板収納容器管理システム 1 及び基板収納容器管理方法によれば、多くの製造現場で既に使用されている F O U P 4 に付与した個体識別用 I D 4 x と、ロードポート 2 に設けたセンサ 2 c による検出値とを上位システム C で紐付けてデータベース化し、上位システム C のデータ処理部 C z でデータベース C d 内のデータを解析して個体識別用 I D 4 x 毎の F O U P 4 の状態 ( 具体的には、交換時期の予測結果 ) を出力することによって、F O U P 4 の劣化情報を取得することができる。このような本発明に係る基板収納容器管理システム 1 を活用することによって、ユーザは、ロードポート 2 に設けたセンサ 2 c の検出値に基づいて予測される F O U P 4 毎の交換時期を把握することができる。そして、交換時期が近い F O U P 4 や、交換時期に到達している F O U P 4 を新たな F O U P 4 に交換することで、F O U P 4 の変形・歪みに起因する不具合、すなわち、F O U P 4 の搬出入口 4 1 と F O U P ドア 4 3 の隙間が大きくなり、この隙間を通じて気体が F O U P 4 内に流入したり、漏出するという不具合を防止・抑制することができ、F O U P 4 内の気体を窒素ガスに置き換えるパージ処理後において、窒素ガスが F O U P 4 内から F O U P 4 外へ流出したり、大気 ( 酸素 ) が F O U P 4 内に流入する事態を防止して、所定の期間 F O U P 4 内部を低酸素濃度に維持することが可能であり、F O U P 4 内に収容されるウェーハの表面が酸化される事態を防止・抑制できる。その結果、F O U P 4 の変形に起因するエラー発生頻度を低減することができ、半導体製造装置の停止時間が短くなり、生産性が向上する。

【 0 0 7 5 】

特に、全ての F O U P 4 にセンサ等の機器類を設ける作業が大掛かりで複雑であることを考慮すれば、本実施形態に係る基板収納容器管理システム 1 及び基板収納容器管理方法は、現行の F O U P 4 に対して個体識別用 I D 4 x を付与するだけでよく、従来技術として述べた F O U P 4 毎にセンサを設ける態様と比べて、各 F O U P 4 にセンサ用の電源を実装する必要がない点においても有利であり、基板収納容器管理システム 1 及び基板収納容器管理方法に適用可能な専用の基板収納容器を新たに用意する必要がなく、製造現場 ( 製造ライン ) に導入し易い。

【 0 0 7 6 】

加えて、本実施形態に係る基板収納容器管理システム 1 及び基板収納容器管理方法は、センサの設置対象をロードポート 2 に設定していることによって、従来技術として述べた F O U P 4 毎にセンサを設ける態様と比べて、メンテナンスの対象となるセンサの絶対数が少なく、メンテナンスの負担が軽減されるとともに、F O U P 4 の温水洗浄時の熱や浸水によるセンサ等の機器類の故障に留意する必要がないという点においても有利である。さらに、ロードポート 2 の I D 読取手段 2 x、センサ 2 c、及びロードポート側通信手段 2 y に対する電源供給は、ロードポート 2 が有する電気系を利用して比較的容易に行うことができる。

【 0 0 7 7 】

また、本実施形態に係る基板収納容器管理システム 1 及び基板収納容器管理方法によれば、基板収納容器需要の予測も行うことができる。すなわち、基板収納容器である F O U P 4 の交換時期予測の結果から、同時期に交換 ( 廃棄 ) されると予測された F O U P 4 の数を、新たな F O U P 4 の導入数として需要予測することができる。さらに、本実施形態に係る基板収納容器管理システム 1 及び基板収納容器管理方法によれば、データベース C d に収集されたデータをビッグデータとして活用し、データマイニングによる基板収納容器劣化原因の追求も可能であると考えられる。

## 【 0 0 7 8 】

また、以下の第2実施形態のように、データベースC dに保存されたデータの解析に機械学習を用いてもよい。

## 【 0 0 7 9 】

第1実施形態では、上位システムCのデータ処理部C zは、図11(a)に示すような構成だったが、第2実施形態では図14に示すデータ処理部C eを用いる。なお、データ処理部C e以外の構成は第1実施形態と同様であるため、詳細な説明は省略する。

## 【 0 0 8 0 】

本実施形態では、第1実施形態(図1)と同様にF O U P 4がロードポート2によってF O U P ドア43を開閉する過程で、単一または複数のセンサ2 cを用いてF O U P 4の状態を直接または間接的に検出する。また、センサ2 cで検出したセンサ値を上位システムCのデータベースC dに保存(格納、蓄積)する。なお、データベースC dに保存されるデータは、図13に示すテーブルのように、個体識別用I D 4 xと、センサ2 cで検出したセンサ値とを紐付け手段C yで紐付けし、計測日時を付与したレコードとして格納される。なお、データベースC dに保存されたデータは、図14に示すデータ処理部C eによって処理・解析され、F O U P 4の状態または交換時期予測等、予知保全に活用される。

## 【 0 0 8 1 】

データ処理部C eについて、具体的な構成を以下に述べる。データ処理部C eは、図14に示すブロック図のように、学習手段C e 1と、予測結果出力手段C e 2を有している。学習手段C e 1は、例えばニューラルネットワークにて構成される。

## 【 0 0 8 2 】

以下に、本実施形態のデータ処理部C eが有する学習手段C e 1による学習済みモデルの構築手順を述べる。まず、データベースC dから、F O U P 4毎のセンサ2 cのセンサ値の時系列データと、F O U P 4が実際に劣化・変形し、使用できなくなった日時または交換した日時を抽出し、学習手段C e 1のニューラルネットワークに入力する。すると、ニューラルネットワークでは、入力されたデータによって各種パラメータが更新され、学習が進む。これを繰り返すことにより、学習済みモデルが構築される。

## 【 0 0 8 3 】

以上の手順で構築された学習済みモデルに、データベースC dに保存されたF O U P 4毎のデータを入力すると、F O U P 4の状態の推定、交換時期の予測結果を出力することができる。よって、学習済みモデルから出力されたF O U P 4の状態、交換時期予測を予測結果出力手段C e 2を用いて出力する。

## 【 0 0 8 4 】

本実施形態ではニューラルネットワークを用いて学習モデルを構築したが、これ以外の手法を用いることも可能である。また、本実施形態では教師あり学習を用いたが、教師なし学習を用いてもよいし、学習モデルを随時更新するようなアルゴリズムを用いてもよい。さらに、本実施形態ではデータベースC dからF O U P 4が使用できなくなった日時を抽出して学習済みモデルを構築したが、F O U P 4が正常に利用できている時のデータを用いて学習済みモデルを構築し、予知保全を行うことも可能である。

## 【 0 0 8 5 】

さらに、以下の第3実施形態のように、データ処理部C zが出力した個体識別用I D 4 x毎のF O U P 4の状態やデータベースC dに保存されたその他のデータを用いて、ロードポート2の動作をF O U P 4毎に調整してもよい。

## 【 0 0 8 6 】

第1実施形態の上位システムCは、図1に示すような構成だったが、第3実施形態では図15に示す上位システムCを用いる。なお、ロードポート2の構成は第1実施形態と同様であるため、詳細な説明は省略する。

## 【 0 0 8 7 】

本実施形態の上位システムCは、図15に示すように、上位システム側通信手段C xと、紐付け手段C yと、データベースC dと、データ処理部C zと、動作調整部C aとを備

10

20

30

40

50

えている。上位システム側通信手段 C x は、ロードポート側通信手段 2 y との間で双方向にデータ信号を送受信可能であり、ロードポート 2 の I D 読取手段 2 x で読み取った個体識別用 I D 4 x とセンサ 2 c で検出したセンサ値を受信する。受信するセンサ値は 1 種類でも複数種類でも構わない。紐付け手段 C y は、個体識別用 I D 4 x とセンサ値とを相互に紐付ける。データベース C d は、紐付け手段 C y で紐付けたデータを格納して蓄積する。データベース C d には、第 1 実施形態と同様に（図 1 3 参照）、個体識別用 I D 4 x とセンサ値とが紐付けされたデータに、計測日時が付与されたデータが蓄積される。データ処理部 C z は、データベース C d 内のデータを解析して個体識別用 I D 4 x 毎の状態を出力する。本実施形態では、データ処理部 C z が出力した F O U P 4 の状態についても、個体識別用 I D 4 x に紐付けてデータベース C d に保存する。

10

**【 0 0 8 8 】**

本実施形態のロードポート 2 及び上位システム C による F O U P 4 の処理手順を説明する。まず、ロードポート 2 の載置台 2 3 に F O U P 4 が載置されると、ロードポート 2 の I D 読取手段 2 x によって、F O U P 4 の個体識別用 I D 4 x が読み取られる。次に、ロードポート側通信手段 2 y が、F O U P 4 の個体識別用 I D 4 x を上位システム側通信手段 C x へ送信する。上位システム C では、受信した個体識別用 I D 4 x の F O U P 4 の状態データがデータベース C d に照会され、その結果得られた状態データが動作調整部 C a へ入力される。動作調整部 C a では、F O U P 4 の状態に合わせてロードポート 2 が F O U P 4 を処理する際の動作を調整する。

**【 0 0 8 9 】**

20

例えば、まだ変形が進んでいない F O U P 4 であれば、通常通りに処理を行うよう、上位システム側通信手段 C x を介してロードポート 2 へ指示が送信される。変形や劣化が進んだ F O U P 4 であれば、ロードポート 2 での処理時にエラーが発生する可能性が高いため、例えばエラー発生時のリトライ回数を多めに設定するよう、上位システム側通信手段 C x を介してロードポート 2 へ指示が送信される。このように、F O U P 4 の状態に応じてリトライ回数（本発明の「基板収納容器の処理に関わる制御値」に相当する）を設定することで、変形や劣化が進んだ F O U P 4 であっても、ロードポート 2 でエラーを頻発させることなく、スムーズに処理を進めることができる。

**【 0 0 9 0 】**

また、動作調整部 C a が制御値を調整する際に用いるデータは F O U P 4 の状態だけではなく、他のデータを参照してもよい。例えば、ロードポート 2 での F O U P 4 の処理時に発生したエラーに関する情報を個体識別用 I D と紐付けてデータベース C d に保存しておき、動作調整部 C a がデータベース C d に保存されているエラーに関する情報に基づいて、F O U P 4 毎にロードポート 2 の動作を調整してもよい。具体的には、動作調整部 C a が F O U P 4 毎に発生しやすいエラーを算出し、F O U P 4 毎にロードポート 2 の動作を調整するとよい。この場合の一例として、ロードポर्टドア 2 2 と F O U P 4 とのドッキング処理時にエラーが発生しやすい F O U P 4 であれば、ロードポート 2 と F O U P 4 とのドッキング処理時の圧力（本発明の「基板収納容器の処理に関わる制御値」に相当する）を、通常のドッキング処理より強い圧力とするようにロードポート 2 の動作を調整することが挙げられる。このように、発生しやすいエラーを把握しておき、F O U P 4 毎に予めロードポート 2 の動作を調整しておくことで、エラーの発生を未然に防ぐことができる。なお、F O U P 4 毎の発生しやすいエラーの算出には、統計手法、データマイニング、機械学習等の様々な手法を用いることが可能である。また、F O U P 4 毎に発生しやすいエラーの算出は、動作調整部 C a 以外で行ってもよい。例えば、データ処理部 C d で F O U P 4 毎に発生しやすいエラーを算出し、動作調整部 C a に算出結果を入力することで、動作調整部 C a がロードポート 2 の動作を調整するようにしてもよい。

30

40

**【 0 0 9 1 】**

他にも、F O U P 4 に格納されたウェーハ W になされた処理に関する情報を個体識別用 I D と紐付けてデータベース C d に保存しておき、動作調整部 C a がウェーハ W になされた処理に関する情報に基づいて、F O U P 4 毎にロードポート 2 の動作を調整してもよい

50

。例えば、熱処理された後のウェーハWが格納されたF O U P 4を次工程のロードポート2で処理する場合、次工程のロードポート2への搬送中に、F O U P 4内の雰囲気は冷却され、F O U P 4内の気圧が変動する。この場合、F O U P ドア43が開閉し難くなることがあるので、通常よりリトライ回数（本発明の「基板収納容器の処理に関わる制御値」に相当する）を多くしておけばよい。このように、ロードポート2にF O U P 4が載置された際に、個体識別用I D 4 xを用いて前工程でのウェーハWの処理に関する情報を参照し、ロードポート2の動作調整を行うことで、ロードポート2でエラーを頻発させることなく、スムーズに処理を進めることができる。

【0092】

なお、本実施形態では、動作調整部C aがF O U P 4の状態、F O U P 4の処理時に発生したエラーに関する情報、及び、F O U P 4に格納されたウェーハWになされた処理に関する情報の何れかを利用して、ロードポート2の動作調整を行うものとした。しかしながら、これ以外の情報に基づいてロードポート2の動作調整を行うことも可能であるし、複数の情報を組み合わせてロードポート2の動作調整を行ってもよい。

【0093】

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態の構成に限られるものではない。例えば、上述の実施形態では、紐付け手段C y、データベースC d、データ処理部C z及び動作調整部C aが、ロードポート2とは別の上位システムCに設けられるものとした。しかしながら、これら各機能部が上位システムCに設けられることは必須ではない。例えば、紐付け手段C yをロードポート2に設け、予めロードポート2で紐付けられた個体識別用I D 4 xとセンサ値を、ロードポート2から上位システムCに送信するようにしてもよい。データベースC d、データ処理部C z及び動作調整部C aについても、同様にロードポート2に設けるようにしてもよい。

【0094】

また、上述の実施形態では、ロードポートから上位システムに送信するセンサ値が、2種類のセンサのセンサ値である態様を例示したが、ロードポートから上位システムに送信するセンサ値が、1種類のセンサのセンサ値である態様や、3種類以上のセンサのセンサ値である態様であってもよい。また、上位システムの設置場所は、半導体製造を行う工場内外を問わず、複数の半導体製造工場や複数の半導体製造工程のデータを1つの上位システムで一括管理または処理してもよい。さらに、上位システムの機能を複数のコンピュータやサーバに分散させることも可能である。データベースに保存するデータの形式についても、実施形態のようなテーブル以外の形式で保存してもよい。また、上記実施形態では、データベースに保存するデータに計測日時を添付することで、データの時系列を示したが、時系列を把握できる別のデータに置き換えることも可能である。

【0095】

本発明における「F O U Pの状態を直接または間接的に検出するセンサ」としては、上述の「排気ノズルの圧力センサ」、「マッピングセンサ」以外に、「容器ドア（F O U P ドア）の全閉位置から開放位置までの移動に掛かった時間を直接または間接的に検出可能なセンサ」や、「容器ドア（F O U P ドア）のラッチキーの回転トルクを測定するトルクセンサ」を挙げることができる。「容器ドア（F O U P ドア）の全閉位置から開放位置までの移動時間」をデータとして取得することにより、容器ドア（F O U P ドア）が開き難くなっているか否かを把握することができ、容器ドア（F O U P ドア）の全閉位置から開放位置までの移動時間が長くなっているセンサ値（データ）から、容器ドア（F O U P ドア）が開き難くなっている事象、つまり基板収納容器が変形している可能性があると判断できる。また、F O U Pのドッキング処理時、容器ドア（F O U P ドア）とロードポートドアがドッキングするのに必要なトルクや圧力を計測できるセンサを取り付けてもよい。

【0096】

また、「容器ドア（F O U P ドア）のラッチキーの回転トルク値」をデータとして取得することにより、ラッチキーが回転し難くなっているか否かを把握することができ、回転トルク値が大きいデータから、ラッチキーが回転し難くなっている事象、つまり基板収納

10

20

30

40

50

容器が変形している可能性がある」と判断できる。

【 0 0 9 7 】

さらには、容器ドア（F O U P ドア）をロードポートドアに連結するためにロードポートドアに設けた連結機構に関して、この連結機構による適切な連結状態を検出可能なセンサをロードポートに設け、当該センサの検出値の変化によって基板収納容器の変形に起因する連結不良を推測・判断するように設定してもよい。加えて、排気ノズルから排出される排気ガスの酸素濃度計からセンサ値を取得することで、基板収納容器の変形による外気の流入が、基板収納容器内のウェーハにどの程度影響するのかを推定・判断できる。また、ロードポートの載置台に設けたロック爪のロックエラーを検出することで、基板収納容器の底面に設けられた被ロック部（ロック爪と係合する部分）の削れを推定することができる。さらに、ロック爪のロックエラー回数を計測してもよい。

10

【 0 0 9 8 】

また、上位システムのデータ処理部が、データマイニングの手法を利用することで基板収納容器の状態を出力（例えば基板収納容器の交換時期を予測）可能なものであってもよい。

【 0 0 9 9 】

タクトタイムを検出（計測）して、標準タクトタイムに対して、時間が掛かるようになってきた場合に、特定のロードポートだけ時間が掛かる傾向であればロードポートに起因するタイムロスが生じていると判定することが可能であり、ロードポートの調整を促すメッセージを報知したり、特定の基板収納容器がどのロードポート上に載置しても時間が掛かる傾向であれば基板収納容器に起因するタイムロスが生じていると判定することが可能であり、基板収納容器をチェック対象とするメッセージまたは交換を促すメッセージを報知するようにしてもよい。また、容器ドア（F O U P ドア）が開きにくい基板収納容器に対し、動作調整手段がボトムパージ処理時の気体供給量を多めに設定して基板収納容器の内圧を上げ、容器ドア（F O U P ドア）が開けやすくなるように処理を行った場合は、基板収納容器内の雰囲気物が外部に漏洩しやすくなる。このように、ロードポート周辺の酸素濃度が低下する可能性がある処理を行う場合には、作業員へ報知するようにしてもよい。

20

【 0 1 0 0 】

上述の実施形態では、基板収納容器としてウェーハ搬送に用いられる F O U P を採用した。しかし本発明では、F O U P 以外の基板収納容器、例えば、M A C (Multi Application Carrier)、H - M A C (Horizontal-MAC)、F O S B (Front Open Shipping Box) などをを用いることも可能である。

30

【 0 1 0 1 】

上述の実施形態ではボトムパージ処理等に用いる環境ガスとして窒素ガスを例にしたが、これに限定されず、乾燥ガス、アルゴンガスなど所望のガス（不活性ガス）を用いることができる。

【 0 1 0 2 】

また、容器ドア（F O U P ドア）が、全閉位置から全開位置に移動する過程で一時的に傾斜姿勢となる（部分円弧状の軌跡を描くような動作を伴う）ものであっても構わない。

【 0 1 0 3 】

40

その他、各部の具体的構成についても上記実施形態に限られるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変形が可能である。

【 符号の説明 】

【 0 1 0 4 】

- 1 ... 基板収納容器管理システム
- 2 ... ロードポート
- 2 3 ... 載置台
- 2 c ... センサ
- 2 x ... I D 読取手段
- 2 y ... ロードポート側通信手段

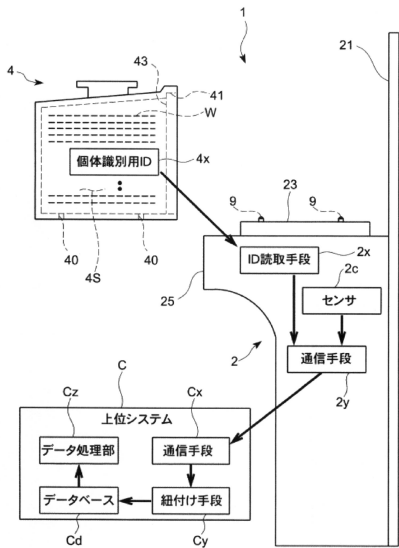
50

- 4 ... 基板収納容器 ( F O U P )
- 4 1 ... 搬出入口
- 4 x ... 個体識別用 I D
- C ... 上位システム
- C a ... 動作調整部
- C d ... データベース
- C x ... 上位システム側通信手段
- C y ... 紐付け手段
- C z ... データ処理部
- W ... 基板 ( ウェーハ )

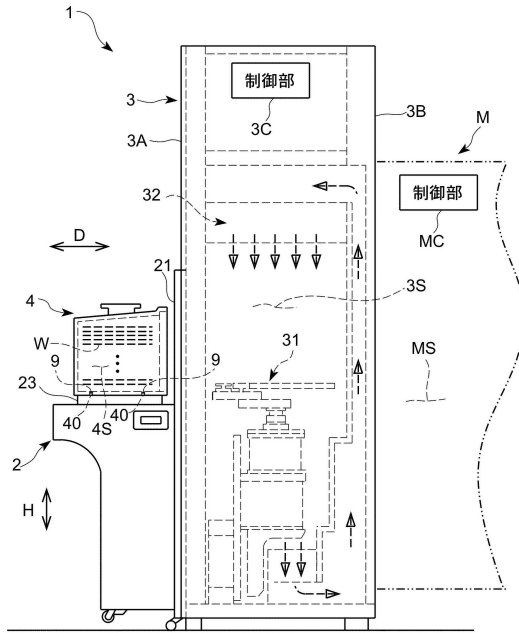
10

【 図 面 】

【 図 1 】



【 図 2 】



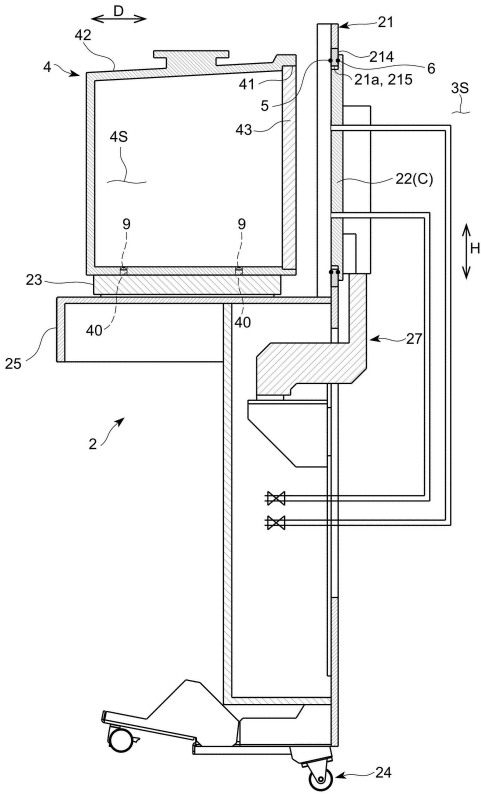
20

30

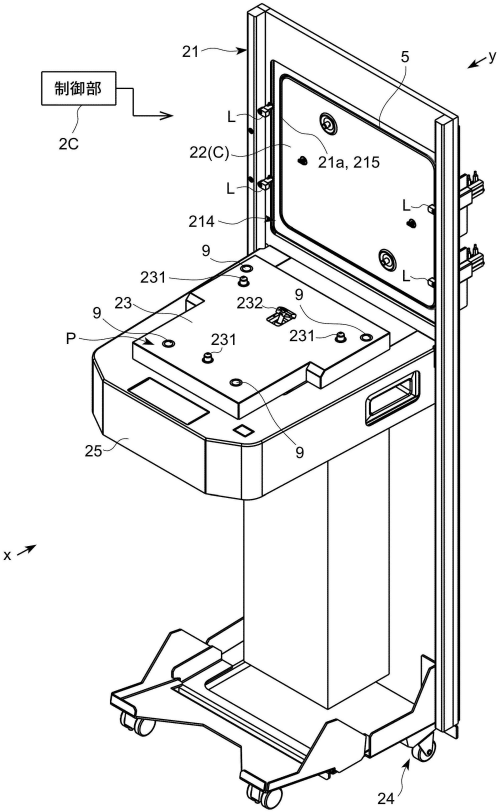
40

50

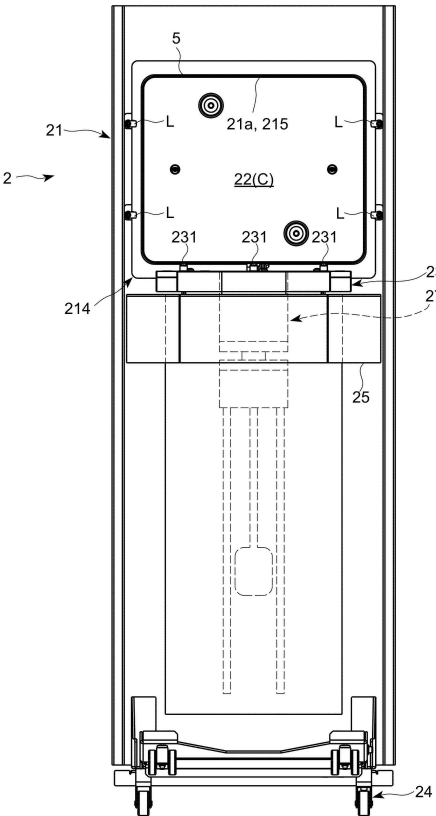
【図 3】



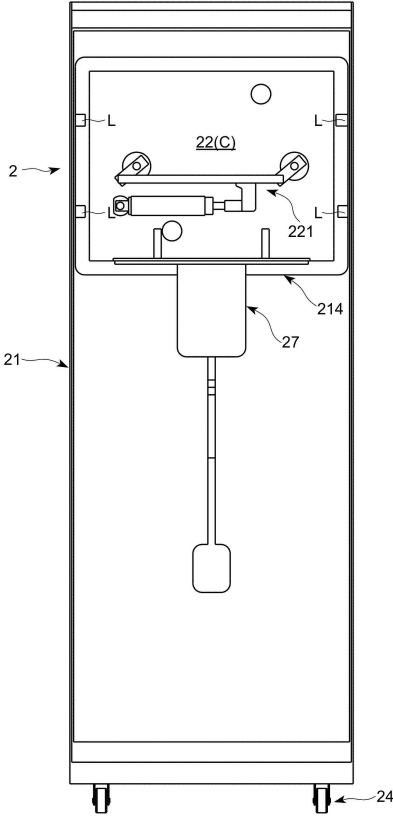
【図 4】



【図 5】



【図 6】



10

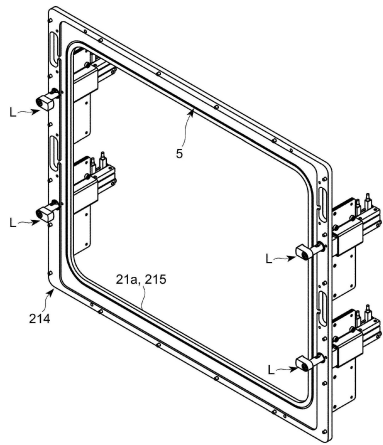
20

30

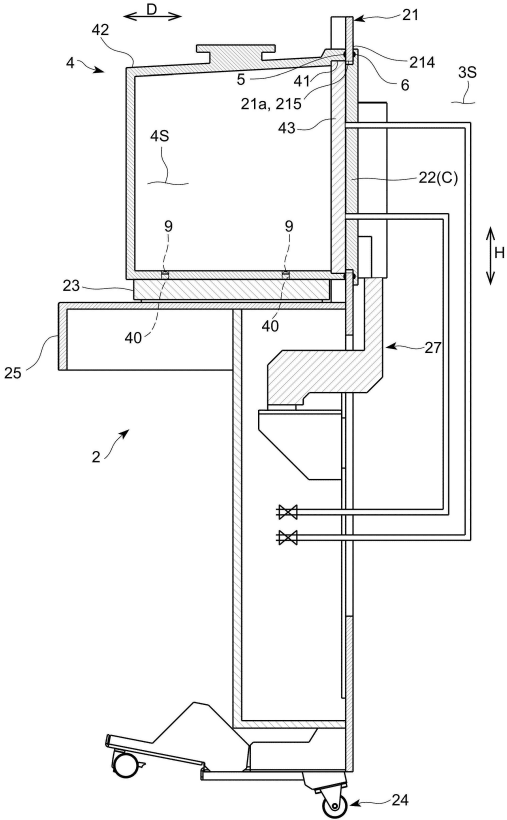
40

50

【 図 7 】



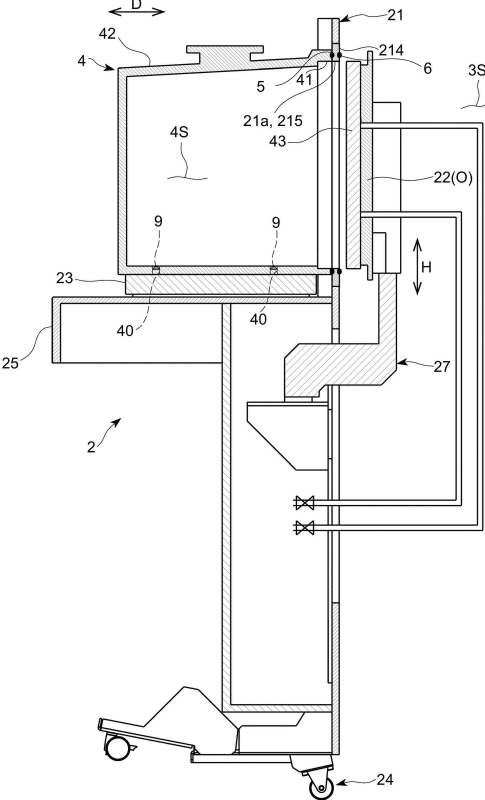
【 図 8 】



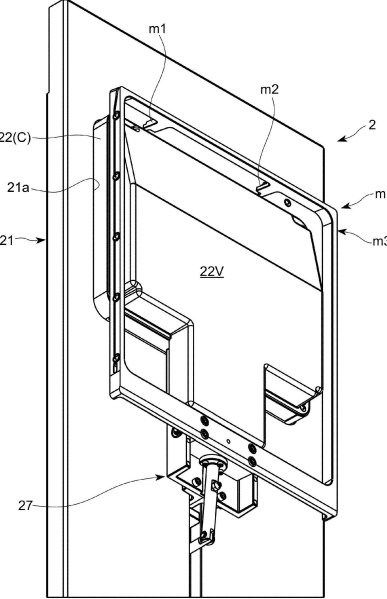
10

20

【 図 9 】



【 図 10 】

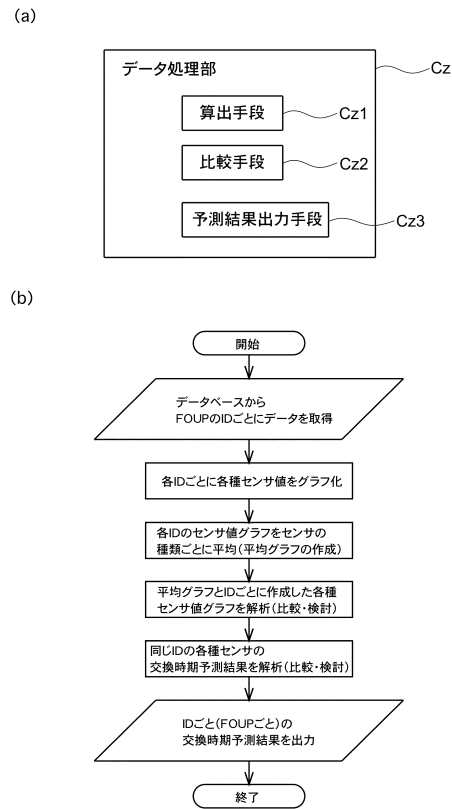


30

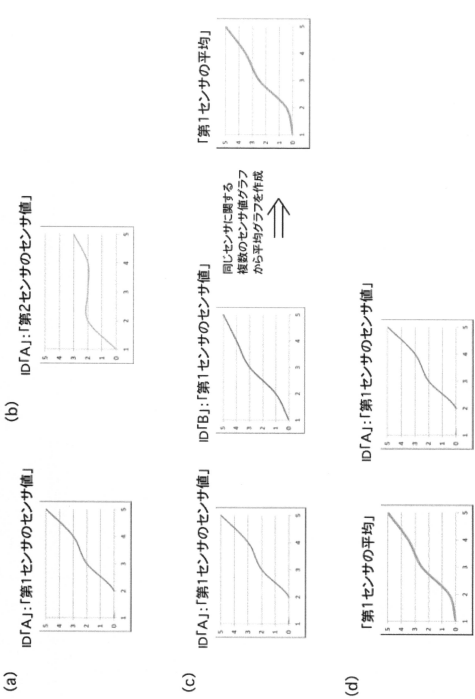
40

50

【図 1 1】



【図 1 2】



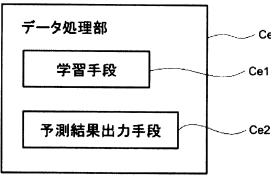
10

20

【図 1 3】

| 個体識別用 ID | 排気ノズル圧力値 | FOUNP ウェーハ位置 | 計測日時 |
|----------|----------|--------------|------|
| 001      |          |              |      |
| 002      |          |              |      |
| 003      |          |              |      |
| 001      |          |              |      |
| 004      |          |              |      |

【図 1 4】

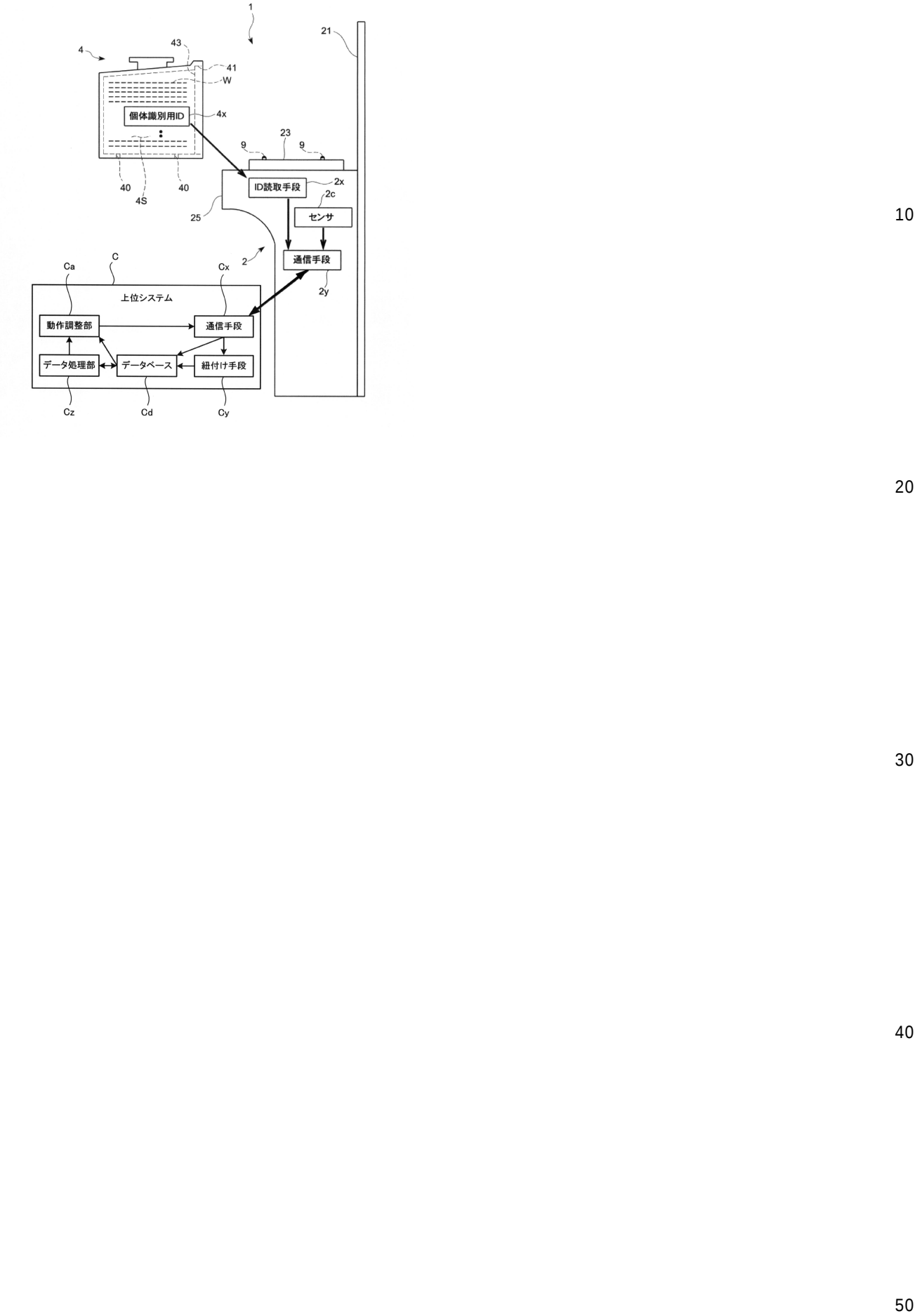


30

40

50

【図 15】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特表 2 0 0 4 - 5 1 7 4 6 3 ( J P , A )  
特開 2 0 1 4 - 1 1 6 4 6 4 ( J P , A )  
特開 2 0 0 5 - 1 8 2 6 3 5 ( J P , A )  
特開 2 0 1 2 - 1 9 0 8 2 1 ( J P , A )  
特開 2 0 1 9 - 2 0 8 0 0 1 ( J P , A )
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)  
H 0 1 L 2 1 / 6 7 7  
H 0 1 L 2 1 / 0 2