

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6430889号
(P6430889)

(45) 発行日 平成30年11月28日(2018.11.28)

(24) 登録日 平成30年11月9日(2018.11.9)

(51) Int.Cl.

F 1

H01L 21/677	(2006.01)	H01L 21/68	A
H01L 21/3065	(2006.01)	H01L 21/302	101G
B65G 49/07	(2006.01)	H01L 21/302	101H
B65G 49/00	(2006.01)	B65G 49/07	C
H01L 21/02	(2006.01)	B65G 49/00	C

請求項の数 10 (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2015-97909 (P2015-97909)
 (22) 出願日 平成27年5月13日 (2015.5.13)
 (65) 公開番号 特開2016-213393 (P2016-213393A)
 (43) 公開日 平成28年12月15日 (2016.12.15)
 審査請求日 平成30年1月5日 (2018.1.5)

(73) 特許権者 501387839
 株式会社日立ハイテクノロジーズ
 東京都港区西新橋一丁目24番14号
 (74) 代理人 110000350
 ポレール特許業務法人
 (72) 発明者 西郷 佳和
 東京都港区西新橋一丁目24番14号 株式会社日立ハイテクノロジーズ内
 (72) 発明者 末光 芳郎
 東京都港区西新橋一丁目24番14号 株式会社日立ハイテクノロジーズ内
 (72) 発明者 橋 武士
 東京都港区西新橋一丁目24番14号 株式会社日立ハイテクノロジーズ内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 真空処理装置およびその運転方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内部に複数の被処理物を収納可能なカセットが載せられる複数のカセット台がその前面側に並べられて配置され内部の空間で前記被処理物が搬送される大気搬送容器と、前記大気搬送容器の背面側に連結されて配置されたロック室と、前記ロック室の後方で連結されて配置され各々の内部に前記被処理物をアーム上に載せて搬送するロボットが配置された複数の真空搬送容器と、各々の真空搬送容器に連結され内部の減圧された処理室内に搬送され配置された前記被処理物が当該処理室内に形成されたプラズマを用いて処理される複数の処理容器と、複数の前記処理容器同士の間でこれらを連結して配置され内部に前記被処理物を収納する空間を備えた少なくとも1つの中間室とを備え、前記カセットから取り出され前記ロック室に搬送された未処理の前記被処理物が予め定められた少なくとも1つの前記真空搬送容器を通して前記処理容器の処理室に搬送されて前記処理が施された後当該処理室から搬出されて元の前記真空搬送容器を通して前記ロック室から元の前記カセットに戻される真空処理装置であって、

前記処理容器内の処理室において前記被処理物が処理後に当該処理室から搬出された後に内部にプラズマが形成されてクリーニングが実施されるものであって、

複数の前記被処理物がこれらが収納された前記カセットから前記予め定められた処理容器への搬入及び当該処理室から搬出され元の前記カセットに戻されるまでの搬送の動作を制御する制御装置を備え、前記制御装置が、前記被処理物が前記処理室内に配置されない状態で実施される前記クリーニングの前に前記処理室内に架空の被処理物を搬入する際の

10

20

前記ロボットの動作の時間を予め割り当てられたスケジュールに沿って前記ロボットの動作を調節して前記架空の被処理物の搬送を制御することを特徴とする真空処理装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の真空処理装置であって、

前記制御装置が、複数の前記被処理物の各々について前記カセットから取り出される前に当該カセットから前記処理容器に搬送されて処理された後に当該カセットに戻されるまでの搬送の動作の順序と時間とが割り当てられたスケジュールに沿って前記被処理物の搬送を調節することを特徴とする真空処理装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の真空処理装置であって、

前記クリーニングが前記複数の被処理物各々の処理の後に実施されることを特徴とする真空処理装置。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 の何れか一項に記載の真空処理装置であって、

1 つの前記カセットは、前記クリーニングにおいて前記処理室内にクリーニング用被処理物を配置する際のクリーニング用被処理物が収納されるものであることを特徴とする真空処理装置。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 の何れか一項に記載の真空処理装置であって、

前記制御装置が、前記架空の被処理物を用いて実施される前記クリーニングの後に前記処理室内から前記架空の被処理物を搬出する際の前記ロボットの動作の時間を予め割り当てられたスケジュールに沿って前記ロボットの動作を調節して前記架空の被処理物の搬送を制御することを特徴とする真空処理装置。

【請求項 6】

内部に複数の被処理物を収納可能なカセットが載せられる複数のカセット台がその前面側に並べられて配置され内部の空間で前記被処理物が搬送される大気搬送容器と、前記大気搬送容器の背面側に連結されて配置されたロック室と、前記ロック室の後方で連結されて配置され各々の内部に前記被処理物をアーム上に載せて搬送するロボットが配置された複数の真空搬送容器と、各々の真空搬送容器に連結され内部の減圧された処理室内に搬送され配置された前記被処理物が当該処理室内に形成されたプラズマを用いて処理される複数の処理容器と、複数の前記処理容器同士の間でこれらを連結して配置され内部に前記被処理物を収納する空間を備えた少なくとも 1 つの中間室とを備えた真空処理装置の運転方法であって、

前記カセットから取り出され前記ロック室に搬送された未処理の前記被処理物が予め定められた少なくとも 1 つの前記真空搬送容器を通して前記処理容器の処理室に搬送されて前記処理が施された後当該処理室から搬出されて元の前記真空搬送容器を通して前記ロック室から元の前記カセットに戻されるまでの前記被処理物の搬送の動作を制御して実施され、

前記処理容器内の処理室において前記被処理物が処理後に当該処理室から搬出された後に内部にプラズマを形成してクリーニングするクリーニング工程が実施され、

前記被処理物が前記処理室内に配置されない状態で実施される前記クリーニング工程の前に前記処理室内に架空の被処理物を搬入する際の前記ロボットの動作の時間を予め割り当てられたスケジュールに沿って前記ロボットの動作が調節して前記架空の被処理物の搬送を制御することを特徴とする真空処理装置の運転方法。

【請求項 7】

請求項 6 記載の真空処理装置の運転方法であって、

複数の前記被処理物の各々について前記カセットから取り出される前に当該カセットから前記処理容器に搬送されて処理された後に当該カセットに戻されるまでの搬送の動作の順序と時間とが割り当てられたスケジュールに沿って前記被処理物の搬送を調節することを特徴とする真空処理装置の運転方法。

10

20

30

40

50

【請求項 8】

請求項 6 または 7 に記載の真空処理装置の運転方法であって、
前記クリーニング工程が前記複数の被処理物各々の処理の後に実施されることを特徴とする真空処理装置の運転方法。

【請求項 9】

請求項 6 乃至 8 の何れか一項に記載の真空処理装置の運転方法であって、
1 つの前記カセットは、前記クリーニング工程において前記処理室内にクリーニング用被処理物を配置する際のクリーニング用被処理物が収納されるものであることを特徴とする真空処理装置の運転方法。

【請求項 10】

請求項 6 乃至 9 の何れか一項に記載の真空処理装置の運転方法であって、
前記架空の被処理物を用いて実施される前記クリーニング工程の後に前記処理室内から前記架空の被処理物を搬出する際の前記ロボットの動作の時間を予め割り当てられたスケジュールに沿って前記ロボットの動作を調節して前記前記架空の被処理物の搬送を制御することを特徴とする真空処理装置の運転方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、試料を真空容器内部に配置された処理室内で処理する真空処理装置およびその運転方法に関する。 20

【背景技術】**【0002】**

複数の真空容器が複数の真空搬送容器に連結され、真空搬送容器内のロボットアームにより試料を順次搬送する真空処理装置又はその運転方法の従来技術としては、特開 2014-195006 号公報（特許文献 1）に記載されたように、真空容器内部の処理室に半導体ウエハ等の基板上の試料を配置して当該試料を処理する真空処理容器が連結された真空搬送室が複数連結された真空処理装置のものが知られている。この特許文献 1 には、任意の一枚のウエハが F O U P（搬送容器）から搬出される前に搬送経路上に存在する搬送中のウエハの枚数が所定の値以下であるかを判定する枚数判定工程と、処理される予定の真空搬送容器内に存在するウエハの残り処理時間と搬送経路上に存在する搬送中のウエハの処理時間との合計が所定の値以下であるかを判定する残り処理時間判定工程と、枚数判定工程または残り処理時間判定工程の条件を満たさない場合には、搬送順に沿って任意の一枚のウエハより後のウエハについて枚数判定工程及び残り処理時間判定工程を実施し、最初にこれらの工程の条件を満たしたウエハを任意の一枚のウエハに替えて次に F O U P から搬出するウエハに改めて定める搬送スキップ工程を備えることで、スループット或いは試料の処理の効率を向上する技術が開示されている。 30

【0003】

さらに、別の従来技術としては、特開 2011-124496 号公報（特許文献 2）に記載されたように、処理モジュールが連結されている搬送機構部に複数の搬送ロボットが配され、複数の搬送ロボット間で被処理体の受け渡しが行われる線形ツールの真空処理装置のものが知られている。この特許文献 2 には、ウエハなどの被処理体を搬送するルートが複数ある場合、各々の搬送ルートにおけるスループットを比較し、最も高い搬送ルートを選択し、設定する技術が開示されている。 40

【先行技術文献】**【特許文献】****【0004】**

【特許文献 1】特開 2014-195006 号公報

【特許文献 2】特開 2011-124496 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】**

10

20

30

40

50

【0005】

上記の従来技術は、次の点について考慮が不十分であったため、問題が生じていた。

【0006】

すなわち、真空容器内の処理室での試料の処理が終了して試料が取り出された後に、当該処理室内にプラズマを形成して試料を利用しないクリーニングを行う場合に、次の処理対象の試料はこの処理室への搬入を待機しなければならない。この際、試料を真空搬送室内のロボットに保持した状態で待機すると、ロボットの動作が制限され、ほかの試料の搬送が妨げられてスループットが低下してしまう。一方、試料を真空搬送容器の外で、例えば、FOUP内に収納した状態で待機させ、クリーニング開始時に搬送を開始すると、クリーニング時間が対象の処理室までの搬送にかかる時間より短い場合、クリーニング終了から試料の処理を開始するまでの時間を要し、又、ほかの試料の搬送のスケジュールを遅らせるためスループットが低下してしまうという問題が有った。10

【0007】

上記従来技術はこのような点について考慮していなかった。本発明の目的は、試料を利用しないクリーニングを行う場合においても、スループットの低下を抑制して高い処理の効率を達成できる真空処理装置又はその運転方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】**【0008】**

上記目的は、内部に複数の被処理物を収納可能なカセットが載せられる複数のカセット台がその前面側に並べられて配置され内部の空間で前記被処理物が搬送される大気搬送容器と、前記大気搬送容器の背面側に連結されて配置されたロック室と、前記ロック室の後方で連結されて配置され各々の内部に前記被処理物をアーム上に載せて搬送するロボットが配置された複数の真空搬送容器と、各々の真空搬送容器に連結され内部の減圧された処理室内に搬送され配置された前記被処理物が当該処理室内に形成されたプラズマを用いて処理される複数の処理容器と、複数の前記真空処理容器同士の間でこれらを連結して配置され内部に前記被処理物を収納する空間を備えた少なくとも1つの中間室とを備え、前記カセットから取り出され前記ロック室に搬送された未処理の前記被処理物が予め定められた少なくとも1つの前記真空搬送室を通して前記処理容器の処理室に搬送されて前記処理が施された後当該処理室から搬出されて元の前記真空搬送室を通して前記ロック室から元の前記カセットに戻される真空処理装置であって。20

前記処理容器内の処理室において前記被処理物が処理後に当該処理室から搬出された後に内部にプラズマが形成されてクリーニングが実施されるものであって、

複数の前記被処理物がこれらが収納された前記カセットから前記予め定められた処理容器への搬入及び当該処理室から搬出され元の前記カセットに戻されるまでの搬送の動作を制御する制御装置を備え、前記制御装置が、前記被処理物が処理室内に配置されない状態で実施される前記クリーニングの前に前記処理室内に架空の被処理物を搬入する際の前記ロボットの動作の時間を予め割り当てられたスケジュールに沿って前記ロボットの動作を調節して前記架空の被処理物の搬送を制御することを特徴とする真空処理装置により達成される。30

【0009】

また、上記目的は、内部に複数の被処理物を収納可能なカセットが載せられる複数のカセット台がその前面側に並べられて配置され内部の空間で前記被処理物が搬送される大気搬送容器と、前記大気搬送容器の背面側に連結されて配置されたロック室と、前記ロック室の後方で連結されて配置され各々の内部に前記被処理物をアーム上に載せて搬送するロボットが配置された複数の真空搬送容器と、各々の真空搬送容器に連結され内部の減圧された処理室内に搬送され配置された前記被処理物が当該処理室内に形成されたプラズマを用いて処理される複数の処理容器と、複数の前記真空処理容器同士の間でこれらを連結して配置され内部に前記被処理物を収納する空間を備えた少なくとも1つの中間室とを備えた真空処理装置の運転方法であって、40

前記カセットから取り出され前記ロック室に搬送された未処理の前記被処理物が予め定

50

められた少なくとも 1 つの前記真空搬送室を通して前記処理容器の処理室に搬送されて前記処理が施された後当該処理室から搬出されて元の前記真空搬送室を通して前記ロック室から元の前記カセットに戻されるまでの前記被処理物の搬送の動作を制御して実施され、

前記処理容器内の処理室において前記被処理物が処理後に当該処理室から搬出された後に内部にプラズマを形成してクリーニングする工程が実施され、

前記被処理物が処理室内に配置されない状態で実施される前記クリーニング工程の前に前記処理室内に架空の被処理物を搬入する際の前記ロボットの動作の時間を予め割り当てられたスケジュールに沿って前記ロボットの動作が調節して前記架空の被処理物の搬送を制御することを特徴とする真空処理装置の運転方法により達成される。

【発明の効果】

10

【0010】

本発明によれば、試料を利用しないクリーニング後の次の試料の搬送待ち時間の増加を防ぐことができるため、スループットの低下を抑え、最適条件に近い搬送制御を継続して実施することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の実施例に係る真空処理装置の全体の構成の概略を示す上面図である。

【図2】同一処理室においてウエハ無しIn-situクリーニングを実施する際の従来技術によるウエハの搬送スケジュールと図1に示す真空処理装置の搬送スケジュールとを示す図である。

20

【図3】図1に示す真空処理装置の複数の真空処理室を用いた並列処理において、ウエハ無しIn-situクリーニングを実施する際に架空のウエハを搬送する場合のウエハ毎の搬送スケジュールのタイムチャートである。

【図4】図1に示す真空処理装置においてウエハを搬送するスケジュールを設定する動作の流れを示すフローチャートである。

【図5】図4に示す搬送のスケジュールにおいて搬送するウエハの種別を判別して選択する動作の流れを示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下に、本発明の実施形態について、図面を用いて説明する。

30

【実施例】

【0013】

以下に、図1から図5を用いて本発明の実施例を説明する。本実施例は、半導体デバイスを製造するために用いられる半導体ウエハなどの試料（被処理物）を真空容器内部の処理室内で処理を行う線形ツールの真空処理装置である。図1は本発明の実施例に係る真空処理装置の全体の構成の概略を示す上面図である。

【0014】

図1に示す本発明の実施例に係る真空処理装置101は、大気側装置構成102と真空側装置構成103とその動作を制御する制御部104で構成される。大気側装置構成102は、大気圧下において複数枚のウエハを収納可能なFOP（搬送容器、カセット）から、ウエハの搬出および搬入を実施する部分であり、真空側装置構成103は大気圧から所定の真空中度まで減圧された圧力下にてウエハの搬送を行い、真空処理室113、114、118、119の内部でウエハを処理する部分である。制御部104は、真空処理装置全体の状態の監視や、ウエハの搬送およびウエハの処理に伴う各ステーションの動作制御を行う部分である。

40

【0015】

大気側装置構成102は、複数枚のウエハを内部に収納可能なFOPが置かれるロードポート（カセット台）105、大気圧下でのウエハ搬送を行う大気側搬送ロボット107、長方形型の大気搬送容器106、ウエハの向き調節、中心位置検出を行うアライナー108およびウエハの一時的な待避用の場所である待避ステーション109を有して構成

50

される。

【0016】

大気側装置構成102は大気側搬送口ボット107により、FOUPから処理対象のウエハを搬出し、アライナー108を経由して、真空側装置構成103に接続しているロードロック室110への搬入を行う。また、真空側装置構成103からロードロック室110に搬送されてきたウエハを搬出し、FOUPへの収納を行う。ロードロック室110は所定の真空圧下までの減圧および大気圧下までの加圧を行なうことが可能で、大気側装置構成102からウエハを搬入した後に減圧を行い、真空側装置構成103と同じ真空状態にすることで真空側装置構成103へのウエハの搬入を行う。逆に、真空側装置構成103からウエハを搬入した後は、加圧を行い、ロードロック室110の内部を大気圧状態にすることで、大気側装置構成102への搬送を行うことができる。10

【0017】

真空側装置構成103は、真空容器内部でウエハの搬送を行う真空側搬送口ボット112、117や真空搬送室111、116と、複数の真空搬送室の間に設置される待機スペース115と、ウエハに対して施されるエッチングやアッシング、成膜等の処理を行う処理室を内部に有する真空処理室113、114、118、119を有して構成される。なお、これらを構成する真空容器の間には、ゲートバルブが配置され、相互に連結されており、ウエハの搬入および搬出時に開かれる。

【0018】

待機スペース115にはウエハを置くスペースが設けられており、隣接する真空搬送室111、116の各真空側搬送口ボット112、117がウエハの搬送を行うことが可能である。例えば、真空処理装置101の前方の真空側搬送口ボット112が待機スペース115にウエハを搬入し、動作終了後に真空処理装置101の後方の真空側搬送口ボット117がウエハの搬出を行うことで真空搬送室間でのウエハの受け渡しを行うことが可能となる。20

【0019】

制御部104は、真空処理装置101全体の状態の監視を行いながら、ウエハの搬送およびウエハの処理に伴う各ステーションの動作制御を行い、ウエハの搬送スケジュールの設定や、ウエハの搬送動作を指示する演算部120と各種情報を記憶する記憶部121を有して構成されている。本制御部において、演算部120は、ロードポート105に設置されたFOUPに収納されている複数枚のウエハを搬送する順番を選択して設定する搬送スケジュール処理部122や、決定した搬送順に従い、搬送処理を制御する、例えば、ウエハの搬送を行うロボットやゲートバルブなどの機器の動作を制御する搬送制御処理部123を有している。30

【0020】

また、記憶部121は、演算処理に必要な情報である、装置状態情報124、処理室情報125、搬送経路情報126、処理進捗情報127、ウエハ搬送順情報128および搬送制限枚数情報129を有している。さらに、制御部104はネットワーク130を介してホスト131と接続されており、ホスト131から必要に応じて処理命令や、状態監視を行うことが可能となっている。40

【0021】

演算部120に含まれる各処理部についての説明は以下の通りである。

【0022】

搬送スケジュール処理部122では、記憶部121に予め記憶されたソフトウェアに記載されたアルゴリズムに沿って記憶部121に記憶された装置状態情報124、処理室情報125、搬送経路情報126、処理進捗情報127を通信手段を介して入手し、これらの情報からウエハ搬送順情報128の算出を行う。算出されたウエハ搬送順は発信されて搬送制御処理部123で受信される。

【0023】

搬送制御処理部123は、記憶部121に記憶された、搬送スケジュール処理部122

50

で設定され情報であるウエハ搬送順情報 128 と、搬送制限枚数情報 129 に基づいて、真空処理装置 101 に対するウエハの搬送を行う指令信号を算出し、搬送ロボットによるウエハの搬入出や移動、ロードロック室の減圧や加圧、処理モジュールの処理やゲートバルブの開閉など、個々の動作の制御を行う。

【0024】

記憶部 121 に含まれる、各情報が有している情報は以下の通りである。装置状態情報 124 は、真空処理装置 101 の複数の部分の動作の状態や圧力値などの情報が含まれている。処理室情報 125 は、現在の真空処理室の処理室内部の状態、処理の状況を示すデータが格納されている。

【0025】

これらの上記における情報は、真空処理装置 101 あるいは真空処理室 113、114、118、119、真空搬送室 111、116 内部の真空側搬送ロボット 112、117 の運転の進行に伴い変化するものであり、所定の時間間隔で周期的に更新され、最新のデータとともに過去のデータを含んでおり、これらが区別されて装置状態情報 124 または処理室情報 125 として記憶される。搬送経路情報 126 には、ウエハが移動する各場所(ステーション)における、ウエハの搬送経路、順番といったシーケンス情報が含まれている。

【0026】

処理進捗情報 127 は、真空処理装置 101 で処理が進行しているウエハの特定のまとまりであるロットに対して、当該ロットでの処理の進捗状況を示すデータが格納されている。例として F O U P にはウエハが複数枚、例えば 25 枚収納されており、所定の時間の間隔で情報を取得している場合、任意の時刻の時に、予め与えられたウエハの処理順序の何枚目のウエハが F O U P から搬出され、処理されているか、また、対応するウエハの処理指示情報(シーケンスレシピ)におけるどのシーケンスを実行中であるかを示す情報が格納されている。

【0027】

ウエハ搬送順情報 128 は、F O U P 内に収納された複数枚のウエハ各々について搬送の順番を示す情報が格納されている。この情報は各ウエハの搬送順を示す番号、各ウエハが収納されている F O U P 内のスロットを示す番号、そして、各ウエハが処理される真空処理室 113、114、118、119 について、番号として格納されている。

【0028】

搬送制限枚数情報 129 は、ロット実行中の真空処理装置 101 において真空処理室で処理中であるウエハと搬送中のウエハの枚数が一定数以下になるように制限するための情報である。これは、同時に多数のウエハが搬送中になることによって、真空処理装置内におけるステーション内にウエハが詰まってしまい、ある一定の時間ウエハの搬送が行えない状態を避けるための情報である。

【0029】

本実施例では、搬送制限枚数情報 129 を用いて F O U P から未搬出のウエハについて、その搬出の可否を判定する。なお、ウエハ無しのクリーニング処理がある時、真空処理装置内におけるステーション内にウエハが詰まっていると、クリーニングを実施する対象の真空処理室内にウエハが存在しない空き状態をつくる必要性から、デッドロック状態になってしまうケースが発生するため、ウエハ無しクリーニング用の搬送制限枚数の条件を備えており、その条件に基づいて F O U P から未搬出のウエハについて、搬出の可否の判定を行っている。

【0030】

真空処理装置 101 の構成は図 1 に示されるものに限られるものではなく、ロードポート 105 は 5 つより少なくても多くてもよい。また真空側装置構成 103 において、4 つの真空処理室 113、114、118、119 を有する真空処理装置 101 に限定されるものではなく、4 つより少なくても多くてもよい。

【0031】

10

20

30

40

50

さらに、真空搬送室 111、116 に真空処理室が 2 つ接続する装置に限定されるものではなく、2つより少なくとも、多くてもよい。なお、本実施例では、ウエハに対して施されるエッティングやアッキング、成膜等の処理を行う処理室を内部に有する真空処理室 113、114、118、119 各々を便宜的に、PU1、PU2、PU3、PU4 と呼ぶ。

【0032】

ここで、真空処理装置 101 における搬送動作の一連の流れについて以下に説明する。

【0033】

搬送経路情報 126 はシーケンスレシピとして、処理対象のウエハ毎に使用者により、処理前に予め設定され制御部 104 における記憶部 121 に登録される情報である。この搬送経路情報 126 は、任意のウエハが収納された F O U P から搬出されて何れかの真空処理室 PU1、PU2、PU3、PU4 に搬送されて処理された後、再度搬送されて元の F O U P 内の位置に戻されるまでに経由するステーションとその順番を含む経路、目標の真空処理室内部での処理の情報を含んで構成される。仮に、処理対象の真空処理室が PU3 で、処理対象に対して一枚のウエハに対する真空処理装置 101 の一連の搬送の動作について、以下、図 1 を用いて順番に列挙して説明を行う。10

【0034】

まず、ロードポート 105 に設置された複数枚のウエハを収納することが可能な任意の F O U P からウエハが大気側搬送口ボット 107 により搬出される。次に、大気側搬送口ボット 107 により搬出されたウエハは、アライナー 108 へ搬入され、ウエハのアライメントが実施される。20

【0035】

アライメントが終了したウエハは、大気側搬送口ボット 107 により搬出される。ロードロック室 110 の内部が大気圧状態まで加圧された後、大気搬送容器 106 とロードロック室 110 との間を連通するゲートを開塞しているゲートバルブが開放され、大気側搬送口ボット 107 がアライメントが終了して搬出された前記ウエハをロードロック室 110 内部に搬入する。その後、ゲートバルブが閉塞され内部が気密に封止される。

【0036】

密閉されたロードロック室 110 内部が排気されて圧力が大気圧状態から所定の真空度まで減圧された後、ロードロック室 110 と真空搬送室 111 とを連結するゲートを開塞しているゲートバルブが開放され、真空側搬送口ボット 112 がロードロック室 110 に進入して内部に配置されたウエハを搬出する。その後、当該ゲートバルブが気密に閉塞される。30

【0037】

真空側搬送口ボット 112 はウエハを保持した状態で旋回した後、アームを伸長させて待機スペース 115 内にウエハを搬入する。その後、後方の真空搬送室 116 内に配置された真空側搬送口ボット 117 が待機スペース 115 に搬入された当該ウエハを搬出する。

【0038】

真空側搬送口ボット 117 は待機スペース 115 から搬出したウエハをそのアーム先端の保持部上に保持した状態で旋回して PU3 にアーム先端部を正対させて停止した後、PU3 と真空搬送室 116 との間を連結するゲートを開閉するゲートバルブが開放され、真空側搬送口ボット 117 のアームが伸長して PU3 内にウエハを搬入する。ウエハが PU3 内の試料台にウエハを受け渡した後アームが収縮されて PU3 内から退出し、ゲートバルブが閉塞されて PU3 内が気密に封止される。40

【0039】

この後、PU3 内部にて、ウエハに対する処理が行われる。PU3 内部での処理終了後、PU3 と真空搬送室 116 との間のゲートバルブが開放され、真空側搬送口ボット 117 がアームを伸長させて PU3 内に先端部を進入させ処理済みのウエハを真空搬送室 116 内に搬出する。その後、PU3 と真空搬送室 116 との間に配置されたゲートバルブが50

閉じられる。

【0040】

次に、処理済みウエハをPU3内部から搬出した真空側搬送口ボット117は当該ウエハをアーム先端部に保持したまま旋回した後、待機スペース115にアームを伸長させてウエハを当該待機スペース115内部に搬入し、内部の保持ステーションに載せた後、アームを収縮させて退出する。その後、前方の真空搬送室111内に配置された真空側搬送口ボット112が、そのアームを伸長させて待機スペース115に進入させ内部からウエハを搬出する。

【0041】

真空側搬送口ボット112は処理済みのウエハを保持した状態で旋回した後、ロードロック室110と真空搬送室111との間を連結するゲートを開塞したゲートバルブが開放されて、アームを伸長させウエハをロードロック室110に搬入して内側の保持ステーションに載せたのちアームを収縮させて退出する。その後、前記ゲートバルブが閉塞されてロードロック室110内部が気密に封止される。

10

【0042】

密封されたロードロック室110内部が大気圧またはこれと見做せる程度に近似した圧力の値まで加圧された後、大気搬送容器106とロードロック室110との間を連結するゲートを閉塞しているゲートバルブが開放され、大気側搬送口ボット107がアームを伸長させてロードロック室110内部から大気搬送容器106内の搬送用の空間にウエハを搬出する。その後、ゲートバルブが閉塞される。

20

【0043】

大気側搬送口ボット107は処理済みのウエハを元のFOUPの元のスロットに搬送して収納する。

【0044】

ここで説明した一連の搬送動作において、対象の真空処理室がPU4の場合、真空側搬送口ボット117が搬入する真空処理室がPU4に変わるだけで、その他の一連の搬送動作は上記と同様である。また、対象の真空処理室がPU1またはPU2の場合は、真空側搬送口ボット112に搬送された時点で、対象の真空処理室PU1またはPU2への搬送を行う搬送動作となり、搬送動作の流れについて大きな変化はない。また、上記搬送動作は一枚のウエハに対するものであるが、本真空処理装置101は、複数のウエハを同時に扱うことができるものである。複数のウエハそれぞれに対して上記搬送動作を行う。又、複数のFOUPを対象に上記搬送動作を行うことも可能である。

30

【0045】

次に図2を用いて、従来のウエハ無しIn-situクリーニングを実施する場合のウエハの搬送動作における問題点および、本発明の提案手法である架空のウエハの搬送についてと、その効果を説明する。図2は、同一処理室においてウエハ無しIn-situクリーニングを実施する際の従来技術によるウエハの搬送スケジュール201と図1に示す実施例に係る真空処理装置の搬送スケジュール204とを示す図である。以下、架空のウエハを搬送しない従来技術の場合の搬送スケジュールのタイムチャートを用いて、従来技術によりウエハを搬送する場合に生じる問題点を説明する。

40

【0046】

ウエハ無しIn-situクリーニングを実施する場合に架空のウエハを搬送しない従来手法201の搬送スケジュールにおける、ウエハ202がFOUPから搬出され、FOUPに収納されるまでの搬送経路の一連の流れは、次の通りである。

【0047】

FOUPから大気側搬送口ボット208、アライナー209、大気側搬送口ボット208、ロードロック室210、真空処理装置前方の真空側搬送口ボット211、待機スペース212、真空処理装置後方の真空側搬送口ボット213、対象の真空処理室214(PU3)、真空処理装置後方の真空側搬送口ボット213、待機スペース212、真空処理装置前方の真空側搬送口ボット211、ロードロック室210、大気側搬送口ボット20

50

8、FOUPの順でウエハの搬送が行われる。また、ウエハが対象の真空処理室214(PU3)に搬入されると、真空処理室内部のウエハに対する処理215が行われ、対象の真空処理室214(PU3)からウエハが搬出されると、ウエハ無しIn-situクリーニング処理216が実施される。

【0048】

ウエハ無しIn-situクリーニング処理216は、真空処理室内のウエハを搬出後、対象の真空処理室内にウエハが存在しない状態になるとクリーニングを開始する。クリーニング終了後に処理を行う次のウエハのFOUPからの搬出タイミングにより、クリーニング終了まで、対象の真空処理室に隣接する真空側ロボット上でウエハが待機する状態となってしまい、ウエハの経路を塞ぐことにより、ある一定の時間ウエハの搬送を行うことができない状態となってしまう可能性がある。この状態を避けるため、ウエハ無しIn-situクリーニングが有る場合、搬送制限枚数情報129を用いて、ウエハ無しクリーニングがある場合の搬送制限枚数の条件に基づいて、次のウエハをFOUPから搬出するタイミングを制御している。10

【0049】

図2のようにウエハ無しIn-situクリーニング処理216が目的地である真空処理室までの搬送にかかる時間より短い時間の場合、クリーニング終了後の次のウエハ203の搬出が搬送制限枚数情報129によりFOUP内部で待たされてしまう。このため、対象の真空処理室はウエハ無しIn-situクリーニング処理216が終了したにも関わらず、次の製品処理用のウエハの搬送を待つことになり、何も処理を行っていない待ち時間である搬送待ち時間217が長くなってしまうという問題が生じる。このことは、真空処理装置の利用効率を低下させることになり、結果として真空処理装置の利用効率が最も高い最適条件に近いウエハの搬送を継続的に行うことができないという問題が生じてしまう。20

【0050】

また、逆にウエハ無しIn-situクリーニング処理216が目的地までの搬送にかかる時間よりも長い場合においても、次の製品処理用のウエハが先に待機スペースなどに到着し、ウエハ無しIn-situクリーニング処理216が終了するまで次のウエハが同一場所に待機している状態となり、他のウエハの搬送経路を妨げ、真空処理装置の利用効率が低下てしまい、真空処理装置の利用効率が最も高い最適条件に近いウエハの搬送を継続的に行うことができない場合がある。30

【0051】

従来のスケジューリング方式では、ウエハ無しIn-situクリーニングを実施する場合、搬送するウエハがないため、スケジューリングを行わず、搬送制限枚数情報129に基づいて、クリーニング後の次のウエハを搬出の可否を判定していた。しかし、上記のような問題があるため、本実施例では、ウエハ無しIn-situクリーニングを実施する場合、架空のウエハを搬送すると仮定してウエハの搬送スケジューリングを行う。

【0052】

本実施例において、架空のウエハを搬送する搬送スケジュール204を説明する。以下では、搬送先の真空処理室がPU3である架空のウエハ206の搬送の流れを説明する。本例における搬送スケジュールの算出およびこれに沿った真空処理装置101を構成する各部分やユニットの動作は、制御部104からの指令信号を受けてこれにより調節されつつ実施される。40

【0053】

架空のウエハの搬送経路は、大気側搬送ロボット208から、アライナー209、大気側真空ロボット208、ロードロック室210、真空処理装置前方の真空側搬送ロボット211、待機スペース212、真空処理装置後方の真空側搬送ロボット213、対象の真空処理室214(PU3)となる。なお、架空のウエハが対象の処理室まで到着し、真空処理室内部のウエハに対する処理215が終了したウエハ205と交換を行い、真空処理室内部に架空のウエハ206が搬入された、つまり真空処理室内部にウエハが存在しない50

状態になるとウエハ無しIn-situクリーニング処理218を開始する。

【0054】

本実施例において、架空のウエハを搬送する場合、実在するウエハを目的地まで搬送するときと同一の経路を用いて、ウエハを搬送すると仮定する。対象の真空処理室内部の処理終了後にウエハ無しのクリーニング処理が設定されている場合、次に搬送するウエハを架空のウエハに設定する。

【0055】

但し、架空のウエハを搬送する大気側搬送口ボットおよび各真空側搬送口ボットに対して、実在するウエハと同様の動作制御は行わないこととし、ウエハの搬送スケジュールを設定する際の各ステーション間の搬送にかかる搬送時間は最短の時刻で設定することとする。なお、架空のウエハの搬送の後に、従来の搬送スケジューリング処理に従い、次の製品処理用のウエハが搬送される。10

【0056】

また、本実施例では各々の架空のウエハの搬送スケジュールはFOUPから対象の処理室までの経路のみで、ウエハ無しIn-situクリーニング処理218終了後からFOUPに収納するまでの搬送経路は含めないこととする。しかし、ウエハ無しIn-situクリーニング処理218終了後からFOUPに収納するまでの搬送経路のスケジュールを実施してもよい。

【0057】

次に、架空のウエハの搬送有無による効果について説明する。本発明であるウエハ無しIn-situクリーニングがある場合に架空のウエハを搬送する提案手法204の場合、搬送制限枚数情報129はウエハ有りのクリーニングを実施する際と同様の条件に基づいて架空のウエハ206および、ウエハ207の搬出可否を判定するため、ウエハ無しIn-situクリーニング終了後の次のウエハ207の搬出をFOUP内で待つ時間が減少する。20

【0058】

ウエハ無しIn-situクリーニング処理218が終了してから、次のウエハ207の真空処理室内部のウエハに対する処理215を開始するまでの搬送待ち時間219は、ウエハ無しIn-situクリーニングを実施する場合における架空のウエハを搬送しない従来手法201の場合のクリーニング終了後の次のウエハの搬送待ち時間217に比べ、短縮されている。つまり、搬送待ち時間が短縮されるため、架空のウエハの搬送により、ウエハ無しのクリーニング処理がある場合における処理効率の低下を抑えることが可能となる。30

【0059】

次に図3を用いて、複数の真空処理室を用いた並列処理において、ウエハ無しIn-situクリーニングを実施する際に架空のウエハを搬送する場合のウエハ毎の搬送スケジュールおよび各真空処理室内部の処理におけるタイムチャートについて説明する。図3は、図1に示す真空処理装置の複数の真空処理室を用いた並列処理において、ウエハ無しIn-situクリーニングを実施する際に架空のウエハを搬送する場合のウエハ毎の搬送スケジュールのタイムチャートである。40

【0060】

なお、4つの真空処理室PU1、PU2、PU3、PU4を用いて並行処理を行う場合の搬送スケジュールであり、真空処理室内部でのウエハに対する処理322およびウエハ無しIn-situクリーニング処理323の条件は全PU共通であるとする。また、ウエハ1枚毎の処理に対してウエハ無しIn-situクリーニングを行うものとし、複数枚のウエハに対して連続的に処理を実施していることとする。ウエハの搬送動作については、搬送口ボットが順次ウエハの搬入、搬出を行う交換動作にて、ウエハの搬送を行うことを前提とする。

【0061】

本実施例では、ウエハの搬送順はPU3、PU1、PU4、PU2となり、搬送先がP50

U 3 の場合における、FOUP から搬出し、FOUP への収納に至るまでのウエハ 301、309 の搬送経路の一連の流れは、前記図 2 におけるウエハ 202 と同様である。また、搬送対象の真空処理室が PU4 であるウエハ 305、313 の搬送経路の一連の流れにおいても、前記図 2 におけるウエハ 202 と同様の流れである。

【0062】

搬送先が真空処理室 PU1 の場合のウエハを FOUP から搬出し、FOUP への収納に至るまでのウエハ 303、311 の搬送経路の一連の流れを以下に示す。FOUP から、大気側搬送口ボット 317、アライナー 318、大気側搬送口ボット 317、ロードロック室 319、真空処理装置前方の真空側搬送口ボット 320、対象の真空処理室 321 (PU1)、真空処理装置前方の真空側搬送口ボット 320、ロードロック室 319、大気側搬送口ボット 317、FOUP の順でウエハが搬送される。搬送対象の真空処理室が PU2 であるウエハ 307、315 の場合も上記と同様の流れとなる。10

【0063】

搬送先が PU3 である架空のウエハ 302、310 の搬送経路の一連の流れは図 2 における架空のウエハ 206 と同様である。また、搬送先が PU4 である架空のウエハ 306、314 の搬送経路の一連の流れにおいても、図 2 におけるウエハ 206 と同様である。

【0064】

搬送先が PU1 の場合の架空のウエハ 304、312 の搬送経路は、大気側搬送口ボット 317 から、アライナー 318、大気側搬送口ボット 317、ロードロック室 319、真空処理装置前方の真空側搬送口ボット 320、対象の真空処理室 321 (PU1) となる。対象の真空処理室が PU2 の場合の架空のウエハ 308、316 の搬送経路についても、上記と同様の流れとなる。20

【0065】

図 3 のような、複数の真空処理室を用いて並列処理を行う場合において、ウエハ無し $I_{n-s}it_u$ クリーニングを実施する際に架空のウエハを搬送することにより、架空のウエハを含めた全てのウエハにおいて、FOUP からの搬出可否の判定を行う搬送制限枚数情報 129 は同条件となる。このため、ウエハ無しのクリーニングがある場合においても、スループットの低下を防ぎ、処理効率の高い、最適条件に近い搬送制御を継続的に実現することが可能となる。

【0066】

次に、図 4 を用いて、ウエハの搬送のスケジュールを設定する動作の流れについて説明する。図 4 は、図 1 に示す真空処理装置においてウエハを搬送するスケジュールを設定する動作の流れを示すフローチャートである。30

【0067】

ステップ S401 でウエハの製品処理を行う為に必要な経路についての情報である JOB 情報および、真空処理室内部での処理の情報であるレシピ情報を取得した後、ステップ S402 では取得した JOB 数分、以下のステップについての処理を繰り返し実施する。

【0068】

ステップ S403 ですべてのレシピ情報について受信しているか判定を行い、問題がなければステップ S404 にて、現在の真空装置の各ステーションの状態から、搬送可能な装置状態であるかを確認する。その後、ステップ S405 にて、設定した搬送経路が搬送可能かの確認を行い、実行する JOB を設定する。40

【0069】

繰り返しステップである S402 が終了し、実行する JOB が設定されると、ステップ S406 に移行して、JOB 情報およびレシピ情報から、各真空処理室に搬送するウエハの枚数の比率の計算および比率の設定を行う。その後、ステップ S407 に移行して、搬送するウエハ種別を決定する処理を実施し、その後ステップ S408 において、ウエハの搬送を開始する。

【0070】

次に、図 5 を用いて、図 4 のステップ S407 の搬送するウエハ種別を選択し設定する50

処理において、製品用のウエハ、クリーニング用のダミーウエハ、架空のウエハのいずれかに設定する処理の流れを説明する。図5は、図4に示す搬送のスケジュールにおいて搬送するウエハの種別を判別して選択する動作の流れを示すフローチャートである。なお、ダミーウエハは、1つのFOUP(カセット)内に収納することができる。

【0071】

まず、ステップS501にて、真空処理室にウエハを搬送可能な状態かチェックする。ステップS502では、真空処理室にウエハを搬送する経路が存在するかをチェックする。その後、ステップS503にて、搬送されるウエハは製品ウエハかどうか確認する。

【0072】

本ステップにおいて、製品ウエハである場合は、ステップS504に移行して、搬送するウエハに対して、経路情報や真空処理室内で実行するレシピの情報をセットする。次に、ステップS505にて、搬送される製品ウエハの次にIn-situクリーニングが設定されているかを確認する。

【0073】

In-situクリーニングが有る場合には、ステップS506に移行して、In-situクリーニングの指示を設定し、さらにステップS507において、搬送される製品ウエハの次にIn-situクリーニングを行うウエハの搬送経路のスケジューリングを行う。その後、ステップS508において、今回搬送するウエハ種別を製品ウエハに設定する。

【0074】

一方、ステップS505にて搬送される製品ウエハの次にIn-situクリーニングが無い場合は、ステップS508において今回搬送するウエハ種別を製品ウエハに設定する。

【0075】

また、ステップS503において搬送されるウエハが製品ウエハで無い場合は、In-situクリーニングを実施するものと判断し、ステップS509においてIn-situクリーニング用のウエハを搬送するものと判定し、次にステップS510においてウエハ有りのクリーニングか否かを確認する。本ステップにおいてウエハ有りのクリーニングであると判定された場合には、ステップS511に移行して搬送するウエハの種別をIn-situクリーニング用のダミーウエハに設定する。ステップS510にてウエハ無しのクリーニングと検出された場合には、ステップS512に移行して、搬送するウエハ種別を架空のウエハに設定する。

【0076】

搬送するウエハの種別が選択され設定された後、ステップS513に移行して、搬送する全ウエハの種別判定が終了している場合には、処理を終了し、ウエハ種別判定が残っている場合には、次のウエハについて確認を行うため、ステップS501の処理へ戻る。

【0077】

上記のステップにて、搬送するウエハの種類を、製品用のウエハ、クリーニング用のダミーウエハ、架空のウエハのいずれかを判別し、ウエハの搬送を行っている。

【0078】

なお、クリーニングには、In-situクリーニングの他に、ロット処理前に実施するクリーニングや、ロット処理後に実施するクリーニングもあり、ロット処理前あるいはロット処理後のクリーニングに対しても、ウエハ有り或いはウエハ無しのクリーニング処理がある。本実施例にて取り上げた、ウエハ無しIn-situクリーニング時に限らず、ロット処理前あるいはロット処理後のウエハ無しクリーニング処理の場合においても、架空のウエハの搬送を実施してもよい。

【0079】

本発明の実施例によれば、ウエハ無しIn-situクリーニング後の次の製品処理用のウエハの搬送待ち時間の増加を防ぐことができ、処理効率の高い、最適条件に近い搬送制御を継続して実施することが可能なため、ウエハ無しIn-situクリーニングがあ

10

20

30

40

50

る場合においても、処理効率の低下を抑制することができる。

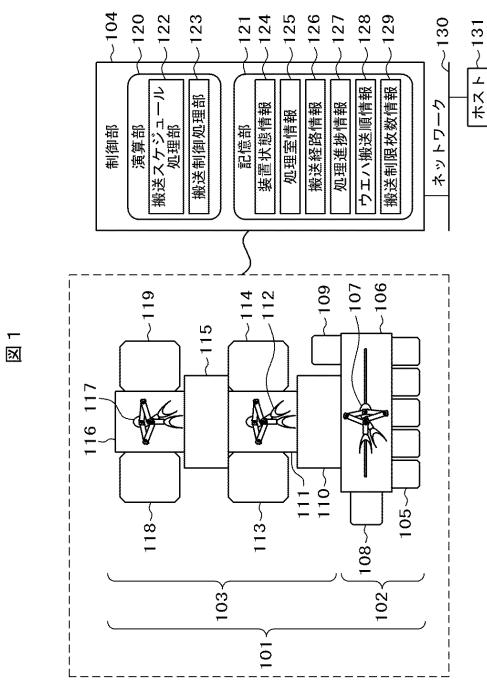
【符号の説明】

【 0 0 8 0 】

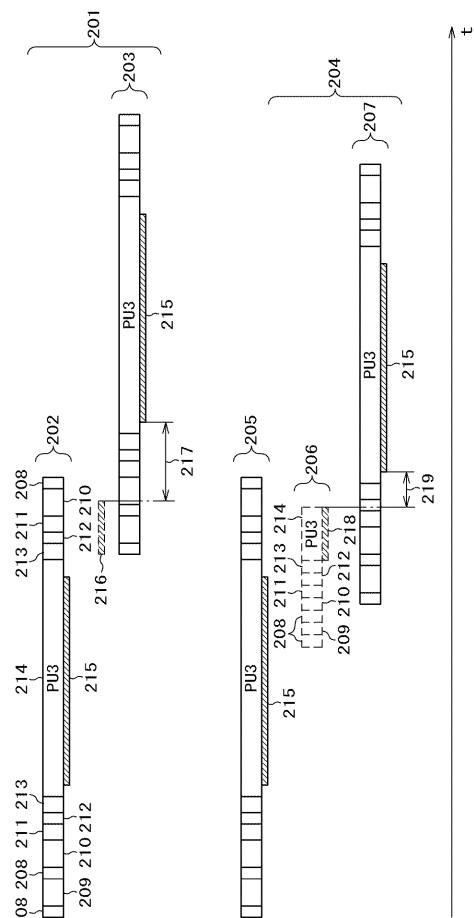
101...真空処理装置、102...大気側装置構成、103...真空側装置構成、104...制御部、105...ロードポート、106...大気搬送容器、107, 208, 317...大気側搬送口ボット、108, 209, 318...アライナー、109...待避ステーション、110, 210, 319...ロードロック室、111, 116...真空搬送室、112, 117, 211, 213, 320...真空側搬送口ボット、113, 114, 118, 119...真空処理室、115, 212...待機スペース、120...演算部、121...記憶部、122...搬送スケジュール処理部、123...搬送制御処理部、124...装置状態情報、125...処理室情報、126...搬送経路情報、127...処理進捗情報、128...ウエハ搬送順情報、129...搬送制限枚数情報、130...ネットワーク、131...ホスト、215, 322...真空処理室内部のウエハに対する処理、216, 218, 323...ウエハ無しIn-situクリーニング処理、217, 219...搬送待ち時間。

10

(1)

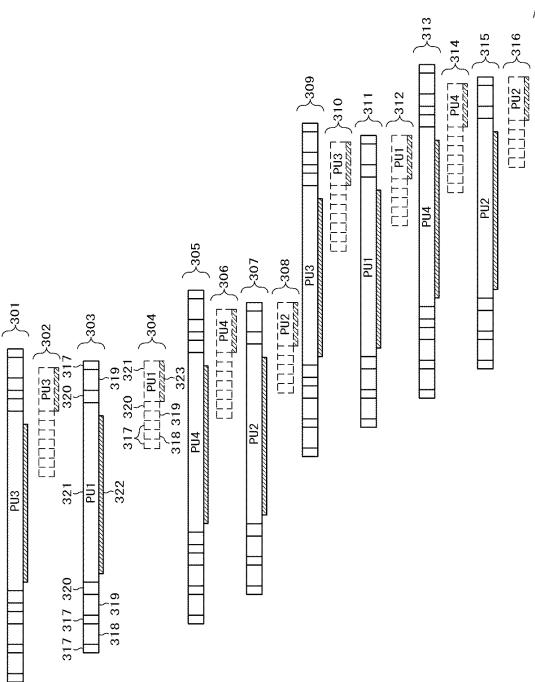


(2)



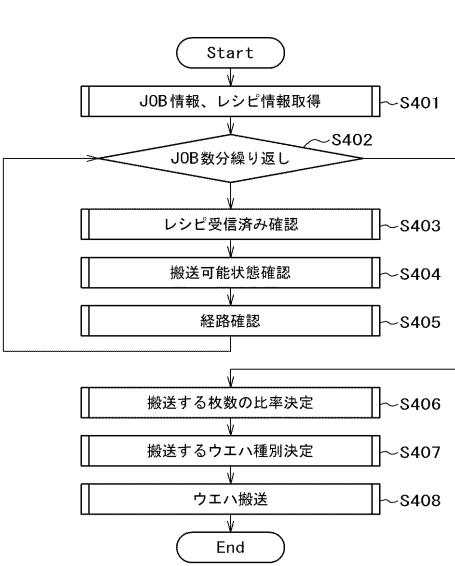
【図3】

図3



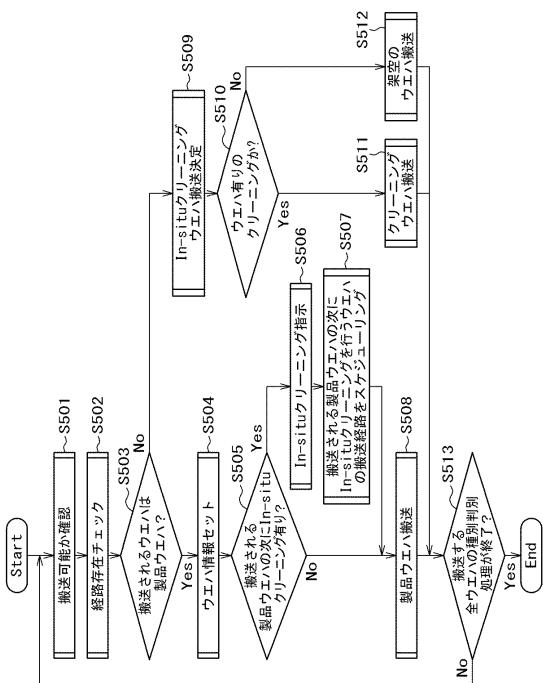
【図4】

図4



【図5】

図5



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

H 0 1 L 21/02

Z

審査官 山口 大志

(56)参考文献 特開2013-143413(JP,A)

特開2013-143513(JP,A)

特開2009-206345(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 1 L 2 1 / 6 7 7

B 6 5 G 4 9 / 0 0

B 6 5 G 4 9 / 0 7

H 0 1 L 2 1 / 0 2

H 0 1 L 2 1 / 3 0 6 5