

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4925650号
(P4925650)

(45) 発行日 平成24年5月9日(2012.5.9)

(24) 登録日 平成24年2月17日(2012.2.17)

(51) Int. Cl. F I
 HO 1 L 21/677 (2006.01) HO 1 L 21/68 A
 HO 1 L 21/02 (2006.01) HO 1 L 21/02 Z

請求項の数 15 (全 28 頁)

(21) 出願番号	特願2005-342433 (P2005-342433)	(73) 特許権者	000219967
(22) 出願日	平成17年11月28日(2005.11.28)		東京エレクトロン株式会社
(65) 公開番号	特開2007-149973 (P2007-149973A)		東京都港区赤坂五丁目3番1号
(43) 公開日	平成19年6月14日(2007.6.14)	(74) 代理人	100086564
審査請求日	平成20年9月26日(2008.9.26)		弁理士 佐々木 聖孝
		(72) 発明者	池田 岳
			東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター 東京エレクトロン株式会社内
		(72) 発明者	長田 圭司
			東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター 東京エレクトロン株式会社内
		(72) 発明者	鷹野 国夫
			東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター 東京エレクトロン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 基板処理装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の搬送機構の周囲に第1群のプロセス・モジュールと未処理の被処理体を導入し全処理済の被処理体を払い出すためのインタフェース・モジュールとを配置し、第2の搬送機構の周囲に第2群のプロセス・モジュールを配置し、前記第1の搬送機構と前記第2の搬送機構との間に被処理体を一時的に留め置くための中継部を配置し、前記第1および第2の搬送機構により、前記第1群および第2群のプロセス・モジュールに所定の工程順にシリアルに搬送し、各々のプロセス・モジュールに対しては当該プロセス・モジュールで処理の済んだ被処理体を搬出するのと入れ替わりに当該プロセス・モジュールで次に処理を受けるべき後続の別の被処理体を搬入する基板処理装置であって、

10

前記インタフェース・モジュールから前記第1群のプロセス・モジュールを経由して前記中継部に至るまでの搬送経路上に被処理体が存在するか否かを監視し、前記第2の搬送機構より前記中継部に第1の被処理体が渡された時に前記搬送経路上に少なくとも1つの被処理体が存在することを確認したときは、前記第1の被処理体を、前記第1の搬送機構が前記第1群のプロセス・モジュールで1つまたは一連の処理を終えて前記第2群のプロセス・モジュールへ向う第2の被処理体と入れ替えるまで、前記中継部で待たせておく基板処理装置。

【請求項2】

前記インタフェース・モジュールから前記第1群のプロセス・モジュールを経由して前記中継部に至るまでの搬送経路上に被処理体が存在するか否かを監視し、前記第2の搬送

20

機構より前記中継部に前記第 1 の被処理体が渡された時に前記搬送経路上に被処理体が 1 つも無いことを確認したときは、前記第 1 の搬送機構が前記中継部から前記第 1 の被処理体を実質的に待たせずに引き取る、請求項 1 に記載の基板処理装置。

【請求項 3】

前記第 1 の搬送機構が、前記第 1 群のプロセス・モジュールに出入り可能な 2 つの搬送アームを有し、各プロセス・モジュールに対する 1 回のアクセスにおいて一方の搬送アームで前記処理の済んだ被処理体を搬出してそれと入れ替わりに他方の搬送アームで前記後続の別の被処理体を搬入する、請求項 1 または請求項 2 に記載の基板処理装置。

【請求項 4】

前記第 1 の搬送機構が、前記中継部に対する 1 回のアクセスにおいて一方の搬送アームで前記第 1 の被処理体を前記中継部から引き取ってそれと入れ替わりに他方の搬送アームで前記第 2 の被処理体を前記中継部に渡す、請求項 3 に記載の基板処理装置。

10

【請求項 5】

前記第 1 の搬送機構が、前記インタフェース・モジュールに対する 1 回のアクセスにおいて一方の搬送アームで前記未処理の被処理体を前記インタフェース・モジュールから取り出してそれと入れ替わりに他方の搬送アームで前記全処理済の被処理体を前記インタフェース・モジュールに入れる、請求項 3 または請求項 4 に記載の基板処理装置。

【請求項 6】

前記第 1 の搬送機構が、前記中継部より引き取った前記第 1 の被処理体を前記インタフェース・モジュールへ直接搬送する、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項記載の基板処理装置。

20

【請求項 7】

第 1 の搬送機構の周囲に第 1 群のプロセス・モジュールと未処理の被処理体を導入し全処理済の被処理体を払い出すためのインタフェース・モジュールとを配置し、第 2 の搬送機構の周囲に第 2 群のプロセス・モジュールを配置し、前記第 1 の搬送機構と前記第 2 の搬送機構との間に被処理体を一時的に留め置くための中継部を配置し、前記第 1 および第 2 の搬送機構により、前記第 1 群および第 2 群のプロセス・モジュールに所定の工程順にシリアルに搬送し、各々のプロセス・モジュールに対しては当該プロセス・モジュールで処理の済んだ被処理体を搬出するのと入れ替わりに当該プロセス・モジュールで次に処理を受けるべき後続の別の被処理体を搬入する基板処理装置であって、

前記中継部から前記第 2 群のプロセス・モジュールを経由して前記中継部に戻るまでの搬送経路上に被処理体が存在するか否かを監視し、前記第 1 の搬送機構より前記中継部に第 1 の被処理体が渡された時に前記搬送経路上に少なくとも 1 つの被処理体が存在することを確認したときは、前記第 1 の被処理体を、前記第 2 の搬送機構が前記第 2 群のプロセス・モジュールで 1 つまたは一連の処理を終えて前記第 1 群のプロセス・モジュールまたは前記インタフェース・モジュールへ向う第 2 の被処理体と入れ替えるまで、前記中継部で待たせておく基板処理装置。

30

【請求項 8】

前記中継部から前記第 2 群のプロセス・モジュールを経由して前記中継部に戻るまでの搬送経路上に被処理体が存在するか否かを監視し、前記第 1 の被処理体が前記中継部に渡された時に前記搬送経路上に被処理体が 1 つも無いことを確認したときは、前記第 2 の搬送機構が前記中継部から前記第 1 の被処理体を実質的に待たせずに引き取る請求項 7 に記載の基板処理装置。

40

【請求項 9】

前記第 2 の搬送機構が、前記第 1 群のプロセス・モジュールに出入り可能な 2 つの搬送アームを有し、各プロセス・モジュールに対する 1 回のアクセスにおいて一方の搬送アームで前記処理の済んだ被処理体を搬出してそれと入れ替わりに他方の搬送アームで前記後続の別の被処理体を搬入する、請求項 7 または請求項 8 に記載の基板処理装置。

【請求項 10】

前記第 2 の搬送機構が、前記中継部に対する 1 回のアクセスにおいて一方の搬送アームで前記第 1 の被処理体を前記中継部から引き取ってそれと入れ替わりに他方の搬送アーム

50

で前記第 2 の被処理体を前記中継部に渡す、請求項 9 に記載の基板処理装置。

【請求項 1 1】

前記第 1 および第 2 の搬送機構がそれぞれ第 1 および第 2 の真空搬送室内に設けられ、前記中継部が前記第 1 の真空搬送室と前記第 2 の真空搬送室との連結部付近に配置され、

前記第 1 群のプロセス・モジュールの各々が前記第 1 の真空搬送室にゲートバルブを介して連結される真空処理室を有し、

前記第 2 群のプロセス・モジュールの各々が前記第 2 の真空搬送室にゲートバルブを介して連結される真空処理室を有し、

前記インタフェース・モジュールが、前記第 1 の真空搬送室にゲートバルブを介して連結され、かつ大気空間と減圧空間との間で転送される被処理体を一時的に留め置くために室内を選択的に大気圧状態または減圧状態に切換可能に構成されたロードロック室を有し、

前記第 1 の搬送機構が、被処理体の搬送のために減圧下の前記第 1 の真空搬送室内を移動して前記第 1 群のプロセス・モジュールの真空処理室、前記中継部および前記ロードロック室にアクセスし、

前記第 2 の搬送機構が、被処理体の搬送のために減圧下の前記第 2 の真空搬送室内を移動して前記第 2 群のプロセス・モジュールの真空処理室および前記中継部にアクセスする、

請求項 1 ~ 1 0 のいずれか一項に記載の基板処理装置。

【請求項 1 2】

前記第 1 の真空搬送室と前記第 2 の真空搬送室とがゲートバルブを介して相互に連結される、請求項 1 1 に記載の基板処理装置。

【請求項 1 3】

前記インタフェース・モジュールのロードロック室が一对備えられ、一方のロードロック室が奇数番目の被処理体の大気圧空間から減圧空間への導入および減圧空間から大気圧空間への払い出しに使用され、他方のロードロック室が偶数番目の被処理体の大気圧空間から減圧空間への導入および減圧空間から大気圧空間への払い出しに使用される、請求項 1 2 に記載の基板処理装置。

【請求項 1 4】

被処理体を複数収容可能なカセットを大気圧下で支持するロードポートと、前記ロードポートに接続または隣接し、前記ロードロック・モジュールにドアバルブを介して連結される大気圧下の搬送モジュールと、

前記ロードポート上のカセットと前記ロードロック・モジュールとの間で被処理体を搬送するために前記大気圧搬送モジュール内に設けられる第 3 の搬送機構と

を有する、請求項 1 1 ~ 1 3 のいずれか一項に記載の基板処理装置。

【請求項 1 5】

前記第 1 群および第 2 群のプロセス・モジュールの中の少なくとも 1 つが減圧下で被処理体に薄膜を形成する成膜処理装置である、請求項 1 1 ~ 1 4 のいずれか一項に記載の基板処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、マルチチャンバ方式の基板処理装置に係り、特に 2 つのマルチチャンバ装置を直列に接続する基板処理装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、半導体製造装置の分野では、プロセスの一貫化、連結化あるいは複合化をはかるために複数のプロセス・モジュールを主搬送室の周りに配置するマルチチャンバ方式が採用されている。

10

20

30

40

50

【0003】

一般に、真空プロセス用のマルチチャンバ式基板処理装置いわゆるクラスタツールは、各プロセス・モジュールのチャンバだけでなくクラスタ中心部の搬送室も真空に保ち、搬送室にゲートバルブを介してロードロック室を連結する。被処理体たとえば半導体ウエハは、大気圧下でロードロック室に搬入され、しかる後減圧状態に切り替えられたロードロック室から搬送室に搬入される。搬送室に設置されている搬送機構は、ロードロック室から取り出した半導体ウエハを1番目のプロセス・モジュールに搬入する。このプロセス・モジュールは、予め設定されたレシピに従い所定の時間を費やして第1工程の処理を実施する。この第1工程の処理が終了すると、搬送室の搬送機構は、該半導体ウエハを1番目のプロセス・モジュールから搬出し、次に2番目のプロセス・モジュールに搬入する。この2番目のプロセス・モジュールでも、予め設定されたレシピに従い所定の時間を費やして第2工程の処理を実施する。この第2工程の処理が終了すると、搬送室の搬送機構は、該半導体ウエハを2番目のプロセス・モジュールから搬出し、次工程があるときは3番目のプロセス・モジュールに搬入し、次工程がないときはロードロック室に戻す。3番目以降のプロセス・モジュールで処理が行われた場合も、その後次工程があるときは後段のプロセス・モジュールに搬入し、次工程がないときはロードロック室に戻す。こうしてプロセス・モジュールによる一連の処理を終えた半導体ウエハがロードロック室に搬入されると、ロードロック室は減圧状態から大気圧状態に切り替えられ、搬送室とは反対側のウエハ出入口から搬出（払出し）される。

10

【0004】

2つのマルチチャンバ装置を直列に接続するタンデム（tandem）方式の基板処理装置は、ロードロック室を含む第1クラスタの搬送室とロードロック室を含まない第2クラスタの搬送室とをゲートバルブを介して連結し、双方の搬送機構の間に半導体ウエハのやりとりを行うために中継部を設置する（特許文献1参照）。搬送シーケンスの一典型例として、第1クラスタ側の第1搬送機構は、ロードロック室より導入した各半導体ウエハを第1クラスタ内の1つまたは複数のプロセス・モジュールに順次搬送して1つまたは複数の工程からなる第1段階の処理を受けさせ、それが済むと中継部に渡す。第2クラスタ側の第2搬送機構は、中継部に留め置かれている半導体ウエハを受け取り、第2クラスタ内の1つまたは複数のプロセス・モジュールに順次搬送して1つまたは複数の工程からなる第2段階の処理を受けさせ、それが済むと中継部に戻す。第1搬送機構は、中継部に戻された処理済みの半導体ウエハを引き取って、ロードロック室に戻す。

20

30

【0005】

このように2クラスタ直列接続のタンデム方式は、第1クラスタによる1つまたは複数の処理と第2クラスタによる1つまたは複数の処理とをインラインでシリアルに結合した複合処理を可能とする。しかも、第1クラスタ内の雰囲気と第2クラスタ内の雰囲気とをゲートバルブ等で分離できるため、クロスコンタミネーション（汚染の伝播または拡散）を極力抑制できるという利点がある。

【特許文献1】特開2004-119635号公報（特に図3）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0006】

上記のようなタンデム方式の処理システムにおいては、第1クラスタから第2クラスタへ移される半導体ウエハと第2クラスタから第1クラスタへ移される半導体ウエハとが滞在時間を異にして共通の中継部に一時的に留め置かれる。

【0007】

従来は、一方のクラスタから他方のクラスタへ移される半導体ウエハを中継部で待たせたならばシステム内の全ウエハ搬送がそこで滞るとの考えから、第2クラスタの第2搬送機構より半導体ウエハが中継部に渡されたときは第1クラスタの第1搬送機構がその半導体ウエハを直ぐに引き取り、第1クラスタの第1搬送機構より半導体ウエハが中継部に渡されたときは第2クラスタの第2搬送機構がその半導体ウエハを直ぐに引き取るように

50

していた。

【0008】

しかしながら、このように中継部からのウエハの引き取りを優先させる搬送手順はシステム全体またはロットベースのスループットを悪化させる原因となっていた。すなわち、システム全体のスループットを最重視するアプリケーションには、第1クラスタと第2クラスタとに跨って各半導体ウエハを工程順に複数のプロセス・モジュールに搬送し、各プロセス・モジュールに対してはそこで処理の済んだばかりの半導体ウエハを搬出してそれと入れ替わりに前工程のプロセス・モジュールから搬出してきたばかりの次の半導体ウエハを搬入するというシリアル搬送方式が最も有利とされている。従来は、このようなシリアル搬送方式においても、上記のように一方のクラスタの搬送機構から中継部に渡された半導体ウエハを他方のクラスタの搬送機構がすぐに引き取って次の行き先へ搬送するようにしていた。しかし、このように中継部からの半導体ウエハの引き取りとその次の行き先への搬送を優先させることで、プロセス・モジュール側のウエハ搬送が後回しにされ、結果的にはシステム全体ないしロットベースの平均スループットを悪化させていた。

10

【0009】

本発明は、上記のような従来技術の問題点を解決するものであり、2つのマルチチャンバ装置に跨るインライン処理のスループットを向上させる基板処理装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記の目的を達成するために、本発明の第1の基板処理装置は、第1の搬送機構の周囲に第1群のプロセス・モジュールと未処理の被処理体を導入し全処理済の被処理体を払い出すためのインタフェース・モジュールとを配置し、第2の搬送機構の周囲に第2群のプロセス・モジュールを配置し、前記第1の搬送機構と前記第2の搬送機構との間に被処理体を一時的に留め置くための中継部を配置し、前記第1および第2の搬送機構により、前記第1群および第2群のプロセス・モジュールに所定の工程順にシリアルに搬送し、各々のプロセス・モジュールに対しては当該プロセス・モジュールで処理の済んだ被処理体を搬出するのと入れ替わりに当該プロセス・モジュールで次に処理を受けるべき後続の別の被処理体を搬入する基板処理装置であって、前記インタフェース・モジュールから前記第1群のプロセス・モジュールを経由して前記中継部に至るまでの搬送経路上に被処理体が存在するか否かを監視し、前記第2の搬送機構より前記中継部に第1の被処理体が渡された時に前記搬送経路上に少なくとも1つの被処理体が存在することを確認したときは、前記第1の被処理体を、前記第1の搬送機構が前記第1群のプロセス・モジュールで1つまたは一連の処理を終えて前記第2群のプロセス・モジュールへ向う第2の被処理体と入れ替えるまで、前記中継部で待たせておく。

20

30

【0011】

また、本発明の第2の基板処理装置は、第1の搬送機構の周囲に第1群のプロセス・モジュールと未処理の被処理体を導入し全処理済の被処理体を払い出すためのインタフェース・モジュールとを配置し、第2の搬送機構の周囲に第2群のプロセス・モジュールを配置し、前記第1の搬送機構と前記第2の搬送機構との間に被処理体を一時的に留め置くための中継部を配置し、前記第1および第2の搬送機構により、前記第1群および第2群のプロセス・モジュールに所定の工程順にシリアルに搬送し、各々のプロセス・モジュールに対しては当該プロセス・モジュールで処理の済んだ被処理体を搬出するのと入れ替わりに当該プロセス・モジュールで次に処理を受けるべき後続の別の被処理体を搬入する基板処理装置であって、前記中継部から前記第2群のプロセス・モジュールを経由して前記中継部に戻るまでの搬送経路上に被処理体が存在するか否かを監視し、前記第1の搬送機構より前記中継部に第1の被処理体が渡された時に前記搬送経路上に少なくとも1つの被処理体が存在することを確認したときは、前記第1の被処理体を、前記第2の搬送機構が前記第2群のプロセス・モジュールで1つまたは一連の処理を終えて前記第1群のプロセス・モジュールまたは前記インタフェース・モジュールへ向う第2の被処理体と入れ替える

40

50

まで、前記中継部で待たせておく。

【0012】

本発明においては、第1の搬送機構が第1群のプロセス・モジュールに所定の工程順にシリアルに搬送し、各々のプロセス・モジュールに対しては当該プロセス・モジュールで処理の済んだ被処理体を搬出するのと入れ替わりに当該プロセス・モジュールで次に処理を受けるべき後続の別の被処理体を搬入するのと並行して、第2の搬送機構が第2群のプロセス・モジュールに所定の工程順にシリアルに搬送し、各々のプロセス・モジュールに対しては当該プロセス・モジュールで処理の済んだ被処理体を搬出するのと入れ替わりに当該プロセス・モジュールで次に処理を受けるべき後続の別の被処理体を搬入する。そして、第1および第2の搬送機構の一方より被処理体の中継部に渡されたとき、他方の搬送機構はその被処理体(第1の被処理体)を無条件ですぐに引き取るのではなく、システム内の各部の搬送路上における被処理体の有無の監視により、自己の回りのプロセス・モジュールで処理を受けている(または受けた)被処理体が少なくとも1つあることが確認されたときは、その中の先頭のもの(第2の被処理体)と入れ替える形で中継部から引き取る。このように、中継部からの第1の被処理基板を引き取るよりもプロセス・モジュール側の被処理体の入れ替えを優先させることによって、システム全体ないしロットベースのスループット向上を図る。

10

【0013】

本発明の好適な一態様においては、インタフェース・モジュールから第1群のプロセス・モジュールを経由して中継部に至るまでの搬送経路上に被処理体が存在するか否かを監視し、第2の搬送機構より中継部に第1の被処理体の中継部に渡された時に該搬送経路上に被処理体が1つも無いときは第1の搬送機構が中継部から第1の被処理体を実質的に待たせずに引き取る。また、中継部から第2群のプロセス・モジュールを経由して中継部に戻るまでの搬送経路上に被処理体が存在するか否かを監視し、第1の被処理体の中継部に渡された時に該搬送経路上に被処理体が1つも無いときは第2の搬送機構が中継部から第1の被処理体を実質的に待たせずに引き取る。このように、プロセス・モジュール側で被処理体の入れ替えを行わない場面では、中継部から第1の被処理体を直ぐに引き取ってよい。

20

【0014】

また、好適な一態様によれば、第1の搬送機構が、各被処理体を第1群のプロセス・モジュールに工程順にシリアルに搬送し、各々のプロセス・モジュールに対しては当該プロセス・モジュールで処理の済んだ被処理体を搬出するのと入れ替わりに当該プロセス・モジュールで次に処理を受けるべき後続の別の被処理体を搬入する。このようなシリアル搬送方式において本発明は十分な効果を発揮することができる。

30

【0015】

シリアル搬送方式における好ましい一態様として、第1の搬送機構が、第1群のプロセス・モジュールに出入り可能な2つの搬送アームを有し、各プロセス・モジュールに対する1回のアクセスにおいて一方の搬送アームで処理の済んだ被処理体を搬出してそれと入れ替わりに他方の搬送アームで後続の別の被処理体を搬入する。この場合、第1の搬送機構は、中継部に対する1回のアクセスにおいて一方の搬送アームで戻りの被処理体を中継部から引き取ってそれと入れ替わりに他方の搬送アームで行きの被処理体を中継部に渡してよい。また、第1の搬送機構は、インタフェース・モジュールに対する1回のアクセスにおいて一方の搬送アームで未処理の被処理体を該インタフェース・モジュールから取り出してそれと入れ替わりに他方の搬送アームで戻りの被処理体を該インタフェース・モジュールに入れる。さらに、第1の搬送機構は、中継部より引き取った戻りの被処理体をインタフェース・モジュールへ直接搬送してよい。

40

【0016】

また、好ましい一態様として、第2の搬送機構が、各被処理体を第2群のプロセス・モジュールに工程順にシリアルに搬送し、各々のプロセス・モジュールに対しては当該プロセス・モジュールで処理の済んだ被処理体を搬出するのと入れ替わりに当該プロセス・モ

50

ジュールで次に処理を受けるべき被処理体を搬入する。この場合、好ましくは、第2の搬送機構が、第1群のプロセス・モジュールに出入り可能な2つの搬送アームを有し、各プロセス・モジュールに対する1回のアクセスにおいて一方の搬送アームで処理の済んだ被処理体を搬出して、それと入れ替わりに他方の搬送アームで後続の別の被処理体を搬入する。

【0017】

本発明は真空処理システムに好適に適用可能である。本発明の好適な一態様によれば、第1および第2の搬送機構がそれぞれ第1および第2の真空搬送室内に設けられ、中継部が第1の真空搬送室と第2の真空搬送室との境界付近に配置され、第1群のプロセス・モジュールの各々が第1の真空搬送室にゲートバルブを介して連結される真空処理室を有し、第2群のプロセス・モジュールの各々が第2の真空搬送室にゲートバルブを介して連結される真空処理室を有する。そして、インタフェース・モジュールは、第1の真空搬送室にゲートバルブを介して連結され、かつ大気空間と減圧空間との間で転送される被処理体を一時的に留め置くために室内を選択的に大気圧状態または減圧状態に切換可能に構成されたロードロック室を有する。第1の搬送機構は、被処理体の搬送のために減圧下の第1の真空搬送室内を移動して第1群のプロセス・モジュールの真空処理室、中継部およびロードロック室にアクセスする。一方、第2の搬送機構は、被処理体の搬送のために減圧下の第2の真空搬送室内を移動して第2群のプロセス・モジュールの真空処理室および中継部にアクセスする。第1の搬送機構と第2の搬送機構は互いに非同期にウエハ搬送を行うことができる。

【0018】

このような2クラスタ接続の真空処理システムにおいては、一般に第1の真空搬送室と第2の真空搬送室とがゲートバルブを介して相互に連結される。もっとも、2つの真空搬送室が常時連通している真空処理システムにも本発明は適用可能である。

【0019】

好適な一態様によれば、インタフェース・モジュールのロードロック室が一对備えられ、一方のロードロック室が奇数番目の被処理体の大気圧空間から減圧空間への導入および減圧空間から大気圧空間への払い出しに使用され、他方のロードロック室が偶数番目の被処理体の大気圧空間から減圧空間への導入および減圧空間から大気圧空間への払い出しに使用される。また、好適な一態様として、被処理体を複数収容可能なカセットを大気圧下で支持するロードポートと、このロードポートに接続または隣接し、ロードロック・モジュールにドアバルブを介して連結される大気圧下の搬送モジュールと、ロードポート上のカセットとロードロック・モジュールとの間で被処理体を搬送するために大気圧搬送モジュール内に設けられる第3の搬送機構とが備えられる。

【発明の効果】

【0020】

本発明の基板処理装置によれば、上記のような構成および作用により、2つのマルチチャンバ装置に跨るインライン処理のスループットを向上させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

以下、添付図を参照して本発明の好適な実施の形態を説明する。

【0022】

図1に、本発明の一実施形態における基板処理装置の構成を示す。この基板処理装置は、2つのクラスタ10、12を直列に接続している。ここで、第1クラスタ10は、真空搬送室を構成する多角形の第1トランスファ・モジュール TM_1 の周りに複数たとえば4つのプロセス・モジュール PM_1, PM_7, PM_8, PM_6 と2つのロードロック・モジュール LLM_1, LLM_2 とを環状に配置したマルチチャンバ装置である。この第1クラスタ10において、各々のモジュールは個別に所望の真空度で減圧空間を形成できる真空チャンバまたは処理室を有しており、中心部の第1トランスファ・モジュール TM_1 は周辺部の各モジュール $PM_1, PM_7, PM_8, PM_6, LLM_1, LLM_2$ とゲートバルブ GV を介し

て連結されている。

【 0 0 2 3 】

一方、第2クラスタ12は、多角形の第2トランスファ・モジュール TM_2 の周りに複数たとえば4つのプロセス・モジュール PM_2 、 PM_3 、 PM_4 、 PM_5 を環状に配置したマルチチャンバ装置である。第2クラスタ12においても、各々のモジュールは個別に所望の真空度で減圧空間を形成できる真空チャンバまたは処理室を有しており、中心部の第2トランスファ・モジュール TM_2 は周辺部の各モジュール PM_2 、 PM_3 、 PM_4 、 PM_5 とゲートバルブGVを介して連結されている。

【 0 0 2 4 】

そして、第1クラスタ10の第1トランスファ・モジュール TM_1 と第2クラスタ12の第2トランスファ・モジュール TM_2 とはゲートバルブGVを介して互いに連結されており、このゲートバルブGVに近接する第1トランスファ・モジュール TM_1 の張り出し部分に中継部としてパス部PAが設置されている。パス部PAは、被処理体たとえば半導体ウエハ（以下、単に「ウエハ」という。）を一枚単位で水平に支持できる複数本の支持ピンを有しており、ウエハの受け渡しのために支持ピンを昇降可能に構成してもよい。

【 0 0 2 5 】

第1トランスファ・モジュール TM_1 の室内には、旋回および伸縮可能な一对の搬送アーム F_A 、 F_B を有する第1真空搬送口ポット RB_1 が設けられている。この第1真空搬送口ポット RB_1 は、各搬送アーム F_A 、 F_B がそのフォーク形のエンドエフェクタに1枚のウエハを保持できるようになっており、周囲の各モジュール PM_1 、 PM_7 、 PM_8 、 PM_6 、 LLM_1 、 LLM_2 に開状態のゲートバルブGVを通して搬送アーム F_A 、 F_B のいずれか一方を選択的に挿入または引き抜いてウエハの搬入（ローディング）/搬出（アンローディング）を行うことができるだけでなく、パス部PAに対してもウエハの受け渡しを行うことができる。両搬送アーム F_A 、 F_B は、ロボット本体に互いに背中合わせに搭載され、一体的に旋回運動し、一方の搬送アームが原位置または復動位置に止まった状態で他方の搬送アームが原位置と正面前方の往動位置との間で伸縮移動するようになっている。

【 0 0 2 6 】

同様に、第2トランスファ・モジュール TM_2 の室内には、旋回および伸縮可能な一对の搬送アーム F_C 、 F_D を有する第2真空搬送口ポット RB_2 が設けられている。この第2搬送口ポット RB_2 は、各搬送アーム F_C 、 F_D がそのフォーク形のエンドエフェクタに1枚のウエハを保持できるようになっており、周囲の各モジュール PM_2 、 PM_3 、 PM_4 、 PM_5 に開状態のゲートバルブGVを通して搬送アーム F_C 、 F_D のいずれか一方を選択的に挿入または引き抜いてウエハの搬入（ローディング）/搬出（アンローディング）を行うことができるだけでなく、パス部PAに対しても開状態のゲートバルブGVを通してウエハの受け渡しを行うことができる。両搬送アーム F_C 、 F_D は、ロボット本体に互いに背中合わせに搭載され、一体的に旋回運動し、一方の搬送アームが原位置または復動位置に止まった状態で他方の搬送アームが原位置と正面前方の往動位置との間で伸縮移動するようになっている。

【 0 0 2 7 】

プロセス・モジュール $PM_1 \sim PM_8$ は、各々のチャンバ内で所定の用力（処理ガス、電力等）を用いて所定の枚葉処理、たとえばCVDまたはスパッタリング等の成膜処理、熱処理、ドライエッチング加工等を行うようになっている。また、ロードロック・モジュール LLM_1 、 LLM_2 も、必要に応じて加熱部または冷却部を装備することができる。

【 0 0 2 8 】

ロードロック・モジュール LLM_1 、 LLM_2 は、トランスファ・モジュール TM と反対側でドアバルブDVを介して常時大気圧下のローダ・モジュールLMと連結されている。さらに、このローダ・モジュールLMと隣接してロードポートLPおよびオリフラ合わせ機構ORTが設けられている。ロードポートLPは、外部搬送車との間でウエハカセットCRの投入、払出しに用いられる。オリフラ合わせ機構ORTは、ウエハWのオリエンテーションフラットまたはノッチを所定の位置または向きに合わせるために用いられる。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 9 】

ローダ・モジュールLM内に設けられている大気搬送ロボットRB₃は、伸縮可能な上下2段（一対）の搬送アームを有し、リニアガイド（リニアスライダ）LG上で水平方向に移動可能であるとともに、昇降・旋回可能であり、ロードポートLP、オリフラ合わせ機構ORTおよびロードロック・モジュールLLM₁、LLM₂の間を行き来してウエハを1枚または2枚単位で搬送する。なお、リニアガイドLGは、たとえば永久磁石からなるマグネット、駆動用励磁コイルおよびスケールヘッド等で構成され、ホストコントローラからのコマンドに応じて大気搬送ロボットRB₃の直線駆動制御を行う。

【 0 0 3 0 】

ここで、ロードポートLPに投入されたウエハカセットCR内の1枚のウエハにこの基板処理装置内で一連の処理を受けさせるための基本的なウエハ搬送シーケンスを説明する。一例として、第1クラスタ10のプロセス・モジュールPM₇、PM₁によりこの順序で第1、第2工程の枚葉処理が行われ、次いで第2クラスタ12のプロセス・モジュールPM₄、PM₃によりこの順序で第3、第4工程の枚葉処理が行われるものとする。この場合、第1、第2工程の枚葉処理が第1段階の処理であり、第3、第4工程の枚葉処理が第2段階の処理である。なお、この基板処理装置内の搬送シーケンスは、システム全体を統括制御するホストコントローラと各モジュールの動作を制御する各局所コントローラとの間で所要の制御信号がやりとりされることによって実行される。

【 0 0 3 1 】

ローダ・モジュールLMの大気搬送ロボットRB₃は、ロードポートLP上のウエハカセットCRから1枚のウエハW_iを取り出し、このウエハW_iをオリフラ合わせ機構ORTに搬送してオリフラ合わせを受けさせ、それが済んだ後にロードロック・モジュールLLM₁、LLM₂のいずれか一方（たとえばLLM₁）に移送する。移送先のロードロック・モジュールLLM₁は、大気圧状態でウエハW_iを受け取り、搬入後に室内を真空引きし、減圧状態でウエハW_iを第1トランスファ・モジュールTM₁の第1真空搬送ロボットRB₁に渡す。

【 0 0 3 2 】

第1真空搬送ロボットRB₁は、搬送アームF_A、F_Bの片方を用いて、ロードロック・モジュールLLM₁より取り出したウエハW_iを1番目のプロセス・モジュールPM₇に搬入する。プロセス・モジュールPM₇は、予め設定されたレシピに従い所定のプロセス条件（ガス、圧力、電力、時間等）で第1工程の枚葉処理を実施する。この第1工程の枚葉処理が終了した後に、第1真空搬送ロボットRB₁は、ウエハW_iをプロセス・モジュールPM₇から搬出し、次に2番目のプロセス・モジュールPM₁に搬入する。プロセス・モジュールPM₁は、予め設定されたレシピに従い所定のプロセス条件で第2工程の枚葉処理を実施する。この第2工程の枚葉処理が終了すると、第1真空搬送ロボットRB₁は、ウエハW_iをプロセス・モジュールPM₁から搬出して、これをパス部PAへ渡す。パス部PAは、受け取ったウエハW_iを水平に支持して留め置く。

【 0 0 3 3 】

第2トランスファ・モジュールTM₂の第2真空搬送ロボットRB₂は、パス部PAからウエハW_iを引き取り、これを3番目のプロセス・モジュールPM₄に搬入する。プロセス・モジュールPM₄は、予め設定されたレシピに従い所定のプロセス条件で第3工程の枚葉処理を実施する。この第3工程の枚葉処理が終了した後、第2真空搬送ロボットRB₂は、ウエハW_iをプロセス・モジュールPM₄から搬出し、次に4番目のプロセス・モジュールPM₃に搬入する。プロセス・モジュールPM₃は、予め設定されたレシピに従い所定のプロセス条件で第4工程の枚葉処理を実施する。この第4工程の枚葉処理が終了すると、第2真空搬送ロボットRB₂は、この処理済のウエハW_iをプロセス・モジュールPM₃から搬出して、これをパス部PAへ戻す。パス部PAは、受け取った処理済つまり戻りのウエハW_iを水平に支持して留め置く。

【 0 0 3 4 】

しかる後に、第1トランスファ・モジュールTM₁の第1真空搬送ロボットRB₁は、パ

10

20

30

40

50

ス部 P A に戻された戻りウエハ W_i を引き取り、これをロードロック・モジュール LLM_1 , LLM_2 の片方に戻す。

【 0 0 3 5 】

こうして基板処理装置内の複数のプロセス・モジュール PM_7 , PM_1 , PM_4 , PM_3 でインラインの複合真空処理を受けてきた処理済のウエハ W_i がロードロック・モジュールの片方(たとえば LLM_2) に搬入されると、このロードロック・モジュール LLM_2 の室内は減圧状態から大気圧状態に切り替えられる。しかる後、ローダ・モジュール LM の大気搬送口ポット RB_3 が、大気圧状態のロードロック・モジュール LLM_2 からウエハ W_i を取り出して該当のウエハカセット CR に戻す。なお、ロードロック・モジュール LLM_1 , LLM_2 において滞在中のウエハ W_i に所望の雰囲気下で加熱または冷却処理を施すこ

10

【 0 0 3 6 】

上記のように、この基板処理装置は、直列に接続された2つのクラスタ内でウエハを工程順に複数のプロセス・モジュールに順次搬送して一連の処理を連続的に実施することが可能であり、真空薄膜形成加工では所望の薄膜を2つのクラスタに亘り雰囲気を変えてインラインで積層形成することができる。

【 0 0 3 7 】

特に、この基板処理装置のスループット能力を最大限に発揮させるには、第1クラスタ10と第2クラスタ12とに跨って各ウエハ W を工程順に複数のプロセス・モジュール(上記の例では PM_7 , PM_1 , PM_4 , PM_3) に順次搬送し、各プロセス・モジュール PM に対してはそこで処理の済んだばかりのウエハ W_i を搬出してそれと入れ替わりに前工程のプロセス・モジュールから搬出した直後の次のウエハ W_{i+1} を搬入するシリアル搬送方式を採用するのが最適である。

20

【 0 0 3 8 】

もっとも、第1クラスタ10から第2クラスタ12への行きのウエハ W と第2クラスタ12から第1クラスタ10への戻りのウエハ W とが時間を異にして共通の中継部 P A に一時的に留め置かれるため、行きのウエハ W に対する搬送シーケンスと戻りのウエハ W に対する搬送シーケンスとが中継部 P A で衝突または競合する状況が生じる場合が問題となる。この実施形態は、後述するように、そのような行きのウエハ W に対する搬送シーケンスと戻りのウエハ W に対する搬送シーケンスとが中継部 P A で競合する場面に本発明の搬送手順を用いることにより、スループットの低下を回避できるようになっている。

30

【 0 0 3 9 】

この基板処理装置においては、第1トランスファ・モジュール TM_1 の第1真空搬送口ポット RB_1 が上記のように一対の搬送アーム F_A , F_B を有しており、その周囲の各プロセス・モジュール PM_1 , PM_7 , PM_8 , PM_6 に対して、当該モジュールで処理が済んだ直後のウエハと次に当該モジュールで処理を受けるべきウエハとを1回のモジュール・アクセスで入れ替えるピック&ブレース動作を行えるようになっている。

【 0 0 4 0 】

ここで、図2につき、この実施形態におけるピック&ブレース動作を模式的な図解で説明する。搬送口ポット RB_1 は、図2の(A)に示すように、目的のプロセス・モジュール PM_n に搬入すべき未処理(処理前)のウエハ W_j を片方の搬送アームたとえば F_A で保持し、もう片方の搬送アーム F_B をウエハ無しの空の状態にして当該プロセス・モジュール PM_n と向き合う。そして、図2の(B) , (C)に示すように、空の搬送アーム F_B を当該プロセス・モジュール PM_n のチャンバに挿入して中から処理済のウエハ W_i を取り出す(ピック動作)。次に、図2の(D)に示すように、搬送アーム F_A , F_B を 180° 旋回(反転)させて、未処理のウエハ W_j を保持している搬送アーム F_A をプロセス・モジュール PM_n の正面に付ける。そして、今度は、図2の(E) , (F)に示すように、搬送アーム F_A を当該プロセス・モジュール PM_n のチャンバに挿入して内部の載置台または支持ピン等に該ウエハ W_j を渡し、空になった搬送アーム F_A を引き抜く(ブレース動作)。なお、このピック

40

50

& プレース動作の間、当該プロセス・モジュール PM_n のウエハ出入口に設けられているゲートバルブ GV (図 1) は開いたままになっている。

【 0 0 4 1 】

このように、トランスファ・モジュール TM_1 の搬送ロボット RB_1 は、各プロセス・モジュール PM_n に対する 1 回のアクセスで、当該モジュールで処理の済んだウエハ W_i と次に当該モジュールで処理を受けるべき半導体ウエハ W_j とを上記のようなピック&プレース動作により入れ替えることができる。また、搬送ロボット RB_1 は、各ロードロック・モジュール LLM_1, LLM_2 に対しても上記と同様のピック&プレース動作により 1 回のアクセスで新規ウエハと処理済ウエハの入れ替えまたは受け渡しを行うことができる。

【 0 0 4 2 】

さらに、搬送ロボット RB_1 は、パス部 PA に対しても上記と同様のピック&プレース動作により 1 回のアクセスで行きのウエハ W と戻りのウエハ W との入れ替えを行うことができる。つまり、空の搬送アーム F_B でパス部 PA から戻りのウエハ W を引き取り (ピック動作)、次に搬送アーム F_A, F_B を 180° 旋回 (反転) させて、行きのウエハ W を保持している搬送アーム F_A をパス部 PA の正面に付け、次いで搬送アーム F_A を伸ばしてパス部 PA の支持ピンに行きのウエハ W を渡し、空になった搬送アーム F_A を引く (プレース動作)。

【 0 0 4 3 】

また、搬送ロボット RB_1 は、1 回のアクセスにおいて、ピック動作に続いて間髪を入れずにプレース動作を行うことも可能であれば、ピック動作の後に少し待ち時間を置いてからプレース動作を行うことも可能である。さらに、ウエハ W_i (W) を搬出 (引取り) するピック動作のみあるいはウエハ W_j (W) を搬入 (引き受け) するプレース動作のみを単独で行うことも可能である。

【 0 0 4 4 】

同様に、第 2 トランスファ・モジュール TM_2 の第 2 真空搬送ロボット RB_2 も一対の搬送アーム F_C, F_D を有しており、その周囲の各プロセス・モジュール PM_2, PM_3, PM_4, PM_5 に対して、上記のようなピック&プレース動作により当該モジュールで処理が済んだ直後のウエハ W_i と次に当該モジュールで処理を受けるべきウエハ W_j とを 1 回のアクセスで入れ替えることができる。また、第 2 真空搬送ロボット RB_2 は、パス部 PA に対しても上記と同様のピック&プレース動作により 1 回のアクセスで行きのウエハ W と戻りのウエハ W との入れ替えを行うこともできる。また、1 回のアクセスにおいて、ピック動作に続いて即座にプレース動作を行うことも可能であれば、ピック動作の後に少し待ち時間を置いてからプレース動作を行うことも可能である。さらに、ウエハ W_i (W) を搬出 (引取り) するピック動作のみあるいはウエハ W_j (W) を搬入 (引き受け) するプレース動作のみを単独で行うことも可能である。

【 0 0 4 5 】

次に、図 3 ~ 図 20 につき、この実施形態においてロードポート LP にカセット単位で投入された一群のウエハにインラインの複合処理を施すために各ウエハ W を一枚ずつクラスタツール内の複数のプロセス・モジュールにシリアル搬送方式で順次搬送する搬送シーケンスの一実施例を説明する。なお、シリアル搬送方式においては、各プロセス・モジュールにおけるプロセス時間を全て同一に設定するのが好ましい。

【 0 0 4 6 】

この実施例では、銅メッキ膜の銅配線プロセスにおいてバリアメタルの TaN/Ta 積層膜と Cu シード層とをインラインの連続成膜処理で形成する。すなわち、各ウエハ W について、最初に第 1 クラスタ 10 内のプロセス・モジュール PM_7 で Degas (脱気) 処理により下層 (Cu) 表面に吸着しているガスを脱離させ、次いで同じく第 1 クラスタ 10 内のプロセス・モジュール PM_1 でエッチングにより下層 (Cu) 表面をクリーニングし、次いで第 2 クラスタ 12 内のプロセス・モジュール PM_4 で $iPVD$ (ionized Physical Vapor Deposition) 法により TaN/Ta 積層膜を形成し、最後に第 2 クラスタ 12 内のプロセス・モジュール PM_3 で $iPVD$ 法により Cu シード層を形成する。そして、処理

10

20

30

40

50

済のウエハをロードロック・モジュール LLM_1 , LLM_2 で冷却する。この場合、残りのプロセス・モジュール PM_8 , PM_6 , PM_2 , PM_5 は稼動しない。

【0047】

ロードポートLP上のカセットCRに収容されている1ロット(たとえば25枚)のウエハ $W101 \sim W125$ のうち、図3に示すように、先頭のウエハ $W101$ がオリフラ合わせ機構ORTを経由してロードロック・モジュール LLM_1 , LLM_2 のいずれか一方(たとえば LLM_1) に搬送される。ウエハ $W101$ を搬入したロードロック・モジュール LLM_1 が室内を真空引きしている間に、2番目のウエハ $W102$ がオリフラ合わせ機構ORTでオリフラ合わせを受ける。なお、上述したように、ロードポートLP、オリフラ合わせ機構ORT、ロードロック・モジュール LLM_1 , LLM_2 間のウエハ搬送は全てローダ・モジュールLMの大気搬送ロボット RB_3 により行われる。

10

【0048】

次に、ロードロック・モジュール LLM_1 で真空引きが完了すると、図4に示すように、ウエハ $W101$ はロードロック・モジュール LLM_1 から第1トランスファ・モジュール TM_1 を通って第1工程用のプロセス・モジュール PM_7 へ搬送される。なお、上述したように、第1クラスタ10内のウエハ搬送は全て第1真空搬送ロボット RB_1 により行われる。一方、大気系では、ウエハ $W102$ がオリフラ合わせ機構ORTから他方のロードロック・モジュール LLM_2 に移されるとともに、カセットCRから3番目のウエハ $W103$ がオリフラ合わせ機構ORTへ移載される。

【0049】

20

プロセス・モジュール PM_7 は、搬入したウエハ $W101$ に対して予め設定されたレシピにしたがい所定のプロセス条件でDegas処理を実施する。その間に、図5に示すように、ロードロック・モジュール LLM_2 で真空引きが完了し、第1真空搬送ロボット RB_1 がウエハ $W102$ をロードロック・モジュール LLM_2 より取り出しておく。また、大気系では、ウエハ $W103$ がオリフラ合わせ機構ORTから第1ロードロック・モジュール LLM_1 に移され、代わりにカセットCRから4番目のウエハ $W104$ がオリフラ合わせ機構ORTへ移載される。

【0050】

プロセス・モジュール PM_7 においてウエハ $W101$ に対するDegas処理が終了すると、図6に示すように、ウエハ $W101$ がプロセス・モジュール PM_7 から同じ第1クラスタ10内の第2工程用プロセス・モジュール PM_1 へ移され、代わりに第1トランスファ・モジュール TM_1 内で待機していたウエハ $W102$ がプロセス・モジュール PM_7 に搬入される。この場合、プロセス・モジュール PM_7 においては、上記のようなピック&プレーズ動作により1回のアクセスでウエハ $W101$ が搬出されるのと入れ替わりにウエハ $W102$ が搬入される。

30

【0051】

プロセス・モジュール PM_7 は、ウエハ $W102$ を搬入すると、ウエハ $W101$ に対するのと同じプロセス条件でDegas処理を開始する。少し遅れて、プロセス・モジュール PM_1 は、搬入したウエハ $W101$ に対して予め設定されたレシピにしたがい所定のプロセス条件で下層表面エッチングまたはクリーニング処理を開始する。一方、ウエハ $W103$ が入っているロードロック・モジュール LLM_1 は室内の真空引きを行う。また、大気系では、ウエハ $W104$ がロードロック・モジュール LLM_2 に移され、カセットCRから5番目のウエハ $W105$ がオリフラ合わせ機構ORTに移載される。

40

【0052】

しかる後、プロセス・モジュール PM_7 でDegas処理が終了し、プロセス・モジュール PM_1 でクリーニング処理が終了すると、図7に示すように、ウエハ $W101$ がプロセス・モジュール PM_1 からパス部PAへ移され、ウエハ $W102$ がプロセス・モジュール PM_7 からプロセス・モジュール PM_1 へ移され、ウエハ $W103$ がロードロック・モジュール LLM_1 からプロセス・モジュール PM_7 へ移される。

【0053】

50

この場合の搬送手順は次のとおりである。まず、ロードロック・モジュール LLM_1 の真空引きが完了してウエハ $W103$ が第1トランスファ・モジュール TM_1 内に取り出される。そして、プロセス・モジュール PM_7 においてDegas処理が終了すると、ピック&プレース動作により、そこからウエハ $W102$ が搬出され、それと入れ替わりに第1トランスファ・モジュール TM_1 内で待機していたウエハ $W103$ が搬入される。次いで、プロセス・モジュール PM_1 でクリーニング処理が終了し、ピック&プレース動作により、そこからウエハ $W101$ が搬出され、それと入れ替わりにプロセス・モジュール PM_7 より搬出されてきたウエハ $W102$ が搬入される。そして、プロセス・モジュール PM_1 より搬出されたウエハ $W101$ はパス部 PA へ渡される。

【0054】

また、ロードロック・モジュール LLM_1 は、ウエハ $W103$ を第1トランスファ・モジュール TM_1 側に搬出した後に室内を大気圧に切り換え、オリフラ合わせの済んだウエハ $W105$ を搬入する。オリフラ合わせ機構 ORT にはカセット CR から6番目のウエハ $W106$ が移載される。

【0055】

しかる後、図8に示すように、第2クラスタ12の第2真空搬送ロボット RB_2 は、パス部 PA からウエハ $W101$ を引き取り、これを第3工程用のプロセス・モジュール PM_4 へ搬入する。プロセス・モジュール PM_4 は、搬入したウエハ $W101$ に対して予め設定されたレシピにしたがい所定のプロセス条件で $iPVD$ 法による TaN/Ta 積層膜の成膜処理を開始する。一方、第1クラスタ10内では、ロードロック・モジュール LLM_2 で真空引きが完了すると、ウエハ $W104$ が第1トランスファ・モジュール TM_1 に搬出される。また、大気系では、ウエハ $W106$ がオリフラ合わせ機構 ORT から大気搬送ロボット RB_3 に引き取られ、代わりにカセット CR から7番目のウエハ $W107$ がオリフラ合わせ機構 ORT に移載される。

【0056】

しかる後、プロセス・モジュール PM_7 でDegas処理が終了し、プロセス・モジュール PM_1 でクリーニング処理が終了すると、図9に示すように、ウエハ $W102$ がプロセス・モジュール PM_1 からパス部 PA へ移され、ウエハ $W103$ がプロセス・モジュール PM_7 からプロセス・モジュール PM_1 へ移され、ウエハ $W104$ がプロセス・モジュール PM_7 へ搬入される。この場面の各ウエハ $W102$, $W103$, $W104$ の搬送は上記したウエハ $W101$, $W102$, $W103$ の搬送のときと全く同じ手順で行われる。両プロセス・モジュール PM_7 , PM_1 は、新たに搬入したウエハ $W104$, $W103$ に対して上記と同じプロセス条件でDegas処理、クリーニング処理をそれぞれ実施する。

【0057】

第2クラスタ12においては、図10に示すように、第2真空搬送ロボット RB_2 が、 TaN/Ta 層成膜処理を終えたプロセス・モジュール PM_4 からウエハ $W101$ を搬出し、これを第4工程用のプロセス・モジュール PM_3 へ搬入する。プロセス・モジュール PM_3 は、搬入したウエハ $W101$ に対して予め設定されたレシピに従い所定のプロセス条件で $iPVD$ 法による Cu シード層成膜処理を開始する。そして、空になったプロセス・モジュール PM_4 にはパス部 PA から引き取ったウエハ $W102$ を搬入する。プロセス・モジュール PM_4 は、新たに搬入したウエハ $W102$ に対してウエハ $W101$ に対するのと同じプロセス条件で TaN/Ta 層成膜処理を実施する。

【0058】

この場合の第2真空搬送ロボット RB_2 における搬送手順としては、先にパス部 PA からウエハ $W102$ を引き取り、次いでプロセス・モジュール PM_4 に対してピック&プレース動作により両ウエハ $W101$, $W102$ の入れ替えを行い、直後にウエハ $W101$ を単独のプレース動作でプロセス・モジュール PM_3 に搬入することができる。あるいは、ウエハ $W101$ がロット先頭なので(それよりも先行するウエハが無いので)、先に単独のピック動作によりウエハ $W101$ をプロセス・モジュール PM_4 から搬出して直後に単独のプレース動作によりプロセス・モジュール PM_3 に搬入し、しかる後にパス部 PA か

10

20

30

40

50

らウエハW102を単独のピック動作により引き取って単独のプレース動作でプロセス・モジュールPM₄に搬入することも可能である。

【0059】

一方、第1クラスタ10においては、図10に示すように、第1真空搬送ロボットRB₁が真空引きを完了させたロードロック・モジュールLLM₁からウエハW105を取り出しておく。また、大気系では、ウエハW107がオリフラ合わせ機構ORTから大気搬送ロボットRB₃に引き取られ、代わりにカセットCRから8番目のウエハW108がオリフラ合わせ機構ORTに移載される。

【0060】

しかる後、第1クラスタ10において、プロセス・モジュールPM₇でDegas処理が終了し、プロセス・モジュールPM₁でクリーニング処理が終了すると、図11に示すように、ウエハW103がプロセス・モジュールPM₁からパス部PAへ移され、ウエハW104がプロセス・モジュールPM₇からプロセス・モジュールPM₁へ移され、ウエハW105がプロセス・モジュールPM₇へ搬入される。この場面の各ウエハW103, 104, 105のシリアル搬送は上記したウエハW102, 103, 104のシリアル搬送と全く同じ手順で行われる。両プロセス・モジュールPM₇, PM₁は、新たに搬入したウエハW105, W104に対して上記と同じプロセス条件でDegas処理、クリーニング処理をそれぞれ実施する。

【0061】

しかる後、第2クラスタ12においては、図12に示すように、第2真空搬送ロボットRB₂が、Cuシード層成膜処理を終えたプロセス・モジュールPM₃からウエハW101を搬出してこれをパス部PAへ戻し、TaN/Ta層成膜処理を終えたプロセス・モジュールPM₄からウエハW102を搬出してこれをプロセス・モジュールPM₃へ移し、第1クラスタ10側からパス部PAに渡されていた行きのウエハW103をプロセス・モジュールPM₄に搬入する。両プロセス・モジュールPM₄, PM₃は、新たに搬入したウエハW103, W102に対して上記と同じプロセス条件でTaN/Ta層成膜処理、Cuシード層成膜処理をそれぞれ実施する。

【0062】

この場合の第2真空搬送ロボットRB₂における搬送手順としては、先にパス部PAからウエハW103を引き取り、次いでプロセス・モジュールPM₄に対してピック&プレース動作により両ウエハW102, W103の入れ替えを行い、直後にプロセス・モジュールPM₃に対してピック&プレース動作により両ウエハW101, W102の入れ替えを行い、最後にプロセス・モジュールPM₃より取り出したウエハW101をパス部PAに渡すことができる。しかし、この場面でも、ウエハW101がロット先頭なので(それよりも先行するウエハが無いので)、例外的な手順を採用することができる。すなわち、先に単独のピック動作によりウエハW101をプロセス・モジュールPM₃から搬出しておき、行きのウエハW103がパス部PAに着いた直後にパス部PAに対してピック&プレース動作により両ウエハW101, W103の入れ替えを行い、それからプロセス・モジュールPM₄に対してピック&プレース動作により両ウエハW102, W103の入れ替えを行い、最後にプロセス・モジュールPM₄より取り出したウエハW102を単独のプレース動作でプロセス・モジュールPM₃に搬入することも可能であり、この手順の方が処理済の先頭ウエハW101をより早いタイミングでパス部PAへ戻すことができる。

【0063】

一方、第1クラスタ10においては、図12に示すように、第2クラスタ12から戻りのウエハW101がパス部PAへ渡される前に、真空引きを完了させたロードロック・モジュールLLM₂からウエハW106を取り出しておく。また、大気系では、ウエハW107がロードロック・モジュールLLM₁に搬入され、オリフラ合わせ機構ORTからウエハW108が大気搬送ロボットRB₃に引き取られ、代わりにカセットCRから9番目のウエハW109がオリフラ合わせ機構ORTに送り込まれる。

【0064】

10

20

30

40

50

こうして、第2クラスタ12から戻りのウエハW101がパス部PAへ渡された時、第1クラスタ10においては、図12に示すように、第1真空搬送ロボットRB₁が片方の搬送アームに未処理のウエハW106を保持し、両プロセス・モジュールPM₇、PM₁がウエハW105、W104に対してDegas処理、クリーニング処理をそれぞれ行っており、片側のロードロック・モジュールLLM₁が未処理のウエハW107を入れた状態で真空引きを行っている最中にある。ここで、第1真空搬送ロボットRB₁は、もう片方の搬送アームが空いており、第2クラスタ12からパス部PAに渡された戻りのウエハW101をその空の搬送アームを用いて引き取ることは可能である。

【0065】

しかし、本発明に従い第1真空搬送ロボットRB₁は、戻りのウエハW101をパス部PAに待たせたまま第1クラスタ10内のシリアル搬送を優先的に実行する。すなわち、図13に示すように、Degas処理を終了させたプロセス・モジュールPM₇に対してピック&プレース動作によりウエハW105、W106の入れ替えを行い、次いでプロセス・モジュールPM₁に対してピック&プレース動作によりウエハW104、W105の入れ替えを行う。こうして、プロセス・モジュールPM₁より搬出したウエハW104を片方の搬送アームで保持し、もう片方の搬送アームを空にした状態で、パス部PAに待たせておいた戻りウエハW101と対峙する。そして、図14に示すように、ピック&プレース動作によりパス部PAから戻りのウエハW101を引き取り、それと入れ替わりに行きのウエハW104をパス部PAに渡す。

【0066】

この後は、図15に示すように、第2クラスタ12内では第2真空搬送ロボットRB₂がパス部PAから行きのウエハW104を引き取り、第1クラスタ10内では第1真空搬送ロボットRB₁が真空引きを完了しているロードロック・モジュールLLM₁に対してピック&プレース動作によりウエハ107、101の入れ替えを行う。つまり、減圧状態のロードロック・モジュールLLM₁より未処理のウエハ107を取り出し、それと入れ替わりに処理済のウエハ101をロードロック・モジュールLLM₁に戻す。ロードロック・モジュールLLM₁で処理済のウエハ101は室温付近の設定温度まで冷却される。

【0067】

この後は、図16に示すように、ロードロック・モジュールLLM₁の室内が大気圧状態に切り換わり、大気搬送ロボットRB₃が処理済のウエハ101をロードロック・モジュールLLM₁からロードポートLPのカセットCRに移す。また、第2クラスタ12においては、TaN/Ta層成膜処理を終えたプロセス・モジュールPM₄においてピック&プレース動作によりウエハW103、104の入れ替えが行われ、次いでCuシード層成膜処理を終えたプロセス・モジュールPM₃においてピック&プレース動作によりウエハW102、103の入れ替えが行われ、プロセス・モジュールPM₃より搬出された処理済のウエハW102がパス部PAに渡される。一方、第1クラスタ10においては、処理済のウエハW102がパス部PAに渡されても、それを無視して定常通りに行きのシリアル搬送が実行される。すなわち、Degas処理を終了させたプロセス・モジュールPM₇に対してピック&プレース動作によりウエハW106、W107の入れ替えが行われ、次いでクリーニング処理を終了させたプロセス・モジュールPM₁に対してピック&プレース動作によりウエハW105、W106の入れ替えが行われる。そして、第1真空搬送ロボットRB₁はプロセス・モジュールPM₁より搬出したウエハW105を片方の搬送アームで保持し、もう片方の搬送アームを空にした状態で、パス部PAに待たせておいた戻りのウエハW102と対峙する。図示省略するが、この直後にピック&プレース動作によりパス部PAから戻りのウエハW102を引き取り、それと入れ替わりに行きのウエハW105をパス部PAに渡す。そして、ロードロック・モジュールLLM₂に対してピック&プレース動作によりウエハ108、102の入れ替えを行う。つまり、減圧状態のロードロック・モジュールLLM₂より未処理のウエハ108を取り出し、それと入れ替わりに処理済のウエハ102をロードロック・モジュールLLM₂に戻す。

【0068】

10

20

30

40

50

以後も上記と同じ手順で搬送シーケンスが繰り返される。ただし、ロット終了間際においては、末尾のウエハW 1 2 5の後に続くウエハは存在しないため例外的な搬送手順が用いられる。たとえば、末尾のウエハW 1 2 5が各プロセス・モジュールPMから搬出されるときは単独のピック動作が行われ、それと入れ替わりのプレース動作は行われない。また、末尾から3番目のウエハW 1 2 3が戻りのウエハW としてプロセス・モジュールPM₃よりパス部PAに移された時、後続のウエハW 1 2 4, W 1 2 5は第2クラスタ12内のプロセス・モジュールPM₄, PM₃に搬入されており、第1クラスタ10内の搬送経路上に存在するウエハは1つもない。各部のコントローラないしホストコントローラは、システム内の各部の搬送経路上におけるウエハの有無および識別を常時または随時監視している。したがって、上記のようにロット終了間際において第2クラスタから戻りのウエハW がパス部PAに渡された時に第1クラスタ10内の搬送経路上にウエハは1つも存在しない状況を確認した場合は、第1真空搬送ロボットRB₁が直ちに戻りのウエハW をパス部PAから引き取り、そのまま減圧状態のロードロック・モジュールLLM₁(LLM₂)に戻すことにしてよい。

10

【0069】

上記のように、この実施形態では、第2クラスタ12から第1クラスタ10への戻りのウエハW がパス部PAに着いた時点で第1クラスタ10内の搬送経路上に第2クラスタ12行きのウエハW が存在しているときは、第1クラスタ10内のシリアル搬送を優先的に実行し、第1クラスタ10内で所要(第1段階)の処理を終えた行きのウエハW とパス部PAで入れ替えるまで戻りのウエハW をパス部PAに待たせておく。この戻りのウエハW がパス部PAで滞留している状況からすれば、一見すると、その滞留時間だけ搬送サイクルタイムまたは搬送タクトが延びるようにも思われる。

20

【0070】

しかし、シリアル搬送方式においては、各ウエハW_iが搬送経路上で後続の次のウエハW_{i+1}とピック&プレース動作による入れ替わりによって各プロセス・モジュールPM_nから後段のプロセス・モジュールPM_{n+1}に転送されるようになっており、1つのプロセス・モジュールに1枚のウエハが搬入されてから搬出するまでのPMサイクルタイム、特に最大PMサイクルタイムによってシステム内の搬送サイクルタイムまたは搬送タクトが律則される。システム内のウエハ搬送経路上のプロセス・モジュール以外のポイントでは、PMサイクルタイムとのギャップを待ち時間で埋めることとなり、ウエハが一箇所(パス部PAも含まれる)で滞在できる時間的マージンは大きい。したがって、PMサイクルタイム(特に最大PMサイクルタイム)を延ばさないように各部間でウエハ搬送のタイミングを調整することが肝要であり、パス部PAからウエハを引き取るよりもプロセス・モジュール側のシリアル搬送を優先させることはスループットを悪化させる原因には決してならないばかりか、むしろスループット上の最適な搬送手順といえる。

30

【0071】

この点、従来の搬送方式においては、図12に示すように第2クラスタ12から第1クラスタ10への戻りのウエハW (W 1 0 1)がパス部PAに渡されると、その直後の搬送手順は図17、図18および図19に示すようになる。すなわち、図17に示すように、第1クラスタ10の第1真空搬送ロボットRB₁は、空いている方の搬送アームでパス部PAから戻りのウエハW 1 0 1を引き取る。しかし、この場面では、ロードロック・モジュールLLM₁が真空引きを完了していても、第1真空搬送ロボットRB₁は、戻りのウエハW 1 0 1と未処理ウエハ106とを同時に保持しており、両搬送アームFA, FBのいずれも手が塞がっているため、ピック&プレース動作を行うことはできない。つまり、ロードロック・モジュールLLM₁に対して未処理ウエハ107と戻りのウエハW 1 0 1とを入れ替えることができない。結局、空になっているロードロック・モジュールLLM₂の真空引きが完了するまで、戻りのウエハW 1 0 1と未処理ウエハ106とを同時に保持したまま待たなくてはならない。

40

【0072】

そして、ロードロック・モジュールLLM₂が真空引きを完了させると、図18に示す

50

ように、第1真空搬送ロボットRB₁は戻りのウエハW101をロック・モジュールLLM₂に搬入する。これで片方の搬送アームが空になり、ピック&プレース動作を行えるようになる。こうして、それから第1クラスタ10内の行きのシリアル搬送に取り掛かり、図19に示すように、Degas処理を終了させて待機していたプロセス・モジュールPM₇に対してピック&プレース動作によりウエハW105, W106の入れ替えを行い、次いでクリーニング処理を終了させて待機していたプロセス・モジュールPM₁に対してピック&プレース動作によりウエハW104, W105の入れ替えを行い、プロセス・モジュールPM₁より搬出した行きのウエハW104をパス部PAに渡す。

【0073】

このように、従来の搬送方式によれば、第2クラスタ12からパス部PAに渡された戻りのウエハW_iを第1クラスタ10の第1真空搬送ロボットRB₁がすぐに引き取っても、次の行き先であるロードロック・モジュールLLM₁(LLM₂)への搬送ないし搬入がスムーズにいかないばかりか、プロセス・モジュールPM側のシリアル搬送が後回しにされることによってPMサイクルタイム(特にPMサイクルタイムに占める待機時間)が増大し、結果としてロットベースの搬送サイクルタイム平均値は長くなる。

【0074】

図20に、この実施形態の基板処理装置における各部および全体のサイクルタイムを本発明の搬送手順(特に図13, 図14, 図15)と比較例の搬送手順(図17, 図18, 図19)とで対比して一覧表で示す。この表のデータは、1ロット25枚のウエハ搬送において各部のサイクルタイムの最小値(Min)、最大値(Max)および平均値(Ave)をシミュレーションで求めたものである。ここで、「LP Cycle Time」は、ロードポートLPより各ウエハW_iが搬出されてからロードポートLPに戻ってくるまでの時間つまりLPサイクルタイムである。「PM_n Cycle Time」(n=1, 3, 4, 7)は、各プロセス・モジュールPM_nに各ウエハW_iが搬入されてから次のウエハW_{i+1}が搬入されるまでの時間つまりPMサイクルタイムである。各プロセス・モジュールPM_n(n=1, 3, 4, 7)におけるプロセス時間はいずれも60秒であり、ロードロック・モジュールLLM₁(LLM₂)における冷却時間は30秒である。プロセス時間が一定(60秒)であるにも拘わらずPMサイクルタイム(PM_n Cycle Time)がばらつくのは、1サイクル内の搬送または待機時間がばらつくためである。相対的に、ロット終盤のサイクルタイムは短く、ロット中盤のサイクルタイムは長い。

【0075】

図20において、各LPサイクルタイムおよびPMサイクルタイムの最小値(Min)は本発明と比較例とで殆ど変わらない。これは、末尾のウエハW125で得られるサイクルタイムであり、本発明および比較例のいずれの場合にも搬送経路の途中で待つ場面がないからである。しかし、各部のサイクルタイムの最大値(Max)および平均値(Ave)が本発明により著しく改善され、約10%前後短縮している。一般にクラスタツールは長時間の連続処理を行うため、搬送サイクルタイムが数パーセント短縮するだけでも生産性の大幅な向上につながる。

【0076】

上記した実施形態は、銅メッキ膜の銅配線プロセスにおいてバリアメタルのTa₂N₅/Ta積層膜とCuシード層とをインラインの連続成膜処理で形成するために、第1クラスタ10における第1段階の処理としてプロセス・モジュールPM₇, PM₁でそれぞれDegas処理、エッチング処理を順次行い、第2クラスタ12における第2段階の処理としてプロセス・モジュールPM₄, PM₃でそれぞれTa₂N₅/Ta層成膜処理、Cuシード層成膜処理を順次行うものであった。一変形例として、実質的に同一の真空薄膜加工を行うために、第1クラスタ10における第1段階の処理としてプロセス・モジュールPM₁, PM₆, PM₇でそれぞれエッチング処理、ALD(Atomic Layer Deposition)法によるTa₂N₅/Ta層成膜処理、Degas処理を順次行い、第2クラスタ12における第2段階の処理としてプロセス・モジュールPM₃でiPVD法によるCuシード層成膜処理を行うことも可能である。

【 0 0 7 7 】

この場合、途中の搬送シーケンスを省略するが、図 2 1 に示すように、第 2 クラスタ 1 2 から第 1 クラスタ 1 0 への戻りのウエハ W (W 1 0 1) がパス部 P A に渡された時、ロット終盤でもない限り、第 1 クラスタ 1 0 内の搬送経路には行きウエハ W が 1 つまたは複数存在している。典型的には、図 2 1 に示すように、第 1 真空搬送口ロボット R B₁ が片方の搬送アームで未処理のウエハ W 1 0 6 を保持し、プロセス・モジュール P M₁、P M₆、P M₇ がウエハ W 1 0 5、W 1 0 4、W 1 0 3 に対してクリーニング処理、T a N / T a 層成膜処理、Degas 処理をそれぞれ行っており、片側のロードロック・モジュール L L M₁ が未処理のウエハ W 1 0 7 を入れた状態で真空引きを行っている。ここで、第 1 真空搬送口ロボット R B₁ は、もう片方の搬送アームが空いており、第 2 クラスタ 1 2 からパス部 P A に渡された戻りのウエハ W 1 0 1 をその空の搬送アームを用いて引き取ることは可能である。

10

【 0 0 7 8 】

しかし、この場合でも、本発明にしたがい第 1 真空搬送口ロボット R B₁ は、戻りのウエハ W 1 0 1 をパス部 P A に待たせたまま第 1 クラスタ 1 0 内のシリアル搬送を優先的に実行する。すなわち、図 2 2 に示すように、クリーニング処理を終了させたプロセス・モジュール P M₁ に対してピック & プレース動作によりウエハ W 1 0 5、W 1 0 6 の入れ替えを行い、次いで T a N / T a 層成膜処理を終了させたプロセス・モジュール P M₆ に対してピック & プレース動作によりウエハ W 1 0 4、W 1 0 5 の入れ替えを行い、次いで Degas 処理を終了させたプロセス・モジュール P M₇ に対してピック & プレース動作によりウエハ W 1 0 3、W 1 0 4 の入れ替えを行う。こうして、プロセス・モジュール P M₇ より搬出したウエハ W 1 0 3 を片方の搬送アームで保持し、もう片方の搬送アームを空にした状態で、パス部 P A に待たせておいた戻りウエハ W 1 0 1 と対峙する。そして、図 2 3 に示すように、ピック & プレース動作によりパス部 P A から戻りのウエハ W 1 0 1 を引き取り、それと入れ替わりに行きウエハ W 1 0 3 をパス部 P A に渡す。このように、パス部 P A から戻りウエハ W 1 0 1 を引き取るよりもプロセス・モジュール P M₁、P M₆、P M₇ 側のウエハ入れ替えを優先させることが、ロットベースのスループットを向上させるのに適している。

20

【 0 0 7 9 】

これに対して、従来の搬送方式によれば、図 2 1 に示すように第 2 クラスタ 1 2 から第 1 クラスタ 1 0 への戻りのウエハ W (W 1 0 1) がパス部 P A に渡されると、その直後に図 2 4 に示すように、第 1 クラスタ 1 0 の第 1 真空搬送口ロボット R B₁ が空いている方の搬送アームでパス部 P A から戻りのウエハ W 1 0 1 を引き取る。しかし、この場合も、ロードロック・モジュール L L M₁ に対して未処理ウエハ 1 0 7 と戻りのウエハ W 1 0 1 とをピック & プレース動作で入れ替えることはできず、空になっているロードロック・モジュール L L M₂ の真空引きが完了するまで戻りのウエハ W 1 0 1 を第 1 真空搬送口ロボット R B₁ が持ったまま待たなくてはならない。この後、図 2 5 に示すように、第 1 真空搬送口ロボット R B₁ は、真空引きを完了させたロードロック・モジュール L L M₂ に戻りのウエハ W 1 0 1 を単独のプレース動作により搬入してから、第 1 クラスタ 1 0 内の行きシリアル搬送に取り掛かる。このように、第 2 クラスタ 1 2 からパス部 P A に渡された戻りのウエハ W を第 1 クラスタ 1 0 の第 1 真空搬送口ロボット R B₁ がすぐに引き取っても、次の行き先であるロードロック・モジュール L L M₁ (L L M₂) への搬送がスムーズにいかないばかりか、プロセス・モジュール P M 側のシリアル搬送ないしウエハ入れ替えが後回しにされることとなり、結果的にはシステム全体ないしロットベースのスループットが悪化する。

30

40

【 0 0 8 0 】

図 2 6 に、この第 2 の実施形態における各部および全体のサイクルタイムを本発明の搬送手順 (図 2 2、図 2 3) と比較例の搬送手順 (図 2 4、図 2 5) とで対比して一覧表で示す。ただし、「P M_n Cycle Time」(n = 1, 3, 6, 7) は、各プロセス・モジュール P M_n に各ウエハ W_i が搬入されてから次のウエハ W_{i+1} が搬入されるまでの時間つまり P

50

Mサイクルタイムである。各プロセス・モジュール PM_n ($n = 1, 3, 6, 7$)におけるプロセス時間はいずれも60秒であり、ロードロック・モジュール LLM_1 (LLM_2)における冷却時間は30秒である。図2.6のデータから、この実施形態においても、各部のサイクルタイムの最大値(Max)および平均値(Ave)が本発明により著しく改善され、約10%前後短縮していることがわかる。

【0081】

上記した実施形態は本発明の一例にすぎないものであり、他にも第1クラスタ10と第2クラスタ12とに跨ってプロセス・モジュール $PM_1 \sim M_8$ の中から任意のものを任意の順序で組み合わせて所望のインライン複合処理を実現することができる。

【0082】

また、上記実施形態では、第1クラスタ10で第1段階の処理を行い、次いで第2クラスタ12で第2段階の処理を行い、第2段階を終えた全処理済のウエハをパス部PAからロードロック・モジュール LLM_1 (LLM_2)へ直接搬送するようにした。しかしながら、本発明において、このような搬送シーケンスは一例であり、たとえば第2クラスタ12で第2段階を終えたウエハをパス部PAから第1クラスタ10内の残りのプロセス・モジュールPMに搬送することも可能である。さらには、第2クラスタ12で第1段階の処理を行い、次いで第1クラスタ10で第2段階の処理を行う複合処理の搬送シーケンスや、第2クラスタ12で第1段階の処理、第1クラスタ10で第2段階の処理、第2クラスタ12で第3段階の処理を行う複合処理の搬送シーケンス等も可能である。

【0083】

また、上記実施形態では、第2クラスタ12側の第2真空搬送口ポット RB_2 よりパス部PAに渡されたウエハWを第1クラスタ10側の第1真空搬送口ポット RB_1 が引き取る場面について説明したが、本発明は逆方向の場面、つまり第1クラスタ10側の第1真空搬送口ポット RB_1 よりパス部PAに渡されたウエハWを第2クラスタ12側の第2真空搬送口ポット RB_2 が引き取る場面にも適用可能である。つまり、この場面では、第1真空搬送口ポット RB_1 よりパス部PAに渡されたウエハWを、第2真空搬送口ポット RB_2 が第2クラスタ12内のプロセス・モジュールで1つまたは一連の処理を終えて第1クラスタ10へ向うウエハと入れ替えるまで、パス部PAで待たせておくという搬送制御が行われる。

【0084】

本発明の基板処理装置は、上記実施形態のような真空系の処理システムに限定されるものではなく、一部または全体が大気系の処理システムにも適用可能である。本発明における被処理体は、半導体ウエハに限るものではなく、フラットパネルディスプレイ用の各種基板や、フォトマスク、CD基板、プリント基板等も含む。

【図面の簡単な説明】

【0085】

【図1】一実施形態における基板処理装置の構成を示す略平面図である。

【図2】実施形態におけるピック&ブレース動作を説明するための模式図である。

【図3】一実施形態における搬送シーケンスの一段階を示す図である。

【図4】一実施形態における搬送シーケンスの一段階を示す図である。

【図5】一実施形態における搬送シーケンスの一段階を示す図である。

【図6】一実施形態における搬送シーケンスの一段階を示す図である。

【図7】一実施形態における搬送シーケンスの一段階を示す図である。

【図8】一実施形態における搬送シーケンスの一段階を示す図である。

【図9】一実施形態における搬送シーケンスの一段階を示す図である。

【図10】一実施形態における搬送シーケンスの一段階を示す図である。

【図11】一実施形態における搬送シーケンスの一段階を示す図である。

【図12】一実施形態における搬送シーケンスの一段階を示す図である。

【図13】一実施形態における搬送シーケンスの一段階を示す図である。

【図14】一実施形態における搬送シーケンスの一段階を示す図である。

10

20

30

40

50

【図15】一実施形態における搬送シーケンスの一段階を示す図である。

【図16】一実施形態における搬送シーケンスの一段階を示す図である。

【図17】比較例における搬送シーケンスの一段階を示す図である。

【図18】一実施形態における搬送シーケンスの一段階を示す図である。

【図19】一実施形態における搬送シーケンスの一段階を示す図である。

【図20】実施形態の基板処理装置における各部および全体のサイクルタイムを本発明の搬送手順と比較例の搬送手順とで対比して示す図である。

【図21】一実施形態における搬送シーケンスの一段階を示す図である。

【図22】一実施形態における搬送シーケンスの一段階を示す図である。

【図23】一実施形態における搬送シーケンスの一段階を示す図である。

【図24】比較例における搬送シーケンスの一段階を示す図である。

【図25】比較例における搬送シーケンスの一段階を示す図である。

【図26】実施形態の基板処理装置における各部および全体のサイクルタイムを本発明の搬送手順と比較例の搬送手順とで対比して示す図である。

【符号の説明】

【0086】

10 第1クラスタ

12 第2クラスタ

TM₁ 第1トランスファ・モジュール

TM₂ 第2トランスファ・モジュール

RB₁ 第1真空搬送ロボット

F_A, F_B 搬送アーム

RB₂ 第2真空搬送ロボット

F_C, F_D 搬送アーム

PM₁, PM₇, PM₈, PM₆ 第1クラスタのプロセス・モジュール

PM₂, PM₃, PM₄, PM₅ 第2クラスタのプロセス・モジュール

LLM₁, LLM₂ ロードロック・モジュール

GV ゲートバルブ

LM ロータ・モジュール

LP ロードポート

ORT オリフラ合わせ機構

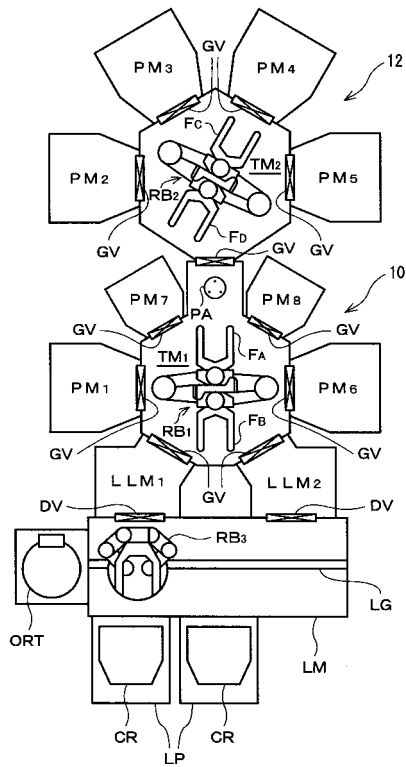
RB₃ 大気搬送ロボット

10

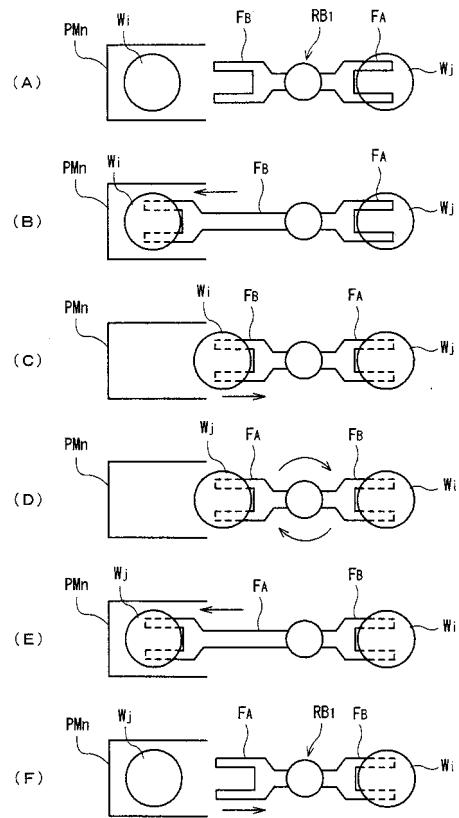
20

30

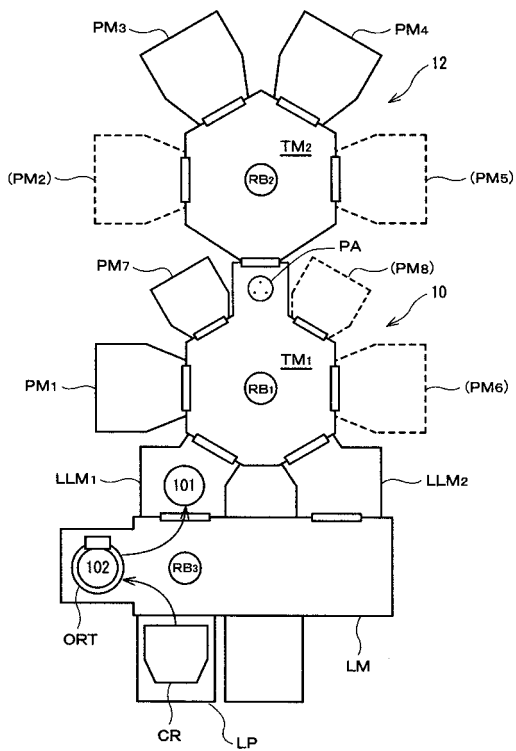
【 図 1 】



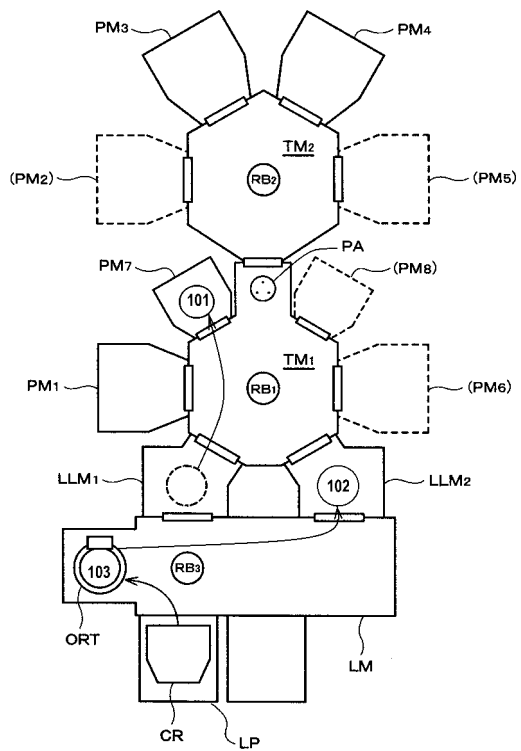
【 図 2 】



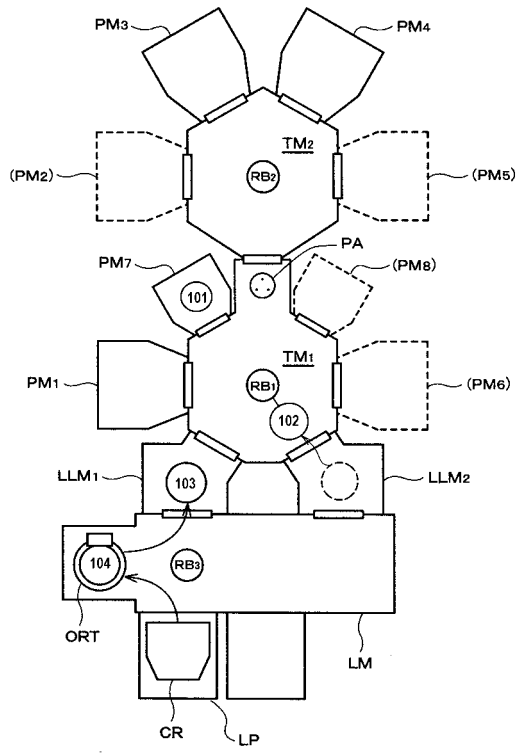
【 図 3 】



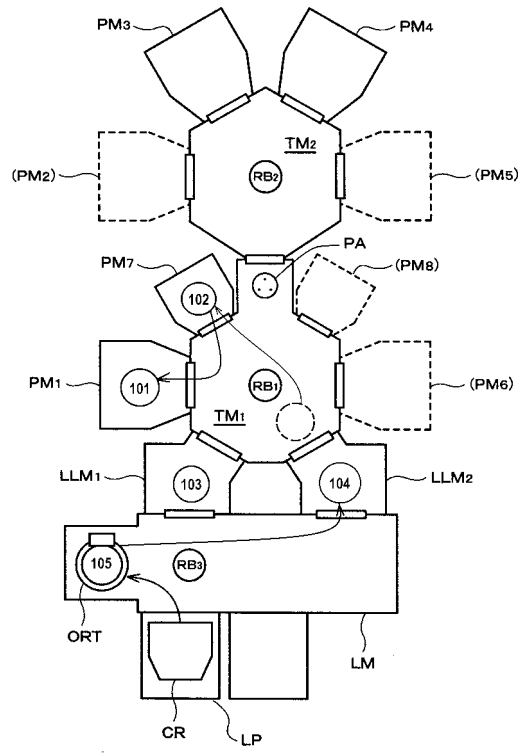
【 図 4 】



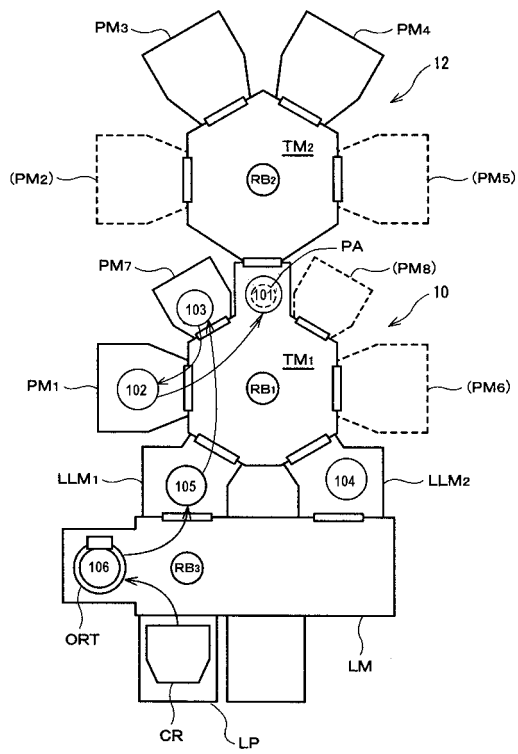
【図5】



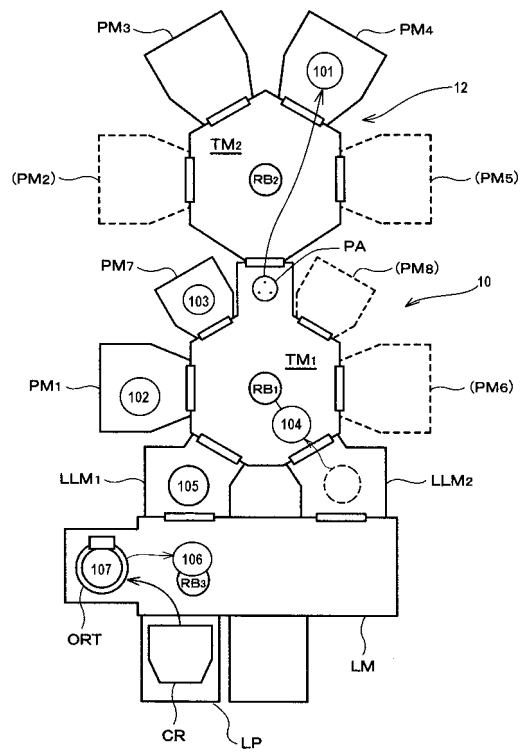
【図6】



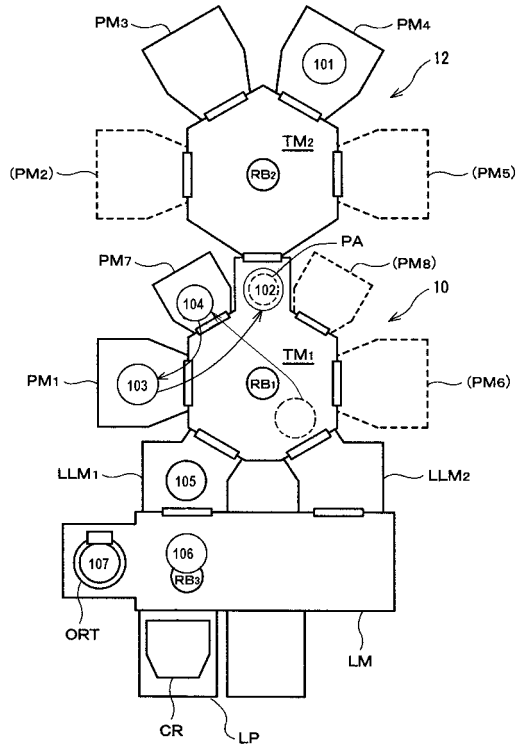
【図7】



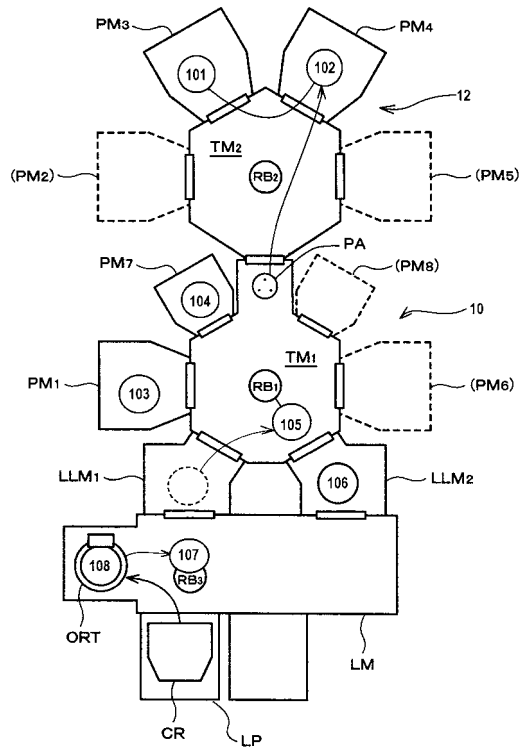
【図8】



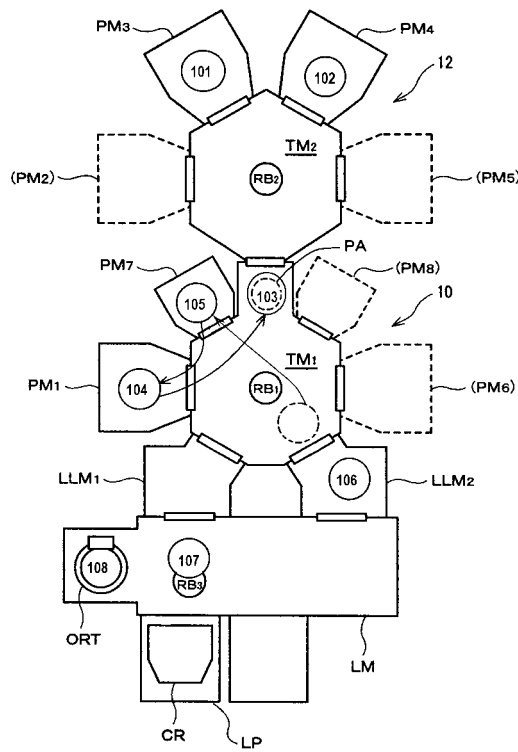
【 図 9 】



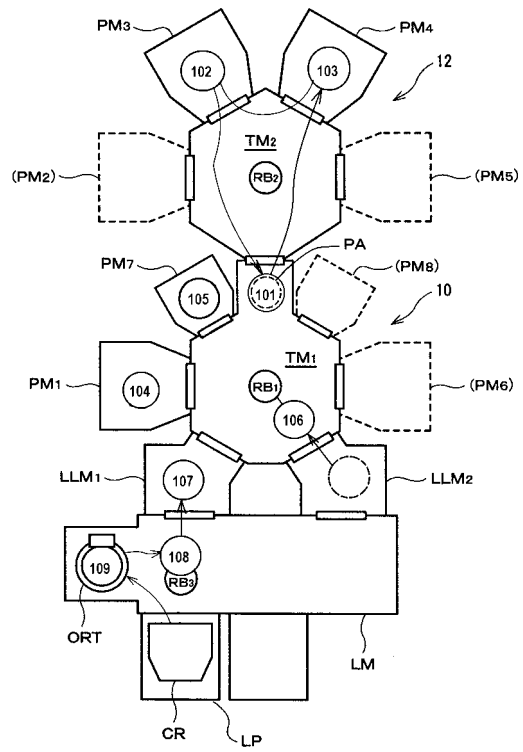
【 図 10 】



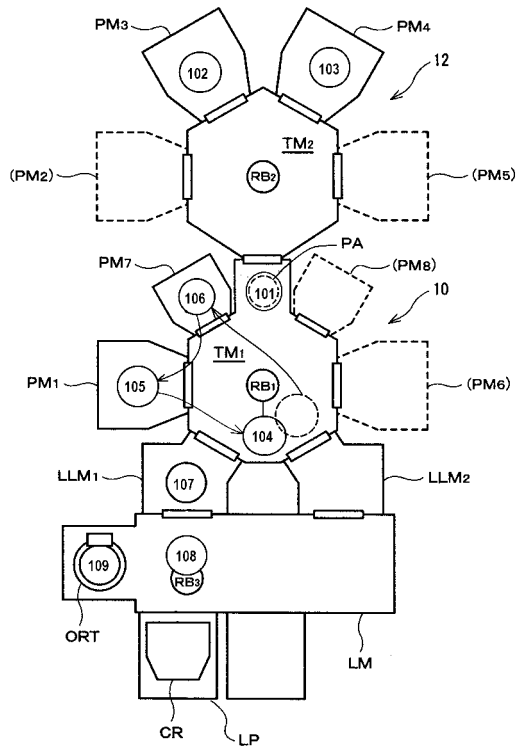
【 図 11 】



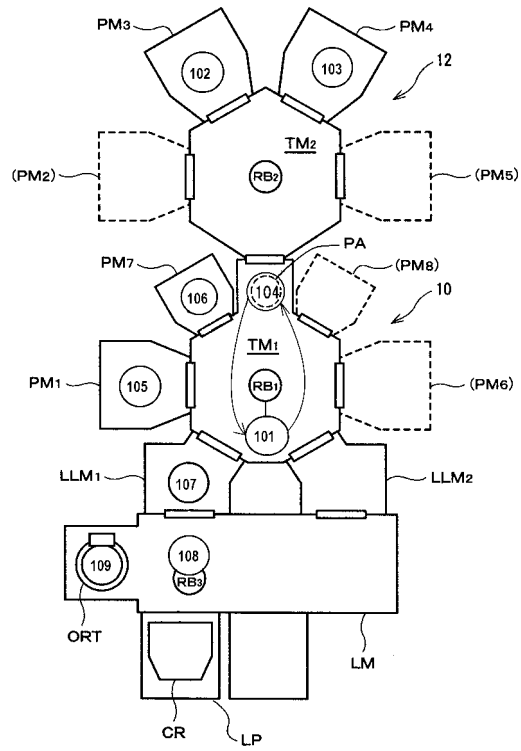
【 図 12 】



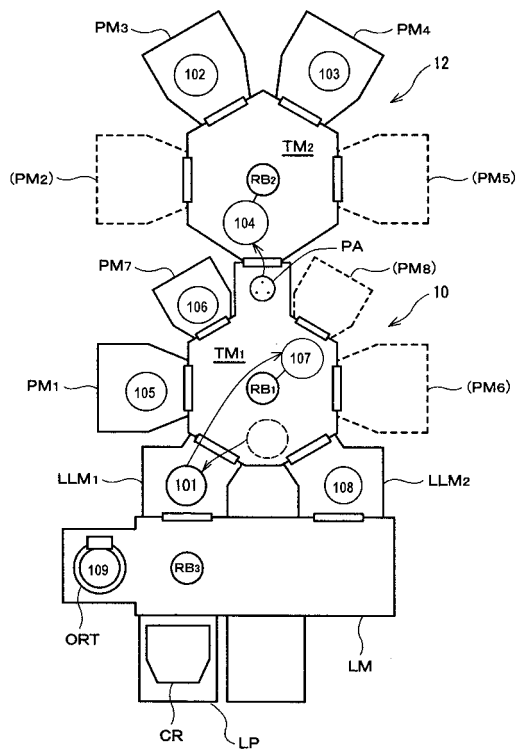
【図13】



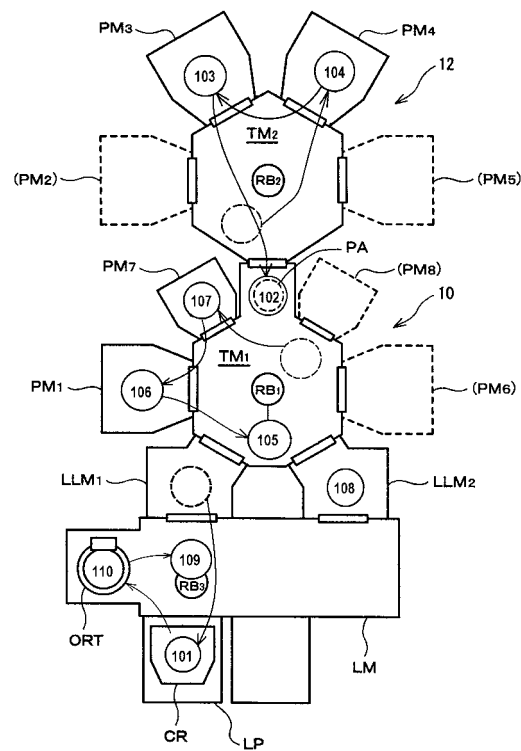
【図14】



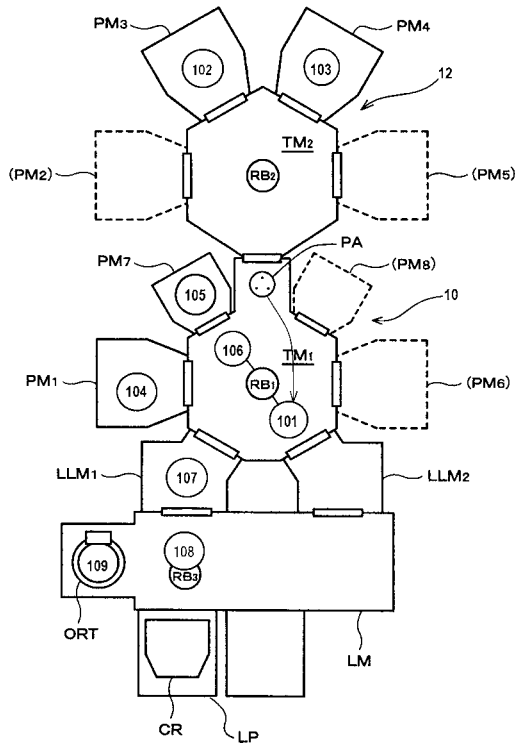
【図15】



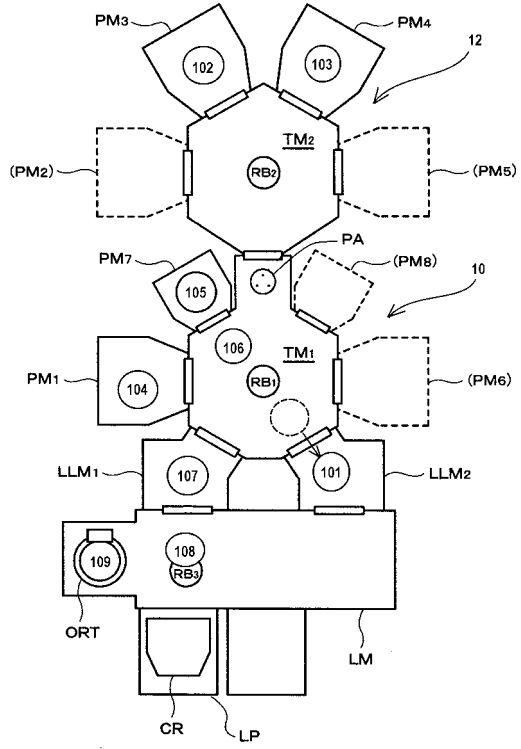
【図16】



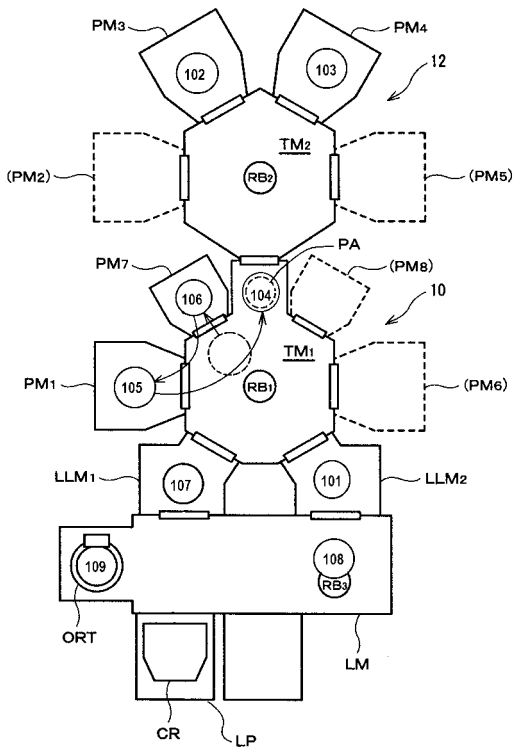
【図17】



【図18】



【図19】



【図20】

各部のサイクルタイム		比較例	実施例
LP Cycle Time	Min	501.00	540.50
	Max	856.50	772.50
	Ave	794.14	727.84
PM1 Cycle Time	Min	77.00	76.50
	Max	107.50	84.00
	Ave	91.33	77.83
PM3 Cycle Time	Min	77.00	76.50
	Max	111.00	107.00
	Ave	93.45	79.88
PM4 Cycle Time	Min	77.50	77.00
	Max	109.00	90.50
	Ave	91.75	78.54
PM7 Cycle Time	Min	76.50	76.50
	Max	106.00	78.50
	Ave	90.58	77.33

単位(秒)

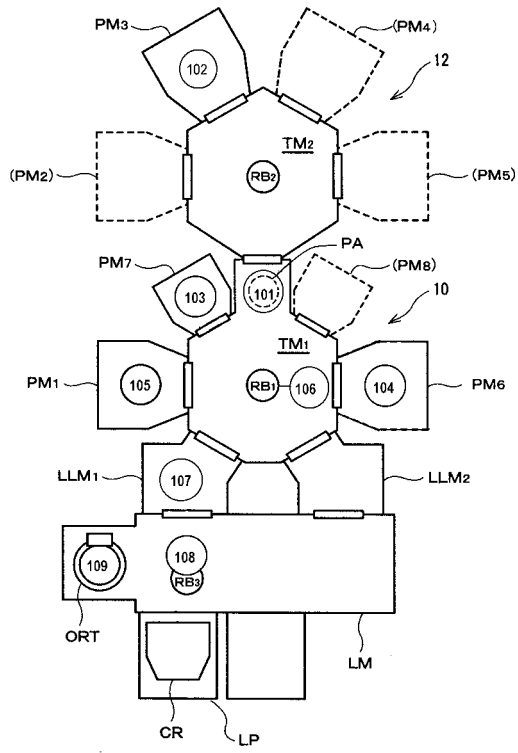
【搬送経路】

LLM₁ or LLM₂ → PM₇ (Degas) → PM₁ (クリーニング)
 → PM₄ (TaN/Ta iPVD) → PM₃ (Cu iPVD) → LLM₁ or LLM₂

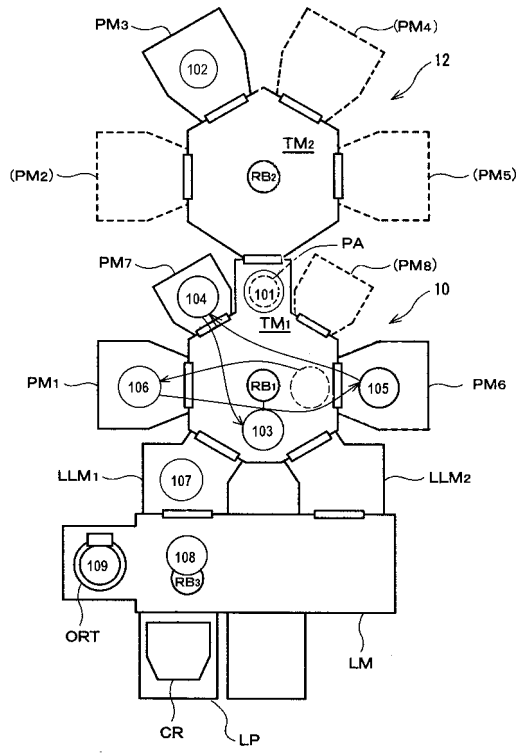
【プロセス時間】

PM₇ (Degas): 60秒 / PM₁ (クリーニング): 60秒 /
 PM₄ (TaN/Ta iPVD): 60秒 / PM₃ (Cu iPVD): 60秒 /
 LLM (Cooling): 30秒

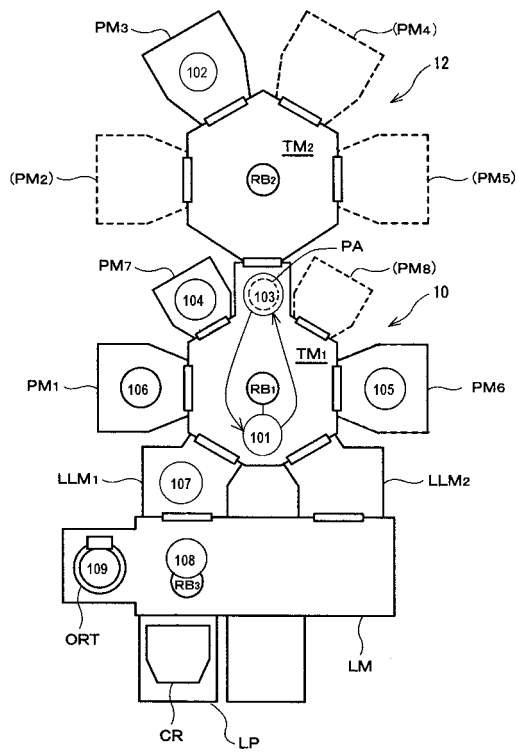
【図 2 1】



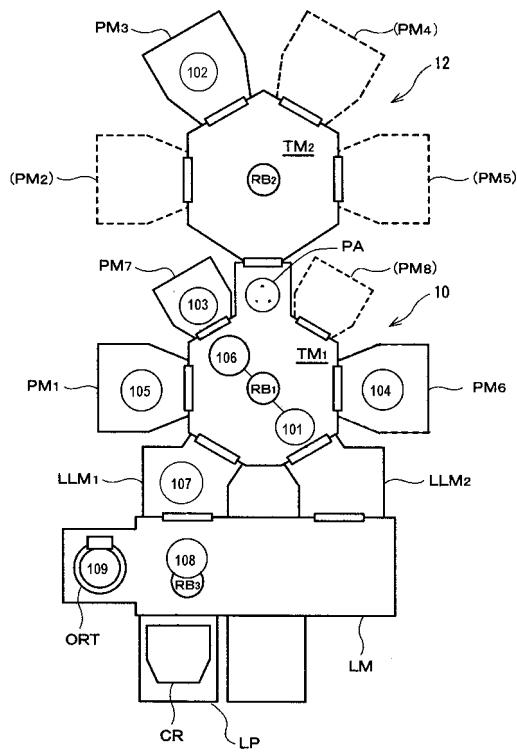
【図 2 2】



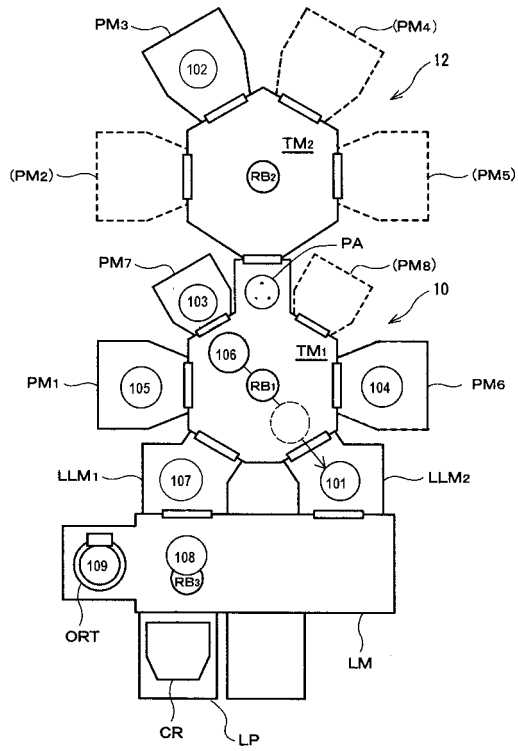
【図 2 3】



【図 2 4】



【図 25】



【図 26】

各部のサイクルタイム		比較例	実施例
LP Cycle Time	Min	515.50	550.00
	Max	883.00	785.50
	Ave	793.36	731.70
PM1 Cycle Time	Min	76.00	76.00
	Max	118.00	78.00
	Ave	79.95	76.70
PM3 Cycle Time	Min	77.39	76.50
	Max	90.00	85.00
	Ave	78.94	78.04
PM6 Cycle Time	Min	73.00	76.50
	Max	113.50	80.50
	Ave	92.50	78.04
PM7 Cycle Time	Min	84.50	77.00
	Max	117.50	85.00
	Ave	106.08	77.94

単位(秒)

【搬送経路】

LLM₁ or LLM₂ → PM₁ (クリーニング) → PM₆ (TaN/Ta ALD)
 → PM₇ (Degas) → PM₃ (Cu iPVD) → LLM₁ or LLM₂

【プロセス時間】

PM₁ (クリーニング): 60秒 / PM₆ (TaN/Ta ALD): 60秒 /
 PM₇ (Degas): 60秒 / PM₃ (Cu iPVD): 60秒 /
 LLM (Cooling): 30秒

フロントページの続き

審査官 金丸 治之

(56)参考文献 特開平11-102953(JP,A)
特開2004-174669(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/67 - 21/687
H01L 21/02