

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4912253号
(P4912253)

(45) 発行日 平成24年4月11日(2012.4.11)

(24) 登録日 平成24年1月27日(2012.1.27)

(51) Int.Cl.

H01L 21/677 (2006.01)

F 1

H01L 21/68

A

請求項の数 8 外国語出願 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2007-223299 (P2007-223299)
 (22) 出願日 平成19年8月29日 (2007.8.29)
 (65) 公開番号 特開2008-60577 (P2008-60577A)
 (43) 公開日 平成20年3月13日 (2008.3.13)
 審査請求日 平成22年7月13日 (2010.7.13)
 (31) 優先権主張番号 11/512637
 (32) 優先日 平成18年8月30日 (2006.8.30)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 000227973
 日本エー・エス・エム株式会社
 東京都多摩市永山6丁目23番1
 (74) 代理人 100096725
 弁理士 堀 明▲ひこ▼
 (72) 発明者 山岸 孝幸
 東京都多摩市永山6丁目23番1日本エー・エス・エム株式会社内
 (72) 発明者 小林 民宏
 東京都多摩市永山6丁目23番1日本エー・エス・エム株式会社内
 (72) 発明者 渡部 朗
 東京都多摩市永山6丁目23番1日本エー・エス・エム株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】基板搬送装置、基板処理装置及び基板搬送方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

反応チャンバ内で円形の基板をロード及びアンロードするための基板搬送装置であって、直線方向に水平に移動可能な遠端を有したアームと、前記反応チャンバ内で前記基板をロード及びアンロードするための、下側エンドエフェクタ及び上側エンドエフェクタを含むエンドエフェクタと、前記反応チャンバ内で前記基板を待機させておくために、サセプタ周辺に設けられたバッファ機構とを備え、

前記下側エンドエフェクタは、前記アームの遠端で前記アームに移動可能に結合され、そして前記上側エンドエフェクタは、前記移動可能に結合された前記下側エンドエフェクタに固定され、

前記下側エンドエフェクタは、前側、後側、右側、及び左側を有し、そして前記上側エンドエフェクタは、前記下側エンドエフェクタに右及び左側で固定された複数の部分からなり、

前記下側エンドエフェクタは前記基板の周辺を支持する形状の、複数個の支持部材を有し、前記上側エンドエフェクタは前記基板の周辺に対応する形状の、複数個の段部を有して成り、

前記バッファ機構により未処理基板が前記リアクタ内で一時的に支持され、前記エンドエフェクタにより処理済基板が前記リアクタから搬送されることを特徴とする基板搬送装

10

20

置。

【請求項 2】

前記下側エンドエフェクタの前及び後側は、前記下側エンドエフェクタの水平移動の方向上にある請求項 1 に記載の基板搬送装置。

【請求項 3】

前記アームは、前記エンドエフェクタを水平且つ直線的に 1 つの方向に移動させるよう構成されている請求項 1 に記載の基板搬送装置。

【請求項 4】

前記アームは、ジョイントによって互いに移動可能に結合された近端リンクと遠端リンクとを備え、そして前記下側エンドエフェクタは、ジョイントによって前記遠端リンクに結合されている請求項 3 に記載の基板搬送装置。10

【請求項 5】

ロードロックチャンバを更に備え、前記アーム及び前記エンドエフェクタは、前記アーム及び前記エンドエフェクタが後退位置にあるときに、その中に配設される請求項 1 に記載の基板搬送装置。

【請求項 6】

前記上側エンドエフェクタは、互いに平行に配設されると共に前記下側エンドエフェクタの右及び左側にそれぞれ固定された 2 つの長尺な部分からなる請求項 1 に記載の基板搬送装置。

【請求項 7】

ロードロックチャンバと、

該ロードロックチャンバに対しゲートバルブを介して接続された少なくとも 1 つの反応チャンバと、

前記ロードロックチャンバ内に配設された請求項 1 の基板搬送装置とを備え、

アーム及びエンドエフェクタは、反応チャンバ内で基板をロード及びアンロードするために開かれたときのゲートバルブを通して、前記反応チャンバまで伸長可能であることを特徴とする基板処理装置。20

【請求項 8】

ゲートバルブを介して接続された反応チャンバとロードロックチャンバとの間で円形の基板を搬送する基板搬送方法であって、30

(i) 前記ロードロックチャンバ内で未処理基板を搬送アームの上側エンドエフェクタ上にロードする工程と、

(i i) 前記反応チャンバ内で処理済基板がその上に載置されるサセプタを下降させて、前記サセプタから上向きに延びたリフトピンで処理済基板を支持する工程と、

(i i i) 前記ゲートバルブを開くときに、前記搬送アームを前記ロードロックチャンバから前記反応チャンバへ水平に延ばして、前記リフトピンで支持された処理済基板が前記搬送アームの前記上側エンドエフェクタと下側エンドエフェクタとの間に配置され、未処理基板は上側エンドエフェクタに配置されるようにする工程と、

(i v) 前記反応チャンバ内のサセプタ周辺に設けられたバッファ機構のバッファアームを使用して未処理基板を支持し、未処理基板を前記バッファアーム上にロードする工程と、40

(v) 未処理基板を保持した前記バッファアームを上昇させる一方で前記リフトピンを下降させて、処理済基板を前記下側エンドエフェクタ上に配置する工程と、

(v i) 前記搬送アームを前記反応チャンバから前記ロードロックチャンバへ後退すると共に前記ゲートバルブを閉じる工程と、

(v i i) 未処理基板を保持した前記バッファアームを下降させて、前記サセプタから上向きに延びた前記リフトピンで未処理基板を支持する工程と、

(v i i i) 前記サセプタを上昇させて、前記サセプタ上に未処理基板をロードする工程と、

(i x) 処理済基板を前記下側エンドエフェクタからアンロードすると共に前記ロード50

ロックチャンバ内で工程（i）を実行しながら前記反応チャンバ内で未処理基板を処理した後、工程（ii）から（ix）を実行する工程とを備え、

前記搬送アームは、アクチュエータに接続されるように構成された近端を有して、複数の水平移動軸で水平に移動するアームと、前記下側エンドエフェクタ及び前記上側エンドエフェクタとを備え、

前記下側エンドエフェクタは、前記アームの遠端で該アームに移動可能に結合され、そして前記上側エンドエフェクタは、前記下側エンドエフェクタに固定され、

前記下側エンドエフェクタは、水平移動の方向に関して前側、後側、右側、及び左側を有し、そして前記上側エンドエフェクタは、前記下側エンドエフェクタに右及び左側で固定された複数の部分からなり、

前記下側エンドエフェクタは前記基板の周辺を支持する形状の、複数個の支持部材を有し、前記上側エンドエフェクタは前記基板の周辺に対応する形状の、複数個の段部を有して成る、ことを特徴とする基板搬送方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、真空ロードロックシステムを使用した基板処理装置及び基板搬送装置に関する。この発明は更に、半導体基板をバッファリングするためのバッファ機構に関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、従来の半導体集積回路を製造するために使用される真空ロードロックシステムを使用した半導体処理装置のチャンバは、ロードロックチャンバと、搬送チャンバと、この搬送チャンバに接続された複数のリアクタ（プロセスチャンバ）とを備える。各チャンバに対し、ウエハを自動的に供給するためにウエハ搬送ロボットが使用される。真空ロードロックシステムを使用した半導体処理装置は、次のように動作する。先ず、大気ロボットがウエハをカセット又は前面ドア付きポッド（F O U P、例えばボックス処理着脱可能カセット及び前面ドアインターフェース）からロードロックチャンバ内へ運ぶ。ロードロックチャンバから空気を抜いた後に、ウエハは、共通の多角形搬送チャンバ内に設けられた真空ロボットによって各リアクタへ搬送される。リアクタ内で処理が終了したウエハは、真空ロボットによってロードロックチャンバへ搬送される。最後に、ロードロックチャンバの内部が大気圧に回復された後に、処理済みウエハは、大気ロボットによってカセット又はF O U Pへ搬送される。そのような装置は、一般にクラスターツールと呼ばれる。

【0003】

従来、クラスターツールは、單一ウエハ処理タイプと、バッチ式ウエハ処理タイプとを有する。單一ウエハ処理タイプは、單一のウエハが各リアクタによって処理されるタイプである。バッチ式ウエハ処理タイプは、複数のウエハが單一のリアクタによって処理されるタイプである。

【0004】

バッチ式ウエハ処理タイプでは、複数のウエハが單一のリアクタによって処理されるので、生産性は高い。バッチ処理では、ウエハ上に形成された薄膜の膜厚及び膜質の不均一性の発生が頻繁に問題になる。膜厚及び膜質の均一性を改善するために、單一ウエハ処理タイプのウエハ処理装置を使用することが効果的である。

【0005】

この発明が解決できる問題は、以下の通りである。

【0006】

従来の單一ウエハ処理タイプのウエハ処理装置を使用して生産性を増加させるために、処理器の数は増加し、フットプリント（必要とされる装置スペース）及びフェースプリント（装置前面のパネル幅）は増加し、そしてコストは増大する。これは、装置が共通の多角形搬送室を有し、それに対し複数のリアクタが放射状に取り付けられるからである。加

10

20

30

40

50

えて、処理器の数の増加に起因して、装置の故障や保守によって動作が不連続になる場合は、生産性が著しく低下する。

【0007】

更には、薄膜堆積プロセスでは、プロセス時間が短く、プロセスが連続的になされる場合がしばしばある。これらの理由から、次のウエハをロードロックチャンバ内に待機させておく場合、ウエハ搬送機構は、ダブルアームを持つ必要がある。ウエハ搬送機構にダブルアームを装備させる場合、搬送機構は複雑になり、そしてコストは増大する。加えて、ロードロックチャンバの容積は増加し、従って空気を抜くのに要する時間と大気圧に回復するに要する時間は長くなり、搬送速度律速ファクタは増加する。この結果、スループットは制限される。

10

【0008】

更には、ウエハをリアクタ内部に効率的に搬入／搬出する目的で、ダブルアームを持つウエハ搬送機構が良好であるが、正多角形タイプの搬送チャンバを使用する装置でさえ、搬送機構は複雑になり、そしてコストは増大する。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

従って、本発明の一実施形態では、低コスト、小フットプリント及び小フェースプリントを実現する基板処理装置が提供される。

【0010】

20

更に、本発明の一実施形態では、安定したプロセス及び高スループットを実現する基板処理装置が提供される。

【課題を解決するための手段】

【0011】

例えば、本発明の一態様によると、真空ロードロックシステムが装備された基板処理装置は、ロードロックチャンバと、このロードロックチャンバの付近に配設された反応チャンバと、ロードロックチャンバ外に配設された搬送口ボットとを備える。ロードロックチャンバは、基板搬送アームを有する。このアームは、薄いリンク型リムと、このリムに接続されて搬送口ボットと反応チャンバとの間で基板を搬送するための複数のエンドエフェクタとからなる。

30

【0012】

一態様では、ロードロックチャンバは、共通の環境を共用する2つの並んで配設された区画を備える。各区画は、基板搬送アームが装備されると共に、ゲートバルブを介して反応チャンバに接続されている（即ち、2つの反応チャンバが2つの区画を有する1つのロードロックチャンバに接続されている）。

【0013】

一態様では、複数のエンドエフェクタは、一度に2つの基板を搬送することが可能であると共に、反応チャンバから後退させることなく、反応チャンバ内で未処理基板をアンロードすると共に処理済基板をロードすることが可能なデュアルエンドエフェクタ（各々が1つの基板を支持する）である。上記において、搬送アームの単一の移動によって、2つの基板がロードロックチャンバから反応チャンバへ、また逆へ、搬送される。例えば、単一搬送アームの1回の伸長及び収縮移動によって、処理済基板が回収される間に未処理基板はバッファリングされる。

40

【0014】

一態様では、反応チャンバは、処理済基板又は未処理基板をバッファリング即ち一時的に支持するためのバッファ機構を装備する。反応チャンバのバッファ機構は、デュアルエンドエフェクタ付きの搬送アームと協動する。1つの反応チャンバに対して單一アームが使用される場合でも、複数のエンドエフェクタが装備された单一アームと反応チャンバのバッファ機構を使用することによって、搬送能力は、デュアルアームが使用されるときよりも大きくなり、またロードロックチャンバのサイズは、小さくなる。更に、スループッ

50

トは、著しく高くなり得る。

【0015】

一態様では、複数のエンドエフェクタは、個別に操作されない。例えば、第1のエンドエフェクタは、アームの遠端に移動可能に接続され、第2のエンドエフェクタは、第1のエンドエフェクタに固定される。かくして、この搬送アームの動作は、單一エンドエフェクタ付きの搬送アームと異なることはない。

【0016】

一態様では、バッファリング手段は、1つの処理済又は未処理基板をリアクタ内で一時的に懸架又は支持しながら、もう1つの基板がリアクタ内又は外へ搬送されるようにする。一実施形態では、エンドエフェクタは、基板を支持するためのフランジであり、リムに10 対し移動可能に接続されている。

【0017】

この発明と、従来技術に対して達成された利点と、を要約する目的のために、この発明のある目的及び利点が上述されてきた。勿論、そのような目的又は利点の全てが、この発明の特別な実施形態によって必ずしも達成される必要はない、という点が理解されるべきである。かくして、例えば、当業者は、ここで教示又は示唆される他の目的又は利点を達成する必要なしに、ここで教示された1つの利点又は利点のグループを達成又は最適化する手法で、この発明が具体化又は実施されるものである点を認識するであろう。

【0018】

この発明の別の形態、特徴及び利点は、後述する好ましい実施形態の詳細な説明から明らかとなる。20

【0019】

この発明のこれら及び他の特徴は、好ましい実施形態の図面を参照して以下で説明される。これらの図面は、この発明を図解しようとするものであって、制限しようとするものではない。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

この発明は、好ましい実施形態を参照して以下で詳細に説明される。しかしながら、好ましい実施形態は、本発明を制限しようとするものではない。

【0021】

1) 反応チャンバ内で基板をロード及びアンロードするための基板搬送装置は、(a)直線方向に水平に移動可能な遠端を有したアームと、(b)反応チャンバ内で基板をロード及びアンロードするための、下側エンドエフェクタ及び上側エンドエフェクタを含むエンドエフェクタとを備える。下側エンドエフェクタ又は上側エンドエフェクタの一方は、アームの遠端でアームに移動可能に結合され、そして下側エンドエフェクタ又は上側エンドエフェクタの他方は、移動可能に結合されたエンドエフェクタに固定される。移動可能に結合されたエンドエフェクタは、前側、後側、右側、及び左側を有し、そして固定されたエンドエフェクタは、移動可能に結合されたエンドエフェクタに右及び左側で固定された複数の部分からなる。

【0022】

上記実施形態は、限定されるものではないが、以下の実施形態を更に含む。40

【0023】

1)において、2)移動可能に結合されたエンドエフェクタは下側エンドエフェクタであり、そして固定されたエンドエフェクタは上側エンドエフェクタである。

【0024】

1)又は2)において、3)移動可能に結合されたエンドエフェクタの前及び後側は、移動可能に結合されたエンドエフェクタの水平移動の方向上有る。

【0025】

1)~3)のいずれかにおいて、4)アームは、エンドエフェクタを水平且つ直線的に1つの方向に移動させるように構成される。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 6 】

1) ~ 4) のいずれかにおいて、5) アームは、ジョイントによって互いに移動可能に結合された近端リンクと遠端リンクとを備え、そしてエンドエフェクタは、ジョイントによって遠端リンクに結合される。

【 0 0 2 7 】

1) ~ 5) のいずれかにおいて、6) この装置は、ロードロックチャンバを更に備え、アーム及びエンドエフェクタは、アーム及びエンドエフェクタが後退位置にあるときに、その中に配設される。

【 0 0 2 8 】

2) に言及した 1) ~ 6) のいずれかにおいて、7) 上側エンドエフェクタは、互いに平行に配設されると共に下側エンドエフェクタの右及び左側にそれぞれ固定された 2 つの長尺な部分からなる。 10

【 0 0 2 9 】

7) において、8) 上側エンドエフェクタの各長尺な部分は、2 つの基板接触部分を持ち、そして下側エンドエフェクタは、4 つの基板接触部分を持つ。

【 0 0 3 0 】

もう 1 つの実施形態において、9) 基板処理装置は、(A) ロードロックチャンバと、(B) このロードロックチャンバに対しゲートバルブを介して接続された少なくとも 1 つの反応チャンバと、(C) ロードロックチャンバ内に配設された 1) ~ 8) のいずれかの基板搬送装置とを備える。アーム及びエンドエフェクタは、反応チャンバ内で基板をロード及びアンロードするために開かれたときのゲートバルブを通して、反応チャンバまで伸長可能である。 20

【 0 0 3 1 】

上記実施形態は、限定されるものではないが、以下の実施形態を更に含む。

【 0 0 3 2 】

9) において、10) この装置は、反応チャンバ内で基板をロード及びアンロードするために開かれたときのゲートバルブを介してロードロックチャンバに接近可能な大気口ポートアームを更に備える。

【 0 0 3 3 】

9) 又は 10) において、11) 反応チャンバは、反応チャンバ内で基板を待機させておくためのバッファ機構を装備する。 30

【 0 0 3 4 】

更にもう 1 つの実施形態では、12) ゲートバルブを介して接続された反応チャンバとロードロックチャンバとの間で基板を搬送する方法は、(i) ロードロックチャンバ内で未処理基板を搬送アームの上側エンドエフェクタ上にロードする工程と、(ii) 反応チャンバ内で処理済基板がその上に載置されるサセプタを下降させて、サセプタから上向きに延びたリフトピンで処理済基板を支持する工程と、(iii) ゲートバルブを開くときに、搬送アームをロードロックチャンバから反応チャンバへ水平に延ばして、リフトピンで支持された処理済基板が搬送アームの上側エンドエフェクタと下側エンドエフェクタとの間に配置され、未処理基板は上側エンドエフェクタに配置されるようにする工程と、(iv) 反応チャンバ内に設けられたバッファアームを使用して未処理基板を支持し、未処理基板をバッファアーム上にロードする工程と、(v) 未処理基板を保持したバッファアームを上昇させる一方でリフトピンを下降させて、処理済基板を下側エンドエフェクタ上に配置する工程と、(vi) 搬送アームを反応チャンバからロードロックチャンバへ後退させると共にゲートバルブを閉じる工程と、(vii) 未処理基板を保持したバッファアームを下降させて、サセプタから上向きに延びたリフトピンで未処理基板を支持する工程と、(viii) サセプタを上昇させて、サセプタ上に未処理基板をロードする工程と、(ix) 処理済基板を下側エンドエフェクタからアンロードすると共にロードロックチャンバ内で工程 (i) を実行しながら反応チャンバ内で未処理基板を処理した後、工程 (ii) から (ix) を実行する工程とを備える。 40

【0035】

上記実施形態は、限定されるものではないが、以下の実施形態を更に含む。

【0036】

12)において、13)搬送アームは、1)～8)の搬送アームのいずれかから選択される。

【0037】

別のもう1つの実施形態において、14)第1のチャンバと第2のチャンバとの間で基板を搬送する方法は、(i)第1のチャンバ内で第1の基板を搬送アームの上側エンドエフェクタ上にロードする工程と、(ii)搬送アームを第1のチャンバから第2のチャンバへ水平に延ばして、第2のチャンバ内で第2の基板が搬送アームの上側エンドエフェクタと下側エンドエフェクタとの間に配置され、第1の基板は上側エンドエフェクタ上に配置されるようとする工程と、(iii)第1の基板を上側エンドエフェクタからアンロードすると共に第2の基板を下側エンドエフェクタ上にロードすると工程と、(iv)搬送アームを第2のチャンバから第1のチャンバへ後退させる工程と、(v)第2の基板を下側エンドエフェクタからアンロードすると共に第1のチャンバ内で工程(i)を実行した後、工程(ii)から(v)を実行する工程とを備える。10

【0038】

14)において、15)搬送アームは、1)～8)の搬送アームのいずれかから選択される。

【0039】

13)又は14)において、16)第1のチャンバはロードロックチャンバであり、第2のチャンバは反応チャンバであり、第1の基板は未処理基板であり、第2の基板は処理済基板である。20

【0040】

別の実施形態において、17)基板処理装置は、(a)ロードロックチャンバと、(b)このロードロックチャンバに対しゲートバルブを介して接続された少なくとも1つの反応チャンバと、(c)ロードロックチャンバと反応チャンバとの間で基板を搬送すると共に、未処理基板と処理済基板を、反応チャンバから後退させることなく、反応チャンバ内で待機させておくための手段とを備える。

【0041】

上記において、基板は、任意のタイプの基板、例えば、限定されるものではないが、半導体ウエハである。

【0042】

本発明は、図面を参照して以下で更に説明される。しかしながら、図面は実施形態を示すものであって、本発明を制限しようとするものではない。

【0043】

図1は、半導体ウエハ上に薄膜を形成するための本発明の一実施形態に係るウエハ処理装置を示す例示的平面図である。この装置は、FOUP106と、大気ロボット105がその中に配設される小環境と、ロードロックチャンバ2と、ゲートバルブ13を介してロードロックチャンバ2に接続された反応チャンバ1とを備える。ロードロックチャンバ2は、2つの区画からなり、各区画は、デュアルエンドエフェクタ31, 33付き搬送アーム3を装備されている(図4及び5参照)。ロードロックチャンバ2と2つの反応チャンバ1は、モジュール又はリアクタユニットを構成する。この処理装置は、上記構成に限定されるものではなく、任意の好適な構成、例えば特許文献1(米国特許第6,630,053号)に開示されている構成を持つことができる。この米国特許の開示は、ここに参照文献として組み込まれる。40

【特許文献1】米国特許第6,630,053号明細書**【0044】**

大気ロボット105は、水平方向に前後左右に移動して、FOUP106と反応チャンバ1との間で基板を搬送することができる。更に、大気ロボット105は、垂直方向に移50

動することができる。このため、大気口ボットは、上側エンドエフェクタ33に、また下側エンドエフェクタ31に位置決めされ得る。即ち、大気口ボット105は、ロードロックチャンバ2内で下側エンドエフェクタ31から基板（例えば、処理済基板）をアンロードすると共に、それをFOUP106へ運ぶことができる。また、大気口ボット105は、基板（例えば、未処理基板）をFOUP106から運ぶと共に、それを上側エンドエフェクタ33にロードすることができる。図3(a)は、ロードロックチャンバ2及び大気口ボット105の例示的平面図であり、また図3(b)は、ロードロックチャンバ2及び大気口ボット105の例示的側面図である。大気口ボット105は、ロードロックチャンバ2と小環境との間でゲートバルブ104を介して基板を搬送することができる。本発明の一実施形態に係る動作シーケンスでは、大気口ボット105は、下側エンドエフェクタ31上に（即ち、下側エンドエフェクタ31の支持部材32上に）載置された処理済基板をアンロードすると共にそれをFOUP106へ運び、それから大気口ボット105は、未処理基板をFOUPから取ると共にそれを上側エンドエフェクタ33に（即ち、上側エンドエフェクタ33の段部34上に）ロードする。上記順序は、反転可能である。上記動作中に、エンドエフェクタとアームは移動しないで、ロードロックチャンバ2内に留まる。変形例では、大気口ボット105は垂直方向に移動しないが、エンドエフェクタとアームが垂直方向に移動することができる。この結果、大気口ボット105は、エンドエフェクタとの間で基板をロード及びアンロードすることができる。

【0045】

図2(a)は、図1に示されたリアクタユニットの例示的平面図であり、図2(b)は、ロードロックチャンバと反応チャンバからなる本発明の一実施形態に係るモジュールの变形側面図である。半導体ウエハ12上に膜を成長させるためのリアクタ1と、半導体ウエハ12を真空中で待機させるためのロードロックチャンバ2とが設けられている。このロードロックチャンバ2は、ゲートバルブ13を介してリアクタ1に直接接続されている。更に、ロードロックチャンバ2内部にウエハ搬送アーム3が設けられている。このウエハ搬送アームは、半導体ウエハ12をリアクタ1内に搬送するための1つの薄いリンク型アームシャフトを有する。

【0046】

リアクタ1には、半導体ウエハ12を載置するサセプタ14と、反応ガスのジェットを半導体ウエハ12へ均一に導入するためのシャワープレート（図示せず）とが設けられている。プラズマCVD（PECVD）では、サセプタ14とシャワープレートが全体として高周波電力用電極を構成する。サセプタ14とシャワー板との距離を短縮することによって、プラズマ反応領域は縮小される。反応チャンバ又はリアクタは、PECVDチャンバである必要はないが、任意のタイプの反応、例えばCVD、PVD、及びALD（原子層堆積）用の任意の好適なチャンバであっても良い。

【0047】

サセプタ14の円周付近では、均等な間隔で取り付けられた少なくとも3つのウエハリフトピン15がサセプタを垂直に貫通している。ウエハリフトピン15は、シリンドラ6によって上下動することができる。

【0048】

サセプタ14の周辺付近には、少なくとも一対のバッファ機構が設けられている。関係しているバッファ機構は、（上側エンドエフェクタ34上に載置された）半導体ウエハ12を支持するための少なくとも2つ（例えば、2, 3又は4つ）の支持手段（4, 5）を有する。これら支持手段は、サセプタ14の回りに設けられていて、水平方向に回転する。支持手段の回転は同期し、そして半導体ウエハをバッファリングするときにのみ、支持手段はサセプタ14の内部に向かって回転してウエハを支持する。支持手段（4, 5）は、幅2mmから5mmの薄板材料からなることが好ましい。支持手段（4, 5）の形状は、その形状がウエハ12を安定して支持することができる限り、制限されるものではない。支持手段とウエハの接触面積が大きい場合、汚染を生ずる。この理由から、ウエハの裏面に接触する支持手段（4, 5）の部分の形状は、その部分がウエハの裏面と線接触する

10

20

30

40

50

ように、円周に沿って湾曲する形状であることが好ましい。加えて、支持手段(4, 5)に使用される材料は、汚染を回避するために、セラミックかアルミニウムが好ましい。支持手段(4, 5)の各々は、シャフト手段17の上端に結合されると共に垂直に支持されている。シャフト手段17の下端は、上下アクチュエータ8及びロータリアクチュエータ9に結合され、そして支持手段は、ロータリアクチュエータによって回転させられる。シャフト手段17、上下アクチュエータ8、及びロータリアクチュエータ9は、ベローズ10によって外部から隔離されている。更には、シャフト手段17は、Oリング16によってシールされることが好ましい。ロータリアクチュエータ9は、電気的に又は空気圧によって動作させることができる。シャフト手段17の下端に対し、ロータリアクチュエータ9は動的に接続されている。上下アクチュエータ8は、シャフト手段17を上下に移動させることができ、このことによって、支持手段(4, 5)は同様に上下に移動する。上下アクチュエータ8は、電気的に又は空気圧によって動作させることができる。シャフト手段17の直径は、8mmから16mmの範囲内にあることが好ましい。シャフト手段17に使用される材料は、汚染を回避するために、セラミックかアルミニウムが好ましい。10

【0049】

図6(a)及び6(b)は、本発明の一実施形態に係るバッファ機構を示している。図6(a)は、バッファ機構の底部端から見た分解斜視図である。図6(b)は、作動部分の部分断面斜視図である。支持手段は、バッファフィン4である。部分25は、リアクタの底部に固定されている。バッファフィンは、上下アクチュエータ8を使用して上下動するメインシャフト17に取り付けられている。上下アクチュエータは、メインシャフトの両側に配設されたスライドシャフト23を持つ。メインシャフト17は、ベローズ10内に包含されると共に、Oリング24でシールされている。このため、メインシャフト17がリアクタ内で回転及び上昇/下降する場合でさえ、リアクタの内部は外部からシールされている。メインシャフト17は、ロータリアクチュエータ9を使用して回転する。バッファフィン4の高さは、センサドッグ21及び光電センサ22を使用して制御される。一実施形態では、バッファフィン4は、3つの高さ、即ち高(バッファ位置)、中(アンローディング/ローディング位置)、及び低(底位置)をもつことができる。20

【0050】

ここで注意すべき点は、図1に示された半導体処理装置は1つのロードロックチャンバー(2つの区画を持つ)と、このロードロックチャンバーに直接接続された2つのリアクタとを備えるが、本発明は、この実施形態に限定されるものではない、という点である。例えば、単一の区画を持つロードロックチャンバーと、単一のリアクタとを接続することができる。しかしながら、図1に示された2つのユニットを並列に配置すると共に1つのロードロックチャンバーが共通に使用されることによって、且つ独立した搬送システムを使用することによって、2つのウエハは同時にリアクタへ搬送され、これらウエハは2つのリアクタ内で同時に処理され得る。加えて、一実施形態のバッファ機構は、任意の好適な单一ウエハ処理式リアクタを有する全ての半導体処理装置に適用可能である。例えば、バッファ機構は、ロードロックチャンバーとリアクタが搬送チャンバーを介して接続される任意の好適な单一ウエハ処理式の半導体処理装置(例えば、日本エー・エス・エム社製Eagle 10(商標))に適用可能である。3040

【0051】

図2(b)に示された半導体処理装置のバッファ機構が使用されない場合の動作シーケンスが説明される。先ず、大気口ボットは、半導体ウエハ12をカセット又はFOPPからフラッパ弁20を通してそれぞれのロードロックチャンバー2に搬入する。ウエハの搬入が終了した後に、フラッパ弁20は閉じられ、そしてドライポンプ(図示せず)によってロードロックチャンバー2が排気される。ゲートバルブ13は開かれ、薄いリンク型アームを持つウエハ搬送アーム3はロータリアクチュエータ11によって延び、そして半導体ウエハ12はリアクタ1内のサセプタ14上へ搬送される。リンク型アームを備えるウエハ搬送アーム3は、エンドエフェクタ31に遠端18で移動可能に接続されているので、エンドエフェクタは、ロードロックチャンバー2とリアクタ1の間を直線方向に往復動する50

とができる。この構成は、機械的な位置決め調整しか要しない。基板リフトピン 15 はサセプタ 14 の表面から突出して、半導体ウエハ 12 を支持する。ウエハ搬送アーム 3 はロードロックチャンバ 2 内に配置され、そしてゲートバルブ 13 は閉じられる。サセプタ 14 はサセプタ駆動モータ 7 によって上昇し、半導体ウエハ 12 はサセプタ 14 の上に載置される。その後、半導体ウエハ 12 上への薄膜堆積処理が開始される。薄膜堆積処理が終了した後に、今度は逆に動作シーケンスの順番をトラックバックすることによって、処理済み半導体ウエハは、カセット又は F O U P へ搬送される。アーム 3 は、アクチュエータに接続されるように構成された近端を持つと共に、複数の水平移動軸で水平に移動できる任意のタイプでよい。アーム 3 は、3 つの水平移動度を持ち、(エンドエフェクタに移動可能に接続された) アーム 3 の遠端 18 が (ロードロックチャンバ 2 と反応チャンバ 1 の間で) 直線方向に移動できるようにする。

【 0 0 5 2 】

上述したように、バッファ機構を持たない半導体処理装置では、リアクタ毎に1つの搬送アームしか存在しないので、スループットが搬送速度律速ファクタによって制限される問題がある。リアクタ内のバッファ機構は、特許文献 1 (米国特許第 6 , 860 , 711 号) に記載されているように、この問題を解決することができる。この特許の開示は、ここに参考文献として組み込まれる。本発明の一実施形態では、複数のエンドエフェクタを持つ搬送アームと組み合わせることによって、スループットは、特許文献 2 (米国特許第 6 , 860 , 711 号) と比べて著しく向上する。

【特許文献 2】米国特許第 6 , 860 , 711 号明細書

【 0 0 5 3 】

図 4 は、本発明の一実施形態に係るエンドエフェクタの例示的側面図である (下側エンドエフェクタ 31 は透明であるように描かれており、上側エンドエフェクタ 33 と下側エンドエフェクタ 31 は重なっている) 。図 5 は、本発明の一実施形態に係るエンドエフェクタの模式的斜視図である。エンドエフェクタは、下側エンドエフェクタ 31 と上側エンドエフェクタ 33 とにより構成され、そして下側エンドエフェクタ 31 の近端は、搬送アーム、例えば 3 つの水平移動軸が与えられた図 1 の搬送アームに対し移動可能に接続されている。エンドエフェクタは、図 5 の矢印 35 , 36 によって示される方向に移動する。そして、方向 36 は、ロードロックチャンバに向かう方向である。図 5 において、基板 12' 及び 12'' は、図解目的のために透明板として示されている。下側エンドエフェクタ 31 上には、処理済基板 12'' の周辺を支持するための 4 つの支持部材 32 が設けられている。上側エンドエフェクタ 33 は、下側エンドエフェクタ 31 の右及び左側に配設された 2 つのサイド部材からなる。このため、上側エンドエフェクタは、バッファフィン及び大気口ボットを使用した基板のローディング及びアンローディングを妨害することができない。上側エンドエフェクタ 33 の各サイド部材は、未処理基板 12' の周辺に対応した段部 34 を有する。

【 0 0 5 4 】

一実施形態では、段部の高さは約 2 mm (± 50 %) であり、支持部材 32 の高さは約 2 . 3 mm (± 50 %) であり得る。上側エンドエフェクタ 33 と下側エンドエフェクタ 31 間の距離 (上下基板間の距離によって規定される) は、一実施形態では約 13 mm (± 50 %) であり得る (図 4 では、この距離は 12 . 1 mm である) 。この距離は、バッファフィン及び大気口ボットを含む装置の他の構成に依存して調整可能である。上側エンドエフェクタの長尺なサイド部材 33 の形状は、バッファフィンが基板の周辺に水平に接近して、基板をピックアップ及びバッファリングできるようにするものである。一実施形態では、バッファフィンによって基板を支持するためのクリアランスは、約 10 mm (± 50 %) であり得る (図 4 では、このクリアランスは 10 . 2 mm である) 。更に、上側エンドエフェクタの 2 つの長尺部材 33 は、移動方向に関して、下側エンドエフェクタ 31 の右及び左側に配設されている。そして、2 つの長尺部材 33 は分離されているので、基板は、上側及び下側エンドエフェクタ間に挿入され、下側エンドエフェクタ 31 上にロードされ得る。一実施形態では、2 つの長尺部材 33 間の距離は、基板の外径よりも僅か

10

20

30

40

50

に大きいが、エンドエフェクタは、ゲートバルブを通過するために、ゲートバルブの幅よりも小さくなければならない。下側エンドエフェクタ31は、エンドエフェクタ31がリフトピンの移動を妨害しないような構成を有する。上記において、処理済基板は、リフトピンを使用して下側エンドエフェクタ31上にロードされるのに対し、未処理基板は、バッファフィンを使用して上側エンドエフェクタ33からアンロードされる。エンドエフェクタは、構成全体に依存して、少なくとも上記機能を達成するように設計されている。

【0055】

上側エンドエフェクタは、一実施形態ではアルミニウムセラミック又は表面陽極酸化アルミニウムである。下側エンドエフェクタは、一実施形態ではアルミニウムセラミックである。支持部材は、一実施形態ではセラゾール（商標）（ポリベンゾイミダゾール樹脂）、ポリイミド樹脂、又はピーク（商標）ポリマー、表面陽極酸化アルミニウム等である。10

【0056】

図4及び5では、下側エンドエフェクタ31は、移動可能にアームに接続されている。しかしながら、もう1つの実施形態では、上側エンドエフェクタは移動可能にアームに接続され、そして下側エンドエフェクタは上側エンドエフェクタに固定される。例えば、下側エンドエフェクタは、図4及び5の下側エンドエフェクタのようにL字型断面を有するが、基板の周辺を支持するための内部突起に段部が形成されている。更に、支持部材は、上側エンドエフェクタの上面に配設されている。

【0057】

図4及び5では、上側エンドエフェクタ33の2つの長尺部材は、下側エンドエフェクタ31の右及び左側にそれぞれ配設されている。しかしながら、もう1つの実施形態では、3又は4以上の別々の部材が、下側エンドエフェクタの外周又は近傍に配設され得る。20

【0058】

以下、本発明の一実施形態に係るバッファ機構を使用した動作シーケンスが詳細に説明される。図7は、一実施形態において未処理ウエハ及び処理済ウエハをバッファリングするときの動作シーケンスを示す。図8は、一実施形態におけるリアクタ（例えば、日本エー・エス・エム社製のウエハバッファ機構付きドラゴン（商標）反応チャンバ）の動作の模式図を示す。先ず、未処理基板は、ロードロックチャンバ内で搬送アームの上側エンドエフェクタ上にロードされる（プロセス1）。反応チャンバ内でその上に未処理基板を載置するサセプタが降下される。これにより、サセプタから上向きに伸びたリフトピンで処理済基板を支持する（初回は、反応チャンバ内に処理済基板は無い）（プロセス2）。ゲートバルブを開くときに、搬送アームはロードロックチャンバから反応チャンバへ水平に延ばされる。これにより、リフトピンで支持された処理済基板は、搬送アームの上側エンドエフェクタと下側エンドエフェクタの間に配置され、未処理基板は、上側エンドエフェクタ上に配置される（プロセス3）。アンローディング／ローディング位置にあるバッファアームは、未処理基板に向かって水平方向に回転する。そして、未処理基板は、反応チャンバ内に設けられたバッファアームを使用して支持される。これにより、未処理基板をバッファアーム上にロードする（プロセス4）。バッファアームは未処理基板を伴ってバッファ位置へ上昇されるのに対し、リフトピンを下げて未処理基板を下側エンドエフェクタ上に載置する（プロセス5）。搬送アームは、反応チャンバからロードロックチャンバへ引き戻される（プロセス6）。それからゲートバルブが閉じられる（プロセス7）。バッファアームは未処理基板を伴って底位置へ降下され、これによりサセプタは上昇され、そしてリフトピンは後退させられる。これにより未処理基板をサセプタ上にロードする（プロセス8）。バッファアームは水平方向に未処理基板から離れてそのホーム位置へ回転する（プロセス9）。それからサセプタは上昇され、そしてリフトピンは後退させられる。これにより未処理基板をサセプタ上にロードする（プロセス10）。プロセス10の後に、1つの処理法、例えば堆積法が開始できる。ロードロックチャンバ内の処理済基板は、下側エンドエフェクタからアンロードされ、そしてプロセス1がロードロックチャンバ内で行われる一方で、未処理基板を反応チャンバ内で処理し、その後プロセス2～10を行う。3040

【0059】

図7に示すように、この実施形態では、ロードロックチャンバ内で見られるように、エンドエフェクタ上で未処理基板を処理済基板と交換するための時間間隔（プロセス1の開始からプロセス7の終了まで）は、7.7秒であった。これはスループットについて著しい改良をもたらす。特許文献2‘米国特許第6,860,711号’では、バッファ機構が使用されているが、ロードロックチャンバ内で見られるように、エンドエフェクタ上で未処理基板を処理済基板と交換するための時間間隔は、約20秒であった。この実施形態で使用されたシーケンスは大いに効果的である。

【0060】

バッファ機構は、垂直及び水平に移動可能であると共に基板をバッファリング可能な任意の好適なバッファ機構であり得る。一実施形態では、バッファ機構は上側エンドエフェクタ上で基板をバッファリングするのに対し、リフトピンは下側エンドエフェクタ上で基板をバッファリングする。

10

【0061】

基板を搬送する方法は、半導体製造以外の任意の好適な応用に適用可能である。基板は、第1のチャンバと第2のチャンバとの間で搬送され得る。基板は、任意のタイプの基板であり得る。一実施形態では、第1の基板は、第1のチャンバ内で搬送アームの上側エンドエフェクタ上にロードされる（プロセス（i））。搬送アームは、第1のチャンバから第2のチャンバへ水平に延ばされ、これにより第2のチャンバ内の第2の基板は、搬送アームの上側エンドエフェクタと下側エンドエフェクタとの間に配置され、第1の基板は、上側エンドエフェクタ上に配置される（プロセス（ii））。第1の基板は上側エンドエフェクタからアンロードされ、そして第2の基板を下側エンドエフェクタ上にロードする（プロセス（iii））。搬送アームは、第2のチャンバから第1のチャンバへ後退させられる（プロセス（iv））。第2の基板は下側エンドエフェクタからアンロードされ、そしてプロセス（i）が第1のチャンバ内で行われ、その後プロセス（ii）～（v）が実行される。

20

【0062】

本発明の少なくとも1つの実施形態は、少なくとも次の効果を奏することができる。これらの効果は、全ての実施形態を制限することを意図したものではない。

【0063】

デュアルエンドエフェクタとバッファ機構との組合せによって、処理済又は未処理ウエハをリアクタ内で待機されることによって、処理済基板及び未処理基板は非常に効率的に切り換えられる。そのようにする場合、リアクタ毎に1つの搬送アームを有する構成にもかかわらず、ダブルアーム付き装置よりも大きな能力を持つ装置が達成され得る。この結果、搬送速度律速ファクタによって引き起こされる問題は解決され、そして安定したプロセス及び極めて高いスループットを実現する半導体処理装置が実現され得る。

30

【0064】

加えて、ロードロックチャンバの容積は、従来のダブルアーム付き装置と比べて低減されるので、低コスト、小 footprint プリント及び小フェースプリントを実現する半導体処理装置が提供され得る。

【0065】

40

諸条件及び／又は構造が特定されていない本開示では、当業者は、本開示を考慮して、そのような条件及び／又は構造を、日常的な実験の問題として、容易に与えることができる。

【0066】

当業者によって理解されるように、本発明の思想から逸脱することなく、多数且つ種々の変形がなされる。それ故、本発明の形式は例示に過ぎず、本発明の範囲を限定することが意図されたものではない、と明瞭に理解されるべきである。

【図面の簡単な説明】

【0067】

【図1】図1は、FOUP、小環境、及びリアクタユニットを有する本発明の一実施形

50

態に係る装置の例示的平面図である。

【図2】図2(a)は、図1に示されたリアクタユニットの例示的平面図である。図2(b)はウエハリフトピン及びバッファリング機構が示され得るように変形された本発明の一実施形態に係るリアクタユニットの変形側面図である。

【図3】図3(a)は、図1に示されたロードロックチャンバ及び大気口ボットの例示的平面図である。図3(b)は、図1に示されたロードロックチャンバ及び大気口ボットの例示的側面図である。

【図4】図4は、本発明の一実施形態に係るエンドエフェクタの例示的側面図である。

【図5】図5は、本発明の一実施形態に係るエンドエフェクタの模式的斜視図である。

【図6】図6(a)は本発明の一実施形態に係るバッファ機構の底部端から見た分解斜視図である。図6(b)は本発明の一実施形態に係る作動部分の部分断面斜視図である。 10

【図7】本発明の一実施形態に係る未処理ウエハ及び処理済ウエハをバッファリングするときの動作シーケンスを示す。

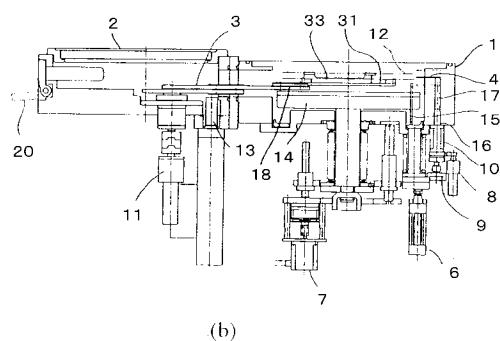
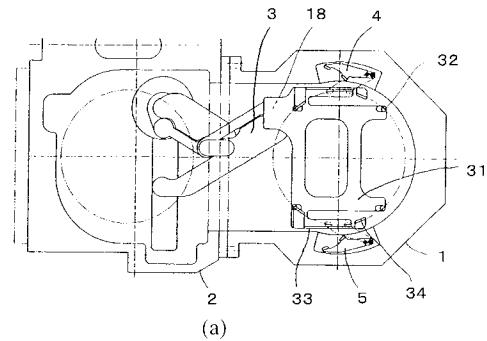
【図8】本発明の一実施形態に係るリアクタ動作の模式図を示す。

【符号の説明】

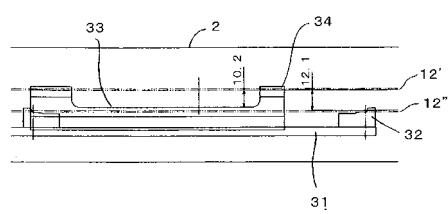
【0068】

1	： リアクタ	
2	： ロードロックチャンバ	
3	： 搬送アーム	
4	： 支持手段	20
5	： 支持手段	
6	： シリンダ	
7	： サセプタ駆動モータ	
8	： 上下アクチュエータ	
9	： ロータリアクチュエータ	
10	： ベローズ	
11	： ロータリアクチュエータ	
12	： 半導体ウエハ	
13	： ゲートバルブ	
14	： サセプタ	30
15	： ウエハリフトピン	
16	： Oリング	
17	： メインシャフト	
20	： フラッパ弁	
21	： センサドッグ	
21	： 光電センサ	
23	： スライドシャフト	
24	： Oリングシール	
25	： リアクタの底部に取り付けられる部分	
31	： 下側エンドエフェクタ	40
32	： 支持部材	
33	： 上側エンドエフェクタ	
34	： 段部	
35	： 移動方向	
36	： 後退方向	
104	： ゲートバルブ	
105	： 大気口ボット	
106	： F O U P 又はカセット	

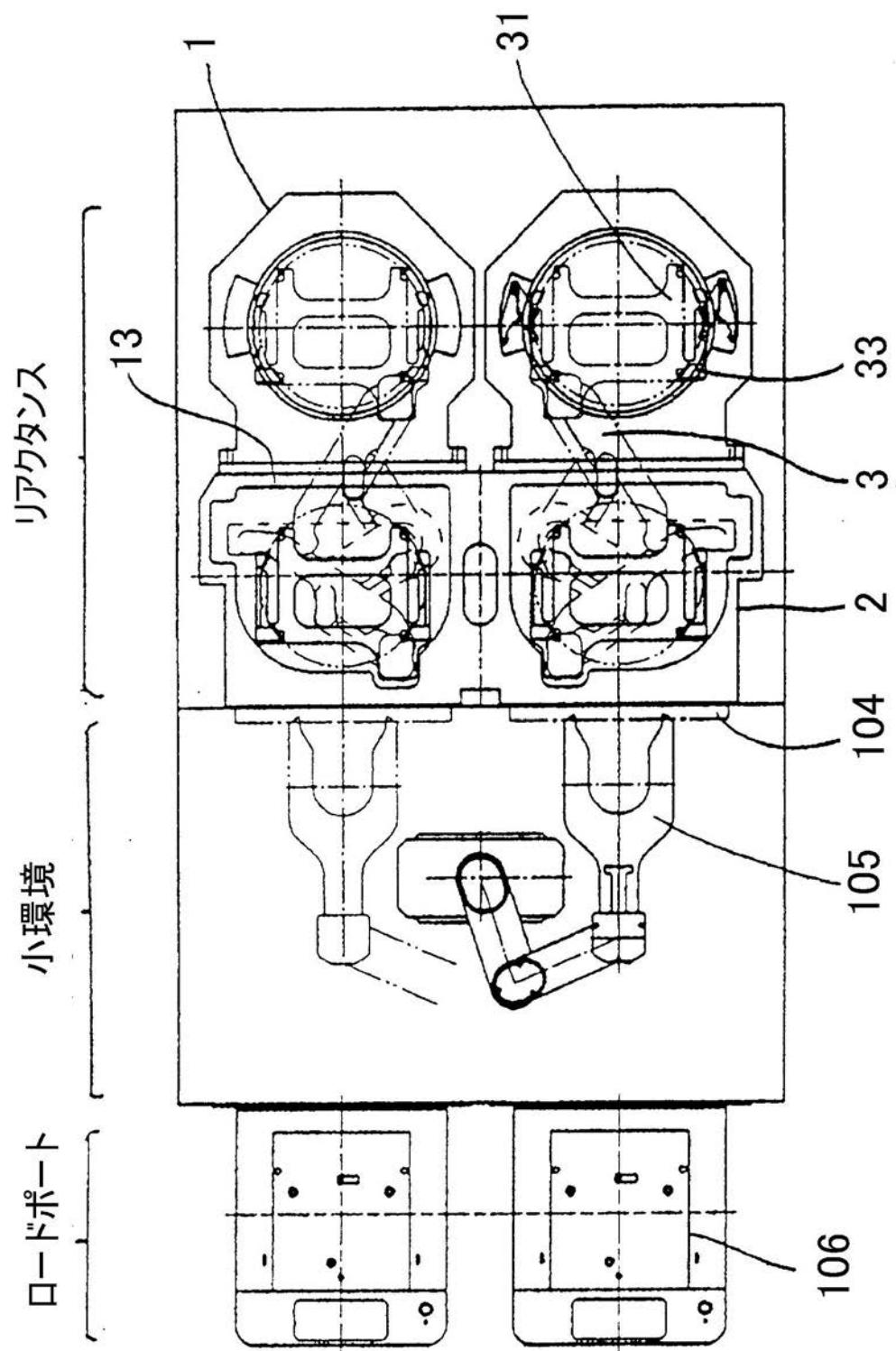
【図2】



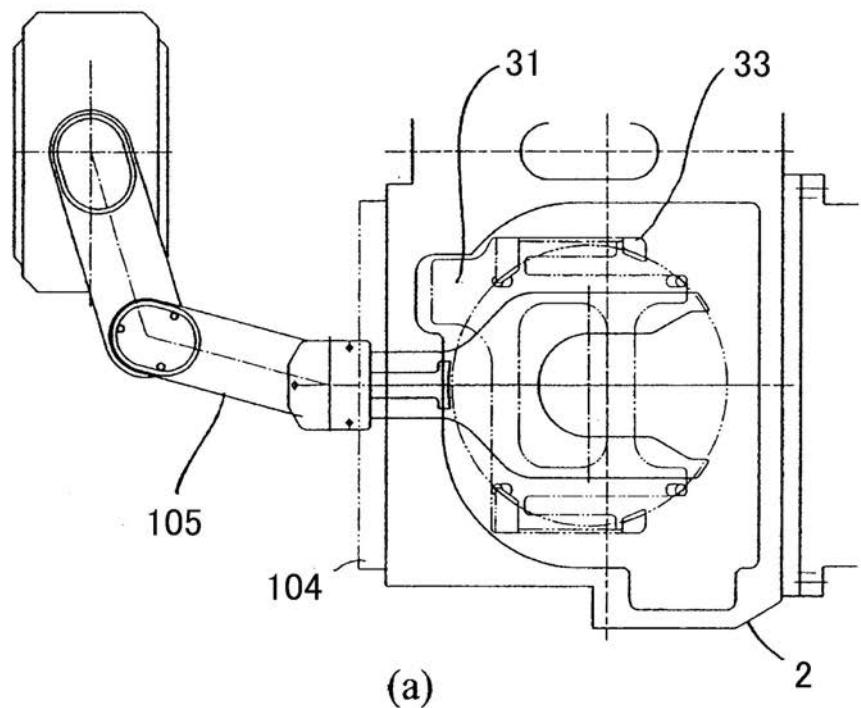
【図4】



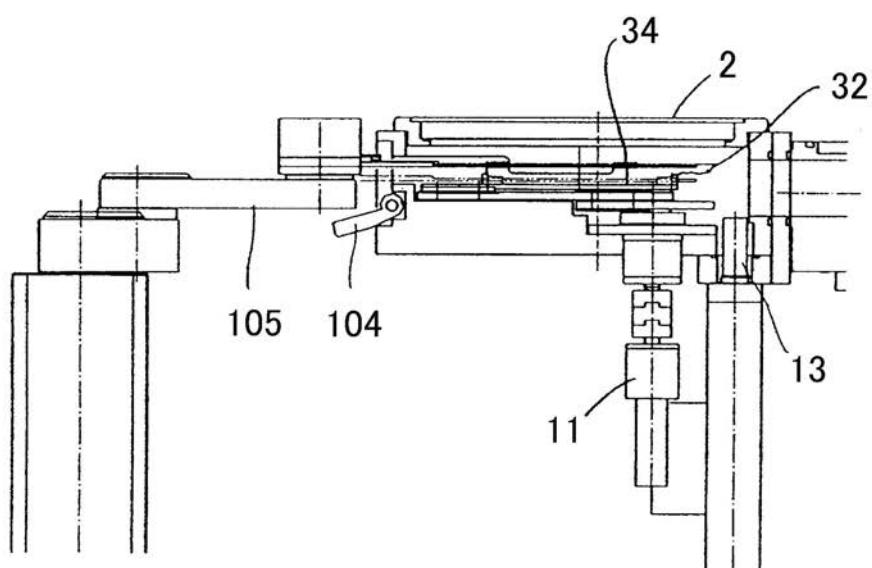
【図1】



【図3】

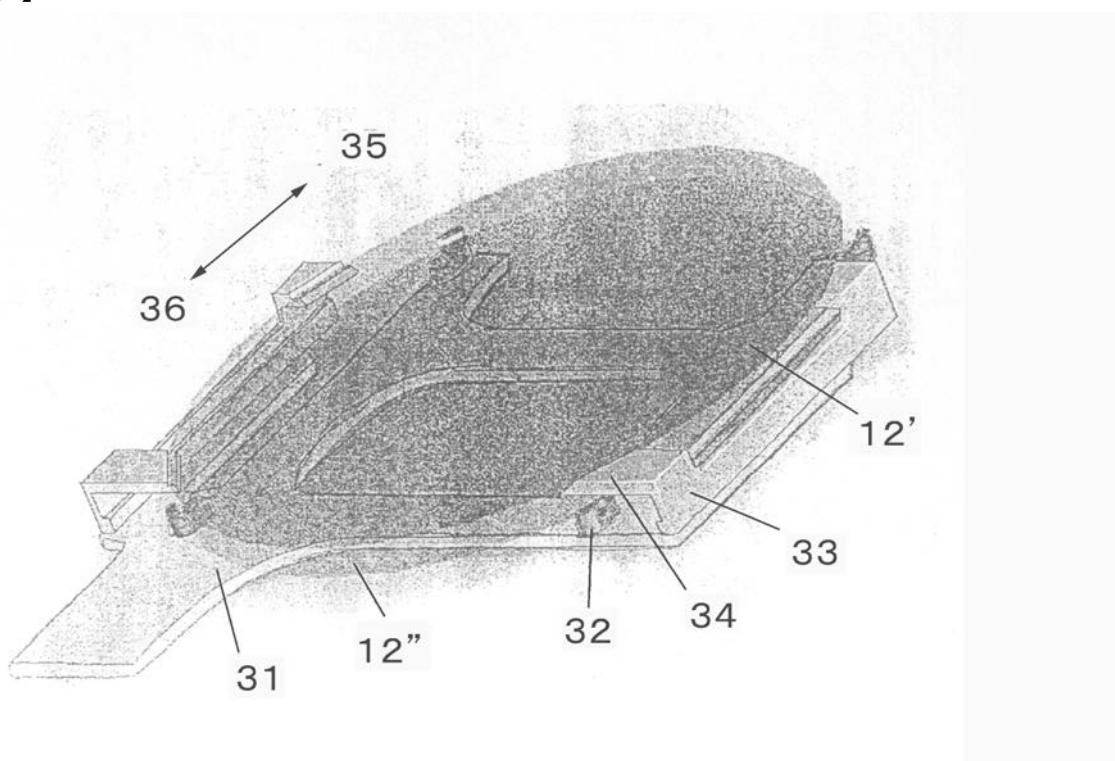


(a)

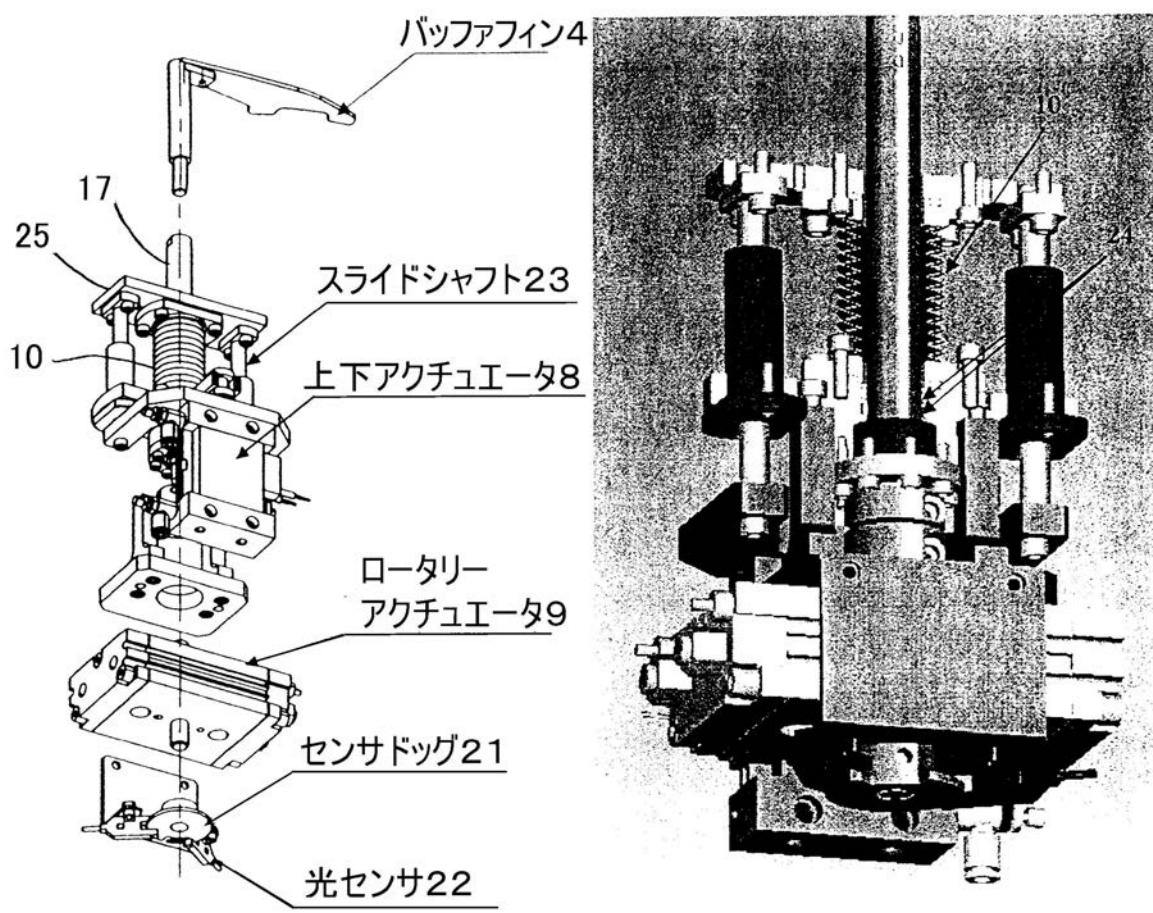


(b)

【図5】



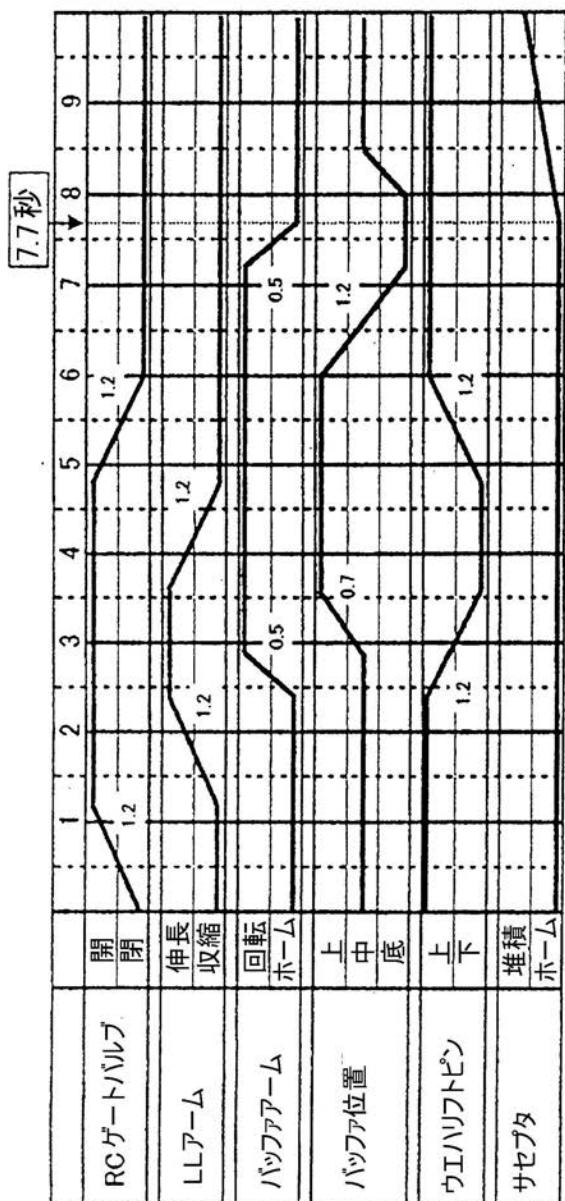
【図6】



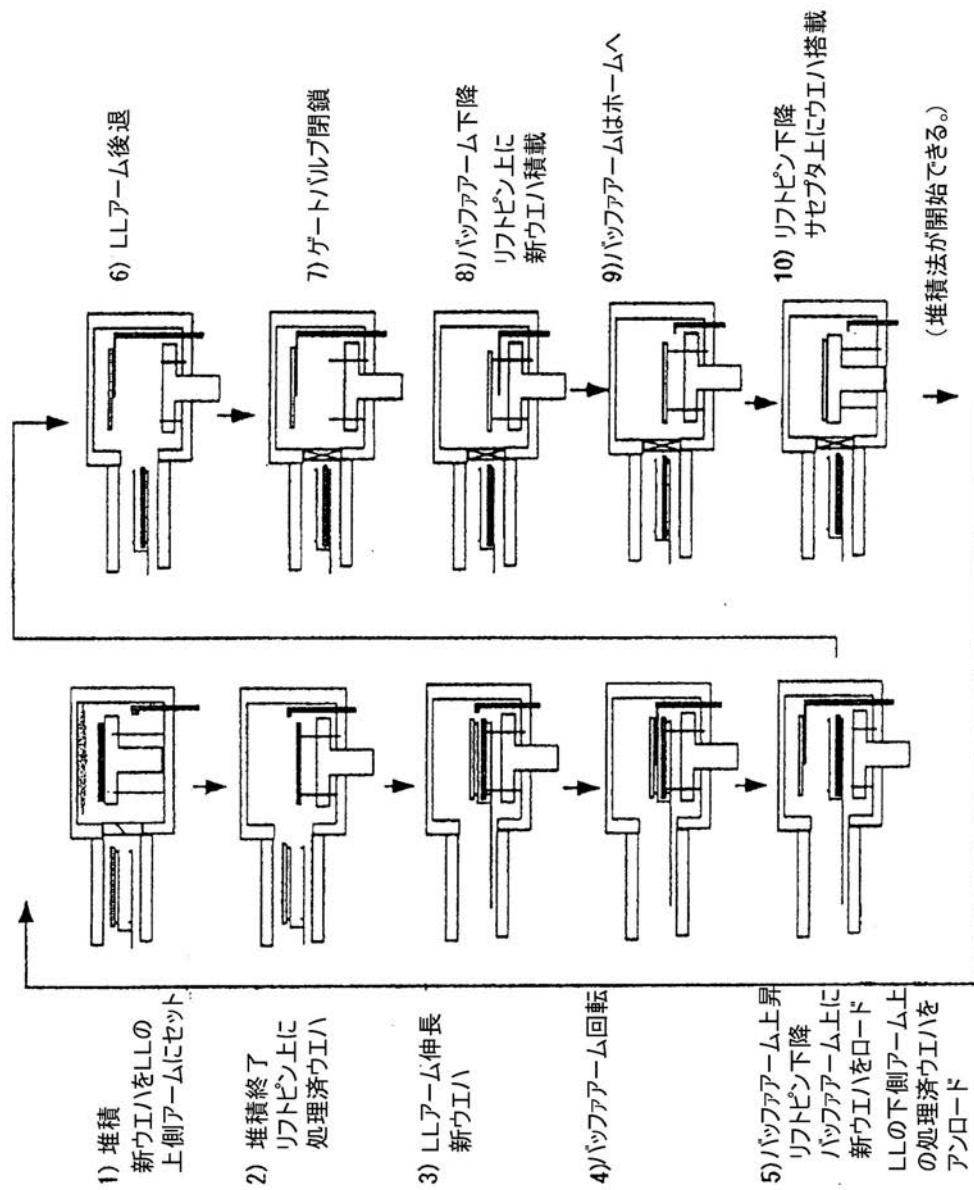
(a)

(b)

【図7】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 金内 邦容
東京都多摩市永山6丁目23番1日本工一・エス・エム株式会社内

審査官 植村 森平

(56)参考文献 特開平09-223727(JP,A)
特開平07-136954(JP,A)
特表2005-525688(JP,A)
特開2003-037147(JP,A)
国際公開第00/042650(WO,A1)
特開2003-037146(JP,A)
特開平10-270307(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/67-21/687
B65G 49/06
B25J 1/00-21/02