

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-108112

(P2017-108112A)

(43) 公開日 平成29年6月15日 (2017.6.15)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H01L 21/677 (2006.01)	H01L 21/68	A 3C707
B65G 49/07 (2006.01)	B65G 49/07	E 5F131
B25J 9/06 (2006.01)	B25J 9/06	D
H01L 21/02 (2006.01)	H01L 21/02	Z

審査請求 未請求 請求項の数 60 O L 外国語出願 (全 115 頁)

(21) 出願番号	特願2016-198583 (P2016-198583)	(71) 出願人	592010081
(22) 出願日	平成28年10月7日 (2016.10.7)		ラム リサーチ コーポレーション
(31) 優先権主張番号	62/240, 404		LAM RESEARCH CORPOR
(32) 優先日	平成27年10月12日 (2015.10.12)		ATION
(33) 優先権主張国	米国 (US)		アメリカ合衆国, カリフォルニア 945
(31) 優先権主張番号	62/286, 241		38, フレモント, クッシング パークウ
(32) 優先日	平成28年1月22日 (2016.1.22)		エイ 4650
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	110000028
(31) 優先権主張番号	15/285, 843		特許業務法人明成国際特許事務所
(32) 優先日	平成28年10月5日 (2016.10.5)	(72) 発明者	ジェームズ・ステファン・バン・ゴッホ
(33) 優先権主張国	米国 (US)		アメリカ合衆国 カリフォルニア州940
			87 サニーベイル, バン・ダイク・ドラ
			イブ, 1239

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 水平スロットの実装および／または移動シャワーヘッドを含む、ウエハー搬送マイクロクライメイト技法および装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 半導体ウエハーの周りにバッファー・ガス・マイクロクライメイトを形成するためのシステム及び技法を提供する。

【解決手段】 半導体処理チャンバー5674の外部の環境において半導体ウエハーの周りにバッファー・ガス・マイクロクライメイトを形成するためのシステムは、マルチ・ウエハー・ストレージ・システムからのバッファー・ガスの流出を制限しながら、単一のウエハーがマルチ・ウエハー・スタック5673から除去されることを可能にするスロット・ドアと、ロボット・アーム5602の移動の少なくともいくつかに関して、ウエハーを搬送するために使用されるそのようなロボット・アームと縦に並んで移動するバッファー・ガス・ディストリビューターとを含む。

【選択図】 図58

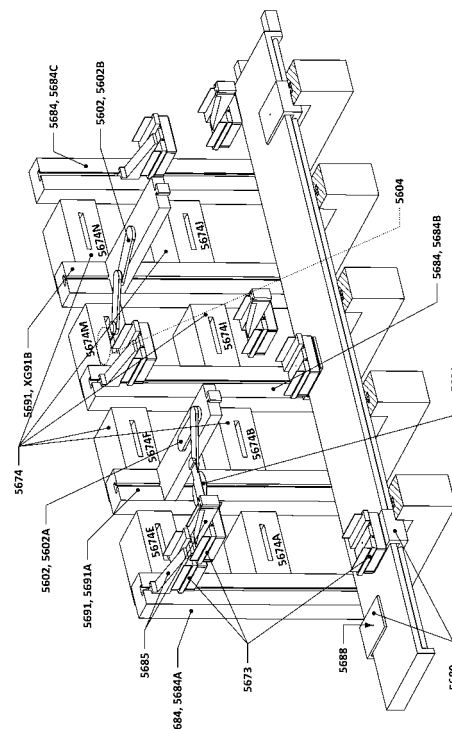


Figure 58

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

装置であって、

ロボット・アームと、

前記ロボット・アームに取り付けられ、前記ロボット・アームの移動の間、半導体ウェハーを支持するように構成されているエンド・エフェクターと、

前記半導体ウェハーが前記エンド・エフェクターによって支持されているときに、前記半導体ウェハーの対向表面にわたってバッファー・ガスを流すように構成されているバッファー・ガス・ディストリビューターと

を備え、

10

前記バッファー・ガス・ディストリビューターは、前記ロボット・アームの少なくともいくつかの移動の間、前記エンド・エフェクターと縦に並んで移動するように構成されており、

前記エンド・エフェクターおよび前記バッファー・ガス・ディストリビューターが、前記半導体ウェハーに対して垂直な軸線に沿って配列されている半導体ウェハーのスタックの中へ挿入可能であるように、前記バッファー・ガス・ディストリビューターおよび前記エンド・エフェクターは、垂直方向の軸線に沿って間隔を空けて配置されており、であり

前記バッファー・ガス・ディストリビューターおよび前記エンド・エフェクターは、半導体ウェハーの前記スタックにおけるウェハー間ギャップ内に適合するようにそれぞれサイズ決めされている、装置。

20

【請求項 2】

請求項 1 に記載の装置であって、前記バッファー・ガス・ディストリビューターは、前記エンド・エフェクターに対して間隙を空けて固定されており、前記ロボット・アームのすべての移動の間、前記エンド・エフェクターと縦に並んで移動する、装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の装置であって、前記半導体ウェハーのアレイは、フロント・オープニング・ユニファイド・ポッド、ウェハー・ストッカー、ウェハー・バッファー、ロード・ロック、マルチ・ウェハー・カセット、および、サイド・バイ・サイド・マルチ・ウェハー・カセットからなる群から選択される 1 つまたは複数の機器におけるウェハー支持機能部によって画定されるウェハー間アレイ間隔を有している、装置。

30

【請求項 4】

請求項 3 に記載の装置であって、前記半導体ウェハーが前記エンド・エフェクターおよび前記 1 つまたは複数の機器のウェハー支持機能部の両方によって支持され、ならびに、前記バッファー・ガス・ディストリビューターが前記半導体ウェハーに対して垂直な第 1 の方向に沿って目視されたときに、前記半導体ウェハーと重なる前記バッファー・ガス・ディストリビューターの部分は、前記第 1 の方向に沿って目視されたときに、前記 1 つまたは複数の機器における前記ウェハー支持機能部と重ならない形状を有している、装置。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の装置であって、

各ウェハー支持機能部は、前記エンド・エフェクターの方向を向くギャップを有しており、

40

前記バッファー・ガス・ディストリビューターは、前記ギャップよりも小さい、前記バッファー・ガス・ディストリビューターの長軸に対して垂直な方向の幅を有している、装置。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の装置であって、

前記バッファー・ガス・ディストリビューターは、前記半導体ウェハーが前記エンド・エフェクターによって支持されているときに前記半導体ウェハーと重なる領域において、前記半導体ウェハーに対して垂直な方向に沿って、9 mm 以下の厚さであり、

前記バッファー・ガス・ディストリビューターは、

50

前記エンド・エフェクターの方を向く底部表面と、

前記バッファ・ガス・ディストリビューターの前記底部表面と反対側方向を向く上部表面と、

前記バッファ・ガス・ディストリビューターの前記上部表面と前記バッファ・ガス・ディストリビューターの前記底部表面との間に広がる1つまたは複数の側部表面と、

前記バッファ・ガス・ディストリビューターの前記底部表面の上に配置されている1つまたは複数の第1のガス・ディストリビューション・ポートと、

前記バッファ・ガス・ディストリビューターの前記側部表面の上に配置されている複数の第2のガス・ディストリビューション・ポートと、

前記1つまたは複数の第1のガス・ディストリビューション・ポートおよび前記複数の第2のガス・ディストリビューション・ポートにバッファ・ガスを供給するように構成されているガス・ディストリビューション通路とを含む、装置。

10

【請求項7】

請求項1に記載の装置であって、前記半導体ウェハーが前記エンド・エフェクターによって支持され、および、前記バッファ・ガス・ディストリビューターが前記半導体ウェハーに対して垂直な第1の方向に沿って目視されたときに、前記バッファ・ガス・ディストリビューターは、前記半導体ウェハーのすべてにわたっては延在していない、装置。

【請求項8】

請求項7に記載の装置であって、前記半導体ウェハーが前記エンド・エフェクターによって支持され、および、前記バッファ・ガス・ディストリビューターが前記半導体ウェハーに対して垂直な前記第1の方向に沿って目視されたときに、前記バッファ・ガス・ディストリビューターは、

20

前記半導体ウェハーの中心軸線、および、前記エンド・エフェクターを前記ロボット・アームに接合する機械的な接続を通過する第2の方向に、前記半導体ウェハーの直径の少なくとも90%にわたって延在しており、

前記第1の方向および前記第2の方向の両方に対して垂直な第3の方向に前記半導体ウェハーの一部にわたって延在している、装置。

【請求項9】

請求項1に記載の装置であって、前記半導体ウェハーが前記エンド・エフェクターによって支持され、および、前記半導体ウェハーに対して平行な軸線に沿って目視されたときに、前記バッファ・ガス・ディストリビューターの少なくとも最も外側の半分は、前記半導体ウェハーと重なっていない、装置。

30

【請求項10】

請求項1に記載の装置であって、前記半導体ウェハーが前記エンド・エフェクターによって支持されているとき、前記半導体ウェハーの上に延在する前記バッファ・ガス・ディストリビューターの部分は、前記半導体ウェハーに対して平行な軸線に沿って目視されたときに、前記半導体ウェハーと重なっていない、装置。

【請求項11】

半導体ウェハーを処理するための装置であって、
エンクロージャと、

40

垂直方向の軸線に沿って配列されたN個のウェハー支持構造体を有するマルチ・ウェハー・ストレージ・システムを支持するように構成されているインターフェースと、前記ウェハー支持構造体は、直径Dの半導体ウェハーを支持するようにサイズ決めされており、Nは、1よりも大きい整数であり、各半導体ウェハー支持構造体は、アレイにおける任意の隣接する1つまたは複数のウェハー支持構造体から平均距離dだけ間隔を空けて配置されており、

壁部と
を備え、

前記壁部は、Dよりも大きい幅および $(N-1) \cdot d$ よりも低い高さを有する水平スロ

50

ットを含み、

前記壁部は、 $(2 \cdot N - 1) \cdot d$ よりも高い高さを有しており、

前記装置は、前記水平スロットと前記インターフェースの間で、前記垂直方向の軸線に沿って、相対的な平行移動を提供するように構成されており、

前記壁部は、前記マルチ・ウエハー・ストレージ・システムの開口部に近接するように位置決めされており、前記マルチ・ウエハー・ストレージ・システムが前記インターフェースによって支持されているときに、前記半導体ウエハーは、前記開口部を介して、前記マルチ・ウエハー・ストレージ・システムの中へロードされ得るか、または、前記マルチ・ウエハー・ストレージ・システムからアンロードされ得、

前記壁部を介して、前記半導体ウエハーが、前記マルチ・ウエハー・ストレージ・システムの中へロードされ得るか、または、前記マルチ・ウエハー・ストレージ・システムからアンロードされ得る前記壁部は、前記マルチ・ウエハー・ストレージ・システムが前記インターフェースによって支持されているときに、前記マルチ・ウエハー・ストレージ・システムの内部空間と前記エンクロージャの内部空間との間に流量制限バリアを提供する、装置。

【請求項 1 2】

請求項 1 1 に記載の装置であって、さらに、

第 1 のバッファー・ガスを前記エンクロージャの中へ供給するように構成されている第 1 のバッファー・ガス・ポートと、

前記マルチ・ウエハー・ストレージ・システムが前記インターフェースによって支持されているときに、第 2 のバッファー・ガスを前記マルチ・ウエハー・ストレージ・システムの中へ供給するように構成されている第 2 のバッファー・ガス・ポートとを備える、装置。

【請求項 1 3】

請求項 1 1 に記載の装置であって、さらに、

ロボット・アームと、

前記ロボット・アームに取り付けられ、前記ロボット・アームの移動の間、半導体ウエハーを支持するように構成されているエンド・エフェクターと、

前記半導体ウエハーが前記エンド・エフェクターによって支持されているときに、前記半導体ウエハーの対向表面にわたって第 1 のバッファー・ガスを流すように構成されているバッファー・ガス・ディストリビューターとを備え、

前記バッファー・ガス・ディストリビューターは、前記ロボット・アームの少なくともいくつかの移動の間、前記エンド・エフェクターと縦に並んで移動するように構成されており、

前記バッファー・ガス・ディストリビューターおよびエンド・エフェクターは、前記マルチ・ウエハー・ストレージ・システムが、前記装置に設置され、前記半導体ウエハーをストックしているときに、前記エンド・エフェクターおよび前記バッファー・ガス・ディストリビューターが前記水平スロットを介して、ウエハー支持構造体の前記アレイによって支持されている半導体ウエハーのアレイの中へ挿入可能であるように、間隔を空けて配置されており、

前記バッファー・ガス・ディストリビューターおよび前記エンド・エフェクターは、半導体ウエハーの前記アレイにおけるウエハー間ギャップ内に適合するようにそれぞれサイズ決めされている、装置。

【請求項 1 4】

請求項 1 3 に記載の装置であって、

第 2 のバッファー・ガスを前記エンクロージャの中へ供給するように構成されている第 1 のバッファー・ガス・ポートと、

前記マルチ・ウエハー・ストレージ・システムが前記インターフェースによって支持されているときに、第 3 のバッファー・ガスを前記マルチ・ウエハー・ストレージ・システ

ムの中へ供給するように構成されている第2のバッファ・ガス・ポートとをさらに含む、装置。

【請求項15】

請求項14に記載の装置であって、前記第1のバッファ・ガス、前記第2のバッファ・ガス、および、前記第3のバッファ・ガスは、設備窒素ガス供給源によってすべて提供される、装置。

【請求項16】

請求項13に記載の装置であって、前記バッファ・ガス・ディストリビューターは、前記エンド・エフェクターに対して間隙を空けて固定されており、前記ロボット・アームのすべての移動の間、前記エンド・エフェクターと縦に並んで移動する、装置。

10

【請求項17】

請求項11に記載の装置であって、さらに、前記マルチ・ウエハー・ストレージ・システムを備え、前記マルチ・ウエハー・ストレージ・システムは、前記インターフェースによって支持されている、装置。

【請求項18】

請求項11に記載の装置であって、前記マルチ・ウエハー・ストレージ・システムは、フロント・オープニング・ユニファイド・ボッド、ウエハー・ストッカー、ウエハー・バッファ、マルチ・ウエハー・カセット、およびロード・ロックからなる群から選択される、装置。

【請求項19】

20

請求項11に記載の装置であって、さらに、駆動機構を備え、前記駆動機構は、前記壁部を、前記垂直方向の軸線に沿って前記エンクロージャーに対して平行移動させるように構成されている、装置。

【請求項20】

請求項11に記載の装置であって、さらに、駆動機構を備え、前記駆動機構は、前記インターフェースを、前記垂直方向の軸線に沿って前記エンクロージャーに対して平行移動させるように構成されている、装置。

【請求項21】

請求項11に記載の装置であって、さらに、
ロボット・アームと、

30

前記ロボット・アームに取り付けられ、前記ロボット・アームの移動の間半導体ウエハーを支持するように構成されているエンド・エフェクターと
を備え、

前記水平スロットは、前記垂直方向の軸線に沿って第1の寸法を有する中間部分を有しており、前記第1の寸法は、前記中間部分とは異なる位置に位置する前記水平スロットの側方部分の前記垂直方向の軸線に沿う、対応する第2の寸法よりも大きく、

前記中間部分は、前記ロボット・アームの移動の間、前記半導体ウエハーを支持するように構成されている前記エンド・エフェクターの部分の幅よりも広く、

前記エンド・エフェクターは、半導体ウエハーが前記エンド・エフェクターによって支持されているときに、前記半導体ウエハーに接触するように構成されているウエハー接触表面を有し、

40

前記エンド・エフェクターは、1つまたは複数の第1の底部表面を有し、前記1つまたは複数の第1の底部表面は、前記ウエハー接触表面から離れる方向を向き、前記半導体ウエハーが前記エンド・エフェクターによって支持され、および、前記エンド・エフェクターが前記半導体ウエハーに対して垂直な方向に沿って目視されるときに、前記半導体ウエハーの外周部内に配置されており、

前記第1の寸法は、前記第2の寸法に、前記エンド・エフェクターの前記1つまたは複数の第1の底部表面の最も下側にある表面と前記ウエハー接触表面との間の垂直方向の距離を加えた寸法よりも大きい、または、等しい、装置。

【請求項22】

50

請求項 2 1 に記載の装置であって、

前記エンド・エフェクターは、1 つまたは複数の第 1 の上側表面を有しており、前記 1 つまたは複数の第 1 の上側表面は、前記 1 つまたは複数の第 1 の底部表面から離れる方向に向いており、半導体ウエハーを前記マルチ・ウエハー・ストレージ・システムに載置するために前記エンド・エフェクターが使用されるときに、前記水平スロットを通り、

前記第 1 の寸法は、前記エンド・エフェクターの前記 1 つまたは複数の第 1 の底部表面の前記最も下側にある表面と、前記エンド・エフェクターの前記 1 つまたは複数の第 1 の上側表面の最上部表面との間の垂直方向の距離よりも大きいか、または、等しい、装置。

【請求項 2 3】

請求項 2 1 に記載の装置であって、さらに、

前記半導体ウエハーが前記エンド・エフェクターによって支持されているときに、前記半導体ウエハーの対向表面にわたってバッファー・ガスを流すように構成されているバッファー・ガス・ディストリビューターを備え、

前記バッファー・ガス・ディストリビューターは、前記ロボット・アームの少なくともいくつかの移動の間、前記エンド・エフェクターと縦に並んで移動するように構成されており、

前記バッファー・ガス・ディストリビューターおよびエンド・エフェクターは、前記マルチ・ウエハー・ストレージ・システムが、前記装置に設置されており、前記半導体ウエハーをストックしているときに、前記エンド・エフェクターおよび前記バッファー・ガス・ディストリビューターが、ウエハー支持構造体の前記アレイによって支持されている半導体ウエハーのアレイの中へ挿入可能であるように間隔を空けて配置されており、

前記バッファー・ガス・ディストリビューターおよび前記エンド・エフェクターは、半導体ウエハーの前記アレイにおけるウエハー間ギャップ内に適合するようにそれぞれサイズ決めされており、

前記バッファー・ガス・ディストリビューターは、1 つまたは複数の第 1 の上側表面を有しており、前記 1 つまたは複数の第 1 の上側表面は、前記 1 つまたは複数の第 1 の底部表面から離れる方向に向いており、半導体ウエハーを前記マルチ・ウエハー・ストレージ・システムから除去するために前記エンド・エフェクターが使用されるときに、前記水平スロットを通り、

前記第 1 の寸法は、前記エンド・エフェクターの前記 1 つまたは複数の第 1 の底部表面の前記最も下側にある表面と、前記バッファー・ガス・ディストリビューターの前記 1 つまたは複数の第 1 の上側表面の最上部表面との間の垂直方向の距離よりも大きいか、または、等しい、装置。

【請求項 2 4】

装置であって、

異なる位置に位置決めされている複数のウエハー処理チャンバーと、

前記異なる位置において前記ウエハー処理チャンバーを支持するシャーシーと、

1 つまたは複数のマルチ・ウエハー・カセットであって、各マルチ・ウエハー・カセットは、垂直方向の軸線に沿って配置されている N 個のウエハー支持構造体を有し、前記ウエハー支持構造体は、直径 D の半導体ウエハーを支持するようにサイズ決めされており、 N は、1 よりも大きい整数であり、各半導体ウエハー支持構造体は、前記アレイにおける任意の隣接する 1 つまたは複数のウエハー支持構造体から平均距離 d だけ間隔を空けて配置され、

それぞれが、移動の間、半導体ウエハーを支持するように構成されているエンド・エフェクターを有する 1 つまたは複数のロボット・アームであって、前記 1 つまたは複数のロボット・アームは、前記 1 つまたは複数のマルチ・ウエハー・カセットから前記複数のウエハー処理チャンバーへ、および、前記 1 つまたは複数のマルチ・ウエハー・カセットへ、半導体ウエハーを搬送するように構成され、

a) 前記 1 つまたは複数のマルチ・ウエハー・カセットのそれぞれの一部である少なく

10

20

30

40

50

とも1つのスロット・ドア機構、b) 前記1つまたは複数のエンド・エフェクターによって支持されている半導体ウェハーの対向表面にわたってバッファー・ガスを流すように構成されている1つまたは複数のバッファー・ガス・ディストリビューター、ならびに、c) a) およびb) の両方、からなる群から選択される少なくとも1つのバッファー・ガス・マイクロクライメイト・システムとを備える、装置。

【請求項25】

請求項24に記載の装置であって、前記少なくとも1つのバッファー・ガス・マイクロクライメイト・システムは、前記少なくとも1つのスロット・ドア機構を含み、前記少なくとも1つのスロット・ドア機構は、前記1つまたは複数のマルチ・ウェハー・カセットのそれぞれの一部であり、

各マルチ・ウェハー・カセットは、前面開口部を有しており、前記前面開口部は、ウェハーが前記マルチ・ウェハー・カセットの中へ挿入されることまたは前記マルチ・ウェハー・カセットから引き出されることを可能にするようにサイズ決めされており、

各スロット・ドア機構は、

Dよりも大きい幅および $(N-1) \cdot d$ よりも低い高さを有する水平スロットを備えるドアと、

機械的な入力に応答して、前記マルチ・ウェハー・カセットの前記ウェハー支持構造体に対して垂直方向に前記ドアを平行移動させるように構成されている駆動機構と、スロット・ドアは、前記マルチ・ウェハー・カセットの一部である、ことを含み、

各ドアは、 $(2 \cdot N - 1) \cdot d$ よりも高い高さを有しており、

各ドアは、前記マルチ・ウェハー・カセットの前記前面開口部の前方に位置決めされており、そのドアは、前記マルチ・ウェハー・カセットの一部である、装置。

【請求項26】

請求項24に記載の装置であって、前記少なくとも1つのバッファー・ガス・マイクロクライメイト・システムは、前記1つまたは複数のエンド・エフェクターによって支持されている前記半導体ウェハーの対向表面にわたってバッファー・ガスを流すように構成されている前記1つまたは複数のバッファー・ガス・ディストリビューターを含み、

前記1つまたは複数のバッファー・ガス・ディストリビューターのそれぞれの、前記1つまたは複数のエンド・エフェクターのうちの異なる1つに関連付けられており、

各バッファー・ガス・ディストリビューターは、前記ロボット・アームの少なくともいくつかの移動の間、前記関連付けられたエンド・エフェクターと縦に並んで移動するように構成されており、前記関連付けられたエンド・エフェクターは、前記ロボット・アームの一部であり、

各バッファー・ガス・ディストリビューターおよび関連付けられたエンド・エフェクターは、間隔を空けて配置されており、当該バッファー・ガス・ディストリビューターおよび関連付けられたエンド・エフェクターは、N個の半導体ウェハーが前記N個のウェハー支持構造体によって支持されているときに、前記N個のウェハー支持構造体によって支持されている前記N個の半導体ウェハーのスタックの中へ挿入可能であり、

各バッファー・ガス・ディストリビューターおよび関連付けられたエンド・エフェクターは、N個の半導体ウェハーの前記スタックにおけるウェハー間ギャップ内に適合するようにそれぞれサイズ決めされている、装置。

【請求項27】

請求項26に記載の装置であって、前記少なくとも1つのバッファー・ガス・マイクロクライメイト・システムは、また、前記少なくとも1つのスロット・ドア機構を含み、前記少なくとも1つのスロット・ドア機構は、前記1つまたは複数のマルチ・ウェハー・カセットのそれぞれの一部であり、

各マルチ・ウェハー・カセットは、前面開口部を有しており、前記前面開口部は、ウェハーが前記マルチ・ウェハー・カセットの中へ挿入されることまたは前記マルチ・ウェハー・カセットから引き出されることを可能にするようにサイズ決めされており、

各スロット・ドア機構は、

Dよりも大きい幅および $(N-1) \cdot d$ よりも低い高さを有する水平スロットを備えるドアと、

機械的な入力に応答して、前記マルチ・ウエハー・カセットの前記ウエハー支持構体に対して垂直方向に前記ドアを平行移動させるように構成されている駆動機構と、そのスロット・ドアは、前記マルチ・ウエハー・カセットの一部であること、

を含み、

各ドアは、 $(2 \cdot N - 1) \cdot d$ よりも高い高さを有しており、

各ドアは、前記マルチ・ウエハー・カセットの前記前面開口部の前方に位置決めされており、そのドアは、前記マルチ・ウエハー・カセットの一部である、装置。

10

【請求項 28】

請求項 25 に記載の装置であって、さらに、前記 1 つまたは複数のマルチ・ウエハー・カセットのうちの少なくとも 1 つを受け入れ、水平方向の軸線に沿って、前記受け入れられた前記 1 つまたは複数のマルチ・ウエハー・カセットのうちの少なくとも 1 つを水平位置の間で平行移動させるように構成されている、水平ウエハー・カセット・コンベヤーを備え、

前記ウエハー処理チャンバーは、前記水平ウエハー・カセット・コンベヤーのいずれかの側において、間隔を空けて配置された位置に位置決めされており、

前記 1 つまたは複数のロボット・アームのうちの第 1 のロボット・アームは、第 1 のマルチ・ウエハー・カセットが少なくとも前記水平な位置のうちの第 1 の水平な位置に位置決めされているときに、前記 1 つまたは複数のマルチ・ウエハー・カセットのうちの前記第 1 のマルチ・ウエハー・カセットと、前記ウエハー処理チャンバーの第 1 のウエハー処理チャンバー、前記ウエハー処理チャンバーの第 2 のウエハー処理チャンバー、前記ウエハー処理チャンバーの第 3 のウエハー処理チャンバー、および、前記ウエハー処理チャンバーの第 4 のウエハー処理チャンバーの間で、半導体ウエハーを搬送するように構成されており、

20

前記第 1 のウエハー処理チャンバーおよび前記第 2 のウエハー処理チャンバーは、前記水平ウエハー・カセット・コンベヤーの第 1 の側に配置されており、

前記第 3 のウエハー処理チャンバーおよび前記第 4 のウエハー処理チャンバーは、前記水平ウエハー・カセット・コンベヤーの第 2 の側に配置されており、

30

前記水平ウエハー・カセット・コンベヤーの前記第 1 の側は、前記水平ウエハー・カセット・コンベヤーの前記第 2 の側に対して、前記水平ウエハー・カセット・コンベヤーの反対側にある、装置。

【請求項 29】

請求項 28 に記載の装置であって、さらに、1 つまたは複数の垂直ウエハー・カセット・コンベヤーを備え、

各垂直ウエハー・カセット・コンベヤーは、前記水平位置のうちの異なる 1 つに関連付けられており、

前記 1 つまたは複数の垂直ウエハー・カセット・コンベヤーのうちの第 1 の垂直ウエハー・カセット・コンベヤーは、前記第 1 の水平位置に関連付けられており、

40

各垂直ウエハー・カセット・コンベヤーは、1 つまたは複数の機械的なインターフェースを含み、

その機械的なインターフェースがそのマルチ・ウエハー・カセットと垂直方向に整合させられているとき、および、そのマルチ・ウエハー・カセットが、その垂直ウエハー・カセット・コンベヤーに関連付けられた前記水平位置に位置決めされ、ベースラインの垂直位置において、前記水平ウエハー・カセット・コンベヤーによって支持されているとき、各垂直ウエハー・カセット・コンベヤーのそれぞれの機械的なインターフェースは、前記 1 つまたは複数のマルチ・ウエハー・カセットのうちのマルチ・ウエハー・カセットと接続するように構成されており、

各垂直ウエハー・カセット・コンベヤーは、その垂直ウエハー・カセット・コンベヤー

50

の中に含まれている前記 1 つまたは複数の機械的なインターフェース、および、それらの 1 つまたは複数の機械的なインターフェースが接続されている各マルチ・ウエハー・カセットを、垂直方向の軸線に沿って、1 つまたは複数の垂直カセット位置へ平行移動させるように構成されており、

前記垂直カセット位置は、前記ベースラインの垂直位置と同じ高さに配置されておらず、

前記第 1 のロボット・アームは、前記第 1 のマルチ・ウエハー・カセットが前記第 1 の水平位置に位置決めされ、および、前記第 1 の垂直ウエハー・カセット・コンベヤーによって、前記 1 つまたは複数の垂直カセット位置のうちの第 1 の垂直カセット位置にも位置決めされているときに、前記第 1 のマルチ・ウエハー・カセットと、前記第 1 のウエハー処理チャンバー、前記第 2 のウエハー処理チャンバー、前記第 3 のウエハー処理チャンバー、および前記第 4 のウエハー処理チャンバーの間で、半導体ウエハーを搬送するように構成されている、装置。

【請求項 30】

請求項 29 に記載の装置であって、

各機械的なインターフェースは、少なくとも 1 つのバッファー・ガス・ポートを含み、各マルチ・ウエハー・カセットは、少なくとも 1 つのバッファー・ガス入口部を含み、各マルチ・ウエハー・カセットの前記少なくとも 1 つのバッファー・ガス入口部は、そのマルチ・ウエハー・カセットがその機械的なインターフェースにインターフェース接続されているときに、各機械的なインターフェースの前記少なくとも 1 つのバッファー・ガス・ポートに整合しており、それによって、バッファー・ガスがその少なくとも 1 つのバッファー・ガス・ポートおよび少なくとも 1 つのバッファー・ガス入口部を介してそのマルチ・ウエハー・カセットの内部空間へ導入されることを可能にする、装置。

【請求項 31】

請求項 29 に記載の装置であって、

前記 1 つまたは複数の垂直ウエハー・カセット・コンベヤーのうちの第 2 の垂直ウエハー・カセット・コンベヤーが、前記水平位置のうちの第 2 の水平位置に関連付けられており、

前記第 1 のロボット・アームは、前記第 1 の水平位置と前記第 2 の水平位置との間に配置されており、

各マルチ・ウエハー・カセットは、後面開口部も含み、前記後面開口部は、また、半導体ウエハーがそのマルチ・ウエハー・カセットの中へ挿入されることまたはそのマルチ・ウエハー・カセットから引き出されることを可能にするようにサイズ決めされており、そのマルチ・ウエハー・カセットの前記前面開口部の反対側にあり、

前記 1 つまたは複数のマルチ・ウエハー・カセットのそれぞれの一部である前記少なくとも 1 つのスロット・ドア機構は、各マルチ・ウエハー・カセットに関して、第 2 のスロット・ドア機構を含み、

各第 2 のスロット・ドア機構の前記ドアは、前記マルチ・ウエハー・カセットの前記後面開口部の前方に位置決めされており、その第 2 のスロット・ドア機構は、前記マルチ・ウエハー・カセットの一部であり、

前記第 1 のロボット・アームは、また、第 2 のマルチ・ウエハー・カセットが前記第 2 の垂直ウエハー・カセット・コンベヤーによって前記第 2 の水平位置および前記第 1 の垂直カセット位置に位置決めされているときに、前記第 2 のマルチ・ウエハー・カセットと、前記第 1 のウエハー処理チャンバー、前記第 2 のウエハー処理チャンバー、前記第 3 のウエハー処理チャンバー、および前記第 4 のウエハー処理チャンバーの間で、半導体ウエハーを搬送するように構成されており、

前記第 2 のマルチ・ウエハー・カセットは、前記 1 つまたは複数のマルチ・ウエハー・カセットのうちの 1 つである、装置。

【請求項 32】

請求項 31 に記載の装置であって、さらに、

1つまたは複数の垂直ロボット・アーム・コンベヤーと、
前記ウエハー処理チャンバーの第5のウエハー処理チャンバーと、
前記ウエハー処理チャンバーの第6のウエハー処理チャンバーと、
前記ウエハー処理チャンバーの第7のウエハー処理チャンバーと、
前記ウエハー処理チャンバーの第8のウエハー処理チャンバーと
を備え、

前記第5のウエハー処理チャンバー、前記第6のウエハー処理チャンバー、前記第7のウエハー処理チャンバー、および前記第8のウエハー処理チャンバーは、前記第1のウエハー処理チャンバー、前記第2のウエハー処理チャンバー、前記第3のウエハー処理チャンバー、および前記第4のウエハー処理チャンバーの上方に配置されており、

10

前記1つまたは複数の垂直ロボット・アーム・コンベヤーのそれぞれは、近隣の垂直ウエハー・カセット・コンベヤーの間に配置されており、

各垂直ロボット・アーム・コンベヤーは、前記垂直方向の軸線に沿って、1つまたは複数の垂直ロボット・アーム位置へ、前記1つまたは複数のロボット・アームのうちの対応する1つを平行移動させるように構成されており、

前記1つまたは複数の垂直ロボット・アーム位置のうちの第1の垂直ロボット・アーム位置は、前記第1の垂直カセット位置に関連付けられており、

前記1つまたは複数の垂直ロボット・アーム位置のうちの第2の垂直ロボット・アーム位置は、前記第1の垂直カセット位置とは異なる、前記1つまたは複数の垂直カセット位置のうちの第2の垂直カセット位置に関連付けられており、

20

前記第1のロボット・アームは、前記第1のマルチ・ウエハー・カセットが前記第1の水平位置および前記第1の垂直カセット位置に位置決めされ、ならびに、前記第1のロボット・アームが前記第1の垂直ロボット・アーム位置に位置決めされているときに、前記第1のマルチ・ウエハー・カセットと、前記第1のウエハー処理チャンバー、前記第2のウエハー処理チャンバー、前記第3のウエハー処理チャンバー、および前記第4のウエハー処理チャンバーの間で、半導体ウエハーを搬送するように構成されており、

前記第1のロボット・アームは、さらに、前記第1のマルチ・ウエハー・カセットが前記第1の水平位置および前記第2の垂直カセット位置に位置決めされ、ならびに、前記第1のロボット・アームが前記第2の垂直ロボット・アーム位置に位置決めされているときに、前記第1のマルチ・ウエハー・カセットと、前記第5のウエハー処理チャンバー、前記第6のウエハー処理チャンバー、前記第7のウエハー処理チャンバー、および前記第8のウエハー処理チャンバーの間で、半導体ウエハーを搬送するように構成されている、装置。

30

【請求項33】

請求項32に記載の装置であって、

前記ウエハー処理チャンバーの第9のウエハー処理チャンバーと、
前記ウエハー処理チャンバーの第10のウエハー処理チャンバーと、
前記ウエハー処理チャンバーの第11のウエハー処理チャンバーと、
前記ウエハー処理チャンバーの第12のウエハー処理チャンバーと、
前記ウエハー処理チャンバーの第13のウエハー処理チャンバーと、
前記ウエハー処理チャンバーの第14のウエハー処理チャンバーと、
前記ウエハー処理チャンバーの第15のウエハー処理チャンバーと、
前記ウエハー処理チャンバーの第16のウエハー処理チャンバーと
をさらに含み、

40

前記第9のウエハー処理チャンバー、第10のウエハー処理チャンバー、第13のウエハー処理チャンバー、および第14のウエハー処理チャンバーは、前記水平ウエハー・カセット・コンベヤーの前記第1の側に配置されており、

前記第11のウエハー処理チャンバー、第12のウエハー処理チャンバー、第15のウエハー処理チャンバー、および第16のウエハー処理チャンバーは、前記水平ウエハー・カセット・コンベヤーの前記第2の側に配置されており、

50

前記第 1 3 のウエハー処理チャンバー、前記第 1 4 のウエハー処理チャンバー、前記第 1 5 のウエハー処理チャンバー、および前記第 1 6 のウエハー処理チャンバーは、前記第 9 のウエハー処理チャンバー、前記第 1 0 のウエハー処理チャンバー、前記第 1 1 のウエハー処理チャンバー、および前記第 1 2 のウエハー処理チャンバーの上方に配置されており、

前記第 2 の水平位置は、前記 1 つまたは複数のロボット・アームのうちの前記第 1 のロボット・アームと第 2 のロボット・アームとの間に配置されており、

前記第 2 のロボット・アームは、前記第 2 のマルチ・ウエハー・カセットが前記第 2 の水平位置および前記第 1 の垂直カセット位置に位置決めされ、ならびに、前記第 2 のロボット・アームが前記第 1 の垂直ロボット・アーム位置に位置決めされているときに、前記第 2 のマルチ・ウエハー・カセットと、前記第 9 のウエハー処理チャンバー、前記第 1 0 のウエハー処理チャンバー、前記第 1 1 のウエハー処理チャンバー、および前記第 1 2 のウエハー処理チャンバーの間で、半導体ウエハーを搬送するように構成されており、

前記第 2 のロボット・アームは、さらに、前記第 2 のマルチ・ウエハー・カセットが前記第 2 の水平位置および前記第 2 の垂直カセット位置に位置決めされ、ならびに、前記第 2 のロボット・アームが前記第 2 の垂直ロボット・アーム位置に位置決めされているときに、前記第 2 のマルチ・ウエハー・カセットと、前記第 1 3 のウエハー処理チャンバー、前記第 1 4 のウエハー処理チャンバー、前記第 1 5 のウエハー処理チャンバー、および前記第 1 6 のウエハー処理チャンバーの間で、半導体ウエハーを搬送するように構成されている、装置。

【請求項 3 4】

請求項 3 3 に記載の装置であって、前記少なくとも 1 つのバッファー・ガス・マイクロクライメイト・システムは、前記 1 つまたは複数のバッファー・ガス・ディストリビューターを含み、前記 1 つまたは複数のバッファー・ガス・ディストリビューターは、前記 1 つまたは複数のエンド・エフェクターによって支持されている前記半導体ウエハーの対向表面にわたってバッファー・ガスを流すように構成されており、

前記 1 つまたは複数のバッファー・ガス・ディストリビューターのそれぞれは、前記 1 つまたは複数のエンド・エフェクターのうちの異なる 1 つに関連付けられており、

各バッファー・ガス・ディストリビューターは、前記ロボット・アームの少なくともいくつかの移動の間、前記関連付けられたエンド・エフェクターと縦に並んで移動するように構成されており、前記関連付けられたエンド・エフェクターは、前記ロボット・アームの一部であり、

各バッファー・ガス・ディストリビューターおよび関連付けられたエンド・エフェクターは、間隔を空けて配置されており、そのバッファー・ガス・ディストリビューターおよび関連付けられたエンド・エフェクターは、N 個の半導体ウエハーが前記 N 個のウエハー支持構造体によって支持されているときに、前記 N 個のウエハー支持構造体によって支持されている前記 N 個の半導体ウエハーのスタックの中へ挿入可能であり、

各バッファー・ガス・ディストリビューターおよび関連付けられたエンド・エフェクターは、N 個の半導体ウエハーの前記スタックにおけるウエハー間ギャップ内に適合するようにそれぞれサイズ決めされている、装置。

【請求項 3 5】

請求項 2 6 に記載の装置であって、さらに、水平ウエハー・カセット・コンベヤーを備え、前記水平ウエハー・カセット・コンベヤーは、前記 1 つまたは複数のマルチ・ウエハー・カセットのうちの少なくとも 1 つを受け入れるように、および、水平位置同士の間で、水平方向の軸線に沿って、前記受け入れられた前記 1 つまたは複数のマルチ・ウエハー・カセットのうちの少なくとも 1 つを平行移動させるように構成されており、

前記ウエハー処理チャンバーは、前記水平ウエハー・カセット・コンベヤーのいずれかの側において、間隔を空けて配置された位置に位置決めされており、

前記 1 つまたは複数のロボット・アームのうちの第 1 のロボット・アームは、第 1 のマルチ・ウエハー・カセットが少なくとも前記水平位置のうちの第 1 の水平位置に位置決め

されているときに、前記 1 つまたは複数のマルチ・ウエハー・カセットのうちの前記第 1 のマルチ・ウエハー・カセットと、前記ウエハー処理チャンバーの第 1 のウエハー処理チャンバー、前記ウエハー処理チャンバーの第 2 のウエハー処理チャンバー、前記ウエハー処理チャンバーの第 3 のウエハー処理チャンバー、および、前記ウエハー処理チャンバーの第 4 のウエハー処理チャンバーの間で、半導体ウエハーを搬送するように構成されており、

前記第 1 のロボット・アームは、前記 1 つまたは複数のバッファー・ガス・ディストリビューターのうちの第 1 のバッファー・ガス・ディストリビューターに関連付けられており、

前記第 1 のウエハー処理チャンバーおよび前記第 2 のウエハー処理チャンバーは、前記水平ウエハー・カセット・コンベヤーの第 1 の側に配置されており、

前記第 3 のウエハー処理チャンバーおよび前記第 4 のウエハー処理チャンバーは、前記水平ウエハー・カセット・コンベヤーの第 2 の側に配置されており、

前記水平ウエハー・カセット・コンベヤーの前記第 1 の側は、前記水平ウエハー・カセット・コンベヤーの前記第 2 の側に対して、前記水平ウエハー・カセット・コンベヤーの反対側にある、装置。

【請求項 36】

請求項 35 に記載の装置であって、1 つまたは複数の垂直ウエハー・カセット・コンベヤーをさらに含み、

各垂直ウエハー・カセット・コンベヤーは、前記水平位置のうちの異なる 1 つに関連付けられており、

前記 1 つまたは複数の垂直ウエハー・カセット・コンベヤーのうちの第 1 の垂直ウエハー・カセット・コンベヤーは、前記第 1 の水平位置に関連付けられており、

各垂直ウエハー・カセット・コンベヤーは、1 つまたは複数の機械的なインターフェースを含み、

その機械的なインターフェースがそのマルチ・ウエハー・カセットと垂直方向に整合させられているとき、および、そのマルチ・ウエハー・カセットが、その垂直ウエハー・カセット・コンベヤーに関連付けられた前記水平位置に位置決めされ、ベースラインの垂直位置において、前記水平ウエハー・カセット・コンベヤーによって支持されているとき、各垂直ウエハー・カセット・コンベヤーのそれぞれの機械的なインターフェースは、前記 1 つまたは複数のマルチ・ウエハー・カセットのうちのマルチ・ウエハー・カセットと接続するように構成されており、

各垂直ウエハー・カセット・コンベヤーは、その垂直ウエハー・カセット・コンベヤーの中に含まれている前記 1 つまたは複数の機械的なインターフェース、および、それらの 1 つまたは複数の機械的なインターフェースが接続されているそれぞれのマルチ・ウエハー・カセットを、垂直軸線に沿って、1 つまたは複数の垂直カセット位置へ平行移動させるように構成されており、

前記垂直カセット位置は、前記ベースラインの垂直位置と同じ高さに配置されておらず、

前記第 1 のロボット・アームは、前記第 1 のマルチ・ウエハー・カセットが前記第 1 の水平位置に位置決めされ、および、前記第 1 の垂直ウエハー・カセット・コンベヤーによって、前記 1 つまたは複数の垂直カセット位置のうちの第 1 の垂直カセット位置にも位置決めされているときに、前記第 1 のマルチ・ウエハー・カセットと、前記第 1 のウエハー処理チャンバー、前記第 2 のウエハー処理チャンバー、前記第 3 のウエハー処理チャンバー、および前記第 4 のウエハー処理チャンバーの間で、半導体ウエハーを搬送するように構成されている、装置。

【請求項 37】

請求項 36 に記載の装置であって、

各機械的なインターフェースは、少なくとも 1 つのバッファー・ガス・ポートを含み、

各マルチ・ウエハー・カセットは、少なくとも 1 つのバッファー・ガス入口部を含み、

各マルチ・ウエハー・カセットの前記少なくとも1つのバッファー・ガス入口部は、そのマルチ・ウエハー・カセットがその機械的なインターフェースに接続されているときに、それぞれの機械的なインターフェースの前記少なくとも1つのバッファー・ガス・ポートに整合しており、それによって、バッファー・ガスがその少なくとも1つのバッファー・ガス・ポートおよび少なくとも1つのバッファー・ガス入口部を介してそのマルチ・ウエハー・カセットの内部空間へ導入されることを可能にする、装置。

【請求項38】

請求項36に記載の装置であって、

前記1つまたは複数の垂直ウエハー・カセット・コンベヤーのうちの第2の垂直ウエハー・カセット・コンベヤーが、前記水平位置のうちの第2の水平位置に関連付けられており、

前記第1のロボット・アームは、前記第1の水平位置と前記第2の水平位置との間に配置されており、

各マルチ・ウエハー・カセットは、後面開口部も含み、前記後面開口部は、また、半導体ウエハーがそのマルチ・ウエハー・カセットの中へ挿入されることまたはそのマルチ・ウエハー・カセットから引き出されることを可能にするようにサイズ決めされており、そのマルチ・ウエハー・カセットの前記前面開口部の反対側にあり、

前記第1のロボット・アームは、また、第2のマルチ・ウエハー・カセットが前記第2の垂直ウエハー・カセット・コンベヤーによって前記第2の水平位置および前記第1の垂直カセット位置に位置決めされているときに、前記第2のマルチ・ウエハー・カセットと、前記第1のウエハー処理チャンバー、前記第2のウエハー処理チャンバー、前記第3のウエハー処理チャンバー、および前記第4のウエハー処理チャンバーの間で、半導体ウエハーを搬送するように構成されており、

前記第2のマルチ・ウエハー・カセットは、前記1つまたは複数のマルチ・ウエハー・カセットのうちの1つである、装置。

【請求項39】

請求項38に記載の装置であって、

1つまたは複数の垂直ロボット・アーム・コンベヤーと、

前記ウエハー処理チャンバーの第5のウエハー処理チャンバーと、

前記ウエハー処理チャンバーの第6のウエハー処理チャンバーと、

前記ウエハー処理チャンバーの第7のウエハー処理チャンバーと、

前記ウエハー処理チャンバーの第8のウエハー処理チャンバーと

をさらに含み、

前記第5のウエハー処理チャンバー、前記第6のウエハー処理チャンバー、前記第7のウエハー処理チャンバー、および前記第8のウエハー処理チャンバーは、前記第1のウエハー処理チャンバー、前記第2のウエハー処理チャンバー、前記第3のウエハー処理チャンバー、および前記第4のウエハー処理チャンバーの上方に配置されており、

前記1つまたは複数の垂直ロボット・アーム・コンベヤーのそれぞれは、近隣の垂直ウエハー・カセット・コンベヤーの間に配置されており、

各垂直ロボット・アーム・コンベヤーは、前記垂直方向の軸線に沿って、1つまたは複数の垂直ロボット・アーム位置へ、前記1つまたは複数のロボット・アームのうちの対応する1つを平行移動させるように構成されており、

前記1つまたは複数の垂直ロボット・アーム位置のうちの第1の垂直ロボット・アーム位置は、前記第1の垂直カセット位置に関連付けられており、

前記1つまたは複数の垂直ロボット・アーム位置のうちの第2の垂直ロボット・アーム位置は、前記第1の垂直カセット位置とは異なる、前記1つまたは複数の垂直カセット位置のうちの第2の垂直カセット位置に関連付けられており、

前記第1のロボット・アームは、前記第1のマルチ・ウエハー・カセットが前記第1の水平位置および前記第1の垂直カセット位置に位置決めされ、ならびに、前記第1のロボット・アームが前記第1の垂直ロボット・アーム位置に位置決めされているときに、前記

10

20

30

40

50

第1のマルチ・ウエハー・カセットと、前記第1のウエハー処理チャンバー、前記第2のウエハー処理チャンバー、前記第3のウエハー処理チャンバー、および前記第4のウエハー処理チャンバーの間で、半導体ウエハーを搬送するように構成されており、

前記第1のロボット・アームは、さらに、前記第1のマルチ・ウエハー・カセットが前記第1の水平位置および前記第2の垂直カセット位置に位置決めされ、ならびに、前記第1のロボット・アームが前記第2の垂直ロボット・アーム位置に位置決めされているときに、前記第1のマルチ・ウエハー・カセットと、前記第5のウエハー処理チャンバー、前記第6のウエハー処理チャンバー、前記第7のウエハー処理チャンバー、および前記第8のウエハー処理チャンバーの間で、半導体ウエハーを搬送するように構成されている、装置。

10

【請求項40】

請求項39に記載の装置であって、

前記ウエハー処理チャンバーの第9のウエハー処理チャンバーと、
前記ウエハー処理チャンバーの第10のウエハー処理チャンバーと、
前記ウエハー処理チャンバーの第11のウエハー処理チャンバーと、
前記ウエハー処理チャンバーの第12のウエハー処理チャンバーと、
前記ウエハー処理チャンバーの第13のウエハー処理チャンバーと、
前記ウエハー処理チャンバーの第14のウエハー処理チャンバーと、
前記ウエハー処理チャンバーの第15のウエハー処理チャンバーと、
前記ウエハー処理チャンバーの第16のウエハー処理チャンバーと

20

をさらに含み、

前記第9のウエハー処理チャンバー、第10のウエハー処理チャンバー、第13のウエハー処理チャンバー、および第14のウエハー処理チャンバーは、前記水平ウエハー・カセット・コンベヤーの前記第1の側に配置されており、

前記第11のウエハー処理チャンバー、第12のウエハー処理チャンバー、第15のウエハー処理チャンバー、および第16のウエハー処理チャンバーは、前記水平ウエハー・カセット・コンベヤーの前記第2の側に配置されており、

前記第13のウエハー処理チャンバー、前記第14のウエハー処理チャンバー、前記第15のウエハー処理チャンバー、および前記第16のウエハー処理チャンバーは、前記第9のウエハー処理チャンバー、前記第10のウエハー処理チャンバー、前記第11のウエハー処理チャンバー、および前記第12のウエハー処理チャンバーの上方に配置されており、

30

前記第2の水平位置は、前記1つまたは複数のロボット・アームのうちの前記第1のロボット・アームと第2のロボット・アームとの間に配置されており、

前記第2のロボット・アームは、前記第2のマルチ・ウエハー・カセットが前記第2の水平位置および前記第1の垂直カセット位置に位置決めされ、ならびに、前記第2のロボット・アームが前記第1の垂直ロボット・アーム位置に位置決めされているときに、前記第2のマルチ・ウエハー・カセットと、前記第9のウエハー処理チャンバー、前記第10のウエハー処理チャンバー、前記第11のウエハー処理チャンバー、および前記第12のウエハー処理チャンバーの間で、半導体ウエハーを搬送するように構成されており、

40

前記第2のロボット・アームは、さらに、前記第2のマルチ・ウエハー・カセットが前記第2の水平位置および前記第2の垂直カセット位置に位置決めされ、ならびに、前記第2のロボット・アームが前記第2の垂直ロボット・アーム位置に位置決めされているときに、前記第2のマルチ・ウエハー・カセットと、前記第13のウエハー処理チャンバー、前記第14のウエハー処理チャンバー、前記第15のウエハー処理チャンバー、および前記第16のウエハー処理チャンバーの間で、半導体ウエハーを搬送するように構成されている、装置。

【請求項41】

請求項40に記載の装置であって、前記少なくとも1つのバッファー・ガス・マイクロクライメイト・システムは、また、前記少なくとも1つのスロット・ドア機構を含み、前

50

記少なくとも1つのスロット・ドア機構は、前記1つまたは複数のマルチ・ウエハー・カセットのそれぞれの一部であり、

各マルチ・ウエハー・カセットは、前面開口部を有しており、前記前面開口部は、ウエハーが前記マルチ・ウエハー・カセットの中へ挿入されることまたは前記マルチ・ウエハー・カセットから引き出されることを可能にするようにサイズ決めされており、

各スロット・ドア機構は、

Dよりも大きい幅および $(N-1) \cdot d$ よりも低い高さを有する水平スロットを備えるドアと、

機械的な入力に応答して、前記マルチ・ウエハー・カセットの前記ウエハー支持構造体に対して垂直方向に前記ドアを平行移動させるように構成されている駆動機構であって、そのスロット・ドアは、前記マルチ・ウエハー・カセットの一部である、駆動機構とを含み、

各ドアは、 $(2 \cdot N - 1) \cdot d$ よりも高い高さを有しており、

各ドアは、前記マルチ・ウエハー・カセットの前記前面開口部の前方に位置決めされており、そのドアは、前記マルチ・ウエハー・カセットの一部である、装置。

【請求項42】

半導体処理ツールのためのイクイップメント・フロント・エンド・モジュール（EFEM）であって、

前記EFEMの内部空間を少なくとも部分的に画定している1つまたは複数の壁部と、

前記EFEMの前記内部空間の中でウエハーを移動させるように構成されているウエハー・ハンドリング・ロボットと、

バッファー・ガスを供給するように構成されているバッファー・ガス・ポートであって、前記バッファー・ガスは、前記バッファー・ガス・ポートを介して前記EFEMの前記内部空間に供給され、

バッファー・ガス制御バルブであって、前記バッファー・ガス・ポートを通る前記バッファー・ガスの流量を調節するように構成されている、バッファー・ガス制御バルブと、

コントローラーであって、メモリーおよび前記バッファー・ガス制御バルブに通信可能に接続されている1つまたは複数のプロセッサを含み、前記メモリーは、コンピューター実行可能なインストラクションであって、前記コントローラーに、

ウエハーが前記ロボットによって前記内部空間の中で移動している時を決定すること

、
ウエハーが前記ロボットによって前記EFEMの前記内部空間の中で移動しているということを決定することに少なくとも部分的に応答して、前記バッファー・ガス制御バルブを第1の流量状態に移行させ、前記バッファー・ガスが前記EFEMの前記内部空間の中へ流れるようにすること、

ウエハーが前記ロボットによって前記EFEMの前記内部空間の中で移動していない時を決定すること、

ウエハーが前記ロボットによって前記EFEMの前記内部空間の中で移動していないということを決定することに少なくとも部分的に応答して、前記バッファー・ガスの流量が前記第1の流量状態におけるものよりも低い第2の流量状態に前記バッファー・ガス制御バルブを移行させること

を実行させるためのコンピューター実行可能なインストラクションを含む、イクイップメント・フロント・エンド・モジュール（EFEM）。

【請求項43】

請求項42に記載のEFEMであって、さらに、設備空気制御バルブを備え、前記設備空気制御バルブは、前記EFEMの前記内部空間を通る設備空気の流量を調節するように構成されており、

前記設備空気制御バルブは、前記コントローラーの前記1つまたは複数のプロセッサと通信可能に接続されており、

前記メモリーは、さらに、前記コントローラーに、

ウェハーが前記ロボットによって前記 E F E M の前記内部空間の中で移動していない
ということを決断することに少なくとも部分的に
応答して、第 3 の流量状態に前記設備空
気制御バルブを移行させ、前記設備空気が前記 E F E M の前記内部空間の中へ流れるよう
にすること、

ウェハーが前記ロボットによって前記 E F E M の前記内部空間の中で移動している
ということを決断することに少なくとも部分的に
応答して、前記設備空気の流量が前記第 3
の流量状態におけるものよりも低い第 4 の流量状態に前記設備空気制御バルブを移行させ
ること

を実行させるためのコンピューター実行可能なインストラクションを含む、E F E M。

【請求項 4 4】

10

請求項 4 2 に記載の E F E M であって、さらに、

1 つまたは複数のローディング・インターフェースであって、1 つまたは複数のフロン
ト・オープニング・ユニファイド・ポッド (F O U P) に接続するように構成されており
、前記 1 つもしくは複数の F O U P のうちの 1 つから前記 E F E M の内部空間の中へ、ま
たは、前記 E F E M の前記内部空間から前記 1 つもしくは複数の F O U P のうちの 1 つ
の中へ、ウェハーが搬送されるようになっている、1 つまたは複数のローディング・インタ
ーフェースと、

1 つまたは複数のロード・ロックに接続するように構成されている 1 つまたは複数のロ
ード・ロック・インターフェースであって、前記 1 つまたは複数のロード・ロックを介し
て、前記 E F E M の前記内部空間から前記半導体処理ツールの処理エリアの中へ、または
、前記半導体処理ツールの前記処理エリアから前記 E F E M の前記内部空間の中へ、ウェ
ハーが搬送され得る、1 つまたは複数のロード・ロック・インターフェースと
をさらに含む、E F E M。

20

【請求項 4 5】

請求項 4 2 に記載の E F E M であって、前記ロボットは、複数の半導体ウェハーを同時
に支持するように構成されているマルチ・ウェハー・エンド・エフェクターを含む、E F
E M。

【請求項 4 6】

半導体処理ツールのためのイクイップメント・フロント・エンド・モジュール (E F E
M) であって、

30

前記 E F E M の内部空間を少なくとも部分的に画定している 1 つまたは複数の壁部と、

前記 E F E M の前記内部空間を第 1 の内部サブ空間および第 2 の内部サブ空間へと分割
する 1 つまたは複数の仕切り壁と、

バッファー・ガスを供給するように構成されているバッファー・ガス・ポートと、前記
バッファー・ガスは、前記バッファー・ガス・ポートを介して前記第 2 の内部サブ空間に
供給され、

前記第 1 の内部サブ空間の中でウェハーを移動させるように構成されている第 1 のウェ
ハー・ハンドリング・ロボットと、

前記第 2 の内部サブ空間の中でウェハーを移動させるように構成されている第 2 のウェ
ハー・ハンドリング・ロボットと、

40

前記第 1 の内部サブ空間を介して設備空気を流すように構成されている第 1 のガス・ハ
ンドラーと、

前記第 2 の内部サブ空間を介して前記バッファー・ガスを流すように構成されている第
2 のガス・ハンドラーと

を備える、イクイップメント・フロント・エンド・モジュール (E F E M) 。

【請求項 4 7】

半導体処理ツールのためのウェハー・ハンドリング・ロボットであって、

ロボット・アームと、

半導体ウェハーを支持するように構成されているエンド・エフェクターと、

前記半導体ウェハーが前記エンド・エフェクターによって支持されているときに、前記

50

半導体ウェハーの上側表面にわたってバッファ・ガスを流すように構成されているバッファ・ガス・ディストリビューターとを備え、

前記エンド・エフェクターは、前記ロボット・アームの端部に配置されており、

前記バッファ・ガス・ディストリビューターは、前記ロボット・アームによって直接的にまたは間接的に支持されており、

前記バッファ・ガス・ディストリビューターは、前記ロボット・アームの少なくともいくつかの移動に関して、前記エンド・エフェクターと縦に並んで移動するように構成されている、ウェハー・ハンドリング・ロボット。

【請求項 48】

請求項 47 に記載のウェハー・ハンドリング・ロボットであって、前記バッファ・ガス・ディストリビューターは、

ガス・ディストリビューション・パドルと、

サポート・アームと

を備え、

前記ガス・ディストリビューション・パドルは、第 1 の表面を有しており、前記第 1 の表面は、前記エンド・エフェクターを向き、前記エンド・エフェクターからずらされており、

前記第 1 の表面は、前記バッファ・ガスを前記エンド・エフェクターに向けて導くように構成されている 1 つまたは複数のバッファ・ガス・ディストリビューション・ポートを含み、

前記サポート・アームは、前記ガス・ディストリビューション・パドルを支持し、前記ロボット・アームによって支持されている、ウェハー・ハンドリング・ロボット。

【請求項 49】

請求項 48 に記載のウェハー・ハンドリング・ロボットであって、前記ガス・ディストリビューション・パドルは、実質的に円形の形状を有し、前記半導体ウェハーの直径の±10% よりも大きい外径を有しており、前記エンド・エフェクターは、前記半導体ウェハーを支持するように構成されている、ウェハー・ハンドリング・ロボット。

【請求項 50】

請求項 49 に記載のウェハー・ハンドリング・ロボットであって、さらに、回転ピボットを備え、

前記回転ピボットは、前記サポート・アームを前記ロボット・アームと接合しており、

前記回転ピボットは、前記ガス・ディストリビューション・パドルを、前記エンド・エフェクターが半導体ウェハーを支持しているときに、前記ガス・ディストリビューション・パドルが前記半導体ウェハーの上で中心に合わされている第 1 の位置から前記エンド・エフェクターが半導体ウェハーを支持しているときに、前記ガス・ディストリビューション・パドルが前記半導体ウェハーの上で中心に合わされていない第 2 の位置へ回転させるように構成されている、ウェハー・ハンドリング・ロボット。

【請求項 51】

請求項 49 に記載のウェハー・ハンドリング・ロボットであって、さらに、平行移動メカニズムを備え、

前記平行移動メカニズムは、前記サポート・アームを前記ロボット・アームと接合しており、

前記平行移動メカニズムは、前記ガス・ディストリビューション・パドルを、前記エンド・エフェクターが半導体ウェハーを支持しているときに、前記ガス・ディストリビューション・パドルが前記半導体ウェハーの上で中心に合わされている第 1 の位置から前記エンド・エフェクターが半導体ウェハーを支持しているときに、前記ガス・ディストリビューション・パドルが前記半導体ウェハーの上で中心に合わされていない、第 2 の位置へ平行移動させるように構成されている、ウェハー・ハンドリング・ロボット。

【請求項 52】

請求項 48 に記載のウエハー・ハンドリング・ロボットであって、

前記ガス・ディストリビューション・パドルは、前記ガス・ディストリビューション・パドルの 1 つまたは複数の側に、1 つまたは複数の側部バッファー・ガス・ディストリビューション・ポートを含み、

前記側部バッファー・ガス・ディストリビューション・ポートは、前記エンド・エフェクターによって画定されるウエハー支持平面と平行の $\pm 30^\circ$ の中の 1 つまたは複数の方向に、前記バッファー・ガスを流すように構成されている、ウエハー・ハンドリング・ロボット。

【請求項 53】

半導体製造において使用するためのフロント・オープニング・ユニファイド・ボッド（FOUP）に接続するための装置であって、前記 FOUP は、取り外し可能な FOUP ドアと、垂直スタックの中に配置されている複数のウエハー支持構造体とを含み、各ウエハー支持構造体は、直径 D の半導体ウエハーを支持するように構成されており、前記装置は、

FOUP を受け入れるように構成されているプラットフォームと、

ドアであって、D よりも大きい幅、および、前記ウエハー支持構造体の前記垂直スタックの合計高さよりも低い高さを有する、水平スロットを含む、ドアと、

フロント・オープニング・インターフェース機構（FIM）であって、前記 FOUP が前記プラットフォームの上に位置決めされた後に、前記取り外し可能な FOUP ドアを前記 FOUP から取り外すように構成されている、フロント・オープニング・インターフェース機構（FIM）と、

垂直方向の軸線に沿って前記ドアを移動させるように構成されているドライブ・ユニットと

を備える、装置。

【請求項 54】

請求項 53 に記載の装置であって、前記水平スロットの前記高さは、前記ウエハー支持構造体の前記垂直スタックの前記合計高さの 50 % よりも低い、装置。

【請求項 55】

請求項 53 に記載の装置であって、前記 FOUP は、隣接するウエハー支持構造体同士の間に平均分離距離を有しており、前記水平スロットの前記高さは、前記平均分離距離の 300 % よりも小さい、装置。

【請求項 56】

請求項 53 に記載の装置であって、さらに、バッファー・ガス供給部ポートを備え、前記バッファー・ガス供給部ポートは、前記 FOUP が前記プラットフォームの上に位置決めされているときに、前記 FOUP の中へバッファー・ガスを流すように構成されている、装置。

【請求項 57】

半導体製造において使用するためのフロント・オープニング・ユニファイド・ボッド（FOUP）に接続するための装置であって、前記 FOUP は、取り外し可能な FOUP ドアと、垂直スタックの中に配置されている複数のウエハー支持構造体とを含み、各ウエハー支持構造体は、直径 D の半導体ウエハーを支持するように構成されており、前記装置は、

FOUP を受け入れるように構成されているプラットフォームと、

垂直方向の軸線に沿って前記プラットフォームを移動させるように構成されている垂直方向の駆動機構と、

壁部であって、D よりも大きい幅、および、前記ウエハー支持構造体の前記垂直スタックの合計高さよりも低い高さを有する、水平スロットを含む、壁部と、

フロント・オープニング・インターフェース機構（FIM）であって、前記 FOUP が前記プラットフォームの上に位置決めされた後に、および、前記プラットフォームが前記 FOUP ドアを前記 FIM に整合させるように垂直方向に位置決めされた後に、前記取り

10

20

30

40

50

外し可能な F O U P ドアを前記 F O U P から取り外すように構成されている、フロント・オープニング・インターフェース機構 (F I M) とを備える、装置。

【請求項 5 8】

請求項 5 3 に記載の装置であって、前記水平スロットの前記高さは、前記ウエハー支持構造体の前記垂直スタックの前記合計高さの 5 0 % よりも低い、装置。

【請求項 5 9】

請求項 5 3 に記載の装置であって、前記 F O U P は、隣接するウエハー支持構造体同士の間平均分離距離を有しており、前記水平スロットの前記高さは、前記平均分離距離の 3 0 0 % よりも小さい、装置。

10

【請求項 6 0】

請求項 5 3 に記載の装置であって、前記 F O U P は、隣接するウエハー支持構造体同士の間平均分離距離を有しており、前記水平スロットの前記高さは、前記平均分離距離の 3 0 0 % よりも小さい、装置。

【請求項 6 1】

請求項 5 3 に記載の装置であって、さらに、バッファ・ガス供給部ポートを備え、前記バッファ・ガス供給部ポートは、前記 F O U P が前記プラットフォームの上に位置決めされているときに、前記 F O U P の中へバッファ・ガスを流すように構成されている、装置。

【発明の詳細な説明】

20

【背景技術】

【0 0 0 1】

半導体処理設備では、半導体ウエハーが、フロント・オープニング・ユニファイド・ボッド (F O U P) を使用して、半導体処理ツールから半導体処理ツールへ搬送されることは一般的である。F O U P は、典型的に、たとえば、ハウジングの側壁部から突出する棚など、間隔を空けて配置されたスタックの中に複数のウエハーを支持するウエハー支持構造体の垂直スタックを備えるキャリア・ハウジングを含む。典型的な F O U P は、2 5 個または 3 0 個のウエハーを保持することが可能であるが、他の保持数を有する F O U P も可能である。ウエハーは、典型的に、ウエハー・ハンドリング・ロボットが、スタックにおける隣接するウエハー同士の間エンド・エフェクターを挿入し、ウエハーを持ち上げ、他のウエハーを妨害することなくウエハーを引き出すことができるように、F O U P の中に間隔を空けて配置されているにおける。

30

【0 0 0 2】

F O U P は、典型的に、取り外し可能な F O U P ドアを含み、取り外し可能な F O U P ドアは、周囲環境から F O U P をシールするために使用され得る。F O U P は、半導体処理設備の中の周囲環境の条件から、たとえば、水分または酸素から、F O U P の中のウエハーを保護する、何らかのバッファ・ガスで充填され得る。バッファ・ガスは、たとえば、きれいな乾燥空気、窒素、または、設備空気よりも望ましいと考えられる任意の他のガスであることが可能である。しかし、バッファ・ガスは、典型的に E F E M を介して流される設備空気と同じではない。

40

【発明の概要】

【0 0 0 3】

本明細書で説明されている主題の 1 つまたは複数の実装形態の詳細は、添付の図面および下記の説明において述べられている。他の特徴、態様、および利点は、説明、図面、および特許請求の範囲から明らかになることとなる。

【0 0 0 4】

いくつかの実装形態では、ロボット・アームと、ロボット・アームに取り付けられているエンド・エフェクターであって、ロボット・アームの移動の間、半導体ウエハーを支持するように構成されている、エンド・エフェクターと、半導体ウエハーがエンド・エフェクターによって支持されているときに、半導体ウエハーの対向表面にわたってバッファ

50

・ガスを流すように構成されているバッファ・ガス・ディストリビューターとを備え得る装置が提供され得る。そのような実装形態では、バッファ・ガス・ディストリビューターは、ロボット・アームの少なくともいくつかの移動の間、エンド・エフェクターと縦に並んで移動するように構成され得、バッファ・ガス・ディストリビューターおよびエンド・エフェクターは、垂直方向の軸線に沿って間隔を空けて配置され得、エンド・エフェクターおよびバッファ・ガス・ディストリビューターが、半導体ウエハーに対して垂直な軸線に沿って配列された半導体ウエハーのスタックの中へ挿入可能であり、バッファ・ガス・ディストリビューターおよびエンド・エフェクターは、半導体ウエハーのスタックにおけるウエハー間ギャップ内に適合するようにそれぞれサイズ決めされ得る。

【0005】

10

いくつかの追加的なそのような実装形態では、バッファ・ガス・ディストリビューターは、エンド・エフェクターに対して間隙を空けて固定され得、ロボット・アームのすべての移動の間、エンド・エフェクターと縦に並んで移動することが可能である。

【0006】

いくつかの追加的なまたは代替的なそのような実装形態では、半導体ウエハーのアレイは、フロント・オープニング・ユニファイド・ポッド、ウエハー・ストッカー、ウエハー・バッファ、ロード・ロック、マルチ・ウエハー・カセット、および、サイド・バイ・サイド・マルチ・ウエハー・カセットなどのような、1つまたは複数の機器におけるウエハー支持機能部によって画定されるウエハー間アレイ・間隔を有することが可能である。いくつかのさらなるそのような実装形態では、半導体ウエハーがエンド・エフェクターおよび1つまたは複数の機器のウエハー支持機能部の両方によって支持され、ならびに、バッファ・ガス・ディストリビューターが半導体ウエハーに対して垂直な第1の方向に沿って目視されたときに、半導体ウエハーと重なるバッファ・ガス・ディストリビューターの部分は、第1の方向に沿って目視されたときに、1つまたは複数の機器におけるウエハー支持機能部と重ならない形状を有することが可能である。いくつかのさらなるそのような実装形態では、各ウエハー支持機能部は、エンド・エフェクターの方を向くギャップを有することが可能であり、バッファ・ガス・ディストリビューターは、ギャップよりも小さい、バッファ・ガス・ディストリビューターの長軸に対して垂直な方向の幅を有することが可能である。

20

【0007】

30

装置のいくつかの実装形態では、バッファ・ガス・ディストリビューターは、半導体ウエハーがエンド・エフェクターによって支持されているときに半導体ウエハーと重なる領域において、半導体ウエハーに対して垂直な方向に沿って、9 mm以下の厚さになっていることが可能であり、バッファ・ガス・ディストリビューターは、エンド・エフェクターを向く底部表面と、バッファ・ガス・ディストリビューターの底部表面と反対側方向に向く上部表面と、バッファ・ガス・ディストリビューターの上部表面とバッファ・ガス・ディストリビューターの底部表面との間に広がる1つまたは複数の側部表面と、バッファ・ガス・ディストリビューターの底部表面の上に配置されている1つまたは複数の第1のガス・ディストリビューション・ポートと、バッファ・ガス・ディストリビューターの側部表面の上に配置されている複数の第2のガス・ディストリビューション・ポートと、1つまたは複数の第1のガス・ディストリビューション・ポートおよび複数の第2のガス・ディストリビューション・ポートにバッファ・ガスを供給するように構成されているガス・ディストリビューション通路とを含むことが可能である。

40

【0008】

装置のいくつかの実装形態では、半導体ウエハーがエンド・エフェクターによって支持され、および、バッファ・ガス・ディストリビューターが半導体ウエハーに対して垂直な第1の方向に沿って目視されたときに、バッファ・ガス・ディストリビューターは、半導体ウエハーのすべてにわたって延在していなくてもよい。

【0009】

装置のいくつかのさらなるそのような実装形態では、半導体ウエハーがエンド・エフェ

50

クターによって支持され、および、バッファ・ガス・ディストリビューターが半導体ウェハーに対して垂直な第1の方向に沿って目視されたときに、バッファ・ガス・ディストリビューターは、半導体ウェハーの中心軸線、および、エンド・エフェクターをロボット・アームに接合する機械的なインターフェースを通過する第2の方向に、半導体ウェハーの直径の少なくとも90%にわたって延在することが可能であり、また、第1の方向および第2の方向の両方に対して垂直な第3の方向に半導体ウェハーの一部にわたって延在することが可能である。

【0010】

装置のいくつかの実装形態では、半導体ウェハーがエンド・エフェクターによって支持され、および、半導体ウェハーに対して平行な軸線に沿って目視されたときに、バッファ・ガス・ディストリビューターの少なくとも最も外側の半分部は、半導体ウェハーと重ならないように構成され得る。

10

【0011】

装置のいくつかの実装形態では、半導体ウェハーがエンド・エフェクターによって支持されているときに半導体ウェハーの上に延在するバッファ・ガス・ディストリビューターの部分は、半導体ウェハーに対して平行な軸線に沿って目視されたときに、半導体ウェハーと重ならないように構成され得る。

【0012】

いくつかの実装形態では、半導体ウェハーを処理するための装置が提供され得る。そのような実装形態では、装置は、エンクロージャーと、垂直方向の軸線に沿って配列されたN個のウェハー支持構造体を有するマルチ・ウェハー・ストレージ・システムを支持するように構成されているインターフェースと、壁部とを含むことが可能である。ウェハー支持構造体は、直径Dの半導体ウェハーを支持するようにサイズ決めされ得、Nは、1よりも大きい整数であることが可能であり、各半導体ウェハー支持構造体は、アレイにおける任意の隣接する1つまたは複数のウェハー支持構造体から平均距離dだけ間隔を空けて配置され得る。壁部は、Dよりも大きい幅および $(N-1) \cdot d$ よりも低い高さを有する水平スロットを含むことが可能であり、壁部は、 $(2 \cdot N - 1) \cdot d$ よりも高い高さを有することが可能であり、装置は、水平スロットとインターフェースの間で、垂直方向の軸線に沿って、相対的な平行移動を提供するように構成され得、壁部は、マルチ・ウェハー・ストレージ・システムの開口部に近接するように位置決めされ得、マルチ・ウェハー・ストレージ・システムがインターフェースによって支持されているときに、半導体ウェハーは、開口部を介して、マルチ・ウェハー・ストレージ・システムの中へロードされ得るか、または、マルチ・ウェハー・ストレージ・システムからアンロードされ得、半導体ウェハーが、壁部を介して、マルチ・ウェハー・ストレージ・システムの中へロードされ得るか、または、マルチ・ウェハー・ストレージ・システムからアンロードされ得る壁部は、マルチ・ウェハー・ストレージ・システムがインターフェースによって支持されているときに、マルチ・ウェハー・ストレージ・システムの内部空間とエンクロージャーの内部空間との間に流量制限バリアを提供することが可能である。

20

30

【0013】

いくつかのそのような実装形態では、装置は、第1のバッファ・ガスをエンクロージャーの中へ供給するように構成されている第1のバッファ・ガス・ポートと、マルチ・ウェハー・ストレージ・システムがインターフェースによって支持されているときに、第2のバッファ・ガスをマルチ・ウェハー・ストレージ・システムの中へ供給するように構成されている第2のバッファ・ガス・ポートとをさらに含むことが可能である。

40

【0014】

いくつかの追加的なまたは代替的な実装形態では、装置は、ロボット・アームと、ロボット・アームに取り付けられ、ロボット・アームの移動の間、半導体ウェハーを支持するように構成されている、エンド・エフェクターと、半導体ウェハーがエンド・エフェクターによって支持されているときに、半導体ウェハーの対向表面にわたって第1のバッファ・ガスを流すように構成されているバッファ・ガス・ディストリビューターとをさら

50

に含むことが可能である。そのような実装形態では、バッファ・ガス・ディストリビューターは、ロボット・アームの少なくともいくつかの移動の間、エンド・エフェクターと縦に並んで移動するように構成され得、バッファ・ガス・ディストリビューターおよびエンド・エフェクターは、間隔を空けて配置され得、マルチ・ウェハー・ストレージ・システムが、装置の中に設置されており、半導体ウェハーをストックしているときに、エンド・エフェクターおよびバッファ・ガス・ディストリビューターは、水平スロットを介して、ウェハー支持構造体のアレイによって支持されている半導体ウェハーのアレイの中へ挿入可能であり、バッファ・ガス・ディストリビューターおよびエンド・エフェクターは、半導体ウェハーのアレイにおけるウェハー間ギャップ内に適合するようにそれぞれサイズ決めされ得る。

10

【0015】

いくつかの実装形態では、装置は、第2のバッファ・ガスをエンクロージャーの中へ供給するように構成されている第1のバッファ・ガス・ポートと、マルチ・ウェハー・ストレージ・システムがインターフェースによって支持されているときに、第3のバッファ・ガスをマルチ・ウェハー・ストレージ・システムの中へ供給するように構成されている第2のバッファ・ガス・ポートとをさらに含むことが可能である。

【0016】

いくつかの実装形態では、第1のバッファ・ガス、第2のバッファ・ガス、および、第3のバッファ・ガスは、設備窒素ガス供給源によってすべて提供され得る。

【0017】

いくつかの実装形態では、バッファ・ガス・ディストリビューターは、エンド・エフェクターに対して間隙を空けて固定され得、ロボット・アームのすべての移動の間、エンド・エフェクターと縦に並んで移動することが可能である。

20

【0018】

いくつかの実装形態では、装置は、マルチ・ウェハー・ストレージ・システムをさらに含むことが可能であり、マルチ・ウェハー・ストレージ・システムは、インターフェースによって支持され得る。

【0019】

いくつかの実装形態では、マルチ・ウェハー・ストレージ・システムは、フロント・オープニング・ユニファイド・ポッド、ウェハー・ストッカー、ウェハー・バッファ、マルチ・ウェハー・カセット、またはロード・ロックであることが可能である。

30

【0020】

いくつかの実装形態では、装置は、駆動機構をさらに含むことが可能であり、駆動機構は、垂直方向の軸線に沿ってエンクロージャーに対して壁部を平行移動させるように構成されている。他のまたは追加的なそのような実装形態では、駆動機構は、垂直方向の軸線に沿ってエンクロージャーに対してインターフェースを平行移動させるように、または、インターフェースおよび壁部の両方を互いに対してそのような方向に平行移動させるように構成され得る。

【0021】

いくつかの実装形態では、装置は、ロボット・アームと、ロボット・アームに取り付けられ、ロボット・アームの移動の間、半導体ウェハーを支持するように構成されている、エンド・エフェクターとをさらに含むことが可能である。そのような実装形態では、水平スロットは、垂直方向の軸線に沿って第1の寸法を有する中間部分を有することが可能であり、第1の寸法は、中間部分とは異なる位置に位置する水平スロットの側方部分の垂直方向の軸線に沿う、対応する第2の寸法よりも大きくなっており、中間部分は、ロボット・アームの移動の間、半導体ウェハーを支持するように構成されているエンド・エフェクターの部分の幅よりも広がっていることが可能であり、エンド・エフェクターは、半導体ウェハーがエンド・エフェクターによって支持されているときに、半導体ウェハーに接触するように構成されているウェハー接触表面を有することが可能であり、エンド・エフェクターは、1つまたは複数の第1の底部表面を有することが可能であり、1つまたは複

40

50

数の第1の底部表面は、ウェハー接触表面から離れる方向を向いており、1つまたは複数の第1の底部表面は、半導体ウェハーがエンド・エフェクターによって支持され、および、エンド・エフェクターが半導体ウェハーに対して垂直な方向に沿って目視されるときに、半導体ウェハーの外周部内に配置されており、第1の寸法は、第2の寸法に、エンド・エフェクターの1つまたは複数の第1の底部表面の最も下側にある表面とウェハー接触表面との間の垂直方向の距離を加えた寸法よりも大きいか、または、それに等しくなっていることが可能である。

【0022】

いくつかのそのような実装形態では、エンド・エフェクターは、1つまたは複数の第1の上側表面を有することが可能であり、1つまたは複数の第1の上側表面は、1つまたは複数の第1の底部表面から離れる方向を向いており、1つまたは複数の第1の上側表面は、半導体ウェハーをマルチ・ウェハー・ストレージ・システムに載置するためにエンド・エフェクターが使用されるときに、水平スロットを通り、第1の寸法は、エンド・エフェクターの1つまたは複数の第1の底部表面の最も下側にある表面と、エンド・エフェクターの1つまたは複数の第1の上側表面の最上部表面との間の垂直方向の距離よりも大きいか、または、それに等しくなっていることが可能である。

【0023】

装置のいくつかの実装形態では、装置は、半導体ウェハーがエンド・エフェクターによって支持されているときに、半導体ウェハーの対向表面にわたってバッファー・ガスを流すように構成されているバッファー・ガス・ディストリビューターをさらに含むことが可能である。バッファー・ガス・ディストリビューターは、ロボット・アームの少なくともいくつかの移動の間、エンド・エフェクターと縦に並んで移動するように構成され得、バッファー・ガス・ディストリビューターおよびエンド・エフェクターは、間隔を空けて配置され得、マルチ・ウェハー・ストレージ・システムが、装置の中に設置されており、半導体ウェハーをストックしているときに、エンド・エフェクターおよびバッファー・ガス・ディストリビューターは、ウェハー支持構造体のアレイによって支持されている半導体ウェハーのアレイの中へ挿入可能であり、バッファー・ガス・ディストリビューターおよびエンド・エフェクターは、半導体ウェハーのアレイにおけるウェハー間ギャップ内に適合するようにそれぞれサイズ決めされ得、バッファー・ガス・ディストリビューターは、1つまたは複数の第1の上側表面を有することが可能であり、1つまたは複数の第1の上側表面は、1つまたは複数の第1の底部表面から離れる方向を向いており、1つまたは複数の第1の上側表面は、半導体ウェハーをマルチ・ウェハー・ストレージ・システムから除去するためにエンド・エフェクターが使用されるときに、水平スロットを通り、第1の寸法は、エンド・エフェクターの1つまたは複数の第1の底部表面の最も下側にある表面と、バッファー・ガス・ディストリビューターの1つまたは複数の第1の上側表面の最上部表面との間の垂直方向の距離よりも大きいか、または、それに等しくなっていることが可能である。

【0024】

いくつかの実装形態では、異なる位置に位置決めされている複数のウェハー処理チャンバーと、異なる位置においてウェハー処理チャンバーを支持するシャーシーと、1つまたは複数のマルチ・ウェハー・カセットであって、各マルチ・ウェハー・カセットは、垂直方向の軸線に沿って配置されているN個のウェハー支持構造体を有している、1つまたは複数のマルチ・ウェハー・カセットと、それぞれが、移動の間、半導体ウェハーを支持するように構成されているエンド・エフェクターを有する1つまたは複数のロボット・アームと、少なくとも1つのバッファー・ガス・マイクロクライメイト・システムとを含む装置が提供され得る。バッファー・ガス・マイクロクライメイト・システムは、1つまたは複数のマルチ・ウェハー・カセットのそれぞれの一部であり得る少なくとも1つのスロット・ドア・メカニズム、1つまたは複数のエンド・エフェクターによって支持されている半導体ウェハーの対向表面にわたってバッファー・ガスを流すように構成されている1つまたは複数のバッファー・ガス・ディストリビューター、または、1つまたは複数のマル

チ・ウェハー・カセットのそれぞれの一部であり得る少なくとも1つのスロット・ドア・メカニズム、および、1つまたは複数のエンド・エフェクターによって支持されている半導体ウェハーの対向表面にわたってバッファー・ガスを流すように構成されている1つまたは複数のバッファー・ガス・ディストリビューターの両方を含むことが可能である。そのような実装形態では、1つまたは複数のロボット・アームは、1つまたは複数のマルチ・ウェハー・カセットから複数のウェハー処理チャンバーへ、および、1つまたは複数のマルチ・ウェハー・カセットへ、半導体ウェハーを搬送するように構成され得、ウェハー支持構造体は、直径Dの半導体ウェハーを支持するようにサイズ決めされ得、Nは、1よりも大きい整数であることが可能であり、各半導体ウェハー支持構造体は、アレイにおける任意の隣接する1つまたは複数のウェハー支持構造体から平均距離dだけ間隔を空けて配置され得る。

10

【0025】

装置のいくつかの実装形態では、少なくとも1つのバッファー・ガス・マイクロライメイト・システムは、少なくとも1つのスロット・ドア・メカニズムを含むことが可能であり、少なくとも1つのスロット・ドア・メカニズムは、1つまたは複数のマルチ・ウェハー・カセットのそれぞれの一部であることが可能である。そのような実装形態では、各マルチ・ウェハー・カセットは、前面開口部を有することが可能であり、前面開口部は、ウェハーがマルチ・ウェハー・カセットの中へ挿入されることまたはマルチ・ウェハー・カセットから引き出されることを可能にするようにサイズ決めされており、各スロット・ドア・メカニズムは、Dよりも大きい幅および $(N-1) \cdot d$ よりも低い高さを有する水平スロットを備えるドアと、機械的な入力に応答して、マルチ・ウェハー・カセットのウェハー支持構造体に対して垂直方向にドアを平行移動させるように構成されている駆動機構であって、スロット・ドアは、マルチ・ウェハー・カセットの一部である、駆動機構を含むことが可能である。各ドアは、 $(2 \cdot N - 1) \cdot d$ よりも高い高さを有することが可能であり、各ドアは、マルチ・ウェハー・カセットの前面開口部の前方に位置決めされ得、そのドアは、マルチ・ウェハー・カセットの一部である。

20

【0026】

いくつかの実装形態では、少なくとも1つのバッファー・ガス・マイクロライメイト・システムは、1つまたは複数のエンド・エフェクターによって支持されている半導体ウェハーの対向表面にわたってバッファー・ガスを流すように構成されている1つまたは複数のバッファー・ガス・ディストリビューターを含むことが可能である。そのような実装形態では、1つまたは複数のバッファー・ガス・ディストリビューターのそれぞれの1つまたは複数のエンド・エフェクターのうちの異なる1つに関連付けられ得、各バッファー・ガス・ディストリビューターは、ロボット・アームの少なくともいくつかの移動の間、関連付けられたエンド・エフェクターと縦に並んで移動するように構成され得、関連付けられたエンド・エフェクターは、ロボット・アームの一部であり、各バッファー・ガス・ディストリビューターおよび関連付けられたエンド・エフェクターは、間隔を空けて配置され得、そのバッファー・ガス・ディストリビューターおよび関連付けられたエンド・エフェクターは、N個の半導体ウェハーがN個のウェハー支持構造体によって支持されているときに、N個のウェハー支持構造体によって支持されているN個の半導体ウェハーのスタックの中へ挿入可能であり、各バッファー・ガス・ディストリビューターおよび関連付けられたエンド・エフェクターは、N個の半導体ウェハーのスタックにおけるウェハー間ギャップ内に適合するようにそれぞれサイズ決めされ得る。

30

40

【0027】

1つまたは複数のバッファー・ガス・ディストリビューターを有する装置のいくつかの実装形態では、少なくとも1つのバッファー・ガス・マイクロライメイト・システムは、また、少なくとも1つのスロット・ドア・メカニズムを含むことが可能であり、少なくとも1つのスロット・ドア・メカニズムは、1つまたは複数のマルチ・ウェハー・カセットのそれぞれの一部であることが可能である。そのような実装形態では、各マルチ・ウェハー・カセットは、前面開口部を有することが可能であり、前面開口部は、ウェハーがマ

50

ルチ・ウエハー・カセットの中へ挿入されることまたはマルチ・ウエハー・カセットから引き出されることを可能にするようにサイズ決めされており、各スロット・ドア・メカニズムは、 D よりも大きい幅および $(N-1) \cdot d$ よりも低い高さを有する水平スロットを備えるドアと、機械的な入力に応答して、マルチ・ウエハー・カセットのウエハー支持構造体に対して垂直方向にドアを平行移動させるように構成されている駆動機構であって、スロット・ドアは、マルチ・ウエハー・カセットの一部である、駆動機構を含むことが可能である。各ドアは、 $(2 \cdot N - 1) \cdot d$ よりも高い高さを有することが可能であり、各ドアは、マルチ・ウエハー・カセットの前面開口部の前方に位置決めされ得、そのドアは、マルチ・ウエハー・カセットの一部である。

【0028】

装置のいくつかの実装形態では、装置は、水平ウエハー・カセット・コンベヤーをさらに含むことが可能であり、水平ウエハー・カセット・コンベヤーは、1つまたは複数のマルチ・ウエハー・カセットのうちの少なくとも1つを受け入れるように、および、水平位置同士の間で、水平方向の軸線に沿って、受け入れられた1つまたは複数のマルチ・ウエハー・カセットのうちの少なくとも1つを平行移動させるように構成されている。そのような実装形態では、ウエハー処理チャンバーは、水平ウエハー・カセット・コンベヤーのいずれかの側において、間隔を空けて配置された位置に位置決めされ得、1つまたは複数のロボット・アームのうちの第1のロボット・アームは、第1のマルチ・ウエハー・カセットが少なくとも水平位置のうちの第1の水平位置に位置決めされているときに、1つまたは複数のマルチ・ウエハー・カセットのうちの第1のマルチ・ウエハー・カセットと、ウエハー処理チャンバーの第1のウエハー処理チャンバー、ウエハー処理チャンバーの第2のウエハー処理チャンバー、ウエハー処理チャンバーの第3のウエハー処理チャンバー、および、ウエハー処理チャンバーの第4のウエハー処理チャンバーの間で、半導体ウエハーを搬送するように構成され得る。第1のウエハー処理チャンバーおよび第2のウエハー処理チャンバーは、水平ウエハー・カセット・コンベヤーの第1の側に配置され得、第3のウエハー処理チャンバーおよび第4のウエハー処理チャンバーは、水平ウエハー・カセット・コンベヤーの第2の側に配置され得、水平ウエハー・カセット・コンベヤーの第1の側は、水平ウエハー・カセット・コンベヤーの第2の側に対して、水平ウエハー・カセット・コンベヤーの反対側にあることが可能である。

【0029】

装置のいくつかのそのような実装形態では、装置は、1つまたは複数の垂直ウエハー・カセット・コンベヤーをさらに含むことが可能である。各垂直ウエハー・カセット・コンベヤーは、水平位置のうちの異なる1つに関連付けられ得、1つまたは複数の垂直ウエハー・カセット・コンベヤーのうちの第1の垂直ウエハー・カセット・コンベヤーは、第1の水平位置に関連付けられ得る。各垂直ウエハー・カセット・コンベヤーは、1つまたは複数の機械的なインターフェースを含むことが可能であり、各垂直ウエハー・カセット・コンベヤーのそれぞれの機械的なインターフェースは、その機械的なインターフェースがそのマルチ・ウエハー・カセットと垂直方向に整合させられているとき、および、そのマルチ・ウエハー・カセットが、その垂直ウエハー・カセット・コンベヤーに関連付けられた水平位置に位置決めされ、ベースラインの垂直位置において、水平ウエハー・カセット・コンベヤーによって支持されているとき、1つまたは複数のマルチ・ウエハー・カセットのうちのマルチ・ウエハー・カセットと接続するように構成され得る。各垂直ウエハー・カセット・コンベヤーは、その垂直ウエハー・カセット・コンベヤーの中に含まれている1つまたは複数の機械的なインターフェース、および、それらの1つまたは複数の機械的なインターフェースが接続されているそれぞれのマルチ・ウエハー・カセットを、垂直方向の軸線に沿って、1つまたは複数の垂直カセット位置へ平行移動させるように構成され得、1つまたは複数の垂直カセット位置は、ベースラインの垂直位置の高さ以外の高さにおける垂直位置にあることが可能である。そのような実装形態では、第1のロボット・アームは、第1のマルチ・ウエハー・カセットが第1の水平位置に位置決めされ、および、第1の垂直ウエハー・カセット・コンベヤーによって、1つまたは複数の垂直カセット

位置のうちの第1の垂直カセット位置にも位置決めされているときに、第1のマルチ・ウエハー・カセットと、第1のウエハー処理チャンバー、第2のウエハー処理チャンバー、第3のウエハー処理チャンバー、および第4のウエハー処理チャンバーの間で、半導体ウエハーを搬送するように構成され得る。

【0030】

いくつかのさらなるそのような実装形態では、各機械的なインターフェースは、少なくとも1つのバッファー・ガス・ポートを含むことが可能であり、各マルチ・ウエハー・カセットは、少なくとも1つのバッファー・ガス入口部を含むことが可能である。各マルチ・ウエハー・カセットの少なくとも1つのバッファー・ガス入口部は、そのマルチ・ウエハー・カセットがその機械的なインターフェースに接続されているときに、それぞれの機械的なインターフェースの少なくとも1つのバッファー・ガス・ポートに整合することが可能であり、それによって、バッファー・ガスがその少なくとも1つのバッファー・ガス・ポートおよび少なくとも1つのバッファー・ガス入口部を介してそのマルチ・ウエハー・カセットの内部空間へ導入されることを可能にする。

【0031】

装置のいくつかの実装形態では、1つまたは複数の垂直ウエハー・カセット・コンベヤーのうちの第2の垂直ウエハー・カセット・コンベヤーが、水平位置のうちの第2の水平位置に関連付けられ得、第1のロボット・アームは、第1の水平位置と第2の水平位置との間に置かれ得、各マルチ・ウエハー・カセットは、後面開口部も含むことが可能であり、後面開口部は、また、半導体ウエハーがそのマルチ・ウエハー・カセットの中へ挿入されることまたはそのマルチ・ウエハー・カセットから引き出されることを可能にするようにサイズ決めされており、後面開口部は、そのマルチ・ウエハー・カセットの前面開口部の反対側にあり、1つまたは複数のマルチ・ウエハー・カセットの各一部であり得る少なくとも1つのスロット・ドア・メカニズムは、それぞれのマルチ・ウエハー・カセットに関して、第2のスロット・ドア・メカニズムを含むことが可能であり、それぞれの第2のスロット・ドア・メカニズムのドアは、マルチ・ウエハー・カセットの後面開口部の前方に位置決めされ得、第2のスロット・ドア・メカニズムは、マルチ・ウエハー・カセットの一部であり、第2のマルチ・ウエハー・カセットは、1つまたは複数のマルチ・ウエハー・カセットのうちの1つであり、第1のロボット・アームは、また、第2のマルチ・ウエハー・カセットが第2の垂直ウエハー・カセット・コンベヤーによって第2の水平位置および第1の垂直カセット位置に位置決めされているときに、第2のマルチ・ウエハー・カセットと、第1のウエハー処理チャンバー、第2のウエハー処理チャンバー、第3のウエハー処理チャンバー、および第4のウエハー処理チャンバーの間で、半導体ウエハーを搬送するように構成され得る。

【0032】

装置のいくつかの実装形態では、装置は、1つまたは複数の垂直ロボット・アーム・コンベヤーと、ウエハー処理チャンバーの第5のウエハー処理チャンバーと、ウエハー処理チャンバーの第6のウエハー処理チャンバーと、ウエハー処理チャンバーの第7のウエハー処理チャンバーと、ウエハー処理チャンバーの第8のウエハー処理チャンバーとをさらに含むことが可能である。第5のウエハー処理チャンバー、第6のウエハー処理チャンバー、第7のウエハー処理チャンバー、および第8のウエハー処理チャンバーは、第1のウエハー処理チャンバー、第2のウエハー処理チャンバー、第3のウエハー処理チャンバー、および第4のウエハー処理チャンバーの上方に配置され得、1つまたは複数の垂直ロボット・アーム・コンベヤーのそれぞれは、近隣の垂直ウエハー・カセット・コンベヤーの間に置かれ得る。各垂直ロボット・アーム・コンベヤーは、垂直方向の軸線に沿って、1つまたは複数の垂直ロボット・アーム位置へ、1つまたは複数のロボット・アームのうちの対応する1つを平行移動させるように構成され得る。1つまたは複数の垂直ロボット・アーム位置のうちの第1の垂直ロボット・アーム位置は、第1の垂直カセット位置に関連付けられ得、1つまたは複数の垂直ロボット・アーム位置のうちの第2の垂直ロボット・アーム位置は、第1の垂直カセット位置とは異なる、1つまたは複数の垂直カセット位置

のうちの第2の垂直カセット位置に関連付けられ得る。第1のロボット・アームは、第1のマルチ・ウエハー・カセットが第1の水平位置および第1の垂直カセット位置に位置決めされ、ならびに、第1のロボット・アームが第1の垂直ロボット・アーム位置に位置決めされているときに、第1のマルチ・ウエハー・カセットと、第1のウエハー処理チャンバー、第2のウエハー処理チャンバー、第3のウエハー処理チャンバー、および第4のウエハー処理チャンバーの間で、半導体ウエハーを搬送するように構成され得、第1のロボット・アームは、さらに、第1のマルチ・ウエハー・カセットが第1の水平位置および第2の垂直カセット位置に位置決めされ、ならびに、第1のロボット・アームが第2の垂直ロボット・アーム位置に位置決めされているときに、第1のマルチ・ウエハー・カセットと、第5のウエハー処理チャンバー、第6のウエハー処理チャンバー、第7のウエハー処理チャンバー、および第8のウエハー処理チャンバーの間で、半導体ウエハーを搬送するように構成され得る。

【0033】

いくつかのさらなるそのような実装形態では、装置は、ウエハー処理チャンバーの第9のウエハー処理チャンバーと、ウエハー処理チャンバーの第10のウエハー処理チャンバーと、ウエハー処理チャンバーの第11のウエハー処理チャンバーと、ウエハー処理チャンバーの第12のウエハー処理チャンバーと、ウエハー処理チャンバーの第13のウエハー処理チャンバーと、ウエハー処理チャンバーの第14のウエハー処理チャンバーと、ウエハー処理チャンバーの第15のウエハー処理チャンバーと、ウエハー処理チャンバーの第16のウエハー処理チャンバーとをさらに含むことが可能である。第9のウエハー処理チャンバー、第10のウエハー処理チャンバー、第13のウエハー処理チャンバー、および第14のウエハー処理チャンバーは、水平ウエハー・カセット・コンベヤーの第1の側に配置され得、第11のウエハー処理チャンバー、第12のウエハー処理チャンバー、第15のウエハー処理チャンバー、および第16のウエハー処理チャンバーは、水平ウエハー・カセット・コンベヤーの第2の側に配置され得る。そのうえ、第13のウエハー処理チャンバー、第14のウエハー処理チャンバー、第15のウエハー処理チャンバー、および第16のウエハー処理チャンバーは、第9のウエハー処理チャンバー、第10のウエハー処理チャンバー、第11のウエハー処理チャンバー、および第12のウエハー処理チャンバーの上方に配置され得、第2の水平位置は、1つまたは複数のロボット・アームのうちの第1のロボット・アームと第2のロボット・アームとの間に置かれ得る。第2のロボット・アームは、第2のマルチ・ウエハー・カセットが第2の水平位置および第1の垂直カセット位置に位置決めされ、ならびに、第2のロボット・アームが第1の垂直ロボット・アーム位置に位置決めされているときに、第2のマルチ・ウエハー・カセットと、第9のウエハー処理チャンバー、第10のウエハー処理チャンバー、第11のウエハー処理チャンバー、および第12のウエハー処理チャンバーの間で、半導体ウエハーを搬送するように構成され得、第2のロボット・アームは、さらに、第2のマルチ・ウエハー・カセットが第2の水平位置および第2の垂直カセット位置に位置決めされているときに、ならびに、第2のロボット・アームが第2の垂直ロボット・アーム位置に位置決めされているときに、第2のマルチ・ウエハー・カセットと、第13のウエハー処理チャンバー、第14のウエハー処理チャンバー、第15のウエハー処理チャンバー、および第16のウエハー処理チャンバーの間で、半導体ウエハーを搬送するように構成され得る。

【0034】

装置のいくつかのさらなるそのような実装形態では、少なくとも1つのバッファー・ガス・マイクロクライメイト・システムは、1つまたは複数のバッファー・ガス・ディストリビューターを含むことが可能であり、1つまたは複数のバッファー・ガス・ディストリビューターは、1つまたは複数のエンド・エフェクターによって支持されている半導体ウエハーの対向表面にわたってバッファー・ガスを流すように構成されている。1つまたは複数のバッファー・ガス・ディストリビューターのそれぞれは、1つまたは複数のエンド・エフェクターのうちの異なる1つに関連付けられ得、各バッファー・ガス・ディストリビューターは、ロボット・アームの少なくともいくつかの移動の間、関連付けられたエン

ド・エフェクターと縦に並んで移動するように構成され得、関連付けられたエンド・エフェクターは、ロボット・アームの一部であり、各バッファー・ガス・ディストリビューターおよび関連付けられたエンド・エフェクターは、間隔を空けて配置され得、そのバッファー・ガス・ディストリビューターおよび関連付けられたエンド・エフェクターは、N個の半導体ウェハーがN個のウェハー支持構造体によって支持されているときに、N個のウェハー支持構造体によって支持されているN個の半導体ウェハーのスタックの中へ挿入可能であり、各バッファー・ガス・ディストリビューターおよび関連付けられたエンド・エフェクターは、N個の半導体ウェハーのスタックにおけるウェハー間ギャップ内に適合するようにそれぞれサイズ決めされ得る。

【0035】

装置のいくつかの実装形態では、装置は、水平ウェハー・カセット・コンベヤーをさらに含むことも可能であり、水平ウェハー・カセット・コンベヤーは、1つまたは複数のマルチ・ウェハー・カセットのうちの少なくとも1つを受け入れるように、および、水平位置同士の間で、水平方向の軸線に沿って、受け入れられた1つまたは複数のマルチ・ウェハー・カセットのうちの少なくとも1つを平行移動させるように構成されている。そのような実装形態では、ウェハー処理チャンバーは、水平ウェハー・カセット・コンベヤーのいずれかの側において、間隔を空けて配置された位置に位置決めされ得、1つまたは複数のロボット・アームのうちの第1のロボット・アームは、第1のマルチ・ウェハー・カセットが少なくとも水平位置のうちの第1の水平位置に位置決めされているときに、1つまたは複数のマルチ・ウェハー・カセットのうちの第1のマルチ・ウェハー・カセットと、ウェハー処理チャンバーの第1のウェハー処理チャンバー、ウェハー処理チャンバーの第2のウェハー処理チャンバー、ウェハー処理チャンバーの第3のウェハー処理チャンバー、および、ウェハー処理チャンバーの第4のウェハー処理チャンバーの間で、半導体ウェハーを搬送するように構成され得る。そのような実装形態では、第1のロボット・アームは、1つまたは複数のバッファー・ガス・ディストリビューターのうちの第1のバッファー・ガス・ディストリビューターに関連付けられ得、第1のウェハー処理チャンバーおよび第2のウェハー処理チャンバーは、水平ウェハー・カセット・コンベヤーの第1の側に配置され得、第3のウェハー処理チャンバーおよび第4のウェハー処理チャンバーは、水平ウェハー・カセット・コンベヤーの第2の側に配置され得、水平ウェハー・カセット・コンベヤーの第1の側は、水平ウェハー・カセット・コンベヤーの第2の側に対して、水平ウェハー・カセット・コンベヤーの反対側にあることが可能である。

【0036】

装置のいくつかのそのような実装形態では、装置は、1つまたは複数の垂直ウェハー・カセット・コンベヤーをさらに含むことが可能である。各垂直ウェハー・カセット・コンベヤーは、水平位置のうちの異なる1つに関連付けられ得、1つまたは複数の垂直ウェハー・カセット・コンベヤーのうちの第1の垂直ウェハー・カセット・コンベヤーは、第1の水平位置に関連付けられ得る。各垂直ウェハー・カセット・コンベヤーは、1つまたは複数の機械的なインターフェースを含むことが可能であり、その機械的なインターフェースがそのマルチ・ウェハー・カセットと垂直方向に整合させられているとき、および、そのマルチ・ウェハー・カセットが、その垂直ウェハー・カセット・コンベヤーに関連付けられた水平位置に位置決めされ、ベースラインの垂直位置において、水平ウェハー・カセット・コンベヤーによって支持されているとき、1つまたは複数の機械的なインターフェースのそれぞれは、1つまたは複数のマルチ・ウェハー・カセットのうちのマルチ・ウェハー・カセットと接続するように構成され得る。各垂直ウェハー・カセット・コンベヤーは、その垂直ウェハー・カセット・コンベヤーの中に含まれている1つまたは複数の機械的なインターフェース、および、それらの1つまたは複数の機械的なインターフェースが接続されているそれぞれのマルチ・ウェハー・カセットを、垂直方向の軸線に沿って、1つまたは複数の垂直カセット位置へ平行移動させるように構成され得る。垂直カセット位置は、ベースラインの垂直位置が位置する高さとは異なる高さに配置され得、第1のロボット・アームは、第1のマルチ・ウェハー・カセットが第1の水平位置に位置決めされ、

および、第1の垂直ウェハー・カセット・コンベヤーによって、1つまたは複数の垂直カセット位置のうちの第1の垂直カセット位置にも位置決めされているときに、第1のマルチ・ウェハー・カセットと、第1のウェハー処理チャンバー、第2のウェハー処理チャンバー、第3のウェハー処理チャンバー、および第4のウェハー処理チャンバーの間で、半導体ウェハーを搬送するように構成され得る。

【0037】

いくつかの追加的なそのような実装形態では、各機械的なインターフェースは、少なくとも1つのバッファー・ガス・ポートを含むことが可能であり、各マルチ・ウェハー・カセットは、少なくとも1つのバッファー・ガス入口部を含むことが可能であり、各マルチ・ウェハー・カセットの少なくとも1つのバッファー・ガス入口部は、そのマルチ・ウェハー・カセットがその機械的なインターフェースに接続されているときに、それぞれの機械的なインターフェースの少なくとも1つのバッファー・ガス・ポートに整合することが可能であり、それによって、バッファー・ガスがその少なくとも1つのバッファー・ガス・ポートおよび少なくとも1つのバッファー・ガス入口部を介してそのマルチ・ウェハー・カセットの内部空間へ導入されることを可能にする。

【0038】

装置のいくつかの実装形態では、1つまたは複数の垂直ウェハー・カセット・コンベヤーのうちの第2の垂直ウェハー・カセット・コンベヤーが、水平位置のうちの第2の水平位置に関連付けられており、第1のロボット・アームは、第1の水平位置と第2の水平位置との間に置かれ得、各マルチ・ウェハー・カセットは、後面開口部も含むことが可能であり、後面開口部は、また、半導体ウェハーがそのマルチ・ウェハー・カセットの中へ挿入されることまたはそのマルチ・ウェハー・カセットから引き出されることを可能にするようにサイズ決めされており、後面開口部は、そのマルチ・ウェハー・カセットの前面開口部の反対側にあり、第2のマルチ・ウェハー・カセットは、1つまたは複数のマルチ・ウェハー・カセットのうちの1つであり、第1のロボット・アームは、また、第2のマルチ・ウェハー・カセットが第2の垂直ウェハー・カセット・コンベヤーによって第2の水平位置および第1の垂直カセット位置に位置決めされているときに、第2のマルチ・ウェハー・カセットと、第1のウェハー処理チャンバー、第2のウェハー処理チャンバー、第3のウェハー処理チャンバー、および第4のウェハー処理チャンバーの間で、半導体ウェハーを搬送するように構成され得る。

【0039】

いくつかのそのような実装形態では、装置は、1つまたは複数の垂直ロボット・アーム・コンベヤーと、ウェハー処理チャンバーの第5のウェハー処理チャンバーと、ウェハー処理チャンバーの第6のウェハー処理チャンバーと、ウェハー処理チャンバーの第7のウェハー処理チャンバーと、ウェハー処理チャンバーの第8のウェハー処理チャンバーとをさらに含むことが可能である。第5のウェハー処理チャンバー、第6のウェハー処理チャンバー、第7のウェハー処理チャンバー、および第8のウェハー処理チャンバーは、第1のウェハー処理チャンバー、第2のウェハー処理チャンバー、第3のウェハー処理チャンバー、および第4のウェハー処理チャンバーの上方に配置され得、1つまたは複数の垂直ロボット・アーム・コンベヤーのそれぞれは、近隣の垂直ウェハー・カセット・コンベヤーの間に置かれ得る。各垂直ロボット・アーム・コンベヤーは、垂直方向の軸線に沿って、1つまたは複数の垂直ロボット・アーム位置へ、1つまたは複数のロボット・アームのうちの対応する1つを平行移動させるように構成され得る。1つまたは複数の垂直ロボット・アーム位置のうちの第1の垂直ロボット・アーム位置は、第1の垂直カセット位置に関連付けられ得、1つまたは複数の垂直ロボット・アーム位置のうちの第2の垂直ロボット・アーム位置は、第1の垂直カセット位置とは異なる、1つまたは複数の垂直カセット位置のうちの第2の垂直カセット位置に関連付けられ得る。第1のロボット・アームは、第1のマルチ・ウェハー・カセットが第1の水平位置および第1の垂直カセット位置に位置決めされ、ならびに、第1のロボット・アームが第1の垂直ロボット・アーム位置に位置決めされているときに、第1のマルチ・ウェハー・カセットと、第1のウェハー処理チ

10

20

30

40

50

チャンバー、第2のウェハー処理チャンバー、第3のウェハー処理チャンバー、および第4のウェハー処理チャンバーの間で、半導体ウェハーを搬送するように構成され得、第1のロボット・アームは、さらに、第1のマルチ・ウェハー・カセットが第1の水平位置および第2の垂直カセット位置に位置決めされ、ならびに、第1のロボット・アームが第2の垂直ロボット・アーム位置に位置決めされているときに、第1のマルチ・ウェハー・カセットと、第5のウェハー処理チャンバー、第6のウェハー処理チャンバー、第7のウェハー処理チャンバー、および第8のウェハー処理チャンバーの間で、半導体ウェハーを搬送するように構成され得る。

【0040】

いくつかのそのような実装形態では、装置は、ウェハー処理チャンバーの第9のウェハー処理チャンバーと、ウェハー処理チャンバーの第10のウェハー処理チャンバーと、ウェハー処理チャンバーの第11のウェハー処理チャンバーと、ウェハー処理チャンバーの第12のウェハー処理チャンバーと、ウェハー処理チャンバーの第13のウェハー処理チャンバーと、ウェハー処理チャンバーの第14のウェハー処理チャンバーと、ウェハー処理チャンバーの第15のウェハー処理チャンバーと、ウェハー処理チャンバーの第16のウェハー処理チャンバーとをさらに含むことが可能である。第9のウェハー処理チャンバー、第10のウェハー処理チャンバー、第13のウェハー処理チャンバー、および第14のウェハー処理チャンバーは、水平ウェハー・カセット・コンベヤーの第1の側に配置され得、第11のウェハー処理チャンバー、第12のウェハー処理チャンバー、第15のウェハー処理チャンバー、および第16のウェハー処理チャンバーは、水平ウェハー・カセット・コンベヤーの第2の側に配置され得る。そのうえ、第13のウェハー処理チャンバー、第14のウェハー処理チャンバー、第15のウェハー処理チャンバー、および第16のウェハー処理チャンバーは、第9のウェハー処理チャンバー、第10のウェハー処理チャンバー、第11のウェハー処理チャンバー、および第12のウェハー処理チャンバーの上方に配置され得る。第2の水平位置は、1つまたは複数のロボット・アームのうちの第1のロボット・アームと第2のロボット・アームとの間に置かれ得る。第2のロボット・アームは、第2のマルチ・ウェハー・カセットが第2の水平位置および第1の垂直カセット位置に位置決めされ、ならびに、第2のロボット・アームが第1の垂直ロボット・アーム位置に位置決めされているときに、第2のマルチ・ウェハー・カセットと、第9のウェハー処理チャンバー、第10のウェハー処理チャンバー、第11のウェハー処理チャンバー、および第12のウェハー処理チャンバーの間で、半導体ウェハーを搬送するように構成され得、第2のロボット・アームは、さらに、第2のマルチ・ウェハー・カセットが第2の水平位置および第2の垂直カセット位置に位置決めされ、ならびに、第2のロボット・アームが第2の垂直ロボット・アーム位置に位置決めされているときに、第2のマルチ・ウェハー・カセットと、第13のウェハー処理チャンバー、第14のウェハー処理チャンバー、第15のウェハー処理チャンバー、および第16のウェハー処理チャンバーの間で、半導体ウェハーを搬送するように構成され得る。

【0041】

いくつかのそのような実装形態では、少なくとも1つのバッファー・ガス・マイクロクライメイト・システムは、また、少なくとも1つのスロット・ドア・メカニズムを含むことが可能であり、少なくとも1つのスロット・ドア・メカニズムは、1つまたは複数のマルチ・ウェハー・カセットのそれぞれの一部であることが可能である。そのような実装形態では、各マルチ・ウェハー・カセットは、前面開口部を有しており、前面開口部は、ウェハーがマルチ・ウェハー・カセットの中へ挿入されることまたはマルチ・ウェハー・カセットから引き出されることを可能にするようにサイズ決めされ得、各スロット・ドア・メカニズムは、Dよりも大きい幅および $(N-1) \cdot d$ よりも低い高さを有する水平スロットを備えるドアと、機械的な入力に応答して、マルチ・ウェハー・カセットのウェハー支持構造体に対して垂直方向にドアを平行移動させるように構成されている駆動機構であって、スロット・ドアは、マルチ・ウェハー・カセットの一部である、駆動機構とを含むことが可能である。各ドアは、 $(2 \cdot N - 1) \cdot d$ よりも高い高さを有することが可能で

10

20

30

40

50

あり、各ドアは、マルチ・ウエハー・カセットの前面開口部の前方に位置決めされ得、そのドアは、マルチ・ウエハー・カセットの一部である。

【0042】

いくつかの実装形態では、半導体処理ツールのためのイクイップメント・フロント・エンド・モジュール (equipment front end module) (EFEM) が提供され得る。EFEMは、EFEMの内部空間を少なくとも部分的に画定している1つまたは複数の壁部と、EFEMの内部空間の中でウエハーを移動させるように構成されているウエハー・ハンドリング・ロボットと、バッファー・ガスを供給するように構成されているバッファー・ガス・ポートであって、バッファー・ガスは、バッファー・ガス・ポートを介してEFEMの内部空間に供給される、バッファー・ガス・ポートと、バッファー・ガス制御バルブであって、バッファー・ガス・ポートを通るバッファー・ガスの流量を調節するように構成されている、バッファー・ガス制御バルブと、コントローラーであって、メモリーおよびバッファー・ガス制御バルブに通信可能に接続されている1つまたは複数のプロセッサを含む、コントローラーとを含むことが可能である。メモリーは、コンピューター実行可能なインストラクションであって、コントローラーに、ウエハーがロボットによって内部空間の中で移動している時を決定すること、ウエハーがロボットによってEFEMの内部空間の中で移動しているということを決定することに少なくとも部分的に応答して、バッファー・ガス制御バルブを第1の流量状態に移行させ、バッファー・ガスがEFEMの内部空間の中へ流れるようにすること、ウエハーがロボットによってEFEMの内部空間の中で移動していない時を決定すること、ウエハーがロボットによってEFEMの内部空間の中で移動していないということを決定することに少なくとも部分的に応答して、バッファー・ガスの流量が第1の流量状態におけるものよりも低い第2の流量状態にバッファー・ガス制御バルブを移行させること、を実行させるためのコンピューター実行可能なインストラクションを含む。

【0043】

いくつかのそのような実装形態では、EFEMは、設備空気制御バルブをさらに含むことが可能であり、設備空気制御バルブは、EFEMの内部空間を通る設備空気の流量を調節するように構成されている。設備空気制御バルブは、コントローラーの1つまたは複数のプロセッサに通信可能に接続され得、メモリーは、コンピューター実行可能なインストラクションであって、コントローラーに、ウエハーがロボットによってEFEMの内部空間の中で移動していないということを決定することに少なくとも部分的に応答して、第3の流量状態に設備空気制御バルブを移行させ、設備空気がEFEMの内部空間の中へ流れるようにすること、ウエハーがロボットによってEFEMの内部空間の中で移動しているということを決定することに少なくとも部分的に応答して、設備空気の流量が第3の流量状態におけるものよりも低い第4の流量状態に設備空気制御バルブを移行させることを、実行させるためのコンピューター実行可能なインストラクションを含む。

【0044】

EFEMのいくつかの実装形態では、EFEMは、1つまたは複数のローディング・インターフェースであって、1つまたは複数のフロント・オープニング・ユニファイド・ポッド (FOUP) に接続するように構成されており、1つもしくは複数のFOUPのうちの1つからEFEMの内部空間の中へ、または、EFEMの内部空間から1つもしくは複数のFOUPのうちの1つの中へ、ウエハーが搬送されるようになっている、1つまたは複数のローディング・インターフェースをさらに含むことが可能である。また、EFEMは、1つまたは複数のロード・ロックに接続するように構成されている1つまたは複数のロード・ロック・インターフェースであって、1つまたは複数のロード・ロックを介して、EFEMの内部空間から半導体処理ツールの処理エリアの中へ、または、半導体処理ツールの処理エリアからEFEMの内部空間の中へ、ウエハーが搬送され得る、1つまたは複数のロード・ロック・インターフェースを含むことが可能である。

【0045】

EFEMのいくつかの実装形態では、ロボットは、複数の半導体ウエハーを同時に支持

するように構成されているマルチ・ウエハー・エンド・エフェクターを含むことが可能である。

【0046】

いくつかの実装形態では、E F E Mの内部空間を少なくとも部分的に画定している1つまたは複数の壁部と、E F E Mの内部空間を第1の内部サブ空間および第2の内部サブ空間へと分割する1つまたは複数の仕切り壁と、バッファー・ガスを供給するように構成されているバッファー・ガス・ポートであって、バッファー・ガスは、バッファー・ガス・ポートを介して第2の内部サブ空間に供給される、バッファー・ガス・ポートと、第1の内部サブ空間の中でウエハーを移動させるように構成されている第1のウエハー・ハンドリング・ロボットと、第2の内部サブ空間の中でウエハーを移動させるように構成されている第2のウエハー・ハンドリング・ロボットと、第1の内部サブ空間を介して設備空気を流すように構成されている第1のガス・ハンドラーと、第2の内部サブ空間を介してバッファー・ガスを流すように構成されている第2のガス・ハンドラーとを含む、半導体処理ツールのためのイクイップメント・フロント・エンド・モジュール（E F E M）が提供され得る。

10

【0047】

いくつかの実装形態では、半導体処理ツールのためのウエハー・ハンドリング・ロボットが提供され得る。ウエハー・ハンドリング・ロボットは、ロボット・アームと、半導体ウエハーを支持するように構成されているエンド・エフェクターと、半導体ウエハーがエンド・エフェクターによって支持されているときに、半導体ウエハーの上側表面にわたってバッファー・ガスを流すように構成されているバッファー・ガス・ディストリビューターとを含むことが可能である。エンド・エフェクターは、ロボット・アームの端部に配置され得、バッファー・ガス・ディストリビューターは、ロボット・アームによって直接的にまたは間接的に支持され得、バッファー・ガス・ディストリビューターは、ロボット・アームの少なくともいくつかの移動に関して、エンド・エフェクターと縦に並んで移動するように構成され得る。

20

【0048】

ウエハー・ハンドリング・ロボットのいくつかの実装形態では、バッファー・ガス・ディストリビューターは、ガス・ディストリビューション・パドルと、サポート・アームとを含むことが可能である。ガス・ディストリビューション・パドルは、第1の表面を有することが可能であり、第1の表面は、エンド・エフェクターの方を向き、エンド・エフェクターからずらされている。第1の表面は、バッファー・ガスをエンド・エフェクターに向けて導くように構成されている1つまたは複数のバッファー・ガス・ディストリビューション・ポートを含むことが可能であり、サポート・アームは、ガス・ディストリビューション・パドルを支持することが可能であり、ロボット・アームによって支持され得る。

30

【0049】

ウエハー・ハンドリング・ロボットのいくつかの実装形態では、ガス・ディストリビューション・パドルは、実質的に円形の形状を有することが可能であり、半導体ウエハーの直径の±10%よりも大きい外径を有することが可能であり、エンド・エフェクターは、半導体ウエハーを支持するように構成されている。

40

【0050】

ウエハー・ハンドリング・ロボットのいくつかのそのような実装形態では、ウエハー・ハンドリング・ロボットは、回転ピボットをさらに含むことが可能であり、回転ピボットは、サポート・アームをロボット・アームと接合しており、回転ピボットは、ガス・ディストリビューション・パドルを、エンド・エフェクターが半導体ウエハーを支持しているときに、ガス・ディストリビューション・パドルが半導体ウエハーの上で中心に合わされている第1の位置から、エンド・エフェクターが半導体ウエハーを支持しているときに、ガス・ディストリビューション・パドルが半導体ウエハーの上で中心に合わされていない第2の位置へ回転させるように構成され得る。

【0051】

50

いくつかの他のまたは追加的なそのような実装形態では、ウエハー・ハンドリング・ロボットは、平行移動メカニズムを含むことが可能であり、平行移動メカニズムは、サポート・アームをロボット・アームと接合しており、平行移動メカニズムは、ガス・ディストリビューション・パドルを、エンド・エフェクターが半導体ウエハーを支持しているときに、ガス・ディストリビューション・パドルが半導体ウエハーの上で中心に合わされている第1の位置からエンド・エフェクターが半導体ウエハーを支持しているときに、ガス・ディストリビューション・パドルが半導体ウエハーの上で中心に合わされていない第2の位置へ平行移動させるように構成され得る。

【0052】

ウエハー・ハンドリング・ロボットのいくつかの実装形態では、ガス・ディストリビューション・パドルは、ガス・ディストリビューション・パドルの1つまたは複数の側に、1つまたは複数の側部バッファー・ガス・ディストリビューション・ポートを含むことが可能であり、側部バッファー・ガス・ディストリビューション・ポートは、エンド・エフェクターによって画定されるウエハー支持平面と平行の $\pm 30^\circ$ の中の1つまたは複数の方向に、バッファー・ガスを流すように構成され得る。

【0053】

いくつかの実装形態では、半導体製造において使用するためのフロント・オープニング・ユニファイド・ポッド（FOUP）に接続するための装置が提供され得る。FOUPは、取り外し可能なFOUPドアと、垂直スタックの中に配置されている複数のウエハー支持構造体とを含むことが可能であり、各ウエハー支持構造体は、直径Dの半導体ウエハーを支持するように構成されている。装置は、FOUPを受け入れるように構成されているプラットフォームと、ドアであって、Dよりも大きい幅、および、ウエハー支持構造体の垂直スタックの合計高さよりも低い高さを有する、水平スロットを含む、ドアと、フロント・オープニング・インターフェース・メカニズム（FIM）であって、FOUPがプラットフォームの上に位置決めされた後に、取り外し可能なFOUPドアをFOUPから取り外すように構成されている、フロント・オープニング・インターフェース・メカニズム（FIM）と、垂直方向の軸線に沿ってドアを移動させるように構成されているドライブ・ユニットとを含むことが可能である。

【0054】

いくつかのそのような実装形態では、水平スロットの高さは、ウエハー支持構造体の垂直スタックの合計高さの50%よりもひくくなっていることが可能である。

【0055】

いくつかの実装形態では、FOUPは、隣接するウエハー支持構造体同士の間にも平均分離距離を有することが可能であり、水平スロットの高さは、平均分離距離の300%よりも小さくなっていることが可能である。

【0056】

いくつかの実装形態では、装置は、バッファー・ガス供給部ポートをさらに含むことが可能であり、バッファー・ガス供給部ポートは、FOUPがプラットフォームの上に位置決めされているときに、FOUPの中へバッファー・ガスを流すように構成されている。

【0057】

いくつかの実装形態では、半導体製造において使用するためのフロント・オープニング・ユニファイド・ポッド（FOUP）に接続するための装置が提供され得る。FOUPは、取り外し可能なFOUPドアと、垂直スタックの中に配置されている複数のウエハー支持構造体とを含むことが可能であり、各ウエハー支持構造体は、直径Dの半導体ウエハーを支持するように構成されている。装置は、FOUPを受け入れるように構成されているプラットフォームと、垂直方向の軸線に沿ってプラットフォームを移動させるように構成されている垂直駆動機構と、壁部であって、Dよりも大きい幅、および、ウエハー支持構造体の垂直スタックの合計高さよりも低い高さを有する、水平スロットを含む、壁部と、フロント・オープニング・インターフェース・メカニズム（FIM）であって、FOUPがプラットフォームの上に位置決めされた後に、および、プラットフォームがFOUPド

10

20

30

40

50

アをF I Mに整合させるように垂直方向に位置決めされた後に、取り外し可能なF O U P ドアをF O U Pから取り外すように構成されている、フロント・オープニング・インターフェース・メカニズム（F I M）とを含むことが可能である。

【0058】

いくつかの実装形態では、水平スロットの高さは、ウエハー支持構造体の垂直スタックの合計高さの50%よりも低くなっていることが可能である。

【0059】

いくつかの実装形態では、F O U Pは、隣接するウエハー支持構造体同士の間には平均分離距離を有することが可能であり、水平スロットの高さは、平均分離距離の300%よりも小さい。

【0060】

いくつかの実装形態では、F O U Pは、隣接するウエハー支持構造体同士の間には平均分離距離を有することが可能であり、水平スロットの高さは、平均分離距離の300%よりも小さい。

【0061】

いくつかの実装形態では、装置は、バッファ・ガス供給部ポートをさらに含むことが可能であり、バッファ・ガス供給部ポートは、F O U Pがプラットフォームの上に位置決めされているときに、F O U Pの中へバッファ・ガスを流すように構成されている。

【0062】

本明細書で開示されているさまざまな実装形態が、添付の図面の図の中に、限定としてではなく、例として図示されており、図面では、同じ下2桁を有する参照番号は、異なる実装形態における同様のエレメントを表している（5桁の参照番号に関するいくつかの場合では、5桁の参照番号のうちの下3桁が、下2桁だけのものの代わりに、同じであることが可能である）。

【図面の簡単な説明】

【0063】

【図1】設備空気がE F E Mの内部空間を介して下向きに流されている、例示的なE F E Mを示す図である。

【0064】

【図2】図1の例示的なE F E Mの側面図である。

【図3】図1の例示的なE F E Mの側面図である。

【0065】

【図4】マルチ・ウエハー・エンド・エフェクターを備える代替の例示的なE F E M設計を示す図である。

【0066】

【図5】E F E Mが設備空気E F E Mパーティションおよびバッファ・ガスE F E Mパーティションを有する、例示的な区切られたE F E Mを示す図である。

【0067】

【図6】例示的なバッファ・ガス・ディストリビューターの平面図である。

【図7】例示的なバッファ・ガス・ディストリビューターの側面図である。

【0068】

【図8】工程のさまざまな局面中の例示的な回転可能なバッファ・ガス・ディストリビューターの平面図である。

【図9】操作のさまざまな局面中の例示的な回転可能なバッファ・ガス・ディストリビューターの平面図である。

【図10】操作のさまざまな局面中の例示的な回転可能なバッファ・ガス・ディストリビューターの平面図である。

【0069】

【図11】操作のさまざまな局面中の例示的な平行移動可能なバッファ・ガス・ディストリビューターの平面図である。

10

20

30

40

50

【図 1 2】操作のさまざまな局面中の例示的な平行移動可能なバッファ・ガス・ディストリビューターの平面図である。

【図 1 3】操作のさまざまな局面中の例示的な平行移動可能なバッファ・ガス・ディストリビューターの平面図である。

【0 0 7 0】

【図 1 4】別の例示的なバッファ・ガス・ディストリビューターの平面図である。

【0 0 7 1】

【図 1 5】図 1 4 の例示的なバッファ・ガス・ディストリビューターの側面図である。

【0 0 7 2】

【図 1 6】マルチ・ウエハー・ストレージ・システムの中へ挿入されている、図 1 4 のバッファ・ガス・ディストリビューターの平面図である。

10

【0 0 7 3】

【図 1 7】ウエハー操作のさまざまな局面中の、2つの例示的なウエハー支持機能部およびウエハー、ならびに、例示的なエンド・エフェクターおよび例示的なバッファ・ガス・ディストリビューターの詳細の部分的な側断面図である。

【図 1 8】ウエハー操作のさまざまな局面中の、2つの例示的なウエハー支持機能部およびウエハー、ならびに、例示的なエンド・エフェクターおよび例示的なバッファ・ガス・ディストリビューターの詳細の部分的な側断面図である。

【図 1 9】ウエハー操作のさまざまな局面中の、2つの例示的なウエハー支持機能部およびウエハー、ならびに、例示的なエンド・エフェクターおよび例示的なバッファ・ガス・ディストリビューターの詳細の部分的な側断面図である。

20

【0 0 7 4】

【図 2 0】ウエハー操作のさまざまな局面中の、図 1 7 の2つの例示的なウエハー支持機能部およびウエハー、ならびに、図 1 7 の例示的なエンド・エフェクターおよび異なる例示的なバッファ・ガス・ディストリビューターの詳細の部分的な側断面図である。

【図 2 1】ウエハー操作のさまざまな局面中の、図 1 7 の2つの例示的なウエハー支持機能部およびウエハー、ならびに、図 1 7 の例示的なエンド・エフェクターおよび異なる例示的なバッファ・ガス・ディストリビューターの詳細の部分的な側断面図である。

【図 2 2】ウエハー操作のさまざまな局面中の、図 1 7 の2つの例示的なウエハー支持機能部およびウエハー、ならびに、図 1 7 の例示的なエンド・エフェクターおよび異なる例示的なバッファ・ガス・ディストリビューターの詳細の部分的な側断面図である。

30

【0 0 7 5】

【図 2 3】例示的なバッファ・ガス・ディストリビューターの別の例の平面図である。

【0 0 7 6】

【図 2 4】図 2 3 の例示的なバッファ・ガス・ディストリビューターの側面図である。

【0 0 7 7】

【図 2 5】例示的なバッファ・ガス・ディストリビューターの別の例の平面図である。

【0 0 7 8】

【図 2 6】例示的なバッファ・ガス・ディストリビューターの等角図である。

【図 2 7】例示的なバッファ・ガス・ディストリビューターの切り欠き等角図である。

40

【図 2 8】例示的なバッファ・ガス・ディストリビューターの詳細な切り欠き等角図である。

【図 2 9】例示的なバッファ・ガス・ディストリビューターの側面図である。

【図 3 0】例示的なバッファ・ガス・ディストリビューターの詳細な側面図である。

【0 0 7 9】

【図 3 1】工程のさまざまな局面中の、水平スロットを備える例示的なドアを有する例示的な E F E M を示す図である。

【図 3 2】工程のさまざまな局面中の、水平スロットを備える例示的なドアを有する例示的な E F E M を示す図である。

【図 3 3】工程のさまざまな局面中の、水平スロットを備える例示的なドアを有する例示

50

的な E F E M を示す図である。

【図 3 4】工程のさまざまな局面中の、水平スロットを備える例示的なドアを有する例示的な E F E M を示す図である。

【図 3 5】工程のさまざまな局面中の、水平スロットを備える例示的なドアを有する例示的な E F E M を示す図である。

【0080】

【図 3 6】工程のさまざまな局面中の、水平スロットを備える例示的な壁部を有する例示的な E F E M を示す図である。

【図 3 7】工程のさまざまな局面中の、水平スロットを備える例示的な壁部を有する例示的な E F E M を示す図である。

【図 3 8】工程のさまざまな局面中の、水平スロットを備える例示的な壁部を有する例示的な E F E M を示す図である。

【図 3 9】工程のさまざまな局面中の、水平スロットを備える例示的な壁部を有する例示的な E F E M を示す図である。

【図 4 0】工程のさまざまな局面中の、水平スロットを備える例示的な壁部を有する例示的な E F E M を示す図である。

【0081】

【図 4 1】水平スロットを備えるドアと、バッファ・ガス・ディストリビューターを備えるロボット・アームとを含む、例示的な E F E M を示す図である。

【0082】

【図 4 2】スロット・ドアのない例示的なロード・ポート・ユニットを示す図である。

【0083】

【図 4 3】スロット・ドアを備える例示的なロード・ポート・ユニットを示す図である。

【0084】

【図 4 4】スロット・ドアが 2 つの代替的な「閉じた」位置にある、図 4 3 の例示的なロード・ポート・ユニットの等角切断図である。

【図 4 5】スロット・ドアが 2 つの代替的な「閉じた」位置にある、図 4 3 の例示的なロード・ポート・ユニットの等角切断図である。

【0085】

【図 4 6】スロット・ドアが異なる位置にある、図 4 3 の例示的なロード・ポート・ユニットのさらなる切断図である。

【図 4 7】スロット・ドアが異なる位置にある、図 4 3 の例示的なロード・ポート・ユニットのさらなる切断図である。

【図 4 8】スロット・ドアが異なる位置にある、図 4 3 の例示的なロード・ポート・ユニットのさらなる切断図である。

【0086】

【図 4 9】例示的なバッファユニットおよびスロット・ドアの等角図である。

【図 5 0】例示的なバッファユニットおよびスロット・ドアの等角図である。

【図 5 1】例示的なバッファユニットおよびスロット・ドアの等角図である。

【図 5 2】例示的なバッファユニットおよびスロット・ドアの等角図である。

【0087】

【図 5 3】図 4 9 の例示的なバッファユニットの側断面図である。

【0088】

【図 5 4】例示的なマルチ・ステーション・クリーニング・ツールを側面図で示す図である。

【0089】

【図 5 5】例示的なマルチ・ウエハー・カセットまたはポッドの断面図である。

【0090】

【図 5 6】例示的なマルチ・ステーション半導体処理ツールの等角図である。

【0091】

10

20

30

40

50

【図 5 7】図 5 6 の例示的なマルチ・ステーション半導体処理ツールの別の等角図である。

【0092】

【図 5 8】図 5 6 の例示的なマルチ・ステーション半導体処理ツールのさらなる等角図である。

【0093】

【図 5 9】図 5 6 の例示的なマルチ・ステーション半導体処理ツールにおいて使用され得る例示的なマルチ・ウェハー・カセットの平面等角図である。

【図 6 0】図 5 6 の例示的なマルチ・ステーション半導体処理ツールにおいて使用され得る例示的なマルチ・ウェハー・カセットの底面等角図である。

10

【0094】

【図 6 1】図 5 9 の例示的なマルチ・ウェハー・カセットの異なる切断図である。

【図 6 2】図 5 9 の例示的なマルチ・ウェハー・カセットの異なる切断図である。

【0095】

【図 6 3】ドアが異なる位置にある、図 5 9 の例示的なマルチ・ウェハー・カセットの正面図である。

【図 6 4】ドアが異なる位置にある、図 5 9 の例示的なマルチ・ウェハー・カセットの正面図である。

【図 6 5】ドアが異なる位置にある、図 5 9 の例示的なマルチ・ウェハー・カセットの正面図である。

20

【図 6 6】ドアが異なる位置にある、図 5 9 の例示的なマルチ・ウェハー・カセットの正面図である。

【図 6 7】ドアが異なる位置にある、図 5 9 の例示的なマルチ・ウェハー・カセットの正面図である。

【図 6 8】ドアが異なる位置にある、図 5 9 の例示的なマルチ・ウェハー・カセットの正面図である。

【0096】

【図 6 9】スロット・ドアを備える例示的なデュアル・ウェハー・アライナーの等角分解図である。

【0097】

30

【図 7 0】スロット・ドアが異なる位置にある、図 6 9 の例示的なデュアル・ウェハー・アライナーの正面図である。

【図 7 1】スロット・ドアが異なる位置にある、図 6 9 の例示的なデュアル・ウェハー・アライナーの正面図である。

【図 7 2】スロット・ドアが異なる位置にある、図 6 9 の例示的なデュアル・ウェハー・アライナーの正面図である。

【0098】

【図 7 3】スロット・ドアを備える例示的なデュアル・ウェハー・ロード・ロックの側断面図である。

【0099】

40

【図 7 4】ベルヌーイ・タイプのエンド・エフェクターの例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0100】

図に示されている実装形態は、代表的な実例であることが意図されており、開示されている概念を、示されている構造体にだけ限定するものとして見られるべきではない。また、示されている例とは異なる他の実装形態も、本開示の範囲および添付の特許請求の範囲に含まれ得ることが理解されるべきである。

【0101】

本明細書で説明されているのは、バッファー・ガスを使用して強化されたウェハー保護を提供するためのさまざまな技法、システム、および装置であり、バッファー・ガスは、

50

「パージ」ガスとも称され得る。バッファー・ガスは、半導体ウェハーに対して概ねまたは完全に不活性／非反応性であり、また、ウェハーがそのようなバッファー・ガスによって取り囲まれているときに、ウェハーに対する損傷を防止または緩和することが可能である。下記に説明されている実装形態のそれぞれに関して、そのようなバッファー・ガスは、さまざまなそのようなガスのいずれかであることが可能であり、そのようなガスの設備供給源、たとえば、設備窒素ガス供給源によって提供され得るということが理解されるべきである。

【0102】

典型的な半導体処理設備では、FOUPは、オーバーヘッド搬送システムによって、半導体処理ツールから半導体処理ツールへと搬送され得、オーバーヘッド搬送システムは、たとえば、オーバーヘッド・トラムウェイであり、それは、上方からFOUPをピック・アップし、半導体処理ツールから離れるようにFOUPを持ち上げ、FOUPを別の半導体処理ツールに移動させ、次いで、他の半導体処理ツールへFOUPを降下させる。

【0103】

各半導体処理ツールは、ロード・ポート・ユニットを有することが可能であり、ロード・ポート・ユニットは、FOUPを受け入れるためのプラットフォーム、インターフェース、またはステージを有することが可能である。ロード・ポート・ユニットは、1つまたは複数のウェハー搬送ロボットを含むエキップメント・フロント・エンド・モジュール(EFEM)に隣接していることが可能である。また、EFEMは、1つまたは複数のロード・ロックまたは他の隣接する構造体を含むことが可能であり、1つまたは複数のロード・ロックまたは他の隣接する構造体は、半導体処理動作を実施する半導体処理ツールの一部分に対するインターフェースとしての役割を果たす。EFEMは、典型的に、大きい内部空間を有しており、また、ガス・ハンドラーを装備している。ガス・ハンドラーは、典型的に、設備空気を引き込み、それを、EFEM内部空間を介して押すように構成されている。そのようなガス・ハンドラーは、典型的に、毎分数百立方フィート以上、たとえば、1200毎分立方フィート(33.98m³/分)の空気流量を提供することが可能である。設備空気は、典型的に、それが内部空間に到達する前に、たとえば、超低粒子空気(ultra-low particulate air)(ULPA)フィルターによってろ過されるが、設備空気は、処理されたウェハーの上の特徴部に悪影響を及ぼす可能性がある、水分、酸素、および／または他の汚染物質のレベルを依然として有する可能性がある。EFEMを介して搬送され、設備空気に露出させるウェハーは、そのような通過の間に、そのような汚染物質によって損傷を受ける可能性がある。これは、縮小し続ける半導体特徴部のサイズに起因して、最近になって初めて認識された問題である。そのような露出によって引き起こされる可能性のある損傷は、以前には、重大なリスクを与えなかった。その理由は、ウェハーの特徴部サイズは、最近になって初めて、そのような損傷がウェハーの上に形成された回路の適正な動作に干渉し得るほど十分に小さくなったからである。単にEFEMの文脈だけでなく、他の文脈においても同様に、ウェハーは、設備空気に露出させ得る。

【0104】

本発明者らのうちの何人かまたはすべては、半導体ウェハーがEFEMまたは他の構造体を通過するときに、半導体ウェハーの周りにバッファー・ガスの「マイクロクライメイト」を発生させることによって、そのような可能性のある汚染／損傷が、防止または緩和され得るということを決定した。そのようなマイクロクライメイトを生成および管理するためのいくつかの可能性のある技法が、下記に説明されている。

【0105】

下記に説明されているさまざまな概念は、単独で、または、さまざまな置換および組み合わせで、実装され得るということが理解されるべきである。組み合わせアプローチは、本明細書で説明されている概念のうちの単一のものだけを単独で使用するよりも、汚染からの良好な保護をウェハーに提供することが可能である。そのうえ、本明細書で説明されている概念の多くは、本明細書で説明されている他の概念の中に含まれているものと同様

10

20

30

40

50

の特徴を含むことが可能である。そのような場合では、異なる実施形態における同様の構造体が、同じ下2桁を使用して、図の中で表され得る。別段の指示がなければ、1つの実施形態の文脈におけるそのような特徴の論述は、他の実施形態において、図面の中での特徴の付番において同じ下2桁を使用することによって示されているように、全体的に、対応する特徴に等しく適用可能である。

【0106】

E F E Mマイクロクライメイト

先に説明されているように、E F E Mは、ウエハー汚染に対してとりわけ厄介な環境を示す。このリスクを緩和するためのいくつかの方策が、下記に説明されている。

【0107】

図1では、E F E M 1 1 1が示されており、E F E M 1 1 1の中では、設備空気が、E F E M 1 1 1 ; E F E M 1 1 1の内部空間を介して下向きに流されている。F O U P 1 1 0を受け入れるための3つのプラットフォームを備えるロード・ポート・ユニット1 1 3が、E F E M 1 1 1に接続され得る。図2は、図1のE F E M 1 1 1の側面図を示している。見ることができるように、ガス・ハンドラー1 1 2が、バッファー・ガス供給部1 2 4に接続されており、バッファー・ガス供給部1 2 4は、設備バッファー・ガス供給部の容量を超えるバッファー・ガス・流量を可能にするように大量のバッファー・ガスを貯蔵することができる、設備ガス供給源またはアキュムレーターであることが可能である。バッファー・ガス供給部1 2 4は、バッファー・ガス・ディストリビューター1 1 6またはディストリビューション・システムに接続され得、バッファー・ガス・ディストリビューター1 1 6またはディストリビューション・システムは、ガス・ハンドラー1 1 2の中で（または、別の位置の中で）バッファー・ガスを分配するように構成され得、バッファー・ガスが、E F E M 1 1 1のウエハー通過エリアを流れることができるようになっている。バッファー・ガス供給部1 2 4からのバッファー・ガスの流量は、バッファー・ガス制御バルブ1 1 4によって制御され得、バッファー・ガス制御バルブ1 1 4は、コントローラー1 1 8によって制御され得る。ガス・ハンドラー1 1 2を通る設備空気の流量は、同様に、設備空気制御バルブ1 1 7によって制御され得、設備空気制御バルブ1 1 7も、コントローラー1 1 8によって制御される。

【0108】

図2に示すように、非ウエハー搬送工程の間に、コントローラー1 1 8は、バッファー・ガス制御バルブ1 1 4を閉じた状態に維持し、設備空気制御バルブ1 1 7を開けた状態に維持することが可能であり、設備空気がE F E M 1 1 1を介して流されることを可能にする（これは、E F E M 1 1 1の中の正圧を維持し、ガス・ハンドラー1 1 2のろ過システムを通る場合を除いて、粒子状物質および他の汚染物質がE F E M 1 1 1に進入することを防止する）。

【0109】

ウエハーがE F E M 1 1 1の内部空間の中で搬送されているときに、図3に示すように（図3では、最も下側にあるウエハーが、ロボット・アーム1 0 2のエンド・エフェクター1 9 3によって、F O U P 1 1 0の中のウエハー1 0 4のスタック1 0 7から引き出され、それがロード・ロック1 2 9に搬送されることを可能にするようになっており、ロード・ロック1 2 9は、搬送チャンバー1 2 0および／または1つまたは複数のウエハー処理チャンバー1 7 4につながっている）、コントローラー1 1 8は、バッファー・ガス制御バルブ1 1 4を制御することが可能であり、バッファー・ガスが、ガス・ハンドラー1 1 2およびE F E M 1 1 1の内部空間の中へ流れることを許容されるようになっている。同時に、コントローラー1 1 8は、設備空気制御バルブ1 1 7（それは、たとえば、設備空気シャットオフ・ダンパー、または、他の流量制御デバイスであることが可能である）が閉じるようにすることが可能であり、E F E M 1 1 1の内部空間を流れる設備空気の量を制限するようになっている。したがって、E F E M 1 1 1の内部空間における雰囲気は、ウエハーが内部空間を通過していない間の設備空気と、ウエハーが内部空間を通過しているときのバッファー・ガスの間で切り替えられ得る。そのようなガス・流量は、

計数型であることが可能であり、たとえば、バッファー・ガス・流量または設備空気流量は、完全にオンであるかもしくは完全にオフであるかのいずれかであることが可能であり、または、一方のもしくは両方のそのような流量は、使用される中間流量・レベルが存在するように管理され得るということが理解されるべきである。たとえば、バッファー・ガス供給の間に、設備空気制御バルブは、低減されたレベルの設備空気を流すようにセットされ得、E F E M環境においてバッファー・ガスおよび設備空気が混合するようになってい。したがって、使用される制御バルブは、実装形態に応じて、シャットオフ・バルブまたは流量制御バルブのいずれかであることが可能である。そのようなシステムのいくつかの実装形態では、E F E M 1 1 1 は、たとえば、ガス戻り通路を有することによって、E F E M 1 1 1 を介して流されているガスを再循環させるように構成され得、ガス戻り通路は、E F E M 1 1 1 の底部からE F E M 1 1 1 の上側部までガスを搬送し、そこで、そのような再循環させられたガスが、E F E M 1 1 1 の内部空間の中へ再導入され得る。いくつかのそのような実装形態では、または、代替的な実装形態もしくは追加的な実装形態では、E F E M 1 1 1 は、設備空気とバッファー・ガスの間で交互に切り替わることができない。たとえば、ウェハーが初期にF O U Pの中のE F E Mへ供給されるときに、E F E Mは、その中に設備空気を有することが可能であり、設備空気は排出され、バッファー・ガスと交換され得る。次いで、このバッファー・ガスが、F O U Pが結合されている全時間に連続的に使用され得る（それは、リークおよび他の漏出経路へ失われるバッファー・ガスを交換するために、再循環させられ、定期的に補充されてもよく、または、それは、単純に連続的に流されてもよい）。

【0 1 1 0】

また、さまざまな実装形態では、ガス・ハンドラー 1 1 2 またはファン・フィルター・ユニットは、凝縮器および加熱器システム 1 1 5 を含むことが可能であり、凝縮器および加熱器システム 1 1 5 は、（水分を凝縮させることによって）ガス・ハンドラー 1 1 2 を介して流されているガスから水分を除去するために使用され得る。加熱器は、凝縮プロセスがガス温度を低下させた後に、そのようなガスの温度を上昇させるために使用され得る。

【0 1 1 1】

N₂などのようないくつかのバッファー・ガスは、a) 高価であり、b) 安全リスクがある（たとえば、窒素は、かなりの量が半導体処理設備の周囲環境の中へ導入される場合に、窒息のリスクをもたらす可能性があり、それは、たとえば、密閉されていない半導体処理ツールのための数百のE F E Mを介して毎分1 2 0 0立方フィートが流されている場合に起こる可能性がある）ので、バッファー・ガスの流量を短い間隔に削減することが望ましい可能性がある。そのようなケースでは、マルチ・ウェハー・エンド・エフェクター、すなわち、複数のウェハーを同時に支持および担持するように構成されているエンド・エフェクターを使用することが望ましい可能性がある。このように、複数のウェハーは、図4に示されているように、バッファー・ガスが流れている間に、同時にE F E Mを通過することが可能であり、これは、エンド・エフェクターによって搬送されている余分なウェハーのための追加的な間隔にわたってバッファー・ガスを流さなければならないということを回避する。たとえば、図4では、ロボット・アーム 4 0 2 は、5ウェハー式のエンド・エフェクター 4 9 3 を装備しており、5ウェハー式のエンド・エフェクター 4 9 3 は、5つの半導体ウェハー 1 0 4 を同時に持ち上げて搬送することができる。図4に示されている他のシステムは、図1における対応するシステムと同様の様式で動作する。

【0 1 1 2】

バッファー・ガス・マイクロクライメイトの発生に関する別の可能性のある技法は、内部バリアまたは仕切り壁を有するE F E Mを使用するということであり、内部バリアまたは仕切り壁は、E F E Mの内部空間を、2つのサブ空間、すなわち、第1の内部サブ空間および第2の内部サブ空間へと分離する。第1の内部サブ空間は、それを介して循環させる設備空気を有することが可能であり、一方、第2の内部サブ空間は、それを介して循環させるバッファー・ガスを有することが可能である。これらのタイプの実装形態では、各

サブ空間は、それ自身のウエハー・ハンドリング・ロボットを有することが可能である。図5は、そのような実装形態を示している。図5では、エンクロージャー501は、設備空気EFEM511およびバッファー・ガスEFEM511'を有している。各各EFEM511および511'は、対応するロボット・アーム502および502'をそれぞれ有することが可能であり、ロボット・アーム502および502'は、ロード・ポート・ユニット513の上のFOUP510から、それらのそれぞれのEFEM511および511'の中へ、および、それらのそれぞれのEFEM511および511'から外へ、半導体ウエハーを搬送するために使用され得る。設備空気EFEM511は、設備空気ハンドラー521を装備することが可能であり、バッファー・ガスEFEM511'は、バッファー・ガス・ハンドラー512を装備することが可能であり、バッファー・ガス・ハンドラー512は、バッファー・ガス環境を調整するために、随意的に、凝縮器／加熱器ユニット515を含むことが可能である。

10

【0113】

ウエハー搬送ロボット・マイクロクライメイト

上記の技法およびシステムは、EFEMにおけるバッファー・ガス環境の生産およびメンテナンスを促進させるが、本発明者らのうちの何人かまたはすべては、また、半導体ウエハーがEFEMの内部空間を通過するときに、半導体ウエハーの直ぐ近くで極めて大幅に局所化されたバッファー・ガス・マイクロクライメイトを発生させるために使用され得る代替的なまたは補足的な技法も考え出した。そのような技法は、先に説明されているような、バッファー・ガスを装備したEFEMの文脈において使用され得、または、通常の設備空気EFEMユニットにおいて使用され得る。

20

【0114】

そのような技法では、ウエハー・ハンドリング・ロボットは、バッファー・ガス・ディストリビューターを装備することが可能であり、バッファー・ガス・ディストリビューターは、バッファー・ガスをウエハーの上に直接的に分配するように構成されている。図6および図7に示されているような、いくつかのそのような実装形態では、バッファー・ガス・ディストリビューター605は、実質的に円形であり、ウエハー604と概して同じサイズであることが可能である。バッファー・ガス・ディストリビューター605は、ウエハー604からずらされ得、ウエハー604がロボット・アーム602のエンド・エフェクター693によって支持されているときに、バッファー・ガス・ディストリビューター605とウエハー604の対向表面、すなわち、バッファー・ガス・ディストリビューターの方を向く表面との間にギャップが存在するようになっており、このギャップは、およそ数ミリメートル、たとえば、1センチメートル以下であることが可能である。1つまたは複数のバッファー・ガス・ディストリビューション・ポート634は、ウエハー604がエンド・エフェクター693によって支持されているときにウエハー604の方を向く、バッファー・ガス・ディストリビューター605の第1の表面、たとえば、底部表面631に配置され得る。バッファー・ガスが、バッファー・ガス・ディストリビューター605を介してバッファー・ガス・ディストリビューション・ポート634から流されているときに、バッファー・ガスは、ウエハー604にわたって流れ、ガス状の保護層としての役目を果たすことが可能である。また、追加的に、バッファー・ガス・ディストリビューター605は、ウエハー604に向かう設備空気のフローを妨害する物理的なバリアとしての役割を果たすことが可能である。したがって、バッファー・ガス・ディストリビューター605がウエハー604の上に中心に合わされ、バッファー・ガスがそれを介して流されるとき、ウエハー604は、バッファー・ガス・ディストリビューター605自身、および、バッファー・ガス・ディストリビューター605から流されているバッファー・ガスの両方によって、設備空気フローから保護され得る。図7に示されているように、バッファー・ガスは、バッファー・ガス供給部624によってバッファー・ガス・ディストリビューター605に供給され得、バッファー・ガス供給部624は、この例では、設備バッファー・ガス供給部（図示せず）に接続されているチューブである。本明細書で説明されているもののうちのいくつかなどのように、バッファー・ガス・ディストリビュー

30

40

50

ーターの他の実装形態では、バッファ・ガスは、図7に示されているように、バッファ・ガス・ディストリビューターの外部にある分離された通路の代わりに、バッファ・ガス・ディストリビューターの本体部の中に位置する通路またはプレナムによって、バッファ・ガス・ディストリビューション・ポートに供給され得ることが理解されるべきである。

【0115】

図6から図10に示されているように、いくつかの実装形態では、バッファ・ガス・ディストリビューターは、サポート・アーム622の上に支持され得、サポート・アーム622は、サポート・アーム回転ピボット623に取り付けられており、サポート・アーム回転ピボット623は、バッファ・ガス・ディストリビューター605が、ウエハー604に対して平行な平面の中でウエハー604から離れるようにスイングすることを可能にする。FOUPは、それらが含有するウエハーをウエハーのエッジに沿って支持することが可能であるので、ウエハー604と概して同じサイズのバッファ・ガス・ディストリビューター605は、そのようなウエハー支持に干渉する可能性がある。サポート・アーム回転ピボット623は、ロボット・アームがFOUPの中へ延在するときに、バッファ・ガス・ディストリビューターが脇へ枢動することを可能にし、それによって、バッファ・ガス・ディストリビューターがFOUPの中のウエハー支持に干渉しないようにすることを可能にする。バッファ・ガス・ディストリビューターは、可能な限り長くウエハーの上に維持され、EFEMの中の設備空気フローからそれを遮断するようになっている。したがって、ウエハーがすでにEFEMから部分的に出たときに、たとえば、それがFOUP前庭（ベスティビュール：vestibule）の中にあるときに（それは、10cmほどの深さであることが可能である）、バッファ・ガス・ディストリビューターは、ウエハーから離れるように回転し得る（図10を参照）。

【0116】

図8から図10は、FOUP610へのウエハー供給のさまざまな段階の間の、バッファ・ガス・ディストリビューター605、ウエハー604、およびロボット・アーム602の上から見た図を示している。FOUP610は、EFEM（図示せず）の外側に位置決めされており、ロボット・アーム602は、EFEMの内部に位置する。FOUPベスティビュール625は、EFEM壁部の内部表面からFOUP610を分離することが可能である。

【0117】

図8では、ロボット・アーム602、バッファ・ガス・ディストリビューター605、ウエハー604、およびエンド・エフェクター693は、方向1にすべて一緒に移動させられ得、ウエハー604がFOUP610にアプローチするようになっている。そのような移動の間、バッファ・ガス・ディストリビューターは、ウエハー604にわたってバッファ・ガスを分配することが可能であり、それによって、EFEMにおける周囲環境への露出からそれを少なくとも部分的に遮断する。

【0118】

図9では、ロボット・アーム602、ウエハー604、およびエンド・エフェクター693は、方向1に沿って移動し続けることが可能であるが、バッファ・ガス・ディストリビューター605が取り付けられているサポート・アーム622は、時計回り方向2にスイングするように（他の実装形態では、サポート・アームは、反時計回り方向にスイングすることが可能である）回転ピボット623の周りで回転することが可能であり、バッファ・ガス・ディストリビューターがFOUPベスティビュール625を通り抜けることができるようになっている。

【0119】

図10では、エンド・エフェクター693、ロボット・アーム602、およびウエハー604は、方向4に沿って平行移動し続けているが、サポート・アーム622は、回転ピボット623の周りで時計回り方向3にスイングし続けている。見ることもできるように、ウエハー604は、ほとんど完全にFOUP610の中にあり、ロボット・アーム60

2、エンド・エフェクター 693、およびウエハー 604は、FOUP 610の中へ延在し続けることが可能であるが、サポート・アーム 622およびバッファー・ガス・ディストリビューター 605は、ウエハー 604が完全にFOUP 610の中になるまで回転し続ける。

【0120】

図11は、別の類似の実装形態を示しており、その実装形態では、サポート・アーム 1122は、サポート・アーム 1122がロボット・アーム 1102に対して平行移動することを可能にする平行移動メカニズム 1126、たとえば、リニア・ドライブ、ボール・スクリュウ、または他のリニア平行移動メカニズムを使用して、ロボット・アーム 1102に接続され得る。そのような実装形態では、エンド・エフェクター 1193がFOUP 1110の中へ挿入されるときに、バッファー・ガス・ディストリビューター 1105は、同じ速度でFOUP 1110から離れるように平行移動させられ得、したがって、バッファー・ガス・ディストリビューターがFOUPの中へ延在する範囲を制限する。したがって、いくつかの実装形態では、バッファー・ガス・ディストリビューターは、エンド・エフェクターの少なくともいくつかの移動にわたり、エンド・エフェクターに対して固定され得、たとえば、エンド・エフェクターがEFEMの中でウエハーを移動させているときに、および、バッファー・ガス・ディストリビューターがエンド・エフェクターと縦に並んで移動する際に、バッファー・ガス・ディストリビューターが他のコンポーネントと衝突するリスクが存在していないときに、それは、エンド・エフェクターに対して固定され得る。

【0121】

図12および図13は、ロボット・アーム 1102、エンド・エフェクター 1193、およびバッファー・ガス・ディストリビューター 1105がFOUP 1110に向けて方向1に沿って延在しているときの、そのような実装形態を示している。図13では、エンド・エフェクター 1193（視界から遮られている）、ウエハー 1104、平行移動メカニズム 1126、およびロボット・アーム 1102が、方向1に沿ってFOUP 1110の中へ延在し続けているが、サポート・アーム 1122およびバッファー・ガス・ディストリビューター 1105は、平行移動メカニズム 1126によって、反対側方向に、すなわち、方向2に平行移動させられている。これは、ウエハー 1104がFOUP 1110に載置されている間に、バッファー・ガス・ディストリビューター 1105がFOUPベスティブュール 1125の中で「待機する」ようにする。ウエハー 1104がFOUP 1110から引き出されている状況では、バッファー・ガス・ディストリビューター 1105およびサポート・アーム 1122は、同じ様式で動作させられ得、次いで、FOUP 1110からウエハー 1104を引き出すために、エンド・エフェクター 1193、ウエハー 1104、およびロボット・アーム 1102が方向2に平行移動させられるときに、方向1に平行移動させられる。

【0122】

バッファー・ガス・ディストリビューターの別の可能性のある実装形態が、図14および図15に示されている。この実装形態では、バッファー・ガス・ディストリビューター 1405は、パドル形状を形成しており、パドル形状は、エンド・エフェクターの長軸に対して概して横断方向の方向に、ウエハー 1404の上に全体には延在していない。このシナリオでは、バッファー・ガス・ディストリビューター 1405によって遮断されていないウエハー 1404の弦形状の領域が、少なくとも存在することが可能である。示されているもののように、いくつかの追加的なそのような実装形態では、バッファー・ガス・ディストリビューター 1405は、エンド・エフェクターの長軸に対して平行な方向にも、ウエハー 1404にわたって完全には延在していてもよい（明確化のために、エンド・エフェクターの「長軸」は、本明細書で使用されているように、エンド・エフェクターによって支持されているウエハーの中心を通過し、かつ、機械的なインターフェースがエンド・エフェクターをロボット・アームに取り付けるところも通過する軸線である）。たとえば、バッファー・ガス・ディストリビューター 1405は、そのような方向に、ウ

エハー 1404 の直径のほとんど、たとえば、90% 以上にわたって延在することだけが可能であり、バッファー・ガス・ディストリビューター 1405 が、その方向に沿って存在し得るウエハー支持機能部と重ならないようになっている。バッファー・ガス・ディストリビューター 1405 は、ウエハーの方を向く 1 つまたは複数の開口部またはバッファー・ガス・ディストリビューション・ポート（第 1 のガス・ディストリビューション・ポート）1434、および、ウエハーの露出させたエリアにわたってバッファー・ガスを流すことができる 1 つまたは複数の側部バッファー・ガス・ディストリビューション・ポート（第 2 のガス・ディストリビューション・ポート）1435 を有することが可能である。1 つまたは複数の第 1 のガス・ディストリビューション・ポート 1434 は、エンド・エフェクター 1493 の方を向くバッファー・ガス・ディストリビューター 1405 の底部表面 1431 に配置され得、また、ウエハー 1404 の上にバッファー・ガスを下向きに流すことが可能である。このバッファー・ガスは、次いで、ウエハー 1404 および／またはバッファー・ガス・ディストリビューター 1405 の周囲部に向けて半径方向外向きに流れることが可能である。この例では、1 つだけの第 1 のガス・ディストリビューション・ポート 1434 が示されているが、必要に応じて、底部表面 1431 の 1 つまたは複数の領域にわたって分配された複数のそのような第 1 のガス・ディストリビューション・ポートが存在することも可能であるということが理解されるべきである。第 2 のガス・ディストリビューション・ポート 1435 は、バッファー・ガス・ディストリビューター 1405 の上部表面 1432 と底部表面 1431 との間に広がるバッファー・ガス・ディストリビューターの側部表面に配置され得、また、概して水平方向に、すなわち、ウエハー 1404 の主要平面に対して概して平行に、バッファー・ガスを外向きに流すように構成され得る。これは、バッファー・ガスの薄い層またはカーテンを作り出す効果を有しており、バッファー・ガスの薄い層またはカーテンは、バッファー・ガス・ディストリビューター 1405 と重なっていないウエハー 1404 の部分を保護することを助けることが可能である。図 14 のような実装形態では、バッファー・ガスは、バッファー・ガス・ディストリビューター 1405 に一体化している 1 つまたは複数のガス・ディストリビューション通路 1436 によって、第 1 のガス・ディストリビューション・ポート 1434 および第 2 のガス・ディストリビューション・ポート 1435 に運搬され得る。たとえば、バッファー・ガス・ディストリビューターは、アルミニウム・プレートから作製され得、ガス・ディストリビューション通路 1436 が、アルミニウム・プレートの中へ機械加工されている。次いで、より薄いアルミニウム・カバー・プレートが、機械加工されたプレートにろう付けされ、または、そうでなければ結合され、バッファー・ガス・ディストリビューター 1405 を作り出すことが可能である。第 2 のガス・ディストリビューション・ポート 1435 も、同様にプレートの中へ機械加工され得、または、カバー・プレートが取り付けられた後に、プレートの側部の中へドリル加工され得る。

【0123】

バッファー・ガス・ディストリビューター 1405 がどの程度正確に作製されているかにかかわらず、バッファー・ガス・ディストリビューター 1405 は、半導体ウエハーのマルチ・ウエハー・スタックにおける半導体ウエハー同士の間で実際に挿入可能にするだけ十分に薄くなるように設計され得る。それに対応して、本明細書で説明されているバッファー・ガス・ディストリビューターおよびエンド・エフェクターは、垂直方向の軸線に沿って間隔を空けて配置され得、エンド・エフェクターおよびバッファー・ガス・ディストリビューターが、垂直方向の軸線に沿って、たとえば、ウエハーに対して垂直な方向に配列された、間隔を空けて配置された半導体ウエハーのスタックの中へ挿入可能であるようになっている。したがって、エンド・エフェクターおよびバッファー・ガス・ディストリビューターは、そのようなスタックされた半導体ウエハー同士の間のウエハー間ギャップ内に適合するように、それぞれ個別にサイズ決めされ得る。たとえば、半導体製造動作において使用されるさまざまな機器は、垂直方向に間隔を空けて配置されたスタックまたはアレイの中に複数の半導体ウエハーを支持することが可能である。本出願において説明されている F O U P は、1 つのそのようなマルチ・ウエハー・ストレージ・システムの例

である。F O U Pの中では、多数のウェハー、たとえば、25個のウェハーが、フィン、レッジ部、または、規則的にあけられた間隔でF O U Pの側壁部から突出する他のウェハー支持機能部によって支持され得る。これらのウェハー支持機能部、ひいては、それらが支持するウェハーは、垂直方向の軸線に沿って、互いに間隔を空けて配置され得、たとえば、各ウェハーが、およそ10mm（マイナス300mm直径ウェハーに関するウェハー厚さ、この厚さは、約0.75mmである）のウェハー間ギャップによって、それぞれの近隣のウェハーから分離されるようになっている。当然のことながら、この間隔は、機器に応じて変更することが可能であり、たとえば、450mmウェハーは、15mmだけ間隔を空けて配置され得る。したがって、バッファー・ガス・ディストリビューター1405は、ウェハー1404に対して垂直な方向に、および、半導体ウェハー1404と重なる領域において、9mm未満の厚さを有することが可能であり、エンド・エフェクターとバッファー・ガス・ディストリビューターとの間の移動クリアランスを許容することは、そのような厚さが、たとえば、ウェハー間ギャップ距離の恐らく約3分の1よりも小さい厚さまで（たとえば、3mm未満）減少するようにすることとなる。しかし、使用される特定の厚さは、当然のことながら、問題のツールの寸法的制約に依存しており、上記の例は、すべてのケースにおいて、本開示を3mm以下の厚さに限定するものとして見られるべきではない。

【0124】

バッファー・ガス・ディストリビューター1405と一緒に使用され得るマルチ・ウェハー・ストレージ・システムの他の例は、マルチ・ウェハー・カセット、バッファー、ストッカー、およびロード・ロックを含む。マルチ・ウェハー・カセットは、半導体処理ツールの中で使用され、ある位置から別の位置へ複数のウェハーを同時に搬送することが可能である。バッファーは、マルチ・ウェハー・ストレージ・システムであることが可能であり、マルチ・ウェハー・ストレージ・システムは、E F E Mの内側にあることが可能であり、または、E F E Mの内側からアクセス可能である。バッファーは、ウェハーをF O U Pに搬送する前に処理する間または後に、ウェハーを一時的に格納するために使用され得る。たとえば、半導体ウェハーは、処理の後に、および、F O U P（それは、典型的に、プラスチックから作製され、したがって、高温のウェハーとの接触によって損傷を受ける可能性がある）に載置される前に、冷える必要がある可能性がある。そのような半導体ウェハーは、待機用F O U Pの中へ運搬される前に、バッファーの中に一時的に置かれて冷却されることが可能である。ストッカーは、半導体処理ツールにおける半導体ウェハーの大型の格納位置としての役目を果たすシステムである。たとえば、ストッカーは、数十もの、または、さらには数百もの半導体ウェハーを一度に格納することが可能であり、また、カルーセルとしての役目を果たすように回転可能であることも可能である。ストッカーは、連続的な処理ステップに関する処理時間のミスマッチに起因して蓄積される半導体ウェハーを格納するために使用され得る。ロード・ロックは、ウェハーが異なる大気環境の間で通過することを可能にするエアロックである。たとえば、ロード・ロックは、大気環境からほぼ真空の環境または真空環境へウェハーを搬送するために使用され得る。ほとんどのロード・ロックは、1つだけのまたは2つのウェハーを一度に搬送するが、他のロード・ロックは、複数のウェハーを同時に搬送するための設備を有することが可能である。これらのタイプのマルチ・ウェハー・ストレージ・システムのそれぞれは、それ自身のウェハー間間隔を有することが可能であり、そのようなシステムとともに使用されるように構成されているバッファー・ガス・ディストリビューターは、そのようなシステムにおける近隣のウェハー同士の間のウェハー間間隔またはギャップ（マイナスウェハー厚さ）よりも小さい厚さを有するように設計され得る。たとえば、バッファー・ガス・ディストリビューターは、およそ2mmの厚さを有することが可能であり、たとえば、上部表面および底部表面のために0.5mmの厚さを有し、上部表面と底部表面との間に別の1mmの材料の厚さを備えることが可能である。

【0125】

バッファー・ガス・ディストリビューターの低減された幅Xに起因して、バッファー・

10

20

30

40

50

ガス・ディストリビューターは、F O U Pの中のウエハー支持構造体（それは、少なくともギャップYをそれぞれ有しており、ギャップYは、エンド・エフェクターの方を向いており、また、Xよりも大きい）と干渉することなく、任意の高さにおいてF O U Pの中へ完全に挿入され得る。たとえば、F O U P（または、他のマルチ・ウエハー・ストレージ・システム）が空になっており、そのようなバッファー・ガス・ディストリビューターが、図16に示されているように、ウエハーをF O U Pの中へ置くためにまたはウエハーをF O U Pから除去するために使用されるのと同じ程度に、F O U Pの中へ挿入されることとなる場合には、エンド・エフェクター1493およびバッファー・ガス・ディストリビューター1405は、ウエハー支持機能部1409と衝突することなく、F O U P1410の中で上向きにおよび下向きに移動させられ得、すなわち、そのような位置にあるときに、および、ウエハー1404に対して垂直な方向から見たときに、バッファー・ガス・ディストリビューター1405は、ウエハー支持機能部と重ならない。そのような実装形態では、バッファー・ガス・ディストリビューターの上部表面1432は、エンド・エフェクター1493とウエハーとの相互作用の間に、そのウエハーの直ぐ上方にあるウエハー支持機能部1409の下側面を通り過ぎて移動させられ得るので、バッファー・ガス・ディストリビューター1405がウエハー1404からさらに間隔を置いて配置されるか、または、より厚くなることを可能にする。したがって、この実装形態、および、後に説明されている他の実装形態などのような、いくつかの実装形態では、バッファー・ガス・ディストリビューターは、エンド・エフェクターのすべての移動の間、エンド・エフェクターに対して固定され得る。

【0126】

図17から図22は、そのようなバッファー・ガス・ディストリビューターの利点を実証している。図17から図19は、2つのウエハー支持機能部1409の詳細な部分的な側断面図を示している。各ウエハー支持機能部1409は、対応するウエハー1404のエッジを支持している。エンド・エフェクター1493は、隆起したパンプを備えて示されており、隆起したパンプは、ウエハー1404と重なるエンド・エフェクター1493の全体部分がウエハーに接触する場合よりも低減された接触面積で、ウエハー1404の下側面に接触することが可能である。ウエハー1408に実際に接触するようになるエンド・エフェクターの部分は、本明細書で「接触表面」と称され得る。図17から図19におけるウエハー1404は、0.75mmの厚さであり、また、エンド・エフェクター1493、バッファー・ガス・ディストリビューター1405、および、ウエハー1404を実際に支持するウエハー支持機能部1409の部分は、すべて2mmの厚さになっている。この例において、ウエハー1404は、10mmの中心間距離によって間隔を空けて配置されており、ウエハー1404の上部と、それらのウエハー1404の直接上方のウエハー支持機能部1409の最も下側にある表面との間に、7.25mmのギャップを結果として生じさせている。これらの条件の下で、エンド・エフェクター1493およびバッファー・ガス・ディストリビューター1405をウエハー・スタックの中へ挿入する間に、ウエハー1404とバッファー・ガス・ディストリビューター1405およびエンド・エフェクター1493との間に最大限可能なクリアランスを維持すること、ならびに、ウエハー1404の除去の間に、ウエハー支持機能部1409とウエハー1404およびバッファー・ガス・ディストリビューター1405との間に最大限可能なクリアランスを維持することが望まれる場合には、エンド・エフェクター1493およびバッファー・ガス・ディストリビューター1405は、エンド・エフェクター1493およびバッファー・ガス・ディストリビューター1405をウエハー・スタックの中へ挿入する間に、単に1.125mmの距離だけウエハー1404からずらされることとなる。エンド・エフェクター1493およびバッファー・ガス・ディストリビューター1405がウエハー・スタックの中へ完全に挿入された後に、エンド・エフェクター1493およびバッファー・ガス・ディストリビューター1405は、図18に示されているように、エンド・エフェクター1493がウエハー1404に接触するように上昇させられ得る。図19では、エンド・エフェクター1493、バッファー・ガス・ディストリビューター1405、およ

びウエハー１４０４がさらに上昇させられ、ウエハー１４０４と以前にそれを支持していたウエハー支持機能部１４０９の上部表面との間に、１．１２５mmのギャップが存在し、バッファー・ガス・ディストリビューター１４０５と持ち上げられているウエハー１４０４の直ぐ上方のウエハー支持機能部１４０９の下側面との間に、１．１２５mmのギャップが存在するようになっている。したがって、ウエハー・スタックとの間のエンド・エフェクター挿入／除去の間に、静止コンポーネントと可動コンポーネントとの間の垂直方向のクリアランスが、このシナリオでは、すべて１．１２５mmまで最大化され得る。

【０１２７】

図２０から図２２において見るように、バッファー・ガス・ディストリビューター１４０５の幅を低減させて、垂直方向の軸線に沿って見たときに、バッファー・ガス・ディストリビューター１４０５がウエハー支持１４０９と重ならないようにし、また、エンド・エフェクター１４９３およびバッファー・ガス・ディストリビューター１４０５が、ウエハー支持機能部１４０９に接触することなく、任意の高さにおいて、ウエハー・スタックの中に挿入され得るようになることによって、同じシナリオにおけるさまざまなコンポーネントの間の最大クリアランスは、クリアランス領域が４４％増加する、１．６２５mmまで増加し得る。これは、バッファー・ガス・ディストリビューター１４０５の上方の垂直方向のクリアランスが、除去されているウエハー１４０４の上方のウエハー支持機能部１４０９によって制限されるのではなく、その代わりに、除去されているウエハー１４０４の上方にあるウエハー１４０４によって制限されるからである。

【０１２８】

上記説明から明らかであるように、たとえば、関連するエンド・エフェクターによって搬送されているウエハーの全体幅にわたって延在しているわけではないバッファー・ガス・ディストリビューターを使用することによって、間隔を空けて配置されたウエハーのスタックの中へバッファー・ガス・ディストリビューターが完全に挿入されることが可能となる。これは、エンド・エフェクターが接続されているロボットによってウエハーが搬送されている間中にわたって、バッファー・ガスがバッファー・ガス・ディストリビューターからウエハーの上に流されることを可能にする。これは、たとえば、バッファー・ガス・ディストリビューターがウエハー・スタックの中へ挿入されるには大き過ぎ、また、エンド・エフェクターがバッファー・ガス・ディストリビューターの同伴なしでウエハー・スタックの中へ挿入されることを可能にするために、バッファー・ガス・ディストリビューターがエンド・エフェクターに対して移動しなければならない、システムとは対照的である。そのようなシステムでは、ウエハーは、ウエハー・スタックから引き出されるときに、バッファー・ガスによって一時的に遮断されない可能性があり、したがって、非バッファー・ガス雰囲気からの汚染および／または損傷をより受けやすくなっている可能性がある。

【０１２９】

いくつかの実装形態では、バッファー・ガス・ディストリビューターは、ウエハーの上にある必要はまったくなく、その代わりに、たとえば、スリット・ファン・ノズルであってもよく、スリット・ファン・ノズルは、ウエハーの周囲部における位置からウエハーの上にバッファー・ガスの薄い層を導く。このアプローチは、実装するのが最も容易である可能性があるが、この技法を使用してウエハーを直接的に遮蔽するということはまったく存在しない。それは、バッファー・ガス・ディストリビューター自身が、上方からアプローチする空気フローに対抗して、ウエハーの少なくとも一部のための不透過性の遮断部としての役目を果たす、本明細書で先に説明されているバッファー・ガス・ディストリビューターとは対照的である。この技法は、図２３および図２４に図示されている。たとえば、図２３および図２４では、ロボット・アーム２３０２は、スリット・ファン・ノズル２３３７を装備しており、スリット・ファン・ノズル２３３７は、バッファー・ガス供給部２３２４に接続されている。スリット・ファン・ノズル２３３７は、ウエハー２３０４がロボット・アーム２３０２のエンド・エフェクター２３９３によって支持されている平面の上方に位置決めされている。スリット・ファン・ノズル２３３７は、ウエハー２３０４

の表面にわたってファン形状のパターンでバッファー・ガス・フローを導くことが可能であり、それによって、ウエハー2304の上に局所化されたバッファー・ガス層を提供する。しかし、バッファー・ガス・ディストリビューター／スリット・ファン・ノズル2337によるウエハー2304の物理的な遮断部が存在していないので、そのような配置は、ウエハー2304を通り過ぎるかなりの空気フローが存在する環境に適さない可能性がある。図25は、バッファー・ガスをファン形状で外向きに流す単一のスリット・ファン・ノズル2337の代わりに、ノズル構造体2538が、ウエハー2504の外周部のかなりの部分、たとえば、25%ほど以上に沿って広がる1つまたは複数の出口エリアを有する1つまたは複数のノズルを含むことが可能であり、したがって、バッファー・ガスの薄い層がウエハー2504の露出させた上側表面全体にわたって分配されることとなることをかなりの確実性をもって提供することを除いて、同様の例を示している。

10

【0130】

図26から図30は、それぞれ、例示的なバッファー・ガス・ディストリビューターの等角図、切り欠き等角図、詳細の切り欠き等角図、側面図、および詳細側面図を示している。見ることができるよう、ロボット・アーム2602は、バッファー・ガス・ディストリビューター2605を伴うエンド・エフェクター2693を含む。ウエハー2604は、エンド・エフェクター2693によって支持されている。図28において見ることができるよう、バッファー・ガス・ディストリビューター2605は、バッファー・ガス通路2636を有することが可能であり、バッファー・ガス通路2636は、バッファー・ガス・ディストリビューター2605の底部表面に位置する第1のガス・ディストリビューション・ポート2634につながっており、それは、半径方向に配列された矢印によって示されているように、バッファー・ガスがバッファー・ガス・ディストリビューター2605の中心の近くからウエハー2604にわたって外向きに流れることを可能にする。また、バッファー・ガス通路2636は、側部表面2633に位置する複数の第2のガス・ディストリビューション・ポート2635にバッファー・ガスを供給することが可能であり、それは、図28における平行な矢印によって示されているように、エンド・エフェクター2693に対して反対の横断方向にバッファー・ガスを導くことが可能である。バッファー・ガス・ディストリビューター2605は、上側表面2632、および、反対側の底部表面（図示せず）を有することが可能である。図30において見ることができるよう、バッファー・ガス・ディストリビューター2605は、いくつかの部分をも有するものとして見られ得る。たとえば、バッファー・ガス・ディストリビューター2605は、ウエハーに対して垂直な方向から見たときにウエハー2604と重なっているバッファー・ガス・ディストリビューター2605の一部分2639と、そうならないバッファー・ガス・ディストリビューター2605の残りの部分の間で、分割され得る。同様に、バッファー・ガス・ディストリビューター2605は、バッファー・ガス・ディストリビューター2605の最も外側の半分、すなわち、部分2639の最も外側の半分2640の間で分割され得る（「半分」は、バッファー・ガス・ディストリビューター2605の全体というよりもむしろ、ウエハー2604と重なるバッファー・ガス・ディストリビューター2605の部分に基づいている）。

20

30

【0131】

上記の例から明らかになったように、バッファー・ガス・ディストリビューターは、関連付けられているエンド・エフェクターによって搬送されるウエハーの上方に配置され得る。そのうえ、少なくともいくつかの実装形態では、ウエハー平面に対して平行であり、かつ、エンド・エフェクターの長軸に対して垂直な方向に見たときに、バッファー・ガス・ディストリビューターの少なくとも最も外側の半分は、ウエハーと重なっておらず、たとえば、ウエハー2604を取り巻くまたは部分的に取り巻くようにバッファー・ガス・ディストリビューターの下側面から延在する垂直方向の壁部は存在していない。いくつかのさらなる実装形態では、ウエハー平面に対して平行な方向に沿って見たときに、および、エンド・エフェクターの長軸に対して垂直な方向に沿って見たときに、部分2639の中で、バッファー・ガス・ディストリビューター2605とウエハー2604との間に

40

50

重なりはまったく存在しなくてもよい。

【0132】

いくつかの文脈において、ロボット・アームによって搬送されているウエハーの周りに局所化されたバッファー・ガス環境を提供するために使用され得る別のタイプのバッファー・ガス・ディストリビューション・システムは、ベルヌーイ・タイプのエンド・エフェクターである。ベルヌーイ・タイプのエンド・エフェクターは、ウエハーがブレードエンド・エフェクターまたは他の構造体によって下方から支持されているのではなく、その代わりに、ベルヌーイ効果によってエンド・エフェクターの下に吊り下げられるものである。図74に描かれているようなエンド・エフェクターでは、エンド・エフェクター9593は、ウエハー9504と概略同一直径の、または、ウエハー9504よりも大きい直径のディスクであることが可能である。ディスクは、中間にガス・ポート9536を有することが可能であり、エンド・エフェクター9593が、ウエハー9504に極めて近接して保持されているときに（および、ウエハー9504が、エンド・エフェクター9593のディスク部分の上で中心に合わされているときに）、バッファー・ガスが、中央ガス・ポート9436を介して流され得る。次いで、バッファー・ガスは、ウエハー9504のエッジに向かって半径方向外向きに流れることとなる。この半径方向のガス・フローは、ベルヌーイ効果を発生させ、すなわち、ウエハー9504とエンド・エフェクター9593との間に低圧領域を発生させ、ウエハー9504の下側面の上の大気圧力によって、ウエハー9504がエンド・エフェクター9593に向かって押されることとなる。それと同時に、ウエハー9504とエンド・エフェクター9593との間を流れるバッファー・ガスの圧力は、ウエハー9504がエンド・エフェクター9593に接触しないようにする。エンド・エフェクター9593は、半径方向のストップ95103を有することが可能であり、半径方向のストップ95103は、ウエハー9504のエッジに接触し、ウエハー9504がエンド・エフェクター9593のディスク部分の上で中心に合わされた状態に維持し、エンド・エフェクター9593に対するウエハー9504の回転を防止する。また、ベルヌーイ効果を作り出すために流されているバッファー・ガスは、ベルヌーイ効果を提供することに加えて、上記に説明されているバッファー・ガス・マイクロクライメイトを提供することが可能である。したがって、ベルヌーイ・エンド・エフェクターは、いくつかの実装形態では、上記に説明されている別々のエンド・エフェクターおよびバッファー・ガス・ディストリビューターの実装形態の代わりに使用され得る。

【0133】

F O U Pおよび他のマルチ・ウエハー・ストレージ・システムにおけるマイクロクライメイト

搬送チャンバーまたは他の密閉された環境の保護の外側で起こるウエハー搬送動作の間のウエハー汚染を緩和または防止するために、上記に説明されているバッファー・ガスを装備したE F E Mおよびバッファー・ガス・ディストリビューターなどのようなシステムおよび技法を使用することに加えて、ウエハーは、また、マルチ・ウエハー・ストレージ・システムにおけるバッファー・ガスの導入を介して、マルチ・ウエハー・ストレージ・システムの範囲内で保護され得る。たとえば、先述のように、F O U Pは、一般に、バッファー・ガスで充填され、それらの中に含有されているウエハーを汚染または損傷から保護する。F O U Pは通過の間はシールされるので、それらは、バッファー・ガスで装填され得、バッファー・ガスは、F O U Pの中で搬送されているウエハーとともに、F O U Pの中にシールされている。しかし、F O U Pがロード・ポートにおいて結合されると、F O U Pの主開口部をシールするために使用されるドアが、フロント・オープニング・インターフェース・メカニズム（F I M）などを使用して取り外され得、F O U Pの中に含有されているウエハーにアクセスすることを可能にする。F O U Pのドアが取り外されると、内側にある可能性があるバッファー・ガスが、周辺環境の中へ自由に拡散することができ（そして、周辺環境における空気が、同様に、F O U Pの中へ自由に拡散することができる）。F O U Pドアが開けられた後のF O U Pの中のバッファー・ガス環境の喪失に対処するために、追加的なバッファー・ガスが、1つまたは複数のF O U Pバッファー・

ガス・ポートを介して、F O U Pの中へ流され得、1つまたは複数のF O U Pバッファ・ガス・ポートは、たとえば、バッファ・ガスを得るために、および、バッファ・ガスをF O U Pの内部に通すために、ロード・ポートの上のまたは半導体処理ツールの他の部分の上の特徴部と接続し得るポートである。F O U Pバッファ・ガス・ポートは、F O U Pがシールされた後にバッファ・ガスでF O U Pを「チャージする」ために初期に使用される同じポートであることが可能である。

【0134】

典型的なE F E Mは、1つまたは複数のロード・ポート・ユニットを装備することとなり、1つまたは複数のロード・ポート・ユニットは、典型的に、E F E M壁部における概して長方形の開口部と接続するように設計されている。ロード・ポート・ユニットは、1つまたは複数のプラットフォームまたはペDESTALを含むことが可能であり、1つまたは複数のプラットフォームまたはペDESTALは、F O U Pの上の対応する特徴部と接続する位置確定機能部または割り出し機能部をそれらの上に有している。これらの機能部は、F O U Pが、プラットフォームの上に設置されるときに、所望の位置に配置されることを確実にする。また、ロード・ポート・ユニットは、上下にスライドさせ得るドアを含むことが可能である。ドアは、取り外し可能なF O U Pドアに対して概して平行であり、また、ロード・ポート・ユニットがE F E Mの中に設置されるときに、E F E Mの内部を周囲環境から閉鎖することが可能である。F O U Pがプラットフォームの上に設置されているときに、F O U Pの取り外し可能なF O U Pドアは、ロード・ポート・ユニットのドアの方を向くことが可能である。ロード・ポート・ユニットのドアは、たとえば、フロント・オープン・インターフェース機構（F I M）を含むことが可能であり、フロント・オープン・インターフェース機構（F I M）は、取り外し可能なF O U Pドアに係合するように、および、F O U Pからそれを引き離すように作動させ得、それによって、F O U Pのシールを解く。取り外し可能なF O U PドアがF I MによってF O U Pから引き離されると、ロード・ポート・ユニットのドアが低下し、または、そうでなければ、脇へ移動し得、それとともに取り外し可能なF O U Pドアを担持する。取り外し可能なF O U Pドアが取り外され、脇へスライドさせられると、F O U Pの中のウェハーのスタック全体に、E F E Mの中のウェハー・ハンドリング・ロボットをアクセス可能にする。

【0135】

本発明者らのうちの何人かまたはすべては、取り外し可能なF O U Pドアが取り外された後に、バッファ・ガスがF O U Pを介して流される場合には、そのような配置は問題のある可能性があるということを決定した。F O U Pの大きい開口部に起因して（300 mmウェハーを担持するためのF O U Pは、少なくとも300 mmの幅、および、ウェハーの数に応じて、250 mmから300 mm以上の高さの開口部を有する可能性がある）、かなりの流量のバッファ・ガスが必要とされ、F O U Pの中に正圧を維持することを要求され得る（それは、E F E Mからの空気がF O U Pの中へ吸い込まれるまたは拡散すること（それが、F O U Pの中のウェハーのすべてを汚染する可能性がある場合）を防止するために、一般的に望ましい）。これは、そのような流量を維持するために必要とされるバッファ・ガスの体積に起因して、高価であり、および／または、安全リスクを提示する可能性がある。

【0136】

本発明者らのうちの何人かまたはすべては、F O U Pの中の正圧を維持するために必要とされるバッファ・ガス・フローの量を低減させるために、ロード・ポート・ユニットのドアが修正され得るということを決定した。図31において見られるように、設備空気ハンドラー3121を備えるE F E M 3111が示されており、E F E M 3111は、エンクロージャ3101ともみなされ得る。E F E M 3111は、床3143の上に置くことが可能である。E F E M 3111は、代替的に、バッファ・ガス・システムを装備したE F E Mであることが可能であり、たとえば、図1から図5のE F E Mと同様に、E F E M 3111の内部空間が、それを介して流されるバッファ・ガスを有することが可能であるようになっているということが理解されるべきである。また、E F E M 3111

は、ロード・ロックを介して、1つまたは複数のウエハー処理チャンバーおよび／またはウエハー搬送チャンバーに接続され得る（それは、示されていないが、どのように類似のそのような構造体がEFEM3111に対して配置され得るかという例に関して、図2を参照されたい）。EFEM3111は、エンド・エフェクター3193を備えるロボット・アーム3102をその中に配置することが可能であり、それは、EFEMを介してウエハー3104を搬送するために使用され得る。また、EFEM3111は、ロード・ポート・ユニット3113に接続され得、ロード・ポート・ユニット3113は、FOUP3110を支持するためのインターフェース3127を提供するか、または、FOUP3110を支持するためのインターフェース3127としての役目を果たす。FOUP3110は、バッファー・ガス供給部ポートまたはFOUPポート3195を有することが可能であり、それは、FOUP3110の内部空間の中へバッファー・ガスを導入するために使用され得る。FOUPシール31111は、FOUP3110をEFEM3111にシールし、バッファー・ガスがFOUP3110とEFEM3111との間のギャップの中に漏れ出ることを防止することが可能である（このシールは、他の図には示されていないが、それにもかかわらず、存在している可能性がある）。この例におけるFOUPポート3195は、FOUP3110の上部に配置されて示されているが、FOUPポート3195は、同様に、他の位置、たとえば、FOUP3110の底部に設置され得、それが、インターフェース3127の一部であるバッファー・ガス供給部ポート（図示せず）と相互作用し（接続され）得ることが理解されるべきである。ウエハー3104は、ウエハー支持機能部（または、ウエハー支持機能部）3109によって支持され得、それは、FOUP3110の内部表面に沿って配置され得、その上に支持されているウエハー3104を、垂直方向に分離されている半導体ウエハーのスタック3107の中に間隔をあけて置くようになっている。また、EFEM3111またはロード・ポート・ユニット3113は、移動可能な壁部またはドア3178を含むことが可能であり、移動可能な壁部またはドア3178は、駆動機構3158によって垂直方向に移動させ得る。駆動機構3158は、たとえば、ドア3178を垂直方向に上下に移動させるように使用され得るリニア・アクチュエーター、または、他の機械的なもしくは電気機械的なシステムであることが可能である。ドア3178は、下側半分部（フロント・オープニング・インターフェース機構（FIM）3142を装備しており、フロント・オープニング・インターフェース機構（FIM）3142は、取り外し可能なFOUPドア3141をFOUP3110から取り外すために使用され得、ウエハー3104が、FOUP3110から除去され、またはFOUP3110に載置されることを可能にする）および上側半分部を有することが可能である。水平スロット3146が、2つの半分部を効果的に分離することが可能である。従来のロード・ポート・ユニットでは、ドアは、水平スロット3146、または、ドア3178の上側半分部を含まないこととなる。

【0137】

図32において見るように、FOUP3110がロード・ポート・ユニット3113／インターフェース3127の上に設置されると、FIM3142が伸長し、取り外し可能なFOUPドア3141と接続することが可能であり、次いで、それは、図33に示されているように後退させ得る。取り外し可能なFOUPドア3141がFOUP3110から取り外されると、ドア3178が、駆動機構3158を使用して低下させられ得、水平スロット3146が、FOUP3110におけるウエハー3104のうちの1つとぴったりと合わされるようになっている。次いで、EFEM3111におけるロボット・アーム3102が、図34において見られるように、FOUP3110の中へ到達し、ウエハー3104を引き出すことが可能である。異なる位置におけるウエハーが望まれる場合には、図35において見られるように、ロード・ポート・ユニットのドアが移動させられ、水平スロットをその他のウエハーに整合させることが可能である。FOUPの中へ流されている任意のバッファー・ガスは、水平スロットによってFOUPから外へ流れることが可能であり、水平スロットは、FOUP開口部全体の断面積よりもかなり小さい断面積、たとえば、恐らくFOUP開口部のエリアの25分の1の断面積を有している

。また、F O U Pと水平スロットを有する壁部またはドアとの間のギャップを介してF O U Pから漏れ出るバッファー・ガスが存在する可能性がある。これらのパーツを互いに擦ることによって引き起こされる可能性がある過度の粒子発生を回避するために、この接続の中にシールを提供することは望ましくない可能性がある。しかし、水平スロットおよびこれらのギャップによって提供される流路は、全体として、F O U Pの内部空間とエンクロージャー／E F E Mの内部空間との間に、流量制限バリアを提供することが依然として可能である。これは、それに対応して、F O U Pの中に所望の程度の正圧を維持するために必要とされるバッファー・ガス・フローの量を低減させることが可能であり、それによって、コストを低減させ、安全性を高める。

【0138】

上述の設計のさらなる変形例が、図36に示されている。図36では、ロード・ポート・ユニット3613のためのドアは存在しておらず、E F E M3611が、水平スロット3646を含む壁部を有しており、水平スロット3646は静止している。また、E F E M3611は、ロード・ロックを介して、1つまたは複数のウエハー処理チャンバーおよび／またはウエハー搬送チャンバーに接続され得る（それは、示されていないが、どのように類似のそのような構造体がE F E M3611に対して配置され得るかという例に関して、図2を参照されたい）。この実装形態におけるロード・ポート・ユニット3613は、垂直方向の駆動機構3659を含み、F O U P3610を支持するプラットフォームまたはインターフェース3627がE F E M3611に対して上下に移動することを可能にする。E F E M3611は、F I M3642を含むことが可能であり、F I M3642は、F O U P3610が特定の垂直位置にあるときに、取り外し可能なF O U Pドア3641を取り外すことが可能である（図37および図38を参照）。次いで、ロード・ポート・ユニット3613は、F O U P3610におけるウエハー3604のうちの1つを水平スロット3646に整合させるように、低下させられ得る（または、F I M3642が位置する位置に応じて、上昇させられ得る）（図39を参照）。別のウエハー3604が望まれる場合には、F O U P3610は、他のウエハーを水平スロットに整合させるように、垂直方向に位置決めされ得る（図40を参照）。水平スロットを備える壁部またはドアのいずれかを備える実装形態は、上記の章において説明されているように、上記に概説されているような水平スロット機能部のそれらの共通の組み込みに起因して、本明細書で「水平スロットのコンセプト」と称され得る。そのような実装形態において使用される駆動機構は、水平スロット3146または3646と、マルチ・ウエハー・ストレージ・システムを支持するインターフェースとの間の、相対的な垂直方向の平行移動を提供することが可能であるということが理解されるべきである。

【0139】

図41は、別の例示的なE F E Mの側面図を示している。図41では、E F E M4111が示されており、E F E M4111は、図31から図35のE F E M3111と同様であり、図31から図35の要素の論述は、図41に示されている実装形態に対して等しく適用可能である。しかし、図41の実装形態は、バッファー・ガス・ディストリビューター4105をさらに含み、バッファー・ガス・ディストリビューター4105は、ウエハー・スタックにおけるウエハー同士の間のウエハー間ギャップの中へ挿入可能であり、それは、ウエハー4104のスタック4107の中へ挿入可能である、本開示において説明されているバッファー・ガス・ディストリビューターのいずれかであることが可能である。したがって、ウエハー4104は、結合されたF O U P4110の中にある間に、（F O U Pガス・ポート4195によって提供される）一定に流れるバッファー・ガス環境によって保護され得、また、ロボット・アーム4102およびエンド・エフェクター4193によってE F E M4111を介して搬送されている間に、バッファー・ガス・ディストリビューター4105によって提供される一定に流れるバッファー・ガスの層によって保護され得る。また、いくつかのそのような実装形態では、E F E M4111は、図1から図5に説明されているシステムと同様に、バッファー・ガス・システムを装備し、E F E M4111全体を介してバッファー・ガスを流すことも可能である。

【0140】

そのようなシステムでは、E F E M 4 1 1 1 のためのバッファー・ガス・システムは、ウエハー 4 1 0 4 が通過する位置において、E F E M 4 1 バッファー・ガス環境における設備空気の濃度を、非常に低いレベル、たとえば、1 0 0 パーツ・パー・ミリオン (p p m) まで低減させることが可能であり得るが、E F E M 4 1 0 0 の中へのさまざまなリーク経路に起因して、E F E M のバッファー・ガス環境における設備空気の濃度を、E F E M バッファー・ガス・ディストリビューション・システムを使用するものよりも低いレベルまで低減させることは実現可能でない可能性がある。しかし、E F E M バッファー・ガス・ディストリビューション・システムと併用して、スロット・ドア 4 1 4 6 およびバッファー・ガス・ディストリビューター 4 1 0 5 のうちの一方または両方を使用することによって、ウエハー 4 1 0 4 の周りの局所化された環境がパージされ得、ウエハー 4 1 0 4 の直ぐ近くの設備空気の濃度が、たとえば、1 0 p p m または 1 p p m までさらに低減するようになっている。設備空気のそのような低い濃度レベルを実現することは、いくつかの場合では、図 1 から図 5 の E F E M レベル・バッファー・ガス・ディストリビューション・システムを単独で使用しても、または、図 7 から図 3 0 のバッファー・ガス・ディストリビューターおよび図 3 1 から図 4 0 の水平スロットのコンセプトを、組み合わせもしくは個別に単独のいずれかで使用しても、実現可能でない可能性がある。しかし、図 1 から図 5 を参照して説明されているような E F E M レベル・バッファー・ガス・ディストリビューション・システムを、図 7 から図 3 0 のバッファー・ガス・ディストリビューターおよび図 3 1 から図 4 0 の水平スロットのコンセプト（組み合わせまたは個別のいずれか）と組み合わせて使用することから生じる相乗効果が存在し得、それは、そのような複合アプローチの実装形態が、そのような相乗的な組み合わせがないときに可能であるものよりも低い設備空気 p p m レベルを実現することを可能にする。これは、本明細書で説明されているアプローチまたは技法のいずれが使用されるかということにかかわらず、ウエハーに到達し得るいくらかの量の「望ましくない」ガスが常に存在する可能性があるからである。

【0141】

E F E M レベル・バッファー・ガス・ディストリビューション・システムのケースでは、一般的に、E F E M 全体を密閉することは、そのサイズおよびそれを行う法外なコストに起因して、実現不可能または非実用的であることとなる。結果として、一般的に、バッファー・ガスが E F E M を介して流されているときでも、E F E M を取り囲む周囲設備空気から E F E M の内部空間の中への漏洩が存在することとなる。そのような設備空気は、バッファー・ガスと混合され得、また、E F E M の中への設備空気のリーク速度は、E F E M の中への設備空気漏洩の量をさらに低減させるためにより緊密にシールされる、はるかにコストのかかる非実用的な E F E M 設計を実装することなく、または、はるかに高い流量のバッファー・ガスを使用することなく（はるかに高い流量のバッファー・ガスを使用することは、極めて高価である可能性があり、また、はるかに大量のバッファー・ガスが安全に廃棄される必要がある可能性がある）、安全性の問題をもたらす可能性がある）、E F E M における設備空気濃度の所望の最大レベルを得ることは困難になるようなものである可能性がある。

【0142】

同様に、エンド・エフェクター／ロボット・アームによって搬送されていかまたは F O U P の中に残っているウエハーに直ぐ隣接するエリアの中への、バッファー・ガス・ディストリビューターおよび／または水平スロットのコンセプトを取り囲む周囲空気またはガスの漏洩が存在する可能性もある。そのような実装形態では、ウエハーに到達する周囲空気またはガスの量は、バッファー・ガスの流量を増加させることによって低減する可能性があるが、所望の濃度レベルの周囲空気またはガスを実現するために必要とされるレベルまでバッファー・ガスの流量を増加させることは、実現可能でなく、または実用的でない可能性がある。そうすることは、たとえば、コストがかかり過ぎるまたは危険過ぎるバッファー・ガス流量を必要とする可能性がある。いくつかのケースでは、バッファー・ガス

の流量は、ウェハーの振動または移動を引き起こし得るレベルまで増加させる必要がある可能性があり、それは、一般的に望ましくない可能性がある。

【0143】

しかし、E F E Mバッファー・ガス・ディストリビューション・システムが、図7から図30のバッファー・ガス・ディストリビューターおよび図31から図40の水平スロットのコンセプト（組み合わせまたは個別のいずれか）と協力して使用される場合には、E F E Mバッファー・ガス・ディストリビューション・システムは、E F E Mにおける周囲環境における設備空気の濃度を第1のレベルまで低減させることが可能であり、第1のレベルは、十分に低く、E F E M体積の中に依然として残っている、ウェハーに到達する設備空気が、非常に低い量で存在しているので、図7から図30のバッファー・ガス・ディ

10

【0144】

先に述べられたように、ロード・ポート・ユニットは、水平スロットをその中に有する移動可能なカバー・プレートまたはドアを装備していることが可能であり、水平スロットは、一度に1つのウェハーがF O U Pからカバー・プレートまたはドアを介して取り出されることを可能にするようにサイズ決めされている。カバー・プレートまたはドアは、垂直方向に移動させられ得、F O U Pにおける異なるスロット位置からウェハーが取り出されることを可能にする。カバー・プレートまたはドアは、事実上、F O U Pの開口した部分のほとんどを閉鎖し、したがって、F O U Pから外へのバージ・ガスの流量を制限することが可能である。また、ロード・ポート・ユニットの背面にエンクロージャー体積が存在することも可能であり、すなわち、エンクロージャー体積は、カバー・プレートとF O U Pとの間に配置されており、窒素で充填される閉じた保護体積を提供する。また、この体積は、ロード・ポート・ドア機構が閉じているかまたは開いているかということにかかわらず、ロード・ポート・ドア機構をカバーすることが可能である。追加的に、F O U Pは、ロード・ポート・ユニットの前面表面にシールされ、そのギャップからの窒素フローを防止することが可能である。実際には、バージ・ガスは、単に、スロットを通して、および、カバー・プレートとF O U Pまたはエンクロージャー体積との間のギャップを通して外へ流れることが可能であり、このギャップは、たとえば、およそ1ミリメートルまたは数ミリメートルであることが可能である。したがって、バージ・ガスが、F O U Pの開口した部分全体から、すなわち、ウェハーの直径よりも幅が広く、かつ、F O U Pにおけるウェハー・スタック高さよりも高い開口部を通して、流れることができる実装形態と比較して、バージ・ガスがF O U Pから出ていくために流れることができる断面積は、スロット・ドアを使用するときはかなり低減させられ得る。

20

30

【0145】

また、いくつかの実装形態では、ウェハー搬送が起こっていないときには、カバー・プレートは、より低い窒素フローが使用され得るように、および、追加的なウェハー保護が提供され得るように、スロットが（上または下で）遮断される位置へ、移動する能力を有することが可能である。

40

【0146】

図42は、スロット・ドアなしの（それは、取り外されている）ロード・ポート・ユニット4213を示している。見ることにできるように、ウェハー・スタック4207全体が、開口部を介して同時にアクセスされ得、開口部は、ウェハー・スタックの高さよりも高さが高く、ウェハー直径よりも幅が大きい。F O U P 4210がロード・ポート・ユニット4213のインターフェース4227の上に配置されている間に、窒素または他のバッファー・ガスが、F O U P 4210を介して流されることとなる場合には、バージ・ガスは、この開口部のサイズを前提として、高い体積流量で供給される必要があることとなり、これを実現すると、F O U Pの中に十分に高い過圧を維持し、E F E MからF O U Pの中への逆流を防止するようになっている。

50

【0147】

図43は、このロード・ポート・ユニット4213が、平行移動可能なまたは移動可能なカバー・プレート／スロット・ドア4278を装備しているということを除いて、図43にあるものと同じロード・ポート・ユニット4213を示している。スロット・ドア4278は、水平スロット4246をその中に有することが可能であり、水平スロット4246は、ウエハー直径よりも幅が大きい、図42の開口部とは対照的に、スロットは、垂直方向にはるかに小さくなっていることが可能である。いくつかの実装形態では、スロットは、ウエハー・スタックにおけるウエハー間間隔とおおよそ同じ高さであることが可能である。示されているような、他の実装形態では、水平スロット4246は、その長さに沿って2つ以上の異なる高さを有することが可能である。たとえば、水平スロット4246は、一方の高さ（「A」）および第2の高さ「B」を有することが可能であり、一方の高さ（「A」）は、ウエハーがFOUPの中へ挿入されるかまたはFOUPから除去されるときに、ウエハー・クリアランスを可能にするようにサイズ決めされているが、少なくとも、高さの間のウエハー・間隔の2倍よりも小さく、また、第2の高さ「B」は、高さ「A」よりも大きく、たとえば、高さ「A」よりも2倍から3倍大きくまたは高い。このより高い高さの領域は、ウエハーを回収または設置するために、エンド・エフェクターがFOUPの中へ到達するために必要とされ得る追加的なクリアランスを可能にするようにサイズ決めされ得る（エンド・エフェクター自身は、非常に薄く、たとえば、1～2mmであることが可能であるが、それは、かなり太いロボット・リスト・ジョイントまたは他のハードウェアに接続されている可能性がある）。したがって、水平スロットの中間部分は、中間部分のそれぞれの側にある側方部分よりも高い高さ（「B」）を有することが可能であり、側方部分は、より低い高さ（「A」）を有することが可能である。そのような実装形態では、「B」の高さの領域の幅は、増加した高さのエリアにおいてスロット・ドアを通り抜けることができるエンド・エフェクターおよび／またはロボット・アーム・コンポーネントの幅よりもわずかに大きく、たとえば、数mm以上大きくサイズ決めされ得る。そのような可変高さの水平スロットは、必要に応じて、本明細書で説明されている水平スロットのコンセプトのいずれかで使用され得るということが理解されるべきである。いくつかのそのような場合では、水平スロットの中間部分は、側方部分の下方に延在し、エンド・エフェクターの追加的な厚さを収容することが可能であるが、そうでなければ、上部エッジに沿って側方部分と同一平面になっていてもよい。他の実装形態では、中間部分は、側方部分の上方に延在することが可能であるが、側方部分の底部エッジと同一平面になっていてもよい。そして、さらなる他の実装形態では、中間部分は、側方部分の上方および下方に延在していてもよい。スロット・ドアは、ロード・ポート・ユニットの中で垂直方向に移動させられ得、スロットを上下に移動させるようになっている。

【0148】

図44および図45に示されているような、いくつかの実装形態では、スロット・ドア4278は、下（図44）または上（図45）に移動させられ得、水平スロット4246がロード・ポート・ユニット4213の前面表面4297の後ろに隠されるようになっており、それによって、ガス・フローに対してスロットを効果的に「閉じる」（いくらかの少量の漏洩は依然として起こる可能性はあるが、スロットを通るガス・フローの大部分は、そのような構成で遮断されることとなる）。使用の間に、スロット・ドア4278は再位置決めされ得、たとえば、3つの異なるウエハー位置に関して図46、図47、および図48に示されているように、スロットがFOUP4210におけるウエハーのうちの1つの回収または設置を可能にする位置にあるようになっている。スロット・ドア4278は、ボール・スクリュウ、空気圧式のアクチュエーター、もしくは油圧アクチュエーターなどのような、リニア・アクチュエーターまたは他の駆動機構（図示せず）によって、ロード・ポート・ユニットの中で垂直方向に駆動され得る。駆動機構は、たとえば、エンクロージャー体積4296の中に配置され得（図44を参照）、エンクロージャー体積4296は、また、取り外し可能なFOUPドア（それは、これらの単純化された表現の中には含まれていない）を取り外すためのハードウェアおよびメカニズムを囲むことが可能で

ある。

【0149】

本明細書での例は、スロット・ドアまたは同様のスロット状の構造体を介して、一度に1つだけのウェハーを回収または挿入するためのスロット・ドアのコンセプトに焦点を当ててきたが、これらのコンセプトは、スロット・ドアまたは他のスロットを含有する構造体を介して、スロットが一度に2つ以上のウェハーの挿入または回収に適応するようにサイズ決めされている、スロットのコンセプトまで拡張され得るということが理解されるべきである。そのようなケースでは、スロットは、2つ、3つ、4つ、または、それ以上のウェハーを一度に収容するようにサイズ決めされ得るが、スロットは、常に、十分に小さくなっており、スロット・ドアまたは同様のスロット構造体を有する装置におけるウェハー・スタック全体が、スロットを介して同時に挿入または回収されることができないようになっている。

10

【0150】

スロット・ドア技術は、さまざまな異なるタイプの半導体ウェハー・ハンドリング機器とともに使用され得、その半導体ウェハー・ハンドリング機器は、ウェハー・ハンドリング・ロボットまたは他のタイプのウェハー・ハンドリング・デバイスが、個別に、または、ハンドリング機器におけるウェハーの全数よりも少ない数で、それらのウェハーと相互作用することを可能にしながら、複数のウェハーを同時に含有することが可能である。FOUPは、そのようなマルチ・ウェハー・ストレージ・システムの1つの例であるが、そのような実装形態の他の例が、下記に、または、本開示の他の位置に説明されている。たとえば、スロット・ドアのコンセプトは、（より詳細に本明細書で説明されているような）ウェハー・アライナー、（より詳細に本明細書で説明されているような）ロード・ロック、計測ステーション、（より詳細に本明細書で説明されているような）バッファー・ステーション、（より詳細に本明細書で説明されているような）ロード・ポート、粒子リムーバー、ウェハー・トンネルなどとともに使用され得る。一般に、本明細書で説明されているスロット・ドアのコンセプトは、バッファー・ガス環境の中に保持されている任意のマルチ・ウェハー・ストレージ・エリアまたはコンポーネントと、大気条件になっている隣接環境との間を区切るために使用され得る。

20

【0151】

図49から図53に示されている別の実装形態では、スロット・ドアが、ウェハー・バッファーと併用して使用され得る。ウェハー・バッファーは、（EFEMの外部にあるインターフェースの上に支持されているFOUPと比較すると、）たとえば、EFEMにおけるインターフェースの上に支持され得、また、処理段階の間の特定の条件下でウェハーを一時的に格納するために使用され得る。バッファーの中に位置するウェハーを酸化または他のタイプの損傷から保護するために、ウェハー・バッファーは、たとえば、加熱され得、また、パージ・ガスまたは不活性ガスを供給され得る。多くの点において、図49から図53のウェハー・バッファーの実装形態は、この文書で先に説明されているスロット・ドアFOUPロード・ポートの実装形態と同様であることが可能であるが、ウェハー・バッファーは、典型的に、FOUPのケースのように、取り外しを必要とするドアを有しないことが可能である。

30

40

【0152】

図49から図53に示されているように、ウェハー・バッファー4928は、インターフェース4927の上に置かれ得、インターフェース4927は、スロット・ドア4978を垂直方向に上下に移動させるためのリニア・アクチュエーターまたは駆動機構4958を組み込むことが可能である。スロット・ドア4978における水平スロット4946は、1つのリニア・アクチュエーター位置（図52を参照）において、ウェハー・バッファー4928における最も低いウェハー位置に整合するように、および、別のリニア・アクチュエーター位置（図50を参照）において、バッファーにおける最も高いウェハー位置に整合するように位置決めされ得る。同時に、スロット・ドア4978自身は十分に大きいので、水平スロット4946がどの位置にあるかということにかかわらず、スロット

50

・ドア4978がウエハー・バッファ4928の前面を閉鎖することが可能である。したがって、以前のスロット・ドアの実装形態と同様に、ウエハー・バッファ4928を通して流れるバッファ・ガス、たとえば、パージ・ガスまたは不活性ガスは、水平スロット4946を介して、または、スロット・ドア4978とウエハー・バッファ4928ハウジングとの間に存在し得るギャップを通して、のいずれかによって、ウエハー・バッファ4928から出ていくことが可能である。このギャップは、非常に小さく、たとえば、およそ数ミリメートルであることが可能であるので、バッファ・ガスを逃がすために利用可能な断面フロー・エリアは、ウエハー・バッファ4928の開口部の断面フロー・エリアと比較して、全体として非常に小さい。

【0153】

図53は、図49から図52のウエハー・バッファ4928の一部分の側断面図を示している。見るができるように、ウエハー・バッファ4928は、ウエハー4904のアレイを支持しており、ウエハー4904は、対応するウエハー支持機能部4909の上にそれぞれ支持されている。また、これらのウエハー支持機能部、または、これらと同様のウエハー支持機能部は、本明細書で説明されている他のマルチ・ウエハー・ストレージ・システムにおいて使用され得る。

【0154】

スロット・ドアが使用され得る別の実装形態は、ウエハー・アライナーである。ウエハー・アライナーは、ターンテーブルを備えたデバイスであり、ターンテーブルは、ウエハーを回転させることが可能であり、ウエハーが所望の配向に整合させられるようになっており、その後、ロボット・アームが、その角度配向が望まれる別のステーションに搬送するためにウエハーをピック・アップすることが可能である。いくつかのウエハー・アライナーでは、スペースが、ウエハー・アライナーの上方に設けられ、追加的なウエハーを格納または一時的に格納することが可能である。図69から図72は、そのようなウエハー・アライナーの例を示している。

【0155】

図69から図72では、バッファ・ステーションを備えるウエハー・アライナー69104が示されている。ウエハー・アライナー6904は、その内部空間の中にアライナー・ターンテーブル69108を含むことが可能である。アライナー・ターンテーブル69108は、その中心軸線の周りで回転することができるとともに、中心軸線に沿って、たとえば、垂直方向に平行移動することができる。リフト・ピン69107のパターンが、ターンテーブル回転包絡線よりも大きい直径を有する円形アレイで配置され得る。アライナー・ターンテーブル69108がリフト・ピン69107のレベルの下方の位置に低下している間に、ロボット・エンド・エフェクター（図示せず）は、リフト・ピン69107の上にウエハー6904を置くことが可能である。ロボット・エンド・エフェクターが引き出された後に、アライナー・ターンテーブル69108が上昇し、リフト・ピン69107からウエハー6904をピック・アップすることが可能である。ウエハー6904がリフト・ピン69107から離れると、アライナー・ターンテーブル6904が回転し、ウエハー6904の所望の角度アライメントを実現することが可能である。ウエハー6904が整合させられると、ウエハー6904が、アライナー・ターンテーブル69108によってさらに持ち上げられ得る。そのような動作の前に、示されている後退可能なサポート69106が、それらのそれぞれのサポート・アクチュエーター69105に向かって後退させられ得、ウエハー6904が衝突することなく後退可能なサポート69106のそばを通り過ぎることが可能である。アライナー・ターンテーブル69108が後退可能なサポート69106よりも高くウエハー6904を上昇させた後に、後退可能なサポート69106は、ウエハー6904に向けて延在させられ得、後退可能なサポート69106が、アライナー・ターンテーブル69108がその後に低下させられるときに、下方からウエハー6904を支持することができるようになっている。後退可能なサポート69106が適正な延在させられた構成になると、アライナー・ターンテーブル69108がより低い位置へ戻され、それによって、ウエハー6904を後退可能なサポート

10

20

30

40

50

69106の上に残すことが可能である。次いで、ロボット・エンド・エフェクター（または、別のロボットからの同様のエンド・エフェクター）が、ウエハー6904の下にスライドさせられ得、ウエハー6904が、後退可能なサポート69105から持ち上げられること、および、アライナー69104から引き出されることを可能にする。他方のウエハー6904'が後退可能なサポート69106によって支持されている間に、一方のウエハー6904が整合させられ得るということが理解されるべきである。また、ウエハー・ストレージの複数のレベルが、それ自身の後退可能なサポート69106のセットをそれぞれ備えており、そのようなアライナー69104の中に含まれ得るということも理解されるべきである。

【0156】

また、いくつかの実装形態では、アライナー・ターンテーブルは、2つの軸線において水平方向に平行移動するように構成され得、回転方向に整合させられたウエハー6904がXおよびY方向に整合させられること、すなわち、中心を合わされることを可能にする。いくつかの代替的なそのような実装形態では、アライナー・ターンテーブル6904は、平行移動が可能でなくてもよいが、後退可能なサポート69106は、そのような移動が可能であり、ウエハー6904が後退可能なサポート69106によって支持されている間に、そのようなセンタリングが、ウエハー6904に対して実施され得る。

【0157】

蓋部がアライナー69104の上にあるときに、アライナー69104は、ロボットの方を向いている部分とは別に、大部分がシールされている内部空間を有することが可能である。この実装形態では、この部分は、本明細書で説明されている他のスロット・ドアの実装形態に関して上記に説明されている水平スロットと同様に、水平スロット6946を備えるドア6978の後ろで大部分が閉鎖されており、水平スロット6946は、単一のウエハー6904がウエハー・アライナー69104の中へ挿入されることまたはウエハー・アライナー69104から引き出されることを可能にする。したがって、バッファー・ガスがウエハー・アライナー69104の中へ導入され、バッファー・ガスによってウエハー・アライナー69104にわずかに超過圧力をかけ、それによって、中にあるウエハー6904を保護する場合には、超過圧力を維持するために必要とされるバッファー・ガス・流量のレベルは、開口した前面を備える実装形態において必要とされることとなるものよりもかなり低下させられ得る。

【0158】

図70に見られるように、ウエハー6904がウエハー・アライナー69104の下側位置の中へ挿入されるときまたはウエハー・アライナー69104の下側位置から引き出されるときに、水平スロット6946が、リフト・ピン69107のウエハー支持平面に整合させられるように、ドア6978が下降され得る。図71では、ドア6978が上昇させられており、水平スロット6946を後退可能なサポート69106のウエハー支持平面に整合させるようになっている。これは、ウエハー6904がウエハー・アライナー69104の上側位置の中へ挿入されることまたはウエハー・アライナー69104の上側位置から引き出されることを可能にする。図72では、ドア6978がさらに上昇させられており、水平スロット6946が蓋部と重なるようになっている。この位置決めは、ウエハー・アライナー69104からのガス流路の断面積をさらに低減させるために使用され得、ウエハー・アライナー69104の中に所望の超過圧力環境を依然として維持しながら、パージ・ガス流量の減少を可能にする。

【0159】

別の実装形態では、スロット・ドアは、マルチ・ウエハー・ロード・ロックとともに使用され得、マルチ・ウエハー・ロード・ロックでは、ウエハーが、個別にロードまたはアンロードされ得る。図73は、2ウエハー式のロード・ロック9629の例を示しており、2ウエハー式のロード・ロック9629は、ロード・ロック9629の大気側／製作設備側にドア9678を装備している。ドアは、その中に水平スロット9646を有することが可能であり、また、本明細書で説明されている他のスロット・ドアのコンセプトと構

10

20

30

40

50

成が同様であることが可能である。図73では、ロード・ロック9629は、このケースでは、2つのウエハー9604を支持するための内部ウエハー支持機能部（図示せず）を有することが可能である。ロード・ロック9629は、ロード・ロック・チャンバーの両側端部に位置するゲート・バルブ96109または他の密閉ドアを有することが可能である。ゲート・バルブ96109のゲート96110は、閉位置と開位置の間でそれぞれ動作可能であり得る。閉位置では、ゲート96110は、ロード・ロック9629チャンバー体積を密閉することが可能であり、ロード・ロック・チャンバーが真空ポンプ（図示せず）によって真空までポンプ・ダウンされることを可能にする。ロード・ロック・チャンバーが十分に低い圧力環境に到達するときに、処理環境ゲート・バルブ96109が開けられ得、ウエハー・ハンドリング・ロボットが、ロード・ロックからウエハー9604を除去することが可能である。

10

【0160】

ウエハーをロード・ロック9629から除去するために、または、ウエハーをロード・ロック9629の大気側／工場側からロード・ロック9629の中へ挿入するために、ロード・ロック9629は、最初に、たとえば、示されているバッファー・ガス入口部9689を介して、ロード・ロック9629の中へバッファー・ガスを流入させることによって、大気圧力条件と等しくされ得る。そのような均等化がなければ、大気側ゲート・バルブ96109を開けることが困難である可能性があり（または、そのようなバルブは、圧力差に起因して損傷を受ける可能性がある）、また、大気側ゲート・バルブ9609が開けられている場合には、ロード・ロック9629の内部におけるより低い圧力によって、周囲空気がロード・ロック・チャンバーの中へ引き込まれる可能性があり、それは、ウエハー9604を汚染する可能性がある。バッファー・ガスを使用して、ロード・ロック・チャンバー圧力を製作設備の大気圧力と等しくすることによって、そのような望ましくない効果が防止される。圧力が等しくなると、大気側ゲート・バルブ9629が開けられ得る。大気側ゲート・バルブ96109が開けられている間に、バッファー・ガスは、ロード・ロック9629の中へ流されることが可能である。この流量を維持することによって、ロード・ロック・チャンバーは、周囲大気圧力に対してわずかに超過圧力をかけられ得、それによって、周囲空気がロード・ロック・チャンバーの中へ流れて、それが潜在的にウエハーを汚染し得ることを防止する。

20

【0161】

このわずかな超過圧力を維持するために必要とされるバッファー・ガス・フローの量を低減させるために、ロード・ロック9629は、水平スロット9646を備えるドア9678を装備することが可能である。見ることができるように、ドア9678は、水平スロット9646を有することが可能であり、水平スロット9646は、ウエハー9604が1つずつロード・ロック9629から引き出されることまたはロード・ロック9629の中へ挿入されることを可能にするだけ十分に大きい。しかし、また、ドア9678は、ロード・ロック・チャンバーからのバッファー・ガスのフローのほとんどを遮断するだけ十分に大きい。繰り返しになるが、小さいギャップが、ドア9678とロード・ロック・チャンバーとの間に存在し得、ドア9678とロード・ロック・チャンバーとの間の物理的な接触（ひいては、粒子状物質発生の可能性）が低減されまたは最小化されるようになっている。ドア9678は、必要に応じて、一方のウエハー9604または他方のウエハー9604に対応する位置の間で垂直方向に移動させられ得、所望のウエハー9604がロード・ロック・チャンバーの中へ挿入されることまたはロード・ロック・チャンバーから除去されることを可能にするように、水平スロット9646を位置決めするようになっている。

30

40

【0162】

いくつかの場合では、静止している水平1つまたは複数のスロットを備える同様の実装形態が使用され得るということが理解されるべきである。たとえば、ウエハー搬送通路、または、ウエハーが横断する他のルートを閉鎖するために、半導体処理ツールにおいて一般に使用されるゲート・バルブまたはスリット・バルブは、通常、バルブ製造業者から購

50

入され、そのようなバルブの選択は、かなり限定される可能性がある。したがって、バルブを通り抜けることとなるウェハーの最大断面積の周りに、非常に小さい垂直方向のクリアランス、たとえば、2.5 mmのクリアランスを有する、スリット・バルブまたはゲート・バルブを得ることは、そのような小さいアパーチャーのスリット・バルブが市販されていない可能性があるので、実現可能ではない可能性がある。しかし、本明細書で先に説明されているように、スリット・バルブまたはゲート・バルブの前または後ろのいずれかに、水平スロットを備える静止プレートを設置することによって、スリット・バルブまたはゲート・バルブが単独でできるよりも大きい程度まで、ロード・ロックからのバッファー・ガスの流量を制限することが可能である。

【0163】

10

非EFEM環境における使用

また、本発明者らのうちの何人かまたはすべては、EFEMなしの半導体処理ツールの文脈において、本明細書で説明されているバッファー・ガス・マイクロクライメイト・システムのうちの1つまたは複数、たとえば、水平スロットのコンセプトおよび／またはバッファー・ガス・ディストリビューターなどのようなシステムを実装することを考え出した。そのようなシステムは、半導体ウェハーがEFEMまたはFOUPの保護の外側で大きい距離を通過する可能性がある、非常に大型のマルチ・ステーション半導体処理ツールの文脈において、特に有用性のあるものである可能性がある。そのような大型のマルチ・ステーション半導体処理ツールのそのような例は、非常に大きい可能性があるので、そのようなツールの内部空間は、それがウェハー搬送エリアの周りにエンクロージャーを有することとなる場合には、非常に大きくなることとなり、（EFEMに関して図1から図5に示されているものと同様の）グローバル・バッファー・ガス・ディストリビューション・システムを実装することは、望ましくはエンクロージャーの中に低濃度の設備空気を実現するために、膨大な量のバッファー・ガスがエンクロージャーを介して流されることを必要とすることとなる。そのようなバッファー・ガス・流量は、先に説明されているように、重大なコストの問題および／または安全性の問題を提示することとなる。

20

【0164】

しかし、そのような半導体処理ツールのウェハー搬送体積全体を介してバッファー・ガスを流すことは実現不可能であるとしても、そのような半導体処理ツールによってハンドリングされるウェハーは、本明細書で説明されているさまざまなバッファー・ガス・マイクロクライメイト・システムのうちの1つまたは複数の使用を通じて、依然として有益に保護され得る。

30

【0165】

大型のマルチ・ステーション半導体処理ツールの1つの例は、マルチ・ステーション・クリーナーまたはクリーニング・ツールである。そのようなツールでは、複数の半導体処理チャンバー、たとえば、クリーニング・チャンバーが、3次元空間において異なる位置に位置決めされ得る。何らかのシャーシーまたはフレームワークは、異なる位置において半導体処理チャンバーを支持することが可能である。このシャーシーまたはフレームワークは、スペースフレーム構造であることが可能であり、また、それを囲むパネルまたは壁部を有していても有していなくてもよい。

40

【0166】

図54では、マルチ・ステーション・クリーニング・ツールが、側面図で示されている。マルチ・ステーション・クリーニング・ツールは、リニア・アクチュエーター、または、ボール・スクリュウなどのようなドライブによって駆動される、トラック、コンベヤー・ベルト、またはプラットフォームなどのような、水平コンベヤー・システム5480を含むベースを有することが可能であり、また、マルチ・ステーション・クリーニング・ツールは、垂直コンベヤー5484としての役目を果たすために、その長さに沿ってさまざまな位置に位置する、垂直リフト・トラックまたはアクチュエーターを有することが可能である。また、複数のプロセス・チャンバー5474、たとえば、クリーニング・ステーション5474Aから5474が存在することが可能であり、それらは、ベースの長軸に

50

沿って位置する。いくつかの実装形態では、そのようなプロセス・チャンバー 5 4 7 4 は、たとえば、図 5 4 に示されているように、異なる高さにおいて、2 つ以上の水平方向の平面の中に配置され得る。各プロセス・チャンバー 5 4 7 4 は、ウエハー・ロード・スロットもしくはポート 5 4 9 4、または、他のインターフェースを有することが可能であり、他のインターフェースは、処理の前にウエハー 5 4 0 4 を受け入れるように構成されており、または、それを介して、処理の後に、処理されたウエハー 5 4 0 4 がプロセス・チャンバー 5 4 7 4 から除去され得る。

【0 1 6 7】

ウエハー 5 4 0 4 は、マルチ・ウエハー・ポッドまたはカセット 5 4 7 3 を使用して、グループで、たとえば、5 個または 1 0 個のグループで、ツールを介して搬送され得る。図 5 5 は、マルチ・ウエハー・カセット 5 4 7 3 の側断面図を示している。これらのマルチ・ウエハー・カセットまたはポッド 5 4 7 3 は、ハウジング 5 4 9 8 を含むことが可能であり、ハウジング 5 4 9 8 は、たとえば、スタックされた間隔を空けて配置された配置 5 4 0 7 でウエハー 5 4 0 4 を支持する複数のレッジ部または他のウエハー支持機能部 5 4 0 9 をその中に有している。各マルチ・ウエハー・カセットまたはポッド 5 4 7 3 は、水平スロット 5 4 4 6 を含む 1 つまたは複数のスロット・ドア 5 4 7 8、すなわち、スライド・ドア 5 4 7 8 を有することが可能であり、それは、前面開口部 5 4 7 6 および後面開口部 5 4 7 7 などのような、マルチ・ウエハー・カセットまたはポッド 5 4 7 3 の 1 つまたは複数の開口端部を閉鎖する。スロット・ドア 5 4 7 8 は、スロット・ドア・アクチュエーターまたは駆動機構 5 4 7 9 に接続され得、スロット・ドア・アクチュエーターまたは駆動機構 5 4 7 9 は、スロット・ドア 5 4 7 8 を垂直方向にスライドさせるように構成されており、マルチ・ウエハー・ポッドまたはカセット 5 4 7 3 におけるウエハー支持位置のいずれかに対応する位置に、水平スロット 5 4 4 6 を位置決めするようになっている。スロット・ドア 5 4 7 8 およびそれらに付随する駆動機構 5 4 7 9 は、本明細書でスロット・ドア機構と称され得る。また、いくつかの実装形態では、スロット・ドア・アクチュエーターは、スロット・ドア・アクチュエーターを作動させるために使用され得るモーターまたは他のドライブ・システムを含むことが可能である。他の実装形態では、モーターまたは他のドライブ・システムは、ツールの中に配置され得、また、マルチ・ウエハー・ポッドまたはカセット 5 4 7 3 が 1 つまたは複数の特定の位置に設置されているときに、スロット・ドア・アクチュエーターに機械的に接続することが可能である。そのような実装形態では、1 つまたは複数のドライブ・モーターは、それぞれのマルチ・ウエハー・ポッドまたはカセット 5 4 7 3 とともに移動しないが、その代わりに、適切な位置に固定されるか、または、他のコンポーネントに取り付けられ、他のコンポーネントは、たとえば、マルチ・ウエハー・カセット 5 4 7 3 を垂直方向に持ち上げるためにマルチ・ウエハー・カセット 5 4 7 3 に取り付けられる、垂直コンベヤー 5 4 8 4 のインターフェースなどである。見ることもできるように、スロット・ドア 5 4 7 8 における水平スロット 5 4 4 6 は、マルチ・ウエハー・ポッドまたはカセット 5 4 7 3 におけるウエハー位置のいずれかの前方に配置されるように駆動されることが可能である（右手側のスロット・ドア 5 4 7 8 は、最も低いウエハー位置へのアクセスを可能にするように位置決めされている）。また、いくつかの実装形態では、スロット・ドア 5 4 7 8 は、たとえば、図 5 5 における左側のスロット・ドア 5 4 7 8 によって示されているように、水平スロット 5 4 4 6 がウエハー位置のいずれとも重ならないように駆動され得る。このケースでは、バッファ・ガス漏洩の量は、さらに低減し得る。そのような位置決めは、マルチ・ウエハー・ポッドまたはカセット 5 4 7 3 が、マルチ・ウエハー・ポッドもしくはカセット 5 4 7 3 からのウエハー 5 4 0 4 の除去なしに、または、マルチ・ウエハー・ポッドもしくはカセット 5 4 7 3 の中へのウエハー 5 4 0 4 の挿入なしに、ツールにおける異なる位置同士の間を搬送されているときの状況において、とりわけ有用である可能性がある。

【0 1 6 8】

スロット・ドア 5 4 7 8 は、一般的に、ポッドまたはカセットにおけるウエハー・スタック 5 4 0 7 の高さの少なくとも 2 倍の長さまたは高さであることが可能であり、スロ

10

20

30

40

50

ト・ドアの非スロット部分が、スロット・ドアの方を向くポッドまたはカセットの開口端部を閉鎖することを確実にするようになっている。たとえば、ウエハー・スタック 5 4 0 7 の中に N 個のウエハー 5 4 0 4 が存在しており、それら（または、それらを支持するウエハー支持 5 4 0 9）が、ウエハー・スタック 5 4 0 7 における任意の近隣のウエハー 5 4 0 4 から平均距離 d だけ間隔を空けて配置されている場合には、スロット・ドア 5 4 7 8 は、 $(2 \cdot N - 1) \cdot d$ よりも高い高さを（垂直方向の軸線に沿って）有することが可能である。それに対応して、水平スロット 5 4 4 6 は、最小で、 $(N - 1) \cdot d$ 未満の高さを有することが可能である。ほとんどの実装形態では、少なくとも、水平スロットの中間部分の側方にある水平スロットの一部分において、水平スロットは、 $2 \cdot d$ 以下または d 以下の高さを有することが可能である。たとえば、水平スロットは、中間部分の側方にある一部分においておよそ 5 mm の高さを有することが可能であり、それは、ウエハーが単独で通り抜けるのに十分なクリアランスであることが可能であり、中間部分は、水平スロットを通り抜けるエンド・エフェクター／ロボット・アームの上側表面および下側表面から ± 2.5 mm のクリアランスを有することが可能である。各スロット・ドア 5 4 7 8 は、開口部のうちの 1 つ、たとえば、前面開口部 5 4 7 6 または後面開口部 5 4 7 7 の前方に位置決めされ得、その開口部を実質的に閉鎖するようになっている。このガイダンスは、本明細書で説明されているスロット・ドアの実装形態のすべてに全体的に適用する。

10

【0169】

したがって、バッファー・ガスが、ポッドまたはカセットの内部の中へ導入される場合には、バッファー・ガスのほとんどまたはすべてが、幅の狭い水平スロット 5 4 4 6 を通って流れることによって、または、スロット・ドア 5 4 7 8 自身のエッジの周りを流れることによって、のいずれかによって、ポッドまたはカセットから漏れ出ることとなる。水平スロット 5 4 4 6 は、ウエハー 5 4 0 4 の直径よりもわずかにだけ幅が広くなるようにサイズ決めされ得、また、水平スロット 5 4 4 6 は、ウエハーが、ロボット・アーム 5 4 0 2 を使用して、マルチ・ウエハー・ポッドまたはカセット 5 4 7 3 の中へ挿入されること、および、マルチ・ウエハー・ポッドまたはカセット 5 4 7 3 から引き出されることを依然として可能にしながら、最小またはほぼ最小までスロット高さを低減させるように垂直方向にサイズ決めされ得るので、水平スロット 5 4 4 6 の断面積は、ポッドまたはカセット開口部、たとえば、前面開口部 5 4 7 6 または後面開口部 5 4 7 7 の断面積よりもかなり小さくなることが可能である。ロボット・アーム 5 4 0 2、たとえば、ロボット・アーム 5 4 0 2 A および 5 4 0 2 B は、垂直ロボット・コンベヤー 5 4 9 1、たとえば、垂直ロボット・コンベヤー 5 4 9 1 A および 5 4 9 1 B に装着され得、垂直ロボット・コンベヤー 5 4 9 1 は、ロボット・アーム 5 4 0 2 を上下に移動させるために使用され、どのような垂直方向の高さにマルチ・ウエハー・カセット 5 4 7 3 があるとしても、マルチ・ウエハー・カセット 5 4 7 3 にアクセスすることが可能である。本明細書で説明されているさまざまな他の実装形態と同様に、スロット・ドア 5 4 7 8 は、1 ミリメートルまたは数ミリメートルのギャップ 5 4 9 9 だけ、マルチ・ウエハー・ポッドまたはカセット 5 4 7 3 からずらされ、動作クリアランスを提供することが可能であり、それによって、スロット・ドア 5 4 7 8 が、任意の（または、低減された数の）対向表面に対して擦ることなく垂直方向に平行移動することを可能にする。これは、粒子状物質汚染に関する可能性を低減させるが、同時に、マルチ・ウエハー・ポッドまたはカセット 5 4 7 3 の中へ流されているバッファー・ガスの別のリーク経路を提供している。これにもかかわらず、水平スロット 5 4 4 6 およびギャップ 5 4 9 9 を通って流れるバッファー・ガスの量は、スロット・ドア 5 4 7 8 によって閉鎖される開口部全体を通してバッファー・ガスが流れたとした場合よりも、依然として小さくなることとなる。これは、より低い流量のバッファー・ガスが使用されることを可能にし、それは、必要とされるバッファー・ガスの量を減少させる。これは、より大きい流量のバッファー・ガスが使用されたとした場合よりも、経済的で静かで安全である。

20

30

40

【0170】

50

複数のマルチ・ウエハー・カセットまたはポッド 5 4 7 3 が、ツールの中に同時に収容され得、それぞれは、垂直コンベヤー 5 4 8 4 の異なる位置へ独立して移動させられ得、また、水平方向に独立して移動させられ得、マルチ・ウエハー・ポッドまたはカセット 5 4 7 3 が異なる垂直コンベヤーに再配置されることを可能にする。各マルチ・ウエハー・カセットまたはポッド 5 4 7 3 におけるウエハー 5 4 0 4 は、ウエハー・ハンドリング・ロボットまたはロボット・アーム 5 4 0 2 によって、マルチ・ウエハー・カセットまたはポッド 5 4 7 3 から除去され得（または、マルチ・ウエハー・カセットまたはポッド 5 4 7 3 に載置される）、ウエハー・ハンドリング・ロボットまたはロボット・アーム 5 4 0 2 は、エンド・エフェクター 5 4 9 3 を有することが可能であり、エンド・エフェクター 5 4 9 3 は、マルチ・ウエハー・カセットまたはポッド 5 4 7 3 の内側に到達することができ、ウエハー 5 4 0 4 を引き出すこと、または、ウエハー 5 4 0 4 を設置することが可能である。また、ロボット・アーム 5 4 0 2 は、ウエハー 5 4 0 4 をプロセス・チャンバー 5 4 7 4 に載置するように、または、ウエハー 5 4 0 4 をプロセス・チャンバー 5 4 7 4 から除去するように構成され得る。いくつかの実装形態では、ウエハー・ハンドリング・ロボットまたはロボット・アーム 5 4 0 2 は、ウエハー・ハンドリング・ロボットまたはロボット・アーム 5 4 0 2 のそれぞれの側において、マルチ・ウエハー・ポッドもしくはカセット 5 4 7 3 からウエハー 5 4 0 4 を除去するように、または、マルチ・ウエハー・ポッドもしくはカセット 5 4 7 3 の中へウエハー 5 4 0 4 を設置するように装備され得る。そのようなケースでは、マルチ・ウエハー・ポッドまたはカセット 5 4 7 3 は、前面開口部 5 4 7 6 および後面開口部 5 4 7 7 の両方、ならびに、それぞれのそのような開口部のためのスロット・ドア機構を有することが可能である。ウエハー 5 4 0 4 が、単に、マルチ・ウエハー・カセット 5 4 7 3 の一方の側から、マルチ・ウエハー・カセット 5 4 7 3 から引き出されるか、または、マルチ・ウエハー・カセット 5 4 7 3 に載置される、他の実装形態では、1 つだけの開口部、および、それぞれのマルチ・ウエハー・カセット 5 4 7 3 のための 1 つだけの対応するスロット・ドア機構が存在していることが可能である。

【0 1 7 1】

見ることができるように、各マルチ・ウエハー・ポッドまたはカセット 5 4 7 3 は、ポータブルのミニ環境のように作用することが可能である。バッファー・ガスがそれぞれのマルチ・ウエハー・ポッドまたはカセット 5 4 7 3 を介して流されているときには、バッファー・ガスは、スロット・ドアにおけるスロットから外へ流れることによって、および、スロット・ドアとポッドまたはカセットとの間の任意のギャップを通して流れることによって、ポッドまたはカセットから漏れ出る可能性がある。このバッファー・ガス損失は、先に説明されているように、スロット・ドアが使用されたとした場合に生じることとなるよりも、かなり低いレートになっていることが可能である。ポッドまたはカセットの上の 1 つまたは複数のフィッティングに接続されている 1 つまたは複数の可撓性のホース（図示せず）によって、または、垂直または水平ポッド／カセット位置決めシステムの中へ一体化されているバッファー・ガス供給システムによって、たとえば、ポッドまたはカセットが 1 つまたは複数の特定の位置に位置決めされているときに、ポッドまたはカセットにおける対応するガス・ポートに整合する、垂直リフト・トラックにおける 1 つまたは複数のガス・ポートによって、バッファー・ガスは、それぞれのポッドまたはカセットに提供され得る。

【0 1 7 2】

説明されているように、図 5 5 は、図 5 4 のポッドまたはカセットのクローズ・アップを示している。見ることができるように、マルチ・ウエハー・ポッドまたはカセット 5 4 7 3 は、その中に格納されている 1 つまたは複数のウエハー 5 4 0 4 を有することが可能である。このケースでは、5 つのウエハー 5 4 0 4 がマルチ・ウエハー・ポッドまたはカセット 5 4 7 3 の中に格納されているが、より多くのまたはより少ないウエハー 5 4 0 4 が、マルチ・ウエハー・ポッドまたはカセット 5 4 7 3 のサイズに応じて、そのような様式で格納され得る。マルチ・ウエハー・ポッドまたはカセット 5 4 7 3 の壁部は、マルチ

・ウエハー・ポッドまたはカセット 5 4 7 3 の中にウエハーを支持するように構成されているレッジ部、たとえば、ウエハー支持機能部 5 4 0 9 を有することが可能である。代替的に、マルチ・ウエハー・ポッドまたはカセット 5 4 7 3 は、ポッドまたはカセットの中心に向かって突出するレッジ部を備える、角部に位置するポストを有することが可能である。ポストは、互いに間隔を空けて配置され得、複数の方向に、たとえば、X 軸に沿って、Y 軸に沿って、または、X 軸および Y 軸の両方に沿って、ウエハーがポスト同士の間を通ることを可能にするようになっている。

【0173】

図 5 6 から図 6 2 は、別のマルチ・ステーション半導体処理ツールまたはその一部分のさまざまな図を示している。図 5 6 において見ることができるよう、マルチ・ステーション半導体処理ツールは、シャーシー 5 6 7 2 を有することが可能であり、シャーシー 5 6 7 2 は、複数の半導体処理チャンバー 5 6 7 4 を支持することが可能である。図 5 7 は、追加的な明確化のために、シャーシー 5 6 7 2 が除去されていることを除いて、図 5 6 と同じである。図 5 8 は、さまざまなコンポーネントが切り欠かれている、図 5 8 の切り欠きバージョンである。これらのコンポーネントは、垂直ロボット・アーム・コンベヤー 5 6 9 1 および垂直ウエハー・カセット・コンベヤー 5 6 8 4 である（これらのコンポーネントに関する切断平面は、クロス・ハッチングされている）。この例では、2 x 2 x 8 の長方形アレイで配置されている 16 個の半導体処理チャンバー 5 6 7 4 A から 5 6 7 4 P が存在している（ここで、A x B x C において、A = 第 1 の水平方向のチャンバーの数、B = 第 2 の直交する水平方向のチャンバーの数、および、C = 垂直方向のチャンバーの数）。そのような半導体処理ツールは、特定の構成に応じて、半導体処理チャンバーの他の構成および数を含むことが可能である。たとえば、そのようなツールは、2 x 2 x 1 アレイ、2 x 1 x 2 アレイ、2 x 2 x 2 アレイ、2 x 4 x 1 アレイ、（示されているように）2 x 4 x 2 アレイ、または、任意の他のマルチ・チャンバー・アレイを含むことが可能である。

【0174】

マルチ・ステーション半導体処理ツールは、水平ウエハー・カセット・コンベヤー 5 6 8 0 を有することが可能である。この例では、水平ウエハー・カセット・コンベヤー 5 6 8 0 は、複数のプラットフォームによって提供され得、複数のプラットフォームは、たとえば、ボール・スクリュウまたは他のリニア・ドライブ・エレメントによって、水平方向の軸線に沿って平行移動させられ得る。各プラットフォームは、マルチ・ウエハー・カセット 5 6 7 3 の上の機能部に接続するように設計されている機能部を有することが可能であり、マルチ・ウエハー・カセット 5 6 7 3 がプラットフォームによって担持されることを可能にする。水平ウエハー・カセット・コンベヤー 5 6 8 0 は、第 1 の水平位置 5 6 8 1 A、第 2 の水平位置 5 6 8 1 B、および、第 3 の水平位置 5 6 8 1 C などのような、複数の水平位置 5 6 8 1 の間で、マルチ・ウエハー・カセット 5 6 7 3 を搬送するように構成され得、複数の水平位置 5 6 8 1 のそれぞれは、マルチ・ウエハー・カセット 5 6 7 3 を、垂直ウエハー・カセット・コンベヤー 5 6 8 4 に、たとえば、垂直ウエハー・カセット・コンベヤー 5 6 8 4 A、5 6 8 4 B、および 5 6 8 4 C に整合させることが可能である。各垂直ウエハー・カセット・コンベヤー 5 6 8 4 は、機械的なインターフェース 5 6 8 5 を有することが可能であり、機械的なインターフェース 5 6 8 5 は、マルチ・ウエハー・カセット 5 6 7 3 がベースラインの垂直位置 5 6 8 6 において水平ウエハー・カセット・コンベヤー 5 6 8 0 によって支持されているときに、垂直ウエハー・カセット・コンベヤー 5 6 8 4 に対応する水平位置 5 6 8 1 のうちの 1 つに位置するマルチ・ウエハー・カセット 5 6 7 3 の上にラッチ係合することが可能である。機械的なインターフェース 5 6 8 5、および、機械的なインターフェース 5 6 8 5 がラッチ係合される任意のマルチ・ウエハー・カセット 5 6 7 3 は、それらのそれぞれの垂直ウエハー・カセット・コンベヤー 5 6 8 4 によって、異なる垂直位置 5 6 8 7 へ、たとえば、第 1 の垂直カセット位置 5 6 8 7 A、および、第 2 の垂直カセット位置 5 6 8 7 B へ持ち上げられ得る。

【0175】

また、マルチ・ステーション半導体処理ツールは、ロボット・アーム 5602A およびロボット・アーム 5602B などのような、1 つまたは複数のロボット・アーム 5602 を含むことが可能であり、1 つまたは複数のロボット・アーム 5602 は、対応する垂直ロボット・アーム・コンベヤー 5691 に装着され得る。いくつかの実装形態では、各ロボット・アーム 5602 は、水平位置 5681 のうちの 2 つの間に位置決めされ得る。たとえば、示されている実装形態では、ロボット・アーム 5602A は、第 1 の水平位置 5681A と第 2 の水平位置 5681B との間に位置決めされ得、ロボット・アーム 5602B は、第 2 の水平位置 5681B と第 3 の水平位置 5681C との間に位置決めされ得る。垂直ロボット・アーム・コンベヤー 5691 は、垂直ロボット・アーム位置 5692 同士の間で、たとえば、第 1 の垂直ロボット・アーム位置 5692A と第 2 の垂直ロボット・アーム位置 5692B の間で、ロボット・アーム 5602 を移動させるように構成され得る。第 1 の垂直ロボット・アーム位置 5692A にあるときには、第 1 のロボット・アーム 5602A は、第 1 の垂直カセット位置 5687A に、また、第 1 または第 2 の水平位置 5681A または 5681B に位置決めされているマルチ・ウエハー・カセット 5673 における半導体ウエハー 5604 にアクセスすることが可能であり、次いで、それらのウエハーを半導体処理チャンバー 5674A から 5674D へ搬送する。それに対応して、第 2 の垂直ロボット・アーム位置 5692B にあるときには、第 1 のロボット・アーム 5602A は、第 2 の垂直カセット位置 5687B に、また、第 1 または第 2 の水平位置 5681A または 5681B に位置決めされているマルチ・ウエハー・カセット 5673 における半導体ウエハー 5604 にアクセスすることが可能であり、次いで、それらのウエハーを半導体処理チャンバー 5674E から 5674H へ搬送する。垂直カセット位置 5687 および垂直ロボット・アーム位置 5692 は、固定された位置を必ずしも表しておらず、位置の範囲を表している可能性があるということが理解されるべきである。たとえば、マルチ・ウエハー・カセットおよびロボット・アームが、対応する垂直位置に位置決めされているときに、ウエハー・スタック 5607 における異なる高さにあるウエハー 5604 にアクセスするために、マルチ・ウエハー・カセットに対して垂直方向に小さい量だけロボット・アームを移動させることが必要である可能性がある。代替的にまたは追加的に、マルチ・ウエハー・カセットは、ウエハー・スタック 5607 における特定のウエハーを、ロボット・アーム 5602 のエンド・エフェクターとのアライメント状態に持っていくために、そのような小さい垂直方向の量だけ移動させ、ロボット・アーム 5602 がウエハー 5604 を除去することまたはウエハー 5604 を挿入することを可能にする。したがって、「垂直カセット位置」5687 および「垂直ロボット・アーム位置」5692 という用語は、ウエハー・スタック 5607 の特定の垂直方向の位置＋／－高さを表すものとして理解されるべきである。

【0176】

同様に、第 1 の垂直ロボット・アーム位置 5692A にあるときには、第 2 のロボット・アーム 5602B は、第 1 の垂直カセット位置 5687A に、また、第 2 または第 3 の水平位置 5681B または 5681C に位置決めされているマルチ・ウエハー・カセット 5673 における半導体ウエハー 5604 にアクセスすることが可能であり、次いで、それらのウエハーを半導体処理チャンバー 5674I から 5674L へ搬送する。それに対応して、第 2 の垂直ロボット・アーム位置 5692B にあるときには、第 2 のロボット・アーム 5602B は、第 2 の垂直カセット位置 5687B に、また、第 2 または第 3 の水平位置 5681B または 5681C に位置決めされているマルチ・ウエハー・カセット 5673 における半導体ウエハー 5604 にアクセスすることが可能であり、次いで、それらのウエハーを半導体処理チャンバー 5674M から 5674P へ搬送する。マルチ・ウエハー・カセット 5673 は、マルチ・ステーション半導体処理ツールを介して往復させられ得るマルチ・ウエハー・ストレージ・システムとしての役割を果たすことが可能であり、その中に含有されているウエハーが、半導体処理チャンバーのうちのさまざまなものへ、および、半導体処理チャンバーのうちのさまざまなものから、搬送されることを可能にする。

【0177】

マルチ・ウエハー・カセット5673は、バッファ・ガスがそれを介して流されるように構成され得る。たとえば、マルチ・ウエハー・カセット5673は、たとえば、バッファ・ガス・ポート5688、または、機械的なインターフェース5685の下側面にある対応するバッファ・ガス・ポートなどの、バッファ・ガス・ポートと接続することができる、1つまたは複数のバッファ・ガス入口部5689（図59および図60を参照）を有することが可能である。マルチ・ウエハー・カセット5673が、水平ウエハー・カセット・コンベヤー5680のプラットフォームのうちの1つの上に結合されているときには、バッファ・ガスが、バッファ・ガス・ポート5688およびバッファ・ガス入口部5689を介して、マルチ・ウエハー・カセット5673に提供され得る。それに対応して、マルチ・ウエハー・カセット5673が機械的なインターフェース5685の上にラッチ係合されているときには、マルチ・ウエハー・カセット5673には、機械的なインターフェース5685の中に位置するバッファ・ガス・ポート、および、機械的なインターフェース5685におけるバッファ・ガス・ポートに接続するバッファ・ガス入口部5689を介して、バッファ・ガスが提供され得る。したがって、バッファ・ガスは、マルチ・ステーション半導体処理ツールにおける任意の位置におけるマルチ・ウエハー・カセット5673に供給され得、それによって、マルチ・ウエハー・カセット5673の中に含有されているウエハーが、バッファ・ガスによって取り囲まれること、および、バッファ・ガスによって周囲設備空気から少なくともいくつか保護されることを可能にする。

【0178】

図59および図60は、マルチ・ウエハー・カセット5673のうちの1つの図である。図59は、マルチ・ウエハー・カセット5673の上側部を示しており、図60は、マルチ・ウエハー・カセット5673の下側面を示している。マルチ・ウエハー・カセット56は、スロット・ドア機構を有することが可能であり、スロット・ドア機構は、駆動機構5679と、水平スロット5646を備えたドア5678とをそれぞれ備えている。一方のスロット・ドア機構は、対応するドア5678がマルチ・ウエハー・カセット5673の前面開口部の前方に位置決めされるように、位置決めされ得る。他方のスロット・ドア機構は、対応するドア5678がマルチ・ウエハー・カセット5673の後面開口部の前方に位置決めされるように、位置決めされ得る。マルチ・ウエハー・カセット5673は、バッファ・ガス入口部5689を有することが可能である。底部バッファ・ガス入口部5689は、水平ウエハー・カセット・コンベヤー5680の上に位置するバッファ・ガス・ポート5688のうちの1つに接続することが可能である。上側ガス入口部5689は、機械的なインターフェース5685のうちの1つの上に位置するバッファ・ガス・ポートと接続することが可能である。

【0179】

図61および図62は、図59のマルチ・ウエハー・カセット5673の切断図を示している。図61では、マルチ・ウエハー・カセット5673の一方の側が除去されている（切断表面が、異なるタイプのクロス・ハッチングによって示されている）。図61に見ることができるように、プレナム56101が、マルチ・ウエハー・カセット5673のそれぞれの側壁部の中に位置する。プレナム56101は、マルチ・ウエハー・カセット5673の前面開口部と後面開口部との間に配置されており、ディストリビューション通路56102によってバッファ・ガスを提供され得、ディストリビューション通路56102は、バッファ・ガス入口部5689の異なる1つにそれぞれ接続されている。バッファ・ガス入口部5689は、一方向バルブ、たとえば、逆止弁をそれぞれ装備することが可能であり、一方向バルブは、バッファ・ガスがバッファ・ガス入口部5689を通してディストリビューション通路56102の中へ流入することを可能にするが、一方向バルブは、逆方向へのバッファ・ガス・フローを防止することが可能である。したがって、バッファ・ガスは、他のバッファ・ガス入口部5689がバッファ・ガス供給源に接続されていないときでも、いずれかのバッファ・ガス入口部5689を介

してプレナム 5 6 1 0 1 の中へ導入され得る。プレナム 5 6 1 0 1 は、複数のディストリビューション・ポート 5 6 1 0 0 を有することが可能であり、複数のディストリビューション・ポート 5 6 1 0 0 は、マルチ・ウエハー・カセット 5 6 7 3 におけるウエハー 5 6 0 4 同士の間のそれぞれのウエハー間ギャップの中へバッファー・ガスが流されることを可能にするアレイで配置され得る。当然のことながら、マルチ・ウエハー・カセットがバッファー・ガスでパージされない実装形態では、たとえば、バッファー・ガス・ディストリビューター 5 6 0 5 だけが使用されるシステムでは、そのような特徴は省略され得る。

【0180】

図 6 3 から図 6 8 は、さまざまな位置において、ドア 5 6 7 8 を備えるマルチ・ウエハー・カセット 5 6 7 3 の正面図を示している。図 6 3 では、ドア 5 6 7 8 は、上昇させられた位置にあり、スロット 5 6 4 6 がウエハー・スタック 5 6 0 7 におけるウエハー 5 6 0 4 のいずれとも整合されないようになっている。ドア 5 6 7 8 のこの位置決めは、ウエハーがマルチ・ウエハー・カセット 5 6 7 3 の中へまたはマルチ・ウエハー・カセット 5 6 7 3 から外へ搬送されていないときに使用され得る。図 6 4 から図 6 8 のそれぞれの、ウエハー・スタック 5 6 0 7 におけるウエハー 5 6 0 4 のうちの異なる 1 つと整合するように位置決めされているドア 5 6 7 8 を示している。

【0181】

実際には、マルチ・ステーション半導体処理ツールは、図 5 9 から図 6 8 に示されているように、スロット・ドア機構を有するマルチ・ウエハー・カセット 5 6 7 3 によって実装され得る。また、マルチ・ステーション半導体処理ツールは、バッファー・ガス・ディストリビューター 5 6 0 5 を備えるロボット・アーム 5 6 0 2 を利用することが可能であり、バッファー・ガス・ディストリビューター 5 6 0 5 は、本明細書で説明されているバッファー・ガス・ディストリビューターのいずれかであることが可能である。いくつかの実装形態では、これらのバッファー・ガス・マイクロクライメイト・システムのうちの 1 つだけが使用され得るが、デュアル・アプローチは、マルチ・ステーション半導体処理ツールにおけるすべての位置において、増加されたバッファー・ガス保護を提供することが可能である。いくつかの実装形態では、水平ウエハー・カセット・コンベヤーのうちの一方の端部または両方の端部は、本明細書で説明されている他の実装形態と同様に、バッファー・ガス環境を備える E F E M につながるということが可能である。また、上記に説明されているマルチ・ステーション・ツールなどのような、マルチ・ステーション・ツールは、囲まれているかまたは半分囲まれていることが可能であり、また、本明細書で先に説明されている E F E M を介してどのようにそのようなバッファー・ガスが流されているかということと同様に、バッファー・ガスは、ツール全体を通して流され得るということが理解されるべきである。

【0182】

また、本明細書で説明されているスロット・ドアのコンセプトのさらなる変形例は、一層さらに低減された垂直方向の高さを備える水平スロットを必要とする可能性があるということが理解されるべきである。そのようなシステムでは、水平スロットを備えるドアは、コントローラーによって制御され得、水平スロットを通したウエハーの設置または回収の間に、エンド・エフェクターの垂直方向の移動と協力して移動するようになっている。したがって、水平スロットは、ウエハーのピックアップおよび設置の間にロボット・アームが行う可能性がある小さい垂直方向の移動に適応するために通常必要であることとなる追加的な高さを組み込むことは必要ではない。

【0183】

本開示で説明されている実装形態に対するさまざまな変形例は、当業者に容易に明らかとなる可能性があり、本明細書で規定されている一般的原理は、本開示の主旨または範囲から逸脱することなく、他の実装形態にも適用され得る。したがって、本開示は、本明細書で示されている実装形態に限定されることを意図しておらず、本明細書で開示されている特許請求の範囲、原理、および、新規な特徴と一致する最も幅広い範囲を提供されることが意図されている。

10

20

30

40

50

【0184】

上記の論述から容易に明らかとなるように、別々の実装形態の文脈において本明細書で説明されている特定の特征は、単一の実装形態の中で組み合わせて実装されることも可能である。逆に、単一の実装形態の文脈において説明されているさまざまな特徴は、別々に、または、任意の適切なサブコンビネーションで、複数の実装形態の中で実装されることも可能である。そのうえ、特徴が、特定の組み合わせで作用するように上記に説明され、さらに、そのようなものとして最初に特許請求されている可能性あるが、特許請求されている組み合わせからの1つまたは複数の特徴が、いくつかのケースでは、その組み合わせから排除され得、また、特許請求されている組み合わせは、サブコンビネーション、または、サブコンビネーションの変形例を対象とし得る。

10

【0185】

説明されている特定の实装形態のいずれかにおける特徴が、互いに相容れないものとして明示的に特定されていない場合には、または、周囲の文脈が、それらが相互に排他的であるということ、および、相補的な意味および／または支援的な意味で容易に組み合わせ可能ではないということを暗示していない場合には、本開示の全体は、それらの相補的な実装形態の特定の特征が、1つまたは複数の包括的であるがわずかに異なる技術的解決策を提供するために選択的に組み合わせられ得るということを企図および想定しているということが理解されることとなる。したがって、上記の説明は単なる例として与えられてきたということ、および、詳細な変更が本開示の範囲の中で行われ得るということがさらに認識されることとなる。

20

【図1】

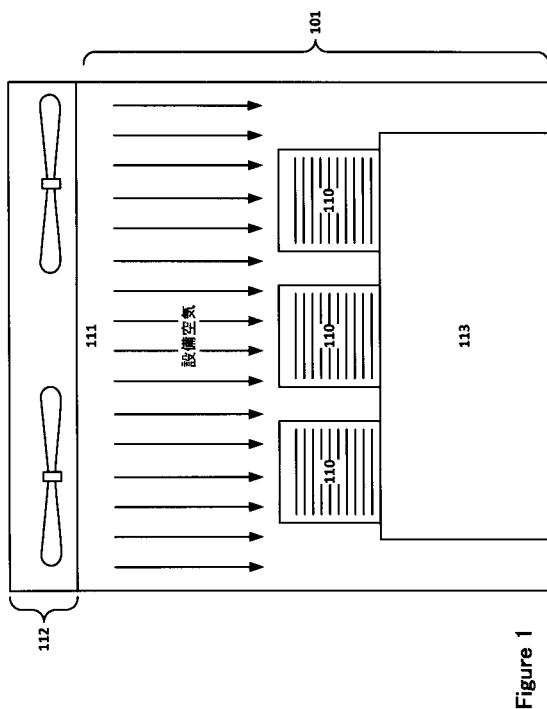


Figure 1

【図2】

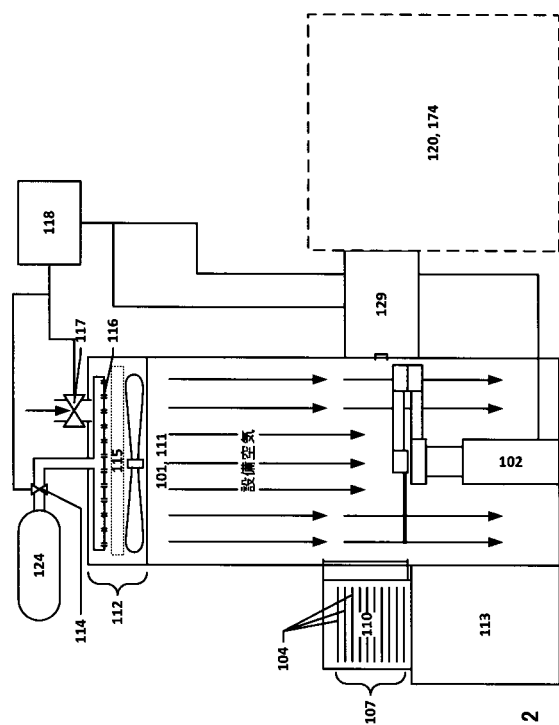
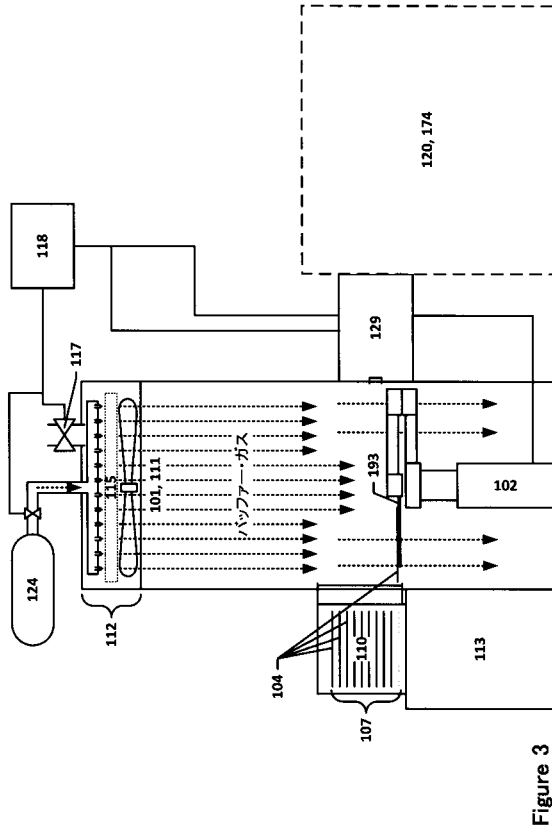
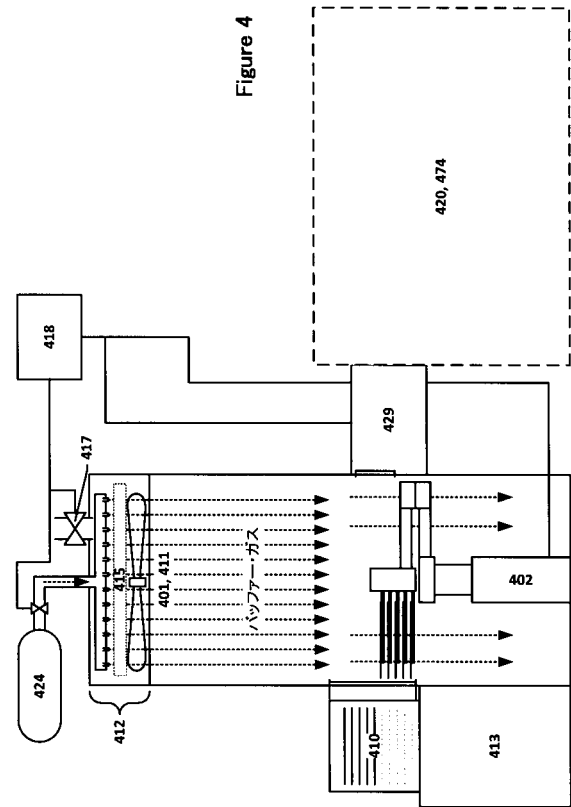


Figure 2

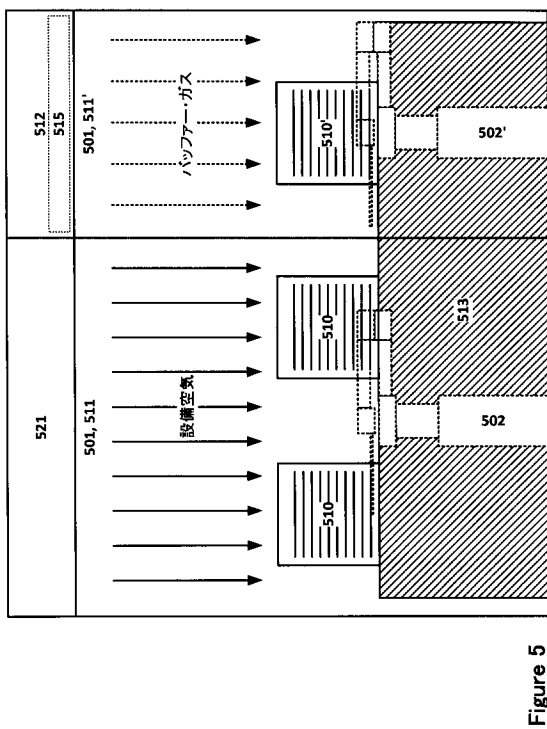
【 図 3 】



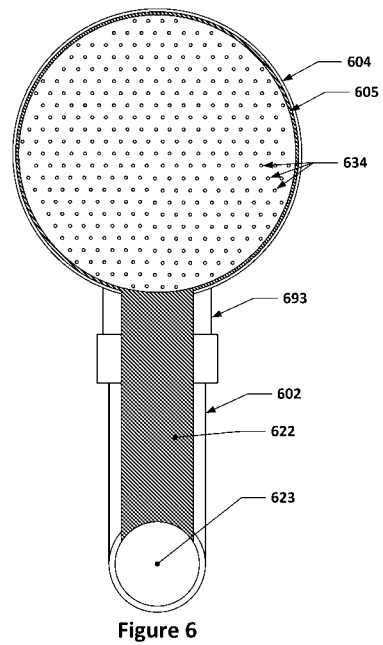
【図 4】



【図 5】



【圖 6】



【図 7】

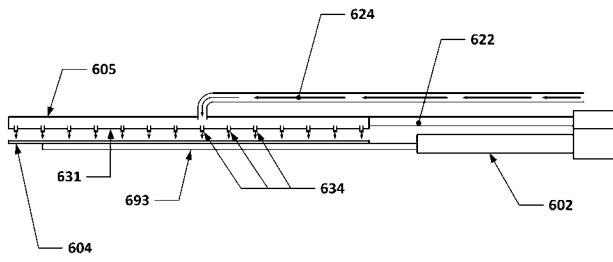


Figure 7

【図 8】

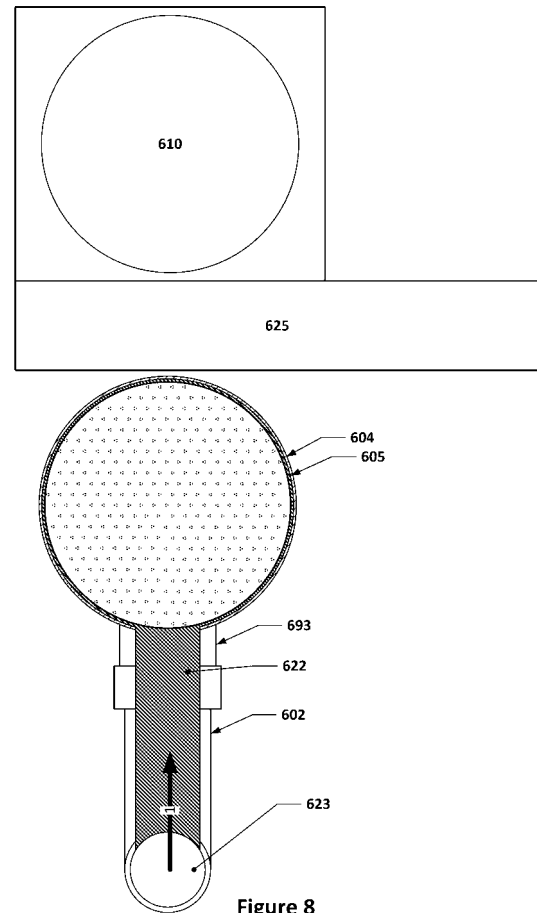


Figure 8

【図 9】

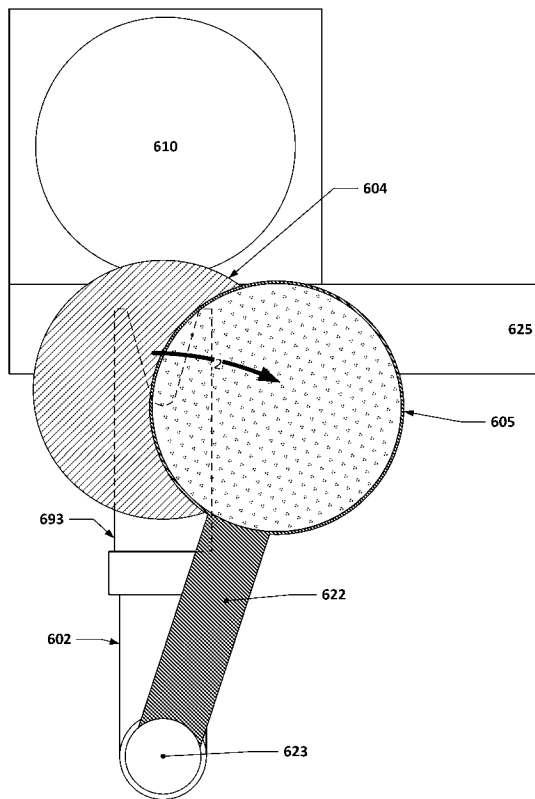


Figure 9

【図 10】

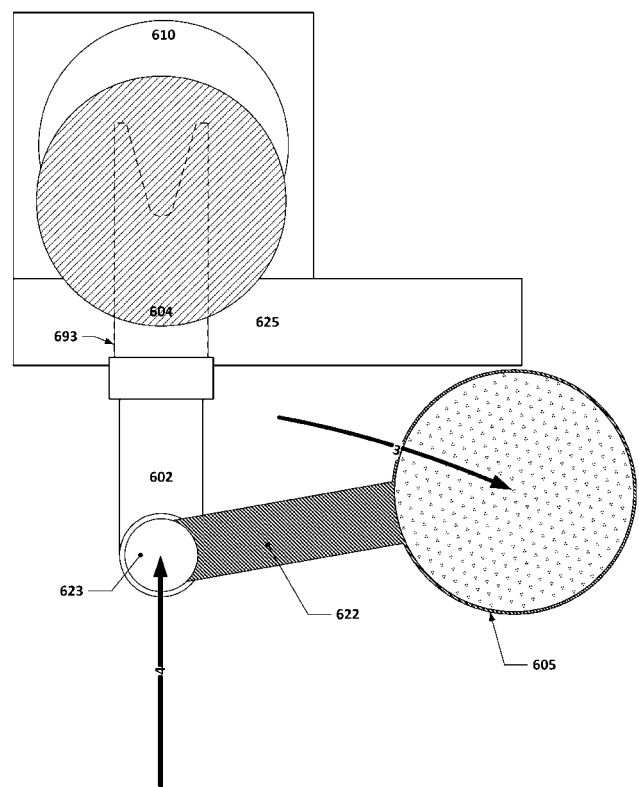
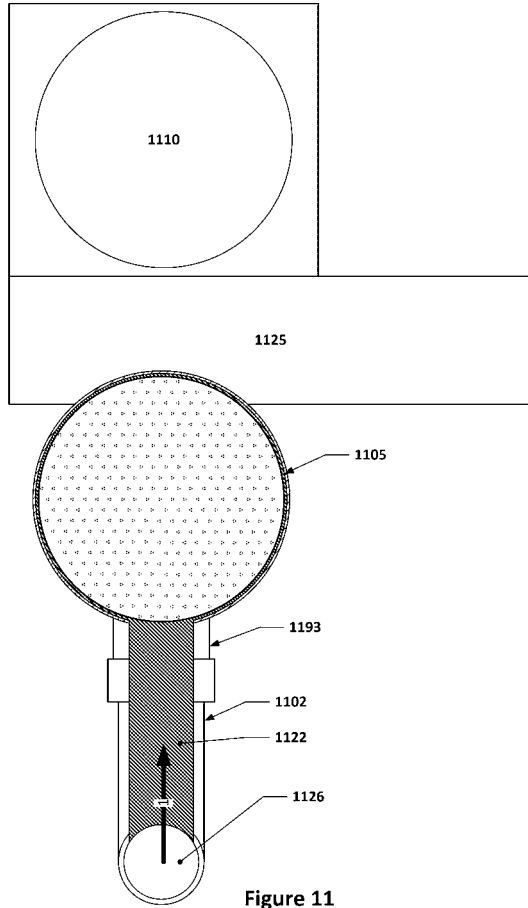
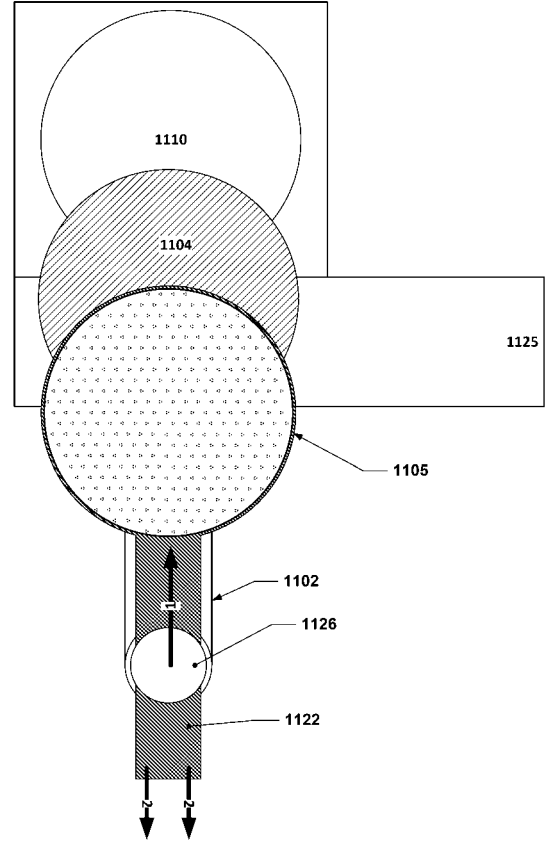


Figure 10

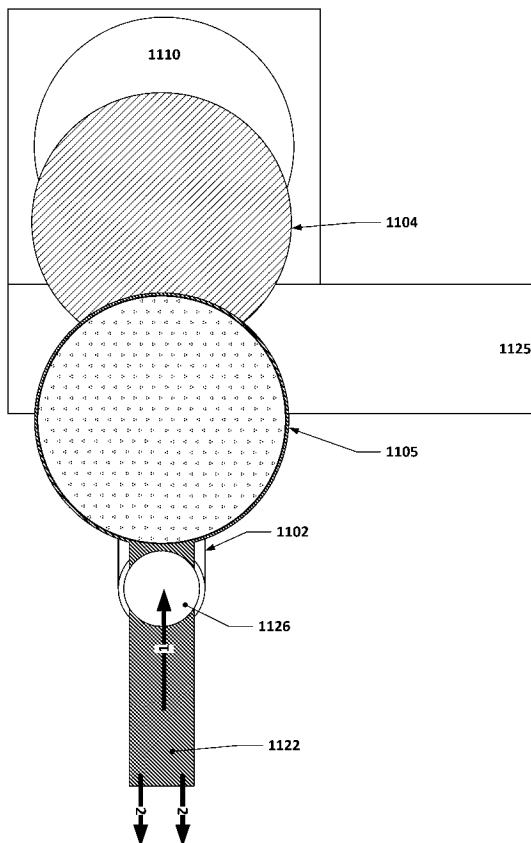
【図 1 1】



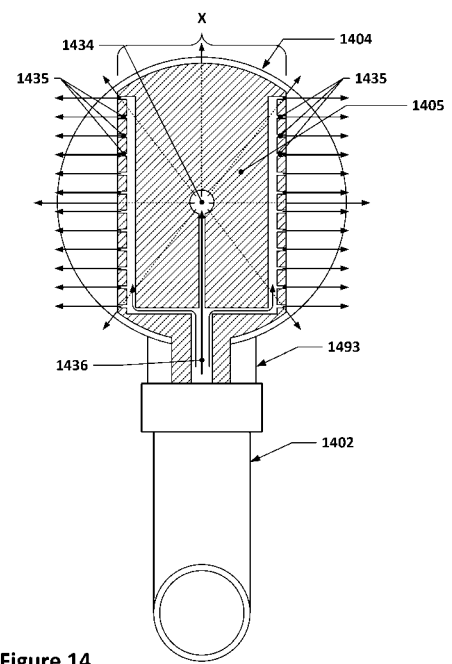
【図 1 2】



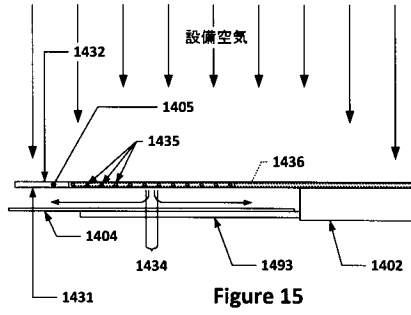
【図 1 3】



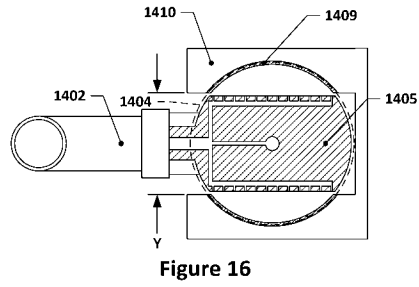
【図 1 4】



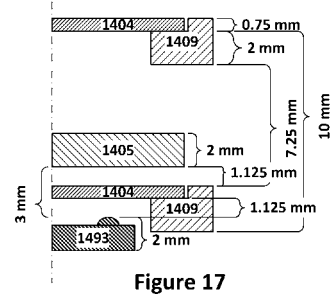
【図 15】



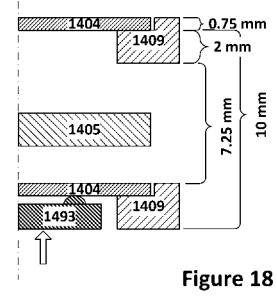
【図 16】



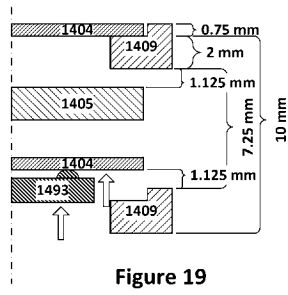
【図 17】



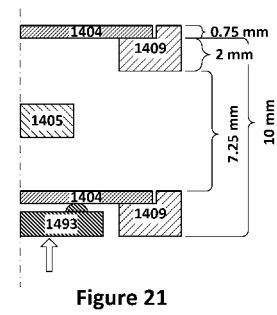
【図 18】



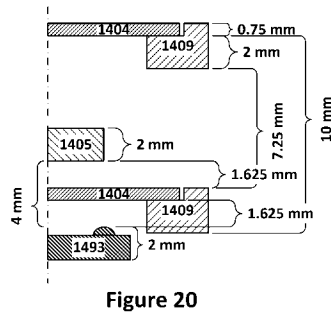
【図 19】



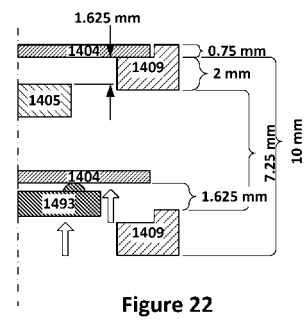
【図 21】



【図 20】



【図 22】



【図 23】

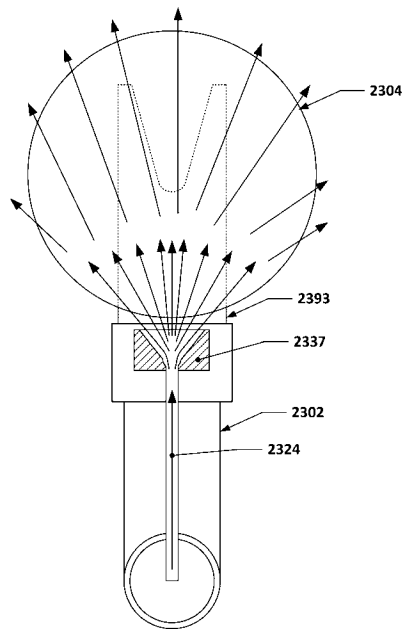


Figure 23

【図 24】

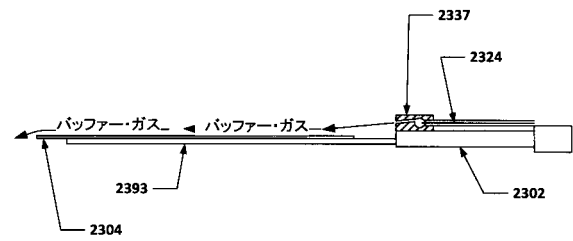


Figure 24

【図 25】

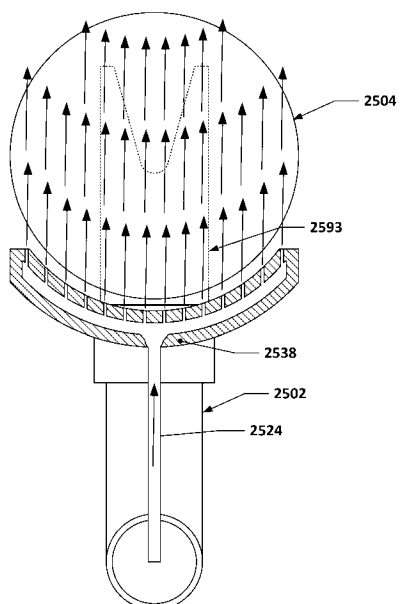


Figure 25

【図 26】

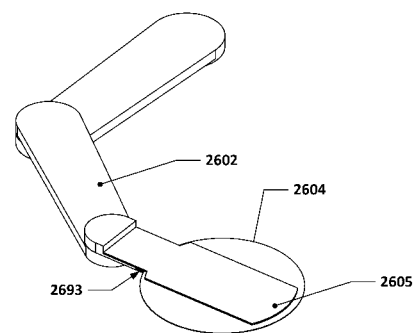


Figure 26

【図 27】

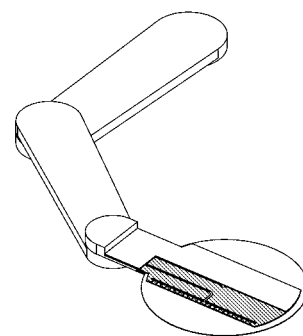


Figure 27

【図 28】

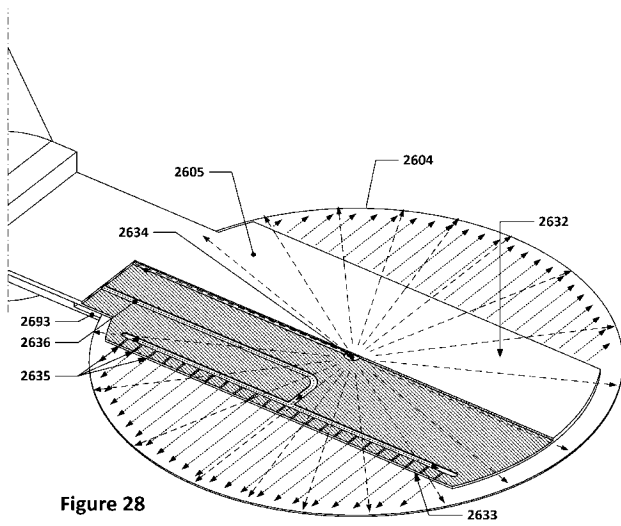


Figure 28

【図 29】

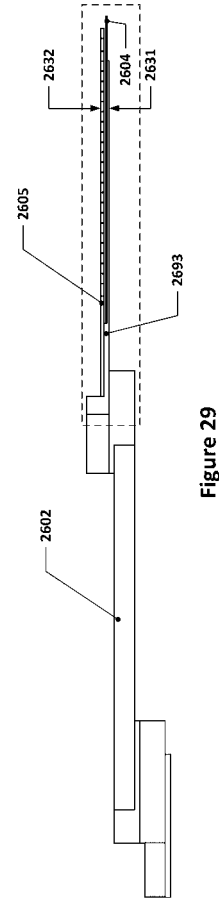


Figure 29

【図 30】

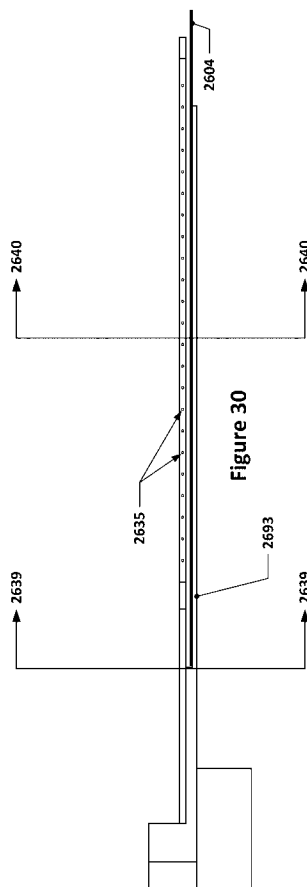


Figure 30

【図 31】

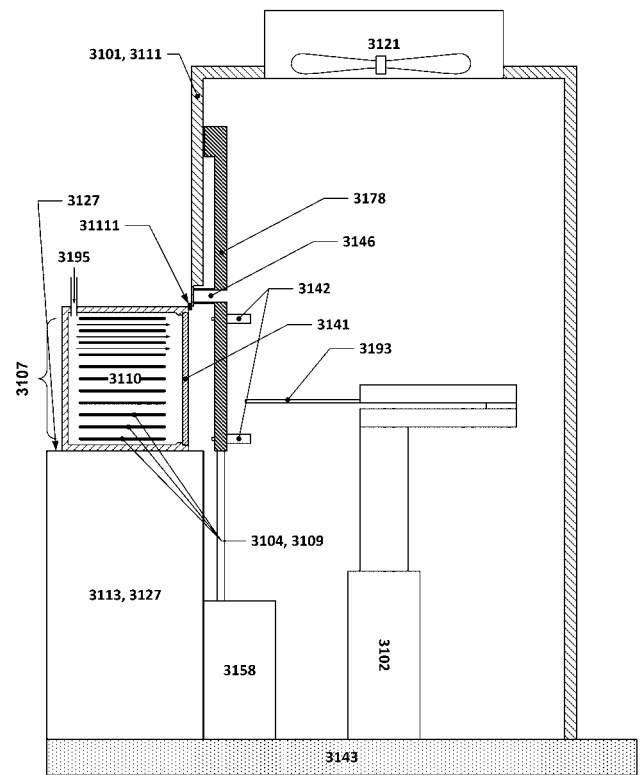


Figure 31

【図 3 2】

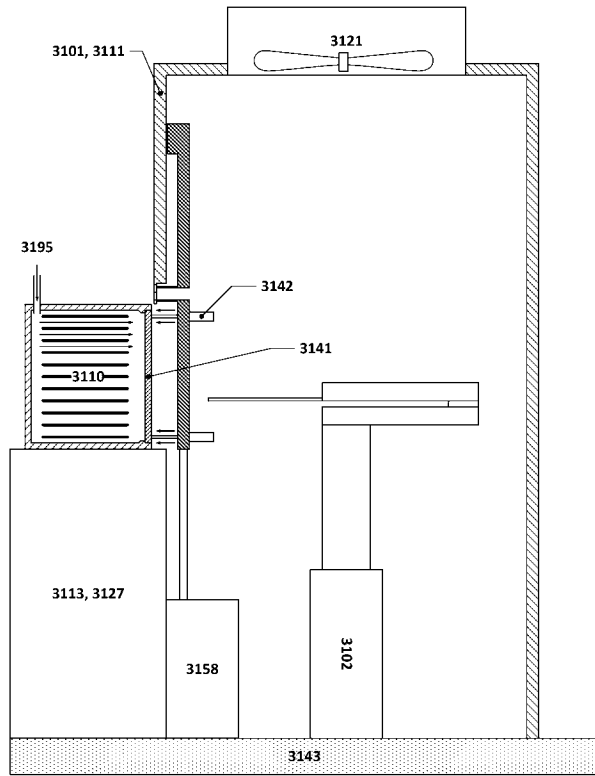


Figure 32

【図 3 3】

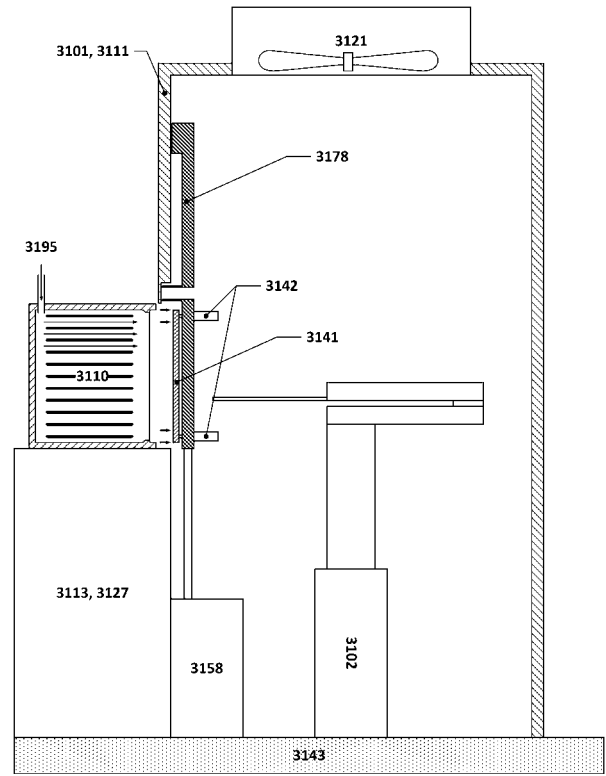


Figure 33

【図 3 4】

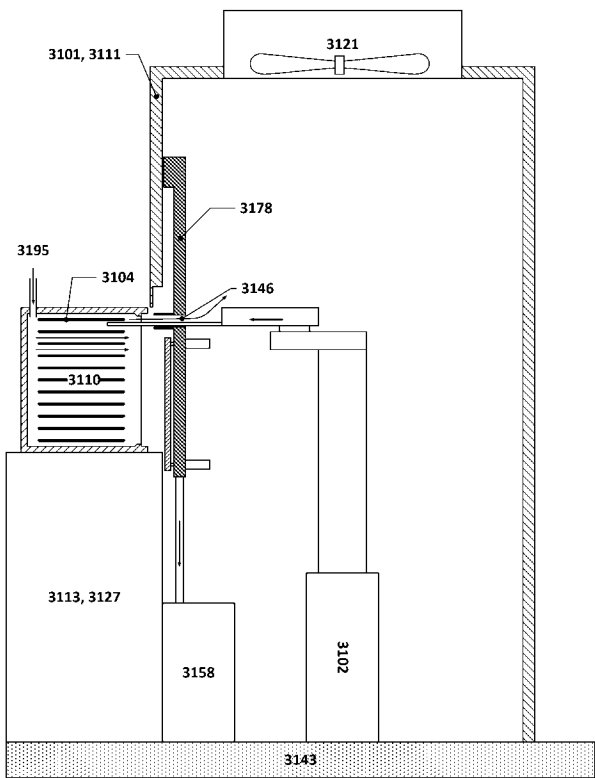


Figure 34

【図 3 5】

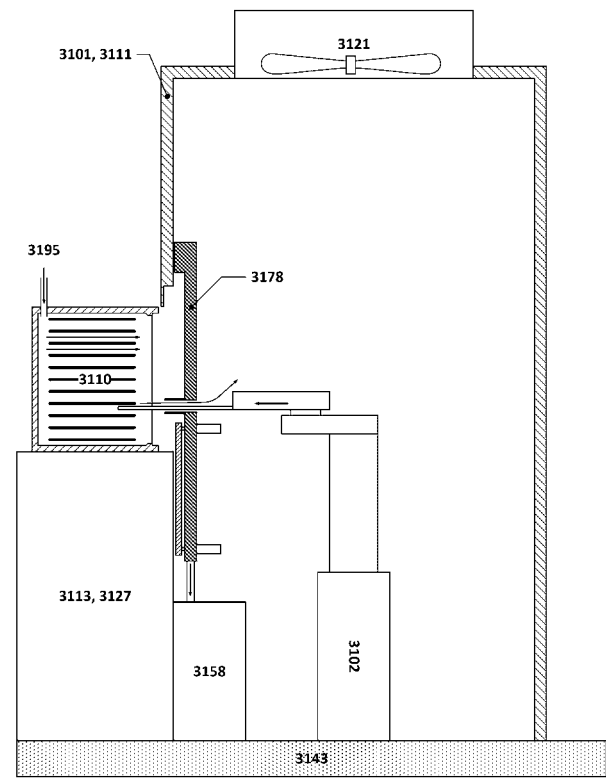


Figure 35

【図 36】

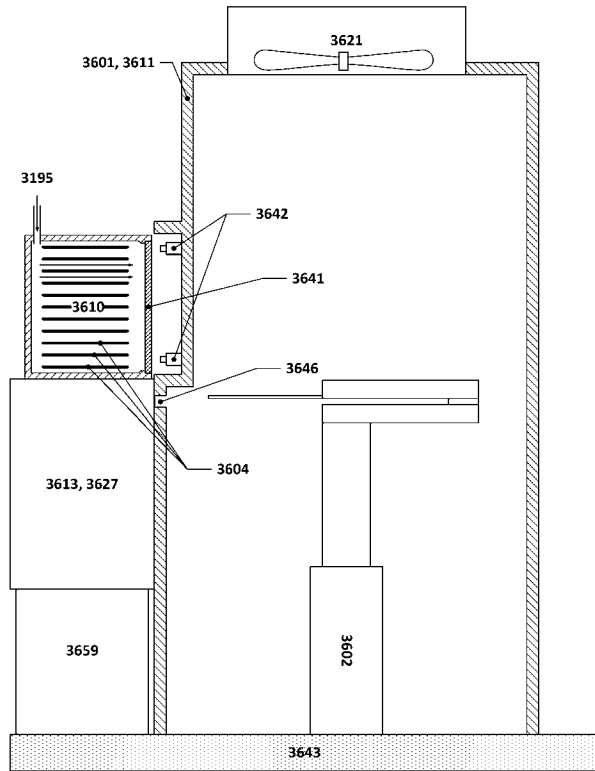


Figure 36

【図 37】

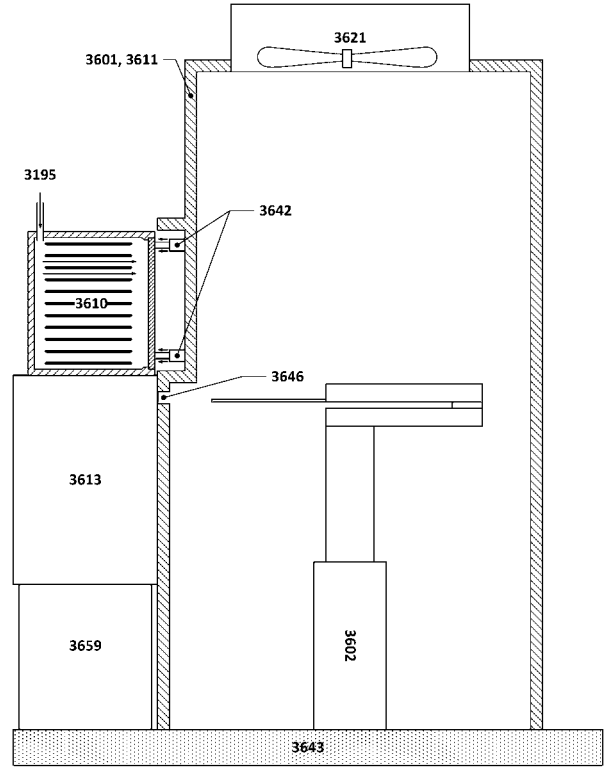


Figure 37

【図 38】

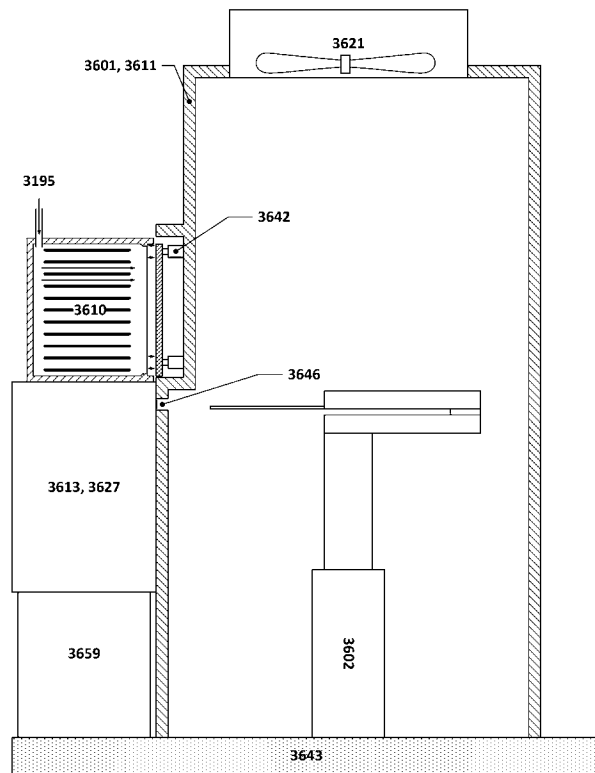


Figure 38

【図 39】

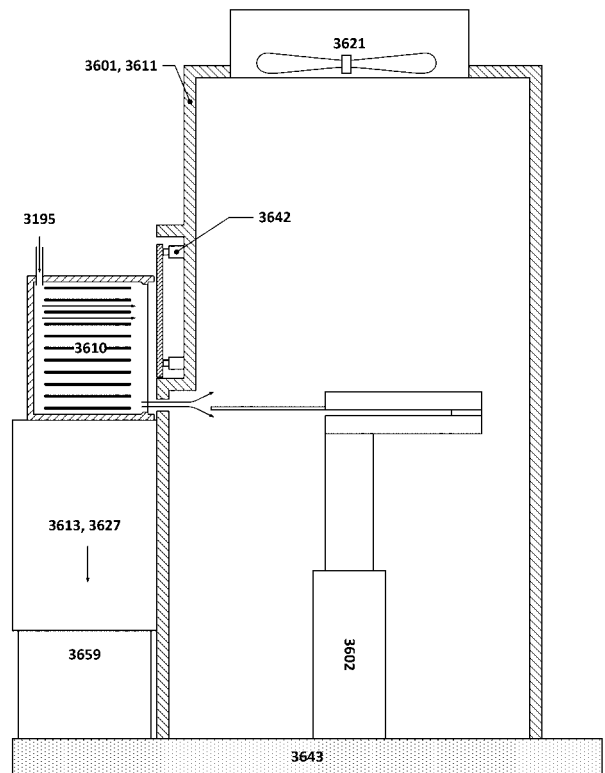


Figure 39

【図 40】

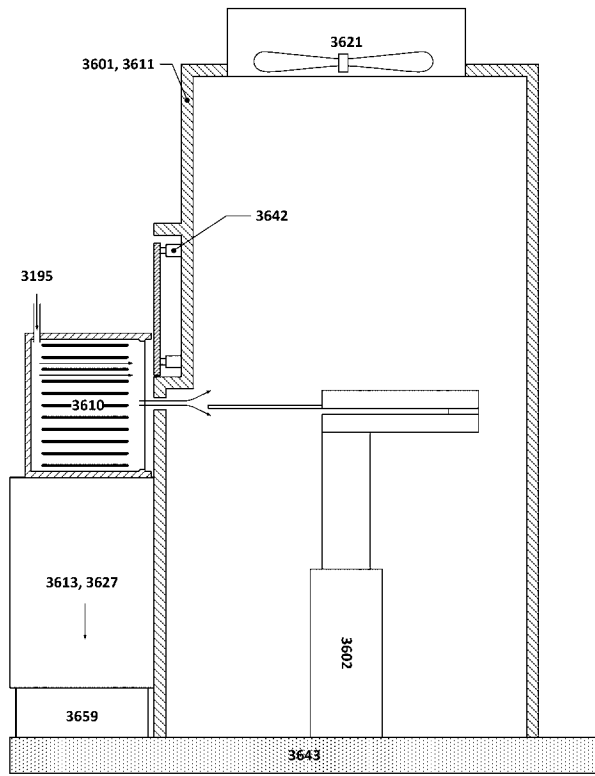


Figure 40

【図 41】

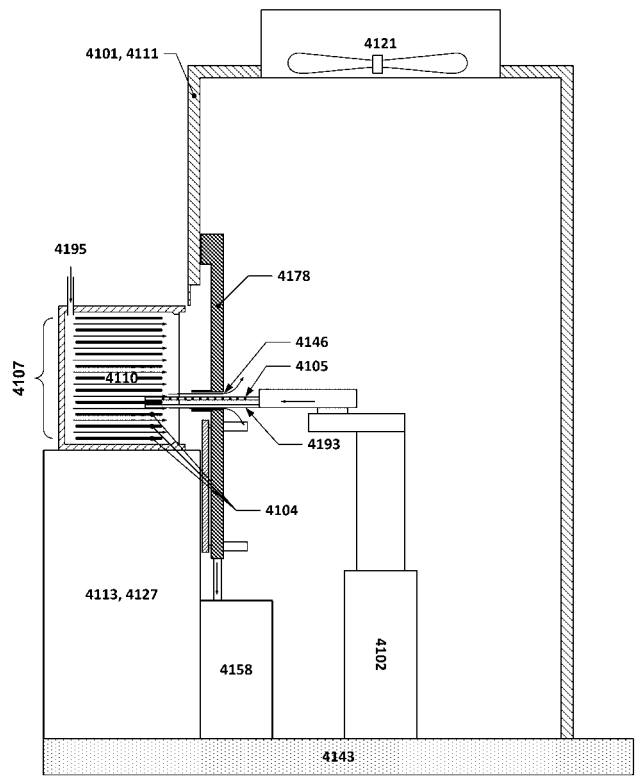


Figure 41

【図 42】

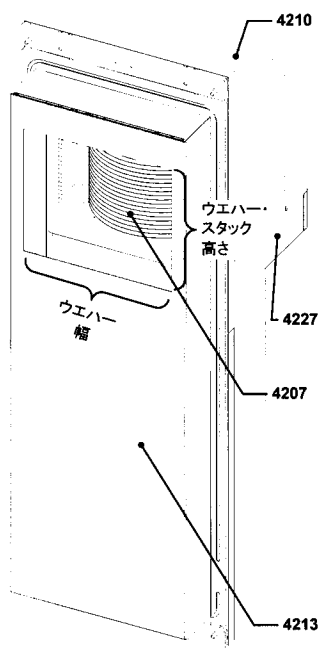


Figure 42

【図 43】

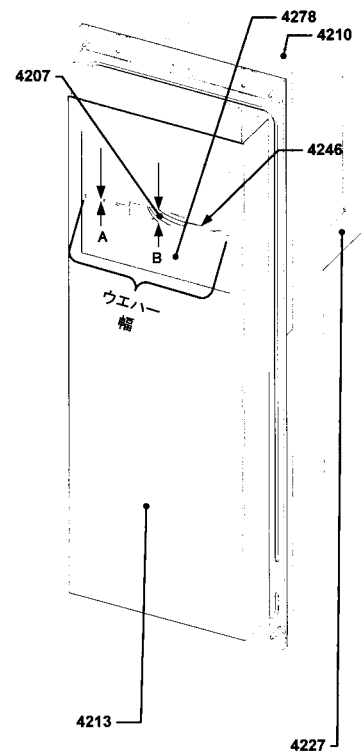
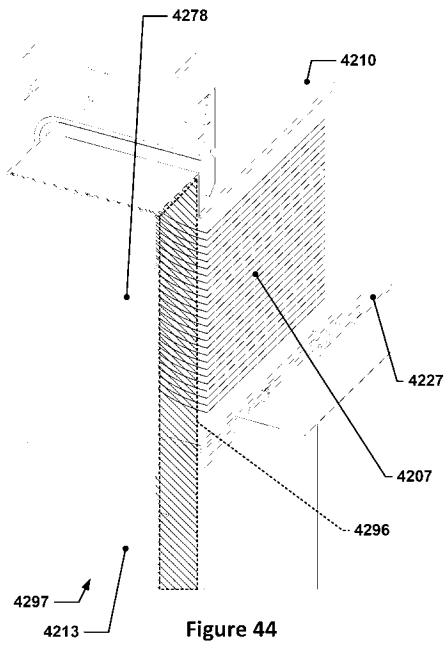
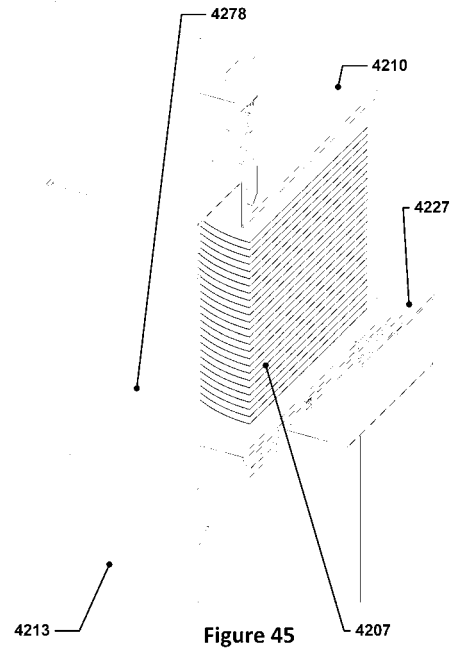


Figure 43

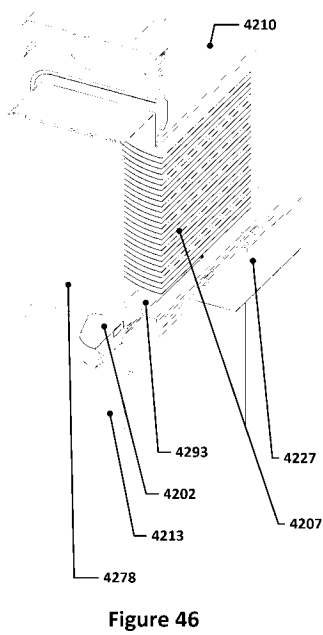
【図 4 4】



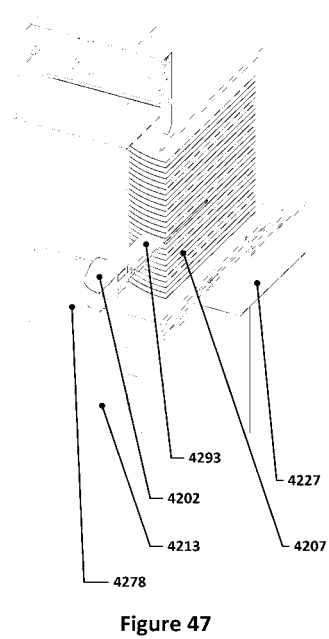
【図 4 5】



【図 4 6】



【図 4 7】



【図 48】

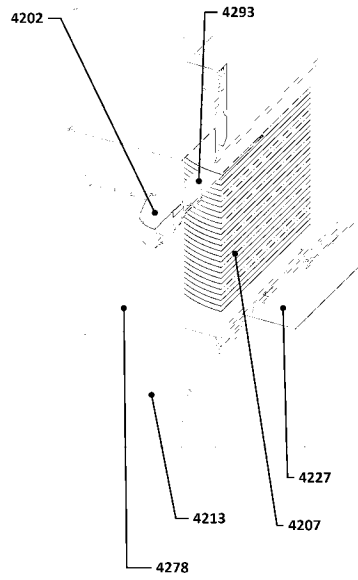


Figure 48

【図 49】

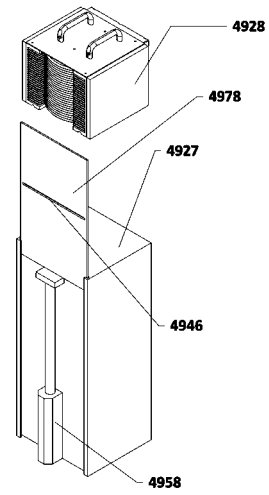


Figure 49

【図 50】

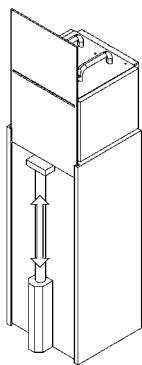


Figure 50

【図 51】

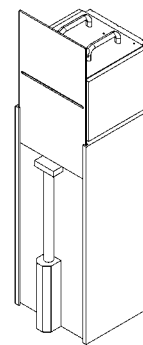


Figure 51

【図 5 2】

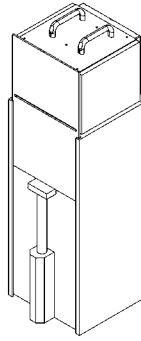


Figure 52

【図 5 3】

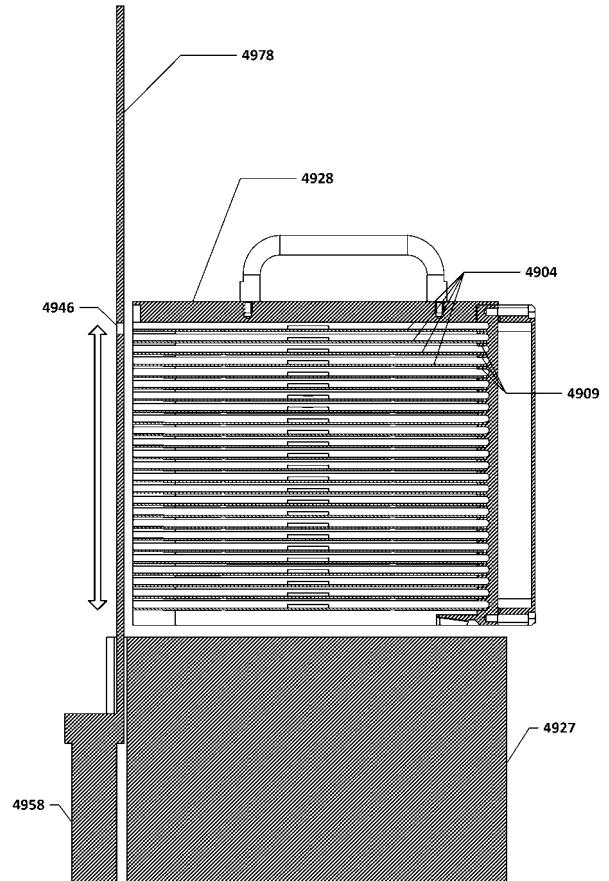


Figure 53

【図 5 4】

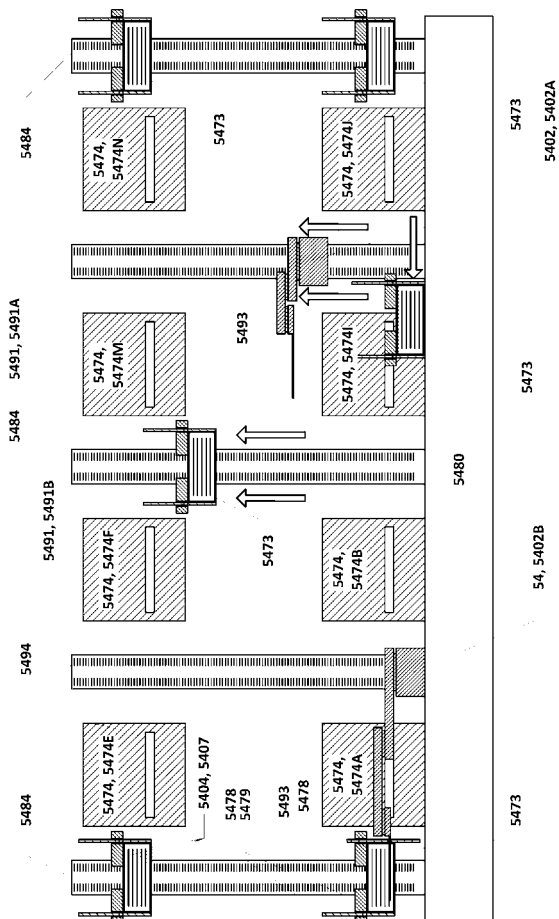


Figure 54

【図 5 5】

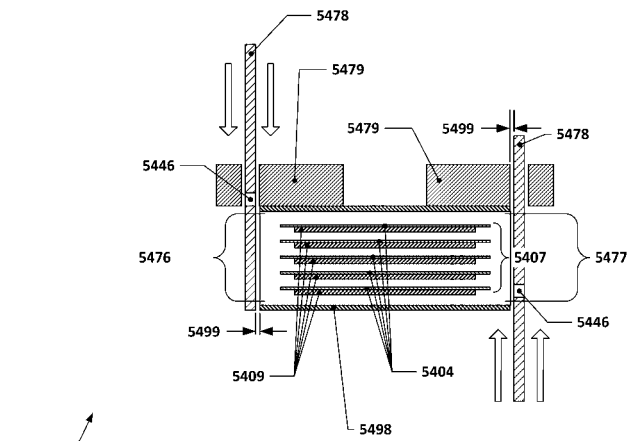


Figure 55

【図 56】

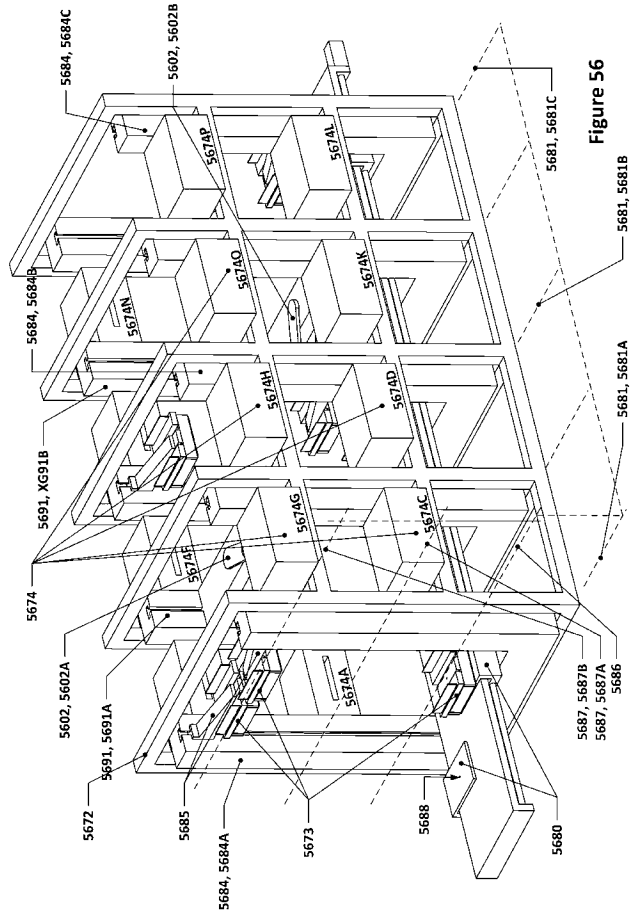
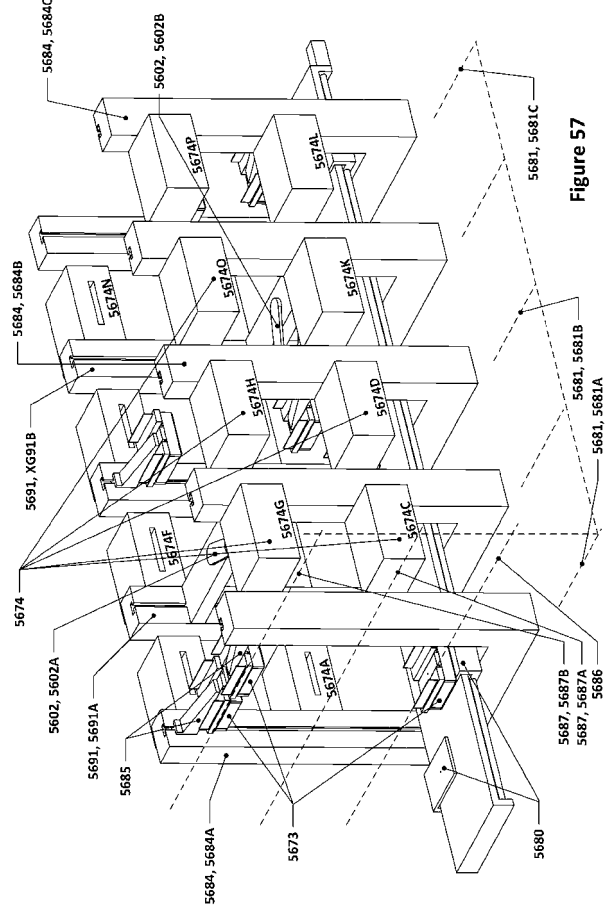


Figure 56

【図 57】



【図 6 1】

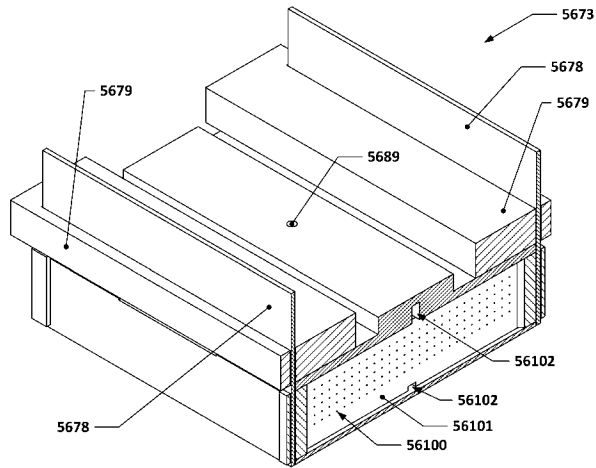


Figure 61

【図 6 2】

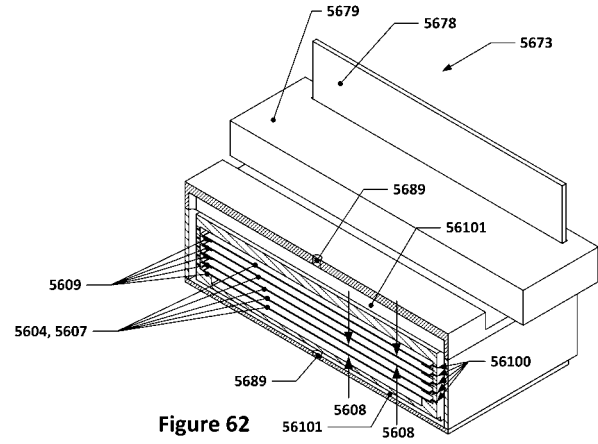


Figure 62

【図 6 3】

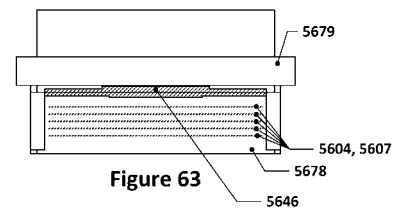


Figure 63

【図 6 4】

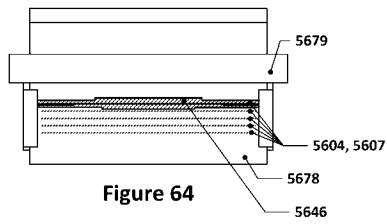


Figure 64

【図 6 7】

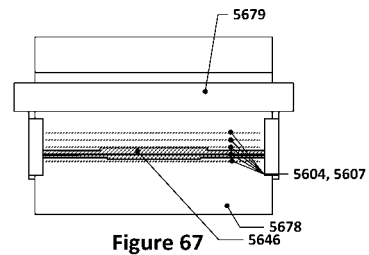


Figure 67

【図 6 5】

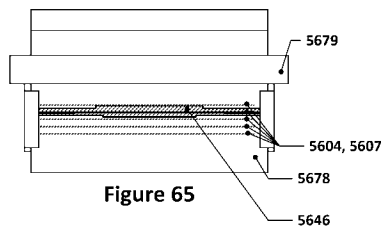


Figure 65

【図 6 8】

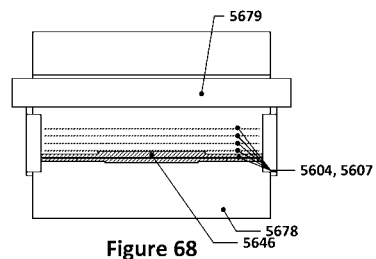


Figure 68

【図 6 6】

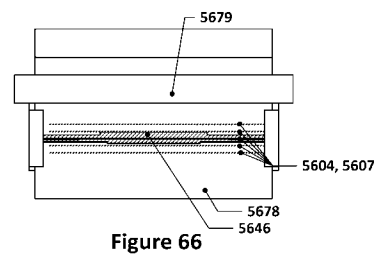


Figure 66

【図 7 4】

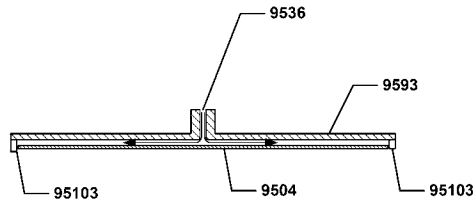


Figure 74

【手続補正書】

【提出日】平成29年3月6日(2017.3.6)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

装置であって、

ロボット・アームと、

前記ロボット・アームに取り付けられ、前記ロボット・アームの移動の間、半導体ウェハーを支持するように構成されているエンド・エフェクターと、

前記半導体ウェハーが前記エンド・エフェクターによって支持されているときに、前記半導体ウェハーの対向表面にわたってバッファー・ガスを流すように構成されているバッファー・ガス・ディストリビューターとを備え、

前記バッファー・ガス・ディストリビューターは、前記ロボット・アームの少なくともいくつかの移動の間、前記エンド・エフェクターと縦に並んで移動するように構成されており、

前記エンド・エフェクターおよび前記バッファー・ガス・ディストリビューターが、前記半導体ウェハーに対して垂直な軸線に沿って配列されている半導体ウェハーのスタックの中へ挿入可能であるように、前記バッファー・ガス・ディストリビューターおよび前記エンド・エフェクターは、垂直方向の軸線に沿って間隔を空けて配置されており、であり

前記バッファー・ガス・ディストリビューターおよび前記エンド・エフェクターは、半

導体ウエハーの前記スタックにおけるウエハー間ギャップ内に適合するようにそれぞれサイズ決めされている、装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の装置であって、前記バッファー・ガス・ディストリビューターは、前記エンド・エフェクターに対して間隙を空けて固定されており、前記ロボット・アームのすべての移動の間、前記エンド・エフェクターと縦に並んで移動する、装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の装置であって、前記半導体ウエハーのアレイは、フロント・オープニング・ユニファイド・ポッド、ウエハー・ストッカー、ウエハー・バッファー、ロード・ロック、マルチ・ウエハー・カセット、および、サイド・バイ・サイド・マルチ・ウエハー・カセットからなる群から選択される 1 つまたは複数の機器におけるウエハー支持機能部によって画定されるウエハー間アレイ間隔を有している、装置。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の装置であって、前記半導体ウエハーが前記エンド・エフェクターおよび前記 1 つまたは複数の機器のウエハー支持機能部の両方によって支持され、ならびに、前記バッファー・ガス・ディストリビューターが前記半導体ウエハーに対して垂直な第 1 の方向に沿って目視されたときに、前記半導体ウエハーと重なる前記バッファー・ガス・ディストリビューターの部分は、前記第 1 の方向に沿って目視されたときに、前記 1 つまたは複数の機器における前記ウエハー支持機能部と重ならない形状を有している、装置。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の装置であって、

各ウエハー支持機能部は、前記エンド・エフェクターの方向を向くギャップを有しており、

前記バッファー・ガス・ディストリビューターは、前記ギャップよりも小さい、前記バッファー・ガス・ディストリビューターの長軸に対して垂直な方向の幅を有している、装置。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の装置であって、

前記バッファー・ガス・ディストリビューターは、前記半導体ウエハーが前記エンド・エフェクターによって支持されているときに前記半導体ウエハーと重なる領域において、前記半導体ウエハーに対して垂直な方向に沿って、9 mm 以下の厚さであり、

前記バッファー・ガス・ディストリビューターは、

前記エンド・エフェクターの方を向く底部表面と、

前記バッファー・ガス・ディストリビューターの前記底部表面と反対側方向を向く上部表面と、

前記バッファー・ガス・ディストリビューターの前記上部表面と前記バッファー・ガス・ディストリビューターの前記底部表面との間に広がる 1 つまたは複数の側部表面と、

前記バッファー・ガス・ディストリビューターの前記底部表面の上に配置されている 1 つまたは複数の第 1 のガス・ディストリビューション・ポートと、

前記バッファー・ガス・ディストリビューターの前記側部表面の上に配置されている複数の第 2 のガス・ディストリビューション・ポートと、

前記 1 つまたは複数の第 1 のガス・ディストリビューション・ポートおよび前記複数の第 2 のガス・ディストリビューション・ポートにバッファー・ガスを供給するように構成されているガス・ディストリビューション通路とを含む、装置。

【請求項 7】

請求項 1 に記載の装置であって、前記半導体ウエハーが前記エンド・エフェクターによって支持され、および、前記バッファー・ガス・ディストリビューターが前記半導体ウエハーに対して垂直な第 1 の方向に沿って目視されたときに、前記バッファー・ガス・ディストリビューターは、前記半導体ウエハーのすべてにわたっては延在していない、装置。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の装置であって、前記半導体ウエハーが前記エンド・エフェクターによって支持され、および、前記バッファー・ガス・ディストリビューターが前記半導体ウエハーに対して垂直な前記第 1 の方向に沿って目視されたときに、前記バッファー・ガス・ディストリビューターは、

前記半導体ウエハーの中心軸線、および、前記エンド・エフェクターを前記ロボット・アームに接合する機械的な接続を通過する第 2 の方向に、前記半導体ウエハーの直径の少なくとも 90 % にわたって延在しており、

前記第 1 の方向および前記第 2 の方向の両方に対して垂直な第 3 の方向に前記半導体ウエハーの一部にわたって延在している、装置。

【請求項 9】

請求項 1 に記載の装置であって、前記半導体ウエハーが前記エンド・エフェクターによって支持され、および、前記半導体ウエハーに対して平行な軸線に沿って目視されたときに、前記バッファー・ガス・ディストリビューターの少なくとも最も外側の半分は、前記半導体ウエハーと重なっていない、装置。

【請求項 10】

請求項 1 に記載の装置であって、前記半導体ウエハーが前記エンド・エフェクターによって支持されているとき、前記半導体ウエハーの上に延在する前記バッファー・ガス・ディストリビューターの部分は、前記半導体ウエハーに対して平行な軸線に沿って目視されたときに、前記半導体ウエハーと重なっていない、装置。

【請求項 11】

半導体ウエハーを処理するための装置であって、
エンクロージャーと、

垂直方向の軸線に沿って配列された N 個のウエハー支持構造体を有するマルチ・ウエハー・ストレージ・システムを支持するように構成されているインターフェースと、前記ウエハー支持構造体は、直径 D の半導体ウエハーを支持するようにサイズ決めされており、 N は、1 よりも大きい整数であり、各半導体ウエハー支持構造体は、アレイにおける任意の隣接する 1 つまたは複数のウエハー支持構造体から平均距離 d だけ間隔を空けて配置されており、

壁部と
を備え、

前記壁部は、 D よりも大きい幅および $(N - 1) \cdot d$ よりも低い高さを有する水平スロットを含み、

前記壁部は、 $(2 \cdot N - 1) \cdot d$ よりも高い高さを有しており、

前記装置は、前記水平スロットと前記インターフェースの間で、前記垂直方向の軸線に沿って、相対的な平行移動を提供するように構成されており、

前記壁部は、前記マルチ・ウエハー・ストレージ・システムの開口部に近接するように位置決めされており、前記マルチ・ウエハー・ストレージ・システムが前記インターフェースによって支持されているときに、前記半導体ウエハーは、前記開口部を介して、前記マルチ・ウエハー・ストレージ・システムの中へロードされ得るか、または、前記マルチ・ウエハー・ストレージ・システムからアンロードされ得、

前記壁部を介して、前記半導体ウエハーが、前記マルチ・ウエハー・ストレージ・システムの中へロードされ得るか、または、前記マルチ・ウエハー・ストレージ・システムからアンロードされ得る前記壁部は、前記マルチ・ウエハー・ストレージ・システムが前記インターフェースによって支持されているときに、前記マルチ・ウエハー・ストレージ・システムの内部空間と前記エンクロージャーの内部空間との間に流量制限バリアを提供する、装置。

【請求項 12】

請求項 11 に記載の装置であって、さらに、

第 1 のバッファー・ガスを前記エンクロージャーの中へ供給するように構成されている

第 1 のバッファ・ガス・ポートと、

前記マルチ・ウエハー・ストレージ・システムが前記インターフェースによって支持されているときに、第 2 のバッファ・ガスを前記マルチ・ウエハー・ストレージ・システムの中へ供給するように構成されている第 2 のバッファ・ガス・ポートとを備える、装置。

【請求項 13】

請求項 11 に記載の装置であって、さらに、

ロボット・アームと、

前記ロボット・アームに取り付けられ、前記ロボット・アームの移動の間、半導体ウエハーを支持するように構成されているエンド・エフェクターと、

前記半導体ウエハーが前記エンド・エフェクターによって支持されているときに、前記半導体ウエハーの対向表面にわたって第 1 のバッファ・ガスを流すように構成されているバッファ・ガス・ディストリビューターとを備え、

前記バッファ・ガス・ディストリビューターは、前記ロボット・アームの少なくともいくつかの移動の間、前記エンド・エフェクターと縦に並んで移動するように構成されており、

前記バッファ・ガス・ディストリビューターおよびエンド・エフェクターは、前記マルチ・ウエハー・ストレージ・システムが、前記装置に設置され、前記半導体ウエハーをストックしているときに、前記エンド・エフェクターおよび前記バッファ・ガス・ディストリビューターが前記水平スロットを介して、ウエハー支持構造体の前記アレイによって支持されている半導体ウエハーのアレイの中へ挿入可能であるように、間隔を空けて配置されており、

前記バッファ・ガス・ディストリビューターおよび前記エンド・エフェクターは、半導体ウエハーの前記アレイにおけるウエハー間ギャップ内に適合するようにそれぞれサイズ決めされている、装置。

【請求項 14】

請求項 13 に記載の装置であって、

第 2 のバッファ・ガスを前記エンクロージャーの中へ供給するように構成されている第 1 のバッファ・ガス・ポートと、

前記マルチ・ウエハー・ストレージ・システムが前記インターフェースによって支持されているときに、第 3 のバッファ・ガスを前記マルチ・ウエハー・ストレージ・システムの中へ供給するように構成されている第 2 のバッファ・ガス・ポートとをさらに含む、装置。

【請求項 15】

請求項 14 に記載の装置であって、前記第 1 のバッファ・ガス、前記第 2 のバッファ・ガス、および、前記第 3 のバッファ・ガスは、設備窒素ガス供給源によってすべて提供される、装置。

【請求項 16】

請求項 13 に記載の装置であって、前記バッファ・ガス・ディストリビューターは、前記エンド・エフェクターに対して間隙を空けて固定されており、前記ロボット・アームのすべての移動の間、前記エンド・エフェクターと縦に並んで移動する、装置。

【請求項 17】

請求項 11 に記載の装置であって、さらに、前記マルチ・ウエハー・ストレージ・システムを備え、前記マルチ・ウエハー・ストレージ・システムは、前記インターフェースによって支持されている、装置。

【請求項 18】

請求項 11 に記載の装置であって、前記マルチ・ウエハー・ストレージ・システムは、フロント・オープニング・ユニファイド・ポッド、ウエハー・ストッカー、ウエハー・バッファ、マルチ・ウエハー・カセット、およびロード・ロックからなる群から選択され

る、装置。

【請求項 19】

請求項 11 に記載の装置であって、さらに、駆動機構を備え、前記駆動機構は、前記壁部を、前記垂直方向の軸線に沿って前記エンクロージャーに対して平行移動させるように構成されている、装置。

【請求項 20】

請求項 11 に記載の装置であって、さらに、駆動機構を備え、前記駆動機構は、前記インターフェースを、前記垂直方向の軸線に沿って前記エンクロージャーに対して平行移動させるように構成されている、装置。

【請求項 21】

請求項 11 に記載の装置であって、さらに、

ロボット・アームと、

前記ロボット・アームに取り付けられ、前記ロボット・アームの移動の間半導体ウェハーを支持するように構成されているエンド・エフェクターとを備え、

前記水平スロットは、前記垂直方向の軸線に沿って第 1 の寸法を有する中間部分を有しており、前記第 1 の寸法は、前記中間部分とは異なる位置に位置する前記水平スロットの側方部分の前記垂直方向の軸線に沿う、対応する第 2 の寸法よりも大きく、

前記中間部分は、前記ロボット・アームの移動の間、前記半導体ウェハーを支持するように構成されている前記エンド・エフェクターの部分の幅よりも広く、

前記エンド・エフェクターは、半導体ウェハーが前記エンド・エフェクターによって支持されているときに、前記半導体ウェハーに接触するように構成されているウェハー接触表面を有し、

前記エンド・エフェクターは、1 つまたは複数の第 1 の底部表面を有し、前記 1 つまたは複数の第 1 の底部表面は、前記ウェハー接触表面から離れる方向を向き、前記半導体ウェハーが前記エンド・エフェクターによって支持され、および、前記エンド・エフェクターが前記半導体ウェハーに対して垂直な方向に沿って目視されるときに、前記半導体ウェハーの外周部内に配置されており、

前記第 1 の寸法は、前記第 2 の寸法に、前記エンド・エフェクターの前記 1 つまたは複数の第 1 の底部表面の最も下側にある表面と前記ウェハー接触表面との間の垂直方向の距離を加えた寸法よりも大きい、または、等しい、装置。

【請求項 22】

請求項 21 に記載の装置であって、

前記エンド・エフェクターは、1 つまたは複数の第 1 の上側表面を有しており、前記 1 つまたは複数の第 1 の上側表面は、前記 1 つまたは複数の第 1 の底部表面から離れる方向を向いており、半導体ウェハーを前記マルチ・ウェハー・ストレージ・システムに載置するために前記エンド・エフェクターが使用されるときに、前記水平スロットを通り、

前記第 1 の寸法は、前記エンド・エフェクターの前記 1 つまたは複数の第 1 の底部表面の前記最も下側にある表面と、前記エンド・エフェクターの前記 1 つまたは複数の第 1 の上側表面の最上部表面との間の垂直方向の距離よりも大きい、または、等しい、装置。

【請求項 23】

請求項 21 に記載の装置であって、さらに、

前記半導体ウェハーが前記エンド・エフェクターによって支持されているときに、前記半導体ウェハーの対向表面にわたってバッファー・ガスを流すように構成されているバッファー・ガス・ディストリビューターを備え、

前記バッファー・ガス・ディストリビューターは、前記ロボット・アームの少なくともいくつかの移動の間、前記エンド・エフェクターと縦に並んで移動するように構成されており、

前記バッファー・ガス・ディストリビューターおよびエンド・エフェクターは、前記マ

ルチ・ウエハー・ストレージ・システムが、前記装置に設置されており、前記半導体ウエハーをストックしているときに、前記エンド・エフェクターおよび前記バッファー・ガス・ディストリビューターが、ウエハー支持構造体の前記アレイによって支持されている半導体ウエハーのアレイの中へ挿入可能であるように間隔を空けて配置されており、

前記バッファー・ガス・ディストリビューターおよび前記エンド・エフェクターは、半導体ウエハーの前記アレイにおけるウエハー間ギャップ内に適合するようにそれぞれサイズ決めされており、

前記バッファー・ガス・ディストリビューターは、1つまたは複数の第1の上側表面を有しており、前記1つまたは複数の第1の上側表面は、前記1つまたは複数の第1の底部表面から離れる方向を向いており、半導体ウエハーを前記マルチ・ウエハー・ストレージ・システムから除去するために前記エンド・エフェクターが使用されるときに、前記水平スロットを通り、

前記第1の寸法は、前記エンド・エフェクターの前記1つまたは複数の第1の底部表面の前記最も下側にある表面と、前記バッファー・ガス・ディストリビューターの前記1つまたは複数の第1の上側表面の最上部表面との間の垂直方向の距離よりも大きいか、または、等しい、装置。

【請求項24】

装置であって、

異なる位置に位置決めされている複数のウエハー処理チャンバーと、

前記異なる位置において前記ウエハー処理チャンバーを支持するシャーシーと、

1つまたは複数のマルチ・ウエハー・カセットであって、各マルチ・ウエハー・カセットは、垂直方向の軸線に沿って配置されているN個のウエハー支持構造体を有し、前記ウエハー支持構造体は、直径Dの半導体ウエハーを支持するようにサイズ決めされており、Nは、1よりも大きい整数であり、各半導体ウエハー支持構造体は、前記アレイにおける任意の隣接する1つまたは複数のウエハー支持構造体から平均距離dだけ間隔を空けて配置され、

それぞれが、移動の間、半導体ウエハーを支持するように構成されているエンド・エフェクターを有する1つまたは複数のロボット・アームであって、前記1つまたは複数のロボット・アームは、前記1つまたは複数のマルチ・ウエハー・カセットから前記複数のウエハー処理チャンバーへ、および、前記1つまたは複数のマルチ・ウエハー・カセットへ、半導体ウエハーを搬送するように構成され、

a) 前記1つまたは複数のマルチ・ウエハー・カセットのそれぞれの一部である少なくとも1つのスロット・ドア機構、b) 前記1つまたは複数のエンド・エフェクターによって支持されている半導体ウエハーの対向表面にわたってバッファー・ガスを流すように構成されている1つまたは複数のバッファー・ガス・ディストリビューター、ならびに、c) a) および b) の両方、からなる群から選択される少なくとも1つのバッファー・ガス・マイクロクライメイト・システムと

を備える、装置。

【請求項25】

請求項24に記載の装置であって、前記少なくとも1つのバッファー・ガス・マイクロクライメイト・システムは、前記少なくとも1つのスロット・ドア機構を含み、前記少なくとも1つのスロット・ドア機構は、前記1つまたは複数のマルチ・ウエハー・カセットのそれぞれの一部であり、

各マルチ・ウエハー・カセットは、前面開口部を有しており、前記前面開口部は、ウエハーが前記マルチ・ウエハー・カセットの中へ挿入されることまたは前記マルチ・ウエハー・カセットから引き出されることを可能にするようにサイズ決めされており、

各スロット・ドア機構は、

Dよりも大きい幅および $(N-1) \cdot d$ よりも低い高さを有する水平スロットを備えるドアと、

機械的な入力に応答して、前記マルチ・ウエハー・カセットの前記ウエハー支持構造

体に対して垂直方向に前記ドアを平行移動させるように構成されている駆動機構と、スロット・ドアは、前記マルチ・ウエハー・カセットの一部である、ことを含み、

各ドアは、 $(2 \cdot N - 1) \cdot d$ よりも高い高さを有しており、

各ドアは、前記マルチ・ウエハー・カセットの前記前面開口部の前方に位置決めされており、そのドアは、前記マルチ・ウエハー・カセットの一部である、装置。

【請求項 26】

請求項 24 に記載の装置であって、前記少なくとも 1 つのバッファー・ガス・マイクロクライメイト・システムは、前記 1 つまたは複数のエンド・エフェクターによって支持されている前記半導体ウエハーの対向表面にわたってバッファー・ガスを流すように構成されている前記 1 つまたは複数のバッファー・ガス・ディストリビューターを含み、

前記 1 つまたは複数のバッファー・ガス・ディストリビューターのそれぞれは、前記 1 つまたは複数のエンド・エフェクターのうちの異なる 1 つに関連付けられており、

各バッファー・ガス・ディストリビューターは、前記ロボット・アームの少なくともいくつかの移動の間、前記関連付けられたエンド・エフェクターと縦に並んで移動するように構成されており、前記関連付けられたエンド・エフェクターは、前記ロボット・アームの一部であり、

各バッファー・ガス・ディストリビューターおよび関連付けられたエンド・エフェクターは、間隔を空けて配置されており、当該バッファー・ガス・ディストリビューターおよび関連付けられたエンド・エフェクターは、 N 個の半導体ウエハーが前記 N 個のウエハー支持構造体によって支持されているときに、前記 N 個のウエハー支持構造体によって支持されている前記 N 個の半導体ウエハーのスタックの中へ挿入可能であり、

各バッファー・ガス・ディストリビューターおよび関連付けられたエンド・エフェクターは、 N 個の半導体ウエハーの前記スタックにおけるウエハー間ギャップ内に適合するようにそれぞれサイズ決めされている、装置。

【請求項 27】

請求項 26 に記載の装置であって、前記少なくとも 1 つのバッファー・ガス・マイクロクライメイト・システムは、また、前記少なくとも 1 つのスロット・ドア機構を含み、前記少なくとも 1 つのスロット・ドア機構は、前記 1 つまたは複数のマルチ・ウエハー・カセットのそれぞれの一部であり、

各マルチ・ウエハー・カセットは、前面開口部を有しており、前記前面開口部は、ウエハーが前記マルチ・ウエハー・カセットの中へ挿入されることまたは前記マルチ・ウエハー・カセットから引き出されることを可能にするようにサイズ決めされており、

各スロット・ドア機構は、

D よりも大きい幅および $(N - 1) \cdot d$ よりも低い高さを有する水平スロットを備えるドアと、

機械的な入力に応答して、前記マルチ・ウエハー・カセットの前記ウエハー支持構造体に対して垂直方向に前記ドアを平行移動させるように構成されている駆動機構と、そのスロット・ドアは、前記マルチ・ウエハー・カセットの一部であること、

を含み、

各ドアは、 $(2 \cdot N - 1) \cdot d$ よりも高い高さを有しており、

各ドアは、前記マルチ・ウエハー・カセットの前記前面開口部の前方に位置決めされており、そのドアは、前記マルチ・ウエハー・カセットの一部である、装置。

【請求項 28】

請求項 25 に記載の装置であって、さらに、前記 1 つまたは複数のマルチ・ウエハー・カセットのうちの少なくとも 1 つを受け入れ、水平方向の軸線に沿って、前記受け入れられた前記 1 つまたは複数のマルチ・ウエハー・カセットのうちの少なくとも 1 つを水平位置の間で平行移動させるように構成されている、水平ウエハー・カセット・コンベヤーを備え、

前記ウエハー処理チャンバーは、前記水平ウエハー・カセット・コンベヤーのいずれかの側において、間隔を空けて配置された位置に位置決めされており、

前記 1 つまたは複数のロボット・アームのうちの第 1 のロボット・アームは、第 1 のマルチ・ウエハー・カセットが少なくとも前記水平な位置のうちの第 1 の水平な位置に位置決めされているときに、前記 1 つまたは複数のマルチ・ウエハー・カセットのうちの前記第 1 のマルチ・ウエハー・カセットと、前記ウエハー処理チャンバーの第 1 のウエハー処理チャンバー、前記ウエハー処理チャンバーの第 2 のウエハー処理チャンバー、前記ウエハー処理チャンバーの第 3 のウエハー処理チャンバー、および、前記ウエハー処理チャンバーの第 4 のウエハー処理チャンバーの間で、半導体ウエハーを搬送するように構成されており、

前記第 1 のウエハー処理チャンバーおよび前記第 2 のウエハー処理チャンバーは、前記水平ウエハー・カセット・コンベヤーの第 1 の側に配置されており、

前記第 3 のウエハー処理チャンバーおよび前記第 4 のウエハー処理チャンバーは、前記水平ウエハー・カセット・コンベヤーの第 2 の側に配置されており、

前記水平ウエハー・カセット・コンベヤーの前記第 1 の側は、前記水平ウエハー・カセット・コンベヤーの前記第 2 の側に対して、前記水平ウエハー・カセット・コンベヤーの反対側にある、装置。

【請求項 29】

請求項 28 に記載の装置であって、さらに、1 つまたは複数の垂直ウエハー・カセット・コンベヤーを備え、

各垂直ウエハー・カセット・コンベヤーは、前記水平位置のうちの異なる 1 つに関連付けられており、

前記 1 つまたは複数の垂直ウエハー・カセット・コンベヤーのうちの第 1 の垂直ウエハー・カセット・コンベヤーは、前記第 1 の水平位置に関連付けられており、

各垂直ウエハー・カセット・コンベヤーは、1 つまたは複数の機械的なインターフェースを含み、

その機械的なインターフェースがそのマルチ・ウエハー・カセットと垂直方向に整合させられているとき、および、そのマルチ・ウエハー・カセットが、その垂直ウエハー・カセット・コンベヤーに関連付けられた前記水平位置に位置決めされ、ベースラインの垂直位置において、前記水平ウエハー・カセット・コンベヤーによって支持されているとき、各垂直ウエハー・カセット・コンベヤーのそれぞれの機械的なインターフェースは、前記 1 つまたは複数のマルチ・ウエハー・カセットのうちのマルチ・ウエハー・カセットと接続するように構成されており、

各垂直ウエハー・カセット・コンベヤーは、その垂直ウエハー・カセット・コンベヤーの中に含まれている前記 1 つまたは複数の機械的なインターフェース、および、それらの 1 つまたは複数の機械的なインターフェースが接続されている各マルチ・ウエハー・カセットを、垂直方向の軸線に沿って、1 つまたは複数の垂直カセット位置へ平行移動させるように構成されており、

前記垂直カセット位置は、前記ベースラインの垂直位置と同じ高さに配置されておらず、

前記第 1 のロボット・アームは、前記第 1 のマルチ・ウエハー・カセットが前記第 1 の水平位置に位置決めされ、および、前記第 1 の垂直ウエハー・カセット・コンベヤーによって、前記 1 つまたは複数の垂直カセット位置のうちの第 1 の垂直カセット位置にも位置決めされているときに、前記第 1 のマルチ・ウエハー・カセットと、前記第 1 のウエハー処理チャンバー、前記第 2 のウエハー処理チャンバー、前記第 3 のウエハー処理チャンバー、および前記第 4 のウエハー処理チャンバーの間で、半導体ウエハーを搬送するように構成されている、装置。

【請求項 30】

請求項 29 に記載の装置であって、

各機械的なインターフェースは、少なくとも 1 つのバッファー・ガス・ポートを含み、各マルチ・ウエハー・カセットは、少なくとも 1 つのバッファー・ガス入口部を含み、各マルチ・ウエハー・カセットの前記少なくとも 1 つのバッファー・ガス入口部は、そ

のマルチ・ウエハー・カセットがその機械的なインターフェースにインターフェース接続されているときに、各機械的なインターフェースの前記少なくとも1つのバッファー・ガス・ポートに整合しており、それによって、バッファー・ガスがその少なくとも1つのバッファー・ガス・ポートおよび少なくとも1つのバッファー・ガス入口部を介してそのマルチ・ウエハー・カセットの内部空間へ導入されることを可能にする、装置。

【請求項 3 1】

請求項 2 9 に記載の装置であって、

前記 1 つまたは複数の垂直ウエハー・カセット・コンベヤーのうちの第 2 の垂直ウエハー・カセット・コンベヤーが、前記水平位置のうちの第 2 の水平位置に関連付けられており、

前記第 1 のロボット・アームは、前記第 1 の水平位置と前記第 2 の水平位置との間に配置されており、

各マルチ・ウエハー・カセットは、後面開口部も含み、前記後面開口部は、また、半導体ウエハーがそのマルチ・ウエハー・カセットの中へ挿入されることまたはそのマルチ・ウエハー・カセットから引き出されることを可能にするようにサイズ決めされており、そのマルチ・ウエハー・カセットの前記前面開口部の反対側にあり、

前記 1 つまたは複数のマルチ・ウエハー・カセットのそれぞれの一部である前記少なくとも1つのスロット・ドア機構は、各マルチ・ウエハー・カセットに関して、第 2 のスロット・ドア機構を含み、

各第 2 のスロット・ドア機構の前記ドアは、前記マルチ・ウエハー・カセットの前記後面開口部の前方に位置決めされており、その第 2 のスロット・ドア機構は、前記マルチ・ウエハー・カセットの一部であり、

前記第 1 のロボット・アームは、また、第 2 のマルチ・ウエハー・カセットが前記第 2 の垂直ウエハー・カセット・コンベヤーによって前記第 2 の水平位置および前記第 1 の垂直カセット位置に位置決めされているときに、前記第 2 のマルチ・ウエハー・カセットと、前記第 1 のウエハー処理チャンバー、前記第 2 のウエハー処理チャンバー、前記第 3 のウエハー処理チャンバー、および前記第 4 のウエハー処理チャンバーの間で、半導体ウエハーを搬送するように構成されており、

前記第 2 のマルチ・ウエハー・カセットは、前記 1 つまたは複数のマルチ・ウエハー・カセットのうちの 1 つである、装置。

【請求項 3 2】

請求項 3 1 に記載の装置であって、さらに、

1 つまたは複数の垂直ロボット・アーム・コンベヤーと、

前記ウエハー処理チャンバーの第 5 のウエハー処理チャンバーと、

前記ウエハー処理チャンバーの第 6 のウエハー処理チャンバーと、

前記ウエハー処理チャンバーの第 7 のウエハー処理チャンバーと、

前記ウエハー処理チャンバーの第 8 のウエハー処理チャンバーと

を備え、

前記第 5 のウエハー処理チャンバー、前記第 6 のウエハー処理チャンバー、前記第 7 のウエハー処理チャンバー、および前記第 8 のウエハー処理チャンバーは、前記第 1 のウエハー処理チャンバー、前記第 2 のウエハー処理チャンバー、前記第 3 のウエハー処理チャンバー、および前記第 4 のウエハー処理チャンバーの上方に配置されており、

前記 1 つまたは複数の垂直ロボット・アーム・コンベヤーのそれぞれは、近隣の垂直ウエハー・カセット・コンベヤーの間に配置されており、

各垂直ロボット・アーム・コンベヤーは、前記垂直方向の軸線に沿って、1 つまたは複数の垂直ロボット・アーム位置へ、前記 1 つまたは複数のロボット・アームのうちの対応する 1 つを平行移動させるように構成されており、

前記 1 つまたは複数の垂直ロボット・アーム位置のうちの第 1 の垂直ロボット・アーム位置は、前記第 1 の垂直カセット位置に関連付けられており、

前記 1 つまたは複数の垂直ロボット・アーム位置のうちの第 2 の垂直ロボット・アーム

位置は、前記第 1 の垂直カセット位置とは異なる、前記 1 つまたは複数の垂直カセット位置のうちの第 2 の垂直カセット位置に関連付けられており、

前記第 1 のロボット・アームは、前記第 1 のマルチ・ウエハー・カセットが前記第 1 の水平位置および前記第 1 の垂直カセット位置に位置決めされ、ならびに、前記第 1 のロボット・アームが前記第 1 の垂直ロボット・アーム位置に位置決めされているときに、前記第 1 のマルチ・ウエハー・カセットと、前記第 1 のウエハー処理チャンバー、前記第 2 のウエハー処理チャンバー、前記第 3 のウエハー処理チャンバー、および前記第 4 のウエハー処理チャンバーの間で、半導体ウエハーを搬送するように構成されており、

前記第 1 のロボット・アームは、さらに、前記第 1 のマルチ・ウエハー・カセットが前記第 1 の水平位置および前記第 2 の垂直カセット位置に位置決めされ、ならびに、前記第 1 のロボット・アームが前記第 2 の垂直ロボット・アーム位置に位置決めされているときに、前記第 1 のマルチ・ウエハー・カセットと、前記第 5 のウエハー処理チャンバー、前記第 6 のウエハー処理チャンバー、前記第 7 のウエハー処理チャンバー、および前記第 8 のウエハー処理チャンバーの間で、半導体ウエハーを搬送するように構成されている、装置。

【請求項 33】

請求項 32 に記載の装置であって、

前記ウエハー処理チャンバーの第 9 のウエハー処理チャンバーと、
前記ウエハー処理チャンバーの第 10 のウエハー処理チャンバーと、
前記ウエハー処理チャンバーの第 11 のウエハー処理チャンバーと、
前記ウエハー処理チャンバーの第 12 のウエハー処理チャンバーと、
前記ウエハー処理チャンバーの第 13 のウエハー処理チャンバーと、
前記ウエハー処理チャンバーの第 14 のウエハー処理チャンバーと、
前記ウエハー処理チャンバーの第 15 のウエハー処理チャンバーと、
前記ウエハー処理チャンバーの第 16 のウエハー処理チャンバーと

をさらに含み、

前記第 9 のウエハー処理チャンバー、第 10 のウエハー処理チャンバー、第 13 のウエハー処理チャンバー、および第 14 のウエハー処理チャンバーは、前記水平ウエハー・カセット・コンベヤーの前記第 1 の側に配置されており、

前記第 11 のウエハー処理チャンバー、第 12 のウエハー処理チャンバー、第 15 のウエハー処理チャンバー、および第 16 のウエハー処理チャンバーは、前記水平ウエハー・カセット・コンベヤーの前記第 2 の側に配置されており、

前記第 13 のウエハー処理チャンバー、前記第 14 のウエハー処理チャンバー、前記第 15 のウエハー処理チャンバー、および前記第 16 のウエハー処理チャンバーは、前記第 9 のウエハー処理チャンバー、前記第 10 のウエハー処理チャンバー、前記第 11 のウエハー処理チャンバー、および前記第 12 のウエハー処理チャンバーの上方に配置されており、

前記第 2 の水平位置は、前記 1 つまたは複数のロボット・アームのうちの前記第 1 のロボット・アームと第 2 のロボット・アームとの間に配置されており、

前記第 2 のロボット・アームは、前記第 2 のマルチ・ウエハー・カセットが前記第 2 の水平位置および前記第 1 の垂直カセット位置に位置決めされ、ならびに、前記第 2 のロボット・アームが前記第 1 の垂直ロボット・アーム位置に位置決めされているときに、前記第 2 のマルチ・ウエハー・カセットと、前記第 9 のウエハー処理チャンバー、前記第 10 のウエハー処理チャンバー、前記第 11 のウエハー処理チャンバー、および前記第 12 のウエハー処理チャンバーの間で、半導体ウエハーを搬送するように構成されており、

前記第 2 のロボット・アームは、さらに、前記第 2 のマルチ・ウエハー・カセットが前記第 2 の水平位置および前記第 2 の垂直カセット位置に位置決めされ、ならびに、前記第 2 のロボット・アームが前記第 2 の垂直ロボット・アーム位置に位置決めされているときに、前記第 2 のマルチ・ウエハー・カセットと、前記第 13 のウエハー処理チャンバー、前記第 14 のウエハー処理チャンバー、前記第 15 のウエハー処理チャンバー、および前

記第 16 のウエハー処理チャンバーの間で、半導体ウエハーを搬送するように構成されている、装置。

【請求項 34】

請求項 33 に記載の装置であって、前記少なくとも 1 つのバッファー・ガス・マイクロクライメイト・システムは、前記 1 つまたは複数のバッファー・ガス・ディストリビューターを含み、前記 1 つまたは複数のバッファー・ガス・ディストリビューターは、前記 1 つまたは複数のエンド・エフェクターによって支持されている前記半導体ウエハーの対向表面にわたってバッファー・ガスを流すように構成されており、

前記 1 つまたは複数のバッファー・ガス・ディストリビューターのそれぞれは、前記 1 つまたは複数のエンド・エフェクターのうちの異なる 1 つに関連付けられており、

各バッファー・ガス・ディストリビューターは、前記ロボット・アームの少なくともいくつかの移動の間、前記関連付けられたエンド・エフェクターと縦に並んで移動するように構成されており、前記関連付けられたエンド・エフェクターは、前記ロボット・アームの一部であり、

各バッファー・ガス・ディストリビューターおよび関連付けられたエンド・エフェクターは、間隔を空けて配置されており、そのバッファー・ガス・ディストリビューターおよび関連付けられたエンド・エフェクターは、N 個の半導体ウエハーが前記 N 個のウエハー支持構造体によって支持されているときに、前記 N 個のウエハー支持構造体によって支持されている前記 N 個の半導体ウエハーのスタックの中へ挿入可能であり、

各バッファー・ガス・ディストリビューターおよび関連付けられたエンド・エフェクターは、N 個の半導体ウエハーの前記スタックにおけるウエハー間ギャップ内に適合するようにそれぞれサイズ決めされている、装置。

【請求項 35】

請求項 26 に記載の装置であって、さらに、水平ウエハー・カセット・コンベヤーを備え、前記水平ウエハー・カセット・コンベヤーは、前記 1 つまたは複数のマルチ・ウエハー・カセットのうちの少なくとも 1 つを受け入れるように、および、水平位置同士の間で、水平方向の軸線に沿って、前記受け入れられた前記 1 つまたは複数のマルチ・ウエハー・カセットのうちの少なくとも 1 つを平行移動させるように構成されており、

前記ウエハー処理チャンバーは、前記水平ウエハー・カセット・コンベヤーのいずれかの側において、間隔を空けて配置された位置に位置決めされており、

前記 1 つまたは複数のロボット・アームのうちの第 1 のロボット・アームは、第 1 のマルチ・ウエハー・カセットが少なくとも前記水平位置のうちの第 1 の水平位置に位置決めされているときに、前記 1 つまたは複数のマルチ・ウエハー・カセットのうちの前記第 1 のマルチ・ウエハー・カセットと、前記ウエハー処理チャンバーの第 1 のウエハー処理チャンバー、前記ウエハー処理チャンバーの第 2 のウエハー処理チャンバー、前記ウエハー処理チャンバーの第 3 のウエハー処理チャンバー、および、前記ウエハー処理チャンバーの第 4 のウエハー処理チャンバーの間で、半導体ウエハーを搬送するように構成されており、

前記第 1 のロボット・アームは、前記 1 つまたは複数のバッファー・ガス・ディストリビューターのうちの第 1 のバッファー・ガス・ディストリビューターに関連付けられており、

前記第 1 のウエハー処理チャンバーおよび前記第 2 のウエハー処理チャンバーは、前記水平ウエハー・カセット・コンベヤーの第 1 の側に配置されており、

前記第 3 のウエハー処理チャンバーおよび前記第 4 のウエハー処理チャンバーは、前記水平ウエハー・カセット・コンベヤーの第 2 の側に配置されており、

前記水平ウエハー・カセット・コンベヤーの前記第 1 の側は、前記水平ウエハー・カセット・コンベヤーの前記第 2 の側に対して、前記水平ウエハー・カセット・コンベヤーの反対側にある、装置。

【請求項 36】

請求項 35 に記載の装置であって、1 つまたは複数の垂直ウエハー・カセット・コンベ

ヤーをさらに含み、

各垂直ウエハー・カセット・コンベヤーは、前記水平位置のうちの異なる1つに関連付けられており、

前記1つまたは複数の垂直ウエハー・カセット・コンベヤーのうちの第1の垂直ウエハー・カセット・コンベヤーは、前記第1の水平位置に関連付けられており、

各垂直ウエハー・カセット・コンベヤーは、1つまたは複数の機械的なインターフェースを含み、

その機械的なインターフェースがそのマルチ・ウエハー・カセットと垂直方向に整合させられているとき、および、そのマルチ・ウエハー・カセットが、その垂直ウエハー・カセット・コンベヤーに関連付けられた前記水平位置に位置決めされ、ベースラインの垂直位置において、前記水平ウエハー・カセット・コンベヤーによって支持されているとき、各垂直ウエハー・カセット・コンベヤーのそれぞれの機械的なインターフェースは、前記1つまたは複数のマルチ・ウエハー・カセットのうちのマルチ・ウエハー・カセットと接続するように構成されており、

各垂直ウエハー・カセット・コンベヤーは、その垂直ウエハー・カセット・コンベヤーの中に含まれている前記1つまたは複数の機械的なインターフェース、および、それらの1つまたは複数の機械的なインターフェースが接続されているそれぞれのマルチ・ウエハー・カセットを、垂直軸線に沿って、1つまたは複数の垂直カセット位置へ平行移動させるように構成されており、

前記垂直カセット位置は、前記ベースラインの垂直位置と同じ高さに配置されておらず、

前記第1のロボット・アームは、前記第1のマルチ・ウエハー・カセットが前記第1の水平位置に位置決めされ、および、前記第1の垂直ウエハー・カセット・コンベヤーによって、前記1つまたは複数の垂直カセット位置のうちの第1の垂直カセット位置にも位置決めされているときに、前記第1のマルチ・ウエハー・カセットと、前記第1のウエハー処理チャンバー、前記第2のウエハー処理チャンバー、前記第3のウエハー処理チャンバー、および前記第4のウエハー処理チャンバーの間で、半導体ウエハーを搬送するように構成されている、装置。

【請求項37】

請求項36に記載の装置であって、

各機械的なインターフェースは、少なくとも1つのバッファー・ガス・ポートを含み、各マルチ・ウエハー・カセットは、少なくとも1つのバッファー・ガス入口部を含み、各マルチ・ウエハー・カセットの前記少なくとも1つのバッファー・ガス入口部は、そのマルチ・ウエハー・カセットがその機械的なインターフェースに接続されているときに、それぞれの機械的なインターフェースの前記少なくとも1つのバッファー・ガス・ポートに整合しており、それによって、バッファー・ガスがその少なくとも1つのバッファー・ガス・ポートおよび少なくとも1つのバッファー・ガス入口部を介してそのマルチ・ウエハー・カセットの内部空間へ導入されることを可能にする、装置。

【請求項38】

請求項36に記載の装置であって、

前記1つまたは複数の垂直ウエハー・カセット・コンベヤーのうちの第2の垂直ウエハー・カセット・コンベヤーが、前記水平位置のうちの第2の水平位置に関連付けられており、

前記第1のロボット・アームは、前記第1の水平位置と前記第2の水平位置との間に配置されており、

各マルチ・ウエハー・カセットは、後面開口部も含み、前記後面開口部は、また、半導体ウエハーがそのマルチ・ウエハー・カセットの中へ挿入されることまたはそのマルチ・ウエハー・カセットから引き出されることを可能にするようにサイズ決めされており、そのマルチ・ウエハー・カセットの前記前面開口部の反対側にあり、

前記第1のロボット・アームは、また、第2のマルチ・ウエハー・カセットが前記第2

の垂直ウエハー・カセット・コンベヤーによって前記第2の水平位置および前記第1の垂直カセット位置に位置決めされているときに、前記第2のマルチ・ウエハー・カセットと、前記第1のウエハー処理チャンバー、前記第2のウエハー処理チャンバー、前記第3のウエハー処理チャンバー、および前記第4のウエハー処理チャンバーの間で、半導体ウエハーを搬送するように構成されており、

前記第2のマルチ・ウエハー・カセットは、前記1つまたは複数のマルチ・ウエハー・カセットのうちの1つである、装置。

【請求項39】

請求項38に記載の装置であって、

1つまたは複数の垂直ロボット・アーム・コンベヤーと、

前記ウエハー処理チャンバーの第5のウエハー処理チャンバーと、

前記ウエハー処理チャンバーの第6のウエハー処理チャンバーと、

前記ウエハー処理チャンバーの第7のウエハー処理チャンバーと、

前記ウエハー処理チャンバーの第8のウエハー処理チャンバーと

をさらに含み、

前記第5のウエハー処理チャンバー、前記第6のウエハー処理チャンバー、前記第7のウエハー処理チャンバー、および前記第8のウエハー処理チャンバーは、前記第1のウエハー処理チャンバー、前記第2のウエハー処理チャンバー、前記第3のウエハー処理チャンバー、および前記第4のウエハー処理チャンバーの上方に配置されており、

前記1つまたは複数の垂直ロボット・アーム・コンベヤーのそれぞれは、近隣の垂直ウエハー・カセット・コンベヤーの間に配置されており、

各垂直ロボット・アーム・コンベヤーは、前記垂直方向の軸線に沿って、1つまたは複数の垂直ロボット・アーム位置へ、前記1つまたは複数のロボット・アームのうちの対応する1つを平行移動させるように構成されており、

前記1つまたは複数の垂直ロボット・アーム位置のうちの第1の垂直ロボット・アーム位置は、前記第1の垂直カセット位置に関連付けられており、

前記1つまたは複数の垂直ロボット・アーム位置のうちの第2の垂直ロボット・アーム位置は、前記第1の垂直カセット位置とは異なる、前記1つまたは複数の垂直カセット位置のうちの第2の垂直カセット位置に関連付けられており、

前記第1のロボット・アームは、前記第1のマルチ・ウエハー・カセットが前記第1の水平位置および前記第1の垂直カセット位置に位置決めされ、ならびに、前記第1のロボット・アームが前記第1の垂直ロボット・アーム位置に位置決めされているときに、前記第1のマルチ・ウエハー・カセットと、前記第1のウエハー処理チャンバー、前記第2のウエハー処理チャンバー、前記第3のウエハー処理チャンバー、および前記第4のウエハー処理チャンバーの間で、半導体ウエハーを搬送するように構成されており、

前記第1のロボット・アームは、さらに、前記第1のマルチ・ウエハー・カセットが前記第1の水平位置および前記第2の垂直カセット位置に位置決めされ、ならびに、前記第1のロボット・アームが前記第2の垂直ロボット・アーム位置に位置決めされているときに、前記第1のマルチ・ウエハー・カセットと、前記第5のウエハー処理チャンバー、前記第6のウエハー処理チャンバー、前記第7のウエハー処理チャンバー、および前記第8のウエハー処理チャンバーの間で、半導体ウエハーを搬送するように構成されている、装置。

【請求項40】

請求項39に記載の装置であって、

前記ウエハー処理チャンバーの第9のウエハー処理チャンバーと、

前記ウエハー処理チャンバーの第10のウエハー処理チャンバーと、

前記ウエハー処理チャンバーの第11のウエハー処理チャンバーと、

前記ウエハー処理チャンバーの第12のウエハー処理チャンバーと、

前記ウエハー処理チャンバーの第13のウエハー処理チャンバーと、

前記ウエハー処理チャンバーの第14のウエハー処理チャンバーと、

前記ウエハー処理チャンバーの第15のウエハー処理チャンバーと、
前記ウエハー処理チャンバーの第16のウエハー処理チャンバーと
をさらに含み、

前記第9のウエハー処理チャンバー、第10のウエハー処理チャンバー、第13のウエハー処理チャンバー、および第14のウエハー処理チャンバーは、前記水平ウエハー・カセット・コンベヤーの前記第1の側に配置されており、

前記第11のウエハー処理チャンバー、第12のウエハー処理チャンバー、第15のウエハー処理チャンバー、および第16のウエハー処理チャンバーは、前記水平ウエハー・カセット・コンベヤーの前記第2の側に配置されており、

前記第13のウエハー処理チャンバー、前記第14のウエハー処理チャンバー、前記第15のウエハー処理チャンバー、および前記第16のウエハー処理チャンバーは、前記第9のウエハー処理チャンバー、前記第10のウエハー処理チャンバー、前記第11のウエハー処理チャンバー、および前記第12のウエハー処理チャンバーの上方に配置されており、

前記第2の水平位置は、前記1つまたは複数のロボット・アームのうちの前記第1のロボット・アームと第2のロボット・アームとの間に配置されており、

前記第2のロボット・アームは、前記第2のマルチ・ウエハー・カセットが前記第2の水平位置および前記第1の垂直カセット位置に位置決めされ、ならびに、前記第2のロボット・アームが前記第1の垂直ロボット・アーム位置に位置決めされているときに、前記第2のマルチ・ウエハー・カセットと、前記第9のウエハー処理チャンバー、前記第10のウエハー処理チャンバー、前記第11のウエハー処理チャンバー、および前記第12のウエハー処理チャンバーの間で、半導体ウエハーを搬送するように構成されており、

前記第2のロボット・アームは、さらに、前記第2のマルチ・ウエハー・カセットが前記第2の水平位置および前記第2の垂直カセット位置に位置決めされ、ならびに、前記第2のロボット・アームが前記第2の垂直ロボット・アーム位置に位置決めされているときに、前記第2のマルチ・ウエハー・カセットと、前記第13のウエハー処理チャンバー、前記第14のウエハー処理チャンバー、前記第15のウエハー処理チャンバー、および前記第16のウエハー処理チャンバーの間で、半導体ウエハーを搬送するように構成されている、装置。

【請求項41】

請求項40に記載の装置であって、前記少なくとも1つのバッファー・ガス・マイクロクライメイト・システムは、また、前記少なくとも1つのスロット・ドア機構を含み、前記少なくとも1つのスロット・ドア機構は、前記1つまたは複数のマルチ・ウエハー・カセットのそれぞれの一部であり、

各マルチ・ウエハー・カセットは、前面開口部を有しており、前記前面開口部は、ウエハーが前記マルチ・ウエハー・カセットの中へ挿入されることまたは前記マルチ・ウエハー・カセットから引き出されることを可能にするようにサイズ決めされており、

各スロット・ドア機構は、

Dよりも大きい幅および $(N-1) \cdot d$ よりも低い高さを有する水平スロットを備えるドアと、

機械的な入力に応答して、前記マルチ・ウエハー・カセットの前記ウエハー支持構造体に対して垂直方向に前記ドアを平行移動させるように構成されている駆動機構であって、そのスロット・ドアは、前記マルチ・ウエハー・カセットの一部である、駆動機構とを含み、

各ドアは、 $(2 \cdot N - 1) \cdot d$ よりも高い高さを有しており、

各ドアは、前記マルチ・ウエハー・カセットの前記前面開口部の前方に位置決めされており、そのドアは、前記マルチ・ウエハー・カセットの一部である、装置。

【請求項42】

半導体処理ツールのためのイクイップメント・フロント・エンド・モジュール（EFEM）であって、

前記 E F E M の内部空間を少なくとも部分的に画定している 1 つまたは複数の壁部と、
前記 E F E M の前記内部空間の中でウエハーを移動させるように構成されているウエハー・ハンドリング・ロボットと、

バッファー・ガスを供給するように構成されているバッファー・ガス・ポートであって、
前記バッファー・ガスは、前記バッファー・ガス・ポートを介して前記 E F E M の前記内部空間に供給され、

バッファー・ガス制御バルブであって、前記バッファー・ガス・ポートを通る前記バッファー・ガスの流量を調節するように構成されている、バッファー・ガス制御バルブと、

コントローラーであって、メモリーおよび前記バッファー・ガス制御バルブに通信可能に接続されている 1 つまたは複数のプロセッサを含み、前記メモリーは、コンピューター実行可能なインストラクションであって、前記コントローラーに、

ウエハーが前記ロボットによって前記内部空間の中で移動している時を決定すること

、
ウエハーが前記ロボットによって前記 E F E M の前記内部空間の中で移動しているということを決定することに少なくとも部分的に応答して、前記バッファー・ガス制御バルブを第 1 の流量状態に移行させ、前記バッファー・ガスが前記 E F E M の前記内部空間の中へ流れるようにすること、

ウエハーが前記ロボットによって前記 E F E M の前記内部空間の中で移動していない時を決定すること、

ウエハーが前記ロボットによって前記 E F E M の前記内部空間の中で移動していないということを決定することに少なくとも部分的に応答して、前記バッファー・ガスの流量が前記第 1 の流量状態におけるものよりも低い第 2 の流量状態に前記バッファー・ガス制御バルブを移行させること

を実行させるためのコンピューター実行可能なインストラクションを含む、イクイップメント・フロント・エンド・モジュール (E F E M) 。

【請求項 4 3】

請求項 4 2 に記載の E F E M であって、さらに、設備空気制御バルブを備え、前記設備空気制御バルブは、前記 E F E M の前記内部空間を通る設備空気の流量を調節するように構成されており、

前記設備空気制御バルブは、前記コントローラーの前記 1 つまたは複数のプロセッサと通信可能に接続されており、

前記メモリーは、さらに、前記コントローラーに、

ウエハーが前記ロボットによって前記 E F E M の前記内部空間の中で移動していないということを決定することに少なくとも部分的に応答して、第 3 の流量状態に前記設備空気制御バルブを移行させ、前記設備空気が前記 E F E M の前記内部空間の中へ流れるようにすること、

ウエハーが前記ロボットによって前記 E F E M の前記内部空間の中で移動しているということを決定することに少なくとも部分的に応答して、前記設備空気の流量が前記第 3 の流量状態におけるものよりも低い第 4 の流量状態に前記設備空気制御バルブを移行させること

を実行させるためのコンピューター実行可能なインストラクションを含む、E F E M。

【請求項 4 4】

請求項 4 2 に記載の E F E M であって、さらに、

1 つまたは複数のローディング・インターフェースであって、1 つまたは複数のフロント・オープニング・ユニファイド・ポッド (F O U P) に接続するように構成されており、前記 1 つもしくは複数の F O U P のうちの 1 つから前記 E F E M の内部空間の中へ、または、前記 E F E M の前記内部空間から前記 1 つもしくは複数の F O U P のうちの 1 つの中へ、ウエハーが搬送されるようになっている、1 つまたは複数のローディング・インターフェースと、

1 つまたは複数のロード・ロックに接続するように構成されている 1 つまたは複数のロ

ード・ロック・インターフェースであって、前記１つまたは複数のロード・ロックを介して、前記 E F E M の前記内部空間から前記半導体処理ツールの処理エリアの中へ、または、前記半導体処理ツールの前記処理エリアから前記 E F E M の前記内部空間の中へ、ウェハーが搬送され得る、１つまたは複数のロード・ロック・インターフェースとをさらに含む、E F E M。

【請求項４５】

請求項４２に記載の E F E M であって、前記ロボットは、複数の半導体ウェハーを同時に支持するように構成されているマルチ・ウェハー・エンド・エフェクターを含む、E F E M。

【請求項４６】

半導体処理ツールのためのイクイップメント・フロント・エンド・モジュール（E F E M）であって、

前記 E F E M の内部空間を少なくとも部分的に画定している１つまたは複数の壁部と、

前記 E F E M の前記内部空間を第１の内部サブ空間および第２の内部サブ空間へと分割する１つまたは複数の仕切り壁と、

バッファー・ガスを供給するように構成されているバッファー・ガス・ポートと、前記バッファー・ガスは、前記バッファー・ガス・ポートを介して前記第２の内部サブ空間に供給され、

前記第１の内部サブ空間の中でウェハーを移動させるように構成されている第１のウェハー・ハンドリング・ロボットと、

前記第２の内部サブ空間の中でウェハーを移動させるように構成されている第２のウェハー・ハンドリング・ロボットと、

前記第１の内部サブ空間を介して設備空気を流すように構成されている第１のガス・ハンドラーと、

前記第２の内部サブ空間を介して前記バッファー・ガスを流すように構成されている第２のガス・ハンドラーと

を備える、イクイップメント・フロント・エンド・モジュール（E F E M）。

【請求項４７】

半導体処理ツールのためのウェハー・ハンドリング・ロボットであって、

ロボット・アームと、

半導体ウェハーを支持するように構成されているエンド・エフェクターと、

前記半導体ウェハーが前記エンド・エフェクターによって支持されているときに、前記半導体ウェハーの上側表面にわたってバッファー・ガスを流すように構成されているバッファー・ガス・ディストリビューターとを備え、

前記エンド・エフェクターは、前記ロボット・アームの端部に配置されており、

前記バッファー・ガス・ディストリビューターは、前記ロボット・アームによって直接的にまたは間接的に支持されており、

前記バッファー・ガス・ディストリビューターは、前記ロボット・アームの少なくともいくつかの移動に関して、前記エンド・エフェクターと縦に並んで移動するように構成されている、ウェハー・ハンドリング・ロボット。

【請求項４８】

請求項４７に記載のウェハー・ハンドリング・ロボットであって、前記バッファー・ガス・ディストリビューターは、

ガス・ディストリビューション・パドルと、

サポート・アームと

を備え、

前記ガス・ディストリビューション・パドルは、第１の表面を有しており、前記第１の表面は、前記エンド・エフェクターを向き、前記エンド・エフェクターからずらされており、

前記第1の表面は、前記バッファ・ガスを前記エンド・エフェクターに向けて導くように構成されている1つまたは複数のバッファ・ガス・ディストリビューション・ポートを含み、

前記サポート・アームは、前記ガス・ディストリビューション・パドルを支持し、前記ロボット・アームによって支持されている、ウエハー・ハンドリング・ロボット。

【請求項49】

請求項48に記載のウエハー・ハンドリング・ロボットであって、前記ガス・ディストリビューション・パドルは、実質的に円形の形状を有し、前記半導体ウエハーの直径の±10%よりも大きい外径を有しており、前記エンド・エフェクターは、前記半導体ウエハーを支持するように構成されている、ウエハー・ハンドリング・ロボット。

【請求項50】

請求項49に記載のウエハー・ハンドリング・ロボットであって、さらに、回転ピボットを備え、

前記回転ピボットは、前記サポート・アームを前記ロボット・アームと接合しており、

前記回転ピボットは、前記ガス・ディストリビューション・パドルを、前記エンド・エフェクターが半導体ウエハーを支持しているときに、前記ガス・ディストリビューション・パドルが前記半導体ウエハーの上で中心に合わされている第1の位置から前記エンド・エフェクターが半導体ウエハーを支持しているときに、前記ガス・ディストリビューション・パドルが前記半導体ウエハーの上で中心に合わされていない第2の位置へ回転させるように構成されている、ウエハー・ハンドリング・ロボット。

【請求項51】

請求項49に記載のウエハー・ハンドリング・ロボットであって、さらに、平行移動メカニズムを備え、

前記平行移動メカニズムは、前記サポート・アームを前記ロボット・アームと接合しており、

前記平行移動メカニズムは、前記ガス・ディストリビューション・パドルを、前記エンド・エフェクターが半導体ウエハーを支持しているときに、前記ガス・ディストリビューション・パドルが前記半導体ウエハーの上で中心に合わされている第1の位置から前記エンド・エフェクターが半導体ウエハーを支持しているときに、前記ガス・ディストリビューション・パドルが前記半導体ウエハーの上で中心に合わされていない、第2の位置へ平行移動させるように構成されている、ウエハー・ハンドリング・ロボット。

【請求項52】

請求項48に記載のウエハー・ハンドリング・ロボットであって、

前記ガス・ディストリビューション・パドルは、前記ガス・ディストリビューション・パドルの1つまたは複数の側に、1つまたは複数の側部バッファ・ガス・ディストリビューション・ポートを含み、

前記側部バッファ・ガス・ディストリビューション・ポートは、前記エンド・エフェクターによって画定されるウエハー支持平面と平行の±30°の中の1つまたは複数の方向に、前記バッファ・ガスを流すように構成されている、ウエハー・ハンドリング・ロボット。

【請求項53】

半導体製造において使用するためのフロント・オープニング・ユニファイド・ポッド（FOUP）に接続するための装置であって、前記FOUPは、取り外し可能なFOUPドアと、垂直スタックの中に配置されている複数のウエハー支持構造体とを含み、各ウエハー支持構造体は、直径Dの半導体ウエハーを支持するように構成されており、前記装置は、

FOUPを受け入れるように構成されているプラットフォームと、

ドアであって、Dよりも大きい幅、および、前記ウエハー支持構造体の前記垂直スタックの合計高さよりも低い高さを有する、水平スロットを含む、ドアと、

フロント・オープニング・インターフェース機構（FIM）であって、前記FOUPが

前記プラットフォームの上に位置決めされた後に、前記取り外し可能なF O U Pドアを前記F O U Pから取り外すように構成されている、フロント・オープニング・インターフェース機構（F I M）と、

垂直方向の軸線に沿って前記ドアを移動させるように構成されているドライブ・ユニットと

を備える、装置。

【請求項 5 4】

請求項 5 3 に記載の装置であって、前記水平スロットの前記高さは、前記ウエハー支持構造体の前記垂直スタックの前記合計高さの 5 0 % よりも低い、装置。

【請求項 5 5】

請求項 5 3 に記載の装置であって、前記 F O U P は、隣接するウエハー支持構造体同士の間で平均分離距離を有しており、前記水平スロットの前記高さは、前記平均分離距離の 3 0 0 % よりも小さい、装置。

【請求項 5 6】

請求項 5 3 に記載の装置であって、さらに、バッファ・ガス供給部ポートを備え、前記バッファ・ガス供給部ポートは、前記 F O U P が前記プラットフォームの上に位置決めされているときに、前記 F O U P の中へバッファ・ガスを流すように構成されている、装置。

【請求項 5 7】

半導体製造において使用するためのフロント・オープニング・ユニファイド・ボッド（F O U P）に接続するための装置であって、前記 F O U P は、取り外し可能な F O U P ドアと、垂直スタックの中に配置されている複数のウエハー支持構造体とを含み、各ウエハー支持構造体は、直径 D の半導体ウエハーを支持するように構成されており、前記装置は、

F O U P を受け入れるように構成されているプラットフォームと、

垂直方向の軸線に沿って前記プラットフォームを移動させるように構成されている垂直方向の駆動機構と、

壁部であって、D よりも大きい幅、および、前記ウエハー支持構造体の前記垂直スタックの合計高さよりも低い高さを有する、水平スロットを含む、壁部と、

フロント・オープニング・インターフェース機構（F I M）であって、前記 F O U P が前記プラットフォームの上に位置決めされた後に、および、前記プラットフォームが前記 F O U P ドアを前記 F I M に整合させるように垂直方向に位置決めされた後に、前記取り外し可能な F O U P ドアを前記 F O U P から取り外すように構成されている、フロント・オープニング・インターフェース機構（F I M）と

を備える、装置。

【請求項 5 8】

請求項 5 3 に記載の装置であって、前記水平スロットの前記高さは、前記ウエハー支持構造体の前記垂直スタックの前記合計高さの 5 0 % よりも低い、装置。

【請求項 5 9】

請求項 5 3 に記載の装置であって、前記 F O U P は、隣接するウエハー支持構造体同士の間で平均分離距離を有しており、前記水平スロットの前記高さは、前記平均分離距離の 3 0 0 % よりも小さい、装置。

【請求項 6 0】

請求項 5 3 に記載の装置であって、さらに、バッファ・ガス供給部ポートを備え、前記バッファ・ガス供給部ポートは、前記 F O U P が前記プラットフォームの上に位置決めされているときに、前記 F O U P の中へバッファ・ガスを流すように構成されている、装置。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 6 0

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0107

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0107】

図1では、EFEM111が示されており、EFEM111の中では、設備空気が、EFEM111の内部空間を介して下向きに流されている。FOUP110を受け入れるための3つのプラットフォームを備えるロード・ポート・ユニット113が、EFEM111に接続され得る。図2は、図1のEFEM111の側面図を示している。見ることにできるように、ガス・ハンドラー112が、バッファ・ガス供給部124に接続されており、バッファ・ガス供給部124は、設備バッファ・ガス供給部の容量を超えるバッファ・ガス・流量を可能にするように大量のバッファ・ガスを貯蔵することができる、設備ガス供給源またはアキュムレーターであることが可能である。バッファ・ガス供給部124は、バッファ・ガス・ディストリビューター116またはディストリビューション・システムに接続され得、バッファ・ガス・ディストリビューター116またはディストリビューション・システムは、ガス・ハンドラー112の中で（または、別の位置の中で）バッファ・ガスを分配するように構成され得、バッファ・ガスが、EFEM111のウエハー通過エリアを通過して流れることができるようになっている。バッファ・ガス供給部124からのバッファ・ガスの流量は、バッファ・ガス制御バルブ114によって制御され得、バッファ・ガス制御バルブ114は、コントローラー118によって制御され得る。ガス・ハンドラー112を通る設備空気の流量は、同様に、設備空気制御バルブ117によって制御され得、設備空気制御バルブ117も、コントローラー118によって制御される。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0126

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0126】

図17から図22は、そのようなバッファ・ガス・ディストリビューターの利点を実証している。図17から図19は、2つのウエハー支持機能部1409の詳細な部分的な側断面図を示している。各ウエハー支持機能部1409は、対応するウエハー1404のエッジを支持している。エンド・エフェクター1493は、隆起したパンプを備えて示されており、隆起したパンプは、ウエハー1404と重なるエンド・エフェクター1493の全体部分がウエハーに接触する場合よりも低減された接触面積で、ウエハー1404の下側面に接触することが可能である。ウエハー1404に実際に接触するようになるエンド・エフェクターの部分は、本明細書で「接触表面」と称され得る。図17から図19におけるウエハー1404は、0.75mmの厚さであり、また、エンド・エフェクター1493、バッファ・ガス・ディストリビューター1405、および、ウエハー1404を実際に支持するウエハー支持機能部1409の部分は、すべて2mmの厚さになっている。この例において、ウエハー1404は、10mmの中心間距離によって間隔を空けて配置されており、ウエハー1404の上部と、それらのウエハー1404の直接上方のウエハー支持機能部1409の最も下側にある表面との間に、7.25mmのギャップを結果として生じさせている。これらの条件の下で、エンド・エフェクター1493およびバッファ・ガス・ディストリビューター1405をウエハー・スタックの中へ挿入する間に、ウエハー1404とバッファ・ガス・ディストリビューター1405およびエンド・エフェクター1493との間に最大限可能なクリアランスを維持すること、ならびに、

ウエハー 1 4 0 4 の除去の間に、ウエハー支持機能部 1 4 0 9 とウエハー 1 4 0 4 およびバッファー・ガス・ディストリビューター 1 4 0 5 との間に最大限可能なクリアランスを維持することが望まれる場合には、エンド・エフェクター 1 4 9 3 およびバッファー・ガス・ディストリビューター 1 4 0 5 は、エンド・エフェクター 1 4 9 3 およびバッファー・ガス・ディストリビューター 1 4 0 5 をウエハー・スタックの中へ挿入する間に、単に 1. 1 2 5 mm の距離だけウエハー 1 4 0 4 からずらされることとなる。エンド・エフェクター 1 4 9 3 およびバッファー・ガス・ディストリビューター 1 4 0 5 がウエハー・スタックの中へ完全に挿入された後に、エンド・エフェクター 1 4 9 3 およびバッファー・ガス・ディストリビューター 1 4 0 5 は、図 1 8 に示されているように、エンド・エフェクター 1 4 9 3 がウエハー 1 4 0 4 に接触するように上昇させられ得る。図 1 9 では、エンド・エフェクター 1 4 9 3、バッファー・ガス・ディストリビューター 1 4 0 5、およびウエハー 1 4 0 4 がさらに上昇させられ、ウエハー 1 4 0 4 と以前にそれを支持していたウエハー支持機能部 1 4 0 9 の上部表面との間に、1. 1 2 5 mm のギャップが存在し、バッファー・ガス・ディストリビューター 1 4 0 5 と持ち上げられているウエハー 1 4 0 4 の直ぐ上方のウエハー支持機能部 1 4 0 9 の下側面との間に、1. 1 2 5 mm のギャップが存在するようになっている。したがって、ウエハー・スタックとの間のエンド・エフェクター挿入／除去の間に、静止コンポーネントと可動コンポーネントとの間の垂直方向のクリアランスが、このシナリオでは、すべて 1. 1 2 5 mm まで最大化され得る。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 1 3 9

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 1 3 9】

図 4 1 は、別の例示的な E F E M の側面図を示している。図 4 1 では、E F E M 4 1 1 1 が示されており、E F E M 4 1 1 1 は、図 3 1 から図 3 5 の E F E M 3 1 1 1 と同様であり、図 3 1 から図 3 5 のエレメントの論述は、図 4 1 に示されている実装形態に対して等しく適用可能である（例えば、図 3 1 におけるエレメントに対応する図 4 1 におけるエレメントには下 2 桁が同一の符号を付し、図 3 1 における説明が同様に適用される）。しかし、図 4 1 の実装形態は、バッファー・ガス・ディストリビューター 4 1 0 5 をさらに含み、バッファー・ガス・ディストリビューター 4 1 0 5 は、ウエハー・スタックにおけるウエハー同士の間のウエハー間ギャップの中へ挿入可能であり、それは、ウエハー 4 1 0 4 のスタック 4 1 0 7 の中へ挿入可能である、本開示において説明されているバッファー・ガス・ディストリビューターのいずれかであることが可能である。したがって、ウエハー 4 1 0 4 は、結合された F O U P 4 1 1 0 の中にある間に、（F O U P ガス・ポート 4 1 9 5 によって提供される）一定に流れるバッファー・ガス環境によって保護され得、また、ロボット・アーム 4 1 0 2 およびエンド・エフェクター 4 1 9 3 によって E F E M 4 1 1 1 を介して搬送されている間に、バッファー・ガス・ディストリビューター 4 1 0 5 によって提供される一定に流れるバッファー・ガスの層によって保護され得る。また、いくつかのそのような実装形態では、E F E M 4 1 1 1 は、図 1 から図 5 に説明されているシステムと同様に、バッファー・ガス・システムを装備し、E F E M 4 1 1 1 全体を介してバッファー・ガスを流すことも可能である。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 1 4 0

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 1 4 0】

そのようなシステムでは、E F E M 4 1 1 1 のためのバッファー・ガス・システムは、ウエハー 4 1 0 4 が通過する位置において、E F E M 4 1 1 1 バッファー・ガス環境にお

ける設備空気の濃度を、非常に低いレベル、たとえば、100パート・パー・ミリオン（ppm）まで低減させることが可能であり得るが、EFEM4111の中へのさまざまなリーク経路に起因して、EFEMのバッファー・ガス環境における設備空気の濃度を、EFEMバッファー・ガス・ディストリビューション・システムを使用するものよりも低いレベルまで低減させることは実現可能でない可能性がある。しかし、EFEMバッファー・ガス・ディストリビューション・システムと併用して、スロット・ドア4146およびバッファー・ガス・ディストリビューター4105のうち的一方または両方を使用することによって、ウエハー4104の周りの局所化された環境がパージされ得、ウエハー4104の直ぐ近くの設備空気の濃度が、たとえば、10ppmまたは1ppmまでさらに低減するようになっている。設備空気のそのような低い濃度レベルを実現することは、いくつかの場合では、図1から図5のEFEMレベル・バッファー・ガス・ディストリビューション・システムを単独で使用しても、または、図7から図30のバッファー・ガス・ディストリビューターおよび図31から図40の水平スロットのコンセプトを、組み合わせもしくは個別に単独のいずれかで使用しても、実現可能でない可能性がある。しかし、図1から図5を参照して説明されているようなEFEMレベル・バッファー・ガス・ディストリビューション・システムを、図7から図30のバッファー・ガス・ディストリビューターおよび図31から図40の水平スロットのコンセプト（組み合わせまたは個別のいずれか）と組み合わせ使用することから生じる相乗効果が存在し得、それは、そのような複合アプローチの実装形態が、そのような相乗的な組み合わせがないときに可能であるものよりも低い設備空気ppmレベルを実現することを可能にする。これは、本明細書で説明されているアプローチまたは技法のいずれが使用されるかということにかかわらず、ウエハーに到達し得るいくらかの量の「望ましくない」ガスが常に存在する可能性があるからである。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0155

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0155】

図69から図72では、バッファー・ステーションを備えるウエハー・アライナー69104が示されている。ウエハー・アライナー69104は、その内部空間の中にアライナー・ターンテーブル69108を含むことが可能である。アライナー・ターンテーブル69108は、その中心軸線の周りで回転することができるとともに、中心軸線に沿って、たとえば、垂直方向に平行移動することができる。リフト・ピン69107のパターンが、ターンテーブル回転包絡線よりも大きい直径を有する円形アレイで配置され得る。アライナー・ターンテーブル69108がリフト・ピン69107のレベルの下方の位置に低下している間に、ロボット・エンド・エフェクター（図示せず）は、リフト・ピン69107の上にウエハー6904を置くことが可能である。ロボット・エンド・エフェクターが引き出された後に、アライナー・ターンテーブル69108が上昇し、リフト・ピン69107からウエハー6904をピック・アップすることが可能である。ウエハー6904がリフト・ピン69107から離れると、アライナー・ターンテーブル69108が回転し、ウエハー6904の所望の角度アライメントを実現することが可能である。ウエハー6904が整合させられると、ウエハー6904が、アライナー・ターンテーブル69108によってさらに持ち上げられ得る。そのような動作の前に、示されている後退可能なサポート69106が、それらのそれぞれのサポート・アクチュエーター69105に向かって後退させられ得、ウエハー6904が衝突することなく後退可能なサポート69106のそばを通り過ぎることが可能である。アライナー・ターンテーブル69108が後退可能なサポート69106よりも高くウエハー6904を上昇させた後に、後退可能なサポート69106は、ウエハー6904に向けて延在させられ得、後退可能なサポート69106が、アライナー・ターンテーブル69108がその後に低下させられると

きに、下方からウエハー 6 9 0 4 を支持することができるようになっている。後退可能なサポート 6 9 1 0 6 が適正な延在させられた構成になると、アライナー・ターンテーブル 6 9 1 0 8 がより低い位置へ戻され、それによって、ウエハー 6 9 0 4 を後退可能なサポート 6 9 1 0 6 の上に残すことが可能である。次いで、ロボット・エンド・エフェクター（または、別のロボットからの同様のエンド・エフェクター）が、ウエハー 6 9 0 4 の下にスライドさせられ得、ウエハー 6 9 0 4 が、後退可能なサポート 6 9 1 0 6 から持ち上げられること、および、アライナー 6 9 1 0 4 から引き出されることを可能にする。他方のウエハー 6 9 0 4 ' が後退可能なサポート 6 9 1 0 6 によって支持されている間に、一方のウエハー 6 9 0 4 が整合させられ得るということが理解されるべきである。また、ウエハー・ストレージの複数のレベルが、それ自身の後退可能なサポート 6 9 1 0 6 のセットをそれぞれ備えており、そのようなアライナー 6 9 1 0 4 の中に含まれ得るということも理解されるべきである。

【手続補正 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 1 5 6

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 1 5 6】

また、いくつかの実装形態では、アライナー・ターンテーブルは、2つの軸線において水平方向に平行移動するように構成され得、回転方向に整合させられたウエハー 6 9 0 4 が X および Y 方向に整合させられること、すなわち、中心を合わされることを可能にする。いくつかの代替的なそのような実装形態では、アライナー・ターンテーブル 6 9 1 0 8 は、平行移動が可能でなくてもよいが、後退可能なサポート 6 9 1 0 6 は、そのような移動が可能であり、ウエハー 6 9 0 4 が後退可能なサポート 6 9 1 0 6 によって支持されている間に、そのようなセンタリングが、ウエハー 6 9 0 4 に対して実施され得る。

【手続補正 9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 1 6 0

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 1 6 0】

ウエハーをロード・ロック 9 6 2 9 から除去するために、または、ウエハーをロード・ロック 9 6 2 9 の大気側／工場側からロード・ロック 9 6 2 9 の中へ挿入するために、ロード・ロック 9 6 2 9 は、最初に、たとえば、示されているバッファー・ガス入口部 9 6 8 9 を介して、ロード・ロック 9 6 2 9 の中へバッファー・ガスを流入させることによって、大気圧力条件と等しくされ得る。そのような均等化がなければ、大気側ゲート・バルブ 9 6 1 0 9 を開けることが困難である可能性があり（または、そのようなバルブは、圧力差に起因して損傷を受ける可能性がある）、また、大気側ゲート・バルブ 9 6 1 0 9 が開けられている場合には、ロード・ロック 9 6 2 9 の内部におけるより低い圧力によって、周囲空気がロード・ロック・チャンバーの中へ引き込まれる可能性があり、それは、ウエハー 9 6 0 4 を汚染する可能性がある。バッファー・ガスを使用して、ロード・ロック・チャンバー圧力を製作設備の大気圧力と等しくすることによって、そのような望ましくない効果が防止される。圧力が等しくなると、大気側ゲート・バルブ 9 6 1 0 9 が開けられ得る。大気側ゲート・バルブ 9 6 1 0 9 が開けられている間に、バッファー・ガスは、ロード・ロック 9 6 2 9 の中へ流されることが可能である。この流量を維持することによって、ロード・ロック・チャンバーは、周囲大気圧力に対してわずかに超過圧力をかけられ得、それによって、周囲空気がロード・ロック・チャンバーの中へ流れて、それが潜在的にウエハーを汚染し得ることを防止する。

【手続補正 10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】 0 1 6 6

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【0 1 6 6】

図 5 4 では、マルチ・ステーション・クリーニング・ツールが、側面図で示されている。マルチ・ステーション・クリーニング・ツールは、リニア・アクチュエーター、または、ボール・スクリュウなどのようなドライブによって駆動される、トラック、コンベヤー・ベルト、またはプラットフォームなどのような、水平コンベヤー・システム 5 4 8 0 を含むベースを有することが可能であり、また、マルチ・ステーション・クリーニング・ツールは、垂直コンベヤー 5 4 8 4 としての役目を果たすために、その長さに沿ってさまざまな位置に位置する、垂直リフト・トラックまたはアクチュエーターを有することが可能である。また、複数のプロセス・チャンバー 5 4 7 4、たとえば、クリーニング・ステーション 5 4 7 4 A から 5 4 7 4 J が存在することが可能であり、それらは、ベースの長軸に沿って位置する。いくつかの実装形態では、そのようなプロセス・チャンバー 5 4 7 4 は、たとえば、図 5 4 に示されているように、異なる高さにおいて、2 つ以上の水平方向の平面の中に配置され得る。各プロセス・チャンバー 5 4 7 4 は、ウエハー・ロード・スロットもしくはポート 5 4 9 4、または、他のインターフェースを有することが可能であり、他のインターフェースは、処理の前にウエハー 5 4 0 4 を受け入れるように構成されており、または、それを介して、処理の後に、処理されたウエハー 5 4 0 4 がプロセス・チャンバー 5 4 7 4 から除去され得る。

【手続補正 1 1】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 1 7 3

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【0 1 7 3】

図 5 6 から図 6 2 は、別のマルチ・ステーション半導体処理ツールまたはその一部分のさまざまな図を示している。図 5 6 において見ることができるよう、マルチ・ステーション半導体処理ツールは、シャーシー 5 6 7 2 を有することが可能であり、シャーシー 5 6 7 2 は、複数の半導体処理チャンバー 5 6 7 4 を支持することが可能である。図 5 7 は、追加的な明確化のために、シャーシー 5 6 7 2 が除去されていることを除いて、図 5 6 と同じである。図 5 8 は、さまざまなコンポーネントが切り欠かれている、図 5 7 の切り欠きバージョンである。これらのコンポーネントは、垂直ロボット・アーム・コンベヤー 5 6 9 1 および垂直ウエハー・カセット・コンベヤー 5 6 8 4 である（これらのコンポーネントに関する切断平面は、クロス・ハッチングされている）。この例では、2 x 2 x 8 の長方形アレイで配置されている 16 個の半導体処理チャンバー 5 6 7 4 A から 5 6 7 4 P が存在している（ここで、A x B x C において、A = 第 1 の水平方向のチャンバーの数、B = 第 2 の直交する水平方向のチャンバーの数、および、C = 垂直方向のチャンバーの数）。そのような半導体処理ツールは、特定の構成に応じて、半導体処理チャンバーの他の構成および数を含むことが可能である。たとえば、そのようなツールは、2 x 2 x 1 アレイ、2 x 1 x 2 アレイ、2 x 2 x 2 アレイ、2 x 4 x 1 アレイ、（示されているように）2 x 4 x 2 アレイ、または、任意の他のマルチ・チャンバー・アレイを含むことが可能である。

【手続補正 1 2】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 1 7 5

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【0 1 7 5】

また、マルチ・ステーション半導体処理ツールは、ロボット・アーム 5 6 0 2 A および

ロボット・アーム 5602B などのような、1 つまたは複数のロボット・アーム 5602 を含むことが可能であり、1 つまたは複数のロボット・アーム 5602 は、対応する垂直ロボット・アーム・コンベヤー 5691A、5691B に装着され得る。いくつかの実装形態では、各ロボット・アーム 5602 は、水平位置 5681 のうちの 2 つの間に位置決めされ得る。たとえば、示されている実装形態では、ロボット・アーム 5602A は、第 1 の水平位置 5681A と第 2 の水平位置 5681B との間に位置決めされ得、ロボット・アーム 5602B は、第 2 の水平位置 5681B と第 3 の水平位置 5681C との間に位置決めされ得る。垂直ロボット・アーム・コンベヤー 5691 は、垂直ロボット・アーム位置 5692 同士の間で、たとえば、第 1 の垂直ロボット・アーム位置 5692A と第 2 の垂直ロボット・アーム位置 5692B の間で、ロボット・アーム 5602 を移動させるように構成され得る。第 1 の垂直ロボット・アーム位置 5692A にあるときには、第 1 のロボット・アーム 5602A は、第 1 の垂直カセット位置 5687A に、また、第 1 または第 2 の水平位置 5681A または 5681B に位置決めされているマルチ・ウエハー・カセット 5673 における半導体ウエハー 5604 にアクセスすることが可能であり、次いで、それらのウエハーを半導体処理チャンバー 5674A から 5674D へ搬送する。それに対応して、第 2 の垂直ロボット・アーム位置 5692B にあるときには、第 1 のロボット・アーム 5602A は、第 2 の垂直カセット位置 5687B に、また、第 1 または第 2 の水平位置 5681A または 5681B に位置決めされているマルチ・ウエハー・カセット 5673 における半導体ウエハー 5604 にアクセスすることが可能であり、次いで、それらのウエハーを半導体処理チャンバー 5674E から 5674H へ搬送する。垂直カセット位置 5687 および垂直ロボット・アーム位置 5692 は、固定された位置を必ずしも表しておらず、位置の範囲を表している可能性があるということが理解されるべきである。たとえば、マルチ・ウエハー・カセットおよびロボット・アームが、対応する垂直位置に位置決めされているときに、ウエハー・スタック 5607 における異なる高さにあるウエハー 5604 にアクセスするために、マルチ・ウエハー・カセットに対して垂直方向に小さい量だけロボット・アームを移動させることが必要である可能性がある。代替的にまたは追加的に、マルチ・ウエハー・カセットは、ウエハー・スタック 5607 における特定のウエハーを、ロボット・アーム 5602 のエンド・エフェクターとのアライメント状態に持っていくために、そのような小さい垂直方向の量だけ移動させ、ロボット・アーム 5602 がウエハー 5604 を除去することまたはウエハー 5604 を挿入することを可能にする。したがって、「垂直カセット位置」5687 および「垂直ロボット・アーム位置」5692 という用語は、ウエハー・スタック 5607 の特定の垂直方向の位置＋／－高さを表すものとして理解されるべきである。

【手続補正 13】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0178

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0178】

図 59 および図 60 は、マルチ・ウエハー・カセット 5673 のうちの 1 つの図である。図 59 は、マルチ・ウエハー・カセット 5673 の上側部を示しており、図 60 は、マルチ・ウエハー・カセット 5673 の下側面を示している。マルチ・ウエハー・カセット 5673 は、スロット・ドア機構を有することが可能であり、スロット・ドア機構は、駆動機構 5679 と、水平スロット 5646 を備えたドア 5678 とをそれぞれ備えている。一方のスロット・ドア機構は、対応するドア 5678 がマルチ・ウエハー・カセット 5673 の前面開口部の前方に位置決めされるように、位置決めされ得る。他方のスロット・ドア機構は、対応するドア 5678 がマルチ・ウエハー・カセット 5673 の後面開口部の前方に位置決めされるように、位置決めされ得る。マルチ・ウエハー・カセット 5673 は、バッファー・ガス入口部 5689 を有することが可能である。底部バッファー・ガス入口部 5689 は、水平ウエハー・カセット・コンベヤー 5680 の上に位置するバ

ッファー・ガス・ポート 5 6 8 8 のうちの 1 つに接続することが可能である。上側ガス入口部 5 6 8 9 は、機械的なインターフェース 5 6 8 5 のうちの 1 つの上に位置するバッファー・ガス・ポートと接続することが可能である。

【手続補正 1 4】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 5 6

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 56】

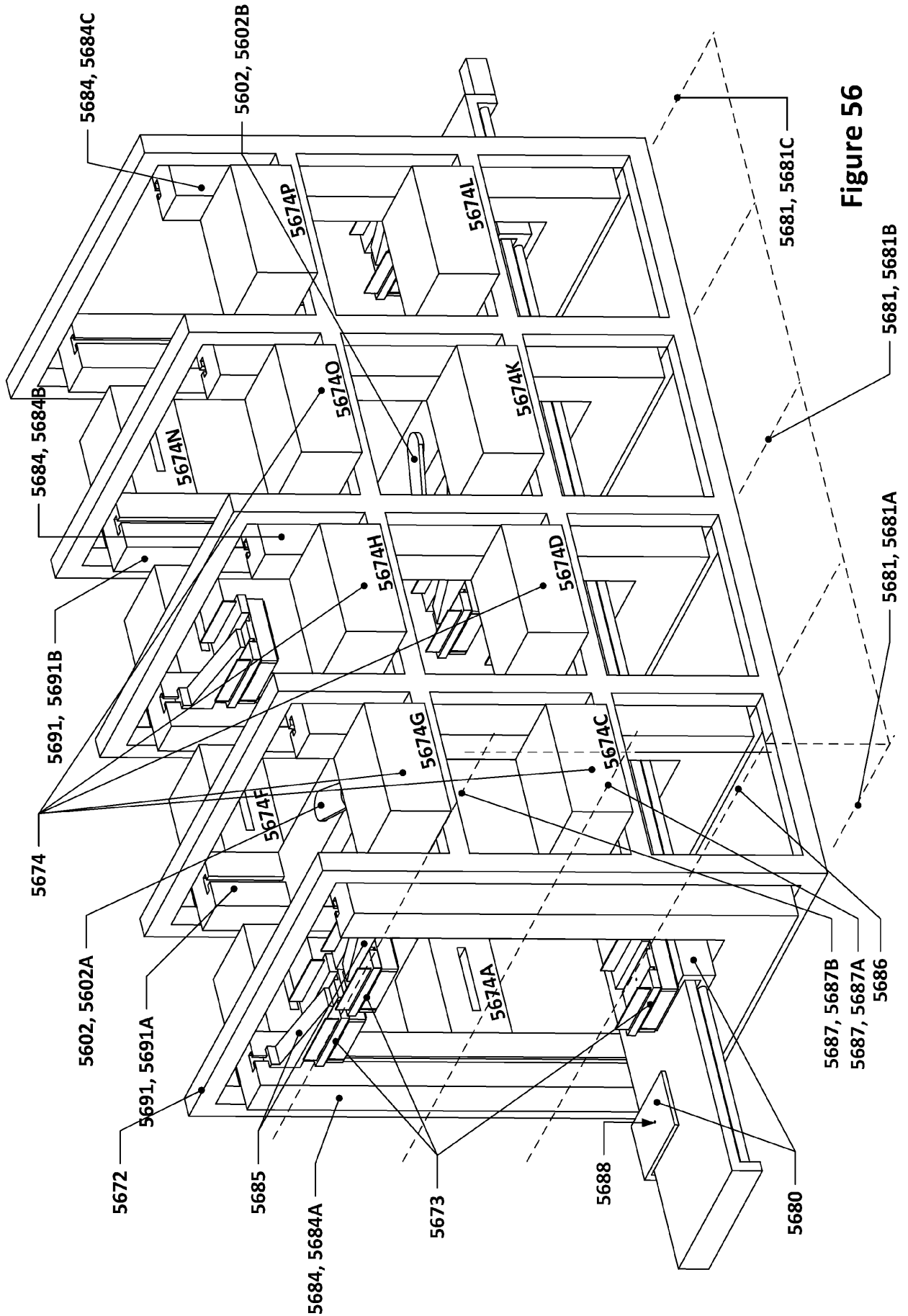


Figure 56

【手続補正 15】

【補正対象書類名】図面
【補正対象項目名】図 5 7
【補正方法】変更
【補正の内容】

【図 57】

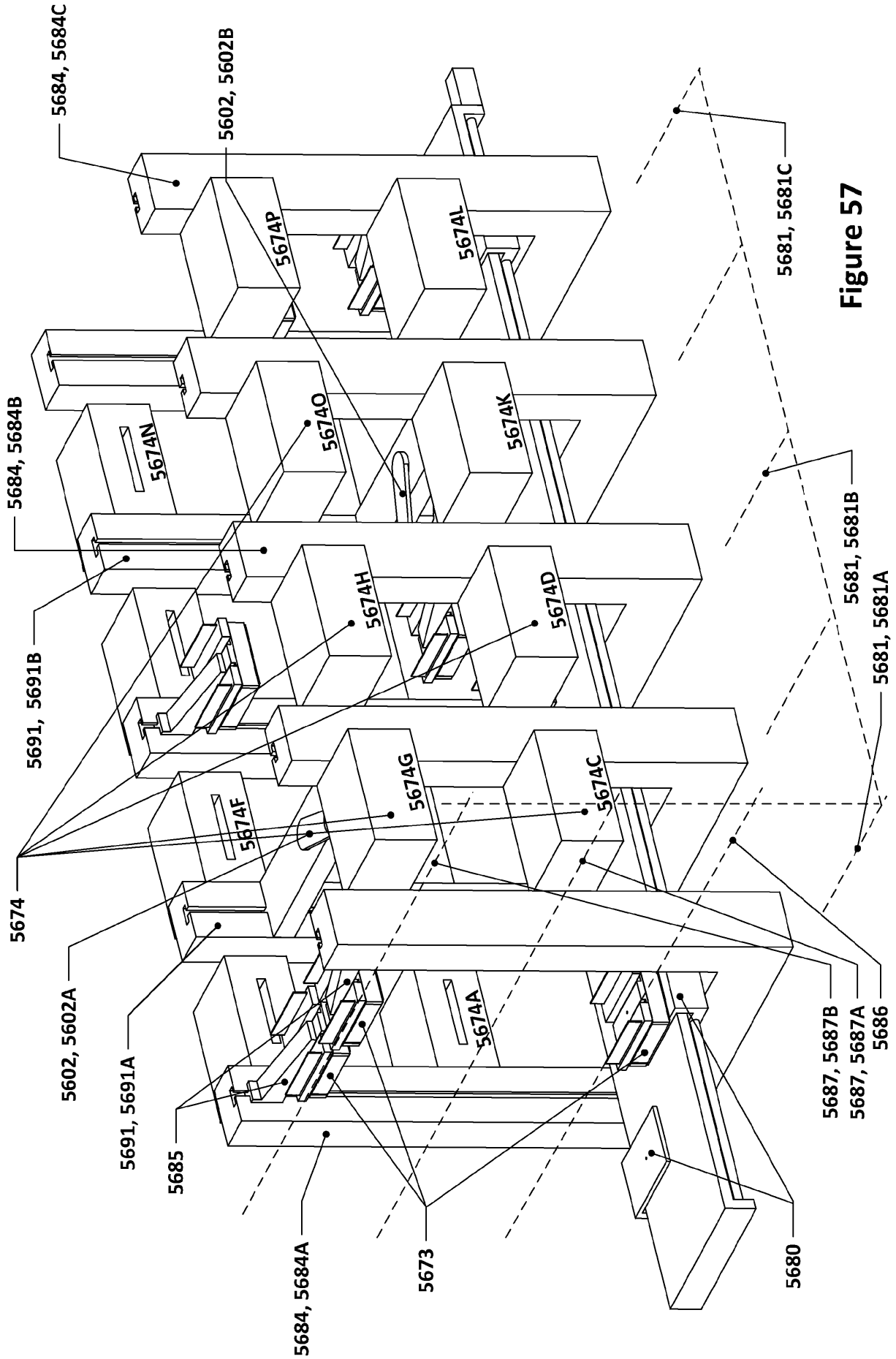


Figure 57

【手続補正 1 6】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 5 8

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 58】

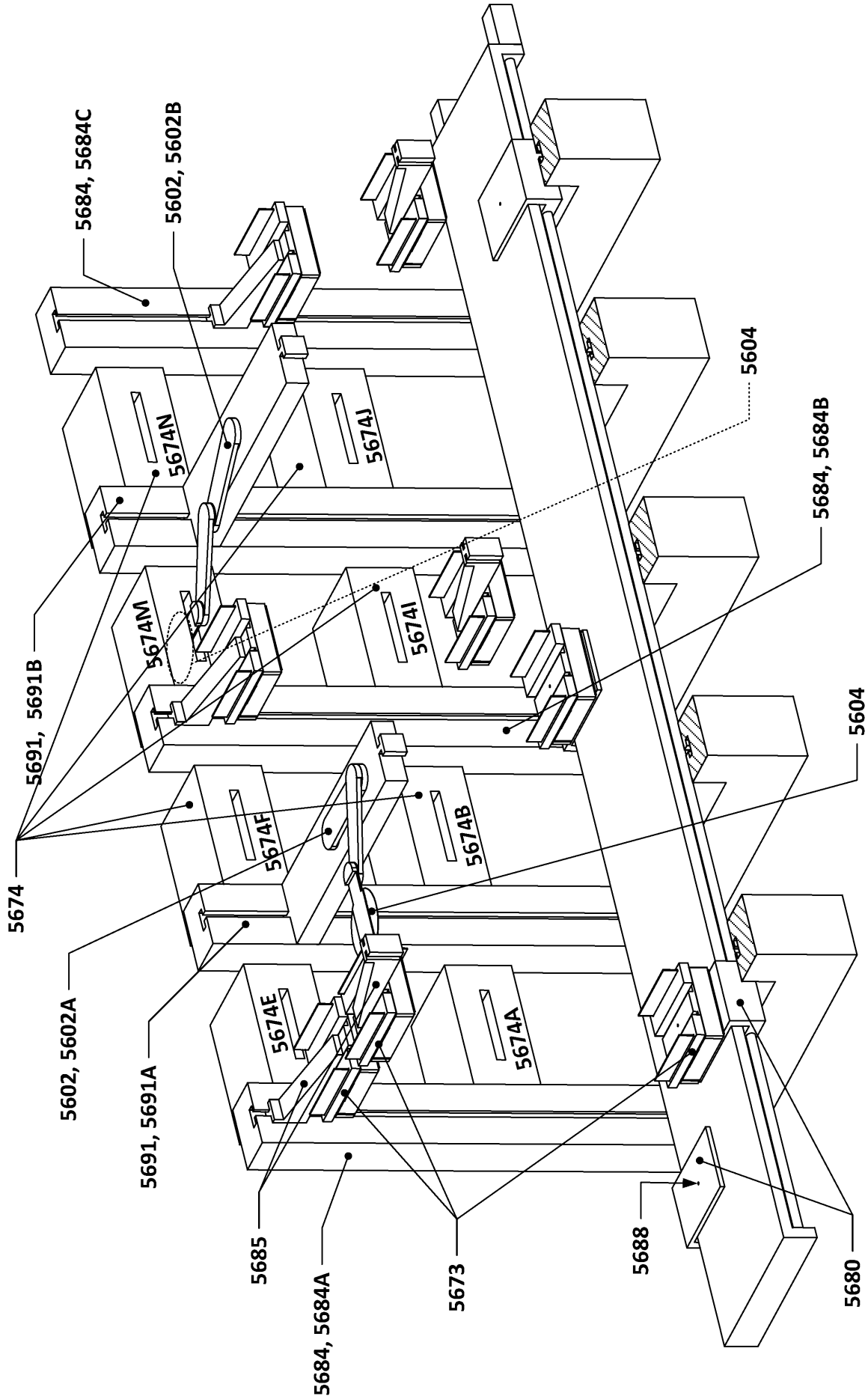


Figure 58

フロントページの続き

- (72)発明者 キャンディ・クリストファーセン
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 5 1 2 4 サン・ホセ, スクールデイル・ドライブ, 1 8 2
0
- (72)発明者 モーセン・サレク
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 5 0 7 0 サラトガ, ロビン・ウェイ, 1 9 8 9 1
- (72)発明者 ブランドン・セン
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 5 3 8 フレモント, クッシング・パークウェイ, 4 6 5
0
- (72)発明者 ハーミート・シン
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 5 3 9 フレモント, ブラデリア・サークル, 7 5 9
- (72)発明者 デレク・ジョン・ウィトコウィッキ
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 5 6 0 ニューアーク, ロバートソン・アベニュー, 5 9
3 4
- (72)発明者 リチャード・エム.・ブランク
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 5 1 3 0 サン・ホセ, パセオ・オリボス, 5 0 3 3
- (72)発明者 リチャード・ハワード・グールド
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 5 3 6 フレモント, トレス・アベニュー, 4 3 6 7
- (72)発明者 エフレイン・キレス
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 5 1 3 2 サン・ホセ, カブリロ・アベニュー, 1 3 8 9
- Fターム(参考) 3C707 AS24 BS15 CY27 DS01 ES17 NS13
5F131 AA02 BB02 BB03 CA12 DA05 DA32 DA33 DA35 DA42 DB02
DB42 DB52 DB62 DB76 DC03 EA02 EA24 EB72 FA17 FA32
GA14 GA88 GA92 JA04 JA08 JA09 JA16 JA24

【外国語明細書】
2017108112000001.pdf