

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5265343号
(P5265343)

(45) 発行日 平成25年8月14日 (2013. 8. 14)

(24) 登録日 平成25年5月10日 (2013. 5. 10)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 21/02 (2006. 01)

H O 1 L 21/02

Z

請求項の数 46 (全 69 頁)

(21) 出願番号 特願2008-507704 (P2008-507704)
 (86) (22) 出願日 平成18年4月7日 (2006. 4. 7)
 (65) 公表番号 特表2008-538654 (P2008-538654A)
 (43) 公表日 平成20年10月30日 (2008. 10. 30)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2006/013164
 (87) 国際公開番号 W02006/115745
 (87) 国際公開日 平成18年11月2日 (2006. 11. 2)
 審査請求日 平成21年3月25日 (2009. 3. 25)
 (31) 優先権主張番号 60/673, 848
 (32) 優先日 平成17年4月22日 (2005. 4. 22)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 11/315, 984
 (32) 優先日 平成17年12月22日 (2005. 12. 22)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 390040660
 アプライド マテリアルズ インコーポレ
 イテッド
 APPLIED MATERIALS, I
 NCORPORATED
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95
 054 サンタ クララ パウアーズ ア
 ベニュー 3050
 (74) 代理人 100109726
 弁理士 園田 吉隆
 (74) 代理人 100101199
 弁理士 小林 義教

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 デカルトロボットクラスツール構築

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板を処理するためのクラスツールであって：

第1処理ラックであって、

垂直に積層された2つ以上の基板処理チャンバの第1グループ、

垂直に積層された2つ以上の基板処理チャンバの第2グループ、

を備え、前記第1または第2グループ内の前記2つ以上の基板処理チャンバが、第1方向に沿って整列した第1側部を有する、前記第1処理ラックと；

前記第1処理ラック内の前記基板処理チャンバへ基板を移送するように適合された第1ロボットアセンブリであって、

ロボットブレードと、これの上の基板受容面とを有する第1ロボットであって、移送領域を画成し、第1平面に含有された1つ以上の地点に基板を位置決めするように適合されており、前記第1平面が、前記第1方向と、前記第1方向と直交する第2方向とに平行している第1ロボット、

前記第1ロボットを前記第1平面に対して垂直な第3方向に位置決めするように適合された第1動作アセンブリ、

前記第1ロボットを前記第1方向と平行する方向に位置決めするように適合された第2動作アセンブリ、

を備え、前記移送領域が、前記第2方向と平行な幅を有し、前記基板を前記ロボットブレードの前記基板受容面上に位置決めした場合に、前記第2方向において基板の寸法よりも

10

20

5 ~ 50 % 大きい、前記第 1 ロボットアセンブリと；
を備え、

前記第 1 動作アセンブリが；

前記第 1 ロボットを垂直に位置決めするように適合されたアクチュエータアセンブリであって、

前記第 1 ロボットを垂直に位置決めするように適合された垂直アクチュエータ、

前記第 1 ロボットを、これが前記垂直アクチュエータによって並進される際に、案内するように適合された垂直滑動部、

をさらに備える、前記アクチュエータアセンブリと；

前記垂直アクチュエータおよび前記垂直滑動部からなる群より選択された、少なくとも 1 つの構成部品を包囲する内部領域を有する囲壁と；

前記囲壁内に負圧を生成するように適合された前記内部領域と流体連通したファンと；
をさらに備える、前記クラスタツール。

【請求項 2】

前記第 1 ロボットアセンブリが、

基板受容面を有するロボットブレードを有する第 2 ロボットであって、第 2 平面に含有された 1 つ以上の地点に基板を位置決めするように適合されており、前記第 1 平面と前記第 2 平面が或る距離で離間している、第 2 ロボットをさらに備える、請求項 1 に記載のクラスタツール。

【請求項 3】

第 2 処理ラックであって、

垂直に積層された 2 つ以上の基板処理チャンバの第 1 グループ、

垂直に積層された 2 つ以上の基板処理チャンバの第 2 グループ、

を備え、前記第 1 または第 2 グループ内の前記 2 つ以上の基板処理チャンバが、第 1 方向に沿って整列した第 1 側部を有する、前記第 2 処理ラックと；

基板を前記第 2 処理ラック内の前記基板処理チャンバへ移送するように適合された第 2 ロボットアセンブリであって、

第 2 ロボットプレートと、この上の基板受容面とを有する第 2 ロボットであって、第 2 移送領域を画成し、基板を、第 2 平面に含有された 1 つ以上の地点に位置決めするように適合されており、前記第 2 平面が、前記第 1 方向、および前記第 1 方向と直交する第 2 方向と平行している第 2 ロボット、

前記第 2 ロボットを前記第 2 平面に対して垂直な第 3 方向に位置決めするように適合されたアクチュエータアセンブリを有する第 1 動作アセンブリ、

前記第 2 ロボットを前記第 1 方向と平行する方向に位置決めするように適合されたアクチュエータアセンブリを有する第 2 動作アセンブリ、

を備え、前記第 2 移送領域が、前記第 2 方向と平行する幅を有し、前記基板を前記第 2 ロボットブレードの前記基板受容面上に位置決めした場合に、前記第 2 方向において基板の寸法よりも 5 ~ 50 % 大きい、前記第 2 ロボットアセンブリと；

を備える、請求項 1 に記載のクラスタツール。

【請求項 4】

基板を、前記第 1 処理ラックおよび前記第 2 処理ラック内の前記基板処理チャンバへ移送するように適合された第 3 ロボットアセンブリであって、

第 3 ロボットブレードと、これの上の基板受容面とを有する第 3 ロボットであって、第 3 移送領域を画成し、基板を第 3 平面に含有されている 1 つ以上の地点に位置決めするように適合されており、前記第 3 平面が、前記第 1 方向、および前記第 1 方向と直交した第 2 方向と平行している第 3 ロボット、

前記第 2 ロボットを、前記第 3 平面に対して垂直な第 3 方向に位置決めするように適合されたアクチュエータアセンブリを有する第 1 動作アセンブリ、

前記第 2 ロボットを前記第 1 方向と平行する方向に位置決めするように適合されたアクチュエータアセンブリを有する第 2 動作アセンブリ、

を備え、

前記第3移送領域が前記第2方向と平行な幅を有し、前記基板を前記第3ロボットブレードの前記基板受容面上に位置決めした場合に、前記第2方向において基板の寸法よりも5～50%大きい、前記第3ロボットアセンブリをさらに備える、請求項3に記載のクラスタツール。

【請求項5】

基板を処理するクラスタツールであって：

垂直方向に積層された、2つ以上の基板処理チャンバの2つ以上のグループを備える第1処理ラックであって、前記2つ以上のグループ内の前記2つ以上の基板処理チャンバが、前記基板処理チャンバにアクセスするための、第1方向に沿って整列した第1側部を有する第1処理ラックと；

10

垂直方向に積層された、2つ以上の基板処理チャンバの2つ以上のグループを備える第2処理ラックであって、前記2つ以上のグループ内の前記2つ以上の基板処理チャンバが、前記基板処理チャンバにアクセスするための、第1方向に沿って整列した第1側部を有する第2処理ラックと；

前記第1処理ラックと前記第2処理ラックの間に位置決めされた、基板を前記第1側部から前記第1処理ラック内の前記基板処理チャンバへ移送するように適合された第1ロボットアセンブリであって、

基板を水平平面に含有されている1つ以上の地点に位置決めするように適合されたロボット、

20

前記ロボットを前記垂直方向と平行する方向に位置決めするように適合された垂直アクチュエータアセンブリを有する垂直動作アセンブリ、

前記ロボットを、前記第1方向と平行する方向に位置決めするように適合されたモータを有する水平動作アセンブリ、
を備える、前記第1ロボットアセンブリと；

前記第1処理ラックと前記第2処理ラックの間に位置決めされた、基板を前記第1側部から前記第2処理ラック内の前記基板処理チャンバへ移送するように適合された第2ロボットアセンブリであって、

基板を水平平面に含有されている1つ以上の地点に位置決めするように適合されたロボット、

30

前記ロボットを前記垂直方向と平行する方向に位置決めするように適合された垂直アクチュエータアセンブリを有する垂直動作アセンブリ、

前記ロボットを前記第1方向と平行する方向に位置決めするように適合されたモータを有する水平動作アセンブリ、
を備える、前記第2ロボットアセンブリと；

前記第1処理ラックと前記第2処理ラックの間に位置決めされた、基板を前記第1側部から前記第1処理ラック内の前記基板処理チャンバへ、あるいは前記第1側部から前記第2処理ラック内の前記基板処理チャンバへ移送するように適合された第3ロボットアセンブリであって、

基板を水平平面内に含有された1つ以上の地点に位置決めするように適合されたロボット、

40

前記ロボットを前記垂直方向と平行する方向に位置決めするように適合された垂直アクチュエータアセンブリを有する垂直動作アセンブリ、

前記ロボットを前記第1方向と平行する方向に位置決めするように適合されたモータを有する水平動作アセンブリ、
を備える、前記第3ロボットアセンブリと；

を備え、

前記第1ロボットアセンブリ内の前記水平動作アセンブリ、前記第2ロボットアセンブリ内の前記水平動作アセンブリ、前記第3ロボットアセンブリ内の前記水平動作アセンブリのそれぞれが、

50

内部領域を包囲する１つ以上の壁と基部を有する囲壁と、
前記囲壁の内部領域と流体連通している１つ以上のファンアセンブリとをさらに備える、前記クラスタツール。

【請求項 6】

処理領域を形成する１つ以上の壁を有する囲壁であって、前記処理領域内には前記第１処理ラック、第２処理ラック、第１ロボットアセンブリ、第２ロボットアセンブリ、第３ロボットアセンブリが位置決めされており、また、ファンが、空気をフィルタに通過させ、前記処理領域内に流入させるように適合されている囲壁をさらに備える、請求項 5 に記載のクラスタツール。

【請求項 7】

第４ロボットアセンブリであって、前記処理領域内に位置決めされ、基板を前記第１処理ラック内の基板処理チャンバへ、または基板処理チャンバから、あるいは前記囲壁の外の或る位置へ移送するように適合されている第４ロボットアセンブリをさらに備える、請求項 6 に記載のクラスタツール。

【請求項 8】

前記第１処理ラックと前記第２処理ラックの間に位置決めされ、基板を、前記第１側部から前記第１処理ラック内の前記基板処理チャンバへ、あるいは、前記第１側部から前記第２処理ラック内の前記基板処理チャンバへ移送するように適合されている第４ロボットアセンブリであって、

基板を、水平平面に含有されている１つ以上の地点に位置決めするように適合されたロボット、

垂直アクチュエータアセンブリを有し、前記ロボットを前記垂直方向と平行する方向に位置決めするように適合された垂直動作アセンブリ、

モータを有し、前記ロボットを前記第１方向と平行する方向に位置決めするように適合された水平動作アセンブリ、
を備える、前記第４ロボットアセンブリをさらに備える、請求項 5 に記載のクラスタツール。

【請求項 9】

２枚以上の基板を維持するように適合されたカセットと、

前端口ロボットおよび前記第１ロボットアセンブリから基板を受容するように適合された第１通過チャンバと、

前記前端口ロボットおよび前記第２ロボットアセンブリから基板を受容するように適合された第２通過チャンバと、

前記前端口ロボットおよび前記第３ロボットアセンブリから基板を受容するように適合された第３通過チャンバと、
をさらに備え、

前記前端口ロボットが、基板をカセット、第１、第２、第３通過チャンバへ、またはこれらから移送するように適合されている、請求項 5 に記載のクラスタツール。

【請求項 10】

前記第１ロボットアセンブリ内、前記第２ロボットアセンブリ、前記第３ロボットアセンブリ内の前記ロボットが、

基板を受容および移送するように適合されたロボットブレードと、

前記ロボットブレードと回転的に連通しているモータと、
をさらに備える、請求項 5 に記載のクラスタツール。

【請求項 11】

前記第１ロボットアセンブリ、前記第２ロボットアセンブリ、前記第３ロボットアセンブリ内の前記ロボットが、

第１端部と基板受容面を有するロボットブレードであって、前記基板受容面が基板を受容および移送するように適合されているロボットブレードと、

前記ロボットブレードの前記第１端部が周囲で回転するように適合されている第１旋回

10

20

30

40

50

点を有する第 1 接合部材と、

前記第 1 接合部材及び前記ロボットブレードに回転的に連通しているモータと、
をさらに備える、請求項 5 に記載のクラスタツール。

【請求項 1 2】

前記第 1 ロボットアセンブリ内の前記垂直動作アセンブリ、前記第 2 ロボットアセンブリ内の前記垂直動作アセンブリ、前記第 3 ロボットアセンブリ内の前記垂直動作アセンブリのそれぞれが、

内部領域を包囲する 1 つ以上の壁と 1 つのフィルタを有する囲壁と、

前記囲壁の内部領域と流体連通しており、前記内部領域からフィルタを介して流体を除去するように適合されているファンアセンブリと、
をさらに備える、請求項 5 に記載のクラスタツール。

10

【請求項 1 3】

前記第 1 ロボットアセンブリ、第 2 ロボットアセンブリ、第 3 ロボットアセンブリのそれぞれが、

内部領域を包囲する 1 つ以上の壁と 1 つのフィルタを有する囲壁と、

前記囲壁の前記内部領域と流体連通しており、また、フィルタを介して前記第 1、第 2、第 3 ロボットに向けて空気を流すように適合された 1 つ以上ファンアセンブリと、
をさらに備える、請求項 5 に記載のクラスタツール。

【請求項 1 4】

前記第 1 ロボットアセンブリ、第 2 ロボットアセンブリ、第 3 ロボットアセンブリのそれぞれが、

基板を第 2 水平平面に位置決めするように適合された第 2 ロボットであって、前記水平平面と前記第 2 水平平面が或る距離で離間している第 2 ロボットをさらに備える、請求項 5 に記載のクラスタツール。

20

【請求項 1 5】

前記第 1、第 2、第 3 ロボットアセンブリ内の前記垂直動作アセンブリのそれぞれが、前記垂直アクチュエータアセンブリであって、

前記第 1 ロボットを垂直に位置決めするように適合された垂直アクチュエータ、

前記第 1 ロボットが前記垂直アクチュエータによって並進される際に、前記第 1 ロボットを案内するように適合された垂直滑動部、
を備える、前記垂直アクチュエータアセンブリと；

30

前記垂直アクチュエータ及び前記垂直滑動部からなる群より選択された少なくとも 1 つの構成要素を包囲する内部領域を有する囲壁と；

前記内部領域と流体連通しており、前記囲壁内に負圧を生成するように適合されたファンと；

をさらに備える、請求項 5 に記載のクラスタツール。

【請求項 1 6】

基板を処理するためのクラスタツールであって：

2 つ以上の垂直に積層した基板処理チャンバの 2 つ以上のグループを備える第 1 処理ラックであって、前記 2 つ以上のグループ内の前記 2 つ以上の垂直に積層した基板処理チャンバが、前記基板処理チャンバにアクセスするための、第 1 方向に沿って整列した第 1 側部と、前記基板処理チャンバにアクセスするための、第 2 方向に沿って整列した第 2 側部とを有する第 1 処理ラックと；

40

基板を、前記第 1 側部から前記第 1 処理ラック内の前記基板処理チャンバへ移送するように適合された第 1 ロボットアセンブリであって、

基板を水平平面に含有されている 1 つ以上の地点に位置決めするように適合された第 1 ロボット、

前記第 1 ロボットを前記垂直方向と平行する方向に位置決めするように適合されたモータを有する垂直動作アセンブリ、

前記第 1 ロボットを前記第 1 方向と平行する方向に位置決めするように適合された

50

モータを有する水平動作アセンブリ、
を備える、前記第 1 ロボットアセンブリと；

基板を、前記第 2 側部から第 1 処理ラック内の前記基板処理チャンバへ移送するように適合された第 2 ロボットアセンブリであって、

基板を水平平面に含有されている 1 つ以上の地点に位置決めするように適合された第 2 ロボット、

前記第 2 ロボットを前記垂直方向と平行する方向に位置決めするように適合されたモータを有する垂直動作アセンブリ、

前記第 2 ロボットを前記第 2 方向と平行する方向に位置決めするように適合されたモータを有する水平動作アセンブリ、

を備える、前記第 2 ロボットアセンブリと；

を備え、

前記第 1 ロボットアセンブリ内の前記水平動作アセンブリと、前記第 2 ロボットアセンブリ内の前記水平動作アセンブリのそれぞれが、

内部領域を包囲する 1 つ以上の壁と基部とを有する囲壁と、

前記囲壁の前記内部領域と流体連通した 1 つ以上のファンアセンブリと、

をさらに備える、基板を処理するためのクラスタツール。

【請求項 17】

基板を、前記第 1 側部から前記第 1 処理ラック内の前記基板処理チャンバへ移送するように適合された第 3 ロボットアセンブリであって、

基板を水平平面に含有されている 1 つ以上の地点に位置決めするように適合された第 3 ロボット、

前記第 3 ロボットを前記垂直方向と平行する方向に位置決めするように適合されたモータを有する垂直動作アセンブリ、

前記第 3 ロボットを前記第 1 方向と平行する方向に位置決めするように適合されたモータを有する水平動作アセンブリ、

を備える、前記第 3 ロボットアセンブリをさらに備える、請求項 16 に記載のクラスタツール。

【請求項 18】

2 つ以上の垂直に積層した基板処理チャンバの 2 つ以上のグループを備える第 2 処理ラックであって、前記 2 つ以上の垂直に積層した基板処理チャンバの前記 2 つ以上のグループが前記基板処理チャンバにアクセスするための、前記第 1 方向に沿って整列した第 1 側部を有する第 2 処理ラックと、

基板を、前記第 1 側部から前記第 2 処理ラック内の前記基板処理チャンバへ移送するように適合された前記第 1 ロボットアセンブリと、

をさらに備える、請求項 16 に記載のクラスタツール。

【請求項 19】

2 枚以上の基板を維持するように適合されたカセットと、

前端口ロボットおよび前記第 1 ロボットアセンブリから基板を受容するように適合された第 1 通過チャンバと、

前記前端口ロボットおよび前記第 2 ロボットアセンブリから基板を受容するように適合された第 2 通過チャンバと、

基板を、カセット、前記第 1 および第 2 通過チャンバへ、またはこれらから移送するように適合された前端口ロボットと、

をさらに備える、請求項 16 に記載のクラスタツール。

【請求項 20】

前記第 1 ロボットアセンブリおよび前記第 2 ロボットアセンブリ内の前記ロボットが、

基板を受容および移送するように適合されたロボットブレードと、

前記ロボットブレードと回転的に連通しているモータと、

を備える、請求項 16 に記載のクラスタツール。

10

20

30

40

50

【請求項 2 1】

前記第 1 ロボットアセンブリおよび前記第 2 ロボットアセンブリ内の前記ロボットが、第 1 端部と基板受容面を有するロボットブレードであって、前記基板受容面が基板を受容および移送するように適合されているロボットブレードと、

前記ロボットブレードの前記第 1 端部が周囲で回転するように適合されている第 1 旋回点を有する第 1 接合部材と、

前記第 1 接合部材及び前記ロボットブレードに回転的に連通しているモータと、を備える、請求項 1 6 に記載のクラスタツール。

【請求項 2 2】

前記第 1 ロボットアセンブリ内の前記垂直動作アセンブリと、前記第 2 ロボットアセンブリ内の前記垂直動作アセンブリとのそれぞれが、

内部領域を包囲する 1 つ以上の壁と 1 つのフィルタを有する囲壁と、

前記囲壁の内部領域と流体連通しており、前記内部領域からフィルタを介して流体を除去するように適合されているファンアセンブリと、
をさらに備える、請求項 1 6 に記載のクラスタツール。

【請求項 2 3】

前記第 1 ロボットアセンブリと前記第 2 ロボットアセンブリのそれぞれが、

内部領域を包囲する 1 つ以上の壁と 1 つのフィルタを有する囲壁と、

前記囲壁の前記内部領域と流体連通しており、また、フィルタを介して前記第 1、第 2、第 3 ロボットに向けて空気を流すように適合された 1 つ以上ファンアセンブリと、
をさらに備える、請求項 1 6 に記載のクラスタツール。

【請求項 2 4】

前記第 1 ロボットアセンブリと前記第 2 ロボットアセンブリのそれぞれが、

基板を第 2 水平平面に位置決めするように適合された第 2 ロボットであって、前記水平平面と前記第 2 水平平面が或る距離で離間している第 2 ロボットをさらに備える、請求項 1 6 に記載のクラスタツール。

【請求項 2 5】

基板を第 1 平面に含有されている 1 つ以上の地点に位置決めするように適合された第 1 ロボットと、

垂直動作アセンブリであって、

垂直方向に方位付けされた直線レールに結合しているブロックを備える滑動アセンブリと、

前記ブロックと前記第 1 ロボットに結合した支持板と、

前記支持板を、前記直線レールに沿った垂直位置に、垂直に位置決めするように適合されたアクチュエータを備える垂直動作アセンブリと、

水平動作アセンブリであって、前記垂直動作アセンブリと結合しており、また、前記第 1 ロボットと前記垂直動作アセンブリを水平方向に位置決めするように適合されている水平アクチュエータを有する水平動作アセンブリと、
を備え、

前記垂直動作アセンブリが、

1 つ以上の壁を有する囲壁であって、前記 1 つ以上の壁が、前記アクチュエータと前記滑動アセンブリからなる群より選択された構成部品の少なくとも 1 つを包囲する内部領域を形成している囲壁と、

前記囲壁の前記 1 つ以上の壁の 1 つに形成された溝と、前記支持板は前記溝を通して延びており、

前記囲壁の外部の或る地点と前記内部領域との間に、0.02 ~ 1 水柱インチの圧力降下を生成するようにさらに適合されたファンと、
をさらに備える、クラスタツール内で基板を移送する機器。

【請求項 2 6】

第 2 水平動作アセンブリであって、前記垂直動作アセンブリに結合しており、また、前

記第 1 ロボットと前記垂直動作アセンブリを水平方向に位置決めするように適合された第 2 水平アクチュエータを有する第 2 水平動作アセンブリを備える、請求項 25 に記載の機器。

【請求項 27】

空気を、フィルタを通り、前記第 1 ロボット上に位置決めされた基板に向けて押し出すように適合されたファンを有する環境制御アセンブリをさらに備える、請求項 25 に記載の機器。

【請求項 28】

基板を第 2 平面に含有された 1 つ以上の地点に位置決めするように適合された第 2 ロボットと、

10

前記垂直動作アセンブリであって、

前記直線レールおよび前記第 2 ロボットに結合した第 2 支持板であり、前記直線レールに結合した前記ブロックまたは第 2 ブロックを介して、前記直線レールに結合している第 2 支持板、

前記直線レールに沿って垂直の位置に前記第 2 支持板を垂直に位置決めするようにさらに適合されたアクチュエータ、

をさらに備え、前記第 2 ロボットの第 2 平面が、前記第 1 ロボットの第 1 平面と平行であり、前記第 2 平面が前記第 1 平面から或る距離で離間して位置決めされている、前記垂直動作アセンブリと、

をさらに備える、請求項 25 に記載の機器。

20

【請求項 29】

2 つ以上の垂直に積層した基板処理チャンバの 2 つ以上のグループを備える第 1 処理ラックであって、前記 2 つ以上のグループ内の前記 2 つ以上の垂直に積層した基板処理チャンバが、前記基板処理チャンバにアクセスするための、第 1 方向に沿って整列した第 1 側部と、前記基板処理チャンバにアクセスするための、第 2 方向に沿って整列した第 2 側部とを有する第 1 処理ラックと、

基板を第 1 平面に含有されている 1 つ以上の地点に位置決めするように、および前記基板を前記第 1 処理ラック内の前記基板処理チャンバへ移送するように適合された第 1 ロボットと、

垂直動作アセンブリであって、

30

前記第 1 ロボットを垂直に位置決めするように適合されたアクチュエータアセンブリであり、前記第 1 ロボットを垂直に位置決めするように適合された垂直アクチュエータと、前記第 1 ロボットが前記垂直アクチュエータによって並進される際に、前記第 1 ロボットを案内するように適合された垂直滑動部とを備えるアクチュエータアセンブリ、

1 つ以上の壁を有する囲壁であって、前記 1 つ以上の壁が、前記垂直アクチュエータと前記垂直滑動部からなる群より選択された構成部品の少なくとも 1 つを包囲する内部領域を形成する囲壁、

前記内部領域と流体連通し、前記囲壁内に負圧を生成するように適合されたファンを備える、前記垂直動作アセンブリと、

前記第 1 ロボットを前記第 1 処理ラックの前記第 1 側部と平行な方向に位置決めするように適合されている水平アクチュエータと水平案内部材を有する水平動作アセンブリと、を備える、クラスタツール内で基板を移送する機器。

40

【請求項 30】

前記水平動作アセンブリが、

1 つ以上の壁を有する第 2 囲壁であって、前記 1 つ以上の壁が、前記水平案内部材を包囲し、前記第 2 囲壁内に内部領域を形成する第 2 囲壁と、

前記内部領域と流体連通し、前記第 2 囲壁内に負圧を生成するように適合されたファンと、

をさらに備える、請求項 29 に記載の機器。

【請求項 31】

50

前記垂直動作アセンブリが、
前記囲壁の１つ以上の壁の１つに形成されたスロットと、
前記スロットを通して延び、前記垂直滑動部および前記第１ロボットと結合している支持板と、
をさらに備え、

前記ファンがさらに、前記囲壁の外部の或る地点と前記内部領域との間に、 $0.02 \sim 1$ 水柱インチの圧力降下を生成するように適合されている、請求項 29 に記載の機器。

【請求項 32】

空気を、フィルタを通り、前記第１ロボット上に位置決めされた基板に向けて押し出すように適合されたファンを有する環境制御アセンブリをさらに備える、請求項 29 に記載の機器。

【請求項 33】

クラスタツール内で基板を移送する機器であって：

基板を、第１平面に含有されている弧に沿った１つ以上の地点に位置決めするように適合された第１ロボットアセンブリであって、

第１端部と基板受容面とを有するロボットブレード、

前記ロボットブレードの前記第１端部に回転的に結合したモータを備える、前記第１ロボットアセンブリと；

前記第１ロボットアセンブリを、前記第１平面に対して垂直な第２方向に位置決めするように適合された第１動作アセンブリであって、

前記第１ロボットアセンブリを垂直に位置決めするように適合されたアクチュエータアセンブリであり、前記第１ロボットアセンブリを垂直に位置決めするように適合された垂直アクチュエータ、前記第１ロボットアセンブリが前記垂直アクチュエータによって並進される際に、前記第１ロボットアセンブリを案内するように適合された垂直滑動部を備えるアクチュエータアセンブリ、

前記垂直アクチュエータと前記垂直滑動部からなる群より選択された構成部品の少なくとも１つを包囲する内部領域を形成する１つ以上の壁を有する囲壁、

前記内部領域と流体連通し、前記囲壁内に負圧を生成するように適合されたファンを備える、前記第１動作アセンブリと；

前記第１ロボットアセンブリを前記第２方向に対して垂直な第３方向に位置決めするように適合された第２アクチュエータを有する第２動作アセンブリと；
を備え、

前記第２動作アセンブリが、

前記第２アクチュエータを包囲し、第２囲壁内の内部領域を形成する１つ以上の壁を有する前記第２囲壁と、

前記内部領域と流体連通しており、前記第２囲壁内に負圧を生成するように適合されたファンと、

をさらに備える、前記機器。

【請求項 34】

基板を第１方向における所望の位置、および第２方向における所望の位置に位置決めするように適合された第１ロボットアセンブリを使用して、前記第１方向に沿って位置決めされた第１アレイの処理チャンバへ基板を移送するステップであって、前記第２方向が前記第１方向と直交しているステップと、

前記基板を第１方向における所望の位置に、また前記第２方向における所望の位置に位置決めするように適合された第２ロボットアセンブリを使用して、前記第１方向に沿って位置決めされた第２アレイの処理チャンバへ基板を移送するステップと、

前記基板を前記第１方向における所望の位置、および第２方向における所望の位置に位置決めするように適合された第３ロボットアセンブリを使用して、前記第１方向に沿って位置決めされた第１および第２アレイの処理チャンバへ基板を移送するステップと、

前記第１ロボットアセンブリ、前記第２ロボットアセンブリ、前記第３ロボットアセン

10

20

30

40

50

ブリに含有された第 1 アクチュエータアセンブリの周囲に配置されている囲壁の内部に大気圧よりも低い圧力を生成するステップと、
を備える、クラスタツール内で基板を移送する方法。

【請求項 3 5】

前記第 3 ロボットアセンブリが、前記第 1 および第 2 ロボットアセンブリに近接している、請求項 3 4 に記載の方法。

【請求項 3 6】

前記第 3 ロボットアセンブリが、前記第 1 ロボットアセンブリと前記第 2 ロボットアセンブリの間に位置決めされている、請求項 3 5 に記載の方法。

【請求項 3 7】

前記第 1 ロボットアセンブリから前記第 3 ロボットアセンブリまでの間隔、および前記第 2 ロボットアセンブリから前記第 3 ロボットアセンブリまでの間隔が、基板の処理面の寸法よりも 5 ~ 5 0 % 大きい、請求項 3 4 に記載の方法。

【請求項 3 8】

前記第 1 ロボットアセンブリの中心線と前記第 3 ロボットアセンブリ間の中心線の間の距離と、前記第 2 ロボットアセンブリの中心線と前記第 3 ロボットアセンブリの中心線の間の距離が、3 1 5 ~ 4 5 0 mm であり、前記中心線間の前記距離が前記第 1 方向に対して垂直な方向において測定される、請求項 3 4 に記載の方法。

【請求項 3 9】

第 1 方向への基板の移送処理中における、前記第 1 ロボットアセンブリまたは前記第 2 ロボットアセンブリ上に位置決めされた基板の中心線から、前記第 3 ロボットアセンブリ上に位置決めされた基板の中心線までの間の距離が、基板の処理面の寸法よりも 5 ~ 5 0 % 大きい、請求項 3 4 に記載の方法。

【請求項 4 0】

基板を、第 1 方向における所望の位置と、第 2 方向における所望の位置とに位置決めするように適合された第 4 ロボットアセンブリを使用して、第 1 方向に沿って位置決めされた前記第 1 アレイおよび第 2 アレイの処理チャンバへ基板を移送することをさらに備える、請求項 3 4 に記載の方法。

【請求項 4 1】

前記第 1 アクチュエータアセンブリが前記基板を前記第 2 方向において位置決めするように適合されている、請求項 3 4 に記載の方法。

【請求項 4 2】

基板を第 1 方向における所望の位置と、第 2 方向における所望の位置に位置決めするように適合された第 1 ロボットアセンブリを使用して、第 1 通過チャンバから第 1 方向に沿って位置決めされた第 1 アレイの処理チャンバへ基板を移送するステップであって、前記第 2 方向が前記第 1 方向と直交しているステップと、

基板を前記第 1 方向における所望の位置と、前記第 2 方向における所望の位置に位置決めするように適合された第 2 ロボットアセンブリを使用して、前記第 1 通過チャンバから第 1 アレイの処理チャンバへ基板を移送するステップと、

前端アセンブリ内に位置決めされた前端口ボットを使用して、基板カセットから前記第 1 通過チャンバへ基板を移送するステップであって、前記前端アセンブリが、前記第 1 アレイの処理チャンバ、前記第 1 ロボットアセンブリ、前記第 2 ロボットアセンブリを含有した移送領域と近接しているステップと、

前記第 1 ロボットアセンブリと前記第 2 ロボットアセンブリに含有されている第 1 アクチュエータアセンブリの周囲に配置されている囲壁の内部の大気圧よりも低い圧力を生成するステップと、

を備える、クラスタツール内で基板を移送する方法。

【請求項 4 3】

前記第 1 または第 2 ロボットアセンブリを使用して、基板を第 2 通過チャンバから前記第 1 アレイの処理チャンバへ移送するステップをさらに備え、前記第 2 通過チャンバが、

10

20

30

40

50

前記第 1 アレイの処理チャンバ内の少なくとも 1 つの処理チャンバから、第 1 方向に或る距離を置いて位置決めされている、請求項 4 2 に記載の方法。

【請求項 4 4】

基板を基板カセットから前記第 1 通過チャンバへ移送するように適合された前端口ロボットを有する前端アセンブリをさらに備える、請求項 4 2 に記載の方法。

【請求項 4 5】

前記前端口ロボット、第 1 ロボットアセンブリ、第 2 ロボットアセンブリが、さらに、第 2 通過チャンバから、または第 2 通過チャンバへ基板を移送するように適合されている、請求項 4 2 に記載の方法。

【請求項 4 6】

前記第 1 アクチュエータアセンブリが前記基板を前記第 2 方向において位置決めするように適合されている、請求項 4 2 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【発明の背景】

【0001】

発明の分野

[0001]本発明の実施形態は、一般的に、複数の基板を並行処理することが可能な、複数の処理ステーションとロボットとを包含している統合型の処理システムに関する。

【0002】

関連技術の説明

[0002]普通、電子装置の形成処理は、制御された処理環境内で基板（例えば半導体ウェーハ）を連続処理する機能を有するマルチチャンバ処理システム（例えばクラスタツール）にて行われる。トラックリソグラフィツールとして普通に知られた、フォトレジスト材料を堆積（即ちコート）および成長させるための、あるいは、湿式/乾式ツールとして普通に説明される、半導体洗浄プロセスを実行するために使用するための典型的なクラスタツールには、少なくとも 1 つの基板移送ロボットを収容するメインフレームが含まれ、この基板移送ロボットは、メインフレームに接続したポッド/カセット搭載装置と複数の処理チャンバの間で基板を移送する。多くの場合、クラスタツールは、基板を制御された処理環境内で繰り返し処理できるように使用される。制御された処理環境は多くの恩恵を有し、その中には、移送の最中、および様々な基板処理ステップを完了する最中における基板の表面の汚染の最小化が含まれる。制御された環境内で処理を行うことにより、欠陥の生成数が低減され、装置生産高が増加する。

【0003】

[0003]基板製作処理の効果は、装置の生産性と所有コスト（C o O）といった、関連し合う重要な 2 つの要素によって測定されることが多い。これらの要素が重要であるのは、電子装置の生産コスト、さらに市場における装置製造業者の競争力に直接影響するためである。C o O は多くの要素によって影響されるが、中でもシステムおよびチャンバスループット、または単純に、所望の処理シーケンスを使用して 1 時間に処理される基板の枚数によって大きな影響を受ける。処理シーケンスは、一般的に、クラスタツール内の 1 つ以上の処理チャンバにて完了される装置製作ステップ、または処理レシピステップのシーケンスとして定義される。一般的に、処理シーケンスは様々な基板（またはウェーハ）電子装置製作処理ステップを包含している。多くの場合、電子装置製造業者は、C o O を低減する試みにおいて、クラスタツールアーキテクチャの制限とチャンバ処理時間を考慮した上で可能な限り高い基板スループットを達成するために、処理シーケンスおよびチャンバ処理時間を最適化することに多大な時間を費やしている。トラックリソグラフィタイプのクラスタツールの場合、チャンバ処理時間がかなり短く（例えば、処理完了まで約 1 分間）、典型的な 1 つの処理シーケンスを完了するのに要する処理ステップ数が大きいため、処理シーケンス完了にかかる時間のかなりの部分が様々な処理チャンバ間での基板の移送に割かれることになる。一般的に、典型的なトラックリソグラフィ処理シーケンスは以下のステップを含む：基板の表面上に 1 つ以上の均等なフォトレジスト（またはレジスト）

10

20

30

40

50

層を堆積させ、次に、この基板をクラスタツールから別々のステッパまたはスキャナツールへ移送し、そこで、フォトリソ層をフォトリソ変形電磁放射線で露光し基板の表面にパターンを作成して、パターン付きフォトリソ層を成長させるステップ。ロボットによってクラスタツール内の基板スループットが制限されない場合には、一般的に、最長の処理レシピステップによって処理シーケンスのスループットが制限される。通例、トラックリソグラフィ処理シーケンスでは、処理時間が短く処理ステップ数が多いため、こういったケースはない。従来の製作処理、例えば典型的な処理を実施中であるトラックリソグラフィツールの典型的なシステムスループットは、一般的に、基板 100 ~ 120 枚 / 1 時間である。

【0004】

10

[0004] C o O 計算におけるこれ以外の重要な要素は、システムの信頼性と起動時間である。システムの基板処理不能時間が長いほどクラスタツール内で基板を処理する機会が消失し、ユーザは損害を被ることになるので、これらの要素はクラスタツールの有益性および / または有効性にとって非常に重要である。そのため、クラスタツールユーザおよび製造業者は、信頼性の高い処理、信頼性の高いハードウェア、さらに起動時間を増加させた信頼性の高いシステムの開発に多大な時間を費やしている。

【0005】

[0005] 装置処理速度を向上させ、装置による熱の生成を低減することを目的とした半導体装置をサイズ縮小するための業界の推進により、業界の処理可変性の公差が低減した。トラックリソグラフィ処理シーケンスにおいて、処理のばらつきを最小化する上で重要な要因は、クラスタツールを通過する全ての基板が同じ「ウェーハ履歴」を有するようにすることである。一般的に、基板のウェーハ履歴は、後に装置の性能に影響を及ぼす可能性のある全ての装置製作処理のばらつきを制御でき、その結果、同じバッチ内の全ての基板を常に同一方法にて処理することが可能となるように処理エンジニアによって監視および制御される。全ての基板が同じ「ウェーハ履歴」を有するようにするためには、全ての基板が同じ繰り返し可能な基板処理ステップ（例えば、一貫したコーティング処理、一貫したハードベーク処理、一貫した冷蔵処理など）を経験する必要があり、また、各基板について、様々な製作ステップ間の時間を同一にする必要がある。リソグラフィタイプの装置製作処理は、処理のばらつきと装置性能に直接影響する、処理レシピのばらつきの変数と、最終的なレシピステップどうしの間の時間とに特に敏感であってもよい。したがって、処理不定性と、処理ステップどうしの間の時間の不定性とを最小化する処理シーケンスを実行できるクラスタツールおよび支持機器が必要である。また、均等かつ繰り返し可能な処理結果を送出する一方で、所望の基板スループットを達成する、装置製作処理の実行が可能なクラスタツールおよび支持機器も必要である。

20

30

【0006】

[0006] したがって、さらに、要求される装置性能目標を満たし、システムスループットを増加させ、処理シーケンス C o O を低減する形で基板の処理を行えるシステム、方法、機器が必要である。

【発明の概要】

【0007】

40

[0007] 本発明は一般的に、第 1 処理ラックであって、垂直方向に積層された 2 つ以上の基板処理チャンバを有するプロセスチャンバの第 1 グループと、垂直方向に積層された 2 枚以上の基板処理チャンバを有するプロセスチャンバの第 2 グループとを備え、第 1 または第 2 グループ内の 2 つ以上の基板処理チャンバは、第 1 方向に沿って整列した第 1 側部を有する第 1 処理ラックと、第 1 処理ラック内の基板処理チャンバへ基板を移送するように適合された第 1 ロボットアセンブリであって、基板受容面を有するロボットブレードを有する第 1 ロボットであって、一般的に第 1 平面に含有された 1 つ以上の地点に基板を位置決めするように適合されており、前記第 1 平面が、前記第 1 方向と、前記第 1 方向と直交する第 2 方向とに平行している第 1 ロボットと、第 1 ロボットを一般的に第 1 平面に対して垂直な第 3 方向に位置決めするように適合されたアクチュエータアセンブリを有する

50

第1動作アセンブリと、前記第1ロボットを一般的に前記第1方向と平行する方向に位置決めするように適合されたアクチュエータアセンブリを有する第2動作アセンブリと、第1ロボットが含有されている移送領域と、を備え、移送領域は、第2方向と平行な幅を有し、基板をロボットブレードの基板受容面上に位置決めした場合に、第2方向において基板の寸法よりも約5～50%大きい、第1ロボットアセンブリと、を備える基板を処理するためのクラスタツールを提供する。

【0008】

[0008]本発明の実施形態はさらに、垂直方向に積層された、2つ以上の基板処理チャンバの2つ以上のグループを備える第1処理ラックであって、前記2つ以上のグループ内の前記2つ以上の基板処理チャンバが、前記基板処理チャンバにアクセスする第1方向に沿って整列した第1側部を有する第1処理ラックと、垂直方向に積層された、2つ以上の基板処理チャンバの2つ以上のグループを備える第2処理ラックであって、前記2つ以上のグループ内の前記2つ以上の基板処理チャンバが、前記基板処理チャンバにアクセスするために、第1方向に沿って整列した第1側部を有する第2処理ラックと、前記第1処理ラックと前記第2処理ラックの間に位置決めされた、基板を前記第1側部から前記第1処理ラック内の前記基板処理チャンバへ移送するように適合された第1ロボットアセンブリであって、基板を一般的に水平平面に含有されている1つ以上の地点に位置決めするように適合されたロボットと、前記ロボットを一般的に前記垂直方向と平行する方向に位置決めするように適合されたモータを有する垂直動作アセンブリと、前記ロボットを、前記第1方向と平行する方向に位置決めするように適合されたモータを有する水平動作アセンブリと、を備える第1ロボットアセンブリと、前記第1処理ラックと前記第2処理ラックの間に位置決めされた、基板を前記第1側部から前記第2処理ラック内の前記基板処理チャンバへ移送するように適合された第2ロボットアセンブリであって、基板を一般的に水平平面に含有されている1つ以上の地点に位置決めするように適合されたロボットと、前記ロボットを一般的に前記垂直方向と平行する方向に位置決めするように適合されたモータを有する垂直動作アセンブリと、前記ロボットを一般的に前記第1方向と平行する方向に位置決めするように適合されたモータを有する水平動作アセンブリと、を備える第2ロボットアセンブリと、前記第1処理ラックと前記第2処理ラックの間に位置決めされた、基板を前記第1側部から前記第1処理ラック内の前記基板処理チャンバへ、あるいは前記第1側部から前記第2処理ラック内の前記基板処理チャンバへ移送するように適合された第3ロボットアセンブリであって、基板を一般的に水平平面内に含有された1つ以上の地点に位置決めするように適合されたロボットと、前記ロボットを一般的に前記垂直方向と平行する方向に位置決めするように適合されたモータを有する垂直動作アセンブリと、前記ロボットを一般的に前記第1方向と平行する方向に位置決めするように適合されたモータを有する水平動作アセンブリと、を備える第3ロボットアセンブリと、を備える基板を処理するクラスタツールを提供する。

【0009】

[0009]本発明の実施形態はさらに、2つ以上の垂直に積層した基板処理チャンバの2つ以上のグループを備える第1処理ラックであって、前記2つ以上のグループ内の前記2つ以上の垂直に積層した基板処理チャンバが、前記基板処理チャンバにアクセスするための、第1方向に沿って整列した第1側部と、前記基板処理チャンバにアクセスするための、第2方向に沿って整列した第2側部とを有する第1処理ラックと、基板を、前記第1側部から前記第1処理ラック内の前記基板処理チャンバへ移送するように適合された第1ロボットアセンブリであって、基板を一般的に水平平面に含有されている1つ以上の地点に位置決めするように適合された第1ロボットと、前記第1ロボットを一般的に前記垂直方向と平行する方向に位置決めするように適合されたモータを有する垂直動作アセンブリと、前記第1ロボットを一般的に前記第1方向と平行する方向に位置決めするように適合されたモータを有する水平動作アセンブリと、を備える第1ロボットアセンブリと、基板を、前記第2側部から第1処理ラック内の前記基板処理チャンバへ移送するように適合された第2ロボットアセンブリであって、基板を一般的に水平平面に含有されている1つ以上の

10

20

30

40

50

地点に位置決めするように適合された第2ロボットと、前記第2ロボットを一般的に前記垂直方向と平行する方向に位置決めするように適合されたモータを有する垂直動作アセンブリと、前記第2ロボットを一般的に前記第2方向と平行する方向に位置決めするように適合されたモータを有する水平動作アセンブリと、を備える第2ロボットアセンブリと、を備える、基板を処理するためのクラスタツールを提供する。

【0010】

[0010]本発明の実施形態はさらに、クラスタツール内に位置決めした2つ以上の基板処理チャンバと、基板を2つ以上の基板処理チャンバへ移送するように適合された第1ロボットアセンブリであって、基板を第1方向に位置決めするように適合された第1ロボットであって、第1端部と基板受容面とを有するロボットブレードであり、基板を前記基板受容面が受容および移送するように適合されているロボットブレードと、第1旋回点と第2旋回点を有する第1接合部材と、前記第2旋回点において前記第1接合部材と回転的に結合したモータと、前記ロボットブレードの前記第1端部に取り付けられ、前記第1旋回点において前記第1接合部材に回転的に結合した第1ギアと、前記第1ギアに回転的に結合し、前記第1接合部の前記第2旋回点と同心的に整列した第2ギアであって、前記第2ギアと前記第1ギアのギア比率が約3:1~4:3である第2ギアと、を備える第1ロボットと、前記第1ロボットを一般的に前記第1方向に対して垂直な第2方向に位置決めするように適合された第1動作アセンブリと、前記第1ロボットを一般的に前記第2方向に対して垂直な第3方向に位置決めするように適合された、モータを有する第2動作アセンブリと、を備える第1ロボットアセンブリと、を備える、基板を処理するクラスタツールを提供する。

【0011】

[0011]本発明の実施形態はさらに、2つ以上の垂直に積層した基板処理チャンバの2つ以上のグループを備える第1処理ラックであって、前記2つ以上のグループ内の前記2つ以上の垂直に積層した基板処理チャンバが、前記基板処理チャンバにアクセスするための、第1方向に沿って整列した第1側部と、前記基板処理チャンバにアクセスするための、第2方向に沿って整列した第2側部とを有する第1処理ラックと、基板を、前記第1側部から前記第1処理ラック内の前記基板処理チャンバへ移送するように適合された第1ロボットアセンブリであって、基板を一般的に水平平面に含有されている1つ以上の地点に位置決めするように適合された第1ロボットと、前記第1ロボットを一般的に前記垂直方向と平行する方向に位置決めするように適合されたモータを有する垂直動作アセンブリと、前記第1ロボットを一般的に前記第1方向と平行する方向に位置決めするように適合されたモータを有する水平動作アセンブリと、を備える第1ロボットアセンブリと、基板を、前記第2側部から第1処理ラック内の前記基板処理チャンバへ移送するように適合された第2ロボットアセンブリであって、基板を一般的に水平平面に含有されている1つ以上の地点に位置決めするように適合された第2ロボットと、前記第2ロボットを一般的に前記垂直方向と平行する方向に位置決めするように適合されたモータを有する垂直動作アセンブリと、前記第2ロボットを一般的に前記第2方向と平行する方向に位置決めするように適合されたモータを有する水平動作アセンブリと、を備える第2ロボットアセンブリと、を備える、基板を処理するためのクラスタツールを提供する。

【0012】

[0012]本発明の実施形態はさらに、クラスタツール内に位置決めした2つ以上の基板処理チャンバと、基板を2つ以上の基板処理チャンバへ移送するように適合された第1ロボットアセンブリであって、基板を第1方向に位置決めするように適合された第1ロボットであって、第1端部と基板受容面とを有するロボットブレードであり、基板を前記基板受容面が受容および移送するように適合されているロボットブレードと、第1旋回点と第2旋回点を有する第1接合部材と、前記第2旋回点において前記第1接合部材と回転的に結合したモータと、前記ロボットブレードの前記第1端部に取り付けられ、前記第1旋回点において前記第1接合部材に回転的に結合した第1ギアと、前記第1ギアに回転的に結合し、前記第1接合部の前記第2旋回点と同心的に整列した第2ギアであって、前記第2ギ

アと前記第 1 ギアのギア比率が約 3 : 1 ~ 4 : 3 である第 2 ギアと、を備える第 1 ロボットと、前記第 1 ロボットを一般的に前記第 1 方向に対して垂直な第 2 方向に位置決めするように適合された第 1 動作アセンブリと、前記第 1 ロボットを一般的に前記第 2 方向に対して垂直な第 3 方向に位置決めするように適合された、モータを有する第 2 動作アセンブリと、を備える第 1 ロボットアセンブリと、を備える、基板を処理するクラスタツールを提供する。

【 0 0 1 3 】

[0013]本発明の実施形態はさらに、基板を一般的に第 1 平面に含有されている 1 つ以上の地点に位置決めするように適合された第 1 ロボットと、垂直動作アセンブリであって、垂直方向に方位付けされた直線レールに結合しているブロックを備える滑動アセンブリと、前記ブロックと前記第 1 ロボットに結合した支持板と、前記支持板を、前記直線レールに沿った垂直位置に、垂直に位置決めするように適合されたアクチュエータとを備える垂直動作アセンブリと、水平動作アセンブリであって、前記垂直動作アセンブリと結合しており、また、前記第 1 ロボットと前記垂直動作アセンブリを水平方向に位置決めするように適合されている水平アクチュエータを有する水平動作アセンブリと、を備える、クラスタツール内で基板を移送する機器を提供する。

【 0 0 1 4 】

[0014]本発明の実施形態は、基板を一般的に第 1 平面に含有されている 1 つ以上の地点に位置決めするように適合された第 1 ロボットと、垂直動作アセンブリであって、前記第 1 ロボットを垂直に位置決めするように適合されたアクチュエータアセンブリであり、前記第 1 ロボットを垂直に位置決めするように適合された垂直アクチュエータと、前記第 1 ロボットが前記垂直アクチュエータによって並進される際に、前記第 1 ロボットを案内するように適合された垂直滑動部とを備えるアクチュエータアセンブリと、1 つ以上の壁を有する囲壁であって、前記 1 つ以上の壁が、前記垂直アクチュエータと前記垂直滑動部からなる群より選択された構成部品の少なくとも 1 つを包囲する内部領域を形成する囲壁と、前記内部領域と流体連通しし、前記囲壁内に負圧を生成するように適合されたファンと、を備える垂直動作アセンブリと、前記第 1 ロボットを一般的に前記第 1 処理ラックの前記第 1 側部と平行な方向に位置決めするように適合されている水平アクチュエータと水平案内部材を有する水平動作アセンブリと、を備える、クラスタツール内で基板を移送する機器を提供する。

【 0 0 1 5 】

[0015]本発明の実施形態はさらに、基板を第 1 方向に位置決めするように適合された第 1 ロボットアセンブリであって、第 1 端部と基板受容面とを有するロボットブレードと、第 1 旋回点と第 2 旋回点とを有する第 1 接合部材と、前記ロボットブレードの前記第 1 端部に結合し、前記第 1 旋回点にて前記第 1 接合部材に回転的に結合している第 1 ギアと、前記第 1 ギアに回転的に結合し、前記第 1 接合部の前記第 2 旋回点と整列している第 2 ギアと、前記第 1 接合部材に回転的に結合している第 1 モータであって、前記第 1 接合部と前記第 1 ギアを前記第 2 ギアに関連して回転させることで、前記基板受容面を位置決めするように適合されている第 1 モータと、第 1 ロボットアセンブリと、前記第 1 ロボットを一般的に前記第 1 方向に対して垂直な第 2 方向に位置決めするように適合された第 1 動作アセンブリと、前記第 1 ロボットを一般的に前記第 2 方向に対して垂直な第 3 方向に位置決めするように適合された第 2 動作アセンブリと、を備える、クラスタツール内で基板を移送する機器を提供する。

【 0 0 1 6 】

[0016]本発明の実施形態はさらに、基板を、第 1 面に含有されている弧に沿った 1 つ以上の地点に位置決めするように適合された第 1 ロボットアセンブリであって、第 1 端部と基板受容面とを有するロボットブレードと、前記ロボットブレードの前記第 1 端部に回転的に結合したモータとを備える第 1 ロボットアセンブリと、前記第 1 ロボットを、前記第 1 平面に対して一般的に垂直な第 2 方向に位置決めするように適合された第 1 動作アセンブリであって、前記第 1 ロボットを垂直に位置決めするように適合されたアクチュエータ

アセンブリであり、前記第1ロボットを垂直に位置決めするように適合された垂直アクチュエータと、前記第1ロボットが前記垂直アクチュエータによって並進される際に、前記第1ロボットを案内するように適合された垂直滑動部とを備えるアクチュエータアセンブリと、前記垂直アクチュエータと前記垂直滑動部からなる群より選択された構成部品の少なくとも1つを包囲する内部領域を形成する1つ以上の壁を有する囲壁と、前記内部領域と流体連通し、前記囲壁内に負圧を生成するように適合されたファンとを備える第1動作アセンブリと、前記第1ロボットを一般的に前記第2方向に対して垂直な前記第3方向に位置決めするように適合された第2アクチュエータを有する第2動作アセンブリと、を備える、クラスタツール内で基板を移送する機器を提供する。

【0017】

10

[0017]本発明の実施形態はさらに、基板を第1方向に位置決めするように適合された第1ロボットアセンブリであって、第1端部と基板受容面とを有するロボットブレードと、前記ロボットブレードの前記第1端部に結合した第1ギアと、前記第1ギアに回転的に結合した第2ギアと、前記第1ギアに回転的に結合した第1モータと、前記第2ギアに回転的に結合した第2モータと、を備え、前記第2モータが、可変ギア比率を作成するために、前記第2ギアを前記第1ギアに関連して回転させるように適合されている第1ロボットアセンブリと、前記第1ロボットを一般的に前記第1方向に対して垂直な第2方向に位置決めするように適合された第1動作アセンブリと、を備える、クラスタツール内で基板を移送する機器を提供する。

【0018】

20

[0018]本発明の実施形態はさらに、基板支持面を有する基部と、前記基部上に位置決めされた反応部材と、基板を前記反応部材に対して強制押圧するように適合された、アクチュエータに結合している接触部材と、前記接触部材が前記基板を前記反応部材に対して強制押圧するように位置決めされた場合に、一般的に前記接触部材の動作を禁止するように適合されたブレーキ部材と、を備える基板を移送する機器を提供する。

【0019】

[0019]本発明の実施形態はさらに、支持面を有する基部と、前記基部上に位置決めされた反応部材と、前記基部と結合したアクチュエータと、前記アクチュエータと結合した接触部材であって、前記アクチュエータが、前記接触部材を、前記支持面上に位置決めされ、前記反応部材によって1つの縁に支持されている基板の縁に対して強制押圧するように適合されている接触部材と、ブレーキ部材アセンブリであって、ブレーキ部材と、ブレーキアクチュエータ部材であって、一般的に基板移送プロセス中に前記接触部材の動作を禁止する拘束力を作成するために、前記ブレーキ部材を前記接触部材に対して強制押圧するように適合されているブレーキアクチュエータ部材を備えるブレーキ部材アセンブリと、を備える、基板を移送する機器を提供する。

30

【0020】

[0020]本発明の実施形態は、支持面を有する基部と、前記基部上に位置決めされた反応部材と、接触部材アセンブリであって、アクチュエータと、基板接触面と、前記接触面および前記アクチュエータの間に位置決めされた従順な部材とを有する接触部材とを備えており、前記アクチュエータが、前記反応部材の表面に位置決めされた基板に対して前記接触面を強制押圧するように適合されている接触部材アセンブリと、ブレーキ部材アセンブリであって、ブレーキ部材と、基板移送プロセス中における前記接触部材の動作を禁止するために、前記ブレーキ部材を前記接触部材に対して強制押圧するように適合されたブレーキアクチュエータ部材を備えるブレーキ部材アセンブリと、前記接触部材に結合したセンサであって、前記接触面の位置を感知するように適合されているセンサと、を備える、基板を移送する機器を提供する。

40

【0021】

[0021]本発明の実施形態はさらに、ロボットアセンブリであって、ロボットブレード上に第1方向に位置決めされた基板を移送するように適合された第1ロボットと、第1動作アセンブリであって、前記第1ロボットを第2方向に位置決めするように適合されたアク

50

チュエータを有する第1動作アセンブリと、前記第1動作アセンブリに結合しており、また、前記第1ロボットと前記第1動作アセンブリを一般的に前記第2方向に対して垂直な第3方向に位置決めするように適合されている第2のアクチュエータを有する第2動作アセンブリとを備えるロボットアセンブリと、前記ロボットブレードに結合した基板摺持装置であって、基板を支持するように適合され、前記ロボット部材上に位置決めされた反応部材と、前記ロボットブレードに結合したアクチュエータと、前記アクチュエータに結合した接触部材であって、前記アクチュエータが、前記接触部材を、前記接触部材と前記反応部材の間に位置決めされた基板の縁に対して強制押圧することで、基板を拘束するように適合されている接触部材と、前記ブレーキ部材アセンブリであって、ブレーキ部材と、前記基板移送プロセス中に前記接触部材の動作を禁止するために、前記ブレーキ部材を前記接触部材に対して強制押圧するように適合されたブレーキ作動部材と、を備える基板摺持装置と、をさらに備える、基板を移送する機器を提供する。

10

【0022】

[0022]本発明の実施形態は、基板を、基板支持装置上の、やはり前記基板支持装置上に位置決めされた基板接触部材と反応部材の間に位置決めするステップと、アクチュエータを使用して、基板接触部材を基板に、また、基板を前記反応部材に強制押圧する基板保持力を生成するステップと、ブレーキアセンブリを使用する前記基板移送プロセスの最中に、前記基板接触部材の動作を拘束するように適合された拘束力を生成するステップと、を備える、基板を移送する方法を提供する。

【0023】

20

[0023]本発明の実施形態はさらに、基板を、基板支持装置上の、やはり前記基板装置上に位置決めされた基板接触部材と反応部材の間に位置決めするステップと、接続部材を有するアクチュエータを前記基板接触部材に結合することで、前記接続部材が前記アクチュエータを前記基板接触部材に結合できるようにするステップと、アクチュエータを使用して、前記基板接触部材を前記基板に、また、前記基板を前記反応部材に強制押圧する保持力を前記基板に付加するステップと、前記基板接触部材と前記接続部材の間に位置決めされた従順な部材にエネルギーを蓄積するステップと、前記保持力の付加後に、前記基板移送プロセス中における前記保持力の変化量を最小化するべく、前記接続部材の動作を拘束するステップと、前記従順な部材内に蓄積されたエネルギーを除去することで前記基板接触面の動作を感知することにより、前記基板の動作を感知するステップと、を備える、基板を移送する方法を提供する。

30

【0024】

[0024]本発明の実施形態はさらに、第1処理チャンバ内に位置決めされた基板をロボット基板支持部上に受容するステップであって、前記ロボット基板支持部上の基板を、ロボット基板支持部上に位置決めされている基板接触部材と反応部材の間に位置決めする工程と、アクチュエータを使用して、前記基板接触部材を前記基板に、また、前記基板を前記反応部材に強制押圧する基板保持力を生成する工程と、前記基板移送プロセス中に前記基板接触部材の動作を拘束する拘束力を生成するために、ブレーキアセンブリを位置決めする工程と、を備える前記基板を受容するステップと、前記基板を第1方向における所望の位置に、また第2方向における所望の位置に位置決めするように適合された第1ロボットアセンブリを使用して、前記基板と前記ロボット基板支持部を、前記第1プロセスチャンバ内の位置から、前記第1距離に沿って前記第1プロセスチャンバから或る距離で離間している第2プロセスチャンバ内の位置へ移送するステップであって、前記第2方向が一般的に前記第1方向と直交しているステップとをさらに備える、基板を移送する方法を提供する。

40

【0025】

[0025]本発明の実施形態はさらに、基板を第1方向における所望の位置、および第2方向における所望の位置に位置決めするように適合された第1ロボットアセンブリを使用して、前記第1方向に沿って位置決めされた第1アレイの処理チャンバへ基板を移送するステップであって、前記第2方向が一般的に前記第1方向と直交しているステップと、前記

50

基板を第 1 方向における所望の位置に、また前記第 2 方向における所望の位置に位置決めするように適合された第 2 ロボットアセンブリを使用して、前記第 1 方向に沿って位置決めされた第 2 アレイの処理チャンバへ基板を移送するステップと、前記基板を前記第 1 方向における所望の位置、および第 2 方向における所望の位置に位置決めするように適合された第 3 ロボットアセンブリを使用して、前記第 1 方向に沿って位置決めされた第 1 および第 2 アレイの処理チャンバへ基板を移送するステップと、をさらに備える、クラスタツール内で基板を移送する方法を提供する。

【 0 0 2 6 】

[0026]本発明の実施形態はさらに、基板を第 1 方向における所望の位置と、第 2 方向における所望の位置に位置決めするように適合された第 1 ロボットアセンブリを使用して、第 1 方向に沿って位置決めされた第 1 通過チャンバから第 1 アレイの処理チャンバへ基板を移送するステップであって、前記第 2 方向が一般的に前記第 1 方向と直交しているステップと、基板を前記第 1 方向における所望の位置と、前記第 2 方向における所望の位置に位置決めするように適合された第 2 ロボットアセンブリを使用して、前記第 1 通過チャンバから第 1 アレイの処理チャンバへ基板を移送するステップと、前端アセンブリ内に位置決めされた前端口ボットを使用して、基板カセットから前記第 1 通過チャンバへ基板を移送するステップであって、前記前端アセンブリが、前記第 1 アレイの処理チャンバ、前記第 1 ロボットアセンブリ、前記第 2 ロボットアセンブリを含有した移送領域と実質的に近接しているステップと、を備えるクラスタツール内で基板を移送する方法を提供する。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 2 7 】

[0027]添付の図面にて数例が図示されている実施形態を参照することにより、上に挙げた本発明の特徴を詳細に理解し、また、上で簡単に要約した本発明をより具体的に説明する方法が得られる。しかしながら、添付の図面は本発明の典型的な実施形態のみを図示するものであり、また本発明は、同等の効果を有する別の実施形態も許可することから、添付の図面は本発明の制限として考慮されるものではない点に留意する。

【 0 0 2 8 】

[0081]本発明は、一般的に、システムスループットが増加し、システムの信頼性が増加し、装置歩留まり性能が向上し、ウェーハ処理履歴（またはウェーハ履歴）がより繰り返し可能であり、フットプリントが減少する、マルチチャンバ処理システム（例えばクラスタツール）を使用して基板を処理する機器および方法を提供する。一実施形態では、クラスタツールは、基板を感光材料でコートした後にステッパ/スキャナへ移送し、ここで、感光材料を何らかの形式の放射線で露光して感光材料にパターンを形成するトラックリソグラフィプロセスと、この後にクラスタツール内で完了される、感光材料の特定部分を除去するための成長プロセスとを実行するように適合されている。別の実施形態では、クラスタツールは、内部の基板に対して様々な基板洗浄プロセスを実行する湿式/洗浄プロセスシーケンスを実行するように適合されている。

【 0 0 2 9 】

[0082]図 1 ~ 図 6 は、本発明の様々な実施形態と共に使用できる様々なロボットプロセスチャンバ構成をいくつか図示している。一般的に、クラスタツール 10 の様々な実施形態は、基板上で所望の処理シーケンスを実行できるようにするために、処理ラック（例えば要素 60、80 など）内に維持された様々な処理チャンバ間で基板を移送する平行処理構成で構成された 2 つ以上のロボットを利用する。一実施形態では、この平行処理構成は 2 つ以上のロボットアセンブリ 11（図 1 A、図 1 B 中の要素 11 A、11 B、11 C）を含んでおり、このロボットアセンブリ 11 は、基板を垂直方向（これ以降「Z 方向」と呼ぶ）、水平方向、即ち移送方向（x 方向）、およびこの移送方向と直交する方向（y 方向）へ移動することによって、移送方向に沿って整列した処理ラック（例えば要素 60、80）内に維持されている様々な処理チャンバ内で基板を処理できるように適合されている。この平行処理構成の 1 つの利点は、ロボットの 1 つが動作不能となったり、サービスを提供するべく降ろされている場合でも、システムが、内部に維持された他のロボットを

使用して基板の処理を継続できることである。一般的に、本明細書で説明している様々な実施形態は、基板処理チャンバの各口ウまたはグループが2つ以上のロボットによってサービスを受けることで、スループットとシステムの信頼性が増加するので有利である。さらに、本明細書で説明している様々な実施形態は、一般的に、基板移送機構によって生成された粒子を最小化および制御することで、クラスタツールのC o Oに影響を及ぼす可能性のある装置歩留まり問題と基板スクラップ問題を防止するように構成されている。この構成の別の利点は、ユーザが自分のスループットの要望に合った個数の処理チャンバ、処理ラック、処理ロボットを構成することが可能な、柔軟でモジュール式の構築である。図1～図6は、本発明の様々な態様を行うために使用できるロボットアセンブリ11の一実施形態を図示しているが、この一方で、別タイプのロボットアセンブリ11を、本発明の基本的範囲から変更せずに、同じ基板移送と位置決め機能(1つ以上)を実行するように適合することも可能である。

10

【0030】

第1クラスタツール構成

A. システム構成

[0083]図1Aは、有利に使用することができる本発明の多数の態様を図示した、クラスタツール10の一実施形態の等角図である。図1Aは3個のロボットを含有したクラスタツール10の実施形態を図示しており、これら3個のロボットは、第1処理ラック60と第2処理ラック80と外部モジュール5内に垂直に積層された様々な処理チャンバにアクセスするよう適合されている。1つの態様では、クラスタツール10を使用してフォトリソグラフィ処理シーケンスを完了する場合に、外部モジュール5は、後部領域45(図1Aには示していない)に取り付けてさらにいくつかの露光タイプ処理ステップ(1つ以上)を実行することができるステッパ/スキャナツールであってもよい。図1Aに図示しているように、クラスタツール10の一実施形態は前端モジュール24と中央モジュール25を含有している。

20

【0031】

[0084]図1Bは、図1Aに示したクラスタツール10の実施形態の平面図である。一般的に、前端モジュール24は1つ以上のポッドアセンブリ105(例えばアイテム105A～D)と前端口ロボットアセンブリ15(図1B)を含有している。一般的に、1つ以上のポッドアセンブリ105、または前端開口型の統合ポッド(FOUP)は、クラスタツール10内で処理する1つ以上の基板「W」あるいはウェーハを含有できる1つ以上のカセット106を受容するように適合されている。1つの態様では、前端モジュール24は、1つ以上の通過位置9(例えば図1B中の要素9A～C)をさらに含有している。

30

【0032】

[0085]1つの態様では、中央モジュール25は第1ロボットアセンブリ11A、第2ロボットアセンブリ11B、第3ロボットアセンブリ11C、後部ロボットアセンブリ40、第1処理ラック60、第2処理ラック80を有する。第1処理ラック60と第2処理ラック80は、基板処理シーケンスで見られる様々な処理ステップを実行するよう適合された様々な処理チャンバ(例えば、以下で説明している(図1C～図1D)コートチャンバ/成長チャンバ、ベーキングチャンバ、冷却チャンバ、湿式洗浄チャンバなど)を含有している。

40

【0033】

[0086]図1C、図1Dは、第1処理ラック60と第2処理ラック80が側部60Aに最も近い側部上に対向した状態で立っている状態において見た、第1処理ラック60と第2処理ラック80の一実施形態の側面図を図示している。図1C、図1Dは、したがって図1～図6に示す図と一致する。一般的に、第1に処理ラック60と第2処理ラック80は、望ましい半導体またはフラットパネルディスプレイ装置製作処理ステップのいくつかを基板上に実行するよう適合された、1つ以上グループの垂直に積層された処理チャンバを含有している。例えば図1Cでは、第1処理ラック60は5グループまたは5列の垂直積層処理チャンバを有する。一般的に、これらの装置製作処理ステップは、基板の表面上に

50

材料を堆積させること、基板の表面を洗浄すること、基板の表面をエッチングすること、基板上に1つ以上の物理的あるいは化学的变化を生じさせるために基板を何らかの形式の放射線に露光させることを含んでいてもよい。一実施形態では、第1処理ラック60と第2処理ラック80は、1つ以上のフォトリソグラフィ処理シーケンスステップを実行するよう適合できるこれらに含有されている1つ以上の処理チャンバを有する。1つの態様では、処理ラック60、80は1つ以上のコート/成長チャンバ160、1つ以上の冷却チャンバ180、1つ以上のベーキングチャンバ190、1つ以上の光学エッジリンス(OEBR)チャンバ162、1つ以上の露光後ベーキング(PEB)チャンバ130、1つ以上の支持チャンバ165、統合型のベーキング/冷却チャンバ800、および/または、1つ以上のヘキサメチルジシラザン(HMDS)処理チャンバ170を含有していてもよい。本発明の1つ以上の態様の利点となるよう適合できる例示的なコート/成長チャンバ、冷却チャンバ、ベーキングチャンバ、OEBRチャンバ、PEBチャンバ、支持チャンバ、統合型ベーキング/冷却チャンバ、および/または、HMDS処理チャンバは、2005年4月22に出願され、同時出願された米国特許出願番号11/112,281号においてより詳細に説明されている。上記出願の全体は、請求された本発明と矛盾しない範囲で本明細書に組み込まれる。本発明の1つ以上の態様の利点となるように適合できる統合型ベーキング/冷却チャンバの例は、同時出願された、2005年4月11日出願された米国特許出願シリアル番号第11/111,154号、2005年4月11日出願された米国特許出願シリアル番号第11/111,353号にさらに詳細に説明されている。上記の両方の出願全体は、請求された本発明と矛盾しない範囲で本明細書に組み込まれる。基板上で1つ以上の洗浄処理を実行するよう適合できる、また、1つ以上の態様の利点となるように適合できる処理チャンバとシステムの例は、同時出願された、2001年6月25日出願された米国特許出願シリアル番号第09/891,849号、2001年8月31日出願された米国特許出願シリアル番号09/945,454号にさらに詳細に説明されている。上記の両方の出願全体は、請求された本発明と矛盾しない範囲で本明細書に組み込まれる。

【0034】

[0087]一実施形態では、図1Cに示すように、クラスツール10は、フォトリソグラフィタイプのプロセスを実行するよう適合されており、第1処理ラック60は8個のコート/成長チャンバ160(CD1~CD8とラベルされた)、18個の冷却チャンバ180(C1~C18とラベルされた)、8個のベーキングチャンバ190(B1~B8とラベルされた)、6個のPEBチャンバ130(PEB1~PEB6とラベルされた)、2個のOEBRチャンバ162(162とラベルされた)、および/または6個のHMDS処理チャンバ170(DP1~DP6とラベルされた)を有していてもよい。一実施形態では、図1Dに示すように、クラスツール10はフォトリソグラフィタイプの処理を実行するよう適合されており、第2処理ラック80は、8個のコート/成長チャンバ160(CD1~CD8とラベルされた)、6個の統合型ベーキング/冷却チャンバ800(BC1~BC6とラベルされた)、6個のHMDS処理チャンバ170(DP1~DP6とラベルされた)、および/または6個の支持チャンバ165(S1~S6とラベルされた)を有していてもよい。図1C~図1Dに示す処理チャンバの方位、位置決め、タイプ、個数は、本発明の範囲を限定することを意図したものではなく、本発明の実施形態を図示することを意図している。

【0035】

[0088]図1Bを参照すると、一実施形態において、前端口ポットアセンブリ15は、ポッドアセンブリ105(要素105A~105Dを参照)内に搭載したカセット160と1つ以上の通過位置9(図1Bの通過位置9A~9Cを参照)との間で基板を移送するよう適合されている。別の実施形態では、前端口ポットアセンブリ15は、ポッドアセンブリ105内に搭載したカセットと、前端モジュール24と当接した第1処理ラック60または第2処理ラック80内の1つ以上の処理チャンバとの間で基板を移送するよう適合されている。一般的に、前端口ポットアセンブリ15は水平動作アセンブリ15A、口

ボット 15 B を含有し、これらを組み合わせて使用することで、基板を前端モジュール 24 内の所望の水平および / または垂直位置、あるいは中央モジュール 25 内の隣接位置に位置決めすることができる。前端口ボットアセンブリ 15 は、1 つ以上のロボットブレード 15 C を使用し、システム制御装置 101 (以降で説明する) から送られたコマンドを使用して、1 つ以上の基板を移送するように適合されている。1 つのシーケンスでは、前端口ボットアセンブリ 15 は、カセット 106 から通過位置 9 (例えば図 1 B 中の要素 9 A ~ 9 C) の 1 つへと基板を移送するように適合されている。一般的に、通過位置は基板ステージ範囲であり、この基板ステージ範囲は、交換チャンバ 533 (図 7 A) と類似の特徴を有する通過処理チャンバまたは従来の基板カセット 106 を含有していてもよく、また、この範囲に第 1 ロボットから基板を受容することで、第 2 ロボットがこれを除去し再度位置決めできるようになっている。1 つの態様では、通過位置内に搭載した通過処理チャンバは、所望の処理シーケンス、たとえば、HMDS プロセスステップにおける 1 つ以上の処理ステップ、あるいは冷却 / クールダウン処理ステップ、もしくは基板切欠部の整列を実行するように適合できる。1 つの態様では、中央ロボットアセンブリの各々 (すなわち、第 1 ロボットアセンブリ 11 A、第 2 ロボットアセンブリ 11 B、第 3 ロボットアセンブリ 11 C) が通過位置の各々 (図 1 B 中の要素 9 A ~ 9 C) にアクセスすることができる。

【0036】

[0089] 図 1 A ~ 図 1 B を参照すると、第 1 ロボットアセンブリ 11 A、第 2 ロボットアセンブリ 11 B、第 3 ロボットアセンブリ 11 C は、基板を、第 1 処理ラック 60 および第 2 処理ラック 80 内に含有された様々な処理チャンバへ移送するように適合されている。一実施形態では、クラスタツール 10 内で基板移送処理を実行するために、第 1 ロボットアセンブリ 11 A、第 2 ロボットアセンブリ 11 B、第 3 ロボットアセンブリ 11 C は構成が類似するロボットアセンブリ 11 を有する。このロボットアセンブリ 11 の各々は、少なくとも 1 つの水平動作アセンブリ 90、垂直動作アセンブリ 95、ロボットハードウェアアセンブリ 85 を有しており、これらはシステム制御装置 101 と通信する。1 つの態様では、第 1 処理ラック 60 の側部 60 B、第 2 処理ラック 80 の側部 80 A の両方は、様々なロボットアセンブリのそれぞれの (即ち、第 1 ロボットアセンブリ 11 A、第 2 ロボットアセンブリ 11 B、第 3 ロボットアセンブリ 11 C) の水平動作アセンブリ 90 (以降で説明する) と平行した方向に沿って整列している。

【0037】

[0090] システム制御装置 101 は、移送処理を完了するために使用される様々な構成部品の位置と動作を制御するように適合されている。システム制御装置 101 は、一般的に、システム全体の制御と自動化を促進するように、また、典型的に中央処理ユニット (CPU) (図示せず)、メモリ (図示せず)、支持回路 (または I/O) (図示せず) を含むように設計されている。CPU は、様々なシステム機能、チャンバ処理、支持ハードウェア (例えば検出器、ロボット、モータ、ガス源ハードウェアなど) を制御する工業環境において使用し、システムおよびチャンバ処理 (例えばチャンバ温度、処理シーケンススループット、チャンバ処理時間、I/O 信号など) を監視する、任意形式のコンピュータプロセッサであってもよい。メモリは CPU に接続しており、また、1 つ以上の容易に利用できるメモリ、例えばランダムアクセスメモリ (RAM)、読み出し専用メモリ (ROM)、フロッピーディスク、ハードディスク、またはこれ以外のローカルまたはリモートの任意形式のデジタル記憶装置であってもよい。ソフトウェア命令およびデータは、CPU を命令するためのメモリ内に符号化および記憶される。支援回路はまた、プロセッサを従来の方法でサポートするために CPU に接続することもできる。支援回路はキャッシュ、電源、クロック回路、入力 / 出力回路要素、サブシステムなどを含んでいてもよい。システム制御装置 101 によって読み出し可能なプログラム (またはコンピュータ命令) が、どのタスクを基板に実行できるかを決定する。このプログラムは、システム制御装置 101 によって読み出し可能なソフトウェアであり、処理シーケンスタスクおよび様々なチャンバ処理手法ステップの監視および実行に関連したタスクを実行する符号を含んでいる

。

【 0 0 3 8 】

[0091] 図 1 B を参照すると、本発明の 1 つの態様において、第 1 ロボットアセンブリ 1 1 A は基板にアクセスし、これを、例えば側部 6 0 B といった少なくとも 1 側部から、第 1 処理ラック 6 0 内の処理チャンバ間を移送させるように適合されている。1 つの態様では、第 3 ロボットアセンブリ 1 1 C は、基板にアクセスし、これを、例えば側部 8 0 A といった少なくとも 1 側部から、第 2 処理ラック 8 0 内の処理チャンバ間を移送させるように適合されている。1 つの態様では、第 2 ロボットアセンブリ 1 1 B は、基板にアクセスし、これを側部 6 0 B から第 1 処理ラック 6 0 内の処理チャンバ間と、側部 8 0 A から第 2 処理ラック 8 0 内の処理チャンバ間を移送させるように適合されている。図 1 E は、図 1 B に示したクラスタツール 1 0 の実施形態の平面図を図示している。この図 1 E では、第 2 ロボットアセンブリ 1 1 B からロボットブレード 8 7 が、側部 6 0 B を介して第 1 処理ラック 6 0 内の処理チャンバ内へ延びている。ロボットブレード 8 7 を処理チャンバ内へ延ばし、また、ここから引き込む能力は、一般的に水平動作アセンブリ 9 0、垂直動作アセンブリ 9 5、ロボットハードウェアアセンブリ 8 5 内の構成部品を協同動作させ、システム制御装置 1 0 1 から送信された命令を使用することで完了する。第 1 ロボットアセンブリ 1 1 A と第 2 ロボットアセンブリ 1 1 B、または第 2 ロボットアセンブリ 1 1 B と第 3 ロボットアセンブリ 1 1 C といった、2 つ以上のロボットが相互に「重なり合う」能力は基板移送の冗長性を可能にし、これにより、クラスタの信頼性とアップタイムが向上し、さらに基板スループットが増加するため有利である。一般的に、ロボットの「重なり合い」とは、2 つ以上のロボットが基板にアクセスし、および/または、これを処理ラック内の同じ処理チャンバ間で独立的に移送する能力を意味する。2 つ以上のロボットが処理チャンバに冗長的にアクセスする能力は、利用中のロボットがシステムスループットを制限しているロボットを援助することができるため、システムロボット移送の欠点を防止する上で重要な態様である。そのため、処理シーケンス中に各ロボットが受ける負荷を平衡化する作用によって、基板スループットを増加し、基板のウェーハ履歴の繰り返し可能性を高め、システムの信頼性を向上させることができる。

【 0 0 3 9 】

[0092] 本発明の 1 つの態様では、重なり合う様々なロボットアセンブリ（例えば、図 1 ~ 図 6 中の要素 1 1 A、1 1 B、1 1 C、1 1 D、1 1 E など）は、水平（x 方向）または垂直（z 方向）に近接し合った処理チャンバに同時にアクセスすることができる。例えば、図 1 B、図 1 C に図示したクラスタツール構成を使用する場合には、第 1 ロボットアセンブリ 1 1 A は第 1 処理ラック 6 0 内の処理チャンバ C D 6 に、第 2 ロボットアセンブリ 1 1 B は処理チャンバ C D 5 に、互いに衝突または妨害し合うことなく同時にアクセスすることができる。別の例では、図 1 B、図 1 D に図示したクラスタツール構成を使用する場合に、第 3 ロボットアセンブリ 1 1 C が第 2 処理ラック 8 0 内の処理チャンバ C 6 に、第 2 ロボットアセンブリ 1 1 B が処理チャンバ P 6 に、互いに衝突または妨害することなく同時にアクセスすることができる。

【 0 0 4 0 】

[0093] 1 つの態様では、システム制御装置 1 0 1 は、算出した最適のスループットに基づいたクラスタツールを介して基板移送シーケンスを調整するように、あるいは、動作不能となった処理チャンバの周囲で作業するように適合されている。スループットを最適化するシステム制御装置 1 0 1 の特徴は、論理スケジューラとして知られている。論理スケジューラは、ユーザからの入力と、クラスタツール全体に分布している様々なセンサからの入力とに基づいて、タスクおよび基板動作に優先順位をつける。論理スケジューラは、様々なロボットのそれぞれ（例えば、前端口ロボットアセンブリ 1 5、第 1 ロボットアセンブリ 1 1 A、第 2 ロボットアセンブリ 1 1 B、第 3 ロボットアセンブリ 1 1 C など）に要求された、システム制御装置 1 0 1 のメモリ内に維持されている将来のタスクのリストをレビューして、様々なロボットの各々にかかる負荷の平衡化を助けるように適合することができる。クラスタツールの利用を最大化する目的でシステム制御装置 1 0 1 を使用する

ことにより、クラスタツールのC o Oが向上し、ウェーハ履歴の繰り返し可能性が高まり、クラスタツールの信頼性が高まる。

【 0 0 4 1 】

[0094] 1つの態様では、システム制御装置101は、重なり合う様々なロボット間の衝突を防止し、基板スループットを最適化するようにも適合されている。1つの態様では、システム制御装置101はさらに、全てのロボットを同時に動作させることで、クラスタツール内の全てのロボットの水平動作アセンブリ90、垂直動作アセンブリ95、ロボットハードウェアアセンブリ85の動作を監視および制御するように適合でき、これにより、ロボット間の衝突が防止され、システムスループットが向上する。このいわゆる「衝突防止システム」は複数の方法で実現できるが、一般的には、システム制御装置101は、移送処理中に衝突を回避するために、ロボット(1つ以上)上、あるいはクラスタツール内に位置決めされた様々なセンサを使用して各ロボットの位置を監視する。1つの態様では、システム制御装置は、移送処理中に各ロボットの動作および/または軌道を活発に変更することで、衝突を防止し、移送経路の長さを最小化するように適合されている。

【 0 0 4 2 】

B . 移送シーケンスの例

[0095] 図1Fは、クラスタツール10を介した基板処理シーケンス500の一例を図示しており、ここで、多数の処理ステップ(例えば、実施形態501、520)は、移送ステップ $A_1 \sim A_{10}$ のそれぞれが完了した後に実行することができる。処理ステップ501~520のうち1つ以上のステップは、基板表面上に材料を堆積させるため、基板表面を洗浄するため、基板表面をエッチングするため、あるいは、何らかの放射線に基板を露光させて、基板上の1つ以上の領域に物理的もしくは化学的变化を生じさせるために、基板上で真空および/または流体処理ステップを実行させることができる。実行できる処理の典型的な例は、フォトリソグラフィ処理ステップ、基板洗浄処理ステップ、CVD堆積ステップ、ALD堆積ステップ、電気めっき処理ステップ、無電解めっき処理ステップである。図1Gは、図1Fで説明した処理シーケンス500の後に、クラスタツールにかけて移送される基板が追従する移送ステップの一例を図示しており、このクラスタツールは、図1Bに示したクラスタツールと同様に構成されたものである。この実施形態では、基板が前端口ロボットアセンブリ15によってポッドアセンブリ105(アイテム#105D)から除去され、移送経路 A_1 を追従して通過位置9Cに位置決めしたチャンバへ送出されることで、基板上での通過ステップ502が完了する。一実施形態では、通過ステップ502が基板の位置決めまたは維持を強制的に行うことで、別のロボットが通過位置9Cから基板を取り上げられるようになる。通過ステップ502の完了後、第3ロボットアセンブリ11Cが基板を移送経路 A_2 を追従して第1処理チャンバ531へ移送し、ここで基板上での処理ステップ504が完了される。処理ステップ504の完了後、第3ロボットアセンブリ11Cが基板を移送経路 A_3 を追従して第2処理チャンバ532へ移送する。処理ステップ506の実行後、第2ロボットアセンブリ11Bが基板を移送経路 A_4 を追従して交換チャンバ533(図7A)へ移送する。処理ステップ508の実行後、次に、後部ロボットアセンブリ40が基板を移送経路 A_5 を追従して外部処理システム536へ移送し、ここで処理ステップ510が実行される。実行処理ステップ510の後、後部ロボットアセンブリ40が基板を、移送経路6を追従して交換チャンバ533へ移送し、ここで処理512が実行される。一実施形態では、プロセスステップ508、512が基板の位置決めまたは維持を強制的に行うことで、別のロボットが交換チャンバ533から基板を取り上げられるようになる。処理ステップ512の実行後、第2ロボットアセンブリ11bが基板を、移送経路 a_7 を追従して処理チャンバ534へ移送し、ここでステップ514が実行される。次に、第1ロボットアセンブリ11aを使用して基板を、移送経路 a_8 を追従してプロセスチャンバ535へ移送する。処理ステップ516の完了後、第1ロボットアセンブリ11aが基板を、移送経路 a_9 を追従して、通過位置9aに位置決めされた通過チャンバへ移送する。一実施形態では、通過ステップ518が位置決めまたは維持を強制的に行うことで、別のロボットが通過位置9aから基板を取り上げられるよ

10

20

30

40

50

うになる。通過ステップ 5 1 8 の実行後、前端口ロボットアセンブリ 1 5 が基板を、移送経路 a₁₀ を追従してポッドアセンブリ 1 0 5 d へ移送する。

【 0 0 4 3 】

【0096】一実施形態では、処理ステップ 5 0 4、5 0 6、5 1 0、5 1 4、5 1 6 はそれぞれ、フォトレジストコートステップ、ベーキング / 冷却ステップ、ステップ / スキャナモジュール内で実行される露光ステップ、露光後ベーキング / 冷却ステップ、成長ステップであり、これらについては、同時出願された、2 0 0 5 年 4 月 2 2 日に出願された米国特許出願番号 1 1 / 1 1 2 , 2 8 1 号にさらに説明されている。上記出願の全体は本明細書に組み込まれる。ベーキング / 冷却ステップと露光後ベーキング / 冷却ステップは、1 個の処理チャンバ内で実行するか、あるいは、統合型ベーキング / 冷却チャンバのベーキング区間と冷却区間の間で内部ロボット（図示せず）を使用して移送することができる。図 1 F ~ 図 1 G は、クラスタツール 1 0 内での基板の処理に使用する処理シーケンスの一例を図示しているが、本発明の基本的な範囲から逸脱しない限り、これよりも幾分複雑な処理シーケンスおよび / または移送シーケンスを実行することも可能である。

【 0 0 4 4 】

【0097】一実施形態ではまた、クラスタツール 1 0 は外部処理システム 5 3 6 に接続していないか、これと通信していないため、後端口ロボットアセンブリ 4 0 はクラスタツール構成の一部ではなく、基板上で移送ステップ A 5 ~ A 6、処理ステップ 5 1 0 が実行されない。この構成では、全ての処理ステップと移送ステップが、クラスタツール 1 0 内の位置間あるいは処理チャンバ間で実行される。

【 0 0 4 5 】

第 2 クラスタツール構成

A . システム構成

【0098】図 2 A は、2 個の処理ラック（要素 6 0、8 0）の間に位置決めされた、前端口ロボットアセンブリ 1 5、後端口ロボットアセンブリ 4 0、システム制御装置 1 0 1、4 個のロボットアセンブリ 1 1（図 9 ~ 図 1 1；図 2 A 中の要素 1 1 A、1 1 B、1 1 C、1 1 D）を有するクラスタツール 1 0 の一実施形態の平面図である。これらのアセンブリの全ては、処理ラック内の様々な処理チャンバを使用して、所望の基板処理シーケンスの少なくとも 1 つの態様を実行するように適合されている。図 2 A に図示した実施形態は、第 4 口ロボットアセンブリ 1 1 D と通貨位置 9 D が追加されている点を除いて、図 1 A ~ 図 1 F に図示した構成と類似しているため、適切な場所には同様の符号を使用している。図 2 A に図示したクラスタツール構成は、基板スループットがロボットによって制限される場合に有利であってもよい。これは、第 4 口ロボットアセンブリ 1 1 D を追加することが他のロボットへの重荷を除去する助けとなり、さらに、1 つ以上の中央ロボットが動作不能となった場合にシステムが基板を処理できるようにする冗長性を持たせるためである。1 つの態様では、第 1 処理ラック 6 0 の側部 6 0 B と、第 2 処理ラック 8 0 の側部 8 0 A の両方は、様々なロボットアセンブリ（例えば、第 1 口ロボットアセンブリ 1 1 A、第 2 口ロボットアセンブリ 1 1 B など）のそれぞれの水平動作アセンブリ 9 0（図 9 A、図 1 2 A ~ 図 1 2 C）と平行した方向に沿って整列している。

【 0 0 4 6 】

【0099】1 つの態様では、第 1 口ロボットアセンブリ 1 1 A は、基板にアクセスし、これを側部 6 0 B から第 1 処理ラック 6 0 内の処理チャンバ間で移送するように適合されている。1 つの態様では、第 3 口ロボットアセンブリ 1 1 C は、基板にアクセスし、これを側部 8 0 A から第 2 処理ラック 8 0 の内の処理チャンバ間で移送するように適合されている。1 つの態様では、第 2 口ロボットアセンブリ 1 1 B は、基板にアクセスし、これを側部 6 0 B から第 1 処理ラック 6 0 内の処理チャンバ間で移送するように適合されている。1 つの態様では、第 4 口ロボットアセンブリ 1 1 D は、基板にアクセスし、これを側部 8 0 A から第 2 処理ラック 8 0 内の処理チャンバ間で移送するように適合されている。1 つの態様では、第 2 口ロボットアセンブリ 1 1 B と第 4 口ロボットアセンブリ 1 1 D はさらに、側部 6 0 B から第 1 処理ラック 6 0 内の処理チャンバに、またに側部 8 0 A から第 2 処理ラック 8 0

内の処理チャンバにアクセスするように適合されている。

【 0 0 4 7 】

[00100]図 2 B は、図 2 A に示したクラスタツール 1 0 の一実施形態の平面図であり、ロボットブレード 8 7 が、第 2 ロボットアセンブリ 1 1 B から、側部 6 0 B を通って第 1 処理ラック 6 0 内の処理チャンバ内へ延びている。ロボットブレード 8 7 を処理チャンバ内へ延ばし、および / または、これを処理チャンバ内へ引き込む能力は、一般的に、水平動作アセンブリ 9 0、垂直動作アセンブリ 9 5、ロボットハードウェアアセンブリ 8 5 内に含有されたロボットアセンブリ 1 1 構成部品を協同動作させ、また、システム制御装置 1 0 1 から送信されたコマンドを使用することで完了する。上述したとおり、第 2 ロボットアセンブリ 1 1 B と第 4 ロボットアセンブリ 1 1 D、並びにシステム制御装置 1 0 1 を、クラスタツール内の各ロボットが「重なり合える」ように、また、システム制御装置の論理スケジューラが、ユーザからの入力と、クラスタツール全体にかけて分布している様々なセンサからの入力とに基づいて、タスクおよび基板動作の優先順位をつけられるように、さらに、衝突防止システムを使用してロボットが基板をシステムにかけて最適に移送できるように適合することが可能である。クラスタツールの利用を最大化するためにシステム制御装置 1 0 1 を使用することで、クラスタツール C o O が向上し、ウェーハ履歴の繰り返し可能性が高まり、システムの信頼性が向上する。

10

【 0 0 4 8 】

B . 移送シーケンスの例

[00101]図 2 C は、図 1 F で説明した処理シーケンスを、図 2 A に図示したクラスタツール構成によって完了するために使用可能な移送ステップの一例を図示している。この実施形態では、前端口ロボットアセンブリ 1 5 がポッドアセンブリ 1 0 5 (アイテム # 1 0 5 D) から基板を除去し、通過位置 9 C に位置決めしたチャンバへ移送経路 A₁ を追跡しながら送出されるため、基板上で通過ステップ 5 0 2 を完了することができる。通過ステップ 5 0 2 の完了後、次に、第 3 ロボットアセンブリ 1 1 C が基板を、移送経路 A₂ を追跡して第 1 プロセスチャンバ 5 3 1 へ移送し、同チャンバ内でプロセスステップ 5 0 4 が基板上において完了する。プロセスステップ 5 0 4 の完了後、第 4 ロボットアセンブリ 1 1 D が基板を、移送経路 A₃ を追跡して第 2 プロセスチャンバ 5 3 2 へ移送する。プロセスステップ 5 0 6 の実行後、第 4 ロボットアセンブリ 1 1 D が基板を、移送経路 A₄ を追跡して交換チャンバ 5 3 3 へ移送する。プロセスステップ 5 0 8 の実行後、後部ロボットアセンブリ 4 0 が基板を、移送経路 A₅ を追跡して外部処理システム 5 3 6 へ移送し、ここでプロセスステップ 5 1 0 が実行される。プロセスステップ 5 1 0 の実行後、後部ロボットアセンブリ 4 0 が基板を、移送経路 A₆ を追跡して交換チャンバ 5 3 3 (図 7 A) へ移送し、ここでプロセスステップ 5 1 2 が実行される。プロセスステップ 5 1 2 の実行後に、第 4 ロボットアセンブリ 1 1 D が、基板を、移送経路 A₇ を追跡してプロセスチャンバ 5 3 4 へ移送され、ここでプロセスステップ 5 1 4 が実行される。次に、第 2 ロボットアセンブリ 1 1 B を使用して基板を、移送経路 A₈ を追跡してプロセスチャンバ 5 3 5 へ移送する。プロセスステップ 5 1 6 の完了後に、第 1 ロボットアセンブリ 1 1 A が基板を、A₉ を追跡して、通過位置 9 A に位置決めされた通過チャンバへ移送する。通過ステップ 5 1 8 を実行した後に、前端口ロボットアセンブリ 1 5 が基板を、移送経路 A₁₀ を追跡してポッドアセンブリ 1 0 5 D へ移送する。

20

30

40

【 0 0 4 9 】

[00102] 1 つの態様では、移送経路 A₇ を、第 4 ロボットアセンブリ 1 1 D が交換チャンバ 5 3 3 から基板を取り上げ、これを第 4 通過位置 9 D へ移送する必要がある移送ステップと、第 2 ロボットアセンブリ 1 1 B がこの基板を第 4 通過位置から取り上げて、プロセスチャンバ 5 3 4 へ移送する必要がある移送ステップとの 2 個の移送ステップに分割することができる。1 つの態様では、各通過チャンバには、任意の中央ロボットアセンブリ (即ち、第 1 ロボットアセンブリ 1 1 A、第 2 ロボットアセンブリ 1 1 B、第 3 ロボットアセンブリ 1 1 C、第 4 ロボットアセンブリ 1 1 D) がアクセスすることができる。別の態様では、第 2 ロボットアセンブリ 1 1 B は、基板を交換チャンバ 5 3 3 から取り上げて

50

プロセスチャンバ534を移送することが可能である。

【0050】

[00103]さらに、一実施形態では、クラスタツール10は外部処理システム536に接続または通信していないため、後部ロボットアセンブリ40はクラスタツール構成の一部ではなく、したがって基板上で移送ステップA5～A6、プロセスステップ510が実行されない。この構成では、処理ステップと移送ステップの全てはクラスタツール10内で実行される。

【0051】

第3クラスタツール構成

A. システム構成

[00104]図3Aは、2個の処理ラック(要素60、80)の周囲に位置決めされた前端口ロボットアセンブリ15、後部ロボットアセンブリ40、システム制御装置101、3個のロボットアセンブリ11(図9～図11;図3中の要素11A、11B、11C)を有するクラスタツール10の一実施形態の平面図である。これらのアセンブリは全て、処理ラック内に見られる様々な処理チャンバを使用して、所望の基板処理シーケンスの少なくとも1つの態様を実行するように適合されている。図3Aに図示した実施形態は、処理ラック60の側部60Aにおける第1ロボットアセンブリ11Aおよび通過位置9Aの位置決めと、第2処理ラック80の側部80Bにおける第3ロボットアセンブリ11Cおよび通過位置9Cの位置決めとを除いて、図1A～図1Fに図示した構成と類似しているため、適当な箇所には類似の符号を使用している。このクラスタツール構成の1つの利点は、中央モジュール25内のロボットのうち1つが動作不能となった場合でも、システムは他の2個のロボットを使用して基板の処理を続行できることである。さらにこの構成では、隣り合って位置決めされたロボットの物理的な重なり合いが排除されるため、ロボットが様々な処理ラック内に搭載した処理チャンバ間で基板を移送する際に、衝突防止タイプの制御特徴の必要性が除去または最小化される。この構成の別の利点は、柔軟でモジュール式の構築により、ユーザが、スループットの必要性を満たすために必要な数の処理チャンバ、処理ラック、処理ロボットを構成できることである。

【0052】

[00105]この構成では、第1ロボットアセンブリ11Aは、側部60Aから第1処理ラック60内の処理チャンバにアクセスするように適合され、第3ロボットアセンブリ11Cは、側部80Bから第2処理ラック80内の処理チャンバにアクセスするように適合され、第2ロボットアセンブリ11Bは、側部60Bから第1処理ラック60内の処理チャンバに、また、側部80Aから第2処理ラック80内の処理チャンバにアクセスするように適合されている。1つの態様では、第1処理ラック60の側部60B、第2処理ラック80の側部80Aの両方は、様々なロボットアセンブリ(即ち、第1ロボットアセンブリ11A、第2ロボットアセンブリ11B、第3ロボットアセンブリ11C)の水平動作アセンブリ90(以降で説明している)と平行な方向に沿って整列している。

【0053】

[00106]第1ロボットアセンブリ11A、第2ロボットアセンブリ11B、第3ロボットアセンブリ11C、並びにシステム制御装置101は、様々なロボットの「重なり合い」を可能にし、システム制御装置の論理スケジューラが、ユーザからの入力と、クラスタツール全体に分布した様々なセンサからの入力とに基づいて、タスクと基板動作に優先順位を付けられるように適合されている。クラスタツールの利用を最大化してCOOを向上させる目的でクラスタツール構築とシステム制御装置101を一緒に使用することで、ウェーハ履歴の繰り返し可能性が高まり、システムの信頼性が向上する。

【0054】

B. 移送シーケンスの例

[00107]図3Bは、図1Fで説明した処理シーケンスを、図3Aに示すクラスタツールを介して完了するために使用できる一連の移送ステップの一例を図示している。この実施形態では、前端口ロボットアセンブリ15がロボットアセンブリ105(アイテム#105D

10

20

30

40

50

）から基板を除去し、これを、通過位置 9 C に位置決めされたチャンバへ移送経路 A₁ を追跡しながら送出する。これにより、基板上で通過ステップ 5 0 2 を完了することができるようになる。通過ステップ 5 0 2 の完了後、第 3 ロボットアセンブリ 1 1 C が基板を、移送経路 A₂ を追跡して第 1 プロセスチャンバ 5 3 1 へ移送し、同チャンバにおいて基板上へのプロセスステップ 5 0 4 が完了する。プロセスステップ 5 0 4 の完了後に、第 3 ロボットアセンブリ 1 1 C が基板を、移送経路 A₃ を追跡して第 2 プロセスチャンバ 5 3 2 へ移送する。プロセスステップ 5 0 6 の実行後に、第 2 ロボットアセンブリ 1 1 B が基板を、移送経路 A₄ を追跡して交換チャンバ 5 3 3 (図 7 A) へ移送する。プロセスステップ 5 0 8 の実行後、後部ロボットアセンブリ 4 0 が基板を、移送経路 A₅ を追跡して外部処理システム 5 3 6 へ移送され、ここでプロセスステップ 5 1 0 が実行される。プロセスステップ 5 1 0 の実行後に、後部ロボットアセンブリ 4 0 が基板を、移送経路 A₆ を追跡して交換チャンバ 5 3 3 (図 7 A) へ移送し、ここでプロセスステップ 5 1 2 が実行される。プロセスステップ 5 1 2 の実行後、第 2 ロボットアセンブリ 1 1 C が基板を、移送経路 A₇ を追跡してプロセスチャンバ 5 3 4 へ移送し、ここでプロセスステップ 5 1 4 が実行される。次に、第 2 ロボットアセンブリ 1 1 B が基板を、移送経路 A₈ を追跡してプロセスチャンバ 5 3 5 へ移送する。プロセスステップ 5 1 6 の完了後に、第 1 ロボットアセンブリ 1 1 A が基板を、移送経路 A₉ を追跡して、通過位置 9 A に位置決めされた通過チャンバへ移送する。通過ステップ 5 1 8 の実行後、前端ロボットアセンブリ 1 5 が基板を、移送経路 A₁₀ を追跡してロボットアセンブリ 1 0 5 D へ移送する。

【 0 0 5 5 】

[00108]さらに一実施形態では、クラスタツール 1 0 は外部処理システム 5 3 6 に接続または通信しておらず、そのため、後部ロボットアセンブリ 4 0 がクラスタツール構成の一部ではないため、基板上に移送ステップ A 5 ~ A 6、プロセスステップ 5 1 0 が実行されない。この構成では、全ての処理ステップおよび移送ステップはクラスタツール 1 0 内で実行される。

【 0 0 5 6 】

第 4 クラスタツール構成

A . システム構成

[00109]図 4 A は、2 個の処理ラック (要素 6 0、8 0) の周囲に位置決めされた前端ロボットアセンブリ 1 5、後部ロボットアセンブリ 4 0、システム制御装置 1 0 1、2 個のロボットアセンブリ 1 1 (図 9 ~ 図 1 1 ; 図 4 A 中の要素 1 1 B、1 1 C) を有するクラスタツール 1 0 の一実施形態の平面図である。これらのアセンブリは全て、処理ラック内に見られる様々な処理チャンバを使用して、所望の基板処理シーケンスの 1 つの態様を実行するように適合されている。図 4 A に図示した実施形態は、第 1 処理ラック 6 0 の側部 6 0 A 上の第 1 ロボットアセンブリ 1 1 A および通過位置 9 A が除去される点を除いて図 3 A に図示した構成と類似しているため、適当な箇所には類似の符号を使用している。このシステム構成の 1 つの利点は、第 1 処理ラック 6 0 内の搭載されたチャンバに容易にアクセスできるため、クラスタツールが基板を処理している最中に、第 1 処理ラック 6 0 に搭載された 1 つ以上の処理チャンバを降ろして作業することができることである。別の利点は、第 2 ロボットアセンブリ 1 1 B を使用して基板を処理している最中に、第 3 ロボットアセンブリ 1 1 C および / または第 2 処理ラック 8 0 を作動させられることである。この構成はさらに、処理シーケンスにおいて頻繁に使用される、チャンバ処理時間が短い処理チャンバを第 2 処理ラック 8 0 内に位置決めすることで、2 個の中央ロボット (即ち要素 1 1 B、1 1 C) がこれらの処理チャンバに対応して、ロボット移送を制限する欠点を低減し、これによりシステムスループットが向上する。この構成ではまた、各ロボットが別のロボットのスペースを物理的に侵害することがないため、ロボットが処理ラック内に搭載された処理チャンバ間で基板を移送する際における、衝突防止タイプの制御特徴の必要性が除去あるいは最小化される。この構成にはこれ以外にも、柔軟でモジュール式の構築により、ユーザがスループットの必要性を満たすのに必要な個数の処理チャンバ、処理ラック、処理ロボットを構成できるという利点がある。

【 0 0 5 7 】

[00110]この構成では、第3ロボットアセンブリ11Cは基板にアクセスし、これを側部80Bから第2処理ラック80内の処理チャンバ間で移送するように適合され、また、第2ロボットアセンブリ11Bは基板にアクセスし、これを側部60Bから第1処理チャンバラック60内の処理チャンバ間で移送するように適合され、また、側部80Aから第2処理ラック80内の処理チャンバ間で移送するように適合されている。1つの態様では、第1処理ラック60の側部60Bと、第2処理ラック80の側部80Aの両方は、様々なロボットアセンブリ（即ち第1ロボットアセンブリ11A、第2ロボットアセンブリ11B、第3ロボットアセンブリ11C）のそれぞれの水平動作アセンブリ90（以降で説明する）と平行する方向に沿って整列している。

10

【 0 0 5 8 】

[00111]上述したように、第2ロボットアセンブリ11Bと第4ロボットアセンブリ11C、並びにシステム制御装置101は、システム制御装置の論理スケジューラが、ユーザからの入力と、クラスタツール全体に分布している様々なセンサからの入力とに基づいて、タスクと基板動作に優先順位を付けられるように適合されている。クラスタツールの利用を最大化し、C o Oを向上させる目的で、クラスタツール構築とシステム制御装置101を共に使用することで、ウェーハ履歴の繰り返し可能性が高まり、システムの信頼性が向上する。

【 0 0 5 9 】

B . 移送シーケンスの例

20

[00112]図4Bは、図1Fで説明した処理シーケンスを、図4Aに示したクラスタツールを介して完了させるために使用できる一連の移送ステップの一例を図示する。この実施形態では、前端口ロボットアセンブリ15がポッドアセンブリ105（アイテム#105D）から基板を除去し、移送経路A₁を追従して、通過位置9Cにて位置決めされたチャンバへ送出する。これにより、基板上で通過ステップ502を完了できるようになる。通過ステップ502の完了後、次に、第3ロボットアセンブリ11Cが、基板を、移送経路A₂を追従して第1プロセスチャンバ531へ移送し、ここで基板上でプロセスステップ504が完了される。プロセスステップ504の完了後に、今度は第3ロボットアセンブリ11Cが、基板を、移送経路A₃を追従して第2プロセスチャンバ532へ移送する。プロセスステップ506の実行後、第3ロボット11Cが、基板を移送経路A₄を追従して交換チャンバ533（図7A）へ移送する。処理ステップ508の実行後に、後部ロボットアセンブリ40が、基板を、移送経路A₅を追従して外部処理システム536へ移送し、ここでプロセスステップ510が実行される。プロセスステップ510の実行後に、後部ロボットアセンブリ40が、基板を移送経路A₆を追従して交換チャンバ533（図7A）へ移送し、ここでプロセスステップ512が実行される。プロセスステップ512の実行後、第2ロボットアセンブリ11Cが、基板を、移送経路A₇を追従してプロセスチャンバ534へ移送し、ここでプロセスステップ514が実行される。次に、第2ロボットアセンブリ11Bを使用する基板を、移送経路A₈を追従してプロセスチャンバ535へ移送する。プロセスステップ516の完了後、第2ロボットアセンブリ11Bが、基板を、移送経路A₉を追従して、通過位置9Bに位置決めされた通過チャンバへ移送する。通過ステップ518の実行後に、前端口ロボットアセンブリ15が、基板を、移送経路A₁₀を追従してポッドアセンブリ105Dへ移送する。

30

40

【 0 0 6 0 】

[00113]さらに一実施形態では、クラスタツール10は外部処理システム536と接続または通信しておらず、したがって後部ロボットアセンブリ40はクラスタツール構成の一部ではないため、基板上に移送ステップA5～A6、プロセスステップ510が実行されない。この構成では、全ての処理ステップおよび移送ステップはクラスタツール10内で実行される。

【 0 0 6 1 】

第5クラスタツール構成

50

A. システム構成

[00114]図5 Aは、1個の処理ラック(要素60)の周囲に位置決めされた前端口ロボットアセンブリ15、後部ロボット40、システム制御装置101、4個のロボットアセンブリ11(図9~図11;図5 A中の要素11A、11B、11C、11D)を有するクラスタツール10の一実施形態の平面図である。これらのアセンブリは全て、処理ラック60内に見られる様々な処理チャンバを使用して、所望の基板処理シーケンスの少なくとも1つの態様を実行するように適合されている。図5 Aに図示した実施形態は、既に図示された構成と類似しているため、適当な箇所には類似の符号を使用している。この構成では、第1処理ラック60内に搭載したプロセスチャンバに冗長的にアクセスできる4個のロボットを使用することにより、3個以下のロボットを有するシステムが経験する基板移送の欠点を低減する。この構成は、処理シーケンスの処理ステップの数が多く、チャンバ処理時間が短い場合に、ロボットによって制限されるタイプの欠点を除去する上で特に有効である。

10

【0062】

[00115]この構成では、第1ロボットアセンブリ11Aと第2ロボットアセンブリ11Bは、基板にアクセスし、これを側部60Aから第1処理ラック60内の処理チャンバ間で移送するように適合されており、また、第3ロボットアセンブリ11Cと第4ロボットアセンブリ11Dは、基板にアクセスし、これを側部60Bから第1処理ラック60内の処理チャンバ間で移送するように適合されている。

【0063】

20

[00116]第1ロボットアセンブリ11Aおよび第2ロボットアセンブリ11B、第3ロボットアセンブリ11Cおよび第4ロボットアセンブリ11D、並びにシステム制御装置101は、様々なロボットの「重なり合い」を可能にし、また、システム制御装置の論理スケジューラに、ユーザからの入力と、クラスタツール全体に分布した様々なセンサからの入力とに基づいて、タスクと基板動作の優先順位を付けさせるように適合されており、さらに、ロボットがシステムにかけて基板を最適に移送できるようにするための衝突防止システムを使用することができる。クラスタツールの利用を最大化し、C O Oの向上させる目的で、クラスタツール構築とシステム制御装置101を共に使用することで、ウェーハ履歴の繰り返し可能性画高まり、システムの信頼性が向上する。

【0064】

30

B. 移送シーケンスの例

[00117]図5 Bは、図5 Aに示したクラスタツールを介して、図1 Fで説明した処理シーケンスを完了するために、使用できる一連の移送ステップの一例を図示している。この実施形態では、前端口ロボットアセンブリ15が基板をポッドアセンブリ105(アイテム#105D)から除去し、移送経路A₁を追従して、通過位置9Cに位置決めしたチャンバへ送出する。これにより、基板上で通過ステップ502を完了できるようになる。通過ステップ502の完了後、第3ロボットアセンブリ11Cが、基板を、移送経路A₂を追従して第1処理チャンバへ移送し、このチャンバにおいて、基板上でプロセスステップ504が完了される。プロセスステップ504の完了後に、第4ロボットアセンブリ11Dが、基板を、移送経路A₃を追従して第2プロセスチャンバ532へ移送する。プロセスステップ506の実行後、次に第4ロボットアセンブリ11Dが、基板を、移送経路A₄を追従して交換チャンバ533(図7A)へ移送する。プロセスステップ508の実行後に、後部ロボットアセンブリ40が、基板を、移送経路A₅を追従して外部処理システム536へ移送し、ここでプロセスステップ510が実行される。プロセスステップ510の実行後、後部ロボットアセンブリ40が、基板を、移送経路A₆を追従して交換チャンバ533(図7)へ移送し、ここでプロセスステップ512を実行する。プロセスステップ512の実行後、第1ロボットアセンブリ11Aが、基板を、移送経路A₇を追従してプロセスチャンバ534へ移送し、ここでプロセスステップ514を実行する。続いて、第1ロボットアセンブリ11Aを使用して、基板を、移送経路A₈を追従してプロセスチャンバ535へ移送する。プロセスステップ516の完了後、第2ロボットアセンブリ1

40

50

1 B が、基板を、移送経路 A₉ を追従して、通過位置 9 B に位置決めされた通過チャンバへ移送する。通過ステップ 5 1 8 の実行後に、前端口ポットアセンブリ 1 5 が、基板を、移送経路 A₁₀ を追従してポッドアセンブリ 1 0 5 D へ移送する。

【 0 0 6 5 】

[00118]さらに、一実施形態では、クラスタツール 1 0 は外部処理システム 5 3 6 と接続または通信しておらず、したがって後端口ポットアセンブリ 4 0 はクラスタツール構成の一部ではないため、基板上で移送ステップ A 5 ~ A 6、プロセスステップ 5 1 0 が実行されない。この構成では、全ての処理ステップおよび移送ステップはクラスタツール 1 0 内で実行される。

【 0 0 6 6 】

第 6 クラスタツール構成

A . システム構成

[00119]図 6 A は、前端口ポットアセンブリ 1 5、後端口ポットアセンブリ 4 0、システム制御装置 1 0 1、2 個の処理ラック (要素 6 0、8 0) の周囲に位置決めされた 8 つのロボットアセンブリ 1 1 (図 9 ~ 図 1 1 ; 図 6 A 中の要素 1 1 A、1 1 B、1 1 C、1 1 D ~ 1 1 H) を有するクラスタツール 1 0 の一実施形態の平面図であり、これらのアセンブリは全て、処理ラック内に見られる様々な処理チャンバを使用して、所望の基板処理シーケンスのうち少なくとも 1 つの態様を実行するように適合されている。図 6 A に図示した実施形態は先に図示した構成と類似しているため、適切な箇所には類似の符号を使用している。この構成は、処理ラック 6 0、8 0 内に搭載されたプロセスチャンバに冗長的にアクセスできる 8 個のロボットを使用することで、ロボット使用数が少ないシステムが経験する基板移送の欠点を低減する。この構成は、プロセスシーケンスにおける処理ステップ数が多く、チャンバ処理時間が短い場合に多く見られる、ロボットにより制限されるタイプの欠点を除去する上で特に有効である。

【 0 0 6 7 】

[00120]この構成では、第 1 ロボットアセンブリ 1 1 A と第 2 ロボットアセンブリ 1 1 B は、側部 6 0 A から第 1 処理ラック 6 0 内の処理チャンバにアクセスするように適合され、また、第 7 ロボットアセンブリ 1 1 G と第 8 ロボットアセンブリ 1 1 H は、側部 8 0 B から第 2 処理ラック 8 0 内の処理チャンバにアクセスするように適合されている。1 つの態様では、第 3 ロボットアセンブリ 1 1 C と第 4 ロボットアセンブリ 1 1 D は、側部 6 0 B から第 1 処理ラック 6 0 内の処理チャンバにアクセスするように適合されている。1 つの態様では、第 5 ロボットアセンブリ 1 1 E と第 6 ロボットアセンブリ 1 1 F は、側部 8 0 A から第 2 処理ラック 8 0 内の処理チャンバにアクセスするように適合されている。1 つの態様では、第 4 ロボットアセンブリ 1 1 D はさらに、側部 8 0 A から第 2 処理ラック 8 0 内の処理チャンバにアクセスするように適合され、第 5 ロボットアセンブリ 1 1 E はさらに、側部 6 0 B から第 1 処理ラック 6 0 内の処理チャンバにアクセスするように適合されている。

【 0 0 6 8 】

[00121]ロボットアセンブリ 1 1 A ~ 1 1 H、並びにシステム制御装置 1 0 1 は、様々なロボットの「重なり合い」を可能にするように適合でき、また、システム制御装置の論理スケジューラが、ユーザからの入力と、クラスタツール全体に分布している様々なセンサからの入力とに基づいて、タスクおよび基板動作に優先順序をつけられるように適合でき、さらに、ロボットがシステムにかけて基板を最適に移送できるようにする衝突防止システムを使用することができる。クラスタツールの利用を最大化して C o O を向上させる目的で、クラスタツール構築とシステム制御装置 1 0 1 を共に使用することにより、ウェーハ履歴の繰り返し可能性が高まり、システムの信頼性が向上する。

【 0 0 6 9 】

B . 移送シーケンスの例

[00122]図 6 B は、図 1 F で説明した処理シーケンスを、図 6 A に示すクラスタツールを介して完了するために使用できる移送ステップの第 1 処理シーケンスの一例を図示して

10

20

30

40

50

いる。この実施形態では、前端口ロボットアセンブリ 1 5 がポッドアセンブリ 1 0 5 (アイテム # 1 0 5 D) から基板を除去し、これを、移送経路 A₁ を追従して通過チャンバ 9 F へ送出する。これにより、基板上で通過ステップ 5 0 2 を完了できるようになる。通過ステップ 5 0 2 の完了後、次に第 6 ロボットアセンブリ 1 1 F が、基板を、移送経路 A₂ を追従して第 1 プロセスチャンバ 5 3 1 へ移送され、このチャンバにおいて、基板上でプロセスステップ 5 0 4 が完了される。プロセスステップ 5 0 4 の完了後、第 6 ロボットアセンブリ 1 1 F が、基板を、移送経路 A₃ を追従して第 2 プロセスチャンバ 5 3 2 へ移送する。プロセスステップ 5 0 6 の実行後に、第 6 ロボットアセンブリ 1 1 F が、基板を、移送経路 A₄ を追従して交換チャンバ 5 3 3 (図 7 A) へ移送する。プロセスステップ 5 0 8 の実行後、次に後部ロボットアセンブリ 4 0 が、基板を、移送経路 A₅ を追従して外部処理システム 5 3 6 へ移送され、ここでプロセスステップ 5 1 0 が実行される。プロセスステップ 5 1 0 の実行後に、後部ロボットアセンブリ 4 0 が、基板を移送経路 A₆ を追従して交換チャンバ 5 3 3 (図 7 A) へ移送し、ここでプロセスステップ 5 1 2 が実行される。プロセスステップ 5 1 2 を実行した後に、第 5 ロボットアセンブリ 1 1 E を使用して基板を、移送経路 A₇ を追従してプロセスチャンバ 5 3 4 へ移送し、ここでプロセスステップ 5 1 4 が実行される。次に、第 5 ロボットアセンブリ 1 1 E が、基板を、移送経路 A₈ を追従してプロセスチャンバ 5 3 5 へ移送する。プロセスステップ 5 1 6 の完了後、次に、第 5 ロボットアセンブリ 1 1 E が、基板を、移送経路 A₉ を追従して、通過位置 9 E に位置決めされた通過チャンバへ移送する。通過ステップ 5 1 8 の実行後に、前端口ロボットアセンブリ 1 5 が、基板を、移送経路 A₁₀ を追従してポッドアセンブリ 1 0 5 D へ移送する。

【 0 0 7 0 】

[00123] 図 6 B はさらに第 2 処理シーケンスの一例を図示しており、この第 2 処理シーケンスは、第 2 処理ラック 8 0 内に見られる異なる処理チャンバを使用して、第 1 シーケンスと同時に完了される位相ステップを有する。図 1 C ~ 図 1 D に図示しているように、第 1 処理ラックと第 2 処理ラックは、一般的に、所望の処理シーケンスを実行するために使用される同一のプロセスステップ (1 つ以上) (例えば、図 1 C の C D 1 ~ 8、図 1 D の B C 1 ~ 6) を実行するように適合された多数の処理チャンバを含有している。したがって、この構成では、各処理シーケンスは、処理ラックに搭載された処理チャンバのいずれかを使用して実行されてもよい。一例では、第 2 プロセスシーケンスは、第 1 処理シーケンス (上述) と同じプロセスシーケンスであり、移送ステップ A₁ ~ A₁₀ と同一の位相ステップを含有しているが、この場合にはこれらを A₁' ~ A₁₀' と表しており、また、上述の第 5 および第 6 中央ロボットアセンブリ (即ち要素 1 1 E ~ 1 1 F) の代わりに第 7 および第 8 中央ロボット (即ち要素 1 1 G ~ 1 1 H) をそれぞれ使用している。

【 0 0 7 1 】

[00124] さらに、一実施形態では、クラスタツール 1 0 は外部処理システム 5 3 6 と接続または通信しておらず、したがって後部ロボットアセンブリ 4 0 はクラスタツール構成の一部ではないため、基板上に移送ステップ A₅ ~ A₆、処理ステップ 5 1 0 が実行されない。この構成では、全ての処理ステップおよび移送ステップはクラスタツール 1 0 内で実行される。

【 0 0 7 2 】

第 7 クラスタツール構成

A . システム構成

[00125] 図 6 C は、依然として高いシステムスループットを提供しながらシステム幅を低減するために、ロボットアセンブリ (即ちロボットアセンブリ 1 1 D) のうち 1 つを除去している点を除いて、図 6 A に図示した構成と類似するクラスタツール 1 0 の一実施形態の平面図である。そのため、この構成では、クラスタツール 1 0 は前端口ロボットアセンブリ 1 5、後部ロボットアセンブリ 4 0、システム制御装置 1 0 1、2 個の処理ラック (要素 6 0、8 0) の周囲に位置決めした 7 個のロボットアセンブリ 1 1 (図 9 ~ 図 1 1 ; 図 6 C 中の要素 1 1 A ~ 1 1 C、1 1 E ~ 1 1 H 9) を有しており、これらのアセンブリ

は全て、処理ラック内に見られる様々な処理チャンバを使用して所望の処理シーケンスのうち少なくとも1つの態様を実行するように適合されている。図6Cに図示した実施形態は先に図示した構成と類似しているため、適切な箇所に類似の符号を使用している。この構成は、処理ラック60、80内に搭載したプロセスチャンバに冗長的にアクセスできる7個のロボットを使用するため、これよりもロボット数の少ないシステムが経験する基板移送の欠点を低減することができる。この構成は、プロセスシーケンス内の処理ステップ数が多く、チャンバ処理時間が短い場合に多く見られる、ロボットにより制限されてしまうタイプの欠点を除去する上で特に有効である。

【0073】

[00126]この構成では、第1ロボットアセンブリ11Aと第2ロボットアセンブリ11Bは、側部60Aから第1処理ラック60内の処理チャンバにアクセスするように適合され、また、第7ロボットアセンブリ11Gと第8ロボットアセンブリ11Hは、側部80Bから第2処理ラック80内の処理チャンバにアクセスするように適合されている。1つの態様では、第3ロボットアセンブリ11Cと第5ロボットアセンブリ11Eは、側部60Bから第1処理ラック60内の処理チャンバにアクセスするように適合されている。1つの態様では、第5ロボットアセンブリ11Eと第6ロボットアセンブリ11Fは、側部80Aから第2処理ラック80内の処理チャンバにアクセスするように適合されている。

【0074】

[00127]ロボットアセンブリ11A～11Cおよび11E～11H、並びにシステム制御装置101は、様々なロボットの「重なり合い」を可能にするように適合でき、また、システム制御装置の論理スケジューラが、ユーザからの入力と、クラスタツール全体に分布している様々なセンサからの入力とに基づいて、タスクおよび基板動作に優先順位を付けられるように適合でき、またさらに、ロボットがシステムにかけて基板を最適に移送できるようにするための衝突防止システムを使用できる。クラスタツールの利用を最大化し、C/Oを向上させる目的で、クラスタツール構築とシステム制御装置101を共に使用することにより、ウェーハ履歴の繰り返し可能性が高まり、システムの信頼性が向上する。

【0075】

B. 移送シーケンスの例

[00128]図6Dは、図1Fで説明した処理シーケンスを、図6Cに示したクラスタツールを介して完了するために使用できる移送ステップの第1処理シーケンスの一例を図示している。この実施形態では、前端口ロボットアセンブリ15が基板をポッドアセンブリ105（アイテム#105D）から除去し、移送経路A₁を追従して通過チャンバ9Fへ送出する。これにより、基板上で通過ステップ502を完了できるようになる。通過ステップ502の完了後、次に、第6ロボットアセンブリ11Fが、基板を、移送経路A₂を追従して第1プロセスチャンバ531へ移送し、このチャンバにおいて基板上でプロセスステップ504が完了される。プロセスステップ504の完了後、第6ロボットアセンブリ11Fが、基板を移送経路A₃を追従して第2プロセスチャンバ532へ移送する。プロセスステップ506の実行後に、第6ロボットアセンブリ11Fが、基板を、移送経路A₄を追従して交換チャンバ533（図7A）へ移送する。プロセスステップ508の実行後に、後部ロボットアセンブリ40が、基板を、移送経路A₅を追従して外部処理システム536へ移送し、ここでプロセスステップ510を実行する。プロセスステップ510の実行後に、後部ロボットアセンブリ40が、基板を、移送経路A₆を追従して交換チャンバ533（図7A）へ移送し、ここでプロセスステップ512が実行される。プロセスステップ512の後、第5ロボットアセンブリ11Eが、基板を、移送経路A₇を追従してプロセスチャンバ534へ移送し、ここでプロセスステップ514が実行される。次に、第5ロボットアセンブリ11Eが、基板を、移送経路A₈を追従してプロセスチャンバ535へ移送する。プロセスステップ516の完了後に、第5ロボットアセンブリ11Eは、基板を、移送経路A₉を追従して、通過位置9Eに位置決めされた通過チャンバへ移送する。通過ステップ518の実行後、前端口ロボットアセンブリ15は、基板を移送経路A

10 を追隨してポッドアセンブリ 105D へ移送する。

【0076】

[00129] 図 6D はまた第 2 処理シーケンスの一例を図示しており、この第 2 処理シーケンスは、第 2 処理ラック 80 内に見られる異なる処理チャンバを使用して第 1 シーケンスと同時に完了される位相ステップを有する。図 1C ~ 図 1D に図示しているように、第 1 処理ラックと第 2 処理ラックは、一般的に、所望の処理シーケンスを実行するために使用するものと同じのプロセスステップ (1 つ以上) (例えば、図 1C の CD1 ~ 8、図 1D の BC1 ~ 6) を実行するように適合された多数の処理チャンバを含有している。そのため、この構成では、各処理シーケンスを、処理ラック内に搭載された任意の処理チャンバを使用して実行できる。一例では、第 2 プロセスシーケンスは、第 1 プロセスシーケンス (上述) と同一のプロセスシーケンスであり、同一の移送ステップ $A_1 \sim A_{10}$ を含有しているが、この場合にはこれらを $A_1' \sim A_{10}'$ で表しており、この移送ステップでは、第 5 および第 6 中央ロボットアセンブリ (即ち要素 11E ~ 11F) の代わりにそれぞれ第 7 および第 8 中央ロボット (即ち要素 11G ~ 11H) を上述のとおり使用する。

【0077】

[00130] さらに、一実施形態では、クラスタツール 10 は外部処理システム 536 と接続または通信しておらず、したがって後部ロボットアセンブリ 40 はクラスタツール構成の一部ではないため、基板上で移送ステップ $A_5 \sim A_6$ 、プロセスステップ 510 が実行されない。この構成では、全ての処理ステップおよび移送ステップはクラスタツール 10 内で実行される。

【0078】

後部ロボットアセンブリ

[00131] 一実施形態では、図 1 ~ 図 6 に示すように、中央モジュール 25 は、外部モジュール 5 と、交換チャンバ 533 のような第 2 処理ラック 80 内の処理チャンバとの間で基板を移送するように適合された後部ロボットアセンブリ 40 を含有している。図 1E を参照すると、1 つの態様において、後部ロボットアセンブリ 40 は一般的に、1 つのアーム / ブレード 40E を有する、従来型の選択的に従順な連結式ロボットアーム (SCARA) ロボットを含有している。別の実施形態では、後部ロボットアセンブリ 40 は、2 つのグループの間で基板の交換および / または移送を行うために、2 個の独立的に制御可能なアーム / ブレード (図示せず) を有した SCARA タイプのロボットであってもよい。2 個の独立的に制御可能なアーム / ブレードタイプのロボットは、例えば、ロボットが、次の基板を同じ位置に置く前に、基板を所望の位置から除去する必要がある場合に有利である。例示的な 2 個の独立的に制御可能なアーム / ブレードタイプのロボットは、カリフォルニア州フレモントにあるアシスト・テクノロジー (Assist Technologies) 社から購入できる。図 1 ~ 図 6 は、後部ロボットアセンブリ 40 を含有した構成を図示しているが、この一方で、クラスタツール 10 の一実施形態は後部ロボットアセンブリ 40 を含有していない。

【0079】

[00132] 図 7A は、処理ラック (例えば要素 60、80) 内の支持チャンバ 165 (図 1D) 内に位置決めできる交換チャンバ 533 の一実施形態を図示する。一実施形態では、交換チャンバ 533 は、クラスタツール 10 内の少なくとも 2 個のロボットが、基板への堆積または基板の取り上げを行うために、基板を受容および維持できるように適合されている。1 つの態様では、後部ロボットアセンブリ 40 と、中央モジュール 25 内の少なくとも 1 つのロボットとが、交換チャンバ 533 からの基板に堆積を行うように、および / または基板を受容するように適合されている。一般的に交換チャンバ 533 は、基板支持アセンブリ 601 と、囲壁 602 と、囲壁 602 の壁に形成された少なくとも 1 つのアクセスポート 603 とを含有している。一般的に、基板支持アセンブリ 601 は複数の支持フィンガ 610 (図 7A には 6 本を示す) を有する。これらの支持フィンガは、上に位置決めされた基板を支持および維持するための基板受容面 611 を有する。囲壁 602 は、一般的に、交換チャンバ 533 内に維持されている基板の周囲の環境を制御するために

、基板支持アセンブリ 6 0 1 を包囲するための 1 つ以上の壁を有する構造である。一般的に、アクセスポート 6 0 3 は、外部ロボットが基板を取り上げて、支持フィンガ 6 1 0 へ降ろせるようにするために、囲壁 6 0 2 の 1 壁に設けた開口部である。1 つの態様では、基板支持アセンブリ 6 0 1 は、囲壁 6 0 2 にアクセスするよう適合された、少なくとも 9 0 ° の角度で離間している 2 つ以上のロボットによって、基板を基板受容面 6 1 1 上に位置決めし、さらにここから除去するように適合されている。

【 0 0 8 0 】

[00133] 図 7 B に図示したクラスタツール 1 0 の一実施形態では、後部ロボットアセンブリ 4 0 の基部 4 0 A は、スライドアセンブリ 4 0 B に接続した支持部ブラケット 4 0 C 上に搭載されており、したがって、基部 4 0 A は、スライドアセンブリ 4 0 B の長さに沿った任意の地点に位置決めされる。この構成では、後部ロボットアセンブリ 4 0 は、基板を処理チャンバから第 1 処理ラック 6 0 内、第 2 処理ラック 8 0 内、および/または外部モジュール 5 内へ移送するように適合されている。一般的に、スライドアセンブリ 4 0 B は、これの上に支持ブラケット 4 0 C と後部ロボットアセンブリ 4 0 を維持するために、当分野で周知の直線ボールベアリングスライド（図示せず）とリニアアクチュエータ（図示せず）を含有している。リニアアクチュエータは、イリノイ州ウッドデールにあるダナハー・モーション社（D a n a h e r M o t i o n ）より購入できる駆動直線無ブラシサーボモータであってもよい。図 7 B に図示しているように、スライドアセンブリ 4 0 B は y 方向に向いていてもよい。この構成では、ロボットアセンブリ 1 1 A、1 1 B、1 1 C との衝突を防止するために、制御装置は、スライドアセンブリ 4 0 B が他の中央ロボットアセンブリ（例えば、要素 1 1 A、1 1 B など）と衝突せずに移動できる場合に、後部ロボットアセンブリ 4 0 のみを移動するように適合される。一実施形態では、後部ロボットアセンブリ 4 0 は、他の中央ロボットアセンブリを妨害しないように位置決めされたスライドアセンブリ 4 0 B 上に搭載されている。

【 0 0 8 1 】

環境制御

[00134] 図 8 A は、取り付け式の環境制御アセンブリ 1 1 0 を有するクラスタツール 1 0 の一実施形態を図示しており、このアセンブリ 1 1 0 は、クラスタツール 1 0 を閉鎖することで、所望の処理シーケンスに見られる様々な基板処理ステップを実行する制御された処理環境を提供する。図 8 A は、図 1 A に図示したものと同一クラスタツール 1 0 構成を図示しているが、この場合には処理チャンバの上に環境閉鎖部が位置決めされている。一般的に、環境制御アセンブリ 1 1 0 は、1 つ以上の濾過ユニット 1 1 2、1 つ以上のファン（図示せず）および光学クラスタツール基部 1 0 A を含有している。1 つの態様では、1 つ以上の壁 1 1 3 をクラスタツール 1 0 に追加してこれを閉鎖することで、基板処理ステップを実行するための制御された環境を提供している。一般的に、環境制御アセンブリ 1 1 0 は、クラスタツール 1 0 内における空気流量、流れ状況（例えば、層流あるいは乱流）および微粒子汚染レベルを制御するように適合されている。1 つの態様では、環境制御アセンブリ 1 1 0 はまた、空気温度、相対湿度、空気中の静電電荷量と、さらにこれ以外の、従来型のクリーンルームに適合可能な加熱換気および空調（H V A C ）システムの使用によって制御できる、典型的な処理パラメータとを制御することができる。動作中に、環境制御アセンブリ 1 1 0 が、ファン（図示せず）を使用して、クラスタツール 1 0 の外部に設けたソース（図示せず）または領域から空気を引き入れる。次にファンは空気をフィルタ 1 1 1 に通し、クラスタツール 1 0 へ送り、クラスタツール基部 1 0 A を介してクラスタツール 1 0 から排出する。1 つの態様では、フィルタ 1 1 1 は高効率微粒子空気（H E P A ）フィルタである。一般的に、クラスタツールベース 1 0 A はクラスタツールの床または底部領域であり、ファン（1 つ以上）によってクラスタツール 1 0 から空気を押し通し排出させることが可能な多数の溝 1 0 B（図 1 2 A ）が多孔部を含有している。

【 0 0 8 2 】

[00135] 図 8 A はさらに、複数の別々の環境制御アセンブリ 1 1 0 A ~ C を有する環境

制御アセンブリ 110 の一実施形態を図示しており、この環境制御アセンブリ 110 A ~ C は、所望の処理シーケンスに見られる様々な基板処理ステップを提供する制御された処理環境を提供する。また、この別々の環境制御アセンブリ 110 A ~ C のそれぞれは、中央モジュール 25 内のロボットアセンブリ 11 (例えば、図 1 ~ 図 6 の要素 11 A、11 B など) の上に位置決めされており、各ロボットアセンブリ 11 の上を通る空気の流れを別々に制御する。この構成は、ロボットアセンブリ 11 が処理ラックによって相互から物理的に隔離されているため、図 3 A、図 4 A に図示した構成において特に有利であり得る。一般的に、別々の環境制御アセンブリ 110 A ~ C は、制御された空気を排出するために、濾過ユニット 112、ファン (図示せず)、および光学クラスタツール基部 10 A を含有している。

10

【0083】

[00136] 図 8 B は、クラスタツール 10 に搭載された 1 個の濾過ユニット 112 を有する環境制御アセンブリ 110 の断面図を図示しており、またこの図は、y 方向および z 方向と平行に方位付けされた断面平面を使用して見たものである。この構成では、環境制御アセンブリ 110 は 1 個の濾過ユニット 112、1 つ以上のファン (図示せず)、およびクラスタツール基部 10 A を有する。またこの構成では、環境制御アセンブリ 110 からクラスタツール 10 内へ垂直に送出された空気 (要素「A」) は、処理ラック 60、80 およびロボットアセンブリ 11 A ~ C の周囲を流れた後に、クラスタツール基部 10 A から排出される。1 つの態様では、壁 113 は、クラスタツール 10 内部に処理領域を封鎖および形成するように適合されているため、処理ラック 60、80 内に維持された処理チャンバ周囲の処理環境を、環境制御アセンブリ 110 から送出された空気によって制御することができる。

20

【0084】

[00137] 図 8 C は、クラスタツール 10 上に搭載された複数の別々の環境制御アセンブリ 110 A ~ C を有する環境制御アセンブリ 110 の断面図を図示しており、この図は、y 方向および z 方向 (図 1 A) と平行して方位付けされた断面平面を使用して見たものである。この構成では、環境制御アセンブリ 110 はクラスタツール基部 10 A と、3 個の環境制御アセンブリ 110 A ~ C と、環境制御アセンブリ 110 A ~ C の下面 114 へ、またはこれよりも上へ延びた第 1 処理ラック 60 と、環境制御アセンブリ 110 A ~ C の下面 114 へ、またはこれよりも上へ延びた第 2 処理ラックとを含有している。一般的に、3 個の環境制御アセンブリ 110 A ~ C のそれぞれは、1 つ以上のファン (図示せず) とフィルタ 111 を含有している。この構成では、空気は環境制御アセンブリ 110 A ~ C のそれぞれからクラスタツール 10 へ垂直方向 (要素「A」) に送出され、処理ラック 60、80 とロボットアセンブリ 11 A ~ C の間を通り、クラスタツール基部 10 A から排出される。1 つの態様では、壁 113 は、クラスタツール 10 内部において処理領域を封入および形成するように適合されているため、処理ラック 60、80 内に維持された処理チャンバ周囲の処理環境を、環境制御アセンブリ 110 から送出された空気によって制御することができる。

30

【0085】

[00138] 別の実施形態では、クラスタツール 10 は、微粒子含有率の低い空気をクラスタツール 10 から所望の速度で送出し、その後クラスタツール基部 10 A から排出するように適合されたクリーンルーム環境内に置かれている。この構成では、一般的に環境制御アセンブリ 110 は不要であるため使用していない。クラスタツール 10 内に維持された処理チャンバ周囲の空気および環境の性質を制御する能力は、微粒子汚染により装置生産性の問題を引き起こす可能性のある、粒子蓄積の制御および / または最小化において重要な要因である。

40

【0086】

ロボットアセンブリ

[00139] 一般的に、本明細書で説明したクラスタツール 10 の様々な実施形態は、ロボットアセンブリ (例えば図 9 A の要素 11) のサイズの縮小化によって生じたクラスタツ

50

ールフットプリントと、基板移送プロセス中に、ロボットが別のクラスタツール構成部品（例えば、ロボット（１つ以上）、プロセスチャンバ）が占有するスペースに物理的に侵害することを最小化するロボット設計とのために、従来技術の構成にかけて特に有利である。物理的な侵害を低減することにより、ロボットと他の外部の構成部品との衝突を防止できる。クラスタツールのフットプリントを低減する一方で、本明細書で説明しているロボットの実施形態はさらに、移送動作を実行するために制御する必要のある軸の本数を減少させることによる特定の利点を有している。この態様は、ロボットアセンブリ、さらにはクラスタツールの信頼性を向上させるために重要である。この局面の重要性は、システムの信頼性がシステム内の各構成部品の信頼性の積に比例することに留意することにより理解される。各起動時間 99 % の 3 個のアクチュエータのシステム起動時間は 97 . 03 % であり、各起動時間 99 % の 4 個のアクチュエータのシステム起動時間は 96 . 06 % であるため、起動時間 99 % の 3 個のアクチュエータを有するロボットは、起動時間 99 % の 4 個のアクチュエータを有するロボットよりも常に優れていることになる。

【 0 0 8 7 】

[00140]本明細書で説明したクラスタツール 10 の実施形態はさらに、クラスタツールにかけて基板を移送するために必要な通過チャンバ（たとえば、図 1 B の要素 9 A ~ C）の数を低減したために、従来技術の構成にかけて特定の利点を有する。従来技術のクラスタツール構成は、普通に、処理シーケンスにおいて 2 つ以上の通過チャンバ、または一時的な基板維持ステーションを設置することで、処理シーケンス中にクラスタツールロボットが、1 つ以上の処理チャンバの間の中央に位置決めされたロボットと、1 つ以上の他の処理チャンバとの間で基板を移送できるようにする。次の処理ステップを実行しない複数の通過チャンバ内に基板を連続的に置くプロセスは時間の無駄であり、ロボット（1 つ以上）の利用可能性を低下させ、クラスタツール内のスペースを無駄にし、ロボット（1 つ以上）の摩擦を増加させる。また、通過ステップを追加すると、基板の受け渡し数が増加して裏面の粒子汚染が増加するため、装置生産性が悪影響を受ける。さらに、複数の通過ステップを含有した基板処理シーケンスの基板ウェーハ履歴は、通過チャンバ内で経過した時間を各基板毎に制御しない限りそれぞれ根本的に異なったものになる。通過チャンバ内に滞在する時間を制御することにより、プロセス変数が追加されることでシステムの複雑性が増してしまい、これの結果、達成可能な最大基板スループットに害が及ぶ可能性がある。このクラスタツール構成は一般的に、基板上で任意の処理が生じる以前と、基板上で全ての処理ステップが完了した後にのみ通過ステップ（例えば、図 1 F のステップ 502 および 518）を有することで、処理ステップ間の通過ステップが除去されるため、一般的に基板ウェーハ履歴への影響が殆どあるいは全くなり、処理シーケンス基板移送時間が大幅に延長することがなくなる。したがって、本明細書で説明した本発明の態様は従来技術の構成の落とし穴を防止できる。

【 0 0 8 8 】

[00141]システムスループットがロボットによって制限される場合には、クラスタツールの最大基板スループットを、プロセスシーケンス完了までのロボット動作の総数と、ロボットを動作させるために要する時間とによって管理する。ロボットに所望の動作をさせるために要する時間は、通常、ロボットハードウェア、処理チャンバ間の距離、関係する基板の清潔度、システム制御の制限によって制限される。典型的に、ロボットの動作時間は、ロボットのタイプ毎にそれほどの違いはなく、ほぼ一定の業界幅を保っている。したがって、処理シーケンスを完了するためのロボット動作が根本的に少ないクラスタツールは、処理シーケンスの完了により多くの動作を要するクラスタツール、例えば複数の通過ステップを含有したクラスタツールよりもシステムスループットが高い。

【 0 0 8 9 】

デカルトロボット構成

[00142]図 9 A は、1 つ以上のロボットアセンブリ 11（例えば、図 1 ~ 図 6 で上述した要素 11 A ~ H）として使用できるロボットアセンブリ 11 の一実施形態を図示している。一般的に、ロボットアセンブリ 11 はロボットハードウェアアセンブリ 85、1 つ以

上の垂直ロボットアセンブリ 95 および 1 つ以上の水平ロボットアセンブリ 90 を含有している。そのため、システム制御装置 101 より送信されたコマンドに従って、ロボットハードウェアアセンブリ 85、垂直ロボットアセンブリ 95 および水平ロボットアセンブリ 90 を協働させることで、基板をクラスタツール 10 内の x 、 y 、 z のうち任意の所望位置に位置決めすることができる。

【0090】

[00143] 一般的に、ロボットハードウェアアセンブリ 85 は、システム制御装置 101 から送信されたコマンドを使用して 1 つ以上の基板を維持、移送および位置決めするように適合された、1 つ以上の移送ロボットアセンブリ 86 を含有している。一実施形態では、図 9 ~ 図 11 に示した移送ロボットアセンブリ 86 は、例えば図 11A に図示した X 方向と Y 方向を含む平面のような水平面上で、様々な移送ロボットアセンブリ 86 構成部品の動作によって基板を移送するように適合されている。1 つの態様では、移送ロボットアセンブリ 86 は、ロボットブレード 87 の基板支持面 87C (図 10C) と一般的に平行な平面にて基板を移送するように適合されている。図 10A はロボットハードウェアアセンブリ 85 の一実施形態を図示しており、このアセンブリは、基板を移送するように適合された 1 つの移送ロボットアセンブリ 86 を含有している。図 10B は、ブレード 87A ~ B (および第 1 接合部 310A ~ 310B) を短い距離で離間させて置くことができるよう、相互に対向する方位に位置決めされた 2 個の移送ロボットアセンブリ 86 を含有したロボットハードウェアアセンブリ 85 の一実施形態を図示している。図 10B に示した構成、または「上/下」タイプのブレード構成は、例えば、「除去された」基板を別のチャンバへ移動するために (即ち基板の「取り換え」) ロボットハードウェアアセンブリ 85 を基本位置から離れさせることなく、次に処理する基板を処理チャンバに置く前に同処理チャンバから基板を除去することが望ましい場合に有利であり得る。別の態様では、ロボットはこの構成により、全てのブレードを充填した後に、基板を 2 枚以上毎のグループにてツール内の所望の場所に移送することができる。基板を 2 枚以上毎にグループ化するプロセスは、基板移送に要するロボット動作の数を減少できるため、クラスタツール内の基板スループットの向上を助ける。図 10A ~ 図 10B に表した移送ロボットアセンブリ 86 は 2 本の棒を接合させたロボット 305 タイプのロボット (図 10C) であるが、この構成は、本明細書で説明した実施形態と共に使用できるロボットアセンブリの方位およびタイプに関して制限することを意図したものではない。一般的に、図 10B の図示にあるような 2 個の移送ロボットアセンブリ 86 を有するロボットハードウェアアセンブリ 85 の実施形態は、同一の基本構成部品を含有した 2 個の移送ロボットアセンブリ 86 を有するため、これ以降での 1 つの移送ロボットアセンブリ 86 の説明はまた、2 個のロボットアセンブリの態様 (1 つ以上) に見られる構成部品の説明も兼ねるものとする。

【0091】

[00144] 移送ロボットアセンブリ 86 を包囲し、内部において、ロボット構成部品と基板が、ロボットアセンブリ 11 の外部にある他のクラスタツール構成部品と衝突することなく自由に動作できる領域のサイズを縮小できることは、図 9 ~ 図 11 に図示したクラスタツールおよびロボット構成の 1 つの利点である。ロボットおよび基板が自由に動作できる範囲は、「移送領域」 (図 11C の要素 91) として知られている。一般的に移送領域 91 は、基板を、他のクラスタツール構成部品と衝突しないようにロボットブレード上に維持した状態で、ロボットが内部において自由に動作できる容量 (x 、 y および z 方向) として定義できる。移送領域は容量として説明できるが、一方で、移送領域の最も重要な態様は、クラスタツールのフットプリントおよび COO に直接影響することから、移送領域が占有する水平範囲 (x および y 方向) であることが多い。移送領域の水平な構成部品が少ないほど、様々なロボットアセンブリ (例えば、図 1 ~ 図 6 の要素 11A、11B、11C など) をロボットと共に、あるいはロボットにより接近させて置くことができ、または、ロボットを処理ラックにより接近させて置くことができるため、移送領域の水平範囲はクラスタツールのフットプリントを定義する上での重要な要因である。移送領域のサイズを定義する上での 1 つの要因に、移送領域が、他のクラスタツール構成部品が占有し

ているスペースをロボットが物理的に侵害することを低減あるいは防止できるほどに十分大きく確保されている必要性がある。この実施形態はロボットアセンブリ 86 構成部品を水平動作アセンブリ 90 の移送方向 (x 方向) に沿って移送領域内に引き込む方法をとるため、本明細書で説明した実施形態は従来技術にかけて有する特定の利点を有する。

【0092】

[00145] 図 11J を参照すると、一般的に水平範囲は幅「 W_1 」(y 方向)と長さ「 L 」(x 方向)の 2 個の構成部分に分けることができる。本明細書で説明している実施形態は、さらに、ロボットを包囲する隙間範囲の幅「 W_1 」の縮小により、ロボットが基板を処理チャンバ内に高い信頼性で位置決めできるため、さらなる利点を有する。一般的に、従来型の SCARA ロボット (例えば、図 11K のアイテム CR) は、引き込み状態にてロボット (例えばアイテム C) の中心から或る距離だけ延びたアーム (例えば要素 A_1) を有しており、そのため、ロボット周囲の範囲は何も設けられていない状態で、アーム構成要素を、他のクラスタツール構成部品 (例えば、他のロボット、処理ラック構成部品) を妨害することなく回転可能に方位付けできなければならないために、ロボットの相互に対する相対空間 (即ち幅「 W_2 」) が増加することに留意することで、従来型の複数の棒を接合させた選択的なコンプライアンスアセンブリロボットアーム (SCARA) タイプのロボットにかけての、幅「 W_1 」縮小の改善による恩恵を理解することができる。さらに、従来型 SCARA タイプのロボット構成は、基板を処理チャンバ内で方位付けおよび位置決めさせるために制御する軸の本数も多いため、本明細書で説明したいいくつかの実施形態よりも複雑である。図 11J を参照すると、1 つの態様において、移送領域 91 の幅 W_1 は、基板 (即ち、図 11J の基板「S」) のサイズよりも約 5 ~ 50 % 大きい。基板が 300 mm の半導体ウェーハである一例においては、移送領域の幅 W_1 は約 315 ~ 450 mm、好ましくは約 320 ~ 360 mm である。図 1B を参照すると、一例において、第 1 処理ラック 60 の側部 60B と第 2 処理ラック 80 の側部 80A の間の距離は、300 mm の基板処理ツールの場合で約 945 mm (例えば 315 %) であってもよい。別の例では、第 1 処理ラック 60 の側部 60B と第 2 処理ラック 80 の側部 80A の間の距離は、300 mm の基板処理ツールの場合で約 1350 mm (例えば 450 %) であってもよい。一般的に、移送領域とは、ロボット周囲の領域であり、その領域内では、ロボットは、所望の位置で基板を取り上げた後にロボットブレードが引き込まれると、処理シーケンスにおいて次の処理チャンバの外にあるスタート位置 (SP) へ到達するまで動作可能となることの説明を意図したものである点に留意すべきである。

【0093】

2 本の棒を接合させたロボットアセンブリ

[00146] 図 10A および図 10C は、一般的に、支持板 321、第 1 接合部 310、ロボットブレード 87、伝送システム 312 (図 10C)、囲壁 313、モータ 320 を含有した、2 本の棒を接合させたロボット 305 タイプの移送ロボットアセンブリ 86 の一実施形態を図示している。この構成では、移送ロボットアセンブリ 86 は、垂直アクチュエータアセンブリ 560 (図 13A) に取り付けした支持板 321 を介して、垂直動作アセンブリ 95 に取り付けられている。図 10C は、2 本の棒を接合させたロボット 305 タイプの移送ロボットアセンブリ 86 の一実施形態の側断面図を図示している。一般的に、この 2 本の棒を接合させたロボット 305 内の伝送システム 312 は、例えばモータ 320 の回転というような電力伝送要素の動作によってロボットブレード 87 を動作させるように適合された、1 つ以上の電力伝送要素を含有している。一般的に、伝送システム 312 は、1 つの要素から別の要素への回転または並進動作を移送するように適合された従来型のギア、滑車などを含有していてもよい。本明細書で使用されている用語「ギア」を一般的に、ベルト、歯またはこれ以外の典型的な手段によって第 2 構成部品に回転的に結合しており、1 つの要素から別の要素へ動作を伝送するように適合された構成部品を説明することが意図されている。一般的に、本明細書で使用しているギアは、従来のギアタイプの装置または滑車タイプの装置でもよく、それらは、平歯車、ベベルギア、ラックおよび/またはピニオン、ウォームギア、タイミング滑車、v 字型ベルト滑車のような構成部品

を含んでいてもよいが、しかしこれに限定されるものではない。1つの態様では、図10Cに示す伝送システム312は、第1滑車システム355と第2滑車システム361を含有している。第1滑車システム355はモータ320に取り付けた第1滑車358と、第1接合部310に取り付けた第2滑車と、さらに、モータ320が第1接合部310を駆動できるようにするための、第1滑車358を第2滑車356に取り付けるベルト359とを有する。1つの態様では、複数のベアリング356Aは、第2滑車356が第3滑車354の軸 V_1 の周囲で回転できるように適合されている。

【0094】

[00147]第2滑車システム361は、支持板321に取り付けた第3滑車354と、ブレードに取り付けた87に取り付けた第4滑車352と、第3滑車354を第4滑車352に接続されたベルト362とを有しており、これにより、第1接合部310が回転するとブレード87が第1接合部310に結合したベアリング軸353(図11Aの旋回部 V_2)の周囲で回転できるようになっている。基板の移送時に、モータが第1滑車358を駆動させると第2滑車356が駆動し、これにより第1接合部310が回転することで、第1接合部310の角度回転と並進3滑車354周囲のベルト362とによって第4滑車352が回転される。一実施形態では、モータ320とシステム制御装置101は、モータ320の角位置と、これに取り付けられた全ての構成部品との制御を可能にする閉鎖ループ制御システムを形成するように適合されている。1つの態様では、モータ320はステッパモータあるいは直流サーボモータである。

【0095】

[00148]1つの態様では、第1滑車システム355および第2滑車システム361の伝送率(例えば、直径率、ギア歯数の比率)を、経路(例えば、図11Cまたは図11Dの要素 P_1)の所望の形状と分解を達成するように設計することができる。基板は、移送ロボットアセンブリ86によって位置決めされるとこの経路に沿って動作する。これ以降、伝送率を、被駆動要素サイズに対する駆動要素サイズとして、あるいはこの場合では、たとえば、第4滑車352上の歯数に対する第3滑車354の歯数の比率として定義する。そのため、例えば、第1接合部310を 270° 回転させることでブレード87が 180° 回転した場合には、伝送率0.667、あるいはギア比率3:2と見なされる。ギア比率という用語は、第1ギアのターン数 D_1 によって第2ギアのターン数 D_2 、あるいは $D_1:D_2$ 比率が生じることを意味するものである。したがって、3:2比率とは、第1ギアが3回ターンすると第2ギアが2回ターンするため、第1ギアのサイズを第2ギアのサイズの $2/3$ にする必要があることを意味する。1つの態様では、第3滑車354と第4滑車352のギア比率は約3:1~4:3、好ましくは約2:1~3:2である。

【0096】

[00149]図10Eは、一般的に支持板321、第1接合部310、ロボットブレード87、伝送第1システム312(図10E)、囲壁313、モータ320、第2モータ371を含有した、2本の棒を接合させたロボット305タイプの移送ロボットアセンブリ86の別の実施形態を図示している。図10Eに図示の実施形態は、第2モータ371と制御装置101からのコマンドとを使用して第3滑車354の回転位置を調整できる点を除いて、図10Cに示した実施形態と類似している。図10Cおよび図10Eは類似しているため、明瞭化の目的で同様の符号を使用している。この構成では、移送ロボットアセンブリ86は、垂直アクチュエータアセンブリ560(図13A)に取り付けた支持板321によって、垂直動作アセンブリ95に取り付けられている。図10Eは、2本の棒を接合させたロボット305のタイプの移送ロボットアセンブリ86の一実施形態の側断面図を図示している。2本の棒を接合させたロボット305における伝送システム312は、一般的に、モータ320および/または第2モータ371の動作によってロボットブレード87を動作させるように適合された、2個の電力伝送要素を含有している。一般的に、伝送システム312は、1つの要素から別の要素へ回転または並進動作を移送するように適合されたギア、滑車などを含有していてもよい。1つの態様では、伝送システム312は第1滑車システム355と第2滑車システム361を含有している。第1滑車システム

355は、モータ320に取り付けた第1滑車358と、第1接合部310に取り付けた第2滑車356と、第1滑車358を第2滑車356に接続するベルト359とを有しており、これにより、モータ320が第1接合部310を駆動できるようになっている。1つの態様では、複数のベアリング356Aは、第2滑車356を第3滑車354の軸 V_1 の周囲で回転させるように適合されている。図10Eには図示されていない1つの態様では、ベアリング356Aは、図10Eに示すように第3滑車354ではなく、支持板321上に形成された特徴部の上に搭載されている。

【0097】

[00150]第2滑車システム361は、第2モータ371に取り付けた第3滑車354と、ブレード87に取り付けた第4滑車352と、第3滑車354を第4滑車352に接続させるベルト362とを有し、これにより、第1接合部310が回転するとブレード87が第1接合部310に結合しているベアリング軸353(図11Aの旋回部 V_2)の周囲で回転できるようになっている。第2モータ371は支持板321上に搭載されている。基板の移送時に、モータ320が第1滑車358を駆動させると第2滑車356と第1接合部310が回転し、これにより、第1接合部310と、第3滑車354周囲のベルト362とが角回転することで第4滑車352が回転される。この構成では、図10Cに示した構成と比較して、モータ320が第1接合部310を回転させている最中に第3滑車を回転することができる。これにより、第3滑車354と第4滑車352の間の相対動作を調整することで、第3滑車354と第4滑車352の間のギア比率を変更できるようになる。このギア比率が、第1接合部310に対するロボットブレード87の動作に影響を与えることに留意する。この構成では、ギア比率はギアサイズによって固定されていないため、動作を移送するロボットブレードの各部分においてギア比率を変更することで、所望のロボットブレード移送経路(図11Dを参照)を達成することが可能である。一実施形態では、モータ320、第2モータ371およびシステム制御装置101は、モータ320の角位置と、第2モータ371の角位置と、およびこれらの要素に取り付けられている全ての構成部品とを制御できる閉鎖ループ制御システムを形成するように適合されている。1つの態様では、モータ320と第2モータ371はステッパモータまたは直流サーボモータである。

【0098】

[00151]図11A~図11Dは、2本の棒を接合させたロボット305構成を使用して、基板を、クラスタツール10内で維持された第2処理チャンバ532の所望の位置へ移送および位置決めするロボットアセンブリ11の一実施形態の平面図を図示している。一般的に、2本の棒を接合させるロボット305は、モータ320(図10A~図10C)、第1接合部310およびロボットブレード87を含有しており、これらは、モータ320の回転動作によって第1接合部310が回転し、これによって、次にロボットブレード87が回転できるように、および/または所望の経路に沿って並進できるように接続している。この構成の利点は、別のロボットまたはシステム構成部品によって現在占有されている、あるいはこれから占有されるスペース内にロボットの構成部品を延ばさなくても、ロボットがクラスタツール内の所望の位置へ基板を移送できる能力である。

【0099】

[00152]図11A~図11Cは、基板が処理チャンバ532内へ移送される際の、様々な移送ロボットアセンブリ86を位置決めする時間(例えば、それぞれ図11A~図11Cに関連した $T_0 \sim T_2$)における多数の連続スナップショットを図示することによって、ハードウェアアセンブリ85内の移送ロボットアセンブリ86の動作を図示している。図11Aを参照すると、時間 T_0 にて、移送ロボットアセンブリ86は、垂直動作アセンブリ95構成部品を使用して、所望の垂直方位(z 方向)に、また、水平動作アセンブリ90構成部品を使用して、所望の水平位置(x 方向)に位置決めされる。図11Aに示す T_0 におけるロボット位置を、本明細書ではスタート位置(アイテムSP)と呼ぶ。図11Bを参照すると、時間 T_1 にて、第1接合部310が、2本の棒を接合させたロボット305内の旋回点 V_1 周囲で旋回され、これにより、結合しているロボットブレード87が旋

回点 V_2 の周囲で並進または回転し、この一方で、水平動作アセンブリ90構成部品とシステム制御装置101とを使用して、移送ロボットアセンブリ86の x 方向における位置が調整される。図11Cを参照すると、時間 T_2 にて、ロボットブレード87が、移送領域91の中心線 C_1 から y 方向へ所望の距離(要素 Y_1)だけ延長されており、また、基板を所望の最終位置(アイテムFP)、あるいは処理チャンバ532内の受け渡し位置に置くために、所望の x 方向位置(要素 X_1)に置かれている。ロボットが基板を最終位置に位置決めすると、基板は次に処理チャンバ基板受容構成部品、例えばリフトピンまたは他の基板支持構成部品(例えば、図11Aの要素532A)へ移送される。基板をプロセスチャンバ受容構成部品へ移送した後、ロボットブレードは、次に、上述したステップと逆行するステップに従って引き込まれる。

10

【0100】

[00153]図11Cはさらに、先の図11A~図11Cの図示にあるように、スタート位置から最終位置へ移動するとき、基板の中心を通る利用可能な経路(アイテム P_1)の一例を図示している。本発明の1つの態様では、経路の形状は、水平動作アセンブリ90を使用して、 x 方向に沿った移送ロボットアセンブリ86の位置に対する第1接合部310の回転位置を調整することで変更できる。様々なプロセスチャンバ基板受容構成部品(例えば要素532A)と衝突することなく、または他のロボットの移送領域 a_1 を侵害することなく、ロボットブレード87が処理チャンバにアクセスできるように曲線の形状を明確に適合させられるため、この特徴には利点がある。この利点は、処理チャンバを、複数の異なる方向または方位からアクセスできるように構成し、これにより、基板を高い信頼性をもって支持するため、およびロボットブレード87と基板受容構成部品の間の衝突を防止するために使用できる基板受容構成部品の位置および方位が制限されるようにすることで特に明確となる。

20

【0101】

[00154]図11Dは、基板を処理チャンバ532内の所望の位置へ移送するために使用できる、利用可能な経路 $P_1 \sim P_3$ の数例を図示している。図11D~図11Fに図示のこれら経路 $P_1 \sim P_3$ は、ロボットアセンブリ11構成要素が基板を位置決めする際に、基板の中心の動作、またはロボットブレード87の基板支持範囲の中心の動作を示すことを意図している。図11Dに図示した基板移送経路 P_2 は、移送ロボットアセンブリ86の第2滑車システム361の伝送率が2:1である場合の基板の経路を図示している。2:1の伝送率を使用した場合の基板動作は直線であるため、この構成では、ロボットブレード87を y 方向へ延長させながら、ロボットハードウェアアセンブリ85を x 方向へ並進させる必要がない。この構成における動作複雑性の低減の恩典は、いくつかの場合においては、処理チャンバの様々な側部から処理チャンバ内へ基板を移送する際にロボットブレード87を妨害することがない、信頼性の高い基板受容構成部品を設計できないことによって損なわれてしまう可能性がある。

30

【0102】

[00155]図11E~図11Fは、基板を処理チャンバ532内へ移送する際のマルチステップ式移送動作を図示している。一実施形態では、このマルチステップ式移送動作を、基板を処理チャンバ532内へ移送する(図11E)、あるいは処理チャンバから移送する(図11F)ために使用できる3つの移送経路(経路 $P_1 \sim P_3$)に分割している。この構成は、移送プロセス中に単軸制御を可能な限り使用することによって、移送プロセス中に基板とロボットアセンブリ11が経験する高い加速を低減し、さらに、ロボット動作の複雑性を減少させる上で特に有効である。ロボットが経験した高い加速はロボットアセンブリ内に振動を生成でき、移送プロセスの位置決め精密性、ロボットアセンブリの信頼性、さらに恐らくはロボットブレード上での基板の動作に影響を及ぼしかねない。ロボットアセンブリ11が経験する高い加速が生じる1つの原因は、基板の移送に調整した動作を使用する際に生じると考えられている。本明細書で使用している用語「調整した動作」とは、基板を或る地点から別の地点へ移動させる、同時に発生させた2本またはこれ以上の軸(例えば、移送ロボットアセンブリ86、水平動作アセンブリ90、垂直動作アセン

40

50

ブリ 9 5) の動作を説明するものである。

【 0 1 0 3 】

[00156] 図 1 1 E は、処理チャンバ 5 3 2 内に見られる基板受容構成部品 5 3 2 A へ基板を移送するために使用する、3つの移送経路マルチステップ移送動作を図示している。マルチステップ移送第 1 動作プロセスを実行する前に、一般的に、移送ロボットアセンブリ 8 6 がスタート位置 (図 1 1 E の S P) に位置決めされるが、これには、基板を、垂直動作アセンブリ 9 5 構成部品を使用して所望の垂直方位 (z 方向) へ、および、水平動作アセンブリ 9 0 構成部品を使用して所望の水平位置 (x 方向) へ移動させる必要があり得る。1つの態様では、基板は、スタート位置に着くと、次に、移送ロボットアセンブリ 8 6、水平動作アセンブリ 9 0 およびシステム制御装置 1 0 1 を使用して、経路 P_1 に沿って最終位置 (F P) へと移動される。別の態様では、基板は、減数した制御軸、例えば 1 本のみの制御軸を使用して、経路 P_1 に沿って位置決めされる。例えば、1 本の制御軸の使用は、ロボットブレードおよび基板を動作させ、制御装置 1 0 1 と通信している移送ロボットアセンブリ 8 6 を制御することで可能になる。この構成では、単軸を使用することにより、基板またはロボットブレードの動作の制御を大幅に単純化し、スタート位置から中間位置までの移動時間を短縮することができる。マルチステップ移送動作プロセスにおける次のステップでは、次に、垂直動作アセンブリ 9 5 構成部品を使用して Z 方向に移動することで、または基板受容構成部品 アクチュエータ (図示せず) を使用して基板受容構成部品 5 3 2 A を垂直方向に移動することで、基板を、リフトピンまたは他の基板支持構成部品 (例えば、図 1 1 A の要素 5 3 2 A) のようなプロセスチャンバ基板受容構成部品へ移送する。1つの態様では、図 1 1 E、図 1 1 F に示すように、移送ロボットアセンブリ 8 6 は、基板を X および Y 方向と平行した平面上で、経路 P_1 および P_3 で図示したとおりに基板 W を平行移動させるように適合されている。

【 0 1 0 4 】

[00157] 基板をプロセスチャンバ受容構成部品へ移送した後、次にロボットブレードを経路 P_2 、 P_3 を追従して引き込むことができる。いくつかの場合において、経路 P_2 では、移送ロボットアセンブリ 8 6 と水平動作アセンブリ 9 0 の間に調整した動作を介入させることにより、ロボットブレード 8 7 が処理チャンバ 5 3 2 から引き込まれている最中に基板支持構成部品 5 3 2 A にぶつからないようにする必要がある。1つの態様では、図 1 1 E に示すように、ロボットブレード 8 7 の基板支持範囲の中心の動作を示す経路 P_2 は、最終位置 (F P) から、最終位置とエンドポイント (E P) 位置の間のいずれかの中間点 (I P) まで延びた直線経路である。一般的に、この中間点は、ロボットブレードが、単純化または加速化された動作で経路 P_3 に沿ってエンドポイント点位置まで移動される際に、任意のチャンバ構成部品と接触しないくらい十分な距離を保って引き込まれた点である。1つの態様では、ロボットブレードが中間点位置に到達すると、次に移送ロボットアセンブリ 8 6、水平動作アセンブリ 9 0 およびシステム制御装置 1 0 1 を使用して、経路 P_3 に沿ってエンドポイントへ基板が移動される。1つの態様では、1 本の制御軸、例えば制御装置 1 0 1 と通信している移送ロボットアセンブリ 8 6 の動作を使用して、基板をエンドポイント (E P) に位置決めする。この構成では、単軸を使用することで、動作制御を大幅に単純化でき、中間点 (I P) からエンドポイント (E P) 位置までの移動に要する時間を短縮できる。

【 0 1 0 5 】

[00158] 図 1 1 F は、処理チャンバ 5 3 2 内に見られる基板受容構成部品 5 3 2 A から基板を除去するために使用される、3つの移送経路マルチステップ移送動作を図示している。図 1 1 F に示したマルチステップ移送動作プロセスを実行する前に、一般的に移送ロボットアセンブリ 8 6 をスタート位置 (図 1 1 F の S P) に位置決めする。この場合、基板を、垂直動作アセンブリ 9 5 構成部品を使用して所望の垂直方位 (z 方向) へ、また、水平動作アセンブリ 9 0 構成部品を使用して所望の水平位置 (x 方向) へ移動する必要があるかもしれない。1つの態様では、基板はスタート位置に到達すると、次に移送ロボットアセンブリ 8 6、水平動作アセンブリ 9 0 およびシステム制御装置 1 0 1 を使用して、

経路 P_1 に沿って中間位置 (IP) へ移動される。一般的に、中間点とは、ロボットブレードが、単純化および加速された動作で経路 P_1 に沿って中間点へ移動される際に、任意のチャンバ構成部品とも接触しない所まで挿入される点である。別の態様では、基板を、減数した制御軸、例えば 1 本のみの制御軸により、経路 P_1 に沿って位置決めする。例えば、1 本の制御軸の使用は、制御装置 101 と通信している移送ロボットアセンブリ 86 を制御して、ロボットブレードおよび基板を動作させることで可能となる。この構成では、単軸の使用によって、基板またはロボットブレード動作の制御を大幅に単純化でき、スタート地点から中間位置までの移動時間を短縮できる。

【0106】

[00159] 基板を中間位置へ移送した後に、ロボットブレードを、次に経路 P_2 を追隨してチャンバ内にさらに挿入することができる。いくつかの場合において、経路 P_2 では、移送ロボットアセンブリ 86 および水平動作アセンブリ 90 の間に調整した動作を介入させて、ロボットブレード 87 が処理チャンバ 532 内へ延長される際に、基板支持構成部品 532A にぶつからないようにする必要がある。1 つの態様では、図 11F に示すように、ロボットブレード 87 の基板支持範囲の中心の動作を示す経路 P_2 は、中間点 (IP) から最終位置 (FP) まで延びた直線経路である。ロボットブレードを最終位置に位置決めしたら、次に、垂直動作アセンブリ 95 を使用して Z 方向に移送ロボットアセンブリ 86 を移動することで、または、基板受容構成部品 アクチュエータ (図示せず) を使用して基板受容構成部品 532A を垂直に移動することで、プロセスチャンバ基板受容構成部品 532A から基板を除去する。

【0107】

[00160] プロセスチャンバ受容構成部品から基板を除去した後、次に、ロボットブレードは経路 P_3 を追隨して引き込まれ得る。いくつかの場合において、経路 P_3 では、移送ロボットアセンブリ 86 および水平動作アセンブリ 90 の間に、調整した動作の介入を必要とする可能性がある。1 つの態様では、基板は、例えば制御装置 101 と通信している移送ロボットアセンブリ 86 の動作による、1 本のみの制御軸を使用して、エンドポイント (EP) に位置決めされる。この構成では、単軸の使用により、動作制御を大幅に単純化でき、最終地点 (FP) からエンドポイント (EP) 位置までの移動に要する時間を短縮できる。1 つの態様では、図 11F に示すように、ロボットブレード 87 の基板支持範囲の中心の動作を示す経路 P_3 は、最終位置 (FP) からエンドポイント (EP) のいずれかの位置まで延びた非直線経路である。

【0108】

単軸ロボットアセンブリ

[00161] 図 10D および図 11G ~ 図 11I は、ロボットアセンブリ 11 の別の実施形態を図示している。このロボットアセンブリ 11 の実施形態では、移送ロボットアセンブリ 86A は、基板をクラスタツール 10 内の第 2 プロセスチャンバ 532 の所望の位置へ移送および位置決めする単軸接合部 306 (図 10D) 構成である。この単軸接合部 306 は、一般的に、モータ 307 (図 10D) およびロボットブレード 87 を含有しており、これらは、モータ 320 の回転動作によりロボットブレード 87 が回転するように接続している。この構成の利点は、ロボット構成部品を、移送プロセス中に別のロボットが占有する可能性のあるスペース内へ延長させる機会を低減しながら、その一方で、複雑性を低減し、よりコスト効率的となった、ブレード 87 を制御する単軸のみを使用して、基板をクラスタツール内の所望の位置へ移送するロボットの能力である。

【0109】

[00162] 図 10D は、一般的に、モータ 307、支持板 321 およびロボットブレード 87 を含有した単軸接合部 306 の側断面図である。これらのモータ、支持板、ロボットブレードはモータ 307 に接続している。一実施形態では、図 10D に示すように、ロボットブレード 87 は第 1 滑車システム 355 に接続している。第 1 滑車システム 355 は、モータ 320 に取り付けられた第 1 滑車 358 と、ロボットブレード 87 に取り付けられた第 2 滑車 356 と、第 1 滑車 358 を第 2 滑車 356 に接続するためのベルト 359

とを有する。この構成では、モータ307がロボットブレード87を回転できるように、第2滑車356が、ベアリング354Aにより支持板321に取り付けた旋回部364上に搭載されている。単軸接合部306の一実施形態では、ロボット構成部品数を低減し、ロボットアセンブリコストと複雑性を低減し、構成部品を第1滑車システム355内に維持する必要性を低減するために、ロボットブレード87がモータ307に直接結合している。単軸接合部306は、単純化した動作制御システムおよび、これによって向上したロボットおよびシステムの信頼性のために利点を有する。

【0110】

[00163]図11G~図11Jは、単軸接合部306タイプの移送ロボットアセンブリ86の平面図であり、基板が処理チャンバ532内へ移送される際の、様々な移送ロボットアセンブリ86構成部品の位置を位置決めする時間（例えば、アイテム $T_0 \sim T_2$ ）における多数の連続スナップショットを示すことにより、単軸接合部306の動作を図示している。図11Gを参照すると、時間 T_0 にて、移送ロボットアセンブリ86は、一般的に、垂直動作アセンブリ95構成部品を使用して所望の垂直方位（z方向）に、さらに、水平動作アセンブリ90構成部品を使用して所望の水平位置（x方向）に位置決めされる。図11Cに示す T_0 におけるロボットの位置を、本明細書ではスタート位置（上述したアイテムSP）と呼ぶ。図11Hを参照すると、時間 T_1 にて、ロボットブレード87が旋回点 V_1 周囲で旋回することでロボットブレード87が回転し、これと同時に、システム制御装置101が移送ロボットアセンブリ86の位置をx方向に調整する。図11を参照すると、時間 T_2 にて、基板を処理チャンバ532内の所望の最終位置（アイテムFP）または受け渡し位置に配置するために、ロボットブレード87が所望の角度へ回転し、ロボットアセンブリが所望のx方向位置に位置決めされている。また、上述の図11Dも、単軸接合部306を使用して基板を処理チャンバ532内の所望の位置へ移送するために使用できる、利用可能な経路 $P_1 \sim P_3$ の数例を図示している。基板をプロセスチャンバ受容構成部品へ移送した後、次に、ロボットブレードを、上述したステップと逆行するステップを追従して引き込むことができる。

【0111】

水平動作アセンブリ

[00164]図12Aは、y方向と平行する平面に沿って取った水平動作アセンブリ90の一実施形態の断面図を図示している。図12Bは、水平動作アセンブリ90の長さを中心に向かって縮小したロボットアセンブリ11の一実施形態の側断面図である。水平動作アセンブリ90は、一般的に、囲壁460、アクチュエータアセンブリ443およびスレッド搭載部451を含有している。一般的に、アクチュエータアセンブリ443は、少なくとも1つの水平直線滑動アセンブリ468および動作アセンブリ442を含有する。垂直動作アセンブリ95は、スレッド搭載部451を介して水平動作アセンブリ90に取り付けられている。スレッド搭載部451は、水平動作アセンブリ90が垂直動作アセンブリ95を位置決めする際に作成された様々な負荷を支持する構造部品である。一般的に、水平動作アセンブリ90は2個の水平直線スライドアセンブリ468を含有しており、これらのそれぞれは直線レール455と、ベアリングブロック458と、スレッド搭載部451および垂直動作アセンブリ95の重量を支持するための支持搭載部452とを含有している。この構成によって、垂直動作アセンブリ95を、水平動作アセンブリ90の長さに沿って滑らかかつ精密に並進させることが可能になる。直線レール455とベアリングブロック458は、当分野で周知の直線ボールベアリング滑動部または従来の直線案内部であってもよい。

【0112】

[00165]図12A~図12Bを参照すると、動作アセンブリ442は、一般的に、スレッド搭載部451と、水平ロボットアクチュエータ367（図10Aおよび図12A）と、駆動ベルト440と、さらに、垂直動作アセンブリ95の位置を水平動作アセンブリ90の長さに沿って制御するように適合した2つ以上の駆動ベルト滑車454Aとを含有している。一般的に、駆動ベルト440はスレッド搭載部451に（例えば、接着、ボルト

留めまたはクランプ留めによって)取り付けられて、水平動作アセンブリ90の長さに沿って走行する連続ループを形成し、水平動作アセンブリ90の両端部において、2つ以上の駆動ベルト滑車454Aによって支持されている。図12Bは、4個の駆動ベルト滑車を有する一構成を図示している。一実施形態では、滑車454Aの回転動作が、垂直動作アセンブリ95に取り付けられた駆動ベルト440とスレッド搭載部451を、水平直線滑動アセンブリ468に沿って移動できるようにするために、水平ロボットアクチュエータ367が駆動ベルト滑車454Aの1つに取り付けられている。一実施形態では、ロボットを水平直線滑動アセンブリ468に対して移動するように適合された、水平ロボットアクチュエータ367は直接駆動型の直線無ブラシサーボモータである。

【0113】

10

[00166] 囲壁460は、一般的に基部464、1つ以上の外壁463および囲壁頂部板462を含有している。囲壁460は、安全性と汚染除去の理由で、水平動作アセンブリ90内の構成部品をカバーおよび支持するように適合されている。機械構成部品がローリング、滑動または相互接触することで粒子が生成されるため、基板がクラスタツール10を通して移送されている間に、水平動作アセンブリ90内の構成部品が基板表面を汚染しないようにすることが重要である。そのため、囲壁460は包囲された領域を形成し、囲壁460内で生成された粒子が基板表面へと向かう機会を最小化する。微粒子汚染は装置生産性と、さらにクラスタツールのC O Oに直接影響を及ぼす。

【0114】

[00167] 囲壁頂部板462は複数の溝471を含有しており、この溝により、水平直線滑動アセンブリ468内の複数の支持搭載部452が囲壁頂部板462を通して延び、スレッド搭載部451に接続することができる。1つの態様では、溝471の幅(y方向への開口サイズ)は、粒子が水平動作アセンブリ90の外部へ向かう機会を最小化するサイズになっている。

20

【0115】

[00168] 囲壁460の基部は、スレッド搭載部451と垂直動作アセンブリ950の重量により作成された負荷と、垂直動作アセンブリ95の動作により作成された負荷支持するように設計された構造部材である。1つの態様では、基部464はさらに、水平動作アセンブリ90の長さに沿って位置決めされた複数の基部溝464Aを含有している。これらの基部溝464Aによって囲壁頂部板462の溝471に空気が流入し、基部溝464Aを介して囲壁から流出し、クラスタツール基部10A内に形成された溝10Bから排出されることが可能となる。クラスタツール10の一実施形態では、クラスタツール基部10Aを全く使用しておらず、従って、水平動作アセンブリ90と処理ラックを、内部にクラスタツール10が設置される領域の床の上に位置決めすることができる。1つの態様では、囲壁支持部461を使用して、基部464をクラスタツール基部10Aまたは床よりも上に位置決めすることで、空気が水平動作アセンブリ90を通るための、規制されない均一な流路が提供される。1つの態様では、囲壁支持部461はさらに、従来の振動ダンパとして作用するように適合されていてもよい。環境制御アセンブリ110またはクリーンルーム環境によって作成され、囲壁を1方向、好ましくは下方へ流れる空気の流れによって、囲壁460内部で生成された粒子が基板表面へ向かう可能性の低減が促進される。1つの態様では、囲壁の頂部板462に形成された溝471および基部溝464Aは、環境制御アセンブリ110から流れて来た空気の容量を規制し、囲壁頂部板462の外部と囲壁460の内部領域の間で少なくとも0.1"wgの圧力降下が達成されるように設計されている。1つの態様では、囲壁460の中央領域は、内壁465を使用して、この領域を水平動作アセンブリの他の部分から隔離するように形成されている。内壁465を追加することで、囲壁460内に流入する空気の再循環が最小化され、また、この内壁460は空気流案内特徴として機能する。

30

40

【0116】

[00169] 図12Aおよび図13Aを参照すると、囲壁460の1つの態様では、駆動ベルトは、駆動ベルト440と、囲壁頂部板462内に形成された駆動ベルト溝472との

50

間に小さな間隙を形成するように位置決めされている。この構成は、囲壁 460 内で生成された粒子が囲壁 460 外部へ向かわないようにする上で有利であり得る。

【0117】

[00170] 図 12C を参照すると、囲壁 460 の別の 1 つの態様では、ファンユニット 481 が基部 464 に取り付けられてもよく、基部 464 内に形成された基部溝 464A を介して囲壁 460 内部から空気を引き出すように適合されてもよい。別の局面では、ファンユニット 481 が、微粒子を含有した空気をフィルタ 482 に通して押し出すことにより、この空気がクラスタツール基部 10A または床を通して排出される前に（アイテム「A」を参照）粒子を除去する。この構成では、ファンユニット内に含有されたファン 483 は、囲壁 460 内で負圧を作成することで、囲壁の外部から内部へ空気が引き込まれ、これにより囲壁 460 内で生成された粒子が外部へ漏出する可能性を制限できるように設計されている。一実施形態では、フィルタ 482 は、生成された微粒子を空気から除去することができる HEP A タイプまたは他タイプのフィルタである。1 つの態様では、溝 471 の長さと同幅、およびファン 483 のサイズは、囲壁 460 の外部の 1 地点と内部の 1 地点との間における圧力降下が約 0.02 水柱インチ（ $\sim 5 \text{ Pa}$ ）と約 1 水柱インチ（ $\sim 250 \text{ Pa}$ ）の間となるように選択される。

10

【0118】

[00171] 水平動作アセンブリ 90 の一実施形態では、水平動作アセンブリ 90 内部で生成された粒子が基板へ向かわないようにするために、シールドベルト 479 が溝 471 をカバーするように位置決めされている。この構成では、シールドベルト 479 が、水平動作アセンブリ 90 の長さに沿って走行する連続ループを形成しており、さらに、シールドベルト 479 と囲壁頂部板 462 の間に形成される空き範囲が可能な限り小さくなるように、溝 471 内に位置決めされている。一般的に、シールドベルト 479 は、水平動作アセンブリ 90 の長さに沿って走行し、水平動作アセンブリ 90 の端部で 2 つ以上の駆動ベルト滑車（図示せず）によって支持される連続ループを形成するために、支持搭載部 452 に（例えば接着、ボルト留め、またはクランプ留めにより）取り付けられている。図 12C に図示したこの構成では、シールドベルト 479 を、溝 471（図示せず）の高さにおいて支持搭載部 452 に取り付けられてもよく、水平動作アセンブリ 90 を通り、基部 464 内部に機械工作されたチャネル 478 内へ入って輪となってもよく、これによって連続ループが形成されてもよい。こうしてシールドベルト（1 つ以上）479 が水平動作アセンブリ 90 の内部領域を包囲する。

20

30

【0119】

垂直動作アセンブリ

[00172] 図 13A ~ 図 13B は、垂直動作アセンブリ 95 の一実施形態を図示している。図 13A は、様々な設計態様を図示した垂直動作アセンブリ 95 の平面図である。一般的に、水平動作アセンブリ 95 は垂直支持部 570、垂直アクチュエータアセンブリ 560、ファンアセンブリ 580、支持板 321 および垂直囲壁 590 を含有している。一般的に垂直支持部 570 は、スレッド搭載部 451 にボルト留め、溶接、または搭載された構造部材であり、垂直動作アセンブリ 95 内に見られる様々な構成部品を支持するように適合されている。

40

【0120】

[00173] 一般的に、ファンアセンブリ 580 はファン 582 およびファン 582 と流体連通したプレナム領域 584 を形成する管 581 とを含有している。ファン 582 は、一般的に何らかの機械手段、たとえば回転ファンブレード、移動型蛇腹、移動型ダイヤフラム、または移動型高精度機械ギアを使用して空気を動作させるように適合された装置である。ファン 582 は、管 581 および内部領域 586 内に形成された複数の溝 585 と流体連通しているプレナム領域 584 内に負圧を作成することで、囲壁 590 の外部に関連して囲壁 590 の内部領域 586 に負圧を引き入れるように適合されている。1 つの態様では、溝 585 は円形、楕円形あるいは長方形であってもよく、これらの個数、サイズおよび分布は、垂直動作アセンブリ 95 の全ての範囲から空気を均等に引き入れるように設

50

計されている。1つの態様では、また、内部領域586は、システム制御装置101によって、様々なロボットハードウェアアセンブリ86と垂直動作アセンブリ95構成部品の構成部品との間での信号を移送するために使用する複数のケーブル（図示せず）を収容するように適合することもできる。1つの態様では、ファン582は、水平動作アセンブリ90の内部領域586から中央領域430へ除去された空気を送出するように適合されており、中央領域にて、空気は次に基部溝464Aを介して水平動作アセンブリ90から一掃される。

【0121】

[00174]一般的に垂直アクチュエータアセンブリ560は、垂直モータ507（図12Aおよび図13B）、滑車アセンブリ576（図13B）、および垂直滑動アセンブリ577を含む。垂直滑動アセンブリ577は、一般的に、滑車アセンブリ576の垂直支持部570および動作ブロック572に取り付けられた直線レール574およびベアリングブロック573を含む。垂直滑動アセンブリ577は、ロボットハードウェアアセンブリ85を案内し、滑らかで精密な並進を提供するように、さらに、ロボットハードウェアアセンブリ85が垂直動作アセンブリ95の長さに沿って動作したことで作成された負荷の重量を支持するように適合されている。直線レール574とベアリングブロック573は、直線ボールベアリング滑動部、精密なシャフト案内システム、または従来の直線案内内部であってもよい。これらは全て当分野で周知である。典型的な直線ボールベアリング滑動部、精密なシャフト案内システム、または従来の直線案内内部は、SKF USA Inc.、またはペンシルバニア州アーウィンにあるパーカー・ハニフィン社（Parker Hannifin Corporation）のディーダル部（Daedal Division）より購入可能である。

【0122】

[00175]図13Aおよび図13Bを参照すると、一般的に、滑車アセンブリ576は駆動ベルト571、動作ブロック572および2つ以上の滑車575（例えば要素575Aおよび575B）を含む。これらは垂直支持部570および垂直モータ507に回転的に取り付けられているため、支持板（例えば図13Bの要素321A～321B）、さらにロボットハードウェアアセンブリ85を垂直動作アセンブリ95の長さに沿って位置決めすることができる。一般的に、駆動ベルト571は、垂直動作アセンブリ95の長さに沿って走行する連続ループを形成するために、（例えば、接着、ボルト留め、またはクランプ留めによって）動作ブロック572に取り付けられており、また、垂直動作アセンブリ95の端部において、2つ以上の駆動ベルト滑車575（例えば、要素575Aおよび575B）によって支持されている。図13Bは、2個の駆動ベルト滑車575A～Bを有する1つの構成を図示している。1つの態様では、垂直モータ507が駆動ベルト滑車575Bの1つに取り付けられているため、滑車575Bの回転動作により、駆動ベルト571と支持板（1つ以上）、さらにロボットハードウェアアセンブリ85が垂直直線滑動アセンブリ577に沿って移動することができる。一実施形態では、垂直モータ507は直接駆動無ブラシサーボモータであり、ロボットハードウェアアセンブリ85を垂直滑動アセンブリ577に関連して移動させるように適合されているため、駆動ベルト571および2つ以上の滑車575が不要となる。

【0123】

[00176]一般的に、垂直囲壁590は1つ以上の外壁591、囲壁頂部592（図9A）および溝593（図9A、図12Aおよび図13A）を含む。垂直囲壁590は、安全性および汚染除去の理由で、垂直動作アセンブリ95内の構成部品をカバーするように適合されている。1つの態様では、垂直囲壁590は垂直支持部570に取り付けられ、これによって支持されている。ローリング、滑動または相互接触する機械構成部品によって粒子が生成されるので、垂直動作アセンブリ95内の構成部品が、クラスタツール10を通して移送中の基板の表面を汚染しないことが重要である。そのため、囲壁590は、囲壁590内で生成された粒子が基板表面へ向かう機会を最小化する封鎖領域を形成する。微粒子汚染は、クラスタツールの装置生産性、さらにこれによりCOOに直接悪

10

20

30

40

50

影響を及ぼす。そのため、１つの態様では、スロット５９３のサイズ（即ち長さおよび幅）および／またはファン５８２のサイズ（例えば流量）は、垂直動作アセンブリ９５から逃げることのできる粒子の数を最小化するように構成される。１つの態様では、溝５９３の長さ（Ｚ方向）と幅（Ｘ方向）と、ファン５８２のサイズは、外壁５９１外部の或る地点と、内部領域５８６との間に作成される圧力降下が約０．０２水柱インチ（～５Pa）～約１水柱インチ（～２５０Pa）の間となるように選択される。１つの態様では、溝５９３の幅は約０．２５～約６インチである。

【０１２４】

[00177]本明細書で説明した実施形態は、一般的に、最下垂直位置に到達するべく元の状態に戻すために折り畳み、入れ子式はめ込み、または引き込みを行う必要がある構成部品を使用してロボット構成部品を上昇させるように適合された従来技術の設計にかけて利点を有する。垂直動作構成部品の妨害のために、ロボットの最下位置が、元の状態に戻すために折り畳み、入れ子式はめ込み、または引き込みを行う必要がある垂直動作構成部品のサイズと方位によって制限されることで問題が生じる。最大限にまで引き込んだ状態にある従来技術の垂直動作構成部品の位置は、最下ロボット位置は引き込み状態にある構成部品の高さによって制限されるという事実から、「デッドスペース」または「確実な高さ」としばしば呼ばれる。一般的に１つ以上の移送ロボットアセンブリ８６の基部がこれの下で垂直動作アセンブリ９６内の構成部品によって支持されておらず、そのため、最下位置は直線レール５７４の長さおよびロボットハードウェアアセンブリ８５構成部品のサイズによってのみ制限されるため、本明細書で説明した実施形態はこの問題を回避することができる。一実施形態では、図１３Ａ～図１３Ｂに図示するように、ロボットアセンブリは、片持ち梁方式で、垂直滑動アセンブリ５７７に搭載した支持板３２１によって支持されている。支持板３２１およびロボットハードウェアアセンブリ８５の方位を調整して、垂直動作アセンブリ９５の所望の構造硬性および／または所望の垂直打撃を達成するように適合できるため、図１０Ｃ～図１０Ｅに示した支持板３２１の構成および、ロボットハードウェアアセンブリ８５内の構成部品の構成は、本明細書で説明した本発明の範囲を制限することを意図しない。

【０１２５】

[00178]本明細書で説明した垂直動作アセンブリ９５の実施形態はさらに、垂直滑動アセンブリ５７７に沿って動作を拘束することで、ロボットハードウェアアセンブリ８５の動作の正確性および／または精密性が向上するため、例えば元の状態に戻るために折り畳み、入れ子式はめ込み、または引き込みを行う必要がある従来技術の垂直動作設計にかけて利点となる。そのため、本発明の１つの態様では、ロボットハードウェアアセンブリの動作は、構成部品が垂直動作アセンブリ９５の長さに沿って移動する際にこれに構造的硬性および位置精密性を提供する硬質な部材（たとえば垂直滑動アセンブリ５７７）によって常に案内される。

【０１２６】

２個の水平動作アセンブリを設けた構成

[00179]図１４Ａは、先の図１～図６に示した１つ以上のロボットアセンブリ１１Ａ～Ｈとしての使用が可能な２個の水平動作アセンブリ９０を使用したロボットアセンブリ１１の一実施形態を図示している。この構成では、一般的に、ロボットアセンブリ１１はロボットハードウェアアセンブリ８５、垂直動作アセンブリ９５、２個の水平ロボットアセンブリ９０（例えば要素９０Ａおよび９０Ｂ）を含有している。そのため、システム制御装置１０１から送信されたコマンドに従って、ロボットハードウェアアセンブリ８５、垂直ロボットアセンブリ９５および水平ロボットアセンブリ９０Ａ～Ｂを協働させることにより、基板を所望のｘ、ｙ、ｚ位置に位置決めすることができる。この構成の１つの利点は、移送方向（ｘ方向）に沿って垂直動作アセンブリ９５がダイナミック動作を実施している最中にロボットアセンブリ１１構造の硬性を拡張でき、これにより動作中により高い加速が得られ、基板移送時間が向上することである。

【０１２７】

[00180] 1つの態様では、垂直動作アセンブリ95、上方水平動作アセンブリ90Bおよび、下方水平動作アセンブリ90A内に見られる構成部品は、上述したものと同一基本構成部品を含有しているため、適切な箇所には同様の符号を使用する。1つの態様では、垂直動作アセンブリ95は、水平動作アセンブリ90Aおよび90Bのそれぞれの内部に維持されている動作アセンブリ442を使用して、x方向に沿って位置決めされた下方スレッド搭載部451Aと上方スレッド搭載部451Bに接続している。ロボットアセンブリ11の別の実施形態では、水平動作アセンブリの一方の(例えば要素90A)と他方水平動作アセンブリ(例えば要素90B)に搭載された単一動作アセンブリ442が、垂直動作アセンブリ95の一端を案内する支持部としてのみ作用する。

【0128】

基板のグループ化

[00181] 電子装置製造業者は、市場にてより競合的となり、所有コスト(COO)を低減する努力において、プロセスシーケンスおよびチャンバ処理時間を最適化しようと多大な時間を費やし、クラスタツール構築制限とチャンバ処理時間が設定された状態で可能な限り最大の基板スループットを達成しようと試みてきた。チャンバ処理時間が短く、処理ステップ数が多いプロセスシーケンスでは、基板処理に要する時間の大部分が、基板を様々な処理チャンバ間で移送するプロセスにかかってしまう。クラスタツール10の一実施形態では、2枚以上の基板を1グループとしてグループ化し、このグループ単位で移送および処理を行うことでCOOを低減させている。この平行処理形式によりシステムスループットが増加し、基板を処理チャンバ間で移送するためにロボットが行う動作数が低減することで、ロボットの疲労が低減し、システムの信頼性が向上する。

【0129】

[00182] クラスタツール10の一実施形態では、前端口ロボットアセンブリ15、ロボットアセンブリ11(例えば、図1~図6の要素11A、11Bなど)、および/または後部ロボットアセンブリ40は、基板の平行処理によりシステムスループットを向上させるために、基板を2枚以上のグループで移送するように適合できる。例えば、1つの態様では、ロボットハードウェアアセンブリ85は、複数の処理チャンバから1つ以上の基板を取り上げて、これを次の複数の処理チャンバ内へ基板を移送および堆積するために使用される、独立的に制御可能な複数の移送ロボットアセンブリ86Aおよび86B(図10B)を有する。別の態様では、各移送ロボットアセンブリ86(たとえば、86Aまたは86B)は、複数の基板を個別に取り上げる、移送する、そして降荷するように適合されている。この場合、例えば、2個の移送ロボットアセンブリ86を有するロボットハードウェアアセンブリ85は、第1ブレード87Aを使用して第1処理チャンバから基板「W」を取り上げ、次にこれを第2処理チャンバへ移動し、第2ブレード87Bを使用して基板を取り上げることで、グループ化した基板の移送と降荷を可能にしている。

【0130】

[00183] ロボットアセンブリ11の一実施形態では、図15Aに図示しているように、ロボットハードウェアアセンブリ85は、少なくとも1つの移送ロボットアセンブリ86を有する2個のロボットハードウェアアセンブリ85(例えば、要素85Aおよび85B)を含有し、上記移送ロボットアセンブリ86は所望の距離またはピッチ(要素「A」)で離間しており、また、2個の異なる処理チャンバから基板の取り上げまたは降荷を同時に行うように適合されている。2個のロボットハードウェアアセンブリ85間におけるこの間隔またはピッチAは、処理ラックの1個に搭載された2個の処理チャンバ間の間隔を関連付けし、ロボットアセンブリ11が2個の処理チャンバに同時にアクセスできるように構成されている。したがって、この構成は、2枚以上の基板を1グループとして移送できるため、基板スループットとクラスタツールの信頼性を向上させる上で特に有利である。

【0131】

ロボットブレードハードウェア構成

[00184] 図16A~図16Dは、ロボットアセンブリ11を使用して基板「W」をクラ

10

20

30

40

50

スタツール 10 にかけて移送する際に、基板を支持および維持するために、本明細書で説明した実施形態のいくつかと共に使用できるロボットブレードアセンブリ 900 の一実施形態を図示している。一実施形態では、ロボットブレードアセンブリ 900 は、ブレード 87 を交換するように適合できるため、ブレード基部 901 内に形成された接続点（要素「CP」）において、図 10A ~ 図 10E に図示した第 1 滑車システム 355 構成部品または第 2 滑車システム 361 構成部品と結合できる。本発明のロボットブレードアセンブリ 900 は、移送プロセス中に基板が経験する加速によって基板位置がロボットブレードアセンブリ 900 上の既知の位置から移動してしまわないように、基板「W」を保持、「掴持」、拘束するように適合されている。移送プロセス中に基板が移動することで粒子が生成され、ロボットにより基板設置の正確性と繰り返し可能性が低減する。最悪の場合には、加速のためにロボットブレードアセンブリ 900 が基板を落としてしまう可能性もある。

10

【0132】

[00185] 基板が経験する加速は、水平半径方向加速成分、水平軸方向加速成分、垂直加速要素の 3 つの成分に分割することができる。基板が経験する加速は、クラスタツール 10 にかけての動作中に基板が X、Y、Z 方向に加速あるいは減速される際に生成される。図 16 を参照すると、水平半径方向加速成分と水平軸方向加速成分を力 F_A 、 F_R としてそれぞれ示している。経験される力は、基板の加速から、基板とロボットブレードアセンブリ 900 構成部品との間に作成された任意の摩擦力を減算した基板時間の質量に関連している。上述した実施形態では、半径方向への加速は、移送ロボットアセンブリ 86 が基板をある位置へと回転させる際に一般的に作成され、また、いずれかの方向（即ち + Y、- Y 方向）に作用することができる。一般的に、軸方向への加速は、基板を X 方向に位置決めする際に、水平動作アセンブリ 90 によって、および / または移送ロボットアセンブリ 86 の水平動作によって作成され、また、いずれかの方向（即ち、+ X または - X 方向）に作用することができる。一般的に、垂直加速は、垂直動作アセンブリ 95 が基板を Z 方向に位置決めする際に作成され、いずれかの方向（即ち、+ Z または - Z 方向）に、あるいは片持ち梁によって誘発した構造振動において作用することができる。

20

【0133】

[00186] 図 16A は、基板「W」を支持するように適合されたロボットブレードアセンブリ 900 の一実施形態の略平面図である。ロボットブレードアセンブリ 900 は、一般的に、ブレード基部 901、アクチュエータ 910、ブレーキ機構 920、位置センサ 930、クランプアセンブリ 905、1 つ以上の反応部材 908（例えばこれの 1 つを図示）、1 つ以上の基板支持構成部品 909 を含有している。クランプアセンブリ 905 は、一般的に、クランプ板 906 と、クランプ板 906 上に搭載された 1 つ以上の接触部材 907（即ち、図 16A に示した 2 個の接触部材）とを含有している。クランプ板 906、接触部材 907、反応部材 908、ブレード基部 901 は、金属（例えばアルミニウム、ニッケルコートしたアルミニウム、SST）、セラミック材料（例えば炭化ケイ素）、移送中にロボットブレードアセンブリ 900 が経験する加速（例えば $10 \sim 30 \text{ m/s}^2$ ）に高い信頼性で耐えることができ、基板との相互作用によって粒子を生成あるいは引き起こすことのないプラスチック材料から作られていてもよい。図 16B は、図 16A に示したロボットブレードアセンブリ 900 の側部略断面であり、ロボットブレードアセンブリ 900 の中心にかけて切断されている。明瞭化の目的で、ブレーキアセンブリ 930 は維持しながら、図 16B の断面平面の後ろに位置決めされている構成部品（例えば接触部材 907）を除外している。

30

40

【0134】

[00187] 図 16A、図 16B を参照すると、基板「W」は使用時に、アクチュエータ 910 によりクランプアセンブリ 905 内の接触部材 907 を介して基板「W」へ送出された維持力（ F_1 ）によって、反応部材 908 の維持面 908B に対して押圧される。1 つの態様では、接触部材 907 は、基板「W」の縁「E」を維持面 908B と接触し、これを強制押圧するように適合されている。1 つの態様では、保持力は約 $0.01 \sim 3$ キログ

50

ラムフォース (kgf) であってもよい。一実施形態では、図 16A に示すように、接触部材 907 を角度距離「A」で離間させて分布させることで、ロボットアセンブリ 11 が基板を移送する際に、基板に軸方向および半径方向への支持を提供することが望ましい。

【0135】

[00188] ロボットブレードアセンブリ 900 を使用して高い信頼性で基板をクラスタツール 10 にかけて移送するために基板を拘束するプロセスは、一般的に 3 つのステップで完了する。以下で説明する 1 つ以上のステップは、本明細書で説明した本発明の基本範囲を変更しない限り、同時または連続的に完了できることに留意すべきである。基板取り上げステップをスタートする前に、クランプアセンブリ 905 を +X 方向 (図示せず) へ引き込む。第 1 ステップは、基板支持構成部品 (例えば、図 11A ~ 図 11I の要素 532 A、図 2 A、図 3 A の通過位置 9 A ~ H など) から基板が取り上げられた時点でスタートするため、基板を、反応部材 908 および基板支持構成部品 909 上の基板支持面 908 A および 909 A の上で静止させておくことができる。次に、アクチュエータ 910 がクランプアセンブリ 905 内の接触部材 907 と反応部材 908 を介して基板「W」へ送出した保持力 (F_1) によって、基板がロボットブレードアセンブリ 900 上に拘束されるまで、クランプアセンブリ 905 を -X 方向へ移動させる。最後のステップでは、クランプアセンブリ 905 をブレーキ機構 920 によって適所にて維持または「ロック」することで、移送プロセス中における基板の加速が保持力 (F_1) を大幅に変化させ、基板が支持面に関連して移動してしまうことが防止される。ブレーキ機構 920 がクランプアセンブリ 905 を拘束した後、基板はクラスタツール 10 内の別の地点へ移送される。基板支持構成部品に基板を堆積させる場合は、上述したステップを逆方向に完了する。

【0136】

[00189] ロボットブレードアセンブリ 900 の 1 つの態様では、移送プロセス中にクランプアセンブリ 905 の動作を少なくとも一方向 (例えば +X 方向) へ制限するようにブレーキ機構 920 を適合する。クランプアセンブリ 905 により提供された保持力 (F_1) と逆方向に向かうクランプアセンブリ 905 の動作を制限する能力は、水平軸方向への加速 (1 つ以上) が保持力を大幅に減少させることで、粒子生成の原因となる基板の動き回りを防ぎ、また、移送プロセス中にブレードアセンブリ 900 から基板が落下することを防ぐ。別の態様では、ブレーキ機構 920 は、クランプアセンブリ 905 の少なくとも 2 方向 (例えば +X 方向、-X 方向) への動作を制限するように適合されている。この構成では、クランプアセンブリの動作を保持力 (F_1) 方向と平行する方向に制限する能力によって、水平軸方向への加速 (1 または複数) が保持力を大幅に増加させて基板の破損または欠けを生じさせたり、あるいは、保持力を大幅に減少させて粒子を発生させるか、もしくは基板を落下させたりすることを防ぐ。さらに別の実施形態では、ブレーキ機構 905 は、クランプアセンブリ 905 の 6 度の自由度を全て制限するように、または、基板の動作を防ぐ、あるいは最小化するように適合されている。クランプアセンブリ 905 の所望の方向への動作を制限する能力は、クランプアセンブリ 905 の動作を拘束するために使用できる典型的な構成部品には、従来型のラッチ機構 (例えば、ドアラッチタイプの機構)、またはこれ以外の類似の装置が含まれる。1 つの態様では、クランプアセンブリ 905 の動作は、拘束力 (図 16A の要素 F_2) を付加する機構、例えば以降で説明する対向ブレーキアセンブリ 920 A によって拘束される。

【0137】

[00190] 一実施形態では、位置センサ 930 を使用してクランプ板 906 の位置を感知することにより、制御装置 101 が、移送プロセス中の任意の時間にブレードアセンブリ 900 の状態を決定できるようになっている。1 つの態様では、位置センサ 930 は、アクチュエータ 910 より送出された力からクランプ板 906 までの位置により、クランプ板 906 が -X 方向に遠く離れ過ぎたことを知覚することによって、ブレードアセンブリ 900 上に基板が位置決めされていないこと、あるいは、基板が支持表面 (例えば要素 908 A および 909 A) 上の誤った場所に置かれていないことを感知するように適合され

ている。同様に、クランプ板 906 の位置が許容可能な位置の範囲内にあることを、基板の存在時に関連して知覚することにより基板の存在を感知するように、位置センサ 930 と制御装置 101 を適合することができる。1つの態様では、位置センサ 930 は、所望の地点に位置決めした複数の光学位置センサと、直線可変変位トランスデューサ (LVDT)、またはこれ以外で、これと類似した、クランプ板 906 の許容可能な位置と許容不可能な位置を区別するために使用できる位置感知装置とからなる。

【0138】

[00191] 図 16C は、図 16A のブレーキ機構 920 の略図に代わる、対向したブレーキアセンブリ 920A を有するブレードアセンブリ (要素 900A) の実施形態の平面図を概略的に図示している。対向するブレーキアセンブリ 920A は、基板移送プロセス中にクランプ板 906 を適所に維持するように適合されている。図 16C に図示した実施形態は、対向したブレーキアセンブリ 920A、アクチュエータアセンブリ 910A および様々な支持構成部品が追加されている点を除いて、図 16A ~ 図 16B に図示した構成と類似しているため、明瞭化の目的で適切な箇所には同様の要素符号を使用している。ロボットブレードアセンブリ 900A の実施形態は、一般的に、ブレード基部 901、アクチュエータアセンブリ 910A、対向するブレーキ機構 920A、位置センサ 930、クランプアセンブリ 905、反応部材 908 および基板支持構成部品 909 を含有している。一実施形態では、クランプ板 906 は、この動作を所望の方向 (例えば X 方向) に整列および拘束するために、ブレードベース 901 に取り付けられた直線滑動部 (図示せず) 上に搭載されている。

【0139】

[00192] 一実施形態では、アクチュエータアセンブリ 910A はアクチュエータ 911、アクチュエータ結合シャフト 911A、結合部材 912、案内アセンブリ 914、接続部材 915 および接続部材 915 によって結合部材 912 およびクランプ板に接続した接続板 916 を含有している。結合部材 912 は、様々な動作制御構成部品どうしを接続するために普通に使用されている従来型の結合接合部または「浮遊接合部」であってもよい。一実施形態では、接続板 916 は、アクチュエータ 911 のアクチュエータ結合シャフト 911A に直接接続している。案内アセンブリ 914 は、接続板、さらにクランプ板 906 の動作を整列させ、案内するために、接続板 916 に接続した従来型の直線滑動アセンブリ、またはボールベアリング滑動部である。アクチュエータ 911 は、結合シャフト 911A、結合部材 912、接続部材 915 および接続板 916 を移動することにより、クランプ板 906 を位置決めするように適合されている。1つの態様では、アクチュエータ 911 は空気シリンダ、直線モータ、またはこれ以外の類似した位置決め装置および力送出装置である。

【0140】

[00193] 一実施形態では、対向するブレーキアセンブリ 920A はアクチュエータ 921 を含有しており、このアクチュエータ 921 はブレード基部 901 に接続し、ブレーキ接触部材 922 と結合している。この構成では、対向するブレーキアセンブリ 921A はクランプ板 906 を「ロック」するか、あるいは対向ブレーキアセンブリ 920A によって生成された拘束力 F_2 で拘束するように適合されている。一実施形態では、拘束力 F_2 は、アクチュエータ 921 がブレーキ接触部材 922 を接続板 916 に対して押圧する (要素 F_3) 際に、接続板 916 とブレーキ接触部材 922 の間に形成された摩擦力によって生成される。この構成では、案内アセンブリ 914 は、アクチュエータ 921 から送出されたブレーキ力 F_3 より生成された滑動負荷を受容するように設計されている。生成された、クランプ板 906 を適所に保持するための拘束力 F_2 は、ブレーキ力 F_3 に、ブレーキ接触部材 922 と接続板 916 の間に作成された静電摩擦係数をかけたものと等しい。アクチュエータ 921 のサイズ、ブレーキ接触部材 922、接続板 916 の材料および表面仕上げの選択を最適化することで、生成された拘束力が、移送プロセスにおいて基板が加速している最中に作成されたどの力よりも確実に常に大きくなる。1つの態様では、作成された拘束力 F_2 は約 0.5 ~ 3.5 キログラムフォース (kgf) の範囲内である

。１つの態様では、ブレーキ接触部材 922 は、例えば、ポリウレタン、エチレンプロピレンゴム（EPDM）、天然ゴム、ブチルゴムまたは他の適切なポリマー材料のようなゴムまたはポリマータイプの材料からなってもよく、また、接続板 916 はアルミニウム合金かステンレススチール合金からなる。図示にはない一実施形態では、アクチュエータ 911 の結合シャフト 911A はクランプ板 906 に直接結合しており、また対向するブレーキアセンブリ 920A のブレーキ接触部材 922 は、結合シャフト 911A またはクランプ板と接触してこれらの動作を阻止するように適合されている。

【0141】

[00194] 図 16D は、図 16C に図示したものと異なる対向するブレーキアセンブリ 920A 構成を有するブレードアセンブリ 900A の一実施形態の平面図を概略的に図示している。この構成では、対向するブレーキアセンブリ 920A は、一端でブレーキ接触部材 922 に接続し、他端でアクチュエータ 921 に接続したレバーアーム 923 と、レバーアームのいずれかの端部の間の或る地点に位置決めされた旋回点「P」とを含有している。１つの態様では、旋回点はブレード基部 901 に接続しており、レバーアーム 923 と、ブレーキ接触部材 922 が接続板 916 に対して押圧された際にアクチュエータ 921 からレバーアーム 923 に供給された力 F_4 とを支持するように適合されている。この構成では、旋回点「P」の計画的な位置決めにより、アクチュエータ 921 の力生成構成部品との直接接触によって達成された力を越えたブレーキ力 F_3 、さらに拘束力 F_2 を供給するために使用できる機械的な利点を、レバーアーム 923 を使用して作成することができる。

【0142】

[00195] 図 16D はまた、従順な部材 917 を含有したブレードアセンブリ 900A の一実施形態を図示しており、従順な部材 917 は、ブレードアセンブリ 900A 上における基板の有無の感知を補助するために、クランプ板 906 と接続部材 915 の間に位置決めされている。一般的に、この従順な部材は、接続板 916 に拘束力 F_2 が付加された後にブレードアセンブリ 900A 上の基板の有無を感知するために、位置センサ 930 および制御装置 101 と共に使用されるさらなる自由度を追加する。ブレードアセンブリ 900A 内に他の自由度が存在しない場合には、クランプ板 906 の動作を阻止または禁止する拘束力 F_2 が、基板移送プロセス以前またはこの最中に位置センサ 930 と制御装置 101 が基板の動作あるいは損失を感知することを阻止する。

【0143】

[00196] したがって、一実施形態では、アクチュエータアセンブリ 910A は一般的にアクチュエータ 911、アクチュエータ結合シャフト 911A、結合部材 912、案内アセンブリ 914、接続部材 915、従順な部材 917、クランプ板案内アセンブリ 918、接続部材 915 および従順な部材 917 によって結合部材 912 およびクランプ板 906 に接続した接続板 916 を含有している。クランプ板案内アセンブリ 918 は一般的に、クランプ板 906 に接続し、これの動作を整列および案内する、従来型の直線滑動アセンブリまたはボールベアリング滑動部である。

【0144】

[00197] 一般的に、従順な部材 917 は、例えばバネ、屈曲部、あるいはこれ以外の類似の装置といった柔軟な構成部品であり、この柔軟な構成部品は、保持力 F_1 の付加中に歪むことで生成された電位エネルギーの解放時に十分な力を送出して、基板が移動または「損失」した際に、クランプ板 906 を、位置センサ 930 により高い信頼性で測定できる距離だけ移動させることができる。１つの態様では、従順な部材 917 は、基板に保持力 F_1 が付加された際に「確実な高さ」に到達できる十分に低いバネ値を有するバネである。別の態様では、接続部材 915、従順な部材 917、クランプ板 906 は、保持力 F_1 が付加されると、接続部材 915 がクランプ板 906 と接触するか、またはクランプ板 906 上に「底付き」するように設計されている。これらのタイプの構成の１つの利点に、移送プロセス中に基板が経験する加速によって従順な部材 917 がこれ以上歪むことができないため、移送プロセス中における保持力 F_1 の変化が阻止され、これにより粒子の

生成数が低減し、基板の損失が阻止されるというものがある。

【 0 1 4 5 】

[00198]以下のステップは、接続板 9 1 6 に拘束力 F_2 を付加した後にブレードアセンブリ 9 0 0 A における基板の存在を感知する際の、従順な部材 9 1 7 の使用方法の一例を図示するものである。第 1 ステップでは、アクチュエータ 9 1 1 が、クランプアセンブリ 9 0 5 内の接触部材 9 0 7 と反応部材 9 0 8 を介して、保持力 F_1 を基板に付加し、これにより柔軟な部材 9 1 7 が、接続部材 9 1 5 とクランプ板 9 0 6 の間に収縮のための間隙「G」を生じられるだけ歪む。次に、制御装置 1 0 1 が、位置センサ 9 3 0 から受信した情報の監視と記録によって、クランプ板 9 0 6 が受容可能な位置にあることを確認する。基板が感知されると、即ち基板がブレードアセンブリ 9 0 0 A 上の所望の位置に置かれると、拘束力 F_2 が接続板 9 1 6 に付加されて、接続板 9 1 6 の、保持力 (F_1) 方向と平行する方向への動作が制限される。基板が動いた場合、および / または「掴持されていない状態」となった場合に、保持力 F_1 の付加中に従順な部材 9 1 7 が歪むことでこの内部で生成された電位エネルギーが、クランプ板 9 0 6 を拘束された接続板 9 1 6 から離し、次に位置センサ 9 3 0 と制御装置 1 0 1 がこのクランプ板 9 0 6 を感知する。位置センサ 9 3 0 によって記録されたクランプ板 9 0 6 の動作は、制御装置 1 0 1 に移送プロセスを停止させる、または移送プロセスの発生を阻止させることができ、これにより基板およびシステムへの損傷の阻止が促進される。

10

【 0 1 4 6 】

[00351]先述の説明は、本発明の実施形態に関するものであるが、本発明の基本範囲から逸脱しない限り、本発明のこれ以外およびさらなる実施形態を考案することが可能である。この基本範囲は特許請求の範囲によって決定されたものである。

20

【図面の簡単な説明】

【 0 1 4 7 】

【図 1 A】本発明のクラスタツールの一実施形態を図示した等角図である。

【図 1 B】本発明による、図 1 A に図示した一実施形態を図示する処理システムの平面図である。

【図 1 C】本発明による、第 1 処理ラック 6 0 の一実施形態を図示した側面図である。

【図 1 D】本発明による、第 2 処理ラック 8 0 の一実施形態を図示した側面図である。

【図 1 E】本発明による、図 1 B に図示した処理システムの平面図である。

30

【図 1 F】本明細書で説明しているクラスタツールの様々な実施形態と共に使用できる様々なプロセス手法ステップを含有したプロセスシーケンスの一実施形態を図示する。

【図 1 G】図 1 B に図示した処理システムの平面図であり、図 1 F に図示したプロセスシーケンスに従ってクラスタツールを通る基板の移送経路を図示している。

【図 2 A】本発明による、処理システムの平面図である。

【図 2 B】本発明による、図 2 A に図示した処理システムの平面図である。

【図 2 C】図 2 B に図示した処理システムの平面図であり、図 1 F に図示したプロセスシーケンスを追跡するクラスタツールを通る基板の移送経路を図示している。

【図 3 A】本発明による、処理システムの平面図である。

【図 3 B】図 3 A に図示した処理システムの平面図であり、図 1 F に図示したプロセスシーケンスに従ってクラスタツールを通る基板の移送経路を図示している。

40

【図 4 A】本発明による処理システムの平面図である。

【図 4 B】図 4 A に図示した処理システムの平面図であり、図 1 F に図示したプロセスシーケンスに従ってクラスタツールを通る基板の移送経路を図示している。

【図 5 A】本発明による、処理システムの平面図である。

【図 5 B】図 5 A に図示した処理システムの平面図であり、図 1 F に図示したプロセスシーケンスに従ってクラスタツールを通る基板の移送経路を図示している。

【図 6 A】本発明による、処理システムの平面図である。

【図 6 B】図 6 A に図示した処理システムの平面図であり、図 1 F に図示したプロセスシーケンスに従ってクラスタツールを通る 2 つの利用可能な基板の移送経路を図示している

50

。

【図 6 C】本発明による、処理システムの平面図である。

【図 6 D】図 6 C に図示した処理システムの平面図であり、図 1 F に図示したプロセスシーケンスに従ってクラスタツールを通る 2 つの利用可能な基板の移送経路を図示している。

。

【図 7 A】本発明による、交換チャンバの一実施形態の側面図である。

【図 7 B】本発明による、図 1 B に図示した処理システムの平面図である。

【図 8 A】本発明による、環境囲壁を取り付けた状態にある、図 1 A に図示したクラスタツールの別の実施形態の図示した等角図である。

【図 8 B】本発明による、図 8 A に図示したクラスタツールの断面図である。

10

【図 8 C】本発明による、一構成の断面図である。

【図 9 A】クラスタツールの様々な実施形態において基板を移送するように適合できるロボットの一式形態を図示した等角図である。

【図 10 A】本発明による、1 個のロボットアセンブリを有するロボットハードウェアアセンブリの一実施形態を図示した等角図である。

【図 10 B】本発明による、2 個のロボットアセンブリを有するロボットハードウェアアセンブリの一実施形態を図示した等角図である。

【図 10 C】本発明による、図 10 A に図示したロボットハードウェアアセンブリの一実施形態の断面図である。

【図 10 D】本発明による、図 10 A に図示したロボットハードウェアアセンブリの一実施形態の断面図である。

20

【図 10 E】本発明による、図 10 A に図示したロボットハードウェアアセンブリの一実施形態の断面図である。

【図 11 A】本発明による、ロボットブレードが基板を処理チャンバ内へ移送する際にとる様々な位置を図示したロボットアセンブリの一実施形態の平面図である。

【図 11 B】本発明による、基板を処理チャンバ内へ移送する際の、基板中心の様々な利用可能な経路を図示している。

【図 11 C】本発明による、ロボットブレードが基板を処理チャンバ内へ移送する際にとる様々な位置を図示したロボットアセンブリの一実施形態の平面図である。

【図 11 D】本発明による、ロボットブレードが基板を処理チャンバ内へ移送する際にとる様々な位置を図示したロボットアセンブリの一実施形態の平面図である。

30

【図 11 E】本発明による、ロボットブレードが基板を処理チャンバ内へ移送する際にとる様々な位置を図示したロボットアセンブリの一実施形態の平面図である。

【図 11 F】ロボットブレードが本発明に従って基板を処理チャンバ内へ移送する際にとる様々な位置を図示したロボットアセンブリの一実施形態の平面図である。

【図 11 G】本発明による、ロボットブレードが基板を処理チャンバ内へ移送する際にとる様々な位置を図示したロボットアセンブリの一実施形態の平面図である。

【図 11 H】本発明による、ロボットブレードが基板を処理チャンバ内へ移送する際にとる様々な位置を図示したロボットアセンブリの一実施形態の平面図である。

【図 11 I】本発明による、ロボットブレードが基板を処理チャンバ内へ移送する際にとる様々な位置を図示したロボットアセンブリの一実施形態の平面図である。

40

【図 11 J】本発明による、ロボットアセンブリの一実施形態の平面図である。

【図 11 K】処理ラック付近に位置決めされたロボットアセンブリの従来の S C A R A ロボットの平面図である。

【図 12 A】本発明による、図 9 A に図示した水平動作アセンブリの断面図である。

【図 12 B】本発明による、図 9 A に図示した水平動作アセンブリの断面図である。

【図 12 C】本発明による、図 9 A に図示した水平動作アセンブリの断面図である。

【図 13 A】本発明による、図 9 A に図示した垂直動作アセンブリの断面図である。

【図 13 B】クラスタツールの様々な実施形態において基板を移送するように適合できる、図 13 A に図示したロボットの一式形態を図示する等角図である。

50

【図 1 4 A】クラスタツールの様々な実施形態において基板を移送するように適合できるロボットの一実施形態を図示する等角図である。

【図 1 5 A】クラスタツールの様々な実施形態において基板を移送するように適合できるロボットの一実施形態を図示する等角図である。

【図 1 6 A】クラスタツールの様々な実施形態において基板を移送するように適合できるロボットブレードアセンブリの一実施形態を図示する平面図である。

【図 1 6 B】クラスタツールの様々な実施形態において基板を移送するように適合できる、図 1 6 A に図示したロボットブレードアセンブリの一実施形態を図示した側部断面図である。

【図 1 6 C】クラスタツールの様々な実施形態において基板を移送するように適合できるロボットブレードアセンブリの一実施形態を図示した平面図である。

【図 1 6 D】クラスタツールの様々な実施形態において基板を移送するように適合できるロボットブレードアセンブリの一実施形態を図示した平面図である。

【符号の説明】

【 0 1 4 8 】

5 ... 外部モジュール、10 ... クラスタツール、11 ... ロボットアセンブリ、25 ... 中央モジュール、60 ... 第 1 処理ラック、80 ... 第 2 処理ラック、90 ... 水平動作アセンブリ、95 ... 垂直動作アセンブリ、101 ... システム制御装置、105 ... ポッドアセンブリ、110 ... 環境制御アセンブリ、112 ... 濾過ユニット、305 ... 2 本の棒を接合させたロボット、310 ... 第 1 接合部、312 ... 伝送システム、313 ... 囲壁、320 ... モータ、353 ... ベ어링軸、442 ... 動作アセンブリ、454 ... 駆動ベルト滑車、460 ... 囲壁、471 ... 溝、532 ... 処理チャンバ、560 ... 垂直アクチュエータアセンブリ、570 ... 垂直支持部、573 ... ベ어링ブロック、574 ... 直線レール、577 ... 垂直直線滑動アセンブリ、590 ... 囲壁、900 ... ロボットブレードアセンブリ、901 ... ブレード基部、910 ... アクチュエータ、910 ... ブレーキ機構、930 ... 位置センサ。

【図 1 A】

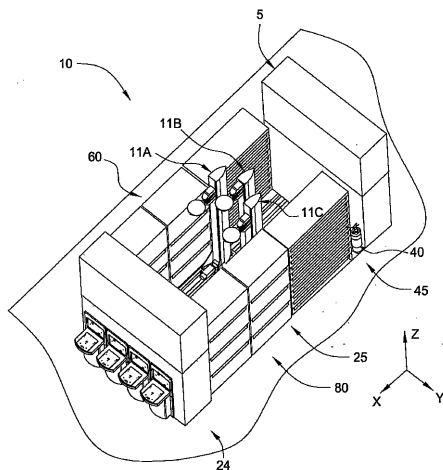


FIG. 1A

【図 1 B】

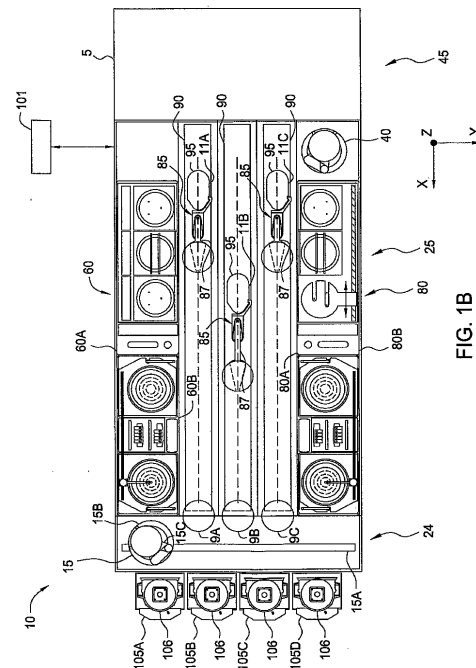
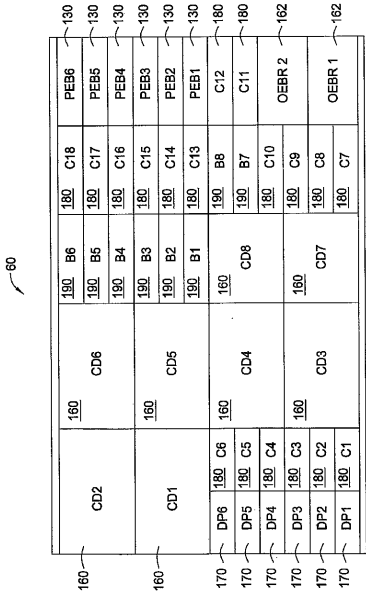
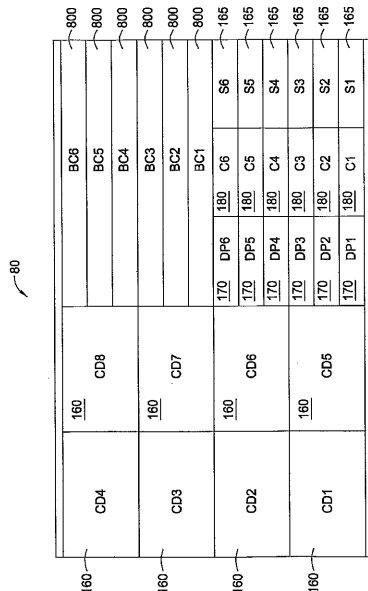


FIG. 1B

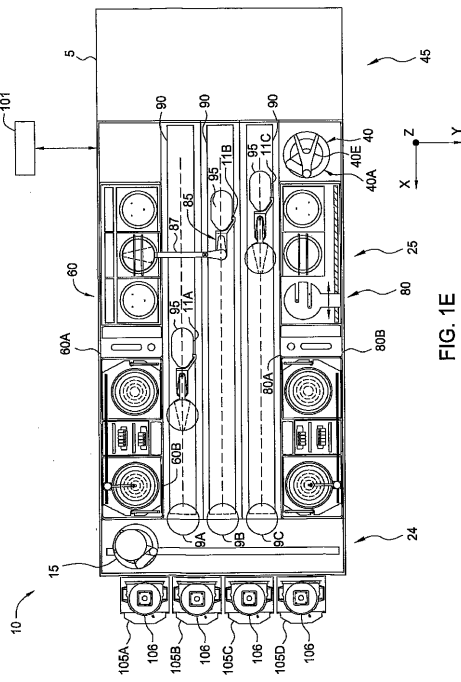
【図 1 C】



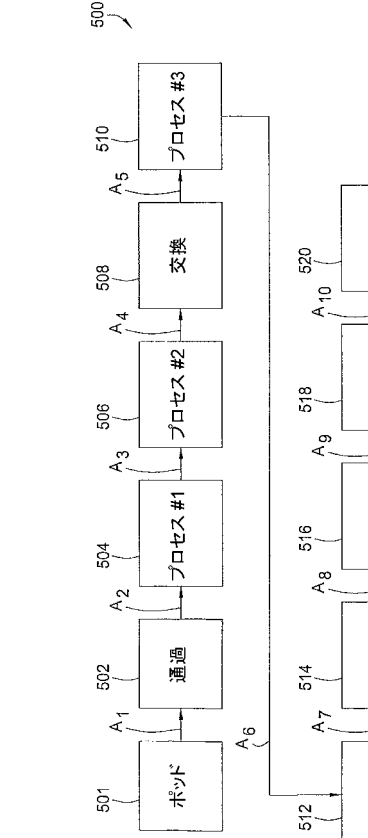
【図 1 D】



【図 1 E】



【図 1 F】



【図 1 G】

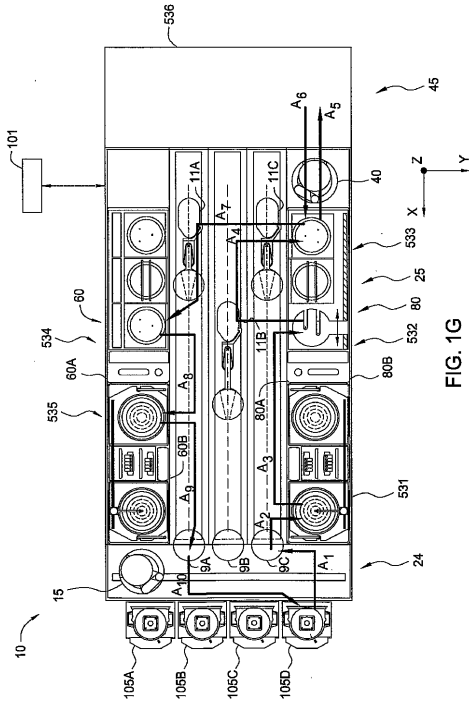


FIG. 1G

【図 2 A】

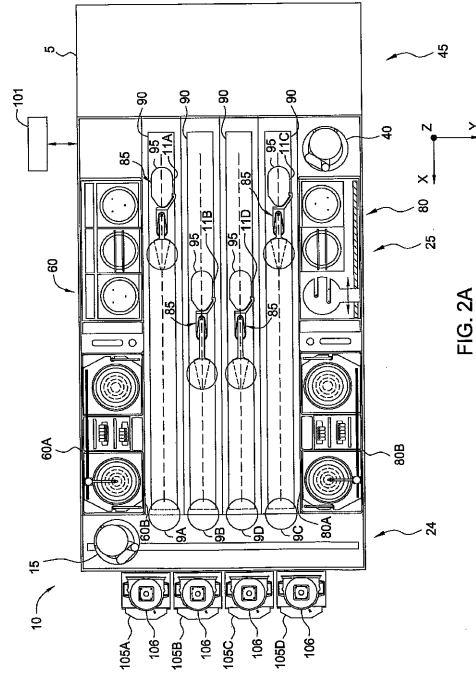


FIG. 2A

【図 2 B】

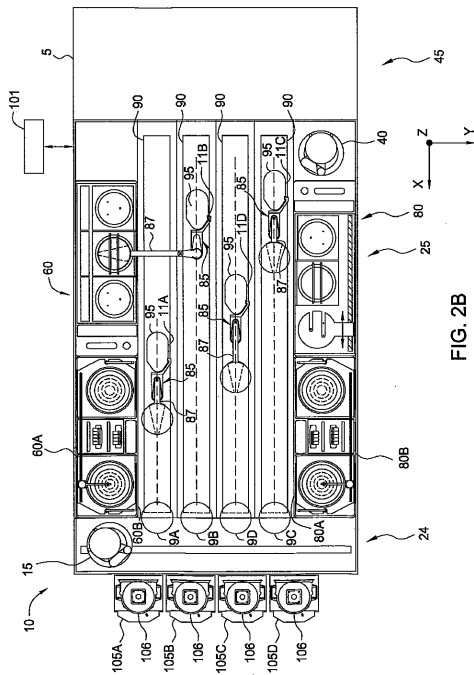
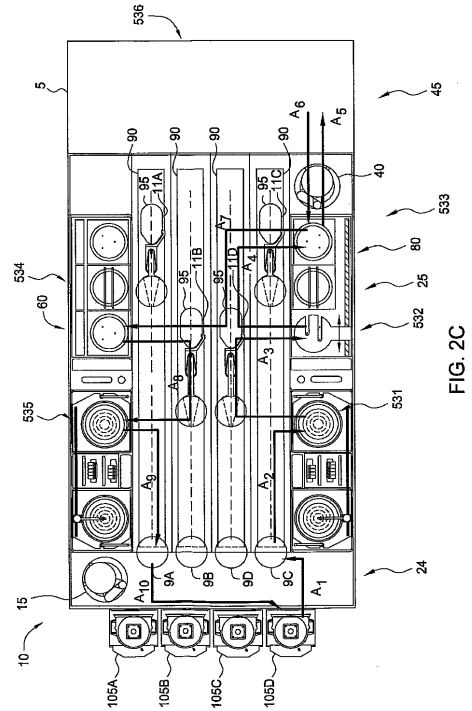
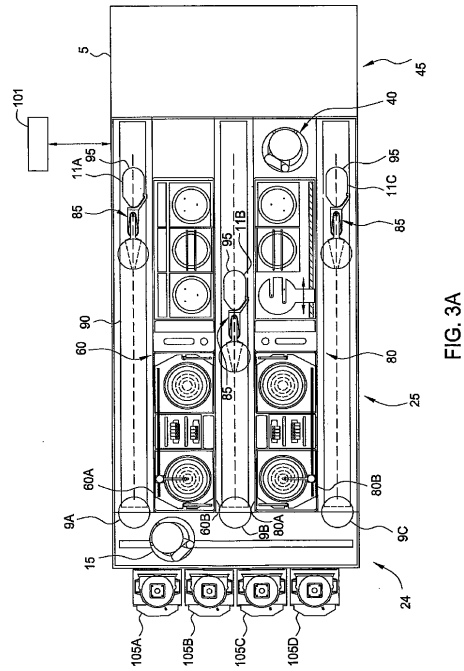


FIG. 2B

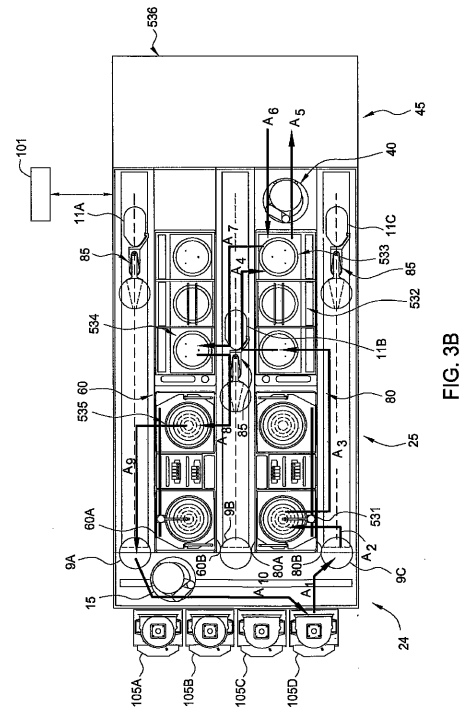
【図 2 C】



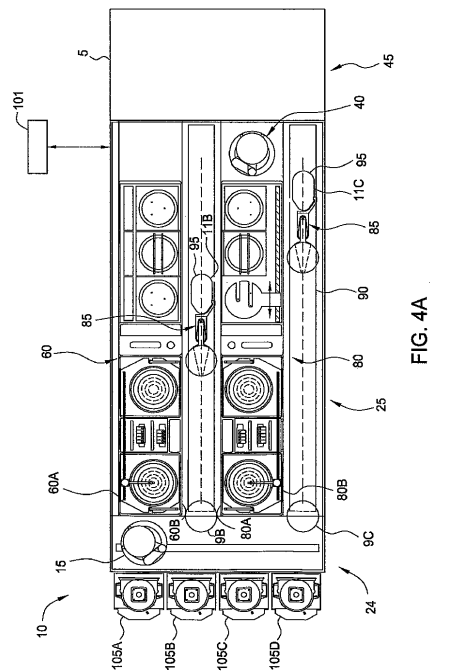
【 図 3 A 】



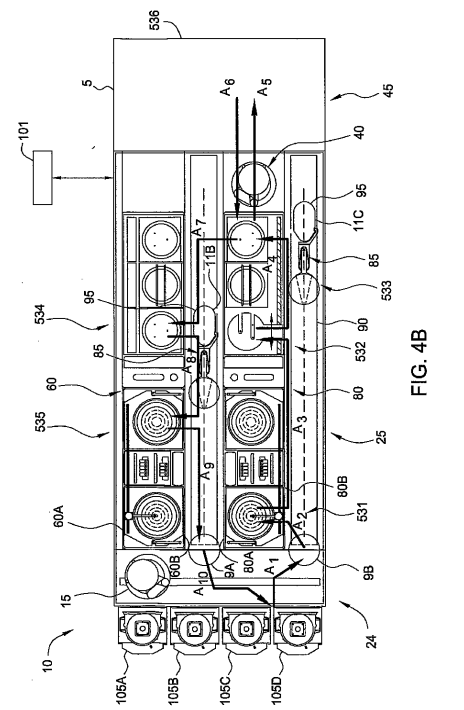
【 図 3 B 】



【 図 4 A 】



【 図 4 B 】



【 図 5 A 】

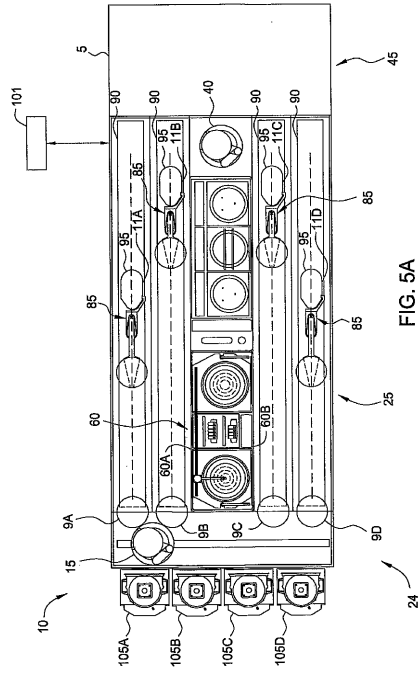


FIG. 5A

【 図 5 B 】

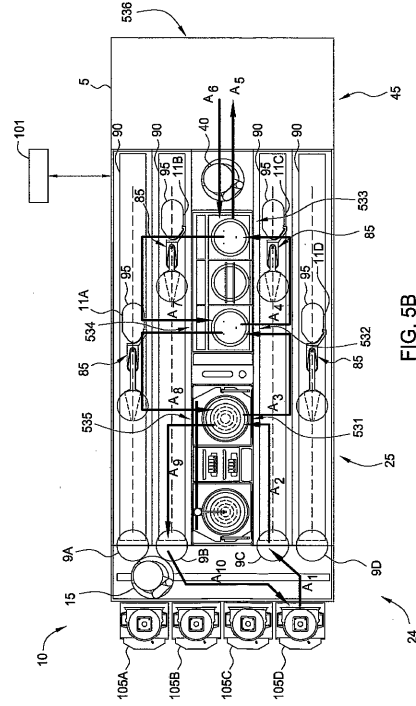


FIG. 5B

【 図 6 A 】

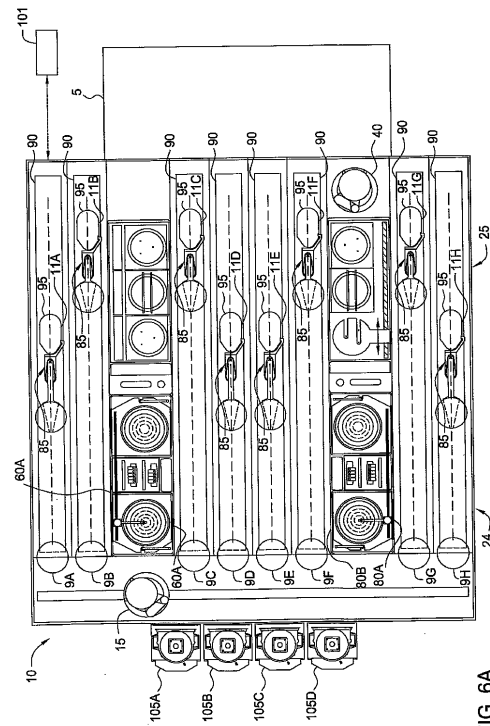


FIG. 6A

【 図 6 B 】

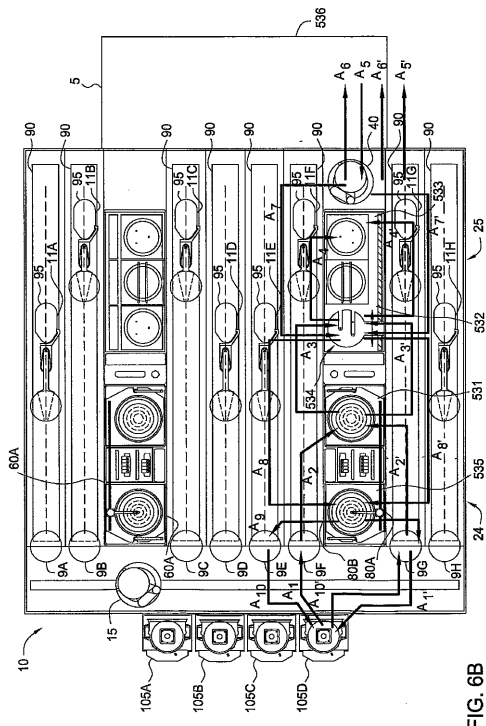


FIG. 6B

【 図 6 C 】

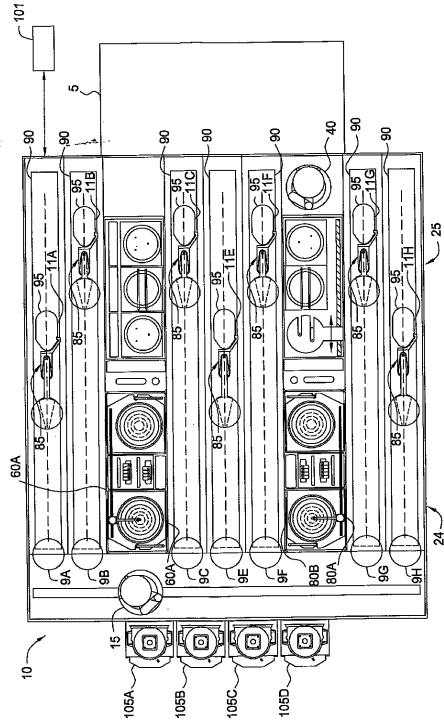


FIG. 6C

【 図 6 D 】

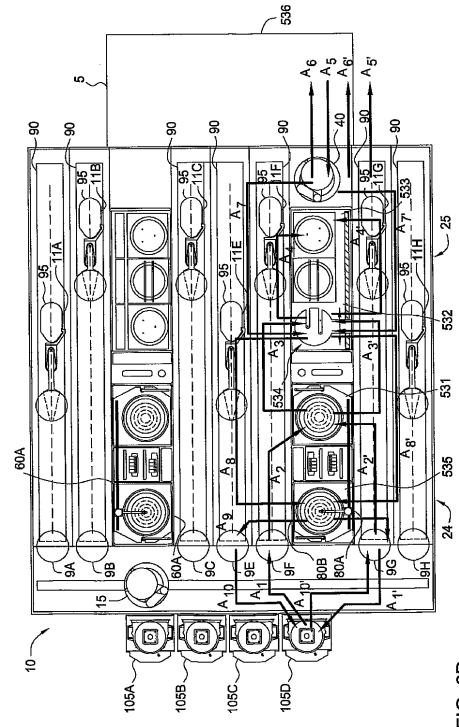


FIG. 6D

【 図 7 A 】

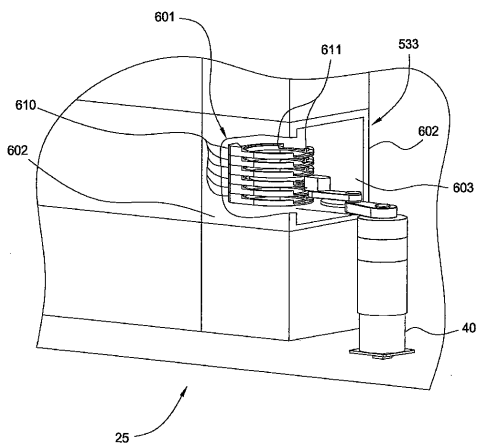


FIG. 7A

【圖 7 B】

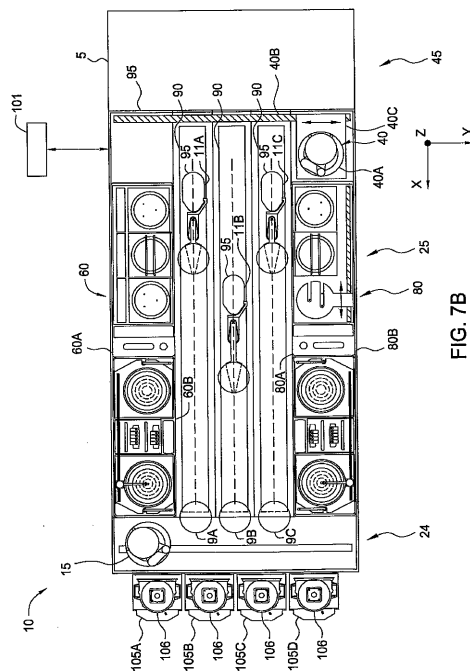


FIG. 7B

【図 8 A】

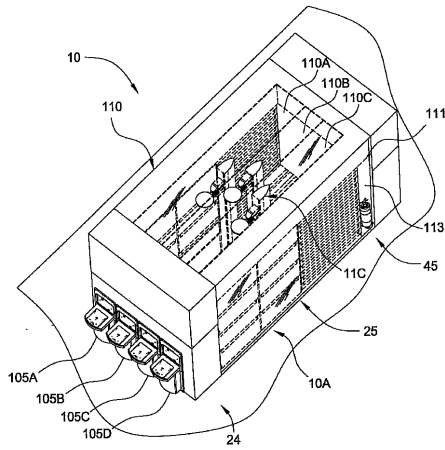


FIG. 8A

【図 8 B】

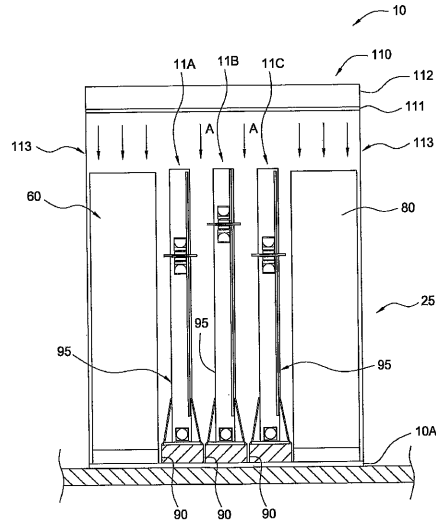


FIG. 8B

【図 8 C】

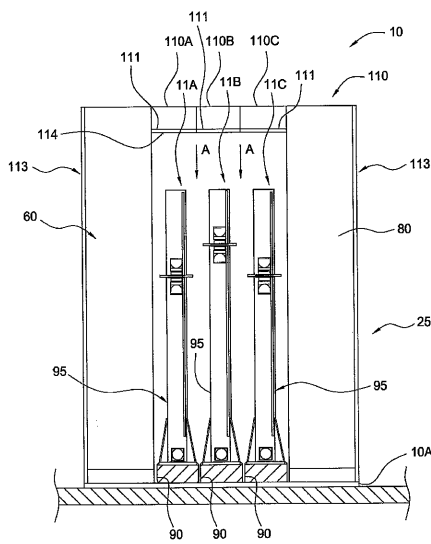


FIG. 8C

【図 9 A】

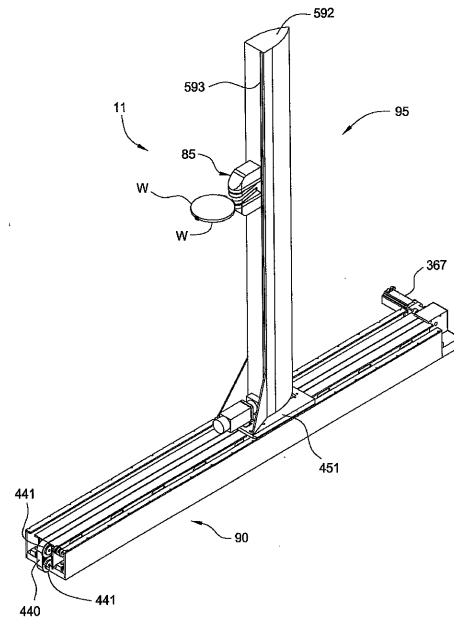


FIG. 9A

【図 10A】

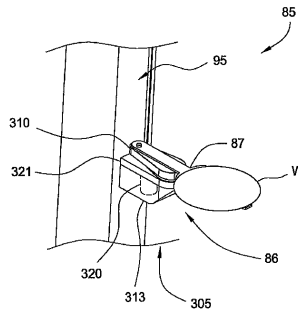


FIG. 10A

【図 10B】

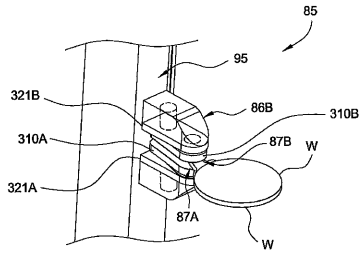


FIG. 10B

【図 10C】

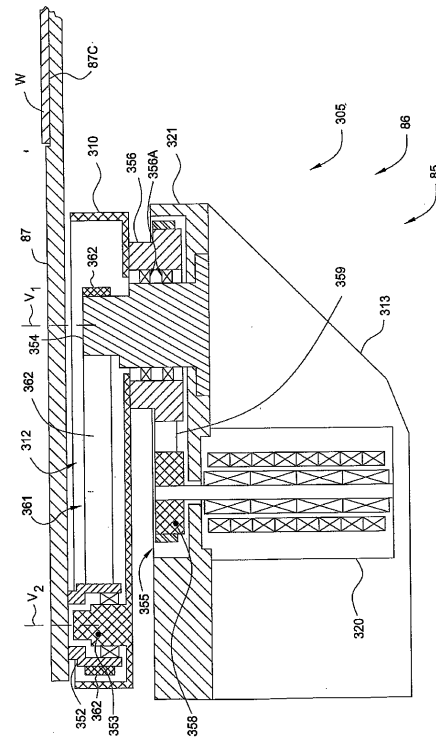


FIG. 10C

【図 10D】

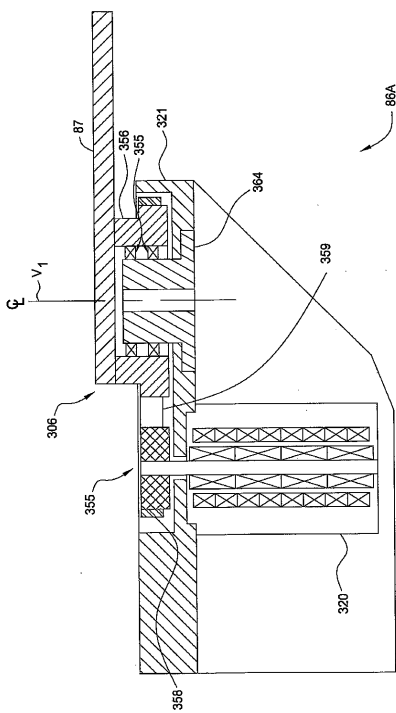


FIG. 10D

【図 10E】

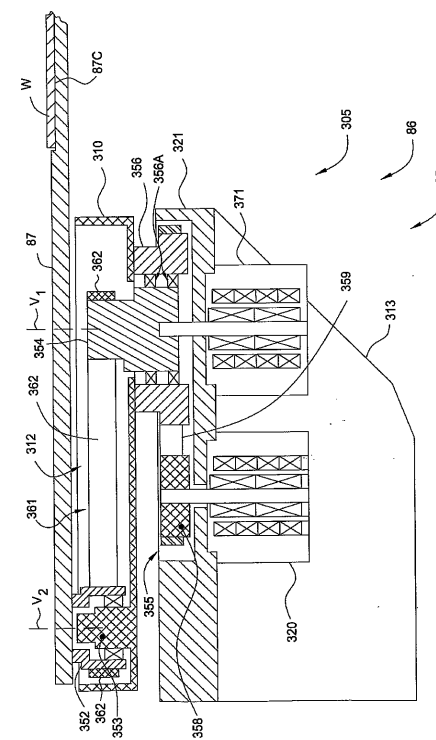


FIG. 10E

【図 11 A】

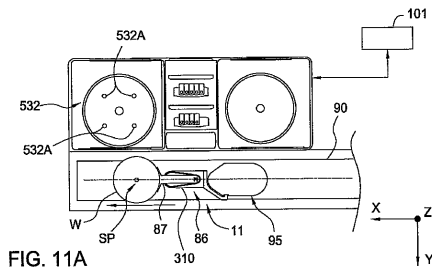


FIG. 11A

【図 11 B】

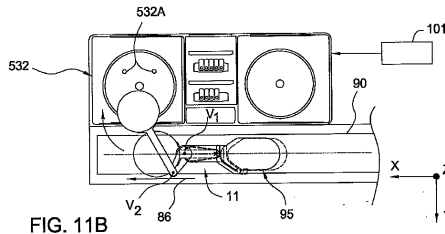


FIG. 11B

【図 11 C】

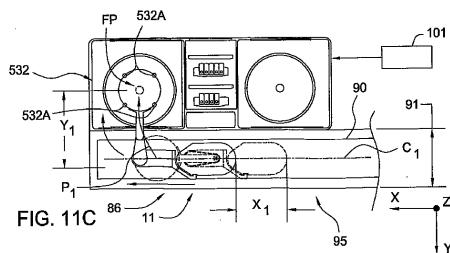


FIG. 11C

【図 11 F】

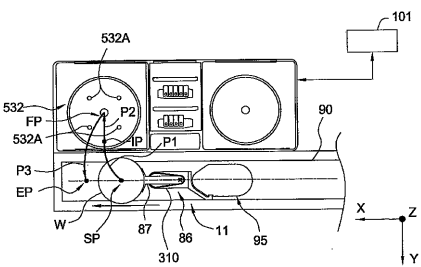


FIG. 11F

【図 11 G】

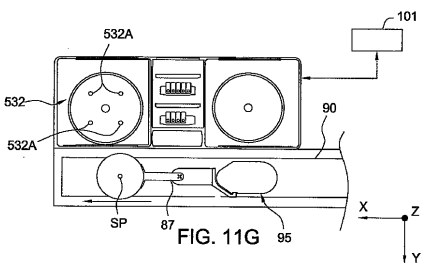


FIG. 11G

【図 11 D】

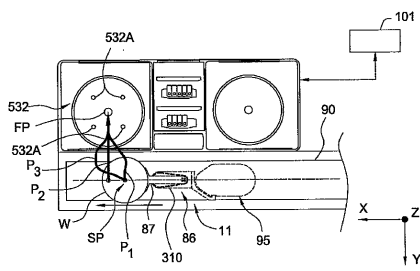


FIG. 11D

【図 11 E】

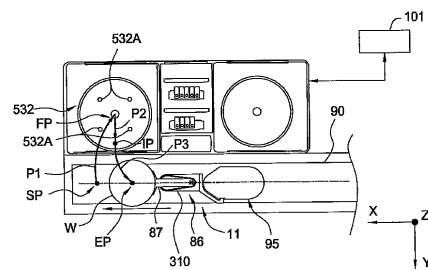


FIG. 11E

【図 11 H】

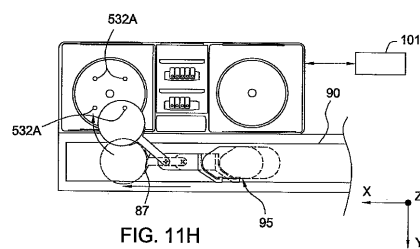


FIG. 11H

【図 11 I】

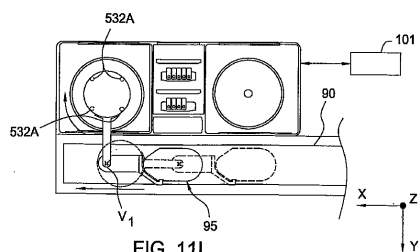


FIG. 11I

【図 11J】

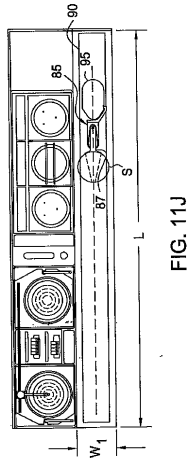


FIG. 11J

【図 11K】

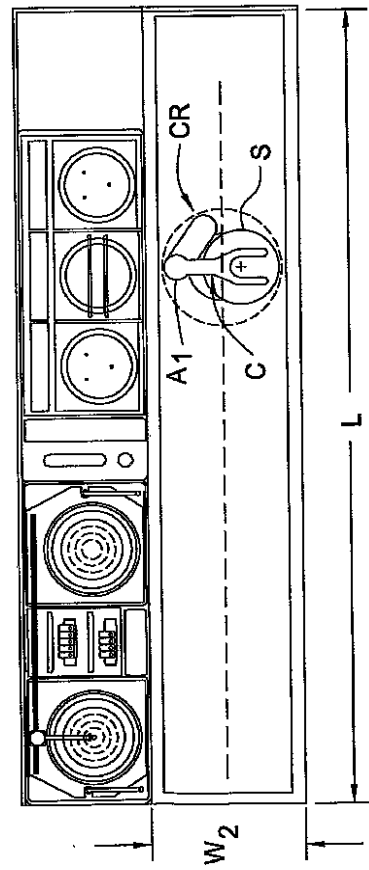


FIG. 11K

【図 12A】

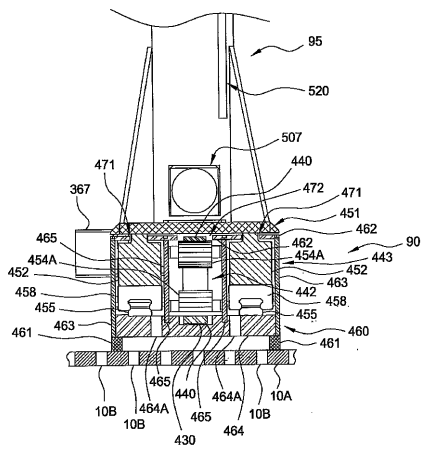


FIG. 12A

【図 12B】

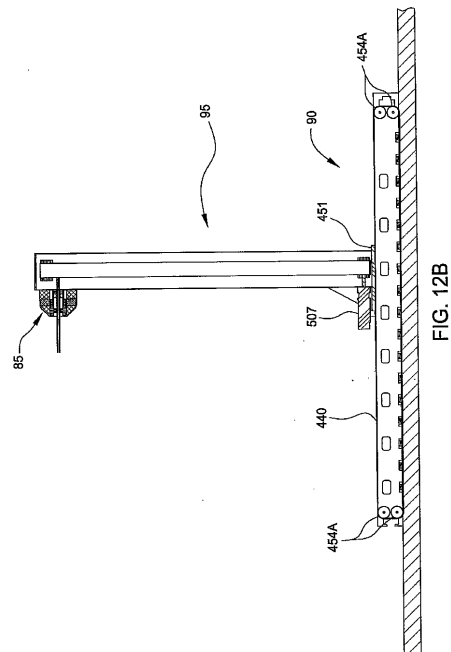


FIG. 12B

【図 12C】

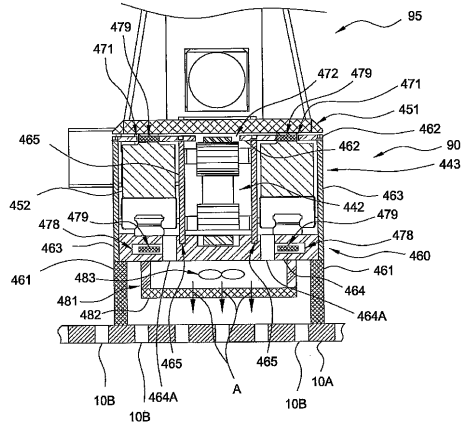


FIG. 12C

【図 13A】

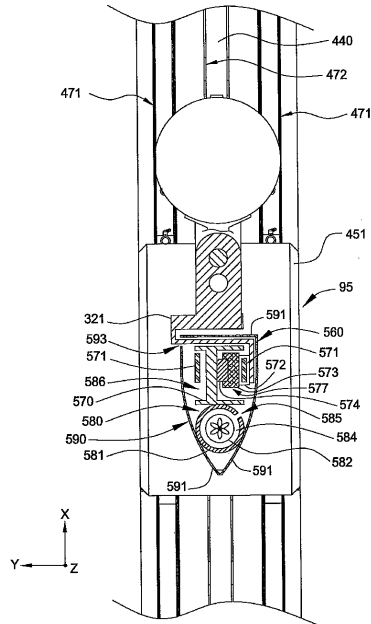


FIG. 13A

【図 13B】

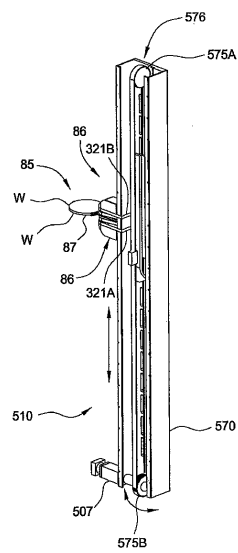


FIG. 13B

【図 14A】

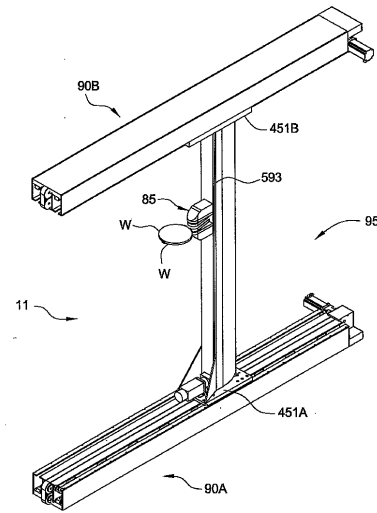


FIG. 14A

フロントページの続き

- (31)優先権主張番号 11/315,873
(32)優先日 平成17年12月22日(2005.12.22)
(33)優先権主張国 米国(US)
(31)優先権主張番号 11/315,778
(32)優先日 平成17年12月22日(2005.12.22)
(33)優先権主張国 米国(US)
- (72)発明者 ライス, マイク
アメリカ合衆国, カリフォルニア州, プレザントン, ヴィア ディ サレロ 1025
(72)発明者 ハドゲンス, ジェフリー
アメリカ合衆国, カリフォルニア州, サン フランシスコ, ナンバー439, ウェスト
ポータル アヴェニュー 236
(72)発明者 カールソン, チャールズ
アメリカ合衆国, テキサス州, シダー パーク, サン マテオ トレール 107
(72)発明者 ウィーヴァー, ウィリアム タイラー
アメリカ合衆国, テキサス州, オースティン, グレイフォード ストリート 1608
(72)発明者 ローレンス, ロバート
アメリカ合衆国, カリフォルニア州, ロス ガトス, エドモンド ドライブ 15822
(72)発明者 イングルハート, エリック
アメリカ合衆国, カリフォルニア州, パロ アルト, ワリス コート 4168
(72)発明者 ルゼック, ディーン シー.
アメリカ合衆国, テキサス州, オースティン, スポッティド ホース ドライブ 11705
(72)発明者 シルヴェッティー, デイヴ
アメリカ合衆国, カリフォルニア州, モーガン ヒル, ホワイト オーク コート 3450
(72)発明者 クチャー, マイケル
アメリカ合衆国, テキサス州, オースティン, チャンセルロイ ドライブ 11509
(72)発明者 ヴァン カトウィック, カーク
アメリカ合衆国, カリフォルニア州, トレイシー, ラヴェンダー コート 55
(72)発明者 ホスキンス, ヴァン
アメリカ合衆国, テキサス州, ラウンド ロック, レイクビュー コーヴ 710
(72)発明者 シャー, ヴィネイ
アメリカ合衆国, カリフォルニア州, サン マテオ, サーティース アヴェニュー 145
(72)発明者 ホングハム, スティーヴ
アメリカ合衆国, カリフォルニア州, サン ラモン, ヴィスタ ポイント サークル 1081

審査官 大嶋 洋一

- (56)参考文献 特開2001-077176(JP,A)
特開平08-222616(JP,A)
米国特許第06318951(US,B1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/02