

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7633263号
(P7633263)

(45)発行日 令和7年2月19日(2025.2.19)

(24)登録日 令和7年2月10日(2025.2.10)

(51)国際特許分類

H 0 1 L 21/677 (2006.01)

F I

H 0 1 L 21/68

A

請求項の数 71 (全107頁)

(21)出願番号	特願2022-547831(P2022-547831)	(73)特許権者	522041444 ブルックス オートメーション ユーエス 、エルエルシー
(86)(22)出願日	令和3年2月5日(2021.2.5)		アメリカ合衆国、01824 マサチュ ーセッツ州、チャーチルマサチュ ーセッツ州、エリザベス ドライブ 15
(65)公表番号	特表2023-522536(P2023-522536 A)		110001896 弁理士法人朝日奈特許事務所
(43)公表日	令和5年5月31日(2023.5.31)	(74)代理人	ピュシェール、クリストファー
(86)国際出願番号	PCT/US2021/016855	(72)発明者	アメリカ合衆国、01450 マサチュ ーセッツ州、グローブポート、スローン ヒル ロード 24
(87)国際公開番号	WO2021/158942	(72)発明者	ブルボン、ケビン エム
(87)国際公開日	令和3年8月12日(2021.8.12)		アメリカ合衆国、01463 マサチュ ーセッツ州、ペッパー・エル、ジュリア 最終頁に続く
審査請求日	令和6年2月2日(2024.2.2)		最終頁に続く
(31)優先権主張番号	17/167,831		
(32)優先日	令和3年2月4日(2021.2.4)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		
(31)優先権主張番号	62/970,565		
(32)優先日	令和2年2月5日(2020.2.5)		
	最終頁に続く		

(54)【発明の名称】 基板処理装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板搬送装置であって、前記基板搬送装置が、
支持フレームと、

前記支持フレームに接続され、少なくとも1つの可動アームリンクと、前記可動アームリンクに接続され、基板保持ステーションが上に配置されたエンドエフェクタとを有する、
、関節式アームと、を備え、

前記可動アームリンクが、互いに堅固に連結されたリンクケースモジュールで形成されたモジュール式複合アームリンクケーシングと、前記モジュール式複合アームリンクケーシングの実質的に端から端まで、前記堅固に連結されたリンクケースモジュール内に収容され、前記堅固に連結されたリンクケースモジュールを通じて伸長するプリリシステムとを有する再構成可能なアームリンクであり、前記堅固に連結されたリンクケースモジュールが、前記可動アームリンクの長さを決定する所定の特性を有する少なくとも1つの交換可能なリンクケース伸長モジュールによって接続されたリンクケースエンドモジュールを含み、

前記少なくとも1つの交換可能なリンクケース伸長モジュールは、前記モジュール式複合アームリンクケーシングおよび再構成可能なアームリンクを、複数の所定のアームリンク長さから所定のアームリンク長さに選択可能に設定するように、各々が前記可動アームリンクの対応する異なる長さを決定する異なる対応する所定の特性を有する複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールから、前記リンクケースエンドモジュールへの接

続および前記再構成可能なアームリンクの形成のために選択可能である、基板搬送装置。

【請求項 2】

前記少なくとも 1 つの交換可能なリンクケース伸長モジュールおよび前記複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々が、それらに対応するボックス形状の断面を有し、前記所定の特性は、前記交換可能なリンクケース伸長モジュールおよび前記複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々が、異なる対応する長さを有し、前記対応するボックス形状の断面が、各々の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールに対して所定の剛性を維持するように前記異なる対応する長さに相応して寸法決めおよび成形されていることである、請求項 1 記載の基板搬送装置。

【請求項 3】

前記少なくとも 1 つの交換可能なリンクケース伸長モジュールおよび前記複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々が、それらに対応するボックス形状の断面を有し、前記所定の特性は、前記交換可能なリンクケース伸長モジュールおよび前記複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々が、異なる対応する長さを有し、前記対応するボックス形状の断面が、各々の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールに対して所定の剛性を維持するように前記異なる対応する長さに相応して寸法決めおよび成形されていることである、請求項 1 記載の基板搬送装置。

10

【請求項 4】

前記少なくとも 1 つの交換可能なリンクケース伸長モジュールおよび前記複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々が、ボックス形状の断面を有する押し出し部材である、請求項 1 記載の基板搬送装置。

20

【請求項 5】

前記少なくとも 1 つの交換可能なリンクケース伸長モジュールおよび前記複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々が、前記リンクケースエンドモジュールの材料とは異なる材料で作られたボックス形状の断面を有する、請求項 1 記載の基板搬送装置。

【請求項 6】

前記少なくとも 1 つのリンクケース伸長モジュールおよび前記複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々の材料が、前記リンクケースエンドモジュールの材料よりも高い剛性を有する、請求項 1 記載の基板搬送装置。

30

【請求項 7】

前記少なくとも 1 つのリンクケース伸長モジュールおよび前記複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々の材料が、前記ブーリシステムのブーリトランスマッシュションの材料の剛性に相応した剛性を有する、請求項 1 記載の基板搬送装置。

【請求項 8】

前記ブーリシステムが、前記モジュール式複合アームリンクケーシングに係合され、駆動セクションによって動力を供給されて、前記ブーリシステムが前記少なくとも 1 つの可動アームリンクまたは前記エンドエフェクタの関節運動をもたらすように配置される、請求項 1 記載の基板搬送装置。

【請求項 9】

前記少なくとも 1 つの交換可能なリンクケース伸長モジュールおよび前記複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々が、ステンレス鋼で作られたボックス形状の断面を有する、請求項 1 記載の基板搬送装置。

40

【請求項 10】

前記少なくとも 1 つの交換可能なリンクケース伸長モジュールは、前記モジュール式複合アームリンクケーシングを形成するために前記リンクケースエンドモジュールの各々に機械的に固定され、形成された前記モジュール式複合アームリンクケーシングが、選択された所定のアームリンク長さに対する、前記ブーリシステムのブーリホイールを接続するブーリトランスマッシュションのミスマライメント公差に適合するように配置される、請求項 1 記載の基板搬送装置。

50

【請求項 1 1】

前記少なくとも 1 つの交換可能なリンクケース伸長モジュールが、前記モジュール式複合アームリンクケーシングを形成するために機械的留め具継ぎ手で前記リンクケースエンドモジュールの各々に機械的に固定され、前記機械的留め具継ぎ手は、形成された前記モジュール式複合アームリンクケーシングが、選択された所定のアームリンク長さに対する、前記ブーリシステムのブーリホイールを接続するブーリトランスマッショングのミスマライメント公差に適合するように構成されている、請求項 1 記載の基板搬送装置。

【請求項 1 2】

前記リンクケースエンドモジュールの少なくとも 1 つが、前記ブーリシステムのブーリホイールを収容する、請求項 1 記載の基板搬送装置。

10

【請求項 1 3】

前記モジュール式複合アームリンクケーシングが、コンパクトで実質的に左右対称な断面を有する、前記ブーリシステムのブーリホイールを接続する、左右対称に可撓性のブーリトランスマッショングに相応する、選択された所定のアーム長さに対するコンパクトな高さを有する薄型ケーシングである、請求項 1 記載の基板搬送装置。

【請求項 1 4】

前記コンパクトな高さが、同等の長さを有する同等数のブーリシステムに対するバンドブーリトランスマッショングのハウジング高さよりも低い、請求項 1 3 記載の基板搬送装置。

20

【請求項 1 5】

前記ブーリホイールを接続する前記可撓性のブーリトランスマッショングが、ケーブルまたはワイヤのブーリトランスマッショングである、請求項 1 3 記載の基板搬送装置。

【請求項 1 6】

前記リンクケースエンドモジュールの少なくとも 1 つは、ブーリホイールの位置および位置合わせが、クロスローラベアリングとの係合に依存し、クロスローラベアリングとの係合によって制御されるように、クロスローラベアリングが取り付けられた前記ブーリシステムのブーリホイールを収容する、請求項 1 記載の基板搬送装置。

【請求項 1 7】

前記モジュール式複合アームリンクケーシングは、前記リンクケースエンドモジュールの少なくとも 1 つに収容された前記ブーリシステムの、クロスローラベアリングが取り付けられたブーリホイールに相応する、選択された所定のアーム長さに対するコンパクトな高さを有する薄型ケーシングである、請求項 1 記載の基板搬送装置。

30

【請求項 1 8】

前記ブーリシステムのそれぞれのブーリホイールのブーリホイールに対するブーリトランスマッショングの係合が、前記それぞれのブーリホイールの上の前記ブーリトランスマッショングの巻き付き位置と巻き付き解除位置との間の前記それぞれのブーリホイールの少なくとも 360° の回転を介した前記ブーリシステムの前記それぞれのブーリホイールの回転を決定するように配置されている、請求項 1 記載の基板搬送装置。

【請求項 1 9】

前記ブーリシステムのそれぞれのブーリホイールのブーリホイールに対するブーリトランスマッショングの係合が、前記それぞれのブーリホイールの上の前記ブーリトランスマッショングの巻き付き位置と巻き付き解除位置との間の前記少なくとも 1 つの可動アームリンクに対する前記エンドエフェクタの少なくとも 360° の回転を介した前記エンドエフェクタの回転を決定するように配置されている、請求項 1 記載の基板搬送装置。

40

【請求項 2 0】

基板搬送装置であって、前記基板搬送装置が、
支持フレームと、

前記支持フレームに接続され、少なくとも 1 つの可動アームリンクと、前記少なくとも 1 つの可動アームリンクに接続され、基板保持ステーションが上に配置されたエンドエフェクタとを有する、関節式アームと、を備え、

前記少なくとも 1 つの可動アームリンクが、互いに堅固に連結されたリンクケースモジ

50

ユールで形成されたモジュール式複合アームリンクケーシングと、前記モジュール式複合アームリンクケーシングの実質的に端から端まで、前記堅固に連結されたリンクケースモジュール内に収容され、前記堅固に連結されたリンクケースモジュールを通って伸長するブーリシステムとを有し、前記ブーリシステムが、前記モジュール式複合アームリンクケーシングに取り付けられて係合され、駆動セクションによって動力を供給されて、前記ブーリシステムが前記少なくとも1つの可動アームリンクまたは前記少なくとも1つの可動アームリンクに対する前記エンドエフェクタの関節運動をもたらすように配置され、

前記堅固に連結されたケースリンクモジュールが、少なくとも1つのリンクケース伸長モジュールによって接続されたリンクケースエンドモジュールを含み、前記少なくとも1つのリンクケース伸長モジュールは、前記モジュール式複合アームリンクケーシングを形成するために前記リンクケースエンドモジュールの各々に機械的に固定され、形成された前記モジュール式複合アームリンクケーシングが、前記モジュール式複合アームリンクケーシングの端部において前記リンクケースエンドモジュールに収容された前記ブーリシステムのブーリホイールを接続するブーリトランスミッションのミスアライメント公差に適合するように配置されている、基板搬送装置。

【請求項 2 1】

前記少なくとも1つの可動アームリンクが再構成可能なアームリンクであり、前記リンクケース伸長モジュールは、各々が前記少なくとも1つの可動アームリンクの長さを決定する異なる対応する所定の特性を有する、複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールから交換可能である、請求項 2 0 記載の基板搬送装置。

【請求項 2 2】

前記リンクケース伸長モジュールおよび前記複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々が、それらに対応するボックス形状の断面を有し、前記所定の特性は、前記リンクケース伸長モジュールおよび前記複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々が、異なる対応する長さを有し、前記対応するボックス形状の断面が、各々の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールに対して所定の剛性を維持するように前記異なる対応する長さに相応して寸法決めおよび成形されていることである、請求項 2 1 記載の基板搬送装置。

【請求項 2 3】

前記リンクケース伸長モジュールおよび前記複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々が、それらに対応するボックス形状の断面を有し、前記所定の特性は、前記リンクケース伸長モジュールおよび前記複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々が、異なる対応する長さを有し、前記対応するボックス形状の断面が、各々の異なる選択可能な所定のアームリンク長さに対して所定の剛性を維持するように前記異なる対応する長さに相応して寸法決めおよび成形されていることである、請求項 2 1 記載の基板搬送装置。

【請求項 2 4】

前記リンクケース伸長モジュールおよび前記複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々が、ボックス形状の断面を有する押し出し部材である、請求項 2 1 記載の基板搬送装置。

【請求項 2 5】

前記リンクケース伸長モジュールおよび前記複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々が、前記リンクケースエンドモジュールの材料とは異なる材料で作られたボックス形状の断面を有する、請求項 2 1 記載の基板搬送装置。

【請求項 2 6】

前記リンクケース伸長モジュールおよび前記複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々の材料が、前記リンクケースエンドモジュールの材料よりも高い剛性を有する、請求項 2 1 記載の基板搬送装置。

【請求項 2 7】

前記リンクケース伸長モジュールおよび前記複数の異なる交換可能なリンクケース伸長

10

20

30

40

50

モジュールの各々の材料が、前記プーリシステムの前記プーリトランスマッショの材料の剛性に相応した剛性を有する、請求項 2 1 記載の基板搬送装置。

【請求項 2 8】

前記リンクケース伸長モジュールおよび前記複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々が、ステンレス鋼で作られたボックス形状の断面を有する、請求項 2 1 記載の基板搬送装置。

【請求項 2 9】

前記プーリトランスマッショが、左右対称に可撓性のプーリトランスマッショであり、前記モジュール式複合アームリンクケーシングが、コンパクトで実質的に左右対称な断面を有する、前記プーリシステムの前記プーリホイールを接続する、前記左右対称に可撓性のプーリトランスマッショに相応する、選択された所定のアーム長さに対するコンパクトな高さを有する薄型ケーシングである、請求項 2 1 記載の基板搬送装置。

10

【請求項 3 0】

前記コンパクトな高さが、同等の長さを有する同等数のプーリシステムに対するバンドプーリトランスマッショのハウジング高さよりも低い、請求項 2 9 記載の基板搬送装置。

【請求項 3 1】

前記プーリホイールを接続する前記可撓性のプーリトランスマッショが、ケーブルまたはワイヤのプーリトランスマッショである、請求項 2 9 記載の基板搬送装置。

【請求項 3 2】

前記モジュール式複合アームリンクケーシングは、前記リンクケースエンドモジュールの少なくとも 1 つに収容された前記プーリシステムの、クロスローラベアリングが取り付けられたプーリホイールに相応する、選択された所定のアーム長さに対するコンパクトな高さを有する薄型ケーシングである、請求項 2 1 記載の基板搬送装置。

20

【請求項 3 3】

前記プーリシステムの前記プーリホイールの少なくとも 1 つには、前記プーリホイールのうちの少なくとも 1 つの位置および位置合わせが、クロスローラベアリングとの係合に依存し、クロスローラベアリングとの係合によって制御されるように、前記クロスローラベアリングが取り付けられている、請求項 2 0 記載の基板搬送装置。

【請求項 3 4】

前記プーリシステムの前記プーリホイールのプーリホイールに対するプーリトランスマッショの係合が、前記プーリホイールの少なくとも 1 つの上の前記プーリトランスマッショの巻き付き位置と巻き付き解除位置との間の前記プーリホイールの少なくとも 1 つの少なくとも 360° の回転を介した前記プーリシステムの前記プーリホイールの少なくとも 1 つの回転を決定するように配置されている、請求項 2 0 記載の基板搬送装置。

30

【請求項 3 5】

前記プーリシステムの前記プーリホイールのプーリホイールに対するプーリトランスマッショの係合が、前記プーリホイールの少なくとも 1 つの上の前記プーリトランスマッショの巻き付き位置と巻き付き解除位置との間の前記少なくとも 1 つの可動アームリンクに対する前記エンドエフェクタの少なくとも 360° の回転を介した前記エンドエフェクタの回転を決定するように配置されている、請求項 2 0 記載の基板搬送装置。

40

【請求項 3 6】

基板搬送装置を提供する工程であって、前記基板搬送装置が、
支持フレームと、

前記支持フレームに接続され、少なくとも 1 つの可動アームリンクと、前記可動アームリンクに接続され、基板保持ステーションが上に配置されたエンドエフェクタとを有する、関節式アームと、を含む、工程と、

前記可動アームリンクを再構成する工程であって、前記可動アームリンクが、互いに堅固に連結されたリンクケースモジュールで形成されたモジュール式複合アームリンクケーシングと、前記モジュール式複合アームリンクケーシングの実質的に端から端まで、前記堅固に連結されたリンクケースモジュール内に収容され、前記堅固に連結されたリンクケ

50

ースモジュールを通じて伸長するブーリシステムとを有する再構成可能なアームリンクであり、前記堅固に連結されたリンクケースモジュールが、前記可動アームリンクの長さを決定する所定の特性を有する少なくとも1つの交換可能なリンクケース伸長モジュールによって接続されたリンクケースエンドモジュールを含む、工程と、を含み、

前記少なくとも1つの交換可能なリンクケース伸長モジュールは、前記モジュール式複合アームリンクケーシングおよび再構成可能なアームリンクを、複数の所定のアームリンク長さから所定のアームリンク長さに選択可能に設定するように、各々が前記可動アームリンクの対応する異なる長さを決定する異なる対応する所定の特性を有する、複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールから、前記リンクケースエンドモジュールへの接続および前記再構成可能なアームリンクの形成のために選択可能である、方法。

10

【請求項37】

前記少なくとも1つの交換可能なリンクケース伸長モジュールおよび前記複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々が、それらに対応するボックス形状の断面を有し、前記所定の特性は、前記交換可能なリンクケース伸長モジュールおよび前記複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々が、異なる対応する長さを有し、前記対応するボックス形状の断面が、各々の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールに対して所定の剛性を維持するように前記異なる対応する長さに相応して寸法決めおよび成形されていることである、請求項36記載の方法。

【請求項38】

前記少なくとも1つの交換可能なリンクケース伸長モジュールおよび前記複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々が、それらに対応するボックス形状の断面を有し、前記所定の特性は、前記交換可能なリンクケース伸長モジュールおよび前記複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々が、異なる対応する長さを有し、前記対応するボックス形状の断面が、各々の異なる選択可能な所定のアームリンク長さに対して所定の剛性を維持するように前記異なる対応する長さに相応して寸法決めおよび成形されていることである、請求項36記載の方法。

20

【請求項39】

前記少なくとも1つの交換可能なリンクケース伸長モジュールおよび前記複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々が、ボックス形状の断面を有する押し出し部材である、請求項36記載の方法。

30

【請求項40】

前記少なくとも1つの交換可能なリンクケース伸長モジュールおよび前記複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々が、前記リンクケースエンドモジュールの材料とは異なる材料で作られたボックス形状の断面を有する、請求項36記載の方法。

【請求項41】

前記少なくとも1つのリンクケース伸長モジュールおよび前記複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々の材料が、前記リンクケースエンドモジュールの材料よりも高い剛性を有する、請求項36記載の方法。

【請求項42】

前記少なくとも1つのリンクケース伸長モジュールおよび前記複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々の材料が、前記ブーリシステムのブーリトランスマッシュションの材料の剛性に相応した剛性を有する、請求項36記載の方法。

40

【請求項43】

前記ブーリシステムが、前記モジュール式複合アームリンクケーシングに係合され、駆動セクションによって動力を供給されて、前記ブーリシステムが前記少なくとも1つの可動アームリンクまたは前記エンドエフェクタの関節運動をもたらすように配置される、請求項36記載の方法。

【請求項44】

前記少なくとも1つの交換可能なリンクケース伸長モジュールおよび前記複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々が、ステンレス鋼で作られたボックス形状

50

の断面を有する、請求項 3 6 記載の方法。

【請求項 4 5】

前記モジュール式複合アームリンクケーシングを形成するために前記少なくとも 1 つの交換可能なリンクケース伸長モジュールを前記リンクケースエンドモジュールの各々に機械的に固定する工程であって、形成された前記モジュール式複合アームリンクケーシングが、選択された所定のアームリンク長さに対する、前記ブーリシステムのブーリホイールを接続するブーリトランスマッショングのミスマライメント公差に適合する、工程をさらに含む、請求項 3 6 記載の方法。

【請求項 4 6】

前記モジュール式複合アームリンクケーシングを形成するために前記少なくとも 1 つの交換可能なリンクケース伸長モジュールを機械的留め具継ぎ手で前記リンクケースエンドモジュールの各々に機械的に固定する工程をさらに含み、前記機械的留め具継ぎ手は、形成された前記モジュール式複合アームリンクケーシングが、選択された所定のアームリンク長さに対する、前記ブーリシステムのブーリホイールを接続するブーリトランスマッショングのミスマライメント公差に適合するように構成されている、請求項 3 6 記載の方法。

10

【請求項 4 7】

前記リンクケースエンドモジュールの少なくとも 1 つが、前記ブーリシステムのブーリホイールを収容する、請求項 3 6 記載の方法。

【請求項 4 8】

前記モジュール式複合アームリンクケーシングが、コンパクトで実質的に左右対称な断面を有する、前記ブーリシステムのブーリホイールを接続する、左右対称に可撓性のブーリトランスマッショングに相応する、選択された所定のアーム長さに対するコンパクトな高さを有する薄型ケーシングである、請求項 3 6 記載の方法。

20

【請求項 4 9】

前記コンパクトな高さが、同等の長さを有する同等数のブーリシステムに対するバンドブーリトランスマッショングのハウジング高さよりも低い、請求項 4 8 記載の方法。

【請求項 5 0】

前記ブーリホイールを接続する前記可撓性のブーリトランスマッショングが、ケーブルまたはワイヤのブーリトランスマッショングである、請求項 4 8 記載の方法。

【請求項 5 1】

前記リンクケースエンドモジュールの少なくとも 1 つは、ブーリホイールの位置および位置合わせが、クロスローラベアリングとの係合に依存し、クロスローラベアリングとの係合によって制御されるように、クロスローラベアリングが取り付けられた前記ブーリシステムのブーリホイールを収容する、請求項 3 6 記載の方法。

30

【請求項 5 2】

前記モジュール式複合アームリンクケーシングは、前記リンクケースエンドモジュールの少なくとも 1 つに収容された前記ブーリシステムの、クロスローラベアリングが取り付けられたブーリホイールに相応する、選択された所定のアーム長さに対するコンパクトな高さを有する薄型ケーシングである、請求項 3 6 記載の方法。

【請求項 5 3】

前記ブーリシステムのそれぞれのブーリホイールのブーリホイールに対するブーリトランスマッショングの係合が、前記それぞれのブーリホイールの上の前記ブーリトランスマッショングの巻き付き位置と巻き付き解除位置との間の前記それぞれのブーリホイールの少なくとも 360° の回転を介した前記ブーリシステムのそれぞれのブーリホイールの回転を決定するように配置されている、請求項 3 6 記載の方法。

40

【請求項 5 4】

前記ブーリシステムのそれぞれのブーリホイールのブーリホイールに対するブーリトランスマッショングの係合が、それぞれのブーリホイールの上の前記ブーリトランスマッショングの巻き付き位置と巻き付き解除位置との間の前記少なくとも 1 つの可動アームリンクに対する前記エンドエフェクタの少なくとも 360° の回転を介した前記エンドエフェクタの

50

回転を決定するように配置されている、請求項 3 6 記載の方法。

【請求項 5 5】

基板搬送装置を提供する工程であって、前記基板搬送装置が、
支持フレームと、

前記支持フレームに接続され、少なくとも 1 つの可動アームリンクと、前記少なくとも 1 つの可動アームリンクに接続され、基板保持ステーションが上に配置されたエンドエフェクタとを有する、関節式アームと、を含む、工程と、

前記少なくとも 1 つの可動アームリンクのモジュール式複合アームリンクケーシングに取り付けられ、係合されているブーリシステムを用いて、前記少なくとも 1 つの可動アームリンクまたは前記少なくとも 1 つの可動アームリンクに対する前記エンドエフェクタの関節運動をもたらす工程であって、前記モジュール式複合アームリンクケーシングが、互いに堅固に連結されたリンクケースモジュールで形成され、前記ブーリシステムが、前記モジュール式複合アームリンクケーシングの実質的に端から端まで、前記堅固に連結されたリンクケースモジュール内に収容され、前記堅固に連結されたリンクケースモジュールを通って伸長する、工程と、を含み、

前記堅固に連結されたケースリンクモジュールが、少なくとも 1 つのリンクケース伸長モジュールによって接続されたリンクケースエンドモジュールを含み、前記少なくとも 1 つのリンクケース伸長モジュールは、前記モジュール式複合アームリンクケーシングを形成するために前記リンクケースエンドモジュールの各々に機械的に固定され、形成された前記モジュール式複合アームリンクケーシングが、前記モジュール式複合アームリンクケーシングの端部において前記リンクケースエンドモジュールに収容された前記ブーリシステムのブーリホイールを接続するブーリトランスマッションのミスアライメント公差に適合するように配置されている、方法。

【請求項 5 6】

前記少なくとも 1 つの可動アームリンクを再構成する工程であって、前記リンクケース伸長モジュールが、各々が前記少なくとも 1 つの可動アームリンクの長さを決定する異なる対応する所定の特性を有する、複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールから交換可能である、工程をさらに含む、請求項 5 5 記載の方法。

【請求項 5 7】

前記リンクケース伸長モジュールおよび前記複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々が、それらに対応するボックス形状の断面を有し、前記所定の特性は、前記リンクケース伸長モジュールおよび前記複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々が、異なる対応する長さを有し、前記対応するボックス形状の断面が、各々の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールに対して所定の剛性を維持するように前記異なる対応する長さに相応して寸法決めおよび成形されていることである、請求項 5 6 記載の方法。

【請求項 5 8】

前記リンクケース伸長モジュールおよび前記複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々が、それらに対応するボックス形状の断面を有し、前記所定の特性は、前記リンクケース伸長モジュールおよび前記複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々が、異なる対応する長さを有し、前記対応するボックス形状の断面が、各々の異なる選択可能な所定のアームリンク長さに対して所定の剛性を維持するように前記異なる対応する長さに相応して寸法決めおよび成形されていることである、請求項 5 6 記載の方法。

【請求項 5 9】

前記リンクケース伸長モジュールおよび前記複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々が、ボックス形状の断面を有する押し出し部材である、請求項 5 6 記載の方法。

【請求項 6 0】

前記リンクケース伸長モジュールおよび前記複数の異なる交換可能なリンクケース伸長

10

20

30

40

50

モジュールの各々が、前記リンクケースエンドモジュールの材料とは異なる材料で作られたボックス形状の断面を有する、請求項 5 6 記載の方法。

【請求項 6 1】

前記リンクケース伸長モジュールおよび前記複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々の材料が、前記リンクケースエンドモジュールの材料よりも高い剛性を有する、請求項 5 6 記載の方法。

【請求項 6 2】

前記リンクケース伸長モジュールおよび前記複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々の材料が、前記ブーリシステムの前記ブーリトランスマッショングの材料の剛性に相応した剛性を有する、請求項 5 6 記載の方法。

10

【請求項 6 3】

前記リンクケース伸長モジュールおよび前記複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々が、ステンレス鋼で作られたボックス形状の断面を有する、請求項 5 6 記載の方法。

【請求項 6 4】

前記ブーリトランスマッショングが、左右対称に可撓性のブーリトランスマッショングであり、前記モジュール式複合アームリンクケーシングが、コンパクトで実質的に左右対称な断面を有する、前記ブーリシステムの前記ブーリホイールを接続する、前記左右対称に可撓性のブーリトランスマッショングに相応する、選択された所定のアーム長さに対するコンパクトな高さを有する薄型ケーシングである、請求項 5 6 記載の方法。

20

【請求項 6 5】

前記コンパクトな高さが、同等の長さを有する同等数のブーリシステムに対するバンドブーリトランスマッショングのハウジング高さよりも低い、請求項 6 4 記載の方法。

【請求項 6 6】

前記ブーリホイールを接続する前記可撓性のブーリトランスマッショングが、ケーブルまたはワイヤのブーリトランスマッショングである、請求項 6 4 記載の方法。

【請求項 6 7】

前記モジュール式複合アームリンクケーシングは、前記リンクケースエンドモジュールの少なくとも 1 つに収容された前記ブーリシステムの、クロスローラベアリングが取り付けられたブーリホイールに相応する、選択された所定のアーム長さに対するコンパクトな高さを有する薄型ケーシングである、請求項 5 6 記載の方法。

30

【請求項 6 8】

前記ブーリシステムの前記ブーリホイールの少なくとも 1 つには、前記ブーリホイールのうちの少なくとも 1 つの位置および位置合わせが、クロスローラベアリングとの係合に依存し、クロスローラベアリングとの係合によって制御されるように、前記クロスローラベアリングが取り付けられている、請求項 5 5 記載の方法。

【請求項 6 9】

前記ブーリシステムの前記ブーリホイールのブーリホイールに対するブーリトランスマッショングの係合が、前記ブーリホイールの少なくとも 1 つの上の前記ブーリトランスマッショングの巻き付き位置と巻き付き解除位置との間の前記ブーリホイールの少なくとも 1 つの少なくとも 360° の回転を介した前記ブーリシステムの前記ブーリホイールの少なくとも 1 つの回転を決定するように配置されている、請求項 5 5 記載の方法。

40

【請求項 7 0】

前記ブーリシステムの前記ブーリホイールのブーリホイールに対するブーリトランスマッショングの係合が、前記ブーリホイールの少なくとも 1 つの上の前記ブーリトランスマッショングの巻き付き位置と巻き付き解除位置との間の前記少くとも 1 つの可動アームリンクに対する前記エンドエフェクタの少なくとも 360° の回転を介した前記エンドエフェクタの回転を決定するように配置されている、請求項 5 5 記載の方法。

【請求項 7 1】

基板搬送装置であって、前記基板搬送装置が、

50

支持フレームと、

前記支持フレームに接続され、少なくとも1つの可動アームリンクと、前記少なくとも1つの可動アームリンクに接続され、基板保持ステーションが上に配置されたエンドエフェクタとを有する、関節式アームと、を備え、

前記少なくとも1つの可動アームリンクが、モジュール式複合アームリンクケーシングを有し、前記モジュール式複合アームリンクケーシングが、少なくとも1つの押し出し成型されたアームケーシングコンポーネントと、前記モジュール式複合アームリンクケーシングの実質的に端から端まで、前記押し出し成型されたアームケーシングコンポーネント内に収容され、前記押し出し成型されたアームケーシングコンポーネントを通じて伸長するブーリシステムとを有し、前記ブーリシステムが、前記モジュール式複合アームリンクケーシングに取り付けられて係合され、駆動セクションによって動力を供給されて、前記ブーリシステムが前記少なくとも1つの可動アームリンクまたは前記少なくとも1つの可動アームリンクに対する前記エンドエフェクタの関節運動をもたらすように配置され、

前記モジュール式複合アームリンクケーシングが、前記少なくとも1つの押し出し成型されたアームケーシングコンポーネントによって接続されたリンクケースエンドモジュールを含み、前記少なくとも1つの押し出し成型されたアームケーシングコンポーネントは、前記モジュール式複合アームリンクケーシングを形成するために前記リンクケースエンドモジュールの各々に機械的に固定され、形成された前記モジュール式複合アームリンクケーシングが、前記モジュール式複合アームリンクケーシングの端部において前記リンクケースエンドモジュールに収容された前記ブーリシステムのブーリホイールを接続するブーリトランスマッショングのミスアライメント公差に適合するように配置されている、基板搬送装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

【関連出願への相互参照】

本出願は、2020年2月5日に出願された米国仮特許出願番号62/970,565の非仮出願であり、その利益を主張し、その開示全体は引用により本明細書に組み込まれる。

【0002】

【技術分野】

例示的な実施形態は、概して、基板処理ツールに関し、より具体的には、基板搬送装置に関する。

【背景技術】

【0003】

半導体製造施設は、共通の真空搬送システムに連結されたツインプロセスモジュールを含む基板処理システムを利用し得る。いくつかの従来のシステムでは、半導体基板（基板またはウエハとも呼ばれる）は、概して、ツインプロセスモジュールの並んだ基板保持ステーションに到達することができる並んだ伸縮式アームを含む搬送装置によってツインプロセスモジュールに送達される。他の従来のシステムでは、ロングリーチ「ヨー」型の搬送装置（たとえば、非半径方向に整列させられた基板ホルダの伸長を可能にするアームリンクから構成されるアームを有する）が、ツインプロセスモジュールの基板保持ステーションの各々に基板を一度に1つずつ移送するために使用される。

【0004】

概して、基板を基板保持ステーションへ、基板保持ステーションから移送する、上述のヨー型移送装置および他の関節式リンクの基板移送装置（水平多関節ロボット（スカラ（SCARA））型の移送装置など）は、ヨー型の移送装置のアームリンクの少なくとも一部への運動を伝えるように金属バンドおよびブーリトランスマッショングを利用する。金属バンドおよびブーリトランスマッショングのサイズ制約によって、たとえばアームリンクの高さおよび/または全体のサイズが少なくとも部分的に決定される。またアームリンクの長さ

10

20

30

40

50

が長いと、バンドとプーリの位置合わせに影響を与える重力負荷によってアームが撓み得る。

【0005】

上述の移送装置は、概して、アームリンク間の回転関節でペアリングクランプを用いてシャフトに保持された組合せペアリングペアを利用している。組合せペアリングは、シャフトに取り付けるように構成された2つのペアリングのセットであり、予圧をかけると共にインナーリングとアウターリングと一緒にクランプして、軸方向および半径方向の剛性がより高められる。金属バンドの場合と同様に、組合せペアリングペアのサイズの制約によって、アームリンクの高さおよび／または全体のサイズが少なくとも部分的に決定される。理解され得るように、基板搬送アームのサイズによって、搬送アームが動作する搬送チャンバのサイズが少なくとも部分的に決定され、ここで、搬送チャンバのサイズは半導体スループットに影響を与える。組合せペアリングは、概して、組合せペアリングを加熱し、その後、組合せペアリングを冷却してシャフト上で収縮させて、組合せペアリングとシャフトとの間に焼き嵌めを生成することによって設置される。高温環境での組合せペアリングの動作は、組合せペアリングとシャフトの間の焼き嵌めの剛性に影響を与える。

10

【発明の概要】

【0006】

本開示の前述の態様および他の特徴は、添付の図面に関連して得られる以下の記載において説明される。

20

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1A】本開示の態様を組み込んだ例示的な基板処理装置の概略図である。

【図1B】本開示の態様による図1Aの基板処理装置の一部の概略図である。

【図1C】本開示の態様による図1Aの基板処理装置の一部の概略図である。

【図2A】本開示の態様による図1の基板処理装置の基板搬送装置の概略図である。

【図2B】本開示の態様による図1の基板処理装置の基板搬送装置の概略図である。

【図2C】本開示の態様による図1の基板処理装置の基板搬送装置の概略図である。

【図2D】本開示の態様による図1の基板処理装置の基板搬送装置の概略図である。

【図3】本開示の態様による基板搬送装置の例示的な駆動セクションの概略断面図である。

【図3A】本開示の態様による基板搬送装置の例示的な駆動セクションの概略断面図である。

30

【図3B】本開示の態様による基板搬送装置の例示的な駆動セクションの概略断面図である。

【図3C】本開示の態様による基板搬送装置の例示的な駆動セクションの概略断面図である。

【図4】本開示の態様による図2A、2B、2C、および2Dの基板搬送装置の一部の概略断面図である。

【図4A】本開示の態様による図2A、2B、2C、および2Dの基板搬送装置の一部の概略図である。

【図4B】本開示の態様による図2A、2B、2C、および2Dの基板搬送装置の一部の概略図である。

40

【図5A】本開示の態様による図2A、2B、2C、および2Dの基板搬送装置の一部の概略側面図である。

【図5B】本開示の態様による図2A、2B、2C、および2Dの基板搬送装置の一部の概略正面図である。

【図5C】本開示の態様による図2A、2B、2C、および2Dの基板搬送装置のモジュール式アームリンクの概略斜視図である。

【図5D】本開示の態様による図5Cのモジュール式アームリンクの別の概略斜視図である。

【図5E】本開示の態様による図5Cのモジュール式アームリンクの一部の概略端面図で

50

ある。

【図 5 F】本開示の態様による図 2 A、2 B、2 C、および 2 D の基板搬送装置の一部の概略斜視図である。

【図 6 A】本開示の態様による図 2 A、2 B、2 C、および 2 D の基板搬送装置の一部の概略図である。

【図 6 B】本開示の態様による図 2 A、2 B、2 C、および 2 D の基板搬送装置の一部の概略図である。

【図 6 C】本開示の態様による図 2 A、2 B、2 C、および 2 D の基板搬送装置の一部の概略図である。

【図 6 D】本開示の態様による図 2 A、2 B、2 C、および 2 D の基板搬送装置の一部の概略図である。

【図 6 E】本開示の態様による図 2 A、2 B、2 C、および 2 D の基板搬送装置の例示的なケーブルまたはワイヤおよびブーリトランスマッショニの概略側面図である。

【図 6 F】本開示の態様による図 2 A、2 B、2 C、および 2 D の基板搬送装置の例示的なケーブルまたはワイヤおよびブーリトランスマッショニの概略平面図である。

【図 6 G】本開示の態様による図 2 A、2 B、2 C、および 2 D の基板搬送装置のインラインケーブルまたはワイヤテンショナの概略図である。

【図 6 H】本開示の態様による図 2 A、2 B、2 C、および 2 D の基板搬送装置のインラインケーブルまたはワイヤテンショナの概略図である。

【図 6 I】本開示の態様による図 2 A、2 B、2 C、および 2 D の基板搬送装置のクロスローラブーリの概略図である。

【図 6 J】本開示の態様による図 2 A、2 B、2 C、および 2 D の基板搬送装置のクロスローラベアリングの概略図である。

【図 7 A】本開示の態様による図 2 A、2 B、2 C、および 2 D の基板搬送装置を組み込んだ例示的な基板処理装置の概略図である。

【図 7 B】本開示の態様による図 2 A、2 B、2 C、および 2 D の基板搬送装置を組み込んだ例示的な基板処理装置の概略図である。

【図 7 C】本開示の態様による図 2 A、2 B、2 C、および 2 D の基板搬送装置を組み込んだ例示的な基板処理装置の概略図である。

【図 7 D】本開示の態様による図 2 A、2 B、2 C、および 2 D の基板搬送装置を組み込んだ例示的な基板処理装置の概略図である。

【図 7 E】本開示の態様による図 2 A、2 B、2 C、および 2 D の基板搬送装置を組み込んだ例示的な基板処理装置の概略図である。

【図 7 F】本開示の態様による図 2 A、2 B、2 C、および 2 D の基板搬送装置を組み込んだ例示的な基板処理装置の概略図である。

【図 7 G】本開示の態様による図 2 A、2 B、2 C、および 2 D の基板搬送装置を組み込んだ例示的な基板処理装置の概略図である。

【図 7 H】本開示の態様による図 2 A、2 B、2 C、および 2 D の基板搬送装置を組み込んだ例示的な基板処理装置の概略図である。

【図 7 I】本開示の態様による図 2 A、2 B、2 C、および 2 D の基板搬送装置を組み込んだ例示的な基板処理装置の概略図である。

【図 7 J】本開示の態様による図 2 A、2 B、2 C、および 2 D の基板搬送装置を組み込んだ例示的な基板処理装置の概略図である。

【図 7 K】本開示の態様による図 2 A、2 B、2 C、および 2 D の基板搬送装置を組み込んだ例示的な基板処理装置の概略図である。

【図 7 L】本開示の態様による図 2 A、2 B、2 C、および 2 D の基板搬送装置を組み込んだ例示的な基板処理装置の概略図である。

【図 8】本開示の態様による基板搬送装置を組み込んだ基板処理装置の概略図である。

【図 9】本開示の特徴を組み込んだ基板搬送装置の概略図である。

【図 10】本明細書に記載される、および本開示の特徴が組み込まれた搬送装置用の例示

10

20

30

40

50

的な基板ホルダの概略側面図である。

【図11】本明細書に記載される、および本開示の特徴が組み込まれた搬送装置用の例示的な基板ホルダの概略側面図である。

【図12】本開示の態様による基板搬送装置を組み込んだ基板処理装置の概略図である。

【図13】本開示の特徴を組み込んだ基板搬送装置の概略図である。

【図14】本開示の態様による例示的な方法のフロー図である。

【図15】本開示の態様による基板搬送装置を組み込んだ基板処理装置の概略図である。

【図16】本開示の態様による基板搬送装置を組み込んだ基板処理装置の概略図である。

【図17】本開示の態様による例示的な方法のフロー図である。

【図18A】本開示の態様による多軸自動ウエハセンタリングの例示的な概略図である。

10

【図18B】本開示の態様による多軸自動ウエハセンタリングの例示的な概略図である。

【図18C】本開示の態様による多軸自動ウエハセンタリングの例示的な概略図である。

【図19】本開示の態様による図1の基板処理装置の基板搬送装置の概略図である。

【図20】本開示の態様による図1の基板処理装置の基板搬送装置の概略図である。

【図21】本開示の態様による図1の基板処理装置の基板搬送装置の概略図である。

【図22】本開示の態様による図1の基板処理装置の基板搬送装置の概略図である。

【図23】本開示の態様による図1の基板処理装置の基板搬送装置の概略図である。

【図23A】本開示の態様による図23の基板搬送装置を組み込んだ例示的な基板処理装置の概略図である。

【図24】本開示の態様による図1の基板処理装置の基板搬送装置の概略図である。

20

【図25】本開示の態様による図1の基板処理装置の基板搬送装置の概略図である。

【図26A】本開示の態様による図1の基板処理装置の基板搬送装置の概略図である。

【図26B】本開示の態様による図1の基板処理装置の基板搬送装置の概略図である。

【図26C】本開示の態様による図1の基板処理装置の基板搬送装置の概略図である。

【図26D】本開示の態様による図1の基板処理装置の基板搬送装置の概略図である。

【図27A】本開示の態様による図1の基板処理装置の基板搬送装置の概略図である。

【図27B】本開示の態様による図1の基板処理装置の基板搬送装置の概略図である。

【図27C】本開示の態様による図1の基板処理装置の基板搬送装置の概略図である。

【図28】本開示の態様による図1の基板処理装置の基板搬送装置の概略図である。

【図29】本開示の態様による例示的な方法のフロー図である。

30

【図30】本開示の態様による例示的な方法のフロー図である。

【図31】本開示の態様による例示的な方法のフロー図である。

【図32】本開示の態様による図19の基板搬送装置の概略図である。

【図33A】本開示の態様による基板搬送装置の概略図である。

【図33B】本開示の態様による基板搬送装置の概略図である。

【図34A】本開示の態様による基板搬送装置の概略図である。

【図34B】本開示の態様による基板搬送装置の概略図である。

【図35A】本開示の態様による基板搬送装置の概略図である。

【図35B】本開示の態様による基板搬送装置の概略図である。

【図36A】本開示の態様による基板搬送装置の概略図である。

40

【図36B】本開示の態様による基板搬送装置の概略図である。

【図37】本開示の態様による形成された通りの端部連結部 (as formed end coupling) と完成された端部連結部 (finished end coupling) との概略比較図である。

【図38】本開示の態様による別の形成された通りの端部連結部と完成された端部連結部との概略比較図である。

【図39】本開示の態様による形成された通りの中央アームセクションと完成された中央アームセクションとの概略比較図である。

【図40】本開示の態様による伸縮式中央アームセクションの概略斜視図である。

【図40A】本開示の態様によるセグメント化されたアームセクションの概略図である。

【図41】本開示の態様による端部連結部と中央アームセクションとの間の連結の概略断

50

面図である。

【図42】本開示の態様による端部連結部と中央アームセクションとの間の連結の概略断面図である。

【図43】本開示の態様による端部連結部と中央アームセクションとの間の連結の概略断面図である。

【図44】本開示の態様による基板搬送装置の一部の概略図および中央アームセクションのそれぞれの断面である。

【図44A】本開示の態様による基板搬送装置の中央アームセクションの概略断面図である。

【図44B】本開示の態様による基板搬送装置の中央アームセクションの概略断面図である。

【図44C】本開示の態様による基板搬送装置の中央アームセクションの概略断面図である。

【図45】本開示の態様による基板搬送装置の一部の概略斜視図である。

【図46】本開示の態様による基板搬送装置の一部の概略斜視図である。

【図47】本開示の態様による基板搬送装置の一部の概略斜視図である。

【図48】本開示の態様による基板搬送アームリンクのコンポーネントの熱膨張の概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

図1Aは、本開示の態様による例示的な基板処理装置100を例示している。本開示の態様が、図面を参照して説明されるが、多くの形態で具体化され得ることを理解されたい。さらに、任意の適切なサイズ、形状、またはタイプの要素または材料が使用され得る。

【0009】

本開示の態様は、基板搬送装置130を含む基板処理装置100を提供する。基板搬送装置130は、互いに回転可能に接合された少なくとも2つのアームリンクおよびエンドエフェクタ（本明細書では基板ホルダとも呼ばれる）を有し、一態様では固定位置にショルダ関節／軸SXを有する、アーム131を含む。基板搬送装置130は、基板Sの高速スワッピングを提供しながら、並んだ基板処理（または他の保持）ステーション190-191、192-193、194-195、196-197に略同時に基板をピッキング（および／または配置）するように構成されている。基板搬送装置130の構成によって、基板搬送装置130による基板移送と一致した各基板のための独立した自動ウェハセンタリングを用いて、（本明細書で記載されるような）移送チャンバ125、125Aの各側面上の各々の並んだ基板処理ステーションに略同時に基板をピッキングすることが可能になる。図7E～7Jを簡単に参照すると、基板Sの高速スワッピングが、基板搬送装置130を用いた並んだ基板処理ステーションの1つのセットまたはペア（たとえば、基板処理ステーション190～191など）からの略同時の基板S（S1、S2）の取り外し、および基板搬送装置130を用いた同じ並んだ基板処理ステーション（すなわち、基板処理ステーション188～189）への略同時の他の異なる基板S（S3、S4）の配置であり、ここで、取り外しあおよび配置が、取り外された基板S（S1、S2）の配置に介入することなく（すなわち、取り外された基板S（S1、S2）が基板搬送装置によって保持された状態で）迅速に連続して行われることが留意される。他の態様では、基板の高速スワッピングは、（1つまたは複数の）基板のピッキングと配置との間のZ軸運動を実質的に介入させることなく行われる。換言すれば、基板を基板保持ステーションに上げる（ピッキングする）または下げる（配置する）以外に、基板搬送装置130の介入するZ軸運動は実質的に存在しない。たとえば、基板ホルダ平面の各平面499、499A（図2D、10、および11を参照）（本明細書に記載されるようなもの、およびデュアル側部基板ホルダの基板保持ステーション203H1、203H2、204H1、204H2が、1つまたは複数の平面を形成するかどうか）は、本明細書でさらに説明されるように、搬送開口平面の所与のZ位置での移送のための共通の移送チャンバ内の搬送開口部の少

10

20

30

40

50

なくとも 1 つの平面 (図 1 B および 1 C を参照) に対応し、それに対して整列させられる。

【 0 0 1 0 】

本開示の態様はまた、従来のバンドおよびブーリトランスマッショント比較して少なくとも移送アームリンクの高さを減少させる、ケーブルまたはワイヤおよびブーリを利用する搬送アームトランスマッショントシステムを提供する。記載されるケーブルまたはワイヤおよびブーリトランスマッショント (本明細書では説明を簡単にするためにケーブルおよびブーリトランスマッショントと呼ばれる) はまた、従来のバンドおよびブーリトランスマッショント比較して、ケーブルとそれとのブーリとの間の位置合わせの問題を実質的に排除または低減し得、重力によるアームリンクの撓みによる影響を受けずに動作し得る。ケーブルとそれとのブーリとの間の位置合わせの問題を実質的に排除または低減することによって、アームリンクの長さがより長くされ得、基板搬送アームのより長いリーチがもたらされる。

【 0 0 1 1 】

本開示の態様は、(たとえば、組合せベアリングの従来の利用と比較して) 搬送アームの回転関節でクロスローラベアリングを含めることにより、より堅固でコンパクトな搬送アームを提供し得る。いくつかの態様では、クロスローラベアリングは、搬送アームトランスマッショントシステムのブーリを形成して、搬送アームリンクの高さをさらに減少させ、搬送アームの部品数を減少させ得る。本開示の態様によれば、クロスローラベアリングは、基板搬送アームの動作環境の高い動作温度および / または動作温度の変動による影響を実質的に受けない方法で、それぞれのシャフトに連結され得る。

【 0 0 1 2 】

また図 2 を参照すると、本開示の態様によれば、アーム 131 は少なくとも 2 つの基板ホルダ (エンドエフェクタまたはエンドエフェクタリンクとも呼ばれる) 203、204 を含む。アーム 131 は、少なくとも 2 つの基板ホルダを有するものとして記載されているが、他の態様では、アームは、2 つ未満 (たとえば、1 つまたは少なくとも 1 つ) の基板ホルダまたは 2 つを超える基板ホルダを有してもよい。一態様では、基板ホルダ 203、204 は、デュアルエンドまたはデュアルパン基板ホルダであり、ここで、各基板ホルダは、各端部に少なくとも 1 つの基板保持ステーションまたはパンを有する 2 つの長手方向に分離された端部を有しているが、他の態様では、基板ホルダは、本明細書に記載される構成などの、任意の適切な構成を有し得る。少なくとも 2 つの基板ホルダ 203、204 は、自動ウエハセンタリングおよび並んだ基板処理ステーション 190 - 191、192 - 193、194 - 195、196 - 197 間の変動ピッチの適応の 1 つまたは複数をもたらすように、基板搬送装置 130 のリスト軸 W X を中心に互いに独立してかつ互いに對して回転する。

【 0 0 1 3 】

再び図 1 A を参照すると、たとえば半導体ツールステーションなどの、基板処理装置 100 が、本開示の一態様に従って示されている。半導体ツールステーションが図面に示されているが、本明細書に記載される本開示の態様は、任意のツールステーションまたはロボットマニピュレータを利用するアプリケーションに適用することができる。一態様では、基板処理装置 100 は、クラスター化された配置を有する (たとえば、中央または共通のチャンバに接続された基板処理ステーション 190 ~ 197 を有する) ものとして示されているが、他の態様では、基板処理装置は、線形に配置されたツールでもよい。しかし、本開示は、任意の適切なツールステーションに適用され得る。基板処理装置 100 は、概して、大気フロントエンド 101 (本明細書では大気セクションとも呼ばれる) 、2 つまたは 3 つ以上の真空ロードロック 102 A、102 B、および真空バックエンド 103 を含む。2 つまたは 3 つ以上の真空ロードロック 102 A、102 B は、任意の適切な配置で、フロントエンド 101 および / またはバックエンド 103 の (1 つまたは複数の) 任意の適切なポートまたは開口部に連結され得る。たとえば、一態様では、2 つまたは 3 つ以上の真空ロードロック 102 A、102 B (および搬送チャンバ壁 125 W におけるそれとの開口部) は、図 1 B で見ることができるように、並んだ配置で共通の水平面に

10

20

30

40

50

配置され得る。他の態様では、2つまたは3つ以上の真空ロードロック102A、120Bは、図1Cに示されるように、2つまたは3つ以上の真空ロードロック102A、102B、102C、102D（および搬送チャンバ壁125Wにおけるそれぞれの開口部）が、行（たとえば離間した水平面を有する）および列（たとえば離間した垂直面を有する）に配置されるように、格子状に配置され得る。

【0014】

2つまたは3つ以上の真空ロードロック102A、102Bが搬送チャンバ125の端部100E1に例示されているが、他の態様では、2つまたは3つ以上の真空ロードロック102A、102Bは、搬送チャンバ125の任意の数の側部100S1、100S2および/または端部100E1、100E2に配置されてもよいことが理解されるべきである。2つまたは3つ以上の真空ロードロック102A、102B、102C、102Dの各々はまた、1つまたは複数のウエハ/基板静止面WRP（図1Bおよび図1C）を含み得、そこで、基板はそれぞれの真空ロードロック102A、102B、102C、102D内の適切な支持体上に保持される。他の態様では、基板処理装置100は任意の適切な構成を有し得る。

10

【0015】

フロントエンド101、2つまたは3つ以上の真空ロードロック102A、102B、および真空バックエンド103の各々のコンポーネントは、たとえば、クラスター化アーキテクチャ制御部などの任意の適切な制御アーキテクチャの一部であり得るコントローラ110に接続され得る。制御システムは、開示全体が引用により本明細書に組み込まれる、2011年3月8日に発行された「Scalable Motion Control System」と題される米国特許第7,904,182号明細書に開示されるものなどの、マスタコントローラ、クラスタコントローラ、および自律リモートコントローラを有する閉ループコントローラであり得る。他の態様では、任意の適切なコントローラおよび/または制御システムが利用されてもよい。

20

【0016】

一態様では、フロントエンド101は、概して、ロードポートモジュール105と、たとえば、機器フロントエンドモジュール（EFEM）などのミニエンバイロメント106とを含む。ロードポートモジュール105は、300mmのロードポート、前面開口部または底面開口のボックス/ポッドおよびカセットのためのSEMI規格E15.1、E47.1、E62、E19.5またはE1.9に準拠するボックスオープナ/ローダーとツール間のスタンダード（BOLTS）インターフェースであり得る。他の態様では、ロードポートモジュールは、200mmのウエハ/基板のインターフェース、450mmのウエハ/基板のインターフェース、またはたとえば、より大きいもしくはより小さい半導体ウエハ/基板、フラットパネルディスプレイ用のフラットパネル、ソーラパネル、レチクルまたは任意の他の適切なオブジェクトなどの、任意の他の適切な基板インターフェースとして構成されてもよい。図1Aには2つのロードポートモジュール105が示されているが、他の態様では、任意の適切な数のロードポートモジュールが、フロントエンド101に組み込まれてもよい。ロードポートモジュール105は、オーバーヘッド搬送システム、無人搬送車、有人搬送車、有軌道式無人搬送車から、または任意の他の適切な搬送方法から、基板キャリアまたはカセットCを受けるように構成され得る。ロードポートモジュール105は、ロードポート107を介してミニエンバイロメント106とインターフェース接続し得る。ロードポート107によって、基板カセットCとミニエンバイロメント106との間の基板Sの通過が可能になり得る。ミニエンバイロメント106は、概して、本明細書に記載される本開示の1つまたは複数の態様を組み込み得る任意の適切な移送ロボット108を含む。一態様では、ロボット108は、たとえば、開示全体が引用により本明細書に組み込まれる、1999年12月14日に発行された米国特許第6,002,840号明細書、2013年4月16日に発行された米国特許第8,419,341号明細書、および2010年1月19日に発行された米国特許第7,648,327号明細書に記載されるものなどの、トラック搭載ロボットであり得る。他の態様では、ロボッ

30

40

50

ト 1 0 8 は、真空バックエンド 1 0 3 に関して本明細書に記載されるものに略類似し得る。ミニエンバイロメント 1 0 6 は、複数のロードポートモジュール間の基板移送のための制御された清浄な区域を提供し得る。

【 0 0 1 7 】

2 つまたは 3 つ以上の真空ロードロック 1 0 2 A、1 0 2 B (および 1 0 2 C、1 2 0 D) は、ミニエンバイロメント 1 0 6 とバックエンド 1 0 3 との間に配置され、それらに接続され得る。他の態様では、ロードポート 1 0 5 は、少なくとも 1 つのロードロック 1 0 2 A、1 0 2 B または搬送チャンバ 1 2 5 に実質的に直接連結され得、ここで、基板キャリア C は、搬送チャンバ 1 2 5 の真空まで真空引きされ (pumped down) 、基板 S は、基板キャリア C とそれぞれのロードロック 1 0 2 A、1 0 2 B または搬送チャンバ 1 2 5 との間で直接移送される。本態様では、基板キャリア C は、搬送チャンバの処理真空が基板キャリア C 内に伸長するようにロードロックとして機能し得る。理解され得るよう、基板キャリア C が、適切なロードポートを介して真空ロードロック 1 0 2 A、1 2 0 B に実質的に直接連結される場合、任意の適切な移送装置が、ロードロック内に提供され得るか、またはそうでなければ基板 S を基板キャリア C へと、およびそこから移送するための基板キャリア C へのアクセスを有する。なお、本明細書で使用されるような真空という用語が、基板 S が処理される 10^{-5} Torr 以下などの高真空を意味し得る。2 つまたは 3 つ以上の真空ロードロック 1 0 2 A、1 0 2 B は、概して、大気スロット / スリットバルブ ASV および真空スロット / スリットバルブ VSV (本明細書ではまとめてスロットバルブ SV と呼ばれる) を含む。ロードロック 1 0 2 A、1 0 2 B のスロットバルブ SV (基板ステーションモジュール 1 5 0 に対するものも) は、大気フロントエンド 1 0 1 から基板 S を積載した後にロードロック 1 0 2 A、1 0 2 B を排気するために、および窒素などの不活性ガスを用いてロードロック 1 0 2 A、1 0 2 B を通気するときに搬送チャンバ 1 2 5 内を真空に維持するために利用される環境分離を提供し得る。処理装置 1 0 0 のスロットバルブ SV は、少なくとも基板ステーションモジュール 1 5 0 (本明細書では処理ステーションとも呼ばれる) と搬送チャンバ 1 2 5 に連結されたロードロック 1 0 2 A、1 0 2 B とへの、およびそれらからの基板の移送に適応するために、(真空ロードロック 1 0 2 A、1 0 2 B、1 2 0 C、1 2 0 D に関して上記されるような) 同じ平面または異なる垂直に積み重ねられた平面に配置され得る。2 つまたは 3 つ以上のロードロック 1 0 2 A、1 0 2 B (および / またはフロントエンド 1 0 1) はまた、基板 S の基準を処理のための所望の位置に整列させるためのアライナ 1 0 9 、または任意の他の適切な基板計測機器を含み得る。他の態様では、2 つまたは 3 つ以上の真空ロードロック 1 0 2 A、1 2 0 B は、処理装置の任意の適切な場所に配置され、任意の適切な構成を有してもよい。

【 0 0 1 8 】

真空バックエンド 1 0 3 は、概して、搬送チャンバ 1 2 5 、1 つまたは複数の基板ステーションモジュール 1 5 0 、および本明細書に記載される本開示の 1 つまたは複数の態様を含み得る任意の適切な数の基板搬送装置 1 3 0 を含む。基板搬送チャンバ 1 2 5 は、その中に隔離された雰囲気を保持するように構成され、側壁 1 2 5 W を有し、側壁 1 2 5 W は複数の基板搬送開口部 (スロットバルブ SV 、または側壁 1 2 5 W における図 1 B および図 1 C に示されるものなどの、スロットバルブ SV に対応する開口部であって、側壁 1 2 5 W にスロットバルブが連結されて開口部を密閉する、開口部など) を備え、複数の基板搬送開口部は、共通のレベルで (図 1 B) または他の態様では行および列で (図 1 C) 側壁 1 2 5 W に沿って互いに別個に並置されている。搬送チャンバ 1 2 5 は、たとえば、SEM I 規格 E 7 2 ガイドラインに準拠する任意の適切な形状およびサイズを有し得る。基板搬送装置 1 3 0 は、以下で説明され、2 つまたは 3 つ以上の真空ロードロック 1 0 2 A、1 0 2 B (またはロードポートに配置されたカセット C) とさまざまな基板ステーションモジュール 1 5 0 との間で基板を搬送するために少なくとも部分的に搬送チャンバ 1 2 5 内に配置され得る。一態様では、基板搬送装置 1 3 0 は、基板搬送装置 1 3 0 が SEM I 規格 E 7 2 ガイドラインに準拠するように、モジュール式ユニットとして搬送チャンバ 1 2 5 から取り外し可能であり得る。

10

20

30

40

50

【0019】

基板ステーションモジュール 150 は、移送チャンバ 125 の共通の側面またはファセットに並べて配置され得る、および / または単一の基板ステーションモジュール 150 が、移送チャンバ 125 の単一の側面またはファセットに配置され得るが、他の態様では、基板ステーションモジュールは、単一の基板ステーションモジュール 150S (図 8)、三重基板ステーションモジュール 150T (図 12)、および / または単一のハウジング内に配置されているか、または搬送チャンバ 125 の共通の側面 / ファセットに並べて配置されている任意の適切な数の基板処理 / 保持ステーションを有する基板ステーションモジュールであり得る。一態様では、並んだ基板処理ステーションは、共通の (すなわち、同じ) 処理モジュールハウジング 150H (図 1A) 内に配置されて、ツインまたはタンデム基板処理モジュール 150D と呼ばれ得るものを作成し、一方、他の態様では、並んだ基板処理ステーションは、互いに分離され、共通のハウジング (図 7A) を共有しない、単一の基板処理ステーション 150S である。ツイン基板ステーションモジュール 150D、単一の基板ステーションモジュール 150S、三重基板ステーションモジュール 150T、および任意の適切な数の基板処理ステーションを有する任意の他の基板ステーションモジュールは、任意の適切な組み合わせで同じ (すなわち、共通の) 移送チャンバ 125 に連結され得る (たとえば、単一の基板ステーションモジュールおよびツイン基板ステーションモジュールが同じ移送チャンバに連結されている図 8 を参照) 。

【0020】

図 1A および移送チャンバ 125 の側部 100S1 上の基板ステーションモジュール 150 を参照すると、たとえば、基板処理ステーション 190、191 は、共通のハウジング 150H 内に並んで配置され、基板処理ステーションの両方に共通である単一のスロットバルブ (たとえば、基板処理ステーション 192、193 を参照) を通じて移送チャンバ 125 内からアクセス可能であり得るか、または各基板処理ステーションは、それぞれ独立して動作可能なスロットバルブ (たとえば、基板処理ステーション 190、191 を参照) を有し得る。たとえば 190、191 などの並んだ基板処理ステーションは、任意の適切な距離またはピッチ D だけ互いに分離または離間され、これは、本明細書で説明されるように、基板搬送装置 130 の少なくとも 2 つのデュアル端部基板ホルダ 203、204 の基板処理ステーション間の距離を変えることによって適応され得る。

【0021】

基板ステーションモジュール 150 は、さまざまな沈着、エッティング、または他のタイプのプロセスを介して基板 S 上で動作して、基板上に電気回路または他の所望の構造を形成し得る。典型的なプロセスは、限定されないが、プラズマエッティングまたは他のエッティングプロセスなどの真空を使用する薄膜プロセス、化学蒸着 (CVD)、プラズマ蒸着 (PVD)、イオン注入などの注入、計測、ラピッドサーマルプロセス (RTP)、ドライストリップ原子層蒸着 (ALD)、酸化 / 拡散、窒化物の形成、真空リソグラフィー、エピタキシー (EPI)、ワイヤボンダおよび蒸発、または真空圧を使用する他の薄膜プロセスを含む。基板ステーションモジュール 150 は、スロットバルブ SV を介するなど、任意の適切な方法で移送チャンバ 125 に連通可能に接続され、基板を移送チャンバ 125 から基板ステーションモジュール 150 に、またはその逆に通過させることが可能になる。移送チャンバ 125 のスロットバルブ SV は、ツイン処理モジュールの接続を可能にするように配置され得る。

【0022】

基板ステーションモジュール 150 および移送チャンバ 125 に連結されたロードロッカ 102A、102B (またはカセット C) への、およびそれらからの基板の移送は、基板搬送装置 130 の少なくとも 2 つのデュアル端部基板ホルダ 203、204 の少なくとも一部が並んだ基板処理ステーション 190 - 191、192 - 193、194 - 195、196 - 197 の所定のセットまたはペアのそれぞれの基板処理ステーションと整列させられるときに行われ得ることが留意される。本開示の態様によれば、2 つの基板 S は、(たとえば、基板が本明細書に記載される方法でツイン処理モジュールからピッキング /

10

20

30

40

50

配置されるときなどに) 略同時にそれぞれの所定の基板ステーションモジュール 150 に移送され得る。

【0023】

基板搬送装置 130 は、概して、固定位置で搬送チャンバ 125 に接続された駆動セクション 220、220A、220B、220C を備えた少なくとも 1 つの関節式マルチリンクアーム 131 を有するものとして本明細書で説明されているが、他の態様では、基板搬送装置 130 は、開示全体が引用により本明細書に組み込まれる、2014 年 10 月 16 日に出願された「Processing Apparatus」と題された米国特許出願番号 15/103,268 および 2013 年 2 月 11 日に出願された「Substrate Processing Apparatus」と題された国際特許出願番号 PCT/US13/25513 に記載されるものなどの、ブームアームまたはリニアキャリッジに取り付けられ得る。少なくとも 1 つの関節式マルチリンクアーム 131 は、搬送チャンバ 125 内に配置されたアッパーアーム 201 および フォアアーム 202 を有する。アッパーアーム 201 の近接端 201E1 が、固定位置で駆動セクション 220、220A、220B、220C に回転可能に接合されている。フォアアーム 202 は、アッパーアーム 201 の遠位端 201E2 でアッパーアーム 201 に回転可能に接合され、アッパーアーム 201 は、近位端 201E1 と遠位端 201E2 との間の実質的に剛性の非関節リンクである。

【0024】

本明細書に記載される本開示の態様では、(本明細書に記載されるような) 少なくとも 1 つのエンドエフェクタリングが、関節(たとえば、リスト関節または軸 W X)での共通の回転軸を中心にフォアアーム 202 に対して回転するように、フォアアーム 202 の端部で関節に回転可能に接合され、少なくとも 1 つのエフェクタリングは、そこに従属した(本明細書に記載されるような)複数の基板保持ステーションを有し、複数の基板保持ステーションは、互いに對して共通の平面 499(たとえば、図 2D、図 10、および図 11 を参照)に沿って並置され、共通の回転軸を中心にした少なくとも 1 つのエンドエフェクタリングの回転により、複数の基板保持ステーションが共通の回転軸を中心に回転するように構成されている。本明細書に記載されるように、基板搬送装置 130 の駆動セクション 220、220A、220B、220C は、マルチリンクアーム 131(およびそれに連結された少なくとも 1 つのエフェクタ)を、固定位置に対して、非半径方向の線形経路に沿って少なくとも伸長および収縮させるように構成され、そのため、複数の並置された基板保持ステーションは各々、アーム 131 の伸長および収縮で、非半径方向の経路に沿って線形に横断し、略同時に共通のレベルで複数の並置された基板搬送開口部の別個の対応する開口部(スロットバルブ SV、またはそれに対応する開口部であって、スロットバルブが開口部を密閉するために連結される壁 125W における図 1B および 1C に示されるものなどの開口部)を通過する。他の態様では、基板搬送装置 130 の駆動セクション 220、220A、220B、220C は、本明細書に記載されるように基板を搬送するために、マルチリンクアーム 131 を、固定位置に対して、半径方向の線形経路および非半径方向の線形経路の 1 つまたは両方に沿って伸長および収縮させるように構成されている。

【0025】

依然として図 1A を参照し、また図 2A ~ 2D も参照すると、基板搬送装置 130 は、フレーム 220F(本明細書では支持フレームとも呼ばれる)と、フレーム 220F に接続された駆動セクション 220 と、少なくとも 1 つの可動アームリンク 201、202、および可動アームリンクに接続されたエンドエフェクタリング 203、204 を有する少なくとも 1 つの関節式アーム 131(例示目的のみで単一のアームが例示されている)とを含み、エンドエフェクタリング 203、204 は、その上に基板保持ステーション 203H1、203H2、204H1、204H2 が配置されている。本態様では、関節式アームはマルチリンクアーム 131 である。一態様では、アーム 131 は、水平多関節ロボットアーム(本明細書では「スカラアーム」と呼ばれる)であるが、他の態様では、アーム

10

20

30

40

50

ムは任意の適切な構成を有してもよい。たとえば、アーム131は、アッパーアームリンク201、フォアアームリンク202、および少なくとも1つのエンドエフェクタリンク203、204（すなわち、少なくとも1つのエンドエフェクタを備えたデュアルリンクスカラ）を含むが、他の態様では、アーム131は、任意の適切な数のアームリンクおよび基板ホルダを有してもよい。アッパーアームリンク201は、実質的に剛性のリンクである（すなわち、アッパーアームリンク201は、長手方向端部201E1、201E2間で非関節式である）。アッパーアームリンク201は、アーム131のショルダ軸SXを中心に回転するように、一方の長手方向端部201E1（ショルダ関節または軸SXと呼ばれるものを形成する）で駆動セクション220に回転可能に連結されている。一態様では、ショルダ関節または軸SXは固定位置にある（搬送チャンバの対称軸に沿って図面に示されているが、他の態様では、搬送チャンバの対称軸からオフセットされ得る）。フォアアームリンク202は実質的に剛性のリンクである（すなわち、フォアアームリンク202は、長手方向端部202E1、202E2間で非関節式である）。フォアアームリンク202の長手方向端部202E1は、フォアアームリンク202がアーム131のエルボ軸EXを中心に回転するように、アッパーアームリンク201の長手方向端部201E2に回転可能に連結されている。ここで、フォアアームリンク202およびアッパーアームリンク201は、（たとえば、関節中心間で）同様の長さであるが、他の態様では、フォアアームリンク202およびアッパーアームリンク201は、（たとえば、関節中心間で）異なる長さを有してもよい。

【0026】

図5A～5Eも参照すると、一態様では、可動アームリンク201、202は、互いに堅固に連結されたリンクケースモジュールで形成されたモジュール式複合アームリンクケーシング201C、202C、およびモジュール式複合アームリンクケーシング201C、202Cの実質的に端から端まで（たとえば、アームリンクの各端部での回転軸SX、EX、WXの間で）、堅固に連結されたリンクケースモジュール内に収容され、そこを通って伸長する（たとえば、トランスミッショングループ材およびブーリのペアで形成される）ブーリシステム655を有する再構成可能なアームリンク201R、202Rである。ここで、本明細書により詳細に説明されるように、堅固に連結されたリンクケースモジュールは、可動アームリンク201、202の長さOALを決定する所定の特性を有する少なくとも1つの中央アームセクション510A、510B（本明細書では交換可能なリンクケース伸長モジュールまたは押し出し成型されたアームケーシングコンポーネントとも呼ばれる）によって接続された端部連結部511、512、513、514（本明細書ではリンクケースエンドモジュールとも呼ばれる）を含む。本開示の態様によれば、少なくとも1つの中央アームセクション510A、510Bは、モジュール式複合アームリンクケーシング201C、202Cおよび再構成可能なアームリンク201R、202Rを、複数の所定のアームリンク長さOALn（各々の異なる長さOALnが、異なる中央アームセクション510A1～510An、510B1～510Bnの異なる長さCAL1～CALnに対応している）から所定のアームリンク長さOALに選択可能に設定するように、各々が可動アームリンク201、202の対応する異なる長さを決定する異なる対応する所定の特性を有する、複数の異なる中央アームセクション（交換可能なリンクケース伸長モジュール）510A1～510An、510B1～510Bnから、端部連結部511、512、513、514への接続のために選択可能であり、再構成可能なアームリンク201R、202Rを形成する。

【0027】

例として、アッパーアームリンク201およびフォアアームリンク202の各々は、それぞれの中央アームセクション510A、510Bおよびそれぞれの端部連結部511～514を有するモジュール式アームリンクである。たとえば、アッパーアームリンク201は、アッパーアームリンク201の近位端201E1を形成する近位端部連結部511を含む。中央アームセクション510Aが、任意の適切な取り外し可能な留め具などを用いて、任意の適切な方法で近位端部連結部511に連結される。遠位端部連結部512が

、アッパーアーム 201 の遠位端 201E2 を形成するように、近位端部連結部 511 の反対側で中央アームセクション 510A に連結される。同様に、フォアアームリンク 202 は、フォアアームリンク 202 の近位端 202E1 を形成する近位端部連結部 513 を含む。中央アームセクション 510B が、任意の適切な取り外し可能な留め具などを用いて、任意の適切な方法で近位端部連結部 511 に連結される。遠位端部連結部 514 が、フォアアームリンク 202 の遠位端 202E2 を形成するように、近位端部連結部 513 の反対側で中央アームセクション 510B に連結される。

【0028】

アッパーアームリンク 201 のための端部連結部 511、512 は、互いに略類似しており、それにより、端部連結部 511、512 は互いに交換可能である（すなわち、端部連結部 511 は、アッパーアームリンク 201 の遠位端 201E2 または近位端 201E1 のいずれかを形成するように、中央アームセクション 510A のいずれかの端部に連結することができ、端部連結部 512 は、アッパーアームリンク 201 の遠位端 201E2 または近位端 201E1 のいずれかを形成するように、中央アームセクション 510A のいずれかの端部に連結することができる）。同様に、フォアアームリンク 202 のための端部連結部 513、514 は、互いに略類似しており、それにより、端部連結部 513、514 は互いに交換可能である（すなわち、端部連結部 513 は、フォアアームリンク 202 の遠位端 202E2 または近位端 202E1 のいずれかを形成するように、中央アームセクション 510B のいずれかの端部に連結することができ、端部連結部 514 は、フォアアームリンク 202 の遠位端 202E2 または近位端 202E1 のいずれかを形成するように、中央アームセクション 510B のいずれかの端部に連結することができる）。いくつかの態様では、アッパーアームリンク 201 のための端部連結部は、フォアアームリンク 202 の端部連結部と交換可能であり得る。交換可能な端部連結部によって、搬送アームの部品数が減少され、さまざまな部品の製造に関連するコストが削減され得る。

【0029】

中央アームセクション 510A、510B は、本明細書に記載されるように、閉じた断面（たとえば、閉じたボックス形状）を有している。たとえば、中央アームセクション 510A、510B は、任意の適切な断面を有し得るモノリシックチューブフレーム 510F を備える。図 5A ~ 5E に例示される例では、チューブフレーム 510F は、長方形の断面を有するものとして示されているが、他の態様では、断面は、正方形、円形、卵形、「I」ビーム形状などであってもよい（ケーブルが「I」ビームの内部（断面 A - A）または「I」ビームの外部（図 44A）に伸長する図 44 を参照）。さらに他の態様では、中央アームセクション 510A、510B は、開いたボックス形状を有してもよい（（たとえば、（1つまたは複数の）開いた側面を閉じるための（1つまたは複数の）パネル 4400 の有無にかかわらず）フレーム 510F' の1つまたは複数の側面が開いている図 44B を参照）。他の態様では、中央アームセクション 510A、510B は、図 44C に例示されるようにハイブリッドの開閉ボックス形状であるフレーム 510F" を有してもよく、ここで、フレーム 510F" の一部は閉じたボックスであるが、フレーム 510F" の別の隣接部分は開いたボックスである（たとえば、ここで、ブーリトランスマッションのケーブルは、開いたボックスおよび閉じたボックスの1つまたは複数を通って伸長する）。理解され得るよう、中央アームセクション 510A、510B の開いたボックス形状、閉じたボックス形状、「I」ビーム形状、または任意の他の適切な断面形状は、押し出し成型などによって、本明細書に記載される方法で形成され得る。（たとえば、「U」字形の断面に対して選択される材料の剛性に依存する）開いたボックス形状（たとえば、「U」字形）の断面と比較して、閉じたボックス形状では、基板搬送装置 130 の剛性および性能が向上され得ることが留意される。

【0030】

中央アームセクション 510A、510B は、モジュール式複合アームリンクケーシング 201C、202C を形成するために、（それぞれの）端部連結部 511、512、513、514 の各々に機械的に固定され、形成されたモジュール式複合アームリンクケー

10

20

30

40

50

シング 2 0 1 C、 2 0 2 C が、 選択された所定のアームリンク長さ O A L、 O A L n (図 5 C) に対する、 (それぞれの) プーリシステム (プーリシステム 6 5 5 A ~ 6 5 5 E など (図 4)) のプーリホイール (プーリ 4 8 0、 4 8 4、 4 8 8、 4 8 2、 4 8 6、 4 9 1、 4 7 0、 4 7 4、 4 7 2、 4 7 6 など (図 4)) を接続するプーリトランスマッショ ン (ランスマッショ ン部材 4 9 0、 4 9 2、 4 9 3、 4 9 4、 4 9 5 など (図 4)) のミスアライメント公差 (misalignment tolerance) に適合する (match) ように配置される。一態様では、 中央アームセクション 5 1 0 A、 5 1 0 B は、 モジュール式複合アームリンクケーシング 2 0 1 C、 2 0 2 C を形成するために、 (本明細書に記載されるような取り外し可能な機械的留め具を含む) 機械的留め具継ぎ手で、 端部連結部 5 1 1、 5 1 2、 5 1 3、 5 1 4 の各々に機械的に固定され、 機械的留め具継ぎ手は、 形成されたモジュール式複合アームリンクケーシング 2 0 1 C、 2 0 2 C が、 選択された所定のアームリンク長さに対する、 プーリシステムのプーリホイールを接続するプーリトランスマッショ ンのミスアライメント公差に適合するように構成されている。例として、 継ぎ手の機械的留め具の嵌合および / または補完部分間の適合および逆にクリアランス、 たとえば、 各々の個々の界面および継ぎ手での対応する孔への、 および集合的にアームリンクを横切る、 ボルトまたはピンの適合は、 所与のアームリンク長さでのプーリシステムのミスアライメントの許容可能な設計公差に (機械的留め具の適合が過剰な遊びを引き起こさないように) 適合するように構成されている。さらなる例として、 開示全体が引用により本明細書に組み込まれる、 (米国付与前公開番号 2 0 1 8 / 0 2 8 6 7 2 8 として 2 0 1 8 年 1 0 月 4 日に公開された) 2 0 1 8 年 1 月 2 5 日に出願され、 「 Method and Apparatus for Substrate Transport Apparatus Position Compensation 」 と題された、 米国特許出願番号 1 5 / 8 8 0, 3 8 7 に記載されるように、 図 6 B を簡単に参照すると、 アームリンク 2 0 1、 2 0 2 の長さが増加するにつれて、 アームの自由端も、 重力の影響および / または所定の量のアームリンク 2 0 1、 2 0 2 に対する負荷により撓み得るか、 または垂れ下がり得る。アームリンクの下降は、 それぞれのプーリシステム 6 5 5 A ~ 6 5 5 E のミスアライメント公差内に適応されなければならないさらなるミスアライメント (すなわち、 ランスマッショ ンセグメントが、 実質的にアーム位置の誤差を引き起こすことなく、 それぞれのプーリに対して角度を付けられるか、 または軸方向に移動し得る許容量) を画定し得る。アームリンク 2 0 1、 2 0 2 のこの垂れ下がりによって、 (図 6 B においてケーブル (またはワイヤ) セグメント 6 6 0 A、 6 6 0 B を含む) プーリトランスマッショ ンは、 プーリ 4 7 6 の回転平面に対して (所定のミスアライメント公差内で) 角度 だけ角度を付けられるようになるか、 またはプーリの外周面 / 側面に沿って (所定のミスアライメント公差内で) 軸方向に移動する。いくつかの態様では、 ケーブルセグメント 6 6 0 A、 6 6 0 B の角度 によって、 ケーブルセグメント 6 6 0 A、 6 6 0 B はプーリ 4 7 6 との位置をずらされ得る。ここで、 中央アームセクション 5 1 0 A、 5 1 0 B と端部連結部 5 1 1、 5 1 2、 5 1 3、 5 1 4 との間の連結は、 連結における任意の公差が、 プーリトランスマッショ ンとプーリ 4 7 6 との間のミスアライメント公差に適合する (または、 いくつかの態様では、 打ち消すまたは矯正する) ようなものである。

【 0 0 3 1 】

チューブフレーム 5 1 0 F は、 端部連結部 5 1 1、 5 1 2、 5 1 3、 5 1 4 のいずれか 1 つをチューブフレーム 5 1 0 F に連結するように構成された端部フランジ 5 4 0、 5 4 1 を含む。フランジ 5 4 0、 5 4 1 は、 任意の適切な方法で、 チューブフレーム 5 1 0 F と一体的に形成され得るか、 またはチューブフレーム 5 1 0 F に連結され得る。たとえば、 フランジ 5 4 0、 5 4 1 は、 チューブフレーム 5 1 0 F と共に鍛造、 鋳造、 または成型され得るが、 他の態様では、 フランジ 5 4 0、 5 4 1 は、 溶接、 機械的留め具、 接着剤、 摩擦嵌め (たとえば、 焼き嵌め、 圧入など) 、 クランプ、 または任意の他の適切な方法によってチューブフレームに連結されてもよい。端部フランジ 5 4 0、 5 4 1 は、 位置決め特徴部 (孔 5 4 5 およびスロット 5 4 6 など) を含み得、 端部連結部 5 1 1、 5 1 2、 5 1 3、 5 1 4 は、 少なくとも 2 の自由度でアッパーアームリンク 2 0 1 の端部連結部 5 1

10

20

30

40

50

1、512の各々（またはフォアアームリンク202に関して、端部連結部513、514）を中心アームセクション510A（またはフォアアームリンク202に関して、中央アームセクション510B）に、および互いに対して配向する/位置決めする、嵌合位置決め特徴部（たとえば、ピン547または端部フランジ540、541の位置決め特徴部と係合する他の突起など（図5Cを参照））を含み得る。位置決め特徴部および嵌合位置決め特徴部は、一態様では、連結がポカよけ（poka-yoke）であるように非対称である（たとえば、非対称位置決め特徴部は、端部連結部がそれぞれの中央アームセクションに連結されるときの組み立て誤差を実質的に回避する）。また図41を参照すると、位置決め特徴部は、中央アームセクション510A、510Bおよび端部連結部511、512、513、514に形成される突起4100および凹部4110を含み得、ここで、突起4100および凹部4110は、端部連結部511、512、513、514、510Bを、それぞれの中央アームセクション510Aに対して所定の位置に位置決めするように構成されている。たとえば、中央アームセクション510A、510Bは（1つまたは複数の）凹部4110を含み得、端部連結部511、512、513、514は（1つまたは複数の）突起4100を含み得、ここで、凹部4110は、それぞれの突起4100を受けて、端部連結部511、512、513、514を、それぞれの中央アームセクション510A、510Bに対して所定の位置に位置決めする。他の態様では、端部連結部は凹部を含んでもよく、中央アームセクションは突起を含んでもよい。一態様では、凹部および突起は、連続しており、それぞれの端部連結部および中央アームセクションの全周囲縁部の周りに伸長し得るが、他の態様では、凹部および突起は、それぞれの端部連結部および中央アームセクションの周囲縁部の所定の部分の周りに伸長するように不連続であってもよい。一態様では、突起および凹部は、ピン/穴/スロットが、中央アームセクションに対する端部連結部の方向性のあるアセンブリ配向（たとえば、端部連結部のどの面が上部、下部などであるかなど）を画定するように、1つまたは複数のピン/穴/スロットとともに利用され得、一方で、凹部および突起は、端部連結部を中央アームセクションに対して所定の位置に位置決めする。一態様では、端部連結部511、512、513、514は、端部連結部および中央アームセクションのアセンブリが、1つの端部連結部から反対側の端部連結部までの所定の寸法公差になるように二次的に機械加工される特徴部を位置決めすることなく、それぞれの中央アームセクション510A、510Bに連結され得る。

【0032】

一態様では、端部フランジ540、541はまた留め具連結部560～563を含み、端部連結部511、512、513、514は、中央アームセクション510A、510Bへの端部連結部511、512、513、514の連結を一緒にもたらす嵌合留め具連結部560A～563Aを含む。たとえば、留め具連結部560～563および嵌合留め具連結部560A～563Aは、ボルト/ねじが挿入されるねじ孔および開口、または任意の他の取り外し可能な留め具システムの形態であり得る。また図42を参照すると、本明細書で留意されるように、端部連結部511、512、513、514は、クランプ4200で中央アームセクション510A、510Bに連結されているものとして例示されており、ここで、各クランプは、端部連結部511、512、513、514および中央アームセクション510A、510Bの両方と係合し、それにより、端部連結部511、512、513、514と中央アームセクション510A、510Bとの間に圧縮連結を形成する。また図43を参照すると、本明細書で留意されるように、端部連結部511、512、513、514は、摩擦嵌め（たとえば、焼き嵌め、圧入など）によって中央アームセクション510A、510Bに連結されているものとして例示されており、ここで、端部連結部511、512、513、514上の突起4300が、中央アームセクション510A、510B上の凹部4310（またはその内面または外面）と摩擦係合し（またはその逆もしかり）、それにより、端部連結部511、512、513、514を中央アームセクション510A、510Bに連結する。凹部4310および突起4300は、（図41のような）滑り嵌め（たとえば、端部連結部および中央アームセクションは組み

10

20

30

40

50

立て中に互いにに対して容易にスライドする - 組み立てられている部品間にクリアランスがある)よりもむしろ、摩擦嵌め(部品が強制的に一緒に押圧された後に摩擦によって達成される2つの部品間の締結である圧入または締り嵌めとしても知られている - 組み立てられている部品間にクリアランスはない)(図43)を有することを除いて、上記の凹部4110および突起4100と略類似している。

【0033】

一態様では、端部フランジ540、541は、端部フランジ540、541がアームの遠位端201E2、202E2または近位端201E1、202E1に向かった状態で(またはその逆もしかり)、中央アームセクション510A、510Bがアッパーアームリンク201またはフォアアームリンク202に設置されるように、互いに略類似し得る。

10

【0034】

一態様では、チューブフレーム510Fは、アッパーアームリンク201およびフォアアームリンク202のそれぞれ1つの内部へのアクセスを提供するように構成されている1つまたは複数の開口588を含む。内部へのアクセスは、基板搬送装置および/またはそのアームリンクを実質的に分解することなく、アッパーアームリンク201およびフォアアームリンク202の任意の適切な保守を促進し得る。一態様では、アームリンクによって生成され得る任意の微粒子を含むなど、1つまたは複数のアクセス開口588を覆うために、カバー510C(図5C)が設けられ得る。理解され得るように、また図5Fを参照すると、カバー510Cの取り外しによって、アクセス開口588を通った、それぞれのアームリンクの内部へのアクセスが提供される。たとえば、調整が、アクセス開口部588を介して本明細書に記載されるケーブルおよびブーリトランスマッショントに対して行われ得る(たとえば、本明細書に記載されるように、インラインケーブルテンショナ691を操作することによってケーブル/ケーブルセグメントの1つまたは複数の張力を調整するなど)。

20

【0035】

一態様では、中央アームセクション510A、510Bは、それぞれの端部連結部511、512、513、514とともに、それぞれのアッパーアームリンク201またはフォアアームリンク202の全長OAL(関節中心から関節中心まで(図5C参照))を画定する長さCALを有し得る。アーム131(および本明細書に記載される他のアーム)は、中央アームセクション510A、510Bの長さCALを変更することによって構成/再構成され得る。本明細書で留意されるように、中央アームセクション510A、510Bは、さまざまな所定の長さCAL、CAL1~CALnを有するように、本明細書に記載される通りに製造され得る。したがって、中央アームセクション510A、510Bの各々は、複数の中央アームセクション510A1~510An、510B1~510Bnから選択可能であり得、ここで、「n」は中央アームセクションの数の上限を示す整数である。選択可能な中央アームセクション510A1~510An、510B1~510Bnの各々は、選択可能な中央アームセクション510A1~510An、510B1~510Bnの別のものの長さとは異なる長さCAL1~CALnを有し得る。ここで、それぞれのアッパーアームリンク201またはフォアアームリンク202における設置のための選択可能なアームセクション510A1~510An、510B1~510Bnの選択によって、それぞれの端部連結部511、512、513、514と共に、アッパーアームリンク201またはフォアアームリンク202の可変(すなわち、中央アームセクション510A1~510An、510B1~510Bnの選択を介する)長さが画定される。理解され得るように、アッパーアームリンク201およびフォアアームリンク202の1つまたは複数の全長OALは、選択可能な中央アームセクション510A1~510An、510B1~510Bnの選択を介して増加または減少され得る。

30

【0036】

他の態様では、また図40を参照すると、中央アームセクション510A、510Bの1つまたは複数は、伸縮式中央アームセクション510Tであってもよい(たとえば、伸縮式アーム部分のアーム部分が、セグメント化された光学望遠鏡と同様に互いにスライド

40

50

して長さを変更させる）。本態様では、伸縮式中央アームセクション 510T は、第1のフレーム部分 510T1 および第2のフレーム部分 510T2 を含む。第1のフレーム部分 510T1 は、第1のフレーム部分 510T1 または第2のフレーム部分 510T2 が第1のフレーム部分 510T1 または第2のフレーム部分 510T2 の他方に対して長手方向に直線的にスライドして、伸縮式中央アームセクション 510T の長さ CAL を増加または減少させるように、滑り嵌めて第2のフレーム部分 510T2 を受容するように成形および寸法決めされる。伸縮式中央アームセクション 510T は、伸縮式中央アームセクション 510T の長さ CAL を設定／固定するように第2のフレーム部分 510T2 に対する第1のフレーム部分 510T1 の移動をロックするための任意の適切な取り外し可能なまたは取り外し不可能な留め具 4000（たとえば、ねじ、ボルト、ピン、クリップ、溶接など）を含み得る。留め具が取り外し可能である場合、アームリンクの長さは、追加のまたは取り外された基板処理モジュール、移送チャンバ部分に適合するように必要に応じて調整され得る（たとえば、アームのリーチは必要に応じて増加または減少され得る）。

【0037】

他の態様では、図 40A を参照すると、中央アームセクション 510A、510B の1つまたは複数は、セグメント化されたアームセクション 510S であってもよく、ここで、各セグメント 4020 は、固定長 CAS を有し、端から端まで一緒に連結されたときにセグメントが中央アームセクション 510A、510B の長さ CAL を有するように当接させて（たとえば、端から端）互いに連結させられる。一態様では、異なるセグメント 4020 の固定長 CAS は同じであり得るが、他の態様では、セグメント 4020 の固定長は異なっていてもよい。さらに他の態様では、図 45 を参照すると、中央アームセクション 510A、510B の1つまたは複数は、複数のケースモジュール 4500 であってもよく、複数のケースモジュール 4500 の各々は、並んで配置され、それぞれの端部連結部 511、512、513、514 間で伸長して連結する、第1および第2のフレーム部材 4501、4502（これらは各々、本明細書に記載されるフレーム 510F、510F'、510F" に略類似し得る）を有している。ここで、トランスマッショントラブルは、それぞれの第1および第2のフレーム部材 4501、4502 内に伸長し得る。本態様では、第1および第2のフレーム部材 4501、4502 は、それぞれの端部連結部 511、512、513、514 に別々に連結され得る（たとえば、端部連結部 511 へのフレーム部材 4501 の連結は、端部連結部 512 へのフレーム部材 4502 の連結から独立している）が、他の態様では、フレーム部材 4501、4502 はエンドプレート 4030 に連結されてもよく、ここで、エンドプレート 4030 は、それぞれの端部連結部 513、514 へのフレーム部材 4501、4502 の連結をもたらす。

【0038】

異なる長さの中央アームセクション 510A、510B、510A1～510An、510B1～510Bn は、本明細書で留意されるように任意の適切な材料から任意の適切な方法で製造され得る。たとえば、少なくとも1つの交換可能な中央アームセクション 510A、510B、および複数の異なる交換可能な中央アームセクション 510A1～510An、510B1～510Bn の各々は、それらに対応するボックス形状の断面 598 を有し、所定の特性は、交換可能な中央アームセクション 510A、510B、および複数の異なる交換可能な中央アームセクション 510A1～510An、510B1～510Bn の各々が、異なる対応する長さ CAL、CAL1～CALn を有するということである。

【0039】

ボックス形状の断面 598 は、チューブフレーム 510F の管状の形状を提供し、中央アームセクション 510A、510B、510A1～510An、510B1～510Bn の低コストおよび／または大量生産方法での製造を促進する。たとえば、中央アームセクション 510A、510B、510A1～510An、510B1～510Bn は、（たとえば、材料のビレットから機械加工される従来のアームリンクと比較して）機械加工

要件を減らす押し出し成型または鋳造によって（たとえば、ボックス形状の断面 598 で押し出し部材を形成するように）製造され得る。利用され得る他の製造方法には、限定されないが、付加製造、従来の機械加工、折り畳まれたおよび溶接されたシートメタル、鍛造、および射出成形を含み得る。上述した製造プロセスによって達成され得るチューブフレーム 510F の管状の形態は、上述した従来の機械加工されたアームリンクと比較したときに著しくより堅固であるモノリシックボックスセクション 598 を備えた押し出し部材に影響を与える。より堅固なボックス形状の断面 598 によって、他の方法により従来の機械加工されたアームリンクで達成されるよりもアーム長が長くなり、より薄い側壁 510W を有するチューブフレーム 510F が製造され、これにより、アームリンクの重量が減り、基板搬送装置 130 の動作速度が増加する。

【0040】

一態様では、対応するボックス形状の断面 598 は、異なる交換可能な中央アームセクション 510A、510A1～510An、510B、510B1～510Bn ごとに所定の剛性（端から端まで）を維持するように、異なる対応する長さ CAL、CAL1～CALn に相応するサイズおよび形状である。別の態様では、対応するボックス形状の断面 598 は、異なる選択可能な所定のアームリンク長さ OAL、OALn ごとに所定の剛性（端から端まで）を維持するように、異なる対応する長さ CAL、CAL1～CALn に相応するサイズおよび形状である。たとえば、所定の剛性に関して、中央アームセクション 510A、510A1～510An、510B、510B1～510Bn の長さ CAL、CAL1～CALn が増加するにつれて、ボックス形状の断面 598 の壁 510W の 1 つまたは複数の厚さ THK（図 5E）も増加し得る。他の態様では、壁 510W の 1 つまたは複数の厚さ THK は、それぞれの長さ CAL、CAL1～CALn に沿って先細りになっていてもよく、壁は（ショルダ軸 SX に対する）アームリンクの近位端で最も厚く、（ショルダ軸 SX に対する；たとえば、アームリンク 202 を考慮すると、壁の厚さは、エルボ軸 AX に隣接する部分で最大であり、リスト軸 WX に隣接する部分で最も薄い）アームリンクの遠位端で最も薄い。他の態様では、たとえば、ボックス形状の断面 598 の押し出し中に、ボックス形状の断面 598 に補強リブが形成され得る。他の態様では、また図 46 を参照すると、中央アームセクション 510A、510B は、テーパー長さを有し得、ここで、中央アームセクション 510A、510B のそれぞれの近位端（たとえば、支持端）は、それぞれの中央アームセクション 510A、510B のそれぞれの遠位端（たとえば、自由端または非支持端）の高さ AHDE1、AHDE2 より高い高さ AHPE1、AHPE2 を有している。図 46 に例示されるようなテーパー長さは、アームリンクの重量を減らしながら、アームリンクの所定の剛性を維持し得、これにより、基板搬送装置 130 の動作速度が増加し得る。他の態様では、ボックス形状の断面 598 は、異なる交換可能な中央アームセクション 510A、510A1～510An、510B、510B1～510Bn ごとに所定の剛性（端から端まで）を維持するように、異なる対応する長さ CAL、CAL1～CALn に相応する任意の適切な方法でのサイズおよび形状である。

【0041】

一態様では、中央アームセクション 510A、510B、510A1～510An、510B1～510Bn は、アルミニウム、ステンレス鋼、インコネル、または他の金属合金、または本明細書で留意されるような他の適切な材料などの、（本明細書に記載される）アームリンクトランスマッショングケーブルに使用される材料と同じ材料から製造され得る（またはそれと同じ熱膨張係数を有し得る）（ステンレス鋼の使用が、コストおよび重量によりビレットから製造された従来のアームリンクでは禁止され得ることに留意されたい）。中央アームセクション 510A、510B、510A1～510An、510B1～510Bn を運動トランスマッショングハードウェア（たとえば、ケーブル、バンド、ブーリなど）と同じ材料から製造することによって、コンポーネント間の熱膨張係数が同じになり、基板搬送装置 130 のピッキング / 配置運動の精度が向上する。一態様では、中央アームセクション 510A、510A1～510An、510B、510B1～510Bn

10

20

30

40

50

Bn は、端部連結部 511、512、513、514 の一方または両方の材料と同じである（または同じ熱膨張係数を有する）材料で作られるが、他の態様では、中央アームセクション 510A、510A1～510An、510B、510B1～510Bn は、端部連結部 511、512、513、514 の一方または両方の材料とは異なる材料で作られる。一態様では、中央アームセクション 510A、510B、510A1～510An、510B1～510Bn、端部連結部 511、512、513、514、および運動トランスマッショングローブは、同じ材料で作られる（または同じ熱膨張係数を有する）。図 4-8 を参照すると、アームリンクコンポーネントの熱膨張が例示されており、ここで、中央アームセクション 510A、510A1～510An、510B、510B1～510Bn はまとめて参考番号 510 で参照される。ここで、中央アームセクション 510A、510B、510A1～510An、510B1～510Bn、端部連結部 511、512、513、514、および運動トランスマッショングローブの材料は、それぞれ、アームリンクの長さにわたって正規化されたアームリンクおよびその中のブーリトランスマッショングローブのケーシングコンポーネントの熱膨張（および収縮）による長さの合計変化を表す以下の式を維持するように選択され得る：

【 0 0 4 2 】

【数1】

$$\frac{\sum \Delta_i L_i}{LL} = \frac{\sum d_j \ell_j}{LL}$$

式中、 i は可動アームリンクセグメントのケーシングコンポーネントを表す整数であり（たとえば、図 4.8において、 $i = 1$ は端部連結部 511（または 513）を表し、 $i = 2$ は中央アームセクション 510 を表し、 $i = 3$ は端部連結部 512（または 514）を表す）、 j は運動トランスマッショントランスマッショントを表す整数であり（たとえば、図 4.8において、 $j = 1$ は第 1 のブーリを表し、 $j = 2$ はケーブルを表し、 $j = 3$ は第 2 のブーリを表す）、 L はそれぞれのアームリンクコンポーネントの長さであり、 l はそれぞれの運動トランスマッショントランスマッショントの（ケーブルの場合には）長さまたは（ブーリの場合には）半径であり、 L_l は関節中心間のアームリンクの長さであり、記号 α および d は、熱膨張（および収縮）による対応する長さ L 、 l の「変化」を示す。一態様では、ケーシングおよびブーリトランスマッショントランスマッショントの対応するコンポーネントそれぞれに対して $\alpha L_i = d_j l_j$ （すなわち、 $i = j$ および $L_i = l_j$ ）であり、これは、それぞれのケーシングコンポーネント（ i ）の熱膨張（および収縮）をその中の対応するブーリトランスマッショントランスマッショントのコンポーネント（ j ）と一致させることによって実質的に満たされる。しかし、少なくとも 1 つのケーシングコンポーネントが、対応するブーリトランスマッショントランスマッショントコンポーネントとは異なる熱膨張（および収縮）を有する（たとえば、 $\alpha L_i > d_j l_j$ ）異なる態様では、 αL_i と $d_j l_j$ との間の差を補償する（たとえば、大きな熱変化に対して実質的に寸法上不变であり得るか、またはそうでなければ無視できる熱膨張係数を有すると見なされ得る）熱膨張係数を有する任意の適切な熱膨張補償インサート 4800（セラミック、複合材料、金属、ポリマーなどの任意の適切な材料で作られる）が、上記方程式 [1] が維持されるように可動アームリンクセグメントのケーシングコンポーネント（および十分な長さのもの）の 1 つまたは複数の間に提供され得る。このような熱膨張補償インサート 4800 はまた、前述のようにケーシングコンポーネントに固定されたモジュール式であってもよいし、たとえば、所望の長さの中央アームセクション 510A、510B の形成と一体的に形成されてもよい。

[0 0 4 3]

一態様では、少なくとも 1 つの交換可能な中央アームセクション 510A、510B、および複数の異なる交換可能な中央アームセクション 510A1～510An、510B1～510Bn の各々の材料は、端部連結部 511、512、513、514 の材料より高い剛性（ばね係数）を有する。一態様では、少なくとも 1 つの交換可能な中央アームセ

クション 510A、510B、および複数の異なる交換可能な中央アームセクション 510A1～510An、510B1～510Bn の各々の材料は、それぞれのブーリシステム 655A～655E (図 4) のブーリトランスマッショング 90、492、493、494、495 の材料の剛性に相応する剛性を有する。

【 0 0 4 4 】

理解され得るように、モジュール式アームリンク構成はまた、アームリンクの端部の製造も簡素化する。たとえば、従来のアームリンクでは、アームブーリとブーリシャフトが連結されるアームリンクの端部は、アームの中央部分をユニットとして材料のビレットから機械加工される。本開示の態様によれば、アームリンクのモジュール形態によって、端部連結部 511、512、513、514 および中央アームセクション 510A、510B、510A1～510An、510B1～510Bn に別個の製造技術が利用される。たとえば、中央アームセクション 510A、510B、510A1～510An、510B1～510Bn は、押し出し成型され得る（または本明細書に留意される他の方法で製造され得る）が、端部連結部 511、512、513、514 は、端部連結部の機械加工およびそのコストを減らし、ひいては基板搬送装置 130 の全体的なコストを削減するよう、ニアネットシェイプで鋳造または鍛造される（すなわち、端部連結部の初期生産が、端部連結部の最終（ネット）シェイプに非常に近づき、表面仕上げの必要性を減らす）べく、鋳造、鍛造、付加製造、従来の機械加工、および射出成形によって製造されてもよい。いくつかの態様では、端部連結部 511、512、513、514 は、予め組み立てられた／製造されたアーム関節 4700 として提供され得、ここで、1 つのトランスマッショングループ材の少なくとも一部（トランスマッショングループ材 490、492、493、494、495 の 1 つまたは複数の少なくともブーリなど）は、予め組み立てられたアーム関節 4700 に予め設置されている。アーム関節 4700 を予め組み立てることによって、製造コストが削減され、搬送アームの組み立てのリードタイムが短縮され得る。

【 0 0 4 5 】

11、513を例示している。図38は、形成された通りの（たとえば、ニアネットシェイプまたはラフシェイプの）端部連結部512、514、および（本明細書に留意されるような方法を使用して）機械加工された表面／特徴部を有する対応する完成された端部連結部512、514を例示している。図39は、形成された通りの（たとえば、ニアネットシェイプまたはラフシェイプの）中央アームセクション510A、510B、および（本明細書に留意されるような方法を使用して）機械加工された表面／特徴部を有する対応する完成された中央アームセクション510A、510Bを例示している。

【0046】

図5A、5B、および5Cで見られるように、アッパーアームリンク201およびフォアアームリンク202の各々は、それぞれの高さAHを有する。一態様では、フォアアームリンク202の高さAH1は、アッパーアームリンク201の高さAH2より低くなり得る（またはその逆もしかり）が、他の態様では、フォアアームリンク202の高さAH1は、アッパーアームリンク201の高さAH2と略同じであり得る。一態様では、それぞれの高さAH1、AH2は、アームに配置されたトランスマッショングループ材の数に依存し得る（たとえば、アッパーアームリンク201が3セットのトランスマッショングループ材490、492、494を含み、フォアアームリンク202が2セットのトランスマッショングループ材493、495を含む、図4を参照）。理解され得るよう、アッパーアームリンク201およびフォアアームリンク202の高さが異なる場合、フォアアームリンク202の端部連結部513、514および（1つまたは複数の）中央アームセクション510Bは、アッパーアームリンク201の端部連結部511、512および（1つまたは複数の）中央アームセクション510Aと交換可能でなくてもよい。

【0047】

再び図1Aおよび2A～2Dを参照すると、一態様では、少なくとも1つのエンドエフェクタリンク203、204（本明細書では基板ホルダとも呼ばれる）は、2つのデュアル（端部）基板ホルダ203、204を備えるが、他の態様では、本明細書に記載されるように、少なくとも1つの基板ホルダは任意の適切な構成を有し得る。デュアル基板ホルダ203、204は、互いに分離しており、別個である。デュアル基板ホルダ203、204の各々は、各端部基板ホルダ203、204が、関節を中心にフォアアームリンク202に対して回転するか、またはそれにより形成された共通の軸を中心にして回転するよう、フォアアームリンク202の共通の端部で関節に回転可能かつ別個に接合されている（たとえば、リスト軸または関節WXを参照）。デュアル基板ホルダ203、204の各々は、それに従属しており、複数の基板ホルダ203、204が互いに對して共通の平面499（図2D、図4、図10、および図11を参照）に沿って並置されるよう、関節から伸長している、対応する少なくとも1つの基板保持ステーション203H1、203H2、204H1、204H2を有する。共通の平面499は、複数の基板ホルダ203、204の基板保持ステーション203H1、203H2、204H1、204H2の少なくとも3つによって決定され、ここで、少なくとも3つの基板保持ステーション203H1、203H2、204H1、204H2の2つの基板保持ステーション（たとえば、基板保持ステーション203H1、203H2または204H1、204H2）は、複数の基板ホルダ203、204の共通の基板ホルダ203、204に對応している。本明細書に記載されるように、2つの基板保持ステーション（たとえば、基板保持ステーション203H1、203H2または204H1、204H2）は、共通の基板ホルダ203、204の対向する両端部にそれぞれ1つずつ配置される。

【0048】

少なくとも1つの基板ホルダ203、204に従属した、対応する少なくとも1つの基板保持ステーション203H1、203H2、204H1、204H2は、少なくとも1つの基板ホルダ203、204の対向する両端部に1つの基板保持ステーション203H1、203H2、204H1、204H2を含む。少なくとも1つの基板ホルダ203、204は、対応する両端部間で、実質的に剛性であり、非関節式であり、対応する両端部の一方における基板保持ステーション203H1、203H2、204H1、204H2

10

20

30

40

50

は、互いに別個で異なる基板ホルダ 203、204の対応する少なくとも1つの基板保持ステーション 203H1、203H2、204H1、204H2と略同一平面上にある。一態様では、少なくとも1つの基板ホルダ 203、204の対向する両端部における基板保持ステーション（基板ホルダ 203の基板保持ステーション 203H1、203H2および基板ホルダ 204の基板保持ステーション 204H1、204H2を参照）は、互いに略同一平面上にある。他の態様では、少なくとも1つの基板ホルダ（基板ホルダ 203または204の1つを参照）の対向する両端部における基板保持ステーション（基板保持ステーション 203H1、203H2または204H1、204H2を参照）は、互いに別個で異なるエンドエフェクタリンク（基板ホルダ 203または204の他方を参照）の対応する少なくとも1つの基板保持ステーション（基板保持ステーション 203H1、203H2または204H1、204H2の他方を参照）と略同一平面上にある。さらに他の態様では、各々の別個で異なる基板ホルダ（基板ホルダ 203、204の各々を参照）の対応する少なくとも1つの基板保持ステーション（基板保持ステーション 203H1、203H2、204H1、204H2を参照）は、少なくとも1つの基板ホルダ 203、204の対向する両端部における1つの基板保持ステーションを含み、別個で異なる基板ホルダ 203、204の各々は、対向する両端部間で、実質的に剛性であり、非関節式である。

【0049】

依然として図2A～図2Dを参照すると、デュアル基板ホルダ 203、204がより詳細に説明される。たとえば、一態様では、デュアル基板ホルダ 203、204の各々は、それぞれの基板保持ステーション 203H1、203H2、204H1、204H2を有する長手方向に伸長されたフレーム 203F、204F（図2A）を含み、それぞれの基板保持ステーション 203H1、203H2、204H1、204H2は、フレーム 203F、204Fの対向する長手方向端部に配置されている。一態様では、共通の基板ホルダの対向する両端部における2つの基板保持ステーション（たとえば、基板保持ステーション 203H1、203H2または204H1、204H2）は、互いに略同一平面上にあり、一方、他の態様では、2つの基板ホルダは、異なる積み重ねられた平面にあり得る（たとえば、図10を参照）。上述のように、基板ホルダ面の各平面 499、499A（図2D、図10、および図11を参照）（本明細書に記載されるように、およびデュアル側部基板ホルダの（1つまたは複数の）基板保持ステーション 203H1、203H2、204H1、204H2が1つまたは複数の平面を形成するかどうか）は、搬送開口面の所与のZ位置での移送のための共通の搬送チャンバにおける搬送開口部の少なくとも1つの平面（図1Bおよび図1Cを参照）に対応し、それに整列させられ、それによって、各平面上の各々のそれぞの開口部を通る基板の移送は、実質的にZ軸運動なしで、各デュアル端部基板ホルダ 203、204の少なくとも1つの基板保持ステーション 203H1、203H2、204H1、204H2によりもたらされ、すなわち、基板ホルダ 203、204の一端における（1つまたは複数の）基板保持ステーション 203H1、203H2、204H1、204H2を用いた（各平面に対する）基板処理ステーションへの伸長、基板処理ステーションでの（1つまたは複数の）基板のピッキングおよび／または配置、基板処理ステーションからの収縮、およびデュアル端部基板ホルダ 203、204の同じまたは異なる端部における同じまたは異なるデュアル基板を伴なう互いに異なる基板処理ステーションへの伸長は、（介在するZ軸運動とは独立して、または基板の移送間の介在するZ軸運動から切り離されて）Z軸運動とは実質的に独立した基板の高速スワッピングをもたらす。フレーム 203F、204Fの各々は、それぞれの基板保持ステーション 203H1、204H1からそれぞれの基板保持ステーション 203H2、204H2への実質的に剛性のリンクを形成する（すなわち、デュアル端部基板ホルダ 203、204は、それらのそれぞれの長手方向に分離された基板保持ステーション 203H1、203H2、204H1、204H2間で非関節式である）。デュアル端部基板ホルダ 203、204の各々は、フレーム 203F、204Fから横方向に伸長するオフセット取り付け突起 210、211を含む。デュアル端部基板ホルダ 203、204のオフセット取り

10

20

30

40

50

付け突起 210、211は、デュアル端部基板ホルダ203、204の各々がリスト軸WXを中心に互いに独立して回転するように、リスト軸WXを中心にフォアアーム202に回転可能に連結されている。

【0050】

オフセット取り付け突起210、211は、（並んだ基板保持ステーション203H1-204H1間および並んだ基板保持ステーション203H2-204H2間（のベースピッチBPに相応したものなど）の）任意の適切なベースピッチBPおよび/またはリスト軸WXに対する基板保持位置203H1、203H2、204H1、204H2の各々の任意の適切な基板ホルダのオフセット距離SDを設定するか、またはそうでなければ画定する任意の適切な長さを有し得る。一態様では、ベースピッチBPは、たとえば190、191などの、並んだ基板処理ステーション間のピッチDに略等しくなり得る（図1Aを参照）。他の態様では、本明細書に記載されるように、自動ウエハセンタリングは、ピッチDの変動に適応するために、および/または基板処理ステーション190～197にウエハを配置するための自動ウエハセンタリングをもたらすために、ベースピッチBPを変化させる（たとえば、並んだ基板保持ステーション203H1-204H1、203H2-204H2間の距離は、増加または減少され得る）ことによってもたらされる。たとえば、基板ホルダ203、204の1つまたは複数は、それぞれのオフセット距離SDを増加または減少させ（またはそうでなければ変化させ）、本明細書に記載されるようにベースピッチBPの対応する変化を引き起こすように、リスト軸WXを中心に独立して回転させられ得る。一態様では、駆動セクション220は、本明細書に記載されるように、基板ホルダ203、204の各々の対応する少なくとも1つの基板保持ステーション203H1、203H2、204H1、204H2を、基板ホルダ203、204の別の基板ホルダの（1つまたは複数の）対応する基板保持ステーション203H1、203H2、204H1、204H2に対して独立して整列させるように構成されている。

10

【0051】

デュアル端部基板ホルダ203、204は、基板保持ステーション203H1、203H2、204H1、204H2が共通の平面499内に配置されるように、任意の適切な方法で構成されている（図2Dおよび図4を参照）。たとえば、オフセット取り付け突起210、211は各々、それぞれのフレーム203F、204Fと略同一平面上にある第1の部分230、231を含み得る。オフセット取り付け突起210、211は各々、それぞれのフレーム203F、204Fによって画定される平面の外側に伸長するようにオフセットされている第2の部分232、233を含み得る。第2の部分232、233のオフセットは、第2の部分が上下に積み重ねられ（図2Dを参照）、リスト軸WXを中心にフォアアーム202に回転可能に連結されたときに、基板保持ステーション203H1、203H2、204H1、204H2が共通の平面499内に配置されるようなものである。

20

【0052】

デュアル基板ホルダ203、204は、アーム131の半径方向の伸長および収縮が、実質的に共通のレベル（図1Bおよび図1Cの1つまたは複数のウエハ/基板静止面WRPを参照）で互いにに対して並置されている、搬送チャンバ壁125W（図1A）におけるそれぞれの別個の開口部（スロットバルブSVを参照）を通る各基板ホルダ203、204の対応する少なくとも1つの基板保持ステーション203H1、203H2、204H1、204H2の略同時の伸長および収縮をもたらすように配置されている。他の態様では、基板ホルダ203、204は、異なる平面に積み重ねられている搬送チャンバ壁における開口部を通って伸長し得る。

30

【0053】

ここで図2A～図3Aを参照すると、例示的な駆動セクション220が本開示の態様に従って示されている。一態様では、駆動セクション220は、半径方向の伸長でアーム131を伸長させる（および収縮させる）ように構成されており、ここで、（半径方向軸からオフセットされている）基板保持ステーション203H1、203H2、204H1、

40

50

204H2が、並んだ基板処理ステーションから基板Sをピッキングして配置するように、リスト軸WXの運動が、ショルダ軸SX(図7B)を通って伸長する半径方向の伸長/収縮700の軸または経路に沿って維持される。別の態様では、駆動セクション220は、非半径方向の伸長でアーム131を伸長させる(および収縮させる)ように構成されており、ここで、リストの運動は、半径方向の伸長/収縮700の軸からオフセットおよび/または角度を付けられている経路701(図7F)に沿って移動する(すなわち、経路701は、ショルダ軸SXを通過しないか、またはそこから半径方向に伸びず、図7Cは、リスト軸WXがショルダ軸SXを通過するか、またはそこから半径方向に伸びる運動の経路に沿って移動する、伸長702の半径方向の経路を例示していることが留意される)。さらに他の態様では、駆動セクション220は、半径方向の経路と非半径方向の経路の両方に沿ってアームを伸長させるように構成されている(図7A~図7Lを参照)。

10

【0054】

一態様では、駆動セクションは同軸駆動配置を有し得るが、他の態様では、限定されないが、並んだモータ、ハーモニック駆動装置、スイッチドまたは可変リラクタンスマータなどを含む、任意の適切な駆動配置を有し得る。駆動セクションの配置の適切な例は、開示全体が引用により本明細書に組み込まれる、米国特許第6,485,250号明細書、第5,720,590号明細書、第5,899,658号明細書、第5,813,823号明細書、第8,283,813号明細書、第8,918,203号明細書、および第9,186,799号明細書に記載されている。本態様では、駆動セクション220は、4つの駆動シャフト301~304および4つのモータ342、344、346、348(たとえば4自由度のモータ)を有する四軸駆動シャフトアセンブリ300(図4も参照)を少なくとも部分的に収容するためのハウジング310を含む。本開示の他の態様では、駆動セクション220は、たとえば、2つまたは3つの同軸モータまたは4つを超える同軸モータおよび関連する駆動シャフトなどの、任意の適切な数の駆動シャフトおよびモータを有し得る。駆動セクション220はまた、たとえば、基板Sをピッキングおよび配置するためにアーム131を上下させるように構成されたZ軸駆動部312を含み得るが、他の態様では、アーム131が配置されている移送チャンバに連結された基板処理ステーションは、駆動セクション220のZ駆動軸312の代わりに、またはそれに加えて、アーム131から、およびアーム131へ基板を上下させるためのZ軸駆動部を含み得る。

20

【0055】

一態様では、駆動セクション220は、少なくとも1つの基板ホルダ203、204のための他の基板ホルダ203、204に対する独立した自由度を画定する多軸駆動セクションであるが、他の態様では、複数の基板ホルダの少なくとも1つの基板ホルダのための独立した自由度が存在し、さらに他の態様では、各基板ホルダのための独立した自由度も存在する。各基板ホルダ203、204の各1つの対応する少なくとも1つの基板保持ステーション203H1、203H2、2034H1、204H2での独立した自動ウエハセンタリングを可能にする。一態様では、駆動セクション220は、搬送チャンバ壁125Wにおけるそれぞれの別個の開口部(スロットバルブSVを参照)を通る、デュアル基板ホルダ203、204の各々の対応する少なくとも1つの基板保持ステーション203H1、203H2、2034H1、204H2の略同時の伸長と略一致する、デュアル基板ホルダ203、204の各1つの対応する少なくとも1つの基板保持ステーション203H1、203H2、2034H1、204H2での独立した自動ウエハセンタリングをもたらすように構成された多軸駆動セクションである。

30

【0056】

図3Aを参照すると、駆動セクションは、少なくともモータ342、344、346、348を含む。駆動セクション220の第1のモータ342は、ステータ342Sおよび外側シャフト304に接続されたロータ342Rを含む。第2のモータ344は、ステータ344Sおよびシャフト303に接続されたロータ344Rを含む。第3のモータ346は、ステータ346Sおよびシャフト302に接続されたロータ346Rを含む。第4

40

50

のモータ 348 は、ステータ 348S および第 4 のシャフトまたは内側シャフト 301 に接続されたロータ 348R を含む。4 つのステータ 342S、344S、346S、348S は、ハウジング内のさまざまな垂直高さまたは位置でハウジング 310 に固定して取り付けられている。各ステータ 342S、344S、346S、348S は、概して、電磁コイルを備える。ロータ 342R、344R、346R、348R の各々は、概して、永久磁石を備えるが、代替的に、永久磁石を有さない磁気誘導ロータを備えてもよい。さらに他の態様では、モータ 342、344、346、348 は、開示全体が引用により本明細書に組み込まれる、米国特許第 10,348,172 号明細書および第 9,948,155 号明細書、ならびに 2014 年 11 月 13 日に出願された「Position Feedback for Sealed Environments」と題された米国特許出願番号 14/540,058 に記載されるものなどの、可変またはスイッチドリラクタ NS モータであり得る。さらに他の態様では、モータ 342、344、346、348 は、開示全体が引用により本明細書に組み込まれる、米国特許第 9,656,386 号明細書に記載されるものなどのハーモニック駆動装置であり得る。基板搬送装置 130 が、非限定的な例示目的のみで真空環境などの密閉環境で使用される場合、同軸駆動シャフトアセンブリ 300 が密閉環境で配置され、ステータが密閉環境外で配置されるように、ロータ 342R、344R、346R、3418R とステータ 342S、344S、346S、348S との間にスリーブ 362 が配置され得る。基板搬送装置 130 が、基板処理装置 100 (図 1) の大気セクション 101 内などの大気環境での使用のみを意図する場合、スリーブ 362 を提供する必要がないことが理解されるべきである。

【0057】

第 4 のシャフトまたは内側シャフト 301 は、下部ステータまたは第 4 のステータ 348S から伸長し、ステータ 348S と実質的に整列させられているロータ 348R を含む。シャフト 302 は、第 3 のステータ 346S から伸長し、ステータ 346S と実質的に整列させられているロータ 346R を含む。シャフト 303 は、第 2 のステータ 344S から伸長し、ステータ 344S と実質的に整列させられているロータ 344R を含む。シャフト 304 は、上部ステータまたは第 1 のステータ 342S から伸長し、ステータ 342S と実質的に整列させられているロータ 342R を含む。シャフト 301～304 およびハウジング 310 の周りにさまざまなベアリング 350～353 が提供されることで、各シャフト 301～304 が互いにおよびハウジング 310 に対して独立して回転可能になる。各シャフトに位置センサ 371～374 が設けられ得ることが留意される。位置センサ 371～374 は、互いに対するおよび / またはハウジング 310 に対するそれぞれのシャフト 301～304 の回転位置に関して、コントローラ 170 などの任意の適切なコントローラに信号を提供するために使用され得る。センサ 371～374 は、非限定的な例示目的などで、光学センサまたは誘導センサなどの任意の適切なセンサであり得る。

【0058】

図 3A を参照すると、他の態様では、駆動セクション 220 に略類似した例示的な駆動セクション 220A は、3 つの駆動シャフト 302～304 および 3 つのモータ 342、344、346 (たとえば 3 自由度のモータ) を有する 3 重同軸駆動シャフトアセンブリ 300A を少なくとも部分的に収容するためのハウジング 310 を含む。駆動セクション 220A はまた、たとえば、基板 S をピッキングおよび配置するために基板搬送装置 130 の (本明細書に記載されるものなどの) アームを上下させるように構成された Z 軸駆動部 312 を含み得るが、他の態様では、アームが配置されている移送チャンバに連結された基板保持ステーションが、駆動セクション 220 の Z 駆動軸 312 の代わりに、またはそれに加えて、アームから、およびアームへ基板を上下させるための Z 軸駆動部を含み得る。

【0059】

駆動セクション 220A の第 1 のモータ 342 は、ステータ 342S および外側シャフト 304 に接続されたロータ 342R を含む。第 2 のモータ 344 は、ステータ 344S およびシャフト 303 に接続されたロータ 344R を含む。第 3 のモータ 346 は、ステ

10

20

30

40

50

ータ346Sおよびシャフト302に接続されたロータ346Rを含む。3つのステータ342S、344S、346Sは、ハウジング内のさまざまな垂直高さまたは位置でハウジング310に固定して取り付けられている。各ステータ342S、344S、346Sは、概して、電磁コイルを備える。ロータ342R、344R、346Rの各々は、概して、永久磁石を備えるが、代替的に、永久磁石を有さない磁気誘導ロータを備えてもよい。さらに他の態様では、モータ342、344、346は、開示全体が引用により本明細書に組み込まれる、米国特許第10,348,172号明細書および第9,948,155号明細書、ならびに2014年11月13日に出願された「Position Feed back for Sealed Environments」と題された米国特許出願番号14/540,058に記載されるものなどの、可変またはスイッチドリラクタンスマータであり得る。さらに他の態様では、モータ342、344、346は、開示全体が引用により本明細書に組み込まれる、米国特許第9,656,386号明細書に記載されるものなどのハーモニック駆動装置であり得る。基板搬送装置130が、非限定的な例示目的のみで真空環境などの密閉環境で使用される場合、同軸駆動シャフトアセンブリ300Aが密閉環境で配置され、ステータが密閉環境外で配置されるように、ロータ342R、344R、346Rとステータ342S、344S、346Sとの間にスリーブ362が配置され得る。基板搬送装置130が、基板処理装置100(図1)の大気セクション101内などの大気環境での使用のみを意図する場合、スリーブ362を提供する必要がないことが理解されるべきである。

【0060】

シャフト302は、第3のステータ346Sから伸長し、ステータ346Sと実質的に整列させられているロータ346Rを含む。シャフト303は、第2のステータ344Sから伸長し、ステータ344Sと実質的に整列させられているロータ344Rを含む。シャフト304は、上部ステータまたは第1のステータ342Sから伸長し、ステータ342Sと実質的に整列させられているロータ342Rを含む。シャフト302～304およびハウジング310の周りにさまざまなベアリング350～353が提供されることで、各シャフト302～304が互いにおよびハウジング310に対して独立して回転可能になる。各シャフトに位置センサ371～373が設けられ得ることが留意される。位置センサ371～373は、互いに対するおよび/またはハウジング310に対するそれぞれのシャフト302～304の回転位置に関して、コントローラ170などの任意の適切なコントローラに信号を提供するために使用され得る。センサ371～373は、非限定的な例示目的などで、光学センサまたは誘導センサなどの任意の適切なセンサであり得る。

【0061】

図3Bを参照すると、他の態様では、駆動セクション220に略類似した例示的な駆動セクション220Bは、6つの駆動シャフト301～306および6つのモータ342、344、346、348、343、345(たとえば6自由度のモータ)を有する6重同軸駆動シャフトアセンブリ300Bを少なくとも部分的に収容するためのハウジング310を含む。駆動セクション220Bはまた、たとえば、基板Sをピッキングおよび配置するための基板搬送装置130の(本明細書に記載されるものなどの)アームを上下させるように構成されたZ軸駆動部312を含み得るが、他の態様では、アームが配置されている移送チャンバに連結された基板保持ステーションが、駆動セクション220のZ駆動軸312の代わりに、またはそれに加えて、アームから、およびアームへ基板を上下させるためのZ軸駆動部を含み得る。

【0062】

駆動セクション220Aの第1のモータ342は、ステータ342Sおよび外側シャフト304に接続されたロータ342Rを含む。第2のモータ344は、ステータ344Sおよびシャフト303に接続されたロータ344Rを含む。第3のモータ346は、ステータ346Sおよびシャフト302に接続されたロータ346Rを含む。第4のモータ348は、ステータ348Sおよびシャフト301に接続されたロータ348Rを含む。第5のモータ343は、ステータ343Sおよびシャフト305に接続されたロータ343

10

20

30

40

50

Rを含む。第6のモータ345は、ステータ345Sおよびシャフト306に接続されたロータ345Rを含む。6つのステータ342S、344S、346S、348S、343S、345Sは、ハウジング内のさまざまな垂直高さまたは位置でハウジング310に固定して取り付けられている。各ステータ342S、344S、346S、348S、343S、345Sは、概して、電磁コイルを備える。ロータ342R、344R、346R、348R、343R、345Rの各々は、概して、永久磁石を備えるが、代替的に、永久磁石を有さない磁気誘導ロータを備えてもよい。さらに他の態様では、モータ342、344、346、348、343、345は、開示全体が引用により本明細書に組み込まれる、米国特許第10,348,172号明細書および第9,948,155号明細書、ならびに2014年11月13日に出願された「Position Feedback for Sealed Environments」と題された米国特許出願番号14/540,058に記載されるものなどの、可変またはスイッチドリラクタンスマータであり得る。さらに他の態様では、モータ342、344、346、348、343、345は、開示全体が引用により本明細書に組み込まれる、米国特許第9,656,386号明細書に記載されるものなどのハーモニック駆動装置であり得る。基板搬送装置130が、非限定的な例示目的のみで真空環境などの密閉環境で使用される場合、同軸駆動シャフトアセンブリ300Bが密閉環境で配置され、ステータが密閉環境外で配置されるように、ロータ342R、344R、346R、348R、343R、345Rとステータ342S、344S、346S、348S、343S、345Sとの間にスリープ362が配置され得る。基板搬送装置130が、基板処理装置100(図1)の大気セクション101内などの大気環境での使用のみを意図する場合、スリープ362を提供する必要がないことが理解されるべきである。

【0063】

シャフト306は、第6のステータ345Sから伸長し、ステータ345Sと実質的に整列させられているロータ345Rを含む。シャフト305は、第5のステータ343Sから伸長し、ステータ343Sと実質的に整列させられているロータ343Rを含む。シャフト302は、第3のステータ346Sから伸長し、ステータ346Sと実質的に整列させられているロータ346Rを含む。シャフト301は、第4のステータ348Sから伸長し、ステータ348Sと実質的に整列させられているロータ348Rを含む。シャフト303は、第2のステータ344Sから伸長し、ステータ344Sと実質的に整列させられているロータ344Rを含む。シャフト304は、上部ステータまたは第1のステータ342Sから伸長し、ステータ342Sと実質的に整列させられているロータ342Rを含む。シャフト301～306およびハウジング310の周りに(上記のものなどの)さまざまなペアリングが提供されることで、各シャフト301～306が互いにおよびハウジング310に対して独立して回転可能になる。各シャフトに位置センサ371～376が設けられ得ることが留意される。位置センサ371～376は、互いに対するおよび/またはハウジング310に対するそれぞれのシャフト301～306の回転位置について、コントローラ170などの任意の適切なコントローラに信号を提供するために使用され得る。センサ371～376は、非限定的な例示目的などで、光学センサまたは誘導センサなどの任意の適切なセンサであり得る。

【0064】

図3Cを参照すると、他の態様では、駆動セクション220に略類似した例示的な駆動セクション220Cは、5つの駆動シャフト301～305および5つのモータ342、344、346、348、343(たとえば5自由度のモータ)を有する5重同軸駆動シャフトアセンブリ300Cを少なくとも部分的に収容するためのハウジング310を含む。駆動セクション220Cはまた、たとえば、基板Sをピッキングおよび配置するための基板搬送装置130の(本明細書に記載されるものなどの)アームを上下させるように構成されたZ軸駆動部312を含み得るが、他の態様では、アーム131が配置されている移送チャンバに連結された基板保持ステーションが、駆動セクション220のZ駆動軸312の代わりに、またはそれに加えて、アームから、およびアームへ基板を上下させるた

10

20

30

40

50

めの Z 軸駆動部を含み得る。

【 0 0 6 5 】

駆動セクション 220 A の第 1 のモータ 342 は、ステータ 342 S および外側シャフト 304 に接続されたロータ 342 R を含む。第 2 のモータ 344 は、ステータ 344 S およびシャフト 303 に接続されたロータ 344 R を含む。第 3 のモータ 346 は、ステータ 346 S およびシャフト 302 に接続されたロータ 346 R を含む。第 4 のモータ 348 は、ステータ 348 S およびシャフト 301 に接続されたロータ 348 R を含む。第 5 のモータ 343 は、ステータ 343 S およびシャフト 305 に接続されたロータ 343 R を含む。5 つのステータ 342 S、344 S、346 S、348 S、343 S は、ハウジング内のさまざまな垂直高さまたは位置でハウジング 310 に固定して取り付けられている。各ステータ 342 S、344 S、346 S、348 S、343 S は、概して、電磁コイルを備える。ロータ 342 R、344 R、346 R、348 R、343 R の各々は、概して、永久磁石を備えるが、代替的に、永久磁石を有さない磁気誘導ロータを備えてよい。さらに他の態様では、モータ 342、344、346、348、343 は、開示全体が引用により本明細書に組み込まれる、米国特許第 10,348,172 号明細書および第 9,948,155 号明細書、ならびに 2014 年 11 月 13 日に出願された「Position Feedback for Sealed Environments」と題された米国特許出願番号 14/540,058 に記載されるものなどの、可変またはスイッチドリラクタンスモータであり得る。さらに他の態様では、モータ 342、344、346、348、343 は、開示全体が引用により本明細書に組み込まれる、米国特許第 9,656,386 号明細書に記載されるものなどのハーモニック駆動装置であり得る。基板搬送装置 130 が、非限定的な例示目的のみで真空環境などの密閉環境で使用される場合、同軸駆動シャフトアセンブリ 300 C が密閉環境で配置され、ステータが密閉環境外で配置されるように、ロータ 342 R、344 R、346 R、348 R、343 R とステータ 342 S、344 S、346 S、348 S、343 S との間にスリープ 362 が配置され得る。基板搬送装置 130 が、基板処理装置 100 (図 1) の大気セクション 101 内などの大気環境での使用のみを意図する場合、スリープ 362 を提供する必要がないことが理解されるべきである。

【 0 0 6 6 】

シャフト 305 は、第 5 のステータ 343 S から伸長し、ステータ 343 S と実質的に整列させられているロータ 343 R を含む。シャフト 302 は、第 3 のステータ 346 S から伸長し、ステータ 346 S と実質的に整列させられているロータ 346 R を含む。シャフト 301 は、第 4 のステータ 348 S から伸長し、ステータ 348 S と実質的に整列させられているロータ 348 R を含む。シャフト 303 は、第 2 のステータ 344 S から伸長し、ステータ 344 S と実質的に整列させられているロータ 344 R を含む。シャフト 304 は、上部ステータまたは第 1 のステータ 342 S から伸長し、ステータ 342 S と実質的に整列させられているロータ 342 R を含む。シャフト 301 ~ 305 およびハウジング 310 の周りに (上記のものなどの) さまざまなペアリングが提供されることで、各シャフト 301 ~ 305 が互いにおよびハウジング 310 に対して独立して回転可能になる。各シャフトに位置センサ 371 ~ 375 が設けられ得ることが留意される。位置センサ 371 ~ 375 は、互いに対するおよび / またはハウジング 310 に対するそれぞれのシャフト 301 ~ 306 の回転位置に関して、コントローラ 170 などの任意の適切なコントローラに信号を提供するために使用され得る。センサ 371 ~ 375 は、非限定的な例示目的などで、光学センサまたは誘導センサなどの任意の適切なセンサであり得る。

【 0 0 6 7 】

本明細書に記載されるように、駆動セクション 220、220 A、220 B、220 C は、非半径方向の線形経路に沿って少なくとも 1 つのマルチリンクアーム 131 を伸長および収縮させ、各エンドエフェクタリンク (たとえば基板ホルダ) の少なくとも 1 つの対応する基板保持ステーションを、それぞれ、たとえば移送チャンバ 125 の側壁に沿って並置された (図 1 B および図 1 C に示されるものなどの) 別個の基板搬送開口部に略同時

10

20

30

40

50

に通過させ、少なくとも 1 つの対応する基板保持ステーションを複数のエンドエフェクタリンク（たとえば基板ホルダ）の別の基板保持ステーションに対して独立して整列させるように構成されている。

【 0 0 6 8 】

図 2 A、3 A、および 4 を参照すると、上記のように、基板搬送装置 130 は、2 つのデュアル端部基板ホルダ 203、204 を有する少なくとも 1 つのアーム 131 を含む。本明細書に記載される基板搬送装置 130 の 2 つのデュアル端部基板ホルダ 203、204 が、本明細書に記載される基板の略同時のピッキングおよび配置を可能にし得る（たとえば、2 つのデュアル端部基板ホルダ 203、204 が、基板を実質的にピッキングおよび／または配置するために、略同時に、並んだ基板処理ステーション 190-191、192-193、194-195、196-197 のそれぞれの基板処理ステーションまで伸長され、そこから収縮される）ことが留意される。

10

【 0 0 6 9 】

本開示の一態様では、アッパーアームリンク 201 は、外側シャフト 304 によってショルダ軸 SX を中心に回転して駆動され、フォアアームリンク 202 は、内側シャフト 301 によってエルボ軸 EX を中心に回転して駆動され、デュアル端部基板ホルダ 203 は、シャフト 303 によってリスト軸 WX を中心に回転して駆動され、デュアル端部基板ホルダ 204 は、シャフト 302 によってリスト軸 WX を中心に回転して駆動される。たとえば、アッパーアームリンク 201 は、回転の中心軸（たとえばショルダ軸 SX）上でユニットとしてシャフト 304 により回転するように、外側シャフト 304 に固定して取り付けられている。

20

【 0 0 7 0 】

フォアアームリンク 202 は、任意の適切なトランスマッショニによって内側シャフト 301 に連結される。たとえば、ブーリ 480 がシャフト 301 に固定して取り付けられている。アッパーアームリンク 201 はポスト 481 を含む。ブーリ 482 が、ポスト 481 に回転可能に取り付けられるか、またはそうでなければポスト 481 によって支持される。ポスト 481 は、アッパーアームリンク 201 の内面に固定して取り付けられている。第 1 のセットのトランスマッショニ部材 490 が、ブーリ 480 とブーリ 482 との間で伸長する。ブーリ 480、482 を連結するために、たとえば、ベルト、バンド、またはチェーンなど、任意の適切なタイプのトランスマッショニ部材が使用され得ることが理解されるべきである。ブーリ 480、482 を連結する 2 つのトランスマッショニ部材が示されているが（図 6 A および 6 B を参照）、他の態様では、ブーリ 480、482（たとえば、2 つより多いかまたは少ない）を連結するために、任意の適切な数のトランスマッショニ部材が使用され得ることも理解されるべきである。シャフト 482S が、エルボ軸 EX を中心にブーリ 482 により回転するように、ブーリ 482 に固定して連結されている。シャフト 482S は、任意の適切な方法でポスト 481 上で回転可能に支持され得る。フォアアームリンク 202 は、エルボ軸 EX を中心にユニットとしてシャフト 482S により回転するように、シャフト 482S に固定して取り付けられている。

30

【 0 0 7 1 】

デュアル端部基板ホルダ 203 は、任意の適切なトランスマッショニによってシャフト 303 に連結される。たとえば、ブーリ 488 は、ショルダ軸 SX を中心にユニットとしてシャフト 303 により回転するように、シャフト 303 に固定して連結されている。ブーリ 491 が、ポスト 481 に回転可能に連結されているか、またはそうでなければポスト 481 上で支持されている。（トランスマッショニ部材 490 に略類似した）第 2 のセットのトランスマッショニ部材 492 が、ブーリ 488 とブーリ 491 との間で伸長する。シャフト 491S が、エルボ軸 EX を中心に 1 つのユニットとしてブーリ 491 により回転するように、ブーリ 491 に固定して連結されている。シャフト 491S は、任意の適切な方法でポスト 481 上で回転可能に支持され得る。フォアアームリンク 202 はブーリ 470 を含み、ブーリ 470 は、エルボ軸 EX を中心にユニットとしてシャフト 491S（およびブーリ 491）により回転するように、シャフト 491S の上端に固定して

40

50

取り付けられている。フォアアームリンク202はまた、ポスト471と、ポスト471に回転可能に取り付けられた、またはそうでなければポスト471によって支持されたブーリ472とを含む。（トランスマッision部材490に略類似した）第3のセットのトランスマッision部材493が、ブーリ470、472間で伸長し、それらを連結する。デュアル端部基板ホルダ203は、ブーリ472およびデュアル端部基板ホルダ203がリスト軸WXを中心に1つのユニットとして回転するように、シャフト472Sを介してブーリ472に固定して取り付けられている。

【 0 0 7 2 】

デュアル端部基板ホルダ204は、任意の適切なトランスマッショ nによってシャフト302に連結される。たとえば、ブーリ484は、ショルダ軸SXを中心にユニットとしてシャフト302により回転するように、シャフト302に固定して連結されている。ブーリ486が、ポスト481に回転可能に連結されているか、またはそうでなければポスト481上で支持されている。(トランスマッショ n部材490に略類似した)第4のセットのトランスマッショ n部材494が、ブーリ484とブーリ486との間で伸長する。シャフト486Sが、エルボ軸EXを中心に1つのユニットとしてブーリ486により回転するように、ブーリ486に固定して連結されている。シャフト486Sは、任意の適切な方法でポスト481上で回転可能に支持され得る。フォアアームリンク202はブーリ474を含み、ブーリ474は、エルボ軸EXを中心にユニットとしてシャフト486S(およびブーリ486)により回転するように、シャフト486Sの上端に固定して取り付けられている。フォアアームリンク202はまた、ポスト471に回転可能に取り付けられた、またはポスト471によって支持されたブーリ476を含む。(トランスマッショ n部材490に略類似した)第5のセットのトランスマッショ n部材495が、ブーリ474、476間で伸長し、それらを連結する。デュアル端部基板ホルダ204は、ブーリ476およびデュアル端部基板ホルダ204がリスト軸WXを中心に1つのユニットとして回転するように、シャフト476Sを介してブーリ476に固定して取り付けられている。

【 0 0 7 3 】

図2 A～2 C、3 A、および4を参照すると、理解され得るよう、アッパーアームリンク201、フォアアームリンク202、デュアル端部基板ホルダ203、およびデュアル端部基板ホルダ204の各々は、それぞれの駆動モータ342、344、346、348によって、それぞれの軸（たとえば、ショルダ軸SX、エルボ軸AX、およびリスト軸WX）を中心とした回転で独立して駆動される。リスト軸WXを中心とした各デュアル端部基板ホルダ203、204の独立した回転によって、デュアル端部基板ホルダ203、204によるそれぞれの並置された基板処理ステーションの開口部（図1B、1Cを参照）を通る基板の搬送と略一致した、基板保持ステーション203H1、204H1、203H2、204H2の各々における基板Sの各々での独立した自動ウエハセンタリングが提供される。本明細書に記載される自動ウエハセンタリングは、開示全体が引用により本明細書に組み込まれる、2019年1月25日に出願された「Automatic Wafer Centering Method and Apparatus」と題された米国特許出願番号16/257,595、2018年11月20日に発行された「On The Fly Automatic Wafer Centering Method and Apparatus」と題された米国特許第10,134,623号明細書、2016年12月6日に発行された「Process Apparatus with On-The-Fly Substrate Centering」と題された米国特許第9,514,974号明細書、2010年9月7日に発行された「Wafer Center Finding」と題された米国特許第7,792,350号明細書、2015年1月13日に発行された「Wafer Center Finding with Kalman Filter」と題された米国特許第8,934,706号明細書、および2011年4月12日に発行された「Process Apparatus with On-The-Fly Workpiece Centering」と題された米国特許第7,925,377号明細書である。

8号明細書に記載される方法に類似した方法で、搬送チャンバ125、125A内／上、スロットバルブS V上、搬送アーム131上などに配置された任意の適切なセンサを用いて実施され得る。これに応じて、自動ウエハセンタリングは、並んだ基板保持ステーション203H1、204H1間、および並んだ基板保持ステーション203H2、204H2間でベースピッチB Pを変化させることによってもたらされる。たとえば、シャフト302、303を反対方向に回転させることによって、デュアル端部基板ホルダ203、204は、リスト軸WXを中心に反対方向に回転させられる。たとえば、シャフト302、303は、並んだ基板保持ステーション203H1、204H1間の任意の適切な増加したピッチWP（および基板保持ステーション203H2、204H2間の任意の適切な対応する減少したピッチNP）をもたらすように、並んだ基板保持ステーション203H1、204H1間の距離（図2B）を増加させるために反対方向に駆動され得る。たとえば、シャフト302、303は、並んだ基板保持ステーション203H1、204H1間の任意の適切な減少したピッチNP（および基板保持ステーション203H2、204H2間の任意の適切な対応する増加したピッチWP）をもたらすように、並んだ基板保持ステーション203H1、204H1間の距離（図2C）を減少させるために反対方向に駆動され得る。略同じ回転速度での同じ方向のシャフト302、303の回転によって、デュアル端部基板ホルダ203、204がリスト軸WXを中心にユニットとして回転して、基板Sの高速スワッピングがもたらされる。このように、トランスマッショーン490、492、493、494、495は、デュアル端部基板ホルダ203、204が、少なくとも180°（度）回転する量だけリスト軸WXを中心にユニットとして回転するように構成されている。再び、基板ホルダ面の各平面499、499A（図2D、10、および11を参照）（本明細書に記載されるように、およびデュアル側部基板ホルダの（1つまたは複数の）基板保持ステーション203H1、203H2、204H1、204H2が1つまたは複数の平面を形成するかどうか）は、搬送開口面の所与のZ位置での移送のための共通の搬送チャンバ内の搬送開口部の少なくとも1つの平面（図1Bおよび1Cを参照）に対応し、それに整列させられ、それによって、各平面上の各々のそれぞれの開口部を通る基板の移送は、実質的にZ軸運動なしで、各デュアル端部基板ホルダ203、204の少なくとも1つの基板保持ステーション203H1、203H2、204H1、204H2によりもたらされ、すなわち、基板ホルダ203、204の一端における（1つまたは複数の）基板保持ステーション203H1、203H2、204H1、204H2を用いた（各平面に対する）基板処理ステーションへの伸長、基板処理ステーションでの（1つまたは複数の）基板のピッキングおよび／または配置、基板処理ステーションからの収縮、およびデュアル端部基板ホルダ203、204の同じまたは異なる端部における同じまたは異なるデュアル基板を伴なう互いに異なる基板処理ステーションへの伸長は、（介在するZ軸運動とは独立して、または基板の移送間の介在するZ軸運動から切り離されて）Z軸運動とは実質的に独立した基板の高速スワッピングをもたらす。

【0074】

トランスマッショーン部材490、492、493、494、495およびブーリ480、484、488、470、474、482、486、491、472、476は、本明細書に記載されるそれぞれのブーリシステム655A～655Eを形成する。本明細書に記載されるように、ブーリシステム655A～655Eの1つまたは複数は、モジュール式複合アームリンクケーシング201C、202Cに係合され、駆動セクション220によって動力を供給されて、1つまたは複数のブーリシステム655A～655Eが、少なくとも1つのアームリンク201、202またはエンドエフェクタ203、204の関節運動をもたらすように配置される。ブーリ480、484、488、470、474が「駆動」ブーリと呼ばれ得る一方で、ブーリ482、486、491、472、476が「従動」または「アイドラ」ブーリと呼ばれ得ることが留意される。図5D、6A、および6Jを参照すると、端部連結部511、512、513、514の少なくとも1つは、ブーリシステム655A～655Eのうちの少なくとも1つの少なくとも1つのブーリホイール480、484、488、470、474、482、486、491、472、47

10

20

30

40

50

6を収容する。一例として、ブーリの1つまたは複数（ブーリ488、484、480、486、482、470、474、472など）は、たとえば、クロスローラベアリング600（テーブルベアリングとも呼ばれ、たとえば、端部連結部は、ブーリホイールの位置および位置合わせが本明細書に記載されるようにクロスローラベアリングとの係合に従属する、およびクロスローラベアリングとの係合によって制御されるように、クロスローラベアリングを取り付けられたブーリシステムのブーリホイールを収容する）によって、または任意の他の適切な方法で、それぞれの端部連結部511、512、513、514に連結される。一態様では、端部連結部511、512、513、514は、ベアリングシート566（図5Dおよび6Aを参照）を含み、ベアリングシート566に、クロスローラベアリング600のアウターレース601（またはベアリングシートの構成に応じてインナーレース）が連結されている。たとえば、アウターレース601は、任意の適切な留め具またはリテナ特徴部663でベアリングシート566に連結され得、アウターレース601およびベアリングシート566の両方に伸長する任意の適切な位置決めピン664でアームに対して配置され得る。他の態様では、アウターレース601は、任意の適切な方法でベアリングシート566に連結されてもよい。ブーリ（明確にするために省略された他のブーリと共に図6Aに例示されるブーリ474など）は、任意の適切な留め具668および任意の適切な位置決めピン669を使用して、インナーレース602（またはベアリングシートの構成に応じてアウターレース）に連結され得る。他の態様では、インナーレース602は、任意の適切な方法でブーリ474に連結されてもよい。シャフト486Sなどのシャフトは、シャフト186Sおよびブーリ474がそれぞれの回転軸（EX軸など）を中心にユニットとして回転するように、摩擦嵌合、クランプなどによって任意の適切な方法で、または任意の他の適切な方法でブーリに連結され得る。

【0075】

クロスローラベアリング600は、組合せ（すなわち対になった）ベアリングおよび半導体搬送アームで概して利用される他のタイプのベアリングに勝るいくつかの利点を提供する。たとえば、クロスローラベアリング600は、（同じサイズのシャフトおよび負荷要件に対して組合せベアリングまたは他の概して利用されるベアリングの高さ／厚さと比較した）高さ／厚さ665の減少によって、所与のベアリング直径に対するアームリンク高さAHがより低くなることが可能になるように、より薄い形状因子を有する。クロスローラベアリングをアームリンクおよびブーリに連結するためにベアリングクランプ（組合せベアリングまたは他の概して利用されるベアリングと共に使用されるものなど）が必要とされないため、クロスローラベアリング600によって基板搬送装置130の部品数、コスト、および複雑さも低減され得る。加えて、クロスローラベアリング600をアームリンクおよびブーリに連結するために留め具が使用されるため、ベアリングの設置は、（典型的に焼き嵌め／締り嵌めによって設置される）組合せベアリングまたは他の概して利用されるベアリングの取り付けと比較してより容易になる。クロスローラベアリング600は、搬送アームの剛性を高め得、（たとえば、摩擦嵌合が機械加工公差および動作温度の1つまたは複数によって影響を受け得る、摩擦嵌合の組合せベアリングまたは他の概して利用されるベアリングと比較して）アームリンクの機械加工公差および動作温度にそれほど依存していない。

【0076】

モジュール式複合アームリンクケーシング201C、202Cが、端部連結部511、512、513、514の少なくとも1つに収容されたブーリシステム655A～655Eのうちの少なくとも1つの（上記のような）クロスローラベアリングが取り付けられたブーリホイールに相応した、選択された所定のアーム長OAL、OALnに対するコンパクトな高さAH（図5Cおよび5E）を有する薄型ケーシングであることが留意される。コンパクトな高さAHは、同等の長さを有する同等数のブーリシステムに対するバンドブーリトランスマッisionのハウジング高さよりも低い。たとえば、図4Aを簡単に参照すると、アームリンク201は、コンパクトな高さAHおよび長さOALを有する。本例では、アームリンク201は3つのブーリシステム655A～655Cを含み、ここで、各

10

20

30

40

50

プーリシステムは、（本明細書に記載されるような）対向するケーブルセグメントおよび一対のプーリを含む。各プーリシステムが従来の組合せベアリングを含む、同じ長さ O A L および同じ数のプーリシステムを有するアームリンクと比較すると、本明細書に記載されるケーブル／プーリトランスマッショングおよびクロスローラベアリングの3つを含むアームリンク 201 の高さ A H は、バンド／プーリトランスマッショングおよび従来の組合せベアリングの3つを含むアームリンクの高さよりも低い。

【0077】

また図4および4Aを参照すると、クロスローラベアリング600によって、プーリ486およびそれぞれのシャフト486Sが、それぞれのクロスローラベアリング600Aの共通のフランジに取り付けられる。図4Aに見られるように、プーリ486およびシャフト486Sの両方は、任意の適切な方法でねじまたはボルトなどの任意の適切な留め具461によって、クロスローラベアリング600Aの同じフランジ（たとえば、インナーレース602のフランジ）に取り付けられる。たとえば、留め具461は、プーリ486およびシャフト486Sのフランジの両方を通して伸長して、プーリ486およびシャフト486Sの両方をクロスローラベアリング600Aに連結し得るが、他の態様では、プーリ486およびシャフト486Sは、それぞれの留め具461によってクロスローラベアリング600Aに連結されてもよく、ここで、図4Bに関して本明細書に記載される方法に類似した方法でプーリ486およびシャフト486Sをクロスローラベアリング600Aに連結するために、クロスローラベアリング600Aのインナーレース602の交互のねじ孔が使用される。

【0078】

図4Aにも見られるように、また図4Bを参照すると、アーム関節の積み重ね高さが低くされ得、ここで、それぞれの駆動シャフトのプーリおよびフランジは一緒にインターロック／インターリープされて、それぞれのクロスローラベアリングへのプーリおよびそれぞれのシャフトの連結を促進する。たとえば、クロスローラベアリング600Bのアウターレース601は、クロスローラベアリング600Bがポスト481の下に懸架されるように、ポスト481に連結され得る（しかし、他の態様では、ポスト481は任意の適切な構成を有し得、クロスローラベアリングはポストに着座させられたり、ポストから懸架されたりしてもよい）。本例では、プーリ491およびシャフト491Sの両方は、クロスローラベアリング600Bのインナーレース602に連結されている。プーリ491はハブ491Hを含み、シャフト491Sはフランジ491SFを含み、ここで、ハブ491Hおよびフランジ491SFは、クロスローラベアリング600Bに連結されたときに同一平面上にある（同じ平面内にあり、上下に積み重ねられない（図4Aおよび4Bを参照））ように相補形状（complimentary shapes）を有する。たとえば、ハブ491Hは、留め具461が、ハブ491Hを通して伸長し、クロスローラベアリング600Bのインナーレース602のひとつおきの留め具用の孔と係合するように成形および寸法決めされている中央開口491HAを含む。フランジ491SFは、中央開口491HAの境界を補完し、境界内に適合する（たとえば、フランジ491SFは、ハブ491Hとインターロックする／インターリープされる）ように、および留め具461が、フランジ491SFを通して伸長し、クロスローラベアリング600Bのインナーレース602の（プーリ491をインナーレース602に連結するためには使用されない）ひとつおきの留め具用の孔と係合する（たとえば、プーリ491およびシャフト491Sは交互にクロスローラベアリング600Bに連結される）ように成形および寸法決めされる。

【0079】

一態様では、クロスローラベアリング600は、一体型または連結型のクロスローラブーリ600PBとして構成され得る。たとえば、また図6Iおよび6Jを参照すると、本明細書に記載されるプーリの1つまたは複数は、プーリおよびそれぞれのベアリングの積み重ねをさらに排除するように、クロスローラブーリ600PBに置き換えられ、少なくとも搬送アームリンクの高さをさらに低くし得る。本態様では、クロスローラブーリ600PBは、プーリ470、474、482、486、491、472、476（およびそ

10

20

30

40

50

れらのペアリング)の代わりに固定シャフト(たとえば、図4のシャフト491S、476Sのいずれか1つなど)に取り付けられ、ここで、クロスローラブーリ600PBのアウターレース601の周囲縁部は、異なるブーリに関して本明細書に記載される方法に略類似した方法で、溝635、636およびケーブルアンカー643、644を含む。本態様では、別個のブーリおよびペアリングの対は排除され、クロスローラブーリ600PBに置き換えられ得、搬送アームの部品数を減らしてコストを削減する。

【0080】

図4および図6A～図6Jを参照すると、少なくとも部分的にフォアアームリンク202内に配置された第3および第5のセットのトランスマッショングループ661(すなわち、第3のセットのトランスマッショングループ661A、661B)が記載される。第3および第5のセットのトランスマッショングループ661が、本明細書に記載される他のトランスマッショングループ661(すなわち、第3のセットのトランスマッショングループ661A、661B)に略類似し得ることが留意される。

10

【0081】

アイドラブーリ472は、アイドラブーリ472の表面がそれぞれのデュアル端部基板ホルダ203に対して着座するエンドエフェクタインターフェースを有するか、または他の態様では、エンドエフェクタインターフェースは上記のようにシャフト472Sによって形成される。アイドラブーリ472は、それぞれのセグメント化されたトランスマッショングループ661(すなわち、第3のセットのトランスマッショングループ661A、661B)によって、それぞれのエルボ駆動ブーリ470に連結される。セグメント化されたトランスマッショングループ661は、別個のケーブルセグメント661A、661B、またはアイドラブーリ472とアイドラブーリ472の回転をもたらすエルボ駆動ブーリ470の両方に連結されたバンドセグメントなどの任意の他の適切なトランスマッショングループを含む。

20

【0082】

アイドラブーリ472は、セグメント化されたトランスマッショングループ661のそれぞれのケーブル661A、661Bとインターフェース接続するケーブルラップ溝635、636を形成する(なお、ケーブルがブーリの周りに巻き付けられると、本明細書に記載されるブーリ溝がそれぞれのケーブルの追跡/誘導をもたらす)周囲縁部650を含む。たとえば、周囲縁部650は上部ケーブルラップ溝635を形成し、その周りにケーブル661Bが巻かれる。周囲縁部650はまた下部ケーブルラップ溝636を形成し、その周りにケーブル661Aが巻かれる。上部ケーブルラップ溝635および下部ケーブルラップ溝636は、ケーブル661A、661Bが、互いに対して異なる平面に配置される(すなわち、一方のケーブルが他方のケーブルに巻き付かない)ように、アイドラブーリ472上で異なる高さに配置される。図6Dを参照すると、エルボ駆動ブーリ470は、上記のアイドラブーリ472に略類似している。

30

【0083】

任意の適切なケーブルアンカーポイント643、644(図6B～6J)が、別個のケーブルセグメント661A、661Bのそれぞれをアイドラブーリ472に接合する。たとえば、ケーブルセグメント661A、661Bの各末端は、任意の適切な方法でケーブルセグメント端部に連結されている(または一体的に形成されている)リテーナ特徴部666(たとえば、ボルト、シリンダなど)を含む。ブーリ470、472は、それぞれの嵌合保持特徴部667(溝など)を含む。嵌合保持特徴部667の各々は、それぞれのブーリ470、472の上部ケーブルラップ溝635および下部ケーブルラップ溝636のそれぞれ1つと交差する。ケーブルセグメント661A、661Bのリテーナ特徴部666は、それぞれの嵌合保持特徴部667に挿入され、少なくとも部分的に上部ケーブルラップ溝635および下部ケーブルラップ溝636のそれぞれ1つ内でそれぞれのブーリ470、472の周囲に巻き付けられ得る。他の態様では、ケーブルセグメント661A、661Bの末端は、任意の適切な方法でそれぞれのブーリ470、472に連結され得る。本明細書に記載されるケーブルセグメントは、他にバンドおよびブーリトランスマッショングループで達成されるよりも低いアームリンク高さAH1、AH2をもたらす従来のバンドと比較して、より薄い(たとえば、高さがより低い)ことが留意される。

40

50

〔 0 0 8 4 〕

本態様において、また図6Gおよび6Hを参照すると、対向するケーブルセグメント661A、661Bの1つまたは複数は、任意の適切なインラインケーブルテンショナ691を含む。ケーブルセグメント661A、661Bの各々がインラインケーブルテンショナ691を含むものとして例示されているが、他の態様では、ケーブルセグメント661A、661Bの1つのみがインラインケーブルテンショナ691を含んでよい。一態様では、図6Gに示されるように、インラインケーブルテンショナ691は、本体691Bおよびねじ付き部分691Tを含むターンバックルケーブルテンショナ691TBK1である。バンドに張力をかけるために複数の対向するウェッジおよびねじを利用する従来のバンド張力装置と比較して、インラインケーブルテンショナ691によって、トランスマッショナームの部品数およびコストが削減され得ることが留意される。本体691Bは、ケーブルセグメント661A、661Bのそれぞれの部分CP1に連結され得、それにより、本体691Bが回転させられると、ケーブルセグメント661A、661Bが方向692に捻じられないように、本体691Bは、ケーブルの回転から独立してその長手方向軸を中心に方向692に回転する。ねじ付き部分691Tは、任意の適切な方法で、および一態様では、本体691Bに関して上記した方法に略類似した方法で、ケーブルセグメント661A、661Bのそれぞれの部分CP2に連結され得る。ここで、本体691Bは、ねじ付き部分691Tが本体にねじ込まれたり、本体から緩められたりして、それぞれのケーブルセグメント661A、661Bの張力を調整するように、方向692に回転させられる。ケーブルセグメント661A、661B（ならびに本明細書に記載される他のケーブルセグメント）が、通常の（たとえば、設計された）負荷の下（ケーブルセグメントは搬送アームの通常の動作負荷下では引き伸ばされない）での搬送アームの動作中にケーブルセグメント661A、661Bの引き伸ばしを実質的に排除するように、予め引き伸ばされている（たとえば、予め張力がかけられている）ことが留意される。

10

【 0 0 8 5 】

図6 Hは、本開示の態様によるターンバッкл式ケーブルテンショナ691TBK2の別の例を例示している。本例では、各ケーブル部分CP1、CP2は、上記のものに略類似したねじ付き部分691T1、691T2を含む。ねじ付き部分691T1、691T2は、ターンバッкл本体691B1と係合され、それにより、ターンバッкл本体691B1が方向692に回転すると、ねじ付き部分691T1、691T2は、ケーブルセグメント661Aにおける張力を増加または減少させるように互いに向かって、または互いから離れて移動する。

20

【 0 0 8 6 】

インラインケーブルテンショナ 691 は、ターンバッкл式ケーブルテンショナとして上で説明されているが、(上述のように)他の態様では、インラインケーブルテンショナ 691 は、ケーブルに張力を加えるようにケーブル長を短縮させる任意の適切なケーブルテンショナであり得る。たとえば、一態様では、インラインケーブルテンショナ 691 は、図 6G および 6H に関して上記した方法に類似した方法で、それぞれのケーブルセグメントのケーブル部分 CP1、CP2 の各々に連結される弾性タイプのケーブルテンショナ 691RM (図 6C および 6F) であり得る。ここで、弾性タイプのケーブルテンショナ 691RM は、ケーブル部分 CP1、CP2 の各々を互いに連結させる弾性部材 691BR を含む。弾性部材 691BR は、本明細書に記載される基板搬送アームの動作中にケーブル 661A、661B、660A、660B にかけられる動作負荷よりも大きなばね力を有するばね、または他の適切な弾性部材であり得、それにより、弾性部材 691BR の弾性にもかかわらず、それぞれのケーブル 661A、661B、660A、660B の張力は定常状態 (または一定) のままである。本態様では、弾性部材 691BR は、ケーブルセグメント 661A、661B、660A、660B をそれぞれのブーリに設置するために引き伸ばされ得、ここで、ケーブルセグメント 661A、661B、660A、660B がそれぞれのブーリに設置されると、弾性部材 691BR は、少なくとも部分的に弛緩して、対向するそれぞれのケーブルセグメント 661A、661B、660A、660B

30

40

Bに対して所定の張力を自動的に設定する。

【0087】

同様に、アイドラブーリ476は、アイドラブーリ476の表面がそれぞれのデュアル端部基板ホルダ204に対して着座するエンドエフェクタインターフェースを有するか、または他の態様では、エンドエフェクタインターフェースは上記のようにシャフト476Sによって形成される。アイドラブーリ476は、それぞれのセグメント化されたトランスマッシュョンループ660（すなわち、第5のセットのトランスマッシュョン部材495）によって、それぞれのエルボ駆動ブーリ474に連結される。セグメント化されたトランスマッシュョンループ660は、別個のケーブルセグメント660A、660B、またはアイドラブーリ476とアイドラブーリ476の回転をもたらすエルボ駆動ブーリ474の両方に連結されたバンドセグメントなどの任意の他の適切なトランスマッシュョンリンクを含む。

10

【0088】

アイドラブーリ476は、セグメント化されたトランスマッシュョンループ660のそれぞれのケーブル660A、660Bとインターフェース接続するケーブルラップ溝635、636を形成する周囲縁部650を含む。ケーブルアンカーポイント643、644（図6C）は、別個のケーブルセグメント660A、660Bの各々をアイドラブーリ476に接合する。たとえば、周囲縁部650は上部ケーブルラップ溝635を形成し、その周りにケーブル660Bが巻かれる。周囲縁部650はまた下部ケーブルラップ溝636を形成し、その周りにケーブル660Aが巻かれる。上部ケーブルラップ溝635および下部ケーブルラップ溝636は、ケーブル660A、660Bが、互いに對して異なる平面に配置される（すなわち、一方のケーブルが他方のケーブルに巻き付かない）ように、アイドラブーリ476上で異なる高さに配置される。図6Dを参照すると、エルボ駆動ブーリ474は、上記のアイドラブーリ476に略類似している。

20

【0089】

一態様では、アイドラブーリ472、476、およびアイドラブーリ472、476がセグメント化されたトランスマッシュョンループ660、661によって連結されているそれぞれのエルボ駆動ブーリ470、474は、図7A～7Lに示されるような基板の搬送のために、それぞれのデュアル端部基板ホルダ203、204の十分な回転を提供する任意の適切な駆動比を有する。たとえば、アイドラブーリ472、476とエルボブーリ470、474との間の比率は、1:2または任意の他の適切な比率であり得る。従来のバンドおよびブーリトランスマッシュョンが、リスト関節WXでエンドエフェクタの約+/-160°の回転を提供することが留意される。ケーブルおよびブーリトランスマッシュョンを利用する本開示の態様は、リスト関節WXでのエンドエフェクタの、またはそれぞれの軸SX、EX、WXを中心としたブーリ（本明細書に記載されるものなど）の±160°を超える回転を提供する。

30

【0090】

たとえば、一態様では、ブーリシステム655A～655Eのそれぞれのブーリホイール480、484、488、482、486、491、470、474、472、476の、ブーリホイール480、484、488、482、486、491、470、474、472、476に対するブーリトランスマッシュョン490、492、493、494、495の係合が、それぞれのブーリホイール480、484、488、482、486、491、470、474、493、494、495の巻き付き位置と巻き付き解除位置との間のそれぞれのブーリホイール480、484、488、482、486、491、470、474、472、476の少なくとも360°の回転を介したブーリシステム655A～655Eのそれぞれのブーリホイール480、484、488、482、486、491、470、474、472、476の回転を決定するように配置されている。たとえば、図4を参照すると、ブーリシステム655Eのブーリトランスマッシュョン493は、（ブーリ470の回転によって駆動された）ブーリ472が、ブーリ472上のブーリトランスマッシュョン49

40

50

3の巻き付き位置と巻き付き解除位置との間の少なくとも360°の回転を介して回転するように、ブーリ470、472の周りに巻き付けられ得る。ブーリシステム655Dのブーリトランスマッショ495はまた、(ブーリ474の回転によって駆動された)ブーリ476が、ブーリ476上のブーリトランスマッショ495の巻き付き位置と巻き付き解除位置との間の少なくとも360°の回転を介して回転するように、ブーリ474、476の周りに巻き付けられ得る。いくつかの態様では、他のブーリシステム655A~655Cは、従動ブーリが少なくとも360°回転するように同様に構成され得る。

【0091】

一態様では、ブーリシステム655A~655Eのそれぞれのブーリホイール480、484、488、482、486、491、470、474、472、476の、ブーリホイール480、484、488、482、486、491、470、474、472、476に対するブーリトランスマッショ490、492、493、494、495の係合が、それぞれのブーリホイール480、484、488、482、486、491、470、474、472、476上のブーリトランスマッショ490、492、493、494、495の巻き付き位置と巻き付き解除位置との間の少なくとも1つの可動アームリンク201、202に対するエンドエフェクタ203、204の少なくとも360°の回転を介したそれぞれのエンドエフェクタ203、204の回転を決定するように配置されている。たとえば、図4を参照すると、ブーリシステム655Eのブーリトランスマッショ493は、(ブーリ472の回転によって駆動された)エンドエフェクタ203が、ブーリ472上のブーリトランスマッショ493の巻き付き位置と巻き付き解除位置との間のアームリンク201、202に対する少なくとも360°の回転を介して回転するように、ブーリ470、472の周りに巻き付けられ得る。ブーリシステム655Dのブーリトランスマッショ495は、(ブーリ476の回転によって駆動された)エンドエフェクタ204が、ブーリ476上のブーリトランスマッショ495の巻き付き位置と巻き付き解除位置との間のアームリンク201、202に対する少なくとも360°の回転を介して回転するように、ブーリ474、476の周りに巻き付けられ得る。

【0092】

一態様では、また図6Eおよび6Fを参照すると、例示的なケーブルおよびブーリトランスマッショが例示されている。ケーブルおよびブーリトランスマッショは、本明細書に記載されるものに略類似し得る。本態様では、溝635、636の各々は、ケーブルがそれら自体にまたは互いに重ならずに螺旋状の経路に沿ってそれぞれのブーリ470、472の周りのそれぞれのケーブル661A、661Bの巻き付けを誘導するように構成されている螺旋を形成するように、それぞれのブーリ470、472の外周面に形成され得る。それぞれのブーリ470、472の周りのケーブル661A、661Bのこの螺旋状の巻き付けによって、ケーブルは、リスト関節WXでのエンドエフェクタの、またはそれぞの軸SX、EX、WXを中心にしたブーリホイールの±160°を超える、または少なくとも360°の回転を提供するように、それぞれのブーリ470、472の各々の周りを1回転を超えて(たとえば、任意の適切な回転数(図6Fを参照))巻くことが可能になる。

【0093】

図6Eおよび6Fのブーリ470、472は、実質的に1:1の駆動比を有するものとして例示されているが、他の態様では、ブーリは、リスト軸を中心としたエンドエフェクタの回転量を(単独で、または螺旋状に巻き付けられたケーブルと組み合わせて)増加させるように、2:1または3:1の駆動比などの任意の適切な駆動比を有し得る。ケーブルおよびブーリトランスマッショに関して本明細書に記載されるブーリ対ブーリの駆動比が、バンドおよびブーリトランスマッショで使用されるブーリと比較して、より小さい直径のブーリでもたらされ得ることが留意される。たとえば、本明細書に記載されるケーブルは、概して、バンドよりも柔軟であり、バンドと比較したときに、より小さな曲げ半径を提供し得る。ケーブルの曲げ半径がより小さいと、ブーリの直径は、バンド式トランスマッショの場合よりも、本明細書に記載されるケーブル式トランスマッショでよ

10

20

30

40

50

り小さくなる。

【0094】

第1のセットのトランスマッショング部材490、第2のセットのトランスマッショング部材492、第4のセットのトランスマッショング部材494、ショルダ駆動ブーリ480、484、488、およびエルボアイドラブーリ482、486、491は、アイドラブーリ472、476、駆動ブーリ470、474、およびセグメント化されたトランスマッショングループ660、661に関して上で説明したものに略類似している(図6Cおよび6Dを参照)。上述したように、第1のセットのトランスマッショング部材490、第2のセットのトランスマッショング部材492、第4のセットのトランスマッショング部材494のためのケーブルアンカーポイントは、ケーブルアンカーポイント643に関して上で説明したものに略類似している。

10

【0095】

本明細書で述べたように、モジュール式複合アームリンクケーシング201C、202Cは、コンパクトで実質的に左右対称な断面を有する、それぞれのブーリシステム655A～655Eのそれぞれのブーリホイールを接続する、左右対称に可撓性のブーリトランスマッショング(トランスマッショング部材490、492、493、494、495など)に相応する、選択された所定のアーム長OAL、OALnに対するコンパクトな高さAH(図5Cおよび5E)を有する薄型ケーシングである。たとえば、ケーブルセグメント(図6Aおよび6Bに例示されるケーブルセグメント660A、660Bなど)は、略円形の断面を有するが、任意の他の適切な左右対称の断面を有し得る。コンパクトな高さAHは、同等の長さを有する同等数のブーリシステムに対するバンドブーリトランスマッショングのハウジング高さよりも低い。たとえば、図4Aを簡単に参照すると、アームリンク201は、コンパクトな高さAHおよび長さOALを有する。本例では、アームリンク201は3つのブーリシステム655A～655Cを含み、ここで、各ブーリシステムは、(本明細書に記載されるような)対向するケーブルセグメントおよび一対のブーリを含む。各ブーリシステムが対向するバンドセグメントおよび一対のブーリを含む同じ長さOALおよび同じ数のブーリシステムを有するアームリンクと比較すると、本明細書に記載されるケーブル/ブーリトランスマッショングの3つを含むアームリンク201の高さAHは、バンド/ブーリトランスマッショングの3つを含むアームリンクの高さよりも低い。

20

【0096】

基板搬送装置130は、デュアルパン基板ホルダ203、204とともに上記で説明されたが、他の態様では、基板ホルダは任意の適切な構成を有し得る。たとえば、図8、9、および10を参照すると、複数のエンドエフェクタリンク(たとえば基板ホルダ)の各々は、それに従属した、複数の並置された(たとえば並んだ)基板保持ステーションの、複数の対応する基板保持ステーションを有し、それぞれ、それぞれのエンドエフェクタリンク(たとえば基板ホルダ)に従属した複数の対応する基板保持ステーション間で実質的に剛性の非関節リンクである。たとえば、基板搬送装置130は、上記のものに略類似したデュアルパン基板ホルダ203A、204Aを含むが、本態様では、基板保持ステーション203H1、204H1は、(ベースピッチBPによって分離される)共通の平面に並べて配置され、一方で、基板保持ステーション203H2、204H2は、異なる平面に配置され、互いに積み重ねられている(積み重ねられた基板処理ステーション150の積み重ねられた保持ステーション、積み重ねられた真空ロードロック102A、102B、102C、102D、または任意の他の適切な積み重ねられた基板保持位置間の距離に対応し得る任意の適切な高さH10によって分離される(図1Cを参照))。ここで、基板処理ステーションへの搬送チャンバの開口部は、異なる平面/レベルにあり得(図1Cを参照)、ここで、各平面は、デュアル/二重端部基板ホルダ203、204の両方の並置された基板保持ステーション203H1-204H1、203H2-204H2の平面/レベルに対応している。さらに他の態様では、図11に示されるように、基板保持ステーション203H1、204H1は、(ベースピッチBPによって分離される)共通の平面に並べて配置され、一方で、基板ホルダ203A、204Aの1つのみがデュアルパン

30

40

50

基板ホルダとして構成されている（本例では、基板ホルダ 203A はデュアル基板保持ステーション 203H1、203H2 を含み、一方で、基板ホルダ 204A は単一の基板保持ステーション 204H1 を含む）。再び、基板ホルダ面の各平面 499、499A（図 2D、10、および 11 を参照）（本明細書に記載されるように、およびデュアル側部基板ホルダの（1つまたは複数の）基板保持ステーション 203H1、203H2、204H1、204H2 が1つまたは複数の平面を形成するかどうか）は、搬送開口面の所与の Z 位置での移送のための共通の搬送チャンバ内の搬送開口部の少なくとも 1 つの平面（図 1B および 1C を参照）に対応し、それに整列させられ、それによって、各平面上の各々のそれぞの開口部を通る基板の移送は、実質的に Z 軸運動なしで、各デュアル端部基板ホルダ 203、204 の少なくとも 1 つの基板保持ステーション 203H1、203H2、204H1、204H2 によりもたらされ、すなわち、基板ホルダ 203、204 の一端における（1つまたは複数の）基板保持ステーション 203H1、203H2、204H1、204H2 を用いた（各平面に対する）基板処理ステーションへの伸長、基板処理ステーションでの（1つまたは複数の）基板のピッキングおよび／または配置、基板処理ステーションからの収縮、およびデュアル端部基板ホルダ 203、204 の同じまたは異なる端部における同じまたは異なるデュアル基板を伴なう互いに異なる基板処理ステーションへの伸長は、（介在する Z 軸運動とは独立して、または基板の移送間の介在する Z 軸運動から切り離されて）Z 軸運動とは実質的に独立した基板の高速スワッピングをもたらす。図 8、9、および 10 に例示される本開示の態様などによる自動ウエハセンタリングは、上記に略類似した方法で、基板保持ステーション 203H1、204H1 間でベースピッチ BP を変化させる（たとえば、増加または減少され得る）ことによってもたらされる。理解され得るように、（1つまたは複数の）基板ホルダ 203H2、204H2 はまた、リスト軸 WX を中心に独立して回転され、基板保持ステーション 204H2 とは独立した基板保持ステーション 203H2 に対する自動ウエハセンタリングおよび／または基板保持ステーション 203H2 とは独立した基板保持ステーション 204H2 に対する自動ウエハセンタリングをもたらす。

【0097】

図 12 および 13 を参照すると、基板搬送装置 130 は、本態様では、3 つのデュアルパン基板ホルダを含むものとして例示されている。たとえば、基板搬送装置 130 は、（上記のような）基板ホルダ 203、204 に加えて、基板ホルダ 205 も含む。基板ホルダ 203、204 は、上記の方法で駆動セクション 220 によって、リスト軸 WX を中心に、互いにに対して、および基板ホルダ 205 に対して方向 1300、1301 に枢動するように駆動される。本例では、駆動セクションは、リスト軸 WX を中心に基板ホルダ 203、204 の各々に対して方向 1302 に基板ホルダ 205 を独立して回転させるための追加の駆動軸（たとえば 5 自由度の駆動）を含むが、他の態様では、基板ホルダ 205 は、たとえば、ショルダ軸 SX を通過する半径方向の伸長軸と整列されたままであるようなアッパーーム 201 などの基板搬送装置 130 の任意の適切な部分に従属させられ得る。再び、基板ホルダ面の各平面 499、499A（図 2D、10、および 11 を参照）（本明細書に記載されるように、およびデュアル側部基板ホルダの（1つまたは複数の）基板保持ステーション 203H1、203H2、204H1、204H2 が1つまたは複数の平面を形成するかどうか）は、搬送開口面の所与の Z 位置での移送のための共通の搬送チャンバ内の搬送開口部の少なくとも 1 つの平面（図 1B および 1C を参照）に対応し、それに整列させられ、それによって、各平面上の各々のそれぞの開口部を通る基板の移送は、実質的に Z 軸運動なしで、各デュアル端部基板ホルダ 203、204 の少なくとも 1 つの基板保持ステーション 203H1、203H2、204H1、204H2 によりもたらされ、すなわち、基板ホルダ 203、204 の一端における（1つまたは複数の）基板保持ステーション 203H1、203H2、204H1、204H2 を用いた（各平面に対する）基板処理ステーションへの伸長、基板処理ステーションでの（1つまたは複数の）基板のピッキングおよび／または配置、基板処理ステーションからの収縮、およびデュアル端部基板ホルダ 203、204 の同じまたは異なる端部における同じまたは異なる

10

20

30

40

50

デュアル基板を伴なう互いに異なる基板処理ステーションへの伸長は、（介在するZ軸運動とは独立して、または基板の移送間の介在するZ軸運動から切り離されて）Z軸運動とは実質的に独立した基板の高速スワッピングをもたらす。本例では、基板ホルダ203と基板ホルダ204との間のベースピッチB Pが増加または減少され得る、基板ホルダ203と基板ホルダ205との間のベースピッチB Pが増加または減少され得る、基板ホルダ204と基板ホルダ205との間のベースピッチB Pが増加または減少され得るなどして、並んだ基板処理ステーション190-198および199A-199C（図12を参照）に対する基板保持ステーション203H1、204H1、205H1、203H2、204H2、205H2のうちのいずれか1つまたは複数に対する自動ウエハセンタリングをもたらすように、自動ウエハセンタリングがもたらされる。他の態様では、基板保持ステーション203H2-205H2（または203H1-205H1）は、図10に示される方法に類似した方法で上下に積み重ねられ得る。さらに他の態様では、基板ホルダ203-205のうちの1つまたは複数は、図11に示される方法に類似した方法での単一のパン基板ホルダであり得る。

【0098】

さらに他の態様では、基板搬送装置130は、基板を、単一の基板ステーション、並んで配置された任意の適切な数の基板ステーション、上下に積み重ねられて配置された任意の適切な数の基板ステーションなどへ、およびそれらから搬送するための任意の適切な構成を備えた基板ホルダを有し得る。ツイン、シングル、トリプルなどの（図1A、8、および12を参照）基板ステーションモジュールの組み合わせが移送チャンバ125に連結される場合などに、リスト軸WXの対向する両側における並んだ基板ホルダおよび複数の積み重ねられた（または単一の）基板ホルダの組み合わせが利用され得る。たとえば、図19および32を参照すると、基板搬送装置130は、上記した方法に類似した方法でアーム131に回転可能に連結された1つの二重（並んだ）基板ホルダ1900を含む。本態様では、アーム131および基板ホルダ1900は、3軸駆動セクション220A（図3A）によって回転および/または（たとえば、半径方向および/または非半径方向の線形経路に沿って）伸長して駆動され得、ここで、1つの駆動軸がアッパーアーム201をショルダ軸SXを中心に回転させ、1つの駆動軸がフォアアーム202をエルボ軸EXを中心に回転させ、1つの駆動軸が基板ホルダ1900をリスト軸WXを中心に回転させる。アッパーアーム201、フォアアーム202、および基板ホルダ1900の各々は、図4に関して上記したものに略類似したケーブルおよびプリントランスマッショングなどの任意の適切なトランスマッショングによって、3軸駆動セクション220A（図3A）に連結され得る。ここで、基板ホルダ1900は、上記のものに略類似した2つの並んだ基板保持ステーション1900H1、1900H2を含む（すなわち、それらに共通している）。並んだ基板保持ステーション1900H1、1900H2間の距離は、並んだ基板処理ステーション190-197間のピッチDと略同じであり得る（図1A）。基板ホルダ1900は、第1の端部1900E1、第2の端部1900E2を有し、第1の端部1900E1と第2の端部1900E2との間で実質的に剛性の非関節リンクである。基板ホルダ1900は、第1の端部1900E1と第2の端部1900E2との間の位置でリスト軸WXを中心にフォアアーム202に回転可能に連結されている。上記のように、基板保持ステーション1900H1、1900H2は、（図2D、10、および11に関して上記されるような平面499に略類似した）共通の平面上に配置されている。基板ホルダ1900は、基板を共通の平面499に沿って並んだ基板ステーションモジュールに略同時にピッキングおよび/または配置するための本明細書に記載された方法に略類似した方法で、搬送アーム131および駆動セクション220Aによって非半径方向の線形経路および/または半径方向の線形経路に沿って伸長され得る。

【0099】

図20を参照すると、基板搬送装置130は、図19に関して上記されたものに略類似しているが、本態様では、基板搬送装置130は、リスト軸WXを中心にアーム131に回転可能に連結された2つの基板ホルダ1900Aおよび1900Bを含む。基板ホルダ

10

20

30

40

50

1900A、1900Bの各々は、基板ホルダ1900に略類似している。ここで、アーム131および基板ホルダ1900A、1900Bは、たとえば4軸駆動セクション220(図3)によって回転および/または(非半径方向の線形経路および/または半径方向の線形経路に沿って)伸長して駆動され、ここで、1つの駆動軸がアッパーーム201をショルダ軸SXを中心に回転させ、1つの駆動軸がフォアアーム202をエルボ軸EXを中心に回転させ、1つの駆動軸が基板ホルダ1900Aをリスト軸WXを中心に回転させ、1つの駆動軸が基板ホルダ1900Bをリスト軸WXを中心に回転させる。アッパーーム201、フォアアーム202、および基板ホルダ1900A、1900Bの各々は、図4に関して上記したものに略類似したケーブルおよびブーリトランスマッショングなどの任意の適切なトランスマッショングによって、4軸駆動セクション220(図3)に連結され得る。本態様では、基板ホルダ1900Aは基板保持ステーション1900H1、1900H2を含み、基板ホルダ1900Bは基板保持ステーション1900H3、1900H4を含む。上記した方法に類似した方法で、基板保持ステーション1900H1、1900H2、1900H3、1900H4は、(図2D、10、および11に関して上記されるような平面499に略類似した)共通の平面上に配置されている。基板ホルダ1900A、1900Bは、基板を共通の平面499に沿って並んだ基板ステーションモジュールに略同時にピッキングおよび/または配置するための本明細書に記載された方法に略類似した方法で、搬送アーム131および駆動セクション220によって非半径方向の線形経路および/または半径方向の線形経路に沿って伸長され得る。アーム131および/または基板ホルダ1900A、1900Bはまた、本明細書に記載される方法に略類似した方法で基板ホルダ1900A、1900B(およびそれによってピッキングまたは配置された基板)を高速スワッピングするように回転して駆動され得る。

【0100】

図21を参照すると、基板搬送装置130は、図19に関して上記されたものに略類似しているが、本態様では、基板搬送装置130は、リスト軸WXを中心にアーム131に回転可能に連結された2つのシングル側部基板ホルダ2100Aおよび2100Bを含む。基板ホルダ2100A、2100Bの各々は、リスト軸を中心にフォアアーム202に連結されたそれぞれの第1の端部2100A E1、2100B E1、およびそれぞれの基板保持ステーション2100H1、2100H2が配置されているそれぞれの第2の端部2100A E2、2100B E2を有する。ここで、アーム131および基板ホルダ2100A、2100Bは、たとえば4軸駆動セクション220(図3)によって回転および/または(非半径方向の線形経路および/または半径方向の線形経路に沿って)伸長して駆動され、ここで、1つの駆動軸がアッパーーム201をショルダ軸SXを中心に回転させ、1つの駆動軸がフォアアーム202をエルボ軸EXを中心に回転させ、1つの駆動軸が基板ホルダ2100Aをリスト軸WXを中心に回転させ、1つの駆動軸が基板ホルダ2100Bをリスト軸WXを中心に回転させる。アッパーーム201、フォアアーム202、および基板ホルダ2100A、2100Bの各々は、図4に関して上記したものに略類似したケーブルおよびブーリトランスマッショングなどの任意の適切なトランスマッショングによって、4軸駆動セクション220(図3)に連結され得る。本態様では、基板ホルダ2100Aは基板保持ステーション2100H1を含み、基板ホルダ2100Bは基板保持ステーション2100H2を含む。上記した方法に類似した方法で、基板保持ステーション2100H1、2100H2は、(図2D、10、および11に関して上記されるような平面499に略類似した)共通の平面上に配置されている。

【0101】

基板ホルダ2100A、2100Bは、基板を共通の平面499に沿って並んだ基板ステーションモジュールに略同時にピッキングおよび/または配置するための本明細書に記載された方法に略類似した方法で、搬送アーム131および駆動セクション220によって非半径方向の線形経路および/または半径方向の線形経路に沿って伸長され得る。なお、リスト軸WXを中心にした基板ホルダ2100A、2100Bの独立した回転によって、ピッチDの変動に適応するように、および/またはウエハを基板処理ステーション19

10

20

30

40

50

0 ~ 1 9 7 (図 1 A を参照) に配置するための自動ウエハセンタリングをもたらすようにベースピッチ B P を変化させる (たとえば、並んだ基板保持ステーション 2 1 0 0 H 1、2 1 0 0 H 2 間の距離は、図 2 B および 2 C に例示される方法に類似した方法で増加または減少され得る) ことによって自動ウエハセンタリングが提供される。

【 0 1 0 2 】

図 2 2 を参照すると、基板搬送装置 1 3 0 は、上記した方法に類似した方法でアーム 1 3 1 に回転可能に連結されている基板ホルダ 2 2 0 0 を含む。本態様では、アーム 1 3 1 および基板ホルダ 2 2 0 0 は、3 軸駆動セクション 2 2 0 A (図 3 A) によって回転および / または (たとえば、半径方向および / または非半径方向の線形経路に沿って) 伸長して駆動され得、ここで、1 つの駆動軸がアッパーアーム 2 0 1 をショルダ軸 S X を中心に回転させ、1 つの駆動軸がフォアアーム 2 0 2 をエルボ軸 E X を中心に回転させ、1 つの駆動軸が基板ホルダ 2 2 0 0 をリスト軸 W X を中心に回転させる。アッパーアーム 2 0 1 、フォアアーム 2 0 2 、および基板ホルダ 2 2 0 0 の各々は、図 4 に関して上記したものに略類似したケーブルおよびブーリトランスマッショングなどの任意の適切なトランスマッショングによって、3 軸駆動セクション 2 2 0 A (図 3 A) に連結され得る。ここで、基板ホルダ 2 2 0 0 は、上記のものに略類似した 2 つの並んだ基板保持ステーション 2 2 0 0 H 1、2 2 0 0 H 2 および 1 つの対向する基板保持ステーション 2 2 0 0 H 3 を含み (すなわち、それらに共通しており)、基板ホルダ 2 2 0 0 は、基板保持ステーション 2 2 0 0 H 1、2 2 0 0 H 2、2 2 0 0 H 3 間で実質的に剛性の非関節リンクである。2 つの並んだ基板保持ステーション 2 1 0 0 H 1、2 1 0 0 H 2 間の距離は、並んだ基板処理ステーション 1 9 0 ~ 1 9 7 間のピッチ D と略同じであり得る (図 1 A)。

【 0 1 0 3 】

図 8 および 9 に関して上記した方法に略類似した方法で、並んだ基板保持ステーション 2 1 0 0 H 1、2 1 0 0 H 2 によって、基板 S を並んだ基板処理ステーション 1 9 0 ~ 1 9 7 (図 1) から、およびそれらへ略同時にピッキングおよび配置し、一方で、対向する基板保持ステーション 2 2 0 0 H 3 によって、単一の基板を (並んだ基板処理ステーション 1 9 0 ~ 1 9 7 (図 1 A) または基板処理ステーション 1 5 0 S (図 8) の 1 つであり得る) 単一の基板処理ステーションにピッキングおよび配置する。基板ホルダ 2 2 0 0 は、基板保持ステーション 2 2 0 0 H 1、2 2 0 0 H 2、2 2 0 0 H 3 間にある位置で、リスト軸 W X を中心にフォアアーム 2 0 2 に回転可能に連結されている。一態様では、3 つの基板保持ステーション 2 2 0 0 H 1、2 2 0 0 H 2、2 2 0 0 H 3 は、図 2 D、1 0、および 1 1 に関して上記した方法に略類似した方法で、共通の平面 4 9 9 内に配置され、一方で、他の態様では、基板保持ステーション 2 2 0 0 H 1、2 2 0 0 H 2、2 2 0 0 H 3 の 1 つまたは複数は、さまざまな積み重ねられた平面に配置され得る。基板ホルダ 2 2 0 0 は、並んだ基板保持ステーション 2 2 0 0 H 1、2 2 0 0 H 2 を用いて、基板を共通の平面 4 9 9 に沿って並んだ基板ステーションモジュール 1 5 0 に略同時にピッキングおよび / または配置する、または基板保持ステーション 2 2 0 0 H 3 を用いて、基板を基板ステーションモジュール 1 5 0、1 5 0 S から、およびそこへピッキングおよび / または配置するための本明細書に記載される方法に略類似した方法で、搬送アーム 1 3 1 および駆動セクション 2 2 0 A によって非半径方向の線形経路および / または半径方向の線形経路に沿って伸長され得る。一態様では、アーム 1 3 1 および / またはエンドエフェクタ 2 2 0 0 はまた、基板が、並んだ基板保持ステーション 2 2 0 0 H 1、2 2 0 0 H 2 によってピッキングされ、基板が、並んだ基板保持ステーション 2 2 0 0 H 1、2 2 0 0 H 2 によってまさにピッキングされた位置の 1 つにおいて対向する基板保持ステーション 2 2 0 0 H 3 によって配置される場合などに、対向する基板保持ステーション 2 2 0 0 H 3 と、並んだ基板保持ステーション 2 2 0 0 H 1、2 2 0 0 H 2 の 1 つとを使用して、基板を (本明細書に記載される方法に略類似した方法で) 高速スワッピングするように回転して駆動され得る。

【 0 1 0 4 】

図 2 3 を参照すると、基板搬送装置 1 3 0 は、上記した方法に類似した方法でアーム 1

10

20

30

40

50

3 1 に回転可能に連結されている基板ホルダ 1900、2300 を含む。本態様では、アーム 131 および基板ホルダ 1900、2300 は、4 軸駆動セクション 220 (図 3) によって回転および / または (たとえば、半径方向および / または非半径方向の線形経路に沿って) 伸長して駆動され得、ここで、1 つの駆動軸がアッパーアーム 201 をショルダ軸 SX を中心に回転させ、1 つの駆動軸がフォアアーム 202 をエルボ軸 EX を中心に回転させ、1 つの駆動軸が基板ホルダ 1900 をリスト軸 WX を中心に回転させ、1 つの駆動軸が基板ホルダ 2300 をリスト軸 WX を中心に回転させる。アッパーアーム 201 、フォアアーム 202 、および基板ホルダ 1900、2300 の各々は、図 4 に関して上記したものに略類似したケーブルおよびブーリトランスマッショングなどの任意の適切なトランスマッショングによって、4 軸駆動セクション 220 (図 3) に連結され得る。ここで、基板ホルダ 1900 は、上記のような 2 つの並んだ基板保持ステーション 1900H1 、1900H2 を含む。基板ホルダ 2300 は、単一の基板保持ステーション 2300H1 を有する対向する基板ホルダである (すなわち、図 8、9、および 22 に関して上記した方法に略類似した方法で基板ホルダ 1900 に対向する)。基板保持ステーション 2300H1 は上記のものに略類似している。基板ホルダ 2300 は、リスト軸 WX でフォアアーム 202 に連結された第 1 の (または近位) 端部と、基板保持ステーション 2300H1 が配置されている対向する (または遠位) 端部とを有する。基板ホルダ 2300 は、近位端と遠位端との間で実質的に剛性の非関節リンクである。上記のように、2 つの並んだ基板保持ステーション 2100H1、2100H2 間の距離は、並んだ基板処理ステーション 190~197 (図 1A) 間のピッチ D と略同じであり得る。

【0105】

上述のように、図 8 および 9 に関して上記した方法に略類似した方法で、並んだ基板保持ステーション 1900H1、1900H2 によって、基板 S を並んだ基板処理ステーション 190~197 (図 1) から、およびそれらへ略同時にピッキングおよび配置し、一方で、対向する基板保持ステーション 2300H1 によって、単一の基板を (並んだ基板処理ステーション 190~197 (図 1A) または基板処理ステーション 150S (図 8)) の 1 つであり得る) 単一の基板処理ステーションにピッキングおよび配置する。

【0106】

基板ホルダ 2300 の独立した回転によって、ピッキング / 配置操作中に基板保持ステーション 2300H1 によって保持される基板の (本明細書に記載されるような) 自動ウェハセンタリングが提供される。基板ホルダ 1900、2300 の独立した回転によって、移送チャンバ 125A の形状 (たとえば、内側壁 125W) への基板搬送装置 130 の基板ホルダ適合性も提供され得る。たとえば、図 23A も参照すると、基板ホルダ 1900、2300 は、シングル基板ホルダ 2300 が、アーム伸長運動によって、基板処理ステーション 150 内に伸長するように回転させられ、基板ホルダ 1900 が、基板ホルダ 1900 と移送チャンバ 125A の壁 125W との間のクリアランスを維持するべく回転させられるように、駆動セクション 220 によって回転させられ得る。6 面移送チャンバ 125A が図 23A に例示されているが、他の態様では、移送チャンバは任意の適切な数の側面を有し得、基板ホルダ 1900、2300 は、駆動セクションによって、任意の適切な方法で搬送チャンバの壁の形状に適合するように回転させられ得る。

【0107】

一態様では、3 つの基板保持ステーション 1900H1、1900H2、2300H1 は、図 2D、10、および 11 に関して上記した方法に略類似した方法で、共通の平面 499 内に配置され、一方で、他の態様では、基板保持ステーション 1900H1、1900H2、2300H1 の 1 つまたは複数は、さまざまに積み重ねられた平面に配置され得る。基板ホルダ 1900、2300 は、並んだ基板保持ステーション 1900H1、1900H2 を用いて、基板を共通の平面 499 に沿って並んだ基板ステーションモジュール 150 に略同時にピッキングおよび / または配置する、または基板保持ステーション 2300H1 を用いて、基板を基板ステーションモジュール 150、150S から、およびそこへピッキングおよび / または配置するための本明細書に記載される方法に略類似した方

10

20

30

40

50

法で、搬送アーム 131 および駆動セクション 220 によって非半径方向の線形経路および / または半径方向の線形経路に沿って伸長され得る。一態様では、アーム 131 および / またはエンドエフェクタ 2200 はまた、基板が、並んだ基板保持ステーション 1900H1、1900H2 によってピッキングされ、基板が、並んだ基板保持ステーション 1900H1、1900H2 によってまさにピッキングされた位置の 1 つにおいて対向する基板保持ステーション 2300H1 によって配置される場合などに、対向する基板保持ステーション 2300H1 と、並んだ基板保持ステーション 1900H1、1900H2 の 1 つとを使用して、基板を（本明細書に記載される方法に略類似した方法で）高速スワッピングするように回転して駆動され得る。

【0108】

図 24 を参照すると、基板搬送装置 130 は、図 2A ~ 2D に関して上記したものに略類似しているが、本態様では、基板ホルダ 2403、2404 は、「S」字形の構成を有し、互いに交差している。たとえば、基板ホルダ 2403 は、第 1 の部分 2403A と、第 1 の部分 2403A の長手方向軸に略直交して配置された長手方向軸を有する第 2 の部分 2403B と、第 1 の部分 2403A の長手方向軸と略平行に配置された長手方向軸を有する第 3 の部分とを有することで、略「S」字型の基板ホルダを形成する。第 1 の部分の遠位端は、基板ホルダ 2403 の第 1 の端部 2403E1 を形成し、第 3 の部分 2403C の遠位端は、基板ホルダ 2403 の第 2 の端部 2403E2 を形成する。第 2 の部分 2403B は、リスト軸 WX を中心にフォアアーム 202 に連結され、ここで、基板ホルダ 2403 は、第 1 の端部 2403E1 と第 2 の端部 2403E2 との間で実質的に剛性の非関節リンクである。基板ホルダ 2404 の構成は、基板ホルダ 2403 に略類似しているが、逆手になっている。

【0109】

ここで、アーム 131 および基板ホルダ 2403、2404 は、たとえば 4 軸駆動セクション 220（図 3）によって回転および / または（非半径方向の線形経路および / または半径方向の線形経路に沿って）伸長して駆動され、ここで、1 つの駆動軸がアッパーアーム 201 をショルダ軸 SX を中心に回転させ、1 つの駆動軸がフォアアーム 202 をエルボ軸 EX を中心に回転させ、1 つの駆動軸が基板ホルダ 2403 をリスト軸 WX を中心に回転させ、1 つの駆動軸が基板ホルダ 2404 をリスト軸 WX を中心に回転させる。アッパーアーム 201、フォアアーム 202、および基板ホルダ 2100A、2100B の各々は、図 4 に関して上記したものに略類似したケーブルおよびブーリトランスマッショングなどの任意の適切なトランスマッショングによって、4 軸駆動セクション 220（図 3）に連結され得る。本態様では、基板ホルダ 2403 は基板保持ステーション 2403H1、2403H2 を含み、基板ホルダ 2404 は基板保持ステーション 2404H1、2404H2 を含む。上記した方法に類似した方法で、基板保持ステーション 2403H1、2403H2、2404H1、2404H2 は、（図 2D、10、および 11 に関して上記されるような平面 499 に略類似した）共通の平面上に配置されている。基板保持ステーション 2403H1、2403H2、2404H1、2404H2 は、基板を共通の平面 499 に沿って並んだ基板ステーションモジュールに略同時にピッキングおよび / または配置するための本明細書に記載された方法に略類似した方法で、搬送アーム 131 および駆動セクション 220 によって非半径方向の線形経路および / または半径方向の線形経路に沿って伸長され得る。リスト軸 WX を中心にした基板ホルダ 2403、2404 の独立した回転によって、ピッチ D の変動に適応する、および / またはウエハを基板処理ステーション 190 ~ 197（図 1A を参照）に配置するための自動ウエハセンタリングをもたらすようにベースピッチ BP を変化させる（たとえば、並んだ基板保持ステーション 2100H1、2100H2 間の距離は、図 2B および 2C に例示される方法に類似した方法で増加または減少され得る）ことによって自動ウエハセンタリングが提供されることが留意される。一態様では、アーム 131 および / またはエンドエフェクタ 2403、2404 はまた、図 7A ~ 7L に関して上記した方法に類似した方法で（本明細書で記載した方法に略類似した方法で）基板を高速スワッピングするように回転して駆動され得る。

10

20

30

40

50

【0110】

図25を参照すると、基板搬送装置130は、図21に関して上記したものに略類似しているが、本態様では、基板搬送装置はまた、図23に関して上記したものに類似した対向する基板ホルダ2300を含む。ここで、アーム131および基板ホルダ2100A、2100B、2300は、たとえば5軸駆動セクション220C(図3C)によって回転および/または(非半径方向の線形経路および/または半径方向の線形経路に沿って)伸長して駆動され、ここで、1つの駆動軸がアッパーアーム201をショルダ軸SXを中心に回転させ、1つの駆動軸がフォアアーム202をエルボ軸EXを中心に回転させ、1つの駆動軸が基板ホルダ2100Aをリスト軸WXを中心に回転させ、1つの駆動軸が基板ホルダ2100Bをリスト軸WXを中心に回転させ、1つの駆動軸が基板ホルダ2300をリスト軸WXを中心に回転させる。アッパーアーム201、フォアアーム202、および基板ホルダ2100A、2100B、2300の各々は、図4に関して上記したものに略類似したケーブルおよびブーリトランスマッショニングなどの任意の適切なトランスマッショニングによって、5軸駆動セクション220C(図3C)に連結され得る。本態様では、基板ホルダ2100Aは基板保持ステーション2100H1を含み、基板ホルダ2100Bは基板保持ステーション2100H2を含み、基板ホルダ2300は基板保持ステーション2300H1を含む。上記した方法に類似した方法で、基板保持ステーション2100H1、2100H2、2300H1は、(図2D、10、および11に関して上記されるような平面499に略類似した)共通の平面上に配置されている。基板ホルダ2100H1、2100H2、2300H1は、基板を共通の平面499に沿って並んだ基板ステーションモジュールに略同時にピッキングおよび/または配置するための本明細書に記載された方法に略類似した方法で、搬送アーム131および駆動セクション220Cによって非半径方向の線形経路および/または半径方向の線形経路に沿って伸長され得る。

10

20

30

40

【0111】

リスト軸WXを中心にした基板ホルダ2100H1、2100H2の独立した回転によって、ピッチDの変動に適応する、および/またはウエハを基板処理ステーション190~197(図1Aを参照)に配置するための自動ウエハセンタリングをもたらすようにベースピッチBPを変化させる(たとえば、並んだ基板保持ステーション2100H1、2100H2間の距離は、図2Bおよび2Cに例示される方法に類似した方法で増加または減少され得る)ことによって、並んだ基板ステーションモジュール150における基板Sのピッキング/配置のための自動ウエハセンタリングが提供されることが留意される。対向する基板保持ステーション2300H1によって、図8および9に関して上記した方法に略類似した方法で、単一の基板を(並んだ基板処理ステーション190~197(図1A)または基板処理ステーション150S(図8)の1つであり得る)単一の基板処理ステーションにピッキングおよび配置することがさらに留意される。基板ホルダ2300の独立した回転によって、ピッキング/配置操作中に基板保持ステーション2300H1によって保持される基板の(本明細書に記載されるような)さらなる自動ウエハセンタリングが提供される。一態様では、アーム131および/またはエンドエフェクタ2100A、2100B、2300はまた、基板が、並んだ基板保持ステーション2100H1、2100H2によってピッキングされ、基板が、並んだ基板保持ステーション2100H1、2100H2によってまさにピッキングされた位置の1つにおいて対向する基板保持ステーション2300H1によって配置される場合などに、対向する基板保持ステーション2300H1と、並んだ基板保持ステーション2100H1、2100H2の1つとを使用して、基板を(本明細書に記載される方法に略類似した方法で)高速スワッピングするように回転して駆動され得る。

【0112】

一態様では、基板ホルダ2100A、2100B、2300の独立した回転によって、図23Aに関して上記した方法に類似した方法で、移送チャンバ125Aの形状(たとえば、内側壁125W)への基板搬送装置130の基板ホルダ適合性も提供され得る。しかし、本態様では、基板ホルダ2100A、2100Bの1つまたは複数は、駆動セクショ

50

ン 220C によって、それぞれの基板ホルダ 2100A、2100B と移送チャンバ 125A の壁 125W との間のクリアランスを維持するように回転させられ得る。

【0113】

図 26A、26B、26C、および 26D を参照すると、基板搬送装置 130 は、図 24 に関して上記したものに略類似しているが、本態様では、基板ホルダ 2403、2404 の少なくとも 1 つは、基板ホルダ 2403、2404（およびそれぞれの基板保持ステーション 2403H1、2404H1、2403H2、3404H2）が互いの上を通過するように、Z 方向に移動可能である。たとえば、（Z 駆動部 312 に加えて、またはその代わりに（図 3～3C を参照））リスト Z 駆動部 2660 が、フォアアーム 202 内に提供されるか、またはそれに連結される。リスト Z 駆動部 2660 は、基板ホルダ 2403、2404 の 1 つまたは複数を、基板ホルダ 2403、2404 の別の基板ホルダに対して Z 方向に移動させるように構成されている。図 26C に例示される例では、リスト Z 駆動部 2660 は、基板ホルダ 2403 を、基板ホルダ 2404 およびフォアアーム 202 に対して Z 方向に移動させるように構成されているが、他の態様では、両方の基板ホルダが、フォアアーム 202 に対して、および / または互いに対して Z 方向に移動可能であり得る。リスト Z 駆動部 2660 は、限定されないが、リニアアクチュエータ、ねじジャッキ、および磁気浮上リフトの 1 つまたは複数を含む Z 運動をもたらすための任意の適切な構成を有し得る。本態様では、ブーリ 476 はシャフト 476S に連結され、ここで、シャフト 476S は、外側シャフト部分 476B および内側シャフト部分 476A を含む。内側シャフト部分 476A および外側シャフト部分 476B は、内側シャフト部分 476A が、外側シャフト部分 476B とユニットとして回転しながら、外側シャフト部分 476B に対して Z 方向に移動可能であるように構成されている。たとえば、内側シャフト部分 476A は内部スプラインを含み、外側シャフト部分 476B は、内部スプラインと嵌合するように構成された外部スプラインを含む。リスト Z 駆動部 2660 およびシャフト 276S の例示的な構成が提供されているが、他の態様では、リスト Z 駆動部 2660 およびシャフト 276S は、基板ホルダ 2403 の Z 軸運動をもたらすための任意の適切な構成を有してもよい。

【0114】

リスト Z 駆動部 2660 は、上記した方法に類似した方法で、基板保持ステーション 2403H1、2403H2、2404H1、2404H2 が、並んだ基板ステーションモジュール 150 への基板のピッキング / 配置に関する図 26C に例示されるような、（図 2D、10、および 11 に関して上記した平面 499 に略類似した）共通の平面上に配置されるように、基板ホルダ 2403 を上下させるように構成されている。上述のように、基板保持ステーション 2403H1、2403H2、2404H1、2404H2 は、基板を共通の平面 499 に沿って並んだ基板ステーションモジュールに略同時にピッキングおよび / または配置するための本明細書に記載された方法に略類似した方法で、搬送アーム 131 および駆動セクション 220 によって非半径方向の線形経路および / または半径方向の線形経路に沿って伸長され得る。リスト軸 W X を中心にした基板ホルダ 2403、2404 の独立した回転によって、ピッチ D の変動に適応する、および / またはウエハを基板処理ステーション 190～197（図 1A を参照）に配置するための自動ウエハセンタリングをもたらすようにベースピッチ B P を変化させる（たとえば、並んだ基板保持ステーション 2100H1、2100H2 間の距離は、図 2B および 2C に例示される方法に類似した方法で増加または減少され得る）ことによって自動ウエハセンタリングが提供されることが留意される。一態様では、アーム 131 および / またはエンドエフェクタ 2403、2404 はまた、図 7A～7L に関して上記した方法に類似した方法で（本明細書で記載した方法に略類似した方法で）高速スワッピングするように回転して駆動され得る。

【0115】

リスト Z 駆動部 2660 はまた、基板ホルダ 24033 の基板保持ステーション 2403H1、2403H3 が、図 26D で見ることができるように基板ホルダ 2404 の基板

10

20

30

40

50

保持ステーション 2404H1、2404H2 とは異なる平面に配置されるように、基板ホルダ 2403 を上下させるように構成されている。ここで、基板保持ステーション 2403H1、2403H2 は平面 499A に配置されている一方で、基板保持ステーション 2404H1、2404H2 は平面 499 に配置されている。平面 499、499A は、上記の距離または高さ H10 によって分離され得る。基板ホルダ 2403、2404 が異なる平面 499、499A に配置されていることで、基板ホルダ 2403、2404 は、基板保持ステーション 2403H1、2404H1 (または 2403H2、2404H2) の各々によって保持される基板 S の中心 C が、図 26B に示されるように Z 方向に沿つて互いに略一致するように、互いに対しリスト軸 WX を中心に回転させられ得る。

【0116】

図 1C も参照すると、基板ホルダ 2403、2404 はリスト軸を中心で独立して回転させられ得、基板ホルダ 2403、2404 の 1 つまたは複数は、リスト Z 駆動部 2660 によって、さまざまな積み重ねられたおよび / または並んだ基板保持位置からの基板のピッキングをもたらすように、Z 方向に移動させられ得る。たとえば、一態様では、基板保持ステーション 2403H1、2404H1 (または 2403H2、2404H2) は、並んだロードロック 102A、102B または並んだロードロック 102C、102D (または他の基板保持位置) から基板を略同時にピッキング / 配置するなどのために、共通の平面に沿って配置される。一態様では、基板保持ステーション 2403H1、2404H1 (または 2403H2、2404H2) は、積み重ねられたロードロック 102A、102C または積み重ねられたロードロック 102B、102D (または他の基板保持位置) から基板を略同時にピッキング / 配置するなどのために、積み重ねられた平面に上下に配置される (上記の図 26B を参照)。さらに他の態様では、基板保持ステーション 2403H1、2404H1 (または 2403H2、2404H2) は、積み重ねられ水平方向にオフセットされたロードロック 102A、102D (または他の基板保持位置) から基板を略同時にピッキング / 配置するなどのために、異なる平面に配置され、水平方向にオフセットされる。

【0117】

図 27A、27B、および 27C を参照すると、基板搬送装置 130 は、図 25 に関して上記したものに略類似しているが、本態様では、基板ホルダ 2100A、2100B、2300 の少なくとも 1 つは、基板ホルダ 2100A、2100B、2300 (およびそれぞれの基板保持ステーション 2100H1、2100H2、2300H1) が互いの上を通過するように、Z 方向に移動可能である。たとえば、(Z 駆動部 312 に加えて、またはその代わりに (図 3 ~ 3C を参照)) リスト Z 駆動部 2660 が、フォアアーム 202 内に提供されるか、またはそれに連結される。リスト Z 駆動部 2660 は、基板ホルダ 2100A、2100B、2300 の 1 つまたは複数を、別の基板ホルダ 2100A、2100B、2300 に対して Z 方向に移動させるように構成されている。図 27C に例示される例では、リスト Z 駆動部 2660 は、基板ホルダ 2100B を、基板ホルダ 2100A、2300 およびフォアアーム 202 に対して Z 方向に移動させるように構成されているが、他の態様では、両方の基板ホルダ 2100A、2100B、または 3 つすべての基板ホルダ 2100A、2100B、2300 が、フォアアーム 202 に対しておよび / または互いに対して Z 方向に移動可能であり得る。ブーリ 2770、シャフト 2770S、およびトランスマッショントラム 2791 が、リスト軸 WX を中心にした基板ホルダ 2100A の回転を駆動させるために例示され、ここで、ブーリ 2770 が、図 4 に例示および上記したものに類似したトランスマッショントラムを介して駆動セクション 220C に連結されることが留意される。

【0118】

リスト Z 駆動部 2660 は、上記した方法に類似した方法で、基板保持ステーション 2100H1、2100H2、2300H1 が、図 8、9、および 25 に関して上記したような基板のピッキング / 配置のために、(図 2D、10、および 11 に関して上記したような平面 499 に略類似した) 共通の平面上に配置されるように、基板ホルダ 2100B

10

20

30

40

50

を上下させるように構成されている。リストZ駆動部2660はまた、基板ホルダ2100Bの基板保持ステーション2100H2が、図26Cで見られるように基板ホルダ2100A、2300の基板保持ステーション2100H1、2300H1とは異なる平面に配置されるように、基板ホルダ2100Bを上下させるように構成されている。ここで、基板保持ステーション2100H2は平面499Aに配置される一方で、基板保持ステーション2100H1、2300H1は平面499に配置される。平面499、499Aは、上記の距離または高さH10によって分離され得る。基板ホルダ2100A、2100Bが異なる平面499、499Aに配置されていることで、基板ホルダ2100A、2100Bは、基板保持ステーション2100H1、2100H2の各々によって保持される基板Sの中心Cが、図27Bに示されるようにZ方向に沿って互いに略一致するよう¹⁰に、互いに相対的にリスト軸WXを中心に回転させられ得る。

【0119】

上述のように、基板ホルダ2100A、2100B、2300は、基板を共通の平面499に沿って並んだ基板ステーションモジュールに略同時にピッキングおよび／または配置するための本明細書に記載された方法に略類似した方法で、搬送アーム131および駆動セクション220によって非半径方向の線形経路および／または半径方向の線形経路に沿って伸長され得る。リスト軸WXを中心とした基板ホルダ2100A、2100Bの独立した回転によって、ピッチDの変動に適応する、および／またはウエハを基板処理ステーション190～197（図1Aを参照）に配置するための自動ウエハセンタリングをもたらすようにベースピッチBPを変化させる（たとえば、並んだ基板保持ステーション2100H1、2100H2間の距離は、図2Bおよび2Cに例示される方法に類似した方法で増加または減少され得る）ことによって自動ウエハセンタリングが提供されることが留意される。上記したように、基板ホルダ2300の独立した回転によっても、ピッキング／配置操作中に基板保持ステーション2300H1によって保持される基板の自動ウエハセンタリングが提供される。また上記したように、一態様では、アーム131および／またはエンドエフェクタ2200はまた、基板が、並んだ基板保持ステーション2100H1、2100H2によってピッキングされ、基板が、並んだ基板保持ステーション2100H1、2100H2によってまさにピッキングされた位置の1つにおいて対向する基板保持ステーション2300H1によって配置される場合などに、対向する基板保持ステーション2300H1と、並んだ基板保持ステーション2100H1、2100H2の1つとを使用して、基板を（本明細書に記載される方法に略類似した方法で）高速スワッピングするように回転して駆動され得る。²⁰

【0120】

図1Cも参照すると、基板ホルダ2100A、2100Bはリスト軸を中心独立して回転させられ得、基板ホルダ2100A、2100Bの1つまたは複数は、リストZ駆動部2660によって、さまざまな積み重ねられたおよび／または並んだ基板保持位置からの基板のピッキングをもたらすように、Z方向に移動させられ得る。たとえば、一態様では、基板保持ステーション2100H1、2100H2は、並んだロードロック102A、102Bまたは並んだロードロック102C、102D（または他の基板保持位置）から基板を略同時にピッキング／配置するなどのために、共通の平面に沿って配置される。一態様では、基板保持ステーション2100H1、2100H2は、積み重ねられたロードロック102A、102Cまたは積み重ねられたロードロック102B、102D（または他の基板保持位置）から基板を略同時にピッキング／配置するなどのために、積み重ねられた平面に上下に配置される（上記の図27B、27Cを参照）。³⁰

【0121】

リストZ駆動部2660は図26A～26Dおよび図27A～27Cに関して例示および説明されているが、他の態様では、リストZ駆動部は、基板が、共通の平面内の並んだ基板保持ステーションモジュール150または本明細書に記載されるような積み重ねられた平面内の積み重ねられた基板保持ステーションモジュール150（図1Cを参照）に移送され得るよう、図26C、26D、および27Cに例示される方法に略類似した方法で、複数

10

20

30

40

50

の基板ホルダが利用される本明細書に記載されるアーム構成のいずれかに組み込まれ得ることが理解されるべきである。

【0122】

一態様では、図23および25に関して上記したように、基板ホルダ2100A、2100B、2300の独立した回転によって、図23Aに関して上記した方法に類似した方法で、移送チャンバ125Aの形状（たとえば、内側壁125W）への基板搬送装置130の基板ホルダ適合性も提供され得る。しかし、本態様では、基板ホルダ2100A、2100Bの1つまたは複数は、駆動セクション220Cによって、それぞれの基板ホルダ2100A、2100Bと移送チャンバ125Aの壁125Wとの間のクリアランスを維持するように回転させられ得る。たとえば、図23、23A、および25も参照すると、基板搬送装置130は、基板ホルダ1900（または基板ホルダ2100A、2100B）の基板保持ステーションが、基板処理ステーション2333A、2333Bのそれぞれ1つから基板をピッキング／配置するために整列させられるように、図23Aに示されるように位置づけられ得る。搬送アーム131は伸長させられる（図29、ブロック2900）。（独立して回転可能な基板ホルダ2100A、2100Bなどを用いる）一態様では、基板ホルダ2100A、2100Bの基板保持ステーションが、ピッキングされる基板の下で中心に置かれるか、または配置される基板が基板処理ステーション2333A、2333Bで中心に置かれるように、本明細書に記載される方法に類似した方法で、独立した自動ウエハセンタリングが提供される（図29、ブロック2910）。基板は、基板ホルダ1900（または基板ホルダ2100A、2100B）によって、基板処理ステーション2333A、2333Bから、または基板処理ステーション2333A、2333Bへと同時にピッキングまたは配置される（図29、ブロック2920）。基板搬送アーム131が収縮され、基板搬送アーム131および／または基板ホルダ1900（または2100A、2100B）および基板ホルダ2300は、（シングル）基板ホルダ2300を、たとえば、基板処理ステーション2333Bと整列させるように回転させられる（図29、ブロック2930）。搬送アーム131は伸長させられ（図29、ブロック2940）、基板ホルダ2300で基板をピッキングまたは配置するために自動ウエハセンタリングが提供され得る（図29、ブロック2950）。図23Aで見ることができるように、シングル基板ホルダ2300を基板処理ステーション2333Bに伸長させるために、基板ホルダ1900（または基板ホルダ2100A、2100Bの1つまたは複数）（たとえば、並んだ基板保持ステーション）は、基板ホルダ1900（または基板ホルダ2100A、2100Bの1つまたは複数）と移送チャンバ125の内側壁125Wとの間にクリアランスを提供して、基板保持ステーション2333Bへの基板ホルダ2300の伸長をもたらすように、回転させられる（図29、ブロック2960）。基板ホルダ1900（または基板ホルダ2100A、2100Bの1つまたは複数）が上記のクリアランスを提供するように回転させられることで、基板が、シングル基板ホルダ2300を用いて基板処理ステーション2333Bから、および基板処理ステーション2333Bへピッキングまたは配置される（図29、ブロック2970）。

【0123】

図28を参照すると、基板搬送装置130は、図21に関して上記されたものに略類似しているが、本態様では、基板搬送装置130は、基板ホルダ2100A、2100Bに対して対向する関係性で、リスト軸WXを中心にアーム131に回転可能に連結された2つの対向するシングル側部基板ホルダ2100Cおよび2100Dを含む。基板ホルダ2100C、2100Dは、基板ホルダ2100A、2100Bに略類似しており、それぞれの基板保持ステーション2100H3、2100H4を含む。ここで、アーム131および基板ホルダ2100A、2100B、2100C、2100Dは、たとえば6軸駆動セクション220B（図3B）によって回転および／または（非半径方向の線形経路および／または半径方向の線形経路に沿って）伸長して駆動され、ここで、1つの駆動軸がアップアーム201をショルダ軸SXを中心に回転させ、1つの駆動軸がフォアアーム202をエルボ軸EXを中心に回転させ、1つの駆動軸が基板ホルダ2100Aをリスト軸

10

20

30

40

50

WXを中心回転させ、1つの駆動軸が基板ホルダ2100Bをリスト軸WXを中心回転させ、1つの駆動軸が基板ホルダ2100Cをリスト軸WXを中心回転させ、1つの駆動軸が基板ホルダ2100Dをリスト軸WXを中心回転させる。アッパーーム201、フォアーム202、および基板ホルダ2100A、2100B、2100C、2100Dの各々は、図4に関して上記したものに略類似したケーブルおよびブーリトランスマッションなどの任意の適切なトランスマッションによって、6軸駆動セクション220B(図3B)に連結され得る。本態様では、基板ホルダ2100Aは基板保持ステーション2100H1を含み、基板ホルダ2100Bは基板保持ステーション2100H2を含み、基板ホルダ2100Cは基板ホルダ2100H3を含み、基板ホルダ2100Dは基板ホルダ2100H4を含む。上記した方法に類似した方法で、基板保持ステーション2100H1、2100H2、2100H3、2100H4は、(図2D、10、および11に関して上記されるような平面499に略類似した)共通の平面上に配置されているが、一方、他の態様では、基板保持ステーションの1つまたは複数は、上記した方法に類似した方法で、リストZ駆動部によってZ方向に移動可能であり得る。

【0124】

基板ホルダ2100A、2100B、2100C、2100Dは、基板を共通の平面499に沿って並んだ基板ステーションモジュールに略同時にピッキングおよび/または配置するための本明細書に記載された方法に略類似した方法で、搬送アーム131および駆動セクション220Bによって非半径方向の線形経路および/または半径方向の線形経路に沿って伸長され得る。リスト軸WXを中心とした基板ホルダ2100A、2100Bおよび/または基板ホルダ2100C、2100Dの独立した回転によって、ピッチDの変動に適応する、および/またはウエハを基板処理ステーション190~197(図1Aを参照)に配置するための自動ウエハセンタリングをもたらすようにベースピッチBPを変化させる(たとえば、並んだ基板保持ステーション2100H1、2100H2、または2100H3、2100H4間の距離は、図2Bおよび2Cに例示される方法に類似した方法で増加または減少され得る)ことによって自動ウエハセンタリングが提供されることが留意される。一態様では、アーム131および/またはエンドエフェクタ2403、2404はまた、図7A~7Lに関して上記した方法に類似した方法で(本明細書で記載した方法に略類似した方法で)基板を高速スワッピングするように回転して駆動され得る。

【0125】

図19、20、22、および23を参照すると、一態様では、複数の並置された(たとえば、並んだ)基板保持ステーションが、複数の並置された基板保持ステーション間の実質的に剛性の非関節リンクである共通のエンドエフェクタリンク(たとえば、基板ホルダ)に従属している。

【0126】

図2A~2D、8~9、20、21、23、24、25、26A~26D、27A~27C、および28を参照すると、少なくとも1つのエンドエフェクタリンク(たとえば、基板ホルダ)は、共通の回転軸(たとえば、リスト軸WX)を中心にフォアーム202に対して回転するためにフォアーム202の遠位端202E2に接合された複数のエンドエフェクタリンク(たとえば、基板ホルダ)を備え、複数のエンドエフェクタリンク(たとえば、基板ホルダ)の各々は、それに従属した、複数の並置した(並んだ)基板保持ステーションのうちの、少なくとも1つの対応する基板保持ステーションを有する。

【0127】

図2A~2D、8、9、21、24、25、26A~26D、27A~27C、および28を参照すると、少なくとも1つのエンドエフェクタリンク(たとえば、基板ホルダ)は、共通の回転軸(たとえば、リスト軸WX)を中心にフォアーム202に対して回転するためにフォアーム202の遠位端202E2に接合された複数のエンドエフェクタリンクを備え、ここで、駆動セクション220、220A、220B、220Cは、複数のエンドエフェクタリンクの各々が、それぞれ、共通の回転軸を中心に複数のエンドエフェクタリンクの別のエンドエフェクタリンクとは独立して回転するように構成され、複数

10

20

30

40

50

のエンドエフェクタリンクの各々のそれぞれ1つは、それに従属した、複数の並置した（並んだ）基板保持ステーションのうちの、少なくとも1つの対応する基板保持ステーションを有する。

【0128】

図23、23A、25、および27A～27Cを参照すると、一態様では、マルチリンクアーム131は、少なくとも1つの基板ホルダ（たとえば、エンドエフェクタリンク）1900、2100A、2100B、2300を有し、少なくとも1つの基板ホルダ1900、2100A、2100B、2300は、リスト関節／軸WXで共通の回転軸を中心にフォアアーム202に対して回転するように、フォアアーム202の端部で関節（たとえば、リスト関節／軸WX）に回転可能に接合されている。少なくとも1つの基板ホルダ1900、2100A、2100B、2300は、それに従属した、および互いに対しても共通の平面（たとえば、平面499（たとえば、図2Dおよび4を参照）に配置された、複数の基板保持ステーション1900H1、1900H2、2100H1、2100H2、2300H1を有し、これらは、回転のリスト軸WXを中心にした少なくとも1つの基板ホルダ1900、2100A、2100B、2300の回転によって、複数の基板保持ステーション1900H1、1900H2、2100H1、2100H2、2300H1の各々がリスト軸WXを中心に回転するように構成されている。ここで、駆動セクション220、220Cは、ショルダ軸SX（固定位置）に対して、半径方向または非半径方向の線形経路に沿ってマルチリンクアーム131を少なくとも伸長および収縮させるように構成されているため、各々が半径方向または非半径方向の経路に沿って線形に横断する複数の基板保持ステーションのうちの、少なくとも2つの並置された基板保持ステーション1900H1、1900H2、または2100H1、2100H2が、アーム131の伸長および収縮によって、共通のレベルで複数の並置された基板搬送開口部の別個の対応する開口部（たとえば、図1Bおよび1Cを参照）を略同時に通過し、そのため、2つの並置された基板保持ステーション1900H1、1900H2、または2100H1、2100H2の各々とは異なる、複数の基板保持ステーション2300H1の別の基板保持ステーションが、少なくとも2つの並置された基板保持ステーション1900H1、1900H2、または2100H1、2100H2とは独立して、リスト軸WXを中心に回転可能である。

【0129】

依然として図23、23A、25、および27A～27Cを参照すると、少なくとも2つの並置された基板保持ステーション1900H1、1900H2、または2100H1、2100H2、および少なくとももう1つの基板保持ステーション2300H1は、リスト軸WXの対向する両側に配置されるように、少なくとも1つの基板ホルダ1900、2100A、2100B、2300上に配置されている。一態様では、図23Aで見ることができるように、少なくとも2つの並置された基板保持ステーション1900H1、1900H2、または2100H1、2100H2、および少なくとも別の基板保持ステーション2300H1は、半径方向または非半径方向の経路に沿ったアーム131の伸長および収縮により、リスト軸WXを中心に回転し、少なくとも1つの基板ホルダの位置を、搬送チャンバの開口部が配置されている、および少なくとも1つの基板ホルダ1900、2100A、2100B、2300の複数の基板保持ステーション1900H1、1900H2、2100H1、2100H2、2300H1の少なくとも1つがアームの伸長および収縮により通過する側壁125Wとは異なる、搬送チャンバ125のもう1つの側壁125Wに選択的に適合させるように、少なくとも1つの基板ホルダ1900、2100A、2100B、2300上に配置されている。

【0130】

図23を参照すると、少なくとも2つの並置された基板保持ステーション1900H1、1900H2は、駆動セクション220に動作可能に接続された少なくとも1つの基板ホルダ1900上に配置され、少なくとも1つの基板ホルダ1900によって、少なくとも2つの並置された基板保持ステーション1900H1、1900H2が共通の独立した

10

20

30

40

50

自由度で回転のリスト軸WXを中心に回転するように、配置されている。

【0131】

図25および27A～27Cを参照すると、少なくとも2つの並置された基板保持ステーション2100H1、2100H2は、駆動セクション220Cに動作可能に接続された少なくとも1つの基板ホルダ2100A、2100B上に配置され、少なくとも1つの基板ホルダ2100A、2100Bによって、少なくとも2つの並置された基板保持ステーション2100H1、2100H2の各々が異なるそれぞれの独立した自由度で回転のリスト軸WXを中心に回転するように、配置されており、それにより、少なくとも2つの並置された基板保持ステーション2100H1、2100H2の各々は、回転のリスト軸WXを中心に互いに独立して回転させられる。

10

【0132】

図26A～26Dおよび27A～27Cを参照すると、一態様では、マルチリンクアーム131は、少なくとも1つの基板ホルダ2403、2404、または2100A、2100Bを有し、少なくとも1つの基板ホルダ2403、2404、または2100A、2100Bは、リスト軸WXで共通の回転軸を中心にフォアアーム202に対して回転するように、フォアアーム202の端部で関節（たとえば、リスト軸WX）に回転可能に接合されており、少なくとも1つの基板ホルダ2403、2404、または2100A、2100Bは、そこに従属した、互いに対する高さがオフセットされた、異なる平面499、499A（図26D、27C）に沿って並置された複数の基板保持ステーション3403H1、3403H2、3404H1、2404H2、2100H1、2100H2を有し、回転のリスト軸WXを中心にした少なくとも1つの基板ホルダ2403、2404、または2100A、2100Bの回転によって、回転のリスト軸WXを中心に複数の基板保持ステーション3403H1、3403H2、3404H1、2404H2、2100H1、2100H2の各々を回転させるように構成されている。駆動セクション220、220Cは、ショルダ軸SX（たとえば、固定位置）に対して、半径方向または非半径方向の線形経路に沿ってマルチリンクアーム131を少なくとも伸長および収縮させるように構成されているため、各々が半径方向または非半径方向の経路に沿って線形に横断する複数の基板保持ステーション3403H1、3403H2、3404H1、2404H2、2100H1、2100H2の少なくとも2つの並置された基板保持ステーション2403H1、2404H1、または2403H2、2404H2、または2100H1、2100H2が、アームの伸長および収縮により、共通の面（またはレベル）499で複数の並置された基板搬送開口部のそれぞれの（または一態様では、共通の）開口部（たとえば、図1Bおよび1Cを参照）を別々に通過するように、各々が互いに独立して回転のリスト軸WXを中心に回転可能であり、2つの並置された基板保持ステーション2403H1、2404H1、または2403H2、2404H2、または2100H1、2100H2の各々とは異なる、複数の基板保持ステーション2403H1、2404H1、または2403H2、2404H2、または2300H1の少なくとも別の基板保持ステーションは、少なくとも2つの並置された基板保持ステーション2403H1、2404H1、または2403H2、2404H2、または2100H1、2100H2の各々に実質的に対向した少なくとも1つの基板ホルダ2403、2404、2300上に配置される。ここで、駆動セクション220、220Cは、複数の基板保持ステーションを互いに並置された共通のレベルに配置するように、少なくとも1つのエンドエフェクタリンクの複数の基板保持ステーションを互いに対する高さに移動させるように構成されているリストZ駆動部2660を含む。

20

【0133】

上記のように、基板搬送装置130（本明細書に記載されるものなどの（1つまたは複数の）任意の適切なエンドエフェクタを備える）は、ブームアームに取り付けられ得る。例示目的で、図15は、2リンクブームアーム1500に取り付けられたアーム131を例示している。2リンクブームアーム1500は、アッパーリンク1501およびフォアアームリンク1502を含む。アッパーリンク1501の第1の端部が、ブームショルダ

30

40

50

軸 B S X を中心に駆動セクション（本明細書に記載される駆動セクション 220 など）に回転可能に連結されている。フォアアームリンク 1502 の第 1 の端部は、ブームエルボ軸 B E X を中心にアッパーリンク 1501 の第 2 の端部に回転可能に連結されている。アーム 131 は、アームショルダ軸 S X を中心にフォアアームリンク 1502 の第 2 の端部に回転可能に連結されている。アッパーリンク 1501 およびフォアアームリンク 1502 の各々は、それぞれの端部間で実質的に剛性であり、非関節式である。別の態様では、図 16 は、シングルリンクブームアーム 1600 に取り付けられたアーム 131 を例示している。シングルリンクブームアーム 1600 はブームリンク 1601 を含む。ブームリンク 1601 の第 1 の端部は、ブームショルダ軸 B S X を中心に駆動セクション（本明細書に記載される駆動セクション 220 など）に回転可能に連結されている。アーム 131 は、アームショルダ軸 S X を中心にブームリンク 1601 の第 2 の端部に回転可能に連結されている。ブームリンク 1601 は、ブームリンク 1601 の 2 つの端部間で実質的に剛性であり、非関節式である。シングルリンクブームアーム 1600 および 2 リンクブームアーム 1500 が例示されているが、ブームアームが任意の適切な数のリンクを有し得ることが理解されるべきである。

【0134】

図 3 を参照すると、ブームアーム 1500、1600 を回転させるために、駆動セクション 220、220A、220B、220C は、少なくとも 1 つのブームアーム駆動軸（またはモータ）390、391 を含み得る。たとえば、シングルブームアーム駆動軸 390 は、たとえばシングルリンクブームアーム 1600 が利用される場合に提供され得る。ブームエルボ軸 B E X を中心にした 2 リンクブームアーム 1500 のフォアアームリンク 1502 の回転が、たとえばハウジング 310 に従属する場合に、シングルブームアーム駆動軸 390 も提供され得る。他の態様では、2 つのリンクブームアーム 1500 のアッパーリンク 1501 およびフォアアームリンク 1502 が、それぞれのブームショルダ軸 B S X およびブームエルボ軸 B E X を中心に独立して回転させられる場合に、2 つのブームアーム駆動軸 390、391 が提供され得る。ブームアーム駆動軸 390、391 は、モータ 342、344、346、348 と同軸に配置され得るが、他の態様では、ブームアーム駆動軸 390、391 は、並んだモータ構成などの任意の適切な構成を有し得、さらに他の態様では、ブームアーム駆動軸 390、391 が、ブームアームショルダ軸 B E X に配置され得る一方で、駆動モータ 342、344、346、348 は、アーム 131 のショルダ軸 S X に配置される。ブームアーム 1500、1600 の（1 つまたは複数の）リンクを駆動軸 390、391 に連結するために、任意の適切なトランスミッション（たとえば、一態様では、図 4～6B に示されるケーブルおよびブーリトランスミッションに略類似している）が提供される。

【0135】

図 18A および 18B を参照すると、本開示の態様によって提供される自動ウエハセンタリングは、デュアル基板 S の各々とそれぞれの基板保持ステーション 203H1、203H2、204H1、204H2 との間の相対的な偏心にかかわらず、デュアル基板 S の略同時の配置（またはピッキング）を提供し得る。たとえば、ベースピッチ B P での基板保持ステーション 203H1、204H1 を用いると、自動ウエハセンタリングは、基板 S 1 の偏心 E C 2 が、基板保持ステーション 203H1 の中心 203H1C よりもショルダ軸 S X に近く、基板 S 2 の偏心 E C 1 が、たとえば、基板保持ステーション 204H1 の中心 204H1C の右側（「右側」という方向の用語が単に説明の便宜上ここで使用されていることに留意）にあることを判定し得る。したがって、基板 S 1、S 2 を、たとえば基板処理ステーション 190、191 に配置するために、各基板 S 1、S 2 の位置は、基板処理ステーション 190、191 間の距離 D に対して、自動ウエハセンタリングを介して、独立して調整されるだけでなく、両方の偏心 E C 1、E C 2 に適応するように伸長／収縮の方向 17700 にも独立して調整される。たとえば、基板ホルダ 203、204 は、各々、リスト軸 W X（ここで、リスト軸は半径方向の伸長 700（図 7B を参照）または伸長の非半径方向の経路 701（図 7F を参照）の軸に沿って位置づけられている）

10

20

30

40

50

を中心に独立して回転させられて、それぞれの基板処理ステーション 190、191 での基板 S1、S2 の独立した自動ウエハセンタリングをもたらす。同様に、図 18C を参照すると、自動ウエハセンタリングはまた、たとえば、基板搬送装置 130 のショルダ軸 SX から、異なる半径方向距離 17020、17021 を有する基板処理ステーション 190、191 での基板の配置をもたらすことができ、ここで、リスト軸を中心とした各基板保持ステーション 203H1、203H2、204H1、204H2 の独立した回転および / またはリスト軸の配置は、並んだ基板保持ステーション 203H1 - 204H1、203H2、204H2 のうちの 1 つの基板保持ステーションの、並んだ基板保持ステーション 203H1 - 204H1、203H2、204H2 の別の基板保持ステーションに対する (ショルダ軸に対する) 伸長距離の増加をもたらす。

10

【0136】

図 2A ~ 2D、7A ~ 7L、および 15 を参照すると、基板搬送装置 130 を用いて基板を搬送する例示的な方法が説明される。記載された例では、基板処理装置 100 は、6 つの側面を有するが、それ以外は図 1 に関して上記したものに略類似した移送チャンバ 125A を含むが、他の態様では、移送チャンバは、任意の適切な数の側面を有し得、ここで、並んだ基板ステーションモジュールは、図 1A、7A、8、12、15、および 16 に例示される方法に類似した方法で移送チャンバのそれぞれの側面に連結されている。さらに、記載される例では、アーム 131 はデュアル基板ホルダ 203、204 を含み、その各々は、それぞれの基板ホルダ 203、204 の対向する両端部に基板保持ステーション 203H1、203H2、204H1、204H2 を有するが、本明細書に記載される方法が、アーム 131、および 図 8 ~ 16 に例示され、図 8 ~ 16 に関して記載される本開示の態様に等しく適用可能であることを理解されるべきである。

20

【0137】

以下に記載されるように、コントローラ 110 は、駆動セクション 220 に動作可能に連結され、第 1 のデュアル基板 (たとえば、基板 S1、S2 を参照) と、デュアル基板ホルダ 203、204 の対応する少なくとも 1 つの基板保持ステーション (たとえば、基板保持ステーション 203H1、204H1、または 203H2、204H2) とを、搬送チャンバ壁 125W におけるそれぞれの別個の開口部 (スロットバルブ SV を参照) に通して、同時にピッキングまたは配置するように、アーム 131 を伸長させるように構成されている。以下にも記載されるように、コントローラ 110 は、第 1 のデュアル基板と、デュアル基板ホルダ 203、204 の対応する少なくとも 1 つの基板保持ステーション (たとえば、基板保持ステーション 203H1、204H1、または 203H2、204H2) 上に保持された少なくとも 1 つの第 2 の基板 (たとえば、基板 S3、S4 を参照) とを、第 1 のデュアル基板 S1、S2 が、デュアル基板ホルダ 203、204 の対応する少なくとも 1 つの基板保持ステーション (たとえば、基板保持ステーション 203H1、204H1、または 203H2、204H2) 上に同時に保持されている状態で、移送チャンバ壁 125W におけるそれぞれの別個の開口部に通して、略同時に高速スワッピングするように構成されている。いくつかの態様では、駆動セクションは、コントローラ 110 の制御下で、対応する基板保持ステーション 203H1、203H2、204H1、204H2 のうちの少なくとも 1 つを (1 つまたは複数の) 基板ホルダ の別の基板ホルダ とは独立して整列させるように構成されている。

30

【0138】

本開示の態様によれば、少なくとも 1 つのエンドエフェクタ (および / または本明細書に記載されるような他のアーム構成) を備えたデュアルリンクスカラは、移送チャンバの内部空間の全体にわたるアーム 131 およびその上のエンドエフェクタ 203、204 の伸長および収縮 (図 17、ブロック 1710) による (すなわち、デュアルスカラアームの任意の角度 Q の位置 / 配向での / からの)、ショルダ軸 SX (たとえば、図 1A および 7A を参照) を中心にした 360° を超えるまたは約 360° のスカラアームの回転 Q (図 17、ブロック 1700) を満たす。本明細書に記載されるような少なくとも 1 つのエンドエフェクタ (および / または本明細書に記載されるような他のアーム構成) を備えた

40

50

デュアルリンクスカラは、本明細書に記載されるようなアーム 131 およびエンドエフェクタ 203、204 の伸長と共に各エンドエフェクタでの独立した自動ウエハセンタリングを提供する（図 17、ブロック 1720）。また本明細書に記載されるように、少なくとも 1 つのエンドエフェクタを備えたデュアルリンクスカラは、（エンドエフェクタ 203、204 の基板保持ステーション 203H1、203H2、204H1、204H2 とともに本明細書で記載されるように、一態様では、共通の平面 499（たとえば、図 2D および 11 を参照）上での、および他の態様では、異なる平面 499、499A（たとえば、図 10 を参照）上のエンドエフェクタ 203、204 の基板保持ステーション 203H1、203H2、204H1、204H2 を用いた）Z 軸運動を伴なわないデュアル「高速スワッピング」を提供し（図 7、ブロック 1730）、ここで、エンドエフェクタ 203、204 は並んだ基板保持ステーションを有し、エンドエフェクタ 203、204 の少なくとも 1 つはデュアル側部エンドエフェクタである（たとえば、エンドエフェクタの対向する長手方向に離間された両端部に配置された少なくとも 1 つの基板保持ステーションを有する）。

【0139】

例示的な方法で、本明細書に記載される基板搬送装置 130 が提供される（図 14、ブロック 1401）。コントローラ 110 が提供され（図 14、ブロック 1420）、基板搬送装置 130 に接続され得る。コントローラは、基板ホルダ 203、204（および図 13 の場合、基板ホルダ 205）が搬送チャンバ 125、125A の側壁 125W を通つて伸長するように、基板搬送装置 130 の少なくとも 1 つのアーム 131 を伸長させるように構成されている。たとえば、図 7A は、ショルダ軸 SX に対するホームまたは収縮構成での基板搬送装置 130 のアーム 131 を例示している。本例では、収縮構成は、アームリンク 201、202 が上下に配置され、実質的に互いに整列させられている構成であるが、他の態様では、収縮構成は、アッパーリンク 201 およびフォアアームリンク 202 が関節中心間で略同じ長さであるときなどに、リスト軸 WX が実質的にショルダ軸 SX の上に配置される構成である。コントローラ 110 は、駆動セクション 220 の運動をもたらして、各基板の独立した自動ウエハセンタリングをもたらすように構成され、ここで、基板保持ステーション 203H2、204H2 間の距離は、基板処理ステーション 196、197 間のピッチと略一致するように、基板保持ステーション 203H2、204H2 のベースピッチ BP が増加（図 2B）または減少（図 2C）されて、自動ウエハセンタリング（この場合、それぞれの基板保持ステーション 203H2、204H2 上の基板 S3、S4 のセンタリング）をもたらす。上述のように、自動ウエハセンタリングは、複数の軸に沿つて（たとえば、基板処理ステーション間の間隔に対応する軸に沿つて、および基板ホルダの伸長方向に対応する軸に沿つて）もたらされ得る。コントローラ 110 はさらに、リスト軸 WX が、一態様では半径方向 700 に移動し、基板保持ステーション 203H2、204H2 が、搬送チャンバ 125A の壁 125W の開口部を通つて、ロードロック 102A、102B（図 7B および 7C を参照）に伸長するように、駆動セクション 220 の運動をもたらすように構成されている。

【0140】

一態様では、コントローラ 110 は、Z 軸駆動部 312 の作動をもたらして、デュアル基板 S3、S4 をロードロック 102A、102B の基板処理ステーション 196、197 から略同時にピッキングするために基板保持ステーション 203H2、204H2 を上昇させ得る（他の態様では、Z 運動は、少なくとも部分的に基板処理ステーション 196、197 によって提供され得る）。基板 S3、S4 が基板保持ステーション 203H2、204H2 上に保持されることで、コントローラ 110 は、駆動セクション 220 の運動をもたらして、アーム 131 を、たとえば、収縮構成に収縮し、それにより、基板 S3、S4 はロードロック 102A、102B（図 7D を参照）から取り外される。アーム 131 は、基板保持ステーション 203H1、204H1 を任意の適切な基板処理ステーション（処理ステーション 188、189 など）に隣接させて位置づけるように方向 777 に回転させられ、基板処理ステーションから別のセットのデュアル基板 S1、S2 がピッキ

10

20

30

40

50

ングされる。

【0141】

上記した方法に類似した方法で、コントローラ110は、駆動セクション220の運動をもたらして、アーム131を伸長させ(図14、ブロック1410)、それにより、基板保持ステーション203H1、204H1のベースピッチBPが増加(図2B)または減少(図2C)されて、自動ウエハセンタリング(この場合、それぞれの基板保持ステーション203H1、204H1上の基板S1、S2のセンタリング)をもたらして(図14、ブロック1430)、それにより、基板保持ステーション203H1、204H1間の距離が、基板処理ステーション188、189(図7Eを参照)間のピッチと略一致するように構成されている。自動ウエハセンタリング(たとえば、ベースピッチBPの増加または減少)が、アーム131の伸長/収縮と略同時に、またはアーム131がアーム131の伸長前に実質的に収縮構成にある状態で実施され得ることが留意される。基板処理ステーション188、189から基板をピッキング/配置するために、コントローラ110は、リスト軸WXが非半径方向の伸長で移動するよう、駆動セクション220の運動をもたらすように構成され、ここで、リストWXの運動は、一様では、半径方向の伸長/収縮の軸からオフセットされているおよび/または角度が付けられている経路701(図7F)に沿って移動する(すなわち、経路701は、ショルダ軸SXを通過せず、そこから半径方向に伸びない)。経路701に沿ったリストWXの移動によって、基板保持ステーション203H1、204H1を、搬送チャンバ125Aの壁125Wの開口部に通して、基板処理ステーション188、189に伸長する。

10

【0142】

一様では、コントローラ110は、Z軸駆動部312の作動をもたらして、デュアル基板S1、S2を並んだ基板ステーションモジュール150の基板処理ステーション188、189から略同時にピッキングする(図14、ブロック1440)ために基板保持ステーション203H1、204H1を上昇させ得る(他の様では、Z運動は、少なくとも部分的に基板処理ステーション188、189によって提供され得る)。基板S1、S2が基板保持ステーション203H1、204H1上に保持されることで、コントローラ110は、駆動セクション220の運動をもたらして、アーム131を、たとえば、収縮構成に収縮し、それにより、基板S1、S2は並んだ基板ステーションモジュール150(図7Gを参照)から取り外される。基板保持ステーション203H1、204H1のベースピッチBPは、基板処理ステーション188、189からのアーム131の収縮の間に(略同時に)、またはアームが実質的に収縮構成(図7Gを参照)にある状態で回復され得る。

20

【0143】

一様では、基板S1、S2と基板S3、S4との高速スワッピングは、上記した方法でもたらされ(図14、ブロック1450)、ここで、基板ホルダ面の各平面499、499A(図2D、10、および11を参照)(本明細書に記載されるように、およびデュアル側部基板ホルダの(1つまたは複数の)基板保持ステーション203H1、203H2、204H1、204H2が1つまたは複数の平面を形成するかどうか)は、搬送開口面の所与のZ位置での移送のための共通の搬送チャンバ内の搬送開口部の少なくとも1つの平面(図1Bおよび1Cを参照)に対応し、それに整列させられ、それによって、各平面上の各々のそれぞれの開口部を通る基板の移送は、実質的にZ軸運動なしで、各デュアル端部基板ホルダ203、204の少なくとも1つの基板保持ステーション203H1、203H2、204H1、204H2によりもたらされ、すなわち、基板ホルダ203、204の一端における(1つまたは複数の)基板保持ステーション203H1、203H2、204H1、204H2を用いた(各平面に対する)基板処理ステーションへの伸長、基板処理ステーションでの(1つまたは複数の)基板のピッキングおよび/または配置、基板処理ステーションからの収縮、およびデュアル端部基板ホルダ203、204の同じまたは異なる端部における同じまたは異なるデュアル基板を伴なう互いに異なる基板処理ステーションへの伸長は、(介在するZ軸運動とは独立して、または基板の移送間の介

30

40

50

在する Z 軸運動から切り離されて) Z 軸運動とは実質的に独立した基板の高速スワッピングをもたらす。たとえば、アーム 131 は、基板保持ステーション 203H2、204H2 (基板 S1 - S4 がアーム 131 によって保持されている) を、処理ステーション 188、189 に隣接させて位置づけるように、方向 777 (図 7G ~ 7I を参照) に回転させられ、処理ステーション 188、189 から基板 S1、S2 が取り外され、処理ステーション 188、189 にデュアル基板 S3、S4 が配置される。コントローラ 110 は、駆動セクション 220 の運動をもたらして、アーム 131 を伸長させ (図 14、ブロック 1410)、それにより、基板保持ステーション 203H2、204H2 のベースピッチ BP が増加 (図 2B) または減少 (図 2C) されて、自動ウエハセンタリング (この場合、それぞれの基板処理ステーション 188、189 での基板 S3、S4 のセンタリング) をもたらして (図 14、ブロック 1430)、それにより、基板保持ステーション 203H2、204H2 間の距離は、基板処理ステーション 188、189 (図 7I を参照) 間のピッチと略一致する。自動ウエハセンタリング (たとえば、ベースピッチ BP の増加または減少) が、アーム 131 の伸長 / 収縮と略同時に、またはアーム 131 がアーム 131 の伸長前に実質的に収縮構成にある状態で実施され得ることが留意される。基板処理ステーション 188、189 に基板 S3、S4 を配置するために、コントローラ 110 は、リスト軸 WX が経路 701 (図 7J) に沿って非半径方向の伸長で移動するよう、駆動セクション 220 の運動をもたらすように構成されている。経路 701 に沿ったリスト WX の移動によって、基板保持ステーション 203H2、204H2 を、搬送チャンバ 125A の壁 125W の開口部に通して、基板処理ステーション 188、189 に伸長する。

【0144】

一態様では、コントローラ 110 は、Z 軸駆動部 312 の作動をもたらして、デュアル基板 S3、S4 を並んだ基板ステーションモジュール 150 の基板処理ステーション 188、189 に略同時に配置する (図 14、ブロック 1440) ために基板保持ステーション 203H2、204H2 を下降させ得る (他の態様では、Z 運動は、少なくとも部分的に基板処理ステーション 188、189 によって提供され得る)。コントローラ 110 は、駆動セクション 220 の運動をもたらして、アーム 131 を、たとえば、収縮構成に収縮し、それにより、基板保持ステーション 203H2、204H2 が並んだ基板ステーションモジュール 150 から取り外される。基板保持ステーション 203H1、204H1 のベースピッチ BP は、基板処理ステーション 188、189 からのアーム 131 の収縮の間に (略同時に)、またはアームが実質的に収縮構成にある状態で回復され得る。基板 S1、S2 と基板 S3、S4 との高速スワッピングが説明されているが、他の態様では、基板 S3、S4 は、基板 S1、S2 がピッキングされた位置とは異なる別の位置に配置され得ることが理解されるべきである。

【0145】

コントローラ 110 は、駆動セクション 220 の動作をもたらし、それにより、アーム 131 は、基板処理ステーション 188、189 での基板 S3、S4 の配置に関して上記した方法に略類似した方法で、デュアル基板 S1、S2 を基板処理ステーション 196、197 (図 7K を参照) に配置するように、上記した方法で、ロードロック 102A、102B へと伸長し得る。アーム 131 は、基板のさらなるピッキング / 配置のために、ロードロック 102A、102B から、たとえば、収縮構成 (図 7L を参照) に収縮される。

【0146】

図 4、5A ~ 5F、および 30 を参照すると、本開示の態様に従って、方法は、上記のものなどの基板搬送装置を提供する工程 (図 30、ブロック 3000) を含む。基板搬送装置の可動アームリンク 201、202 が再構成され (図 30、ブロック 3010)、ここで、可動アームリンク 201、202 は、互いに堅固に連結されたリンクケースモジュールで形成されたモジュール式複合アームリンクケーシング 201C、202C、およびモジュール式複合アームリンクケーシング 201C、202C の実質的に端から端まで、堅固に連結されたリンクケースモジュール内に収容され、そこを通って伸長するブーリシステム 255A ~ 255E を有する再構成可能なアームリンク 201R、202R である

10

20

30

40

50

。上記のように、堅固に連結されたリンクケースモジュールは、可動アームリンク 201、202 の長さ OAL、OALn を決定する所定の特性を有する少なくとも 1 つの交換可能なリンクケース伸長モジュール（たとえば、中央アームセクション 510A、510B）によって接続されたリンクケースエンドモジュール（たとえば、端部連結部 511、512、513、514）を含む。可動アームリンク 201、202 を再構成する際、少なくとも 1 つの交換可能なリンクケース伸長モジュール 510A、510B は、モジュール式複合アームリンクケーシング 201C、202C および再構成可能なアームリンク 201R、202R を、複数の所定のアームリンク長さ OAL、OALn から所定のアームリンク長さ OAL、OALn に選択可能に設定するように、各々が可動アームリンク 201、202 の対応する異なる長さ OAL、OALn を決定する異なる対応する所定の特性を有する、複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュール（たとえば、中央アームセクション）510A、510A1～510An、510B、510B1～510Bn から、リンクケースエンドモジュール 511、512、513、514 への接続および再構成可能なアームリンク 201R、202R の形成のために選択可能である。

【0147】

図 4、5A～5F、および 31 を参照すると、本開示の態様に従って、方法は、上記のものなどの基板搬送装置を提供する工程（図 31、ブロック 3100）を含む。少なくとも 1 つの可動アームリンクまたは少なくとも 1 つの可動アームリンクに対するエンドエフェクタの関節運動（サブ基板を異なる基板保持位置に搬送するための上記の関節運動など）は、少なくとも 1 つの可動アームリンク 201、202 のモジュール式複合アームリンクケーシング 201C、202C に取り付けられ、係合されているブーリシステム 655A～655E によりもたらされ（図 31、ブロック 3110）、ここで、モジュール式複合アームリンクケーシング 201C、202C は、互いに堅固に連結された（上記のような）リンクケースモジュールで形成され、ブーリシステム 655A～655E は、モジュール式複合アームリンクケーシング 201C、202C の実質的に端から端まで、堅固に連結されたリンクケースモジュール内に収容され、そこを通って伸長する。堅固に連結されたケースリンクモジュールは、少なくとも 1 つのリンクケース伸長モジュール（たとえば、中央アームセクション）によって接続されたリンクケースエンドモジュール（たとえば、端部連結部）511、512、513、514 を含み、少なくとも 1 つのリンクケース伸長モジュール（たとえば、中央アームセクション）は、モジュール式複合アームリンクケーシング 201C、202C を形成するためにリンクケースエンドモジュール 511、512、513、514 の各々に機械的に固定され、形成されたモジュール式複合アームリンクケーシング 201C、202C が、リンクケースエンドモジュール 511、512、513、514 に収容されたブーリシステム 655A～655E のブーリホイール 480、484、488、482、486、491、470、474、472、476 をモジュール式複合アームリンクケーシング 201C、202C の端部に接続するブーリトランスマッision（トランスマッision 490、492、493、494、495 など）のミスマライメント公差に適合するように配置される。

【0148】

図 33A～36B を参照すると、他の例示的な基板搬送装置 130 が例示されており、ここで、本開示の上記の態様が利用され得る。図 33A～36B では、（1つまたは複数の）アームリンクおよび（1つまたは複数の）エンドエフェクタは独立して回転させられ得るか、またはいくつかの態様では、（1つまたは複数の）アームリンクおよび（1つまたは複数の）エンドエフェクタのうちの 1 つまたは複数の回転が、別のアームリンクに従属させられ得る。アームリンクおよびエンドエフェクタが、たとえば、上記のものに略類似したモータ／駆動部およびブーリシステムによって回転駆動され得ることが留意される。たとえば、図 33A および 33B は、アッパーアーム 201、フォアアーム 202、およびシングル端部基板ホルダを有する基板搬送アーム 131 を例示している。図 34A および 34B は、アッパーアーム 201、フォアアーム 202、および単一の二重端部エンドエフェクタを有する搬送アーム 131 を例示している。図 35A および 35B は、単一

10

20

30

40

50

のアームリンク（たとえば、アッパーアーム 201）および 2 つの独立して回転可能なシングル端部エンドエフェクタを有する搬送アーム 131 を例示している。図 36 A および 36 B は、アッパーアーム 201、フォアアーム 202、および 2 つの独立して回転可能なシングル端部エンドエフェクタを有する搬送アーム 131 を例示している。搬送アームの例が本明細書に提供されているが、他の態様では、本明細書に記載される本開示の態様を利用する搬送アームは、任意の適切な構成（たとえば、任意の適切な数のアームリンク、任意の適切な数のエンドエフェクタであり、ここで、各エンドエフェクタは、単一の基板または複数の基板などを保持し得る）を有し得る。

【0149】

本開示の 1 つまたは複数の態様によれば、基板搬送装置は、
支持フレームと、

支持フレームに接続され、少なくとも 1 つの可動アームリンクと、可動アームリンクに接続され、基板保持ステーションが上に配置されたエンドエフェクタとを有する、関節式アームと、を備え、

可動アームリンクは、互いに堅固に連結されたリンクケースモジュールで形成されたモジュール式複合アームリンクケーシングと、モジュール式複合アームリンクケーシングの実質的に端から端まで、堅固に連結されたリンクケースモジュール内に収容され、堅固に連結されたリンクケースモジュールを通じて伸長するプリシステムとを有する再構成可能なアームリンクであり、堅固に連結されたリンクケースモジュールは、可動アームリンクの長さを決定する所定の特性を有する少なくとも 1 つの交換可能なリンクケース伸長モジュールによって接続されたリンクケースエンドモジュールを含み、

少なくとも 1 つの交換可能なリンクケース伸長モジュールは、モジュール式複合アームリンクケーシングおよび再構成可能なアームリンクを、複数の所定のアームリンク長さから所定のアームリンク長さに選択可能に設定するように、各々が可動アームリンクの対応する異なる長さを決定する異なる対応する所定の特性を有する複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールから、リンクケースエンドモジュールへの接続および再構成可能なアームリンクの形成のために選択可能である。

【0150】

本開示の 1 つまたは複数の態様によれば、少なくとも 1 つの交換可能なリンクケース伸長モジュールおよび複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々は、それらに対応するボックス形状の断面を有し、所定の特性は、交換可能なリンクケース伸長モジュールおよび複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々が、異なる対応する長さを有し、対応するボックス形状の断面が、各々の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールに対して（端から端まで）所定の剛性を維持するように異なる対応する長さに相応して寸法決めおよび成形されていることである。

【0151】

本開示の 1 つまたは複数の態様によれば、少なくとも 1 つの交換可能なリンクケース伸長モジュールおよび複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々は、それらに対応するボックス形状の断面を有し、所定の特性は、交換可能なリンクケース伸長モジュールおよび複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々が、異なる対応する長さを有し、対応するボックス形状の断面が、各々の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールに対して（端から端まで）所定の剛性を維持するように異なる対応する長さに相応して寸法決めおよび成形されていることである。

【0152】

本開示の 1 つまたは複数の態様によれば、少なくとも 1 つの交換可能なリンクケース伸長モジュールおよび複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々は、ボックス形状の断面を有する押し出し部材である。

【0153】

本開示の 1 つまたは複数の態様によれば、少なくとも 1 つの交換可能なリンクケース伸長モジュールおよび複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々は、リン

10

20

30

40

50

クケースエンドモジュール（の 1 つまたは両方）の材料とは異なる材料で作られたボックス形状の断面を有する。

【 0 1 5 4 】

本開示の 1 つまたは複数の態様によれば、少なくとも 1 つのリンクケース伸長モジュールおよび複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々の材料は、リンクケースエンドモジュールの材料よりも高い剛性（ばね係数）を有する。

【 0 1 5 5 】

本開示の 1 つまたは複数の態様によれば、少なくとも 1 つのリンクケース伸長モジュールおよび複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々の材料は、ブーリシステムのブーリトランスミッションの材料の剛性に相応した剛性を有する。

10

【 0 1 5 6 】

本開示の 1 つまたは複数の態様によれば、ブーリシステムは、モジュール式複合アームリンクケーシングに係合され、駆動セクションによって動力を供給されて、ブーリシステムが少なくとも 1 つのアームリンクまたはエンドエフェクタの関節運動をもたらすように配置される。

【 0 1 5 7 】

本開示の 1 つまたは複数の態様によれば、少なくとも 1 つの交換可能なリンクケース伸長モジュールおよび複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々は、ステンレス鋼で作られたボックス形状の断面を有する。

【 0 1 5 8 】

本開示の 1 つまたは複数の態様によれば、少なくとも 1 つの交換可能なリンクケース伸長モジュールは、モジュール式複合アームリンクケーシングを形成するためにリンクケースエンドモジュールの各々に機械的に固定され、形成されたモジュール式複合アームリンクケーシングが、選択された所定のアームリンク長さに対する、ブーリシステムのブーリホイールを接続するブーリトランスミッションのミスマライメント公差に適合するように配置される。

20

【 0 1 5 9 】

本開示の 1 つまたは複数の態様によれば、少なくとも 1 つの交換可能なリンクケース伸長モジュールは、モジュール式複合アームリンクケーシングを形成するために機械的留め具継ぎ手（取り外し可能な機械的留め具を含む）でリンクケースエンドモジュールの各々に機械的に固定され、機械的留め具継ぎ手は、形成されたモジュール式複合アームリンクケーシングが、選択された所定のアームリンク長さに対する、ブーリシステムのブーリホイールを接続するブーリトランスミッションのミスマライメント公差に適合するように構成されている。

30

【 0 1 6 0 】

本開示の 1 つまたは複数の態様によれば、リンクケースエンドモジュールの少なくとも 1 つは、ブーリシステムのブーリホイールを収容する。

【 0 1 6 1 】

本開示の 1 つまたは複数の態様によれば、モジュール式複合アームリンクケーシングは、コンパクトで実質的に左右対称な断面を有する、ブーリシステムのブーリホイールを接続する、左右対称に可撓性のブーリトランスミッションに相応する、選択された所定のアーム長さに対するコンパクトな高さを有する薄型ケーシングである。

40

【 0 1 6 2 】

本開示の 1 つまたは複数の態様によれば、コンパクトな高さは、同等の長さを有する同等数のブーリシステムに対するバンドブーリトランスミッションのハウジング高さよりも低い。

【 0 1 6 3 】

本開示の 1 つまたは複数の態様によれば、ブーリホイールを接続する可撓性のブーリトランスミッションは、ケーブルまたはワイヤのブーリトランスミッションである。

【 0 1 6 4 】

50

本開示の 1 つまたは複数の態様によれば、リンクケースエンドモジュールの少なくとも 1 つは、ブーリホイールの位置および位置合わせが、クロスローラベアリングとの係合に依存し、クロスローラベアリングとの係合によって制御されるように、クロスローラベアリングが取り付けられたブーリシステムのブーリホイールを収容する。

【 0 1 6 5 】

本開示の 1 つまたは複数の態様によれば、モジュール式複合アームリンクケーシングは、リンクケースエンドモジュールの少なくとも 1 つに収容されたブーリシステムの、クロスローラベアリングが取り付けられたブーリホイールに相応する、選択された所定のアーム長さに対するコンパクトな高さを有する薄型ケーシングである。

【 0 1 6 6 】

本開示の 1 つまたは複数の態様によれば、ブーリシステムのそれぞれのブーリホイールのブーリホイールに対するブーリトランスマッショングの係合は、それぞれのブーリホイールの上のブーリトランスマッショングの巻き付き位置と巻き付き解除位置との間のそれぞれのブーリホイールの少なくとも 360° の回転を介したブーリシステムのそれぞれのブーリホイールの回転を決定するように配置されている。

【 0 1 6 7 】

本開示の 1 つまたは複数の態様によれば、ブーリシステムのそれぞれのブーリホイールのブーリホイールに対するブーリトランスマッショングの係合は、それぞれのブーリホイールの上のブーリトランスマッショングの巻き付き位置と巻き付き解除位置との間の少なくとも 1 つの可動アームリンクに対するエンドエフェクタの少なくとも 360° の回転を介したエンドエフェクタの回転を決定するように配置されている。

【 0 1 6 8 】

本開示の 1 つまたは複数の態様によれば、基板搬送装置は、
支持フレームと、

支持フレームに接続され、少なくとも 1 つの可動アームリンクと、少なくとも 1 つの可動アームリンクに接続され、基板保持ステーションが上に配置されたエンドエフェクタとを有する、関節式アームと、を備え、

少なくとも 1 つの可動アームリンクは、互いに堅固に連結されたリンクケースモジュールで形成されたモジュール式複合アームリンクケーシングと、モジュール式複合アームリンクケーシングの実質的に端から端まで、堅固に連結されたリンクケースモジュール内に収容され、堅固に連結されたリンクケースモジュールを通って伸長するブーリシステムとを有し、ブーリシステムは、モジュール式複合アームリンクケーシングに取り付けられて係合され、駆動セクションによって動力を供給されて、ブーリシステムが少なくとも 1 つの可動アームリンクまたは少なくとも 1 つの可動アームリンクに対するエンドエフェクタの関節運動をもたらすように配置され、および

堅固に連結されたケースリンクモジュールは、少なくとも 1 つのリンクケース伸長モジュールによって接続されたリンクケースエンドモジュールを含み、少なくとも 1 つのリンクケース伸長モジュールは、モジュール式複合アームリンクケーシングを形成するためリンクケースエンドモジュールの各々に機械的に固定され、形成されたモジュール式複合アームリンクケーシングが、モジュール式複合アームリンクケーシングの端部においてリンクケースエンドモジュールに収容されたブーリシステムのブーリホイールを接続するブーリトランスマッショングのミスマライメント公差に適合するように配置されている。

【 0 1 6 9 】

本開示の 1 つまたは複数の態様によれば、少なくとも 1 つの可動アームリンクは再構成可能なアームリンクであり、リンクケース伸長モジュールは、各々が少なくとも 1 つの可動アームリンクの長さを決定する異なる対応する所定の特性を有する、複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールから交換可能である。

【 0 1 7 0 】

本開示の 1 つまたは複数の態様によれば、リンクケース伸長モジュールおよび複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々は、それらに対応するボックス形状の

10

20

30

40

50

断面を有し、所定の特性は、リンクケース伸長モジュールおよび複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々が、異なる対応する長さを有し、対応するボックス形状の断面が、各々の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールに対して（端から端まで）所定の剛性を維持するように異なる対応する長さに相応して寸法決めおよび成形されていることである。

【0171】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、リンクケース伸長モジュールおよび複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々は、それらに対応するボックス形状の断面を有し、所定の特性は、リンクケース伸長モジュールおよび複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々が、異なる対応する長さを有し、対応するボックス形状の断面が、各々の異なる選択可能な所定のアームリンク長さに対して（端から端まで）所定の剛性を維持するように異なる対応する長さに相応して寸法決めおよび成形されていることである。

10

【0172】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、リンクケース伸長モジュールおよび複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々は、ボックス形状の断面を有する押し出し部材である。

【0173】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、リンクケース伸長モジュールおよび複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々は、リンクケースエンドモジュール（の1つまたは両方）の材料とは異なる材料で作られたボックス形状の断面を有する。

20

【0174】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、リンクケース伸長モジュールおよび複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々の材料は、リンクケースエンドモジュールの材料よりも高い剛性（ばね係数）を有する。

【0175】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、リンクケース伸長モジュールおよび複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々の材料は、ブーリシステムのブーリトランスマッショントの材料の剛性に相応した剛性を有する。

30

【0176】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、リンクケース伸長モジュールおよび複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々は、ステンレス鋼で作られたボックス形状の断面を有する。

【0177】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、ブーリトランスマッショントは、左右対称に可撓性のブーリトランスマッショントであり、モジュール式複合アームリンクケーシングは、コンパクトで実質的に左右対称な断面を有する、ブーリシステムのブーリホイールを接続する、左右対称に可撓性のブーリトランスマッショントに相応する、選択された所定のアーム長さに対するコンパクトな高さを有する薄型ケーシングである。

40

【0178】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、コンパクトな高さは、同等の長さを有する同等数のブーリシステムに対するバンドブーリトランスマッショントのハウジング高さよりも低い。

【0179】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、ブーリホイールを接続する可撓性のブーリトランスマッショントは、ケーブルまたはワイヤのブーリトランスマッショントである。

【0180】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、モジュール式複合アームリンクケーシングは、リンクケースエンドモジュールの少なくとも1つに収容されたブーリシステムの、クロスローラベアリングが取り付けられたブーリホイールに相応する、選択された所定のア-

50

ム長さに対するコンパクトな高さを有する薄型ケーシングである。

【0181】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、ブーリシステムのブーリホイールの少なくとも1つには、ブーリホイールのうちの少なくとも1つの位置および位置合わせが、クロスローラベアリングとの係合に依存し、クロスローラベアリングとの係合によって制御されるように、クロスローラベアリングが取り付けられている。

【0182】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、ブーリシステムのブーリホイールのブーリホイールに対するブーリトランスマッショの係合は、ブーリホイールの少なくとも1つの上のブーリトランスマッショの巻き付き位置と巻き付き解除位置との間のブーリホイールの少なくとも1つの少なくとも360°の回転を介したブーリシステムのブーリホイールの少なくとも1つの回転を決定するように配置されている。

10

【0183】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、ブーリシステムのブーリホイールのブーリホイールに対するブーリトランスマッショの係合は、ブーリホイールの少なくとも1つの上のブーリトランスマッショの巻き付き位置と巻き付き解除位置との間の少なくとも1つの可動アームリンクに対するエンドエフェクタの少なくとも360°の回転を介したエンドエフェクタの回転を決定するように配置されている。

【0184】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、方法は、
基板搬送装置を提供する工程であって、基板搬送装置が、

20

支持フレームと、

支持フレームに接続され、少なくとも1つの可動アームリンクと、可動アームリンクに接続され、基板保持ステーションが上に配置されたエンドエフェクタとを有する、関節式アームと、を含む、工程と、

可動アームリンクを再構成する工程であって、可動アームリンクが、互いに堅固に連結されたリンクケースモジュールで形成されたモジュール式複合アームリンクケーシングと、モジュール式複合アームリンクケーシングの実質的に端から端まで、堅固に連結されたリンクケースモジュール内に収容され、堅固に連結されたリンクケースモジュールを通して伸長するブーリシステムとを有する再構成可能なアームリンクであり、堅固に連結されたリンクケースモジュールが、可動アームリンクの長さを決定する所定の特性を有する少なくとも1つの交換可能なリンクケース伸長モジュールによって接続されたリンクケースエンドモジュールを含む、工程と、を含み、

30

少なくとも1つの交換可能なリンクケース伸長モジュールは、モジュール式複合アームリンクケーシングおよび再構成可能なアームリンクを、複数の所定のアームリンク長さから所定のアームリンク長さに選択可能に設定するように、各々が可動アームリンクの対応する異なる長さを決定する異なる対応する所定の特性を有する、複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールから、リンクケースエンドモジュールへの接続および再構成可能なアームリンクの形成のために選択可能である。

【0185】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、少なくとも1つの交換可能なリンクケース伸長モジュールおよび複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々は、それらに対応するボックス形状の断面を有し、所定の特性は、交換可能なリンクケース伸長モジュールおよび複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々が、異なる対応する長さを有し、対応するボックス形状の断面が、各々の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールに対して（端から端まで）所定の剛性を維持するように異なる対応する長さに相応して寸法決めおよび成形されていることである。

40

【0186】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、少なくとも1つの交換可能なリンクケース伸長モジュールおよび複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々は、それ

50

らに対応するボックス形状の断面を有し、所定の特性は、交換可能なリンクケース伸長モジュールおよび複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々が、異なる対応する長さを有し、対応するボックス形状の断面が、各々の異なる選択可能な所定のアームリンク長さに対して（端から端まで）所定の剛性を維持するように異なる対応する長さに相応して寸法決めおよび成形されていることである。

【0187】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、少なくとも1つの交換可能なリンクケース伸長モジュールおよび複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々は、ボックス形状の断面を有する押し出し部材である。

【0188】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、少なくとも1つの交換可能なリンクケース伸長モジュールおよび複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々は、リンクケースエンドモジュール（の1つまたは両方）の材料とは異なる材料で作られたボックス形状の断面を有する。

【0189】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、少なくとも1つのリンクケース伸長モジュールおよび複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々の材料は、リンクケースエンドモジュールの材料よりも高い剛性（ばね係数）を有する。

【0190】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、少なくとも1つのリンクケース伸長モジュールおよび複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々の材料は、ブーリシステムのブーリトランスマッショングの材料の剛性に相応した剛性を有する。

【0191】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、ブーリシステムは、モジュール式複合アームリンクケーシングに係合され、駆動セクションによって動力を供給されて、ブーリシステムが少なくとも1つのアームリンクまたはエンドエフェクタの関節運動をもたらすように配置される。

【0192】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、少なくとも1つの交換可能なリンクケース伸長モジュールおよび複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々は、ステンレス鋼で作られたボックス形状の断面を有する。

【0193】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、当該方法は、モジュール式複合アームリンクケーシングを形成するために少なくとも1つの交換可能なリンクケース伸長モジュールをリンクケースエンドモジュールの各々に機械的に固定する工程であって、形成されたモジュール式複合アームリンクケーシングが、選択された所定のアームリンク長さに対する、ブーリシステムのブーリホイールを接続するブーリトランスマッショングのミスマライメント公差に適合する、工程をさらに含む。

【0194】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、当該方法は、モジュール式複合アームリンクケーシングを形成するために少なくとも1つの交換可能なリンクケース伸長モジュールを機械的留め具継ぎ手（取り外し可能な機械的留め具を含む）でリンクケースエンドモジュールの各々に機械的に固定する工程をさらに含み、機械的留め具継ぎ手は、形成されたモジュール式複合アームリンクケーシングが、選択された所定のアームリンク長さに対する、ブーリシステムのブーリホイールを接続するブーリトランスマッショングのミスマライメント公差に適合するように構成されている。

【0195】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、リンクケースエンドモジュールの少なくとも1つは、ブーリシステムのブーリホイールを収容する。

【0196】

10

20

30

40

50

本開示の1つまたは複数の態様によれば、モジュール式複合アームリンクケーシングは、コンパクトで実質的に左右対称な断面を有する、ブーリシステムのブーリホイールを接続する、左右対称に可撓性のブーリトランスマッショングに相応する、選択された所定のアーム長さに対するコンパクトな高さを有する薄型ケーシングである。

【0197】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、コンパクトな高さは、同等の長さを有する同等数のブーリシステムに対するバンドブーリトランスマッショングのハウジング高さよりも低い。

【0198】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、ブーリホイールを接続する可撓性のブーリトランスマッショングは、ケーブルまたはワイヤのブーリトランスマッショングである。

10

【0199】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、リンクケースエンドモジュールの少なくとも1つは、ブーリホイールの位置および位置合わせは、クロスローラベアリングとの係合に依存し、クロスローラベアリングとの係合によって制御されるように、クロスローラベアリングが取り付けられたブーリシステムのブーリホイールを収容する。

【0200】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、モジュール式複合アームリンクケーシングは、リンクケースエンドモジュールの少なくとも1つに収容されたブーリシステムの、クロスローラベアリングが取り付けられたブーリホイールに相応する選択された所定のアーム長さに対するコンパクトな高さを有する薄型ケーシングである。

20

【0201】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、ブーリシステムのそれぞれのブーリホイールのブーリホイールに対するブーリトランスマッショングの係合は、それぞれのブーリホイールの上のブーリトランスマッショングの巻き付き位置と巻き付き解除位置との間のそれぞれのブーリホイールの少なくとも360°の回転を介したブーリシステムのそれぞれのブーリホイールの回転を決定するように配置されている。

【0202】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、ブーリシステムのそれぞれのブーリホイールのブーリホイールに対するブーリトランスマッショングの係合は、それぞれのブーリホイールの上のブーリトランスマッショングの巻き付き位置と巻き付き解除位置との間の少なくとも1つの可動アームリンクに対するエンドエフェクタの少なくとも360°の回転を介したエンドエフェクタの回転を決定するように配置されている。

30

【0203】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、方法は、

基板搬送装置を提供する工程であって、基板搬送装置が、

支持フレームと、

支持フレームに接続され、少なくとも1つの可動アームリンクと、少なくとも1つの可動アームリンクに接続され、基板保持ステーションが上に配置されたエンドエフェクタとを有する、関節式アームと、を含む、工程と、

40

少なくとも1つの可動アームのモジュール式複合アームリンクケーシングに取り付けられ、係合されているブーリシステムを用いて、少なくとも1つの可動アームリンクまたは少なくとも1つの可動アームリンクに対するエンドエフェクタの関節運動をもたらす工程であって、モジュール式複合アームリンクケーシングが、互いに堅固に連結されたリンクケースモジュールで形成され、ブーリシステムが、モジュール式複合アームリンクケーシングの実質的に端から端まで堅固に連結されたリンクケースモジュール内に収容され、そこを通って伸長する、工程と、を含み、

堅固に連結されたケースリンクモジュールは、少なくとも1つのリンクケース伸長モジュールによって接続されたリンクケースエンドモジュールを含み、少なくとも1つのリンクケース伸長モジュールは、モジュール式複合アームリンクケーシングを形成するために

50

リンクケースエンドモジュールの各々に機械的に固定され、形成されたモジュール式複合アームリンクケーシングが、モジュール式複合アームリンクケーシングの端部においてリンクケースエンドモジュールに収容されたブーリシステムのブーリホイールを接続するブーリトランスマッショングのミスアライメント公差に適合するように配置されている。

【0204】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、当該方法は、少なくとも1つの可動アームリンクを再構成する工程であって、リンクケース伸長モジュールが、各々が少なくとも1つの可動アームリンクの長さを決定する異なる対応する所定の特性を有する、複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールから交換可能である、工程をさらに含む。

【0205】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、リンクケース伸長モジュールおよび複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々は、それらに対応するボックス形状の断面を有し、所定の特性は、リンクケース伸長モジュールおよび複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々が、異なる対応する長さを有し、対応するボックス形状の断面が、各々の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールに対して（端から端まで）所定の剛性を維持するように異なる対応する長さに相応して寸法決めおよび成形されていることである。

【0206】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、リンクケース伸長モジュールおよび複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々は、それらに対応するボックス形状の断面を有し、所定の特性は、リンクケース伸長モジュールおよび複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々が、異なる対応する長さを有し、対応するボックス形状の断面が、各々の異なる選択可能な所定のアームリンク長さに対して（端から端まで）所定の剛性を維持するように異なる対応する長さに相応して寸法決めおよび成形されていることである。

【0207】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、リンクケース伸長モジュールおよび複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々は、ボックス形状の断面を有する押し出し部材である。

【0208】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、リンクケース伸長モジュールおよび複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々は、リンクケースエンドモジュール（の1つまたは両方）の材料とは異なる材料で作られたボックス形状の断面を有する。

【0209】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、リンクケース伸長モジュールおよび複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々の材料は、リンクケースエンドモジュールの材料よりも高い剛性（ばね係数）を有する。

【0210】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、リンクケース伸長モジュールおよび複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々の材料は、ブーリシステムのブーリトランスマッショングの材料の剛性に相応した剛性を有する。

【0211】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、リンクケース伸長モジュールおよび複数の異なる交換可能なリンクケース伸長モジュールの各々は、ステンレス鋼で作られたボックス形状の断面を有する。

【0212】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、ブーリトランスマッショングは、左右対称に可撓性のブーリトランスマッショングであり、モジュール式複合アームリンクケーシングは、コンパクトで実質的に左右対称な断面を有する、ブーリシステムのブーリホイールを接続する、左右対称に可撓性のブーリトランスマッショングに相応する、選択された所定のアーム

10

20

30

40

50

ム長さに対するコンパクトな高さを有する薄型ケーシングである。

【0213】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、コンパクトな高さは、同等の長さを有する同等数のブーリシステムに対するバンドブーリトランスマッショングのハウジング高さよりも低い。

【0214】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、ブーリホイールを接続する可撓性のブーリトランスマッショングは、ケーブルまたはワイヤのブーリトランスマッショングである。

【0215】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、モジュール式複合アームリンクケーシングは、リンクケースエンドモジュールの少なくとも1つに収容されたブーリシステムの、クロスローラベアリングが取り付けられたブーリホイールに相応する選択された所定のアーム長さに対するコンパクトな高さを有する薄型ケーシングである。

10

【0216】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、ブーリシステムのブーリホイールの少なくとも1つには、ブーリホイールのうちの少なくとも1つの位置および位置合わせが、クロスローラベアリングとの係合に依存し、クロスローラベアリングとの係合によって制御されるように、クロスローラベアリングが取り付けられている。

【0217】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、ブーリシステムのブーリホイールのブーリホイールに対するブーリトランスマッショングの係合は、ブーリホイールの少なくとも1つの上のブーリトランスマッショングの巻き付き位置と巻き付き解除位置との間のブーリホイールの少なくとも1つの少なくとも360°の回転を介したブーリシステムのブーリホイールの少なくとも1つの回転を決定するように配置されている。

20

【0218】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、ブーリシステムのブーリホイールのブーリホイールに対するブーリトランスマッショングの係合は、ブーリホイールの少なくとも1つの上のブーリトランスマッショングの巻き付き位置と巻き付き解除位置との間の少なくとも1つの可動アームリンクに対するエンドエフェクタの少なくとも360°の回転を介したエンドエフェクタの回転を決定するように配置されている。

30

【0219】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、基板搬送装置は、
フレームと、

フレームに接続された駆動セクションと、

アッパーアームおよびフォアアームを有する少なくとも1つの関節式マルチリンクアームであって、アッパーアームが、一端で駆動セクションに回転可能に接合され、フォアアームが、アッパーアームの対向する端部でアッパーアームに回転可能に接合され、アッパーアームが、一端と対向する端部との間で実質的に剛性の非関節リンクであり、アッパーアームおよびフォアアームの1つまたは複数が、端部連結部および中央アームセクションを含み、中央アームセクションが、各々が関節中心間のそれぞれのアームリンク長さを画定するよう異なる長さを有する、複数の異なる中央アームセクションから選択可能である、少なくとも1つの関節式マルチリンクアームと、

40

フォアアームに回転可能に接合された少なくとも1つのエンドエフェクタリンクと、を備える。

【0220】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、少なくとも1つのエンドエフェクタリンクは、互いに別個で異なるデュアルエンドエフェクタリンクを含み、その各々は、共通の回転軸を中心にフォアアームに対して回転するように、フォアアームの共通の端部に回転可能かつ別個に接合されており、各エンドエフェクタリンクは、それに従属した対応する少なくとも1つの基板保持ステーションを有する。

50

【 0 2 2 1 】

本開示の 1 つまたは複数の態様によれば、デュアルエンドエフェクタリンクの少なくとも 1 つのエンドエフェクタリンクに従属した対応する少なくとも 1 つの基板保持ステーションは、少なくとも 1 つのエンドエフェクタリンクの対向する両端部に 1 つの基板保持ステーションを含み、少なくとも 1 つのエンドエフェクタリンクは、対向する両端部間で、実質的に剛性であり、非関節式であり、対向する両端部の 1 つにおける基板保持ステーションは、互いに別個で異なるエンドエフェクタリンクの対応する少なくとも 1 つの基板保持ステーションと略同一平面上にある。

【 0 2 2 2 】

本開示の 1 つまたは複数の態様によれば、デュアルエンドエフェクタリンクは、マルチリンクアームの半径方向の伸長および収縮が、実質的に共通のレベルで互いに並置されている、搬送チャンバ壁におけるそれぞれの別個の開口部を通る各エンドエフェクタリンクの対応する少なくとも 1 つの基板保持ステーションの略同時の伸長および収縮をもたらすように配置されている。

10

【 0 2 2 3 】

本開示の 1 つまたは複数の態様によれば、少なくとも 1 つのエンドエフェクタリンクの対向する両端部における基板保持ステーションは、互いに略同一平面上にある。

【 0 2 2 4 】

本開示の 1 つまたは複数の態様によれば、少なくとも 1 つのエンドエフェクタリンクの対向する両端部における基板保持ステーションは、互いに別個で異なるエンドエフェクタリンクの対応する少なくとも 1 つの基板保持ステーションと略同一平面上にある。

20

【 0 2 2 5 】

本開示の 1 つまたは複数の態様によれば、各々の別個で異なるエンドエフェクタリンクの対応する少なくとも 1 つの基板保持ステーションは、少なくとも 1 つのエンドエフェクタリンクの対向する両端部における 1 つの基板保持ステーションを含み、別個で異なるエンドエフェクタリンクの各々は、対向する両端部間で、実質的に剛性であり、非関節式である。

【 0 2 2 6 】

本開示の 1 つまたは複数の態様によれば、駆動セクションは、少なくとも 1 つのエンドエフェクタリンクのもう 1 つのエンドエフェクタリンクに対する独立した自由度を画定する多軸駆動セクションである。

30

【 0 2 2 7 】

本開示の 1 つまたは複数の態様によれば、各エンドエフェクタリンクに対する独立した自由度は、デュアルエンドエフェクタリンクの各 1 つの対応する少なくとも 1 つの基板保持ステーションでの独立した自動ウエハセンタリングを可能にする。

【 0 2 2 8 】

本開示の 1 つまたは複数の態様によれば、駆動セクションは、搬送チャンバ壁におけるそれぞれの別個の開口部を通る、デュアルエンドエフェクタリンクの各々の対応する少なくとも 1 つの基板保持ステーションの略同時の伸長と略一致する、デュアルエンドエフェクタリンクの各 1 つの対応する少なくとも 1 つの基板保持ステーションでの独立した自動ウエハセンタリングをもたらすように構成された多軸駆動セクションである。

40

【 0 2 2 9 】

本開示の 1 つまたは複数の態様によれば、基板搬送装置は、駆動セクションに動作可能に連結され、搬送チャンバ壁におけるそれぞれの別個の開口部を通るデュアルエンドエフェクタリンクの対応する少なくとも 1 つの基板保持ステーションにより第 1 のデュアル基板を略同時にピッキングまたは配置するためにマルチリンクアームを伸長させるように構成されている、コントローラをさらに備える。

【 0 2 3 0 】

本開示の 1 つまたは複数の態様によれば、コントローラは、第 1 のデュアル基板と、デュアルエンドエフェクタリンクの対応する少なくとも 1 つの基板保持ステーションに保持

50

された少なくとも 1 つの第 2 の基板とを、第 1 のデュアル基板が、デュアルエンドエフェクターリンクの対応する少なくとも 1 つの基板保持ステーション上に同時に保持された状態で、それぞれの別個の開口部に通して、略同時に高速スワッピングするように構成されている。

【 0 2 3 1 】

本開示の 1 つまたは複数の態様によれば、基板処理装置は、搬送チャンバであって、その中に隔離された雰囲気を保持するように構成され、複数の基板搬送開口部を備えた側壁を有し、複数の基板搬送開口部が、共通のレベルで側壁に沿って互いに対して別個に並置されている、搬送チャンバと、

固定位置で搬送チャンバに接続された駆動セクションを備え、搬送チャンバに配置されたアッパー・アームおよびフォア・アームを有する、少なくとも 1 つの関節式マルチリンクアームであって、アッパー・アームが、一端で駆動セクションに回転可能に接合され、フォア・アームが、アッパー・アームの対向する端部でアッパー・アームに回転可能に接合され、アッパー・アームが、一端と対向する端部との間で実質的に剛性の非関節リンクであり、アッパー・アームおよびフォア・アームの 1 つまたは複数が、端部連結部および中央アームセクションを含み、中央アームセクションが、各々が関節中心間のそれぞれのアームリンク長さを固定するように異なる長さを有する、複数の異なる中央アームセクションから選択可能である、少なくとも 1 つの関節式マルチリンクアームと、を備え、

マルチリンクアームは、複数の別個で異なるエンドエフェクターリンクを有し、その各々は、関節で共通の回転軸を中心にフォア・アームに対して回転するように、フォア・アームの共通の端部で関節に回転可能かつ別個に接合され、各エンドエフェクターリンクは、それに従属した、対応する少なくとも 1 つの基板保持ステーションを有し、複数のエンドエフェクターリンクが互いに対して共通の平面に沿って並置されるように、関節から伸長する。

【 0 2 3 2 】

本開示の 1 つまたは複数の態様によれば、駆動セクションは、半径方向軸に沿ってマルチリンクアームを少なくとも伸長および収縮させるように構成され、その伸長および収縮は、それぞれ、側壁に沿って並置された別個の開口部を通る、各エンドエフェクターリンクの対応する少なくとも 1 つの基板保持ステーションの略同時の伸長および収縮をもたらし、駆動セクションはまた、複数のエンドエフェクターリンクのうちの別のエンドエフェクターリンクに対して、対応する基板保持ステーションの少なくとも 1 つを独立して整列させるように構成されている。

【 0 2 3 3 】

本開示の 1 つまたは複数の態様によれば、駆動セクションは、エンドエフェクターリンクの各々の対応する少なくとも 1 つの基板保持ステーションを、エンドエフェクターリンクのうちの別のエンドエフェクターリンクの対応する基板保持ステーションに対して、独立して整列させるように構成されている。

【 0 2 3 4 】

本開示の 1 つまたは複数の態様によれば、エンドエフェクターリンクの少なくとも 1 つに従属した対応する少なくとも 1 つの基板保持ステーションは、対向する両端部間で、実質的に剛性であり、非関節式である、エンドエフェクターリンクの少なくとも 1 つの対向する両端部において 1 つの基板保持ステーションを含む。

【 0 2 3 5 】

本開示の 1 つまたは複数の態様によれば、対向する両端部の 1 つにおける対応する少なくとも 1 つの基板保持ステーションは、互いに別個で異なるエンドエフェクターリンクの対応する少なくとも 1 つの基板保持ステーションと略同一平面上にある。

【 0 2 3 6 】

本開示の 1 つまたは複数の態様によれば、エンドエフェクターリンクの少なくとも 1 つの対向する両端部における対応する少なくとも 1 つの基板保持ステーションは、互いに略同一平面上にある。

【 0 2 3 7 】

10

20

30

40

50

本開示の 1 つまたは複数の態様によれば、駆動セクションは、少なくとも 1 つのエンドエフェクタリンクの、別のエンドエフェクタリンクに対する独立した自由度を画定する多軸駆動セクションである。

【 0 2 3 8 】

本開示の 1 つまたは複数の態様によれば、各エンドエフェクタリンクに対する独立した自由度は、複数の別個で異なるエンドエフェクタリンクの各 1 つの対応する少なくとも 1 つの基板保持ステーションでの独立した自動ウエハセンタリングを可能にする。

【 0 2 3 9 】

本開示の 1 つまたは複数の態様によれば、駆動セクションは、搬送チャンバの側壁におけるそれぞれの基板搬送開口部を通る、複数の別個で異なるエンドエフェクタリンクの各々の対応する少なくとも 1 つの基板保持ステーションの略同時の伸長と略一致する、複数の別個で異なるエンドエフェクタリンクの各 1 つの対応する少なくとも 1 つの基板保持ステーションでの独立した自動ウエハセンタリングをもたらすように構成された多軸駆動セクションである。

10

【 0 2 4 0 】

本開示の 1 つまたは複数の態様によれば、基板搬送装置は、駆動セクションに動作可能に連結され、搬送チャンバの側壁におけるそれぞれの基板搬送開口部を通して、複数の別個で異なるエンドエフェクタリンクの対応する少なくとも 1 つの基板保持ステーションにより第 1 のデュアル基板を略同時にピッキングまたは配置するために、マルチリンクアームを伸長させるように構成されている、コントローラをさらに備える。

20

【 0 2 4 1 】

本開示の 1 つまたは複数の態様によれば、コントローラは、第 1 のデュアル基板を、複数の別個で異なるエンドエフェクタリンクの対応する少なくとも 1 つの基板保持ステーション上に同時に保持された状態で、それぞれの基板搬送開口部を通して、複数の別個で異なるエンドエフェクタリンクの対応する少なくとも 1 つの基板保持ステーションに保持された少なくとも 1 つの第 2 の基板と略同時に高速スワッピングするように構成されている。

【 0 2 4 2 】

本開示の 1 つまたは複数の態様によれば、アッパー アームおよびフォア アームの 1 つまたは複数は、共通の回転軸を中心としたデュアルエンドエフェクタリンクのうちの少なくとも 1 つの + / - 160° を超える回転をもたらす少なくとも 1 つのケーブルおよびブーリトランスマッショナを含む。

30

【 0 2 4 3 】

本開示の 1 つまたは複数の態様によれば、少なくとも 1 つのケーブルおよびブーリトランスマッショナの各々は、ブーリとブーリに巻き付けられた対向するケーブルセグメントとを含む。

【 0 2 4 4 】

本開示の 1 つまたは複数の態様によれば、各ブーリはガイド溝を含み、ガイド溝において、対向するケーブルのそれぞれ 1 つが受容され、それぞれのブーリの巻き付き運動でガイドされる。

40

【 0 2 4 5 】

本開示の 1 つまたは複数の態様によれば、対向するケーブルセグメントの 1 つまたは複数はインラインケーブルテンショナを含む。

【 0 2 4 6 】

本開示の 1 つまたは複数の態様によれば、インラインケーブルテンショナはターンバッカルケーブルテンショナを備える。

【 0 2 4 7 】

本開示の 1 つまたは複数の態様によれば、インラインケーブルテンショナは弾性ケーブルテンショナを備える。

【 0 2 4 8 】

本開示の 1 つまたは複数の態様によれば、ブーリの 1 つまたは複数はクロスローラブー

50

リを備える。

【0249】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、少なくとも1つの関節式マルチリンクアームは、少なくとも1つの関節式マルチリンクアームの関節継ぎ手に少なくとも1つのクロスローラベアリングを備える。

【0250】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、基板搬送装置は、

フレームと、

フレームに接続された駆動セクションと、

第1のアームリンクおよび第2のアームリンクを有する少なくとも1つの2リンクスカラアームであって、第1のアームリンクおよび第2のアームリンクがスカラアームのエルボ関節で互いに接合され、第1のアームリンクがショルダ関節で駆動セクションに接合されている、少なくとも1つの2リンクスカラアームと、

10

互いに別個で異なる複数のエンドエフェクタリンクであって、その各々が、共通のリスト関節で共通の回転軸を中心に第2のアームリンクに対して回転するように、共通のリスト関節で第2のアームリンクに回転可能かつ別個に接合されており、各エンドエフェクタが、それに従属した対応する少なくとも1つの基板保持ステーションを有する、複数のエンドエフェクタリンクと、を備え、

エルボ関節、ショルダ関節および共通のリスト関節のうちの1つまたは複数は、クロスローラベアリングを含み、クロスローラベアリングは、少なくとも1つの2リンクスカラアームの駆動トランスミッションのブーリを形成する。

20

【0251】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、トランスミッションは、ケーブルおよびブーリトランスミッションを備え、ケーブルは、クロスローラベアリングの外周面の周りに巻き付けられる。

【0252】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、ケーブルは、対向する巻き付き方向にクロスローラベアリングの周りに巻き付けられる2つの対向するケーブルセグメントを備える。

【0253】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、対向するケーブルセグメントの1つまたは複数はインラインケーブルテンショナを含む。

30

【0254】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、インラインケーブルテンショナはターンバッカルケーブルテンショナを備える。

【0255】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、インラインケーブルテンショナは弾性ケーブルテンショナを備える。

【0256】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、ケーブルおよびブーリトランスミッションは、共通の回転軸を中心にした複数のエンドエフェクタリンクのうちの少なくとも1つの+/-160°を超える回転をもたらす。

40

【0257】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、第1のアームリンクおよび第2のアームリンクの1つまたは複数は、端部連結部および中央アームセクションを含み、中央アームセクションは、各々が関節中心間のそれぞれのアームリンク長さを画定するように異なる長さを有する、複数の異なる中央アームセクションから選択可能である。

【0258】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、複数のエンドエフェクタリンクの各々に従属した対応する少なくとも1つの基板保持ステーションは、複数のエンドエフェクタリンクの対応する少なくとも1つの基板保持ステーションのうちの少なくとも3つによって決定

50

された共通の平面上の、複数のエンドエフェクタリンクの互いに従属した対応する少なくとも1つの基板保持ステーションと略同一平面上に配置されている。

【0259】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、対応する少なくとも1つの基板保持ステーションのうちの少なくとも3つのうちの2つの基板保持ステーションは、複数のエンドエフェクタリンクの共通のエンドエフェクタリンクに対応している。

【0260】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、2つの基板保持ステーションは、共通のエンドエフェクタリンクの対向する両端部にそれぞれ1つずつ配置されている。

【0261】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、共通のエンドエフェクタリンクの対向する両端部における2つの基板保持ステーションは、互いに略同一平面上にある。

【0262】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、共通のエンドエフェクタリンクの対向する両端部における2つの基板保持ステーションは、互いに別個で異なるエンドエフェクタリンクの対応する少なくとも1つの基板保持ステーションと略同一平面上にある。

【0263】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、共通のエンドエフェクタリンクは、対向する両端部間で、実質的に剛性であり、非関節式である。

【0264】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、複数のエンドエフェクタリンクは、スカラームの半径方向の伸長および収縮が、実質的に共通のレベルで互いに並置されている、搬送チャンバ壁におけるそれぞれの別個の開口部を通る各エンドエフェクタリンクの対応する少なくとも1つの基板保持ステーションの略同時の伸長および収縮をもたらすように配置されている。

【0265】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、駆動セクションは、複数のエンドエフェクタリンクのうちの少なくとも1つのエンドエフェクタリンクの、別のエンドエフェクタリンクに対する独立した自由度を画定する多軸駆動セクションである。

【0266】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、各エンドエフェクタリンクに対する独立した自由度は、複数のエンドエフェクタリンクの各1つの対応する少なくとも1つの基板保持ステーションでの独立した自動ウエハセンタリングを可能にする。

【0267】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、駆動セクションは、搬送チャンバ壁におけるそれぞれの別個の開口部を通る、複数のエンドエフェクタリンクの各々の対応する少なくとも1つの基板保持ステーションの略同時の伸長と略一致する、複数のエンドエフェクタリンクの各1つの対応する少なくとも1つの基板保持ステーションでの独立した自動ウエハセンタリングをもたらすように構成された多軸駆動セクションである。

【0268】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、基板搬送装置は、駆動セクションに動作可能に連結され、搬送チャンバ壁におけるそれぞれの別個の開口部を通して、複数のエンドエフェクタリンクの対応する少なくとも1つの基板保持ステーションにより第1のデュアル基板を略同時にピッキングまたは配置するためにスカラームを伸長させるように構成されている、コントローラをさらに備える。

【0269】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、コントローラは、第1のデュアル基板と、複数のエンドエフェクタリンクの対応する少なくとも1つの基板保持ステーションに保持された少なくとも1つの第2の基板とを、第1のデュアル基板が、複数のエンドエフェクタリンクの対応する少なくとも1つの基板保持ステーション上に同時に保持された状態で、

10

20

30

40

50

それぞれの別個の開口部に通して、略同時に高速スワッピングするように構成されている。

【0270】

本開示の1つまたは複数の態様によれば、基板搬送装置は、
支持フレームと、
支持フレームに接続され、少なくとも1つの可動アームリンクと、少なくとも1つの可動アームリンクに接続され、基板保持ステーションが上に配置されたエンドエフェクタとを有する、関節式アームと、を備え、

少なくとも1つの可動アームリンクは、モジュール式複合アームリンクケーシングを有し、モジュール式複合アームリンクケーシングが、少なくとも1つの押し出し成型されたアームケーシングコンポーネントと、モジュール式複合アームリンクケーシングの実質的に端から端まで、押し出し成型されたアームケーシングコンポーネント内に収容され、押し出し成型されたアームケーシングコンポーネントを通じて伸長するブーリシステムとを有し、ブーリシステムは、モジュール式複合アームリンクケーシングに取り付けられて係合され、駆動セクションによって動力を供給されて、ブーリシステムが少なくとも1つの可動アームリンクまたは少なくとも1つの可動アームリンクに対するエンドエフェクタの関節運動をもたらすように配置され、

モジュール式複合アームリンクケーシングは、少なくとも1つの押し出し成型されたアームケーシングコンポーネントによって接続されたリンクケースエンドモジュールを含み、少なくとも1つの押し出し成型されたアームケーシングコンポーネントは、モジュール式複合アームリンクケーシングを形成するためにリンクケースエンドモジュールの各々に機械的に固定され、形成されたモジュール式複合アームリンクケーシングが、モジュール式複合アームリンクケーシングの端部においてリンクケースエンドモジュールに収容されたブーリシステムのブーリホイールを接続するブーリトランスマッションのミスマライメント公差に適合するように配置されている。

【0271】

前述の説明が、本開示の態様の例示にすぎないことが理解されるべきである。本開示の態様から逸脱することなく、当業者によってさまざまな代替および補正が企図され得る。したがって、本開示の態様は、本明細書に添付された任意の請求項の範囲内にあるすべてのそのような代替、補正、および変形を包含することを意図している。さらに、異なる特徴が相互に異なる従属請求項または独立請求項に記載されているという単なる事実は、これらの特徴の組み合わせが利点を有して使用することができず、そのような組み合わせが本開示の態様の範囲内にとどまることを示すものではない。

10

20

30

40

50

【図面】

【図 1 A】

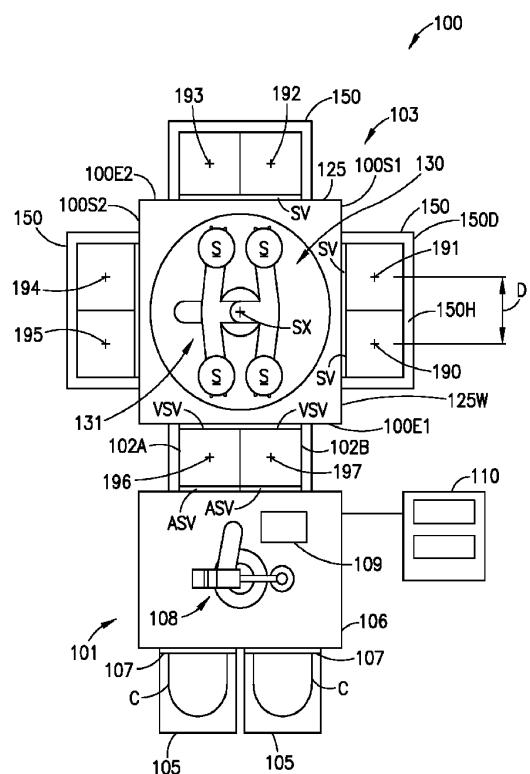


FIG.1A

【図 1 B】

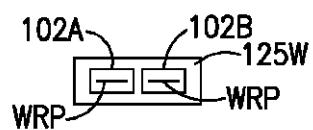


FIG.1B

【図 1 C】

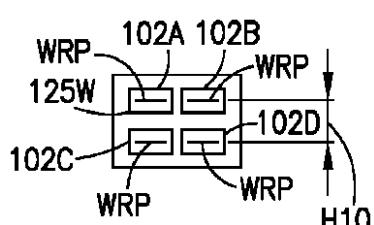


FIG.1C

【図 2 A】

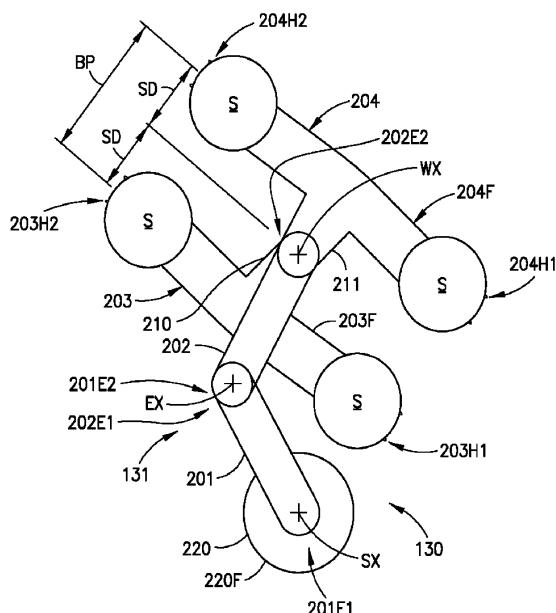


FIG.2A

10

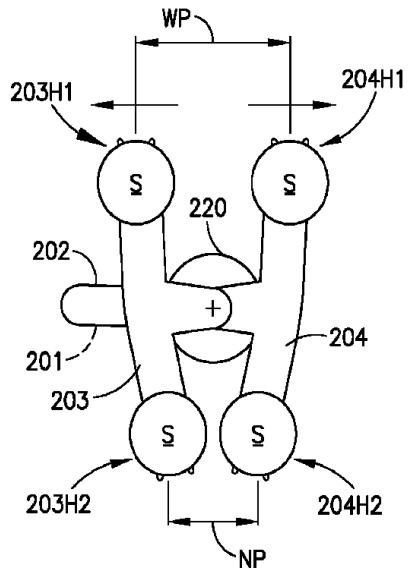
20

30

40

50

【図2B】



【 図 2 C 】

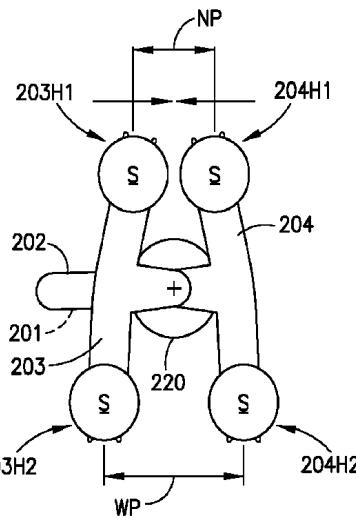
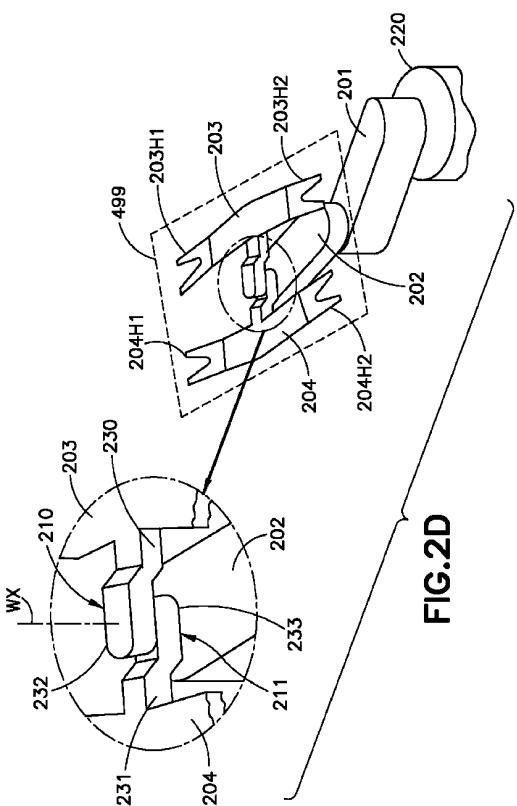
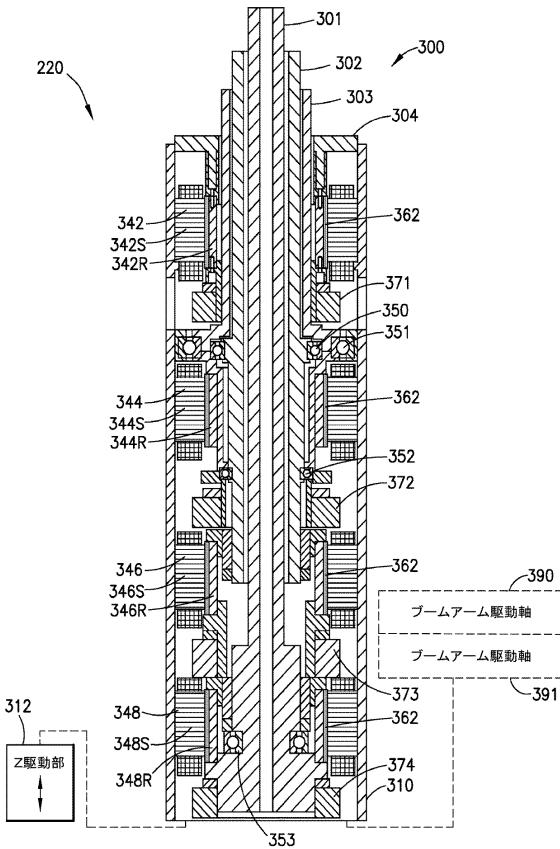


FIG.2B

【図2D】



【図3】



10

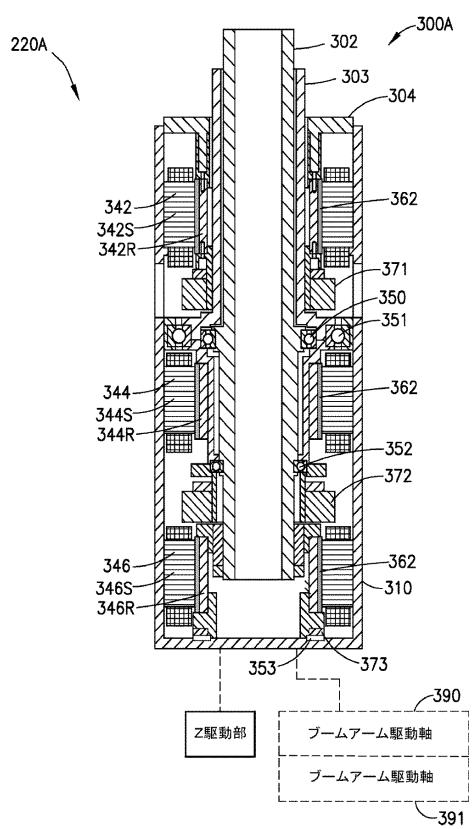
20

30

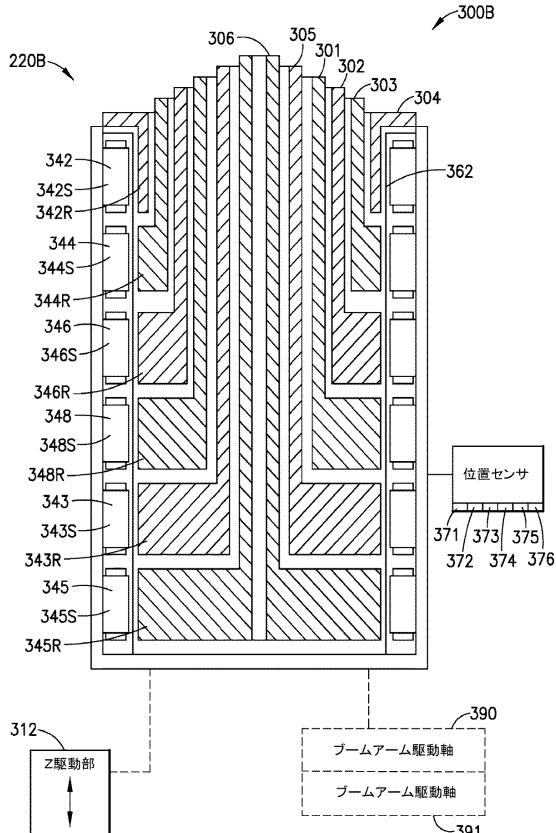
40

50

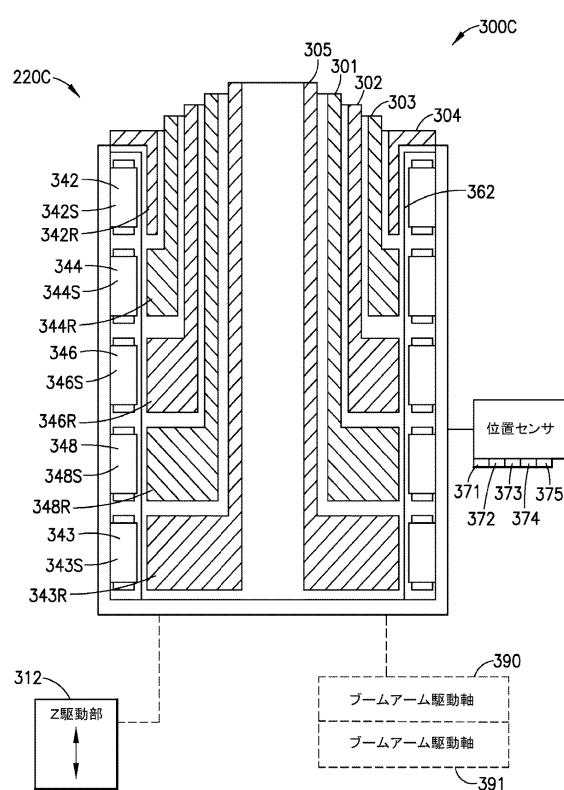
【図3A】



【図3B】



【図3C】



【図4】

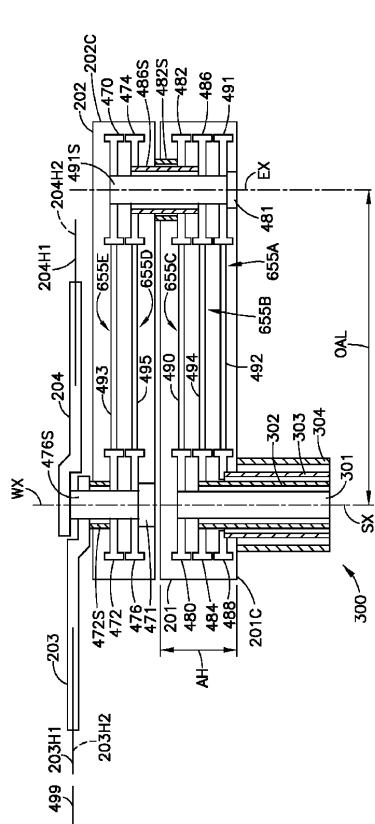
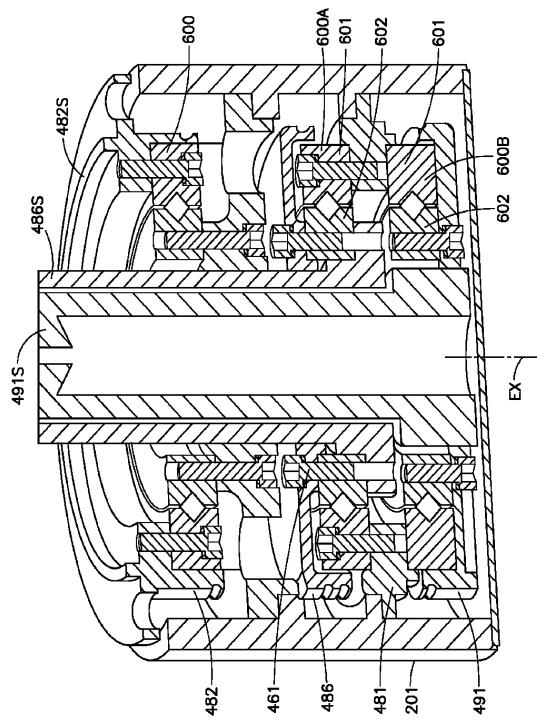
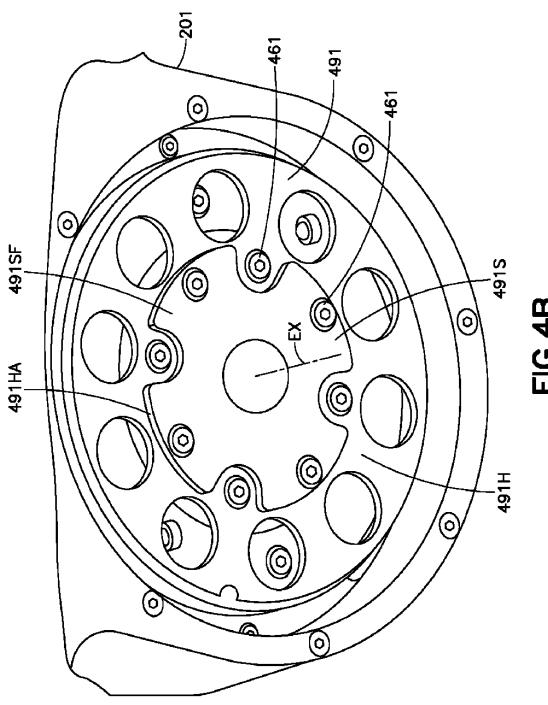


FIG.4

【図 4 A】



【図 4 B】



10

20

【図 5 A】

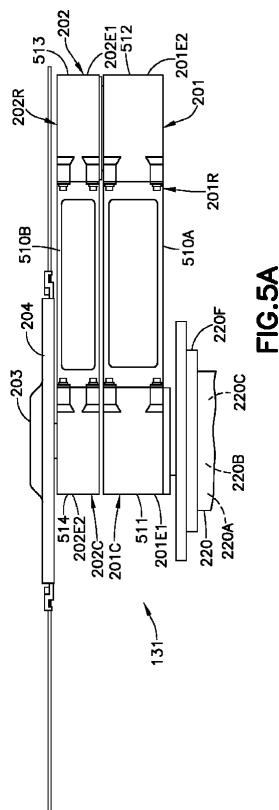


FIG.5A

【図 5 B】

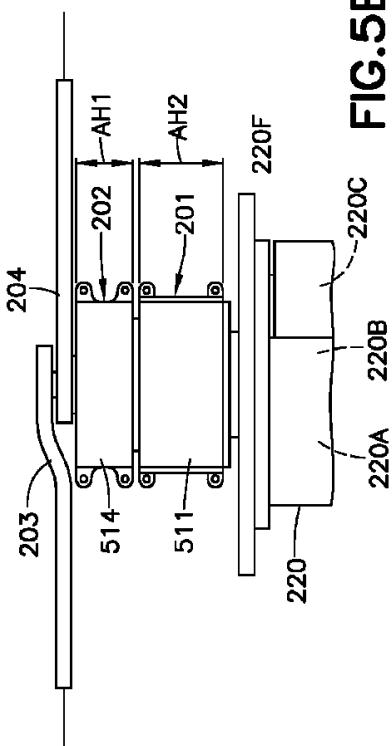


FIG.5B

30

40

50

【図 5 C】

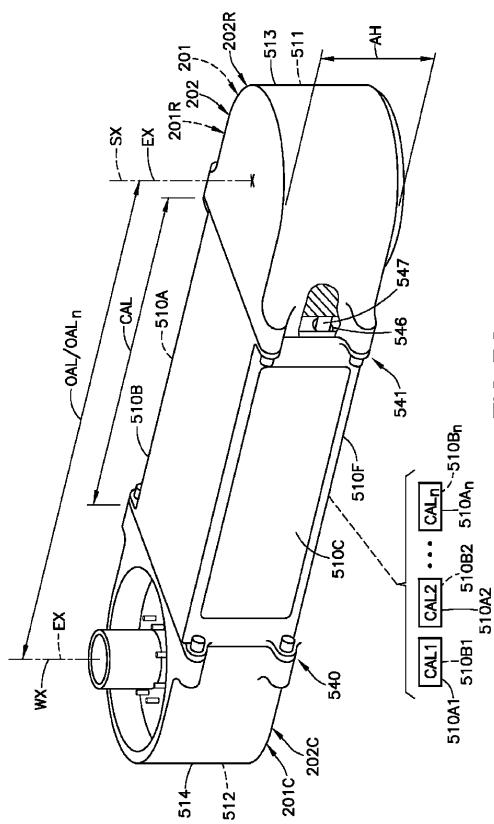


FIG.5C

【図 5 D】

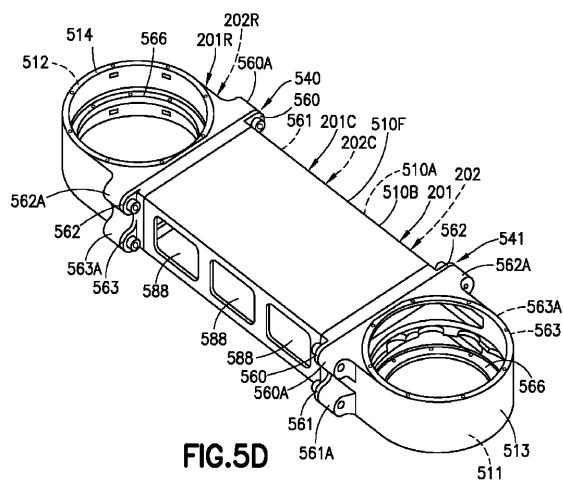


FIG.5D

10

20

【図 5 E】

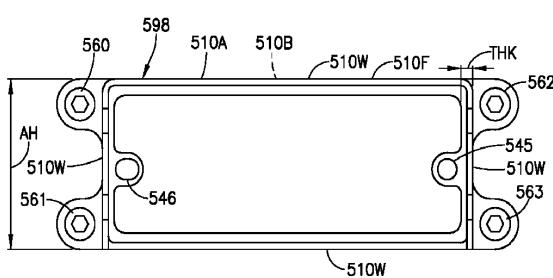


FIG.5E

【図 5 F】

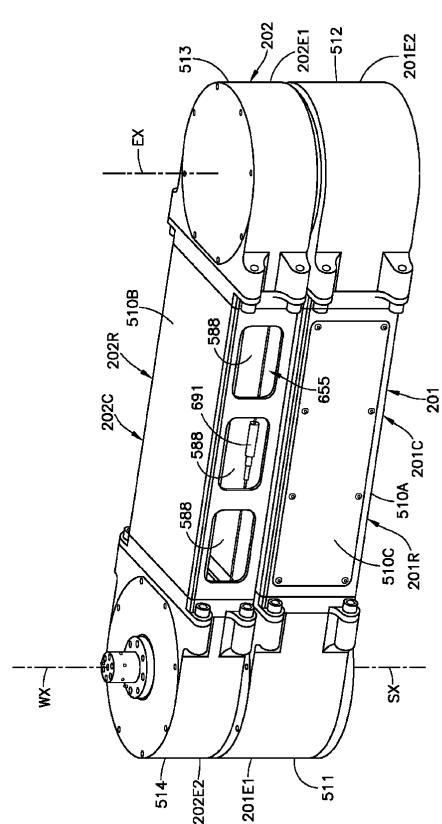


FIG.5F

30

40

50

【図 6 A】

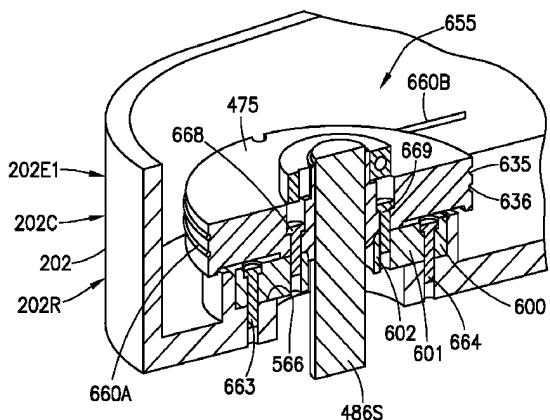


FIG.6A

【図 6 B】

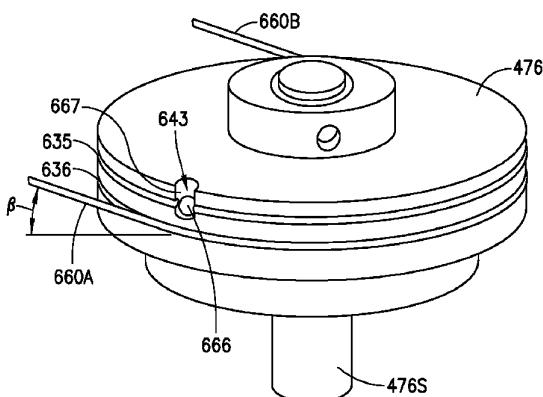
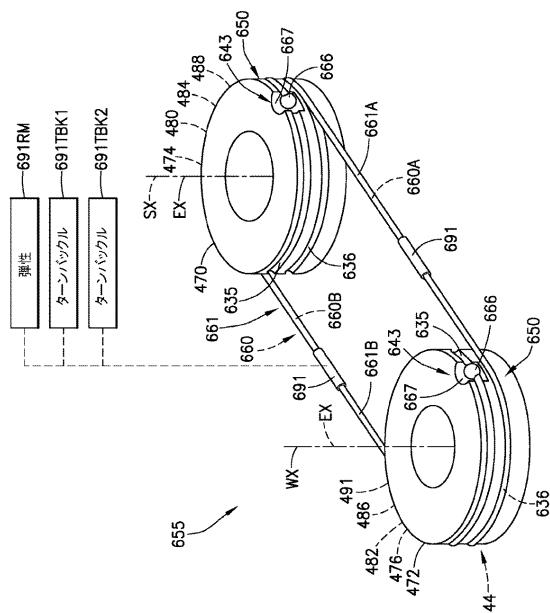


FIG.6B

【図 6 C】



【図 6 E】

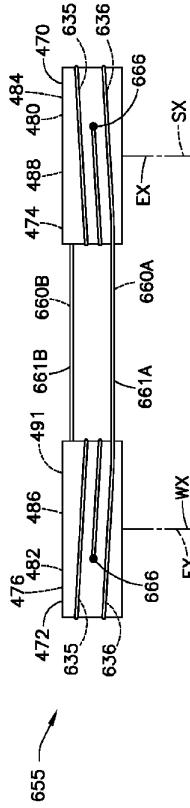


FIG. 6E

【図 6 F】

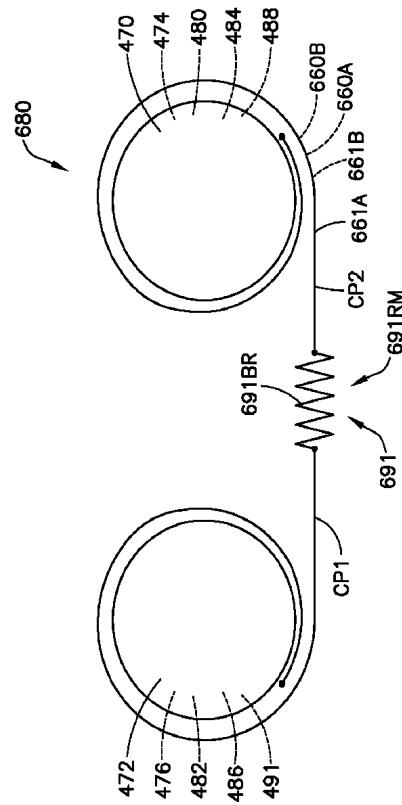


FIG. 6

【図 6 G】

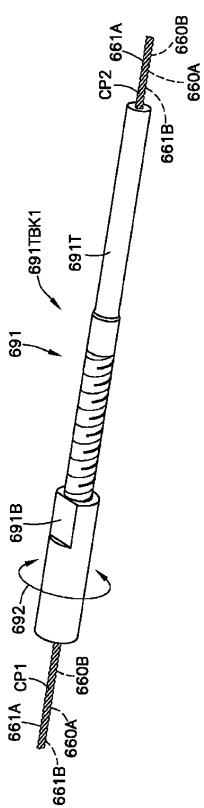


FIG. 6G

【図6H】

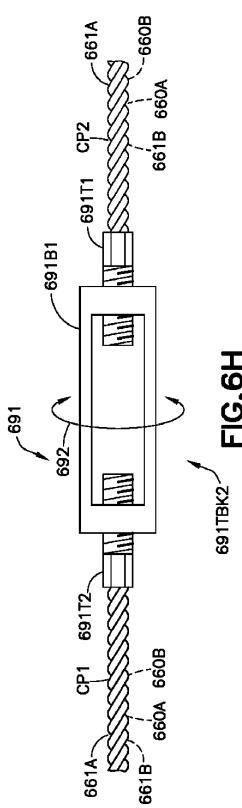


FIG. 6H

10

20

30

40

50

【図 6 I】

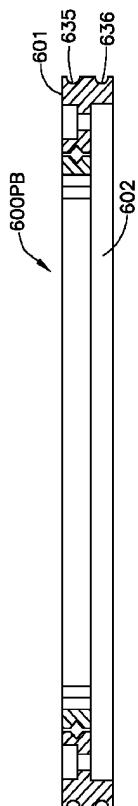


FIG.6I

【図 6 J】

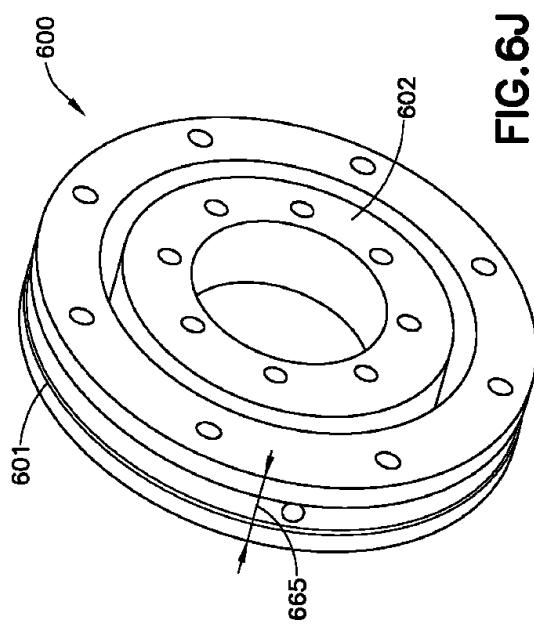


FIG.6J

10

20

30

40

【図 7 A】

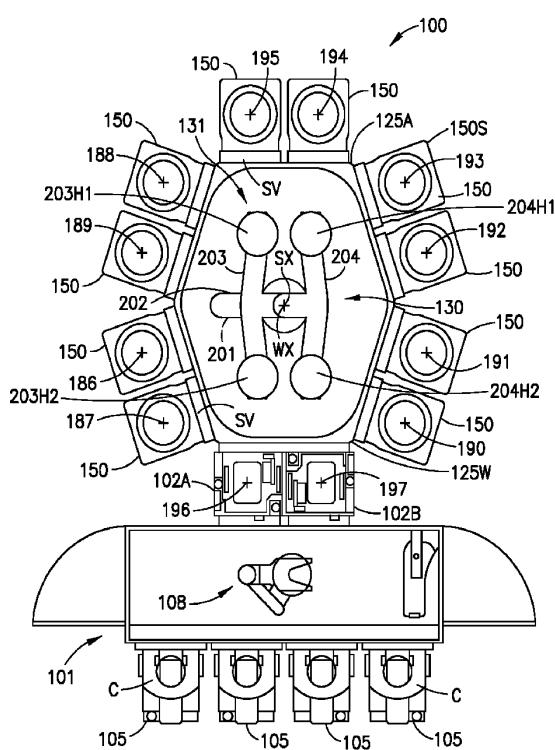


FIG.7A

【図 7 B】

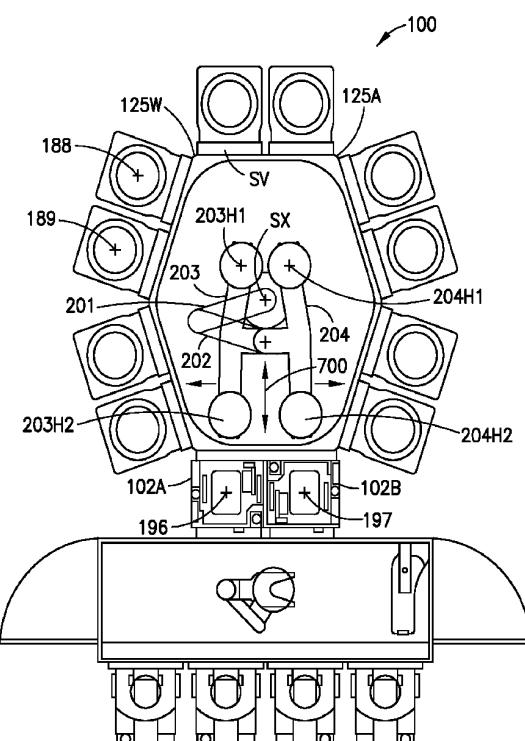


FIG.7B

50

【図 7 C】

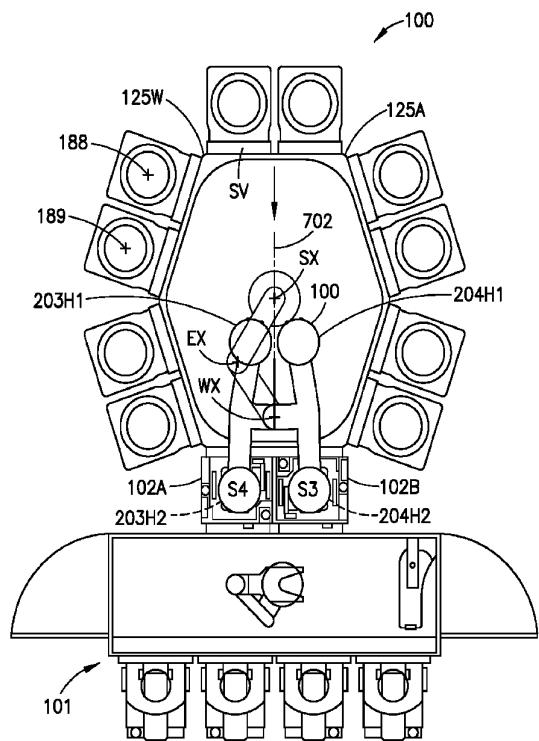


FIG.7C

【図 7 D】

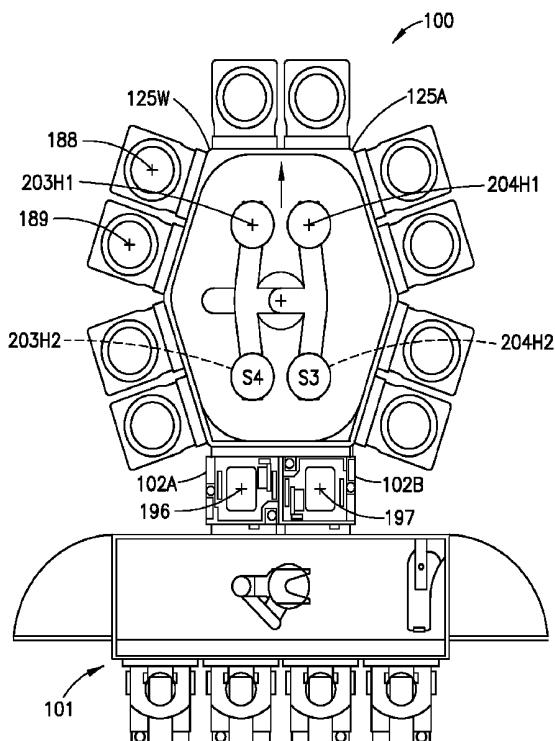


FIG.7D

【図 7 E】

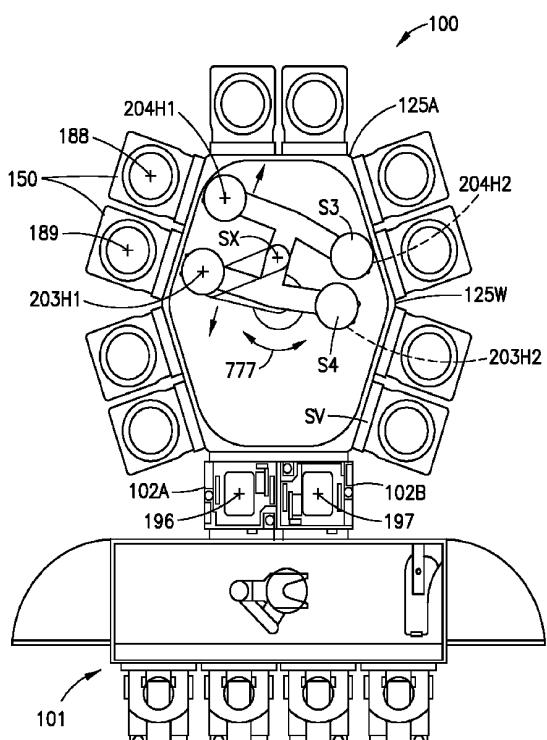


FIG.7E

【図 7 F】

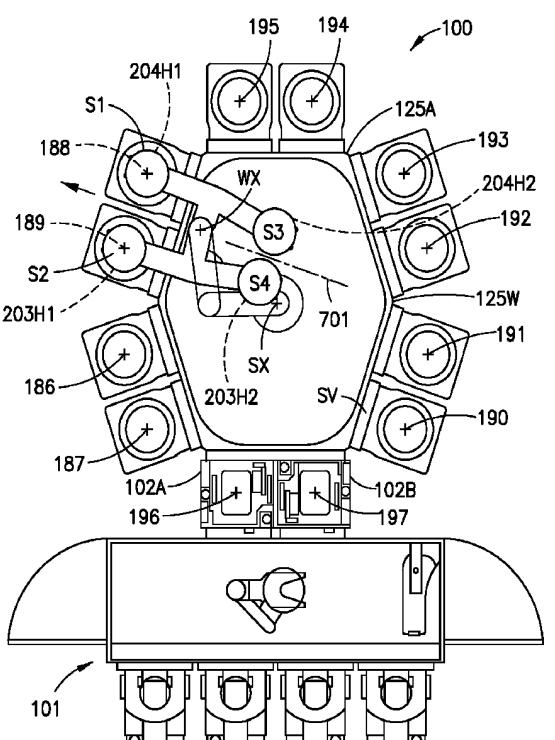


FIG.7F

【図 7 G】

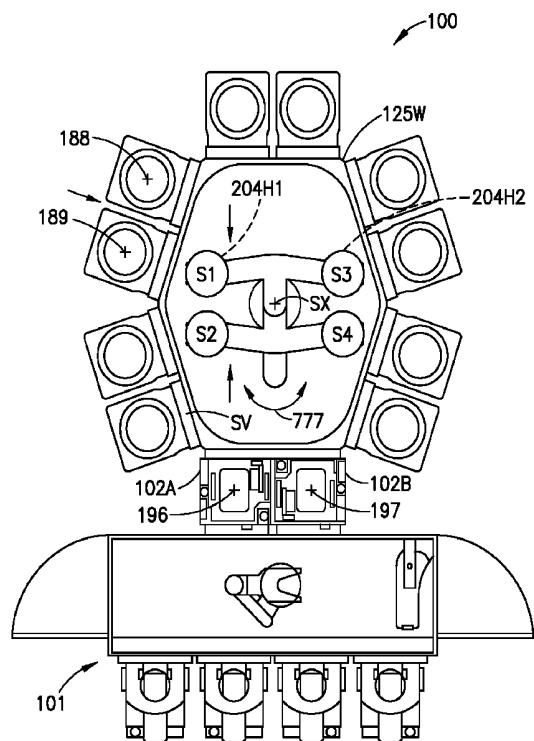


FIG.7G

【図 7 H】

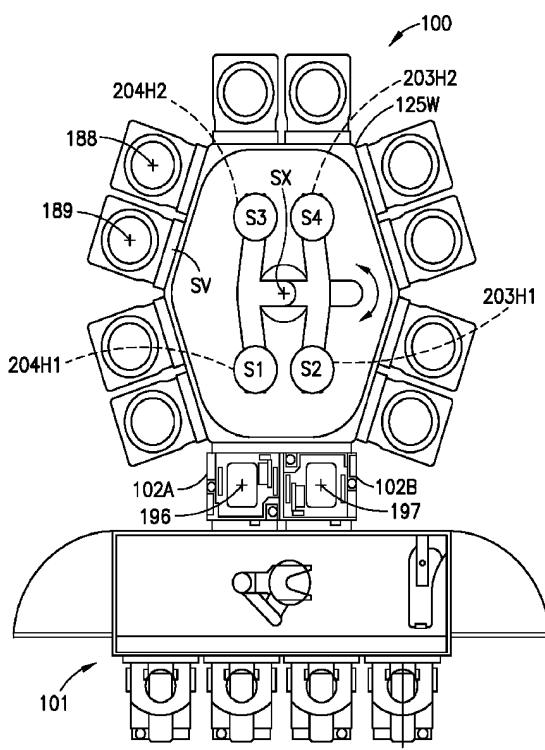


FIG.7H

10

20

【図 7 I】

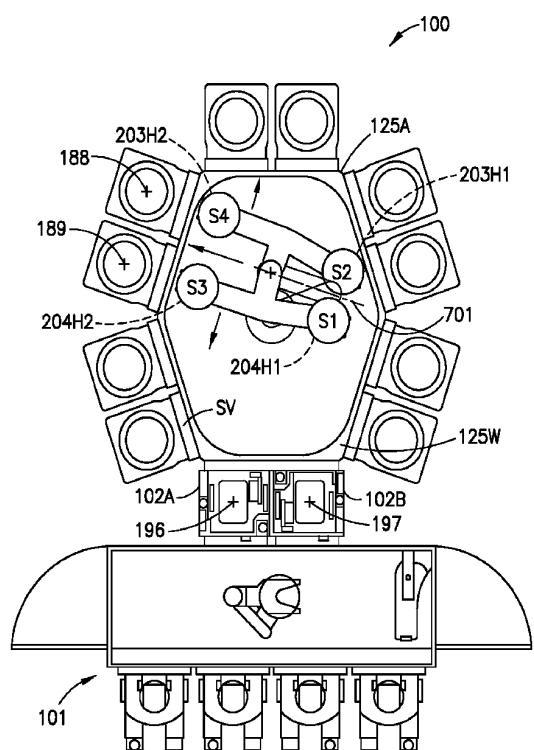


FIG.7I

【図 7 J】

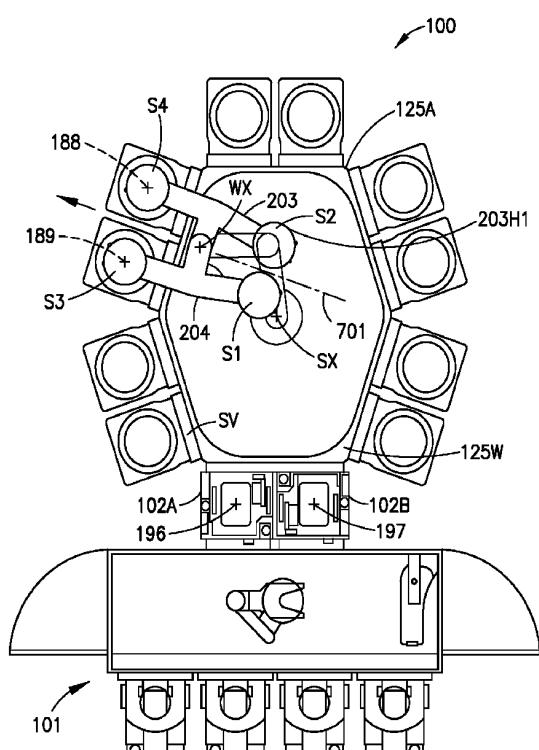


FIG.7J

30

40

50

【図 7 K】

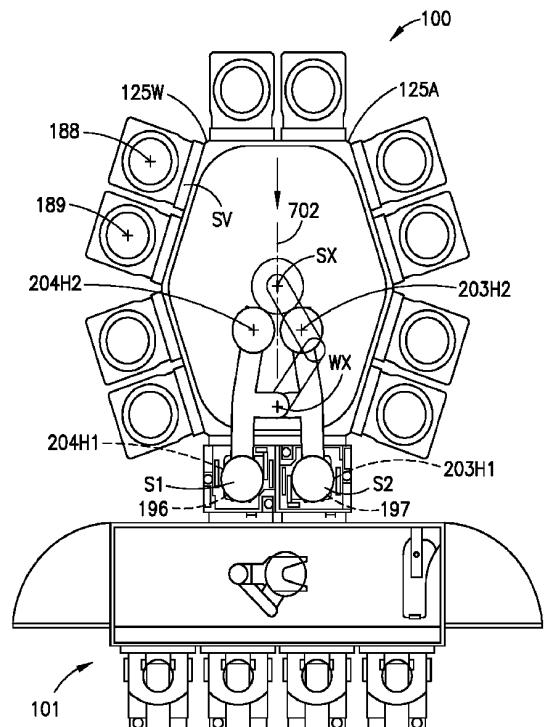


FIG.7K

【図 7 L】

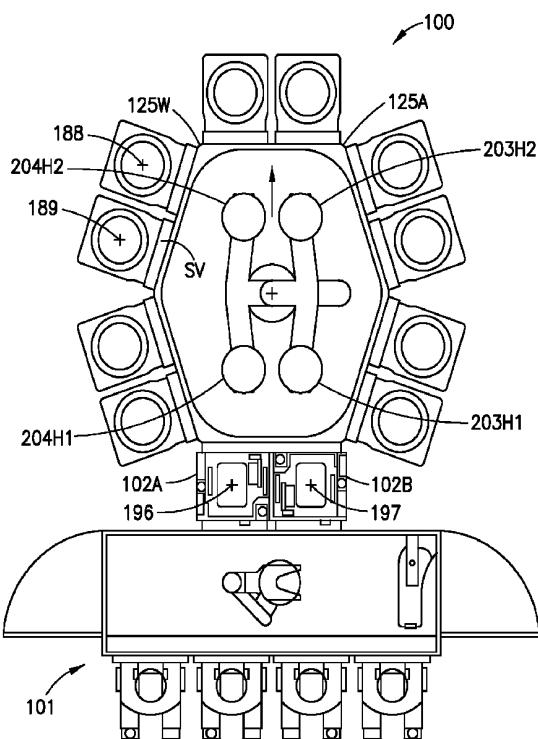


FIG.7L

【図 8】

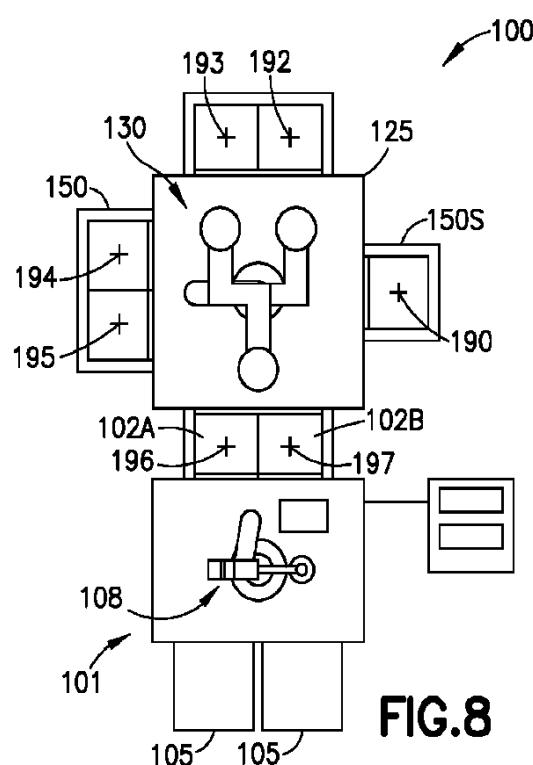


FIG.8

【図 9】

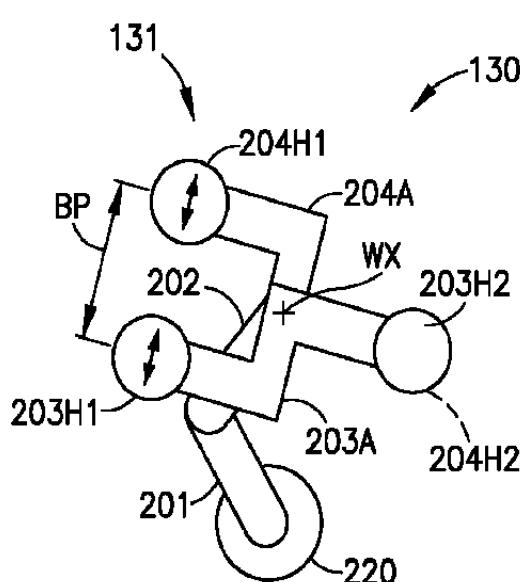
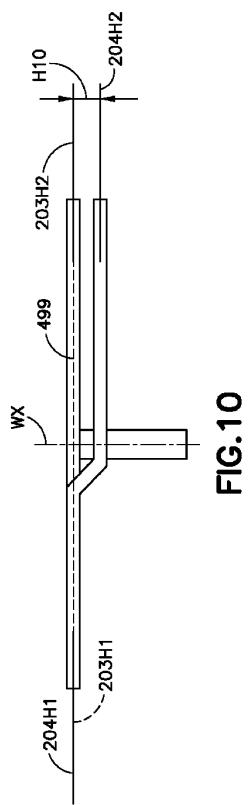
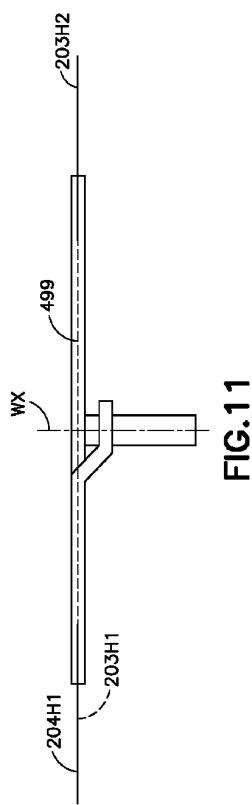


FIG.9

【図 1 0】



【図 1 1】



10

20

【図 1 2】

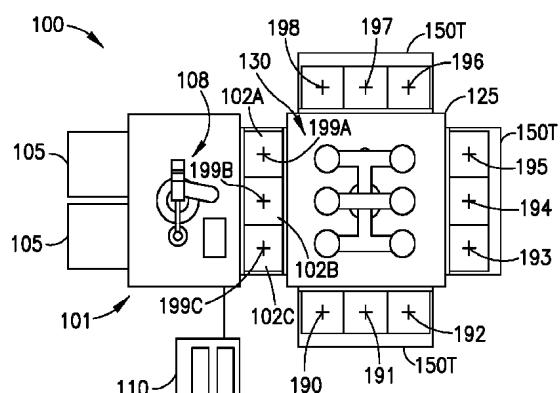
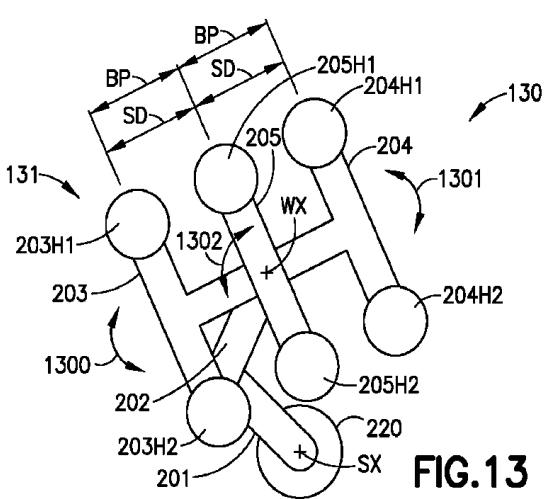


FIG.12

【図 1 3】

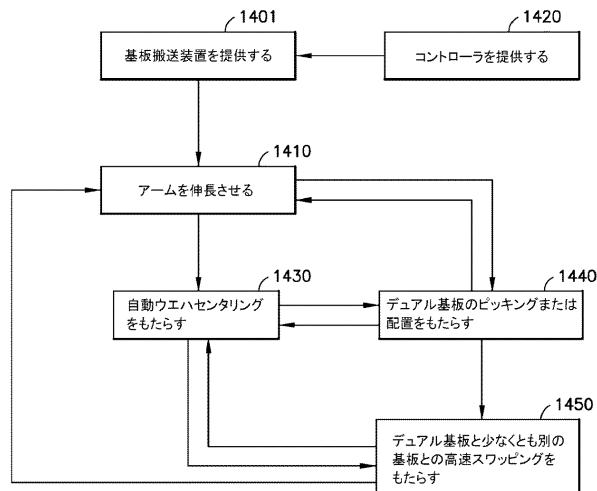


30

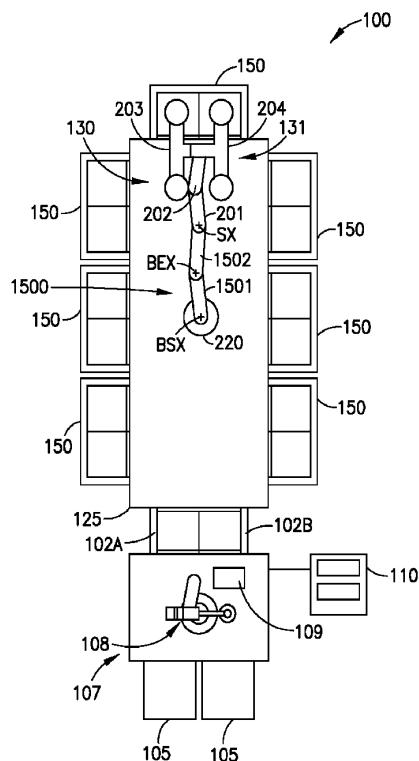
40

50

【図14】



【図15】

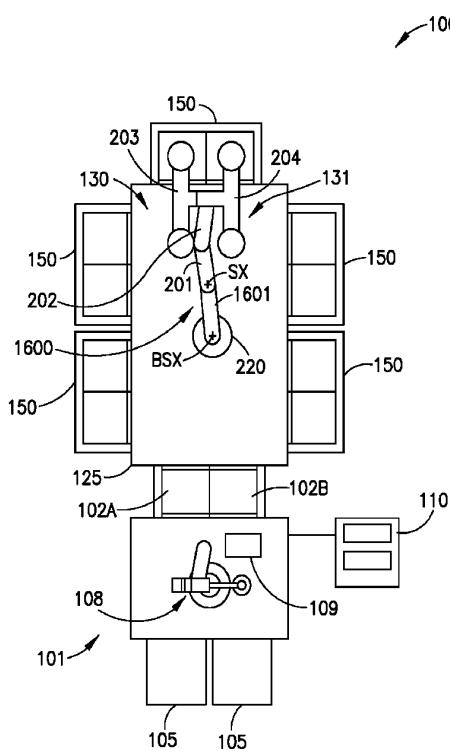


10

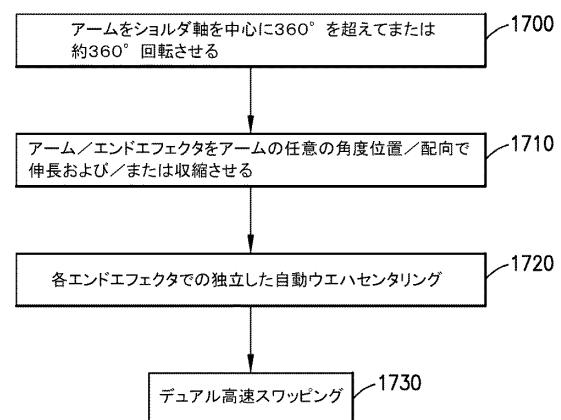
20

FIG.15

【図16】



【図17】



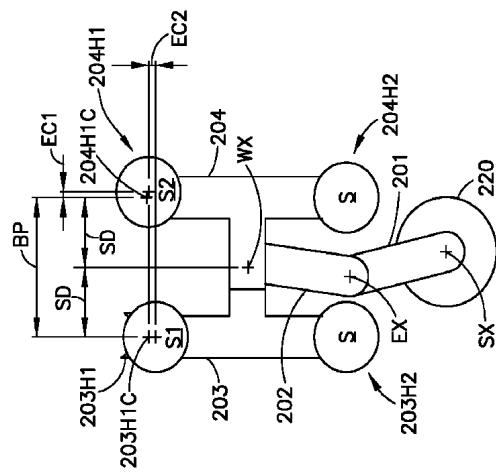
30

40

FIG.16

50

【図 18 A】



【図 18 B】

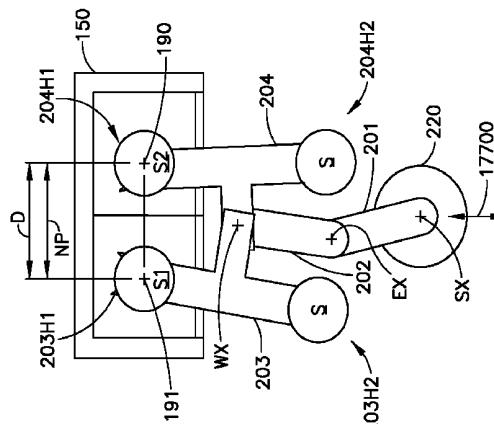


FIG.18B

10

【図 18 C】

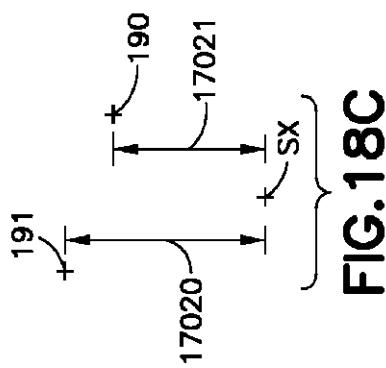
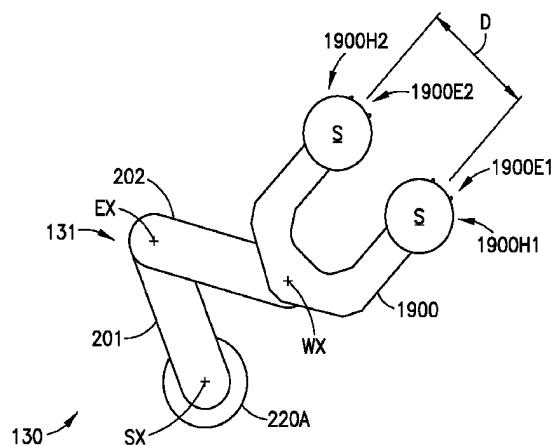


FIG.18C

【図 19】



20

30

40

50

【図 2 0】

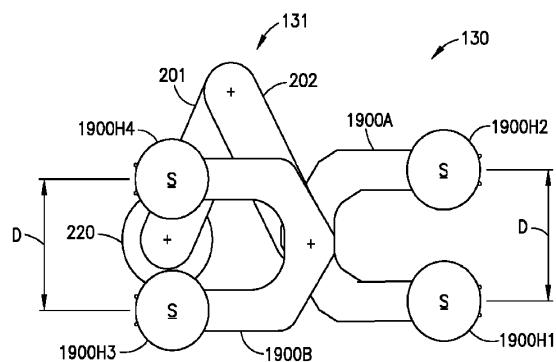


FIG.20

【図 2 1】

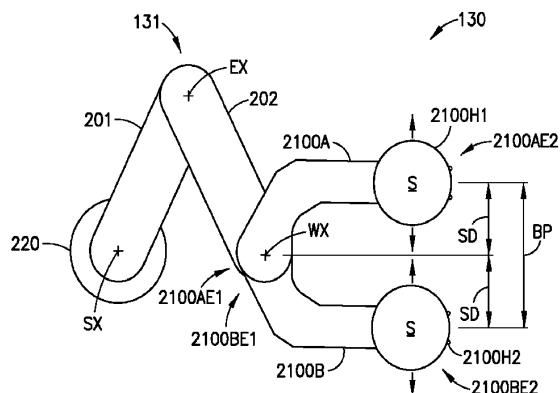


FIG.21

【図 2 2】

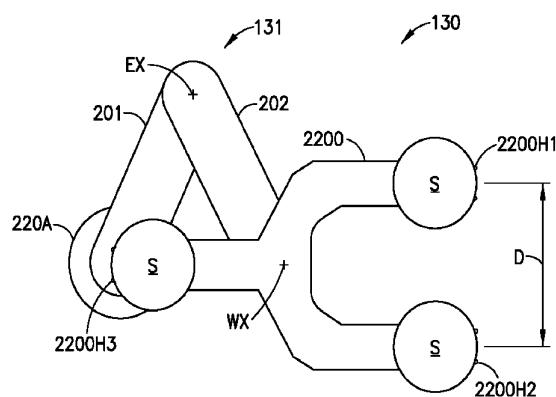


FIG.22

【図 2 3】

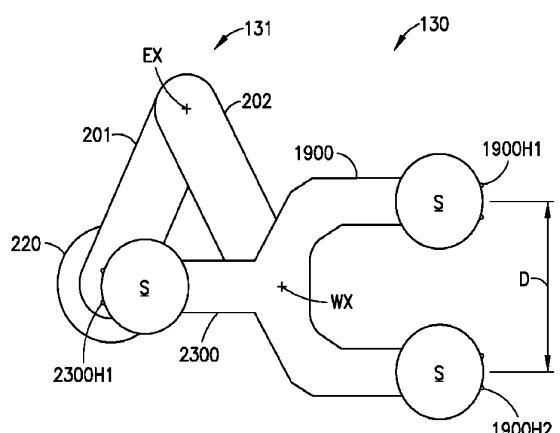


FIG.23

10

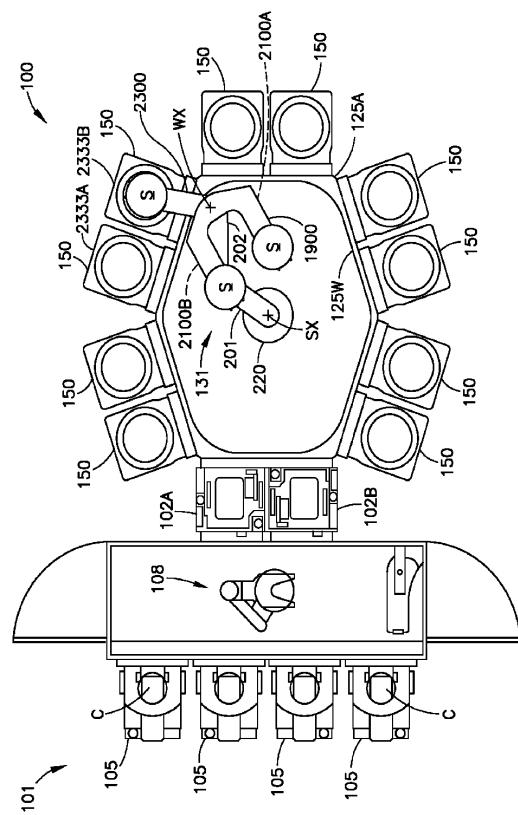
20

30

40

50

【図 2 3 A】



【図 2 4】

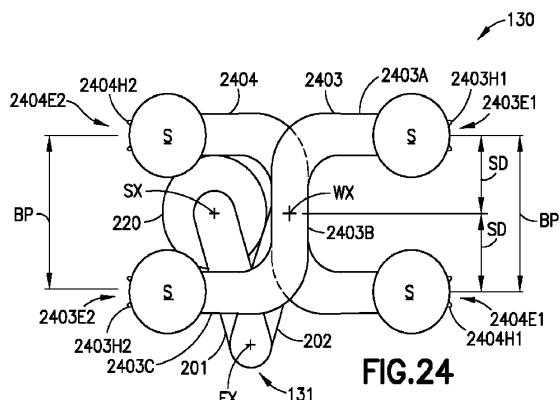


FIG.24

10

20

30

【図 2 5】

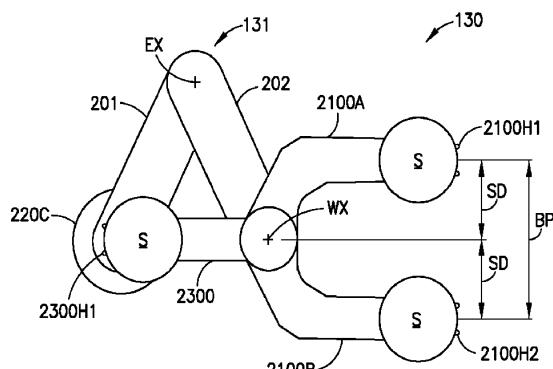


FIG.25

【図 2 6 A】

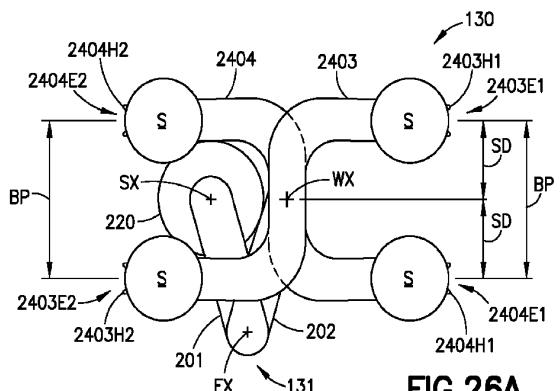


FIG.26A

40

50

【図26B】

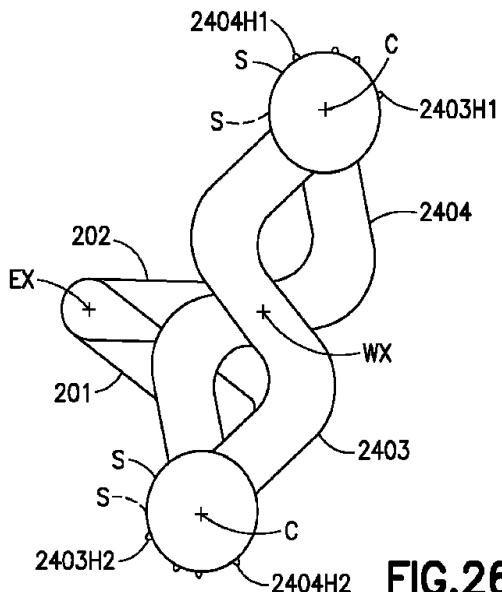
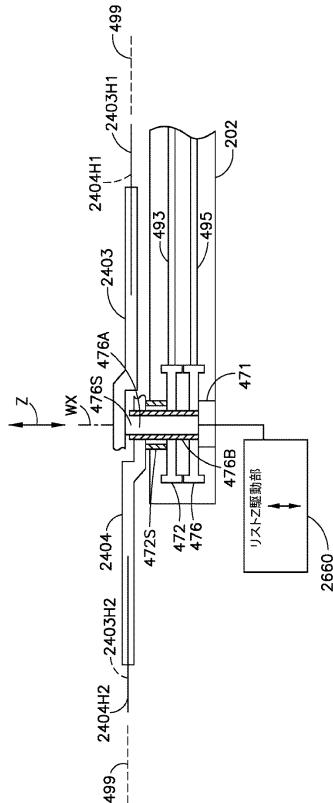


FIG.26B

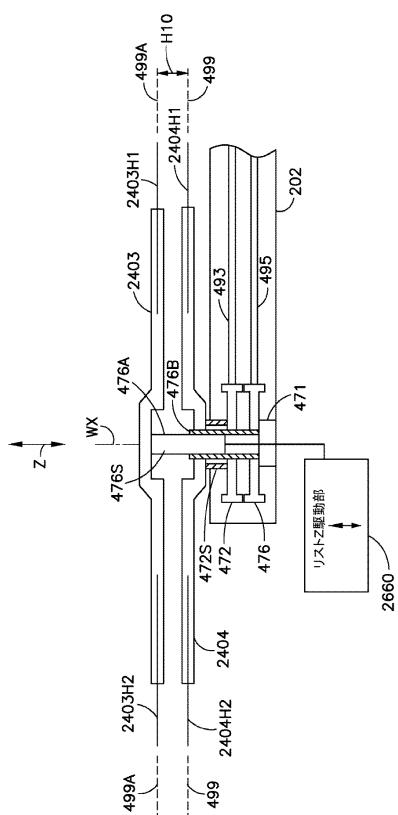
【図26C】



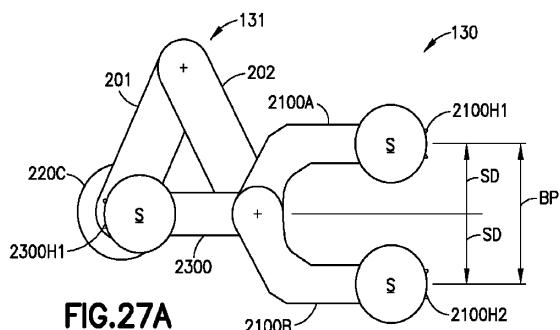
10

20

【図26D】



【図27A】



30

40

50

【図 27B】

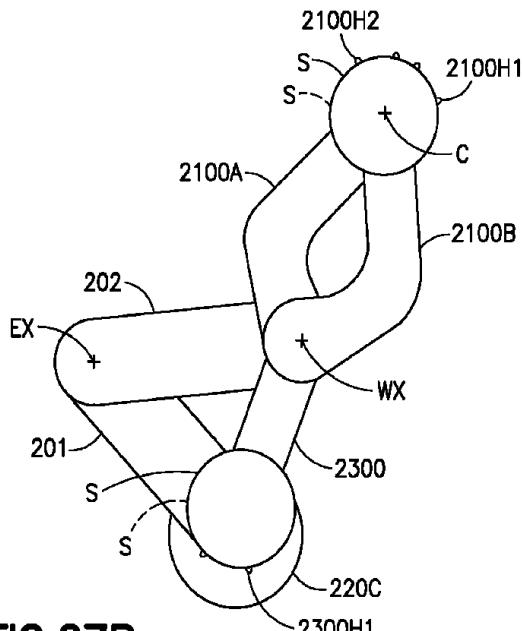
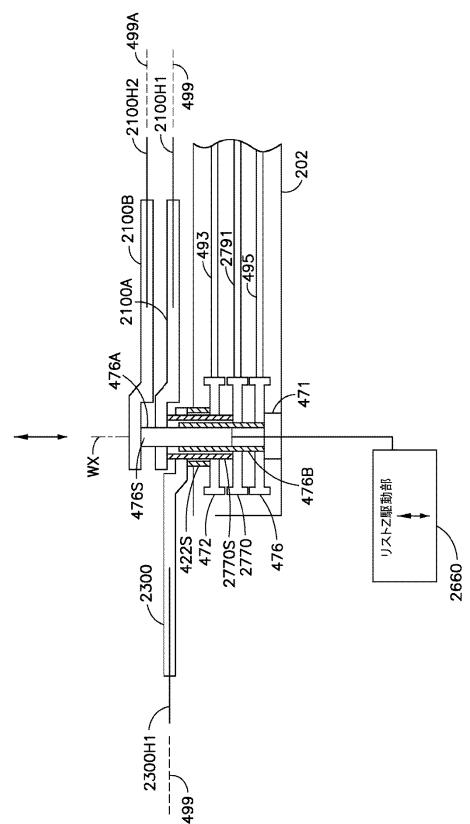


FIG.27B

【図 27C】



10

20

【図 28】

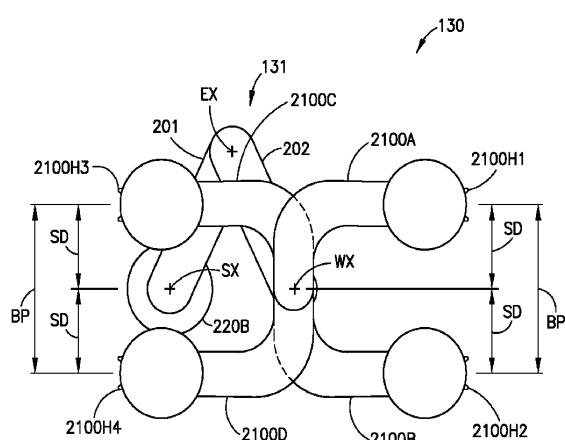
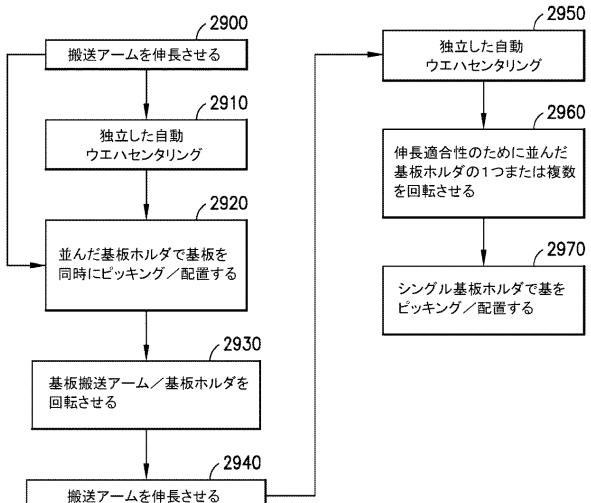


FIG.28

【図 29】

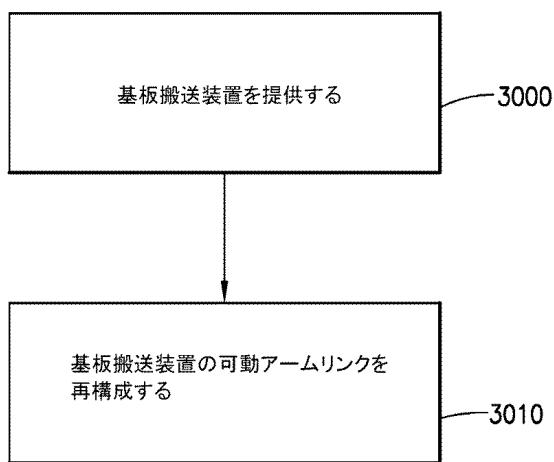


30

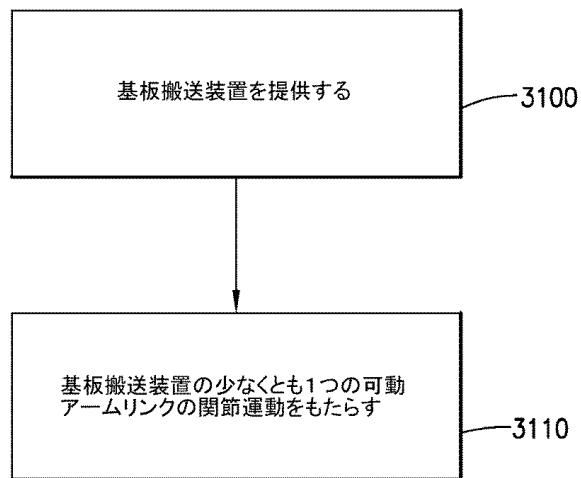
40

50

【図 3 0】



【図 3 1】



10

【図 3 2】

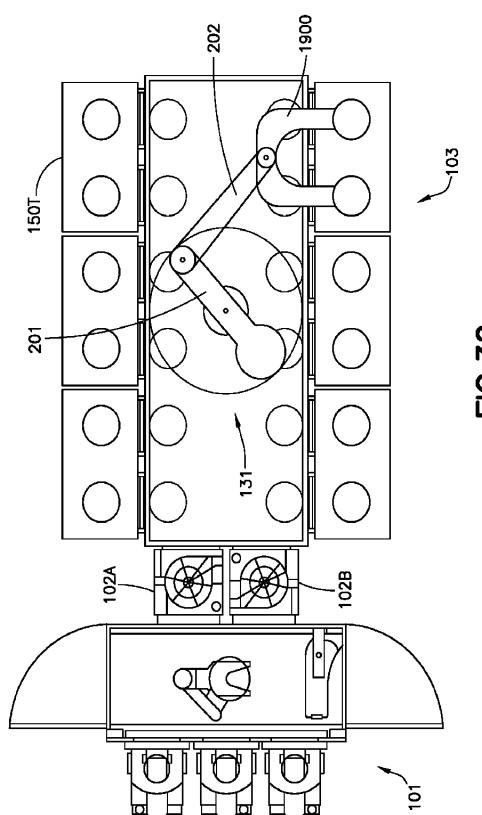
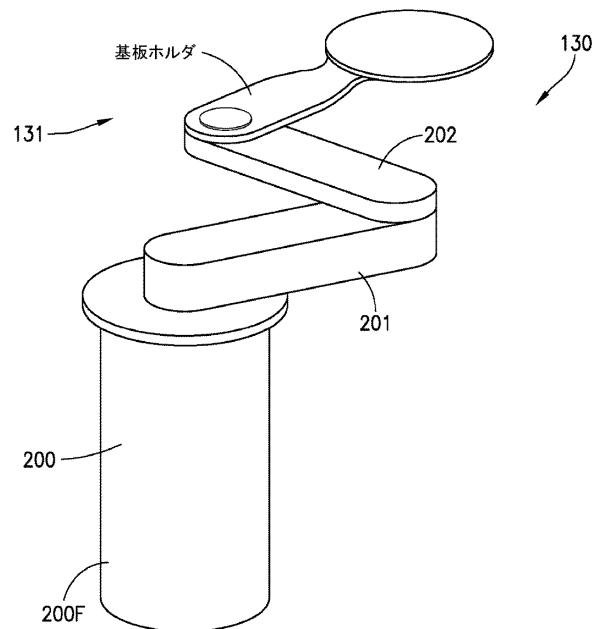


FIG.32

【図 3 3 A】



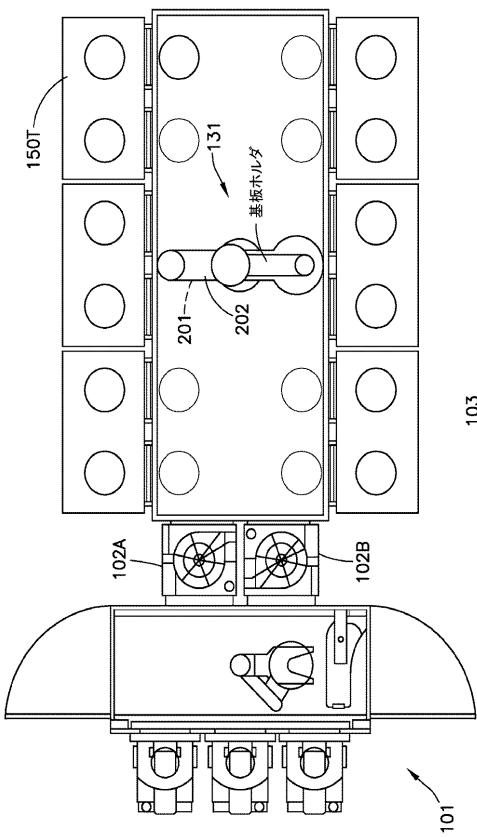
20

30

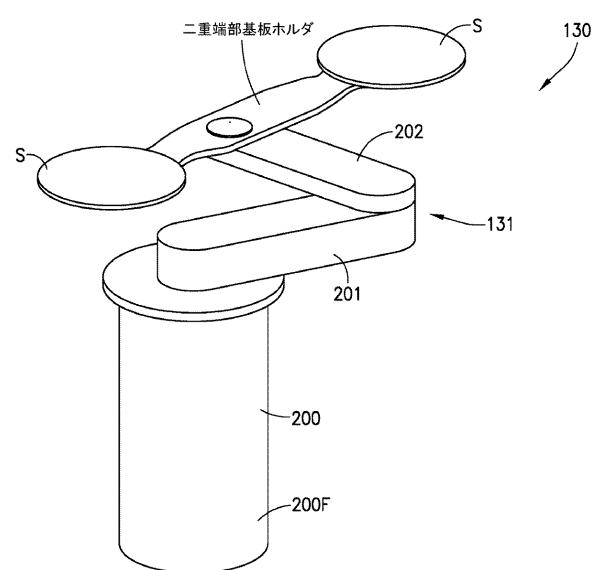
40

50

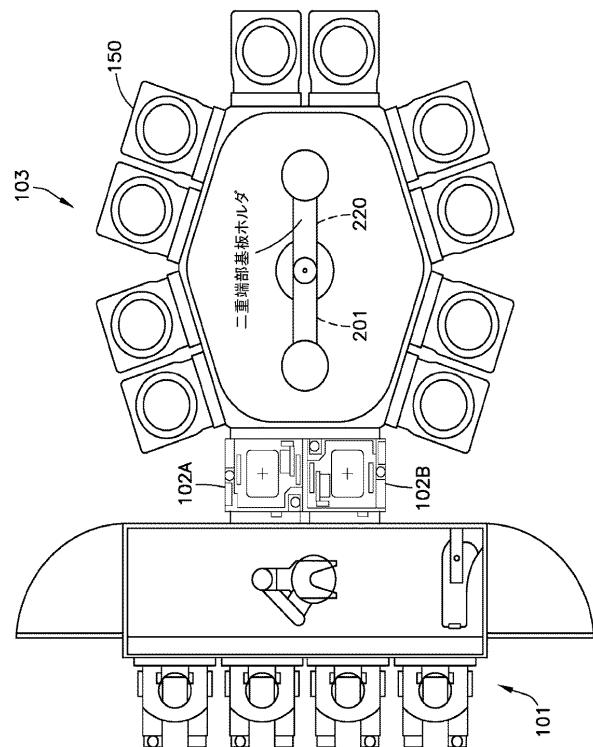
【図 3 3 B】



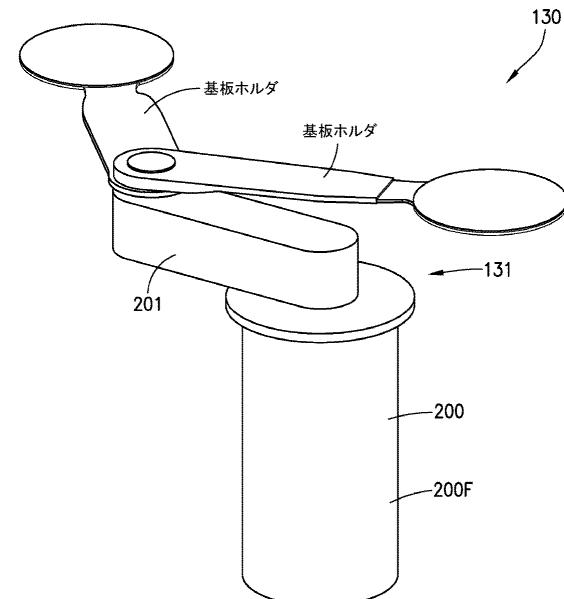
【図 3 4 A】



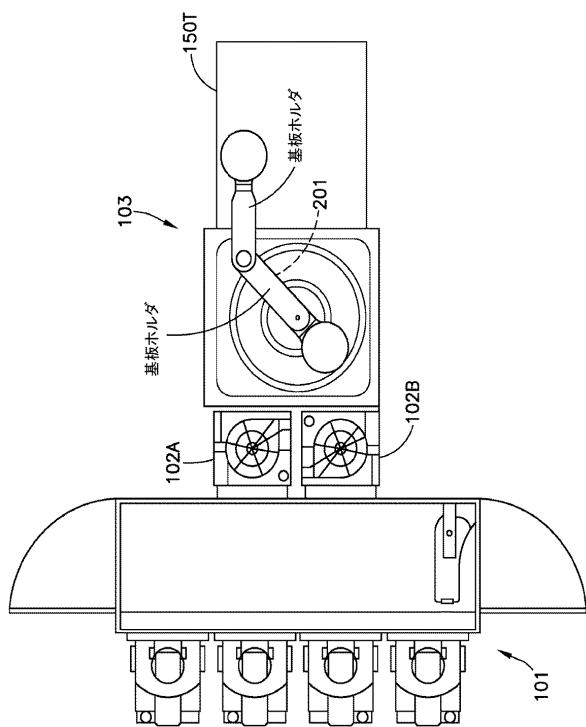
【図 3 4 B】



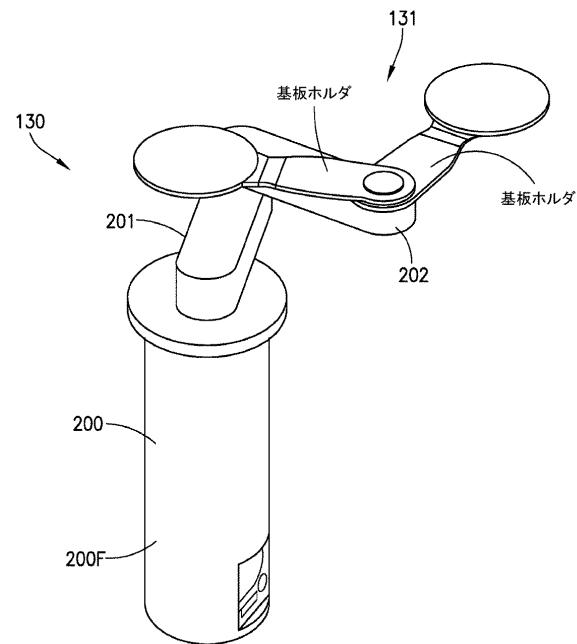
【図 3 5 A】



【図 3 5 B】



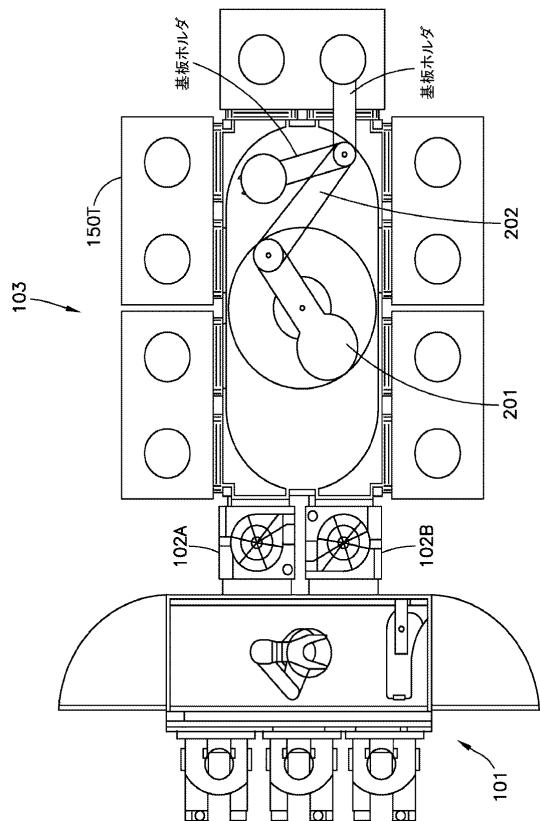
【図 3 6 A】



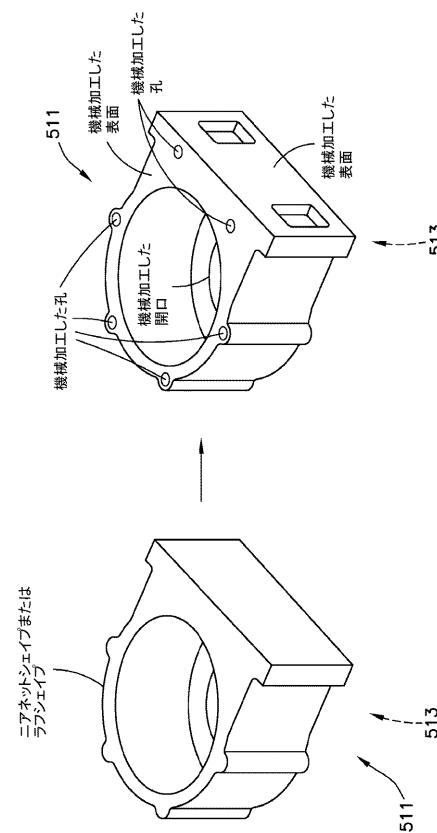
10

20

【図 3 6 B】



【図 3 7】

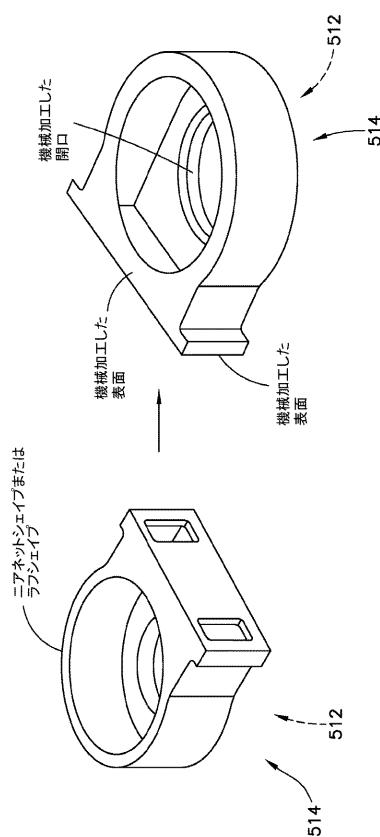


30

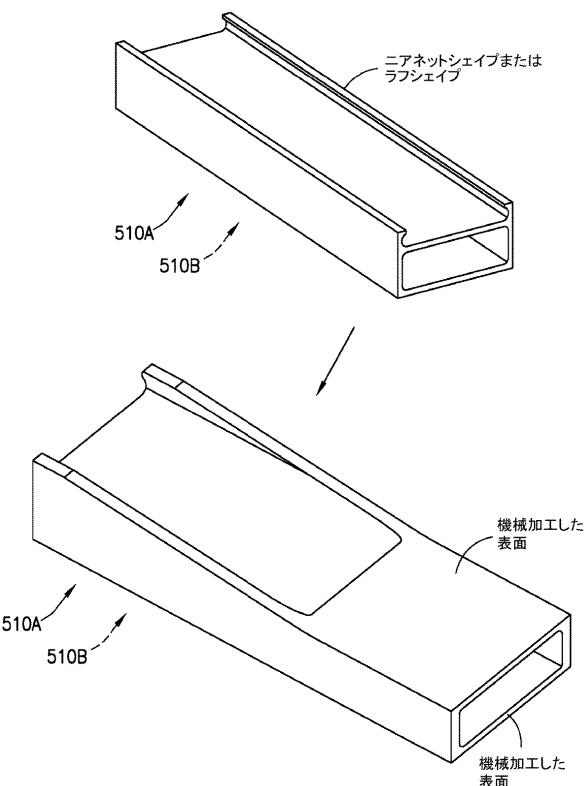
40

50

【図38】



【図39】



【図40】

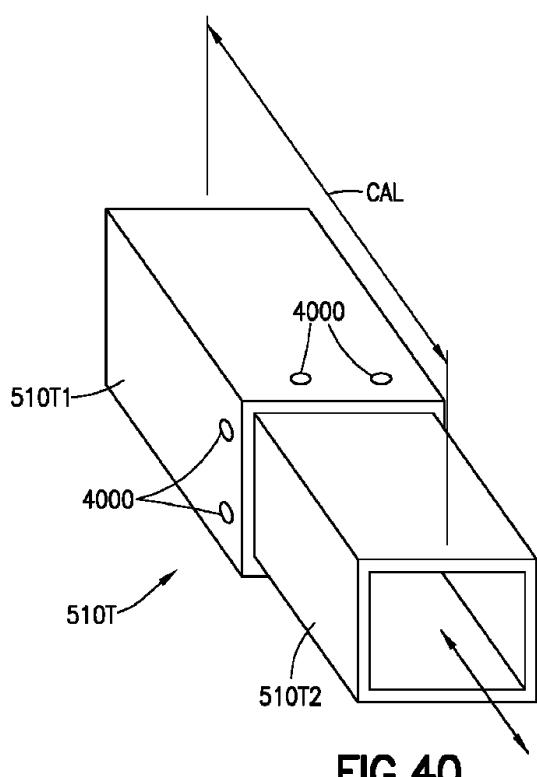


FIG.40

【図40A】

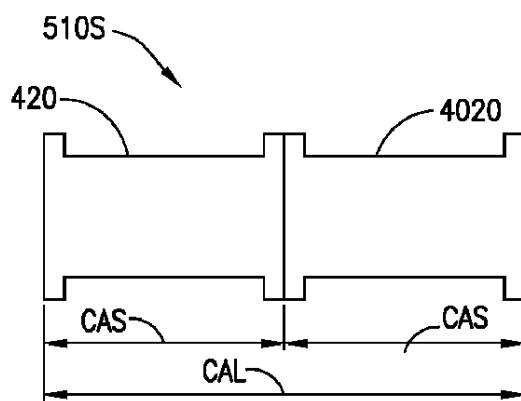


FIG.40A

40

10

20

30

40

50

【図 4 1】

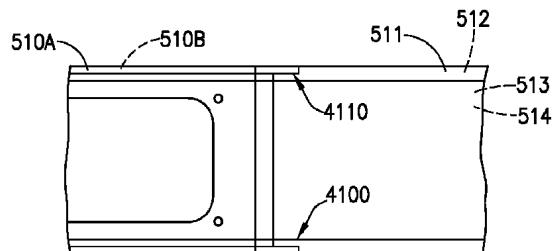


FIG.41

【図 4 2】

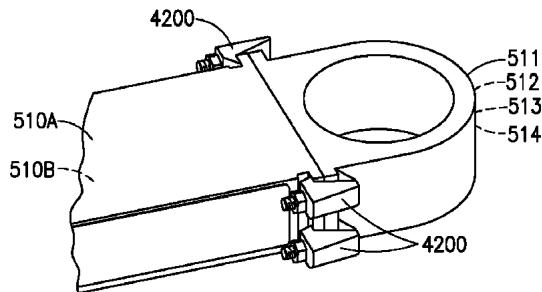


FIG.42

10

【図 4 3】

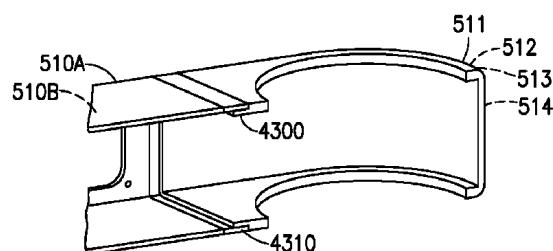
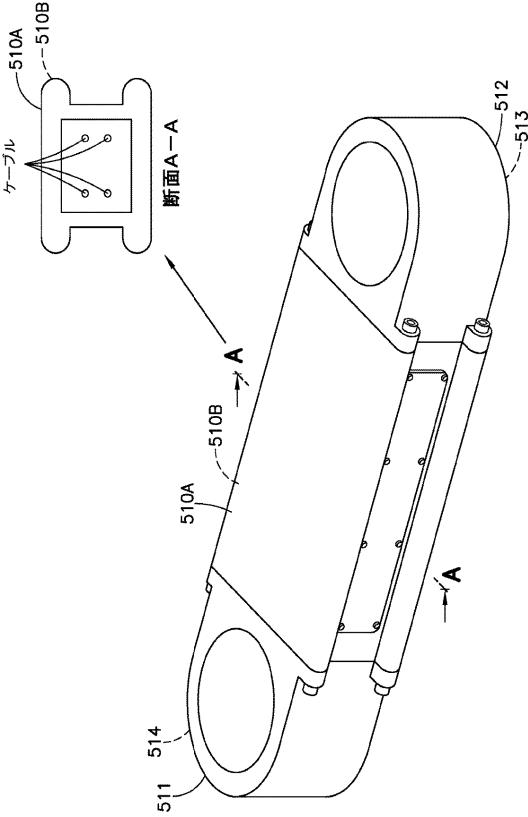


FIG.43

【図 4 4】



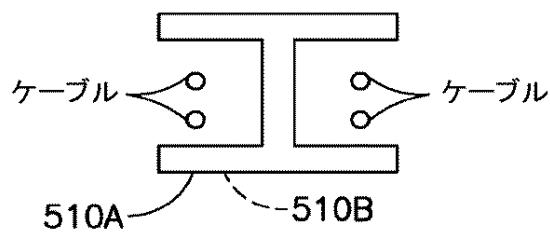
20

30

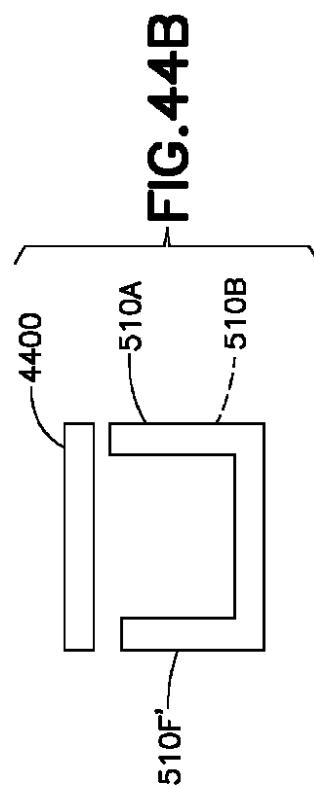
40

50

【図44A】



【図44B】



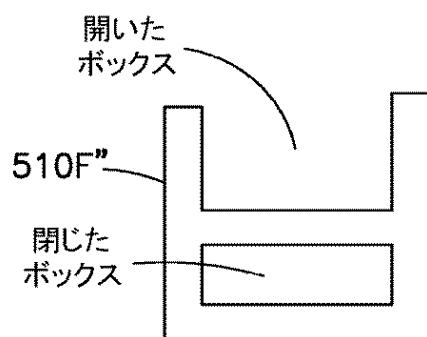
10

20

30

40

【図44C】



【図45】

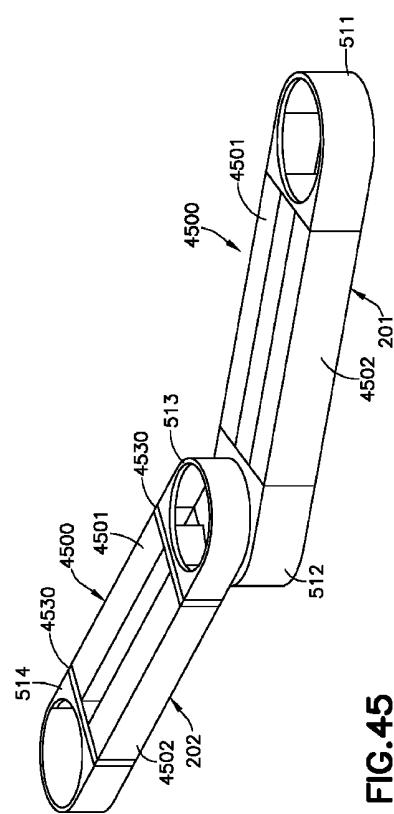
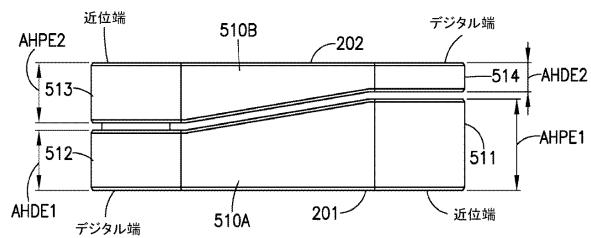


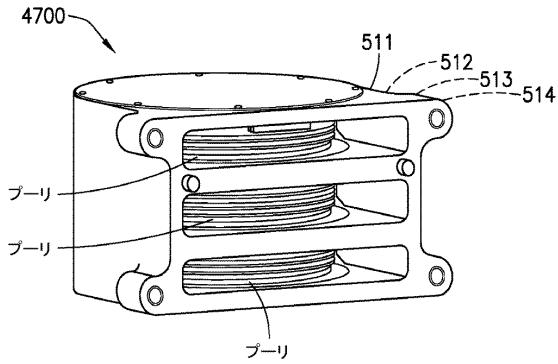
FIG.45

50

【図46】

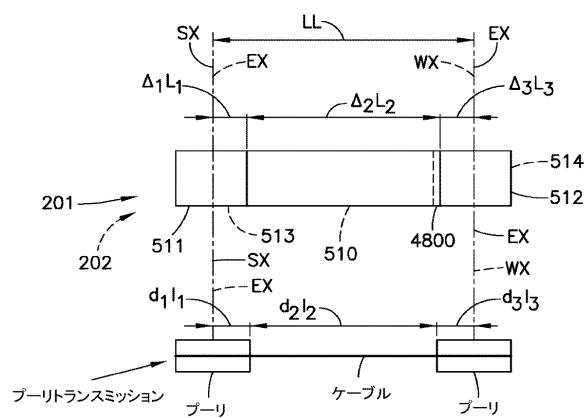


【図47】



10

【図48】



20

30

40

50

フロントページの続き

(33)優先権主張国・地域又は機関

米国(US)

レーン 11

(72)発明者 オードブランド、エミリアン ジョセフ クロード

アメリカ合衆国、01752 マサチューセッツ州、マールボロ、キングス グラント ロード 39

(72)発明者 ハリシー、ジョセフ エム

アメリカ合衆国、01463 マサチューセッツ州、ペッパーエル、メリマック ドライブ 14

審査官 湯川 洋介

(56)参考文献 特開2018-015837 (JP, A)

特表2002-534820 (JP, A)

特開2018-037673 (JP, A)

特表2019-526171 (JP, A)

特開2004-160568 (JP, A)

特開2019-169740 (JP, A)

特表2017-505985 (JP, A)

特開2011-082532 (JP, A)

特表2015-526896 (JP, A)

特表2014-522742 (JP, A)

特表2020-506555 (JP, A)

特表2002-534282 (JP, A)

国際公開第2016/129102 (WO, A1)

特表2008-510317 (JP, A)

特開2006-165174 (JP, A)

米国特許出願公開第2020/0384634 (US, A1)

特表2017-508635 (JP, A)

米国特許出願公開第2019/0254908 (US, A1)

中国実用新案第204725494 (CN, U)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H01L 21/677