

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-123761

(P2014-123761A)

(43) 公開日 平成26年7月3日(2014.7.3)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
H O 1 L 21/677 (2006.01) H O 1 L 21/68 A 5 F 1 3 1

審査請求 有 請求項の数 11 O L (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2014-27707 (P2014-27707)	(71) 出願人	505047094
(22) 出願日	平成26年2月17日 (2014.2.17)		ブルックス オートメーション インコーポレイテッド
(62) 分割の表示	特願2010-517162 (P2010-517162)の分割		アメリカ合衆国 マサチューセッツ州 O 1 8 2 4 チェルムスフォード エリザベス ドライブ 1 5
原出願日	平成20年7月17日 (2008.7.17)	(74) 代理人	100079119
(31) 優先権主張番号	60/950,331		弁理士 藤村 元彦
(32) 優先日	平成19年7月17日 (2007.7.17)	(72) 発明者	クルフィシェフ アレクサンダー
(33) 優先権主張国	米国 (US)		アメリカ合衆国 マサチューセッツ州 O 1 8 2 4 チェルムスフォード レークロード 7 5
(31) 優先権主張番号	12/175,278		
(32) 優先日	平成20年7月17日 (2008.7.17)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 チャンバ壁に一体化されたモータを伴う基板処理装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】基板搬送装置の駆動部をチャンバ壁に収納することにより、小型化された装置を提供する。

【解決手段】基板搬送装置 2 0、2 2 には、隔離された雰囲気を保持できる基板搬送チャンバ 1 4 T 1、2 を定義する内面を有する周壁と、内面および周壁の隣接する外面の間に、周壁内に位置する少なくとも 1 つのステータモジュールを有する少なくとも 1 つの実質的にリング形状のモータと、リング形状のモータにより包囲される周壁の表面が、所定の装置、および少なくとも 1 つのロータに接続され少なくとも 1 枚の基板を保持するよう構成された少なくとも 1 つのエンドエフェクタを有する少なくとも 1 本の基板搬送アームの取り付けのために構成されるよう、搬送チャンバ内に実質的な接触のない状態で懸垂された少なくとも 1 つのロータと、が含まれる。

【選択図】 図 1

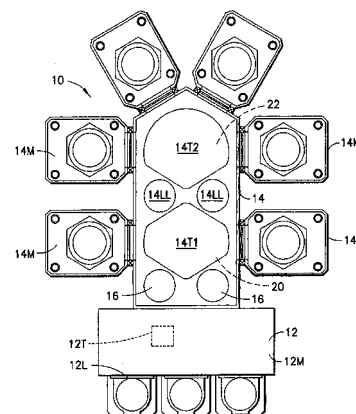


FIG.1

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

基板処理装置であって、

所定の雰囲気を保持できる少なくとも 1 つの隔離可能なチャンバを有するフレームと、
少なくとも 1 枚の基板を搬送するよう構成されている、前記少なくとも 1 つの隔離可能な
チャンバ内に少なくとも部分的に位置する基板搬送装置と、

を含み、前記基板搬送装置は、

前記少なくとも 1 つの隔離可能なチャンバの周壁内に取り外し可能に埋め込まれた少な
くとも 2 つのネスト化されたステータモジュールセットと、前記少なくとも 1 つの隔離可
能なチャンバ内に位置する少なくとも 2 つのリング形状のロータと、前記少なくとも 2 つ
のリング形状のロータに結合され、基板を保持するための少なくとも 1 つのエンドエフェ
クタを有する少なくとも 1 本の搬送アームと、を含み、

前記少なくとも 2 つのネスト化されたステータモジュールセットのうちの少なくとも 1
つのセットは、前記少なくとも 2 つのネスト化されたステータモジュールセットのうちの
他のセット内にネスト化された 2 つ以上のステータモジュールを含み、

前記少なくとも 2 つのリング形状のロータの各々は、前記少なくとも 2 つのネスト化さ
れたステータモジュールセットによって少なくとも 2 つのネスト化されたモータに接触す
ることなく支持されており、前記少なくとも 2 つのネスト化されたモータの 1 つは、前記
少なくとも 2 つのネスト化されたモータの他の 1 つにより包囲されており、

前記少なくとも 2 つのネスト化されたモータは、前記少なくとも 1 本の搬送アームに少
なくとも 2 自由度の動きをもたらすことを特徴とする基板処理装置。

【請求項 2】

前記少なくとも 1 つの隔離可能なチャンバの妨げのない底面を介して、前記少なくとも
1 つの隔離可能なチャンバに結合された、真空 / 通気システムをさらに備えることを特徴
とする請求項 1 に記載の基板処理装置。

【請求項 3】

前記少なくとも 2 つのネスト化されたステータモジュールセットは、前記リング形状の
ロータの各々にトルク及び自己支持力を印可し、前記少なくとも 1 本の搬送アームの動き
を生じさせるように構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の基板処理装置。

【請求項 4】

前記少なくとも 1 つの隔離可能なチャンバは、前記少なくとも 1 つのステータモジュ
ールを前記周壁内に挿入するために、前記少なくとも 1 つの隔離可能なチャンバの少なく
とも 1 つの側面上に少なくとも 1 つの開口部を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の基
板処理装置。

【請求項 5】

前記少なくとも 1 つの隔離可能なチャンバは、直列構成で配置された少なくとも 2 つの
隔離可能なチャンバを備えることを特徴とする請求項 1 に記載の基板処理装置。

【請求項 6】

前記少なくとも 2 つの隔離可能なチャンバの 1 つは、対称的な基板搬送装置を含み、前
記少なくとも 2 つの隔離可能なチャンバの他の 1 つは、左右相称の基板搬送装置を含むこ
とを特徴とする請求項 1 に記載の基板処理装置。

【請求項 7】

基板搬送装置であって、

基板搬送チャンバを形成するフレームと、

前記基板搬送チャンバの周壁上に互いに離間して周方向に分配された 2 つ以上のステ
ータモジュールからなるステータモジュールセットを含み、少なくとも 1 つの共通リングロ
ータを含む少なくとも 1 つのモータと、

前記少なくとも 1 つの共通リングロータに接続され、各々が基板を支持するように構成
された少なくとも 1 つのエンドエフェクタと、を含み、

前記ステータモジュールの各々は前記周壁に独立して取り付けられることが可能であり

10

20

30

40

50

、前記少なくとも１つの共通リングロータは、接触することなく前記共通のリングロータを支持する前記ステータモジュールの各々と共に動作し、

前記ステータモジュールセットおよび前記少なくとも１つの共通リングロータは、前記少なくとも１つのエンドエフェクタのモータに少なくとも１自由度の動きをもたらしよう構成されていることを特徴とする基板搬送装置。

【請求項 ８】

前記少なくとも１つの共通リングロータは、前記ステータモジュールの各々のステータの巻線と共に動作することを特徴とする請求項 ７に記載の基板搬送装置。

【請求項 ９】

前記少なくとも１つのロータは、前記少なくとも１つのステータモジュールのステータの巻線によって支持されていることを特徴とする請求項 ７に記載の基板搬送装置。

10

【請求項 １０】

前記ロータの各々は、前記ステータモジュールセットの各１つのステータの巻線によって支持されていることを特徴とする特徴とする請求項 ７に記載の基板搬送装置。

【請求項 １１】

前記少なくとも２つのロータの各々は、前記少なくとも２つのネスト化されたステータモジュールの各１つのステータの巻線によって支持されていることを特徴とする特徴とする請求項 ７に記載の基板処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【０００１】

本出願は、２００７年５月１８日に出願された米国仮特許出願第 ６０／９３８，９１３号の利益を主張するものであり、前記出願の全文は本明細書の一部を構成するものとしてここに援用される。

【０００２】

例示的实施形態は、概して基板移送システムに関し、特に基板移送ロボットに関する。

【背景技術】

【０００３】

従来の基板処理装置には、隔離された雰囲気（真空や不活性ガスなど）を伴うチャンバを有する１つ以上の区画が含まれる。また、従来のプロセス装置には、処理装置のさまざまなステーション間で基板を搬送するために、隔離された雰囲気内に配置した基板搬送システムを含める。従来の搬送システムには、１本以上のアームと、アームに動力を供給するモータ付きの駆動部とが含まれる。モータまたはその一部は、隔離された雰囲気内に位置づけられることがあり、従来の駆動部は、アームに動力を供給する従来のベアリング支持軸を備える。

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

従来のベアリングの場合、ベアリングの接触や、例えば真空でガスを放つ可能性のある潤滑剤の使用などから、隔離された雰囲気内に望ましくない汚染が生じるという懸念が考えられる。また、従来の駆動部は、駆動部の隔離された部分をチャンバと連通させてチャンバ内のアームへの接続をもたらし、隔離された雰囲気または真空のチャンバ壁体の外部に位置づける。したがって、従来の装置では、駆動部が、隔離された雰囲気または真空チャンバに追加的な容積を生じさせ、結果としてチャンバ内の隔離された雰囲気または真空をポンプするための時間が長くなる可能性がある。また、従来の搬送システムのアーム部は、処理装置全体にわたる搬送を実現するために中央に配置する。故に、従来のシステムの駆動部は、隔離された雰囲気または真空のチャンバ底部の下中央に配置することになり、これにより隔離された雰囲気のチャンバ底部に対する他のシステムによる接続のためのアクセスが制限または限定される。本明細書に開示される例示的实施形態は、以下に詳述されるように、従来のシステムの課題を克服するものである。

40

50

【課題を解決するための手段】

【0005】

1つの例示的实施形態では、基板搬送装置が備えられている。基板搬送装置には、隔離された雰囲気を保持できる基板搬送チャンバを定義する内面を有する周壁と、内面および周壁の隣接する外面の間に、周壁内に位置する少なくとも1つのステータモジュールを有する少なくとも1つの実質的にリング形状のモータと、リング形状のモータにより包囲される周壁の表面が、所定の装置、および少なくとも1つのロータに接続され少なくとも1枚の基板を保持するよう構成された少なくとも1つのエンドエフェクタを有する少なくとも1本の基板搬送アームの取り付けのために構成されるよう、搬送チャンバ内に実質的な接触のない状態で懸垂された少なくとも1つのロータと、が含まれる。

10

【0006】

他の1つの実施形態では、基板搬送装置が備えられている。基板搬送装置には、チャンバを形成するフレームと、少なくとも部分的にチャンバの周壁内に埋め込まれた複数のステータモジュールセットであって、複数のステータモジュールセットのそれぞれが複数のステータモジュールセット内の他の異なるステータモジュールセットから半径方向に離れている場合に、それぞれが各モータの一部を形成する、ステータモジュールセットと、それぞれが実質的な接触のない状態でステータモジュールセットの各1つにより支持されている、複数のロータと、それぞれが基板を支持するよう構成されている、複数のロータの各1つに接続された、少なくとも1つのエンドエフェクタと、が含まれ、ステータモジュールセットのそれぞれおよび各ロータは、少なくとも1つのエンドエフェクタの各1つの伸展および退避をもたらすよう構成されている。

20

【0007】

さらに他の1つの実施形態では、基板処理装置が備えられている。基板処理装置には、所定の雰囲気を保持できる少なくとも1つの隔離可能なチャンバを有するフレームと、少なくとも1枚の基板を搬送するよう構成されている、少なくとも1つの隔離可能なチャンバ内に少なくとも部分的に位置する基板搬送装置であって、少なくとも1つの隔離可能なチャンバの周壁内に取り外し可能に埋め込まれた、少なくとも2つのネスト化されたステータモジュール、それぞれが、少なくとも2つのネスト化されたモータを形成する少なくとも1つのステータのそれぞれにより、少なくとも2つのネスト化されたモータの1つが、少なくとも2つのネスト化されたモータの他の1つの別のものにより包囲されるよう、実質的な接触のない状態で支持されている、少なくとも1つの隔離可能なチャンバ内に位置する少なくとも2つのロータ、および基板を保持するための少なくとも1つのエンドエフェクタを有する、少なくとも2つのロータに結合された少なくとも1本の搬送アームを備えた基板搬送装置と、が含まれ、少なくとも2つのネスト化されたモータは、少なくとも1本の搬送アームに少なくとも2自由度の動きをもたらす。

30

【0008】

さらに他の1つの例示的实施形態では、基板搬送装置には、基板搬送チャンバを形成するフレームと、基板搬送チャンバの周壁上に周方向に分配された、各ステータモジュールを周壁に独立させて取り付け可能なステータモジュールセットを備え、各ステータモジュールと共に動作する少なくとも1つの共通リングロータをさらに備えた、少なくとも1つのモータと、それぞれが基板を支持するよう構成されている少なくとも1つの共通リングロータに接続された、少なくとも1つのエンドエフェクタとが含まれ、ステータモジュールセットおよび少なくとも1つの共通リングロータは、少なくとも1つのエンドエフェクタのモータに少なくとも1自由度の動きをもたらすよう構成されている。

40

【0009】

上述のおよび開示される例示的实施形態の他の特徴は、添付の図面と共に以下の記述において説明される。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】 1つの例示的实施形態に係る基板処理装置の概略平面図である。

50

- 【図 2 A】 1 つの例示的实施形態に係る搬送チャンバ部の概略上面斜視図である。
- 【図 2 B】 1 つの例示的实施形態に係る搬送チャンバ部の垂直断面図である。
- 【図 2 C】 1 つの例示的实施形態に係る搬送チャンバ部の概略底面斜視図である。
- 【図 3 A】 1 つの例示的实施形態に係る搬送装置の概略斜視図である。
- 【図 3 B】 1 つの例示的实施形態に係る搬送装置の部分的な概略斜視図である。
- 【図 3 C】 1 つの例示的实施形態に係る搬送装置の垂直断面図である。
- 【図 4 A】 1 つの例示的实施形態に係る搬送装置の概略斜視図である。
- 【図 4 B】 1 つの例示的实施形態に係る搬送装置の部分的な概略斜視図である。
- 【図 4 C】 1 つの例示的实施形態に係る搬送装置の垂直断面図である。
- 【図 5】 1 つの例示的实施形態に係る駆動部の概略斜視図である。 10
- 【図 6】 図 5 の駆動部のステータセグメントおよびロータの部分斜視図である。
- 【図 7 A】 1 つの例示的实施形態に係る搬送チャンバ部の概略上面斜視図である。
- 【図 7 B】 1 つの例示的实施形態に係る搬送チャンバ部の垂直断面図である。
- 【図 7 C】 1 つの例示的实施形態に係る搬送チャンバ部の概略底面斜視図である。
- 【図 8 A】 1 つの例示的实施形態に係る搬送装置の概略斜視図である。
- 【図 8 B】 1 つの例示的实施形態に係る搬送装置の部分的な概略斜視図である。
- 【図 8 C】 1 つの例示的实施形態に係る搬送装置の垂直断面図である。
- 【図 9】 図 8 A の搬送装置の代表的なロータの断面図である。
- 【図 10】 1 つの例示的实施形態に係るモータの一部を示す。
- 【図 11】 1 つの例示的实施形態に係る、その一部が図 9 に示された搬送装置である。 20
- 【図 12 A】 1 つの例示的实施形態に係る搬送装置の概略上面斜視図である。
- 【図 12 B】 1 つの例示的实施形態に係る搬送装置の垂直断面図である。
- 【図 12 C】 1 つの例示的实施形態に係る搬送装置の底面斜視図である。
- 【図 13 A】 1 つの例示的实施形態に係る搬送装置の概略斜視図である。
- 【図 13 B】 1 つの例示的实施形態に係る搬送装置の部分的な概略斜視図である。
- 【図 13 C】 1 つの例示的实施形態に係る搬送装置の垂直断面図である。
- 【図 14】 1 つの例示的实施形態に係る駆動部の概略斜視図である。
- 【図 15】 他の例示的实施形態に係る、基板処理ツールおよびこれに接続されたキャリアの概略平面図である。
- 【図 16】 他の例示的实施形態に係る、基板処理ツールおよびこれに接続されたキャリアの概略平面図である。 30
- 【発明を実施するための形態】
- 【0011】

図 1 を参照すると、1 つの例示的实施形態に係る特徴を組み込んだ基板処理装置 10 の概略平面図が示されている。いずれの例示的实施形態も、図面に示す実施形態を参照しながら説明するが、多数の代替の形式でも実施可能であることを理解されたい。また、任意の適切なサイズ、形状、または種類の要素または材料を使用してもよい。

【0012】

図 1 に図解する例示的实施形態における処理装置 10 は、代表的な構成を有するものであり、代替の実施形態では、この装置を任意の他の所望の構成にすることができる。図 1 に示す例示的实施形態では、例示のためにのみ、処理装置がクラスタツールとして示されている。例示的实施形態は、線形処理システムを含むがこれに限定されない、搬送装置を有する任意の他の適切な種類の基板処理システムにも等しくうまく適用できることに留意されたい。こうした例示的实施形態を組み込むことのできる適切な処理システムの例には、開示の全文が本明細書の一部を構成するものとしてここに援用される、「線形に分布させた半導体ワークピース処理ツール」と題する 2006 年 5 月 26 日に出願された米国特許出願第 11 / 442, 511 号が含まれるが、これに限定されない。

【0013】

図 1 に示す例示的な処理装置 10 は、概して、例えばフロントエンドモジュールと称しうるインターフェース部 12 を備えることができる(実現可能なこととして、この説明で

10

20

30

40

50

使用する基準フレームは例示であり、代替の実施形態では、例えばインターフェース部を装置の背面または側面に位置づけるなど、任意の所望の基準フレームを使用することができる)。この例示的实施形態では、装置10に、インターフェース部12に接続された処理部14を含めることができる。例えば、インターフェース部12は、装置10からの基板または他の所望のワークピースのロード/アンロードを許容するよう配置することができる(例えば、1つ以上のロードポート12Lおよび適切な移送システム12Tを、適切に環境的に制御されたモジュール12M内に位置づけるなどして、有するようにしてもよい)。インターフェース部12の移送システム12Tは、例えばインターフェース部のロードステーションにあるカセットおよび処理部14間など、モジュール12Mの適切に制御された環境内で基板を移送することができる。

10

【0014】

この例示的实施形態の処理部14は、概して、多数の搬送チャンバ14T1、14T2(図1には例示のために2つの搬送チャンバを示しているが、代替の実施形態では、2つよりも多いまたは少ないチャンバにすることができる)と、搬送チャンバ14T1、14T2に連通可能に接続された多数の処理モジュール14Mとを有することができる。処理モジュール14Mは、例えばプラズマエッチングなど真空を使用する薄膜処理もしくは他のエッチングプロセス、化学気相堆積(CVD)、プラズマ蒸着(PVD)、イオン注入などの注入、計測、急速加熱処理(RTP)、ドライストリップ原子層堆積(ALD)、酸化/拡散、窒化物形成、真空リソグラフィ、エピタキシー(EPI)、ワイヤボンダ、蒸発、真空圧を使用する他の薄膜プロセス、または他の所望のプロセスなど、基板上に所望のプロセスを実施するよう構成することができる。この例示的实施形態では、搬送チャンバ14T1、14T2を、外部大気から隔離された状態にできる隔離可能な雰囲気を保持するよう配置することができる。この例示的实施形態では、搬送チャンバ14T1、14T2は、真空雰囲気の保持能力を備えるようにできる(一方、代替の実施形態では、搬送チャンバに、不活性ガスN₂、Arなど、任意の他の所望の隔離された雰囲気を保持させることができる)。したがって、この例示的实施形態における搬送チャンバ14T1、14T2には、後述のように、適切な真空ポンプシステムおよび通気システムを含めることができる。妥協を許すことなく隔離された雰囲気を維持するために、処理部14の搬送チャンバ14T1、14T2は、ロードロック16を介してインターフェース部12に連通させることができる。実現可能なこととして、プロセスモジュール14Mは、適切なスロットバルブにより搬送チャンバ14T1、14T2から隔離することができる。

20

30

【0015】

この例示的实施形態では、搬送チャンバ14T1、14T2は、相互に隔離する能力を備えることができる。例えば、この例示的实施形態では、搬送チャンバ14T1、14T2を、装置の正面またはインターフェース部12に対し直列に配置できるとともに、図1に示すように、中間ロードロック14LLを搬送チャンバ14T1、14T2間に配置することができる。したがって、搬送チャンバ14T1、14T2は、異なるレベルの真空など、隔離された異なる雰囲気を保持する能力を備えることができるため、各搬送チャンバ14T1、14T2に接続されたプロセスモジュール14Mは、異なる基準圧を有する異なるプロセスを実施する能力を備えることができる。代替の実施形態では、搬送チャンバ14T1、14T2は、異なる雰囲気を有していなくてもよい。代替の実施形態では、搬送チャンバ14T1、14T2間の中間チャンバ14LLを、基板バッファ、アライナ、または計測部として構成することもできる。

40

【0016】

図1に示す例示的实施形態では、各搬送チャンバ14T1、14T2は、それぞれ内部に搬送装置20、22を取り付けることができる。実現可能なこととして、チャンバ14T1内に位置する搬送装置20は、ロードロック16および処理モジュール14Mまたは搬送チャンバ14T1に接続された中間ロードロック14LLの間で、基板を搬送することができ、搬送装置22は、中間ロードロック14LLおよび搬送チャンバ14T2に接続された処理モジュールの間で基板を搬送することができる。代替の実施形態では、処理

50

部の搬送チャンバ 14 T 1、14 T 2 は、これよりも多いまたは少ない搬送装置を備えていてもよい。基板処理装置 10 およびその小区画（インターフェース部 12、処理部 14、搬送装置 20、22 など）は、200 mm、300 mm、450 mm、または任意の他の所望の直径の基板（半導体製造に使用できるものなど）、レチクルもしくはペリクル、およびフラットパネル（フラットパネルディスプレイ製造に使用できるものなど）を含むがこれに限定されない、任意の所望の基板を処理するよう適切に構成することができる。

【0017】

ここで図 2 A - 2 C を参照すると、それぞれ搬送チャンバ部 14 T の上面および底面の概略斜視図と垂直断面図が示されている（図 2 A では、チャンバ内部の詳細を明らかにするために閉鎖要素が割愛されている）。前述のように、搬送チャンバ 14 T 1、14 T 2 部には、搬送チャンバ 14 T 1、14 T 2 を介してロードロック 16（図 1 も参照）および処理部 14 の処理モジュール 14 M に対し、ならびにこれらから基板を搬送するために、この例示的实施形態では装置 20、22 である、搬送システムを含めることができる。この例示的实施形態では、搬送装置 20、22 は、概して、連結されているか、または以下に詳述されるように、搬送装置エンドエフェクタに所望の半径方向（R）および回転方向（T）の動き（例えば、図 2 A にそれぞれ矢印 R、T で示されたもの）を生じさせるために多数の独立した回転軸を伴う回転駆動装置で動力が供給される接合アームである。回転駆動装置は、それぞれの搬送チャンバ 14 T 1、14 T 2 を定義する壁体内に組み込むことができ、同様に後述されるように、これによりコイルをチャンバ雰囲気から隔離する、説明上はコイル付きリングモータと称しうるものを備えることができる。この例示的实施形態では、駆動部モータのこの配置により、搬送チャンバの底面が自由となり、またはそうでなければ例えば真空ポンプシステム 100（図 2 B、2 C を参照）もしくは他の所望のシステムの取り付けおよびインターフェース用にアクセス可能となる。この例示的实施形態では、アームおよび搬送装置アームの駆動装置を磁気浮揚させるとともに、例えばセルフベアリングモータでセンタリングさせることができ、チャンバ雰囲気内でのパーティクル生成の可能性は解消または実質的に低減される。

【0018】

さらに図 2 A - 2 C を参照すると、この例示的实施形態では、各搬送チャンバ 14 T 1、14 T 2 の搬送装置 20、22 は、互いに異なるものにすることができる。例えば、搬送装置 20 は、説明上左右相称のアーム配置と称しうる状態を有することができ、搬送装置 22 は、対称的なアームの配置を有することができ、代替の実施形態では、基板搬送装置は、例えばスカラ配置など、任意の他の配置にすることができる。他の代替の実施形態では、搬送チャンバ内の搬送装置が類似していてもよい。搬送アームの適切な例は、開示の全文が本明細書の一部を構成するものとしてここに援用される、「基板搬送装置」と題する 2008 年 5 月 8 日に出願された米国特許出願第 12 / 117,355 号に見出すことができる。

【0019】

図 3 A - 3 B も参照すると、それぞれ搬送装置 20 の概略斜視図と部分斜視図が示されている。上述のように、この例示的实施形態では、搬送装置 20 は、例えば 2 つのアームアセンブリ 24、26 を有する（代替の実施形態では、これよりも多いまたは少ないアームアセンブリにしてもよい）左右相称のアーム配置にすることができる。アームアセンブリ 24、26 は、互いに実質的に類似するものにすることができる、この例示的实施形態では、図 3 A に最も明瞭に示されるように、アームが実質的に反対方向に伸展および退避するよう、概して互いに反対側に配置される。アーム 24 には、（所望の数の基板をその上に保持することのできる）1 つ（またはそれ以上）のエンドエフェクタ 24 E、およびその上にエンドエフェクタ 24 E が可動的に取り付けられた 1 対のアームリンク 30 R、30 L を備えることができる（アームアセンブリ 26 は類似したものであるため、以下においては、注記されている場合を除き、具体的には特にアームアセンブリ 24 を参照しながらアームアセンブリを説明する）。実現可能なこととして、アームリンク 30 R、30 L の湾曲形状は、例示であり、代替の実施形態では、アームリンクは、直線および弓形を含

むがこれに限定されない、任意の適切な形状にすることができる。アームリンク 30 R、30 L の一端は、ピボット 32 L、32 R において、任意の適切な態様で各基部部材 34、36 に枢動可能に取り付けることができる。アームリンク 30 R、30 L の反対側の端部は、リストジョイント 35 R、35 L において、エンドエフェクタ 24 E に枢動的に接合させることができる。代替の実施形態では、アームリンク 30 R、30 L を、アームリンクに沿った任意の適切なポイントにおいて、基部部材およびエンドエフェクタに枢動的に接合させることができる。この例示的实施形態では、両方のアームアセンブリ 24、26 が、共通の基部部材 34、36 に対し、およびこの基部部材 34、36 経由で駆動部 28 に対し、取り付けられるかまたはそうでなければ接合される。この例示的实施形態では、駆動部 28 に、2 つの独立した回転軸 (T1、T2) をもたらすことによりアームアセンブリ 24、26 に 2 自由度 (R、T) をもたらす、ネスト化されたモータを備えることができる。実現可能なこととして、アームアセンブリ 24、26 のアームリンクの左右相称形状により、アームアセンブリ間の R の動きが一般的に切り離される (バッテリまたは退避位置からの回転軸 T1、T2 の逆回転によりもたらされるものなど、例えば 1 つのアームアセンブリの伸展および退避 (R の動き) は、バッテリ位置における他方のアームアセンブリに、対応する R の動きをほとんど生じさせない)。代替の実施形態では、各アームアセンブリを R 方向に個別に動かせるよう、アームアセンブリを駆動部に個別に結合させることができる。基部部材 34、36 は、アームリンク 30 L、30 R の外部ピボットジョイント 32 L、32 R を駆動部モータのロータに結合できる任意の所望の形状にすることができる (図 3 A - 3 B に示す基部部材 34、36 の構成は、例示でしかなく、代替の実施形態では、基部部材は、任意の他の適切な構成を備えることができる)。

10

20

【0020】

前述のように、図 3 A - 3 C に示す例示的实施形態では、駆動部 28 は、(独立した回転軸 T1、T2 を定義する) ネスト化されたリングモータ 40、42 を備えることができる。基部部材 34、36 はそれぞれ、実質的に軸なしまたはハブなしの態様で、対応する駆動モータ 40、42 に接続させることができる。図 3 A - 3 B に最も明瞭に示されるように、各基部部材 34、36 は、一般フープ部 34 R、36 R、およびそこからアームアセンブリ 24、26 の対応するピボットジョイント 32 L、32 R に垂下する延出部 34 E を備えることができる。この例示的实施形態では、基部部材は、プレスシートメタルなど、実質的に平坦なものにすることができるが、代替の実施形態では、基部部材は、任意の適切な材料および任意の他の所望の態様で形成することができる。閉鎖または開放することのできるフープ部 34 R、36 R はそれぞれ、モータ 40、42 の対応するリングロータに接合される。基部部材のフープ部は、(機械的な固定具、化学結合など) 任意の所望の態様でモータのロータに固定させることができる。代替の実施形態では、モータのロータは、基部部材に別の方法で一体化させることができる (例えば、基部部材が、モータのロータとしての動作能力を有するように構成された、一体化させて形成された磁性物質のリングを有するようにしてもよい)。基部部材のフープ部は、ロータ境界線の所望の長さ区画の周囲に延出させるとともに、これに固定させることができる。この例示的实施形態では、ネスト化したモータ 40、42 を、モータの 1 つが他の 1 つのモータを包囲し、基部部材 34、36 が互いに干渉することなくその回転を許容する構成となるよう、同心円状に位置づけることができる (それぞれの回転軸 T1、T2 は同軸である)。代替の実施形態では、基部部材、ならびに基部部材と駆動部 T1 および T2 モータと間の結合は、任意の他の所望の態様とすることができるとともに、1 つ以上の軸またはハブを含むものにすることができる。

30

40

【0021】

ここでもう 1 度図 2 A - 2 C を参照すると、この例示的实施形態では、駆動部 28 のモータ 40、42 は、搬送チャンバ 14 T1、14 T2 を定義する底壁 14 B 内に一体化される。代替の実施形態では、駆動部のモータを、側壁や上部壁など、搬送チャンバの境界となる任意の他の壁体内に一体化させることができる。この例示的实施形態では、駆動部のリングモータ 40、42 は、モータ内部に真空ポンプシステム 100 (例えば図 2 B お

50

よび 3 B を参照) などの他の構成部品を位置づけるまたは収容するための清浄なまたは実質的に自由な空間 4 4 (駆動システムの構成部品で妨げられない) と、(図示されていない圧力計、センサ、通気システム配管など) 雰囲気制御用の付随構成部品とを定義する配置にできる。代替の実施形態では、雰囲気制御用構成部品は、搬送チャンバ 1 4 T 1、1 4 T 2 の任意の適切な位置に位置づけることができる。ここで図 5 も参照すると、駆動部 2 8 に実質的に類似する駆動部 1 2 8 の概略斜視図が示されている(図示した例示的实施形態における駆動部 1 2 8 は、4 つの独立した回転軸 T 1 - T 4 を定義するためのモータを備えることができ、駆動部 2 8 は、前述のように、2 つの独立した回転軸を備えることができる)。この例示的实施形態では、同心円状に配置されたモータ 4 0、4 2 (T 1、T 2) は、実質的に類似するものにできる。代替の実施形態では、駆動部に、異なる種類のモータを含めることができる。この例示的实施形態では、モータ 4 0、4 2 は、ブラシレス DC モータなど、同期モータとすることができる。ブラシレス DC モータの適切な例は、いずれもその全文が本明細書の一部を構成するものとしてここに援用される、2 0 0 7 年 6 月 2 7 日に出願された米国特許出願番号第 1 1 / 7 6 9 , 6 8 8 号、2 0 0 7 年 6 月 2 7 日に出願された米国特許出願番号第 1 1 / 7 6 9 , 6 5 1 号、および 2 0 0 8 年 6 月 2 7 日に出願された米国特許出願番号第 1 2 / 1 6 3 , 9 9 6 号に記載されている。前述のように、この例示的实施形態では、モータ 4 0、4 2 は、類似したものとできるため、以下においては、別段の記載がある場合を除き、特にモータ 4 0 に言及して説明する。

【 0 0 2 2 】

図 3 B に示すように、モータ巻線は、ステータ 4 0 S 内に配置することができ、ロータ 4 0 R には、所望のピッチで極を交互にしながら周方向に配置した永久磁石を備えることができる。この例示的实施形態では、ロータ 4 0 R に、永久磁石用の強磁性裏当て(または任意の他の適切な磁性物質の裏当て) を備えることができる。ステータ 4 0 S は、例えば図 3 A に最も明瞭に示されているような 4 つのステータセグメントなど(図 5 の参照番号 1 4 0 S 1 - 1 4 0 S 4 も参照)、ステータセグメント 4 0 S 1 - 4 0 S 4 に配置することができるが、代替の実施形態では、これよりも多いまたは少ないステータセグメントとしてもよい。ステータセグメント 4 0 S 1 - 4 0 S 4 は、ロータ上に所望の合力を生じさせるために、互いに幾何学的にオフセット(ロータ周囲に間隔をあけてなど) および電氣的にオフセットさせることができる。この例示的实施形態では、ステータ巻線およびロータマグネットは、実質的に独立させて制御可能なトルク(T 1、T 2) およびセルフベアリングのセンタリング力をもたらすために、図 3 A および 5 の矢印 の方向に接線分力を、および / または半径方向の力(r) (図 5 を参照) を生じさせる能力を備えることができる。1 つ以上のステータセグメント 4 0 S 1 - 4 0 S 4 の巻線は、独立させて制御可能な巻線セットを形成するために、互いに結合させることができ、この例示的实施形態では、モータ 4 0 に、独立させて制御可能な少なくとも 2 つの巻線セットを備えることができる(代替の実施形態では、これよりも多いまたは少ない巻線セットとしてもよい)。所望のトルクおよび独立したロータのセンタリングをもたらすためのセグメント 4 0 S 1 - 4 0 S 4 における巻線の整流は、コントローラ(図示せず) 内の適切なアルゴリズム経路で制御することができる。ステータセグメント 4 0 S 1 - 4 0 S 4 内の巻線を整流するための適切な整流プログラムの例は、すでに本明細書の一部を構成するものとして援用されている、米国特許出願番号第 1 1 / 7 6 9 , 6 8 8 号および第 1 1 / 7 6 9 , 6 5 1 号に記載されている。実現可能なこととして、この例示的实施形態では、ロータのセンタリング力(半径方向および / または接線分力は、ロータ 4 0 R、4 2 R、それ故にアームアセンブリ 2 4、2 6、X、Y 方向の動き(2 つのモータからの 2 つの回転軸 T 1、T 2 に加えた、2 自由度など) をもたらすよう制御することができる。代替の実施形態では、ロータは、例えば機械的な接触(軸、ベアリングなど) や磁氣的な非接触のセンタリングなど、適切な受動的センタリングを備えることができる。

【 0 0 2 3 】

この例示的实施形態では、同心円状に隣接させることのできるモータ 4 0、4 2 を、例えばロータ間に位置する、共通のまたは組み合わされたステータセグメントを使用または

10

20

30

40

50

共有するように構成することができる。これは、例えばステータセグメント 1 4 0 S 1、および駆動部 1 2 8 のロータ 1 4 2 R、1 4 0 R などのステータセグメントの部分斜視図を図解した図 6 に最も明瞭に示される。ステータセグメント 1 4 0 S 1 およびロータ部 1 4 0 R、1 4 2 R は、適切なステータセグメントの代表である。ロータ 4 0 R、4 2 R および駆動部 2 8 のステータセグメント 4 0 S 1 (図 3 A を参照) は、類似している。図 6 に示すように、この例示的实施形態では、ステータセグメント 1 4 0 S 1 に、例えば適切な磁性材料で作られた、コア部 1 4 0 C を備えることができる。図 6 に示すコア部 1 4 0 C の構成は、例示であり、代替の実施形態では、コア部は、任意の所望の構成にできる。コア部 1 4 0 C には、モータ 4 0、4 2 (図 3 B を参照) に類似するモータ 1 4 0、1 4 2 両方の巻線 1 4 0 W、1 4 2 W 両方について、巻線スロットまたは歯を含めることができる。この例示的实施形態では、コア部 1 4 0 C は、単一構造とすることができるが、代替の実施形態では、コア部を複合アセンブリとしてもよい。巻線スロット 1 4 0 W、1 4 2 W は、それぞれの対応するモータロータ 1 4 0 R、1 4 2 R に面するように、コア 1 4 0 C の対向する側面にそれぞれ配置させることができる。コア 1 4 0 C における巻線スロット 1 4 0 W、1 4 2 W は、例示のためにのみ実質的に対称的なものとして図解されており、代替の実施形態では、各モータステータ用のコア内の巻線スロットは、(所定のモータの構成および動作パラメータに対応させるなど)異なってもよい。他の代替の実施形態では、コアに所望の磁気的な構成をもたらすために、コア部に(例えば、コアの面の同心円状に延出する)1つ以上のスロットまたは間隙を形成することができる。ステータセグメントの適切な例は、全文が本明細書の一部を構成するものとしてここに援用される、2008年6月27日に出願された米国特許出願番号第12/163,993号に記載されている。実現可能なこととして、および図6に示されるように、組み合わせられたステータセグメント 1 4 0 S 1 と共に動作する(図3Bに示すロータ 4 0 R、4 2 R に類似する)ロータ 1 4 0 R、1 4 2 R は、適宜に構成することができる。例えば、ロータ 1 4 0 R、1 4 2 R には、永久磁石を、ロータ 1 4 0 R、1 4 2 R 間に位置する組み合わせられたコア部 1 4 0 C 上の対応する巻線に面するように配置して備えることができる。したがって、各ロータ 1 4 0 R、1 4 2 R 上の永久磁石は、互いに面した状態にすることができる(実現可能なこととして、ロータ間の磁気的な作用を回避するために、ロータ間の間隙のサイズを設定すること、および/またはチャンバ壁内に適切な材料を配置することができる)。代替の実施形態では、永久磁石は、互いの方向を任意の適切なものにすることができる。さらに他の代替の実施形態では、モータステータおよびロータは、任意の他の適切な構成を備えることができる。

【0024】

この例示的实施形態では、トルク およびセンタリング(r)の力に加え、モータ 4 0、4 2 に、接触を伴わずに揚力を生じさせる能力(例えばZ力など、図3Aを参照)を備えることができる。例えば、ロータマグネットおよびステータコアは、受動的な揚力を生じさせ、ロータを、ひいてはアームアセンブリを、例えば磁気浮揚を介して、Z方向に安定的に保持できるよう配置することができる。ステータセグメント 4 0 S 1 - 4 0 S 4 およびモータ 4 0、4 2 のロータ 4 0 R、4 2 R は、Z方向におけるロータ 4 0 R、4 2 R の所望の剛性、およびピッチとロールについてのロータの剛性(それぞれY軸およびZ軸に対するロータの回転)をもたらすように確立することができる。Z方向ならびにピッチおよびロールにおける所望のロータ剛性で受動的なZ揚力を有する、ロータおよびステータ構成の適切な例は、すでに本明細書の一部を構成するものとして援用されている、米国特許出願番号第12/163,993号に記載されている。1つの実施形態では、駆動部 2 8 などの駆動部に、アームアセンブリにZ軸の動きをもたらす能力を備えることができる。1つの例示的实施形態では、例えば、ステータセグメント 4 0 S 1 - 4 0 S 4 を、制御可能なZの動きを有する作動可能なプラットフォームまたはキャリッジ(図示せず)上に配置することができる。実施可能なこととして、作動可能なプラットフォームまたはキャリッジは、セルフベアリングアクチュエータおよびネジ駆動装置を含むがこれに限定されない、任意の適切なモータにより駆動させることができる。作動可能なプラットフォー

10

20

30

40

50

ムと搬送チャンバの内部容積との間には、Z駆動により生じることのある微粒子が搬送チャンバ内に入ることを防止する適切なシールを備えることができる。代替の実施形態では、モータロータおよび/またはステータを、ステータ40S1-40S4に対するロータ40R、42Rの、ひいては搬送チャンバ14T1、14T2内のアームアセンブリ24、26のZの動きを可能にする能動的なZ力を生じさせるように構成することができる。他の代替の実施形態では、駆動部28は、アームアセンブリのZの動きを生成できないようにすることができる。

【0025】

ここでもう1度図6を参照すると、(セグメント40S1-40S4に類似する、図3Bを参照)ステータセグメント140S1は、抗コギング機構140G1、140G2、142G1、142G2を備えることができる。この例示的实施形態では、組み合わされたステータセグメント140S1に、モータ140、142の両方のロータ140R、142R用の抗コギング機構を備えることができる。各ステータセグメント(セグメント40S1-40S4など)の抗コギング機構、およびステータセグメント40S1-40S4の一部または全部の(機構140G1、140G2、142G1、142G2に類似する)抗コギング機構の複合または集合効果は、モータ動作中に少なくともZ方向、半径方向(r)、および回転方向(T1、T2軸について)における搬送装置での正確な基板配置のために、モータのコギングを解消するか、または所定のレベルまで低減する。モータステータセグメント上の抗コギング機構の適切な例は、すでに本明細書の一部を構成するものとして援用された、米国特許出願番号第12/163,993号に記載されている。

【0026】

例えば図3Cを参照すると、この例示的实施形態では、モータ40、42に、適切な位置フィードバックシステム50、52を備えることができる。位置フィードバックシステム50、52は、後述のように、搬送チャンバ内の隔離された雰囲気について非侵襲とすることができる。モータ40、42用のフィードバックシステム50、52は、概して、図6に示すフィードバックシステム150、152に類似したものにすることができる。各ロータ用のフィードバックシステム150、152は、互いに類似したものにすることができるとともに、概して、ロータ140R、142Rの絶対およびインクリメンタル回転位置、ならびに半径方向のまたはセンタリングされた位置を確立するために、センサ150A、150G、150I、およびターゲットインデックスを組み込むことができる。代替の実施形態では、センサ150A、150G、150Iは、1つ以上の絶対およびインクリメンタル回転位置ならびに半径方向の位置についてフィードバック情報を提供することができる。例えば、センサ150A、150G、150Iは、ホール効果センサなどの電磁センサであっても、光学的または他のビームセンサであってもよい。他の代替の実施形態では、センサは、誘導センサを含むがこれに限定されない、任意の適切なセンサとすることができる。センサは、後述のようにチャンバ外に位置づけることができる。代替の実施形態では、センサを、モータ40、42に対する任意の適切な位置に位置づけることができる。この例示的实施形態では、ロータ裏当て上に、上述のようにロータ位置を確立するために、対応するセンサ150A、150G、150Iにより感知またはそうでなければ読み取られる、ターゲットインデックスまたは任意の他の適切な位置目盛りを備えることができる。図6に示す例では、センサ150A(例として8つのセンサが示されているが、8つよりも多いまたは少ない数のセンサであってもよい)は、ロータ140Rの絶対回転位置を確立するためにロータ裏当て上にインデックスされた対応するターゲットインデックストラックを感知することができる。センサ150I(例として2つのセンサが示されているが、2つよりも多いまたは少ない数のセンサであってもよい)は、ロータのインクリメンタル回転位置を確立するためにロータ裏当て上にインデックスされた対応するターゲットインデックストラックを感知することができ、センサ150G(例として1つが示されているが、1つよりも多いまたは少ない数のセンサであってもよい)は、半径方向の間隙の位置、ひいてはロータ140Rのセンタリング位置を感知するためにロータ裏当て上の対応するターゲットトラックを感知することができる。代替の実施形態では

、これよりも多いまたは少ないセンサとすることができる（例えば、１つ以上のセンサからのセンサデータを使用してロータの１つ以上の位置パラメータを確立することができる）。実現可能なこととして、上記には３種類のターゲットインデックストラックが記載されているが、代替の実施形態では、上記のものなど、モータの任意の数のフィードバック特性の感知を許容するために、任意の適切な構成を有する３つよりも多いまたは少ないターゲットインデックストラックを備えることができる。位置フィードバックセンサシステム５０、５２の適切な例は、全文が本明細書の一部を構成するものとしてここに援用される、２００８年６月２７日に出願された米国出願番号第１２／１６３，９８４号に記載されている。センサ１５０Ａ、１５０Ｉ、１５０Ｇに類似するセンサは、後述のように、ロータに対する所定の位置に好みに配置することができる。

10

【００２７】

前述のように、この例示的实施形態では、駆動部２８は、搬送チャンバの底壁１４Ｂ（例えば、図２Ｂを参照）内に一体化させることができる。図２Ｂ－２Ｃに示されるように、底壁の下または外面は、実質的に駆動部の部品のない状態である。また、前述のように、モータステータ４０Ｓ、４２Ｓ、およびフィードバック位置システム５０、５２（図３Ｃも参照）は、搬送チャンバ１４Ｔ１の内部雰囲気から隔離させることができる。さらに、図２Ｂからわかるように、隔離されたモータステータ４０Ｓ、４２Ｓ、およびフィードバックシステム５０、５２（ならびに隔離された雰囲気内のロータ４０Ｒ、４２Ｒ）は、少なくとも部分的に、搬送チャンバのＳＥＭＩで指定された高さの範囲内に位置づけることができる。図２Ｂおよび５に最も明瞭に示されるように、ステータおよびフィードバックシステムセンサは、チャンバの底壁１４Ｂに取り付けられ、カバー１４Ｈ内でステータおよびフィードバックセンサを搬送チャンバ１４Ｔ１、１４Ｔ２の内部から隔離する壁体１４Ｐを有する、隔離ケースまたはカバー１４Ｈ内に位置づけることができる。カバー１４Ｈは、ステータおよびロータが説明上搬送チャンバの周壁と称することのできるものの中に少なくとも部分的に埋め込まれるよう、ステータ用のハウジングチャネルと（例えば、図３Ｂ、４Ｂに示される）各モータのロータ用の溝を伴う構成にすることができる。

20

【００２８】

この例示的实施形態では、カバー１４Ｈは、概してステータセグメント４０Ｓ１－４０Ｓ４に一致させて、カバーセグメント１４Ｈ１－１４Ｈ４（図３Ａおよび５を参照）に分割することができる。この例示的实施形態では、カバーセグメントは、互いに類似したものにすることができ、以下においては、特にカバーセグメント１４Ｈ１を参照しながら説明する。カバーセグメント１４Ｈ１は、単一構造にすることができるとともに、（アルミニウムや他の非磁性材料など）任意の適切な材料とすることができる。代替の実施形態では、カバーセグメント１４Ｈ１は、単一構造を備えていなくてもよい。カバーセグメント１４Ｈ１は、搬送チャンバ内部を閉鎖および隔離するために、フランジ１４Ｆ（図５を参照）または搬送チャンバ壁（例えば底壁１４Ｂ）に対して着座させるための着座面を形成する形状にすることができる。図５に示す例示的实施形態では、カバーセグメント１４Ｈに、モータステータセグメント用の凹部１４ＳＯ、１４ＳＩを備えることができる（例えば、ステータセグメント４０Ｓ１－４０Ｓ４をカバーセグメントの凹部１４ＳＯの内部に位置づけることができる）。図５は、カバーセグメント１４Ｈ１の一部の図解であり、カバー凹部１４ＳＯの内部に位置づけられた（ステータセグメント４０Ｓ１に類似する）ステータセグメント１４０Ｓ１が示されている。前述のように、カバーの壁体１４Ｐは、ステータと搬送チャンバ内部との間に位置づけられており、したがってステータを搬送チャンバ内部の雰囲気から隔離している。

30

40

【００２９】

この例示的实施形態では、カバーセグメントに、フィードバックシステム５０、５２のセンサ１５０Ａ、１５０Ｇ、１５０Ｉなど、センサ用に示されている凹部１４ＦＩ、１４ＦＮ、１４ＦＯも含めることができる（カバーセグメントの対応する凹部１４ＦＮ、１４ＦＯの内部にそれぞれ位置するフィードバックシステム１５０、１５２のセンサ部分を示す図６も参照）。したがって、この例示的实施形態では、カバーセグメント１４Ｈの凹部

50

により、ステータセグメントが配置され、またその内部に位置するフィードバックシステムが、搬送チャンバの雰囲気から（中間に位置するカバーセグメント壁により）さらに隔離される搬送チャンバの底壁内に配置される。センサ 150 A、150 I、150 G は、カバー壁 14 P を介してターゲットインデックスを感知する能力を備えることができる。光学センサを備えた実施形態では、カバー壁 14 P に、チャンバ内部およびセンサの間の隔離を維持しながら、センサの読み取りを可能にする透明部または窓を含めることができる。ステータセグメント 14 S 1 - 14 S 4 およびフィードバックシステムセンサ 50、52 は、被覆されたステータセグメントおよび対応するフィードバックシステム部分を設置し、ユニットモジュールとして搬送チャンバから取り外せるようにするために、そのそれぞれのカバーセグメント 14 H 1 - 14 H 4 に取り付けることができる。代替の実施形態では、各ステータカバーと、ステータと、フィードバックシステムセンサとを個別に設置および取り外すことができる。

10

【0030】

図 2 C に最も明瞭に示されているように、この例示的实施形態では、搬送チャンバ 14 T 1、14 T 2 の底壁 14 B に、カバーセグメント 14 H 1 - 14 H 4 の底壁 14 B 内への設置を許容するための開口部 200 を備えることができる。代替の実施形態では、カバーセグメント 14 H 1 - 14 H 4 の設置のために、開口部を搬送チャンバ 14 T 1、14 T 2 の任意の適切な側面上に位置づけることができる。図 2 C にも示されるように、真空ポンプ（および/または通気）システム 100 も、底壁 14 B の外面に取り付けることができる。ポンプシステム 100 は、上述のように駆動部内に定義されたアクセス空間 44

20

【0031】

ここで図 4 A - 4 C を参照すると、他の 1 つの例示的实施形態に係る搬送装置 22 が示されている。前述のように、装置 22 には、この例では実質的に同一方向に面した 2 つの対称的なアームアセンブリ 22 U、22 L を伴う、対称的なアーム構成を備えることができる。アームアセンブリ 22 U、22 L は、例えば図 5 に示すように、4 つの回転軸（T 1、T 2、T 3、T 4）をもたらしよう配置したモータを伴う駆動部 128 に結合させることができる。1 つの例示的实施形態では、アームアセンブリ 22 U、22 L の動きを独立させて制御できる。他の例示的な実施形態では、アームアセンブリの動きは、任意の適切な態様で制御することができる。アームアセンブリ 22 U、22 L は、互いに、および先述のアームアセンブリ 24、26 に実質的に類似している。代替の実施形態では、アームアセンブリ 22 U、22 L は互いに類似していなくてもよい。この例では、類似する機構には同様の番号を付した。ロアアームアセンブリ 22 L には、それぞれのエンドエフェクタ 124 E を基部部材 134、136 に連結する対称的なアームリンク 130 L R、130 L L を備えることができる。基部部材 134、136 は、（アーム 22 L の T および R の動きのために）回転軸 T 1、T 2 をもたらし駆動部 128 の、結合されたモータ 140 であってもよい。モータ 140、142、144、146 は、互いに、および前述のように駆動部 28 のモータに実質的に類似していてもよい。代替の実施形態では、モータ 140、142、144、146 の 1 つ以上が、互いに異なってもよい。アッパーアームアセンブリには、それぞれのエンドエフェクタ 124 E をベースアーム 122 L、122 R に連結する、対称的なアームリンク 130 U L、130 U R を備えることができる。図 4 A - 4 B に最も明瞭に示されるように、ベースアームリンク 122 L、122 R は、対応するモータ 144、146 に結合されて（アーム 22 U の T および R の動きのための）回転軸 T 3、T 4 をもたらし基部部材 164、166 にそれぞれ固定させることができる。基部部材 164、166 は、基部部材 34、36 に概して類似するものとできるが、ベースアーム 122 R、122 L に嵌合するよう概して上方に延出する延出部材 164 E、166 E を備えることができる。この例示的实施形態では、延出部材 164 E、166 E は、同軸にすることができるとともに、図 3 B に示すアクセス領域 44 に類似する、駆動部 128 内の実質的な空き領域を維持するために、好んでモータロータから垂直にオフセットさせることができる。実現可能なこととして、基部部材には、図 4 B に示されるよ

30

40

50

うに、ロータ 144 R、146 Rを含めることができる。1つの実施形態では、ロータ 144 R、146 Rを、実質的に同一の態様で基部部材 164、166に取り付けることができるとともに、図 6 に関し上述したロータ 140 R、142 Rに実質的に類似したものにすることができる。アームアセンブリ 22 U、22 Lおよび駆動部 128は、前述のアームアセンブリ 24、26および駆動部 28に実質的に類似する態様で、例えば搬送チャンバの底壁 14 Bに、嵌合させることができる。代替の実施形態では、アームアセンブリ 22 U、22 Lおよび駆動部 128を、任意の適切な態様で搬送チャンバの任意の適切な壁体に嵌合させることができる。

【0032】

ここで図 7 A - 7 Cを参照すると、他の 1つの例示的实施形態に係る処理装置の搬送チャンバ部 714 Tの概略上面斜視図、概略垂直断面図、および概略底面斜視図が示されている。搬送チャンバ 714 T 1、714 T 2内の搬送装置 722、723には、左右相称のアームアセンブリ 724、726と、対称的なアームアセンブリ 722 U、722 Lとを含めることができる。この例示的实施形態では、搬送チャンバ周囲の側壁 714 W内に組み込むことのできるそのそれぞれの駆動部 728、728 U、728 Lにより、アームアセンブリ 724、726、722 U、722 Lに動力が供給される。1つの実施形態では、駆動部 728、728 U、728 Lは、壁体 714 W内に埋め込むか、または壁体 714 Wの表面上に取り付けることができ、搬送チャンバ 714 T 1、714 T 2の内部雰囲気から隔離してもしなくてもよい。

【0033】

図 8 A、8 Bに最も明瞭に示されているように、左右相称の搬送装置 723が示されている。搬送装置 723は、別段の記載がある場合を除き、例えば図 2 A - 2 Cに関して上述した搬送装置 20に実質的に類似したものにすることができる。この例示的实施形態では、アームアセンブリ 724、726のアームリンク 730 L、730 Rは、それぞれ基部部材 734、736に枢動的に連結させることができる。基部部材 734、736は、(T 1、T 2の回転をもたらすための)駆動部 728のモータのロータフープ 740 R、742 Rに結合させることができる。この例示的实施形態では、基部部材 734、736がロータフープの内面から垂下するように、ロータフープ 740 R、742 Rをアームリンク 730 L、730 Rのピボット 732 L、732 Rの外部に延出させることができる。代替の実施形態では、基部部材をロータフープの(例えば上面、底面、および外面などの)任意の適切な面から垂下させることができる。この例示的实施形態では、ロータフープ 740 R、742 Rを一般的な積層構成に配置することができる。代替の実施形態では、ロータフープに、任意の適切な相互の空間関係をもたせることができる。実現可能なこととして、アームアセンブリ 724、726のアームリンクの左右相称の配置により、アームアセンブリ間の Rの動きが一般的に切り離されることになる(バッテリーまたは退避位置からの回転軸 T 1、T 2の逆回転によりもたらされるものなど、例えば 1つのアームアセンブリの伸展および退避(Rの動き)は、バッテリー位置における他方のアームアセンブリに、対応する Rの動きをほとんど生じさせない)。代替の実施形態では、各アームアセンブリを R方向に個別に動かせるように、2本のアーム 724、726の各アームリンクを独立させてそのそれぞれのモータに結合させることができる。

【0034】

この例示的实施形態では、ロータフープ 740 R、742 Rは、先述のロータ 40 R、42 Rに概して類似したものにすることができる。ここで図 9を参照すると、代表的なロータフープ 742 Rの断面図が非常に詳細に示されている。ロータフープ 742 Rには、概して、強磁性の裏当てリング 742 B上に取り付けられた永久磁石 742 Mと、ロータ位置の判定のために適切にインデックスされたセンサターゲットトラック 742 Tとを含めることができる。図 9からわかるように、この例示的实施形態では、永久磁石 742 Mおよびセンサトラック 742 Tは、外側に向けて位置づけられる。代替の実施形態では、永久磁石およびセンサトラックをロータフープに対し任意の適切な方向に向けることができる。この例示的实施形態では、ロータフープ 742 Rは、フープ支持部 742 H 1上に

取り付けられたロータ裏当て 742B および永久磁石 742M と、モータフープ 742R を形成するように適切な固定具を用いて接続された、フープ支持部 742H2 に取り付けられたセンサトラック 742T とを伴う、アセンブリとすることができる。代替の実施形態では、フープ支持部 742H1、742H2 は、任意の適切な機械的または化学的な固定具を含むがこれに限定されない、任意の適切な態様で、接合させることができる。この例示的实施形態では、フープ支持部 741H1、742H2 は、例えばアルミニウム合金を含むがこれに限定されない、非磁性材料などの、任意の適切な材料で形成することができる。図 10 に最も明瞭に示されるように、モータステータ 740S、742S は、例えば位置フィードバックシステムのセンサと共に、隔離ケース 714HU、714HL 内に収容することのできる、(図 5 および 5 に関し) 前述したものに類似する、(例示のために 6 つが示されているが) 任意の数のステータセグメントの構成にすることができる。図 10 では、例示のためにのみ 2 つのモータステータセット 710S1、740S2 が示されていることに注意されたい。図 10 から実現可能なこととして、搬送装置は、例えば一般的な積層構成などに配置された、任意の適切な数のステータセットを備えることができる。

10

【0035】

図 11 は、駆動部 728U、728L の(回転軸 T1、T2、T3、T4 をもたらすための)各ロータフープ 740R、742R、744R、746R に接続された対称的なアームアセンブリ 722U、722L を伴う搬送装置 722 を示す。図 9 - 10 から実現可能なこととして、この例示的实施形態では、駆動部 728L、728U は、アームの伸展および退避に合わせてモータ 740、742 および 744、746 間を通過するように、搬送アームアセンブリ 722L、722U の下に位置するモータ 740、742、およびアームアセンブリの上に位置するモータ 744、746 と共に、配置することができる。上部駆動部 728U (T3、T4 の回転) のモータ 744、746 は、アッパーアームアセンブリ 722U に動力を供給することができ、下部駆動部 728L (T1、T2 の回転) のモータ 740、742 は、ロアアームアセンブリ 722L に動力を供給することができる。また、アッパーロータフープ 744R、746R は、図 10 に示すようにステータ 740S により駆動させることもできる。各ステータ 740S は、搬送チャンバ 714T に対する個別の設置または取り外しができるモジュール式ユニットとすることができる。代替の実施形態では、例えば互いに隣接して配置された(例えば、ステータ 740S1、740S2 のように互いに上下に積層された)ステータをユニットとして取り外しまたは設置できるように接合するなど、複数のステータを互いに接合する、または単一構造にすることができる。図 7A および 7C から実現可能なこととして、アクセススロット 714SU、714SL は、アッパーおよびロア駆動部 728U、728L 用のそれぞれのステータケース 714HU、714HL の設置のために、チャンバ周壁の上面および/または下面内に形成することができる。

20

30

【0036】

ここで図 12A - 12C を参照すると、他の 1 つの例示的实施形態に係る搬送チャンバ部 1114T の上面斜視図、垂直断面図、および底面斜視図が示されている。搬送チャンバ部 1114T は、別段の記載がある場合を除き、搬送チャンバ部 714T に類似するものとしてすることができる。セクション 1114T には、アームアセンブリ 1122U、1122L および 1124、1126 を伴う搬送装置を含めることができる。アームアセンブリ 1124 および 1126 は、図 7A に示した前述のアームアセンブリ 724、726 に実質的に類似しており、先述の駆動部 728 に実質的に類似する駆動部 1128 に結合される。この例示的实施形態では、アームアセンブリ 1122U、1122L は、概してアームアセンブリ 722U、722L に類似しており、軸 T1、T2、T2、T4 に対する回転をもたらすモータ 1240、1242、1244、1246 を有する駆動部 1228 に接続される、図 12D も参照)。

40

【0037】

図 13B および 14 に最も明瞭に示されるように、駆動部 1228 のモータ 1240、1242、1244、1246 は、一般的に積層された構成であり、いずれもアームアセ

50

ンブリ 1 1 2 2 U、1 1 2 2 L の（下面など）1 つの面上に位置する。この例示的实施形態では、アームアセンブリ 1 1 2 2 U を、図 1 3 A に最も明瞭に示された連結橋部 1 1 2 3 により、ロータフープ 1 2 4 4 R、1 2 4 6 R に結合させることができる。図 1 3 B に示すように、連結橋部 1 1 2 3 には、第 1 橋部 1 1 3 1 と第 2 橋部 1 1 3 0 とが含まれる。第 1 橋部には、軸 1 1 3 1 S により接合された、上部基部部材延出部 1 1 3 2 E U と下部基部部材延出部 1 1 3 2 E L とが含まれる。第 2 基部部材部 1 1 3 0 には、軸 1 1 3 0 S により結合された、上部基部部材延出部 1 1 3 4 E U と下部基部部材延出部 1 1 3 4 E L とが含まれる。図 1 3 A、1 3 B に示すように、橋部 1 1 3 1、1 1 3 0 は、そのそれぞれの軸部 1 1 3 1 S、1 1 3 0 S により、互いに枢動的に接合される。この例では、軸部 1 1 3 1 S、1 1 3 0 S は、軸 1 1 3 1 S が軸 1 1 3 0 S を通り抜けてまたはその内部を通過するよう、同心円状に位置づけられる。連結橋部 1 1 3 1、1 1 3 0 は、互いに（軸の動きに対し）軸方向に固定されるよう、それぞれに接合させることができる。

10

【0038】

この例では、アームアセンブリ 1 1 2 2 U がロータフープ 1 2 4 4 R、1 2 4 6 R に結合された状態で、アームアセンブリ 1 1 2 2 L をロータフープ 1 2 4 0 R、1 2 4 2 R に結合させることができる。例えば、アーム 1 1 2 2 L のアームリンク 1 1 2 2 L R は、一端で各エンドエフェクタ 2 4 E に枢動的に結合させるとともに、反対側の端部でロータ 1 2 4 0 R の基部部材 1 1 3 2 B U に枢動的に結合させることができる。アーム 1 1 2 2 L の他方のアームリンク 1 1 2 2 L L は、一端で各エンドエフェクタ 2 4 E に枢動的に結合させるとともに、反対側の端部でロータ 1 2 4 2 R の基部部材 1 1 3 4 B U に枢動的に結合させることができる。アーム 1 1 2 2 U のアームリンク 1 1 2 2 U R は、一端で各エンドエフェクタに枢動的に結合させるとともに、反対側の端部で橋部 1 1 2 3 の基部部材延出部 1 1 3 2 E U に枢動的に結合させることができる。アーム 1 1 2 2 U の他方のアームリンク 1 1 2 2 U L は、一端で各エンドエフェクタに枢動的に結合され、他方の端部で、橋部 1 1 3 0 の基部部材延出部 1 1 3 4 E U に枢動的に結合される。代替の実施形態では、アームアセンブリを任意の他の所望の態様でロータフープと接続させることができる。この例では、エンドエフェクタがロータフープの上部で伸展および退避されるが、代替の実施形態では、伸展および退避中にエンドエフェクタがロータフープの下を通過するよう搬送アームを構成してもよい。

20

【0039】

ここで図 1 4 を参照すると、ステータ 1 2 4 0 S、1 2 4 2 S、1 2 4 4 S、1 2 4 6 S が備えられているが、これらは、そのそれぞれのロータ 1 2 4 0 R、1 2 4 2 R、1 2 4 4 R、1 2 4 6 R を駆動するための（図 5 および 6 などに関して）上述したものに類似する（例示のために 6 つが示されている）ステータセグメントに配置することができる。ステータ 1 2 4 0 S、1 2 4 2 S、1 2 4 4 S、1 2 4 6 S は、互いに、および例えば図 1 0 に関し上述したものに実質的に類似したものにすることができる。図 1 0 に示すように、ステータは、上述したものに実質的に類似する態様で、例えば位置フィードバックシステムのセンサと共に、隔離ケース 1 4 1 4 内に収容することができる。図 1 2 C から実現可能なこととして、アクセススロット 1 4 1 4 S は、例えば図 7 C に関し上述したものと実質的に類似する態様で、各ステータケース 1 4 1 4 の設置のためにチャンバ周壁の下面内に形成することができる。

30

40

【0040】

ここで図 1 5 を参照すると、搬送装置 2 0 0 4 R および処理ツール 2 0 0 2 の他の 1 つの例示的实施形態が示されている。ツール 2 0 0 2 には、処理モジュール 2 0 0 6、2 0 0 6 A と、所望の制御された環境（不活性ガスや非常に清浄な空気など）を伴うフロントエンドモジュール（FEM）2 0 0 4 とを備えることができる。プロセスモジュール 2 0 0 6 の 1 つ以上は、FEM 搬送口ポット 2 0 0 4 R がプロセスモジュール内で基板を取り上げ/載置できるように、FEM に接続させることができる。プロセスモジュール 2 0 0 6、2 0 0 6 A（1 つのプロセスモジュールが示されているが、代替の実施形態では、積層されたプロセスモジュールを FEM または 1 つ以上の移送モジュールのそれぞれに接合

50

させることができる)は、F E M 2 0 0 4 との間で共通の雰囲気を共有することができる。F E M 2 0 0 4 には、先述のものに類似する完全な態様で、キャリア 2 1 0 0 をツールにロードおよびインターフェース接続するためのロードインターフェースまたはロードポートを備えることができる。この例示的实施形態における F E M 搬送ロボット 2 0 0 4 R は、開示の全文が本明細書の一部を構成するものとしてここに援用される、2 0 0 8 年 5 月 1 9 日に出願された米国特許出願第 1 2 / 1 2 3 , 3 9 1 号に記載されたものに実質的に類似する清浄トンネルを介して、キャリア 2 1 0 0 および 1 つ以上のプロセスモジュール 2 0 0 6 間で直接基板を取り上げ / 載置できるスカラロボットとして示されている。例示のためにのみ、スカラロボット 2 0 0 4 R には、互いに回転自在に順次接続されたアッパーアーム 2 0 0 4 R U、フォアアーム 2 0 0 4 R F、およびエンドエフェクタ 2 0 0 4 R E、ならびに例示のためにのみ図 4 A および 1 3 A に関し上に示したものと実質的に類似するネスト化された駆動モータを備えることができる。ロボット 2 0 0 4 R のアッパーアーム 2 0 0 4 R U は、ネスト化された駆動装置のロータの 1 つに及ぶ橋に接続させるか、または一体化させることができる。1 つの例示的实施形態では、フォアアーム 2 0 0 4 R F とエンドエフェクタ 2 0 0 4 R E とは、アッパーアームに従属させることができる。代替の実施形態では、フォアアーム 2 0 0 4 R F は、ネスト化されたモータの 1 つにより駆動させることができ、フォアアーム 2 0 0 4 R E は、アームが伸展されても、フォアアーム 2 0 0 4 R E が伸展経路の縦方向に実質的に整列された状態にとどまるよう、それに応じて従属させることができる。さらに他の代替の実施形態では、任意の適切な伝達部材がロボットアームリンクをネスト化されたモータの各 1 つに接続し、各モータにより、ロボット 2 0 0 4 R のアッパーアーム、フォアアーム、およびエンドエフェクタのそれぞれが個別に駆動されるように、駆動装置に 3 つのネスト化されたモータを備えることができる。ロボット 2 0 0 4 R は、複数のアームが互いに垂直方向に積層された複数の搬送経路をもたらすよう、図 4 A および 1 3 A に関し上述したように、複数のアームを伴う構成を備えることができる。積層された搬送経路により、同一または異なる搬送方向で互いの上部を通過しながら、基板を処理モジュールおよび / またはキャリア内に供給およびこれから除去すること、またはトンネル 2 0 0 5 を介して搬送することが可能になる。垂直に積層された搬送経路は、トンネル 2 0 0 5 に沿って搬送モジュール 2 0 0 8 から搬送モジュール 2 0 0 8 A へと、および / または搬送モジュールからプロセスモジュール 2 0 0 6 の各 1 つおよびキャリア 2 1 0 0 へと続くものにすることができる。

【 0 0 4 1 】

図 1 5 に示す例示的实施形態では、F E M インターフェース 2 0 1 0 を介してキャリア内部へと定義され、プロセスモジュール 2 0 0 6、2 0 0 6 A 内へと延出する清浄トンネル 2 0 0 5 は、(例えば、いずれも全文が本明細書の一部を構成するものとしてここに援用される、2 0 0 6 年 5 月 2 6 日に出願された米国出願番号第 1 1 / 4 2 2 , 5 1 1 号、2 0 0 3 年 7 月 2 2 日に出願された米国出願番号第 1 0 / 6 2 4 , 9 8 7 号、2 0 0 4 年 1 0 月 9 日に出願された米国出願番号第 1 0 / 9 6 2 , 7 8 7 号、2 0 0 6 年 5 月 2 6 日に出願された米国出願番号第 1 1 / 4 4 2 , 5 0 9 号、および 2 0 0 6 年 5 月 2 6 日に出願された米国出願番号第 1 1 / 4 4 1 , 7 1 1 号に類似する態様で)異なる長さまたは構成とすることができる。この例示的实施形態では、移送モジュール 2 0 0 8 は、F E M ロボットが基板を移送モジュール内へと取り上げ / 載置できるように、F E M に接続させることができる。移送モジュールの位置は、単なる例示でしかない。実現可能なこととして、清浄トンネルは、移送モジュールを介して F E M から延出を続けるようにできる。清浄トンネルの長さおよび構成を好みで異ならせるために、より多くのまたは少ない移送モジュール 2 0 0 8、2 0 0 8 A を互いに(例えば、図 1 5 に点線で示すように直列に)接続させることができる。(モジュール 2 0 0 6、2 0 0 6 A に類似する)プロセスモジュールは、基板を、例えばキャリア 2 0 1 0 および任意の所望のプロセスモジュールに / から、または任意の所望のプロセスモジュール間で、清浄トンネルを介して移送できるように、清浄トンネルに接合させることができる。この例示的实施形態では、移送モジュール 2 0 0 8 は、例えば基板をプロセスモジュール 2 0 0 6 A に / から、または隣接する移送モ

ジュール/チャンバ2006Aに搬送するために、内部に搬送ロボットを備えることができる。代替の実施形態では、清浄トンネル2005の隣接モジュール内部でそこからロボットに基板を取り上げ/載置させて、移送モジュールに内部ロボットを備えないようにできる。さらに他の例示的实施形態では、移送モジュールは、任意の適切な長さにあることができるとともに、任意の適切な基板移送装置を含むものにすることができる。

【0042】

図15に示す例示的实施形態では、ツール2002内の清浄トンネルの移送モジュール2008、2008Aは、共通の制御されたFEMの(例えば不活性ガス、非常に清浄な空気)を共有することができる。代替の実施形態では、清浄トンネルの各部分に異なる雰囲気を保持できるように、移送モジュール2008、2008Aの1つ以上をロードロックとして構成することができる(例えば、FEM内に定義された清浄トンネル部分がN2環境を有し、モジュール2008A内の部分が真空環境を保有することができ、移送モジュール2008は、FEM内の不活性ガス雰囲気とモジュール2008Aの真空雰囲気間で基板をサイクルできるロードロックとすることができる)。実現可能なこととして、キャリアは、FEMにインターフェース接続可能であることに加え、米国特許出願第12/123,391号に記載されたプロセスツールの真空部分に直接インターフェース接続させることができる。

【0043】

図16を参照すると、他の1つの例示的实施形態に係る他の1つのプロセスツール4002の平面図が示されている。図16に示す例示的实施形態におけるツール4002には、処理モジュール4006、4006Aと、例えば真空雰囲気(または代替の実施形態では不活性ガスや非常に清浄な乾燥した空気)を伴うFEM4004とを備えることができる。図16に示すように、かつ図15に示す実施形態と同様に、真空搬送ロボット4004Rがプロセスモジュール内で基板を取り上げ/載置できるように、(例えば、垂直に積層したまたはオフセットした配置における)プロセスモジュール4006の1つ以上を真空FEMに接続させることができる。プロセスモジュール4006、4006aは、ロード部4004との間で共通のプロセス真空を共有することができる。FEM4004には、先述のものと類似する完全な態様で、キャリア4100をツールにロードおよびインターフェース接続するために、ロードインターフェースまたはロードポートを備えることができる。この例示的实施形態における真空搬送ロボット4004Rは、図15に関し上述したものに実質的に類似したものにするとともに、すでに本明細書の一部を構成するものとして援用されている、米国特許出願第12/123,391号に記載されたものと類似する清浄トンネルを介して、キャリア4100と1つ以上のプロセスモジュール4006、4006Aとの間で直接基板を取り上げ/載置するよう構成することができる。図16に示す例示的实施形態では、FEMインターフェース4010、4012を介してキャリアの内部へと定義され、プロセスモジュール4006、4006A内へと延出する清浄トンネル4005は、異なる長さまたは構成にすることができる。

【0044】

本明細書に記載される例示的实施形態は、個別にまたは任意の組み合わせにおいて使用できることを理解されたい。また、前述の記載は、実施形態の説明に過ぎないことも理解されたい。当業者は、本明細書に開示される実施形態から逸脱することなく、さまざまな代替および修正を考案することができる。したがって、これらの実施形態は、添付の請求の範囲内に含まれるそのような全ての代替方法、修正、および差異を包含することを意図している。

【図 1】

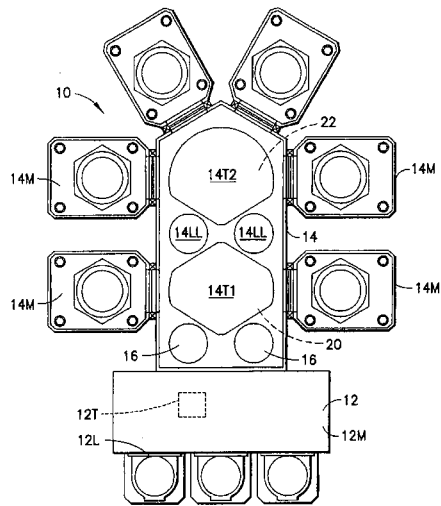


FIG.1

【図 2 A】

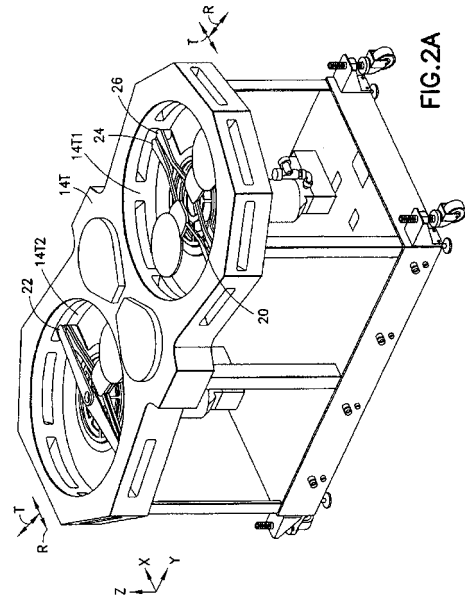


FIG.2A

【図 2 B】

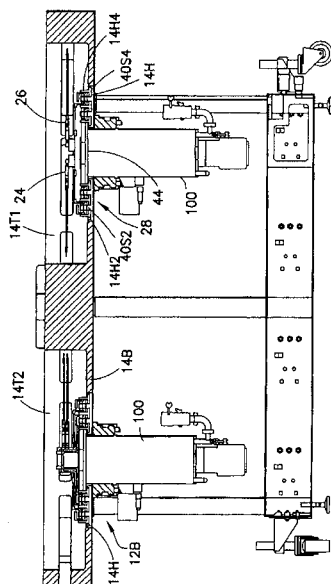


FIG.2B

【図 2 C】

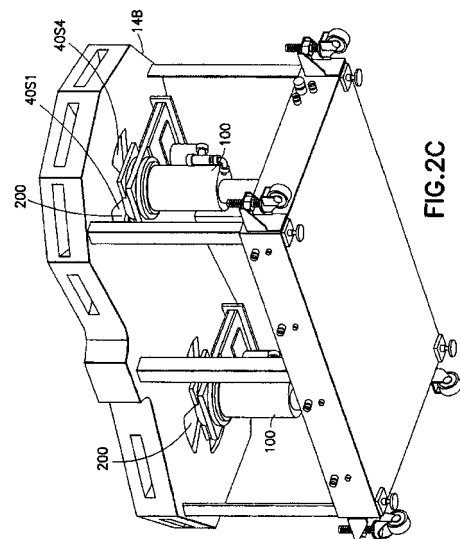
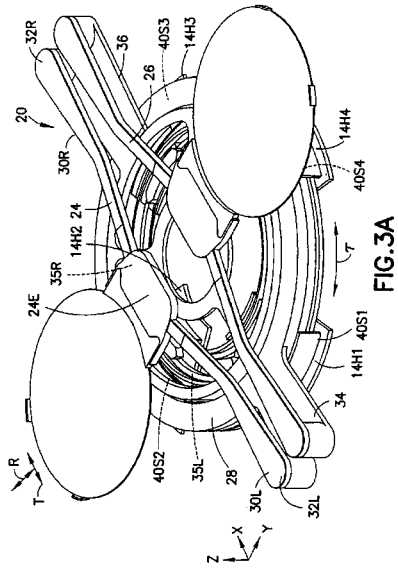
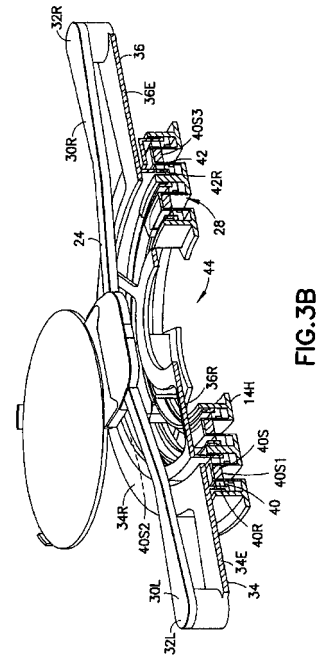


FIG.2C

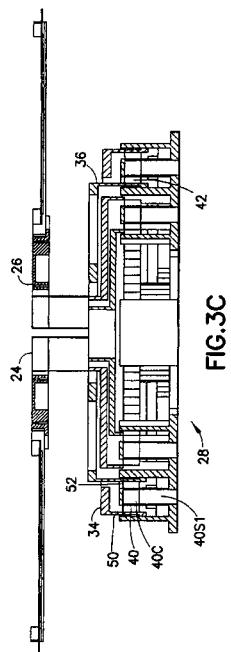
【図 3 A】



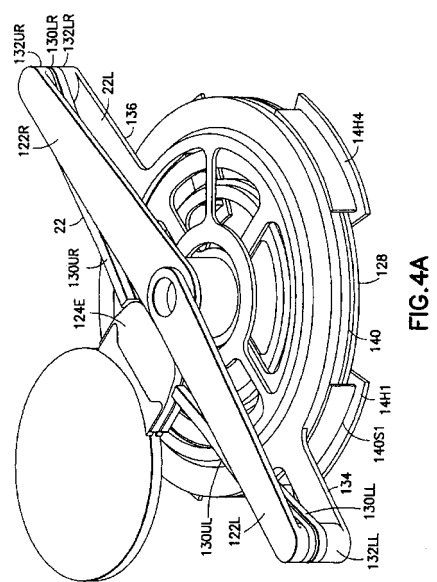
【図 3 B】



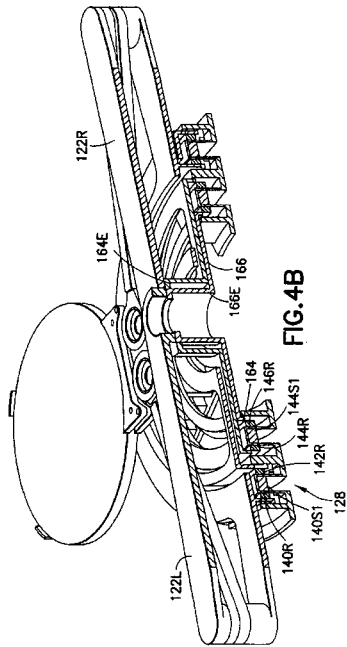
【図 3 C】



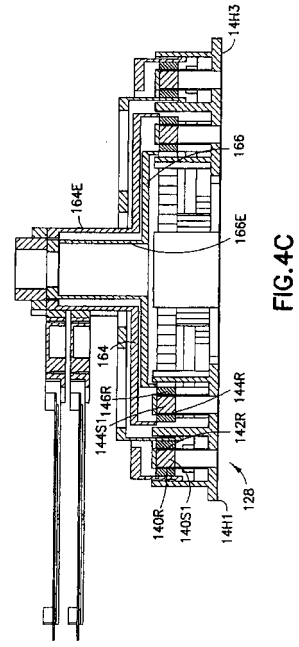
【図 4 A】



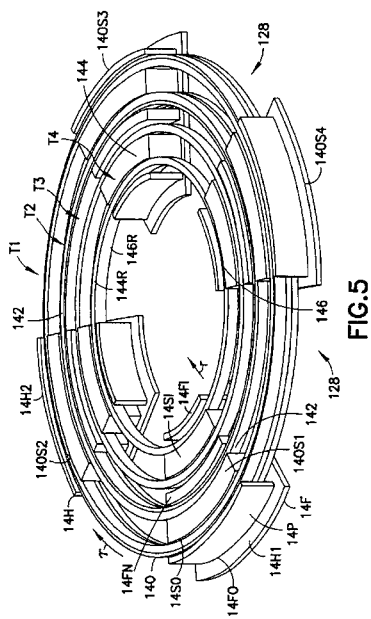
【図 4 B】



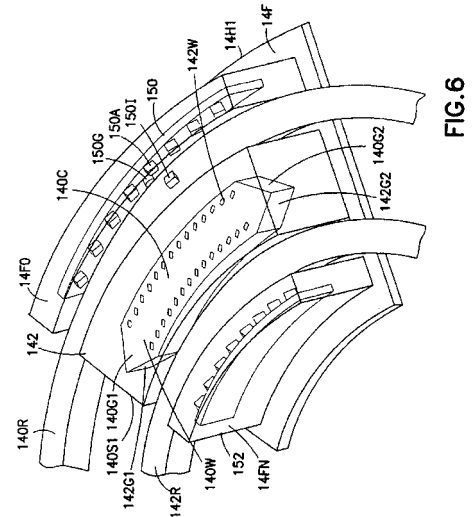
【図 4 C】



【図 5】



【図 6】



【図 7 A】

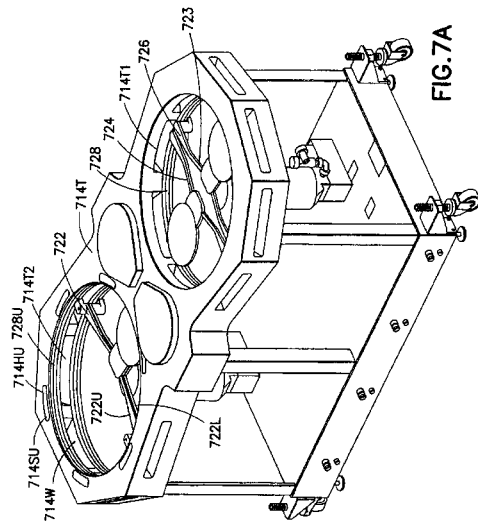


FIG. 7A

【図 7 B】

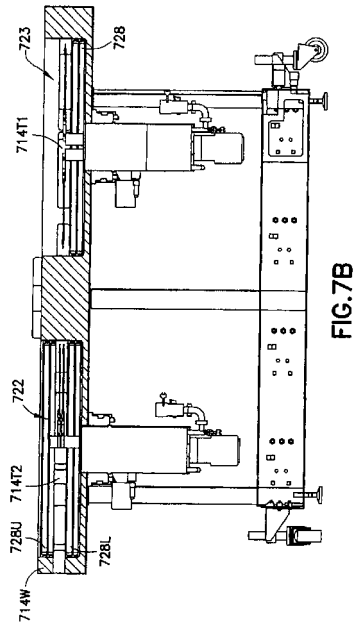


FIG. 7B

【図 7 C】

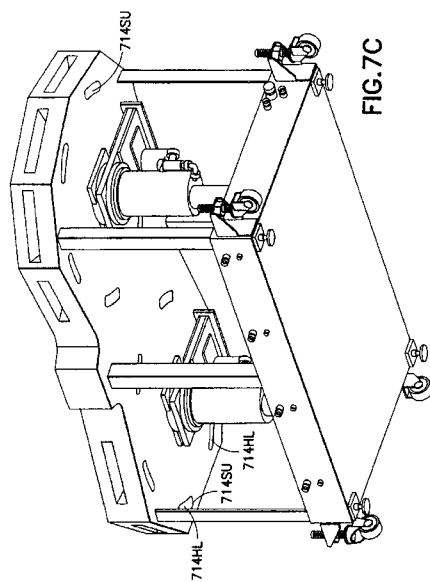


FIG. 7C

【図 8 A】

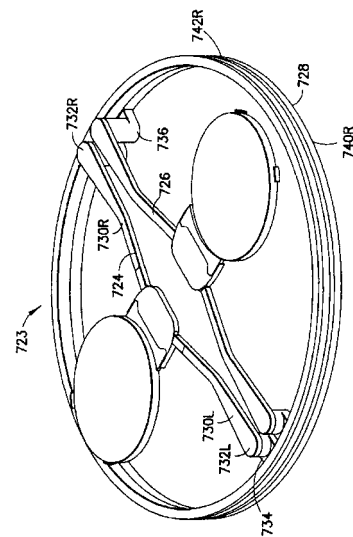
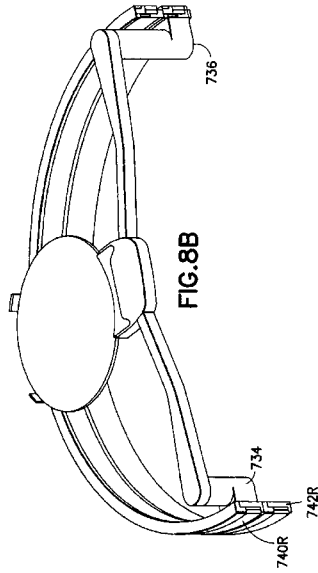
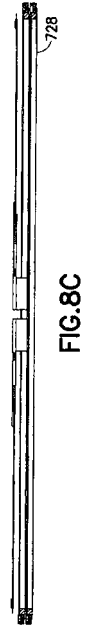


FIG. 8A

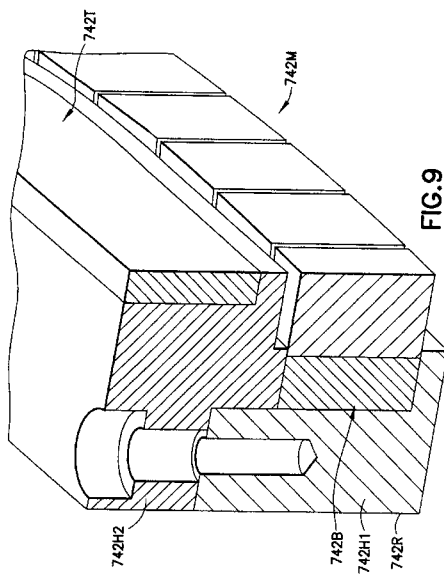
【 図 8 B 】



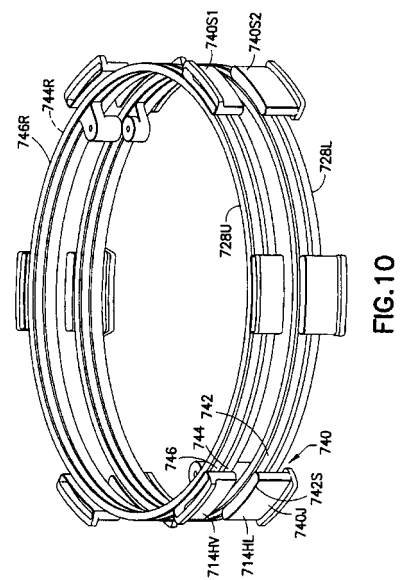
【 図 8 C 】



【 図 9 】



【 図 1 0 】



【図 1 1】

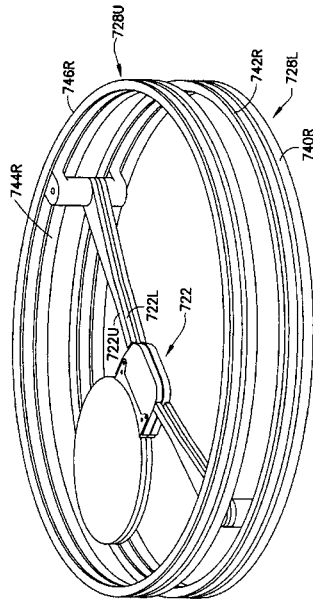


FIG. 11

【図 1 2 A】

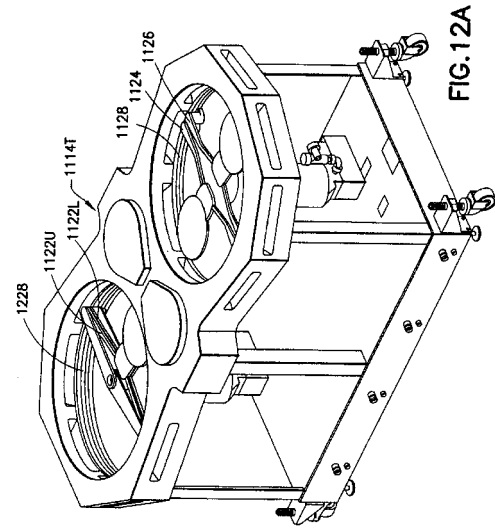


FIG. 12A

【図 1 2 B】

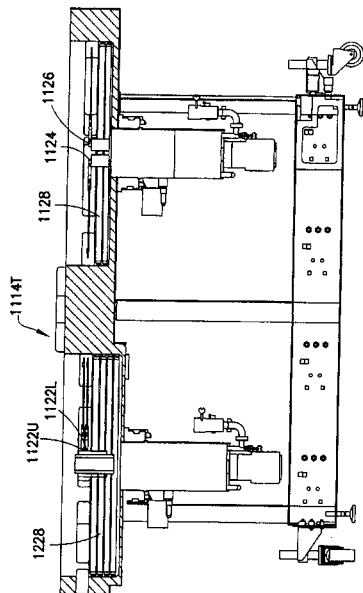


FIG. 12B

【図 1 2 C】

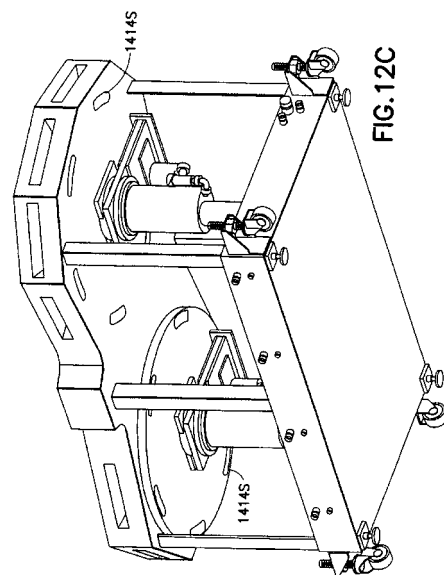


FIG. 12C

【図 13 A】

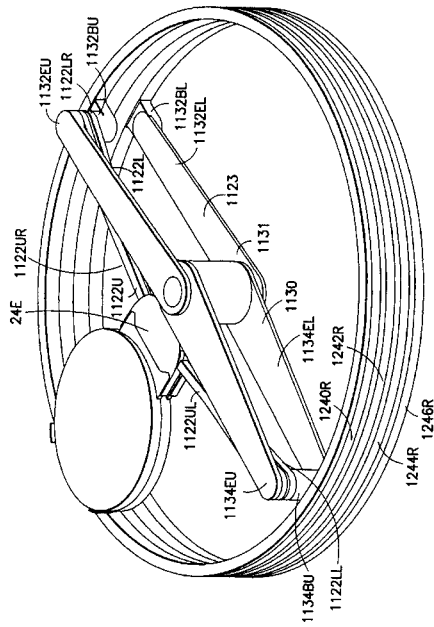


FIG. 13A

【図 13 B】

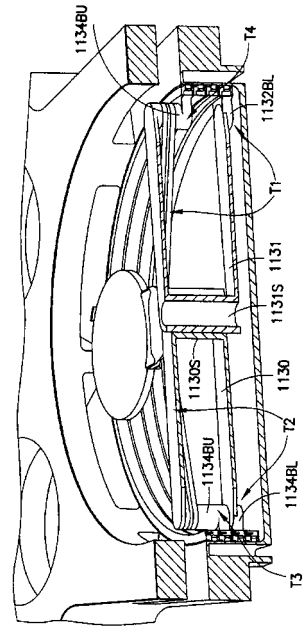


FIG. 13B

【図 13 C】

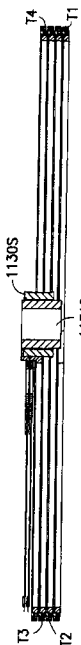


FIG. 13C

【図 14】

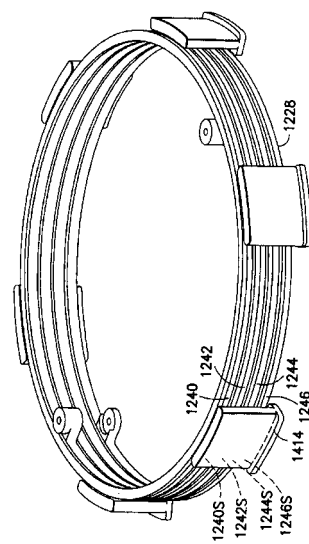
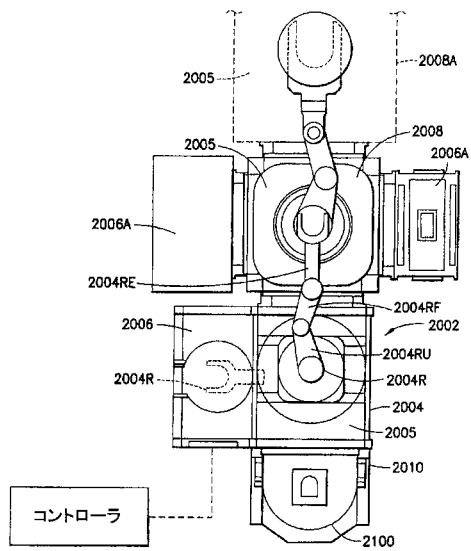
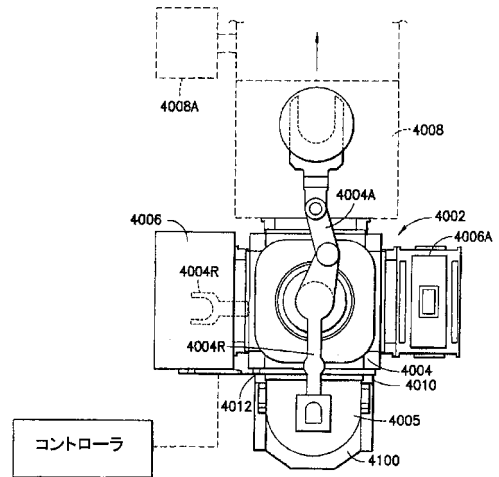


FIG. 14

【図 15】



【図 16】



フロントページの続き

(72)発明者 ホフマイスター クリストファー

アメリカ合衆国 ニューハンプシャー州 0 3 8 4 1 ハムステッド ミルズショアドライブ 1
6 5

F ターム(参考) 5F131 AA02 BA03 BA04 BA19 BA22 BA23 BA54 BB04 CA12 CA38
DA32 DA33 DA36 DB02 DB03 DB52 DB58 DB62 DB76 DB83
DB86 DD43 DD72 HA12 HA28 JA03 JA33 KA12 KA48 KB32
KB58