

明 細 書

発明の名称：運搬装置および接続方法

技術分野

[0001] 本開示の種々の側面および実施形態は、運搬装置および接続方法に関する。

背景技術

[0002] 例えば下記特許文献 1 には、「基板処理装置は、第 1 のチャンバ、基板支持器、第 2 のチャンバ、クランプ、解除機構、及びリフト機構を備える。第 1 のチャンバは、開口を提供する側壁を含み、第 1 のチャンバ内で上方及び下方に移動可能な可動部を更に含む。基板支持器は、第 1 のチャンバ内に配置される。第 2 のチャンバは、第 1 のチャンバ内に配置され、基板支持器上に載置される基板がその中で処理される処理空間を基板支持器と共に画成する。第 2 のチャンバは、第 1 のチャンバから取り外し可能であり、第 1 のチャンバの側壁の開口を介して第 1 のチャンバの内部空間と第 1 のチャンバの外部との間で搬送可能である。クランプは、第 2 のチャンバの上で延在する可動部に第 2 のチャンバを解除可能に固定する。解除機構は、クランプによる第 2 のチャンバの固定を解除するように構成されている。リフト機構は、可動部を上方及び下方に移動させるように構成されている。」ことが開示されている。

[0003] また、例えば下記特許文献 2 には、「消耗部品の交換を行う部品交換システムであって、部品収容装置と部品交換装置とを備える。部品収容装置は、使用前の消耗部品を収容する。部品交換装置は、処理装置と部品収容装置とに接続し、当該処理装置内に取り付けられている使用後の消耗部品と、部品収容装置内に収容されている使用前の消耗部品とを交換する。また、部品交換装置は、交換対象の消耗部品が取り付けられている処理装置の位置まで移動し、当該処理装置に接続する。また、部品収容装置は、交換対象の消耗部品が取り付けられている処理装置に接続された部品交換装置の位置まで移動

し、当該部品交換装置に接続する。」ことが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2022-66828号公報

特許文献2：特開2021-176173号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 本開示は、運搬装置を小型化することができる運搬装置および接続方法を提供する。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示の一側面は、被運搬物を運搬する運搬装置であって、収容部と、開口部と、ゲートバルブと、ロボットアームと、第1のコネクタユニットと、駆動部と、移動機構とを備える。収容部は、被運搬物を収容するように構成される。開口部は、基板を処理する処理装置に接続されるように構成される。ゲートバルブは、開口部を開閉するように構成される。ロボットアームは、収容部内に配置され、先端にエンドエフェクタを有し、開口部を介して、処理装置との間でエンドエフェクタを用いて被運搬物を搬送するように構成される。第1のコネクタユニットは、運搬装置への電力供給を運搬装置の外部に設けられた外部装置から受け取るための第1のコネクタを含む。駆動部は、第1のコネクタユニットを外部装置の第2のコネクタユニットに接続する際に、第2のコネクタユニットに近付くように第1のコネクタユニットを前進させるように構成される。移動機構は、運搬装置を移動させるように構成される。

発明の効果

[0007] 本開示の種々の側面および実施形態によれば、運搬装置を小型化することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]図 1 は、本開示の一実施形態における運搬装置の一例を示す概略図である。

[図2]図 2 は、コネクタユニット駆動部の一例を示す側面図である。

[図3]図 3 は、コネクタユニット駆動部の一例を示す平面図である。

[図4]図 4 は、コネクタユニットの一例を示す図である。

[図5]図 5 は、コネクタユニットを前進させた場合のコネクタユニット駆動部の一例を示す側面図である。

[図6]図 6 は、コネクタユニットを前進させた場合のコネクタユニット駆動部の一例を示す平面図である。

[図7]図 7 は、処理装置の一例を示す図である。

[図8]図 8 は、運搬方法の一例を示すフローチャートである。

[図9]図 9 は、運搬方法の一例を示すフローチャートである。

[図10]図 10 は、運搬方法の一例を示すフローチャートである。

[図11]図 11 は、運搬過程の一例を示す図である。

[図12]図 12 は、運搬過程の一例を示す図である。

[図13]図 13 は、運搬過程の一例を示す図である。

[図14]図 14 は、運搬過程の一例を示す図である。

[図15]図 15 は、運搬装置のゲートバルブと処理装置のゲートバルブとの間の空間の一例を示す図である。

[図16]図 16 は、消耗部品の交換過程の一例を示す図である。

[図17]図 17 は、運搬過程の一例を示す図である。

[図18]図 18 は、運搬過程の一例を示す図である。

[図19]図 19 は、運搬装置のコネクタユニットと処理装置のコネクタユニットとの接続を解除する際のコネクタユニット駆動部の状態の一例を示す平面図である。

[図20]図 20 は、運搬装置の走行速度と段差乗り越え抵抗との関係の一例を示す図である。

[図21]図 21 は、運搬装置の走行速度と最大加速度振幅との関係の一例を示

す図である。

[図22]図22は、運搬装置の開口部の周囲の面とＯリングとの接触状態の一例を示す図である。

[図23]図23は、運搬装置の開口部の周囲に設けられた環状部材の一例を示す図である。

[図24]図24は、環状部材とＯリングとの接触状態の一例を示す図である。

[図25]図25は、運搬装置の開口部の周囲の面とＯリングが設けられた処理装置の面との位置関係の一例を示す図である。

[図26]図26は、運搬装置の開口部の周囲に設けられたシールユニットの一例を示す図である。

[図27]図27は、シールユニットとＯリングとの接触状態の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下に、開示される運搬装置および接続方法の実施形態について、図面に基づいて詳細に説明する。なお、以下の実施形態により、開示される運搬方法および接続方法が限定されるものではない。

[0010] 半導体製造装置に用いられる消耗部品等の被運搬物を運搬する運搬装置は、ロボットアーム等を備える場合がある。そのような運搬装置では、ロボットアームの駆動に電力が必要である。運搬装置への電力の供給をケーブルを介して行う場合、運搬装置は、ケーブルが届く範囲内でしか移動ができない。

[0011] これに対し、運搬装置への電力の供給を運搬装置に搭載されたバッテリーから行うことが考えられる。しかし、運搬装置に搭載されるバッテリーの容量が小さいと、バッテリーを頻繁に充電する必要があり、運搬装置の連続運用が難しい。一方、運搬装置に搭載されるバッテリーの容量を大きくすると、運搬装置の連続運用が可能になるが、運搬装置が大型化してしまう。運搬装置が大型化すると、運搬装置が通る通路を広くする必要があり、半導体製造システム全体のフットプリントが大きくなってしまう。

[0012] そこで、本開示は、運搬装置を小型化することができる技術を提供する。

[0013] [運搬装置 10 の構成例]

図 1 は、本開示の一実施形態における運搬装置 10 の一例を示す概略図である。運搬装置 10 は、収容部 11、カセット 12、ロボットアーム 13、移動機構 14、およびコネクタユニット駆動部 20 を備える。収容部 11 には、カセット 12 とロボットアーム 13 が収容される。収容部 11 の側壁には、消耗部品の搬入および搬出を行うための開口部 11a が形成されている。開口部 11a は、ゲートバルブ G1 によって開閉される。開口部 11a は、第 1 の開口部の一例である。収容部 11 には、蓋部 110 が設けられており、蓋部 110 を取り外すことにより、収容部 11 内からカセット 12 を取り出すことができる。

[0014] カセット 12 は、使用前の消耗部品 30 および使用後の消耗部品 30 を収容可能である。カセット 12 は、ステージ 121 の上に載せられる。駆動部 122 は、ステージ 121 を昇降させる。本実施形態において、使用前の消耗部品 30 はカセット 12 内の上方に収容され、使用後の消耗部品 30 はカセット 12 内の下方に収容される。これにより、使用後の消耗部品 30 から落下したパーティクル等が使用前の消耗部品 30 を汚染することを防止することができる。消耗部品 30 は、被運搬物の一例である。

[0015] ロボットアーム 13 は、アームの先端にエンドエフェクタ 130 を有する。ロボットアーム 13 は、エンドエフェクタ 130 を用いて、開口部 11a を介して処理装置から使用後の消耗部品 30 を取り出し、カセット 12 内に収容する。また、ロボットアーム 13 は、エンドエフェクタ 130 を用いて、使用前の消耗部品 30 をカセット 12 から取り出し、開口部 11a を介して処理装置内に搬入する。

[0016] コネクタユニット駆動部 20 は、複数のコネクタを有するコネクタユニット 21 の前進および後退を制御する。複数のコネクタの中には、処理装置から電力の供給を受けるためのコネクタ、ならびに、処理装置との間で電気信号の送信および受信を行うためのコネクタ等が含まれる。また、複数のコネ

クタの中には、処理装置から運搬装置 10 へのガスの供給を受けるためのコネクタ、および、運搬装置 10 内から処理装置へのガスの排気を行うためのコネクタ等が含まれる。

[0017] 処理装置から電力の供給を受けるためのコネクタには、処理装置から供給された電力でバッテリー 151 を充電するためのフレキシブルケーブルが接続されている。また、処理装置との間で電気信号の送信および受信を行うためのコネクタには、電気信号を制御部 150 に伝送するためのフレキシブルケーブルが接続されている。また、処理装置から運搬装置 10 へのガスの供給を受けるためのコネクタには、供給されたガスを運搬装置 10 内の各部へ送るためのフレキシブルホースが接続されている。また、運搬装置 10 内から処理装置へのガスの排気を行うためのコネクタには、運搬装置 10 内のガスをコネクタへ送るためのフレキシブルホースが接続されている。

[0018] 運搬装置 10 が移動する際には、コネクタユニット駆動部 20 は、コネクタユニット 21 を、開口部 11a の周囲の面 11c よりも運搬装置 10 側に退避させる。開口部 11a の周囲の面 11c は、開口面の一例である。一方、コネクタユニット駆動部 20 は、コネクタユニット 21 を処理装置のコネクタユニットに接続させる際には、コネクタユニット 21 を面 11c よりも運搬装置 10 から離れるように前進させる。

[0019] ここで、運搬装置 10 が移動する際に、コネクタユニット 21 が面 11c よりも運搬装置 10 から離れる位置に突出しているとすれば、運搬装置 10 が移動する過程で、コネクタユニット 21 が移動経路上の障害物に接触してしまう場合がある。コネクタユニット 21 が移動経路上の障害物に接触してしまうと、コネクタユニット 21 に含まれるコネクタが破損したり、障害物を介して漏電してしまう場合がある。

[0020] これに対し、本実施形態では、運搬装置 10 が移動する際に、コネクタユニット駆動部 20 は、コネクタユニット 21 を面 11c よりも運搬装置 10 側に退避させる。これにより、コネクタユニット 21 に含まれるコネクタの破損や漏電を防止することができる。また、コネクタユニット 21 に含まれ

るコネクタにゴミ等が付着することも抑制することができる。

[0021] 移動機構 14 は、本体 140 および車輪 141 を有する。本体 140 内には、動力源およびステアリング機構等が設けられている。車輪 141 は、本体 140 内の動力源によって回転し、本体 140 内のステアリング機構によって制御された方向に運搬装置 10 を移動させる。なお、移動機構 14 は、運搬装置 10 を移動させることができれば、歩行型等、車輪 141 以外の方法で運搬装置 10 を移動させてもよい。

[0022] 運搬装置 10 は、制御部 150、バッテリー 151、およびセンサ 152 を備える。センサ 152 は、運搬装置 10 の周囲をセンシングし、センシングの結果を制御部 150 へ出力する。制御部 150 は、記憶部およびプロセッサを有する。プロセッサは、例えば CPU (Central Processing Unit) や DSP (Digital Signal Processor) 等であり、記憶部内のプログラムを読み出して実行することにより、運搬装置 10 の各部を制御する。制御部 150 は、例えば、センサ 152 によるセンシング結果を用いて移動機構 14 を制御することにより、運搬装置 10 を移動させる。

[0023] [コネクタユニット駆動部 20 の構造]

図 2 はコネクタユニット駆動部 20 の一例を示す側面図であり、図 3 はコネクタユニット駆動部 20 の一例を示す平面図である。コネクタユニット駆動部 20 は、コネクタユニット 21、ガイドシャフト 22、軸受 23、ばね 24、および駆動部 25 を有する。コネクタユニット 21 は、例えば図 4 に示されるように、複数の位置決めピン 210 および複数のコネクタ 211 を有する。コネクタユニット 21 は第 1 のコネクタユニットの一例であり、位置決めピン 210 は第 1 の位置決め機構の一例である。

[0024] それぞれの位置決めピン 210 は、処理装置側のコネクタユニットに設けられた位置決め穴に挿入され、コネクタユニット 21 と処理装置側のコネクタユニットとの位置を合わせる。

[0025] 複数のコネクタ 211 には、例えば処理装置から電力の供給を受けるためのコネクタが含まれる。また、複数のコネクタ 211 には、処理装置との間

で電気信号の送信及び受信を行うためのコネクタ、処理装置から収容部 11 内へのガスの供給を受けるためのコネクタ、収容部 11 内から処理装置へのガスの排気を行うためのコネクタの少なくともいずれかが含まれる。

[0026] 処理装置から電力の供給を受けるためのコネクタは、第 1 のコネクタの一例であり、処理装置との間で電気信号の送信および受信を行うためのコネクタは、第 2 のコネクタの一例である。また、処理装置から運搬装置 10 へのガスの供給を受けるためのコネクタは、第 3 のコネクタの一例であり、運搬装置 10 内から処理装置へのガスの排気を行うためのコネクタは、第 4 のコネクタの一例である。処理装置は、外部装置の一例である。

[0027] コネクタユニット 21 の下部には、板状部材 212 が設けられている。板状部材 212 は、支持部 26 によって支持されている。支持部 26 は、板状部材 212 を介してコネクタユニット 21 を上下方向に移動可能に支持する。支持部 26 は、例えばボールプランジャである。

[0028] コネクタユニット 21 には、2 本のガイドシャフト 22 が接続されている。2 本のガイドシャフト 22 は、連結部 221 で連結されている。2 本のガイドシャフト 22 は、軸受 23 に形成された貫通穴に挿入されている。軸受 23 と連結部 221 との間にはばね 24 が配置されている。ばね 24 の反発力によって軸受 23 と連結部 221 とが離れる方向に付勢されている。軸受 23 には、連結部 221 と軸受 23 とが過剰に近づくことを防止するためのストッパ 230 が設けられている。

[0029] 駆動部 25 は、シリンダ 250 を駆動する。駆動部 25 がシリンダ 250 を押し出すことにより、シリンダ 250 が連結部 221 を軸受 23 の方向に押し出す。これにより、ガイドシャフト 22 を介してコネクタユニット 21 が押し出される。また、駆動部 25 がシリンダ 250 を引き戻すことにより、ばね 24 の反発力によって連結部 221 が軸受 23 から離れる方向に移動し、ガイドシャフト 22 を介してコネクタユニット 21 が引き戻される。

[0030] 軸受 23 の貫通穴の内径は、ガイドシャフト 22 の外径よりも大きい。ガイドシャフト 22 には、テーパガイド 220 が設けられており、コネクタユ

ニット21が引き戻された場合に、軸受23の貫通穴内に挿入され、軸受23の貫通穴とガイドシャフト22との間の隙間を埋める。これにより、運搬装置10の移動中の軸受23とガイドシャフト22との間のがたつきを抑制することができる。

[0031] 駆動部25がシリンダ250を押し出すことによりコネクタユニット21が押し出された場合、例えば図5および図6に示されるように、テーパガイド220が軸受23の貫通穴から離れる。そして、軸受23の貫通穴とガイドシャフト22との間の隙間によって、ガイドシャフト22に交差する方向にコネクタユニット21が変位可能となる。これにより、コネクタユニット21の位置と処理装置のコネクタユニットの位置とが多少ずれた場合でも、コネクタユニット21の位置決めピン210を処理装置のコネクタユニットの位置決め穴に挿入することができる。これにより、コネクタユニット21と処理装置のコネクタユニットとを容易に接続することができる。

[0032] [処理装置40の構成]

図7は、処理装置40の一例を示す図である。処理装置40は、プラズマ処理チャンバ410、ガス供給部420、電源430及び排気システム440を含む。また、処理装置40は、基板支持部411及びガス導入部を含む。ガス導入部は、少なくとも1つの処理ガスをプラズマ処理チャンバ410内に導入するように構成される。ガス導入部は、シャワーヘッド413を含む。基板支持部411は、プラズマ処理チャンバ410内に配置される。シャワーヘッド413は、基板支持部411の上方に配置される。一実施形態において、シャワーヘッド413は、プラズマ処理チャンバ410の天部 (Ceiling) の少なくとも一部を構成する。プラズマ処理チャンバ410は、シャワーヘッド413、プラズマ処理チャンバ410の側壁410e及び基板支持部411により規定されたプラズマ処理空間410sを有する。

[0033] プラズマ処理チャンバ410は、少なくとも1つの処理ガスをプラズマ処理空間410sに供給するための少なくとも1つのガス供給口と、プラズマ処理空間からガスを排出するための少なくとも1つのガス排出口とを有する

。プラズマ処理チャンバ410は接地される。シャワーヘッド413及び基板支持部411は、プラズマ処理チャンバ410の筐体とは電氣的に絶縁される。プラズマ処理チャンバ410の側壁410eには、プラズマ処理チャンバ410内に消耗部品を搬入し、プラズマ処理チャンバ410内から消耗部品を搬出するための開口部410aが形成されている。また、プラズマ処理チャンバ410の側壁410eには、図示しない真空搬送室を介してプラズマ処理チャンバ410内に基板Wを搬入および搬出するために使用される開口部410gであって、開口部410aとは別の開口部410gが形成されている。開口部410aは、ゲートバルブG2によって開閉される。開口部410gは、ゲートバルブG3によって開閉される。開口部410aの周囲の面410cには、開口部410aを囲むようにOリング410dが配置されている。開口部410aの下方には、運搬装置10に電力等を供給するためのコネクタ等を含むコネクタユニット43が設けられている。コネクタユニット43には、運搬装置10のコネクタユニット21に設けられた位置決めピン210と係合する位置決め機構が設けられている。開口部410aは第2の開口部の一例であり、コネクタユニット43は第2のコネクタユニットの一例であり、コネクタユニット43に設けられた位置決め機構は第2の位置決め機構の一例である。

[0034] 基板支持部411は、本体部4111及びリングアセンブリ4112を含む。本体部4111は、基板Wを支持するための中央領域4111aと、リングアセンブリ4112を支持するための環状領域4111bとを有する。ウェハは基板Wの一例である。本体部4111の環状領域4111bは、平面視で本体部4111の中央領域4111aを囲んでいる。基板Wは、本体部4111の中央領域4111a上に配置され、リングアセンブリ4112は、本体部4111の中央領域4111a上の基板Wを囲むように本体部4111の環状領域4111b上に配置される。従って、中央領域4111aは、基板Wを支持するための基板支持面とも呼ばれ、環状領域4111bは、リングアセンブリ4112を支持するためのリング支持面とも呼ばれる。

- [0035] 一実施形態において、本体部4111は、基台41110及び静電チャック41111を含む。基台41110は、導電性部材を含む。基台41110の導電性部材は下部電極として機能し得る。静電チャック41111は、基台41110の上に配置される。静電チャック41111は、セラミック部材41111aとセラミック部材41111a内に配置される静電電極41111bとを含む。セラミック部材41111aは、中央領域4111aを有する。一実施形態において、セラミック部材41111aは、環状領域4111bも有する。なお、環状静電チャックや環状絶縁部材のような、静電チャック41111を囲む他の部材が環状領域4111bを有してもよい。この場合、リングアセンブリ4112は、環状静電チャック又は環状絶縁部材の上に配置されてもよく、静電チャック41111と環状絶縁部材の両方の上に配置されてもよい。また、後述するRF (Radio Frequency) 電源431及び／又はDC (Direct Current) 電源432に結合される少なくとも1つのRF／DC電極がセラミック部材41111a内に配置されてもよい。この場合、少なくとも1つのRF／DC電極が下部電極として機能する。後述するバイアスRF信号及び／又はDC信号が少なくとも1つのRF／DC電極に供給される場合、RF／DC電極はバイアス電極とも呼ばれる。なお、基台41110の導電性部材と少なくとも1つのRF／DC電極とが複数の下部電極として機能してもよい。また、静電電極41111bが下部電極として機能してもよい。従って、基板支持部411は、少なくとも1つの下部電極を含む。
- [0036] リングアセンブリ4112は、1又は複数の環状部材を含む。一実施形態において、1又は複数の環状部材は、1又は複数のエッジリングと少なくとも1つのカバーリングとを含む。エッジリングは、導電性材料又は絶縁材料で形成され、カバーリングは、絶縁材料で形成される。
- [0037] また、基板支持部411は、静電チャック41111、リングアセンブリ4112及び基板のうち少なくとも1つをターゲット温度に調節するように構成される温調モジュールを含んでもよい。温調モジュールは、ヒータ、伝

熱媒体、流路41110a、又はこれらの組み合わせを含んでもよい。流路41110aには、ブラインやガスのような伝熱流体が流れる。一実施形態において、流路41110aが基台41110内に形成され、1又は複数のヒータが静電チャック41111のセラミック部材41111a内に配置される。また、基板支持部411は、基板Wの裏面と中央領域4111aとの間の間隙に伝熱ガスを供給するように構成された伝熱ガス供給部を含んでもよい。

[0038] プラズマ処理チャンバ410の底部および基板支持部411の本体部4111には、リフトピン44を通過させるための貫通穴が形成されている。リフトピン44は、リングアセンブリ4112の交換時に駆動部45によって昇降される。これにより、使用後のリングアセンブリ4112を運搬装置10のロボットアーム13に渡してプラズマ処理チャンバ410内から搬出することができる。また、プラズマ処理チャンバ410内に搬入された使用前のリングアセンブリ4112をロボットアーム13から受け取って静電チャック41111上に載置することができる。

[0039] シャワーヘッド413は、ガス供給部420からの少なくとも1つの処理ガスをプラズマ処理空間410s内に導入するように構成される。シャワーヘッド413は、少なくとも1つのガス供給口413a、少なくとも1つのガス拡散室413b、及び複数のガス導入口413cを有する。ガス供給口413aに供給された処理ガスは、ガス拡散室413bを通過して複数のガス導入口413cからプラズマ処理空間410s内に導入される。また、シャワーヘッド413は、少なくとも1つの上部電極を含む。なお、ガス導入部は、シャワーヘッド413に加えて、側壁410eに形成された1又は複数の開口部に取り付けられる1又は複数のサイドガス注入部（SGI：Side Gas Injector）を含んでもよい。

[0040] ガス供給部420は、少なくとも1つのガスソース421及び少なくとも1つの流量制御器422を含んでもよい。一実施形態において、ガス供給部420は、少なくとも1つの処理ガスを、それぞれに対応のガスソース42

1 からそれぞれに対応の流量制御器 4 2 2 を介してシャワーヘッド 4 1 3 に供給するように構成される。各流量制御器 4 2 2 は、例えばマスフローコントローラ又は圧力制御式の流量制御器を含んでもよい。さらに、ガス供給部 4 2 0 は、少なくとも 1 つの処理ガスの流量を変調又はパルス化する 1 又はそれ以上の流量変調デバイスを含んでもよい。

[0041] 電源 4 3 0 は、少なくとも 1 つのインピーダンス整合回路を介してプラズマ処理チャンバ 4 1 0 に結合される R F 電源 4 3 1 を含む。R F 電源 4 3 1 は、少なくとも 1 つの R F 信号（R F 電力）を少なくとも 1 つの下部電極及び／又は少なくとも 1 つの上部電極に供給するように構成される。これにより、プラズマ処理空間 4 1 0 s に供給された少なくとも 1 つの処理ガスからプラズマが形成される。従って、R F 電源 4 3 1 は、プラズマ処理チャンバ 4 1 0 において 1 又はそれ以上の処理ガスからプラズマを生成するように構成されるプラズマ生成部の少なくとも一部として機能し得る。また、バイアス R F 信号を少なくとも 1 つの下部電極に供給することにより、基板 W にバイアス電位が発生し、形成されたプラズマ中のイオン成分を基板 W に引き込むことができる。

[0042] 一実施形態において、R F 電源 4 3 1 は、第 1 の R F 生成部 4 3 1 a 及び第 2 の R F 生成部 4 3 1 b を含む。第 1 の R F 生成部 4 3 1 a は、少なくとも 1 つのインピーダンス整合回路を介して少なくとも 1 つの下部電極及び／又は少なくとも 1 つの上部電極に結合され、プラズマ生成用のソース R F 信号（ソース R F 電力）を生成するように構成される。一実施形態において、ソース R F 信号は、1 0 M H z ～ 1 5 0 M H z の範囲内の周波数を有する。一実施形態において、第 1 の R F 生成部 4 3 1 a は、異なる周波数を有する複数のソース R F 信号を生成するように構成されてもよい。生成された 1 又は複数のソース R F 信号は、少なくとも 1 つの下部電極及び／又は少なくとも 1 つの上部電極に供給される。

[0043] 第 2 の R F 生成部 4 3 1 b は、少なくとも 1 つのインピーダンス整合回路を介して少なくとも 1 つの下部電極に結合され、バイアス R F 信号（バイア

スRF電力)を生成するように構成される。バイアスRF信号の周波数は、ソースRF信号の周波数と同じであっても異なってもよい。一実施形態において、バイアスRF信号は、ソースRF信号の周波数よりも低い周波数を有する。一実施形態において、バイアスRF信号は、100kHz~60MHzの範囲内の周波数を有する。一実施形態において、第2のRF生成部431bは、異なる周波数を有する複数のバイアスRF信号を生成するように構成されてもよい。生成された1又は複数のバイアスRF信号は、少なくとも1つの下部電極に供給される。また、種々の実施形態において、ソースRF信号及びバイアスRF信号のうち少なくとも1つがパルス化されてもよい。

[0044] また、電源430は、プラズマ処理チャンバ410に結合されるDC電源432を含んでもよい。DC電源432は、第1のDC生成部432a及び第2のDC生成部432bを含む。一実施形態において、第1のDC生成部432aは、少なくとも1つの下部電極に接続され、第1のDC信号を生成するように構成される。生成された第1のバイアスDC信号は、少なくとも1つの下部電極に印加される。一実施形態において、第2のDC生成部432bは、少なくとも1つの上部電極に接続され、第2のDC信号を生成するように構成される。生成された第2のDC信号は、少なくとも1つの上部電極に印加される。

[0045] 種々の実施形態において、第1及び第2のDC信号のうち少なくとも1つがパルス化されてもよい。この場合、電圧パルスのシーケンスが少なくとも1つの下部電極及び／又は少なくとも1つの上部電極に印加される。電圧パルスは、矩形、台形、三角形又はこれらの組み合わせのパルス波形を有してもよい。一実施形態において、DC信号から電圧パルスのシーケンスを生成するための波形生成部が第1のDC生成部432aと少なくとも1つの下部電極との間に接続される。従って、第1のDC生成部432a及び波形生成部は、電圧パルス生成部を構成する。第2のDC生成部432b及び波形生成部が電圧パルス生成部を構成する場合、電圧パルス生成部は、少なくとも

1つの上部電極に接続される。電圧パルスは、正の極性を有してもよく、負の極性を有してもよい。また、電圧パルスのシーケンスは、1周期内に1又は複数の正極性電圧パルスと1又は複数の負極性電圧パルスとを含んでもよい。なお、第1及び第2のDC生成部432a、432bは、RF電源431に加えて設けられてもよく、第1のDC生成部432aが第2のRF生成部431bに代えて設けられてもよい。

[0046] 排気システム440は、例えばプラズマ処理チャンバ410の底部に設けられたガス排出口410fに接続され得る。排気システム440は、圧力調整弁及び真空ポンプを含んでもよい。圧力調整弁によって、プラズマ処理空間410s内の圧力が調整される。真空ポンプは、ターボ分子ポンプ、ドライポンプ又はこれらの組み合わせを含んでもよい。

[0047] 制御部41は、本開示において述べられる種々の工程を処理装置40に実行させるコンピュータ実行可能な命令を処理する制御部41は、ここで述べられる種々の工程を実行するように処理装置40の各要素を制御するように構成され得る。一実施形態において、制御部41の一部又は全てが処理装置40に含まれてもよい。制御部41は、処理部41a1、記憶部41a2及び通信インターフェース41a3を含んでもよい。制御部41は、例えばコンピュータ41aにより実現される。処理部41a1は、記憶部41a2からプログラムを読み出し、読み出されたプログラムを実行することにより種々の制御動作を行うように構成され得る。このプログラムは、予め記憶部41a2に格納されていてもよく、必要なときに、媒体を介して取得されてもよい。取得されたプログラムは、記憶部41a2に格納され、処理部41a1によって記憶部41a2から読み出されて実行される。媒体は、コンピュータ41aに読み取り可能な種々の記憶媒体であってもよく、通信インターフェース41a3に接続されている通信回線であってもよい。処理部41a1は、CPUであってもよい。記憶部41a2は、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory)、HDD (Hard Disk Drive)、SSD (Solid State Drive)、又はこれらの組み合わせを含んでもよい。

。通信インターフェース41a3は、LAN (Local Area Network) 等の通信回線を介して処理装置40との間で通信してもよい。

[0048] [運搬方法]

図8～図10は、運搬方法の一例を示すフローチャートである。図8～図10に例示された運搬方法は、制御部150が運搬装置10の各部を制御することにより実現される。以下では、図11～図19を参照しながら、運搬方法の一例について説明する。図8～図10に例示される運搬方法は、接続方法の一例である。

[0049] まず、移動機構14により運搬装置10が処理装置40の近傍まで移動する(ステップS100)。ステップS100は、工程(a)の一例である。これにより、例えば図11に示されるように、運搬装置10が処理装置40の近傍まで移動し、運搬装置10の開口部11aの周囲の面11cと、処理装置40の開口部410aの周囲の面410cとが対向する。

[0050] 次に、運搬装置10のコネクタユニット駆動部20は、コネクタユニット21を前進させる(ステップS101)。ステップS101は、工程(b)の一例である。ステップS101では、例えば図12に示されるように、コネクタユニット駆動部20は、処理装置40のコネクタユニット43に近づくように駆動部25によりコネクタユニット21を前進させ、コネクタユニット21とコネクタユニット43とを接続させる。

[0051] 次に、コネクタユニット21が正常に接続されたか否かが判定される(ステップS102)。ステップS102では、例えば、制御部150が、駆動部25の負荷が正常な範囲か否かを判定する。また、例えば、制御部150が、コネクタユニット21のコネクタ211を介して、コネクタユニット21が正常に接続されたことを示す電気信号を処理装置40から受信したか否かを判定する。例えば、処理装置40のコネクタユニット43に、図示しないセンサが設けられている。当該センサが正常に接続されたことを示す電気信号を出力した場合に、処理装置40の制御部41は、コネクタユニット21が正常に接続されたことを示す電気信号をコネクタユニット43およびコ

ネクタユニット 21 を介して運搬装置 10 へ送信する。

[0052] コネクタユニット 21 が正常に接続されていない場合（ステップ S 102 : No）、コネクタユニット駆動部 20 は、駆動部 25 の駆動により、コネクタユニット 21 を後退させる。コネクタユニット 21 が正常に接続される工程は、工程（c）の一例である。そして、制御部 150 は、移動機構 14 を制御することにより、処理装置 40 に対する運搬装置 10 の位置を再調整する（ステップ S 103）。

[0053] ステップ S 102 では、例えば、駆動部 25 の負荷が正常な範囲でない場合、または、コネクタユニット 21 が正常に接続されたことを示す電気信号が処理装置 40 から受信されない場合等に、コネクタユニット 21 が正常に接続されていないと判定される。なお、ステップ S 102 において、コネクタユニット 21 が正常に接続されていないと所定回数以上判定された場合、運搬装置 10 の管理者等にエラーが通知され、本フローチャートに示される運搬方法が終了する。

[0054] コネクタユニット 21 が正常に接続された場合（ステップ S 102 : Yes）、コネクタユニット 21 を介して、処理装置 40 から運搬装置 10 へ電力の供給が開始される（ステップ S 104）。そして、コネクタユニット 21 を介して、収容部 11 内の真空引きが開始される（ステップ S 105）。ステップ S 105 では、運搬装置 10 の制御部 150 が、排気システム 440 を用いて収容部 11 内の真空引きを行うように、コネクタユニット 21 およびコネクタユニット 43 を介して処理装置 40 の制御部 41 に指示する電気信号を送信する。これにより、収容部 11 内の真空引きが開始される。収容部 11 に接続されたフレキシブルホース、コネクタユニット 21、コネクタユニット 43、および排気システム 440 を介して、収容部 11 内の真空引きが開始される。

[0055] 次に、駆動部 25 はシリンダ 250 を後退させる（ステップ S 106）。ステップ S 106 では、駆動部 25 がシリンダ 250 を後退させることにより、例えば図 13 に示されるように、シリンダ 250 と連結部 221 とが離

れる。

- [0056] 次に、移動機構 14 により、処理装置 40 に近付くように運搬装置 10 を移動させる（ステップ S 107）。ステップ S 107 は、工程（d）の一例である。ステップ S 107 では、処理装置 40 に近付くように運搬装置 10 が移動する。これにより、例えば図 14 に示されるように、運搬装置 10 の開口部 11a の周囲の面 11c と、処理装置 40 の開口部 410a の周囲の面 410c とが、リング 410d を介して接続される。
- [0057] 次に、運搬装置 10 の開口部 11a と処理装置 40 の開口部 410a とが正常に接続されたか否かが判定される（ステップ S 108）。ステップ S 108 では、例えば、制御部 150 が、コネクタユニット 21 のコネクタ 211 を介して、運搬装置 10 の開口部 11a と処理装置 40 の開口部 410a とが正常に接続されたことを示す電気信号を処理装置 40 から受信したか否かを判定する。例えば、処理装置 40 の開口部 410a の周囲の面 410c に、図示しないセンサが設けられる。当該センサが正常に接続されたことを示す電気信号を出力した場合に、処理装置 40 の制御部 41 は、運搬装置 10 の開口部 11a と処理装置 40 の開口部 410a とが正常に接続されたことを示す電気信号をコネクタユニットを介して運搬装置 10 へ送信する。
- [0058] 運搬装置 10 の開口部 11a と処理装置 40 の開口部 410a とが正常に接続されていないと判定された場合（ステップ S 108：No）、移動機構 14 により、処理装置 40 から離れるように運搬装置 10 を移動させる（ステップ S 109）。そして、移動機構 14 により、処理装置 40 に対する運搬装置 10 の位置が調整され、再びステップ S 107 に示された処理が実行される。
- [0059] 一方、運搬装置 10 の開口部 11a と処理装置 40 の開口部 410a とが正常に接続されたと判定された場合（ステップ S 108：Yes）、収容部 11 内の圧力が正常か否かが判定される（ステップ S 110）。収容部 11 内のガスは、コネクタユニット 21 およびコネクタユニット 43 を介して、処理装置 40 の排気システム 440 によって排気されており、コネクタユニ

ット４３と排気システム４４０との間の配管には、圧力センサが設けられている。処理装置４０の制御部４１は、当該圧力センサの測定値を、コネクタユニット４３およびコネクタユニット２１を介して運搬装置１０へ送信する。ステップＳ１１０では、例えば、ステップＳ１０５において収容部１１内の真空引きを開始してから所定時間以内に、収容部１１内が所定の圧力以下になったことを示す電気信号を制御部１５０が処理装置４０から受信したか否かが判定される。

[0060] 収容部１１内の圧力が正常でない場合（ステップＳ１１０：Ｎｏ）、運搬装置１０の管理者等にエラーを通知し（ステップＳ１１１）、本フローチャートに示される運搬方法は終了する。

[0061] 一方、収容部１１内の圧力が正常である場合（ステップＳ１１０：Ｙｅｓ）、ゲートバルブの間の空間内の真空引きが開始される（ステップＳ１１２）。ステップＳ１１２では、運搬装置１０の制御部１５０が、排気システム４４０を用いて、ゲートバルブの間の空間内の真空引きを行うように、コネクタユニット２１およびコネクタユニット４３を介して処理装置４０の制御部４１に指示する電気信号を送信する。これにより、例えば図１５に示されるように、コネクタユニット２１およびコネクタユニット４３を介して、運搬装置１０のゲートバルブＧ１と処理装置４０のゲートバルブＧ２との間の空間６０内のガスの排気が排気システム４４０によって開始される。

[0062] 次に、ゲートバルブの間の空間内の圧力が正常か否かが判定される（ステップＳ１１３）。コネクタユニット４３と排気システム４４０との間の配管には、例えば図１５に示されるように、圧力センサＰが設けられている。ステップＳ１１３では、処理装置４０の制御部４１は、圧力センサＰの測定値を、コネクタユニット４３およびコネクタユニット２１を介して運搬装置１０へ送信する。ステップＳ１１３では、例えば、ステップＳ１１２においてゲートバルブＧ１とゲートバルブＧ２との間の空間６０内の真空引きを開始してから所定時間以内に、空間６０内が所定の圧力以下になったか否かが制御部１５０により判定される。

- [0063] ゲートバルブの間の空間60内の圧力が正常でない場合（ステップS113：No）、ゲートバルブの間の空間60内の真空引きが停止され（ステップS114）、ステップS103に示された処理が実行される。なお、ステップS113において、ゲートバルブの間の空間60内の圧力が正常でないと所定回数以上判定された場合、運搬装置10の管理者等にエラーが通知され、本フローチャートに示される運搬方法が終了する。
- [0064] 一方、ゲートバルブの間の空間60内の圧力が正常である場合（ステップS113：Yes（図9参照））、ゲートバルブの間の空間60内がパージされる（ステップS115）。ステップS115では、例えば図15に示されるように、ゲートバルブの間の空間60内にコネクタユニット43およびコネクタユニット21を介してガス供給部420から窒素ガス等の不活性ガスが供給され、空間60内がパージされる。なお、空間60内のパージは、空間60内への不活性ガスの供給および空間60内の排気とを交互に複数回繰り返してもよい。これにより、ゲートバルブの間の空間60内のパーティクルや水分等が効率よく除去される。
- [0065] 次に、運搬装置10の収容部11内の圧力と、ゲートバルブの間の空間60内の圧力との差が所定値以内か否かが判定される（ステップS116）。ステップS116では、ステップS105において収容部11内の真空引きを開始してから所定時間以内に、運搬装置10の収容部11内の圧力と、ゲートバルブの間の空間60内の圧力との差が所定値以内になったか否かが判定される。また、ステップS116では、処理装置40に設けられた圧力センサにより、運搬装置10の収容部11内の圧力とゲートバルブの間の空間60内の圧力がそれぞれ測定される。そして、処理装置40の制御部41は、測定結果を示す電気信号をコネクタユニット43およびコネクタユニット21を介して運搬装置10の制御部150へ送信する。運搬装置10の制御部150は、受信した測定結果に基づいて、運搬装置10の収容部11内の圧力と、ゲートバルブの間の空間60内の圧力との差が所定値以内か否かを判定する。

- [0066] 運搬装置10の収容部11内の圧力と、ゲートバルブの間の空間60内の圧力との差が所定値より大きい場合（ステップS116：No）、ステップS111に示された処理が実行される。
- [0067] 一方、運搬装置10の収容部11内の圧力と、ゲートバルブの間の空間60内の圧力との差が所定値以下である場合（ステップS116：Yes）、運搬装置10のゲートバルブG1が開かれる（ステップS117）。そして、運搬装置10の収容部11内の圧力と、処理装置40のプラズマ処理チャンバ410内の圧力との差が所定値以内か否かが判定される（ステップS118）。なお、ステップS118では、処理装置40に設けられた圧力センサにより、プラズマ処理チャンバ410内の圧力が測定される。
- [0068] 運搬装置10の収容部11内の圧力と、処理装置40のプラズマ処理チャンバ410内の圧力との差が所定値より大きい場合（ステップS118：No）、ステップS111に示された処理が実行される。
- [0069] 一方、運搬装置10の収容部11内の圧力と、処理装置40のプラズマ処理チャンバ410内の圧力との差が所定値以下である場合（ステップS118：Yes）、処理装置40のゲートバルブG2が開かれる（ステップS119）。そして、例えば図16に示されるように、収容部11内のロボットアーム13により、消耗部品（図16の例ではリングアセンブリ4112）の交換が実行される（ステップS120）。
- [0070] 消耗部品の交換が終了した後、運搬装置10のゲートバルブG1および処理装置40のゲートバルブG2が閉じられる（ステップS121）。そして、ゲートバルブの間の空間60内の真空引きが停止される（ステップS122）。そして、ゲートバルブの間の空間60内がパージされる（ステップS123）。ステップS123では、ステップS115と同様に、空間60内への不活性ガスの供給および空間60内の排気とが交互に複数回繰り返されてもよい。
- [0071] 次に、ゲートバルブの間の空間60内の圧力が大気圧に達し、かつ、空間60内の残ガスの濃度が所定値未満になったか否かが判定される（ステップ

S 1 2 4)。コネクタユニット 4 3 と排気システム 4 4 0 との間の配管には、所定のガスの濃度を測定するセンサが設けられている。処理装置 4 0 の制御部 4 1 は、当該センサの測定値を示す電気信号をコネクタユニット 4 3 およびコネクタユニット 2 1 を介して運搬装置 1 0 へ送信する。ステップ S 1 2 4 では、処理装置 4 0 から受信した測定値に基づいて、ゲートバルブの間の空間 6 0 内の圧力が大気圧に達し、かつ、空間 6 0 内の残ガスの濃度が所定値未満になったか否かが判定される。

[0072] ゲートバルブの間の空間 6 0 内の圧力が大気圧に達していないか、または、空間 6 0 内の残ガスの濃度が所定値以上である場合（ステップ S 1 2 4 : N o）、再びステップ S 1 2 3 に示された処理が実行される。

[0073] ゲートバルブの間の空間 6 0 内の圧力が大気圧に達し、かつ、空間 6 0 内の残ガスの濃度が所定値未満になった場合（ステップ S 1 2 4 : Y e s）、駆動部 2 5 はシリンダ 2 5 0 を前進させる（ステップ S 1 2 5（図 1 0 参照））。これにより、例えば図 1 7 に示されるように、シリンダ 2 5 0 と連結部 2 2 1 とが接触する。

[0074] 次に、運搬装置 1 0 への電力供給が停止され、コネクタユニット 2 1 とコネクタユニット 4 3 のロックが解除される（ステップ S 1 2 6）。そして、移動機構 1 4 により、処理装置 4 0 から離れるように運搬装置 1 0 が移動する（ステップ S 1 2 7）。

[0075] ここで、コネクタユニット 2 1 とコネクタユニット 4 3 とが固着した場合、コネクタユニット 2 1 とコネクタユニット 4 3 のロックが解除されても、コネクタユニット 2 1 とコネクタユニット 4 3 とが離れない場合がある。その場合には、処理装置 4 0 から離れるように運搬装置 1 0 が移動しても、例えば図 1 8 に示されるように、コネクタユニット 2 1 とコネクタユニット 4 3 とが接触したままとなる場合がある。

[0076] このような場合には、処理装置 4 0 から離れるように運搬装置 1 0 が移動することにより、例えば図 1 9 に示されるように、連結部 2 2 1 と軸受 2 3 とが近づく。しかし、連結部 2 2 1 と軸受 2 3 との距離は、ストッパ 2 3 0

によって規制されるため、所定距離以下とはならない。そのため、処理装置 40 から離れるように運搬装置 10 がさらに移動することにより、コネクタユニット 21 とコネクタユニット 43 から引き離すことができる。

[0077] なお、ステップ S 127 では、駆動部 25 は、連結部 221 に移動に合わせてシリンダ 250 を前進させる。これにより、コネクタユニット 21 とコネクタユニット 43 とが引き離された際に、ばね 24 の反発力によって連結部 221 と軸受 23 とが勢いよく離れてシリンダ 250 と連結部 221 とが衝突することが防止される。

[0078] 次に、駆動部 25 は、シリンダ 250 を後退させることにより、コネクタユニット 21 を初期位置まで後退させる（ステップ S 128）。そして、移動機構 14 により運搬装置 10 が元の位置まで移動し（ステップ S 129）、本フローチャートに示された運搬方法が終了する。

[0079] [運搬装置 10 の走行速度]

図 20 は、運搬装置 10 の走行速度と段差乗り越え抵抗との関係の一例を示す図である。例えば図 20 に示されるように、運搬装置 10 の走行速度が小さいと、段差乗り越え抵抗が大きくなり、段差を乗り越えることが難しくなる。運搬装置 10 の走行速度が大きくなると、段差乗り越え抵抗が小さくなり、段差を乗り越えやすくなる。段差乗り越え抵抗は、100N 以下であることが好ましい。そのため、運搬装置 10 の走行速度は毎分 10m 以上が好ましい。

[0080] 図 21 は、運搬装置 10 の走行速度と最大加速度振幅との関係の一例を示す図である。例えば図 21 に示されるように、運搬装置 10 の走行速度が大きいと、進行方向に対する横揺れ方向の最大加速度振幅が大きくなり、走行中に消耗部品がカセット 12 内で飛び跳ねる場合がある。走行中に消耗部品がカセット 12 内で飛び跳ねると、消耗部品の位置がずれたり、消耗部品が破損する場合がある。一方、運搬装置 10 の走行速度が小さいと、横揺れ方向の最大加速度振幅が小さくなり、走行中に消耗部品がカセット 12 内で飛び跳ねることを抑制することができる。走行中に消耗部品がカセット 12 内

で飛び跳ねないようにするためには、横揺れ方向の最大加速度振幅は0.2 G以下であることが好ましい。そのため、運搬装置10の走行速度は毎分15 m以下が好ましい。従って、段差乗り越え抵抗を100 N以下とすると共に、横揺れ方向の最大加速度振幅を0.2 G以下とするためには、運搬装置10の走行速度は毎分10 m以上、且つ、毎分15 m以下であることが好ましい。

[0081] 以上、実施形態について説明した。上記したように、本実施形態における運搬装置（運搬装置10）は、被運搬物（消耗部品30）を運搬する運搬装置であって、収容部（収容部11）と、開口部（開口部11a）と、ゲートバルブ（ゲートバルブG1）と、ロボットアーム（ロボットアーム13）と、第1のコネクタユニット（コネクタユニット21）と、駆動部（駆動部25）と、移動機構（移動機構14）とを備える。収容部は、被運搬物を収容するように構成される。開口部は、基板（基板W）を処理する処理装置（処理装置40）に接続されるように構成される。ゲートバルブは、開口部を開閉する。ロボットアームは、収容部内に配置され、先端にエンドエフェクタ（エンドエフェクタ130）を有し、開口部を介して、処理装置との間でエンドエフェクタを用いて被運搬物を搬送するように構成される。第1のコネクタユニットは、運搬装置への電力供給を運搬装置の外部に設けられた外部装置から受け取るための第1のコネクタ（コネクタ211）を含む。駆動部は、第1のコネクタユニットを外部装置の第2のコネクタユニット（コネクタユニット43）に接続する際に、第2のコネクタユニットに近付くように第1のコネクタユニットを移動させるように構成される。移動機構は、運搬装置を移動させるように構成される。これにより、運搬装置を小型化することができる。

[0082] また、上記した実施形態における運搬装置は、第1のコネクタユニットに接続されるように構成されるガイドシャフト（ガイドシャフト22）と、ガイドシャフトの太さよりも大きい内径を有し、ガイドシャフトが貫通する貫通穴によりガイドシャフトを支持するように構成される軸受（軸受23）

と、第1のコネクタユニットを上下方向に移動可能に支持するように構成される支持部（支持部26）とを備える。駆動部は、ガイドシャフトを介して第1のコネクタユニットを移動させる。これにより、駆動部は、第1のコネクタユニットを移動させることができる。

[0083] また、上記した実施形態において、第1のコネクタユニットには、第1の位置決め機構であって、第2のコネクタユニットに設けられた第2の位置決め機構と係合する第1の位置決め機構が設けられる。これにより、第1のコネクタユニットと第2のコネクタユニットとを接続する際の位置合わせを容易に行うことができる。

[0084] また、上記した実施形態において、第1のコネクタユニットは、外部装置との間で電気信号の送信および受信を行うための第2のコネクタ（コネクタ211）、外部装置から収容部内へガスの供給を受けるための第3のコネクタ（コネクタ211）、および、収容部内から外部装置へガスの排気を行うための第4のコネクタ（コネクタ211）の少なくともいずれかを含む。これにより、複数のコネクタの接続を一括して行うことができる。

[0085] また、上記した実施形態における運搬装置は、運搬装置の周囲をセンシングするように構成されるセンサ（センサ152）と、センサによるセンシング結果を用いて移動機構を制御することにより、運搬装置を移動させるように構成される制御部（制御部150）とを備える。これにより、消耗部品の交換を効率よく行うことができる。

[0086] また、上記した実施形態において、第1のコネクタユニットは、運搬装置が移動する際に、開口部の開口面（面11c）よりも運搬装置側に退避する。これにより、コネクタユニット21のコネクタの破損や漏電を防止することができる。また、コネクタユニット21のコネクタにゴミ等が付着することも抑制することができる。

[0087] また、上記した実施形態において、被運搬物は、処理装置で用いられる消耗部品である。また、上記した実施形態において、外部装置は、処理装置である。これにより、処理装置の消耗部品を交換する際に、運搬装置10のバ

ッテリの充電等を行うことができる。

[0088] また、上記した実施形態において、移動機構は、毎分10m以上かつ毎分15m以下の速度で運搬装置を移動させる。運搬装置10が段差を乗り越えやすくなると共に、運搬装置10の走行中に消耗部品がカセット12内で飛び跳ねることを抑制することができる。

[0089] また、上記した実施形態における接続方法は、運搬装置における接続方法であって、工程(a)、工程(b)、工程(c)、および工程(d)を含む。工程(a)では、移動機構により、運搬装置を処理装置の近傍まで移動させる。工程(b)では、駆動部により、外部装置の第2のコネクタユニットに近付くように第1のコネクタユニットを移動させる。工程(c)では、第1のコネクタユニットと第2のコネクタユニットとを接続させる。工程(d)では、移動機構により、処理装置に近付くように運搬装置を移動させ、第1の開口部と第2の開口部とを接続させる。これにより、運搬装置を小型化することができる。

[0090] [その他]

なお、本願に開示された技術は、上記した実施形態に限定されるものではなく、その要旨の範囲内で数々の変形が可能である。

[0091] 例えば、上記した実施形態では、運搬装置10は、処理装置40に用いられるリングアセンブリ4112等の消耗部品を運搬するが、運搬装置10が運搬する被運搬物は消耗部品に限られない。運搬装置10は運搬する被運搬物は、処理装置40によって処理される前の基板Wや処理装置40によって処理された後の基板W等であってもよい。

[0092] また、上記した実施形態では、運搬装置10は、コネクタユニット21を介して処理装置40から電力等の供給を受けるが、開示の技術はこれに限られない。他の形態として、運搬装置10は、クリーンルーム等に設けられた供給装置からコネクタユニット21を介して電力等の供給を受けてもよい。供給装置は、外部装置の一例である。供給装置は、処理装置40の近傍に設けられることが好ましい。これにより、処理装置40の消耗部品を交換する

際に、運搬装置１０への電力等の供給を受けることができる。

[0093] また、上記した実施形態において、運搬装置１０は、移動機構１４、制御部１５０、およびセンサ１５２を用いて自律走行するが、開示の技術はこれに限られない。運搬装置１０は、ユーザの操縦により移動してもよい。また、移動機構１４は、運搬装置１０から分離可能であってもよい。例えば、運搬装置１０、開口部１１ａ、ゲートバルブＧ１、ロボットアーム１３、コネクタユニット２１、および駆動部２５を含む第１の部分と、移動機構１４を含む第２の部分とに分離可能であってもよい。

[0094] また、処理装置４０と接続される運搬装置１０の面１１ｃに傷が付くと、運搬装置１０の開口部１１ａと処理装置４０の開口部４１０ａとが接続された際に、例えば図２２に示されるように、Ｏリング４１０ｄによるシール性が低下する。そのため、処理装置４０と接続される運搬装置１０の面１１ｃに傷が付いた場合、面１１ｃを含む筐体全体を交換する必要がある。面１１ｃを含む筐体全体の交換には時間がかかる。

[0095] そこで、例えば図２３に示されるように、運搬装置１０の開口部１１ａの周囲の面１１ｃに、環状部材１１１が設けられてもよい。環状部材１１１と面１１ｃとの間には、Ｏリング１１２が配置され、運搬装置１０と環状部材１１１とはねじ１１３により固定される。なお、環状部材１１１において、ねじ１１３が挿入される貫通穴１１４とねじ１１３との間には隙間があり、環状部材１１１は、Ｏリング１１２をつぶす方向に移動可能であってもよい。

[0096] 運搬装置１０の開口部１１ａと処理装置４０の開口部４１０ａとが接続された際には、例えば図２４に示されるように、Ｏリング４１０ｄをつぶすように環状部材１１１と処理装置４０の面４１０ｃとが近づく。これにより、環状部材１１１の面１１５に傷が付いた場合でも、ねじ１１３を外すことにより、環状部材１１１を迅速に交換することができる。

[0097] また、例えば図２５に示されるように、収容部１１の面１１ｃが処理装置４０の面４１０ｃに対して傾いている場合、運搬装置１０の開口部１１ａと

処理装置40の開口部410aとが接続される際に、リング410dが十分につぶされない。そのため、リング410dによるシール性が低下する場合がある。

[0098] これを回避するために、例えば図26に示されるように、運搬装置10の開口部11aの周囲の面11cに、環状のシールユニット116が配置されてもよい。シールユニット116は、複数の環状部材111a～111c、複数のリング112a～112c、および複数のねじ113a～113cを含む。以下では、環状部材111a～111cのそれぞれを区別することなく総称する場合に環状部材111と記載し、リング112a～112cのそれぞれを区別することなく総称する場合にリング112と記載する。また、ねじ113a～113cのそれぞれを区別することなく総称する場合にねじ113と記載する。

[0099] 環状部材111aと面11cとの間には、リング112aが配置され、運搬装置10と環状部材111aとはねじ113aにより固定される。また、環状部材111bと環状部材111aとの間には、リング112bが配置され、環状部材111aと環状部材111bとはねじ113bにより固定される。また、環状部材111cと環状部材111bとの間には、リング112cが配置され、環状部材111bと環状部材111cとはねじ113cにより固定される。なお、ねじ113aが挿入される環状部材111aの貫通穴とねじ113aとの間、ねじ113bが挿入される環状部材111bの貫通穴とねじ113aとの間、および、ねじ113cが挿入される環状部材111cの貫通穴とねじ113cとの間には、隙間がある。

[0100] 運搬装置10の開口部11aと処理装置40の開口部410aとが接続された際には、例えば図27に示されるように、リング410dをつぶすように環状部材111cと処理装置40の面410cとが近づく。これにより、環状部材111cの面115が処理装置40の面410cに対して傾いている場合でも、例えば図27に示されるように、リング410dを十分につぶすことができ、リング410dによるシール性の低下を抑制すること

ができる。

[0101] なお、今回開示された実施形態は全ての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。実に、上記した実施形態は多様な形態で具現され得る。また、上記の実施形態は、添付の請求の範囲およびその趣旨を逸脱することなく、様々な形態で省略、置換、変更されてもよい。

[0102] また、上記の実施形態に関し、さらに以下の付記を開示する。

[0103] (付記 1)

被運搬物を運搬する運搬装置であって、
前記被運搬物を収容するように構成される収容部と、
基板を処理する処理装置に接続されるように構成される開口部と、
前記開口部を開閉するように構成されるゲートバルブと、
前記収容部内に配置され、先端にエンドエフェクタを有し、前記開口部を介して、前記処理装置との間で前記エンドエフェクタを用いて前記被運搬物を搬送するように構成されるロボットアームと、
前記運搬装置への電力供給を前記運搬装置の外部に設けられた外部装置から受け取るための第 1 のコネクタを含む第 1 のコネクタユニットと、
前記第 1 のコネクタユニットを前記外部装置の第 2 のコネクタユニットに接続する際に、前記第 2 のコネクタユニットに近付くように前記第 1 のコネクタユニットを前進させるように構成される駆動部と、
前記運搬装置を移動させるように構成される移動機構と
を備える運搬装置。

(付記 2)

前記第 1 のコネクタユニットに接続されるように構成されるガイドシャフトと、
前記ガイドシャフトの太さよりも大きい内径を有し、前記ガイドシャフトが貫通する貫通穴により前記ガイドシャフトを支持するように構成される軸受と、
前記第 1 のコネクタユニットを上下方向に移動可能に支持するように構成

される支持部と

を備え、

前記駆動部は、前記ガイドシャフトを介して前記第 1 のコネクタユニットを移動させるように構成される付記 1 に記載の運搬装置。

(付記 3)

前記第 1 のコネクタユニットには、第 1 の位置決め機構であって、前記第 2 のコネクタユニットに設けられた第 2 の位置決め機構と係合する第 1 の位置決め機構が設けられる付記 1 または 2 に記載の運搬装置。

(付記 4)

前記第 1 のコネクタユニットは、

前記外部装置との間で電気信号の送信および受信を行うための第 2 のコネクタ、

前記外部装置から前記収容部内へガスの供給を受けるための第 3 のコネクタ、および

前記収容部内から前記外部装置へガスの排気を行うための第 4 のコネクタの少なくともいずれかを含む付記 1 から 3 のいずれか一つに記載の運搬装置。

(付記 5)

前記開口部の外周に沿って設けられるリングと、

前記リングに沿って配置される環状部材と

を備える付記 1 から 4 のいずれか一つに記載の運搬装置。

(付記 6)

前記リングと前記環状部材とが多段に接続されるシールユニットを備える付記 5 に記載の運搬装置。

(付記 7)

前記運搬装置の周囲をセンシングするように構成されるセンサと、

前記センサによるセンシング結果を用いて前記移動機構を制御することにより、前記運搬装置を移動させるように構成される制御部と

を備える付記 1 から 6 のいずれか一つに記載の運搬装置。

(付記 8)

前記収容部、前記開口部、前記ゲートバルブ、前記ロボットアーム、前記第 1 のコネクタユニット、および前記駆動部を含む第 1 の部分と、

前記移動機構を含む第 2 の部分とに分離可能である付記 1 から 7 のいずれか一つに記載の運搬装置。

(付記 9)

前記第 1 のコネクタユニットは、前記運搬装置が移動する際に、前記開口部の開口面よりも前記運搬装置側に退避する付記 1 から 8 のいずれか一つに記載の運搬装置。

(付記 10)

前記被運搬物は、前記処理装置で用いられる消耗部品である付記 1 から 9 のいずれか一つに記載の運搬装置。

(付記 11)

前記外部装置は、前記処理装置である付記 1 から 10 のいずれか一つに記載の運搬装置。

(付記 12)

前記移動機構は、毎分 10 m 以上かつ毎分 15 m 以下の速度で前記運搬装置を移動させるように構成される付記 1 から 11 のいずれか一つに記載の運搬装置。

(付記 13)

前記被運搬物を収容するように構成される収容部と、

第 1 の開口部であって、基板を処理する処理装置の第 2 の開口部に接続されるように構成される第 1 の開口部と、

前記第 1 の開口部を開閉するように構成されるゲートバルブと、

前記収容部内に配置され、先端にエンドエフェクタを有し、前記第 1 の開口部を介して、前記処理装置との間で前記エンドエフェクタを用いて前記被運搬物を搬送するように構成されるロボットアームと、

前記運搬装置への電力供給を前記運搬装置の外部に設けられた外部装置から受け取るための第１のコネクタを含む第１のコネクタユニットと、

前記第１のコネクタユニットを移動させるように構成される駆動部と、

前記運搬装置を移動させるように構成される移動機構とを備える運搬装置における接続方法であって、

（ａ）前記移動機構により、前記運搬装置を前記処理装置の近傍まで移動させる工程と、

（ｂ）前記駆動部により、前記外部装置の第２のコネクタユニットに近付くように前記第１のコネクタユニットを前進させる工程と、

（ｃ）前記第１のコネクタユニットと前記第２のコネクタユニットとを接続させる工程と、

（ｄ）前記移動機構により、前記処理装置に近付くように前記運搬装置を移動させ、前記第１の開口部と前記第２の開口部とを接続させる工程とを含む接続方法。

符号の説明

[0104] G 1、G 2 ゲートバルブ

W 基板

1 0 運搬装置

1 1 収容部

1 1 a 開口部

1 1 c 面

1 1 1 環状部材

1 1 2 オリング

1 1 3 ねじ

1 1 4 貫通穴

1 1 5 面

1 1 6 シールユニット

1 2 カセット

- 1 3 ロボットアーム
- 1 4 移動機構
- 1 5 0 制御部
- 1 5 1 バッテリ
- 1 5 2 センサ
- 2 0 コネクタユニット駆動部
- 2 1 コネクタユニット
- 2 1 0 位置決めピン
- 2 1 1 コネクタ
- 2 1 2 板状部材
- 2 2 ガイドシャフト
- 2 2 0 テーパガイド
- 2 2 1 連結部
- 2 3 軸受
- 2 3 0 ストップ
- 2 4 ばね
- 2 5 駆動部
- 2 5 0 シリンダ
- 2 6 支持部
- 3 0 消耗部品
- 4 0 処理装置
- 4 1 制御部
- 4 1 0 a 開口部
- 4 1 0 c 面
- 4 1 0 d オリング
- 4 1 1 基板支持部
- 4 1 3 シャワーヘッド
- 4 2 0 ガス供給部

4 3 コネクタユニット

4 3 0 電源

4 4 0 排気システム

4 4 リフトピン

4 5 駆動部

6 0 空間

請求の範囲

[請求項1]

被運搬物を運搬する運搬装置であって、
前記被運搬物を収容するように構成される収容部と、
基板を処理する処理装置に接続されるように構成される開口部と、
前記開口部を開閉するように構成されるゲートバルブと、
前記収容部内に配置され、先端にエンドエフェクタを有し、前記開口部を介して、前記処理装置との間で前記エンドエフェクタを用いて前記被運搬物を搬送するように構成されるロボットアームと、
前記運搬装置への電力供給を前記運搬装置の外部に設けられた外部装置から受け取るための第1のコネクタを含む第1のコネクタユニットと、
前記第1のコネクタユニットを前記外部装置の第2のコネクタユニットに接続する際に、前記第2のコネクタユニットに近付くように前記第1のコネクタユニットを前進させるように構成される駆動部と、
前記運搬装置を移動させるように構成される移動機構と
を備える運搬装置。

[請求項2]

前記第1のコネクタユニットに接続されるように構成されるガイドシャフトと、
前記ガイドシャフトの太さよりも大きい内径を有し、前記ガイドシャフトが貫通する貫通穴により前記ガイドシャフトを支持するように構成される軸受と、
前記第1のコネクタユニットを上下方向に移動可能に支持するように構成される支持部と
を備え、
前記駆動部は、前記ガイドシャフトを介して前記第1のコネクタユニットを移動させるように構成される請求項1に記載の運搬装置。

[請求項3]

前記第1のコネクタユニットには、第1の位置決め機構であって、前記第2のコネクタユニットに設けられた第2の位置決め機構に係合

する第1の位置決め機構が設けられる請求項1または2に記載の運搬装置。

- [請求項4] 前記第1のコネクタユニットは、
前記外部装置との間で電気信号の送信および受信を行うための第2のコネクタ、
前記外部装置から前記収容部内へガスの供給を受けるための第3のコネクタ、および
前記収容部内から前記外部装置へガスの排気を行うための第4のコネクタの少なくともいずれかを含む請求項1に記載の運搬装置。
- [請求項5] 前記開口部の外周に沿って設けられるリングと、
前記リングに沿って配置される環状部材と
を備える請求項1に記載の運搬装置。
- [請求項6] 前記リングと前記環状部材とが多段に接続されるシールユニット
を備える請求項5に記載の運搬装置。
- [請求項7] 前記運搬装置の周囲をセンシングするように構成されるセンサと、
前記センサによるセンシング結果を用いて前記移動機構を制御することにより、前記運搬装置を移動させるように構成される制御部と
を備える請求項1に記載の運搬装置。
- [請求項8] 前記収容部、前記開口部、前記ゲートバルブ、前記ロボットアーム、
前記第1のコネクタユニット、および前記駆動部を含む第1の部分と、
前記移動機構を含む第2の部分とに分離可能である請求項1に記載の運搬装置。
- [請求項9] 前記第1のコネクタユニットは、前記運搬装置が移動する際に、前記開口部の開口面よりも前記運搬装置側に退避する請求項1に記載の運搬装置。
- [請求項10] 前記被運搬物は、前記処理装置で用いられる消耗部品である請求項1に記載の運搬装置。

- [請求項11] 前記外部装置は、前記処理装置である請求項1に記載の運搬装置。
- [請求項12] 前記移動機構は、毎分10m以上かつ毎分15m以下の速度で前記運搬装置を移動させるように構成される請求項1に記載の運搬装置。
- [請求項13] 前記被運搬物を収容するように構成される収容部と、
第1の開口部であって、基板を処理する処理装置の第2の開口部に接続されるように構成される第1の開口部と、
前記第1の開口部を開閉するように構成されるゲートバルブと、
前記収容部内に配置され、先端にエンドエフェクタを有し、前記第1の開口部を介して、前記処理装置との間で前記エンドエフェクタを用いて前記被運搬物を搬送するように構成されるロボットアームと、
前記運搬装置への電力供給を前記運搬装置の外部に設けられた外部装置から受け取るための第1のコネクタを含む第1のコネクタユニットと、
前記第1のコネクタユニットを移動させるように構成される駆動部と、
前記運搬装置を移動させるように構成される移動機構と
を備える運搬装置における接続方法であって、
(a) 前記移動機構により、前記運搬装置を前記処理装置の近傍まで移動させる工程と、
(b) 前記駆動部により、前記外部装置の第2のコネクタユニットに近づくように前記第1のコネクタユニットを前進させる工程と、
(c) 前記第1のコネクタユニットと前記第2のコネクタユニットとを接続させる工程と、
(d) 前記移動機構により、前記処理装置に近づくように前記運搬装置を移動させ、前記第1の開口部と前記第2の開口部とを接続させる工程と
を含む接続方法。