

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4218756号  
(P4218756)

(45) 発行日 平成21年2月4日(2009.2.4)

(24) 登録日 平成20年11月21日(2008.11.21)

(51) Int.Cl.

F I

F O 4 C 25/02 (2006.01)

F O 4 C 25/02

M

F O 4 C 25/02

B

請求項の数 5 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2003-358424 (P2003-358424)  
 (22) 出願日 平成15年10月17日(2003.10.17)  
 (65) 公開番号 特開2005-120955 (P2005-120955A)  
 (43) 公開日 平成17年5月12日(2005.5.12)  
 審査請求日 平成17年12月22日(2005.12.22)

(73) 特許権者 000000239  
 株式会社荏原製作所  
 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号  
 (74) 代理人 100091498  
 弁理士 渡邊 勇  
 (74) 代理人 100092406  
 弁理士 堀田 信太郎  
 (74) 代理人 100093942  
 弁理士 小杉 良二  
 (74) 代理人 100109896  
 弁理士 森 友宏  
 (72) 発明者 川村 毅  
 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会  
 社 荏原製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 真空排気装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

真空チャンバに接続される第 1 の真空ポンプと該第 1 の真空ポンプに接続される第 2 の真空ポンプとを備えた真空排気装置において、

前記第 1 の真空ポンプは、一対の多段ポンプロータを備え、

前記第 1 の真空ポンプは、メインポンプである前記第 2 の真空ポンプの排気速度を上昇させるブースターポンプとして機能し、

前記多段ポンプロータは、互いに幅の異なる吸気側ロータと排気側ロータとを備え、前記吸気側ロータの幅は前記排気側ロータの幅よりも大きく、

前記第 2 の真空ポンプが起動した後に、前記第 1 の真空ポンプを起動させるように動作することを特徴とする真空排気装置。

【請求項 2】

気体の温度、気体の圧力、前記多段ポンプロータを収容するロータケーシングの温度、または前記多段ポンプロータを回転させるモータの電流値に基づいて前記多段ポンプロータの回転速度を制御することを特徴とする請求項 1 に記載の真空排気装置。

【請求項 3】

前記第 1 の真空ポンプ及び前記第 2 の真空ポンプは、一つの筐体に収納されていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の真空排気装置。

【請求項 4】

前記第 2 の真空ポンプは、ブラシレス D C モータを備えることを特徴とする請求項 1 に

10

20

記載の真空排気装置。

【請求項 5】

真空チャンバに接続され、一対の多段ポンプロータを有するブースターポンプと、該ブースターポンプに接続されるメインポンプとを備えた真空排気装置の運転方法であって、前記メインポンプを起動させ、

前記メインポンプを定格回転速度で運転させ、

前記メインポンプが起動してから所定の時間が経過した後、前記ブースターポンプを起動させ、

前記ブースターポンプを一定の回転速度で運転させ、

前記真空チャンバ内の気体の圧力が所定の圧力にまで低下したときに、前記ブースターポンプの回転速度を上昇させることを特徴とする真空排気装置の運転方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、基板処理装置の真空チャンバを真空中に排気する真空排気装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

基板処理工程においては、真空チャンバ内に供給されたプロセスガスを排気するために、真空排気装置が広く用いられている。CVD装置やエッチング装置などの基板処理装置においては、真空チャンバ内のプロセスガスを排気し、かつ一定の真空状態を形成することが必要とされ、複数の真空ポンプを直列に接続することにより所要の排気速度及び到達圧力を達成している。

20

【0003】

上述した真空排気装置は、真空チャンバに接続されるブースターポンプと、このブースターポンプに接続されるメインポンプとから基本的に構成される。ブースターポンプ及びメインポンプは、いずれも一対のポンプロータをロータケーシング内に備えた容積式真空ポンプである。ポンプロータ同士、及びポンプロータとロータケーシングの内面との間には微小な隙間が形成され、これにより、ポンプロータがロータケーシング内で非接触で回転可能となっている。

30

【0004】

一般に、ブースターポンプとしては、一対のルーツ型の単段ポンプロータを有する単段型真空ポンプが用いられている。その理由は、従来のCVD装置やエッチング装置は、大量のプロセスガスを必要とせず、排気すべきプロセスガスの量がそれほど多くなかったためである。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、処理対象となる半導体ウェハや液晶パネルなどの基板が大型化するにつれて、大量のプロセスガスを排気することが求められるようになってきた。大量のプロセスガスを排気するためには、ポンプロータを大きくするか、あるいはポンプロータの回転速度を速くして排気速度を大きくすることが必要とされる。しかしながら、このような構成では、ブースターポンプを駆動するモータに過負荷がかかり、消費電力を増大させてしまう。さらには、プロセスガスの圧縮熱やモータの発熱によりポンプロータが膨張し、ポンプロータとロータケーシングの内面とが接触して運転不能に陥ることもあった。このため、単段のブースターポンプを備える従来の真空排気装置では、真空チャンバ内を真空中に保ちつつ大量のプロセスガスを排気することが困難となっていた。このような背景から、大量の気体（プロセスガス）を排気することができ、かつモータに過負荷がかからない構造を有する真空排気装置が求められている。

40

【0006】

50

本発明は、上述した問題点に鑑みてなされたもので、大量の気体を排気することができ、かつ、モータへの過負荷を防止することができる真空排気装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上述した目的を達成するために、本発明の真空排気装置の態様は、真空チャンバに接続される第1の真空ポンプと該第1の真空ポンプに接続される第2の真空ポンプとを備えた真空排気装置において、前記第1の真空ポンプは、一对の多段ポンプロータを備え、前記第1の真空ポンプは、メインポンプである前記第2の真空ポンプの排気速度を上昇させるブースターポンプとして機能し、前記多段ポンプロータは、互いに幅の異なる吸気側ロータと排気側ロータとを備え、前記吸気側ロータの幅は前記排気側ロータの幅よりも大きく、前記第2の真空ポンプが起動した後に、前記第1の真空ポンプを起動させるように動作することを特徴とする。

10

本発明によれば、第1の真空ポンプのロータ（吸気側ロータ）の軸方向の幅を大きくした場合でも、第1の真空ポンプのモータにかかる負荷を小さくすることができる。従って、第1の真空ポンプの排気速度（ $l/min$ 、単位時間に排気される気体の体積）を大きくすることができ、大量の気体を排気することができる。

また、本発明によれば、第2の真空ポンプにより真空チャンバ内の圧力を下げた状態で、第1の真空ポンプを運転させることができる。これにより、第1の真空ポンプのモータにかかる負荷を低減させることができる。

20

【0008】

本発明の好ましい態様は、気体の温度、気体の圧力、前記多段ポンプロータを収容するロータケーシングの温度、または前記多段ポンプロータを回転させるモータの電流値に基づいて前記多段ポンプロータの回転速度を制御することを特徴とする。

本発明によれば、気体の圧縮熱やモータの発熱により多段ポンプロータが膨張してロータケーシングの内面と接触してしまうことが防止される。また、モータに過負荷がかかってしまうことが防止され、モータの発熱や消費電力を低減させることができる。

【0009】

本発明の好ましい態様は、前記第1の真空ポンプ及び前記第2の真空ポンプは、一つの筐体に収納されていることを特徴とする。

30

本発明の好ましい態様は、前記第2の真空ポンプは、ブラシレスDCモータを備えることを特徴とする。

本発明の真空排気装置の運転方法の態様は、真空チャンバに接続され、一对の多段ポンプロータを有するブースターポンプと、該ブースターポンプに接続されるメインポンプとを備えた真空排気装置の運転方法であって、前記メインポンプを起動させ、前記メインポンプを定格回転速度で運転させ、前記メインポンプが起動してから所定の時間が経過した後、前記ブースターポンプを起動させ、前記ブースターポンプを一定の回転速度で運転させ、前記真空チャンバ内の気体の圧力が所定の圧力にまで低下したときに、前記ブースターポンプの回転速度を上昇させることを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、第1の真空ポンプの駆動するモータに過大な負荷をかけることなく、大量の気体を排気することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

以下、本発明の一実施形態に係る真空排気装置について図面を参照して説明する。

図1は本発明の一実施形態に係る真空排気装置を示す側面図である。図2は図1に示す第1の真空ポンプを示す断面図である。図3(a)乃至図3(d)は気体が移送される様子を説明するための模式図である。

【0012】

50

図 1 に示すように、真空排気装置は、ブースターポンプとしての第 1 の真空ポンプ 1 と、メインポンプとしての第 2 の真空ポンプ 2 と、第 1 の真空ポンプ 1 及び第 2 の真空ポンプ 2 を収容するハウジング（筐体）3 とを備えている。ハウジング 3 は底板 4 上に固定され、この底板 4 の上に第 2 の真空ポンプ 2 が設置されている。底板 4 の下部には 4 つの車輪 5（図 1 では 2 つの車輪のみを示す）が固定されており、これにより真空排気装置が搬送可能となっている。

【 0 0 1 3 】

第 1 の真空ポンプ 1 は、一對のルーツ型ポンプロータ 2 0（図 1 では 1 つのポンプロータのみを示す）を有するルーツ型真空ポンプであり、第 2 の真空ポンプ 2 は、一對のスクリー型ポンプロータ 4 0（図 1 では 1 つのポンプロータのみを示す）を有するスクリー型真空ポンプである。このように、第 1 の真空ポンプ 1 及び第 2 の真空ポンプ 2 は、互いに異なる形状のポンプロータをそれぞれ有している。第 1 の真空ポンプ 1 と第 2 の真空ポンプ 2 とはハウジング 3 内で互いに平行に設置され、第 1 の真空ポンプ 1 は第 2 の真空ポンプ 2 の上方に配置されている。

【 0 0 1 4 】

第 1 の真空ポンプ 1 の吸気口 2 3 a には吸気配管 6 が設けられており、この吸気配管 6 は基板処理装置に組み込まれた真空チャンバ（図 1 には図示せず）に接続されている。なお、基板処理装置としては、半導体ウェハや液晶パネルなどの基板にエッチング処理や C V D 処理を施すエッチング装置や C V D 装置などが挙げられる。第 1 の真空ポンプ 1 の下部には排気口 2 3 b が設けられており、この排気口 2 3 b は接続配管 7 を介して第 2 の真空ポンプ 2 の吸気口 4 3 a に接続されている。第 2 の真空ポンプ 2 の排気口 4 3 b には排気配管 8 が接続され、この排気配管 8 を介して気体（プロセスガス）が外部に排気される。このように、第 1 の真空ポンプ 1 と第 2 の真空ポンプ 2 とは直列に接続され、第 2 の真空ポンプ 2 は、第 1 の真空ポンプ 1 よりも下流側に配置されている。すなわち、第 1 の真空ポンプ 1 は第 2 の真空ポンプ 2 よりも真空側に配置され、第 2 の真空ポンプ 2 は大気側に配置されている。この第 2 の真空ポンプ 2 は大気圧下でも起動可能に構成されている。

【 0 0 1 5 】

一方、第 1 の真空ポンプ 1 は単独では大気圧下で起動することができず、第 1 の真空ポンプ 1 の排気側の圧力（背圧）がある程度小さくなったときに起動することができる。この第 1 の真空ポンプ（ブースターポンプ）1 は、第 2 の真空ポンプ（メインポンプ）2 の排気速度を増幅させるために設けられる。第 2 の真空ポンプ（メインポンプ）2 は、真空から大気圧までの圧力領域において運転可能に構成され、第 1 の真空ポンプ（ブースターポンプ）1 の排気側の圧力（背圧）を下げる役割を持っている。本実施形態においては、第 1 の真空ポンプ 1 と第 2 の真空ポンプ 2 との排気速度の比は、5 0 , 0 0 0 : 2 , 5 0 0 である。なお、真空チャンバが必要とする真空度が本実施形態に係る真空排気装置の到達圧力よりも高い場合は、第 1 の真空ポンプ 1 の上流側に更にターボ分子ポンプなどの超高真空ポンプを配置してもよい。

【 0 0 1 6 】

ハウジング 3 の上部には、第 1 の真空ポンプ 1 のモータ M 1 に電流を供給するモータドライバ D 1 と、第 2 の真空ポンプ 2 のモータ M 2 に電流を供給するモータドライバ D 2 とが設置されている。モータ M 1 及びモータ M 2 の回転速度は、制御盤（制御部）1 0 によってモータドライバ D 1 , D 2 を介してそれぞれ独立に制御されるようになっている。なお、モータ M 1 , M 2 の回転速度は、モータ M 1 , M 2 に供給する電流の周波数を変化させることにより制御可能である。なお、モータ M 1 , M 2 は、いずれも 2 軸ブラシレス D C モータである。

【 0 0 1 7 】

図 2 に示すように、第 1 の真空ポンプ 1 は、互に対向する一對の多段ポンプロータ 2 0 を備えている。それぞれのポンプロータ 2 0 は、吸気側に配置される 1 段目のルーツロータ（吸気側ロータ）2 0 a と、排気側に配置される 2 段目のルーツロータ 2 0 b（排気側ロータ）2 0 b と、これらのルーツロータ 2 0 a , 2 0 b が固定される回転軸 2 1 とを

備えている。１段目のルーツロータ２０aの軸方向の幅は、２段目のルーツロータの軸方向の幅よりも大きく設定されている。具体的には、１段目のルーツロータ２０aの幅と２段目のルーツロータ２０bの幅との比は、 $2 \sim 10 : 1$ 、好ましくは $5 \sim 10 : 1$ であり、本実施例では $5 : 1$ である。すなわち、１段目のルーツロータ２０aの排気速度は、 $20,000 \sim 100,000 (1/\text{min})$ 、好ましくは $50,000 \sim 100,000 (1/\text{min})$ であり、本実施例では、 $50,000 (1/\text{min})$ である。２段目のルーツロータ２０bの排気速度は、本実施例では $10,000 (1/\text{min})$ である。

#### 【００１８】

回転軸２１は、吸気側の軸受２２A及び排気側の２２Bにより回転自在に支持されている。１段目のルーツロータ２０aの上方に位置するロータケーシング２３の部位には吸気口２３aが形成され、２段目のルーツロータ２０bの下方に位置するロータケーシング２３の部位には排気口２３bが形成されている。

10

#### 【００１９】

第１の真空ポンプ１を駆動するモータM１は、回転軸２１の端部にそれぞれ固定された２つのモータロータM１-１と、これらのモータロータM１-１の径方向外側にそれぞれ配置されたモータステータM１-２とを備えている。これらのモータロータM１-１及びモータステータM１-２はモータケーシング２４によって覆われている。なお、図２においては、１つのモータロータM１-１及びモータステータM１-２のみを示す。モータステータM１-２は上述したモータドライバード１に接続されており、モータステータM１-２に通電することで、回転軸２１、すなわちポンプロータ２０が同期して反対方向に回転するようになっている。モータケーシング２４の周壁には冷却配管２５Bが埋設されており、この冷却配管２５Bに冷却水を流通させることにより、モータM１が冷却されるようになっている。

20

#### 【００２０】

回転軸２１の他方の端部には、互いに噛み合う一対のタイミングギヤ２８が固定されている。これらのタイミングギヤ２８はギヤケーシング２９に収容されている。ギヤケーシング２９の周壁には冷却配管２５Aが埋設されており、この冷却配管２５Aに冷却水を流通させることにより、タイミングギヤ２８及び軸受２２Aが冷却されるようになっている。なお、一対のポンプロータ２０はモータM１によって同期して回転駆動されるため、タイミングギヤ２８の役割としては、突発的な外部要因によるポンプロータ２０の同期回転の脱調を防ぐことにある。

30

#### 【００２１】

軸受２２Aと１段目のルーツロータ２０aとの間に位置して軸スリーブ３１Aが回転軸２１に固定されており、この軸スリーブ３１Aの外周面を囲むようにラビリンスシール３２Aが設けられている。同様に、軸受２２Bと２段目のルーツロータ２０bとの間に位置して軸スリーブ３１Bが回転軸２１に固定されており、この軸スリーブ３１Bの外周面を囲むようにラビリンスシール３２Bが設けられている。これらのラビリンスシール３２A、３２Bにより、ポンプロータ２０によって昇圧された気体（プロセスガス）が軸受２２A、軸受２２B、及びモータM１側に流入することが防止される。なお、軸受２２A、２２Bの潤滑剤としてはオイルが用いられている。これにより、軸受２２A、２２Bにプロセスガスの副生成物が付着した場合でも、軸受２２A、２２Bにオイルを流すことにより副生成物を除去することができる。

40

#### 【００２２】

軸受２２A及びラビリンスシール３２Aは軸受ケーシング３３Aによって覆われ、同様に、軸受２２B及びラビリンスシール３２Bは軸受ケーシング３３Bによって覆われている。ロータケーシング２３、モータケーシング２４、及び軸受ケーシング３３A、３３Bは別体として構成されており、これらはロータケーシング２３、軸受ケーシング３３A、３３B、モータケーシング２４の順に組み立てられる。

#### 【００２３】

軸受２２A、２２B及びラビリンスシール３２A、３２Bにプロセスガスの副生成物が

50

析出してしまうことを防止するために、クリーンガスを供給する供給口 3 5 A , 3 5 B がギヤケーシング 2 9 及び軸受ケーシング 3 3 B にそれぞれ設けられている。吸気側の供給口 3 5 A から供給されたクリーンガスはギヤケーシング 2 9 の内部空間を満たした後、軸受 2 2 A、ラビリンスシール 3 2 A の順に流れ、これにより軸受 2 2 A 及びラビリンスシール 3 2 A がプロセスガスに晒されることが防止される。同様に、排気側の供給口 3 5 B から供給されたクリーンガスは、軸受 2 2 B、ラビリンスシール 3 2 B の順に流れ、これにより軸受 2 2 B 及びラビリンスシール 3 2 B がプロセスガスに晒されることが防止される。なお、クリーンガスとしては、空気や窒素など気体（プロセスガス）との反応に関与しない安定なガスであれば使用可能である。

【 0 0 2 4 】

図 3 ( a ) 乃至図 3 ( d ) に示すように、1 段目のルーツロータ 2 0 a ( 及び 2 段目のルーツロータ 2 0 b ) はロータケーシング 2 3 内において互いに対向して配置されている。モータ M 1 に駆動されてルーツロータ 2 0 a ( ポンプロータ 2 0 ) が同期回転すると、吸気側の気体はルーツロータ 2 0 a とロータケーシング 2 3 の内面との間に閉じ込められて排気側に移送される。このような気体の移送が連続して行われることにより、吸気口 2 3 a に接続されている真空チャンパ内の排気が行われる。なお、本実施形態では、ロータとしてルーツ型を使用しているが、これに限らずスクリー型やクロー型などを用いてもよい。いずれの場合でも、複数段のロータが軸方向に配列された多段型のポンプロータが用いられる。また、ポンプロータ 2 0 の段数は 2 段に限られず、3 段以上であってもよい。

【 0 0 2 5 】

このように、多段ポンプロータ 2 0 を採用する本実施形態によれば、1 段目のルーツロータ 2 0 a の軸方向の幅を従来より大きくした場合でも、モータ M 1 にかかる負荷を小さくすることができ、モータ M 1 の消費電力を低減させることができる。さらには、モータ M 1 の発熱を防止することができ、ポンプロータ 2 0 とロータケーシング 2 3 の内面が接触してしまうことを防止することができる。

【 0 0 2 6 】

図 4 は図 1 に示す第 2 の真空ポンプを示す断面図である。第 2 の真空ポンプは、一対のスクリー型ポンプロータを備える点で第 1 の真空ポンプと異なっている。その他の第 2 の真空ポンプの構成は第 1 の真空ポンプと同様であり、その重複する説明を省略する。

【 0 0 2 7 】

図 4 に示すように、ロータケーシング 4 3 内には、互いに対向する一対のスクリー型の多段ポンプロータ 4 0 ( 図 4 には 1 つのポンプロータのみを示す ) が配置されている。これらのポンプロータ 4 0 はモータ M 2 ( モータロータ M 2 - 1 , モータステータ M 2 - 2 ) によって同期して反対方向に回転駆動される。それぞれのポンプロータ 4 0 は、1 段目のスクリーロータ ( 吸気側ロータ ) 4 0 a と、2 段目のスクリーロータ ( 排気側ロータ ) 4 0 b と、これらのスクリーロータ 4 0 a , 4 0 b が固定される回転軸 4 1 とを備えている。1 段目及び 2 段目のスクリーロータ 4 0 a , 4 0 b は、互いに噛み合うように配置される。1 段目のスクリーロータ 4 0 a は 2 段目のスクリーロータ 4 0 b に比べて軸方向の幅が広く、かつピッチも大きく設定されている。なお、本実施形態に係る第 2 の真空ポンプではスクリー型のロータが用いられているが、ルーツ型またはクロー型のロータを用いてもよい。

【 0 0 2 8 】

ポンプロータ 4 0 同士、及びポンプロータ 4 0 とロータケーシング 4 3 の内面との間には微小な隙間が形成されており、これによりポンプロータ 4 0 がロータケーシング 4 3 内で非接触で回転可能となっている。1 段目のスクリーロータ 4 0 a の上方に位置するロータケーシング 4 3 の部位には吸気口 4 3 a が形成され、2 段目のスクリーロータ 4 0 b の下方に位置するロータケーシング 4 3 の部位には排気口 4 3 b が形成されている。吸気口 4 3 a は、上述した第 1 の真空ポンプ 1 の排気口 2 3 b ( 図 1 及び図 2 参照 ) に接続配管 7 を介して接続されている。

## 【 0 0 2 9 】

このような構成において、第 1 の真空ポンプ 1 から排気された気体（プロセスガス）は、接続配管 7 を介して吸入口 4 3 a からロータケーシング 4 3 内に導入される。気体は、1 段目のスクリーロータ 4 0 a 及び 2 段目のスクリーロータ 4 0 b の回転により圧縮され、排気口 4 3 b より排気される。なお、排気速度は、第 1 の真空ポンプ 1 の 1 段目のルートロータ 2 0 a、2 段目のルートロータ 2 0 b、第 2 の真空ポンプ 2 の 1 段目のスクリーロータ 4 0 a、2 段目のスクリーロータ 4 0 b の順に小さくなる。

## 【 0 0 3 0 】

第 2 の真空ポンプ 2 は第 1 の真空ポンプ 1 よりも大気側に近いため、第 2 の真空ポンプ 2 内部の圧力は第 1 の真空ポンプ 1 内部の圧力よりも高くなる。このために、プロセスガスの副生成物は、第 2 の真空ポンプ 2 内で析出しやすい。本実施形態では、第 2 の真空ポンプ 2 にスクリー型のポンプロータ 4 0 を採用しているため、第 2 の真空ポンプ 2 内に析出した副生成物をポンプロータ 4 0 の回転により掻き出すことができる。すなわち、1 段目及び 2 段目のスクリーロータ 4 0 a、4 0 b やロータケーシング 4 3 の内面に副生成物が析出した場合でも、スクリーロータ 4 0 a、4 0 b（ポンプロータ 4 0）を回転させることによって副生成物を排気口 4 3 b に送り出すことができる。このように、スクリーロータ 4 0 a、4 0 b は生成物排出のために適した形状を有している。

## 【 0 0 3 1 】

接続配管 7 には、第 1 の真空ポンプ 1 から排気された気体（プロセスガス）の圧力を測定する圧力センサ 5 0 が設けられている。圧力センサ 5 0 は制御盤（図 1 参照）1 0 に接続されており、制御盤 1 0 は圧力センサ 5 0 の出力値（気体の圧力）に基づいて第 1 の真空ポンプ 1 のポンプロータ 2 0（図 1 及び図 2 参照）の回転速度を制御するようになっている。

## 【 0 0 3 2 】

次に、本実施形態に係る真空排気装置の動作について図 5 を参照して説明する。

図 5 は、第 1 の真空ポンプ及び第 2 の真空ポンプのポンプロータの回転速度、及び圧力センサによって測定された気体の圧力を示すグラフである。

図 5 に示すように、まず、第 2 の真空ポンプ 2 を起動させ、第 2 の真空ポンプ 2 のポンプロータ 4 0 が定格回転速度  $S_4$  に到達するまでその回転速度を上昇させる。その後、第 2 の真空ポンプ 2 は定格回転速度で運転される。第 2 の真空ポンプ 2 が起動した時点から所定の設定時間  $P_T$  が経過した後、第 1 の真空ポンプ 1 を起動させる。なお、第 2 の真空ポンプ 2 内の気体の圧力が当該第 2 の真空ポンプ 2 の許容排気圧力範囲内である所定の圧力  $P_0$  に達した後、第 1 の真空ポンプ 1 を起動させてもよい。第 1 の真空ポンプ 1 のポンプロータ 2 0 の回転速度が  $S_3$  に達すると、ポンプロータ 2 0 は一定の回転速度で回転する。

## 【 0 0 3 3 】

第 1 の真空ポンプ 1 及び第 2 の真空ポンプ 2 の運転に伴い、気体（プロセスガス）の圧力は更に低下する。気体の圧力が低下して  $P_2$  に達したときに、ポンプロータ 2 0 の回転速度を更に上昇させる。そして、ポンプロータ 2 0 の回転速度が  $S_2$  に達したところでポンプロータ 2 0 を一定の回転速度で回転させる。更に気体の圧力が  $P_1$  に達したとき、ポンプロータ 2 0 の回転速度を更に上昇させ、 $S_1$ （定格回転速度）に到達させる。その後、ポンプロータ 2 0 を一定の回転速度（ $S_1$ ）で回転させる。ポンプロータ 2 0 が定格回転速度に到達した後、何らかの要因により気体の圧力が上昇した場合には、ポンプロータ 2 0 の回転速度を  $S_2$  または  $S_3$  にまで低下させる。

## 【 0 0 3 4 】

このように、真空排気装置によって移送される気体の圧力に応じて第 1 の真空ポンプ 1 のポンプロータ 2 0 の回転速度を変化させることにより、モータ  $M_1$  にかかる負荷を低減させることができる。なお、本実施形態においては、圧力センサ 5 0 は接続配管 7 内に配置されているが、第 2 の真空ポンプ 2 のロータケーシング 4 3 内の 1 段目のスクリーロータ 4 0 a と 2 段目のスクリーロータ 4 0 b との間に圧力センサを配置してもよく、ま

10

20

30

40

50

たは、吸気配管 6（図 1 参照）、第 1 の真空ポンプ 1 のロータケーシング 2 3 内部、または吸気口 2 3 a に配置してもよい。

【 0 0 3 5 】

更に、移送される気体の温度、第 1 の真空ポンプ 1 のロータケーシング 2 3 の温度、または第 1 の真空ポンプ 1 のモータ M 1 に流れる電流値に基づいて第 1 の真空ポンプ 1 のポンプロータ 2 0 の回転速度を変化させるようにしてもよい。例えば、気体の温度を利用する場合は、気体の温度を測定する温度センサを第 1 の真空ポンプ 1 のロータケーシング 2 3 内に配置することが好ましい。第 1 の真空ポンプ 1 のロータケーシング 2 3 の温度を利用する場合は、ロータケーシング 2 3 の外面に温度センサを設けることが好ましい。モータ M 1 の電流値を利用する場合は、モータ M 1 に流れる電流値を測定する電流値センサを制御盤 1 0 に組み込むことが好ましい。

10

【 0 0 3 6 】

次に、本実施形態に係る真空排気装置を基板処理装置の真空チャンバに接続した例について図 6 を参照して説明する。図 6 は本発明の一実施形態に係る真空排気装置が組み込まれた基板処理装置を示す模式図である。

図 6 に示すように、真空チャンバ 6 0 の上流側には真空チャンバ 6 0 にプロセスガスを供給するプロセスガス供給源 6 1 が配置されている。真空チャンバ 6 0 は配管 6 2 によって本実施形態に係る真空排気装置 6 3 に接続されている。配管 6 2 にはバルブ 6 4 が設けられており、このバルブ 6 4 を開くことにより、真空チャンバ 6 0 と真空排気装置 6 3 とが配管 6 2 を介して連通するようになっている。

20

【 0 0 3 7 】

真空排気装置 6 3 の下流側には排ガス（プロセスガス）を無害化するための排ガス除害装置 6 5 が配置されている。この排ガス除害装置 6 5 には、乾式、湿式、燃焼式、及び触媒式などのタイプがある。真空チャンバ 6 0 には第 1 の制御部 6 7 が接続されており、この第 1 の制御部 6 7 により、真空チャンバ 6 0 における基板処理（以下、本プロセスという）のプロセス条件が制御される。プロセス条件としては、例えば真空チャンバ 6 0 に供給されるプロセスガスの種類や温度などが挙げられる。第 2 の制御部 6 8 は真空排気装置 6 3 及びバルブ 6 4 に接続されており、第 2 の制御部 6 8 によって真空排気装置 6 3 の運転条件及びバルブ 6 4 の開閉が制御される。真空排気装置 6 3 の運転条件としては、例えばポンプロータ 2 0 , 4 0（図 1 参照）の回転速度や第 1 の真空ポンプ 1 及び第 2 の真空ポンプ 2 の起動タイミングなどが挙げられる。第 2 の制御部 6 8 は第 1 の制御部 6 7 に接続されており、第 1 の制御部 6 7 からプロセス条件が信号として第 2 の制御部 6 8 に送られるようになっている。第 2 の制御部 6 8 はこの信号（プロセス条件）に基づいて真空排気装置 6 3 及びバルブ 6 4 を制御する。第 1 の制御部 6 7 には、基板のプロセス全体を管理する第 3 の制御部 6 6 が接続されている。この第 3 の制御部 6 6 は、全体プロセスに合わせた本プロセスのための上記プロセス条件を信号として第 1 の制御部 6 7 に送り、第 1 の制御部 6 7 は、この信号に基づいて本プロセスを制御する。真空チャンバ 6 0 において行われた本プロセスの各種結果は第 1 の制御部 6 7 にフィードバックされるようになっている。

30

【 0 0 3 8 】

処理シーケンスとしては、次のようになる。まず、処理すべき基板（図示せず）を真空チャンバ 6 0 に搬入する。その後、バルブ 6 4 を開いた状態で真空排気装置 6 3 を起動させ、真空排気装置 6 3 を定格回転速度で運転させる。次に、真空チャンバ 6 0 内に形成された真空度を一定に維持した状態で、プロセスガス供給源 6 1 からプロセスガスを真空チャンバ 6 0 に供給し、これにより所定の基板処理が行われる。プロセスガスの供給を停止させて基板処理を終了させた後、バルブ 6 4 を閉じ、基板を真空チャンバ 6 0 から搬出する。バルブ 6 4 を閉じている間は、真空排気装置 6 3 を定格回転速度よりも低い回転速度で運転させるか、もしくは、真空排気装置 6 3 の運転を停止させることができる。これにより、真空排気装置 6 3 の消費電力を低減させることができる。また、真空チャンバ 6 0 内に形成された真空度を一定に維持する必要がない場合には、バルブ 6 4 を開いたまま、

40

50



真空排気装置 63 を定格回転速度よりも低い回転速度で回転させてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0039】

【図1】本発明の一実施形態に係る真空排気装置を示す側面図である。

【図2】図1に示す第1の真空ポンプを示す断面図である。

【図3】図3(a)乃至図3(d)は気体が移送される様子を説明するための模式図である。

【図4】図1に示す第2の真空ポンプを示す断面図である。

【図5】第1の真空ポンプ及び第2の真空ポンプのポンプロータの回転速度、及び圧力センサによって測定された気体の圧力を示すグラフである。

10

【図6】本発明の一実施形態に係る真空排気装置が組み込まれた基盤処理装置を示す模式図である。

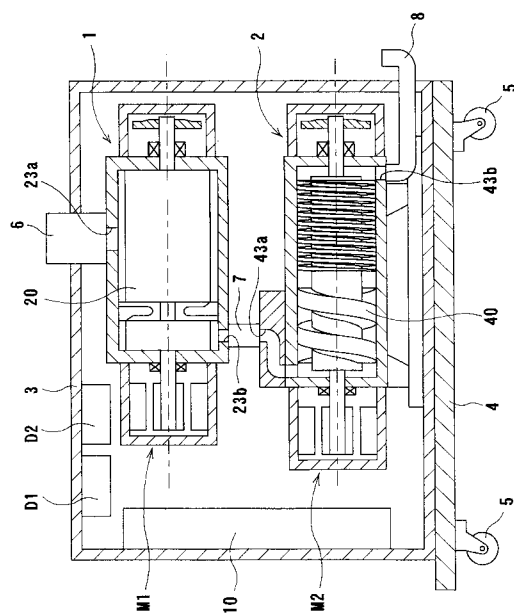
【符号の説明】

【0040】

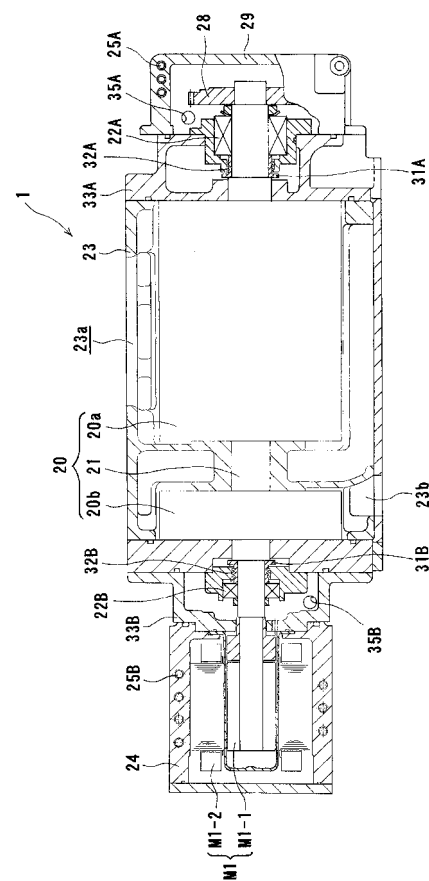
1	第1の真空ポンプ	
2	第2の真空ポンプ	
3	ハウジング（筐体）	
4	底板	
5	車輪	
6	吸気配管	20
7	接続配管	
8	排気配管	
10	制御盤（制御部）	
20	ルーツ型ポンプロータ	
20a	1段目のルーツロータ（吸気側ロータ）	
20b	2段目のルーツロータ（排気側ロータ）	
21	回転軸	
22A, 22B	軸受	
23	ロータケーシング	
23a	吸気口	30
23b	排気口	
24	モータケーシング	
25A, 25B	冷却配管	
28	タイミングギヤ	
29	ギヤケーシング	
31A, 31B	軸スリーブ	
32A, 32B	ラビリンスシール	
33A, 33B	軸受ケーシング	
35A, 35B	供給口	
40	スクリー型ポンプロータ	40
40a	1段目のスクリーロータ	
40b	2段目のスクリーロータ	
41	回転軸	
43	ロータケーシング	
50	圧力センサ	
60	真空チャンバ	
61	プロセスガス供給源	
62	配管	
63	真空排気装置	
64	バルブ	50

- 6 5 排ガス除害装置  
 6 6 第 3 の制御部  
 6 7 第 1 の制御部  
 6 8 第 2 の制御部  
 M 1 , M 2 モータ  
 M 1 - 1 , M 2 - 1 モータロータ  
 M 1 - 2 , M 2 - 2 モータステータ  
 D 1 , D 2 モータドライバー

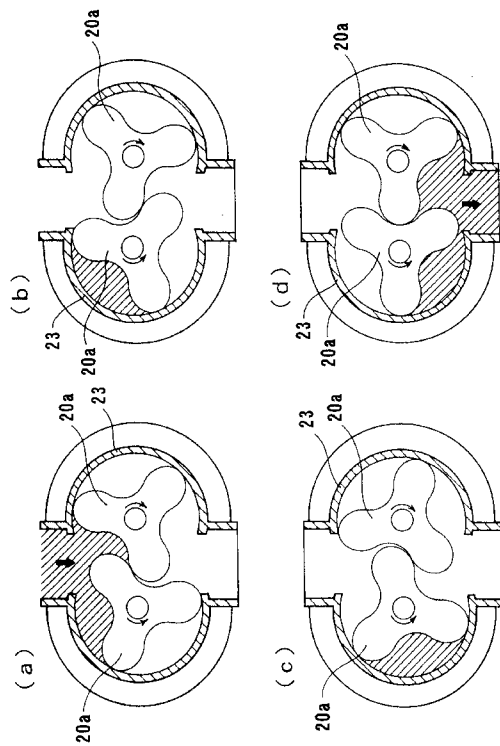
【図 1】



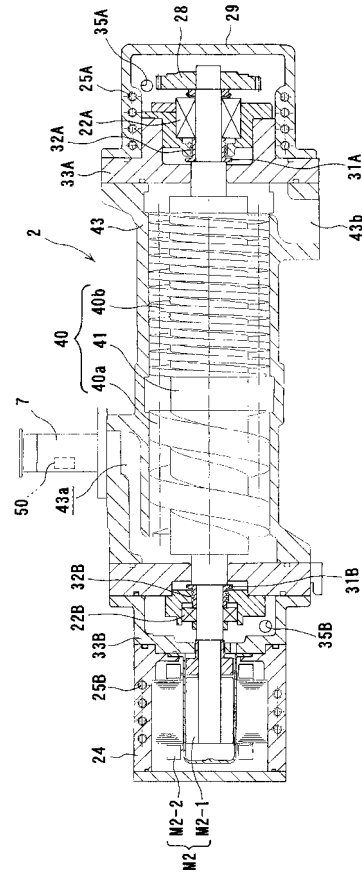
【図 2】



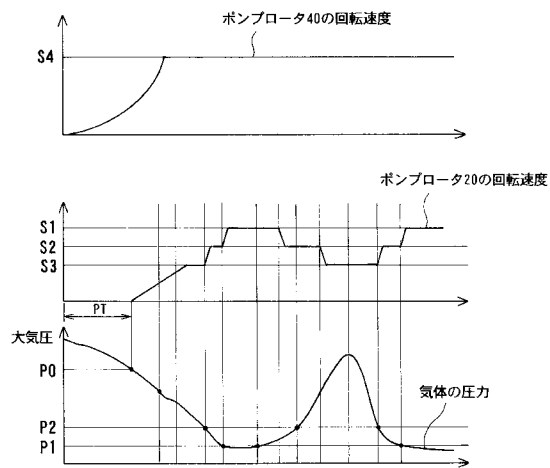
【図 3】



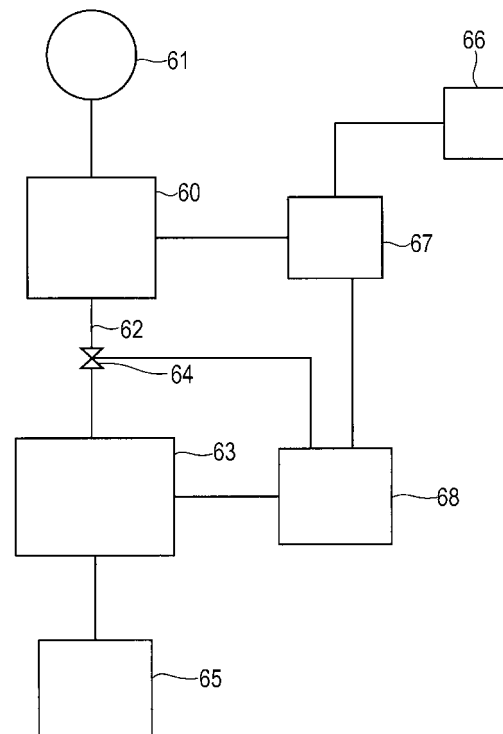
【図 4】



【図 5】



【図 6】



---

フロントページの続き

(72)発明者 香川 浩一

東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社 荏原製作所内

審査官 尾崎 和寛

(56)参考文献 特開平 0 4 - 2 7 2 4 9 2 ( J P , A )

特開 2 0 0 0 - 0 3 8 9 9 9 ( J P , A )

特開 2 0 0 0 - 1 3 6 7 8 6 ( J P , A )

特開 2 0 0 2 - 3 1 0 7 1 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

F 0 4 C 2 5 / 0 2