

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4657463号  
(P4657463)

(45) 発行日 平成23年3月23日(2011.3.23)

(24) 登録日 平成23年1月7日(2011.1.7)

(51) Int.Cl.

F04B 37/16 (2006.01)  
F04D 19/04 (2006.01)

F 1

F O 4 B 37/16  
F O 4 D 19/04E  
Z

請求項の数 3 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2001-24998 (P2001-24998)  
 (22) 出願日 平成13年2月1日 (2001.2.1)  
 (65) 公開番号 特開2002-227765 (P2002-227765A)  
 (43) 公開日 平成14年8月14日 (2002.8.14)  
 審査請求日 平成19年10月17日 (2007.10.17)

前置審査

(73) 特許権者 508275939  
 エドワーズ株式会社  
 千葉県八千代市吉橋1078番地1  
 (74) 代理人 100091225  
 弁理士 仲野 均  
 (74) 代理人 100096655  
 弁理士 川井 隆  
 (72) 発明者 山内 明  
 千葉県習志野市屋敷4丁目3番1号 セイ  
 コー精機株式会社内

審査官 種子 浩明

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 真空ポンプ

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

外装体を構成するケーシングと、  
 前記ケーシングに形成され、被排気容器に接続される吸気口と、  
 前記ケーシングに形成された排気口と、  
 前記吸気口から気体を吸引し、前記吸気口から吸引した気体を前記排気口から排気する  
 排気手段と、  
 前記吸気口の端面に着脱可能に配置され、前記吸気口を前記被排気容器から取り外した  
ときに外れる熱の不良導体と、  
 を具備したことを特徴とする真空ポンプ。

10

## 【請求項 2】

前記熱の不良導体は、一端が前記吸気口に接続され、他端が前記被排気容器に接続する  
 管状に形成されている部材であることを特徴とする請求項 1 に記載の真空ポンプ。

## 【請求項 3】

前記真空ポンプは、  
 前記吸気口が前記ケーシングの一端に形成され、  
 前記排気口が前記ケーシングの他端の側に形成され、  
 前記排気手段が、  
 前記ケーシングに格納され、回転自在に軸支されたロータと、  
 前記ロータの周囲に放射状に複数枚配設されたロータ翼と、

20

前記ロータを駆動して前記ロータの軸線の周りに回転させる駆動手段と、  
前記ケーシングの内周面から前記ケーシングの中心に向かって複数枚配設されたステー  
タ翼と、

を具備したターボ分子ポンプであることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の真  
空ポンプ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は真空ポンプに関し、例えば、半導体製造装置のプロセスガスの排気に使用するタ  
ー ボ分子ポンプに関する。 10

【0002】

【従来の技術】

近年の集積回路などの半導体製造技術の急激な進歩と生産量の増大に伴って、半導体製  
造装置のチャンバからプロセスガスを排気する真空ポンプの需要が高まっている。

一般にこのような真空ポンプとして単位時間あたりの排気量が多くかつ高真空が得られ  
るターボ分子ポンプが使用されている。

【0003】

半導体製造装置のチャンバからの排気系は、該チャンバの直下に配管を介してコンダクタ  
ンスバルブを接続し、該コンダクタンスバルブに更にターボ分子ポンプを接続して構成さ  
れている。ここで、コンダクタンスバルブは、チャンバの圧力を調節するためのバルブで  
ある。 20

このようにチャンバの直近にターボ分子ポンプを配置することにより、チャンバからタ  
ー ボ分子ポンプまでの配管を短くし、これによって配管によるコンダクタンス（排気ガスの  
移送の容易さ）の低下を抑制している。

なお、コンダクタンスバルブを介さずに、半導体製造装置のチャンバに直接ターボ分子ボ  
ンプを接続する場合もある。

【0004】

半導体装置のチャンバ内では、プラズマ化した高温のプロセスガスを半導体の基板に照射  
し、これをエッチングするなどの作業が行われる。

これらのプロセスガスは、十分に冷却されることなく、コンダクタンスバルブを介してタ  
ー ボ分子ポンプにより排気される。 30

このため、チャンバに接続した配管およびコンダクタンスバルブが熱を帯び、この熱がタ  
ー ボ分子ポンプに伝導するという現象が起こる。

また、場合によっては、プロセスガスの反応性を高めるために該チャンバ自体を加熱して  
いる場合もあるほか、最近ではプロセスガスによる生成物の析出物を防ぐために、コンダ  
クタンスバルブをヒーティングすることもある。

これらの原因による熱伝導により、ターボ分子ポンプの吸気口に形成されたフランジ部分  
の温度が 60 [ ] を越える場合もある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

ターボ分子ポンプの内部では、放射状に配設されたロータ翼を多数備えたロータが、毎分  
数万回転程度の高速回転を行っている。

ロータ翼は機械的強度に富みかつ軽い素材であるアルミニウム合金などによって構成され  
ている。

しかし、ロータ翼の許容温度は、例えば 120 [ ] から 150 [ ] と比較的低く、こ  
の許容温度を超えてターボ分子ポンプを長期間使用すると、高速回転による遠心力により  
ロータ翼のクリープ変形が進み、故障を招いたり、部品交換までの期間が短くなったりす  
る。

また、排気ガスの流量が多いと、ガスを構成する分子とロータ翼との衝突及び摩擦により  
ロータ翼などの温度が上昇するので、許容温度以下でターボ分子ポンプを使用するために 50

、排気ガスを連続してターボ分子ポンプに流せる量（許容流量）が制限されることがある。

#### 【0006】

そこで、本発明の目的は、真空ポンプの温度の上昇を抑制することにより、温度上昇による真空ポンプの劣化が生じにくい真空ポンプを提供することである。

#### 【0007】

##### 【課題を解決するための手段】

請求項1記載の発明では、外装体を構成するケーシングと、前記ケーシングに形成され、被排気容器に接続される吸気口と、前記ケーシングに形成された排気口と、前記吸気口から気体を吸引し、前記吸気口から吸引した気体を前記排気口から排気する排気手段と、前記吸気口の端面に着脱可能に配置され、前記吸気口を前記被排気容器から取り外したときに外れる熱の不良導体と、を具備したことを特徴とする真空ポンプを提供する。10

請求項2記載の発明では、前記熱の不良導体は、一端が前記吸気口に接続され、他端が前記被排気容器に接続する管状に形成されている部材であることを特徴とする請求項1に記載の真空ポンプを提供する。

請求項3記載の発明では、前記真空ポンプは、前記吸気口が前記ケーシングの一端に形成され、前記排気口が前記ケーシングの他端の側に形成され、前記排気手段が、前記ケーシングに格納され、回転自在に軸支されたロータと、前記ロータの周囲に放射状に複数枚配設されたロータ翼と、前記ロータを駆動して前記ロータの軸線の周りに回転させる駆動手段と、前記ケーシングの内周面から前記ケーシングの中心に向かって複数枚配設されたステータ翼と、を具備したターボ分子ポンプであることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の真空ポンプを提供する。20

#### 【0008】

##### 【発明の実施の形態】

###### (第1の実施の形態)

以下、本発明の好適な第1の実施の形態について、図1から図4を参照して詳細に説明する。

図1は、本実施の形態の排気系の構成を概略示した図である。

この排気系は、配管32と、コンダクタンスバルブ31、ターボ分子ポンプ1から構成されている。30

配管32の一端は、半導体製造装置のチャンバなどの真空装置の開口部に接合されており、真空装置内の高温のガスが配管32の中を流れる。配管32の他端にはフランジが形成されており、コンダクタンスバルブ31のフランジが接合されている。

この接合部分は、両フランジの間にOリング（オーリング）や金属性のガスケットなどをはさみ、ボルトの締め付け又はクランパなどにより接合されている。Oリング又はガスケットの作用により該接合部は真空シールされている。また、この接合部は溶接によって接合しても良い。

#### 【0009】

コンダクタンスバルブ31は、例えば、バタフライ弁によって構成されたバルブである。バタフライ弁とは、円筒形の弁箱の中に流路内径と等しい径をもつ円板状の弁体34を入れ、それを直径軸のまわりに回転して開閉を行うものである。コンダクタンスバルブ31の外部から弁体34を回転させて流路の断面積を調節するようになっている。また、図1ではコンダクタンスバルブ31の内部に配置された弁体34を図示している。40

#### 【0010】

コンダクタンスバルブ31は、コンダクタンス（ガスの流れ易さ）を調節するバルブであり、ターボ分子ポンプ1が排気ガスを吸引する程度を調節するために設置されている。このようにして、ターボ分子ポンプ1が真空装置から排気ガスを吸引する程度を調整するコンダクタンスバルブ31を開閉することによりチャンバ内の圧力を調節することができる。

#### 【0011】

10

20

30

40

50

ターボ分子ポンプ1は、ケーシングの内周面に多段に配設された多数のステータ翼と、ステータ翼と段違いに配設され、高速回転するロータ翼の作用により、フランジ2が形成された吸気口から排気ガスを吸引し、排気口19から排出する。ターボ分子ポンプ1の構造については後に詳述する。

ターボ分子ポンプ1はメインの真空ポンプとして使用され、排気口19には補助ポンプが接続されている。

補助ポンプによってターボ分子ポンプ1の排気口19の内部の圧力を大気圧状態からターボ分子ポンプ1が正常に機能する真空状態に真空引きすることで、ターボ分子ポンプ1の性能が発揮され、チャンバ内の圧力状態を高真空とすることができます。

#### 【0012】

10

図2は、ターボ分子ポンプ1のフランジ2とコンダクタンスバルブ31のフランジ33の接合部の構造を示した断面図である。

なおこの図では図の煩雑化を避けるため、本来紙面裏側に見える開口部の淵の線などは示していない。また、フランジ33をフランジ2から外した状態を示している。

フランジ2、33には、図示しないボルト穴が同心円状に形成されており、両者が接合されているときは、フランジ33は図中の矢線の方向に該ボルト穴に通した図示しないボルトにより固着されている。

#### 【0013】

フランジ2のフランジ面（接触面）には、円環状の溝が形成されており、この溝内にOリング38が装着されている。Oリング38は断面が円の合成ゴム製リングであり、フランジ2、33がボルトにより固着されると、双方のフランジから及ぼされる圧力により断面の円形がつぶれ、このときの合成ゴムの復元力により双方のフランジに密着する。また、図3(a)に示すようにOリング38を配置するための溝を形成するためにセンタリング39、40を用いることもあり、これによっても同様の効果が得られる。

20

#### 【0014】

センタリング39、40を用いない場合は、フランジ2にOリング38を装着するための円環状の溝を形成する必要があったが、センタリング39、40は互いにフラットな接合面を持つフランジの間にOリング38をはさんで両者を接合することができる。センタリング40は円環の外側に向かって凸状の断面を有しており、凸部の段部がフランジ2、33の内径にはまるようになっている。

30

#### 【0015】

ここで、図3(a)に示すセンタリング付きの場合には、センタリングを、例えば樹脂などの熱の不良導体で製作することが可能であり、これによって、フランジ33から伝わってくる熱を断熱することが可能であった。

しかしながら図2に示すOリング溝付きの場合には、センタリングが無いため、フランジ33がフランジ2に直接接合されてしまう。この場合には、フランジ33からの熱を遮断することができなかった。

そこで、図3(b)に示すように、フランジ2のフランジ33との接合面に熱の不良導体をコーティング、又はめっきすることでフランジ33からの熱遮断を実現した。熱の不良導体の材料としては、例えば、フッ素系樹脂、セラミックスなどが挙げられる。

40

なお、コーティング（又はめっき）36は、必ずしも必要なく、コーティング（又はめっき）37だけでも効果を得ることができる。コーティング（又はめっき）37だけを用いた場合は、コーティング（又はめっき）36から排気系へガスが放出されるなどの問題を防ぐことができる。

#### 【0016】

フランジ2又はフランジ33の端面をフランジ2又はフランジ33を構成する物質より熱伝導率が小さい物質によってめっきしても良い。

また、本実施の形態では、フランジ2、33の接合部をシールするのにOリング38を用いたが、これに限定するものではなく、Oリング38の代わりにガスケットを用いても良い。

50

更に、フランジ 2、3 3 の接合はボルトによらずクランパによって行っても良い。

#### 【0017】

以下にターボ分子ポンプ 1 の構造について説明する。

図 4 は、ターボ分子ポンプ 1 のロータ軸方向の断面を示した断面図である。

ケーシング 16 は、円筒形の形状を有しており、ターボ分子ポンプ 1 の外装体を形成している。

#### 【0018】

ケーシング 16 の中心には、ロータ軸 3 が設置されている。

紙面に向かってロータ軸 3 の上部と下部及び底部には、それぞれ磁気軸受部 8、12、20 が設けられている。ターボ分子ポンプ 1 が稼働しているときは、ロータ軸 3 は、磁気軸受部 8、12 によってラジアル方向（ロータ軸 3 の径方向）に磁気浮上し非接触で支持され、磁気軸受部 20 によってスラスト方向（ロータ軸 3 の軸方向）に磁気浮上し非接触で支持される。10

これらの磁気軸受部は、いわゆる 5 軸制御型の磁気軸受を構成しており、ロータ軸 3、及びロータ軸 3 に固着したロータ 11 は、ロータ軸 3 の軸線周りの回転の自由度を有している。

#### 【0019】

磁気軸受部 8 では、4 つの電磁石がロータ軸 3 の周囲に、90°ごとに対向するように配置されている。これらの電磁石に対向するロータ軸 3 の部位に形成されたターゲットは、ケイ素鋼を積層して構成された強磁性体により形成され、これらの電磁石の磁力により吸引されるようになっている。20

変位センサ 9 は、ロータ軸 3 のラジアル方向の変位を検出する。制御装置 25 は、変位センサ 9 からの変位信号によってロータ軸 3 がラジアル方向に所定の位置から変位したことを検出すると、各電磁石の磁力を調節してロータ軸 3 を所定の位置に戻すように動作する。この電磁石の磁力の調節は、各電磁石の励磁電流をフィードバック制御することにより行われる。

#### 【0020】

変位センサ 9、磁気軸受部 8 及び制御装置 25 によるこのフィードバック制御によってロータ軸 3 は、磁気軸受部 8 において電磁石から所定のクリアランスを隔ててラジアル方向に磁気浮上し、空間中に非接触で保持される。30

#### 【0021】

磁気軸受部 12 の構成と作用は、磁気軸受部 8 と同様である。

磁気軸受部 12 では、ロータ軸 3 の周囲に、90°ごとに電磁石が 4 つ配置されており、これらの電磁石の磁力の吸引力により、ロータ軸 3 は、磁気軸受部 12 でラジアル方向に非接触で保持される。

変位センサ 13 は、ロータ軸 3 のラジアル方向の変位を検出する。

#### 【0022】

制御装置 25 は、変位センサ 13 からロータ軸 3 がラジアル方向の変位信号を受信すると、この変位を修正してロータ軸 3 を所定の位置に保持するように電磁石の励磁電流をフィードバック制御する。変位センサ 13、磁気軸受部 12 及び制御装置 25 によるこのフィードバック制御によってロータ軸 3 は、磁気軸受部 12 でラジアル方向に磁気浮上し、空間中に非接触で保持される。40

このように、ロータ軸 3 は、磁気軸受部 8、12 の 2 力所でラジアル方向に保持されるので、ロータ軸 3 はラジアル方向に所定の位置で保持される。

#### 【0023】

ロータ軸 3 の下端に設けられた磁気軸受部 20 は、円板状の金属ディスク 18、電磁石 14、15、変位センサ 17 によって構成され、ロータ軸 3 をスラスト方向に保持する。

金属ディスク 18 は、高透磁率材で構成されている。材料としては例えば強磁性体である鉄などがある。金属ディスク 18 は、その中心においてロータ軸 3 に垂直に固定されている。金属ディスク 18 の上には電磁石 14 が設置され、下には電磁石 15 が設置されてい50

る。電磁石 14 は、磁力により金属ディスク 18 を上方に吸引し、電磁石 15 は、金属ディスク 18 を下方に吸引する。制御装置 25 は、この電磁石 14、15 が金属ディスク 18 に及ぼす磁力を適当に調節し、ロータ軸 3 をスラスト方向に磁気浮上させ、空間に非接触で保持するようになっている。

#### 【0024】

変位センサ 17 は、ロータ軸 3 のスラスト方向の変位を検出し、制御装置 25 に送信する。制御装置 25 は、変位センサ 13 から受信した変位検出信号によりロータ軸 3 のスラスト方向の変位を監視する。

ロータ軸 3 がスラスト方向のどちらかに移動して所定の位置から変位した場合、制御装置 25 は、この変位を修正するように電磁石 14、15 の励磁電流をフィードバック制御して磁力を調節し、ロータ軸 3 を所定の位置に戻すように動作する。制御装置 25 のこのフィードバック制御により、ロータ軸 3 はスラスト方向に所定の位置で磁気浮上し、保持される。10

以上に説明したように、ロータ軸 3 は、磁気軸受部 8、12 によりラジアル方向に保持され、磁気軸受部 20 によりスラスト方向に保持されるため、ロータ軸 3 の軸線周りの回転の自由度のみ有している。

#### 【0025】

ロータ軸 3 の軸線方向に、磁気軸受部 8 の上には保護ペアリング 6 が、磁気軸受部 12 の下には保護ペアリング 7 がそれぞれ設けてある。

ロータ軸 3 は、磁気軸受部 8、12、20 により、磁気浮上し、空間に非接触で保持されているが、ロータ軸 3 の軸線周りの振れが生じるなどして、ロータ軸 3 が保持位置から大きくずれる場合がある。保護ペアリング 6、7 は、このような場合に、ロータ軸 3 が磁気軸受部 8、12、20 の電磁石に接触したり、モータ部 10 で永久磁石が電磁石に接触するのを防ぐために設けられている。20

ロータ軸 3 が所定の位置からある量以上移動すると、ロータ軸 3 は保護ペアリング 6、7 に接触し、ロータ軸 3 の移動は物理的に制限される。

#### 【0026】

ロータ軸 3 には、磁気軸受部 8、12 の間にモータ部 10 が設けてある。モータ部 10 は、以下の構成により DC ブラシレスモータを構成している。

モータ部 10 では、ロータ軸 3 の周囲に永久磁石が固着されている。30  
この永久磁石は、例えば、ロータ軸 3 の軸周り方向に N 極と S 極が 180° ごとに配置されるように取り付けられている。

この永久磁石の周囲には、例えば該永久磁石から所定のクリアランスを経てて 6 個の電磁石が 60° ごとにロータ軸 3 の軸線に対して対称的に、また対向するように配置されている。

#### 【0027】

また、ロータ軸 3 の下端には、回転数センサ 23 が取り付けられている。制御装置 25 は、回転数センサ 23 の検出信号によりロータ軸 3 の回転数を検出することができるようになっている。また、例えば変位センサ 13 近傍に、ロータ軸 3 の回転の位相を検出する図示しないセンサが取り付けてあり、制御装置 25 は、該センサと回転数センサ 23 の検出信号を共に用いて永久磁石の位置を検出するようになっている。40

#### 【0028】

制御装置 25 は、検出した磁極の位置に従って、ロータ軸 3 の回転が持続するように電磁石の電流を次々に切り替える。即ち、制御装置 25 は、6 つの電磁石の励磁電流を切り替えることによりロータ軸 3 に固定された永久磁石の周りに回転磁界を生成し、永久磁石をこの回転磁界に追従させることによりロータ軸 3 を回転させる。

#### 【0029】

ロータ 11 は、ボルト 5 によってロータ軸 3 に固定されており、ロータ軸 3 がモータ部 10 によって駆動され回転するとこれに伴ってロータ 11 も回転するようになっている。

ロータ 11 には、ロータ翼 21 が、ロータ軸 3 の軸線に垂直な平面から所定の角度だけ傾50

斜して、ロータ11から放射状に複数段取り付けてある。ロータ翼21は、ロータ11に固着されており、ロータ11と共に高速回転するようになっている。

#### 【0030】

また、ケーシング16には、ステータ翼22が、ケーシング16の内側に向けて、ロータ翼21の段と互い違いに固定されている。また、ステータ翼22はロータ軸3の軸線に垂直な平面から所定の角度をもって、ケーシング16に固定されている。

ロータ11がロータ軸3と共にモータ部10により駆動されて回転すると、ロータ翼21とステータ翼22の作用により、ガスが吸気口24から吸引され、排気口19から排気されるようになっている。

#### 【0031】

吸気口24の周囲には、フランジ2が形成されており、ターボ分子ポンプ1を、半導体製造装置の真空槽などに接続できるようになっている。

制御装置25は、ターボ分子ポンプ1のコネクタ4に接続されており、磁気軸受部8、12、20やモータ部10の制御などを行っている。

#### 【0032】

以上のように構成された該排気系は以下のように動作する。

ターボ分子ポンプ1が作動すると、制御装置25の制御を受けながら、ロータ11は磁気軸受部8、12、20により所定位置に浮上する。次いでモータ部10により、ロータ軸3が駆動されて、ロータ軸3の軸線周りに回転し、これに伴ってロータ11が回転する。これによってロータ翼21も回転し、ロータ翼21とステータ翼22の作用により、真空装置内のガスが配管32、コンダクタンスバルブ31を介して吸気口24から吸引され、排気口19から排出される。また、補助ポンプも作動させておく。

#### 【0033】

真空装置内の真空度が十分高まったところで、半導体製造のためのプロセスを開始する。高温のプロセスガスが真空装置内に導入される。このガスは十分に冷却せずに配管32を介してターボ分子ポンプ1により排気される。配管32の温度が徐々に上昇し始め、配管32の温度上昇に引き続きコンダクタンスバルブ31の温度も上昇し始める。コンダクタンスバルブ31のフランジ33は、場合によっては60[ ]程度の温度に達するが、フランジ33とフランジ2の間がコーティング(又はめっき)36、37によって断熱されているために、ターボ分子ポンプ1にフランジ33から伝わる熱は低減される。

#### 【0034】

本実施の形態では、ターボ分子ポンプ1に排気系を伝わってくる熱をフランジ2の接合面に設けたコーティング(又はめっき)36、37により断熱することができる。

このため、ロータ翼21の温度上昇を低減することができ、温度上昇に伴うクリープの発生によってロータ翼21や他の部品が劣化することを緩和することができる。

#### 【0035】

##### (第2の実施の形態)

以下、第2の実施の形態について図5を用いて説明する。図5は、第2の実施の形態の排気系の構成を概略示した図である。

該排気系は、配管32と、コンダクタンスバルブ31、断熱部41、ターボ分子ポンプ1から構成されている。

配管32の一端は、例えば、半導体製造装置のチャンバなどの真空装置の開口部に接合されており、真空装置内の高温のガスを排気するための排気管となっている。配管32、コンダクタンスバルブ31及びターボ分子ポンプ1は、第1の実施の形態の物と同じである。第1の実施の形態では、フランジ33とフランジ2をセンタリング39、40などを介して接続したが、第2の実施の形態では、フランジ33とフランジ2を断熱部41を介して接続する。

#### 【0036】

断熱部41は、フランジ42、44及び断熱管43によって構成されている。

フランジ42、43は、中心に円孔が形成され、それぞれフランジ33、フランジ2とボ

10

20

30

40

50

ルトにより接合するためのボルト穴が該円孔の周囲の同心円上に形成されている。

断熱管43は、フランジ42、44の円孔部に接着剤、溶接またはろう付けなど、これらの部材の材質に適した手段にて接合されている。

#### 【0037】

コンダクタンスバルブ31、フランジ33、ターボ分子ポンプ1のケーシング16及びフランジ2は、通常、ステンレス、鉄又はアルミニウムなどにより構成されているが、断熱部41はこれらの物質よりも熱伝導率が小さい物質によって構成されている。このような物質として例えば樹脂、セラミックス、又は、クロムニッケル(18Cr8Ni)等の金属などがある。

フランジ42とフランジ33は、フランジ42、33に形成したボルト穴に通した図示しないボルトを締めることにより接合されている。フランジ42とフランジ33の接合部にはOリング又はガスケットがはさんでおり、シールされている。

フランジ2とフランジ44の接合は、フランジ42、33の接合と同様にOリング又はガスケットをはさんでボルトの締め付けにより行われている。

また、これらの接合はボルトによらず、クランバを用いても良い。

#### 【0038】

第2の実施の形態では、ターボ分子ポンプ1が稼働し、半導体製造装置のチャンバなどの真空装置で使用された高温のプロセスガスを排気する場合に、配管32、コンダクタンスバルブ31を伝導してきた熱を断熱部41により断熱し、ターボ分子ポンプ1への熱伝導を緩和することができる。また、第2の実施の形態では、断熱管43が熱の伝導方向に20  
対して長さを有し、かつ大気に露出しているので、熱が断熱管43を伝導する間に断熱管43の表面から周囲への放熱が行われ、優れた断熱効果を高めることができる。

このため、ターボ分子ポンプ1の吸気口からの熱伝導による温度上昇を抑制することができ、これによって、例えば温度上昇によるロータ翼のクリープなどの、ターボ分子ポンプ1の劣化を低減することができる。

また、コンダクタンスバルブ31自体を熱の不良導体により構成し、断熱部41に代わりに用いても良い。

#### 【0039】

##### (第3の実施の形態)

以下に第3の実施の形態について図6を用いて説明する。

図6は、第3の実施の形態に係るターボ分子ポンプ50とターボ分子ポンプ50に接続する排気系の一部を示した図である。

第3の実施の形態の排気系は、第1の実施の形態においてターボ分子ポンプ1をターボ分子ポンプ50に置き換えたものである。

#### 【0040】

ターボ分子ポンプ50の外装体は、ケーシング51と吸気口を形成する吸気口部47から構成されている。

ケーシング51は、ステンレス、鉄、アルミなどを略円筒状に加工形成した部材であって、内部にロータなどのポンプ本体が収納されている。

吸気口部47は、断熱部材で形成されており、接合部49によってケーシング51と接合されている。

ターボ分子ポンプ50の構成は、吸気口部47が断熱部材によって構成されている以外はターボ分子ポンプ1と同じである。

#### 【0041】

吸気口部47は、例えば、ステンレスより熱伝導率の低いクロムニッケル(18Cr8Ni)などにより構成されている。

吸気口部47に形成されたフランジ48は、中央に円孔を有し、該円孔の周囲にボルト穴が形成されている。フランジ48とフランジ33は、間にOリングをはさんで、ボルト穴に通したボルトを締めることにより接合されている。フランジ48とフランジ33の接合部はOリングによりシールされている。

10

20

30

40

50

## 【0042】

第3の実施の形態では、コンダクタンスバルブ31などを伝導してきた熱が吸気口部47により断熱され、ターボ分子ポンプ50への熱伝導を緩和することができる。

また、第3の実施の形態では、ターボ分子ポンプ1の吸気口24付近の材質を断熱材に置き換えたので、排気系の排気路の全長は、従来の排気系の排気路と同一である。このため本実施の形態では、排気路の長さの増大に伴うコンダクタンスの低下が起こらないと共に、ターボ分子ポンプ1に排気系の配管から伝導してくる熱量を低減することができる。

以上のように、本実施の形態では、良好なコンダクタンスを維持したまま、ターボ分子ポンプ50の排気口からの熱の流入を抑制することができる。

## 【0043】

10

## (第4の実施の形態)

以下、図7を用いて第4の実施の形態について説明する。図7は、第4の実施の形態の排気系の構成を示した図である。

この排気系は、配管32と、コンダクタンスバルブ31、冷却部58、ターボ分子ポンプ1から構成されている。

配管32の一端は、例えば、半導体製造装置のチャンバなどの真空装置の開口部に接合されており、真空装置内の高温のガスを排気するための排気管となっている。配管32、コンダクタンスバルブ31及びターボ分子ポンプ1は、第1の実施の形態のものと同じである。また、ターボ分子ポンプ1の排気口は図示しない補助ポンプに接続されている。

## 【0044】

20

冷却部58は、フランジ55、57、熱伝導管56、水冷管61により構成されている。フランジ55、57及び熱伝導管56は、例えば銅やアルミニウムなどの熱伝導率の良い物質によって形成されている。フランジ55、57は中央に円孔を有しており、この円孔の周囲には同心円上にボルト穴が形成されている。

熱伝導管56は、排気ガスを輸送する配管であり、その両端にはフランジ55、57が溶接又はろう付けされている。

## 【0045】

熱伝導管56の周囲には水冷管61が螺旋状に巻き付けて取り付けてあり、熱伝導管56と水冷管61を送水される冷水が熱交換できるようになっている。

水冷管61には、電磁バルブ62、図示しない送水ポンプ及び熱交換機が接続されている。送水ポンプは、水冷管61に冷却水を送水し、これを水冷管61内で循環させる。熱交換機は、冷却部58において熱交換をし、温度が上昇した冷却水を再び冷却部58に送り出して熱交換させるために冷却する。

## 【0046】

30

電磁バルブ62は、温度コントローラ64に電気的に接続しており、温度コントローラ64から送られてくる電気信号により電磁バルブ62を開閉し、水冷管61への冷却水の流れを調節する。

また、温度コントローラ64は、温度センサ63に接続されている。温度センサ63は、ターボ分子ポンプ1のフランジ2に取り付けてあり、温度コントローラ64は、フランジ2の温度をモニタしている。ここで温度センサ63としては例えば熱電対などが考えられる。

## 【0047】

40

ターボ分子ポンプ1を稼働して、例えば半導体製造装置の高温のプロセスガスを排気する場合、配管32、コンダクタンスバルブ31を熱が伝導してくる。そのため、電磁バルブ62を閉じて水冷管61内の冷却水の循環を止めると冷却部58の温度が上昇し、ターボ分子ポンプ1へ熱が伝導する。一方電磁バルブ62を開いて水冷管61内に冷却水を循環させると、熱伝導管56が冷却水により冷却され、ターボ分子ポンプ1への熱伝導を抑制することができる。

以上の構成により、温度コントローラ64は、フランジ2の温度が所定の範囲、例えばT1からT2(T1 < T2とする)の範囲に入るように電磁バルブ62を開閉して冷却部5

50

8 での熱交換を調節する。

**【0048】**

(第5の実施の形態)

第4の実施の形態におけるフランジ55、57及び熱伝導管56は、熱の良導体であったが、フランジ55を熱の不良導体、フランジ57と熱伝導管56を熱の良導体とすることもできる。

チャンバ内でプロセスガスと反応した生成物は冷えた配管に触れると管内に付着する場合がある。この付着した生成物は、場合によっては逆流してチャンバ内のウエハ表面に粉塵として付着する可能性がある。ウエハ表面にこの様な粉塵が付着するとウエハに正しくパターンが形成できなくなるなどして半導体装置が正常に機能しなくなり、歩留まりが低下することも考えられる。10

そこで、コンダクタンスバルブ31、配管32側は過剰に冷却しないよう熱の不良導体で形成したフランジ55で熱絶縁し、かつ熱の良導体で形成された熱伝導管56及びフランジ57を冷却し、フランジ57に接続したターボ分子ポンプ1のフランジ2を効率よく冷却することができる。

なお、第4の実施の形態と同様に温度コントロールすることも可能である。

**【0049】**

図8は、温度コントローラ64の動作を説明するためのフローチャートである。

水冷管61に接続している送水ポンプ及び熱交換機は稼働しており、熱が配管32、コンダクタンスバルブ31を伝導して冷却部58に流れ込んでいるものとする。20

温度コントローラ64の電源スイッチをオンすると動作が開始し、まず、電磁バルブ62を閉状態にする(ステップ10)。これによって水冷管61内の冷却水が循環せず、冷却部58を熱が伝導し、フランジ2の温度が上昇する。

**【0050】**

次に、温度コントローラ64は、電源スイッチがオフになっていないかどうか確認し、電源スイッチがオンなら(ステップ20; N)、温度センサ63の電圧からフランジ2の温度Tを計測する(ステップ30)。

次に温度コントローラ64は、温度Tと予め温度コントローラ64の記憶部に記憶してある所定の温度T2を比較し、TがT2より大きい場合は(ステップ40; Y)、電磁バルブ62を開き、水冷管61内に冷却水を循環させる(ステップ50)。これによりコンダクタンスバルブ31から伝導してきた熱は冷却部58で吸収され、フランジ2の温度は下降を始める。30

**【0051】**

次に、温度コントローラ64の動作は、ステップ20に戻り、電源スイッチがオフとなるか(ステップ20; Y)、又は、TがT2より小さくなるまで(ステップ40; N)となるまで、ステップ20からステップ50までのループを繰り返す。この間フランジ2の温度は下降を続ける。

温度コントローラ64が、ステップ40にてTがT2より小さいと判断すると(ステップ40; N)、更にTと予め温度コントローラ64の記憶部に記憶してある所定の温度T1を比較する(ステップ60)。ただし、T1はT2より小さい値である。40

**【0052】**

温度コントローラ64の動作は、TがT1より大きい場合は(ステップ60; N)、ステップ20に戻り、以下、電源スイッチがオフとならない限り(ステップ20; N)、ステップ20からステップ60までの動作を繰り返し、電磁バルブ62の開状態を維持する。即ちこの間、フランジ2の温度は下降を続ける。

フランジ2の温度TがT1より小さくなると(ステップ60; Y)、温度コントローラ64の動作は、ステップ10に戻り、電磁バルブ62が閉じられる(ステップ10)。すると、水冷管61内の冷却水の循環が停止し、フランジ2の温度Tが上昇を始める。以下、温度コントローラ64は、電源スイッチがオフとなるか(ステップ20; Y)、又は、TがT2より高くなるまで(ステップ40; Y)、ステップ10、20、30、40、650

0からなるループを繰り返し、電磁バルブ62の閉状態を維持する。即ち、このループが行われている間は、フランジ2の温度は上昇する。

#### 【0053】

温度コントローラ64は、以上の動作を電源スイッチがオフとなるまで（ステップ20；Y）繰り返し、フランジ2の温度はT1とT2の間で上昇及び下降を繰り返す。

以上のようにして、例えば、T1を40[ ]、T2を50[ ]とすると、フランジの温度は40[ ]と50[ ]間に制御される。

#### 【0054】

第4の実施の形態では、配管32、コンダクタンスバルブ31を伝導してターボ分子ポンプ1に流入する熱量を適正值に制御することができるので、ターボ分子ポンプ1のロータ翼21の温度の異常上昇によるロータ翼21の劣化と、ターボ分子ポンプ1の過剰冷却によるターボ分子ポンプ1内部の生成物の析出を防止することができる。  
10

#### 【0055】

以上の第4の実施の形態では、冷却部58の冷却手段として冷却水による水冷式としたが、これに限定するものではなく、空冷ファンを用いた空冷式などでも良い。

#### 【0056】

以上、第1の実施の形態から第5の実施の形態まで、真空ポンプとしてターボ分子ポンプを用いて説明したが、これに限定するものではなく、例えばロータリーポンプやイオンポンプなどの真空ポンプを真空装置から熱絶縁する場合にも適用できる。

本発明は、前記目的を達成するために、外装体を構成するケーシングと、前記ケーシングに形成され、被排気容器に接続される吸気口と、前記ケーシングに形成された排気口と、前記吸気口から気体を吸引し、前記吸気口から吸引した気体を前記排気口から排気する排気手段と、前記吸気口の端面に着脱可能に配置され、前記吸気口を前記被排気容器から取り外したときに外れる熱の不良導体と、を具備したことを特徴とする真空ポンプを提供する（第1の構成）。

第1の構成は、前記吸気口はフランジを備え、前記熱の不良導体は、前記フランジの開口面に形成されたコーティング又はめっきであるとすることができる（第2の構成）。

更に、第1の構成の前記熱の不良導体は、一端が前記吸気口に接続され、他端が前記被排気容器に接続する管状に形成されている部材であるとすることもできる（第3の構成）。以上第1の構成から第3の構成までの何れかの一に記載の熱の不良導体、例えば、セラミックス、樹脂、ガラス、熱伝導率の小さい金属などで形成することができる。  
30

また、本発明は、外装体を構成するケーシングと、前記ケーシングに形成され、被排気容器に接続される吸気口と、前記ケーシングに形成された排気口と、前記吸気口から気体を吸引し、前記吸気口から吸引した気体を前記排気口から排気する排気手段と、前記吸気口から前記排気手段が格納された位置までのケーシングの部分の少なくとも一部がケーシングの周方向に全周に渡って熱の不良導体で構成されていることを特徴とする真空ポンプを提供する（第4の構成）。

更に、本発明は、前記目的を達成するために、外装体を構成するケーシングと、前記ケーシングに形成され、被排気容器に接続される吸気口と、前記ケーシングに形成された排気口と、前記吸気口から気体を吸引し、前記吸気口から吸引した気体を前記排気口から排気する排気手段と、前記吸気口に配置された熱の良導体と、前記熱の良導体を冷却する冷却手段と、を具備したことを特徴とする真空ポンプを提供する（第5の構成）。この熱の良導体は、例えばアルミニウムや銅などによって構成することができる。ここで、例えば、前記熱の良導体は、一端が前記吸気口に接続され、他端が前記被排気容器に接続する管状の形状を有する部材であり、前記冷却手段は、前記熱の良導体の周囲に冷却水を供給する冷却水供給手段、又は、前記良導体の周囲に空気の流れを供給する送風手段等を備えることにより構成することができる。前記良導体を空冷する場合は、例えば前記良導体の周囲に空冷用の冷却フィンを設けることもできる。更に前記冷却手段は水冷式又は空冷式に限らず、例えばペルチェ素子などのペルチェ効果を利用した装置や他の方法を用いて行うこともできる。  
40  
50

更に第5の構成で、前記熱の良導体が熱の不良導体を介して前記被排気容器に接続するように構成することにより、吸気口から真空ポンプに伝導する熱を低減することができると共に、前記被排気容器が前記冷却手段にて過剰冷却されるのを防ぐことができる（第6の構成）。

第1の構成から第6の構成までの何れかの一に記載の前記真空ポンプは、前記吸気口が前記ケーシングの一端に形成され、前記排気口が前記ケーシングの他端の側に形成され、前記排気手段が、前記ケーシングに格納され、回転自在に軸支されたロータと、前記ロータの周囲に放射状に複数枚配設されたロータ翼と、前記ロータを駆動して前記ロータの軸線の周りに回転させる駆動手段と、前記ケーシングの内周面から前記ケーシングの中心に向かって複数枚配設されたステータ翼と、を具備したターボ分子ポンプであるとすることができる（第7の構成）。

#### 【0057】

#### 【発明の効果】

本発明によれば、配管を介した真空ポンプへの熱の流入による真空ポンプの温度上昇を抑制することができ、温度上昇に伴う部品の劣化を抑制した真空ポンプを提供することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 第1の実施の形態の排気系の構成を概略示した図である。

【図2】 ターボ分子ポンプのフランジとコンダクタンスバルブのフランジの接合面の構造を示した断面図である。

【図3】 (a) ターボ分子ポンプのフランジとコンダクタンスバルブのフランジの接合面の構造の変形例を示した断面図である。

(b) ターボ分子ポンプのフランジの端面をめっきした場合を示した図である。

【図4】 ターボ分子ポンプの断面図を示した図である。

【図5】 第2の実施の形態の排気系の構成を概略示した図である。

【図6】 第3の実施の形態のターボ分子ポンプと該ターボ分子ポンプに接続する排気系の一部を示した図である。

【図7】 第4の実施の形態の排気系の構成の概略を示した図である。

【図8】 温度コントローラの動作を示したフローチャートである。

#### 【符号の説明】

- 1 ターボ分子ポンプ
- 2 フランジ
- 3 ロータ軸
- 4 コネクタ
- 5 ボルト
- 6 保護ベアリング
- 7 保護ベアリング
- 8 磁気軸受部
- 9 変位センサ
- 10 モータ部
- 11 ロータ
- 12 磁気軸受部
- 13 変位センサ
- 14 電磁石
- 15 電磁石
- 16 ケーシング
- 17 変位センサ
- 18 金属ディスク
- 19 排気口
- 20 磁気軸受部

10

20

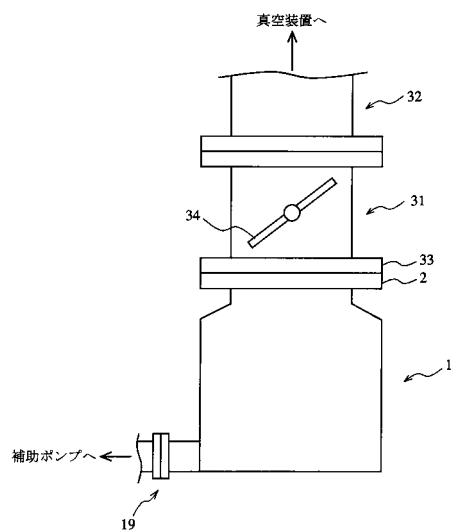
30

40

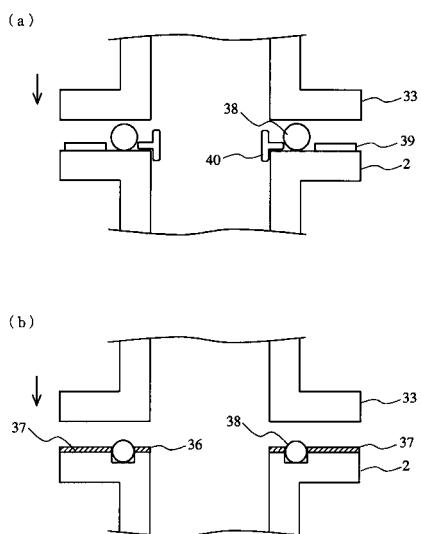
50

2 1	ロータ翼	
2 2	ステータ翼	
2 3	回転数センサ	
2 4	吸気口	
2 5	制御装置	
3 1	コンダクタンスバルブ	
3 2	配管	
3 3	フランジ	
3 4	弁体	
3 6	コーティング又はめっき	10
3 7	コーティング又はめっき	
3 8	Oリング	
3 9	センタリング	
4 0	センタリング	
4 1	断熱部	
4 2	フランジ	
4 3	<u>断熱管</u>	
4 4	フランジ	
4 7	<u>吸気口部</u>	
4 8	フランジ	20
4 9	接合部	
5 0	ターボ分子ポンプ	
5 1	ケーシング	
5 5	フランジ	
5 6	熱伝導管	
5 7	フランジ	
5 8	冷却部	
6 1	水冷管	
6 2	電磁バルブ	
6 3	温度センサ	30
6 4	温度コントローラ	

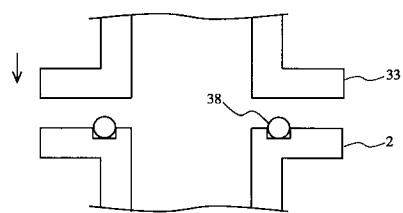
【図1】



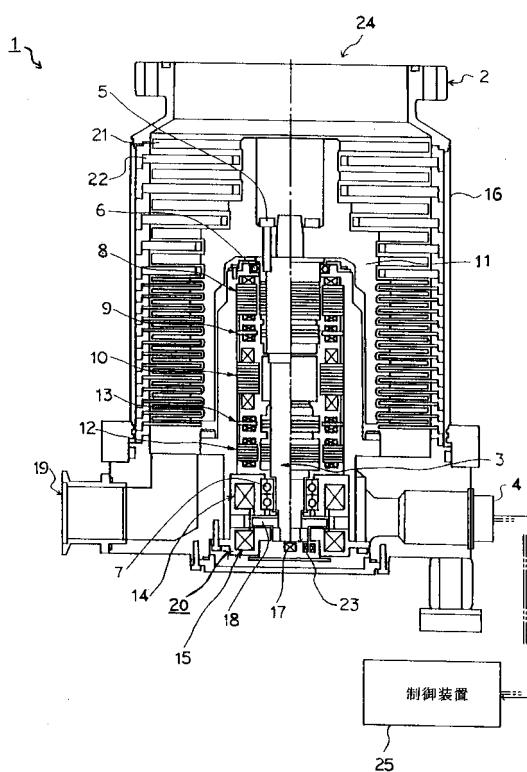
【図3】



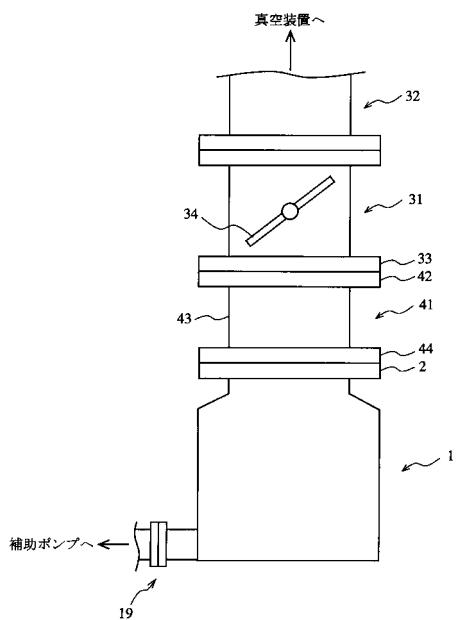
【図2】



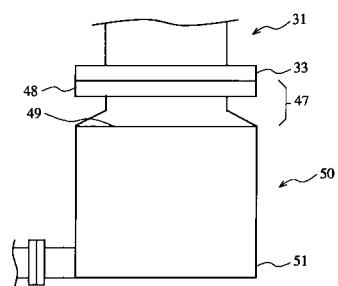
【図4】



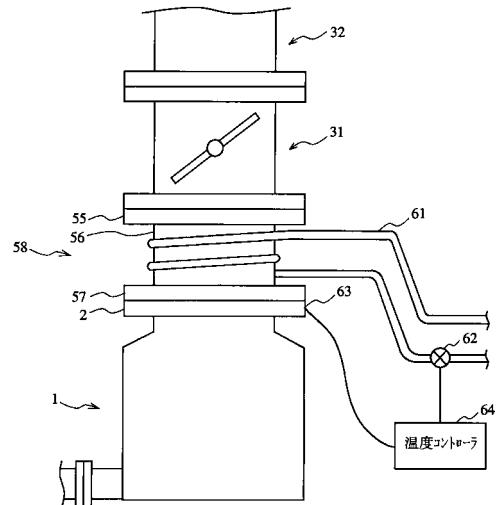
【図5】



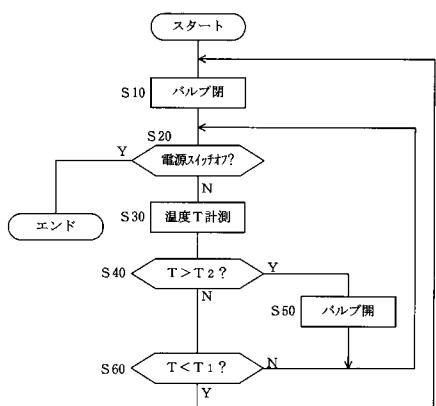
【図6】



【図7】



【図8】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平09-032793(JP,A)  
実開平06-012794(JP,U)  
特開平01-069797(JP,A)  
特開2000-205126(JP,A)  
特開平10-306790(JP,A)  
特開平05-172093(JP,A)  
特開平01-195993(JP,A)  
特開平10-122143(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F04B 37/16

F04D 19/04