

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6287596号
(P6287596)

(45) 発行日 平成30年3月7日(2018.3.7)

(24) 登録日 平成30年2月16日(2018.2.16)

(51) Int.Cl.

F04D 19/04 (2006.01)

F 1

F 0 4 D 19/04

D

請求項の数 8 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2014-114997 (P2014-114997)
 (22) 出願日 平成26年6月3日 (2014.6.3)
 (65) 公開番号 特開2015-229936 (P2015-229936A)
 (43) 公開日 平成27年12月21日 (2015.12.21)
 審査請求日 平成29年3月7日 (2017.3.7)

(73) 特許権者 000001993
 株式会社島津製作所
 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地
 (74) 代理人 100084412
 弁理士 永井 冬紀
 (72) 発明者 坪川 徹也
 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地
 株式会社島津製作所内

審査官 松浦 久夫

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】

円筒状のロータと、
 前記ロータと協働して気体を排気する円筒状のステータと、
 前記ステータの少なくとも一部が収納され、前記ステータの外周が対向する位置に貫通孔が形成されたベースと、
 前記貫通孔を大気側から真空側に貫通して前記ステータの外周面に熱接触し該ステータを加熱し、前記貫通孔との間には隙間が形成され前記ベースには固定されていない加熱部と、
 前記貫通孔と前記加熱部との隙間を真空シールする軸シール材と、を備える真空ポンプ。

【請求項 2】

請求項1に記載の真空ポンプにおいて、
 前記加熱部は、前記貫通孔と同心状態で前記ステータに固定されている、真空ポンプ。

【請求項 3】

請求項2に記載の真空ポンプにおいて、
 前記加熱部および前記ベースには、前記加熱部を前記同心状態で位置決めするための位置決めピン用ピン穴がそれぞれ形成されている、真空ポンプ。

【請求項 4】

請求項3に記載の真空ポンプにおいて、

10

20

前記加熱部が前記貫通孔と同芯状態で前記ステータに固定されている状態において、前記位置決めピン用ピン穴からは位置決めピンが除去されている、真空ポンプ。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 までのいずれか一項に記載の真空ポンプにおいて、前記加熱部の大気側への移動を制限する制限部を備える真空ポンプ。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の真空ポンプにおいて、

前記制限部は、前記加熱部のフランジ部に形成された貫通孔を貫通して前記ベースに固定されるボルトを含み、

前記ボルトと前記ベースとの間には、座金と、前記座金と前記加熱部との間に所定の隙間が形成されるように長さが設定された筒状スペーサとが配置され、

前記フランジ部に形成された貫通孔の孔径は、前記筒状スペーサの外径よりも大きく設定されている、真空ポンプ。

【請求項 7】

請求項 1 に記載の真空ポンプにおいて、

前記加熱部は、吸気したガスを排出する排気管と、該排気管に装着されたヒータとを備え、

前記排気管は、前記ベースの前記貫通孔を貫通すると共に、一端が前記ステータの外周面に熱接触し、他端が大気側に露出しており、

前記軸シール材は、前記貫通孔と前記排気管との隙間を真空シールする、真空ポンプ。

10

【請求項 8】

請求項 1 から 7 までのいずれか一項に記載の真空ポンプにおいて、

前記加熱部は前記ステータを 100 以上に加熱する、真空ポンプ。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ステータの温度がロータの温度よりも高くなる真空ポンプに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、半導体製造装置や液晶製造装置等のチャンバ排気にはターボ分子ポンプ等の真空ポンプが用いられている。近年、半導体製造装置や液晶製造装置のエッティングプロセスにおいて、真空ポンプへの生成物付着量が増加し、真空ポンプのロータが生成物と接触するというトラブルの増加や、装置稼働後に短期間でオーバーホールが必要となるなどの問題が生じている。そのため、ポンプ内部温度（接ガス部の温度）を従来よりも大幅に高くして、反応生成物の付着を抑制するという要求が出てきている。

30

【0003】

ポンプ内部温度を高める方法としては、特許文献 1 に記載のような方法が知られている。特許文献 1 に記載の技術では、ロータの外周に対向して配置される被加熱部材を直接加熱するようにしている。

【先行技術文献】

40

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開平 09 - 072293 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献 1 においては、加熱部の一端は被加熱部材に固定され、他端はベースに固定されている。そのため、加熱により被加熱部材が膨張した場合に、加熱部の一端が固定されている部分では被加熱部材の膨張が妨げられ、被加熱部材に不自然な応力が生じる。また、被加熱部材の温度上昇に伴ってロータも温度上昇するため、ロータが外

50

周側（被加熱部材の方向）に熱膨張する。一方、加熱部の一端が固定されている部分においては被加熱部材の外周側への熱膨張が妨げられるため、ロータと被加熱部材とのギャップが小さくなり、双方が接触するおそれがある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の好ましい実施形態による真空ポンプは、円筒状のロータと、前記ロータと協働して気体を排気する円筒状のステータと、前記ステータの少なくとも一部が収納され、前記ステータの外周が対向する位置に貫通孔が形成されたベースと、前記貫通孔を大気側から真空側に貫通して前記ステータの外周面に熱接触し該ステータを加熱し、前記貫通孔との間には隙間が形成され前記ベースには固定されていない加熱部と、前記貫通孔と前記加熱部との隙間を真空シールする軸シール材と、を備える。

さらに好ましい実施形態では、前記加熱部は、前記貫通孔と同心状態で前記ステータに固定されている。

さらに好ましい実施形態では、前記加熱部および前記ベースには、前記加熱部を前記同心状態で位置決めするための位置決めピン用ピン穴がそれぞれ形成されている。

さらに好ましい実施形態では、前記加熱部が前記貫通孔と同心状態で前記ステータに固定されている状態において、前記位置決めピン用ピン穴からは位置決めピンが除去されている。

さらに好ましい実施形態では、前記加熱部の大気側への移動を制限する制限部を備える。

さらに好ましい実施形態では、前記制限部は、前記加熱部のフランジ部に形成された貫通孔を貫通して前記ベースに固定されるボルトを含み、前記ボルトと前記ベースとの間には、座金と、前記座金と前記加熱部との間に所定の隙間が形成されるように長さが設定された筒状スペーサとが配置され、前記フランジ部に形成された貫通孔の孔径は、前記筒状スペーサの外径よりも大きく設定されている。

さらに好ましい実施形態では、前記加熱部は、吸気したガスを排出する排気管と、該排気管に装着されたヒータとを備え、前記排気管は、前記ベースの前記貫通孔を貫通すると共に、一端が前記ステータの外周面に熱接触し、他端が大気側に露出しており、前記軸シール材は、前記貫通孔と前記排気管との隙間を真空シールする。

さらに好ましい実施形態では、前記加熱部は前記ステータを100以上に加熱する、真空ポンプ。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、ステータ加熱時の信頼性向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】図1は本発明に係る真空ポンプの一実施の形態を示す図であり、ターボ分子ポンプの断面を示す。

【図2】図2はターボ分子ポンプを底面側から見た図である。

【図3】図3は、図1のステータ加熱部28が設けられている部分の拡大図である。

【図4】図4は、ステータ加熱部28のステータ22への固定手順を説明する図である。

【図5】図5は、図1の図示左側におけるステータ22とベース20との固定部の拡大図である。

【図6】図6は、位置決め部材40を説明する図である。

【図7】図7は、加熱部を兼用する排気管26を示す図である。

【図8】図8は、隙間G2の効果を説明する図である。

【図9】図9は、ステータ22と断熱部材24との間に隙間G2を形成する場合を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

10

20

30

40

50

以下、図を参照して本発明を実施するための形態について説明する。図1は本発明に係る真空ポンプの一実施の形態を示す図であり、ターボ分子ポンプの断面を示す。ターボ分子ポンプ1は、複数段の回転翼12およびロータ円筒部13が形成されたロータ10を備える。ポンプケーシング23の内側には、複数段の回転翼12に対応して複数段の固定翼21が積層されるように配置されている。ポンプ軸方向に積層された複数段の固定翼21は、それぞれスペーサ29を介してベース20上に配置されている。回転翼12および固定翼21の各々は、周方向に配置された複数のターピン翼から成る。

【0010】

ロータ円筒部13の外周側には、円筒形状のステータ22が隙間を介して配置されている。ステータ22はベース20にボルト固定されている。ロータ円筒部13の外周面またはステータ22の内周面のいずれか一方にはネジ溝が形成されており、ロータ円筒部13とステータ22とでネジ溝ポンプを構成している。回転翼12および固定翼21により排気された気体分子は、ネジ溝ポンプ部によりさらに圧縮され、最終的には、ベース20に設けられた排気管26から排出される。

【0011】

ロータ10にはロータシャフト11が固定され、そのロータシャフト11はラジアル磁気軸受32およびアキシャル磁気軸受33により支持され、モータ34によって回転駆動される。磁気軸受32, 33が非動作時には、ロータシャフト11はメカニカルベアリング35a, 35bによって支持される。ラジアル磁気軸受32, アキシャル磁気軸受33, モータ34およびメカニカルベアリング35bは、ベース20に固定されるハウジング30に収納されている。

【0012】

ベース20には、ベース20を加熱するためのヒータ27、ベース20の温度を検出する温度センサ203が設けられている。本実施の形態のターボ分子ポンプ1は、反応生成物が多量に発生するプロセスへの使用が可能であり、ステータ22の下部外周面には、ステータ22を加熱する専用のステータ加熱部28が固定されている。図2はターボ分子ポンプを底面側から見た図であり、一部を破断面で示した。ステータ加熱部28は、ベース20の周面を内外に貫通するように設けられている。ステータ加熱部28を2つ以上設けても構わない。

【0013】

図3は、図1のステータ加熱部28が設けられている部分の拡大図である。図3に示すように、ステータ加熱部28は、ヒータブロック281にヒータ280を取り付けたものである。ヒータブロック281は、ボルト282によりステータ22の外周面に固定される。ボルト282が配置される穴部281aには、この穴部281aを封止するための封止栓283が設けられている。また、ヒータブロック281の軸部（ベース20を貫通する部分）には、真空シールとして軸シール284が設けられている。この軸シール284によって、ベース20を貫通するヒータブロック281の軸部とベース20との隙間が封止される。

【0014】

図2に示すように、ステータ22の外周面の一部には平面部22aが形成され、その平面部22aにヒータブロック281の先端に形成された平面を接触させるようにしている。

【0015】

図3に示すように、ステータ22はボルト222によってベース20に固定されているが、ステータ22とベース20との間には断熱部材24（例えば、円筒状の断熱部材）が配置されている。ステータ22は断熱部材24によって支持されており、ステータ22のフランジ部220の底面とベース20の上面との間には隙間が形成されていて、フランジ部220はベース20に接触していない。

【0016】

ボルト222の座金223はベース部材に比べて熱伝導率の小さな部材で形成され、ス

10

20

30

40

50

ステータ 22 からベース 20 への熱移動を抑制する断熱部材として機能している。例えば、ベース 20 にアルミ材を使用した場合、座金 223 にはアルミ材に比べて熱伝導率の小さな材料（例えば、ステンレス材）が用いられる。なお、本実施の形態では、図 3 に示すような断熱部材 24 をステータ 22 とベース 20 との間に介在させて断熱を図っているが、断熱構造はこれに限らない。例えば、ステータ 22 のフランジ部 220 とベース 20 との間に断熱部材を介在させるような構成でも構わない。

【0017】

上述したように、ステータ 22 は、ほぼ断熱部材 24 のみを介してベース 20 と熱的に接觸している。そのため、ベース 20 とステータ 22 との温度差が大きいと、断熱部材 24 を介したステータ 22 からベース 20 への伝熱量が顕著になる。そこで、断熱部材 24 の断熱性能に応じてベース 20 をヒータ 27 で加熱してベース 20 とステータ 22 との温度差が大きくならないようにし、断熱部材 24 を介したステータ 22 からベース 20 への熱移動を抑えるようにしている。そして、ステータ加熱部 28 によるステータ 22 の加熱を制御することにより、ステータ 22 の温度を高温（例えば、100 以上）に維持し、ステータ 22 への反応生成物の堆積を防止するようにしている。

【0018】

以下では、この堆積防止温度を T_s と表す。実際には堆積防止温度 T_s は所定の温度幅 ($T_{s1} \sim T_{s2}$) を有しており、ステータ 22 を堆積防止温度 T_s に維持するとは、温度範囲 ($T_{s1} \sim T_{s2}$) に維持することを意味する。すなわち、ステータ 22 の温度が温度範囲 ($T_{s1} \sim T_{s2}$) となるように、ヒータ 280 を制御する。

【0019】

上述のように、本実施の形態のターボ分子ポンプは、ステータ加熱部 28 によりステータ 22 を直接加熱し、かつ、断熱部材 24 によるステータ 22 からベース 20 への熱移動を極力小さくするような構成となっている。ステータ加熱部 28 においても、ステータ加熱部 28 とベース 20 とを非接觸状態とし、ベース 20 への熱伝達を防止するようにしている。図 3 に示すように、ステータ加熱部 28 とベース 20 との真空シールは軸シール 284 によって行われている。そして、ステータ加熱部 28 をステータ 22 の外周面（平面部 22a）に固定する際には、図 4 に示すような芯出しを行う。

【0020】

図 4 は、ステータ加熱部 28（ヒータブロック 281）のステータ 22 への固定手順を説明する図である。図 4 (a) に示す工程では、ベース 20 に形成されたピン穴 205 に芯出し用のピン 206 を装着する。このピン 206 は、ステータ加熱部 28 の軸部 285（軸シール 284 が設けられている部分）と、その軸部 285 が貫通するベース 20 の貫通孔 207 との芯出しを行うためのものである。ピン穴 205 は少なくとも 2 箇所設けられている。また、ヒータブロック 281 にも、ピン 206 による芯出しを行うためのピン穴 286 が形成されている。ピン 206 とピン穴 205, 286 とはすきま嵌めの関係にある。

【0021】

図 4 (a) に示すように、ピン穴 286 にピン 206 が挿通されるようにヒータブロック 281 をベース 20 の貫通孔 207 に挿入し、図 4 (b) のようにヒータブロック 281 の先端をステータ 22 の平面部 22a に接觸させる。この際、ピン 206 を用いて芯出ししているので、軸部 285 の軸芯と貫通孔 207 の軸芯とはほぼ一致している。そのため、軸部 285 と貫通孔 207 とは非接觸状態とされ、軸部 285 と貫通孔 207 との間の隙間寸法は、軸部 285 の一周にわたってほぼ均一になる。

【0022】

次いで、図 3 に示したボルト 282 により、ヒータブロック 281 をステータ 22 に固定する。さらに、ヒータブロック 281 のフランジ部に形成された貫通孔 287 を貫通するように、ボルト 209 がベース 20 に固定される。ボルト 209 とベース 20 との間には、座金 211 および筒状のスペーサ 210 が配置される。スペーサ 210 の長さは、座金 211 とヒータブロック 281 との間に所定の隙間 G が形成されるように設定されてい

10

20

30

40

50

る。また、スペーサ 210 がヒータブロック 281 に接触しないように、貫通孔 287 の孔径はスペーサ 210 の外径よりも大きく設定されている。最後に、ピン 206 を除去することで、ヒータブロック 281 のステータ 22 への固定作業が完了する。ピン 206 を除去するのは、ピン 206 を介してヒータブロック 281 からベース 20 へ熱が逃げるのを防止するためである。

【0023】

このように、最終的には除去される芯出し用のピン 206 を用いて、ヒータブロック 281 の軸部 285 とベース 20 の貫通孔 207 との芯出しをしているので、ヒータブロック 281 とベース 20 とを確実に非接触状態とすることができます。また、軸シール 284 を用いるとともに、ヒータブロック 281 をベース 20 に固定していないので、ヒータブロック 281 はポンプ径方向に自由に移動することができる。例えば、ステータ 22 が高温状態となって熱膨張した場合には、ヒータブロック 281 は、ステータ 22 の膨張に伴って径方向外側方向に移動することになる。10

【0024】

特許文献 1 に記載された従来の真空ポンプでは、ステータに固定された加熱部が断熱用スペーサを介してベースに固定されている。そのため、ステータは、加熱部が固定されていない部分では径方向外側に熱膨張可能であるが、加熱部が固定されている部分では加熱部によって熱膨張が阻止される。そのため、ステータに不自然な応力が生じることになる。20

【0025】

特許文献 1 の真空ポンプにおいても、本実施の形態の場合と同様にステータの内周側には僅かなギャップでロータが高速回転しているが、反応生成物付着防止のためにステータを高温にすると、それに伴ってロータも温度上昇し外側に熱膨張することになる。そのため、従来のように加熱部がベースに固定されている構成では、ステータの加熱部が設けられている部分においてはステータ（被加熱部材）が外側に熱膨張することができないので、ロータとのギャップが小さくなり、ロータとステータとが接触するおそれがある。20

【0026】

一方、本実施の形態の真空ポンプでは、上述したようにステータ 22 の熱膨張に伴ってヒータブロック 281 はポンプ径方向に自由に移動することができる。そのため、ステータ 22 の熱膨張により、ステータ 22 に不自然な応力が生じたり、ステータ加熱部 28 が固定されている部分においてロータ円筒部 13 とのギャップが小さくなったりするのを防止することができる。30

【0027】

なお、本実施の形態では、ステータ加熱部 28（ヒータブロック 281）はベース 20 に固定されない構造となっているので、ロータ破壊時の安全性確保のためにボルト 209 が設けられている。例えば、ロータ破壊によってステータ 22 も破壊した場合、ステータ加熱部 28 がベース 20 から飛び出すおそれがある。本実施の形態の場合には、そのような場合であっても、ボルト 209 によってステータ加熱部 28 のベース 20 からの飛び出しが阻止される。なお、ギャップ G が設けられているので、ステータ 22 やヒータブロック 281 等が熱膨張してもボルト 209 とヒータブロック 281 とが接触することはない。40

【0028】

（ステータ加熱部 28 の変形例）

図 2 に示すように、本実施の形態ではステータ 22 を加熱する手段として、加熱専用のステータ加熱部 28 を設けたが、図 7 に示すように排気管 26 を加熱部として利用しても良い。図 7 は、変形例における排気管 26 の部分の断面を示す図である。図 7 (a) はポンプ吸気口側から見た場合の断面を示しており、図 7 (b) は A - A 断面図である。

【0029】

排気管 26 のベース側の部分はベース 20 を貫通し、そのベース側先端部には、ステータ 22 に固定するための固定部 260 が形成されている。この固定部 260 がステータ 250

2の平面部22aにボルト固定される。排気管26のベース貫通部分には真空シールとしての軸シール261が設けられている。また、排気管26にはフランジ部263が形成されており、図4に示したステータ加熱部28の場合と同様に、位置決めのためのピン穴265が形成されている。このピン穴265とベース20に形成されているピン穴205とに位置決めピンを係合させることによって、排気管26と、排気管26が挿入されるベース側貫通孔との芯出しが行われる。

【0030】

また、ステータ加熱部28の場合と同様に、ステータ破壊時に排気管26がベース20から飛び出した場合のバックポンプへの影響を防止するために、制限用のボルト209が設けられている。ボルト209には、座金211およびスペーサ210が配置されている。

10

【0031】

次いで、ステータ22の固定構造について説明する。ステータ加熱部28の場合と同様に、ステータ22についても、ベース20への熱伝導を可能な限り小さくするようにしている。

【0032】

図5は、図1の図示左側におけるステータ22とベース20との固定部の拡大図である。図4で説明したように、ヒータブロック281とベース20の貫通孔207とは、最終的に除去されるピンを用いて芯出しが行われ、その状態でヒータブロック281をステータ22の外周面にボルト固定するようにしている。同様に、ステータ22とベース20との固定においても、最終的に除去されるピンを用いて芯出しを行い、ボルト222によりステータ22をベース20に固定するようにした。

20

【0033】

上述したように、ステータ22とベース20との間には断熱部材24が配置されている。そのため、ステータ22のフランジ部220とベース20の上面との間には隙間が形成され、フランジ部220の底面はベース20に接触していない。また、ステータ22の径方向外周面に関しては、図5に示すような隙間G1～G3（隙間寸法もG1, G2, G3とする）が形成されている。

【0034】

ベース20にはピン穴200が2以上形成されている。ステータ22においては、ベース20の各ピン穴200が対向する位置にピン穴221がそれぞれ形成されている。ステータ22をベース20に固定する場合には、まず、ベース20の各ピン穴200に位置決めピンを装着する。次いで、ピン穴221に位置決めピンが係合するようにステータ22をベース20上（実際には断熱部材24の上）に載置する。その後、図3に示すように、ボルト222によりステータ22をベース20に固定する。ステータ22のベース20へのボルト固定が完了したならば、ピン穴200, 221から位置決めピンを外す。

30

【0035】

次に、隙間G1～G3について説明する。隙間G1は、ステータ22のフランジ部220の外周面220aとベース20の内周面201との隙間である。隙間G2は、フランジ部底面に形成された段部22bの外周面とベース20の内周面201aとの隙間である。隙間G3は、ステータ22の筒部外周面と断熱部材24の内周面との隙間である。ステータ22が高温（例えば、100以上）に加熱されると、ステータ22が径方向に熱膨張することにより各隙間G1～G3は小さくなる。

40

【0036】

従来のターボ分子ポンプでは、一般的に、ステータ22のフランジ部220の外周面220aと、ベース20の内周面201とを嵌め合い構造とし、ベース20に対するステータ22の位置決め（芯出し）を行っている。この位置決めは、ロータ円筒部13およびステータ22の軸芯が同軸となって、ロータ円筒部13とステータ22とのギャップが均一となるようにするために行われるものである。ロータ円筒部13とステータ22とのギャップは1mm程度なので、外周面220aと内周面201とを嵌め合いのクリアランス、

50

すなわち、図5の隙間G1の寸法は0.1mm程度とされる。そのため、ステータ22の熱膨張によりフランジ部220の外径寸法が大きくなった場合に、フランジ部220の外周面220aとベース20の内周面201とが接触するおそれがあり、その場合にはステータ22の熱がベース20へと逃げてしまうことになる。

【0037】

一方、本実施の形態では、ベース20に対するステータ22の位置決めは位置決めピンにより行われるので、外周面220aと内周面201とは嵌め合い構造とする必要がなく、隙間G1を十分大きく設定することができる。そのため、ステータ22が熱膨張した際に、フランジ部220の外周面220aがベース20の内周面201に接触するのを確実に防止することができる。

10

【0038】

なお、ステータ22を固定しているボルト222に緩みが生じた場合、ベース20に対してステータ22が径方向に横ずれするおそれがある。本実施の形態では、上述のように熱膨張による接触を防止するために隙間G1の寸法を十分大きく設定している。そのため、ステータ22が横ずれした時のステータ22とロータ円筒部13との接触を防止するために、隙間G1よりも小さな隙間G2を設けている。ロータ円筒部13とステータ22とのギャップをG0とした場合、隙間G2は「G0 > G2」のように設定されており、かつ、ステータ22の熱膨張による径方向寸法変化よりも大きく設定されている。また、ステータ22の円筒部外周面と断熱部材24の内周面との隙間G3はG2よりも大きく設定されている。このような構成とすることにより、ステータ22が横ずれした場合でも、ステータ22の段部22bがベース20の内周面201aと当接することで、ステータ22とロータ円筒部13との接触が防止される。

20

【0039】

上述した実施形態では、図8に示すようにステータ22の段部22bとベース20の内周面201aとの隙間G2(>G0、G1、G3)によって、ステータ22が横ずれした際ににおけるステータ22とロータ円筒部13との接触を防止するようにした。このような接触防止構造としては、図9に示すような構成でも良い。図9(a)に示す例では、ステータ22の段部22bを断熱部材24の内周面と対向するように形成する。段部22bと断熱部材24との隙間寸法はG2に設定される。そのため、ボルト固定が緩んでステータ22が軸方向にずれた場合でも、段部22bが断熱部材24に当接し、ステータ22とロータ円筒部13との接触を防止することができる。

30

【0040】

断熱部材24はステータ22やベース20よりも熱伝導率が小さな材料で形成される。例えば、ステータ22およびベース20をアルミニウム合金で形成し、断熱部材をステンレス材料で形成した場合、温度上昇時の熱膨張によってベース20の凸部20d(ベース20と嵌め合い構造になっている)と断熱部材外周面との隙間は大きくなり、一方、隙間G2は小さくなる。そのため、熱膨張により凸部20dと断熱部材24との隙間が大きくなって、ステータ22が載置されている断熱部材24自体に横ずれが生じた場合であっても、上述のように隙間G2が小さくなっている断熱部材24に対するステータ22の横ずれ量が小さくなるので、ステータ22の横ずれ量は熱膨張する前の隙間G2と同程度に抑えることができる。その結果、ステータ22とロータ円筒部13との接触を防止することができる。なお、図9(b)に示すように、断熱部材24の外周面と嵌め合い構造となっているベース20の凸部20dが、断熱部材24の下端部分で嵌め合い構造となっていても良い。

40

【0041】

図5に示す例では、ベース20に対するステータ22の位置決めに位置決めピンを用いているが、図6に示すようにピン以外の位置決め部材40を用いても良い。図6に示す例では、位置決め部材40を用いてベース20の内周面201とステータ22のフランジ部220の外周面220aとの間で位置決めを行う。

【0042】

50

位置決め部材40の外周面401とベース20の内周面201とは嵌め合い関係（すきま嵌め）になっており、まず、位置決め部材40をベース20に配置する。次いで、位置決め部材40の内周側にステータ22を配置する。ステータ22のフランジ部220の外周面220aと位置決め部材40の内周面400とは嵌め合い関係（すきま嵌め）になっており、ステータ22を位置決め部材40の内周側に配置することで、ベース20に対してステータ22が同心状態となるように位置決めされる。次に、ボルト222によりステータ22をベース20に固定する。その後、位置決め部材40を外すことで、ベース20へのステータ22の固定作業が終了する。

【0043】

以上説明したように、本実施の形態の真空ポンプは、円筒状のロータ円筒部13と、ロータ円筒部13と協働して気体を排気する円筒状のステータ22と、ステータ22の少なくとも一部が収納され、ステータ22の外周が対向する位置に貫通孔207が形成されたベース20と、貫通孔207を大気側から真空側に貫通してステータ22の外周面に熱接觸し、該ステータ22を加熱するステータ加熱部28と、貫通孔207とステータ加熱部28（軸部285）との隙間を真空シールする軸シール284と、を備える。そのため、ステータ22が熱膨張により径方向に変形しても、その変形に伴ってヒータブロック281がポンプ径方向に自由に移動することができる。その結果、ステータ22に不自然な応力が生じたり、ステータ22とロータ円筒部13とのギャップが小さくなったりするのを防止することができ、真空ポンプの信頼性向上を図ることができる。

【0044】

さらに、好ましくは、ステータ加熱部28は、ベース20の貫通孔207に対して隙間を介して配置されると共に、貫通孔207と同心状態でステータ22に固定されている。そのため、貫通孔207とステータ加熱部28とお間には均一な隙間が形成され、ステータ加熱部28の熱膨張によるベース20への接触を防止できる。

【0045】

さらに、貫通孔207を貫通するステータ加熱部28の大気側への移動を制限するボルト209等の制限部を備えるのが好ましい。これにより、ロータ破壊等によってステータ加熱部28がベース20からの飛び出るのを防止することができる。なお、このような制限部としては、ボルト209に限らず種々の形態（例えば、ベース20に取り付けられた爪状部材）が可能である。

【0046】

また、ステータ22を加熱する加熱部としては、専用のステータ加熱部28だけではなく、例えば、図7に示すように排気管26を利用することができる。排気管26は、一端がステータ22の外周面に固定され、貫通孔20aを貫通して他端が大気側に露出している管状の部材である。排気管26にはヒータ262が装着され、貫通孔20aと排気管26とを真空シールする軸シール261が設けられている。

【0047】

上述した各実施形態はそれぞれ単独に、あるいは組み合わせて用いても良い。それぞれの実施形態での効果を単独あるいは相乗して奏することができるからである。また、本発明の特徴を損なわない限り、本発明は上記実施の形態に何ら限定されるものではない。例えば、上述した実施形態では、ステータ22をステータ加熱部28で直接加熱する構造とすることで、ステータ温度がベース温度よりも高温となるように構成されているが、本発明は、気体排気時の気体の発熱によってステータ温度がベース温度よりも高くなるような場合にも適用できる。また、本発明は、ターボ分子ポンプに限らず、円筒状のロータおよびステータを備える真空ポンプに適用することができる。

【符号の説明】

【0048】

1…ターボ分子ポンプ、10…ロータ、11…ロータシャフト、12…回転翼、13…ロータ円筒部、20…ベース、22…ステータ、24…断熱部材、26…排気管、27、262、280…ヒータ、28…ステータ加熱部、30…ハウジング、40…位置決め部

10

20

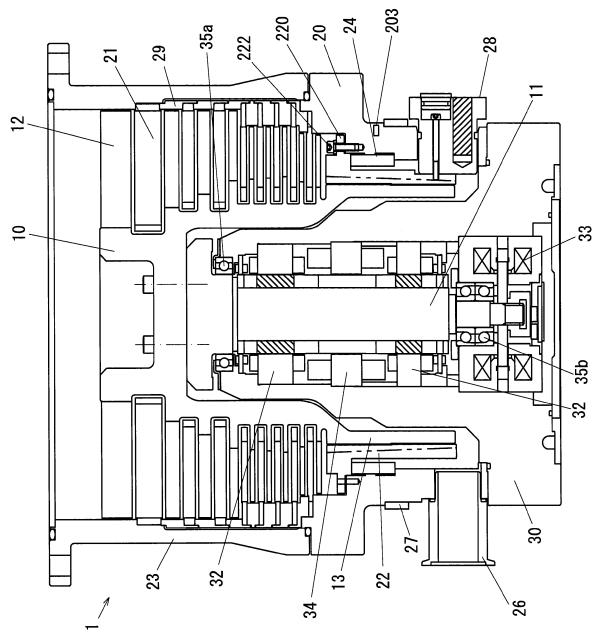
30

40

50

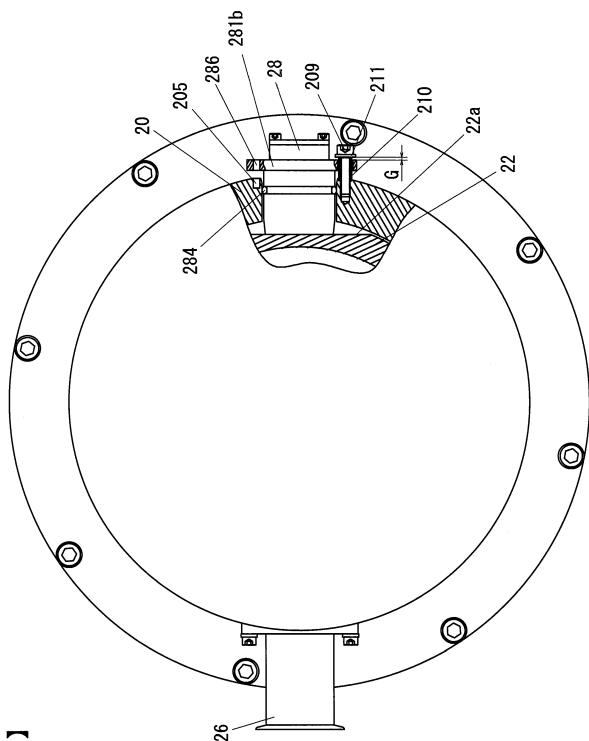
材、207, 287：貫通孔、209…ボルト、261, 284：軸シール

【図1】



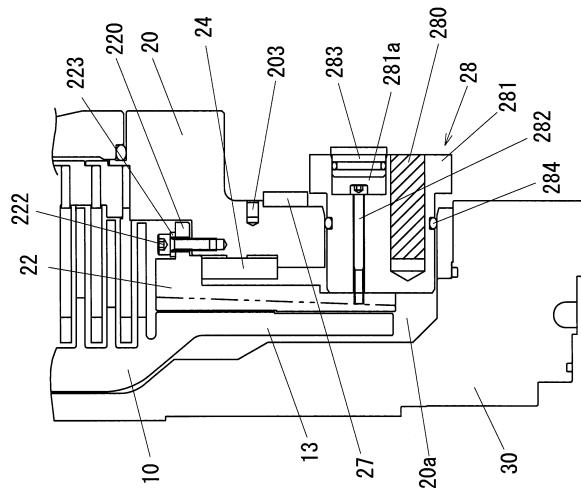
【図1】

【図2】



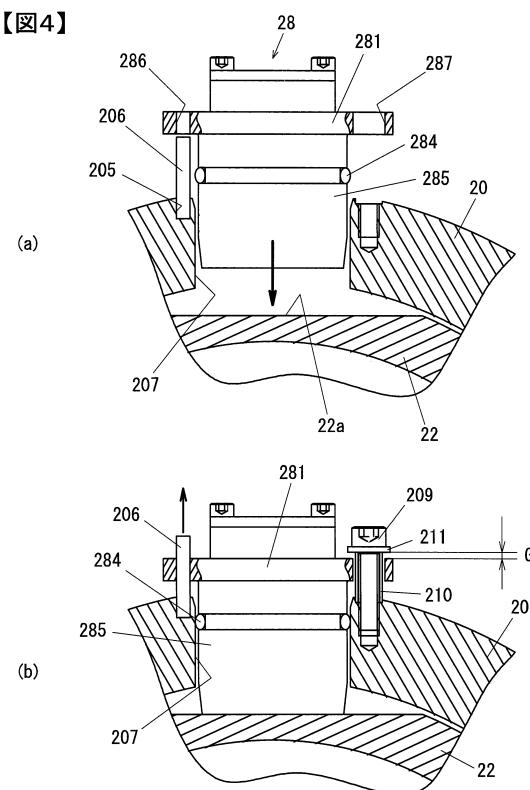
【図2】

【図3】

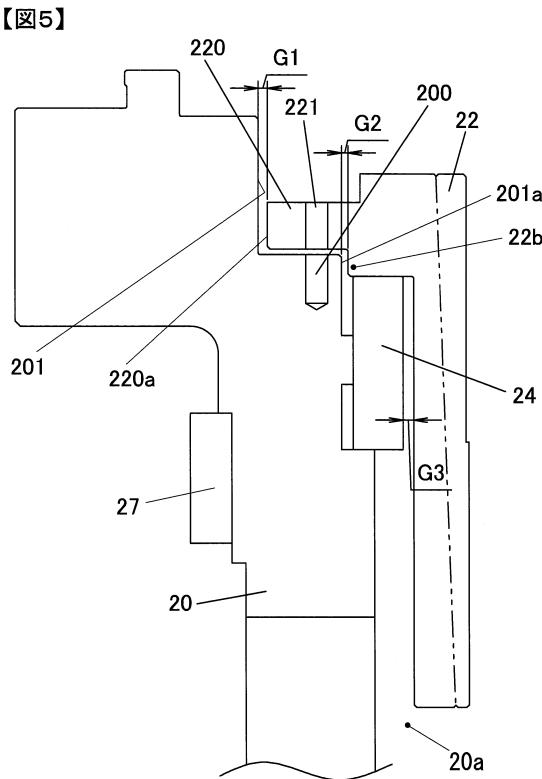


【図3】

【図4】

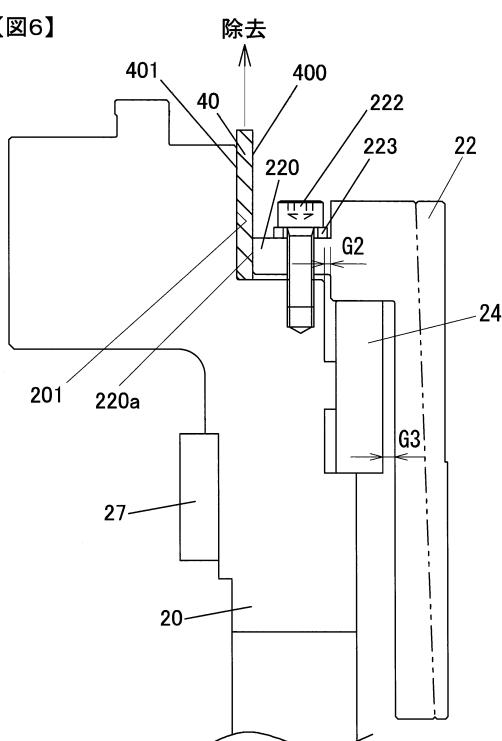


【図5】



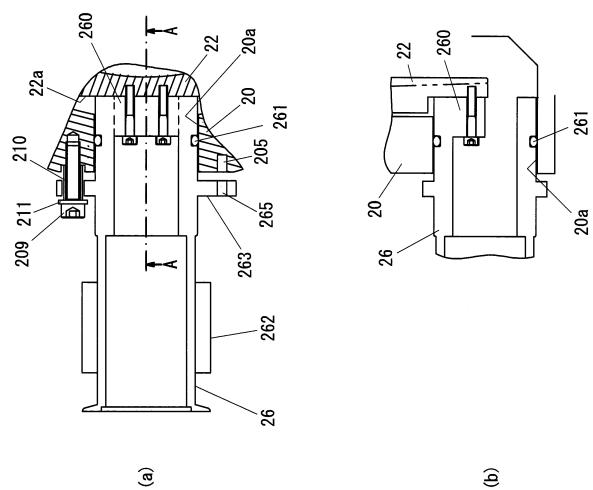
【図5】

【図6】



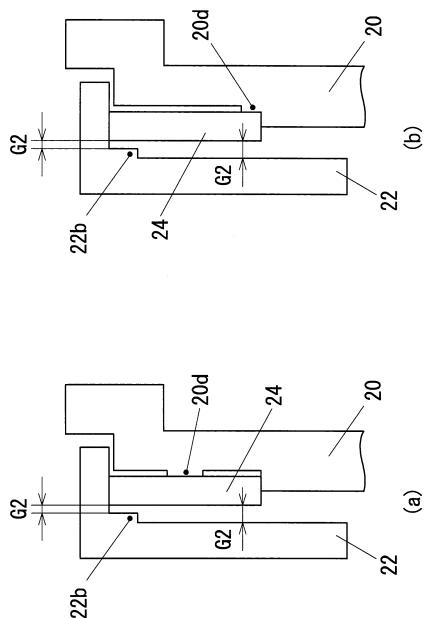
【図6】

【図7】



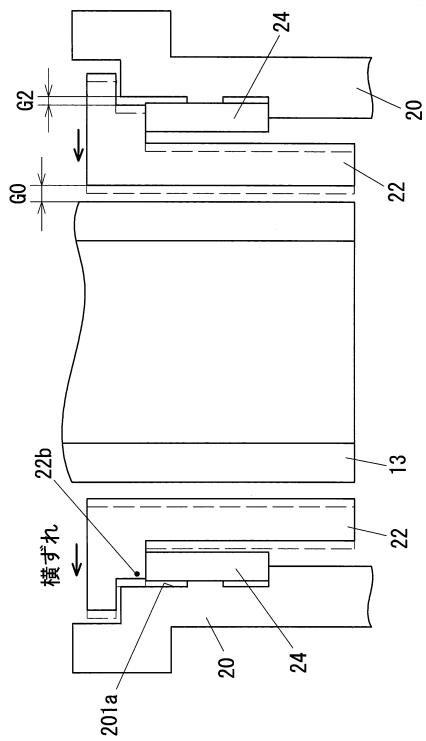
【図7】

【図9】



【図9】

【図8】



【図8】

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平9-72293(JP,A)
特開平9-310696(JP,A)
国際公開第2014/045438(WO,A1)
国際公開第2014/119191(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F04D 19/04