

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4749054号
(P4749054)

(45) 発行日 平成23年8月17日 (2011.8.17)

(24) 登録日 平成23年5月27日 (2011.5.27)

(51) Int.Cl.

F 0 4 D 19/04 (2006.01)

F I

F 0 4 D 19/04

F

請求項の数 5 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2005-181389 (P2005-181389)
 (22) 出願日 平成17年6月22日 (2005.6.22)
 (65) 公開番号 特開2007-2692 (P2007-2692A)
 (43) 公開日 平成19年1月11日 (2007.1.11)
 審査請求日 平成20年5月12日 (2008.5.12)

(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 坂口 祐幸
 千葉県八千代市吉橋 1078 番地 1 B O
 C エドワーズ株式会社内
 (72) 発明者 高阿田 勉
 千葉県八千代市吉橋 1078 番地 1 B O
 C エドワーズ株式会社内

審査官 田谷 宗隆

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ターボ分子ポンプ、およびターボ分子ポンプの組み立て方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

吸気口と排気口を有する筐体と、
 前記筐体に内包され、排気口側の少なくとも一段の外径が、吸気口側よりも小さくなるように形成された複数段の回転翼を有する回転体と、
 前記回転体を軸支する回転軸と、
 前記回転軸を回転させるモータと、
 前記筐体に対して固定され、かつ、前記回転翼間に配置された、少なくとも 2 分割以上された固定翼と、
 前記固定翼間に配置され、前記固定翼を所定間隔に保持する円周方向に連続したリング状であり、排気口側の少なくとも一段の最小内径が前記回転翼の最大外径よりも小さく形成されたスペーシングと、
 を備えたターボ分子ポンプであって、
 前記スペーシングを前記吸気口側に移動させたときに軸方向に形成される、隣接する前記スペーシング間の隙間は、前記固定翼の厚みより大きいことを特徴とするターボ分子ポンプ。

【請求項 2】

前記スペーシングは、断面方形のリング状の本体部と、前記本体部の前記排気口側の端面から外周部へ張り出した段部と、前記段部から前記排気口側へ突出した突出部と、からなり、

10

20

隣接する前記スペーシングの前記突出部と、前記本体部の外周壁とは、勘合することにより前記スペーシングを保持する保持構造を構成し、

前記本体部の前記吸気口側の端面から前記段部の吸気口側の端面までの長さと固定翼の厚みを合わせた長さは、前記突出部の長さより長いことを特徴とする請求項 1 記載のターボ分子ポンプ。

【請求項 3】

前記スペーシングの軸方向の移動量を増加させる調整構造を有することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載のターボ分子ポンプ。

【請求項 4】

前記調整構造は、前記スペーシングの内側かつ前記吸気口側に形成された、内径が前記回転翼の外径より大きい段差により構成されていることを特徴とする請求項 3 記載のターボ分子ポンプ。

10

【請求項 5】

吸気口と排気口を有する筐体と、

前記筐体に内包され、排気口側の少なくとも一段の外径が、吸気口側よりも小さくなるように形成された複数段の回転翼を有する回転体と、

前記回転体を軸支する回転軸と、

前記回転軸を回転させるモータと、

前記筐体に対して固定され、かつ、前記回転翼間に配置された、少なくとも 2 分割以上された固定翼と、

20

前記固定翼間に配置され、前記固定翼を所定間隔に保持する円周方向に連続したリング状のスペーシングと、

を備えたターボ分子ポンプの組み立て方法であって、

前記スペーシングのうち前記回転翼の最大外径より小さい内径を有するもののみを、前記筐体、または、前記筐体に対して固定された固定部に配置する第 1 のステップと、

前記筐体に前記回転体を挿入する第 2 のステップと、

前記第 1 のステップで前記固定部に配置されたスペーシングを前記吸気口側へ移動させ、隣接する前記スペーシング間に隙間を形成する第 3 のステップと、

前記第 3 のステップにより形成された前記スペーシング間の隙間を介して、前記回転翼間に径方向外側から前記固定翼を挿入する第 4 のステップと、

30

前記第 3 のステップにより移動させた前記スペーシングを前記排気口側へ移動させ、前記第 4 のステップにより挿入された前記固定翼を固定する第 5 のステップと、

を有することを特徴とするターボ分子ポンプの組み立て方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば、真空チャンバ内の排気処理に用いられるターボ分子ポンプ、およびターボ分子ポンプの組み立て方法に関する。

【背景技術】

【0002】

40

真空ポンプを用いて排気処理を行い、内部が真空に保たれるような真空装置を用いる装置には、半導体製造装置、液晶製造装置、電子顕微鏡、表面分析装置、微細加工装置などがある。

また、各種ある真空ポンプのうち高真空の環境を実現するために多用されるものに、ターボ分子ポンプがある。

このターボ分子ポンプは、吸気口および排気口を有するケーシングの内部でロータが高速回転するように構成されている。ケーシングの内周面には、固定翼が多段に配設されており、一方、ロータには回転翼が放射状かつ多段に配設されている。

ロータが高速回転すると、回転翼と固定翼の作用により気体が吸気口から吸引され、排気口から排気される。

50

【 0 0 0 3 】

ところで、上述したロータは、一端が閉塞された略円筒形状をしており、その閉塞された側の端部においてロータ軸（回転軸）に固定されている。そして、回転翼は、ロータの外周壁面から放射状に、かつ吸気口側から排気口側へ（上流から下流へ）向けて多段に形成されている。

ターボ分子ポンプのロータ軸は、気体分子の運動速度近くの高速で回転させるため、この回転により回転翼に大きな遠心応力が作用する。回転翼に作用する遠心応力は、下段（下流）にいくに従って大きくなる。

そこで従来、遠心応力を緩和することにより破損を抑制するための技術が下記の特許文献に提案されている。

【特許文献 1】特開平 1 0 - 2 4 6 1 9 7 号公報

【 0 0 0 4 】

特許文献 1 には、多段に設けられている回転翼において、排気口側の回転翼の外径が吸気口側の回転翼の外径よりも小さくなる構造を有するターボ分子ポンプが提案されている。

このような構造を用いることにより、ロータの高速回転時における下流側（排気口側）の回転翼やその支持部に作用する遠心応力を低減させることができ、局部的な応力や温度上昇を抑制しつつポンプの排気性を向上させることができる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

ところで、上記特許文献 1 に上述したような排気口側の回転翼の外径が吸気口側の回転翼の外径よりも小さくなる構造を有するターボ分子ポンプは、全段の回転翼の外径が等しいターボ分子ポンプと比べると、固定翼およびスペーサリングの組み立て方法に制約が生じてしまう。

なお、スペーサリングとは、固定翼間に必要な間隔を保持させるための位置決め部材である。

【 0 0 0 6 】

例えば、スペーサリングが一体もの、即ち周方向に連続してリング状に形成されているものである場合について説明する。

ターボ分子ポンプは、排気性能の低減を抑制するために、スペーサリングの内壁と回転翼の外径との間隔を小さくして気体の逆流防止を図る構造となっている。

そのため、吸気口側の回転翼と、排気口側のスペーサリングが干渉してしまい、回転翼の吸気口側からスペーサリングを嵌め込みながら、下から（排気口側から）順番に固定翼を積み上げることができない。

【 0 0 0 7 】

従来、スペーサリングを固定翼と同様に半割にし、径方向から挿入しながら下から（排気口側から）順番に固定翼を積み上げる方法が採用されている。

しかしながら、このような半割のスペーサリングは、その加工時、即ち切断時に切断面の変形や外形状の歪みを生じるおそれがある。

また、半割のスペーサリングを用いたターボ分子ポンプは、半割でない一体構造のスペーサリングを用いたターボ分子ポンプと比較して、異常時の破壊トルクに対する強度が落ちる。

【 0 0 0 8 】

そこで本発明は、このような、排気口側の回転翼の外径が吸気口側の回転翼の外径よりも小さくなる構造を有するターボ分子ポンプの製造時における不具合を解消し、組み立て効率を向上させることができるターボ分子ポンプ、およびターボ分子ポンプの組み立て方法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】

【 0 0 0 9 】

請求項 1 記載の発明では、吸気口と排気口を有する筐体と、前記筐体に内包され、排気口側の少なくとも一段の外径が、吸気口側よりも小さくなるように形成された複数段の回転翼を有する回転体と、前記回転体を軸支する回転軸と、前記回転軸を回転させるモータと、前記筐体に対して固定され、かつ、前記回転翼間に配置された、少なくとも 2 分割以上された固定翼と、前記固定翼間に配置され、前記固定翼を所定間隔に保持する円周方向に連続したリング状であり、排気口側の少なくとも一段の最小内径が前記回転翼の最大外径よりも小さく形成されたスペーサリングと、を備えたターボ分子ポンプであって、前記スペーサリングを前記吸気口側に移動させたときに軸方向に形成される、隣接する前記スペーサリング間の隙間は、前記固定翼の厚みより大きいことにより前記目的を達成する。

【 0 0 1 0 】

10

請求項 2 記載の発明では、請求項 1 記載の発明において、前記スペーサリングは、断面方形のリング状の本体部と、前記本体部の前記排気口側の端面から外周部へ張り出した段部と、前記段部から前記排気口側へ突出した突出部と、からなり、隣接する前記スペーサリングの前記突出部と、前記本体部の外周壁とは、勘合することにより前記スペーサリングを保持する保持構造を構成し、前記本体部の前記吸気口側の端面から前記段部の吸気口側の端面までの長さとして固定翼の厚みを合わせた長さは、前記突出部の長さより長い。

請求項 3 記載の発明では、請求項 1 または請求項 2 記載の発明において、前記スペーサリングの軸方向の移動量を増加させる調整構造を有する。

請求項 4 記載の発明では、請求項 3 記載の発明において、前記調整構造は、前記スペーサリングの内側かつ前記吸気口側に形成された、内径が前記回転翼の外径より大きい段差により構成されている。

20

【 0 0 1 1 】

請求項 5 記載の発明では、吸気口と排気口を有する筐体と、前記筐体に内包され、排気口側の少なくとも一段の外径が、吸気口側よりも小さくなるように形成された複数段の回転翼を有する回転体と、前記回転体を軸支する回転軸と、前記回転軸を回転させるモータと、前記筐体に対して固定され、かつ、前記回転翼間に配置された、少なくとも 2 分割以上された固定翼と、前記固定翼間に配置され、前記固定翼を所定間隔に保持する円周方向に連続したリング状のスペーサリングと、を備えたターボ分子ポンプの組み立て方法であって、前記スペーサリングのうち前記回転翼の最大外径より小さい内径を有するもののみを、前記筐体、または、前記筐体に対して固定された固定部に配置する第 1 のステップと、前記筐体に前記回転体を挿入する第 2 のステップと、前記第 1 のステップで前記固定部に配置されたスペーサリングを前記吸気口側へ移動させ、隣接する前記スペーサリング間に隙間を形成する第 3 のステップと、前記第 3 のステップにより形成された前記スペーサリング間の隙間を介して、前記回転翼間に径方向外側から前記固定翼を挿入する第 4 のステップと、前記第 3 のステップにより移動させた前記スペーサリングを前記排気口側へ移動させ、前記第 4 のステップにより挿入された前記固定翼を固定する第 5 のステップと、を有することにより前記目的を達成する。

30

【発明の効果】

【 0 0 1 2 】

請求項 1 記載の発明によれば、固定翼の組み立て時における隣接するスペーサリングの隙間を少なくとも前記固定翼の厚みよりも大きく形成することにより、積み重ねられたスペーサリングの隙間を介して固定翼を挿入することができる。

40

請求項 2 記載の発明によれば、前記本体部の前記吸気口側の端面から前記段部の吸気口側の端面までの長さとして固定翼の厚みを合わせた長さを、前記突出部の長さより長くすることにより、容易に適切な間隔の隙間を確保することができる。

請求項 3 記載の発明によれば、固定翼の組み立て時における隣接するスペーサリングの隙間を調整する調整構造を設けることにより、必要な間隔を適切に形成することができる。

請求項 4 記載の発明によれば、調整構造をスペーサリングと回転翼との干渉部位の段差により構成することにより、容易に適切な間隔の隙間を確保することができる。

50

請求項 5 記載の発明によれば、スペーシングのうち回転翼の最大外径より小さい内径を有するもののみを、予め固定部に配置させておくことにより、排気口側の回転翼の外径が吸気口側の回転翼の外径よりも小さくなる構造を有するターボ分子ポンプであっても、容易に組み立てることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下、本発明の好適な実施の形態について、図 1 ～ 図 4 を参照して詳細に説明する。本実施の形態では、ターボ分子ポンプの一例としてターボ分子ポンプ部 T とねじ溝ポンプ部 S を有する複合型ターボ分子ポンプを用いて説明する。

図 1 は、本実施の形態に係るターボ分子ポンプ 1 の概略構成を示した図である。なお、図 1 は、ターボ分子ポンプ 1 における軸線方向の断面を示している。このターボ分子ポンプは、例えば半導体製造装置内に設置され、真空チャンバからプロセスガスの排出を行う際に用いられる。

ターボ分子ポンプ 1 の外装体を構成するケーシング 2 は略円筒状の形状をしており、ケーシング 2 の下部（排気口 6 側）に設けられたねじ溝スペーサ 3、ベース 24 と共にターボ分子ポンプ 1 の筐体を構成している。そして、この筐体の内部には、ターボ分子ポンプ 1 に排気機能を発揮させる構造物、即ち気体移送機構が配設されている。

【0014】

この気体移送機構は、大きく分けて回転自在に軸支された回転部と、筐体に対して固定された固定部から構成されている。

ケーシング 2 の端部には、ターボ分子ポンプ 1 へ気体を導入するための吸気口 4 が形成されている。また、ケーシング 2 の吸気口 4 側の端面には、外周側へ張り出したフランジ部 5 が形成されている。

また、ねじ溝スペーサ 3 の端部には、ターボ分子ポンプ 1 から気体を排気するための、即ち半導体製造装置からのプロセスガス等を排出する排気口 6 が形成されている。

【0015】

回転部は、回転軸であるシャフト 7、このシャフト 7 に配設された断面略逆 U 字状のロータ本体 8、ロータ本体 8 に設けられた回転翼 9、排気口 6 側（ねじ溝ポンプ部 S）に設けられた円筒部材 10 などから構成されている。ロータ本体 8 は、シャフト 7 の上部にボルト 23 で固定されている。また、円筒部材 10 は、ロータ本体 8 の延長上に形成され、ロータ本体 8 の回転軸線と同心の円筒形状をした部材からなる。

ロータ本体 8 の外周には、回転翼 9 が配設され、この回転翼 9 は、シャフト 7 の軸線に垂直な平面から所定の角度だけ傾斜してシャフト 7 から放射状に伸びたブレード（羽根）からなる。

【0016】

シャフト 7 の軸線方向中程には、シャフト 7 を高速回転させるためのモータ部 11 が設けられている。ここでは、モータ部 11 は以下のように構成された DC ブラシレスモータであるとする。

モータ部 11 は、シャフト 7 の周囲に固着された永久磁石を備えている。この永久磁石は、例えば、シャフト 7 の周りに N 極と S 極が 180° ごとに配置されるように固定されている。また、モータ部 11 は、この永久磁石の周囲にシャフト 7 から所定のクリアランスを経て配設された電磁石を備えている。ここでは、6 個の電磁石が 60° ごとにシャフト 7 の軸線に対して対称的に対向するように配置されている。

【0017】

ターボ分子ポンプは、コネクタおよびケーブルを介して図示しない制御装置に接続されている。そして、この制御装置によってシャフト 7 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、制御装置は、6 個の電磁石の励磁電流を切り替えることによりシャフト 7 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シャフト 7 を回転させる。

【0018】

シャフト7のモータ部11に対して吸気口4側、および排気口6側には、シャフト7をラジアル方向（径方向）に軸支するための磁気軸受部12、13が設けられている。また、シャフト7の下端（排気口側端）には、シャフト7を軸線方向（アキシャル方向）に軸支するための磁気軸受部14が設けられている。

これらの磁気軸受部12～14は、いわゆる5軸制御型の磁気軸受を構成している。

シャフト7は、磁気軸受部12、13によってラジアル方向（シャフト7の径方向）に非接触で支持され、磁気軸受部14によってスラスト方向（シャフト7の軸方向）に非接触で支持されている。

また、磁気軸受部12～14の近傍には、それぞれシャフト7の変位を検出する変位センサ15～17が設けられている。

10

【0019】

磁気軸受部12には、4個の電磁石がシャフト7の周囲に90°ごとに対向するように配置されている。シャフト7は、高透磁率材（鉄など）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。

変位センサ15は、シャフト7のラジアル方向の変位を所定の時間間隔でサンプリングして検出する。

【0020】

そして図示しない制御装置は、変位センサ15からの変位信号によってシャフト7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シャフト7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。

20

制御装置は、変位センサ15の信号に基づいて磁気軸受部12をフィードバック制御し、これによってシャフト7は、磁気軸受部12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。

【0021】

磁気軸受部13の構成と作用は、磁気軸受部12と同様である。制御装置は、変位センサ16の信号に基づいて磁気軸受部13をフィードバック制御し、これによってシャフト7は、磁気軸受部13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。

このように、シャフト7は、磁気軸受部12、13の作用により、ラジアル方向に所定の位置で保持される。

30

【0022】

また、磁気軸受部14は、円板状の金属ディスク18、電磁石19、20を備え、シャフト7をスラスト方向に保持する。

金属ディスク18は、鉄などの高透磁率材で構成されており、その中心においてシャフト7に垂直に固定されている。この金属ディスク18を挟み、かつ対向するように電磁石19、20が配置されている。電磁石19は、磁力により金属ディスク18を上方に吸引し、電磁石20は、金属ディスク18を下方に吸引する。

制御装置は、この電磁石19、20が金属ディスク18に及ぼす磁力を適当に調節し、シャフト7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。

【0023】

40

さらにシャフト7の下端部に対向して変位センサ17が配設されている。この変位センサ17は、シャフト7のスラスト方向の変位をサンプリングして検出し、これを制御装置に送信する。制御装置は、変位センサ17から受信した変位検出信号によりシャフト7のスラスト方向の変位を検出する。

シャフト7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、制御装置は、この変位を修正するように電磁石19、20の励磁電流をフィードバック制御して磁力を調節し、シャフト7を所定の位置に戻すように動作する。制御装置は、このフィードバック制御を連続的に行う。これにより、シャフト7はスラスト方向に所定の位置で磁気浮上し、保持される。

以上に説明したように、シャフト7は、磁気軸受部12、13によりラジアル方向に保

50

持され、磁気軸受部 1 4 によりスラスト方向に保持されるため、シャフト 7 の軸線周りに回転するようになっている。

【 0 0 2 4 】

また、シャフト 7 の上部および下部側には、保護用ベアリング 2 1、2 2 が配置されている。通常、シャフト 7 およびこれに取り付けられている回転部は、モータ部 1 1 により回転している間、磁気軸受部 1 2、1 3 により非接触状態で軸支される。保護用ベアリング 2 1、2 2 は、タッチダウンが発生した場合に磁気軸受部 1 2、1 3 に代わって回転部を軸支することで装置全体を保護するためのベアリングである。従って、保護用ベアリング 2 1、2 2 は、内輪がシャフト 7 に対して非接触状態となるように配置されている。

筐体の内周側には、固定部が形成されている。この固定部は、吸気口 4 側（ターボ分子ポンプ部 T）に設けられた固定翼 3 0、また、ねじ溝スペーサ 3 などから構成されている。ねじ溝スペーサ 3 の内壁面には、ねじ溝部 4 0 が形成されている。

固定翼 3 0 は、シャフト 7 の軸線に垂直な平面から所定の角度だけ傾斜して筐体の内周面からシャフト 7 に向かって伸びたブレードを有している。

【 0 0 2 5 】

ターボ分子ポンプ部 T では、固定翼 3 0 が軸線方向に、回転翼 9 と互い違いに複数段形成されている。

各段の固定翼 3 0 は、図 2 に示す円筒形状をしたスペーサリング 3 1 により互いに隔られ、所定の位置に保持されている。

図 2 に示すように、スペーサリング 3 1 は段部を有するリング状の部材であり、例えばアルミニウム、鉄またはステンレスなどの金属によって構成されている。

なお、隣接する固定翼 3 0 の間隔は、内周壁の厚み、即ち軸方向の長さ（ α ）によって設定されている。

【 0 0 2 6 】

各段の固定翼 3 0 の内径は、それと対向する部位におけるロータ本体 8 の外径よりも大きく形成され、固定翼 3 0 の内周面とロータ本体 8 の外周面とが接触しないように構成されている。

また、各段の固定翼 3 0 は、各段の回転翼 9 間に配置するために、円周方向に 2 分割されている。

なお、固定翼 3 0 は、この 2 分割された例えばステンレス製鋼またはアルミニウム製の薄肉の板から、エッチング法等により半円環状の外形部分とブレード（羽根）の部分を切り出し、そして、ブレードの部分をプレス加工により所定角度に曲げることににより形成される。

このように形成された固定翼 3 0 は、各段の回転翼 9 間に外側から挿入して組み立てる。固定翼 3 0 は、外周側の一部がスペーサリング 3 1 によって周方向に挟持された状態で回転翼 9 間に保持（固定）される。

【 0 0 2 7 】

ねじ溝部 4 0 は、円筒部材 1 0 との対向面に沿って形成されたらせん溝により構成されている。ねじ溝部 4 0 は、所定のクリアランス（隙間）を隔てて円筒部材 1 0 の外周面と対面するように設けられている。ねじ溝部 4 0 に形成されたらせん溝の方向は、らせん溝内をシャフト 7 の回転方向にガス（気体）が輸送された場合、排気口 6 の方向である。

また、らせん溝の深さは、排気口 6 に近づくにつれ浅くなるようになっており、らせん溝を輸送されるガスは、排気口 6 に近づくにつれて圧縮される。

【 0 0 2 8 】

図 3 は、本実施の形態に係るターボ分子ポンプ 1 における固定翼 3 0 の周辺部の詳細を示した図である。

図 3 に示すように、ターボ分子ポンプ 1 のロータ本体 8 の外周には、回転翼 9 が 9 段に渡って設けられている。そして、この 9 段に渡って設けられたそれぞれの回転翼 9 間に固定翼 3 0（合計 8 段）が配設されている。

また、8 段に渡って設けられた固定翼 3 0 を所定の間隔を保持した状態で固定するため

のスペーサリング 3 1 a ~ h (8 段) が設けられている。

【 0 0 2 9 】

回転翼 9 は、形成される段に応じてその形状、例えば、高さ（厚み）やブレード（羽根）の傾き角などが異なるため、回転翼 9 間の間隔も各段ごとに異なる。従って、スペーサリング 3 1 a ~ h の形状も、全て同一ではなく、回転翼 9 や固定翼 3 0 の形状に応じて異なる。

各スペーサリング 3 1 a ~ h には、図 2 に示すような、突起部 3 4 と段部 3 5 が設けられている。上下方向に隣接するスペーサリング 3 1 a ~ h の突起部 3 4 と段部 3 5 がそれぞれ係合することによって、各スペーサリング 3 1 a ~ h の位置決め固定がされるようになっている。

10

なお、ねじ溝スペーサ 3 の外周部における吸気口 4 と対向する面には、段部 3 5 に相当する形状の段部が形成されている。一方、ケーシング 2 における内径の大きさが小さく切り替わる吸気口 4 近くの肩部（段部）には、突起部 3 4 に相当する形状の突起部が形成されている。

【 0 0 3 0 】

また、本実施の形態に係るターボ分子ポンプ 1 では、排気口 6 側の回転翼 9 の外径が吸気口 4 側の回転翼 9 の外径よりも小さくなるように構成されている。

詳しくは、吸気口 4 側から 5 段目までの回転翼 9 の外径は等しく、吸気口 4 側から 6 段目 ~ 9 段目にかけて回転翼 9 の外径が小さくなるように形成されている。

これは、シャフト 7 の高速回転時における下流側（排気口 6 側）の回転翼 9 に作用する遠心応力を低減させるためである。

20

【 0 0 3 1 】

このように本実施の形態に係るターボ分子ポンプ 1 においては、回転翼 9 の外径も形成される段に応じて異なる。

また、ターボ分子排気処理時における気体分子の逆流を防止するために回転翼 9 の外径とスペーサリング 3 1 a ~ h の内壁との間隔をできるだけ狭める必要がある。従って、各回転翼 9 の外周側面と対向するスペーサリング 3 1 a ~ h の内径も段ごとに異なる。

本実施の形態に係るスペーサリング 3 1 a ~ h の内径は、吸気口 4 側から排気口 6 側にかけて段階的に小さくなるように形成されている。

なお、ここでは、固定翼 3 0 ごとに設けられている 8 段のスペーサリング 3 1 を最も吸気口 4 側に配置されたものから順にスペーサリング 3 1 a、スペーサリング 3 1 b ... とし、最も排気口 6 側のものをスペーサリング 3 1 h とする。

30

【 0 0 3 2 】

スペーサリング 3 1 a ~ h は、ケーシング 2 の内周壁に沿って設けられ、最も排気口 6 側に配設されるスペーサリング 3 1 h は、ねじ溝スペーサ 3 の外周部における吸気口 4 と対向する面に沿って配設されている。

また、ケーシング 2 は、吸気口 4 側端部における内径が小さく絞り込まれた形状を有し、内径の大きさが小さく切り替わる肩部（段部）において、最も吸気口 4 側に設けられたスペーサリング 3 1 a を固定するように構成されている。

交互に積み重ねられた固定翼 3 0 およびスペーサリング 3 1 a ~ h は、ボルト 3 3 によってケーシング 2 をねじ溝スペーサ 3 に接合することによって位置決め（位置出し）された状態で固定される。

40

【 0 0 3 3 】

また、本実施の形態に係るターボ分子ポンプ 1 においては、外径が等しくなるように形成されている吸気口 4 側から 5 段目までの回転翼 9 と対向するスペーサリング 3 1 a ~ e をグループ A とし、外径が小さくなるように形成されている吸気口 4 側から 6 段目 ~ 8 段目までの回転翼 9 と対向するスペーサリング 3 1 f ~ h をグループ B とする。

ここでスペーサリング 3 1 a ~ h をグループ A およびグループ B に分類する際の境界の設定方法について説明する。

本実施の形態に係るターボ分子ポンプ 1 のように、スペーサリング 3 1 a ~ h のうち、

50

吸気口 4 側の外径が最大となる回転翼 9 と対向するものをグループ A とする。そして、スペーシング 3 1 a ~ h のうち、回転翼 9 の最大外径値よりも小さい内径値を有するものをグループ B とする。

即ち、スペーシング 3 1 a ~ h のうち、回転翼 9 と干渉（接触）せずに吸気口 4 側から嵌め込むことができるものをグループ A とし、そうでないもの（回転翼 9 と干渉するもの）をグループ B とする。

【 0 0 3 4 】

次に、本実施の形態に係るターボ分子ポンプ 1 における固定翼 3 0 およびスペーシング 3 1 a ~ h の組み付け（組み立て）方法について図 4（a）~（c）を参照しながら説明する。

10

本実施の形態に係るターボ分子ポンプ 1 では、シャフト 7、ロータ本体 8、回転翼 9 および円筒部材 1 0 で構成された回転部を、固定部であるベース 2 4 に取り付ける前に、予め、スペーシング 3 1 a ~ h のうち上述した方法でグループ B に区分されたものを、積み重ねた状態でねじ溝スペーサ 3 上に配設しておく。

つまり、はじめに、図 4（a）に示すように、グループ B のスペーシング 3 1 f ~ h を積み重ねた状態でねじ溝スペーサ 3 にセット（配置）する。

【 0 0 3 5 】

次に、図面上方（吸気口 4 側）から、回転部のシャフト 7 をベース 2 4 の軸受部の内壁に沿って挿入し、回転部を固定部であるベース 2 4 にナット 2 5（図 1 参照）を用いて固定する。

20

その後、図 4（b）に示すように、スペーシング 3 1 f ~ h を持ち上げて（リフトアップし）、最も排気口 6 側のスペーシング 3 1 h とねじ溝スペーサ 3 との間に隙間を作る。

そして、スペーシング 3 1 h とねじ溝スペーサ 3 との隙間を介して、円周 2 分割された、即ち、半割形状の固定翼 3 0 を、径方向外側から回転翼 9 間に挿入する。

【 0 0 3 6 】

スペーシング 3 1 h とねじ溝スペーサ 3 との隙間から固定翼 3 0 を挿入した後、図 4（c）に示すように、スペーシング 3 1 h の持ち上げ（リフトアップ）を解除して、即ち、スペーシング 3 1 h を降ろして、ねじ溝スペーサ 3 とスペーシング 3 1 h とで挿入された固定翼 3 0 を挟持し固定する。

30

続いて、スペーシング 3 1 h とスペーシング 3 1 g との隙間を介して、半割形状の固定翼 3 0 を径方向外側から回転翼 9 間に挿入し、スペーシング 3 1 g とスペーシング 3 1 h とで挿入された固定翼 3 0 を挟持し固定する。

同様にして、スペーシング 3 1 g とスペーシング 3 1 f との隙間を介して回転翼 9 間に固定翼 3 0 を挿入する。

なお、固定翼 3 0 を挿入するための隙間を形成する際には、専用治具を用いてスペーシング 3 1 f ~ h を持ち上げることが望ましい。

【 0 0 3 7 】

また、本実施の形態に係るターボ分子ポンプ 1 においては、固定翼 3 0 の挿入を可能にするために、図 4（b）に示す、ねじ溝スペーサ 3 とスペーシング 3 1 h との隙間 d 1 や、図 4（c）に示すスペーシング 3 1 h とスペーシング 3 1 g との隙間 d 2 は、挿入される固定翼 3 0 の高さ（厚み）h よりも大きい値となるように構成されている。

40

なお、図示されていないが、スペーシング 3 1 g とスペーシング 3 1 f との隙間も、挿入される固定翼 3 0 の高さ（厚み）h よりも大きい値となるように構成されている。

【 0 0 3 8 】

スペーシング 3 1 h とねじ溝スペーサ 3 との隙間、およびスペーシング 3 1 f ~ h 間に形成される隙間は、スペーシング 3 1 f ~ h を持ち上げる（リフトアップ）することにより形成される可動（可変）隙間である。しかしながら、これらの隙間の可変範囲は、スペーシング 3 1 f ~ h の可動範囲によって制限される。

吸気口 4 側から 5 段目までの回転翼 9 の外径は、スペーシング 3 1 f の内径よりも大

50

きく形成されている。そのため、吸気口 4 側から 5 段目の回転翼 9 とスペーサリング 3 1 f は、物理的に干渉（接触）し、スペーサリング 3 1 f の可動範囲は、この部位で制限される。

【 0 0 3 9 】

このように、スペーサリング 3 1 f ~ h の可動範囲は、回転翼 9 や隣接するスペーサリング 3 1 f ~ h、挿入された固定翼 3 0 などとの物理的に干渉（接触）する部位において制限される。

本実施の形態に係るターボ分子ポンプ 1 においては、このように制限されるスペーサリング 3 1 f ~ h の可動範囲を考慮した上で、固定翼 3 0 を挿入する隙間、即ち、スペーサリング 3 1 h とねじ溝スペーサ 3 との隙間およびスペーサリング 3 1 f ~ h 間の隙間が挿入される固定翼 3 0 の高さ（厚み）h よりも大きくなるように設定（設計）されている。

10

【 0 0 4 0 】

スペーサリング 3 1 h とねじ溝スペーサ 3 との隙間、およびスペーサリング 3 1 f ~ h 間の隙間の調整（調節）は、例えば、回転翼 9 を形成する間隔、固定翼 3 0 の高さ（厚み）h、図 2 に示すスペーサリング 3 1 f ~ h における突起部 3 4、スペーサリング 3 1 f ~ h の高さ（厚み）や形状などを調整することにより行うことができる。

具体的には、例えば、図 4（c）中の拡大図に示すスペーサリング 3 1 f のように、上部面（吸気口 4 側面）の内周縁部に段差 β を設け、回転翼 9 と干渉（接触）するまでの距離を確保する（稼ぐ）ようにする。なお、この段差 β は、調整構造として機能する。

【 0 0 4 1 】

20

また、本実施の形態に係るターボ分子ポンプ 1 におけるスペーサリング 3 1 は、図 5（a）に示すように、断面方形のリング状の本体部 3 1 1、本体部 3 1 1 の排気口 6 側の端面から外周部へ張り出した段部 3 1 2、段部 3 1 2 から排気口 6 側へ突出した突出部 3 1 3 から構成されている。

そして、隣接するスペーサリング 3 1 の突出部 3 1 3 と、本体部 3 1 1 の外周壁とは、勘合することによりスペーサリング 3 1 を保持する保持構造を構成している。

さらに、本体部 3 1 1 の吸気口 4 側の端面から段部 3 1 2 の吸気口 4 側の端面までの長さ（ γ ）と固定翼 3 0 の厚み（h）を合わせた長さは、突出部 3 1 3 の長さ（ ε ）より長くなるように構成されている。

【 0 0 4 2 】

30

このように、スペーサリング 3 1 の保持構造を構成することにより、固定翼 3 0 を挿入した際に、図 5（b）に示すように、隣接するスペーサリング 3 1 の突出部 3 1 3 間に隙間 δ が形成される。

そして、固定翼 3 0 を挿入しない状態において、図 5（b）に示すように、固定翼 3 0 を挿入するための隙間 L を適切に形成することができる。

なお、従来品のスペーサリング 3 1' の保持構造は、図 5（c）に示すように、固定翼 3 0' を挿入した際に、隣接するスペーサリング 3 1' の突出部 3 1 3' 間に隙間が形成されないため、スペーサリング 3 1' を持ち上げて、固定翼 3 0' を挿入する隙間を形成することができなかった。

【 0 0 4 3 】

40

上述したようにスペーサリング 3 1 h とねじ溝スペーサ 3 との隙間、およびスペーサリング 3 1 f ~ h の隙間を介して固定翼 3 0 を挿入した後、スペーサリング 3 1 f の上側面（吸気口 4 側面）に径方向外側から固定翼 3 0 を回転翼 9 間に挿入する。そして、スペーサリング 3 1 e を吸気口 4 側から嵌め込み固定翼 3 0 を固定する。

つまり、グループ B のスペーサリング 3 1 f ~ h 間に固定翼 3 0 を配設した後、さらに固定翼 3 0 を径方向外側から挿入し、グループ A のスペーサリング 3 1 a ~ e を吸気口 4 側から回転翼 9 の外径に沿って嵌め込みながら排気口 6 側から順番に積み上げる。

なお、グループ A のスペーサリング 3 1 a ~ e の積み上げ（嵌め込み）方法は、従来の手法と同様である。

【 0 0 4 4 】

50

全ての固定翼 3 0 およびスペーサリング 3 1 a ~ h を組み付けた後、スペーサリング 3 1 a ~ h を覆うようにケーシング 2 を配置し、ケーシング 2 をねじ溝スペーサ 3 に固定する。ケーシング 2 の固定は、例えば、図 3 に示すような、ボルト 3 3 等の締結部材を用いて行う。

ケーシング 2 をねじ溝スペーサ 3 に固定することにより、スペーサリング 3 1 a ~ h が固定され、固定翼 3 0 が回転翼 9 間における適切な位置に固設される。

【 0 0 4 5 】

上述したように、本実施の形態では、スペーサリング 3 1 a ~ h のうち、回転翼 9 と干渉（接触）するために吸気口 4 側から嵌め込むことができないものを、回転部（回転体）を固定部（ベース 2 4）へ固設する前に積み重ねた状態でねじ溝スペーサ 3 上に配設する。

10

つまり、回転翼 9 と干渉（接触）するために吸気口 4 側から嵌め込むことができないスペーサリング 3 1 f ~ h は、予め、ねじ溝スペーサ 3 上、即ち、スペーサリング 3 1 h が配設される固定部材（固定側）に配設される。

本実施の形態に係るターボ分子ポンプ 1 は、スペーサリング 3 1 f ~ h を回転翼 9 に嵌め込んで積み重ねるのではなく、積み重ねられたスペーサリング 3 1 f ~ h に回転翼 9（ロータ本体 8）を嵌め込むようにして組み立てる構造を有している。

【 0 0 4 6 】

本実施の形態に係るターボ分子ポンプ 1 は、このような構造を有することにより、排気口 6 側の回転翼 9 の外径が吸気口 4 側の回転翼 9 の外径よりも小さくなる構造を有するが、半割形状でない（即ち、一体形状の）スペーサリング 3 1 a ~ h を容易に組み付けることができる。

20

本実施の形態によれば、排気口 6 側の回転翼 9 の外径が吸気口 4 側の回転翼 9 の外径よりも小さくなる構造を有するターボ分子ポンプ 1 であっても、周方向に 2 分割されたスペーサリングを使用することなく、固定翼 3 0 を組み付ける（積み上げる）ことができる。

つまり、排気口 6 側の回転翼 9 の外径が吸気口 4 側の回転翼 9 の外径よりも小さくなる構造を有するターボ分子ポンプ 1 であっても、従来通り下から順に取り付けることができるため、製造時における組み立て性を低下させることがない。

【 0 0 4 7 】

また、周方向に連続した一体形状のスペーサリング 3 1 a ~ h を用いることにより、半割形状のスペーサリングを用いたターボ分子ポンプと比較して、強度を向上させることができる。特に、異常時の破壊トルクに対する強度を向上させることができる。

30

さらに、周方向に連続した一体形状のスペーサリング 3 1 a ~ h は、半割形状のスペーサリングで懸念されるような、加工時（切断時）における切断面の変形や外形状の歪み、接合部（合わせ部）のズレなどの不具合を生じるおそれがない。

本実施の形態によれば、排気口 6 側の回転翼 9 の外径が吸気口 4 側の回転翼 9 の外径よりも小さくなる構造を採用することにより、シャフト 7 の高速回転時における下流側（排気口 6 側）の回転翼 9 に作用する遠心応力を低減させることができ、ターボ分子ポンプ 1 の耐久性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

40

【 0 0 4 8 】

【図 1】本実施の形態に係るターボ分子ポンプの概略構成を示した図である。

【図 2】スペーサリングの構成の一例を示した図である。

【図 3】本実施の形態に係るターボ分子ポンプにおける固定翼の周辺部の詳細を示した図である。

【図 4】本実施の形態に係るターボ分子ポンプにおける固定翼およびスペーサリングの組み付け方法の説明図である。

【図 5】（ a ）は本実施の形態に係るスペーサリングの構造を示した図であり、（ b ）は本実施の形態に係るスペーサリングの組み立て構造を示した図であり、（ c ）は従来品のスペーサリングの組み立て構造を示した図である。

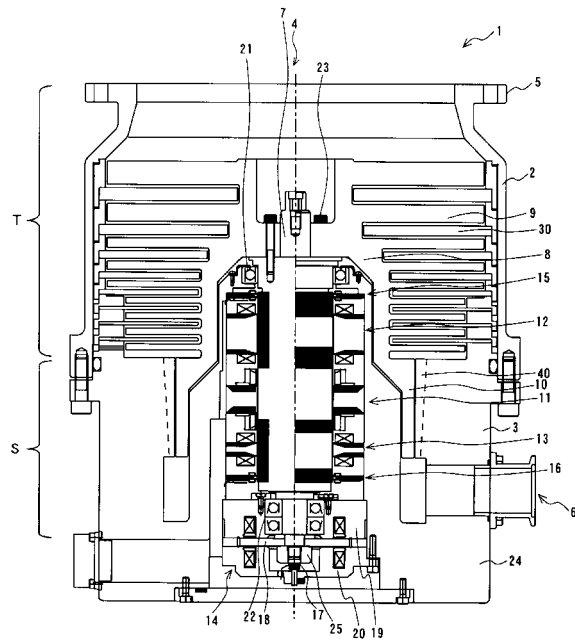
50

【符号の説明】

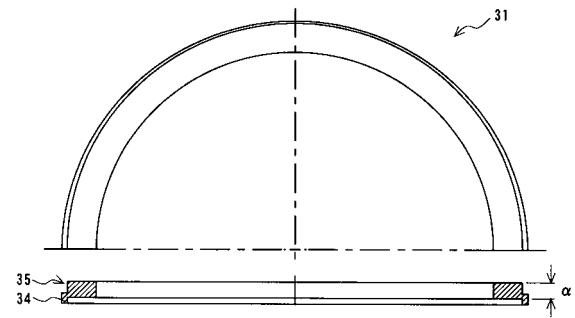
【 0 0 4 9 】

1	ターボ分子ポンプ	
2	ケーシング	
3	ねじ溝スペーサ	
4	吸気口	
5	フランジ部	
6	排気口	
7	シャフト	
8	ロータ本体	10
9	回転翼	
10	円筒部材	
11	モータ部	
12	磁気軸受部	
13	磁気軸受部	
14	磁気軸受部	
15	変位センサ	
16	変位センサ	
17	変位センサ	
18	金属ディスク	20
19	電磁石	
20	電磁石	
21	保護用ベアリング	
22	保護用ベアリング	
23	ボルト	
24	ベース	
25	ナット	
30	固定翼	
31	スペーサリング	
33	ボルト	30
34	突起部	
35	段部	
40	ねじ溝部	
311	本体部	
312	段部	
313	突出部	

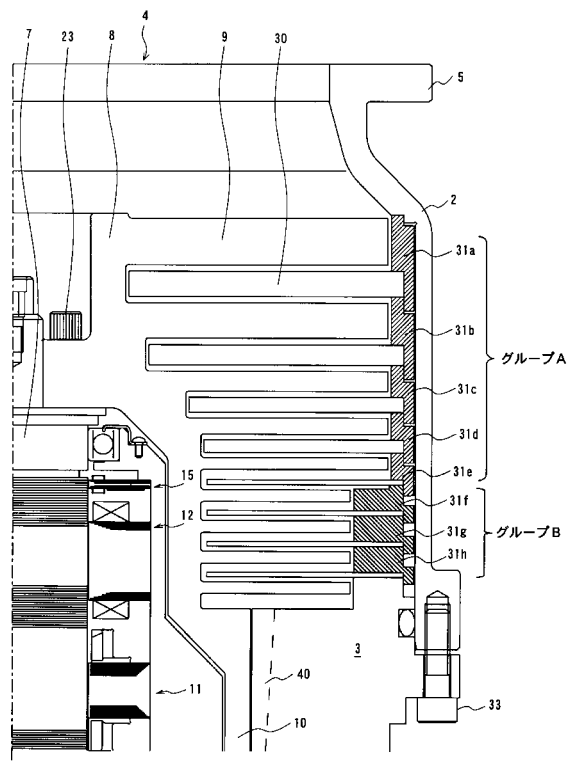
【図 1】



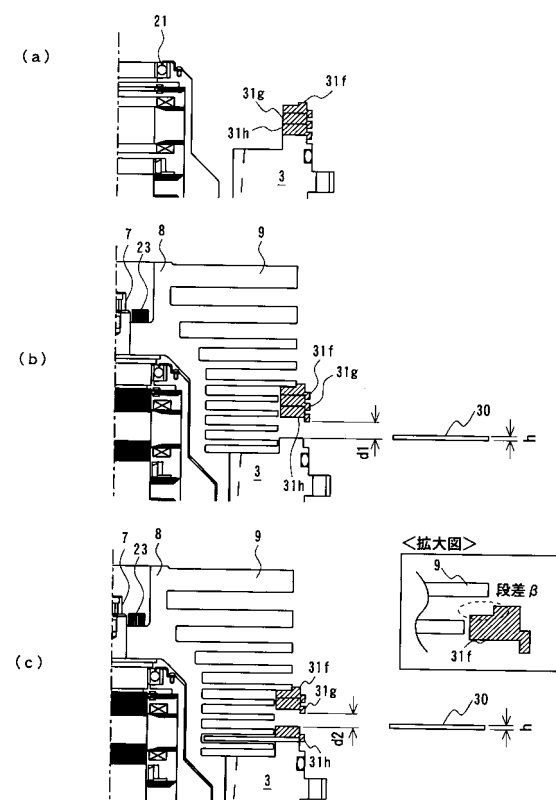
【図 2】



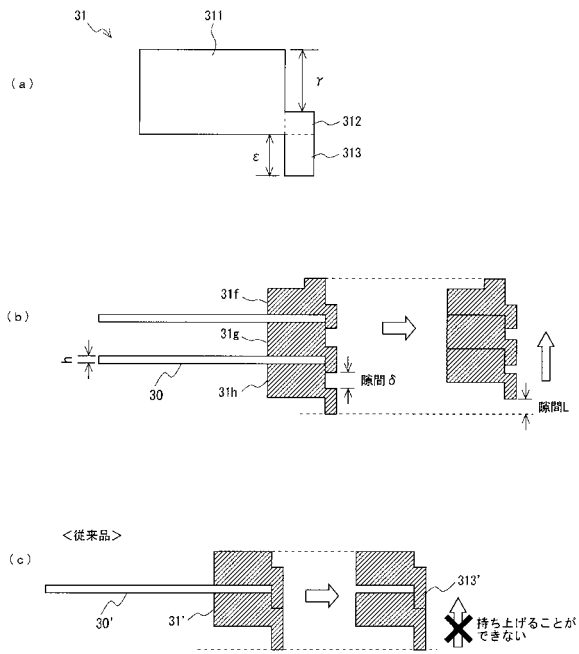
【図 3】



【図 4】



【図5】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平 1 0 - 2 4 6 1 9 7 (J P , A)
実開昭 6 3 - 0 3 4 3 9 3 (J P , U)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
F 0 4 D 1 9 / 0 4