

明 細 書

発明の名称：

真空ポンプ、回転体、カバー部および回転体の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、真空ポンプ、回転体、カバー部および回転体の製造方法に関する。

詳しくは、回転体のシャフトの頂部を回転体に固定されるカバー部により覆うことにより、回転体のバランス修正を行いつつ、排気ガスに対する耐腐食性を有する真空ポンプ、回転体、カバー部および回転体の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 真空ポンプは、回転軸（シャフト）に固定された回転翼と固定翼とを備え、回転軸を高速回転させ、高速回転している回転翼と固定翼との相互作用により、高真空が要求されるプロセスチャンバ内の空気の真空排気を行う。排気されるガスには、例えば塩素や硫化フッ素系の腐食性のガスも存在し、これら腐食性ガスと、例えばシャフトが接触するとシャフト表面から発塵が生じる恐れがあった。

例えば、回転翼と回転軸（シャフト）の締結構造として、シャフト（ロータ軸）の頂部が回転翼ならびにバランスを取るための座金から突出するような構造がある。

これに対して、特許文献1に記載されているように、ロータ8（回転翼）の内外周面に無電解メッキにより腐食防止皮膜を形成したり、耐腐食性の接着剤または塗料を塗布することにより、腐食を防止していた。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2003-148389号

[0004] 特許文献1には、ターボ分子ポンプの回転体に、耐腐食処理を行うことで

腐食性のガスから守りつつ、長期間に亘り回転体のバランス取りを行うことができる真空ポンプが開示されている。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、真空ポンプにおいて、シャフトの頂部は、吸気口から取り入れた腐食性ガスと最初に接触する箇所であり、最も腐食性ガスの影響を受け易く、何らかの対策が必要であった。特に、このシャフトの頂部が腐食性ガスに接触することで発塵すると、吸気口からプロセスチャンバへ逆流して製品（ウエハ）の品質に悪影響を与える恐れがあった。

一方、回転軸の頂部に耐腐食処理を施すと、シャフトとシャフトに固定された回転翼とからなる回転体のバランスに不可避免的に影響を与えてしまうことになる。

[0006] 本発明は、シャフトの頂部と腐食性ガスの接触を回避することで、シャフトからの発塵を防止し、かつ回転体のバランス修正機能を備えた真空ポンプ、回転体、カバー部および回転体の製造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

[0007] 請求項 1 記載の本願発明では、回転可能に支持された回転軸と、前記回転軸の頂部を貫通させる貫通孔を有し、該貫通孔を前記頂部に貫通させて固定される回転翼と、を備えた回転体と、前記回転軸の頂部と前記貫通孔を覆うように、前記回転体に固定されるカバー部とを備えた真空ポンプであって、前記カバー部は、前記回転体のアンバランスを修正するためのバランス修正機能を備え、かつ、排気ガスに対する耐腐食性を有することを特徴とする真空ポンプを提供する。

請求項 2 記載の本願発明では、前記カバー部の排気ガスに対する耐腐食性は、耐腐食性の表面処理を施してあることにより達成す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 記載の本願発明では、前記カバー部は、前記回転体を固定または支持するための工具と嵌合する部分を備えることを特徴とする請求項 1 また

は請求項 2 に記載の真空ポンプを提供する。

請求項 4 記載の本願発明では、前記バランス修正機能は、前記カバー部に設けられた凹部に配置されたバランス修正錘により行われ、該バランス修正錘は排気ガスに対する耐腐食性を有することを特徴とする請求項 1、請求項 2 または請求項 3 に記載の真空ポンプを提供する。

請求項 5 記載の本願発明では、前記バランス修正錘は、排気ガスに対する耐腐食性の表面処理を施してあることを特徴とする請求項 4 に記載の真空ポンプを提供する。

請求項 6 記載の本願発明では、回転可能に支持された回転軸と、前記回転軸の頂部を貫通させる貫通孔を有し、該貫通孔を前記頂部に貫通させて固定される回転翼と、を備えた回転体であって、前記回転軸の頂部と前記貫通孔を覆うように、前記回転体に固定されるカバー部をさらに備え、前記カバー部は、前記回転体のアンバランスを修正するためのバランス修正機能を備え、かつ、排気ガスに対する耐腐食性を有することを特徴とする回転体を提供する。

請求項 7 記載の本願発明では、回転可能に支持された回転軸と、前記回転軸の頂部を貫通させる貫通孔を有し、該貫通孔を前記頂部に貫通させて固定される回転翼と、を備えた回転体の前記回転軸の頂部と前記貫通孔を覆うように、前記回転体に固定されるカバー部であって、前記回転体のアンバランスを修正するためのバランス修正機能を備え、かつ、排気ガスに対する耐腐食性を有することを特徴とするカバー部を提供する。

請求項 8 記載の本願発明では、回転可能に支持された回転軸と、前記回転軸の頂部を貫通させる貫通孔を有し、該貫通孔を前記頂部に貫通させて固定される回転翼と、を備えた回転体の製造方法であって、排気ガスに対する耐腐食性を有するカバー部を前記回転軸の頂部と前記貫通孔を覆うように、前記回転体に固定し、前記カバー部を固定した状態で前記回転体のアンバランスを修正することを特徴とする回転体の製造方法を提供する。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、カバー部でシャフトの頂部と、回転翼に設けられた該シャフトを貫通させる貫通孔を覆うことで、腐食性ガスとシャフト、特にシャフトの頂部との接触を防止し、かつ、カバー部に備えたバランス修正機能により、回転体のバランスを修正することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本発明の実施形態に係るターボ分子ポンプの概略構成例を示した図である。

[図2]本発明の実施形態で用いるアンプ回路の回路図を示した図である。

[図3]本発明の実施形態における電流指令値が検出値より小さい場合の制御を示すタイムチャートである。

[図4]本発明の実施形態における電流指令値が検出値より大きい場合の制御を示すタイムチャートである。

[図5]本発明の実施形態に係る真空ポンプのカバー部を含む概略構成例を示した図である。

[図6]本発明の実施形態に係る回転体の概略構成例を示した図である。

[図7]本発明の実施形態に係るカバー部の概略構成例を示した図である。

[図8]図7に示したカバー部の斜視図である。

[図9]本実施形態における回転体組付工程（アーマチャディスク固定前）を説明するための図である。

[図10]本実施形態における回転体組付工程（アーマチャディスク固定後）を説明するための図である。

[図11]本実施形態における回転体組付工程（シャフト締結）を説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0010] (i) 実施形態の概要

本発明の実施形態に係る真空ポンプでは、回転軸と、この回転軸の頂部を貫通させる貫通孔を有し、該貫通孔を頂部に貫通させて固定される回転翼と、を備えた回転体と、回転軸の頂部と貫通孔を覆うように、回転体に固定さ

れるカバー部とを備えており、カバー部は、回転体のアンバランスを修正するためのバランス修正機能を備え、かつ、排気ガスに対する耐腐食性を有している。

[0011] 本実施形態では、カバー部を設けることで、シャフトの頂部（ロータ軸頂部）と腐食性ガスの接触を回避でき、シャフトからの発塵を防止することができる。また、カバー部が回転体のバランス修正機能を備えているため、カバー部をシャフトの頂部に設けても回転体のアンバランスを修正することができる。

[0012] (i i) 実施形態の詳細

以下、本発明の好適な実施形態について、図1から図11を参照して詳細に説明する。

なお、本実施形態の特徴部分であるカバー部500については、図5から図8で詳細に説明する。

[0013] このターボ分子ポンプ（真空ポンプ）100の縦断面図を図1に示す。図1において、ターボ分子ポンプ100は、円筒状の外筒127の上端に吸気口101が形成されている。そして、外筒127の内方には、ガスを吸引排気するためのタービンブレードである複数の回転翼102（102a、102b、102c・・・）を周部に放射状かつ多段に形成した回転体103が備えられている。この回転体103の中心にはロータ軸113が取り付けられており、このロータ軸113は、例えば5軸制御の磁気軸受により空中に浮上支持かつ位置制御されている。回転体103は、一般的に、アルミニウム又はアルミニウム合金などの金属によって構成されている。

[0014] 上側径方向電磁石104は、4個の電磁石がX軸とY軸とに対をなして配置されている。この上側径方向電磁石104に近接して、かつ上側径方向電磁石104のそれぞれに対応して4個の上側径方向センサ107が備えられている。上側径方向センサ107は、例えば伝導巻線を有するインダクタンスセンサや渦電流センサなどが用いられ、ロータ軸113の位置に応じて変化するこの伝導巻線のインダクタンスの変化に基づいてロータ軸113の位

置を検出する。この上側径方向センサ１０７はロータ軸１１３、すなわちそれに固定された回転体１０３の径方向変位を検出し、制御装置２００に送るように構成されている。

[0015] この制御装置２００においては、例えばＰＩＤ調節機能を有する補償回路が、上側径方向センサ１０７によって検出された位置信号に基づいて、上側径方向電磁石１０４の励磁制御指令信号を生成し、図２に示すアンプ回路１５０（後述する）が、この励磁制御指令信号に基づいて、上側径方向電磁石１０４を励磁制御することで、ロータ軸１１３の上側の径方向位置が調整される。

[0016] そして、このロータ軸１１３は、高透磁率材（鉄、ステンレスなど）などにより形成され、上側径方向電磁石１０４の磁力により吸引されるようになっている。かかる調整は、Ｘ軸方向とＹ軸方向とにそれぞれ独立して行われる。また、下側径方向電磁石１０５及び下側径方向センサ１０８が、上側径方向電磁石１０４及び上側径方向センサ１０７と同様に配置され、ロータ軸１１３の下側の径方向位置を上側の径方向位置と同様に調整している。

[0017] さらに、軸方向電磁石１０６Ａ、１０６Ｂが、ロータ軸１１３の下部に備えた円板状の金属ディスク１１１を上下に挟んで配置されている。金属ディスク１１１は、鉄などの高透磁率材で構成されている。ロータ軸１１３の軸方向変位を検出するために軸方向センサ１０９が備えられ、その軸方向位置信号が制御装置２００に送られるように構成されている。

[0018] そして、制御装置２００において、例えばＰＩＤ調節機能を有する補償回路が、軸方向センサ１０９によって検出された軸方向位置信号に基づいて、軸方向電磁石１０６Ａと軸方向電磁石１０６Ｂのそれぞれの励磁制御指令信号を生成し、アンプ回路１５０が、これらの励磁制御指令信号に基づいて、軸方向電磁石１０６Ａと軸方向電磁石１０６Ｂをそれぞれ励磁制御することで、軸方向電磁石１０６Ａが磁力により金属ディスク１１１を上方に吸引し、軸方向電磁石１０６Ｂが金属ディスク１１１を下方に吸引し、ロータ軸１１３の軸方向位置が調整される。

- [0019] このように、制御装置200は、この軸方向電磁石106A、106Bが金属ディスク111に及ぼす磁力を適当に調節し、ロータ軸113を軸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。なお、これら上側径方向電磁石104、下側径方向電磁石105及び軸方向電磁石106A、106Bを励磁制御するアンプ回路150については、後述する。
- [0020] 一方、モータ121は、ロータ軸113を取り囲むように周状に配置された複数の磁極を備えている。各磁極は、ロータ軸113との間に作用する電磁力を介してロータ軸113を回転駆動するように、制御装置200によって制御されている。また、モータ121には図示しない例えばホール素子、レゾルバ、エンコーダなどの回転速度センサが組み込まれており、この回転速度センサの検出信号によりロータ軸113の回転速度が検出されるようになっている。
- [0021] さらに、例えば下側径方向センサ108近傍に、図示しない位相センサが取り付けられてあり、ロータ軸113の回転の位相を検出するようになっている。制御装置200では、この位相センサと回転速度センサの検出信号を共に用いて磁極の位置を検出するようになっている。
- [0022] 回転翼102（102a、102b、102c・・・）とわずかの空隙を隔てて複数枚の固定翼123（123a、123b、123c・・・）が配設されている。回転翼102（102a、102b、102c・・・）は、それぞれ排気ガスの分子を衝突により下方向に移送するため、ロータ軸113の軸線に垂直な平面から所定の角度だけ傾斜して形成されている。固定翼123（123a、123b、123c・・・）は、例えばアルミニウム、鉄、ステンレス、銅などの金属、又はこれらの金属を成分として含む合金などの金属によって構成されている。
- [0023] また、固定翼123も、同様にロータ軸113の軸線に垂直な平面から所定の角度だけ傾斜して形成され、かつ外筒127の内方に向けて回転翼102の段と互い違いに配設されている。そして、固定翼123の外周端は、複数の段積みされた固定翼スペーサ125（125a、125b、125c・

・ ・) の間に嵌挿された状態で支持されている。

[0024] 固定翼スペーサ 1 2 5 はリング状の部材であり、例えばアルミニウム、鉄、ステンレス、銅などの金属、又はこれらの金属を成分として含む合金などの金属によって構成されている。固定翼スペーサ 1 2 5 の外周には、わずかの空隙を隔てて外筒 1 2 7 が固定されている。外筒 1 2 7 の底部にはベース部 1 2 9 が配設されている。ベース部 1 2 9 には排気口 1 3 3 が形成され、外部に連通されている。チャンバ（真空チャンバ）側から吸気口 1 0 1 に入ってベース部 1 2 9 に移送されてきた排気ガスは、排気口 1 3 3 へと送られる。

[0025] さらに、ターボ分子ポンプ 1 0 0 の用途によって、固定翼スペーサ 1 2 5 の下部とベース部 1 2 9 の間には、ネジ付スペーサ 1 3 1 が配設される。ネジ付スペーサ 1 3 1 は、アルミニウム、銅、ステンレス、鉄、又はこれらの金属を成分とする合金などの金属によって構成された円筒状の部材であり、その内周面に螺旋状のネジ溝 1 3 1 a が複数条刻設されている。ネジ溝 1 3 1 a の螺旋の方向は、回転体 1 0 3 の回転方向に排気ガスの分子が移動したときに、この分子が排気口 1 3 3 の方へ移送される方向である。回転体 1 0 3 の回転翼 1 0 2 (1 0 2 a、1 0 2 b、1 0 2 c ・ ・ ・) に続く最下部には円筒部 1 0 2 d が垂下されている。この円筒部 1 0 2 d の外周面は、円筒状で、かつネジ付スペーサ 1 3 1 の内周面に向かって張り出されており、このネジ付スペーサ 1 3 1 の内周面と所定の隙間を隔てて近接されている。回転翼 1 0 2 および固定翼 1 2 3 によってネジ溝 1 3 1 a に移送されてきた排気ガスは、ネジ溝 1 3 1 a に案内されつつベース部 1 2 9 へと送られる。

[0026] ベース部 1 2 9 は、ターボ分子ポンプ 1 0 0 の基底部を構成する円盤状の部材であり、一般には鉄、アルミニウム、ステンレスなどの金属によって構成されている。ベース部 1 2 9 はターボ分子ポンプ 1 0 0 を物理的に保持すると共に、熱の伝導路の機能も兼ね備えているので、鉄、アルミニウムや銅などの剛性があり、熱伝導率も高い金属が使用されるのが望ましい。

[0027] かかる構成において、回転翼 1 0 2 がロータ軸 1 1 3 と共にモータ 1 2 1

により回転駆動されると、回転翼102と固定翼123の作用により、吸気口101を通じてチャンバから排気ガスが吸気される。回転翼102の回転速度は通常20000rpm~90000rpmであり、回転翼102の先端での周速度は200m/s~400m/sに達する。吸気口101から吸気された排気ガスは、回転翼102と固定翼123の間を通り、ベース部129へ移送される。このとき、排気ガスが回転翼102に接触する際に生ずる摩擦熱や、モータ121で発生した熱の伝導などにより、回転翼102の温度は上昇するが、この熱は、輻射又は排気ガスの気体分子などによる伝導により固定翼123側に伝達される。

[0028] 固定翼スペーサ125は、外周部で互いに接合しており、固定翼123が回転翼102から受け取った熱や排気ガスが固定翼123に接触する際に生ずる摩擦熱などを外部へと伝達する。

[0029] なお、上記では、ネジ付スペーサ131は回転体103の円筒部102dの外周に配設し、ネジ付スペーサ131の内周面にネジ溝131aが刻設されているとして説明した。しかしながら、これとは逆に円筒部102dの外周面にネジ溝が刻設され、その周囲に円筒状の内周面を有するスペーサが配置される場合もある。

[0030] また、ターボ分子ポンプ100の用途によっては、吸気口101から吸引されたガスが上側径方向電磁石104、上側径方向センサ107、モータ121、下側径方向電磁石105、下側径方向センサ108、軸方向電磁石106A、106B、軸方向センサ109などで構成される電装部に侵入することのないよう、電装部は周囲をステータコラム122で覆われ、このステータコラム122内はパージガスにて所定圧に保たれる場合もある。

[0031] この場合には、ベース部129には図示しない配管が配設され、この配管を通じてパージガスが導入される。導入されたパージガスは、保護ベアリング120とロータ軸113間、モータ121のロータとステータ間、ステータコラム122と回転翼102の内周側円筒部の間の隙間を通じて排気口133へ送出される。

[0032] ここに、ターボ分子ポンプ100は、機種の特定制と、個々に調整された固有のパラメータ（例えば、機種に対応する諸特性）に基づいた制御を要する。この制御パラメータを格納するために、上記ターボ分子ポンプ100は、その本体内に電子回路部141を備えている。電子回路部141は、EEPROM等の半導体メモリ及びそのアクセスのための半導体素子等の電子部品、それらの実装用の基板143等から構成される。この電子回路部141は、ターボ分子ポンプ100の下部を構成するベース部129の例えば中央付近の図示しない回転速度センサの下部に収容され、気密性の底蓋145によって閉じられている。

[0033] ところで、半導体の製造工程では、チャンバに導入されるプロセスガスの中には、その圧力が所定値よりも高くなり、或いは、その温度が所定値よりも低くなると、固体となる性質を有するものがある。ターボ分子ポンプ100内部では、排気ガスの圧力は、吸気口101で最も低く排気口133で最も高い。プロセスガスが吸気口101から排気口133へ移送される途中で、その圧力が所定値よりも高くなったり、その温度が所定値よりも低くなったりすると、プロセスガスは、固体状となり、ターボ分子ポンプ100内部に付着して堆積する。

[0034] 例えば、AIEッチング装置にプロセスガスとして SiCl_4 が使用された場合、低真空（ $760 [\text{torr}] \sim 10^{-2} [\text{torr}]$ ）かつ、低温（約 $20 [^\circ\text{C}]$ ）のとき、固体生成物（例えば AlCl_3 ）が析出し、ターボ分子ポンプ100内部に付着堆積することが蒸気圧曲線からわかる。これにより、ターボ分子ポンプ100内部にプロセスガスの析出物が堆積すると、この堆積物がポンプ流路を狭め、ターボ分子ポンプ100の性能を低下させる原因となる。そして、前述した生成物は、排気口133付近やネジ付スペーサ131付近の圧力が高い部分で凝固、付着し易い状況にあった。

[0035] そのため、この問題を解決するために、従来はベース部129等の外周に図示しないヒータや環状の水冷管149を巻着させ、かつ例えばベース部129に図示しない温度センサ（例えばサーミスタ）を埋め込み、この温度セ

ンサの信号に基づいてベース部129の温度を一定の高い温度（設定温度）に保つようにヒータの加熱や水冷管149による冷却の制御（以下TMSという。TMS ; Temperature Management System）が行われている。

[0036] 次に、このように構成されるターボ分子ポンプ100に関して、その上側径方向電磁石104、下側径方向電磁石105及び軸方向電磁石106A、106Bを励磁制御するアンプ回路150について説明する。このアンプ回路150の回路図を図2に示す。

[0037] 図2において、上側径方向電磁石104等を構成する電磁石巻線151は、その一端がトランジスタ161を介して電源171の正極171aに接続されており、また、その他端が電流検出回路181及びトランジスタ162を介して電源171の負極171bに接続されている。そして、トランジスタ161、162は、いわゆるパワーMOSFETとなっており、そのソースドレイン間にダイオードが接続された構造を有している。

[0038] このとき、トランジスタ161は、そのダイオードのカソード端子161aが正極171aに接続されるとともに、アノード端子161bが電磁石巻線151の一端と接続されるようになっている。また、トランジスタ162は、そのダイオードのカソード端子162aが電流検出回路181に接続されるとともに、アノード端子162bが負極171bと接続されるようになっている。

[0039] 一方、電流回生用のダイオード165は、そのカソード端子165aが電磁石巻線151の一端に接続されるとともに、そのアノード端子165bが負極171bに接続されるようになっている。また、これと同様に、電流回生用のダイオード166は、そのカソード端子166aが正極171aに接続されるとともに、そのアノード端子166bが電流検出回路181を介して電磁石巻線151の他端に接続されるようになっている。そして、電流検出回路181は、例えばホールセンサ式電流センサや電気抵抗素子で構成されている。

- [0040] 以上のように構成されるアンプ回路150は、一つの電磁石に対応されるものである。そのため、磁気軸受が5軸制御で、電磁石104、105、106A、106Bが合計10個ある場合には、電磁石のそれぞれについて同様のアンプ回路150が構成され、電源171に対して10個のアンプ回路150が並列に接続されるようになっている。
- [0041] さらに、アンプ制御回路191は、例えば、制御装置200の図示しないデジタル・シグナル・プロセッサ部（以下、DSP部という）によって構成され、このアンプ制御回路191は、トランジスタ161、162のon/offを切り替えるようになっている。
- [0042] アンプ制御回路191は、電流検出回路181が検出した電流値（この電流値を反映した信号を電流検出信号191cという）と所定の電流指令値とを比較するようになっている。そして、この比較結果に基づき、PWM制御による1周期である制御サイクル T_s 内に発生させるパルス幅の大きさ（パルス幅時間 T_{p1} 、 T_{p2} ）を決めるようになっている。その結果、このパルス幅を有するゲート駆動信号191a、191bを、アンプ制御回路191からトランジスタ161、162のゲート端子に出力するようになっている。
- [0043] なお、回転体103の回転速度の加速運転中に共振点を通過する際や定速運転中に外乱が発生した際等に、高速かつ強い力での回転体103の位置制御をする必要がある。そのため、電磁石巻線151に流れる電流の急激な増加（あるいは減少）ができるように、電源171としては、例えば50V程度の高電圧が使用されるようになっている。また、電源171の正極171aと負極171bとの間には、電源171の安定化のために、通常コンデンサが接続されている（図示略）。
- [0044] かかる構成において、トランジスタ161、162の両方をonにすると、電磁石巻線151に流れる電流（以下、電磁石電流 i_L という）が増加し、両方をoffにすると、電磁石電流 i_L が減少する。
- [0045] また、トランジスタ161、162の一方をonにし他方をoffにする

と、いわゆるフライホイール電流が保持される。そして、このようにアンプ回路150にフライホイール電流を流すことで、アンプ回路150におけるヒステリシス損を減少させ、回路全体としての消費電力を低く抑えることができる。また、このようにトランジスタ161、162を制御することにより、ターボ分子ポンプ100に生じる高調波等の高周波ノイズを低減することができる。さらに、このフライホイール電流を電流検出回路181で測定することで電磁石巻線151を流れる電磁石電流 i_L が検出可能となる。

[0046] すなわち、検出した電流値が電流指令値より小さい場合には、図3に示すように制御サイクル T_s （例えば $100\mu s$ ）中で1回だけ、パルス幅時間 T_{p1} に相当する時間分だけトランジスタ161、162の両方をonにする。そのため、この期間中の電磁石電流 i_L は、正極171aから負極171bへ、トランジスタ161、162を介して流し得る電流値 i_{Lmax} （図示せず）に向かって増加する。

[0047] 一方、検出した電流値が電流指令値より大きい場合には、図4に示すように制御サイクル T_s 中で1回だけパルス幅時間 T_{p2} に相当する時間分だけトランジスタ161、162の両方をoffにする。そのため、この期間中の電磁石電流 i_L は、負極171bから正極171aへ、ダイオード165、166を介して回生し得る電流値 i_{Lmin} （図示せず）に向かって減少する。

[0048] そして、いずれの場合にも、パルス幅時間 T_{p1} 、 T_{p2} の経過後は、トランジスタ161、162のどちらか1個をonにする。そのため、この期間中は、アンプ回路150にフライホイール電流が保持される。

[0049] 図5は、本実施形態に係る真空ポンプ（ターボ分子ポンプ）のカバー部500を含む概略構成例を示した図である。また、図6は、本実施形態に係る回転体の概略構成例を示した図である。

図5に示すように、カバー部500は、ロータ軸113のロータ軸頂部210に被せるように設置される。このカバー部500を設置することで、ロータ軸頂部210及びこのロータ軸頂部210を貫通させるために回転翼1

02 (102a、102b、102c・・・)に開けられた貫通孔220を完全に覆うことができる。このカバー部500は、締結用ボルト560により回転翼102に固定される。

このカバー部500は、プロセスガスと接触するため、耐腐食性の表面処理を施すことが好ましい。

このカバー部500により、吸気口101から取り入れたプロセスガスとロータ軸頂部210との接触を回避でき、また貫通孔220を通して更に内部にプロセスガスが入り込むことを防止することができる。

[0050] 図7は、本発明の実施形態に係るカバー部500の概略構成例を示した図であり、図8は、図7に示したカバー部500の斜視図である。

カバー部500は、ロータ軸頂部210及び貫通孔220覆うためにシルクハットのような形状をしており、キャップ部510と座金部520とから形成されている。このカバー部500は、バランスを取る機能もあるため、可能な限りロータ軸113と同心であり、かつ真円であることが望ましい。

キャップ部510は、ロータ頂部210を覆うために、ロータ頂部210の形状と係合する形状になっている。

更に、座金部520は、カバー部500と回転翼102とを固定するのみならず、回転翼102とロータ軸113を締結する働きをし、複数（本実施例では8箇所）のボルト用貫通孔530が設けられている。なお、このボルト用貫通孔530は8箇所に限定されるものでなく、例えば、2箇所、4箇所、6箇所など他の個数であってもよい。

このボルト用貫通孔530は、座金部520を貫通しており、カバー部500の設置時に、締結用ボルト560を通してカバー部と回転翼102およびロータ軸113とを固定（締結）する（ロータ軸113側にネジが切っている）。

なお、カバー部500と回転翼102の固定方法として、回転翼102側にネジを切っても良い。

なお、この締結用ボルト560は、プロセスガスと接触するため、耐腐食

の表面処理を行うか、耐腐食性のある素材とすることが望ましい。

[0051] 座金部 520 には、更にバランス錘用ネジ穴 540 が設けられている。図に示す実施形態では、このバランス錘用ネジ穴 540 は、24 箇所設けられているが、この個数は適宜設定することができる。

このバランス錘用ネジ穴 540 には、バランス錘用ネジ 570 を取り付けるため、内部にネジが切ってある。図 7 には、バランス錘用ネジ穴 540 に、バランス錘用ネジ 570 を取り付けたところを示している。

このバランス錘用ネジ穴 540 に、バランスを調整しながら、バランス錘用ネジ 570 を取り付けることで、高速回転する回転体（回転翼 102 及びロータ軸 113）のバランスを修正することができる。

なお、本実施形態では、カバー部 500 を固定した状態でアンバランスを修正することができる。

[0052] このバランス錘用ネジ 570 は、プロセスガスと接触するため、耐腐食性があることが好ましい。例えば、耐腐食の表面処理を施してあることがあげられる。

このように、カバー部 500 は、ロータ軸頂部 210 とプロセスガスの接触を回避し、かつカバー部を取り付けた際の回転体のバランスを修正する機能を備えている。

[0053] カバー部 500 の頂部には、嵌合部 550 が設けられている。この嵌合部 550 は、この回転翼 102 を組み付ける工程で、所定の工具と嵌合する形状になっており、工具によって嵌合することで、カバー部 500 を介して回転翼 102 の支持や固定する役目を果たすことが出来、後述するような回転体組付工程時に一役を発揮する。

[0054] カバー部 500 の材質は、ロータ軸 113（ロータ軸頂部 210）よりも耐腐食性のある素材であることが望ましい。例えば、カバー部 500 の材質として、ステンレスの中でも耐腐食性が高い、SUS316 を用いることができる。

[0055] 次に、本実施形態における回転体組付工程を説明する。

図 9 は、本実施形態における回転体組付工程（アーマチャディスク固定前）、図 10 は、本実施形態における回転体組付工程（アーマチャディスク固定後）、図 11 は、本実施形態における回転体組付工程（シャフト締結）を説明するための図である。

[0056] 図 9 に示すように、アーマチャディスク 310 の固定前に、ワッシャ 300、アーマチャディスク 310 及びナット 320 を順次組み付ける。

ワッシャ 300 は、位置合わせを行うためのものであり、アーマチャディスク 310 からの磁束の回り込みを防ぐ目的もある。

アーマチャディスク 310 は、磁性材よりなり、電磁石によって吸引力を働かせるためのディスクである。

ナット 320 は、アーマチャディスク 310 を締め付けて固定する。

[0057] 続いて、図 10 に示すように、ナット 320 を工具 700 で締め付けてワッシャ 300 及びアーマチャディスク 310 を固定する。このとき、ロータ軸 113 が回転して締め付けができなくなることを防止するため、カバー部 500 を工具 600 で固定する。この工具 600 は、カバー部 500 の頂部に設けた嵌合部 550 と嵌合する形状になっている。

カバー部 500 は、回転翼 102 およびロータ軸 113 と固定（締結）された状態になっているため、カバー部 500 の頂部に設けた嵌合部 550 が工具 600 で固定されることによって、回転翼 102 およびロータ軸 113 が回転することなくナット 320 を容易に締め付けることができる。

[0058] 続いて、工程の順番は前後するが、回転体組付時（シャフト締結時）について説明する。

図 11 に示すように、締結用ボルト 560 を工具 800 を用いて締結する。このときも、ロータ軸 113 が回転して締め付けができなくなることを防止するため、カバー部 500 を工具 600 で固定する。

こうして、カバー部 500 と回転翼 102 およびロータ軸 113 とを容易にかつ確実に締結することができる。

[0059] なお、本発明の実施形態および各変形例は、必要に応じて各々を組み合わせ

せる構成にしてもよい。

[0060] また、本発明は、本発明の精神を逸脱しない限り種々の改変をなすことができる。そして、本発明が当該改変されたものに及ぶことは当然である。

符号の説明

[0061] 1 0 0 ターボ分子ポンプ（真空ポンプ）

1 0 1 吸気口

1 0 2 回転翼

1 0 2 d 円筒部

1 0 3 回転体

1 1 3 ロータ軸

1 2 3 固定翼

1 2 5 固定翼スペーサ

1 2 7 外筒

1 2 9 ベース部

1 3 1 ネジ付スペーサ

1 3 1 a ネジ溝

1 3 3 排気口

2 0 0 制御装置

2 1 0 ロータ軸頂部

2 2 0 貫通孔

3 0 0 ワッシャ

3 1 0 アーマチャディスク

3 2 0 ナット

5 0 0 カバー部

5 1 0 キャップ部

5 2 0 座金部

5 3 0 ボルト用貫通孔

5 4 0 バランス錘用ネジ穴

5 5 0 嵌合部

5 6 0 締結用ボルト

5 7 0 バランス錘用ネジ

6 0 0、7 0 0、8 0 0 工具

請求の範囲

- [請求項1] 回転可能に支持された回転軸と、前記回転軸の頂部を貫通させる貫通孔を有し、該貫通孔を前記頂部に貫通させて固定される回転翼と、を備えた回転体と、
- 前記回転軸の頂部と前記貫通孔を覆うように、前記回転体に固定されるカバー部とを備えた真空ポンプであって、
- 前記カバー部は、前記回転体のアンバランスを修正するためのバランス修正機能を備え、かつ、排気ガスに対する耐腐食性を有することを特徴とする真空ポンプ。
- [請求項2] 前記カバー部の排気ガスに対する耐腐食性は、耐腐食性の表面処理を施してあることにより達成す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] 前記カバー部は、前記回転体を固定または支持するための工具と嵌合する部分を備えることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の真空ポンプ。
- [請求項4] 前記バランス修正機能は、前記カバー部に設けられた凹部に配置されたバランス修正錘により行われ、該バランス修正錘は排気ガスに対する耐腐食性を有することを特徴とする請求項1、請求項2または請求項3に記載の真空ポンプ。
- [請求項5] 前記バランス修正錘は、排気ガスに対する耐腐食性の表面処理を施してあることを特徴とする請求項4に記載の真空ポンプ。
- [請求項6] 回転可能に支持された回転軸と、前記回転軸の頂部を貫通させる貫通孔を有し、該貫通孔を前記頂部に貫通させて固定される回転翼と、を備えた回転体であって、
- 前記回転軸の頂部と前記貫通孔を覆うように、前記回転体に固定されるカバー部をさらに備え、
- 前記カバー部は、前記回転体のアンバランスを修正するためのバランス修正機能を備え、かつ、排気ガスに対する耐腐食性を有すること

を特徴とする回転体。

[請求項7] 回転可能に支持された回転軸と、前記回転軸の頂部を貫通させる貫通孔を有し、該貫通孔を前記頂部に貫通させて固定される回転翼と、
を備えた回転体の前記回転軸の頂部と前記貫通孔を覆うように、前記回転体に固定されるカバー部であって、

前記回転体のアンバランスを修正するためのバランス修正機能を備え、かつ、排気ガスに対する耐腐食性を有することを特徴とするカバー部。

[請求項8] 回転可能に支持された回転軸と、前記回転軸の頂部を貫通させる貫通孔を有し、該貫通孔を前記頂部に貫通させて固定される回転翼と、
を備えた回転体の製造方法であって、

排気ガスに対する耐腐食性を有するカバー部を前記回転軸の頂部と前記貫通孔を覆うように、前記回転体に固定し、前記カバー部を固定した状態で前記回転体のアンバランスを修正することを特徴とする回転体の製造方法。