

明 細 書

発明の名称：真空ポンプ

技術分野

[0001] 本発明は、真空ポンプに関する。

背景技術

[0002] 本技術分野の背景技術として、例えば、特許文献 1 に記載の真空ポンプが知られている。特許文献 1 に記載の真空ポンプは、縦型であり、略円柱形状の上ハウジングの内部に複数段からなる回転翼を収納して構成される。上ハウジングの最上部には吸気口が形成され、最下部側面には排気口が形成されている。そして、複数段からなる回転翼が回転することにより、ガスを吸気口から鉛直方向下方に吸気し、排気口から水平方向にガスを排気する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献 1：特開 2005-307859 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、特許文献 1 に記載の真空ポンプでは、排気口が最終段の回転翼のガス出口部と同じ高さ位置に設けられているため、万一、回転翼が破損した場合に、その破片が排気口から飛散する可能性がある。回転翼の破片が排気口から飛散すると、ポンプの下流側に設けられた配管や機器類にダメージを与える可能性があり、好ましくない。また、特許文献 1 ではガスが排気口から水平方向に排気されるため、ガスの速度ベクトルの向きと排気口の開口具合や位置によっては後述する圧損（圧力損失）が発生し、排気性能が低下する可能性も考えられる。

[0005] そこで、本発明は、回転翼が万一破損した場合であっても、回転翼の破片が排気口から飛散しにくい真空ポンプを提供することを目的とする。また、本発明は、排気性能を向上させることができる真空ポンプを提供することも

別の目的である。

課題を解決するための手段

- [0006] 上記目的を達成するために、本発明は、鉛直軸まわりに回転する回転翼と、前記回転翼を収容するケーシングと、を備え、前記回転翼の回転により、吸気したガスを前記回転翼の半径方向に排気する真空ポンプであって、前記回転翼のガス出口部の位置から前記鉛直軸の方向にオフセットされた位置に、前記ガスの排気口が設けられることを特徴とする。
- [0007] ここで、上記構成において、前記排気口は、前記ケーシングの側部に設けられるのが好ましい。
- [0008] また、上記構成において、前記排気口から前記ケーシングの内部を覗いた場合に、前記回転翼の前記ガス出口部が視認できない位置に前記排気口が配置されているのが好ましい。
- [0009] また、上記構成において、前記ケーシングの上部に吸気口が設けられ、前記排気口は、前記鉛直軸の方向において、前記回転翼を挟んで前記吸気口と反対側に設けられるのが好ましい。
- [0010] また、上記構成において、前記排気口の前記鉛直軸の方向における上端位置と前記回転翼の前記ガス出口部の前記鉛直軸の方向における下端位置とが所定の距離を存しているのが好ましい。
- [0011] また、上記構成において、前記回転翼の周囲に形成されて、前記回転翼の前記ガス出口部と前記排気口とを連通する円環状の流路を有し、前記回転翼の前記ガス出口部から前記回転翼の半径方向に排気された前記ガスは、前記流路を巡回した後に前記排気口から排気されるのが好ましい。
- [0012] また、上記構成において、前記排気口は、前記ケーシングの外周面の接線方向に突出して設けられるのが好ましい。
- [0013] また、上記構成において、前記回転翼が前記鉛直軸の方向に多段で複数設けられ、複数の前記回転翼は、全て前記ガスを前記回転翼の半径方向に排気する遠心式の回転翼で構成されるか、あるいは、前記遠心式の回転翼とガスを前記鉛直軸の方向に排気する軸流式の回転翼との組み合わせで構成される

のが好ましい。

- [0014] また、上記構成において、前記回転翼の回転軸を磁気浮上させる磁気軸受を備えるのが好ましい。

発明の効果

- [0015] 本発明によれば、回転翼が万一破損した場合であっても、回転翼の破片が排気口から飛散しにくい真空ポンプを提供できる。また、本発明によれば、真空ポンプの排気性能を向上させることができる。なお、上記した以外の課題、構成、及び効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

図面の簡単な説明

- [0016] [図1]本発明の第1実施形態に係る真空ポンプの縦断面図である。
[図2]図1に示す真空ポンプのアンプ回路の回路図である。
[図3]電流指令値が検出値より大きい場合におけるアンプ制御回路の制御を示すタイムチャートである。
[図4]電流指令値が検出値より小さい場合におけるアンプ制御回路の制御を示すタイムチャートである。
[図5]排気口周囲のガスの流れを示す説明図である。
[図6]排気口の変形例1に係る構成を示す図である。
[図7]排気口の変形例2に係る構成を示す図である。
[図8]本発明の第2実施形態に係る真空ポンプの縦断面図である。
[図9]本発明の第3実施形態に係る真空ポンプの縦断面図である。

発明を実施するための形態

- [0017] 以下、本発明に係る真空ポンプの実施形態について、図面を参照しながら説明する。

- [0018] (第1実施形態)

この真空ポンプ100の縦断面図を図1に示す。図1に示すように、本実施形態に係る真空ポンプ100は、単段の遠心ポンプである。図1において、真空ポンプ100は、上下2段に分割可能な円筒状の外筒127(127a, 127b)の上端に吸気口101が形成されている。そして、外筒(ケ

ーシング) 127の内方には、ガスを吸引排気するための羽根車(回転翼) 103が単段で設けられている、この羽根車103の中心にはロータ軸(回転軸) 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102により空中に浮上支持かつ位置制御されている。羽根車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。勿論、羽根車103に用いられる金属は、これらに限定されない。例えば、ステンレス、チタン合金、ニッケル合金などの金属により羽根車103を構成しても良い。

[0019] 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羽根車103の径方向変位を検出し、制御装置195に送るように構成されている。

[0020] この制御装置195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。

[0021] 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。

[0022] 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１９５に送られるように構成されている。

[0023] そして、制御装置１９５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。

[0024] このように、制御装置１９５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。

[0025] 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１９５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。

[0026] 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おり、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 195 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している。

[0027] 羽根車 103 は、中心軸（鉛直軸）CL を中心にして、所定の方向に回転する。吸気口 101 から吸引されたガスは、ガス出口部 130 を介して半径方向（図 1 の左右方向）に排出される。そして、詳しくは後述するが、ガス出口部 130 から排出されたガスは、図 1 中の矢印に示すように、円環状のバッファ空間 131（図 5 参照）を旋回した後、内部空間 132 を経由して排気口 133 から排出される。なお、内部空間 132 は、外筒 127 とステータコラム 122 との間に形成され、バッファ空間 131 と連続する円環状の空間である。

[0028] 外筒 127 の底部にはベース部 129 が配設されている。排気口 133 は、上側の外筒 127a とベース部 129 との間、すなわち、下側の外筒 127b の側部に設けられており、外部に連通されている。吸気口 101 から中心軸 CL に沿って下向きに吸引されたガスは、羽根車 103 の回転により羽根車 103 の半径方向に向きを変えて、排気口 133 へと送り出される。

[0029] 排気口 133 は、ガス出口部 130 の位置から中心軸 CL の方向（図 1 の上下方向）に沿って下方にオフセットされた高さ位置に配置されている。具体的には、排気口 133 の中心位置 H1 から半径 R だけ上方に位置する排気口 133 の上端位置 H2 は、ガス出口部 130 の下端位置 H3 から距離 L だけ下方にオフセットされている。別言すれば、排気口 133 は、羽根車 103 の半径方向の外方かつ軸方向の下方に所定の距離を存して配置されている。そして、使用者が図 1 の A 方向から排気口 133 を覗くと、内部空間 132 を視認できるが、ガス出口部 130 は排気口 133 から上方に位置しているため、ガス出口部 130 を視認することはできない構成である。また、排気口 133 は、中心軸 CL の方向において、羽根車 103 を挟んで吸気口 101 と反対側に位置している。

[0030] ベース部 129 は、真空ポンプ 100 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129は真空ポンプ100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。

[0031] かかる構成において、羽根車103がロータ軸113と共にモータ121により回転駆動されると、羽根車103の作用により、吸気口101を通じてガスが吸引される。

[0032] また、真空ポンプ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。

[0033] 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と羽根車103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。なお、吸引されるガスの温度や種類に応じて、ベース部129の外周にヒータや水冷管等を設けても良い。この場合、ベース部129に温度センサを設けて、制御装置195により温度制御を行うと良い。

[0034] ここに、真空ポンプ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、上記真空ポンプ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、真空ポンプ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收容され、気密性の底蓋145によって閉じられている。

- [0035] 次に、このように構成される真空ポンプ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。
- [0036] 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。
- [0037] 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。
- [0038] 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。
- [0039] 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102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。

[0040] さらに、アンプ制御回路191は、例えば、制御装置195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。

[0041] 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。

[0042] なお、羽根車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羽根車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）。

[0043] 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。

[0044] 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、真空ポンプ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。

[0045] 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。

[0046] 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。

[0047] 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。

[0048] 次に、排気口133の周囲のガスの流れについて説明する。図5は排気口133の周囲のガスの流れを示す説明図である。なお、図5は、真空ポンプ100のガス出口部130の高さ位置（H3付近）で中心軸CLに直交する面で切断した状態を模式的に示している。

[0049] 図5に示すように、羽根車103が中心軸CLを中心にして時計まわりに回転すると、ガスは、ガス出口部130での速度ベクトル V_a と羽根車103で引きずられて生じる速度ベクトル V_b とが合成された速度ベクトル V_c の方向に排出される。そして、ガスは、円環状に形成されたバッファ空間（流路）131を旋回した後に、排気口133から排出される。

[0050] ここで、バッファ空間 131 の幅 W は、排気口 133 の半径 R より若干小さくなっているが、排気口 133 が中心軸 CL の方向にオフセットされているため、バッファ空間 131 は、径方向だけでなく軸方向にも十分な空間として存在している。そのため、ガス出口部 130 から、羽根車 103 の半径方向に排出されたガスは、バッファ空間 131 を介してスムーズに排気口 133 へと導かれ、排気口 133 から外部に排出される。

[0051] このように構成された第 1 実施形態によれば、以下の作用効果を奏する。

[0052] 排気口 133 の高さ位置がガス出口部 130 より下方にオフセットされた位置にあるため、羽根車 103 が万一破損した場合であっても、羽根車 103 の破片が排気口 133 から飛散しにくい。仮に羽根車 103 が破損すると、羽根車 103 の破片は、ガス出口部 130 から羽根車 103 の半径方向に飛び出すが、バッファ空間 131 の内周壁に衝突するため、破片が排気口 133 から直接外部に飛散する可能性は低い。そのため、真空ポンプ 100 が設置された系内において、大きなトラブルを回避でき、信頼性の高い真空ポンプ 100 を実現できる。

[0053] また、ガス出口部 130 と排気口 133 との間に十分なバッファ空間 131 が設けられているため、このバッファ空間 131 によって、圧損が低減される。より詳細に説明すると、羽根車 103 から排出されるガスは、このバッファ空間 131 を周回（旋回）する間に周方向速度成分が減速する為、真空ポンプ 100 内に周回し留まるガスが減少し、圧損が低減される。その結果、ガスは排気口 133 からスムーズに排出され、真空ポンプ 100 の排気性能が向上する。

[0054] また、排気口 133 を外筒 127 の側部に設けているため、排気口 133 と接続する配管の接続が容易である。また、内部空間 132 に臨む位置に排気口 133 を設けることで、径方向のみでバッファ空間を設けるよりも、排気口 133 の径方向位置を内周側（径方向の内側）にすることが出来るため、排気口 133 を径方向においてコンパクトにできる。また、羽根車 103 は磁気軸受 102 によって磁気浮上しているため、羽根車 103 を高速で回

転させることができることは言うまでもない。

[0055] <変形例 1>

図 6 は排気口の変形例 1 に係る構成を示す図である。図 6 に示すように、変形例 1 に係る排気口 133-1 は、図 5 に示す排気口 133（図 6 の二点鎖線で示す）より幅広な形状となっている。具体的には、排気口 133-1 の開口部は、排気口 133 のおよそ 2 倍の大きさを有している。

[0056] この構成によれば、ガスの圧損がより一層低減されるため、真空ポンプ 100 の排気性能がさらに向上する。

[0057] <変形例 2>

図 7 は排気口の変形例 2 に係る構成を示す図である。図 5 に示す排気口 133（図 7 の二点鎖線で示す）及び図 6 に示す排気口 133-1 は、中心軸 CL に直交する方向に突出して設けられていたのに対して、変形例 2 に係る排気口 133-2 は、外筒 127 の接線方向に突出している点が相違する。

[0058] この構成によれば、排気口 133-2 がガスの排気方向に沿って設けられているため、ガスがバッファ空間 131 を旋回した後に、スムーズに排気口 133-2 に向かうことができる。よって、ガスの圧損がより一層低減されるため、排気性能がさらに向上する。

[0059] （第 2 実施形態）

次に、第 2 実施形態に係る真空ポンプ 200 について説明する。なお、第 1 実施形態と同じ構成については同一符号を付して説明を省略する。図 8 は本発明の第 2 実施形態に係る真空ポンプ 200 の縦断面図である。

[0060] 図 8 に示すように、第 2 実施形態に係る真空ポンプ 200 は、多段の羽根車を備えている。すなわち、図 8 に示す真空ポンプは多段の遠心式ポンプである。具体的には、羽根車 103 と羽根車 203 とが中心軸 CL 上に並べて配置されている。なお、羽根車 103 と羽根車 203 の構造（仕様）は同じでも良いし、異なっても良い。そして、第 2 実施形態では、羽根車 103、203 を収容するために、外筒 127a と外筒 127b との間に、外筒 127c が設けられている。

[0061] 第2実施形態では、図中の矢印に示すように、吸気口101から中心軸CLに沿って下向きに吸引されたガスは、羽根車203にて半径方向に向きを変えられた後に、羽根車103へと導かれる。その後、第1実施形態と同様に、ガスは羽根車103のガス出口部130から排出され、バッファ空間131を巡回した後、排気口133から排出される。

[0062] 以上説明したように、第2実施形態によれば、第1実施形態と同様の作用効果を奏することができる。また、羽根車が多段に設けられているため、大容量の真空ポンプが求められる場合に好適である。

[0063] (第3実施形態)

次に、第3実施形態に係る真空ポンプ300について説明する。なお、第1実施形態と同じ構成については同一符号を付して説明を省略する。図9は本発明の第3実施形態に係る真空ポンプ300の縦断面図である。

[0064] 図9に示すように、第3実施形態に係る真空ポンプ300は、軸流式の回転翼303と遠心式の羽根車103との組み合わせから成る多段の真空ポンプである。具体的には、ガスの流れの上流側から回転翼303、羽根車103の順に、両者が中心軸CL上に並べて配置されている。そして、第3実施形態では、回転翼303と羽根車103を収容するために、外筒127aと外筒127bとの間に、外筒127cが設けられている。

[0065] 第3実施形態では、図中の矢印に示すように、吸気口101から中心軸CLに沿って下向きに吸引されたガスは、回転翼303によって同方向に送り出され、羽根車103へと導かれる。その後、第1実施形態と同様に、ガスは羽根車103のガス出口部130から排出され、バッファ空間131を巡回した後、排気口133から排出される。

[0066] 以上説明したように、第3実施形態によれば、第1実施形態と同様の作用効果を奏することができる。また、軸流式の回転翼と遠心式の羽根車とが多段に設けられているため、大容量の真空ポンプが求められる場合に好適である。

[0067] なお、本発明は上記した実施形態に限定されず、本発明の要旨を逸脱しな

い範囲で種々の変形が可能であり、特許請求の範囲に記載された技術思想に含まれる技術的事項の全てが本発明の対象となる。前記実施形態は、好適な例を示したものであるが、当業者ならば、本明細書に開示の内容から、各種の代替例、修正例、変形例や組合せ例あるいは改良例を実現することができ、これらは添付の特許請求の範囲に記載された技術的範囲に含まれる。

[0068] 例えば、外筒 1 2 7 の上部にスペースがある場合には、排気口 1 3 3 をガス出口部 1 3 0 から中心軸 C L に沿って上方にオフセットさせた位置に設けても良い。この場合であっても、ガス出口部 1 3 0 から破片が直接排気口 1 3 3 に向かって飛散しないため、上記した実施形態と同様に信頼性の高い真空ポンプを提供できる。

符号の説明

[0069] 1 0 0, 2 0 0, 3 0 0 真空ポンプ
1 0 1 吸気口
1 0 2 磁気軸受
1 0 3 羽根車（回転翼）
1 1 3 ロータ軸（回転軸）
1 2 7 外筒（ケーシング）
1 3 0 ガス出口部
1 3 1 バッファ空間（円環状の流路）
1 3 2 空間
1 3 3, 1 3 3 - 1, 1 3 3 - 2 排気口
2 0 3 羽根車（回転翼）
3 0 3 回転翼

請求の範囲

- [請求項1] 鉛直軸まわりに回転する回転翼と、
前記回転翼を収容するケーシングと、を備え、
前記回転翼の回転により、吸気したガスを前記回転翼の半径方向に排気する真空ポンプであって、
前記回転翼のガス出口部の位置から前記鉛直軸の方向にオフセットされた位置に、前記ガスの排気口が設けられることを特徴とする真空ポンプ。
- [請求項2] 請求項1に記載の真空ポンプにおいて、
前記排気口は、前記ケーシングの側部に設けられることを特徴とする真空ポンプ。
- [請求項3] 請求項2に記載の真空ポンプにおいて、
前記排気口から前記ケーシングの内部を覗いた場合に、前記回転翼の前記ガス出口部が視認できない位置に前記排気口が配置されていることを特徴とする真空ポンプ。
- [請求項4] 請求項2又は3に記載の真空ポンプにおいて、
前記ケーシングの上部に吸気口が設けられ、
前記排気口は、前記鉛直軸の方向において、前記回転翼を挟んで前記吸気口と反対側に設けられることを特徴とする真空ポンプ。
- [請求項5] 請求項4に記載の真空ポンプにおいて、
前記排気口の前記鉛直軸の方向における上端位置と前記回転翼の前記ガス出口部の前記鉛直軸の方向における下端位置とが所定の距離を存していることを特徴とする真空ポンプ。
- [請求項6] 請求項2～5の何れか1項に記載の真空ポンプにおいて、
前記回転翼の周囲に形成されて、前記回転翼の前記ガス出口部と前記排気口とを連通する円環状の流路を有し、
前記回転翼の前記ガス出口部から前記回転翼の半径方向に排気された前記ガスは、前記流路を旋回した後に前記排気口から排気されるこ

とを特徴とする真空ポンプ。

- [請求項7] 請求項6に記載の真空ポンプにおいて、
前記排気口は、前記ケーシングの外周面の接線方向に突出して設けられることを特徴とする真空ポンプ。
- [請求項8] 請求項1～7の何れか1項に記載の真空ポンプにおいて、
前記回転翼が前記鉛直軸の方向に多段で複数設けられ、
複数の前記回転翼は、全て前記ガスを前記回転翼の半径方向に排気する遠心式の回転翼で構成されるか、あるいは、前記遠心式の回転翼とガスを前記鉛直軸の方向に排気する軸流式の回転翼との組み合わせで構成されることを特徴とする真空ポンプ。
- [請求項9] 請求項1～8の何れか1項に記載の真空ポンプにおいて、
前記回転翼の回転軸を磁気浮上させる磁気軸受を備えることを特徴とする真空ポンプ。