

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7629956号
(P7629956)

(45)発行日 令和7年2月14日(2025.2.14)

(24)登録日 令和7年2月5日(2025.2.5)

(51)国際特許分類

F I

F 0 4 D 19/04 (2006.01)

F 0 4 D 19/04

D

請求項の数 6 外国語出願 (全18頁)

(21)出願番号	特願2023-72957(P2023-72957)	(73)特許権者	520415627
(22)出願日	令和5年4月27日(2023.4.27)		ブファイファー・ヴァキューム・テクノ
(65)公開番号	特開2024-35054(P2024-35054A)		ロジー・アクチエンゲゼルシャフト
(43)公開日	令和6年3月13日(2024.3.13)		ドイツ連邦共和国、3 5 6 1 4 アスラ
審査請求日	令和5年8月1日(2023.8.1)		ー、ベルリナー・ストラーセ、4 3
(31)優先権主張番号	22193499	(74)代理人	100069556
(32)優先日	令和4年9月1日(2022.9.1)		弁理士 江崎 光史
(33)優先権主張国・地域又は機関	欧州特許庁(EP)	(74)代理人	100111486
			弁理士 鍛冶澤 實
		(74)代理人	100191835
			弁理士 中村 真介
		(74)代理人	100221981
			弁理士 石田 大成
		(72)発明者	ヨーナス・ヘルツ
			ドイツ連邦共和国、3 5 7 9 6 ヴァイ
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 排気速度が改善された分子真空ポンプ及び改善された排気速度を達成するように分子真空ポンプを運転する方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

分子真空ポンプ（111）を運転する方法であって、
分子真空ポンプ（111）は、電動モータを用いて、ロータシャフト（153）によって駆動される、プロセスガスをポンプ吸気口（115）からポンプ排気口（117）へ圧送するポンプ機構を収容するハウジング（119）を備え、
ポンプ機構は、ポンプ吸気口（115）とポンプ排気口（117）との間に、ポンプ効果を奏して互いに直列に接続された複数Nのポンプ段を有し、ポンプ吸気口（115）に最も近く位置するポンプ段が、第1段のポンプ段であり、ポンプ排気口（117）に最も近く位置する段が、Nのポンプ段であり、
ハウジング（119）は、キャリアガス接続部（225）を有し、キャリアガス接続部（225）は、ポンプ段Mの上流側でポンプ機構に開口し、ここで、

【数 1】

$$M = [(N+1)/2]$$

が成り立ち、又は

N 4 のとき

【数 2】

$$M = [N/2]$$

が成り立ち、又は

$N \leq 6$ のとき

【数 3】

$$M = [N/2] - 1$$

が成り立ち、

10

方法は、プロセスガスをポンプ吸気口 (1 1 5) からポンプ排出口 (1 1 7) へ圧送する間に、ポンプ機構に所定量のキャリアガスを導入し、その際、
毎分標準立方センチメートル (s c c m) で測定される、ポンプ機構に導入されるキャリアガスの量と、毎分標準立方センチメートル (s c c m) で測定される、圧送されるプロセスガスの量との比は、 $1 : X$ であり、この場合、 $5 \leq X \leq 15$ 、 $7 \leq X \leq 13$ 又は $9 \leq X \leq 11$ が成り立つ、又は 10 に等しい、
ことを特徴とする、方法。

【請求項 2】

電動モータが通電されている間に、キャリアガスをポンプ機構に導入する、請求項 1 に記載の方法。

20

【請求項 3】

方法を、ターボ分子真空ポンプ (1 1 1) であって、ターボ分子真空ポンプは、ポンプ効果を奏して互いに直列に接続された複数 N のターボ分子ポンプ段を有し、各ターボポンプ段は、ロータシャフト (1 5 3) に取り付けられた動翼 (1 5 5) と定位置の静翼 (1 5 7) とをそれぞれ有する、分子真空ポンプ (1 1 1) を用いて実施する、請求項 1 又は 2 に記載の方法。

【請求項 4】

キャリアガスとして、プロセスガスよりも大きいモル質量を有する気体を使用し、キャリアガスとして窒素及び / 又はアルゴンを用いる、請求項 1 又は 2 に記載の方法。

【請求項 5】

30

キャリアガスを、プロセスガスを圧送する間、少なくとも 1 時間の期間にわたって、少なくとも 10 時間の期間にわたって、又は 24 時間を超える期間にわたって連続的に導入する、請求項 1 又は 2 に記載の方法。

【請求項 6】

キャリアガスを、分子真空ポンプ (1 1 1) を最大許容出力の少なくとも 75 % 又は最大許容回転速度の少なくとも 75 % で連続的に運転する期間の少なくとも 50 % の時間の間、連続的に導入する、請求項 1 又は 2 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

40

本発明は、改善された排気速度を達成するように特別に構成された、ここでは単にポンプとも称される分子真空ポンプ、特にターボ分子真空ポンプと、改善された排気速度を達成するように分子真空ポンプを運転する方法とに関する。

【背景技術】

【0002】

分子真空ポンプは、高真空範囲及び超高真空範囲で作動し、その際、高真空範囲の圧力は、 10^{-3} hPa から 10^{-7} hPa の間にあり、超高真空範囲の圧力は、 10^{-7} hPa よりも低い。

【0003】

この場合、例えばターボ分子ポンプなどの分子真空ポンプでは、ポンプ吸気口からポン

50

プ排気口へポンピングされるべきプロセスガスは、ポンプ吸気口における圧力がポンプ排気口における圧力よりも低いという事実に基づいて、ポンプ排気口からポンプ吸気口へ逆流しがちである。この場合、この逆流傾向は、ポンプ補助圧力、すなわち真空ポンプのポンプ排気口における圧力が高いほどより大きい。これに応じて、ターボ分子ポンプの排気速度は、記述した逆流傾向に基づいて、高い補助圧力の範囲では、補助圧力が比較的低いときのターボ分子ポンプの排気速度よりも低い。

【 0 0 0 4 】

記述した逆流の問題は、特に、比較的低いモル質量を有する、ポンピングされるべきプロセスガスで生じる。このことは、より重いプロセスガスが、より軽いプロセスガスよりも良好に圧送できることに起因する。したがって、例えば水素又はヘリウムなどの比較的軽いプロセスガスでは、補助圧力が同一でその他の周辺条件も同一の場合、より重いプロセスガスのときよりも、ポンプ吸気口とポンプ排気口との間の圧力差がより小さい又は圧力比がより小さく、その結果、より低いモル質量を有するプロセスガスでは、逆流の問題は、より大きなモル質量を有するプロセスガスのときよりも大きい。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

したがって、本発明の基礎をなす課題は、例えばターボ分子真空ポンプなどの分子真空ポンプで、記述した逆流の問題を減らし、ひいては排気速度を改善することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

本発明の第 1 の観点によれば、この課題は、分子真空ポンプによって、特に、ポンプのハウジングがキャリアガス接続部を有し、キャリアガス接続部を通して、分子真空ポンプの運転中、気体をポンプ機構に導入でき、その際、本発明によれば、キャリアガス接続部は、ポンプ段 M の上流側でポンプ機構に開口し、ここで、

【数 1】

$$M = \lceil (N+1)/2 \rceil$$

が成り立つ、ことによって解決される。

【 0 0 0 7 】

この場合、ポンプ吸気口に最も近く位置するポンプ段は、第 1 段のポンプ段と称され、ポンプ排気口に最も近く位置するポンプ段は、第 N 段のポンプ段と称され、この場合、第 1 段のポンプ段からポンプ排気口へ向かう第 N 段のポンプ段までの個々のポンプ段に連続する整数の通し番号が付けられる。

【 0 0 0 8 】

ここでキャリアガス接続部の位置を規定するために、ガウス記号を使用した天井関数が用いられる場合には、この天井関数は、実数 x について、

【数 2】

$$x = \min \{K \in \mathbb{Z} \mid K \geq x\}$$

が成り立つ。つまり、例えばターボ分子ポンプが 10 のターボ分子ポンプ段 (N = 10) を有するとき、したがって M = 6 であり、これは、キャリアガス接続部が第 6 段のターボ分子ポンプ段の上流側に位置することを意味する。これに対して、例えば 8 のターボ分子ポンプ段 (N = 8) を有するターボ分子ポンプでは、例えば M = 5 が成り立ち、これは、キャリアガス接続部が第 5 段のターボ分子ポンプ段の上流側に位置することを意味する。この場合、この専門用語については、前述したように、ポンプ吸気口に最も近く位置するターボ分子ポンプ段が、第 1 段のポンプ段であり、ポンプ排気口に最も近く位置するポンプ段が、第 N 段のポンプ段であり、この場合、個々のターボ分子ポンプ段に、第 1 段のポ

10

20

30

40

50

ンプ段から第 N 段のポンプ段までポンプ排気口へ向けて連続する整数の通し番号が付けられるように選択されている。

【 0 0 0 9 】

ターボ分子ポンプの運転中にキャリアガス接続部を通してプロセスガスとは異なる、以下キャリアガスとも称される気体がターボ分子ポンプのポンプ機構に導入されることによって、ポンプ排気口からポンプ吸気口へのプロセスガスの逆流が減らされる。というのも、プロセスガスの分子が、キャリアガスの分子によって、ポンプ排気口の方へ連行される又は引きずられるからであり、したがって、「キャリアガス」との用語となる。この場合、キャリアガスの分子は、その運動量を、プロセスガスの分子に伝達するので、プロセスガス分子は、キャリアガス分子によってポンプ排気口の方へ連行される。この場合、キャリアガスからプロセスガスへの運動量伝達は、キャリアガスの分子量が大きいほどより大きい。しかし、いずれにせよ、キャリアガスとして、プロセスガスよりも大きいモル質量を有する気体を使用されるべきであり、そのために、例えばヘリウム又は水素がプロセスガスとして使用される場合、窒素及びノ又はアルゴンをキャリアガスとして使用できる。

10

【 0 0 1 0 】

プロセスガスの逆流傾向が防止されることによって、補助圧力が同一の場合、ポンプ吸気口における圧力が低下し、これは、ポンプの排気速度の増加を意味する。したがって、ターボ分子ポンプの効果的な高真空側の排気速度は、キャリアガスがポンプ機構に導入されることによって増加させられる。というのも、キャリアガスがポンプ機構に導入されることによって、プロセスガスの逆流傾向が防止されるからである。この場合、この作用は、キャリアガス接続部がポンプ吸気口により近く位置するほどより顕著になる。というのも、この場合、キャリアガス分子がその運動量をプロセスガス分子に伝達できるより多くの期間が提供されるからである。しかも、他方、キャリアガス接続部は、ポンプ吸気口に接近しすぎずに設置されるべきである。というのも、この場合、キャリアガスがポンプ吸気口に存在する真空に基づいて、ポンプ吸気口の方へ逆流するおそれがあるからである。これに応じて、キャリアガス接続部は、ポンプ段数にかかわらず、常に、第 1 段のポンプ段より下流側に、好ましくは第 2 段のポンプ段より下流側に設置されるべきであり、これにより、ポンプ吸気口に向かうキャリアガスの逆流が防止される。

20

【 0 0 1 1 】

4 つ以上のポンプ段を有する分子真空ポンプ、特にターボ分子真空ポンプの場合、M と N との関係式に対して、好ましくは、

30

【数 3】

$$N = \lceil N/2 \rceil$$

が成り立つ。つまり、例えば 6 つのポンプ段 (N = 6) を有するターボ分子真空ポンプでは、キャリアガス吸気口は、好ましくは第 3 段のポンプ段の上流側に位置し、8 つのポンプ段 (N = 8) を有するターボ分子真空ポンプでは、第 4 段のポンプ段の上流側に位置し、全部で 10 のポンプ段 (N = 10) を有するターボ分子ポンプでは、第 5 段のポンプ段の上流側に位置する。しかし、いずれの場合でも、キャリアガス接続部は、第 1 段のポンプ段より下流側に、好ましくは第 2 段のポンプ段より下流側に設置されるべきであり、これにより、そうしてポンプ吸気口に向かうキャリアガスの逆流が予防される。

40

【 0 0 1 2 】

特に有利には、6 以上のポンプ段を有する分子真空ポンプ、特にターボ分子ポンプでは、M と N との関係式を、

【数 4】

$$M = \lceil N/2 \rceil - 1$$

が成り立つように選択することが有利であると判明している。つまり、6 つのポンプ段 (

50

N = 6) を有するターボ分子ポンプでは、キャリアガス吸気口は、好ましくは第 2 段のポンプ段の上流側に位置し、8 つのポンプ段 (N = 8) を有するターボ分子ポンプでは、第 3 段のポンプ段の上流に位置し、10 のポンプ段 (N = 10) を有するターボ分子真空ポンプでは、第 4 段のポンプ段の上流側に位置する。しかし、いずれにせよ、ここでもキャリアガス接続部は、第 1 段のポンプ段より下流側に、好ましくは第 2 段のポンプ段より下流側に設置されるべきであり、これにより、ポンプ吸気口に向かうキャリアガスの逆流が予防される。

【0013】

本発明のさらなる観点によれば、本発明の基礎をなす同一の課題は、さらに、分子真空ポンプ、特にターボ分子真空ポンプを運転する方法において、請求項 1 の特徴を有し、特に、ポンプのポンプ吸気口からポンプ排気口へプロセスガスが圧送される間、ひいてはポンプの電動モータが通電されるポンプの通常の運転状態の間、ポンプ機構に所定量のキャリアガスが導入されることによって達成される。

10

【0014】

ここで通常のポンプ運転について述べられる場合には、これは、その間に分子真空ポンプが連続的にその最大許容出力の少なくとも 75 % で又はその最大許容回転速度の少なくとも 75 % で運転される運転状態であってよい。この場合、好ましくは、キャリアガスは、連続的にこの期間の少なくとも 50 % の間ポンプ機構に導入される、つまりその期間の間、分子真空ポンプが、連続的にその最大許容出力の少なくとも 75 % で又はその最大許容回転速度の少なくとも 75 % で運転されることが想定され得る。

20

【0015】

好ましくは、キャリアガスは、連続的にその期間の少なくとも 60 % の時間、特にその期間の少なくとも 70 % の時間、特に好適にはその期間の少なくとも 80 % の時間の間ポンプ機構に導入できる。

【0016】

通気用吸気口を介してターボ分子真空ポンプを通気するときとは異なり、キャリアガスは、比較的短い期間の間一時的にポンプ機構に導入されるだけでなく、むしろ、本発明によれば、キャリアガスは、ポンプを用いてプロセスガスが圧送される時間の大部分の間ポンプ機構に導入され、これにより、そうしてポンプの排気速度を改善するためにプロセスガスの逆流傾向が減らされる。

30

【0017】

この場合、特に、キャリアガスは、プロセスガスをポンプ機構に圧送する間、少なくとも 1 時間の期間にわたって、特に少なくとも 10 時間の期間にわたって、好ましくは 24 時間を超える期間にわたって連続的に導入されることが想定され得る。

【0018】

キャリアガス分子からプロセスガス分子への運動量伝達を最適化するために、前述の形態に応じて、キャリアガスとして、プロセスガスよりも大きいモル質量を有する気体を使用することが有利であると証明できる。これに応じて、具体的には、プロセスガスが例えば水素又はヘリウムなどの比較的軽い気体であるとき、キャリアガスとして例えば窒素及び/又はアルゴンを使用することが特に有利であると証明できる。

40

【0019】

プロセスガスの逆流傾向は、より多くのキャリアガスが導入されるほど、より減らせるが、しかし、キャリアガス量が増加するにつれポンプの消費電力が増加する。その一方、キャリアガス量が少なすぎると、プロセスガスの逆流傾向の低下に関する所望の効果がもたらされない。したがって、プロセスガス量とキャリアガス量との間の最適な比を求めるために試験が行われた。その試験が示すことによれば、ポンプ機構に導入されるキャリアガスの量 (毎分標準立方センチメートル (sccm) で計測される) が、同様に毎分標準立方センチメートルで測定される、圧送されるプロセスガスの量に対して、1 : X の比であると有利であると証明され、ここで、5 X 15、特に 7 X 13、好ましくは 9 X 11、特に好適には X はほぼ 10 である又は 10 に等しい。

50

【 0 0 2 0 】

以下、本発明を、例示的に有利な実施形態に基づいて、添付の図面を参照して説明する。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 1 】

【図 1】公知のターボ分子ポンプの斜視図を示す。

【図 2】図 1 のターボ分子ポンプの下面図を示す。

【図 3】図 2 に示された切断線 A - A に沿ったターボ分子ポンプを断面図で示す。

【図 4】図 2 に示された切断線 B - B に沿ったターボ分子ポンプを断面図で示す。

【図 5】図 2 に示された切断線 C - C に沿ったターボ分子ポンプを断面図で示す。

【図 6】本発明によるターボ分子ポンプを断面図で示す。

10

【図 7】本発明によるキャリアガス効果を説明するための線図を示す。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 2 】

図 1 に示されたターボ分子ポンプ 1 1 1 は、吸気口フランジ 1 1 3 によって取り囲まれたポンプ吸気口 1 1 5 を有する。ポンプ吸気口 1 1 5 には、それ自体公知のように、図示されていないレシピエントを接続してよい。レシピエントから到来する気体は、ポンプ吸気口 1 1 5 を介してレシピエントから吸い込まれ、そしてポンプを通してポンプ排気口 1 1 7 へと圧送できる。ポンプ排気口 1 1 7 には、例えばロータリベーンポンプなどの補助真空ポンプを接続してよい。

【 0 0 2 3 】

20

吸気口フランジ 1 1 3 は、図 1 による真空ポンプの向きでは、真空ポンプ 1 1 1 のハウジング 1 1 9 の上端部を形成する。ハウジング 1 1 9 は、下部分 1 2 1 を有する。下部分 1 2 1 には、側方にエレクトロニクスハウジング 1 2 3 が配置されている。エレクトロニクスハウジング 1 2 3 内には、例えば真空ポンプ内に配置された電動モータ 1 2 5 (図 3 も参照) を作動させるための、真空ポンプ 1 1 1 の電氣的及び / 又は電子的な構成要素が収容されている。エレクトロニクスハウジング 1 2 3 には、アクセサリに対する複数の接続部 1 2 7 が設けられている。さらに、データインタフェース 1 2 9 (例えば RS 4 8 5 規格に準拠するもの) 及び電流供給接続部 1 3 1 が、エレクトロニクスハウジング 1 2 3 に配置されている。

【 0 0 2 4 】

30

取り付けられたこの種のエレクトロニクスハウジングを有せずに、外部の駆動エレクトロニクスに接続されるターボ分子ポンプも存在する。

【 0 0 2 5 】

ターボ分子ポンプ 1 1 1 のハウジング 1 1 9 には、通気用吸気口 1 3 3 が、特に通気弁の形態で設けられている。通気用吸気口 1 3 3 を介して、真空ポンプ 1 1 1 を通気してよい。下部分 1 2 1 の領域には、その上さらに、シールガス接続部 1 3 5 (パージガス接続部とも称される) が配置されている。シールガス接続部 1 3 5 を介して、パージガスを、ポンプによって圧送される気体に対して電動モータ 1 2 5 (例えば図 3 参照) を防護するために、モータ室 1 3 7 内に送り込んでよい。モータ室 1 3 7 内で、真空ポンプ 1 1 1 に、電動モータ 1 2 5 が収容されている。下部分 1 2 1 には、その上さらに 2 つの冷却剤接続部 1 3 9 が配置されている。この場合、一方の冷却剤接続部は、冷却剤用の吸気口として、そして他方の冷却剤接続部は、排気口として設けられている。冷却剤は、冷却目的で真空ポンプ内に導入可能である。存在する別のターボ分子真空ポンプ (図示されていない) は、専ら空冷式に運転される。

40

【 0 0 2 6 】

真空ポンプの下面 1 4 1 は、ベースとして使用できるので、真空ポンプ 1 1 1 は、下面 1 4 1 を基準に縦置きで運転してよい。しかも、真空ポンプ 1 1 1 は、吸気口フランジ 1 1 3 を介してレシピエントに固定し、したがって、いわば懸架した状態で運転してもよい。さらに、真空ポンプ 1 1 1 は、図 1 に示されたのとは別の向きで整向されているときでも運転できるように構成してもよい。下面 1 4 1 を下向きではなく、横向きに又は上向き

50

に配置できる真空ポンプの形態も実現可能である。この場合、原則として、任意の角度が考えられる。

【 0 0 2 7 】

特に図示されたポンプよりも大きな、存在する別のターボ分子真空ポンプ（図示されていない）は、縦置きでは運転できない。

【 0 0 2 8 】

図 2 に示された下面 1 4 1 には、様々なねじ 1 4 3 がさらに配置されている。これらのねじ 1 4 3 によって、ここでは詳細には特定されない真空ポンプの構成部材が互いに固定されている。例えば、軸受カバー 1 4 5 が下面 1 4 1 に固定されている。

【 0 0 2 9 】

下面 1 4 1 には、固定孔 1 4 7 がさらに配置されている。固定孔 1 4 7 を介して、ポンプ 1 1 1 を、例えば設置面に固定できる。このことは、特に図示されたポンプよりも大きな、存在する別のターボ分子真空ポンプ（図示されていない）では、不可能である。

【 0 0 3 0 】

図 2 から図 5 には、冷却剤管路 1 4 8 が示されている。冷却剤管路 1 4 8 内で、冷却剤接続部 1 3 9 を介して導入及び導出される冷却剤が循環可能である。

【 0 0 3 1 】

図 3 から図 5 の断面図に示されているように、真空ポンプは、複数のプロセスガスポンプ段を有する。プロセスガスポンプ段は、ポンプ吸気口 1 1 5 に作用するプロセスガスをポンプ排気口 1 1 7 へ圧送するためのものである。

【 0 0 3 2 】

ハウジング 1 1 9 内には、ロータ 1 4 9 が配置されている。ロータ 1 4 9 は、回転軸線 1 5 1 を中心に回転可能なロータシャフト 1 5 3 を有する。

【 0 0 3 3 】

ターボ分子ポンプ 1 1 1 は、ポンピング作用を及ぼすように互いに直列に接続された複数のターボ分子ポンプ段を有する。ターボ分子ポンプ段は、ロータシャフト 1 5 3 に固定された半径方向の複数の動翼 1 5 5 と、動翼 1 5 5 同士の間配置され、そしてハウジング 1 1 9 内に固定された複数の静翼 1 5 7 とを有する。この場合、1 枚の動翼 1 5 5 とこれに隣り合う 1 枚の静翼 1 5 7 とが、それぞれ 1 つのターボ分子ポンプ段を形成する。静翼 1 5 7 は、スペーサリング 1 5 9 によって、互いに所望の軸方向の間隔を置いて保持されている。

【 0 0 3 4 】

真空ポンプは、半径方向で互いに内外に配置され、そしてポンピング作用を及ぼすように互いに直列に接続されたホルベックポンプ段をさらに有する。ホルベックポンプ段を有しない別のターボ分子真空ポンプ（図示されていない）が存在する。

【 0 0 3 5 】

ホルベックポンプ段のロータは、ロータシャフト 1 5 3 に配置されたロータハブ 1 6 1 と、ロータハブ 1 6 1 に固定され、そしてこのロータハブ 1 6 1 によって支持される円筒側面状の 2 つのホルベックロータスリーブ 1 6 3、1 6 5 とを有する。ホルベックロータスリーブ 1 6 3、1 6 5 は、回転軸線 1 5 1 に対して同軸に配向されていて、そして半径方向で互いに内外に係合している。円筒側面状の 2 つのホルベックステータスリーブ 1 6 7、1 6 9 がさらに設けられている。ホルベックステータスリーブ 1 6 7、1 6 9 は、同様に、回転軸線 1 5 1 に対して同軸に配向されていて、そして半径方向で見互いに内外に係合している。

【 0 0 3 6 】

ホルベックポンプ段の、ポンピング作用を奏する表面は、側面によって、つまりホルベックロータスリーブ 1 6 3、1 6 5 及びホルベックステータスリーブ 1 6 7、1 6 9 の半径方向の内側面及び／又は外側面によって形成されている。外側のホルベックステータスリーブ 1 6 7 の半径方向の内側面は、半径方向のホルベック間隙 1 7 1 を形成しつつ、外側のホルベックロータスリーブ 1 6 3 の半径方向の外側面に対向していて、そしてこの外

10

20

30

40

50

側面と共に、ターボ分子ポンプに後続する第１段のホルベックポンプ段を形成する。外側のホルベックロータスリーブ１６３の半径方向の内側面は、半径方向のホルベック間隙１７３を形成しつつ、内側のホルベックステータスリーブ１６９の半径方向の外側面に対向して、そしてこの外側面と共に、第２段のホルベックポンプ段を形成する。内側のホルベックステータスリーブ１６９の半径方向の内側面は、半径方向のホルベック間隙１７５を形成しつつ、内側のホルベックロータスリーブ１６５の半径方向の外側面に対向して、そしてこの外側面と共に、第３段のホルベックポンプ段を形成する。

【００３７】

ホルベックロータスリーブ１６３の下端部には、半径方向に延びるチャンネルが設けられてよい。チャンネルを介して、半径方向外側に位置するホルベック間隙１７１が、中央のホルベック間隙１７３に接続されている。内側のホルベックステータスリーブ１６９の上端部には、半径方向に延びるチャンネルがさらに設けられてよい。チャンネルを介して、中央のホルベック間隙１７３が、半径方向内側に位置するホルベック間隙１７５に接続されている。これにより、互いに内外に係合する複数のホルベックポンプ段が、互いに直列で接続される。半径方向内側に位置するホルベックロータスリーブ１６５の下端部には、排気口１１７に通じる接続チャンネル１７９がさらに設けられてよい。

10

【００３８】

ホルベックステータスリーブ１６７、１６９の、前述のポンピング作用を奏する表面は、回転軸線１５１を中心に螺旋状に周回しつつ軸方向に延びる複数のホルベック溝をそれぞれ有する。その一方で、ホルベックロータスリーブ１６３、１６５の、これに対向する側面は、滑らかに形成されていて、そして真空ポンプ１１１の運転のための気体をホルベック溝内において前方へ送り出す。

20

【００３９】

ロータシャフト１５３の回転可能な軸支のために、ポンプ排気口１１７の領域に転がり軸受１８１が設けられていて、ポンプ吸気口１１５の領域に永久磁石式の磁気軸受１８３が設けられている。

【００４０】

転がり軸受１８１の領域には、ロータシャフト１５３に、円錐形のスブラッシュナット１８５が設けられている。スブラッシュナット１８５は、転がり軸受１８１の方へ増大する外径を有する。スブラッシュナット１８５は、作動媒体貯蔵部の少なくとも１つの掻落とし部材と滑り接触している。存在する別のターボ分子真空ポンプ（図示されていない）では、スブラッシュナットの代わりに、スブラッシュねじが設けられてよい。これにより、様々な構成が実現可能であるので、上記関係において、「スブラッシュ尖端」との用語も用いられる。

30

【００４１】

作動媒体貯蔵部は、上下にスタックされた吸収性の複数のディスク１８７を有する。これらのディスク１８７には、転がり軸受１８１用の作動媒体、例えば潤滑剤が含浸されている。

【００４２】

真空ポンプ１１１の運転時、作動媒体は、毛管現象によって、作動媒体貯蔵部から掻落とし部材を介して、回転するスブラッシュナット１８５へと伝達され、そして、遠心力に基づいて、スブラッシュナット１８５に沿って、スブラッシュナット１８５の、増大していく外径の方へと、転がり軸受１８１に向かって送られる。そこでは、例えば潤滑機能が満たされる。転がり軸受１８１及び作動媒体貯蔵部は、真空ポンプ内で槽状のインサート１８９と軸受カバー１４５とによって囲繞されている。

40

【００４３】

永久磁石式の磁気軸受１８３は、ロータ側の軸受半部１９１と、ステータ側の軸受半部１９３とを有する。これらは、それぞれ１つのリングスタックを有し、リングスタックは、軸方向に上下にスタックされた永久磁石の複数のリング１９５、１９７からなる。リング磁石１９５、１９７は、互いに半径方向の軸受間隙１９９を形成しつつ、対向して

50

、この場合、ロータ側のリング磁石 1 9 5 は、半径方向外側に、そしてステータ側のリング磁石 1 9 7 は、半径方向内側に配置されている。軸受間隙 1 9 9 内に存在する磁界は、リング磁石 1 9 5、1 9 7 の間に磁気的反発力を引き起こす。その反発力は、ロータシャフト 1 5 3 の半径方向の軸支を実現する。ロータ側のリング磁石 1 9 5 は、ロータシャフト 1 5 3 の支持部分 2 0 1 によって支持されている。支持部分 2 0 1 は、リング磁石 1 9 5 を半径方向外側で取り囲む。ステータ側のリング磁石 1 9 7 は、ステータ側の支持部分 2 0 3 によって支持されている。支持部分 2 0 3 は、リング磁石 1 9 7 を通って延びて、そしてハウジング 1 1 9 の半径方向の支材 2 0 5 に懸架されている。回転軸線 1 5 1 に対して平行に、ロータ側のリング磁石 1 9 5 が、支持部分 2 0 3 に連結されたカバー要素 2 0 7 によって固定されている。ステータ側のリング磁石 1 9 7 は、回転軸線 1 5 1 に対して平行に 1 つの方向で、支持部分 2 0 3 に結合された固定リング 2 0 9 と支持部分 2 0 3 に結合された固定リング 2 1 1 とによって固定されている。固定リング 2 1 1 とリング磁石 1 9 7 との間に、皿ばね 2 1 3 がさらに設けられてよい。

10

【0044】

磁気軸受内に、非常用軸受又は安全軸受 2 1 5 が設けられている。非常軸受又は安全軸受 2 1 5 は、真空ポンプの通常運転時には、非接触で空転し、そしてロータ 1 4 9 がステータに対して相対的に半径方向に過剰に変位するとようやく係合し、これにより、ロータ側の構造とステータ側の構造との衝突が阻止されるように、ロータ 1 4 9 に対する半径方向のストッパが形成される。安全軸受 2 1 5 は、非潤滑式の転がり軸受として構成されていて、そしてロータ 1 4 9 及び / 又はステータと共に半径方向の間隙を形成する。間隙によって、安全軸受 2 1 5 は、通常のポンプ運転時には係合しないようになる。半径方向の変位に際して安全軸受 2 1 5 が係合し、半径方向の変位は、十分に大きく寸法付けられているので、安全軸受 2 1 5 は、真空ポンプの通常運転時は係合せず、そして同時に十分に小さいので、ロータ側の構造とステータ側の構造との衝突があらゆる状況で阻止される。

20

【0045】

真空ポンプ 1 1 1 は、ロータ 1 4 9 を回転駆動する電動モータ 1 2 5 を有する。電動モータ 1 2 5 の電機子は、ロータ 1 4 9 によって形成されている。ロータ 1 4 9 のロータシャフト 1 5 3 は、モータステータ 2 1 7 を通って延びる。ロータシャフト 1 5 3 の、モータステータ 2 1 7 を通って延びる部分には、半径方向外側に又は埋入して、永久磁石アセンブリが配置されてよい。モータステータ 2 1 7 と、ロータ 1 4 9 の、モータステータ 2 1 7 を通って延びる部分との間には、中間室 2 1 9 が配置されている。中間 2 1 9 は、半径方向のモータ間隙を有する。モータ間隙を介して、モータステータ 2 1 7 と永久磁石アセンブリとは、駆動トルクを伝達するために、磁気的に影響を及ぼしてよい。

30

【0046】

モータステータ 2 1 7 は、ハウジング内で、電動モータ 1 2 5 に対して設けられたモータ室 1 3 7 内に固定されている。シールガス接続部 1 3 5 を介して、シールガス（パージガスとも称され、これは例えば空気や窒素であってよい）が、モータ室 1 3 7 に到達し得る。シールガスを介して、電動モータ 1 2 5 を、プロセスガス、例えばプロセスガスの腐食性の部分に対して保護できる。モータ室 1 3 7 は、ポンプ排気口 1 1 7 を介して真空引きしてもよい。つまりモータ室 1 3 7 内に、少なくとも近似的に、ポンプ排気口 1 1 7 に接続された補助真空ポンプによって実現される真空圧が作用する。

40

【0047】

ロータハブ 1 6 1 と、モータ室 1 3 7 を画成する壁部 2 2 1 との間には、それ自体公知のいわゆるラビリンスシール 2 2 3 がさらに設けられてよい。これにより、特に、半径方向外側に位置するホルベックポンプ段に対するモータ室 2 1 7 のより良好なシールが達成される。

【0048】

ここで以下、図 6 を参照して、本発明によるターボ分子ポンプ 1 1 1 について記述する。図 6 に示された本発明によるターボ分子ポンプ 1 1 1 は、以前の図 1 から図 5 を参照して構成されたターボ分子ポンプ 1 1 1 とほぼ同一に構成されている。したがって、図 6 に

50

示された本発明によるターボ分子ポンプ 1 1 1 の基本構造について、図 1 から図 5 に示されたターボ分子ポンプ 1 1 1 の前述の説明を参照できる。しかし、図 1 から図 5 を参照して前述されたターボ分子ポンプ 1 1 1 と比較して、図 6 に示された本発明によるターボ分子ポンプ 1 1 1 は、キャリアガス接続部 2 2 5 を付加的に有する。キャリアガス接続部 2 2 5 の位置及び機能について、以下により詳しく説明する。

【 0 0 4 9 】

前述したように、前述のターボ分子ポンプ 1 1 1 は、ポンプ 1 1 1 のホルベックポンプ段に開口する通気用吸気口 1 3 3 を有する。しかも、同様に、直列に接続されたターボ分子ポンプ段の領域に通気用吸気口 1 3 3 を設けてもよく、この場合、通気用吸気口 1 3 3 は、通常、直列に接続されたターボ分子ポンプ段によって形成されるポンプ機構の下流側の領域に位置する。例えば 1 0 のターボ分子ポンプ段を有するターボ分子ポンプでは、通気用吸気口 1 3 3 は、例えば第 7 段のポンプ段の領域に位置してよい。ポンプ 1 1 1 が運転停止した後又は電動モータ 1 2 5 への給電が中断された後に、そのような通気用吸気口 1 3 3 を介して、ポンプ 1 1 1 に例えば空気が通気できる。

10

【 0 0 5 0 】

本発明によれば、ターボ分子真空ポンプ 1 1 1 は、通気用吸気口 1 3 3 に加えて又は通気用吸気口 1 3 3 の代わりに、図 6 に単に概略的に符号「 2 2 5 」によって見分けられるキャリアガス接続部を有することが想定されている。この場合、キャリアガス接続部 2 2 5 は、ハウジング開口であり、このハウジング開口を通して、キャリアガスを、ターボ分子ポンプ段によって形成されるポンプ機構に導入できる。この場合、キャリアガス接続部 2 2 5 のハウジング開口 2 2 7 は、例えばここでは図示されていないねじ閉鎖部によって閉鎖可能であり、ねじ閉鎖部は、必要に応じて取り外すことができ、これにより、キャリアガス接続部 2 2 5 に供給管路を接続でき、供給管路を介して、キャリアガス接続部 2 2 5 にキャリアガスを供給できる。これに対して代替的に、キャリアガス接続部 2 2 5 のハウジング開口 2 2 7 にここでは図示されていない流量制御弁が接続されてよく、流量制御弁の通流断面は無段階に変化可能であり、これにより、キャリアガス接続部 2 2 5 に供給されるキャリアガスの量を無段階に調整、特に制御できる。

20

【 0 0 5 1 】

この場合、本発明によれば、キャリアガス接続部 2 2 5 は、ターボ分子ポンプ段 M の上流側で、N のターボ分子ポンプ段によって形成されたポンプ機構に開口し、この場合、

30

【数 5】

$$M = \lceil (N+1)/2 \rceil$$

が成り立つ。この場合、用語について、ポンプ吸気口 1 1 5 の最も近くに位置するターボ分子ポンプ段は、第 1 段のポンプ段と称され、ポンプ排気口 1 1 7 の最も近くに位置するターボ分子ポンプ段は、第 N 段のポンプ段と称されるように選択されていて、この場合、個々のターボ分子ポンプ段は、ポンプ排気口 1 1 7 へ向けて 1 から N まで連続する整数の通し番号が付けられている。したがって、例えば 1 0 のターボ分子ポンプ段の場合、キャリアガス接続部は、第 6 段のターボ分子ポンプ段の上流側で、ターボ分子ポンプ段によって形成されたポンプ機構に開口する。これに対してターボ分子ポンプが例えば 8 のターボ分子ポンプ段を有するとき、キャリアガス接続部 2 2 5 は、第 5 段のターボ分子ポンプ段の上流側で、ターボ分子ポンプ段によって形成されたポンプ機構に開口する。

40

【 0 0 5 2 】

しかし、基本的に、キャリアガス接続部 2 2 5 を、ターボ分子ポンプ機構の上流側の端部の付近に、特に複数のターボ分子ポンプ段によって形成されたポンプ機構の上流側の 1 / 3 に設けることが有利であると証明されていて、これについては、例えば関係式

【数 6】

$$M = \lceil N/2 \rceil$$

50

によって表すことができ、ここで、Nは、ターボ分子ポンプ段の数であり、Mは、ポンプ段の数であり、その上流側で、キャリアガス接続部225がポンプ機構に開口するのが望ましい。この場合、有利には、関係式に

【数7】

$$M = \lceil N/2 \rceil - 1$$

が適用され、しかもこの場合、ポンプ吸気口115へ向かうキャリアガスの逆流を防止するには、キャリアガス接続部225は、全てのケースで第1段のターボ分子ポンプ段より下流側に、好ましくは第2段のターボ分子ポンプ段より下流側に設けられるべきである。

10

【0053】

通気用吸気口133とは異なり、キャリアガス接続部225を介して、キャリアガスは、ポンプの遮断を行った後でようやくポンプ機構に導入されるのではなく、むしろ、本発明によれば、キャリアガス接続部225を介して、ターボ分子ポンプ111の運転中に、ひいてはプロセスガスの圧送中にポンプ吸気口115からポンプ排気口117へキャリアガスがポンプ機構に導入されることが想定されている。さらに換言すると、要するにキャリアガスは、電動モータ125が通電されている間にポンプ機構に導入される。

【0054】

したがって、キャリアガスは、キャリアガス接続部225を介して、ターボ分子ポンプ111の通常のポンプ運転中にポンプ機構に導入される。この場合、この通常のポンプ運転とは、その間にターボ分子真空ポンプ111が連続的にその最大許容出力の少なくとも75%及び/又はその最大許容回転速度の少なくとも75%で運転される期間として定義されてよい。この場合、特に、そのように定義された期間の少なくとも50%の時間の間、キャリアガスは、キャリアガス接続部225を通じてポンプ機構に導入される。この場合、例えば、キャリアガスは、連続的に、プロセスガスを圧送する間、少なくとも1時間の期間にわたって、特に10時間の期間にわたって、好ましくは24時間を超える期間にわたってポンプ機構に導入されることが想定され得る。

20

【0055】

この場合、キャリアガス接続部225を介して導入されるキャリアガスは、ポンプ吸気口115からポンプ排気口117へ圧送されるプロセスガスを引き込み又は運び、その際、特に、プロセスガスがポンプ排気口117からポンプ吸気口115へ逆流し得るのを防止する。したがって、ポンプ吸気口における圧力は、所望の形で低下するので、ポンプの排気速度は、所望の形で増加する。

30

【0056】

図6を参照してここで記述するターボ分子真空ポンプ111は、前述の形でターボ分子ポンプ段の下流側にホルベックポンプ段を有する。しかし、ホルベックポンプ段は、通気用吸気口133と全く同様に任意選択的であり、本発明によるキャリアガス効果を得るためには必要とされない。要するに、本発明に係るターボ分子真空ポンプ111は、ホルベックポンプ段を有してよいが、必須ではない。

【0057】

40

以下、図7を参照して、ホルベックポンプ段を有しないターボ分子ポンプで観察された試験結果を紹介する。ここでは、ターボ分子ポンプは、10のターボ分子ポンプ段(N=10)を有する。図7の線図では、ポンプの吸気口115における圧力がY軸上に記入されていて、ポンプ排気口117における補助圧力がX軸上に記入されている。この場合、試験に際して使用されたターボ分子ポンプは、第7段のターボ分子ポンプ段の領域に通気用吸気口を有するとともに、第4段のターボ分子ポンプ段の領域にキャリアガス接続部を有する。

【0058】

この場合、線図の最も上の線は、気体が、通気用吸気口を介してもキャリアガス接続部を介してもポンプ機構に導入されなかったポンプの運転状態を示す。これに対して、線図

50

の中央の線は、第 7 段のターボ分子ポンプ段の領域にある通気用吸気口を介して、ポンプの運転中に窒素がポンプ機構に導入された運転状態に関する。これに対して、線図の最も下の線は、第 4 段のターボ分子ポンプ段の領域にあるキャリアガス接続部を介して窒素がポンプ機構に導入されたポンプの運転状態に関する。この場合、ポンプは、3 つの全ての運転状態の間、1 0 0 0 s c c m の水素ガスがプロセスガスとしてポンプ吸気口 1 1 5 からポンプ排気口 1 1 7 へ圧送されるように運転された。

【 0 0 5 9 】

図面の中央の線から看取されるように、既に通気用吸気口を通る窒素ガスの導入によって、線図の最も上の線によるポンプ機構にキャリアガスがポンプ機構に導入されない運転状態に対してポンプ吸気口における圧力の低下が生じる。

【 0 0 6 0 】

したがって、既に通気用吸気口を介して窒素を導入することによって、ポンプの排気速度が改善され、しかも線図の最も下の線から看取できるように、ポンプ吸気口圧力は、キャリアガスとして窒素が第 7 段のターボ分子ポンプ段の領域にある通気用吸気口を介してではなく、第 4 段のターボ分子ポンプの領域にあるキャリアガス接続部を介してポンプ機構に導入されると、その上さらに低下する。

【 0 0 6 1 】

前述の試験結果では、ポンプを、ポンプが連続的に 1 0 0 0 s c c m H² を圧送するように運転した。その際、通気用吸気口又はシールガス接続部 2 2 5 を介して 1 0 0 s c c m の窒素をポンプ機構に導入した。したがって、要するに試験によって、約 1 0 : 1 (毎分標準立方センチメートルのプロセスガス : 毎分標準立方センチメートルのキャリアガス) の比で、前述の逆流問題を確実に減らせ、したがって、ポンプの消費電力の過剰な負担をもたらすことなく、ポンプの排気速度を増加できることが分かった。

なお、本願は、特許請求の範囲に記載の発明に関するものであるが、他の態様として以下を含む。

1 .

分子真空ポンプ (1 1 1) であって、
ロータシャフト (1 5 3) によって駆動される、プロセスガスをポンプ吸気口 (1 1 5) からポンプ排気口 (1 1 7) へ圧送するポンプ機構を収容するハウジング (1 1 9) を備え、

ポンプ機構は、ポンプ吸気口 (1 1 5) とポンプ排気口 (1 1 7) との間で、ポンプ効果を奏して互いに直列に接続された複数 N のポンプ段を有し、ポンプ吸気口 (1 1 5) に最も近く位置するポンプ段が、第 1 段のポンプ段であり、ポンプ排気口 (1 1 7) に最も近く位置する段が、第 N 段のポンプ段であり、

ハウジング (1 1 9) は、キャリアガス接続部 (2 2 5) を有し、キャリアガス接続部 (2 2 5) は、ポンプ段 M の上流側でポンプ機構に開口し、ここで、

【数 8】

$$M = \lceil (N+1)/2 \rceil$$

が成り立つ、分子真空ポンプ (1 1 1) 。

2 .

【数 9】

$$M = \lceil N/2 \rceil$$

が成り立ち、さらに N 4 が成り立つ、上記 1 の分子真空ポンプ (1 1 1) 。

3 .

【数 1 0】

10

20

30

40

50

$$M = [N/2] - 1$$

が成り立ち、さらにN 6 が成り立つ、上記 1 の分子真空ポンプ (1 1 1)。

4 .

分子真空ポンプ (1 1 1) は、ターボ分子真空ポンプ (1 1 1) であって、ターボ分子真空ポンプは、ポンプ効果を奏して互いに直列に接続された複数Nのターボ分子ポンプ段を有し、各ターボポンプ段は、ロータシャフト (1 5 3) に取り付けられた動翼 (1 5 5) と定位置の静翼 (1 5 7) とをそれぞれ有する、上記 1 から 3 のいずれか一つの分子真空ポンプ (1 1 1)。

10

5 .

分子真空ポンプ (1 1 1) を運転する方法であって、
分子真空ポンプ (1 1 1) は、電動モータを用いて、ロータシャフト (1 5 3) によって駆動される、プロセスガスをポンプ吸気口 (1 1 5) からポンプ排気口 (1 1 7) へ圧送するポンプ機構を収容するハウジング (1 1 9) を備え、

ポンプ機構は、ポンプ吸気口 (1 1 5) とポンプ排気口 (1 1 7) との間に、ポンプ効果を奏して互いに直列に接続された複数Nのポンプ段を有し、ポンプ吸気口 (1 1 5) に最も近く位置するポンプ段が、第 1 段のポンプ段であり、ポンプ排気口 (1 1 7) に最も近く位置する段が、Nのポンプ段であり、

方法は、プロセスガスをポンプ吸気口 (1 1 5) からポンプ排出口 (1 1 7) へ圧送する間に、ポンプ機構に所定量のキャリアガスを導入することを特徴とする、方法。

20

6 .

電動モータが通電されている間に、キャリアガスをポンプ機構に導入する、上記 5 の方法。

7 .

毎分標準立方センチメートル (s c c m) で測定される、ポンプ機構に導入されるキャリアガスの量と、毎分標準立方センチメートル (s c c m) で測定される、圧送されるプロセスガスの量との比は、1 : Xであり、この場合、5 X 1 5、特に7 X 1 3、好ましくは9 X 1 1 が成り立ち、特に好ましくはXはほぼ1 0である又は1 0 に等しい、上記 5 及び / 又は 6 の方法。

30

8 .

方法を、上記 1 から 4 のいずれか一つの分子真空ポンプ (1 1 1) を用いて実施する、上記 5 から 7 のいずれか一つの方法。

9 .

キャリアガスとして、プロセスガスよりも大きいモル質量を有する気体を使用し、特に、キャリアガスとして窒素及び / 又はアルゴンを用いる、上記 5 から 8 のいずれか一つの方法。

1 0 .

キャリアガスを、プロセスガスを圧送する間、少なくとも1時間の期間にわたって、特に少なくとも1 0時間の期間にわたって、好ましくは2 4時間を超える期間にわたって連続的に導入する、上記 5 から 9 のいずれか一つの方法。

40

1 1 .

キャリアガスを、分子真空ポンプ (1 1 1) を最大許容出力の少なくとも7 5 % 又は最大許容回転速度の少なくとも7 5 % で連続的に運転する期間の少なくとも5 0 % の時間の間、連続的に導入する、上記 5 から 1 0 のいずれか一つの方法。

【符号の説明】

【 0 0 6 2 】

1 1 1 ターボ分子ポンプ

1 1 3 吸気口フランジ

1 1 5 ポンプ吸気口

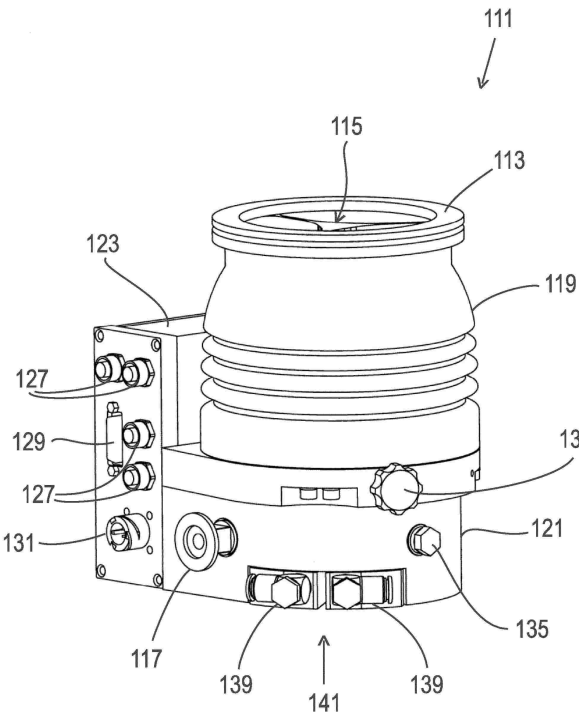
50

1 1 7	ポンプ排気口	
1 1 9	ハウジング	
1 2 1	下部分	
1 2 3	エレクトロニクスハウジング	
1 2 5	電動モータ	
1 2 7	アクセサリ接続部	
1 2 9	データインタフェース	
1 3 1	電流供給接続部	
1 3 3	通気用吸気口	
1 3 5	シールガス接続部	10
1 3 7	モータ室	
1 3 9	冷却剤接続部	
1 4 1	下面	
1 4 3	ねじ	
1 4 5	軸受カバー	
1 4 7	固定孔	
1 4 8	冷却剤管路	
1 4 9	ロータ	
1 5 1	回転軸線	
1 5 3	ロータシャフト	20
1 5 5	動翼	
1 5 7	静翼	
1 5 9	スペーサリング	
1 6 1	ロータハブ	
1 6 3	ホルベックロータスリーブ	
1 6 5	ホルベックロータスリーブ	
1 6 7	ホルベックステータスリーブ	
1 6 9	ホルベックステータスリーブ	
1 7 1	ホルベック間隙	
1 7 3	ホルベック間隙	30
1 7 5	ホルベック間隙	
1 7 9	接続チャンネル	
1 8 1	転がり軸受	
1 8 3	永久磁石式の磁気軸受	
1 8 5	スプラッシュナット	
1 8 7	ディスク	
1 8 9	インサート	
1 9 1	ロータ側の軸受半部	
1 9 3	ステータ側の軸受半部	
1 9 5	リング磁石	40
1 9 7	リング磁石	
1 9 9	軸受間隙	
2 0 1	支持部分	
2 0 3	支持部分	
2 0 5	半径方向の支柱	
2 0 7	カバー要素	
2 0 9	支持リング	
2 1 1	固定リング	
2 1 3	皿ばね	
2 1 5	非常用軸受又は安全軸受	50

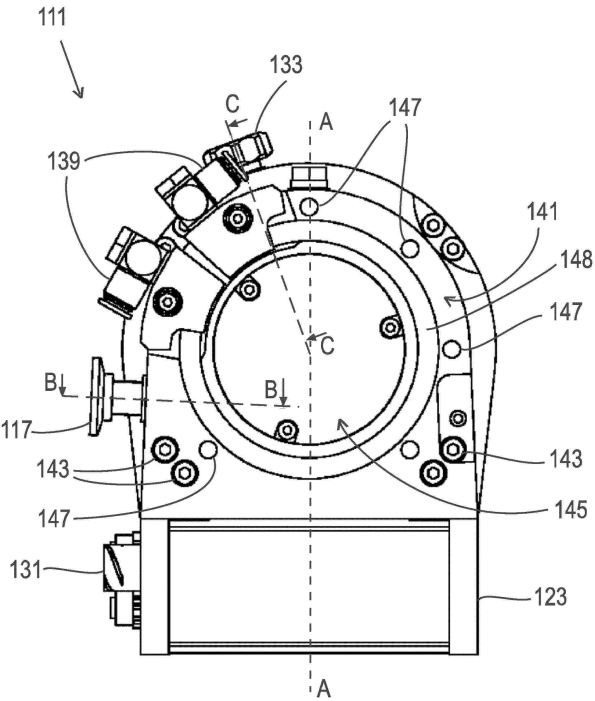
- 2 1 7 モータステータ
- 2 1 9 中間室
- 2 2 1 壁部
- 2 2 3 ラビリンスシール
- 2 2 5 キャリアガス接続部
- 2 2 7 ハウジング開口

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

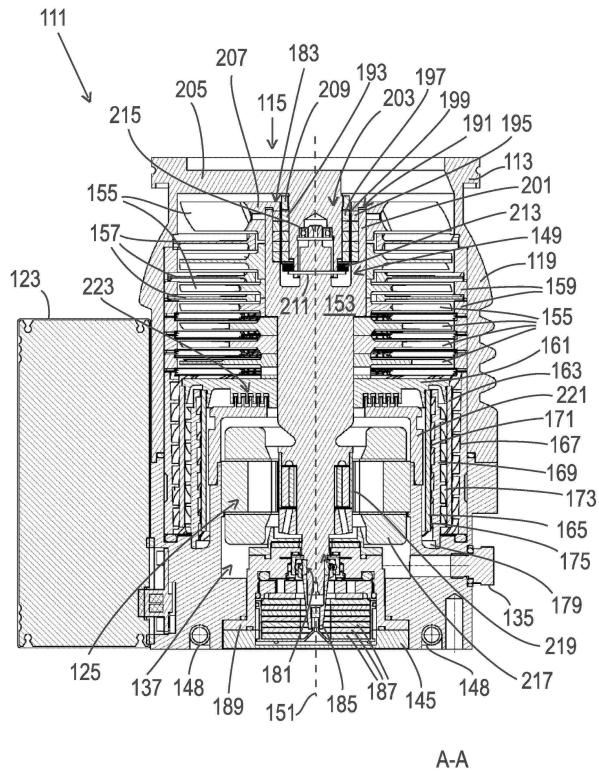
20

30

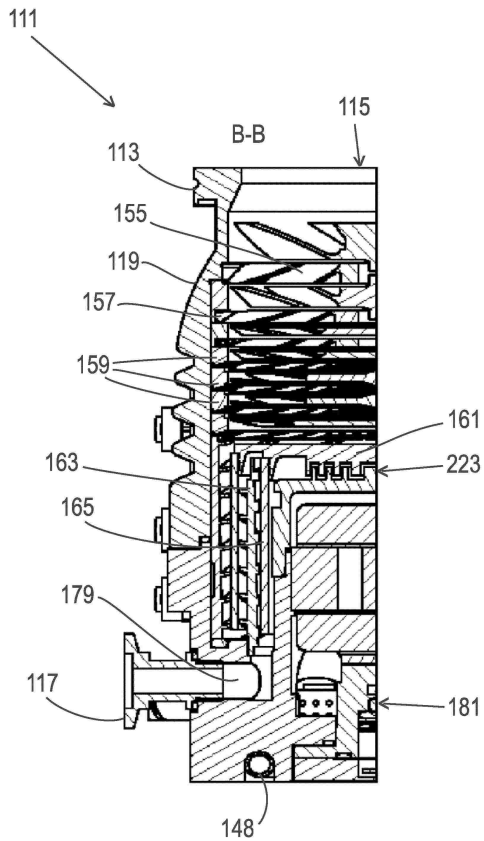
40

50

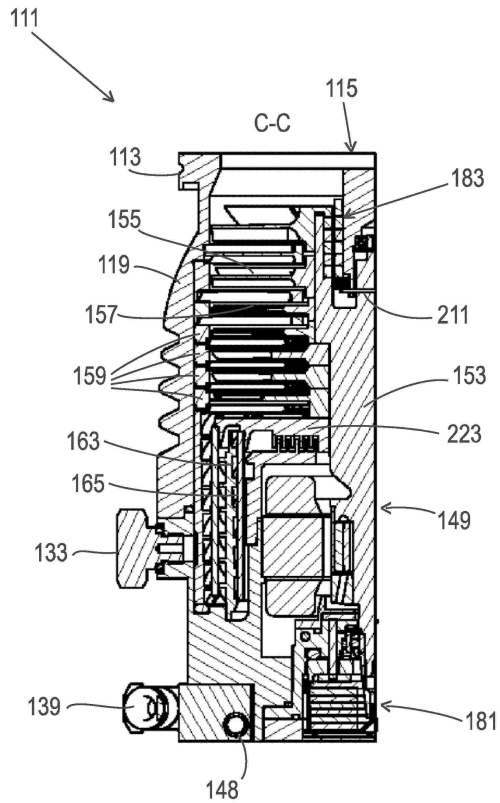
【図 3】



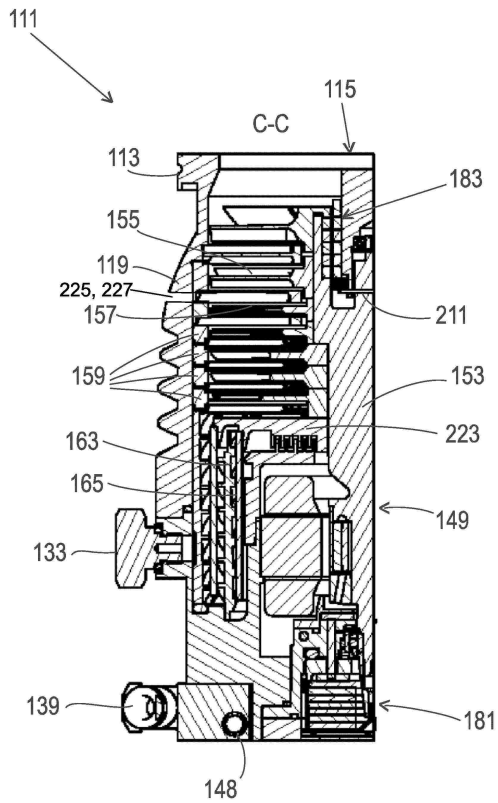
【図 4】



【図 5】



【図 6】



10

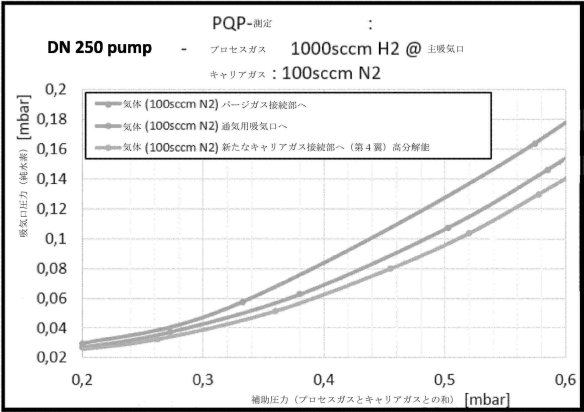
20

30

40

50

【 図 7 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- ンバッハ、フィンケンヴェーク、 4
(72)発明者 ヤン・ホフマン
ドイツ連邦共和国、 3 5 3 0 5 グリュンベルク、イン・デン・ペータースゲルテン、 1 9
(72)発明者 マクシミリアン・ビルケンフェルト
ドイツ連邦共和国、 3 5 6 4 9 ビショッフエン、クロイツストラーセ、 2
(72)発明者 ペーター・フォルヴェルク
ドイツ連邦共和国、 3 5 6 3 0 エーリングスハウゼン、アム・シュタインヴァンデル、 2
(72)発明者 ゼンケ・ギルブリヒ
ドイツ連邦共和国、 3 5 7 5 3 グライフェンシュタイン、シュタインカウター・ヴェーク、 1
審査官 中村 大輔
(56)参考文献 特開 2 0 0 0 - 0 3 8 9 9 8 (J P , A)
特開 2 0 1 9 - 0 3 1 9 6 6 (J P , A)
特開平 0 3 - 2 3 3 1 9 3 (J P , A)
特開平 0 1 - 2 7 7 6 9 8 (J P , A)
(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
F 0 4 D 1 9 / 0 4