

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2019-31966

(P2019-31966A)

(43) 公開日 平成31年2月28日(2019.2.28)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO4D 19/04 (2006.01)	FO4D 19/04 Z	3H131
	FO4D 19/04 H	

審査請求 有 請求項の数 15 O L 外国語出願 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2018-113517 (P2018-113517)	(71) 出願人	391043675 ブファイファー・ヴァキューム・ゲーエム ベーハー
(22) 出願日	平成30年6月14日 (2018.6.14)		
(31) 優先権主張番号	17185000.1		
(32) 優先日	平成29年8月4日 (2017.8.4)		ドイツ連邦共和国 35614 アスラー 、ベルリーナー・シュトラッセ 43
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)	(74) 代理人	100069556 弁理士 江崎 光史
		(74) 代理人	100111486 弁理士 鍛冶澤 實
		(74) 代理人	100173521 弁理士 篠原 淳司
		(74) 代理人	100191835 弁理士 中村 真介

最終頁に続く

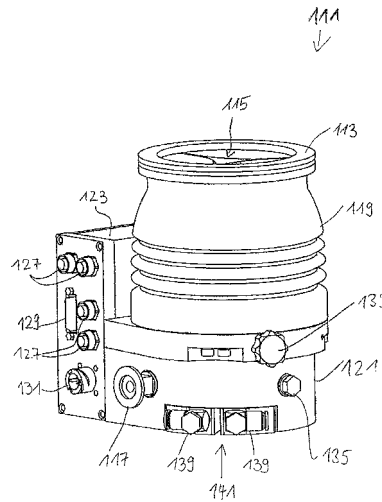
(54) 【発明の名称】 真空ポンプ

(57) 【要約】

【課題】本発明の課題は、測定装置を有する安価な真空ポンプ、特にターボ分子ポンプであって、これを使って吸引側の圧力が確実に決定されることが可能であるものを提供することである。

【解決手段】課題は、真空ポンプ(111)、特にターボ分子ポンプであって、少なくとも一つのポンプ段(15, 15')を有し、そして真空ポンプ(111)の吸引側(E)の圧力の決定の為に圧力検出ユニット(31)を有する真空ポンプにおいて、圧力検出ユニットが測定装置(29)を有し、その際、測定装置(29)の測定タップ(25.2-25.7)がポンプ段(15, 15')の領域、又はポンプ段(15, 15')の流れ下流に設けられていることにより解決される。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

真空ポンプ（111）、特にターボ分子ポンプであって、少なくとも一つのポンプ段（15, 15'）を有し、そして真空ポンプ（111）の吸引側（E）の圧力の決定の為に圧力検出ユニット（31）を有する真空ポンプにおいて、圧力検出ユニットが測定装置（29）を有し、その際、測定装置（29）の測定タップ（25.2 - 25.7）がポンプ段（15, 15'）の領域、又はポンプ段（15, 15'）の流れ下流に設けられていることを特徴とする真空ポンプ。

【請求項 2】

ポンプ段（15, 15'）が少なくとも一つのローター（153, 163, 165）と一つのステーター（157, 167, 169）を有することを特徴とする請求項 1 に記載の真空ポンプ（111）。

10

【請求項 3】

ポンプ段がホルベックポンプ段（15'）を含むことを特徴とする請求項 1 および 2 に記載の真空ポンプ（111）。

【請求項 4】

測定タップが、ポンプ段（15, 15'）を収容する真空ポンプのハウジング（119, 121）内の開口部（25.2 - 25.7）として形成されていることを特徴とする請求項 1 から 3 の少なくとも一項に記載の真空ポンプ（111）。

20

【請求項 5】

開口部（25.2 - 25.7）が、真空ポンプ（111）を溢出させるためのフロー開口部として、又はスリップガス開口部としても利用可能であることを特徴とする請求項 4 に記載の真空ポンプ（111）。

【請求項 6】

測定装置（29）が、測定タップ（25.2 - 25.7）において測定される圧力の測定のために圧力センサー（27）を有し、その際、測定タップ（25.2 - 25.7）が圧力センサー（27）と流体接続されていることを特徴とする請求項 1 から 5 の少なくとも一項に記載の真空ポンプ（111）。

【請求項 7】

圧力センサー（27）が、ピラニ真空計であるか、又は容量可変測定管を含むことを特徴とする請求項 6 に記載の真空ポンプ（111）。

30

【請求項 8】

吸引側の圧力が、測定タップ（25.2 - 25.7）において測定される圧力に基づいて決定可能であり、特に所与の補正ファクター（K）に基づいて決定可能であるように圧力検出ユニット（31）が形成されており、この補正ファクターが、測定タップ（25.2 - 25.7）において測定される圧力の、吸引側の圧力に対する比率であることを特徴とする請求項 1 から 7 の少なくとも一項に記載の真空ポンプ（111）。

【請求項 9】

真空ポンプ（111）が、少なくとも一つの手段を有し、これによって、真空ポンプ（111）の少なくとも一つの運転パラメーター、例えば回転数、駆動出力、装置温度、又は予真空圧を検出可能であり、そして圧力検出ユニット（31）に伝達可能、及び/又はこの中に入力可能であることを特徴とする請求項 1 から 8 の少なくとも一項に記載の真空ポンプ。

40

【請求項 10】

補正ファクター（K）が、検出された、又は入力された運転パラメーターに基づいて変更可能であるよう圧力検出ユニット（31）が形成されていることを特徴とする請求項 8 および 9 に記載の真空ポンプ。

【請求項 11】

好ましくは請求項 1 から 10 のいずれか一項に従い形成されている真空ポンプ（111）、特にターボ分子ポンプの吸引側の圧力の決定の為に方法であって、真空ポンプ（111

50

)のポンプ段(15, 15')の領域の圧力、又はポンプ段(15, 15')の流れ下流の圧力が測定され、そして測定された圧力に基づいて吸引側の圧力が決定されることを特徴とする方法。

【請求項12】

補正ファクター(K)が決定され、この補正ファクターが、測定タップ(25.2-25.7)において測定される圧力の、吸引側の圧力に対する関係の特徴づけ、特にその際、補正ファクター(K)の決定が、メーカー側、及び/又は現場において行われることを特徴とする請求項13に記載の方法。

【請求項13】

真空ポンプ(111)の少なくとも一つの運転パラメーター、例えば回転数、駆動出力、装置温度、または予真空圧が検出され、そして真空ポンプ(111)の圧力検出ユニット(31)に伝達され、又はこの中に入力されることを特徴とする請求項11または12に記載の方法。

10

【請求項14】

補正ファクター(K)が検出され、又は入力される運転パラメーターに基づいて変更されることを特徴とする請求項12および13に記載の方法。

【請求項15】

運転パラメーターに基づいて、特に測定された圧力を考慮して、及び/又は決定された吸引側の圧力を考慮して、状態評価パラメーターが決定され、この状態評価パラメーターが出力され、及び/又は保存され、これが特に状態評価パラメーターが閾値を下回る、又は上回る場合に行われることを特徴とする請求項13および14に記載の方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、真空ポンプ、特にターボ分子ポンプに関する。この真空ポンプは、少なくとも一つのポンプ段と、真空ポンプの吸引側の圧力の決定のための圧力検出ユニットを有する。

【背景技術】

【0002】

真空ポンプは、異なる技術領域で使用される。各プロセスに必要な真空を発生させるためである。真空ポンプの決められた運転を確実にを行うために、多くの場合、吸引側の圧力を監視する必要がある。

30

【0003】

プロセスの監視の為、特に圧力の監視の為、例えばピラニによる測定方法が使用される。これは特に、測定正確性が高い状況でのその安価な使用性により際立っている。これと他の比較的安価な、よって経済的な測定方法は、しかし、通常ターボ分子ポンプによって作りだされるような高真空圧(特に $5 \cdot 10^{-4}$ mbarより低い圧力)は、各物理的な測定原理に基づいて利用されることができないか、又は制限されてのみ利用されることが可能である。

【発明の概要】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

よって本発明の課題は、測定装置を有する安価な真空ポンプ、特にターボ分子ポンプであって、これを使って吸引側の圧力が確実に決定されることが可能であるものを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

この課題は、請求項1に記載の特徴を有する真空ポンプによって解決される。

【0006】

発明に係る真空ポンプ、特にターボ分子ポンプは、少なくとも一つのポンプ段と、真空

50

ポンプの吸引側の圧力の決定の為の圧力検出ユニットを有する。圧力検出ユニットは測定装置を有し、その際、測定装置の測定タップは、真空ポンプの軸方向で見て、ポンプ段の領域、又はポンプ段の流れ下流に設けられている。その際、吸引側の圧力とは、第一のポンプ段の前の圧力であり、特にポンプのインレットの領域の圧力であると解される。

【0007】

ポンプ段の領域、またはポンプ段の流れ下流の領域における測定タップによって高真空における圧力決定の問題は回避される。というのは吸引側の高真空圧は直接測定されず、間接的に決定されるからである。測定装置を使ってガス圧が測定される。これは、ポンプによって既に高められたものである、つまりガスは既に圧縮されている。例えば、ポンプの吐出側の圧力も決定されることが可能である。ポンプの圧縮性能が、所定の条件においてわかっているとき、よって該領域、又は第一のポンプ段の後の領域から、又は予真空圧からすら吸引側の圧力を推測することができる。この既に高い（予真空）圧力は、安価な測定方法（例えばピラニ）によって測定されることが可能である。この為、例えば安価な測定管が測定タップに接続される。基本的に測定タップは、第一のポンプ段とポンプの出口側の間に任意に位置決めされることが可能である。測定タップとは、その際、基本的には、測定値の決定の為の局所的な圧力の採取、又は測定の為の可能性であると解されることが可能である。測定タップは、異なる様式で形成されていることが可能である。局所的な測定値採取を可能とするためである。

10

【0008】

本発明の別の実施形が、明細書、請求項、及び添付の図面に記載されている。

20

【0009】

真空ポンプのポンプ段は、特に少なくとも一つのローター及びステーターを有する。真空ポンプ、特にターボ分子ポンプのポンプ段は、この場合、特に、少なくとも各一つのローターディスク及びステーターディスクからなる装置であると解されるべきである。ローターディスクは、ローター軸に付設されている一方で、ステーターディスクは回転不能に設けられている。ポンプ段は、通常、直列に配置される、又は連続して対として配置される複数のローターディスク及びステーターディスクを有する。真空ポンプ、特にターボ分子ポンプは、通常、上述した形式の複数のポンプ段を含む。しかしまた異なる構成、又は構造のポンプ段が設けられていることも可能である。

30

【0010】

別の実施形に従い、真空ポンプのポンプ段は、ホルベック段として形成されている。ホルベック段は、スクリュウ形状の複数のポンプチャンネルを有する分子ポンプ段である。ローターは、滑らかな表面を有するシリンダー状のドラムから成る。同軸のステータは、内側にスクリュウ状の溝設けられている。

【0011】

更に、測定タップは開口部として、真空ポンプのポンプを収容するハウジング内に（一部品式で、又は多部品式で）形成されていることが好ましい可能性がある。

【0012】

特に好ましい実施形においては、真空ポンプの開口部はフロー開口部として、特にフロー穴として真空ポンプの溢出の為に使用可能である。開口部の使用によって、測定タップ若しくは採取開口部としての開口部の使用によっても、フロー穴としての開口部の使用によっても、多数の機能の為に真空ポンプのハウジングには一つの開口部のみが必要である。これによって、時々、真空ポンプの別のエラー源や、故障個所が防止され、そして製造コストが削減される。フロー穴は、真空ポンプの溢出、又は換気の為に使用される。ポンプを停止した後の溢出によって、有害な物質（例えば炭化水素）が予真空側からポンプを通して逆拡散することが防止される。室内空気の箇所での乾燥した不活性ガスの溢出によって、水蒸気がポンプ内に追加的に侵入することが防止されることが可能である。開口部は、キャリアガス開口部として使用可能であり得る。

40

【0013】

一つの実施形に従い、真空ポンプの測定装置は、測定タップにおいて測定される圧力の

50

測定の為の圧力センサーを有する。その際、測定タップは、圧力センサーと流体接続している。圧力センサーは、その際、既に存在するアクセサリーによって、測定タップ、又はフロー開口部若しくはフロー穴、又はキャリアガス開口部のところで運転されることが可能である。アクセサリーは、例えばフロー装置であることが可能である。

【0014】

別の実施形に従い、真空ポンプの圧力センサーは、ピラニ真空計（ピラニ測定管）、又は容量可変測定管を有する。圧力センサーに対してこれら部材を使用するメリットは、特にコスト削減である。小さく、そして比較的安価な測定管は、その際、簡単に真空ポンプ内に統合されることが可能である。更に、これは高い測定精度を有する。

【0015】

一般的に、任意の圧力センサータイプの使用が可能である。その際、これらは、異なる測定原理に基づいていることも可能である。

【0016】

真空ポンプの圧力検出ユニットが、吸引側の圧力を、測定タップにおいて測定され、測定装置へと伝達される圧力に基づいて決定可能であり、特に所定の補正ファクター（この補正ファクターが、測定タップにおいて測定される圧力の吸引側の圧力に対する関係の特徴付ける）に基づいて決定可能であるよう形成されているとき、特に有利であり得る。補正ファクターによって、吸引側の圧力が測定される圧力を使って計算されることが可能である。圧力の計算は、以下による。

$$p_{HV} = p_M \cdot S_M / S_{HV} = p_M \cdot K$$

ここで：

p_{HV} は高真空圧、 p_M は測定タップにおける圧力、 S_M は測定タップにおける真空ポンプの内部の吸引性能、 S_{HV} は、吸引側、又はインレット側における真空ポンプの吸引性能、 K は、補正ファクターであり、両吸引性能の商（ S_M / S_{HV} ）に相当する。

【0017】

この等式によって、測定タップを可能な限り、内部の吸引性能が極めて小さい一箇所に置くことは特に有利であることが明らかである。これによって、与えられるパラメーター S_{HV} 及び p_{HV} において、高い圧力が測定タップ p_M において測定されることが可能だからである。

【0018】

吸引性能は、単位時間当たりに断面積、又はポンプ効果を奏する部分を通して搬送される体積流（独語：Volumenstrom）であると解される。

【0019】

特に有利な実施形に従い、真空ポンプは、少なくとも一つの手段を有する。この手段によって、真空ポンプの少なくとも一つの運転パラメーター、例えば回転数、駆動出力、装置温度、又は予真空圧が検出可能であり、そして圧力検出ユニットに伝達可能、及び/又はこれに入力可能である。圧力検出ユニットは、真空ポンプの制御/調整の為の制御装置と接続されている。これは、制御装置内に統合されていることも可能である。全く基本的に、測定装置、圧力検出ユニット、及び制御装置が、一つの共通のモジュールを形成することが可能であると言える。測定装置と、圧力検出ユニットだけを一つのユニットにまとめることも可能であり、特に両方のコンポーネントは統合された一つの装置を形成する。圧力検出ユニットと制御装置にも同じことが言える。圧力検出ユニットは、独立したユニットであることも可能である。

【0020】

吸引側の圧力の決定は、その際、基本的に、圧力検出ユニット内で実行される。その際、これは、上述したように、測定装置と、及び/又は制御装置とまとめられ、またはこれに統合されていることが可能である。よって、圧力検出ユニット中で吸引側の圧力の決定の為の計算の一部を行い、そして計算の他の部分を制御装置内で行うことも考え得る。

【0021】

更に、測定装置、圧力検出ユニット、及び/又は制御装置は、データ、とくに運転パラ

10

20

30

40

50

メーターの手動での入力の為の手段を有する。これは例えばキーボードや、タッチスクリーン等のようなものである。これらコンポーネントは、これらに、外部のデータがデータ配線を介して伝達されることが可能であるように形成されていることが可能である。データの伝達は、無線で、又は有線で行われることが可能である。入力、又は伝達は、手動、自動、一括、オンデマンド、及び/又は周期的に行われることが可能である。

【0022】

しかしここで、真空システムのバルブ（ガスバルブ）の閉鎖状態や、可能なプロセスガス混合物の構成要素といった別のパラメーターも検出され、伝達され、又は入力されることが可能である。異なる運転パラメーターを取り入れることによって、進行する状態評価は検出される高真空圧の現在の信頼性を評価する。検出される必要が無い、又は先に既に決定されており、未だ有効である個々の運転パラメーターは、追加的に検出される、又は入力されることが可能である。状態評価は、真空ポンプのユーザーに直接出力される、及び/又は保存されることが可能である。更に、状態評価が危機的状況を検出する、または相応する値が、予め決定された領域に達する、またはこれを去るとすぐに、例えば警告信号が響き渡るということが可能である。追加的に、高真空圧の出力は、予定された領域に制限されることが可能である。

10

【0023】

補正ファクターが、検出された運転パラメーターに基づいて変更可能であるよう、圧力検出ユニットが検出されていると、特に有利である。少なくとも一つの運転パラメーターを使った補正ファクターの変更によって、吸引側の高真空圧の、各システムに合わせられた計算が可能となる。これによって、吸引側の圧力の計算が、更に正確になり、そしてプロセス変化、又は環境変化、及び発生するプロセス障害、又は環境障害、又は運転パラメーターの時間的な変化に関係なくなる。

20

【0024】

本発明は、更に、真空ポンプ（特にターボ分子ポンプ）の吸引側の圧力の決定の為の方法に関する。その際ポンプは、好ましくは上述した実施形に従い形成されている。発明に係る方法は、上述の圧力の決定の為、真空ポンプのポンプ段の領域、又は真空ポンプ内のポンプ段の流れ下流の領域の圧力が測定され、そして測定された圧力に基づいて、吸引側の圧力が決定される。

【0025】

発明に係る方法の有利な形態に従い、補正ファクターが決定される。この補正ファクターは、測定タップにおいて測定される圧力の、吸引側の圧力に対する関係の特徴づける。特にその際、補正ファクターの決定は、メーカー側、及び/又は現場で行われる。これによって、同じままである運転パラメーターが、時間的に変化する運転パラメーターとしても補正ファクター中に流入可能である。補正ファクターの決定は、その際、例えば各個々の真空ポンプに対して、各スタートアップの前に行われることが可能である。しかし、これを一度のみスポットチェック的に周期的に、通常運転外に、又は適用範囲の変更の際、及び/又はプロセスガス構成の変更の際に決定するということが同様に可能である。

30

【0026】

当該方法の別の態様に従い、真空ポンプの少なくとも一つの運転パラメーター、例えば回転数、駆動出力、装置温度、又は予真空圧が検出され、そして、真空ポンプの圧力検出ユニットへと伝達される、又はこれに入力される。

40

【0027】

当該方法の別の態様に従い、補正ファクターが、検出された運転パラメーターに基づいて、又は入力された運転パラメーターに基づいて変更され、これが特にポンプの運転の間に行われる。好ましくは、複数の運転パラメーターが補正ファクターの変更の際に考慮される。信頼性のある補正ファクターと、ひいては信頼性をもって計算された吸引側の圧力の値を得るためである。換言すると、この実施形においては、補正ファクターが、一または複数の運転パラメーターの一つの関数であることが可能であるということが考慮される。これら運転パラメーターが変化すると、補正ファクターも相応して適合される。常に確

50

実な値を、吸引側の圧力に対して得るためである。

【0028】

別の好ましい実施形に従い、運転パラメーターに基づいて、特に測定された圧力、及び/又は決定された吸引側の圧力を考慮して、状態評価パラメーターが決定される。この状態評価パラメーターは出力される、及び/又は保存され、特に状態評価パラメーターが、とある閾値を越える、または下回る、又は所定の値領域をさるとそのようになる。信頼性のある状態評価の為に、理想的には、複数の運転パラメーターが状態評価パラメーター中に流入する。状態評価パラメーターは、計算される吸引側の圧力の信頼性を見積もることを可能とする。

【0029】

追加的に、追加的な別の予真空圧力センサーが存在していることが可能である。これは、計算される高真空圧の確認の為に使用されることが可能である。

【0030】

以下に、本発明を、添付の図面を参照しつつ有利な実施形に基づいて例示的に説明する。

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図1】ターボ分子ポンプの斜視図

【図2】図1のターボ分子ポンプの下側の図

【図3】図2に示された線A-Aに沿うターボ分子ポンプの断面図

【図4】図2に示された線B-Bに沿うターボ分子ポンプの断面図

【図5】図2に示された線C-Cに沿うターボ分子ポンプの断面図

【図6】統合された安価な圧力測定を伴う発明に係る真空ポンプの第一の実施形の簡略図

【図7】複数のインレットを有するターボ分子ポンプの斜視図

【図8】統合された安価な圧力測定を伴う発明に係る真空ポンプの第二の実施形の簡略図

【図9】補正ファクターを表したもとの p_M の p_{HV} に対する関係と、測定タップにおける真空ポンプの内部の吸引性能に対する p_M の関係

【図10】基本的に一定にガス流がポンプを通る際の、 p_{VV} （予真空圧）の p_{HV} に対する関係

【発明を実施するための形態】

【0032】

図1に示されたターボ分子ポンプ111は、インレットフランジ113によって取り囲まれたポンプインレット115を有する。これには、図示されないレシーバーが公知の方法で接続されることが可能である。レシーバーからのガスは、ポンプインレット115を介してレシーバーから吸引され、そしてポンプを通してポンプアウトレット117へと搬送される。ポンプアウトレット117には、予真空ポンプ（例えばロータリーベーンポンプのようなもの）が接続されていることが可能である。

【0033】

インレットフランジ113は、図1の真空ポンプの向きにおいて、真空ポンプ111のハウジング119の上方の端部を形成する。ハウジング119は、下部分121を有する。これには、側方にエレクトロニクスハウジング123が設けられている。エレクトロニクスハウジング123内には、電氣的、及び/又は電子的な真空ポンプのコンポーネントが組み込まれている。これは例えば真空ポンプ内に配置される電動モーター125を運転するためのものである。エレクトロニクスハウジング123には、アクセサリーの為の複数の接続部127が設けられている。その上、データインターフェース129（例えばRS485標準に従うもの）と、電源供給接続部131が、エレクトロニクスハウジング123に設けられている。

【0034】

ターボ分子ポンプ111のハウジング119には、フローインレット133（特にフローバルブの形式のもの）が設けられている。これを介して真空ポンプ111は溢出を受けることができる。下部分121の領域内には、更に一つのシールガス接続部135が設け

10

20

30

40

50

られている。これは、洗浄ガス接続部とも称される。この洗浄ガス接続部を介して、ポンプによって搬送されるガスから電動モーター125を保護するための洗浄ガスが、モーター室137内へと運ばれることが可能である。モーター室内には、真空ポンプ111の電動モーター125が組み込まれている。下部分121内には、更に二つの冷却媒体接続部139が設けられている。その際、一方の冷却媒体接続部は冷却媒体の為のインレットとして、そして他方の冷却媒体接続部はアウトレットとして設けられている。冷却媒体は、冷却目的の為に真空ポンプ内に導かれることが可能である。

【0035】

真空ポンプの下方の側141は、起立面として使用されることが可能であるので、真空ポンプ111は下側141上に起立して運転されることが可能である。しかしまた、真空ポンプ111はインレットフランジ113を介してレシーバーに固定されることが可能であり、よっていわば吊架・懸吊されて運転されることが可能である。更に、真空ポンプ111は、これが図1におけるものと異なるように向けられているときにも、運転させられることが可能であるように形成されていることが可能である。真空ポンプの他の実施形も実現されることが可能である。この実施形においては、下側141は下に向かってではなく、反対側に、又は上に向かって向けられて配置されることが可能である。

【0036】

図2に表されている下側141には、いくつかのスクリュウ143が設けられている。これによって、ここでは更に特定されない真空ポンプの部材が互いに固定されている。例えば、支承部カバー145が下側141に固定されている。

【0037】

下側141には、更に複数の固定孔147が設けられている。これを介して、ポンプ111が、例えば当接面に固定されることが可能である。

【0038】

図2から5には、冷却媒体配管148が表されている。この中で、冷却媒体接続部139を介して導入及び導出される冷却媒体が循環されることが可能である。

【0039】

図3から5の断面図に示すように、真空ポンプは、複数のポンプ段を有する。ポンプインレット115におよぶプロセスガスをポンプアウトレット117に搬送するためのものである。

【0040】

ハウジング119内には、ローター149が設けられている。これは、回転軸151を中心として回転可能なローターシャフト153を有している。

【0041】

ターボ分子ポンプ111は、ポンプ効果を奏するよう互いにシリアルに接続された複数のターボ分子ポンプ段を有する。これは、ローターシャフト153に固定された半径方向の複数のローターディスク155と、ローターディスク155の間に配置され、ハウジング119内に固定されて複数のステーターディスク157を有する。その際、ローターディスク155、および隣接するステーターディスク157は、各一のポンプ段を形成する。ステーターディスク157は、スペーサーリング159によって所望の軸方向間隔に互いに保持されている。

【0042】

真空ポンプは、その上、軸方向において互いに入れ子式に配置され、そしてポンプ効果を奏するよう互いにシリアルに接続されたホルベックポンプ段を有している。ホルベックポンプ段のローターは、ローターシャフト153に設けられたローターハブ161と、ローターハブ161に固定され、そしてこれによって担持されるシリンダー側面形状の二つのホルベックロータースリーブ163, 166を有する。これらは、回転軸151に対して同軸に向けられており、そして半径方向で互いに入れ子式に接続されている。更に、二つのシリンダー側面形状のホルベックステータースリーブ167, 169が設けられている。これらは、どのように回転軸151に対して同軸に向けられており、半径歩行でみて

10

20

30

40

50

互いに入れ子式に接続されている。

【0043】

ホルベックポンプ段のポンプ効果を発する表面は、ホルベックロータースリーブ163、165とホルベックステータースリーブ167、169の側面によって、つまり半径方向内側面及び/又は外側面形成されている。外側のホルベックステータースリーブ167の半径方向内側面は、外側のホルベックロータースリーブ163の半径方向外側面と、半径方向のホルベック間隙171を形成しつつ向かい合っており、そしてこれとともに、ターボ分子ポンプ段に続く第一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ースリーブ163の半径方向内側面は、内側のホルベックステータースリーブ169の半径方向外側面と、半径方向のホルベック間隙173を形成しつつ向かい合っており、そしてこれとともに、第二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ースリーブ169の半径方向内側面は、内側のホルベックロータースリーブ165の半径方向外側面と半径方向のホルベック間隙175を形成しつつ向かい合っており、そしてこれと共に、第三のホルベックポンプ段を形成する。

10

【0044】

ホルベックロータースリーブ163の下側の端部には、半径方向に推移するチャンネルが設けられていることが可能である。これを介して、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と接続されている。更に、内側のホルベックステータースリーブ169の上側の端部には、半径方向に推移するチャンネルが設けられていることが可能である。これを介して、中央のホルベック間隙173が半径方向内側のホルベック間隙175と接続されている。これによって、互いに入れ子式に接続されたホルベックポンプ段が、互いにシリアルに接続される。半径方向内側に位置するホルベックロータースリーブ165の下側の端部は、更に、アウトレット117への接続チャンネル179を設けられていることが可能である。

20

【0045】

ホルベックステータースリーブ163、165の上述したポンプ効果を発する表面は、其々、回転軸151の周りを軸方向にらせん形状に推移する複数のホルベック溝を有する。他方で、ホルベックロータースリーブ163、165の向かい合った側面は滑らかに形成されており、そしてガスを真空ポンプ111の運転の為、ホルベック溝内へと促進する。

30

【0046】

ローターシャフト153の回転可能な支承の為に、ローラー支承部181がポンプアウトレット117の領域に設けられ、そして永久磁石支承部183がポンプインレット115の領域内に設けられている。

【0047】

ローラー支承部181の領域内には、ローターシャフト153に円すい形のスプラッシュナット185が設けられている。これは、ローラー支承部181の方に向かって増加する外直径を有している。スプラッシュナット185は、少なくとも一つのスキマー（作動媒体貯蔵部のスキマー）と滑り接触している。作動媒体貯蔵部は、互いに積層された吸収性の複数のディスク187を有する。これは、ローラー支承部181の為の作動媒体、例えば潤滑剤を染み込ませられている。

40

【0048】

真空ポンプ11の運転中、作動媒体を毛細管効果によって作動媒体貯蔵部からスキマーを介して、回転するスプラッシュナット185へと伝達する。そして遠心力によってスプラッシュナット185に沿って大きくなる外直径185（スプラッシュナット92の外直径）の方へと、ローラー支承部181に向かって搬送される。そこで例えば潤滑機能を発揮する。ローラー支承部181と作動媒体貯蔵部は、槽形状のインサート189と支承部カバー145によって真空ポンプ内にはめ込まれている。

【0049】

永久磁石支承部183は、ローター側の支承半部191とステーター側の支承半部19

50

3を有する。これらは、其々、リング積層部を有する。リング積層部は、軸方向に連続して積層された永久磁石の複数のリング195, 197から成っている。リングマグネット195, 197は、互いに半径方向の支承間隙199を形成しつつ互いに向かい合っている。その際、ローター側のリングマグネット195は半径方向外側に配置され、そしてステーター側のリングマグネット197は半径方向内側に配置されている。支承間隙199内に存在する磁場は、磁気的な反発力をリングマグネット195, 197の間に引き起こす。これは、ローターシャフト153の半径方向の支承を実現する。ローター側のリングマグネット195は、ローターシャフト153の担持部分201によって担持されている。これはリングマグネット195を半径方向外側で取り囲んでいる。ステーター側のリングマグネット197は、ステーター側の担持部分203により担持されている。これは、リングマグネット197を通して延在し、そしてハウジング119の半径方向の支柱に懸架されている。回転軸151に平行に、ローター側のリングマグネット195が担持部分203と連結あされたカバー要素207によって固定されている。ステーター側のリングマグネット197は、回転軸151に平行に、一方の方向で担持部分203と接続される固定リング209によって、及び担持部分203と接続される固定リング211によって固定されている。固定リング211とリングマグネット197の間には、更にさらばね213が設けられていることが可能である。

10

【0050】

磁石支承部の内部には、緊急用又は安全用支承部215が設けられている。これは、真空ポンプの通常の運転では非接触で空転し、そしてローター149がステーターに対して半径方向に過剰に偏向した際に初めて係合するに至り、ローター149のための半径方向のストッパーを形成する。ローター側の構造がステーター側の構造と衝突するのを防止するためである。安全用支承部215は、潤滑されていないローラー支承部として形成されており、そしてローター、及び/又はステーターと半径方向の間隙を形成する。この間隙は、安全用支承部215が通常運転中は、係合外であることを実現する。安全用支承部215が係合する半径方向の偏向は、十分大きくとられているので、安全用支承部215は真空ポンプの通常の運転では係合せず、そして同時に十分小さいので、ローター側の構造がステーター側の構造と衝突することがあらゆる状況で防止される。

20

【0051】

真空ポンプ111は、ローター149の回転駆動の為に電動モーター125を有する。電動モーター125のアンカーは、ローター149によって形成されている。そのローターシャフト153は、モーターステーター217を通して延在している。モーターステーター217を通して延在するローターシャフト153の部分には、永久磁石装置が半径方向外側に配置されているか、又は埋め込まれて配置されていることが可能である。モーターステーター217とモーターステーター217を通して延在するローター149の部分の間には、中間空間219が設けられている。この中間空間は、半径方向のモーター間隙を有する。これを介してモーターステーター217と永久磁石が駆動トルク伝達のため磁気的に影響することが可能である。

30

【0052】

モーターステーター217は、ハウジング内、電動モーター125の為に設けられるモーター室137内に固定されている。シールガス接続部135を介して、シールガス(洗浄ガスとも称され、そして例えば空気又は窒素であることが可能である)がモーター室137内へと至る。シールガスを介して、電動モーター125がプロセスガス(例えば腐食性に作用するプロセスガスの部分)から保護されることが可能である。モーター室137は、ポンプアウトレット117を介して真空引きされることも可能である。つまりモーター室137内は、少なくとも近似的に、ポンプアウトレット117に接続される予真空ポンプによって引き起こされる真空圧となっている。

40

【0053】

ローターハブ161とモーター室137の間を画成する壁部221は、更に一つのいわゆる、それ自体公知であるラビリンスシール223を設けられていることが可能である。

50

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ー室 2 1 7 のより良好なシールを達成するためである。

【 0 0 5 4 】

図 6 は、真空ポンプ 1 1 1 を示す。この真空ポンプは、特に、本発明に係るコンセプトが実現されているターボ分子ポンプである。基本的に真空ポンプ 1 1 1 は、図 1 - 5 に基づいて説明されるポンプ 1 1 1 が、又はこのポンプ 1 1 1 において、本発明に係るコンセプトが簡単に統合されることが可能であるよう形成されていることができる。しかしまた基本的に、他の構造のターボ分子ポンプに、他のポンプタイプに統合されることも可能である。

【 0 0 5 5 】

真空ポンプ 1 1 1 は少なくとも一つのポンプ段 1 5 を有するハウジング 1 1 9 を有する。このハウジングは、上述の説明にある下部分 1 2 1 を含むことも可能である。ポンプ段 1 5 は、複数のローターディスク 1 5 5 およびステーターディスク 1 5 7 を有する（二つのディスク対 1 5 5、1 5 7 のみが例示的に表されている）。ホルベック段として形成されたポンプ段 1 5 ' もまた設けられていることが可能である（簡略的にのみ示唆されている）。ポンプ段 1 5、1 5 ' の回転する部材は、回転不能にポンプ軸 1 5 3 と接続されている。その際、これは、真空ポンプ 1 1 1 の回転軸 1 5 1 を中心として回転可能に、適当な支承部 1 8 1、1 8 3 内に支承されている。

【 0 0 5 6 】

ポンプ 1 1 1 のインレット側 (E) の圧力の決定の為に、測定タップが設けられている。これは、第一のポンプ段 1 5 の前の圧力にさらされておらず、ポンプ 1 1 1 の軸方向で見て、つまり回転軸 1 5 1 に沿ってインレット側 E から見て、第一のポンプ段 1 5 の領域に存在するか、又はその後方に存在している。ここには、ポンプ 1 1 1 の作用によって既に高圧となっている。そのような測定タップは、例えば開口部 2 5、2 であることが可能である。この開口部は、第一のポンプ段 1 5 の領域においてハウジング 1 1 9、1 2 1 内に組み込まれている。代替として、及び追加的に、ホルベック段 1 5 ' の領域には、又はポンピングされるガスの流れ方向 S におけるポンプ段 1 5、1 5 ' の流れ下流には、開口部 2 5、3 又は 2 5、4 がハウジング 1 1 9、1 2 1 内に形成されている。

【 0 0 5 7 】

発明に係るコンセプトを実行するには、基本的に開口部 2 5、2 から 2 5、4 の一つのみが設けられていれば十分である。しかし、複数の開口部が設けられていることも可能である。ポンプ 1 1 1 をより柔軟に使用することができるようにである。これは、後述する図 8 のポンプ 1 1 1 にも言える。

【 0 0 5 8 】

開口部 2 5、2 から 2 5、4 は、測定タップとしても、フロー開口部としても、又はキャリアガス開口部としても機能し得る。センサー 2 7 が、測定タップに、又は開口部 2 5、2 から 2 5、4 に接続されていることが可能であり、又はそこに直接取り付けられていることが可能である。センサー 2 7 は、測定装置 2 9 の部分であり、そして例えば安価な測定管を有する。測定管 2 9 は、圧力検出ユニット 3 1 に接続されている、又はこれに統合されている。圧力検出ユニット 3 1 は、好ましくはポンプ 1 1 1 の制御装置（図示せず）と接続している、又はこれに統合されている。真空ポンプ 1 1 1 の運転の際、ポンプアウトすべきガスは、インレット側 E において流入 1 1 5 し、そしてアウトレット側において流出 1 1 7 する。

【 0 0 5 9 】

圧力検出ユニット 3 1 を使って、吸引側、又はインレット側 E の圧力が決定される。ポンプ段 1 5、1 5 ' の内部の圧力、又はポンプ段の流れ下流の圧力の測定の際、特にピラニ真空計、又は可変容量測定管が使用されることも可能である。開口部 2 5、2 から 2 5、4 の領域には、吸引側 E の高真空圧よりも高い圧力となっているので、そのような安価な測定管が使用されることが可能である。測定された予真空圧からも吸引側 E の高真空圧へと接続されることが可能である。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 0 】

開口部 2 5 . 2 から 2 5 . 4 内でセンサー 2 7 によって測定され、そして測定装置 2 9 内で測定される圧力は、圧力検出ユニット 3 1 及び補正ファクターを使って、決定すべき吸引側の高真空圧に変換される。その際、一、又は複数の運転パラメーター（図示されないセンサーによって決定可能であり、かつ圧力検出ユニット 3 1 によって、又は制御装置によって検出可能である）が考慮されることが可能である。検出された、又は予め既知である運転パラメーターは、圧力検出ユニット 3 1 又は制御装置へと与えられる、又は入力されることが可能である。運転パラメーターとして、多数の様々なパラメーターが可能である。補正ファクター中で、より多くの重要な運転パラメーターが考慮されるほど、後に決定される高真空圧がより正確となる。運転パラメーターは、ポンプ 1 1 1 の運転の際、連続的に検出されることが可能であり、そして補正ファクター K の計算に考慮されることが可能である。常に入口側で高真空の正確な値を得るためである。

10

【 0 0 6 1 】

更に、追加的に、測定装置 2 9、圧力検出ユニット 3 1、及び/又は制御装置によって状態評価が行われることが可能である。

【 0 0 6 2 】

図 7 に示すターボ分子ポンプ 1 1 1 は、その基本構造が、図 1 から 5 に示されるポンプ 1 1 1 に相当していることが可能である。図 7 のターボ分子ポンプ 1 1 1 は、側方に、この例においては、回転軸 1 5 1 に平行に配置されたインレットフランジ 1 1 3 を有する。このインレットフランジは複数のポンプインレット 1 1 5 を有する。これらポンプインレットは、高真空側から始まって H , H 1、H 2 等と連続的に名づけられている。ローター 1 4 9 は、高真空側において磁気支承部 1 8 3 によって担持されている。ローター 1 4 9 に付設されるポンプ段は、少なくとも部分的に軸方向において互いに間隔をあけて配置されている。有利には、ポンプ段は、少なくとも部分的にポンプインレット H , H 1 , H 2 の間に配置されている。それにもかかわらず、ポンプインレットは、直接当該領域内に、又はポンプ段の軸方向の高さと同じ高さに配置されていることも可能である。

20

【 0 0 6 3 】

各ポンプインレット H , H 1 , H 2 は、独自の、典型的には他のインレットと異なる仕様（例えば吸引性能、圧縮、 . . . ）を有し、そして相応して、真空ポンプの運転の間、そこでの圧力は異なっている。インレット 1 1 5 / H から搬送されるガスは、ローター 1 4 9 を通じて、ポンプインレット 1 1 5 / H 1 が存在している領域まで搬送される。ここでは、ポンプインレット 1 1 5 / H 1 からのガス流が合流し、そして共に更に、ポンプインレット 1 1 5 / H 2 が存在している領域へと搬送される。この過程は、説明したサンプルと同様に、基本的に限定されない数量のポンプインレット 1 1 5 / H n とポンプ段を介して、ポンプアウトレット 1 1 7 まで続く。ポンプインレット H , H 1 , H 2 には、図示されていないレシーバーが接続されていることが可能である（これらレシーバーは、例えば真空プロセスチャンバーの異なる領域であり、それらの中で異なる課題、プロセスステップが同時に実施される。課題、プロセスステップは、其々異なる真空圧、及びガス流を要求するものである）。

30

【 0 0 6 4 】

ポンプインレット 1 1 5 / H 1 及び 1 1 5 / H 2 は、保護装置 1 0 4 を有している。これらは、外部物体の侵入を防止する。下部分 1 2 1 は、ハウジング 1 1 9 に接続しており（又はこれと共にポンプ段を収容するハウジングを形成し）、そして冷却フィン 1 0 5 を有している。冷却フィンは、下部分 1 2 1 の複数の側面に異なる向き / 態様で配置されている。ポンプインレット 1 1 5 と反対側のはうじんぐ 1 1 9 の面には、複数の別の冷却フィン 1 0 5 が設けられていることが可能である。更に、エレクトロニクスハウジング 1 2 3 とフローインレット 1 3 3 がハウジング 1 1 9 に設けられている。その位置決めは、技術的実用の枠内で要求に応じて自由に選択されることが可能である。これらは、下部分 1 2 1 の異なる面において、又はハウジング 1 1 9 の異なる面においても（すら）位置決めされることが可能である。ポンプアウトレット 1 1 7 と、シールガス接続部 1 3 5 は、ポ

40

50

ンプ 1 1 1 の後側に配置され、よって選択された斜視図では見て取ることができない。

【 0 0 6 5 】

図 8 は、複数のインレットを有するポンプ 1 1 1 を示す。これは上述のように、図 7 に基づいて例示的に説明された。ポンプは、ローター軸 1 5 3 を有する。このローター軸には、少なくとも二つのポンプ段 1 5 が配置されている。これらポンプ段 1 5 は、ターボ分子ポンプ段として、ローター軸 1 5 3 に配置された少なくとも二つのローターディスク 1 5 5 と、図示されないハウジング 1 1 9 , 1 2 1 に固定された少なくとも一つのステーターディスク 1 5 7 を有し形成されていることが可能である。例示的に示されたポンプ 1 1 1 の実施形においては、ホルベックポンプ段 1 5 ' も設けられている。これは、ローター軸 1 5 3 に場合によってはローターハブ 1 6 1 を介して固定された少なくとも一つのホルベックロータースリーブ 1 6 3 と、図示されないハウジング 1 1 9 , 1 2 1 に固定されたホルベックステータースリーブ 1 6 7 を有する。例えばジグバーンポンプ段や、サイドチャンネルポンプ段のような、他の作用原理に基づくポンプ段は、代替的に、又は追加的に設けられていることが可能である。

10

【 0 0 6 6 】

ポンプインレット H が、真空ポンプ 1 1 1 の高真空側、第一のポンプ段 1 5 の前に配置されている。ポンプインレット H 1 及び H 2 は、個々のポンプ段 1 5 , 1 5 ' の間、又はポンプ段 1 5 , 1 5 ' のグループの間に配置され、そしてポンプアウトレット 1 1 7 / V V は、真空ポンプの予真空側、ポンプ段 1 5 , 1 5 ' の後に配置され、そしてポンピングされる媒体を図示されない予真空ポンプへと導く。

20

【 0 0 6 7 】

真空ポンプの異なる位置に、複数の開口部 2 5 . 1 から 2 5 . 8 が設けられている。これらは、必要に応じて測定タップ、フローインレット 1 3 3、シールガスインレット 1 3 5、プロセスガスインレット、予真空接続部 1 1 7 / V V として、又は他の任意の目的でインレット、又はアウトレットとして使用されることが可能である。

【 0 0 6 8 】

ポンプインレット H の領域におけるインレット側、又は高真空側の真空圧の決定の為に、従来は測定タップ 2 5 . 1 が設けられている。これは先行技術において複雑、かつ高価な圧力測定装置と共に設けられる。発明に従い、簡単、安価な圧力測定装置が、他の開口部、又は測定タップ 2 5 . 2 から 2 5 . 7 のうちの一つに使用されることによって、つまりポンプ 1 1 1 の作用によって既により高い圧力となっているポンプ段 1 5 , 1 5 ' のところ、それらの間、又はそれらの後方に使用されることによって、これが防止されることが可能である。

30

【 0 0 6 9 】

インレット H , H 1 , H 2 に複雑なシステムが接続されているとき、例えば、連通する真空チャンバーを有する一つのシステムが接続されているとき、吸引側の圧力は、同様に、上述したような方法での開口部 / タップ 2 5 . 2 における比較的簡単な圧力測定によって検出されることが可能である。これは、システム内で圧力関係がバランス状態となっている限り可能である。

【 0 0 7 0 】

図 9 は、測定タップにおいて測定された圧力 p_M と、計算上の高真空圧 p_{HV} の間の関係を示す。この関係は、冒頭で幾度も議論した補正ファクター K である。通常これは、ポンプの複数の運転パラメータと、搬送すべきガス混合物と関係している。本例においては、圧力 p_M と p_{HV} の間の関係は、直線的関数である。よって、測定される圧力 p_M は、示された圧力インターバルで、一定の補正ファクター K のみにより乗算される。圧力 p_{HV} を得るためである。搬送すべきガスは、示された例においては窒素である。更に、内部的な吸引性能 S_M が表されている。これは、検出される圧力の品質に直接的影響を有する。パラメータ S_M の安定性に基づいて、 K はこの例においては基本的に一定である。

40

【 0 0 7 1 】

図 1 0 は、一定のガス流がポンプを通じて存在しており、よって一定の高真空圧 p_{HV}

50

もポンプを通して存在しているという条件のもと、アウトレット圧力 p_{VV} と測定タップにおいて測定された圧力 p_M の間の関係を示す。広いアウトレット圧力領域 / 予真空圧領域にわたって p_M は一定のままであり、存在する圧力が約 20 hPa の折れ曲り領域 41 のところで初めて、圧力 p_M が上昇し始めるので、これは、もはや簡単に単独で p_{HV} の計算に使われることが可能でなく、圧力 p_{VV} が追加的なパラメータとして K の計算に使用される必要がある。ポンプ段の品質、又は性能、特に測定タップの流れ下流における圧縮と可能なガススループットは、測定メソッドの予真空互換性にとって決定的である。

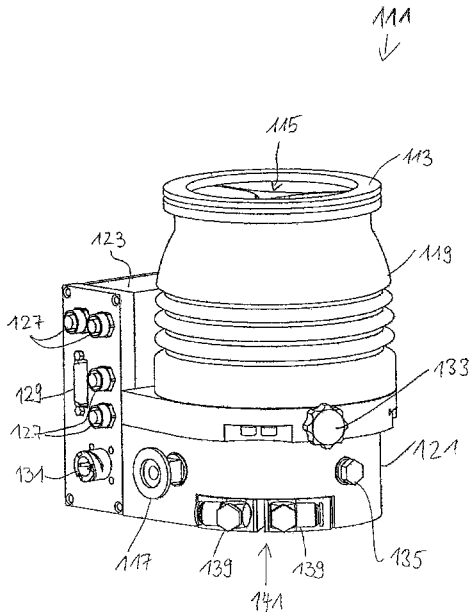
【符号の説明】

【 0 0 7 2 】

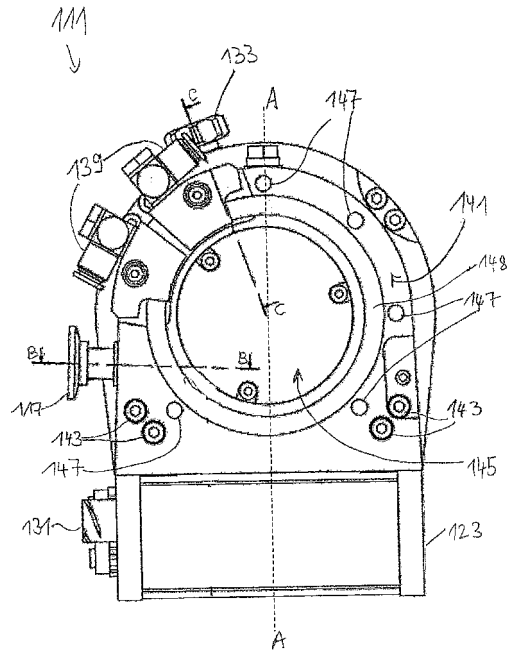
1 5 , 1 5 ' ポンプ段	10
2 5 . 1 従来の測定タップ	
2 5 . 2 - 2 5 . 7 開口部 / 測定タップ	
2 5 . 8 開口部	
2 7 センサー	
2 9 測定装置	
3 1 圧力検出ユニット	
4 1 折れ曲り領域	
1 0 4 保護装置	
1 0 5 冷却フィン	
1 1 1 ターボ分子ポンプ	20
1 1 3 インレットフランジ	
1 1 5 , H , H 1 , H 2 ポンプインレット	
1 1 7 ポンプアウトレット	
1 1 9 ハウジング	
1 2 1 下部分	
1 2 3 エレクトロニクスハウジング	
1 2 5 電動モーター	
1 2 7 アクセサリ-接続部	
1 2 9 データインターフェース	
1 3 1 電源供給接続部	30
1 3 3 フローインレット	
1 3 5 シールガス接続部	
1 3 7 モーター室	
1 3 9 冷却媒体接続部	
1 4 1 下側	
1 4 3 スクリュー	
1 4 5 支承部カバー	
1 4 7 固定穴	
1 4 8 冷却媒体配管	
1 4 9 ローター	40
1 5 1 回転軸	
1 5 3 ローター軸	
1 5 5 ローターディスク	
1 5 7 ステーターディスク	
1 5 9 走査リング	
1 6 1 ローターハブ	
1 6 3 ホルベックロータースリーブ	
1 6 5 ホルベックロータースリーブ	
1 6 7 ホルベックステータースリーブ	
1 6 9 ホルベックステータースリーブ	50

1 7 1	ホルベック間隙	
1 7 3	ホルベック間隙	
1 7 5	ホルベック間隙	
1 7 9	接続チャネル	
1 8 1	ローラー支承部	
1 8 3	永久磁石支承部	
1 8 5	スブラッシュナット	
1 8 7	ディスク	
1 8 9	インサート	
1 9 1	ローター側の支承半部	10
1 9 3	ステーター側の支承半部	
1 9 5	リングマグネット	
1 9 7	リングマグネット	
1 9 9	支承間隙	
2 0 1	キャリア部分	
2 0 3	キャリア部分	
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	20
2 1 3	さらばね	
2 1 5	緊急用又は安全用支承部	
2 1 7	モーターステーター	
2 1 9	中間空間	
2 2 1	壁部	
2 2 3	ラビリンスシール	
A	アウトレット側	
E	インレット側	
S	流れ方向	
K	補正ファクター	30
V V	予真空	

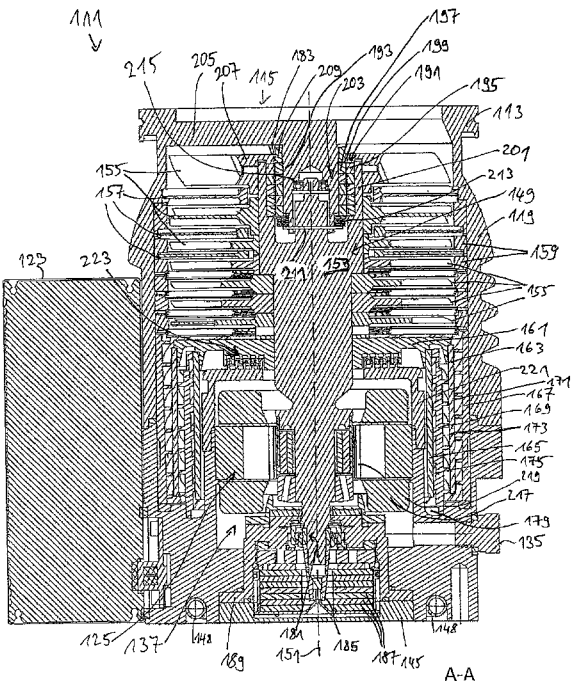
【 図 1 】



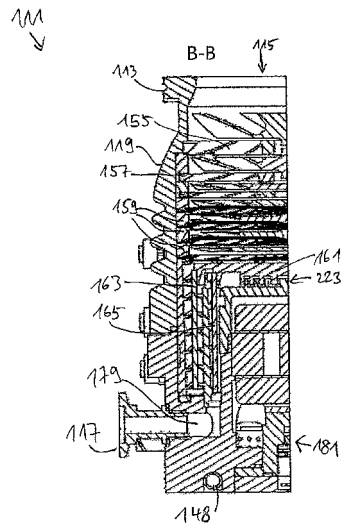
【 図 2 】



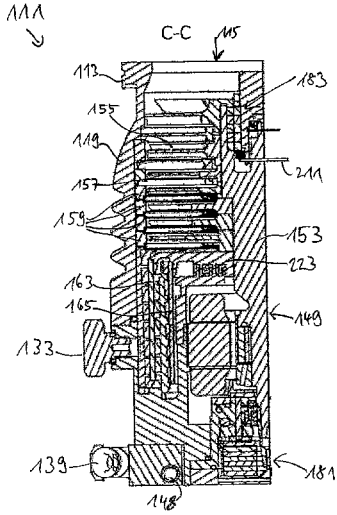
【 図 3 】



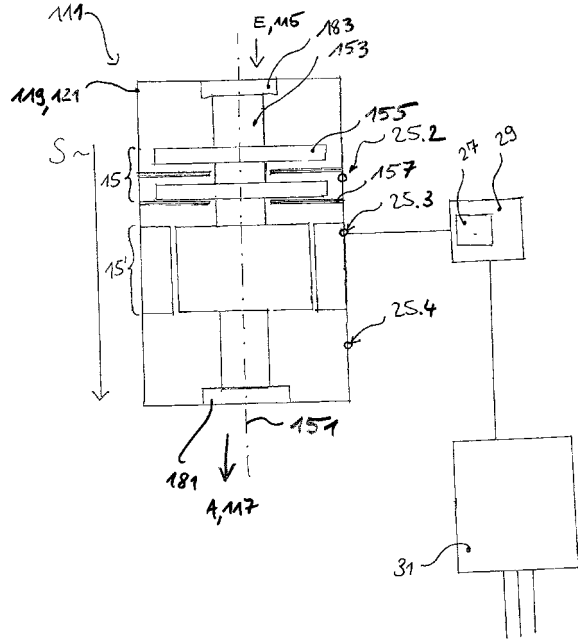
【 図 4 】



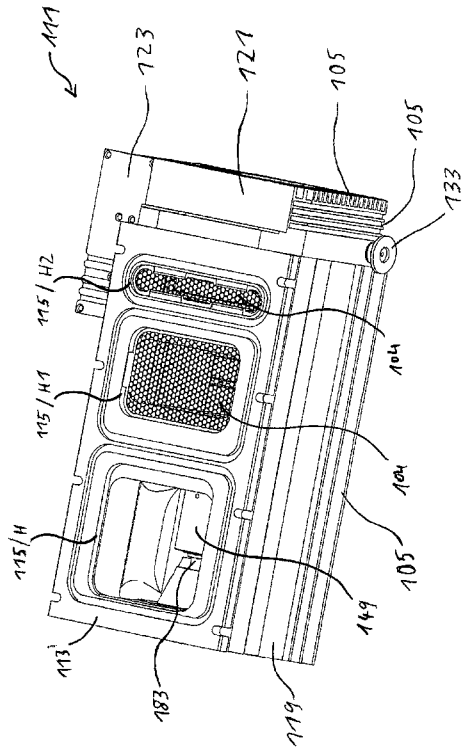
【図5】



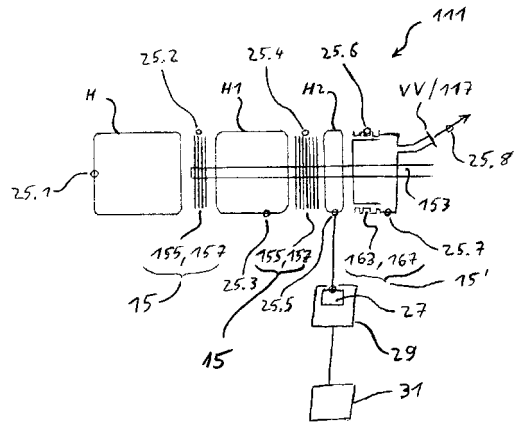
【図6】



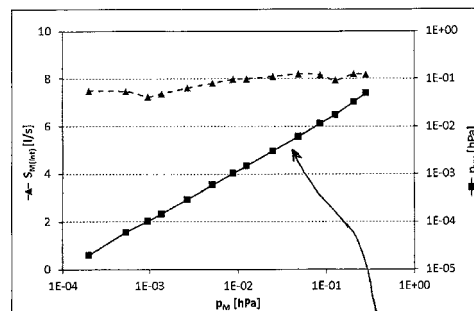
【図7】



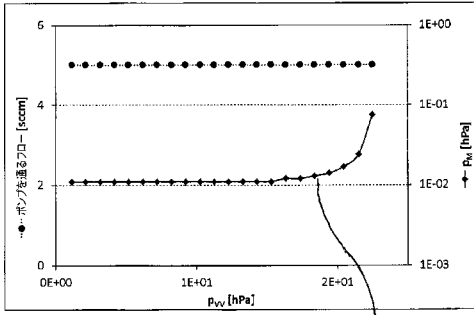
【図8】



【図9】



【 図 10 】



41

フロントページの続き

(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 フローリアーン・シュナイダー

ドイツ連邦共和国、3 5 3 0 5 グリュンベルク、アム・ボルン、6

Fターム(参考) 3H131 AA02 BA06 BA15 CA31

【外国語明細書】

2019031966000001.pdf