

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5546094号  
(P5546094)

(45) 発行日 平成26年7月9日 (2014.7.9)

(24) 登録日 平成26年5月23日 (2014.5.23)

(51) Int. Cl.

F I

F O 4 D 19/04 (2006.01)

F O 4 D 19/04 G

F O 4 D 23/00 (2006.01)

F O 4 D 19/04 D

H O 1 J 49/24 (2006.01)

F O 4 D 23/00 C

F O 4 D 23/00 E

H O 1 J 49/24

請求項の数 27 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2006-530555 (P2006-530555)  
 (86) (22) 出願日 平成16年9月23日 (2004.9.23)  
 (65) 公表番号 特表2007-507656 (P2007-507656A)  
 (43) 公表日 平成19年3月29日 (2007.3.29)  
 (86) 国際出願番号 PCT/GB2004/004046  
 (87) 国際公開番号 W02005/040615  
 (87) 国際公開日 平成17年5月6日 (2005.5.6)  
 審査請求日 平成19年9月12日 (2007.9.12)  
 (31) 優先権主張番号 0322888.9  
 (32) 優先日 平成15年9月30日 (2003.9.30)  
 (33) 優先権主張国 英国 (GB)  
 (31) 優先権主張番号 0409139.3  
 (32) 優先日 平成16年4月23日 (2004.4.23)  
 (33) 優先権主張国 英国 (GB)

前置審査

(73) 特許権者 507261364  
 エドワーズ リミテッド  
 イギリス アールエイチ 10 9エルダブ  
 リュー ウェスト サセックス クローリ  
 ー マナー ロイアル  
 (74) 代理人 100092093  
 弁理士 辻居 幸一  
 (74) 代理人 100082005  
 弁理士 熊倉 禎男  
 (74) 代理人 100088694  
 弁理士 弟子丸 健  
 (74) 代理人 100103609  
 弁理士 井野 砂里  
 (74) 代理人 100095898  
 弁理士 松下 満

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 真空ポンプ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも第一チャンバおよび第二チャンバを備えた装置と、これら第一チャンバ及び第二チャンバからの流体を差圧ポンピングする真空ポンプとを有し、

前記真空ポンプは、前記第一チャンバからの流体を受入れる第一ポンプ入口および前記第二チャンバからの流体を受入れる第二ポンプ入口と、

第一チャンバから受入れた流体が第二チャンバからの流体よりも少ないポンピングセクションを通るように前記第一ポンプ入口及び前記第二ポンプ入口に対して配置された複数のポンピングセクションとを備える、差圧ポンプ型真空システムであって、

前記真空ポンプは、第一チャンバ内に 0 . 1 ミリバールより高い第一圧力を発生させ、且つ第二チャンバ内に 0 . 0 1 ミリバールより低い第二圧力を発生させるために流体をチャンバからポンピングするように構成されており、

前記第一ポンプ入口及び前記第二ポンプ入口は、前記装置からポンピングされた流体質量の少なくとも 9 9 % がポンプの少なくとも 1 つのポンピングセクションを通るように装置に取付けられており、

前記複数のポンピングセクションの各々が、複数のポンピング段を備え、

前記複数のポンピングセクションのうちの一つは、前記第一ポンプ入口と前記第二ポンプ入口との間に配置されており、このポンピングセクションと前記第一ポンプ入口との間には、別のポンピングセクションの少なくとも一つのポンピング段が配置され、

該各ポンピング段が、一對のロータ部およびステータ部を有し、

10

20

第一のポンピングセクションのポンピング段が、前記第一ポンプ入口と前記第二ポンプ入口との間に配置され、

第二のポンピングセクションの少なくとも一つのポンピング段が、前記第一ポンプ入口の上流に配置され、

第二のポンピングセクションの少なくとも一つのポンピング段が、前記第一ポンプ入口の下流に配置されている、

ことを特徴とする差圧ポンプ型真空システム。

【請求項 2】

前記第一圧力は 1 ミリバール以上であることを特徴とする請求項 1 記載の差圧ポンプ型真空システム。

【請求項 3】

前記第二圧力は、約  $10^{-5} \sim 10^{-6}$  ミリバールである、請求項 1 又は 2 に記載の差圧ポンプ型真空システム。

【請求項 4】

前記各ポンピング段はドライポンピング段を備えることを特徴とする請求項 1 ~ 3 の何れか 1 項記載の差圧ポンプ型真空システム。

【請求項 5】

前記装置は第三チャンバを備え、前記ポンプは、第三チャンバ内の第二圧力より低い第三圧力を発生させるべく第三チャンバからの流体を受入れる第三入口を備え、前記ポンピング段は、第三チャンバからポンプに流入する流体が、第二チャンバからポンプに流入する流体より多数のポンピング段を通して流れるように配置されることを特徴とする請求項 1、2 又は 4 項記載の差圧ポンプ型真空システム。

【請求項 6】

前記第二圧力は、約  $10^{-2} \sim 10^{-3}$  ミリバールであり、前記第三圧力は、約  $10^{-5} \sim 10^{-6}$  ミリバールである、請求項 5 記載の差圧ポンプ型真空システム。

【請求項 7】

前記ポンプは、少なくとも 3 つのポンピングセクションを備え、各々のポンピングセクションは、第一乃至第三チャンバを差圧ポンピングするために、少なくとも一つのポンピング段を備える、請求項 5 又は 6 記載の差圧ポンプ型真空システム。

【請求項 8】

前記ポンプは、前記第二ポンピングセクションと、前記第二ポンピングセクションから上流側の第一ポンピングセクションと、前記第一ポンピングセクションから上流側の第三ポンピングセクションとを有し、これらのセクションは、第三チャンバからポンプに流入する流体が前記第三ポンピングセクション、前記第一ポンピングセクションおよび第二ポンピングセクションを通り、前記第二チャンバからポンプに流入する流体が前記セクションのうちの第一セクションおよび前記第二セクションのみを通り、前記第一チャンバからポンプに流入する流体が前記セクションのうちの前記第二ポンピングセクションの少なくとも一部のみを通るように、入口に対して配置されることを特徴とする請求項 7 記載の差圧ポンプ型真空システム。

【請求項 9】

前記第一ポンピングセクションおよび前記第三ポンピングセクションの少なくとも 1 つのポンピングセクションが、少なくとも 1 つのターボ分子段を有していることを特徴とする請求項 8 記載の差圧ポンプ型真空システム。

【請求項 10】

前記第一ポンピングセクションおよび前記第三ポンピングセクションの両ポンピングセクションが、少なくとも 1 つのターボ分子段を有していることを特徴とする請求項 8 または 9 記載の差圧ポンプ型真空システム。

【請求項 11】

前記第二ポンピングセクションは、前記第二ポンプ入口から前記第二ポンプ入口を通して流れる流体が、前記第一ポンプ入口から前記第一ポンプ入口を通して流れる流体とは異

10

20

30

40

50

なる経路に従って流れるように、前記第一ポンプ入口および前記第二ポンプ入口に対して配置されることを特徴とする請求項 8 から 10 のいずれか 1 項記載の差圧ポンプ型真空システム。

【請求項 12】

前記第二ポンピングセクションは、前記第一ポンプ入口から前記第一ポンプ入口を流れて流れる流体が、前記第二ポンプ入口から前記第二ポンプ入口を流れて流れる流体の経路の一部のみに従って流れるように、前記第一ポンプ入口および前記第二ポンプ入口に対して配置されることを特徴とする請求項 11 記載の差圧ポンプ型真空システム。

【請求項 13】

前記第二ポンピングセクションは少なくとも 1 つの分子ドラッグ段を有することを特徴とする請求項 8 から 12 のいずれか 1 項記載の差圧ポンプ型真空システム。

10

【請求項 14】

前記第二ポンピングセクションは、複数の螺旋体として配置された複数のチャンネルを備えた多段ホルベック (Holweck) 機構を有することを特徴とする請求項 13 記載の差圧ポンプ型真空システム。

【請求項 15】

前記ホルベック (Holweck) 機構は、前記第一ポンプ入口から前記第一ポンプ入口を流れて流れる流体が、前記第二ポンプ入口からこれを通して流れる流体の経路の一部のみに従って流れるように、前記第一ポンプ入口および前記第二ポンプ入口に対して配置されることを特徴とする請求項 14 記載の差圧ポンプ型真空システム。

20

【請求項 16】

前記第二ポンピングセクションは、前記第一チャンバ、前記第二チャンバおよび前記第三チャンバの各々からポンプに流入する流体を受入れる少なくとも 1 つのガエデ (Gaede) ポンピング段を有し、または、前記第一チャンバ、前記第二チャンバおよび前記第三チャンバの各々からポンプに流入する流体を受入れる少なくとも 1 つの空気力学的ポンピング段を有し、或いは、前記少なくとも 1 つのガエデ (Gaede) ポンピング段、及び、前記少なくとも 1 つの空気力学的ポンピング段の両方を有していることを特徴とする請求項 8 から 15 のいずれか 1 項記載の差圧ポンプ型真空システム。

【請求項 17】

前記第二ポンピングセクションは、前記第一チャンバ、前記第二チャンバおよび前記第三チャンバの各々からポンプに流入する流体を受入れる少なくとも 1 つのガエデ (Gaede) ポンピング段を有し、または、前記第一チャンバ、前記第二チャンバおよび前記第三チャンバの各々からポンプに流入する流体を受入れる少なくとも 1 つの空気力学的ポンピング段を有し、或いは、前記少なくとも 1 つのガエデ (Gaede) ポンピング段、及び、前記少なくとも 1 つの空気力学的ポンピング段の両方を有しており、

30

前記ホルベック (Holweck) 機構は、前記少なくとも 1 つのガエデ (Gaede) ポンピング段から上流側に配置され、または、前記少なくとも 1 つの空気力学的ポンピング段から上流側に配置され、或いは、前記少なくとも 1 つのガエデ (Gaede) ポンピング段、及び、前記少なくとも 1 つの空気力学的ポンピング段の上流側に配置されることを特徴とする請求項 14 記載の差圧ポンプ型真空システム。

40

【請求項 18】

前記ホルベック (Holweck) 機構は、前記第一ポンプ入口からポンプに流入する流体が前記第一ポンプ入口を通らないように、前記第一入口および前記第二入口に対して配置されることを特徴とする請求項 17 記載の差圧ポンプ型真空システム。

【請求項 19】

前記少なくとも 1 つの空気力学的ポンピング段は、少なくとも 1 つの再生段を有していることを特徴とする請求項 16 から 18 のいずれか 1 項記載の差圧ポンプ型真空システム。

【請求項 20】

前記第二ポンピングセクションは少なくとも 1 つの空気力学的ポンピング段を有し、使

50

用時に、ポンプ出口からの排出流体の圧力は 10 ミリバールに等しいか、10 ミリバールより大きいことを特徴とする請求項 16 から 19 のいずれか 1 項記載の差圧ポンプ型真空システム。

【請求項 21】

前記装置は前記第一チャンバと前記第二チャンバとの間に配置された第四チャンバを有し、前記真空ポンプは前記第四チャンバから流体を受け入れるための第四入口を有しており、前記ポンプは、前記第四チャンバ内で、第二圧力よりも低く、且つ第一圧力以上の第四圧力を発生させることを特徴とする請求項 5 から 20 のいずれか 1 項記載の差圧ポンプ型真空システム。

【請求項 22】

前記第四入口は、前記第四チャンバからポンプに流入する流体が、前記セクションのうちの、ポンプ出口に向かう第二ポンピングセクションのみを通して流れるように配置されていることを特徴とする請求項 21 記載の差圧ポンプ型真空システム。

【請求項 23】

前記第四チャンバからポンプに流入する流体は、前記第一チャンバからポンプに流入する流体より多くの段数の第二ポンピングセクションを通して流れることを特徴とする請求項 22 記載の差圧ポンプ型真空システム。

【請求項 24】

前記ポンプは、各ポンピング段の少なくとも 1 つのロータ要素が取付けられた駆動軸を有していることを特徴とする請求項 1 から 23 のいずれか 1 項記載の差圧ポンプ型真空システム。

【請求項 25】

バックリングポンプを有し、前記バックリングポンプは、使用時に、装置からポンピングされる流体質量の少なくとも 99 % が、真空ポンプおよびバックリングポンプの両方を通して流れるようにポンプ出口に連結されていることを特徴とする請求項 1 から 24 のいずれか 1 項記載の差圧ポンプ型真空システム。

【請求項 26】

前記装置は質量分光計を有していることを特徴とする請求項 1 から 25 のいずれか 1 項記載の差圧ポンプ型真空システム。

【請求項 27】

装置の複数のチャンバの減圧排気を行う方法において、真空ポンプを設ける段階を有し、前記真空ポンプが、それぞれのチャンバから流体を受入れる少なくとも第一ポンプ入口および第二ポンプ入口と、前記第一ポンプ入口からポンプに流入する流体が前記第二ポンプ入口からポンプに流入する流体よりも少数のポンピングセクションを通して流れるように前記第一ポンプ入口及び前記第二ポンプ入口に対して配置された複数のポンピングセクションとを備え、使用時に、装置からポンピングされた流体質量の少なくとも 99 % がポンプのポンピングセクションの少なくとも 1 つを通して流れるようにポンプの入口をチャンバに取付ける段階と、第一チャンバ内に 0.1 ミリバール以上の第一圧力を発生させかつ第二チャンバ内に 0.01 ミリバールより低い第二圧力を発生させるようにポンプを作動する段階とを更に有し、

前記複数のポンピングセクションの各々が、複数のポンピング段を備え、

前記複数のポンピングセクションのうちの一つは、前記第一ポンプ入口と前記第二ポンプ入口との間に配置されており、このポンピングセクションと前記第一ポンプ入口との間には、別のポンピングセクションの少なくとも一つのポンピング段が配置され、

該各ポンピング段が、一対のロータ部およびステータ部を有し、

第一のポンピングセクションのポンピング段が、前記第一ポンプ入口と前記第二ポンプ入口との間に配置され、

第二のポンピングセクションの少なくとも一つのポンピング段が、前記第一ポンプ入口の上流に配置され、

前記第二のポンピングセクションの少なくとも一つのポンピング段が、前記第一ポンプ

10

20

30

40

50

入口の下流に配置されている、ことを特徴とする方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は真空ポンプに関し、より詳しくは、多チャンバの差圧ポンピングに適した多ポートを備えた複合真空ポンプに関する。

【背景技術】

【0002】

差圧ポンピングされる質量分光システムでは、サンプルおよびキャリアガスが質量分析器に導入され、分析される。このような一例が図1に示されている。図1に示すように、このようなシステムには高真空チャンバ10が存在し、高真空チャンバ10には、第一減圧排気型インターフェースチャンバ (evacuated interface chambers) 11、(システムの形式による) 第二減圧排気型インターフェースチャンバ (evacuated interface chambers) 12、および、第三の減圧排気型インターフェースチャンバ (evacuated interface chambers) 14 が直後に続いている。第一インターフェースチャンバ11は減圧排気型分光システムの最高圧力チャンバであり、該チャンバ内にはオリフィスまたは細管が設けられ、該細管を通してイオンがイオン源から第一インターフェースチャンバ11内に吸引されるように構成されている。任意で設けられ第二インターフェースチャンバ12には、イオンを第一インターフェースチャンバ11から第三インターフェースチャンバ14内に案内するイオン光学素子を設けることができ、第三インターフェースチャンバ14には、イオンを第二インターフェースチャンバから高真空チャンバ10内に案内する付加イオン光学素子を設けることができる。この例では、使用時に、第一インターフェースチャンバは約1ミリバールから10ミリバールの圧力にあり、第二インターフェースチャンバ(該チャンバが使用される場合)は約 $10^{-1}$ ミリバールから1ミリバールの圧力にあり、第三インターフェースチャンバは約 $10^{-2}$ ミリバールから $10^{-3}$ ミリバールの圧力にあり、かつ高真空チャンバは約 $10^{-5}$ ミリバールから $10^{-6}$ ミリバールの圧力にある。

【0003】

高真空チャンバ10、第二インターフェースチャンバ12および第三インターフェースチャンバ14は、複合真空ポンプ16により減圧排気される。この例では、真空ポンプ16は、2組のターボ分子段18、20の形態をなす2つのポンピングセクションと、ホルベック (Holweck) ドラッグ機構22の形態をなす第三ポンピングセクションとを有するが、この代わりに、ジグバーン (Siegbahn) 機構またはガエデ (Gaede) 機構等の他の形態のドラッグ機構を使用することもできる。各組のターボ分子段18、20は、既知の傾斜構造をもつ多数の対 (図1には3対が示されているが、任意の適当な数の対を設けることができる) のロータブレード19a、21aおよびステータブレード19b、21bを有している。ホルベック (Holweck) 機構22は、多数 (図1には2つが示されているが、任意の適当な数を設けることができる) の回転シリンダ23aと、これに対応する環状ステータ23bと、これ自体は既知の態様をなす螺旋チャネルとを有している。

【0004】

この例では、第一ポンプ入口24が高真空チャンバ10に連結されており、該入口24を通してポンピングされた流体は、両組のターボ分子段18、20およびホルベック (Holweck) 機構22を連続的に通り、出口30からポンプ16を出る。第二ポンプ入口26が第三インターフェースチャンバ14に連結されており、第二ポンプ入口26を通してポンピングされた流体はターボ分子段およびホルベック (Holweck) 機構22を通り、出口30からポンプ16を出る。この例では、ポンプ16はまた第三入口27を有し、該第三入口27は選択的に開閉され、かつ、例えば流体を任意の第二インターフェースチャンバ12からポンプ16内に案内する内部バッフルを使用している。第三入口27を開くと、該第三入口を通してポンピングされた流体は、ホルベック (Holweck) 機構22のみを通過し、出口30からポンプ16を出る。この例では、第一インターフェースチャンバ11はバックリングポンプ32に連結されており、該バックリングポンプ32も、複合真空ポンプ1

10

20

30

40

50

6の出口30から流体をポンピングする。一般に、バックリングポンプ32は、2次真空ポンプの出口30からの質量流量よりも多量の質量流量を第一チャンバ11から直接ポンピングする。各ポンプ入口に流入する流体は、ポンプから出る前にそれぞれの異なる段数を通るので、ポンプ16は、チャンバ10、12、14内に所要真空レベルを発生でき、バックリングポンプ32はチャンバ11内に所要真空レベルを発生する。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

バックリングポンプ32は、一般に、比較的大型の床置きポンプである。使用されるバックリングポンプの形式により、第一インターフェースチャンバ11がバックリングポンプにより与えられる性能は、作動周波数により大きな影響を受ける。例えば、50Hz電源で運転される直接オンラインバックリングポンプが第一チャンバ11に発生する性能は、60Hzで作動する同じポンプが第一チャンバ11に発生する性能より20%低い。残りのチャンバ10、12、14も全て第一チャンバ11にリンクしているので、第一チャンバ11のあらゆる性能変化は、他のチャンバの性能に大きい影響を与える。

【0006】

少なくとも本発明の好ましい実施形態では、本発明は、上記の問題および他の問題の解決を追求することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

第一の観点では、本発明は差圧ポンプ型真空システムを提供し、該差圧ポンプ型真空システムは、少なくとも第一チャンバおよび第二チャンバを備えた装置、例えば質量分光計と、チャンバからの流体を差圧ポンピングして、第一チャンバ内の0.1ミリバール以上、好ましくは1ミリバール以上の第一圧力および該第一圧力より低い第二チャンバ内の第二圧力を発生させる真空ポンプとを有し、該真空ポンプは、それぞれの圧力チャンバからの流体を受入れる少なくとも第一および第二ポンプ入口と、第一チャンバから受入れた流体が第二チャンバからの流体よりも少ないポンピング段を通るように前記入口に対して配置された複数のポンピング段とを備え、前記入口は、前記装置からポンピングされた流体質量の少なくとも99%がポンプの少なくとも1つのポンピング段を通るように装置に取付けられている。

【0008】

差圧ポンプ型真空ポンプには、同じポンピング装置または別のポンピング装置によってポンピングされる上記以外の付加低圧チャンバを設けることができる。しかしながら、いずれの場合にも、これらの付加低圧チャンバを通してポンピングされる流体質量は、一般に、全システムの質量流量の1%より非常に小さい。

【0009】

各ポンピング段は、ドライポンピング段、すなわち、作動のためのいかなる液体すなわち潤滑剤をも全く必要としないポンピング段で形成するのが好ましい。

【0010】

一実施形態では、前記装置は第三チャンバを備え、前記ポンプは、第三チャンバ内の第二圧力より低い第三圧力を発生させるべく第三チャンバからの流体を受入れる第三入口を備え、前記ポンピング段は、第三チャンバからポンプに流入する流体が、第二チャンバからポンプに流入する流体より多数のポンピング段を通して流れるように配置されている。換言すれば、この実施形態ではポンプは、少なくとも3つのポンプ入口と、第一ポンプ入口に連結された比較的高圧の第一チャンバからの出口と、第二ポンプ入口に連結された第二中間圧力チャンバの出口と、第三ポンプ入口に連結された比較的低圧の第三チャンバとを有している。

【0011】

好ましくは、ポンプは少なくとも3つのポンピングセクションを有し、各ポンピングセクションが、第一チャンバから第三チャンバに差圧ポンピングする少なくとも1つのポン

10

20

30

40

50

ピング段を有している。ポンプは、好ましくは、第一ポンピングセクションと、該第一ポンピングセクションから下流側の第二ポンピングセクションと、該第二ポンピングセクションから下流側の第三ポンピングセクションとを有し、これらのセクションは、第三チャンバからポンプに流入する流体が第一ポンピングセクション、第二ポンピングセクションおよび第三ポンピングセクションを通り、第二チャンバからポンプに流入する流体が前記セクションのうちの第二セクションおよび第三セクションのみを通り、第一チャンバからポンプに流入する流体が前記セクションのうちの第三ポンピングセクションの少なくとも一部のみを通るように、入口に対して配置されている。

【0012】

好ましくは、第一ポンピングセクションおよび第二ポンピングセクションの少なくとも1つのポンピングセクションは、少なくとも1つのターボ分子段を有している。第一ポンピングセクションおよび第二ポンピングセクションの両ポンピングセクションは、少なくとも1つのターボ分子段を有している。第一ポンピングセクションの段は、第二ポンピングセクションの段とは異なるサイズにすることができる。例えば、第二ポンピングセクションの段は、第一ポンピングセクションの段より大きくして、選択的なポンピング性能が得られるように構成できる。

【0013】

任意であるが、第三ポンピングセクションは、第二ポンプ入口から第二ポンプ入口を通して流れる流体が、第一ポンプ入口からこれを通して流れる流体とは異なる経路に従って流れるように配置される。例えば、第三ポンピングセクションは、第一ポンプ入口から第一ポンプ入口を通して流れる流体が、第二ポンプ入口からこれを通して流れる流体の経路の一部のみに従って流れるように配置できる。或いは、第三ポンピングセクションは、第一ポンプ入口から第一ポンプ入口を通して流れる流体が、第二ポンプ入口からこれを通して流れる流体の経路とは異なる経路に従って流れるように配置できる。例えば、第三ポンピング段に複数のチャンネルを設け、1つ以上のチャンネルが第二ポンプ入口に連通し、一方、残りのチャンネルが第一ポンプ入口に連通するように構成できる。

【0014】

第三ポンピングセクションは、少なくとも1つの分子ドラッグ段を有することが好ましい。好ましい実施形態では、第三セクションは、複数の螺旋体として配置された複数のチャンネルを備えた多段ホルベック (Holweck) 機構を有する。ホルベック (Holweck) 機構は、第一ポンプ入口からこれを通して流れる流体が、第二ポンプ入口から第二ポンプ入口を通して流れる流体の経路の一部のみに従って流れるように、第一ポンプ入口および第二ポンプ入口に対して配置できる。

【0015】

一実施形態では、第三ポンピングセクションは、第一チャンバ、第二チャンバおよび第三チャンバの各々からポンプに流入する流体を受入れる少なくとも1つのガエデ (Gaede) ポンピング段、および/または、少なくとも1つの空気力学的ポンピング段を有している。ホルベック (Holweck) 機構は、前記少なくとも1つのガエデ (Gaede) ポンピング段、および/または、少なくとも1つの空気力学的ポンピング段から上流側に配置して、第一ポンプ入口からポンプに流入する流体がこれを通らないように構成できる。

【0016】

空気力学的ポンピング段は、再生段として構成できる。他の形式の空気力学的機構として、サイドフロー機構、サイドチャンネル機構およびペリフェラルフロー機構がある。ポンプ出口からの排出流体の圧力は、使用時に、10ミリバールに等しいか、或いは、10ミリバールより大きいことが好ましい。

【0017】

装置には、第一チャンバと第二チャンバとの間に配置された第四チャンバを設けることができる。この場合には、真空ポンプは第四チャンバから流体を受入れるための任意の第四入口を設けるのが好ましい。第四入口は、第四チャンバからポンプに流入する流体が、前記セクションのうちの、ポンプ出口に向かう第三ポンピングセクションのみを通して流

10

20

30

40

50

れるように配置される。第四チャンバからポンプに流入する流体は、第一チャンバからポンプに流入する流体より多くの段数の第三ポンピングセクションを通過して流れる。

【0018】

ポンプは、好ましくは、各ポンピング段の少なくとも1つのロータ要素が取付けられた駆動軸を有している。ポンピングセクションの少なくともロータ要素は、駆動軸に取付けられる共通インペラ上に、好ましくは該インペラと一体に配置される。例えば、第一ポンピングセクションおよび第二ポンピングセクションのロータ要素は、インペラと一体に形成できる。第三ポンピングセクションが分子ドラッグ段を有する場合には、分子ドラッグ段のインペラが、該インペラと一体のロータに配置される。例えば、ロータは、インペラに対して実質的に垂直で、好ましくはインペラと一体のディスクを有するのが好ましい。第三ポンピングセクションが再生ポンピング段を有する場合には、再生ポンピング段のロータ要素は、インペラと一体であるのが好ましい。

10

【0019】

好ましくは、システムはバックポンプを有し、該バックポンプは、使用時に、装置からポンピングされる流体質量の少なくとも99%が、真空ポンプおよびバックポンプの両方を通過して流れるようにポンプ出口に連結される。

【0020】

第二の観点では、本発明は、装置の複数のチャンバの減圧排気を行う方法であって、真空ポンプを設ける段階を有し、真空ポンプが、それぞれのチャンバから流体を受入れる少なくとも第一ポンプ入口および第二ポンプ入口と、第一入口からポンプに流入する流体が第二入口からポンプに流入する流体よりも少数のポンピング段を通過して流れるように入口に対して配置された複数のポンピング段とを備え、使用時に、装置からポンピングされた流体質量の少なくとも99%がポンプのポンピング段の少なくとも1つのを通過して流れるようにポンプの入口をチャンバに取付ける段階と、第一チャンバ内に0.1ミリバール以上の第一圧力を発生させ、かつ第二チャンバ内に第一圧力より低い第二圧力を発生させるようにポンプを作動する段階とを更に有する方法を提供する。

20

【0021】

第三の観点では、本発明は、複数の圧力チャンバと、該圧力チャンバに取付けられた真空ポンプとを有し、該真空ポンプが、それぞれの圧力チャンバから流体を受入れる複数のポンプ入口と、チャンバを差圧ポンピングする複数のポンピング段とを備え、該ポンピング段は、最高圧力が発生される圧力チャンバから流体をポンピングすべく配置されたポンピング段が、ガエデ (Gaede) ポンピング段または空気力学的ポンピング段を有している差圧ポンプ型真空システムを提供する。このシステムは、質量分光システム、コーティングシステムまたは複数の差圧ポンプ型チャンバを備えた他の形式のシステムで構成できる。本発明の第一の観点に関連して前述した特徴は、本発明のこの第三の観点に等しく適用できる。

30

【0022】

第四の観点では、本発明は、複数のチャンバの減圧排気を行う方法であって、真空ポンプを設ける段階を有し、真空ポンプが、それぞれの圧力チャンバから流体を受入れる複数のポンプ入口と、チャンバを差圧ポンピングする複数のポンピング段とを備え、最高圧力を発生させるべき圧力チャンバから流体をポンピングするポンピング段がガエデ (Gaede) ポンピング段または空気力学的ポンピング段で構成されるようにポンプをチャンバに取付ける段階を更に有する方法を提供する。

40

【0023】

第五の観点では、本発明は、第一ポンピングセクション、第二ポンピングセクションおよび第三ポンピングセクションと、第一ポンプ入口とを有し、流体は第一ポンプ入口を通過してポンプに流入できかつポンプ出口に向かう各ポンピングセクションを通過して流れ、第二ポンプ入口を有し、流体は第二ポンプ入口を通過してポンプに流入できかつ出口に向かう第二ポンピングセクションおよび第三ポンピングセクションのみを通過して流れ、任意としての第三ポンプ入口を有し、流体は第三ポンプ入口を通過してポンプに流入できかつ出口に

50



向かう第三ポンピングセクションのみを通して流れ、第四入口を更に有し、流体は第四入口を通してポンプに流入できかつ出口に向かう第三ポンピングセクションの一部のみを通して流れる構成の複合多ポート真空ポンプを提供する。

【0024】

本発明はまた、各チャンバを減圧排気するための、上記複数のチャンバおよびポンプを備えた差圧ポンプ型真空システムを提供する。このシステムは、ポンプからの排出流体を受入れるポンプ出口に連結された入口を備えたバックアップポンプを有することが好ましい。

【0025】

本発明のシステムまたはポンプの態様に関して上述した特徴は、本発明の方法の態様にも等しく適用でき、またこの逆もいえることである。

【発明を実施するための最良の形態】

【0026】

以下、本発明の好ましい特徴について、例示のみを目的として示す添付図面を参照して説明する。

【0027】

図2は、図1に関連して上述した差圧ポンプ型質量分光システムの全質量流量の99%以上を減圧排気するのに適した複合多ポート真空ポンプ100の第一実施形態を示すものである。これは、通常の第二最高圧力チャンバおよび第三最高圧力チャンバ以外に、最高圧力チャンバを直接ポンピングできるように配置された真空ポンプ100により達成される。複合多ポート真空ポンプ100は多コンポーネントボディ102を有し、該ボディ102内には駆動軸104取付けられている。駆動軸104は、例えば駆動軸104の回りに配置されるブラシレス直流モータのようなモータ（図示せず）により回転される。駆動軸104は、両端がベアリング（図示せず）により支持されている。例えば、駆動軸104は、永久磁石ベアリング/オイル潤滑型ベアリングハイブリッドシステムにより支持することができる。

【0028】

ポンプ100は少なくとも3つのポンピングセクション106、108、112を有している。図2に示す実施形態では、1組のターボ分子段106は、既知の傾斜構造をもつ4つのロータブレードおよび3つのステータブレードを有している。ロータブレードは参照番号107aで示され、ステータブレードは参照番号107bで示されている。この例では、ロータブレード107aは駆動軸104に取付けられている。

【0029】

第二ポンピングセクション108は第一ポンピングセクション106と同様であり、これも1組のターボ分子段を有している。図2に示す実施形態では、ターボ分子段108の組も、既知の傾斜構造をもつ4つのロータブレードおよび3つのステータブレードを有している。ロータブレードは参照番号109aで示され、ステータブレードは参照番号109bで示されている。この例では、ロータブレード109aも駆動軸104に取付けられている。

【0030】

第一ポンピングセクションおよび第二ポンピングセクションの下流側には、例えばホルベック（Holweck）ドラッグ機構のような分子ドラッグ機構の形態をなす第三ポンピングセクション112が設けられている。この実施形態では、ホルベック（Holweck）機構は、2つの回転シリンダ113a、113b、および、それらに対応する環状ステータ114a、114bを有し、これらの間には、これ自体は既知の態様で螺旋チャネルが形成されている。回転シリンダ113a、113bは、好ましくはカーボン繊維材料で形成され、かつ駆動軸104上に配置されたディスク115上に取付けられている。この例では、ディスク115はまた、駆動軸104に取付けられている。

ホルベック（Holweck）機構112の下流側にはポンプ出口116が設けられている。出口116を介して、バックアップポンプ150がポンプ100を支援している。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 1 】

図 2 に示すように、ポンプ 1 0 0 は 3 つの入口 1 2 0、1 2 2、1 2 4 を有している。この実施形態では 3 つの入口のみが使用されているが、ポンプには、参照番号 1 2 6 で示す任意の付加入口を設けることができる。この付加入口 1 2 6 は選択的に開閉され、かつ例えば、異なる流れを機構の特定部分に案内する内部バッフルを使用できる。全てのポンピングセクションの上流側には、低圧流体入口 1 2 0 が配置されている。第一ポンピングセクション 1 0 6 と第二ポンピングセクション 1 0 8 との間には、中間圧力流体入口 1 2 2 が配置されている。ホルベック (Holweck) 機構 1 1 2 の全ての段が他の入口 1 2 0、1 2 2 と流体連通するように、ホルベック (Holweck) 機構 1 1 2 の上流側すなわち図 2 に示すようにホルベック (Holweck) 機構 1 1 2 との間には、高圧流体入口 1 2 4 を配置できる。一方、図 2 に示す構成では、一部の段 (1 つ以上の段) が第三入口 1 2 4 に流体連通している。第二ポンピングセクション 1 0 8 とホルベック (Holweck) 機構 1 1 2 との間には、任意の入口 1 2 6 が配置されており、これにより、ホルベック (Holweck) 機構 1 1 2 の全ての段が任意の入口 1 2 6 に流体連通する。

10

## 【 0 0 3 2 】

使用時に、各入口は、差圧ポンプ型質量分光システムのそれぞれのチャンバに連結される。かくして、入口 1 2 0 は低圧チャンバ 1 0 に連結され、入口 1 2 2 は中間圧力チャンバ 1 4 に連結され、かつ入口 1 2 4 は最高圧力チャンバ 1 1 に連結されている。破線 1 4 0 により示されているように、高圧チャンバ 1 1 と中間圧力チャンバ 1 4 との間に他のチャンバ 1 2 が存在する場合には、任意の入口 1 2 6 が開かれて、このチャンバ 1 2 に連結される。このシステムには付加低圧チャンバを付加できる。これらの付加低圧チャンバは別の手段によりポンピングされるが、付加低圧チャンバの質量流量は、一般に、質量分光システムの全質量流量の 1 % 以下である。

20

## 【 0 0 3 3 】

低圧チャンバ 1 0 から入口 1 2 0 を通って流入する流体は、第一ポンピングセクション 1 0 6、第二ポンピングセクション 1 0 8 およびホルベック (Holweck) 機構 1 1 2 の全てのチャンネルを通して流れ、ポンプ出口 1 1 6 を通ってポンプ 1 0 0 から出る。中間圧力チャンバ 1 4 から入口 1 2 2 を通って流入する流体は、第二ポンピングセクション 1 0 8 およびホルベック (Holweck) 機構 1 1 2 の全てのチャンネルを通して流れ、ポンプ出口 1 1 6 を通ってポンプ 1 0 0 から出る。高圧チャンバ 1 1 から入口 1 2 4 を通って流入する流体は、ポンプ 1 0 0 に流入し、ホルベック (Holweck) 機構のチャンネルの少なくとも一部を通り、ポンプ出口 1 1 6 を通ってポンプを出る。入口 1 2 6 を開くと、チャンバ 1 2 から入口 1 2 6 を通って流入する流体は、ポンプ 1 0 0 に流入し、ホルベック (Holweck) 機構 1 1 2 の全てのチャンネルを通り、ポンプ出口 1 1 6 を等ってポンプ 1 0 0 から出る。

30

## 【 0 0 3 4 】

この例では、使用に際し、図 1 に関連して説明したシステムと同様に、第一インターフェースチャンバ 1 1 は  $0.1$  ミリバールより高い圧力 (好ましくは約  $1 \sim 10$  ミリバールの圧力) にあり、第二インターフェースチャンバ 1 2 (該チャンバ 1 2 が使用される場合) は約  $10^{-1}$  ミリバールから  $1$  ミリバールの圧力にあり、第三インターフェースチャンバ 1 4 は約  $10^{-2}$  ミリバールから  $10^{-3}$  ミリバールの圧力にあり、かつ高真空チャンバ 1 0 は約  $10^{-5}$  ミリバールから  $10^{-6}$  ミリバールの圧力にある。

40

## 【 0 0 3 5 】

上記実施形態の特別な長所は、差圧ポンプ型質量分光システムの高圧チャンバが、バックリングポンプ 1 5 0 によってではなく、第二最高圧力チャンバおよび第三最高圧力チャンバにポンピングする同じ複合多ポート真空ポンプ 1 0 0 によって直接ポンピングされることができ、複合多ポート真空ポンプ 1 0 0 が、質量分光システムの全流体質量流量の 99 % 以上を管理できることである。かくして、第一チャンバおよび内的にリンクされた分光システムの残部の性能は、バックリングポンプのサイズを増大させることなく増大できる。

50

## 【 0 0 3 6 】

図 3 は、差圧ポンプ型質量分光システムからの全質量流量の 99 % 以上を減圧排気させるのに適した、第一実施形態と同様な真空ポンプ 200 の第二実施形態を示す。この第二実施形態は、第三ポンピングセクションがまた、少なくとも 1 つの空気力学的ポンピング段 210 ( この例では、ホルベック (Holweck) 機構 212 の下流側に配置された少なくとも 1 つの空気力学的再生段の形態をなしている ) を有している。

## 【 0 0 3 7 】

再生段 210 は、ホルベック (Holweck) 機構 212 のディスク 215 に取付けられるか、該ディスク 215 と一体に形成された突出リング 211 a の環状配列の形態をなす複数のロータを有している。図 4 に示すように、この実施形態では、ターボ分子セクション 106、108 のそれぞれのロータ 107、109、ホルベック (Holweck) 機構 212 の回転ディスク 215、および、再生段 210 のロータ 211 a は、駆動軸 204 に取付けられた共通インペラ 245 上に配置されており、ホルベック (Holweck) 機構 212 のカーボン繊維からなる回転シリンダ 213 a は、これらの一体回転要素の機械加工後に回転ディスク 215 に取付けられる。しかしながら、1 つ以上のこれらの回転要素のみをインペラ 245 と一体に形成し、残りの要素は、第一実施形態におけるように駆動軸 204 に取付けるか、必要に応じて他のインペラに配置することもできる。インペラ 245 の図面を見て右端は磁気ベアリング ( このベアリングの永久磁石はインペラ上に配置される ) により支持でき、駆動軸 204 の図面を見て左端は潤滑型ベアリングにより支持できる。

## 【 0 0 3 8 】

ホルベック (Holweck) 機構 212 のステータ 214 b はまた、再生段 210 のステータを形成し、かつステータ 214 b には環状チャネル 211 b が形成され、該環状チャネル 211 b 内でロータ 211 a が回転する。既知のように、チャネル 211 b の断面積は、ロータに対する近接間隙を形成する小断面部分を有する「ストリップ」そして知られたチャネルの小部分を除き、個々のロータ 211 a の断面積より大きい。ポンプ 200 の使用に際し、差圧ポンプ型質量分光システムの各チャンバからポンピングされた流体は、ストリップの一端に隣接して配置された入口から環状チャネル 211 b 内に流入し、この流体は、該流体がストリップの他端に衝突するまでチャネル 211 b に沿って回転ディスク 215 上のロータ 211 a により押圧される。

## 【 0 0 3 9 】

使用に際し、真空ポンプ 200 は、差圧ポンプ型質量分光システムのチャンバ内で、第一実施形態の真空ポンプ 100 と同様の性能的長所を発揮する。第一実施形態により得られる可能性ある性能的長所に加え、この第二実施形態は更に 2 つの長所が得られる。これらの長所のうちの第一の長所は、異なる性能レベルをもつポンプ、例えば 50 Hz または 60 Hz のオンラインで直接作動するバックリングポンプでバックリングされるときでも、システム性能が終始一定していることである。この第二実施形態の場合には、図 3 に関連して説明したシステムにおけるシステム性能の変動は、バックリングポンプ 250 の作動周波数が 50 Hz と 60 Hz との間で変化する場合でも 1 % 程度の低さであり、従って、使用者に安定したシステム性能をもつポンピング装置を提供できることが考えられる。

## 【 0 0 4 0 】

第二実施形態の第二の付加的長所は、ホルベック (Holweck) セクションの下流側に付加ポンピング段を設けることにより、真空ポンプのこの構成が、バックリングポンプ 250 のキャパシティ従ってサイズを、第一実施形態に比べてかなり小さくできることである。これは、付加ポンピングセクション 210 により、真空ポンプ 200 が 10 ミリバールを超える圧力で流体を排出できることによる。これに対し、第一実施形態の真空ポンプ 100 は、一般に、約 1 ミリバールから 10 ミリバールの圧力で流体を排出するに過ぎない。このため、バックリングポンプ 250 のサイズを、第一実施形態のバックリングポンプ 150 に比べて大幅に小さくできる。このサイズ縮小は、システム性能に悪影響を与えることなく、或る質量分光システムにおいて 10 分の 1 程度にすることが考えられる。図 3 および図 4 に示すように、再生段 210 のロータ 211 a は、ホルベック (Holweck) セクショ

ン 2 1 2 の回転シリンダ 2 1 3 a により包囲されている。かくして、再生セクション 2 1 0 は、真空ポンプの全長を殆ど増大させることなく、または、全く増大させることなく、第一実施形態の真空ポンプ 1 0 0 に便利に組込むことができる。かくして、真空ポンプ 2 0 0 およびバックアップポンプ 2 5 0 の両方を備えた第二実施形態の全真空ポンプシステムは、サイズを縮小でき、従って卓上型ハウジング内に便利に収容できる。

#### 【 0 0 4 1 】

図 5 は、差圧ポンプ型質量分光システムからの全質量流量の 9 9 % 以上を減圧排気させるのに適した、第二実施形態と同様な真空ポンプ 2 6 0 の第三実施形態を示す。この第二実施形態では、高圧チャンバ 1 1 から入口 1 2 4 を通って流入する流体は、ホルベック (Holweck) 機構 2 1 2 を通ることなく、空気力学的ポンピング段 2 1 0 を通ってポンプ 2 5 0 に流入し、ポンプ出口 2 1 6 を通ってポンプから出る。また、図 5 に示すように、空気力学的ポンピング段 2 1 0 の少なくとも一部は、ガエデ (Gaede) 型機構または他の分子ドラッグ機構 3 0 0 で置換できる。空気力学的ポンピング段 2 1 0 をガエデ (Gaede) 型機構 3 0 0 で置換できる度合いは、真空ポンプ 2 6 0 の所要ポンピング性能に基いて定まる。例えば、再生段 2 1 0 は、全体をガエデ (Gaede) 型機構で置換するか、図示のように、一部のみをガエデ (Gaede) 型機構で置換することもできる。

10

#### 【 0 0 4 2 】

要約すれば、差圧ポンプ型質量分光システムは、複数の圧力チャンバを備えた質量分光計と、該質量分光計に取付けられかつそれぞれの圧力チャンバから流体を受入れるための複数のポンプ入口および前記チャンバからの流体を差圧ポンピングする複数のポンピング段を備えた真空ポンプとを有し、使用に際し、分光計からポンピングされた少なくとも 9 9 % の流体質量が、真空ポンプの 1 つ以上のポンピング段を通して流れる。

20

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【 0 0 4 3 】

【図 1】差圧ポンプ型質量分光システムの減圧排気を行なうのに適した既知の多ポート真空ポンプの簡単化した断面図である。

【図 2】図 1 の差圧ポンプ型質量分光システムの減圧排気を行なうのに適した多ポート真空ポンプの第一実施形態の簡単化した断面図である。

【図 3】図 1 の差圧ポンプ型質量分光システムの減圧排気を行なうのに適した多ポート真空ポンプの第二実施形態の簡単化した断面図である。

30

【図 4】図 3 に示したポンプに使用するのに適したインペラの簡単化した断面図である。

【図 5】図 1 の差圧ポンプ型質量分光システムの減圧排気を行なうのに適した多ポート真空ポンプの第三実施形態の簡単化した断面図である。

#### 【符号の説明】

#### 【 0 0 4 4 】

- 1 0 0、2 0 0、2 6 0 複合多ポート真空ポンプ
- 1 0 6 ターボ分子段 (ターボポンピングセクション)
- 1 0 8 第二ポンピングセクション (ターボポンピングセクション)
- 1 1 2、2 1 2 ホルベック (Holweck) 機構
- 1 5 0、2 5 0 バックアップポンプ
- 2 1 0 空気力学的ポンピング段 (再生段、付加ポンピングセクション)
- 2 1 1 a 突出リング (ロータ)
- 2 1 3 a 回転シリンダ
- 2 1 5 回転ディスク
- 2 4 5 共通インペラ

40





## フロントページの続き

(74)代理人 100098475

弁理士 倉澤 伊知郎

(74)代理人 100157185

弁理士 吉野 亮平

(72)発明者 ストーンズ イアン ディヴィッド

イギリス アールエイチ15 9ティーティー ウェスト サセックス バージェス ヒル ヨーク ロード ビーオーシー エドワーズ

(72)発明者 ショフィールド ナイジェル ボール

イギリス アールエイチ15 9ティーティー ウェスト サセックス バージェス ヒル ヨーク ロード ビーオーシー エドワーズ

(72)発明者 ステュアート マーティン ニコラス

イギリス アールエイチ15 9ティーティー ウェスト サセックス バージェス ヒル ヨーク ロード ビーオーシー エドワーズ

審査官 佐藤 秀之

(56)参考文献 特開平06-280785(JP,A)

国際公開第2002/005310(WO,A1)

特表2002-536583(JP,A)

独国特許出願公開第02442614(DE,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

F04D 19/04

F04D 23/00

H01J 49/24