

(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 1

F04D 19/04	(2006.01)	F 04 D 19/04	G
F04D 23/00	(2006.01)	F 04 D 19/04	D
H01J 49/24	(2006.01)	F 04 D 23/00	C
		F 04 D 23/00	E
		H 01 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) 國際出願番号	PCT/GB2004/004046
(87) 國際公開番号	W02005/040615
(87) 國際公開日	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	英國 (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	英國 (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 ウエスト 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 賢男
(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 满

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0.01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99%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、一対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。 10

【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っ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。 20

【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。 30

【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。 40

【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って流れる流体が、前記第一ポンプ入口から前記第一ポンプ入口を通って流れる流体とは異 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通って流れる流体が、前記第二ポンプ入口から前記第二ポンプ入口を通っ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通って流れる流体が、前記第二ポンプ入口からこれを通っ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っ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っ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】

バッキングポンプを有し、前記バッキングポンプは、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キ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數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 ミリバール以上的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ヤ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、該細管を通っ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、ジーグバーン(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、任意の適當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、任意の適當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を通っ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を通っ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、該第三入口を通ってポンピングされた流体は、ホルベック(Holweck)機構22のみを通り、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はバッキングポンプ32に連結されており、該バッキングポンプ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、バッキングポンプ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、バッキングポンプ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】

バッキングポンプ32は、一般に、比較的大型の床置きポンプである。使用されるバッキ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がバッキ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キ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っ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っ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プ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。

10

【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って流れる流体が、第一ポンプ入口からこれを通っ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って流れる流体が、第二ポンプ入口からこれを通っ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って流れる流体が、第二ポンプ入口からこれを通っ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ネルを設け、1つ以上のチャネルが第二ポンプ入口に連通し、一方、残りのチャネルが第一ポンプ入口に連通するように構成できる。

20

【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って流れる流体が、第二ポンプ入口から第二ポンプ入口を通っ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。

30

【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。

40

【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って流

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って流れる。

【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、システムはバッキングポンプを有し、該バッキングポンプは、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キングポンプの両方を通っ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數のポンピング段を通っ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つを通っ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っ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って流れ、第二ポンプ入口を有し、流体は第二ポンプ入口を通っ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って流れ、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っ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って流れ、第四入口を更に有し、流体は第四入口を通っ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っ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ティング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。

10

【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。

20

【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考番号107aで示され、ステータブレードは参考番号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。

30

【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考番号109aで示され、ステータブレードは参考番号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】

40

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つの回転シリンドラ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。回転シリンドラ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、バックティングポンプ150がポンプ100を支援している。

50

【0031】

図2に示すように、ポンプ100は3つの入口120、122、124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126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126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120が配置されている。第一ポンピングセクション106と第二ポンピングセクション108との中間には、中間圧力流体入口122が配置されている。ホルベック(Holweck)機構112の全ての段が他の入口120、122と流体連通するように、ホルベック(Holweck)機構112の上流側すなわち図2に示すようにホルベック(Holweck)機構112との間には、高圧流体入口124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124に流体連通している。第二ポンピングセクション108とホルベック(Holweck)機構112との間には、任意の入口126が配置されており、これにより、ホルベック(Holweck)機構112の全ての段が任意の入口126に流体連通する。

【0032】

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120は低圧チャンバ10に連結され、入口122は中間圧力チャンバ14に連結され、かつ入口124は最高圧力チャンバ11に連結されている。破線140により示されているように、高圧チャンバ11と中間圧力チャンバ14との間に他のチャンバ12が存在する場合には、任意の入口126が開かれて、このチャンバ12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。

【0033】

低圧チャンバ10から入口120を通って流入する流体は、第一ポンピングセクション106、第二ポンピングセクション108およびホルベック(Holweck)機構112の全てのチャネルを通って流れ、ポンプ出口116を通ってポンプ100から出る。中間圧力チャンバ14から入口122を通って流入する流体は、第二ポンピングセクション108およびホルベック(Holweck)機構112の全てのチャネルを通って流れ、ポンプ出口116を通ってポンプ100から出る。高圧チャンバ11から入口124を通って流入する流体は、ポンプ100に流入し、ホルベック(Holweck)機構のチャネルの少なくとも一部を通り、ポンプ出口116を通ってポンプを出る。入口126を開くと、チャンバ12から入口126を通って流入する流体は、ポンプ100に流入し、ホルベック(Holweck)機構112の全てのチャネルを通り、ポンプ出口116を等ってポンプ100から出る。

【0034】

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11は0.1ミリバールより高い圧力(好ましくは約1~10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12(該チャンバ12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14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10は約 10^{-5} ミリバールから 10^{-6} ミリバールの圧力にある。

【0035】

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、バッキングポンプ150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100によって直接ポンピングされることができるため、複合多ポート真空ポンプ100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、バッキングポンプのサイズを増大させることなく増大できる。

【0036】

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。

【0037】

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211a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211a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ド213a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の図面で見て右端は磁気ペアリング（このペ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の図面で見て左端は潤滑型ペアリングにより支持できる。

【0038】

ホルベック（Holweck）機構212のステータ214bはまた、再生段210のステータを形成し、かつステータ214bには環状チャネル211bが形成され、該環状チャネル211b内でロータ211aが回転する。既知のように、チャネル211b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「ストリッパ」として知られたチャネルの小部分を除き、個々のロータ211a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、ストリッパの一端に隣接して配置された入口から環状チャネル211b内に流入し、この流体は、該流体がストリッパの他端に衝突するまでチャネル211bに沿って回転ディスク215上のロータ211aにより押圧される。

【0039】

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50Hzまたは60Hzのオンラインで直接作動するバッキングポンプでバッキ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、バッキングポンプ250の作動周波数が50Hzと60Hz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。

【0040】

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、バッキングポンプ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、バッキングポンプ250のサイズを、第一実施形態のバッキングポンプ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211aは、ホルベック（Holweck）セクショ

10

20

30

40

50

ン 2 1 2 の回転シリンド 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 およびバッキングポンプ 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。

【 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に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って流れれる。

【 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。

【 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 バッキングポンプ

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 回転シリンド

2 1 5 回転ディスク

2 4 5 共通インペラ

10

20

30

40

【図1】

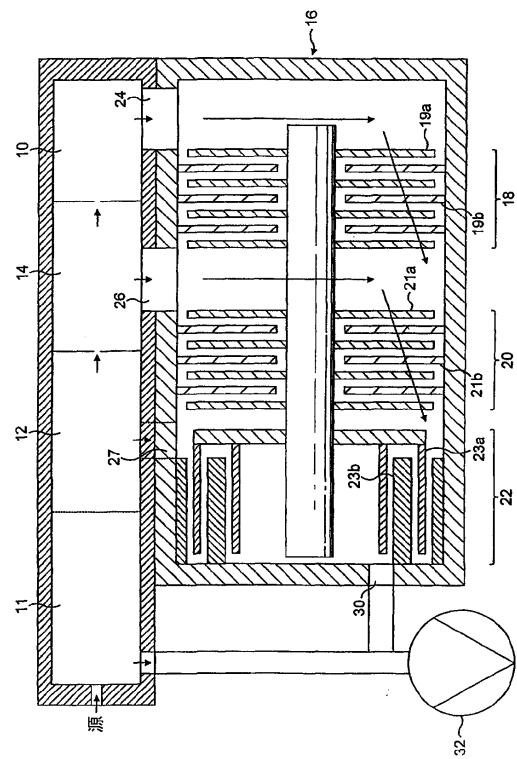


FIG. 1 (PRIOR ART)

【図2】

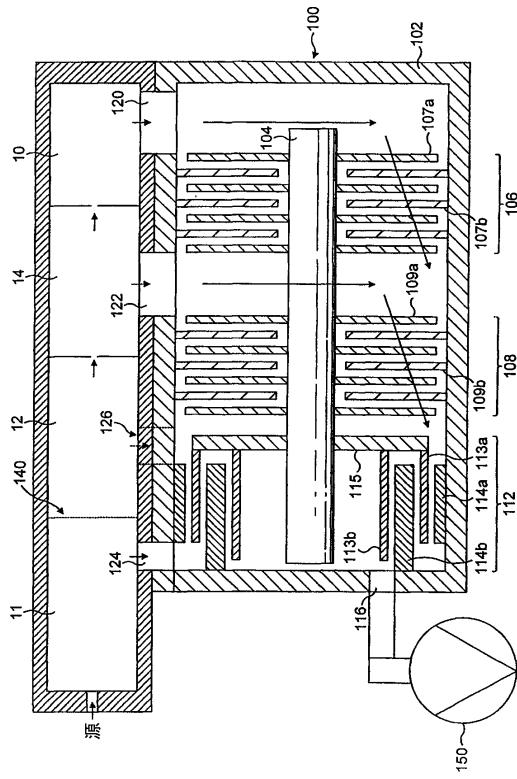


FIG. 2

【図3】

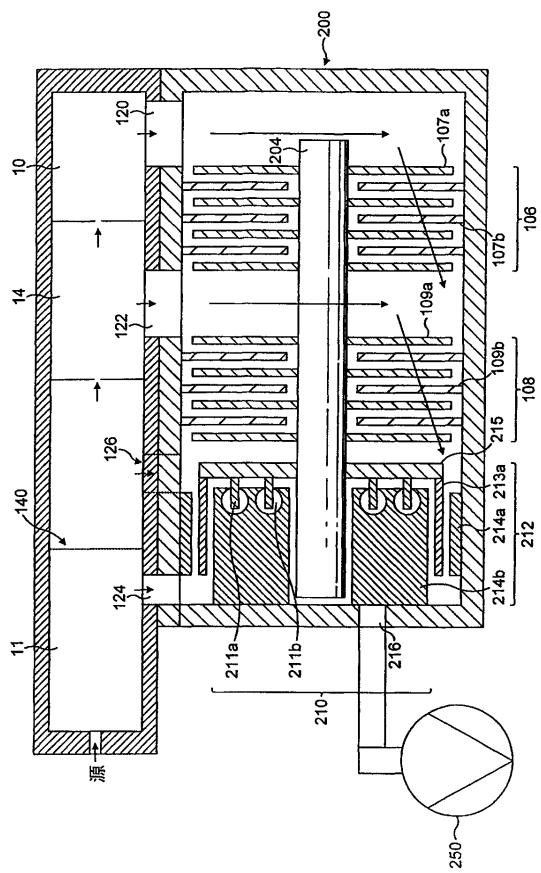


FIG. 3

【図4】

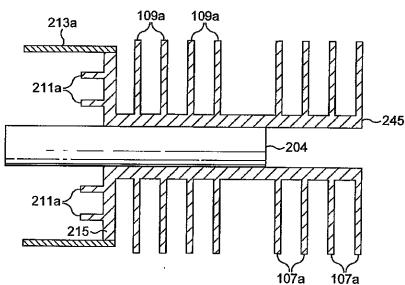


FIG. 4

【図5】

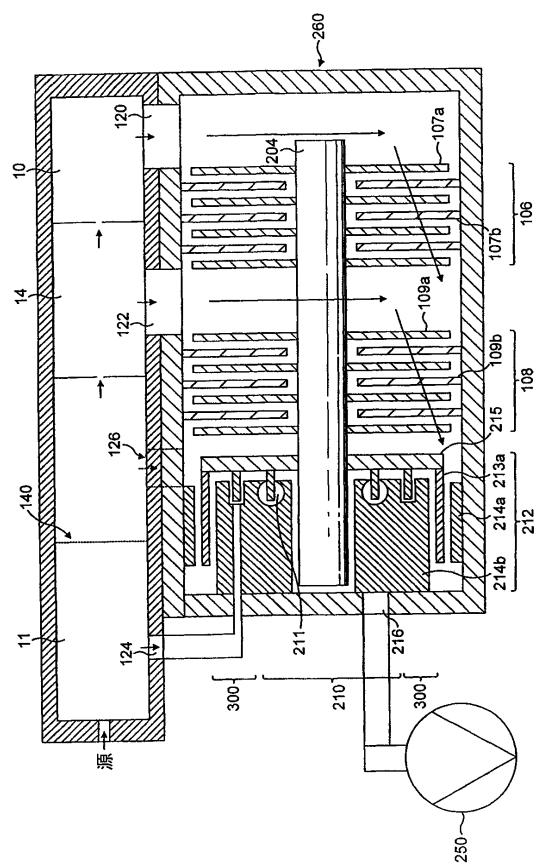


FIG. 5

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 ウエスト サセックス バージェス ヒル ヨーク ロード ピーオーシー エドワーズ

(72)発明者 ショフィールド ナイジェル ポール

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

(72)発明者 スチュアート 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 ウエスト サセックス バージェス ヒル ヨーク ロード ピーオーシー 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