

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4599061号  
(P4599061)

(45) 発行日 平成22年12月15日(2010.12.15)

(24) 登録日 平成22年10月1日(2010.10.1)

(51) Int.Cl.	F I
<b>FO4D 19/04 (2006.01)</b>	F O 4 D 19/04 C
<b>FO4D 23/00 (2006.01)</b>	F O 4 D 19/04 G
	F O 4 D 23/00 A

請求項の数 16 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2003-576819 (P2003-576819)	(73) 特許権者	599060928
(86) (22) 出願日	平成15年2月24日(2003.2.24)		バリアン・インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2006-500497 (P2006-500497A)		アメリカ合衆国カリフォルニア州、パロ・
(43) 公表日	平成18年1月5日(2006.1.5)		アルト、ハンセン・ウエイ 3 1 2 0
(86) 国際出願番号	PCT/US2003/005621	(74) 代理人	100087701
(87) 国際公開番号	W02003/078845		弁理士 稲岡 耕作
(87) 国際公開日	平成15年9月25日(2003.9.25)	(74) 代理人	100101328
審査請求日	平成18年1月13日(2006.1.13)		弁理士 川崎 実夫
審判番号	不服2009-15315 (P2009-15315/J1)	(74) 代理人	100103517
審判請求日	平成21年8月21日(2009.8.21)		弁理士 岡本 寛之
(31) 優先権主張番号	10/099,380	(74) 代理人	100136652
(32) 優先日	平成14年3月12日(2002.3.12)		弁理士 河津 康一
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 改良されたインペラー形状を有する真空ポンプ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

吸気ポートおよび排気ポートを有するハウジングと、

前記ハウジング内に位置し前記吸気ポートと前記排気ポートとの間の流路に配置された複数の真空ポンピングステージであって、前記排気ポートに近接して配置された複数の分子引きずりステージならびに / または転移流および粘性流引きずりステージを備え、この複数の分子引きずりステージならびに / または転移流および粘性流引きずりステージの各々が固定子と回転子としてのインペラーとを含み、各分子引きずりステージならびに / または転移流および粘性流引きずりステージの一連のインペラーの各々が、前記流路において前記排気ポートに近い領域における前記インペラーほど順次表面粗度が高くなるように構成された真空ポンピングステージと、

気体が前記吸気ポートから前記排気ポートにポンピングされるように前記インペラーを回転させるモーターとを含む真空ポンプ。

【請求項 2】

前記分子引きずりステージならびに / または転移流および粘性流引きずりステージが、前記インペラーがポンピング面を有するディスクを備えた少なくとも 1 つの第一ステージと、

前記流路において前記第一ステージに対して前記排気ポートの側に隣接して配置された少なくとも 1 つの第二ステージであって、当該第二ステージの前記インペラーが前記第一ステージの前記インペラーの前記ポンピング面と比較して粗面化されたポンピング面を有

10

20

するディスクを備えた第二ステージとを含む、請求項 1 記載の真空ポンプ。

【請求項 3】

前記分子引きずりステージならびに / または転移流および粘性流引きずりステージが、前記流路において前記第二ステージに対して前記排気ポートの側に隣接して配置された少なくとも 1 つの第三ステージであって、当該第三ステージの前記インペラーが溝のついたポンピング面を有するディスクを備えた第三ステージを更に含む、請求項 2 記載の真空ポンプ。

【請求項 4】

前記真空ポンピングステージが 1 つ以上の再生ステージを更に有する、請求項 3 記載の真空ポンプ。

10

【請求項 5】

前記真空ポンピングステージが、少なくとも 2 つの再生ステージを更に有し、各再生ステージが、複数のリブであって、隣接する当該リブの間に空洞が規定されているリブを有するポンピング面を含み、

前記流路において、前記排気ポートに近い領域における前記再生ステージの前記空洞ほど、深くかつ / またはより狭い間隔を有し、これにより、前記少なくとも 2 つの再生ステージのうちの 1 つの前記再生ステージのポンピング面は、他の再生ステージのポンピング面と異なる形状のリブおよび空洞を有する、請求項 1 記載の真空ポンプ。

【請求項 6】

前記真空ポンピングステージが回転子および固定子を有する少なくとも 1 つの軸流ステージを更に有し、前記回転子および前記固定子は傾斜翼を有する、請求項 3 記載の真空ポンプ。

20

【請求項 7】

前記分子引きずりステージならびに / または転移流および粘性流引きずりステージが、前記インペラーがポンピング面を有するディスクを備えた第一ステージと、

前記インペラーがポンピング面を有するディスクを備えた第二ステージであって、当該第二ステージの前記インペラーの前記ポンピング面が、前記第一ステージの前記インペラーの前記ポンピング面と比較して粗面化されている第二ステージと、

前記インペラーが溝のあるポンピング面を有するディスクを備えた第三ステージと、  
前記インペラーが溝のあるポンピング面を有するディスクを備えた第四ステージであって、当該第四ステージの前記インペラーの前記ポンピング面に形成された前記溝が、前記第三ステージの前記インペラーの前記ポンピング面に形成された前記溝と比較して、深さが深く、かつ / または狭い間隔を有する第四ステージとを含み、

30

前記流路において、前記吸気ポートの側から前記排気ポートの側に向かう順に、前記第一ないし第四ステージが配置されている、請求項 1 記載の真空ポンプ。

【請求項 8】

各分子引きずりステージならびに / または転移流および粘性流引きずりステージの前記インペラーがディスクを備えており、各ディスクの一方表面および / または他方表面にポンピング面を有する、請求項 1 記載の真空ポンプ。

【請求項 9】

40

各分子引きずりステージならびに / または転移流および粘性流引きずりステージの前記インペラーがディスクを備えており、各ディスクの前記一方表面と前記他方表面とをつなぐ外縁である側面にポンピング面を有する、請求項 8 記載の真空ポンプ。

【請求項 10】

前記分子引きずりステージならびに / または転移流および粘性流引きずりステージの前記インペラーがディスクを備えており、このディスクの外周上またはその近くの環状の領域にポンピング面を有する、請求項 1 記載の真空ポンプ。

【請求項 11】

吸気ポートおよび排気ポートを有するハウジングと、  
前記ハウジング内に位置し前記吸気ポートと排気ポートとの間の流路に配置された複数

50

の真空ポンピングステージであって、前記真空ポンピングステージは、複数の分子引きずりステージならびに転移流および粘性流引きずりステージを備え、この複数の分子引きずりステージならびに転移流および粘性流引きずりステージの各々が固定子と、ポンピング面を有する回転子としてのインペラーとを含み、前記転移流および粘性流引きずりステージの一連のインペラーの各々が、前記流路において前記排気ポートに近い領域における前記インペラーほど順次表面粗度が高くされたポンピング面を有するようになされた真空ポンピングステージと、

気体が前記吸気ポートから前記排気ポートにポンピングされるように前記インペラーを回転させるモーターとを含む真空ポンプ。

【請求項 1 2】

前記転移流および粘性流引きずりステージが、

前記インペラーがポンピング面を有するディスクを備えた少なくとも 1 つの第一ステージと、

前記流路において前記第一ステージに対して前記排気ポートの側に隣接して配置された少なくとも 1 つの第二ステージであって、当該第二ステージの前記インペラーが前記第一ステージの前記インペラーの前記ポンピング面と比較して粗面化されたポンピング面を有するディスクを備えた第二ステージとを含む、請求項 1 1 記載の真空ポンプ。

【請求項 1 3】

前記転移流および粘性流引きずりステージが、前記流路において前記第二ステージに対して前記排気ポートの側に隣接して配置された少なくとも 1 つの第三ステージであって、前記インペラーが溝のあるポンピング面を有するディスクを備えた第三ステージを更に含む、請求項 1 2 記載の真空ポンプ。

【請求項 1 4】

前記真空ポンピングステージが少なくとも 1 つの再生ステージを更に有する、請求項 1 3 記載の真空ポンプ。

【請求項 1 5】

前記真空ポンピングステージが回転子および固定子を有する少なくとも 1 つの軸流ステージを更に有し、前記回転子および前記固定子は傾斜翼を有する、請求項 1 3 記載の真空ポンプ。

【請求項 1 6】

前記転移流および粘性流引きずりステージの前記インペラーがディスクを備えており、このディスクの外周上またはその近くの環状の領域にポンピング面を有する、請求項 1 1 記載の真空ポンプ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ターボ分子真空ポンプおよびハイブリッド真空ポンプに関し、さらに詳しくは、従来の真空ポンプと比べて、1 種以上のコンパクトなポンプ構造、高い排気圧力および低減された作動電力の実現を補助するインペラー形状を有する真空ポンプに関する。

【背景技術】

【0002】

通常のターボ分子真空ポンプは、吸気ポートを有するハウジングと、複数の軸流ポンピングステージを含む内部チャンバーと、排気ポートとを含む。排気ポートは、典型的には粗引き真空ポンプに取り付けられている。各軸流ポンピングステージは、傾斜した翼を有する固定子と傾斜した翼を有する回転子とを含む。回転子および固定子の翼は互いに逆方向に傾斜している。動翼はモーターによって高い回転速度で回転させられ、吸気ポートと排気ポートとの間で気体のポンピングを行う。典型的なターボ分子ポンプには、9 ないし 12 個の軸流ポンピングステージが含まれることがある。

【0003】

従来のターボ分子真空ポンプの変形でハイブリッド型真空ポンプと呼ばれることの多い

10

20

30

40

50

ものが開示されている。従来技術の1つの構成では、軸流ポンピングステージの1つ以上が分子引きずりステージで置き換えられて分子引きずりコンプレッサーを構成している。この構成は1993年8月24日にヴァリアンインコーポレーテッド(Varian Inc.)に交付された特許に係る下記特許文献1に開示されている。ヴァリアンインコーポレーテッドは共通のハウジングに収めた軸流ターボ分子コンプレッサーと分子引きずりコンプレッサーを含むハイブリッド真空ポンプを販売している。ハイブリッド真空ポンプの分子引きずりステージおよび再生ステージは、1994年10月25日にヴァリアンインコーポレーテッドに交付された特許に係る下記特許文献2に開示されている。軸流ポンピングステージの固定子の設計を少しずつ変えた構成も下記特許文献2に開示されている。その他のハイブリッド真空ポンプが1990年1月18日に公開された下記特許文献3、1998年12月15日に交付された特許に係る下記特許文献4、および2000年10月24日に交付された特許に係る下記特許文献5に開示されている。開示されたハイブリッド真空ポンプは既存のタイプのインペラーを使用しており、1つのタイプのインペラーから他のインペラーへと突然切り替わる。

10

#### 【0004】

分子引きずりステージは回転ディスクすなわちインペラーと固定子とを含む。固定子は接線流チャンネルと、接線流チャンネルの入り口および出口を規定する。接線流チャンネル内に配置され、ストリッパと呼ばれることも多い固定バッフルが、入り口と出口とを分離している。本技術分野で周知のように、回転ディスクの運動量は接線流チャンネル内で気体分子に移転され、それにより分子を出口に向かって送る。分子真空引きずりステージは分子流条件のために開発された。

20

#### 【0005】

別のタイプの分子引きずりステージは、回転する円筒形ドラムを含み、これは、この回転ドラムに近接した円筒形の内壁を有するハウジング内で回転する。円筒形ドラムすなわち壁の外面には螺旋形の溝が形成されている。ドラムが回転すると、気体は、分子引きずりによって溝を通してポンピングされる。

再生(リジェネレイティブ)真空ポンピングステージは再生インペラーを含むが、これは接線流チャンネルを規定する固定子内で作動する。再生インペラーは、その外周上またはその近くに間隔を開けて設けられた半径方向のリップを有する回転ディスクを含む。再生真空ポンピングステージは粘性流条件のために開発された。

30

#### 【0006】

分子流においては、ポンピング動作は高速で移動して分子を運動方向に引きずる平坦な表面によって発生させられる。設計によっては、平坦な表面を有する1つのディスクインペラーによって非常に高い1ステージ当たりの圧力比が実現可能である。

流れが粘性流に近づくと、分子密度の勾配というよりむしろ圧力の勾配が形成されることによる逆流が増大するので、単純な運動量移転はうまく機能しない。圧力範囲の上限近くでは、大気圧近くにおいて高い周速で1ステージ当たり2を超える圧力比を実現する周知技術である再生ステージすなわちブローアがある。

#### 【0007】

しかし分子引きずりステージのインペラーも、また再生ブローアのインペラーも、高真空ポンプで扱われる圧力範囲全体を通じて効率的に作動することはない。中程度の大きさのポンプでは、平坦面インペラーは約1 Torrまでの圧力ではそこそこの働きをする。その圧力を超えると、平坦面インペラーは達成可能な圧縮比が低下するだけでなく、効率が落ちて過大な電力を消費し、また望ましくない熱を発生する。平面型の設計の適用範囲を大気圧まで伸ばそうとする試みは、移動面と固定面との間に非常に小さな間隙を必要とするために、成功していない。再生ブローアは約20 Torrよりも高い圧力で最も良好に作動し、十分な圧力比を実現する。ある特定の設計は通常、効率的な動作を行う狭い範囲を有する。そのため、回転子の加熱を低減するには電力の節約に関してインペラーを設計することが重要である。

40

【特許文献1】米国特許第5,238,362号明細書

50

【特許文献2】米国特許第5,358,373号明細書

【特許文献3】独国特許発明第3,919,529号明細書

【特許文献4】米国特許第5,848,873号明細書

【特許文献5】米国特許第6,135,709号明細書

【非特許文献1】Mardbed H. Hablanian「高真空技術、実用ガイド」Marcel Dekker, Inc. 1997年、271～277ページ

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

通常は分子引きずりステージを利用するハイブリッド真空ポンプは、約1000分の8  
インチの回転子-固定子間隙を有する。間隙をこの寸法よりも小さくするには、極めて厳  
しい許容度が要求され、コスト高となる。この間隙寸法は、全体の圧縮比を所望のレベル  
にするために比較的多くのステージ数を必要とする。しかしこの方法ではコストと寸法と  
が大きくなり、實際上不可能なほど長い回転子シャフトが必要となる。

10

【0009】

そのため、上記の問題点のいずれかを解消するインペラー形状を有する真空ポンプが求  
められている。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の第一の局面によれば、真空ポンプが提供される。この真空ポンプは吸気ポート  
および排気ポートを有するハウジングと、このハウジング内に位置し、吸気ポートと排気  
ポートとの間に配置された複数の真空ポンピングステージと、モーターとを含む。真空ポ  
ンピングステージは分子引きずりステージと転移流引きずりステージとを含み、各々の真  
空ポンピングステージは固定子とインペラーとを含む。連続する気体引きずりステージの  
各々のインペラーは、順次高くなる圧力で効率的に作動するような形状に構成されている  
。モーターは、気体が吸気ポートから吸い込まれて排気ポートから排出されるように、イン  
ペラーを回転させる。

20

【0011】

気体引きずりステージは、インペラーが滑らかなポンピング面を有するディスクを備え  
た第一ステージと、インペラーが粗面化されたポンピング面を有するディスクを備えた第  
二ステージとを含んでもよい。気体引きずりステージは、インペラーが溝つきのポンピン  
グ面を有するディスクを備えた第三ステージを更に含んでもよい。真空ポンピングステー  
ジは1つ以上の再生ステージを更に有してもよい。

30

【0012】

連続する分子引きずりステージの各々のインペラーは、順次高くなる圧力で効率的に作  
動するような表面形状とされたポンピング面を有していてもよい。インペラーのポンピン  
グ面は、ディスクの外周上またはその近くの環状の領域であってもよい。ポンピング面は  
インペラーの前面の全部もしくは一部、背面の全部もしくは一部、および/または側面の  
全部もしくは一部を含んでもよい。

【発明を実施するための最良の形態】

40

【0013】

本発明をより良く理解するために、引用によりここに組み込まれている以下の添付図面  
を参照する。

本発明の一実施形態による高真空ポンプの単純化した断面図を図1に示す。ハウジング  
10は、吸気ポート14と排気ポート16とを有する内部チャンバー12を規定している  
。ハウジング10は、真空に引くべき真空チャンバー（図示せず）への吸気ポート14を  
塞ぐ真空フランジ18を含む。排気ポート16は粗引き真空ポンプ（図示せず）に接続さ  
れていてもよい。真空ポンプが大気圧に対する排気を行うことが可能である場合は、粗引  
きポンプは必要がない。

【0014】

50

ハウジング 10 内には、真空ポンピングステージ 30, 32、・・・46 が配置されている。各真空ポンピングステージは固定部材すなわち固定子と、インペラーまたは回転子とも呼ばれる回転部材とを含む。各真空ポンピングステージの回転部材は、駆動シャフト 50 によりモーター 52 に結合されている。シャフト 50 はモーター 52 によって高速で回転させられ、回転部材を中心軸の周りに回転させ、気体を吸気ポート 14 から排気ポート 16 に送る。図 1 の実施形態は 9 ステージの構成となっている。真空引きに対する要求によって、異なるステージ数を使用できることが理解されるであろう。

#### 【0015】

本発明の 1 つの局面によれば、真空ポンピングステージ 30, 32、・・・46 は特定の圧力範囲内で効率的に作動するように構成されている。例として、作動中の吸気ポート 14 での圧力を  $10^{-5} \text{ Torr} \sim 10^{-6} \text{ Torr}$  の程度として、排気ポート 16 での圧力を大気圧またはそれに近い圧力とすることができる。真空ポンプを通しての圧力は吸気ポート 14 から排気ポート 16 に向かってしだいに増加する。各真空ポンピングステージの特性は、そのステージの予想作動圧力範囲にわたって効率的に作動するように選択することができる。例として、真空ポンピングステージ 30, 32 および 34 を図 2 に示し、また以下に説明するように軸流ステージとすることができる。真空ポンピングステージ 36, 38, 40 および 42 を図 3 ~ 図 5 および図 9A ~ 図 12B を参照して以下説明するように、分子引きずりステージとすることができる。分子引きずりステージ 36, 38, 40 および 42 は、以下説明するように、順次高くなる圧力で作動するように構成されたインペラーを有してもよい。真空ポンピングステージ 44 および 46 は図 6 ~ 図 8、図 13A および図 13B を参照して以下説明するように、再生真空ポンピングステージ（再生ステージ）とすることができる。

#### 【0016】

軸流ステージのある実施形態を図 2 に示す。ポンプハウジング 10 は吸気ポート 12 を有する。軸流ステージは回転子 104 と固定子 110 とを含む。回転子 104 はシャフト 50 に結合されていて、中心軸の周りに高速で回転する。固定子 110 はハウジング 10 に関して固定した位置に設置されている。回転子 104 および固定子 110 は、各々複数の傾斜した翼を有している。回転子 104 の翼は固定子 110 の翼とは反対の向きに傾斜している。従来の軸流ステージの変形例が、ここに引用により組み込まれた前述の上記特許文献 2 に開示されている。

#### 【0017】

分子引きずり真空ポンピングステージの一例を図 3 ~ 図 5 に示す。分子引きずりステージでは、回転子すなわちインペラーはディスクを有し、固定子にはディスクに関して小さな間隔で対向配置されたチャンネルが形成されている。ディスクが高速で回転すると、回転するディスクによって生じた分子引きずり作用により、気体は固定子のチャンネルを流れていく。後で説明するように、インペラーは様々な圧力で効率的に作動するように、様々な形状を有していてもよい。

#### 【0018】

図 3 ~ 図 5 を参照して、分子引きずりステージはハウジング 10 内に取り付けられたディスク 200、上部固定子部 202 および下部固定子部 204 を含む。上部固定子部 202 はディスク 200 の上面に近接して配置されており、下部固定子部 204 はディスク 200 の下面に近接して配置されている。上部および下部固定子部 202 および 204 は、共に分子引きずりステージの固定子を構成している。ディスク 200 はシャフト 50 に結合されていて、真空ポンプの中心軸の周りに高速で回転する。

#### 【0019】

上部固定子部 202 は上部チャンネル 210 を備えている。チャンネル 210 はディスク 200 の上面に対して対向関係に配置されている。下部固定子部 204 にはディスク 200 の下面に対して対向配置された下部チャンネル 212 が形成されている。図 3 ~ 図 5 の実施形態では、チャンネル 210 および 212 は円形であり、ディスク 200 と同心円関係にある。上部固定子部 202 は 1 つの円周位置にチャンネル 210 の阻止部 214 を

含む。チャンネル 2 1 0 は阻止部 2 1 4 の一方の側で前のステージから流路 2 1 6 を通ってきた気体を受ける。この気体は回転するディスク 2 0 0 によって発生した分子引きずり作用によりチャンネル 2 1 0 を通ってポンピングされる。阻止部 2 1 4 の反対側では、固定子部 2 0 2 および 2 0 4 内に形成された流路 2 2 0 がディスク 2 0 0 の外周縁あたりでチャンネル 2 1 0 と 2 1 2 とを互いにつなげている。下部固定子部 2 0 4 は 1 つの円周位置にある下部チャンネル 2 1 2 の阻止部 2 2 2 を含む。下部チャンネル 2 1 2 はディスク 2 0 0 の上面から流路 2 2 0 を通ってきた気体を阻止部 2 2 2 の一方の側で受け取り、阻止部 2 2 2 の他方の側で流路 2 2 4 を通して次のステージに気体を排出する。

#### 【 0 0 2 0 】

作動中は、ディスク 2 0 0 はシャフト 5 0 の周りに高速で回転する。気体は前のステージから流路 2 1 6 を通って来る。前ステージは分子引きずりステージ、軸流ステージ、または他の任意の適切な真空ポンピングステージであってもよい。気体はディスク 2 0 0 の回転によって発生した分子引きずり作用により上部チャンネル 2 1 0 の円周を回ってポンピングされる。気体は次にディスク 2 0 0 の外周回りの流路 2 2 0 を通過して下部チャンネル 2 1 2 に送られる。そして気体は分子引きずり作用により下部チャンネル 2 1 2 の円周に沿ってポンピングされ、流路 2 2 4 を通って次のステージまたはポンプの排気ポートに排出される。このようにして、上部チャンネル 2 1 0 と下部チャンネル 2 1 2 とは、それらを気体が直列に通過して流れるようにつながっている。他の実施形態では、上部チャンネルと下部チャンネルとは並列につながっていてもよい。2 つ以上の同軸状のポンピングチャンネルを直列に接続して使用できる。分子引きずりステージの別の実施形態が前述の上記特許文献 2 に開示されている。

#### 【 0 0 2 1 】

再生真空ポンピングステージの一例を図 6 ~ 図 8 に示す。再生真空ポンピングステージは、再生インペラー 3 0 0 の上面に隣接する上部固定子部 3 0 2 と、再生インペラー 3 0 0 の下面に隣接する下部固定子部 3 0 4 とを有する固定子と共に作動する再生インペラー 3 0 0 を含む。図 6 ではわかりやすくするために上部固定子部 3 0 2 は省略してある。再生インペラー 3 0 0 はその上面に互いに間隔を開けて形成された半径方向のリブ 3 0 8 とその下面に互いに間隔を開けて形成された半径方向のリブ 3 1 0 とを有するディスク 3 0 5 を備えている。リブ 3 0 8 および 3 1 0 は好適には、ディスク 3 0 5 の外周上またはその近くに配置される。リブ 3 0 8 の各対の間には空洞 3 1 2 が規定されており、リブ 3 1 0 の各対の間には空洞 3 1 4 が規定されている。図 6 ~ 図 8 の実施形態では、空洞 3 1 2 および 3 1 4 は各リブ 3 0 8 の間と各リブ 3 1 0 の間とでディスク 3 0 5 の材料を除去することにより形成された曲面を有する。空洞 3 1 2 および 3 1 4 の横断面形状は四角形、三角形、またはその他の適切な形状とすることができる。ディスク 3 0 5 はシャフト 5 0 に取り付けられており、真空ポンプの中心軸の周りに高速で回転する。

#### 【 0 0 2 2 】

上部固定子部 3 0 2 は、リブ 3 0 8 および空洞 3 1 2 と対向する関係に形成された円形の上部チャンネル 3 2 0 を有する。下部固定子部 3 0 4 は、リブ 3 1 0 および空洞 3 1 4 と対向する関係に形成された円形の下部チャンネル 3 2 2 を有する。上部固定子部 3 0 2 は 1 つの円周位置にあるチャンネル 3 2 0 の阻止部 (図示せず) を更に含む。下部固定子部 3 0 4 は 1 つの円周位置にあるチャンネル 3 2 2 の阻止部 3 2 6 を含む。固定子部 3 0 2 および 3 0 4 は、ディスク 3 0 5 の縁に沿って上部チャンネル 3 2 0 と下部チャンネル 3 2 2 とを互いにつなげ、阻止部 3 2 6 に隣接する流路 3 3 0 を規定している。上部チャンネル 3 2 0 は前ステージから流路 (図示せず) を通って来る気体を受ける。下部チャンネル 3 2 2 は流路 3 3 4 を通して気体を次のステージに排出する。

#### 【 0 0 2 3 】

動作中は、ディスク 3 0 5 はシャフト 5 0 の周りに高速で回転する。前ステージから上部チャンネル 3 2 0 に入る気体は上部チャンネル 3 2 0 を通ってポンピングされる。ディスク 3 0 5 およびリブ 3 0 8 の回転により、気体は空洞 3 1 2 と上部チャンネル 3 2 0 とを通る概略螺旋形の経路に沿ってポンピングされる。気体は次に流路 3 3 0 を通って下部

チャンネル 3 2 2 に入り、ディスク 3 0 5 およびリブ 3 1 0 の回転によりチャンネル 3 2 2 を通して排出される。同様にして、リブ 3 1 0 は空洞 3 1 4 と下部チャンネル 3 2 2 とを通る概略螺旋形の経路に沿って気体をポンピングする。気体は次に流路 3 3 4 を通して次のステージに排出される。

【 0 0 2 4 】

リブ 3 0 8 および 3 1 0 の寸法、形状および間隔、ならびに対応する空洞 3 1 2 および 3 1 4 の寸法および形状は変更可能であることが理解されるであろう。更にまた、チャンネル 3 2 0 と 3 2 2 とは直列または並列に接続できる。再生真空ポンピングステージの様々な形状が前述の上記特許文献 2 に開示されている。

図 1 の真空ポンプにおける分子引きずりステージは、様々なインペラー形状を有することができ、それらは異なる圧力での作動に応じて最適化される。各インペラーは大略的に円板状で、その外周上またはその近くに少なくとも 1 つのポンピング面を有する。典型的には、ポンピング面は円板状のインペラーの前面もしくは背面上、またはその両方の上にある環状領域である。それに加えて、ポンピング面は前面と背面とをつなぐ外縁を含んでもよい。

【 0 0 2 5 】

図 9 ( 図 9 A および図 9 B ) に、分子引きずりステージのための円板状のインペラー 4 0 0 を示す。動作中は、インペラー 4 0 0 は軸 4 0 2 の周りを高速で回転する。図 9 A で破線で示されているポンピングチャンネル 4 0 4 を有する固定子が、インペラー 4 0 0 に非常に近接して配置されている。ポンピングチャンネル 4 0 4 は、典型的にはインペラー 4 0 0 の外周上またはその近くに配置されている。ポンピングチャンネル 4 0 4 に対面しているインペラー 4 0 0 の部分は、真空ポンピング面 4 1 0 として機能する。従って真空ポンピング面 4 1 0 は、ポンピングチャンネル 4 0 4 に露出したインペラー 4 0 0 の部分である。真空ポンピング面 4 1 0 は典型的には、インペラー 4 0 0 の外周上またはその近くに位置するインペラーの環状領域である。真空ポンピング面 4 1 0 はインペラー 4 0 0 の前面 4 0 0 a もしくは背面 4 0 0 b、またはその両方の上に位置していてもよい。更に真空ポンピング面 4 1 0 は、円板状のインペラー 4 0 0 の側面 4 0 0 c 上に位置していてもよい。インペラー 4 0 0 は、固定子の形状に依存するが、前面 4 0 0 a もしくは背面 4 0 0 b、またはその両方の上に 2 つ以上の同軸状の真空ポンピング面を含んでもよい。

【 0 0 2 6 】

本発明のある局面によれば、真空ポンプの気体引きずりステージ中におけるインペラーは、真空ポンプの吸気ポート 1 4 から排気ポート 1 6 に向かって圧力が増加するに従って真空ポンプの動作を強化するために、様々な圧力で効率的な作動を行うような形状に構成されている。特にインペラー 4 0 0 の真空ポンピング面 4 1 0 は、真空ポンプ内のそのステージで予想される圧力範囲にわたって効率的に作動するような形状とされる。真空ポンプ内におけるインペラーの真空ポンピング面は、その真空ポンピングステージで予想される圧力範囲で効率的な真空ポンピング動作をするように選択された表面形状を有する。好適には真空ポンピング面は、比較的低い圧力における動作に対しては比較的滑らかで、高い圧力での動作に対しては表面粗度が大きくされる。これにより真空ポンプは、順次増加する圧力においてインペラーの表面粗度が順次高くなるような一連の真空ポンピングステージを利用できる。

【 0 0 2 7 】

本発明の 1 つの実施形態による 1 組のインペラーを図 9 A ~ 図 1 3 B に示す。これらのインペラーは、図 1 の真空ポンプまたはその他任意の多ステージ真空ポンプにおける異なるステージで使用できる。これらのインペラーの真空ポンピング特性は本発明の範囲内において、個別にまたは組全体としてとして変更することができる。更にこの組にはもっと多く、または少ないインペラーが含まれてもよい。

【 0 0 2 8 】

図 9 A および図 9 B を参照して、インペラー 4 0 0 は真空ポンプ 1 0 の真空ポンピングステージ ( 第一ステージ ) 3 6 において利用できる。インペラー 4 0 0 の真空ポンピング

10

20

30

40

50

面 4 1 0 は比較的平坦かつ滑らかであり、比較的低い圧力で動作するように設計されている。平坦なインペラーは分子流および初期転移流における圧力、すなわち中程度の大きさのポンプにおける約 1 T o r r よりも低い圧力で最も効率的に作動する。

【 0 0 2 9 】

図 1 0 ( 図 1 0 A および図 1 0 B ) を参照して、真空ポンプ 1 0 の真空ポンピングステージ ( 第二ステージ ) 3 8 においてインペラー 5 0 0 を使用できる。インペラー 5 0 0 は図 9 A および図 9 B のインペラー 4 0 0 よりも高い圧力で作動するように構成されており、粗面化された真空ポンピング面 5 1 0 を有する。表面粗度は予想される作動圧力範囲に依存するものであり、インペラー表面に隣接する境界層を増加させる、すなわち流れのより厚い部分を引きずりメカニズムに引き込むのに十分なものであるべきである。

10

【 0 0 3 0 】

図 1 1 ( 図 1 1 A および図 1 1 B ) を参照して、真空ポンプ 1 0 の真空ポンピングステージ ( 第三ステージ ) 4 0 においてインペラー 6 0 0 を使用できる。インペラー 6 0 0 の真空ポンピング面 6 1 0 は、図 1 0 A および図 1 0 B のインペラー 5 0 0 よりも高い圧力で作動するように構成されており、真空ポンピング面 6 1 0 内に一連の半径方向の溝を有していてもよい。溝の間隔および深さは予想される作動圧力範囲に依存する。好適には、溝 6 1 2 は中程度の大きさのポンプでは約 1 m m ~ 2 m m の範囲の深さとすることができる。同じ圧力範囲で作動するための別の実施形態では、真空ポンピング面 6 1 0 はインペラー 5 0 0 の場合よりも大きな表面粗度を有していてもよく、あるいは予想される圧力範囲内で効率的な動作をするような任意の表面形状を有していてもよい。

20

【 0 0 3 1 】

図 1 2 ( 図 1 2 A および図 1 2 B ) を参照して、真空ポンプ 1 0 の真空ポンピングステージ ( 第四ステージ ) 4 2 においてインペラー 7 0 0 を使用できる。インペラー 7 0 0 は、図 1 1 A および図 1 1 B のインペラー 6 0 0 よりも高い圧力で作動するように構成された真空ポンピング面 7 1 0 を有する。インペラー 7 0 0 の真空ポンピング面 7 1 0 はインペラー 6 0 0 の溝 6 1 2 よりも深くかつ/またはより狭い間隔を有する溝 7 1 2 を有していてもよい。あるいは、真空ポンピング面 7 1 0 は予想される圧力範囲内で効率的な動作をするように選択された別の表面形状を有していてもよい。

【 0 0 3 2 】

図 1 3 ( 図 1 3 A および図 1 3 B ) を参照して、真空ポンプ 1 0 の真空ポンピングステージ 4 4 および 4 6 において再生インペラー 9 0 0 を使用できる。インペラー 9 0 0 は、空洞 9 1 4 を規定する間隔を開けて配列された一連の半径方向のリブ 9 1 2 を有する真空ポンピング面 9 1 0 を含む。リブ 9 1 2 およびそれに対応する空洞 9 1 4 の寸法および形状は、予想される作動圧力範囲にわたって効率的な動作をするように選択される。例えば、リブ 9 1 2 の半径方向の長さは変更可能である。真空ポンピングステージ 4 4 および 4 6 における再生インペラーは、様々な圧力範囲にわたって効率的な動作をするように構成することができる。いくつかの実施形態では、真空ポンプ 1 0 は単独の再生真空ポンピングステージ、または順次高くなる圧力で作動するように構成されたインペラーをそれぞれ有する 2 つよりも多い再生真空ポンピングステージを含んでもよい。リブおよび空洞の形状は予想される動作圧力範囲内で効率的な動作をするように選択することができる。他の実施形態では、2 つ以上の再生真空ポンピングステージが同じインペラー形状を利用することができる。

30

40

【 0 0 3 3 】

図 9 A および図 9 B、図 1 0 A および図 1 0 B、図 1 1 A および図 1 1 B、図 1 2 A および図 1 2 B、ならびに図 1 3 A および図 1 3 B にそれぞれ示したインペラー 4 0 0、5 0 0、6 0 0、7 0 0 および 9 0 0 は共に、順次高くなる圧力において効率的な動作をするように、累進的な特性を有する 1 組のインペラーを構成する。従って、1 つ以上のインペラーは分子流条件において効率的に作動するように選択された特性を有していてもよく、1 つ以上のインペラーは転移流条件において効率的に作動するように選択された特性を有していてもよく、1 つ以上のインペラーは粘性流条件において効率的に作動するように

50

選択された特性を有していてもよく、この組に含まれる各インペラーは漸次変化するポンピング特性を有するように構成できる。各インペラーは予想される圧力範囲にわたって効率的な動作をするように構成された表面形状にされた真空ポンピング面を有する。この組に含まれる各インペラーはしだいに変化するポンピング特性を有するが、そのことは2つ以上のインペラーが同一であることを排除するものではない。上で述べたように、各インペラーの真空ポンピング面は前面の全てもしくは一部、背面の全てもしくは一部、および/または側面の全てもしくは一部を任意の組み合わせで含むことができる。

【0034】

ここに述べる原理は、分子引きずりポンプおよび再生ポンプの様々な構成に適用することができる。例えば上記非特許文献1で述べているように、ホルウェック型のポンプおよびシーグバーン型ポンプに本発明を適用できる。

10

図面に示し本明細書で述べた実施形態に対して、本発明の趣旨および範囲から逸脱せずに様々な変形および変更を行うことが可能である。従って上記の記載および添付図面に図示した全ての内容は、例示的なものであり限定的でないものとして解釈すべきである。本発明は特許請求の範囲で定義されたものおよびそれと均等のものとしてのみ限定される。

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図1】本発明の一実施形態による真空ポンプの単純化した断面の模式図である。

【図2】図1の真空ポンプで使用する軸流ステージの破断した斜視図である。

【図3】分子引きずり真空ポンピングステージを利用する真空ポンプの部分的な断面図である。

20

【図4】図3の4-4線に沿った面での分子引きずりステージの平面図である。

【図5】図4の5-5線に沿った面での分子引きずりステージの部分的な断面図である。

【図6】再生真空ポンピングステージの分解斜視図であって、再生インペラーと下部固定子部とを示す。

【図7】図6の再生真空ポンピングステージの部分断面図である。

【図8】図7の8-8線に沿った面での再生真空ポンピングステージの部分的な平面図である。

【図9】滑らかなポンピング面を有する分子引きずりインペラーの平面図(図9A)および側面図(図9B)である。

30

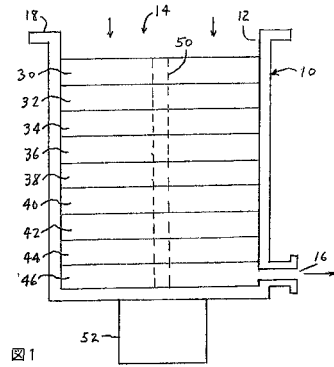
【図10】粗面化されたポンピング面を有する分子引きずりインペラーの平面図(図10A)および側面図(図10B)である。

【図11】比較的浅い溝を備えたポンピング面を有する分子引きずりインペラーの平面図(図11A)および側面図(図11B)である。

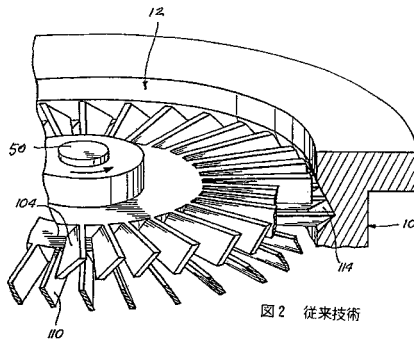
【図12】比較的深い溝を備えたポンピング面を有する分子引きずりインペラーの平面図(図12A)および側面図(図12B)である。

【図13】再生真空ポンピングステージ用インペラーの平面図(図13A)および側面図(図13B)である。

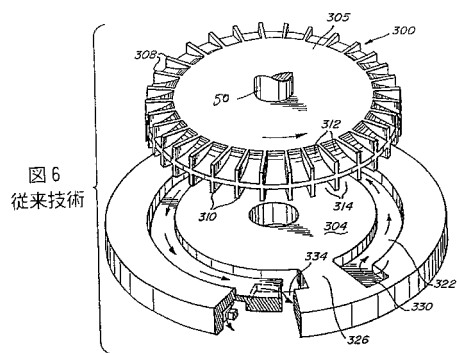
【図 1】



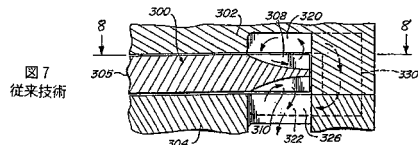
【図 2】



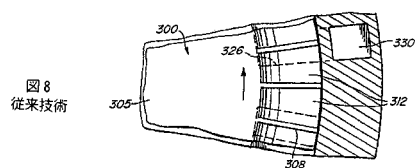
【図 6】



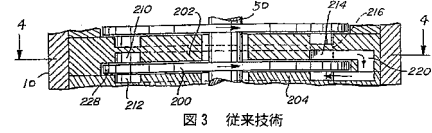
【図 7】



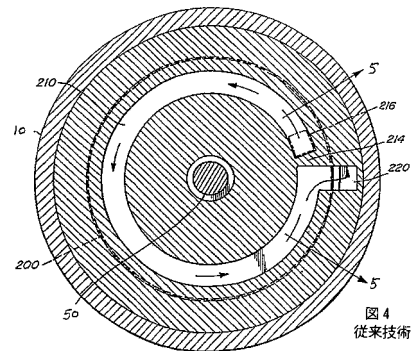
【図 8】



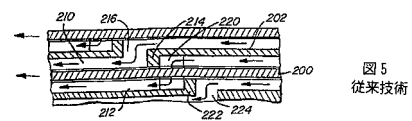
【図 3】



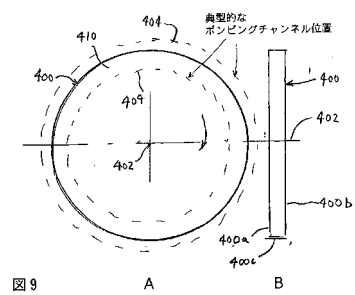
【図 4】



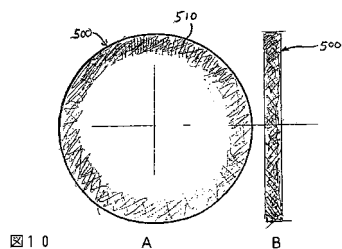
【図 5】



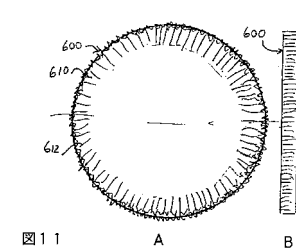
【図 9】



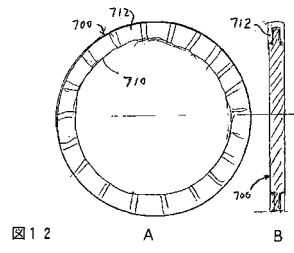
【図 10】



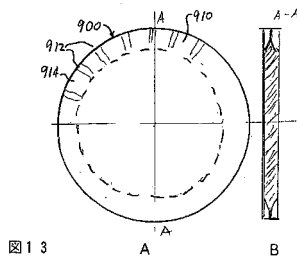
【図 11】



## 【図 12】



## 【図 13】



---

フロントページの続き

(72)発明者 ハブラニアン, マーズベッド  
アメリカ合衆国, マサチューセッツ州 02481, ウェルズリー, ロングフェロー ロード 4  
2 番地

## 合議体

審判長 山岸 利治

審判官 大山 健

審判官 川上 溢喜

(56)参考文献 米国特許第6135709 (US, A)  
米国特許第5358373 (US, A)  
米国特許第5456575 (US, A)  
米国特許第5695316 (US, A)  
欧州特許出願公開第1039137 (EP, A2)  
欧州特許出願公開第0256739 (EP, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
F04D19/00-19/04  
F04D23/00