

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第3584305号
(P3584305)

(45) 発行日 平成16年11月4日(2004. 11. 4)

(24) 登録日 平成16年8月13日(2004. 8. 13)

(51) Int.Cl.⁷
F 0 4 D 19/04
F 0 4 D 23/00

F I
F 0 4 D 19/04
F 0 4 D 23/00

G
A

請求項の数 33 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願平5-128251	(73) 特許権者	599065901
(22) 出願日	平成5年4月30日(1993. 4. 30)		バリアン・インコーポレイテッド
(65) 公開番号	特開平6-173880		Varian, Incorporated
(43) 公開日	平成6年6月21日(1994. 6. 21)		アメリカ合衆国カリフォルニア州、パロ・
審査請求日	平成12年2月21日(2000. 2. 21)		アルト、ハンセン・ウェイ3120
(31) 優先権主張番号	875891		3120 Hansen Way, Pa
(32) 優先日	平成4年4月29日(1992. 4. 29)		lo Alto, California
(33) 優先権主張国	米国(US)		, U. S. A.
		(74) 代理人	100069899
			弁理士 竹内 澄夫
		(74) 代理人	100096725
			弁理士 堀 明▲ひこ▼

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高性能ターボ分子真空ポンプ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ターボ分子真空ポンプであって、
吸気口及び排気口を有するハウジングと、
前記ハウジング内に設置され、前記吸気口と前記排気口との間に配列される多数の軸流真
空ポンピングステージであって、各々の真空ポンピングステージは、回転子及び固定子を
含み、各々の回転子は多くの傾斜したブレードを有し、1つ又はそれ以上の高いコンダク
タンスの固定子が前記吸気口近傍に設置され、1つ又はそれ以上の低いコンダクタンスの
固定子が前記排気口近傍に設置され、各前記高いコンダクタンスの固定子は前記回転子と
同数の傾斜したブレードを有し、各前記低いコンダクタンスの固定子は前記回転子の傾斜
したブレードの数より実質的に少ない数の離隔された開口部を有する、ところの真空ポン
ピングステージと、
ガスが、前記吸気口から前記排気口へポンピングされるように前記回転子を回転させるた
めの手段と、
から成るターボ分子真空ポンプ。

【請求項 2】

請求項 1 のターボ分子真空ポンプであって、前記低いコンダクタンスの回転子がガス流を
許すための前記離隔された開口部を有する固体部材から成るターボ分子真空ポンプ。

【請求項 3】

請求項 2 のターボ分子真空ポンプであって、前記開口部が、傾斜したブレードを形成する

、ターボ分子真空ポンプ。

【請求項 4】

請求項 1 のターボ分子真空ポンプであって、前記低いコンダクタンスの固定子が、前記排気口からの距離が減少するに従ってコンダクタンスが徐々に低くなる低いコンダクタンスの固定子の群から成るターボ分子真空ポンプ。

【請求項 5】

請求項 4 のターボ分子真空ポンプであって、前記低いコンダクタンスの固定子の各々が、円形状の板から成り、その板はその周縁付近に離隔された開口部を有するターボ分子真空ポンプ。

【請求項 6】

請求項 5 のターボ分子真空ポンプであって、前記開口部が、傾斜したブレードにより画成されるターボ分子真空ポンプ。

【請求項 7】

ターボ分子真空ポンプであって、
吸気口及び排気口を有するハウジングと、
前記ハウジング内に設置され、前記吸気口と前記排気口との間に配列される多数の軸流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の各々が回転子及び固定子を含み、各々の回転子及び各々の固定子が傾斜したブレードを有する、ところの真空ポンピングステージと、

ガスが、前記吸気口から前記排気口へポンピングされるように前記回転子を回転させるための手段と、

前記吸気口近傍で前記真空ポンピングステージの少なくとも最初のステージを囲む周囲チャネルであって、前記周囲チャネルが、最初のステージの回転子の傾斜したブレードの外側に放射状に設けられた環状空間を含み、最初のステージの固定子の傾斜したブレードが、ガス流の遠心成分を前記周囲チャネルを通じて前記排気口の方へ向けるために前記周囲チャネル内へ伸長する、ところの周囲チャネルと、
から成るターボ分子真空ポンプ。

【請求項 8】

請求項 7 のターボ分子真空ポンプであって、前記周囲チャネルが、径方向の平面に対し、長方形の断面を有するところのターボ分子真空ポンプ。

【請求項 9】

請求項 7 のターボ分子真空ポンプであって、前記周囲チャネルが、径方向の平面に対し、三角形の断面を有するところのターボ分子真空ポンプ。

【請求項 10】

請求項 7 のターボ分子真空ポンプであって、さらに、最初のステージの回転子の傾斜したブレードの径方向外側の環状空間に設置される離隔されて固定された放射状羽根を含むターボ分子真空ポンプ。

【請求項 11】

請求項 7 のターボ分子真空ポンプであって、さらに、最初のステージの回転子の傾斜したブレードの径方向外側の環状空間に設置される離隔されて傾斜して固定された羽根を含むターボ分子真空ポンプ。

【請求項 12】

ターボ分子真空ポンプであって、
吸気口及び排気口を有するハウジングと、
前記ハウジング内に設置され、前記吸気口と前記排気口との間に配列される多数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の各々が、回転子及び固定子を含むところの真空ポンピングステージと、
ガスが、前記吸気口から前記排気口へポンピングされるように前記回転子を回転させる手段とから成り、

前記真空ポンピングステージの 1 つまたはそれ以上が、ディスクから成る回転子と、前記

10

20

30

40

50

ディスクの上面に対向する第 1 チャンネル、前記ディスクの下面に対向する第 2 チャンネル及び前記第 1 チャンネルと前記第 2 チャンネルとの間にコンジットを画成する固定子とを有する分子ドラグステージから成り、

前記分子ドラグステージの固定子はさらに、ガスが前記第 1 チャンネル及び前記第 2 チャンネルを通じて連続して流れるように前記第 1 及び第 2 チャンネルの各々に封鎖壁を含む、ところのターボ分子真空ポンプ。

【請求項 1 3】

請求項 1 2 のターボ分子真空ポンプであって、前記第 1 及び第 2 チャンネルは、前記ディスクの外側周囲エッジが前記固定子内に伸長して前記第 1 と第 2 チャンネルとの間での漏れが制限されるように、前記ディスクの外側周囲エッジから内側で離隔されているところのターボ分子真空ポンプ。

10

【請求項 1 4】

請求項 1 2 のターボ分子真空ポンプであって、前記第 1 及び第 2 チャンネルが、前記ディスクの回転軸線に関して環状であるところのターボ分子真空ポンプ。

【請求項 1 5】

請求項 1 2 のターボ分子真空ポンプであって、前記分子ドラグステージの固定子は、さらに、前記ディスクの上面に対向する第 3 環状チャンネルを含み、前記第 3 環状チャンネルが前記第 1 環状チャンネルと連続して連結され、また、前記ディスクの下面に対向する第 4 環状チャンネルを含み、前記第 4 環状チャンネルはガスが前記第 1、第 2、第 3 及び第 4 環状チャンネルを連続して流れるように前記第 2 環状チャンネルと連続して連結される、ターボ分子真空ポンプ。

20

【請求項 1 6】

請求項 1 2 のターボ分子真空ポンプであって、前記第 1 及び第 2 チャンネルが、径方向の平面に対し、長方形の断面を有するところのターボ分子真空ポンプ。

【請求項 1 7】

請求項 1 2 のターボ分子真空ポンプであって、前記第 1 及び第 2 チャンネルが、径方向の平面に対し、半円形状の断面を有するところのターボ分子真空ポンプ。

【請求項 1 8】

請求項 1 2 のターボ分子真空ポンプであって、前記第 1 及び第 2 チャンネルが、螺旋状であるところのターボ分子真空ポンプ。

30

【請求項 1 9】

請求項 1 2 のターボ分子真空ポンプであって、前記ディスクには、前記ディスクが再生羽根車として機能するように前記第 1 及び第 2 チャンネルに対向して離隔されたリブが設けられているところのターボ分子真空ポンプ。

【請求項 2 0】

請求項 1 9 のターボ分子真空ポンプであって、前記第 1 及び第 2 チャンネルは、前記ディスクの外側周囲エッジが前記固定子内に伸長し、前記第 1 チャンネルと前記第 2 チャンネルとの間での漏れが制限されるように、前記ディスクの外側周囲エッジから内側で離隔されているところのターボ分子真空ポンプ。

【請求項 2 1】

40

請求項 1 9 のターボ分子真空ポンプであって、前記第 1 チャンネル及び前記第 2 チャンネルには、離隔された固定子リブが各々設けられているところのターボ分子真空ポンプ。

【請求項 2 2】

ターボ分子真空ポンプであって、
吸気口及び排気口を有するハウジングと、
前記ハウジング内に設置され、前記吸気口と前記排気口との間に配列される多数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の各々が、回転子及び固定子を含むところの真空ポンピングステージと、
ガスが、前記吸気口から前記排気口へポンピングされるように前記回転子を回転させる手段とから成り、

50

前記真空ポンピングステージの1つ又はそれ以上が、上面に形成された離隔された第1の回転子リブと、下面に形成された離隔された第2の回転子リブを有するディスクから成る回転子を含む再生ステージから成り、前記ディスクが再生羽根車を構成し、前記再生ステージがさらに、前記第1の回転子リブに対向する第1環状チャンネル、前記第2の回転子リブに対向する第2環状チャンネル及び前記第1と第2環状チャンネルとの間のコンジットを画成する固定子を含み、前記再生ステージの固定子がさらに、ガスが前記第1環状チャンネル及び前記第2環状チャンネルを連続して流れるように前記第1及び第2環状チャンネルの各々に封鎖壁を含む、
ところのターボ分子真空ポンプ。

【請求項23】

請求項22のターボ分子真空ポンプであって、前記第1の回転子リブおよび第2の回転子リブが、径方向の平面内に設けられている、ところのターボ分子真空ポンプ。

【請求項24】

請求項22のターボ分子真空ポンプであって、前記第1及び第2チャンネルは、前記ディスクの外側周囲エッジが前記固定子内に伸長し、前記第1チャンネルと前記第2チャンネルとの間での漏れが制限されるように前記ディスクの外側周囲エッジから内側で離隔されているところのターボ分子真空ポンプ。

【請求項25】

請求項22のターボ分子真空ポンプであって、前記ディスクがさらに、前記上面に形成された離隔された第3の回転子リブを含み、前記再生ステージの固定子が、前記第3の回転子リブに対向する第3環状チャンネル、前記第3環状チャンネル内の封鎖壁、及びガスが前記第1及び第3チャンネルを連続して流れるように前記第1環状チャンネルと前記第3環状チャンネルとの間のコンジットを画成する、ところのターボ分子真空ポンプ。

【請求項26】

請求項25のターボ分子真空ポンプであって、前記ディスクがさらに、前記下面に形成された離隔された第4の回転子リブを含み、前記再生ステージの固定子が、前記第4の回転子リブに対向する第4環状チャンネル、前記第4環状チャンネル内の封鎖壁、及びガスが前記第2及び第4環状チャンネルを連続して流れるように前記第2環状チャンネルと前記第4環状チャンネルとの間のコンジットを画成する、ところのターボ分子真空ポンプ。

【請求項27】

請求項22のターボ分子真空ポンプであって、前記第1環状チャンネル及び前記第2環状チャンネルの各々には、離隔された固定子リブが設けられているところのターボ分子真空ポンプ。

【請求項28】

請求項27のターボ分子真空ポンプであって、前記第1及び第2環状チャンネル内の固定子リブが、径方向の平面内に設けられているところのターボ分子真空ポンプ。

【請求項29】

請求項27のターボ分子真空ポンプであって、前記回転子リブが、前記回転子の回転方向に関して傾斜し、前記固定子リブが、前記回転子の回転方向に関して傾斜し、前記回転子リブ及び前記固定子リブが、正反対の方向に傾斜しているところのターボ分子真空ポンプ。

【請求項30】

請求項26のターボ分子真空ポンプであって、前記第1、第2、第3及び第4環状チャンネルの各々には、離隔された固定子リブが設けられているところのターボ分子真空ポンプ。

【請求項31】

ターボ分子真空ポンプであって、
吸気口及び排気口を有するハウジングと、
前記ハウジング内に設置され前記吸気口と前記排気口との間に配列された多数の真空ポンピングステージであって、各々が回転子及び固定子を含んでいるところの真空ポンピング

10

20

30

40

50

ステージと、
ガスが前記吸気口から前記排気口へポンピングされるように前記回転子を回転させる手段とから成り、
前記真空ポンピングステージの1つ又はそれ以上が、ディスクの外側周囲か又はその近傍の少なくとも1つの面上に形成された離隔された回転子を有するディスクから成る回転子を含む再生ステージを成し、前記ディスクが再生羽根車を構成し、前記再生ステージがさらに、前記回転子リブに対向する環状チャネルを画成する固定子を含み、前記再生ステージの固定子が前記環状チャネル内で離隔されて固定された固定子リブを含む、
ところのターボ分子真空ポンプ。

【請求項32】

10

請求項31のターボ分子真空ポンプであって、前記回転子リブ及び前記固定子リブが、径方向の平面内に設けられているところのターボ分子真空ポンプ。

【請求項33】

請求項31のターボ分子真空ポンプであって、前記回転子リブ及び前記固定子リブが、前記回転子の回転方向に関して正反対の方向に傾斜しているところのターボ分子真空ポンプ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

この発明は、ターボ分子真空ポンプに関し、特に、従来技術のターボ分子真空ポンプと比較して、ポンピング速度が増加され、放出圧力が増加され、そして作動パワーの減少をもたらす構造を有するターボ分子真空ポンプに関する。

20

【0002】

【従来の技術】

在来のターボ分子真空ポンプは、吸気口、多数の軸方向にポンピングする軸方向ポンピングステージ(axial pumping stage)を含む内部チャンバそして排気口を有するハウジング(housing)を含んでいる。この排気口は、典型的に粗引き真空ポンプへ備え付けられる。各々の軸方向ポンピングステージは、ある傾斜して取り付けられた複数のブレードを有する固定子及び回転子を含んでいる。これらの固定子ブレード及び回転子ブレードは、逆方向に傾けて取り付けられている。回転子ブレードは、吸気口と排気口との間でガスのポンピングをもたらすために高速度で回転される。典型的ターボ分子真空ポンプは、9段から12段の軸方向ポンピングステージを含んでいる。

30

【0003】

いろいろな在来型ターボ分子真空ポンプが、従来技術において知られている。従来技術型真空ポンプの一つで、分子ドラグステージ(molecular drag stage)として作動する螺旋状の溝を有するシリンダが排気口付近に追加されている。他の従来技術型では、1つ又はそれ以上の軸方向ポンピングステージが、分子ドラグステージとして機能し、高速度で回転するディスクに設けられている。再生式遠心羽根車として機能するディスクであり、このディスクの外周囲に放射状のリブを有するディスクが従来技術で開示されている。分子ドラグディスク及び遠心羽根車を使用するターボ分子真空ポンプは、1990年1月18日に発行されたドイツ国特許第3919529号で開示されている。

40

【0004】

従来技術型ターボ分子真空ポンプが、多様な条件の下で一般的に満足のゆく性能を有している一方で、改良された性能を有するターボ分子真空ポンプが提供されることが望まれている。特に、このようなポンプが、大気圧又は大気圧付近の圧力への排気が可能であるように圧縮比を増加させることが望まれる。加えて、従来技術型ポンプと比較して、ポンピング速度が増加され、作動パワーが減少されるようなターボ分子真空ポンプが提供されることが望まれている。

【0005】

本発明の一般的な目的は、改良型ターボ分子真空ポンプを供給することである。

50

【 0 0 0 6 】

本発明の他の目的は、比較的高圧力レベルの排気が可能であるターボ分子真空ポンプを提供することである。

【 0 0 0 7 】

本発明の他の目的は、比較的高いポンプポンピング速度を有するターボ分子真空ポンプを供給することである。

【 0 0 0 8 】

本発明の他の目的は、比較的低い作動パワーを有するターボ分子真空ポンプを供給することである。

【 0 0 0 9 】

本発明の他の目的は、灯用ガス(light gases)において高圧縮率を有するターボ分子真空ポンプを提供することである。

【 0 0 1 0 】

本発明の他の目的は、容易に製作でき比較的低コストであるターボ分子真空ポンプを提供することである。

【 0 0 1 1 】

【課題を解決するための手段】

これらの目的及びその他の目的、そして、利点は、本発明により達成される。本発明の第1の態様では、ターボ分子真空ポンプは、ハウジングを含み、このハウジング内には、吸気口及び排気口と、このハウジング内に設置され吸気口と排気口との間に配置された多数の軸流真空ポンピングステージが内包されている。各々の真空ポンピングステージには、回転子及び固定子が含まれる。そして、ガスが、吸気口から排気口へポンピングされるように回転子を回転する手段もハウジング内に内包されている。1つ又はそれ以上の比較的高いコンダクタンス固定子が、吸気口近傍に設置されている。1つ又はそれ以上の比較的低いコンダクタンス固定子は、排気口近傍に配置され、この固定子は、高いコンダクタンス固定子よりも低いコンダクタンスを有する。

【 0 0 1 2 】

低コンダクタンス固定子は、好適に、ガス流を許すために間隔を置いて設けられる開口部を有する固体部材から成る。変形例として、低コンダクタンス固定子は、円形状の板から成り、その板はその周囲近傍に間隔を置いて設けられる開口部を有する。好適実施例で、排気口付近の低コンダクタンス固定子群は、排気口からの距離が減少するに従いコンダクタンスが徐々に低くなる。

【 0 0 1 3 】

本発明の他の態様によると、ターボ分子真空ポンプは、ハウジングを含み、このハウジング内には、吸気口及び排気口と、このハウジング内に設置されて吸気口と排気口との間に配置された多数の軸流真空ポンピングステージが内包されている。各々の軸流真空ポンピングステージには、回転子及び固定子が含まれ、各々の回転子及び各々の固定子には、傾斜したブレードを有する。そして、この回転子を回転する手段が、ハウジング内に内包されている。この真空ポンプは、更に、少なくとも吸気口近傍の真空ポンピングステージの最初のステージを取り囲むような周囲チャネルを画成する手段をも含む。この周囲チャネルは、最初の回転子の傾斜したブレードの径方向の外側に環状隙間を含んでいる。ガス流の遠心成分が、周囲チャネルを通じて排気口へ向けられるように、環状隙間内へ最初のステージの固定子の傾斜したブレードが伸長される。

【 0 0 1 4 】

間隔を置いて固定された羽根(vane)は、最初のステージの回転子の傾斜したブレードの径方向外側の周囲空間内に設置することができる。この羽根は、径方向の平面に設けられるか又は径方向の平面に関して傾斜して設けられる。この羽根は、周囲チャネルを通じての逆流を防止し、真空ポンプ内で次ぎのステージへ向かうガス分子を補助する。

【 0 0 1 5 】

本発明のその他の態様によると、ターボ分子真空ポンプは、ハウジングを成し、このハウ

10

20

30

40

50

ジング内には、吸気口及び排気口と、このハウジング内に設置されて吸気口と排気口との間に配置された多数の真空ポンピングステージが内包されている。各々の真空ポンピングステージには、回転子及び固定子が含まれる。そして、このハウジング内には、ガスが吸気口から排気口にポンピングされるように回転子を回転するための手段が内包されている。1つ又はそれ以上の真空ポンピングステージは、分子ドラグステージから成り、この分子ドラグステージは、分子ドラグディスクから成る回転子と固定子とを有し、この固定子は、このディスクの上面に対抗する第1チャンネル及びディスクの下面に対抗する第2チャンネルとを形成し、真空ポンピングステージは、更に、第1及び第2チャンネルを連結する導管を含む。分子ドラグステージの固定子は、ガスが第1チャンネルと第2チャンネルを連続して流れるように、各第1及び第2チャンネルの各々に封鎖壁(blockage)をも含んでいる。

10

【0016】

好適実施例で、第1及び第2チャンネルは、ディスクの外側周囲エッジが固定子へ伸長されるようにディスクの周囲エッジから内側で間隙があげられ、第1と第2チャンネルとの間での漏れが制限される。他の実施例で、第1及び第2チャンネルは、ディスクの回転軸に関して環状であり、分子ドラグステージの固定子は、ディスクの上面に対抗する第3環状チャンネルを画成する手段と、ディスクの下面に対抗する第4環状チャンネルをも含む。第3環状チャンネルは、第1チャンネルに連結され、そして、第4環状チャンネルは、第2環状チャンネルに連結され、ガスが、第1、第2、第3及び第4環状チャンネルを連続して流れるようになっている。

【0017】

20

本発明のその他の態様によると、ターボ分子真空ポンプの1つ又はそれ以上の真空ポンピングステージは、再生ステージから成り、この再生ステージは、回転子及び固定子を含んでいる。この回転子は、ディスクから成り、第1の間隔を置いて設けられた回転子リブが、ディスクの上面に形成され、第2の間隔を置いて設けられた回転子リブが、ディスクの下面に形成される。ディスクは、再生羽根車を構成する。固定子は、第1回転子リブに対抗する第1環状チャンネル、第2回転子リブに対抗する第2環状チャンネル、そして、第1及び第2環状チャンネルを連結するコンジットを形成する。この再生ステージの固定子は、更に、ガスが第1環状チャンネル及び第2環状チャンネルを連続して流れるように、各第1及び第2環状チャンネルに封鎖壁を含んでいる。

【0018】

30

再生ステージの好適実施例で、第1及び第2チャンネルは、ディスクの外側周囲エッジが固定子へ伸長され、第1と第2チャンネルとの間での漏れが制限されるように、ディスクの外側周囲エッジから内側で間隔があげられる。

【0019】

本発明の他の好適実施例によると、ディスクの上面に形成された第3の間隔を置いて設けられた回転子リブと、第4の間隔を置いて設けられた回転子リブは、ディスクの下面に形成される。固定子は、第3及び第4回転子リブに対抗する第3及び第4環状チャンネルを含んでいる。この第3環状チャンネルは、第1環状チャンネルへのコンジットにより連結され、第4環状チャンネルは、第2環状チャンネルへのコンジットにより連結されている。ガスは、第1、第2、第3及び第4環状チャンネルを連続して流れる。

40

【0020】

本発明のその他の特徴によると、再生ステージの固定子チャンネルには、間隔を置いて設けられる固定子リブが設けられている。

【0021】

本発明のその他の態様によると、ハウジングを含むターボ分子真空ポンプの真空ポンピングを改良するための方法が提供され、このハウジングは、吸気口及び排気口と、このハウジング内で吸気口と排気口との間に配列される多数の真空ポンピングステージとを有する。各々の真空ポンピングステージは、回転子及び固定子を含み、ガスが吸気口から排気口へポンピングされるように回転子を回転するための手段をも含む。真空ポンピングが改良されるための方法は、1つ又はそれ以上の真空ポンピングステージを構成する工程から成

50

り、この真空ポンピングステージは、吸気口付近に設置される真空ポンピングステージに対して、ポンピング速度が減速され、圧縮率が減少されるように排気口付近に設置される。

【0022】

【実施例】

本発明の第一の態様に従った、ターボ分子真空ポンプが図1に示されている。ハウジング10は、吸気口14及び、排気口16を有する内部チャンバ12を画成する。ハウジング10は、排気される真空チャンバ(図示せず)に至る吸気口14を密閉するための真空フランジ18を含む。典型的に、排気口16は補助ポンプ(図示せず)に連結している。ターボ分子真空ポンプが大気圧へと排気することができる場合は補助ポンプは必要ではない。チャンバ12内に、複数の軸流真空ポンピングステージが設置されている。各真空ポンピングステージは回転子20及び固定子22を含む。図1の実施例は8段のステージを含む。必要な真空レベルによりステージの段数を変えられることが分かる。典型的に、ターボ分子真空ポンプは、ほぼ9段から12段のステージを有する。

10

【0023】

各回転子20は、軸26に固定された一つの中央ハブ24を有する。傾斜ブレード28は、ハブ24からその円周のまわりに外へ向かって伸長している。典型的に、すべての回転子は同数の傾斜ブレードを有するが、傾斜ブレードの傾斜角及び幅はステージによって変化し得る。

【0024】

軸26は、ハウジング27中に設置されたモーターによって図1中の矢印で示す方向に回転する。一般的に気体分子は、各真空ポンプステージによって吸気口14から排気口16へ軸線に沿って方向づけられる。

20

【0025】

固定子はステージごとに異なる構造をとる。特に、吸気口14に近接した一つ又はそれ以上の固定子は、比較的高いコンダクタンスを有する従来の構造を有する。図1の実施例において、吸気口14に近接した二つのステージは比較的高いコンダクタンスをもつ固定子を有する。図3に最も良く示されているように、高コンダクタンス固定子22は、円形スペーサ32からハブ34へ内側に向かって伸長する傾斜ブレード30を含む。ハブ34は軸26用の開口部36を有するが、それは軸26に触れてはいない。吸気口14に近接した真空ポンプの最初の二つのステージにおいて、しばしば固定子22は回転子20と同数の傾斜ブレードを有する。回転子及び固定子の傾斜ブレードはそれぞれ反対方向に傾いている*

30

【0026】

まず、吸気口14から3段目のステージから始め、排気口16に向かって進んで行くと、固定子40、42、44、46及び48は高コンダクタンス固定子22より徐々にコンダクタンスが低くなっていく。従って、固定子はポンプ中央の中間コンダクタンスから排気口16付近の低コンダクタンスへ進む。固定子40、42、44、46及び48は、所望のコンダクタンスを提供する便利な構造を取り得る。図1に示された実施例において、中間及び低コンダクタンス固定子はそれぞれ開口部を有する一枚のディスクとして作られている。固定子42及び48の構造が図3に示されている。固定子42で、円形固定子板50は、傾斜ブレード間の開口部と似た傾斜開口部52、54、などにより提供される。固定子42は8個の開口部を有し、固定子48にはたった二つの開口部56及び57だけしかない。図示された実施例において、固定子40、42、44、46及び48のコンダクタンスは、固定子板の開口部の数が徐々に減少することによって排気口16の方向へ徐々に減少していく。

40

【0027】

減少したコンダクタンスの固定子を提供するのに、他の構造を利用することも可能であることが分かる。例えば、固定子板50の傾斜開口部54は、固定子板50の外周付近に開けられた穴によって代用することができる。固定子板50の開口部の数及び又はサイズは

50

所望のコンダクタンスを提供するために変化し得る。さらに、二つ又はより多くの中間又は低コンダクタンス固定子は、ポンプの構成を単純化するため等しいコンダクタンスを有することが可能である。典型的に図 3 に示された固定子 22 及び 48 は固体ディスクから機械削りされる。

【0028】

他の固定子構造は図 4 に示されている。固定子 58 は、中央開口部 62 及び羽板 64 が打ち出しによって形成された薄い金属板 60 を含む。円形スペーサ 66 は板 60 の外周に装着されている。

【0029】

図 1 のポンプに類似するが、より多くのステージを有するターボ分子真空ポンプの略図を図 2 に示す。回転子 70 から 80 までのすべては、通常同数の傾斜ブレード 82 を含む。吸気口付近の最初の 2 段のステージ内の固定子 86 及び 87 は従来の傾斜ブレード 83 を有する。固定子 88 から 95 は、排気口 84 までの距離が縮まるに従い徐々に減少するコンダクタンスを有する。減少したコンダクタンスを有する固定子の数は可変であることが分かる。好適には、真空ポンプの中央部近くと排気口の間の固定子は、吸気口付近の固定子よりコンダクタンスがより低い。

【0030】

図 1 から図 4 までに示された固定子の形状は、ポンピングされているガスの体積速度が排気口 16 においてポンプの圧縮比に比例して減少するという事実に基づいている。従来技術のターボ分子真空ポンプの最後の 2 段又は 3 段のステージにおける流れは、本質的に停滞する。そのような状態の下では、停滞したガスを固定子の内と外でかき回す際にモーターの電力が無駄になる。排気口 16 付近に徐々に低下するコンダクタンスを有する固定子を提供することによって、体積速度を維持し、圧縮比を増加させ、さらにモーター電力を節約できる。真空ポンプの高圧力ステージでの体積速度の増加のもう一つの理由は、水素及びヘリウムのような灯用ガスの逆拡散が減少することである。従来のターボ分子真空ポンプにおいて、水素はブレードのあるステージの全断面積領域を横切って逆拡散する単純な経路を有する。しかしながら、図 1 に示されたターボ分子真空ポンプにおいて、逆拡散は、排気口 16 に向かって実質的に正の速度を有するポンピングされたガス（通常水蒸気及び空気）の流れに対抗して必ず発生する。さらに逆拡散は、従来技術の固定子より 100 倍も狭い断面積領域を有する各固定子内の小さな穴を通して必ず発生する。

【0031】

本発明の第二の態様が図 5 及び図 6 に示されている。吸気口付近のターボ分子真空ポンプの最初の 2、3 段のステージが図示されている。ポンプハウジング 100 が吸気口 102 を有する。第 1 段のポンピングステージが回転子 104 及び固定子 110 を含む。第 2 段のポンピングステージが回転子 106 及び固定子 112 を含む。第 1 段ステージの回転子 104 及び第 2 段ステージの回転子 106 は、中心軸線での高速回転のために軸 108 に固定されている。第 1 段ステージ固定子 110 及び第 2 段ステージ固定子 112 は、ハウジング 100 に関して適所に固定されて搭載されている。回転子 104 及び 106 並びに固定子 110 及び 112 は、それぞれ複数の傾斜ブレードを有する。上で説明したように、図 1 と関連して、回転子 104 及び 106 のブレードは、固定子 110 及び 112 のブレードと反対方向に傾斜している。

【0032】

図 5 及び図 6 の実施例において、環状チャネル 114 は第 1 段ステージを囲み、環状チャネル 116 は第 2 段ステージを囲んでいる。環状チャネル 114 及び 116 は、等しい形状及び等しい方法の関数を有する。従ってチャネル 114 のみ説明する。環状チャネル 114 は、第 1 段ステージ回転子 104 から外へ径方向に設置された環状空間 118 を有する。第 1 段ステージの固定子 110 のブレードは環状チャネル 114 の壁に向かって伸長し、さらに接する。図 5 及び図 6 の実施例において、環状チャネル 114 は径方向面で三角形の断面を有する。ポンプの構造に依存して、環状チャネル 114 及び 116 は固定子構造によって画成されたとも、またはハウジングによって画成されたとも考えられる。比

10

20

30

40

50

較的小さな間隙が、ハウジング 100 と回転子 104 の間及びハウジング 100 と回転子 106 の間でそれぞれ環状チャネル 114 の上方及び下方エッジにおいて形成される。この形状は、チャネル 114 を通って吸気口 102 に至るガスの逆流を防ぐ。

【0033】

上で示したように、軸上のポンピングステージを利用したターボ分子真空ポンプを通るガス流は、一般に回転の軸線に平行である。しかし、ガス流は回転速度の成分を有する。図 5 及び図 6 に示され、並びに上で説明された真空ポンプは、回転速度成分をポンピング速度を増加させるために利用している。回転運動の結果、環状チャネル 114 及び 116 に進入したガス分子は、次のステージに向かう。回転子 104 の傾斜ブレードの先端付近のガス分子は、回転成分を有し環状チャネル 114 の中に径方向に外に向かって移動する。分子は、固定子 110 を通って環状チャネル 114 の傾斜した内側の表面によって下方に方向づけられる。

10

【0034】

ガス速度の回転成分を利用したターボ分子真空ポンプの他の実施例は、図 7 及び図 8 に示されている。ポンプハウジング 130 は吸気口 132 を有する。第 1 段ポンピングステージは、回転子 134 及び固定子 136 を含む。第 2 段ポンピングステージは、回転子 138 及び固定子 140 を含む。環状チャネル 142 は第 1 段ステージを囲み、環状チャネル 144 は第 2 段ステージを囲む。環状チャネル 142 は、径方向に回転子 134 の外へ向う環状空間 146 を含む。固定子 136 の傾斜ブレードは、環状チャネル 142 の中に伸長しその壁に接している。図 7 及び図 8 の実施例において、環状チャネル 142 は、径方向面で長四角形の断面を有する。環状チャネル 142 及び 144 は上で説明した環状チャネル 114 及び 116 と同じ方法で動作する。

20

【0035】

ガス速度の回転成分を利用するための環状チャネルを有するステージの段数は、任意であることが分かるであろう。典型的に、真空ポンプの吸気口付近の 1 段又は 2 段のステージは、上で説明した環状チャネルを備える。

【0036】

ガス速度の回転成分を利用する図 7 及び図 8 のポンプ形状のもう一つの実施例は、図 9 に示されている。環状チャネル 142 は、回転子 134 の周りの環状空間 146 内に固定され、間隔を置いて配置された羽根 150 を備える。図 9 の実施例において、羽根 150 は回転子の回転軸を通過する径方向面上にある。羽根 150 は、固定子 136 の傾斜ブレードの上方端から伸長している。

30

【0037】

ガス速度の回転成分を利用する図 7 及び図 8 のポンプ形状のもう一つの実施例は、図 10 に示されている。固定され、間隔を置いて配置された羽根 154 は、回転子 134 周りの環状空間 146 の中に設置されている。図 10 の実施例において、羽根 154 は回転軸を通過する径方向面に対して傾斜している。傾斜した羽根 154 は、固定子 136 のブレードの上方端から伸長している。

【0038】

環状チャネル 142 内の固定羽根 150 及び 154 は、回転速度成分を有するガス分子を固定子を通して次段ステージへと下方へ方向づけるためのものであり、また環状チャネル 142 からのガス分子の逆流を防ぐためのものである。一般にポンプの吸気口付近の 1 段またはそれ以上のステージ周りの環状チャネルは、ガス分子を次段ステージへ方向づけるための便利な断面形状を有する。ハウジングまたは固定子は、環状チャネルの上方及び下方端でそれぞれの回転子にほぼ接するように、またそれによって吸気口へのガスの逆流を防止するように形成されるべきである。

40

【0039】

本発明の第三の態様は、図 11 から図 13 に示されている。従来のターボ分子真空ポンプの 1 段またはそれ以上の軸流真空ポンピングステージは、分子ドラグステージに交換されている。分子ドラグステージにおいて回転子はディスクから成り、固定子はディスクに接

50

近して対向関係のチャンネルを備える。ディスクが高速で回転するとき、回転ディスクにより生成された分子ドラッグによって固定子チャンネルを通るガス流が発生する。

【0040】

図11から図13を参照すると、本発明に従った分子ドラッグステージは、ハウジング205内に搭載されたディスク200及び上方固定子部202及び下方固定子部204を含む。上方固定子部202はディスク200の表面付近に配置され、また下方固定子部204はディスク200の裏面付近に配置される。上方及び下方固定子部202及び204は、共に分子ドラッグステージのための固定子を構成する。ディスク200は軸206に固定されている。上方固定子部202は、その内部に形成された上方チャンネル210を有する。チャンネル210は、ディスク200の表面と対向関係で配置される。下方固定子部204は、その内部に形成された下方チャンネル212を有する。チャンネル212はディスク200の裏面と対向関係で配置される。図11から図13の実施例において、チャンネル210及び212は環状であり、軸200と同中心である。上方固定子部202は円周上の一カ所にチャンネル210の封鎖壁214を含む。チャンネル210は封鎖壁214の片面上のコンジット210を通過して前段ステージからガスを受け取る。ガスはディスク200の回転により生成された分子ドラッグによってチャンネル210を通過してポンピングされる。封鎖壁214のもう一方の面で、固定子部202及び204内に形成されたコンジット220は、ディスク200の外周端の外側を回ってチャンネル210及び212を連結する。下方固定子部204は、円周上の一カ所に下方チャンネル212の封鎖壁222を含む。下方チャンネル212は、ディスク200の表面からコンジット220を通過して封鎖壁222の片面でガスを受け取り、封鎖壁222のもう一方の面上のコンジット224を通過して次段ステージにガスを放出する。

10

20

【0041】

図11から図13の分子ドラッグステージの動作を説明する。ガスはコンジット216を通過して前段ステージから受け取られる。前段ステージは分子ドラッグステージ、軸流ステージまたは他の適当な真空ポンプステージでも良い。ガスはディスク200の回転により生成された分子ドラッグによって、上方チャンネル210の円周上でポンピングされる。その際ガスはディスク200の外周の外にあるコンジット220を通過して下方チャンネル212に流れ込む。ガスは分子ドラッグにより下方チャンネル212の円周上でポンピングされ、さらにコンジット224を通過して次段ステージまたは排気口へと排気される。したがって、上方チャンネル210及び下方チャンネル212は、ガスが直列に流れるように連結されている。結果的に、本発明の分子ドラッグステージは、並列動作の従来技術より高い圧縮比を提供する。

30

【0042】

分子ドラッグステージの他の特徴は、上方チャンネル210及び下方チャンネル212がディスク200の外周端から内側に好適に配置されている点にある。本形状をもって、ディスク200の外周部228は固定子202及び204内に伸長し、そのことによって、コンジット220を通る以外、チャンネル210と212間の漏れをディスク200の外周端で制限している。チャンネル210及びチャンネル212の径方向の位置は、二つの反対要因間のトレードオフであるということがわかるであろう。チャンネル210及び212を、高回転速度を使ってポンピング速度を向上させるため、できるだけディスク200の外周に近い方に配置させることが所望される。逆に、チャンネル210及び212をそれらの間の漏れを減少させるためにディスク200の外周端から内側に配置させることが所望される。チャンネル210及び212は、本発明の思想内でディスク200の外周に配置され得るということがわかるであろう。しかし、この場合、回転子と固定子の間の許容間隔は、漏れを制限するために減少されねばならないので、その結果、許容範囲は制限されコストが増す。

40

【0043】

チャンネル210及び212は、長四角形の断面積を有するように図11から図13に示されている。如何なる実際の断面形状も、本発明の思想内で利用され得るということが分か

50

る。さらにチャネル 2 1 0 及び 2 1 2 は、形や大きさが等しい必要はない。主要な要件は、上方及び下方チャネル 2 1 0 及び 2 1 2 が、高い圧縮比を得るために直列に連結され、さらにチャネル間の漏れが制限されていることである。

【 0 0 4 4 】

本発明に従った分子ドラグステージの他の実施例が、図 1 4 から図 1 6 に示されている。分子ドラグステージは、ハウジング 2 4 5 内に搭載されたディスク 2 4 0、上方固定子部 2 4 2 及び下方固定子部 2 4 4 を含む。ディスク 2 4 0 は、中心軸線の周りに回転するように軸 2 4 6 に固定されている。図 1 4 から図 1 6 の実施例において、上方固定子部 2 4 2 は好適に円形で、共中心である外輪チャネル 2 5 0 及び内輪チャネル 2 5 2 を画成する。上方固定子部 2 4 2 は、内輪チャネル 2 5 2 の封鎖壁 2 5 4 及び外輪チャネル 2 5 0 の封鎖壁 2 5 6 を含む。ガスは封鎖壁 2 5 4 の片面上に配置されたコンジット 2 5 8 を通って前段ステージから内輪チャネル 2 5 2 に進入する。封鎖壁 2 5 4 のもう一方の面でコンジット 2 6 0 が内輪チャネル 2 5 2 と外輪チャネル 2 5 0 を連結する。コンジット 2 6 0 は、外輪チャネル 2 5 0 内で封鎖壁 2 5 6 付近に配置される。封鎖壁 2 5 6 のもう一方の面でコンジット 2 6 2 は、上方固定子部 2 4 2 内のチャネル 2 5 0 と下方固定子部 2 4 4 内の外輪チャネルを連結する。下方固定子部 2 4 4 は、好適に円形で、共中心の外輪チャネル 2 6 8 及び内輪チャネル 2 7 0 を含む。チャネル 2 6 8 及び 2 7 0 は、チャネル 2 5 0 及び 2 5 2 と同じ形状である。

【 0 0 4 5 】

動作中、ガスはコンジット 2 5 8 を通って前段ステージから分子ドラグステージに進入する。前段ステージは、もう一つの分子ドラグステージ、軸流ステージ、またはその他の適当な真空ポンピングステージで有り得る。ガスはディスク 2 4 0 の回転により生成される分子ドラグによりチャネル 2 5 2 を通ってポンピングされ、その後コンジット 2 6 0 を通って外輪チャネル 2 5 0 に抜ける。同様に、ガスは分子ドラグにより外輪チャネル 2 5 0 を通ってコンジット 2 6 2 にポンピングされる。その後ガスは、ディスク 2 4 0 の外周端の外側を回るコンジット 2 6 2 を通って下方固定子部 2 4 4 内の外輪チャネル 2 6 8 に抜ける。ガスは外輪チャネル 2 6 8 を通ってポンピングされ、その後分子ドラグにより内輪チャネル 2 7 0 を通ってポンピングされ、さらに次段ステージまたはポンプの排気口に排気される。

【 0 0 4 6 】

図 1 4 から図 1 6 の分子ドラグステージは、チャネル 2 5 2、2 5 0、2 6 8 及び 2 7 0 を通ってガスを連続的にポンピングすることによって、一枚の回転ディスク 2 4 0 と共に機能している。このようにして、図 1 4 から図 1 6 の分子ドラグステージは高い圧縮比を提供する。

【 0 0 4 7 】

図 1 1 から図 1 3 に関して上で説明したように、チャネル 2 5 0 及び 2 7 0 は、ディスク 2 4 0 の外周端から内側に配置される。ディスク 2 4 0 の外周端 2 8 0 は固定子部 2 4 2 及び 2 4 4 内に伸長している。その結果、チャネル 2 5 0 と 2 7 0 間の漏れの経路は比較的長く、その漏れは制限される。チャネル 2 5 0 及び 2 7 0 の径方向の位置は、ディスク 2 4 0 の表面と裏面との間の漏れと、チャネル 2 5 0 及び 2 7 0 付近のディスク 2 4 0 の高回転速度を維持することとの間のトレードオフとなる。同様に、チャネル 2 5 0 と 2 5 2 との間の間隔及びチャネル 2 6 8 と 2 7 0 との間の間隔の選択は、付近のチャネル間の漏れの制限と、内輪チャネル付近のディスク 2 4 0 の高回転速度を維持することとの間のトレードオフとなる。

【 0 0 4 8 】

図 1 1 から図 1 3 の実施例と同様に、固定子チャネル 2 5 0、2 5 2、2 6 8 及び 2 7 0 は如何なる好適な断面の大きさ及び形状をも有し得る。内輪及び外輪チャネルは、等しい大きさや形である必要はない。所望であれば、三つないしはそれ以上の固定子チャネルが、ディスクのそれぞれの表面付近で利用され得る。一般に、様々な実際上の数の固定子チャネルが、ディスクのそれぞれの表面付近に使用され得る。ガスは図示された方向と反対

10

20

30

40

50

の方向へチャネルを通してポンピングされ得る。チャネルは図 1 4 から図 1 6 に示されているように、共中心である必要はない。その他の実施例にしたがって、ディスクの表面及び裏面付近の固定子チャネルは環状ではなく螺旋形で有り得る。図 1 4 から図 1 6 に示された実施例の主要な要件は、高圧縮比を得るため直列に結合されたポンピング経路であって、ディスク 2 4 0 の表面上の比較的長いポンピング経路及びディスク 2 4 0 の裏面上の比較的長いポンピング経路を提供することである。

【 0 0 4 9 】

本発明の第四の態様が図 1 7 から図 1 9 に示されている。在来のターボ分子真空ポンプの 1 段またはそれ以上の軸流真空ポンピングステージが、再生真空ポンピングステージに交換されている。再生真空ポンピングステージは、再生羽根車 3 0 0 の表面付近の上方固定子部 3 0 2 及び再生羽根車 3 0 0 の裏面付近の下方固定子部 3 0 4 を有する、固定子とともに動作する再生羽根車 3 0 0 を含む。上方固定子部 3 0 2 は説明上省略されている。再生羽根車 3 0 0 は、表面上の間隔を置いて配置された径方向のリブ 3 0 8 及び裏面上の間隔を置いて配置された径方向のリブ 3 1 0 を有するディスク 3 0 5 から成る。リブ 3 0 8 及び 3 1 0 は、好適にディスク 3 0 5 の外周にまたはその近くに配置される。空洞 3 1 2 は、一組のリブ 3 0 8 のそれぞれの間に画成され、空洞 3 1 4 は、一組のリブ 3 1 0 のそれぞれの間に画成される。図 1 7 から図 1 9 に示された実施例において、空洞 3 1 2 及び 3 1 4 は、リブ 3 0 8 の間及びリブ 3 1 0 の間でディスク 3 0 5 の材料を削り取ることによって形成された曲面形状を有する。空洞 3 1 2 及び 3 1 4 の断面形状は、長四角形、三角形、またはその他の適当な形で良い。ディスク 3 0 5 は、中心軸線の周りに高速回転するため軸 3 1 6 に固定されている。

【 0 0 5 0 】

上方固定子部 3 0 2 は、リブ 3 1 0 及び空洞 3 1 2 と反対の関係で形成された環状上方チャネル 3 2 0 を有する。下方固定子部 3 0 4 は、リブ 3 1 2 及び空洞 3 1 4 と反対の関係で形成された環状上方チャネル 3 2 2 を有する。さらに、上方固定子部 3 0 2 は、円周上の一カ所にチャネル 3 2 0 の一つの封鎖壁（図示せず）を含む。下方固定子部 3 0 4 は、円周上の一カ所に封鎖壁 3 2 6 を含む。固定子部 3 0 2 及び 3 0 4 は、ディスク 3 0 5 の端を回って上方チャネル 3 2 0 と下方チャネル 3 2 2 を連結する封鎖壁 3 2 6 付近のコンジット 3 3 0 を画成する。上方チャネル 3 2 0 は、コンジット（図示せず）を通して前段ステージからガスを受け取る。下方チャネル 3 2 2 はコンジット 3 3 4 を通ってガスを次段ステージへ放出する。

【 0 0 5 1 】

動作中、ディスク 3 0 5 は軸 3 1 6 周りに高速で回転する。前段ステージから上方チャネル 3 2 0 に進入したガスは、上方チャネル 3 2 0 を通ってポンピングされる。ディスク 3 0 5 及びリブ 3 0 8 の回転によってガスは、空洞 3 1 2 及び上方チャネル 3 2 0 を通ってほぼ螺旋経路に沿ってポンピングされる。その後、ガスはコンジット 3 3 0 を通って下方チャネル 3 2 2 へ抜け、さらにディスク 3 0 5 及びリブ 3 1 2 の回転によってチャネル 3 2 2 を通ってポンピングされる。同様にして、リブ 3 1 2 によってガスは、空洞 3 1 4 及び上方チャネル 3 2 2 を通ってほぼ螺旋経路でポンピングされる。その後ガスはコンジット 3 3 4 を通って次段ステージへ放出される。

【 0 0 5 2 】

リブ 3 0 8 及び 3 1 0 の形、大きさ及び間隔並びに対応する空洞 3 1 2 及び 3 1 4 の大きさ及び形は、本発明の思想内で変え得るということが分かるだろう。本質的な要件は、再生羽根車の表面及び裏面にリブを有する再生羽根車に対して、さらに高圧縮比を提供するために上方固定子チャネル及び下方固定子チャネルを通して直列にガスがポンピングされるように連結された、固定子内のポンピングチャネルに対応するためのものである。

【 0 0 5 3 】

再生真空ポンピングステージのもう一つの特徴が、図 2 0 に示されている。図 1 8 及び図 2 0 と同じ部品は等しい符号で示している。ディスク 3 0 5 は好適にその外周に伸長したリップ 3 4 0 を備える。リップ 3 4 0 はリブ 3 1 0 及び 3 1 2 から固定子部 3 0 2 及び 3

10

20

30

40

50

04中の溝342の中へ径方向に外側へ伸長している。上で説明した分子ドラグステージの場合と同様、リップ340及び溝342は、上方チャンネル320及び下方チャンネル322の間の漏れをそれらチャンネル間の比較的長い漏れ経路を提供することにより制限する。分子ドラグステージの場合と同様、リップ308及び310並びに対応するチャンネル320及び322を、一方で上方チャンネル320と下方チャンネル322間の漏れを最小化しながらできるだけディスク300の外周付近に配置することが所望される。

【0054】

図17から図19の再生真空ポンピングステージのもう一つの実施例が、図22及び図23に示されている。図17から図19、図22及び図23中と同じ部品は等しい符号で示している。図22に示された再生羽根車300は、リップ308及び310を有するディスク305を含む図17に示された構造と等しい構造を有する。固定子部302中の上方チャンネル320は、間隔を置いて配置され固定された径方向固定子リップ350を備える。同様に、固定子部304中の下方チャンネル322は、間隔を置いて配置され固定された径方向固定子リップ352を備える。空洞354はリップ350の間に画成され、空洞356はリップ352の間に画成される。固定子リップ350及び352は、それぞれチャンネル320及び322からの逆流を減少させる。

【0055】

図22及び図23の再生真空ポンピングステージのもう一つの実施例が、図24に示されている。再生羽根車ディスク360は、その外周付近の表面上のリップ362及びその外周付近の裏面上のリップ364を備える。リップ362及び364は径方向面に関して傾いている。上方固定子部366はリップ362と反対の関係で上方チャンネル368を画成する。間隔を置いて配置され固定されたリップ370は、上方チャンネル368中に配置される。下方固定子部372は、リップ364と反対の関係で下方チャンネル374を画成する。間隔を置いて配置され固定されたリップ376は、下方チャンネル374中に配置される。リップ370及び376は径方向面に関して傾いている。リップ370はリップ362に関して反対方向に傾いている。リップ376はリップ364に関して反対方向に傾いている。図24に示されたリップの形状は上で説明した利点を提供する。図22から図24に示された固定子リップは、上方及び下方チャンネルが直列に接続されているような形状の下で使用され得る。その他固定子リップは上方及び下方チャンネルが並列に連結されている形状の下でも利用され得る。

【0056】

本発明に従った再生真空ポンピングステージのもう一つの実施例が、図25及び図26に示されている。再生ステージは、再生羽根車400及び再生羽根車400の表面付近の上方固定子部402及び再生羽根車400の裏面付近の下方固定子部404を含む。再生羽根車400は、ディスク405の外周にまたは付近で円形に間隔を置いて配置された径方向リップ408、及びリップ408より内側に位置し円形に間隔を置いて配置された径方向リップ406を有するディスク405を含む。同様にディスク405の裏面がディスク405の外周でまたは付近で間隔を置いて配置された径方向リップ410、及びリップ410より内側に位置し円形に間隔を置いて配置された径方向リップ412を備える。ディスク405はディスク405の表面と裏面の間の漏れを減少させるために外周リップ414を備える。

【0057】

上方固定子部402は、リップ406と反対の関係で環状ポンピングチャンネル418を、リップ408と反対の関係で環状ポンピングチャンネル420を画成する。下方固定子部404は、リップ410と反対の関係で環状ポンピングチャンネル422を、リップ412と反対の関係で環状ポンピングチャンネル424を画成する。上方固定子部402は、チャンネル418及び420内にそれぞれ封鎖壁(図示せず)を含む。同様に、下方固定子部404は、ポンピングチャンネル422及び424内にそれぞれ封鎖壁430及び432を含む。ポンピングチャンネル422は間隔を置いて配置された径方向固定子リップ423を備え、ポンピングチャンネル424は間隔を置いて配置された径方向固定子リップ425を備える。上方固定子部402中のポンピングチャンネル418及び420は、同様に間隔を置いて配置された径方向固定子リップを有する。ポンピングチャンネル内の固定子リップは逆漏れを減少させる。

ディスク４０５の外周リップ４１４は、ディスク４０５の表面と裏面間の漏れを減少させるために上方固定子部４０２内の円形の溝４２６の中へ伸長している。

【００５８】

上方固定子部４０２を通るコンジット４３４は、前段ステージからチャンネル４１８への吸気口を提供する。上方固定子部４０２を通るコンジット４３６はチャンネル４１８と４２０を連結する。固定子部４０２及び４０４を通るコンジット４４０は、ディスク４０５の外周端を回ってチャンネル４２０及び４２２を連結する。下方固定子部４０４を通るコンジット４４２は、チャンネル４２２と４２４を連結する。下方固定子部４０４を通るコンジット４４４は、再生ステージを次段真空ポンピングステージへまたは真空ポンプの排気口部へ連結する。

10

【００５９】

動作中、ガスは前段ステージからコンジット４３４を通して再生真空ポンピングステージに進入し、環状チャンネル４１８を通してコンジット４３６へポンピングされる。その後ガスは環状チャンネル４２０及びコンジット４４０を通してディスク４０５の裏面上のチャンネル４２２へポンピングされる。ガスは環状チャンネル４２２を通してポンピングされた後、コンジット４４２を通過し環状チャンネル４２４を通してポンピングされる。最後に、ガスはコンジット４４４を通して次ステージへ排気される。図２６に示された再生真空ポンピングステージは、直列の四つのポンピングチャンネルを通る連続真空ポンピングをもたらす。それぞれのチャンネルは、一つの再生羽根車４００を使用する再生形状を有する。結果として、図２６の再生ステージは高圧縮比をもたらす。

20

【００６０】

図２５及び図２６の再生ステージの回転子及び固定子内のリブは、本発明の思想内で大きさ（高さ）及び形に関して変え得る。異なる数のポンピングチャンネルが利用され得ることが分かるであろう。例えば図２５及び図２６に示された一つのポンピングチャンネルは、三つのチャンネルの再生ステージをもたらすため省略され得るし、または四つ以上のポンピングチャンネルも利用し得る。本質的要件はポンピングチャンネルが比較的高い圧縮比のために直列に連結されるということである。

【００６１】

本発明に従った再生真空ポンピングステージのもう一つの実施例は、図２７に示されている。図２７の実施例は、回転子リブ及び固定子リブがよりスムーズなポンピング動作をさせ、ノイズを減少させるために回転子の回転方向に関して傾いていることを除けば、図２２及び図２３の実施例に類似している。再生羽根車５００は、再生羽根車５００の表面付近の上方固定子部（図示せず）及び再生羽根車５００の裏面付近の下方固定子部５０４を含む回転子として動作する。上方固定子部は説明上省略されている。再生羽根車５００は、ディスク５０５の表面上の間隔を置いて配置された回転子リブ５０８及びディスク５０５の裏面上の間隔を置いて配置された回転子リブ５１０（図２７に透視的に示されている部分）から成る。回転子リブ５０８及び５１０は、好適にディスク５０５の外周にまたはその付近に配置されている。空洞５１２は一組の回転子リブ５０８のそれぞれの間に画成され、空洞（図示せず）は一組の回転子リブ５１０のそれぞれの間に画成されている。リブ５０８及び５１０間の空洞は、如何なる適当な形をも有する。ディスク５０５は中心軸回りの高速回転のために軸５１６に固定されている。

30

40

【００６２】

下方固定子部５０４は、リブ５１０と反対の関係に形成された環状下方チャンネル５２２及びリブ５１０間の対応する空洞を有する。さらに下方固定子部５０４は、チャンネル５２２の封鎖壁５２４を円周上の一カ所に含む。下方チャンネル５２２は、リブの間で空洞５２８を画成する間隔を置いて配置された固定子リブ５２６を備える。上方固定子部は下方固定子部５０４と類似した形状を有する。封鎖壁５２４付近のコンジット５３０は、上方固定子部内のチャンネルと下方チャンネルをディスク５０５の外周端を回って連結する。下方チャンネル５２２はコンジット５３２を通して次段ステージへガスを放出する。

【００６３】

50

回転子リブ 508 及び 510 は、ディスク 505 の回転方向に関して傾いている。同様に、下方チャネル 522 内の固定子リブ 526 及び上方固定子部のチャネル内の固定子リブは、ディスク 505 の回転方向に関して傾いている。しかし、固定子内のリブは、図 27 に示されているよう対向する回転子と固定子が X の形に交差するように回転子内のリブに関して反対方向に傾いている。回転子及び固定子チャネル内の傾きをもったリブは、ポンピングの一時的中断（リブが整合するとき生ずる）及び動作中のノイズの発生を減少させる。その他、図 27 の実施例は上で説明され、示された再生真空ポンピングステージと類似した方法で動作する。

【0064】

本発明に従ったターボ分子真空ポンプの動作特性が、図 28 及び図 29 に図示されている。図 28 には、ポンピング速度、圧縮比及び多重ステージポンプ内のそれぞれのステージの入力パワーがプロットされている。横軸はポンプの異なるステージを表し、左方は高真空ステージを右方は低真空ステージを示す。曲線 550 は圧縮比を表し、低圧縮比がポンプの吸気口付近で所望されることを示している。圧縮比はポンプの中央付近で最大値をとり、排気口付近で減少する。一般に、高圧縮比の達成は分子流では容易だが粘性流では困難である。ポンプの吸気口付近で圧縮比はポンピング速度を上げるため故意に低くされている。ポンピングされたガスが密集した後では、高圧縮比及びより低いポンピング速度が所望される。ポンピング速度は曲線 552 により示されている。比較的高い圧縮比は上で説明した技術を使って漏れを最少化することにより、またポンピングパワーを増加させることによりポンプ排気口付近でより高圧のとき得られる。高ポンピング速度は、この領域にガスが密集しているため排気口付近では要求されない。ポンプ入力パワーは曲線 554 によって示されている。低圧力で、要求されるパワーは、主にベアリング摩擦に打ち勝つためのものである。高圧力レベルでは、ガス摩擦及び圧縮のパワーがポンプによって消耗したパワーに加えられる。一般に、それぞれのステージの動作点は個別に本発明に従って選択される。

【0065】

図 29 において、ターボ分子真空ポンプのスループットが吸気圧の関数としてプロットされている。スループットは曲線 560 によって示されている。スループットが一定になる点が、質量流量及びパワーの最高設計の関数として選択されている。

【0066】

ここに、本発明による好適実施例を示し、説明してきたが、当業者にとって発明の思想から離れることなく、さまざまな変更及び修正が可能であることは明らかである。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の態様によるところのターボ分子真空ポンプの部分断面斜視図である。

【図 2】第 1 のポンプに類似したターボ分子真空ポンプの略示断面図であり、より多数のステージが付されている。

【図 3】図 1 の真空ポンプの 3 段の固定子の分解斜視図である。

【図 4】低コンダクタンス固定子の変形実施例の斜視図である。

【図 5】本発明の第 2 の態様に従って最初の 2 つのステージの固定子が改良されたところのターボ分子真空ポンプの断面図である。

【図 6】図 5 の最初の 2 つのステージの回転子及び固定子の部分断面斜視図である。

【図 7】固定子の最初の 2 つのステージが改良されたところのターボ分子真空ポンプの他の実施例の断面図である。

【図 8】図 7 の最初の 2 つのステージの回転子及び固定子の部分断面斜視図である。

【図 9】放射状羽根が最初のステージの周囲に環状空間を設けているところの図 7 に示されたポンプの他の実施例の部分断面斜視図である。

【図 10】傾斜した羽根が最初のステージの回転子の周囲に環状空間を設けているところの図 7 に示されたポンプの他の実施例に従った部分断面斜視図である。

【図 11】1 つ又はそれ以上の分子ドラッグ真空ステージを使用する本発明の第 3 の態様に

10

20

30

40

50

従ったターボ分子真空ポンプの部分断面図である。

【図 1 2】図 1 1 の線 1 2 - 1 2 に沿った分子ドラグステージの平面断面図である。

【図 1 3】図 1 2 の線 1 3 - 1 3 に沿った分子ドラグステージの部分断面図である。

【図 1 4】1 つ又はそれ以上の分子ドラグステージを使用するターボ分子真空ポンプの他の実施例の部分断面図である。

【図 1 5】図 1 4 の線 1 5 - 1 5 に沿った分子ドラグステージの平面断面図である。

【図 1 6】図 1 5 の線 1 6 - 1 6 に沿った固定子の部分断面図である。

【図 1 7】本発明の第 4 の態様による再生羽根車及び低固定子部を示している再生真空ポンピングステージの分解斜視図である。

【図 1 8】図 1 7 の真空ポンピングステージの部分断面図である。

10

【図 1 9】図 1 8 の線 1 9 - 1 9 に沿った真空ポンピングステージの平面部分断面図である。

【図 2 0】図 1 7 の真空ポンピングステージの他の実施例の部分断面図である。

【図 2 1】図 2 0 の線 2 1 - 2 1 に沿った再生真空ポンピングステージの縦方向の部分断面図であり、上下部のポンピングチャネルを通じるガス流も示す。

【図 2 2】固定子チャネルにリブが設けられているところの図 1 7 の真空ポンピングステージの他の実施例の部分断面図である。

【図 2 3】図 2 2 の線 2 3 - 2 3 に沿った真空ポンピングステージの縦方向の部分断面図である。

【図 2 4】回転子及び固定子のリブが、傾斜しているところの図 2 2 及び 2 3 の真空ポンピングステージの変形的実施例である。

20

【図 2 5】再生真空ポンピングステージの分解斜視図であり、本発明の他の実施例にしたがって、再生羽根車及び下部の固定子部が示されている。

【図 2 6】図 2 5 の再生真空ポンピングステージの部分断面図である。

【図 2 7】回転子及び固定子のリブが、作動中のノイズを減少させるために回転子の運動方向に関して傾斜しているところの再生真空ポンピングステージの分解斜視図である。

【図 2 8】各の真空ポンピングステージにおける本発明のターボ分子真空ポンプの圧縮比、ポンピング速度及び入力パワーを示すグラフである。

【図 2 9】吸気圧力の関数としての本発明のターボ分子真空ポンプのスループットのグラフである。

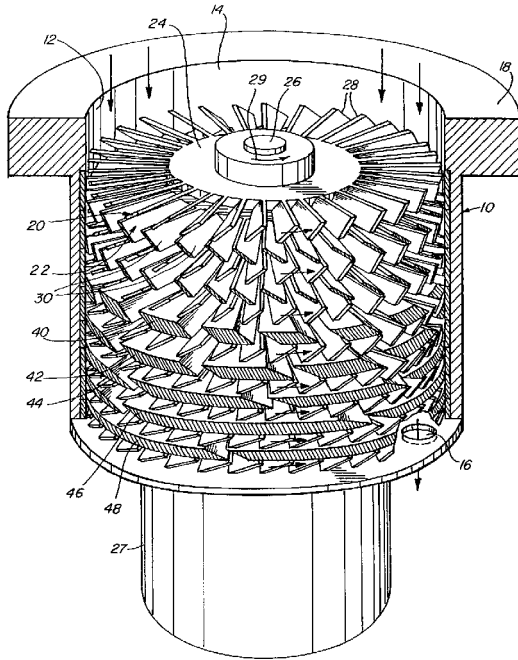
30

【符号の説明】

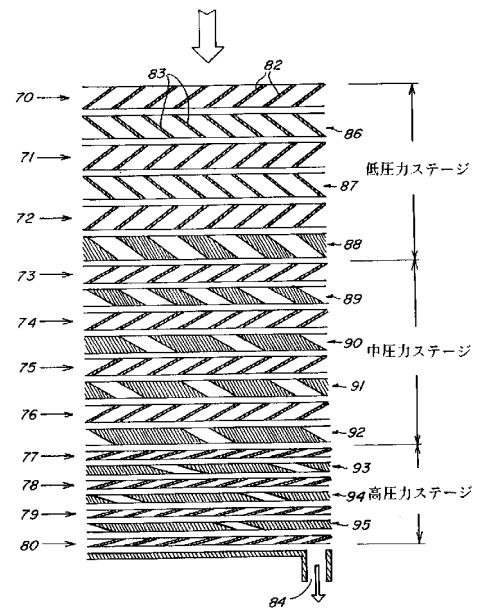
1 0	ハウジング
1 4	吸気口
1 8	真空フランジ
2 0	回転子
2 2	固定子
2 8	傾斜ブレード
1 0 0	ポンプハウジング
1 0 6	回転子
1 1 2	固定子
1 1 4	環状チャネル
1 5 0	羽根
2 0 0	ディスク
2 1 0	コンジット
2 2 2	封鎖壁
3 0 0	再生羽根車
3 0 8	リブ
3 1 4	空洞
3 4 0	リップ

40

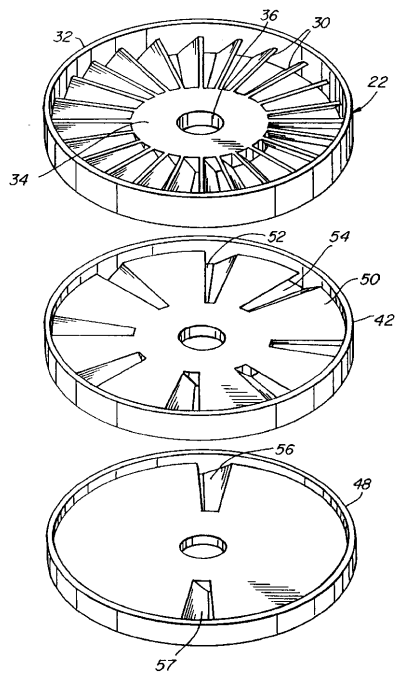
【図 1】



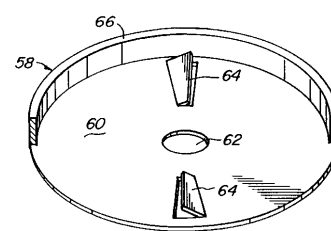
【図 2】



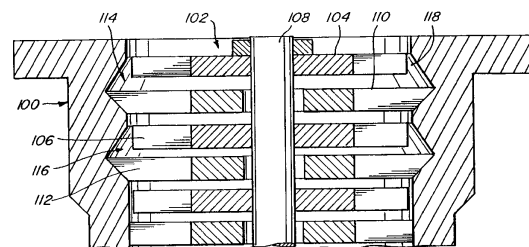
【図 3】



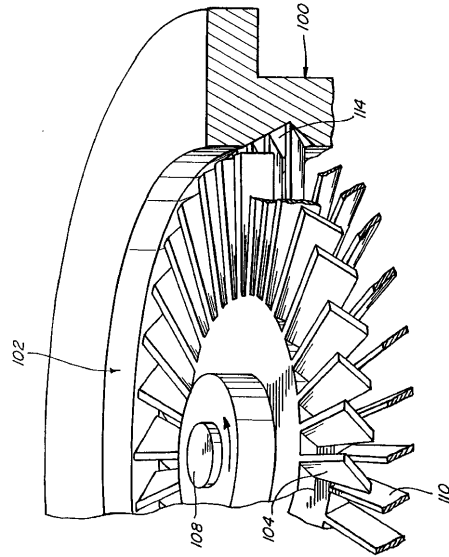
【図 4】



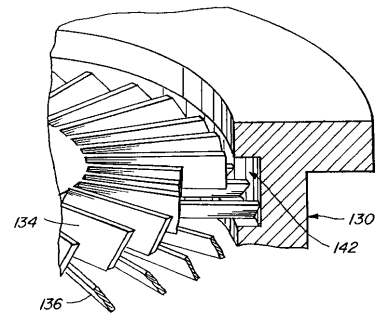
【図 5】



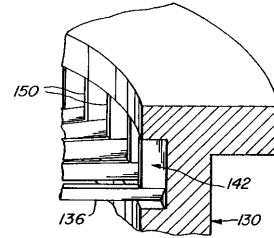
【図 6】



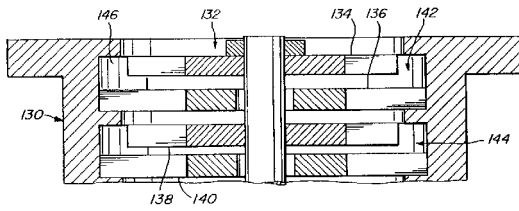
【図 8】



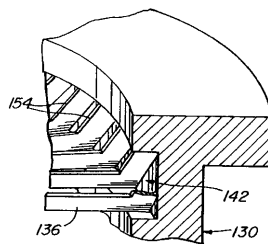
【図 9】



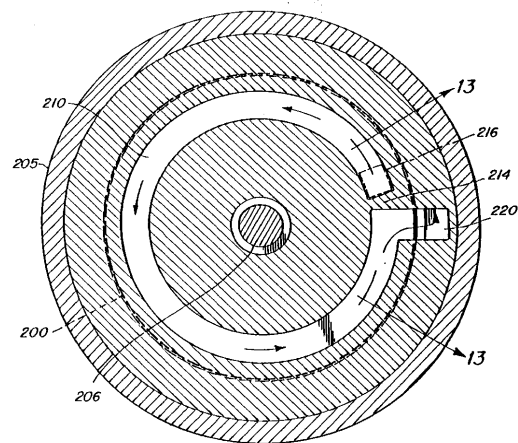
【図 7】



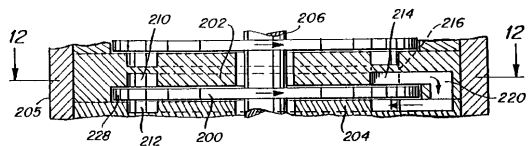
【図 10】



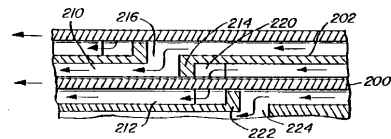
【図 12】



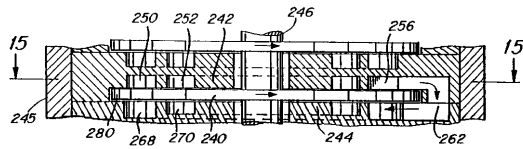
【図 11】



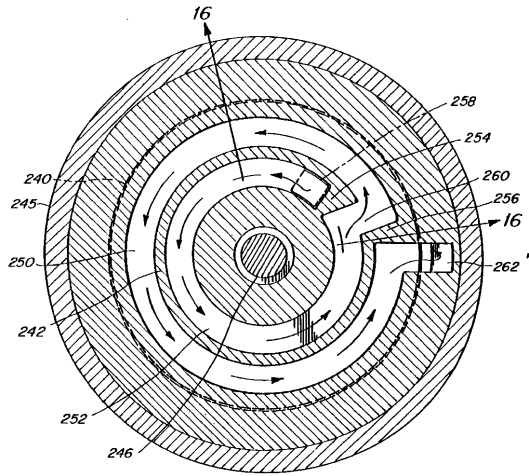
【図 13】



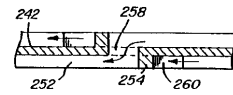
【図 14】



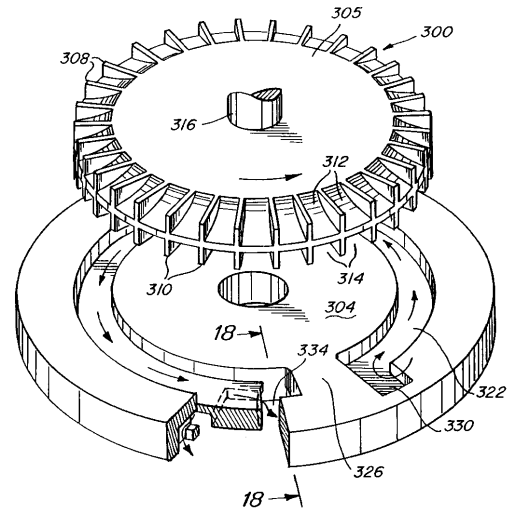
【図 15】



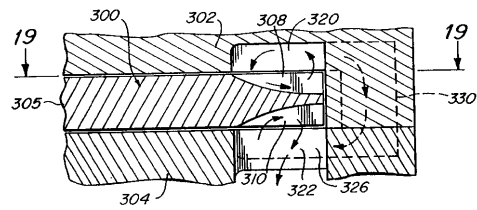
【図 16】



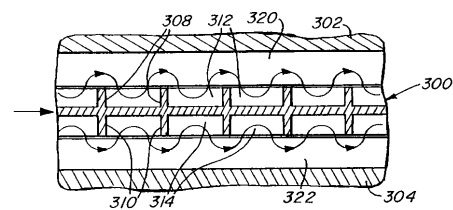
【図 17】



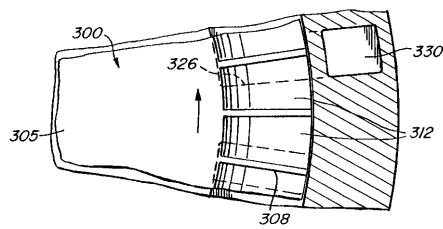
【図 18】



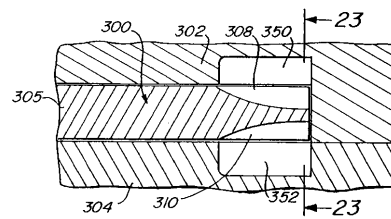
【図 21】



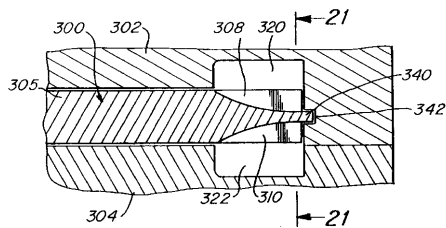
【図 19】



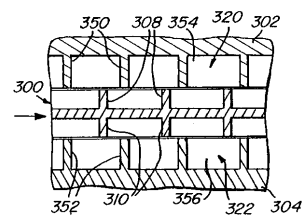
【図 22】



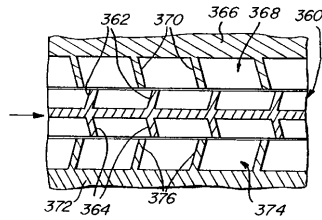
【図 20】



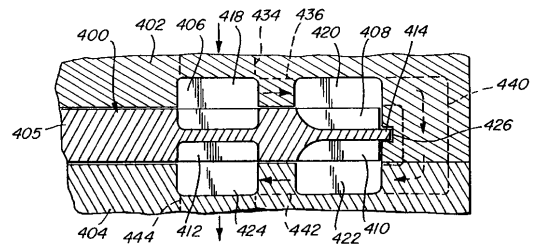
【図 23】



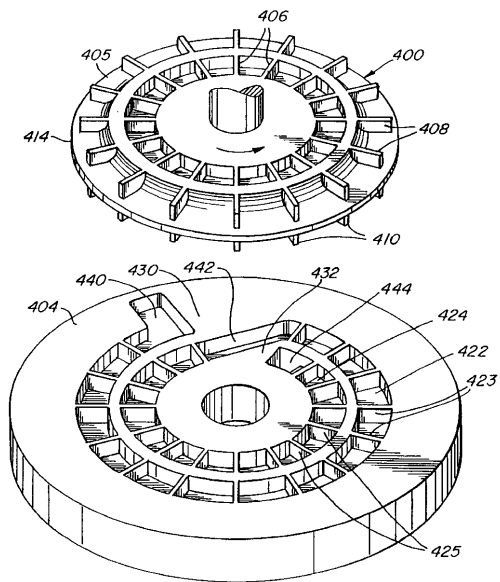
【図 24】



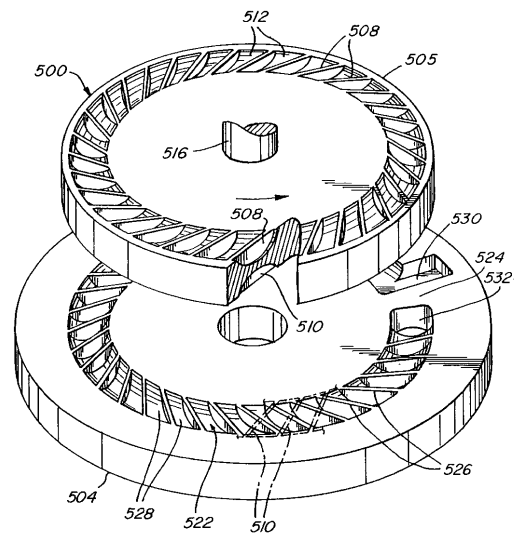
【図 26】



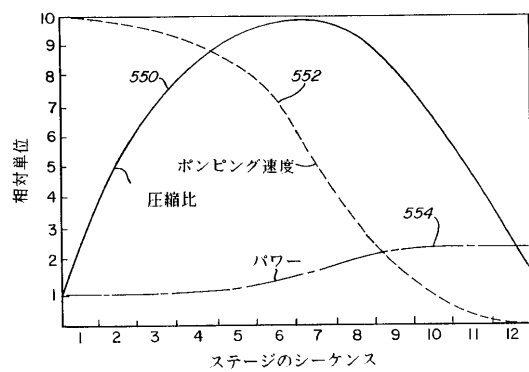
【図 25】



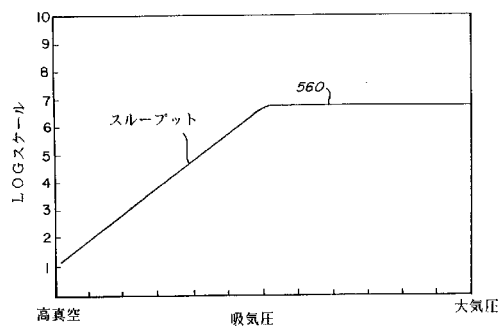
【図 27】



【図 28】



【図 29】



フロントページの続き

(72)発明者 マーズベッド・ハブラニアン
アメリカ合衆国マサチューセッツ州ウェルズリー、ロングフェロー・ロード42

審査官 黒瀬 雅一

(56)参考文献 特開平02-163496(JP,A)
特開平02-078793(JP,A)
実開昭52-169109(JP,U)
特開平03-182697(JP,A)
特開昭52-020413(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
F04D 19/04
F04D 23/00