(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第4022263号
(P4022263)
(45)発行日　平成19年12月12日(2007.12.12)　(24)登録日　平成19年10月5日(2007.10.5)

(51)Int.Cl.		F I		
F04D 19/04	(2006.01)	F04D	19/04	E
F04D 29/08	(2006.01)	F04D	29/08	E

請求項の数 25　(全 14 頁)

(21)出願番号	特願平10-527702
(86)(22)出願日	平成9年11月13日(1997.11.13)
(65)公表番号	特表2000-506952(P2000-506952A)
(43)公表日	平成12年6月6日(2000.6.6)
(86)国際出願番号	PCT/US1997/020865
(87)国際公開番号	WO1998/027342
(87)国際公開日	平成10年6月25日(1998.6.25)
審査請求日	平成16年9月7日(2004.9.7)
(31)優先権主張番号	08/770,632
(32)優先日	平成8年12月19日(1996.12.19)
(33)優先権主張国	米国(US)

(73)特許権者
バリアン・インコーポレイテッド
アメリカ合衆国カリフォルニア州、パロ・アルト、ハンセン・ウェイ３１２０
(74)代理人
弁理士　稲岡　耕作
(74)代理人
弁理士　川崎　実夫
(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０２１８１、ウェルズレー，ロングフェロー・ロード４２

審査官　尾崎　和寛

最終頁に続く

(54)【発明の名称】粒子のビルドアップに対して感受性が低いターボ分子真空ポンプ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

分子ドラッグ・コンプレッサであって，

軸線のまわりを回転する駆動シャフトに連結されるロータディスクと，

接線方向流のチャネル，該接線方向流のチャネルへの入口，および接線方向流のチャネルからの出口を画成する，前記ロータディスクのまわりに配置されるステータと，

前記接線方向流のチャネル内で，前記出口の近傍に位置する静止バッフルと，

を含み，前記バッフルおよび前記ロータディスクが間に間隙を有し，前記ロータディスクに面する前記バッフルの面が，前記間隙を画成するピークおよび粒子集積のための，前記ピークの間の谷部を含む，表面不規則性を有する，ところの分子ドラッグ・コンプレッサ。

【請求項２】

前記ピークが間隔をあけた隆起部からなる，請求項１に記載の分子ドラッグ・コンプレッサ。

【請求項３】

前記隆起部と該隆起部との間の前記谷部が三角状の溝からなる，請求項２に記載の分子ドラッグ・コンプレッサ。

【請求項４】

前記隆起部が，前記ロータディスクから実質的に一様に離れる鋭い縁をもつ，請求項２に記載の分子ドラッグ・コンプレッサ。

【請求項５】
前記間隔があいた隆起部が前記ロータディスクの回転方向に実質的に垂直に配置される，請求項２に記載の分子ドラッグ・コンプレッサ。
【請求項６】
前記隆起部が，前記間隙の寸法の約5～25倍の範囲にある距離だけ離されている，請求項２に記載の分子ドラッグ・コンプレッサ。
【請求項７】
前記谷部が，前記隆起部の間の間隔の約0.5～2倍の範囲にある深さを有する，請求項２に記載の分子ドラッグ・コンプレッサ。
【請求項８】
前記出口が，ガス流の上流において，前記静止バッフルから離れ，これにより前記出口と前記粒子集積用のバッフルとの間に空間を画成する，請求項１に記載の分子ドラッグ・コンプレッサ。
【請求項９】
前記ステータおよび前記静止バッフルが，前記接線方向流のチャネルと前記出口との間にスムーズに湾曲した遷移部を与えるように形状付けられ，これにより前記接線方向流のチャネルから前記出口への層流が形成される，請求項１に記載の分子ドラッグ・コンプレッサ。
【請求項１０】
前記接線方向流のチャネルが，粒子の集積を促進する表面の不規則性をもつ少なくとも一つの面を含む，請求項１に記載の分子ドラッグ・コンプレッサ。
【請求項１１】
一体の高真空ポンプであって，
軸線を有する外側ポンプハウジングと，
該ハウジング内に配置される軸線方向のターボ分子コンプレッサと，
請求項１ないし１０のいずれかに記載の分子ドラッグ・コンプレッサであって，前記ハウジング内に配置される分子ドラッグ・コンプレッサと，
前記ターボ分子コンプレッサから分子ドラッグ・コンプレッサへのガス流から粒子を除去するために，前記ハウジング内で，前記ターボ分子コンプレッサと前記分子ドラッグ・コンプレッサとの間に配置される粒子セパレータと，を含み，前記ターボ分子コンプレッサと前記分子ドラッグ・コンプレッサのそれぞれが，前記軸線にそって整列した単一のモータ駆動シャフトに連結される回転部分を有する，ところの高真空ポンプ。
【請求項１２】
一体の高真空ポンプであって，
軸線を有する外側ポンプハウジングと，
該ハウジング内に配置される軸線方向のターボ分子コンプレッサと，
請求項１ないし１０のいずれかに記載の分子ドラッグ・コンプレッサであって，入口と出口をそれぞれ有する第一および第二のステージを有し，前記ハウジング内に配置される分子ドラッグ・コンプレッサと，
前記第一のステージの出口と前記第二のステージの入口との間の導管に連結される粒子フィルターと，
を有し，前記ターボ分子コンプレッサと前記分子ドラッグ・コンプレッサのそれぞれが，前記軸線にそって整列した単一のモータ駆動シャフトに連結される回転部分を有する，ところの高真空ポンプ。
【請求項１３】
前記粒子フィルターが前記ポンプハウジングの外側に位置する，請求項１２に記載の高真空ポンプ。
【請求項１４】
一体の高真空ポンプであって，
軸線を有する外側ポンプハウジングと，

該ハウジング内に配置される軸線方向のターボ分子コンプレッサと，
前記ハウジング内に配置される分子ドラッグ・コンプレッサと，
を含み，前記ターボ分子コンプレッサと前記分子ドラッグ・コンプレッサのそれぞれが，前記軸線にそって整列した単一のモータ駆動シャフトに連結される回転部分を有し，前記分子ドラッグ・コンプレッサが少なくとも一つの分子ドラッグ・ステージを含み，該分子ドラッグ・ステージが，
前記軸線のまわりを回転する前記駆動シャフトに連結するロータ，
接線方向流のチャネル，該接線方向流のチャネルへの入口および前記接線方向流のチャネルからの出口を画成する，前記ロータディスクのまわりに配置されるステータ，ならびに，
前記接線方向流のチャネル内で前記出口の近傍に配置される静止バッフル，
を含み，
前記バッフルおよび前記ロータディスクが間に間隙を有し，前記ロータディスクに面する前記バッフルの表面が，前記間隙を画成するピーク，および粒子の集積のための，前記ピークの間にある谷部を含む表面不規則性をもつ，高真空ポンプ。

【請求項１５】
前記ピークが間隔をあけた隆起部からなる，請求項１４に記載の高真空ポンプ。

【請求項１６】
前記隆起部と該隆起部との間の前記谷部が三角状の溝からなる，請求項１５に記載の高真空ポンプ。

【請求項１７】
前記隆起部が，前記ロータディスクから実質的に一様に離れる鋭い縁をもつ，請求項１５に記載の高真空ポンプ。

【請求項１８】
前記間隔があいた隆起部が前記ロータディスクの回転方向に実質的に垂直に配置される，請求項１５に記載の高真空ポンプ。

【請求項１９】
前記隆起部が，前記間隙の寸法の約5～25倍の範囲にある距離だけ離されている，請求項１５に記載の高真空ポンプ。

【請求項２０】
前記谷部が，前記隆起部の間の間隔の約0.5～2倍の範囲にある深さを有する，請求項１５に記載の高真空ポンプ。

【請求項２１】
前記出口が，ガス流の上流において，前記静止バッフルから離れ，これにより前記出口と前記粒子集積用のバッフルとの間に空間を画成する，請求項１４に記載の高真空ポンプ。

【請求項２２】
前記ステータおよび前記静止バッフルが，前記接線方向流のチャネルと前記出口との間にスムーズに湾曲した遷移部を与えるように形状付けられ，これにより前記接線方向流のチャネルから前記出口への層流が形成される，請求項１４に記載の高真空ポンプ。

【請求項２３】
前記接線方向流のチャネルが，粒子の集積を促進する表面の不規則性をもつ少なくとも一つの面を含む，請求項１４に記載の高真空ポンプ。

【請求項２４】
分子ドラッグ・コンプレッサであって，
軸線のまわりを回転する駆動シャフトに連結するロータディスクと，
接線方向流のチャネル，該接線方向流のチャネルへの入口，および前記接線方向流のチャネルからの出口を画成する，前記ロータディスクのまわりに位置するステータと，
前記接線方向流のチャネル内で，前記出口の近傍に配置される静止バッフルと，
を含み，前記出口が，ガス流の上流において，前記静止バッフルから離れ，これにより前記出口と前記粒子集積のためのバッフルとの間に空間が画成される，ところの分子ドラッ

グ・コンプレッサ。
【請求項２５】
分子ドラッグ・コンプレッサであって，
軸線のまわりを回転する駆動シャフトに連結するロータディスクと，
接線方向流のチャネル，該接線方向流のチャネルへの入口，および前記接線方向流のチャネルからの出口を画成する，前記ロータディスクのまわりに位置するステータと，
前記接線方向流のチャネル内で，前記出口の近傍に配置される静止バッフルと，
を含み，前記接線方向流のチャネルが，粒子の集積を促進する表面不規則性を有する少なくとも一つの面を含む，ところの分子ドラッグ・コンプレッサ。
【発明の詳細な説明】
技術分野
本発明は包囲された真空チェンバーを排気するために使用するターボ分子真空ポンプに関し，特にチェンバーから排気されるガスに伴う粒子から生じる粒子のビルドアップに対して感受性が低いターボ分子真空ポンプに関する。
背景技術
従前のターボ分子真空ポンプは入口ポート，複数ある軸線方向のポンピングステージを含む内部チェンバー，および排気ポートを有するハウジングを含む。排気ポートは典型的に，粗引き真空ポンプに取り付けられる。各軸線方向のポンピングステージは傾斜したブレードを有するステータおよび傾斜したブレードを有するロータを含む。ロータおよびステータは向かい合う方向に傾斜している。ロータブレードは，入口ポートと排気ポートとの間でガスをポンピングするために高速で回転する。典型的なターボ分子真空ポンプは９個から12個のポンピングステージを有する。
いろいろな従前の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。一つの従来技術の構成において，一つ以上の軸線方向のポンピングステージが，高速で回転し，分子ドラッグ・ステージとして機能するディスクで置き換えられている。この構成は，1993年8月24日に発行した，Casaro等の米国特許第5,238,362号に開示されている。共通のハウジング内に軸線方向のターボ分子コンプレッサおよび分子ドラッグ・コンプレッサを含む，ターボ分子真空ポンプがModel No.969-9007としてバリアン・アソシエイツ・インコーポレイテッドにより市販されている。分子ドラッグディスクおよび再生インペラを利用するターボ分子真空ポンプが，1990年1月18日に発行したドイツ特許第3,919,529号に開示されている。
分子ドラッグ・コンプレッサは回転ディスクおよびステータを含む。ステータは接線方向流チャネルおよびその接線方向流チャネルに対する入口および出口を画成する。接線方向流チャネルに配置された固定バッフル（これはしばしばストリッパーといわれている）が入口および出口を分離する。従来から知られているように，回転ディスクのモーメントは，接線方向流のチャネル内のガス分子に移り，これにより分子が出口方向に向けられる。分子ドラッグ・コンプレッサのステータおよび回転ディスクは僅かな間隙で分けられている。その間隙は，ディスクの回転を制限せず，その間隙を通る漏出を最小にするように選択され，典型的には0.005インチのオーダーである。
軸線方向のターボ分子コンプレッサおよび分子ドラッグ・コンプレッサを含む従来の真空ポンプは，一般的にいろいろな条件の下で満足のいく性能を与える。しかし，このような真空ポンプはしばしば，半導体プロセスチェンバーの排気に利用されている。このようなチェンバーにおいて実行されるプロセスは本来的に，分子の形状の粒子，および種々の大きさおよび種類の分子の集塊を発生する。チェンバーが真空排気されると，ガス真空ポンプ内にその粒子を運ぶことになる。分子ドラッグ・コンプレッサにより排気されるガスに伴ってくる粒子は，コンプレッサの壁に，特にガス流が方向を変え，または乱流となるところの領域で付着する。粒子の集積が顕著になると，シャットダウン後にポンプを再起動することが難しく，モータのトルク条件が徐々に増加し，オーバーヒートや焼き付けが生じる。集積した粒子は間隙を満たし，開始の際にモータにより打ち勝たなければならない摩擦力を増加させる。典型的に，このタイプの真空ポンプに対して使用される高速モータ

は高い開始トルクをもっていない。真空ポンプが再起動できないとき，修理や交換が必要となる。したがって，粒子のビルドアップに対して感受性が低い，このタイプの高真空ポンプを提供することが望ましい。

発明の開示

本発明の第１の局面にしたがって，分子ドラッグ・コンプレッサは，軸線のまわりで回転する駆動シャフトに連結されるロータディスク，およびロータディスクのまわりに配置されるスータタを含む。スータタは，接線方向流のチャネル，その接線方向流のチャネルへの入口，および接線方向流のチャネルからの出口を画成する。分子ドラッグ・コンプレッサはさらに，出口の近傍での接線方向流のチャネルに配置される静止バッフルを含む。バッフルおよびロータディスクはそれらの間に間隙を有する。ロータディスクに面するバッフルの面がピークを含む表面不規則性を有する。そのピークは粒子に粒子の集積に対してピークの間に間隙と谷部を画成する。ピークは好適に間隔があいた隆起部からなる。隆起部および谷部は好適に，一連の溝を画成する。隆起部は，ロータディスクから実質的に一様に間隔があいた鋭い縁をもってもよい。この縁は好適に，ロータディスクの回転方向に対して実質的に垂直に位置している。分子ドラッグ・コンプレッサは好適に，一体の高真空ポンプに利用される。高真空ポンプは外側ポンプハウジング，そのハウジング内に配置された軸線方向のターボ分子コンプレッサ，およびそのハウジング内に配置された分子ドラッグ・コンプレッサを含む。ターボ分子コンプレッサおよび分子ドラッグ・コンプレッサは，それぞれ，ポンプの軸線にそって整列した単一のモータ駆動シャフトに連結される回転部分を有する。

本発明の特徴にしたがって，接線方向流のチャネルの出口は，ガス流の上流で静止バッフルから離れ，これにより粒子状の集塊に対して，出口とバッフルとの間に間隔が形成される。この特徴は，本発明の他の特徴とは別にまたは組合わさって利用され得る。

本発明の第２の局面にしたがって，ステータおよび静止バッフルは，接線方向流の流れと出口との間でスムーズな遷移曲線を与えるように形状付けられ，これにより接線方向流のチャネルから出口へと層流が形成される。この特徴は，本発明の他の特徴とは別にまたは組合わさって利用され得る。

本発明の他の特徴にしたがって，接線方向流のチャネルは，粒子の集積を促進する隆起部，溝，凹所などのような不規則な表面となる面を少なくとも一つ有し得る。この特徴は，本発明の他の特徴とは別にまたは組合わさって利用され得る。

本発明の第２の局面にしたがって，一体の高真空ポンプが与えられる。高真空ポンプは外側ポンプハウジング，そのハウジング内に配置される軸線方向のターボ分子コンプレッサ，およびそのハウジング内に配置される、本発明の第１の局面に係る分子ドラッグ・コンプレッサを有する。ターボ分子コンプレッサおよび分子ドラッグ・コンプレッサのそれぞれは，ハウジングの軸線にそって整合した単一のモータ駆動シャフトに連結される回転部分を有する。高真空ポンプはさらにハウジング内で，ターボ分子コンプレッサから分子ドラッグ・コンプレッサへのガス流から粒子を除去するために，ターボ分子コンプレッサと分子ドラッグ・コンプレッサとの間に分子セパレータを有する。

本発明の第３の局面にしたがって，一体の高真空ポンプが与えられる。高真空ポンプは外側ポンプハウジング，そのハウジング内に配置される軸線方向のターボ分子コンプレッサ，およびそのハウジング内に配置される、本発明の第１の局面に係る分子ドラッグ・コンプレッサを有する。ターボ分子コンプレッサおよび分子ドラッグ・コンプレッサのそれぞれは，ハウジングの軸線にそって整合した単一のモータ駆動シャフトに連結される回転部分を有する。分子ドラッグ・コンプレッサは少なくとも，それぞれが入口および出口を有する第一および第二のステージを含む。高真空ポンプはさらに，第一のステージの出口と，第二のステージの入口との間で，導管内で連結された粒子フィルタを含む。粒子フィルターは好適には，ポンプハウジングの外側に位置している。

【図面の簡単な説明】

本発明のよりよい理解のために，図面が添付され，それらは参考のためにここに組み入れられる。

図１は，軸線方向のターボ分子コンプレッサと分子ドラッグ・コンプレッサを含む高真空ポンプの縦断面図である。
図２は，分子ドラッグ・コンプレッサの第一の実施例の縦断面図である。
図３は図２の3-3線にそった分子ドラッグ・ステージの横断面図である。
図４は図３の4-4線にそった分子ドラッグ・ステージの部分縦面図である。
図５Aは接線方向流のチャネルを示す，分子ドラッグ・ステージの第二の実施例の部分縦断面図である。
図５Bは入口と出口との間に静止バッフルを示す，図５Aの分子ドラッグ・ステージの部分縦断面図である。
図６Aは接線方向流のチャネルを示す，分子ドラッグ・ステージの第三の実施例の部分縦断面図である。
図６Bは入口と出口との間に静止バッフルを示す，図６Aの分子ドラッグ・ステージの部分縦断面図である。
図７Aおよび７Bはそれぞれ，本発明にしたがった粒子の集積のための溝をもつバッフルを示す，分子ドラッグ・ステージの部分縦断面略示図および部分平面略示図である。
図８は，本発明にしたがった，粒子の集積のための溝をもつ静止バッフルを示す，分子ドラッグ・ステージの部分平面略示図である。
図９A-Cは他の溝の形状を示す。
図１０は本発明の他の実施例を示す，分子ドラッグ・ステージの部分縦断面略示図である。
図１１は本発明のさらに他の実施例を示す，分子ドラッグ・ステージの部分縦断面略示図である。
図１２は本発明のさらに他の実施例を示す，分子ドラッグ・ステージの部分縦断面略示図である。
図１３は本発明の他の実施例を組み込んだ高真空ポンプの略示図である。
図１４は図１３に示されたセパレータの実施例の部分平面図である。
図１５は本発明の他の実施例のブロック図である。

図面の詳細な説明

本発明の組み込みに適した一体の高真空ポンプが図１に示されている。ハウジング10が入口ポート14および排気ポート16を有する内部チャンバー12を画成する。ハウジング10は，入口ポート14を排気される真空チャンバー（図示せず）にシーリングするための真空フランジ18を含む。排気ポート16は典型的に，粗引きポンプ（図示せず）に連結されている。真空ポンプが大気圧へ排気できる場合において，粗引きポンプは不要である。軸線方向のターボ分子コンプレッサ20（これは典型的に複数の軸線方向のターボ分子ステージを含む），および分子ドラッグ・コンプレッサ（こらは典型的に複数の分子ドラッグ・ステージを含む）がハウジング10内に配置されている。軸線方向のターボ分子コンプレッサ20の各ステージはロータ24およびステータ26を有する。各ロータおよびステータは，従来から知れている傾斜ブレードを有する。分子ドラッグ・コンプレッサ22の各ステージは，ロータディスク30およびステータ32を含む。分子ドラッグ・コンプレッサ22は以下で詳説する。各ターボ分子ステージのロータ24および各分子ドラッグ・ステージのロータ30は駆動シャフト34に取り付けられている。駆動シャフト34はモータハウジング38内に配置されたモータにより高速で回転する。

ターボ分子ドラッグ・コンプレッサ22の例が図２-４に示されている。分子ドラッグ・コンプレッサにおいて，ステータに一つ以上の接線方向流のチャネルが形成される。各接線方向流のチャネルは静止バッフルにより分離される入口および出口をもつ。ディスクが高速で回転すると，ガスは，回転するディスクにより形成される分子ドラッグによって接線方向流のチャネルを通して排気される。

図２-４に示されているように，分子ドラッグ・ステージが，ディスク100，ハウジング105内に配置された上方ステータ部分102および下方ステータ部分104を含む。上方ステータ部分102はディスク100の上面に近接して位置し，下方ステータ部分104はディスク100の下

面に接近して位置している。上方および下方のステータ部分102および104は一緒に，分子ドラッグ・ステージのためのステータを構成する。ディスク100は高速で回転するためにシャフト106に取り付けられている。

上方ステータ部分102はディスク100の上面に対して向かい合うように位置する接線方向流のチャネル110をもつ。下方ステータ部分104はディスク100の下面に対して向かい合うように位置する接線方向流のチャネル112をもつ。図２-４の実施例において，接線方向流のチャネル110および112は円形で，ディスク100と同中心となる。上方ステータ部分102は静止バッフル114をもち，そのバッフルは接線方向流のチャネルを，その周囲内の一カ所で阻止する。チャネル110はバッフル114の片側にある入口116を通して前のステージからガスを受ける。ガスは，回転ディスク100により形成された分子ドラッグにより，接線方向流のチャネル110を通して排気される。バッフル114の他の側で，ステータ部分102と104に形成された導管120がディスク100の外周縁の周りにあるチャネル110および120を連結する。下方ステータ部分104は静止バッフル122をもち，そのバッフルは接線方向流のチャネルを，その周囲内の一カ所で阻止する。下方チャネル112はバッフル122の片側で導管120を通してディスク100からガスを受け，バッフル122の他の側で導管124を通して次のステージへガスを放出する。

動作中に，ガスは導管116を通して前のステージからガスを受ける。前のステージは分子ドラッグ・ステージ，軸線方向のターボ分子ステージ，または他の適当な真空ポンピングステージであってもよい。ガスはディスク100の回転により形成される分子ガスにより上方の接線方向流のチャネルの周囲をまわって排出される。ガスは次に，導管120を通りディスク100の外周をまわって下方の接線方向流のチャネル112へと流れる。ガスは次に，分子ドラッグにより下方接線方向流のチャネル112の周囲をまわって排出され，導管124を通って次のステージまたはポンプの排気ポートへと排気される。図２-４の実施例において，上方チャネル110および下方チャネル212は，ガスが連続してそれらを通過するように連結されている。図２-４の実施例においてまた，上方の接線方向流のチャネル110と下方の接線方向流のチャネル212とはディスク100の外周縁から内側に向かって間隔があけられている。この形状は，導管120を通ることを除いて，ディスク100の外周縁のまわりで，チャネル110と112との間の漏れを限定する。

分子ドラッグ・ステージの第二の実施例は図５Aおよび５Bに示されている。ロータディスクの外周近くの分子ドラッグ・ステージの部分断面図が示されている。図５Aおよび５Bの実施例において，ロータ・ディスク150が上方ステータ部分152と下方ステータ部分154との間に位置している。上方ステータ部分152は，ロータディスク150の上で，上方接線方向流のチャネル160を画成し，下方ロータ部分154はローラディスク150の下で，下方接線方向流のチャネル162を画成する。周囲ステータ部分156がロータディスク150の外周から離れ，上方および下方接線方向流のチャネル160および162は効率的に，平行に連結されている。図５Bに示されているように，静止バッフル166が，各接線方向流のチャネルを通ることを除き，入口と出口の間でガス流を実質的に阻止するように，接線方向流のチャネル160および162内で，その周囲の一カ所に配置されている。

分子ドラッグ・ステージの第三の実施例は図６Aおよび６Bに示されている。ロータディスクの外周近くの分子ドラッグ・ステージの部分断面図が示されている。ロータ・ディスク180が上方ステータ部分182と下方ステータ部分184との間に配置されている。上方ステータ部分182は上方接線方向流のチャネル190を画成し，下方接線方向流のチャネル192を画成する。ロータディスク180の外周と周囲ステータ部分186との間の小さな間隙194が，ロータディスク180の回転を可能にしているが，接線方向流のチャネル190と192との間でガス流を実質的に阻止する。したがって，接線方向流のチャネル190と192が直列に連結されている。図６Bに示されているように，静止バッフル196が，上方接線方向流のチャネル192内で，その周囲の一カ所に配置されて，静止バッフル198が，下方接線方向流のチャネル192内で，その周囲の一カ所に配置されている。静止バッフル196および198のそれぞれは，それぞれの接線方向流のチャネルの入口と出口の間に配置され，各接線方向流のチャネルを通過することを除き，入口と出口との間でのガス流を実質的に阻止する。

分子ドラッグ・ステージの接線方向流のチャネルが種々の形態や形状をもち得ることは理解されよう。しかし，どのような場合でも、静止バッフルが典型的に，接線方向流のチャネルを通ることを除き，入口と出口との間での直接のガス流を実質的に阻止するために，接線方向流のチャネルの周囲の一カ所に配置されている。それにもかかわらず，ロータディスクと静止バッフルとの間の間隙を通ってガスが漏れる。上記したように、静止バッフルとロータディスクとの間の間隙内での粒子の集積が，真空ポンプの動作において，不利な効果をもたらし得る。

本発明の第一の態様を図７Aおよび７Bに参照して説明する。ここで分子ドラッグのそれぞれの部分縦断面略示図，部分平面が示されている。ロータディスク200の下に位置するステータ204が接線方向流のチャネル206を画成する。ステータ204はさらに，接線方向流のチャネル206への入口（図示せず）および接線方回流のチャネル206からの出口208を画成する。静止バッフル210が，接線方向流のチャネル206内で，出口208の近くに配置されている。バッフル210は（必要というわけではないが）ステータ204の一部分となってもよい。

本発明にしたがって，ロータディスク200に面するバッフル210の表面212がピークや谷部を含む不規則な面をもつ。図７Aおよび７Bの実施例において，ロータディスク200に面するバッフル210の表面212は，間に谷部222をもつ，間隔が開いた隆起部を含む。隆起部および谷部は溝またはのこぎり状の縁のパターンを形成する。隆起部220のピークはロータディスク200とバッフル210との間に間隙230を画成する。谷部222は粒子の集積のための空間を与える。隆起部220のピークは好適に鋭い縁をもつ。谷部222は以下で定義をするいろいろな形状をもち得る。図７Aおよび７Bの実施例において，隆起部220および谷部222は接線方向に続く一連の溝を形成する。溝は軸線202に関して放射方向になってもよく，放射方向に関して僅かな角度をもって傾斜してもよく，または互いに平行であってもよいが，好適には，ロータディスク200の回転方向に実質的に垂直に配置される。

ロータディスク200とバッフル210との間の間隙は典型的に，約0.002～0.010インチの範囲の寸法をもつ。隆起部220のピークは，間隙の寸法の約5～25倍の範囲にある長さLだけ間隔をあけている。谷部は好適に，隆起部に間の間隔の約0.5～2倍の範囲にある深さHをもつ。しかし，本発明はこれら範囲に限定されるものではない。主要な条件は，間隙230を画成し，ロータディスク200とバッフル210との間でのガス流を制限するピーク，および粒子の集積のための谷部をもつ表面を与えることである。バッフル表面が溝のパターンをもつとき，バッフル210とロータディスク200との間の間隙を通るガスの漏れは，等しい間隙寸法に対して，バッフル表面が平坦であるときのもれよりも実質的に大きくない。谷部が粒子で満たされるまで，ロータディスク200とバッフル210との間に摩擦を形成する粒子状の集積物の危険性は低い。したがって，真空ポンプの動作寿命が延びる。

図２-４５ A，５B，６Aおよび６Bに示されている分子ドラッグ・ステージの実施例は，図７Aに示された，溝付きまたは刻み付きバッフルを利用できる。特に，ロータディスクに面する各バッフル面は溝付きまたは刻み付きの表面をもってもよい。したがって，たとえば，図５Bのバッフルの表面168の表面170および172，ならびに図６Bのそれぞれのバッフルの表面196および198の表面186および188は前述したように溝付きであってもよい。バッフルがロータディスクの上面および下面から離れているとき，溝付き表面は図７Aおよび７Bに示された形態をもつ。図５Bに示されているように，ロータディスク150の外周に面するバッフル166の面168は図８に図示された溝付きまたは刻み付き表面をもってもよい。特に，ロータディスク150の外周に面するバッフル166の面168には谷部242により分離された隆起部240が設けられている。隆起部240と谷部242の形状は，隆起部240のピークがロータディスク150の外周の曲率と整合する弧を画成することを除き，図７Aおよび７Bに関連して説明した隆起部220と谷部222のものに似ていてもよい。隆起部240のピークは，ロータディスク150の回転を制限せず，ガス漏れを制限するように選択された間隙だけ，ロータディスク150から離れている。

静止バッフルの溝付き表面の他の形状が図９A-９Cに示されている。図９Aにおいて，ピーク250は湾曲した谷部252により分離している。図９Bにおいては，ピーク256はほぼ矩形の

谷部258により分離している。図９Ｃにおいては，ピーク260は矩形の谷部262により分離している。図９Ｃの形状は，図７Ａのものと異なり，各谷部の壁部の一つがが表面に対して垂直になっている。図７Ａおよび図９Ａ-９Ｃに示めされた溝形状は，例示であって本発明の範囲を制限するものではない。本発明の範囲内で種々の異なる溝形状が利用できることは理解できよう。上述したように，ピークはバッフルとロータディスクとの間の溝を画成し，谷部は粒子の集積のための空間を形成する。ピークによりもたらされる乱れは，粒子を集積の谷部へと運ぶ傾向がある。

本発明の他の態様が図１０に示されている。分子ドラッグ・ステージの部分縦断面図１０に示されている。ロータディスク280が軸線282のまわりを回転する。ディスク280の下に位置するステータ284が接線方向流のチャネルを画成し，接線方向流のチャネルからの出口288を画成する。静止バッフル290が接線方向流のチャネル内でその周囲の一カ所に配置される。本発明のこの態様にしたがって，出口288は距離Dだけバッフル290から離れ，これにより粒子の集積のための空間294を画成する。特に，接線方向流のチャネル286を通るガス流に伴う粒子は，出口288を通るのではなく，空間294へと移動し，そこで集積する傾向をもつ。粒子がバッフル290とロータディスク280との間の間隙に至る前に粒子を集積させることにより，間隙内での粒子の集積によるロータディスクが焼き付くことのリスクが減少する。出口288とバッフル290との間の空間は粒子の集積のために十分な空間を与えるが，接線方向流のチャネル286の排気長さの減少を最小にするように選択される。

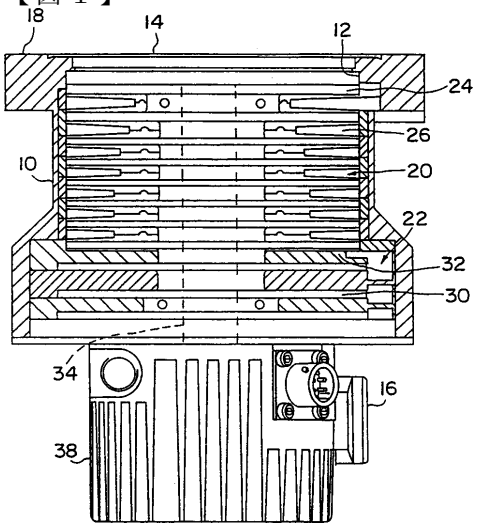
本発明の他の態様を図１１を参照して説明する。分子ドラッグ・ステージの部分縦断面略示図が図１１に示されている。ロータ300が軸線302のまわりを回転する。ロータの下のステータ304が接線方向流のチャネル306および出口308を画成する。静止バッフル310が接線方向流のチャネル306内でその周囲の一カ所に配置されている。本発明のこの特徴にしたがって，ステータ304およびバッフル310は，接線方向流のチャネル306と出口308との間でスムーズに湾曲した遷移部分を与えるように形状付けられている。この形状は、実質的な乱れることなく層流を形成する。この結果，ガス流に伴う粒子はバッフル310とロータディスク300との間の間隙に集積されることなく，ガス流内に維持される。図１１に示されているように，ステータ304に対してスムーズに湾曲した表面314が与えられ，バッフル310に対して，接線方向流のチャネル304と出口308との間の遷移部分にスムーズに湾曲した表面316が与えられる。

本発明の他の態様が図１２に示されている。分子ドラッグ・ステージの部分縦断面略示図が図１２に示されている。ロータディスク330が軸線332のまわりを回転する。ロータディスク330の下に位置するステータ334が接線方向流のチャネル336および出口338を画成する。静止バッフル340が，接線方向流のチャネル内でその周囲の一カ所に配置されている。本発明のこの態様にしたがって，接線方向流のチャネル336を画成するステータ334の表面344に溝350のパターンが与えられる。しかし，粒子の集積を促進する他の表面の不規則性を使用できる。ガス流にともなう粒子が，バッフル340とロータディスク330との間の間隙に到着する前に溝350に集積され，これにより粒子の集積によるロータの焼きつきのリスクが減少する。溝や他の表面の不規則性は，図１２に示されているように接線方向流のチャネル336の底面に，または接線方向流のチャネルの周囲壁，またはその両方に設けられている。それぞれの場合，溝や他の表面不規則性は，粒子の集積を促進するが，分子ドラッグ・ステージのポンピング能力に重大な影響を及ぼすことがないように選択される。

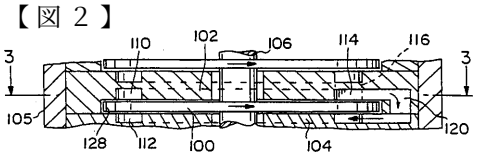
本発明の他の態様を図１３を参照した説明する。高真空ポンプ400が，軸線状のターボ分子コンプレッサ（幾つかの軸線方向のターボ分子ステージを含む），分子ドラッグ・コンプレッサ（幾つかの分子ドラッグ・ステージを含む）（これら全ては外側ハウジング406内に配置される）を含む。粒子セパレータ410がハウジング406内で，ターボ分子コンプレッサ402と分子ドラッグ・コンプレッサ404との間に取り付けられる。粒子のセパレータ410は，粒子が分子ドラッグ・ステージに到着する前にガスから粒子を除去し，これにより分子ドラッグ・ステージへの粒子の集積を減少する。いろいろな粒子セパレータが当業者に知られている。ハウジング406には，清掃のために粒子セパレータに接近できるように，または粒子セパレータの要素を清掃のために取り外すために，粒子セパレータ410を清

掃するためのポート414が設けられている。
適当な粒子セパレータの例が図１４に示されている。分子ドラッグ・ステージが分子セパレータとして機能するように修正されている。特に，分子ドラッグ・ステージが接線方向流のチャネル420を画成するステータおよびロータディスクを含む。接線方向流のチャネル420に配置された障害物422により，ガス流は乱され，粒子の集積のための凹所424が画成される。上述したように，種々のタイプの粒子セパレータが本発明の範囲内で利用できる。
本発明の他の態様を図１５を参照に説明する。高真空ポンプ440がターボ分子コンプレッサ442および分子ドラッグ・コンプレッサを含む。上述したように，ターボ分子コンプレッサ442は典型的に，幾つかの軸線方向のターボ分子ステージを含み，分子ドラッグ・コンプレッサ444は典型的に幾つかの分子ドラッグ・ステージを含む。分子ドラッグ・コンプレッサ444は少なくとも，第一の分子ドラッグ・ステージ450および第二の分子ドラッグ・ステージ452を含む。導管456が，第一のドラッグ・ステージ450の出口と粒子フィルター460の入口の間を連結する。導管462が粒子フィルター460の出口と第二の分子ドラッグ・ステージ452の入口との間を連結する。したがって，第一と第二の分子ドラッグ・ステージとの間を通過するガスが粒子フィルター460により濾過される。一例として，接線方向流のチャネル110と112との間にある，図２-４に図示の導管120が除かれ，図１５に図示の粒子フィルター460とそれらを連結する導管456および462に取り替えられる。
本発明の好適実施例を考察し本発明を説明してきたが，請求の範囲により画成される発明の範囲から逸脱することなく，種々の変更，修正がなし得ることは明らかであろう。

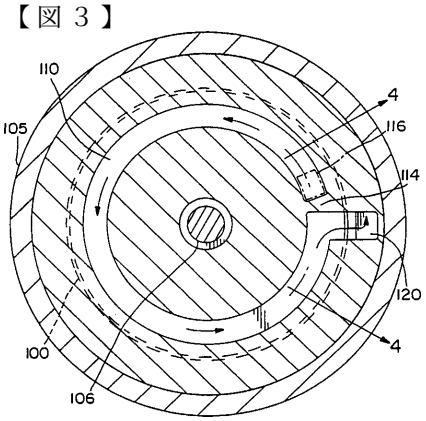
【図１】



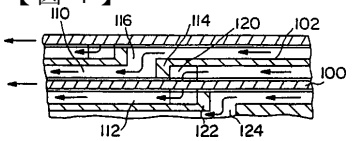
【図２】



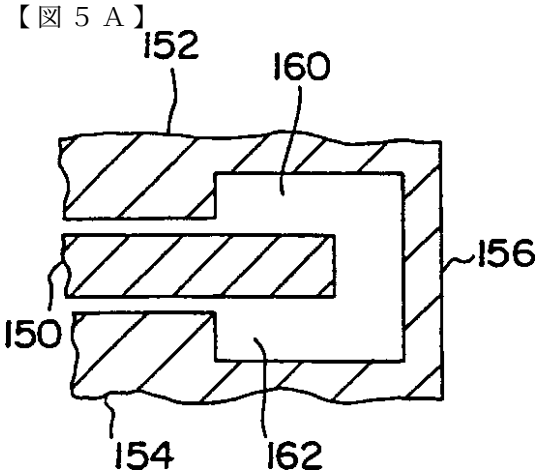
【図３】



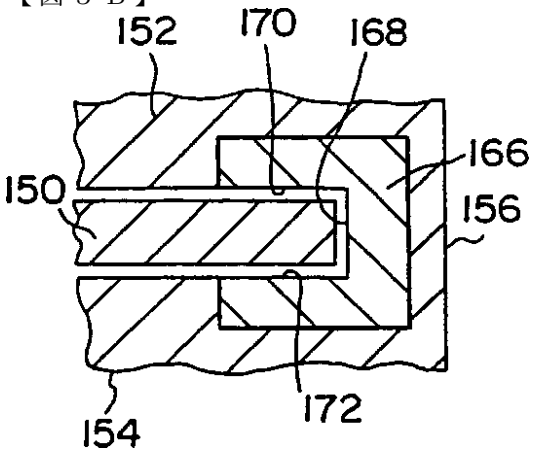
【図４】



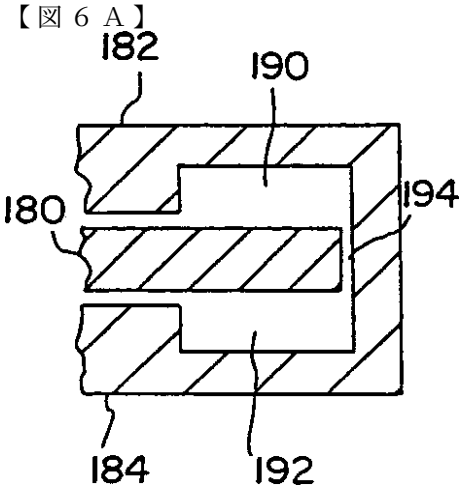
【図５Ａ】



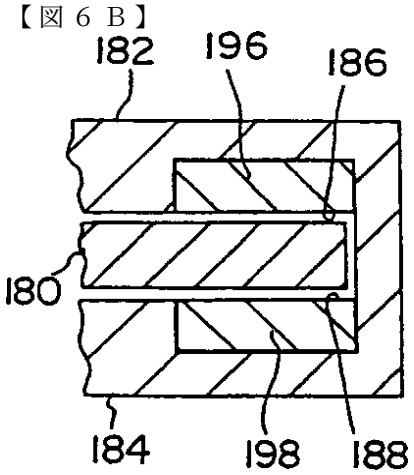
【図５Ｂ】



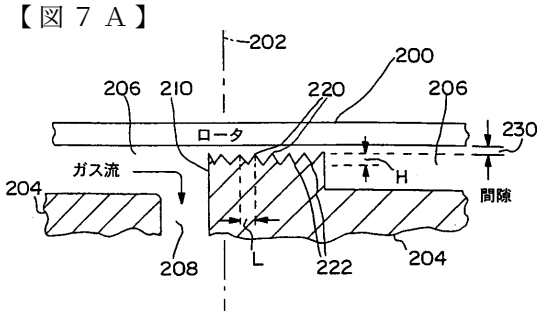
【図６Ａ】



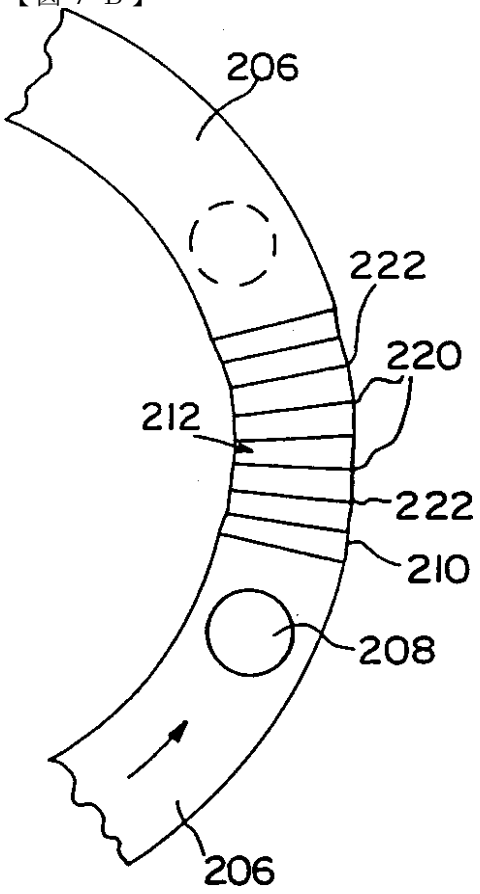
【図６Ｂ】



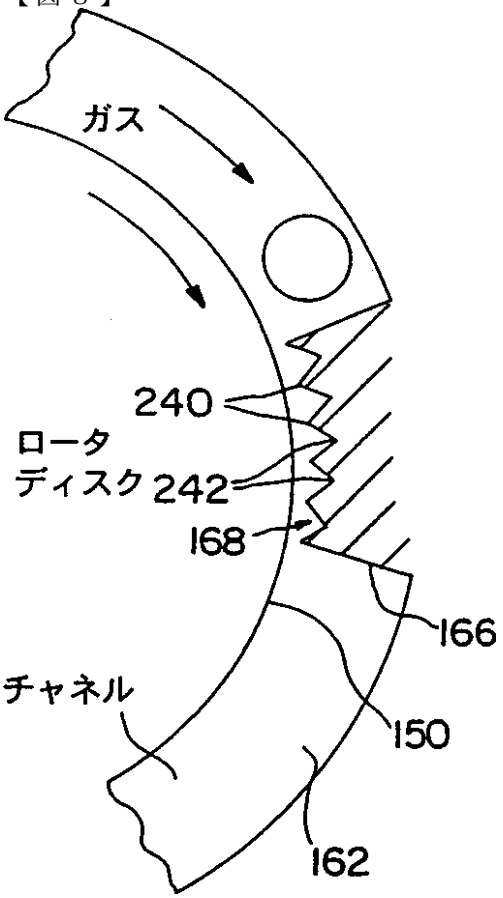
【図７Ａ】



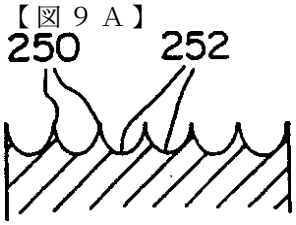
【図７Ｂ】



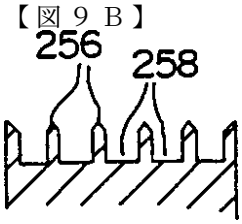
【図８】



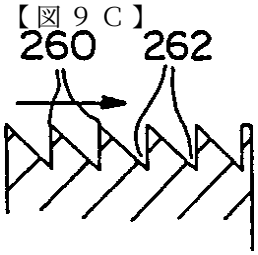
【図９Ａ】



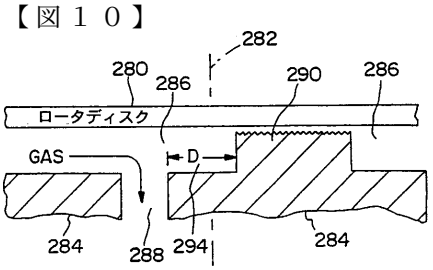
【図９Ｂ】



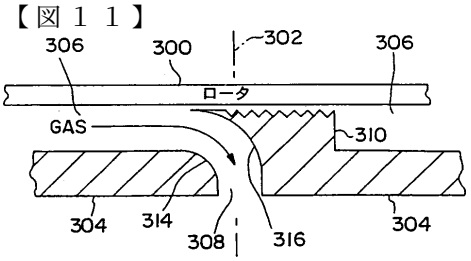
【図９Ｃ】



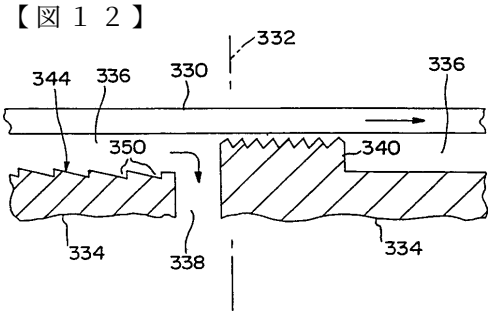
【図１０】



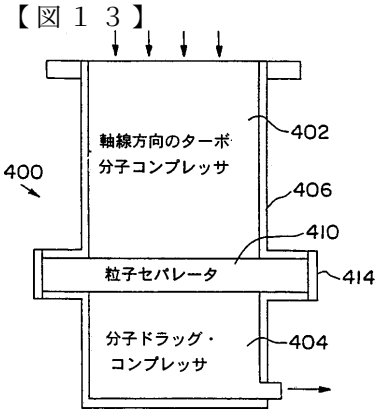
【図１１】



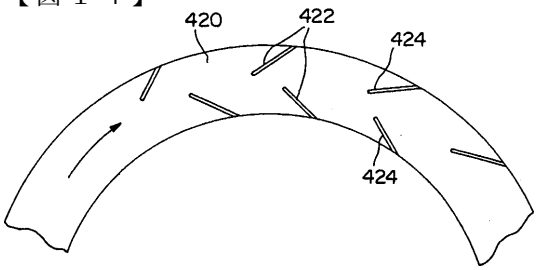
【図１２】



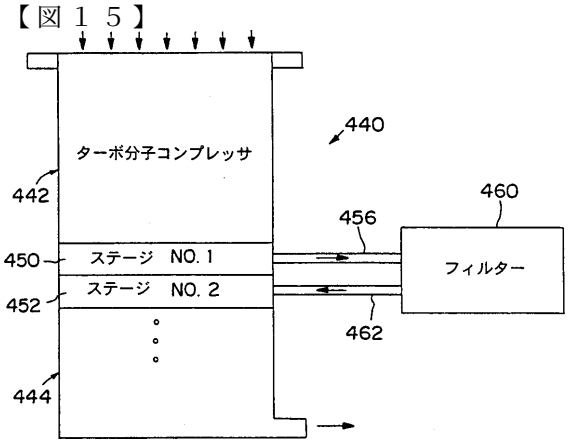
【図１３】


軸線方向のターボ
分子コンプレッサ
400
402
406
410
粒子セパレータ
414
分子ドラッグ・
コンプレッサ
404

【図１４】


420
422
424
424

【図１５】


440
ターボ分子コンプレッサ
442
460
456
450
ステージ NO. 1
ステージ NO. 2
452
フィルター
462
444

フロントページの続き

(56)参考文献 特表平０８－５１１０７１（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－１５９４９３（ＪＰ，Ａ）
特公平０７－１１７０５８（ＪＰ，Ａ２）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
F04D 19/04
F04D 29/08