

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4480272号
(P4480272)

(45) 発行日 平成22年6月16日(2010.6.16)

(24) 登録日 平成22年3月26日(2010.3.26)

(51) Int.Cl.

F 1

BO 1 D 63/08	(2006.01)	BO 1 D 63/08
BO 1 D 69/06	(2006.01)	BO 1 D 69/06
BO 1 D 69/10	(2006.01)	BO 1 D 69/10

請求項の数 2 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2000-554465 (P2000-554465)
 (86) (22) 出願日 平成11年5月18日 (1999.5.18)
 (65) 公表番号 特表2002-518152 (P2002-518152A)
 (43) 公表日 平成14年6月25日 (2002.6.25)
 (86) 國際出願番号 PCT/US1999/011045
 (87) 國際公開番号 WO1999/065595
 (87) 國際公開日 平成11年12月23日 (1999.12.23)
 審査請求日 平成18年5月9日 (2006.5.9)
 (31) 優先権主張番号 09/100,163
 (32) 優先日 平成10年6月18日 (1998.6.18)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 505005049
 スリーエム イノベイティブ プロパティ
 ズ カンパニー
 アメリカ合衆国, ミネソタ州 55133
 -3427, セント ポール, ポスト オ
 フィス ボックス 33427, スリーエ
 ム センター
 (74) 代理人 100101454
 弁理士 山田 卓二
 (74) 代理人 100081422
 弁理士 田中 光雄
 (74) 代理人 100062144
 弁理士 青山 葉
 (74) 代理人 100079245
 弁理士 伊藤 晃

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】微細構造を備えた分離装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

流体混合物の構成成分を除去するための能動流体搬送分離装置であって、

(a) 第1および第2の主要面を有するポリマーフィルム材料からなる第1の層であって、該第1の主要面は、該層内に微複製によって形成された微構造化ポリマー表面によって形成され、該微構造化ポリマー表面は、該層の該表面に沿って第1の点から第2の点へ延在する複数の流動チャネルを有し、該流動チャネルは、10:1の最小アスペクト比と300マイクロメートル以下の動水半径とを有する第1の層と、

(b) 該第1の層の少なくとも複数の流動チャネルを覆う選択的に透過可能な流体分離媒体であって、該分離媒体を通って流体が流れることはできるが、該流体混合物の構成成分を除去するためのものである分離媒体と、

(c) 該微構造化ポリマー表面に対して外部に位置するソースであって、該流動チャネル上にポテンシャルを供給し分離媒体を通り且つ該流動チャネルを通って第1のポテンシャルから第2のポテンシャルへ流体の移動を促進するソースと、
を具備する能動流体搬送分離装置。

【請求項 2】

流体混合物の構成成分を除去する方法であって、

(a) 第1および第2の主要面を有するポリマーフィルム材料の第1の層を有する分離モジュールを提供するステップであって、該第1の主要面は、該層内に微複製によって形成された微構造化ポリマー表面によって形成され、該微構造化ポリマー表面は、該層の該

表面に沿って第1の点から第2の点へ延在する複数の実質的な流動チャネルを有し、該流動チャネルは、10:1の最小アスペクト比と300マイクロメートル以下の動水半径とを有し、選択的に透過可能な流体分離媒体が少なくとも複数の流動チャネルを覆うようにした、分離モジュールを提供するステップと、

(b) 該微構造化ポリマー表面に対して外部に設けられたソースに該分離モジュールを接続するステップであって、該流動チャネル上にポテンシャルを供給し、第1のポテンシャルから第2のポテンシャルへの該流動チャネル内における流体の移動を促進するようにした、分離モジュールを接続するステップと、

(c) 該分離モジュールを該流体混合物内に少なくとも部分的に浸すステップと、

(d) 該ソースによって該流体混合物を該分離モジュール内に流動させ、これによって、該分離媒体によって該流体混合物の構成成分を除去しながら、流体がそれを使って流動することを可能にならしめるステップと、

を含む方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

(発明の属する技術分野)

本発明は、流体混合物を駆動して装置を通らせるための源に接続して使用される微構造化フィルムに結合された選択的に透過可能な分離媒体を具備する分離装置に関する。

【0002】

(背景技術)

流体分離装置は、流体混合物を選択的に透過可能な分離媒体に通らせることによって、流体混合物から構成成分を除去する。流体混合物の望ましくない構成成分が分離媒体の一方の側に残り、濾液が分離媒体の他方の側へ通る。そのような装置に利用可能な分離の種類として、気体-固体、気体-気体、気体-液体、液体-液体、液体-固体が挙げられる。これらの種類の分離を使用する用途として、淡水化、透析、バクテリアおよび他の微細粒子を除去するための微細濾過、工業廃棄物の解毒、廃水処理、および、液体または気体からきわめて微細のまたは溶解した固体を除去する限外濾過が挙げられる。一般に、これらの流体分離装置は、分離過程の間に流体混合物内に少なくとも部分的に浸されるかまたは全体的に浸される。

【0003】

選択的に透過可能な分離媒体を通る流体混合物の搬送および制御は、分離媒体とは無関係の流体搬送機構によって分離システム内で達成されることができる。この型のシステムの例として、流体混合物が一方のタンクから分離媒体を通って別のタンクへポンプ送りされるポンプシステムが挙げられる。他方、流体混合物の搬送および制御は、分離装置の一部として達成され、分離媒体は流体搬送機構に連結される。たとえば、分離装置は、真空源によって流体混合物を駆動して分離媒体を通らせるために分離媒体に連結された真空分配機構を含んでもよい。

【0004】

ダクトまたは他の装置による流体の搬送は、ダクトまたは装置内に流れさせる機構に基づいて特徴づけられてもよい。流体搬送が非自発的な流体流れ領域に属し、流体流れが、大部分は、装置に加えられた外部の力から生じる場合、そのような流体搬送機構は能動であるとみなされる。他方、流体搬送が自発的な流れ領域に属し、流体運動が搬送装置に固有な特性から由来する場合、そのような流体搬送機構は受動であるとみなされる。カテーテルは、能動流体搬送装置の公知の例である。一般に、身体の腔から流体を排出するために医療分野で使用されるカテーテルは、真空源に接続され、装置を通して液体を引く。受動流体搬送装置は、吸収パッドである。

【0005】

流体搬送装置と組み合わされた吸収パッドまたは液体浸透層を含む能動流体搬送製品は、特定の用途に基づいて開発されてきた。たとえば、能動流体搬送および吸収パッドまたは液体浸透層を含むマット製品は、トッド氏等に付与された米国特許第5,437,651

10

20

30

40

50

号およびマックカーバー氏に付与された第5, 349, 965号に記載されている。各場合に、チャネルは基板の表面上に形成されて、液体浸透層の実質的に全領域から液体流れを方向づける。これらの製品は、液体浸透層を吸収および保管層として作用させ、且つ／または、液体受取チャンバを形成しながら、液体を除去する。トッド氏等特許において、可撓性のある裏地プレートが吸収部分に取り付けられ、吸引源が裏地プレートに加えられる。裏地プレートは、吸引源によって設けられた真空を吸収部分の表面にわたってより均一に方向づけるために複数のチャネルを具備する。マックカーバー特許において、可撓性のあるパッド、または、液体透過可能頂表面および液体不透過底表面を有する吸引レールが、真空源に接続される。吸引は、液体が液体浸透層を通るときに、液体を下方へ液体受取チャンバ内へ引き、蓄積された液体を引き離す。液体受取チャンバは、チャンバが負圧下にあるときにチャンバが壊れるのを防ぐためにチャンバをチャネル内に分割する分離手段を含む。

【0006】

別の可撓性のある流体搬送製品が最近導入され、テクノルメディカルプロダクツ社 (Technol Medical Products Inc.) から商標「流体制御 (Fluid Control)」床吸引マットで販売されている。この製品は、手術手順の間に手術部位から落ちる流体を吸収するために使用される。装置は、複数の平行な閉鎖チャネル上に戴置される吸収性マットを有する。吸収性マットとの界面であるチャネル表面に穴が設けられ、そのため、マットによって回収された流体をチャネル内に引くことができる。平行なチャネルが、吸引チューブに取り付けるために、マニホールドに接続される。このようにして、流体がマット内に蓄積した後に、その除去は、真空を加えることによって複数のチャネルを通って容易になる。

【0007】

能動流体搬送および受動流体搬送の両方を使用する可撓性のある流体搬送装置の例は、フラワー氏に付与された米国特許第3, 520, 300号、クンツ氏に付与された第4, 747, 166号およびスコウ氏に付与された第5, 628, 735号に記載されている。フラワー特許において、手術スポンジと、チューブによって真空源に接続されるチャンバの有孔壁上に吸収性材料を有する吸引装置とが開示される。クンツ特許において、疎水性材料内に入れられた吸収性コアを有するが有孔頂表面を備えたパッドが、真空源に連結された有孔チューブを囲繞する。スコウ特許において、高吸上特性を有する材料を具備するマットが設けられ、マットが流体で飽和するのを防ぐために、その材料内に可撓性のある吸引チューブが設けられる。3つの場合すべてにおいて、チューブは、流体が装置内から排出される場所を限定する。

【0008】

流体除去のためにチャネルづけられた他の例が、バンピーク氏等に付与された米国特許第4, 533, 352号およびヘルゲンロエダー氏に付与された第4, 679, 590号に示されるが、これらのマットは、液体浸透層によって閉鎖された受取チャンバを形成することなく流体を受け取るための構造物を提供する。バンピーク氏等特許は、リブ状マットを示し、中央に位置する吸引ホースが、ホースの開口によってリブに接続される。ヘルゲンロエダー特許は、吸引源に接続されたチャネル内に排出される収集表面を形成する小さな溜めますのグリッドワークを有するマットを示す。

【0009】

チャネルづけられた流体搬送構造物を有する受動流体搬送装置の例は、PCT国際特許出願公開第WO93/11727号、発明の名称「吸収性物品用液体管理部材 (Liquid Management Member For Absorbent Articles)」に記載されている。微構造物を有する疎水表面を有する液体管理部材の使用が開示され、液体透過頂部シートと、バックシートと、頂部シートとバックシートとの間に配置された吸収性コアと、が組み合わされることが好ましい。液体管理部材は、液体の急激な方向性広がりを促進し、吸収性コアに接触する。

【0010】

10

20

30

40

50

流体分離装置の特定の例として、デーゲン氏に付与された米国特許第5,455,771号に開示された型が挙げられる。デーゲン特許において、微細で中空で透過または半透過の纖維ストランドの集合が、流体搬送装置として使用される。これらの中空纖維は、流体を纖維の外側上に通すことによって、且つ／または、流体を纖維壁に通して纖維の内部に入れることによって、流体を濾過することができる。これらの型の分離装置に関する問題は、纖維の製造に関する問題を含む。さらに、中空製造分離装置は、用途が限定され、多くの問題を受けやすい。纖維の脆性、および、小さな個別要素の束を扱うことの一般的な困難さのため、使用が妨げられる。高いユニットコスト、付着物、および、形状的（プロファイル）可撓性の欠如のため、分離装置の流体搬送機構として、これらの纖維の用途はさらに限定される。実際的に、長さが長く多数の中空纖維を有用な搬送アレイに分配することができないため、その使用は、能動流体搬送用途の限られた範囲を除いては不適切になる。

【0011】

（発明の開示）

本発明は、可撓性があり、効率的で、取扱および使用が容易であり、製造が安価で、きわめて多様性があり、様々な分離用途に適用可能である分離装置を提供することによって、先行技術の不利点および欠点を克服する。より具体的には、本発明は、複数の流動チャネルと分離媒体とを有する構造化層から形状された分離モジュールと、構造化層の流動チャネルを横切ってポテンシャルを提供し、流体混合物から構成成分を除去するために、流体混合物を駆動して分離媒体を通らせて源と、を具備する分離装置を提供する。

【0012】

これらの分離モジュールは、構造化表面の流動チャネルに流体接触して接続されたマニホールドを含むことが好ましい。マニホールドは、源に接続されてもよく、または、受け器または別の装置に接続されてもよい。分離装置の一部として設けられた源は、マニホールドに接続してもよく、または、他の何らかの方法で分離モジュールに接続してもよい。源は、流体混合物を分離媒体を通って引いて、流動チャネルに入らせてマニホールドを通って外へ出す真空であってもよく、または、マニホールドを通って流体混合物を引いて、流動チャネルに入らせて分離媒体を横切らせててもよい。あるいは、源は、ポンプ等の圧力源であってもよく、これは、流体混合物を押して上記方向のいずれかに分離媒体を通らせる。

【0013】

分離媒体は、微孔フィルム、微有孔フィルム、不織濾過ウェブまたは他の型の濾過材料等の選択的に透過可能な分離材料を具備する。分離モジュールには、分離媒体の単一の層が設けられてもよく、または、分離用途によって、すべて同一であるかまたは互いに異なる複数の層を有してもよい。

【0014】

構造化層の流動チャネルは、一連のピークによって形成され、ピークの側壁は収束してもよく、または、平らな床によって分離されてもよい。あるいは、ピークは、各流動チャネル内でサブチャネルを形成する少なくとも1つのサブピークによって分離されてもよい。流動チャネルは、構造化表面を横切って、チャネルからチャネルへ、または、各チャネル内で変動してもよい。構造化表面は、ポリテトラフルオロエチレンまたはポリプロピレン等のポリマー、または、他の適切な材料から形成することができる。

【0015】

別の実施態様において、分離モジュールは、分離媒体によって少なくとも部分的に覆われた2つ以上の構造化層を具備してもよい。第1の層の流動チャネルに流体接触するマニホールドは、少なくとも1つの他の層の流動チャネルにも流体接触する。

【0016】

本発明は、流体混合物から構成成分を除去する方法も教示し、この方法は、本発明の分離モジュールを提供するステップと、このモジュールを外部に設けられた源に接続して分離装置を形成するステップと、濾過すべき流体混合物内にモジュールを完全に浸すステップ

10

20

30

40

50

と、源によって流体混合物を駆動してモジュールを通らせて、それによって、流体混合物から構成成分を除去するステップとを含む。この方法は、真空である源か、または圧力源である源を含んでもよい。この方法は、流体混合物を駆動して、マニホールドを通らせて構造化層の流動チャネル内に入れ、分離媒体を横切らせておく、または、流体を駆動して分離媒体を通らせて流動チャネル内に入れ、マニホールドを通して外へ出してもよい。この方法の分離モジュールは、単一の分離媒体層を有してもよく、または、同一であるかまたは互いに異なるかのいずれかである複数の分離媒体を含んでもよい。

【0017】

(発明を実施するための最良の形態)

添付の図面を参照すると、数枚の図面を通して同一の構成要素には同一の参照符号が付される。図1、2は、本発明による分離装置50を示す。図2は、図1の線2-2に沿って取られた分離装置50の断面図である。分離装置50は、基本的に、源(ソース)68に接続された分離モジュール55を含む。分離モジュール55は、その2つの主要面の一方に構造化表面58を有する構造化層57を有する。構造化表面58は、層57内に形成された複数のチャネル59を具備し、図示のように、一貫した順番であることが好ましい。各チャネル59は、層57の他方と同一である必要はないが、チャネル59は、各チャネル59が層57の構造化表面58の所定の設計によって設定されるように、順序づけられることが好ましい。

【0018】

層57は、可撓性のある半剛性のまたは剛性の材料を具備してもよく、これは、分離装置50の特定の用途にしたがって選択されることができる。層57は、ポリマー材料を具備することが好ましいが、これは、そのような材料が一般に安価であり、且つ、そのようなポリマー材料には、構造化表面58が正確に形成されることがあるからである。さらに、たとえば、フィルム層の形態のポリマー層57を使用することによって、主要面上に数多くの高密度の流体流動チャネル59を形成する構造化表面を提供することができる。このようにして、本発明の高効率的で安価な分離装置が、高レベルの正確性および経済性で製造されることが可能である。

【0019】

図2に示されるように、層57のチャネル59は、側壁61から形成された一連のピーク60によって形成される。場合によっては、ピーク60が層57の一方の縁から他方へ全体的に延在することが望ましいこともあるが、用途によっては、ピーク60が構造化表面58の一部のみに沿って延在することが望ましいこともある。すなわち、ピーク60の間に形成されるチャネル59は、層57の一方の縁から他方の縁へ全体的に延在してもよく、または、そのようなチャネル59は、層57の一部の上に延在するように形成されるだけであってもよい。1つまたはそれ以上のチャネル部分が層57の縁から開始してもよく、または、層57の構造化表面58内に全体的に中間に設けられてもよい。

【0020】

分離モジュール55は、構造化層57の少なくとも一部を、好ましくはすべてを覆う選択的に透過可能な分離媒体62も含む。チャネル59の各々は、分離モジュール55を通って流れるすべての流体混合物が分離媒体62を通るように、一端が閉じられて分離媒体62によって覆われてもよいが、必須ではない。分離媒体62は、チャネル59に平行な2つの側部63に沿って、また一方の端65に沿って、構造化層57に結合されるかまたは他の方法で封止されることが好ましい。分離媒体62は、所望により、チャネル59のピーク60で、構造化層57に結合されてもよい。

【0021】

選択的に透過可能な分離媒体62は、流体混合物が分離媒体62を通るときに、流体混合物から所望の構成成分を取り除くように選択することができる。分離媒体62は、本願と同日に出願され、同譲受人の係属中の米国特許出願第09/106,506号、発明者インスレー氏等、発明の名称「構造化表面濾過媒体(Structured Surface Filtration Media)」に示され記載されたスタックされた微孔性フ

10

20

30

40

50

イルム、微有孔フィルム、不織ウェブ、織られたウェブ、微孔性発泡体、微構造濾過媒体等を含むがそれらに限定されない多くの型の濾過媒体のいずれであってもよい。分離媒体 6 2 が一方の端 7 6 に封止された不織ウェブ 7 5 である本発明の分離モジュール 5 5 の実施態様が、図 3 に示される。そのような封止は、不織ウェブ 7 5 の縁を構造化層 5 7 の縁に封止するヘッド圧力によって達成することができ、その場合、構造化表面 5 8 は縁で押しつぶされてもよい。その代わりにまたはそれに組み合わせて、他の接着剤またはシーラントを使用することができる。

【 0 0 2 2 】

所与の用途に使用される分離媒体 6 2 は、気体 - 固体、気体 - 液体、液体 - 固体、または液体 - 液体等の分離の必要条件による。図 4 に示されるように、本願の分離の必要条件を満たすために、分離媒体 6 2 、 7 2 、および 7 4 の複数層も所与の実施例に使用してもよい。これらの分離媒体 6 2 、 7 2 、 7 4 は、分離容量の増加および / または複数の構成成分の除去等の、様々な分離媒体の必要条件が何であるかによって、すべてが同一であってもよく、またはすべてが異なってもよく、同一のものと異なるものとがあってもよい。

10

【 0 0 2 3 】

あるいは、分離媒体 6 2 は、取り外し可能で、分離モジュール 5 5 に対して交換可能であってもよい。分離媒体 6 2 を構造化表面 5 8 に、永久的に結合するかまたは他の方法で永久的に封止する代わりに、取り外し可能に装着することによって、分離媒体 6 2 は、同一の型かまたは他の型の分離媒体材料に交換されることがある。分離モジュール 5 5 は、次いで別の流体分離過程のために再使用されてもよく、または、同一過程に使用され続けてもよい。

20

【 0 0 2 4 】

さらに、分離モジュール 5 5 は、構造化層 5 7 の少なくとも複数のチャネル 5 9 に連結されたマニホールド 6 4 または 6 4 ' (それぞれ図 1 および 3 を参照) を含んでもよく、これらの実施態様に示されるように、共通の側で分離媒体 6 2 に連結されることが好ましく、そのため、不連続の流動チャネル 5 9 の大半がマニホールド 6 4 に流体接触する。マニホールド 6 4 または 6 4 ' は、チャネル 5 9 の各々にその出口 (図示せず) を通って流体連通することが好ましく、その内部で形成されて、チャネル 5 9 と流体連通するプレナム (図示せず) が設けられる。プレナムは、少なくとも複数のチャネル 5 9 に封止的に接続されるマニホールド 6 4 内にチャネルを単に具備してもよい。マニホールド 6 4 は、層 5 7 同様、可撓性があっても半剛性であっても剛性であってもよい。さらに、特定の用途により、図 1 3 に示されるように (且つ後述のように) 、第 2 のマニホールドまたはそれ以上のマニホールドが層 5 7 の他方の側に設けられてもよい。

30

【 0 0 2 5 】

しかし、マニホールド 6 4 は、分離媒体をプレナムとの接触から外すことによって、または、マニホールドと分離媒体との間に構造化層に結合された不透過カバー層を加えることによって、分離媒体にではなく、チャネル 5 9 のみに接続することができる。このカバー層は、次いで構造化層の一部に流れ通路を形成して、そこで、流体が、プレナムに対して開口したポートと分離媒体に対して開口した別のポートとの間を運ばれる。マニホールドは、構造化層の端で流動チャネルに連結してもよく、または、構造化表面の頂部にある流動チャネルに連結してもよく、または、マニホールドと流動チャネルとの間に流体接触を提供するのに適切な他のいずれのやり方であってもよい。あるいは、チャネルは、図 7 ~ 9 に示されるように (且つ後述のように) 、中央通路に接続してもよく、または、マニホールドを使用せずに直接、源 (ソース) へ接続してもよい。

40

【 0 0 2 6 】

分離装置は、流動チャネル 5 9 上にポテンシャルを形成する源 6 8 によって作動する能動流体流れを形成する。ポテンシャル源は、重力のみを別にして、第 1 のポテンシャルから第 2 のポテンシャルへ複数の流動チャネル 5 9 を横切ってポテンシャル差を提供するいずれの手段を具備してもよい。ポテンシャル差は、複数の流動チャネル 5 9 を通って流体を流れさせるかまたは流れさせる補助をするのに十分であるべきであり、これは、部分的に

50

は、いずれの特定の用途の流体特性に基づく。図1に示されるように、ポテンシャル源68は、従来、収集受け器70に接続される真空生成機を具備してもよい。収集受け器70は、従来の可撓性のあるチューブ66によってマニホールド64に流体的に接続される。したがって、源68に真空を提供することによって、流体または流体混合物が、分離モジュール55の外部から分離媒体62を通ってチャネル59内に引かれることが可能である。濾過された流体すなわち濾液が、次いで、流動チャネル59からマニホールド64を通って外へ出てチューブ66を通って収集受け器70内に流れる。受け器70は、有利なことに、濾液が他の使用および/または処理のためにそれから取り除くことができるよう開口可能であってもよく、または、従来の排水システムまたは機構に他の方法で接続されてもよい。

10

【0027】

ポテンシャル源68が真空生成機を具備する場合、マニホールド64を介してチャネル59に提供された真空は、構造化表面58に対して分離媒体62を適切に保持するのに十分である。すなわち、真空自体は、構造化表面58のピーク60に対して分離媒体62を保持する傾向がある。したがって、外部の源から提供されたポテンシャルは、層57の構造化表面58上に、より効果的に且つ効率的に分配されることができる。

【0028】

真空生成装置の代わりにまたはこれとともに、他のポテンシャル源68を本発明にしたがって使用することができる。一般に、チャネル59を通って流体を流れさせるあらゆる方法が企図されるが、純粋に重力に基づくものは除く。すなわち、チャネル59を通って流体を運ぶあらゆる外部装置が企図される。他のポテンシャル源として、真空ポンプ、圧力ポンプおよび圧力システム、磁気システム、磁気流体力学装置、音響流れシステム、遠心スピン、および、少なくともある程度は流体を流れさせるポテンシャル差の発生を利用する他のいずれの公知のまたは開発された流体駆動装置が挙げられるが、それらに限定されない。

20

【0029】

図1、2、4の実施態様は、複数のピーク60を具備する構造化層57を備えて示され、各連続するピーク60の側壁61は収束して、チャネル59の基部に線を形成するが、他のチャネル構成が企図される。分離装置50用の特定の用途が、分離条件に合致するよう設けられるチャネル59の数、型およびサイズを決定する。たとえば図5において、チャネル87は、連続した一連のピーク86によって形成され、これは、広く平らな床89によって分けられる。各ピーク86は、頂部で平らになり、それによって、分離媒体62等の隣接する層に結合するのが容易になる。各ピーク86は、所望により、とがっていてもよい。図6において、広いチャネル92が、ピーク91の間に形成されるが、チャネル側壁93の間に平らな床を提供する代わりに、複数のより小さいサブピーク94が設けられる。これらのサブピーク94は、したがって、その間に二次チャネル95を形成する。サブピーク94は、ピーク91と同一のレベルに隆起してもしなくてもよく、例示のように、中に分配されたより小さいチャネル95を含む第1の広いチャネル92を形成する。ピーク91およびサブピーク94は、それ自体に対してまたは互いに対して、均一に分配される必要はない。小さいチャネル95を使用して、たとえば、より広いチャネル92を通る流体の流れを制御することができる。

30

【0030】

図1~6は、細長い線状に構成されたチャネルを企図するが、チャネルは、他の多くの構成で提供されてもよい。たとえば、チャネルは、チャネルの長さ方向に沿って変動する断面幅を有することができ、すなわち、チャネルは、チャネルの長さ方向に沿って発散し、且つ/または、収束することができる。チャネル側壁は、チャネルの延在方向にまたはチャネルの高さ方向に真っ直ぐである以外に輪郭づけられてもよい。一般に、分離装置内の第1の点から第2の点へ延在する少なくとも複数の分離したチャネル部分を提供することができるいずれのチャネル構成が企図される。

40

【0031】

50

図7において、構造化表面58を形成するために層57に加えられることができるチャネル構成が平面図で例示される。図示のように、流体の中間収集のために複数の収束チャネル100を設けることができ、これはさらに単一の分離したチャネル102に接続される。これが、一方への出口ポートの提供を最小限にする。図8、9に示されるように、中央チャネル103または105が、構造化表面の特定の表面領域を覆うように設計されて、その特定の領域から流体を除去する複数のチャネル分岐（チャネルプランチ、チャネル枝部）102または104に接続されてもよい。また、構造化表面58の一部上に第1の点から第2の点へ複数の不連続チャネルが設けられる限り、本発明にしたがって一般にいずれのパターンも企図される。チャネルパターンの目的は、流体混合物が分離媒体62を通過するときに、流体混合物から構成成分を分離するのに、分離媒体62を効率的に使用するために、分離媒体62の表面領域を横切ってポテンシャルを分配することである。

【0032】

本発明にしたがって上記のように企図されたいずれのチャネル59に関しては、そのようなチャネル59は、層57の第1の主要面の構造化表面58によって層57内に形成される。本発明によるチャネルは、不連続であるように構成されて、いずれの1つのチャネルも、他のチャネルとは無関係に周囲環境から流体を受け取ることができる。各チャネルの微構造化サイズが、単一相の流れを促進する。空気を液体内に連行することなしに、騒音発生が大幅に減少し、能動流体搬送装置を通って運ばれる液体にかかる応力を少なくすることができる。

【0033】

本発明の微構造化表面（微構造を有する表面）の個別の流動チャネルは、実質的に分離している。すなわち、流体は、隣接するチャネルの流体とは無関係なチャネルを通って動くことができる。チャネルは、独立して、互いに対してポテンシャルに適合し、隣接するチャネルとは無関係な特定のチャネルに沿ってまたはこれを通って流体を方向づける。隣接するチャネル同士の間には拡散があるにもかかわらず、1つの流動チャネルに入る流体は、いずれの有意の程度には、隣接するチャネルに入らないことが好ましい。流体を効果的に運搬しそののようなチャネルが提供する利点を維持するために、微細チャネル（マイクロチャネル）の不連続性（個別性、分離性、discreteness）を効果的に維持することが重要である。しかし、すべてのチャネルが、すべての実施態様で分離している必要はない。分離するチャネルがあり、そうではないチャネルもある。さらに、チャネルの「分離性」は、たとえば、変動圧力によって生じせしめられる一時的現象である。

【0034】

本明細書で使用されるアスペクト比は、チャネルの長さの動水半径（hydrodynamic radius）に対する比率であり、動水半径は、チャネルの湿润可能な断面積を湿润可能なチャネル円周で割った値である。構造化表面58は、最小アスペクト比（長さ/動水半径）が10:1であり、実施態様によってはおよそ100:1を超える。他の実施態様では少なくとも約1000:1である不連続流動チャネルを形成する微構造化表面であることが好ましい。頂端では、アスペクト比は、無限に高くなりうるが、一般に、1,000,000:1未満である。チャネルの動水半径は、約300m以下である。多くの実施態様において、動水半径は100m未満であり得、10m未満であってもよい。多くの用途では一般に小さい方がよい（動水半径はサブミクロンのサイズであり得る）、動水半径は一般に、大半の実施態様では、1m以上である。下記により詳しく説明されるように、これらのパラメータ内に形成されたチャネルは、能動流体搬送装置を通る効率的なバルク流体搬送を提供することができる。

【0035】

構造化表面58は、きわめて低いプロファイルを設けることができる。したがって、構造化ポリマー層の厚さが500マイクロメートル未満であり、1500マイクロメートル未満であってもよい能動流体搬送装置が企図される。これを行うために、チャネルは、高さおよそ5~1200マイクロメートル、ピーク距離約10~2000マイクロメートルのピークによって形成されてもよい。

10

20

30

40

50

【0036】

本発明による構造化表面は、システムの容量が高度に分配される流れシステムを提供する。すなわち、そのような流れシステムを通る流体容量は、大きな領域上に分配される。約10 / 線cm (25 / in) から 1000 / 線cm (2500 / in) (チャネルを横切って測定)までの微構造チャネル密度が、高流体搬送速度を提供する。一般に、共通マニホールドを使用するときには、各個別のチャネルは、チャネルの入口および出口に配置されたマニホールドよりも、アスペクト比が少なくとも400パーセント大きく、より好ましくは少なくとも900パーセント大きい。アスペクト比のこの大幅な増大は、ポテンシャルの効果を分配して、本発明の注目される利益に寄与する。

【0037】

図10は、容器118に収容された流体混合物119から構成成分を分離するために使用された、本発明による浸水可能な(immersible)可撓性のある分離モジュール110の実施態様を例示する。分離モジュール110は、可撓性のある構造化層111と、可撓性のあるマニホールド114に連結された可撓性のある分離媒体112とを有し、それによって、構造化層111の流動チャネル(図示せず)とマニホールド114との間に流体接続を提供する。層111および112は、すべての側面で一緒にマニホールド114に対して封止されがちがい。したがって、分離モジュール110の縁は閉鎖され、そのため、流体混合物119の流れは分離媒体112を通り、構造化層111のチャネル(図示せず)に入り、マニホールド114を通って外へ出る。可撓性のあるホース116が、マニホールド114を外部の源(図示せず)に接続する。真空等の源が設けられて、ホース116およびマニホールド114を通って流れさせ、そのため、流体混合物119は、分離媒体112を通り、流体混合物119から構成成分を除去する。濾過された流体は、次いで、構造化層111の流動チャネル(図示せず)に沿って流れ、マニホールド114に入り、ホース116から、溜めまたは他の受け器(図示せず)へ出る。可撓性があることによって、分離モジュール110は、壁または床等の要素118の表面に適合することができ、それによって、分離装置の能力を改良して分離過程を効率的に実行する。浸水可能であるため、分離モジュール110は、流体混合物から効果的な構成成分除去を容易に行なうために、いずれの所望の流体混合物に浸されてもよい。さらに、分離媒体の表面積全体を横切って流体混合物の取水を広げることによって、モジュールの平らで大きな表面積が、フィルタ分離媒体の濾過能力を効果的に使用する。分離モジュール110は、部分的に水に浸す必要があるだけであるが、バルク流体混合物を効率的に濾過するためには完全に水に浸すことが好ましい。

【0038】

分離装置50の容量を増大するために、分離モジュール110のサイズを増大することができる。しかし、容器118のサイズまたは構成のためにサイズの増大が限定されると、図11に例示されるように、複数の分離モジュール110、120、121を共通マニホールド114上に組み合わせて、代わりに分離容量を増大する。また、分離モジュールの可撓性が、分離過程を効率的に実行するという分離装置の能力を改良する。さらに、複数の個別分離モジュール110が、すなわち、共通の源から個別マニホールドを有する分離モジュールが、または異なる源を有する個別分離モジュールさえもが、単一の容器118内で使用することができ、または、共通マニホールド上の複数の分離モジュール110、120、121を別個の容器内に入れることができる。

【0039】

分離モジュール55に使用される分離媒体62の層の数を増やすことを別にして、分離装置50の分離容量を増大するかまたは流体混合物から2つ以上の構成成分を分離する別のある方法は、流体混合物に一連の分離モジュール55を通らせることがある。これらのモジュール55は、実行されている分離過程の必要条件により、異なる分離媒体62を有してもよく、または、同一の分離媒体62を有してもよい。公知のまたは開発された様々な方法を使用して、一連の分離モジュール55を通らせる分離過程を実行することができるが、一方の分離モジュール55を他方の受け器70内に入れる一連の分離装置50を使用する

10

20

30

40

50

ことを含む。

【0040】

本発明の分離装置130の代替実施態様が図12に示され、源(ソース)142は圧力ポンプを具備する。この実施態様において、ポンプ142は、流体混合物を溜め144から圧力下で可撓性のあるホース140を通ってマニホールド138の内部チャンバ(図示せず)内へ運ぶ。マニホールド138から、流体混合物は、分離モジュール132の構造化表面134の流動チャネル(図示せず)を通って運ばれ、次いで、分離媒体136を通って外へ出る。濾過された液体は、分離モジュール132から環境(外部)へ、または容器(図示せず)へ、または他の適切な受け器へ出されてもよい。この実施態様には、図12の線2-2に沿って取られた図2に示される断面図も当てはまる。上述のように、他のチャネル構成も、本発明の装置に使用することができる。本実施態様の分離装置130は、一連の分離または他の過程を実行するために、図1に示される先の実施態様の分離装置50とともに使用することもできる。本実施態様の分離装置130は、必要に応じて、同一または異なる実施態様の1つまたはそれ以上の分離装置と組み合わせてもよい。上記の分離装置構成要素の説明は、本装置130の構成要素にも等しく当てはまる。

【0041】

本発明による分離装置150の別の代替実施態様が図13に示される。この実施態様は、源(図示せず)が、分離カバー160を通って分離モジュール151上にポテンシャルを提供することが、先に説明した他の実施態様とは異なる。分離カバー160は、チャンバ(図示せず)を形成し、好ましくは分離媒体154を完全に取り囲み、源と分離モジュール151の分離媒体154との間に流体連通を提供する。入口162は、好ましくはダクト(図示せず)によって、分離カバー160の内部チャンバを源に接続する。この分離モジュール151は、上述の他の実施態様と同一の方法で、構造化表面152の流動チャネルに流体連通するマニホールド156も具備する。さらに、任意の第2のマニホールド158が、分離モジュール151の第1のマニホールド156とは反対側に、構造化表面154の流動チャネルに流体連通するように示される。

【0042】

源が圧力源である場合、流体混合物は源から提供され、入口162を通って分離カバー160の内部チャンバ内に流れ、次いで分離媒体154を通る。濾過された流体は、分離媒体154から、構造化表面152の流動チャネルを通って、マニホールド156、158内に運ばれ、受け器(リセプタクル)、環境(外部)または他の適切な領域へ出る。源が、分離カバー160の入口162に接続された真空源である場合、流体混合物は、適切な容器等からの吸引によってマニホールド156、158内に引かれる。マニホールドが設けられていない場合、流体混合物は、構造化表面152の1つまたはそれ以上の側面の1つまたはすべてに入ることができる。流体混合物は、次いで、構造化表面152の流動チャネル内に運ばれ、分離媒体154を通る。濾過された流体は、次いで、分離カバー160の内部チャンバ内に流れ、入口162を通って、受け器(図示せず)または他の適切な場所に出る。あるいは、真空源は、マニホールド156、158で分離モジュール151に接続されてもよく、そのため、流体混合物は、分離カバー160の入口162に接続された溜め(図示せず)から引かれる。流体混合物は、次いで、分離カバー160の内部チャンバ内に運ばれ、分離媒体154によって構造化表面152の流動チャネル内に入る。濾過された流体は、次いで、マニホールド内に流れ、接続ダクト(図示せず)を通って、受け器(図示せず)または他の適切な場所に出る。本発明の他の実施態様と同様に、この分離装置150は、同一の実施態様または異なる実施態様の1つまたはそれ以上の分離装置を組み合わせてもよい。上記の分離装置構成要素の説明は、この装置150の構成要素にも等しく当てはまる。

【0043】

ポリマーフィルム等のポリマー層上に、構造化表面、特に微構造化表面を製造することは、マレンチック氏等に付与された米国特許第5,069,403号および同じくマレンチック氏等に付与された第5,133,516号に開示されている。構造化層は、ベンソン

・ジュニア氏等に付与された米国特許第5,691,846号に記載された原則またはステップを使用して、連続して微複製される。微構造化表面を記載する他の特許として、ジョンストン氏等に付与された米国特許第5,514,120号、ノレーン氏等に付与された第5,158,557号、ルー氏等に付与された第5,175,030号およびバルバー氏に付与された第4,668,558号が挙げられる。

【0044】

そのような技術にしたがって製造された構造化ポリマー層は、微複製ができる。表面は、製品から製品への実質的な変動なく、比較的複雑な加工技術を使用することなく、大量生産することができるため、微複製構造化層の提供は有益である。「微複製」または「微複製された」とは、製品から製品へ約50μmを超えて変動することのない個別の特徴忠実度を製造の間に構造化表面の特徴が保持する微構造化表面の生産を意味する。微複製された表面は、製品から製品へ25μmを超えて変動することのない構造化表面特徴が製造の間に個別の特徴忠実度を保持するように作られることが好ましい。

10

【0045】

本発明に依れば、微構造化表面（微細構造を有する表面、microstructure of surface）は、50マイクロメートル～0.05マイクロメートルの解像度で、より好ましくは25マイクロメートル～1マイクロメートルの解像度で、維持される個別の特徴忠実度を有するトポグラフィ（物体、場所または領域の表面特徴）を備えた表面を具備する。

20

【0046】

本発明によるいずれの実施態様の構造化層も、熱可塑性、熱硬化性および硬化可能なポリマーを含む様々なポリマーまたはコポリマーから形成されることができる。本明細書で使用される熱可塑性樹脂は、熱硬化性樹脂とは異なり、熱に暴露されると柔らかくなつて溶融し、冷却されると再凝固し、何サイクルも溶融し凝固することができるポリマーを称する。他方、熱硬化性ポリマーは、加熱され冷却されると不可逆的に凝固する。重合体鎖が相互接続されるかまたは架橋される硬化ポリマーシステムは、化学薬品または電離線を使用して室温で形成されることができる。

【0047】

本発明の物品の構造化層を形成するのに有用なポリマーは、ポリエチレンおよびポリエチレンコポリマー、ポリビニリデンジフルオリド（PVDF）、および、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）等のポリオレフィンが挙げられるが、それらに限定されない。他のポリマー材料として、アセテート、セルロースエーテル、ポリビニルアルコール、多糖類、ポリオレフィン、ポリエステル、ポリアミド、ポリ（塩化ビニル）、ポリウレタン、ポリ尿素、ポリカーボネート、および、ポリスチレンが挙げられる。構造化層は、アクリレートまたはエポキシ等の硬化可能な樹脂から注型することができ、熱、UVまたは電子ビーム放射に暴露されることによって、化学的に促進されたフリーラジカル通路を通って硬化される。

30

【0048】

上記のように、可撓性のある能動流体搬送装置が望ましい用途もある。可撓性は、スミス氏等に付与された第5,450,235号およびベンソン・ジュニア氏等に付与された米国特許第5,691,846号に記載されたポリマーを使用して構造化ポリマー層に与えられる。ポリマー層全体が可撓性のあるポリマー材料から作られる必要はない。ポリマー層の主要部分は、たとえば、可撓性のあるポリマーを含むことができ、一方、その構造化部分は、より剛いポリマーを含むことができる。このパラグラフに引用された特許は、微構造化表面を有する可撓性のある製品を製造するために、このようにポリマーを使用することを記載する。

40

【0049】

ポリマー混合物を含むポリマー材料は、界面活性剤または抗微生物剤等の可塑化活性剤の溶融混合によって改質することができる。構造化表面の表面改質は、電離線を使用する機能成分の共有グラフトまたは蒸着によって達成することができる。たとえば、電離線によ

50

つてモノマーをポリプロピレンにグラフト重合する方法および技術は、米国特許第4,950,549号および第5,078,925号に記載されている。ポリマーは、ポリマー構造化層に様々な特性を与える添加剤を含んでもよい。たとえば、可塑剤を加えて、弾性率を減じて、可撓性を改良することができる。

【0050】

本発明の好適な実施態様は、微構造物を有する要素として平行線状トポグラフィを有する薄い可撓性のあるポリマーフィルムを使用してもよい。本発明の目的のために、「フィルム」は、ポリマー材料の薄く(厚さ5mm未満)ほぼ可撓性のあるシートであるとみなされる。高度に形成された微構造物を有するフィルム表面を備えた安価なフィルムを使用する経済的価値は大きい。可撓性のあるフィルムは、広い範囲の分離媒体と組み合わせて使用することができ、支持なしで、または、所望により支持体とともに使用することができる。微構造化表面は、多くの用途のために可撓性があつてもよく、用途が保証する場合、剛性構造化本体に関連してもよい。

10

【0051】

本発明の装置は微構造化チャネルを含むため、装置は普通、1つの装置につき複数のチャネルを使用する。上記に例示された実施態様のいくつかに示されるように、本発明の装置は、1つの装置につき10または100を超えるチャネルを容易に有することができる。用途によっては、装置は1つの装置につき1,000または10,000を超えるチャネルを有してもよい。個別ボテンシャル源に接続されるチャネルが多ければ多いほど、ボテンシャルの効果はより高度に分配されることができる。

20

【0052】

微構造化表面に微チャネルを有する層と分離媒体カバー層とによって形成された複数の不連続流れ通路を有する能動流体搬送分離装置の効力を測定するために、分離装置は、分離媒体でキャップをされた微構造物を有するフィルム要素から形成された分離モジュールを使用して製造された。微構造物を有するフィルムは、溶融ポリマーを微構造化ニッケルツールに注型して、一方の表面にチャネルを備えた連続フィルムを形成することによって形成された。チャネルは、注型フィルムの連続した長さ方向に形成された。ニッケル注型ツールは、ダイヤモンド刻み入れツールで滑らかな銅表面を形状づけることによって製造され、所望の構造物を製造し、続いて無電解ニッケルめっきステップを行ってニッケルツールを形成した。フィルムを形成するのに使用されたツールは、459μmの呼称深さおよび420μmの開口幅を備えた当接「V」チャネルを備えた微構造化表面を製造した。これは、結果として、閉じた場合、62.5μmの平均動水半径を備えたチャネルになった。フィルムを形成するのに使用されたポリマーは、イースタンケミカル社(Eastman Chemical Company)が販売する低密度ポリエチレン、テナイト(Tenite)[トレードマーク]1550Pであった。ローム&ハース社(Rohm & Haas Company)の非イオン界面活性剤トリトン(Triton)X-102が基部ポリマーに溶融混合され、フィルムの表面エネルギーを増大した。

30

【0053】

分離媒体は、不織ブローン微細纖維ウェブであった。不織ウェブは、ポリプロピレン、フィナ(Fina)100MF1から製造され、2~5Tm直径サイズで50g/m²の坪量の纖維で8%の剛性を有した。微複製化フィルムのキャッピングは、フィルムと不織布とを一緒に層にして、フィルムの微構造物を不織布に直面させることによって達成された。層にした後、複合材料は、線状微構造物に平行な2つの側部で封止された。微チャネルが終端する複合材料の一方の端も、熱封止された。封止されていない端は、モジュールの幅を延在するマニホールドに接着された。

40

【0054】

マニホールドは、チューブのセクションの側壁に切れ目を入れることによって形成され、チューブは、ニューヨーク州ロチェスターのNalgene社が販売のVIグレード3.18mm内径、1.6mm壁厚のチューブであった。チューブの軸方向に沿った直線にかみそりでスリットが入れられた。スリットの長さは、ほぼモジュールの幅であった。チューブ

50

は、次いで、モジュールの端上に嵌められ、適所にホットメルト接着された。モジュールで、チューブの一方の開放端は、ホットメルト接着剤で封止閉鎖された。モジュールの寸法は、80 mm × 120 mmであった。

【0055】

検査モジュールの液体／固体分離容量を評価するために、ユニットは、パウダーテクノロジー社 (Powder Technology Inc) が販売の AC 検査ダスト、SAE coarse の微粒子固体および水が入ったビーカーに入れられた。検査は、500 ml ビーカーに入れられた検査ユニットで行われ、ユニットのフィルム側はビーカーの内壁に対して平らであった。真空源を備えた液体回収フラスコが次いで検査ユニットに取り付けられた。真空が制定された後、ビーカーは頂部まで満たされ、15 g / 1000 ml の濃度で AC 検査ダストを水に入れた懸濁液で検査ユニットを浸した。AC ダスト懸濁液は常にビーカー内でかき回されながら、ビーカー内の水は、分離モジュールを通って、回収フラスコへ除去された。液体が、微構造物を有するフィルム系分離設備を通して抜かれた後、回収された液体は、浮遊物の存在を確認するために観察された。回収された液体に浮遊物は観察された。

【0056】

単一の微構造物を有するフィルム系分離モジュールが評価に使用されたが、複数のユニットを使用して分離容量を増加することができる。この種類の分離装置は、適切な分離媒体で、空気濾過等の他の分離用途に使用することができる。きわめて微細な分離のために、たとえば、微孔性フィルムを、分離媒体として使用することができる。代替設計は、供給された流体を使用し、まず分離モジュール内を通り、それによって、チャネルを通る流体は、分離媒体を通って環境と入れ替わる。

【0057】

実施例のユニットを使用して液体／固体分離を例示しながら、類似構造物を使用して別の分離を達成することができる。必要に応じて、他の分離媒体を使用することができる。たとえば、微孔性膜は、気体／気体または超微細固体／液体分離が必要とされる用途に特に適切である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 真空源を使用して流体混合物を駆動する本発明による分離装置の斜視図である。

【図2】 図1の分離装置の2-2線断面図である。

【図3】 分離媒体用の不織ウェブを有する本発明による分離モジュールの斜視図である。

【図4】 複数の分離媒体層を有する本発明による分離モジュールの断面図である。

【図5】 本発明による別のチャネル構成を例示する構造化層の端面図である。

【図6】 本発明によるさらに別のチャネル構成を例示する構造化層の端面図である。

【図7】 本発明による1つのチャネル配置構成を例示する構造化層の上面図である。

【図8】 本発明による別のチャネル配置構成を例示する構造化層の上面図である。

【図9】 本発明によるさらに別のチャネル配置構成を例示する構造化層の上面図である。

【図10】 容器内の流体混合物に浸された本発明による分離モジュールの斜視図である。

【図11】 容器内の流体混合物に浸された本発明による共通マニホールドを有する複数の分離モジュールの斜視図である。

【図12】 流体混合物を駆動するために圧力源を使用する本発明による分離装置の斜視図である。

【図13】 流体混合物を駆動するために分離カバーを通る圧力差を使用する本発明による分離装置の斜視図である。

【図1】

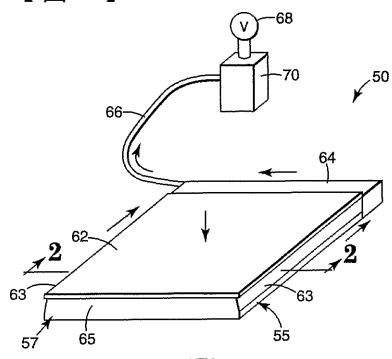


Fig. 1

【図2】

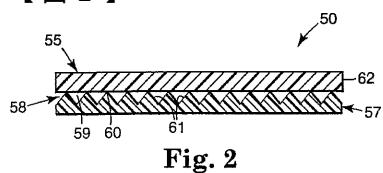


Fig. 2

【図4】

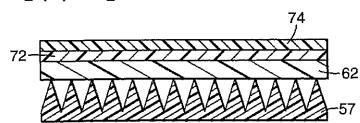


Fig. 4

【図3】

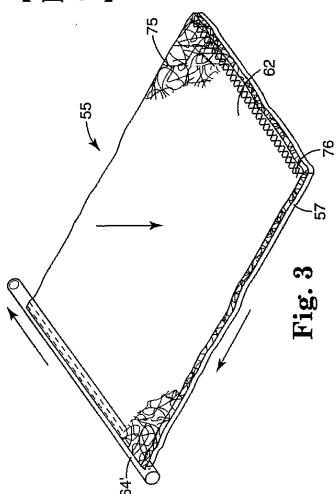


Fig. 3

【図5】

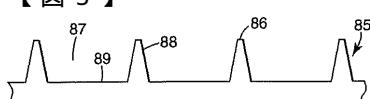


Fig. 5

【図6】

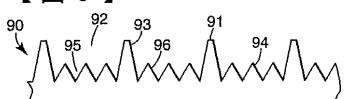


Fig. 6

【図7】

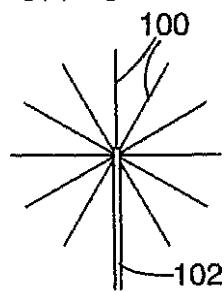


Fig. 7

【図9】

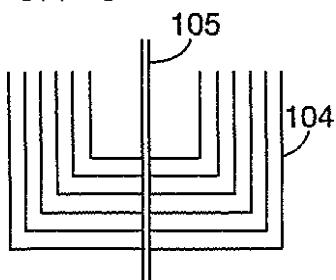


Fig. 9

【図8】

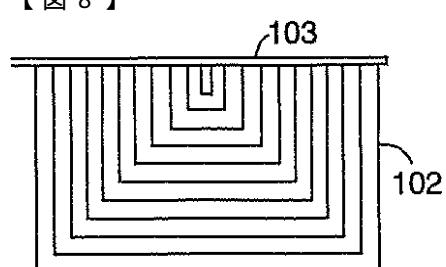


Fig. 8

【図10】

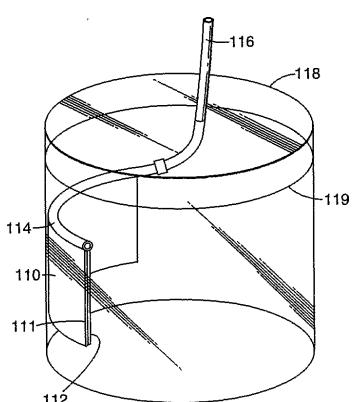


Fig. 10

【図 1 1】

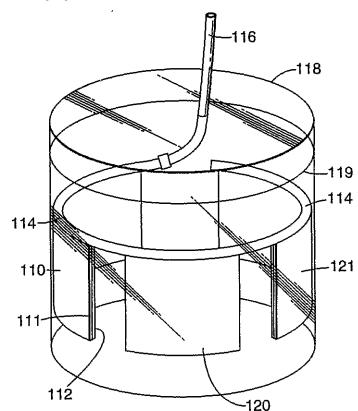


Fig. 11

【図 1 2】

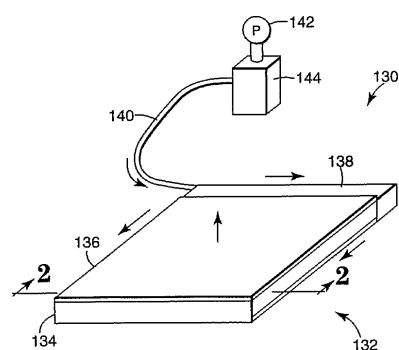


Fig. 12

【図 1 3】

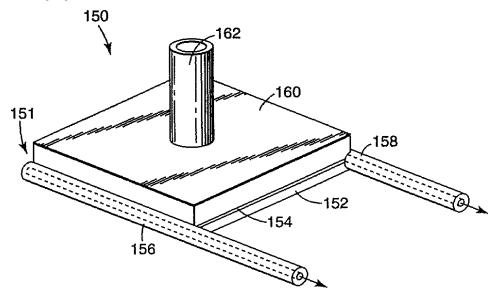


Fig. 13

フロントページの続き

(72)発明者 トーマス・アイ・インズリー

アメリカ合衆国55133-3427ミネソタ州セント・ポール、ポスト・オフィス・ボックス3
3427

(72)発明者 レイモンド・ピー・ジョンストン

アメリカ合衆国55133-3427ミネソタ州セント・ポール、ポスト・オフィス・ボックス3
3427

審査官 目代 博茂

(56)参考文献 特開平06-178920(JP,A)

特開昭63-069503(JP,A)

特公昭62-041764(JP,B2)

特開昭63-054915(JP,A)

特表平07-502434(JP,A)

米国特許第03993566(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B01D61/00-71/82

C02F1/44

B01D53/22