

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-5620

(P2010-5620A)

(43) 公開日 平成22年1月14日(2010.1.14)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B O 1 D 63/08 (2006.01)	B O 1 D 63/08	4 D 0 0 6
B O 1 D 65/10 (2006.01)	B O 1 D 65/10	

審査請求 有 請求項の数 5 O L 外国語出願 (全 40 頁)

(21) 出願番号	特願2009-230627 (P2009-230627)	(71) 出願人	390019585
(22) 出願日	平成21年10月2日 (2009. 10. 2)		ミリポア・コーポレーション
(62) 分割の表示	特願2006-260295 (P2006-260295)		MILLIPORE CORPORATION
	の分割		アメリカ合衆国01821マサチューセツ州ビレリカ、コンコード・ロード290
原出願日	平成14年9月19日 (2002. 9. 19)		
(31) 優先権主張番号	60/323, 596	(74) 代理人	100062007
(32) 優先日	平成13年9月20日 (2001. 9. 20)		弁理士 川口 義雄
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100114188
			弁理士 小野 誠
		(74) 代理人	100140523
			弁理士 渡邊 千尋
		(74) 代理人	100119253
			弁理士 金山 賢敦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 濾過モジュール

(57) 【要約】

【課題】 活性膜の高い充填密度と低い抽出汚染物量を可能とする複数層濾過装置を提供する。

【解決手段】 フィルタ構造物160が提供され、フィルタ構造物は、前記フィルタ構造物の外部容積の1立方メートルにつき少なくとも300平方メートルの活性膜フィルタ面積の充填密度を有し、前記フィルタは、浸漬された材料の1m²につき抽出された汚染物が250mg未満であることを特徴とする材料から作られる。

【選択図】 図12

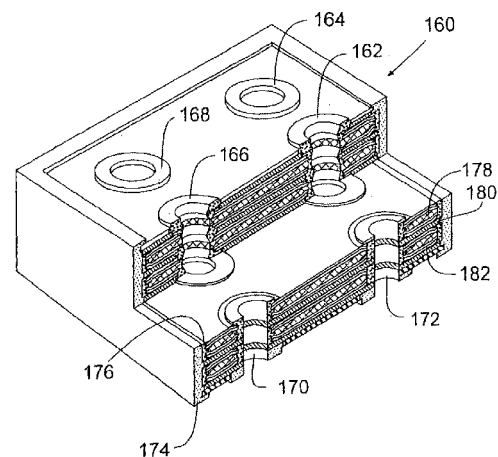


Fig. 12

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

フィルタ構造物であって、前記フィルタ構造物の外部容積の 1 立方メートル (m^3) につき少なくとも 300 平方メートル (m^2) の活性膜フィルタ面積の充填密度を有する、フィルタ構造物。

【請求項 2】

前記フィルタは、浸漬された材料の 1 平方メートル (m^2) につき抽出された汚染物が 250 mg 未満であることを特徴とする材料から作られる、請求項 1 に記載のフィルタ構造物。

【請求項 3】

弾性のある熱可塑性樹脂成分から形成された外側周囲表面を有する流体導管を有する、請求項 1 に記載のフィルタ構造物。

【請求項 4】

供給液入口ポートと、少なくとも 1 つの透過液ポートと、濃縮液ポートとを有する濾過膜構造物を形成するための方法であって、

複数の流体透過可能なスペーサー層および複数の膜フィルタ層の積層を形成するステップを含み、前記スペーサー層は、垂直方向に前記フィルタ層と交互に配置され、方法がさらに、

前記フィルタ層に留められた熱可塑性部分を、前記ポート内に延在する前記フィルタ層の端に提供するステップであって、前記熱可塑性部分が溶融されるときに、交互に配置されたスペーサー層が、前記供給液入口ポートと前記少なくとも 1 つの透過液ポートと前記濃縮液ポートとに封止され、前記少なくとも 1 つの透過液ポートの液体が、前記供給液ポートの液体および前記濃縮液ポートの液体と混合しないように行われる構成で提供するステップと、

前記供給液ポートにおける前記熱可塑性部分を同時に、または前記少なくとも 1 つの透過液ポートの 1 つにおける前記熱可塑性部分を同時に、または前記濃縮液ポートにおける前記熱可塑性部分を同時に、ヒートシールするステップとを含む、方法。

【請求項 5】

加熱が、放射加熱要素を前記ポートの 1 つに延在させ、前記加熱要素にエネルギーを供給して、前記ポートにおける熱可塑性リングのすべてを加熱することによって行われる、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 6】

フィルタ構造物であって、前記フィルタ構造物の外部容積の 1 立方メートル (m^3) につき少なくとも 300 平方メートル (m^2) の活性膜フィルタ面積の充填密度を有し、前記フィルタは、浸漬された材料の 1 平方メートル (m^2) につき抽出された汚染物が 250 mg 未満であることを特徴とする材料から作られる、フィルタ構造物。

【請求項 7】

抽出された汚染物のレベルが、材料を酢酸 / 亜リン酸検査溶液に 24 時間浸漬し、濾過した脱イオン水で簡単に濯いで試料の表面から全ての残留溶液を除去し、次いで、抽出用の濾過した脱イオン水に浸漬し、水の試料が、6 時間および 24 時間後に取られ、酢酸イオンおよび亜リン酸イオンのレベルに関してイオンクロマトグラフィによって分析され、かつ検出されたイオンのレベルが mg / m^2 に標準化されることによって得られる、請求項 6 に記載のフィルタ構造物。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液体成分の濾過を行うための膜濾過装置に関し、供給液体が装置内に導入され、濾液ストリーム、および任意に濃縮液 (retentate) ストリームが、装置から取り出される。より詳細には、本発明は、ポリマー成分の射出成形および間接ヒートシールによって形成され、かつ選択的に封止される接線方法流濾過装置、またはデッドエン

10

20

30

40

50

ド膜濾過装置に関する。

【背景技術】

【0002】

本発明以前には、液体は、マニホールド間に積み重ねられるか、またはマニホールドプレートに個別に封止される、複数のフィルタモジュール内で濾過されていた。各モジュールは、スクリーン等の適切な数のスペーサー層によって分離された1つまたは複数のフィルタ層を含み、供給液体が装置内に流れ込み、かつ濾液が装置から流れ出るのを可能にする。モジュール内での濾過は、接線方向流濾過(TFF)プロセスとして行われてもよく、流入する供給液体は、膜表面に接して流れ、濃縮液および濾液を形成する。あるいは、濾過は、法線方向流濾過(NFF)としても識別されるデッドエンドモードとして行われてよく、すべての流入供給液体が、膜フィルタを通して進み、固体および他の残滓は膜フィルタ上に保持される。この後者のモードでは、濾液のみが回収される。

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

現在では、濾液ストリームは、エポキシ、ウレタン、またはシリコン等の注封接着、溶剤結合、または直接ヒートシールを使用する封止技術によって、膜濾過装置内で供給液ストリームから封止される。接線方向流濾過装置の場合には、濾液ストリームは、供給液ストリームおよび濃縮液ストリームから封止される。接着剤は、化学的相溶性が限られており、有意な抽出可能な種の供給源であり、接着剤が装置内で所与の容積の領域を占めるときに、フィルタユニット内で所与の容積のすべてを使用する能力が限られ、プロセス制御を困難にし、結合強度限定を課し、使用温度限定を課し、プロセスサイクル時間を増加するため、接着剤は望ましくない。封止を形成するように流れる材料に加熱要素が接触する直接ヒートシールは、その使用が、ヒートシールされる材料の厚さに最小限定を課するため、望ましくない。この結果として、濾過モジュールの所与の量に存在することができる層の数が減少し、それによってモジュールの濾過能力を望ましくなく減少する。加えて、直接ヒートシールは、複数のステップを必要とし、材料の相溶性限定を課し、一般に、濾過要素の直接ヒートシールを行うために基板を使用し、膜を損傷する可能性があるため、望ましくない。溶剤結合は、溶剤が、環境問題およびプロセス変動性を課し、一方、潜在的に有用なポリマーがその溶剤化特性によって限定されるため、望ましくない。

20

30

【0004】

加えて、濾過されている供給流体の一部を吸収し、かつ/または吸着する、ポリシリコンまたはポリウレタン系の材料等の材料を使用することは、吸収された材料がその後濾過された材料内に脱着されそれらを汚染するため、望ましくない。

【0005】

米国特許第5,429,742号には、複数の濾過膜が中に成形される熱可塑性フレームを具備する、フィルタカートリッジが開示されている。熱可塑性フレームが成形されて、流体経路を提供し、濾過された流体をフィルタカートリッジから取り出す前に、濾過されるべき流入流体が膜を通して進むことを確実にする。フレームは、膜への流体経路および膜からの流体経路を形成することができるよう、十分に厚い。隣接する膜が比較的厚いスペーサー部材によって分離されるため、フィルタカートリッジの単位容積当たりの膜面積は、望ましくなく低い。

40

【0006】

したがって、複数の濾過要素を使用し、接着剤、溶剤結合、または直接ヒートシールを使用せずに層が適切に封止される、複数層濾過装置を提供することが望ましい。さらに、濾過装置の容積に対し多数の濾過層を含み、積層に形成することができ、外部フィルタ容積に対する少なくとも $300\text{ m}^2/\text{m}^3$ の活性膜の充填密度を有する、接線方向流濾過装置またはデッドエンド濾過装置を提供することが望ましい。加えて、濾過装置の容積に対し多数の濾過層を含み、積層に形成することができ、積層内に液体流路を画定するために適切に封止することができる、接線方向流濾過装置またはデッドエンド濾過装置を提供す

50

ることが望ましい。さらに、濾過されている材料の吸収（および吸着）およびその後の脱着を最小限にするかまたは排除する材料から形成された、そのような濾過装置を提供することが望ましい。そのような濾過装置は、高い濾過能力を提供し、装置の複数使用を可能にしながら、濾液汚染問題を最小限にするかまたは排除する。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、濾過装置の外部容積 1 m^3 につき少なくとも 300 m^2 の活性膜面積の充填密度を有する、熱可塑性濾過装置を提供する。加えて、実施形態によっては、装置は、濾過の前または後のいずれかに、抽出物材料が実質的にない成分から形成される。本明細書で使用されるように、「抽出物が実質的にない」という用語は、1つまたは複数の酸を含む検査溶液で浸漬され、次いで脱イオン水内に入れられ、いずれの吸収されたまたは吸着された酸を浸出させるように浸漬することが可能であるときに、材料 1 m^2 につき抽出された汚染物が 250 mg 未満であることを意味する。

10

【0008】

濾過装置は、膜とスペーサーとの積層から形成され、これらは、濾過装置の垂直高さにわたって交互に配置され、下記により完全に説明される方法で封止される。

【0009】

加えて、本発明は、ポリマー多孔性膜の封止を促進しながら、膜の熱的劣化または機械的劣化を避ける方法で、熱可塑性ポリマー成分で封止される濾過要素から形成される濾過装置を提供する。多孔性ポリマー膜の選択的封止は、2ステッププロセスで行われ、各膜の端は、熱可塑性ポリマー成分で封止され、熱可塑性ポリマー成分を膜に留める。隣接して配置された膜上の熱可塑性ポリマー成分の選択された層は、次いで、交互に配置された膜およびスペーサーの積層を通して流体流路を画定するために、互いに対して封止される。画定された流体流路は、濾過されるべき流体が、濾過装置から取り出される前に膜を通過して進むことを確実にする。封止は、単一ステップとして行うことができ、交互に配置された膜およびスペーサーの積層が、放射エネルギーを受け、それが選択された層の加熱を行い、それによって所望の封止を行う。あるいは、交互に配置された膜およびスペーサーの所望の積層が、所望の構成で封止されるまで、封止は、順次、膜およびスペーサーの単一セットで行うことができる。

20

【0010】

加えて、本発明は、装置のポートに隣接する外側表面領域が、圧力下で変形する熱可塑性エラストマーから形成される、濾過装置を提供する。そのような表面構成によって、外側表面領域に実質的な力を加えることができ、それによって、そのような圧力を加えることによって、濾過ポートを効果的に封止することができる。

30

【0011】

本発明によれば、複数の間隔をおいた膜と、液体が通って流れるのを促進する通路または開口を有する複数のスペーサー層とを含む、デッドエンド濾過装置（NFF）または接線方向流濾過装置（TFF）が提供される。NFF濾過装置には、少なくとも1つの供給液ポートと、少なくとも1つの濾液ポートとが設けられる。接線方向流濾過装置には、少なくとも1つの供給ポート液と、少なくとも1つの濾液ポートと、少なくとも1つの濃縮液ポートとが設けられる。膜層およびスペーサー層は、選択されたパターンで濾過装置の垂直高さにわたって交互である。膜層およびスペーサー層の選択的封止は、2ステッププロセスで行われる。第1のステップでは、膜、または複合膜たとえばスクリーン層に支持された膜等を具備することができる各膜層の端部分に、熱可塑性ポリマー成分の薄い層が形成される。熱可塑性ポリマー成分は、モジュールを介して所望の流体流れを行うパターンに形成される。このようにして処理された膜およびスペーサー層は、次いで、供給液ポートおよび濾液ポートと、接線方向流モジュールの場合には濃縮液ポートとを予備的に形成する方法で、積み重ねられる。膜層に予備的に封止される熱可塑性ポリマー成分の間接ヒートシールの最終ステップが、次いで選択的に行われ、モジュール内の濾液から供給液および濃縮液を分離する、流体流れ通路を形成する。接線方向流濾過装置の場合には、積

40

50

層内の液体流れは、供給液入口および濃縮液出口を濾液出口から封止することによって確実にされる。濾過装置の外側部分が、次いでインサート成形によって形成される。インサート成形は、射出成形用金型内に積層を配置し、溶融されたポリマー成分を金型内に射出して、使用中に最終膜濾過装置内の所望の液体流れを確実にする方法で封止を行うことによって、達成される。濾液を受け入れるスペーサー層は、積層内に延在する供給液ポートからのプラスチック成分によって封止され、そのため、供給液は、濾液スペーサー層に入る前に膜層を通して進まなければならない。加えて、供給液を受け入れるように構成された供給液ポートに隣接するスペーサー層は、供給液通路に液体連通したままである。濃縮液または濾液のいずれかを受け入れる通路も、積層内に延在する。濃縮液を受け入れる通路は、濾液スペーサー層から封止され、供給液ポートに流体連通するスペーサー層に流体連通する。通路は、膜を通して延在することができるか、または、少なくとも膜の周囲の部分に封止される熱可塑性タブを通して延在することができる。濾液を受け入れる単数または複数のポートは、供給液または濃縮液を受け入れるスペーサー層から封止され、濾液を受け入れるスペーサー層に流体連通する。積層も、供給スペーサー層に入る供給液体が、濾液スペーサー層に入る前に膜を通して進まなければならないような方法で、膜に封止される。

10

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の変更された膜構造物の側面図である。

【図2】本発明の代替の変更された膜構造物の側面図である。

20

【図3】本発明の代替の変更された膜構造物の側面図である。

【図4】本発明の接線方向流濾過モジュールを通る流体流れの図である。

【図5】本発明の接線方向流装置を通る流体流れの図である。

【図6】本発明の濾過装置を形成するのに使用される変更された膜の側面図である。

【図7】図8に示される濾過モジュールを形成するのに使用される、2つの膜および1つのスペーサー層の側面図である。

【図8】本発明の濾過モジュールの側面図である。

【図9】本発明の濾過装置を形成するのに使用される、濾過およびハウジング要素の分解断面図である。

【図10】濾過装置の最終形成ステップの前の、本発明の濾過要素の最終位置を例示する断面図である。

30

【図11】本発明の濾過装置を形成する最終ステップを例示する断面図である。

【図12】本発明の濾過装置の部分断面斜視図である。

【図13】様々なポリマー成分の相対抽出物レベルを示すグラフである。

【図14a】本発明の濾過モジュールを作るのに有用な膜構造物の側面図である。

【図14b】本発明の濾過モジュールを作るのに有用な膜構造物の側面図である。

【図14c】図14aおよび図14bの膜構造物の上面図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

本発明は、供給液から、または供給液および濃縮液から濾液の分離を行うために、積み重ねられた構成で選択的に封止することができる濾過膜要素を使用する。濾過膜要素は、その一方の縁が熱可塑性ポリマー成分に結合された膜層を具備する。好ましくは、結合された熱可塑性ポリマー成分は、上面および底面を有し、上面および底面は、互いに向けて収束し、端領域または先端領域を形成するように構成される。端領域または先端領域は、放射熱エネルギーか、または、端によって吸収され熱エネルギーに変換される超音波エネルギー等の非放射熱エネルギーを吸収するように構成される。そのようなエネルギーにさらされるときに、端または先端は、熱可塑性ポリマー成分の本体よりも先に優先的に溶融する。この特徴によって、溶融した熱可塑性ポリマー成分が流れる方向を制御することができ、次に、封止されるべき濾過装置の選択領域を制御することができる。加熱は、加熱されたロッド等の加熱された要素に接触することによって行うこともできる。

40

50

【 0 0 1 4 】

濾過膜要素は、互いに対して１つずつ封止されることができ、または、１ステッププロセスで所望の構成に互いに対して封止することができ、一方、本発明の濾過膜要素の積層内に配置される。

【 0 0 1 5 】

本発明の濾過モジュールを形成するのに有用な濾過膜要素は、熱可塑性ポリマー成分（ＴＰＣ）を濾過膜の縁または周囲に封止することによって、濾過膜の端を変更することによって形成される。（ＴＰＣ）表面は、隣接する（ＴＰＣ）表面に封止することができ、スペーサーと交互である膜の積層内で交互に配置されたスペーサーの封止を行うように、封止を行う。封止は、いずれの所与の膜が一方の縁で封止され、反対側の縁で開口するよう

10

【 0 0 1 6 】

図１を参照すると、膜が、表皮１２と表皮１２よりも多孔性の層１４とを有する、限外濾過膜１０であるときの、本発明の濾過モジュールを形成するのに有用な変更された膜構造物が示される。端１６はＴＰＣ１８に結合され、そのため膜１０は、ＴＰＣ１８によって端１６で封止される。ＴＰＣ１８は、先端２４を形成するように収束する上面２０および底面２２を有するように構成される。先端２４は、先端２４からＴＰＣの本体２６へ溶解を行うために、放射エネルギーまたは超音波エネルギー等のエネルギーを集中するように機能する。しかし、ＴＰＣは、収束表面を有する必要がなく、たとえば、平らな端または湾曲した端等を有することを理解すべきである。収束表面の構成は、ＴＰＣの先端で放射エネルギーまたは超音波エネルギーを効果的に集中するため、収束表面を有するＴＰＣは、好適である。

20

【 0 0 1 7 】

図２を参照すると、複合膜３０を使用する本発明の代替濾過モジュールの構造が示され、膜は、多孔性の低い表皮すなわち少ない多孔性の構造物３２と、表皮３２よりも多くの開口孔を有する容積３４と、スパンポリプロピレンファイバ等のより開口の層から形成されている支持層３６とを含む。複合膜３０は、複合膜３０の底面４０へ成形された第１の成形部分３８と、複合膜３０の第２の成形部分４２とを含む。第２の成形部分４２は、先端領域４８内へ収束する底面４６および上面４９を含む。先端表面４８は、放射熱または超音波エネルギー等のエネルギーにさらされるときに、ＴＰＣの本体４４より優先して溶解する。

30

【 0 0 1 8 】

図３を参照すると、本発明の濾過モジュールを形成するのに有用な代替の膜が示され、最適なＴＰＣに結合するのに困難を呈する膜が示される。複合膜５１は、表皮５５と、多孔性本体５４と、ＴＰＣ５８に結合される多孔性支持体５６とを含む。表皮５５は、グリセリン充填層等のその成分のため、または多孔性が低いため、結合されるのが困難でありうる。結合を改良するために、多孔性スクリーン６０を表皮５５の上面に配置して、溶解したＴＰＣ５８を吸収することができ、それによって、表皮５２への結合作用を改良する。先端６４は、上述のようにエネルギーを集めるように機能し、ＴＰＣ５８を選択的に溶解し、これを隣接する層のＴＰＣへ選択的に融合させる。この選択的融合によって、流体が先端６４を通り過ぎて流れるのを阻止する。

40

【 0 0 1 9 】

図４を参照すると、マニホールドを含む濾過モジュールが示される。濾過要素４０が、マニホールド４７とマニホールド１１との間に配置される。マニホールド４７には、供給液入口１５と濾液出口１７とが設けられる。マニホールド１１には、濾液出口２１と濃縮液出口１９とが設けられる。１セットの濾液出口手段２８が、マニホールド１１に設けら

50

れ、一方、第2のセットの濾液出口手段29が、マニホールド47に設けられる。濾液出口手段28および29は、濾液導管路46によって濾液出口17および21に接続される。濾過要素40は、液体入口手段15に連通する穴48と、濾液出口手段28および29に連通する穴50とを含む。

【0020】

図5を参照すると、濾過要素40は、濾液スパーサー59と、フィルタ層53と、濃縮液スパーサー60と、第2の濾液スパーサー（図示せず）を備えかつ導管路46（図4）に接触することができるフィルタ層62とを含む。矢印61によって表される供給液体は、層62の穴48を通してスパーサー60内に進む。液体の一部は、矢印64によって表されるようにスパーサー60を通して水平に、かつ、矢印66によって表されるようにフィルタ53を通して垂直に進む。流入液体の残りの部分は、矢印68によって表されるように上方に進み、フィルタ層53の穴48、濾液スパーサー59の穴48を通り、次に隣接する濾過部材（図示せず）内に進み、濾過要素40を参照して上述したように進行する。濾液は穴50内に進み、矢印70および72によって示されるように、濾液出口手段21（図4）へ向けた方向に進む。穴48と穴50とは交互である。濃縮液は、矢印64によって表されるように濃縮液スパーサー60を横断し、穴50を通り濃縮液出口手段19（図4）へ進む。

【0021】

図6を参照すると、本発明の濾過構造物の膜層は、供給液ポート86および透過液ポート88を形成するために離間される、膜要素80、82および84から形成される。要素80は、膜層90、TPC92、スパーサー層94、熱可塑性シール部分96、および熱可塑性シール部分98から形成される。膜要素82は、膜層107、熱可塑性シール部分98、スパーサー層100、熱可塑性シール部分102、および熱可塑性シール部分104から形成される。膜要素84は、膜層106、熱可塑性シール部分108、および熱可塑性シール部分110から形成される。

【0022】

図7を参照すると、スパーサー層が、2つの膜要素80の間に配置決めされる。スパーサー層114は、2つの膜要素82の間に配置される。スパーサー層116は、2つの膜要素84の間に配置される。

【0023】

図8を参照すると、熱可塑性シール部分98が熱可塑性シール118と一緒に結合される。熱可塑性シール部分104は熱可塑性シール120と一緒に結合される。熱可塑性シール部分110は熱可塑性シール124と一緒に結合される。

【0024】

本発明の構造物に対する封止は、図9、10、および11を参照して説明される。図8に示される膜とスパーサー要素との積層は、間に差し挟まれたスパーサー130で垂直に配置される。熱可塑性エンドプレート132、134、および136が、熱可塑性材料および弾性のある熱可塑性エラストマー140から形成される。弾性のある熱可塑性エラストマー140は、熱可塑性エンドプレート132、134、および136へヒートシールするかまたは超音波結合することによって封止されるように構成される。そのような材料はよく知られており、オハイオ州アークロン（Akron, Ohio）のアドバンスト・エラストマー・システムズL.P.（Advanced Elastomer Systems, L.P.）が販売のサントプレーン（登録商標）（SANTOPRENE）ポリマー、好ましくは8000シリーズと、マサチューセッツ州レオミニスター（Leominster, MA）のDSMサーモプラスチック・エラストマー社（DSM Thermoplastic Elastomer, Inc.）が販売のサーリンク（登録商標）（SARLINK）ポリマー、好ましくは4155バージョン、すなわち、ポリプロピレン熱可塑性エラストマーと、発泡剤を含んだ（典型的には0.5から約2.0%）ポリプロピレンとを含む。

【0025】

加えて、弾性のある熱可塑性エラストマー 140 は、圧力プレート（図示せず）と協働するように配置され、本発明の濾過構造物の垂直高さにわたって圧力をかける。

【0026】

図 10 に示されるように、膜およびスペーサーの積層の周囲は、注型または射出成形によって、熱可塑性外側ハウジング 142 と一緒に封止される。最終ステップで、隣接して配置された熱可塑性構造物 92 および 98（図 8）は、放射封止 144 で一緒に封止される。封止手段 144 は、放射封止、超音波封止、または直接接触を含むことができる。封止手段 144 は、開口 150 および 152 を封止するのを防止するために、スペーサー 146 および 148 から十分に離して配置され、そのため、導管 86 とスペーサー 148 およびスペーサー 152 との間に流体連通を行うことができる。加えて、濾液導管 88 は、
10
スペーサー 154 および 156 に選択的に連通する。このようにして、供給液および濃縮液と濾液の混合は防止される。

【0027】

図 12 を参照すると、濾過装置 160 は、流体供給用の入口 162 および 164 と、濃縮液用の出口 166 および 168 と、透過液用の出口 170 および 172 とを有する。図 12 において、類似して構成された断面は、同一の要素を参照する。濾過装置 160 は、外側シェル 174 と、封止エラストマー 176 と、供給液スクリーン 178 と、透過液スクリーン 180 と、膜 182 とを含む。

【0028】

認識されるように、本発明の構成要素の構成、およびそれらを一緒に封止する方法によって、直接ヒートシールされた装置で可能であるよりも薄い材料を構成要素に使用することが可能になる。これによって、構成要素の間に最小厚さを課す接着剤の必要性も排除される。この結果として、濾過モジュールの所与の容量内に存在することができる層の数が増加し、それによって、モジュールの濾過能力を望ましく増加する。本発明は、濾過構造物の外部容積の 1 立方メートル（ m^3 ）につき少なくとも 300 平方メートル（ m^2 ）の活性膜フィルタ面積の充填密度を提供することができ、これは、先行技術の装置では利用できなかったものである。

【0029】

加えて、構成要素およびそれらを一緒に形成するプロセスは、複数の組立ステップの必要性を排除することができ、複数構成要素の装置を 1 ステップで組み立てることを可能にするため、望ましい。あるいは、他の知られているプロセスに比較して、サブアセンブリの数およびそれらを作るのに必要なステップを減少することができ、直接結合技術では発生することがある膜損傷の可能性を排除する。

【0030】

さらに、本発明の製品は、先行技術の装置と比較して、有意に減少した抽出物レベルを有することができる。図 13 を参照すると、本発明のモジュールの構造物に使用された材料、および先行技術のモジュールの構造物に使用された材料が検査され、そのような装置の典型的なクリーニング溶液でその抽出物のレベルを評価した。検査を行って、材料を吸い取るかまたは吸収し、その後それらの材料を放出する材料の能力を決定した。使用において、これは結果として、汚染を製品の 1 つのバッチから次のバッチへ持ち込む可能性がある。
40
この現象は、一般に業界では抽出物と称される。

【0031】

検査されるべき各個別の材料から作られた同一表面積の試料から作られ、均一な表面積を備えた試料を生成した。熱可塑性材料および熱硬化性材料用に、直径 1.125 インチ（2.8575 cm）× 厚さ 0.25 インチ（1.27 cm）の寸法のディスクが成形され、0.00185 平方メートルの表面積を生成した。膜、不織支持体、およびスクリーン等の厚さ 0.025 インチ（1.27 cm）未満の材料では、試料は 47 mm の円形ディスクに切断され、0.0035 平方メートルの表面積を生成した。

【0032】

各試料は、個別に 75 ml の酢酸 / 亜リン酸検査溶液に 24 時間浸漬された。この試験

10

20

30

40

50

に使用された酸溶液は、1.8%酢酸および1.1%リン酸であった。浸漬後、試料は、濾過した脱イオン水で簡単に濯がれ、試料の表面から全ての残留溶液を除去した。各試料は次いで、抽出のために個別に50mlの濾過した脱イオン水に浸漬された。水の試料は、6時間後および24時間後に取られ、酢酸イオンおよび亜リン酸イオンのレベルに関してイオンクロマトグラフィによって分析された。イオンのレベルは、 mg/m^2 に標準化された。上述の期間浸漬した後に存在する酢酸イオンおよび亜リン酸イオンのレベルは、構造物の材料から残留酸が水内に放出されたことを例証する。これは、材料が使用において放出することができる汚染のレベルに対応する。適切な材料は、上述の検査方法によって検査されるときに、材料の 1m^2 につき抽出される汚染物が250mg未満の材料である。より好適な材料およびそれらの材料から作られる装置は、上述の検査方法によって検査されるときに、材料の 1m^2 につき抽出される汚染物が200mg未満であった。

10

【0033】

発泡剤入りのまたは発泡剤無しのポリプロピレン、およびポリプロピレン熱可塑性エラストマーの使用は、容認可能な低抽出レベルを提供したが、ポリウレタン（先行技術のモジュールで使用されるような）は、容認可能な低抽出レベルを提供しなかった。

【0034】

図14a、14b、および14cを参照すると、本発明の濾過モジュールを形成するのに使用することができる、濾過要素の代替セットが示される。濾過要素190および192は、交互の層に一方が他方の上に垂直に積み重ねられる。各濾過要素190および192は、2つの膜194および196と、多孔性スクリーン198と、2つのTPCタブ200および202または204および206を含む。濾過要素190は、2つのTPCタブ207を含み、これらは、加熱要素（図示せず）がポート208を通して延在するときに、互いに融合される。加熱要素を制御して、タブ207を選択的に溶融し、それらを一緒に融合させる。濾過要素192には、タブ207がなく、TPCの融合は加熱要素によっては行われない。このようにして、交互の濾過要素190および192の積層において、濾過要素192内を進む液体用の交互の通路が設けられる。濾過要素192には、開口端にTPCタブが設けられ、濾過要素190の対向する端にはTPCタブはない。このようにして、濾過要素192の対向する端（図示せず）は阻止され、一方、濾過要素190の対向する端は、開口して別のポート（図示せず）に連通する。

20

【 図 1 】

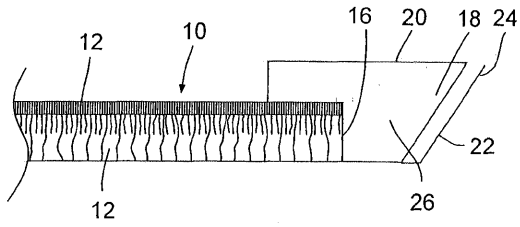


Fig. 1

【 図 2 】

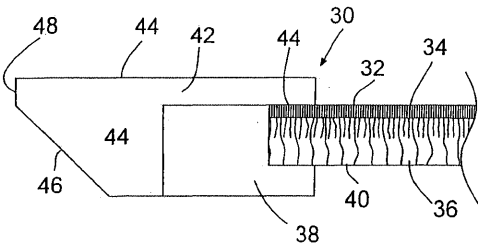


Fig. 2

【 図 4 】

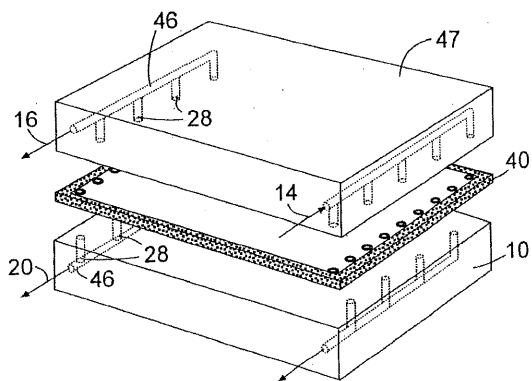


Fig. 4

【 図 3 】

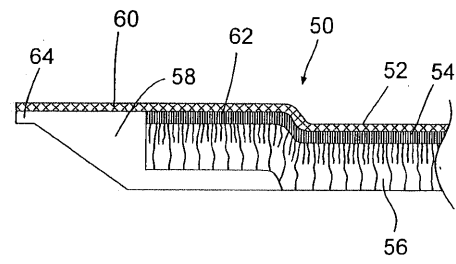


Fig. 3

【 図 5 】

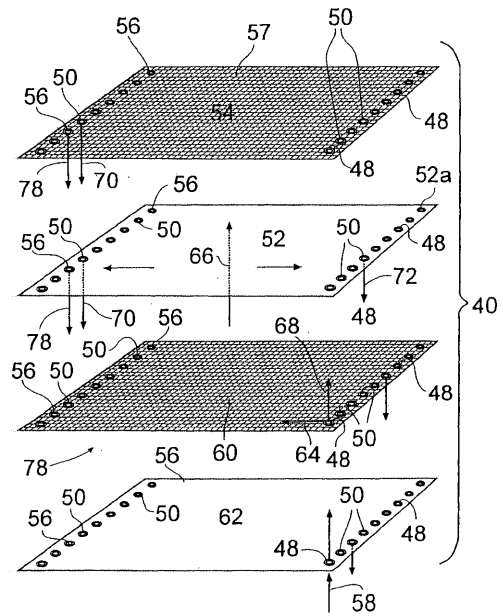
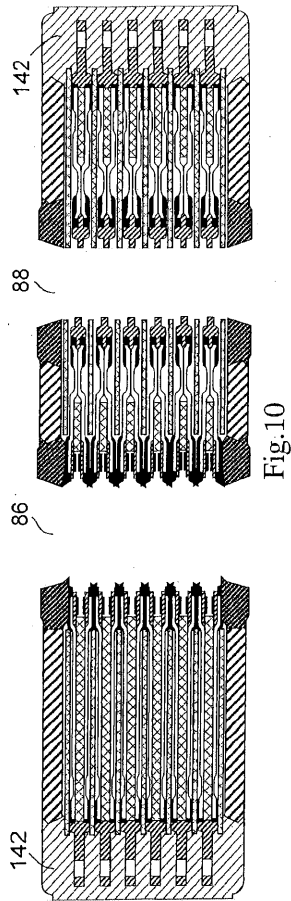
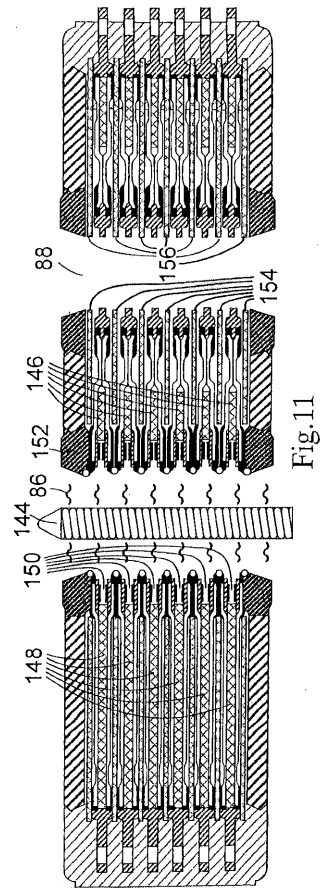


Fig. 5

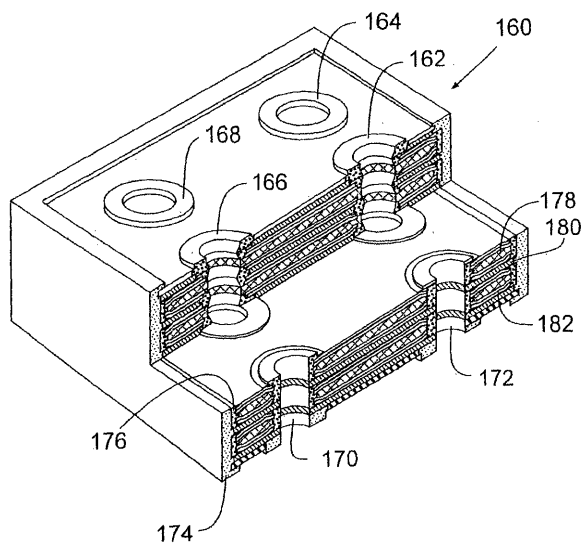
【図 10】



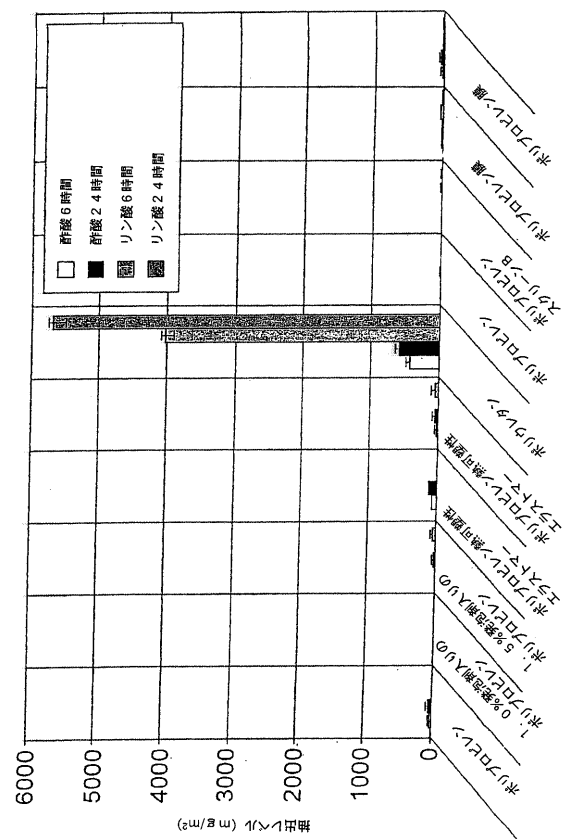
【図 11】



【図 12】



【図 13】



【図 1 4 a】

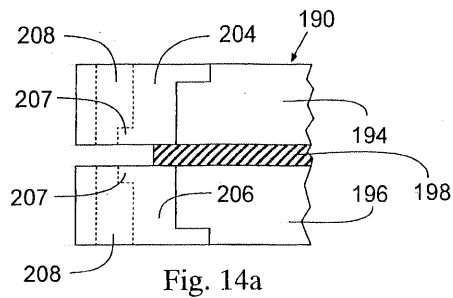


Fig. 14a

【図 1 4 b】

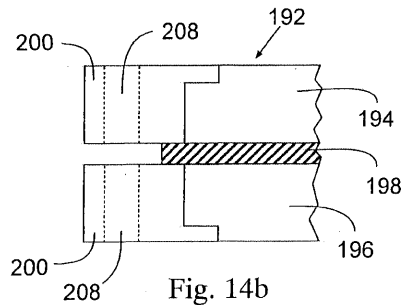


Fig. 14b

【図 1 4 c】

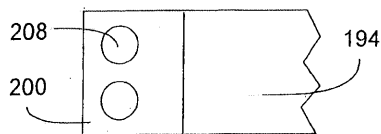


Fig. 14c

【手続補正書】

【提出日】平成21年10月30日(2009.10.30)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液体成分の濾過を行うための膜濾過装置に関し、供給液体が装置内に導入され、濾液ストリーム、および任意に濃縮液（retentate）ストリームが、装置から取り出される。より詳細には、本発明は、ポリマー成分の射出成形および間接ヒートシールによって形成され、かつ選択的に封止される接線方法流濾過装置、またはデッドエンド膜濾過装置に関する。

【背景技術】

【0002】

本発明以前には、液体は、マニホールド間に積み重ねられるか、またはマニホールドプレートに個別に封止される、複数のフィルタモジュール内で濾過されていた。各モジュールは、スクリーン等の適切な数のスペーサー層によって分離された1つまたは複数のフィルタ層を含み、供給液体が装置内に流れ込み、かつ濾液が装置から流れ出るのを可能にする。モジュール内での濾過は、接線方向流濾過（TFF）プロセスとして行われてもよく、流入する供給液体は、膜表面に接して流れ、濃縮液および濾液を形成する。あるいは、濾過は、法線方向流濾過（NFF）としても識別されるデッドエンドモードとして行われてよく、すべての流入供給液体が、膜フィルタを通して進み、固体および他の残滓は膜フ

フィルタ上に保持される。この後者のモードでは、濾液のみが回収される。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

現在では、濾液ストリームは、エポキシ、ウレタン、またはシリコン等の注封接着、溶剤結合、または直接ヒートシールを使用する封止技術によって、膜濾過装置内で供給液ストリームから封止される。接線方向流濾過装置の場合には、濾液ストリームは、供給液ストリームおよび濃縮液ストリームから封止される。接着剤は、化学的相溶性が限られており、有意な抽出可能な種の供給源であり、接着剤が装置内で所与の容積の領域を占めるときに、フィルタユニット内で所与の容積のすべてを使用する能力が限られ、プロセス制御を困難にし、結合強度限定を課し、使用温度限定を課し、プロセスサイクル時間を増加するため、接着剤は望ましくない。封止を形成するように流れる材料に加熱要素が接触する直接ヒートシールは、その使用が、ヒートシールされる材料の厚さに最小限定を課するため、望ましくない。この結果として、濾過モジュールの所与の量に存在することができる層の数が減少し、それによってモジュールの濾過能力を望ましくなく減少する。加えて、直接ヒートシールは、複数のステップを必要とし、材料の相溶性限定を課し、一般に、濾過要素の直接ヒートシールを行うために基板を使用し、膜を損傷する可能性があるため、望ましくない。溶剤結合は、溶剤が、環境問題およびプロセス変動性を課し、一方、潜在的に有用なポリマーがその溶剤化特性によって限定されるため、望ましくない。

【0004】

加えて、濾過されている供給流体の一部を吸収し、かつ/または吸着する、ポリシリコンまたはポリウレタン系の材料等の材料を使用することは、吸収された材料がその後濾過された材料内に脱着されそれらを汚染するため、望ましくない。

【0005】

米国特許第5,429,742号には、複数の濾過膜が中に成形される熱可塑性フレームを具備する、フィルタカートリッジが開示されている。熱可塑性フレームが成形されて、流体経路を提供し、濾過された流体をフィルタカートリッジから取り出す前に、濾過されるべき流入流体が膜を通して進むことを確実にする。フレームは、膜への流体経路および膜からの流体経路を形成することができるよう、十分に厚い。隣接する膜が比較的厚いスペーサー部材によって分離されるため、フィルタカートリッジの単位容積当たりの膜面積は、望ましくなく低い。

【0006】

したがって、複数の濾過要素を使用し、接着剤、溶剤結合、または直接ヒートシールを使用せずに層が適切に封止される、複数層濾過装置を提供することが望ましい。さらに、濾過装置の容積に対し多数の濾過層を含み、積層に形成することができ、外部フィルタ容積に対する少なくとも $300\text{ m}^2/\text{m}^3$ の活性膜の充填密度を有する、接線方向流濾過装置またはデッドエンド濾過装置を提供することが望ましい。加えて、濾過装置の容積に対し多数の濾過層を含み、積層に形成することができ、積層内に液体流路を画定するために適切に封止することができる、接線方向流濾過装置またはデッドエンド濾過装置を提供することが望ましい。さらに、濾過されている材料の吸収（および吸着）およびその後の脱着を最小限にするかまたは排除する材料から形成された、そのような濾過装置を提供することが望ましい。そのような濾過装置は、高い濾過能力を提供し、装置の複数使用を可能にしながら、濾液汚染問題を最小限にするかまたは排除する。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、濾過装置の外部容積 1 m^3 につき少なくとも 300 m^2 の活性膜面積の充填密度を有する、熱可塑性濾過装置を提供する。加えて、実施形態によっては、装置は、濾過の前または後のいずれかに、抽出物材料が実質的にない成分から形成される。本明細書で使用されるように、「抽出物が実質的にない」という用語は、1つまたは複数の酸を含む検査溶液で浸漬され、次いで脱イオン水内に入れられ、いずれの吸収されたまたは吸着

された酸を浸出させるように浸漬することが可能であるときに、材料 1 m^2 につき抽出された汚染物が 250 mg 未満であることを意味する。

【0008】

濾過装置は、膜とスペーサーとの積層から形成され、これらは、濾過装置の垂直高さにわたって交互に配置され、下記により完全に説明される方法で封止される。

【0009】

加えて、本発明は、ポリマー多孔性膜の封止を促進しながら、膜の熱的劣化または機械的劣化を避ける方法で、熱可塑性ポリマー成分で封止される濾過要素から形成される濾過装置を提供する。多孔性ポリマー膜の選択的封止は、2ステッププロセスで行われ、各膜の端は、熱可塑性ポリマー成分で封止され、熱可塑性ポリマー成分を膜に留める。隣接して配置された膜上の熱可塑性ポリマー成分の選択された層は、次いで、交互に配置された膜およびスペーサーの積層を通して流体流路を画定するために、互いに対して封止される。画定された流体流路は、濾過されるべき流体が、濾過装置から取り出される前に膜を通して進むことを確実にする。封止は、単一ステップとして行うことができ、交互に配置された膜およびスペーサーの積層が、放射エネルギーを受け、それが選択された層の加熱を行い、それによって所望の封止を行う。あるいは、交互に配置された膜およびスペーサーの所望の積層が、所望の構成で封止されるまで、封止は、順次、膜およびスペーサーの単一セットで行うことができる。

【0010】

加えて、本発明は、装置のポートに隣接する外側表面領域が、圧力下で変形する熱可塑性エラストマーから形成される、濾過装置を提供する。そのような表面構成によって、外側表面領域に実質的な力を加えることができ、それによって、そのような圧力を加えることによって、濾過ポートを効果的に封止することができる。

【0011】

本発明によれば、複数の間隔をおいた膜と、液体が通って流れるのを促進する通路または開口を有する複数のスペーサー層とを含む、デッドエンド濾過装置(NFF)または接線方向流濾過装置(TFF)が提供される。NFF濾過装置には、少なくとも1つの供給液ポートと、少なくとも1つの濾液ポートとが設けられる。接線方向流濾過装置には、少なくとも1つの供給ポート液と、少なくとも1つの濾液ポートと、少なくとも1つの濃縮液ポートとが設けられる。膜層およびスペーサー層は、選択されたパターンで濾過装置の垂直高さにわたって交互である。膜層およびスペーサー層の選択的封止は、2ステッププロセスで行われる。第1のステップでは、膜、または複合膜たとえばスクリーン層に支持された膜等を具備することができる各膜層の端部分に、熱可塑性ポリマー成分の薄い層が成形される。熱可塑性ポリマー成分は、モジュールを介して所望の流体流れを行うパターンに成形される。このようにして処理された膜およびスペーサー層は、次いで、供給液ポートおよび濾液ポートと、接線方向流モジュールの場合には濃縮液ポートとを予備的に形成する方法で、積み重ねられる。膜層に予備的に封止される熱可塑性ポリマー成分の間接ヒートシールの最終ステップが、次いで選択的に行われ、モジュール内の濾液から供給液および濃縮液を分離する、流体流れ通路を形成する。接線方向流濾過装置の場合には、積層内の液体流れは、供給液入口および濃縮液出口を濾液出口から封止することによって確実にされる。濾過装置の外側部分が、次いでインサート成形によって形成される。インサート成形は、射出成形用金型内に積層を配置し、溶融されたポリマー成分を金型内に射出して、使用中に最終膜濾過装置内の所望の液体流れを確実にする方法で封止を行うことによって、達成される。濾液を受け入れるスペーサー層は、積層内に延在する供給液ポートからのプラスチック成分によって封止され、そのため、供給液は、濾液スペーサー層に入る前に膜層を通して進まなければならない。加えて、供給液を受け入れるように構成された供給液ポートに隣接するスペーサー層は、供給液通路に液体連通したままである。濃縮液または濾液のいずれかを受け入れる通路も、積層内に延在する。濃縮液を受け入れる通路は、濾液スペーサー層から封止され、供給液ポートに流体連通するスペーサー層に流体連通する。通路は、膜を通して延在することができるか、または、少なくとも膜の周囲の

部分に封止される熱可塑性タブを通して延在することができる。濾液を受け入れる単数または複数のポートは、供給液または濃縮液を受け入れるスペーサー層から封止され、濾液を受け入れるスペーサー層に流体連通する。積層も、供給スペーサー層に入る供給液体が、濾液スペーサー層に入る前に膜を通して進まなければならないような方法で、膜に封止される。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

【図 1】本発明の変更された膜構造物の側面図である。

【図 2】本発明の代替の変更された膜構造物の側面図である。

【図 3】本発明の代替の変更された膜構造物の側面図である。

【図 4】本発明の接線方向流濾過モジュールを通る流体流れの図である。

【図 5】本発明の接線方向流装置を通る流体流れの図である。

【図 6】本発明の濾過装置を形成するのに使用される変更された膜の側面図である。

【図 7】図 8 に示される濾過モジュールを形成するのに使用される、2 つの膜および 1 つのスペーサー層の側面図である。

【図 8】本発明の濾過モジュールの側面図である。

【図 9】本発明の濾過装置を形成するのに使用される、濾過およびハウジング要素の分解断面図である。

【図 10】濾過装置の最終形成ステップの前の、本発明の濾過要素の最終位置を例示する断面図である。

【図 11】本発明の濾過装置を形成する最終ステップを例示する断面図である。

【図 12】本発明の濾過装置の部分断面斜視図である。

【図 13】様々なポリマー成分の相対抽出物レベルを示すグラフである。

【図 14 a】本発明の濾過モジュールを作るのに有用な膜構造物の側面図である。

【図 14 b】本発明の濾過モジュールを作るのに有用な膜構造物の側面図である。

【図 14 c】図 14 a および図 14 b の膜構造物の上面図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 3 】

本発明は、供給液から、または供給液および濃縮液から濾液の分離を行うために、積み重ねられた構成で選択的に封止することができる濾過膜要素を使用する。濾過膜要素は、その一方の縁が熱可塑性ポリマー成分に結合された膜層を具備する。好ましくは、結合された熱可塑性ポリマー成分は、上面および底面を有し、上面および底面は、互いに向けて収束し、端領域または先端領域を形成するように構成される。端領域または先端領域は、放射熱エネルギーか、または、端によって吸収され熱エネルギーに変換される超音波エネルギー等の非放射熱エネルギーを吸収するように構成される。そのようなエネルギーにさらされるときに、端または先端は、熱可塑性ポリマー成分の本体よりも先に優先的に溶融する。この特徴によって、溶融した熱可塑性ポリマー成分が流れる方向を制御することができ、次に、封止されるべき濾過装置の選択領域を制御することができる。加熱は、加熱されたロッド等の加熱された要素に接触することによって行うこともできる。

【 0 0 1 4 】

濾過膜要素は、互いに対して 1 つずつ封止されることができるか、または、1 ステッププロセスで所望の構成に互いに対して封止することができ、一方、本発明の濾過膜要素の積層内に配置される。

【 0 0 1 5 】

本発明の濾過モジュールを形成するのに有用な濾過膜要素は、熱可塑性ポリマー成分 (TPC) を濾過膜の縁または周囲に封止することによって、濾過膜の端を変更することによって形成される。(TPC) 表面は、隣接する (TPC) 表面に封止することができ、スペーサーと交互である膜の積層内で交互に配置されたスペーサーの封止を行うように、封止を行う。封止は、いずれの所与の膜が一方の縁で封止され、反対側の縁で開口するように行われる。スクリーン等の開口層によって分離された隣接して配置された膜は、反対

側の縁に封止される。この構成によって、膜の積層の開口層に入る供給液ストリームが、濾液として集められる前に膜を通して進むことを確実にする。このように操作することによって、濾液が、供給液ストリームまたは濃縮液ストリームと混合することが防止される。

【0016】

図1を参照すると、膜が、表皮12と表皮12よりも多孔性の層14とを有する、限外濾過膜10であるときの、本発明の濾過モジュールを形成するのに有用な変更された膜構造物が示される。端16はTPC18に結合され、そのため膜10は、TPC18によって端16で封止される。TPC18は、先端24を形成するように収束する上面20および底面22を有するように構成される。先端24は、先端24からTPCの本体26へ溶解を行うために、放射エネルギーまたは超音波エネルギー等のエネルギーを集中するように機能する。しかし、TPCは、収束表面を有する必要がなく、たとえば、平らな端または湾曲した端等を有することを理解すべきである。収束表面の構成は、TPCの先端で放射エネルギーまたは超音波エネルギーを効果的に集中するため、収束表面を有するTPCは、好適である。

【0017】

図2を参照すると、複合膜30を使用する本発明の代替濾過モジュールの構造が示され、膜は、多孔性の低い表皮すなわち少ない多孔性の構造物32と、表皮32よりも多くの開口孔を有する容積34と、スパンポリプロピレンファイバ等のより開口の層から形成されている支持層36とを含む。複合膜30は、複合膜30の底面40へ成形された第1の成形部分38と、複合膜30の第2の成形部分42とを含む。第2の成形部分42は、先端領域48内へ収束する底面46および上面49を含む。先端表面48は、放射熱または超音波エネルギー等のエネルギーにさらされるときに、TPCの本体44より優先して溶解する。

【0018】

図3を参照すると、本発明の濾過モジュールを形成するのに有用な代替の膜が示され、最適なTPCに結合するのに困難を呈する膜が示される。複合膜51は、表皮55と、多孔性本体54と、TPC58に結合される多孔性支持体56とを含む。表皮55は、グリセリン充填層等のその成分のため、または多孔性が低いため、結合されるのが困難でありうる。結合を改良するために、多孔性スクリーン60を表皮55の上面に配置して、溶解したTPC58を吸収することができ、それによって、表皮52への結合作用を改良する。先端64は、上述のようにエネルギーを集めるように機能し、TPC58を選択的に溶解し、これを隣接する層のTPCへ選択的に融合させる。この選択的融合によって、流体が先端64を通り過ぎて流れるのを阻止する。

【0019】

図4を参照すると、マニホールドを含む濾過モジュールが示される。濾過要素40が、マニホールド47とマニホールド11との間に配置される。マニホールド47には、供給液入口15と濾液出口17とが設けられる。マニホールド11には、濾液出口21と濃縮液出口19とが設けられる。1セットの濾液出口手段28が、マニホールド11に設けられ、一方、第2のセットの濾液出口手段29が、マニホールド47に設けられる。濾液出口手段28および29は、濾液導管路46によって濾液出口17および21に接続される。濾過要素40は、液体入口手段15に連通する穴48と、濾液出口手段28および29に連通する穴50とを含む。

【0020】

図5を参照すると、濾過要素40は、濾液スパーサー59と、フィルタ層53と、濃縮液スパーサー60と、第2の濾液スパーサー（図示せず）を備えかつ導管路46（図4）に接触することができるフィルタ層62とを含む。矢印61によって表される供給液体は、層62の穴48を通してスパーサー60内に進む。液体の一部は、矢印64によって表されるようにスパーサー60を通して水平に、かつ、矢印66によって表されるようにフィルタ53を通して垂直に進む。流入液体の残りの部分は、矢印68によって表されるよ

うに上方に進み、フィルタ層 53 の穴 48、濾液スパーサー 59 の穴 48 を通り、次に隣接する濾過部材（図示せず）内に進み、濾過要素 40 を参照して上述したように進行する。濾液は穴 50 内に進み、矢印 70 および 72 によって示されるように、濾液出口手段 21（図 4）へ向けた方向に進む。穴 48 と穴 50 とは交互である。濃縮液は、矢印 64 によって表されるように濃縮液スパーサー 60 を横断し、穴 56 を通り濃縮液出口手段 19（図 4）へ進む。

【0021】

図 6 を参照すると、本発明の濾過構造物の膜層は、供給液ポート 86 および透過液ポート 88 を形成するために離間される、膜要素 80、82 および 84 から形成される。要素 80 は、膜層 90、TPC 92、スパーサー層 94、熱可塑性シール部分 96、および熱可塑性シール部分 98 から形成される。膜要素 82 は、膜層 107、熱可塑性シール部分 98、スパーサー層 100、熱可塑性シール部分 102、および熱可塑性シール部分 104 から形成される。膜要素 84 は、膜層 106、熱可塑性シール部分 108、および熱可塑性シール部分 110 から形成される。

【0022】

図 7 を参照すると、スパーサー層 112 が、2 つの膜要素 80 の間に配置決めされる。スパーサー層 114 は、2 つの膜要素 82 の間に配置される。スパーサー層 116 は、2 つの膜要素 84 の間に配置される。

【0023】

図 8 を参照すると、熱可塑性シール部分 98 が熱可塑性シール 118 と一緒に結合される。熱可塑性シール部分 104 は熱可塑性シール 120 と一緒に結合される。熱可塑性シール部分 110 は熱可塑性シール 124 と一緒に結合される。

【0024】

本発明の構造物に対する封止は、図 9、10、および 11 を参照して説明される。図 8 に示される膜とスパーサー要素との積層は、間に差し挟まれたスパーサー 130 で垂直に配置される。熱可塑性エンドプレート 132、134、および 136 が、熱可塑性材料および弾性のある熱可塑性エラストマー 140 から形成される。弾性のある熱可塑性エラストマー 140 は、熱可塑性エンドプレート 132、134、および 136 へヒートシールするかまたは超音波結合することによって封止されるように構成される。そのような材料はよく知られており、オハイオ州アークロン（Akron, Ohio）のアドバンスト・エラストマー・システムズ L.P.（Advanced Elastomer Systems, L.P.）が販売のサントプレーン（登録商標）（SANTOPRENE）ポリマー、好ましくは 8000 シリーズと、マサチューセッツ州レオミニスター（Leominster, MA）の DSM サーマプラスティック・エラストマー社（DSM Thermoplastic Elastomer, Inc.）が販売のサーリンク（登録商標）（SARLINK）ポリマー、好ましくは 4155 バージョン、すなわち、ポリプロピレン熱可塑性エラストマーと、発泡剤を含んだ（典型的には 0.5 から約 2.0%）ポリプロピレンとを含む。

【0025】

加えて、弾性のある熱可塑性エラストマー 140 は、圧力プレート（図示せず）と協働するように配置され、本発明の濾過構造物の垂直高さにわたって圧力をかける。

【0026】

図 10 に示されるように、膜およびスパーサーの積層の周囲は、注型または射出成形によって、熱可塑性外側ハウジング 142 と一緒に封止される。最終ステップで、隣接して配置された熱可塑性構造物 92 および 98（図 8）は、放射封止 144 で一緒に封止される。封止手段 144 は、放射封止、超音波封止、または直接接触を含むことができる。封止手段 144 は、開口 150 および 152 を封止するのを防止するために、スパーサー 146 および 148 から十分に離して配置され、そのため、導管 86 とスパーサー 148 およびスパーサー 152 との間に流体連通を行うことができる。加えて、濾液導管 88 は、スパーサー 154 および 156 に選択的に連通する。このようにして、供給液および濃縮

液と濾液の混合は防止される。

【0027】

図12を参照すると、濾過装置160は、流体供給用の入口162および164と、濃縮液用の出口166および168と、透過液用の出口170および172とを有する。図12において、類似して構成された断面は、同一の要素を参照する。濾過装置160は、外側シェル174と、封止エラストマー176と、供給液スクリーン178と、透過液スクリーン180と、膜182を含む。

【0028】

認識されるように、本発明の構成要素の構成、およびそれらを一緒に封止する方法によって、直接ヒートシールされた装置で可能であるよりも薄い材料を構成要素に使用することが可能になる。これによって、構成要素の間に最小厚さを課す接着剤の必要性も排除される。この結果として、濾過モジュールの所与の容量内に存在することができる層の数が増加し、それによって、モジュールの濾過能力を望ましく増加する。本発明は、濾過構造物の外部容積の1立方メートル(m^3)につき少なくとも300平方メートル(m^2)の活性膜フィルタ面積の充填密度を提供することができ、これは、先行技術の装置では利用できなかったものである。

【0029】

加えて、構成要素およびそれらを一緒に形成するプロセスは、複数の組立ステップの必要性を排除することができ、複数構成要素の装置を1ステップで組み立てることを可能にするため、望ましい。あるいは、他の知られているプロセスに比較して、サブアセンブリの数およびそれらを作るのに必要なステップを減少することができ、直接結合技術では発生することがある膜損傷の可能性を排除する。

【0030】

さらに、本発明の製品は、先行技術の装置と比較して、有意に減少した抽出物レベルを有することができる。図13を参照すると、本発明のモジュールの構造物に使用された材料、および先行技術のモジュールの構造物に使用された材料が検査され、そのような装置の典型的なクリーニング溶液でその抽出物のレベルを評価した。検査を行って、材料を吸い取るかまたは吸収し、その後それらの材料を放出する材料の能力を決定した。使用において、これは結果として、汚染を製品の1つのバッチから次のバッチへ持ち込む可能性がある。この現象は、一般に業界では抽出物と称される。

【0031】

検査されるべき各個別の材料から作られた同一表面積の試料から作られ、均一な表面積を備えた試料を生成した。熱可塑性材料および熱硬化性材料用に、直径1.125インチ(2.8575cm)×厚さ0.25インチ(1.27cm)の寸法のディスクが成形され、0.00185平方メートルの表面積を生成した。膜、不織支持体、およびスクリーン等の厚さ0.025インチ(1.27cm)未満の材料では、試料は47mmの円形ディスクに切断され、0.0035平方メートルの表面積を生成した。

【0032】

各試料は、個別に75mlの酢酸/亜リン酸検査溶液に24時間浸漬された。この試験に使用された酸溶液は、1.8%酢酸および1.1%リン酸であった。浸漬後、試料は、濾過した脱イオン水で簡単に濯がれ、試料の表面から全ての残留溶液を除去した。各試料は次いで、抽出のために個別に50mlの濾過した脱イオン水に浸漬された。水の試料は、6時間後および24時間後に取りられ、酢酸イオンおよび亜リン酸イオンのレベルに関してイオンクロマトグラフィによって分析された。イオンのレベルは、 mg/m^2 に標準化された。上述の期間浸漬した後に存在する酢酸イオンおよび亜リン酸イオンのレベルは、構造物の材料から残留酸が水内に放出されたことを例証する。これは、材料が使用において放出することができる汚染のレベルに対応する。適切な材料は、上述の検査方法によって検査されるときに、材料の 1m^2 につき抽出される汚染物が250mg未満の材料である。より好適な材料およびそれらの材料から作られる装置は、上述の検査方法によって検査されるときに、材料の 1m^2 につき抽出される汚染物が200mg未満であった。

【 0 0 3 3 】

発泡剤入りのまたは発泡剤無しのポリプロピレン、およびポリプロピレン熱可塑性エラストマーの使用は、容認可能な低抽出レベルを提供したが、ポリウレタン（先行技術のモジュールで使用されるような）は、容認可能な低抽出レベルを提供しなかった。

【 0 0 3 4 】

図 1 4 a、1 4 b、および 1 4 c を参照すると、本発明の濾過モジュールを形成するのに使用することができる、濾過要素の代替セットが示される。濾過要素 1 9 0 および 1 9 2 は、交互の層に一方が他方の上に垂直に積み重ねられる。各濾過要素 1 9 0 および 1 9 2 は、2 つの膜 1 9 4 および 1 9 6 と、多孔性スクリーン 1 9 8 と、2 つの T P C タブ 2 0 0 または 2 0 4 を含む。濾過要素 1 9 0 は、2 つの T P C タブ 2 0 7 を含み、これらは、加熱要素（図示せず）がポート 2 0 8 を通って延在するときに、互いに融合される。加熱要素を制御して、タブ 2 0 7 を選択的に溶融し、それらを一緒に融合させる。濾過要素 1 9 2 には、タブ 2 0 7 がなく、T P C の融合は加熱要素によっては行われない。このようにして、交互の濾過要素 1 9 0 および 1 9 2 の積層において、濾過要素 1 9 2 内を進む液体用の交互の通路が設けられる。濾過要素 1 9 2 には、開口端に T P C タブが設けられ、濾過要素 1 9 0 の対向する端には T P C タブはない。このようにして、濾過要素 1 9 2 の対向する端（図示せず）は阻止され、一方、濾過要素 1 9 0 の対向する端は、開口して別のポート（図示せず）に連通する。

【 手 続 補 正 2 】

【 補 正 対 象 書 類 名 】 特 許 請 求 の 範 囲

【 補 正 対 象 項 目 名 】 全 文

【 補 正 方 法 】 変 更

【 補 正 の 内 容 】

【 特 許 請 求 の 範 囲 】

【 請 求 項 1 】

供給液入口ポートと、少なくとも 1 つの透過液ポートと、濃縮液ポートとを有する濾過膜構造物を形成するための方法であって、

複数の流体透過可能なスペーサー層および複数の膜フィルタ層の積層を形成するステップを含み、前記スペーサー層は、垂直方向に前記フィルタ層と交互に配置され、方法がさらに、

前記フィルタ層に留められた熱可塑性部分を、前記ポート内に延在する前記フィルタ層の端に提供するステップであって、前記少なくとも 1 つの透過液ポートの液体が、前記供給液ポートの液体および前記濃縮液ポートの液体と混合しないように、前記熱可塑性部分が溶融されるときに、交互に配置されたスペーサー層の封止が、前記供給液入口ポートと前記少なくとも 1 つの透過液ポートと前記濃縮液ポートとにおいてもたらされるような構成で提供するステップと、

前記供給液ポートにおける前記熱可塑性部分を同時に、または前記少なくとも 1 つの透過液ポートの 1 つにおける前記熱可塑性部分を同時に、または前記濃縮液ポートにおける前記熱可塑性部分を同時に、ヒートシールするステップとを含む、方法。

【 請 求 項 2 】

加熱が、放射加熱要素を前記ポートの 1 つに延在させ、前記加熱要素にエネルギーを供給して、前記ポートにおける熱可塑性リングのすべてを加熱することによって行われる、請求項 1 に記載の方法。

【 請 求 項 3 】

弾性のある熱可塑性樹脂成分から形成された外側周囲表面を有する流体導管を有する、請求項 1 に記載の方法。

【 請 求 項 4 】

フィルタ構造物が、前記フィルタ構造物の外部容積の 1 立方メートル（ m^3 ）につき少なくとも 3 0 0 平方メートル（ m^2 ）の活性膜フィルタ面積の充填密度を有し、前記フィルタは、浸漬された材料の 1 平方メートル（ m^2 ）につき抽出された汚染物が 2 5 0 m g

未満であることを特徴とする材料から作られる、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

抽出された汚染物のレベルが、材料を酢酸／亜リン酸検査溶液に 24 時間浸漬し、濾過した脱イオン水で簡単に濯いで試料の表面から全ての残留溶液を除去し、次いで、抽出用の濾過した脱イオン水に浸漬し、水の試料が、6 時間および 24 時間後に取られ、酢酸イオンおよび亜リン酸イオンのレベルに関してイオンクロマトグラフィによって分析され、かつ検出されたイオンのレベルが mg / m^2 に標準化されることによって得られる、請求項 4 に記載の方法。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】全図

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 1】

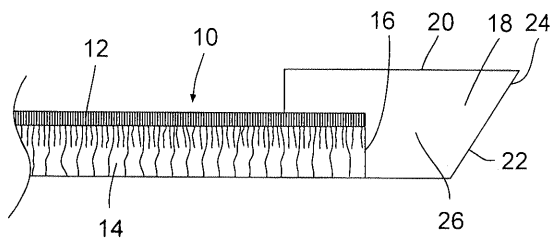


Figure 1

【図 2】

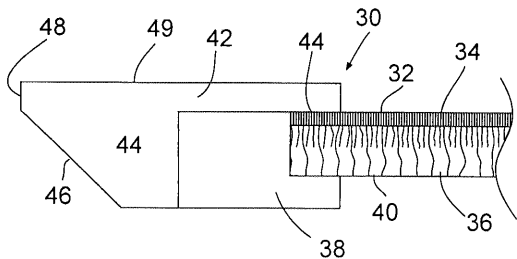


Figure 2

【図 3】

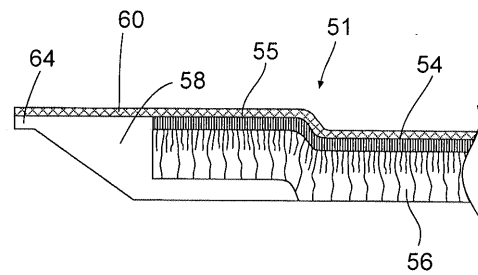


Figure 3

【 図 4 】

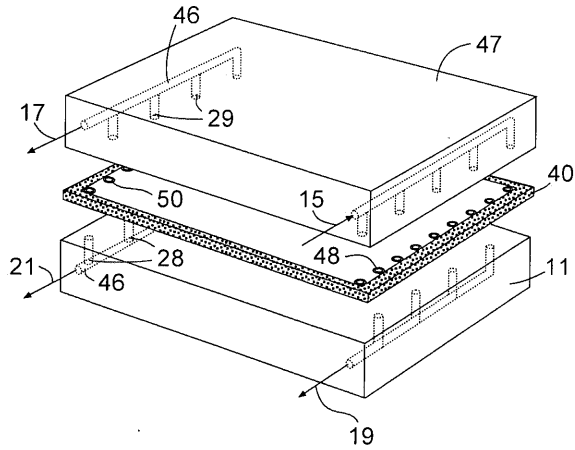


Figure 4

【 図 5 】

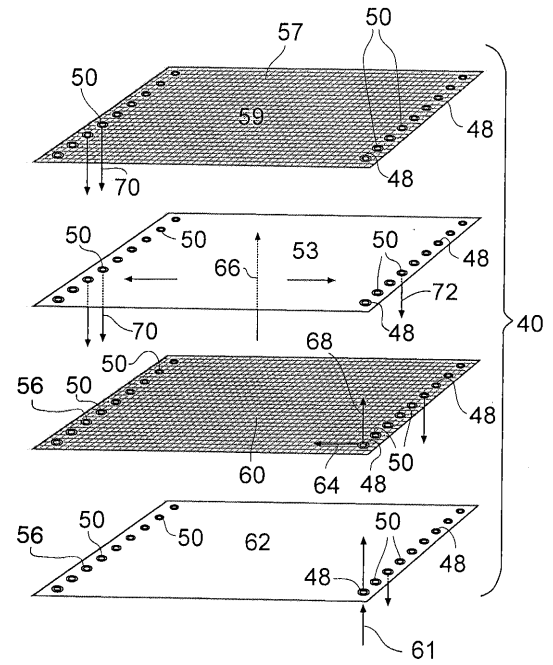


Figure 5

【 図 6 】

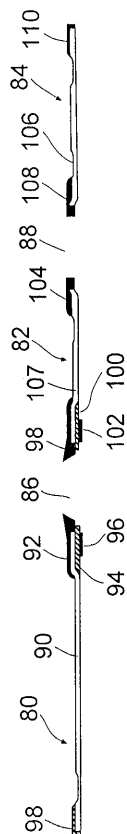


Figure 6

【 図 7 】

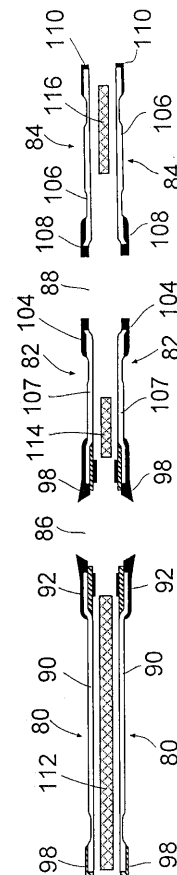


Figure 7

【図 8】

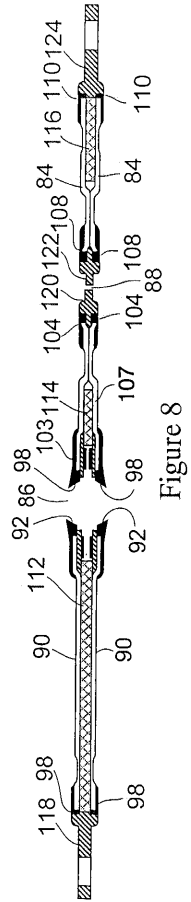


Figure 8

【図 9】

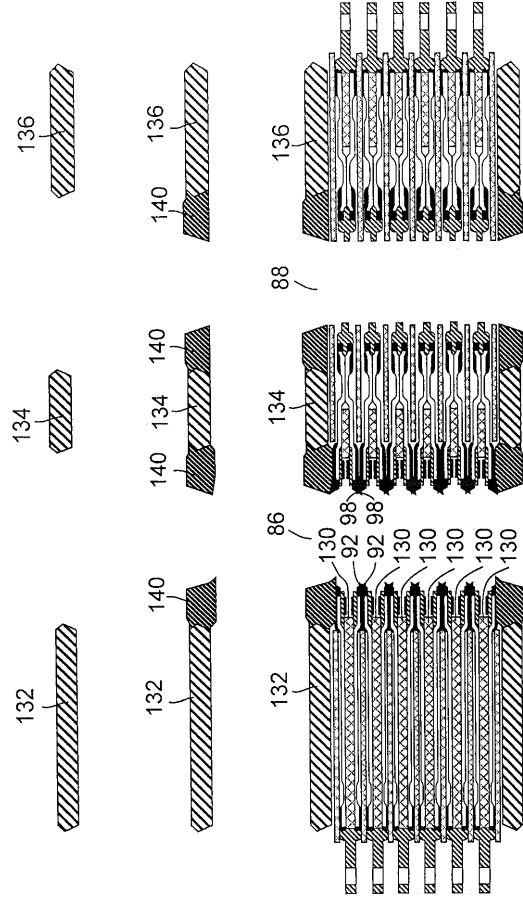


Figure 9

【図 10】

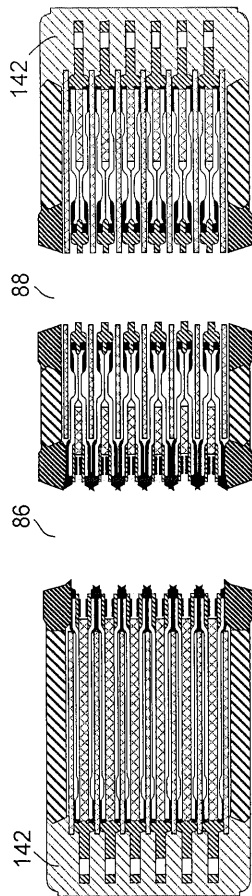


Figure10

【図 11】

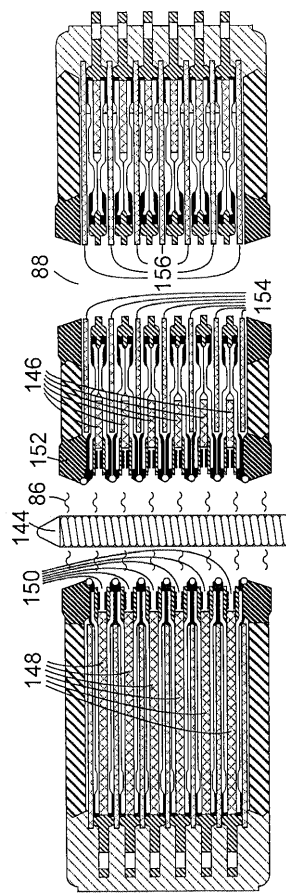


Figure11

フロントページの続き

(74)代理人 100103920

弁理士 大崎 勝真

(74)代理人 100124855

弁理士 坪倉 道明

(72)発明者 ステイブン・アール・パール

アメリカ合衆国、ニュー・ハンプシャー・03062、ナシユア、スピンドルウイック・ドライブ
・78

(72)発明者 マーク・イー・チスホルム

アメリカ合衆国、マサチューセッツ・02113、ボストン、セーラム・ストリート・157、ナ
ンバー・3

(72)発明者 ウエイン・エス・メルル

アメリカ合衆国、ニュー・ハンプシャー・03038、デリー、デビー・テラス・5

Fターム(参考) 4D006 GA02 HA42 JA05A JA06A JA07A JA07C JA08A JA08C JA15A JA15C

JA19A JA19C JA22C JA25A JA25C JB07 LA06 MA03 MA06 MB20

MC23

【 外国語明細書 】

Specification**Title of Invention****FILTRATION MODULE**

This invention relates to a membrane filtration apparatus for effecting filtration of a liquid composition wherein a feed liquid is introduced into the apparatus and a filtrate stream and, optionally a retentate stream are removed from the apparatus. More particularly, this invention relates to a tangential flow membrane filtration apparatus or dead ended membrane filtration apparatus that is formed and selectively sealed by injection molding and indirect heat sealing of a polymeric composition.

BACKGROUND OF THE INVENTION

Prior to the present invention, liquids have been filtered within a plurality of filter modules that are stacked between manifolds or individually sealed to a manifold plate. Each module includes a one or more filter layers separated by appropriate number of spacer layers, such as screens, to permit liquid feed flow into the apparatus as well as filtrate flow from the apparatus. Filtration within the module can be conducted as a tangential flow filtration (TFF) process wherein incoming feed liquid is flowed tangentially over a membrane surface to form a retentate and a filtrate. Alternatively, filtration can be conducted as a dead end mode otherwise identified as normal flow filtration (NFF) wherein all incoming feed liquid is passed through a membrane filter with retention of solids and other debris on the membrane filter. In this latter mode only a filtrate is recovered.

At the present time, a filtrate stream is sealed from a feed stream within a membrane filtration apparatus by sealing techniques utilizing potting adhesives such as epoxies, urethanes or silicones, solvent bonding or direct heat sealing. In the case of a tangential flow filtration apparatus, a filtrate stream is sealed from a feed stream and a retentate stream. Adhesives are undesirable since they have limited chemical compatibility, are a source of significant extractable species, limits the ability to utilize all of the given volume in a filter unit as the adhesives take up a given volume of area in the device, introduce process control difficulties, impose bond strength limitations, impose use temperature limitations, and increase process cycle time. Direct heat sealing wherein a heating element contacts a material that flows to form a seal is undesirable since its use imposes a minimal limitation upon the thickness of the material being heat sealed. This results in a reduction of the number of layers that can be present in a given volume of the

filtration module, thereby undesirably reducing the filtration capacity of the module. In addition, direct heat sealing is undesirable because it requires multiple steps, imposes material compatibility limitations, and typically utilizes a substrate to effect direct heat sealing of filtration elements and can cause membrane damage. Solvent bonding is undesirable since solvents impose environmental issues and process variability while potentially useful polymers are limited by their solvation characteristics.

In addition, the use of materials such as polysilicone or polyurethane based materials which absorb and/or adsorb a portion of a feed fluid being filtered is undesirable since the absorbed material will desorb into subsequently filtered materials and contaminate them.

U.S. Patent 5,429,742 discloses a filter cartridge comprising a thermoplastic frame into which are molded a plurality of filtration membranes. The thermoplastic frame is molded to provide fluid pathways that assure incoming fluid to be filtered will be passed through a membrane prior to removing filtered fluid from the filter cartridge. The frame is sufficiently thick so that fluid pathways to and from the membranes can be formed. Since adjacent membranes are separated by relatively thick spacer members, membrane area per unit volume of the filter cartridge is undesirably low.

Accordingly, it would be desirable to provide a multilayer filtration apparatus which utilizes a plurality of filtration elements wherein the layers are appropriately sealed without the use of adhesive, solvent bonding or direct heat sealing. Moreover, it would be desirable to provide a tangential flow or a dead ended filtration apparatus containing a large number of filtration layers per volume of filtration apparatus which can be formed into a stack and which has packing density of active membrane to external filter volume of at least $300\text{m}^2/\text{m}^3$. In addition, it would be desirable to provide a tangential flow or a dead ended filtration apparatus containing a large number of filtration layers per volume of filtration apparatus which can be formed into a stack and which can be appropriately sealed to define liquid flow paths within the stack. Furthermore, it would be desirable to provide such a filtration apparatus formed of a material which minimizes or eliminates absorption (also adsorption) and subsequent desorption of a material being filtered. Such a filtration apparatus would provide a high filtration capacity and would permit multiple uses of the apparatus while minimizing or eliminating filtrate contamination problems.

SUMMARY OF THE INVENTION

The present invention provides a thermoplastic filtration apparatus having a packing density of at least 300 m^2 of active membrane area / m^3 external volume of filtration apparatus. Additionally, in some embodiments, the device is formed of compositions which are substantially

free of extractable materials either prior to or subsequent to filtration. As used herein, the phrase "substantially free of extractables" means less than 250 mg of extracted contamination per m² of material when soaked with a test solution containing one or more acids and then placed into deionized water and allowed to soak to cause any adsorbed or absorbed acid to leach out.

The filtration apparatus is formed of a stack of membranes and spacers that are alternatively positioned through the vertical height of the filtration apparatus and are sealed in a manner more fully described below.

In addition, the present invention provides a filtration apparatus formed of filtration elements that are sealed with a thermoplastic polymeric composition in a manner that promotes sealing to a polymeric porous membrane while avoiding thermal or mechanical degradation of the membrane. Selective sealing of the porous polymeric membrane is effected in a two step process wherein an end of each membrane is sealed with a thermoplastic polymeric composition to secure the thermoplastic polymeric composition to the membrane. Selected layers of thermoplastic polymeric compositions on adjacently positioned membranes then are sealed to each other in order to define fluid flow paths through the stack of alternately positioned membranes and spacer layers. The defined fluid flow paths assure that fluid to be filtered passes through a membrane prior to being removed from the filtration apparatus. Sealing can be effected as a single step wherein a stack of alternately positioned membranes and spacers are subjected to radiant energy which effects heating of selected layers thereby to effect the desired sealing. Alternatively, sealing can be effected of a single set of a membrane and a spacer sequentially until a desired stack of alternately positioned membranes and spacers is sealed in the desired configuration.

In addition, the present invention provides a filtration apparatus wherein the outside surface areas adjacent ports of the apparatus are formed of a thermoplastic elastomer that deforms under pressure. Such a surface configuration permits application of substantial force on the outside surface areas thereby to provide effective sealing at the filtration ports by application of such pressure.

In accordance with this invention, a dead ended (NFF) or tangential flow filtration (TFF) apparatus is provided which includes a plurality of spaced-apart membranes and a plurality of spacer layers having channels or openings that promote liquid flow therethrough. The NFF filtration apparatus is provided with at least one feed port and at least one filtrate port. The tangential flow filtration apparatus is provided with at least one feed port, at least one filtrate port and at least one retentate port. Membrane layers and spacer layers are alternated through the vertical height of the filtration apparatus in selected patterns. Selective sealing of the membrane layers and the spacer layers is effected in a two step process. In a first step, a thin layer of a

thermoplastic polymeric composition is molded onto end portions of each membrane layer that can comprise a membrane or a composite membrane, such as a membrane supported on a screen layer. The thermoplastic polymer composition is molded in a pattern which effects desired fluid flow through the modules. The thus treated membranes and spacer layers are then stacked in a manner to preliminarily form a feed port, a filtrate port and, in the case of a tangential flow module, a retentate port. The final step of indirect heat sealing of thermoplastic polymeric composition preliminarily sealed to the membrane layers then is selectively effected to form fluid flow channels that separate feed and retentate from filtrate within the module. In the case of a tangential flow filtration apparatus, liquid flow within the stack is assured by sealing the feed inlet and the retentate outlet from the filtrate outlet. The outer portion of the filtration apparatus is then formed by insert molding. Insert molding is accomplished by positioning the stack within an injection mold and injecting the molten polymeric composition into the mold to effect sealing in a manner that assures the desired liquid flow within the final membrane filtration apparatus during use. The spacer layers that accept filtrate are sealed by the plastic composition from a feed port extending into the stack so that the feed must pass through a membrane layer prior to entering a filtrate spacer layer. In addition, the spacer layers adjacent to the feed port that are designated to accept feed remain in liquid communication with the feed channel. Channels that accept either retentate or filtrate also extend into the stack. The channels that accept retentate are sealed from the filtrate spacer layers and are in fluid communication with the spacer layers that are also in fluid communication with the feed port. The channels can extend through the membranes or through thermoplastic tabs that are sealed to at least a portion of the periphery of the membranes. The port or ports that accept filtrate are sealed from the spacer layers that accept feed or retentate and are in fluid communication with the spacer layers that accept filtrate. The stack is also sealed in a manner so that liquid feed entering the feed spacer layers must pass through a membrane before entering a filtrate spacer layer.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

Fig. 1 is a side view of a modified membrane structure of this invention.

Fig. 2 is a side view of an alternative modified membrane structure of this invention.

Fig. 3 is a side view of an alternative modified membrane structure of this invention.

Fig. 4 illustrates fluid flow through a tangential flow filtration module of this invention.

Fig. 5 illustrates fluid flow through a tangential flow apparatus of this invention.

Fig. 6 is a side view of a modified membrane utilized to form the filtration apparatus of this invention.

Fig. 7 is a side view of two membranes and one spacer layer utilized to form the filtration modules shown in Fig. 8.

Fig. 8 is a side view of filtration modules of this invention.

Fig. 9 is an exploded cross sectional view of filtration and housing elements utilized to form the filtration apparatus of this invention.

Fig. 10 is a cross sectional view illustrating a final position of filtrate elements of this invention prior to a final forming step for the filtration apparatus.

Fig. 11 is a cross sectional view illustrating the final step in forming filtration apparatus of this invention.

Fig. 12 is a perspective view in partial cross-section of a filtration apparatus of this invention.

Fig. 13 is a graph showing the relative extractable levels of a variety of polymeric compositions.

Fig. 14a is a side view of a membrane construction useful for making a filtration module of this invention.

Fig. 14b is a side view of a membrane construction useful for making a filtration module of this invention.

Fig. 14c is a top view of the membrane construction of Figs. 14a and 14b.

DESCRIPTION OF SPECIFIC EMBODIMENTS

The present invention utilizes filtration membrane elements that can be selectively sealed in a stacked configuration to effect separation of filtrate from feed or feed and retentate. The filtration membrane element comprises a membrane layer having one edge thereof bonded to a thermoplastic polymeric composition. Preferably, the bonded thermoplastic polymeric composition has a top surface and a bottom surface configured so that they converge toward each other and form an end or tip area. The end or tip area is configured so that it absorbs radiant heat energy or a non-heat energy such as ultrasonic energy which is absorbed by the end and converted to heat energy. When exposed to such energy, the end or tip preferentially melts prior to the main body of the thermoplastic polymeric composition. This feature permits control of the direction that the molten thermoplastic polymeric composition flows that, in turn, permits controlling selective areas of a filtration apparatus to be sealed. Heating also can be effected by contact with a heated element such as a heated rod.

The filtration membrane elements can be sealed one-by-one to each other or can be sealed to each other in a desired configuration in a one-step process while positioned in a stack of filtration membrane elements of this invention.

The filtration membrane elements useful for forming the filtration module of this invention are formed by modifying an end of a filtration membrane by sealing a thermoplastic polymeric

composition (TPC) to an edge or perimeter of the filtration membrane. The (TPC) surfaces can be sealed to adjacent (TPC) surfaces to effect sealing in a manner that effects sealing of alternatively positioned spacers in a stack of membranes alternating with spacers. Sealing is effected so that any given membrane is sealed on one edge and open on an opposing edge. Adjacently positioned membranes separated by an open layer such as a screen are sealed on opposite edges. This arrangement assures that a feed stream entering an open layer in a stack of membranes passes through a membrane prior to being collected as filtrate. By operating in this manner, mixing of filtrate with either a feed stream or retentate stream is prevented.

Referring to Fig 1, a modified membrane structure useful for forming the filtration module of this invention is shown when the membrane is an ultrafiltration membrane 10 having a skin 12 and a layer 14 more porous than the skin 12. The end 16 is bonded to a TPC 18 so that the membrane 10 is sealed at the end 16 by the TPC 18. The TPC 18 is configured to have a top surface 20 and a bottom surface 22 which converge to form tip 24. The tip 24 functions to concentrate energy such as radiant or ultrasonic energy to effect melting from tip 24 to the body 26 of the TPC. However, it is to be understood that the TPC need not have converging surfaces and for example, have a flat end or a curved end or the like. A TPC having converging surfaces is preferred since such a surface configuration effectively concentrates radiant or ultrasonic energy at the tip of the TPC.

Referring to Fig. 2, the construction of an alternative filtration module of the present invention utilizing a composite membrane 30 is shown wherein the membrane includes a low porosity skin or tight porous structure 32, a volume 34 having more open pores than skin 32 and a support layer 36 being formed from a more open layer such as spun polypropylene fiber. The composite membrane 30 includes a first molding section 38 that is molded to the bottom surface 40 of composite membrane 30 and a second molding section 42 of composite membrane 30. Second molding section 42 includes bottom surface 46 and top surface 49 which converge into tip area 48. Tip surface 48 preferentially melts when exposed to energy such as radiant heat or ultrasonic energy over the body 44 of the TPC.

Referring to Fig. 3, an alternative membrane useful for forming the filtration module of this invention is shown wherein a membrane is shown which presents difficulty in bonding to the TPC of choice. The composite membrane 51 includes a skin 55, a porous body 54 and a porous support 56 is bonded to the TPC 58. The skin 55 can be difficult to be bonded by virtue of its composition such as a glycerin filled layer, or by virtue of its low porosity. To improve bonding, a porous screen 60 can be positioned on the top surface of the skin 55 to effect absorption of molten

TPC 58, thereby to improve bonding function to skin 52. The tip 64 functions to concentrate energy as described above to effect selective melting of the TPC 58 selectively fuse it to the TPC on adjacent layer. This selective fusion blocks fluid flow past tip 64.

Referring to Fig. 4, a filtration module including the manifold is shown. A filtration element 40 is positioned between manifold 47 and manifold 11. Manifold 47 is provided with feed inlet 15 and filtrate outlets 17. Manifold 11 is provided with filtrate outlet 21 and retentate outlet 19. One set of filtrate outlet means 28 is provided on the manifold 11 while a second set of filtrate outlet means 29 is provided on the manifold 47. The filtrate outlet means 28 and 29 are connected to filtrate outlets 17 and 21 by filtrate conduit paths 46. The filtration element 40 includes holes 48 which communicate with liquid inlet means 15 and holes 50 which communicate with filtrate outlet means 28 and 29.

Referring to Fig. 5, the filtration element 40 includes a filtrate spacer 59, a filter layer 53, a retentate spacer 60 and a filter layer 62 with a second filtrate spacer (not shown) and which can contact conduit paths 46 (Fig. 4). The liquid feed represented by arrow 61 passes through holes 48 in layer 62 into spacer 60. A portion of the liquid passes horizontally through spacer 60, as represented by arrow 64 and vertically through filter 53 as represented by arrow 66. The remaining portion of the incoming liquid passes upwardly as represented by arrow 68, through holes 48 in filter layer 53, holes 48 in filtrate spacer 59 and into the next adjacent filtration member (not shown) wherein it proceeds as described above with reference to filtration element 40. The filtrate passes into holes 50 and passes in a direction as shown by arrows 70 and 72 toward filtrate outlet means 21 (Fig. 4). Hole 48 alternates with holes 50. The retentate passes across retentate spacer 60 as represented by arrow 64, through holes 50 and to retentate outlet means 19 (Fig. 4).

Referring to Fig. 6, a membrane layer of the filtration construction of this invention is formed from membrane elements 80, 82 and 84 which are spaced apart to form a feed port 86 and a permeate port 88. The element 80 is formed from membrane layer 90, a TPC 92, a spacer layer 94, a thermoplastic seal section 96 and a thermoplastic seal section 98. Membrane element 82 is formed from membrane layer 107, thermoplastic seal section 98, spacer layer 100, thermoplastic seal section 102 and thermoplastic seal section 104. Membrane element 84 is formed from membrane layer 106, thermoplastic seal section 108 and thermoplastic seal section 110.

Referring to Fig. 7, a spacer layer is positioned between two membrane elements 80. A spacer layer 114 is positioned between two membrane elements 82. A spacer layer 116 is positioned between two membrane elements 84.

Referring to Fig. 8, thermoplastic seal sections 98 are joined together with a thermoplastic

seal 118. Thermoplastic seal sections 104 are joined together with thermoplastic seal 120. Thermoplastic seal sections 108 are joined together with thermoplastic seal 122. Thermoplastic seal sections 110 are joined together with thermoplastic seal 124.

Sealing to the construction of this invention will be described with reference to Figs. 9, 10 and 11. A stack of the membrane and spacer elements shown in Fig. 8 are vertically positioned with spacers 130 interposed there between. Thermoplastic endplates 132, 134 and 136 are formed from a thermoplastic material and a resilient thermoplastic elastomer 140. The resilient thermoplastic elastomer 140 is adapted to be sealed such as by heat sealing or ultrasonic bonding to the thermoplastic end plates 132, 134 and 136. Such materials are well known and include SANTOPRENE® polymers, preferably the 8000 series, available from Advanced Elastomer Systems, L.P. of Akron, Ohio and SARLINK® polymers, preferably the 4155 version, a polypropylene thermoplastic elastomer available from DSM Thermoplastic Elastomers, Inc. of Leominster, MA and polypropylene with a blowing agent, (typically from 0.5 to about 2.0%).

In addition, resilient thermoplastic elastomer 140 is positioned to cooperate with a pressure plate (not shown) to exert pressure through the vertical height of the filtration construction of this invention.

As shown in Fig. 10, the periphery of the stack of membranes and spacers is sealed together with a thermoplastic outer housing 142 by casting or injection molding. In a final step, adjacently positioned thermoplastic constructions 92 and 98 (Fig. 8) are sealed together with radiant seal 144. Sealing means 144 can comprise a radiant seal, an ultrasonic seal or direct contact. Sealing means 144 is positioned sufficiently far from spacers 146 and 148 so as to prevent sealing of openings 150 and 152 so that fluid communication can be effected between conduit 86, spacers 148 and spacers 152. In addition, filtrate conduit 88 is in selective communication with spacers 154 and 156. In this manner, mixing of feed and retentate filtrate is prevented.

Referring to Fig. 12, the filtration apparatus 160 having inlets 162 and 164 for fluid feed, outlets 166 and 168 for retentate and outlets 170 and 172 for permeate. In Fig. 12, like designed cross-sections refer to the same element. The filtration apparatus 160 includes an outer shell 174, a sealing elastomer 176, a feed screen 178, a permeate screen 180 and a membrane 182.

As can be appreciated, the design of the components of the present invention and the method of sealing them together allows one to use thinner materials for the components than is possible with direct heating sealed devices. It also eliminates the need for adhesives which also impose a minimum thickness between the components. This results in an increase in the number of layers that can be present in a given volume of the filtration module, thereby desirably

increasing the filtration capacity of the module. The present invention is capable of providing a packing density of at least 300 square meters (m^2) of active membrane filter area per cubic meter (m^3) of external volume of said filter construction, something that has not been available with the prior art devices.

In addition, the components and the process for forming them together is desirable as it can eliminate the need for multiple assembly steps allowing one to assemble a multicomponent device in one step. Alternatively, it allows one to reduce the number of subassemblies and the steps needed to make them as compared to the other known processes and it eliminates the potential for membrane damage as can occur with direct bonding techniques.

Further, the product of the present invention can have a significantly reduced level of extractables as compared to devices of the prior art. Referring to Fig. 13, the materials used in the construction of the modules of the present invention as well as the those used in the construction of prior art modules were tested to evaluate their level of extractables with typical cleaning solutions for such devices. The test was conducted to determine the ability of a material to take up or absorb materials and to subsequently release them. In use, this may result in carry over contamination from one batch of product to the next. This phenomenon is commonly referred to in the industry as extractables.

Samples of identical surface area were made from each individual material to be tested were made to produce samples with uniform surface area. For the thermoplastics and thermoset materials, disks of dimensions of 1.125 inch (2.8575 cm) diameter by 0.25 inch (1.27 cm) thickness were molded to produce 0.00185 square meters of surface area. For materials of less than 0.025 inch (1.27 cm) thickness such as the membranes, non-woven supports and screens, the samples were cut into circular disks of 47 mm to produce 0.0035 square meter of surface area.

Each sample was soaked individually in 75ml of the acetic /phosphorous acid test solution for 24 hours. The acid solution used in this study was 1.8% acetic acid and 1.1% phosphoric acid.

After soaking, the samples were briefly rinsed with filtered deionized water to remove any residual solution from the surface of the samples. Each sample was then individually soaked in 50ml of filtered deionized water for extraction. Samples of the water were taken after 6 and 24 hours and analyzed via ion chromatography for the level of acetate and phosphorous ions. The levels of ions were normalized to mg/m^2 . The level of acetate and phosphorous ions present after the described periods of soaking demonstrates the release of residual acid from the material of construction into the water. This corresponds to the level of contamination that the material is capable of releasing in use. Suitable materials are those that have less than 250 mg of extracted

contamination per m² of material when tested by the above described test method. More preferred materials and devices made from them had less than 200 mg of extracted contamination per m² of material when tested by the above described test method

The use of polypropylene with or without a blowing agent and polypropylene thermoplastic elastomers provided acceptably low extraction levels while polyurethane (as is used in the prior art modules) did not provide acceptably low extraction levels.

Referring to Figs. 14a, 14b and 14c, an alternative set of filtration elements is shown which can be utilized to form the filtration module of this invention. The filtration elements 190 and 192 are stacked vertically one upon the other in alternate layers. Each filtration element 190 and 192 includes two membranes 194 and 196, a porous screen 198 and two TPC tabs 200 and 202 or 204 and 206. The filtration element 190 includes two TPC tabs 207 which are fused to each other when a heating element (not shown) is extended through the port 208. The heating element is controlled to selectively melt tabs 207 causing them to fuse together. Filtration element 192 is free of tabs 207 and fusion of TPC is not effected by the heating element. Thus, in a stack of alternating filtration elements 190 and 192 alternating passageways for a liquid to pass into a filtration element 192 are provided. The filtration element 192 is provided with TPC tabs on an open end to that shown which the opposing end of filtration element 190 is free of the TPC tabs. Thus, the opposing ends (not shown) of the filtration elements 192 are blocked while the opposing end of filtration element 190 are open to communication with another port (not shown).

Claims

1. A filter construction having a packing density of at least 300 square meters (m^2) of active membrane filter area per cubic meter (m^3) of external volume of said filter construction.
2. The filter construction of claim 1 wherein the filter is constructed of materials characterized by less than 250 mg of extracted contamination per square meter (m^2) of wetted material.
3. The filter construction of claim 1 having fluid conduits having outer peripheral surfaces formed from a resilient thermoplastic resin composition.
4. The process for forming a filtration membrane construction having a feed inlet port, at least one permeate port and a retentate port which comprises:
 - forming a stack of a plurality of fluid permeable spacer layers and a plurality of membrane filter layers wherein said spacer layers are positioned alternately with said filter layers in a vertical direction,
 - providing thermoplastic sections secured to said filter layers to each end of said filter layers extending into said ports in a configuration such that when said sections are melted, sealing of alternately positioned spacer layers in said feed inlet port, said at least one permeate port and said retentate port are effected such that liquid in said at least one permeate port is not admixed with liquid in said feed port and in said retentate port,
 - and heat sealing said thermoplastic sections in said feed port simultaneously, in one of said at least one permeate ports simultaneously or in said retentate port simultaneously.
5. The process of claim 4 wherein said heating is effected by extending a radiant heating element in one of said ports and energizing said heating elements to effect heating of all of said thermoplastic rings in said port.
6. A filter construction having a packing density of at least 300 square meters (m^2) of active membrane filter area per cubic meter (m^3) of external volume of said filter construction and the filter is constructed of materials characterized by less than 250 mg of extracted contamination per square meter (m^2) of wetted material.

7. The filter construction of claim 6 wherein the extracted contamination level is obtained by soaking the material in a solution of acetic /phosphorous acid test solution for 24 hours, rinsed with filtered deionized water to remove any residual solution from the surface of the samples, then soaked in filtered deionized water for extraction with samples of the water being taken after 6 and 24 hours and analyzed via ion chromatography for the level of acetate and phosphorous ions and the levels of ions detected are normalized to mg/m^2 .

1. Abstract

A filter construction (160) is provided having a packing density of at least 300 square meters of active membrane filter area per cubic meter of external volume of said filter construction, said filter constructed of materials characterized by less than 250 mg of extracted contamination per m^2 of wetted material.

2. Representative Drawing

Fig. 1 2

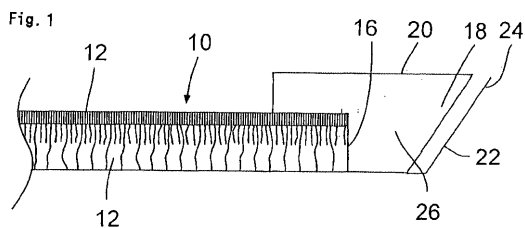


Fig. 1

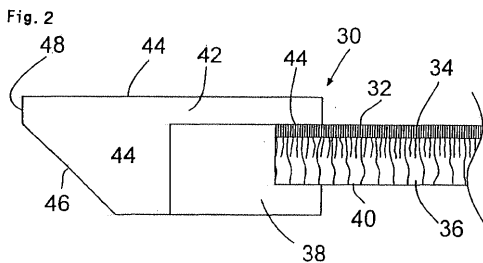


Fig. 2

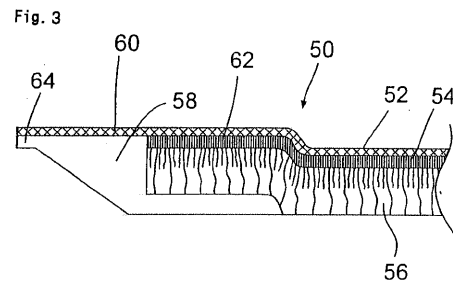


Fig. 3

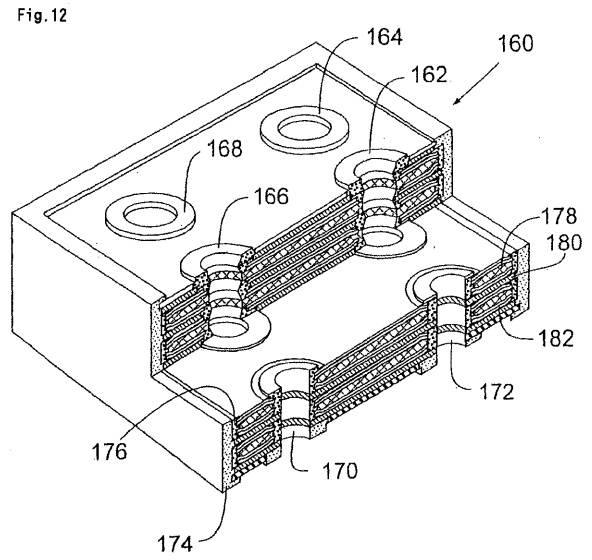
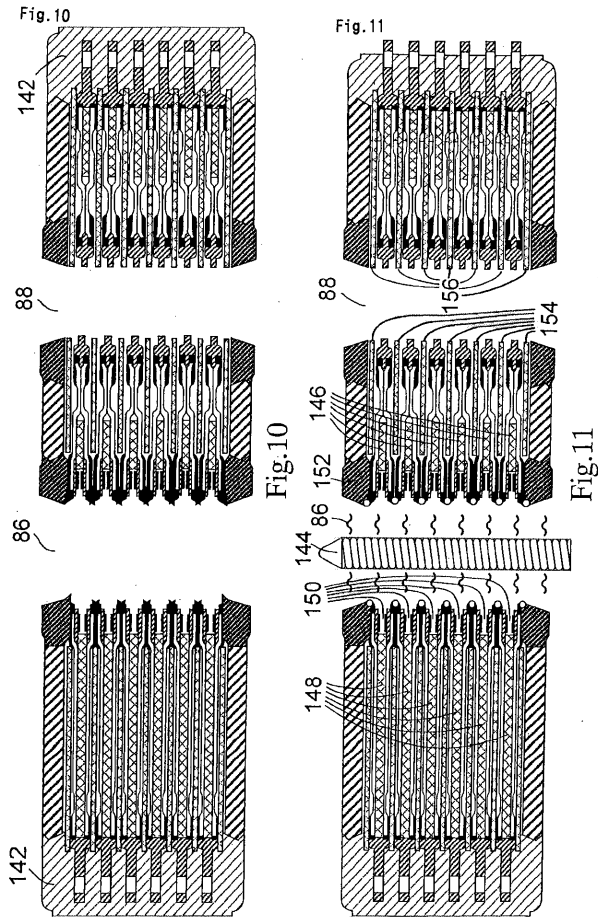


Fig. 12

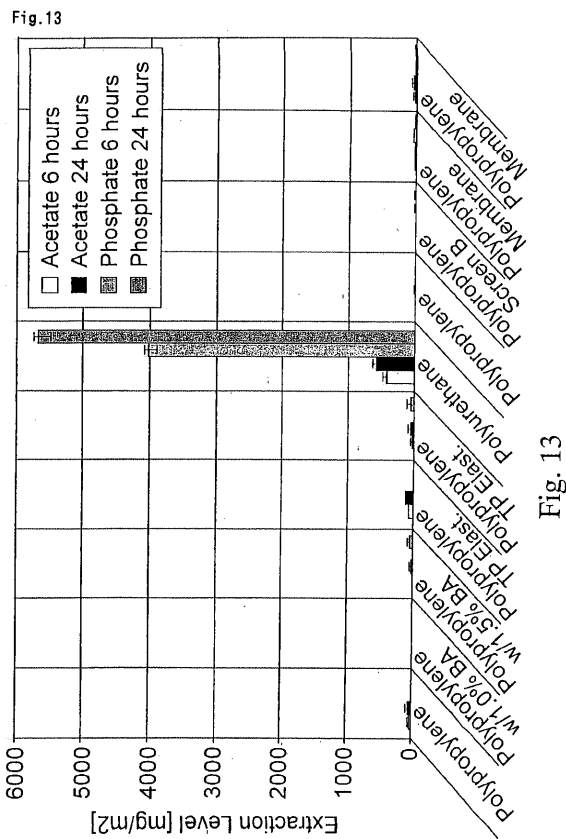


Fig. 13

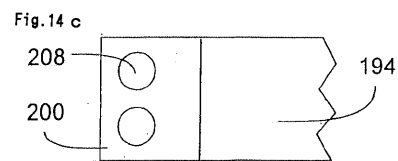
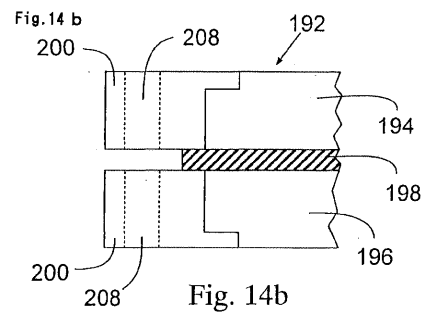
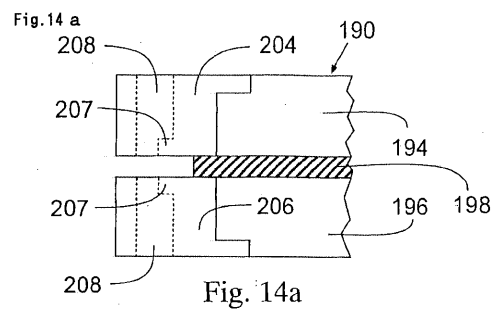


Fig. 14c