

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4703023号

(P4703023)

(45) 発行日 平成23年6月15日(2011.6.15)

(24) 登録日 平成23年3月18日(2011.3.18)

(51) Int.Cl.

B01D 63/06 (2006.01)

F1

B01D 63/06

請求項の数 1 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2001-97428 (P2001-97428)
(22) 出願日 平成13年3月29日(2001.3.29)
(65) 公開番号 特開2002-292251 (P2002-292251A)
(43) 公開日 平成14年10月8日(2002.10.8)
審査請求日 平成20年1月18日(2008.1.18)

(73) 特許権者 000006633
京セラ株式会社
京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地
(72) 発明者 芦原 義浩
鹿児島県国分市山下町1番4号 京セラ株
式会社総合研究所内
(72) 発明者 大嶋 仁英
鹿児島県国分市山下町1番4号 京セラ株
式会社総合研究所内

審査官 三崎 仁

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 フィルタモジュール

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

筒状のハウジング内に、長尺中空管状からなるフィルタ管を複数本収束した収束体を収納してなり、前記ハウジングに連結された被処理流体供給管から前記ハウジング内に導入された被処理流体をそれぞれの前記フィルタ管内に導入して、前記被処理流体中の特定の流体を前記フィルタ管の外面側に透過、分離し、該透過した流体をハウジングに連結した透過流体排出管から系外へ排出するとともに、残部流体をハウジングに連結した残部流体排出管から系外へ排出するフィルタモジュールであって、前記ハウジングの側面に形成した被処理流体供給管がハウジング壁面を貫通し、かつ該被処理流体供給管の開口端が前記フィルタ管内に供給される被処理流体の進行方向と逆向きをなすように折り曲げられていることを特徴とするフィルタモジュール。

【発明の詳細な説明】

【発明の属する技術分野】

【0001】

本発明は、複数の流体を含む混合流体から特定の流体のみを透過、分離できる流体分離フィルタを備えたフィルタモジュールに関し、とりわけ流体分離性能が高いフィルタモジュールに関する。

【0002】

【従来技術】

従来、複数の流体を含有する混合流体から特定の流体を選択的に透過、分離することの

できる流体分離フィルタを備えたフィルタモジュールが知られており、かかる流体分離フィルタとしては、高分子樹脂等の有機材料またはセラミックス等の多孔質体表面に被着形成された金属膜や無機酸化物膜が用いられている。

【0003】

この種のモジュールとしては、例えば、ハニカム状構造体の隔壁によって囲まれた流体流路に接触する前記隔壁表面にフィルタ管を形成したものや、円筒体内の長手方向に多数の貫通孔を形成し流体流路とした、いわゆるモノリスタイプのモジュールが知られており、かかるモジュールは、流体通路に被処理流体を流すとともに、特定の流体のみが隔壁内を拡散、移動することによってフィルタにて特定の流体のみを透過し、構造体の外周面から構造体外へ透過されることによって前記特定の流体を分離するものである。

10

【0004】

また、別のモジュールとして、図4に示すように、中空管状の流体分離フィルタ管（以下、フィルタ管と略す。）32複数本の両端を、支持部材35に設けられた複数の穴に挿入、固定し、前記フィルタ管の収束体33を形成し、これをハウジング34内に収納、固定するフィルタモジュール31が知られている。

【0005】

かかるフィルタモジュール31では、ハウジング34の一方の端面の中心で、かつ前記収束体33の端面に向かって平行に設けられた被処理流体供給管38からフィルタ管32の内部に被処理流体を供給するとともに、流体分離フィルタ管32にて前記特定の流体がフィルタ管32内を拡散、移動してフィルタ管32の他の表面へ透過し、透過流体排出管40からフィルタモジュール31外へ排出、回収されるとともに、残部流体をハウジング34の他端に設けられた残部流体排出管39から系外へ排出することによって前記特定の流体を分離する方法が知られている。

20

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来のフィルタモジュール31の構造では、図5の流体の流れを説明するための模式図から明らかなように、被処理流体供給管38からハウジング34内に供給された流体が直接収束体33端面に向かって衝突するような構造であるために、各フィルタ管32への流体の供給量が不均一となり直接流体が管内へ流れ込む中央部に比べて、端部に位置するフィルタ管32への流体供給量が少なくなる結果、端部に位置するフィルタ管32での流体分離効率が著しく低下して、モジュール全体での流体の分離性能が低下するという問題があった。

30

【0007】

本発明は上記課題に対してなされたもので、その目的は、収束体のフィルタ管内への被処理流体の供給量を均一化することにより、高い流体分離効率および分離性能を有するフィルタモジュールを提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明者等は、前記課題に対し、フィルタモジュールの各部材の配置について検討した結果、被処理流体供給管から流れ出る被処理流体の進行方向が直接収束体を向くことなく、収束体の外側を向くように被処理流体供給管を配設することにより、被処理流体供給管から流れ出た流体が一旦ハウジングの壁面等に衝突して分散した状態で収束体の各フィルタ内に供給される結果、各フィルタ管内への被処理流体の供給量を均一化することによって、端部に位置するフィルタ管の流体分離効率を低下することなく各フィルタ管に均一に被処理流体を導入することができ、フィルタ管全体としての分離性能を高めることができる結果、フィルタモジュール全体の流体分離性能を向上することができることを知見した。

40

【0009】

すなわち、本発明のフィルタモジュールは、筒状のハウジング内に、長尺中空管状からなるフィルタ管を複数本収束した収束体を収納してなり、前記ハウジングに連結された被

50

処理流体供給管から前記ハウジング内に導入された被処理流体をそれぞれの前記フィルタ管内に導入して、前記被処理流体中の特定の流体を前記フィルタ管の外面側に透過、分離し、該透過した流体をハウジングに連結した透過流体排出管から系外に排出するとともに、残部流体をハウジングに連結した残部流体排出管から系外へ排出するものであって、前記ハウジングの側面に形成した被処理流体供給管がハウジング壁面を貫通し、かつ該被処理流体供給管の開口端が前記フィルタ管内に供給される被処理流体の進行方向と逆向きをなすように折り曲げられていることを特徴とするものである。

【0010】

【発明の実施の形態】

本発明のフィルタモジュールを説明するための一例について、その概略断面図である図1を基に説明する。図1によれば、フィルタモジュール1は筒状のハウジング2内に長尺中空管状からなるフィルタ管4を複数本、例えば4本以上、特に10本以上、さらに50本以上収束した収束体5を収納されている。ここで、フィルタ管4は複数種のガスまたは液体の混合物である被処理流体をフィルタ管4の管内（内面側）または管外（外面側）に供給し、フィルタ管4の壁面にて特定の流体のみをフィルタ管4の管外（外面側）または管内（内面側）に選択的に透過して分離することができるものである。

【0011】

また、図1によれば、収束体5（複数のフィルタ管4）の両端は支持部材6を貫通して固定、収束され、少なくとも一方の支持部材6にてハウジング2内側面に固定されており、さらに、所望により、支持部材6は止め具やガスケット（図示せず）等を介してハウジング2の端面に固定、封止されている。

【0012】

さらに、筒状のハウジング2には、その一端面に被処理流体供給管8と、ハウジング2の側壁面に透過流体排出管9と、ハウジング2の他端面に残部流体排出管10とが形成されている。

【0013】

そして、フィルタモジュール1によれば、被処理流体供給管8から被処理流体を系内（ハウジング2内）へ供給し、該被処理流体を収束体5のそれぞれのフィルタ管4の管内に導入して、被処理流体がフィルタ管4の管内を通過しつつ内面から外面へ特定の流体が選択的に透過する。該透過流体は透過流体排出管9から系外（ハウジング2外）へ排出され、また、フィルタ管4内を素通りした残部流体は残部流体排出管10から系外（ハウジング2外）へ排出される。

【0014】

被処理流体供給管8の開口端11の中心を通して流体の導入方向へ延びる外挿線が収束体5の外側に位置するように被処理流体供給管8を配設することが大きな特徴であり、これによって、図2の被処理流体の流れを説明するための模式図に示すように、被処理流体供給管8から供給された被処理流体（図中の矢印）が、ハウジング2の壁面等の収束体5以外の部分に向かって進行し、ハウジング2の内壁面等に衝突して分散、攪拌された状態で収束体5のフィルタ管4内に導入されることから、フィルタ管4内に導入される被処理流体の流れを均一化して、中心に位置するフィルタ管（以下、中心のフィルタ管と略す。）4aおよび端部に位置するフィルタ管（以下、端部のフィルタ管と略す。）4bを含むいずれのフィルタ管4にも均等に被処理流体を導入することができることが大きな特徴であり、これにより、例えば、前記収束されたフィルタ管4のうち、中心のフィルタ管4a内への被処理流体の導入量 p_1 と、端部のフィルタ管4bへの被処理流体の導入量 p_2 との比（ p_2/p_1 ）を0.5～2、特に0.8～1.2と均一化できる。

【0015】

したがって、特にフィルタ管4を透過する透過流体の抜けが速く高い流体分離効率を有する端部のフィルタ管4bへの流体の導入量を増して、フィルタ管4全体としての流体分離性能を高めることができる。

【0016】

すなわち、例えば、図4、図5に示すように、被処理流体供給管38がハウジング34の端面の中心に、かつその流体の進行方向が収束体33の長手方向と平行になるように形成されており、被処理流体供給管38から系内に供給された被処理流体が直接収束体33に衝突する場合には、例えば、被処理流体供給管38内面の最大幅（内径） r_1 が6～10mmであり、一方、収束体33の被処理流体供給管38と相対する端部の最大幅（直径） r_2 が15mm以上、特に30mm以上、さらに40mm以上と、被処理流体供給管38と収束体33の幅に差があるために、被処理流体供給管8からハウジング2内に供給された流体の分布のムラに起因して、中心のフィルタ管4aへの導入量 p_1 と端部のフィルタ管4bへの導入量 p_2 との比（ p_2/p_1 ）が、例えば0.5より小さくなり、流体分離効率の高い端部のフィルタ管4bでの流体分離効率が低下する結果、フィルタモジュール1全体の流体分離効率が低下する。

10

【0017】

なお、被処理流体供給管8からの流体の導入方向とは、被処理流体供給管8からハウジング2内へ導入される被処理流体の全体の進行方向の平均方向を指し、より具体的には、被処理流体供給管8の断面の中心を長手方向に結んだ線と平行な方向を指す。

【0018】

また、被処理流体供給管8の配置方法としては、図3に示すように、（a）ハウジング2の側面に形成する方法、（b）ハウジング2の端面に形成するとともに、流体の導入方向がフィルタ管4の長手方向に対して斜めになるように配設する方法、（c）ハウジング2の端面の端部（収束体5の外側）にフィルタ管4と平行に配設する方法、（d）ハウジング2の側面に形成した被処理流体供給管8がハウジング2壁面を貫通し、かつ被処理流体供給管8の開口端11がフィルタ管4内に供給される被処理流体の進行方向と逆向きをなすように折り曲げられている方法、（e）前記（a）の被処理流体供給管と、ハウジング2の端面にフィルタ管4と平行に配設される被処理流体供給管（例えば（c）や外挿線Aが収束体4の内側に位置する場合を含む）等とを併せて用いる方法が適応可能であるが、本発明は

20

（d）ハウジング2の側面に形成した被処理流体供給管8がハウジング2壁面を貫通し、かつ被処理流体供給管8の開口端11がフィルタ管4内に供給される被処理流体の進行方向と逆向きをなすように折り曲げられている方法を適用する。

【0019】

なお、本発明によれば、被処理流体供給管8内面の最大幅（内径） r_1 と収束体5の被処理流体供給管8と相対する端部の最大幅（直径） r_2 との比（ r_2/r_1 ）が1.5以上、特に2.0以上である場合に特に有効であり、また、被処理流体供給管8から同じ流量の流体が供給される場合で比較すると、同じ各フィルタ管4の内径 r_f が5mm以下、特に2mm以下、さらには1.2mm以下で、フィルタ管4内へ流体を導入する際の流体抵抗が高い場合に特に有効である。さらに、機械的強度および分離性能の点で0.5～5mm、肉厚0.3～1mmであることが望ましい。

30

【0020】

また、本発明によれば、収束体5中の複数本のフィルタ管4の内径は必ずしも同じである必要はなく、例えば、中心側が小さく（細く）、端部側が大きく（太く）なっている

40

【0021】

さらに、本発明によれば、被処理流体としては液体または気体が挙げられ、複数種の気体および／または液体から特定の気体および／または液体のみをフィルタ管4にて選択的に透過して分離する際に特に有効である。

【0022】

また、フィルタモジュール1によれば、流体分離効率を高めるために、透過流体排出管9の外部に真空ポンプ等を設置してフィルタ管4の外表面側の流体の濃度を低下させてフィルタ管4の両表面に差圧を設けておくことも可能である。

50

【0023】

さらに、透過流体排出管9は、ハウジング2の側壁面で支持部材6、6間の位置に1つ設けられているが、流体分離効率を高める上では被処理流体供給管8形成面に近い位置に設けられることが望ましく、また、複数設けられてもよい。

【0024】

(フィルタの構造)

また、フィルタ管4は有機樹脂や繊維、セラミックス等が使用でき、特に耐熱性、耐薬品性、系内の圧力に対しても変形しない強度の点で、例えば気孔率20%以上の多孔質のアルミナ、ジルコニア、シリカ、コーディライト、ムライトおよびチタニアの群から選ばれる少なくとも1種が好適である。

10

【0025】

さらに、機械的強度および流体分離効率の点で、フィルタ管4は気孔径の異なる複数の多孔質層にて形成されていてもよく、例えば、気孔率20%以上、平均気孔径0.05~2 μm 、表面粗さ2 μm 以下の支持管の表面に、平均気孔径が1~10nm、膜厚が0.05~5 μm の分離膜を被着形成したものであることが望ましい。また、前記分離膜の成膜性を向上させ、薄く均一な分離膜を形成するために、所望により、前記支持管と前記分離膜との間に両者の間の気孔径を有する中間層を設けてもよい。なお、前記分離膜は前記支持管の内表面または外表面のいずれに形成されていてもよい。

【0026】

また、支持部材6は、緻密なアルミナ、シリカ、コーディライト、フォスフェイト、ステアタイト、ジルコニア、炭化珪素、窒化珪素、ガラス等から選ばれる少なくとも1種からなるが、フィルタ管4との熱膨張率が熱膨張率 $\pm 1\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 以内で近似していることが望ましい。

20

【0027】

さらに、ハウジング2は、耐熱性のガラス、ステンレス等の金属、アルミナやジルコニア等のセラミックス等の流体を透過しない部材によって形成され外部から気密に封止されるものであるが、耐熱衝撃性が高いことが望ましく、また、ハウジング2内を加圧または減圧する場合には機械的強度の高いステンレス等の金属が好適であり、特に円筒等の概略管状体からなることが望ましい。

【0028】

30

【実施例】

(実施例1)

純度99.9%、平均粒径0.1 μm のアルミナ粉末に対して、所定の有機バインダ、潤滑剤、可塑剤および水を添加、混合し、押出成形にて管状の成形体を作製した後、1200 $^\circ\text{C}$ にて焼成して、外径2.0mm、内径1.1mm、長さ30cmで、平均粒径0.2 μm 、気孔率39%を有する α アルミナからなる支持管を作製した。また、その両端部内に溶解したワックスをディッピングによって充填し、支持管の外周部に被着したワックスはふき取って除去し、ワックスが硬化する温度に冷却した。

【0029】

一方、純度99.9%、平均粒径0.1 μm のアルミナ粉末に対して、所定の有機バインダ、潤滑剤を添加、混合し、プレス成形にて板状の成形体を作製した後、穿孔加工によって貫通孔を37個形成し、1600 $^\circ\text{C}$ にて焼成して、直径43mmで、直径2mmの貫通孔を37個有する支持部材を作製した。

40

【0030】

また、平均粒径2 μm のホウケイ酸ガラス($\text{SiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--CaO--BaO--SrO--B}_2\text{O}_3$)ガラスに有機バインダ、溶剤を添加、混合した封止剤ペーストを作製した。なお、ペーストの粘度は30Pa $\cdot$ sであった。

【0031】

そして、前記支持管37本を前記支持部材に形成した貫通孔に挿入し、前記封止剤ペーストを充填した後、1100 $^\circ\text{C}$ に加熱して封止剤にて支持管と支持部材とを封止、接着し

50

た。

【0032】

次に、得られた上記構造体を図1および図3(a)の構造のハウジング内に挿入し、支持部材とハウジングとの間を気密封止した状態で支持管の内壁に、中間層用のアルミナベーマイトゾルを送液ポンプで充填し、乾燥後、ハウジングから取り出して焼成を行い、さらに、同様に分離膜用のシリカージルコニアゾル溶液を用いてシリカージルコニア分離膜を被着形成して、支持管の内面に中間層および分離膜を被着形成したフィルタ管を37本収束した収束体を作製し、ハウジング内に収納した。

【0033】

なお、ハウジングは内径55mm、内面の長さ300mmの円筒形状であり、ハウジングの側面で、かつ図3(a)のように、収束体の被処理流体供給管形成側の端面から10mm外側の位置に被処理流体供給管の開口端の中心が位置するように配置した。また、被処理流体供給管、残部流体排出管および透過流体排出管の内径はいずれも8mmとし、収束体の直径は45mmとした。

【0034】

そして、収束体の支持部材とハウジングの固定部材とをガスケットを介して封止、固定して図1のフィルタモジュールを作製した。

【0035】

得られたフィルタモジュールについて、完全なモジュール組み上げ状態で、 H_2 ガス50%、 N_2 ガス50%の混合ガスを被処理流体供給管から10リットル/分(25℃、大気圧相当)を供給し、フィルタ管の内壁と外壁に0.5MPaの差圧をつけた状態で、ガス流量計で透過流体排出管から排出される H_2 ガスと N_2 ガスの流量を、ガスクロマトグラフィによって各ガスの濃度を測定したところ、透過ガスの流量は3.6リットル/分、 H_2 ガスの濃度95.3%、 N_2 ガスの濃度4.7%となった。

【0036】

また、ハウジングの残部流体排出管形成面を取り外した状態で、フィルタ管壁面をほとんど透過しない N_2 ガス100%を被処理流体(標準流体)として被処理流体供給管から10リットル/分で供給し、収束体の残部流体排出管側から中心に位置する5本のフィルタ管と端部に位置するフィルタ管の任意の5本について各フィルタ管の流量を測定し、これを各フィルタ管へのガス導入量とみなしてその平均値を算出したところ、中心のフィルタ管での導入量(p_1)は0.270リットル/分、端部のフィルタ管での導入量(p_2)は0.269リットル/分であり、その比(p_2/p_1)は0.996であった。

【0037】

(実施例2)

実施例1のフィルタモジュールに対して、ハウジングの端面に、該端面の中心から5mmの位置に被処理流体供給管の中心軸Bが位置し、かつ中心軸Bとフィルタ管の中心軸Aとのなす角 θ が45°となるように被処理流体供給管を配設する以外は実施例1と全く同様にフィルタモジュールを作製し、同様に評価した結果、透過ガスの流量は3.3リットル/分、 H_2 ガスの濃度96.0%、 N_2 ガスの濃度4.0%であり、また、中心のフィルタ管での導入量(p_1)は0.280リットル/分、端部のフィルタ管での導入量(p_2)は0.256リットル/分であり、その比(p_2/p_1)は0.914であった。

【0038】

(実施例3)

実施例1のフィルタモジュールに対して、被処理流体供給管を、該ハウジングの一端から50mmの位置(フィルタ管の側面に面する位置)でハウジングの側面を貫通させた後、収束体の被処理流体導入端のほうへ折り曲げ、さらに収束体を支持する支持部材を貫通させて、被処理流体供給管の開口端が収束体の被処理流体導入端側の領域に配設されるようにする以外は実施例1と全く同様にフィルタモジュールを作製し、同様に評価した結果、透過ガスの流量は3.2リットル/分、 H_2 ガスの濃度95.6%、 N_2 ガスの濃度4.4%であり、また、中心のフィルタ管での導入量(p_1)は0.274リットル/分、

10

20

30

40

50

端部のフィルタ管での導入量 (p_2) は 0.266 リットル/分であり、その比 (p_2/p_1) は 0.971 であった。

【0039】

(比較例)

実施例 1 のフィルタモジュールに対して、被処理流体供給管を図 4 のようにハウジング端面の中央に接続されるように配設する以外は実施例 1 と全く同様にフィルタモジュールを作製し、評価した結果、透過ガスの流量は 1.4 リットル/分、 H_2 ガスの濃度 93.0%、 N_2 ガスの濃度 7.0% であり、また、中心のフィルタ管での導入量 (p_1) は 0.596 リットル/分、端部のフィルタ管での導入量 (p_2) は 0.221 リットル/分であり、その比 (p_2/p_1) は 0.371 であった。

10

【0040】

【発明の効果】

以上詳述したとおり、本発明のフィルタモジュールによれば、収束体の各フィルタ管に均等に被処理流体を導入することが可能となるために、フィルタ管全体で高い流体分離効率を有するフィルタモジュールとなる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明のフィルタモジュールを説明するための一例について、その横断面形状を説明するための概略図である。

【図 2】 図 1 のフィルタモジュールにおける被処理流体の流れを説明するための模式図である。

20

【図 3】 本発明のフィルタモジュールにおける被処理流体供給管の配置例を説明するための図である。

【図 4】 従来のフィルタモジュールについて、その横断面形状を説明するための概略図である。

【図 5】 図 5 のフィルタモジュールにおける被処理流体の流れを説明するための模式図である。

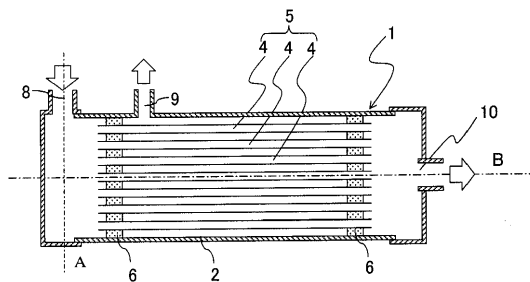
【符号の説明】

- 1 フィルタモジュール
- 2 ハウジング
- 4 フィルタ管
 - 4 a 中心のフィルタ管
 - 4 b 端部のフィルタ管
- 5 収束体
- 6 支持部材
- 8 被処理流体供給管
- 9 透過流体排出管
- 10 残部流体排出管
- 11 開口端
- A 被処理流体供給管の中心を通過して流体の導入方向へ延びる外挿線
- B フィルタ管の長手方向の外挿線

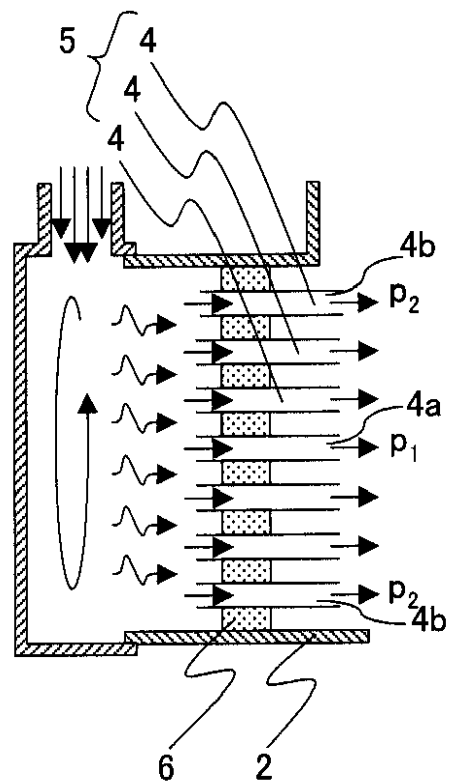
30

40

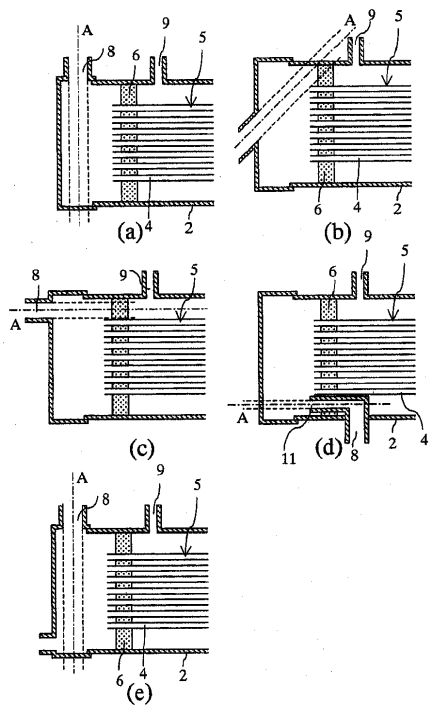
【図 1】



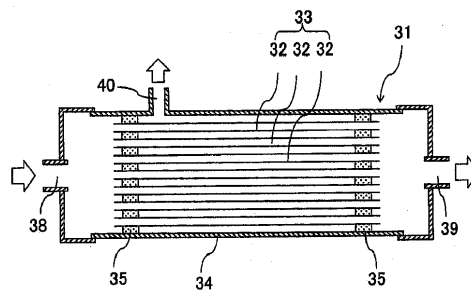
【図 2】



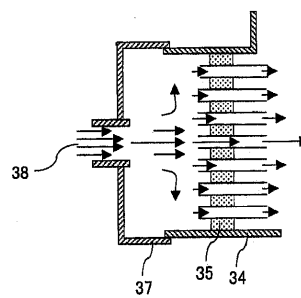
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

- (56)参考文献 実開平04-118137 (JP, U)
特開昭60-078602 (JP, A)
特開平08-155245 (JP, A)
実開平03-070728 (JP, U)
特開2002-219340 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B01D61/00-71/82
C02F1/44
B01D53/22
A61M1/00-1/38