(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4816611号
(P4816611)

(45)発行日　平成23年11月16日(2011.11.16)　(24)登録日　平成23年9月9日(2011.9.9)

(51)Int.Cl.　　F I
B01D 65/10 (2006.01)　　B01D 65/10
B01D 63/02 (2006.01)　　B01D 63/02

請求項の数 4　(全 9 頁)

(21)出願番号　特願2007-250827(P2007-250827)
(22)出願日　平成19年9月27日(2007.9.27)
(65)公開番号　特開2009-78243(P2009-78243A)
(43)公開日　平成21年4月16日(2009.4.16)
審査請求日　平成22年8月19日(2010.8.19)

(73)特許権者　000003159
東レ株式会社
東京都中央区日本橋室町２丁目１番１号
(72)発明者　久保　広明
滋賀県大津市園山１丁目１番１号　東レ株式会社滋賀事業場内
(72)発明者　石崎　利之
滋賀県大津市園山１丁目１番１号　東レ株式会社滋賀事業場内
(72)発明者　鈴木　啓伸
滋賀県大津市園山１丁目１番１号　東レ株式会社滋賀事業場内

審査官　大島　忠宏

最終頁に続く

(54)【発明の名称】浸漬型中空糸膜モジュールにおける損傷膜の特定方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
複数本の中空糸膜からなる中空糸膜束の片端側又は両端側が開口状態で接着固定されてなる浸漬型中空糸膜モジュールにおいて損傷中空糸膜を特定する際、膜端開口した接着固定部の外表面の所定範囲から中空糸膜内に加圧気体を送り込み、当該範囲内における膜損傷の有無を判定する検出動作を行うこと、さらに、加圧気体を送り込む所定範囲を変更し、もしくは絞り込んで前記検出動作を繰り返すことにより、損傷中空糸膜を特定することを特徴とする浸漬型中空糸膜モジュールにおける損傷膜の特定方法。
【請求項２】
所定範囲の中空糸膜内に加圧気体を送り込むために、加圧気体供給ラインの先端に、加圧気体の送り込み面積が異なる複数の送気具が脱着可能に取り付けられた送気装置を用いること、送気具を付け替えることによって検出動作を繰り返すことを特徴とする請求項１に記載の浸漬型中空糸膜モジュールにおける損傷膜の特定方法。
【請求項３】
前記送気具の先端部にシール性を有する部材を備えることを特徴とする請求項２に記載の浸漬型中空糸膜モジュールにおける損傷膜の特定方法。
【請求項４】
所定範囲の中空糸膜内に加圧気体を送り込む際には、加圧気体供給ラインの先端に膜端開口した接着固定部の全範囲に送気可能な送気具が配置され、送気具と接着固定部の外表面との間に、所定範囲以外の通気を遮断する気体遮断具を介在させることとし、さらに、気

体遮断具の位置をずらし又は取り替えることによって検出動作を繰り返すことを特徴とする請求項１に記載の浸漬型中空糸膜モジュールにおける損傷膜の特定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、損傷した膜を有する浸漬型中空糸膜モジュールにおける損傷膜を特定する方法に関するものである。

【背景技術】

【０００２】

膜分離法は、省エネルギー、省スペース、省力化および製品の品質向上等の特長を有するため、様々な分野で使用が拡大している。例えば、精密ろ過膜や限外ろ過膜を河川水や地下水や下水処理水から工業用水や水道水を製造する浄水プロセスへ適用する場合があげられる。

【０００３】

さらに中空糸膜モジュールは、単位体積あたりの膜面積が大きく確保可能であることから、多数の流体処理分野、たとえば、限外ろ過膜による酵素の濃縮・脱塩、注射用水の製造、電着塗料の回収、超純水のファイナルフィルトレーション、下廃水処理、河川水・湖沼水・伏流水の除濁、精密ろ過膜による薬品精製、除菌、除濁等に適用されている。　中空糸膜モジュールには、大きく分けて、加圧型中空糸膜モジュールと浸漬型中空糸膜モジュールが存在する。加圧型中空糸膜モジュールは、多数本の多孔質中空糸膜束を開口の無い耐圧性の筒状ケース内に装填し、膜束の両端および筒状ケースを接着固定し、接着固定部を切断して中空糸膜の内部を開口した構造となっており、加圧した原水をモジュール内に導入し、中空糸膜面によってろ過を行うタイプの膜モジュールである。一方、浸漬型中空糸膜モジュールは、中空糸膜束の両端部をそれぞれ接着剤で接着固定した後、接着固定部を切断して中空糸膜の内部を開口させた構造のモジュールであって、大気開放された浸漬槽内の原水中に膜モジュールを浸漬させ、透過水側を吸引してろ過する吸引ろ過方式を採用するタイプの膜モジュールである。

【０００４】

加圧型中空糸膜モジュールは、浸漬型に比べろ過圧力をより大きく設定できることから、膜面積あたりの処理量が増加し、そのため処理に必要な膜本数を減らせる、設置面積を小さくできる等の長所を持つ。一方、浸漬型中空糸膜モジュールは、耐圧性の筒状ケースが無く処理原水中に膜を浸漬させて使用されることから、膜間に詰まる濁質の排出性に優れ、高濁質の原水でも膜ろ過が行えるという長所がある。またろ過方法が単純であり、付帯配管も少ないことから、設備費を低減できる長所もある。　浸漬型中空糸膜モジュールは、原理的には、多数本の中空糸膜の外側から内側に原水を流動させ、中空糸膜外表面の細孔を経ることによって、原水から不純物を除くものであり、定期的に膜外表面に付着した不純物は、膜モジュールの下部に空気を吹き込んで膜を水中で振動させることにより、膜面に付着した汚染物質を除去する空気洗浄（空洗）や、膜モジュールのろ過方向とは逆方向、つまりろ過水側から原水側に、膜ろ過水などの水（逆洗水）を圧力で押し込み、膜などに付着した汚染物質を排除する逆圧水洗浄（逆洗）などにより洗浄される。

【０００５】

通常、中空糸膜モジュール内には、膜モジュール１本あたり中空糸膜が数千本～数万本程度装填されており、この中空糸膜モジュール内に装填された中空糸膜の中に損傷した膜がないかどうかは、良好な水質を得るために大変重要な項目である。このために、常にその安全性を確認することが必要であり、運転中の膜モジュールの膜損傷の有無を検知するための方法として、例えば、常時ろ過処理水の水質をレーザー式濁度計で監視する方法（例えば特許文献１参照）や、定期的に中空糸膜モジュールのろ過側から、正常な膜であれば水は透過できるが気体は透過できない圧力（例えば１００ｋＰａ程度）の加圧気体を供給し、その後保持し、圧力低下度合いを観察する方法（例えば特許文献２参照）が提案されている。

【０００６】
そして万が一、原水中に混入した金属片等がモジュール内に流入したこと等により膜モジュール内の中空糸膜の一部が損傷を受け、この膜損傷の発生が検知された際には、透過水中に原水が膜ろ過されずに混入することを防ぐために、膜モジュール内の損傷している膜を特定し、その損傷膜を補修または隔離する対策が一般的に採られる。
【０００７】
損傷膜を補修または隔離する方法としては、接着剤で損傷箇所を塞いだり、膜端開口した接着固定部外表面において、損傷膜を特定し、損傷損の中空部に接着剤を流し込み損傷膜から透過水が得られないようにする方法などがある。
【０００８】
また、膜モジュール内の多数本の中空糸膜の中で損傷した所定範囲の膜を特定する方法としては、損傷した膜を有する中空糸膜モジュールを水槽内に設置し、膜端開口した接着固定部外表面の全範囲から中空糸膜内に加圧気体を送り込み、原水側に漏れるエアの発生源を膜束の中から探し出すことにより損傷箇所を特定する方法がある。
【０００９】
しかしながらこの方法では、損傷した膜が膜束の外周部に位置する場合には損傷膜の特定は容易であるが、中空糸膜束の内部に存在する場合には、外周部の正常な膜を掻き分けてエアの発生源を探し出す必要があるため、その際に正常な膜を傷つける恐れがあった。また中空糸膜束の外周部に保護筒等を設けている場合には、損傷膜を特定する作業の前にその保護筒を取り除かなくてはならず、作業が繁雑であった。
【００１０】
また損傷した膜を特定する別の方法として、損傷した膜を有する膜モジュールを、耐圧容器内に挿入し、モジュール内の中空糸膜面でもって区分されている原水側と透過水側とが相互に分離された空間となるように設置し、中空糸膜モジュール内の原水側に加圧気体を送り込み、膜端開口した接着固定部外表面からの気体漏出位置を観察することにより、損傷した膜を特定する方法もある。この場合、膜端開口した接着固定部の外表面において、損傷した膜部分の位置からのみ気体が漏出してくるので、損傷膜を特定することができる。
【００１１】
しかしながらこの方法では、膜モジュールを挿入し設置するための精巧な加圧容器が必須であるという問題があった。
【００１２】
【特許文献１】特開平１１－１６５０４６号公報
【特許文献２】特開２０００－３４２９３６号公報
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【００１３】
本発明は、損傷した膜を有する浸漬型中空糸膜モジュールの損傷膜を特定する作業を行う際、正常な中空糸膜を傷つけるリスクを低減させ、また精巧な加圧容器無しで行える特定方法を提供することを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【００１４】
上記目的を達成するための本発明は、以下の構成からなる。
（１）　複数本の中空糸膜からなる中空糸膜束の片端側又は両端側が開口状態で接着固定されてなる浸漬型中空糸膜モジュールにおいて損傷中空糸膜を特定する際、膜端開口した接着固定部の外表面の所定範囲から中空糸膜内に加圧気体を送り込み、当該範囲内における膜損傷の有無を判定する検出動作を行うこと、さらに、加圧気体を送り込む所定範囲を変更し、もしくは絞り込んで前記検出動作を繰り返すことにより、損傷中空糸膜を特定することを特徴とする浸漬型中空糸膜モジュールにおける損傷膜の特定方法。
（２）　所定範囲の中空糸膜内に加圧気体を送り込むために、加圧気体供給ラインの先端

に、加圧気体の送り込み面積が異なる複数の送気具が脱着可能に取り付けられた送気装置を用いること、送気具を付け替えることによって検出動作を繰り返すことを特徴とする上記（１）に記載の浸漬型中空糸膜モジュールにおける損傷膜の特定方法。

（３）　前記送気具の先端部にシール性を有する部材を備えることを特徴とする（２）に記載の浸漬型中空糸膜モジュールにおける損傷膜の特定方法。

（４）　所定範囲の中空糸膜内に加圧気体を送り込む際には、加圧気体供給ラインの先端に膜端開口した接着固定部の全範囲に送気可能な送気具が配置され、送気具と接着固定部の外表面との間に、所定範囲以外の通気を遮断する気体遮断具を介在させることとし、さらに、気体遮断具の位置をずらし又は取り替えることによって検出動作を繰り返すことを特徴とする上記（１）に記載の浸漬型中空糸膜モジュールにおける損傷膜の特定方法。

【発明の効果】

【００１５】

本発明法によれば、正常な中空糸膜を傷つけることなく、また精巧な加圧容器内に設置しなくても浸漬型中空糸膜モジュール内の損傷膜を特定することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１６】

本発明法では、複数本の中空糸膜からなる中空糸膜束の片端側又は両端側が開口状態で接着固定されてなる浸漬型中空糸膜モジュールにおいて損傷中空糸膜を特定する際、膜端開口した接着固定部の外表面の所定範囲から中空糸膜内に加圧気体を送り込み、当該範囲内における膜損傷の有無を判定する検出動作を行うこと、さらに、加圧気体を送り込む所定範囲を変更し、もしくは絞り込んで前記検出動作を繰り返すことにより、損傷中空糸膜を特定する。

【００１７】

具体的な方法としては、加圧気体供給ラインの先端に加圧気体の送給範囲の面積が異なる複数の送気具を取り付けてその送給範囲内での損傷膜の有無を判定し、その送気具の位置を変更し、又は、送気具を付け替えることによって損傷膜の存在範囲を絞り込んでいき、損傷膜を特定する方法や、加圧気体供給ラインの先端と膜端開口した接着固定部外表面との間に、所定範囲以外の通気を遮断する複数の気体遮断具を挟んだ状態で加圧気体を送り込んでその送給範囲内での損傷膜の有無を判定し、その気体遮断具の位置をずらし又は取り替えることによって、加圧気体の送給範囲を変更または絞り込み、損傷膜の存在範囲を絞り込んでいき、損傷膜を特定する方法があげられる。

【００１８】

以下、本発明について、最良の実施形態の損傷膜特定方法を模式的に示す図面を参照しながら説明する。ただし、本発明の範囲がこれらに限られるものではない。

【００１９】

図１は本発明の損傷膜特定方法の一実施様態を示す縦断面概略図であり、図２は図１中のX-X面を上面から見た場合の概略図である。図３は本発明の損傷膜特定方法の別の一実施様態を示す縦断面概略図である。図４は図３中のY-Y面を上面から見た場合の概略図である。

【００２０】

本発明における浸漬型中空糸膜モジュール１は、数百本から数万本の中空糸膜２を束ねた中空糸膜束の両端が接着固定されてなる構造の膜モジュールである。その接着固定部３の片端側は中空糸膜端面が開口した状態で接着固定され、もう一方の片端側は中空糸膜端面が閉塞された状態で接着固定されたタイプの中空糸膜モジュールでもよいし、また、接着固定部３の両端共に中空糸膜端面が開口した状態で接着固定されたタイプの中空糸膜モジュールでもよい。図示した実施態様では、前者の中空糸膜モジュールを使用している。

【００２１】

また浸漬型中空糸膜モジュール１は、膜ろ過運転時に縦置き、つまり両端接着固定部３を略鉛直方向に配置して膜ろ過運転を行ってもよいし、また横置き、つまり両端接着固定部３を略水平方向に配置して膜ろ過運転を行っても構わない。しかしながらエアスクラビ

ングの際の必要エア量が少ないという点で縦置きによる運転の方が好ましい。

【００２２】

中空糸膜２としては、多孔質の中空糸膜であれば、特に限定しないが、ポリアクリロニトリル、ポリフェニレンスルフォン、ポリフェニレンスルフィドスルフォン、ポリフッ化ビニリデン、ポリプロピレン、ポリエチレン、ポリスルホン、ポリビニルアルコール、酢酸セルロースやセラミック等の無機素材からなる群から選ばれる少なくとも１種を含む材料から形成される中空糸膜であることが好ましく、さらに膜強度の点からポリフッ化ビニリデン系中空糸膜であることがより好ましい。中空糸膜表面の細孔径についても特に限定されないが、０．００１μｍ～１μｍ の範囲内で便宜選択することができる。また、中空糸膜２の外径についても特に限定されないが、中空糸膜の揺動性が高く、洗浄性に優れるため、２５０μｍ～２０００μｍの範囲内であることが好ましい。

【００２３】

また、中空糸膜束の両端部を接着剤で接着固定する際の接着剤については、特に限定されないが、エポキシ樹脂、ウレタン樹脂などの熱硬化性樹脂を用いることが好ましい。

【００２４】

また、中空糸膜束の両端にそれぞれ形成された接着固定部３同士は、その間に存在する多数本の中空糸膜部分を介して繋がっており、その多数本の中空糸膜部分では中空糸膜が並列に引き揃えられた状態にあり、この部分で膜ろ過機能が発揮される。この多数本の中空糸膜部分における並列引き揃え束は、特に補強部材を介在させない構造であってもよいし、また、補強手段を介在させた構造であってもよい。その補強手段を介在させた構造としては、例えば、断面積３～７００ｍｍ^{2}の好ましくは円筒形のステー（金属棒等）を１～３０本程度、中空糸膜の引き揃え束の外周や内部に配置し、接着固定部同士がステーによっても連結している構造や、ネット等の多孔板状素材を接着固定部間の中空糸膜引揃え束の外周を覆うように配置した構造が挙げられる。

【００２５】

また本発明で膜端開口した接着固定部の外表面の所定位置から中空糸膜内に加圧気体を送り込む際には、中空糸膜の乾燥を防ぐため、損傷した膜を有する中空糸膜モジュールを水槽５内に設置固定することが好ましい。この際、水槽５の形状・サイズ・材質等は限定されないが、中空糸膜モジュールの膜束部分すべてが水に浸るように設置固定することが好ましい。また水槽内に満たす水は特に限定されないが、膜モジュールの透過水側にも混入する恐れがあるため、膜透過水と同等以上に清澄な水であることが好ましい。また中空糸膜モジュールの固定方法も特に限定されないが、図１や図３に示すように接着固定部開口面が上面となり、中空糸膜束が略鉛直方向になるようにして膜モジュールを固定し、水面を膜束最上部と膜端開口した接着固定部の外表面との間に設定することが好ましい。

【００２６】

また、接着固定部の両端が開口している浸漬型中空糸膜モジュールの場合には、いずれか一方の開口端面を一時的に封止し、検出のために圧入した気体がその開口端面から漏れないようにする。また、膜モジュールに集水キャップ等が付属し、膜端開口した接着固定部の外表面が露出されていない場合には、その集水キャップ等を外してから膜モジュールを水槽内に設置固定することが好ましい。

【００２７】

本発明において加圧気体を送り込むための加圧気体供給ライン４とは、ブロアやエアコンプレッサーなどの空気供給源から延びるチューブなどを指しているが、特に限定されない。また供給する加圧気体の組成は特に限定されないが、一般的に清澄な空気が用いられる。また膜モジュール内の透過水側に圧入する加圧気体を清澄な気体とするために、加圧気体供給ラインの途中にエアフィルターを設けることが好ましい。

【００２８】

膜端開口した接着固定部の外表面の所定範囲に加圧空気を供給した際に、加圧気体の送給範囲内に損傷している膜が存在するかどうかを判断する検出動作としては、次の方法が挙げられる。

（１）　加圧気体供給開始後に水槽内の水を観察し、エア漏れが生じているかを目視にてチェックし、エア洩れが観察された場合には膜損傷が存在すると判断する方法。
（２）　加圧気体を送給開始後、加圧空気供給ラインを閉じ、膜モジュール透過水側の圧力減衰度合いを観察することにより膜損傷の有無を判断する方法。具体的には、正常な状態での一定保持時間内（例えば３分程度内）における圧力減衰度合いを把握しておき、検査時の圧力減衰度合いと正常時の圧力減衰度合いを比較することによって、損傷膜が存在するのかどうかを判断する。

【００２９】

図１に示す方法は、加圧気体供給ラインの先端に加圧気体の送給範囲面積が異なる複数の送気具６を取り付け、付け替えることによって損傷している膜を特定する方法である。

【００３０】

加圧供給ライン４の先端に取り付ける送気具６の材質、形状は特に限定されないが、送気具を膜モジュールの膜端開口した接着固定部外表面に押しつけた際に、送気具と膜端開口した接着固定部外表面との隙間から気体が漏れ出ると損傷膜の有無を判断できないため、加圧気体の供給圧力に耐えられるシール性を有する必要がある。送気具６は、例えば、樹脂製のお椀形状の先端部（接着固定部外表面との接着部）に環状のゴムパッキンを装着しているものを例示できる。送給面積の異なる送気具６の数は、接着固定部外表面の面積、中空糸膜外径、膜の充填率等によって異なるが、２～５種用意するのが好ましい。

【００３１】

以下に本発明の特定方法によって、浸漬型中空糸膜モジュール内の損傷膜を特定する具体的なプロセスを図面を参照しながら説明する。図５～図７は、それぞれ図１中のX-X面を上面から見た場合の別の一例を示す概略図である。

【００３２】

この方法ではまず、図１に示すように、損傷している膜を有する中空糸膜モジュールを水槽５内に設置した後、加圧気体供給ライン４の先端に加圧気体の送給範囲が大きな送気具６を取り付け、図２に示すように膜モジュールの膜端開口した接着固定部外表面に送気具６を押しつけることによって、送給範囲内に損傷膜が存在するかどうかを判断する。

【００３３】

もし送給範囲内に損傷膜が無い場合には、図５に示すように送気具６を押しつける場所を変更し、再度送給範囲内に損傷膜が存在するかどうかを判断し、損傷膜が存在する範囲を見つけるまで膜端開口した接着固定部外表面を調査する。そして損傷膜が存在する範囲を見つけた場合には、加圧供給ライン４の先端に取り付ける送気具６を、図６に示すように送給範囲のより小さな送気具６に付け替え、損傷膜が存在する範囲内について同じように調査する。そしてより小さな送器具６において、損傷膜が存在する範囲を見つけた場合には、図７に示すように、さらに送給範囲の小さな送気具６に付け替え、損傷膜が存在する範囲内について調査する。このように加圧気体供給ライン４に取り付ける送気具６を徐々に小さくし、損傷膜が存在する範囲を狭めていくことにより、最終的に損傷膜の位置を特定する。

【００３４】

また膜モジュール内に損傷膜が複数本存在する場合には、上記作業を繰り返し行うことによって全ての損傷膜の位置を特定することができる。

【００３５】

図２に示す方法では、加圧気体供給ライン４の先端と膜端開口した接着固定部外表面との間に、開口面積の異なる複数の気体遮断具８のうち、少なくとも１枚を挟み込むことによって加圧気体を送り込む範囲を決め、その送給範囲内での損傷膜の有無を判定する。ついで、気体遮断具８の位置をずらし、又は、気体遮断具８を取り替えることによって、加圧気体の送給範囲を変更または絞り込み、損傷膜の存在する範囲を絞り込んでいき、損傷膜を特定する。

【００３６】

この方法で使用される加圧気体供給ライン４の先端と膜端開口した接着固定部外表面と

の間に挟み込む気体遮断具８の材質は、特に限定されないが、ゴムやシリコン等のエラストマ樹脂が例示される。また気体遮断具８の形状も特に限定されないが、シート状の一部が円形または扇形に開口しているものが例示できる。また開口面積が異なる気体遮断具の数は、接着固定部外表面の面積、中空糸膜外径、膜の充填率等によって異なるが、２～５種程度用意することが好ましい。

【００３７】

この方法は、損傷している膜を有する中空糸膜モジュールを水槽内に設置した後、加圧気体供給ライン４の先端に接着固定部の外表面の全範囲に送気可能な送気具７を取り付ける。そして、その送気具７と膜端開口した接着固定部外表面との間に、まずは開口面積の大きな気体遮断具８を挟み込み、気体遮断具８に送気具７を押しつけて加圧気体を送り込み、送給範囲内に損傷膜が存在するかどうかを判断する。

【００３８】

もし送給範囲内に損傷膜が無い場合には、気体遮断具８の位置をずらして開口位置を変えるか、開口範囲の異なる気体遮断具８に変更し、再度送気具７を押しつけ、送給範囲内に損傷膜が存在するかどうかを判断する。損傷膜が存在する範囲を見つけたら、開口面積の小さな気体遮断具に切り替え、損傷膜が存在する範囲内を同じように調査する。このように挟み込む気体遮断具８の開口面積を徐々に小さくし、損傷膜が存在する範囲を狭めていくことにより、最終的に損傷膜の位置を特定する。

【産業上の利用可能性】

【００３９】

本発明の損傷膜特定方法は、上水処理、下水処理、海水淡水化前処理、産業廃水処理などで、浸漬型中空糸膜モジュールを使用して水ろ過運転を行っている際において、水ろ過運転中に膜損傷が検知された場合に、損傷膜の位置を特定するのに適用することができる。その適用範囲はこれらに限られるものではない。

【図面の簡単な説明】

【００４０】

【図１】本発明の損傷膜特定方法を実施する場合の一実施様態を示す概略縦断面図である。

【図２】図１中のX-X面を上面から見た場合の概略上面図である。

【図３】本発明の損傷膜特定方法を実施する場合の別の一実施様態を示す概略縦断面図である。

【図４】図３中のY-Y面を上面から見た場合の概略上面図である。

【図５】図１中のX-X面を上面から見た場合の別の一例を示す概略上面図である。

【図６】図１中のX-X面を上面から見た場合のさらに別の一例を示す概略上面図である。

【図７】図１中のX-X面を上面から見た場合のさらに別の一例を示す概略上面図である。

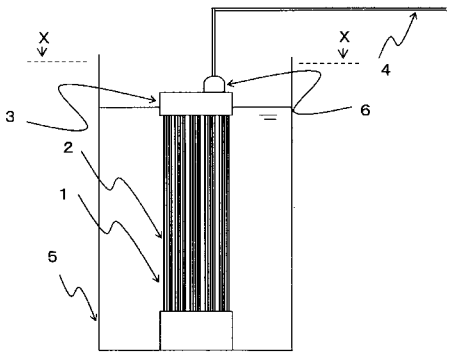
【符号の説明】

【００４１】

１　浸漬型中空糸膜モジュール
２　中空糸膜
３　接着固定部
４　加圧気体供給ライン
５　水槽
６　着脱可能な送気具
７　膜端開口した接着固定部外表面の全範囲に送気可能な送気具
８　気体遮断具

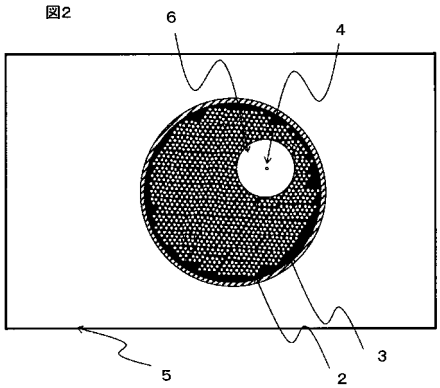
【図１】

図1



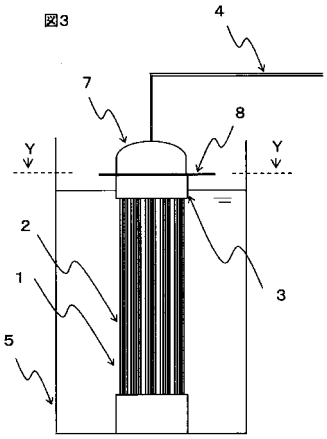
【図２】

図2



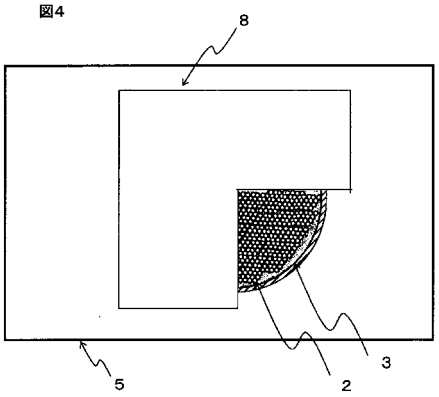
【図３】

図3



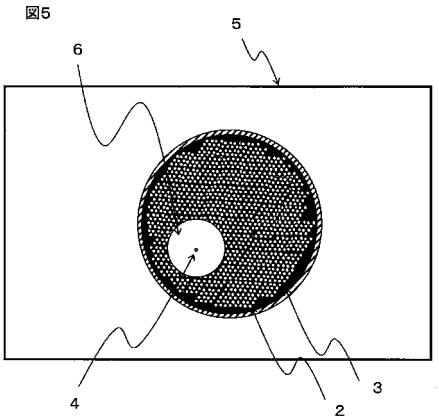
【図４】

図4



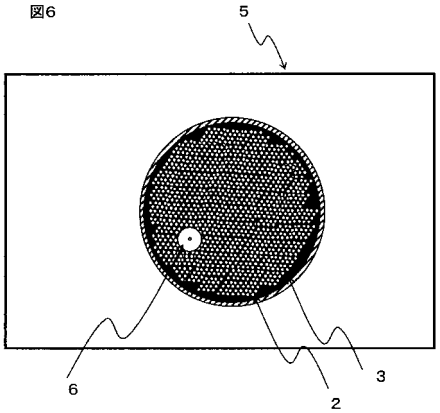
【図５】

図5



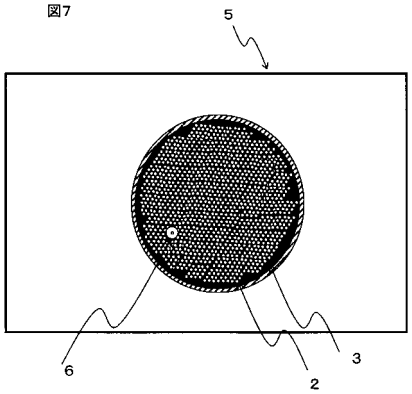
【図６】

図6



【図７】

図7



フロントページの続き

(56)参考文献 特開２００１－１９０９３８（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－２５６２５３（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－０１３９４７（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－１０７５７５（ＪＰ，Ａ）
特開２００７－１５２２８５（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－２５７３７５（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－１９２４５７（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｂ０１Ｄ ６５／１０
Ｂ０１Ｄ ６３／０２