

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012 年 11 月 1 日(01.11.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/147932 A1

- (51) 国際特許分類:
B01D 65/10 (2006.01) *B01D 63/02* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/061404
- (22) 国際出願日: 2012 年 4 月 27 日(27.04.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-102025 2011 年 4 月 28 日(28.04.2011) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 三菱
レイヨン株式会社 (Mitsubishi Rayon Co., Ltd.)
[JP/JP]; 〒1088506 東京都港区港南一丁目 6 番 4
1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 取違 哲也
(TORICHIGAI Tetsuya) [JP/JP]; 〒4408601 愛知県豊
橋市牛川通四丁目 1 番地の 2 三菱レイヨン株

式会社 豊橋事業所内 Aichi (JP). 昇 浩明(NO-
BORI Hiroaki) [JP/JP]; 〒4408601 愛知県豊橋市牛
川通四丁目 1 番地の 2 三菱レイヨン株式会社
豊橋事業所内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 志賀 正武, 外(SHIGA Masatake et al.); 〒
1006620 東京都千代田区丸の内一丁目 9 番 2 号
Tokyo (JP).

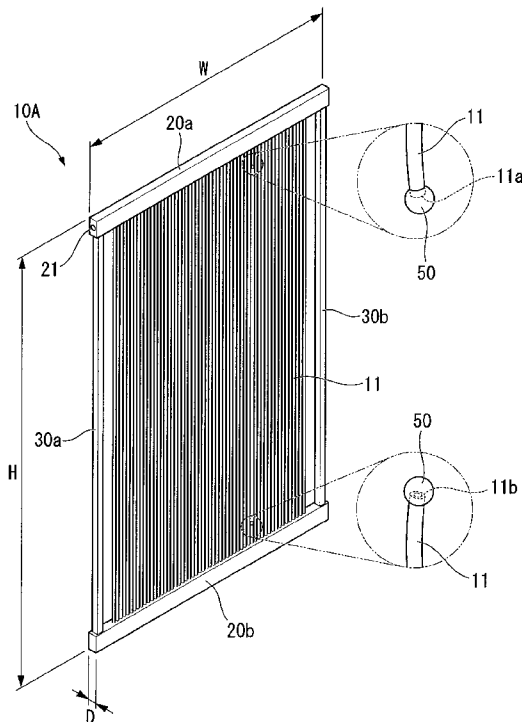
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO,
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS,
JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS,
LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST,
SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR REPAIRING LEAK IN HOLLOW FIBER MEMBRANE MODULE, AND HOLLOW FIBER MEM-
BRANE MODULE

(54) 発明の名称: 中空糸膜モジュールのリーク部補修方法および中空糸膜モジュール

[図1]



(57) Abstract: The present invention pertains to: a method for
repairing a leak in a hollow fiber membrane module, said meth-
od including a sealing step in which the hollow fiber membrane
module is provided with a plurality of hollow fiber membranes
having a support body therein, and sealing is carried out by
forming a seal on the outer surface of the hollow fiber mem-
brane containing the leak; and a hollow fiber membrane module
that has been repaired according to the method for repairing a
leak, said hollow fiber membrane module having a sealed sec-
tion.

(57) 要約: 本発明は、中空糸膜モジュールのリーク
部補修方法であって、前記中空糸膜モジュール
が、複数本の中空糸膜を備え、前記中空糸膜が、
その内部に支持体を有しており、前記中空糸膜の
リーク部を含む外表面に封止部を形成することに
より封止する封止工程を含む、中空糸膜モジュ
ールのリーク部補修方法、および前記リーク部補修
方法により補修された中空糸膜モジュールであっ
て、封止部を有する中空糸膜モジュールに関す
る。

WO 2012/147932 A1



(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

中空糸膜モジュールのリーク部補修方法および中空糸膜モジュール

技術分野

[0001] 本発明は、水処理などに用いられる中空糸膜モジュールのリーク部補修方法および中空糸膜モジュールに関する。

本願は、2011年4月28日に、日本に出願された特願2011-102025号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 各種水処理などには、複数本の中空糸膜を備えた中空糸膜モジュールが広く使用されている。中空糸膜モジュールにおいては、中空糸膜に穴が開いたり破断が生じたりして、そこから原水が処理水側に漏れてしまうことがある。そこで、例えば特許文献1や特許文献2に記載された中空糸膜のリーク検査方法を用いて、リークの有無及びリーク部の特定を行う方法が知られている。

一方、検知されたリーク部を補修する方法としては、ウレタン樹脂、エポキシ樹脂などの熱硬化性樹脂を用いて補修する方法がある。

[0003] ところが、このように熱硬化性樹脂を用いてリーク部を補修する場合には、補修部分に付与された熱硬化性樹脂が他の中空糸膜に付着してしまわないように、補修部分を他の中空糸膜から離しておく必要があり作業性が悪い。

そこで、短時間で冷却固化するホットメルト接着剤を用いて、リーク部を補修する方法が検討されている。

[0004] 例えば、特許文献3の図3には、破断が生じた中空糸膜の端部に、溶融したホットメルト接着剤を埋め込む方法が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2000-205056号公報

特許文献2：特開2006-258674号公報

特許文献3：特開平05-168875号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、中空糸膜モジュールにおける中空糸膜の端部には、通常、集水用のハウジングが装着されていて、中空糸膜の端部は露出していない。そのため、特許文献3のように、中空糸膜の端部に対してホットメルト接着剤を埋め込む方法は、ハウジングに開閉自在なカバーなどが設けられていて、中空糸膜の端部を露出させ得る形態の中空糸膜モジュールに対しては適用できても、中空糸膜の端部を露出させることができない形態の中空糸膜モジュールには適用できない。

[0007] また、特許文献3に記載のように、中空糸膜の端部を閉塞する方法では、端部が閉塞された中空糸膜はその全長に亘って濾過機能を失ってしまう。そのため、このような方法で補修された中空糸膜の本数が多いと、中空糸膜モジュールとしての有効膜面積が大きく低下するという問題もある。

[0008] 本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、種々の形態の中空糸膜モジュールに対して、短時間で、かつ、有効膜面積の大きな低下を伴うことなく、リーク部を補修できる中空糸膜モジュールのリーク部補修方法の提供、および前記リーク部補修方法により補修された中空糸膜モジュールの提供を課題とする。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明の第一の側面は、以下の側面を有する。

[0010] [1] 中空糸膜モジュールのリーク部補修方法であって、前記中空糸膜モジュールが、複数本の中空糸膜を備え、前記中空糸膜が、その内部に支持体を有しており、前記中空糸膜のリーク部を含む外表面に封止部を形成することにより封止する封止工程を含む、中空糸膜モジュールのリーク部補修方法。

[0011] [2] 前記リーク部を含む前記中空糸膜の長さ方向の一部分を切除する切除工程と、切除により開口した前記中空糸膜の開口端面付近の外表面及び開口

端面に封止部を形成することにより封止する封止工程とを含む、〔１〕に記載の中空糸膜モジュールのリーク部補修方法。

[0012] 上記構成を有することにより、短時間で、有効面積を大きく損なうことなくリーク部を補修できる。また、支持体があることで中空糸膜の熱収縮に起因する補修不良が起こりにくく、中空糸膜が加熱溶融されるときに中空糸の形状を保持しやすく膜がつぶれにくい。

[0013] 〔３〕前記封止工程が、切除により開口した前記中空糸膜の開口端面付近の外表面及び開口端面に、ホットメルト接着剤を、１８０～２３０℃に加熱して前記封止部を形成することにより行われる、〔２〕に記載の中空糸膜モジュールのリーク部補修方法。

[0014] 上記構成を有することにより、１８０～２３０℃に加熱したホットメルト接着剤の熱により、中空糸膜が融解するため、ホットメルト接着剤との接着力を高めることができる。

[0015] 〔４〕前記ホットメルト接着剤がポリオレフィン系樹脂からなり、前記支持体がポリエステル樹脂からなる、〔３〕に記載の中空糸膜モジュールのリーク部補修方法。

[0016] 上記構成を有することにより、ポリオレフィン系樹脂およびポリエステル樹脂の融点はそれぞれ１００～１８０℃の範囲であるため、一般的な中空糸膜の融点の範囲と近い。このため、ホットメルト接着剤の融点以上に過加熱しなくても、中空糸膜を融解して接着させることができるため、ホットメルト接着剤の熱分解等の弊害を抑制できる。また、ポリオレフィン系樹脂およびポリエステル樹脂は、弾性率が小さく柔軟性に優れているので、中空糸膜の屈曲による補修部への応力集中が起こり難く、溶融粘度も良好で、接着強度に優れ、耐薬品性にも優れる。

[0017] 〔５〕前記封止部が、前記開口端面から前記中空糸膜の外周面上に延出するように設けられた延出部と、中空糸膜内部に埋設され前記支持体と接着する基部とから形成される、〔２〕～〔４〕のいずれか一項に記載の中空糸膜モジュールのリーク部補修方法。

- [0018] 上記構成を有することにより、基部において支持体と接着させることによって、接着面が形成しにくい開口端面においても強固な接着性を確保できる。
- [0019] [6] 前記中空糸膜がポリフッ化ビニリデンからなる、[2]～[5]のいずれか一項に記載の中空糸膜モジュールのリーク部補修方法。
- [0020] 上記構成を有することにより、ポリフッ化ビニリデンはフッ素系の樹脂であるため、上記方法により得られる中空糸膜モジュールは耐薬品性に優れている。
- [0021] [7] 前記延出部の最大径 x が、前記中空糸膜の外径の1～2倍となるように形成される、[5]又は[6]に記載の中空糸膜モジュールのリーク部補修方法。
- [0022] 上記構成とすることにより、封止部が耐久性に優れるとともに、隣接した中空糸膜に引っかかりにくい。
- [0023] [8] 前記延出部の先端部から前記中空糸膜の開口端面の位置までの長さ y が、前記中空糸膜の外径の0.1～0.5倍となるように形成される、[5]～[7]のいずれか一項に記載の中空糸膜モジュールのリーク部補修方法。
- [0024] 上記構成とすることにより、封止部が耐圧性に優れるとともに、過剰に接着剤を消費しない。
- [0025] [9] 前記延出部の前記基端部から前記中空糸膜の開口端面までの長さ z が、前記中空糸膜の外径の0.5～1.5倍となるように形成される、[5]～[8]のいずれか一項に記載の中空糸膜モジュールのリーク部補修方法。
- [0026] 上記構成とすることにより、封止部の接着強度が向上し、補修不良を低減させることができる。
- [0027] [10] [1]～[9]のいずれか1項に記載のリーク部補修方法により補修された中空糸膜モジュールであって、封止部を有する中空糸膜モジュール。
- [0028] 上記構成とすることにより、有効面積を大きく損なうことなくリーク部が

補修された中空糸膜モジュールを提供することができる。

[0029] また、本発明の第二の側面は、以下の側面を有する。

[1] 複数本の中空糸膜を備えた中空糸膜モジュールの前記中空糸膜に生じたリーク部を補修する方法であって、前記リーク部を含む前記中空糸膜の長さ方向の一部分を切除する切断工程と、切除により開口した前記中空糸膜の開口端面をホットメルト接着剤で封止して封止部を形成する封止工程とを含む、中空糸膜モジュールのリーク部補修方法。

[2] 複数本の中空糸膜を備えた中空糸膜モジュールであって、少なくとも1本の中空糸膜の長さ方向の一部分が切除され、切除により開口した2つの開口端面のうち少なくとも一つがホットメルト接着剤で封止されている封止部を有する、中空糸膜モジュール。

[3] 前記封止部は、前記開口端面から前記中空糸膜の外周面上に延出するように設けられている、[2]に記載の中空糸膜モジュール。

発明の効果

[0030] 本発明によれば、種々の形態の中空糸膜モジュールに対して、短時間で、かつ、有効膜面積の大きな低下を伴うことなく、リーク部を補修できる。

図面の簡単な説明

[0031] [図1]本発明の中空糸膜モジュールの一例を示す斜視図である。

[図2A]本発明のリーク部補修方法を説明する説明図である。

[図2B]本発明の第一の側面のリーク部補修方法を説明する説明図である。

[図2C]本発明の第一の側面のリーク部補修方法を説明する説明図である。

[図2D]本発明の第一の側面のリーク部補修方法を説明する説明図である。

[図2E]本発明の第一の側面のリーク部補修方法を説明する説明図である。

[図2F]本発明の第二の側面のリーク部補修方法を説明する説明図である。

[図3A]リーク部補修された部分を拡大して示す模式的な外観図である。

[図3B]リーク部補修された部分を拡大して示す模式的な外観図である。

[図3C]リーク部補修された部分を拡大して示す模式的な外観図である。

[図4]本発明の中空糸膜モジュールの他の一例を示す斜視図である。

発明を実施するための形態

[0032] 以下、本発明について詳細に説明する。

図1は、本発明の中空糸膜モジュールの一例を示す斜視図である。

この中空糸膜モジュール10Aは、シート状に配列された複数本の中空糸膜11と、中空糸膜11の長さ方向の両端部に設けられた2本の集水用のハウジング20a、および20bとを備えている。各中空糸膜11の両端部は開口した状態で、ウレタン樹脂などによりハウジング20a、および20b内に固定され、中空糸膜11とハウジング20a、および20b内の流路とが連通している。

[0033] また、この例の中空糸膜モジュール10Aは、2本のハウジング20a、および20bを連通する2本の導水管30a、および30bを備えていて、一方のハウジング（上側ハウジング）20aの長さ方向の端部に、濾過水を得る取水口21が形成されている。そのため、この中空糸膜モジュール10Aで原水を吸引濾過した際には、他方のハウジング（下側ハウジング）20bに集められた濾過水が導水管30a、および30bを通して上側ハウジング20aへと集められ、取水口21からは、上側ハウジング20aと下側ハウジング20bに集められた濾過水が取り出せるようになっている。

[0034] 中空糸膜11の材質としては、例えば、ポリエチレン（融点：100～130℃程度）やポリプロピレン（融点：150～180℃程度）などのポリオレフィン、ポリフッ化ビニリデン（PVDF、融点：150～210℃程度）やポリテトラフルオロエチレンなどのフッ素系樹脂、ポリスルホン系樹脂、ポリアクリロニトリル、セルロース誘導体、ポリアミド、ポリエステル、ポリメタクリレート、およびポリアクリレートなども挙げられる。これらのうち1種以上を含む樹脂を使用できる。また、これらの樹脂の共重合体や一部に置換基を導入したものであってもよい。なかでもポリフッ化ビニリデンが、耐薬品性に優れているため好ましい。

[0035] ハウジング20a、および20bおよび導水管30a、および30bの材質としては、機械的強度および耐久性を有するものが好適に用いられ、例え

ばポリカーボネート、ポリスルホン、ポリオレフィン、PVC（ポリ塩化ビニル）、アクリル樹脂、ABS樹脂、および変成PPE（ポリフェニレンエーテル）などが挙げられ、これらのうち1種以上を含む樹脂を使用できる。あるいは、ステンレス、およびチタンなどの耐腐食性金属を用いてもよい。

[0036] そして、図1の中空糸膜モジュール10Aは、図1中に拡大して示すように、多数の中空糸膜11のうちの1本において、長さ方向の一部分が切り取られ、このような切除により新たに開口した2つの開口端面11a，および11bがホットメルト接着剤50で封止されている。具体的には、この中空糸膜モジュール10Aは、1本の中空糸膜11においてリーク穴（リーク部）が生じ、このリーク部を含むように中空糸膜11の長さ方向の一部分が切除され、切除により開口した2つの開口端面11a，11bがホットメルト接着剤50で封止されるリーク部補修がなされたものである。

なお、リーク部の特定は、リーク部位が特定可能なリーク検査方法、例えば、水や界面活性剤などの液体中に浸漬した膜内部に気体を送り込み、気泡の発生状況によりリーク部を特定する方法や、着色液などの着色流体を流し込み、着色の有無でリーク部を特定する方法などを用いることができる。

[0037] このようなリーク部補修は、例えば図2A～2Eに示すように行う。

以下、本発明の第一の側面について説明する。

<中空糸膜モジュールのリーク部補修方法>

切断工程：

まず、図2Aに示すように、リーク部12が生じた中空糸膜11から、リーク部12を含む長さ方向の一部分を切除する。図2A中、符号Mが切除された中空糸膜である。これにより2つの開口端面11a，および11bが生じる。

中空糸膜は、長さ方向に対して垂直に切断されることが好ましい。これにより、封止部の接着強度が向上し、補修不良を低減させることができる。

封止工程：

切断工程について、図2Bに示すように、市販されているガンタイプの溶

融塗布機に、中空糸膜 11 の外径よりも大きな内径を備えたノズル 40 を接続し、そのノズル 40 の先端に中空糸膜 11 の開口端面 11 a (11 b) を挿入する。なお、中空糸膜の内側には支持体 11 d が形成されている。そして、図 2 C に示すように、ノズル 40 の先端から中空糸膜 11 に、溶融したホットメルト接着剤 50 を注入する。注入後、図 2 D に示すように、ノズル 40 を中空糸膜 11 から引き抜くと、注入されたホットメルト接着剤 50 は冷えて固化する。これにより、中空糸膜 11 の開口端面 11 a (11 b) が閉塞される。その後、閉塞された開口端面 11 a, および 11 b に連続している中空糸膜 11 の外周面 11 c 上にノズル 40 の先端を 1 周させつつホットメルト接着剤 50 を吐出し付着させることにより、図 2 E に示すように、ホットメルト接着剤 50 は開口端面 11 a (11 b) を覆うだけでなく、中空糸膜 11 の外周面 11 c 上に延出するように設けられることにより封止部 50 を形成し、封止が完了する。封止部は、開口端面から中空糸膜の外周面上に延出するように設けられている延出部 50 c と、中空糸膜内部に埋設され前記支持体と接着する基部 50 d とからなることが好ましい。このような封止を開口した 2 つの開口端面 11 a, および 11 b に対してそれぞれ行う。

- [0038] ここで図 2 A に示すように、切除により新たに開口した開口端面 11 a, および 11 b から、各ハウジング 20 a, および 20 b に至るまでの中空糸膜の長さ L_1 は、10 ~ 100 mm の範囲内であることが好ましく、より好ましくは 5 ~ 50 mm の範囲内である。 L_1 が 10 mm 以上であると、ホットメルト接着剤 50 で開口端面 11 a, および 11 b を封止する作業中に、この中空糸膜 11 の根元の屈曲を抑制して補修を行えるので、中空糸膜 11 の根元が損傷するなどのトラブルが起こりにくい。一方、 L_1 が 100 mm 未満であると、補修後の中空糸膜モジュール 10 A を例えば被処理水槽に浸漬してエアスクラビング処理を行った際に、補修した中空糸膜 11 が過度に揺動しにくい。そのため、過度に揺動することによる他の中空糸膜 11 と擦れや、根元の大きな屈曲が抑制され、それによる中空糸膜 11 の損傷が防止される

。リーク部 12 を含む長さ方向の一部分を切除する際には、以上の点を考慮して、 L_1 が 10 ～ 100 mm の範囲内となるように切除位置を決定することが好ましい。

[0039] また、図 2 B に示すノズル 40 の内径 D_1 は、中空糸膜 11 の外径 D_2 よりも 0.1 ～ 1 mm 程度大きいことが好ましく、0.3 ～ 0.75 mm 程度大きいことがより好ましい。このような範囲であると、ノズル 40 の先端に中空糸膜 11 の開口端面をスムーズに挿入でき、かつ、注入時に、ノズル 40 と中空糸膜 11 の隙間からホットメルト接着剤 50 が漏れにくい。

また、ホットメルト接着剤 50 の注入量は、補修部分の強度が充分となる量であればよいが、図 2 C に示す開口端面 11 a (11 b) からの充填長さ L_2 が、中空糸膜 11 の内径の 1 ～ 5 倍となる量が適当である。

[0040] ホットメルト接着剤 50 としては、支持体 11 d を構成している樹脂および中空糸膜 11 を構成している樹脂と同程度の融点を有するものが好ましく、具体的には、100 ～ 250℃ 程度の融点のホットメルト接着剤 50 が好ましく、180 ～ 230℃ 程度がより好ましく 120 ～ 200℃ 程度のものが特に好ましい。このようなホットメルト接着剤 50 であると、支持体 11 d および中空糸膜 11 にダメージを与えるほどの高温にしなくても十分に溶融し、かつ、支持体 11 d および中空糸膜 11 に良好に付着する。

なお、上記したように、中空糸膜 11 の材料として好適に用いられるポリエチレン、ポリプロピレン、ポリフッ化ビニリデンの融点は、それぞれ 100 ～ 130℃ 程度、150 ～ 180℃ 程度、150 ～ 210℃ 程度である。そのため、中空糸膜 11 を構成している樹脂の融点に応じて、ホットメルト接着剤 50 の種類も適宜選択すればよい。

[0041] ホットメルト接着剤 50 の溶融粘度は、500 ～ 10000 mPa · s であるものが好ましい。500 mPa · s 以上であると、溶融したホットメルト接着剤 50 が目的外の部分まで垂れて付着するなどのトラブルが生じにくい。また、10000 mPa · s 以下であると、溶融したホットメルト接着剤 50 の粘度が高すぎず、そのため、支持体 11 d、中空糸膜 11 の開口端

面 1 1 a, および 1 1 b や外周面 1 1 c 上に所望どおり付着させることができる。なお、溶融粘度とは、ホットメルト接着剤の溶融状態における粘度を意味する。

[0042] 具体的には、ホットメルト接着剤 5 0 としては、E V A (エチレン酢酸ビニル共重合体) 系樹脂、P O (ポリオレフィン) 系樹脂、P A (ポリアミド) 系樹脂、S R (合成ゴム) 系樹脂、A C R (アクリル) 系樹脂、P U R (ポリウレタン) 系樹脂などが挙げられる。なかでも、耐薬品性に優れ、かつ、廃棄時に燃焼させたとしても、有害ガスが発生しにくい P O 系樹脂が好ましい。

[0043] 本発明の第一の側面における中空糸膜のリーク部補修方法は、その内部に支持体を有する中空糸膜に適用することが好ましい。支持体があることで中空糸膜の熱収縮に起因する補修不良が起こりにくく、中空糸膜が加熱溶融されるときに中空糸の形状を保持しやすく膜がつぶれにくい。支持体の融点としては、中空糸膜 1 1 を構成している樹脂の融点と同程度かそれ以下が好ましい。

支持体の材料としては、ポリエチレン樹脂やポリエステル樹脂等のポリオレフィン樹脂、ポリプロピレン樹脂等が挙げられ、なかでもポリエステル樹脂が好ましい。このような材料を用い、さらにホットメルト接着剤として P O 樹脂をもちいることにより、化学的接着性が良好な組む見合わせとなり接着性をより向上させるができる。

[0044] このようなリーク部補修方法によれば、長時間を要せずに固化するホットメルト接着剤 5 0 を用いているため、例えば数秒間から数分間という短時間で、リーク部 1 2 を補修することができる。また、ホットメルト接着剤 5 0 は、このように短時間で固化するため、封止部に付与されたホットメルト接着剤 5 0 が他の中空糸膜 1 1 に付着してしまわないように、封止部を他の中空糸膜 1 1 から離しておく時間も短くてすみ、作業性に優れる。

[0045] また、このようなリーク部補修方法では、リーク部が生じた中空糸膜の端部を封止するのではなく、リーク部 1 2 を含むように中空糸膜 1 1 の長さ方

向の一部分を切除した後、切除により開口した開口端面 11 a, および 11 b を封止しているため、切除後に残った中空糸膜 11 は濾過機能を維持する。そのため、中空糸膜モジュール 10 A を構成する中空糸膜 11 の多数においてリーク部 12 が生じ、それぞれに対して補修をしたとしても、中空糸膜モジュール 10 A 全体としての有効膜面積の低下を小さく抑えることができる。ここで仮に、リーク部が生じた中空糸膜の端部を封止する方法を採用すると、リーク部が生じた多数の中空糸膜のすべてが、その全長に亘って濾過機能を失うため、中空糸膜モジュールとしての有効膜面積が大きく低下してしまう。

[0046] また、このようなリーク部補修方法は、中空糸膜の端部を封止する方法ではないため、中空糸膜の端部を露出させることができない形態の中空糸膜モジュールに対しても、何ら問題なく適用できる。

[0047] また、この例のように、ホットメルト接着剤 50 を中空糸膜 11 の開口端面 11 a, 11 b だけでなく、中空糸膜 11 の外周面 11 c 上にまで延出するように設けると、封止性がより向上する。

ホットメルト接着剤 50 で形成された封止部の外形としては、例えば、図 3 A に示すように、封止部の先端部 50 a から基端部 50 b まで、径が漸次大きくなった後、漸次小さくなる形状、図 3 B に示すように、封止部の先端部 50 a 側よりも基端部 50 b 側の方が径が小さい形状、図 3 C に示すように、封止部の先端部 50 a 側よりも基端部 50 b 側の方が径が大きい形状などが挙げられる。

[0048] また、これらの各形状において、封止部の最大径 x は、中空糸膜 11 の外径の 1 倍以上が好ましく、1 ~ 2 倍がより好ましい。2 倍以下であると、封止部が他の中空糸膜 11 に引っ掛かりにくく、引っ掛かりにより生じる中空糸膜 11 の損傷を防止できる。一方、1 倍以上であると、中空糸膜 11 の外周面 11 c がホットメルトの層で補強されるので、封止部の耐久性が高まる。

[0049] 封止部の先端部 50 a から中空糸膜 11 の開口端面 11 a (11 b) の位

置までの長さ y は、特に制限はないが、ホットメルト接着剤 50 の溶融時の表面張力などから、中空糸膜 11 の外径程度である。具体的には、延出部の先端部から中空糸膜の開口端面の位置までの長さ y が、中空糸膜の外径の 0.1 ~ 0.5 倍であることが好ましく、0.15 ~ 0.35 倍であることがより好ましい。

封止部の基端部 50b から中空糸膜 11 の開口端面 11a (11b) までの部分は、ノズルの先端を中空糸膜の外周に周回させつつホットメルト接着剤を吐出することで形成される部分であるため、ノズル 40 を周回させる回数が 1 回である場合には、その長さ z は、ノズル 40 の内径にほぼ相当する。具体的には、延出部の基端部から中空糸膜の開口端面までの長さ z が、前記中空糸膜の外径の 0.5 ~ 1.5 倍であることが好ましく、0.75 ~ 1.2 倍がより好ましい。周回させる回数を 2 回以上として、長さ z がノズル 40 の内径よりも大きくなるようにホットメルト接着剤 50 を塗布してもよいが、その際には、溶融状態にあるホットメルト接着剤 50 の熱が中空糸膜 11 により多く伝わる結果、補修不良が生じる可能性がある。

[0050] 以上説明したように、リーク部 12 を含む中空糸膜 11 の長さ方向の一部を切除し、切除により開口した 2 つの開口端面 11a, および 11b をホットメルト接着剤 50 で封止する中空糸膜モジュール 10A のリーク部補修方法によれば、種々の形態の中空糸膜モジュールに対して、短時間で、かつ、有効膜面積の大きな低下を伴うことなく、リーク部 12 を補修できる。

[0051] <中空糸膜モジュール>

本発明の第一の側面における中空糸膜モジュールは、上述のリーク部補修方法により補修された中空糸膜モジュールであって、封止部を有する中空糸膜モジュールである。封止部は、上述のリーク部補修方法により形成された封止部と同様のものである。

[0052] 次に、本発明の第二の側面について詳細に説明する。

[0053] <中空糸膜モジュールのリーク部補修方法>

本発明の第二の側面における中空糸膜モジュールのリーク部補修方法では

、図 2 F に示すように、中空糸膜が支持体を有しないものを用いる以外は、本発明の第一の側面と同様の方法である。

<中空糸膜モジュール>

本発明の第二の側面における中空糸膜モジュールでは、中空糸膜が支持体を有しないものを用いる以外は、本発明の第一の側面と同様の中空糸膜モジュールである。

[0054] なお、補修対象の中空糸膜モジュールの形態には制限はなく、例えば、図 4 に示すように、導水管を具備せず、上側ハウジング 20 a に集められた濾過水のみを取水口 21 から取り出す形態の中空糸膜モジュール 10 B も例示できる。この場合には、リーク部を含む長さ方向の一部分を切除した後、濾過水が集水される上側ハウジング 20 a に連通した方の開口端面 11 a のみをホットメルト接着剤 50 で封止すればよく、上側ハウジング 20 a に連通していない下側ハウジング 20 b 側の開口端面 11 b は封止しなくてもよい。この形態の中空糸膜モジュール 10 B の場合には、開口端面 11 b が開放していても、原水が処理水側に混入することはない。このように原水が開口端面から処理水側に混入しないかぎり、切除により開口した 2 つの開口端面のうちの一方のみを封止して、他方を開放しておいてもよく、中空糸膜モジュールの形態に応じて適宜選択できる。

[0055] また、上記実施形態においては、中空糸膜を切断して開口端面を露出させ、その先端付近の外表面および先端に封止部を設けたが、リーク部が明確に断定できる場合などは、中空糸膜を切断せずに、リーク部を含む中空糸膜の外表面外周を、直接ホットメルト樹脂でリング状に覆ってもよい。

実施例

[0056] 以下、実施例を挙げて本発明を具体的に説明する。

[実施例]

孔径 0.1 μ m、外径 2.8 mm、内径 1.5 mm の P V D F 製中空糸膜を 1560 本用いて、図 1 の構成の中空糸膜モジュール 10 A を製造した。中空糸膜 11 は各ハウジング 20 a, 20 b にウレタン樹脂で固定されてい

る。導水管 30a, 30b には、角パイプを用いた。中空糸膜モジュール 10A の外径寸法は、幅 W1250mm、高さ H2000mm、奥行き D30mm とした。

ついで、図 2A～図 2F に示す方法に沿って、リーク部補修を行った。

すなわち、10 本の中空糸膜 11 を無作為に抽出し、両側のハウジング 20a, 20b からの長さ L_1 がそれぞれ 50mm となる 2 箇所では各中空糸膜 11 をカットし、中空糸膜 11 の長さ方向の一部を取り除いた。

ついで、溶融塗布機「Polygun HP」（住友 3M 社製）に内径 3mm のノズル 40 を接続し、これを用いて、ホットメルト接着剤「3748-Q」（材質：PP、融点：150～180℃、溶融粘度 4000mPa・s、住友 3M 社製）により、10 本の中空糸膜 11 における開口端面 11a（11b）を封止した。合計 20 箇所の封止部の外形は、いずれも図 3A に示す形状であり、各部分の長さは、 $x = 3.0 \sim 4.5$ mm、 $y = 2.8 \sim 3.5$ mm、 $z = 2.5 \sim 3.5$ mm の範囲内であった。

このようにリーク部補修を行った図 1 の中空糸膜モジュール 10A を 30% 濃度のアルコール水溶液に浸漬して親水化処理を行った後、水中に移し、取水口 21 から中空糸膜モジュール 10A の内圧が 100kPa となるように空気を供給し、リーク試験を行った。

リーク試験において、中空糸膜モジュール 10A からはエア漏れが確認されず、中空糸膜 11 の開口端面 11a, および 11b は全て確実に封止されていることが確認できた。

産業上の利用可能性

[0057] 本発明によれば、種々の形態の中空糸膜モジュールに対して、短時間で、かつ、有効膜面積の大きな低下を伴うことなく、リーク部を補修できる。

符号の説明

[0058] 10A, 10B : 中空糸膜モジュール

11 : 中空糸膜

11a, 11b : 中空糸膜の開口端面

- 1 1 d : 支持体
- 1 1 c : 中空糸膜の外周面
- 1 2 : リーク部
- 5 0 : ホットメルト接着剤（封止部）
- 5 0 a : 先端部
- 5 0 b : 基端部
- 5 0 c : 延出部
- 5 0 d : 基部

請求の範囲

- [請求項1] 中空糸膜モジュールのリーク部補修方法であって、
前記中空糸膜モジュールが、複数本の中空糸膜を備え、前記中空糸膜が、その内部に支持体を有しており、
前記中空糸膜のリーク部を含む外表面に封止部を形成することにより封止する封止工程を含む、中空糸膜モジュールのリーク部補修方法。
- [請求項2] 前記リーク部を含む前記中空糸膜の長さ方向の一部分を切除する切除工程と、
切除により開口した前記中空糸膜の開口端面付近の外表面及び開口端面に封止部を形成することにより封止する封止工程とを含む、請求項1に記載の中空糸膜モジュールのリーク部補修方法。
- [請求項3] 前記封止工程が、切除により開口した前記中空糸膜の開口端面付近の外表面及び開口端面に、ホットメルト接着剤を、180～230℃に加熱して前記封止部を形成することにより行われる、請求項2に記載の中空糸膜モジュールのリーク部補修方法。
- [請求項4] 前記ホットメルト接着剤がポリオレフィン系樹脂からなり、前記支持体がポリエステル樹脂からなる、請求項3に記載の中空糸膜モジュールのリーク部補修方法。
- [請求項5] 前記封止部が、前記開口端面から前記中空糸膜の外周面上に延出するように設けられた延出部と、
中空糸膜内部に埋設され前記支持体と接着する基部とから形成される、請求項2～4のいずれか一項に記載の中空糸膜モジュールのリーク部補修方法。
- [請求項6] 前記中空糸膜がポリフッ化ビニリデンからなる、請求項2～5のいずれか一項に記載の中空糸膜モジュールのリーク部補修方法。
- [請求項7] 前記延出部の最大径×が、前記中空糸膜の外径の1～2倍となるように形成される、請求項5又は6に記載の中空糸膜モジュールのリー

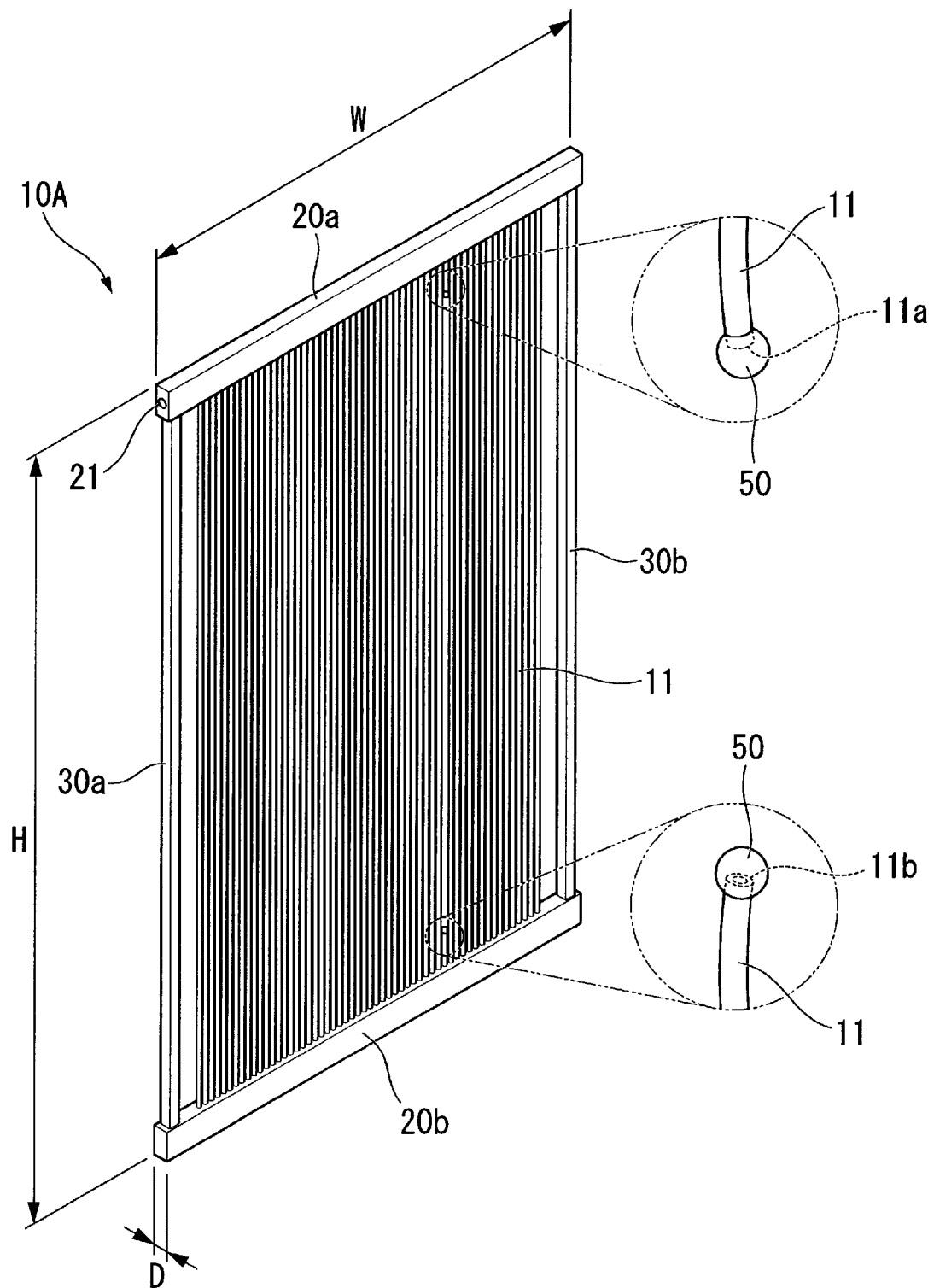
ク部補修方法。

[請求項8] 前記延出部の先端部から前記中空糸膜の開口端面の位置までの長さ y が、前記中空糸膜の外径の $0.1 \sim 0.5$ 倍となるように形成される、請求項 5 ～ 7 のいずれか一項に記載の中空糸膜モジュールのリーク部補修方法。

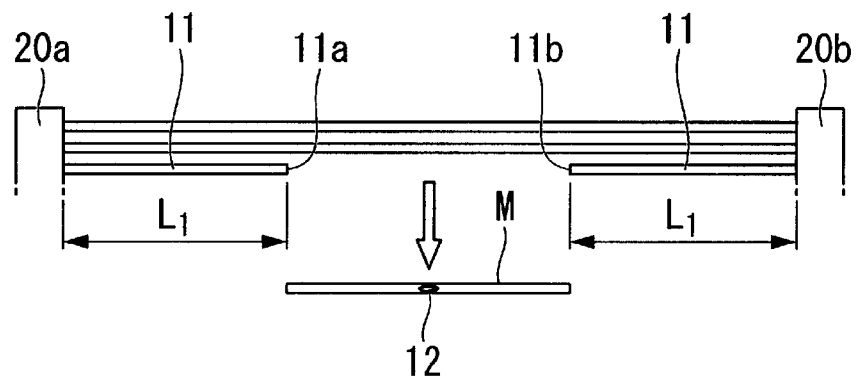
[請求項9] 前記延出部の前記基端部から前記中空糸膜の開口端面までの長さ z が、前記中空糸膜の外径の $0.5 \sim 1.5$ 倍となるように形成される、請求項 5 ～ 8 のいずれか一項に記載の中空糸膜モジュールのリーク部補修方法。

[請求項10] 請求項 1 ～ 9 のいずれか 1 項に記載のリーク部補修方法により補修された中空糸膜モジュールであって、
封止部を有する中空糸膜モジュール。

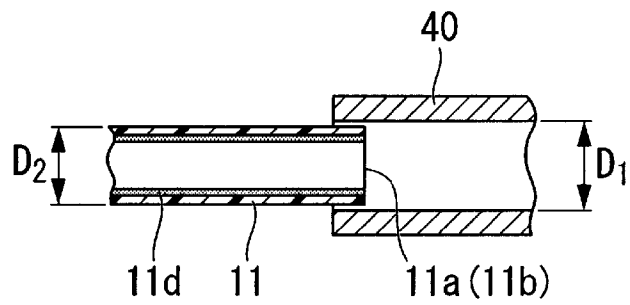
[図1]



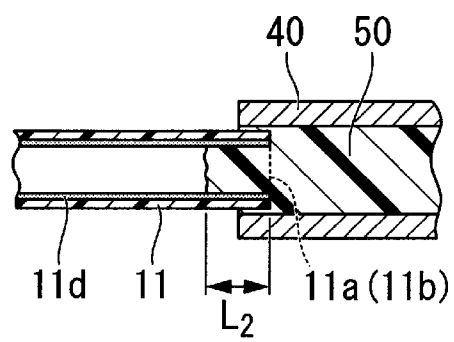
[図2A]



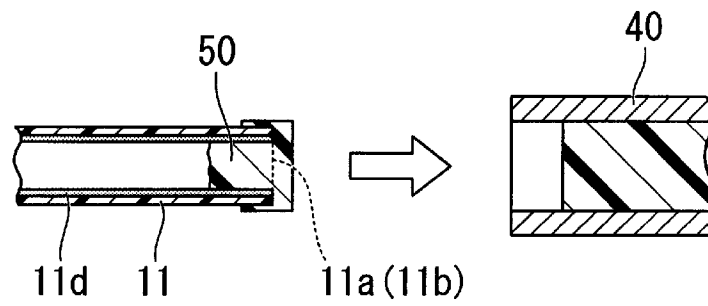
[図2B]



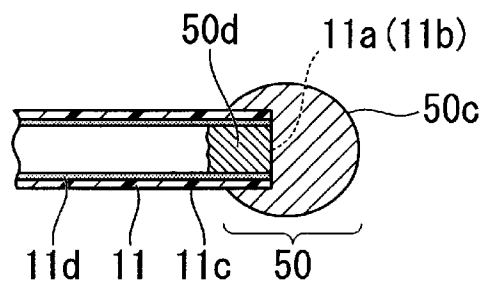
[図2C]



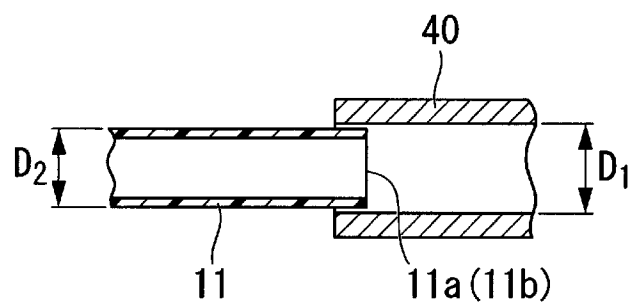
[図2D]



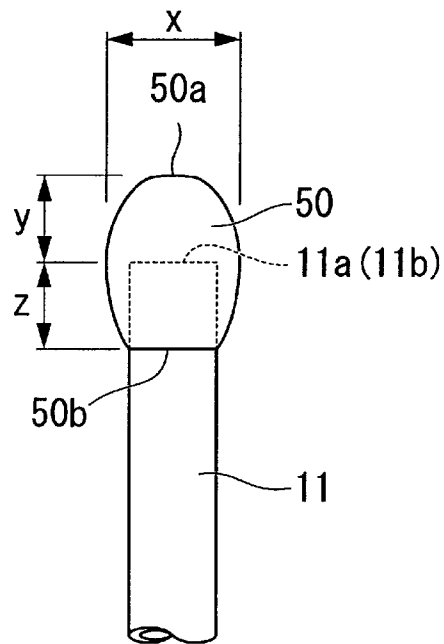
[図2E]



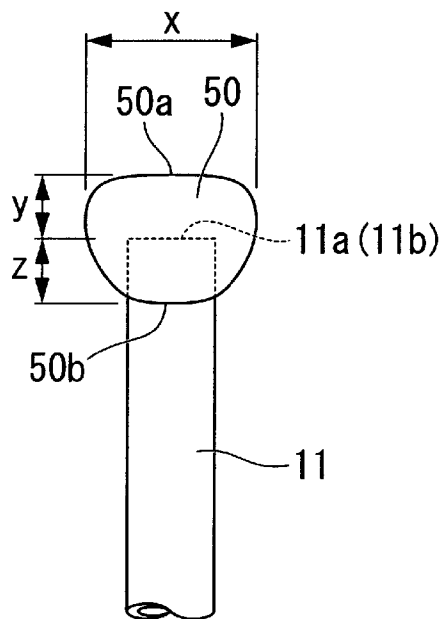
[図2F]



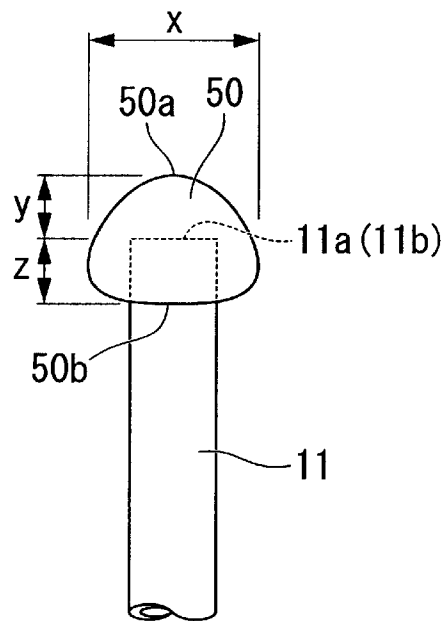
[図3A]



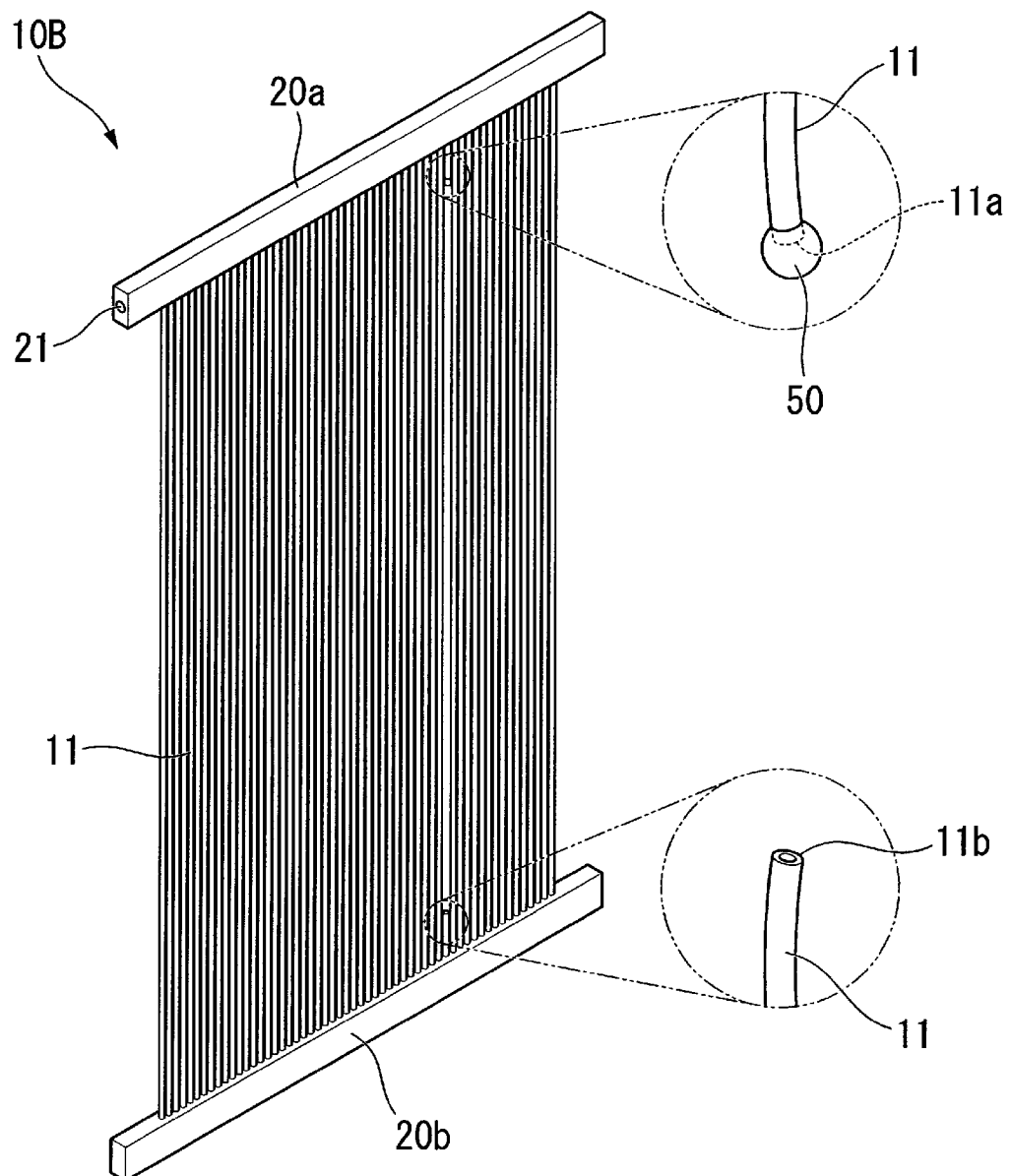
[図3B]



[図3C]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/061404

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B01D65/10 (2006.01) i, B01D63/02 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B01D53/22, B01D61/00-71/82, C02F1/44

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2012

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2012 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 53-104577 A (Kuraray Co., Ltd.), 11 September 1978 (11.09.1978), claims; page 2, upper left column, line 11 to lower left column, line 5 (Family: none)	1-10
Y	JP 2010-155204 A (Kuraray Co., Ltd.), 15 July 2010 (15.07.2010), paragraphs [0002], [0014] (Family: none)	1-10
Y	JP 5-168875 A (Kuraray Co., Ltd.), 02 July 1993 (02.07.1993), claims; paragraph [0020] (Family: none)	3, 4



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T"

later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&"

document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 June, 2012 (12.06.12)

Date of mailing of the international search report

26 June, 2012 (26.06.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/061404

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 5-212370 A (Toray Industries, Inc.), 24 August 1993 (24.08.1993), paragraphs [0015], [0017] (Family: none)	4, 6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））
Int.Cl. B01D65/10(2006.01)i, B01D63/02(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B01D53/22, B01D61/00-71/82, C02F1/44

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580(JDreamII)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 53-104577 A（株式会社クラレ）1978.09.11, 特許請求の範囲、 第2頁左上欄11行-左下欄5行（ファミリーなし）	1-10
Y	JP 2010-155204 A（株式会社クラレ）2010.07.15, 【0002】、【0 014】（ファミリーなし）	1-10
Y	JP 5-168875 A（株式会社クラレ）1993.07.02, 特許請求の範囲、【0 020】（ファミリーなし）	3,4

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 2 . 0 6 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

2 6 . 0 6 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

馳平 裕美

電話番号 03-3581-1101 内線 3421

4 D

5 0 8 3

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 5-212370 A (東レ株式会社) 1993. 08. 24, 【0 0 1 5】、【0 0 1 7】 (ファミリーなし)	4, 6