

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7476462号
(P7476462)

(45)発行日 令和6年5月1日(2024.5.1)

(24)登録日 令和6年4月22日(2024.4.22)

(51)国際特許分類	F I		
B 0 1 D 63/02 (2006.01)	B 0 1 D 63/02		
B 0 1 D 19/00 (2006.01)	B 0 1 D 19/00		H
B 0 1 D 63/00 (2006.01)	B 0 1 D 63/00	5 0 0	
	B 0 1 D 63/00	5 1 0	

請求項の数 6 (全19頁)

(21)出願番号	特願2021-566805(P2021-566805)	(73)特許権者	599109906 住友電工ファインポリマー株式会社 大阪府泉南郡熊取町朝代西一丁目950 番地
(86)(22)出願日	令和2年8月17日(2020.8.17)	(74)代理人	100159499 弁理士 池田 義典
(86)国際出願番号	PCT/JP2020/031005	(72)発明者	林 文弘 大阪府泉南郡熊取町朝代西一丁目950 番地 住友電工ファインポリマー株式会 社内
(87)国際公開番号	WO2021/131145	(72)発明者	室谷 保彦 大阪府泉南郡熊取町朝代西一丁目950 番地 住友電工ファインポリマー株式会 社内
(87)国際公開日	令和3年7月1日(2021.7.1)	(72)発明者	橋本 隆昌
審査請求日	令和5年2月21日(2023.2.21)		
(31)優先権主張番号	特願2019-235301(P2019-235301)		
(32)優先日	令和1年12月25日(2019.12.25)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 脱気用中空糸膜モジュールの製造方法及び脱気用中空糸膜モジュール

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

ポリテトラフルオロエチレン又は変性ポリテトラフルオロエチレンを主成分とする複数本の中空糸膜を有する中空糸膜束と、
 上記中空糸膜束を収容する筐体と、
 上記中空糸膜束の両端域又は一端域における中空糸膜外面及び筐体内面間がポッティング剤により充填されるポッティング部と
 を備えており、液体を上記中空糸膜に透過させて上記液体に溶存する気体を脱気する脱気用中空糸膜モジュールの製造方法であって、
 シート状のスペーサを上記中空糸膜束の両端部又は一端部における中空糸膜間の隙間に配置する工程と、
 上記配置されたスペーサが埋め込まれるように上記中空糸膜束の両端域又は一端域における中空糸膜外面及び筐体内面間にポッティング剤を充填する工程と
 を備えており、
 上記ポッティング剤が樹脂、ゴム又はエラストマーを主成分とし、
 上記スペーサがネット、不織布、多孔質シート又はフィルムであり、
 上記中空糸膜における平均外径が0.75mm以下、かつ平均内径が0.3mm以下であり、
 上記脱気用中空糸膜モジュールにおける純水の溶存酸素の除去率が50%以上である脱気用中空糸膜モジュールの製造方法。

10

20

【請求項 2】

上記スペーサが帯状体であり、
 上記配置する工程が、
 上記スペーサの片面に上記複数本の中空系膜の両端部又は一端部のみを把持させながら、
 上記複数本の中空系膜を並列に配置する工程と、
 上記複数本の中空系膜と上記複数本の中空系膜の両端部又は一端部に配置されたスペーサとを巻きながら、ロール状の中空系膜束を形成する工程と
 を備えている請求項 1 に記載の脱気用中空系膜モジュールの製造方法。

【請求項 3】

液体を中空系膜に透過させて液体に溶存する気体を脱気する脱気用中空系膜モジュールであって、

10

ポリテトラフルオロエチレン又は変性ポリテトラフルオロエチレンを主成分とする複数本の中空系膜を有する中空系膜束と、

上記中空系膜束を収容する筐体と、

上記中空系膜束の両端域又は一端域における中空系膜外面及び筐体内面間がポッティング剤により充填されるポッティング部と、

上記中空系膜束の両端部又は一端部における中空系膜間の隙間に配置されるシート状のスペーサと

を備えており、

上記ポッティング剤が樹脂、ゴム又はエラストマーを主成分とし、

20

上記スペーサがネット、不織布、多孔質シート又はフィルムであり、かつポッティング部に埋め込まれており、

上記中空系膜における平均外径が 0.75 mm 以下、かつ平均内径が 0.3 mm 以下であり、

純水の溶存酸素の除去率が 50% 以上である脱気用中空系膜モジュール。

【請求項 4】

上記中空系膜の平均外径に対する上記スペーサの厚さの割合が 0.1 以上 1.0 以下である請求項 3 に記載の脱気用中空系膜モジュール。

【請求項 5】

上記スペーサの表面自由エネルギーが 30 mJ/m^2 以上 50 mJ/m^2 以下である請求項 3 又は請求項 4 に記載の脱気用中空系膜モジュール。

30

【請求項 6】

上記スペーサがポリオレフィン、ポリウレタン、ポリエーテルサルホン、ポリビニルアルコール、セルロース、ポリエステル、アクリル樹脂又はこれらの組み合わせを主成分とする請求項 3、請求項 4 又は請求項 5 に記載の脱気用中空系膜モジュール。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、中空系膜モジュールの製造方法及び中空系膜モジュールに関する。

本出願は、2019年12月25日出願の日本出願第2019-235301号に基づく優先権を主張し、上記日本出願に記載された全ての記載内容を援用するものである。

40

【背景技術】

【0002】

液体中に溶存している酸素等の気体を除去する中空系膜モジュールは、半導体製造工程、プリンタ、液晶封入工程、薬液製造工程等において用いられている。上記中空系膜モジュールは、複数本の中空系膜を束ねた状態で液出入口を備えた筐体内に収容してモジュール化が行われる。中空系膜モジュールのモジュール化工程においては、複数本の中空系膜の束を筐体内に収容するとともに、中空系膜の束の端部側における各中空系膜間及び中空系膜と筐体との隙間にポッティング剤を充填して接着固定（ポッティング）を行うことで、ポッティング部を形成する。そして、モジュールの液入口と液出口との間を封止すると

50

ともに、このポッティング部によって中空糸膜同士を結束した状態にしている。

【0003】

中空糸膜モジュールを用いる濾過あるいは分離操作においては、圧力がかかる条件下で処理が行われることから、ポッティング剤としては、各中空糸膜間並びに中空糸膜及び筐体間で高い接着性が求められる。従来技術においては、中空糸膜の集束体の少なくとも一方の端部をポリオレフィン系樹脂と石油ワックスからなる混合物の溶融物中に浸漬し、この溶融物を冷却固化することで、モジュールの筐体と中空糸膜とが高い封止及び接着状態で固定された中空糸膜モジュールが提案されている（特開平10-118464号公報参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開平10-118464号公報

【発明の概要】

【0005】

本開示の一態様に係る中空糸膜モジュールの製造方法は、複数本の中空糸膜を有する中空糸膜束と、上記中空糸膜束を収容する筐体と、上記中空糸膜束の両端域又は一端域における中空糸膜外面及び筐体内面間がポッティング剤により充填されるポッティング部とを備えている中空糸膜モジュールの製造方法であって、シート状のスペーサを上記中空糸膜束の両端部又は一端部における中空糸膜間の隙間に配置する工程と、上記配置されたスペーサが埋め込まれるように上記中空糸膜束の両端域又は一端域における中空糸膜外面及び筐体内面間にポッティング剤を充填する工程とを備えており、上記ポッティング剤が樹脂、ゴム又はエラストマーを主成分とし、上記スペーサがネット、不織布、多孔質シート又はフィルムである。

【0006】

また、本開示の他の態様に係る中空糸膜モジュールは、複数本の中空糸膜を有する中空糸膜束と、上記中空糸膜束を収容する筐体と、上記中空糸膜束の両端域又は一端域における中空糸膜外面及び筐体内面間がポッティング剤により充填されるポッティング部と、上記中空糸膜束の両端部又は一端部における中空糸膜間の隙間に配置されるシート状のスペーサとを備えており、上記ポッティング剤が樹脂、ゴム又はエラストマーを主成分とし、上記スペーサがネット、不織布、多孔質シート又はフィルムであり、かつポッティング部に埋め込まれている。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】図1は、第1実施形態に係る中空糸膜モジュールを示す模式的縦断面図である。

【図2】図2は、第1実施形態に係る中空糸膜を示す模式的斜視図である。

【図3】図3は、図2の中空糸膜のA-A線横断面図である。

【図4】図4は、第1実施形態に係る中空糸膜モジュールの製造方法を説明するための中空糸膜及びスペーサの模式的斜視図である。

【図5】図5は、第1実施形態に係る中空糸膜モジュールの製造方法を説明するための中空糸膜束の模式的斜視図である。

【図6】図6は、他の実施形態に係るスペーサを示す模式的斜視図である。

【図7】図7は、他の実施形態に係るスペーサを示す模式的斜視図である。

【図8】図8は、他の実施形態に係るスペーサを示す模式的斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

【本開示が解決しようとする課題】

上述のように、中空糸膜束の端部をポッティング剤となる樹脂組成物等の溶融物中に浸漬し、この溶融物を冷却固化することによりポッティング部が形成される。中空糸膜束の中空糸膜間の隙間に上記ポッティング剤を充填させる手段としては、例えば一定間隔に穴

10

20

30

40

50

を開けた上記樹脂組成物製のプレートに中空系膜束を差し込んで固定した後に上記プレートを溶融して接着シールする方法や中空系膜束の端部に樹脂組成物等の溶融物を流し込む方法が挙げられる。しかしながら、上記プレートを溶融する方法の場合、プレートに中空系膜束を差し込む工程に時間を要するとともに、中空系膜束の中空系膜間の隙間に十分にポッティング剤が行き渡らないおそれがある。また、中空系膜束の端部に樹脂組成物等の溶融物を流し込む方法の場合、中空系膜間の隙間に十分にポッティング剤が行き渡らせるためには、腰のある太い中空系膜のみが対象となる。従って、中空系膜を高密度で充填しながら、ポッティング剤でより確実に接着させ、リークを抑制できる中空系膜モジュールが求められている。

【0009】

本開示は、このような事情に基づいてなされたものであり、高密度で充填された中空系膜の接着性及びリーク抑制効果に優れる中空系膜モジュールの製造方法の提供を目的とする。

【0010】

[本開示の効果]

本開示によれば、高密度で充填された中空系膜の接着性及びリーク抑制効果に優れる中空系膜モジュールの製造方法を提供できる。

【0011】

[本開示の実施形態の説明]

最初に本開示の実施態様を列記して説明する。

【0012】

本開示の一態様に係る中空系膜モジュールの製造方法は、複数本の中空系膜を有する中空系膜束と、上記中空系膜束を収容する筐体と、上記中空系膜束の両端域又は一端域における中空系膜外面及び筐体内面間がポッティング剤により充填されるポッティング部とを備えている中空系膜モジュールの製造方法であって、シート状のスペーサを上記中空系膜束の両端部又は一端部における中空系膜間の隙間に配置する工程と、上記配置されたスペーサが埋め込まれるように上記中空系膜束の両端域又は一端域における中空系膜外面及び筐体内面間にポッティング剤を充填する工程とを備えており、上記ポッティング剤が樹脂、ゴム又はエラストマーを主成分とし、上記スペーサがネット、不織布、多孔質シート又はフィルムである。

【0013】

当該中空系膜モジュールの製造方法によれば、シート状のスペーサが上記中空系膜束の両端部又は一端部における中空系膜間の隙間に配置される。そして、配置されたスペーサが埋め込まれるように上記中空系膜束の両端域又は一端域における中空系膜外面及び筐体内面間にポッティング剤を充填する。また、上記スペーサがネット、不織布、多孔質シート又はフィルムであることで、ポッティング剤がスペーサを伝って流れやすくなる。そのため、中空系膜モジュールにおける中空系膜の接着性及びリーク抑制効果をより向上できる。従って、中空系膜モジュールの製造方法は、高密度で充填された中空系膜の接着性及びリーク抑制効果に優れる中空系膜モジュールを製造できる。「埋め込まれる」とは、スペーサがポッティング剤によって囲まれていることをいう。

【0014】

ここで、「主成分」とは、質量換算で最も含有割合の大きい成分をいい、例えば含有割合が50質量%以上、好ましくは70質量%以上、より好ましくは95質量%以上の成分をいう。

【0015】

当該中空系膜モジュールの製造方法は、上記スペーサが帯状体であり、上記配置する工程が、上記スペーサの片面に上記複数本の中空系膜の両端部又は一端部のみを把持させながら、上記複数本の中空系膜を並列に配置する工程と、上記複数本の中空系膜と上記複数本の中空系膜の両端部又は一端部に配置されたスペーサとを巻きながら、ロール状の中空系膜束を形成する工程とを備えていることが好ましい。当該中空系膜モジュールの製造方

10

20

30

40

50

法は、上記スペーサの片面に上記複数本の中空系膜の端部を並列に接着し、上記複数本の中空系膜及び中空系膜の両端部又は一端部に配置されたスペーサを巻きながら、ロール状の中空系膜束が形成される。このようにポッティング剤との濡れ性が良好なスペーサが、ロール状の中空系膜束に挿入されているので、スペーサによる毛細管現象により中空系膜束の中空系膜間の隙間に十分にポッティング剤を行き渡らせることができる。従って、中空系膜モジュールの製造方法は、高密度で充填された中空系膜の接着性及びリーク抑制効果に優れる中空系膜モジュールを製造できる。

【0016】

本開示の他の態様に係る中空系膜モジュールは、複数本の中空系膜を有する中空系膜束と、上記中空系膜束を収容する筐体と、上記中空系膜束の両端域又は一端域における中空系膜外面及び筐体内面間がポッティング剤により充填されるポッティング部と、上記中空系膜束の両端部又は一端部における中空系膜間の隙間に配置されるシート状のスペーサとを備えており、上記ポッティング剤が樹脂、ゴム又はエラストマーを主成分とし、上記スペーサがネット、不織布、多孔質シート又はフィルムであり、かつポッティング部に埋め込まれている。

10

【0017】

中空系膜モジュールによれば、上記中空系膜束の両端域又は一端域における中空系膜外面及び筐体内面間がポッティング剤により充填されるポッティング部を備えており、シート状のスペーサが上記ポッティング部に埋め込まれている。また、上記スペーサがネット、不織布、多孔質シート又はフィルムであることで、ポッティング剤がスペーサを伝って流れやすくなる。そのため、中空系膜モジュールにおける中空系膜の接着性及びリーク抑制効果をより向上できる。従って、中空系膜モジュールは、被処理液のリーク抑制効果が高く、高密度で充填された中空系膜の接着性及びリーク抑制効果に優れる。

20

【0018】

中空系膜モジュールにおいては、上記中空系膜の平均外径に対する上記スペーサの厚さの割合が0.1以上1.0以下であることが好ましい。中空系膜モジュールは、上記中空系膜の平均外径に対する上記スペーサの厚さの割合が上記範囲であることで、スペーサにおけるポッティング剤との濡れ性をより高めることができる。従って、中空系膜モジュールにおける中空系膜の接着性及びリーク抑制効果をより向上できる。

【0019】

上記スペーサの表面自由エネルギーが 30 mJ/m^2 以上 50 mJ/m^2 以下であることが好ましい。上記スペーサの表面自由エネルギーが 30 mJ/m^2 以上 50 mJ/m^2 以下であることで、上記スペーサは樹脂、ゴム又はエラストマーを主成分とするポッティング剤との濡れ性が良好である。このようにポッティング剤との濡れ性が良好なスペーサが、中空系膜束の両端域又は一端域における中空系膜外面及び筐体内面間がポッティング剤により充填されるポッティング部に埋め込まれているので、スペーサによる毛細管現象により中空系膜束の中空系膜間の隙間に十分にポッティング剤を行き渡らせることができる。

30

【0020】

中空系膜モジュールにおいては、上記スペーサがポリオレフィン、ポリウレタン、ポリエーテルサルフォン、ポリビニルアルコール、セルロース、ポリエステル、アクリル樹脂又はこれらの組み合わせを主成分とすることが好ましい。上記スペーサがポリオレフィン、ポリウレタン、ポリエーテルサルフォン、ポリビニルアルコール、セルロース、ポリエステル、アクリル樹脂又はこれらの組み合わせを主成分とすることで、スペーサにおけるポッティング剤との濡れ性をより高めることができる。従って、中空系膜モジュールにおける中空系膜の接着性及びリーク抑制効果をより向上できる。

40

【0021】

[本開示の実施形態の詳細]

以下、本開示の各実施形態に係る中空系膜モジュールの製造方法及び中空系膜モジュールについて図面を参照しつつ詳説する。

50

【 0 0 2 2 】

< 中空系膜モジュールの製造方法 >

[第 1 実施形態]

第 1 実施形態に係る中空系膜モジュールの製造方法は、複数本の中空系膜を有する中空系膜束と、上記中空系膜束を収容する筐体と、上記中空系膜束の両端域又は一端域における中空系膜外面及び筐体内面間がポッティング剤により充填されるポッティング部とを備えている中空系膜モジュールの製造方法である。当該中空系膜モジュールの製造方法により製造される中空系膜モジュールは、濾過、脱気等、種々の膜分離用の用途に利用される。

【 0 0 2 3 】

図 1 に、第 1 実施形態に係る中空系膜モジュールの製造方法により製造される中空系膜モジュールの例として、上記中空系膜束の両端域がポッティング剤により充填されるポッティング部を備えている脱気用の中空系膜モジュール 3 を示す。中空系膜モジュール 3 は、中空系膜束 30 を有する膜部材 2 を備える。中空系膜束 30 は、一方向に引き揃えられる複数本の中空系膜 1 を有する。膜部材 2 は、上記中空系膜束 30 と複数本の中空系膜 1 の一方の端部を固定する第 1 ポッティング部 4 と、複数本の中空系膜 1 の他方の端部を固定する第 2 ポッティング部 5 とをさらに有する。

10

【 0 0 2 4 】

中空系膜モジュール 3 は、複数本の中空系膜 1 を有する膜部材 2 を格納する筒状の筐体 11 を備える。この中空系膜モジュール 3 は、液体を中空系膜 1 に透過させて液体に溶存する気体を脱気するタイプである。中空系膜モジュール 3 は、筒状の筐体 11 と、この筐体 11 の一方側の端部に装着され、気体ノズル 9 及び第 1 ポッティング部 4 が係合する係合構造が設けられた第 1 スリーブ 12 と、この第 1 スリーブ 12 の筐体 11 と反対側の端部を封止し、液体排出口 8 が設けられた第 1 キャップ 13 と、筐体 11 の他方側の端部に装着される第 2 スリーブ 14 と、この第 2 スリーブ 14 の筐体 11 と反対側の端部を封止し、液体供給口 7 が設けられた第 2 キャップ 15 とを有する構成とすることができる。

20

【 0 0 2 5 】

中空系膜モジュール 3 は、一方の端部の端面には被処理液が供給される液体供給口 7 を有し、他方の端部の端面には複数本の中空系膜 1 を透過した液体が排出される液体排出口 8 を有する。筐体 11 の側面には、気体ノズル 9 が備えられている。液体供給口 7 から第 2 キャップ 15 内に供給された被処理液は、中空系膜 1 を透過して筐体 11 内に供給される。そして、筐体 11 の他方の端部近傍の側面に設けられた液体排出口 8 から透過後の液体が排出される。また、図示しない真空ポンプにより気体ノズル 9 から吸気することで、中空系膜 1 の外側が減圧される。そして、中空系膜 1 を透過する液体に溶存する気体が、中空系膜 1 の壁面から気体ノズル 9 に向けて吸引され、気体ノズル 9 の先端から排出される。

30

【 0 0 2 6 】

(筐体)

中空系膜モジュール 3 の筐体 11 の材質としては、例えばエチレンと α -オレフィンとの共重合体や、低密度ポリエチレン、高密度ポリエチレン等のポリエチレン (PE) 系樹脂や、プロピレン単体の重合体、プロピレンとエチレンとの共重合体あるいはプロピレンとエチレンと他の α -オレフィンとの共重合体等のポリプロピレン (PP) 系樹脂、エポキシ樹脂、PTFE (ポリテトラフルオロエチレン)、ポリ塩化ビニル、ポリエステル、ポリカーボネート、ポリスチレン、スチレン-ブタジエン共重合体 (SBS)、アクリロニトリル-ブタジエン-スチレン共重合体 (ABS) 等の樹脂などが挙げられ、これらは単体で用いられても良くあるいは混合物として利用しても良い。また、鉄、ステンレス鋼、アルミニウム等の金属などを挙げるることができる。

40

【 0 0 2 7 】

(中空系膜)

図 2 及び図 3 に示す中空系膜 1 は、分離膜として用いられる。中空系膜 1 の素材、膜形状、膜形態等は、特に制限されず、例えば樹脂を主成分とするものを用いることができる。

50

【 0 0 2 8 】

上記樹脂としては、例えばポリエチレン、ポリプロピレン、ポリ(4-メチルペンテン-1)などのポリオレフィン系樹脂、ポリジメチルシロキサンその共重合体などのシリコン系樹脂、ポリテトラフルオロエチレン、変性ポリテトラフルオロエチレン、ポリフッ化ビニリデン等のフッ素系樹脂、エチレン-ビニルアルコール共重合体、ポリアミド、ポリイミド、ポリエーテルイミド、ポリスチレン、ポリサルホン、ポリビニルアルコール、ポリフェニレンエーテル、ポリフェニレンサルファイド、酢酸セルロース、ポリアクリロニトリル等が挙げられる。これらの中でも機械的強度、耐薬品性、耐熱性、耐候性、不燃性等に優れ、多孔質性であるPTFEが好ましい。中空系膜1は、例えばPTFE又は変性PTFEの粒子をチューブ状に成形後に延伸して多孔質化することで得ることができる。

10

【 0 0 2 9 】

中空系膜1は、主成分となる樹脂の他、本開示の所望の効果を害しない範囲で他の樹脂や添加剤を含有していてもよい。上記添加剤としては、例えば着色のための顔料や、耐摩耗性改良、低温流れ防止、空孔生成容易化のための無機充填剤、金属粉、金属酸化物粉、金属硫化物粉、潤滑剤などが挙げられる。

【 0 0 3 0 】

中空系膜1の平均外径D2の下限としては、特に限定されないが、0.1mmが好ましく、0.2mmがより好ましい。一方、中空系膜1の平均外径D2の上限としては、1.0mmであり、0.75mmが好ましい。上記平均外径D2が上記下限に満たないと、圧力損失が大きくなるおそれがある。逆に、上記平均外径D2が上記上限を超えると、モジュールの筐体内に収められる膜面積が小さくなったり、耐圧強度が低くなり内圧による破裂や、外圧による座屈が生じたりするおそれがある。「平均外径」とは、任意の2点の外径の平均値をいう。

20

【 0 0 3 1 】

中空系膜1の平均内径D1の下限としては、特に限定されないが、0.05mmが好ましく、0.1mmがより好ましい。一方、中空系膜1の平均内径D1の上限としては、0.5mmであり、0.3mmが好ましい。上記平均内径D1が上記下限に満たないと、圧力損失が大きくなるおそれがある。逆に、上記平均内径D1が上記上限を超えると、耐圧強度が低くなり、内圧による破裂や、外圧による座屈が生じるおそれがある。「平均内径」とは、任意の2点の内径の平均値をいう。

30

【 0 0 3 2 】

中空系膜1の平均厚さT1の下限としては、0.025mmが好ましく、0.05mmがより好ましい。一方、中空系膜1の平均厚さT1の上限としては、0.5mmであり、0.3mmが好ましい。上記平均厚さT1が上記下限に満たないと、耐圧強度が低くなり、内圧による破裂や、外圧による座屈が生じるおそれがある。逆に、上記平均厚さT1が上記上限を超えると、気体透過性が低くなるおそれがある。「平均厚さ」とは、任意の10点の厚さの平均値をいう。

【 0 0 3 3 】

中空系膜束30は、複数本の中空系膜をまとめた束であり、筐体11内に長手方向に沿って収容されている。

40

【 0 0 3 4 】

(ポッティング部)

第1ポッティング部4及び第2ポッティング部5は、ポッティング剤により構成されている。上記中空系膜束30の両端域における中空系膜1外面及び筐体11内面間をポッティング剤により充填されている。より詳細には、第1ポッティング部4及び第2ポッティング部5は、中空系膜束30の両端域において、中空系膜束30の両端部を包埋すると共に、中空系膜束30を筐体11の内面に固定している。第1ポッティング部4及び第2ポッティング部5は、外周部がポッティング剤のみによって構成された部分となり、その内側が、中空系膜束30の中空系膜1同士の隙間にポッティング剤が入り込んだ部分となる。また、第1ポッティング部4及び第2ポッティング部5には、後述するように、ポッテ

50

イング剤を中空系膜 1 の隙間に浸入させるためのスペーサ 2 0 が配置されている。第 1 ポッティング部 4 及び第 2 ポッティング部 5 は、中空系膜束 3 0 の両端部をそれぞれ固定することで、複数の中空系膜 1 を絡み合うことなく一方向に引き揃えた状態に固定する。

【 0 0 3 5 】

上記ポッティング剤は、樹脂、ゴム又はエラストマーを主成分とする。ポッティング剤としては、特に限定されないが、例えば、エポキシ樹脂、ウレタン樹脂、紫外線硬化型樹脂、フッ素含有樹脂、シリコン樹脂、ポリアミド樹脂、ポリエチレンやポリプロピレン等のポリオレフィン樹脂などが挙げられる。これらの中でもエポキシ樹脂、ウレタン樹脂は接着剤としての性能からより好ましい。

【 0 0 3 6 】

図 1 に示すように、第 1 ポッティング部 4 及び第 2 ポッティング部 5 においては、ポッティング剤が中空系膜 1 の内側には充填されておらず、中空系膜 1 の外面及び中空系膜束 3 0 と筐体 1 1 の内壁との間にのみ充填されている。すなわち、中空系膜束 3 0 は、中空系膜 1 の開口状態を保ったまま筐体 1 1 の内壁に固定される。

【 0 0 3 7 】

以下、第 1 実施形態に係る中空系膜モジュールの製造方法の各工程について詳述する。

【 0 0 3 8 】

当該中空系膜モジュールの製造方法は、シート状のスペーサを中空系膜間の隙間に配置する工程と、上記配置されたスペーサが埋め込まれるように上記中空系膜束の両端域又は一端域における中空系膜外面及び筐体内面間にポッティング剤を充填する工程とを備えている。また、当該中空系膜モジュールの製造方法は、さらにポッティング部の一部を切断する工程を備えていてもよい。

【 0 0 3 9 】

(スペーサを配置する工程)

本工程では、上記ポッティング剤を上記中空系膜 1 の隙間に浸入させるためのスペーサを上記中空系膜束の両端部における中空系膜間の隙間に配置する。第 1 実施形態においては、シート状のスペーサが帯状体である。

【 0 0 4 0 】

第 1 実施形態において、さらに、本工程は上記スペーサの片面に上記複数本の中空系膜の両端部又は一端部のみを把持させながら、上記複数本の中空系膜を並列に配置する工程と、上記複数本の中空系膜と上記複数本の中空系膜の両端部又は一端部に配置されたスペーサとを巻きながら、ロール状の中空系膜束を形成する工程とを備えることが好ましい。

【 0 0 4 1 】

図 4 は、第 1 実施形態に係る中空系膜モジュールの製造方法の一例を説明するための模式的斜視図である。図 4 に示すように、始めに、ポッティング剤を上記中空系膜 1 の隙間に浸入させるためのスペーサ 2 0 の片面に上記複数本の中空系膜 1 の端部を並列に配置する。具体的には、平行に並べられた 2 枚のスペーサ 2 0 の片面それぞれに、一方向に引き揃えられた複数本の中空系膜 1 の両端部を把持させながら、複数本の中空系膜 1 を並列に配置する。

【 0 0 4 2 】

スペーサ 2 0 の表面自由エネルギーの下限としては、 30 mJ/m^2 が好ましく、 35 J/m^2 がより好ましい。一方、上記表面自由エネルギーの上限としては、 50 mJ/m^2 が好ましく、 45 J/m^2 がより好ましい。上記表面自由エネルギーが上記下限に満たないと、ポッティング剤を十分に誘導できないおそれがある。逆に、上記表面自由エネルギーが上記上限を超えると、スペーサが大気中の水分を吸湿しポッティング剤に混入することで硬化を阻害して十分な強度やシール性が得られなかったり、使用時の流体で膨潤してポッティング剤に亀裂が生じることで十分なシール性が得られなくなるおそれがある。上記スペーサの表面自由エネルギーが 30 mJ/m^2 以上 50 mJ/m^2 以下であることで、樹脂、ゴム又はエラストマーを主成分とするポッティング剤との濡れ性が良好である。このようにポッティング剤との濡れ性が良好なスペーサが上記中空系膜束の両端部又は一

10

20

30

40

50

端部における中空系膜間の隙間に配置されているので、スペーサによる毛細管現象により中空系膜束の中空系膜間の隙間に十分にポッティング剤を行き渡らせることができる。

なお、表面自由エネルギーは、以下の方法により求める。

室温 25 で表面張力 γ が異なる 4 種類の液体の接触角 θ を測定し、 $\cos \theta$ vs γ の Zisman プロットにより、 $\cos \theta = 1$ になる γ 値を固体の表面自由エネルギー γ_c [mJ/m^2] とした。なお、水の表面張力 γ は 73 [mN/m] であり、エタノールの表面張力 γ は 22 [mN/m] であり、ヘキサデカンの表面張力 γ は 63 [mN/m] であり、グリセリンの表面張力 γ は 28 [mN/m] である。なお、表面張力 [mN/m] と表面自由エネルギー [mJ/m^2] とは等価で同じ値になる。

【0043】

上記スペーサ 20 がネット、不織布、多孔質シート又はフィルムである。上記スペーサがネット、不織布、多孔質シート又はフィルムであることで、流体がスペーサを伝って流入しやすくなる。従って、中空系膜モジュールにおける中空系膜の接着性及びリーク抑制効果をより向上できる。なお、「不織布」とは溶融押出などで成形された一本の繊維を垂らして積もらせた後にプレス融着することによって製造された材料をいう。「多孔質シート」とはフィルムを発泡又は延伸することによって製造された材料をいう。

【0044】

スペーサ 20 がポリオレフィン、ポリウレタン、ポリエーテルサルフォン、ポリビニルアルコール、セルロース、ポリエステル、アクリル樹脂又はこれらの組み合わせを主成分とするのが好ましい。上記スペーサがポリオレフィン、ポリウレタン、ポリエーテルサルフォン、ポリビニルアルコール、セルロース、ポリエステル、アクリル樹脂又はこれらの組み合わせを主成分とすることで、スペーサにおけるポッティング剤との濡れ性をより高めることができる。従って、中空系膜モジュールにおける中空系膜の接着性及びリーク抑制効果をより向上できる。

【0045】

上記中空系膜の平均外径に対する上記スペーサの厚さの割合の下限としては、0.1 が好ましく、0.2 がより好ましい。一方、上記スペーサの厚さの割合の上限としては、1.0 が好ましく、0.5 がより好ましい。上記厚さの割合が上記下限に満たないと、剛性（硬さ）が低くなるので、中空系膜を整列保持する機能が損なわれるおそれがある。逆に、上記厚さの割合が上記上限を超えると、剛性（硬さ）が高くなるので、中空系膜が潰れてしまうおそれがある。上記中空系膜の平均外径に対する上記スペーサの厚さの割合が上記範囲であることで、スペーサにおけるポッティング剤との濡れ性をより高めることができる。従って、中空系膜モジュールにおける中空系膜の接着性及びリーク抑制効果をより向上できる。

【0046】

次に、図 5 に示すように、複数本の中空系膜 1 と上記複数本の中空系膜 1 の両端部に配置されたスペーサ 20 とを端から巻きながら、ロール状の中空系膜束 30 を形成する。このように、第 1 実施形態においては、複数本の中空系膜 1 が、両端部にスペーサ 20 を介しながら、ロール状に巻かれて中空系膜束 30 が形成される。

【0047】

(ポッティング剤を充填する工程)

上記配置する工程後、本工程では、上記中空系膜束 30 の両端域又は一端域において、配置されたスペーサ 20 を埋め込むように、中空系膜 1 外面並びに中空系膜 1 と筐体 11 内面と間にポッティング剤を充填する。第 1 実施形態においては、ロール状に巻かれた中空系膜束 30 の両端部が、スペーサ 20 を埋め込むようにポッティング剤により筐体 11 内に固定される。

【0048】

中空系膜束 30 の両端部をポッティング剤により固定する方法としては、例えば中空系膜束の下方から樹脂を注入する静置ポッティング法などが挙げられる。静置ポッティングとは、液状の未硬化樹脂を定量ポンプや樹脂の自重により自然流動させ中空系膜間に浸透

10

20

30

40

50

させる方法である。具体的には、溶融させたポッティング剤が注入されたポッティング用カップに筐体 11 内の開口部に配置された中空系膜束 30 の両端部を挿入し、溶融させたポッティング剤に中空系膜束 30 の両端部を浸漬する。ポッティング剤は、電動又は流体圧アクチュエータを駆動してポッティング用カップに注入してもよい。このようにして、溶融させたポッティング剤に浸漬してこの溶融させたポッティング剤を中空系膜 1 の端部間の隙間へ毛細管現象により充填させる当該中空系膜モジュールの製造方法は、スペーサが配置されているので、毛細管現象による中空系膜 1 の端部間の隙間への充填をより促進できる。

【0049】

次に、溶融させたポッティング剤が毛細管現象により中空系膜 1 の隙間に充填された状態で上記ポッティング剤が硬化するまで放置する。

【0050】

(切断する工程)

所要の時間が経過することによって、ポッティング剤が硬化したら、硬化領域の末端部から所定の長さの部分の中空系膜束 30 とともに切断することにより、第 1 ポッティング部 4 及び第 2 ポッティング部 5 が形成される。このように、中空系膜 1 の両端部の開口状態が保たれた、図 1 に示すような断面構造を有する中空系膜モジュール 3 を製造することができる。

【0051】

第 1 実施形態に係る中空系膜モジュールの製造方法によれば、シート状のスペーサが上記中空系膜束の両端部又は一端部における中空系膜間の隙間に配置される。そして、配置されたスペーサが埋め込まれるように上記中空系膜束の両端域又は一端域における中空系膜外面及び筐体内面間にポッティング剤を充填する。また、上記スペーサがネット、不織布、多孔質シート又はフィルムであることで、ポッティング剤がスペーサを伝って流れやすくなる。そのため、中空系膜モジュールにおける中空系膜の接着性及びリーク抑制効果をより向上できる。また、第 1 実施形態に係る中空系膜モジュールの製造方法は、上記帯状体であるスペーサの片面に上記複数本の中空系膜の両端部を把持させながら並列に配置し、上記複数本の中空系膜と中空系膜の両端部に配置されたスペーサとを巻きながら、ロール状の中空系膜束が形成される。このようにポッティング剤との濡れ性が良好なスペーサが、ロール状の中空系膜束に挿入されているので、スペーサによる毛細管現象により中空系膜束の中空系膜間の隙間に十分にポッティング剤を行き渡らせることができる。従って、高密度で充填された中空系膜の接着性及びリーク抑制効果に優れる中空系膜モジュールを得ることができる。

【0052】

[第 2 実施形態]

第 2 実施形態に係る中空系膜モジュールの製造方法は、第 1 実施形態と同様、複数本の中空系膜を有する中空系膜束と、上記中空系膜束を収容する筐体と、上記中空系膜束の両端域又は一端域における中空系膜外面及び筐体内面間がポッティング剤により充填されるポッティング部とを備えている中空系膜モジュールの製造方法である。第 2 実施形態に係る中空系膜モジュールの製造方法では、第 1 実施形態に係る中空系膜モジュールの製造方法と異なる形状のシート状のスペーサを中空系膜束の両端部又は一端部における中空系膜間の隙間に配置する。第 2 実施形態に係る中空系膜モジュールの製造方法は、第 1 実施形態と同様、スペーサを中空系膜間の隙間に配置する工程と、上記配置されたスペーサが埋め込まれるように上記中空系膜束の両端域又は一端域における中空系膜外面及び筐体内面間にポッティング剤を充填する工程とを備えている。また、第 2 実施形態に係る中空系膜モジュールの製造方法は、第 1 実施形態と同様、切断する工程を備えていてもよい。なお、第 2 実施形態に係る中空系膜モジュールの製造方法の工程において、第 1 実施形態と重複する工程については、詳細な説明を省略する。

【0053】

(スペーサを配置する工程)

本工程では、上記ポッティング剤を上記中空系膜 1 の隙間に浸入させるためのシート状のスペーサを上記中空系膜束の両端部又は一端部における中空系膜間の隙間に配置する。第 2 実施形態に係る中空系膜モジュールの製造方法においては、第 2 実施形態において上述したようなスペーサが中空系膜束の両端部又は一端部における中空系膜間の隙間に挿入される。図 6、図 7 及び図 8 は、第 2 実施形態に係るシート状のスペーサの例を示す模式的斜視図である。図 6 に示す膜部材 3 1 においては、中空系膜束 4 1 の一端部における中空系膜 1 の隙間に板状のスペーサ 2 5 が挿入されている。図 7 に示す膜部材 3 2 においては、中空系膜束 4 1 の一端部における中空系膜 1 の隙間に波板状のスペーサ 2 6 が挿入されている。また、図 8 に示す膜部材 3 3 においては、中空系膜束 4 1 の一端部における中空系膜 1 の隙間に平面視において交差するように配置されているシート状のスペーサ 2 7 が挿入されている。

10

【 0 0 5 4 】

(ポッティング剤を充填する工程)

本工程では、上記配置されたスペーサが埋め込まれるように上記中空系膜束の両端域又は一端域における中空系膜外面及び筐体内面間にポッティング剤を充填する。これにより、上記配置されたスペーサが埋め込まれるとともに、中空系膜束の両端部又は一端部が上記ポッティング剤で筐体内に固定される。

【 0 0 5 5 】

ポッティング剤が硬化したら、第 1 実施形態と同様に切断する工程を行うことで、中空系膜 1 の両端部の開口状態が保たれた中空系膜モジュールを製造することができる。図 6 に示すように、膜部材 3 1 の一端部における第 1 ポッティング部 4 においては、スペーサ 2 5 がポッティング剤により埋め込まれている。また、図 7 に示すように、膜部材 3 2 の第 1 ポッティング部 4 においてはスペーサ 2 6 がポッティング剤によって埋め込まれ、図 8 に示すように、膜部材 3 3 の第 1 ポッティング部 4 においてはスペーサ 2 7 がポッティング剤により埋め込まれている。なお、第 2 実施形態に係る中空系膜モジュールの製造方法に用いるシート状スペーサの形状はこれらに限定されず、当該中空系膜モジュールの製造方法の効果を奏する形状であれば、種々の形状を採用することができる。

20

【 0 0 5 6 】

第 2 実施形態に係る中空系膜モジュールの製造方法によれば、第 1 実施形態と同様、シート状のスペーサが上記中空系膜束の両端部又は一端部における中空系膜間の隙間に配置される。そして、配置されたスペーサが埋め込まれるように上記中空系膜束の両端域又は一端域における中空系膜外面及び筐体内面間にポッティング剤を充填する。また、上記スペーサがネット、不織布、多孔質シート又はフィルムであることで、ポッティング剤がスペーサを伝って流れやすくなる。そのため、中空系膜モジュールにおける中空系膜の接着性及びリーク抑制効果をより向上できる。従って、高密度で充填された中空系膜の接着性及びリーク抑制効果に優れる中空系膜モジュールを得ることができる。

30

上記スペーサを用いずに、例えば公報実開昭 6 2 - 1 5 5 8 5 2 号公報に記載のすだれ巻きのように、横糸で中空系膜チューブを束ねる方式は、横糸周りの中空系膜の流体の流れが悪くなるおそれがある。また、上記横糸で中空系膜チューブを束ねる方式は、上記横糸自体が中空系膜を変形させるおそれがある。上記横糸は細くかつ高強度である必要がある一方、中空系膜が潰れないように柔らかな素材である必要がある。従って、上記横糸においては、使用できる素材に限られ、例えば化学的に不安定なポリウレタンなどでは分解、溶出が生じるおそれがありため、採用することは困難である。第 2 実施形態に係る中空系膜モジュールの製造方法によれば、複数本の中空系膜の両端部又は一端部のみを把持させながらロール状の中空系膜束を形成するので、上記のような課題が生じない。

40

従って、当該中空系膜モジュールの製造方法は、高密度で充填された中空系膜の接着性及びリーク抑制効果に優れる中空系膜モジュールを製造できる。

【 0 0 5 7 】

< 中空系膜モジュール >

本開示の他の一態様に係る中空系膜モジュールは、膜分離用の中空系膜モジュールであ

50

る。当該中空系膜モジュールは、複数本の中空系膜を有する中空系膜束と、上記中空系膜束を収容する筐体と、上記中空系膜束の両端域又は一端域における中空系膜外面及び筐体内面間がポッティング剤により充填されるポッティング部と、上記中空系膜束の両端部又は一端部における中空系膜間の隙間に配置されるシート状のスペーサとを備えている。また、上記ポッティング剤が樹脂、ゴム又はエラストマーを主成分とし、上記スペーサがネット、不織布、多孔質シート又はフィルムであり、かつポッティング部に埋め込まれている。

【 0 0 5 8 】

上述したように、当該中空系膜モジュールの主要な構成は上述の通りである。

【 0 0 5 9 】

中空系膜モジュールによれば、上記中空系膜束の両端域又は一端域における中空系膜外面及び筐体内面間がポッティング剤により充填されるポッティング部を備えており、シート状のスペーサが上記ポッティング部に埋め込まれている。また、上記スペーサがネット、不織布、多孔質シート又はフィルムであることで、ポッティング剤がスペーサを伝って流れやすくなる。そのため、中空系膜モジュールにおける中空系膜の接着性及びリーク抑制効果をより向上できる。従って、中空系膜モジュールは、被処理液のリーク抑制効果が高く、高密度で充填された中空系膜の接着性及びリーク抑制効果に優れる。

【 0 0 6 0 】

中空系膜モジュールは、インクジェットプリンター、脱気装置、濾過装置等内の中空系膜モジュールが配置された一体型のタイプと、筐体と分離膜がそれぞれ独立して、分離膜を筐体に挿入して使用する交換可能なカートリッジタイプのいずれのタイプにおいても使用することができる。

【 0 0 6 1 】

当該中空系モジュールは、濾過、脱気等、種々の膜分離用の用途に利用される。従って、当該中空系モジュールは、濾過、脱気等の用途に応じて中空系膜が透過させる対象物が異なる。例えば当該中空系モジュールを濾過モジュールとして用いる場合、被処理液中の溶媒を透過させる一方、被処理液に含まれる一定粒径以上の不純物の透過を阻止する。また、当該中空系モジュールを脱気モジュールとして用いる場合、中空系膜は、液体又は気体のいずれかを透過させる。当該中空系モジュールは、どのような分野の用途にも適用することができる。例えば、河川水、湖水の濾過や原子力発電、火力発電用水の濾過、復水の濾過、水の除菌、廃液の濾過回収等の水処理用途、食品の濾過、有機溶剤の濾過や分離、液体の脱ガス、酸素、二酸化炭素、窒素、水素等の気体の選択的透過による特定の気体の富化機能など、種々の用途に利用できる。

【 0 0 6 2 】

中空系膜モジュールは、高密度で充填された中空系膜の接着性及びリーク抑制効果に優れる。このような中空系膜モジュールは、特に脱気性能が優れ、半導体製造工程、プリンタ、液晶封入工程、薬液製造工程、油圧機器、分析装置のサンプル、人工血管、人工心肺等の脱気装置に好適に用いられる。

【 0 0 6 3 】

[その他の実施形態]

今回開示された実施の形態は全ての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本開示の範囲は、上記実施形態の構成に限定されるものではなく、特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味及び範囲内での全ての変更が含まれることが意図される。

【 0 0 6 4 】

上記実施形態においては、複数本の直線状の中空系膜を束ねて中空系膜束を形成し、中空系膜束の両端域がポッティング剤により充填されたポッティング部を備えていたが、中空系膜束の一端域がポッティング剤により充填されたポッティング部を備えていてもよい。中空系膜束の一端域がポッティング剤により充填された形態としては、例えば複数本の中空系膜を2つに折曲げて、一方の端部を略U字形のループ状に束ねて中空系膜束を形成

10

20

30

40

50

し、この中空系膜束の開口部側にポッティング部を設けた中空系膜モジュールが挙げられる。

【0065】

上記実施形態においては、中空系膜モジュールが、液体を中空系膜に透過させて液体に溶存する気体を脱気する液体透過型の中空系膜モジュールであったが、気体を中空系膜に透過させて液体に溶存する気体を脱気する気体透過型の中空系膜モジュールであってもよい。

【実施例】

【0066】

以下、実施例によって本開示をさらに詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

10

【0067】

< 中空系膜モジュール試験 No. 1 から試験 No. 4 >

試験 No. 1 から試験 No. 4 の中空系膜モジュールを作製した。中空系膜束としては、PTFE ファインパウダー (AGC 社製「CD123」に 0.8 kGy の線を照射) を原料とした。

[成形工程]

得られた PTFE の粉末を下記の条件でチューブ状に成形した。チューブ状に成型する方法としては、例えば「フッ素樹脂ハンドブック (里川孝臣著、日刊工業新聞社)」に記載のペースト押出法やラム押出法を用いることができる。本実施例においては、上記ペースト押出法を用いた。PTFE の粉末に液状潤滑剤 (「ソルベントナフサ」、富士フィルム和光純薬社製) を 23 質量部混合して、予備成型機で円筒状に押し固めた後に、押出機を用いてとぐる状に押し出すことにより成形した。シリンダー及びダイス温度は 50 とした。試験例 No. 1, 2, 3, 4 は、シリンダー径 40 mm、マンドレル径 10 mm、ダイス径 1.0 mm、コアピン径は 0.5 mm の押出機を用いた。

20

[乾燥工程]

乾燥工程では、200 の熱風循環恒温槽で液体潤滑剤を乾燥させた。

[焼結工程]

上記チューブ状成形品を連続延伸焼結機により、PTFE 又は変性 PTFE の融点以上である炉温度 420 で加熱し、延伸倍率 0.9 倍で焼結して、半透明の無孔質チューブを得た。

30

[徐冷工程]

上記半透明の無孔質チューブをとぐるに巻いた状態で、熱風循環恒温槽に入れ 350 で 5 分間以上加熱し、連続して 300 以下まで -1 / 分以下の冷却速度で徐冷した。

[延伸工程]

延伸工程では、得られた無孔質チューブ状成形品を以下の条件で延伸し、多孔質化チューブ状成形品を得た。引張試験機 (島津製作所製の恒温槽付きオートグラフ AG500) にて、チャック幅 20 mm、延伸速度 500 mm / 分、170 で 6 倍に延伸を行った。なお、平均外径と平均内径は任意の 2 点を測定して平均値を求め、平均厚さは、任意の 2 点における (平均外径 - 平均内径) / 2 の数式より求めた。

40

上記方法で作成した長さ 100 mm の中空系膜を用いた。試験 No. 1 から試験 No. 4 で用いた中空系膜の平均外径及び平均内径の測定結果及びを表 1 に示す。

【0068】

次に、中空系膜束の中空系膜間の隙間にスペーサを配置した。試験 No. 1 から試験 No. 4 で用いたスペーサの形態、材質、自由エネルギー、厚さ及び配置部位を表 1 に示す。

【0069】

次に、内径 12 mm 長さ 90 mm の円筒形の透明エポキシ樹脂製の筐体に、図 4 の方法でロール状にした中空系束 (中空系の本数: 288 本) を挿入することより、スペーサが埋め込まれるように中空系膜束にポッティング剤を充填し、筐体に配置した。ポッティング剤としては、硬化剤にエポキシ硬化剤三菱ガス化学社製「ガスカミン G-240」を用

50

い、エポキシ樹脂主剤には三菱ケミカル社製「j E R 8 1 1」を用いた。充填高さは、モジュール筐体の端から20mmの位置になるように充填量を調整した。充填及び硬化後、モジュール筐体の端10mmを切除した。試験No. 1から試験No. 4で用いた筐体の材料及び形状を表1に示す。

【0070】

[評価]

上記試験No. 1から試験No. 4の中空系膜モジュールについて、リーク評価、中空系機能評価及びCT解析による横断面観察を実施した。

【0071】

(リーク評価)

上記試験No. 1から試験No. 4の中空系膜モジュールについて、下記の手順でリーク評価を実施した。

具体的には、中空系モジュールを水につけ、真空ポンプにより気体ノズルからゲージ圧-95から-100kPaの範囲で真空引きを行った。筐体内に水が侵入した場合にリーク有と判定した。

【0072】

(中空系機能評価)

上記試験No. 1から試験No. 4の中空系膜モジュールについて、下記の手順で中空系機能評価を実施した。

空気のバブリングによって酸素を溶解し、溶存酸素濃度を約7ppmに調整した純水を5ml/分の流量で流し、真空ポンプにより気体ノズルからゲージ圧-85kPaで吸気しながら、純水の脱気を行った。中空系膜モジュールの透過前後における純水の溶存酸素濃度を測定し、下記式により溶存酸素の除去率を求めた。

溶存酸素の除去率(%) =

(透過前における溶存酸素濃度 - 透過後における溶存酸素濃度) / 透過前における溶存酸素濃度

評価結果については、2段階評価を行い、溶存酸素が50%以上除去できている場合に良好とし、除去率が50%未満の場合を不具合有とした。

【0073】

(CT解析による横断面観察)

上記試験No. 1から試験No. 4の中空系膜モジュールについて、下記の手順でCT解析による横断面観察を実施し、封止剤の吸い上がりを評価した。具体的には、島津製作所製X線非破壊検査装置(SMX-225CT)を用いボクセルサイズ66umの分解能で撮影し、得られたデータよりモジュール内部をボリウムグラフィックス社製のmyVGL3.0を用いて分析した。上記封止剤の吸い上がりがない場合は、中空系膜の接着性が良好である。

【0074】

試験No. 1から試験No. 4の中空系膜モジュールのリーク評価、中空系機能評価及びCT解析による横断面観察の評価結果を表1に示す。

【0075】

10

20

30

40

50

【表 1】

中空系膜 モジュール 試験番号	中空系膜		スペーサ				中空系膜 モジュール 筐体		評価				
	平均 外径 [mm]	平均 内径 [mm]	形態	材質	表面自由 エネルギー [mJ/m ²]	厚さ [mm]	配置部位	筐体材料	形状	リーク 試験	中空系膜機能 溶存酸素 除去率 [%]	判定	CT解析による 膜部材 横断面観察
	No. 1	0.50	0.25	ネット	PP	31	0.13	両端末 10mm幅のみ	エポキシ樹脂	円筒	リーク無	77 (1.6PPM)	良好
No. 2	0.50	0.25	不織布	PP/PE複合	31	0.05	両端末 10mm幅のみ	エポキシ樹脂	円筒	リーク無	77 (1.6PPM)	良好	吸い上がり 無し
No. 3	0.50	0.25	—	—	—	—	—	エポキシ樹脂	円筒	リーク有	—	測定不可	吸い上がり 無し
No. 4	0.50	0.25	不織布	PP/PE複合	31	0.05	中空系膜 全長	エポキシ樹脂	円筒	リーク無	43 (4.0PPM)	不具合有	全体 吸い上がり

10

20

30

40

【0076】

上記表 1 に示すように、中空系膜束の両端にスペーサを備える試験 No. 1 及び試験 No. 2 の中空系膜モジュールは、リーク評価、中空系機能評価で良好な結果が得られた。一方、スペーサを備えていない試験 No. 3 の中空系膜モジュールは、リークが生じ、中空系膜としての機能が得られなかった。また、スペーサを中空系膜全長に配置した試験 No. 4 の中空系膜モジュールは、封止剤が中空系膜全体に吸い上げられており、中空系膜としての機能が得られなかった。

【0077】

以上のように、当該中空系膜モジュールの製造方法は、中空系膜の接着性及びリーク抑

50

制効果に優れる中空糸膜モジュールを製造できることが示された。

【符号の説明】

【 0 0 7 8 】

- 1 中空糸膜
- 2、31、32、33 膜部材
- 3 中空糸膜モジュール
- 4 第1ポッティング部
- 5 第2ポッティング部
- 7 液体供給口
- 8 液体排出口 10
- 9 気体ノズル
- 11 筐体
- 12 第1スリーブ
- 13 第1キャップ
- 14 第2スリーブ
- 15 第2キャップ
- 20、25、26、27 スペース
- 30、41 中空糸膜束

20

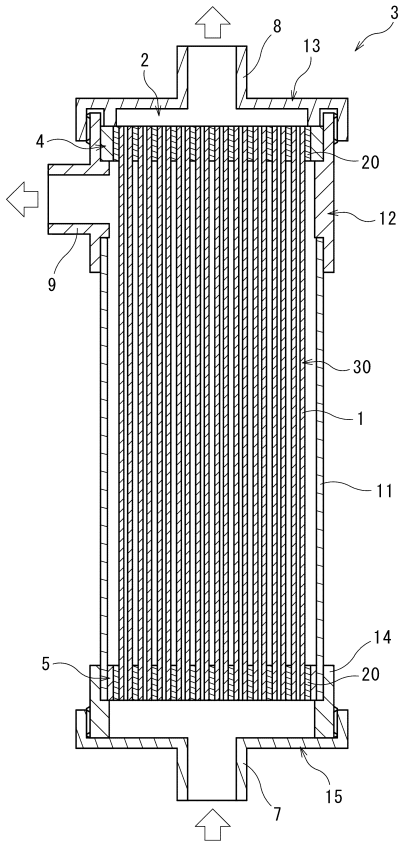
30

40

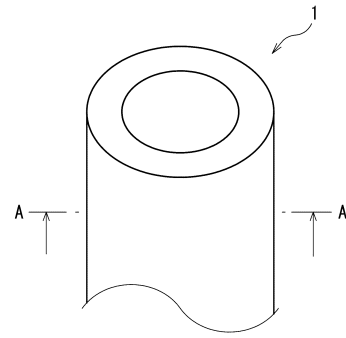
50

【図面】

【図 1】



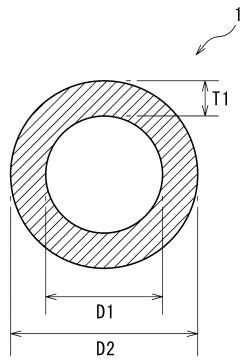
【図 2】



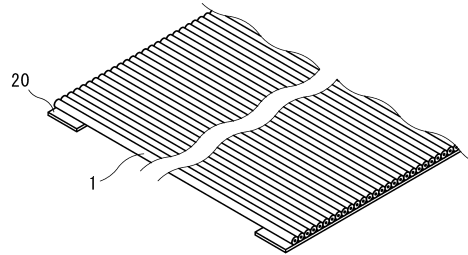
10

20

【図 3】



【図 4】

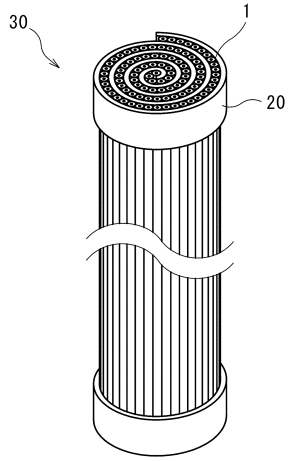


30

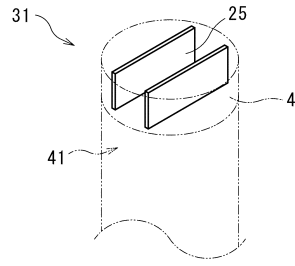
40

50

【図 5】

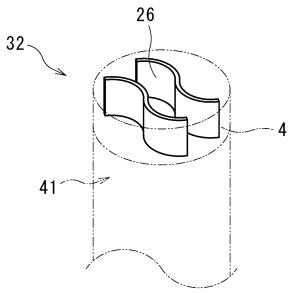


【図 6】

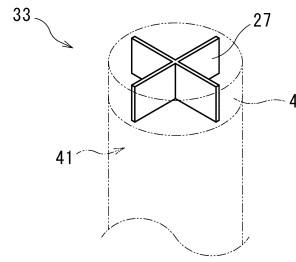


10

【図 7】



【図 8】



20

30

40

50

フロントページの続き

大阪府泉南郡熊取町朝代西一丁目 9 5 0 番地 住友電工ファインポリマー株式会社内

(72)発明者 鈴木 良昌

大阪府泉南郡熊取町朝代西一丁目 9 5 0 番地 住友電工ファインポリマー株式会社内

審査官 相田 元

(56)参考文献

特開 2 0 0 0 - 1 8 9 7 6 1 (J P , A)

国際公開第 2 0 1 4 / 0 2 4 9 6 1 (W O , A 1)

特開 2 0 1 2 - 0 4 5 4 5 3 (J P , A)

国際公開第 1 9 9 7 / 0 1 0 8 9 3 (W O , A 1)

実開昭 6 3 - 1 6 8 0 0 3 (J P , U)

特開 2 0 0 5 - 2 3 0 8 1 4 (J P , A)

特開 2 0 1 0 - 9 4 5 7 9 (J P , A)

特開 2 0 0 7 - 7 7 3 2 3 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

B 0 1 D 5 3 / 2 2

B 0 1 D 6 1 / 0 0 - 7 1 / 8 2

C 0 2 F 1 / 4 4

B 0 1 D 1 9 / 0 0

J S T P l u s / J M E D P l u s / J S T 7 5 8 0 (J D r e a m I I I)

J a p i o - G P G / F X