

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7683745号
(P7683745)

(45)発行日 令和7年5月27日(2025.5.27)

(24)登録日 令和7年5月19日(2025.5.19)

(51)国際特許分類 F I
 B 0 1 D 61/00 (2006.01) B 0 1 D 61/00
 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 19/00 1 0 1

請求項の数 14 (全19頁)

(21)出願番号	特願2023-570975(P2023-570975)	(73)特許権者	000002886 D I C 株式会社 東京都板橋区坂下3丁目3番58号
(86)(22)出願日	令和4年12月23日(2022.12.23)	(74)代理人	100088155 弁理士 長谷川 芳樹
(86)国際出願番号	PCT/JP2022/047699	(74)代理人	100128381 弁理士 清水 義憲
(87)国際公開番号	WO2023/127743	(74)代理人	100185591 弁理士 中塚 岳
(87)国際公開日	令和5年7月6日(2023.7.6)	(74)代理人	100130052 弁理士 大阪 弘一
審査請求日	令和6年2月9日(2024.2.9)	(72)発明者	山本 航 千葉県市原市八幡海岸通12番地 D I C 株式会社千葉工場内
(31)優先権主張番号	特願2021-213996(P2021-213996)	(72)発明者	大井 和美
(32)優先日	令和3年12月28日(2021.12.28)		
(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】 脱気モジュール及び液体の脱気方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

液体供給口及び液体排出口を有するパイプ内流路を形成するとともに前記パイプ内流路を開放する複数の穴が形成されたパイプと、

緯糸である複数の中空系膜と経糸とを有する中空系膜織物が前記複数の穴を覆うように前記パイプの外周側に巻かれてなる中空系膜群と、

前記パイプの外周面に接続されて前記中空系膜群を収容するハウジングと、

前記ハウジング内の領域を、前記複数の中空系膜のそれぞれの内周側空間を含む内部領域と、前記複数の中空系膜の間の膜間空間を含む外部領域と、に仕切る仕切部と、

前記内部領域に連通された前記ハウジングの吸気口と、

前記パイプ内流路及び前記膜間空間をパイプの延在方向に仕切るバッフルと、を備え、前記複数の中空系膜のそれぞれの直径に対する前記経糸の直径の割合は、0.6以上である、

脱気モジュール。

【請求項2】

前記複数の中空系膜のそれぞれの直径に対する前記経糸の直径の割合は、1.5以下である、

請求項1に記載の脱気モジュール。

【請求項3】

前記経糸の直径は、50µm以上である、

請求項 1 に記載の脱気モジュール。

【請求項 4】

前記経系の直径は、 $300\ \mu\text{m}$ 以下である、
請求項 1 に記載の脱気モジュール。

【請求項 5】

前記複数の中空系膜のそれぞれの直径は、 $50\ \mu\text{m}$ 以上 $500\ \mu\text{m}$ 以下である、
請求項 1 に記載の脱気モジュール。

【請求項 6】

前記複数の中空系膜のそれぞれの直径に対する前記経系のピッチの割合は、 600 以下である、
請求項 1 に記載の脱気モジュール。

10

【請求項 7】

前記複数の中空系膜のそれぞれの直径に対する前記経系のピッチの割合は、 2 以上である、
請求項 6 に記載の脱気モジュール。

【請求項 8】

前記経系のピッチは、 $30\ \text{mm}$ 以下である、
請求項 1 に記載の脱気モジュール。

【請求項 9】

前記経系のピッチは、 $1\ \text{mm}$ 以上である、
請求項 1 に記載の脱気モジュール。

20

【請求項 10】

前記延在方向と直交する直交断面における前記ハウジングと前記パイプとの間の領域を収容領域とし、前記直交断面における前記ハウジングと前記パイプとの間の前記複数の中空系膜を除いた領域を空間領域とした場合、前記収容領域の面積に対する前記空間領域の面積の割合である空隙率は、 30% 以上 80% 以下である、
請求項 1 に記載の脱気モジュール。

【請求項 11】

前記バッフルは、
前記パイプの内周側に配置されて前記パイプ内流路を前記延在方向に仕切る内側バッフルと、
前記パイプの外周側に配置されて前記膜間空間を前記延在方向に仕切る外側バッフルと、を有する、
請求項 1 に記載の脱気モジュール。

30

【請求項 12】

前記仕切部は、
前記延在方向における前記中空系膜群の一方側の第一端部に配置される第一封止部と、
前記延在方向における前記中空系膜群の他方側の第二端部に配置される第二封止部と、を有し、

前記第一封止部及び前記第二封止部のそれぞれは、前記延在方向と直交する直交断面において、前記パイプと前記ハウジングとの間の、前記複数の中空系膜を除く全域に充填されており、

40

前記パイプの前記複数の穴は、前記延在方向における前記第一封止部と前記第二封止部との間に形成されている、
請求項 1 に記載の脱気モジュール。

【請求項 13】

前記吸気口は、
前記延在方向における前記第一封止部の前記第二封止部とは反対側に形成された第一吸気口と、
前記延在方向における前記第二封止部の前記第一封止部とは反対側に形成された第二

50

吸気口と、を有する、
請求項 1 2 に記載の脱気モジュール。

【請求項 1 4】

請求項 1 ~ 1 3 の何れか一項に記載の脱気モジュールにおいて、前記吸気口から前記内部領域を吸気するとともに、前記液体供給口から前記パイプ内流路に液体を供給する、液体の脱気方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の一側面は、液体を脱気する脱気モジュール及び液体の脱気方法に関する。

10

【背景技術】

【0002】

従来から、複数の中空系膜を用いて液体を脱気する脱気モジュールが知られている。このような脱気モジュールとして、例えば、特許文献 1 に記載された接触器がある。特許文献 1 に記載された接触器は、穴の開いたパイプと、パイプを取り囲む複数の中空系膜と、液体の流れを方向転換するバッフルと、複数の中空系膜の端部をパイプに固定する管シートと、複数の中空系膜を収容する殻と、殻に形成された吸気口と、を備える。この接触器では、パイプに液体が供給されると、液体は、バッフルの上流側においてパイプから出て、複数の中空系膜の間の膜間空間を通り、バッフルと殻との間を通り、その後、複数の中空系膜の間の膜間空間を通り、バッフルの下流側において再びパイプに入る。このとき、吸気口から中空系膜の内腔が真空吸引されることで、液体の同伴ガスが中空系膜の内腔側に移動し、液体が脱気される。そして、脱気された液体は、パイプから排出される。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2003 - 038904 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献 1 に記載された接触器のように、脱気モジュールにバッフルを設けることで、脱気モジュールの脱気性能を向上することができる。特に、大型の脱気モジュールにおいては、その効果が大きい。

30

【0005】

しかしながら、特許文献 1 に記載された接触器では、バッフルの下流側の複数の中空系膜は、バッフルを越えて再びパイプに入る液体の流れによりパイプ側に押圧される。その結果、外周側の中空系膜が内周側の中空系膜の間に潜り込む等して液体の流路となる複数の中空系膜の間の膜間空間が狭くなり、液体の圧力損失が高くなるという問題がある。

【0006】

そこで、本発明の一側面は、液体の圧力損失を低減することができる脱気モジュール及び液体の脱気方法を提供することを課題とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一側面の脱気モジュールは、液体供給口及び液体排出口を有するパイプ内流路を形成するとともにパイプ内流路を開放する複数の穴が形成されたパイプと、緯糸である複数の中空系膜と経糸とを有する中空系膜織物が複数の穴を覆うようにパイプの外周側に巻かれてなる中空系膜群と、パイプの外周面に接続されて中空系膜群を収容するハウジングと、ハウジング内の領域を、複数の中空系膜のそれぞれの内周側空間を含む内部領域と、複数の中空系膜の間の膜間空間を含む外部領域と、に仕切る仕切部と、内部領域に連通されたハウジングの吸気口と、パイプ内流路及び膜間空間をパイプの延在方向に仕切るバッフルと、を備え、経糸の直径に対する複数の中空系膜のそれぞれの直径の割合は、0 .

50

6以上である。

【0008】

この脱気モジュールでは、吸気口から内部領域を吸気するとともに液体供給口からパイプ内流路に液体を供給することで、液体を脱気することができる。そして、パイプ内流路及び膜間空間がバッフルにより延在方向に仕切られている。このため、液体供給口からパイプ内流路に液体を供給すると、液体は、バッフルの液体供給口側においてパイプから出て、膜間空間を通り、バッフルとハウジングとの間のバッフルクリアランスを通り、膜間空間を通り、バッフルの液体排出口側において再びパイプに入る。このように、バッフルにより液体の流れを複雑にすることで、バッフルを備えない場合に比べて、脱気性能を向上することができる。

10

【0009】

ところで、中空系膜織物の経糸は、複数の中空系膜とは異なり液体の脱気に寄与せず、反対に、液体の流通を阻害するものとなる。このため、従来は、経糸の直径を、複数の中空系膜のそれぞれの直径に比べて極めて小さいものとしていた。しかしながら、本発明者らの鋭意検討の結果、空隙率が変わらない場合は、複数の中空系膜のそれぞれの直径に対する経糸の直径の割合を大きくすることで、液体の圧力損失を低減できるとの知見が得られた。すなわち、複数の中空系膜のそれぞれの直径に対する経糸の直径の割合を0.6以上とすることで、バッフルを越えて再びパイプに入る液体の流れにより複数の中空系膜がパイプ側に押圧された際の、複数の中空系膜の間の膜間空間の減少度合いを小さくすることができる。これにより、液体の圧力損失を低減することができる。

20

【0010】

複数の中空系膜のそれぞれの直径に対する経糸の直径の割合は、1.5以下であってもよい。このように、複数の中空系膜のそれぞれの直径に対する経糸の直径の割合を1.5以下とすることで、ハウジングに収容する複数の中空系膜の本数及び複数の中空系膜の膜面積が過小となるのを抑制することができる。

【0011】

経糸の直径は、50 μm 以上であってもよい。このように、経糸の直径を50 μm 以上とすることで、バッフルを越えて再びパイプに入る液体の流れにより複数の中空系膜がパイプ側に押圧された際に、外周側の中空系膜と内周側の中空系膜との間に空間が残りやすくなる。これにより、液体の圧力損失を適切に低減することができる。

30

【0012】

経糸の直径は、300 μm 以下であってもよい。このように、経糸の直径を300 μm 以下とすることで、ハウジングに収容する複数の中空系膜の本数及び複数の中空系膜の膜面積が過小となるのを抑制することができる。

【0013】

複数の中空系膜のそれぞれの直径は、50 μm 以上500 μm 以下であってもよい。このように、複数の中空系膜のそれぞれの直径を50 μm 以上500 μm 以下とすることで、複数の中空系膜の破断を抑制しつつ、ハウジングに収容する複数の中空系膜の本数及び複数の中空系膜の膜面積を十分に確保することができる。

【0014】

複数の中空系膜のそれぞれの直径に対する経糸のピッチの割合は、600以下であってもよい。このように、複数の中空系膜のそれぞれの直径に対する経糸のピッチの割合を600以下とすることで、バッフルを越えて再びパイプに入る液体の流れにより複数の中空系膜がパイプ側に押圧された液体の圧力損失をより低減することができる。

40

【0015】

複数の中空系膜のそれぞれの直径に対する経糸のピッチの割合は、2以上であってもよい。このように、複数の中空系膜のそれぞれの直径に対する経糸のピッチの割合を2以上とすることで、経糸を通過することによる液体の圧力損失を低減することができる。

【0016】

経糸のピッチは、30 mm以下であってもよい。このように、経糸のピッチを30 mm

50

以下とすることで、バッフルを越えて再びパイプに入る液体の流れにより複数の中空系膜がパイプ側に押圧された際の、複数の中空系膜のそれぞれの変形度合いを小さくすることができる。これにより、液体の圧力損失を適切に低減することができる。

【0017】

経系のピッチは、1mm以上であってもよい。このように、経系のピッチを1mm以上とすることで、経系を通過することによる液体の圧力損失を適切に低減することができる。

【0018】

延在方向と直交する直交断面におけるハウジングとパイプとの間の領域を収容領域とし、直交断面におけるハウジングとパイプとの間の複数の中空系膜を除いた領域を空間領域とした場合、収容領域の面積に対する空間領域の面積の割合である空隙率は、30%以上80%以下であってもよい。このように、収容領域の面積に対する空間領域の面積の割合である空隙率を30%以上80%以下とすることで、液体の圧力損失を低減しつつ、ハウジングに収容する複数の中空系膜の本数及び複数の中空系膜の膜面積を十分に確保することができる。

10

【0019】

バッフルは、パイプの内周側に配置されてパイプ内流路を延在方向に仕切る内側バッフルと、パイプの外周側に配置されて膜間空間を延在方向に仕切る外側バッフルと、を有してもよい。この脱気モジュールでは、バッフルがパイプの内周側に配置される内側バッフルとパイプの外周側に配置される外側バッフルとを有するため、パイプを延在方向に分割することなくバッフルを配置することができる。

20

【0020】

仕切部は、延在方向における中空系膜群の一方側の第一端部に配置される第一封止部と、延在方向における中空系膜群の他方側の第二端部に配置される第二封止部と、を有し、第一封止部及び第二封止部のそれぞれは、延在方向と直交する直交断面において、パイプとハウジングとの間の、複数の中空系膜を除く全域に充填されており、パイプの複数の穴は、延在方向における第一封止部と第二封止部との間に形成されていてもよい。この脱気モジュールでは、第一封止部及び第二封止部のそれぞれが、延在方向と直交する直交断面においてパイプとハウジングとの間の複数の中空系膜を除く全域に充填されており、パイプの複数の穴が第一封止部と第二封止部との間に形成されている。このため、第一封止部及び第二封止部により、ハウジング内の領域を内部領域と外部領域とに仕切ることができる。そして、第一封止部及び第二封止部が、延在方向における中空系膜群の一方側の第一端部及び他方側の第二端部に配置されているため、延在方向に長い範囲で、液体を複数の中空系膜に接触させることができる。

30

【0021】

吸気口は、延在方向における第一封止部の第二封止部とは反対側に形成された第一吸気口と、延在方向における第二封止部の第一封止部とは反対側に形成された第二吸気口と、を有してもよい。この脱気モジュールでは、延在方向における第一封止部及び第二封止部の外側に第一吸気口及び第二吸気口が形成されているため、複数の中空系膜の両端から複数の中空系膜のそれぞれの内周側空間を吸気することができる。これにより、液体の脱気効率を向上することができる。

40

【0022】

本発明の一側面に係る液体の脱気方法は、上述した何れかの脱気モジュールにおいて、吸気口から内部領域を吸気するとともに、液体供給口からパイプ内流路に液体を供給する。この液体の脱気方法では、上述した何れかの脱気モジュールを用いて液体を脱気するため、液体の圧力損失を低減することができる。

【発明の効果】

【0023】

本発明の一側面によれば、液体の圧力損失を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0024】

50

【図 1】実施形態に係る脱気モジュールの概略断面図である。

【図 2】図 1 に示す I I - I I 線における概略断面図である。

【図 3】図 1 に示す脱気モジュールの一部を拡大した概略断面図である。

【図 4】図 1 に示す脱気モジュールの一部を拡大した概略断面図である。

【図 5】図 1 に示す脱気モジュールの一部を拡大した概略断面図である。

【図 6】中空系膜織物の一部を示す模式図である。

【図 7】バツフルの形成方法の一例を説明する概略断面図である。

【図 8】バツフルの形成方法の一例を説明する概略断面図である。

【図 9】図 2 の一部を拡大した概略断面図である。

【図 10】圧力損失の計測結果を示したグラフである。

10

【発明を実施するための形態】

【0025】

以下、図面を参照して、実施形態の脱気モジュール及び液の脱気方法について説明する。なお、全図中、同一または相当部分には同一符号を付し、重複する説明を省略する。

【0026】

図 1 は、実施形態に係る脱気モジュールの概略断面図である。図 2 は、図 1 に示す I I - I I 線における概略断面図である。図 3 ~ 図 5 は、図 1 に示す脱気モジュールの一部を拡大した概略断面図である。図 1 ~ 図 5 に示すように、実施形態に係る脱気モジュール 1 は、液体 L を脱気するためのモジュールである。脱気モジュール 1 が脱気する液体 L は、特に限定されるものではないが、例えば、海水、飲料水、純水、超純水等の水、硫酸アンモニウム、界面活性剤等を溶解させた水溶液、アルコール、炭化水素等の有機溶剤、イオン性液体等である。

20

【0027】

脱気モジュール 1 は、パイプ 2 と、中空系膜群 3 と、ハウジング 4 と、仕切部 5 と、バツフル 6 と、を備える。

【0028】

パイプ 2 は、中心軸線 A に沿って直線状に延びる円筒状の部材である。パイプ 2 が円筒状に延びる方向、つまり、中心軸線 A の方向を、延在方向 D という。パイプ 2 は、液体供給口 2 1 及び液体排出口 2 2 を有するパイプ内流路 2 3 を形成する。パイプ内流路 2 3 は、パイプ 2 の内周面により形成された、液体 L が流通可能な流路である。

30

【0029】

パイプ 2 には、パイプ内流路 2 3 を開放する複数の穴 2 4 が形成されている。複数の穴 2 4 は、パイプ内流路 2 3 からパイプ 2 の外側に液体 L を出すとともに、パイプ 2 の外側からパイプ内流路 2 3 に液体 L を入れるための穴である。

【0030】

パイプ 2 は、穴形成部 2 5 と、第一穴非形成部 2 6 と、第二穴非形成部 2 7 と、を有する。穴形成部 2 5 は、複数の穴 2 4 が形成されている部分である。第一穴非形成部 2 6 及び第二穴非形成部 2 7 は、複数の穴 2 4 が形成されない部分である。穴形成部 2 5 は、延在方向 D におけるパイプ 2 の中央部に位置している。第一穴非形成部 2 6 は、延在方向 D における穴形成部 2 5 の液体供給口 2 1 側に隣接している。第二穴非形成部 2 7 は、延在方向 D における穴形成部 2 5 の液体排出口 2 2 側に隣接している。

40

【0031】

穴形成部 2 5、第一穴非形成部 2 6、及び第二穴非形成部 2 7 の内径及び外径は、特に限定されるものではない。例えば、複数の穴 2 4 の総面積を増大する観点から、穴形成部 2 5 の内径及び外径は、第一穴非形成部 2 6 及び第二穴非形成部 2 7 の内径及び外径より大きくてもよい。例えば、穴形成部 2 5、第一穴非形成部 2 6、及び第二穴非形成部 2 7 が別部材となっており、大径の穴形成部 2 5 の両端に小径の第一穴非形成部 2 6 及び第二穴非形成部 2 7 が挿入されることで、パイプ 2 が構成されていてもよい。

【0032】

中空系膜群 3 は、中空系膜織物 8 が複数の穴 2 4 を覆うようにパイプ 2 の外周側に巻か

50

れてなる。つまり、中空系膜群 3 は、複数の穴 2 4 を覆うようにパイプ 2 の外周側に配置された中空系膜織物 8 により構成されている。

【 0 0 3 3 】

図 6 は、中空系膜織物の一部を示す模式図である。図 6 に示すように、中空系膜織物 8 は、緯糸である複数の中空系膜 3 1 と、経糸 9 と、を有する。中空系膜織物 8 は、略平行に配置された複数の中空系膜 3 1 と、複数の中空系膜 3 1 と略直交する方向に延びる経糸 9 と、が織られて構成されている。複数の中空系膜 3 1 と経糸 9 との織り構造は、特に限定されるものではなく、様々な織り構造を採用することができる。そして、中空系膜織物 8 は、複数の中空系膜 3 1 が、パイプ 2 と同様に延在方向 D に延びるように、パイプ 2 に巻かれている。

10

【 0 0 3 4 】

複数の中空系膜 3 1 のそれぞれは、気体 G は透過するが液体 L は透過しない中空系状の膜である。複数の中空系膜 3 1 のそれぞれの素材、膜形状、膜形態等は、特に制限されない。複数の中空系膜 3 1 のそれぞれの素材としては、例えば、ポリプロピレン、ポリエチレン、ポリメチルペンテン等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、PTFE、フッ化ビニリデンなどのフッ素系樹脂、が挙げられる。複数の中空系膜 3 1 のそれぞれの膜形状（側壁の形状）としては、例えば、多孔質膜、微多孔膜、多孔質を有さない均質膜（非多孔膜）、が挙げられる。複数の中空系膜 3 1 のそれぞれの膜形態としては、例えば、膜全体の化学的あるいは物理的構造が均質な対称膜（均質膜）、膜の化学的あるいは物理的構造が膜の部分によって異なる非対称膜（不均質膜）、が挙げられる。非対称膜（不均質膜）は、非多孔質の緻密層と多孔質とを有する膜である。この場合、緻密層は、膜の表層部分又は多孔質膜内部等、膜中のどこに形成されていてもよい。不均質膜には、化学構造の異なる複合膜、3 層構造のような多層構造膜も含まれる。特にポリ 4 - メチルペンテン - 1 樹脂を用いた不均質膜は、液体 L を遮断する緻密層を有するため、特に好ましい。また、外部灌流型に用いる場合は、緻密層が外表面に形成されていることが好ましい。

20

【 0 0 3 5 】

図 1 ~ 図 5 に示すように、中空系膜群 3 は、パイプ 2 の穴形成部 2 5 の外周側に配置されており、パイプ 2 の第一穴非形成部 2 6 及び第二穴非形成部 2 7 の外周側に配置されていない。つまり、中空系膜群 3 は、中空系膜織物が穴形成部 2 5 に巻かれて構成されている。このため、中空系膜群 3 は、略円筒状に形成されている。

30

【 0 0 3 6 】

中空系膜群 3 においては、複数の中空系膜 3 1 の間（隣り合う中空系膜 3 1 の間）に、液体 L が流通することが可能な膜間空間 S 1 が形成されている。膜間空間 S 1 は、パイプ 2 の周方向における複数の中空系膜 3 1 の間にも形成されており、パイプ 2 の周方向における複数の中空系膜 3 1 の間にも形成されている。つまり、膜間空間 S 1 は、中空系膜織物 8 における隣り合う中空系膜 3 1 の間にも形成されており、内周側の中空系膜織物 8 における中空系膜 3 1（内周側の中空系膜 3 1）と外周側の中空系膜織物 8 における中空系膜 3 1（外周側の中空系膜 3 1）との間にも形成されている。

40

【 0 0 3 7 】

ハウジング 4 は、パイプ 2 の外周面に接続されて、中空系膜群 3 を収容する。ハウジング 4 は、パイプ 2 の延在方向 D に延びる円筒状に形成されている。ハウジング 4 の延在方向 D における両端部は、パイプ 2 の外周面に気密に接続されている。パイプ 2 に対するハウジング 4 の接続は、例えば、溶着、接着等により行うことができる。パイプ 2 の両端部は、ハウジング 4 から突出していなくてもよいが、本実施形態では、パイプ 2 に対する他部材の接続容易性の観点から、パイプ 2 の両端部は、ハウジング 4 から突出している。

【 0 0 3 8 】

ハウジング 4 には、吸気口 4 1 が形成されている。吸気口 4 1 は、ハウジング 4 から吸気するための開口である。吸気口 4 1 は、第一吸気口 4 2 及び第二吸気口 4 3 により構成される。第一吸気口 4 2 及び第二吸気口 4 3 のそれぞれは、ハウジング 4 から吸気するた

50

めの開口である。第一吸気口 4 2 及び第二吸気口 4 3 には、例えば、真空ポンプ等の吸引装置（不図示）が接続される。

【 0 0 3 9 】

ハウジング 4 内には、液体流通空間 S 2 が形成されている。液体流通空間 S 2 は、中空系膜群 3 とハウジング 4 との間の、液体 L が流通可能な空間である。液体流通空間 S 2 は、少なくとも脱気モジュール 1 の未使用状態において中空系膜群 3 とハウジング 4 との間に形成される空間である。このため、脱気モジュール 1 の未使用状態においては、中空系膜群 3 は、ハウジング 4 の内周面に当接されていない。なお、脱気モジュール 1 の使用後は、複数の中空系膜 3 1 の膨潤により、中空系膜群 3 がハウジング 4 の内周面に当接することもある。

10

【 0 0 4 0 】

仕切部 5 は、ハウジング 4 内の領域を、内部領域 R 1 と外部領域 R 2 とに仕切る。内部領域 R 1 は、複数の中空系膜 3 1 のそれぞれの内周側空間 3 2 を含む領域である。外部領域 R 2 は、膜間空間 S 1 を含む領域である。このため、複数の中空系膜 3 1 のそれぞれは、内部領域 R 1 と外部領域 R 2 との境界となる。そして、複数の中空系膜 3 1 のそれぞれは、外部領域 R 2 から内部領域 R 1 への液体 L の通過を阻止し、外部領域 R 2 から内部領域 R 1 への気体 G（液体 L の溶存気体、液体 L に含まれる気泡等）の通過を許容する。

【 0 0 4 1 】

仕切部 5 は、第一封止部 5 1 と、第二封止部 5 2 と、を有する。第一封止部 5 1 は、延在方向 D における中空系膜群 3 の一方側の第一端部 3 3 に配置されている。第一端部 3 3 は、延在方向 D における液体供給口 2 1 側の端部である。中空系膜群 3 の第一端部 3 3 は、第一封止部 5 1 によりパイプ 2 の外周面及びハウジング 4 の内周面に固定されている。第二封止部 5 2 は、延在方向 D における中空系膜群 3 の他方側の第二端部 3 4 に配置されている。第二端部 3 4 は、延在方向 D における液体排出口 2 2 側の端部である。中空系膜群 3 の第二端部 3 4 は、第二封止部 5 2 によりパイプ 2 の外周面及びハウジング 4 の内周面に固定されている。第一封止部 5 1 及び第二封止部 5 2 は、例えば、樹脂により形成されている。第一封止部 5 1 及び第二封止部 5 2 に用いる樹脂としては、例えば、エポキシ樹脂、ウレタン樹脂、紫外線硬化型樹脂、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が挙げられる。

20

【 0 0 4 2 】

第一封止部 5 1 及び第二封止部 5 2 のそれぞれは、延在方向 D と直交する直交断面において、パイプ 2 とハウジング 4 との間の、複数の中空系膜 3 1 を除く全域に充填されている。つまり、第一封止部 5 1 及び第二封止部 5 2 のそれぞれは、パイプ 2 と中空系膜群 3 との間、複数の中空系膜 3 1 の間、及び中空系膜群 3 とハウジング 4 との間に充填されている。そして、複数の中空系膜 3 1 のそれぞれの内周側空間 3 2 は、第一封止部 5 1 から液体供給口 2 1 側に開放されているとともに、第二封止部 5 2 から液体排出口 2 2 側に開放されている。

30

【 0 0 4 3 】

第一封止部 5 1 は、延在方向 D における穴形成部 2 5 と第一穴非形成部 2 6 との間に配置されている。第二封止部 5 2 は、延在方向 D における穴形成部 2 5 と第二穴非形成部 2 7 との間に配置されている。つまり、パイプ 2 の複数の穴 2 4 は、延在方向 D における第一封止部 5 1 と第二封止部 5 2 との間に形成されている。このため、パイプ 2 とハウジング 4 との間の、第一封止部 5 1 の液体供給口 2 1 側の領域は、内部領域 R 1 となる。また、パイプ 2 とハウジング 4 との間の、第二封止部 5 2 の液体排出口 2 2 側の領域は、内部領域 R 1 となる。

40

【 0 0 4 4 】

第一吸気口 4 2 は、延在方向 D における第一封止部 5 1 の第二封止部 5 2 とは反対側、すなわち延在方向 D における第一封止部 5 1 の液体供給口 2 1 側に配置されている。そして、第一吸気口 4 2 は、パイプ 2 とハウジング 4 との間の、第一封止部 5 1 の液体供給口 2 1 側に位置する、内部領域 R 1 に連通されている。第二吸気口 4 3 は、延在方向 D にお

50

ける第二封止部 5 2 の第一封止部 5 1 とは反対側、すなわち延在方向 D における第二封止部 5 2 の液体排出口 2 2 側に配置されている。そして、第二吸気口 4 3 は、パイプ 2 とハウジング 4 との間の、第二封止部 5 2 の液体排出口 2 2 側に位置する、内部領域 R 1 に連通されている。

【 0 0 4 5 】

バッフル 6 は、液体供給口 2 1 に供給された液体 L を迂回させて複数の中空系膜 3 1 と接触させるために、延在方向 D における第一封止部 5 1 と第二封止部 5 2 との間に配置されている。ここで、延在方向 D における第一封止部 5 1 とバッフル 6 との間の脱気モジュール 1 の領域を上流部 1 0 といい、延在方向 D におけるバッフル 6 と第二封止部 5 2 との間の脱気モジュール 1 の領域を下流部 1 1 という。

10

【 0 0 4 6 】

バッフル 6 は、パイプ内流路 2 3 及び膜間空間 S 1 を延在方向 D に仕切る。より具体的には、バッフル 6 は、パイプ内流路 2 3 を延在方向 D に仕切るとともに、ハウジング 4 との間にバッフルクリアランス C が形成されるように外部領域 R 2 を延在方向 D に仕切る。つまり、パイプ内流路 2 3 は、バッフル 6 により延在方向 D に仕切られる。また、膜間空間 S 1 は、バッフル 6 により延在方向 D に仕切られる。また、外部領域 R 2 は、バッフル 6 とハウジング 4 との間にバッフルクリアランス C が形成されるように、バッフル 6 により延在方向 D に仕切られる。このため、液体供給口 2 1 からパイプ内流路 2 3 に供給された液体 L は、上流部 1 0 において、パイプ 2 から出て膜間空間 S 1 を通り、バッフル 6 とハウジング 4 との間のバッフルクリアランス C を通り、下流部 1 1 において、膜間空間 S 1 を通ってパイプ 2 に入る。

20

【 0 0 4 7 】

延在方向 D におけるバッフル 6 の位置は、第一封止部 5 1 と第二封止部 5 2 との間の任意の位置とすることができる。例えば、バッフル 6 を迂回する際の液体 L の圧力損失を低減する観点から、バッフル 6 は、第一封止部 5 1 と第二封止部 5 2 との間を延在方向 D に三分割した際の中央部に配置することができる。

【 0 0 4 8 】

バッフル 6 は、内側バッフル 6 1 と、外側バッフル 6 2 と、を有する。内側バッフル 6 1 は、パイプ 2 の内周側に配置されて、パイプ内流路 2 3 を延在方向 D に仕切る。外側バッフル 6 2 は、パイプ 2 の外周側に配置されて、膜間空間 S 1 の少なくとも一部を延在方向 D に仕切る。

30

【 0 0 4 9 】

内側バッフル 6 1 は、パイプ内流路 2 3 を延在方向 D に完全に仕切ってもよく、パイプ内流路 2 3 を延在方向 D に不完全に仕切ってもよい。つまり、内側バッフル 6 1 は、上流部 1 0 のパイプ内流路 2 3 から下流部 1 1 のパイプ内流路 2 3 への液体 L の通過が不可能となるように、パイプ内流路 2 3 を完全に塞いでもよい。また、内側バッフル 6 1 は、上流部 1 0 のパイプ内流路 2 3 から下流部 1 1 のパイプ内流路 2 3 への液体 L の通過が可能となるように、パイプ内流路 2 3 を部分的に塞いでもよい。内側バッフル 6 1 がパイプ内流路 2 3 を部分的に塞ぐものであっても、上流部 1 0 のパイプ内流路 2 3 から下流部 1 1 のパイプ内流路 2 3 への液体 L の通過が内側バッフル 6 1 によって部分的に阻害されるため、液体供給口 2 1 に供給された液体 L を迂回させて複数の中空系膜 3 1 と接触させることができる。

40

【 0 0 5 0 】

内側バッフル 6 1 は、例えば、樹脂により形成されている。内側バッフル 6 1 に用いる樹脂としては、例えば、ポリウレタン (P U)、熱可塑性ポリウレタン (T P U) 等のウレタン系樹脂；ポリカーボネート (P C)；ポリ塩化ビニル (P V C)、塩化ビニル - 酢酸ビニル共重合樹脂等の塩化ビニル系樹脂；ポリアクリル酸、ポリメタクリル酸、ポリアクリル酸メチル、ポリメタクリル酸メチル (P M M A)、ポリメタクリル酸エチル等のアクリル系樹脂；ポリエチレンテレフタレ - ト (P E T)、ポリブチレンテレフタレ - ト、ポリトリメチレンテレフタレ - ト、ポリエチレンナフタレ - ト、ポリブチレンナフタレ -

50

ト等のポリエステル系樹脂；ナイロン（登録商標）等のポリアミド系樹脂；ポリスチレン（P S）、イミド変性ポリスチレン、アクリロニトリル・ブタジエン・スチレン（A B S）樹脂、イミド変性A B S樹脂、スチレン・アクリロニトリル共重合（S A N）樹脂、アクリロニトリル・エチレン・プロピレン・ジエン・スチレン（A E S）樹脂等のポリスチレン系樹脂；ポリエチレン（P E）樹脂、ポリプロピレン（P P）樹脂、ポリメチルペンテン（P M P）樹脂、シクロオレフィン樹脂等のオレフィン系樹脂；ニトロセルロース、酢酸セルロース等のセルロース系樹脂；シリコン系樹脂；フッ素系樹脂；ポリフェニレンエーテル（P P E）系樹脂等の熱可塑性樹脂や、ビスフェノールA型エポキシ樹脂、ビスフェノールF型エポキシ樹脂、イソシアヌレート系エポキシ樹脂、ヒダントイン系エポキシ樹脂等のエポキシ（E P O X Y）系樹脂；メラミン系樹脂やユリア樹脂等のアミノ系樹脂；フェノール系樹脂；不飽和ポリエステル系樹脂等の熱硬化性樹脂が挙げられる。このうち、P P，P E，E P O X Y，P C，A B S，P P E，P M M A，P M P，P Uが好ましいものとして挙げられる。

10

【0051】

外側バッフル62は、膜間空間S1（複数の中空系膜31の間）に配置されて、膜間空間S1を延在方向Dに仕切っている。外側バッフル62は、膜間空間S1を延在方向Dに完全に仕切ってもよく、膜間空間S1を延在方向Dに不完全に仕切ってもよい。つまり、外側バッフル62は、上流部10の膜間空間S1から下流部11の膜間空間S1への液体Lの通過が不可能となるように、膜間空間S1を完全に塞いでもよい。また、外側バッフル62は、上流部10の膜間空間S1から下流部11の膜間空間S1への液体Lの通過が可能となるように、膜間空間S1を部分的に塞いでもよい。外側バッフル62が膜間空間S1を部分に塞ぐものであっても、上流部10の膜間空間S1から下流部11の膜間空間S1への液体Lの通過が外側バッフル62によって部分的に障害されるため、液体供給口21に供給された液体Lを迂回させて複数の中空系膜31と接触させることができる。

20

【0052】

外側バッフル62は、パイプ2と中空系膜群3との間の空間であるパイプ側空間S3にも配置されて、パイプ側空間S3を延在方向Dに仕切っていてもよい。この場合、外側バッフル62は、パイプ側空間S3を延在方向Dに完全に仕切ってもよく、パイプ側空間S3を延在方向Dに不完全に仕切ってもよい。つまり、外側バッフル62は、上流部10のパイプ側空間S3から下流部11のパイプ側空間S3への液体Lの通過が不可能となるように、パイプ側空間S3を完全に塞いでもよい。また、外側バッフル62は、上流部10のパイプ側空間S3から下流部11のパイプ側空間S3への液体Lの通過が可能となるように、パイプ側空間S3を部分的に塞いでもよい。なお、液体供給口21に供給された液体Lの一部を迂回させて複数の中空系膜31と接触させることができれば、外側バッフル62は、パイプ側空間S3に配置されずにパイプ側空間S3を延在方向Dに仕切っていてもよい。

30

【0053】

外側バッフル62は、ハウジング4から離間している。しかしながら、外側バッフル62とハウジング4との間の一部にでもバッフルクリアランスCが形成されていれば、外側バッフル62は、ハウジング4に当接していてもよい。また、外側バッフル62は、液体流通空間S2に配置されていないが、外側バッフル62とハウジング4との間の一部にでもバッフルクリアランスCが形成されていれば、液体流通空間S2に配置されていてもよい。

40

【0054】

外側バッフル62は、例えば、樹脂により形成されている。外側バッフル62に用いる樹脂としては、例えば、ポリウレタン（P U）、熱可塑性ポリウレタン（T P U）等のウレタン系樹脂；ポリカーボネート（P C）；ポリ塩化ビニル（P V C）、塩化ビニル-酢酸ビニル共重合樹脂等の塩化ビニル系樹脂；ポリアクリル酸、ポリメタクリル酸、ポリアクリル酸メチル、ポリメタクリル酸メチル（P M M A）、ポリメタクリル酸エチル等のアクリル系樹脂；ポリエチレンテレフタレート（P E T）、ポリブチレンテレフタレート、

50

ポリトリメチレンテレフタレ-ト、ポリエチレンナフタレ-ト、ポリブチレンナフタレ-ト等のポリエステル系樹脂；ナイロン（登録商標）等のポリアミド系樹脂；ポリスチレン（P S）、イミド変性ポリスチレン、アクリロニトリル・ブタジエン・スチレン（A B S）樹脂、イミド変性A B S樹脂、スチレン・アクリロニトリル共重合（S A N）樹脂、アクリロニトリル・エチレン-プロピレン-ジエン・スチレン（A E S）樹脂等のポリスチレン系樹脂；ポリエチレン（P E）樹脂、ポリプロピレン（P P）樹脂、ポリメチルペンテン（P M P）樹脂、シクロオレフィン樹脂等のオレフィン系樹脂；ニトロセルロース、酢酸セルロース等のセルロース系樹脂；シリコン系樹脂；フッ素系樹脂；ポリフェニレンエーテル（P P E）系樹脂等の熱可塑性樹脂や、ビスフェノールA型エポキシ樹脂、ビスフェノールF型エポキシ樹脂、イソシアヌレート系エポキシ樹脂、ヒダントイン系エポキシ樹脂等のエポキシ（E P O X Y）系樹脂；メラミン系樹脂やユリア樹脂等のアミノ系樹脂；フェノール系樹脂；不飽和ポリエステル系樹脂等の熱硬化性樹脂が挙げられる。このうち、P P，P E，P V C，E P O X Y，P M P，P Uが好ましいものとして挙げられる。

10

【0055】

図7及び図8は、バッフル6の形成方法の一例を説明する概略断面図である。バッフル6を形成する際は、まず、図7に示すように、パイプ2のパイプ内流路23に樹脂製の円板状部材12を嵌め込む。この円板状部材が内側バッフル61となる。

【0056】

次に、図7及び図8に示すように、パイプ2の複数の穴24を覆うように、中空系膜織物8をパイプ2に巻き付ける。このとき、中空系膜織物8のパイプ2に巻き付ける側の面を織物内表面8aとした場合、織物内表面8aの外側バッフル62に対応する位置に溶解樹脂13を塗布する。そして、溶解樹脂13が塗布された中空系膜織物8をパイプ2に巻き付ける。すると、溶解樹脂13は、内層側の中空系膜織物8及び外層側の中空系膜織物8に含浸されて、外側バッフル62に対応する位置に充填された状態となる。その後、溶解樹脂13が硬化することで、溶解樹脂13が外側バッフル62となる。

20

【0057】

次に、脱気モジュール1を用いた液体Lの脱気方法について説明する。

【0058】

第一吸気口42及び第二吸気口43から内部領域R1を吸気するとともに、液体供給口21からパイプ内流路23に液体Lを供給する。第一吸気口42及び第二吸気口43からの内部領域R1の吸気は、例えば、第一吸気口42及び第二吸気口43に真空ポンプ等の吸引装置（不図示）を接続し、この吸引装置を作動させることにより行うことができる。そして、第一吸気口42及び第二吸気口43から内部領域R1を吸気することで、複数の中空系膜31のそれぞれの内周側空間32を含む内部領域R1が減圧された状態となる。

30

【0059】

すると、パイプ内流路23に供給された液体は、バッフル6を迂回するように、上流部10において、パイプ2に形成された複数の穴24を通してパイプ2から出て、膜間空間S1を通っていく。このとき、複数の中空系膜31のそれぞれの内周側空間32が減圧された状態となっているため、液体Lの溶存気体、液体Lに含まれる気泡等の気体Gが複数の中空系膜31のそれぞれを通過し、これにより液体Lが脱気される。その後、液体Lは、バッフルクリアランスCを通り、下流部11において、膜間空間S1を通り、パイプ2に形成された複数の穴24からパイプ2に入る。このときも、複数の中空系膜31のそれぞれの内周側空間32が減圧された状態となっているため、液体Lの溶存気体、液体Lに含まれる気泡等の気体Gが複数の中空系膜31のそれぞれを通過し、これにより液体Lが脱気される。その後、脱気されてパイプ2に入った液体Lが、液体排出口22から排出される。

40

【0060】

このように、本実施形態に係る脱気モジュール1では、第一吸気口42及び第二吸気口43から内部領域R1を吸気するとともに液体供給口21からパイプ内流路23に液体L

50

を供給することで、液体Lを脱気することができる。そして、パイプ内流路23及び膜間空間S1がバッフル6により延在方向Dに仕切られている。このため、液体供給口21からパイプ内流路23に液体Lを供給すると、液体Lは、バッフル6の液体供給口21側においてパイプ2から出て、膜間空間S1を通り、バッフル6とハウジング4との間のバッフルクリアランスCを通り、膜間空間S1を通り、バッフル6の液体排出口22側において再びパイプ2に入る。このように、バッフル6により液体Lの流れを複雑にすることで、バッフル6を備えない場合に比べて、脱気性能を向上することができる。

【0061】

ところで、中空系膜織物8の経系9は、複数の中空系膜31とは異なり液体Lの脱気に寄与せず、反対に、液体の流通を阻害するものとなる。このため、従来は、経系の直径を、複数の中空系膜のそれぞれの直径に比べて極めて小さいものとしていた。しかしながら、本発明者らの鋭意検討の結果、空隙率が変わらない場合は、複数の中空系膜31のそれぞれの直径D1に対する経系9の直径D2の割合を大きくすることで、液体Lの圧力損失を低減できるとの知見が得られた。

10

【0062】

図2及び図9を参照して、空隙率について説明する。図9は、図2の一部を拡大した概略断面図である。なお、図2及び図9は、延在方向Dと直交する直交断面を示している。図2及び図9に示すように、延在方向Dと直交する直交断面における、ハウジング4とパイプ2との間の領域を、収容領域R3という。収容領域R3は、複数の中空系膜31を含む領域である。また、延在方向Dと直交する直交断面における、ハウジング4とパイプ2との間の複数の中空系膜31を除いた領域を空間領域R4という。空間領域R4は、収容領域R3から、図9において斜線で網掛けした領域を除いた領域である。そして、収容領域R3の面積に対する空間領域R4の面積の割合（空間領域R4の面積の割合/収容領域R3の面積）を、空隙率という。

20

【0063】

そこで、本実施形態に係る脱気モジュール1では、複数の中空系膜のそれぞれの直径D1に対する経系の直径D2の割合は、0.6以上となっている。つまり、 $D2/D1$ が0.6以上となっている。なお、この0.6の割合を百分率で表すと、60%となる。この場合、直径D1に対する直径D2の割合は、0.7以上であってもよく、0.8以上であってもよい。このように、直径D1に対する直径D2の割合を0.6以上、好ましくは0.7以上、より好ましくは0.8以上とすることで、バッフル6を越えて再びパイプ2に入る液体Lの流れにより複数の中空系膜31がパイプ2側に押圧された際の、複数の中空系膜31の間の膜間空間S1の減少度合いを小さくすることができる。これにより、液体Lの圧力損失を低減することができる。

30

【0064】

直径D1に対する直径D2の割合は、1.5以下であってもよく、1以下であってもよく、0.8以下であってもよい。なお、この1.5の割合を百分率で表すと、150%となる。このように、直径D1に対する直径D2の割合を1.5以下、好ましくは1以下、より好ましくは0.8以下とすることで、ハウジング4に収容する複数の中空系膜31の本数及び複数の中空系膜31の膜面積が過小となるのを抑制することができる。

40

【0065】

経系9の直径D2は、50 μ m以上であってもよく、100 μ m以上であってもよく、150 μ m以上であってもよい。このように、経系9の直径D2を50 μ m以上、好ましくは100 μ m以上、より好ましくは150 μ m以上とすることで、バッフル6を越えて再びパイプ2に入る液体Lの流れにより複数の中空系膜31がパイプ2側に押圧された際に、外周側の中空系膜31と内周側の中空系膜31との間に空間が残りやすくなる。これにより、液体Lの圧力損失を適切に低減することができる。

【0066】

経系9の直径D2は、300 μ m以下であってもよく、250 μ m以下であってもよく、200 μ m以下であってもよい。このように、経系9の直径D2を300 μ m以下、好

50

ましくは250 μm以下、より好ましくは200 μm以下とすることで、ハウジング4に収容する複数の中空系膜31の本数及び複数の中空系膜31の膜面積が過小となるのを抑制することができる。

【0067】

複数の中空系膜31のそれぞれの直径D1は、50 μm以上500 μm以下であってもよく、100 μm以上350 μm以下であってもよく、150 μm以上250 μm以下であってもよい。このように、複数の中空系膜31のそれぞれの直径D1を50 μm以上500 μm以下、好ましくは100 μm以上350 μm以下、より好ましくは150 μm以上250 μm以下とすることで、複数の中空系膜31の破断を抑制しつつ、ハウジング4に収容する複数の中空系膜31の本数及び複数の中空系膜31の膜面積を十分に確保することができる。

10

【0068】

複数の中空系膜31のそれぞれの直径D1に対する経系9のピッチPの割合は、600以下であってもよく、100以下であってもよく、40以下であってもよい。つまり、P/D1が600以下、100以下、又は40以下であってもよい。なお、この600の割合を百分率で表すと、60000%となる。このように、直径D1に対するピッチPの割合を600以下、好ましくは100以下、より好ましくは40以下とすることで、バップル6を越えて再びパイプ2に入る液体Lの流れにより複数の中空系膜31がパイプ2側に押圧された際の、複数の中空系膜のそれぞれの変形度合いを小さくすることができる。これにより、液体Lの圧力損失をより低減することができる。

20

【0069】

複数の中空系膜31のそれぞれの直径D1に対する経系9のピッチPの割合は、2以上であってもよく、5.7以上であってもよく、16以上であってもよい。つまり、P/D1が2以上、5.7以上、又は16以上であってもよい。なお、この2の割合を百分率で表すと、200%となる。このように、直径D1に対するピッチPの割合を2以上、好ましくは5.7以上、より好ましくは16以上とすることで、経系9を通過することによる液体Lの圧力損失を低減することができる。

【0070】

経系9のピッチPは、30 mm以下であってもよく、10 mm以下であってもよく、6 mm以下であってもよい。このように、ピッチPを30 mm以下、好ましくは10 mm以下、より好ましくは、6 mm以下とすることで、バップル6を越えて再びパイプ2に入る液体Lの流れにより複数の中空系膜31がパイプ2側に押圧された際の、複数の中空系膜31のそれぞれの変形度合いを小さくすることができる。これにより、液体Lの圧力損失を適切に低減することができる。

30

【0071】

経系9のピッチPは、1 mm以上であってもよく、2 mm以上であってもよく、4 mm以上であってもよい。このように、ピッチPを1 mm以上、好ましくは2 mm以上、より好ましくは4 mm以上とすることで、経系9を通過することによる液体Lの圧力損失を適切に低減することができる。

【0072】

収容領域R3の面積に対する空間領域R4の面積の割合である空隙率は、30%以上80%以下であってもよく、45%以上75%以下であってもよく、60%以上70%以下であってもよい。つまり、(空間領域R4の面積)/(収容領域R3の面積)×100が30%以上80%以下、45%以上75%以下、又は60%以上70%以下であってもよい。このように、空隙率を30%以上80%以下、好ましくは45%以上75%以下、より好ましくは60%以上70%以下とすることで、液体Lの圧力損失を低減しつつ、ハウジング4に収容する複数の中空系膜31の本数及び複数の中空系膜31の膜面積を十分に確保することができる。

40

【0073】

また、この脱気モジュール1では、バップル6がパイプ2の内周側に配置される内側バ

50

ッフル61とパイプ2の外周側に配置される外側バッフル62とを有するため、パイプ2を延在方向Dに分割することなくバッフル6を配置することができる。

【0074】

また、この脱気モジュール1では、第一封止部51及び第二封止部52のそれぞれが、延在方向Dと直交する直交断面においてパイプ2とハウジング4との間の複数の中空系膜31を除く全域に充填されており、パイプ2の複数の穴24が第一封止部51と第二封止部52との間に形成されている。このため、第一封止部51及び第二封止部52により、ハウジング4内の領域を内部領域R1と外部領域R2とに仕切ることができる。そして、第一封止部51及び第二封止部52が、延在方向Dにおける中空系膜群3の第一端部33及び第二端部34に配置されているため、延在方向Dに長い範囲で、液体Lを複数の中空系膜31に接触させることができる。

10

【0075】

また、この脱気モジュール1では、延在方向Dにおける第一封止部51及び第二封止部52の外側に第一吸気口42及び第二吸気口43が形成されているため、複数の中空系膜31の両端から複数の中空系膜31のそれぞれの内周側空間32を吸気することができる。これにより、液体Lの脱気効率を向上することができる。

【0076】

また、本実施形態に係る液体の脱気方法では、上述した脱気モジュール1を用いて液体Lを脱気するため、液体Lの圧力損失を低減することができる。

【0077】

以上、本発明の一側面の好適な実施形態について説明したが、本発明の一側面は上記実施形態に限定されるものではない。例えば、上記実施形態では、パイプとハウジングとが別部材であるものとして説明したが、製造上の問題が無ければ、パイプとハウジングとが一体であってもよい。

20

【実施例】

【0078】

次に、本発明の一側面の実施例を説明するが、本発明の一側面は以下の実施例に限定されるものではない。

【0079】

(比較例1)

比較例1として、複数の中空系膜のそれぞれの直径に対する経系の直径の割合を0.29とした以外は、上記実施形態と同様の構成とした脱気モジュールを作製した。比較例1の脱気モジュールでは、複数の中空系膜のそれぞれの直径を210 μ mとし、経系の直径を60 μ m(2.2dtx)とすることで、複数の中空系膜のそれぞれの直径に対する経系の直径の割合を0.29とした。また、比較例1の脱気モジュールでは、経系のピッチを8.4mmとすることで、複数の中空系膜のそれぞれの直径に対する経系のピッチの割合を40(40倍)とした。

30

【0080】

(実施例1)

実施例1として、複数の中空系膜のそれぞれの直径に対する経系の直径の割合を0.71とした以外は、比較例1と同様の構成とした脱気モジュールを作成した。実施例1の脱気モジュールでは、複数の中空系膜のそれぞれの直径を210 μ mとし、経系の直径を150 μ m(5.6dtx)とすることで、複数の中空系膜のそれぞれの直径に対する経系の直径の割合を0.71とした。また、実施例1の脱気モジュールでは、経系のピッチを8.4mmとすることで、複数の中空系膜のそれぞれの直径に対する経系のピッチの割合を40(40倍)とした。

40

【0081】

(実施例2)

実施例2として、複数の中空系膜のそれぞれの直径に対する経系のピッチの割合を1.9(1.9倍)とした以外は、実施例1と同様の構成とした脱気モジュールを作成した。実施

50

例 2 の脱気モジュールでは、複数の中空糸膜のそれぞれの直径を $210 \mu\text{m}$ とし、経系の直径を $150 \mu\text{m}$ (56 dtx) とすることで、複数の中空糸膜のそれぞれの直径に対する経系の直径の割合を 0.71 とした。また、実施例 2 の脱気モジュールでは、経系のピッチを 4.2 mm とすることで、複数の中空糸膜のそれぞれの直径に対する経系のピッチの割合を 19 (19 倍) とした。

【0082】

(実験 1)

実験 1 として、比較例 1、実施例 1、及び実施例 2 の各脱気モジュールを用いて、液体の圧力損失を計測した。実験 1 では、脱気モジュールに供給する液体の流量を変えて、脱気モジュールの液体供給口から液体排出口までの液体の圧力損失を計測した。計測結果を図 10 に示す。図 10 は、圧力損失の計測結果を示したグラフである。

10

【0083】

図 10 に示すように、液体の圧力損失は、複数の中空糸膜のそれぞれの直径に対する経系の直径の割合が 0.71 となる脱気モジュールの方が、複数の中空糸膜のそれぞれの直径に対する経系の直径の割合が 0.29 となる比較例 1 の脱気モジュールに比べて格段に小さくなった。例えば、脱気モジュールに供給する液体の流量を $60 \text{ m}^3 / \text{h}$ とした場合は、実施例 1 の脱気モジュールにおける液体の圧力損失が、比較例 1 の脱気モジュールにおける液体の圧力損失に対して 37% 減少した。

【0084】

また、液体の圧力損失は、複数の中空糸膜のそれぞれの直径に対する経系のピッチの割合が 19 となる実施例 2 の脱気モジュールの方が、複数の中空糸膜のそれぞれの直径に対する経系のピッチの割合が 40 となる実施例 1 の脱気モジュールに比べて格段に小さくなった。例えば、脱気モジュールに供給する液体の流量を $70 \text{ m}^3 / \text{h}$ とした場合は、実施例 2 の脱気モジュールにおける液体の圧力損失が、実施例 1 の脱気モジュールにおける液体の圧力損失に対して 53% 減少した。

20

【産業上の利用可能性】

【0085】

本発明の一側面は、液体を脱気する脱気モジュール及び液体の脱気方法に利用可能である。

【符号の説明】

30

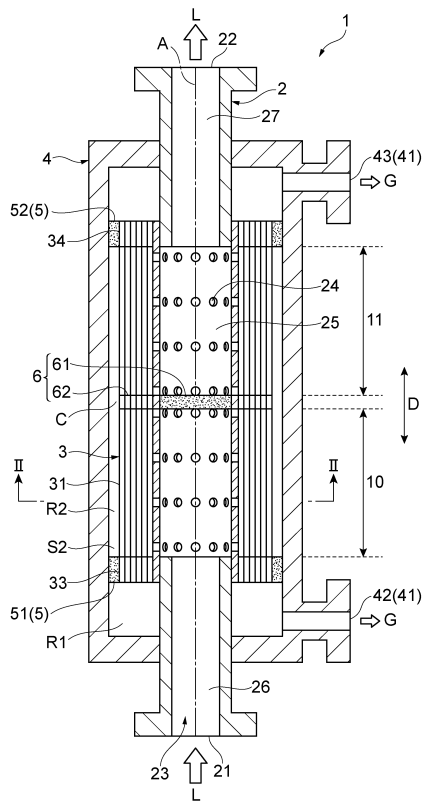
【0086】

1 ... 脱気モジュール、2 ... パイプ、3 ... 中空糸膜群、4 ...ハウジング、5 ... 仕切部、6 ... バッフル、8 ... 中空糸膜織物、8 a ... 織物内表面、9 ... 経系、10 ... 上流部、11 ... 下流部、12 ... 円板状部材、13 ... 溶融樹脂、21 ... 液体供給口、22 ... 液体排出口、23 ... パイプ内流路、24 ... 穴、25 ... 穴形成部、26 ... 第一穴非形成部、27 ... 第二穴非形成部、31 ... 中空糸膜、32 ... 内周側空間、33 ... 第一端部、34 ... 第二端部、41 ... 吸気口、42 ... 第一吸気口、43 ... 第二吸気口、51 ... 第一封止部、52 ... 第二封止部、61 ... 内側バッフル、62 ... 外側バッフル、A ... 中心軸線、C ... バッフルクリアランス、D ... 延在方向、D1 ... 直径、D2 ... 直径、G ... 気体、L ... 液体、P ... ピッチ、R1 ... 内部領域、R2 ... 外部領域、R3 ... 収容領域、R4 ... 空間領域、S1 ... 膜間空間、S2 ... 液体流通空間、S3 ... パイプ側空間。

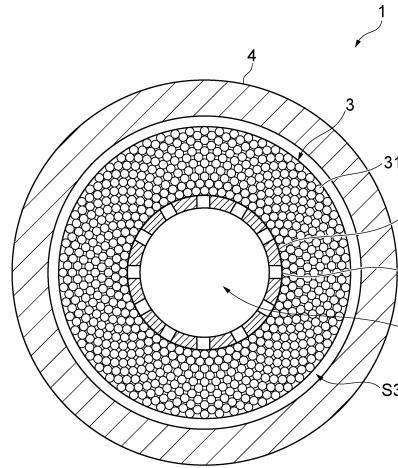
40

【図面】

【図 1】



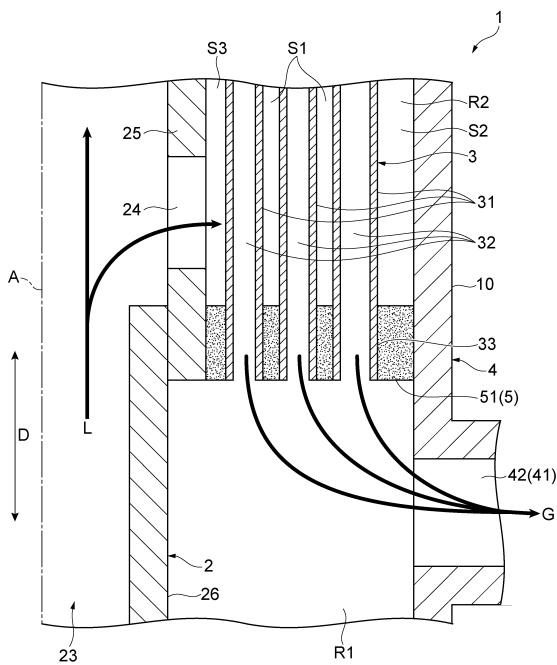
【図 2】



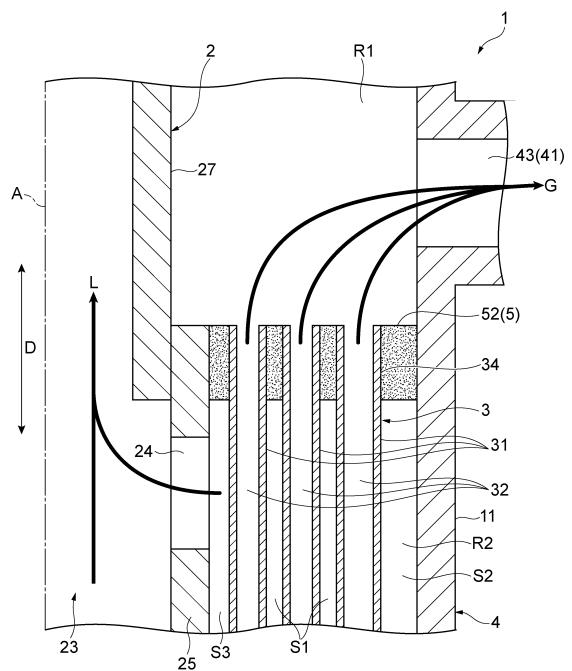
10

20

【図 3】



【図 4】

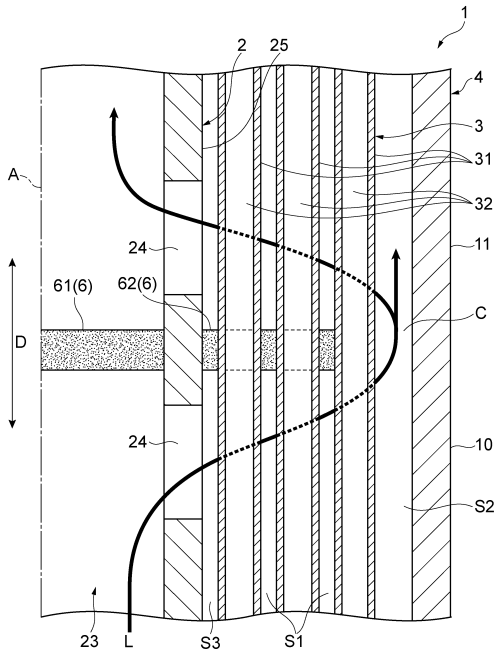


30

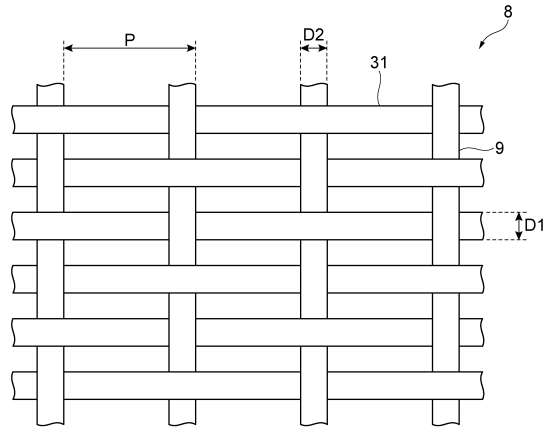
40

50

【 図 5 】



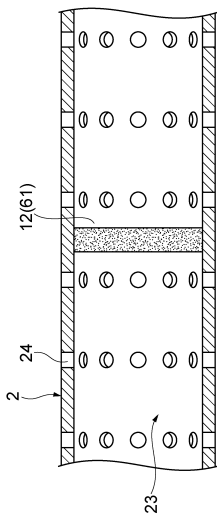
【 図 6 】



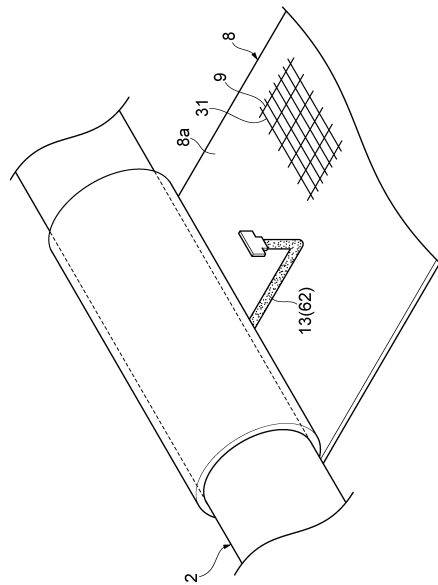
10

20

【 図 7 】



【 図 8 】

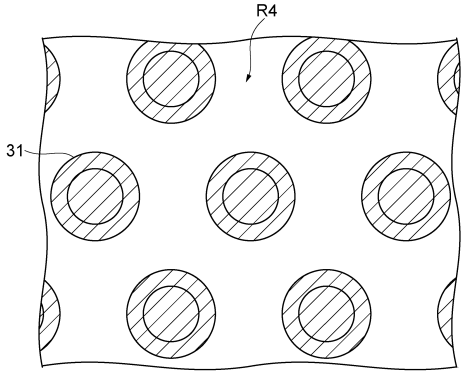


30

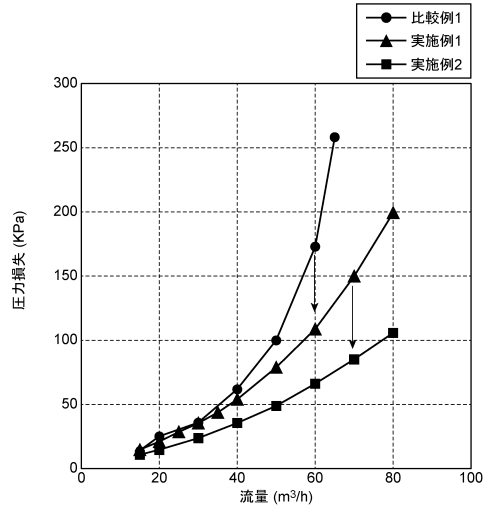
40

50

【 図 9 】



【 図 10 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- 千葉県市原市八幡海岸通12番地 D I C 株式会社千葉工場内
(72)発明者 森野 彰規
千葉県市原市八幡海岸通12番地 D I C 株式会社千葉工場内
(72)発明者 奈良 龍太
千葉県市原市八幡海岸通12番地 D I C 株式会社千葉工場内
審査官 山崎 直也
(56)参考文献 特開2000-084369(JP,A)
特表2013-502315(JP,A)
特開平02-107317(JP,A)
特開平05-245347(JP,A)
特開昭63-236502(JP,A)
特開2014-172019(JP,A)
(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
B01D 53/22
B01D 61/00-71/82
B01D 19/00-19/04
C02F 1/44