

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7653515号
(P7653515)

(45)発行日 令和7年3月28日(2025.3.28)

(24)登録日 令和7年3月19日(2025.3.19)

(51)国際特許分類

F I

B O 1 D 63/02 (2006.01)

B O 1 D 63/02

H O 1 M 8/04 (2016.01)

H O 1 M 8/04 N

H O 1 M 8/04119(2016.01)

H O 1 M 8/04119

請求項の数 6 (全19頁)

(21)出願番号	特願2023-525689(P2023-525689)	(73)特許権者	000004385
(86)(22)出願日	令和4年5月11日(2022.5.11)		N O K株式会社
(86)国際出願番号	PCT/JP2022/019906		東京都港区芝大門1丁目12番15号
(87)国際公開番号	WO2022/255047	(74)代理人	100114890
(87)国際公開日	令和4年12月8日(2022.12.8)		弁理士 アインゼル・フェリックス＝ラ
審査請求日	令和5年11月7日(2023.11.7)		インハルト
(31)優先権主張番号	特願2021-92956(P2021-92956)	(74)代理人	100162880
(32)優先日	令和3年6月2日(2021.6.2)		弁理士 上島 類
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)	(72)発明者	山下 松喜
			静岡県菊川市赤土2000番地 N O K
			株式会社内
		(72)発明者	伊東 陽祐
			静岡県菊川市赤土2000番地 N O K
			株式会社内
		審査官	目代 博茂

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 中空糸膜モジュール

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

筒状の部材である内ケースと、
該内ケースを空間を空けて外周側から覆う筒状の部材である外ケースと、
前記内ケースと前記外ケースとの間の前記空間において、前記内ケースに接続するバイパス管を少なくとも1つと、
前記内ケースと前記外ケースとの間の前記空間に設けられる複数の中空糸膜とを備え、
前記内ケースは、前記内ケース及び前記外ケースの延び方向の一方の端の側に、前記内ケースの内部と前記内ケースの外部との間を連通する部分である導入部を有しており、
前記外ケースは、前記延び方向の他方の端の側に、前記外ケースの内部と前記外ケースの外部との間を連通する部分である排出部を有しており、
前記内ケースは、前記導入部よりも前記延び方向の他方の端の側に、前記内ケースを前記内ケースの内部と前記内ケースの外部との間で貫通するバイパス口を少なくとも1つ有しており、
前記バイパス管は、前記バイパス口に連通し、前記バイパス口と前記排出部とを接続する流体経路を形成可能になっており、
前記バイパス管は、前記内ケースと前記外ケースとの間の前記空間において前記外ケースに接続し、前記排出部に連通し、前記バイパス口と前記排出部とを接続することを特徴とする中空糸膜モジュール。

【請求項2】

前記内ケースは、前記一方の端の側の部分である筒状の一端部と、該一端部に前記他方の端の側において接続する前記他方の端の側の部分である筒状の他端部とを有しており、

前記導入部は、前記一端部に設けられており、

前記バイパス口は、前記他端部に設けられており、

前記一端部は、前記延び方向において前記一方の側から前記他方の側に向かうに連れて縮径しており、

前記他端部は、前記延び方向に沿って延びていることを特徴とする請求項 1 に記載の中空系膜モジュール。

【請求項 3】

前記バイパス管は、前記延び方向に直交する方向に沿って延びていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の中空系膜モジュール。

【請求項 4】

前記導入部は、前記内ケースを前記内ケースの内部と前記内ケースの外部との間で貫通する大導入口を少なくとも 1 つ有しており、また、前記内ケースを前記内ケースの内部と前記内ケースの外部との間で貫通する小導入口を少なくとも 1 つ有しており、

前記大導入口の開口面積は、前記小導入口の開口面積よりも大きく、

前記大導入口は、前記小導入口に対して、前記延び方向の前記一方の側及び前記他方の側のいずれかの側に設けられていることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の中空系膜モジュール。

【請求項 5】

前記内ケースの内部を前記他方の側に開放する前記内ケースの開口を密閉する部材である内ケース封止部を備えることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の中空系膜モジュール。

【請求項 6】

前記内ケースと前記外ケースとの間の前記空間の前記一方の側に開放された開放部を密閉する一端側封止部と、

前記内ケースと前記外ケースとの間の前記空間の前記他方の側に開放された開放部を密閉する他端側封止部とを備え、

前記複数の中空系膜は、前記延び方向に沿って延びており、前記一端側封止部及び前記他端側封止部を貫通していることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の中空系膜モジュール。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、中空系膜モジュールに関し、特に、除加湿装置に用いられる中空系膜モジュールに関する。

【背景技術】

【0002】

燃料電池には、その発電に用いられる反応ガスを加湿することにより電解質膜を加湿するために加湿装置が設けられている。このような燃料電池の加湿装置には、従来から中空系膜を備える中空系膜モジュールが用いられている。このような中空系膜モジュールは、筒状の内ケースと、この内ケースを外周側で覆う外ケースと、この内ケースと外ケースとの間に形成される環状の空間に沿って延びる複数の中空系膜とを備えており、内ケースの内部から環状の空間を通過して外ケースの外部に気体が流れるようになっている。このような中空系膜モジュールにおいては、発電に用いられた後の水分を含む反応ガス（オフガス）が中空系膜モジュール内を内ケースの内部から環状の空間を通過して外ケースの外部に流れ、中空系膜の内部を使用前の反応ガスが流れることにより、中空系膜を介して湿潤なオフガスと乾燥した反応ガスとが接し、中空系膜による膜分離作用によって湿潤なオフガス中の水分が乾燥した反応ガス側に移動し、反応ガスが加湿される（例えば、特許文献 1 参照）。

10

20

30

40

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2005-265196号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

このような中空系膜モジュールの加湿性能には、上述のような中空系膜モジュール内における湿潤ガスの流れが関連しており、湿潤ガスが中空系膜モジュール内を淀みなく流れることにより、中空系膜モジュールの加湿性能を向上させることができる。このため従来から、中空系膜モジュールの加湿性能の向上を図るために、中空系膜モジュール内を流れる気体の圧力損失を抑制できる構成が求められている。

10

【0005】

本発明は、上述の課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、中空系膜モジュール内を流れる気体の圧力損失を抑制することができる中空系膜モジュールを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成するために、本発明に係る中空系膜モジュールは、筒状の部材である内ケースと、該内ケースを空間を空けて外周側から覆う筒状の部材である外ケースと、前記内ケースと前記外ケースとの間の前記空間において、前記内ケースに接続するバイパス管を少なくとも1つと、前記内ケースと前記外ケースとの間の前記空間に設けられる複数の中空系膜とを備え、前記内ケースは、前記内ケース及び前記外ケースの延び方向の一方の端の側に、前記内ケースの内部と前記内ケースの外部との間を連通する部分である導入部を有しており、前記外ケースは、前記延び方向の他方の端の側に、前記外ケースの内部と前記外ケースの外部との間を連通する部分である排出部を有しており、前記内ケースは、前記導入部よりも前記延び方向の他方の端の側に、前記内ケースを前記内ケースの内部と前記内ケースの外部との間で貫通するバイパス口を少なくとも1つ有しており、前記バイパス管は、前記バイパス口に連通し、前記バイパス口と前記排出部とを接続する流体経路を形成可能になっていることを特徴とする。

20

30

【0007】

本発明の一態様に係る中空系膜モジュールにおいて、前記バイパス管は、前記内ケースと前記外ケースとの間の前記空間において前記外ケースに接続し、前記排出部に連通し、前記バイパス口と前記排出部とを接続する。

【0008】

本発明の一態様に係る中空系膜モジュールにおいて、前記バイパス管は、前記内ケースと前記外ケースとの間の前記空間において、前記排出部の近傍まで延びる。

【0009】

本発明の一態様に係る中空系膜モジュールにおいて、前記内ケースは、前記一方の端の側の部分である筒状の一端部と、該一端部に前記他方の端の側において接続する前記他方の端の側の部分である筒状の他端部とを有しており、前記導入部は、前記一端部に設けられており、前記バイパス口は、前記他端部に設けられており、前記一端部は、前記延び方向において前記一方の側から前記他方の側に向かうに連れて縮径しており、前記他端部は、前記延び方向に沿って延びている。

40

【0010】

本発明の一態様に係る中空系膜モジュールにおいて、前記バイパス管は、前記延び方向に直交する方向に沿って延びている。

【0011】

本発明の一態様に係る中空系膜モジュールにおいて、前記導入部は、前記内ケースを前記内ケースの内部と前記内ケースの外部との間で貫通する大導入口を少なくとも1つ有し

50

ており、また、前記内ケースを前記内ケースの内部と前記内ケースの外部との間で貫通する小導入口を少なくとも1つ有しており、前記大導入口の開口面積は、前記小導入口の開口面積よりも大きく、前記大導入口は、前記小導入口に対して、前記延び方向の前記一方の側及び前記他方の側のいずれかの側に設けられている。

【0012】

本発明の一態様に係る中空糸膜モジュールは、前記内ケースの内部を前記他方の側に開放する前記内ケースの開口を密閉する部材である内ケース封止部を備える。

【0013】

本発明の一態様に係る中空糸膜モジュールは、前記内ケースと前記外ケースとの間の前記空間の前記一方の側に開放された開放部を密閉する一端側封止部と、前記内ケースと前記外ケースとの間の前記空間の前記他方の側に開放された開放部を密閉する他端側封止部とを備え、前記複数の中空糸膜は、前記延び方向に沿って延びており、前記一端側封止部及び前記他端側封止部を貫通している。

【発明の効果】

【0014】

本発明に係る中空糸膜モジュールによれば、中空糸膜モジュール内を流れる気体の圧力損失を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明の実施の形態に係る中空糸膜モジュールの概略構成を示す、延び方向に沿う断面における断面図である。

【図2】図1に示す中空糸膜モジュールの延び方向に交差する断面における断面図である。

【図3】図1に示す中空糸膜モジュールの内ケースの延び方向に沿う断面における断面図である。

【図4】図3に示す内ケースの平面図である。

【図5】図1に示す中空糸膜モジュールの外ケースの有する排出部の変形例を示す外ケースの破断斜視図である。

【図6】本発明の実施の形態に係る中空糸膜モジュールの作用を説明するための図であり、本発明の実施の形態に係る中空糸膜モジュールを備える加湿装置の概略構成を示す図である。

【図7】図1に示す中空糸膜モジュールにおけるバイパス管の変形例を示す、中空糸膜モジュールの延び方向に沿う断面における断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。

【0017】

図1は、本発明の実施の形態に係る中空糸膜モジュール1の概略構成を示す、延び方向（軸線x）に沿う断面における断面図である。図2は、中空糸膜モジュール1の延び方向に交差する断面（A-A断面）における断面図である。以下、説明の便宜上、軸線x方向において矢印a方向側を上流側、矢印b方向側を下流側とする。また、軸線xに垂直な方向（以下、「径方向」ともいう。）において、軸線xから離れる方向（図1の矢印c方向）側を外周側とし、軸線xに近づく方向（図1の矢印d方向）側を内周側とする。

【0018】

本発明の実施の形態に係る中空糸膜モジュール1は、除加湿装置の除湿モジュール又は加湿モジュールとして用いられる。例えば、燃料電池の加湿装置の加湿モジュールとして用いられる。具体的には、燃料電池の電解質膜を加湿するための加湿装置の加湿モジュールとして用いられる。例えば、発電のために供給される反応ガスを、発電のための化学反応によって生成された水分を含む発電に用いられた後の反応ガス（オフガス）を用いて、中空糸膜の膜分離作用を利用して加湿する。発電のために供給される反応ガスは、水素等の燃料ガス、及び酸素等の酸化剤ガスである。

【0019】

中空系膜モジュール1は、図1に示すように、筒状の部材である内ケース10と、内ケース10を空間（空間S）を空けて外周側から覆う筒状の部材である外ケース20と、内ケース10と外ケース20との間の空間Sにおいて、内ケース10に接続するバイパス管40を少なくとも1つと、内ケース10と外ケース20との間の空間Sに設けられる複数の中空系膜31とを備えている。内ケース10は、内ケース10及び外ケース20の延び方向（軸線x方向）の一方（上流側）の端の側に、内ケース10の内部と内ケース10の外部との間を連通する部分である導入部13を有している。外ケース20は、延び方向の他方（下流側）の端の側に、外ケース20の内部と外ケース20の外部との間を連通する部分である排出部23を有している。内ケース10は、導入部13よりも延び方向の他方の端の側に、内ケース10を内ケース10の内部と内ケース10の外部との間で貫通するバイパス口14を少なくとも1つ有している。バイパス管40は、バイパス口14に連通し、バイパス口14と排出部23とを接続する流体経路を形成可能になっている。以下、本願発明の実施の形態に係る中空系膜モジュール1の構成について、具体的に説明する。

10

【0020】

図3は、内ケース10の延び方向（軸線x）に沿う断面における断面図であり、図4は、内ケース10の平面図であり、内ケース10を上流側から見た図である。内ケース10は、上述のように、筒状の部材であり、例えば、図1，3に示すように、軸線xに沿って延びる筒状の部材である。具体的には、内ケース10は、上流側の部分である筒状の一端部としての上流本体部11と、上流本体部11に下流側において接続する下流側の部分である筒状の他端部としての下流本体部12とを有しており、内ケース10は、上流本体部11と下流本体部12とによって形作られている。

20

【0021】

上流本体部11は、軸線xに沿って延びており、軸線x方向において上流側から下流側に向かうに連れて縮径しており、例えば、下流側に向かって細くなる円錐台筒状又は略円錐台筒状の形状を有している。上流本体部11は、中空となっており、上流本体部11の内部には軸線xに沿って空間が延びており、上流本体部11は、上流側の端部である上流端部11aに開口15を有している。開口15は、上流側に向かって上流本体部11の内部空間を上流本体部11の外部に開放している。つまり、上流本体部11の内部は、開口15を介して外部に連通している。また、上流本体部11の下流側の端部である下流端部11bは、後述する下流本体部12の上流端部12aに接続しており、上流本体部11の内部は、下流本体部12の内部に連通している。

30

【0022】

下流本体部12は、軸線xに沿って延びており、軸線x方向に亘って径方向の幅が一定又は略一定となっており、例えば、軸線xに沿って延びる円筒状又は略円筒状の形状を有している。下流本体部12は、中空となっており、下流本体部12の内部には軸線xに沿って空間が延びており、下流本体部12は、下流側の端部である下流端部12bに開口16を有している。開口16は、下流側に向かって下流本体部12の内部を下流本体部12の外部に開放している。つまり、下流本体部12の内部は、開口16を介して外部に連通している。また、上述のように、下流本体部12の上流側の端部である上流端部12aは、上流本体部11の下流端部11bに接続しており、下流本体部12の内部は、上流本体部11の内部に連通している。

40

【0023】

上述の内ケース10の内部と外部との間を連通する導入部13は、上流本体部11に設けられている。具体的には、図3に示すように、上流本体部11において開口15よりも下流側に導入部13は設けられており、導入部13は、中空系膜モジュール1において内ケース10の内部と外ケース20の内部（空間S）とを連通している。また、導入部13は、例えば図1，3，4に示すように、内ケース10を内部と外部との間で貫通する開口（貫通孔）である大導入口13aを少なくとも1つ有しており、また、内ケース10を内部と外部との間で貫通する開口（貫通孔）である小導入口13bを少なくとも1つ有して

50

いる。大導入口13aの開口面積は、小導入口13bの開口面積よりも大きくなっている。大導入口13a及び小導入口13bの夫々の開口面積は、大導入口13a及び小導入口13bが夫々内ケース10に形成する空間における面の大きさを示すものであり、例えば、内ケース10の外周面10a又は内周面10bに沿って延びる面の大導入口13a及び小導入口13bの夫々領域における面積である。大導入口13aは、小導入口13bに対して、上流側及び下流側のいずれかの側に設けられている。

【0024】

具体的には、図3、4に示すように、導入部13は、軸線x方向において同じ位置又は略同じ位置に、周方向に等角度間隔又は略等角度間隔に並べられた複数の大導入口13aを有している。各大導入口13aは、円弧に沿って延びており、例えば図3、4に示すように、軸線x方向の幅が一定又は略一定に周方向に延びる部分と、その両端の曲面の端部を形成する部分とを有している。大導入口13aは他の形状であってもよい。また、導入部13は、大導入口13aが周方向に複数並べられて成る大導入口13a群を複数有している。例えば、図3、4に示すように、内ケース10には、軸線x方向に等間隔又は略等間隔に3つの大導入口13a群が並べられている。

【0025】

また、図3、4に示すように、導入部13は、具体的には、軸線x方向において同じ位置又は略同じ位置に、周方向に等角度間隔又は略等角度間隔に並べられた複数的小導入口13bを有している。各小導入口13bは、径方向に見た際の形状が楕円形、略楕円形、又は周方向に広がった円形の形状を有している。小導入口13bは、大導入口13aと同様に、円弧に沿って延びており、軸線x方向の幅が一定又は略一定に周方向に延びる部分と、その両端の曲面の端部を形成する部分とを有している。小導入口13bは他の形状であってもよい。また、導入部13は、このように、小導入口13bが周方向に複数並べられて成る小導入口13b群を複数有している。例えば、図3、4に示すように、内ケース10には、軸線x方向に等間隔又は略等間隔に3つの小導入口13b群が並べられている。

【0026】

また、図3、4に示すように、内ケース10において、小導入口13bは、大導入口13aが形成されている内ケース10の部分よりも軸線x方向において下流側の部分に形成されている。内ケース10において、小導入口13bは、大導入口13aが形成されている内ケース10の部分よりも軸線x方向において上流側の部分に形成されている。また、内ケース10において、小導入口13bが形成されている部分と大導入口13aが形成されている部分は、軸線x方向において分かれておらず、導入部13において、大導入口13aと小導入口13bとは混在している。

【0027】

なお、導入部13の形態は上述の形態に限られない。例えば、導入部13は、周方向に複数の大導入口13aが夫々並べられた3列の大導入口13a群が軸線x方向に並べられて、また、周方向に複数的小導入口13bが夫々並べられた3列の小導入口13b群が軸線x方向に並べられて形成されているとしたが、導入部13は、夫々3列の大導入口13a群及び小導入口13b群によって形成されるものに限られず、夫々1列の大導入口13a群及び小導入口13b群や、夫々1列又は複数列の大導入口13a群及び小導入口13b群から形成されるものであってもよい。また、各大導入口13a群及び各小導入口13b群は夫々複数の大導入口13a及び小導入口13bから構成される導入口群でなくともよく、1つの大導入口13a及び1つの小導入口13bから構成されていてもよい。また、各大導入口13a群及び各小導入口13b群の一方が1つの大導入口13a又は1つの小導入口13bから構成されていて、各大導入口13a群及び各小導入口13b群の他方が複数の大導入口13a又は複数的小導入口13bから構成されていてもよい。導入部13の形態は、中空糸膜モジュール1の使用態様に応じて種々の形態を有し得る。

【0028】

上述の内ケース10を内部と外部との間で貫通するバイパス口14は、下流本体部12

に設けられている。具体的には、図 3 に示すように、下流本体部 1 2 において下流端部 1 2 b 又はその近傍に設けられている。また、バイパス口 1 4 は、外ケース 2 0 の排出部 2 3 に、径方向において少なくとも部分的に対向する位置に設けられている。例えば図 1 , 3 に示すように、バイパス口 1 4 は、下流端部 1 2 b の上流側近傍に設けられており、外ケース 2 0 の排出部 2 3 に径方向において対向する位置又はこの対向する位置の近傍に設けられている。内ケース 1 0 の下流本体部 1 2 においてバイパス口 1 4 が設けられる位置はこれに限られない。また、バイパス口 1 4 は、導入部 1 3 よりも下流側であれば内ケース 1 0 の上流本体部 1 1 に設けられていてもよい。

【0029】

内ケース 1 0 は、バイパス口 1 4 を少なくとも 1 つ有しており、図 1 , 3 に示すように、内ケース 1 0 は、軸線 x 方向において同じ位置又は略同じ位置に、周方向に等角度間隔又は略等角度間隔に並べられた複数のバイパス口 1 4 を有している。図示の例では、内ケース 1 0 は、径方向において対向又は略対向する 2 つのバイパス口 1 4 を有している。バイパス口 1 4 の径方向から見た形状は、例えば円形又は略円形である。複数のバイパス口 1 4 は互いに同じ形状や大きさであってもよく、互いに同じ形状や大きさでなくてもよい。また、内ケース 1 0 が有するバイパス口 1 4 の数は図示の数に限られず、1 つであっても 3 つ以上であってもよい。また、複数のバイパス口 1 4 は、周方向に等角度間隔に並べられていなくてもよく、他の所定のパターンで並べられていてもよく、また、不規則に並べられていてもよい。また、複数のバイパス口 1 4 は、例えば周方向にジグザグを描くように配置される等、軸線 x 方向において同じ位置に設けられていなくてもよい。また、バイパス口 1 4 の形状は上述のように円形又は略円形に限られず、矩形や他の形状であってもよい。

【0030】

内ケース 1 0 は、図示のように、周方向に複数のバイパス口 1 4 が並べられて成るバイパス口群を 1 つ有するものに限られず、内ケース 1 0 には複数のバイパス口群が軸線 x 方向に並べられていてもよい。この場合、内ケース 1 0 は、互い同じ形状や大きさのバイパス口 1 4 を有していてもよく、互い同じ形状や大きさではないバイパス口 1 4 を有していてもよい。

【0031】

内ケース 1 0 は上述の構造となっており、内ケース 1 0 の内部には、上流側の開口 1 5 から下流側の開口 1 6 まで軸線 x に沿って空間がつながっており、内ケース 1 0 の内部の空間を分断する壁部等の部材が形成されていない。また、内ケース 1 0 内部の空間は、上流本体部 1 1 に形成されている導入部 1 3 の大導入口 1 3 a 及び小導入口 1 3 b を介して、外ケース 2 0 の内部の空間である空間 S に連通するようになっている。また、内ケース 1 0 の内部の空間は、下流本体部 1 2 に形成されているバイパス口 1 4 を介して、外ケース 2 0 の排出部 2 3 に連通するバイパス管 4 0 の内部に連通するようになっている。このように、中空糸膜モジュール 1 において、内ケース 1 0 の内部の空間は、上流側において導入部 1 3 の大導入口 1 3 a 及び小導入口 1 3 b を介して、外ケース 2 0 内部の空間 S に連通するようになっている。また、中空糸膜モジュール 1 において、内ケース 1 0 の内部の空間は、導入部 1 3 よりも下流側においてバイパス口 1 4 を介して、外ケース 2 0 の排出部 2 3 に連通するバイパス管 4 0 の内部に連通するようになっており、内ケース 1 0 の内部の空間は、バイパス口 1 4 を介して、外ケース 2 0 内部の空間 S に連通しないようになっている。

【0032】

内ケース 1 0 の形態は、上述の形態に限られず、他の形態であってもよい。例えば、内ケース 1 0 は、上流本体部 1 1 がテーパ状になっておらず、下流本体部 1 2 と同様に円筒状又は略円筒状になっており、内ケース 1 0 が全体として軸線 x に沿って円筒状又は略円筒状に延びていてもよい。

【0033】

外ケース 2 0 は、上述のように、延び方向に延びる筒状の部材であり、例えば、図 1 に

示すように、軸線 x に沿って延びる筒状の部材である。具体的には、外ケース 20 は、内ケース 10 に対応した形態となっており、軸線 x に関して内ケース 10 と同心状に又は略同心状に延びており、軸線 x 方向の長さが、内ケース 10 の軸線 x 方向の長さと同じ又は略同じとなっている。具体的には、図 1 に示すように、外ケース 20 は、上流側の部分である筒状の上流本体部 21 と、上流本体部 21 に下流側において接続する下流側の部分である筒状の下流本体部 22 とを有している。

【0034】

上流本体部 21 は、軸線 x に沿って延びており、軸線 x 方向において上流側から下流側に向かうに連れて縮径しており、例えば、下流側に向かって細くなる円錐台筒状又は略円錐台筒状の形状を有している。上流本体部 21 は、中空となっており、上流本体部 21 の内部には軸線 x に沿って空間が延びており、上流本体部 21 は、上流側の端部である上流端部 21a に開口 24 を有している。開口 24 は、上流側に向かって上流本体部 21 の内部を上流本体部 21 の外部に開放している。つまり、上流本体部 21 の内部は、開口 24 を介して外部に連通している。また、上流本体部 21 の下流側の端部である下流端部 21b は、後述する下流本体部 22 の上流端部 22a に接続しており、上流本体部 21 の内部は、下流本体部 22 の内部に連通している。

【0035】

下流本体部 22 は、軸線 x に沿って延びており、軸線 x 方向に亘って径方向の幅が一定又は略一定となっており、例えば、軸線 x に沿って延びる円筒状又は略円筒状の形状を有している。下流本体部 22 は、中空となっており、下流本体部 22 の内部には軸線 x に沿って空間が延びており、下流本体部 22 は、下流側の端部である下流端部 22b に開口 25 を有している。開口 25 は、下流側に向かって下流本体部 22 の内部を下流本体部 22 の外部に開放している。つまり、下流本体部 22 の内部は、開口 25 を介して外部に連通している。また、上述のように、下流本体部 22 の上流側の端部である上流端部 22a は、上流本体部 21 の下流端部 21b に接続しており、下流本体部 22 の内部は、上流本体部 21 の内部に連通している。

【0036】

外ケース 20 の上流本体部 21 の軸線 x 方向の長さは、内ケース 10 の上流本体部 11 の軸線 x 方向の長さと同じ又は略同じになっており、外ケース 20 の下流本体部 22 の軸線 x 方向の長さは、内ケース 10 の下流本体部 12 の軸線 x 方向の長さと同じ又は略同じになっている。このため、中空系膜モジュール 1 において、外ケース 20 の上流本体部 21 の上流端部 21a、上流本体部 21 の下流端部 21b、下流本体部 22 の上流端部 22a、及び下流本体部 22 の下流端部 22b と、内ケース 10 の上流本体部 11 の上流端部 11a、上流本体部 11 の下流端部 11b、下流本体部 12 の上流端部 12a、及び下流本体部 12 の下流端部 12b とは、夫々、軸線 x 方向において同じ又は略同じ位置に位置するようになっている。

【0037】

また、外ケース 20 は、内ケース 10 に対応した形態となっており、外ケース 20 の上流本体部 21 は、内ケース 10 の上流本体部 11 に平行に又は略平行に軸線 x 方向に延びており、外ケース 20 の下流本体部 22 は、内ケース 10 の下流本体部 12 に平行に又は略平行に軸線 x 方向に延びている。このため、中空系膜モジュール 1 において、外ケース 20 と内ケース 10 とが間に形成する中空筒状の断面環状又はドーナツ状の空間 S は、半径方向の幅が軸線 x 方向の幅に亘って一定又は略一定となっている。

【0038】

外ケース 20 の形態は、上述の形態に限られず、他の形態であってもよい。例えば、外ケース 20 は、上流本体部 21 がテーパ状になっておらず、下流本体部 22 と同様に円筒状又は略円筒状になっており、外ケース 20 が全体として軸線 x に沿って円筒状又は略円筒状に延びていてもよい。また、外ケース 20 の上流本体部 21 は、内ケース 10 の上流本体部 11 に平行に軸線 x 方向に延びていなくてもよく、外ケース 20 の下流本体部 22 は、内ケース 10 の下流本体部 12 に平行に軸線 x 方向に延びていなくてもよい。

【0039】

上述の外ケース20の内部と外部との間を連通する排出部23は、下流本体部22に設けられている。具体的には、図1に示すように、下流本体部22において下流端部22b又はその近傍に設けられており、開口25よりも上流側に排出部23は設けられている。排出部23は、中空糸膜モジュール1において外ケース20の内部（空間S）と外ケース20の外部とを連通している。また、排出部23は、軸線x周りに無端環状の帯状に延びる開口を形成している。例えば図1に示すように、排出部23は、内ケース10のバイパス口14に径方向において対向する位置又はこの対向する位置の近傍に設けられている。外ケース20の下流本体部22において排出部23が設けられる位置はこれに限られない。

【0040】

上述のように、排出部23には、バイパス管40が夫々接続しており、各バイパス管40の内部が排出部23に連通している。このように、中空糸膜モジュール1において、内ケース10の内部は、各バイパス管40を介して、外ケース20の外部に連通している。

【0041】

排出部23の形態は、軸線x周りに無端環状の帯状に延びる開口を形成するものに限られない。例えば、図5に示すように、排出部23は、外ケース20を内部と外部との間で貫通する1つ又は複数の開口（排出口23a）から構成されているものであってもよい。この場合、排出部23を構成する複数の排出口23aは、例えば、軸線x方向において同じ位置又は略同じ位置において、周方向に等角度間隔又は略等角度間隔に並べられる。排出部23を構成する複数の排出口23aの配置は他の配置であってもよい。また、排出部23が1つ又は複数の排出口23aから構成される場合、排出部23を構成する排出口23aは、バイパス管40に対応した数だけ設けられ、排出部23を形成する各排出口23aには、1つのバイパス管40が接続される。なお、排出部23が1つ又は複数の排出口23aから構成される場合、排出口23aは、バイパス管40に対応した数だけ設けられていなくてもよく、この場合、各排出口23aには、1つ又は複数のバイパス管40が接続され、バイパス管40が接続されない排出口23aがあってもよい。

【0042】

上述のように、内ケース10と外ケース20との間の空間Sには、複数の中空糸膜31が設けられている。具体的には、中空糸膜31の束である中空糸膜束30が空間Sに充填されている。中空糸膜束30は、例えば図1, 2に示すように筒状である。中空糸膜束30において、各中空糸膜31は、軸線x方向に沿って延びており、中空糸膜束30の上流側に面する端である上流端30aに各中空糸膜31の一端側（上流側）の開口（上流開口31a）が位置しており、中空糸膜束30の下流側に面する端である下流端30bに各中空糸膜31の他端側（下流側）の開口（下流開口31b）が位置している。中空糸膜束30は、例えば図1に示すように、内周側の境界を形成する中空糸膜31が内ケース10の外周面10aに沿って延びており、また、外周側の境界を形成する中空糸膜31が外ケース20の内周面20aに沿って延びており、中空糸膜束30は、内ケース10の外周面10a及び外ケース20の内周面20aに沿った形となっている。中空糸膜束30の形状は、このように内ケース10の外周面10a及び外ケース20の内周面20aに沿った形状に限られず、他の形状であってもよい。例えば、中空糸膜束30は、軸線xに沿って延びる円筒状又は略円筒状の形状であってもよく、軸線xに沿って延びる円錐筒状又は略円錐筒状の形状であってもよい。

【0043】

中空糸膜束30において、互いに隣接する中空糸膜31の間には、図2に示すように、流体が通過できるような間隔が形成されている。また、中空糸膜束30の内周側の境界を形成する中空糸膜31と内ケース10の外周面10aとの間には、液体又は気体が通過できるような間隔が形成されていることが好ましく、中空糸膜束30の外周側の境界を形成する中空糸膜31と外ケース20の内周面20aとの間には、液体又は気体が通過できるような間隔が形成されていることが好ましい。なお、互いに隣接する中空糸膜31の間には、軸線x方向の全体に亘って、流体が通過できるような間隔が形成されていることが好

10

20

30

40

50

ましいが、軸線 x 方向の全体に亘って、流体が通過できるような間隔が形成されていなくてもよい。

【0044】

中空糸膜31は、中空糸膜31の内部と外部との間で、湿潤な気体中の水分を乾燥した気体側に移動させる膜分離作用を有するようになっており、中空管状に作られている。中空糸膜31の材料には、例えば、孔径制御による毛管凝縮機構により水分を透過する特性を有するPPSU（ポリフェニルスルホン）等を好適に用いることができる。なお、PPSUと親水性高分子（ポリビニルピロリドン）を添加した製膜溶液を用いて紡糸を行うことで親水性を有する中空糸膜を得ることができる。また、中空糸膜31の材料には、溶解拡散により水分を透過する特性を有する、ポリテトラフルオロエチレン骨格と、スルホ基を有するパーフルオロ側鎖とを備える高分子（ナフィオン（登録商標）等）を用いることができる。

10

【0045】

また、図1に示すように、中空糸膜モジュール1は、外ケース20の開口24、25が夫々形成する空間Sを中空糸膜モジュール1の外部に開放する開口の密閉を図るための封止部35、36（一端側封止部及び他端側封止部）を有している。具体的には、封止部35は、外ケース20の上流側の開口24に設けられており、外ケース20の開口24において、外ケース20の内周面20aに全周に亘って接触しており、また、外ケース20の開口24において、内ケース10の外周面10aに全周に亘って接触している。また、封止部35は、外ケース20の開口24において、各中空糸膜31の外周面31cに全周に亘って接触している。また、各中空糸膜31は、上流側の端部において封止部35を貫通しており、各中空糸膜31の上流開口31aは、封止部35の外側の空間に中空糸膜31の内部を開放している。封止部36は、同様に、具体的には、外ケース20の下流側の開口25に設けられており、外ケース20の開口25において、外ケース20の内周面20aに全周に亘って接触しており、また、外ケース20の開口25において、内ケース10の外周面10aに全周に亘って接触している。また、封止部36は、外ケース20の開口25において、各中空糸膜31の外周面31cに全周に亘って接触している。また、各中空糸膜31は、下流側の端部において封止部36を貫通しており、各中空糸膜31の下流開口31bは、封止部36の外側の空間に中空糸膜31の内部を開放している。

20

【0046】

このように、封止部35によって空間Sを上流側において開放する開口（開口24）の密封が図られており、封止部36によって空間Sを下流側において開放する開口（開口25）の密封が図られており、一方、各中空糸膜31の内部の空間は、上流開口31a及び下流開口31bを介して中空糸膜モジュール1の外部に開放されている。また、各中空糸膜31は、上流側及び下流側の端部において夫々封止部35、36によって内ケース10及び外ケース20に対して固定されている。この封止部35、36による中空糸膜31の固定によって、中空糸膜31が束状に固定され、中空糸膜束30が形成されている。封止部35、36は、例えばエポキシ樹脂等のポッティング材料が硬化することにより形成される部材である。

30

【0047】

また、図1、3に示すように、中空糸膜モジュール1は、内ケース10の下流端部12bの開口16の密閉を図る封止部17（内ケース封止部）を有している。封止部17は、内ケース10の開口16において内ケース10の内周面10bに全周に亘って接触している。封止部17は、例えばエポキシ樹脂等のポッティング材料が硬化することにより形成される部材である。封止部17は、内ケース10において、バイパス口14よりも下流側に位置している。

40

【0048】

また、中空糸膜モジュール1は、上述のようにバイパス管40を少なくとも1つ有している。バイパス管40は、中空の管状の部材であり、例えば、直線に沿って延びる筒状の部材である。バイパス管40は、例えば、円筒状又は略円筒状の部材である。バイパス管

50

４０は、曲線に沿って延びる筒状の部材であってもよく、直線及び曲線の組み合わせから成る線に沿って延びる筒状の部材であってもよい。また、バイパス管４０は、多角形筒状又は略多角形筒状の部材であってもよい。

【００４９】

バイパス管４０は、図１に示すように、筒状に延びる本体部４１と、本体部４１の一方の端（端４１ａ）においてバイパス管４０の内部を外部に開放する開口４２と、本体部４１の他方の端（端４１ｂ）においてバイパス管４０の内部を外部に開放する開口４３とを有している。

【００５０】

バイパス管４０は、端４１ａが内ケース１０に接続しており、開口４２が内ケース１０のバイパス口１４に連通している。また、バイパス管４０は、端４１ｂが外ケース２０に接続しており、開口４３が外ケース２０の排出部２３に連通している。図５に示すように、排出部２３が排出口２３ａから成る場合、バイパス管４０の開口４３が外ケース２０の排出口２３ａに連通している。バイパス管４０は、中空糸膜束３０を貫通しているが、各中空糸膜３１を分断することではなく、互いに隣接する中空糸膜３１の間を延びている。

【００５１】

バイパス管４０は、内ケース１０と同一材料から一体に形成されており、端４１ｂにおいて外ケース２０に接続されている。バイパス管４０は、内ケース１０及び外ケース２０とは別体として形成されていてもよく、バイパス管４０は、外ケース２０と同一材料から一体に形成されており、端４１ａにおいて内ケース１０に接続されていてもよく、また、バイパス管４０は、内ケース１０及び外ケース２０と同一材料から一体に形成されていてもよい。バイパス管４０と内ケース１０及び外ケース２０夫々との接続、外ケース２０又は内ケース１０との接続は、接着や圧接等の密接を図れる接続が好ましい。また、バイパス管４０と内ケース１０及び外ケース２０との接続、外ケース２０又は内ケース１０との接続は、Ｏリング等のシール部材を介して成されてもよい。バイパス管４０は、例えば、ポリフェニレンスルフィド（ＰＰＳ）、ポリフタルアミド（ＰＰＡ）、ポリフェニレンオキシド（ＰＰＯ）等の樹脂材料から樹脂成形される。これらの樹脂材料はガラス繊維等により強化されていてもよい。また、バイパス管４０の材料は、アルミ等の金属材であってもよい。

【００５２】

中空糸膜モジュール１は、上述の構成を有しており、外部と連通する流体経路を２つ有している。一方は第１流体経路Ｆ１であり、各中空糸膜３１が形成する流体経路であり、上流開口３１ａ、中空糸膜３１の内部、及び下流開口３１ｂによって形成される流体経路である。他方は第２流体経路Ｆ２であり、内ケース１０の上流側の開口１５と外ケース２０の排出部２３との間に延びる流体経路であり、内ケース１０の開口１５、内ケース１０の内部空間、内ケース１０の導入部１３、空間Ｓにおける互いに隣接する中空糸膜３１の間の空間Ｇ、及び外ケース２０の排出部２３によって形成される。

【００５３】

中空糸膜モジュール１の内ケース１０には、下流側にバイパス口１４が設けられており、バイパス口１４は、外ケース２０の排出部２３に連通するバイパス管４０に連通しており、内ケース１０の内部と外ケース２０の外部とがバイパス管４０を介して連通している。このため、中空糸膜モジュール１は、内ケース１０の内部、内ケース１０のバイパス口１４、バイパス管４０の内部、及び外ケース２０の排出部２３によって形成される第３流体経路Ｆ３を有する。

【００５４】

次いで、上述の構成を有する中空糸膜モジュール１の作用について説明する。図６は、中空糸膜モジュール１の作用を説明するための図であり、使用状態における中空糸膜モジュール１が断面で示されている。図６には、第１，２，３流体経路Ｆ１，Ｆ２，Ｆ３が概略的に示されている。

【００５５】

上述のように、中空糸膜モジュール 1 は、除加湿装置の除湿モジュール又は加湿モジュールとして用いられる。図示の例においては、中空糸膜モジュール 1 は、燃料電池の加湿装置の加湿モジュールとして用いられ、燃料電池の加湿装置 50 に取り付けられた使用状態となっている。

【0056】

図 6 に示すように、加湿装置 50 は、中空糸膜モジュール 1 と、湿潤ガス供給装置 51 と、乾燥ガス供給装置 52 とを備えている。湿潤ガス供給装置 51 は、中空糸膜モジュール 1 の第 2 流体経路 F2 に湿潤ガスを供給するようになっている。また、乾燥ガス供給装置 52 は、各中空糸膜 31 の形成する第 1 流体経路 F1 に、湿潤ガス供給装置 51 から供給される湿潤ガスよりも湿度の低い乾燥ガスを供給するようになっている。湿潤ガス供給装置 51 が供給する湿潤ガスは、燃料電池において発電のために供給された反応ガスが化学反応をした後のオフガスであり、乾燥ガス供給装置 52 が供給する乾燥ガスは、発電のために供給される反応ガスである。本実施の形態においては、乾燥ガス供給装置 52 から供給される乾燥ガスは、反応ガスの内の、酸素等の酸化剤ガスであり、湿潤ガスは、オフガスの内の、酸素等の酸化剤ガスが発電のために用いられた後の酸化剤オフガスである。

【0057】

加湿装置 50 が駆動されると、湿潤ガス供給装置 51 から中空糸膜モジュール 1 の第 2 流体経路 F2 に湿潤ガスが供給され、また、乾燥ガス供給装置 52 から中空糸膜モジュール 1 の第 1 流体経路 F1 に乾燥ガスが供給される。これにより、各中空糸膜 31 の内部には乾燥ガスが流れ、空間 S における互いに隣接する中空糸膜 31 の間の空間 G には湿潤ガスが流れ、中空糸膜 31 を介して乾燥ガスと湿潤ガスとが接触する。この際、中空糸膜 31 による膜分離作用によって、湿潤ガス中の水分が乾燥ガス側に移動する。これにより、第 1 流体経路 F1 を流れる乾燥ガスは加湿されて、各中空糸膜 31 の上流開口 31a から排出され、中空糸膜モジュール 1 から排出される。この加湿された乾燥ガス（酸化剤ガス）は、燃料電池の反応ガスとして燃料電池の電解質膜に供給される。これにより、燃料電池の電解質膜が加湿される。一方、乾燥ガスを加湿した湿潤ガスは、中空糸膜モジュール 1 から排出される。

【0058】

中空糸膜モジュール 1 は、上述の構成を有しており、外部と連通する流体経路を 2 つ有している。一方は第 1 流体経路 F1 であり、各中空糸膜 31 が形成する流体経路であり、上流開口 31a、中空糸膜 31 の内部、及び下流開口 31b によって形成される流体経路である。他方は第 2 流体経路 F2 であり、内ケース 10 の上流側の開口 15 と外ケース 20 の排出部 23 との間に延びる流体経路であり、内ケース 10 の開口 15、内ケース 10 の内部空間、内ケース 10 の導入部 13、空間 S における互いに隣接する中空糸膜 31 の間の空間 G、及び外ケース 20 の排出部 23 によって形成される。

【0059】

湿潤ガス供給装置 51 から供給される湿潤ガスは、具体的には、内ケース 10 の上流側の開口 15 から内ケース 10 の内部に入り、内ケース 10 の内部を下流側に進む。そして、内ケース 10 の内部を下流側に進む湿潤ガスの一部は、導入部 13 の大導入口 13a 及び小導入口 13b の各々を介して空間 S に流れる。導入部 13 から空間 S に流入した湿潤ガスは、空間 S において互いに隣接する中空糸膜 31 の間の空間 G を流れて中空糸膜 31 に接触し、中空糸膜 31 による膜分離作用によって中空糸膜 31 内を流れる乾燥空気を加湿し、外ケース 20 の排出部 23 を介して空間 S から排出され、中空糸膜モジュール 1 から排出される。

【0060】

内ケース 10 の上流本体部 11 は、上流側から下流側に向かうに連れて縮径しており、この上流本体部 11 に大導入口 13a 及び小導入口 13b が形成されている。このため、大導入口 13a 及び小導入口 13b から空間 S に流出する気体は、軸線 x に対して傾斜した方向に流出する傾向を有する。これにより、大導入口 13a 及び小導入口 13b から空間 S に流出した湿潤ガスは、空間 S において互いに隣接する中空糸膜 31 の間の空間 G を

軸線 x に対して傾斜した方向に流れ易くなっており、湿潤ガスが中空糸膜 3 1 の内部を通る乾燥ガスに対向して流れ易くなっている。

【0061】

また、導入部 1 3 において、上流側に設けられた大導入口 1 3 a の開口面積は、下流側に設けられた小導入口 1 3 b の開口面積よりも大きくなっている。このため、開口面積の大きい上流側の大導入口 1 3 a から空間 S に流れ出る気体の流量を、開口面積の小さい下流側の小導入口 1 3 b から空間 S に流れ出る気体の流量よりも多くすることができる。このように、導入部 1 3 における位置に応じて、空間 S に流れ出る気体の流量を調整することができ、これにより、空間 S の位置に応じて互いに隣接する中空糸膜 3 1 の間の空間 G を流れる気体の流量を調整することができる。中空糸膜モジュール 1 においては、上述のように導入部 1 3 において上流側の部分から空間 S に流れ出る気体の流量が多く、空間 S においてより外周側に気体が流れ入るようにでき、空間 S において外周側の空間 G を流れる気体の流量の増大を図ることができる。一方、上述のように導入部 1 3 において下流側の部分から空間 S に流れ出る気体の流量は上流側の部分から空間 S に流れ出る気体の流量よりも少なく、空間 S において内周側の空間 G を流れる気体の流量と、空間 S においてより外周側の空間 G に達してそこを流れる気体の流量との平衡を図ることができる。また、この導入部 1 3 から流れ出る気体の流量の上流側と下流側との差からも、導入部 1 3 から空間 S に流出する気体が、軸線 x に対して傾斜した方向に流出する傾向を有するようになる。

10

【0062】

また、湿潤ガスは、導入部 1 3 を介して空間 S の内周側及び上流側の領域に流入し、排出部 2 3 を介して空間 S の外周側及び下流側の領域から排出される。このため、空間 S 内に流入した湿潤ガスが、中空糸膜束 3 0 の中空糸膜 3 1 全体に接触するようにでき、中空糸膜束 3 0 の中空糸膜 3 1 全体が膜分離作用を奏するようになる。

20

【0063】

このように、中空糸膜モジュール 1 においては、導入部 1 3 から空間 S に流出した湿潤ガスが、中空糸膜 3 1 の内部を通る乾燥ガスに対向して流れ易くなっており、また、中空糸膜束 3 0 における中空糸膜 3 1 全体に湿潤ガスが接触し易くなっており、中空糸膜束 3 0 の中空糸膜 3 1 全体が膜分離作用を奏するよう図られている。このため、中空糸膜モジュール 1 においては、中空糸膜束 3 0 による膜分離作用が効率的に行われるようになっており、高い加湿性能となっている。

30

【0064】

一方、乾燥ガス供給装置 5 2 から供給される乾燥ガスは、具体的には、各中空糸膜 3 1 の下流開口 3 1 b から中空糸膜 3 1 の内部に入り、中空糸膜 3 1 の内部を上流側に進む。そして、中空糸膜 3 1 の内部を上流側に進む乾燥ガスは、中空糸膜 3 1 による膜分離作用によって中空糸膜 3 1 に接触する湿潤空気により加湿され、中空糸膜 3 1 の上流開口 3 1 a から排出され、中空糸膜モジュール 1 から排出される。

【0065】

また、湿潤ガス供給装置 5 1 から供給されて内ケース 1 0 の内部を下流側に進む湿潤ガスの一部は、第 3 流体経路 F 3 に流れ入る。具体的には、湿潤ガス供給装置 5 1 から供給されて内ケース 1 0 の内部を下流側に進む湿潤ガスの一部は、導入部 1 3 から空間 S に流出せずに内ケース 1 0 の内部を下流側に進み続ける。この内ケース 1 0 の内部を下流側に進み続ける湿潤ガスの一部は、内ケース 1 0 において導入部 1 3 よりも下流側に形成されたバイパス口 1 4 を介してバイパス管 4 0 の内部に流れ込む。このバイパス口 1 4 からバイパス管 4 0 の内部に流出した湿潤ガスは、第 2 流体経路 F 2 を流れる湿潤ガスのように空間 S において互いに隣接する中空糸膜 3 1 の間の空間 G を流れて中空糸膜 3 1 に接触することなく、バイパス管 4 0 の内部を通して外ケース 2 0 の排出部 2 3 から排出され、中空糸膜モジュール 1 から排出される。

40

【0066】

上述のように、内ケース 1 0 に供給された湿潤ガスの中で導入部 1 3 から空間 S に流出

50

しなかった湿潤ガスは、内ケース１０の内部を下流側に進み続け、バイパス口１４及びバイパス管４０を介して排出部２３から中空系膜モジュール１の外部に排出される。このため、内ケース１０の内部において導入部１３よりも下流側で湿潤ガスが滞留することが抑制され、また、内ケース１０に供給された湿潤ガスの中で導入部１３から空間Ｓに流出する湿潤ガスの量を低減することができ、調整することができる。

【００６７】

内ケース１０の導入部１３から空間Ｓに流出する湿潤ガスの量が多くなると、空間Ｓにおいて互いに隣接する中空系膜３１の間の空間Ｇに過剰の湿潤ガスが流れ込み、中空系膜３１の間の空間Ｇを湿潤ガスが流れにくくなり、空間Ｇを流れる湿潤ガスに圧力損失が発生し、湿潤ガスの動圧が下がる。空間Ｇを流れる湿潤ガスの動圧が下がると、空間Ｓの下流側において第２流体経路Ｆ２を流れる湿潤ガスが滞留してしまう。これに対し、中空系膜モジュール１は、上述のように、バイパス口１４及びバイパス管４０によって形成される第３流体経路Ｆ３に湿潤ガスを流すことにより、内ケース１０に供給された湿潤ガスの中で導入部１３から空間Ｓに流出する湿潤ガスの量を低減することができる。これにより、第２流体経路Ｆ２を流れる湿潤ガスの量が過剰となることを抑制でき、第２流体経路Ｆ２を流れる湿潤ガスの動圧が、空間Ｓにおいて互いに隣接する中空系膜３１の間の空間Ｇにおいて、低下することが抑制される。これにより、空間Ｓにおいて互いに隣接する中空系膜３１の間の空間Ｇを流れる湿潤ガスの圧力損失を低下させることができ、第２流体経路Ｆ２を流れる湿潤ガスが滞留することが抑制できる。このため、第２流体経路Ｆ２の湿潤ガスに対する中空系膜３１の膜分離作用を向上させることができ、乾燥空気の加湿効率を向上させることができる。

【００６８】

また、内ケース１０において、テーパ状の上流本体部１１に対して、下流本体部１２は、上流本体部１１の径の小さい側から続き、一定又は略一定の径となっている。このため、下流本体部１２の外周側に空間を確保し易くなっており、空間Ｓにおける下流本体部１２の外周側の部分を大きくし易くなっている。これにより、空間Ｓにおける中空系膜３１の充填率が高くなることを抑制でき、空間Ｓの下流本体部１２の外周側の領域における流体の圧力損失の抑制を図ることができる。このため、第２流体経路Ｆ２を流れる湿潤ガスの圧力損失を抑制でき、第２流体経路Ｆ２を流れる湿潤ガスが空間Ｓの下流側で滞留することの抑制を図ることができる。

【００６９】

このように、本発明の実施の形態に係る中空系膜モジュール１によれば、中空系膜モジュール１内を流れる気体の圧力損失を抑制することができる。これにより、乾燥空気の加湿効率の向上を図ることができる。

【００７０】

以上、本発明の実施の形態に係る中空系膜モジュール１について説明したが、本発明に係る中空系膜モジュールは上述の中空系膜モジュール１に限定されるものではなく、本発明の概念及び請求の範囲に含まれるあらゆる態様を含む。また、上述した課題及び効果の少なくとも一部を奏するように、各構成を適宜選択的に組み合わせてもよい。例えば、上記実施の形態における、各構成要素の形状、材料、配置、サイズ等は、本発明の具体的使用態様に応じて適宜変更され得る。

【００７１】

例えば、中空系膜モジュール１において、バイパス管４０は径方向に延びるものとしたが、バイパス管４０は、径方向に対して傾斜していてもよい。具体的には、中空系膜モジュール１において、バイパス口１４が軸線ｘ方向において排出部２３よりも上流側に設けられており、バイパス管４０が外周側に向かって径方向に対して下流側に傾斜して設けられていてもよい。また、中空系膜モジュール１において、バイパス口１４が軸線ｘ方向において排出部２３よりも下流側に設けられており、バイパス管４０が外周側に向かって径方向に対して上流側に傾斜して設けられていてもよい。また、径方向に延びるバイパス管４０、外周側に向かって径方向に対して下流側に傾斜して設けられるバイパス管４０、及

び外周側に向かって径方向に対して上流側に傾斜して設けられるバイパス管４０のいずれか２つ又は全てが混在していてもよい。

【００７２】

また、バイパス管４０は、外ケース２０に接続していなくてもよい。例えば、図７に示すように、バイパス管４０は、上述の第３流体経路Ｆ３を形成する範囲において、バイパス管４０の端４１ｂが、外ケース２０の排出部２３に連通しておらず、排出部２３の近傍に位置しており、外ケース２０の排出部２３の近傍まで延びているものであってもよい。また、バイパス管４０の少なくとも１つが外ケース２０の排出部２３の近傍まで延びており、他のバイパス管４０は外ケース２０の排出部２３の近傍まで延びていなくてもよい。また、バイパス管４０は、外ケース２０に接続するものと、外ケース２０に接続しないものとが混在していてもよい。

10

【００７３】

また、中空系膜モジュール１の内ケース１０には封止部１７が設けられていなくてもよい。例えば、内ケース１０の下流端部１２ｂを先細にし、開口１６を小さくすることにより開口１６の密封又は開口１６からの気体の流出の抑制を図ってもよい。また、例えば、内ケース１０の下流端部１２ｂを変形させることにより、開口１６を小さくし、又は開口１６をつぶして、開口１６の密封又は開口１６からの気体の流出の抑制を図ってもよい。封止部１７が設けられていない中空系膜モジュール１においても、上述の課題が生じている場合は、上述の本発明の実施の形態に係る中空系膜モジュール１の場合と同様に、本発明はその作用効果を奏することができる。また、内ケース１０と同じ材料又は異なる材料から形成された封止部１７を、接着剤によって又は嵌着によって内ケース１０の下流側の端に固定し、開口１６の密封を図ってもよい。また、内ケース１０には封止部１７が取り付けられておらず、内ケース１０に開口１６が形成されておらず、内ケース１０の下流側の端に底部を一体的に形成してもよい。つまり封止部１７を内ケース１０の他の部分と同一の材料から一体的に形成してもよい。

20

【００７４】

また、中空系膜モジュール１の使用状態において、気体は第１流体経路Ｆ１を下流側から上流側に流れるとしたが、気体は第１流体経路Ｆ１を上流側から下流側に流れるものとしてもよい。

【００７５】

また、中空系膜モジュール１の使用状態において、第１流体経路Ｆ１を乾燥ガスが、第２及び第３流体経路Ｆ２，Ｆ３を湿潤ガスが流れるとしたが、第１流体経路Ｆ１を湿潤ガスが、第２及び第３流体経路Ｆ２，Ｆ３を乾燥ガスが流れるようにしてもよい。

30

【００７６】

また、上述の説明において、中空系膜モジュール１は燃料電池の加湿装置の加湿モジュールに適用されるとしたが、本発明に係る中空系膜モジュールの適用対象は燃料電池の加湿装置の加湿モジュールに限られず、また、燃料電池に限られない。また、本発明に係る中空系膜モジュールの適用対象は加湿モジュールに限られず、除湿装置の除湿モジュールであってもよい。本発明に係る中空系膜モジュールは、その作用効果を利用できるあらゆるものに適用可能である。

40

【００７７】

また、上述の説明において、乾燥ガスは、反応ガスの内の、酸素等の酸化剤ガスであり、湿潤ガスは、オフガスの内の、酸素等の酸化剤ガスが発電のために用いられた後の酸化剤オフガスであるとしたが、乾燥ガスは、反応ガスの内の、水素等の燃料ガスであってもよく、また、湿潤ガスは、オフガスの内の、水素等の燃料ガスが発電のために用いられた後の燃料オフガスであってもよい。

【符号の説明】

【００７８】

１…中空系膜モジュール、１０…内ケース、１０ａ…外周面、１０ｂ…内周面、１１…上流本体部、１１ａ…上流端部、１１ｂ…下流端部、１２…下流本体部、１２ａ…上流端

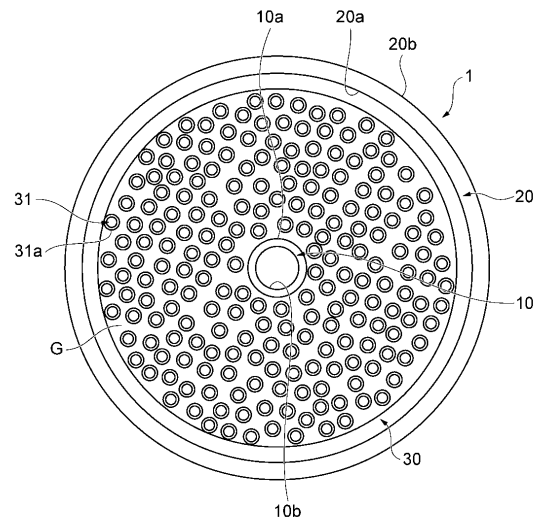
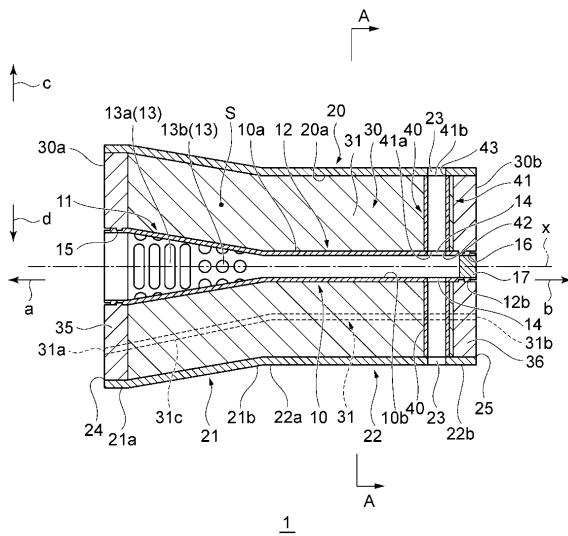
50

部、12b…下流端部、13…導入部、13a…大導入口、13b…小導入口、14…バイパス口、15, 16…開口、17…封止部、20…外ケース、20a…内周面、21…上流本体部、21a…上流端部、21b…下流端部、22…下流本体部、22a…上流端部、22b…下流端部、23…排出部、23a…排出口、24, 25…開口、S…空間、30…中空糸膜束、30a…上流端、30b…下流端、31…中空糸膜、31a…上流開口、31b…下流開口、31c…外周面、35, 36…封止部、40…バイパス管、41…本体部、41a, 41b…端、42, 43…開口、50…加湿装置、51…湿潤ガス供給装置、52…乾燥ガス供給装置、F1…第1流体経路、F2…第2流体経路、F3…第3流体経路、G, S…空間、x…軸線

【図面】

【図1】

【図2】



10

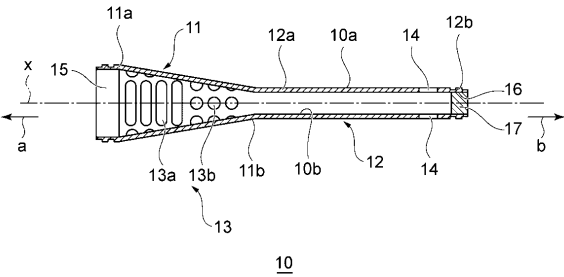
20

30

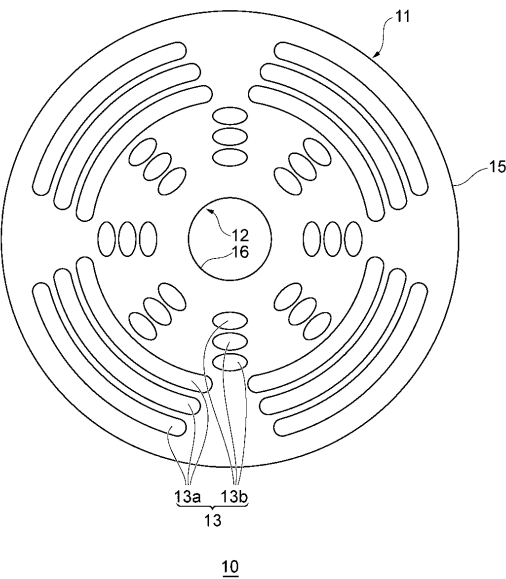
40

50

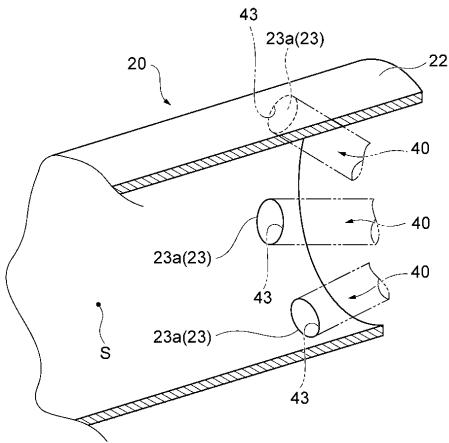
【図 3】



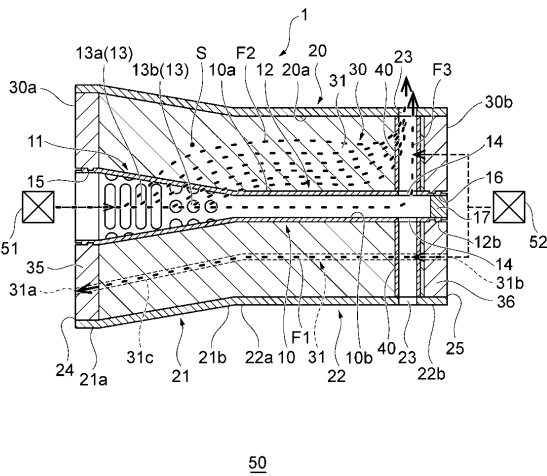
【図 4】



【図 5】



【図 6】



10

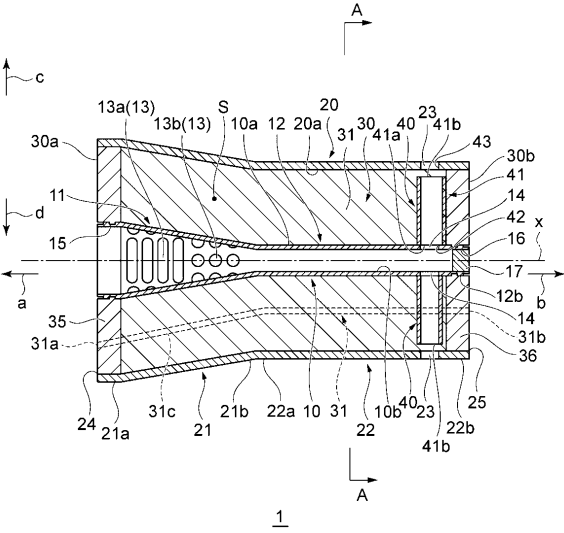
20

30

40

50

【図 7】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2011-143347 (JP, A)
特開平10-235160 (JP, A)
特開2007-212076 (JP, A)
国際公開第2005/034272 (WO, A1)
特開2011-141083 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
B01D53/22
B01D61/00-71/82
C02F1/44
H01M8/04-8/0668