

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7653514号  
(P7653514)

(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 0 1 D 63/02 (2006.01)

B 0 1 D 63/02

B 0 1 D 63/00 (2006.01)

B 0 1 D 63/00

5 0 0

H 0 1 M 8/04 (2016.01)

H 0 1 M 8/04

N

請求項の数 5 (全17頁)

|                   |                             |          |                      |
|-------------------|-----------------------------|----------|----------------------|
| (21)出願番号          | 特願2023-525688(P2023-525688) | (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/JP2022/019905           |          | 東京都港区芝大門1丁目12番15号    |
| (87)国際公開番号        | WO2022/255046               | (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8日(2023.11.8)        |          | インハルト                |
| (31)優先権主張番号       | 特願2021-92955(P2021-92955)   | (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  | 伊東 陽祐                |
|                   |                             |          | 静岡県菊川市赤土2000番地 N O K |
|                   |                             |          | 株式会社内                |
|                   |                             | (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                |
|                   |                             | 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、前記延び方向の他方の端の側に、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バイパス部を有しており、  
前記バイパス部は、前記内ケースを前記内部と前記外部との間で貫通する開口を少なく  
とも1つ有しており、  
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、  
前記バイパス部は、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中空糸膜モジュール。

## 【請求項 2】

前記バイパス部と前記排出部とは、前記延び方向に直交する方向において少なくとも部分的に対向し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 又は 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部と前記外部との間で連通する開口を複数有し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 4 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）。

## 【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。

## 【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

10

20

30

40

50

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、前記延び方向の他方の端の側に、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バイパス部を有しており、前記バイパス部は、前記内ケースを前記内部と前記外部との間で貫通する開口を少なくとも1つ有していることを特徴とする。

10

【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、前記バイパス部は、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。

20

【0008】

本発明の一態様に係る中空系膜モジュールにおいて、前記バイパス部と前記排出部とは、前記延び方向に直交する方向において少なくとも部分的に対向している。

【0009】

本発明の一態様に係る中空系膜モジュールは、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。

【0010】

本発明の一態様に係る中空系膜モジュールにおいて、前記導入部は、前記内ケースを前記内部と前記外部との間で連通する開口を複数有している。

30

【0011】

本発明の一態様に係る中空系膜モジュールは、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。

【発明の効果】

【0012】

本発明に係る中空系膜モジュールによれば、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。

40

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明の実施の形態に係る中空系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に示す中空系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に示す中空系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】本発明の実施の形態に係る中空系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系膜モジュールを備える加湿装置の概略構成を示す図で

50

ある。

【図 6】図 1 に示す中空糸膜モジュールにおける導入部の変形例を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

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。

【0015】

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 矢印 d 方向）側を内周側とする。

【0016】

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。

【0017】

中空糸膜モジュール 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 に設けられる複数の中空糸膜 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、延び方向の他方の端の側に、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バイパス部 14 を有している。バイパス部 14 は、内ケース 10 を内部と外部との間で貫通するバイパス口 15 を少なくとも 1 つ有している。以下、本願発明の実施の形態に係る中空糸膜モジュール 1 の構成について、具体的に説明する。

【0018】

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。

【0019】

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 16 を有している。開口 16 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 16 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

内部空間は、下流本体部 1 2 の内部に連通している。

【0020】

下流本体部 1 2 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 1 2 は、中空となっており、下流本体部 1 2 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 1 2 は、下流側の端部である下流端部 1 2 b に開口 1 7 を有している。開口 1 7 は、下流側に向かって下流本体部 1 2 の内部を下流本体部 1 2 の外部に開放している。つまり、下流本体部 1 2 の内部は、開口 1 7 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 1 2 の上流側の端部である上流端部 1 2 a は、上流本体部 1 1 の下流端部 1 1 b に接続しており、下流本体部 1 2 の内部は、上流本体部 1 1 の内部に連通している。

10

【0021】

上述の内ケース 1 0 の内部と外部との間を連通する導入部 1 3 は、上流本体部 1 1 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 1 1 において開口 1 6 よりも下流側に導入部 1 3 は設けられており、導入部 1 3 は、中空糸膜モジュール 1 において内ケース 1 0 の内部と外ケース 2 0 の内部（空間 S）とを連通している。また、導入部 1 3 は、複数の導入口 1 3 a ~ 1 3 c を有しており、これら複数の導入口 1 3 a ~ 1 3 c から構成されている。導入口 1 3 a ~ 1 3 c は、内ケース 1 0 を内部と外部との間で貫通する開口である。

【0022】

20

具体的には、図 3、4 に示すように、導入部 1 3 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導入口 1 3 a を有している。導入口 1 3 a は、テーパ状の上流本体部 1 1 の形に倣って、上流側から下流側に向かうに連れて周方向の幅が狭くなっている。また、導入部 1 3 は、導入口 1 3 a よりも下流側であって、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導入口 1 3 b を有している。導入口 1 3 b は、導入口 1 3 a と同様に、テーパ状の上流本体部 1 1 の形に倣って、上流側から下流側に向かうに連れて周方向の幅が狭くなっている。また、導入部 1 3 は、導入口 1 3 b よりも下流側であって、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導入口 1 3 c を有している。導入口 1 3 c は、導入口 1 3 a、1 3 b と同様に、テーパ状の上流本体部 1 1 の形に倣って、上流側から下流側に向かうに連れて周方向の幅が狭くなっている。また、導入口 1 3 b の周方向の幅は導入口 1 3 a の周方向の幅よりも小さく、導入口 1 3 c の周方向の幅は導入口 1 3 b の周方向の幅よりも小さく、下流側に向かうに連れて、導入部 1 3 の有する導入口 1 3 a ~ 1 3 c の周方向の幅は小さくなっている。このように、導入部 1 3 は、周方向に夫々並べられた複数の導入口 1 3 a、1 3 b、1 3 c の列が、軸線 x 方向に並べられて形成されている。

30

【0023】

なお、導入部 1 3 の形態は上述の形態に限られず、内ケース 1 0 の内部と外部との間を連通するものであればよい。例えば、導入部 1 3 は、周方向に複数の導入口 1 3 a、1 3 b、1 3 c が夫々並べられた 3 列の導入口群が、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 1 3 は、3 列の導入口群によって形成されるものに限られず、1 列の導入口群や、他の複数列の導入口群から形成されるものであってもよい。また、各列は複数の導入口 1 3 a、導入口 1 3 b 又は 1 3 c から構成される導入口群でなくてもよく、1 つの導入口 1 3 a、導入口 1 3 b 又は 1 3 c から構成されていてもよい。また、各導入口 1 3 a ~ 1 3 c の形状は上述の上流側から下流側に向かうに連れて周方向の幅が狭くなっている形状に限られず、上流側から下流側に向かうに連れて周方向の幅が広がっている形状や、上流側から下流側に亘って周方向の幅が一定の形状等、円形等の他の形状であってもよい。また、各列における複数の導入口 1 3 a は互いに同じ形状や大きさでなくてもよく、同様に複数の導入口 1 3 b、1 3 c は夫々互いに同じ形状や大きさでなくてもよい。

40

50

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。

【0024】

上述の内ケース 10 の内部と外部との間を連通するバイパス部 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 12 において下流端部 12b 又はその近傍に設けられている。また、バイパス部 14 は、外ケース 20 の排出部 23 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、バイパス部 14 は、下流端部 12b の上流側近傍に設けられており、外ケース 20 の排出部 23 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 10 の下流本体部 12 においてバイパス部 14 が設けられる位置はこれに限られない。

10

【0025】

バイパス部 14 は、内ケース 10 を内部と外部との間で貫通する開口であるバイパス口 15 を少なくとも 1 つ有している。例えば、図 2 に示すように、バイパス部 14 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 15 を有している。図示の例では、バイパス部 14 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 15 を有している。バイパス口 15 は、例えば矩形の開口である。複数のバイパス口 15 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、バイパス部 14 が有するバイパス口 15 の数は図示の例に限られず、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 15 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 15 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 15 の形状は矩形に限られず、円形や他の形状であってもよい。

20

【0026】

バイパス部 14 は、図示のように、周方向の複数のバイパス口 15 が並べられたバイパス口列を 1 つ有するものに限られず、複数のバイパス口列が軸線 x 方向に並べられて形成されているものであってもよい。この場合、バイパス部 14 は、互い同じ形状や大きさのバイパス口 15 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 15 を有していてもよい。

30

【0027】

内ケース 10 は上述の構造となっており、内ケース 10 の内部には、上流側の開口 16 から下流側の開口 17 まで軸線 x に沿って空間がつながっており、内ケース 10 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 10 内部の空間は、上流本体部 11 に形成されている導入部 13 の導入口 13a ~ 13c を介して、外ケース 20 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 10 の内部の空間は、下流本体部 12 に形成されているバイパス部 14 のバイパス口 15 を介して、外ケース 20 内部の空間 S 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 10 の内部の空間は、上流側において導入部 13 の導入口 13a ~ 13c を介して、また、下流側においてバイパス部 14 のバイパス口 15 を介して、外ケース 20 内部の空間 S に連通するようになっている。

40

【0028】

内ケース 10 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 10 は、上流本体部 11 がテーパ状になっておらず、下流本体部 12 と同様に円筒状又は略円筒状になっており、内ケース 10 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。

【0029】

外ケース 20 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

50

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。

#### 【0030】

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。

10

#### 【0031】

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。

20

#### 【0032】

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。

30

#### 【0033】

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。

40

#### 【0034】

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。

#### 【0035】

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

50

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 のバイパス部 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。

#### 【0036】

また、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、排出部 23 は、外ケース 20 を内部と外部との間で貫通する複数の開口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 を構成する複数の開口は、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 を構成する複数の開口の配置は他の配置であってもよい。

#### 【0037】

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。

#### 【0038】

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。

#### 【0039】

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ナフィオン（登録商標）を用いることができる。

#### 【0040】

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。

#### 【0041】

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。

#### 【0042】

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17の密閉を図る封止部18(内ケース封止部)を有している。封止部18は、内ケース10の開口17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18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18は、内ケース10において、バイパス部14のバイパス口15よりも下流側に位置している。

#### 【0043】

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16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16、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。

#### 【0044】

また、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15から成るバイパス部14が設けられており、下流側において、内ケース10の内部と空間Sとがバイパス部14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のバイパス部14、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第3流体経路F3を有する。

#### 【0045】

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5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5には、第1, 2, 3流体経路F1, F2, F3が概

略的に示されている。

【0046】

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に取り付けられて使用状態となっている。

【0047】

図5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。

【0048】

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。

【0049】

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16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16、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。

【0050】

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16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の各導入口13a～13c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。

【0051】

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に導入口13a～13cが形成されている。このため、導入口13a～13c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、導入口13a～13cから空間Sに流出した湿潤ガスは、空間Sにお

10

20

30

40

50

いて互いに隣接する中空系膜 3 1 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、湿潤ガスが中空系膜 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。また、各導入口 1 3 a ~ 1 3 c は、周方向の幅が上流側から下流側に向かうに連れて狭くなっている。これによっても、導入口 1 3 a ~ 1 3 c 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である。

【 0 0 5 2 】

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、中空系膜束 3 0 の中空系膜 3 1 全体に接触するようにでき、中空系膜束 3 0 の中空系膜 3 1 全体が膜分離作用を奏するようである。

10

【 0 0 5 3 】

このように、中空系膜モジュール 1 においては、導入口 1 3 a ~ 1 3 c から空間 S に流出した湿潤ガスが、中空系膜 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、中空系膜束 3 0 の中空系膜 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、中空系膜モジュール 1 においては、中空系膜束 3 0 による膜分離作用が効率的に行なわれるようになっており、高い加湿性能となっている。

【 0 0 5 4 】

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、各中空系膜 3 1 の下流開口 3 1 b から中空系膜 3 1 の内部に入り、中空系膜 3 1 の内部を上流側に進む。そして、中空系膜 3 1 の内部を上流側に進む乾燥ガスは、中空系膜 3 1 による膜分離作用によって中空系膜 3 1 に接触する湿潤空気により加湿され、中空系膜 3 1 の上流開口 3 1 a から排出され、中空系膜モジュール 1 から排出される。

20

【 0 0 5 5 】

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 に供給される。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、導入口 1 3 a ~ 1 3 c 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 の下流側に形成されたバイパス部 1 4 のバイパス口 1 5 を介して空間 S に流出する。このバイパス部 1 4 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系膜 3 1 の間の空間 G を流れて中空系膜 3 1 に接触し、中空系膜 3 1 による膜分離作用によって中空系膜 3 1 内を流れる乾燥空気を加湿し、外ケース 2 0 の排出部 2 3 を介して空間 S から排出され、中空系膜モジュール 1 から排出される。

30

【 0 0 5 6 】

バイパス部 1 4 は内ケース 1 0 の下流側に設けられており、バイパス部 1 4 から空間 S に流出する湿潤ガスは、空間 S の下流側の領域に流出される。また、排出部 2 3 は外ケース 2 0 の下流側に設けられており、バイパス部 1 4 から空間 S に流出した湿潤ガスは、空間 S の下流側の領域において、径方向に直線的に流れ易くなっている。このため、バイパス部 1 4 から空間 S に流出する湿潤ガスは、中空系膜 3 1 との接触が少なく、中空系膜 3 1 との接触により受ける抵抗が低く、圧力損失が抑制されている。このため、空間 S の下流側の領域において、内ケース 1 0 の導入部 1 3 から出た第 2 流体経路 F 2 を通る湿潤ガスの動圧よりも、内ケース 1 0 のバイパス部 1 4 から出た第 3 流体経路 F 3 を通る湿潤ガスの動圧は高くなっている。

40

【 0 0 5 7 】

内ケース 1 0 の導入部 1 3 から出た第 2 流体経路 F 2 を通る湿潤ガスの動圧が、中空系膜 3 1 との接触により受ける抵抗等により、下流側で低くなった場合、空間 S の下流側において第 2 流体経路 F 2 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、内ケース 1 0 の下流側にバイパス部 1 4 を有しており、バイパス部 1 4 から空間 S 内を排出部 2 3 に流れる気体の圧力損失は低く、動圧低下が抑制された気体を空間 S の下流側における第 3 流体経路 F 3 に流すことができる。この第 3 流体経路 F 3 にお

50

る湿潤ガスの流れに第２流体経路Ｆ２における湿潤ガスの流れは引きずられ、第２流体経路Ｆ２を流れる湿潤ガスの動圧が下流側で低くなることが抑制される。これにより、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防止が図られている。これにより、空間Ｓの下流側における、第２流体経路Ｆ２の湿潤ガスに対する中空糸膜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。

【００５８】

また、湿潤ガス供給装置５１から供給された湿潤ガスは、内ケース１０の上流側の開口１６から内ケース１０の内部に入り、第２流体経路Ｆ２のみから排出部２３に流れるのではなく、第３流体経路Ｆ３からも排出部２３に流れる。このため、過剰に供給される湿潤ガスが導入部１３のみから空間Ｓに流入する場合に対して、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を流れる湿潤ガスの圧力損失を低下させることができる。この点においても、第２流体経路Ｆ２の下流側において湿潤ガスが滞留することを抑制でき、加湿性能を向上させることができる。

【００５９】

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における中空糸膜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、及び第３流体経路Ｆ３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より図ることができる。

【００６０】

このように、本発明の実施の形態に係る中空糸膜モジュール１によれば、中空糸膜モジュール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。

【００６１】

以上、本発明の実施の形態に係る中空糸膜モジュール１について説明したが、本発明に係る中空糸膜モジュールは上述の中空糸膜モジュール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。

【００６２】

例えば、中空糸膜モジュール１の内ケース１０には封止部１８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１７を小さくすることにより開口１７の密封又は開口１７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１７を小さくし、又は開口１７をつぶして、開口１７の密封又は開口１７からの気体の流出の抑制を図ってもよい。封止部１８が設けられていない中空糸膜モジュール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糸膜モジュール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１８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１７の密封を図ってもよい。また、内ケース１０には封止部１８が取り付けられておらず、内ケース１０に開口１７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１８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。

【００６３】

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

してもよい。

【0064】

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。

【0065】

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。

【0066】

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。

【0067】

また、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、上述の形態に限られない。例えば、内ケース10は、導入部13に変えて、図6に示すような導入部19を有するものであってもよい。具体的には、図6に示すように、導入部19は、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19a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19bを少なくとも1つ有している。大導入口19aの開口面積は、小導入口19bの開口面積よりも大きくなっている。大導入口19a及び小導入口19bの夫々の開口面積は、大導入口19a及び小導入口19b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19a及び小導入口19bの夫々領域における面積である。大導入口19aは、小導入口19b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。

【0068】

具体的には、図6に示すように、導入部19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19aを有している。各大導入口19aは、円弧に沿って延びており、例えば図6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19aは他の形状であってもよい。また、導入部19は、大導入口19aが周方向に複数並べられて成る大導入口19a群を複数有している。例えば、図6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19a群が並べられている。

【0069】

また、図6に示すように、導入部19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の小導入口19bを有している。各小導入口19b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19bは、大導入口19a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19bは他の形状であってもよい。また、導入部19は、このように、小導入口19bが周方向に複数並べられて成る小導入口19b群を複数有している。例えば、図6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19b群が並べられている。

## 【0070】

また、図6に示すように、内ケース10において、小導入口19bは、大導入口19a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19bは、大導入口19a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てもよい。また、内ケース10において、小導入口19bが形成されている部分と大導入口19a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19において、大導入口19aと小導入口19bとは混在していてもよい。

## 【0071】

なお、導入部19の形態は上述の形態に限られない。例えば、導入部19は、夫々1列の大導入口19a群及び小導入口群19bや、夫々1列又は複数列の大導入口19a群及び小導入口群19bから形成されるものであってもよい。また、各大導入口19a群及び各小導入口群19bは夫々複数の大導入口19a及び小導入口19b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19a及び1つの小導入口19bから構成されていてもよい。また、各大導入口19a群及び各小導入口群19bの一方が1つの大導入口19a又は1つの小導入口19bから構成されていて、各大導入口19a群及び各小導入口群19bの他方が複数的大導入口19a又は複数の小導入口19bから構成されていてもよい。導入部19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。

## 【0072】

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19a及び小導入口19bが形成されている場合、大導入口19a及び小導入口19b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19a及び小導入口19b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り、湿潤ガスが中空糸膜31の内部を通る乾燥ガスに対向して流れ易くなる。

## 【0073】

また、導入部19において、上流側に設けられた大導入口19aの開口面積は、下流側に設けられた小導入口19b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19a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19b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19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31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19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19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19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19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できる。

## 【符号の説明】

## 【0074】

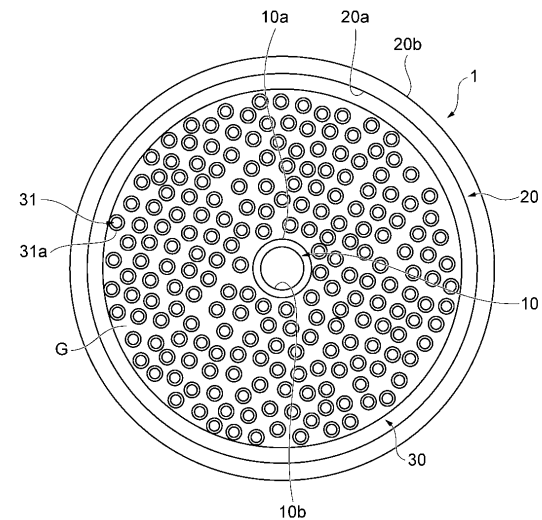
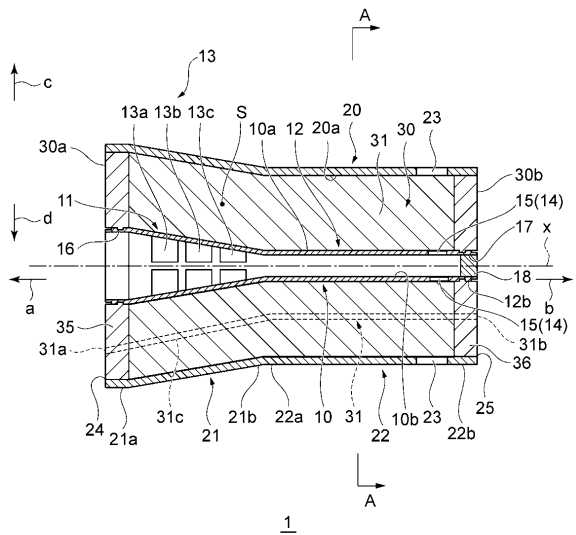
1…中空糸膜モジュール、10…内ケース、10a…外周面、10b…内周面、11…上流本体部、11a…上流端部、11b…下流端部、12…下流本体部、12a…上流端部、12b…下流端部、13, 19…導入部、13a~13c…導入口、14…バイパス部、15…バイパス口、16, 17…開口、18…封止部、19a…大導入口、19b…

小導入口、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、24, 25…開口、S…空間、30…中空系膜束、30a…上流端、30b…下流端、31…中空系膜、31a…上流開口、31b…下流開口、31c…外周面、35, 36…封止部、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

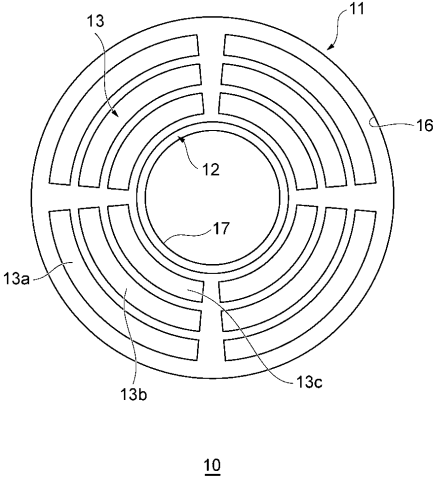
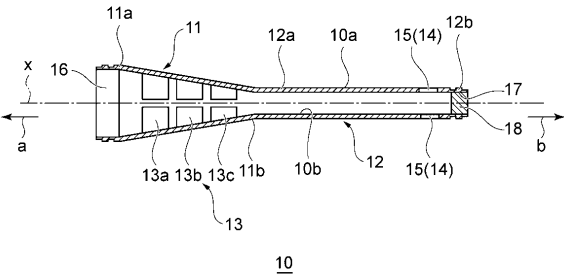
30

40

50

【図 3】

【図 4】

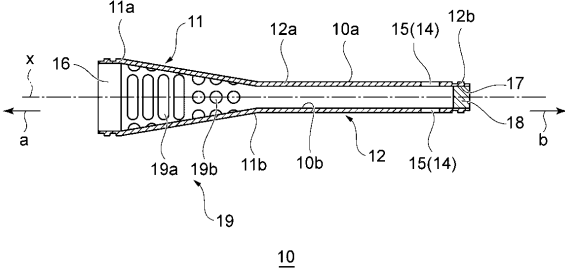
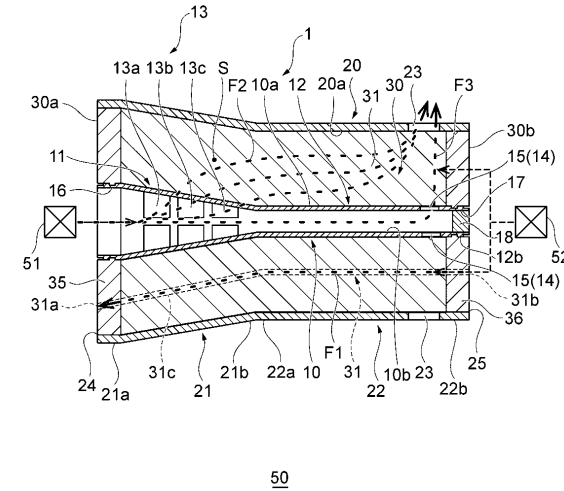


10

20

【図 5】

【図 6】



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