(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第5222246号
(P5222246)
(45)発行日　平成25年6月26日(2013.6.26)　(24)登録日　平成25年3月15日(2013.3.15)

(51)Int.Cl.		F I		
B01D 63/02	(2006.01)	B01D	63/02	
B01D 53/22	(2006.01)	B01D	53/22	
B01D 63/00	(2006.01)	B01D	63/00	510
H01M 8/04	(2006.01)	H01M	8/04	K
H01M 8/10	(2006.01)	H01M	8/04	N

請求項の数 6　(全 12 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2009-173450 (P2009-173450)
(22)出願日　平成21年7月24日 (2009.7.24)
(65)公開番号　特開2011-25154 (P2011-25154A)
(43)公開日　平成23年2月10日 (2011.2.10)
審査請求日　平成23年11月25日 (2011.11.25)

(73)特許権者　000005326
本田技研工業株式会社
東京都港区南青山二丁目１番１号
(74)代理人　100096884
弁理士　末成　幹生
(72)発明者　日高　洋平
埼玉県和光市中央１丁目４番１号　株式会社本田技術研究所内
(72)発明者　片桐　敏勝
埼玉県和光市中央１丁目４番１号　株式会社本田技術研究所内
(72)発明者　井加田　拓素
埼玉県和光市中央１丁目４番１号　株式会社本田技術研究所内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】水分交換用中空糸膜モジュール

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
筒状ケースと、
上記筒状ケース内の空間に軸方向に延在させて充填された複数の中空糸膜と、
上記筒状ケースの両端において上記複数の中空糸膜を固定して上記空間を封止したシール部と、
上記筒状ケースの一側面に設けられた導入口と、
上記導入口が設けられた側面の対向面に設けられた排出口と、
上記中空糸膜の一端側から中空糸膜の中空内部を経由して他端側に至る第１流体経路と、
上記導入口から上記空間内でありかつ上記中空糸膜の外側を経由して上記排出口に至る第２流体経路と、
上記空間内で上記軸方向に延在し、かつ上記第２流体経路を横切る面を有する複数の多孔部材と、
上記空間内で上記軸方向に延在し、上記多孔部材と接してこれを支持し、かつ上記多孔部材よりも高い剛性を有する支持部材とを備え、
前記支持部材のうち少なくとも一つは、全ての中空糸膜よりも前記第２流体経路上流に配置されていることを特徴とする水分交換用中空糸膜モジュール。
【請求項２】
筒状ケースと、

上記筒状ケース内の空間に軸方向に延在させて充填された複数の中空糸膜と、
上記筒状ケースの両端において上記複数の中空糸膜を固定して上記空間を封止したシール部と、
上記筒状ケースの一側面に設けられた導入口と、
上記導入口が設けられた側面の対向面に設けられた排出口と、
上記中空糸膜の一端側から中空糸膜の中空内部を経由して他端側に至る第１流体経路と、
上記導入口から上記空間内でありかつ上記中空糸膜の外側を経由して上記排出口に至る第２流体経路と、
上記空間内で上記軸方向に延在し、かつ上記第２流体経路を横切る面を有する複数の多孔部材と、
上記空間内で上記軸方向に延在し、上記多孔部材と接してこれを支持し、かつ上記多孔部材よりも高い剛性を有する支持部材とを備え、
前記支持部材は、棒状に形成され、
前記複数の多孔部材は、その２つ以上のそれぞれの辺に沿って上記支持部材が固定されていることを特徴とする水分交換用中空糸膜モジュール。
【請求項３】
前記支持部材は、棒状に形成され、
前記複数の多孔部材は、筒状に形成されて、前記軸方向に直交する面の断面視で前記複数の中空糸膜の少なくとも一部を囲繞し、
上記複数の多孔部材のうち少なくとも一つの多孔部材は、上記断面視で前記支持部材を囲繞してなることを特徴とする請求項１に記載の水分交換用中空糸膜モジュール。
【請求項４】
前記支持部材のうち少なくとも一つは、ケースと一体に形成されていることを特徴とする請求項１～３のいずれかに記載の水分交換用中空糸膜モジュール。
【請求項５】
前記中空糸膜の乾燥状態では、中空糸膜どうしの間および中空糸膜と前記多孔部材との間に形成される空隙部を有し、上記中空糸膜の膨潤状態では、これらが互いに接触することで上記空隙部を減少させることを特徴とする請求項１～４のいずれかに記載の水分交換用中空糸膜モジュール。
【請求項６】
前記多孔部材は、少なくともその一端を前記シール部で固定されていることを特徴とする請求項１～５のいずれかに記載の水分交換用中空糸膜モジュール。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、たとえば燃料電池システムに用いて好適な水分交換用中空糸膜モジュールに係り、特に、被加湿ガスに対する加湿効率を向上させる技術に関する。
【背景技術】
【０００２】
燃料電池としては、平板状の膜電極構造体（ＭＥＡ：Ｍｅｍｂｒａｎｅ　Ｅｌｅｃｔｒｏｄｅ　Ａｓｓｅｍｂｌｙ）の両側にセパレータが積層された積層体が単位セルとされ、複数の単位セルが例えば数百層積層されて燃料電池スタックとして構成された燃料電池が知られている。膜電極構造体は、正極（空気極、カソード）および負極（燃料極、アノード）を構成する一対の電極の間にイオン交換樹脂等からなる電解質膜が挟まれた三層構造である。このような燃料電池によると、例えば、燃料極側のガス拡散電極に面するガス流路に燃料ガスを流し、空気極側のガス拡散電極に面するガス流路に酸化剤ガスを流すと電気化学反応が起こり、発電が生じる。
【０００３】
ここで、上記のような電気化学反応を安定させるためには、膜電極構造体が湿潤してい

ることが望ましい。たとえば、特許文献１には、燃料ガス流路内で燃料ガスに発電生成水が水蒸気となって加わることにより、水蒸気分圧が上昇した使役後のアノード排出ガスを加湿ガスとし、未使役の燃料ガスを加湿する燃料電池システムが開示されている。

【０００４】

ところで、近年、燃料電池の高性能化に伴って膜電極構造体は薄くなる傾向にあり、電気化学反応で生成され空気極側に出てくる水が燃料極側へ移動するという現象が生じるようになってきた。このため、燃料ガスを加湿すると燃料極の湿潤状態が過剰となり、燃料と燃料極との接触が妨げられるフラッディングと呼ばれる現象が生じる。一方、空気極側は、湿潤の程度が過剰でも電気化学反応にはさほど差し障りがない場合のあることが知られている。したがって、最近では、燃料ガスを加湿するよりも酸化剤ガスを加湿する技術が重要視されてきている。

【０００５】

酸化剤ガスを加湿する従来の自動車用燃料電池システムとして、たとえば、特許文献２には、水蒸気透過膜で区切られた加湿器の一方の空間に乾燥した未使役の酸化剤ガスを供給し、他方の空間に湿潤した使役後の酸化剤ガスの排気（オフガス）を供給して、水蒸気透過膜を介してオフガスから酸化剤ガスへ水分を移動させる技術が開示されている。

【０００６】

しかしながら、上記技術では、略平面状の水蒸気透過膜を介してその両側からガスを接触させて水分移動を行うため、接触領域が小さく、連続的に供給される酸化剤ガスに対して水分移動が間に合わず、加湿効率が十分ではないという問題があった。

【０００７】

このような問題に対して、たとえば、特許文献３～６には、加湿器内に中空糸膜を充填して、未使役の酸化剤ガスを中空糸膜の中空内部に流通させるとともに使役後のオフガスを中空糸膜外壁に接触するように流通させて、中空糸膜を介して水分移動を行う技術が開示されている。これらの技術によれば、加湿器内に微細な中空糸膜が多数充填されているので、水分移動を行うための接触領域は著しく増加しており、特許文献１に記載の技術と比較して加湿効率は向上している。

【０００８】

しかしながら、中空糸膜は、水分移動の際の吸湿によって膨潤するため、加湿器内に充填する際にはその寸法変化を考慮して、中空糸膜間に予め空隙を設けて充填しなければならず、密に充填することができない。このように、中空糸膜間には空隙があり、また、中空糸膜は弾性的に変形可能であるため、加湿器内にオフガスを導入すると、ガス流速が最も大きい導入部分においてオフガスが中空糸膜を押し退けて、隙間が形成されてしまう。オフガスは、この隙間をバイパス路として流れてしまうため、加湿器内を均一に流通させることができず、加湿効率が低下するという問題があった。

【０００９】

このような問題に対して、特許文献４に記載の技術では、数本の中空糸膜を剛性棒と共に束ねて固定したものを多数製造し、これを加湿器に充填することで、中空糸膜の移動を抑制している。また、特許文献５および６に記載の技術では、加湿器内に仕切り板を設けることによって、オフガスの流路を導き、また、中空糸膜の特定の方向への偏りを抑制している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【００１０】

【特許文献１】実開昭６１－３６７１号公報
【特許文献２】特開平６－１３２０３８号公報
【特許文献３】特願２００２－１４７８０２号公報
【特許文献４】特願２００４－３１１２８７号公報
【特許文献５】特願２００５－４０６７５号公報
【特許文献６】特願２００７－３２３９８２号公報

【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【００１１】
しかしながら、特許文献４に記載の技術では、中空糸膜を剛性棒と共に束ねたものを多数製造する必要があるため、工程数が増大して好ましくない。また、特許文献５および６に記載の技術では、従来よりは中空糸膜の移動は抑制することができるものの、仕切り板で区切られた領域内での偏りまでも抑制することは困難であり、また、ガスを流通させる必要上、仕切り板を完全に閉じた構造とすることはできず、その開口部分における偏りを抑制することはできない。
【００１２】
したがって、本発明は、上記従来技術の課題を解決するためになされたもので、中空糸膜内に供給される乾燥した燃料電池未使役のガスを充分に加湿することができるのは勿論のこと、加湿器内に充填された中空糸膜の偏りを抑制して、湿潤した燃料電池使役後のオフガスを加湿器内で均一に流通させることができる水分交換用中空糸膜モジュールを提供することを目的としている。
【課題を解決するための手段】
【００１３】
本発明の第１の水分交換用中空糸膜モジュールは、筒状ケースと、筒状ケース内の空間に軸方向に延在させて充填された複数の中空糸膜と、筒状ケースの両端において複数の中空糸膜を固定して上記空間を封止したシール部と、筒状ケースの一側面に設けられた導入口と、導入口が設けられた側面の対向面に設けられた排出口と、中空糸膜の一端側から中空糸膜の中空内部を経由して他端側に至る第１流体経路と、導入口から上記空間内でありかつ中空糸膜の外側を経由して排出口に至る第２流体経路と、上記空間内で軸方向に延在し、かつ第２流体経路を横切る面を有する複数の多孔部材と、上記空間内で軸方向に延在し、多孔部材と接してこれを支持し、かつ多孔部材よりも高い剛性を有する支持部材とを備え、支持部材のうち少なくとも一つは、全ての中空糸膜よりも前記第２流体経路上流に配置されていることを特徴としている。
【００１４】
本発明の第２の水分交換用中空糸膜モジュールは、筒状ケースと、筒状ケース内の空間に軸方向に延在させて充填された複数の中空糸膜と、筒状ケースの両端において複数の中空糸膜を固定して上記空間を封止したシール部と、筒状ケースの一側面に設けられた導入口と、導入口が設けられた側面の対向面に設けられた排出口と、中空糸膜の一端側から中空糸膜の中空内部を経由して他端側に至る第１流体経路と、導入口から上記空間内でありかつ中空糸膜の外側を経由して排出口に至る第２流体経路と、上記空間内で軸方向に延在し、かつ第２流体経路を横切る面を有する複数の多孔部材と、上記空間内で軸方向に延在し、多孔部材と接してこれを支持し、かつ多孔部材よりも高い剛性を有する支持部材とを備え、支持部材は、棒状に形成され、複数の多孔部材は、その２つ以上のそれぞれの辺に沿って上記支持部材が固定されていることを特徴としている。
【００１５】
上記構成の水分交換用中空糸膜モジュールにあっては、中空糸膜内を経由する第１流体経路に例えば乾燥した未使役のガス（酸化剤ガスあるいは燃料ガス）を流通させ、中空糸膜外を経由する第２流体経路に例えば湿潤した使役後のオフガスを流通させてオフガスの水分を未使役のガスに移動させるにあたり、中空糸膜が充填されている空間内において複数の多孔部材が配置され、かつ多孔部材と接してこれを支持する支持部材が配置されているので、中空糸膜は、支持部材で支持される多孔部材によって拘束される。特に、多孔部材は、第２流体経路を横切る面を有しているので、第２流体経路のガスに対して、中空糸膜の移動が抑制される。これにより、中空糸膜と筒状ケースとの隙間が形成されないので、オフガスは中空糸膜モジュール内を均一に流通し、効率良く水分交換を行うことができる。
【００１６】

多孔部材が筒状である場合、本発明の第１の水分交換用中空糸膜モジュールのように、支持部材のうち少なくとも一つは、全ての中空糸膜よりも第２流体経路上流に配置されていることが好ましい。第２流体経路上流側は、ガスの導入口側であるためにガス流速が高く、中空糸膜の偏りが最も生じ易いので、このような上流側で中空糸膜の前に支持部材が設けられていると、支持部材による多孔部材の固定がより強固になり、ひいては全ての中空糸膜が、支持され強く固定された多孔部材に支えられるので、その移動をより強固に抑制する。一方、多孔部材が筒状に閉じておらず平面（または略平面である曲面）を形成している場合は、本発明の第２の水分交換用中空糸膜モジュールのように、支持部材は、棒状に形成され、複数の多孔部材は、その２つ以上のそれぞれの辺に沿って支持部材が固定されていることが好ましい。このような態様によれば、略平面状の多孔部材の２辺以上が支持部材によって固定されているので、ガス圧力によっても多孔部材は変形・移動することなく、多孔部材は、中空糸膜を拘束してその移動を抑制する。

【００１７】

支持部材は、棒状に形成され、複数の多孔部材は、筒状に形成されて、前記軸方向に直交する面の断面視で複数の中空糸膜の少なくとも一部を囲繞し、複数の多孔部材のうち少なくとも一つの多孔部材は、断面視で支持部材を囲繞してなることが好ましい。多孔部材は、中空糸膜を筒状に囲んでいるので、その領域内で中空糸膜の移動が抑制される。さらに多孔部材は、支持部材をも囲んでいるので、その多孔部材の移動が抑制されることにより、囲んでいる中空糸膜の移動をより強固に抑制する。

【００１８】

支持部材のうち少なくとも一つは、ケースと一体に形成されていることが好ましい。このような態様によれば、支持部材はケースと一体化されることで剛性がより向上し、多孔部材の変形・移動を確実に抑制し、ひいては中空糸膜の移動をより強固に抑制する。

【００１９】

中空糸膜の乾燥状態では、中空糸膜どうしの間および中空糸膜と多孔部材との間に形成される空隙部を有し、中空糸膜の膨潤状態では、これらが互いに接触することで空隙部を減少させることが好ましい。このような態様によれば、水分交換用中空糸膜モジュールの運転時にあって中空糸膜と多孔部材を互いに接触させることができ、ケースに沿った隙間の形成が確実に抑制される。

【００２０】

中空糸膜を拘束する多孔部材は、少なくともその一端をシール部で固定されていることが好ましい。このような態様によれば、ガスの流通に際して力が加わっても多孔部材の移動が抑制されるため、多孔部材と中空糸膜の摩擦による中空糸膜の損傷が抑制される。

【発明の効果】

【００２１】

本発明によれば、モジュール内に充填された中空糸膜が多孔部材と筒状ケースとの間で保持されて拘束されているので、オフガスの流通による中空糸膜の偏りを抑制し、モジュール内のオフガスを均一に流通させることができる。

【図面の簡単な説明】

【００２２】

【図１】水分交換用中空糸膜モジュールを示す透視斜視図である。

【図２】図１の水分交換用中空糸膜モジュールを示す側方断面図である。

【図３】従来の水分交換用中空糸膜モジュールにおける中空糸膜の偏りを示す側方断面図である。

【図４】本発明の実施形態に係る水分交換用中空糸膜モジュールにおける多孔部材の配置を示す模式断面図であり、（ａ）は側方断面図、（ｂ）は（ａ）におけるＡ－Ａ線断面図である。

【図５】本発明の水分交換用中空糸膜モジュールにおける多孔部材の配置を示す模式断面図である。

【図６】本発明の水分交換用中空糸膜モジュールにおける多孔部材の配置を示す模式断面

図である。
【図７】本発明の水分交換用中空糸膜モジュールにおける多孔部材の配置を示す模式断面図である。
【図８】本発明の多孔部材の例を示す平面図である。
【図９】本発明の多孔部材と支持部材との接合例を示す模式図である。
【発明を実施するための形態】
【００２３】
以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。まず、実施形態の説明に先立ち、本発明を適用することができる水分交換用中空糸膜モジュールの一般的な構成について、図１および２を参照して説明する。図１および２に示すように、水分交換用中空糸膜モジュールＭは、筒状ケース１０を有し、この筒状ケース１０内の空間（以下、充填空間と略称する場合がある）には、複数の中空糸膜１１が、筒状ケース１０の軸方向（筒状ケースの延在する方向）と平行に充填されている。複数の中空糸膜１１は、吸湿に際して膨張するため、その寸法変化を吸収するために、所定の間隔を介して充填されている。
【００２４】
中空糸膜１１の両端は、シール部１４によって筒状ケース１０に固定されている。図１では、中空糸膜１１は部分的に省略して図示しているが、中空糸膜１１は両端のシール部１４間に延在している。シール部１４は、上記充填空間における中空糸膜１１の外側を合成樹脂等で埋設したものであり、充填空間のみを外部に対して封止するものである。したがって、中空糸膜１１の中空内部は封止されておらず、中空糸膜１１の中空内部は両端とも外部に連通している。本実施形態では、中空糸膜１１の一端側（矢印２０）から中空糸膜の中空内部を経由して他端側（矢印２１）に至る経路を第１流体経路と定義する。
【００２５】
筒状ケース１０の一側面（例えば図においては底面）には、ガスの導入口１２が設けられており、導入口１２の下流側であってかつ対向する面（例えば図においては頂面）には、ガスの排出口１３が設けられている。本実施形態では、導入口１２（矢印２２）から充填空間内でありかつ中空糸膜１１の外側を経由して排出口１３（矢印２３）に至る経路を第２流体経路と定義する。
【００２６】
上記の水分交換用中空糸膜モジュールＭにおいては、例えば、乾燥した燃料電池未使役のガス２０を第１流体経路に導入するとともに、このガスを燃料電池で使役した後の排気ガスであるオフガス２２を第２流体経路に導入するので、乾燥した未使役のガス２０が中空糸膜１１内を通過すると同時に、湿潤した使役後のオフガス２２は充填空間内の中空糸膜１１の外側を通過する。中空糸膜１１は、内外のガス交換は阻止するが、その両面に存在する微細な孔を通じて水分のみを移動させることができるため、高湿潤側から低湿潤側への水分移動が行われる。このようにして、第１流体経路および第２流体経路に導入された乾燥した未使役のガス２０および湿潤した使役後のオフガス２２それぞれにおいては、水分が移動し、加湿された未使役のガス２１および湿度が低下した使役後のオフガス２３となって排出される。
【００２７】
図３は、従来の水分交換用中空糸膜モジュールにおける問題点を説明するための図である。上述したように、中空糸膜１１は、湿潤によって寸法変化するために、乾燥状態にあっては所定の間隔を以って充填空間内に固定されている。また、中空糸膜１１は、弾性的に変形する性質を有している。そのため、図３に示すように、オフガス２２が導入口１２から導入されると、ガス流速が最も大きい導入口１２側で圧力が高まり、オフガス２２は中空糸膜１１を押し退けて変形させ、筒状ケース１０の底面に沿って隙間が生じてしまう。オフガスは、矢印２４で示すようにこの隙間を経由して下流側（図において右側）へ一気に移動し、その後、排出口１３へ向かって流通して排出されてしまう。このように、オフガスは上流側（図において左側）においては中空糸膜１１の空隙を通過せず、下流側のみで水分移動が行われるため、中空糸膜１１の利用率および加湿効率が低いという問題が

あった。

【００２８】

第１実施形態

図４は、上述した従来の問題を解決することができる本発明の水分交換用中空糸膜モジュールの第１実施形態を示す図である。図４（ａ）は、中空糸膜１１内を流れる第１流体経路に平行な向きで切断した断面図であり、（ｂ）は、直交する向きで切断した断面図である。なお、図４の第１実施形態の水分交換用中空糸膜モジュールは、多孔部材３０ａ～３０ｃ以外の構成要素は図１および２と共通であるため、ここでは共通部分の説明および図示は省略し、第１実施形態特有の構成、作用および効果について説明する。また、以降の実施形態についても同様である。

【００２９】

図４（ａ）および（ｂ）に示すように、充填空間内には、複数の筒状の多孔部材３０ａ～３０ｃが、筒状ケース１０の軸方向と平行に設けられており、その両端部をシール部１４に埋設されることで固定されている。また、中空糸膜１１の第２流体経路の最上流側には、棒状の支持部材４０が、筒状ケース１０の軸方向と平行に設けられており、その両端部をシール部１４に埋設されることで固定されている。多孔部材３０ａは、一部の中空糸膜および支持部材４０を囲み、多孔部材３０ｂは、多孔部材３０ａおよびさらに一部の中空糸膜を囲み、多孔部材３０ｃは、多孔部材３０およびさらに一部の中空糸膜を囲んでいる。

【００３０】

多孔部材３０ａ～３０ｃは、オフガスを十分に流通させることができる開口部を有し、オフガスのガス圧力を受けても変形しにくい剛性を有し、かつ長期の使用に耐え得るような耐食性を有する材料で構成されている。多孔部材３０ａ～３０ｃは、例えばステンレス鋼等の金属やプラスチックからなるメッシュで構成してもよく、その他、開口部を多数打ち抜き形成した板状部材等とすることができる。

【００３１】

支持部材４０は、少なくとも上記の多孔部材４０よりも剛性が高くなるよう構成されており、多孔部材と同様、長期の使用に耐え得るような耐食性を有する材料で構成されている。例えばステンレス鋼等の金属やプラスチックを選択し、中実の棒状に形成することができる。

【００３２】

本発明におけるシール部１４を形成する方法としては特に限定されず、任意の固定手段を用いることができる。本実施形態では、筒状ケース１０の端部を立てた状態で充填空間に中空糸膜１１、支持部材４０、多孔部材３０ａ～３０ｃを充填して、下端部を樹脂に浸漬して固定し、続いて上下を反転させて他端部も同様にして樹脂に浸漬して固定するポッティングを採用している。ポッティングの際、浸漬した樹脂は、中空糸膜１１の内外を封止してしまうが、中空糸膜１１の径よりも中空糸膜１１どうしの間隔の方が小さいため、毛細管現象により樹脂の浸漬高さが異なり、中空糸膜１１の外部と比較して内部の方が浅く封止される。このため、この部分を切断除去することにより、中空糸膜１１内部はモジュール外界に連通させて、中空糸膜１１外部のみに樹脂を残存させ、充填空間を封止することができる。

【００３３】

本実施形態においては、中空糸膜１１の湿潤による膨張率を予め把握しておく。そして膨張率が最大に達した際に中空糸膜１１の移動を抑制するため、中空糸膜１１どうしの間、および中空糸膜１１と多孔部材３０ａ～３０ｃの間が互いに接触して隙間無く密に充填されるよう、あるいは隙間が減って密度が高く充填されるようにそれぞれが配置されている。一方乾燥状態においては、これらの間に空隙部（隙間）をもって中空糸膜１１と多孔部材３０ａ～３０ｃが配置されている。

【００３４】

本発明における中空糸膜１１としては、公知の中空糸膜を選択することができ、具体的

には、フェノールスルホン酸、ポリスチレンスルホン酸、ポリトリフルオロスチレンスルホン酸、パーフルオロカーボンスルホン酸等の高分子イオン交換膜で構成されたものや、高分子樹脂系あるいはセラミック系等の中空糸膜が挙げられる。

【００３５】

本実施形態によれば、導入口１２からオフガスが充填空間内に導入される際に導入口１２近傍の中空糸膜１１がガス圧力を受けても、支持部材４０に接触して固定されている多孔部材３０ａが最も導入口側の中空糸膜１１を拘束しているので、導入口１２側のケース面と多孔部材３０ａとの間の領域の中空糸膜１１の移動が抑制される。加えて、多孔部材３０ｂ、３０ｃがさらに排出口側で中空糸膜１１を拘束しているので、多孔部材３０ａの外側であって多孔部材３０ｂの内側の領域の中空糸膜１１、および多孔部材３０ｂの外側であって多孔部材３０ｃの内側の領域の中空糸膜１１の移動をも抑制することができる。これにより、筒状ケース１０に沿って隙間が生じることが抑制されるので、オフガスは充填空間内において上流側から下流側へ向かって均一に流通する。これにより、中空糸膜１１の利用率および加湿効率が向上する。

【００３６】

特に、本実施形態では、予め中空糸膜１１の膨張率を考慮した所定の空隙を以って中空糸膜１１と多孔部材３０ａ～３０ｃが配置されているので、水分交換用中空糸膜モジュールの運転時にあっては中空糸膜１１と多孔部材３０ａ～３０ｃを互いに接触させることができ、筒状ケース１０に沿った隙間の形成が確実に抑制される。

【００３７】

第２実施形態

図５は、本発明の第２実施形態に係る水分交換用中空糸膜モジュールであって、図４（ｂ）と同様、中空糸膜１１内を流れる第１流体経路に直交する向きで切断した断面図である。図５に示すように、充填空間内には、内部が複数の領域に分割された筒状の多孔部材３１が、筒状ケース１０の軸方向と平行に設けられており、その両端部をシール部１４に埋設されることで固定されている。また、中空糸膜１１の第２流体経路の最上流側には、棒状の支持部材４０が、筒状ケース１０の軸方向と平行に設けられており、その両端部をシール部１４に埋設されることで固定されている。多孔部材３１は、中空糸膜１１および支持部材４０を囲んでいる。多孔部材３１は、縫合や溶着等の手段で接続された別の多孔部材によって内部を分割されて、３つの領域に区切られており、ガスの最上流側の領域には一部の中空糸膜１１および支持部材４０を囲み、下流側の他の２つの領域には残りの中空糸膜１１を囲んでいる。

【００３８】

本実施形態においては、筒状の多孔部材３１は、複数の筒状多孔部材が接合された形とみなすことができる。したがって、第１実施形態と同様に、導入口１２からオフガスが充填空間内に導入される際に導入口１２近傍の中空糸膜１１がガス圧力を受けても、多孔部材３１のうち支持部材４０に接触して固定されている上流側の領域が最も導入口側の中空糸膜１１を拘束しているので、導入口１２側のケース面と多孔部材３１との間の領域の中空糸膜１１の移動が抑制され、多孔部材３１のうち残りの下流側の領域がさらに排出口側で中空糸膜１１を拘束しているので、下流側の中空糸膜１１の移動をも抑制することができる。これにより、筒状ケース１０に沿って隙間が生じることが抑制されるので、オフガスは充填空間内において上流側から下流側へ向かって均一に流通する。これにより、中空糸膜１１の利用率および加湿効率が向上する。

【００３９】

第３実施形態

図６は、本発明の第３実施形態に係る水分交換用中空糸膜モジュールであって、中空糸膜１１内を流れる第１流体経路に直交する向きで切断した断面図である。図６に示すように、充填空間内には、複数の筒状の多孔部材３２ａ～３２ｃが、筒状ケース１０の軸方向と平行に設けられており、その両端部をシール部１４に埋設されることで固定されている。また、充填空間内であってかつ中空糸膜束１１の内部には、棒状の支持部材４１ａ～４

１ｃが筒状ケース１０の軸方向と平行に設けられており、その両端部をシール部１４に埋設されることで固定されている。

【００４０】

中空糸膜１１の第２流体経路の最上流側には、支持部材４１ａが固定されており、支持部材４１ａに接触してこれを囲むように、かつ最上流側の中空糸膜１１を囲むように多孔部材３２ａが設けられている。多孔部材３２ａの下流側には、支持部材４１ｂが固定されており、支持部材４１ｂに接触してこれを囲むように、かつ一部の中空糸膜１１を囲むように多孔部材３２ｂが設けられている。さらに、多孔部材３２ｂの下流側には、支持部材４１ｃが固定されており、支持部材４１ｃに接触してこれを囲むように、かつ一部の中空糸膜１１を囲むように多孔部材３２ｃが設けられている。

【００４１】

本実施形態においては、導入口１２からオフガスが充填空間内に導入される際に導入口１２近傍の中空糸膜１１がガス圧力を受けても、支持部材４１ａに接触して固定されている多孔部材３２ａが最も導入口側の中空糸膜１１を拘束しているので、導入口１２側のケース面と多孔部材３２ａとの間の領域の中空糸膜１１の移動が抑制される。加えて、支持部材４１ｂ、４１ｃに接触して固定されている多孔部材３２ｂ、３２ｃがさらに排出口側で中空糸膜１１を拘束しているので、多孔部材３２ｂの内側の領域の中空糸膜１１、および多孔部材３２ｃの内側の領域の中空糸膜１１の移動をも抑制することができる。これにより、筒状ケース１０に沿って隙間が生じることが抑制されるので、オフガスは充填空間内において上流側から下流側へ向かって均一に流通する。これにより、中空糸膜１１の利用率および加湿効率が向上する。

【００４２】

第４実施形態

図７は、本発明の第４実施形態に係る水分交換用中空糸膜モジュールであって、中空糸膜１１内を流れる第１流体経路に直交する向きで切断した断面図である。図７に示すように、充填空間内には、複数の略平面状の多孔部材３３ａ～３３ｄが、筒状ケース１０の軸方向と平行に設けられており、その両端部をシール部１４に埋設されることで固定されている。また、充填空間内であってかつ中空糸膜束１１の内部には、棒状の支持部材４２ａ～４２ｄが筒状ケース１０の軸方向と平行に設けられており、その両端部をシール部１４に埋設されることで固定されている。多孔部材３３ａ～３３ｄは、その両端（両辺）に支持部材４２ａ～４２ｄが接続されて固定されている。本実施形態においては、支持部材４２ａ～４２ｄは、シール部１４によって固定されているだけではなく、筒状ケース１０の側面においても、一体となって形成されている。

【００４３】

中空糸膜１１の第２流体経路の最上流側には、多孔部材３３ａが両端の支持部材４２ａを介して筒状ケース１０に固定されており、その下流側には、同様にして支持部材４２ｂ～４２ｄを介して多孔部材３３ｂ～３３ｄが筒状ケース１０に固定されている。

【００４４】

本実施形態においては、導入口１２からオフガスが充填空間内に導入される際に導入口１２近傍の中空糸膜１１がガス圧力を受けても、多孔部材３３ａ～３３ｄは、筒状ケース１０と一体化された支持部材４２ａ～４２ｄを介して筒状ケース１０に強固に固定されているので、各多孔部材間に挟持されている中空糸膜１１は、移動が抑制される。これにより、筒状ケース１０に沿って隙間が生じることが抑制されるので、オフガスは充填空間内において上流側から下流側へ向かって均一に流通する。これにより、中空糸膜１１の利用率および加湿効率が向上する。

【００４５】

本実施形態においては、多孔部材３３は、少なくともその２辺を棒状の支持部材４２によって固定されていればよく、例えば図８（ａ）に示すように対向する２辺が固定されていると好ましく、図８（ｂ）に示すように周囲４辺が固定されているとさらに好ましい。また、多孔部材３３と支持部材４２との固定方法としては、例えば図９（ａ）に示すよう

に多孔部材３３と支持部材４２の接触領域を溶着させるか、図９（ｂ）に示すように、支持部材４２に凹部および貫通部を形成し、貫通部に多孔部材３３を貫通させるとともに凹部にピンやネジ等の固定手段４３を挿入して、挟み込むことによって固定してもよい。

【００４６】

変形例

上記説明においては、第１流体経路に乾燥した未使役のガスを流し、第２流体経路に湿潤した使役後のオフガスを流した例を説明したが、本発明はこの態様のみに限定されるものではなく、第１流体経路に湿潤した使役後のオフガスを流し、第２流体経路に乾燥した未使役のガスを流して水分交換を行うことも可能である。

【００４７】

さらに、上記説明では、筒状ケース１０の断面が矩形である場合を例にとり説明したが、本発明の水分交換用中空糸膜モジュールは矩形に限定されるものではなく、例えば断面が多角形の筒状とすることもできる。

【産業上の利用可能性】

【００４８】

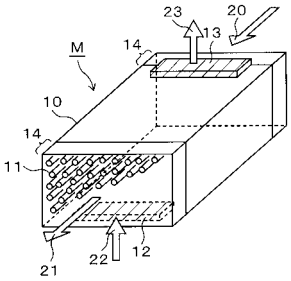
本発明によれば、燃料電池から排出されるオフガスの水分を未使役の酸化剤ガスの加湿に再利用することができ、また、水分交換における加湿効率を高めることにより燃料電池の適正な加湿量での運転が可能となるから、厳格な安定運転が要求される車載用燃料電池システムに適用して極めて有望である。

【符号の説明】

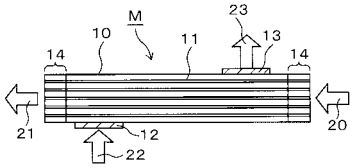
【００４９】

Ｍ…水分交換用中空糸膜モジュール、
１０…筒状ケース、
１１…中空糸膜、
１２…ガス導入口、
１３…ガス排出口、
１４…シール部、
２０…未使役のガス（低湿潤）、
２１…未使役のガス（水分交換後）、
２２…使役後のオフガス（高湿潤）、
２３…使役後のオフガス（水分交換後）、
３０～３３…多孔部材、
４０～４２…支持部材、
４３…固定手段

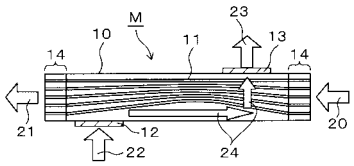
【図１】



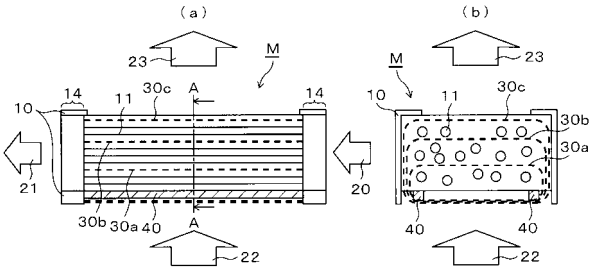
【図２】



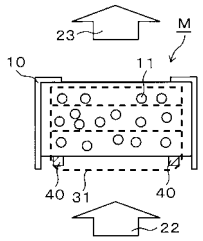
【図３】



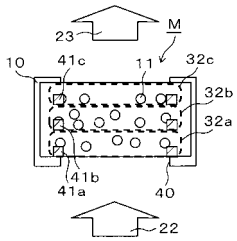
【図４】



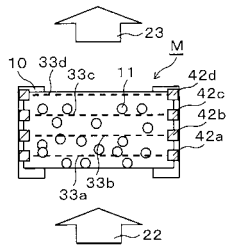
【図５】



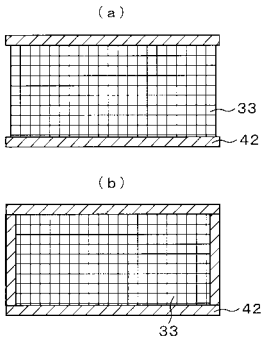
【図６】



【図７】



【図８】



【図９】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. FI
H01M 8/10

審査官 川合 理恵

(56)参考文献 特開平07－148421（JP, A）
実開平03－019535（JP, U）
特開2003－290340（JP, A）
特開2008－296190（JP, A）
特開2000－185220（JP, A）
特開昭52－126681（JP, A）
特開2002－289228（JP, A）
実開昭51－106244（JP, U）
実開平02－025021（JP, U）

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B01D 61／00－71／82
B01D 53／22