

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5287789号
(P5287789)

(45) 発行日 平成25年9月11日(2013.9.11)

(24) 登録日 平成25年6月14日(2013.6.14)

(51) Int.Cl.

B O 1 D 63/12 (2006.01)

F 1

B O 1 D 63/12

請求項の数 5 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2010-107972 (P2010-107972)	(73) 特許権者	000003159
(22) 出願日	平成22年5月10日 (2010.5.10)		東レ株式会社
(62) 分割の表示	特願2005-26340 (P2005-26340) の分割		東京都中央区日本橋室町2丁目1番1号
原出願日	平成17年2月2日 (2005.2.2)	(72) 発明者	片山 朗
(65) 公開番号	特開2010-167420 (P2010-167420A)		愛媛県伊予郡松前町大字筒井1515番地
(43) 公開日	平成22年8月5日 (2010.8.5)	(72) 発明者	片山 智正
審査請求日	平成22年6月8日 (2010.6.8)		愛媛県伊予郡松前町大字筒井1515番地
		(72) 発明者	関 隆志
			愛媛県伊予郡松前町大字筒井1515番地
			東レ株式会社愛媛工場内
		審査官	川合 理恵

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 流体分離素子及び流体分離装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

分離膜、原水流路材及び透過水流路材がスパイラル状に巻回されてなるスパイラル巻体の外周に外側シェルが設けられると共にスパイラル巻体及び外側シェルの両側の端部にテレスコープ防止板が配設された構造を有し、圧力容器内に直列に複数装填して使用される流体分離素子において、テレスコープ防止板の外周環部の外周面にブラインシール装着用凹部があり、流体分離素子内の原水流路と、流体分離素子と圧力容器との間の隙間とを連通させる通路として、下流側のテレスコープ防止板の外周環部に孔が設けられ、かつ、上流側のテレスコープ防止板のブラインシール装着用凹部より下流側にも上流側テレスコープ防止板の直近下流の外側シェルにも孔が設けられておらず、下流側のテレスコープ防止板の外周面にブラインシールが装着されていないことを特徴とする流体分離素子。

【請求項 2】

下流側のテレスコープ防止板の外周環部に設けられた孔の総面積が $2 \sim 100 \text{ mm}^2$ であることを特徴とする請求項 1 に記載の流体分離素子。

【請求項 3】

テレスコープ防止板の外周環部の孔が丸孔であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の流体分離素子。

【請求項 4】

流体分離素子内の原水流路と、流体分離素子と圧力容器との間の隙間とを連通させる通路として、上流側のテレスコープ防止板の外周環部のブラインシール装着用凹部より長手

方向端部側に孔が設けら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流体分離素子。

【請求項 5】

請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の流体分離素子の複数が圧力容器内に直列に複数装填され、隣接する流体分離素子のテレスコープ防止板どうしが接する形式で接続されており、かつ、最下流側の流体分離素子の下流にスラストリングが装填されていることを特徴とする流体分離装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

本発明は、逆浸透装置やナノ濾過装置、さらには限外濾過装置、精密濾過装置等に好適に用いられる流体分離素子および流体分離装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、海水淡水化や半導体分野における超純水用途、さらには、一般かん水用途や有機物分離、排水再利用などを始めとする膜の透過液または濃縮液を利用するさまざまな流体分離分野において、分離膜を用いた流体分離素子の使用が急速に増加してきている。

【0003】

流体分離素子の形態として、中空糸膜を用いたものや、平膜のプレートフレーム型、スパイラル型があげられる。この中で、スパイラル型の流体分離素子は、分離膜が透過水流路材と原水流路材と共に集水管の周りにスパイラル状に巻き付けられた構造をとる。スパイラル型流体分離素子では、図 1 に示すように、第 1 の分離膜 3 および第 2 の分離膜 4 の 3 辺を互いに接着して形成した封筒状膜の間に透過水流路材 5 を挟み込み、これと原水流路材 6 とを 1 つのユニットとして、単数もしくは複数ユニット用意し、集水管 1 の周囲にスパイラル状に巻き付けてスパイラル巻体 17 とする。封筒状膜は集水管 1 側で開口している。原水 2 は、流体分離素子の一方の端面から供給され、第 1 の分離膜 3 および第 2 の分離膜 4 で処理される。分離膜 3、4 を透過した透過水 8 は集水管 1 から取り出され、分離膜 3、4 を透過しなかった原水 2 は、流体分離素子の他方の端面から濃縮水 7 として排出される。

20

【0004】

30

通常スパイラル型の流体分離素子は、スパイラル巻体 17 の外側をガラス繊維とエポキシ樹脂の FRP シェルにより固められており（外側シェル 11）、長手方向の両端にテレスコープ防止板 9 が取り付けられた形態をとる。

【0005】

流体分離素子の上流側のテレスコープ防止板にはブラインシールと呼ばれるシール部材があり、原水が流体分離素子の外側 FRP シェルと圧力容器との間の隙間内へショートパスするのを防いでいる。ブラインシールは O リング等でもよいが、圧力容器への装填性から U シール等が用いられることが多い。U シールは、上流側から流体が流れてきた際には U 部分が開いてテレスコープ防止板と圧力容器を液密にシールする。下流側からの流れに対してはその構造上液密にシールすることはできない。

40

【0006】

流体分離素子が使用される時には、圧力容器の中に 1 ～ 6 本程度直列に装填して使用され、該圧力容器を多数本ラックの上に設置して大容量の流体の処理に対応する。

【0007】

圧力容器内に複数の流体分離素子を直列に装填した場合、通常は、連続する二つの流体分離素子のうち、上流側の流体分離素子の下流側のテレスコープ防止板と、下流側の流体分離素子の上流側のテレスコープ防止板との間の隙間から、上流側の流体分離素子の外側と圧力容器との間の隙間空間内に流体が流れ込むことができるため、流体分離素子の外側の FRP シェル内外には同じ圧力がかかることとなる。

【0008】

50

しかしながら、実運転の状況では、装置の構造、運転状況、使用状況等なんらかの原因で、圧力容器に装填した複数本の流体分離素子のテレスコープ防止板の端部表面同士が密着した状態になる場合がまれに発生する。また、ブラインシールがなんらかの状況で、下流側からの流体を液密にシールするような状態になることがある。

【0009】

このような状態になった時、流体分離素子の外側FRPシェルの内外で圧力差が生じる。すなわち、FRPシェルの外側には流体分離素子装填時の圧力（大気圧）であるが、FRPシェルの内側は、供給原水の圧力（高圧）となる。供給原水の圧力は、海水淡水化を行う場合は6～9MPaにも達する。そのため、この圧力差状態が発生すると流体分離素子の外側FRPシェル部分は圧力差に耐え切れずに破裂を起こすことが多い。破裂すると、内包する膜に損傷が発生して著しい性能低下を起こしてしまうケースがある。

10

【0010】

従来技術として、流体分離素子の外側FRPシェルの内外を連通させる開口部を設けた流体分離素子がある（例えば特許文献1、2参照）。この場合の開口部は、ブラインシールの背後（直近下流側）のシェル部分等に開口させた通路であり、シェルと圧力容器との間の隙間内における原水の滞留の防止を目的とする。この場合、原水は、開口部からの通路をショートパスし易いので、流体分離素子の膜面部分を有効に流すことができず、性能が悪化する問題があり、特に滞留を嫌う食品用途等に限定されて適用される。

【0011】

その他、従来のテレスコープ防止板としては、接続時に簡単にシールできるもの（例えば、非特許文献1参照）や、テレスコープ防止板に無数の孔をあけ原水の偏流を防ぐタイプ（例えば、非特許文献2参照）が用いられているが、いずれも不測の場合には、テレスコープ防止板の面同士の密着を生じて破裂を起こす危険性がある。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0012】

【特許文献1】実開平5-93530号公報

【特許文献2】特開平4-330921号公報

【非特許文献】

【0013】

【非特許文献1】ジョンソン ジェイ（Johnson J）アイレック インターロッキング エンドキャプス メイクシーウォーター デズリネイション プロセッシング イージーアー レス エクスペンシブ（iLEK interlocking Endcaps Make Seawater Desalination Processing Easier Less Expensive）[online]、ダウケミカルカンパニー（Dow Chemical Company）、2004年8月31日、ダウケミカルカンパニーホームページ[平成17年1月20日検索]、インターネット<URL<http://www.dow.com/webapps/lit/litorder.asp?filepath=liquidseps/pdfs/noreg/609-00466.pdf>>

30

【非特許文献2】ハイドロノーティクス（HYDRANATUICS）、フラッシュカットエレメントデザイン（FLUSH CUT ELEMENT DESIGN）、テクニカルサービスブレイクイン（Technical Service Bulletin）、[online]2002年9月、ハイドロノーティクスホームページ[平成17年1月20日検索]、インターネット<URL：<http://www.membranes.com/docs/tsb/tsb103.pdf>>

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

本発明は、流体分離素子が運転中に破裂するというトラブルを防ぐことを目的とする。具体的には、圧力容器内に流体分離素子を装填して連結したときに、テレスコープ防止板の面同士が密着した状態となった場合でも、圧力容器と流体分離素子との間の圧力が原水圧力と大幅に異なる状況とならずに、流体分離素子の破損を防ぐことを目的とする。

【課題を解決するための手段】

50

【0015】

上記目的を達成するため、本発明の流体分離素子は以下の構成からなる。すなわち、

(1) 分離膜、原水流路材及び透過水流路材がスパイラル状に巻回されてなるスパイラル巻体の外周に外側シェルが設けられると共にスパイラル巻体及び外側シェルの両側の端部にテレスコープ防止板が配設された構造を有し、圧力容器内に直列に複数装填して使用される流体分離素子において、テレスコープ防止板の外周環部の外周面にブラインシール装着用凹部があり、流体分離素子内の原水流路と、流体分離素子と圧力容器との間の隙間とを連通させる通路として、下流側のテレスコープ防止板の外周環部に孔が設けられ、かつ、上流側のテレスコープ防止板のブラインシール装着用凹部より下流側にも上流側テレスコープ防止板の直近下流の外側シェルにも孔が設けられておらず、下流側のテレスコープ防止板の外周面にブラインシールが装着されていないことを特徴とする流体分離素子。

10

【0016】

(2) 下流側のテレスコープ防止板の外周環部に設けられた孔の総面積が $2 \sim 100 \text{ m}^2$ である上記 (1) に記載の流体分離素子。

(3) テレスコープ防止板の外周環部の孔が丸孔である上記 (1) または (2) に記載の流体分離素子。

(4) 流体分離素子内の原水流路と、流体分離素子と圧力容器との間の隙間とを連通させる通路として、上流側のテレスコープ防止板の外周環部のブラインシール装着用凹部より長手方向端部側に孔が設けられている上記 (1) ～ (3) のいずれかに記載の流体分離素子。

20

【0017】

(5) 上記 (1) ～ (4) のいずれかに記載の流体分離素子の複数が圧力容器内に直列に複数装填され、隣接する流体分離素子のテレスコープ防止板どうしが接する形式で接続されており、かつ、最下流側の流体分離素子の下流にスラストリングが装填されていることを特徴とする流体分離装置。

により構成される。

【発明の効果】

【0018】

本発明の流体分離素子によって得られる効果は、テレスコープ防止板の面同士が密着状態となった場合でも、液密状態の発生を防ぐことができ、流体分離素子の破裂を防ぐことができることである。

30

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本発明が適用されるスパイラル型流体分離素子の一実施態様を示す概略一部展開図である。

【図2】従来テレスコープ防止板を使用した流体分離素子を圧力容器内に直列に装填した場合の概略を示す断面図である。

【図3】従来テレスコープ防止板を使用した流体分離素子を圧力容器内に直列に装填し、最下流側にスラストリングを装填した場合の概略を示す断面図である。

40

【図4】本発明の一実施態様の流体分離素子（テレスコープ防止板に孔13を開けたもの）を圧力容器内に装填した場合の概略を示す断面図である。

【図5】下流側テレスコープ防止板から20mmの位置の所の外側シェルにφ2mmの孔をあけ上下流両方にブラインシールを装着した流体分離素子を圧力容器内に装填した場合（参考例）の概略を示す断面図である。

【図6】比較例1で用いた流体分離素子（上下流両側のテレスコープ防止板にブラインシールを装着したもの）を圧力容器内に装填した場合の概略を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

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。本発明の適用され

50

る流体分離素子は、スパイラル型流体分離素子であって、外側シェルを持ち、圧力容器内に装填され、圧力容器と流体分離素子との間の隙間内を原水が流れることを防ぐためのブラインシール様の部材を使用するものである。

通常の運転状態では、図2のように、圧力容器内に直列に装填された流体分離素子同士の間には特にシール手段が備えられておらないので、液密状態とはならない。この時には、流体分離素子の外側シェルと圧力容器との間の隙間内は原水圧力と同じとなるので、外側シェルに破裂方向の力がかかることはない。

【0021】

しかしながら、運転状況、原水中の物質その他なんらかの理由により、上流側流体分離素子の下流側テレスコープ防止板と下流側流体分離素子の上流側テレスコープ防止板とが密着して液密になるケースがまれに発生する。この場合でも、最下流側の流体分離素子の下流側から、流体分離素子の外側シェルと圧力容器との間の隙間を伝って、原水の圧力が最上流側の流体分離素子の外側シェルと圧力容器との間の隙間内までかかってくるはずである。

【0022】

しかし、例えば図3のように最下流側に配設したスラストリング等により、最下流側の流体分離素子の下流側と圧力容器の下流側の蓋との間がなんらかの理由により液密となった場合や、ブラインシールが流体分離素子と圧力容器との間にはさまって下流側から上流側への原水の流通が妨げられる場合や、ブラインシールとしてリング等のように上下流向きに関係なく液密にシールする方式のシール材が用いられる場合においては、下流側から上流側への原水圧力の伝搬が生じないので、圧力容器と流体分離素子との間の隙間と、流体分離素子の内側との間に圧力差が生じる。ここで、外側シェルとしては、通常、ガラス繊維を樹脂で固めFRP (Fiber Reinforced Plastics) が用いられることが多いが、流体分離素子内側と外側を略液密にできるものであれば、テープ巻きやフィルム巻き等であってもよい。

【0023】

流体分離素子の外側シェルの内外に圧力差が生じた時には、その圧力差は原水圧力と同水準となるため、特に海水淡水化では約6MPaの圧力差を受けることとなり、FRP製の外側シェルでも破壊され易い条件となる。

本発明の流体分離素子では、そのような圧力差が生じないように、テレスコープ防止板に、圧力容器と流体分離素子との間の隙間に連通する孔13を設ける。その孔の形態は図4に例示する。

【0024】

この際、破裂防止のみを目的とするのであれば、ブラインシールと孔13の位置関係を気にすることはないが、ブラインシールの本来の目的（流体分離素子と圧力容器との間の隙間内に原水がショートパスして流体分離素子の性能が低下することを防ぐという目的）を阻害しないために、少なくとも流体分離素子の上流側のテレスコープ防止板では、ブラインシールの直近下流に連通路（孔）を開けないようにする。

【0025】

連通路としての孔13の個数は、1～24個程度で、好ましくは4～12程度がよい。孔13の断面総面積は、圧力を均等にするために流体を導通させることを目的としているため、比較的小さな断面総面積でもよく、 2 mm^2 以上であればほぼ目的を達成することができる。また、その断面総面積が必要以上に大きくなり過ぎるとテレスコープ防止板の大きさが過大となり、膜面積の減少を余儀なくされるため、その断面総面積の上限は実質的には 100 mm^2 程度までである。実際には、 $2\sim100\text{ mm}^2$ 程度が機能および膜面積への影響等を考慮すると好ましい。

【0026】

孔の断面形状については、丸、三角、四角、半円等が挙げられ、テレスコープ防止板に連通路としての流路を確保できるのであればよい。製造上の観点からは、丸断面の孔が容易に実施しやすい形態である。

【0027】

本発明は、圧力容器内に複数の流体分離素子を直列に装填した際に、隣り合う2つの流体分離素子のテレスコープ防止板の表面が外周部どうしで実質的に接触するか、または略接触状態にあるタイプのエレメントに適用される。通常このタイプでは、隣り合うエレメントの透過水の接続を中心パイプ内に入るコネクタでもって接続される。

【0028】

また、テレスコープ防止板は射出成形により製造され、上流側も下流側も同じものを使用していることが多い。従って、このようなテレスコープ防止板に連通通路を設ける場合は、ブラインシールより流体分離素子長手方向端部側に連通通路の孔を設置することが望ましい。連通通路として孔を設ける。

10

【0029】

図4の例では上流側にも下流側にも、外周環部に連通通路の孔を設けた同じテレスコープ防止板を使用しているが、下流側のテレスコープ防止板に連通通路を設けた場合でも本発明の目的は達成することができる。

連通通路を確保する点から考えれば、流体分離素子の外側シェルに孔等の連通通路を設置する方法でもよいが、この場合には、原水のショートパス防止の理由から流体分離素子下流部に連通通路を設置することが望ましい。

【実施例】

【0030】

(参考例)

20

流体分離素子の外側シェルの下流側テレスコープ防止板から20mmの位置のところにφ2mmの孔90度毎に4つ等配となるように開けた。

模擬的に流体分離素子内外に圧力差がかかるようにするため、図5のようにブラインシールを流体分離素子の上流側にも下流側にも装着し、圧力容器内に装填した。

原水供給条件は原水（ブライン）流量130L/min、全溶質濃度3.5重量%の海水、9MPaの条件となるように設定し、運転を開始した。

60分後に圧力容器から流体分離素子を取り出し、破損状況を確認した。流体分離素子に損傷はなく、外側シェルも観察の結果、破損等の形跡はみあたらなかった。

【0031】

(比較例1)

30

外側シェルにもテレスコープ防止板にも、連通通路となる孔や溝等のない従来の流体分離素子（東レ（株）社製 TM820-400）を準備した。

模擬的に流体分離素子内外に圧力差がかかるようにするため、図6のようにブラインシールを流体分離素子の上流側にも下流側にも装着し、圧力容器内に装填した。

原水供給条件はブライン流量130L/min、全溶質濃度3.5重量%の海水、9MPaの条件となるように設定し、運転を開始した。

10秒後に破裂音がしたため運転を中止し、流体分離素子を圧力容器内から取り出したところ、流体分離素子の外側シェルが破裂し、中の膜が裂けてとびだしていた。

【0032】

(比較例2)

40

外側シェルにもテレスコープ防止板にも、連通通路となる孔や溝等のない従来の流体分離素子（東レ（株）社製 TM820-400）を6本準備した。

ブラインシールを加工して上下流どちらにも液密となるようにして、流体分離素子の上流部に装着した。6本入り直列の圧力容器内に6本の流体分離素子を装填した。このとき、流体分離素子列の上・下流側にスラストリングを装着し、圧力容器の蓋で流体分離素子列を3mm圧縮し、流体分離素子の内側と圧力容器との間の隙間内が略液密となるようにした。

原水供給条件は、原水（ブライン）流量80L/min、全溶質濃度3.5重量%の海水、5.5MPaの条件とし、スタートから5分かけて立ち上げた。

スタート後5分から6分の間に3度破裂音がしたため装置を停止し、圧力容器内から流

50

体分離素子を取り出し、破損状況を確認した。上流側から1、3、4本目の計3本の流体分離素子の外側シェルが破裂し、中の膜が裂けてとびだしていた。

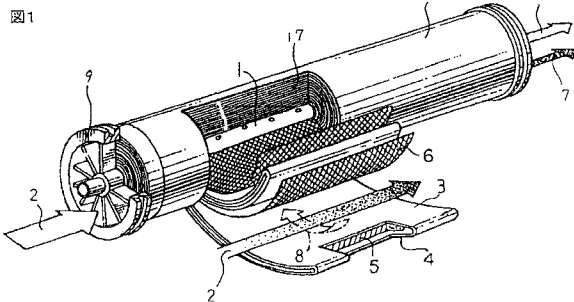
【符号の説明】

【0033】

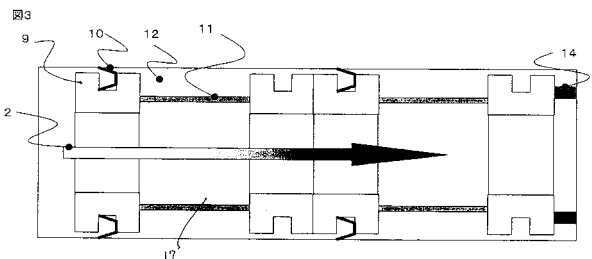
- 1：集水管
- 2：供給された原水の流れ方向（原水流路）
- 3：第1の分離膜
- 4：第2の分離膜
- 5：透過水流路材
- 6：原水流路材
- 7：濃縮水
- 8：透過水
- 9：テレスコープ防止板の外周環部
- 10：プラインシール
- 11：外側シェル
- 12：流体分離素子と圧力容器との間の隙間
- 13：連通路路としての孔
- 14：スラストリング
- 17：スパイラル巻体

10

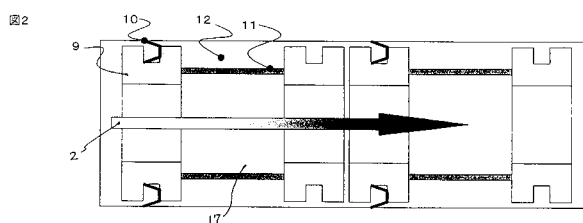
【図1】



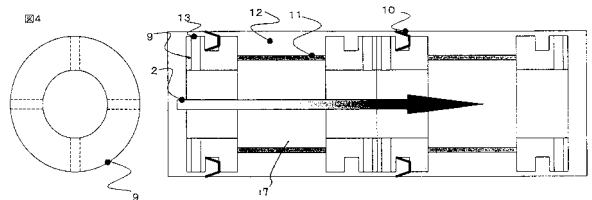
【図3】



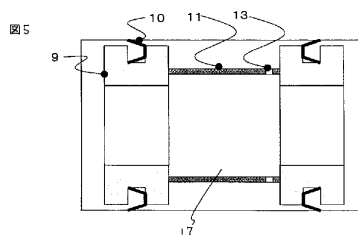
【図2】



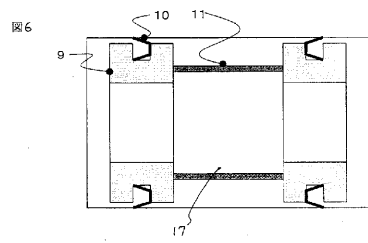
【図4】



【図5】



【図 6】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2004-141846 (JP, A)
特開2003-299937 (JP, A)
実開昭58-195601 (JP, U)
特開2000-093761 (JP, A)
特開平04-330921 (JP, A)
特開平11-267469 (JP, A)
実開昭58-151405 (JP, U)
特開平05-208120 (JP, A)
特開昭62-049902 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B01D 61/00-71/82
B01D 53/22
C02F 1/44