

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第2部門第1区分

【発行日】平成24年7月12日(2012.7.12)

【公開番号】特開2011-152538(P2011-152538A)

【公開日】平成23年8月11日(2011.8.11)

【年通号数】公開・登録公報2011-032

【出願番号】特願2011-81542(P2011-81542)

【国際特許分類】

B 01 D 63/12 (2006.01)

【F I】

B 01 D 63/12

【手続補正書】

【提出日】平成24年5月28日(2012.5.28)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【発明の名称】流体分離素子及び流体分離装置

【技術分野】

【0001】

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水または濃縮水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。

【0004】

通常スパイラル型の流体分離素子は、スパイラル巻体の外側をガラス纖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が、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。

【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すきまから、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(図2)。

【0008】

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が密着した状態になる場合がまれに発生することがある。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破裂を起こすことがある。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ことがある。

【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、ブラインシールの背後のシェル部分等に開口部(原液通路)を設けたものであり、シェルと圧力容器との間のすきま内における原水の滞留を防止することを目的とする。この場合、原水が、開口部をショートパスてしまい、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るため、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同士が密着して破裂を起こす危険性がある。

【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 エンドキャップス メイクシーオーター デズリネイション プロセッシング イージアーレス 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/we>

bapps/lit/litorder.asp?filepath=liquidseps/pdfs/noreg/609-00466.pdf>

【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プレティン (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>>

【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、圧力容器内に複数の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同士が密着した状態(液密状態)となって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り流体分離素子が破損するというトラブルを防ぐことを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【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をスパイラル状に巻回されてなるスパイラル巻体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装填して使用される流体分離素子において、流体分離素子内の原水側流路と、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、テレスコープ防止板の端部表面に溝が設けられること、及び、圧力容器内に直列に複数装填して使用される際に、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、かつ最下流側の流体分離素子の下流に、側面に内外の連通通路がないスラストリングが装填されることを特徴とする流体分離素子。

【0016】

(2) 端部表面に溝が設けられたテレスコープ防止板が下流側のテレスコープ防止板として配設され、かつ、該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上記(1)記載の流体分離素子。

【0017】

(3) 端部表面に溝が設けられたテレスコープ防止板が上流側のテレスコープ防止板として配設され、かつ、該上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ることを特徴とする上記(2)記載の流体分離素子。

【0018】

(4) テレスコープ防止板の端部表面の溝が、溝断面が半円状もしくは矩形状の溝であることを特徴とする上記(1)～(3)のいずれかに記載の流体分離素子。

【0019】

(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、側面に内外の連通通路がない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】

【0020】

本発明によって得られる効果は、圧力容器内で流体分離素子のテレスコープ防止板同士が密着し液密の状態となることを防ぐことにより、流体分離素子の破裂を防ぐことができることである。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【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】従来の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】従来の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。

【図4】本発明外の流体分離素子を装填した場合の概略を示す断面図である。

【図5】本発明で用いるテレスコープ防止板(表面に溝を刻んだ様のもの)を装着した流体分離素子を直列に装填した場合の概略を示す断面図である。

【図6】本発明外の流体分離素子を装填した場合の概略を示す断面図である。

【図7】本発明で用いるテレスコープ防止板(表面に溝を刻んだ様のもの)を下流側のみに装着した流体分離素子を直列に装填した場合の概略を示す断面図である。

【図8】本発明外の流体分離素子を装填した場合の概略を示す断面図である。

【図9】本発明外の流体分離素子を装填した場合の概略を示す断面図である。

【図10】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】

【0022】

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、圧力容器内に直列に装填され、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。

【0023】

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。

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の間が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るはずである。

【0024】

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蓋との間が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O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、圧力容器と流体分離素子との間の隙間内と、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、ガラス纖維を樹脂で固めたFRPが用いられることが多いが、テープ巻きやフィルム巻き等の、流体分離素子内側と外側を略液密にできるものであってもよい。

【0025】

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、そのため、FRP製の外側シェルでも破壊される条件となる。

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、例えば図5のように、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通路(溝15)を設ける。

【0026】

この際、破裂防止のみを目的とするのであれば、ブラインシールと連通通路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)のためには、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通路をあけないことが望ましい。

【0027】

連通通路としての溝15の個数は1~24個程度が、さらに4~12程度が好ましい。デザイン上リブ等の位置に合わせて設置することが製造上から好ましい。連通通路としての溝15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、断面総面積の上限は機能からいえればないが、必要以上に大きくとるとテレスコープ防止板が大きくなり過ぎ、膜面積の減少を余儀なくされるため、その断面総面積は実質的には 6000 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悪影響等を考慮すると好ましい。

【0028】

溝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、半円、矩形の溝が容易に実施しやすい形態である。

【0029】

ただ単に破裂を防ぐことのみを目的とするのであればコネクターにつば等の形態をもたせてエレメント間にすきまを開ける方法もあるが、全長および部品加工性の面では有利ではない。その他、薄いリング状の部材を装填時に流体分離素子の間にはさむ方法等もあるが作業性の面と全長変化の面から、有利ではない。

【0030】

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外周部表面(端面)同士が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。このタイプでは、隣り合うエレメントの透過水流路の接続には、中心パイプ内に入るコネクターによる接続が採用されることが多い。

【0031】

また、通常テレスコープ防止板は射出成形により製造され、上流側も下流側も共に同じものを使っていることが多い。従って、このようなテレスコープ防止板に連通通路としての溝を設ける場合は、流体分離素子の長手方向端部側の面に連通通路の溝を設置する。

【0032】

連通通路の形態として、直列する2つの流体分離素子間に連通通路を形成することができる溝を設ける。図5のように、テレスコープ防止板の表面に溝を刻んでおくことにより、直列する2つの流体分離素子間に、流体分離素子と圧力容器との間の隙間への連通通路を形成することができる。なお、図6のようにテレスコープ防止板表面に凸部を設けておくことにより、同様に直列する2つの流体分離素子間に、流体分離素子と圧力容器との間の隙間への連通通路を形成することもできる。

【0033】

溝の形態としては、放射状が設計上容易であるが、射出成形の型抜きの都合やその他の理由により、平行状の溝でもよく、また放射状の本数についても、連通通路を形成できればよく、特に図の形態に限定されるものではない。

【0034】

図5の例では上流側、下流側に同じテレスコープ防止板を使用しているが、図7のように、上流側・下流側のどちらかのテレスコープ防止板に連通通路を設けた例でも本発明の目的は達成することができる。

【0035】

連通通路を確保する点から考えれば、例えば図8のように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】

【0036】

(参考例1)

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30mmの位置のところに1mmの孔を2箇所、180度対向で開けた。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9のようにブラインシールを流体分離素子の上、下流に装着し、圧力容器に装填した。

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。

60分後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。

【0037】

(実施例1)

テレスコープ防止板の表面に、放射状に、深さ1.5mmの半円状断面の溝を12箇所きざんだ。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(上流側のテレスコープ防止板)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直列に装填した。このとき、流体分離素子列の上・下流側に、側面に内外との連通通路がない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、流体分離素子・圧力容器間の隙間との間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、運転スタートから5分かけて立ち上げた。

15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。流体分離素子には損傷はなく、外側シェルも間接の結果、破損等の形跡はみあたらなかった。

【0038】

(参考例2)

テレスコープ防止板に図6のように高さ1.5mmの凸部を放射状に設けた。

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、流体分離素子上流部に装着した。6本入り直列の圧力容器に6本の流体分離素子を装填した。このとき、流体分離素子列上・下流側に側面に内外を連通通路がない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、流体分離素子の内と圧力容器の隙間の間が略液密となるようにした。

原水供給条件は、ブライン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1分で立ち上げた。

15分後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。流体分離素子には損傷はなく、外側シェルも間接の結果、破損等の形跡はみあたらなかった。

【0039】

(実施例2)

テレスコープ防止板の下流側のみに、図7のように、放射状に1.5mmの溝を削った。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(上流側のテレスコープ防止板)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直列に装填した。このとき、流体分離素子列の上・下流側に、側面に内外を連通通路がない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、流体分離素子・圧力容器間の隙間との間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、運転スタートから5分かけて立ち上げた。

15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。流体分離素子には損傷はなく、外側シェルも間接の結果、破損等の形跡はみあたらなかった。

【0040】

(参考例3)

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のところに2mmの孔90度毎に4つ等配であけた。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9のようにブラインシールを流体分離素子の上、下流に装着し、圧力容器に装填した。

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。

60分後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。

【0041】

(比較例1)

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溝や孔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10のようにブラインシールを流体分離素子の上、下流に装着し、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。

【0042】

(比較例2)

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溝や孔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、流体分離素子・圧力容器間の隙間との間が略液密となるようにした。

原水供給条件は、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】

【0043】

- 1 : 集水管
- 2 : 供給された原水の流れ(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
- 10 : ブラインシール
- 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 : 連通通路としての孔
- 14 : スラストリング
- 15 : 連通流路としての溝
- 16 : 凸部