



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109496163 A

(43)申请公布日 2019.03.19

(21)申请号 201780046886.5

加藤慧 誉田刚士 山田博之

(22)申请日 2017.07.26

北出有 贾格阿克谢

(30)优先权数据

(74)专利代理机构 北京市中咨律师事务所
11247

2016-148402 2016.07.28 JP

代理人 段承恩 李照明

2016-175322 2016.09.08 JP

2017-089307 2017.04.28 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

(51)Int.Cl.

2019.01.28

B01D 63/10(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

B01D 63/00(2006.01)

PCT/JP2017/026989 2017.07.26

C02F 1/44(2006.01)

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/021387 JA 2018.02.01

(71)申请人 东丽株式会社

地址 日本东京都

(72)发明人 广泽洋帆 高木健太郎 冈本宣记

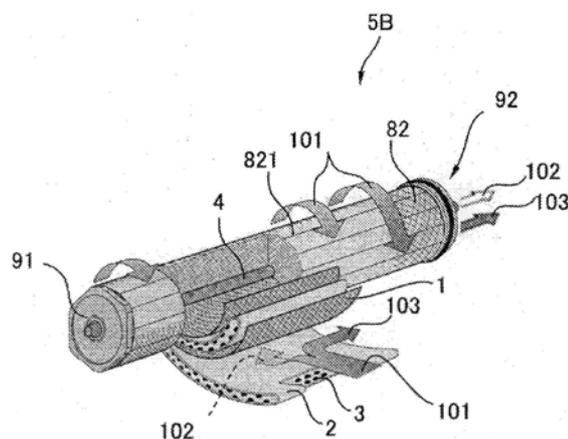
权利要求书2页 说明书22页 附图5页

(54)发明名称

分离膜元件

(57)摘要

本发明的目的是提供即使以高压运行也具有高除去性能和造水性能的分膜元件。本发明的分离膜元件具备透过侧流路件、原水侧流路件、集水管和多个分离膜，多个分离膜具有原水侧的面和透过侧的面，通过以原水侧的面彼此相对的方式配置形成分离膜叶，透过侧流路件设置在分离膜的透过侧的面彼此之间，形成透过侧流路，原水侧流路件设置在分离膜的原水侧的面彼此之间，形成原水侧流路，集水管将透过水汇集，分离膜叶在与集水管的长度方向正交的方向上的外周部以及集水管的长度方向上的端面分别具有开口部，分离膜叶的宽度W1为150mm以上且400mm以下，透过侧流路件的流路宽度的变动系数为0.00以上且0.10以下，分离膜叶的宽度W1与分离膜叶的长度L之比L/W1为2.5以上。



1. 一种分离膜元件,具备:

具有原水侧的面和透过侧的面、通过以所述原水侧的面彼此相对的方式配置而形成分离膜叶的多个分离膜;

设置在所述分离膜的所述透过侧的面彼此之间、形成透过侧流路的透过侧流路件;

设置在所述分离膜的原水侧的面彼此之间、形成原水侧流路的原水侧流路件;以及

将透过水汇集在一起的集水管,

所述分离膜叶在与所述集水管的长度方向正交的方向上的外周部和所述集水管的长度方向上的端面分别具有开口部,

所述分离膜叶的宽度W1为150mm以上且400mm以下,

所述透过侧流路件的流路宽度的变动系数为0.00以上且0.10以下,分离膜叶的宽度W1与分离膜叶的长度L之比L/W1为2.5以上。

2. 根据权利要求1所述的分离膜元件,

所述分离膜叶的长度L为750mm以上且2000mm以下。

3. 根据权利要求1或2所述的分离膜元件,具备原水供给部和浓缩水排出部,

所述原水供给部是设置在与所述集水管的长度方向正交的方向上的所述分离膜叶的外周部的开口部,

所述浓缩水排出部是设置在所述集水管的长度方向上的所述分离膜叶的一侧的端面的开口部,

所述浓缩水排出部是将所述一侧的端面的一部分开口而成的开口部。

4. 根据权利要求3所述的分离膜元件,

所述原水供给部的长度相对于所述分离膜叶的长度L为5%以上且35%以下。

5. 根据权利要求3所述的分离膜元件,

所述原水供给部的长度相对于所述分离膜叶的长度L为15%以上且25%以下。

6. 根据权利要求1或2所述的分离膜元件,具备原水供给部和浓缩水排出部,

所述原水供给部是设置在所述集水管的长度方向上的所述分离膜叶的一侧的端面的开口部,

所述浓缩水排出部是设置在与所述集水管的长度方向正交的方向上的所述分离膜叶的外周部的开口部,

所述浓缩水排出部是将所述外周部的一部分开口而成的开口部。

7. 根据权利要求6所述的分离膜叶,

所述原水供给部的长度相对于所述分离膜叶的长度L为10%以上且40%以下。

8. 根据权利要求6所述的分离膜叶,

所述原水供给部的长度相对于所述分离膜叶的长度L为15%以上且20%以下。

9. 根据权利要求1或2所述的分离膜元件,具备原水供给部和浓缩水排出部,

所述原水供给部是设置在所述集水管的长度方向上的所述分离膜叶的两侧的端面的开口部,

所述浓缩水排出部设置在与所述集水管的长度方向正交的方向上的所述分离膜叶的外周部,

所述原水供给部是将所述两侧的端部各自的一部分开口而成的开口部。

10. 根据权利要求9所述的分离膜元件，
所述原水供给部的长度相对于所述分离膜叶的长度L为5%以上且45%以下。
11. 根据权利要求9所述的分离膜元件，
所述原水供给部的长度相对于所述分离膜叶的长度L为15%以上且30%以下。
12. 根据权利要求1~11的任一项所述的分离膜元件，
所述集水管的长度方向上的所述开口部，从与所述集水管的长度方向正交的方向上的分离膜叶的内侧端部向外侧单一设置。
13. 一种分离膜元件的运行方法，使用权利要求1~12的任一项所述的分离膜元件，相对于向所述分离膜元件供给的水量，将制造出的水量的比例设为35%以上。
14. 一种分离膜元件，具备：
具有原水侧的面和透过侧的面、通过以所述原水侧的面彼此相对的方式配置而形成分离膜叶的多个分离膜；
设置在所述分离膜的所述透过侧的面彼此之间、形成透过侧流路的透过侧流路件；以及
将透过水汇集在一起的集水管，
所述集水管的长度方向上的所述透过侧流路件的横截面具有多个流路，并且，横截面积比为0.4以上且0.75以下，
所述分离膜叶具备原水供给部和浓缩水排出部，
所述原水供给部是设置在与所述集水管的长度方向正交的方向上的所述分离膜叶的外周部的开口部，
所述浓缩水排出部是设置在所述集水管的长度方向上的所述分离膜叶的端面侧的开口部。

分离膜元件

技术领域

[0001] 本发明涉及用于将液体、气体等流体中所含的成分分离的分离膜元件。

背景技术

[0002] 近年来,关于除去海水和盐水等中所含的离子性物质的技术,作为用于节能和节省资源的工艺,通过分离膜元件进行的分离方法的利用正在扩展。通过分离膜元件进行的分离方法中所使用的分离膜,从其孔径、分离功能的角度出发,可分类为精滤膜、超滤膜、纳滤膜、反渗透膜、正渗透膜。这些膜用于由例如海水、盐水和包含有害物质水等制造可饮用水,制造工业用超纯水,以及排水处理和有机物质的回收等,根据目标的分离成分和分离性能而区分使用。

[0003] 作为分离膜元件存在各种形态,但在向分离膜的一侧的表面供给原水,从另一侧的表面得到透过水这一点上是共通的。分离膜元件被形成为通过具备成束的多个分离膜,使每一个分离膜元件的膜面积增大,也就是使每一个分离膜元件所得到的透过水的量增大。作为分离膜元件,根据用途、目的,提出了螺旋型、中空纤维型、板框型、旋转平膜型、平膜集成型等各种形状。

[0004] 例如,反渗过滤广泛使用螺旋型分离膜元件。螺旋型分离膜元件具备中心管和卷绕在中心管的周围的层叠体。层叠体是通过原水侧流路件、分离膜和透过侧流路件层叠而形成的,所述原水侧流路件向分离膜表面供给原水(也就是被处理水),所述分离膜将原水中所含的成分分离,所述透过侧流路件用于将透过分离膜并从原水侧流体中分离出的透过侧流体向中心管引导。螺旋型分离膜元件能够向原水赋予压力,因此在能够取出较多透过水这一点上优选使用。

[0005] 螺旋型分离膜元件中,通常为了形成原水侧流体的流路,作为原水侧流路件主要使用聚合物制的网。另外,作为分离膜,使用层叠型的分离膜。层叠型的分离膜具备从原水侧向透过侧层叠的、由聚酰胺等交联聚合物制成的分离功能层、由聚砜等聚合物制成的多孔性树脂层(多孔性支持层)、由聚对苯二甲酸乙二醇酯等聚合物制成的无纺布的基材。另外,作为透过侧流路件,出于防止分离膜的凹陷,并且形成透过侧的流路的目的,使用与原水侧流路件相比间隔细的被称为特里克经编(tricot)的编织物构件(也称为纬编物)。

[0006] 近年来,对减少造水成本的需求不断提高,因此需求分离膜元件的高性能化。例如,为了分离膜元件的分离性能的提高以及单位时间的透过水量的增大,提出各流路构件等的分离膜元件构件的性能提高。

[0007] 具体而言,专利文献1中提出具备在无纺布上配置有纱线而成的流路件的分离膜元件。专利文献2中提出将一般的薄膜进行压印成型,改善了薄膜表面方向上的液体通过性的分离膜元件。这样的分离膜元件,如图1所示,用分离膜2夹着原水侧流路件1,与透过侧流路件3层叠,作为一组单位,在集水管4的周围以螺旋状卷绕,形成分离膜元件5。

[0008] 另外,专利文献3中提出从分离膜元件的宽度方向两端部流入原水,从外周部作为浓缩水排出的实施方式,专利文献4、5中提出从分离膜元件的外周部供给原水,从一端作为

浓缩水排出的实施方式。这些分离膜元件,与分离膜元件5同样地可以通过由分离膜2夹着原水侧流路件1,与透过侧流路件3层叠,作为一组单位,在集水管4的周围以螺旋状卷绕而得到,但分离膜元件5在原水的流入部、浓缩水排出部位于分离膜元件的外周部这一点上不同。

[0009] 在先技术文献

[0010] 专利文献1:美国专利申请公开第2012-0261333号说明书

[0011] 专利文献2:日本特开2006-247453号公报

[0012] 专利文献3:美国专利申请公开第2012-0117878号说明书

[0013] 专利文献4:日本特开平11-188245号公报

[0014] 专利文献5:日本特开平5-208120号公报

发明内容

[0015] 但是,专利文献1、专利文献2所示的分离膜元件中,由于原水从元件端面向另一侧的端面流动,因此是容易发生浓度极化的形态,特别是在实施高回收率运行(回收率:造水量相对于向元件供给的原水量的比例)的情况下,存在造水性、除去性能的降低以及容易产生水垢的问题。

[0016] 另外,在专利文献3~5记载的技术构成中,原水侧流路与透过侧流路的流动阻力高,需要缩短流路降低阻力,随之而来存在原水侧流路短、原水侧流速降低的问题。

[0017] 因此,本发明的目的是提供即使在高回收率运行下也具有高造水性和高除去性、并且难以产生水垢的分离膜元件。

[0018] 为达成上述目的,根据本发明,(1)提供一种分离膜元件,其具备:具有原水侧的面和透过侧的面、通过以所述原水侧的面彼此相对的方式配置而形成分离膜叶的多个分离膜;设置在所述分离膜的所述透过侧的面彼此之间、形成透过侧流路的透过侧流路件;设置在所述分离膜的原水侧的面彼此之间、形成原水侧流路的原水侧流路件;以及将透过水汇集在一起的集水管,所述分离膜叶在与所述集水管的长度方向正交的方向上的外周部和所述集水管的长度方向上的端面分别具有开口部,所述分离膜叶的宽度W1为150mm以上且400mm以下,所述透过侧流路件的流路宽度的变动系数为0.00以上且0.10以下,分离膜叶的宽度W1与分离膜叶的长度L之比L/W1为2.5以上。

[0019] 另外,根据本发明的优选实施方式,(2)提供一种分离膜元件,分离膜元件中的原水侧流路的长度即分离膜叶的长度L为750mm以上且2000mm以下。

[0020] 另外,根据本发明的优选实施方式,(3)提供一种分离膜元件,其在上述(1)和(2)的基础上,具备原水供给部和浓缩水排出部,所述原水供给部是设置在与所述集水管的长度方向正交的方向上的所述分离膜叶的外周部的开口部,所述浓缩水排出部是设置在所述集水管的长度方向上的所述分离膜叶的一侧的端面的开口部,所述浓缩水排出部是将所述一侧的端面的一部分开口而成的开口部。

[0021] 另外,根据本发明的优选实施方式,(4)提供一种分离膜元件,其在上述(3)的基础上,所述原水供给部的长度相对于所述分离膜叶的长度L为5%以上且35%以下。

[0022] 另外,根据本发明的优选实施方式,(5)提供一种分离膜元件,其在上述(3)的基础上,所述原水供给部的长度相对于所述分离膜叶的长度L为15%以上且25%以下。

[0023] 另外,根据本发明的优选实施方式,(6)提供一种分离膜元件,其在上述(1)和(2)的基础上,具备原水供给部和浓缩水排出部,所述原水供给部是设置在所述集水管的长度方向上的所述分离膜叶的一侧的端面的开口部,所述浓缩水排出部是设置在与所述集水管的长度方向正交的方向上的所述分离膜叶的外周部的开口部,所述浓缩水排出部是将所述外周部的一部分开口而成的开口部。

[0024] 另外,根据本发明的优选实施方式,(7)提供一种分离膜元件,其在上述(6)的基础上,所述原水供给部的长度相对于所述分离膜叶的长度L为10%以上且40%以下。

[0025] 另外,根据本发明的优选实施方式,(8)提供一种分离膜元件,其在上述(6)的基础上,所述原水供给部的长度相对于所述分离膜叶的长度L为15%以上且20%以下。

[0026] 另外,根据本发明的优选实施方式,(9)提供一种分离膜元件,其在上述(1)和(2)的基础上,具备原水供给部和浓缩水排出部,所述原水供给部是设置在所述集水管的长度方向上的所述分离膜叶的两侧的端面的开口部,所述浓缩水排出部是设置在与所述集水管的长度方向正交的方向上的所述分离膜叶的外周部的开口部,所述原水供给部是将所述两侧的端部各自的一部分开口而成的开口部。

[0027] 另外,根据本发明的优选实施方式,(10)提供一种分离膜元件,其在上述(9)的基础上,所述原水供给部的长度相对于所述分离膜叶的长度L为5%以上且45%以下。

[0028] 另外,根据本发明的优选实施方式,(11)提供一种分离膜元件,其在上述(9)的基础上,所述原水供给部的长度相对于所述分离膜叶的长度L为15%以上且30%以下。

[0029] 另外,根据本发明的优选实施方式,(12)提供一种分离膜元件,其在上述(1)~(11)的任一项的基础上,所述集水管的长度方向上的所述开口部,从与所述集水管的长度方向正交的方向上的分离膜叶的内侧端部向外侧单一设置。

[0030] 另外,根据本发明的优选实施方式,(13)提供一种分离膜元件的运行方法,其使用权利要求1~12的任一项所述的分离膜元件,相对于向所述分离膜元件供给的水量,将制造出的水量的比例设为35%以上。

[0031] 另外,根据本发明的优选实施方式,(14)提供一种分离膜元件,其具备:具有原水侧的面和透过侧的面、通过以所述原水侧的面彼此相对的方式配置而形成分离膜叶的多个分离膜;设置在所述分离膜的所述透过侧的面彼此之间、形成透过侧流路的透过侧流路件;以及将透过水汇集在一起的集水管,所述集水管的长度方向上的所述透过侧流路件的横截面具有多个流路,并且,横截面积比为0.4以上且0.75以下,所述分离膜叶具备原水供给部和浓缩水排出部,所述原水供给部是设置在与所述集水管的长度方向正交的方向上的所述分离膜叶的外周部的开口部,所述浓缩水排出部是设置在所述集水管的长度方向上的所述分离膜叶的端面侧的开口部。

[0032] 根据本发明,成为从分离膜元件通过的原水的流速快、难以发生浓度极化的结构,因此能够得到特别是在高回收率运行中难以产生水垢且造水量、除去性优异的分离膜元件。

附图说明

[0033] 图1是表示一般的分离膜元件的一例的示意图。

[0034] 图2是表示本发明的L型分离膜元件的一例的示意图。

- [0035] 图3是本发明应用的透过侧流路件的横截面图的一例。
- [0036] 图4是本发明应用的透过侧流路件的横截面图的另一例。
- [0037] 图5是对本发明应用的透过侧流路件的形态进行说明的横截面图。
- [0038] 图6是本发明应用的透过侧流路件的一例。
- [0039] 图7是本发明应用的透过侧流路件的另一例。
- [0040] 图8是表示本发明的L型元件的原水流动的示意图。
- [0041] 图9是表示本发明的倒L型分离膜元件的原水流动的示意图。
- [0042] 图10是表示本发明的IL型分离膜元件的原水流动的示意图。
- [0043] 图11是表示本发明的T型分离膜元件的原水流动的示意图。
- [0044] 图12是对本发明应用的透过侧流路件的形态进行说明的平面图。

具体实施方式

[0045] 下面,对本发明的分离膜元件的实施方式进行详细说明。

[0046] <分离膜元件的概要>

[0047] 本发明中,在与集水管的长度方向正交的方向(也称为卷绕方向)上的外周部具备原水供给部或浓缩水排出部,通过以分离膜的原水侧的面彼此相对的方式配置而形成的分离膜叶的宽度W1为150mm以上且400mm以下的分离膜元件中,具备流路宽度的变动系数为0.00以上且0.10以下的透过侧流路件,由此能够延长为分离膜叶的宽度W1与分离膜叶的长度L之比L/W1为2.5以上。

[0048] 通常,流动阻力与水量和流路长度成比例增大,但根据本技术构成能够减少分离膜元件的透过侧流动阻力,因此即使增长流路长度也能够抑制透过侧阻力的增加。也就是说,即使增长分离膜叶、即透过侧流路,也能够抑制流动阻力的增加,因此其结果能够形成原水侧流路变长、原水流速增快、难以产生水垢的分离膜元件。

[0049] <透过侧流路件>

[0050] 本发明的分离膜元件,在分离膜的透过侧的表面配置透过侧流路件。透过侧流路件在减少透过侧流路的流动阻力、并且即使在加压过滤下也能稳定形成流路这些方面,需要透过侧流路件的卷绕方向上的流路宽度的变动系数(也称为流路宽度的变动系数)为0.00以上且0.10以下。只要是流路宽度的变动系数在该范围内的透过侧流路件,就不限定其种类,可以在将以往的特里克经编增厚以使得流路扩大的纬编物、减少了纤维的单位面积重量的纬编物、无纺布之类的多孔片上配置突起物,或使用将薄膜、无纺布进行凹凸加工而形成的凹凸片。

[0051] 在此,对流路宽度的变动系数进行说明。图12中作为一例,关于片状的透过侧流路件,示出从凹凸面观察流路件时的平面图,在将透过侧流路件装填于分离膜元件时,从凸部的上侧观察以沿着集水管的长度方向从透过侧流路件的凸部穿过的方式切断而得到的样品,凸部的中心与相邻的凸部的中心的距离P(也称为间距)减去一方的凸部的半宽和另一方的凸部的半宽的平均值而得到的值为流路宽度D。对于同一流路,向卷绕方向以0.25mm间隔测定100处流路宽度,将其标准偏差除以平均值而得到的值是1个流路中的流路宽度的变动系数。同样地,可以对其它50条流路重复进行同样的操作,计算各流路宽度的变动系数,将其平均值作为流路宽度的变动系数。再者,如图6所示在分离膜元件的卷绕方向和宽度方

向上都存在突起物的高度与流路的高度相等的流路的情况下,可以将各突起物的中央与宽度方向上相邻的突起物的中央的距离作为间距,基于100处的间距和流路宽度计算流路宽度的变动系数。再者,间距、凸部的宽度可以使用市售的显微镜、电子显微镜进行测定。

[0052] 通过将上述透过侧流路件配置于本发明的分离膜元件,能够减少透过侧流路的流动阻力,与此相伴,在与包含流动阻力大的流路件的分离膜元件以相同回收率运行时,原水的流速加快,能够减小浓度极化,特别是能够减小高回收率运行下的浓度极化,抑制水垢产生。

[0053] 一般的分离膜元件以30%以下的回收率运行,但本发明的分离膜元件即使回收率为35%以上也能够稳定工作,随着回收率增高,能够体现出相对于以往的分离膜元件的优势。

[0054] <横截面积比>

[0055] 透过侧流路件,通过其横截面积比为0.4以上且0.75以下,能够确保流路大,有效降低透过侧流路的流动阻力。

[0056] 在此,对透过侧流路件的横截面积比进行说明。图3中作为一例,示出片状的透过侧流路件,在将透过侧流路件装填于分离膜元件时,以沿着集水管的长度方向从透过侧流路件的凸部穿过的方式进行切断,对于该截面,透过侧流路件在凸部的中心与相邻的凸部的中心之间所占的横截面积相对于凸部的中心与相邻的凸部的中心的距离(也称为间距)乘以透过侧流路件的高度的乘积之比为横截面积比。

[0057] 另外,如图4所示,在透过侧流路件固定在分离膜的透过侧的表面的情况下,也可以采用同样的方法计算。该情况下,会存在多个流路件,透过侧流路件在凸部的中心与相邻的凸部的中心之间所占的横截面积存在两个(S1和S2),横截面积S相当于S1与S2之和。

[0058] 作为具体的测定方法,可以如上所述切断透过侧流路件,利用显微镜图像分析装置进行计算。

[0059] <透过侧流路件的制造>

[0060] 本发明所使用的透过侧流路件,例如可以通过将熔融的树脂以预定的形状吐出到无纺布上,在无纺布上形成突起物而得到。另外,也可以将熔融的树脂吐出到分离膜的透过侧的表面,将所得到的突起物作为透过侧流路件。另外,也可以通过压花加工、压印加工对薄膜、压印材料进行凹凸成型,将所得到的片材作为透过侧流路件。

[0061] <原水的高流速化>

[0062] 如果由原水侧流路件1形成的原水侧流路至少在分离膜叶的卷绕方向上设置,则与图1所示的原水侧流路设置在分离膜元件的宽度方向上的一般的分离膜元件5相比,能够加快原水的流速。

[0063] 在使用相同厚度的原水侧流路件的情况下,一般的分离膜元件5中的原水侧流路的入口面积,成为分离膜叶的长度L与原水侧流路件厚度H2的乘积。另一方面,如本发明这样原水侧流路至少设置在分离膜叶的卷绕方向上的情况下,原水侧流路的入口面积是分离膜叶的宽度W1与原水侧流路件厚度H2的乘积。通过分离膜叶的宽度W1与卷绕方向上的分离膜叶的长度L之比L/W为2.5以上,即、分离膜叶的长度L为分离膜叶的宽度W1的2.5倍以上,本发明中原水供给部的截面积(原水侧流路的入口截面积)变小,在使同等量的原水通过分离膜元件的情况下,原水的流速变快。

[0064] 再者,上述的原水侧流路至少在分离膜叶的卷绕方向上设置是指分离膜叶中,在位于卷绕方向上与集水管4相反侧的区域设置原水的入口或出口的结构。

[0065] 另外,流动阻力与水量和流路长度成比例增大,但在本发明的技术方案中,由于原水侧流路设置在卷绕方向上,因此与主流的I型元件(原水侧流路设置在分离膜元件的宽度方向)相比,具有流动阻力变高的倾向。因此,通常会采取减少分离膜叶数,缩短原水侧流路的长度L(也称为分离膜叶的长度),降低流动阻力的方式。但是,由于原水会与分离膜叶增加的程度相对应地分散,因此成为原水流速减速、膜面的离子浓度增高、盐除去率降低、容易产生水垢的状态。但是,在本发明中如后所述流路宽度的变动系数为0.00以上且0.10以下,因此通过减轻透过水与流路的摩擦,使透过侧阻力明显降低,即使在增长原水侧流路、流动阻力高的状态下,也能够综合维持流动阻力。其结果,能够提供原水流速加快、盐除去率高、难以产生水垢的分离膜元件。

[0066] 再者,在为了优先提高造水量而减少分离膜叶数量形成流动阻力低的分离膜元件的情况下,造水量比流动阻力高的相同结构的分离膜元件高,因此能够与该程度相对应地增加原水并由分离膜元件送入,从而提高原水的流速。

[0067] <分离膜元件的形态>

[0068] 本发明的分离膜元件,在分离膜叶中,在位于卷绕方向上与集水管4相反侧的区域设有原水供给部或浓缩水排出部。在各个形态下,根据原水的水的流动可分类为L型、IL型、T型等。另外,关于每一个,可以采取使原水在反方向上流动的逆L型、逆IL型、逆T型之类的结构。例如,L型中的原水供给部在逆L型中成为浓缩水排出部。

[0069] <L型分离膜元件>

[0070] 参照图2,对本发明的L型元件5B进行说明。再者,对于已经说明的构成要素,附带相同标记并省略其说明。

[0071] L型元件5B具备配置在其第1端并且不具有孔的无孔端板91、和配置在第2端并且具有孔的有孔端板92。另外,L型元件5B具备在被卷绕的分离膜2的最外面进一步卷绕而成的多孔性构件82。

[0072] 作为L型元件5B的制作方法如下所述。具体而言,由分离膜2夹着原水侧流路件1,与透过侧流路件3层叠,作为一组单位,在集水管4的周围以螺旋状卷绕。然后,进行两端的切边,安装用于防止从一端流入原水的封止板(相当于第1端板91),进而将相当于第2端板92的端板安装在被覆的分离膜元件的另一端,由此能够得到分离膜元件。

[0073] 作为多孔性构件82,使用具有能够使原水通过的多个孔的构件。设置于多孔性构件82的这些孔821也可以被称为原水的供给口。多孔性构件82只要具有多个孔,就不特别限定其材质、大小、厚度、刚性等。作为多孔性构件82,通过采用具有较小的厚度的构件,能够增大分离膜元件的单位体积的膜面积。

[0074] 再者,图2中,在多孔性构件82上设置的孔821以狭缝状(直线状)示出,但也可以是多个圆形、四边形、椭圆形、三角形等的孔排列的结构。

[0075] 多孔性构件82的厚度例如优选为1mm以下,更优选为0.5mm以下,进一步优选为0.2mm以下。另外,多孔性构件82也可以是能够跟随分离膜元件的外周形状而变形的具有柔软性和可挠性的构件。更具体而言,作为多孔性构件82,可以应用网、多孔性薄膜等。网和多孔性薄膜可以形成为筒状,从而能够将分离膜元件收纳在内部,也可以是长条状并卷绕在

分离膜元件的周围。

[0076] 多孔性构件82配置在L型元件5B的外周面。通过多孔性构件82这样设置,孔被设置在L型元件5B的外周面。“外周面”尤其是指L型元件5B的外周面整体之中除了上述第1端的表面和第2端的表面以外的部分。本实施方式中,多孔性构件82被配置为覆盖分离膜元件的大致整个外周面。

[0077] L型元件5B中,在装填于容器中运行的情况下,由于第1端的端板是无孔端板91,因此原水不会从第1端的表面流入L型元件5B内。原水101流入容器与L型元件5B的间隙中。并且,原水101相对于分离膜2,从L型元件5B的外周面经由多孔性构件82供给。这样供给的原水101由分离膜分为透过水102和浓缩水103。透过水102在集水管6中通过,从L型元件5B的第2端被取出。浓缩水103在第2端的有孔端板92的孔中通过,向L型元件5B外流出。即、L型元件中,在分离膜叶的外周部设置原水供给部,在集水管的长度方向上,在分离膜叶的一侧端面具备浓缩水排出部。

[0078] 另外,通过减小浓缩水排出部,能够使原水在原水侧流路中更均匀地流动,因此浓缩水排出部可以设置在集水管的周边。具体而言,如图8所示,在分离膜叶的浓缩水排出部侧的一边,除去开口长度OL(也称为开口部的长度)以外,对原水侧流路的长度L进行密封。作为密封的手段,可以采用热融合、接合剂等。开口长度OL相对于原水侧流路的长度L的比例(也称为开口率)优选为5%以上且35%以下,更优选为15%以上且25%以下,由此能够有效地使原水在流路中均匀流动,即使在其它情况下也能够很好地体现本发明的效果。再者,开口部不限于如图8所示的一处,可以根据原水的水质、原水的流速、产生的阻力而设置多个。哪一种情况下,通过设置在集水管的卷绕方向上的内侧端部,都容易使原水均匀流动,因此优选。

[0079] <逆L型分离膜元件>

[0080] 本实施方式中的原水以与L型元件的情况相反的方向供给。即、L型元件中的浓缩水排出部成为原水供给部,L型元件中的原水供给部成为浓缩水排出部。逆L型元件5C中,所使用的构件可以与L型元件5B相同。即、逆L型元件中,在集水管的长度方向上,在分离膜叶的一侧的端面设置原水供给部,在卷绕方向上,在分离膜叶的外周部具备浓缩水排出部。

[0081] 本实施方式中,通过减小原水供给部,能够使原水在原水侧流路中更均匀地流动。如图9所示,在分离膜叶的原水供给部侧的一边上,除去开口长度OL以外,对原水侧流路的长度L进行密封。作为密封的手段,可以采用热融合、接合剂等。开口长度OL相对于原水侧流路的长度L的比例优选为10%以上且40%以下,更优选为15%以上且20%以下,由此能够有效地使原水在流路中均匀流动,在其它情况下也能够很好地体现出本发明的效果。再者,开口部不限于如图9所示的一处,可以根据原水的水质、原水的流速而设置多个。哪一种情况下,通过设置在卷绕方向上的内侧端部,都容易使原水均匀流动,因此优选。

[0082] <IL型分离膜元件>

[0083] 关于本发明的IL型元件5D,所使用的构件、开口部的长度与L型元件大致相同。

[0084] 利用图10,以具体的原水的流动为中心进行说明。IL型元件中,将L型元件的第1端的无孔端板91变更为有孔端板92,从分离膜元件的外周面和第1端这两方流入原水101。即、IL型元件中,在集水管的长度方向上的分离膜叶的一侧的端面和卷绕方向上的分离膜叶的外周部设置原水供给部,在集水管的长度方向上的分离膜叶的另一侧的端面具备浓缩水排

出部。通过这样的结构,与L型元件相比虽然原水的流速减缓,但原水侧流路的流动阻力降低。

[0085] <T型分离膜元件>

[0086] 如图11所示,在T型元件中,从T型元件5E的宽度方向的两端部,通过有孔端板92供给原水101。然后,由分离膜分为透过水102和浓缩水103,透过水102通过集水管6从T型元件5E的第1端或两端取出。另一方面,浓缩水103从T型元件5E的外周面排出。即、T型元件中,在集水管的长度方向上的分离膜叶的两侧的端面设置原水供给部,在外围方向的分离膜叶的外周部具备浓缩水排出部。

[0087] 本实施方式中,与其它实施方式同样地,通过减小浓缩水排出部,能够使原水在原水侧流路中更均匀地流动。如图11所示,在分离膜叶的原水供给部侧的两边,除了开口长度OL以外,对原水侧流路的长度L进行密封。作为密封的手段,可以采用热融合、接合剂等。相对于原水侧流路的长度L,开口长度OL的比例优选为5%以上45%以下,更优选为15%以上且30%以下,由此能够高效地使原水在流路中均匀流动,但在除此以外的情况下也能够体现本发明的效果。再者,开口部如图11所示,不限定于一处,可以根据原水的水质、原水的流速而设置多个。任一情况下,通过设置在外围方向的内侧端部,都容易使原水均匀流动,因此优选。再者,开口部存在两处,但各自的长度可以不同。再者,虽然没有图示,也可以在本技术构成中将原水的流动方向设为逆向进行运转。

[0088] <由产生水垢导致的造水量降低>

[0089] 在使分离膜连续运行,分离膜表面产生了水垢的情况下,水垢成为过滤时的阻碍,因此分离膜元件的造水量降低。由于水垢会持续生长,因此从运行开始观察造水量的变化,能够推测是否产生了水垢。作为指标,可举出造水量降低率,从运行开始1小时后与100小时后的造水量的变化率可以由 $100 - (100 \text{小时后的造水量} / 1 \text{小时后的造水量}) \times 100$ 来表示,数值越接近0,分离膜的表面越难以产生水垢,成为在高回收率运行中性能稳定性优异的分离膜元件。

[0090] <分离膜叶的长度(膜叶长度)>

[0091] 分离膜在以分离膜的原水侧的表面相对的方式配置成的分离膜叶(也简称为膜叶、叶片)的状态下装填于分离膜元件。关于分离膜叶的长度(也称为膜叶长度),由于本发明应用的透过侧流路件能够维持透过侧阻力较小的状态,因此即使膜叶长度变长,也能够通过透过侧阻力低,从而减少膜叶数量,增长膜叶长度。如果膜叶数量减少,则原水流路的入口会与减少的膜叶数量相应地减小,但供给的原水量大致相等,因此能够提高原水的流速。由于膜叶的长度越长,流动阻力越高,因此膜叶的长度优选为750mm以上且2000mm以下。

[0092] <原水的流速>

[0093] 原水的流速可以通过将单位时间内供给的原水量除以原水侧流路入口的截面积进行计算。原水流路入口的截面积是分离膜元件中的膜的宽度(即、集水管的长度方向上的分离膜叶的长度)与原水侧流路件的厚度、原水侧流路件的孔隙率的乘积。

[0094] <透过侧流路件的厚度>

[0095] 图5中的透过侧流路件的厚度H0优选为0.1mm以上且1mm以下。厚度的测定可以采用市售的电磁式、超声波式、磁力式、光透过式等各种方式的薄膜厚度测定器,只要是非接触则可以是任意方式。随机在10处进行测定,取其平均值进行评价。通过为0.1mm以上,能够

具备作为透过侧流路件的强度,即使负载应力也不会引起透过侧流路件的破碎或断裂。另外,如果厚度为1mm以下,则能够不损害对集水管的卷绕性,使能够插入元件内的分离膜、流路件数量增加。

[0096] 再者,如图4所示,在透过侧流路件固定在分离膜的透过侧的情况下,透过侧流路件的厚度H0与后述的透过侧流路件的凸部的高度H1相同。

[0097] <透过侧流路件的凸部的高度、槽宽度和槽长度>

[0098] 图5中的透过侧流路件的凸部的高度H1优选为0.05mm以上且0.8mm以下,槽宽度D优选为0.02mm以上且0.8mm以下。凸部的高度、槽宽度D可以通过利用市售的显微镜观察透过侧流路件的横截面来测定。

[0099] 由凸部的高度、槽宽D、以及层叠的分离膜形成的空间可以成为流路,通过凸部的高度、槽宽D为上述范围,能够抑制加压过滤时的膜凹陷,降低流动阻力,得到耐压性和造水性能优异的分膜元件。

[0100] 另外,凸部以点状方式在MD和CD的任一方向上分离配置凸部的情况下(参照图6),槽长度E可以与槽宽度D同样地设定。

[0101] <透过侧流路件的凸部的宽度和长度>

[0102] 图5中的透过侧流路件的凸部的宽度W优选为0.1mm以上,更优选为0.3mm以上。通过宽度W为0.2mm以上,即使在分离膜元件的运行时对透过侧流路件施加压力,也能够保持凸部的形状,稳定地形成透过侧流路。宽度W优选为1mm以下,更优选为0.7mm以下。通过宽度W为1mm以下,能够充分确保分离膜的透过侧的表面侧的流路。

[0103] 凸部6的宽度W如以下这样测定。首先,在与第1方向(分离膜的CD)垂直的一个截面中,计算一个凸部6的最大宽度与最小宽度的平均值。也就是说,如图7所示的上部较细、下部较宽的凸部6中,测定流路件下部的宽度和上部的宽度,算出其平均值。在至少30处截面中算出这样的平均值,并进行相加平均,由此能够算出每1枚膜的宽度W。

[0104] 再者,凸部以点状方式在MD和CD的任一方向上分离配置凸部的情况下(参照图6),长度X可以与宽度W同样地设定。

[0105] <透过侧流路件的材料>

[0106] 作为片状物的形态,可以使用编物、织物、多孔薄膜、无纺布、网等,特别是在无纺布的情况下,作为由构成无纺布的纤维彼此形成的流路的空间变大,因此水容易流动,其结果,分离膜元件的造水能力提高,从而优选。

[0107] 另外,关于作为透过侧流路件的材料聚合物的材质,只要是能保持作为透过侧流路件的形状、且成分向透过水中的溶出少的材质,就没有特别限定,例如可举出尼龙等聚酰胺类、聚酯类、聚丙烯腈类、聚乙烯、聚丙烯等聚烯烃类、聚氯乙烯类、聚偏二氟乙烯类、聚氟乙烯类等合成树脂,特别是考虑到能够承受高压化的强度、亲水性,优选使用聚烯烃类、聚酯类。

[0108] 片状物由多个纤维构成的情况下,纤维例如可以具有聚丙烯/聚乙烯芯壳结构。

[0109] <透过侧流路件的流路>

[0110] 在透过侧流路件的两面配置有分离膜时,凸部与相邻的凸部的空间,能够成为透过水的流路。流路可以通过透过侧流路件自身被赋形加工成波板状、矩形波状、三角波状等而形成的,或通过透过侧流路件的一面平坦且另一表面被加工为凹凸状而形成的,或通

过另一构件以凹凸形状层叠于透过侧流路件表面上而形成的。

[0111] <透过侧流路件的形状>

[0112] 本发明的透过侧流路件中,形成流路的凸部可以是图2所示的点状。点的排列以交错状配置的情况下,原水受到压力时的应力被分散,有利于抑制凹陷。再者,图2中记载了截面(与片材平面平行的面)为圆形的圆柱状的突起,但也可以是多边形、椭圆形等,对于截面形状没有特别限定。另外,也可以设为不同的截面的凸部混合存在。另外,也可以是图7所示的槽在一个方向上排列具有连续的槽的凹凸形状。

[0113] 与卷绕方向正交的方向上的截面形状中,也可以是宽度存在变化的梯形的壁状物、椭圆柱、椭圆锥、四棱锥或半球之类的形状。

[0114] <水处理系统>

[0115] 本发明的分离膜元件,例如可以应用于RO净水器等水处理系统。

[0116] <原水侧流路件>

[0117] 作为本发明使用的原水侧流路件,可以使用网、凹凸片、设置于分离膜的原水侧的突起物等。

[0118] 作为各自的厚度,为了抑制原水侧流路的阻力,优选较厚。但是,在本发明中由于透过侧阻力低,因此即使减小原水侧流路件的厚度,也能够以高水平维持分离膜元件的造水量,所以可以设为0.15mm以上。另外,随着厚度减小,能够填充于分离膜元件的分离膜量增加,因此可以设为0.9mm以下。

[0119] 根据这样的理由,原水侧流路的厚度优选为0.15mm以上且0.9mm以下,更优选为0.28mm以上且0.8mm以下。

[0120] 实施例

[0121] 以下,通过实施例对本发明进行更加详细的说明,但本发明并不限于这些实施例。再者,关于表中的开口率,在逆L型分离膜元件中是指浓缩水排出部,在除此以外的形态的分离膜元件中是指原水供给部的开口率。

[0122] (透过侧流路件的厚度和凸部的高度)

[0123] 透过侧流路件的厚度和凸部的高度通过基恩士公司制高精度形状测定系统KS-1100测定。具体而言,利用基恩士公司制高精度形状测定系统KS-1100,根据5cm×5cm的测定结果来分析平均的高低差。测定高低差为10 μ m以上的30处,将各高度值的总和除以测定部位的数量(30处),将求出的值作为凸部的高度。

[0124] (透过侧流路件的凸部的宽度和长度、凹部的槽宽度和槽长度)

[0125] 利用基恩士公司制高精度形状测定系统KS-1100,采用与上述的透过侧流路件的厚度和凸部的高度同样的方法进行测定。

[0126] (透过侧流路件的凸部的间距)

[0127] 利用基恩士公司制高精度形状测定系统KS-1100,在将透过侧流路件装填于分离膜元件时,沿着集水管的长度方向,以从透过侧流路件的凸部穿过的方式进行切断,对于所得到的样品,从凸部的上侧观察,对200处测定凸部的中心与相邻的凸部的中心的水平距离,将其平均值设为间距。

[0128] (透过侧流路件的流路宽度)

[0129] 将采用上述方法得到的凸部的间距减去一方的凸部的宽度和另一方的凸部的宽

度而得到的值作为流路宽度。

[0130] (流路宽度的变动系数)

[0131] 对于同一流路,向外围方向以0.25mm间隔测定100处流路宽度,其标准偏差除以平均值而得到的值是1个流路中的流路宽度的变动系数。同样地,对于其它50条流路重复进行同样的操作,算出各流路宽度的变动系数,将其平均值作为流路宽度的变动系数。

[0132] (透过侧流路件的横截面积比)

[0133] 在将透过侧流路件装填于分离膜元件时,沿着集水管的长度方向以从透过侧流路件的凸部穿过的方式进行切断。对于其截面,利用基恩士公司制高精度形状测定系统KS-1100,计算在凸部的中心与相邻的凸部的中心之间所占的透过侧流路件的横截面积相对于测定出的凸部的中心与相邻的凸部的中心的距离乘以透过侧流路件的高度的乘积之比,将任意30处的平均值作为横截面积比。

[0134] (造水量)

[0135] 关于分离膜元件,作为原水,使用浓度为200ppm的盐水、pH值为6.5的NaCl水溶液,在运转压力为0.41MPa、温度为25℃的条件下运转15分钟之后,进行1分钟的取样,将每一天的透水量(加仑)作为造水量(GPD(加仑/天))表示。

[0136] (回收率)

[0137] 在造水量的测定中,将在预定时间供给的原水流量VF与该时间的透过水量VP的比率作为回收率,通过 $V_P/V_F \times 100$ 计算。

[0138] (除去率(TDS除去率))

[0139] 关于造水量A的测定时的1分钟的运行所使用的原水和取样的透过水,通过传导率测定求出TDS浓度,由下述式算出TDS除去率。

[0140] $TDS\text{除去率}(\%) = 100 \times \{1 - (\text{透过水中的TDS浓度}/\text{原水中的TDS浓度})\}$

[0141] (造水量降低率)

[0142] 是从运行开始1小时后和100小时后的造水量的变化率,可以由 $100 - (100\text{小时后的造水量}/1\text{小时后的造水量}) \times 100$ 表现,数值越接近0,越难以在分离膜的表面产生水垢,成为在高回收率运行中性能稳定性优异的分膜元件。

[0143] (在无纺布上具有突起物的透过侧流路件的制作)

[0144] 使用装填有狭缝宽度为0.5mm、间距为0.9mm的梳形垫片的敷贴器,将支承辊温度调节为20℃,并且在作为分离膜元件的情况下以与集水管的长度方向垂直的直线状,在作为封筒状膜的情况下从卷绕方向的内侧端部到外侧端部以与集水管的长度方向垂直的直线状,将由60质量%的高结晶性PP(MFR1000g/10分钟,熔点161℃)和40质量%的低结晶性 α -烯烃聚合物(日本出光兴产株式会社制;立构规整性聚丙烯“L-MODU·S400”(商品名称))构成的组合物颗粒以树脂温度205℃、行走速度10m/min呈直线状涂布在无纺布上。无纺布的厚度为0.07mm,单位面积重量为35g/m²,采用压花图案(ϕ 1mm的圆形,间距5mm的格子状)。

[0145] 再者,表中将该透过侧流路件表示为透过侧流路件A。

[0146] (在分离膜的透过侧固定的透过侧流路件的制作)

[0147] 除了将无纺布变更为分离膜,在分离膜的透过侧的表面配置突起物以外,采用与在无纺布上具有突起物的透过侧流路件同样的方法配置透过侧流路件。

[0148] 再者,表中将该透过侧流路件表示为透过侧流路件B。

[0149] (由具有贯通孔的薄膜形成的透过侧流路件的制作)

[0150] 对非拉伸聚丙烯薄膜(东丽制トレファン(注册商标))实施压印加工和CO₂激光加工,得到具有贯通孔的透过侧流路件。具体而言,利用通过切削加工而形成槽的金属模具夹入非拉伸聚丙烯薄膜,以140℃/2分钟/15MPa保持压力,在40℃冷却之后从模具中取出。

[0151] 接着,使用3D-AxisCO₂激光打标机MLZ9500,从凹凸压印片的非凹凸面对凹凸中的凹部进行激光加工,得到贯通孔。再者,将贯通孔在各槽中以间距2mm设置。

[0152] 再者,表中将该透过侧流路件表示为透过侧流路件C。

[0153] (由纬编物形成的透过侧流路件的制作)

[0154] 纬编物是通过以下方式制作的:将聚对苯二甲酸乙二醇酯系低熔点涤纶长丝(熔点:235℃)与聚对苯二甲酸乙二醇酯长丝(熔点:255℃)混织,将所得到的复丝纱(48根长丝,110分特)作为针织纱,编成天竺编织(平针编织)的纬编组织(gauge(针织机单位长度的针数)),将其以245℃进行热定型处理之后,实施研光加工。

[0155] 再者,表中将该透过侧流路件表示为透过侧流路件D。

[0156] (实施例1)

[0157] 将聚砜的15.2质量%的DMF溶液以180μm的厚度在室温(25℃)下浇铸于由聚对苯二甲酸乙二醇酯纤维制成的无纺布(纱线直径:1分特,厚度:约0.09mm,密度:0.80g/cm³)上,立即在纯水中浸渍放置5分钟,再用80℃的温水浸渍1分钟,由此制作由纤维增强聚砜支持膜构成的多孔性支持层(厚度为0.13mm)。

[0158] 然后,将多孔性支持层辊放卷,浸渍于m-PDA的3.8重量%水溶液中2分钟,将该支持膜沿垂直方向缓缓提起,从空气喷嘴吹氮气,从支持膜表面除去多余的水溶液之后,将包含0.175重量%均苯三甲酸氯的正癸烷溶液以完全润湿表面的方式涂布并静置1分钟。接着,为了从膜中除去多余的溶液,将膜垂直保持1分钟,排掉液体。然后,用90℃的热水清洗2分钟,得到分离膜辊。

[0159] 将这样得到的分离膜进行折叠剪裁加工,使分离膜元件中的有效面积成为0.5m²,将网(厚度:0.5mm,间距:3mm×3mm,纤维直径:250μm,投影面积比:0.25)作为原水侧流路件,制作表1所示的1枚叶片。

[0160] 在所得到的叶片的透过侧的表面层叠表1所示的透过侧流路件,呈螺旋状卷绕在ABS(丙烯腈-丁二烯-苯乙烯)制集水管(宽度:350mm,直径:18mm,每1列直线状10个孔)上,用连续挤压成型为筒状的网(厚度:0.5mm,间距:2mm×2mm,纤维直径:0.25mm,投影面积比:0.21)被覆分离膜元件的外周面。进行被覆的分离膜元件的两端的切边之后,安装了用于防止从一端流入原水的封止板(相当于第1端板91)。像这样,将原水供给口仅设置在分离膜元件的外周面(L型元件)。另外,将相当于第2端板92的端板安装在被覆了的分离膜元件的另一端,制作将浓缩流体出口设置在分离膜元件的另一端的直径为2英寸的分离膜元件。

[0161] 将分离膜元件放入压力容器,以回收率90%在上述条件下评价各性能,结果如表1所示。

[0162] 表1

[0163]

		实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4	实施例 5	实施例 6
分离膜元件	形态	L 型	L 型	L 型	L 型	L 型	L 型
	元件直径	2 英寸					
	原水供给部的位置	外周侧	外周侧	外周侧	外周侧	外周侧	外周侧
	浓缩水排出部的位置	端面侧	端面侧	端面侧	端面侧	端面侧	端面侧
	宽度(mm)	230	230	230	230	230	230
	膜叶长度(mm)	1000	1000	1000	1000	1000	1000
	膜叶长度/宽度(L/W1)	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3
	膜叶数量(枚)	1	1	1	1	1	1
	有效膜面积(mm ²)	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46
供给侧流路	入口宽度(mm)	230	230	230	230	230	230
	入口厚度(mm)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	开口率(%)	20	20	20	20	20	20
	长度(mm)	1000	1000	1000	1000	1000	1000
透过侧流路件	种类	A	A	B	C	A	A
	厚度 H0(mm)	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
	横截面积比	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.56
透过侧流路件的凸部	平面形状	直线(MD)	直线(MD)	直线(MD)	直线(MD)	直线(MD)	直线(MD)
	高度 H1(mm)	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
	宽度 W(mm)	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37
	流路宽度的变动系数(-)	0.08	0.05	0.05	0.02	0.03	0.03
	长度 X(mm)	-	-	-	-	-	-
透过侧流路件的凹部	槽宽度 D(mm)	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.62
	槽长度 E(mm)	-	-	-	-	-	-
运行条件	回收率(%)	90	90	90	90	90	90
性能	造水量(GPD)	96	99	105	97	100	108
	除去率(%)	98.1	97.8	98.0	98.0	98.0	98.0
	造水量降低率(%)	13	13	14	16	14	13

[0164] (实施例2~10)

[0165] 除了使透过侧流路件如表1和2所示以外,全部与实施例1同样地制作分离膜和分离膜元件。

[0166] 将分离膜元件放入压力容器,在与实施例1相同的条件下评价各性能,结果如表1和2所示。

[0167] 表2

[0168]

		实施例 7	实施例 8	实施例 9	实施例 10	实施例 11	实施例 12
分离膜元件	形态	L 型	L 型	L 型	L 型	L 型	L 型
	元件直径	2 英寸	2 英寸	2 英寸	2 英寸	4 英寸	4 英寸
	原水供给部的位置	外周侧	外周侧	外周侧	外周侧	外周侧	外周侧
	浓缩水排出部的位置	端面侧	端面侧	端面侧	端面侧	端面侧	端面侧
	宽度(mm)	230	230	230	230	400	400
	膜叶长度(mm)	1000	1000	1000	1000	1000	1300
	膜叶长度/宽度(L/W1)	4.3	4.3	4.3	4.3	2.5	3.3
	膜叶数量(枚)	1	1	1	1	4	3
	有效膜面积(mm ²)	0.46	0.46	0.46	0.46	3.20	3.12
供给侧流路	入口宽度(mm)	230	230	230	230	400	400
	入口厚度(mm)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	开口率(%)	20	20	20	20	20	20
	长度(mm)	1000	1000	1000	1000	1000	1300
透过侧流路件	种类	B	C	D	D	A	A
	厚度 H0(mm)	0.30	0.30	0.35	0.45	0.30	0.30
	横截面积比	0.40	0.65	0.74	0.70	0.65	0.65
透过侧流路件的凸部	平面形状	直线(MD)	直线(MD)	-	-	直线(MD)	直线(MD)
	高度 H1(mm)	0.30	0.23	-	-	0.23	0.23
	宽度 W(mm)	0.37	0.37	-	-	0.37	0.37
	流路宽度的变动系数(-)	0.03	0.00	0.10	0.10	0.03	0.03
	长度 X(mm)	-	-	-	-	-	-
透过侧流路件的凹部	槽宽度 D(mm)	0.42	0.40	-	-	0.40	0.40
	槽长度 E(mm)	-	-	-	-	-	-
运行条件	回收率(%)	90	90	90	90	90	90
性能	造水量(GPD)	115	98	94	96	678	655
	除去率(%)	98.0	98.0	98.1	98.0	98.0	98.0
	造水量降低率(%)	11	15	17	16	18	16

[0169] (实施例11~15)

[0170] 除了使叶片的大小、枚数如表2和3所示以外,全部与实施例1同样地制作分离膜和分离膜元件。

[0171] 将分离膜元件放入压力容器,在与实施例1相同的条件下评价各性能,结果如表2和3所示。

[0172] 表3

[0173]

		实施例 13	实施例 14	实施例 15	实施例 16	实施例 17	实施例 18
分离膜元件	形态	L 型	L 型	L 型	L 型	L 型	L 型
	元件直径	3 英寸	3 英寸	2 英寸	2 英寸	2 英寸	2 英寸
	原水供给部的位置	外周侧	外周侧	外周侧	外周侧	外周侧	外周侧
	浓缩水排出部的位置	端面侧	端面侧	端面侧	端面侧	端面侧	端面侧
	宽度(mm)	300	300	230	230	230	230
	膜叶长度(mm)	800	1200	600	1000	1000	1000
	膜叶长度/宽度(L/W1)	2.7	4.0	2.6	4.3	4.3	4.3
	膜叶数量(枚)	3	2	2	1	1	1
	有效膜面积(mm ²)	1.44	1.44	0.55	0.46	0.46	0.46
供给侧流路	入口宽度(mm)	300	300	230	230	230	230
	入口厚度(mm)	0.5	1	0.35	0.5	0.5	0.5
	开口率(%)	20	20	20	20	20	8
	长度(mm)	800	1200	600	1000	1000	1000
透过侧流路件	种类	A	A	A	A	A	A
	厚度 H0(mm)	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
	横截面积比	0.65	0.65	0.65	0.65	0.56	0.56
透过侧流路件的凸部	平面形状	直线(MD)	直线(MD)	直线(MD)	直线(MD)	直线(MD)	直线(MD)
	高度 H1(mm)	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
	宽度 W(mm)	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37
	流路宽度的变动系数(-)	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
	长度 X(mm)	-	-	-	-	-	-
透过侧流路件的凹部	槽宽度 D(mm)	0.40	0.40	0.40	0.40	0.62	0.40
	槽长度 E(mm)	-	-	-	-	-	-
运行条件	回收率(%)	90	90	90	60	35	90
性能	造水量(GPD)	481	470	113	101	103	95
	除去率(%)	98.0	98.2	98.3	98.1	98.4	98.1
	造水量降低率(%)	11	10	9	7	3	16

[0174] (实施例16、17)

[0175] 将与实施例1相同的分离膜元件放入压力容器,在实施例16中将回收率变更为60%,在实施例17中将回收率变更为35%,除此以外在与实施例1相同的条件下评价各性能,结果如表3所示。

[0176] (实施18、19)

[0177] 除了使原水侧流路的开口率如表3和表4所示以外,全部与实施例1同样地制作分

离膜和分离膜元件。

[0178] 将分离膜元件放入压力容器,在与实施例1相同的条件下评价各性能,结果如表3和4所示。

[0179] 表4

[0180]

		实施例 19	实施例 20	实施例 21	实施例 22	实施例 23	实施例 24
分离膜元件	形态	L 型	IL 型	IL 型	逆 L 型	逆 L 型	逆 L 型
	元件直径	2 英寸					
	原水供给部的位置	外周侧	外周侧	外周侧	端面侧	端面侧	端面侧
	浓缩水排出部的位置	端面侧	端面侧	端面侧	外周侧	外周侧	外周侧
	宽度(mm)	230	230	230	230	230	230
	膜叶长度(mm)	1000	1000	1000	1000	1000	1000
	膜叶长度/宽度(L/W1)	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3
	膜叶数量(枚)	1	1	1	1	1	1
	有效膜面积(mm ²)	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46
供给侧流路	入口宽度(mm)	230	230	230	230	230	230
	入口厚度(mm)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	开口率(%)	35	15	30	10	20	40
	长度(mm)	1000	1000	1000	1000	1000	1000
透过侧流路件	种类	A	A	A	A	A	A
	厚度 H0(mm)	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
	横截面积比	0.56	0.56	0.56	0.65	0.56	0.56
透过侧流路件的凸部	平面形状	直线(MD)	直线(MD)	直线(MD)	直线(MD)	直线(MD)	直线(MD)
	高度 H1(mm)	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
	宽度 W(mm)	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37
	流路宽度的变动系数(-)	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
	长度 X(mm)	-	-	-	-	-	-
透过侧流路件的凹部	槽宽度 D(mm)	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
	槽长度 E(mm)	-	-	-	-	-	-
运行条件	回收率(%)	90	90	90	90	90	90
性能	造水量(GPD)	95	97	97	96	98	96
	除去率(%)	95.9	97.3	95.0	97.7	98.5	99.0
	造水量降低率(%)	16	20	21	13	10	12

[0181] (实施20、21)

[0182] 将用于防止从分离膜元件的一端流入原水的封止板部分地开口,使分离膜元件的形态成为IL型,使分离膜元件的规格如表4所示,除此以外与实施例1同样地制作分离膜和分离膜元件。

[0183] 将分离膜元件放入压力容器,在与实施例1相同的条件下评价各性能,结果如表4所示。

[0184] (实施例22~24)

[0185] 使分离膜元件的形态成为逆L型,使分离膜元件的规格如表4所示,除此以外全部与实施例1同样地制作分离膜和分离膜元件。

[0186] 将分离膜元件放入压力容器,在与实施例1相同的条件下评价各性能,结果如表4所示。

[0187] (实施例25~27)

[0188] 将第1和第2端板设为有孔端板,使分离膜元件的形态成为T型,使分离膜元件的规格如表5所示,除此以外全部与实施例1同样地制作分离膜和分离膜元件。

[0189] 将分离膜元件放入压力容器,在与实施例1相同的条件下评价各性能,结果如表5所示。

[0190] 表5

[0191]

		实施例 25	实施例 26	实施例 27	比较例 1	比较例 2	比较例 3
分离膜元件	形态	T 型	T 型	T 型	L 型	L 型	L 型
	元件直径	2 英寸					
	原水供给部的位置	外周侧	外周侧	外周侧	外周侧	外周侧	外周侧
	浓缩水排出部的位置	端面侧	端面侧	端面侧	端面侧	端面侧	端面侧
	宽度(mm)	230	230	230	230	230	230
	膜叶长度(mm)	1000	1000	1000	1000	1000	1000
	膜叶长度/宽度(L/W1)	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3
	膜叶数量(枚)	1	1	1	1	1	1
	有效膜面积(mm ²)	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46
供给侧流路	入口宽度(mm)	230	230	230	230	230	230
	入口厚度(mm)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	开口率(%)	6	23	41	20	20	20
	长度(mm)	1000	1000	1000	1000	1000	1000
透过侧流路件	种类	A	A	A	A	A	B
	厚度 H0(mm)	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
	横截面积比	0.56	0.56	0.56	0.80	0.38	0.80
透过侧流路件的凸部	平面形状	直线(MD)	直线(MD)	直线(MD)	直线(MD)	直线(MD)	直线(MD)
	高度 H1(mm)	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
	宽度 W(mm)	0.37	0.37	0.37	0.30	0.30	0.30
	流路宽度的变动系数(-)	0.03	0.03	0.03	0.12	0.14	0.12
	长度 X(mm)	-	-	-	-	-	-
透过侧流路件的凹部	槽宽度 D(mm)	0.40	0.40	0.40	0.15	1.50	0.15
	槽长度 E(mm)	-	-	-	-	-	-
运行条件	回收率(%)	90	90	90	90	90	90
性能	造水量(GPD)	97	99	98	90	89	87
	除去率(%)	96.8	97.6	97.3	98.2	88.0	98.0
	造水量降低率(%)	14	15	15	16	15	16

[0192] (比较例1~5)

[0193] 除了使透过侧流路件如表5和表6所示以外,全部与实施例1同样地制作分离膜和分离膜元件。

[0194] 将分离膜元件放入压力容器,在上述条件下评价各性能,结果如表5和表6所示。

[0195] 即、在比较例1、3~5中,透过侧流路件致密,透过侧阻力增大,在比较例6中,流路宽度的变动系数增大,由于流动阻力的增加而发生造水量的减少。与此相伴,原水量减少,

流速也降低,因此由于产生水垢而发生造水量的减少。

[0196] 另外,在比较例2中,槽的间隔大,因此通过加压过滤,分离膜堵塞透过侧流路,并且分离膜变形,膜的功能层被破坏,因此造水量和除去率都降低。

[0197] 表6

[0198]

		比较例 4	比较例 5	比较例 6	比较例 7	比较例 8	比较例 9
分离膜元件	形态	L 型	L 型	L 型	I 型	I 型	I 型
	元件直径	2 英寸	2 英寸	2 英寸	2 英寸	2 英寸	2 英寸
	原水供给部的位置	外周侧	外周侧	外周侧	端面侧	端面侧	端面侧
	浓缩水排出部的位置	端面侧	端面侧	端面侧	端面侧	端面侧	端面侧
	宽度(mm)	230	230	230	230	230	230
	膜叶长度(mm)	1000	1000	1000	1000	1000	1000
	膜叶长度/宽度(L/W1)	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3
	膜叶数量(枚)	1	1	1	1	1	1
	有效膜面积(mm ²)	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46
供给侧流路	入口宽度(mm)	230	230	230	1000	1000	1000
	入口厚度(mm)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	开口率(%)	20	20	20	100	100	100
	长度(mm)	1000	1000	1000	1000	1000	1000
透过侧流路件	种类	C	C	D	A	A	A
	厚度 H0(mm)	0.30	0.30	0.24	0.30	0.30	0.30
	横截面积比	0.80	0.80	0.90	0.65	0.65	0.65
透过侧流路件的凸部	平面形状	直线(MD)	直线(MD)	-	直线(MD)	直线(MD)	直线(MD)
	高度 H1(mm)	0.23	0.23	-	0.23	0.23	0.23
	宽度 W(mm)	0.30	0.30	-	0.37	0.37	0.37
	流路宽度的变动系数(-)	0.12	0.12	0.12	0.03	0.03	0.03
	长度 X(mm)	-	-	-	-	-	-
透过侧流路件的凹部	槽宽度 D(mm)	0.15	0.15	-	0.40	0.40	0.40
	槽长度 E(mm)	-	-	-	-	-	-
运行条件	回收率(%)	90	90	90	90	60	35
性能	造水量(GPD)	91	85	72	92	102	110
	除去率(%)	98.0	98.0	98.0	75.8	88.0	96.6
	造水量降低率(%)	16	16	18	31	22	6

[0199] (比较例7)

[0200] 在所得到的叶片的透过侧的表面层叠透过侧流路件,呈螺旋状卷绕在ABS(丙烯

睛-丁二烯-苯乙烯)制集水管(宽度:350mm,直径:18mm,每1列直线状10个孔)上,进而在外轴卷绕薄膜。用胶带固定之后,进行切边、端板的安装和纤维缠绕,制成直径为2英寸的分离膜元件,除此以外全部与实施例1同样地制作分离膜和分离膜元件。再者,第1和第2端板设为有孔端板,用市售的聚氯乙烯绝缘带被覆分离膜元件的外周面。

[0201] 将分离膜元件放入压力容器,在上述条件下评价各性能,结果如表6所示。

[0202] 即、本实施方式中,原水侧流路的入口大,因此原水的流速减低,容易发生浓度极化,有造水量降低率增大的倾向。

[0203] (比较例8、9)

[0204] 将与比较例7相同的分离膜元件放入压力容器,在比较例8中将回收率变更为60%,在比较例9中将回收率变更为35%,除此以外在与比较例6相同的条件下评价各性能,结果如表6所示。

[0205] (比较例10~12)

[0206] 除了使分离膜元件的宽度、膜叶长度、膜叶数量如表7所示以外,全部与实施例1同样地制作分离膜和分离膜元件。

[0207] 将分离膜元件放入压力容器,在与实施例1相同的条件下评价各性能,结果如表7所示。

[0208] 即、由于膜叶长度短,透过侧流路变短,即使应用本发明的透过侧流路件,透过侧阻力的降低也很小,并且膜宽度变大,原水供给部变大,原水的流速慢,因此膜面浓度升高,除去率变差,产生水垢,使造水降低率劣化。

[0209] 表7

		比较例 10	比较例 11	比较例 12
分离膜元件	形态	L 型	L 型	L 型
	元件直径	2 英寸	2 英寸	2 英寸
	原水供给部的位置	外周侧	外周侧	外周侧
	浓缩水排出部的位置	端面侧	端面侧	端面侧
	宽度(mm)	550	1000	230
	膜叶长度(mm)	420	230	500
	膜叶长度/宽度(L/W1)	0.8	0.2	2.2
	膜叶数量(枚)	1	1	2
	有效膜面积(mm ²)	0.46	0.46	0.46
供给侧流路	入口宽度(mm)	230	1000	1000
	入口厚度(mm)	0.5	0.5	0.5
	开口率(%)	20	20	20
	长度(mm)	420	230	230
透过侧流路件	种类	A	A	A
	厚度 H0(mm)	0.30	0.30	0.30
	横截面积比	0.65	0.65	0.65
透过侧流路件的凸部	平面形状	直线(MD)	直线(MD)	直线(MD)
	高度 H1(mm)	0.23	0.23	0.23
	宽度 W(mm)	0.37	0.37	0.37
	流路宽度的变动系数(-)	0.03	0.03	0.03
	长度 X(mm)	-	-	-
透过侧流路件的凹部	槽宽度 D(mm)	-	0.40	0.40
	槽长度 E(mm)	-	-	-
运行条件	回收率(%)	90	90	90
性能	造水量(GPD)	111	115	103
	除去率(%)	95.0	93.2	96.0
	造水量降低率(%)	35	40	26

[0211] 由表1~表7所示的结果可知,本发明的实施例1~27的分离膜元件,即使以高压运行,也能够得到具有高的除去性能的充分量的透过水,稳定具备优异的分性能。

[0212] 附图标记说明

[0213] 1 原水侧流路件

[0214] 101 原水

[0215] 101A 原水供给部

- [0216] 102 透过水
- [0217] 103 浓缩水
- [0218] 103B 浓缩水排出部
- [0219] 2 分离膜
- [0220] 3 透过侧流路件
- [0221] 4 集水管
- [0222] 5 一般的分离膜元件(I型元件)
- [0223] 5B L型元件
- [0224] 5C 逆L型元件
- [0225] 5D IL型元件
- [0226] 5E T型元件
- [0227] 6 凸部
- [0228] 7 凹部
- [0229] 8 贯通孔
- [0230] 821 设置于多孔构件的孔
- [0231] 91 无孔端板
- [0232] 92 有孔端板
- [0233] D 槽宽度
- [0234] E 槽长度
- [0235] H0 透过侧流路件的厚度
- [0236] H1 透过侧流路件的凸部的高度
- [0237] H2 原水侧流路件的厚度
- [0238] J 贯通孔的宽度
- [0239] K 贯通孔的长度
- [0240] L 原水侧流路的长度(分离膜叶的长度)
- [0241] OL 开口长度
- [0242] S 透过侧流路件的凸部的横截面积
- [0243] V_F 单位时间的原水流量
- [0244] V_P 单位时间的透过水量
- [0245] W 透过侧流路件的凸部的宽度
- [0246] W1 分离膜叶的宽度
- [0247] X 透过侧流路件的凸部的长度

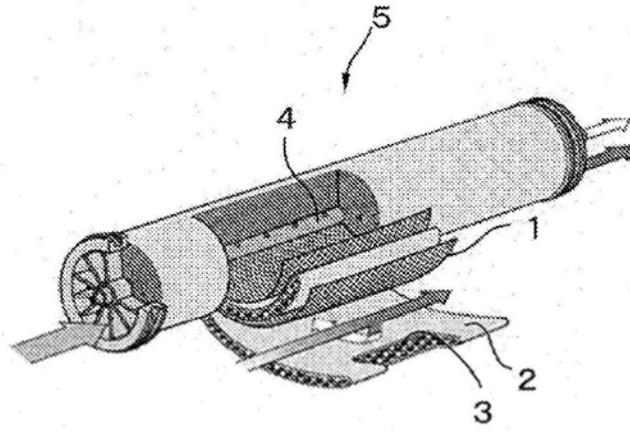


图1

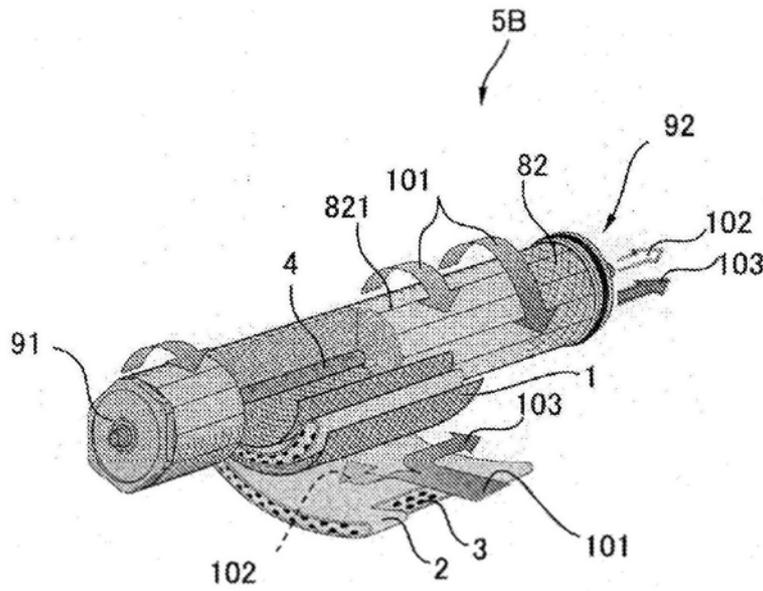


图2

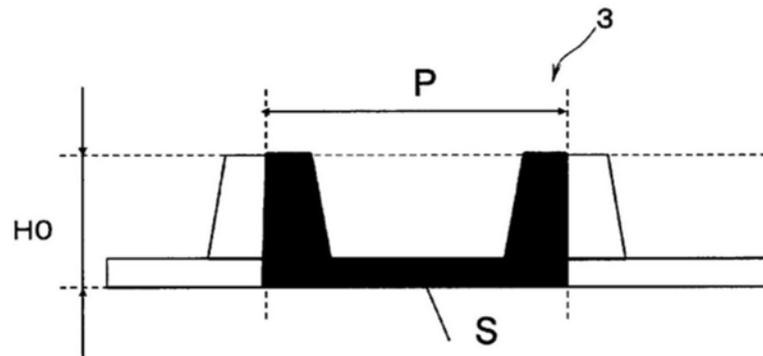


图3

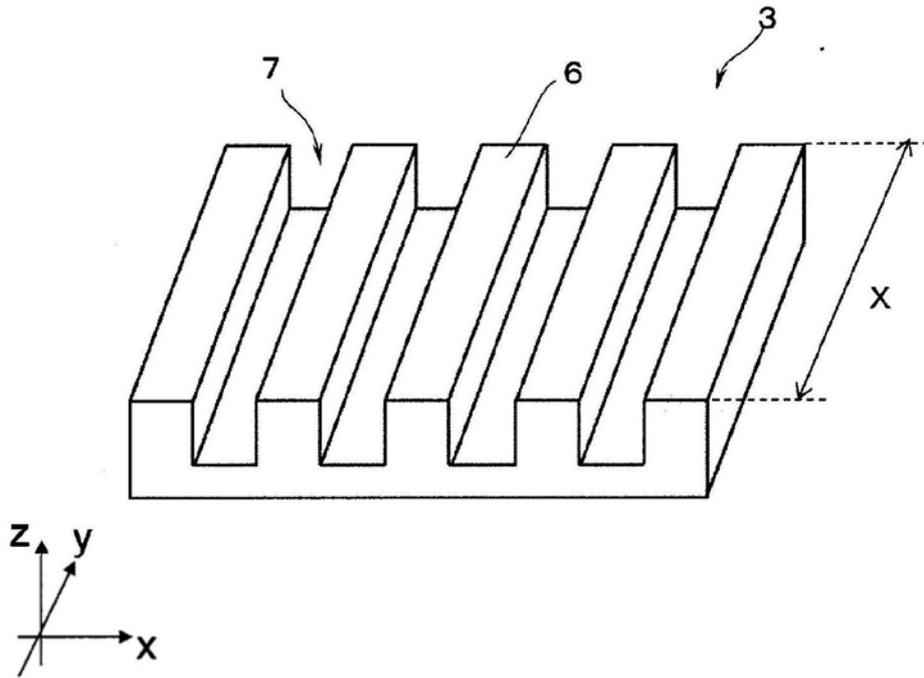


图7

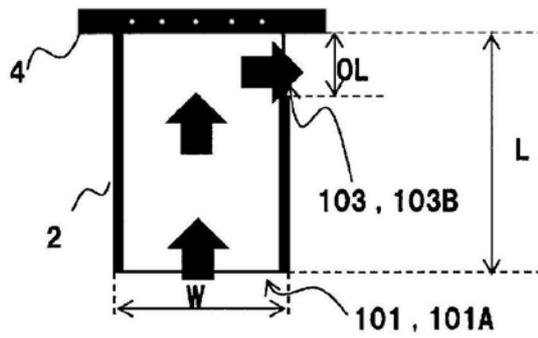


图8

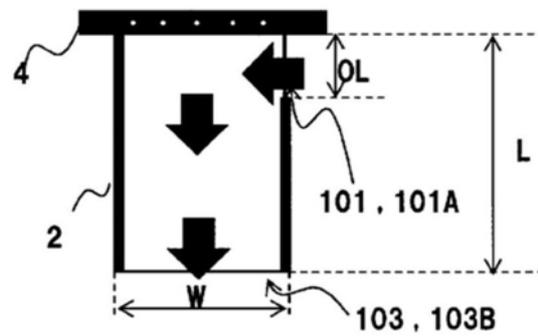


图9

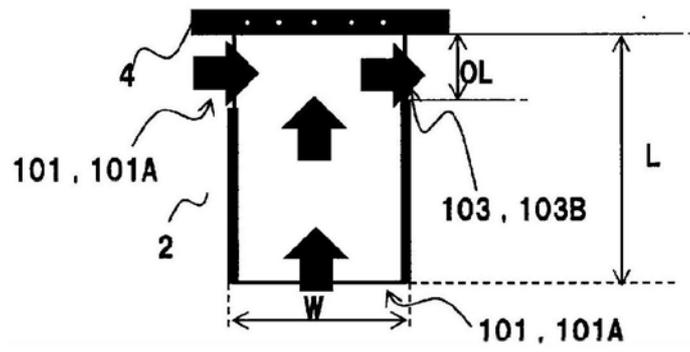


图10

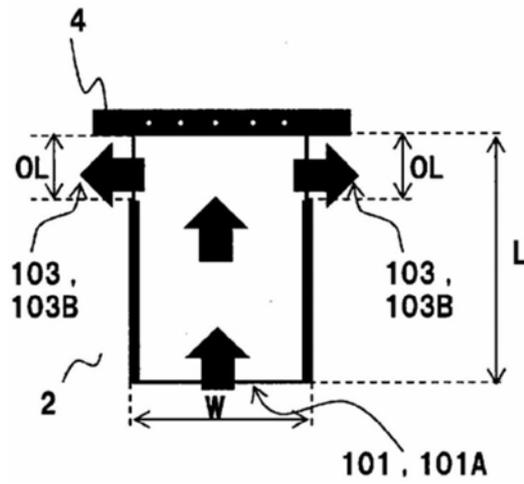


图11

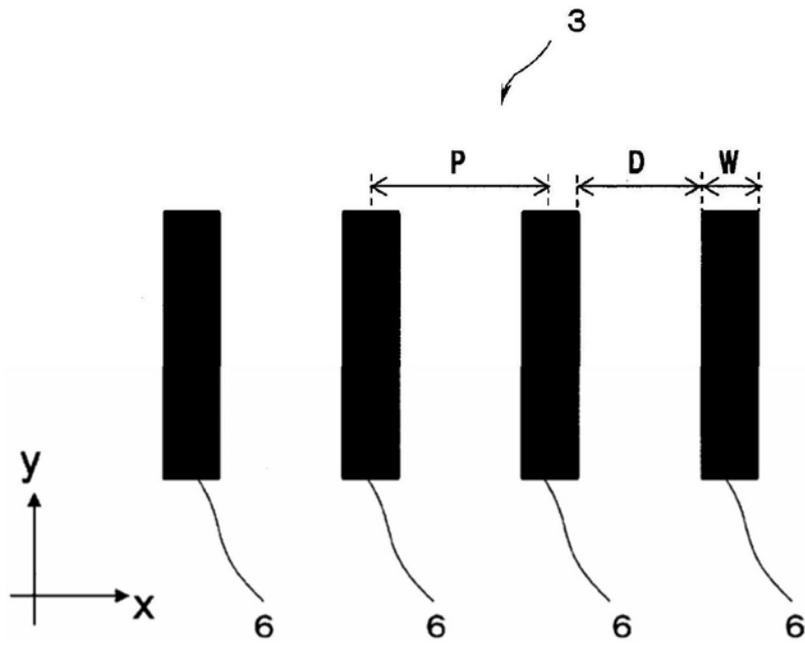


图12