



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114828989 B

(45) 授权公告日 2024. 09. 17

(21) 申请号 202080087246.0

(22) 申请日 2020.08.17

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 114828989 A

(43) 申请公布日 2022.07.29

(30) 优先权数据  
2019-235301 2019.12.25 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2022.06.16

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/JP2020/031005 2020.08.17

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02021/131145 JA 2021.07.01

(73) 专利权人 住友电工超效能高分子股份有限公司

地址 日本大阪府

(72) 发明人 林文弘 室谷保彦 桥本隆昌  
铃木良昌

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限  
责任公司 11219

专利代理师 任天诺 高培培

(51) Int. Cl.  
B01D 63/02 (2006.01)  
B01D 63/00 (2006.01)

(56) 对比文件  
JP 2000189761 A, 2000.07.11

审查员 徐汝隆

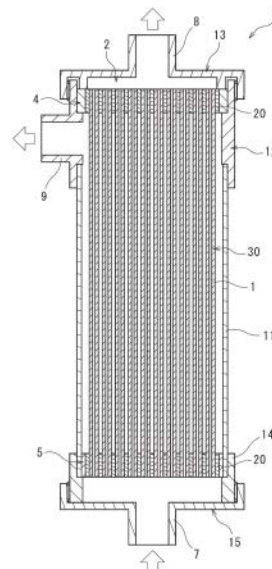
权利要求书4页 说明书13页 附图5页

## (54) 发明名称

中空纤维膜模块的制造方法及中空纤维膜模块

## (57) 摘要

本公开的中空纤维膜模块的制造方法是具备具有多条中空纤维膜的中空纤维膜束、收容上述中空纤维膜束的壳体及上述中空纤维膜束的两端区域或一端区域中的中空纤维膜外表面与壳体内表面之间由灌封剂填充的灌封部的中空纤维膜模块的制造方法,其中,包括将片状的间隔件配置于上述中空纤维膜束的两端部或一端部处的中空纤维膜间的间隙的工序和以使上述被配置了的间隔件被埋入的方式向上述中空纤维膜束的两端区域或一端区域中的中空纤维膜外表面与壳体内表面之间填充灌封剂的工序,上述灌封剂以树脂、橡胶或弹性体为主要成分,上述间隔件是网状物、无纺布、多孔质片或膜。



1. 一种脱气用中空纤维膜模块的制造方法,所述脱气用中空纤维膜模块具备:  
中空纤维膜束,具有以聚四氟乙烯或改性聚四氟乙烯为主成分的多条中空纤维膜;  
壳体,收容上述中空纤维膜束;及  
灌封部,上述中空纤维膜束的两端区域或一端区域中的中空纤维膜外表面与壳体内表面之间由灌封剂填充,

上述脱气用中空纤维膜模块使液体透过上述中空纤维膜而将溶解于上述液体的气体脱气,

其中,所述脱气用中空纤维膜模块的制造方法包括:

将片状的间隔件仅配置于上述中空纤维膜束的两端部或一端部处的中空纤维膜间的间隙的工序;及

以使上述被配置了的间隔件被埋入的方式向上述中空纤维膜束的两端区域或一端区域中的中空纤维膜外表面与壳体内表面之间填充灌封剂的工序,

上述灌封剂以树脂或橡胶为主成分,

上述间隔件是网状物、无纺布或多孔质片,

上述中空纤维膜的平均外径是0.75mm以下,且平均内径是0.3mm以下,

上述脱气用中空纤维膜模块中的纯水的溶解氧的除去率为50%以上。

2. 一种脱气用中空纤维膜模块的制造方法,所述脱气用中空纤维膜模块具备:

中空纤维膜束,具有以聚四氟乙烯或改性聚四氟乙烯为主成分的多条中空纤维膜;

壳体,收容上述中空纤维膜束;及

灌封部,上述中空纤维膜束的两端区域或一端区域中的中空纤维膜外表面与壳体内表面之间由灌封剂填充,

上述脱气用中空纤维膜模块使液体透过上述中空纤维膜而将溶解于上述液体的气体脱气,

其中,所述脱气用中空纤维膜模块的制造方法包括:

将片状的间隔件仅配置于上述中空纤维膜束的两端部或一端部处的中空纤维膜间的间隙的工序;及

以使上述被配置了的间隔件被埋入的方式向上述中空纤维膜束的两端区域或一端区域中的中空纤维膜外表面与壳体内表面之间填充灌封剂的工序,

上述灌封剂以树脂或橡胶为主成分,

上述间隔件是膜,

上述中空纤维膜的平均外径是0.75mm以下,且平均内径是0.3mm以下,

上述脱气用中空纤维膜模块中的纯水的溶解氧的除去率为50%以上。

3. 一种脱气用中空纤维膜模块的制造方法,所述脱气用中空纤维膜模块具备:

中空纤维膜束,具有以聚四氟乙烯或改性聚四氟乙烯为主成分的多条中空纤维膜;

壳体,收容上述中空纤维膜束;及

灌封部,上述中空纤维膜束的两端区域或一端区域中的中空纤维膜外表面与壳体内表面之间由灌封剂填充,

上述脱气用中空纤维膜模块使液体透过上述中空纤维膜而将溶解于上述液体的气体脱气,

其中,所述脱气用中空纤维膜模块的制造方法包括:

将片状的间隔件仅配置于上述中空纤维膜束的两端部或一端部处的中空纤维膜间的间隙的工序;及

以使上述被配置了的间隔件被埋入的方式向上述中空纤维膜束的两端区域或一端区域中的中空纤维膜外表面与壳体内表面之间填充灌封剂的工序,

上述灌封剂以弹性体为主成分,

上述间隔件是网状物、无纺布或多孔质片,

上述中空纤维膜的平均外径是0.75mm以下,且平均内径是0.3mm以下,

上述脱气用中空纤维膜模块中的纯水的溶解氧的除去率为50%以上。

4.一种脱气用中空纤维膜模块的制造方法,所述脱气用中空纤维膜模块具备:

中空纤维膜束,具有以聚四氟乙烯或改性聚四氟乙烯为主成分的多条中空纤维膜;

壳体,收容上述中空纤维膜束;及

灌封部,上述中空纤维膜束的两端区域或一端区域中的中空纤维膜外表面与壳体内表面之间由灌封剂填充,

上述脱气用中空纤维膜模块使液体透过上述中空纤维膜而将溶解于上述液体的气体脱气,

其中,所述脱气用中空纤维膜模块的制造方法包括:

将片状的间隔件仅配置于上述中空纤维膜束的两端部或一端部处的中空纤维膜间的间隙的工序;及

以使上述被配置了的间隔件被埋入的方式向上述中空纤维膜束的两端区域或一端区域中的中空纤维膜外表面与壳体内表面之间填充灌封剂的工序,

上述灌封剂以弹性体为主成分,

上述间隔件是膜,

上述中空纤维膜的平均外径是0.75mm以下,且平均内径是0.3mm以下,

上述脱气用中空纤维膜模块中的纯水的溶解氧的除去率为50%以上。

5.根据权利要求1~4中的任一项所述的脱气用中空纤维膜模块的制造方法,

上述间隔件是带状体,

进行上述配置的工序包括:

使上述多条中空纤维膜的两端部或仅一端部保持于上述间隔件的单面并将上述多条中空纤维膜并列配置的工序;及

卷绕上述多条中空纤维膜和配置于上述多条中空纤维膜的两端部或一端部的间隔件并形成卷状的中空纤维膜束的工序。

6.一种脱气用中空纤维膜模块,具备:

中空纤维膜束,具有以聚四氟乙烯或改性聚四氟乙烯为主成分的多条中空纤维膜;

壳体,收容上述中空纤维膜束;

灌封部,上述中空纤维膜束的两端区域或一端区域中的中空纤维膜外表面与壳体内表面之间由灌封剂填充;及

片状的间隔件,仅配置于上述中空纤维膜束的两端部或一端部处的中空纤维膜间的间隙,

上述灌封剂以树脂或橡胶为主成分，

上述间隔件是网状物、无纺布或多孔质片，且埋入于灌封部，

上述脱气用中空纤维膜模块使液体透过上述中空纤维膜而将溶解于上述液体的气体脱气，

上述中空纤维膜的平均外径是0.75mm以下，且平均内径是0.3mm以下，

上述脱气用中空纤维膜模块中的纯水的溶解氧的除去率为50%以上。

7. 一种脱气用中空纤维膜模块，具备：

中空纤维膜束，具有以聚四氟乙烯或改性聚四氟乙烯为主成分的多条中空纤维膜；

壳体，收容上述中空纤维膜束；

灌封部，上述中空纤维膜束的两端区域或一端区域中的中空纤维膜外表面与壳体内表面之间由灌封剂填充；及

片状的间隔件，仅配置于上述中空纤维膜束的两端部或一端部处的中空纤维膜间的间隙，

上述灌封剂以树脂或橡胶为主成分，

上述间隔件是膜，且埋入于灌封部，

上述脱气用中空纤维膜模块使液体透过上述中空纤维膜而将溶解于上述液体的气体脱气，

上述中空纤维膜的平均外径是0.75mm以下，且平均内径是0.3mm以下，

上述脱气用中空纤维膜模块中的纯水的溶解氧的除去率为50%以上。

8. 一种脱气用中空纤维膜模块，具备：

中空纤维膜束，具有以聚四氟乙烯或改性聚四氟乙烯为主成分的多条中空纤维膜；

壳体，收容上述中空纤维膜束；

灌封部，上述中空纤维膜束的两端区域或一端区域中的中空纤维膜外表面与壳体内表面之间由灌封剂填充；及

片状的间隔件，仅配置于上述中空纤维膜束的两端部或一端部处的中空纤维膜间的间隙，

上述灌封剂以弹性体为主成分，

上述间隔件是网状物、无纺布或多孔质片，且埋入于灌封部，

上述脱气用中空纤维膜模块使液体透过上述中空纤维膜而将溶解于上述液体的气体脱气，

上述中空纤维膜的平均外径是0.75mm以下，且平均内径是0.3mm以下，

上述脱气用中空纤维膜模块中的纯水的溶解氧的除去率为50%以上。

9. 一种脱气用中空纤维膜模块，具备：

中空纤维膜束，具有以聚四氟乙烯或改性聚四氟乙烯为主成分的多条中空纤维膜；

壳体，收容上述中空纤维膜束；

灌封部，上述中空纤维膜束的两端区域或一端区域中的中空纤维膜外表面与壳体内表面之间由灌封剂填充；及

片状的间隔件，仅配置于上述中空纤维膜束的两端部或一端部处的中空纤维膜间的间隙，

上述灌封剂以弹性体为主成分，

上述间隔件是膜，且埋入于灌封部，

上述脱气用中空纤维膜模块使液体透过上述中空纤维膜而将溶解于上述液体的气体脱气，

上述中空纤维膜的平均外径是0.75mm以下，且平均内径是0.3mm以下，

上述脱气用中空纤维膜模块中的纯水的溶解氧的除去率为50%以上。

10. 根据权利要求6~9中的任一项所述的脱气用中空纤维膜模块，

上述间隔件的厚度相对于上述中空纤维膜的平均外径的比例为0.1以上且1.0以下。

11. 根据权利要求6~9中的任一项所述的脱气用中空纤维膜模块，

上述间隔件的表面自由能为 $30\text{mJ}/\text{m}^2$ 以上且 $50\text{mJ}/\text{m}^2$ 以下。

12. 根据权利要求10所述的脱气用中空纤维膜模块，

上述间隔件的表面自由能为 $30\text{mJ}/\text{m}^2$ 以上且 $50\text{mJ}/\text{m}^2$ 以下。

13. 根据权利要求6~9中的任一项所述的脱气用中空纤维膜模块，

上述间隔件以聚烯烃、聚氨酯、聚醚砜、聚乙烯醇、纤维素、聚酯、丙烯酸树脂或它们的组合为主成分。

14. 根据权利要求10所述的脱气用中空纤维膜模块，

上述间隔件以聚烯烃、聚氨酯、聚醚砜、聚乙烯醇、纤维素、聚酯、丙烯酸树脂或它们的组合为主成分。

15. 根据权利要求11所述的脱气用中空纤维膜模块，

上述间隔件以聚烯烃、聚氨酯、聚醚砜、聚乙烯醇、纤维素、聚酯、丙烯酸树脂或它们的组合为主成分。

16. 根据权利要求12所述的脱气用中空纤维膜模块，

上述间隔件以聚烯烃、聚氨酯、聚醚砜、聚乙烯醇、纤维素、聚酯、丙烯酸树脂或它们的组合为主成分。

## 中空纤维膜模块的制造方法及中空纤维膜模块

### 技术领域

[0001] 本公开涉及中空纤维膜模块的制造方法及中空纤维膜模块。

[0002] 本申请主张基于2019年12月25日申请的日本申请第2019-235301号的优先权,援引上述日本申请所记载的全部记载内容。

### 背景技术

[0003] 将溶解于液体中的氧等气体除去的中空纤维膜模块在半导体制造工序、打印机、液晶封入工序、药液制造工序等中使用。关于上述中空纤维膜模块,将多条中空纤维膜以捆束的状态向具备液体出入口的壳体内收容而进行模块化。在中空纤维膜模块的模块化工序中,将多条中空纤维膜的束向壳体内收容,并且向中空纤维膜的束的端部侧的各中空纤维膜间及中空纤维膜与壳体之间的间隙填充灌封剂来进行粘接固定(灌封),从而形成灌封部。然后,将模块的液体入口与液体出口之间密封,并且利用该灌封部使中空纤维膜彼此成为捆扎的状态。

[0004] 在使用中空纤维膜模块的过滤或分离操作中,在施加压力的条件下进行处理,因此,作为灌封剂,在各中空纤维膜间以及中空纤维膜与壳体之间要求高的粘接性。在以往技术中,提出了以下的中空纤维膜模块:将中空纤维膜的聚集体的至少一个端部向由聚烯烃系树脂和石蜡构成的混合物的熔融物中浸渍,将该熔融物冷却固化,从而模块的壳体和中空纤维膜以高的密封及粘接状态被固定(参照日本特开平10-118464号公报)。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:日本特开平10-118464号公报

### 发明内容

[0008] 本公开的一方案的中空纤维膜模块的制造方法是具备具有多条中空纤维膜的中空纤维膜束、收容上述中空纤维膜束的壳体及上述中空纤维膜束的两端区域或一端区域中的中空纤维膜外表面与壳体内表面之间由灌封剂填充的灌封部的中空纤维膜模块的制造方法,其中,包括将片状的间隔件配置于上述中空纤维膜束的两端部或一端部处的中空纤维膜间的间隙的工序和以使上述被配置了的间隔件被埋入的方式向上述中空纤维膜束的两端区域或一端区域中的中空纤维膜外表面与壳体内表面之间填充灌封剂的工序,上述灌封剂以树脂、橡胶或弹性体为主要成分,上述间隔件是网状物、无纺布、多孔质片或膜。

[0009] 另外,本公开的其他的方案的中空纤维膜模块具备:中空纤维膜束,具有多条中空纤维膜;壳体,收容上述中空纤维膜束;灌封部,上述中空纤维膜束的两端区域或一端区域中的中空纤维膜外表面与壳体内表面之间由灌封剂填充;及片状的间隔件,配置于上述中空纤维膜束的两端部或一端部处的中空纤维膜间的间隙,上述灌封剂以树脂、橡胶或弹性体为主要成分,上述间隔件是网状物、无纺布、多孔质片或膜,且埋入于灌封部。

## 附图说明

- [0010] 图1是示出第一实施方式的中空纤维膜模块的示意性纵剖视图。
- [0011] 图2是示出第一实施方式的中空纤维膜的示意性立体图。
- [0012] 图3是图2的中空纤维膜的A-A线横剖视图。
- [0013] 图4是用于说明第一实施方式的中空纤维膜模块的制造方法的中空纤维膜及间隔件的示意性立体图。
- [0014] 图5是用于说明第一实施方式的中空纤维膜模块的制造方法的中空纤维膜束的示意性立体图。
- [0015] 图6是示出其他的实施方式的间隔件的示意性立体图。
- [0016] 图7是示出其他的实施方式的间隔件的示意性立体图。
- [0017] 图8是示出其他的实施方式的间隔件的示意性立体图。

## 具体实施方式

[0018] [本公开所要解决的课题]

[0019] 如上所述,将中空纤维膜束的端部向成为灌封剂的树脂组成物等的熔融物中浸渍,通过将该熔融物冷却固化而形成灌封部。作为使上述灌封剂向中空纤维膜束的中空纤维膜间的间隙填充的手段,例如可举出将中空纤维膜束向以一定间隔开设有孔的上述树脂组成物制的板插入固定后将上述板熔融而粘接密封的方法、使树脂组成物等的熔融物向中空纤维膜束的端部流入的方法。然而,在将上述板熔融的方法的情况下,将中空纤维膜束向板插入的工序需要时间,并且灌封剂可能不会充分地遍及中空纤维膜束的中空纤维膜间的间隙。另外,在使树脂组成物等的熔融物向中空纤维膜束的端部流入的方法的情况下,为了充分地使灌封剂遍及中空纤维膜间的间隙,仅有弹性的粗的中空纤维膜成为对象。因此,追求着能够将中空纤维膜以高密度填充并利用灌封剂更可靠地粘接而抑制泄漏的中空纤维膜模块。

[0020] 本公开是鉴于这样的情形而完成的,其目的在于提供以高密度被填充的中空纤维膜的粘接性及泄漏抑制效果优异的中空纤维膜模块的制造方法。

[0021] [本公开的效果]

[0022] 根据本公开,能够提供以高密度被填充的中空纤维膜的粘接性及泄漏抑制效果优异的中空纤维膜模块的制造方法。

[0023] [本公开的实施方式的说明]

[0024] 首先,列举本公开的实施方案而说明。

[0025] 本公开的一方案的中空纤维膜模块的制造方法是具备具有多条中空纤维膜的中空纤维膜束、收容上述中空纤维膜束的壳体及上述中空纤维膜束的两端区域或一端区域中的中空纤维膜外表面与壳体内表面之间由灌封剂填充的灌封部的中空纤维膜模块的制造方法,其中,包括将片状的间隔件配置于上述中空纤维膜束的两端部或一端部处的中空纤维膜间的间隙的工序和以使上述配置了的间隔件被埋入的方式向上述中空纤维膜束的两端区域或一端区域中的中空纤维膜外表面与壳体内表面之间填充灌封剂的工序,上述灌封剂以树脂、橡胶或弹性体为主要成分,上述间隔件是网状物、无纺布、多孔质片或膜。

[0026] 根据该中空纤维膜模块的制造方法,片状的间隔件配置于上述中空纤维膜束的两

端部或一端部处的中空纤维膜间的间隙。然后,以使被配置了的间隔件被埋入的方式向上述中空纤维膜束的两端区域或一端区域中的中空纤维膜外表面与壳体内表面之间填充灌封剂。另外,通过上述间隔件是网状物、无纺布、多孔质片或膜,灌封剂容易沿着间隔件移动而流动。因而,能够进一步提高中空纤维膜模块中的中空纤维膜的粘接性及泄漏抑制效果。因此,中空纤维膜模块的制造方法能够制造以高密度被填充的中空纤维膜的粘接性及泄漏抑制效果优异的中空纤维膜模块。“被埋入”是指间隔件由灌封剂包围。

[0027] 在此,“主成分”是指在质量换算下含有比例最大的成分,例如是指含有比例为50质量%以上、优选70质量%以上、更优选95质量%以上的成分。

[0028] 在该中空纤维膜模块的制造方法中,优选的是,上述间隔件是带状体,上述进行配置的工序包括使上述多条中空纤维膜的两端部或仅一端部保持于上述间隔件的单面并将上述多条中空纤维膜并列配置的工序和卷绕上述多条中空纤维膜和配置于上述多条中空纤维膜的两端部或一端部的间隔件并形成卷状的中空纤维膜束的工序。在该中空纤维膜模块的制造方法中,将上述多条中空纤维膜的端部并列地粘接于上述间隔件的单面,卷绕上述多条中空纤维膜及配置于中空纤维膜的两端部或一端部的间隔件并形成卷状的中空纤维膜束。由于这样与灌封剂的润湿性良好的间隔件插入于卷状的中空纤维膜束,所以能够通过由间隔件实现的毛细管现象而充分地使灌封剂遍及中空纤维膜束的中空纤维膜间的间隙。因此,中空纤维膜模块的制造方法能够制造以高密度被填充的中空纤维膜的粘接性及泄漏抑制效果优异的中空纤维膜模块。

[0029] 本公开的其他的方案的中空纤维膜模块具备:中空纤维膜束,具有多条中空纤维膜;壳体,收容上述中空纤维膜束;灌封部,上述中空纤维膜束的两端区域或一端区域中的中空纤维膜外表面与壳体内表面之间由灌封剂填充;及片状的间隔件,配置于上述中空纤维膜束的两端部或一端部处的中空纤维膜间的间隙,上述灌封剂以树脂、橡胶或弹性体为主成分,上述间隔件是网状物、无纺布、多孔质片或膜,且埋入于灌封部。

[0030] 根据中空纤维膜模块,具备上述中空纤维膜束的两端区域或一端区域中的中空纤维膜外表面与壳体内表面之间由灌封剂填充的灌封部,片状的间隔件埋入于上述灌封部。另外,通过上述间隔件是网状物、无纺布、多孔质片或膜,灌封剂容易沿着间隔件移动而流动。因而,能够进一步提高中空纤维膜模块中的中空纤维膜的粘接性及泄漏抑制效果。因此,在中空纤维膜模块中,被处理液的泄漏抑制效果高,以高密度被填充的中空纤维膜的粘接性及泄漏抑制效果优异。

[0031] 在中空纤维膜模块中,优选的是,上述间隔件的厚度相对于上述中空纤维膜的平均外径的比例为0.1以上且1.0以下。中空纤维膜模块通过上述间隔件的厚度相对于上述中空纤维膜的平均外径的比例是上述范围,能够进一步提高间隔件与灌封剂的润湿性。因此,能够进一步提高中空纤维膜模块中的中空纤维膜的粘接性及泄漏抑制效果。

[0032] 优选的是,上述间隔件的表面自由能为 $30\text{mJ}/\text{m}^2$ 以上且 $50\text{mJ}/\text{m}^2$ 以下。通过上述间隔件的表面自由能为 $30\text{mJ}/\text{m}^2$ 以上且 $50\text{mJ}/\text{m}^2$ 以下,上述间隔件与以树脂、橡胶或弹性体为主成分的灌封剂的润湿性良好。由于这样与灌封剂的润湿性良好的间隔件埋入于中空纤维膜束的两端区域或一端区域中的中空纤维膜外表面与壳体内表面之间由灌封剂填充的灌封部,所以能够通过由间隔件实现的毛细管现象而充分地使灌封剂遍及中空纤维膜束的中空纤维膜间的间隙。

[0033] 在中空纤维膜模块中,优选的是,上述间隔件以聚烯烃、聚氨酯、聚醚砜、聚乙烯醇、纤维素、聚酯、丙烯酸树脂或它们的组合为主成分。通过上述间隔件以聚烯烃、聚氨酯、聚醚砜、聚乙烯醇、纤维素、聚酯、丙烯酸树脂或它们的组合为主成分,能够进一步提高间隔件与灌封剂的润湿性。因此,能够进一步提高中空纤维膜模块中的中空纤维膜的粘接性及泄漏抑制效果。

[0034] [本公开的实施方式的详情]

[0035] 以下,关于本公开的各实施方式的中空纤维膜模块的制造方法及中空纤维膜模块,一边参照附图一边详细说明。

[0036] <中空纤维膜模块的制造方法>

[0037] [第一实施方式]

[0038] 第一实施方式的中空纤维膜模块的制造方法是具备具有多条中空纤维膜的中空纤维膜束、收容上述中空纤维膜束的壳体及上述中空纤维膜束的两端区域或一端区域中的中空纤维膜外表面与壳体内表面之间由灌封剂填充的灌封部的中空纤维膜模块的制造方法。由该中空纤维膜模块的制造方法制造的中空纤维膜模块被利用于过滤、脱气等各种膜分离用的用途。

[0039] 在图1中,作为由第一实施方式的中空纤维膜模块的制造方法制造的中空纤维膜模块的例子,示出具备上述中空纤维膜束的两端区域由灌封剂填充的灌封部的脱气用的中空纤维膜模块3。中空纤维膜模块3具备具有中空纤维膜束30的膜构件2。中空纤维膜束30具有在一方向上被拉齐的多条中空纤维膜1。膜构件2还具有将上述中空纤维膜束30和多条中空纤维膜1的一方的端部固定的第一灌封部4和将多条中空纤维膜1的另一方的端部固定的第二灌封部5。

[0040] 中空纤维膜模块3具备储纳具有多条中空纤维膜1的膜构件2的筒状的壳体11。该中空纤维膜模块3是使液体透过中空纤维膜1而将溶解于液体的气体脱气的类型。中空纤维膜模块3能够设为以下结构,即,具有:筒状的壳体11;第一套筒12,安装于该壳体11的一侧的端部,设置有供气喷嘴9及第一灌封部4卡合的卡合构造;第一盖13,将该第一套筒12的与壳体11相反一侧的端部密封,设置有液体排出口8;第二套筒14,安装于壳体11的另一侧的端部;及第二盖15,将该第二套筒14的与壳体11相反一侧的端部密封,设置有液体供给口7。

[0041] 中空纤维膜模块3在一方的端部的端面具有被供给被处理液的液体供给口7,在另一方的端部的端面具有供透过了多条中空纤维膜1的液体排出的液体排出口8。在壳体11的侧面设置有气体喷嘴9。从液体供给口7供给到第二盖15内的被处理液透过中空纤维膜1而向壳体11内供给。并且,从设置于壳体11的另一方的端部附近的侧面的液体排出口8排出透过后液体。另外,通过利用未图示的真空泵从气体喷嘴9吸气,中空纤维膜1的外侧被减压。并且,溶解于透过中空纤维膜1的液体的气体被从中空纤维膜1的壁面朝向气体喷嘴9吸引,从气体喷嘴9的前端排出。

[0042] (壳体)

[0043] 作为中空纤维膜模块3的壳体11的材质,例如可举出乙烯和 $\alpha$ -烯烃的共聚物、低密度聚乙烯、高密度聚乙烯等聚乙烯(PE)系树脂、丙烯单体的聚合物、丙烯和乙烯的共聚物或丙烯、乙烯及其他的 $\alpha$ -烯烃的共聚物等聚丙烯(PP)系树脂、环氧树脂、PTFE(聚四氟乙烯)、

聚氯乙烯、聚酯、聚碳酸酯、聚苯乙烯、苯乙烯-丁二烯共聚物(SBS)、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物(ABS)等树脂等,它们可以以单体使用,或者也可以作为混合物来利用。另外,能够举出铁、不锈钢、铝等金属等。

[0044] (中空纤维膜)

[0045] 图2及图3所示的中空纤维膜1作为分离膜来使用。中空纤维膜1的材料、膜形状、膜形态等没有特别的限制,例如能够使用以树脂为主成分的中空纤维膜。

[0046] 作为上述树脂,例如可举出聚乙烯、聚丙烯、聚(4-甲基戊烯-1)等聚烯烃系树脂、聚二甲基硅氧烷或其共聚物等硅系树脂、聚四氟乙烯、改性聚四氟乙烯、聚偏氟乙烯等氟系树脂、乙烯-乙醇共聚物、聚酰胺、聚酰亚胺、聚醚酰亚胺、聚苯乙烯、聚砜、聚乙烯醇、聚苯醚、聚苯硫醚、醋酸纤维素、聚丙烯腈等。其中,机械强度、耐药品性、耐热性、抗老化性、不燃性等优异且为多孔质性的PTFE优选。中空纤维膜1例如能够通过将PTFE或改性PTFE的颗粒成形为管状后延伸而多孔质化来得到。

[0047] 中空纤维膜1除了成为主成分的树脂之外,也可以在不损害本公开的期望的效果的范围内含有其他的树脂、添加剂。作为上述添加剂,例如可举出用于着色的颜料、用于耐磨损性改良、防止低温流动(cold flow)、空孔生成容易化的无机填充剂、金属粉、金属氧化物粉、金属硫化物粉、润滑剂等。

[0048] 作为中空纤维膜1的平均外径D2的下限,没有特别的限定,但优选是0.1mm,更优选是0.2mm。另一方面,作为中空纤维膜1的平均外径D2的上限,是1.0mm,优选是0.75mm。若上述平均外径D2不足上述下限,则压力损失可能会变大。相反,若上述平均外径D2超过上述上限,则可能会导致在模块的壳体内收纳的膜面积变小,或者耐压强度变低而产生由内压引起的破裂、由外压引起的压弯。“平均外径”是指任意的2点的外径的平均值。

[0049] 作为中空纤维膜1的平均内径D1的下限,没有特别的限定,但优选是0.05mm,更优选是0.1mm。另一方面,作为中空纤维膜1的平均内径D1的上限,是0.5mm,优选是0.3mm。若上述平均内径D1不足上述下限,则压力损失可能会变大。相反,若上述平均内径D1超过上述上限,则可能会导致耐压强度变低而产生由内压引起的破裂、由外压引起的压弯。“平均内径”是指任意的2点的内径的平均值。

[0050] 作为中空纤维膜1的平均厚度T1的下限,优选是0.025mm,更优选是0.05mm。另一方面,作为中空纤维膜1的平均厚度T1的上限,是0.5mm,优选是0.3mm。若上述平均厚度T1不足上述下限,则可能会导致耐压强度变低而产生由内压引起的破裂、由外压引起的压弯。相反,若上述平均厚度T1超过上述上限,则气体透过性可能会变低。“平均厚度”是指任意的10点的厚度的平均值。

[0051] 中空纤维膜束30是将多条中空纤维膜集中而成的束,沿着长度方向而收容于壳体11内。

[0052] (灌封部)

[0053] 第一灌封部4及第二灌封部5利用灌封剂构成。上述中空纤维膜束30的两端区域中的中空纤维膜1外表面与壳体11内表面之间由灌封剂填充。更详细而言,第一灌封部4及第二灌封部5在中空纤维膜束30的两端区域中包埋中空纤维膜束30的两端部,并且将中空纤维膜束30固定于壳体11的内表面。第一灌封部4及第二灌封部5成为外周部仅由灌封剂构成的部分,其内侧成为灌封剂进入到中空纤维膜束30的中空纤维膜1彼此的间隙的部分。另

外,如后所述,在第一灌封部4及第二灌封部5配置有用于使灌封剂向中空纤维膜1的间隙浸入的间隔件20。第一灌封部4及第二灌封部5通过将中空纤维膜束30的两端部分别固定,从而将多个中空纤维膜1固定成不互相缠绕而在一方向上被拉齐的状态。

[0054] 上述灌封剂以树脂、橡胶或弹性体为主要成分。作为灌封剂,没有特别的限定,但例如可举出环氧树脂、聚氨酯树脂、紫外线固化型树脂、含氟树脂、硅树脂、聚酰胺树脂、聚乙烯、聚丙烯等聚烯烃树脂等。其中,环氧树脂、聚氨酯树脂从作为粘接剂的性能来看更优选。

[0055] 如图1所示,在第一灌封部4及第二灌封部5中,灌封剂未填充于中空纤维膜1的内侧,仅填充于中空纤维膜1的外表面及中空纤维膜束30与壳体11的内壁之间。即,中空纤维膜束30以保持中空纤维膜1的开口状态的状态固定于壳体11的内壁。

[0056] 以下,对第一实施方式的中空纤维膜模块的制造方法的各工序进行详细叙述。

[0057] 该中空纤维膜模块的制造方法包括将片状的间隔件配置于中空纤维膜间的间隙的工序和以使上述被配置了的间隔件被埋入的方式向上述中空纤维膜束的两端区域或一端区域中的中空纤维膜外表面与壳体内表面之间填充灌封剂的工序。另外,该中空纤维膜模块的制造方法也可以还包括将灌封部的一部分切断的工序。

[0058] (配置间隔件的工序)

[0059] 在本工序中,将用于使上述灌封剂向上述中空纤维膜1的间隙浸入的间隔件配置于上述中空纤维膜束的两端部处的中空纤维膜间的间隙。在第一实施方式中,片状的间隔件是带状体。

[0060] 在第一实施方式中,进一步地,本工序优选包括:使上述多条中空纤维膜的两端部或仅一端部保持于上述间隔件的单面并将上述多条中空纤维膜并列配置的工序;及卷绕上述多条中空纤维膜和配置于上述多条中空纤维膜的两端部或一端部的间隔件并形成卷状的中空纤维膜束的工序。

[0061] 图4是用于说明第一实施方式的中空纤维膜模块的制造方法的一例的示意性立体图。如图4所示,首先,在用于使灌封剂向上述中空纤维膜1的间隙浸入的间隔件20的单面并列配置上述多条中空纤维膜1的端部。具体而言,一边使在一方向上被拉齐的多条中空纤维膜1的两端部分别保持于平行排列的2张间隔件20的单面,一边并列配置多条中空纤维膜1。

[0062] 作为间隔件20的表面自由能的下限,优选是 $30\text{mJ}/\text{m}^2$ ,更优选是 $35\text{J}/\text{m}^2$ 。另一方面,作为上述表面自由能的上限,优选是 $50\text{mJ}/\text{m}^2$ ,更优选是 $45\text{J}/\text{m}^2$ 。若上述表面自由能不足上述下限,则可能会无法充分地引导灌封剂。相反,若上述表面自由能超过上述上限,则可能会导致间隔件将大气中的水分吸收而向灌封剂混入从而阻碍固化,进而得不到充分的强度、密封性,或者因使用时的流体膨润而在灌封剂产生龟裂从而得不到充分的密封性。通过上述间隔件的表面自由能为 $30\text{mJ}/\text{m}^2$ 以上且 $50\text{mJ}/\text{m}^2$ 以下,与以树脂、橡胶或弹性体为主要成分的灌封剂的润湿性良好。由于这样与灌封剂的润湿性良好的间隔件配置于上述中空纤维膜束的两端部或一端部处的中空纤维膜间的间隙,所以能够通过由间隔件实现的毛细管现象而充分地使灌封剂遍及中空纤维膜束的中空纤维膜间的间隙。

[0063] 需要说明的是,表面自由能通过以下的方法来求出。

[0064] 在室温 $25^\circ\text{C}$ 下测定表面张力 $\gamma_L$ 不同的4个种类的液体的接触角 $\theta$ ,通过 $\cos\theta$  vs  $\gamma_L$ 的Zisman Plot,将成为 $\cos\theta=1$ 的 $\gamma_L$ 值设为了固体的表面自由能 $\gamma_c$  [ $\text{mJ}/\text{m}^2$ ]。需要说明的是,水的表面张力 $\gamma_L$ 是 $73$  [ $\text{mN}/\text{m}$ ],乙醇的表面张力 $\gamma_L$ 是 $22$  [ $\text{mN}/\text{m}$ ],十六烷的表面张力 $\gamma_L$

是63[mN/m],丙三醇的表面张力 $\gamma_L$ 是28[mN/m]。需要说明的是,表面张力[mN/m]和表面自由能[mJ/m<sup>2</sup>]等价且成为相同的值。

[0065] 上述间隔件20是网状物、无纺布、多孔质片或膜。通过上述间隔件是网状物、无纺布、多孔质片或膜,流体容易沿着间隔件移动而流入。因此,能够进一步提高中空纤维膜模块中的中空纤维膜的粘接性及泄漏抑制效果。需要说明的是,“无纺布”是指使通过熔融挤出等成形出的一条纤维垂下且堆积后通过进行冲压热熔而制造出的材料。“多孔质片”是指通过将膜发泡或延伸而制造出的材料。

[0066] 间隔件20优选以聚烯烃、聚氨酯、聚醚砜、聚乙烯醇、纤维素、聚酯、丙烯酸树脂或它们的组合为主成分。通过上述间隔件以聚烯烃、聚氨酯、聚醚砜、聚乙烯醇、纤维素、聚酯、丙烯酸树脂或它们的组合为主成分,能够进一步提高间隔件与灌封剂的润湿性。因此,能够进一步提高中空纤维膜模块中的中空纤维膜的粘接性及泄漏抑制效果。

[0067] 作为上述间隔件的厚度相对于上述中空纤维膜的平均外径的比例的下限,优选是0.1,更优选是0.2。另一方面,作为上述间隔件的厚度的比例的上限,优选是1.0,更优选是0.5。若上述厚度的比例不足上述下限,则刚性(硬度)变低,因此将中空纤维膜整齐排列保持的功能可能会受损。相反,若上述厚度的比例超过上述上限,则刚性(硬度)变高,因此中空纤维膜可能会压坏。通过上述间隔件的厚度相对于上述中空纤维膜的平均外径的比例处于上述范围,能够进一步提高间隔件与灌封剂的润湿性。因此,能够进一步提高中空纤维膜模块中的中空纤维膜的粘接性及泄漏抑制效果。

[0068] 接着,如图5所示,将多条中空纤维膜1和配置于上述多条中空纤维膜1的两端部的间隔件20从端部起卷绕并形成卷状的中空纤维膜束30。这样,在第一实施方式中,多条中空纤维膜1在两端部隔着间隔件20而卷绕成卷状从而形成中空纤维膜束30。

[0069] (填充灌封剂的工序)

[0070] 在上述配置的工序后,在本工序中,在上述中空纤维膜束30的两端区域或一端区域中,以将被配置了的间隔件20埋入的方式,向中空纤维膜1外表面以及中空纤维膜1与壳体11内表面之间填充灌封剂。在第一实施方式中,卷绕成卷状的中空纤维膜束30的两端部以将间隔件20埋入的方式通过灌封剂而固定于壳体11内。

[0071] 作为将中空纤维膜束30的两端部利用灌封剂固定的方法,例如可举出从中空纤维膜束的下方注入树脂的静置灌封法等。静置灌封是使液状的未固化树脂通过定量泵、树脂的自重而自然流动从而向中空纤维膜间浸透的方法。具体而言,将配置于壳体11内的开口部的中空纤维膜束30的两端部向被注入了熔融的灌封剂的灌封用杯插入,将中空纤维膜束30的两端部向熔融的灌封剂浸渍。灌封剂也可以通过驱动电动致动器或流体压致动器来向灌封用杯注入。这样,向熔融的灌封剂浸渍而使该熔融的灌封剂通过毛细管现象而向中空纤维膜1的端部间的间隙填充的该中空纤维膜模块的制造方法由于配置有间隔件,所以能够进一步促进由毛细管现象实现的向中空纤维膜1的端部间的间隙的填充。

[0072] 接着,在熔融的灌封剂通过毛细管现象而填充于中空纤维膜1的间隙的状态下放置至上述灌封剂固化为止。

[0073] (切断的工序)

[0074] 当通过经过所要的时间而灌封剂固化后,通过从固化区域的末端部起将规定的长度的部分与中空纤维膜束30一起切断,形成第一灌封部4及第二灌封部5。这样,能够制造保

持了中空纤维膜1的两端部的开口状态的具有如图1所示的截面构造的中空纤维膜模块3。

[0075] 根据第一实施方式的中空纤维膜模块的制造方法,片状的间隔件配置于上述中空纤维膜束的两端部或一端部处的中空纤维膜间的间隙。并且,以使被配置了的间隔件被埋入的方式向上述中空纤维膜束的两端区域或一端区域中的中空纤维膜外表面与壳体内表面之间填充灌封剂。另外,通过上述间隔件是网状物、无纺布、多孔质片或膜,灌封剂容易沿着间隔件移动而流动。因而,能够进一步提高中空纤维膜模块中的中空纤维膜的粘接性及泄漏抑制效果。另外,在第一实施方式的中空纤维膜模块的制造方法中,一边使上述多条中空纤维膜的两端部保持于上述带状体即间隔件的单面一边并列配置,卷绕上述多条中空纤维膜和配置于中空纤维膜的两端部的间隔件并形成卷状的中空纤维膜束。由于这样与灌封剂的润湿性良好的间隔件插入于卷状的中空纤维膜束,所以能够通过由间隔件实现的毛细管现象而充分地使灌封剂遍及中空纤维膜束的中空纤维膜间的间隙。因此,能够得到以高密度被填充的中空纤维膜的粘接性及泄漏抑制效果优异的中空纤维膜模块。

[0076] [第二实施方式]

[0077] 第二实施方式的中空纤维膜模块的制造方法与第一实施方式同样,是具备具有多条中空纤维膜的中空纤维膜束、收容上述中空纤维膜束的壳体及上述中空纤维膜束的两端区域或一端区域中的中空纤维膜外表面与壳体内表面之间由灌封剂填充的灌封部的中空纤维膜模块的制造方法。在第二实施方式的中空纤维膜模块的制造方法中,将与第一实施方式的中空纤维膜模块的制造方法不同的形状的片状的间隔件配置于中空纤维膜束的两端部或一端部处的中空纤维膜间的间隙。第二实施方式的中空纤维膜模块的制造方法与第一实施方式同样,包括将间隔件配置于中空纤维膜间的间隙的工序和以使上述被配置了的间隔件被埋入的方式向上述中空纤维膜束的两端区域或一端区域中的中空纤维膜外表面与壳体内表面之间填充灌封剂的工序。另外,第二实施方式的中空纤维膜模块的制造方法与第一实施方式同样,也可以包括切断的工序。需要说明的是,在第二实施方式的中空纤维膜模块的制造方法的工序中,关于与第一实施方式重复的工序,省略详细的说明。

[0078] (配置间隔件的工序)

[0079] 在本工序中,将用于使上述灌封剂向上述中空纤维膜1的间隙浸入的片状的间隔件配置于上述中空纤维膜束的两端部或一端部处的中空纤维膜间的间隙。在第二实施方式的中空纤维膜模块的制造方法中,与在第一实施方式中如上所述的间隔件形状不同的间隔件向中空纤维膜束的两端部或一端部处的中空纤维膜间的间隙插入。图6、图7及图8是示出第二实施方式的片状的间隔件的例子的示意性立体图。在图6所示的膜构件31中,在中空纤维膜束41的一端部处的中空纤维膜1的间隙插入有板状的间隔件25。在图7所示的膜构件32中,在中空纤维膜束41的一端部处的中空纤维膜1的间隙插入有波板状的间隔件26。另外,在图8所示的膜构件33中,在中空纤维膜束41的一端部处的中空纤维膜1的间隙插入有以在俯视下交叉的方式配置的片状的间隔件27。

[0080] (填充灌封剂的工序)

[0081] 在本工序中,以使上述被配置了的间隔件被埋入的方式向上述中空纤维膜束的两端区域或一端区域中的中空纤维膜外表面与壳体内表面之间填充灌封剂。由此,上述被配置了的间隔件被埋入,并且中空纤维膜束的两端部或一端部通过上述灌封剂而固定于壳体内。

[0082] 当灌封剂固化后,通过与第一实施方式同样地进行切断的工序,能够制造保持了中空纤维膜1的两端部的开口状态的中空纤维膜模块。如图6所示,在膜构件31的一端部处的第一灌封部4中,间隔件25由灌封剂埋入。另外,如图7所示,在膜构件32的第一灌封部4中,间隔件26由灌封剂埋入,如图8所示,在膜构件33的第一灌封部4中,间隔件27由灌封剂埋入。需要说明的是,在第二实施方式的中空纤维膜模块的制造方法中使用的片状间隔件的形状不限于于此,只要是起到该中空纤维膜模块的制造方法的效果的形状即可,能够采用各种形状。

[0083] 根据第二实施方式的中空纤维膜模块的制造方法,与第一实施方式同样,片状的间隔件配置于上述中空纤维膜束的两端部或一端部处的中空纤维膜间的间隙。并且,以使被配置了的间隔件被埋入的方式向上述中空纤维膜束的两端区域或一端区域中的中空纤维膜外表面与壳体内表面之间填充灌封剂。另外,通过上述间隔件是网状物、无纺布、多孔质片或膜,灌封剂容易沿着间隔件移动而流动。因而,能够进一步提高中空纤维膜模块中的中空纤维膜的粘接性及泄漏抑制效果。因此,能够得到以高密度被填充的中空纤维膜的粘接性及泄漏抑制效果优异的中空纤维膜模块。

[0084] 在不使用上述间隔件而例如如公报日本实开昭62-155852号公报所记载的竹帘卷绕那样以横丝捆束中空纤维膜管的方式中,横丝周围的中空纤维膜的流体的流动可能会变差。另外,在以上述横丝捆束中空纤维膜管的方式中,上述横丝自身可能会使中空纤维膜变形。上述横丝需要细且强度高,另一方面,需要是柔软的材料以避免中空纤维膜压扁。因此,在上述横丝中,能够使用的材料受限,若例如是在化学上不稳定的聚氨酯等,则可能会产生分解、溶出,因此难以采用。根据第二实施方式的中空纤维膜模块的制造方法,由于保持多条中空纤维膜的两端部或仅一端部并形成卷状的中空纤维膜束,所以不会产生如上所述的课题。

[0085] 因此,该中空纤维膜模块的制造方法能够制造以高密度被填充的中空纤维膜的粘接性及泄漏抑制效果优异的中空纤维膜模块。

[0086] <中空纤维膜模块>

[0087] 本公开的其他的一方案的中空纤维膜模块是膜分离用的中空纤维膜模块。该中空纤维膜模块具备具有多条中空纤维膜的中空纤维膜束、收容上述中空纤维膜束的壳体、上述中空纤维膜束的两端区域或一端区域中的中空纤维膜外表面与壳体内表面之间由灌封剂填充的灌封部及配置于上述中空纤维膜束的两端部或一端部处的中空纤维膜间的间隙的片状的间隔件。另外,上述灌封剂以树脂、橡胶或弹性体为主要成分,上述间隔件是网状物、无纺布、多孔质片或膜,且埋入于灌封部。

[0088] 如上所述,该中空纤维膜模块的主要的结构是上述那样。

[0089] 根据中空纤维膜模块,具备上述中空纤维膜束的两端区域或一端区域中的中空纤维膜外表面与壳体内表面之间由灌封剂填充的灌封部,片状的间隔件埋入于上述灌封部。另外,通过上述间隔件是网状物、无纺布、多孔质片或膜,灌封剂容易沿着间隔件移动而流动。因而,能够进一步提高中空纤维膜模块中的中空纤维膜的粘接性及泄漏抑制效果。因此,在中空纤维膜模块中,被处理液的泄漏抑制效果高,以高密度被填充的中空纤维膜的粘接性及泄漏抑制效果优异。

[0090] 中空纤维膜模块不管在喷墨打印机、脱气装置、过滤装置等内配置有中空纤维膜

模块的一体型的类型和壳体 and 分离膜分别独立且将分离膜向壳体插入而使用的可更换的滤芯类型的哪个类型中都能够使用。

[0091] 该中空纤维模块被利用于过滤、脱气等各种膜分离用的用途。因此,该中空纤维模块根据过滤、脱气等用途而透过中空纤维膜的对象物不同。例如在使用该中空纤维模块作为过滤模块的情况下,使被处理液中的溶剂透过,另一方面,阻止被处理液中包含的一定粒径以上的杂质的透过。另外,在使用该中空纤维模块作为脱气模块的情况下,中空纤维膜使液体和气体的任一者透过。该中空纤维模块不管是何种领域的用途都能够应用。例如,能够利用于河川水、湖水的过滤、原子能发电、火力发电用水的过滤、冷凝水的过滤、水的除菌、废液的过滤回收等水处理用途、食品的过滤、有机溶剂的过滤和分离、液体的脱气、由氧、二氧化碳、氮、氢等气体的选择性透过实现的特定的气体的富化功能等各种用途。

[0092] 在中空纤维膜模块中,以高密度被填充的中空纤维膜的粘接性及泄漏抑制效果优异。这样的中空纤维膜模块尤其脱气性能优异,在半导体制造工序、打印机、液晶封入工序、药液制造工序、液压设备、分析装置的样本、人工血管、人工心肺等的脱气装置中适宜地使用。

[0093] [其他的实施方式]

[0094] 应该认为本次公开的实施方式在所有方面都是例示而非限制性的内容。本公开的范围不限于上述实施方式的结构,由权利要求书表示,意在包括与权利要求书等同的含义及范围内的全部变更。

[0095] 在上述实施方式中,将多条直线状的中空纤维膜捆束而形成中空纤维膜束,具备中空纤维膜束的两端区域由灌封剂填充的灌封部,但也可以具备中空纤维膜束的一端区域由灌封剂填充的灌封部。作为中空纤维膜束的一端区域由灌封剂填充的方式,例如可举出以下的中空纤维膜模块:将多条中空纤维膜折弯成2条,将一方的端部捆束成大致U字形的环状而形成中空纤维膜束,在该中空纤维膜束的开口部侧设置有灌封部。

[0096] 在上述实施方式中,中空纤维膜模块是使液体透过中空纤维膜而将溶解于液体的气体脱气的液体透过型的中空纤维膜模块,但也可以是使气体透过中空纤维膜而将溶解于液体的气体脱气的气体透过型的中空纤维膜模块。

[0097] 实施例

[0098] 以下,利用实施例来进一步详细说明本公开,但本发明不限于这些实施例。

[0099] <中空纤维膜模块试验No.1~试验No.4>

[0100] 制作了试验No.1~试验No.4的中空纤维膜模块。作为中空纤维膜束,以PTFE分散料(对AGC公司制“CD123”照射0.8kGy的 $\gamma$ 线)为原料。

[0101] [成形工序]

[0102] 将得到的PTFE的粉末以下述的条件成形为管状。作为成型为管状的方法,例如能够使用“氟树脂手册(里川孝臣著,日刊工业报社)”所记载的浆料挤出法、柱塞挤出法。在本实施例中,使用了上述浆料挤出法。将液状润滑剂(“solvent naphtha”,富士胶片和光纯药公司制)向PTFE的粉末混合23质量部,利用预备成型机压硬成圆筒状后,使用挤出机挤出成盘绕状,从而成形。料筒及模头温度设为了50℃。试验例No.1、2、3、4使用了料筒直径40mm、心轴直径10mm、模头直径1.0mm、心销直径0.5mm的挤出机。

[0103] [干燥工序]

[0104] 在干燥工序中,在200℃的热风循环恒温槽中使液体润滑剂干燥。

[0105] [烧结工序]

[0106] 将上述管状成形品利用连续延伸烧结机以PTFE或改性PTFE的熔点以上的炉温度420℃进行加热,以延伸倍率0.9倍进行烧结,得到了半透明的无孔质管。

[0107] [渐冷工序]

[0108] 在将上述半透明的无孔质管卷成盘绕的状态下,放入热风循环恒温槽而以350℃加热5分钟以上,连续地以-1℃/分以下的冷却速度渐冷至300℃以下。

[0109] [延伸工序]

[0110] 在延伸工序中,将得到的无孔质管状成形品以以下的条件延伸,得到了多孔质管状成形品。利用拉伸试验机(岛津制作所制的带恒温槽Autograph AG500),以夹头宽度20mm、延伸速度500mm/分、170℃向6倍进行了延伸。需要说明的是,关于平均外径和平均内径,测定任意的2点而求出平均值,关于平均厚度,通过任意的2点处的(平均外径-平均内径)/2的数学式而求出。

[0111] 使用了利用上述方法制作出的长度100mm的中空纤维膜。将在试验No.1~试验No.4中使用中空纤维膜的平均外径及平均内径的测定结果在表1中示出。

[0112] 接着,在中空纤维膜束的中空纤维膜间的间隙配置了间隔件。将在试验No.1~试验No.4中使用的间隔件的形态、材质、自由能、厚度及配置部位在表1中示出。

[0113] 接着,通过向内径12mm长度90mm的圆筒形的透明环氧树脂制的壳体插入以图4的方法设为了卷状的中空纤维束(中空纤维的条数:288条),以使间隔件被埋入的方式向中空纤维膜束填充灌封剂,从而配置于壳体。作为灌封剂,对固化剂使用了环氧固化剂三菱气体化学公司制“GASKAMINE G-240”,对环氧树脂主剂使用了三菱化学公司制“jER811”。关于填充高度,以从模块壳体的端部起成为20mm的位置的方式调整了填充量。在填充及固化后,切除了模块壳体的端部10mm。将在试验No.1~试验No.4中使用的壳体的材料及形状在表1中示出。

[0114] [评价]

[0115] 关于上述试验No.1~试验No.4的中空纤维膜模块,实施了泄漏评价、中空纤维功能评价及基于CT解析的横截面观察。

[0116] (泄漏评价)

[0117] 关于上述试验No.1~试验No.4的中空纤维膜模块,以下述的步骤实施了泄漏评价。

[0118] 具体而言,将中空纤维膜模块浸入水中,利用真空泵从气体喷嘴在表压-95~-100kPa的范围内进行了抽真空。在水侵入到壳体内的情况下判定为有泄漏。

[0119] (中空纤维功能评价)

[0120] 关于上述试验No.1~试验No.4的中空纤维膜模块,以下述的步骤实施了中空纤维功能评价。

[0121] 通过空气的吹泡而将氧溶解,使将溶解氧浓度调整为约7ppm的纯水以5ml/分的流量流动,利用真空泵从气体喷嘴以表压-85kPa进行吸气而进行了纯水的脱气。测定中空纤维膜模块的透过前后的纯水的溶解氧浓度,通过下述式子求出了溶解氧的除去率。

[0122] 溶解氧的除去率(%) =

[0123] (透过前的溶解氧浓度-透过后的溶解氧浓度)/透过前的溶解氧浓度

[0124] 关于评价结果,进行2等级评价,在溶解氧成功除去了50%以上的情况下设为良好,将除去率小于50%的情况设为有不良情况。

[0125] (基于CT解析的横截面观察)

[0126] 关于上述试验No.1~试验No.4的中空纤维膜模块,以下述的步骤实施基于CT解析的横截面观察,评价了密封剂的吸起。具体而言,使用岛津制作所制X射线非破坏检查装置(SMX-225CT)以体素大小66um的分辨率进行拍摄,根据得到的数据,对模块内部使用Volume Graphics公司制的myVGL3.0进行了分析。在没有上述密封剂的吸起的情况下,中空纤维膜的粘接性良好。

[0127] 将试验No.1~试验No.4的中空纤维膜模块的泄漏评价、中空纤维功能评价及基于CT解析的横截面观察的评价结果在表1中示出。

[0128] [表1]

[0129]

中空纤维膜模块试验编号	中空纤维膜		间隔件				中空纤维膜模块壳体				评价			
	平均外径 [mm]	平均内径 [mm]	形态	材质	表面自由能 [mJ/m <sup>2</sup> ]	厚度 [mm]	配置部位	壳体材料	形状	泄漏试验	溶解氧除去率 [%]	中空纤维膜功能判定	基于CT解析的膜构件横截面观察	
No. 1	0.50	0.25	网状物	PP	31	0.13	两端仅10mm宽度	环氧树脂	圆筒	无泄漏	77 (1.6PPM)	良好	无吸起	
No. 2	0.50	0.25	无纺布	PP/PE复合	31	0.05	两端仅10mm宽度	环氧树脂	圆筒	无泄漏	77 (1.6PPM)	良好	无吸起	
No. 3	0.50	0.25	—	—	—	—	—	环氧树脂	圆筒	有泄漏	—	不可测定	无吸起	
No. 4	0.50	0.25	无纺布	PP/PE复合	31	0.05	中空纤维膜全长	环氧树脂	圆筒	无泄漏	43 (4.0PPM)	有不良情况	整体吸起	

[0130] 如上述表1所示,关于在中空纤维膜束的两端具备间隔件的试验No.1及试验No.2

的中空纤维膜模块,得到了无泄漏评价、中空纤维功能评价及良好的结果。另一方面,不具备间隔件的试验No.3的中空纤维膜模产生了泄漏,未得到作为中空纤维膜的功能。另外,关于将间隔件配置于中空纤维膜全长的试验No.4的中空纤维膜模块,密封剂被向中空纤维膜整体吸起,未得到作为中空纤维膜的功能。

[0131] 如以上这样,表示了:该中空纤维膜模块的制造方法能够制造中空纤维膜的粘接性及泄漏抑制效果优异的中空纤维膜模块。

[0132] 附图标记说明

[0133] 1 中空纤维膜

[0134] 2、31、32、33 膜构件

[0135] 3 中空纤维膜模块

[0136] 4 第一灌封部

[0137] 5 第二灌封部

[0138] 7 液体供给口

[0139] 8 液体排出口

[0140] 9 气体喷嘴

[0141] 11 壳体

[0142] 12 第一套筒

[0143] 13 第一盖

[0144] 14 第二套筒

[0145] 15 第二盖

[0146] 20、25、26、27 间隔件

[0147] 30、41 中空纤维膜束。

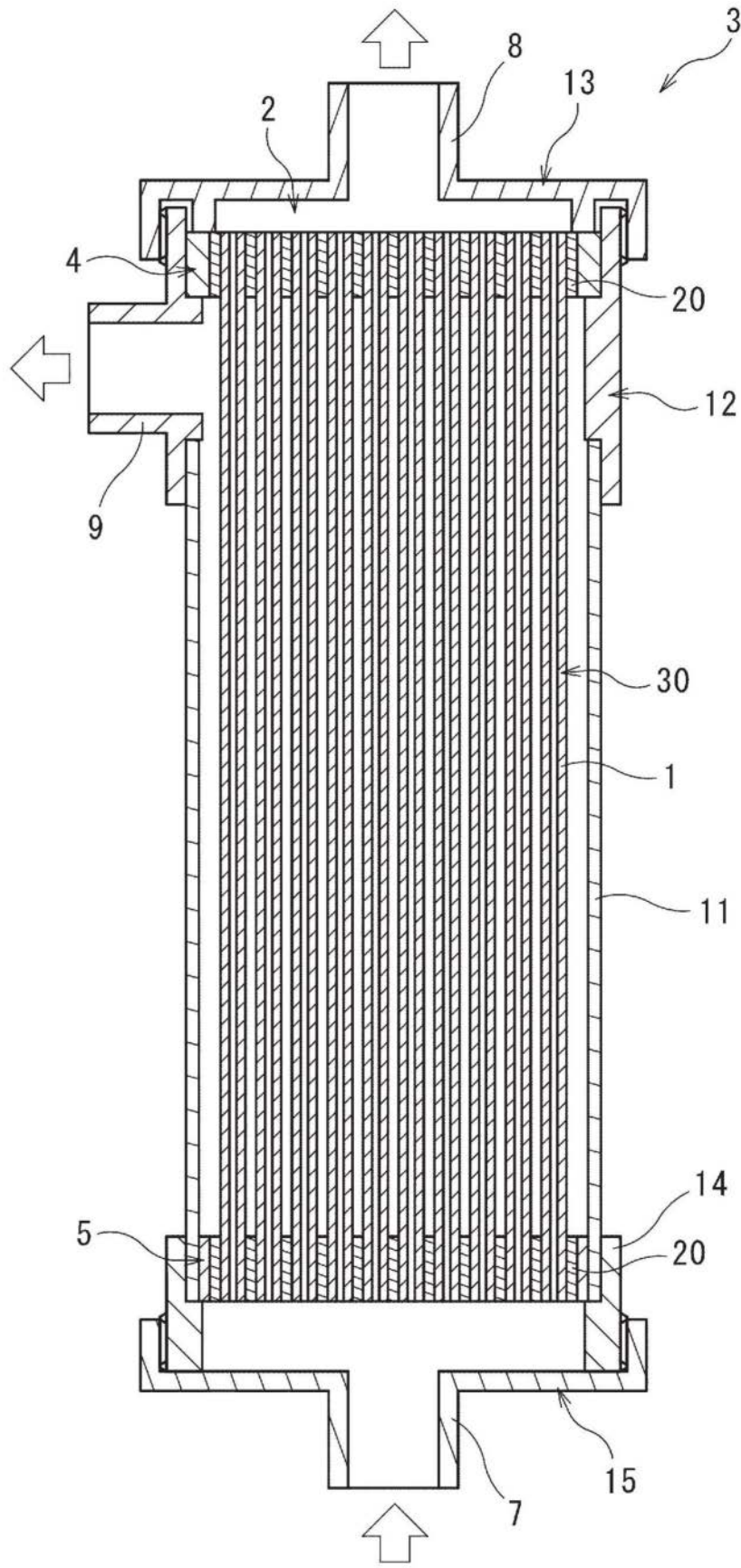


图1

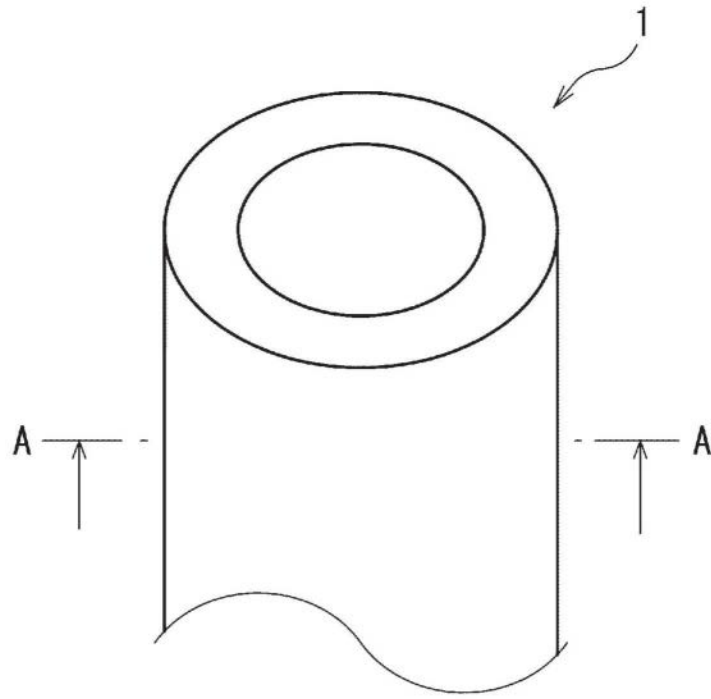


图2

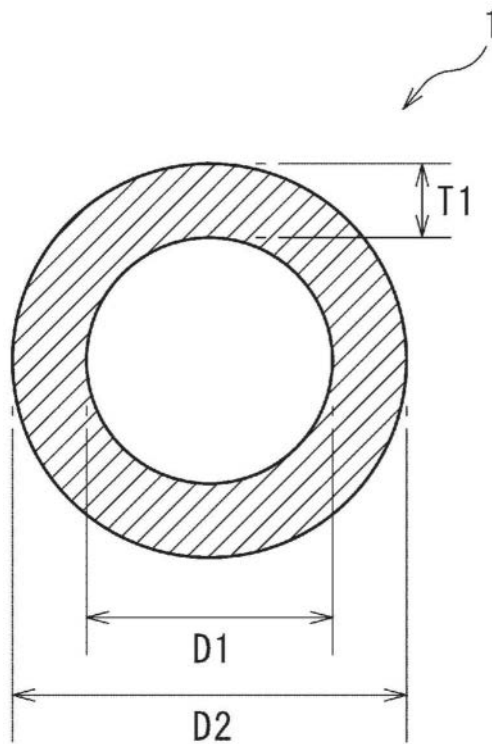


图3

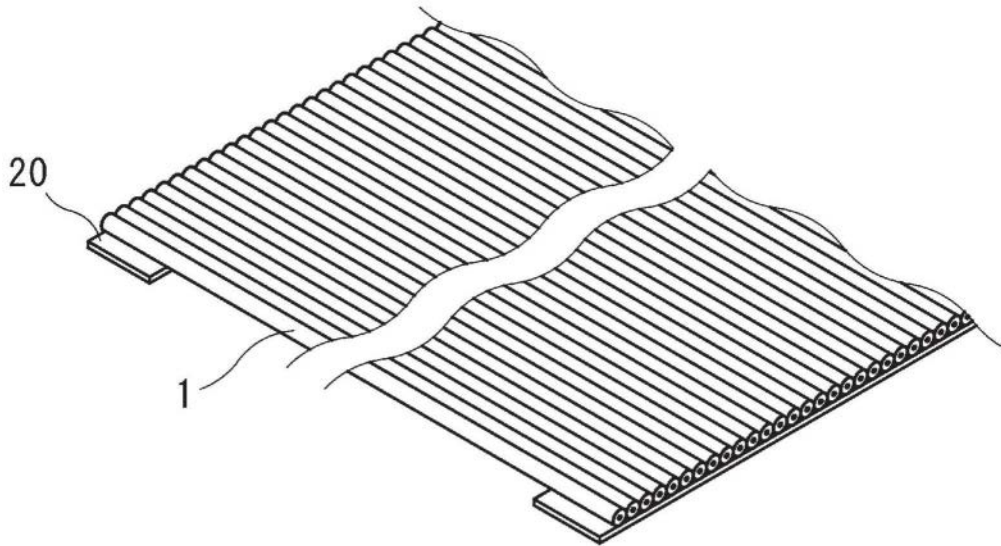


图4

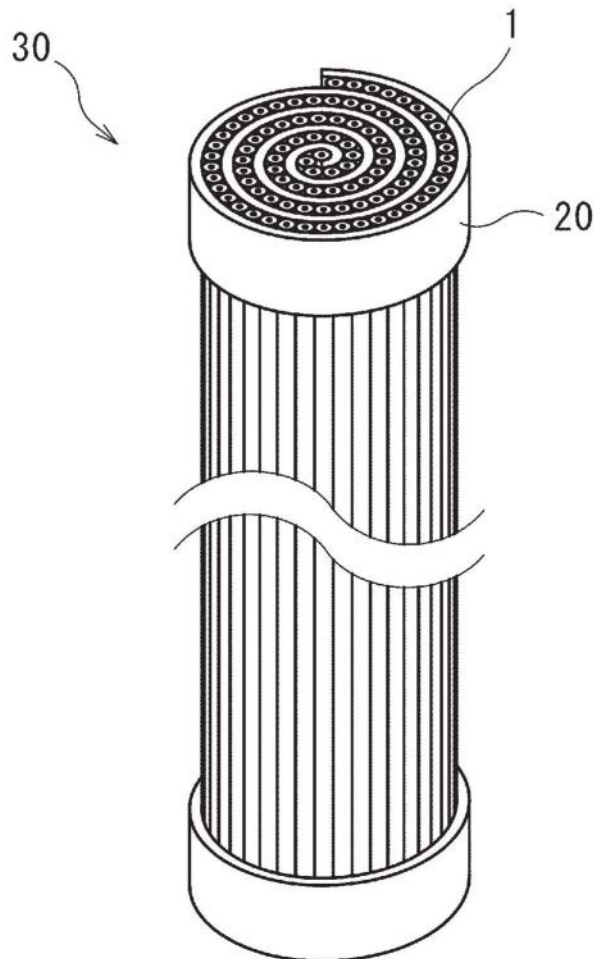


图5

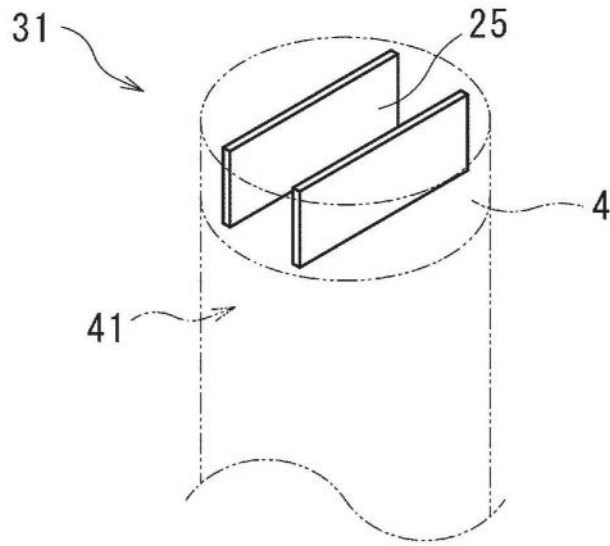


图6

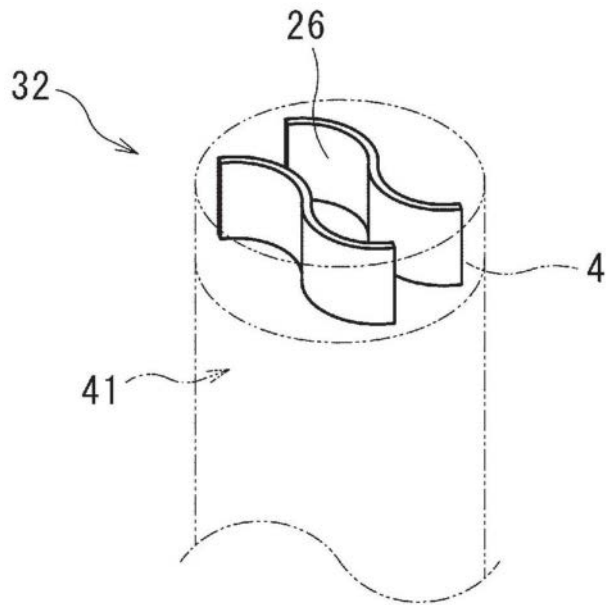


图7

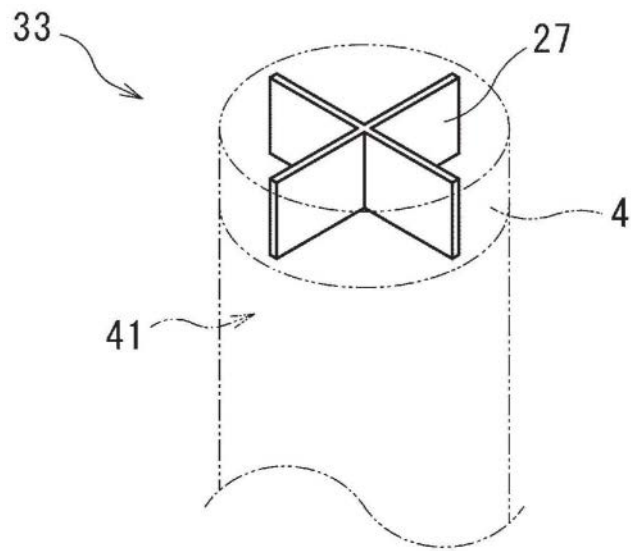


图8