



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103298750 B

(45) 授权公告日 2015.01.07

(21) 申请号 201280004398.5

B01D 21/24(2006.01)

(22) 申请日 2012.08.28

B01D 65/02(2006.01)

(30) 优先权数据

B01D 69/06(2006.01)

2011-192916 2011.09.05 JP

B01D 69/08(2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

B01D 71/36(2006.01)

2013.06.27

B01D 71/68(2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

C02F 1/24(2006.01)

PCT/JP2012/071628 2012.08.28

C02F 1/40(2006.01)

(87) PCT国际申请的公布数据

(56) 对比文件

W02013/035576 JA 2013.03.14

JP 2009-233622 A, 2009.10.15, 说明书第 0011-0012 段、0062 段及图 1-8.

(73) 专利权人 住友电气工业株式会社

TW 201038489 A1, 2010.11.01, 说明书第 21 页倒数第 2 段 - 第 28 页第 2 段、权利要求 1、图 1-3.

地址 日本大阪府

(72) 发明人 牛越健一 森田彻 井田清志

JP 2001-269663 A, 2001.10.02, 说明书第 0008-0009 段及图 1-3.

水谷贞三

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理有限公司 11112

JP 实开平 7-31129 U, 1995.06.13,
JP 2010-36183 A, 2010.02.18, 全文.
CN 1332124 A, 2002.01.23, 全文.
CN 201485304 U, 2010.05.26, 全文.

代理人 宋丹氢 张天舒

审查员 许金丽

(51) Int. Cl.

C02F 1/44(2006.01)

B01D 17/035(2006.01)

B01D 21/00(2006.01)

B01D 21/06(2006.01)

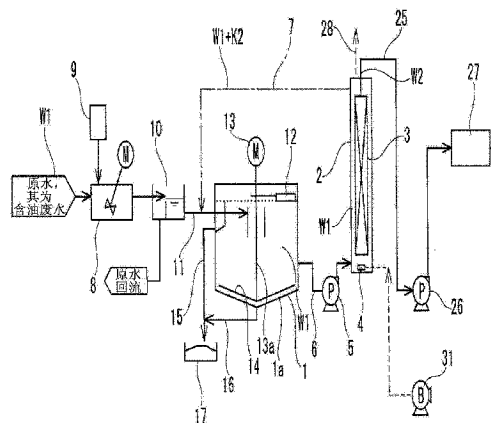
权利要求书1页 说明书7页 附图4页

(54) 发明名称

含油废水处理系统

(57) 摘要

通过将含油废水处理系统中所使用各过程中的不同之处进行有效结合,简化了该系统中所使用的装置。本含油废水处理系统包括:分离槽,油分经浮选分离,该分离槽布置在作为含油废水的原水的供给路径中;膜过滤槽,其布置在分离槽的下游,并且在其中包括膜分离组件,该膜分离组件包括中空纤维膜或平片膜,膜过滤槽还包括用于产生气泡的扩散器,扩散器布置在该膜分离组件下方;供给管,其通过循环泵将原水从分离槽供给至膜过滤槽;以及回流管,其使含油分和气泡的未过滤水从膜过滤槽回流至分离槽。



CN 103298750 B

1. 一种含油废水处理系统,包括:

分离槽,利用浮选分离油分,所述分离槽布置在原水的供给路径中,所述原水是含油废水;

膜过滤槽,其布置在所述分离槽的下游,并且在其中包括:膜分离组件,该膜分离组件包括中空纤维膜或平片膜;以及,用于产生气泡的扩散器,该扩散器布置在所述膜分离组件的下方;

供给管,其通过循环泵将所述原水从所述分离槽供至所述膜过滤槽;以及

回流管,其使包含所述油分以及气泡的未过滤水从所述膜过滤槽回流至所述分离槽,

其中,连接所述分离槽与所述膜过滤槽的所述供给管,其与所述分离槽的竖向中区连通,并且与所述膜过滤槽的下部连通,以及

其中,通过布置在所述膜过滤槽中的所述扩散器,将加压空气从空气源供至布置于所述膜分离组件下方的曝气管,所述曝气管具有大径孔和小径孔,由所述大径孔产生的粗气泡对所述膜分离组件中的所述中空纤维膜或所述平片膜提供振动,以及,来自所述小径孔的细气泡被引导至所述回流管。

2. 根据权利要求1所述的含油废水处理系统,其中,将导流管布置在各个所述膜分离组件的外周或多个所述膜分离组件的外周,使所述导流管与上述外周之间有间隙,以及,允许所述气泡和所述原水从所述导流管的下端开口流入,并从所述导流管的上端开口排出。

3. 根据权利要求1或权利要求2所述的含油废水处理系统,其中,布置在所述膜过滤槽中的所述膜分离组件的分离膜是选自聚四氟乙烯(PTFE)、聚砜(PSF)、以及聚苯醚砜(PES)的多孔膜。

4. 根据权利要求1或权利要求2所述的含油废水处理系统,其中,所述回流管与所述膜过滤槽的上部连通。

5. 根据权利要求1或权利要求2所述的含油废水处理系统,其中,除沫器布置在所述分离槽中的液面位置处,并与电机的驱动轴连接,从而由所述除沫器收集并排出浮起的油分,以及,淤渣耙集装置与所述电机驱动轴的下端连接,并且布置于所述分离槽的底面上,以耙集并排出沉积的淤渣。

含油废水处理系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种含油废水处理系统,特别地,涉及这样一种含油废水处理系统,其将前处理过程中的分离(包括浮选及沉降)与后处理过程中的膜过滤结合,以及,其中,通过将前处理过程中的功能与后处理过程中的功能结合,执行有效的处理。

背景技术

[0002] 已经提出了多种处理装置及处理方法,用于从含油废水中去除油。一般而言,在含油废水处理中,执行包括混凝沉降/加压浮选等的前处理,然后,执行包括过滤、活性炭处理等的后处理。然而,在连续执行多个废水处理过程的处理系统中,随着处理过程的进行,能够处理的水量减少。因此,这种处理系统的问题在于,当大量排出含油废水时,含油废水的处理跟不上排出。据此,在大量排出含油废水的处理中,考虑到处理速度,精确分离装置并不合适。

[0003] 在日本未经审查的专利申请公开 No. 2010-36183 中,本发明的申请人提供了用膜滤法去除油的包括中空纤维膜的膜分离装置,在前处理(包括混凝沉降/加压浮选等)之后的处理中使用该膜分离装置。该膜分离装置包括选自聚四氟乙烯(PTFE)、聚砜(PSF)、以及聚苯醚砜(PES)的耐碱中空纤维膜,因此,中空纤维膜是一种化学方式以及物理方式的强韧膜。据此,使用这种膜分离装置的优点在于,能有效地进行洗涤,以及,能通过提高处理速度来处理大量废水。

[0004] 引用列表

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献 1:日本未经审查的专利申请公开 No. 2010-36183

发明内容

[0007] 技术问题

[0008] 在专利文献 1 所披露的含油废水处理系统中,通过管道,使前处理过程中使用的混凝沉降、浮选分离、以及砂滤与后处理过程中用于膜过滤的膜分离装置互相连接。然而,在这些装置中进行的操作是彼此独立的,并且,前处理过程与后处理过程中的操作以及设备都没有结合。因此,处理系统的安装面积大,以及,出于提高整个系统效率的观点,期望进一步的改进。

[0009] 考虑到上述问题提出本发明。本发明的目的是,从操作以及装置的观点,通过将后处理过程中用于进行精密过滤处理的膜过滤装置与前处理过程中用于浮选/沉降的分离装置进行有效结合,简化操作以及装置。

[0010] 问题解决方案

[0011] 为了达到上述目的,本发明提供了一种含油废水处理系统,包括:分离槽,其通过浮选来分离油分,该分离槽布置在原水(其为含油废水)的供给路径中;膜过滤槽,其布置在该分离槽的下游,并且在其中包括膜分离组件和扩散器,该膜分离组件包括中空纤维膜

或平片膜,该扩散器用于产生气泡,并且布置在该膜分离组件的下方;供给管,其通过循环泵将原水从分离槽供给膜过滤槽;以及回流管,其使包含油分以及气泡的未过滤水从膜过滤槽回流至分离槽。

[0012] 如上所述,在膜过滤槽中,将产生气泡的扩散器布置在膜分离组件下方,并且,通过曝气用空气的起泡来产生气泡。通过在水中起泡,粗气泡向分离膜提供振动,并且产生气泡的向上流动,因此,使附着于分离膜表面的含油杂质分离,并且抑制分离膜的堵塞。因此,避免膜过滤的流速降低。通过连续分离,从分离膜表面分离的非常少量油沉积。沉积的油相结合以形成大油滴,并且在膜过滤槽中漂浮。由循环泵产生的流速带来使沉积在膜表面上的油以及固体物质分离的效果。此外,由于设置有从膜过滤槽到分离槽的回流管,将漂浮在膜过滤槽中的油通过回流管送至分离槽,并在分离槽中漂浮,从而,成为可分离的。另一方面,促使含有气泡的未过滤水从回流管流到分离槽,以在分离槽的适当位置处提供气泡。因此,产生气泡的向上流动,促使分离槽中的油附着于气泡并漂浮,因此,在分离槽中能有效地分离油。在这种情况下,在将未过滤水供入分离槽之前,可以使未过滤水与新供给的原水混合。采用这种结构,能更有效地使油分离。

[0013] 如上所述,通过回流管使分离槽与膜过滤槽相连接,因而,由后处理过程中膜过滤槽里扩散器所产生的粗气泡抑制膜的堵塞,并且使细气泡回流至前处理过程中的分离槽。采用这种结构,通过对前处理过程和后处理过程中的设备以及操作进行功能结合,能实现过程的简化以及减小安装面积。

[0014] 使分离槽与膜过滤槽相连接的供给管,其与分离槽竖向的中区连通,并且与膜过滤槽的下部连通,以及,回流管与膜过滤槽的上部连通。从分离槽供至膜过滤槽的部分循环水成为经过膜过滤的已处理水,而循环水的其余部分成为未过滤水,并且回流至分离槽。循环水的流速越高,抑制膜过滤槽中膜阻塞的效果越好。然而,在这种情况下,会使回流至分离槽的未过滤水的流速增大。结果,分离槽中的液面明显变化,并且,会将浮油与沉积的凝结淤渣搅动,并且不易使其彼此分离。

[0015] 据此,优选的是,将导流管布置在各个膜分离组件的外周或多个膜分离组件的外周,使导流管与外周之间具有间隙,以及,优选的是,允许气泡和原水从导流管的下端开口流入、并从导流管的上端开口排出。

[0016] 采用这种结构,气泡能在导流管中有效地上升,因此,能避免气泡的散逸。结果,对膜等提供振动的效果更加明显,从而,也能减小循环流速也就是从膜过滤槽到分离槽的回流流速,能减少由循环泵循环的已处理水的量,并且能避免分离槽中液面的明显变化。因此,即使减小分离槽所需的横截面面积,仍能容易地去除浮油和淤渣,因此,也能降低分离槽的初期成本。

[0017] 在分离槽中,具有较低比重的油分和杂质漂浮在所储存液体的液面附近,以及,具有较大比重的淤渣沉积于分离槽的底部。所以,供给管的原水出口优选设置在竖向中区,此处不存在大量的油以及杂质。在膜过滤槽中,适宜的是,使水中上升的气泡作用于分离膜然后放出。所以,回流管的出口优选设置于膜过滤槽的上侧。

[0018] 通过布置在膜过滤槽中的扩散器,将来自空气源的加压空气供向布置在膜分离组件下方的曝气管,并且,借助于曝气管的注入孔产生的气泡,向膜分离组件中的中空纤维膜或平片膜提供振动。细气泡也存在于气泡中,并且,这些细气泡具有促使罐中非常少量的油

漂浮的效果。优选地,单独设置包括小径孔的细气泡扩散器,并且可以有目的地产生细气泡,因而,促使膜过滤槽中非常少量的油漂浮,并且引入至回流管。可替代地,单个曝气管可以包括用于粗气泡的孔、以及用于细气泡的孔。

[0019] 向曝气管供给加压空气的空气源适宜是鼓风机或压缩机。

[0020] 除沫器优选布置在分离槽中液面所在位置处,并且与电机驱动轴连接,因而,用除沫器收集并排出浮起的油分,以及,淤渣耙集装置适宜与电机驱动轴的下端连接,并且布置于分离槽的底面,以耙集并排出沉积的淤渣。

[0021] 布置在该膜过滤槽中的膜分离组件的过滤膜可以是中空纤维膜或平片膜。特别地,为了通过膜的振动获得分离效果,中空纤维膜是优选的。平片膜之中,可以适当使用挠性平片膜。关于膜的材料,优选使用选自聚四氟乙烯 (PTFE)、聚砜 (PSF)、以及聚苯醚砜 (PES) 的耐碱多孔膜。这些膜之中,优选的膜是这样的膜,其强度能承受由于反洗或因执行曝气所导致振动带来的压力,以维持处理流速。具体而言,膜优选具有大于或等于 30 牛顿的抗张强度。

[0022] 包括中空纤维膜或平片膜的膜分离组件,其为选自 PTFE、PSF、以及 PES 的多孔分离膜,具有良好性能以去除非水溶性油、耐化学性尤其是耐碱性、以及耐久性(例如,该组件能长期使用,同时呈现正常的过滤性能)。结果,通过用碱性水溶液化学清洗,溶解以及去除附着于膜表面的非水溶性油,膜分离组件能重复使用,同时实现能降低非水溶性油含量的高性能过滤。据此,能长期维持高性能过滤。

[0023] 本发明的含油废水处理系统能用作不同领域中的含油废水处理系统,例如油田所产生水的处理、以及含油工业废水的处理。本发明的含油废水处理系统在例如含油海水的脱盐中尤其有用。例如,当核电站因例如由于地震所导致海啸的破坏而毁坏时,产生放射性废水,并且放射性废水的处理变得必需。在这种情况下,在去除放射性物质之前,需要去除海水中的油作为前处理。在这种情况下,能以高精度可靠地去除油,并且能提高后处理例如放射性物质吸附的效率。

[0024] 发明的有益效果

[0025] 如上所述,根据本发明的含油废水处理系统,将回流管布置在上游侧的分离槽与下游侧的膜过滤槽之间,以向布置在膜过滤槽中的膜分离组件供给循环流,以及,从膜分离组件下部,加入曝气所产生气泡的向上流动、以及膜表面由于振动所致的清洁效果。采用这种结构,维持膜的稳定过滤性能,并且,将浮油从膜过滤槽传送至分离槽,以去除膜过滤槽中的油分。另外,使含气泡的未过滤水从膜过滤槽循环至分离槽。据此,能使分离槽中存在气泡而不用在分离槽中设置扩散器,允许油在气泡上升期间附着至气泡,因此,通过浮选能有效地分离油。通过以这种方式用回流管和供给管将分离槽与膜过滤槽连接,以使分离槽与膜过滤槽结合,能简化处理过程,并且能减小安装面积。

[0026] 特别地,通过膜过滤槽中产生的粗气泡振动分离膜,能使附着于膜表面的杂质分离,以抑制过滤性能的降低。另外,通过在分离槽中循环细气泡,细气泡能有效地有助于通过浮选来分离油。此外,由于膜过滤槽布置在使用比重进行分离的分离槽的下游,并且,使用分离膜执行膜过滤,能改善已处理水的质量,并且能增强运行的稳定性。

附图说明

- [0027] [图 1] 图 1 是根据本发明一种实施例的含油废水处理系统的概略图；
- [0028] [图 2] 图 2 是图 1 中所示膜过滤槽的放大图；
- [0029] [图 3] 图 3 是扩散器变化例的相关部分的放大图；
- [0030] [图 4A] 图 4A 是图示膜分离组件的第一变化例的图；
- [0031] [图 4B] 图 4B 是图示膜分离组件的第一变化例的图，并且图示组件与导流管的布置；以及
- [0032] [图 5] 图 5 是图示膜分离组件的第二变化例的图。

具体实施方式

[0033] 下面，参照附图说明本发明的实施方式。

[0034] 图 1 和图 2 图示本发明的一种实施例。

[0035] 在图 1 所示的概略图中，附图标记 1 表示分离槽，其通过浮选及沉降来分离杂质，以及，附图标记 2 表示膜过滤槽，其用膜滤除杂质。

[0036] 膜过滤槽 2 容纳有中空纤维膜组件（膜分离组件）3 以及产生气泡的扩散器 4，扩散器 4 布置在中空纤维膜组件 3 的下方。

[0037] 通过供给管 6，使分离槽 1 的竖向中区与膜过滤槽 2 的下区连接，二者之间设有泵 5。另外，设置回流管 7，其将膜过滤槽 2 的上区与分离槽 1 的上区连接，使得含气泡的未过滤水从回流管 7 回流至分离槽 1，以循环未过滤水。

[0038] 原水 W1 作为含油废水并供向分离槽 1，将其临时贮存在化学品混合槽 8 中。需要时，将 pH 调节剂、吸附剂、絮凝剂等从化学品注入装置 9 注入化学品混合槽 8。原水 W1 从化学品混合槽 8 供至液位调整槽 10。原水 W1 通过原水供给管 11 从液位调整槽 10 供至分离槽 1。

[0039] 分离槽 1 是这样一种罐，其通过促使油及杂质对应油及杂质的比重而漂浮在液面侧以及下沉到底面上，来分离油及杂质。

[0040] 在液面上布置除沫器 12，其收集浮于分离槽 1 上部的杂质。除沫器 12 固定于驱动轴 13a，驱动轴 13a 自布置于分离槽 1 上方的电机 13 悬伸。由电机 13 使除沫器 12 于水平方向转动，以收集含浮油的杂质。驱动轴 13a 的下端位于分离槽 1 的底壁 1a 上，底壁 1a 以锥状形式凸出，以及，驱动轴 13a 的下端与沿底壁 1a 布置的淤渣耙集装置 14 连接。使淤渣耙集装置 14 转动，因而，将下沉于底壁 1a 上表面侧的淤渣耙集至中央最下端。

[0041] 浮渣排出管 15 通向除沫器 12 的下表面侧并与之连接，以及，淤渣排出管 16 通向分离槽 1 的最下端并与之连接。浮渣排出管 15 的另一端以及淤渣排出管 16 的另一端与浮渣 / 淤渣收纳槽 17 连接。

[0042] 在位于分离槽 1 的除沫器 12 下表面侧的位置处，原水供给管 11（其自液位调整槽 10 供给原水 W1）开口。回流管 7 与原水供给管 11 连通，使得含气泡并且循环通过回流管 7 的未过滤水与原水 W1 汇合，并且将得到的混合水供至分离槽 1 的上区。通过以这种方式给分离槽 1 供给气泡，促使油附着于气泡并且易于漂浮，并且导致油易于附着至除沫器 12。可替代地，回流管 7 可以单独与分离槽 1 连接，而不是与原水供给管 11 连接。

[0043] 供给管 6 的出口在分离槽 1 的侧壁中开口，该侧壁与和连接于原水供给管 11 的侧壁相对，以及，供给管 6 的出口处于中区，不高于除沫器 12 的布置位置，而且不低于淤渣耙

集装置 14 的布置位置。由于泵 5 布置在供给管 6 的中间点,将分离槽 1 中的分离后液体抽吸进入供给管 6,并且从设置于膜过滤槽 2 侧壁下部中的开口供入膜过滤槽 2。在本实施例中,泵 5 的排出压力为 50 至 300 千帕 (kPa)。

[0044] 膜过滤槽 2 是包括空气阀等的浸没罐。膜过滤槽 2 容纳有中空纤维膜组件 3 以及产生气泡的扩散器 4,扩散器 4 布置在中空纤维膜组件 3 的下方。中空纤维膜组件 3 和扩散器 4 浸没在供自供给管 6 的原水 W1 中。

[0045] 中空纤维膜组件 3 是浸没式组件,其中,通过从中空纤维膜 20 内部抽吸原水 W1,使原水 W1 从中空纤维膜 20 外部渗透至其内部。

[0046] 中空纤维膜组件 3 包括捆束体 21,其中捆束多个中空纤维膜 20(本实施例中为 3500 个中空纤维膜)。中空纤维膜 20 的下端开口由固定件 40 封闭。中空纤维膜 20 的上端敞开,并用固定件 23 固定。上盖 24 安装至固定件 23。固定件 23 通过支撑杆 41 与固定件 40 连接,以及,向下凸出的裙件 42 与固定件 40 固定。

[0047] 设置出口,使其与上盖 24 内部并与中空纤维膜 20 空腔部连通,并且使该出口与过滤液体出口管 25 连接。通过过滤液体出口管 25 将过滤液体 W2 引入至后处理罐 27,抽吸泵 26 置于二者之间。作为后处理罐 27,可以加入活性炭吸附、生物处理/沉降处理、反渗透膜处理等。

[0048] 排气管 28 安装于膜过滤槽 2 的上壁。另外,在膜过滤槽 2 侧壁的上部设置未经过滤的未处理水排出口,并且,该排出口与回流管 7 连通。

[0049] 布置于中空纤维膜组件 3 下方的扩散器 4 包括用于曝气的引气管 30,引气管 30 与送风机 31 连接。设置在引气管 30 中用于曝气的注入孔 32 布置在中空纤维膜组件 3 的下方,使得空气从注入孔 32 注入裙件 42。设置了具有相同直径的多个注入孔 32。由从单个注入孔 32 注入的空气产生粗气泡 K1 和一些细气泡 K2。

[0050] 如图 3 中的变化例所示,可以设置用于产生粗气泡的大径孔 32a 和用于产生细气泡的小径孔 32b,作为注入孔 32。为了形成小径孔 32b,例如,适合使用疏水性多孔膜的膜材料或管。

[0051] 在过滤操作期间,扩散器 4 持续执行从下部朝捆束体 21 的中空纤维膜 20 的曝气。扩散器 4 在原水 W1 中于向上方向产生粗气泡 K1 和细气泡 K2。这些气泡中,粗气泡 K1 主要振动中空纤维膜 20,并使附着于中空纤维膜 20 膜表面的杂质分离,从而,避免中空纤维膜 20 被阻塞。另外,通过排气管 28 将粗气泡 K1 释放至大气。另一方面,细气泡 K2 从布置在膜过滤槽 2 上部的回流管 7 引入,并且在分离槽 1 中循环。

[0052] 本实施例中所使用的中空纤维膜 20 均是多孔双层中空纤维膜,包括支撑层(其为多孔张紧 PTFE 管)以及过滤层(其为多孔张紧 PTFE 片,并且布置于支撑层外表面上)。中空纤维膜 20 可以进一步用亲水性聚合物等亲水化。设置于过滤层外周面上的大量孔的平均最大长度小于设置在支撑层中并且被纤维支架围住的大量孔的平均最大长度。具体而言,过滤层的孔的平均长度优选为支撑层的孔的平均长度的 1%~30%,并且更宜为尽可能小。这种结构能增大从外周面侧到内周面侧的渗透率。

[0053] 在过滤层的外表面上,孔的面积在外周面总表面积中所占比例经图像处理测量的结果为 30%~90%。即使在孔的最大长度较小的情况下,当孔的面积占据比高到一定程度时,也能有效地改进过滤性能,而不会降低流速。

[0054] 具体而言,过滤层的孔隙率为 30%~80%,以及,支撑层的孔隙率为 50%~85%。采用这种结构,能进一步增大从中空纤维膜的外周面侧到内周面侧的渗透率,同时,维持与强度的平衡。

[0055] 过滤层具有 5 微米~100 微米的厚度。关于这一点的原因如下。当厚度小于上述范围时,难以形成过滤层。当厚度大于上述范围时,难以获得改善过滤性能的效果。支撑层具有 0.1 毫米~5 毫米的厚度。采用这种结构,在轴向、径向、以及周向都能得到良好强度,并且能改善对内部压力、外部压力、挠曲等的耐久性。支撑层具有 0.3 毫米~12 毫米的内径。

[0056] 过滤层具有 0.01 微米~1 微米的平均孔径。

[0057] 作为中空纤维膜整体,中空纤维膜 20 优选具有 0.3 毫米~12 毫米的内径、0.8 毫米~14 毫米的外径、50 千帕~400 千帕的起泡点、0.2 毫米~1 毫米的膜厚、30%~90%的孔隙率、以及最大容许跨膜压差为 0.1 兆帕~1.0 兆帕的耐久性。

[0058] 中空纤维膜 20 各自具有 30 牛顿或更大的抗张强度。

[0059] 抗张强度根据 JIS K7161 测量,并且,使用中空纤维膜作为样本而未经进一步处理。在该测试中,以 100 毫米/分钟的拉伸速度、50 毫米的计量线间距进行测量。由于中空纤维膜 20 具有 100℃ 以上的热变形温度,即使中空纤维膜 20 长期使用后,也不易发生受热劣化。

[0060] 在包括中空纤维膜 20 的捆束体 21 的中空纤维膜组件 3 中,捆束体 21 内的中空纤维膜 20 之间的平均尺寸相对较大,也就是,0.5 毫米~5 毫米,并且中空纤维膜 20 对捆束体 21 横截面积的充填率是 20%~60%。

[0061] 在本实施例中,在过滤操作期间,从扩散器 4 持续不断地注入空气,以在膜过滤槽 2 中产生粗气泡 K1 和细气泡 K2。这些气泡在罐 50 里的原水 W1 (其为含油废水) 中起泡,同时上升,以产生循环流。

[0062] 在这种情况下,如上所述,在由粗气泡 K1 振动中空纤维膜 20 的同时,使附着于中空纤维膜 20 膜表面的非水溶性油以及固体物质振动并去除。

[0063] 使细气泡 K2 与未经过滤的原水 W1 混合,并且引入回流管 7。由于回流管 7 与原水供给管 11 连通,细气泡 K2 和未经过滤的原水 W1 与原水 W1 混合,并且引入至分离槽 1。由于以这种方式将细气泡 K2 引入分离槽 1,油附着至分离槽 1 中的细气泡 K2,并且,油容易与细气泡 K2 一起漂浮,并能有效地用除沫器 12 收集。

[0064] 如上所述,通过油的浮选分离以及淤渣的沉降分离,在分离槽 1 中将含油杂质以及淤渣从含油废水中分离,然后,将原水 W1 供至膜过滤槽 2。据此,能够减少含油杂质以及淤渣附着至膜过滤槽 2 中所布置中空纤维膜组件 3 的中空纤维膜 20 表面。因此,中空纤维膜 20 的膜过滤性能没有降低,并且,能防止处理水量的减少。另外,由膜过滤槽 2 中所使用扩散器 4 产生的气泡通过在分离槽 1 中循环而得到功能性利用,因而,能增强分离槽 1 中的分离功能。此外,产生气泡的扩散器不必设置在分离槽中。因此,能简化设备,并且能减少其安装面积。

[0065] 图 4A 和图 4B 图示了膜过滤槽 2 的第一变化例。

[0066] 多个中空纤维膜组件 3 浸没在膜过滤槽 2 中。导流管 45 罩住各中空纤维膜组件 3,在导流管 45 与中空纤维膜 20 的捆束体 21 外周之间存在间隙。导流管 45 的上端构成开

口 45a, 以及, 导流管 45 的下端构成开口 45b。原水 W1 从下端开口 45b 流进导流管 45 内部, 并且从中空纤维膜 20 滤过。未过滤的原水 W1 从上端开口 45a 流出, 并且在导流管 45 的外周侧向下流动。原水 W1 以这种方式循环。从扩散器 4 注入的空气也从下端开口 45b 注入导流管 45。

[0067] 在允许空气和原水 W1 流进导流管 45 的情况下, 即使原水 W1 的循环流速降低, 流过导流管 45 的原水 W1, 也就是, 在中空纤维膜 20 的捆束体 21 膜表面附近流动的原水 W1, 其线速度也较高。因此, 能更有效地使沉积在中空纤维膜 20 膜表面上的固体物质以及油分离。另外, 所产生的气泡能有效地加载于中空纤维膜 20 的表面, 以摇荡中空纤维膜。据此, 能减少所供给的空气量, 从而降低运行成本。此外, 由于从膜过滤槽 2 回流至分离槽 1 的未过滤水的流速降低, 能减小分离槽实现快速沉降所需的横截面面积, 并且, 也能减少初始成本。

[0068] 图 5 图示了第二变化例。

[0069] 在第二变化例中, 将浸没在膜过滤槽 2 中的多个中空纤维膜组件 3 分成多个组 (本实施例中, 将于水平和垂直方向布置的 24 个中空纤维膜组件 3 分成四组), 并且各组中空纤维膜组件 3 罩有单个导流管 48。通过以这种方式相对密集地布置中空纤维膜组件 3、并且用单个导流管 48 将其罩住, 能以较高密度将中空纤维膜组件布置在膜过滤槽 2 中。

[0070] 在上述实施例以及变化例中, 使用中空纤维膜捆束体作为布置在膜过滤槽 2 中的中空纤维膜组件 3。可替代地, 取代中空纤维膜, 也可以使用平片膜。此外, 在使用平片膜的情况下, 如上述实施例中那样, 将产生气泡的扩散器布置在膜组件的下方。

[0071] 附图标记列表:

[0072] 1 分离槽

[0073] 2 膜过滤槽

[0074] 3 中空纤维膜组件

[0075] 4 扩散器

[0076] 6 供给管

[0077] 7 回流管

[0078] K1 粗气泡

[0079] K2 细气泡

[0080] W1 原水

[0081] W2 过滤后液体

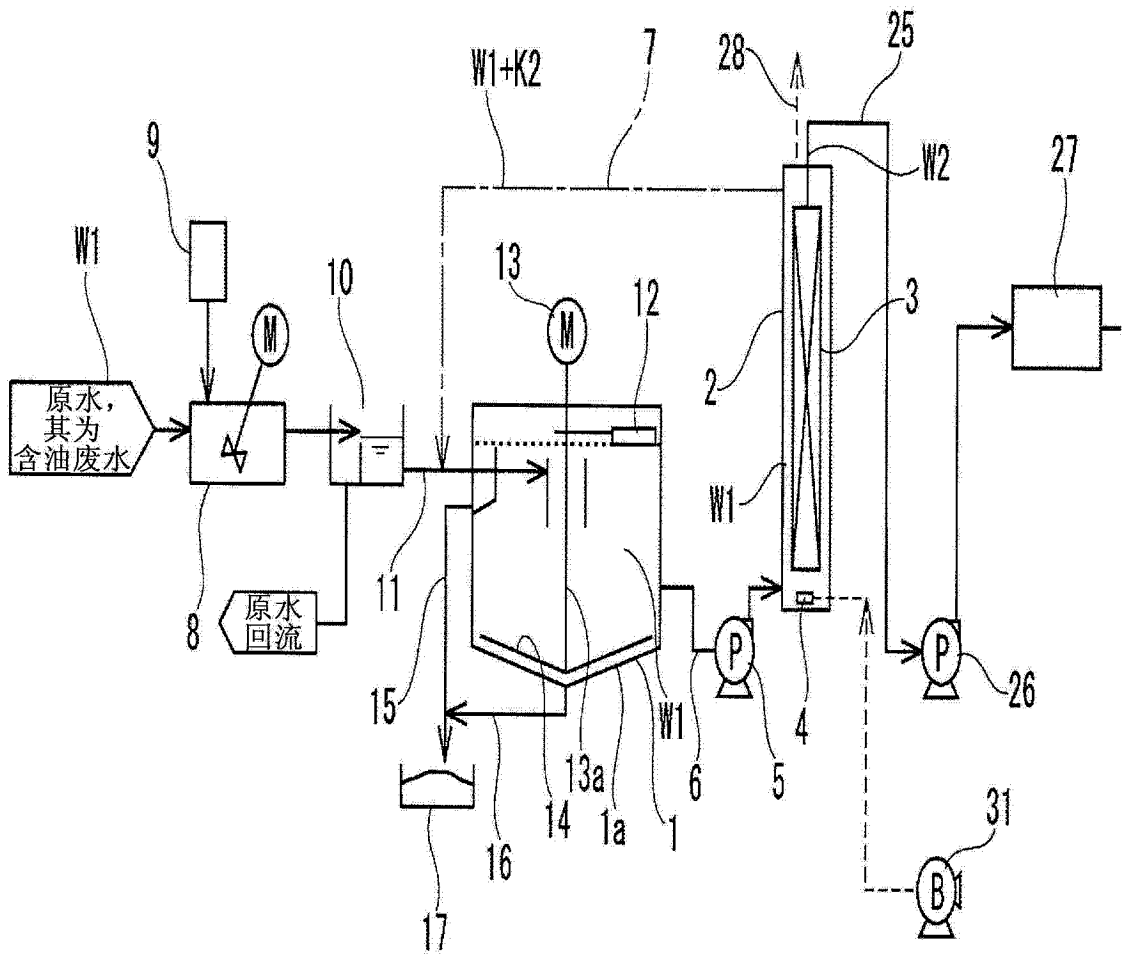


图 1

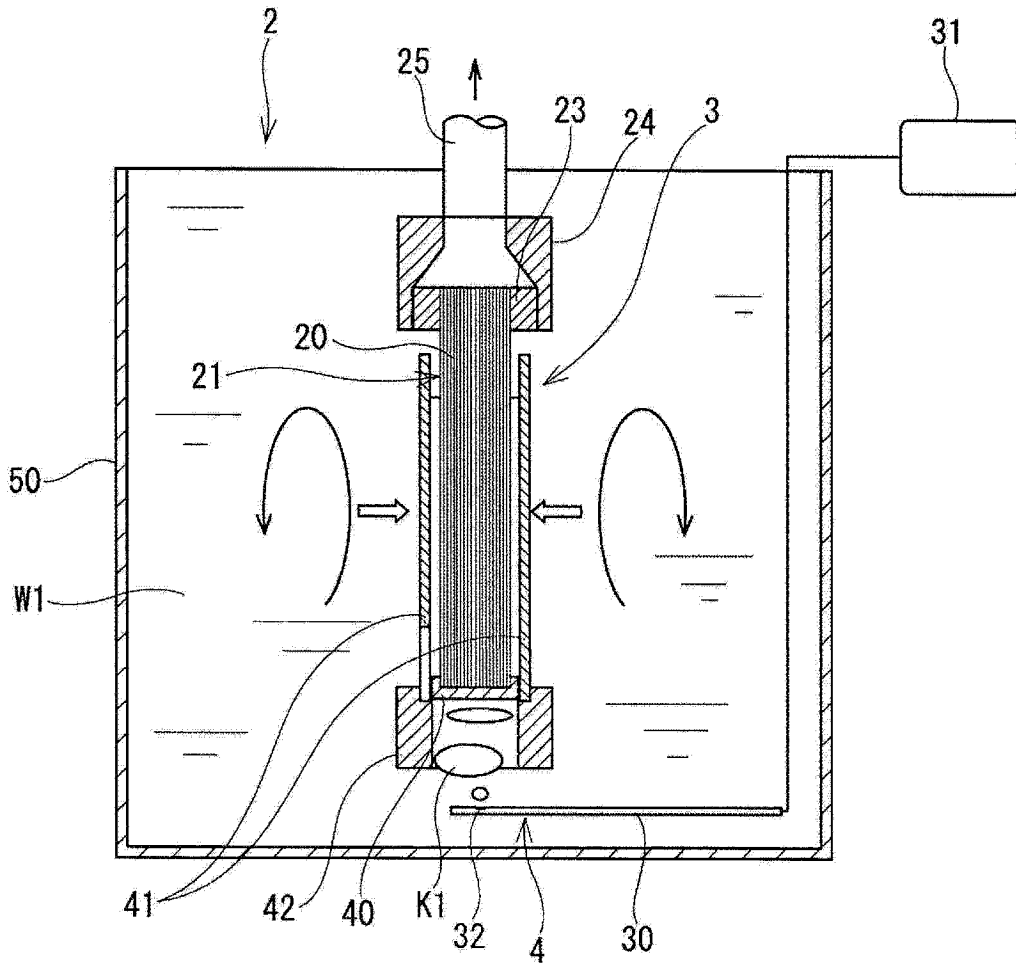


图 2

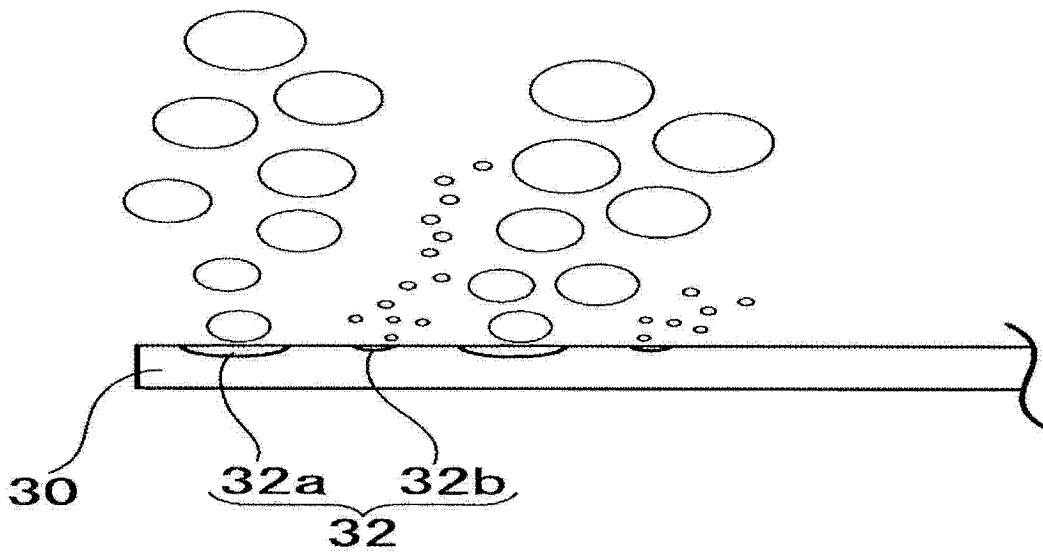


图 3

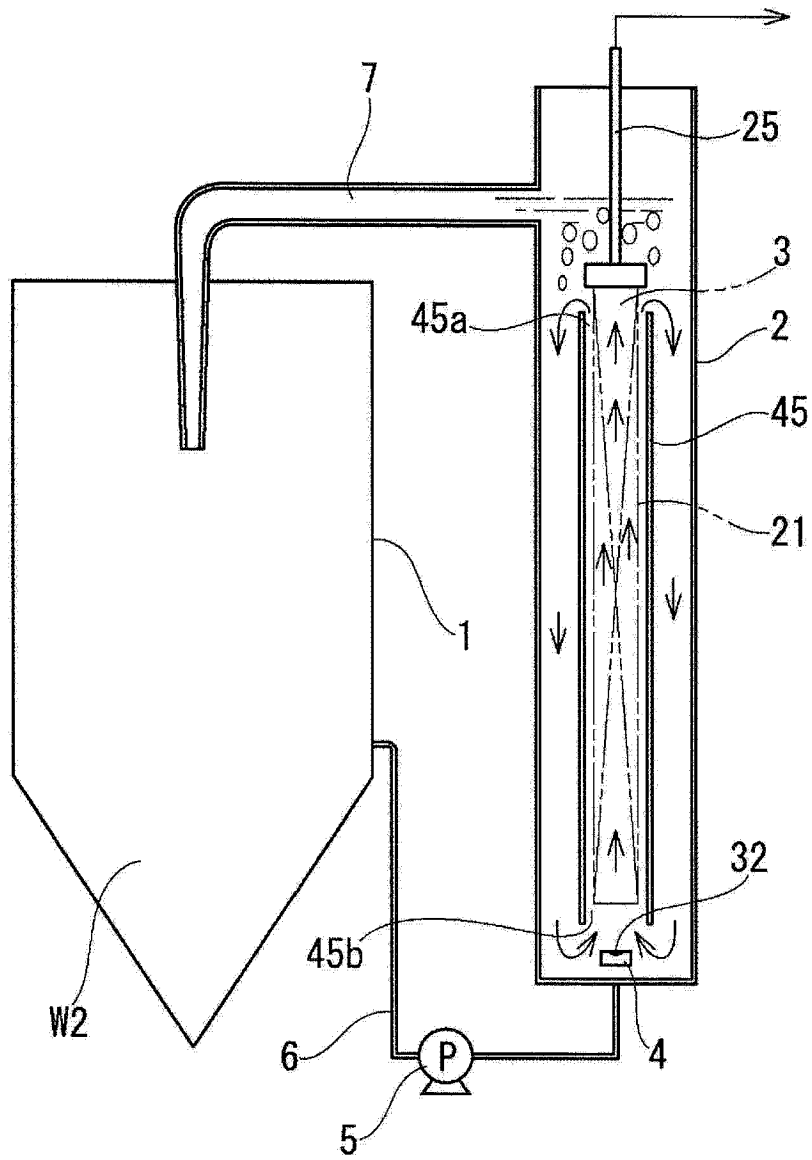


图 4A

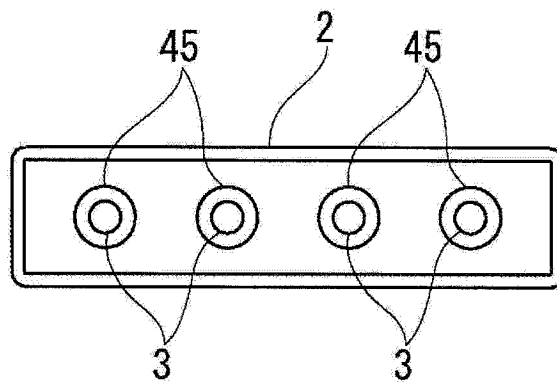


图 4B

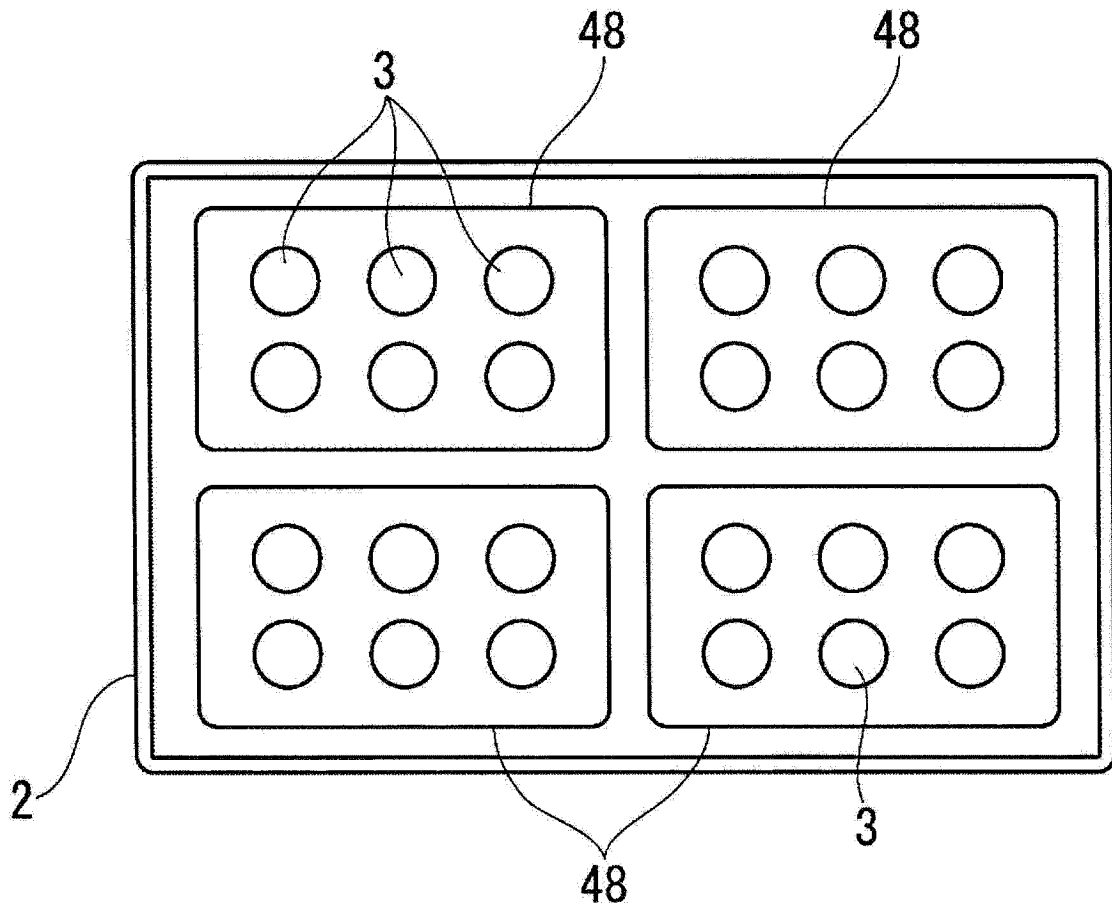


图 5