



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102992456 A

(43) 申请公布日 2013. 03. 27

(21) 申请号 201210186647. 9

(22) 申请日 2007. 10. 12

(30) 优先权数据

0620942. 3 2006. 10. 20 GB

0703598. 3 2007. 02. 23 GB

(62) 分案原申请数据

200780038973. 2 2007. 10. 12

(71) 申请人 海洋救护者公司

地址 挪威吕萨克

(72) 发明人 A·B·安德森

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 张海涛 于辉

(51) Int. Cl.

C02F 1/469 (2006. 01)

C02F 9/06 (2006. 01)

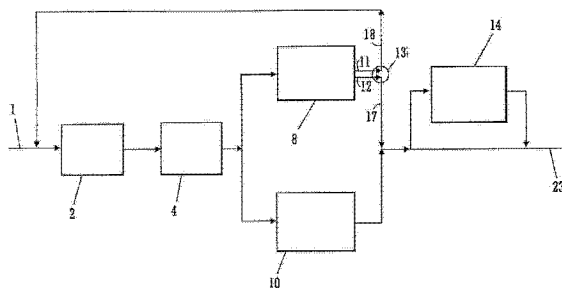
权利要求书 1 页 说明书 18 页 附图 10 页

(54) 发明名称

液体处理方法和装置

(57) 摘要

本发明涉及一种液体或水处理装置,其包含:电渗析池和空化单元中的之一或二者。所述空化单元通过将液体流入其中形成空化泡的缩颈然后流入其中空化泡爆破的出口而在所述液体中产生空化作用,所述缩颈包括由壁形成的孔,所述壁长且窄地位于与流动方向垂直的平面内。如下设置电渗析池,使得入口流道用于导向仅部分待处理的水通过电渗析池,出口流道用于将来自电渗析池的产物返回至剩余的水部分。



1. 水处理装置,其包含:电渗析池;入口流道,其用于将仅部分的待处理水导向通过电渗析池;和出口流道,其用于将电渗析池的产物返回至剩余的待处理水,其中所述电渗析池用于产生脱盐水流和浓缩液流,返回至剩余的待处理水的产物包括至少一些浓缩液流并且具有使剩余的待处理水中的微-生物体失活或将其杀死的效果。

2. 如权利要求1所述的装置,其中,所述装置是压载水处理装置。

3. 如权利要求1或2所述的装置,其中,所述电渗析池的产物是浓缩液流和至少一部分脱盐水流的混合物。

4. 如权利要求3所述的装置,其中,控制所述脱盐水与浓缩液的比例以维持所述电渗析池的产物的pH值在选择的范围內。

5. 如权利要求1-4中任一项所述的装置,其包含在入口流道将部分水导向电渗析池的位置和在出口流道将电渗析池的产物返回至剩余的待处理水的位置之间的水流道,和在所述水流道中的空化单元,以与电渗析处理平行地使所述剩余的待处理水经受空化处理。

6. 如权利要求5所述的装置,其中,通过在空化单元上产生的压降驱动通过电渗析池的水流。

7. 如权利要求1-6中任一项所述的装置,其包含脱盐水去除流道,其用于从电渗析池去除由电渗析池产生的至少部分脱盐水流。

8. 如权利要求7所述的装置,其中所述被去除的脱盐水被再注入至入口流道上游的未处理的待处理水中。

9. 如权利要求1-8中任一项所述的装置,其包含盐水源,其中设置所述装置以利用所述盐水源从而将导向电渗析池中的水的盐度维持在预定的最小水平之上。

10. 处理水的方法,所述方法包括:将仅部分的水通过电渗析池,并将电渗析池的产物返回至剩余的待处理水,所述电渗析池产生脱盐水流和浓缩液流,所述电渗析池的产物包括至少一些浓缩液流并且具有使待处理水中的微-生物体失活或将其杀死的效果。

11. 如权利要求10所述的方法,其中,所述方法是处理压载水的方法。

12. 如权利要求10或11所述的方法,其中,所述电渗析池的产物是浓缩液流和至少一部分脱盐水流的混合物。

13. 如权利要求12所述的方法,其包括控制所述脱盐水与浓缩液的比例以维持所述电渗析池的产物的pH值在选择的范围內。

14. 如权利要求10-13中任一项所述的方法,其包括在将电渗析池的产物引入至剩余的待处理水之前,使剩余的待处理水经受空化作用。

15. 如权利要求14所述的方法,其包括利用空化单元上的压降驱动通过电渗析池的水流。

16. 如权利要求10-15中任一项所述的方法,其包括从由电渗析池产生的脱盐水流去除一部分脱盐水,并将被去除的脱盐水导入入口流道上游的未处理的待处理水中。

17. 如权利要求10-16中任一项所述的方法,其包括利用盐水源,以将导向电渗析池中的水的盐度维持在预定的最小水平之上。

18. 一种船舶,其包含如权利要求1-9中任一项所述的压载水处理装置。

19. 在船舶中提供压载水处理装置的方法,其包括提供如权利要求1-9中任一项所述的装置。

液体处理方法和装置

[0001] 本申请是申请日为 2007 年 10 月 12 日的申请号为 200780038973.2 的中国发明专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及液体,例如水的处理,以去除不期望的物质。

背景技术

[0003] 有许多情形需要处理液体,例如处理污水和饮用水,处理和加工烃类液体以破坏不期望的长链分子,处理来自废气清洁器的废水。更具体地说,还利用水处理,例如如下所述处理船舶中的压载舱水,和处理水以用于养鱼等。这些后述的处理需要破坏以生物体、微-生物体等形式的不期望物质通常以杀死或使它们失活,从而处理的水对其所释放进入的环境或其所应用的环境不具有不理想的效果。

[0004] 压载水是在压载水舱中或有时在其它合适的空间,如货物舱或货物槽中通过船只运输的水。将其在水“供给”处泵入舱中,以补偿随货物和/或燃料的卸载/消耗所带来的重力的改变,并因此维持稳定性。正确的压载出于结构的考虑是必要的,并且也用于性能的原因从而维持合适的推进和舵的浸入,合适的桥梁考虑以及维持理想的船只运动和处理特性。压载水被运至水“接收”处,通常是船只装载货物的位置,其可能与压载水的源地的生物-地理区域不同。可以随货物的装载而排泄压载水。压载水可能容纳有包括浮游生物、浮游植物以及细菌的一系列物种。在排泄处不一定有这些物种的天敌,并因此在新的位置产生和繁殖,从而导致对于环境、工业和人类健康的显著的问题。

[0005] 另外,归因于压载水和氧气与压载水舱建造材料的反应,导致了在压载水舱中的腐蚀。目前,使用昂贵的涂料和涂层来防止腐蚀,这成为造船工业的显著的维护成本。

[0006] 已知的是通过使用超声激发产生的空化作用来处理水使其干净。例如,US 5,137,580 公开了一种清洁方法,其利用低和高频的超声波来形成和发展空化泡。这种处理在静止的舱中进行,这意味着连续的处理过程是不可能的,并且在每次处理之间舱必须排空和重新充满。结果是,处理过程繁杂且没有效率。

[0007] 除了利用静止的舱的缺点之外,超声波也不如其它空化产生方法有效,特别是水力空化。这是因为与水力空化产生的泡的尺寸和云的密度相比,通过超声产生的空化中的泡的尺寸和云的密度不够大。因此,相比于超声空化,水力空化代表了更有效的反应空间。

[0008] 利用文丘里型缩颈产生水力空化是已知的,例如 US 6,505,648。该文献公开了对于液流的通道,其具有形成节流的减小的直径部分,这加速了液体的流动并且降低了压力以引发空化从而破坏污染生物体。越过节流的导线或棒可以用来促进湍流并进一步降低压力。在节流的下游,通道突然加宽,使得空化泡破裂。

[0009] 然而,已发现这种布局是不够有效的,因为不是液体中的所有生物体都能被空化泡的破裂而影响,结果是,现有技术中的水处理过程不能处理液体的所有部分。

发明内容

[0010] 从本发明的第一方面来看,本发明提供一种处理液体的装置,所述装置包含空化单元,其中所述空化单元通过将液体流入其中形成空化泡的缩颈然后流入其中空化泡爆破的出口而在所述液体中产生空化作用,并且其中所述缩颈包括沿与流动方向垂直的线伸长的孔。

[0011] 对于“伸长”,其意指所述孔在垂直于该线的方向是窄的,而沿着该线的方向是长的。特别地,使用尽可能长的孔,其具有宽度为 5mm 或更小,更优选 1-2mm,如下所述。所述线可以是直线或曲线。在优选的实施方式中,孔是伸长的狭槽或狭窄的环状物,如下所述。

[0012] 使用伸长的狭窄的缩颈使得空化在液体流的整个横截面上出现。这是因为空化趋于在缩颈的边缘区域引发,并且利用长的狭窄的孔,在流道中任一点距边缘区域的最大距离都是较小。相比于本发明的布局,现有技术中的管状缩颈产生了在管状流道的边缘附近是集中的空化,因此是不够有效的施加,并且不能影响整个流道。这是因为流体中不期望的物质在管状流道的中心处集中,而这是空化最弱的区域。在本发明中,通过使边缘的长度与流动体积的比例较大,相对于孔的横截面积,空化的量增加,并且解决了在低空化的区域中不期望的物质流动的问题。因此,孔可以另外地定义为相对于封闭的面积具有较大的边缘长度的横截面的孔。

[0013] 孔可以是沿着直线的伸长的槽,也可以是任何其它的伸长的形状,如沿着锯齿线或者曲线的伸长的孔。伸长的孔可以沿着线形成封闭的形状,如正方形、圆形或椭圆形等。优选地,孔是狭窄的环状物,如沿着圆形线的伸长的孔。优选使用环状物是因为其可以容易地安装在具有圆形横截面的管中,尽管也可以使用另外的椭圆或其它形状的狭槽。对于避免弯管的光滑的液流,这是有利的。

[0014] 孔可以具有低于 5mm 的宽度,更优选低于 3mm,特别地,约为 1-2mm。孔优选地沿与流动方向垂直的线尽可能长,并且可以例如至少 300mm 长,其中使用宽度 2mm。

[0015] 可以使用宽度如上所述和直径为 50-100mm 的环状物的孔。已经发现特别地当处理水以破坏具有尺寸为 10-50 μm 的微-生物体时,对于一定尺寸的管,这可以提供有效的空化,因为 1-2mm 的狭槽保证了该尺寸的生物体通常如上所述在从破裂泡的一个泡半径的距离内。在压载水中该尺寸的生物体的存在是受法律限制的。

[0016] 优选地,布置空化单元以通过利用空化破坏不期望的物质而处理液体。空化泡的形成和爆破产生力、温度改变以及影响液体中不期望物质的冲击波。这些不期望的物质可以是有机或无机废物,例如在废水中或者在饮用水生产中的待处理的水中。不期望的无机物质可以是长链烃分子。在一个优选实施方式中,长链分子在油或污泥或其它烃污染物中在船只的废水中。

[0017] 在一个优选实施方式中,不期望的物质包括水生生物体或微-生物体。如上所述,不期望的微-生物体存在于在船只中使用的压载水中,并因此在一个优选实施方式中,利用空化来处理压载水以破坏所述微-生物体。

[0018] 优选地,如下设置空化单元,以使得在泡开始爆破的位置处,从泡的边缘至不期望的物质的最大距离小于泡的半径。这可以通过相对于不期望的物质的尺寸选择孔的宽度而实现。当泡的爆破在封闭的邻近发生时,其是特别有效的,并且小于泡的半径的距离已经发现是有效的从而确保不期望的物质,尤其是微-生物体通过空化作用被破坏。

[0019] 可以通过管中的空化体,特别地管中通常为圆柱形的障碍物来产生环状孔。因此,环状物由空化体的外壁和管的内壁来限定。空化体可以在缩颈的入口处具有圆形末端,例如球体的截面。使用圆形末端来作为液体进入缩颈的通道对于产生空化所需的压力降和流速的提供是有效的。在出口端,空化体可以具有锥形的外形。这有助于增加压力和降低流速以促进空化泡的爆破并最小化能量损失。

[0020] 孔的壁可以具有不均匀的表面或粗糙的表面。壁可以是管壁或空化体的壁,或二者。优选地,空化体具有不均匀的或粗糙的表面。这种布局使得更易于建造,并且使得标准管件无需改良可用于管内表面。该表面可以是压纹的,或者可以使用凹陷的图案。使用不规则的表面促进空化作用。

[0021] 空化单元可以包含多个缩颈以使得重复进行泡的形成和爆破。例如,可以使用沿流动方向具有波动外形的环状物孔,例如波状或锯齿状形状。这可以通过使用具有波状外表面的空化体实现,所述空化体可以插入标准圆柱形管中。

[0022] 当装置用于处理压载水或用于任何其它用途时,当舱充满或排空时,由舱向装置施加了改变的反压。当该反压维持在最小水平之上时,将改善空化单元的有效性。因此,优选使用压力改进设备以维持至空化单元的压力在可接受的水平。例如,可以维持 1.5bar 或 2.5bar 的最小反压,或者可以维持 2-2.5bar 的反压。

[0023] 为了保证所有待处理的液体经受空化作用,孔的壁之间的距离受待破坏的不期望的物质的尺寸的限制。太大了,则孔将不是有效的,因为爆破空化泡将不能足够接近不期望的物质。结果是,限制空化单元的尺寸和每单位时间可以处理的水的最大体积。因此,在优选的实施方式中,装置包含阵列形式的多个空化单元,以使得所述液体能平行流过多个空化单元。空化单元可以是不同尺寸的。在一个优选的实施方式中,所述阵列包含被一圈空化单元包围的大的中心支持体。空化单元可以比中心支持体小。大的中心支持体可以与空化单元具有相同的形状。大的中心支持体可以用作另外的空化单元。在另一优选实施方式中,使用以同心圈形式的多个相同尺寸的空化单元。

[0024] 使用空化单元的阵列允许大的待处理的流动体积而不在空化处理的有效性上折衷。所述装置还可以包含支架,以将液体等量地分配到各个空化单元以实现每个单元中相同的流速。

[0025] 所述装置可以包含水听器,以监控空化从而获得空化数据,其中,使用空化数据以控制空化单元的系统参数。水听器检测由空化单元产生的压力脉冲,并且还可以使用空化数据来控制参数,如流速和压力以最优空化单元的操作。

[0026] 所述装置可以包含电处理单元,以在将液体流过空化单元之前或之后来处理液体,从而减弱或破坏液体中的不期望的物质。电处理单元可以施加电-化学作用、离子化、物理作用或这三种的任意组合。具有创造性的包含电渗析池的水处理装置如下所述,其可以与如上所述的水处理装置结合使用或作为其中的一部分。

[0027] 所述装置可以包含气体注入单元,在一个优选实施方式中,所述注入单元用于注射含氮或含氧的气体进入水中。含氧气体可以是空气。注入氮气减少了水中的含氧量,并因此用于减少腐蚀,和降低腐蚀保护体系如涂层和涂料的气候老化,因为氧化是所述气候老化的一个诱因。这当水被置于压载舱中时是有用的,因为否则储存水中的氧会导致涂层的腐蚀或气候老化。例如,舱可以具有一个 PU 涂层或其它一个涂层,但是当使用其它涂层

时,水处理也是有利的。

[0028] 当将水返回至环境中时,例如当排空压载舱时,可以使用包含氧气,例如可以是空气的气体混合物将氧气返回至水中,以避免任何危害的环境影响。气体注入单元可以在液体流道中的喷嘴,可以将静态混合器置于喷嘴的下游。或者,相对于具有创造性的包含注入单元的水处理装置,气体注入单元可以包含如下所述的组合的气体 and 蒸汽注入。

[0029] 优选地,氮气通过将部分水流与主流分离,超饱和该部分水流并将该超饱和的水返回至主流部分而将氮气引入至水中。从主流分离的水量可以是 5%-30 体积%,优选低于 15 体积%。归因于在小体积中的大量气体注入,气体注入后的流动特征在于两相流动。为了改善气体进入水中的混合,可以在气体注入点的分离的水流下游使用静态混合器。在再注入至主流中的位置处,可以使用静态混合器以促进两相流返回至主流中的混合。

[0030] 从本发明的第二方面来看,本发明提供处理液体的方法,所述方法包括使液体通过空化单元,通过将液体流入其中形成空化泡的缩颈然后流入其中空化泡爆破的出口而产生空化作用,并且其中所述缩颈通过沿与流动方向垂直的线伸长的孔而提供。

[0031] 在优选的实施方式中,本发明的第二方面的方法包括相应于如上所述的优选装置特征的方法特征。

[0032] 还已知的是通过施加电场来处理水。电场的使用依赖于水的电导率的特定水平,这可以通过在“新鲜”水的情形中的杂质提供,或者通过海水中的盐提供。在电化学处理的情形中,还需要当暴露于电流时会响应的水中的离子的存在,再次,这些通过水中的杂质和盐提供。在压载水处理领域中,CN 1736798 利用电解处理槽以产生氧化物和自由基,从而利用电场力杀死或使生物体失活。通过电解槽处理整个压载水。

[0033] 电渗析是一种已知的流体处理方法,其可以被用来处理不同目的的水。该方法的原理是通过在由膜隔开的两个电极之间施加恒定或脉冲的电势差而离子分离,所述膜是离子选择性的。一个电极用作吸引带负电荷的离子的阳极(正极),而另一个电极用作吸引带正电荷的离子的阴极(负极)。在膜和阳极之间的隔室中的流体将变为特征在于具有过量电子的带负电荷的离子,并被称为浓缩液,而在膜和阴极之间的隔室中的流体将变为特征在于缺乏电子的正离子的存在,并被称为脱盐水(diluate)。这些布局已知为电渗析池。

[0034] 在最常用的电渗析方法中,多个电渗析池被布置进称为电渗析堆叠的构造中,交替的阴离子和阳离子交换膜形成多个电渗析池,通常在单个阳极和阴极之间。电渗析的主要已知用途是大规模的微盐水和海水脱盐以及盐生产,以及小和中级规模的饮用水生产。还可以用于分离特定污染物如重金属的过程工业中。

[0035] 电渗析体系可以连续操作或间歇操作。在连续操作中,脱盐水和/或浓缩液通过足够数量的系列布置的堆叠,以产生最终理想的产品质量。在间歇操作中,脱盐水和/或浓缩液流可以通过电渗析体系再-循环和/或交错处理(cross-treated)直至获得最终的产品或浓缩液质量。在各个情形中,使用电渗析池处理整个的最终产品,或者在脱盐水流中或者在浓缩液流中。

[0036] US 5540819 公开了一种电渗析池,用于从被病原微-生物体污染的新鲜水制备饮用水。该池被可渗透膜分隔为两个分别包含阳极和阴极的隔室。直流电通过阳极和阴极之间的水,所述水首先流过阳极隔室,然后流过阴极隔室。所有待处理的水顺序通过阳极,然后通过阴极。

[0037] 从本发明的第三方面来看,本发明提供一种水处理装置,其包含:电渗析池;入口流道,其用于将仅部分待处理的水导向通过电渗析池;和出口流道,其用于将来自电渗析池的产物返回至剩余的水部分。

[0038] 通过将电渗析池处理的水返回至主水流,电渗析池下游所有的水或出口流道处下游的水将受影响,不需将所有的水暴露至电处理。电渗析池的产物具有的效果是使微-生物体失活或杀死微-生物体,并且还在处理水中的有机化合物方面具有有益效果。本发明人已经发现通过将仅部分水导向通过电渗析处理池,并将来自电渗析池的产物返回至水中,可以实现有效的水处理,而不需要用电渗析池处理整个水流。因此,在本发明中,仅少量的水需要暴露于电渗析处理,而不是如上所述的现有技术中用电渗析处理所有的水。这减少了进行水处理所需的电能。另外,相比于现有技术的水处理体系,归因于由电渗析池处理的相对较小体积的水,处理装置可以更小,从而基于全部体积的水获得整体的处理效果。对于主水流的流速的任何效果也可以保持最小。

[0039] 由电渗析池处理的部分水优选地仅在处理之前与进入水流分离,然后通过电渗析池,而剩余的水不被电渗析池处理而通过。因此,装置可以包含主流道,其中,设置入口流道以从主流道分离部分流体,并将其导向通过电渗析池。所述装置可以包含从出口流道至主流道的连接,其中,出口流道将电渗析池的产物引入至主流道。

[0040] 未被电渗析池处理的水可以暴露于其它处理,所述处理与电渗析处理平行进行,例如如下更详细描述的空化处理或注入氮气处理。

[0041] 优选地,低于总水流的5体积%的进入处理装置的水流通过电渗析池,更优选小于1%,再更优选小于0.5体积%。优选约0.2体积%的量,并且基于条件,可以使用低至0.05%或0.01%的量。还可以通过改变用于电渗析池中的电流和水的盐度来控制需要的流动体积。因此,基于这些因素和处理的特别应用,所用的流动体积可以更大或更小。

[0042] 在优选的实施方式中,本发明是压载水处理装置。如上所述,对于压载水,该类型的水处理对于压载水是特别理想的。归因于在短的空时内需要处理大体积的水,许多现存的水处理不适合于压载水处理。因为仅部分水需要通过电渗析池,而剩余的水不通过该池,因此比由电处理直接影响的所有水的所需处理来说,该处理可以在给定的时间内施加至更多体积的水。

[0043] 电渗析池可以用于产生脱盐水流和浓缩液流,返回至水的电渗析池的产物由这些液流的之一或二者的一些或全部组成。电渗析池的产物可以简单地是由电渗析池产生的浓缩液流。然而,优选地,电渗析池的产物是浓缩液流与至少一部分脱盐水流的混合物。浓缩液流包含增加含量的不同的氧化物,当电渗析池的产物返回至主水流时,所述氧化物在杀死或使水中的微-生物体失活方面是特别有效的。

[0044] 在电渗析处理后,浓缩物的pH可以比处理前的水的pH更低,并且脱盐水可以具有更高的pH。因此,用一些或全部脱盐水来混合浓缩物使得可以调节电渗析池的产物的pH。

[0045] 浓缩液流和脱盐水流的之一或二者可以通过交错处理或再循环产生。交错-处理,意指顺序处理(一个序列、两个序列或更多),其中,在电渗析池中的膜之间的流动(从一个隔室或从两个隔室)通过被池的膜隔开的相对的隔室再循环。可以施加错流-处理以改变浓缩液和脱盐水的特性和/或降低脱盐水的量和/或在再注入至主流之前简化两股液流的最终混合。类似地,来自相同隔室的流动可以被再循环以在最终混合和再注入至主流

之前改变浓缩液和脱盐水的特性。

[0046] 在优选实施方式中,浓缩液流和至少一部分脱盐水流在通过电渗析池后立即混合。这可以通过去除一部分脱盐水流,然后将剩余的脱盐水与浓缩液流混合而实现。去除的脱盐水的量可以在 40 体积 % 和 60 体积 % 之间。

[0047] 为了控制混合比以保持浓缩液或混合的浓缩液和脱盐水的 pH 在理想的范围内,监控浓缩液、脱盐水和 / 或混合液的 pH。可以通过 pH 电极进行 pH 监控。电渗析的产物的 pH 优选为 1-5,更优选约 3。结果是,在加入电渗析产物后,主流的 pH 被维持在 7.0-8.5 的范围内,这与海水的 pH 接近。通过改变加至浓缩液的脱盐水的量,例如在混合前通过改变去除的脱盐水的量来控制电渗析池的产物的 pH。浓缩液的 pH 通常低于理想的 pH,因此,与一些高 pH 的脱盐水混合来增加电渗析池的产物的 pH。控制 pH 还可以通过控制施加至电渗析池的电流或电压来进行,由此改变所得的电解效果的强度以及改变浓缩液的氧化强度。

[0048] 所述装置可以包括脱盐水去除流道以去除部分的脱盐水流。为了加速浓缩液和未去除的脱盐水的混合,所述装置可以在出口流道之前包括混合区域。在一个优选实施方式中,混合区域是缓冲槽。或者,浓缩液和脱盐水可以在流动通过出口流道时混合。可以在浓缩液流和未去除部分的脱盐水流与主流混合的同时进行混合,即电渗析池的产物可以由两个部分组成,仅当这两个部分与剩余的水混合时才混合。在另一优选实施方式中,在支路流中进行混合,例如用静态混合器或其它混合布置,然后在空化后再注入流体,其中归因于空化单元的压力降系统压力更低。该布置避免了需要混合槽或计量泵,并且如下所述提供了控制和管理来自电渗析过程的任何气泡的机会。

[0049] 混合可以通过静态混合器或湍流引入装置在混合区域或在出口流道中被促进。

[0050] 去除的脱盐水可以再注入至电渗析池之前的水上游。如果如下所述包含其它的处理步骤,那么脱盐水的剩余部分优选地在所有处理步骤,甚至在如果包括,过滤和压载泵的吸入侧之前再注入。脱盐水的再注入避免了对其进行处理的需要,并且其会与杂质、不期望的物质以及在未处理的进入水中的物质无害地反应。脱盐水可以有利地用作清洁剂,特别地对于如果在过滤之前就将其注入的过滤过程,或者脱盐水被储存以及直接使用以清洁过滤器。

[0051] 再注入至主流的浓缩液和脱盐水的特性和量通过监控氧还原电势 (Oxygen Reduction Potential) (ORP) 和 / 或可利用的游离氯 (Free Available Chlorine) (FAC) 的消耗来控制。ORP 的理想值的范围可以是 250-800mV,更优选 300-500mV。在再注入后的 FAC 的中间初始值优选在 2 和 4ppm 在 1 小时后降至 0.1-0.4ppm。FAC 的消耗强烈地依赖于待处理的水的特性。为了优化电渗析池的性能,理想的是设置校正流回路,使得在初始化实际水处理之前预设电流和混合比。当 ORP 和 / 或 FAC 测量值在理想的范围之外时,然后相应地调节电渗析池的操作。

[0052] 为了导向水流,所述装置可以包含导管、管、挡板等。电渗析池可以集成至用于主流流的流道中,因此,所述装置可以包含用于主流的主流管或导管,较小的管或导管等用于将部分主流分流通池。或者,所述电渗析池可以作为独立应用单元提供,其可以连接至现有的水导管以处理其中的水。通过在主流道外部的导管可以形成处理流道。这使得现有水流道通过加入合适的入口和出口连接易于适合于包含处理装置。在此情形中,处理装置可以包含合适的管或导管用于将独立应用单元与根据需要的阀、流量泵等连接至现有的导

管。

[0053] 盐水的独立源可以用来增加电渗析池的输入电解液和增加其盐度。其例如可以是作为新鲜水制备的副产物而制备的盐水或在专门盐水制备工厂,如反渗透工厂中。循环反渗透工厂可以用来产生饱和盐水溶液以用于加入至输入电解液。当体系用来处理新鲜水或弱盐水时,加入盐水等是需要的,否则电处理归因于在水中缺乏离子而不有效。盐水也可以加入至具有低盐含量的海水以使电解液的盐含量在更优选的水平。在较低盐含量下,需要较大电流以实现用电渗析池达到的相同的处理效果。结果是,通过增加盐含量,可以获得能量使用的降低。例如,在北海中,每一千份为 25 份或更高的盐度是典型的,然而,在波罗的海中,海面水具有低得多的盐度,为每一千份约 7 份。优选地,将盐水加入至电渗析池的输入电解液,以维持盐度为至少每一千份 25 份。

[0054] 优选地,在处理后将水储存在储槽或槽中一段时间。这使得来自电渗析池的产物的氧化物和反应性物质对于水中的任何微-生物体和其他不期望物质实现足够的效果具有时间。在特别优选的实施方式中,将本发明用于船舶压载水处理中,其中,在进入压载舱中时处理该水,然后在排泄之前将其储存在压载舱中。在该情形中,当船舶从港口至港口移动时,在再装载货物或排泄压载水之前,通常有合理的储存时间。该时间可以被有利地应用以使得通过电渗析池的产物发挥作用进行处理。

[0055] 为了实现待处理的水的大体积,电渗析池优选地以多个平行的电渗析池提供,而不是一个大的池。这使得更模块化的构造,并且通过降低部件的复杂性和尺寸简化了各个池的构造。

[0056] 所述处理可以包含气体注入。在优选的实施方式中,提供气体注入单元以将含氮气和/或氧气的气体注入水中。含氧气体可以是空气。

[0057] 注入氧气可以用来在将水从船舱排泄至环境之前,例如,从压载舱排泄至海中,将水的含氧量回至合适的水平。

[0058] 优选地,所述处理包括用于将氮气注入水中的气体注入单元。水的氮化被认为延长了氧化处理,并还具有如上所述的有益的降低腐蚀的效果。

[0059] 氮气可以注入至水流的全部或部分。氮气优选地以足够量注入以保证处理的水由氮气超饱和。在优选的实施方式中,将一部分水流与主流分离,并将氮气注入该部分水流。优选地,该部分水流低于全部水流量体积的 15%。当将氮化水流再引入至主水流时,静态混合器可以用来促进两股水流的混合。

[0060] 由气体注入导致的湍流可以用来促进电渗析池的产物与主流的混合。

[0061] 气体注入单元可以是在水流道中的喷嘴,或者是与水独立的部分,可以将静态混合器置于喷嘴的下游。将气体和水的混合物通过静态混合器促进了水的氮化。

[0062] 或者,气体注入单元可以如下所述。

[0063] 在优选的实施方式中,所述装置包含空化单元。使用空化单元对水中的任何微-生物体和其他生物和非-生物物质产生物理效果,并因此破坏这些不期望的物质。优选地,空化单元可以在电渗析池的产物返回至处理流道之前被放置以处理水。因此,空化处理可以被用来减少更大或更复杂的生物体,以及破坏其他不期望的物质,特别是破坏微-生物体的群或簇,而然后电渗析池的产物提供了处理的最终水平以减少任何剩余的生物体,并归因于较大尺寸的生物体和生物体的群已经被破坏的事实,能够更有效地作用。由空化

处理导致的湍流可以用来促进电渗析池的产物与主流混合。

[0064] 电渗析池可以有利地与空化单元平行放置。在此情形中,少量水流通过电渗析池流动,而主水流部分通过空化单元。优选地,低于5体积%的总水流通过电渗析池流进处理装置,更优选低于1体积%,再更优选低于0.5体积%。约0.2体积%的量是优选的,基于条件,可以使用低至0.05%或0.01%的量。在空化单元后,电渗析池的产物返回至主流。

[0065] 尽管这意味着少部分的水未通过空化单元处理,但处理的整体效率并未显著被影响,并且在空化单元的任一侧具有电渗析池的入口和出口的优点是在空化单元上的压力降提供了压力差以驱动通过电渗析池的流动,避免了需要独立的泵和在封闭的回路中使体系自产能。对于使用加压的电渗析池还具有增加的效果,这最小化或避免了在电处理期间产生气态氢。产生气态氢对于水的渗析已知是危险的。利用加压的电渗析池,尽管会形成氢,其总是维持在安全、溶解的状态。

[0066] 利用加压的电渗析池,可以选择合适的膜,这使得在加压下进行该过程。优选地,利用陶瓷膜构造电渗析池。所述膜在加压下比其他类型的膜更有效地操作。

[0067] 空化单元可以是文丘里型空化单元。在优选的实施方式中,空化单元是如上所述的单元。

[0068] 从本发明的第四方面来看,本发明提供了处理水的方法,其包括:将仅部分的水通过电渗析池,和将来自电渗析池的产物返回至剩余的水部分。

[0069] 在优选的实施方式中,本发明的第四方面的方法包括相应于如上所述的第三方面的优选的装置特征的方法特征。

[0070] 在特别优选的实施方式中,所述方法用于处理压载水,并且所述方法包括:根据本发明的第四方面,处理待使用的水以填充压载舱,将氮气注入水中,在压载舱中储存处理的水,从舱中排泄该水,并将其释放至环境中。

[0071] 所述方法可以包括在水进入或从舱排泄时,在水中产生空化作用。优选地,空化被用来在电渗析池的产物返回至水之前处理水。

[0072] 在优选的实施方式中,所述方法包括在将水释放至环境之前,通过注入含氧气体处理排泄的水。所述含氧气体可以是空气。

[0073] 通过在水进入和离开船舱时处理水,随着各种处理步骤实现将各种物质破坏至无-危害的状态,显著降低了储存和释放不期望物质,特别是微-生物体和其他有机物质的风险。将氮气注入水中,然后储存,通过降低水中的溶解氧的量降低了压载舱的腐蚀。另外,这降低了腐蚀保护体系,例如涂层和涂料的气候老化,因为氧化是所述气候老化的诱因。随着水被释放,注入空气保证了在释放的水中存在足够的氧气,以避免来自任何剩余气体超饱和所引起的不利环境影响。

[0074] 从本发明的第五方面来看,本发明提供了水处理装置,其包含气体注入单元,所述气体注入单元包含置于水流道内的注入喷嘴,所述注入喷嘴相比于水流道的尺寸较小,其中,注入喷嘴包含蒸汽入口、气体入口、用于混合气体和蒸汽的混合区域,和进入水流道的开口。

[0075] 使用蒸汽改善了气体/水的混合,并因此可以降低用来实现理想的效果所需的气体量。另外,注入蒸汽产生压力脉冲,这可以影响水中存在的生物体,并因此有助于破坏不期望的生物体。通过使注入喷嘴相比于水流道,例如可以是管等的尺寸较小,注入喷嘴不会

阻碍水流。

[0076] 蒸汽注入可以在注入点下游用来产生更高速度的喷射。这加速了流体,并在水处理装置内产生了另外的泵化效果。

[0077] 优选地,将气体以喷射方法混合至水中,以及在优选的实施方式中,通过高于 $150\text{kg}/(\text{m}^2\text{s})$ 的注入蒸汽量实现这一点。

[0078] 在优选的实施方式中,蒸汽入口包含喷嘴,和气体入口包含在蒸汽入口喷嘴附近的通道。通道可以是具有由管形成的环形通道的外壁的环形通道。混合部件可以是由在蒸汽入口喷嘴开口端之外的连续导管形成的室。

[0079] 进入水流道的开口可以简单地是由管末端形成的出口喷嘴,但是在优选的实施方式中,出口喷嘴包括分支形状,其中气体和蒸汽的混合物在进入水流道之前被扩展。使用分支区域避免了注入气体和蒸汽堵塞的风险。

[0080] 从本发明的第六方面来看,本发明提供了一种处理水的方法,利用在水流道内的注入喷嘴将气体注入水流道中,所述注入喷嘴相比于水流道的尺寸较小,其中气体和蒸汽由蒸汽入口和气体入口提供,并且所述气体和蒸汽被混合并注入水流道中。

[0081] 第六方面的方法的优选实施方式包括相应于如上所述的第五方面的装置的优选特征的特征。

[0082] 从本发明的第七方面来看,本发明提供水处理装置,其包含用于将电流施加至水的电处理单元和空化单元,其中,水通过电处理单元和空化单元平行流动。

[0083] 通过结合电处理和空化,水中的任何生物体,特别是微-生物体,以及其它类型的不期望的物质,可以有效地被破坏。平行流动使得空化单元上的压力降能驱动水通过电处理单元。

[0084] 在优选的实施方式中,所述装置用于处理压载水,并设置为处理移进或移出船舶上的压载水舱的水。

[0085] 优选地,所述装置包含用于在电处理和空化处理之后将气体注入水中的气体注入单元。使用气体注入单元使得用氮气或空气处理水,从而如上所述,降低或增加氧含量,并通过气体超-饱和的效果破坏生物体。

[0086] 氮气可以注入至水流的全部或部分中。氮气优选地以足够量注入以保证处理的水由氮气超饱和。在优选的实施方式中,将一部分水流与主流分离,并将氮气注入该部分水流。优选地,该部分水流低于全部水流体积的15%。当将氮化水流再引入至主水流时,静态混合器可以用来促进两股水流的混合。

[0087] 该方面的装置可以包含在电处理单元之前的第一过滤器以从水中去除大的物体。过滤器可以在空化处理之后存在以从水中去除较小物体,特别地,去除被破坏的微-生物体等。

[0088] 在优选的实施方式中,空化单元是根据第一方面所述的单元和第一方面的优选特征。电处理单元优选地包含第三方面的装置的特征和其优选实施方式。而且,气体注入单元可以是根据第五方面的单元和其优选特征。

[0089] 从本发明的第八方面来看,本发明提供水处理的方法,其包含:将水流分离为两股,用电处理单元处理一股,平行地用空化单元处理另一股,并且组合这两股。

[0090] 所述方法可以包括将气体注入水中。

[0091] 电处理、空化的产生和气体注入的一个或多个优选分别是根据本发明的第四、第二和第六方面的方法,并且可以包含如上所述这些方面的优选特征。

[0092] 因此,电处理可以包含如下处理,如电渗析过程,其中,利用电来产生水中的化学反应,并且当用其他部分的水组合该电处理的水时,这些化学反应导致在混合的水中的进一步的水处理效应。

[0093] 优选地,所述方法用于处理压载水,并且所述方法包括:处理如上所述用于填充压载舱的水,用气体注入单元注入氮气,将处理的水储存在压载舱中,将水从舱中排泄,任选地通过重复产生空化和/或注入气体的步骤处理排泄的水,用气体注入单元注入空气,并将水释放至环境。

[0094] 通过当水进入或离开船舱时处理水,显著降低了储存和释放不期望物质,特别是微-生物体和其他有机物质的风险,因为各种处理步骤使得所述物质被破坏至无危害的状态。将氮气注入水中,然后储存水,通过降低水中的溶解氧的量降低了压载舱的腐蚀。另外,这降低了腐蚀保护体系,例如涂层和涂料的气候老化,因为氧化是所述气候老化的诱因。随着水被释放,注入空气保证了在释放的水中存在足够的氧气,以避免来自任何剩余气体超饱和所引起的不利环境影响。

[0095] 如上所述的所有实施方式的装置和方法可以再装备进现有的水处理装置,或者其中理想的是加入水处理装置的体系。

[0096] 本发明的优选的实施方式将通过实施例和参照如下附图进行描述。

附图说明

[0097] 图 1A 是装配有外部电渗析池的水处理体系的示意图,

[0098] 图 1B 是装配有管线内电渗析池的水处理体系的示意图,

[0099] 图 1C 是具有平行于空化单元的电渗析池的水处理体系的示意图,

[0100] 图 2 显示了空化单元的实施方式,

[0101] 图 3-5A 显示了各种空化体,其具有将空化体固定于管中的不同装置,

[0102] 图 6-9 显示了各种空化体形状,

[0103] 图 10 和 11 是对于如图 8 所示的空化单元的类型,沿空化单元压力相对于距离的曲线,

[0104] 图 12 显示了对于可以处理的增加的水量,空化单元的阵列的两个实施方式,

[0105] 图 13 显示了图 12 的阵列的横截面,

[0106] 图 14 显示了管中注射器的布置,

[0107] 图 15 是显示气体/蒸汽注射器的细节的图,

[0108] 图 16 显示了另外的注射器布置,

[0109] 图 17 是管中静态混合器的示意图,

[0110] 图 18 显示了可能的静态混合器构造,

[0111] 图 19 显示了电渗析池的部分横截面图,和

[0112] 图 20 显示了以部分横截面切开的另外的电渗析池布置。

[0113] 图 1A 和 1B 的实施方式旨在于使用压载水处理体系,在本文中如下描述,但是需要理解的是对于所述体系的其他使用也是存在的,并且该体系可以适用于不同的需要。

[0114] 图 1A 描述了处理体系的第一实施方式。将水进行过滤,然后通过空化单元 10、气体注入单元 14 和电渗析池 8 处理。该处理的实施方式导致对水中生物体的破坏和致死。与影响水中的生物体一样,在注入单元 14 将氮气加入至水中降低了水中的溶解氧水平,并且降低了生物体再-生长的可能性,以及降低了涂层的气候老化和腐蚀的速度。而且,氧气的减少被认为从电渗析池 8 延长了通过电渗析池的产物引入至水中的氧化物的效果。通过控制气候控制,当这些压载舱通过使用氮气而排空时,这些效果进一步增强。

[0115] 在压载舱的填充期间,通过利用船舶的压载泵体系 2 通过入口管 1 从海水将压载水泵入。在泵 2 后,水通过管流动,并且通过第一过滤器 4 过滤,其过滤水中的较大颗粒。这些在压载水吸入处形成被排泄的污泥。

[0116] 在第一过滤器 4 的下游,可以任选地安装增压器。所述增压器可以用来维持成功进行下游单元中处理所需的水压水平。

[0117] 然后,水连续流进空化单元 10。在空化单元 10 中,通过快速加速流体速度引入水力空化,其使得流体静压快速降至流体蒸气压。这使得实现蒸汽泡的产生。在实现泡生长的控制时间后,后续快速的控制减速。这导致流体静压快速增加,导致蒸汽泡强烈坍塌或爆破,将水中的任何生物体等暴露于高强度压力和温度脉冲,这破坏了水中的生物体。空化单元 10 更详细地在图 2-13 中描述。

[0118] 在空化单元 10 之后,将一部分水流通过电渗析池 8。剩余水未经电渗析池 8 处理,并简单地连续沿管或导管流动至后续处理阶段。在图 1A 的实施方式中,电渗析池外部地装配于主流导管,因此可以再-装配于现有的处理体系。

[0119] 在另外的实施方式中,代替或除通过电渗析池 8 处理进入压载水的处理之外,可以使用另外的盐水源或盐水 24 作为电渗析池 8 的输入电解液。这可以是作为新鲜水制备的副产物制备的盐水或在专门盐水制备工厂,如反渗透工厂中制备的盐水。

[0120] 当该体系用来处理新鲜水或弱盐水时,盐水源或盐水还可以用来提供对水的含盐量进行增加的效果。如上所述,这使得否则不能被处理的水能进行电渗析处理,并且可以用来降低电消耗。

[0121] 在参照图 19 的描述中更详细描述的电渗析池 8 产生脱盐水流 11 和浓缩液流 12。这两股液流流向 pH 平衡器或混合单元 13,这产生电渗析池的产物 17 并导回至主水流中,并且基于产物 17 的组成,混合单元 13 还产生脱盐水的残留物 18。混合单元 13 包含泵等以控制加入至浓缩液 12 的脱盐水 11 的量从而形成电渗析池的最优产物 17。在另一布置中,如上所述,混合单元可以位于加压封闭的回路内,其中通过在平行的空化单元上的压力降提供压力。在此情形中,不需要泵。

[0122] 在电渗析池产物 17 注入点的下游,有样品和测量点 15,其测量 ORP 和 / 或 FAC,并且将测量值与混合单元 13 连通。这些测量监控电渗析池 8 对水的效果,并且用来控制池的操作参数和 / 或施加的混合比。

[0123] 脱盐水残留物 18 可以在所有的处理步骤之前,被再注入至进入水中,优选还在过滤器和 / 或压载水泵之前。或者,可以将其储存在保留槽 25 或船舶舱底水槽 26 中。

[0124] 在所示的实施方式中,在电渗析池的产物 17 返回至主流后,气体注入单元 14 处理水。然而,在另一实施方式中,产物 17 返回至气体注入单元 14 的主流下游,监控单元 15 同样在气体注入单元 14 下游,在产物 17 已经被混合后,监控水条件。

[0125] 在气体注入单元 14 中,利用蒸汽/氮气注入器或气体/水混合器将氮气 16 注入进入水中,从而实现水中的氮超-饱和的理想水平,这通过降低氧水平杀死生物体和降低腐蚀。还延长了水中氧化物的处理效果。注入单元 14 的实施方式将参照图 14-18 更详细地描述。

[0126] 在处理单元的下游,通过船舶的压载水管体系 23 将处理的水分散至各个压载水舱。在此,过量气体被排空直至达到稳定的条件。通过集成于舱通风体系的阀调节该条件。这些阀确保在压载水存在于舱中的期间在舱中有稳定的条件,特别是高水平的氮超-饱和以及低水平的水中溶解氧。维持超-饱和的水平通过超-饱和本身和通过电渗析池 8 引入的氧化物实现了船上水处理。因此,处理获得了处理的水,在水被储存于压载舱中时继续杀死存活的生物体或使它们失活,并用作防止再生长的措施。

[0127] 然后,水离开并在压载水舱中。当压载水被排泄时,水通过排泄处理过程流出,所述排泄处理过程将水的氧含量返回至对于排泄环境可接受的水平。从压载舱将水泵出,并通过气体注入单元 14。这被用来将氧返回至水,随着空气作为注入气体代替氮。任选地,水在被排泄时,可以通过空化单元 10 被再-处理。

[0128] 处理体系的第二实施方式示于图 1B 中。这与图 1A 的实施方式基本相同,但是电渗析池 8 置于与主流动的管线内而不是其外部。水通过电渗析池 8 流动,在参照图 20 将更详细描述。在该实施方式中,混合单元 13 可以作为管线内池的一部分安装。对于图 1A 的实施方式,通过处理一部分水,池 8 产生脱盐水流 11 和浓缩液流 12。剩余的水通过管线内电渗析池 8 未被处理,并且如上所述与电渗析池的产物 17 混合。还可以任选地使用盐水或盐 24 的外部来源。

[0129] 如图 1A 所述,在图 1B 的另一实施方式中,气体注入单元 14 可以在产物 17 与主水流混合的位置的上游注入气体。通过在至电渗析处理的入口上游注入气体可以实现,或者气体注入单元 14 可以将气体注入未被电渗析池 8 处理的水流中,因此,一部分水的电渗析处理和剩余水的氮化可以平行进行。

[0130] 水处理体系的组件的另一布置示于图 1C 中。在该体系中,通过压载水泵 2 将水通过入口 1 泵送,然后通过如上所述的第一过滤器 4 过滤。然后分离水流,小部分的约 0.2 体积%通过电渗析池 8,剩余的通过空化单元 10。应该理解电渗析池如图 1A 和图 1B 中所述操作,关于电渗析池 8 的其它特性如图 1A 和图 1B 中所述,如保留槽 25 或船舶的舱底水槽 26。

[0131] 在电渗析池 8 和空化单元 10 后,电渗析池 8 的产物 17 与由空化单元处理的水混合,并且该水流至气体注入单元 14。在该实施方式中,显示的气体注入器仅作用在部分水流上而不是如图 1A 和 1B 中所示的管线内的全部水流。需要理解的是气体注入器 14 的布置可以在图 1A、1B 和 1C 的实施方式之间互换。对于图 1C 中所示的布置,将氮气注入部分水流,其低于总量的 15 体积%,约 10 体积%。将氮气以足够量注入,从而确保水由氮气超-饱和。当氮化的水流再被引入至主水流时,来自混合流的湍流,或者静态混合器可以用来促进两股水流的混合,并保证整个水流被氮化至足够的水平以具有理想的水处理效果。

[0132] 在引入氮气后,处理的水通过管 23 至压载舱,在其中储存该处理的水。如上述实施方式所述,当需要从压载舱排泄水时,布置该体系以通过处理过程分配流出水,所述处理过程包含引入氧气以再氧化水,并任选地重复的空化处理。

[0133] 图 2-13 显示了空化单元 10 的实施方式。空化是在液体中成核的过程,由在常温下低于当地蒸气压的当地静压力的下降引起。当地静压力的下降导致液体沸腾,这使得产生小的蒸汽泡。静压的增加使得这些蒸汽泡破裂。

[0134] 在泡破裂的最后阶段,产生高压,这说明继续实现冲击波的发射。冲击波可以以约 4000m/s 的冲击速度发射,冲击幅度的衰减快于 $1/r$ 。在某些情形中,在泡附近的压力脉冲已经被报道为高达 1GPa。具有高达 7800K 温度的高当地温度点也已经在文献中被报道,其是空化泡破裂的结果。如果空化在坚固的表面发生,那么泡会不对称地破裂,经常形成快速移动的水喷射。当在破裂泡附近存在生物体等时,该喷射可能产生表面损坏,并且可能导致喷射 - 引起的组织损坏。由破裂空化泡产生的喷射、高压和温度对于水中的微 - 生物体通过破坏生物体的组织随后导致生物体的死亡具有破坏性的效果。

[0135] 然而,快速移动的喷射和高压以及温度点在破裂泡的附近出现,因此,仅影响在泡破裂时,离泡足够近的生物体。为了利用能量,在泡爆破时更有效地释放,需要定向生物体的暴露。对于通常的水处理应用和特别地压载水处理应用,通过将空化引入至或在已处理的水流动通过的小间隙中或附近而实现。

[0136] 在优选的空化单元 10 中,通过快速的控制流体加速而引入水力空化,这使得流体静压力快速降至流体蒸气压,然后实现蒸汽泡的产生。在使得泡生长的一段控制时间后,进行快速的控制减速。这导致流体静压力快速增加,其导致蒸汽泡强烈破裂或爆破,将生物体暴露于高压和高温脉冲。

[0137] 相对于泡的产生和破裂泡至目标物体附近的重要性,空化单元 10 的几何尺寸已经被设计来利用观察表面存在的协同效果。设计的不同构造已经被发展具有不同的特性,包括可重复的空化,所有的基于相同的优选几何设计。

[0138] 空化单元 10 在以鱼雷状形状 30 的形式的空化体周围产生圆周空化,如图 2 所示。鱼雷状形状 30 是有利的,因为其通常是圆柱形并可以容易地装配入管 31 中,如压载水管或任何载水的管。鱼雷状的特定形状 30 可以被设计以提供合适的压降从而对于任何特定的情形引入最大的空化。优选的形状最优化气泡生长和尺寸分布,特别是为了使微 - 生物体接近空化泡破裂区域以实现空化单元 10 的最大的破坏效果。

[0139] 图 2 的鱼雷状体 30 的操作的基本参数是长度 A、半径 B、间隙宽度 C、角度 D、鱼雷鼻的半径 E 和鱼雷中间部分的长度 F。这些参数可以被改变以实现特定的空化特性。通常,空化单元 10 被安置以提供伸长的区域,其中通过收缩流道而引发空化,在该实施方式中,通过狭窄的环状通道可以实现。如图 2 所示,流体从左至右流动。水的流速增加并且在鱼雷鼻 E 处压力下降,因此,引发空化泡的生长。泡沿着鱼雷中间部分 F 生长,然后随着水压再次增加而爆破。

[0140] 图 3-5a 是显示如何实现将鱼雷状单元的组件安进压载水管或废水管 31 中的空化体 30 的四个不同示意图。

[0141] 图 3 显示施加以配合管 31 中的鱼雷体 30 的翅片 32。翅片 32 的长度、角度、高度、厚度和数量可以改变。

[0142] 图 4 显示施加以配合导管中的鱼雷体的翅片 33。在该单元的前部和后部将翅片 33 连接至鱼雷体 30。翅片 33 的长度、直径、位置和数量可以改变。

[0143] 翅片 32 和翅片 33 被设计以在水管 31 中提供鱼雷体 30 的稳定适配。而且,如此

设计以使得它们尽可能小地影响发展的空化区域,从而使得鱼雷单元 30 提供最大可能的空化。

[0144] 图 5 显示施加以适配管 31 中的鱼雷体 30 的翅片 33 和翅片 32。四个翅片 33 在该单元的前部连接至鱼雷单元,和四个翅片 32 在该单元的后部连接至鱼雷单元。

[0145] 图 5a 显示另一设计的鱼雷体 30,其中,鱼雷体 30 通过接线片 52 保持在原位,接线片开槽于支持体中。这些接线片 52 避免了需要钉或翅片,因此,除了鱼雷体本身,避免了对于流体流动的任何阻碍,因此促进了更加均匀的流体流动。

[0146] 图 6-9 是各种其它鱼雷体 30 的设计。在图 6 和 7 中有两个不同的鱼雷体 30 的简易版本,其提供两种不同的将单元组件安装进水管中的可能性。特别地,图 7 显示了具有钝的尾边 34 的鱼雷体 30,这可以容易地安装鱼雷体 30 的后端至管 31。鱼雷体 30 的简易版本通过导致在单元上单一的快速压降和升而引发空化和在鱼雷体 30 的中间截面的末端处的空化坍塌区域。

[0147] 除了简易版本之外,如图 8 和 9 所示,还有两个鱼雷单元的版本。这两个版本可以具有如图 6 或图 7 中所示的设计的后部。

[0148] 图 8 显示了具有波状曲线 35 的鱼雷体,其通过多个压力降和升而引发多个空化区域。对于图 8 的鱼雷体 30,空化坍塌区域在单元的每个起皱区域后实现。这是有利的,因为在每个区域上重复空化的破坏性效果。

[0149] 图 9 显示具有不规则表面截面 36 的鱼雷体 30。该表面例如可以是卷曲表面或凹纹表面。归因于在鱼雷单元 30 表面上的空腔,使用不规则表面 36 可以增强气泡的产生。

[0150] 图 10 和 11 显示对于示于图 8 中的鱼雷体 30 的波状表面的两种不同设计的蒸气压曲线。图中纵轴代表压力,横轴代表沿空化单元的距离。低压力点低于大气压 P。图 10 中的曲线显示对于具有两个波纹的鱼雷体 30 的压力曲线,即少于图 8 中所示的鱼雷体。图 11 中的曲线显示对于具有三个波纹的鱼雷体 30 的压力曲线,如图 8 的鱼雷体 30。

[0151] 中间截面上的波纹数、鱼雷体中间截面上的波纹的位置和波纹的最小和最大直径可以被改变,从而获得理想的空化效果。选择参数以实现空化区域的最大数量和最大面积/空化体积。

[0152] 需要理解的是,图 6-9 的特征可以应用于具有如图 3-5a 任一所示的相同大体形状的鱼雷体 30,以及空化体的其他形状。

[0153] 图 12 显示多个空化单元 10 的阵列 37 的两个不同版本。这些显示了如何将标准的空化单元 10 与多个单元相叠加,以提供不同范围的流速容量。所述版本可以比单个鱼雷体版本实现更可控性和弹性,这受限于对维持狭窄的环状物的需要,从而最大化空化效果。通过具有多个空化单元 10,空化效果的有效性可以被维持,而不限制使用更高的流速。

[0154] 在一个版本中,大的鱼雷体 10' 置于水管 31 的中间,而较小的鱼雷体 10'' 置于大的鱼雷体周围。小的鱼雷体 10'' 如上所述产生空化。大的鱼雷体 10' 可以简单地用于支持小的鱼雷体 10'', 并且在此情形中,将不会有任何空化作用,尽管该鱼雷体的前端和后端被设计以将水流导向至较小的鱼雷体 10''。或者,大的鱼雷体 10' 可以以与较小的鱼雷体 10'' 和如上所述的鱼雷体 10 以相同的方式操作,从而产生空化以处理水。新的单元 X 的直径可以与水管 Y 的直径相同、较小或更大。比例 X/Y 取决于理想的水流速和用于多个单元版本中的鱼雷体单元的数量。

[0155] 在另一版本中,一定数量的小鱼雷体 10" 安装进水管 31 中,而不使用大的单元 10'。在所示的实施方式中,较小的鱼雷体 10" 在中心小鱼雷体 10" 周围形成两个同心环。

[0156] 图 13 显示图 12 的阵列的横截面图,具有更多或更少数量的较小的空化单元 10"。小的鱼雷体 10" 的不同数量可以置于单元中,取决于流速需要。

[0157] 图 14 显示气体注入单元 14,其包含位于管 31 中的注入喷嘴 43。氮气 16 和空气 29 注入水流道中。蒸汽 38 也可以注入以改善气体 16、20 至水中的混合,如上所述。可以如图 15 所示利用气体 / 蒸汽注入器喷嘴 43,将气体注入水中,如图 16 所示将气体注入进管 31 中的缩颈喷嘴中,或如图 17 和 18 所示的气体 / 水静态混合器 44。图 16-18 的特征是已知的气体混合体系,其可以用于现有的水处理装置中。在本发明的水处理过程中,在处理的填充部分期间,氮气 16 被注入通过注入器单元 14,在处理的卸载部分期间,注入空气 29。

[0158] 如上所述,注入气体,特别是注入氮气,可以仅在一部分水流上进行,而不是将气体注入整个水流。在此描述的气体注入器单元当然可以是置于主流道中,如图 1A 和 1B 所示,或者可以置于单独的流道内,如图 1C 所示,在返回至主流之前仅部分水沿该单独的流道流动。

[0159] 在优选的实施方式中,蒸汽 38 与气体 16、29 同时注入,如图 14 所示。使用蒸汽 38 有助于混合气体 16、29 至水中,并降低所需的气体 16、29 的量。另外,蒸汽注入实现泵入效果。这是因为蒸汽注入使得在注入点之后实现更高的速度喷射,其加速流体、产生另外的吸入,这在体系中以另外的泵入效果被感知。而且,注入蒸汽产生压力脉冲,这影响水中存在的任何不期望的物质,并除了在水的溶解气体含量上的气体 / 蒸汽注入器的效果之外,提供物理水处理效果。

[0160] 为了实现蒸汽和气体注入的最好效果,必须遵守对于注入器设计的一些条件。这些包括蒸汽冷凝的合适方法、产生高速两相喷射、合适的气泡尺寸和避免注入器的堵塞。

[0161] 在不同方法中蒸汽在水中的冷凝取决于注入蒸汽的量、蒸汽和水之间的温度差、蒸汽注入器的直径和蒸汽中杂质 / 气体的量。有三种主要方法以将蒸汽冷凝进水中。这些是间歇燃烧、起泡和喷射。不同方法不同地影响气体进入水中的混合。最理想的方法出于混合的目的是喷射方法。总之,当喷射蒸汽的量高于 $150\text{kg}/(\text{m}^2\text{s})$ 时,喷射方法有效地被实现。

[0162] 在两相喷射中,注入水中的蒸汽在注入下游产生喷射。该喷射增强了气体进入水中的混合,并提供了另外的泵入效果。

[0163] 如果注入器的出口直径太小,那么蒸汽开始堵塞注入器。蒸汽的堵塞降低了混合过程,因此应该避免。

[0164] 气体可以在注入之前与蒸汽混合。蒸汽中的气体降低了冷凝速率,因为大量气体冲至冷凝蒸汽的表面,因此必须通过气体层冷凝。然而,如果气体量太高,注入器混合室内部的蒸汽冷凝,这降低了混合效果。

[0165] 气泡尺寸的范围也影响混合效果。该范围取决于注入的蒸汽的量、注入的气体的量、水和气体的温度、压力和冷凝方法等。

[0166] 图 15 显示了蒸汽 / 气体注入器喷嘴 43 的优选设计。该部分示于上视图中。图 15 的喷嘴结构 43 小于管 31 的尺寸,并置于管 31 的中心,如图 14 所示。

[0167] 注入器喷嘴 43 包括三个主要部件。在入口区域 40 中,蒸汽 38 和气体 29、16 被供

至注入器喷嘴 37 中。注入器喷嘴 43 由在较大管 46 中的小的管 45 形成。蒸汽 38 被供至通过小的管 45, 在注入器喷嘴 43 中部, 气体 29、16 被供至由较大的管 46 和小的管 45 之间的蒸汽管周围限定的区域中。水在较大的管 46 外部流动。

[0168] 在入口区域之后, 是其中蒸汽 38 和气体 29、16 混合的混合区域 14。在图 15 中, 混合区域通过小的管 45 末端形成, 然后是较大的管 46。通过注入器喷嘴 43 的分支区域 42 将气体 / 蒸汽混合物注入至水流中。注入器的总长度、注入器的不同区域的长度、分支角度、主管 46 的半径、注入器的出口和蒸汽管 45 的半径可以改变以实现理想的混合效果。

[0169] 在供应蒸汽和气体之前水存在于注入器喷嘴 43 中。蒸汽和气体在注入至水中之前, 未完全地混合进混合室中。为了实现完全的混合, 可以使用不同的注入器设计, 汇聚区域代替分支区域 42。然而, 本发明的设计保证了注入器喷嘴 43 中没有或极少的堵塞, 这增加了混合性能。

[0170] 图 16 显示了不同的气体注入器单元 14。在该布置中, 气体 29、16 被注入至管 31 的缩颈中。

[0171] 图 17 显示了静态混合器 44 的使用。该静态混合器 44 固定于水流的中心。气体 29、16 供应至混合器的水流上游处, 并在流过混合器 14 期间通过湍流与水混合。利用如上所述的喷嘴布置可以供应气体, 或通过其它常规体系。

[0172] 静态混合器 44 的一个实例示于图 18 中。通过将单独的板如图所示连接在一起实现了通过静态混合器 44 的环状湍流高度混合的多相流动。静态混合器的外围是圆形以使得单元适合于管 31 中。

[0173] 以下将解释电渗析池 8 的操作。电渗析池 8 的结构设置的实施方式参照图 19 和 20 描述。对于各个实施方式, 化学过程基本相同。如上所述, 电渗析是电 - 膜过程, 其中离子通过离子可渗透的或离子选择性的膜在流体体系中传输。在最简单的电渗析池的安装中, 将单个的膜或膜对安装在两个电极之间。通过在两个电极之间施加电压建立电荷, 使得离子被驱动以通过膜, 假设流体是导电的。通过未示于图中的传统型的能量连接点来施加电压。两个电极分别代表阳极和阴极。在不同电极处电荷产生不同反应。在阳极处, 电解液将具有酸性特性, 而在阴极处, 电解液特征在于具有碱性。选择电渗析中所用的膜以产生选择性运输的能力。因此, 这使得碱性溶液与酸性溶液分离。

[0174] 在电渗析池中发生的各种反应示于下表 1 中, 电渗析池中引入的电解液是来自压载水导管的压载水 (即, 海水)。因此, 原料电解液可以具有特征, 如导电性, 这改变电解液过程的效果。

[0175] 表 1

	阳极处的反应:	阴极处的反应:
[0176]	$2Cl^- - 2e \rightarrow Cl_2$	$2H_2O + 2Na^+ + 2e \rightarrow 2NaOH + H_2$
	$2H_2O - 4e \rightarrow 4H^+ + O_2$	$2H_2O + 2e \rightarrow H_2 + 2OH^-$
	$Cl_2 + H_2O \rightarrow HClO + HCl$	$O_2 + e \rightarrow O_2^-$
	$HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$	$O_2^- + H^+ \rightarrow HO_2$
	$Cl^- + 2OH^- - 2e \rightarrow ClO^- + H_2O$	$O_2 + H_2O + 2e \rightarrow HO_2^- + OH^-$
	$3OH^- - 2e \rightarrow HO_2^- + H_2O$	$O_2 + 2H_2 + 2e \rightarrow H_2O_2 + 2OH^-$
	$HO_2^- - e \rightarrow HO_2$	$H^+ + e \rightarrow H^\bullet$
	$OH^- - e \rightarrow OH^\bullet$	$H^\bullet + H^\bullet \rightarrow H_2$
	$OH^\bullet + OH^\bullet \rightarrow H_2O_2$	$OH^\bullet + OH^\bullet \rightarrow H_2O_2$
	$HClO + H_2O_2 \rightarrow HCl + O_2 + H_2O$	$H_2O_2 + OH^\bullet \rightarrow HO_2 + H_2O$
	$ClO^- + H_2O_2 \rightarrow ^1O_2 + Cl^\bullet + H_2O$	$H_2O_2 \leftrightarrow H^+ + HO_2^-$
		$H_2O_2 + OH^- \leftrightarrow HO_2^- + H_2O$
	$OH^- + HO_2^- \leftrightarrow O_2^{2-} + H_2O$	
	$O_2^{2-} + H_2O_2 \rightarrow O_2^- + OH^- + OH$	
	$OH + H_2O_2 \rightarrow H_2O$	

[0177] 下表 2 显示了对于在阳极处产生的酸性溶液和阴极处产生的碱性溶液的典型特性。酸性溶液形成浓缩液流，碱性溶液形成脱盐水流。

[0178] 表 2

[0179]

	pH	FAC (ppm)	ORP (mV)
酸性溶液 (阳极处)	2 - 3.5	400 - 800	1100 - 1200
碱性溶液 (阴极处)	11 - 12.5	---	800 - 900

[0180] 两股分散的液流以一定比例混合，产生具有如下表 3 所示的典型特性的电渗析池的产物和任选的残留物。

[0181] 表 3

[0182]

	pH	FAC (ppm)	ORP (mV)
浓缩液	7.5 - 8.5	500 - 800	750 - 800
残留物	11 - 12.5		800 - 900

[0183] 为了调整两股液流的化学特性，可以应用交错处理。这可以包括使所有或一部分的一股或两股液流在与其起源的隔壁相对的隔壁的入口处被再注入。因此，通过阳极产生的浓缩液流可以通过再注入至池的阳极侧而交错处理。由 pH、ORP 和 FAC 表示的蒸汽的特性可以进一步由该方法被调整，并使得在混合后，残留的脱盐水的量能够降低，如果另外进

行混合。

[0184] 从各个隔室的各个流动的再循环也可以被应用,以调整两股液流的特性,从而改善混合后最终产物的理想特性,以及为了降低残留脱盐水的量。

[0185] 混合比将基于原始电解液的“质量”,电极的尺寸和施加的能量。

[0186] 将电渗析池 8 的产物 17 在空化处理后将引入至主流中。在加入产物 17 之前或之后可以进行氮气注入。

[0187] 浓缩液 / 残留物之间的比例和通过管线流动的压载水通过在监控站 15 处上游监控 ORP 和 FAC 而控制。再注入至主流中的浓缩液和脱盐水的特性和量通过监控氧还原电势 (ORP) 和 / 或可利用的游离氯 (FAC) 的消耗来控制。ORP 的理想值的范围是 300-500mV。在再注入后的 FAC 的中间初始值优选在 2 和 4ppm 在 1 小时后降至 0.1-0.4ppm。

[0188] 图 19 显示可以用来在图 1A 的体系中处理水的电渗析池 8 的实施方式。水通过形成于实心圆柱形阳极 47 和中空圆柱形阴极 48 之间的环形通道而流过。为了形成电渗析池 8,将离子交换或离子选择性膜 49 置于阳极 47 和阴极 48 之间。阳极 48 和膜 49 以截面图显示。随着形成引入电解液的水通过环形通道,在膜 49 的阳极侧处形成酸性浓缩液 12,和在膜 49 的阴极侧处形成碱性脱盐水 11。一部分脱盐水流 11 可以被分离,和所有的或剩余的脱盐水流 11 的部分与浓缩液流 12 混合以形成如上所述的电渗析池的产物 17。

[0189] 对于管线用途的电渗析池 8 的另一实施方式示于图 20 中。电渗析池 8 包括板状阳极 47 和阴极 48,夹住膜 49。池 8 置于管 50 内,如部分切面图所示,并且管 50 将所有的水以箭头所示的方向运输。大部分的水将通过电渗析池 8 的任一侧流过,仅一部分水进入电渗析池 8,并沿阳极 47 和膜 49 之间或阴极 48 和膜 49 之间流动。在阳极和阴极侧上,当电流通过电极时,发生反应并因此如上所述分别在阴极处和阳极处产生脱盐水流 11 和浓缩液流 12。

[0190] 为了控制返回至主水流的电渗析池的产物 17 的组成,提供脱盐水去除流道 51。基于电渗析池 8 下游的测量的 ORP 和 / 或 FAC 水平控制从电渗析池 8 移出的脱盐水的量。如上所述,在一些情形中,所有的脱盐水将与浓缩液流 12 混合,因此没有移出的脱盐水。在电渗析池 8 的末端,浓缩液流 12 和剩余的或所有的脱盐水流 11 再引入至主水流。这两个部分一起形成电渗析池的产物 17,尽管它们直至与这水流混合在一起才混合在一起随着通过并在电渗析池 8 附近的流动超过池 8 的末端。

[0191] 为了通过电渗析装置实现更高流速的有效处理,平行设置阵列的数个电渗析池 8 以处理水。尽管可以增加电渗析池 8 的尺寸以实现相同的效果,但是更大的池的构造变得更加复杂,并且优选多个较小的池。另外,使用较小的池使得更模块化的构造,这意味着相同的部件可以整体制备并一起组合以制备用于各种不同流速的压载水或其他待处理的水的体系。

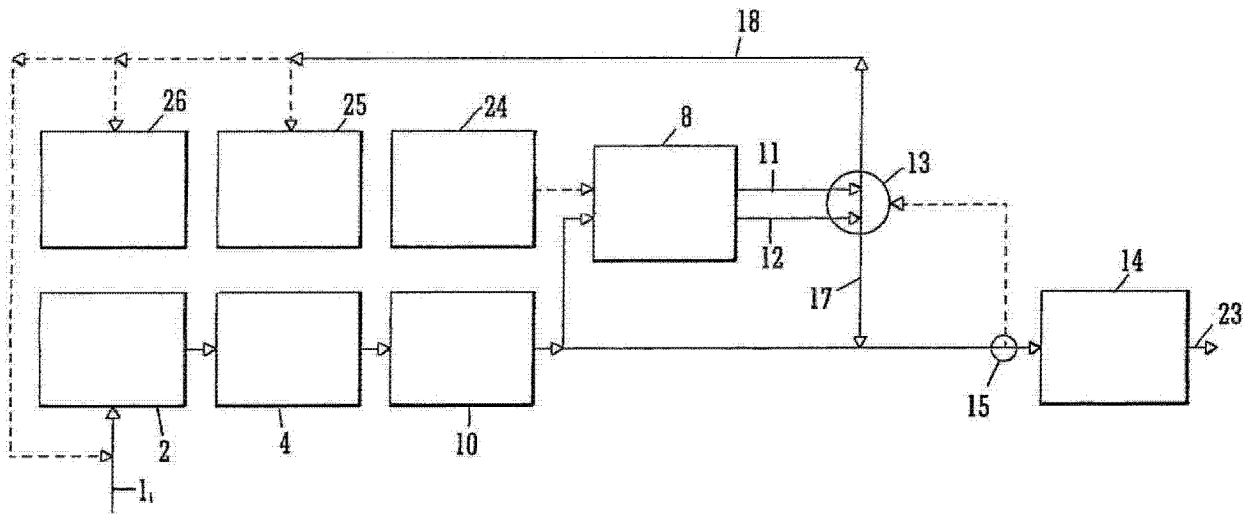


图 1A

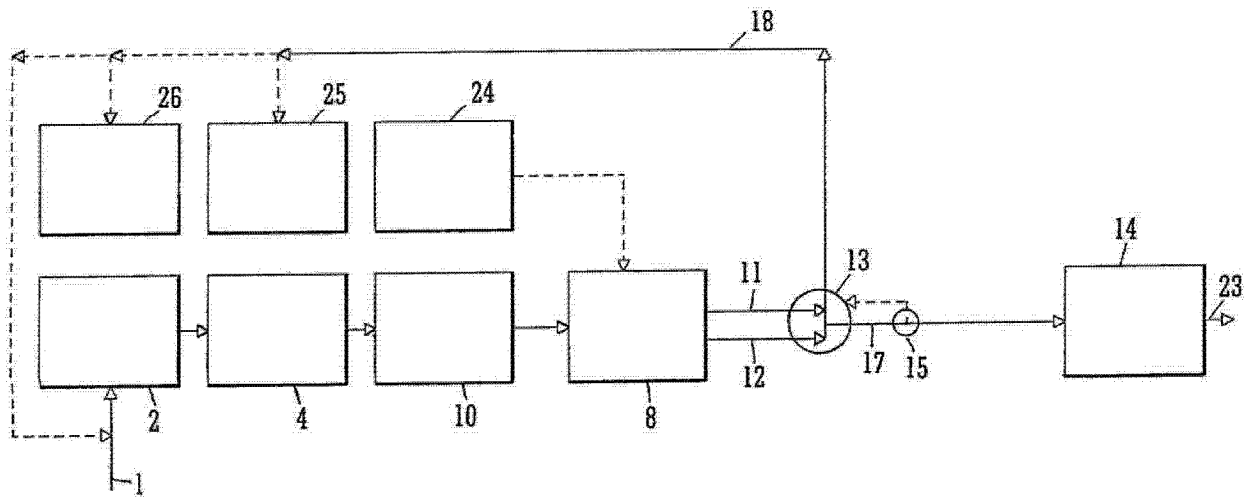


图 1B

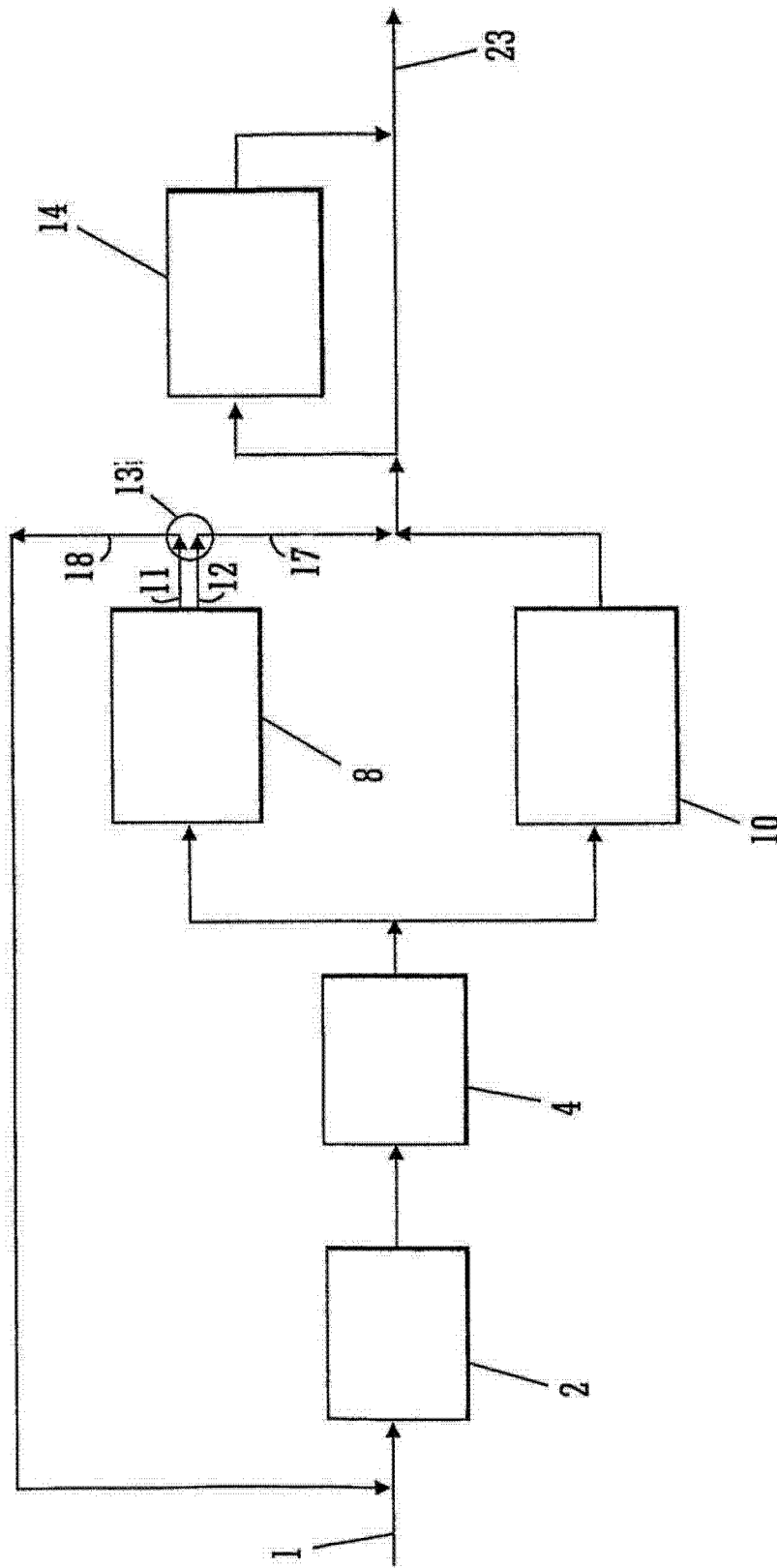


图 1C

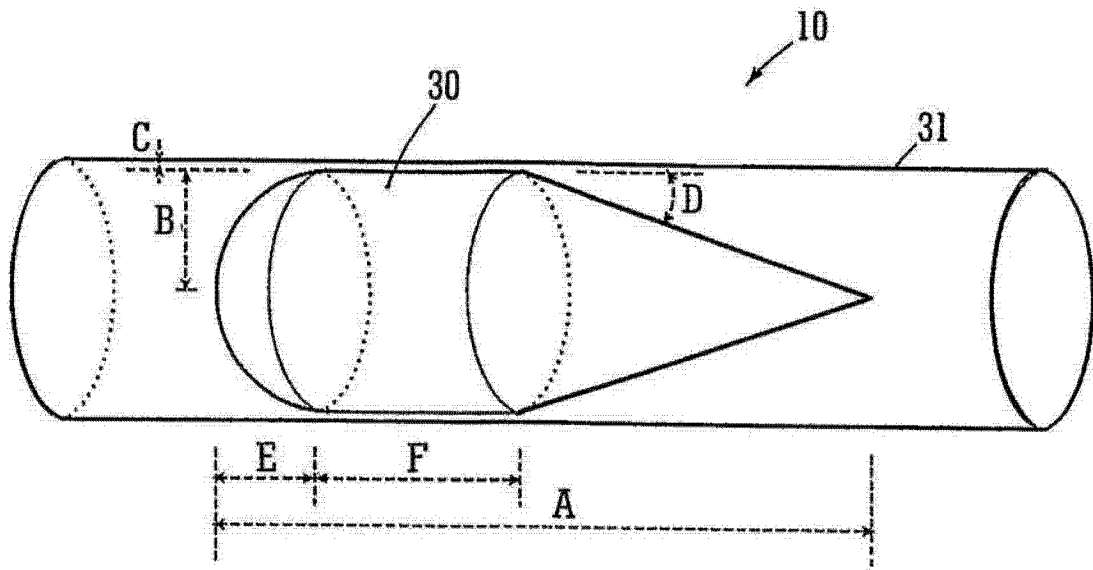


图 2

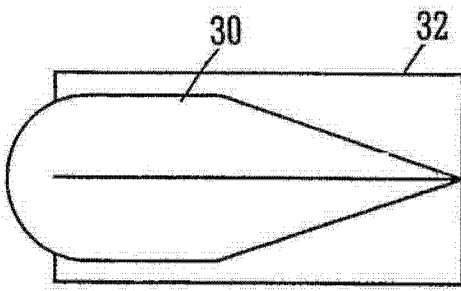


图 3

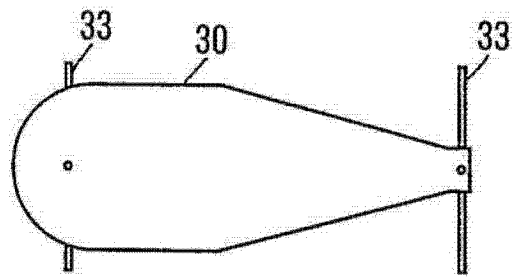


图 4

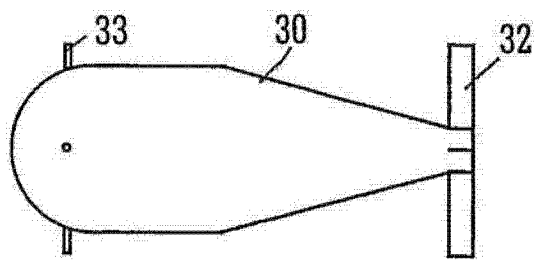


图 5

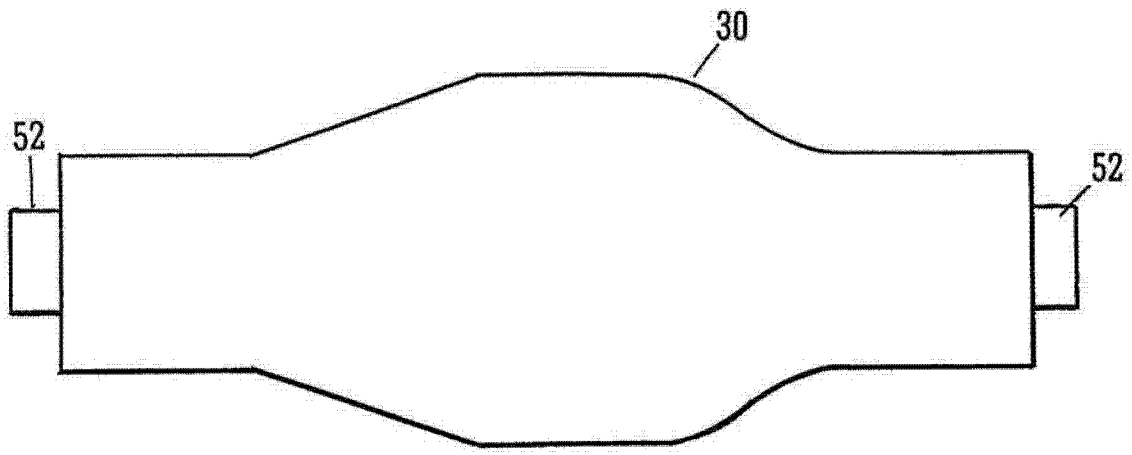


图 5A

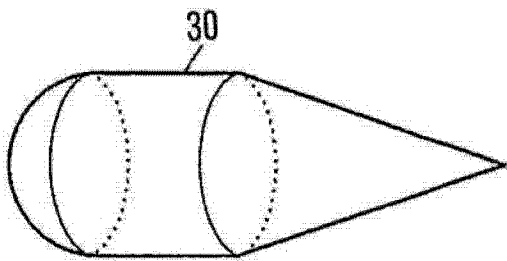


图 6

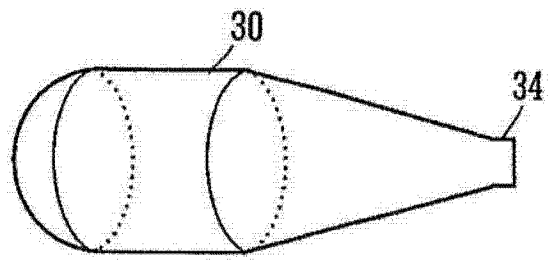


图 7

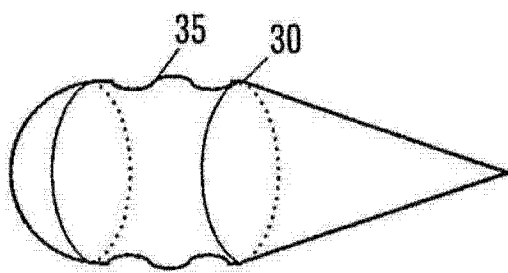


图 8

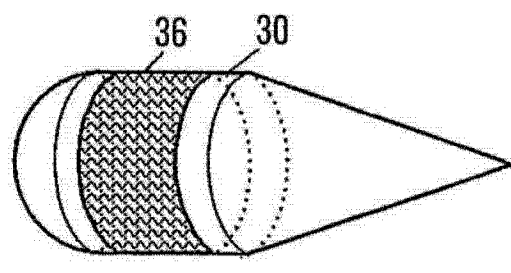


图 9

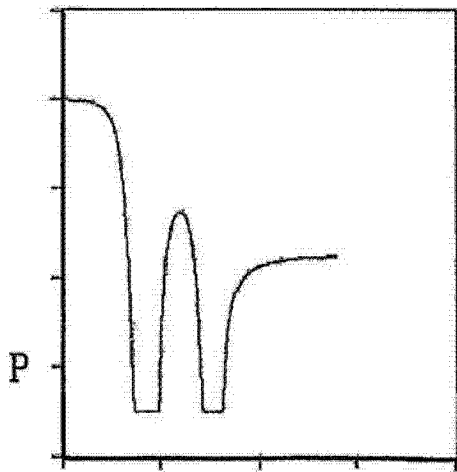


图 10

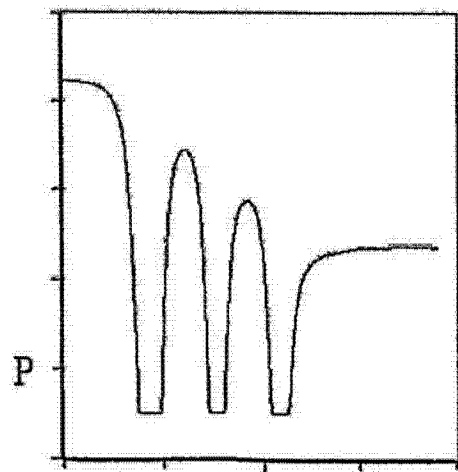


图 11

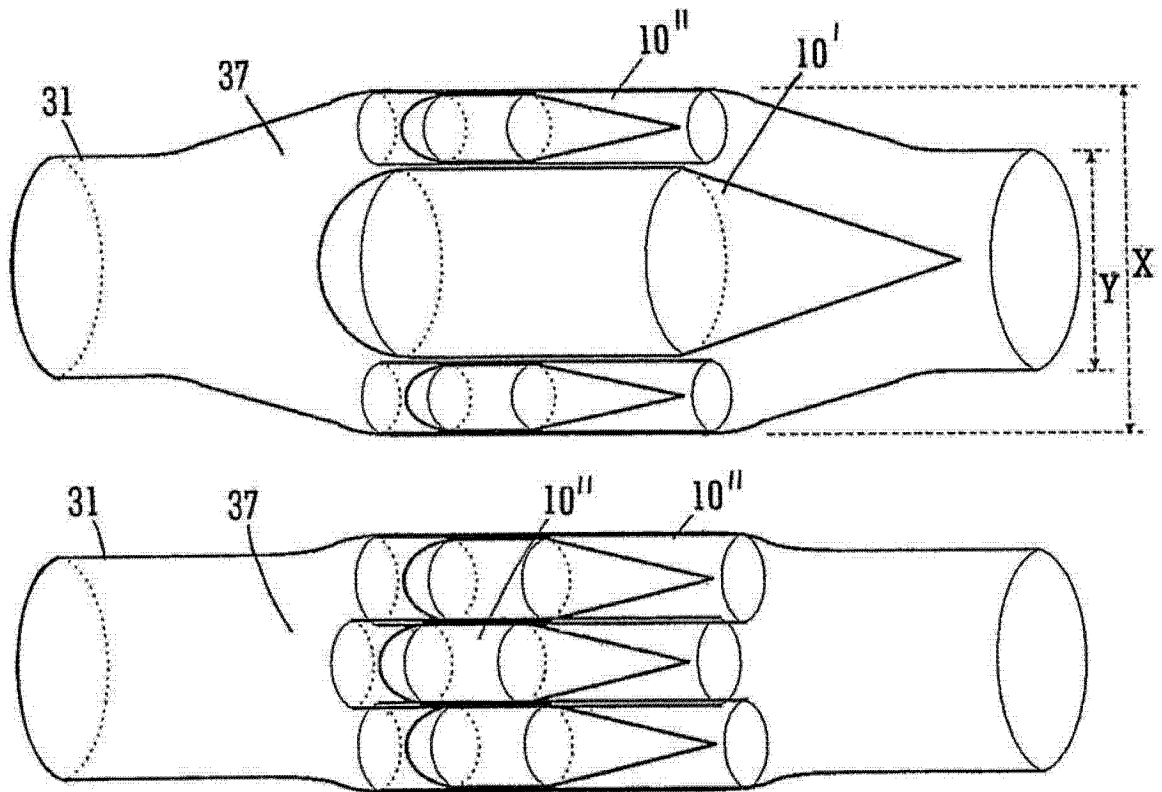


图 12

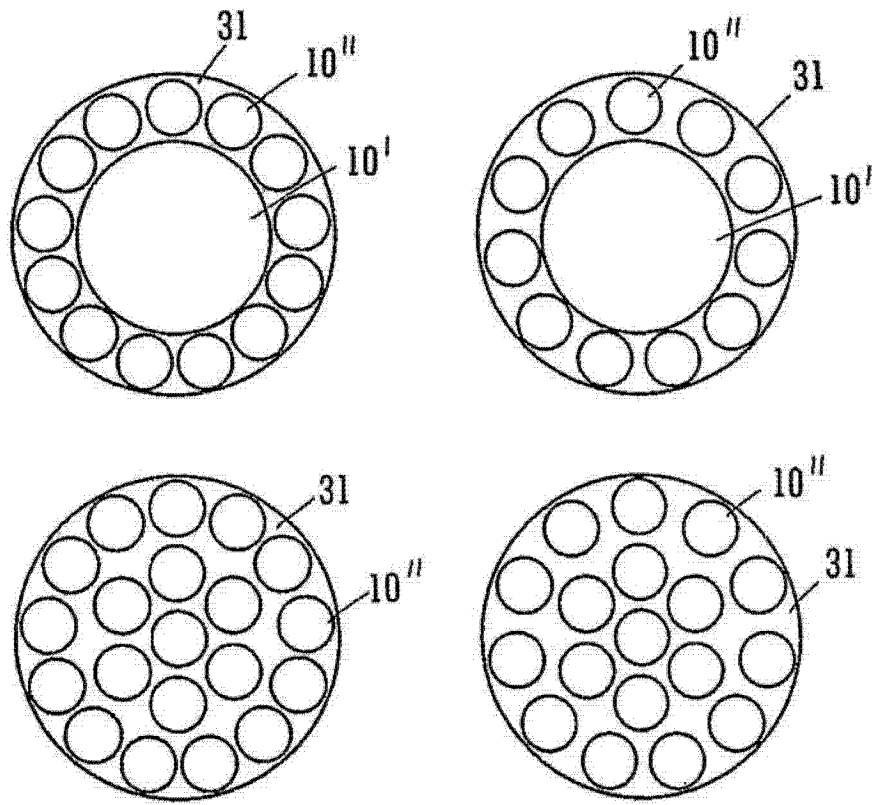


图 13

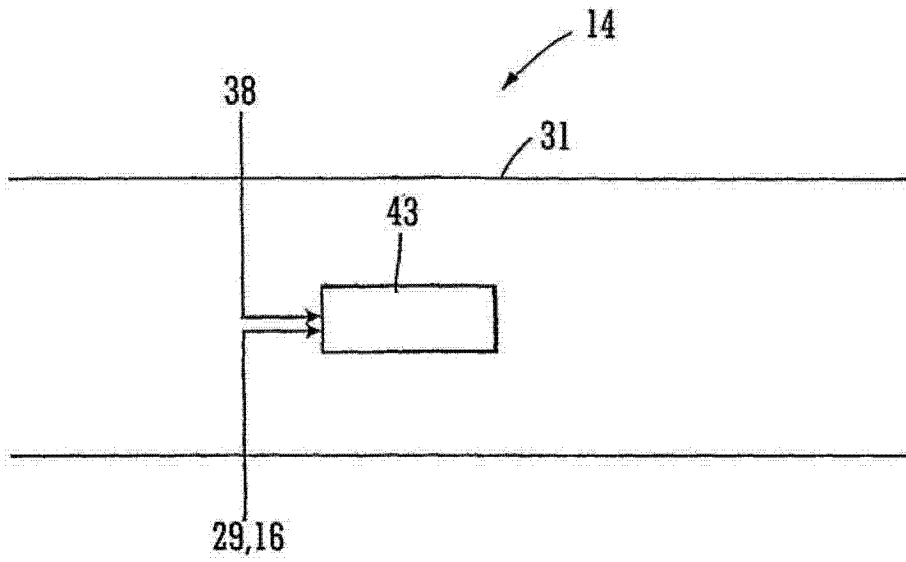


图 14

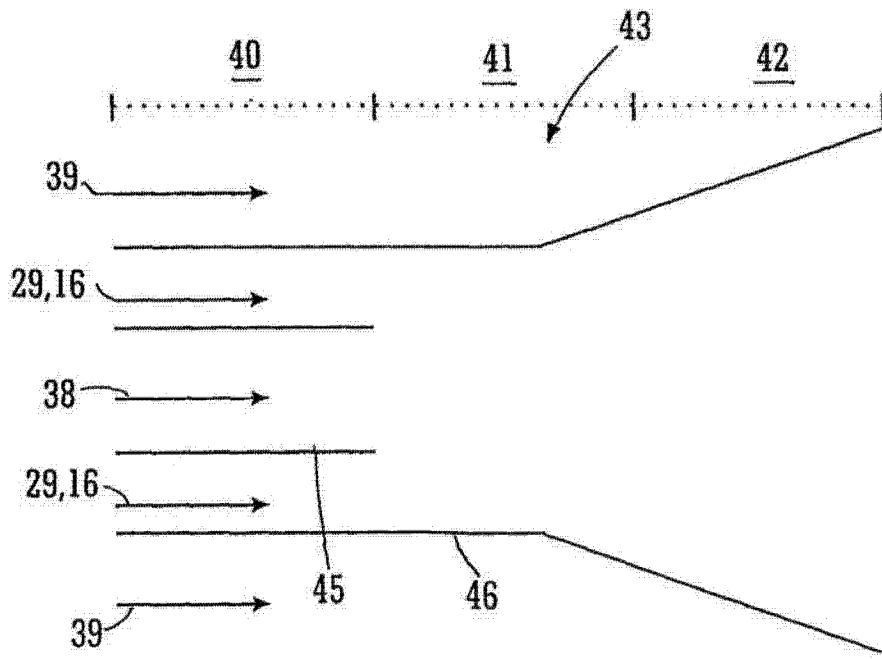


图 15

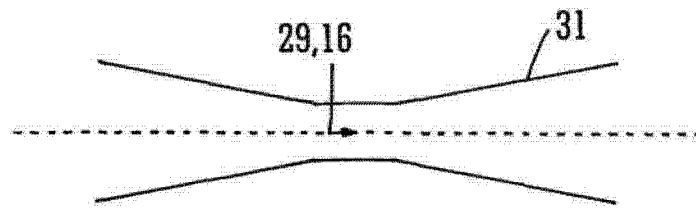


图 16

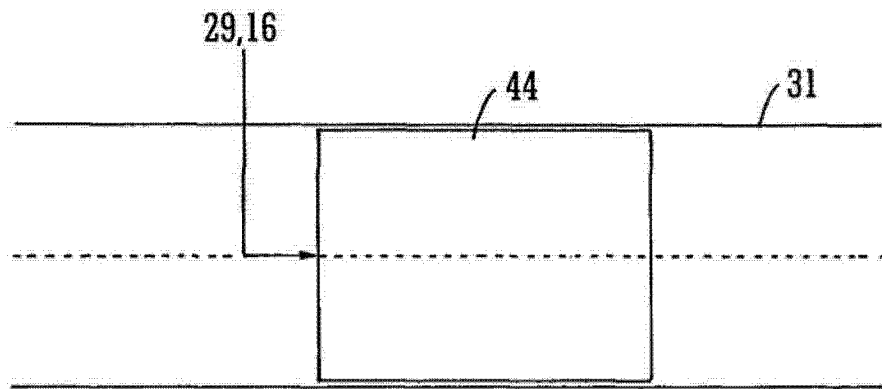


图 17

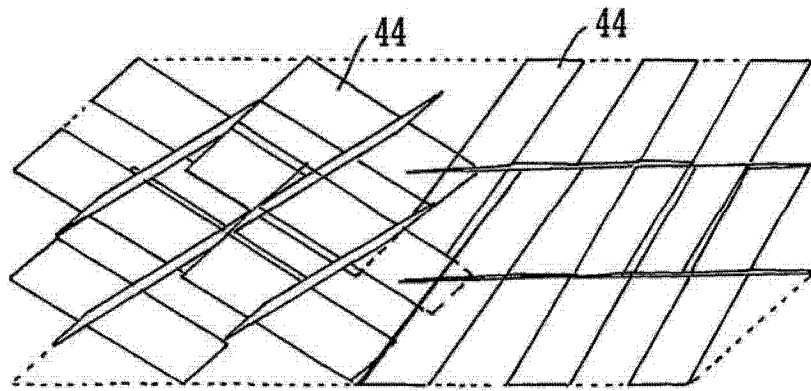


图 18

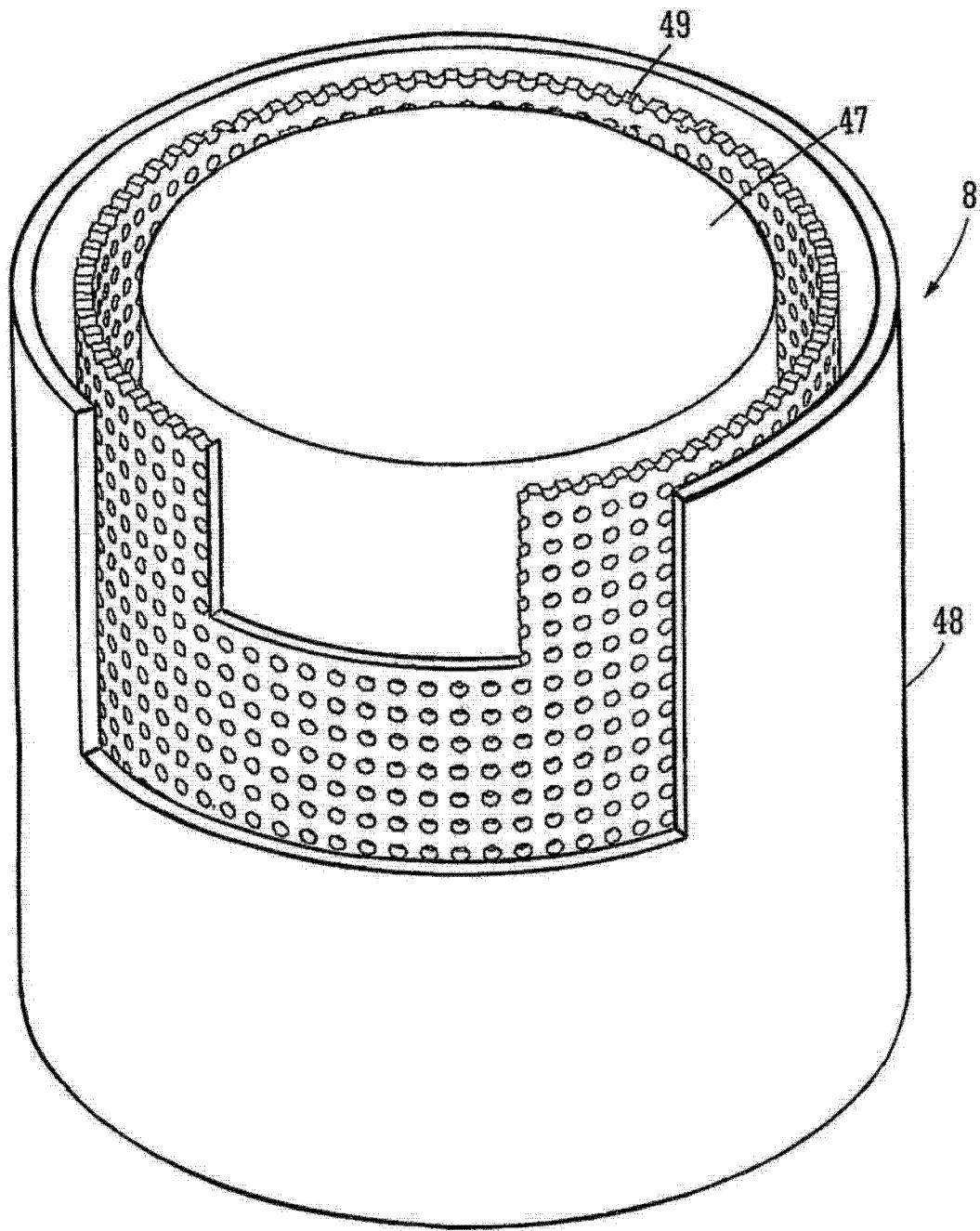


图 19

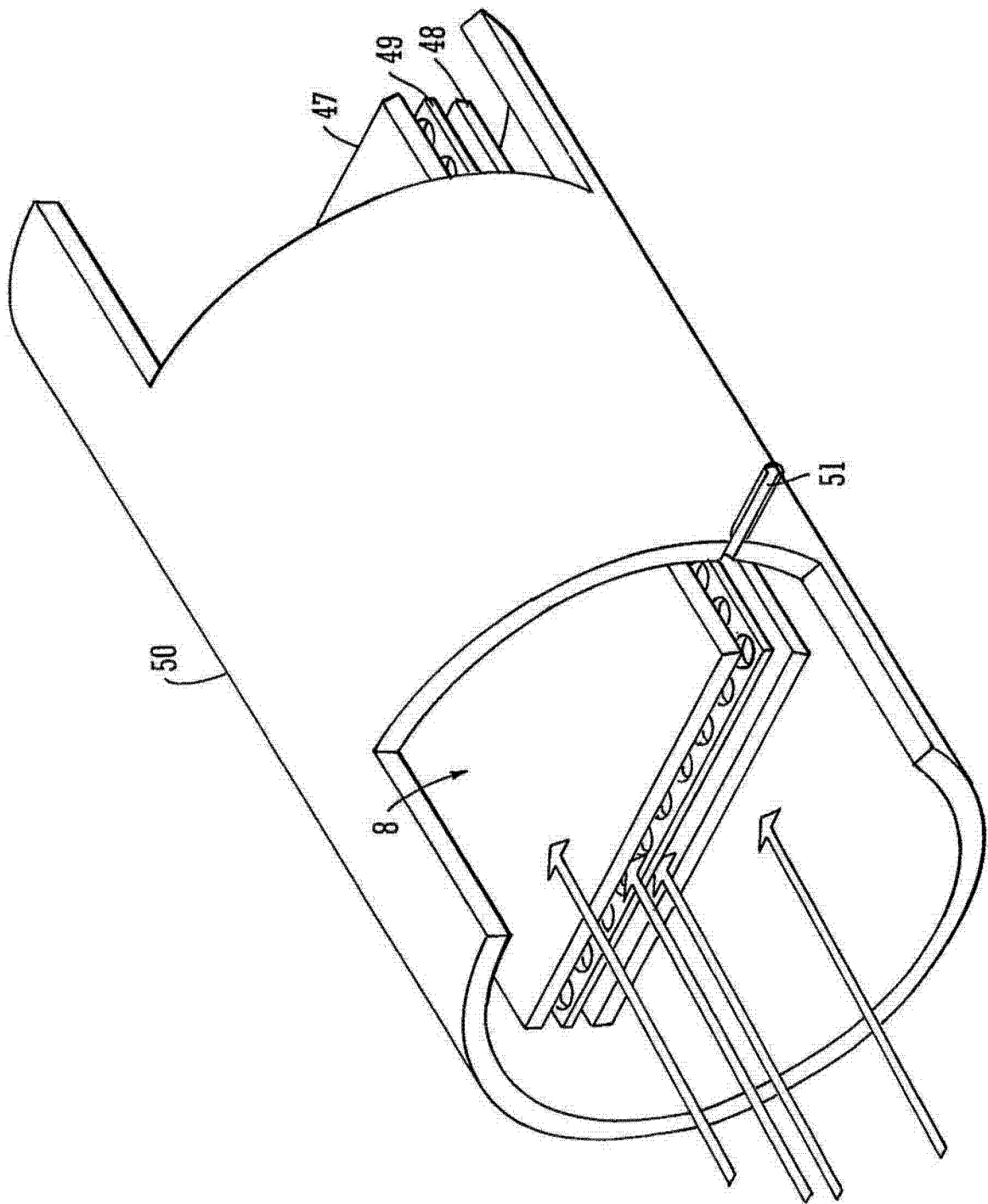


图 20