



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103189601 A

(43) 申请公布日 2013. 07. 03

(21) 申请号 201180045210. 7

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2011. 09. 21

E21B 43/40 (2006. 01)

(30) 优先权数据

E21B 43/20 (2006. 01)

12/887, 214 2010. 09. 21 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2013. 03. 20

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2011/052461 2011. 09. 21

(87) PCT申请的公布数据

W02012/040267 EN 2012. 03. 29

(71) 申请人 水质标准公司 (MI)

地址 马绍尔群岛

(72) 发明人 利萨·亨勺尼 本·莫瓦海德

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

公司 11021

代理人 孙纪泉

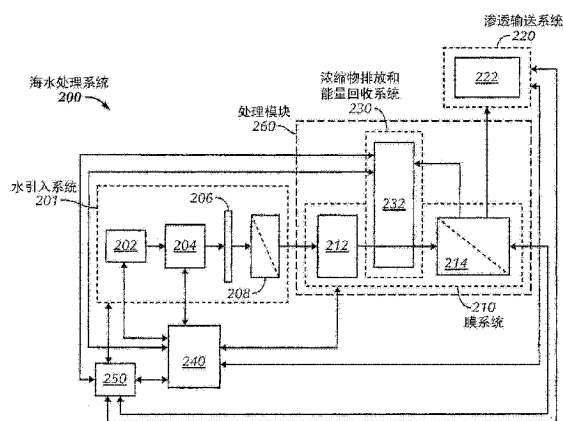
权利要求书2页 说明书17页 附图12页

(54) 发明名称

改进的碳氢化合物回收操作中使用的用于动态、变压、可定制的膜基水处理的方法和装置

(57) 摘要

本发明公开一种用于处理海水以制备定制的水产品的方法,其中该方法包括以下步骤:将水引入至少一个处理模块,至少一个处理模块包括具有至少一个膜元件的膜压力容器,其中处理模块被配置成使得引入水通过膜压力容器的至少一个膜元件供给;基于膜压力容器的至少一个膜元件、在定制压力下通过膜压力容器供给引入水;将引入水至少分离成水性渗透流和浓缩废弃流;和输出水性渗透流和浓缩废弃流。



1. 一种用于处理水的方法,包括以下步骤:
将水引入至少一个处理模块;
其中,所述处理模块包括:
膜压力容器,所述膜压力容器包括至少一个膜元件,其中所述处理模块被配置成使得引入水通过膜压力容器的至少一个膜元件被供给,
基于膜压力容器的至少一个膜元件、在定制压力下通过膜压力容器供给引入水,和
将引入水至少分离成水性渗透流和浓缩废弃流;和
输出水性渗透流和浓缩废弃流。
2. 根据权利要求1所述的方法,还包括以下步骤:
在膜压力容器内串联地布置多个膜元件,
其中所述多个膜元件包括不同类型的膜元件。
3. 根据权利要求1所述的方法,还包括以下步骤:
串联地布置多个处理模块;和
将从所述多个处理模块中的第一处理模块输出的水性渗透流供给到所述多个处理模块中的下一个处理模块中。
4. 根据权利要求1所述的方法,还包括以下步骤:
并行地布置多个处理模块;和
将引入水供给到所述多个处理模块中,其中每个处理模块分别地输出水性渗透流和浓缩废弃流。
5. 根据权利要求1所述的方法,还包括以下步骤:
将膜压力容器的至少一个膜元件改变成不同的膜元件;和
基于膜压力容器的所述不同的膜元件、在不同的定制压力下通过膜压力容器供给引入水。
6. 根据权利要求1所述的方法,还包括以下步骤:
从浓缩废弃流回收能量。
7. 根据权利要求6所述的方法,其中从浓缩废弃流回收的能量用于产生定制压力,在所述定制压力下通过膜压力容器供给引入水。
8. 根据权利要求1所述的方法,其中至少硫酸盐离子已经通过膜压力容器的至少一个膜元件从水性渗透流中除去。
9. 根据权利要求1所述的方法,其中在通过处理模块供给以后,水性渗透流的盐度在约2毫克/升至约4000毫克/升的范围中。
10. 根据权利要求1所述的方法,还包括以下步骤:
在通过膜压力容器供给引入水之前,过滤引入水以除去任何大污染物;和
在通过膜压力容器供给引入水之前,过滤引入水以除去大分子物,
其中,所述大污染物包括沙、岩石、植物、碎屑以及它们的组合中的至少一种,并且
其中所述大分子包括悬浮固体、胶体、高分子物、细菌、油、颗粒物质、蛋白质、高分子量溶质以及它们的组合中的至少一种。
11. 一种膜基水处理系统,包括:
引入水的水引入系统;

至少一个处理模块,包括:

变速高压泵;和

膜压力容器,包括至少一个膜元件,其中变速高压泵基于包括在膜压力容器中的膜元件、在定制压力下通过膜压力容器供给引入水,并且其中膜压力容器将引入水至少分离成水性渗透流和浓缩废弃流;和

输出系统,分别地输出水性渗透流和浓缩废弃流。

12. 根据权利要求 11 所述的膜基水处理系统,其中膜压力容器包括:

串联地布置的多个膜元件,

其中所述多个膜元件包括不同类型的膜元件。

13. 根据权利要求 12 所述的膜基水处理系统,其中所述至少一个膜元件包括反渗透元件、纳米过滤元件以及它们的组合中的至少一种。

14. 根据权利要求 11 所述的膜基水处理系统,还包括:

串联地布置的多个处理模块,

其中从多个处理模块中的第一处理模块输出的水性渗透流被供给到所述多个处理模块中的下一个处理模块中。

15. 根据权利要求 11 所述的膜基水处理系统,还包括:

并行地布置的多个处理模块,

其中引入水被供给到所述多个处理模块中,并且

其中每个处理模块分别地输出水性渗透流和浓缩废弃流。

16. 根据权利要求 11 所述的膜基水处理系统,其中膜压力容器中的至少一个膜元件能够由不同的膜元件替换,并且其中变速高压泵能够基于所述不同的膜元件、在不同的定制压力下通过膜压力容器供给引入水。

17. 根据权利要求 11 所述的膜基水处理系统,还包括:

能量回收系统,适于从浓缩废弃流回收能量。

18. 根据权利要求 17 所述的膜基水处理系统,其中能量回收系统包括:

涡轮增压器,其连接到变速高压泵,

其中从浓缩废弃流回收的能量用于产生定制压力,在所述定制压力下通过膜压力容器供给引入水。

19. 根据权利要求 11 所述的膜基水处理系统,其中膜基水处理系统安装在陆地,自动推进式船只,停泊、牵引、推动或分节驳船,钻井平台或海底安装船只上。

20. 根据权利要求 11 所述的膜基水处理系统,其中所述输出系统包括:

浓缩物排出系统,能够排出浓缩废弃流,

其中所述浓缩物排出系统包括设置在一个或多个可变深度延伸部件上的多个排放端口。

改进的碳氢化合物回收操作中使用的用于动态、变压、可定制的膜基水处理的方法和装置

技术领域

[0001] 在此公开的实施例大致涉及一种用于在改进的碳氢化合物的回收操作中使用的用于动态、变压、可定制的膜基水处理的方法和装置。

背景技术

[0002] 地下含烃地层内积累的碳氢化合物被回收,或通过钻入地下地层的生产井从地下含烃地层产生。当碳氢化合物的产生放缓时,可以使用改进的回收技术用于将碳氢化合物压迫出地层。将碳氢化合物压迫出地层的最简单的方法之一是通过直接注射流体到地层中。这通过移动或扫除碳氢化合物通过地层来提高产量,使得碳氢化合物可以从生产井中产生。

[0003] 如图 1 所示,用于从地层回收碳氢化合物的现有技术系统包括连接到井 10 的海上钻井平台 12,井 10 在地下含烃地层 14 中完成。一般来说,流体被直接地注入到地下含烃地层 14(由向下的箭头表示),并且压迫碳氢化合物通过地层并且通过生产井离开井 10(向上箭头所表示),生产井可以是相同或不同的井。一种类型的这种回收操作使用的水(例如,海水、生产水)作为注射流体,注射流体称为注水。水在压力下经过注射井引入地层,从而驱动碳氢化合物通过地层朝向生产井。

[0004] 用作海上油井的注水的注射水通常是海水和 / 或生产水,因为在海水位置处可获得低成本的海水和 / 或生产水。使用生产水作为离岸注射水的另一个动机是在一些位置中离岸处置生产水是困难的。在任何情况下,海水和生产水,一般其特征为盐水,相对于淡水具有高离子含量。例如,流体富含钠、氯化物、硫酸盐、镁、钾、钙离子,仅举几例。在注射水中存在一些离子可以有利于碳氢化合物产生。例如,包括 K^+ 、 Na^+ 、 Cl^- 、 Br^- 和 OH^- 的特定的阳离子和阴离子的组合可以在不同程度上稳定地层中的粘土,由于受到溶胀或粒子迁移,这些粘土容易遭受损坏。

[0005] 然而,也已发现,呈现在注射水中的包括钙和 / 或硫酸盐的某些离子,可以对注入井和生产井具有有害影响,并且可以最终减少从生产井产生的烃产物的产量或质量。具体而言,在接触可以自然存在于储层中的诸如钡和 / 或锶的金属阳离子时,硫酸盐离子可以以原位形成盐。硫酸钡和锶盐是相对地不溶的并且在周围储层条件下容易从溶液中沉淀出。因为在生产井中温度降低,在注入水生产到具有烃的表面时,盐的溶解度进一步降低。在碳氢化合物生产井的井筒和其下游处(例如,在流线、气 / 液分离器、输送管道等中),得到的沉淀物作为硫酸钡水垢堆积在储层外部。水垢降低储层的渗透性并且减小井孔中穿孔的直径,从而减少从碳氢化合物生产井的碳氢化合物回收。

[0006] 另据报道,在注射水中硫酸盐离子的高浓度促进储层酸化。储层酸化是一种不良现象,由此储层在发现时最初是甜的,但是在注水和随之而来从储层生产碳氢化合物的过程期间变酸。使用硫化氢气体或其他含硫物,酸化污染了储层,并且由通过碳氢化合物生产井从储层生产的硫化氢气体以及所需碳氢化合物流体的生产数量证明。硫化氢气体会在碳

氢化合物生产井和井的下游处,导致许多不希望的后果,包括碳氢化合物生产井冶金和相关联的生产装置的过度降解和腐蚀、减少所产生的碳氢化合物流体的经济价值、对周围的环境危害和对现场工作人员的健康造成危害。

[0007] 认为由厌氧硫酸盐还原细菌产生硫化氢。硫酸盐还原菌往往固有于储层,并且还通常存在于注射用水中。硫酸盐离子和有机碳是硫酸盐还原细菌使用的用于在原位产生硫化氢的主供给反应物。注入水通常是硫酸盐离子的丰富来源,而地层 (formation) 水是天然发生的低分子量脂肪酸形式的有机碳的富源。通过在硫酸盐离子存在下、代谢低分子量脂肪酸,硫酸盐还原细菌影响储层酸化,从而还原硫酸盐为硫化氢。换句话说,储层酸化是由硫酸盐还原细菌进行的反应,硫酸盐还原细菌将硫酸盐和有机碳转换为硫化氢和副产品。

[0008] 现有技术中已经采用大量策略用于有限地补救储层酸化。这些现有技术策略主要是单管攻击硫酸盐还原菌本身或硫酸盐还原菌的特定食物养分。例如,许多现有技术策略关注杀死在注射用水中或储层内的硫酸盐还原菌。用于杀死硫酸盐还原菌或限制其生长的常规方法可以包括紫外线、生物杀伤剂和诸如丙烯醛和硝酸盐的化学品。用于补救储层酸化的其他现有技术策略聚焦在限制硫酸盐或有机碳对硫酸盐还原菌的可用性。

[0009] 最近,用于补救储层酸化的策略包括使用膜,以减少在注射用水中硫酸盐离子的浓度。例如,美国专利号 4,723,603 显示,特定的膜可以有效地减少在注射用水中的硫酸盐离子的浓度,从而抑制硫酸盐垢形成。如现有技术所教导,纳米过滤 (NF) 膜通常优于反渗透 (RO) 膜,因为纳米过滤膜与反渗透膜相比,一般允许氯化钠的较高的通过。因此,纳米过滤膜有利地以基本上较低的压力可操作,并且以比反渗透膜较低的成本操作。此外,纳米过滤膜也保持获得的注射水的离子强度在相对高的水平,其理想地减少粘土不稳定性风险,并且相应地降低通过地下地层的多孔基质的水渗透率损失的风险。

[0010] 然而,除了与注射用水中存在的硫酸盐离子相关的问题,还发现注射水的盐度在注水期间可以对碳氢化合物回收有重大影响,使用作为具有比天然海水较低的含盐量但是具有防止粘土不稳定的足够的离子强度的注射水能够增加回收率。根据地层的类型,具有较高盐度的注射流体可以导致储层的润湿性变得更加亲油。这是因为,在盐水中的如 Ca^{+2} 和 Mg^{+2} 的多价阳离子,被认为是用作带负电荷油和负电荷粘土矿物之间的桥梁,该负电荷粘土矿物通常衬垫地层的孔壁。油与粘土颗粒反应以形成有机金属混合物,这会导致粘土表面极端疏水和亲油。在储集岩石的亲油性增加时,碳氢化合物将吸附到岩石的表面上,并且从而更不容易相对于水从地层流动,这会导致生产较少碳氢化合物产品。

[0011] 降低电解质含量 (即,降低离子强度),通过降低整体盐度并且特别地减少在盐水溶液中的多价阳离子能够降低阳离子的潜在屏蔽。这导致增加粘土颗粒和油之间的静电斥力。一旦排斥力通过多价阳离子桥梁超过结合作用力时,油颗粒从粘土表面解除吸附,并且粘土表面变得越来越亲水。然而,如果电解质含量降低太多 (即,盐水盐度太低),粘土颗粒可能从孔壁剥离 (黏土反絮凝作用),这将损坏地层。因此,虽然希望具有较低的盐度注水,但盐度水平不能太低是重要的。

[0012] 但是,较低盐度水在井场不是经常可获得的。含盐量较低的水通常例如通过使用膜分离技术 (例如,反渗透) 减少较高盐度水的总离子浓度来制备。在根据反渗过程的公知的海水淡化设备操作中,将被淡化的海水通过半透膜经过分离处理。这样的膜被理解

为选择性膜,该选择性膜对于水分子是高度可渗透的,但是对于溶解在其中的盐离子是非常低程度可渗透的。

[0013] 使用在低盐度注水的制备中的膜分离技术使用反渗透 (RO) 膜元件。在低硫酸盐注水的制备中使用的膜分离技术使用纳米过滤 (NF) 膜元件。RO 和 NF 处理使用液压压力以便通过半透膜从进料水产生较低盐度水。根据膜类型、压力 and 水的条件下,一些盐也通过细胞膜,但是产品水的总体盐度小于进料水的总体盐度。当前 RO 技术可以用于海水和苦咸水两者的脱盐化。在 RO 处理中使用的膜通常由聚酰胺或由纤维素源制成。

[0014] 待处理水通常使用介质过滤、微滤或超滤方法预处理,已知这些方法根据它们的大小从水中分离固体 / 微粒。然后使用高压泵将水供给到反渗透和 / 或纳米过滤容器。来自高压泵的所需的压力是渗透压、温度、通量 (即,穿过膜的单位面积的水的比率) 以及使用特定膜面积将产生的进料水的量的函数。产品水 (即,渗透) 通过渗透管道的方式从膜组件排出。浓缩物管道用于排放浓缩离子水。

[0015] 用于两个系统 (即,反渗透和纳米过滤) 的操作成本主要由要应用的能量确定。最大能量消费是高压泵的驱动,高压泵迫使被处理海水通过膜组件的半透膜。用于渗透膜分离的驱动作用力是穿过膜的净压力 (其被定义为进料压力减去渗透压或背压),该净压力小于进料的渗透压和渗透物的渗透压之间的差。由于纳米过滤膜允许用于一价离子的高盐通过,渗透物的渗透压是重要的,其允许膜部分地使海水脱盐化,同时在低于进料的实际渗透压的压力下操作。

[0016] 为了保持尽可能低的脱盐成本,通常采用节能措施,特别地与大规模操作的反渗透设备有关。然而,因为不同的膜需要不同的压力并且因此需要不同的泵,驱动高压泵所需要的能量根据正在使用什么类型的膜技术而变化。例如,反渗透是高压过程,需要提供例如大约 800-1200psi (约 55-82 巴) 的压力到海水的高压泵,而纳米过滤低于中等高压过程,需要提供例如约 50-450psi (约 3-31 巴) 压力到海水的泵。

[0017] 在现有技术中已经做出许多努力,以最小化与操作膜系统相关联的成本。大多数情况下,处理设备将包括几个串联和 / 或并联连接的膜,其中所有的膜是相似类型。例如,现有技术脱盐设备将典型地包括多个反渗透膜块 (或列)。在这样的系统中,使用来自高压泵的压力,将预处理海水泵送通过膜。然而,这些系统通常受限于类似种类的膜,因为然后仅需要一种模型的泵,其保持与驱动该泵相关联的成本到最低限度。

发明内容

[0018] 在一个方面,本文所公开的实施例涉及用于处理海水的方法,所述方法包括将水引入至少一个处理模块的步骤,其中该处理模块包括具有至少一个膜元件的膜压力容器,其中处理模块配置成使得引入水通过膜压力容器的至少一个膜元件供给。该方法进一步包括以下步骤:基于膜压力容器的至少一个膜元件、在定制压力下通过膜压力容器供给引入水;将引入水至少分离成水性渗透流和浓缩废弃流;和输出水性渗透流和浓缩废弃流。

[0019] 在另一个方面,本文所公开的实施例涉及一种膜基水处理系统,所述膜基水处理系统包括引入水的水引入系统和至少一个处理模块,所述至少一个处理模块包括变速高压泵和膜压力容器,所述膜压力容器包括至少一个膜元件和分别地输出水性渗透流和浓缩废弃流的输出系统,其中变速高压泵根据包括在膜压力容器中的膜元件、在定制压力下通过

膜压力容器供给引入水,并且其中膜压力容器将引入水至少分离成水性渗透流和浓缩废弃流。

[0020] 根据下面的描述和所附的权利要求,本发明的其他方面和优点将是显而易见的。

附图说明

[0021] 图 1 示出了现有技术的海上生产井。

[0022] 图 2 示出了根据本发明的一个或多个实施例的海水处理过程。

[0023] 图 3A 是根据本发明的一个或多个实施例的船只上的海水处理单元的示意图。

[0024] 图 3B 是根据本发明的一个或多个实施例的海上钻井平台上的海水处理单元的示意图。

[0025] 图 3C 是根据本发明的一个或多个实施例的海底上的钻井平台、船只以及海水处理单元的示意图。

[0026] 图 4A 示出了根据本发明的一个或多个实施例的另一个海水处理过程。

[0027] 图 4B 示出了根据本发明的一个或多个实施例的处理模块图。

[0028] 图 4C 示出了根据本发明的一个或多个实施例的螺旋缠绕膜元件。

[0029] 图 4D 示出了用于根据本发明的一个或多个实施例的中空的细纤维膜元件的示意图。

[0030] 图 5 示出了根据本发明的一个或多个实施例的改进的油回收系统。

[0031] 图 6A 示出了用于根据本发明的一个或多个实施例的系统或方法的配置。

[0032] 图 6B 示出了根据本发明的一个或多个实施例的系统或方法的配置。

[0033] 图 7 示出了根据本发明的一个或多个实施例的系统或方法的配置。

具体实施例

[0034] 下面将参考附图描述本发明的一个或多个实施例。在一个方面,在此公开的实施例涉及用于使用膜技术处理海水以制备从该海水中去除特定离子的含水流体的系统和方法。在另一方面,在此公开的实施例涉及基于水处理过程中使用的膜的类型产生定制压力。在又一个方面,本文所公开的实施例涉及使用处理系统以产生含水流体的海水处理,该含水流体具有专门定制特性并且能够被用作在改进的油回收操作中使用的注射流体。在又一个方面,本文所公开的实施例涉及混合具有专门定制特性的被处理过的流体。在又一个方面,本文所公开的实施例,特别地涉及海上钻井中的改进的油回收操作。

[0035] 海水处理

[0036] 参照图 2 和图 3A-C,显示根据一个或多个实施例的海水处理系统。如图 2 所示,本发明提供单个泵,单通海水处理系统 200,该单通海水处理系统 200 包括水引入系统 201、膜系统 210、渗透输送和处理系统 220、浓缩物排放和能量回收系统 230、控制系统 240 和动力源 290。水引入系统 201 可以包括:水引入件 202、水吸入泵 204、预过滤器 206 和膜/介质过滤器 208;膜系统 210 可以包括变速高压泵 212 和反渗透和/或纳米过滤膜 214;浓缩物排放和能量回收系统 230 可以包括涡轮增压机、涡轮增压器或其它能量回收装置 232 和多个排放端口;并且渗透输送和处理系统 220 可以包括渗透输送泵 222。如图 3A-C 所示,海水处理系统 200 可以设置在船只 300 上、钻井平台 312 上和/或在海底 316 上。

[0037] 另外,根据一个或多个实施例,处理模块 260 可以被用来描述系统,系统例如包括膜系统 210 和浓缩物排放和能量回收系统 230 两者。

[0038] 处理模块 260 与水引入系统 201 和渗透输送和处理系统 220 通信。控制系统 240 和动力源 290 两者相互通信,并且与水引入系统 201、渗透输送和处理系统 220 和处理模块 260 (即,膜系统 210 和浓缩物排放和能量回收系统 230) 通信。这里所用的“连通”或“通信”意思是通过直接、间接或操作装置机械地、电地或以其他方式接触、耦合或连接。

[0039] 在水引入系统 201 中,水吸入泵 204 通过预过滤器 206 泵送引入水以去除任何大的污染物 (例如,沙、岩石、植物、碎屑等),并且然后通过低压膜或介质过滤器 208,以除去大分子物 (例如,悬浮固体、胶体、高分子物质、细菌、油、颗粒物质、蛋白质、高分子量溶质等)。本技术领域的普通技术人员将会理解,根据设备的规格和将被移除的颗粒物质的类型和密度,可以使用不同类型的过滤器,包括例如,沙子或介质过滤器、筒式过滤器、超滤和 / 或微过滤器。

[0040] 此外,水引入系统 201 可以包括一个或多个可变深度延伸部件,能够延伸引入水体,从而从所需的深度进水。此外,延伸件可以包括一个或多个引入滤网,设计用于帮助防止引入由于海洋生物或其它颗粒产生的结垢。本技术领域的普通技术人员将会理解,根据从中获得水的期望水体,可以采用其他设备。

[0041] 在通过水引入系统 201 以后,过滤后的海水被提供给处理模块 260,其中变速高压泵 212 推压被过滤的海水通过膜 214,从而浓缩物产生在膜 214 的高压侧上并且渗透流产生在膜 214 的低压侧上。

[0042] 渗透流可以包括从中除去特定离子和 / 或分子的水,例如,与从水引入系统 201 产生的过滤海水相比,渗透流可以具有较低的硫酸盐离子含量和 / 或较低盐度。渗透流然后可以例如通过渗透输送和处理系统 220 从船只 300 输送到钻井平台 312,从海底 316 到钻井平台 312 和 / 或从钻井平台 312 到井 310。

[0043] 来自多个处理模块 260 的渗透流可以被混合。每个处理模块可以使用相同或不同类型的 RO 或 NF 膜,要求其具有来自高压泵 212 的对应压力。混合来自每个处理模块的各种渗透流,然后可以提供作为最佳的储集性能的函数的非常特别的单价 - 和二价离子组合物。

[0044] 在不同的实施例中,来自处理模块 260 的渗透流可以使用正向渗透 (FO) 进一步处理,以进一步细化作为实现最佳储集性能的函数的离子平衡。

[0045] 在另一个实施例中,微咸水 (brackish water) 可以为供给水,而不是通过引入系统 201 的作为水源的海水,从而允许在微咸水和海水处理之间灵活地切换。

[0046] 渗透输送和处理系统 220 可以将产生的渗透物输送到渗透传送装置,所述渗透传送装置包括与渗透输送和处理系统 220 连通的管道。管道可以输送渗透物,例如,从船只 300 到钻井平台 312、从海底 316 到钻井平台 312 和 / 或从钻井平台 312 到井 310。渗透输送和处理系统 220 也可以在渗透物被转移之前、期间或之后处置产生的渗透物。渗透物的处置可以包括“后处理”,例如,化学添加 (例如,在线化学品注入) 和 / 或脱气 (例如,在真空系统中)。

[0047] 在膜 214 的高压侧上产生的浓缩物包括由薄膜 214 除去的离子和 / 或分子。然后例如通过浓缩物排放和能量回收系统 230 内的多个浓缩物排放端口处理浓缩物。然而,在

浓缩物处理以前,使用涡轮增压器(或其他能量回收设备)232以捕获由浓缩物含有的能量,并且返回这种能量到变速高压泵212。通过这样做,该系统可以通过回收包含在浓缩物管线(即,废弃水管线)中的液压能量的部分,从而能够减少例如40%至50%的操作成本。

[0048] 更具体地,在未经处理的水被泵吸穿过膜时,产生压力差并且浓缩的盐水通过浓缩物管线排出。这将导致浓缩物管线保持相当大的液压能量。安装在浓缩物管线中的容积泵然后作为涡轮机操作,以降低浓缩物管线中的压力并且回收多余能量。回收的能量然后用于驱动高压泵,高压泵降低了用于驱动高压泵必须消耗的能量。

[0049] 此外,浓缩物可以在处置前稀释或以其他方式处理。例如,在一个或多个实施例中,浓缩物排出和能量回收系统230可以被配置为增加排入周围水体的浓缩物混合。浓缩物排放和能量回收系统230的多个排放端口可以物理地定位在船只300和/或钻井平台312的水管线318的上方或下方。此外,排放端口可以布置在可变深度延伸件上,可变深度延伸件可以被定位成促进浓缩物分散到水体中。

[0050] 在一个或多个实施例中,来自膜214的流出物(渗透流或浓缩物)可能需要采取一个或多个相继地通过膜214。

[0051] 根据本发明的一个或多个实施例,单独的电源可以提供电力给各个水引入系统201、渗透输送和处理系统220、处理模块260(即,膜系统210浓缩物排放和能量回收系统230)和推进装置302。例如,每个水吸入泵204、变速高压泵212和渗透输送泵222可以与单独的电源连通。

[0052] 根据一个或多个实施例,海水处理系统200可以是基于陆地的或设置在船只上的。在海水处理系统200设置在船只300上的情况,船只300可以进一步包括与动力源290连通的推进装置302。船只300可以是自我推进船只、停泊的、牵引、推动或分节驳船,或者这些船只的船队或舰队。船只300可以是有人驾驶或无人驾驶的。船只300可以是单壳或双壳船只。

[0053] 可替换地,在一个或多个实施例中,一个动力源可以提供电源到水引入系统201、膜系统210、渗透输送和处理系统220、浓缩物排放和能量回收系统230和/或推进装置302(在推进装置302处海水处理系统200被设置在船只300上)中的两个或更多的组合。例如,用于变速高压泵212的电力可以由通过用于诸如船只的主发动机的船只的推进装置的电源驱动的发电机提供。在这样的实施例中,提升齿轮动力取消或传输装置应被安装在主发动机和发电机之间,以获得所需的同步速度。

[0054] 此外,推进装置和主发动机之间的额外连接允许主发动机在船只没有进行时驱动发电机。此外,独立的动力源(图中未显示),诸如柴油、蒸汽或燃气涡轮机、可再生能源发电机或它们的组合可以为处理模块260、推进装置302或两者供应动力。

[0055] 在其它实施例中,海水处理系统200的动力源可以单独用于海水处理系统200。

[0056] 在另一个实施例中,浓缩物排出和能量回收系统230的多个浓缩物排放端口可以充当船只300的辅助推进装置,或作为船只300的单独推进装置。浓缩物中的部分或全部可以被传递到推进器,以提供空转或应急推进。

[0057] 在其它实施例中,动力源290可以包括利用空气和/或水的流动来发电的电力生产风车和/或水螺旋桨,用于海水处理系统200和/或船只300和/或钻井平台312的操作。

[0058] 对于海水处理系统 200 在船只 300 上的实施例,水引入系统 201 能够从围绕船只 300 的水吸入海水,并且将海水提供给处理模块 260。在这样的实施例中,水引入系统 201 的水引入件 202 可以包括在船只 300 的在水管线 318 的下面的船体中的一个或多个孔。水引入件 202 的示例是海水箱(图中未显示)。水通过一个或多个孔(即,水引入件 202)进入船只 300,通过水吸入泵 204、预过滤器 206、超过滤器 208,并且提供水到变速高压泵 212。

[0059] 对于海水处理系统 200 在海上钻井平台 312 上的实施例,水引入系统 201 可以是能够从围绕钻井平台 312 的水中吸入海水,并且提供海水到海水处理模块 260。在这样的实施例中,水引入系统 201 的水引入件 202 可以包括引入提升器、滤网和外部或潜水泵。

[0060] 对于海水处理系统 200 是在海底 316 的实施例,水引入系统 201 可以是能够从围绕海水处理系统 200 的水中吸入海水,并且供应海水到膜系统 210。在这样的实施例中,水引入系统 201 的水引入件 202 可以包括引入井或提升器、滤网和泵。

[0061] 膜系统 210 可以包括变速高压泵 212 和膜 214。在一个或多个实施例中,膜 214 是离子选择性膜,该离子选择性膜可以选择性地防止或至少减少硬化或成垢离子(例如,包括硫酸盐、钙和镁离子的二价离子)穿过膜,同时允许水和其他特定的离子(例如,包括钠、氯化物、碳酸氢盐和钾离子的一价离子)穿过膜。膜的选择性可以是膜的具体特性的功能,包括具有膜的聚合物结构的孔径大小和电荷特性。例如,可以使用聚酰胺膜、醋酸纤维素膜、纳米嵌入膜和/或其他创新膜以选择性地防止或至少减少硫酸盐、钙和镁离子穿过膜。在一个特定的实施例中,膜 214 可以使硫酸盐离子减少至约 99%。

[0062] 在一个或多个实施例中,膜 214 是脱盐膜,通过防止或至少减少离子(例如,钠、氯、钙、钾、硫酸盐、碳酸氢盐和镁离子)穿过膜,膜可以降低过滤海水的总盐度或离子强度。

[0063] 在一个或多个实施例中,膜 214 是纳米过滤膜。适合于在本公开的处理过程中使用的市售的纳米过滤膜的示例可以包括,例如,可从陶氏化学公司(Minneapolis, MN)获得的 FILMTEC™SR90 系列, NF200 系列,或从其他膜制造商获得的具有类似抑制性能的膜。

[0064] 在一个或多个实施例中,膜 214 是反渗透膜。作为市售的适合于在本公开的在处理过程中使用的反渗透膜可以包括例如可以从陶氏化学公司(Minneapolis, MN)获得的 FILMTEC™SW30 系列,或从其他膜制造商获得的具有类似抑制性能的膜。

[0065] 如图 4A-B 所示,海水处理系统 200 可以包括膜系统 210,膜系统 210 包括可以并行地布置的多个膜压力容器(显示为 214、216 和 218)。虽然示出了三个膜压力容器,其他实施例可以包括多于或少于三个膜压力容器。根据一个或多个实施例中,每个膜压力容器可以包括安装在其中的多个膜元件 250。虽然在每个膜压力容器中显示六个膜元件 250,其他实施例可以包括多于或少于 6 个膜元件 250。

[0066] 如图 4B-C 所示,根据一个或多个实施例中,每个膜元件 250 可以包括例如反向反渗透膜元件、纳米过滤膜元件或本领域中已知的其他膜元件。膜元件 250 可以包括在本领域中已知的几种配置之一,例如,螺旋缠绕(SW)和/或空心细纤维(HFF)。

[0067] 如图 4C 所示,根据一个或多个实施例,膜元件 250 可以包括螺旋缠绕元件 250。螺旋缠绕元件 250 可以由平坦片状膜 254 和 256 构造,并且可以包括背衬材料 258 以提供机械强度。膜材料可以是纤维素(即,醋酸纤维素膜)或非纤维素(即,复合膜)。对于醋酸纤维素膜,两个层可以是相同聚合物的不同形式,简称为“非对称的”。对于复合膜,两层可

以是完全不同的聚合物,多孔质基材往往是聚砜。

[0068] 在螺旋缠绕设计中,膜形成在三面密封的壳层中。称作产品水载体的支撑格栅是在内部。壳层围绕中央收集管 260 缠绕,开口侧密封到管。几个壳层或叶子在叶子之间都附有开口工作衬垫材料 262。这是进料 / 浓缩物或进料侧的间隔件。叶子围绕产品水管 260 缠绕,如果从横截面看,形成螺旋。单元的每个端部可以使用塑料成型处理,称为“防伸缩装置”,并且整个组件可以装入薄的玻璃纤维外壳(图中未显示)。供给水可以流过在膜表面之上的螺旋形件,大致平行于产品水管 260。产品水在壳层内螺旋形的路径中流动到中心产品水管 260。围绕玻璃纤维壳体的外侧的回纹环(图中未显示)可迫使进料水流动通过膜元件 250。

[0069] 如图 4D 所示,根据一个或多个实施例中,膜元件 250 可以包括中空细纤维元件 270。中空细纤维元件 270 的设计可以包括放置在膜压力容器 280 中的多个中空纤维膜 272。中空细纤维可以是聚芳酰胺或纤维素乙酸酯的混合物。膜 272 可以具有约 100 微米至约 300 微米的外径,并且具有在 50 微米和大约 150 微米之间的内径。纤维可以为 U 形回环,从而两端嵌入在塑料管板 274 中。加压的海水可以沿着中空纤维的外侧被引入船只(由箭头 276 表示)。在压力下,脱盐水穿过中空纤维膜 272 的壁并沿纤维膜 272 的内部流到用于收集的渗透收集管 278(如由箭头 282 所示),同时分离浓缩物从膜压力容器 280(如由箭头 284 所示)除去。

[0070] 根据一个或多个实施例,在膜系统 210 中的所有的膜压力容器可以包括仅具有反渗透膜元件安装在其中的膜元件 250。在另一个实施例中,膜系统 210 中的所有膜压力容器可以包括仅具有纳米过滤膜元件安装在其中的膜元件 250。在其它实施例中,一个或多个膜压力容器(例如,膜压力容器 214)可以包括具有纳米过滤或反渗透膜元件安装在其中的膜元件 250,而其余的膜压力容器(例如,膜压力容器 216 和 218)包括具有仅仅纳米过滤或反渗透膜元件安装在其中的膜元件 250。虽然在这里列出膜压力容器和膜元件类型的组合的具体示例,这些实施例并不是意图详尽无遗,并且还可以使用其他组合。本领域技术人员可以理解一个或多个实施例中可能包括的其他适当的示例和组合。

[0071] 如图 3A-C 所示,根据海水处理系统 200 的位置,一个或多个处理模块 260 可以安装在船只 300 的甲板 304 上、在钻井平台 312 的平台 305 上和 / 或在海底 316 上。此外,一个或多个处理模块也可以被安装在船只 300 和 / 或钻井平台 312 的其他部分,或者甚至船只 300 和 / 或钻井平台 312 的多个水位。例如,每个处理模块可以被安装在单独的容器中。几个容器可以放置在彼此的顶部上,以优化使用甲板 304 和 / 或平台 305,以降低与船只 300 和 / 或钻井平台 312 上海水处理系统的结构相关联的时间和费用。一个或多个处理模块可以串联或并联安装。

[0072] 在水引入系统 201 内,水吸入泵 204 泵送引入水通过预过滤器 206 以去除任何大的污染物(例如,沙、岩石、植物、碎屑等),然后通过过滤器 208 以除去大分子物(例如,悬浮固体、胶体、高分子物质、细菌、油、颗粒物质、蛋白质、高分子量溶质等)。通过水引入系统 201 以后,过滤的海水通过变速高压泵 212 被提供到处理模块 260。尽管仅显示一个处理模块 260,根据一个或多个实施例,可能具有串联和 / 或并联布置的一个以上的处理模块。

[0073] 根据一个或多个实施例,在处理模块 260 中,可能具有一个或多个膜压力容器(例如,214、216 和 218)。在一个实施例中,加压海水可以被推动通过具有一个或多个膜元件

250 的第一膜压力容器（例如，214），膜元件安装在第一膜压力容器中，从而产生第一渗透流和第一浓缩物流。第一渗透流可以包括除去特定的离子（例如，与从水引入系统 201 产生的过滤海水相比，第一渗透流可以具有较低的硫酸盐离子含量和 / 或较低盐度。第一浓缩物流可以包括由第一膜压力容器（例如，214）中的膜元件除去的离子和 / 或分子。第一浓缩物流可以然后例如通过浓缩物排放和能量回收系统 230 的多个浓缩物排放端口被处置。然而，在处置第一浓缩物之前，涡轮增压器（或其他能量回收设备）232 可以用于捕捉由第一浓缩物流具有的能量，并且返回这种能量到变速高压泵 212。

[0074] 根据一个或多个实施例，这个过程可以继续用于处理模块 260 中的一样多的膜压力容器。此外，这个过程可能会继续用于与处理系统 200 中一样多的处理模块 260，直到从最终膜压力容器产生最终渗透流。最终渗透流然后可以例如通过渗透输送和处理系统 220 从船只 300 输送到钻井平台 312、从海底 316 输送到钻井平台 312 和 / 或从钻井平台 312 输送到井 310。

[0075] 在一个或多个实施例中，安装在膜压力容器（例如，214、216 和 218）内的膜元件是通过选择性地防止或至少降低某些离子（例如，钠、钙、钾和镁离子）穿过膜元件来降低海水的盐度或离子强度的所有离子选择性膜元件，同时允许水和其他特定的离子（例如，硫酸盐、钙、镁和碳酸盐离子）产生以供使用和 / 或进一步处理。在其它实施例中，膜元件是选择性地防止或至少减少硬化或成垢离子（例如，硫酸盐，钙，镁，和碳酸盐离子）穿过膜元件的所有的离子选择性膜，同时允许水和其它特定离子（例如，钠和钾离子）产生以供使用和 / 或进一步处理。

[0076] 在一个或多个实施例中，海水处理系统 200 可以包括多个处理模块 260，其中多个处理模块 260 的每一个包括不同的膜压力容器。例如，在一个实施例中，一个或多个处理模块 260 可以包括具有安装在其内的膜元件的膜压力容器（例如，214、216，和 218），其中膜元件仅包括纳米过滤膜元件，而一个或多个单独的处理模块 260 包括在其中安装有膜元件的膜压力容器（例如，214、216 和 218），其中膜元件仅包括反渗透膜元件。此外，本领域的普通技术人员会认识到，在系统中的处理模块的数目在一个或多个实施例中可能会发生变化。另外，通过本公开，本技术领域的普通技术人员将认识到，膜元件可能会有所不同，可以是，例如螺旋缠绕、中空纤维、管状、板状和框架或盘型。

[0077] 根据一个或多个实施例，变速高压泵运转以推动预处理水通过处理模块 260，该变速高压泵可以包括适合于产生推动水通过一个或多个膜压力容器所需要的液体压力的任何泵。但是，泵排出压力必须加以控制，以保持指定的渗透液流量，而且更重要的是，不超过用于所使用的膜元件所允许的最大的进料压力。这是特别重要的，因为如果超过所允许的最大的进料压力，膜元件可能爆裂，并且因而过早失效。因为用于纳米过滤元件的最大允许进料压力通常远远大于用于反渗透膜元件的最大允许进料压力，具有一个以上类型膜（例如，纳米过滤和反渗透）的常规膜系统通常需要一个以上泵（即，用于每个类型膜的泵）。由于这个压力差，具有纳米过滤膜安装的传统系统无法改变成反渗透膜。

[0078] 然而，根据一个或多个实施例中，处理模块 260 可以包括单个变速高压泵 212，提供过滤海水到一个以上的膜压力容器。因为膜压力容器可能会有不同的尺寸和 / 或可以包括不同类型的膜元件，并且因此需要不同的进料压力，高压泵 212 必须能够根据所使用的系统的类型提供可调节进料压力。例如，预处理海水具有约 24 巴的渗透压，因此，对于纳米

过滤膜,必须在进料流 210 上施加至少 20 巴的加压,而对于反渗透膜必须施加至少 70 巴的加压。在一个或多个实施例中,变速高压泵可以包括例如正排量泵。

[0079] 在优选的实施例中,泵可以用于以不同压力提供约 $16,068\text{m}^3/\text{d}$ (或 $670\text{m}^3/\text{hr}$ 或 2950gpm)。具体而言,对于具有能量回收装置 (ERD) 的海水反渗透 (SWRO) 处理系统,最低所需压力是约 26.5 巴,并且最高需要的压力可以是约 30.2 巴。对于没有 ERD 的 NF 系统,较低的所需压力是约 27 巴,而最高所需压力约 39 巴。对于没有 ERD 的硫酸盐还原纳米过滤 (SRNF) 系统,最低所需的压力可以约 14 巴和最高所需的压力约 19 巴。

[0080] 本发明的一个或多个实施例还可以包括在高压泵上的可变频率驱动器 (VFD)。VFD 是通过控制供给到电机的电功率的频率控制交变电流 (AC) 电动马达的转速的系统。通过采用 VFD,由可变转速高压泵产生的压力也可以根据系统的具体需要在任何时间变化,例如,作为操作、膜类型、水质量目标和 / 或海水温度和盐度的函数。

[0081] 然而,在高压泵上使用可变频率驱动器实现的灵活性受到限制。因此,根据一个或多个实施例,连接能量回收系统与 VFD 系统可能是有利的。例如,如图 2 和图 4A-B 所示,根据一个或多个实施例,能量可以从使用涡轮增压器 (或其他能量回收设备) 232 的浓缩物流中回收。在海水系统中,典型地约 55% 至 60% 的加压进料水在浓缩物流中具有约 60 巴的压力的情况下离开该系统。这种能量可以被回收以减少系统的特定能源需求。除了涡轮增压器,能量回收方法可以包括水斗轮、反转涡轮机和 / 或活塞式工作交换器。高压浓缩物被送入能量回收装置 (例如,涡轮增压器或其他能量回收设备),在那里高压浓缩物产生旋转动力输出。这可用于协助驱动高压泵的主电动机。与传统泵驱动器相比,能量回收系统节约能源约 40% 至约 50%。

[0082] 根据一个或多个实施例,回收的能量可以用于驱动变速高压泵 212,将过滤海水泵送到处理模块 260。在其它实施例中,可能没有必要回收能量以达到用于具体膜的操作的足够压力,在这种情况下,可以绕过涡轮增压器。

[0083] 当与在变速高压泵上的 VFD 结合时,涡轮增压器能量回收可能允许高压泵根据正在使用的特定类型的膜元件进行调整。因为典型的高压泵不能够跨过纳米过滤和反渗透膜元件两者所需的整个压力范围操作,这是有利的。正如上面所讨论的,取决于所使用的膜元件的类型,经预处理的海水可能需要在进入膜之前,加压至在溶液的渗透压之下的合适的压力。预处理海水具有约 24 巴的渗透压,从而,对于纳米过滤膜,至少 20 巴的加压 (但不超过 41 巴的最大允许进料压力) 必须施加在进料流 210 上,而对于反渗透膜必须施加至少 70 巴的加压 (但不超过 82 巴的最大允许进料压力值)。

[0084] 因此,一个或多个实施例,提供具有在使用单个高压泵的多个膜元件之间切换的灵活性的海水处理系统,从而使海水可以被处理以产生具有专门定制的特性的任何种类水,而不必使用多台高压泵和 / 或通过多处理系统。

[0085] 如上所讨论的,海水相对于淡水具有较高的离子含量。例如,海水通常富含离子,诸如钠、氯化物、硫酸盐、镁、钾和钙离子。海水通常具有至少约 $30,000\text{mg/L}$ 的总溶解固体 (TDS) 含量。根据一个或多个实施例,优选地,渗透流具有小于约 $4,000\text{mg/L}$ 的总溶解固体含量,更优选地,从约 $2,000\text{mg/L}$ 至约 $4,000\text{mg/L}$ 。

[0086] 改善的油回收

[0087] 如上所述,改进的油回收处理通常通过一个或多个注入井将水注入地下含烃储

层,以便于通过一种或多种碳氢化合物生产井从储层回收碳氢化合物。在二次采油过程中,可将水注入储层作为注水(waterflood)。替换地,水可以组合其他部件注入储层,作为在三次油回收过程中的可混溶的或不混溶排放流体。水也经常地注入地下油和/或气储层以保持储层压力,这有利于从储层回收碳氢化合物和/或气体。

[0088] 根据一个或多个实施例,注射流体可以包括已经根据上文所披露的方法处理的水溶液(例如,海水)。在特定的实施例中,海水可能首先经历水引入系统中的过滤,从而海水被泵送通过第一过滤器,以除去任何大的污染物(例如,沙、岩石、植物、碎屑等),然后通过第二过滤器,以除去大分子物(例如,悬浮固体、胶体、高分子物质、细菌、油、颗粒物质、蛋白质、高分子量溶质等)。本技术领域的普通技术人员将会理解,根据设备的规格和将被除去的颗粒物质的类型和密度,可以使用不同类型的过滤器,包括例如,沙子或介质过滤器、筒式过滤器、超滤和/或微过滤器。

[0089] 在通过水引入系统后,过滤海水可以被设置到海水处理系统,诸如在本公开的附图中所示。具体而言,如图 4A-B 所示,被过滤海水可以通过变速高压泵 212 提供给处理模块 260,高压泵 212 推压过滤海水通过一个或多个膜压力容器(例如,214、216 和 218),从而产生渗透流和浓缩物流。

[0090] 渗透流可以包括除去特定的离子和/或分子的水,例如,与从水引入系统产生的过滤海水相比,渗透流可以具有较低的硫酸盐离子含量和/或较低的盐度。如图 5 所示,渗透流然后可通过渗透输送系统 520 被输送,例如,从船只 300 输送到钻井平台 512、从海底 516 输送到钻井平台 512 和/或从钻井平台 512 输送到井 510,并且用作注射流体,用于从地下含烃地层 514 提高碳氢化合物的回收。

[0091] 浓缩物流可以包括由一个或多个膜压力容器内的膜元件除去的离子和/或分子。然后,浓缩物流可以例如通过浓缩物排放和能量回收系统内的多个浓缩物排放端口被处置。然而,在处置浓缩物之前,涡轮增压器可以用于捕捉浓缩物流所具有的能量,并且将这样的能量返回到变速高压泵 212。此外,浓缩物可以在被处置之前被稀释或以其他方式处理。

[0092] 在一个或多个实施例,来自一个或多个膜压力容器(无论是渗透流和/或浓缩物流)的流出物可以采取一个或多个相继地通过处理模块 260。此外,在一些实施例中,可以在海水处理系统中使用一个以上的处理模块。

[0093] 在一个或多个实施例中,用于从地下含烃地层 514 回收碳氢化合物的方法可以包括通过注入井 560 将渗透流注入含烃地层 514,将具有渗透流的碳氢化合物排放向相关联的碳氢化合物生产井 580,并且通过碳氢化合物生产井 580 从地层 514 回收碳氢化合物。

[0094] 优选地,一个或多个实施例的方法,可能会导致从含烃地层回收的碳氢化合物增加,例如,当与使用未经处理的高盐度注射用水的注水处理相比时,增加在约 2%至约 40% 的范围内。

[0095] 如图 6A-B 所示,本发明中的一个或多个实施例的系统和方法可以被包括在各种配置中。具体而言,如图 6A-B 所示,本发明的系统和/或方法可以被配置成使得变速高压泵 212 推压过滤海水 611 通过一个或多个处理模块 212,从而产生浓缩物流 634 和渗透物流(图中未显示)。然后,浓缩物流 634 可以例如通过浓缩物排放和能量回收系统内的多个浓缩物排放端口被处置。然而,在浓缩物流 634 被处置之前,涡轮增压器(或其他能量回收设

备) 232 可以用于捕捉浓缩物流 634 所具有的能量, 并且返回这种能量到变速高压泵 212。此外, 浓缩物流 634 可以在处置之前稀释或以其他方式处理。替换地, 如图 6B 所示, 本发明的系统和 / 或方法可以配置为使得浓缩物流 634 例如通过弯头管道 613 绕过浓缩物排放和能量回收系统。

[0096] 替换地, 在本发明的其他实施例中, 本发明的系统和 / 或方法可以能够在图 6A-B 中显示的系统之间来回切换。例如, 在期望回收能量时, 涡轮增压器 232 可以用于捕捉浓缩物流 634 具有的能量, 然而, 在不需要回收能量时, 涡轮增压器 232 可以被旁路 (如在图 6B 中所示)。

[0097] 此外, 如图 7 所示, 根据本发明的一个或多个实施例的系统 and / 或方法可以包括涡轮增压器 232 和弯头管道 613 两者, 其中涡轮增压器 232 和弯头管道 613 通过阀 614 连接。在一个实施例中, 阀 614 可保持打开状态, 以便允许浓缩物流 634 直接通过管道传输到涡轮增压器 232。在另一个实施例中, 一些阀 614 可以被关闭, 从而绕过涡轮增压器 232。此外, 浓缩物流 634 可以在被处置之前稀释或以其他方式处理。

[0098] 示例

[0099] 提供下面的实施例以进一步说明本申请, 和使用本文所公开的方法和系统用于处理海水。使用如下实施例以设计用于高压海水反渗透 (SWRO) 系统的压力中心 (即, 泵和能量回收), 然后使用最小修改转换为纳米过滤系统。

[0100] 示例 1

[0101] 预处理的开口引入海水的的第一组的 3 个样品分别地供给到含有三种类型的反渗透膜中一种的三个系统。水的温度是 18℃。使用的通量为 14.5LMH(8.56GFD), 其典型用于 MF/UF 预处理开口引入海水。使用的回收率是 40%, 其典型用于 SWRO。表 1 示出用于第一组的 3 个样品的结果:

[0102]

反渗透膜	1	2	3
进料压力	49.43 巴	48.9 巴	52.2 巴
浓缩物压力	47.37 巴	47.3 巴	51.3 巴
渗透 TDS	218mg/L	264mg/L	258mg/L
渗透 SO ₄	1.74mg/L	5.3mg/L	3.6mg/L

[0103] 表 1. 用于第一组的 3 个海水样品的结果

[0104] 示例 2

[0105] 预处理的开口引入海水的第二组的 3 个样品分别地供给到如在示例 1 中使用的含有三种类型的反渗透膜中的一种的相同的三个系统。水的温度是 25 度。使用的通量和回收率与示例 1 相同 (即, 通量为 14.5LMH 和回收率为 40%)。表 2 示出用于第二组的 3 个样品的结果:

[0106]

反渗透膜	1	2	3
进料压力	48.03 巴	47.6 巴	50.0 巴
浓缩物压力	46.5 巴	46.0 巴	49.1 巴
渗透 TDS	353mg/L	341mg/L	360mg/L
渗透 SO ₄	2.85mg/L	6.9mg/L	5.1mg/L

[0107] 表 2. 用于第二组的 3 个海水样品的结果

[0108] 示例 3

[0109] 预处理的开口引入海水的第三组的 3 个样品分别地供给到如在示例 1 和 2 中使用的含有三种类型的反渗透膜中的一种的相同的三个系统。水的温度是 31 度。使用的通量和回收率与示例 1 和 2 相同（即，通量为 14.5LMH 和回收率为 40%）。表 3 示出用于第三组的 3 个样品的结果：

[0110]

反渗透膜	1	2	3
进料压力	47.32 巴	47.2 巴	48.8 巴
浓缩物压力	45.94 巴	45.6 巴	48.0 巴
渗透 TDS	522mg/L	413mg/L	479mg/L
渗透 SO ₄	4.25mg/L	8.3mg/L	282mg/L

[0111] 表 3. 用于第三组的 3 个海水样品的结果

[0112] 下面的示例被用来组合 RO 系统和 NF 系统。首先，如在示例 4 中所示，NF 系统的限制需要予以确定。这是因为与 SWRO 相比，典型的标准 NF 元件可以以较高的回收率和通量操作，例如，通量可以约 17.0LMH（约 10GFD 或更高），并且使用适当的水垢抑制剂，回收率可以是约 70% -75%。用于下面的示例的海水的样品与用于示例 1-3 的样品相同，即样品是预处理的开口引入海水。替换地，到每个膜的进料流的滑移是相同的，即 16070m³/d，使得泵和预处理相同。

[0113] 示例 4

[0114] NF 系统的限制被测试，以确定最大回收率、最大渗透、最大压力、最大进料、系统通量、第一阶段通量和第二阶段通量。表 4 示出从 NF 两级系统所获得的结果，包括在水具有温度 18℃的情况下的 Dow NF90-400 系统。根据示例 4 的结果，得出的结论是两阶段系统会导致警告和不平衡的阶段。

[0115]

每个元件NF 90-400 上的Dow限制		NF 突出运行结果			
		两个阶段 2:1 排列	两个阶段 2:1 排列	两个阶段 2:1 排列	两个阶段 2:1 排列
		60% 回收率	50% 回收率	45% 回收率	40% 回收率
最大回 收率	0.17	0.17	0.13	0.12	0.10
最大渗 透	29.9 m ³ /d	(56.7)	(44.53)	(38.97)	(33.8)
最大压 力	41.37 巴	(55.9)	(45.98)	(42.2)	39
最大进 料	397.9 m ³ /d			(414) (第 二阶段)	(44.6)
	目标				
系统通 量	17	22	18	16	14.5
第一阶 段通量	11 ±	30	24	22	19.38
第二阶 段通量	6 ±	5.4	5.1	5.0	4.34

[0116] 表 4. 来自两个阶段系统的 NF 突出运行结果

[0117] * 括号中的项目表示设计错误 / 警告。

[0118] 示例 5

[0119] 示例 4 中运行的同样的试验被再次运行,除了具有单级系统,以确定 NF 系统的设计上的限制。表 5 示出从 NF 单级系统获得的结果,该 NF 单级系统包括在水温度为 18℃情况下的 DOW NF90-400 系统。根据示例 5 的结果,得出的结论是单级的约 42%的低的回收率将不会导致设计错误,并且保持与 SWRO 相同的滑动的上游。

[0120]

每个元件NF 90-400 上的Dow限制		NF 突出运行结果			
		单级	单级	单级	单级
		50%回收率	47%回收率	45%回收率	42%回收率
最大回 收率	0.17	0.17	0.15	0.14	0.13
最大渗 透	29.9 m ³ /d	(37.8)	(34.6)	(32.5)	29.5
最大压 力	41.37 巴	(44.6)	(42.2)	40.7	38.6
最大进 料	397.9 m ³ /d				
目标	目标				
系统通 量	17	(18.1)	17	16.3	15.2

[0121] 表 5. 来自单级系统的 NF 突出运行结果

[0122] * 括号中的项目表示设计错误 / 警告。

[0123] 示例 6

[0124] 预处理开口引入海水的一组 3 个样品分别地供给到单级 NF 系统。水的温度是 18℃。表 6 示出用于该组的结果：

[0125]

NF 膜	1	2
进料压力	38.6 巴	33.4 巴
浓缩物压力	36.9 巴	31.9 巴
渗透 TDS	3077mg/L	9815mg/L
渗透 SO ₄	40mg/L	130mg/L

[0126]

[0127] 表 6. 通过单级 NF 系统运行的一组 3 个海水样品的结果

[0128] 示例 7

[0129] 预处理开口引入海水的第二组 3 个样品被分别地供给到单级 NF 系统。水的温度是 25℃。表 7 示出用于该组的结果：

[0130]

NF 膜	1	2
进料压力	36.6 巴	30.6 巴
浓缩物压力	35.2 巴	29.1 巴
渗透 TDS	4472mg/L	11824mg/L
渗透 SO ₄	61mg/L	158mg/L

[0131] 表 7. 运行通过单级 NF 系统的一组 3 个海水样品的结果

[0132] 示例 8

[0133] 预处理的开口引入海水的第三组 3 个样品被分别地供给到单级 NF 系统。水的温度是 31℃。表 8 示出用于该组的结果：

[0134]

NF 膜	1	2
进料压力	34.5 巴	27.8 巴
浓缩物压力	33.1 巴	26.2 巴
渗透 TDS	5612mg/L	13777mg/L
渗透 SO ₄	79.5mg/L	187mg/L

[0135] 表 8. 运行通过单级 NF 系统的一组 3 个海水样品的结果

[0136] 示例 9

[0137] 预处理过的开口引入海水的三个样品被分别地送入两阶段硫酸盐还原纳米过滤 (SRNF) 系统。表 9 示出用于该组的结果：

[0138]

样品	1	2	3
温度	18℃	25℃	31℃
进料压力	18.5 巴	15.7 巴	13.8 巴
浓缩物压力	17.1 巴	14.4 巴	12.6 巴
渗透 TDS	32550mg/L	32700mg/L	32800mg/L
渗透 SO ₄	26mg/L	31mg/L	37mg/L

[0139] 表 9. 用于运行通过两个阶段 NF 系统的一组 3 个海水样品的结果

[0140] 从示例 1-3 确定,用于 SWRO 系统的进料压力的范围可以从约 47 巴至约 53 巴,并且浓缩物压力范围可以从约 45 巴至约 50 巴。从示例 4-8 确定,用于标准 NF 系统的进料压

力的范围可以从约 27 巴至约 39 巴,并且浓缩物压力范围可以从约 26 巴至约 37 巴。从实施例 9 确定,用于 SRNF 系统的进料压力可以从约 14 巴至约 19 巴,并且浓缩物压力范围可以从约 12 巴至约 17 巴的范围。

[0141] 此外,尽管上述实施例描述为应用于海上水处理,本领域的普通技术人员会理解,处理技术也可以用在基于陆地的操作,尤其是在进料水具有高的盐度和 / 或高的离子含量时。

[0142] 此外,通过本说明书,本领域的技术人员将理解,系统和方法也适用于其他水处理环境。例如,通过替换适当的一个或多个处理模块,市民可以使用该系统和方法以产生饮用水或以其他方式处理的水。

[0143] 优选地,一个或多个实施例可以提供以下一个或多个。在海上作业中,注入水的最常见的来源为海水,海水具有相当水平的污染物,在可以使用海水作为注射水之前,污染物可能要被除去。根据被钻地层的类型,海水中的某些成分必须除去而其他成分必须保持,以保护地层免受损害,并且最大限度地从地层中产生碳氢化合物。使用组合的水处理方法可以允许水处理过程能够有效地和成本有效地制备专门定制用于被钻探地层的注射用水,并且因而允许提高回收率。另外,水处理过程可以用于减少与注射水的制备相关的成本,因为最昂贵的部件,即高压泵,可以使用从废弃流中回收的能量以可变压力操作,并且因此用于超过一种膜类型。

[0144] 虽然已经相对于有限数目的实施例描述了本发明,受益于本公开的本领域的技术人员将理解,可以设计出不脱离如本文所公开的本发明的范围的其它实施例。因此,本发明的范围应仅由所附权利要求限制。

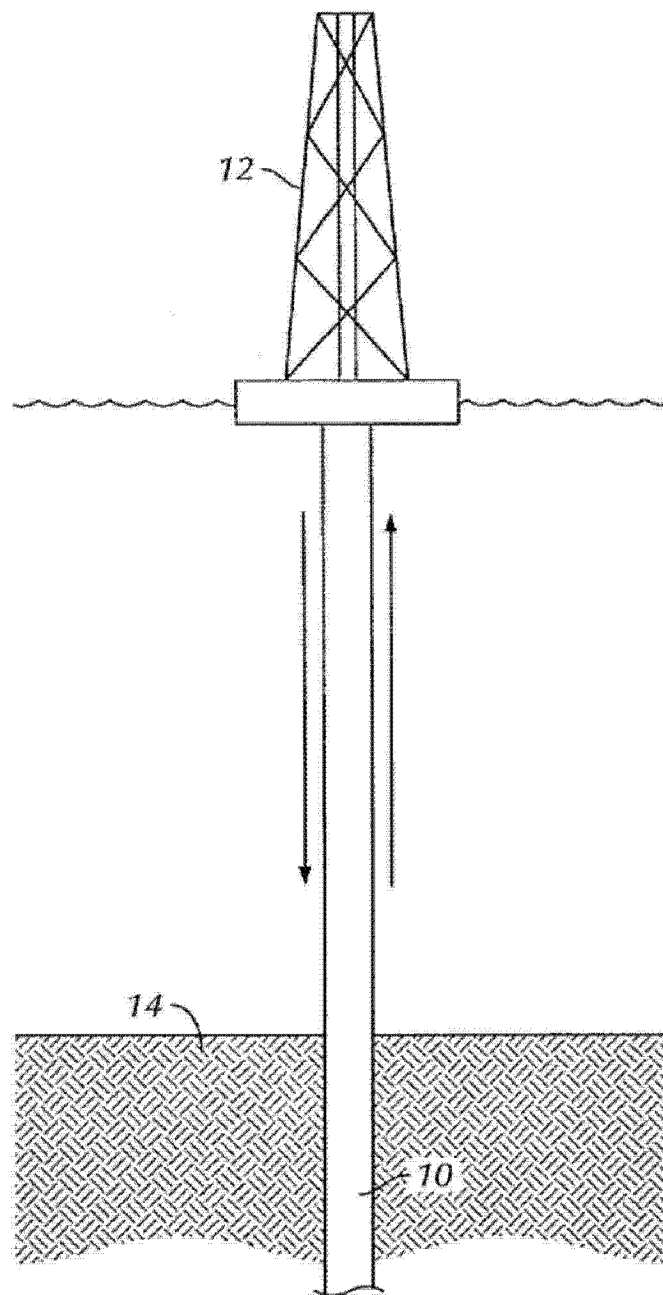


图 1(现有技术)

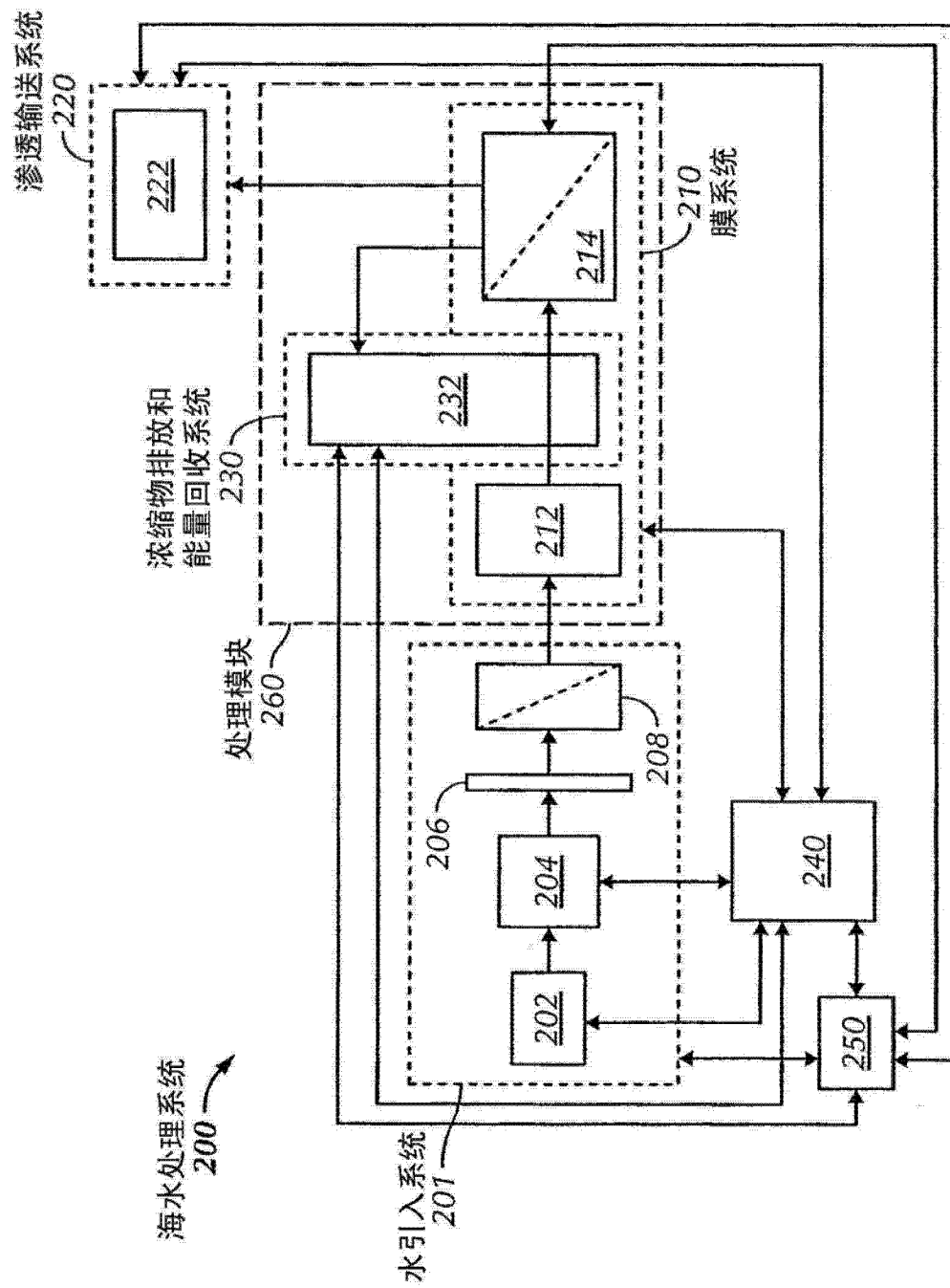


图 2

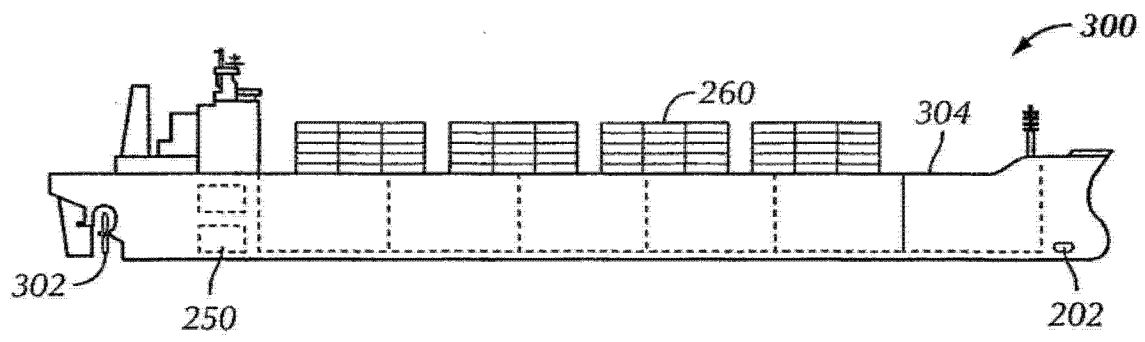


图 3A

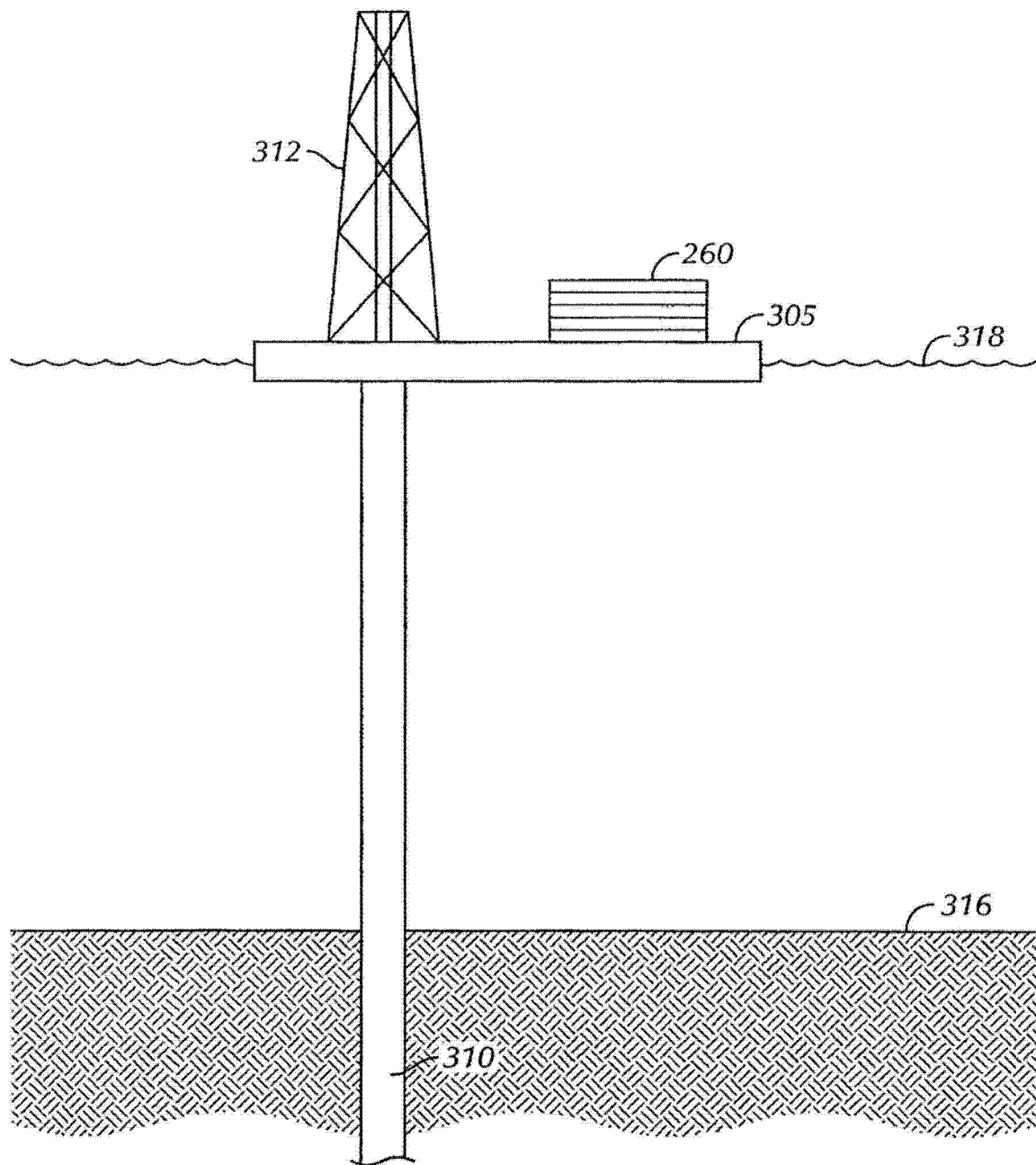


图 3B

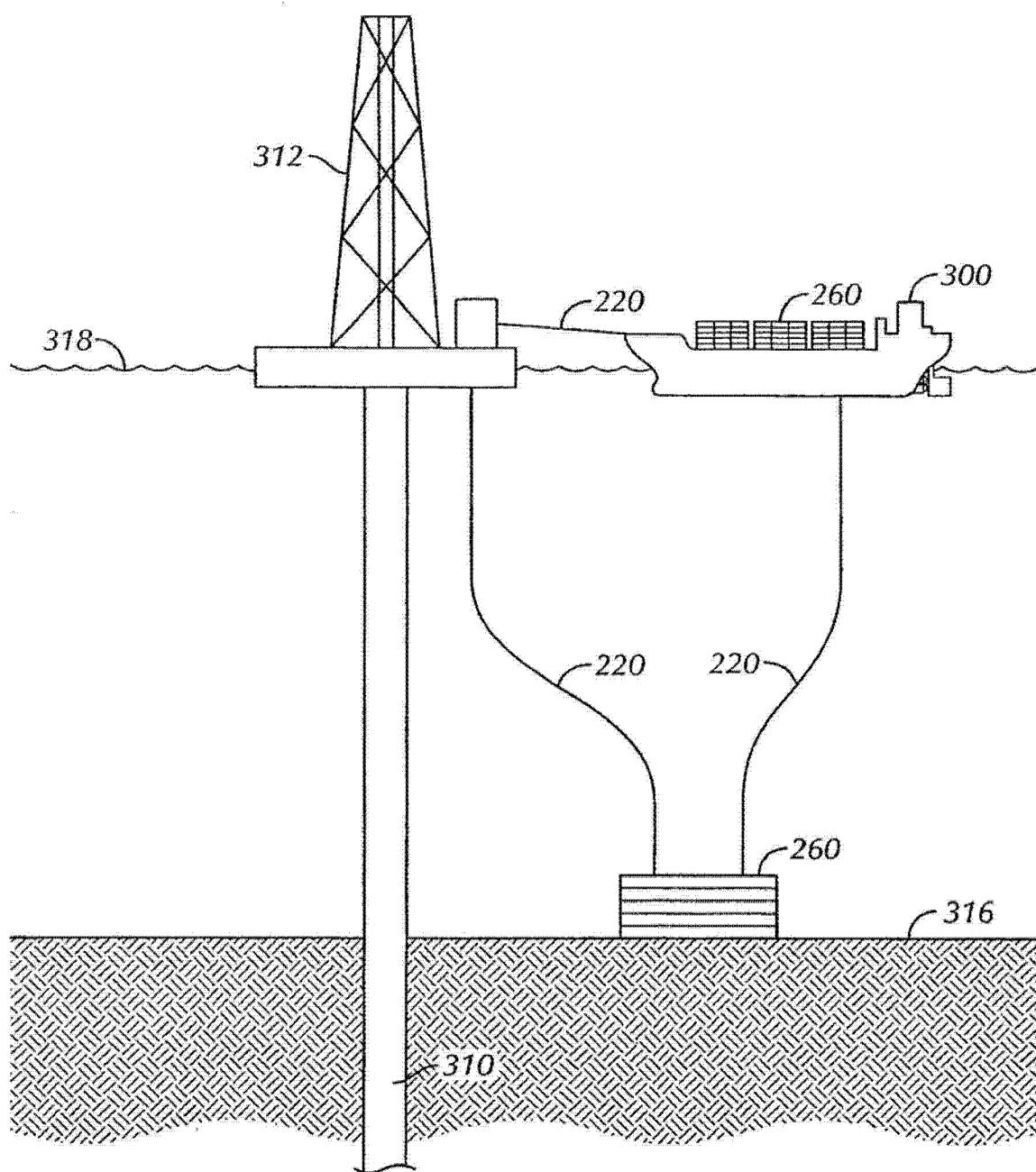


图 3C

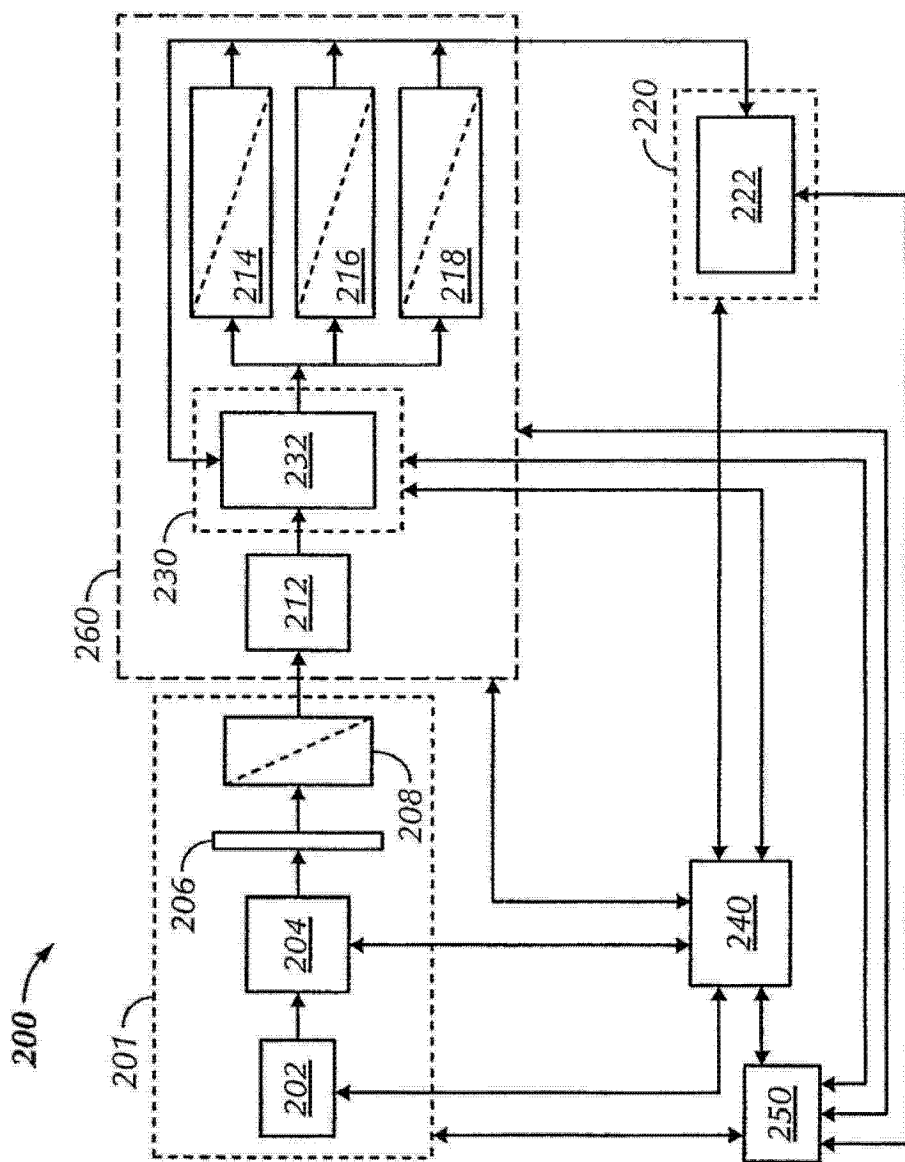


图 4A

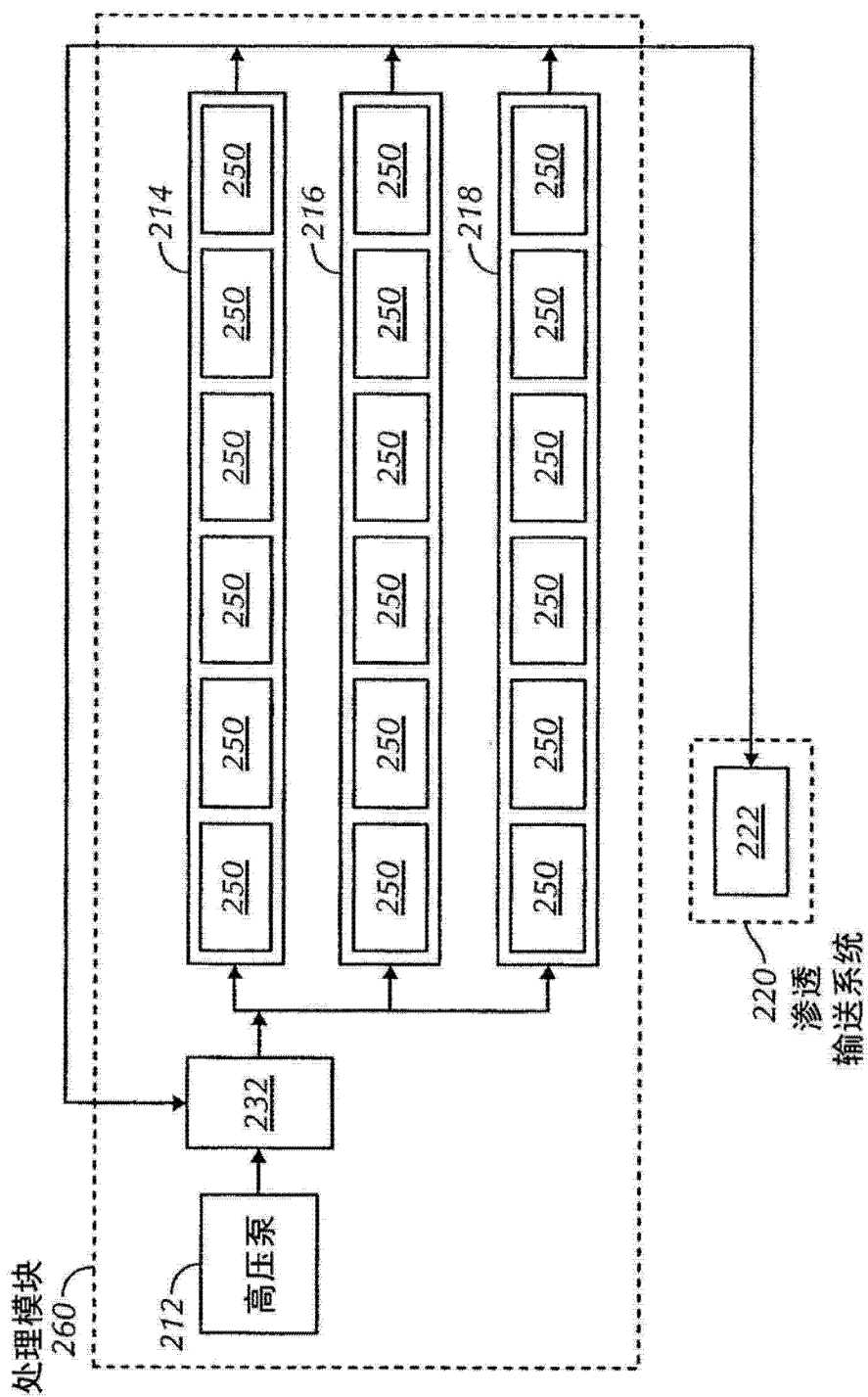


图 4B

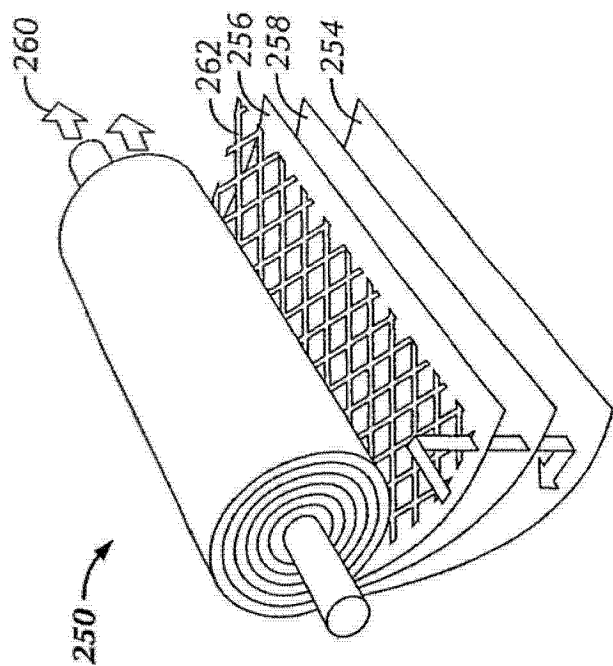


图 4C

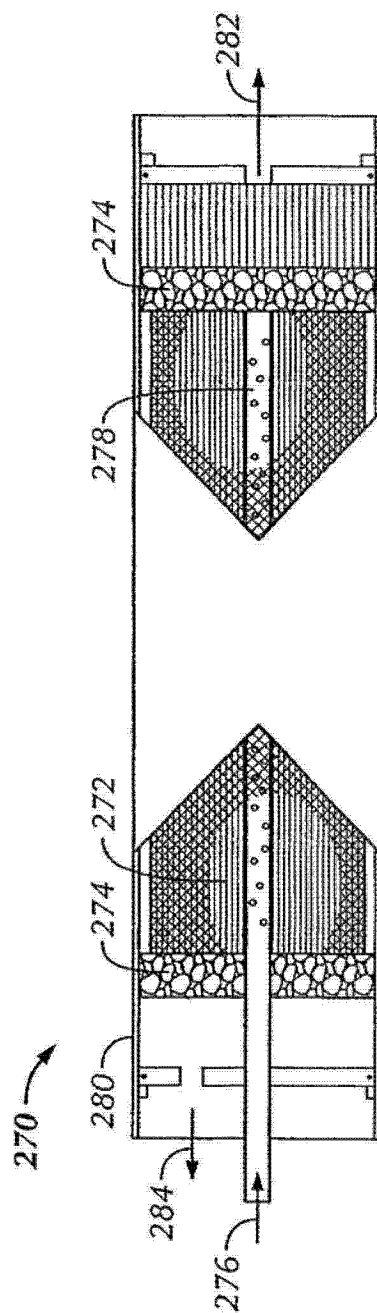


图 4D

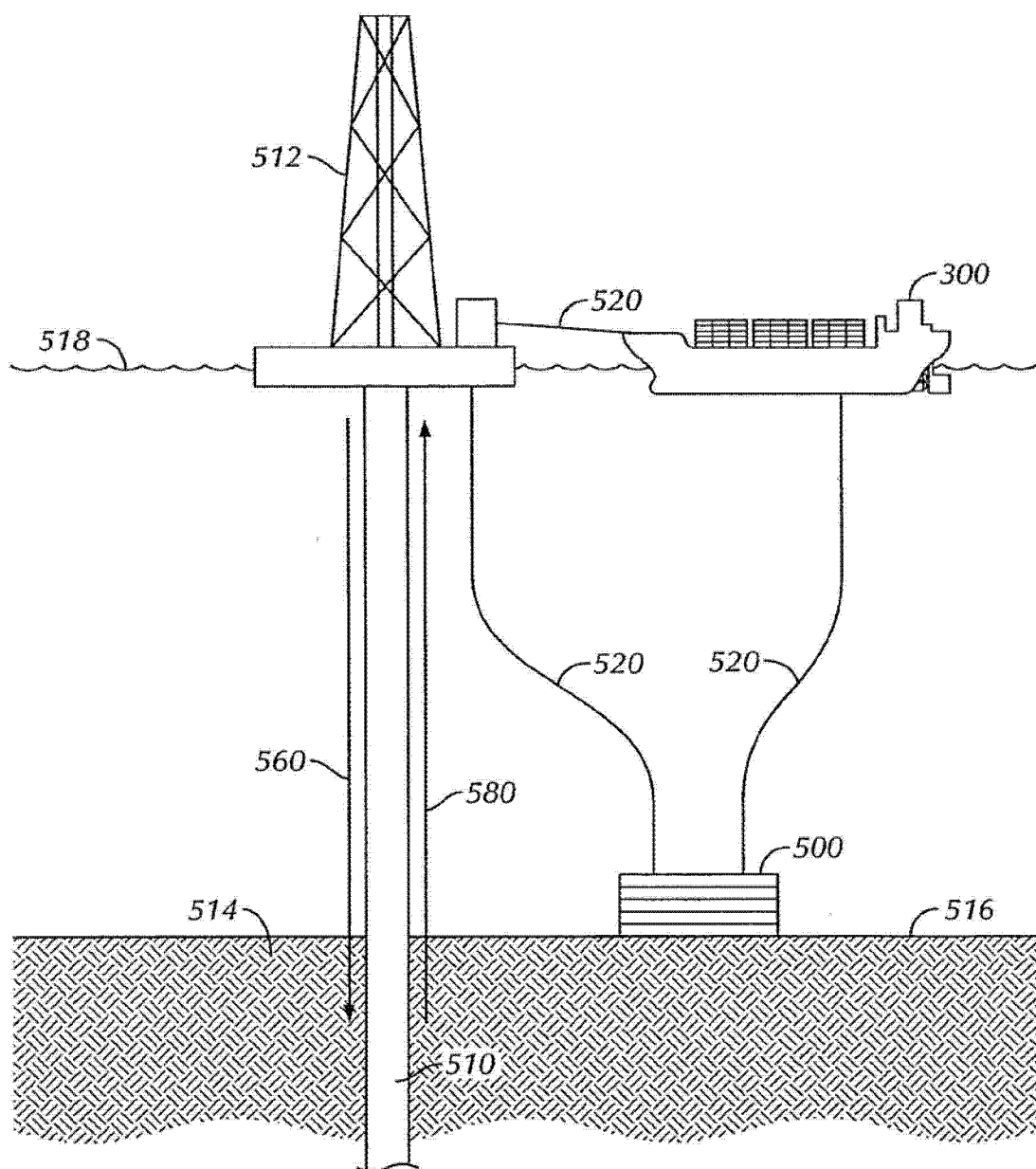


图 5

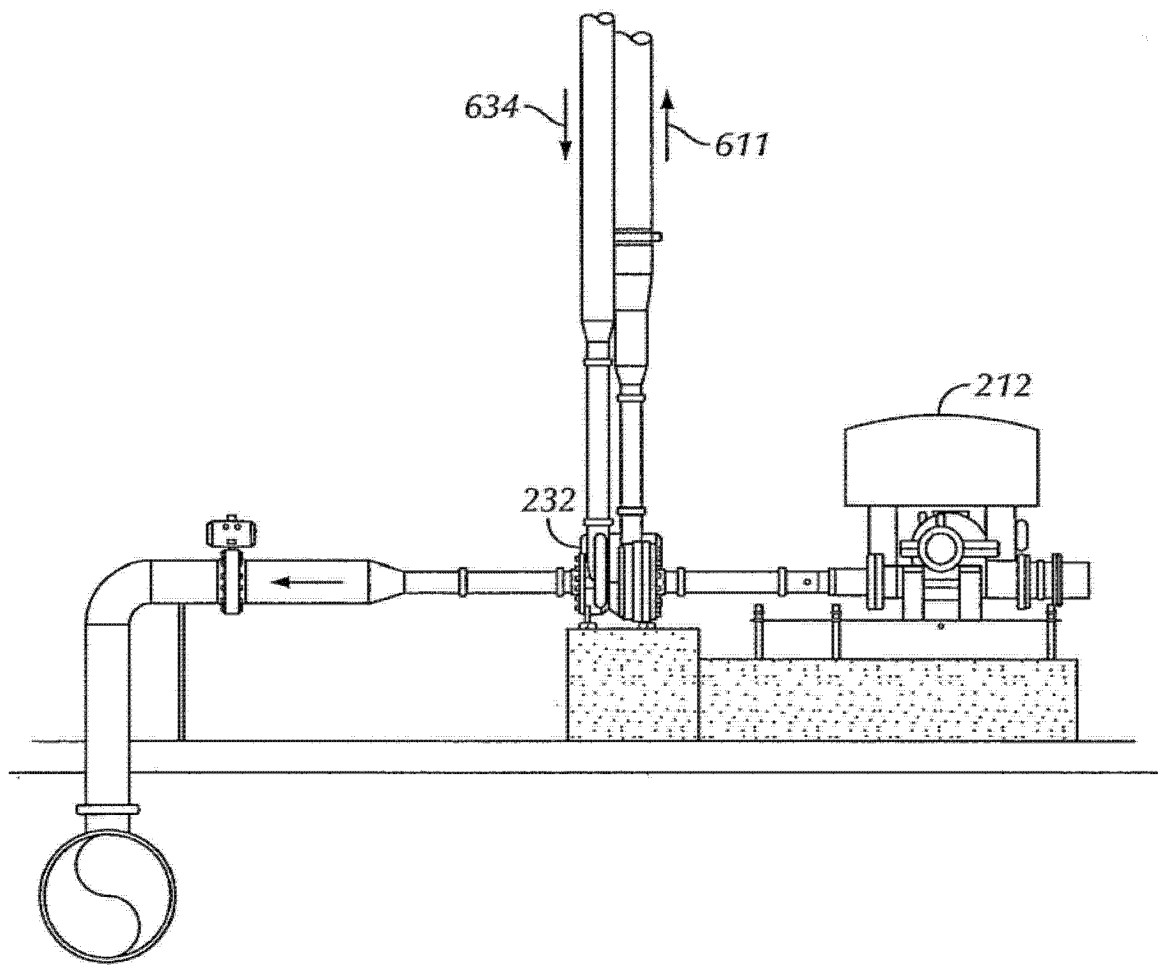


图 6A

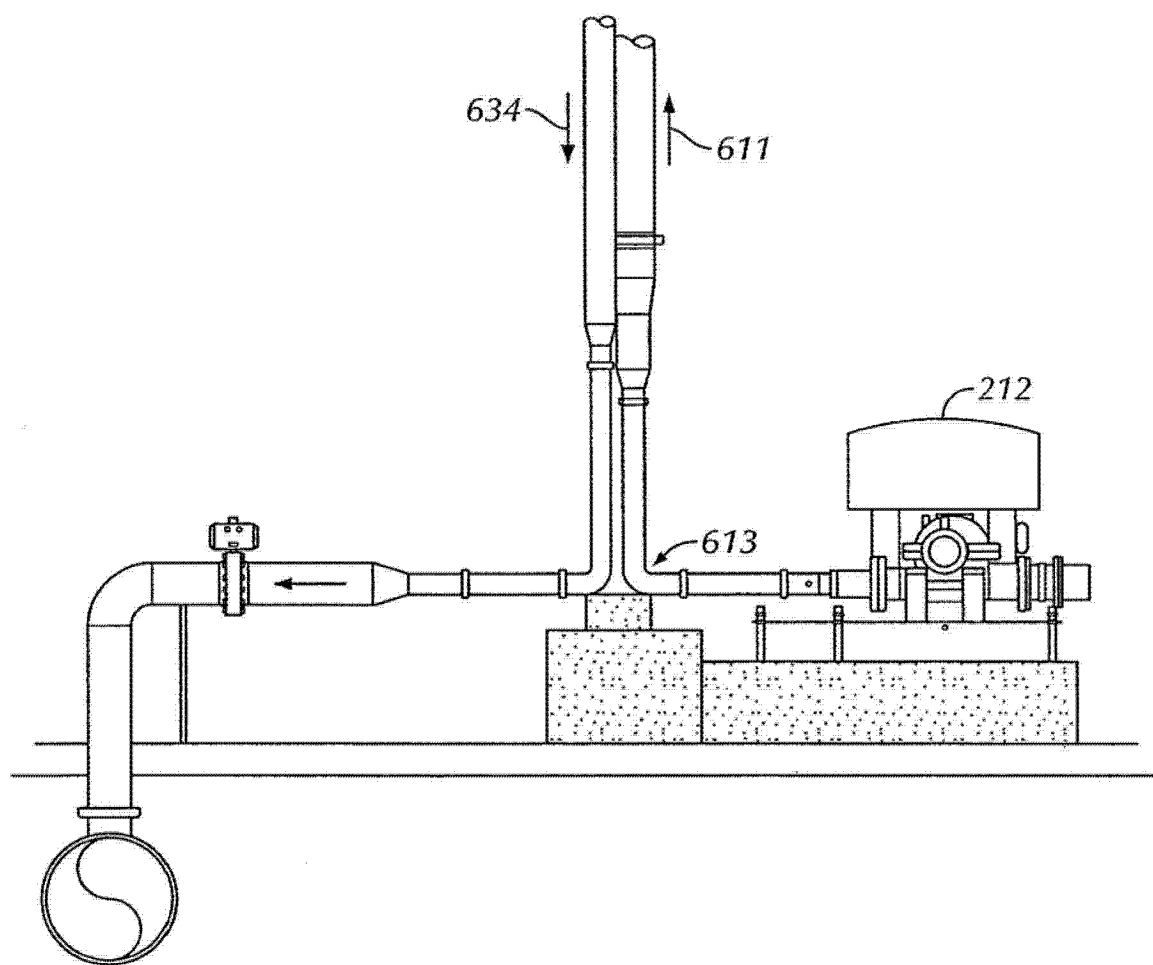


图 6B

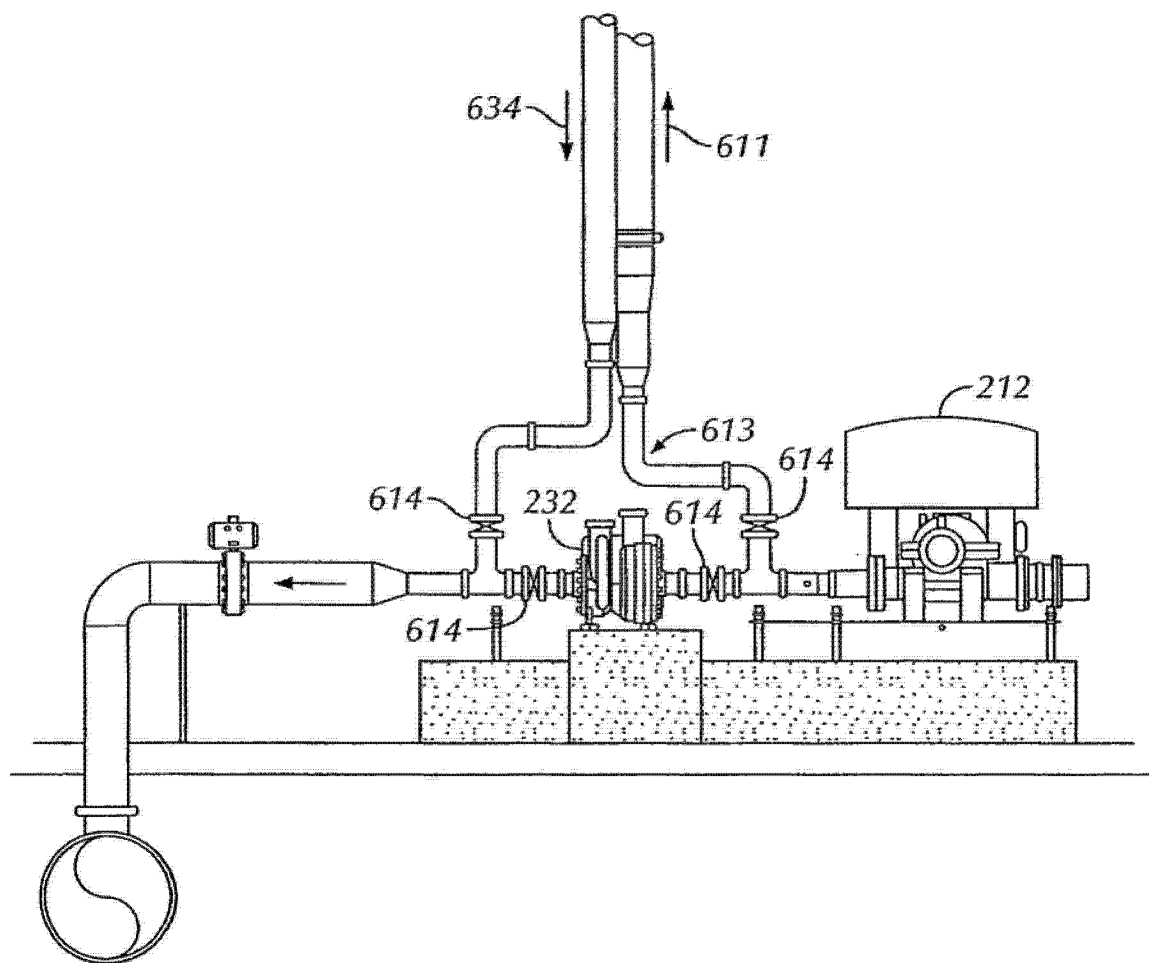


图 7