



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107949543 A

(43)申请公布日 2018.04.20

(21)申请号 201680049575.X

(22)申请日 2016.08.26

(30)优先权数据

62/210,775 2015.08.27 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2018.02.27

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2016/048825 2016.08.26

(87)PCT国际申请的公布数据

W02017/035422 EN 2017.03.02

(71)申请人 斯伦贝谢技术有限公司

地址 荷兰海牙

(72)发明人 S·阿斯达尔 M·I·T·麦乐姆

K·拉贝

(74)专利代理机构 北京派特恩知识产权代理有限公司 11270

代理人 康艳青 姚开丽

(51)Int.Cl.

G02F 1/24(2006.01)

G02F 1/20(2006.01)

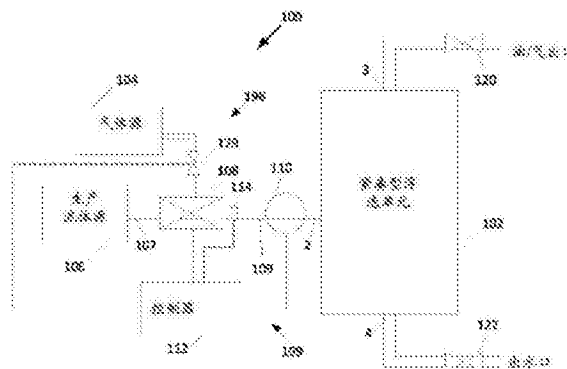
权利要求书3页 说明书7页 附图9页

(54)发明名称

气泡大小监测和控制

(57)摘要

本文公开了一种用于增强与产出水的油分离的设备及其方法。一种这样的方法包括：根据至少一个操作条件将至少具有水相和油相的多相流体与浮选气体混合，以便产生其中具有所述浮选气体的气泡的增强多相流体。然后使用分离器将所述油相与所述水相分离。监测与所述增强多相流体相关联的至少一个特性。根据所述监测的特性调节所述操作条件，以便相对于在未调节所述操作条件的情况下与所述水相分离的所述油相的百分比增加通过所述分离器与所述水相分离的所述油相的百分比。



1. 一种系统,其包括:

第一导管,其用于流动多相流体;

浮选气体源;

混合系统,其具有与所述第一导管的下游端流体连通的第一入口、与所述浮选气体源流体连通的第二入口,以及出口,所述混合系统被配置来将从所述第一导管的所述下游端流出的所述多相流体与来自所述浮选气体源的浮选气体混合,以便在所述出口处产生其中具有所述浮选气体的气泡的增强多相流体;

第二导管,其具有与所述混合系统的所述出口流体连通的上游端;

气泡控制系统,其与所述第二导管相关联并且被配置来:

执行与所述增强多相流体中的所述浮选气体的所述气泡的大小相关联的测量;

响应于所述测量来控制所述混合系统,以便影响所述浮选气体的所述气泡的大小,以使其高于阈值。

2. 如权利要求1所述的系统,其中所述气泡控制系统响应于所述测量来控制所述混合系统,以便影响所述浮选气体的所述气泡的大小,以使其高于第一阈值且低于第二阈值。

3. 如权利要求1所述的系统,其中所述混合系统包括可调节混合器,所述可调节混合器在其所述出口处具有可调节出口阀,以便在所述增强多相流体流动通过其中时调节所述增强多相流体的压力;并且其中所述气泡控制系统通过致使所述可调节出口阀的位置更改来控制所述混合系统。

4. 如权利要求3所述的系统,其中所述可调节出口阀是可变面积孔板阀、蝶阀、可变笼阀、虹膜隔膜型可变阀或其中具有可变限制板的阀。

5. 如权利要求1所述的系统,其中所述混合系统包括静态混合器和与所述静态混合器和所述第二导管相关联的可调节阀,以便在所述增强多相流体流动通过所述第二导管时调节所述增强多相流体的压力;并且其中所述气泡控制系统通过致使所述可调节阀的位置更改来控制所述混合系统。

6. 如权利要求1所述的系统,其中所述混合系统包括用于所述浮选气体源的浮选气体源控制器;并且其中所述气泡控制系统通过与所述浮选气源控制器通信来控制所述混合系统,以便更改所述浮选气源的流量。

7. 如权利要求1所述的系统,其中所述混合系统包括与所述浮选气体源相关联的可调节气体阀;并且其中所述气泡控制系统控制所述可调节气体阀,以便在所述浮选气体进入所述混合系统的所述第二入口时调节所述浮选气体的压力。

8. 如权利要求1所述的系统,其中所述气泡控制系统包括:

相机,其与所述第二导管相关联并被配置来当所述增强多相流体流动通过所述第二导管时捕获所述气泡的图像;以及

控制器,其被配置来通过对所述气泡的所述图像执行图像处理来执行所述测量,以便估计所述气泡的大小,并且响应于所述气泡的所述估计大小来控制所述混合系统。

9. 如权利要求1所述的系统,其中所述气泡控制系统包括:

压差感测装置,其与所述第一导管、所述第二导管和所述混合系统相关联并被配置来通过确定流动进入所述混合器的所述第一入口中的所述多相流体与流动出所述混合器的所述出口的所述增强多相流体之间的压差来执行所述测量;以及

控制器,其被配置来响应于所述经确定的压差来控制所述混合系统。

10. 如权利要求1所述的系统,其中所述气泡控制系统通过估计所述第一导管中的所述多相流体和所述第二导管中的所述增强多相流体中的至少一种流体的速度来执行所述测量。

11. 如权利要求1所述的系统,其中所述气泡控制系统响应于所述测量来控制所述混合系统,以便影响所述浮选气体的所述气泡的大小,以使其无论通过所述第一管道的所述多相流体流量如何都高于所述阈值。

12. 如权利要求1所述的系统,其中所述阈值大于100微米。

13. 如权利要求1所述的系统,其还包括分离器,所述分离器具有与所述第二导管的下游端流体连通的入口以及可允许所述增强多相流体的至少一部分油相流动通过的出油口;并且其中所述阈值足以允许大部分所述油相流动通过所述出油口。

14. 一种方法,其包括:

根据至少一个操作条件将至少具有水相和油相的多相流体与浮选气体混合,以便产生其中具有所述浮选气体的气泡的增强多相流体;

将所述油相与所述水相分离;

监测与所述增强多相流体相关联的至少一个特性;

根据所述监测的至少一个特性调节所述至少一个操作条件,以便相对于在未调节所述操作条件的情况下与所述水相分离的所述油相的百分比增加与所述水相分离的所述油相的百分比。

15. 如权利要求14所述的方法,其中使用混合器执行所述混合;其中监测所述至少一个特性包括监测跨所述混合器的流体压差;并且其中调节所述至少一个操作条件包括调节在所述混合过程中所述浮选气体的流量和所述流体压差中的至少一个。

16. 如权利要求14所述的方法,其中使用混合器执行所述混合;其中监测所述至少一个特性包括通过对所述气泡的图像执行图像处理来监测所述气泡的估计大小;并且其中调节所述至少一个操作条件包括调节在所述混合过程中所述浮选气体的流量和所述增强多相流体的压力中的至少一个。

17. 如权利要求14所述的方法,其中使用混合器执行所述混合;其中监测所述至少一个特性包括估计所述多相流体和所述增强多相流体中的至少一个的速度;并且其中调节所述至少一个操作条件包括调节所述浮选气体在所述混合过程中的流量和所述增强多相流体的压力中的至少一个。

18. 一种方法,其包括:

根据至少一个操作条件将多相流体与浮选气体混合,以便产生其中具有所述浮选气体的气泡的增强多相流体;

监测与所述增强多相流体相关联的至少一个特性;以及

根据所述监测的至少一个特性调节所述至少一个操作条件,以便影响所述气泡的大小,以使其高于阈值。

19. 如权利要求18所述的方法,其中使用混合器执行所述混合;其中监测所述至少一个特性包括监测跨所述混合器的流体压差;并且其中调节所述至少一个操作条件包括调节在所述混合过程中所述浮选气体的流量和所述流体压差中的至少一个。

20. 如权利要求18所述的方法,其中使用混合器执行所述混合;其中监测所述至少一个特性包括通过对所述气泡的图像执行图像处理来监测所述气泡的估计大小;并且其中调节所述至少一个操作条件包括调节在所述混合过程中所述浮选气体的流量和所述增强多相流体的压力中的至少一个。

气泡大小监测和控制

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本专利申请要求2016年8月27日提交的标题为“BUBBLE SIZE MONITORING AND CONTROL”的临时申请美国序列号62/210,775的权益和优先权,所述临时申请的内容以引用的方式整体并入本文。

技术领域

[0003] 本公开涉及将水、与水不可混溶且密度比水低的流体和气体的混合物分离成这些组分。具体地,本公开涉及脱气浮选组合罐,其特别适合用在分离含有油和气体的水相的分离方法中。

背景技术

[0004] 烃类被广泛用作主要能源,并且对世界经济具有巨大影响。因此,烃类资源的发现和有效生产变得越来越值得注意。随着相对较易获得的烃类沉积物耗尽,烃类勘探和生产已扩展到可能更难以到达和/或可能引起新的技术挑战的新区域。在典型的操作中,无论是在陆地上还是在海面以下,都在地层中钻出钻孔,以便到达含有烃类的油层。这样的烃类呈可然后通过钻孔被带到地表的油、气体或其混合物的形式。

[0005] 从井中产生的流体可在分离器容器内分离成气体和液体。来自井口处的分离或后续分离器的水相可在涉及部分去除气体、油、化学物质和其他杂质的清洁之后排入海中。这种清洁使用诸如油/气分离器、浮选罐、水力旋流器和脱气罐的设备来完成。

[0006] 伴随从井产生的油的水的量可能发生波动,并且因此将油与产出水分离的能力可能降低,从而导致更多的油离开分离器的清洁水出口并降低分离器的效率。期望经改进的油-气-水分离器具有更好能力来控制相分离效力,尤其是当产出水的流入量在油从井筒中产生的过程中可能发生波动时。

发明内容

[0007] 一些实施方案包括用于监测和控制油-水分离器的效率的系统。

[0008] 本文公开了一种包括用于流动多相流体的第一导管和浮选气体源的系统。混合系统具有与所述第一导管的下游端流体连通的第一入口、与所述浮选气体源流体连通的第二入口,以及出口。所述混合系统用于将从所述第一导管的所述下游端流出的所述多相流体与来自所述浮选气体源的浮选气体混合,以便在所述出口处产生其中具有所述浮选气体的气泡的增强多相流体。第二导管具有与所述混合系统的所述出口流体连通的上游端。气泡控制系统与所述第二导管相关联并且用于执行与所述增强多相流体中所述浮选气体的所述气泡的大小相关联的测量,并响应于所述测量来控制所述混合系统,以便影响所述浮选气体的所述气泡的大小,以使其高于阈值。

[0009] 本文还公开了一种方法,其包括:根据操作条件将具有水相和油相的多相流体与浮选气体混合,以便产生其中具有所述浮选气体的气泡的增强多相流体。然后使用分离器

将所述油相与所述水相分离。监测与所述增强多相流体相关联的特性。根据所述监测的特性调节所述操作条件,以便相对于在未调节所述操作条件的情况下与所述水相分离的所述油相的百分比增加通过紧凑型浮选单元与所述水相分离的所述油相的百分比。

[0010] 本文还公开了一种方法,其包括:根据操作条件将多相流体与浮选气体混合,以便产生其中具有所述浮选气体的气泡的增强多相流体。所述方法还包括:监测与所述增强多相流体相关联的特性,以及根据所述监测的特性调节所述操作条件,以便影响所述气泡的大小,以使其高于阈值。

附图说明

[0011] 下文将参考附图对本公开的一些实施方案进行描述,其中相同的附图标号表示相同的元件。然而,应理解,附图示出了本文所述的各种实现方式,并且不意味着限制本文所述的各种技术的范围。附图示出并描述本公开的各种实施方案。

[0012] 图1示出可以根据本公开的一些实施方案使用的脱气浮选罐型分离器。

[0013] 图2示出根据本公开的一些实施方案的包括内联相机气泡监测器的产出水分离操作的布局结构的示意图。

[0014] 图3示出根据本公开的一些实施方案的包括压差监测器的产出水分离操作的布局结构的示意图。

[0015] 图4示出根据本公开的一些实施方案的包括速度监测器的产出水分离操作的布局结构的示意图。

[0016] 图5示出根据本公开的一些实施方案的包括多个混合器和多个内联相机气泡监测器的产出水分离操作的布局结构的示意图。

[0017] 图6A示出根据本公开的一些实施方案的静态混合器的透视图。

[0018] 图6B和6C示出根据本公开的一些实施方案的具有不同大小和形状的各种混合器板。

[0019] 图7示出根据本公开的一些实施方案的处于打开和关闭的各种阶段的动态混合器的虹膜隔膜型可变阀。

具体实施方式

[0020] 在下面的描述中,对许多细节进行阐述以提供对本公开的理解。然而,本领域技术人员应理解,可在没有这些细节的情况下实践本公开的实施方案,并且可以对所描述的实施方案的进行大量变更或修改。

[0021] 在说明书和所附权利要求书中:术语“连接(connect)”、“连接(connection)”、“连接的(connected)”、“与……连接”和“连接(connecting)”用于表示“与……直接连接”或“通过一个或多个元件与……连接”;并且术语“组”用于表示“一个元件”或“多于一个的元件”。此外,术语“耦合(couple)”、“耦合(coupling)”、“耦合的(coupled)”、“耦合在一起”和“与……耦合”用于表示“直接耦合在一起”或“通过一个或多个元件耦合在一起”。如本文所用,术语“上”和“下”、“上部”和“下部”、“向上”和“向下”、“高于”和“低于”以及指示高于或低于给定点或元件的相对位置的其他类似术语在本说明书中用于更清楚地描述本公开的一些实施方案。类似地,术语“上游”和“下游”在本说明书中用于指示沿着通过元件的流体

流动路径的相对位置。

[0022] 本公开的设备和方法已被开发来提供对产出水中夹带的油的分离方法的更好的控制和所述分离方法的改进效率。由于油与产出水一起存在,因此油和水可共同称为多相流体。各种类型的分离器可用于从产出水中去除油,包括油/气分离器、浮选罐、水力旋流器和脱气罐。

[0023] 图1示出可以根据本公开的一些实施方案使用的一种类型的分离器102的实例,即脱气浮选罐,有时称为紧凑型浮选单元或CFU。CFU 102使用气体浮选和离心力来从多相流体的水相中分离和去除油和其他颗粒。脱气浮选组合罐102包括圆柱形立式罐1、用于产出水相的切向布置入口2、置于罐1的上部部分中的用于气体和油的至少一个出口3、用于水的出口4和置于罐1的下部部分中的用于淤渣的出口8以及内圆筒10,在罐的上部部分中在内圆筒10与罐1的壁之间形成浮选和脱气区域。

[0024] 圆柱形立式罐1执行油/气相与多相流体的水相的期望分离。在用于石油生产中的水处理时,可从多相流体的流出水相中去除剩余的油和气体,同时伴有沙子和其他颗粒物质的去除,从而提供具有非常低的烃类含量的流出物。罐1设置有内圆筒10,其放置在罐的上部部分中,在内圆筒10与罐的顶部之间留有开放空间。入口导片11可放置在罐1与内圆筒10之间,在入口导片11与内圆筒10以及罐1的下部部分中的水平圆形板12之间留有开放空间,从而在板12与罐1之间留有水的通路。内圆筒10被布置成使得允许油、气体和水在圆筒顶部上方通过。

[0025] 气泡的同时上升促进了油滴的浮选。此外,入口导片11致使来水螺旋向上流动,而切向入口致使来水在罐1中旋转,从而产生离心力,所述离心力将较轻的油滴推向罐1的中心,直到遇到内圆筒10。在那里,由于油泡和气泡的密度低于周围的水,因此油泡和气泡将聚结并上升。然后通过用于油和气体的出口3去除油和气体。

[0026] 在本文中一些地方处称为浮选气体的附加气体可在进入CFU102之前注入到多相流体的产出水相中以改进分离并在罐中提供附加的上升气泡。

[0027] 现另外参考图2的示意图描述根据本公开的一些实施方案的产出水分离系统或操作100。从描述上游部件开始,生产流体源106与第一导管107流体连通,以便向所述第一导管107供应多相流体。

[0028] 多相流体流动进入第一导管107的上游端并通过第一导管107的下游端出来,进入与第一导管107流体连通的混合器108的第一入口。浮选气体源104(诸如外部气体源或从容器1的顶部循环的气体)与混合器108的第二入口流体连通,并通过任选的气体阀129将浮选气体(诸如氮气或燃料气)供给到混合器108的第二入口。混合器108用于将流入的浮选气体与流入的多相流体混合,并通过任选的外部可调节阀114使用浮选气体增强的(与浮选气体混合的)多相流体输出,并进入与混合器108的出口流体连通的第二导管109的上游端。

[0029] 如应了解的,通过混合器108将浮选气体与多相流体混合导致在多相流体内形成浮选气体的气泡。增强多相流体通过内联相机模块110流动进入第二导管109的上游端,并通过第二导管109的下游端出来,进入CFU 102的入口2中。这种气体和混油水的混合物然后在其进入罐1时上升到CFU 102的顶部,以增强分离。在分离之后,油相和气相可通过油和气体出口3从CFU 102中去除并流动通过阀120,并且水相可通过出水口4从CFU 102中去除并流动通过阀122。

[0030] 增强多相流体内的气泡大小分布可能影响CFU 102的分离效率。可能太小(例如小于90-110微米(例如100微米))的气泡在一些情况下可能未到达CFR 102内的流体的表面,从而无法通过出口3去除。经油覆盖的小型气泡然后将通过清洁水出口4离开。可能太大(例如大于500微米)的气泡可能具有下述问题:他们可能具有低的浮选可能性。气泡大小分布可以取决于水的化学性质,但是本发明人已发现它与由将浮选气体混入产出水中的气体混合器108生成的压降密切相关并受其影响。本公开旨在提供用于监测并控制进入CFU 102的增强多相流体中的气泡大小分布的技术。

[0031] 诸如图6A-7所示,当前的混合器108在多相流体通过时具有根据多相流体的压降,并且这个压降在短期内和在开采寿命期间发生变化,这潜在地导致变化的且非最佳的混合和方法效率。当至CFU 102的产出多相流体流量发生变化(无论是增加还是降低)时,通过当前混合器的流体速度都可由于各种原因而发生变化,从而导致或多或少的湍流,并因此导致在多相流体中形成更小或更大的气泡。为了高效地去除油,存在特别有用的气泡大小窗口,但实际的气泡大小可能会因具有固定几何形状的混合器板或其他静态气体混合器而落在这个范围之外。

[0032] 引入设置有监测系统或气泡控制系统的动态混合器(不管流体流量如何,均能够保持期望的压降)提供了将大部分气泡保持为高于第一阈值(例如高于100微米)且低于第二阈值(例如低于500微米)--即在期望的气体气泡大小窗口内--的能力--无论进入CFU中的产出多相流体流量的变化如何。对这些阈值进行设置,以便能够将大部分油从增强多相液体分离出,并且因此能够使大部分油相从出口3流出。实际上,相比于在没有由动态混合器提供的调节能力的情况下分离的百分比,动态混合器的使用增加了由CFU 102实现的油分离百分比。

[0033] 将给出系统100及其操作的进一步细节,但首先应理解,在此,相机模块110和控制器112(下面将描述的)形成并因此可共同称为气泡控制系统199,并且混合器108以及任选阀129和114形成并因此可共同称为混合系统198。

[0034] 控制器112(诸如计算机、微控制器、片上系统、微处理器、可编程逻辑阵列或现场可编程门阵列)耦合到混合器108和任选的可调节阀114中的任一者(或两者),以及耦合到相机模块110。

[0035] 相机模块110包括高速相机,其在增强多相流体流动通过第二导管109时捕获气泡的图像,并且控制器112操作并监测相机110的输出。在监测相机110的输出中,控制器112执行图像处理,以便实现对流动通过第二导管109的增强多相流体中的分散浮选气体的气泡大小分布的在线、内联、实时、连续监测和估计。因此,控制器112能够确定气泡大小分布是否在期望的范围内。

[0036] 为了提供用于更改和/或控制气泡大小分布的硬件,混合器108可以是动态混合器,其能够在控制器112的控制下改变其出口处阀的开口大小和/或形状或者阀的位置。在一些情况下,混合器108反而可在其出口处具有固定大小和形状的开口,但是在控制器112的控制下的可调节阀114可置于混合器108与导管109之间、导管109的区段之间或导管109内。在还其他情况下,混合器108可以是动态混合器并且还可存在可变阀114。

[0037] 图6B和6C示出在混合器在其出口处具有固定大小和形状的开口的情况下混合器108的不同的固定板130a-130d,其中每个板具有不同大小和形状的开口131a-131d,增强多

相流体流动通过所述开口。

[0038] 在混合器108是动态混合器的情况下,所述混合器可在其出口处包括导致压降的任何适当的限制件;例如,可变面积孔板阀、蝶阀、专门设计的可变笼阀或将分散的气体混合在流体中的等同技术。如图7所示,动态混合器还可包括虹膜隔膜型可变阀130e-130f、具有两个或更多个可更改的板大小的阀或可改变流体流动通过的开口的大小和/或形状的其他动态阀类型。

[0039] 因此,控制器112与相机模块110的使用提供了反馈回路,并且控制器112可基于反馈回路在实时条件或几乎实时条件下更改阀开口131e-131f,以便将气泡大小分布保持在期望的范围内。

[0040] 在一些情况下,控制器112可通过控制浮选气体从气体源104流入混合器108中的速率来控制混合器108的出口处产生的气泡大小分布。因此,例如控制器112可控制阀129(也称为浮选气体源控制器),以便根据对气泡大小分布的确定和监测改变来自气体源104的气体流量,从而将气泡大小分布保持在期望的范围内。对浮选气体流量的控制可在不存在混合系统的其他控制的情况下执行(即可在具有静态混合器108而不存在阀114的情况下执行),或者可在除了动态混合器的控制和/或阀114的控制之外的情况下执行。阀129的调节还可用于提供对浮选气体进入混合器108的第二入口时的压力的调节。

[0041] 直接以上述方式监测气泡的大小可能是复杂且昂贵的。然而,发明人已发现,期望的气泡大小窗口或范围可能与跨固定或动态混合器108的简单压降有关联。实际上,现认为CFU 102的除油效率取决于跨上游混合器108的压降。因此,存在与期望用于提高效率的气体分布大小窗口对应的期望压降值。这可通过各种方法来实现。如前所述,一种方法包括更改混合器108中的或混合器108的出口阀中的限制板的大小。图6B和6C示出具有各种形状和大小的限制板130a-130d的实例。如下面将要描述的,另一种方法包括利用阀114来调节压降。对于相同的降压,使用阀114和静态混合器108的组合所得的方法效率也是相等的。因此,无论通过第一导管107的多相流体流量如何,静态混合器108和阀114可组合用于产生与动态混合器类似的结果,从而有助于将气泡大小分布保持在期望的范围内。

[0042] 此外,本发明人已发现气泡大小分布随压降变化。因此,如上所述,可根据混合器108中出口阀的位置、混合器108中出口阀内的孔口的大小或形状或者混合器108内限制板130a-130f内的孔口的大小或形状监测跨混合器108的压降。还可根据阀114的位置、阀114内孔口的大小或形状或者阀114内的限制板130a-130f内孔口的大小或形状监测压降。可然后根据监测到的压降来调节或控制混合器108中出口阀的位置、混合器108中出口阀内的孔口的大小或形状或者混合器108内限制板130a-130f内的孔口的大小或形状。同样地,可根据监测到的压降调节或控制阀114的位置、阀114内孔口的大小或形状或者阀114内限制板130a-130f内的孔口的大小或形状。这种调节或控制可在混合器108处于静态的情况下或在阀114处于静态的情况下手动执行。这种调节或控制可在混合器108处于动态的情况下或在阀114处于动态的情况下在控制器112的控制下执行。

[0043] 图3示出根据本公开的一些实施方案的包括压差监测器125的产出水分离系统100'的布局结构的示意图。其他部件与上述部件相似或相同,并且不需要进一步论述。

[0044] 压差监测器125具有合适的类型和种类,并且可由混合器108的第一入口处和混合器108的出口(或阀114的出口)处的压力传感器构成。控制器112可比较压差监测器125的压

力传感器的读数,以便确定跨混合器108的压降。控制器112可然后根据压降控制混合器108和/或阀114,以便将压降保持在期望的范围内,从而将气泡大小分布保持在期望的范围内。

[0045] 经测量或估计的流体速度或其他经验关系式可用作对控制器112的反馈,以用于控制混合器108和/或阀114,以便将气泡大小分布保持在期望的范围内。例如,如图4所示,系统100”可包括混合器108的第一入口处和/或混合器108的出口(或阀114的出口)处的流体速度或流体流量计126,诸如以提供对第一导管107中的多相流体和第二导管109中的增强多相流体的速度的估计。控制器112可比较速度或流量计126的读数,以便确定跨混合器108的流量或流体速度增加。控制器112可然后根据流量或流速下降控制混合器108和/或阀114,以便将流量或流速增加保持在期望的范围内,从而将气泡大小分布保持在期望的范围内。

[0046] 尽管在目前为止所描述的配置中已经示出单个混合器108、阀114、气体阀129并且已经示出相机模块110,但是在一些应用中,上述项中的每一个都可能存在多个。例如,在图5所示的配置100””中,存在两个内联混合器108a和108b,其各自在其输出处具有相应的任选阀114a、114b。相机模块110a沿着混合器108a与108b之间的导管109a定位,并且相机模块110b沿着混合器108b与CFU 102之间的导管109b定位。气体源104将气体供应到气体阀129a和129b,所述气体阀129a和129b继而将气体分别供应到混合器108a和108b。这些各种部件如上所述进行操作,并且如上所述由控制器112操作并控制。

[0047] 混合器108a和108b在它们是动态混合器的情况下可彼此同步或彼此异步地进行操作。例如,动态混合器108a和108b的出口可被控制成具有相同的大小、形状或配置,或者可被控制以便具有不同的大小、形状或配置。此外,一个混合器108a或108b可以是静态混合器,而另一个混合器是动态混合器108a或108b。可存在任选阀114a和114b中的一者、两者或两者都不存在,并且所述任选阀可如关于动态混合器108a和108b的情况所述的那样进行操作。此外,阀129a和129b也可同步或异步地进行操作。可存在相机模块110a和110b中的一者或两者。

[0048] 应显而易见的是,在图3-4中的前述实施方案中,可类似于图5所示使用多个混合器114、阀108、气体阀129、压差传感器125和速度流量计126。此外,应显而易见的是,上述不同的潜在气泡控制系统199、199’、199”、199””部件可进行混合和匹配。例如,一个或多个相机模块110可与一个或多个压差传感器125一起用于单个应用中,以便提供附加数据,以供控制器112用于控制混合器114、阀108和气体阀129。

[0049] 也可使用用于测量增强多相流体的特性和气泡大小的其他合适的方法和技术。例如,可在增强多相流体上使用声学监测技术作为估计浮选气泡大小的方式,并且控制器可使用这个信息控制混合器和/或阀和/或气体阀。

[0050] 在一些实施方案中,浮选气体可通过CFU 102下游添加的压降从液态水相中释放。例如,关于从液态水相去除溶解的浮选气体,液态水相可被配置为从圆柱形立式罐1中的出水口4出来并进入导管、容器或其他流体承载结构,所述导管、容器或其他流体承载结构的直径比出口4的直径宽,从而致使液态水相经历流体压力下降。这种流体压力下降可导致液态水相的脱气,并且已溶解在液态水相中的浮选气体可因此离开液态水相。

[0051] 上述系统100、100’、100”、100””可与新的CFU系统一起合作并安装,或者可改装成现有的CFU装置。在系统100、100’、100”与新的CFU系统一起工作的情况下,控制器112也可

以是CFU的控制器。无论系统100、100'、100''、100'''中流体流量变化如何且无论不同的流体化学性质如何,这都有助于实现对基于气泡大小的方法效率的优化。

[0052] 尽管本文已参考具体装置、材料和实施方案描述了前述描述,但并不意图限制于本文所公开的细节;相反,它延伸到诸如在所附权利要求书范围内的功能等效的结构、方法和用途。

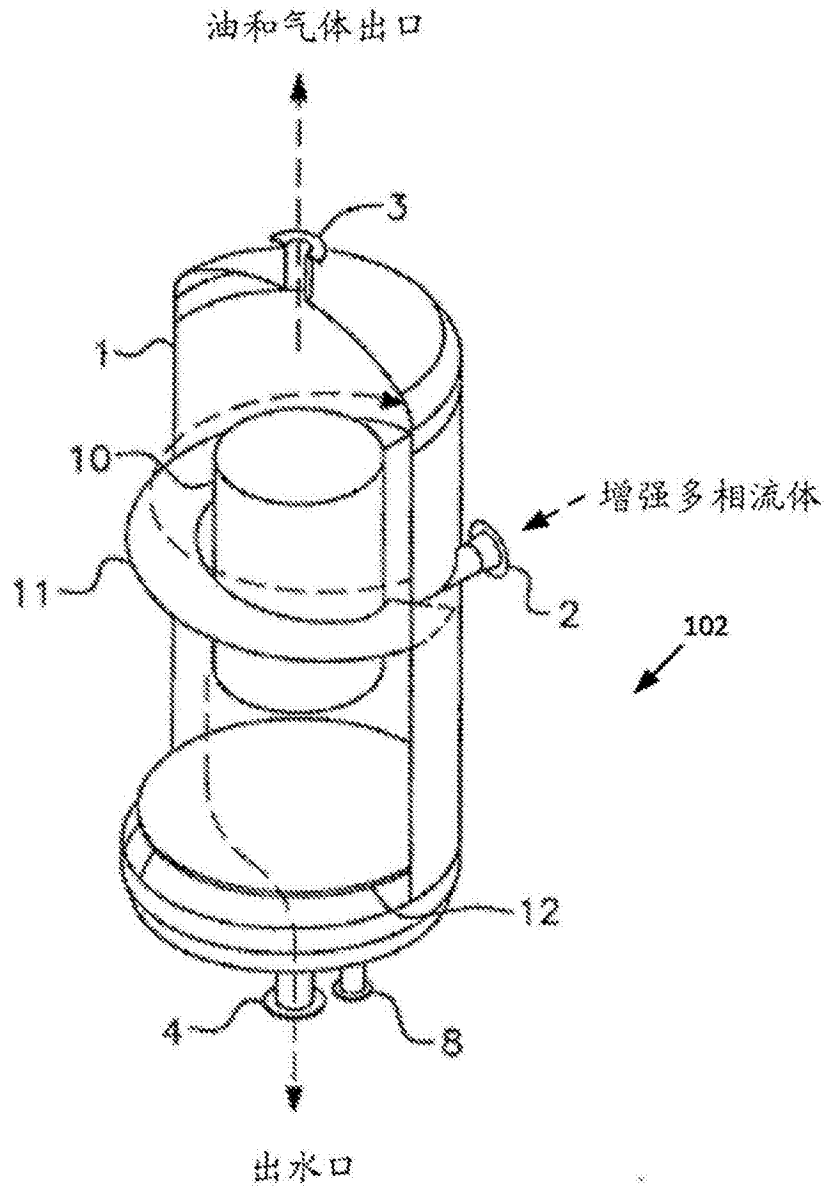


图1

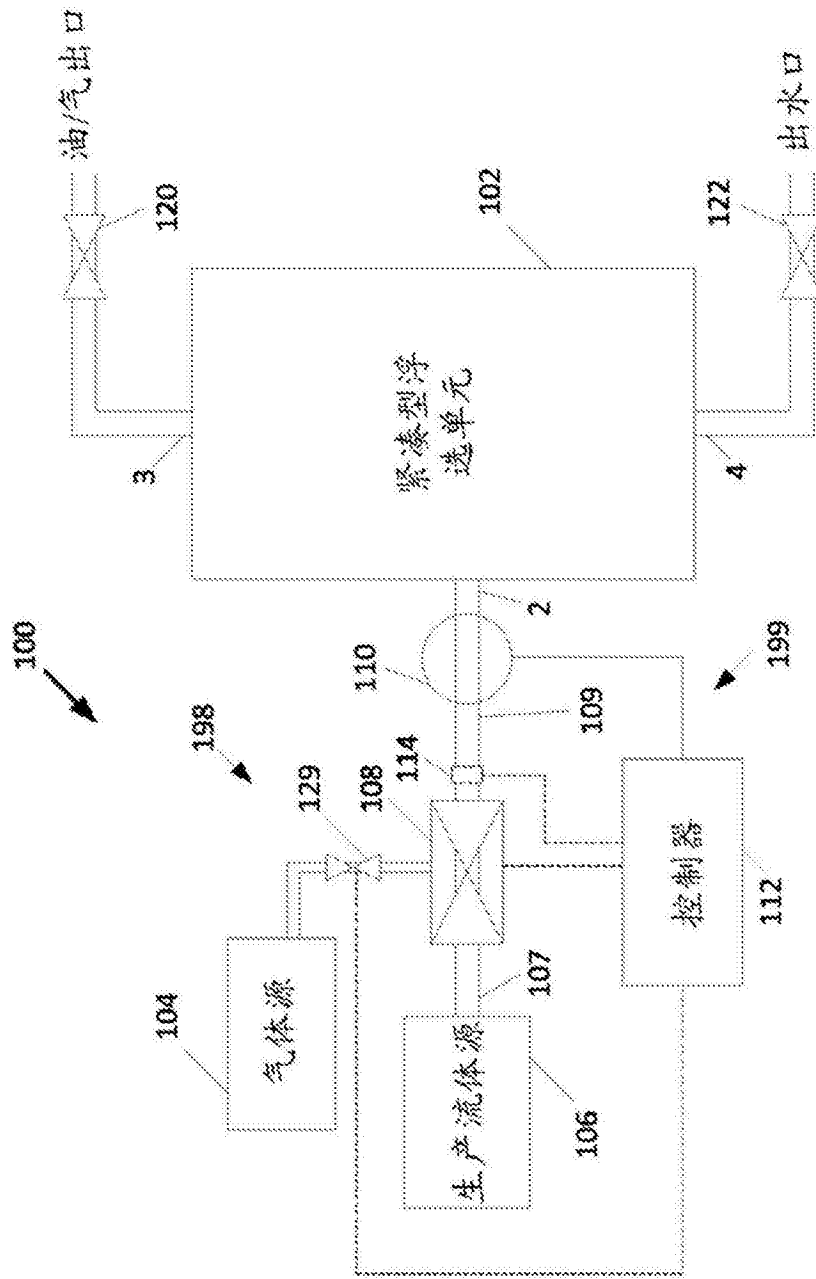


图2

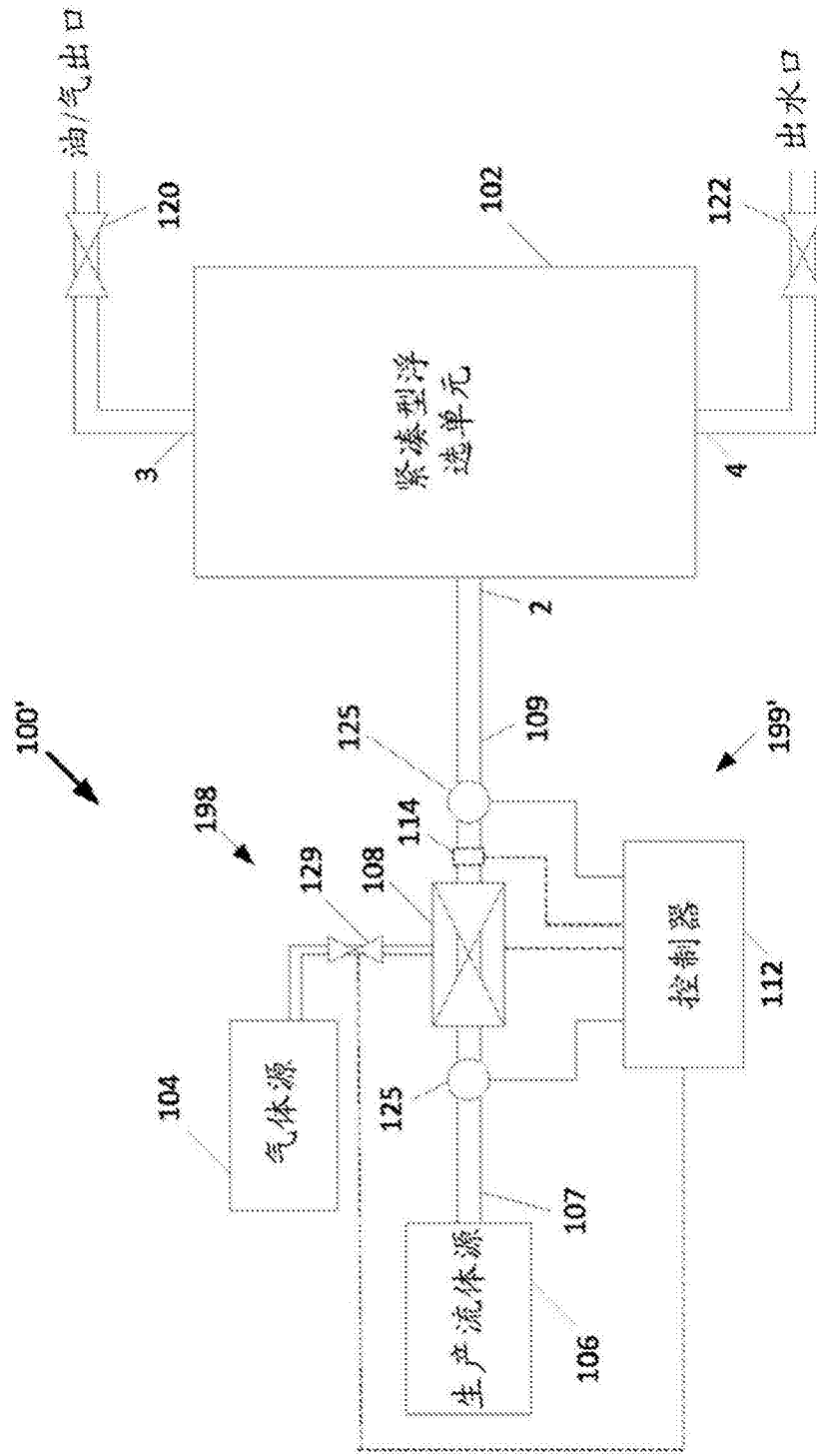


图3

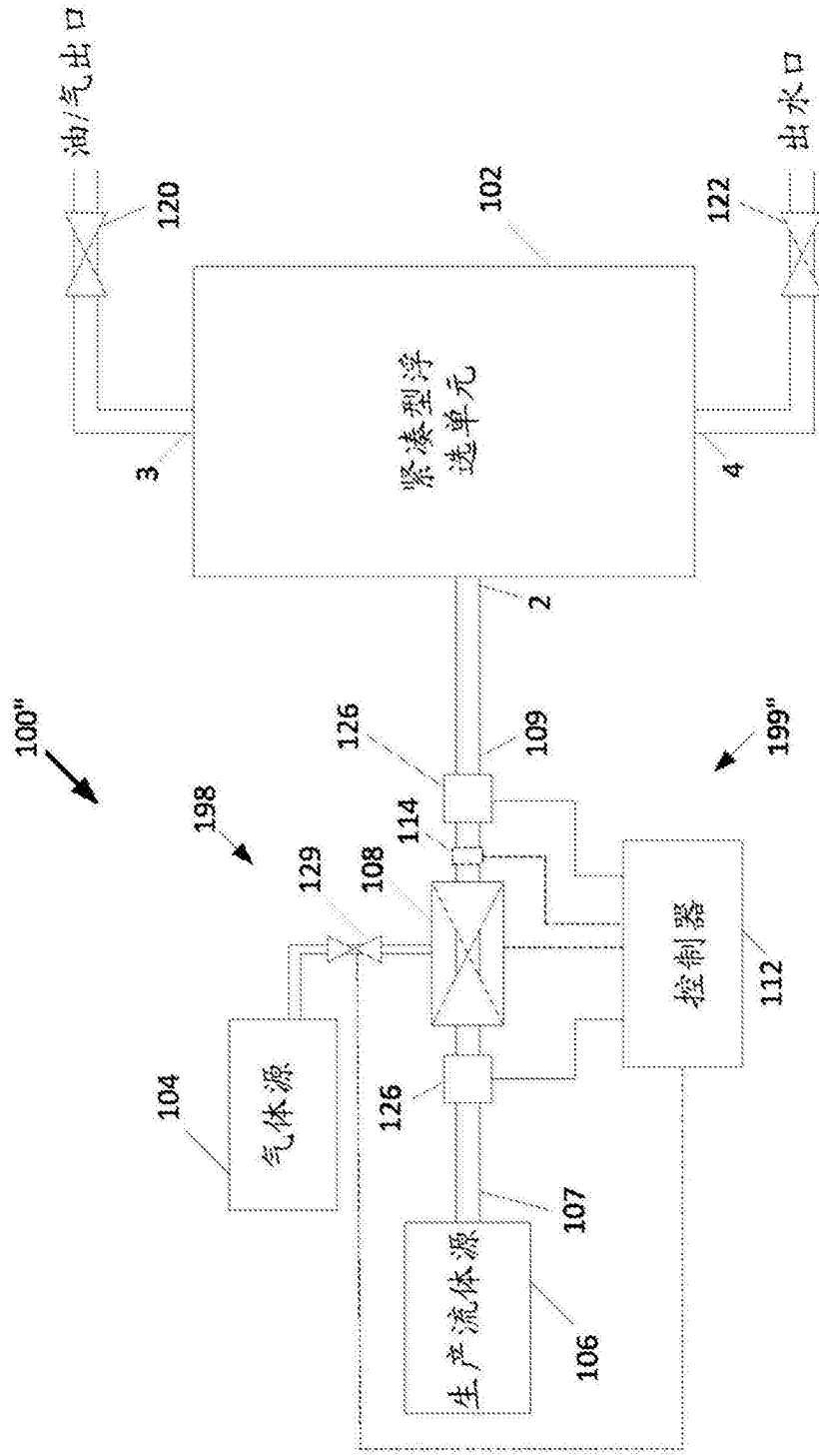


图4

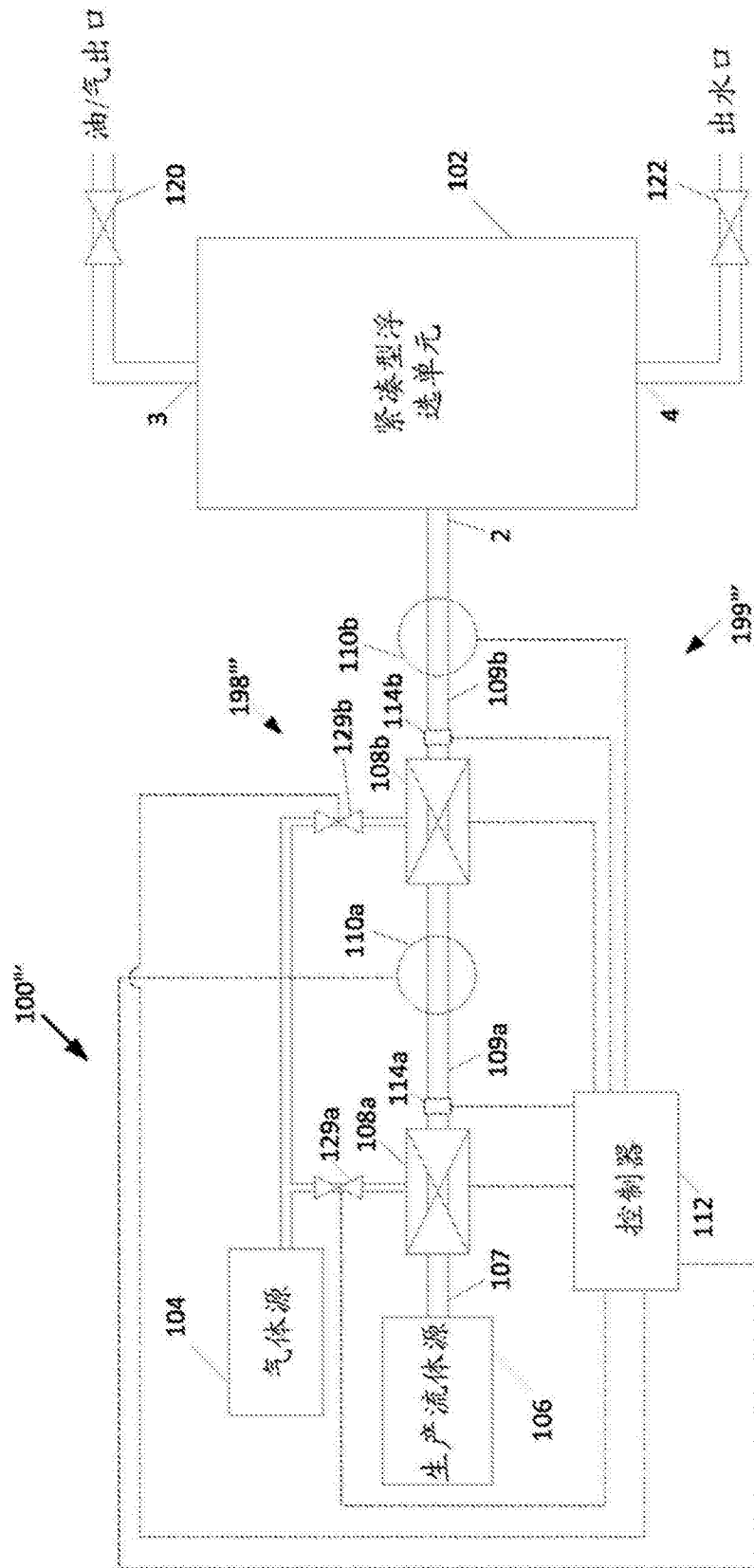


图5

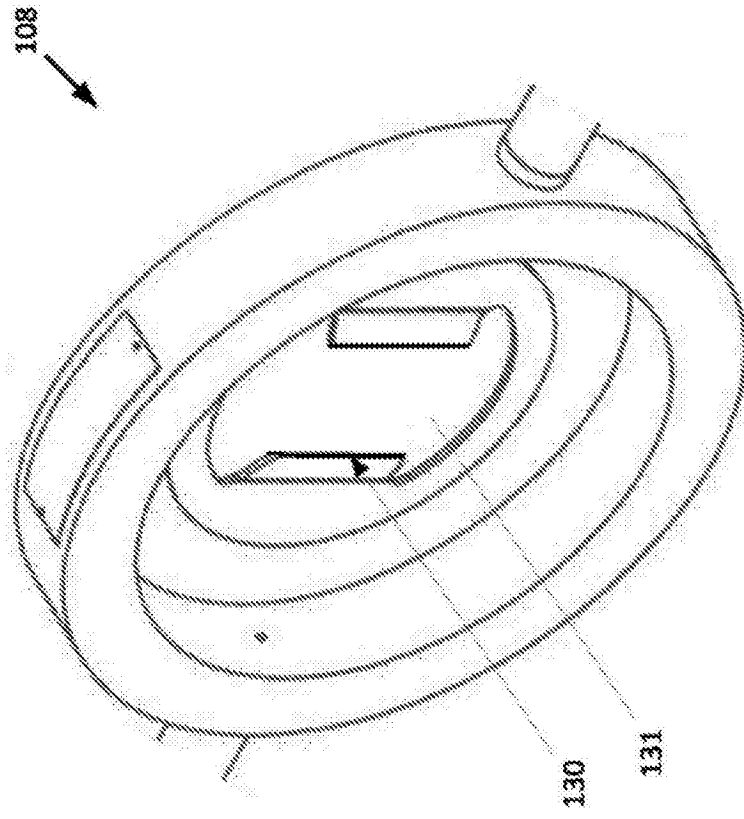


图6A

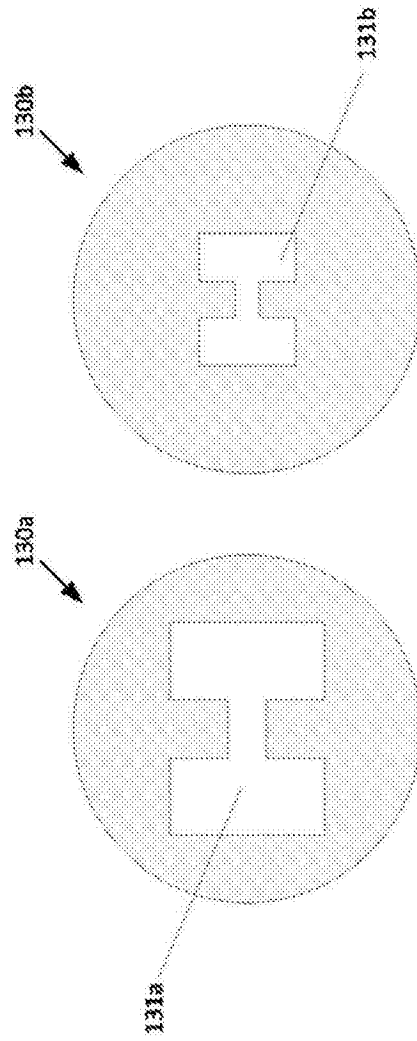


图6B

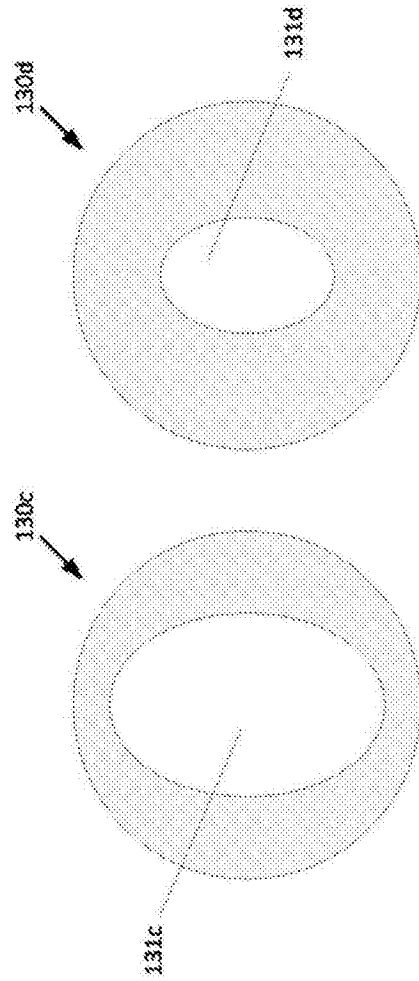


图6C

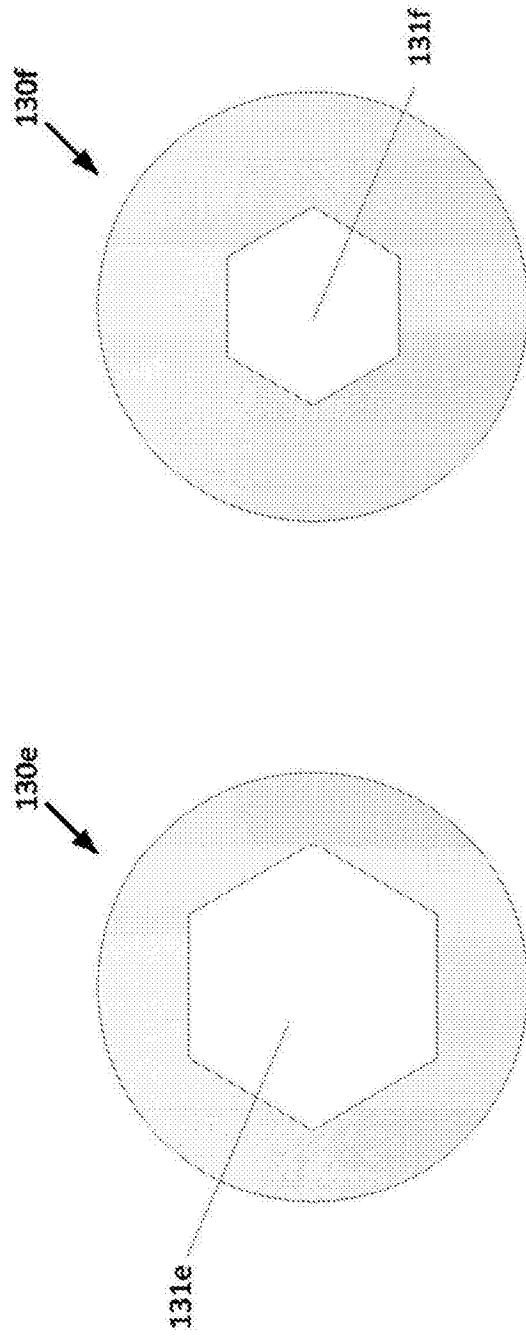


图7