



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103097670 A

(43) 申请公布日 2013. 05. 08

(21) 申请号 201180037733. 7

代理人 胡艳

(22) 申请日 2011. 07. 27

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

F01K 7/00 (2006. 01)

1012743. 9 2010. 07. 29 GB

F01K 13/02 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

F01B 29/04 (2006. 01)

2013. 01. 29

F04B 49/22 (2006. 01)

(86) PCT申请的申请数据

PCT/GB2011/051435 2011. 07. 27

(87) PCT申请的公布数据

W02012/013978 EN 2012. 02. 02

(71) 申请人 等熵有限公司

地址 英国汉普郡

(72) 发明人 乔纳森·塞巴斯蒂安·豪斯

詹姆斯·麦克纳斯滕

(74) 专利代理机构 上海和跃知识产权代理事务
所(普通合伙) 31239

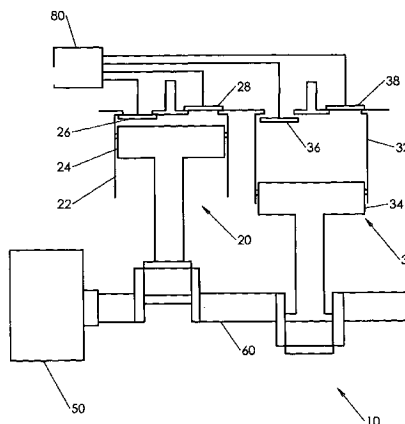
权利要求书2页 说明书10页 附图6页

(54) 发明名称

用于对气体进行压缩和膨胀的装置

(57) 摘要

一种用于对气体进行压缩和膨胀的装置(10),包括室(22);可相对于所述室(22)移动的容积式装置(24);第一阀和第二阀(26,28),所述阀可启动以控制气体流入或流出所述室(22);及控制器(80),其用于控制所述第一阀和第二阀(26,28)的启动以选择性地在压缩模式和膨胀模式之间切换操作,在所述第一模式进行操作的过程中,通过选择性地改变所述第一阀和第二阀中的至少一个的活动定时,从而可达成模式的可选择切换。包括所述装置的储能系统通过用于传动的旋转装置可操作地连接至输入/输出装置,从而在切换过程中保持旋转方向和旋转速度,并且可使得所述输入/输出装置与电网同步。



1. 一种用于对气体进行压缩和膨胀的装置,包括:

用于接收气体的室;

可相对于所述室移动的容积式装置;

第一阀和第二阀,所述阀可启动以控制气体流入或流出所述室;及

控制器,用于控制所述第一阀和第二阀的启动定时;

其中,所述控制器配置为选择性地,在压缩模式和膨胀模式之间切换所述容积式装置的操作模式,所述压缩模式下,通过所述容积式装置对收入所述室中的气体进行压缩,所述膨胀模式下,通过所述容积式装置对收入所述室中的气体进行膨胀,在以所述第一模式进行操作的过程中,通过选择性地改变所述第一阀和第二阀中的至少一个的启动定时,可达成选择性地从所述两个模式中的第一模式切换为所述两个模式中的第二模式。

2. 如权利要求 1 所述的装置,其中所述容积式装置连接至旋转装置,所述旋转装置用于在所述容积式装置和输入/输出装置之间传递机械动力,并且所述控制器配置为,在所述旋转装置连续沿与所述第一模式相关的预定方向移动的同时,选择性地从所述第一模式切换为所述第二模式。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的装置,其中所述第一和第二阀配置为将所述室选择性地连接至高压区或低压区。

4. 如权利要求 3 所述的装置,其中所述装置配置为在任何一个时间仅允许所述低压区和高压区中的一个连接至所述室。

5. 如权利要求 4 所述的装置,其中所述控制器配置为,若所述切换操作需要将与其中一区的连接打开,所述控制器则将与另一区的连接关闭。

6. 如前述权利要求中任一项所述的装置,其中所述控制器配置为,在不改变操作模式的情况下为另一模式提供阀关闭信号。

7. 如前述权利要求中任一项所述的装置,其中所述控制器还配置为选择性地,将所述容积式装置的操作切换为能耗为最小的未负载模式。

8. 如前述权利要求中任一项所述的装置,其中所述装置还包括:

用于接收气体的另一室;

可相对于所述另一室移动的另一容积式装置;及

第三阀和第四阀,所述阀可启动以控制气体流入或流出所述另一室;

其中所述控制器配置为选择性地,在压缩模式和膨胀模式之间切换所述另一容积式装置的操作模式,所述压缩模式下,通过所述另一容积式装置对收入所述另一室中的气体进行压缩,所述膨胀模式下,通过所述另一容积式装置对收入所述另一室中的气体进行膨胀,在以所述第一模式进行操作的过程中,通过选择性地改变所述第三阀和第四阀中的至少一个的启动定时,可达成选择性地从所述两个模式中的第一模式切换为所述两个模式中的第二模式。

9. 如权利要求 8 所述的装置,其中所述控制器配置为基本同时刻分别将所述第一容积式装置和另一容积式装置的操作从第一模式切换为第二模式。

10. 如权利要求 9 所述的装置,其中所述第一容积式装置的第一模式和所述另一容积式装置的第一模式为相对应的模式。

11. 如权利要求 9 所述的装置,其中所述第一容积式装置的第一模式和所述另一容积

式装置的第一模式为相反的模式。

12. 储能装置,包括如前述权利要求中任一项所述的装置。

13. 如权利要求 12 所述的储能装置,当其从属于权利要求 8 时,包括泵吸式储热系统,其可在充电模式下工作以将电能存储为热能,并且可在放电模式下工作以利用所存储的热能生成电能,所述泵吸式储热系统包括高压存储器和低压存储器,其中,在所述充电模式下,所述第一容积式装置和另一容积式装置分别配置成以压缩模式和膨胀模式工作,并且在放电模式下,所述第一容积式装置和另一容积式装置分别以与上述相反的模式工作。

14. 一种用于对气体进行压缩和膨胀的装置的操作方法,其中所述装置包括:

用于接收气体的室;

可相对于所述室移动的容积式装置;

第一阀和第二阀,所述阀可启动以控制气体流入或流出所述室;及

控制器,用于控制所述第一阀和第二阀的启动定时;

其中,所述控制器选择性地在压缩模式和膨胀模式之间切换所述容积式装置的操作,所述压缩模式下,通过所述容积式装置对接收入所述室中的气体进行压缩,所述膨胀模式下,通过所述容积式装置对接收入所述室中的气体进行膨胀,其中,在以所述第一模式进行操作的过程中,通过选择性地改变所述第一阀和第二阀中的至少一个的启动定时,可达成选择性地从所述两个模式中的第一模式切换为所述两个模式中的第二模式。

15. 一种参考附图如说明书描述的装置或方法。

用于对气体进行压缩和膨胀的装置

技术领域

[0001] 本发明涉及气体压缩和膨胀装置,以及操作所述装置的方法,本发明尤其但不限于包括此类气体压缩和膨胀装置的储能装置。

背景技术

[0002] 许多储能过程涉及工作气体的压缩机及/或膨胀机,作为技术的一部分。例如,现有的 CAES(压缩空气储能)之类的储能技术及其变化技术使用压缩机和膨胀机对气体进行处理,如本申请人的在先申请 WO 2009/044139 中公开的新储能技术。

[0003] 业已开发出某些旋转机械装置以沿两个方向操作气流,尽管各方向的效率通常较低。然而,大多数的旋转机械装置通常配置为对仅沿一个方向的气流进行操作,因此,不得不设置用于进气和排气循环的独立机械装置。

[0004] 本申请人意识到需有改进的气体压缩和膨胀装置。

发明内容

[0005] 本发明提供了一种用于对气体进行压缩和膨胀的装置,包括:用于接收气体的室;可相对于所述室移动的容积式装置;第一阀和第二阀,所述阀可启动以控制气体流入或流出所述室;及控制器,用于控制所述第一阀和第二阀的启动定时;其中,所述控制器配置为选择性地,在压缩模式和膨胀模式之间切换所述容积式装置的操作模式,所述压缩模式下,通过所述容积式装置对接收入所述室中的气体进行压缩,所述膨胀模式下,通过所述容积式装置对接收入所述室中的气体进行膨胀,在以所述第一模式进行操作的过程中,通过选择性地改变所述第一阀和第二阀中的至少一个的启动定时,可达成选择性地从所述两个模式中的第一模式切换为所述两个模式中的第二模式。

[0006] 通过这种方式,提供了一种装置,其中的容积式装置(通常为往复活塞之类的直线容积式装置)可在压缩模式和膨胀模式之间无缝地切换操作。

[0007] 一实施例中,所述容积式装置连接至旋转装置(例如,旋转轴),所述旋转装置用于在所述容积式装置和输入/输出装置(例如,电力生成器的电动机/发电机,引擎或机械传动器)之间传递机械动力,并且所述控制器配置为在所述旋转装置连续沿与所述第一模式相关的预定方向旋转的同时,旋转性地从所述第一模式切换为所述第二模式。较佳地,这一配置使得可在对与其连接的所述旋转装置和输入/输出装置造成最小影响的情况下在第一操作模式和第二操作模式之间进行切换,从而可达成快速的模式切换。较佳地,本实施例使得电网同步电动机/发电机在作为电动机工作与作为发电机工作之间切换,而不丧失电网同步性。一实施例中,所述旋转装置配置为转换旋转运动和直线运动(例如,曲柄轴)。

[0008] 一实施例中,所述第一和第二阀配置为将所述室选择性地连接至高压区或低压区。压缩模式下,所述第一和第二阀配置为允许气体从所述低压区流至所述室并且允许压缩气体从所述室流至所述高压区。膨胀模式下,所述第一和第二阀配置为允许气体从所述高压区流至所述室并且允许膨胀气体从所述室流至所述低压区。一实施例中,所述第一阀

配置为将所述室连接至所述低压区,并且所述第二阀配置为将所述室连接至所述高压区。

[0009] 一实施例中,所述装置配置为在任何一个时间仅允许所述低压区和高压区中的一个连接至所述室(例如,同一时间仅允许所述第一阀和第二阀中有一个打开,其连接至各自的区域)。所述控制器可配置为,若所述切换操作需要将与其中一区的连接打开,所述控制器则将与另一区的连接关闭。一实施例中,所述第一和第二阀配置为仅当发生预定条件时自动打开(即,无需利用所述控制器进行启动)。例如,所述第一和第二阀分别配置为仅当所述阀两侧的气体压力大致相等的时候自动打开。这样,存在低压区和高压区会使得所述第一和第二阀不可能同时打开。

[0010] 若阀业已关闭,则所述控制器向该阀发出的关闭信号为冗余,因此,所述控制器可配置为在不改变操作模式的情况下向另一模式提供阀关闭信号。无论是以压缩模式还是膨胀模式工作,所述用于另一模式的阀关闭信号在循环中的同一点提供,并且一旦所述阀打开时将仅启动一次。

[0011] 一实施例中,所述第一和第二阀中的至少一个配置为,所述至少一个阀当其两端的气体压力大致相等时打开。例如,所述第一和第二阀中的至少一个可配置为,所述至少一个阀当其两端的气体压力大致相等是自打开的(例如,无需控制器发出启动信号)。

[0012] 另一实施例中,当处于所述膨胀模式过程中,所述至少一个阀配置为阻止气体从所述室完全排出,并且所述容积式装置配置为将所述室中的残余气体压缩至大致等于所述至少一个阀的另一端的气体压力的压力。

[0013] 所述容积式装置可配置为,随着其从第一形态(例如,第一活塞位置)移动至第二形态(例如,第二活塞位置)而在所述压缩模式下对接收于所述室中的气体进行压缩,并且在随着其从所述第二形态移动至所述第一形态而对气体进行膨胀。

[0014] 在压缩模式期间的第一切换操作中,所述控制器配置为允许气体随着所述容积式装置从所述第一形态移动(例如,开始移动)至所述第二形态而从所述室流至所述低压区(即,防止对所述室中的气体进行压缩)。

[0015] 在压缩模式期间的第二切换操作中,所述控制器配置为允许气体随着所述装置从所述第二形态移动(例如,开始移动)至所述第一形态而从所述高压区流至所述室(即,允许用于膨胀的高压气体而不是用于压缩的低压气体再次进入所述室中)。

[0016] 在膨胀模式期间的第一切换操作中,所述控制器配置为随着所述容积式装置从所述第一形态移动(例如,开始移动)至所述第二形态而防止气体从所述室流至所述低压区(即,对接收于所述室中的已膨胀气体进行压缩)。

[0017] 在膨胀模式期间的第二切换操作中,所述控制器配置为随着所述容积式装置从所述第二形态移动(例如,开始移动)至所述第一形态而防止气体从所述高压区流至所述室。

[0018] 一实施例中,所述控制器还配置为选择性地所述容积式装置的操作切换为能耗为最小的未负载模式。例如,所述控制器可配置为,在从所述第一模式到所述第二模式的选择性地切换过程中,所述控制器选择性地所述容积式装置的操作切换至未负载模式(即,通过使得所述容积式装置的操作从所述第一模式变为所述未负载模式并且从所述未负载模式变为所述第二模式)。一实施例中,在所述未负载模式下,所述第一阀和第二阀中至少有一个保持为打开,从而既不对所述室中的气体进行压缩也不进行膨胀。另一实施例中,所述第一阀和第二阀中至少有一个保持为关闭,以允许对接收于所述室中的气体进行

压缩和再膨胀（例如，其结果为较小的总能耗）。

[0019] 一实施例中，本装置形成可逆系统的一部分，其中仅包括一个如前所述的、能够以压缩和膨胀模式操作的容积式装置，藉此使得系统成本和尺寸为最小。例如，可提供这样的储能系统，其仅使用一个热泵 / 热引擎来进行充电和放电。

[0020] 所述装置还包括：另一用于接收气体的室；可相对于所述另一室移动的另一容积式装置（例如，另一往复式活塞）；及第三阀和第四阀，所述阀可启动以控制气体流入或流出所述另一室；其中所述控制器配置为选择性地压缩模式和膨胀模式之间切换所述另一容积式装置的操作模式，所述压缩模式下，通过所述另一容积式装置对接收入所述另一室中的气体进行压缩，所述膨胀模式下，通过所述另一容积式装置对接收入所述另一室中的气体进行膨胀，在以所述第一模式进行操作的过程中，通过选择性地改变所述第三阀和第四阀中的至少一个的启动定时，可达成选择性地从所述两个模式中的第一模式切换为所述两个模式中的第二模式。

[0021] 一实施例中，所述控制器配置为在大致相同的时刻分别将第一容积式装置和另一容积式装置的操作从第一模式切换为第二模式。一实施例中，所述第一容积式位置的第一模式和所述另一容积式装置的第一模式为相对应的模式（即，各为压缩模式或各为膨胀模式）。另一实施例中，所述第一容积式装置的第一模式和所述另一容积式装置的第一模式为相反的模式（其中一个为压缩模式而另一个为膨胀模式，从而使得所述第一容积式装置和所述另一容积式装置大致非同相地工作）。

[0022] 本发明使得装置可结合入能够以压缩模式和膨胀进行操作的容积式装置（或多个（例如，多对）分别可如此操作的此类装置），从而可仅通过改变阀的启动定时，或者在一实施例中，仅通过改变阀关闭定时（该实施例中，所述阀配置为每当其两侧的气体压力大致相等时打开（最好是自动打开），而从对气体进行压缩切换为对气体进行膨胀。通常，所述容积式装置为可操作地连接至旋转装置的直线装置，所述旋转装置用以将机械力传递至输入 / 输出装置，从而在模式切换期间保持旋转的方向（最好还保持转速）不变。主要的应用包括用于储能系统中，并且可为固定的应用或移动的应用。固定系统的一个例子可为使用 PHES（本申请人的第 WO 2009/044139 号在先申请所描述类型的泵吸式热能存储器）或 CAES 的系统，该系统在充电和发电之间的快速切换是有益的。在本发明的装置可操作地连接至与电网同步的同步电动机 / 发电机（例如，PHES 或 CAES），可与电网保持同步的情况下（即，不改变方向或改变速度）在充电和发电之间切换。移动应用的一个例子为车辆中的可再生制动系统。这一实施例中，本发明的装置可操作地连接至车辆传动系统，从而在保持车轮的旋转方向的情况下无缝地切换制动（充电）和传动（即，发电）。

[0023] 例如，本申请人的第 WO 2009/044139 号的泵吸式储热系统涉及可逆系统，所述系统可在充电模式下操作以将电能存储为热能并且可在放电模式下工作以利用所述存储的热能生成电能。所述系统包括两个室，各包括用作压缩机和膨胀机的容积式装置和高压（热）储存器和低压（冷）储存器。在充电相过程，一个装置压缩低压气体，然后使得加压气体流过所述高压存储器（所述加压气体在于另一装置中再次膨胀之前而在所述高压存储器处丧失热量），所述气体此后以低压流过所述低压存储器（所述气体在所述低压存储器处获得热量然后返回至回路的开始）。放电模式中，所述装置的功能需要进行颠倒。

[0024] 在使用同步电动机 / 发电机的电网应用中，首先必须将机器的转速变为与电网同

步的速度。一旦同步,电网频率有效地控制所述电动机/发电机的转速,通常将其设定为固定的转速。现有技术中,模式切换需要进行减速/断开连接/反向/加速/再次连接。然而,使用本发明则能够在不破坏同步的情况下从充电切换至放电。所述电动机/发电机可在不改变方向或速度的情况下在用电动机驱动、自转(两边都无负载)、及发电之间切换。在使用电蓄能以匹配风力农场的突然电力变化的电网应用中,重要的是系统可在不同模式中快速切换。此外,若电动机/发电机以稍稍不同的速度机械同步,或者速度在同步时是正确的但会加快或减慢,则同步可在机械装置上施加一定的机械应力。这些情况下,会有非常大的脉冲负载,并且各组件会承受应力。本发明减小甚至完全避免了这些问题,从而因系统承受较少的同步周期而达成改进的响应速度和使用寿命。

[0025] 本发明的一实施例中,至少有五个阀配置为将所述室连接至低压区,至少第二阀配置为将所述室连接至高压区,并且所述装置配置为在任何一个时间仅允许所述低压区和高压区中的一个连接至所述室。通过这一结构,若所述阀适于在其两侧的压力大致相等时自动打开(控制器无需发出阀打开指令),并且仅通过阀关闭定时的选择来控制阀功能,则可达成最简单的结构。

[0026] 此外,所述装置配置为跟随固定阀事件的框架,即,仅在往复活塞装置的活塞的某些固定位置使得所述阀致动(例如,故意启动或者由压力变化自动触发)。例如,压缩模式可报包括经选择的固定事件框架(例如,C1~C4),而膨胀模式也可包括经选择的固定事件框架(例如,E1~E6)。可通过执行压缩固定事件框架中选取的一部分,然后在连续进行正常的膨胀固定事件框架之前进行膨胀固定事件框架中选取的一部分而达成模式间的切换。切换的总体效果可为改变阀关闭的定时。

附图说明

[0027] 现参考附图通过示例描述本发明的实施例,其中:

[0028] 图1为根据本发明实施例之装置的示意图;

[0029] 图2A~2D示出了处于压缩模式的阀操作;

[0030] 图3A~3F示出了处于膨胀模式的阀操作;

[0031] 图4a和4b为分别包括本发明装置的移动和固定储能系统的示意图;及

[0032] 图5为包括本发明装置的泵吸储热系统的示意图。

具体实施方式

[0033] 图1示出了气体压缩和膨胀装置10,包括通过旋转曲柄轴60连接至输入/输出装置50的第一和第二活塞组件20,30。曲柄轴60则可连接至飞轮(未示出)。

[0034] 第一活塞组件20包括用于吸收气体的第一室(例如,缸筒)22,可在第一室22中移动的第一往复活塞24,以及第一阀26和第二阀28,可使得所述阀活动以控制气体流入或流出第一室22。第二活塞组件30包括用于吸收气体的第二室(例如,缸筒)32,可在第二室32中移动的第二往复活塞34,以及第三阀36和第四阀38,可使得所述阀活动以控制气体流入或流出第二室32。第一阀26和第三阀36配置为可选择地分别将第一室22和第二室32连接至低压区(例如,环境空气源或W02009/044139中这类气体的低压冷存储器)。第二阀28和第四阀38配置为可选择地分别将第一室22和第二室32连接至高压区(例如,

高压热存储器或高压热交换器)。

[0035] 使用过程中,由连接至(例如,通过电气,机械,气动,或液压连接或通过任何气体合适的方式)阀的控制器对第一阀 26,第二阀 28,第三阀 36,和第四阀 48 的所有闭合事件的启动定时(activation timing)进行控制。如下文将详述地,控制器 80 配置(例如,编程)为选择性地压缩模式与膨胀模式之间切换第一活塞 24 的操作,所述压缩模式中,第一活塞 24 对吸收入第一室 22 的气体进行压缩,所述膨胀模式中,第一活塞 24 对吸收入第一室 22 的气体进行膨胀(即,随着气体做功以移动活塞而同时使得该室内所包含的气体膨胀),在以第一模式进行操作的过程中,通过选择性地改变第一阀 26 和第二阀 28 中的至少一个的启动定时,从而可达成选择性地从两个模式中的第一模式切换为两个模式中的第二模式。然后,第一阀 26 和第二阀 28 颠倒其功能并且气流自动开始反向。类似地,控制器 80 还配置为选择性地压缩模式与膨胀模式之间切换第二活塞 34 的操作,所述压缩模式中,第二活塞 34 对吸收入第二室 32 的气体进行压缩,所述膨胀模式中,第二活塞 34 对吸收入第二室 32 的气体进行膨胀,在以第一模式进行操作的过程中,通过选择性地改变第三阀 36 和第四阀 38 中的至少一个的启动定时,从而达成选择性地从两个模式中的第一模式切换为两个模式中的第二模式。

[0036] 通过摩擦锁定可将第一阀 26,第二阀 28,第三阀 36,和第四阀 48 都保持为闭合,并且仅当阀两侧的气体压力大致相等时所述各阀才自动打开。因此,同一时刻,在第一活塞组件 20 中,第一阀 26 和第二阀 28 中仅有一个打开。类似地,同一时刻,在第二活塞组件 20 中,第三阀 36 和第四阀 38 中仅有一个打开。对于第一活塞组件,控制器 80 配置为,若切换操作需要第一阀 26 和第二阀 28 中的一个打开,控制器 80 则关闭第一阀 26 和第二阀 28 中的另一个。对于第二活塞组件,控制器 80 配置为,若切换操作需要第三阀 36 和第四阀 38 中的一个打开,控制器 80 则关闭第三阀 36 和第四阀 38 中的另一个。

[0037] 现参考图 2A ~ 2D 和图 3A ~ 3F 描述控制器 80 的操作,其中阀 A 对应于连接至低压区的第一阀 26 和第三阀 36,而阀 B 则对应于连接至高压区的第三阀 28 和第四阀 38。

[0038] 压缩模式

[0039] 参考图 2A ~ 2D,压缩模式中第一活塞组件 20 和第二活塞组件 30 的阀定时(valve timing)设定如下,其中:

[0040] TDC = 上死点, BDC = 下死点。

[0041]

压缩机模式			A (进口)	B (出口)
开始	C1	TDC	已经关闭	进行关闭
	C2	当TDC向下移动后的即刻，并且位于或接近与低压侧的压力均等	进行打开	已经关闭
	C3	BDC	进行打开	已经关闭
	C4	上行程的中途，并且位于或接近与高压侧的压力均等	已经闭合	进行打开
重复	C1	TDC	已经关闭	进行关闭

[0042] 膨胀模式

[0043] 参考图 3A ~ 3F, 膨胀模式中第一活塞组件 20 和第二活塞组件 30 的阀定时设定如下:

[0044]

膨胀机模式			A (出口)	B (进口)
开始	E1	TDC	已经关闭	已经打开
	E2	TDC向下移动之后	已经关闭	进行关闭
	E3	在BDC之前，并且位于或接近与低压侧的压力均等	进行打开	已经关闭
	E4	BDC	已经打开	已经关闭
	E5	TDC之前，并且允许有足够的空间来将剩余气体再次压缩至高压	进行关闭	已经关闭
	E6	在TDC之前的即刻，并且位于或接近与高压侧的压力均等	已经关闭	进行打开
重复	E1	TDC	已经关闭	已经打开

[0045] 从压缩模式改变至膨胀模式

[0046] 本实施例中, 控制器 80 配置为, 通过在阀 A 或阀 B 已经关闭之后改变阀关闭定时, 从而将第一活塞组件 20 和第二活塞组件 30 的操作从压缩模式切换至膨胀模式。两种不同切换模式的定时变化如下表所示:

[0047]

从压缩机到膨胀机的切换1			A	B
开始	C1	TDC	已经关闭	进行关闭
	C2	当TDC向下移动后的即刻， 并且位于或接近与低压侧 的压力均等	进行打开	已经关闭
切换	E4	BDC	已经打开	已经关闭
	E5	TDC之前，并且允许有足够的 空间来将剩余气体再次 压缩至高压	进行关闭	已经关闭
	E6	在TDC之前的即刻，并且位于 于或接近与高压侧的压力 均等	已经关闭	进行打开
	E1	TDC	已经关闭	已经打开
	E2	TDC向下移动之后	已经关闭	进行关闭
	E3	在BDC之前，并且位于或接 近与低压侧的压力均等	进行打开	已经关闭
重复	E4	BDC	已经打开	已经关闭

[0048] 阀 B 正常关闭，然后进行切换

[0049] 阀 A 的关闭从 BDC 改变为在 TDC 向上移动之前的即刻

[0050] 阀 B 的关闭从 TDC 改变为在 TDC 向下移动之后

[0051]

从压缩机到膨胀机的切换2			A	B
开始	C3	BDC	进行打开	已经关闭
	C4	上行程的中途，并且位于或 接近与高压侧的压力均等	已经闭合	进行打开
切换	E1	TDC	已经关闭	已经打开

[0052]

	E2	TDC向下移动之后	已经关闭	进行关闭
	E3	在BDC之前，并且位于或接近与低压侧的压力均等	进行打开	已经关闭
	E4	BDC	已经打开	已经关闭
	E5	TDC之前，并且允许有足够的空间来将剩余气体再次压缩至高压	进行关闭	已经关闭
	E6	在TDC之前的即刻，并且位于或接近与高压侧的压力均等	已经关闭	进行打开
重复	E1	TDC	已经关闭	已经打开

[0053] 阀 A 正常关闭，然后进行切换

[0054] 阀 B 的关闭从 TDC 改变为在 TDC 向下移动之后

[0055] 阀 A 的关闭从 BDC 改变为在 TDC 向上移动之前的即刻

[0056] 从膨胀模式切换至压缩模式

[0057] 本实施例中，控制器 80 还配置为，通过在阀 A 或阀 B 已经关闭之后改变阀关闭定时，从而将第一活塞组件 20 和第二活塞组件 30 的操作从膨胀模式切换至压缩模式。两种不同切换模式的定时变化如下表所示：

[0058]

从膨胀机到压缩机的切换1			A (出口)	B (进口)
开始	E1	TDC	已经关闭	已经打开
	E2	TDC向下移动之后	已经关闭	进行关闭
	E3	在BDC之前，并且位于或接近与低压侧的压力均等	进行打开	已经关闭
切换	C3	BDC	进行关闭	已经关闭
	C4	上行程的中途，并且位于或接近与高压侧的压力均等	已经关闭	进行打开
	C1	TDC	已经关闭	进行关闭
	C2	当TDC向下移动后的即刻，并且位于或接近与低压侧的压力均等	进行打开	已经关闭

[0059]

重复	C3	BDC	进行关闭	已经关闭
-----------	-----------	------------	-------------	-------------

[0060] 阀 B 正常关闭, 然后进行切换

[0061] 阀 A 的关闭从在 TDC 向上移动之前的即刻改变为 BDC

[0062] 阀 B 的关闭从在 TDC 向下移动之后改变为 TDC

[0063]

从膨胀机到压缩机的切换2			A (出口)	B (进口)
开始	E4	BDC	已经打开	已经关闭
	E5	TDC之前, 并且允许有足够的空间来将剩余气体再次压缩至高压	进行关闭	已经关闭
	E6	在TDC之前的即刻, 并且位于或接近与高压侧的压力均等	已经关闭	进行打开
切换	C1	TDC	已经关闭	进行关闭
	C2	当TDC向下移动后的即刻, 并且位于或接近与低压侧的压力均等	进行打开	已经关闭
	C3	BDC	进行打开	已经关闭
	C4	上行程的中途, 并且位于或接近与高压侧的压力均等	已经闭合	进行打开
重复	C1	TDC	已经关闭	进行关闭

[0064] 阀 A 正常关闭, 然后进行切换

[0065] 阀 B 的关闭从在 TDC 向下移动之后改变为 TDC

[0066] 阀 A 的关闭从在 TDC 向上移动之前的即刻改变为 BDC

[0067] 在所有四种上述切换模式中, 阀启动定时的变化配置为与曲柄轴 60 继续沿与第一模式相关的预定方向 (即, 顺时针或逆时针方向) 旋转的同时发生。较佳地, 这一配置使得可在对曲柄轴 60 和输入 / 输出装置 50 的运动造成最小影响的情况下在第一操作模式和第二操作模式之间进行切换, 从而可达成快速的模式切换。

[0068] 所有的切换模式中, 如果阀已经关闭并且关闭致动器也进行作用, 这也不会对仍然关闭的阀造成影响。这意味着, 可使得预定的位置相关的闭合事件对阀无效, 只要该阀在这一动作之前处于关闭形态。因此, 控制器 80 可配置为, 无论是以压缩模式还是膨胀模式工作, 控制器 80 在循环中的同一点提供阀关闭信号。

[0069] 例如, 输入 / 输出装置 50 可为电网同步电动机 / 发电机, 并且所述装置可配置为作为压缩机工作以储存压缩空气形式的能量, 并且作为膨胀机工作以回收电力形式的能

量。另一示例中,输入/输出装置 50 可为车辆发动机,并且所述装置可配置为作为压缩机工作以储存压缩空气形式的能量(例如,制动过程中),并且作为膨胀机工作以回收能量(例如,以提高发动机功率)。

[0070] 另一模式中,可通过确保至少有一个阀保持为关闭(例如,以使室 22 和 32 其中一个的气体被压缩并且再膨胀)或保持为打开(例如,以使室 22 和 32 中不发生气体压缩),从而使得第一活塞组件 20 和第二活塞组件 30 各自得以卸去负载。以此方式,装置 10 可配置为以最小能量消耗方式工作。

[0071] 尽管本实施例示出了两个活塞组件,所述装置可还至少再包括一个活塞组件。一操作模式中,控制器 80 可配置为,在压缩模式下和膨胀模式下,控制器 80 使得所述多个活塞组件中有固定比例(例如,一半)的活塞组件进行工作。另一工作模式中,控制器 80 可配置为,在压缩模式下和配置模式下,控制器 80 使得所有的活塞组件进行工作。再一模式中,控制器 80 配置为可使得可变比例的压缩机或膨胀机进行工作。再一模式中,控制器 80 可配置为使得至少一个前述的处于未负载模式的活塞组件进行工作,以使得这些活塞组件可配置为作为压缩机、膨胀机、未负载活塞组件,或者这三者的组合进行工作。较佳地,所述活塞组件可按需在不改变曲柄轴 69 的旋转方向的情况下,将工作模式在膨胀机、压缩机、和未负载活塞组件之间切换。

[0072] 一压缩模式下,控制器 80 配置为,通过保证进口阀稍后关闭(即,上冲程过程中,或出口阀提前关闭,即,在下冲程期间在 TDC 之后),部分地卸去一个活塞组件的负载。以此方式,被压缩空气的总容积减小,并且所述装置可以部分负载的方式工作。

[0073] 一膨胀模式下,控制器 80 可配置为,通过保证进口阀在下冲程过程中提前关闭(即,更靠近 TDC)或者保证出口阀提前关闭(即,在 TDC 之前),部分地卸去一个活塞组件的负载。以此方式,被膨胀空气的总容积减小,并且所述装置可以部分负载的方式工作。

[0074] 图 4a 为储能系统的示意图,其中根据本发明的装置 300 包括最好为直线装置(例如,往复活塞)的容积式装置(positive displacement device)310,其通过用于传动的旋转装置 320 可操作地连接至输入/输出装置 330,从而在模式切换期间保持旋转方向(并且,一实施例中,最好也保持转速)。所述系统可应用于移动应用(例如,车辆中的可再生制动系统),或如图 4b 所示,类似的系统可用于固定应用,其中输入/输出装置 330 视需要与国家电网 340 同步。

[0075] 图 5 为泵吸式储热系统 400 实施例的示意图,其包括本发明装置 430 和 440,用于接收和储存来自于压缩气体之热量的第一储热容器 410(形成高压热储存器)和用于将热能传递至膨胀气体的第二储热容器 420(形成低压冷存储器)。泵吸式储热系统 400 可在充电模式下工作,将电能储存为热能,以及可在放电模式下工作,利用所储存的热能生成电能。并且所述系统包括至少两个独立的室 430 和 440 分别包括根据本发明的容积式装置,所述装置各自被配置为在充电期间以压缩模式和膨胀模式工作,并且在放电模式下以相反方式工作,从而可达成对本发明的装置进行切换。这一具体的使用储热系统中的热存储器和冷存储器的结构与本申请人的第 W02009/044139 号在先申请相对应。在现有的系统中,两个容积式装置可分为独立的装置,或者可将其组合为用作热泵或/热引擎的单个装置。

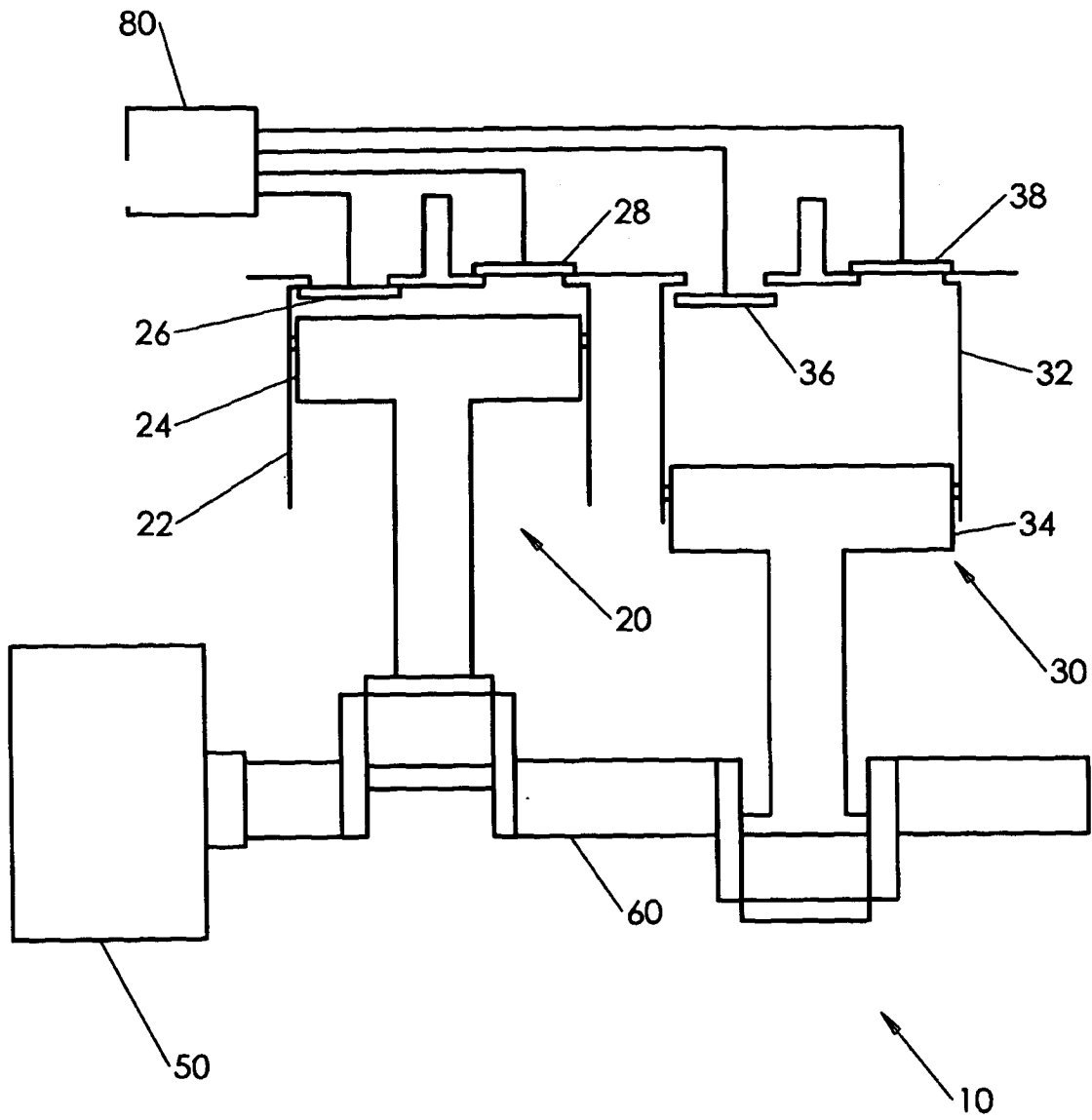
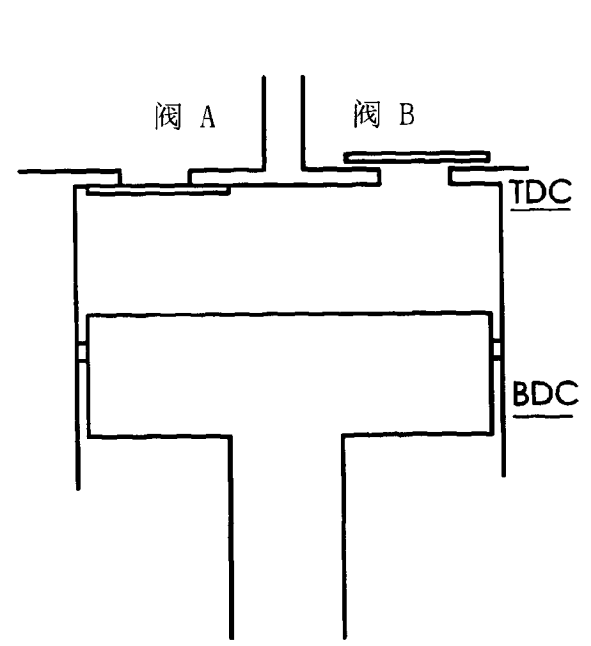
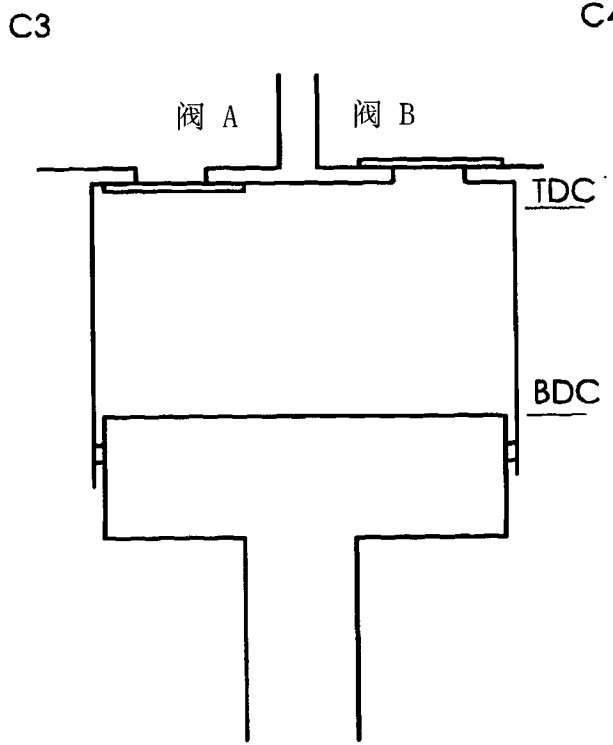
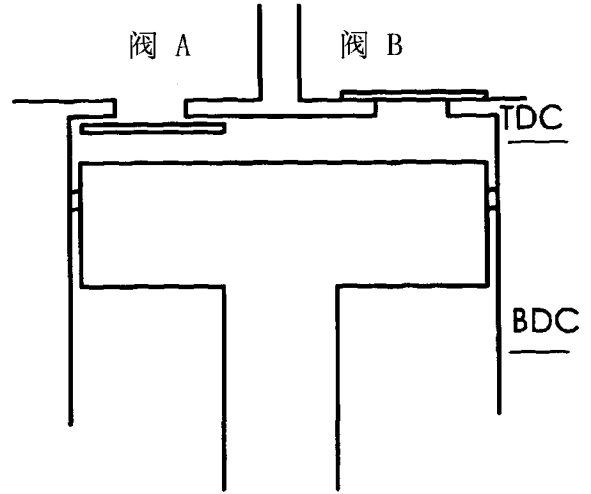
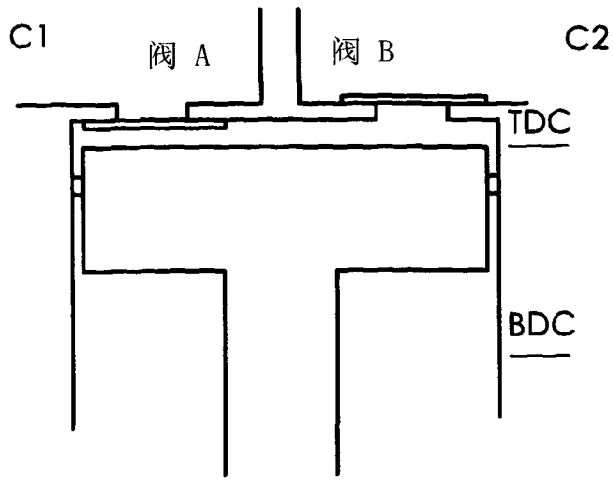


图 1



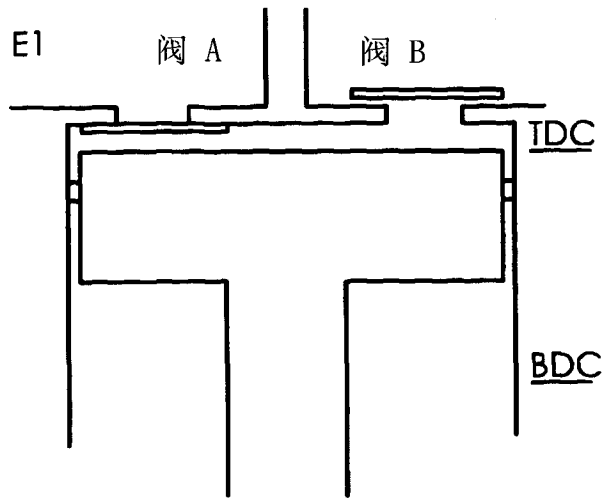


图 3A

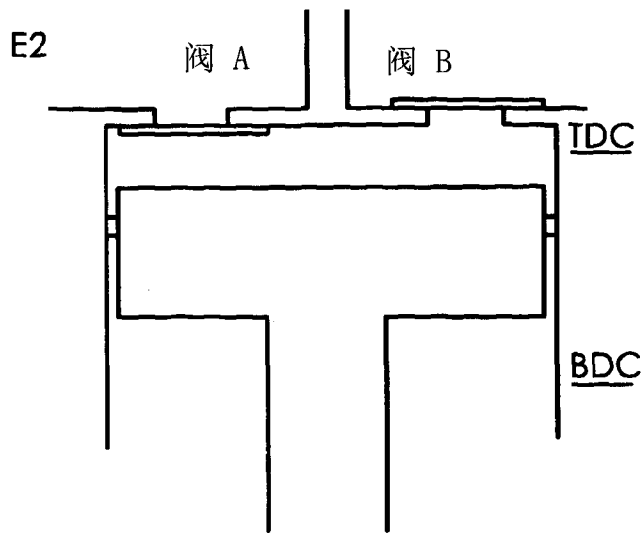


图 3B

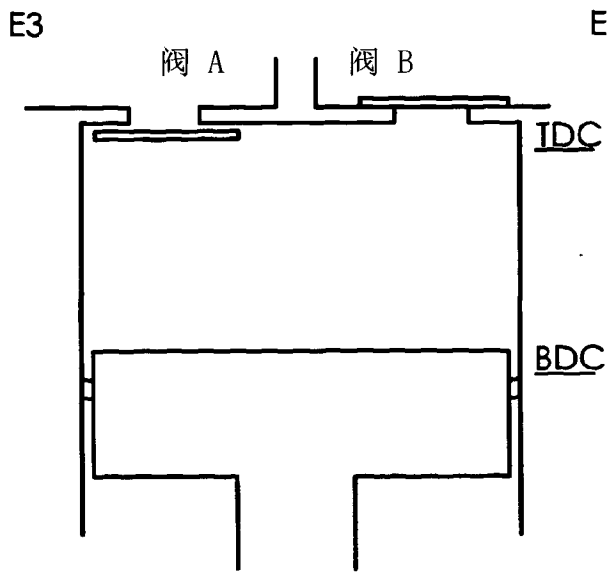


图 3C

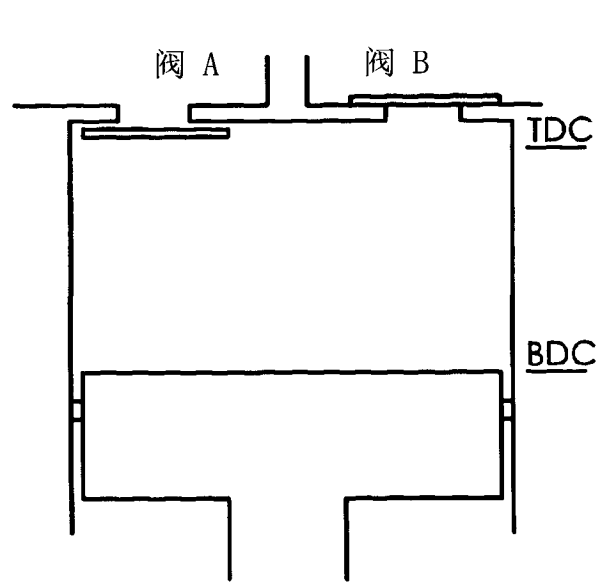


图 3D

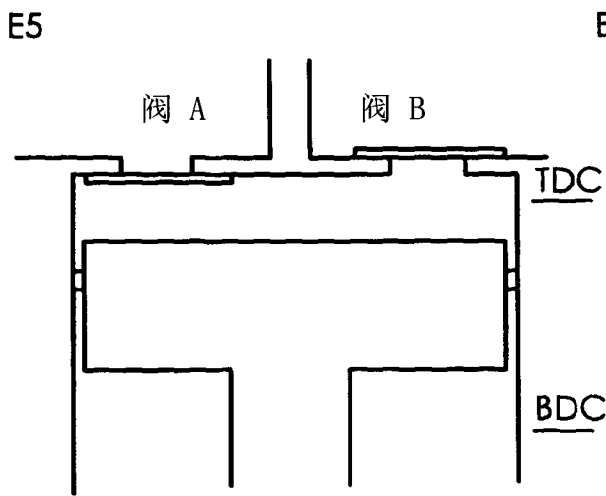


图 3E

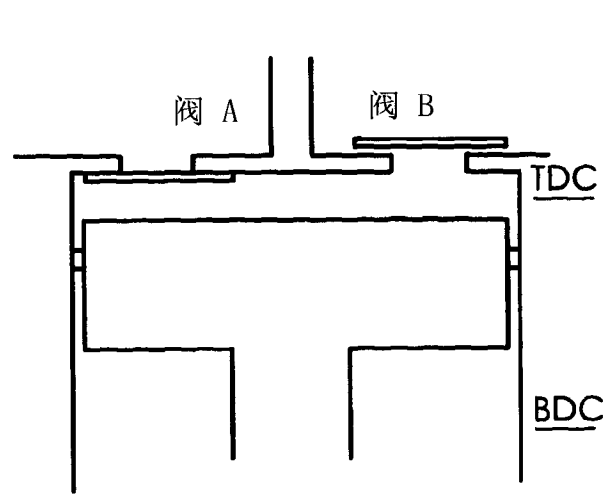


图 3F

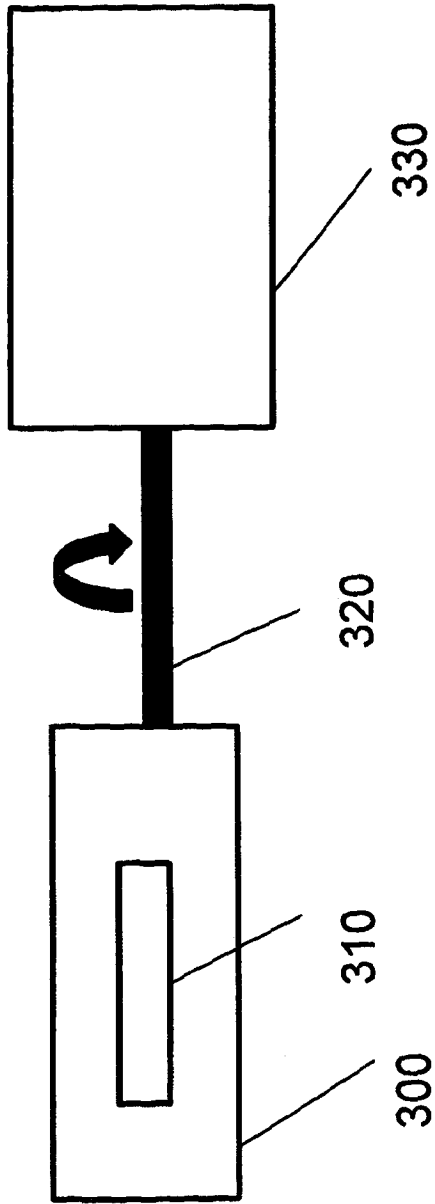


图 4a

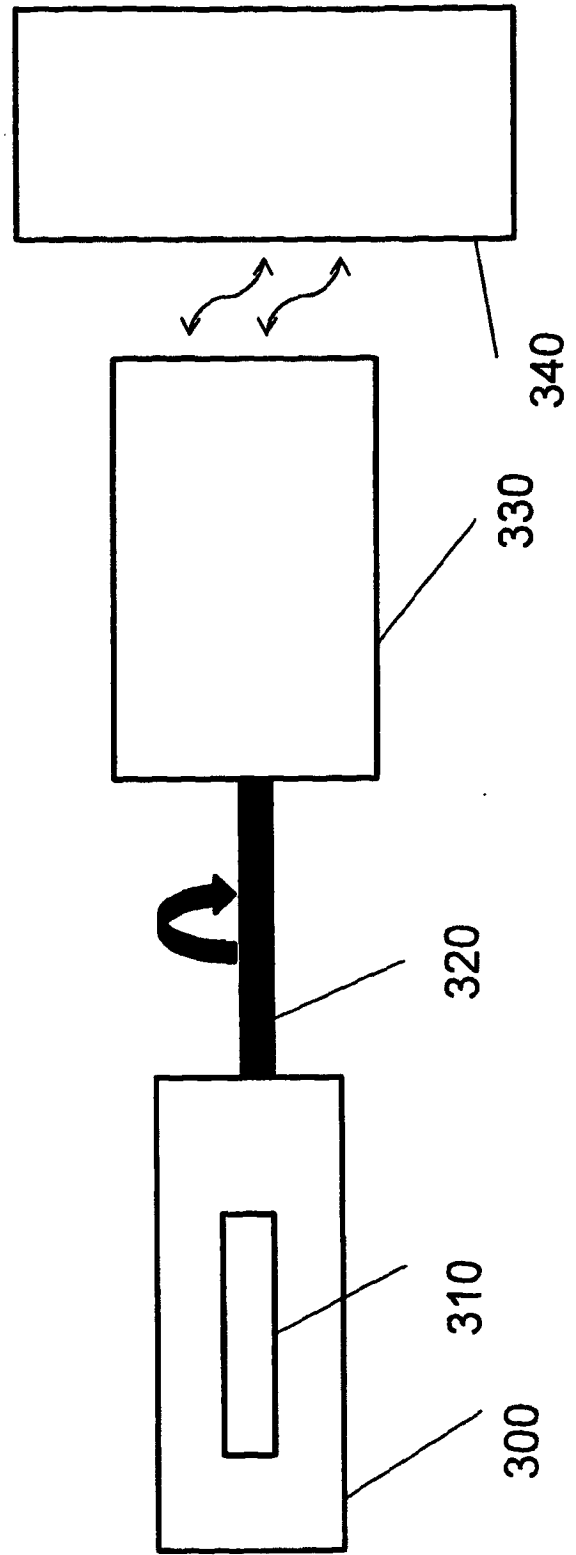


图 4b

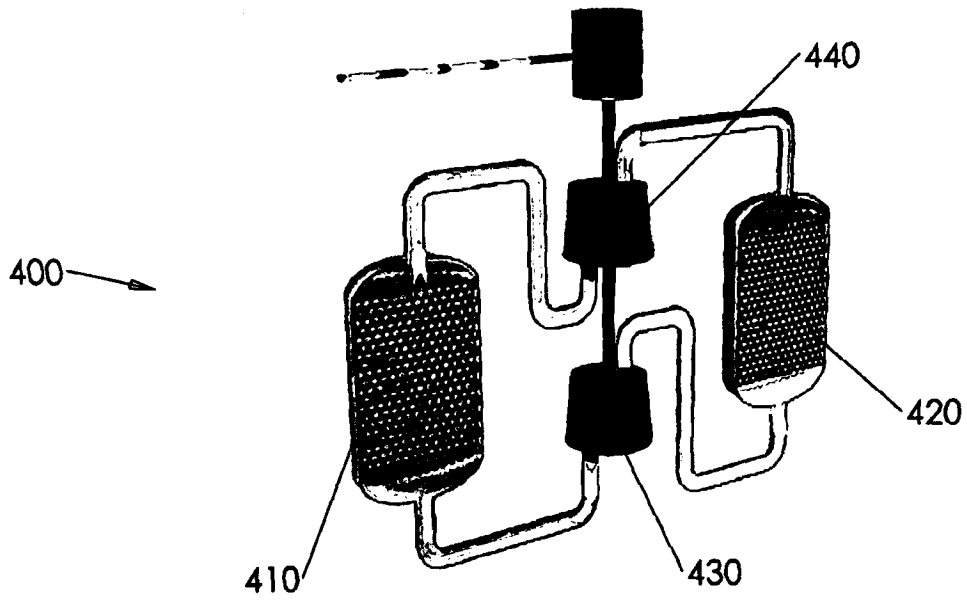


图 5