

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2025 年 5 月 22 日 (22.05.2025)



(10) 国际公布号
WO 2025/102470 A1

(51) 国际专利分类号:
H02J 15/00 (2006.01) **F03B 13/06** (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2023/138738

(22) 国际申请日: 2023 年 12 月 14 日 (14.12.2023)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202311544141.5 2023 年 11 月 17 日 (17.11.2023) CN

(71) 申请人: 上海交通大学 (SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国上海市闵行区东川路 800 号 200240 (CN)。

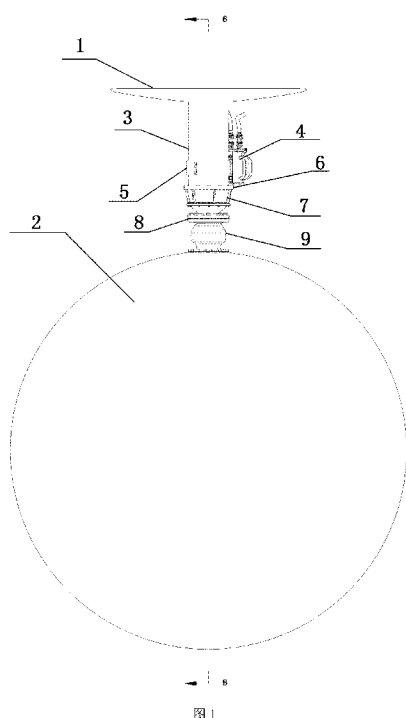
(72) 发明人: 杨斌堂 (YANG, Bintang); 中国上海市闵行区东川路 800 号 200240 (CN)。 武祺博 (WU, Qibo); 中国上海市闵行区东川路 800 号 200240 (CN)。

(74) 代理人: 上海段和段律师事务所 (DUAN & DUAN LAW FIRM); 中国上海市浦东新区陆家嘴金融贸易区银城中路 501 号上海中心大厦 58 层 5801-5808 室 200120 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN,

(54) Title: SEALED ENERGY STORAGE DEVICE AND ENERGY STORAGE AND POWER GENERATION INTEGRATED SYSTEM

(54) 发明名称: 密闭式储能装置及储能发电一体化系统



(57) Abstract: Provided in the present invention are a sealed energy storage device and an energy storage and power generation integrated system. The sealed energy storage device has an energy storage state and a power generation state, comprising a variable capacity cavity, a connecting pipe, a fluid storage structural body connected to the variable capacity cavity by means of the connecting pipe, a control valve arranged on the connecting pipe, a reversible energy storage unit, and a control unit in signal connection with the control valve, wherein the variable capacity cavity, the connecting pipe and the fluid storage structural body are connected to form a sealed space. By means of transferring a fluid in a sealed system to create a negative pressure space for energy storage, the present invention enables unstable energy to be stored for stable output. Compared with conventional physical energy storage methods, the present invention has advantages such as high environmental adaptability, large energy density, high energy utilization rate, rapid response, flexible application scenarios and high scalability. Particularly, the present invention has a better effect when used underwater, without causing interference to the marine environment, helping protect the marine ecological environment; thus, the degree of environmental friendliness is high.

(57) 摘要: 本发明提供了一种密闭式储能装置及储能发电一体化系统, 具有蓄能和发电两种状态, 包括变容腔体、连接管道、通过所述连接管道连接所述变容腔体的储流结构体、布置在所述连接管道上的控制阀、可逆式蓄能机组以及与所述控制阀信号连接的控制单元; 所述变容腔体、连接管道、储流结构体三者连接形成密闭空间, 本发明通过在一个密闭体系中输送流体形成负压空间进行储能, 可以将不稳定的能量存储起来并稳定输出, 相对于传统的物理储能方法具有环境适应性强、能量密度大、能源利用率高、响应速度快、应用场景灵活可扩展性强等优点, 尤其将其应用于水下时具有更优良的效果, 不会对海洋环境造成干扰, 有助于保护海洋生态环境, 环境友好度高。

MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

- (84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

说明书

发明名称: 密闭式储能装置及储能发电一体化系统

技术领域

[0001] 本发明涉及能量储存技术领域，具体地，涉及一种密闭式储能装置及储能发电一体化系统。

背景技术

[0002] 目前，储能技术按照存储后的能量形式可分为机械储能、电化学储能、电磁场储能和化学储能等。其中机械储能具有高效、长寿命、快速响应、可持续、可扩展、环保、可靠、多用途等多重优势，是一种有潜力的能源储存技术，主要包括抽水储能、压缩空气储能和飞轮储能等。相比陆地，海洋上可灵活应用海水的重力、压力、浮力以及空气等设计出不同的储能形式，这也是海上储能技术发展最活跃的领域。但现有的水下储能方式，往往会对外界产生影响，要么有污染性物质扩散，要么机组运转对水流产生影响，对海洋环境造成干扰，不利于海洋生态环境的保护，环境友好度差。

[0003] 发电技术方面，化石燃料发电虽具有较高的能量密度，但其环境影响和燃料来源的可持续性问题限制了其应用范围。核能发电在能量密度方面表现优异，但其安全风险和高昂的建设与维护成本常常是不可忽视的挑战。相比之下，水力、风能和太阳能等可再生能源虽环境友好，但常常受限于地理位置和气候条件，难以在要求快速响应的场合中发挥作用。

[0004] 发明内容

[0005] 针对现有技术中的缺陷，本发明的目的是提供一种密闭式储能装置及储能发电一体化系统。

[0006] 根据本发明提供一种密闭式储能装置，具有蓄能和发电两种状态，包括变容腔体、连接管道、通过所述连接管道连接所述变容腔体的储流结构体、布置在所述连接管道上的控制阀、可逆式蓄能机组以及与所述控制阀信号连接的控制单元；所述变容腔体、连接管道、储流结构体三者连接形成密闭空间；

- [0007] 在蓄能状态下，打开所述控制阀，位于所述储流结构体中的流体能够通过所述可逆式蓄能机组驱动或储流结构体自身驱动进而从所述储流结构体进入到所述变容腔体后关闭所述控制阀，储流结构体内部变为负压空间，其中，当所述储流结构体自身为流体提供驱动力时，装置在蓄能的过程中所述可逆式蓄能机组能够进行发电；
- [0008] 当需要释能时，打开所述控制阀，在外部压力和/或变容腔体自身弹性回复力的驱使下所述流体从所述变容腔体流入到储流结构体中进而能够驱动所述可逆式蓄能机组发电。
- [0009] 优选地，应用于水下，各个部件都满足防水的要求。
- [0010] 优选地，所述可逆式蓄能机组能够采用如下任一种结构：
- [0011] 包括流体施力部件以及电机组件，所述电机组件能够驱使所述流体施力部件转动进而能够在蓄能状态时为所述流体的流动提供动力；或者当所述储流结构体自身为流体提供驱动力时，所述流体通过所述连接管道时能够推动所述流体施力部件转动进而带动所述电机组件发电；所述电机组件配置在连接管道的内部或者外部；
- [0012] 包括流体泵组件以及发电机组，流体泵组件、发电机组分别配置在连接管道上，流体泵组件用于将储流结构体中的流体输送到变容腔体中，发电机组能够在流体的驱使下发电。
- [0013] 优选地，所述电机组件运行所需的电能来自于风能、太阳能、波浪能、温差能中的至少一种。
- [0014] 优选地，所述储流结构体自身驱动所需的能量来自于化学能、相变能、电能中的至少一种，当所需的能量来自于化学能时，所述储流结构体不依赖外界的电输入使得自身具有独立发电储能的功能。
- [0015] 优选地，所述变容腔体为弹性皮囊腔体或由活塞导管构件形成的活塞腔体；所述储流结构体采用能够平衡环境压力的刚性结构体。
- [0016] 优选地，所述储流结构体的内部设置有可形变体空间，所述流体填充在所述可形变体空间外部且在所述可形变体空间体积变大时能够挤压所述流体。

- [0017] 优选地，所述控制单元能够根据装置的需要控制控制阀的开度并协调控制所述可逆式蓄能机组动作或储流结构体自身驱动以使得可逆式蓄能机组在蓄能、发电、静止三种模式之间切换。
- [0018] 优选地，所述控制阀为电动调节阀且调节精度小于或等于0.1%，调节范围在0~100%。
- [0019] 根据本发明提供一种储能发电一体化系统，包括多个所述的密闭式储能装置。
- [0020] 优选地，多个所述的密闭式储能装置被配置为串联和/或并联进而使得能量的供应能够进行智能化调配。

附图说明

- [0021] 通过阅读参照以下附图对非限制性实施例所作的详细描述，本发明的其它特征、目的和优点将会变得更明显：
- [0022] 图1为本发明中装置处于初始状态时的侧面示意图；
- [0023] 图2为图1中B-B向剖视图；
- [0024] 图3为实施例2中装置处于初始状态时的结构示意图；
- [0025] 图4为实施例2中装置处于蓄能状态时的结构示意图；
- [0026] 图5为实施例3中装置处于初始状态时的结构示意图；
- [0027] 图6为实施例4中装置处于初始状态时的结构示意图；
- [0028] 图7为实施例4中装置处于蓄能状态时的结构示意图；
- [0029] 图8为实施例5中装置处于初始状态时的结构示意图；
- [0030] 图9为实施例6中装置处于初始状态时的结构示意图；
- [0031] 图10为实施例7中装置处于初始状态时的结构示意图；
- [0032] 图11为实施例7中装置处于蓄能状态时的结构示意图；
- [0033] 图12为实施例8中装置处于初始状态时的结构示意图；
- [0034] 图13为实施例8中装置处于蓄能状态时的结构示意图；
- [0035] 图14为实施例11中系统的结构示意图；
- [0036] 图15为实施例12中系统的结构示意图；
- [0037] 图16为实施例9中装置处于初始状态时的结构示意图。

[0038] 图中示出：变容腔体1储流结构体2连接管道3输电变压模组4固定套环5机组密封连接件6流体施力部件7第一密封件8控制阀9第二密封件10电机组件11抽水管道12过滤嘴13内接电缆14外接电缆15电加热装置16可形变体空间17流体泵组件18发电机组19可控爆炸物输入端20流体21点火装置22安全阀23废渣清理管道24第一活塞25第二活塞26电能输出电路27智能调控系统28输电线路29电能输入电路30可逆式蓄能机组100

具体实施方式

[0039] 下面结合具体实施例对本发明进行详细说明。以下实施例将有助于本领域的技术人员进一步理解本发明，但不以任何形式限制本发明。应当指出的是，对本领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明构思的前提下，还可以做出若干变化和改进。这些都属于本发明的保护范围。

[0040] 实施例1：

[0041] 本发明提供一种密闭式储能装置，如图1、图2所示，具有发电和蓄能两种状态，包括变容腔体1、连接管道3、通过连接管道3连接变容腔体1的储流结构体2、布置在连接管道3上的控制阀9、可逆式蓄能机组100以及与控制阀9控制连接的控制单元，本装置优选应用于水下，各个部件都满足防水的要求，变容腔体1、连接管道3、储流结构体2三者连接形成的空间为密闭空间，可逆式蓄能机组100具有蓄能、发电和静止三种模式。

[0042] 在实际应用中，变容腔体1采用弹性皮囊腔体，装置在初始装配完成后，流体21均位于储流结构体2中，变容腔体1处于初始状态，也可以理解为干瘪状态，也是变容腔体1自然状态下的形状，即变容腔体1内部空间为0或几乎为0，此时，控制单元控制控制阀9打开，通过控制单元控制可逆式蓄能机组100运行或控制储流结构体2自身驱动，使得流体21能够在可逆式蓄能机组100的驱动下或在储流结构体2自身的驱动下从储流结构体2进入到变容腔体1中，也就是说，储流结构体2中的流体21可以依靠可逆式蓄能机组100的驱动力进入到变容腔体1中，储流结构体2中的流体21也可以依靠储流结构体2自身产生的驱动力进入到变容腔体1中，具体设计时可根据实际的应用场景灵活选择。需要说明的是，储流结构体2自身

驱动所需的能量可采用多种形式，例如来自电能、相变能，再例如来自化学能等，化学能包括化学反应获得的能量。

- [0043] 进一步地，当流体21进入到变容腔体1中时，变容腔体1弹性涨大，由于储流结构体(2)采用能够平衡环境压力的刚性结构体，储流结构体2中的流体21被抽走后关闭控制阀9，储流结构体2内部变为负压空间，装置进入蓄能状态，需要说明的是，变容腔体1体积变大后存在弹性回缩的弹性回复力，存在压缩内部流体21的力，可逆式蓄能机组100包括流体施力部件(7)以及电机组件11，流体施力部件(7)和电机组件11驱动连接，流体施力部件(7)转动时能够驱动流体流动，相应的，流体流动也能驱动流体施力部件(7)转动，流体施力部件(7)可采用多种结构形式，例如采用涡轮，再例如采用叶片等，如图2所示，为采用涡轮的形式。
- [0044] 进一步地，电机组件11和涡轮之间通过机组密封连接件6密封连接，当储流结构体2自身为流体21提供驱动力时，流体21在经过连接管道3时驱使涡轮转动进而能够带动电机组件11发电，可逆式蓄能机组100处于发电模式，同时流体21进入到变容腔体1中完成蓄能。装置处于蓄能完成后，当需要释放能量时，先通过控制单元控制控制阀9打开，在弹性皮囊的弹性势能以及内外环境形成的压强势能的驱使下，流体21从变容腔体1经连接管道3流入到储流结构体2中，装置处于发电状态，可逆式蓄能机组100处于发电模式，在发电模式下装置可对外供电。
- [0045] 在实际应用中，控制单元能够根据装置的需要控制控制阀9的开度并协调控制可逆式蓄能机组100或储流结构体2所具有的驱动组件动作以完成蓄能、发电、静止三种模式的切换，实现输出功率大小的调整以满足实际能量的需求。
- [0046] 如图2所示，控制阀9的底部通过第二密封件10连接储流结构体2，控制阀9的顶部通过第一密封件8与连接管道3的底部密封连接，涡轮和电机组件11均配置在连接管道3的内部且通过支架固定在连接管道3的内壁上，当涡轮转动时能够为流体21的流动提供驱动力，相应地，当电机组件11不运行时，流体21通过连接管道3时也能够带动涡轮转动进而带动电机组件11运行发电。
- [0047] 在连接管道3的外部设置有输电变压模组4，输电变压模组4通过固定套环5可拆卸的固定在连接管道3的外部并通过内接电缆14与电机组件11连接，内接电缆14穿过连接管道3的部位进行密封处理，输电变压模组4也进行防水处理，输电变

细则 91,
26.12.2023

压模组4还连接有外接电缆15，外接电缆15连接供电设备，为电机组件11提供电能的供应。

[0048] 储流结构体2的内部配置有抽水管道12，抽水管道12采用刚性材质，不可弯曲，抽水管道12的底部配置有过滤嘴13，抽水管道12的顶部通过第二密封件10连接控制阀9，抽水管道12的底端与储流结构体2的内壁具有进水间隙，为了在抽水时尽可能的将储流结构体2内部的流体抽净，在设计时，应尽量减少抽水管道12的底端与储流结构体2内壁之间的距离，以不影响进水为宜。

[0049] 本发明通过在一个密闭体系中输送流体(气体或液体)形成负压空间进行储能，可以将不稳定的能量存储起来并稳定输出，相对于传统的物理储能方法(压缩空气储能、抽水储能等)，具有环境适应性强、能量密度大，能源利用率高、响应速度快、应用场景灵活可扩展性强等优点，尤其将其应用于水下时具有更优良的效果，不会对海洋环境造成干扰，有助于保护海洋生态环境，环境友好度高。

[0050] 实施例2：

[0051] 本实施例为实施例1的第一个优选例。

[0052] 本实施例中通过电机组件11驱使涡轮转动为流体21从储流结构体2到变容腔体1的流动提供动力，如图3、图4所示，电机组件11运行所需的电能可采用新能源，例如来自于风能、太阳能、波浪能、温差能等。

[0053] 本实施例中，电机组件11同时具有发电功能，本实施例中的电机组件11可采用永磁式三相交流同步电动机，即可实现电动机的功能，又具有发电机的功能，当装置从初始状态到蓄能状态切换的过程中，电机组件11发挥电动机的功能，当装置从蓄能状态到初始状态切换的过程中，电机组件11发挥发电机的功能。

[0054] 实施例3：

[0055] 本实施例为实施例1的第二个优选例。

[0056] 本实施例中储流结构体2自身为流体21流动提供驱动力，原理为加热蒸发液体的形式，如图5所示，储流结构体2为硬质壳体，变容腔体1为软质皮囊，储流结构体2中设置有电加热装置16，电加热装置16采用电加热管，抽水过程为给电加热装置16通电后加热蒸发液体的形式，通过加热储流结构体2中的液体，液体蒸

发通过连接管道3进入软质皮囊，在软质皮囊中遇冷液化，即通过加热的方式来储能，在软质皮囊中的冷却液体流入到储流结构体2中时即可驱动涡轮转动实现发电，即本实施例中储流结构体2自身驱动所需的能量可理解为来自电能，也可理解为来自相变能。

[0057] 实施例4：

[0058] 本实施例为实施例1的第三个优选例。

[0059] 本实施例中储流结构体2自身为流体21流动提供驱动力，如图6、图7所示，与实施例3不同的是，电加热装置16采用电加热丝。

[0060] 另外，本实施例中，可逆式蓄能机组(100)包括流体泵组件18以及发电机组19，流体泵组件18、发电机组19分别配置在连接管道3上，流体泵组件18可用于将储流结构体2未蒸发出的剩余流体21抽到变容腔体1中实现蓄能量的进一步提升，发电机组19用于流体21从变容腔体1中向储流结构体2流动时进行发电。

[0061] 需要说明的是，本实施例中的流体泵组件18以及发电机组19既可以分开各自安装，也可以合二为一，装配为结构更为紧凑的可逆式蓄能机组100，包括叶片可调涡轮以及电机组件，可逆式蓄能机组100既可以充当抽水/气泵的作用，也能够反向运转，经流体21驱使涡轮转动进而进行发电，具体在设计时可根据实际的场景灵活处理。

[0062] 实施例5：

[0063] 本实施例为实施例1的第四个优选例。

[0064] 本实施例与实施例4的不同在于，省略了电加热装置16，并且抽水管道12采用柔性材质，如图8所示，柔性材质的抽水管道12在自身重力的作用下可根据装置的姿态自适应弯曲到达流体21的底部，实现储流结构体2内部的流体尽可能多抽净。储流结构体2中的流体21依靠流体泵组件18抽到变容腔体1中实现蓄能。

[0065] 实施例6：

[0066] 本实施例为实施例1的第五个优选例。

[0067] 本实施例中储流结构体2自身为流体21流动提供驱动力，储流结构体2的内部设置有可形变体空间17，流体21填充在可形变体空间17外部，如图9所示，可形变体空间17内部设置有电加热装置16，电加热装置16采用电加热管，可形变体空间

17内部还填充有相变材料，当电加热装置16通电加热时，相变材料受热膨胀进而驱使位于储流结构体2内部的流体21通过连接管道3进入到变容腔体1内部，在流体21通过连接管道3的过程中同时驱使涡轮转动带动电机组件11发电，因此，本实施例在蓄能的同时也进行发电，蓄能完成后在释放能量时再次驱使电机组件11发电。

[0068] 本实施例通过在电加热装置16外围增加一个变容腔体，变容腔体1里充满相变材料如氦气、氩气、石蜡、氢气等，加热不直接使流体21蒸发，而是通过加热使得内部可形变体空间17膨胀，从而将液体21挤压到另一腔室的方式实现。

[0069] 实施例7：

[0070] 本实施例为实施例1的第六个优选例。

[0071] 本实施例与实施例6的区别在于，一方面，电加热装置16采用电加热丝，如图10、图11所示，另一方面，本实施例中的可逆式蓄能机组(100)采用实施例4中的方案。

[0072] 实施例8：

[0073] 本实施例为实施例的第一个变化例。

[0074] 本实施例中储流结构体2自身为流体21流动提供驱动力，驱动力无需外界电能输入，由释放爆炸物的化学能替代，如图12、图13所示，可形变体空间17内部设置有可控爆炸物输入端20以及点火装置22，通过精确控制可控爆炸物输入端20输入可燃物以及助燃物并通过点火装置22点火发生可控当量的爆炸，实现化学能驱动，采用化学能作为高能量密度输出和快速响应方面有着独特的优势，能够瞬时输出高功率的能量，可应用于需要高密度能量输出和快速响应的场合，如紧急备用电源(医院、数据中心等关键设施，在电网故障时需要立即切换到可靠的备用电源)、军事应用(特别是在战场或远离常规电网的地区，需要快速部署和高能量密度的能源)、远程科研站(极地考察站、深海探测设施，往往位于偏远地区，需要自给自足的强大能源系统、太空探测与星际旅行(对能源密度和响应速度有极高要求的应用场景)、大规模突发事件应急响应(如自然灾害后的临时救援中心，需要快速建立稳定的电力供应)等。

- [0075] 需要注意的是，燃烧、爆炸产生的能量需要特别注意量的控制，如果采用爆炸能作为驱动，爆炸原料的量应进行严格计算，爆炸力过大容易损坏设备，爆炸力小对驱动不利，起不到应有的效果，驱动力的实现可通过一次爆炸实现，也可通过多次爆炸实现，具体可根据实际的场景灵活设定。
- [0076] 实施例9：
- [0077] 本实施例为实施例的第二个变化例。
- [0078] 如图16所示，本实施例与实施例1的不同在于，涡轮布置在连接管道3的内部，电机组件11布置在连接管道3的外部，使得流体21通过连接管道3的内部时具有更小的流阻。
- [0079] 实施例10：
- [0080] 本实施例为实施例的第三个变化例。
- [0081] 本实施例变容腔体1采用由活塞导管构件形成的活塞变容腔体。
- [0082] 实施例11：
- [0083] 本实施例为实施例的第四个变化例。
- [0084] 本实施例提供了一种储能发电一体化系统，包括多个密闭式储能装置，如图14所示，变容腔体1中设置有第一活塞25，储流结构体2中设置有第二活塞26，第二活塞26将储流结构体2分割为流体腔和可形变体空间17，本实施例中一个可形变体空间17连接多个流体腔，连接管道3设置在第一活塞25和第二活塞26之间，可形变体空间17中设置有可控爆炸物输入端20、点火装置22，可控爆炸物输入端20向可形变体空间17内部输入精确计量的爆炸物，点火装置22点燃爆炸物发生可控当量的爆炸，利用爆炸产生的高压气体直接驱动第二活塞26进而驱动流体21流动进而驱动第一活塞25滑动，实现高效的能量转换，系统不仅在爆炸阶段实现高功率发电，还在活塞回退阶段实现了额外的能量回收和发电，这种创新的能量利用和转换机制，使得该系统在紧急电源供应、高负荷电力需求以及特殊环境下的应用中具有显著的优势。
- [0085] 另外，本实施例中的可形变体空间17还设置有安全阀23和废渣清理管道24，废渣清理管道24定期针对爆炸产生的废物进行清理的机制，维持腔室内部的清洁和安全，为系统的安全有效运行提供了保证。可形变体空间17设计为承受高压

和高温的爆炸环境，可形变体空间17内部进行爆炸反应，由特定的爆炸物质供能，通过可控爆炸物输入端20向可形变体空间17内部提供精确计量的爆炸物，本实施例中的爆炸物可采用黑火药或铵油炸药(ANFO)等。

[0086] 具体地，点火装置22可为电子或激光引爆机制，用于精确控制爆炸时机，本发明采用先进的控制系统，用于监测和调整爆炸过程、流体流动和能量转换.安全措施包括安全阀、紧急停机机制以及自动故障检测。

[0087] 本实施例中爆炸的工作过程如下：

[0088] 引爆准备阶段：

[0089] 定量输入爆炸物：系统通过自动控制机制向可形变体空间17内精确输送预定量的爆炸物质。

[0090] 安全检查与引爆：自动安全检查系统确认腔室安全无泄漏后，使用电子或激光引爆机制的点火装置22进行精确控制的引爆。

[0091] 爆炸及初次发电阶段：

[0092] 爆炸与压力上升：爆炸物在可形变体空间17内引爆，产生高温高压气体，迅速增加可形变体空间17内部压力。

[0093] 活塞与流体动力传递：高压气体推动第二活塞26，进而驱动连接管道3中的流体21流动进而带动可逆式蓄能机组100发电，转化为电能，这一阶段的发电具有瞬时高功率特性，在特定情况下，也可以少量多次引爆。

[0094] 活塞回退与第二次发电阶段：

[0095] 温度下降与负压形成：爆炸结束后，在冷却系统(可单独设置冷却系统或者，系统运行在水下，依靠水体降温)的作用下，储流结构体2内温度开始下降，压力随之减少，储流结构体2内部逐渐形成负压环境。

[0096] 活塞回退：在内部负压和外部压强形成的压强势能作用下，活塞开始回退，活塞的回退运动同样驱动流体带动可逆式蓄能机组100发电，产生电能，这一阶段的发电功率相对平缓，但可以持续一段时间，为系统提供额外的电能。

[0097] 循环操作：

[0098] 废渣清理与重启：废渣处理系统通过废渣清理管道24定期清除爆炸残留物，保持腔室清洁。系统随后自动重启，开始下一个爆炸循环。

[0099] 实施例12:

[0100] 本实施例为实施例的第五个变化例。

[0101] 本实施例提供了一种储能发电一体化系统，包括多个密闭式储能装置，如图15所示，本实施例对于需要大规模电力应用的场合，可以将多个密闭式储能装置以串并联的形式装配起来形成大规模的发电储能系统，通过智能调控系统28，采用算法，根据用电侧的需求，智能控制每个密闭式储能装置的储能和发电工况，可以实现更大功率的储能用电输入和输出，同时实现更加精准的用电调配输送。

[0102] 本实施例中的智能调控系统28通过电能输出电路27连接发电机组19，通过电能输入电路30连接流体泵组件18，智能调控系统28通过输电线路29实现电能的输送。

[0103] 需要注意的是，由于本发明中的装置为封闭系统，因此装置应用于水下环境时内部液体不会影响外界海洋环境，因此，除了选用水作为内部储能介质以外，还可以进行其他的优化选择，例如采用润滑油代替水，这种状况下对管道内部设备的抗腐蚀性要求会降低，还会减少由于摩擦造成的能量损失，从而提高系统的寿命和效率；比如可以充满磁流体液体，改造管道发电系统为磁流体发电，减少了传统机组的摩擦从而提高发电储能效率等。

[0104] 本发明的工作原理如下：

[0105] 耗电储能：当外界能量过剩时，在海上风速较大时和/或太阳能发电在光照充足时，通过外接电缆15输入电能，此时电机组件11可逆式蓄能处于蓄能模式，即电动机模式，涡轮处于水泵模式，控制阀9打开，将储流结构体2中的流体21抽到弹性皮囊中，克服水压与弹性皮囊的弹力做功，在储流结构体2中形成负压环境，向蓄能模式切换的过程中，将输入的电能转化为内外压强差形成的压强势能和变容腔体恢复初始状态的驱动势能，当系统应用于水下场景时，随着深度增加，系统的能量密度会不断增加。

[0106] 在没有能量的释放和蓄能时，可逆式蓄能机组100处于停机静止状态，控制阀9关闭，此时，蓄能机组可当作备用机组，以便在电网发生紧急情况下快速投入使用；同时作为状态切换过程中的过渡状态，在状态之间切换时，为了保证机

组的安全，通常先制动将可逆式蓄能机组100切换至静止模式，再重新将机组朝另外一个方向启动。

[0107] 发电状态：当外界需要电能补充时，可逆式蓄能机组100转换至发电状态，即发电机状态，涡轮处于水轮机状态，控制阀9打开通过控制流量阀的开合程度可以控制发电功率，在水压、弹性皮囊的弹力作用下，弹性皮囊中的液体流向硬质的储流结构体2中，带动涡轮旋转，从而发电机发电，通过输电变压模组4的变压调相，将电通过外接电缆15输送出去，从而为电路系统输送电能。

[0108] 当装置的能量来源不依赖外界电能输入时，也可以通过自身的化学能、相变能来进行驱动发电，由于化学能、相变能的释放往往极其不稳定(如爆炸过程)，封闭系统不仅可以将整个反应过程产生的能量全部搜集起来，产生高功率瞬时能量的同时，也可以将这些不稳定的能量搜集起来转化为稳定的能量输出，解决了不稳定能量收集利用的问题。

[0109] 与现有技术相比，本发明具有如下的有益效果：

[0110] 1、本发明提出一种全新的适用于水下的储能方案，通过在一个密闭体系中输送液体形成负压空间进行储能，并由于负压环境形成的压强势能和弹性腔体的变容腔体恢复力联合作用下驱动液体回流从而释放能量，由于该设备为封闭系统，内部的运作不会对外界产生影响，既不会有污染性物质扩散，也不会由于机组运转对水流产生影响，相对于传统的水下储能方法(水下压缩空气储能、水下抽水储能等)不会对海洋环境造成干扰，有助于保护海洋生态环境，环境友好度高，具有高效、环保、可靠、响应速度快、可扩展性强等优点。

[0111] 2、本发明由于系统是封闭的，因此在不会影响海洋环境的同时，外界海洋对系统的影响也可以规避，可以避免海水杂质以及一些海洋生物进入系统对系统的稳定性产生影响，可避免海水腐蚀以及海洋生物破坏，系统可靠性强。

[0112] 3、本发明储能密度大，相对于传统的抽水储能，本方案在抽水的过程中给形成了负压环境，通过外界压强与接近真空的状态的压强差对储能过程产生了一个增益的效果，既可以于大气中应用，也适用于水下环境应用，当应用于水下环境时，这种压强差会随着深度的增加而增加(水压会随着深度增加而增加)，从而进一步提高系统的能量储存的密度。

[0113] 4、本发明能够利用内部化学能驱动作为发电储能一体化系统时高能量密度输出和快速响应方面有着独特地优势，能够瞬时输出高功率的能量，可应用于需要高密度能量输出和快速响应的场合，如紧急备用电源(医院、数据中心等关键设施，在电网故障时需要立即切换到可靠的备用电源)、军事应用(特别是在战场或远离常规电网的地区，需要快速部署和高能量密度的能源)、远程科研站(极地考察站、深海探测设施，往往位于偏远地区，需要自给自足的强大能源系统、太空探测与星际旅行(对能源密度和响应速度有极高要求的应用场景)、大规模突发事件应急响应(如自然灾害后的临时救援中心，需要快速建立稳定的电力供应)等，大大增强装置的通用性和实用性。

[0114] 在本申请的描述中，需要理解的是，术语“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本申请和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本申请的限制。

[0115] 以上对本发明的具体实施例进行了描述。需要理解的是，本发明并不局限于上述特定实施方式，本领域技术人员可以在权利要求的范围内做出各种变化或修改，这并不影响本发明的实质内容。在不冲突的情况下，本申请的实施例和实施例中的特征可以任意相互组合。

权利要求书

- [权利要求 1] 一种密闭式储能装置，其特征在于，具有蓄能和发电两种状态，包括变容腔体(1)、连接管道(3)、通过所述连接管道(3)连接所述变容腔体(1)的储流结构体(2)、布置在所述连接管道(3)上的控制阀(9)、可逆式蓄能机组(100)以及与所述控制阀(9)信号连接的控制单元；所述变容腔体(1)、连接管道(3)、储流结构体(2)三者连接形成密闭空间；
- 在蓄能状态下，打开所述控制阀(9)，位于所述储流结构体(2)中的流体(21)能够通过所述可逆式蓄能机组(100)驱动或储流结构体(2)自身驱动进而从所述储流结构体(2)进入到所述变容腔体(1)后关闭所述控制阀(9)，储流结构体(2)内部变为负压空间，其中，当所述储流结构体(2)自身为流体(21)提供驱动力时，装置在蓄能的过程中所述可逆式蓄能机组(100)能够进行发电；
- 当需要释能时，打开所述控制阀(9)，在外部压力和/或变容腔体(1)自身弹性回复力的驱使下所述流体(21)从所述变容腔体(1)流入到储流结构体(2)中进而能够驱动所述可逆式蓄能机组(100)发电。
- [权利要求 2] 根据权利要求1所述的密闭式储能装置，其特征在于，应用于水下，各个部件都满足防水的要求。
- [权利要求 3] 根据权利要求1所述的密闭式储能装置，其特征在于，所述可逆式蓄能机组(100)能够采用如下任一种结构：
- 包括流体施力部件(7)以及电机组件(11)，所述电机组件(11)能够驱使所述流体施力部件(7)转动进而能够在蓄能状态时为所述流体(21)的流动提供动力；或者当所述储流结构体(2)自身为流体(21)提供驱动力时，所述流体(21)通过所述连接管道(3)时能够推动所述流体施力部件(7)转动进而带动所述电机组件(11)发电；所述电机组件(11)配置在连接管道(3)的内部或者外部；
- 包括流体泵组件(18)以及发电机组(19)，流体泵组件(18)、发电机组(19)分别配置在连接管道(3)上，流体泵组件(18)用于将储流结构体

(2)中的流体(21)输送到变容腔体(1)中，发电机组(19)能够在流体(21)的驱使下发电。

[权利要求 4] 根据权利要求3所述的密闭式储能装置，其特征在于，所述电机组件(11)运行所需的电能来自于风能、太阳能、波浪能、温差能中的至少一种。

[权利要求 5] 根据权利要求1所述的密闭式储能装置，其特征在于，所述储流结构体(2)自身驱动所需的能量来自于化学能、相变能、电能中的至少一种，当所需的能量来自于化学能时，所述储流结构体(2)不依赖外界的电输入使得自身具有独立发电储能的功能。

[权利要求 6] 根据权利要求1所述的密闭式储能装置，其特征在于，所述变容腔体(1)为弹性皮囊腔体或由活塞导管构件形成的活塞腔体；所述储流结构体(2)采用能够平衡环境压力的刚性结构体。

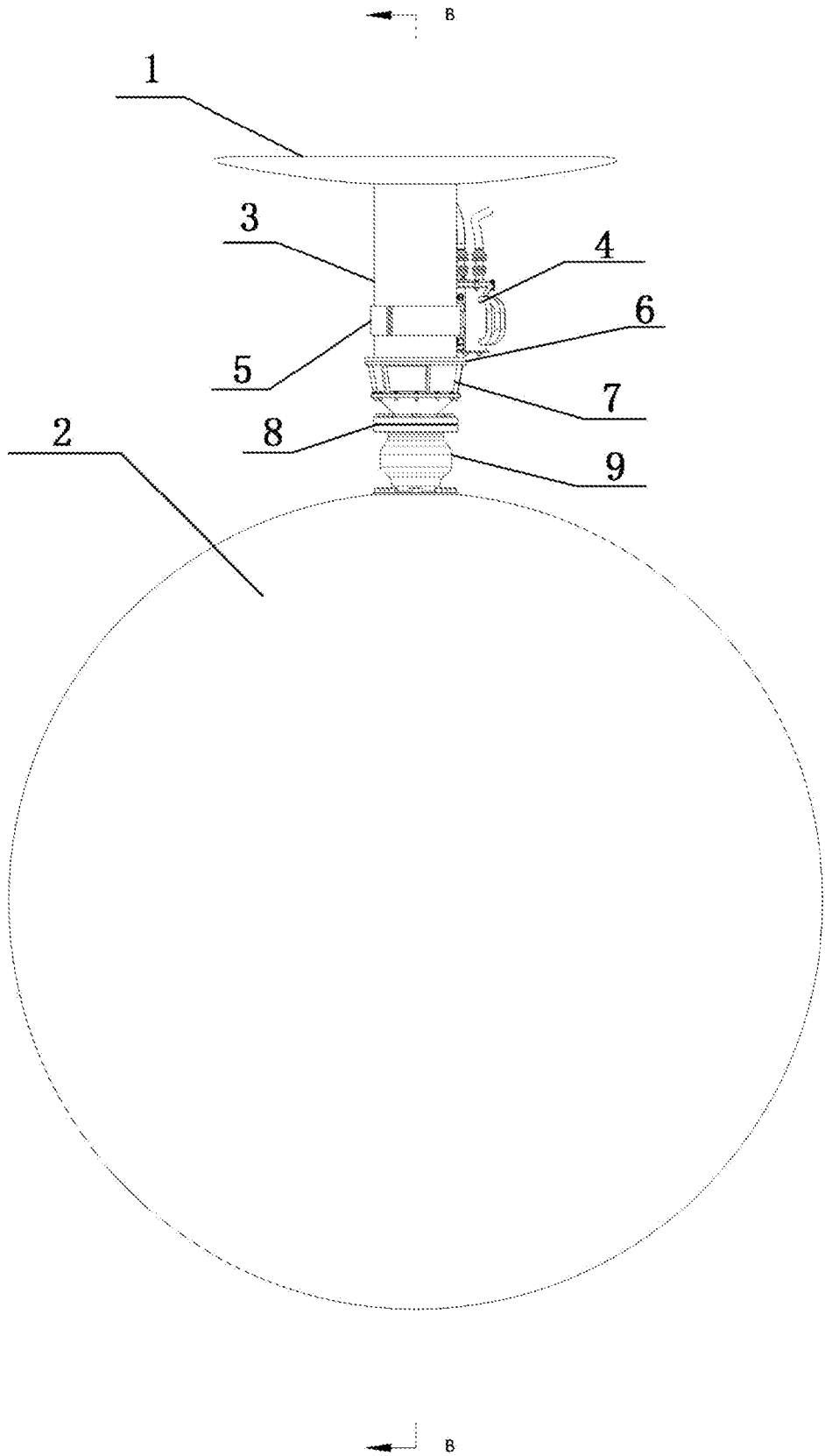
[权利要求 7] 根据权利要求1所述的密闭式储能装置，其特征在于，所述储流结构体(2)的内部设置有可形变体空间(17)，所述流体(21)填充在所述可形变体空间(17)外部且在所述可形变体空间(17)体积变大时能够挤压所述流体(21)。

[权利要求 8] 根据权利要求1所述的密闭式储能装置，其特征在于，所述控制单元能够根据装置的需要控制控制阀(9)的开度并协调控制所述可逆式蓄能机组(100)动作或储流结构体(2)自身驱动以使得可逆式蓄能机组(100)在蓄能、发电、静止三种模式之间切换。

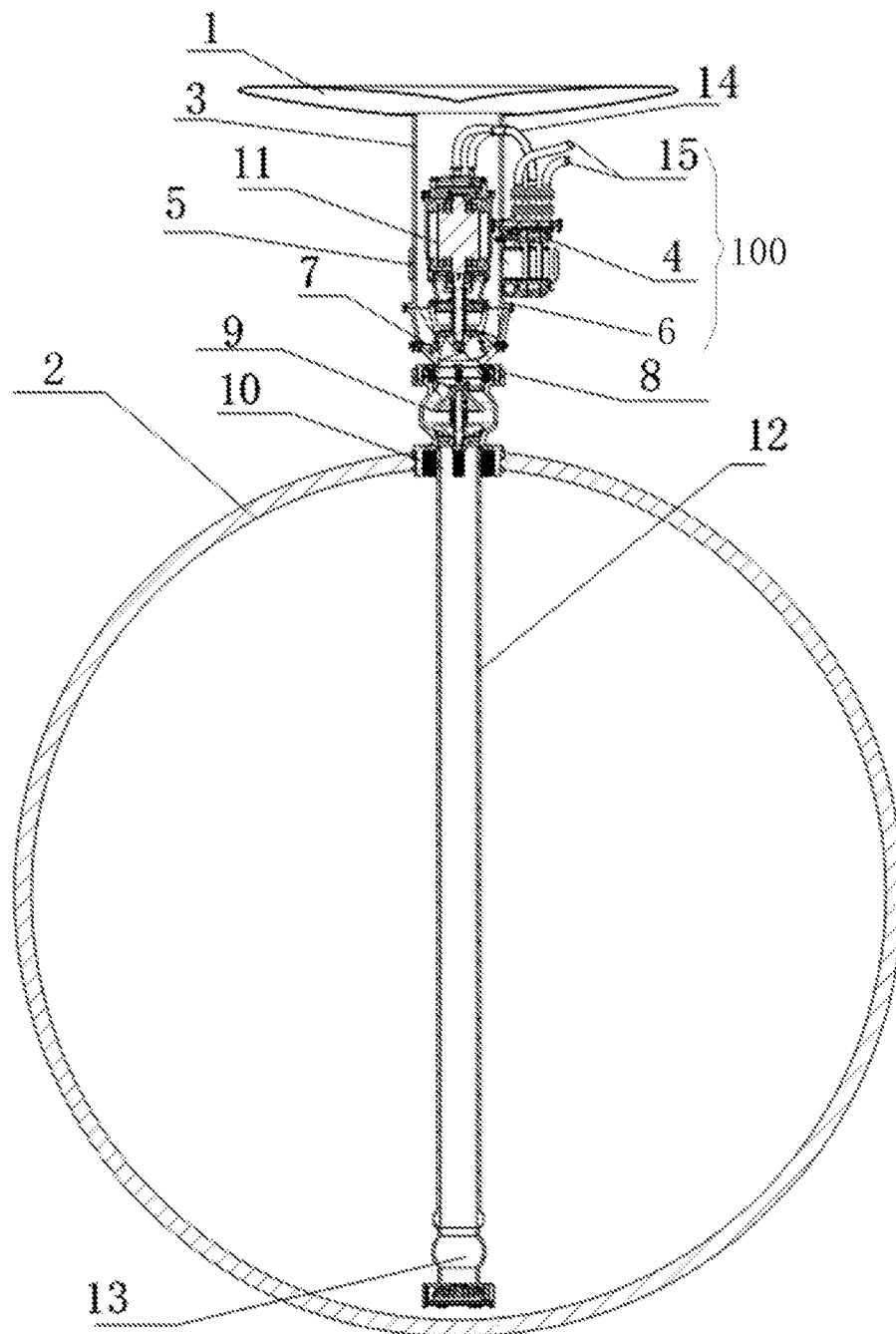
[权利要求 9] 一种储能发电一体化系统，其特征在于，包括多个权利要求1至8任一项所述的密闭式储能装置。

[权利要求 10] 根据权利要求9所述的储能发电一体化系统，其特征在于，多个所述的密闭式储能装置被配置为串联和/或并联进而使得能量的供应能够进行智能化调配。

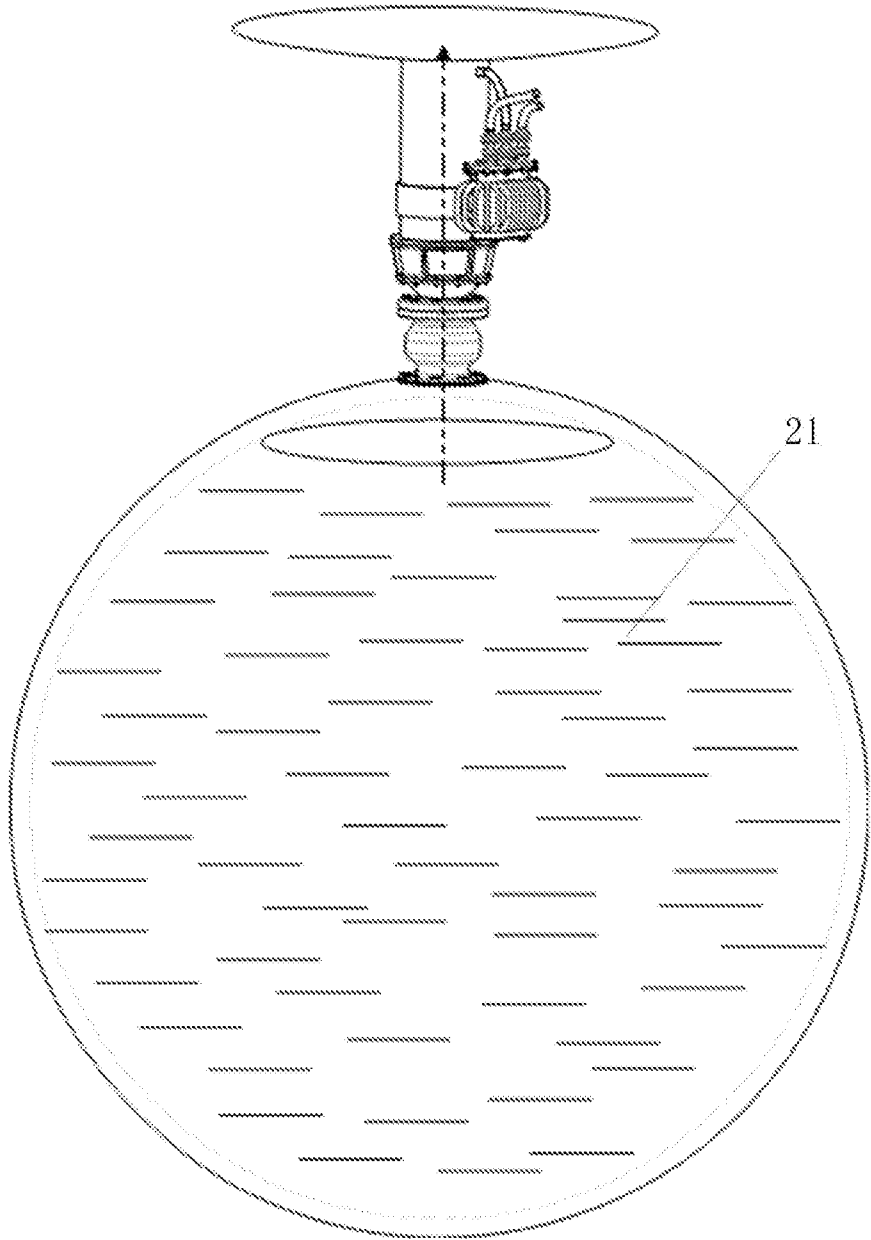
[图 1]



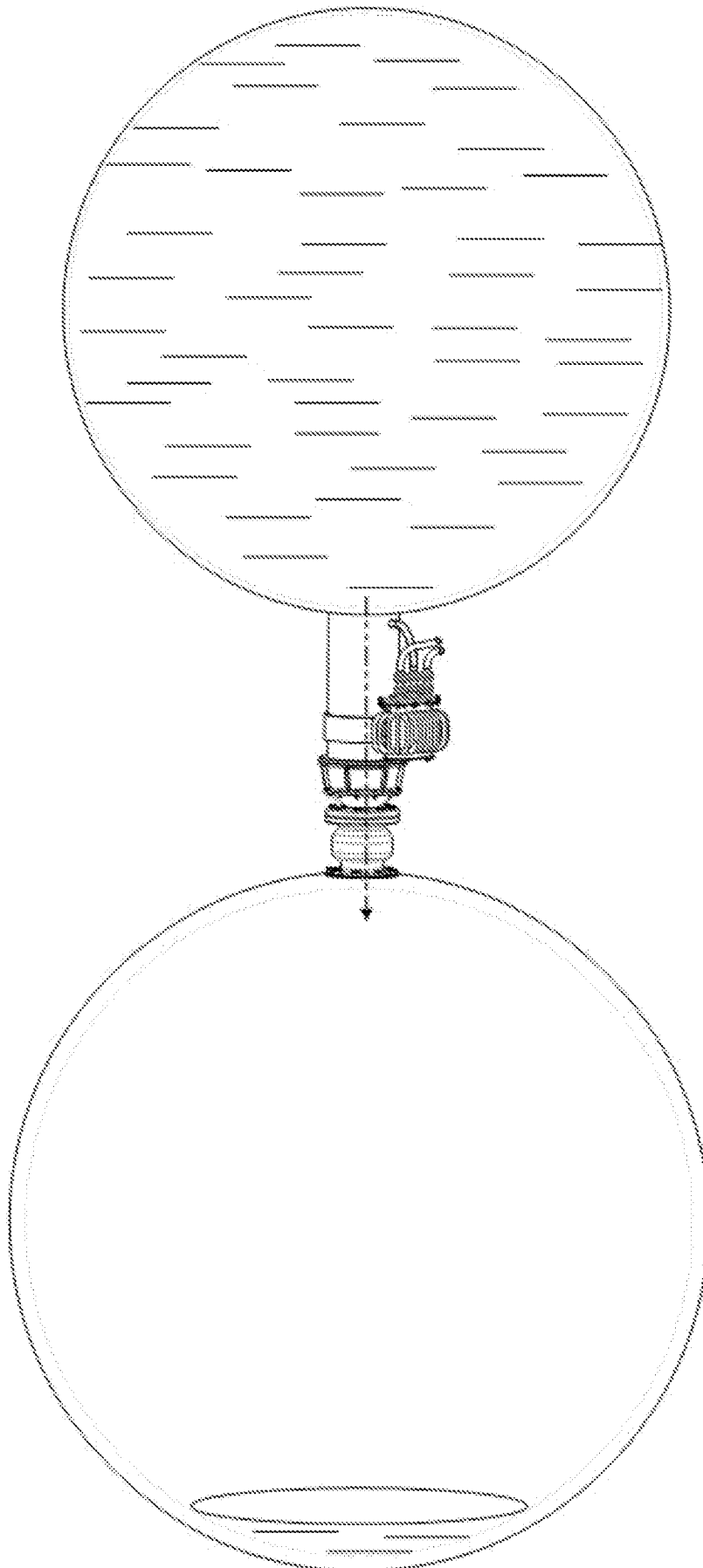
[图 2]



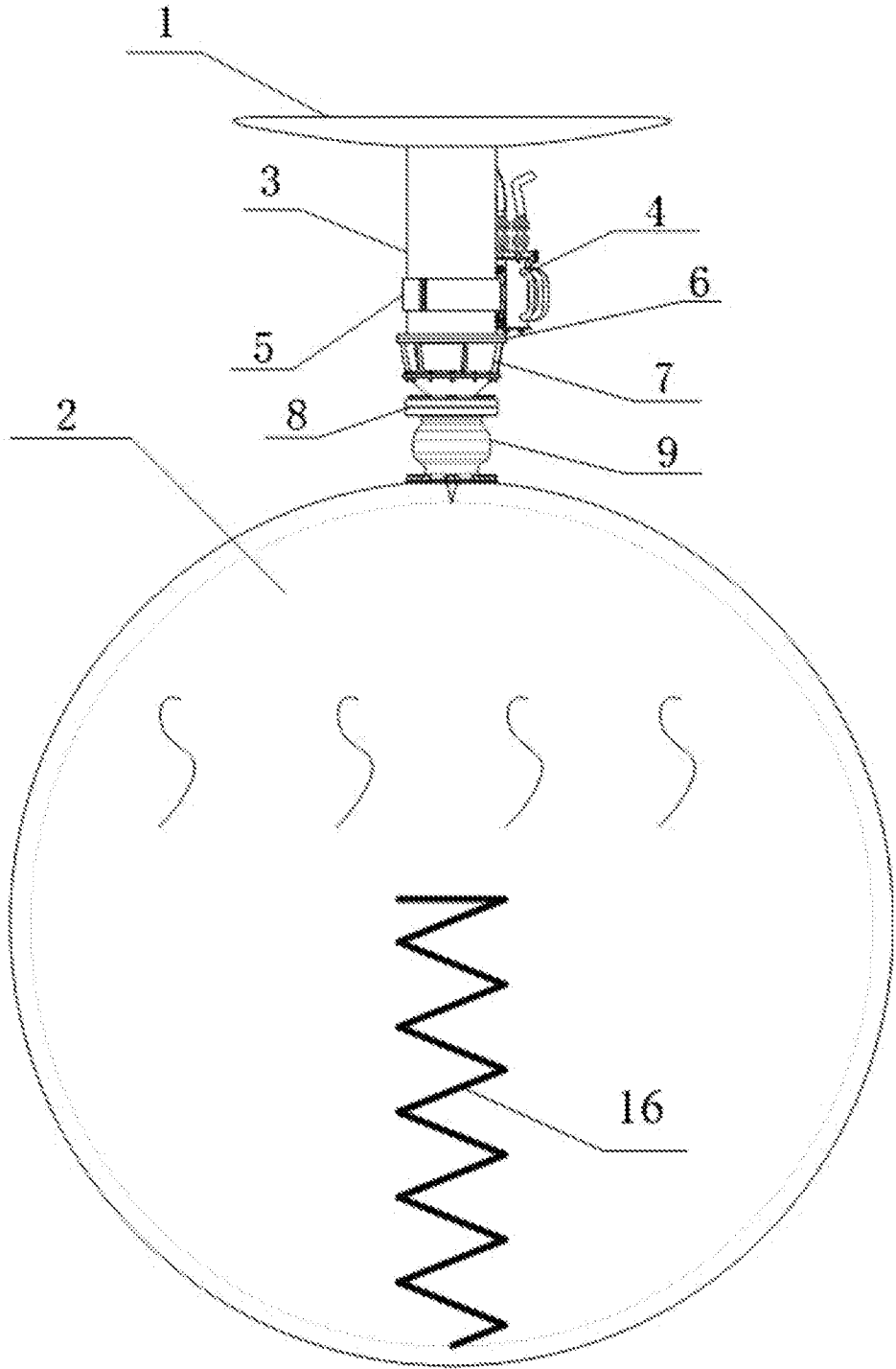
[图 3]



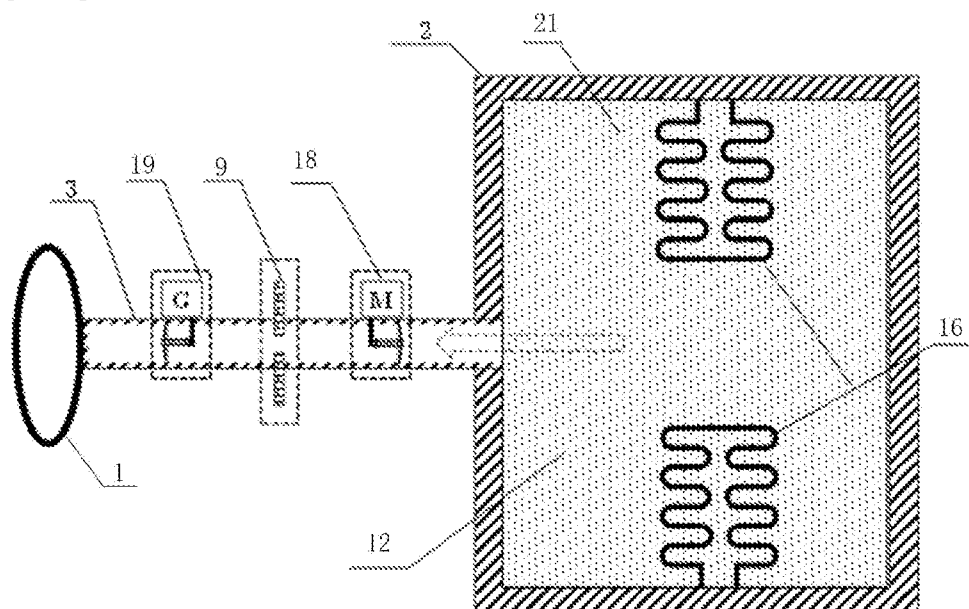
[图 4]



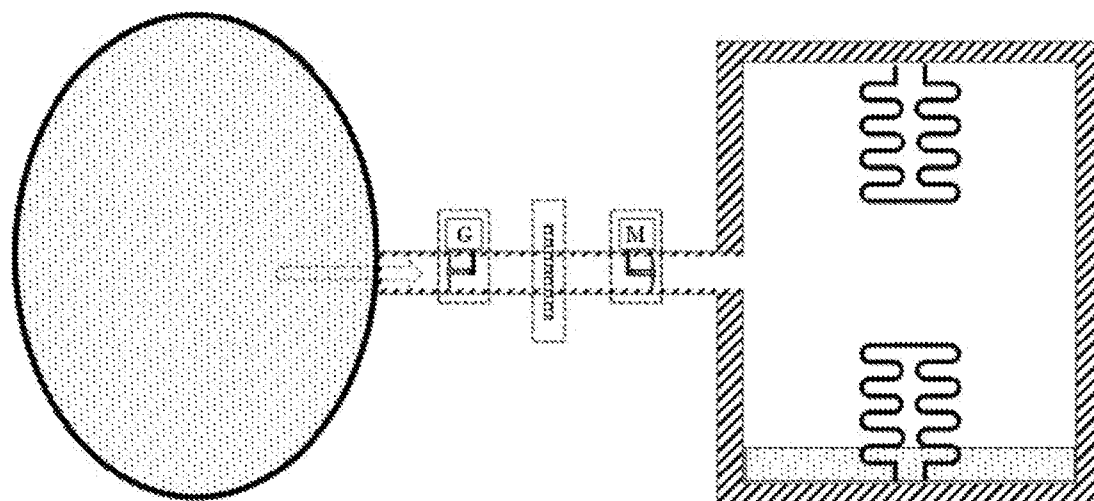
[图 5]



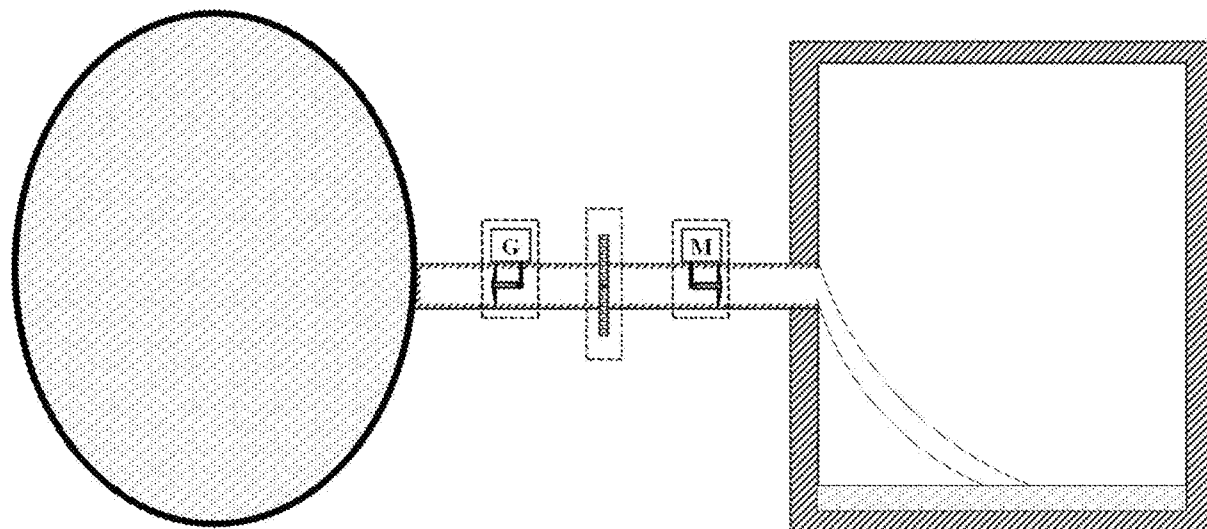
[图 6]



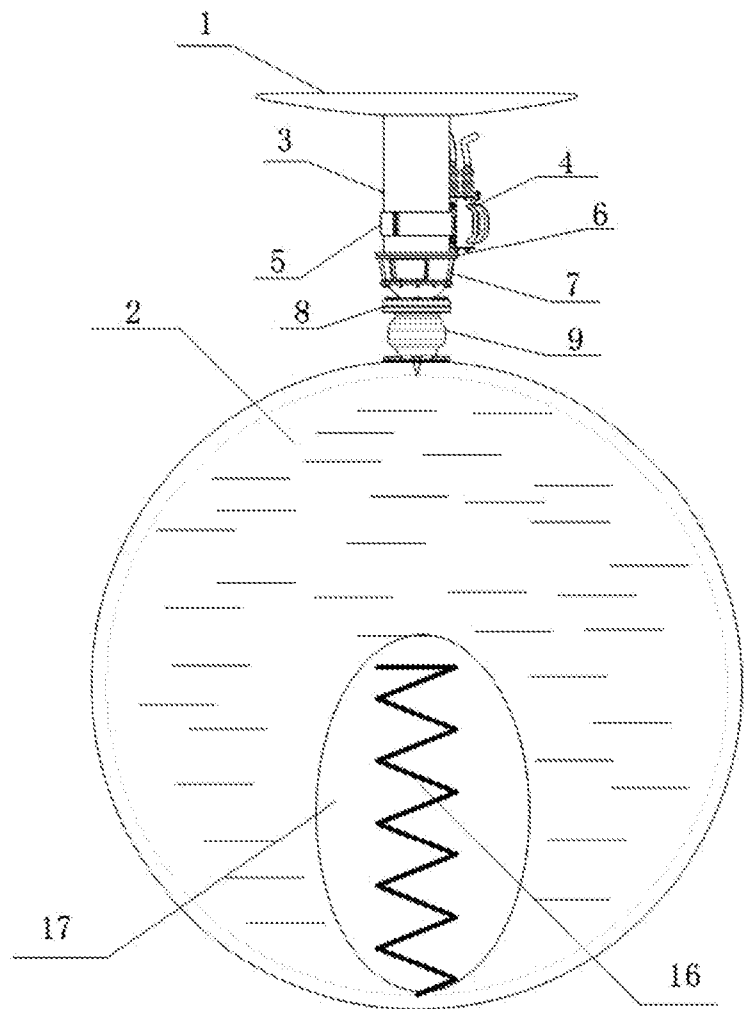
[图 7]



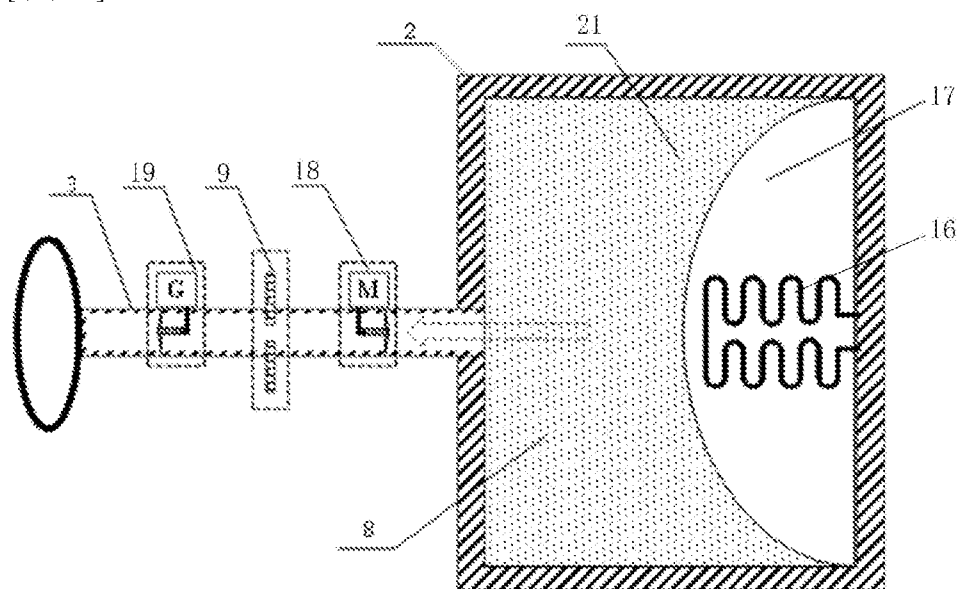
[图 8]



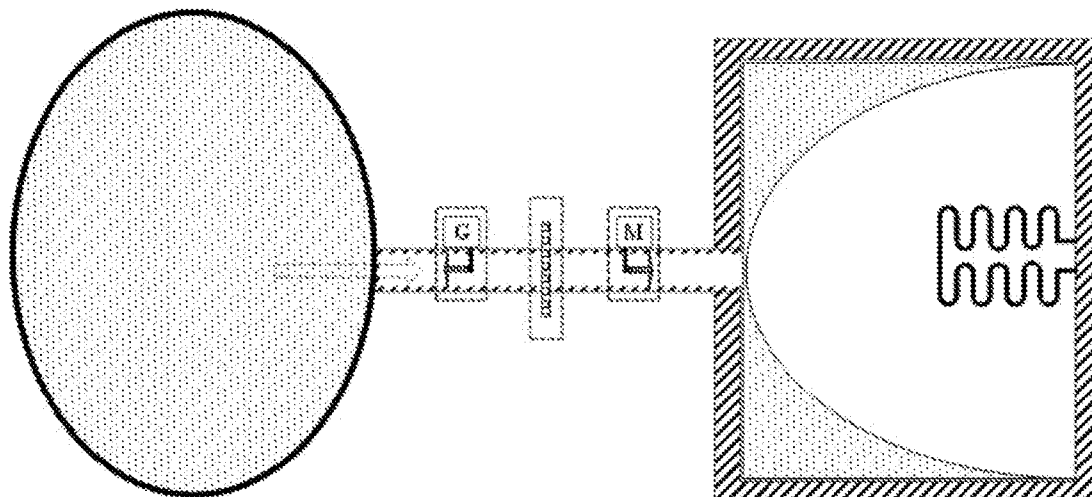
[图 9]



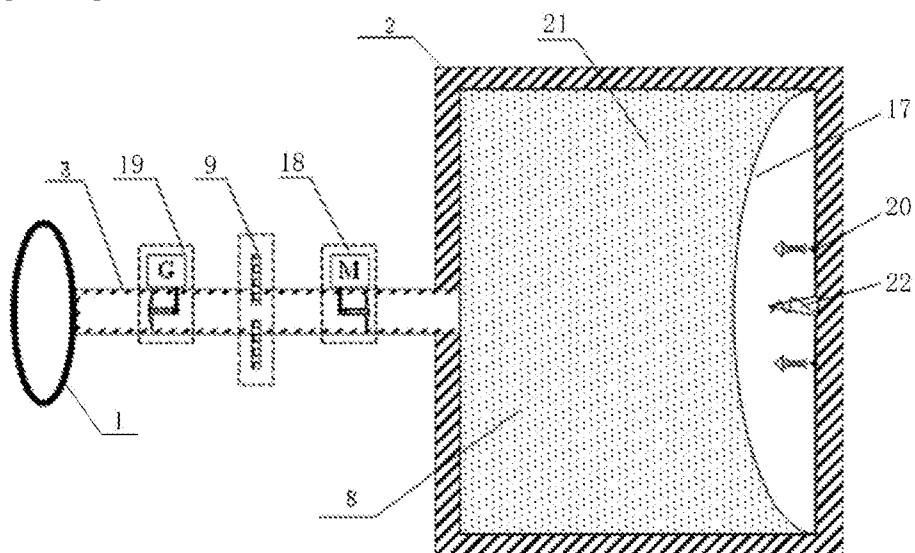
[图 10]



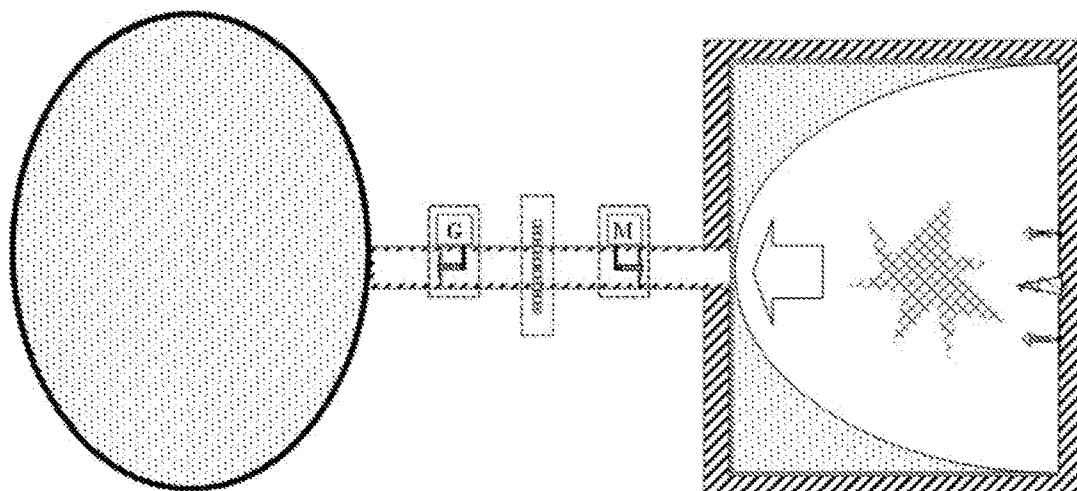
[图 11]



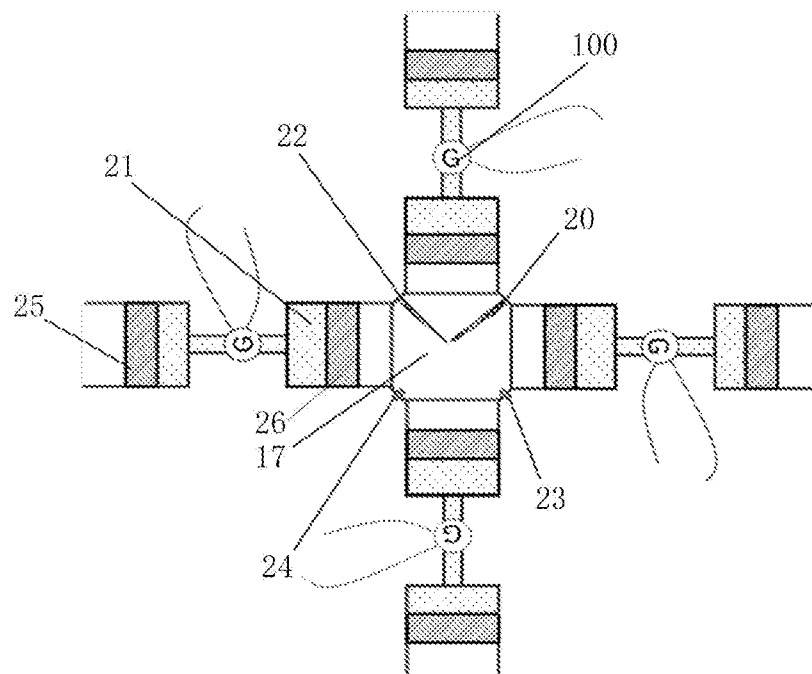
[图 12]



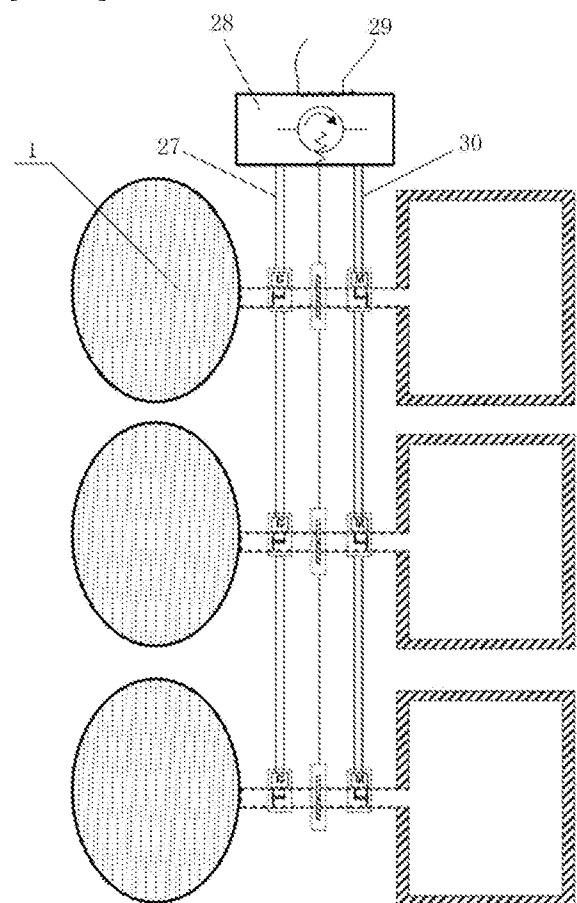
[图 13]



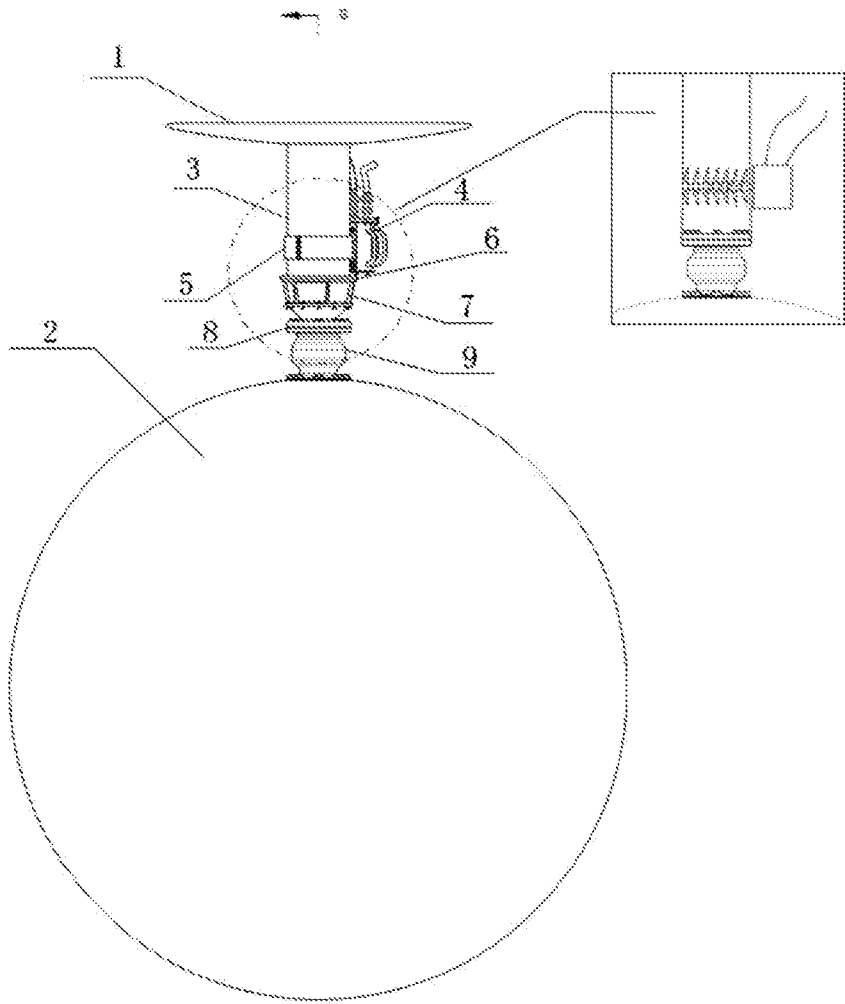
[图 14]



[图 15]



[图 16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/138738

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H02J15/00(2006.01)i; F03B13/06(2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H02J,F03B Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) CNTXT, VEN, CNKI, IEEE: 储能, 发电, 泵, 负压, 真空, 密闭, 囊, 可变形, 可形变, energy, storage, generator, pump, seal+, negative, pressure, variable, deformable, bladder		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 4112916 A1 (OCEAN GRAZER B.V.) 04 January 2023 (2023-01-04) description, paragraphs 19-35, and figures 1-3	1-10
A	CN 113464388 A (SHENYANG UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 01 October 2021 (2021-10-01) entire document	1-10
A	CN 105927455 A (INSTITUTE OF ENGINEERING THERMOPHYSICS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 07 September 2016 (2016-09-07) entire document	1-10
A	CN 114856950 A (NANJING LINGJI YIDONG DRIVING TECHNOLOGY CO., LTD.) 05 August 2022 (2022-08-05) entire document	1-10
A	CN 115030855 A (CHINA THREE GORGES CORP.) 09 September 2022 (2022-09-09) entire document	1-10
A	CN 116733665 A (SHANGHAI INVESTIGATION, DESIGN & RESEARCH INSTITUTE CO., LTD.) 12 September 2023 (2023-09-12) entire document	1-10
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: “A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance “D” document cited by the applicant in the international application “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed “T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art “&” document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 04 July 2024		Date of mailing of the international search report 11 July 2024
Name and mailing address of the ISA/CN China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2023/138738

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
EP	4112916	A1	04 January 2023	WO	2023277682	A1	05 January 2023
				EP	4355992	A1	24 April 2024
				KR	20240046164	A	08 April 2024
				CN	117859001	A	09 April 2024
CN	113464388	A	01 October 2021	None			
CN	105927455	A	07 September 2016	None			
CN	114856950	A	05 August 2022	None			
CN	115030855	A	09 September 2022	None			
CN	116733665	A	12 September 2023	None			

A. 主题的分类

H02J15/00(2006.01)i; F03B13/06(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

H02J,F03B

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNTEXT,VEN,CNKI,IEEE:储能,发电,泵,负压,真空,密闭,囊,可变形,可形变, energy,storage,generator,pump,seal+ ,negative, pressure,variable,deformable,bladder

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	EP 4112916 A1 (OCEAN GRAZER B.V.) 2023年1月4日 (2023 - 01 - 04) 说明书第19-35段、附图1-3	1-10
A	CN 113464388 A (沈阳工业大学) 2021年10月1日 (2021 - 10 - 01) 全文	1-10
A	CN 105927455 A (中国科学院工程热物理研究所) 2016年9月7日 (2016 - 09 - 07) 全文	1-10
A	CN 114856950 A (南京伶机宜动驱动技术有限公司) 2022年8月5日 (2022 - 08 - 05) 全文	1-10
A	CN 115030855 A (中国长江三峡集团有限公司) 2022年9月9日 (2022 - 09 - 09) 全文	1-10
A	CN 116733665 A (上海勘测设计研究院有限公司) 2023年9月12日 (2023 - 09 - 12) 全文	1-10

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。

☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“D” 申请人在国际申请中引证的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“p” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2024年7月4日

国际检索报告邮寄日期

2024年7月11日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

授权官员

王水迎

电话号码 (+86) 010-53961257

PCT/ISA/210 表(第2页) (2022年7月)

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2023/138738

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
EP	4112916	A1	2023年1月4日	WO	2023277682	A1	2023年1月5日
				EP	4355992	A1	2024年4月24日
				KR	20240046164	A	2024年4月8日
				CN	117859001	A	2024年4月9日
CN	113464388	A	2021年10月1日	无			
CN	105927455	A	2016年9月7日	无			
CN	114856950	A	2022年8月5日	无			
CN	115030855	A	2022年9月9日	无			
CN	116733665	A	2023年9月12日	无			