



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114322624 A

(43) 申请公布日 2022. 04. 12

(21) 申请号 202111613095.0

(22) 申请日 2021.12.27

(71) 申请人 哈尔滨工业大学

地址 150001 黑龙江省哈尔滨市南岗区西
大直街92号

(72) 发明人 易红亮 高雪林 罗康 吴健

(74) 专利代理机构 哈尔滨市阳光惠远知识产权
代理有限公司 23211

代理人 韩丽娜

(51) Int. Cl.

F28D 20/02 (2006.01)

F28F 13/16 (2006.01)

F24H 7/02 (2022.01)

F24H 9/18 (2022.01)

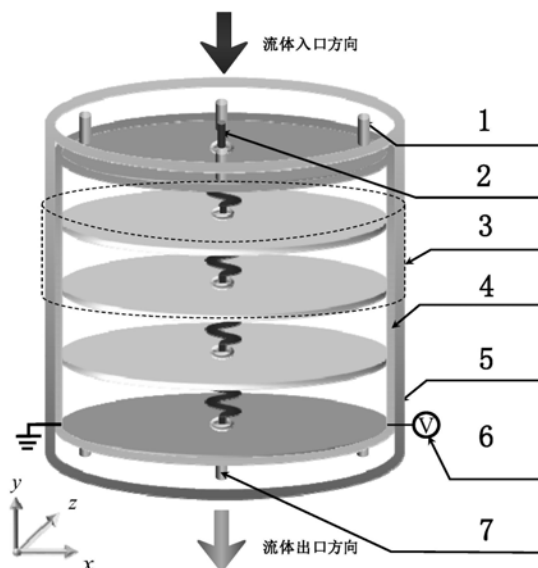
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54) 发明名称

一种分段式电驱动流耦合电加热的储-释能装置

(57) 摘要

本发明提出了一种分段式电驱动流耦合电加热的储-释能装置,属于热电转换的高效储-释能领域。解决了当前储-释能过程中由于相变材料导热系数低导致的充放热周期长、装置整体化导致的停运维修成本大、储-释能效率低的问题,提出一种高效调峰调频的分段式电驱动流耦合电加热储-释能装置,其间隔板的上下两侧布置驱动电极;储能单元多个串联设置,被包覆于封装罐体中,间隔板的最上端布置若干流体入口导管,最下端布置若干流体出口导管,装置最外层布置隔热罐体。本发明采用电流体驱动和外热源加热的多途径强化热扰动方式,将不能直接存储的电/热能高效、快速地存储,进一步提高能源的综合利用率。



1. 一种分段式电驱动流耦合电加热的储-释能装置,其特征在于:包括流体入口导管(1)、螺旋电加热管(2)、储能单元(3)、封装罐体(4)、隔热层(5)、可调电源(6)、流体出口导管(7)、驱动电极(8)、间隔板(9)、储/释能腔(10)、相变材料(11)和流体工质(12),所述储能单元(3)包括上下两层间隔板(9)和同心圆环型储/释能腔(10),所述间隔板(9)的上下两侧布置驱动电极(8),所述储能单元(3)多个串联,被包覆于封装罐体(4)中,所述间隔板(9)的最上端布置若干流体入口导管(1),最下端布置若干流体出口导管(7),装置最外层布置隔热罐体(5);

所述螺旋电加热管(2)通过间隔板(9)中间的通孔结构贯穿所有串联的储能单元(3);所述储/释能腔(10)内填充相变材料(11),所述间隔板(9)、储/释能腔(10)和封装罐体(4)之间所形成的空腔中通入流体工质(12),直接接触相变材料(11)和流体工质(12)的间隔板(9)的上/下平面布置驱动电极(8),通过可调电源(6)在驱动电极(8)的异质电极之间形成高强电场,液体相变材料(11)在储/释能腔(10)内形成顺/逆时针的循环流动。

2. 根据权利要求1所述的分段式电驱动流耦合电加热的储-释能装置,其特征在于:所述螺旋电加热管(2)由一号开关控制输出功率;所述流体工质(12)储能时输入热量、释能输出热量,由二号开关控制;所述可调电源(6)输出的电场强度,由三号开关控制。

3. 根据权利要求1所述的分段式电驱动流耦合电加热的储-释能装置,其特征在于:多个储能单元(3)上下串联布置,串联运行个数根据所需调节的负荷设置,且由封装罐体(4)封装;设置两个相邻的储能单元(3)共用一个间隔板(9)。

4. 根据权利要求1所述的分段式电驱动流耦合电加热的储-释能装置,其特征在于:在直接接触相变材料(11)和流体工质(12)的间隔板(9)的上/下平面布置驱动电极(8),所述驱动电极(8)与间隔板(9)组成电极间隔层,电极间隔层的平面上与相变材料(11)接触的区域为相变材料循环区(81),与流体工质(12)接触的区域为流体工质流动区(82)。

5. 根据权利要求4所述的分段式电驱动流耦合电加热的储-释能装置,其特征在于:所述驱动电极(8)为设置为辐射状,正/负电极以同心环形间隔布置基环结构,在径向方向沿着圆周方向均匀布置电极针体,实现异质电极区域流体的顺/逆时针驱动;中间层的电极基环上内外均设置电极针体,第一层的电极基环上设置径向向外的针体电极,最外层的基环上设置径向向内的针体电极,相交叉的一组异质电极针体数量相等。

6. 根据权利要求1或4所述的分段式电驱动流耦合电加热的储-释能装置,其特征在于:所述间隔板(9)上留有使得流体工质(12)流通的流体通孔(91),且流体通孔的个数与电极针体的数量相同,以多层环形方式沿着圆周方向均匀布置在流体工质区(82);每个间隔板(9)的中心留有布置螺旋电加热管(2)的通孔(94)。

7. 根据权利要求1或4所述的分段式电驱动流耦合电加热的储-释能装置,其特征在于:所述驱动电极(8)与间隔板(9)形成的平面上,在流体工质区(82)涂有绝缘保护涂层。

8. 根据权利要求1所述的分段式电驱动流耦合电加热的储-释能装置,其特征在于:所述间隔板(9)的内部布置有正极漆包导线(92)和负极漆包导线(93),每个间隔板(9)内的正极漆包导线(92)相互串联,外部连接可调电源(6)正极,内部连接驱动电极(8)的正极(84),每个间隔板(9)的负极漆包导线(93)相互串联,外部连接可调电源(6)负极,内部连接驱动电极(8)的负极(83)。

9. 根据权利要求1所述的分段式电驱动流耦合电加热的储-释能装置,其特征在于:所

述封装罐体(4)将上下叠加串联布置的储能单元(3)封装成一个整体,在封装罐体(4)的上下壁面上留有布置流体入口导管(1)和流体出口导管(7)的通孔,在侧壁面留有外部可调电源(6)的通孔;装置最外层布置隔热层(5),隔热层(5)的通孔位置与封装罐体(4)的通孔位置一一对应。

10.一种如权利要求1-9任一项所述的分段式电驱动流耦合电加热的储-释能装置的储能方法,其特征在于:具体包括以下步骤:

(1) 储能过程:

A. 相变材料(11)在初始状态为完全固相;

B. 当输入的过剩能量以电能形式存在,外热源使用螺旋电加热管(2),开启一号开关,将电量转变成热量,再传递给相变材料(11);

C. 当输入的过剩能量为热能,外热源设置为通过热流体工质(12),工质的热量输入由二号开关控制,通过储/释能腔(10)的套环结构迅速传递给相变材料(11);所述相变材料(11)吸收热量,当温度超过相变温度,则由固相熔化成液相;在相变前期,储能相变的强化主要由热源输入热量,热量以导热方式为主,随着固相的熔化,在相变后期,装置内部的液相占比增大,每一个储能单元的上下间隔板(9)上布置的驱动电极(8)作用下,液相相变材料(11)在三号开关控制的电场力作用下,于储/释能腔(10)内形成顺/逆时针的宏观循环流动,增强了此时装置的热扰动,进一步提高了储能效率;

D. 当输入的过剩能量为电能和热能同时存在,此时一号开关和二号开关同时开启,在此储能过程中,所述相变材料(11)在吸收螺旋电加热管热量的同时吸收来自热流体工质(12)的热量,完全液相状态下的相变过程在三号开关控制的电流体驱动下速率被加快,装置的储能效率得到进一步提升;

(2) 释能过程:

释能过程中关闭一号开关,由二号开关控制切换冷流体工质(12),使其进入流体通道层吸收来自高温液相的相变材料(11)的热量,且储/释能腔(10)内的高温相变材料(11)在三号开关的控制下,由于双层驱动电极(8)的作用,储能单元(3)内的静态凝固过程被打破,腔体内的热量被源源不断地驱动到冷热流体热量交换壁面,整个循环过程被强化并且热量被迅速均匀地释放,传递给冷流体工质(12),使得系统的释能过程迅速完成。

一种分段式电驱动流耦合电加热的储-释能装置

技术领域

[0001] 本发明属于热电转换的高效储-释能技术领域,特别是涉及一种分段式电驱动流耦合电加热的储-释能装置。

背景技术

[0002] 目前我国的能源消费依然以传统化石能源为主,国家基于此国情从可持续发展的战略层面提出推动能源生产和消费结构的转型,因而能源的储存成为当前我国能源结构转型的关键点之一。

[0003] 近年来,我国储能呈现多元发展的良好态势。其中,在太阳能光热、工业余热、电网调峰等领域的能量回收中,由于能量存在着间歇性和不稳定性,这引发能量的回收利用在时间、空间及强度上不匹配的矛盾。在众多储能技术中,相变储能技术因具有储能密度高、系统简易、吸放热过程温度波动范围小等优点而备受关注。并且相较于气液相变,固液相变储能技术又因为其高储能效率、相变过程体积变化小、系统稳定简单、经济性高等独特优势,解决了时间-空间-强度不匹配的能量存储问题,在目前的电网削峰填谷、余热回收、建筑节能等领域发展前景良好。

[0004] 然而现有的储能技术发展的最大局限性在于:相变材料在虽然有较高储能密度,但是其导热系数较低,这使得充放热周期变长,降低了储/释能的效率,并且装置的整体化使得停运维修成本急剧增加,为响应国家政策,推进储能技术的进一步发展,特提出本发明。

发明内容

[0005] 有鉴于此,基于当前削峰填谷措施中电-热能源的储存和释放在空间-时间上的解耦需求,本发明为了解决当前储-释能过程中由于相变材料导热系数低导致的充放热周期长、装置整体化导致的停运维修成本大、储-释能效率低的问题,提出一种高效调峰调频的分段式电驱动流耦合电加热储-释能装置,电流体驱动和外热源加热的多途径强化热扰动方式,将不能直接存储的电/热能高效、快速地存储,进一步提高能源的综合利用率。

[0006] 为实现上述目的,本发明采用以下技术方案:一种分段式电驱动流耦合电加热的储-释能装置,包括流体入口导管、螺旋电加热管、储能单元、封装罐体、隔热层、可调电源、流体出口导管、驱动电极、间隔板、储/释能腔、相变材料和流体力工质;所述储能单元包括上下两层间隔板和同心圆环型储/释能腔,所述间隔板的上下两侧布置驱动电极;所述储能单元多个串联设置,被包覆于封装罐体中,所述间隔板的最上端布置若干流体入口导管,最下端布置若干流体出口导管,装置最外层布置隔热罐体;

[0007] 所述螺旋电加热管通过间隔板中间的通孔结构贯穿所有串联的储能单元,所述储/释能腔内填充所述相变材料,所述间隔板、储/释能腔和封装罐体之间所形成的空腔中通入流体力工质;直接接触相变材料和流体力工质的间隔板的上/下平面布置驱动电极,通过可调电源在驱动电极的异质电极之间形成高强电场,液体相变材料在储/释能腔内形成顺/逆

时针的循环流动。

[0008] 更进一步的,所述螺旋电加热管由一号开关控制输出功率;所述流体工质储能时输入热量、释能输出热量,由二号开关控制;所述可调电源输出的电场强度,由三号开关控制。

[0009] 更进一步的,多个储能单元上下串联布置,串联运行个数根据所需调节的负荷设置,且由封装罐体封装;设置两个相邻的储能单元共用一个间隔板,即上部储能单元的下间隔板是下部储能单元的上间隔板。

[0010] 更进一步的,在直接接触相变材料和所述流体工质的间隔板的上/下平面布置驱动电极,所述驱动电极与间隔层组成所述电极间隔层,电极间隔层的平面上与相变材料接触的区域为相变材料循环区,与流体工质接触的区域为流体工质流动区。

[0011] 更进一步的,所述驱动电极为设置为辐射状,正/负电极以同心环形间隔布置基环结构,在径向方向沿着圆周方向均匀布置电极针体,实现异质电极区域流体的顺/逆时针驱动(如第一层设置为负极,则第二层设置为正极);中间层的电极基环上内外均设置电极针体,第一层的电极基环上设置径向向外的针体电极,最外层的基环上设置径向向内的针体电极,相交叉的一组异质电极针体数量相等。

[0012] 更进一步的,所述间隔板上留有使得流体工质流通的流体通孔,且流体通孔的个数与电极针体的数量相同,以多层环形方式沿着圆周方向均匀布置在所述流体工质区(除最上层和最下层间隔板);每个所述间隔板的中心留有布置所述螺旋电加热管的通孔。

[0013] 更进一步的,所述驱动电极与间隔板形成的平面上,在流体工质区涂有绝缘保护涂层。

[0014] 更进一步的,所述间隔板的内部布置有正极漆包导线和负极漆包导线,每个间隔板内的正极漆包导线相互串联,外部连接可调电源正极,内部连接驱动电极的正极;每个间隔板的负极漆包导线相互串联,外部连接可调电源负极,内部连接所述驱动电极的负极。

[0015] 更进一步的,所述封装罐体将上下叠加串联布置的储能单元封装成一个整体,在封装罐体的上下壁面上留有布置流体入口导管和流体出口导管的通孔,在侧壁面留有外部可调电源的通孔;装置最外层布置隔热层,隔热层的通孔位置与封装罐体的通孔位置一一对应。

[0016] 一种利用所述的分段式电驱动流耦合电加热的储-释能装置的储能方法,具体包括以下步骤:

[0017] (1) 储能过程:

[0018] A. 相变材料在初始状态为完全固相;

[0019] B. 当输入的过剩能量以电能形式存在,外热源使用螺旋电加热管,开启一号开关,将电量转变成热量,再传递给相变材料;

[0020] C. 当输入的过剩能量为热能,外热源设置为通过热流体工质,工质的热量输入由二号开关控制,通过所述储/释能腔的套环结构迅速传递给所述相变材料;所述相变材料吸收热量,当温度超过相变温度,则由固相熔化成液相;在相变前期,储能相变的强化主要由热源输入热量,热量以导热方式为主,随着固相的熔化,在相变后期,所述装置内部的液相占比增大,每一个储能单元的上下所述间隔板上布置的所述驱动电极作用下,液相相变材料在三号开关控制的电场力作用下,于所述储/释能腔内形成顺/逆时针的宏观循环流动,

增强了此时装置的热扰动,进一步提高了储能效率;

[0021] D.当输入的过剩能量为电能和热能同时存在,此时一号开关和二号开关同时开启,在此储能过程中,所述相变材料在吸收所述螺旋电加热管热量的同时吸收来自所述热流体工质的热量,完全液相状态下的相变过程在三号开关控制的电流体驱动下速率被加快,装置的储能效率得到进一步提升;

[0022] (2)释能过程:

[0023] 释能过程中关闭一号开关,由二号开关控制切换所述冷流体工质,使其进入流体通道层吸收来自高温液相的相变材料的热量,且所述储/释能腔内的高温相变材料在三号开关的控制下,由于双层所述驱动电极的影响,储能单元内的静态凝固过程被打破,腔体内的热量被源源不断地驱动到冷热流体热量交换壁面,整个循环过程被强化并且热量被迅速均匀地释放,传递给所述冷流体工质,使得系统的释能过程迅速完成。

[0024] 本发明提出一种分段式电驱动流耦合电加热的储-释能装置,相较于传统的储能装置,通过本发明所构思的以上技术方案主要具备以下的技术优点:

[0025] 1.本发明考虑电厂间歇性和不稳定性电/热能的存储需求,在能量过剩时候将需要存储的电/热能快速转变成热能以实现储能削峰,在用能高峰时期进行释能填谷,实现热电在时间-空间-强度上的解耦。

[0026] 2.本发明采用电流体驱动和外热源加热相互耦合的方式,在固液相变过程前期,强化手段以外热源加热为主,固体相变材料快速吸收来自外热源(电加热管/循环管路热输入)的热量,以最快的速度融化成液体;在固液相变后期,当装置内的液相增多,强化手段以电流体驱动传热为主,每个储能单元设置双驱动电极结构,使得液相在电场作用下能够在储-释能腔体中实现高速自循环,进一步增强了储-释能腔体内相变材料的热扰动,以缩短固液相变的充放热周期,可显著提高系统的能量利用率与储-释能效率。

[0027] 3.本发明实现储-释能一体化需求,同时关注储能和释能过程的强化,环形储释能腔体与冷/热流体工质以同心圆环形式交错布置,并且在每个储能单元设置驱动电极结构,区别于其他储-释能装置的静态融化和凝固过程。

[0028] 4.本发明提出的装置在最大程度增大流体和相变材料之间的热量传输面积的同时,增强储/释能过程中冷热壁面处的热梯度,使得腔内的相变材料的冷/热量被源源不断地驱动到热量交换壁面,整个过程热量被迅速均匀地传输且传热效率被不断强化,以提高储/释能效率;结构上集成度高,最大程度减小装置空间,相较于气液相变设备,本发明基于的固液相变储-释能过程中,相变过程稳定,体积变化小,且本身的温度变化幅度小,这进一步降低了系统的能量损耗且提高了装置的运行稳定性。

[0029] 5.本发明区别于当前存在的整体储-释能装置,解决了由于设备停运维修导致的时间成本大、应急管理困难的问题,本发明提出的储能单元既可以串联起来联合运行,也可以单独作用,这使得若干的储能单元既保证独立性又降低了维修时间成本,提高了装置的应变能力,在某个单元出现问题的时候,可以通过电路检测后单独拆分并检修,在最大程度上缓解了系统应急管理的困难。

附图说明

[0030] 构成本发明的一部分的附图用来提供对本发明的进一步理解,本发明的示意性实

施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

[0031] 图1是本发明一个实施例的立体结构示意图;

[0032] 图2是本发明一个实施例的储能单元示意图(正视图,螺旋电加热管未显出);

[0033] 图3是本发明一个实施例的驱动电极细节图;

[0034] 图4是本发明一个实施例的间隔板示意图。

[0035] 图中:1-流体入口管;2-螺旋电加热管;3-储能单元;4-隔热层;5-封装罐体;6-可调电源;7-流体出口管;8-驱动电极;9-间隔板;10-储/释能腔;11-相变材料;12-流体工质;81-相变材料循环区;82-流体工质流动区;83-驱动电极负极;84-驱动电极正极;91-流体通孔;92-正极漆包导线;93-负极漆包导线;94-螺旋电加热管布置通孔。

具体实施方式

[0036] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地阐述。需要说明的是,在不冲突的情况下,本发明中的实施例及实施例中的特征可以相互组合,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。

[0037] 需要说明的是,所述方法涉及的所述实施例尺寸视实际的热控对象设定,下面所描述的实施例仅解释本发明,而非对本发明的限定;文中提到的“上”“下”“前”“后”等仅代表各结构的相对位置而非绝对位置。

[0038] 一、具体实施方式一,参见图1-4说明本实施方式,本具体实施方式所述的分段式电驱动流耦合电加热的储-释能装置,包括:包括流体入口导管1、螺旋电加热管2、储能单元3、封装罐体4、隔热层5、可调电源6、流体出口导管7、驱动电极8,间隔板9、储/释能腔10、相变材料11和流体工质12。所述储能单元3包含上下两层间隔板9和同心圆环型储/释能腔10,所述间隔板9的上下两侧布置驱动电极8,且多个叠加串联部分,包覆于封装罐体4中,所述间隔板9的最上端布置若干流体入口导管1,最下端布置若干流体出口导管7,装置最外层布置隔热罐体5,如图1所示。

[0039] 装置的整体尺寸根据负荷需求设置,且所述螺旋电加热管2由一号开关控制输出功率;所述流体工质12储能时输入热量、释能输出热量,由二号开关控制;所述可调电源6输出的电压值决定所述驱动电极8正负电极之间的电场强度,由三号开关控制。

[0040] 所述螺旋电加热管2通过间隔板9中间的通孔结构并贯穿所有串联的储能单元3,在接通电源后产生热量;可选地,所述电加热管可以是单端,也可以是多端,可选用钢、铜、或合金等材料制作。优选地,所述螺旋电加热管2采用单端铜丝-硅胶电加热管;优选地,所述螺旋电加热管2采用螺栓螺钉连接的方式布置在装置的中部位置。

[0041] 所述储能单元3包含上下两层所述间隔板9和同心圆环型储/释能腔10,所述间隔板9的上下两侧布置驱动电极8,多个储能单元3上下串联布置,串联运行个数根据所需调节的负荷设置,且由封装罐体4封装;设置两个相邻的所述储能单元3共用一个间隔板9,即上部储能单元的下间隔板是下部储能单元的上间隔板,优选地,本实施例设置4个串联的所述储能单元3,如图1和图2所示。

[0042] 所述封装罐体4封装所述储能单元3,在所述封装罐体4的上下壁面上留有布置所述流体入口导管1和流体出口导管7的通孔,在侧壁面留有外部可调电源6的通孔;所述封装罐体4的材料必须满足高绝热、高绝缘性;所述封装罐体4固定所述间隔板9采用卡槽嵌合方

的式;所述隔热层5布置在装置最外层,设置隔热层5的通孔位置与封装罐体4的通孔位置一一对应。

[0043] 直接接触所述相变材料11和流体工质12的间隔板9的上/下平面布置驱动电极8,所述驱动电极8与间隔层9形成平滑的所述电极间隔层,电极间隔层的平面上与相变材料11接触的区域为相变材料循环区81,如图3所示阴影区间;与流体工质12接触的区域为和流体工质流动区82,如图3所示空白区间,且在流体工质区82涂有绝缘保护涂层,以避免流体工质12对驱动电极8的腐蚀。优选地,本实施例的电极间隔层平面上划分5个区域,中心位置为螺旋电加热管2的通孔位置,第一层圆环和第三层圆环设置相变材料循环区81,第二层圆环和第四层圆环设置流体工质流动区82。

[0044] 所述驱动电极8为设置为辐射状,正/负电极以同心环形间隔布置基环结构,在径向方向沿着圆周方向均匀布置电极针体,实现异质电极区域流体的顺/逆时针驱动;中间层的电极基环上内外均设置电极针体,第一层基环上设置径向向外的针体电极,最外层基环上设置径向向内的针体电极,相交叉的一组电极针体数量相等,如图3所示;优选地,本实施例中设置第一层圆环设置为负极,第二层设置为正极,第三层为负极;优选地,所述电极基环上的电极针体均匀布置,数量设置为8。优选地,所述驱动电极8采用高导热导电性的材料,如铜、银、石墨烯等。优选地,所述驱动电极8通过槽道嵌合、粘合剂粘合、螺栓螺钉、印刷或者喷印等方式布置于间隔板9的平面上。

[0045] 所述间隔板9的内部布置有正极漆包导线92和负极漆包导线93,每个所述间隔板9内的正极漆包导线92相互串联,外部连接可调电源6正极,内部连接驱动电极8的正极84;每个间隔板9的负极漆包导线93相互串联,外部连接可调电源6负极,内部连接驱动电极8的负极83,如图4所示;可选地,所述间隔板9采用高导热绝缘材料制成,如陶瓷、高导热硅胶等。

[0046] 所述间隔板9上留有使得流体工质12流通的流体通孔91,且流体通孔的个数与电极针体的数量相同,以多层环形方式沿着圆周方向均匀布置在流体工质区82(除最上层和最下层间隔板);每个间隔板9的中心留有布置螺旋电加热管2的通孔94;优选地,本实施例设置2层流体通孔,每层流体通孔在圆周上均匀设置8个,如图3和图4所。

[0047] 所述流体入口导管1安装于最上层储能单元3的上方,所述流体出口导管7安装于最下层储能单元3的下方,所述流体工质12从流体入口导管1流入,再通过间隔板9上的通孔结构自流体出口导管7流出。所述流体入口导管1和流体出口导管7采用螺栓螺钉连接的方式布置在封装罐体4上;优选地,所述流体入口导管1和流体出口导管7采用绝缘绝热材料制成。

[0048] 所述间隔板9、储/释能腔10和封装罐体4之间所形成的空腔中通入流体工质12;所述储/释能腔10内填充相变材料11,通过所述可调电源6在驱动电极8的异质电极之间形成高强电场,液体相变材料11在储/释能腔10内形成顺/逆时针的循环流动,如图2所示。为了避免所述相变材料相变过程时产生体积膨胀,因此相变材料并不充满空腔结构;优选地,根据电/热负荷选取在储-释能腔10内填充相变材料11,材质为绝缘体或者弱电解质;优选地,所述实施例在保证储能效果的前提下考虑运行成本相变材料11选用石蜡。

[0049] 本发明涉及一种分段式电驱动流耦合电加热的储-释能装置,以调峰填谷的储-释能过程为例,其工作原理及流程说明如下:

[0050] (1) 用能低谷:系统中输入过剩的电能给螺旋电加热管2和驱动电极8,且抽调一部

分热工质进入本装置,此时装置内的相变材料11在初始状态为完全固相;开启一号开关和二号开关,使用螺旋电加热管2,将电量转变成热量,再传递给相变材料11;并且由二号开关控制,输入热流体工质12,其热量将通过储/释能腔10的套环结构迅速传递给相变材料11;所述相变材料11吸收热量,当温度超过相变温度,则由固相熔化成液相;在相变前期,储能相变的热量出传输以导热方式为主,随着固相的熔化,在相变后期,所述储/释能腔10内的液相占比增大,在每一个储能单元的间隔板9上的驱动电极8作用下,热交换壁面的热扰动增强,液相相变材料11于储/释能腔10内形成顺/逆时针的宏观循环流动,增强了此时装置的热扰动,进一步提高了储能效率;

[0051] (2) 用能高峰:此时将之前存储的热能迅速释放,释能过程中关闭一号开关,由二号开关控制切换冷流体工质12,使其进入流体通道层吸收来自高温液相的相变材料11的热量,且储/释能腔10内的高温相变材料11在三号开关的控制下,由于驱动电极8的影响,储能单元3内的静态凝固过程被打破,腔体内的热量被源源不断地驱动到冷热流体热量交换壁面,整个循环过程被强化并且使得热量被迅速均匀地释放,传递给冷流体工质12,使得系统的释能过程迅速完成。

[0052] 本发明提供一种分段式电驱动流耦合电加热的储-释能装置,首先考虑间歇性和不稳定电/热能的储释,在能量过剩时候将需要存储的能量(电/热)快速转变成热能以实现储能削峰,在用能高峰时期进行热能的释能填谷,解决时间-空间-强度不匹配的能量储-释问题;并且解决装置整体化带来的停运维修成本大以及设备应急管理困难的问题;最后本发明集成热-电的多模式解耦方式,通过外热源加热和电流体驱动,在节能的前提下最大程度地增强储-释能过程的中的热扰动,解决了储释能周期长的问题,提高系统的能量利用率和深度调峰的响应速率。

[0053] 本发明基于固液相变过程,相变材料在能量需求小的时候吸收需要被存储的多余能量,由固相变成液相实现能量的储存过程,同时在能量需求大的时候,液相放出热量成为固相完成释能过程,储-释能过程均在一个接近恒定的温度下进行,并通过电流体驱动耦合外热源加热的方式实现能量的快速存储。

[0054] 储能过程当输入过剩能量以电能形式存在,外热源则使用螺旋电加热管2,将电量转变成热量,再传递给包裹在电加热管附近的相变材料11;当输入的过剩能量为热能,外热源直接为输入的热流体工质12,流体工质12的热量经过储-释能腔10的壁面迅速传递给固体相变材料11;当输入过剩能量同时以热能和电能形式存在,外热源来自于螺旋电加热管2和热流体工质12。储-释能腔内部接触传热壁面附近的相变材料11吸收热量,直至超过其自身的相变温度,此时相变材料则由固相熔化成液相,且在双驱动电极8的电场作用下,液相在储-释能腔体内实现高速自循环,进一步增强了储-释能腔体内相变材料的热扰动,缩短充热周期。

[0055] 释能过程中,能量传输与储能的方向相反,当切换工质接口,冷流体工质11进入装置,流体通道层吸收来自高温液相的相变材料11的热量,吸收来自相变材料11的热量,所述驱动电极8打破储能单元3内的静态凝固过程,腔体内的热量被源源不断地驱动到热交换壁面,整个循环过程被强化并且使得热量被迅速均匀地释放,传递给所述冷流体工质12,使得系统的释能过程迅速完成。

[0056] 以上公开的本发明实施例只是用于帮助阐述本发明。实施例并没有详尽叙述所有

的细节,也不限制该发明仅为所述的具体实施方式。根据本说明书的内容,可作很多的修改和变化。本说明书选取并具体描述这些实施例,是为了更好地解释本发明的原理和实际应用,从而使所属技术领域技术人员能很好地理解和利用本发明。

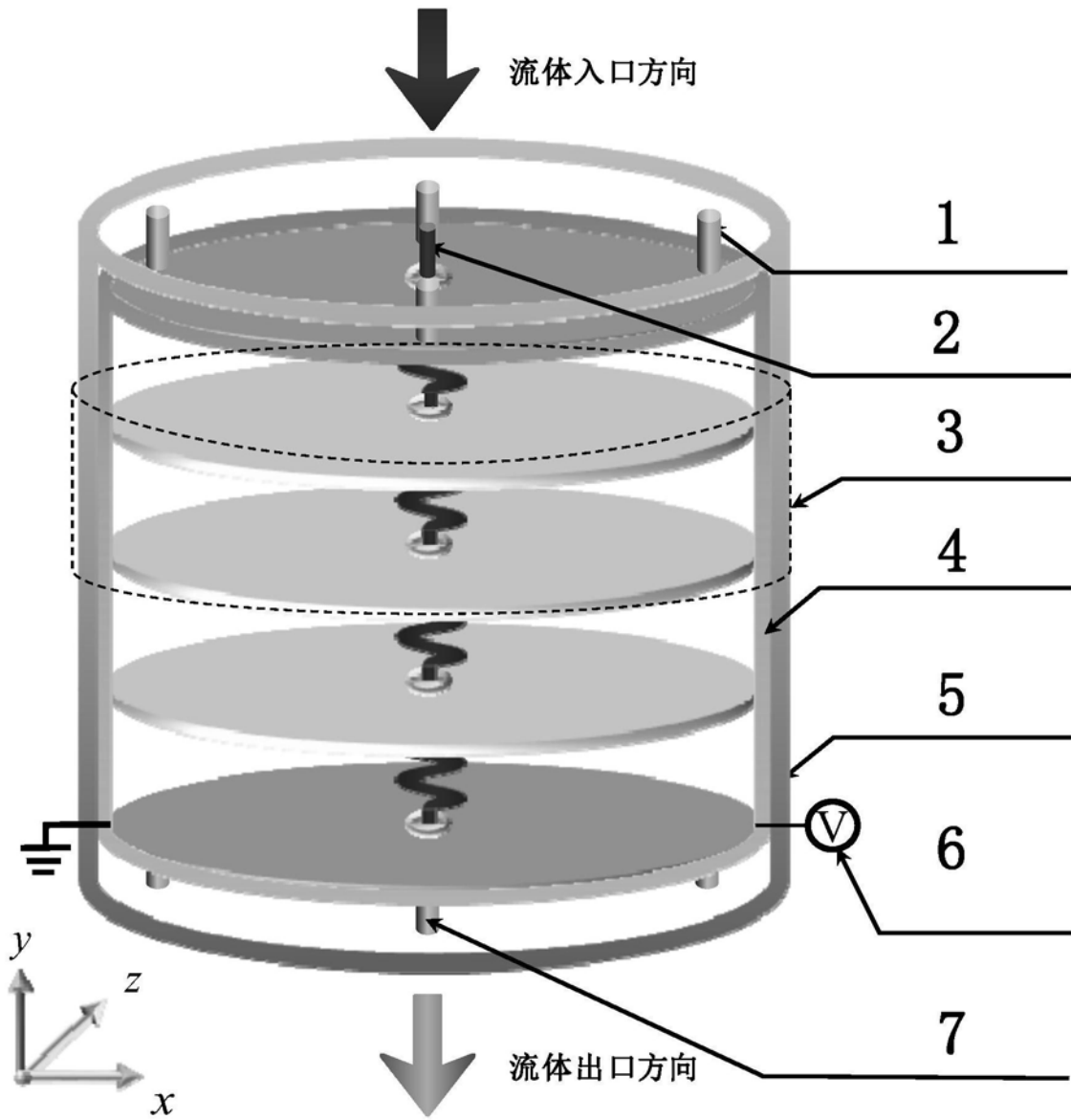


图1

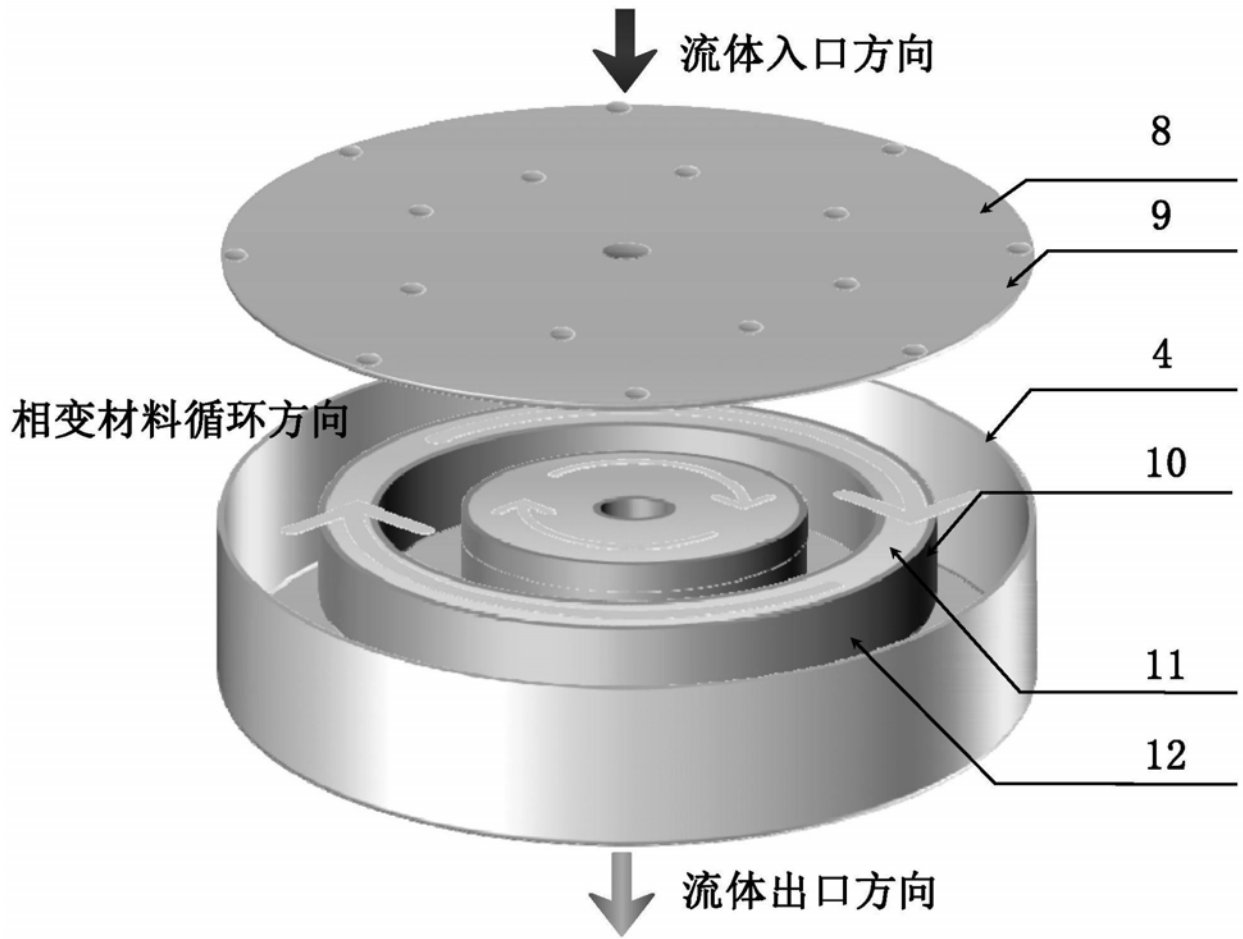


图2

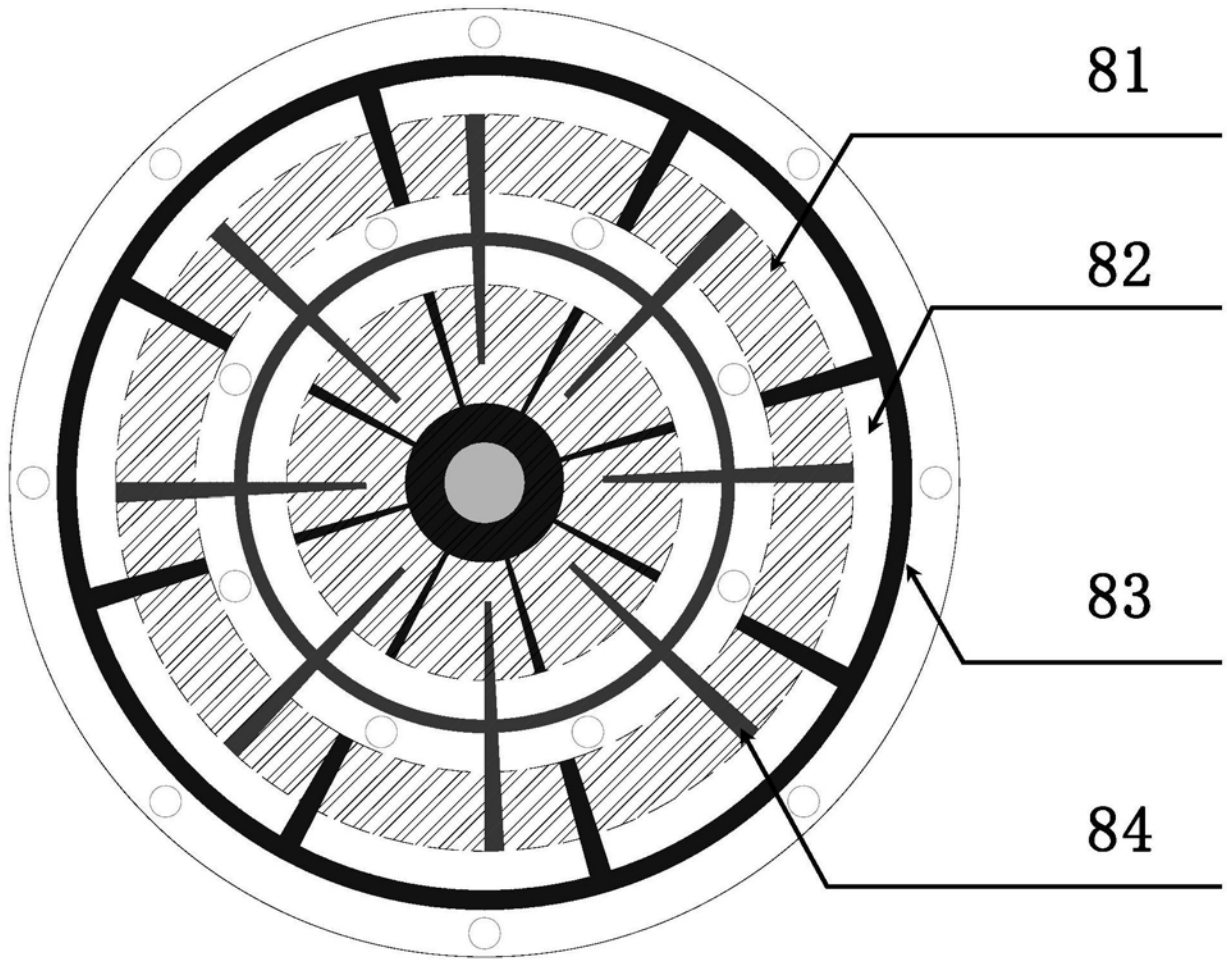


图3

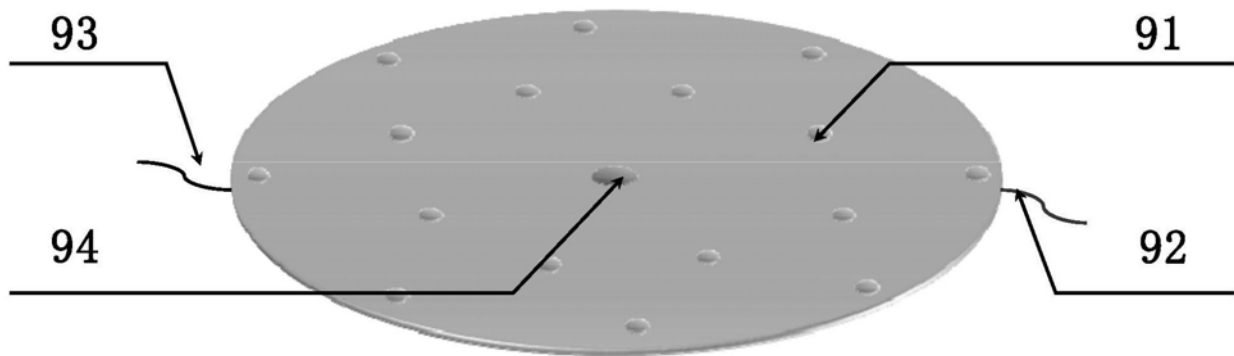


图4