



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103256729 B

(45) 授权公告日 2015. 12. 02

(21) 申请号 201310195797. 0

CN 101782291 A, 2010. 07. 21, 全文.

(22) 申请日 2013. 05. 23

审查员 贾月

(73) 专利权人 上海交通大学

地址 200240 上海市闵行区东川路 800 号

(72) 发明人 李廷贤 闫霆 李卉 王如竹

(74) 专利代理机构 上海科盛知识产权代理有限公司 31225

代理人 林君如

(51) Int. Cl.

F24J 2/34(2006. 01)

F24J 2/46(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 201697209 U, 2011. 01. 05, 全文.

US 4233961 A, 1980. 11. 18, 全文.

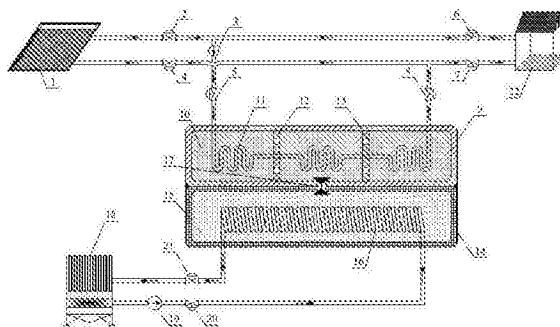
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

大容量组合式太阳能热化学梯级高效储热装置及应用

(57) 摘要

本发明涉及大容量组合式太阳能热化学梯级高效储热装置及应用,包括太阳能集热器、固-气化学反应器、制冷剂储液器及冷却塔,固-气化学反应器内填充有三种储热盐吸附剂,在相同的工作压力下,三种储热盐吸附剂沿换热流体的流动方向解吸平衡温度从高到低依次递减,呈梯级分布。本发明利用热化学吸附储热并采用多种不同温区的反应盐可有效地克服现有的太阳能热化学储热装置由于某些时刻采集的太阳热能温度较低导致反应物无法发生储热分解反应的不足,从而该太阳能热化学梯级高效储热新技术可以减小太阳能时段波动性的影响,故而能更好地与太阳能进行匹配,其可以通过不同温区储热反应盐的梯级组合,实现太阳热能的高效热储存。



1. 大容量组合式太阳能热化学梯级高效储热装置,包括太阳能集热器、固-气化学反应器、制冷剂储液器及冷却塔,

所述的固-气化学反应器、制冷剂储液器合并连接,

所述的太阳能集热器经循环管道连接固-气化学反应器并通过循环管道将热能输送到热用户终端,

所述的冷却塔经循环管道与制冷剂储液器连接,

其特征在于,所述的固-气化学反应器内填充有三种储热盐吸附剂,在相同的工作压力下,高温盐吸附剂的平衡温度高于中温盐吸附剂的平衡温度,中温盐吸附剂的平衡温度高于低温盐吸附剂的平衡温度,在同一压力下,三种储热盐吸附剂沿换热流体的流动方向平衡温度从高到低依次递减,呈梯级分布。

2. 根据权利要求1所述的大容量组合式太阳能热化学梯级高效储热装置,其特征在于,

所述的高温盐吸附剂为氯化盐、溴化盐、碘化盐、氢化物、氧化物或其复合材料,选自碘化镍(NiI_2)、溴化镍(NiBr_2)、氯化镍(NiCl_2)、溴化镁(MgBr_2)、溴化亚铁(FeBr_2)、氯化亚铁(FeCl_2)、氯化镁(MgCl_2)、溴化锰(MnBr_2)或氯化锰(MnCl_2);

所述的中温盐吸附剂为氯化盐、溴化盐、碘化盐、氢化物、氧化物或其复合材料,选自溴化镁(MgBr_2)、溴化亚铁(FeBr_2)、氯化亚铁(FeCl_2)、氯化镁(MgCl_2)、溴化锰(MnBr_2)、氯化锰(MnCl_2)、溴化锶(SrBr_2)、氯化锶(SrCl_2)或氯化钙(CaCl_2);

所述的低温盐吸附剂为氯化盐、溴化盐、碘化盐、氢化物、氧化物或其复合材料,选自氯化镁(MgCl_2)、溴化锰(MnBr_2)、氯化锰(MnCl_2)、溴化锶(SrBr_2)、氯化锶(SrCl_2)、氯化钙(CaCl_2)、溴化钡(BaBr_2)、氯化钡(BaCl_2)、溴化钠(NaBr)或氯化锂(LiCl)。

3. 根据权利要求1所述的大容量组合式太阳能热化学梯级高效储热装置,其特征在于,所述的固-气化学反应器内设有隔板,经隔板分隔出的高温段、中温段及低温段,各温度段内填充相应的储热盐吸附剂并串联组合。

4. 根据权利要求3所述的大容量组合式太阳能热化学梯级高效储热装置,其特征在于,各温度段内均设置反应器换热管束,该管束相互连通并与连接固-气化学反应器的循环管道连通,所述的循环管道上设置加热切换阀、加热循环泵、控制调节阀、供热控制阀。

5. 根据权利要求4所述的大容量组合式太阳能热化学梯级高效储热装置,其特征在于,所述的太阳能集热器、循环管道、固-气化学反应器构成太阳能热储存阶段太阳能集热器侧传热流体的流动环路。

6. 根据权利要求1所述的大容量组合式太阳能热化学梯级高效储热装置,其特征在于,所述的制冷剂储液器内填充制冷剂并设有储液器换热盘管,该盘管与连接制冷剂储液器的循环管道连通,所述的循环管道上设置循环泵、控制调节阀。

7. 根据权利要求6所述的大容量组合式太阳能热化学梯级高效储热装置,其特征在于,所述的冷却塔、循环管道、制冷剂储液器构成冷却塔侧传热流体的流动环路。

8. 根据权利要求1所述的大容量组合式太阳能热化学梯级高效储热装置,其特征在于,所述的固-气化学反应器与制冷剂储液器之间设有双向转换阀。

9. 根据权利要求1-8中任一项所述的大容量组合式太阳能热化学梯级高效储热装置的应用,其特征在于,该装置使用时有太阳能热能储存阶段及热能释放阶段,

太阳能热能储存阶段利用太阳能集热器收集太阳能辐射热量,利用获得的太阳热能为固-气化学反应器内填充的储热盐吸附剂提供解吸热,储热盐吸附剂在太阳热能的加热作用下与制冷剂发生化学分解反应,此时系统工作压力为环境温度下的冷凝压力,解吸出的制冷剂蒸汽进入制冷剂储液器内发生凝结,释放的冷凝热通过储液器换热盘管内的传热流体经循环泵输送到冷却塔排入环境,实现太阳热能向化学吸附势能的转化以及储存;

热能释放阶段利用制冷剂储液器内的制冷剂在固-气化学反应器内储热盐吸附剂的吸附作用下发生蒸发相变吸收热量,制冷剂储液器被用作蒸发器,消耗的蒸发潜热通过冷却塔由外界环境介质提供,固-气化学反应器和制冷剂储液器的工作压力为环境温度下的蒸发压力,制冷剂蒸汽进入固-气化学反应器内与化学吸附储热材料发生化学合成反应释放出大量的吸附热,利用该吸附热实现对热用户终端供热。

大容量组合式太阳能热化学梯级高效储热装置及应用

技术领域

[0001] 本发明涉及太阳能热能储存技术领域的装置,尤其是涉及一种大容量组合式太阳能热化学梯级高效储热装置及应用。

背景技术

[0002] 太阳能是一种具有很大发展潜力的可再生能源,开发利用太阳能是应对能源短缺、气候变化与节能减排的重要选择之一。众所周知,太阳能具有间歇性、分散性及不稳定性的特点,因此,实施高效储热技术是解决其间歇性、不稳定性及热量供需时间差矛盾的必要手段。在太阳能的利用中,最接近于实际应用阶段的是太阳能的热利用,目前虽然已研制了多种热能储存装置及方法,但都不够理想,具体应用也有一定的困难。

[0003] 热能储存又包括显热储存、相变潜热储存和化学热储存技术三种。其中化学热储存不仅具有储热密度高的优点,而且通过催化剂或将产物分离等方式,可以实现热能的长期储存。化学吸附热储存是利用固-气可逆化学反应过程中热能与吸附势能的相互转化实现热能储存的技术。化学吸附热储存可利用的外界热源及其输出温度的范围都很宽。由于该技术可通过选择不同的吸附反应盐来满足外界热用户不同的温度需求并可采用低品位热能,如太阳能作为驱动力,因此是化学热储存中十分具有潜力的一种方式。

[0004] 经对现有技术的文献检索,申请号为 CN201110260608.4 的“太阳能储热供热开发利用技术”中国发明专利,将太阳热能通过熔盐及介质储存在保温罐或保温容器内,然后与水及介质进行热交换,变换成适宜利用的温度后,输送往指定的地点,以实现太阳热能的利用。该方法属于显热储存或相变潜热储存方式,其缺点是储热密度相对较低、储存期间热量损失大。申请号为 CN200920308278.X 的“太阳能跨季节土壤埋管蓄热供暖装置”的中国发明专利,采用显热储存方式,同样存在储热密度低、储存期间热量损失大的缺点。该专利将夏季的太阳能热量进行跨季节储存后供冬季采暖使用,破除了太阳能热利用季节性影响的限制,但没有考虑太阳能在白天的时间波动特性。太阳能即使在晴朗的白天也是时段性变化的,亦不具备定量持续供应的特性,也存在辐照强度的不同而带来的温度波动。同一天中太阳辐照有强有弱,就会发生有些时刻采集到的热能不足以加热反应物到特定的温度从而导致储热的分解反应无法进行的情况,这样必然致使储热效率大为降低。

发明内容

[0005] 本发明的目的就是为了解决上述现有技术存在的缺陷而提供一种耦合热化学吸附储热技术、多级串联式梯级热储存技术于一体的大容量组合式太阳能热化学梯级高效储热装置及应用。

[0006] 本发明的目的可以通过以下技术方案来实现:

[0007] 大容量组合式太阳能热化学梯级高效储热装置,包括太阳能集热器、固-气化学反应器、制冷剂储液器及冷却塔,

[0008] 所述的固-气化学反应器、制冷剂储液器合并连接,

[0009] 所述的太阳能集热器经循环管道连接固-气化学反应器并通过循环管道将热能输送到热用户终端,

[0010] 所述的冷却塔经循环管道与制冷剂储液器连接,

[0011] 所述的固-气化学反应器内填充有三种储热盐吸附剂,在相同的工作压力下,高温盐吸附剂的平衡温度高于中温盐吸附剂的平衡温度,中温盐吸附剂的平衡温度高于低温盐吸附剂的平衡温度,在同一压力下,三种储热盐吸附剂沿换热流体的流动方向解吸平衡温度从高到低依次递减,呈梯级分布。

[0012] 所述的高温盐吸附剂可以是氯化盐、溴化盐、碘化盐、氢化物、氧化物及其复合材料,典型的如碘化镍(NiI_2)、溴化镍(NiBr_2)、氯化镍(NiCl_2)、溴化镁(MgBr_2)、溴化亚铁(FeBr_2)、氯化亚铁(FeCl_2)、氯化镁(MgCl_2)、溴化锰(MnBr_2)、氯化锰(MnCl_2)等。

[0013] 所述的中温盐吸附剂可以是氯化盐、溴化盐、碘化盐、氢化物、氧化物及其复合材料,典型的如溴化镁(MgBr_2)、溴化亚铁(FeBr_2)、氯化亚铁(FeCl_2)、氯化镁(MgCl_2)、溴化锰(MnBr_2)、氯化锰(MnCl_2)、溴化锶(SrBr_2)、氯化锶(SrCl_2)、氯化钙(CaCl_2)等。

[0014] 所述的低温盐吸附剂可以是氯化盐、溴化盐、碘化盐、氢化物、氧化物及其复合材料,典型的如氯化镁(MgCl_2)、溴化锰(MnBr_2)、氯化锰(MnCl_2)、溴化锶(SrBr_2)、氯化锶(SrCl_2)、氯化钙(CaCl_2)、溴化钡(BaBr_2)、氯化钡(BaCl_2)、溴化钠(NaBr)、氯化锂(LiCl)等。

[0015] 对于高温盐吸附剂、中温盐吸附剂以及低温盐吸附剂的选取,做进一步说明,根据所处理的温度不同,上述吸附剂可以更换使用,例如,当处理的温度较低时,原先的中温盐吸附剂可以置于高温反应段中作为高温盐吸附剂,原先的低温盐吸附剂可以置于中温反应段以及低温反应段中使用,因此,使用的高温盐吸附剂、中温盐吸附剂以及低温盐吸附剂中的部分组分会有重复。

[0016] 三种不同反应温区的吸附反应剂将整个反应器划分为三段,即在同一反应器内实现了不同温区的划分。三种吸附反应盐分别称之为高温盐吸附剂、中温盐吸附剂和低温盐吸附剂。在相同的工作压力下,高温盐吸附剂的平衡温度高于中温盐吸附剂的平衡温度,中温盐吸附剂的平衡温度高于低温盐吸附剂的平衡温度。由于同一反应器内的压力处处相等,所以可避免同一容器承压不均所带来的风险,从而可以增加反应器的使用寿命。

[0017] 所述的固-气化学反应器内设有隔板,经隔板分隔出的高温段、中温段及低温段,各温度段内填充相应的储热盐吸附剂并串联组合。

[0018] 各温度段内均设置反应器换热管束,该管束相互连通并与连接固-气化学反应器的循环管道连通,所述的循环管道上设置加热切换阀、加热循环泵、控制调节阀、供热控制阀。

[0019] 所述的太阳能集热器、循环管道、固-气化学反应器及反应器换热管束构成太阳能热储存阶段太阳能集热器侧传热流体的流动环路。

[0020] 所述的制冷剂储液器内填充制冷剂并设有储液器换热盘管,该盘管与连接制冷剂储液器的循环管道连通,所述的循环管道上设置循环泵、控制调节阀。

[0021] 所述的冷却塔、循环管道、制冷剂储液器及储液器换热盘管构成冷却塔侧传热流体的流动环路。

[0022] 所述的固-气化学反应器与制冷剂储液器之间设有双向转换阀。

[0023] 该装置使用时有太阳能热能储存阶段及热能释放阶段：

[0024] 太阳能热能储存阶段利用太阳能集热器收集太阳能辐射热量，利用获得的太阳热能为固-气化学反应器内填充的储热盐吸附剂提供解吸热，储热盐吸附剂在太阳热能的加热作用下与制冷剂发生化学分解反应，此时系统工作压力为环境温度下的冷凝压力，解吸出的制冷剂蒸汽进入制冷剂储液器内发生凝结，释放的冷凝热通过储液器换热盘管内的传热流体经循环泵输送到冷却塔排入环境，实现太阳能向化学吸附势能的转化以及储存；

[0025] 热能释放阶段利用制冷剂储液器内的制冷剂在固-气化学反应器内储热盐吸附剂的吸附作用下发生蒸发相变吸收热量，制冷剂储液器被用作蒸发器，消耗的蒸发潜热通过冷却塔由外界环境介质提供，固-气化学反应器和制冷剂储液器的工作压力为环境温度下的蒸发压力，制冷剂蒸汽进入固-气化学反应器内与化学吸附储热材料发生化学合成反应释放出大量的吸附热，利用该吸附热实现对热用户终端供热。

[0026] 本发明的工作流程由两个阶段组成：

[0027] 第一个阶段，太阳能热能储存阶段，利用太阳能集热器所获得的热量为固-气化学反应器内填充的化学吸附储热材料提供解吸热，使其发生化学分解反应实现太阳能向化学吸附势能的转化储存，解吸出的制冷剂蒸汽进入制冷剂储液器内凝结成液体并储存于其内，释放的凝结热则由冷却塔带走。该阶段利用固-气化学分解反应阶段消耗的解吸热实现太阳能向化学吸附势能的转化储存。

[0028] 第二个阶段，热能释放的供热阶段，在环境温度下从环境中吸收热量发生蒸发相变，产生的制冷剂蒸汽流入固-气化学反应器内与化学吸附储热材料发生化学合成反应，同时释放出大量的吸附热并以此对外界的热用户供热，通过化学吸附势能向热能的转化释放满足外界热用户对热量的需求。

[0029] 与现有技术相比，本发明具有以下突出的优点和显著的效果：

[0030] 第一，热量储存密度高、储存期间热量损失小，存储容量大

[0031] 相对于传统的太阳能显热储存和相变潜热储热装置，本发明中的方法属于化学热储存方式，利用太阳能向化学吸附势能的转化实现太阳能的热储存，其热量储存密度高，从而可减小设备体积，降低储热成本；传统的太阳能显热储存和相变潜热储存装置与外界环境有较大的温差，因而在热量的储存过程中存在大量的散热损失，而本发明采用热化学吸附储热技术，由于可容易地实现产物分离，故而可在常温下长期储存分解物。只要将制冷剂与化学吸附储热材料相隔离，放热的合成化学反应就不会发生，热量就会被长期高效储存，几乎没有对外界环境的散热损失，这一特性不仅可实现热能的长期高效储存而且减少了保温方面的投资；故而本发明所述装置具有体积小、储热容量大的特征；

[0032] 第二，可实现多级组合式梯级热储存

[0033] 在太阳能热储存阶段中，从太阳能集热器流出的载热流体进入固-气化学反应器后，依次流经高温段、中温段和低温段分别对高中低温化学吸附储热材料逐级进行加热，所需解吸温度较高的化学吸附储热材料恰好也处在载热流体温度较高处，随着热量的传递，沿着流向载热流体的温度逐渐降低，所需解吸温度较低的化学吸附储热材料亦位于载热流体温度较低处，从而符合热量梯级利用的原则，故而可实现多级组合式梯级热储存；

[0034] 第三，反应器分为不同温区而压力相等，从而避免了承压不均

[0035] 由于采用三种及以上的储热反应盐，在相同的工作压力下，高温盐吸附剂的平衡

温度高于中温盐吸附剂的平衡温度,中温盐吸附剂的平衡温度高于低温盐吸附剂的平衡温度。通过不同温区的吸附储热反应盐将固-气化学反应器分为多个温区,又由于处在同一个固-气化学反应器中,故而整个反应器内的压力保持均匀一致,所以可避免同一容器承压不均所带来的风险,从而可以增加反应器的使用寿命;

[0036] 第四,可较好地适应太阳能集热温度的波动性

[0037] 相对现有的太阳能热化学吸附储热装置,本发明采用不同解吸温度分温区的多种反应盐填充于同一个固-气化学反应器内,由于在相同的工作压力下,高温区反应盐的平衡温度高于低温区反应盐的平衡温度,即使遇到同一天中太阳辐照相对较弱的时候,也有不同温区的反应盐发生解吸的分解反应,热能储存过程亦不会停滞和终止。本发明采用多种不同温区的反应盐可有效地克服现有的太阳能热化学吸附储热装置由于某些时刻采集到的太阳能不足以加热反应盐到特定温度从而导致储热的分解反应无法进行的不足,使得此项太阳能热化学吸附储热装置及方法受太阳能波动性的影响较小,故而能更好地与太阳能进行匹配。

附图说明

[0038] 图 1 为本发明的结构示意图。

具体实施方式

[0039] 下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细说明。

[0040] 实施例

[0041] 大容量组合式太阳能热化学梯级高效储热装置的结构如图 1 所示,包括:太阳能集热器 1、加热切换阀 2、加热|供热循环泵 3、加热切换阀 4、控制调节阀 5、供热控制阀 6、供热控制阀 7、控制调节阀 8、固-气化学反应器 9、固-气化学反应器 9 内所填充的化学吸附储热材料 10、反应器换热管束 11、隔板 12、隔板 13、制冷剂储液器(冷凝器/蒸发器)14、制冷剂储液器 14 内充注制冷剂 15、储液器换热盘管 16、双向转换阀 17、冷却塔 18、循环泵 19、控制调节阀 20、控制调节阀 21、热用户 22。

[0042] 在太阳能热能储存阶段,管路的连接方式和管内介质的流动情况如下:

[0043] 太阳能集热器侧传热流体管路的连接方式为:太阳能集热器 1 出口与加热切换阀 2 进口相连,加热切换阀 2 出口与加热循环泵 3 进口相连,加热循环泵 3 出口与控制调节阀 5 进口相连,控制调节阀 5 出口与反应器换热管束 11 进口相连,反应器换热管束 11 出口与控制调节阀 8 进口相连,控制调节阀 8 出口与加热切换阀 4 进口相连,加热切换阀 4 出口与太阳能集热器 1 进口相连。反应器与储液器之间的连接:固-气化学反应器 9 与制冷剂储液器 14 之间通过双向转换阀 17 进行连接,固-气化学反应器 9 与双向转换阀 17 的一端相连,双向转换阀 17 的另一端则和制冷剂储液器 14 相连接。冷却塔侧管路的连接方式为:冷却塔 18 出口与冷却循环泵 19 进口连接,循环泵 19 出口与控制调节阀 20 进口相连,控制调节阀 20 出口与储液器换热盘管 16 进口连接,储液器换热盘管 16 出口与控制调节阀 21 进口相连,控制调节阀 21 出口与冷却塔 18 进口连接,从而形成冷却塔 18 与制冷剂储液器 14 之间的换热流体循环回路。制冷剂 15 从固-气化学反应器 9 流入制冷剂储液器 14,在储液器换热盘管 16 内换热流体的冷却作用下被冷凝成液态并储存在储液器内。

[0044] 所述装置在太阳热能储存阶段,太阳能集热器 1 内的换热流体吸收太阳能辐射热量后温度升高,在加热循环泵 3 的驱动下经由反应器换热管束 11 将热量由太阳能集热器 1 向固-气化学反应器 9 传递。固-气化学反应器 9 内所填充的化学吸附储热材料 10 在外界的加热作用下发生分解反应放出气态制冷剂流入制冷剂储液器 14,气态制冷剂在储液器换热盘管 16 内换热流体的冷却作用下被冷凝成液态并储存在制冷剂储液器 14 内。

[0045] 所述装置中,固-气化学反应器 9 内填充三种及以上(最少两种)的化学吸附储热材料,而且相同压力下沿着换热流体的流动方向吸附反应盐的解吸温度依次递减,呈梯级分布。

[0046] 在热能释放的供热阶段,管路的连接方式和管内介质的流动情况如下:

[0047] 冷却塔侧管路的连接方式为:冷却塔 18 出口与循环泵 19 进口连接,循环泵 19 出口与控制调节阀 20 进口相连,控制调节阀 20 出口与储液器换热盘管 16 进口连接,储液器换热盘管 16 出口与控制调节阀 21 进口相连,控制调节阀 21 出口与冷却塔 18 进口连接,从而形成冷却塔 18 与制冷剂储液器 14 之间的换热流体循环回路。储液器与反应器之间的连接:制冷剂储液器 14 与固-气化学反应器 9 之间通过双向转换阀 17 进行连接,制冷剂储液器 14 与双向转换阀 17 的一端相连,双向转换阀 17 的另一端则和固-气化学反应器 9 相连接。热用户侧传热流体管路的连接方式为:反应器换热管束 11 出口与控制调节阀 8 进口相连,控制调节阀 8 出口与供热控制阀 7 进口相连,供热控制阀 7 出口与热用户 22 的进口相连,热用户 22 的出口与供热控制阀 6 进口相连,供热控制阀 6 出口与供热循环泵 3 进口相连,供热循环泵 3 出口与控制调节阀 5 进口相连,控制调节阀 5 出口与反应器换热管束 11 进口相连。

[0048] 所述装置在热能释放的供热阶段,制冷剂储液器 14 内的制冷剂 15 从外界环境中吸收热量,发生蒸发经由双向转换阀 17 进入固-气化学反应器 9 内并与其中的化学吸附储热材料 10 发生放热的合成反应,放出大量的吸附热经由反应器换热管束 11 的换热流体并在供热循环泵 3 的驱动作用下将所携带的热量由固-气化学反应器 9 向热用户端 22 发生传递,通过化学吸附势能转化为热能实现对外界热用户的供热。

[0049] 所述的装置中固-气化学反应器和制冷剂储液器可以合为一体,也可以分开另行设置,甚至可以为各个不同的温区分别配备相应的制冷剂储液器。

[0050] 本实施例工作时,具体实施过程为:

[0051] 在进行太阳热能的储存时:关闭供热控制阀 6 和供热控制阀 7,开启加热切换阀 2、加热切换阀 4、控制调节阀 5、控制调节阀 8、控制调节阀 20 和控制调节阀 21。该阶段太阳能集热器 1 内的传热流体吸收太阳能辐射热量后升温变为高温传热流体,经由加热切换阀 2 在加热循环泵 3 的驱动下通过反应器换热管束 11 将携带的热量传递给固-气化学反应器 9 内的化学吸附储热材料 10,化学吸附储热材料 10 在从外界采集的太阳热能的加热作用下发生化学分解反应解吸出气态制冷剂,释放出的气态制冷剂经由双向转换阀 17 流入制冷剂储液器 14。气态制冷剂在外界冷源的冷却作用下凝结成液态,并储存在制冷剂储液器 14 内。释放的凝结热通过储液器换热盘管 16 经由来自冷却塔 18 的换热流体排入外界的环境介质(空气、水)中。伴随着太阳热能的持续加热,热量的连续供给,解吸过程不断深化直到固-气化学反应器 9 内的化学吸附储热材料 10 的化学分解反应进行完全,然后关闭加热流体回路中的各切换阀门:加热切换阀 2、加热切换阀 4、控制调节阀 5、控制调节阀 8,并关

闭冷却塔侧管路的各连接阀门：控制调节阀 20 和控制调节阀 21。通过上述吸热的固 - 气热化学分解反应，完成了太阳能热能向化学吸附势能的转化，于是太阳能的高效热储存得以实现。

[0052] 在进行热能的释放予以对外供热时：关闭加热切换阀 2 和加热切换阀 4，开启控制调节阀 5、供热控制阀 6、供热控制阀 7、控制调节阀 8、控制调节阀 20 和控制调节阀 21。制冷剂储液器 14 内的制冷剂 15 在固 - 气化学反应器 9 内化学吸附储热材料 10 的吸附作用下发生蒸发相变，在蒸发相变过程中消耗的蒸发潜热通过储液器换热盘管 16 由来自冷却塔 18 的环境介质（水、空气）予以提供，蒸发的制冷剂蒸汽经由双向转换阀 17 进入固 - 气化学反应器 9 并与其内的化学吸附储热材料 10 发生化学合成反应释放出大量的吸附热，在供热循环泵 3 的驱动下流入热用户端 22 满足供热需求。伴随着上述过程的持续进行，直到固 - 气化学反应器 9 内的化学吸附储热材料 10 完成化学合成反应，然后关闭供热流体回路中的各切换阀门：控制调节阀 5、供热控制阀 6、供热控制阀 7、控制调节阀 8，并关闭冷却塔侧管路的各连接阀门：控制调节阀 20 和控制调节阀 21。通过上述固 - 气化学合成反应过程中化学吸附势能向热能的转化实现储存热量的释放并予以对外供热。

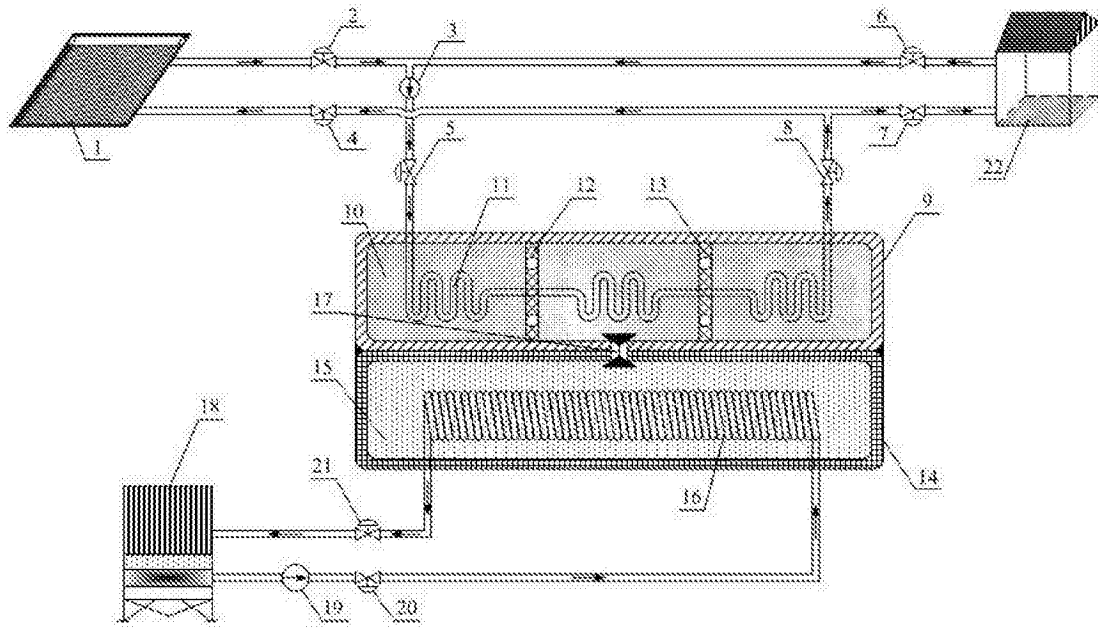


图 1