



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110762581 A

(43)申请公布日 2020.02.07

(21)申请号 201910960424.5

(22)申请日 2019.10.10

(71)申请人 中国科学院上海应用物理研究所

地址 201800 上海市嘉定区嘉罗公路2019号

(72)发明人 宋金亮 唐忠锋 王建强 阴慧琴
汪洋 凌长见

(74)专利代理机构 上海智信专利代理有限公司
31002

代理人 宋丽荣

(51)Int.Cl.

F24D 3/08(2006.01)

F24D 19/10(2006.01)

F28D 15/02(2006.01)

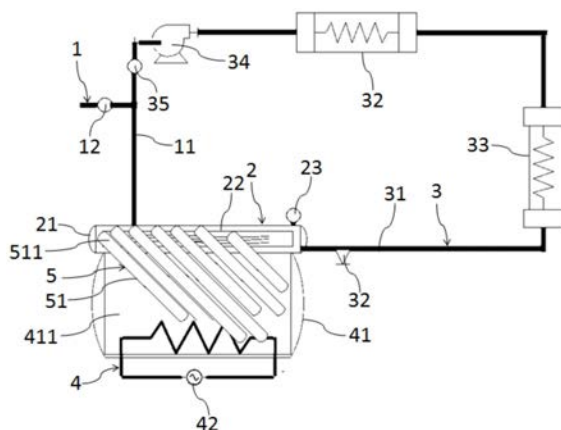
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种热管协同中高温相变蓄热介质提供稳定热水的系统

(57)摘要

本发明涉及一种热管协同中高温相变蓄热介质提供稳定热水的系统,其包括用于供给冷水的供水子系统;用于向用户提供热水的循环供热子系统;利用中高温相变蓄热介质的显热和潜热实现热量存储的中高温相变蓄热子系统;传热储水子系统,其流体连通在该供水子系统和循环供热子系统之间;以及热管散热子系统,其包括封闭的至少热管和容纳于该热管中的热管相变介质,该热管的两端分别置于传热储水子系统和高温相变蓄热子系统中以通过该热管相变介质将热量从中高温相变蓄热子系统传递给传热储水子系统,从而将进入传热储水子系统的冷水加热为热水。根据本发明的系统选择中高温相变蓄热介质,增加热管散热子系统以保证供应热水的时效性和稳定性。



1. 一种热管协同中高温相变蓄热介质提供稳定热水的系统,其特征在于,该系统包括:
用于供给一冷水的一供水子系统;
用于向用户提供一热水的一循环供热子系统;
利用一中高温相变蓄热介质的显热和潜热实现热量存储的一中高温相变蓄热子系统;
一传热储水子系统,其流体连通在该供水子系统和循环供热子系统之间;以及
一热管散热子系统,其包括封闭的至少一热管和容纳于该热管中的一热管相变介质,
该热管的两端分别置于传热储水子系统和一高温相变蓄热子系统中以通过该热管相变介质将热量从一高温相变蓄热子系统传递给传热储水子系统,从而将进入传热储水子系统的冷水加热为热水。
2. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,该传热储水子系统包括一储水罐和布置于该储水罐中的一管道,来自于该供水子系统内的冷水进入该管道并在管道中被加热后向该循环供热子系统提供热水。
3. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,该传热储水子系统还包括用于排空该传热储水子系统的通气阀。
4. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,该循环供热子系统包括用于排水和供热水两用的排水阀。
5. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,该循环供热子系统在应用于供暖领域时还包括用于供暖的至少一个换热器或换热单元。
6. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,该中高温相变蓄热子系统包括一壳体和一加热源,该中高温相变蓄热介质容纳于该壳体中并通过该加热源进行加热。
7. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,该中高温相变蓄热介质的相变温度高于100℃。
8. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,该中高温相变蓄热介质包括中高温相变材料。
9. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,该热管相变介质为低沸点介质。
10. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,传热储水子系统与一高温相变蓄热子系统之间设置有隔热保温装置。

一种热管协同中高温相变蓄热介质提供稳定热水的系统

技术领域

[0001] 本发明涉及热水供应,更具体地涉及一种热管协同中高温相变蓄热介质提供稳定热水的系统。

背景技术

[0002] 随着人们生活水平的提高,低成本且稳定持续的热水供应已经成为生活的重要组成部分。最近五年通过相变材料提供热水方面的研究相继申请专利(包含太阳能相变热水器如CN 109084477 A和CN 108800292 A、电加热相变热水器、相变热水供暖如CN 207162719 U等)。相变蓄热的优势在这些专利文献中进行了详细的介绍,包括使用谷电、无太阳夜间供热、出水温度稳定等。但不管上述报道采用哪种结构和材料,均是以低于水沸点的相变材料作为储热介质,储热密度较低,不易获得持续和高效热水供应。

[0003] CN201410479367公开了一种将高温相变蓄热介质置于热管中的太阳能储热型真空热管热水供应技术,用以增加热管的储热密度,但未涉及如何解决相变蓄热温度高于水的沸点,所造成的供热温度、压力过高的问题。

[0004] 在南方的部分季节(10月底至第二年3月底)和北方的大部分季节(西北、内蒙、东北等四季;华北的9月中旬至第二年的五月份)都需要低成本持续稳定的热水供应。谷电、太阳能等利用,由于储能密度较低,间隔超过8小时的持续热水供应,一般通过增大低温相变材料体积来实现。高温相变蓄热(使用温度 ≥ 100)可以综合利用其显热和潜热储存热量,相比低温蓄热材料具有高储热密度优势,多利用高温相变材料加热蒸汽进行烘干加热来利用余热,蒸汽供应相对集中,温度波动较小。对于间歇性且温度要求波动较小的热水供热、供暖,则因换热效率低,在大流量水通过时出水温度较低,而长期不用或水流较小时出水温度过高的缺点,很难利用高温蓄热材料储存和释放应用热量,限制了其广泛应用。

[0005] 总之,低相变点蓄热材料的热水供应系统,蓄热密度较低,蓄热装置体积较大,蓄热时间较短,难以满足长时间供热需求。高温相变材料大多高于水的沸点或接近水的沸点,管道与水接触,存在出水温度太高造成的使用问题,也存在水高温压力过高造成的设备安全和成本问题。

发明内容

[0006] 为了解决上述现有技术存在的低温相变材料蓄热量不足、换热效率低、高温相变材料出水温度过高和高温、高压、腐蚀对设备的不利影响的问题,本发明旨在提供一种热管协同中高温相变蓄热介质提供稳定热水的系统。

[0007] 本发明提供一种热管协同中高温相变蓄热介质提供稳定热水的系统,其包括用于供给一冷水的一供水子系统;用于向用户提供一热水的一循环供热子系统;利用一中高温相变蓄热介质的显热和潜热实现热量存储的一中高温相变蓄热子系统;一传热储水子系统,其流体连通在该供水子系统和循环供热子系统之间;以及一热管散热子系统,其包括封闭的至少一热管和容纳于该热管中的一热管相变介质,该热管的两端分别置于传热储水子

系统和高温相变蓄热子系统中以通过该热管相变介质将热量从高温相变蓄热子系统传递给传热储水子系统,从而将进入传热储水子系统的冷水加热为热水。特别地,借助于热管,热管相变介质将热量迅速从高温相变蓄热子系统传递给传热储水子系统。

[0008] 与现有的供水系统(其中的相变材料温度 $<100^{\circ}\text{C}$)相比,根据本发明的系统选择高温相变蓄热介质(例如相变温度高于 100°C 的相变蓄热材料),增加热管散热子系统以保证供应热水的时效性(即迅速供应热水)和稳定性。

[0009] 优选地,该传热储水子系统包括一储水罐和布置于该储水罐中的一管道,来自于该供水系统中的冷水进入该管道并在管道中被加热后向该循环供热子系统提供热水。

[0010] 优选地,该传热储水子系统还包括用于排空该传热储水子系统的通气阀。特别地,该通气阀用于在长期不用热水时排空该传热储水子系统。

[0011] 优选地,该循环供热子系统包括用于排水和供热水两用的排水阀。通过通气阀和排水阀可以排空传热储水子系统内残留的少量水,防止供热时出水温度过高和长期不用的水高温气化导致管道承压和腐蚀。

[0012] 优选地,该循环供热子系统在应用于供暖领域时还包括用于供暖的至少一个换热器或换热单元。

[0013] 优选地,该高温相变蓄热子系统包括一壳体和一加热源,该高温相变蓄热介质容纳于该壳体中并通过该加热源进行加热。优选地,该加热源为电加热、空气能加热、太阳能加热等方式。优选地,该壳体为防腐蚀壳体。

[0014] 优选地,该高温相变蓄热介质的相变温度 $\geq 100^{\circ}\text{C}$ 或最高使用温度 $\geq 100^{\circ}\text{C}$ 。优选地,该高温相变蓄热介质的相变温度高于 100°C 。优选地,该高温相变蓄热介质的相变温度高于 150°C 。更优选地,该高温相变蓄热介质的相变温度介于 $150\text{--}400^{\circ}\text{C}$ 之间。最优选地,该高温相变蓄热介质的相变温度介于 $200\text{--}350^{\circ}\text{C}$ 之间。在一个优选的实施例中,该高温相变蓄热介质的相变温度为 308°C 。

[0015] 优选地,该高温相变蓄热介质包括高温相变材料。更优选地,该高温相变材料为 NaNO_3 , $\text{NaNO}_3\text{--KNO}_3$, $\text{NaNO}_3\text{--KNO}_3\text{--NaNO}_2$ 等无机相变材料,或高相变点有机相变蓄热材料。应该理解,该高温相变蓄热介质可以是熔盐、金属、聚合物等。根据不同相变温度,装置安装加热温度、加热时间的控制器,达到设定温度或时间,自动停止加热进入保温。为提高该装置相变蓄热材料换热效率,也可以添加高导热多孔泡沫、粉末等。

[0016] 优选地,该高温相变蓄热介质还包括用于强化传热的高导热材料。更优选地,该高导热材料为石墨粉。在一个优选的实施例中,该高导热材料为5wt%的石墨粉。

[0017] 优选地,该热管相变介质为热管低温相变材料,例如水、丙酮、乙醇等低沸点介质。

[0018] 优选地,该热管低温相变材料的相变温度低于 100°C 。更优选地,该热管低温相变材料的相变温度介于 $70\text{--}90^{\circ}\text{C}$ 之间。在一个优选的实施例中,该热管低温相变材料的相变温度为 80°C ,控制真空度从而控制热管内介质的相变温度。

[0019] 优选地,传热储水子系统与高温相变蓄热子系统之间设置有隔热保温装置。

[0020] 本发明通过高温相变蓄热子系统利用高温相变蓄热介质的显热和潜热实现热量的存储,提高供热系统的储热密度和稳定性;通过热管散热子系统既可以保证高温相变蓄热介质材料内部温度的均匀性,防止高温相变蓄热介质局部过热,又能保证高效稳定的热量供应,防止出水温度的骤升骤降。总之,根据本发明的热管协同高温相变蓄热

介质提供稳定热水的系统能有效解决现有热水供应系统存在的出水温度高、水温变化大，出水流速稳定性差和水压高等问题。而且，根据本发明的热管协同中高温相变蓄热介质提供稳定热水的系统能减小储热装置体积，提高热能利用效率，节约热能，降低成本。进一步地，根据本发明的热管协同中高温相变蓄热介质提供稳定热水的系统能够提供温度稳定且出水流量流速可控的低成本热水，满足用户对高品质热水的需求。

附图说明

[0021] 图1是根据本发明的一个优选实施例的热管协同中高温相变蓄热介质提供稳定热水的系统的结构示意图。

具体实施方式

[0022] 下面结合附图，给出本发明的较佳实施例，并予以详细描述。

[0023] 如图1所示，根据本发明的一个优选实施例的热管协同中高温相变蓄热介质提供稳定热水的系统包括供水子系统1、传热储水子系统2、循环供热子系统3、中高温相变蓄热子系统4和热管散热子系统5，其中，供水子系统1用于供给冷水11，循环供热子系统3用于向用户提供热水31，中高温相变蓄热子系统4利用中高温相变蓄热介质的显热和潜热实现热量的存储，传热储水子系统2流体连通在供水子系统1和循环供热子系统3之间，热管散热子系统5连接在传热储水子系统2和中高温相变蓄热子系统4之间以将热量从中高温相变蓄热子系统4传递给传热储水子系统2，从而将进入传热储水子系统2的冷水11加热为热水31。

[0024] 其中，根据外界温度变化，供水子系统1的冷水11的进水量和水流速度等可以根据需要通过阀门12进行调节。该供水子系统1为城市自来水或经纯化处理的水，可根据需要控制阀门12调节出水量，流量 $0\sim 3\text{m}^3/\text{h}$ 。

[0025] 其中，传热储水子系统2包括储水罐21和布置于储水罐21中的管道22，来自于供水子系统1中的冷水11进入管道22并在管道22中被加热后向循环供热子系统3提供热水31。传热储水子系统2还包括包覆在储水罐21外的保温材料，以避免热量的损失。在本实施例中，该保温材料采用普通的硅酸铝保温棉。应该理解，可根据保温要求、材料成本更换不同保温材料。传热储水子系统2还包括通气阀23，其与循环供热子系统3的排水阀（热水龙头）32配合（以下将详述）以排空该传热储水子系统2。在本实施例中，传热储水子系统2压力大于设定值（例如 1.8atm ），通气阀23自动打开释放压力。

[0026] 其中，循环供热子系统3包括用于排出热水31的排水阀32。生活用热水温度根据出水温度需求，与常温自来水预混，经热水龙头32使用。另外，通过通气阀23和排水阀32可以将传热储水子系统2中的水排空，即将热水31排空以保证长期不用热水时的传热储水子系统2的安全，同时也可以通过其防止冷水11在出水管21中被加热到过高的温度。循环供热子系统3还包括两个换热器或换热单元33以供暖。循环供热子系统3适用于家庭供暖需要，包括两种模式，对流传热模式和强制对流模式，差异是对流传热模式利用不同温度水密度不同建设管道，形成回路；强制对流模式，采用水泵作为动力源驱动形成回路。在本实施例中，该换热器33为换热管道，采用水泵34强制对流换热。应该理解，根据成本及供热实际，该换热器33可以选择自然对流换热或多个换热盘管等，以实现不同结构供热。当然，该换热器33可根据供暖面积或供暖单元数，增加或更换其换热管道等。水泵34带动供热，根据水泵34的

功率可以调整水量进行相应温度调节。循环供热子系统3还包括阀门35,阀门35可根据需要调换型号以配合水泵34,调节阀35可调节水流量。另外,换热器33可设有温度显示仪表,显示室内温度。系统根据设定的室内温度需求,自动调节水泵34和阀门35的功率,实现温度调节,控制出水温度范围在20~60℃。

[0027] 其中,中高温相变蓄热子系统4包括壳体41和加热源42,壳体41中容纳有中高温相变蓄热介质411,其通过加热源42进行加热。在本实施例中,加热源42采用谷电对中高温相变蓄热介质411进行加热。应该理解,加热源42还可以根据当地情况选择太阳能加热、工业余热加热等形式进行加热。

[0028] 在本实施例中,该中高温相变蓄热介质411包括中高温相变材料 NaNO_3 ,其相变温度点约308℃。在实际应用中,用户可依据成本、储热密度、供暖面积、供暖单元调节中高温相变蓄热介质411的种类和用量。考虑到通常中高温相变材料普遍存在热导率较低的情况,中高温相变蓄热介质411中可根据实际需要添加高导热材料作为强化传热材料以提高中高温相变蓄热子系统4的传热能力,从而将热量迅速地传递给热管散热子系统5。在本实施例中,该强化传热材料为5%石墨粉,其可以将 NaNO_3 的热导率提高90%。应该理解,根据腐蚀和传热要求,中高温相变蓄热介质411选择金属、高导热炭、粉末、泡沫等多种形式或其复合结构。而且,用户可调节中高温相变蓄热介质411的种类和用量,获得合适的储热密度,根据水的热物理参数和供热、供暖温度进行计算,优化该系统。

[0029] 在本实施例中,该壳体41为不锈钢外壳。而且,中高温相变蓄热子系统4还包括包覆在壳体41外的保温材料,以避免热量的损失。在本实施例中,保温材料采用硅酸铝纤维。应该理解,可根据保温要求、材料成本更换不同保温材料。

[0030] 其中,热管散热子系统5包括封闭的热管51和容纳于该热管51中的热管相变介质511。热管的顶端置于传热储水子系统2的储水罐21中与管道22接触并连接固定(例如通过焊接),热管的底端置于中高温相变蓄热子系统4的壳体41中并与壳体41连接固定(例如通过焊接),从而通过该热管相变介质511实现传热储水子系统2和中高温相变蓄热子系统4之间的传热。具体地,热管51的顶端与管道22接触以实现热管相变介质511与冷水11之间的传热,热管51的底端被中高温相变蓄热介质411所包围以实现中高温相变蓄热介质411和热管相变介质511之间的换热。

[0031] 在本实施例中,该热管相变介质511为水,真空下气化温度约80℃。具体地,当热管51内的温度高于热管相变介质511(水)的相变温度时,水气化,将热量带给冷水11后冷凝,利用重力作用沉积到热管51的底部,往复加热,实现热量的均匀高效传输。如此,通过热管51传递热量,可以控制换热面积,防止冷水11被加热到过高的温度。总之,热管散热子系统5既可以保证中高温相变蓄热介质411内部温度的均匀性,防止热管相变介质511过热气化,又能保证高效稳定的热量供应,防止冷水11被加热至忽高忽低的温度,即防止传热储水子系统2的出水温度的骤升骤降。

[0032] 在本实施例中,该热管51为不锈钢管。应该理解,该热管51也可以根据供热温度和供热密度选择。另外,用户可以根据安装方便需求,采用不同规格的热管,例如柱状或U型等结构。不同气化温度的热管相变介质对应于不同的热管类型,其可以根据中高温相变蓄热介质411的相变温度、热水出水温度和出水量进行选择。例如,中高温相变蓄热介质411的相变温度100℃,使用温度200℃,出水温度40℃,通过控制真空度使80℃的水气化作为热管相

变介质511。

[0033] 在本实施例中,传热储水子系统2与中高温相变蓄热子系统4之间设置有隔热保温装置,例如通过保温棉来隔绝热量传递,从而防止传热储水子系统2的温度过高。

[0034] 下面再以谷电为热源,从洗漱用热水供应和热水供暖两方面,通过具体应用来对本发明的热管协同中高温相变蓄热介质提供稳定热水的系统进行进一步的说明,使其更易于被理解和掌握。

[0035] 中高温相变蓄热子系统4采用Hitec盐三元硝酸盐/亚硝酸盐混合物,组成为 $\text{NaNO}_3\text{-KNO}_3\text{-NaNO}_2$ (7%-53%-40%,质量分数),其熔点(相变温度)为 142°C ,储热温度不高于 400°C 。根据供热面积和热水供应量,调整装置内中高温相变蓄热介质411的用量。以上海为代表,谷电时间段为晚22:00~次日6:00,该时间段均可以作为谷电加热时间,开启中高温相变蓄热子系统4的加热源42(电源)加热,打开循环供热子系统3的阀门35,开启水泵34,温度或时间到达设定值停止加热。该实例设定温度加热到 380°C ,停止加热,利用中高温相变蓄热介质411的潜热和显热,完成白天需要的供暖和热水供应。热管散热子系统5的热管51采用不锈钢,内部容纳的热管相变介质511选择水作为传热材料,真空下气化温度 $\sim 80^\circ\text{C}$ 。温度高于相变温度,水气化,将热量带到冷水11并冷凝,利用重力作用沉积到热管底部,往复加热,实现热量的均匀高效传输。如需24小时供暖,则打开供水子系统1的阀门12,充入足量冷水11,根据温度,调节水流量在 $0.05\sim 3\text{m}^3/\text{h}$ 范围内,在出水前与不同量的常温自来水进行混合,保证出水温度控制在 $30\sim 60^\circ\text{C}$ 。如果装置内压力大于 1.8atm ,排空阀自动打开释放压力。根据屋内温度需求,系统自动调节阀门35和水泵34的功率。需要洗漱用热水时,打开热水龙头32取用热水。不需要供暖和热水时,关闭水泵34和阀门35、阀门12,打开排空通气阀23和排水阀(热水龙头)32,排空传热储水子系统2中的热水13,保护循环系统。

[0036] 以上所述的,仅为本发明的较佳实施例,并非用以限定本发明的范围,本发明的上述实施例还可以做出各种变化。即凡是依据本发明申请的权利要求书及说明书内容所作的简单、等效变化与修饰,皆落入本发明专利的权利要求保护范围。本发明未详尽描述的均为常规技术内容。

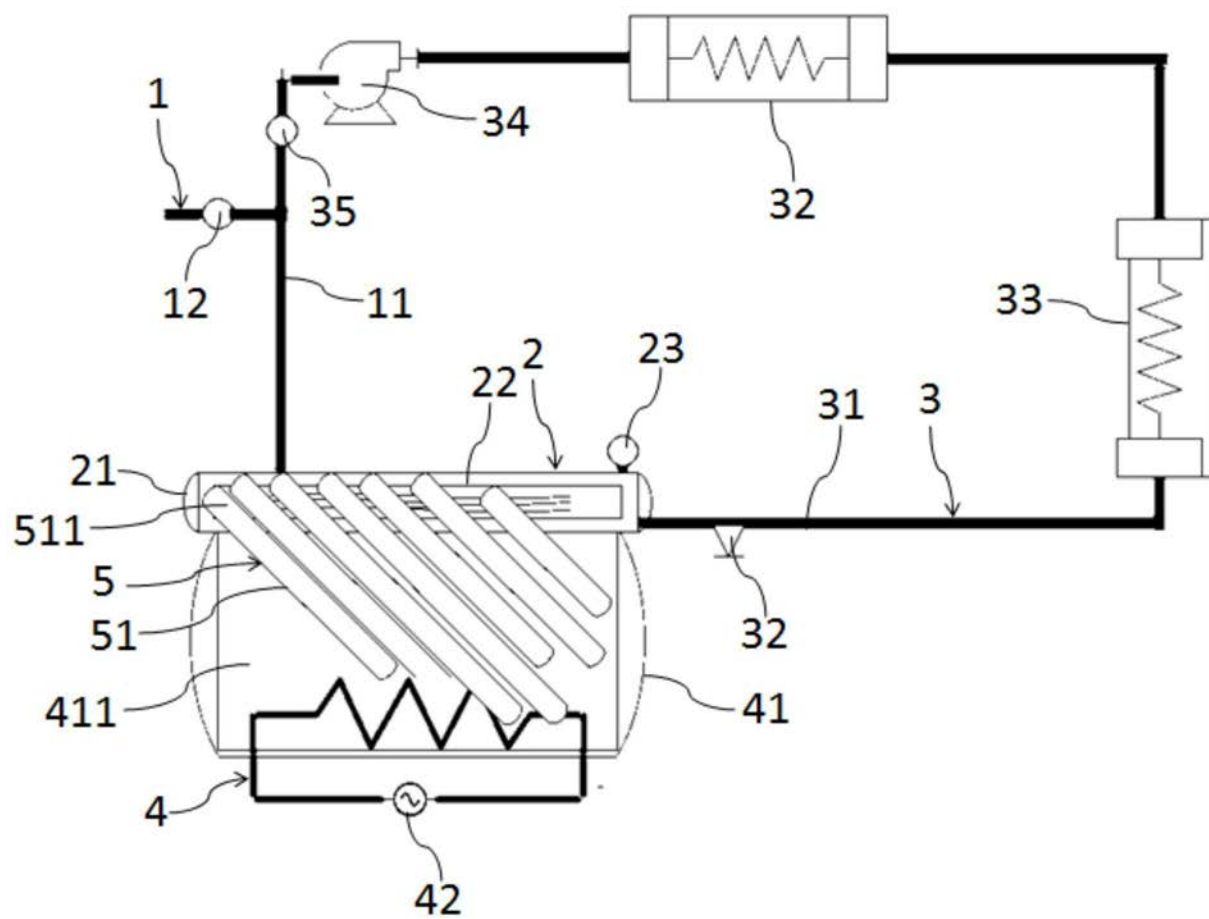


图1