



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 113801636 A

(43)申请公布日 2021.12.17

(21)申请号 202010537631.2

(22)申请日 2020.06.12

(71)申请人 张力

地址 100194 北京市海淀区苏家坨温阳路
西小营北中石化加油站院内新宇航公
司

(72)发明人 张力 邓昌沪

(74)专利代理机构 北京同立钧成知识产权代理
有限公司 11205

代理人 张海明 臧建明

(51)Int.Cl.

C09K 5/06(2006.01)

C09K 5/14(2006.01)

F24F 5/00(2006.01)

F25D 3/00(2006.01)

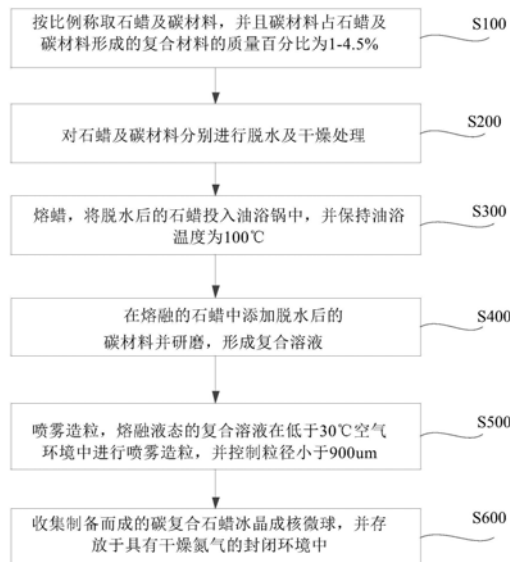
权利要求书1页 说明书7页 附图4页

(54)发明名称

蓄冷材料、制备方法、包括其的蓄冷液及应用

(57)摘要

本发明提供了一种蓄冷材料、制备方法、包括其的蓄冷液及应用,属于蓄冷材料技术领域,其旨在解决目前蓄冷材料的过冷度高以及添加至蓄冷材料中的增稠剂容易失效的问题,所述蓄冷材料包括碳复合石蜡冰晶成核微球;碳复合石蜡冰晶成核微球的组分包括石蜡及碳材料,碳材料占碳复合石蜡冰晶成核微球的质量百分比为1-4.5%。本发明提供的蓄冷材料、制备方法、包括其的蓄冷液及应用,能够降低蓄冷液的过冷度,同时无需在蓄冷材料中添加增稠剂,从而可提升蓄冷制冷装置的使用可靠性。



1. 一种蓄冷材料,其特征在于,所述蓄冷材料包括碳复合石蜡冰晶成核微球;
所述碳复合石蜡冰晶成核微球的组分包括石蜡及碳材料,所述碳材料占所述碳复合石蜡冰晶成核微球的质量百分比为1-4.5%。
2. 根据权利要求1所述的蓄冷材料,其特征在于,所述碳材料占所述碳复合石蜡冰晶成核微球的质量百分比为3%。
3. 根据权利要求1所述的蓄冷材料,其特征在于,所述碳材料包括碳纳米管、石墨烯或者两者组合。
4. 根据权利要求3所述的蓄冷材料,其特征在于,所述碳材料为石墨烯。
5. 根据权利要求1至4任一项所述的蓄冷材料,其特征在于,所述碳复合石蜡冰晶成核微球的粒径小于900um。
6. 一种蓄冷材料的制备方法,其特征在于,包括以下步骤:
按比例称取石蜡及碳材料,并且所述碳材料占所述石蜡及所述碳材料形成的复合材料的质量百分比为1-4.5%;
对所述石蜡及所述碳材料分别进行脱水及干燥处理;
熔蜡,将脱水后的所述石蜡投入油浴锅中,并保持油浴温度为100℃;
在熔融的所述石蜡中添加脱水后的所述碳材料并研磨,形成复合溶液;
喷雾造粒,熔融液态的复合溶液在低于30℃空气环境中进行喷雾造粒,并控制粒径小于900um;
收集制备而成的碳复合石蜡冰晶成核微球,并存放于具有干燥氮气的封闭环境中。
7. 根据权利要求6所述的蓄冷材料的制备方法,其特征在于,所述碳材料为石墨烯,且所述石墨烯占所述复合材料的质量百分比为3%。
8. 一种蓄冷液,其特征在于,其组分包括水及权利要求1至5任一项所述的蓄冷材料;
所述蓄冷材料占所述蓄冷液的质量百分比为15-25%。
9. 根据权利要求8所述的蓄冷液,其特征在于,所述蓄冷材料占所述蓄冷液的质量百分比为20%。
10. 权利要求8或9所述的蓄冷液应用在蓄冷制冷装置中。

蓄冷材料、制备方法、包括其的蓄冷液及应用

技术领域

[0001] 本发明涉及蓄冷材料技术领域,尤其涉及一种蓄冷材料、制备方法、包括其的蓄冷液及应用。

背景技术

[0002] 蓄冷制冷装置(例如,冰蓄冷空调、冰箱、冷库、冷链运输车辆等)通常包括蓄冷材料,在供电系统处于谷电时段时,制冷系统利用非峰值电能将所需要的制冷量储存于蓄冷液(蓄冷材料与水形成蓄冷液,并且蓄冷液处于结冰状态时可存储冷量)中;在供电系统处于峰电时段时,释冷系统通过融冰释放的冷量来满足降温需求,可缓解供电系统处于峰电时段时的供电紧张。

[0003] 目前蓄冷材料的过冷度高,导致结晶成核率低而易出现过冷现象,从而造成制冷系统的运行时间延长和能耗增加;虽然添加无机盐、金属粉体等成核剂能改善过冷现象,但需要在蓄冷液中添加增稠剂防止成核剂出现沉淀。然而,增稠剂在高温至低温交替工况下,其容易发生降解、团聚、沉淀、相分离而失效,从而影响蓄冷制冷装置使用可靠性。

发明内容

[0004] 本发明实施例提供了一种蓄冷材料、制备方法、包括其的蓄冷液及应用,其能够降低蓄冷材料的过冷度,同时无需在蓄冷材料中添加增稠剂,从而可提升蓄冷制冷装置的使用可靠性。

[0005] 为了实现上述目的,本发明实施例采用如下技术方案:

[0006] 第一方面,本发明实施例提供了一种蓄冷材料,所述蓄冷材料包括碳复合石蜡冰晶成核微球;所述碳复合石蜡冰晶成核微球的组分包括石蜡及碳材料,所述碳材料占所述碳复合石蜡冰晶成核微球的质量百分比为1-4.5%。

[0007] 在一种可选实施例中,所述碳材料占所述碳复合石蜡冰晶成核微球的质量百分比为3%。

[0008] 在一种可选实施例中,所述碳材料包括碳纳米管、石墨烯或者两者组合。

[0009] 在一种可选实施例中,所述碳材料为石墨烯。

[0010] 在一种可选实施例中,所述碳复合石蜡冰晶成核微球的粒径小于900um。

[0011] 第二方面,本发明实施例提供了一种蓄冷材料的制备方法,包括以下步骤:

[0012] 按比例称取石蜡及碳材料,并且所述碳材料占所述石蜡及所述碳材料形成的复合材料的质量百分比为1-4.5%;

[0013] 对所述石蜡及所述碳材料分别进行脱水及干燥处理;

[0014] 熔蜡,将脱水后的所述石蜡投入油浴锅中,并保持油浴温度为100℃;

[0015] 在熔融的所述石蜡中添加脱水碳材料并研磨,形成复合溶液;

[0016] 喷雾造粒,熔融液态的所述复合溶液在低于30℃空气环境中进行喷雾造粒,并控制粒径小于900um;

[0017] 收集制备形成的碳复合石蜡冰晶成核微球,并存放于具有干燥氮气的封闭环境中。

[0018] 在一种可选实施例中,所述碳材料为石墨烯,且所述石墨烯占复合材料的质量百分比为3%。

[0019] 第三方面,本发明实施例提供了一种蓄冷液,其组分包括水及第一方面所述的蓄冷材料,所述蓄冷材料包括碳复合石蜡冰晶成核微球;所述蓄冷材料占所述蓄冷液的质量百分比为15-25%。

[0020] 在一种可选实施例中,所述蓄冷材料占所述蓄冷液的质量百分比为20%。

[0021] 另一方面,本发明实施例第三方面提供的所述蓄冷液应用在所述蓄冷制冷装置中。

[0022] 与相关技术相比,本发明实施例提供的蓄冷材料、制备方法、包括其的蓄冷液及应用具有以下优点:

[0023] 本发明实施例提供的蓄冷材料中包括碳复合石蜡冰晶成核微球,且碳材料占碳复合石蜡冰晶成核微球的质量百分比为1-4.5%,余量为石蜡。碳复合石蜡冰晶成核微球在液态水或者冰层中导热性能好,并且能够提供蓄冷液成核结冰条件,可降低蓄冷材料的过冷度,有利于在碳复合石蜡冰晶成核微球的球表面界面水晶核形成并提升蓄冷液的结晶速率,其能够克服现有的蓄冷材料由于需要较大的过冷度的成核条件而导致制冷机组性能系数下降的问题,提升了制冷效率。

[0024] 另外,其无需在蓄冷材料中添加增稠剂,能够克服增稠剂在高温至低温交替工况下,其容易发生降解、团聚、沉淀、相分离而失效的问题,从而影响蓄冷制冷装置使用可靠性。

[0025] 除了上面所描述的本发明解决的技术问题、构成技术方案的技术特征以及由这些技术方案的技术特征所带来的有益效果外,本发明提供一种蓄冷材料、制备方法、包括其的蓄冷液及应用所能解决的其他技术问题、技术方案中包含的其他技术特征以及这些技术特征带来的有益效果,将在具体实施方式中作出进一步详细的说明。

附图说明

[0026] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对本发明实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一部分实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其它的附图。

[0027] 图1为本发明实施例二提供的蓄冷材料的制备方法的流程示意图;

[0028] 图2为本发明实施例四提供的蓄冷液应用的蓄冷制冷装置的结构示意图;

[0029] 图3为本发明实施例四提供的蓄冰制冷器的结构示意图;

[0030] 图4为本发明实施例四提供的结冰蒸发器的结构示意图。

具体实施方式

[0031] 现有蓄冷材料的过冷度太高,导致制冷机组的能效比太低,从而造成制冷系统的运行时间延长和能耗增加;虽然添加无机盐、金属粉体等成核剂能改善过冷现象,但需同时

添加增稠剂防止成核剂出现沉淀。添加增稠剂后的蓄冷材料的结晶速率降低以及导热系数降低；同时，增稠剂在高温—低温交变的工况下，增稠剂容易发生降解、团聚、沉淀、相分离而失效，导致蓄冷制冷装置可靠性下降。

[0032] 为解决上述问题，本发明实施例提供一种蓄冷材料，其包括碳复合石蜡冰晶成核微球，且碳材料占碳复合石蜡冰晶成核微球的质量百分比为1-4.5%，余量为石蜡。碳复合石蜡冰晶成核微球在液态水或者冰层中导热性能好，并能够提供蓄冷液成核结冰条件，可降低蓄冷材料的过冷度，从而可提升蓄冷液的结晶速率；无需在蓄冷材料中添加增稠剂，能够克服在蓄冷材料中添加增稠剂而带来的影响蓄冷制冷装置的可靠性的问题，从而提升了蓄冷制冷装置的可靠性。

[0033] 为了使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂，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、完整地描述。显然，所描述的实施例仅仅是本发明的一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动的前提下所获得的所有其它实施例，均属于本发明保护的范围。

[0034] 实施例一

[0035] 本发明实施例提供了一种蓄冷材料，其包括碳复合石蜡冰晶成核微球，碳复合石蜡冰晶成核微球包括石蜡及碳材料，且碳材料占碳复合石蜡冰晶成核微球的质量百分比为1-4.5%。

[0036] 具体地，石蜡可采用分子量366牌号石蜡，其熔点为56.3℃、熔化潜热为256.2kJ/kg、固体密度770kg/m³、导热系数为0.22W/(m·K)。石蜡化学性质，溶于非极性溶剂，不溶于极性溶剂，石蜡的化学活性较低、呈中性，且化学性质稳定。

[0037] 为提升石蜡的导电系数，可通过在石蜡中添加比重小且具有高导热系数的碳材料进行复合，复合后的碳材料及石蜡并用于制备碳复合石蜡冰晶成核微球。其中，分散于石蜡中的碳材料占复合形成后的碳复合石蜡冰晶成核微球的1-4.5%，具有此种组分的碳复合石蜡冰晶成核微球能增大蓄冷材料的导热系数，且密度不会增加，可使蓄冷材料(碳复合石蜡冰晶成核微球)在水溶液中保持悬浮状态，此溶液指的是蓄冷材料添加至水至形成的蓄冷液，也称为结冰溶液。

[0038] 悬浮在水溶液中的碳复合石蜡冰晶成核微球构成蓄冷液结冰成核条件；若碳复合石蜡冰晶成核微球的粒子越小，在相同体积内的蓄冷液中含有的碳复合石蜡冰晶成核微球的数量也就越多，就可以为蓄冷液提供更好的结冰成核环境；因此，本实施例提供的碳复合石蜡冰晶成核微球可以是微米尺度的微球，其粒径小于900um，从而降低蓄冷材料过冷度。

[0039] 进一步的，本实施例所选的碳材料可以使纳米碳管、石墨烯或者纳米碳管、石墨烯的组合；其中，碳纳米管、石墨烯属于碳材料，其密度为2.25g/cm³、化学性质稳定、耐腐蚀；且与酸、碱等化合物不易发生反应。本实施例可优选采用将石墨烯添加至石蜡至制作碳复合石蜡冰晶成核微球，制作而成的碳复合石蜡冰晶成核微球称为石墨烯冰晶成核微球。

[0040] 其中，石墨烯在室温下的载流子迁移率约为15000cm²/(V·s)，石墨烯的电子迁移率受温度变化的影响较小，在50~500K之间的任何温度下，石墨烯的电子迁移率都在15000cm²/(V·s)左右。此外，石墨烯具有非常好的热传导性能，其导热系数高达5300W/(m·K)。

[0041] 故在石蜡中添加石墨烯,有利于石墨烯冰晶成核微球在液态水、冰层中导热,有利于石墨烯冰晶成核微球的球表面界面水晶核形成,及枝状冰晶并迅速从晶核产生的地方向外扩散,枝状冰晶沿着近石墨烯冰晶成核微球壁面的低温边界层生长。

[0042] 表1:不同混合比例的石墨烯冰晶成核微球“零”℃环境的导热系数

组别	各组分质量百分比 (%)		导热系数 W/ (m·K)
	石墨烯	石蜡	
样例 1	1	99	1.9
样例 2	2	98	2.8
样例 3	3	97	5.35
样例 4	3.5	96.5	4.75
样例 5	4.5	95.5	3.13

[0043] 参阅表1,本实例以石墨烯为例,对具有不同混合比例的石墨烯冰晶成核微球在临界结冰温度0℃的导热系数进行分析,根据表1导热系数测试数据可知,样例3中导热系数最佳,继续增加石墨烯的质量百分比,会影响石墨烯在石蜡中的分散效果,使石墨烯不能均匀分布在石蜡中,而使导热系数下降。

[0044] 因此,本实例可优选的,在石蜡中添加石墨烯制作碳复合石蜡冰晶成核微球以形成石墨烯冰晶成核微球,且在石蜡中添加的石墨烯占石墨烯冰晶成核微球的质量百分比为3%,如此设计,可增强蓄冷材料的导热系数。可理解的是,表1所示的样例不代表对本方案的限制,所测试样例中添加至石蜡中的碳材料可以是碳纳米管,即无论在石蜡中添加碳纳米管或石墨烯,当碳材料占碳复合石蜡冰晶成核微球的质量百分比为3%时,导热性能最佳。

[0045] 本实施例提供的蓄冷材料,其包括碳复合石蜡冰晶成核微球,碳材料占碳复合石蜡冰晶成核微球的质量百分比为1-4.5%,余量为石蜡。碳复合石蜡冰晶成核微球悬浮在水溶液中组成结冰溶液,以提供结冰成核条件;碳复合石蜡冰晶成核微球在液态水或者冰层中导热性能好,并可降低蓄冷材料的过冷度,从而可提升蓄冷液的结晶速率;无需在蓄冷材料中添加增稠剂,能够克服在蓄冷材料中添加增稠剂而导致的结晶速率降低以及导热系数降低的问题,且提升蓄冷制冷装置的可靠性。

[0046] 实施例二

[0047] 如图1所示,本实施例提供的蓄冷材料的制备方法,包括以下步骤:

[0048] 步骤S100:按比例称取石蜡及碳材料;具体地,按比例分别称取石蜡及碳材料,碳材料可以是石墨烯,且石墨烯所占石墨烯和石蜡组成复合材料的质量百分比为1-4.5%,可优选的石墨烯所占复合材料的3%。

[0049] 步骤S200:对石蜡及碳材料分别进行脱水及干燥处理;具体地,将石墨烯及石蜡分别放入无水氮气干燥箱中进行干燥脱水。在干燥脱水过程中需多次进行换气以置换水分,以将水分排出干燥箱外。

[0050] 步骤S300:熔蜡,将脱水后的石蜡投入油浴锅中,并缓慢搅拌,搅拌过程中需保持油浴温度为100℃。

[0052] 步骤S400:在熔融的石蜡中添加脱水碳材料并研磨,以形成复合溶液。

[0053] 步骤S500:喷雾造粒。具体地,利用喷雾造粒机将100℃熔融液态的复合溶液,喷雾于低于30℃空气中,液态雾状的复合溶液迅速凝固成微球,进一步的在喷雾过程中,通过控制喷雾造粒机控制形成的微球的粒径小于900um,以形成微米级别的碳复合石蜡冰晶成核微球。可理解的是,上述复合溶液可以是石墨烯石蜡复合溶液,即喷雾造粒可形成石墨烯冰晶成核微球。

[0054] 步骤S600:收集制备形成的碳复合石蜡冰晶成核微球,并存放于具有干燥氮气的封闭环境中。具体地,收集石墨烯冰晶成核微球,并将收集的石墨烯冰晶成核微球放置在具有干燥氮气的包装袋中存储,干燥氮气保护石墨烯冰晶成核微球。

[0055] 在上述实施例的步骤S500中所涉及的喷雾造粒机可以是压力喷雾造粒机以及离心喷雾机;其中,利用压力喷雾造粒机进行造粒的过程如下:100℃熔融液态的石墨烯石蜡复合溶液通过隔膜泵2-20MPa高压输入喷嘴,喷嘴喷出雾状液滴;然后,雾状液滴与空气并流下降;呈雾状液滴态的100℃熔融液态的石墨烯石蜡复合溶液与空气并流下降过程中冷却凝固,并形成微米球。本实施例中经过雾化后的液滴(表面积大大增加)与30℃空气充分接触,可迅速完成冷却凝固成球过程,并得到微米球粉体或细小颗粒的石墨烯冰晶成核微球成品。

[0056] 进一步的,利用离心喷雾机进行造粒过程如下:100℃熔融液态的石墨烯石蜡复合溶液在高速转盘(线速度应在110m/s以上)中受离心力作用从转盘的边缘甩出而雾化;利用高速旋转盘作用,当石墨烯石蜡复合溶液注入盘面时,石墨烯石蜡复合溶液受到离心力和重力的作用下得到加速而分裂雾化。

[0057] 同时,石墨烯石蜡复合溶液与周围空气形成的接触面处,存在摩擦力而促使形成雾滴。雾状液滴态的100℃熔融液态的石墨烯石蜡复合溶液与空气并流下降过程冷却凝固,并形成微米球。本实施例中,经过雾化后的液滴(表面积大大增加)与30℃空气充分接触,迅速完成凝固成球过程,并得到微米球粉体或细小颗粒的石墨烯冰晶成核微球成品。

[0058] 实施例三

[0059] 本发明实施例还提供的蓄冷液,其组分包括水及添加在水中的蓄冷材料,蓄冷材料包括碳复合石蜡冰晶成核微球。具体地,蓄冷液也可称为结冰溶液,结冰溶液的组分包括水和碳复合石蜡冰晶成核微球组成,其中,碳复合石蜡冰晶成核微球所占结冰溶液的质量百分比为15-25%,即蓄冷材料占蓄冷液的质量百分比为15-25%。

[0060] 可理解的是,在一些实施例中,碳复合石蜡冰晶成核微球所占结冰溶液的质量百分比为20%,并且碳复合石蜡冰晶成核微球可以在石蜡中添加石墨烯形成的石墨烯冰晶成核微球。

[0061] 本实施例中,石墨烯冰晶成核微球的温度低于结冰溶液中的水的结冰温度,石墨烯冰晶成核微球的温度低于“零度”被继续冷却,石墨烯冰晶成核微球的球表面界面水晶核形成;晶核出现之后至树枝状冰晶形成时,此过程称为枝状冰晶形成过程。随着结冰溶液温度继续降低,枝状冰晶并迅速从晶核产生的地方向外扩散,随即,整个结冰溶液体积以石墨烯冰晶成核微球的球表面的界面水晶核为基础,大量的枝状冰晶形成;同时,枝状冰晶沿着近石墨烯冰晶成核微球壁面的低温边界层生长,逐渐形成冰层。沿着石墨烯冰晶成核微球的壁面生长的冰层逐渐增厚,最后扩展至整个体积,蓄冰液全部凝固成冰。

[0062] 本实施例中从石墨烯冰晶成核微球的球表面界面水晶核出现,枝状冰晶形成,到结冰溶液完全凝固的过程,称为潜热蓄冷过程;随着全部凝固的结冰溶液继续降温,放出显热,冰层温度继续降低。从石墨烯冰晶成核微球的球表面界面水晶核出现,枝状冰晶形成,到结冰溶液凝固完全止,粒子表面形成晶核所需的成核功越接近于零,此时在几乎无过冷度的情况下形成晶核;即本实施例提供的石墨烯冰晶成核微球形成的蓄冷材料,可降低蓄冷材料的过冷度。

[0063] 实施例四

[0064] 本实施例提供的蓄冷液应用于蓄冷制冷装置中,如图2至图4所示,蓄冷制冷装置包括制冰蓄冷器40,制冰蓄冷器40包括水箱41及设置在水箱41内的结冰蒸发器42;结冰蒸发器42内具有可相变的制冷剂,水箱41内设置有蓄冷液;制冷剂与蓄冷制冷装置通过结冰蒸发器42发生热交换。

[0065] 当供电系统处于谷电时段时,蓄冷制冷装置进入蓄冷状态,制冷剂与蓄冷液进行热交换,使蓄冷液处于结冰状态且存储冷量;当供电系统处于峰电时段时,蓄冷制冷装置进入融冰释冷状态,结冰状态的蓄冷液融化而成的融冰溶液通过表冷器与空气进行热交换并提供冷量,使周围空气降温;可充分利用谷电时段的电力资源,提升谷电时段的电力资源的利用率。同时,蓄冷制冷装置在供电系统处于峰电时段时,其可释放冷量,以降低供电系统处于峰电时段用于降温的用电量,缓解供电系统的峰电时段供电紧张。

[0066] 蓄冷制冷装置可以是冰箱、空调或者冷链运输设备中的一种或者组合;本实施例以空调为例,对蓄冷液在蓄冷制冷装置中应用进行说明;本实施例提供的制冷空调,不仅具有空调模式工况,还具有制冰蓄冷模式工况以及融冰释冷空调工况。

[0067] 下面结合制冷空调所处的不同工况,对蓄冷液在蓄冷制冷装置中的应用进行说明。

[0068] 制冷空调处于空调模式工况

[0069] 如图2所示,压缩机10将流入的低温低压的气态制冷剂经压缩形成高温高压的气态制冷剂,高温高压气态制冷剂由压缩机10的制冷剂出口流入冷凝器20并进行冷凝,在第一对流风机21的作用下,高温高压的气态制冷剂冷凝为中温高压的液态制冷剂,这一过程称之为等压冷凝。

[0070] 冷凝后的液态制冷剂保持高压,经冷凝器20的制冷剂出口流出并进入第一三通换向阀101,然后经第一三通换向阀101的换向阀出口进入第二热力膨胀阀70,经第二热力膨胀阀70节流减压后形成的低温低压雾状的液态制冷剂经过第四管路400进入蒸发器80,在第三对流风机81强制对流作用下,蒸发器80内的液态制冷剂与周围环境形成热交换,使周围环境温度降低,蒸发器80管内的液态制冷剂与周围环境经热交换后由低温低压液态制冷剂转换为低温低压的气态制冷剂。低温低压的气态制冷剂由蒸发器80的制冷剂出口流出,并流入第五管路500,并通过第二三通换向阀201回流至制冷压缩机10再次压缩。

[0071] 制冷空调处于制冰蓄冷模式工况

[0072] 如图2至图4,压缩机10将流入其的低温低压的气态制冷剂经压缩后形成高温高压的气态制冷剂,并经第一管路100可传输至冷凝器20,高温高压气态制冷剂由压缩机10的制冷剂出口流入冷凝器20并进行冷凝;在第一对流风机21的强制对流下,冷凝器20内的高温高压气态制冷剂冷凝为中温高压的液态制冷剂,这一过程称之为等压冷凝。冷凝后的液态制

冷剂保持高压,经冷凝器20的制冷剂出口流出,并进入第一三通换向阀101。

[0073] 然后,经第一三通换向阀101的换向阀出口流出的中温高压液态制冷剂经第一管路100进入第一热力膨胀阀30,经第一热力膨胀阀30节流减压后形成低温低压雾状的液态制冷剂。随之低温低压液态制冷剂流入蓄冰制冷器40并流入结冰蒸发器42中,结冰蒸发器包括制冷液接管421、制冷剂回气接管422、制冷液接管421、制冷剂分液管423、蒸发管425;因此,低温低压液态制冷剂进入制冷液接管421,然后进入制冷剂分液管423,低温低压液态制冷剂由制冷剂分液管423分别进入蒸发管425,进入蒸发管425的低温低压液态制冷剂与浸没蒸发管425的蓄冷液热交换。可理解的是,蓄冷液由冷冻水回水接管412进入水箱41,由冷冻水供水接管411流出水箱,并且冷冻水回水接管412和冷冻水供水接管411之间设置有冷冻水循环管路。

[0074] 低温低压液态制冷剂吸收蓄冷液的热量后转换为低温低压的气态制冷剂,并经制冷剂集气管424集中后,然后经制冷剂回气接管422进入第二管路200。进入第二管路200内的低温低压气态制冷剂经第二三通转换阀201回流至压缩机10再次压缩。本实施例中,进入蒸发管425内的低温低压的气态制冷剂与浸没蒸发管425的蓄冷液的热交换不断循环进行;使蓄冷液不断降温,直至位于水箱41内的蓄冷液全部凝固结冰,以达到存储冷量的目的。

[0075] 制冷空调处于融冰释冷空调工况

[0076] 参阅图2至图4,当水箱41内蓄冷液完成结冰之后,按照制冰蓄冷模式工况下操作程序,密封水箱41的顶层部分保持了无结冰空间。

[0077] 待需要使用蓄冷时,开启冷冻水回水截止阀302,再开启冷冻水供水阀301,由于第三管路(冷冻水循环管路)300与密封水箱41之间存在高度差,冷冻水循环管路中的冷冻水(处于冷冻水循环管路中且未结冰的蓄冷液可称为冷冻水)可进入水箱41的顶层无结冰空间;由于冷冻水循环管路中的冷冻水与环境温度等温,其温度高于水箱41内的蓄冰温度,水箱41内的蓄冰开始溶冰。

[0078] 水箱41内的蓄冰开始溶冰之后,启动冷冻水循环泵50,将水箱41内的溶冰溶液泵送至表冷器60与环境空气热交换,在第二对流风机61作用下,表冷器60内的溶冰溶液对环境空气释冷,从而达到利用冰蓄冷的储能降低室内空气温度的目的。

[0079] 最后应说明的是:以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围。

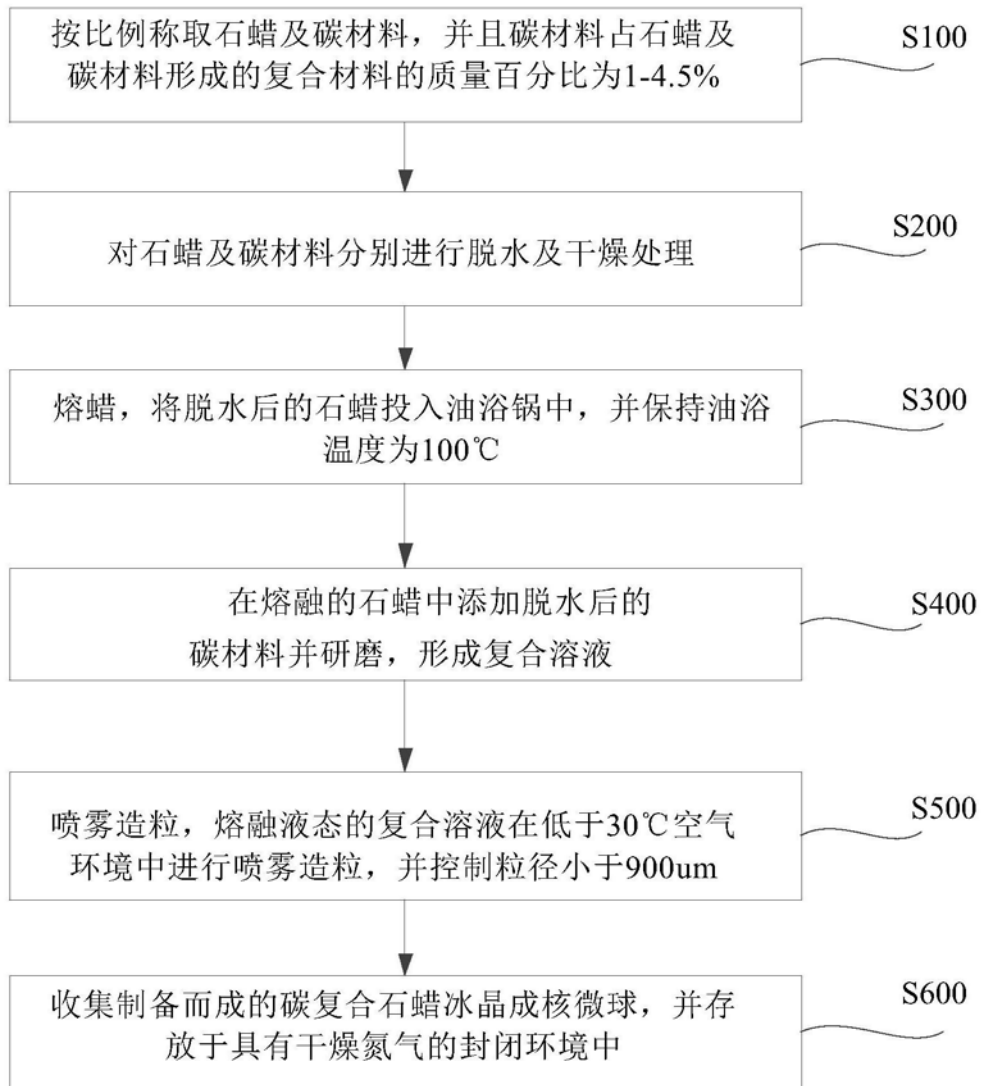


图1

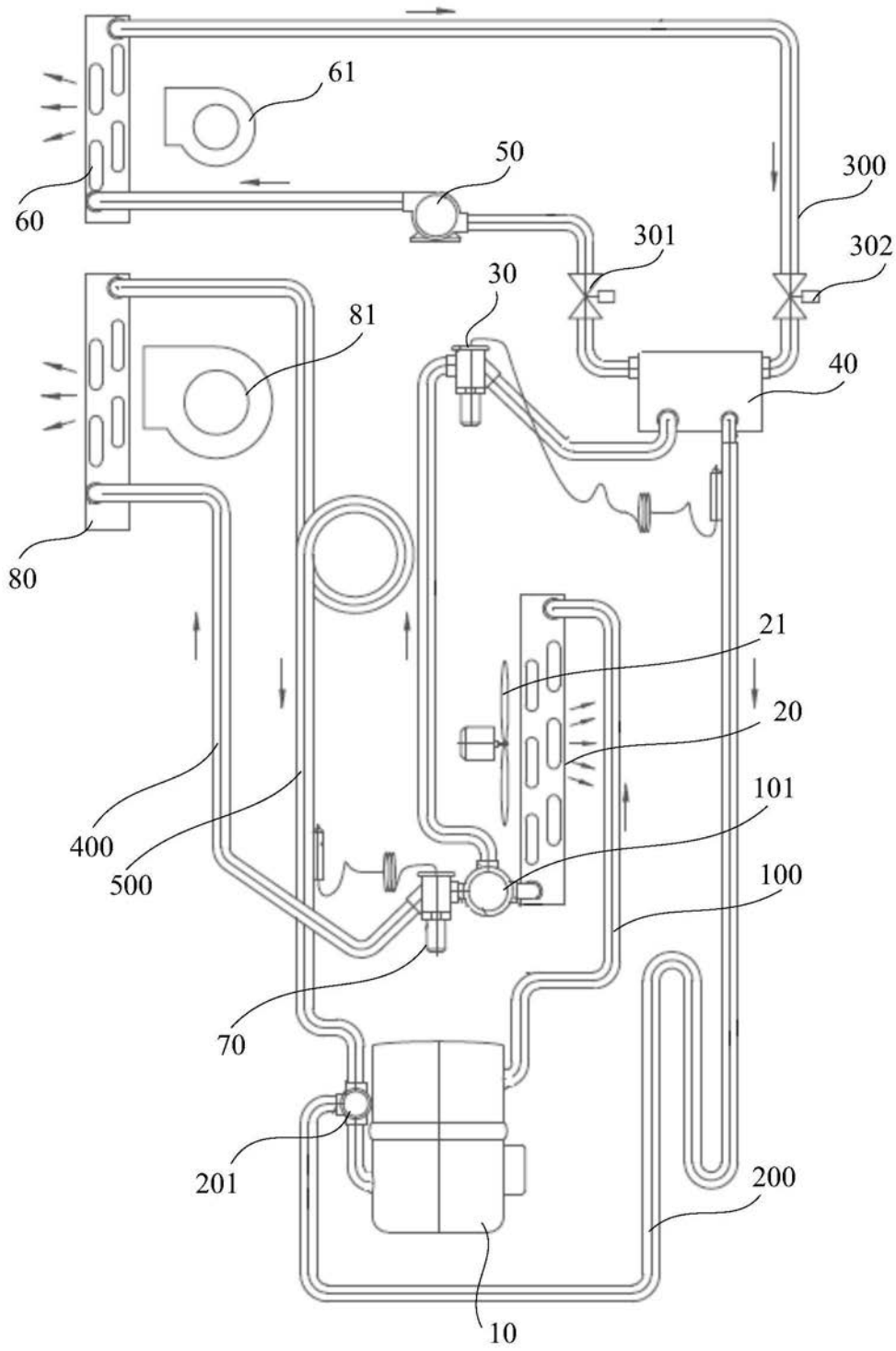


图2

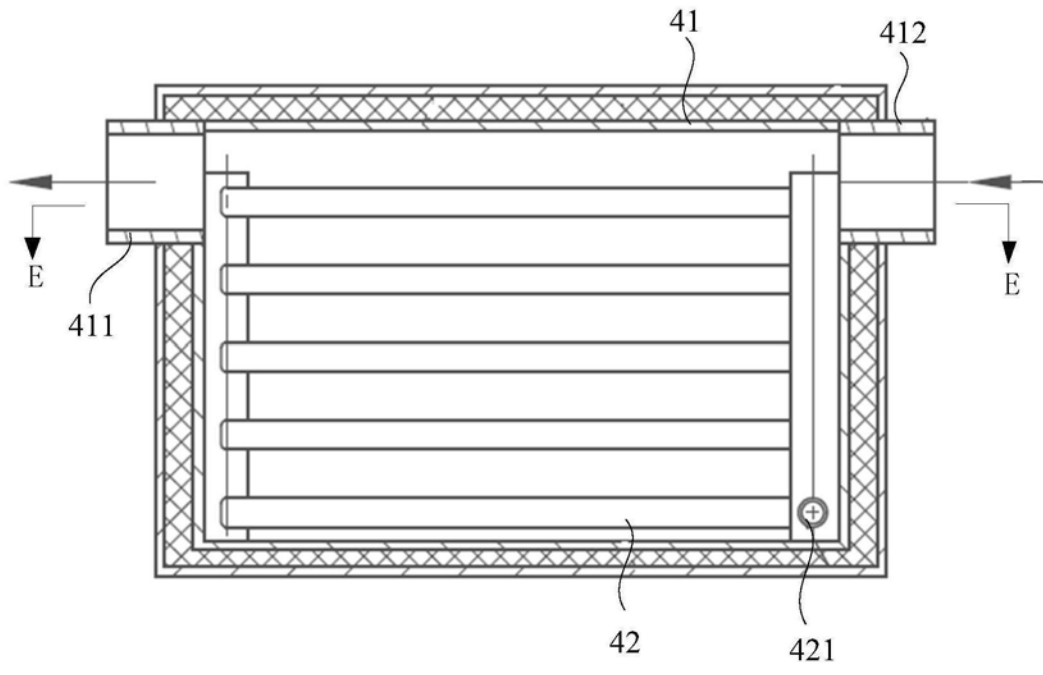


图3

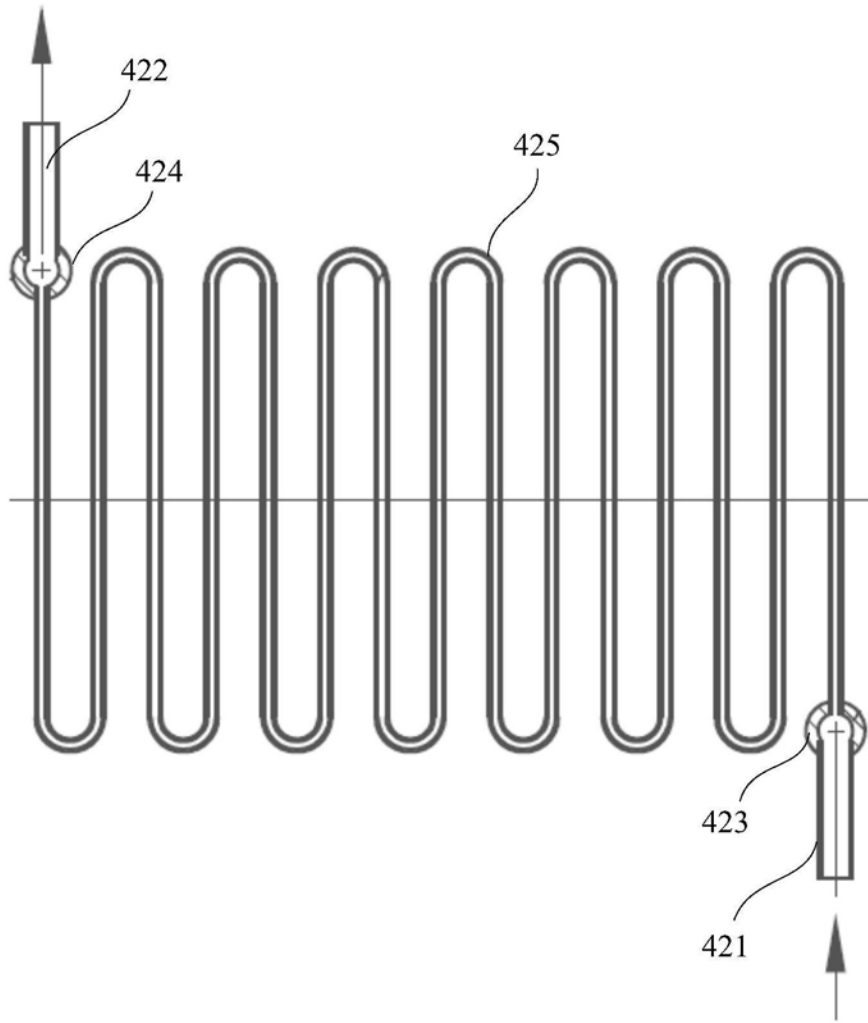


图4