



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103436240 A

(43) 申请公布日 2013. 12. 11

(21) 申请号 201310326141. 8

(22) 申请日 2013. 07. 30

(71) 申请人 北京航空航天大学
地址 100191 北京市海淀区学院路 37 号

(72) 发明人 邢玉明 盛强 王泽 李卫强

(74) 专利代理机构 北京金恒联合知识产权代理
事务所 11324

代理人 李强

(51) Int. Cl.
C09K 5/06 (2006. 01)

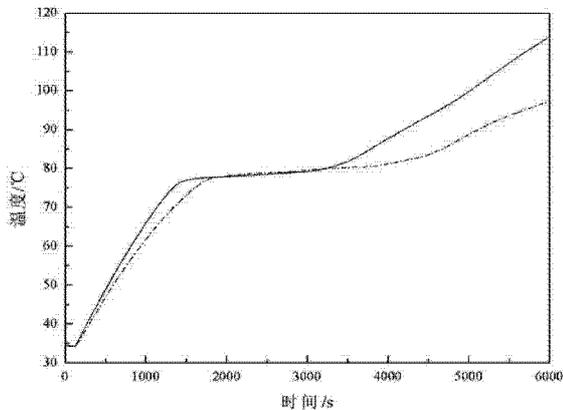
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种泡沫金属复合相变材料及其制备方法

(57) 摘要

本发明涉及一种泡沫金属复合相变材料及其制备方法,属于相变储能材料技术领域。采用多孔泡沫金属骨架结构的吸附特性制备了结晶水合盐-泡沫金属复合相变储能材料,在制备过程中处于真空充氩的状态下,阻止了不纯物质混入,保证了产品的质量。相变材料比较均匀充分地分布在泡沫金属骨架材料基体内部,在泡沫金属的毛细力和表面张力的共同作用下保持了复合材料的定形特性,使相变材料在相变过程中不易渗漏,其制作方法简便,复合率高,具有良好的可操作性。该复合相变材料具有单位体积相变潜热大,储放热速率快,导热性能良好,过冷度较小等优点,有效地解决了结晶水合盐相变材料长期应用存在的热导率较低及过冷问题。



1. 一种泡沫金属复合相变材料的制备方法,其特征在于包括:
 - A) 将研磨后的相变材料均匀添加到真空充氩箱中蓄热容器内,通过真空系统真空泵对充氩箱抽真空至预定真空度;
 - B) 随后,向箱体内充入氩气,待氩气压力与大气平衡后,关闭充氩主阀门;
 - C) 进行恒温水浴加热,实现相变材料的间接均匀加热,并将加工清理后的泡沫金属骨架材料一同放入蓄热容器内加热,使泡沫金属足量吸附熔融状态下的相变材料,从而实现复合。
2. 根据权利要求1的方法,其特征在于进一步包括:
 - D) 结束步骤C的复合操作,再将盛放泡沫金属复合相变材料的蓄热容器在真空充氩箱内缓慢冷却。
3. 根据权利要求1的方法,其特征在于所述泡沫金属骨架材料为从下列材料中选出的一种:
 - 泡沫铜多孔骨架材料,
 - 泡沫铝多孔骨架材料,
 - 泡沫镍多孔骨架材料。
4. 根据权利要求1的方法,其特征在于所述研磨后的相变材料的纯度 $\geq 98\%$ 。
5. 根据权利要求1的方法,其特征在于所述步骤A)中的所述预定真空度不低于 1×10^{-2} Torr,且所述步骤B)中的氩气纯度大于等于99.99%。
6. 根据权利要求1的方法,其特征在于所述步骤C)中使泡沫金属吸附熔融状态下的相变材料的吸附量占相变材料理论填充总量的85~90%。
7. 根据权利要求1的方法,其特征在于进一步包括:
 - E) 打开真空充氩箱的门,取出复合相变材料并清理轮廓尺寸,获得成品。
8. 一种泡沫金属复合相变材料,其特征在于所述泡沫金属复合相变材料是用根据权利要求1—7之一的方法制成的。

一种泡沫金属复合相变材料及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及相变储能材料技术领域,特别涉及一种结晶水合盐相变材料和泡沫金属形成的定形复合相变材料及其制备方法。

背景技术

[0002] 随着能源紧缺问题的加剧,可再生能源的储存、开发和利用越来越成为世界关注的重点。能量储存不仅可以有效地降低总能量的耗散和减少不必要的燃料浪费,而且可以提高整个系统的性能和可靠性。在众多储能方法之中,利用固液相变材料在相变过程中恒定的相变温度和高潜热密度等优点实现能量的储存和利用,已经被广泛应用于太阳能利用、工业余热回收、建筑节能以及电子设备热分析等方面,成为能源科学与材料科学领域中一个活跃的研究热点。

[0003] 固液相变材料通常分为有机类和无机类。有机类相变材料常用的是石蜡,有机类相变材料一般不易出现过冷和相分离现象,材料的热化学性质稳定,腐蚀性小,毒性小且成本比较低廉,但是有机类相变材料存在导热系数较小和易在高温条件下氧化燃烧。无机类相变材料最典型的是结晶水合盐,结晶水合盐是一种典型的中低温相变储能材料,当温度升高时,结晶水合盐脱出结晶水使盐溶解吸热;当温度降低时发生逆过程,吸收结晶水放热。结晶水合盐与有机类相变材料相比,具有导热系数较大,密度大且单位体积的蓄热密度高等优点,但是结晶水合盐存在过冷度大、相分离及腐蚀性等缺点。为了消除或减缓其过冷度和抑制相分离,通常采用的办法是添加一定量的成核剂和增稠剂,该方法主要通过大量的材料进行测试寻找,需要花费大量的时间和精力。因此,抑制结晶水合盐的过冷度和改善其导热性能一直是相变储能技术研究中关注的焦点。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种结晶水合盐-泡沫金属复合相变材料及其制备方法,该复合材料具有热性能稳定,蓄热密度高,传热性能良好,过冷度小等优点。

[0005] 根据本发明的一个方面,提供了一种泡沫金属复合相变材料的制备方法,其特征在于包括:

[0006] A) 将研磨后的相变材料均匀添加到真空充氩箱中蓄热容器内,通过真空系统真空泵对充氩箱抽真空至预定真空度;

[0007] B) 随后,向箱体内充入氩气,待氩气压力与大气平衡后,关闭充氩主阀门;

[0008] C) 进行恒温水浴加热,实现相变材料的间接均匀加热,并将加工清理后的泡沫金属骨架材料一同放入蓄热容器内加热,使泡沫金属足量吸附熔融状态下的相变材料,从而实现复合。

[0009] 根据本发明的一个进一步的方面,提供了用上述制备方法制成的一种泡沫金属复合相变材料。

附图说明

[0010] 图 1 为实施例 1 中泡沫金属复合相变储能材料和纯相变储能材料的吸热曲线；

[0011] 图 2 为实施例 1 中泡沫金属复合相变储能材料和纯相变储能材料的放热曲线。

[0012] 图 3 为实施例 2 中泡沫金属复合相变储能材料和纯相变储能材料的吸热曲线；

[0013] 图 4 为实施例 2 中泡沫金属复合相变储能材料和纯相变储能材料的放热曲线。

[0014] 在图 1—4 中，—为泡沫金属复合相变储能材料的吸放热曲线；---为纯相变储能材料的吸放热曲线。

具体实施方式

[0015] 本发明利用高孔隙率的泡沫金属骨架材料作为基体，足量吸附结晶水合盐相变材料，制备出复合相变储能材料。

[0016] 根据本发明的一个实施例的泡沫金属骨架材料为泡沫铜、泡沫铝或泡沫镍多孔骨架材料。

[0017] 根据本发明的泡沫金属复合相变材料的制备方法包括：

[0018] - 将研磨后纯度 $\geq 98\%$ 的相变材料均匀添加到真空充氩箱中蓄热容器内，通过真空系统真空泵对充氩箱抽真空，真空度不低于 1×10^{-2} Torr；

[0019] - 随后，向箱体内充入高纯（纯度大于等于 99.99%）氩气，待氩气压力与大气平衡后，关闭充氩主阀门；

[0020] - （由于大部分结晶水合盐相变材料熔点低）进行恒温水浴加热，实现相变材料的间接均匀加热，同时将加工清理后的泡沫金属骨架材料一同放入蓄热容器内加热，使泡沫金属足量吸附熔融状态下的相变材料，吸附量占相变材料理论填充总量的 85 ~ 90%，从而实现复合；

[0021] - 结束复合，再将盛放泡沫金属复合相变材料的蓄热容器在真空充氩箱内缓慢冷却；

[0022] - 打开真空充氩箱的门，取出复合相变材料并清理轮廓尺寸，获得成品。

[0023] 所述的相变材料为结晶水合盐，如八水氢氧化钡、三水醋酸钠、六水氯化钙、五水硫代硫酸钠、十水碳酸钠中的一种或它们中的多种的组合物。

[0024] 利用多孔泡沫金属骨架材料的毛细力和表面张力的共同作用使处于熔融状态下结晶水合盐相变材料自发渗入，简化了复合相变材料的制备工艺。

[0025] 本发明的有益效果包括：采用密封性好的真空充氩箱制备泡沫金属复合相变材料，防止空气、水蒸气及其他有害气体及粒子混入，有助于提高产品的质量。结晶水合盐相变材料比较均匀充分地分布在泡沫金属骨架材料基体内部，在泡沫金属的毛细力和表面张力的共同作用下保持了复合材料的定形特性，使相变材料在相变过程中不易渗漏，其制作加工方便，复合率高，具有良好的可操作性。该复合相变材料具有单位体积相变潜热大，储放热速率快，导热性能良好，过冷度较小等优点，有效地解决了结晶水合盐相变材料长期应用存在的热导率较低及过冷问题。

[0026] 实施例 1：

[0027] 多孔泡沫金属骨架材料采用泡沫铜，泡沫铜尺寸为 120mm（长） \times 120mm（宽） \times 16mm（高），泡沫铜密度为 0.31g/cm³，泡沫铜孔密度（pores per inch, PPI）为 25。结晶水合盐相

变材料采用八水氢氧化钡,采用差示扫描量热仪(DSC)测量相变温度为 78℃,相变潜热为 276.8kJ/kg,温度数据采集模块记录过冷度为 8.2℃。

[0028] 本试验的一种泡沫金属复合相变材料及其制备方法是按照以下步骤进行的:(1)称取 500g 的八水氢氧化钡;(2)将步骤 1 称取的八水氢氧化钡均匀添加到蓄热容器内,同时将加工清理后的 PPI25 的泡沫铜放入蓄热容器内;(3)将步骤 2 填装好相变材料和泡沫铜的蓄热容器放置到真空充氩箱内的恒温水槽中;(4)通过真空系统真空泵对充氩箱抽真空至不低于 1×10^{-2} Torr,并充入高纯度氩气;(5)将步骤 3 中的恒温水槽加热温度设置为 95℃,加热 2 小时;使泡沫金属充分吸附熔融状态下的相变材料;(6)将盛放泡沫复合相变材料的蓄热容器在真空充氩箱内缓慢冷却,打开真空充氩箱的门,取出复合相变材料并清理轮廓尺寸,八水氢氧化钡相变材料的理论填充量为 431g,八水氢氧化钡相变材料实际吸附量为 380g,八水氢氧化钡相变材料的填充效率为 88%,获得泡沫金属复合相变材料成品。

[0029] 利用多孔泡沫金属骨架材料的毛细力和表面张力的共同作用使处于熔融状态下结晶水合盐相变材料自发渗入,简化了复合相变材料的制备工艺。

[0030] 在图 1—2 中,连续的曲线表示泡沫金属复合相变储能材料的吸放热曲线;点划线表示纯相变储能材料的吸放热曲线。

[0031] 从图 1、2 中泡沫金属复合相变储能材料和纯相变储能材料的吸放热曲线可以看出,泡沫金属复合相变材料比没有填充泡沫铜的纯相变材料相比,泡沫金属复合相变材料具有较快的储放热速率,加快了相变材料的熔化和凝固过程,减少了吸放热周期,并且有效地降低了结晶水合盐相变材料的过冷度,使相变材料具有更好的热稳定性。

[0032] 实施例 2:

[0033] 多孔泡沫金属骨架材料采用泡沫铜,泡沫铜尺寸为 120mm(长)×120mm(宽)×16mm(高),泡沫铜密度为 0.26g/cm³,泡沫铜密度(pores per inch, PPI)为 10。结晶水合盐相变材料采用八水氢氧化钡,采用差示扫描量热仪(DSC)测量相变温度为 78℃,相变潜热为 276.8kJ/kg,温度数据采集模块记录过冷度为 8.2℃。

[0034] 本试验的一种泡沫金属复合相变材料及其制备方法是按照以下步骤进行的:(1)称取 500g 的八水氢氧化钡;(2)将步骤 1 称取的八水氢氧化钡均匀添加到蓄热容器内,同时将加工清理后的 PPI10 的泡沫铜放入蓄热容器内;(3)将步骤 2 填装好相变材料和泡沫铜的蓄热容器放置到真空充氩箱内的恒温水槽中;(4)通过真空系统真空泵对充氩箱抽真空至不低于 1×10^{-2} Torr,并充入高纯度氩气;(5)将步骤 3 中的恒温水槽加热温度设置为 95℃,加热 2 小时;使泡沫金属充分吸附熔融状态下的相变材料;(6)将盛放泡沫复合相变材料的蓄热容器在真空充氩箱内缓慢冷却,打开真空充氩箱的门,取出复合相变材料并清理轮廓尺寸,八水氢氧化钡相变材料的理论填充量为 431g,八水氢氧化钡相变材料实际吸附量为 371g,八水氢氧化钡相变材料的填充效率为 86%,获得泡沫金属复合相变材料成品。

[0035] 利用多孔泡沫金属骨架材料的毛细力和表面张力的共同作用使处于熔融状态下结晶水合盐相变材料自发渗入,简化了复合相变材料的制备工艺。

[0036] 在图 3 和 4 中,连续的曲线表示泡沫金属复合相变储能材料的吸放热曲线;点划线表示纯相变储能材料的吸放热曲线。

[0037] 从图 3 和图 4 中泡沫金属复合相变储能材料和纯相变储能材料的吸放热曲线可以看出,泡沫金属复合相变材料比没有填充泡沫铜的纯相变材料相比,泡沫金属复合相变材

料具有较快的储放热速率,加快了相变材料的熔化和凝固过程,减少了吸放热周期,并且有效地降低了结晶水合盐相变材料的过冷度,使相变材料具有更好的热稳定性。

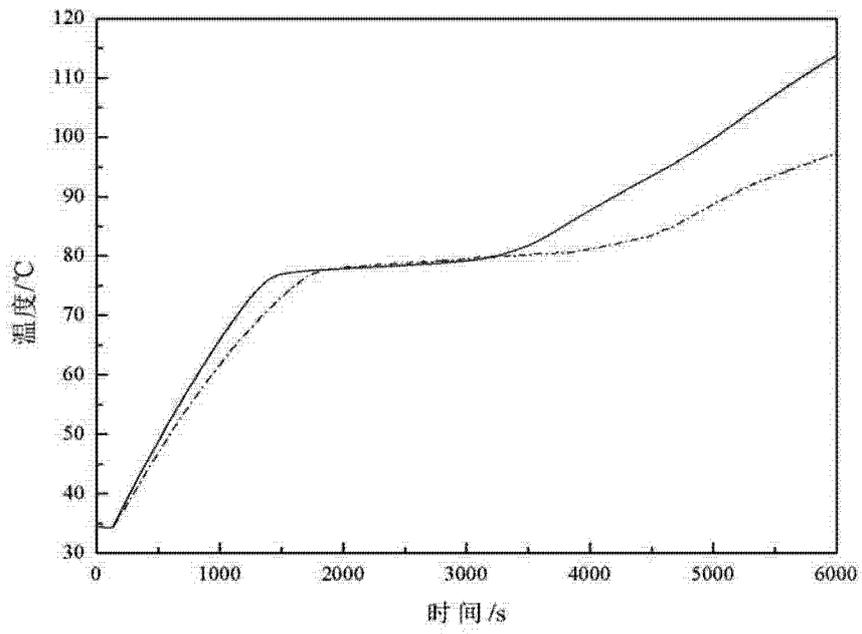


图 1

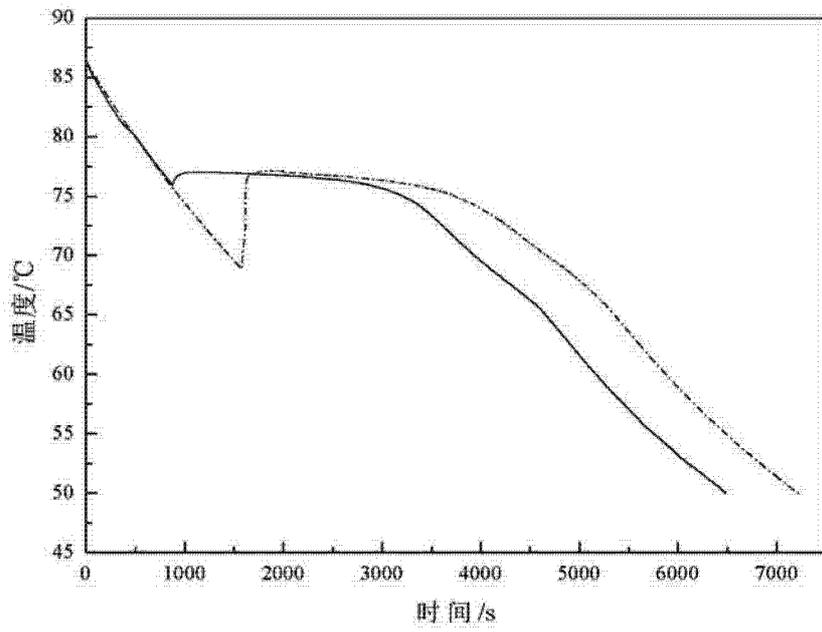


图 2

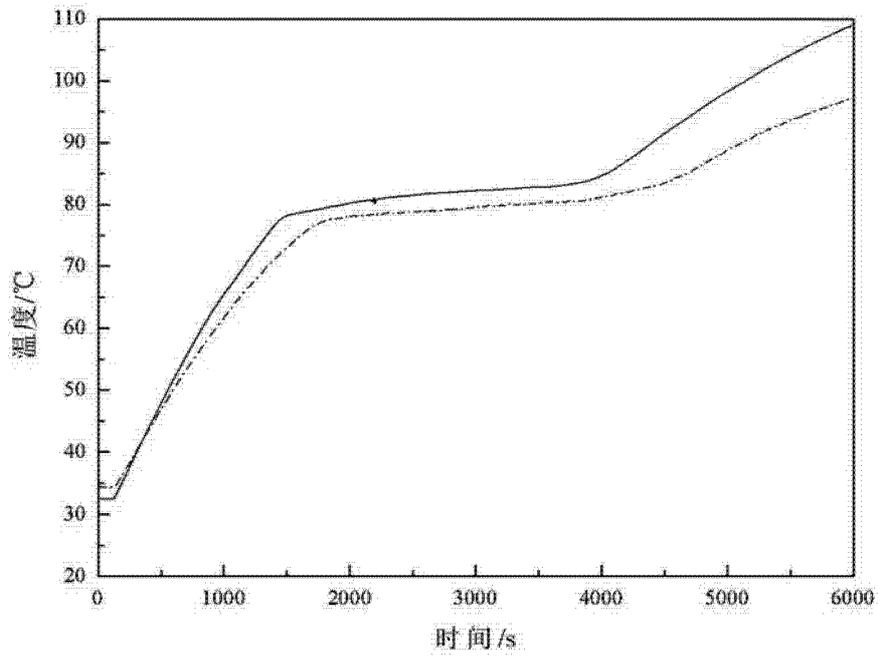


图 3

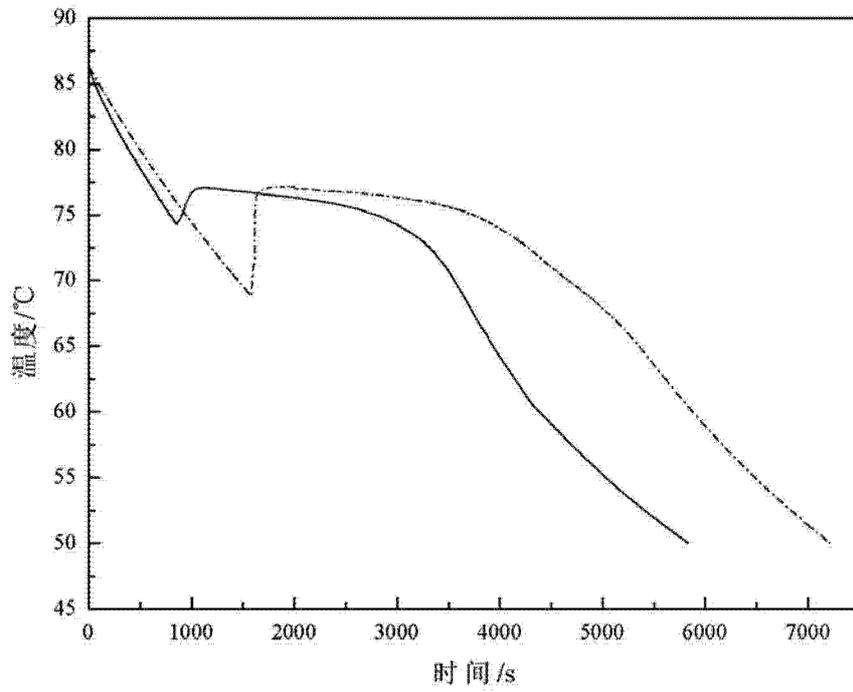


图 4