



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104135191 A

(43) 申请公布日 2014. 11. 05

(21) 申请号 201410406585. 7

(22) 申请日 2014. 08. 18

(71) 申请人 中国地质大学(武汉)

地址 430074 湖北省武汉市洪山区鲁磨路
388 号

(72) 发明人 袁曦明 袁一楠

(74) 专利代理机构 湖北武汉永嘉专利代理有限
公司 42102

代理人 唐万荣 朱宏伟

(51) Int. Cl.

H02N 11/00(2006. 01)

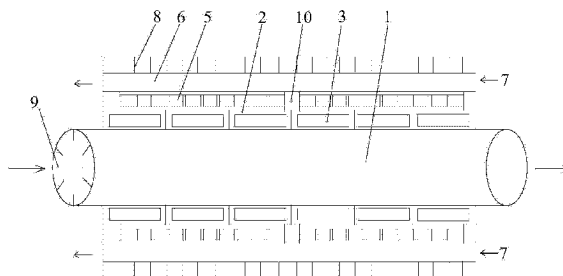
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种泡沫金属复合相变材料储热温差发电装置

(57) 摘要

本发明涉及一种泡沫金属复合相变材料储热温差发电装置,包括套装在高温烟气管道外壁上的多个小分割密封容器,小分隔密封容器中装填有泡沫金属复合相变储能材料;小分隔密封容器外侧通过导热胶与温差热电发电模块的热端紧密相连接;小分隔密封容器的内侧形状与高温烟气管道外壁形状一致并紧密接触,外侧与为温差热电发电模块的热端相连接的面为平面,所述温差热电发电模块的冷端与散热块体相连接;所述散热块体内部通有冷却循环水,其外侧与散热翅片相连接。本发明利用泡沫金属复合相变储热材料结合温差热电发电器件来发电,可以有效提高温差热电发电效率。本发明装置在锅炉管道或汽车尾气管道上安装方便,装置发电性能可靠。



1. 一种泡沫金属复合相变材料储热温差发电装置,其特征在于,包括套装在高温烟气管道外壁上的多个小分割密封容器,所述的小分隔密封容器中装填有泡沫金属复合相变储能材料;所述的小分隔密封容器外侧通过导热胶与温差热电发电模块的热端紧密相连接;所述温差热电发电模块的冷端与散热块体相连接;所述散热块体内部通有冷却循环水,其外侧与散热翅片相连接;所述的小分隔密封容器的内侧形状与高温烟气管道形状一致并紧密接触;外侧与为温差热电发电模块的热端相连接的面为平面。

2. 根据权利要求1所述的泡沫金属复合相变材料储热温差发电装置,其特征在于,所述泡沫金属复合相变材料储能材料的骨架为泡沫金属Cu、泡沫金属Ni或泡沫金属Al。

3. 根据权利要求1所述的泡沫金属复合相变材料储热温差发电装置,其特征在于,所述泡沫金属复合相变材料储能材料的相变储能材料采用固-液相变储能材料,其为LiF、 KHF_2 或LiF与 CaF_2 的混合物;或者为 AlCl_3 、LiOH、 LiNO_3 。

4. 根据权利要求1所述的泡沫金属复合相变材料储热温差发电装置,其特征在于,所述泡沫金属复合相变材料储能材料的相变储能材料采用结晶水合盐,其为八水氢氧化钡、三水醋酸钠、六水氯化钙、五水硫代硫酸钠、十水硫酸钠中的一种或多种组合物。

5. 根据权利要求1所述的泡沫金属复合相变材料储热温差发电装置,其特征在于,所述泡沫金属复合相变材料储能材料的相变储能材料采用固-固相变储能材料,其为氨甲基丙二醇、(D)2-萘酮、季戊四醇、新戊二醇酯、琥珀腈中的一种或多种组合物。

6. 根据权利要求1所述的泡沫金属复合相变材料储热温差发电装置,其特征在于,所述小分隔密封容器的外侧为三角形、四边形、菱形或多边形;所述小分隔密封容器由铜、铜合金、镍、镍合金、铌、铌合金、铝、铝合金、碳钢或耐高温陶瓷制成。

7. 根据权利要求1所述的泡沫金属复合相变材料储热温差发电装置,其特征在于,所述温差热电发电模块包括若干块串联的或/和并联的温差发电片单体,所述温差发电片单体与温差发电片单体之间通过使用绝热材料隔开。

8. 根据权利要求1所述的泡沫金属复合相变材料储热温差发电装置,其特征在于,所述烟气管道的内壁上设有多个肋片。

9. 根据权利要求1所述的泡沫金属复合相变材料储热温差发电装置,其特征在于,所述烟气管道的横截面为圆形、椭圆形、三角形、四边形、菱形或多边形。

10. 根据权利要求8所述的泡沫金属复合相变材料储热温差发电装置,其特征在于,所述烟气管道和肋片由铜、铜合金、镍、镍合金、铌、铌合金、铝、铝合金、碳钢或耐高温陶瓷制成。

一种泡沫金属复合相变材料储热温差发电装置

技术领域

[0001] 本发明涉及锅炉烟气余热和汽车尾气余热的利用技术,更具体地说,涉及一种泡沫金属复合相变材料储热温差发电装置。

背景技术

[0002] 目前工业锅炉可分为燃煤、燃油和燃气锅炉三种。我国煤炭 60%以上消耗在发电方面,而内燃机、汽轮机等热机中燃料所产生的能量 50%以上都以热能的方式被浪费。在石油炼制领域,轻烃蒸汽转化制氢装置设有转化炉,在转化炉辐射室释放热源,产生高温烟气,其温度达 1050-1150℃左右;常规制氢装置对流段设原料预热段、中压蒸汽过热段、高温蒸汽预热段、产汽端、低温空气预热段等组成。其中,原料预热段利用烟气高温位热量把原料预热到 550-650℃,满足轻烃蒸汽转化制氢工艺要求;中压蒸汽过热段利用烟气高温位热量过热的制氢装置产生饱和蒸汽过热到 420-440℃,送出装置至中压蒸汽管网;高温空气预热段、产汽段和低温空气预热段利用烟气中低温位热量。因此工业生产中的高温烟气在管道传输过程以及排烟过程都会造成大量余热损失,这些余热都以热能的方式被浪费,造成了巨大的经济损失。因此,节能降耗对工业锅炉更是迫在眉睫。

[0003] 泡沫金属复合相变材料属于一种新型相变储能材料,具有储热放热快,导热性能良好,储热密度高,体积收缩小的优点。温差热电技术是一种新型的发电方式,它是基于温差热电效应中的塞贝克效应,利用温差热电材料直接将热能转换为电能,是一种全固态能量转换方式,无需化学反应或流体介质,因而在发电过程中具有无噪音、无磨损、无介质泄漏、体积小、重量轻、安装方便、使用寿命长等优点。因此,将泡沫金属复合相变材料与温差热电发电技术相结合并应用在锅炉管道烟气传输以及排放领域具有独特优势和良好前景。

[0004] 近年来,随着热电材料优值系数的提高,温差发电的开发利用进入了一个新的高潮,科技发达国家正先后将发展温差发电技术列入了中长期能源开发技术。国内在温差热电发电领域目前则处于刚刚导入的阶段,而将泡沫金属复合相变储能材料结合温差热电发电的开发应用也几乎处于空白状态。

发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题在于,提供一种泡沫金属复合相变材料储热温差发电装置,利用泡沫金属复合相变储能材料结合温差热电器件来发电,可以有效利用现有工业锅炉的高温烟气在锅炉管道传输过程中的大量余热。

[0006] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:构造一种泡沫金属复合相变材料储热温差发电装置,包括套装在高温烟气管道外壁上的多个小分割密封容器,所述的小分隔密封容器中装填有泡沫金属复合相变储能材料;所述的小分隔密封容器外侧通过导热胶与温差热电发电模块的热端紧密相连接;所述温差热电发电模块的冷端与散热块体相连接;所述散热块体内部通有冷却循环水,其外侧与散热翅片相连接;所述的小分隔密封容器的内侧形状与高温烟气管道外壁形状一致并紧密接触;外侧与为温差热电发电模块的热端相

连接的面为平面。

[0007] 上述方案中,所述泡沫金属复合相变材料储能材料的骨架为泡沫金属 Cu、泡沫金属 Ni 或泡沫金属 Al。

[0008] 上述方案中,所述泡沫金属复合相变材料储能材料的相变储能材料采用固-液相变储能材料,其为 LiF、KHF₂ 或 LiF 与 CaF₂ 的混合物;或者为 AlCl₃、LiOH、LiNO₃。

[0009] 上述方案中,所述泡沫金属复合相变材料储能材料的相变储能材料采用结晶水合盐,其为八水氢氧化钡、三水醋酸钠、六水氯化钙、五水硫代硫酸钠、十水硫酸钠中的一种或多种组合物。

[0010] 上述方案中,所述泡沫金属复合相变材料储能材料的相变储能材料采用固-固相变储能材料,其为氨甲基丙二醇、(D)2- 茛酮、季戊四醇、新戊二醇酯、琥珀腈中的一种或多种组合物。

[0011] 上述方案中,所述小分隔密封容器的外侧为三角形、四边形、菱形或多边形,所述小分隔密封容器由铜、铜合金、镍、镍合金、铌、铌合金、铝、铝合金、碳钢或耐高温陶瓷制成。

[0012] 上述方案中,所述温差热电发电模块包括若干块串联的或 / 和并联的温差发电片单体,所述温差发电片单体与温差发电片单体之间通过使用绝热材料隔开。

[0013] 上述方案中,所述烟气管道的内壁上设有多个肋片。

[0014] 上述方案中,所述烟气管道的横截面为圆形、椭圆形、三角形、四边形、菱形或多边形。

[0015] 上述方案中,所述烟气管道和肋片由铜、铜合金、镍、镍合金、铌、铌合金、铝、铝合金、碳钢或耐高温陶瓷制成。

[0016] 本发明提供的泡沫金属复合相变材料储热温差发电装置的工作过程如下:

[0017] 锅炉的高温烟气大量通过锅炉管道传输或者排放,锅炉管道及管道内部肋片吸收高温烟气的热量,通过导热胶迅速将热量传递给锅炉管道外侧紧密联接的小分隔密封容器。小分隔密封容器中的泡沫金属复合相变材料吸收热量并且温度升高。当温度大于相变材料的相转变温度时,相变材料发生相转变并且储存能量,并且维持温差热电发电模块热端的热稳定性。泡沫金属复合相变储能材料结构特点为泡沫金属基骨架材料上附着有相变储能材料,相变储能材料占总重量的百分比为 60% -95%。泡沫金属复合相变储能材料具有蓄热放热快、导热性能良好、蓄热密度高、体积收缩小的优点。泡沫金属复合相变储能材料密封装填在小分隔容器中,在反复长期使用过程中可以克服相变材料凝固收缩时在容器内形成空穴,造成出现“热松脱”和“热斑”现象,克服造成容器的热疲劳损坏,提高了泡沫金属复合相变储能材料的传热性能,提高了温差发电模块热端的热稳定性。温差热电发电模块的冷端与散热块体相联接,散热块体通有冷却循环水,其外侧与散热翅片相联接,维持了温差热电发电模块冷端温度的稳定性。提供的装置结构利用锅炉管道烟气余热或汽车尾气余热的发电效率高,可靠性优良。

[0018] 实施本发明的泡沫金属复合相变材料储热温差发电装置,具有以下有益效果:

[0019] a. 本发明提供的小分隔密封容器外侧与温差热电发电模块的高温端相接触的面为平面并接触紧密,内侧形状与烟气管道形状一致并接触紧密,所以本发明装置导热性能好,并充分利用了泡沫金属复合相变储能材料具有蓄热放热快、导热性能良好、蓄热密度高、体积收缩小的优点,因此维护和提高了温差热电发电模块高温端的热稳定性,提高了温

差热电发电的效率。

[0020] b. 本发明提供的小分隔密封容器与温差热电发电模块的高温端相接触的面为平面,装配容易,贴合度高,热传导性能优;相应的温差热电发电模块为平板式的,制造工艺简单,制造成本低,便于安装,并且可以采用现有的商业标准件,容易获得,降低了生产成本,便于广泛推广采用。

[0021] c. 本发明提供的将泡沫金属复合相变储能材料密闭装填在小分隔容器中,可以克服相变材料凝固收缩时在大容器中形成大量空穴,可以克服造成出现的“热松脱”和“热斑”现象,可以克服造成大容器的热疲劳损坏,并且提高了泡沫金属复合相变储能材料的传热性能,提高了利用锅炉管道烟气余热温差发电的稳定性、可靠性。

附图说明

[0022] 下面将结合附图及实施例对本发明作进一步说明,附图中:

[0023] 图 1 是本发明泡沫金属复合相变材料储热温差发电装置的结构示意图;

[0024] 图 2 是本发明泡沫金属复合相变材料储热温差发电装置的剖视图。

具体实施方式

[0025] 为了对本发明的技术特征、目的和效果有更加清楚的理解,现对照附图详细说明本发明的具体实施方式。

[0026] 实施例 1

[0027] 本发明提供一种泡沫金属复合相变材料储热温差发电装置,如图 1、图 2 所示。

[0028] 在高温烟气碳钢管道 1 外壁装配有小分隔密封碳钢容器 2,小分隔密封碳钢容器 2 中装填有泡沫金属复合相变储能材料 3,其为泡沫金属 Cu 作为骨架,相变材料为 KHF_2 ,相转变温度为 196°C 。小分隔密封容器 2 通过导热胶 4 与温差热电发电模块 5 的热端紧密相联接,温差热电发电模块 5 的冷端与散热块体 6 相联接。散热块体 6 通有冷却循环水 7,其外侧与散热翅片 8 相联接。高温烟气管道 1 内部装配有碳钢肋片 9,增强导热。温差发电片单体与温差发电单体之间通过绝热材料 10 隔开。高温烟气管道 1 的横截面为圆形,小分隔密封碳钢容器 2 的内侧与高温烟气管道 1 外壁接触的面为弧面,便于与圆管式高温烟气管道 1 外侧紧密相联接,外侧与为温差热电发电模块 5 的热端相连接的面为平面,便于与温差热电发电模块 5 的热端紧密相联接。

[0029] 其工作过程如下:

[0030] 锅炉的高温烟气大量通过锅炉碳钢管道 1 传输或者排放,锅炉碳钢管道 1 及管道内部碳钢肋片 9 吸收高温烟气的热量,通过导热胶 4 迅速将热量传递给锅炉碳钢管道 1 外侧紧密联接的小分隔密封碳钢容器 2;小分隔密封碳钢容器 2 中的泡沫 Cu 金属骨架中 KHF_2 相变材料 3 吸收热量,并温度升高;当温度大于 KHF_2 相变材料 3 的相转换温度时,相变材料发生相转变并且储存能量;并且维持温差热电发电模块 5 热端温度的稳定。在泡沫金属 Cu 复合 KHF_2 相变储能材料中, KHF_2 相变材料占总重量 90%,具有蓄热放热快、导热性能良好、蓄热密度高、体积收缩小的优点。由于泡沫金属 Cu 复合 KHF_2 相变储能材料 3 密封装填在小分隔碳钢容器 2 中,在反复长期使用过程中克服相变材料凝固收缩时在大容皿中形成大量空穴,克服出现“热松脱”和“热斑”现象,克服造成容器的热疲劳损坏,提高了传热性能,

提高了温差热电发电模块 5 热端的热稳定性。温差热电发电模块 5 的冷端与散热块体 6 相联接,散热块体 6 通有冷却循环水 7,其外侧与散热翅片 8 相联接,维持了温差热电发电模块 5 冷端温度的稳定性。由于在温差热电发电片单体与温差发电片单体之间通过绝热材料 10 隔开,避免了温差热电发电模块 5 的热端热量直接传递给温差热电发电模块的冷端。本发明提供的装置利用锅炉管道烟气发电效率高,可靠性良好。

[0031] 实施例 2:

[0032] 本实施例应用实施例 1 提供的一种泡沫金属复合相变材料储热温差发电装置,不同的只是小分隔密封容器 2 采用铝合金材料;在小分隔密封铝合金容器 2 中装填有泡沫金属复合相变储能材料 3,为泡沫金属 Al 作为骨架,相变材料为 $AlCl_3$,相变温度 $192^{\circ}C$; $AlCl_3$ 相变材料占总重量 85%;高温烟气铝合金管道 1 内部装配有铝合金肋片 9。实施例 2 的工作工程与实施例 1 相同。

[0033] 实施例 3:

[0034] 本实施例应用实施例 1 提供的一种泡沫金属复合相变材料储热温差发电装置,不同的只是小分隔密封容器 2 采用铜合金材料;在小分隔密封铜合金容器 2 中装填有泡沫金属复合相变储能材料 3,为泡沫金属 Cu 作为骨架,相变材料为 50% LiF/50% LiOH,相变温度 $427^{\circ}C$;相变材料占总重量 80%;高温烟气铜合金管道 1 内部装配有铜合金肋片 9。实施例 3 的工作工程与实施例 1 相同。

[0035] 实施例 4:

[0036] 本实施例应用实施例 1 提供的一种泡沫金属复合相变材料储热温差发电装置,不同的只是小分隔密封容器 2 采用 Haynes 188;在小分隔密封容器 2 中装填有泡沫金属复合相变储能材料 3,为泡沫金属 Ni 作为骨架,相变材料为氟化锂和氟化钙质量组成比为 2:1,相变温度为 $762.6^{\circ}C$ 。相变材料占总重量 90%;高温烟气镍合金管道 1 内部装配有镍合金肋片 9。实施例 4 的工作工程与实施例 1 相同。

[0037] 上面结合附图对本发明的实施例进行了描述,但是本发明并不局限于上述的具体实施方式,上述的具体实施方式仅仅是示意性的,而不是限制性的,本领域的普通技术人员在本发明的启示下,在不脱离本发明宗旨和权利要求所保护的范围情况下,还可做出很多形式,这些均属于本发明的保护之内。

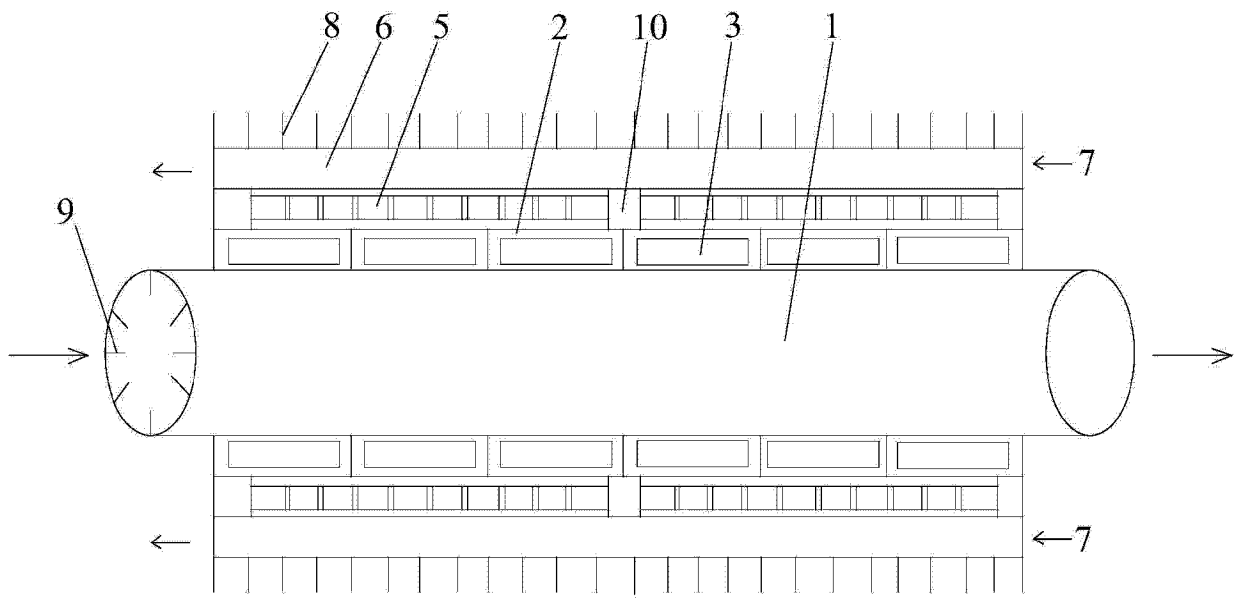


图 1

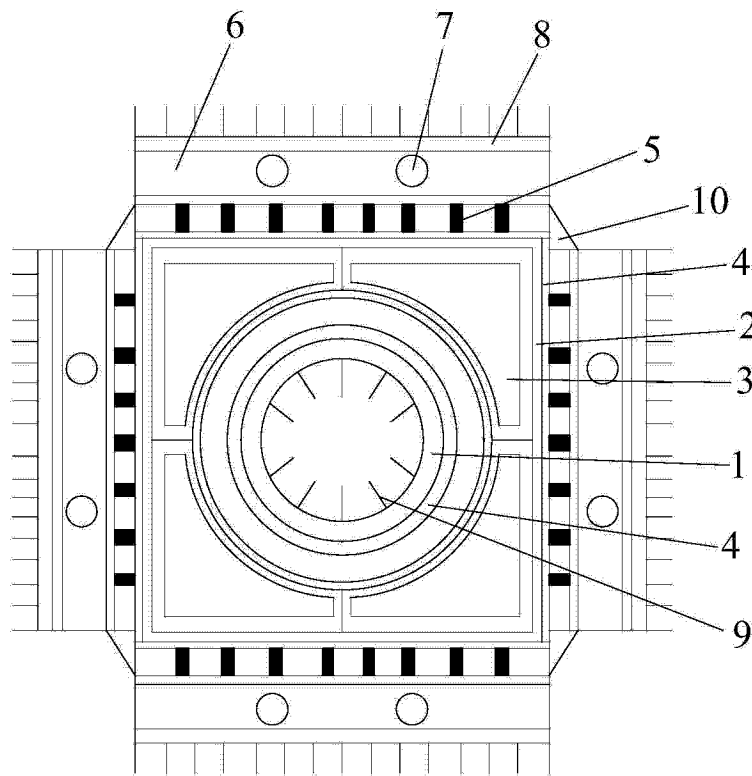


图 2