



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108768211 A

(43)申请公布日 2018.11.06

(21)申请号 201810522143.7

(22)申请日 2018.05.28

(66)本国优先权数据

201810340315.9 2018.04.17 CN

(71)申请人 哈尔滨工程大学

地址 150001 黑龙江省哈尔滨市南岗区南通大街145号哈尔滨工程大学科技处知识产权办公室

(72)发明人 于佳 齐辉 章继峰 孔丽

佟丽莉 苏佳文 汪皓擎 潘远君

(51)Int.Cl.

H02N 11/00(2006.01)

H01M 10/625(2014.01)

H01M 10/659(2014.01)

H01M 10/66(2014.01)

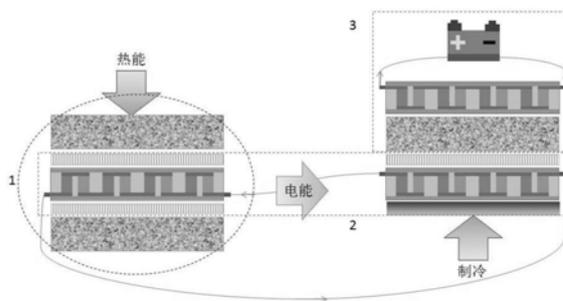
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种综合热-电-冷能量管理系统及方法

(57)摘要

本发明公开了一种综合热-电-冷能量管理系统及方法,包括恒定温差热电转换模块、热电发电驱动热电制冷模块和热电转换储能模块;恒定温差热电转换模块在温差驱动下将热能转化为电能,将输出的直流电通过导线传输给热电发电驱动热电制冷模块,驱动热电发电驱动热电制冷模块转移目标环境的热量,热电发电驱动热电制冷模块工作中产生的废热传输给热电转换储能模块进行热电转换并进行存储。本发明利用余热发电直接进行有效制冷,无需额外配置直流电源及复杂的管路系统和隔热装置,实现了热量在空间的有效转移和热电冷能量综合利用,改变了现有热管理系统中热量转移的单一处理方式,为热控系统的顶层设计及相关热控结构体系的部署提供新思路。



1. 一种综合热-电-冷能量管理系统,其特征在于:包括恒定温差热电转换模块(1)、热电发电驱动热电制冷模块(2)和热电转换储能模块(3);恒定温差热电转换模块(1)又包括第一热存储单元(11)、热传输单元(12)、温差发电单元(13)和第二热存储单元(14),热传输单元(12)对称分布在温差发电单元(13)两侧,第一热存储单元(11)与第二热存储单元(14)对称分布在热传输单元(12)两侧;热电发电驱动热电制冷模块(2)又包括热电制冷单元(23)和导线(24);热电转换储能模块(3)又包括第三热存储单元(31)、热电发电单元(33)和蓄电池(35),热电发电单元(33)通过导线与蓄电池(35)相连;

所述恒定温差热电转换模块(1)中的温差发电单元(13)通过导线(24)与热电发电驱动热电制冷模块(2)相连,热电转换储能模块(3)安装于热电发电驱动热电制冷模块(2)的上端,第三热存储单元(31)连接热电发电驱动热电制冷模块(2)与热电转换储能模块(3)。

2. 根据权利要求1所述的一种综合热-电-冷能量管理系统,其特征在于:所述的第一热存储单元(11)安装于高温端,第二热存储单元(14)安装于低温端。

3. 根据权利要求1所述的一种综合热-电-冷能量管理系统,其特征在于:所述的第一热存储单元(11)与第二热存储单元(14)为碳基相变复合储能材料,以高导热石墨泡沫碳为骨架,利用石墨泡沫丰富的孔隙吸附熔化状态的相变材料,维持复合材料的固态形貌,所填充的相变材料,根据温差发电单元(13)中热源和冷源的工作特点选择熔点匹配的相变材料。

4. 根据权利要求1所述的一种综合热-电-冷能量管理系统,其特征在于:所述的碳基相变复合储能材料的高导热石墨泡沫碳骨架以中间相沥青为碳源,通过软模板法制备而得,石墨化温度在2000℃以上。

5. 一种综合热-电-冷能量管理方法,其特征在于,恒定温差热电转换模块在温差驱动下将热能转化为电能,将输出的直流电通过导线传输给热电发电驱动热电制冷模块,驱动热电发电驱动热电制冷模块转移目标环境的热量,热电发电驱动热电制冷模块工作中产生的废热传输给热电转换储能模块进行热电转换并进行存储,具体的实现方式包括以下步骤:

(1) 将温差热电转换模块中的第一热存储单元安装在高温端,吸收来自热源的非稳态热能,将第二热存储单元安装在低温端,维持温度稳定,通过第一热存储单元与第二热存储单元为温差发电单元提供恒定的温差;

(2) 温差热电转换模块中的温差发电单元在温差驱动下将热能转化为电能,输出直流电,通过导线传输给热电发电驱动热电制冷模块中的热电制冷单元;

(3) 热电制冷单元在电能驱动下转移目标环境中的热量,对目标进行制冷,并将工作中产生的废热传输给热电转换储能模块;

(4) 热电转换储能模块中的第三热存储单元吸收热电制冷单元产生的废热,热电发电单元将废热转化为电能,并储存到蓄电池中。

6. 根据权利要求5所述的一种综合热-电-冷能量管理方法,其特征在于:所述的步骤(1)中为稳定温差发电单元的瞬态热量,利用相变复合材料构建热存储单元,相变材料在熔点附近可吸收大量的热而温度几乎不变;根据热源温度及储热量选择合适的相变材料,分别置于温差发电单元两侧,利用相变材料恒温吸放热的特点来稳定瞬态热量,为温差发电单元提供稳定的温度差;

所述的热传输单元使用定向高导热界面材料,降低了界面间的接触热阻,加快热能在

热存储单元和温差发电单元之间的传递,减小对温差发电单元两端温度差的影响。

7.根据权利要求5所述的一种综合热-电-冷能量管理方法,其特征在于:所述的步骤(4)中热电发电单元利用赛贝克效应将热电制冷单元产生的废热转换成电能,利用相变复合材料吸收转移来的热量,稳定热电发电单元热端面的温度,热电单元的冷端温度与周围环境保持一致,为热电发电单元提供恒定温差。

一种综合热-电-冷能量管理系统及方法

技术领域

[0001] 本发明属于能量管理系统技术领域,具体涉及一种综合热-电-冷能量管理系统及基于此系统的一种综合热-电-冷能量管理方法。

背景技术

[0002] 在能源与环境问题的巨大挑战下,发展新能源汽车已成为必然趋势,因此各个国家对新能源汽车的开发十分重视。目前,新能源汽车主要包括混合动力汽车、纯电动汽车、燃料电池电动汽车及太阳能汽车等各类新能源汽车。而作为新能源汽车的代表,电动汽车因具备直接电机驱动,零排放的环境可靠性成为目前新能源汽车发展的热点。

[0003] 电动汽车由于具有节能环保的特点,目前越来越多的车辆中使用电池作为动力或动力之一,如混合动力或纯电动汽车。但在将电池作为动力的情况下,这时没有发动机余热可以利用,如使用电加热会导致较大的电量消耗,影响电动汽车行驶里程。

[0004] 动力电池是电动汽车运行的动力源,其工作时存在最佳温度范围,如锂离子电池,常规的工作温度为 $-20\sim 60^{\circ}\text{C}$,而最佳工作温度为 25°C ,在此最佳工作温度下,锂离子电池工作在最稳定的状态下,且使用寿命最长。在运行实际中,往往因为工作条件恶劣,造成动力电池温度过高。电动汽车在某些运行工况下,如高速行驶或爬坡,电池发热量增大,若内部发热量不能及时排出会造成电池内部温度升高超出工作温度范围;外部环境温度过高,如炎热的夏季,同样会使动力电池温度升高超出最佳工作温度范围。以上情形不仅缩短了电池的使用寿命、影响电池的容量,而且还会影响汽车的稳定运行甚至引发爆炸等安全事故。

[0005] 结合目前国内外的一些动力电池热管理控制方法,发现仍存在很多不足,单纯采用被动热控制方式,如相变材料、热管等,仅能保证动力电池在一般情况下正常工作,在恶劣条件下往往失效。相变材料在完全相变的状态下,不仅无法发挥其储热的性能,还会因为低热导率造成电池热量导出困难;热管不仅有自然失效的可能,而且在电动汽车经历崎岖路面发生振荡时极易损坏,在高温环境下,传热性能也会降低甚至失效。

[0006] 因此,对动力电池应进行合理全面的热管理控制,使车辆内的热管理系统尽量利用电池和其它电力电子设备的余热作为热源,使其工作在合理的温度范围内,解决现有热管理系统热量转移方式单一的问题。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于提供一种解决现有热管理系统热量转移方式单一、结合温差发电技术与热电制冷技术及相变储能技术且可实现热量转移与热能转化利用的一种综合热-电-冷能量管理系统及基于此系统的一种综合热-电-冷能量管理方法。

[0008] 本发明的目的是这样实现的:

[0009] 本发明公开了一种综合热-电-冷能量管理系统,包括恒定温差热电转换模块1、热电发电驱动热电制冷模块2和热电转换储能模块3;恒定温差热电转换模块1又包括第一热

存储单元11、热传输单元12、温差发电单元13和第二热存储单元14,热传输单元12对称分布在温差发电单元13两侧,第一热存储单元11与第二热存储单元14对称分布在热传输单元12两侧;热电发电驱动热电制冷模块2又包括热电制冷单元23和导线24;热电转换储能模块3又包括第三热存储单元31、热电发电单元33和蓄电池35,热电发电单元33通过导线与蓄电池35相连;

[0010] 所述恒定温差热电转换模块1中的温差发电单元13通过导线24与热电发电驱动热电制冷模块2相连,热电转换储能模块3安装于热电发电驱动热电制冷模块2的上端,第三热存储单元31连接热电发电驱动热电制冷模块2与热电转换储能模块3。

[0011] 所述的第一热存储单元11安装于高温端,第二热存储单元14安装于低温端。

[0012] 优选的,所述的第一热存储单元11与第二热存储单元14为碳基相变复合储能材料,以高导热石墨泡沫碳为骨架,利用石墨泡沫丰富的孔隙吸附熔化状态的相变材料,维持复合材料的固态形貌,所填充的相变材料,根据温差发电单元13中热源和冷源的工作特点选择熔点匹配的相变材料。

[0013] 优选的,所述的碳基相变复合储能材料的高导热石墨泡沫碳骨架以中间相沥青为碳源,通过软模板法制备而得,石墨化温度在2000℃以上。

[0014] 本发明还公开了一种综合热-电-冷能量管理方法,恒定温差热电转换模块在温差驱动下将热能转化为电能,将输出的直流电通过导线传输给热电发电驱动热电制冷模块,驱动热电发电驱动热电制冷模块转移目标环境的热量,热电发电驱动热电制冷模块工作中产生的废热传输给热电转换储能模块进行热电转换并进行存储,具体的实现方式包括以下步骤:

[0015] (1) 将温差热电转换模块中的第一热存储单元安装在高温端,吸收来自热源的非稳态热能,将第二热存储单元安装在低温端,维持温度稳定,通过第一热存储单元与第二热存储单元为温差发电单元提供恒定的温差;

[0016] (2) 温差热电转换模块中的温差发电单元在温差驱动下将热能转化为电能,输出直流电,通过导线传输给热电发电驱动热电制冷模块中的热电制冷单元;

[0017] (3) 热电制冷单元在电能驱动下转移目标环境中的热量,对目标进行制冷,并将工作中产生的废热传输给热电转换储能模块;

[0018] (4) 热电转换储能模块中的第三热存储单元吸收热电制冷单元产生的废热,热电发电单元将废热转化为电能,并储存到蓄电池中。

[0019] 优选的,所述的步骤(1)中为稳定温差发电单元的瞬态热量,利用相变复合材料构建热存储单元,相变材料在熔点附近可吸收大量的热而温度几乎不变;根据热源温度及储热量选择合适的相变材料,分别置于温差发电单元两侧,利用相变材料恒温吸放热的特点来稳定瞬态热量,为温差发电单元提供稳定的温度差;

[0020] 所述的热传输单元使用定向高导热界面材料,降低了界面间的接触热阻,加快热能在热存储单元和温差发电单元之间的传递,减小对温差发电单元两端温度差的影响。

[0021] 优选的,所述的步骤(4)中热电发电单元利用赛贝克效应将热电制冷单元产生的废热转换成电能,利用相变复合材料吸收转移来的热量,稳定热电发电单元热端面的温度,热电单元的冷端温度与周围环境保持一致,为热电发电单元提供恒定温差。

[0022] 本发明的有益效果在于:该系统基于热量转移与热能转化利用的总体思路,采用

相变热沉储能结构单元为热电发电模块构建恒定温差,以热电转换模块驱动热电制冷模块,利用不同分系统产生的余热发电直接进行有效制冷,无需额外配置直流电源,更无需复杂的管路系统和隔热装置,实现了热量在空间的有效转移和热电冷能量综合利用。本发明根本上改变了现有热管理系统中热量转移的单一处理方式,从热量转化及再利用的角度入手,利用不同分系统产生的余热直接进行有效致冷,这为热控系统的顶层设计及相关热控结构体系的部署提供新思路。

附图说明

[0023] 图1为本发明中综合热-电-冷能量管理系统实施例1的结构示意图;

[0024] 图2为本发明中恒定温差热电转换模块结构示意图;

[0025] 图3为本发明中热电制冷单元及热电发电储能模块结构示意图;

[0026] 图4为本发明中综合热电冷能量管理系统实施例二的结构示意图。

具体实施方式

[0027] 下面结合附图对本发明做进一步描述。

[0028] 实施例1

[0029] 结合图1至图3,本发明公开了一种综合热-电-冷能量管理系统,包括恒定温差热电转换模块1、热电发电驱动热电制冷模块2和热电转换储能模块3;恒定温差热电转换模块1又包括第一热存储单元11、热传输单元12、温差发电单元13和第二热存储单元14,热传输单元12对称分布在温差发电单元13两侧,第一热存储单元11与第二热存储单元14对称分布在热传输单元12两侧;热电发电驱动热电制冷模块2又包括热电制冷单元23和导线24;热电转换储能模块3又包括第三热存储单元31、热电发电单元33和蓄电池35,热电发电单元33通过导线与蓄电池35相连;

[0030] 所述恒定温差热电转换模块1中的温差发电单元13通过导线24与热电发电驱动热电制冷模块2相连,热电转换储能模块3安装于热电发电驱动热电制冷模块2的上端,第三热存储单元31连接热电发电驱动热电制冷模块2与热电转换储能模块3。

[0031] 所述的第一热存储单元11安装于高温端,第二热存储单元14安装于低温端。

[0032] 优选的,所述的第一热存储单元11与第二热存储单元14为碳基相变复合储能材料,以高导热石墨泡沫碳为骨架,利用石墨泡沫丰富的孔隙吸附熔化状态的相变材料,维持复合材料的固态形貌,所填充的相变材料,根据温差发电单元13中热源和冷源的工作特点选择熔点匹配的相变材料。

[0033] 优选的,所述的碳基相变复合储能材料的高导热石墨泡沫碳骨架以中间相沥青为碳源,通过软模板法制备而得,石墨化温度在2000℃以上。

[0034] 本发明还公开了一种综合热-电-冷能量管理方法,恒定温差热电转换模块在温差驱动下降热能转化为电能,将输出的直流电通过导线传输给热电发电驱动热电制冷模块,驱动热电发电驱动热电制冷模块转移目标环境的热量,热电发电驱动热电制冷模块工作中产生的废热传输给热电转换储能模块进行热电转换并进行存储,具体的实现方式包括以下步骤:

[0035] (1) 将温差热电转换模块中的第一热存储单元安装在高温端,吸收来自热源的非

稳态热能,将第二热存储单元安装在低温端,维持温度稳定,通过第一热存储单元与第二热存储单元为温差发电单元提供恒定的温差;

[0036] (2) 温差热电转换模块中的温差发电单元在温差驱动下将热能转化为电能,输出直流电,通过导线传输给热电发电驱动热电制冷模块中的热电制冷单元;

[0037] (3) 热电制冷单元在电能驱动下转移目标环境中的热量,对目标进行制冷,并将工作中产生的废热传输给热电转换储能模块;

[0038] (4) 热电转换储能模块中的第三热存储单元吸收热电制冷单元产生的废热,热电发电单元将废热转化为电能,并储存到蓄电池中。

[0039] 优选的,所述的步骤(1)中为稳定温差发电单元的瞬态热量,利用相变复合材料构建热存储单元,相变材料在熔点附近可吸收大量的热而温度几乎不变;根据热源温度及储热量选择合适的相变材料,分别置于温差发电单元两侧,利用相变材料恒温吸放热的特点来稳定瞬态热量,为温差发电单元提供稳定的温度差;

[0040] 所述的热传输单元使用定向高导热界面材料,降低了界面间的接触热阻,加快热能在热存储单元和温差发电单元之间的传递,减小对温差发电单元两端温度差的影响。

[0041] 优选的,所述的步骤(4)中热电发电单元利用赛贝克效应将热电制冷单元产生的废热转换成电能,利用相变复合材料吸收转移来的热量,稳定热电发电单元热端面的温度,热电单元的冷端温度与周围环境保持一致,为热电发电单元提供恒定温差。

[0042] 具体的技术方案如下:

[0043] 如图1所示,为一种综合热电冷能量管理系统,包括恒定温差热电转换模块(1)、热电发电驱动热电制冷模块(2)和热电转换储能模块(3)。

[0044] 恒定温差热电转换模块的设计:热电发电单元利用赛贝克效应将热能直接转换为电能,热电发电单元开路电压的大小与两端的温差成正比,比例系数为赛贝克系数;实际工作中的耗散热是时刻变化的,若直接作用与热电发电单元,温差也必然是时刻变化的;为了稳定该瞬态热量,利用相变复合材料构建热存储单元,相变材料在熔点附近可吸收大量的热而温度几乎不变;根据热源温度及储热量选择合适的相变材料,分别置于热电发电单元两侧,利用相变材料恒温吸放热的特点来稳定瞬态热量,为热电发电单元提供稳定的温度差。单元间的接触面添加热传输单元,以降低界面间的接触热阻,加快热能在热存储单元和热电发电单元之间的传递,以减小对热电发电单元两端温度差的影响,提高发电效率。热电发电单元受到温差用作产生相应电能,恒定的温差带来稳定的电能输出。

[0045] 热电发电驱动热电制冷模块的设计:热电制冷单元利用珀尔帖效应,在直流电作用下,将热量从一侧抽吸至另一侧,从而实现快速冷却;热电制冷单元的直流电源直接利用热电发电单元,两者通过金属导线串联构成闭合回路。金属导线易于排布,相比于先把电能储存在蓄电池中再做利用的模式大大节省了空间与质量。将热电制冷单元的冷端贴合于仪器高发热处,可实现对仪器的快速冷却,避免过热导致仪器损坏。

[0046] 热电转换储能模块的设计:热电制冷单元工作时将冷端的废热转移至热端,从而避免过热,对仪器实现温控;为了维持热电制冷单元的制冷能力,需要将转移至热端的热量及时排散,本发明提出将这部分热能再次利用赛贝克效应转换为电能,进行储存;利用相变复合材料吸收转移来的热量,稳定热电发电单元热端面的温度,热电单元的冷端温度与周围环境保持一致,为热电发电单元提供恒定温差;将输出的电能储存至蓄电池中备用。单元

间的接触面同样填充热传输单元,以减少对热电单元两端温差的影响。

[0047] 热存储单元的构成材料为碳基相变复合储能材料,其相变温区取决于输入热源。该单元的主要作用是快速吸收存储热量、稳定瞬态热量,一是确保主结构在适宜温度范围内的可靠工作;二是鉴于大热流与不稳定热流对热电器件的输出性能存在巨大的影响,相变热存储单元能够为热电材料提供稳定的热源;三是由于每一种热电材料进在很小的温度范围内才能表现出优异的热电性能,通过选择恰当的相变材料介质可以为热电发电单元创造最合适的工作温区。

[0048] 热传输单元为定向高导热界面材料,一方面起到热存储单元的表面封装作用,另一方面它可以降低各组成单元间的接触热阻,减少界面间的温度降,这对整个系统能量转换效率的提高也是至关重要的。定向高导热传输单元,可选的可为用高定向热解石墨制成具有一定形状的定向疏导结构、细长型碳材料(如中间相沥青基碳纤维、纳米碳纤维、纳米碳管等)制成纤维/管,或者利用它们的集束再制成板材,纳米碳纤维的层合板,其特征参数为面板厚度。

[0049] 温差发电单元和热电制冷单元均为由P型和N型热电材料构成的热电堆,这是一种绿色清洁的能量转换装置,不依赖化石燃料和放射性同位素元素,不排放任何的液体介质与气体介质。温差发电单元利用热电材料的Seebeck效应,仅靠较小的温度差(数 10°C),就能以电子输运的方式直接实现热能和电能的转换。器件整体没有机械的驱动部分,不易发生个零件的损耗和劣化,具有长寿命特征。热电制冷单元利用热电材料的Peltier效应进行制冷,当电流由N流经P时,电场使N中的电子和P中的空穴反向流动,它们产生的能量来自晶格的热能。

[0050] 与传统的风冷和水冷方式相比,热电制冷具有以下优势:可以把温度降至室温以下;精确温控,使用闭环温控电路,精度可达 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$;可靠性高,制冷组件为固体,寿命超过20万小时,失效率低;没有任何工作噪音。

[0051] 实施例2

[0052] 实施例2中器件结构与实施例1相同,实施例2为对实施例1的扩展。

[0053] 所述的综合热电冷能量管理系统有M处热源、N处需要制冷的情况,可以选用M个恒定温差热电转换模块和N个制冷模块,将这热源的热能转化为电能,在协调电路的控制下对这N处进行制冷,实现热能的转化与利用。由于采用金属导线连接,发电器和制冷器的相对位置与距离可具有更大灵活性。

[0054] 结合图4,结构中存在多处大热流区域,选择合适的恒定温差热电转换模块将该大热流转换为稳定的电能,由调节电路4进行统一分配,可分别对仪器设备高发热区进行快速冷却。

[0055] 该配置的要求是,M个恒定温差发电单元所产生的电量大于或者等于N个热电制冷单元所消耗的电量。可根据实际情况,对单元进行增减,以满足能量管理的需求。

[0056] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

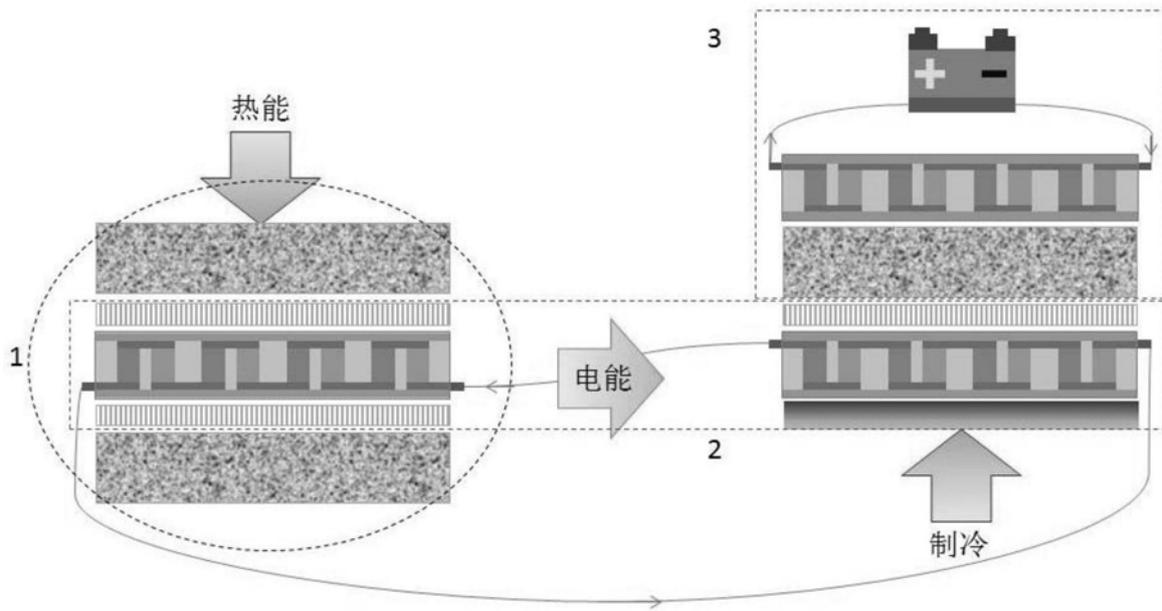


图1

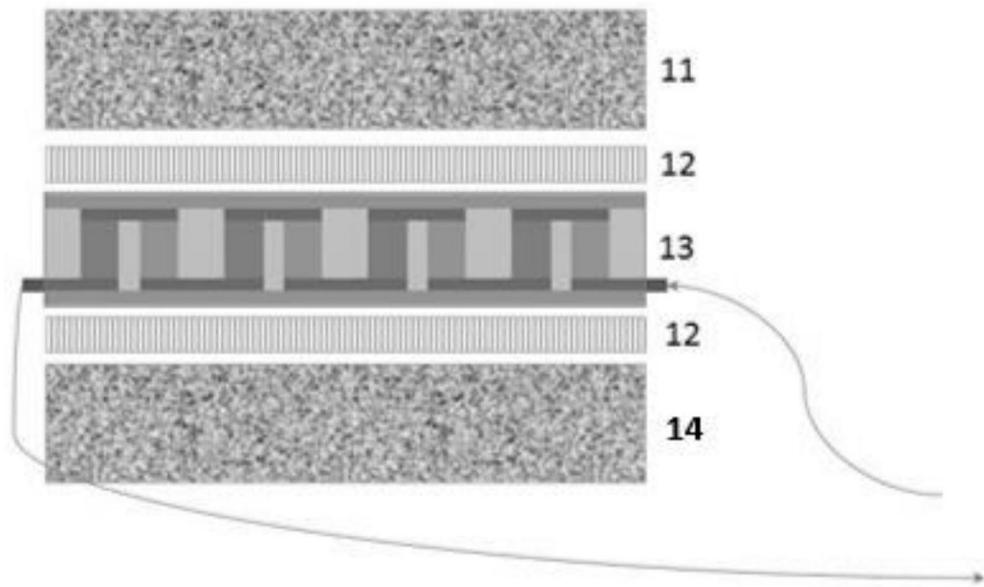


图2

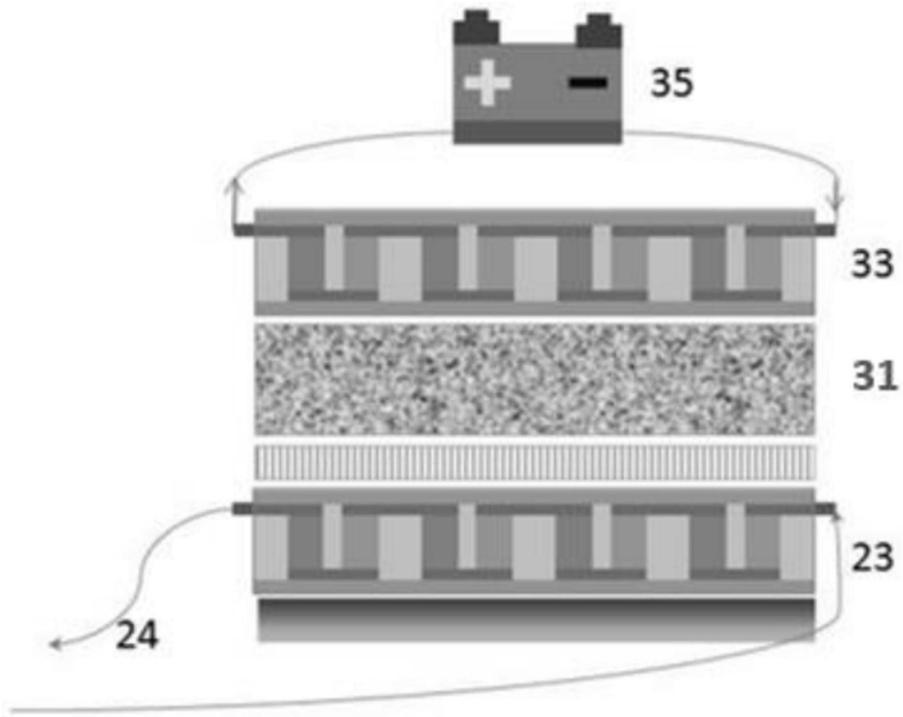


图3

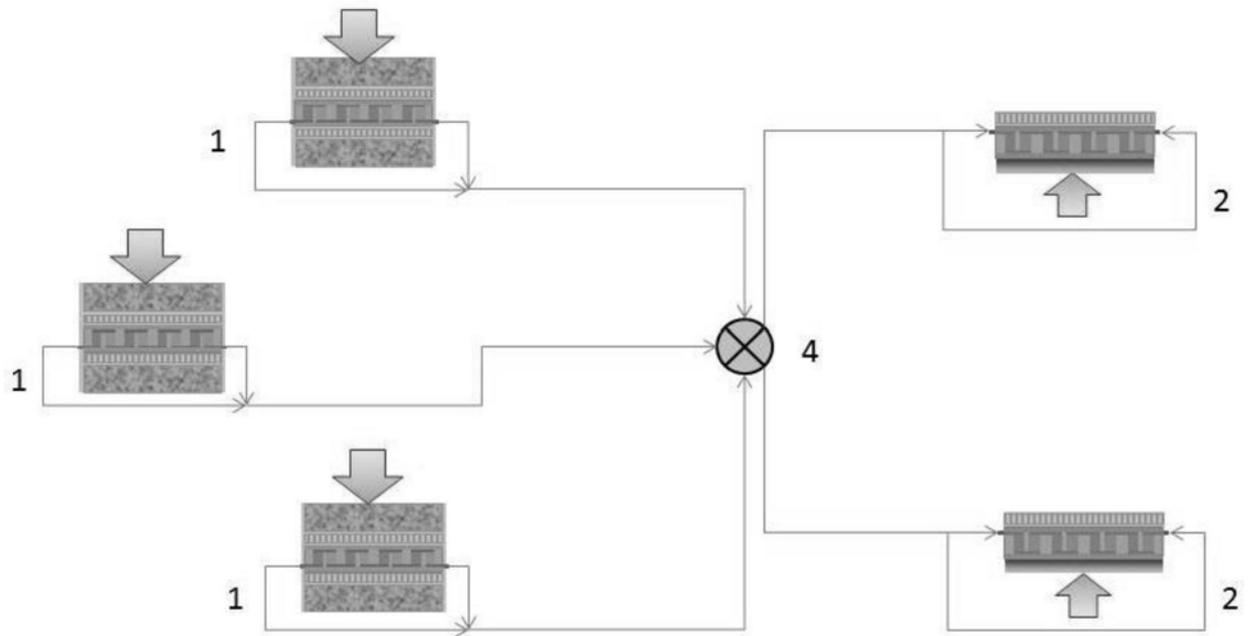


图4