



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106935931 A

(43)申请公布日 2017.07.07

(21)申请号 201710159269.8

(22)申请日 2017.03.17

(71)申请人 中国科学院工程热物理研究所

地址 100190 北京市海淀区北四环西路11号

申请人 深圳市奥拓汉智电子科技有限公司

(72)发明人 李铁 姜玉雁 岳鹏 肖立峰

(51)Int. Cl.

H01M 10/613(2014.01)

H01M 10/655(2014.01)

H01M 10/65(2014.01)

H05K 7/20(2006.01)

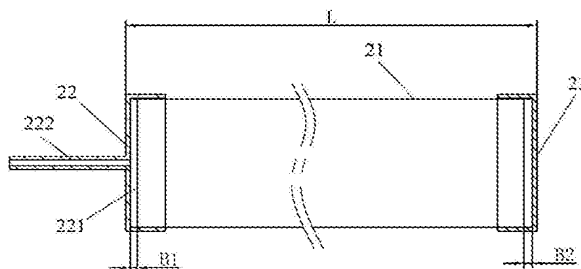
权利要求书2页 说明书8页 附图5页

(54)发明名称

热压转换刚性扁管及电池热管理装置

(57)摘要

本发明涉及一种热压转换刚性扁管及电池热管理装置,该热压转换刚性扁管用于发热元件的热管理,所述热压转换刚性扁管具有加热端及冷却端,且内部具有封闭循环回路,所述加热端和所述冷却端之间由连接通道连通,所述封闭循环回路内充装有导热工质,所述加热端的液态导热工质受到发热元件的加热而产生热压转换传热效应,通过所述连接通道流至冷却端,将发热元件工作时产生的热量迅速传输至与冷却端的壁面接触的冷凝器并散掉,然后再流回加热端,如此循环,使热压转换传热效应持续维持,实现对发热元件的热管理。本发明的热压转换刚性扁管比普通的热管传热更快,响应更迅速。



1. 一种热压转换刚性扁管,用于发热元件的热管理,其特征在于,所述热压转换刚性扁管具有加热端及冷却端,且内部具有封闭循环回路,所述加热端和所述冷却端之间由连接通道连通,所述封闭循环回路内充装有导热工质,所述加热端的液态导热工质受到发热元件的加热而产生热压转换传热效应,通过所述连接通道流至冷却端,将发热元件工作时产生的热量迅速传输至与冷却端的壁面接触的冷凝器并散掉,然后再流回加热端,如此循环,使热压转换传热效应持续维持,实现对发热元件的热管理。

2. 根据权利要求1所述的热压转换刚性扁管,其特征在于,所述导热工质的种类根据发热元件的工作温度区间 T 选择,所选择的导热工质在所述工作温度区间 T 内对应的工质压力 P 的变化满足: $\frac{dP}{dT} \geq 1.0 \text{ kPa}/^\circ\text{C}$;且所选择的导热工质在所述工作温度区间 T 内处于气液两相共存状态;

向所述封闭循环回路内充装的所述导热工质其质量由公式 $m = \rho_l V_l + \rho_g (V - V_l)$ 确定;其中, m 为导热工质充装质量,单位为 kg ; T_1 为工作温度,取工作温度区间 T 的最高温度和最低温度的平均值作为 T_1 的温度,单位为 $^\circ\text{C}$; V 为封闭循环回路总容积,单位为 m^3 ; V_l 为所述工作温度 T_1 下,所述封闭循环回路内导热工质的液态体积, V_l 选取为 $V_l = (60\% \sim 99\%) V$,单位为 m^3 ; ρ_l 为在所述工作温度 T_1 时饱和液态导热工质的密度,单位为 kg/m^3 ; ρ_g 为在所述工作温度 T_1 时饱和气态导热工质的密度,单位为 kg/m^3 。

3. 根据权利要求1所述的热压转换刚性扁管,其特征在于,所述热压转换刚性扁管由扁管壳体、充装帽和封头共同组成,所述充装帽和封头与扁管壳体的内部共同形成所述封闭循环回路。

4. 根据权利要求3所述的热压转换刚性扁管,其特征在于,所述充装帽和封头的内部均设置有与所述扁管壳体装配的扁槽;所述充装帽的一侧设置有与所述扁槽连通的短管,所述短管用于向所述热压转换刚性扁管内部充装导热工质。

5. 根据权利要求4所述的热压转换刚性扁管,其特征在于,所述充装帽的扁槽内部端面与扁管壳体的端面之间留有1-5mm间隙,所述封头的扁槽内部端面与扁管壳体之间留有0-5mm间隙。

6. 一种电池热管理装置,其特征在于,包括电池模组、权利要求1-5任意一项所述的热压转换刚性扁管及冷凝器,所述电池模组构成所述发热元件,所述热压转换刚性扁管的加热端与所述电池模组的壁面接触,所述热压转换刚性扁管的冷却端与所述冷凝器的壁面接触;所述加热端的液态导热工质受到电池模组的加热而产生热压转换传热效应,通过所述连接通道流至冷却端,将电池模组工作时产生的热量迅速传输至冷凝器并散掉,然后再流回加热端,如此循环,使热压转换传热效应持续维持,实现对电池模组的热管理。

7. 根据权利要求6所述的电池热管理装置,其特征在于,所述热压转换刚性扁管的外形为I型、L型及U型中的一种。

8. 根据权利要求6或7所述的电池热管理装置,其特征在于,所述热压转换刚性扁管的加热端通过导热界面材料与所述电池模组的壁面连接,所述热压转换刚性扁管的冷却端通过导热界面材料与冷凝器的壁面连接,所述导热界面材料选自导热硅胶、导热硅脂、导热硅胶垫片及导热双面胶中的一种。

9. 根据权利要求8所述的电池热管理装置,其特征在于,所述热压转换刚性扁管的加热

端通过所述导热界面材料与所述电池模组的下表面连接。

10. 根据权利要求8所述的电池热管理装置,其特征在于,所述热压转换刚性扁管的加热端通过所述导热界面材料与所述电池模组的侧表面连接。

热压转换刚性扁管及电池热管理装置

技术领域

[0001] 本发明属于电池热管理技术领域，特别是涉及一种热压转换刚性扁管及电池热管理装置。

背景技术

[0002] 随着电池功率密度的提升，电池的发热问题愈发突出。其中，锂电池的最佳工作温度环境为 $20\sim 35^{\circ}\text{C}$ ，但工作过程中由于不停的充放电，会造成温度持续升高，因此需要热管理装置使电池保持在适合高效工作的温度范围内。风冷电池散热系统和液冷电池散热系统为常见的电池热管理装置。风冷电池散热系统通过引入与环境温度相同的冷却风吹过电池表面的方式对工作中的电池进行温度管理，与无冷却系统的电池相比，其表面温度能够下降 $10\sim 20^{\circ}\text{C}$ 。液冷电池散热系统是在风冷无法满足电池热管理需求时采用的控温方法，与风冷电池散热系统相比，具有换热系数更高、散热量更大、冷却速度更快的优点，但是液冷电池散热系统需要专用泵驱动，系统较复杂，且需要放置在电池包内部使用，或者与电池模组直接通过壁面传热使用，而且随着电池功率密度的提升，其发热量日益增大，面对更大发热量时液冷技术的传热效果会表现出较明显的滞后性。另外，电池热管理采用液冷电池散热系统对于密封性和安全性要求很高。

[0003] 可见，现有技术中，风冷电池散热系统的散热能力较低，而液冷电池散热系统需要专用泵驱动、严实的密封和复杂的管路设计，其成本较高，面对更大发热量的电池传热滞后。

发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题是针对现有的风冷电池散热系统的散热能力较低，而液冷电池散热系统需要专用泵驱动、严实的密封和复杂的管路设计，其成本较高，面对大发热量的电池传热滞后的缺陷，提供一种热压转换刚性扁管及电池热管理装置，获得比现有风冷和液冷技术控温能力更强、传热更迅速、使用方式更灵活便利的效果。

[0005] 本发明解决上述技术问题所采用的技术方案为：

[0006] 提供一种热压转换刚性扁管，用于发热元件的热管理，所述热压转换刚性扁管具有加热端及冷却端，且内部具有封闭循环回路，所述加热端和所述冷却端之间由连接通道连通，所述封闭循环回路内充装有导热工质，所述加热端的液态导热工质受到发热元件的加热而产生热压转换传热效应，通过所述连接通道流至冷却端，将发热元件工作时产生的热量迅速传输至与冷却端的壁面接触的冷凝器并散掉，然后再流回加热端，如此循环，使热压转换传热效应持续维持，实现对发热元件的热管理。

[0007] 可选地，所述导热工质的种类根据发热元件的工作温度区间 T 选择，所选择的导热工质在所述工作温度区间 T 内对应的工质压力 P 的变化满足： $\frac{dP}{dT} \geq 1.0\text{kPa}/^{\circ}\text{C}$ ；且所选择的导热工质在所述工作温度区间 T 内处于气液两相共存状态；

[0008] 向所述封闭循环回路内充装的所述导热工质其质量由公式 $m = \rho_1 V_1 + \rho_g (V - V_1)$ 确

定;其中, m 为导热工质充装质量,单位为 kg ; T_1 为工作温度,取工作温度区间 T 的最高温度和最低温度的平均值作为 T_1 的温度,单位为 $^{\circ}\text{C}$; V 为封闭循环回路总容积,单位为 m^3 ; V_1 为所述工作温度 T_1 下,所述封闭循环回路内导热工质的液态体积, V_1 选取为 $V_1 = (60\% \sim 99\%)V$,单位为 m^3 ; ρ_l 为在所述工作温度 T_1 时饱和液态导热工质的密度,单位为 kg/m^3 ; ρ_g 为在所述工作温度 T_1 时饱和气态导热工质的密度,单位为 kg/m^3 。

[0009] 可选地,所述热压转换刚性扁管由扁管壳体、充装帽和封头共同组成,所述充装帽和封头与扁管壳体的内部共同形成所述封闭循环回路。

[0010] 可选地,所述充装帽和封头的内部均设置有与所述扁管壳体装配的扁槽;所述充装帽的一侧设置有与所述扁槽连通的短管,所述短管用于向所述热压转换刚性扁管内部充装导热工质。

[0011] 可选地,所述充装帽的扁槽内部端面与扁管壳体的端面之间留有1-5mm间隙,所述封头的扁槽内部端面与扁管壳体之间留有0-5mm间隙。

[0012] 另外,本发明还提供了一种电池热管理装置,包括电池模组、上述的热压转换刚性扁管及冷凝器,所述电池模组构成所述发热元件,所述热压转换刚性扁管的加热端与所述电池模组的壁面接触,所述热压转换刚性扁管的冷却端与所述冷凝器的壁面接触;所述加热端的液态导热工质受到电池模组的加热而产生热压转换传热效应,通过所述连接通道流至冷却端,将电池模组工作时产生的热量迅速传输至冷凝器并散掉,然后再流回加热端,如此循环,使热压转换传热效应持续维持,实现对电池模组的热管理。

[0013] 可选地,所述热压转换刚性扁管的外形为I型、L型及U型中的一种。

[0014] 可选地,所述热压转换刚性扁管的加热端通过导热界面材料与所述电池模组的壁面连接,所述热压转换刚性扁管的冷却端通过导热界面材料与冷凝器的壁面连接,所述导热界面材料选自导热硅胶、导热硅脂、导热硅胶垫片及导热双面胶中的一种。

[0015] 可选地,所述热压转换刚性扁管的加热端通过所述导热界面材料与所述电池模组的下表面连接。

[0016] 可选地,所述热压转换刚性扁管的加热端通过所述导热界面材料与所述电池模组的侧表面连接。

[0017] 本发明的热压转换刚性扁管,利用液体工质在特定热力学状态下的急剧膨胀效应将热能转换为压力波进行传递,称之为热压转换传热效应。由于压力波传播速度大,热化效应迅速,使得热压转换刚性扁管比普通的热管传热更快,响应更迅速。

[0018] 在这种热压转换刚性扁管中,热压转换传热效应还与其他传热效应结合,即热压转换刚性扁管中内通常有三重传热效应叠加,即热压转换、局部相变、对流传热,因此无论传递热负荷的能力,还是当量导热系数等都优于普通热管,普通热管的当量导热系数一般不超过 $20\text{kW}/\text{m} \cdot \text{K}$,而本发明的热压转换刚性扁管的当量导热系数达到 $50 \sim 150\text{kW}/\text{m} \cdot \text{K}$ 。

[0019] 由于加热端的膨胀作用可以在封闭循环回路内形成压力梯度,驱动导热工质产生对流,热压转换刚性扁管比单纯依靠重力作用的热管适应重力变化的能力更强一些,因此,即使以较大角度倾斜或水平放置,仍能较好地工作。

[0020] 同时,由于压力波具有较强的驱动对流的作用,使得封闭循环回路具有更大的自由度,可以是复杂的多回路、并列回路或长回路。

[0021] 另外,应用这种热压转换刚性扁管的电池热管理装置,热压转换刚性扁管的加热

端与电池模组的壁面接触,热压转换刚性扁管的冷却端与冷凝器的壁面接触,加热端的液态导热工质受到电池模组的加热而产生热压转换传热效应,通过连接通道流至冷却端,将电池模组工作时产生的热量迅速传输至冷凝器并散掉,然后再流回加热端,如此循环,使热压转换传热效应持续维持,实现对电池模组的热管理。相比于风冷和液冷电池散热系统,提升了电池自身的温度均匀性,控温效果更迅速,从而使电池模组的工作效率得到提升,安全性得到保障,且制造成本比液冷电池散热系统低。

附图说明

- [0022] 图1是一种形式的热压转换刚性扁管的示意图;
- [0023] 图2是沿图1中A-A方向的剖视图;
- [0024] 图3是另一种形式的热压转换刚性扁管的示意图;
- [0025] 图4是本发明第一实施例提供的电池热管理装置的示意图;
- [0026] 图5是本发明第二实施例提供的电池热管理装置的示意图;
- [0027] 图6是本发明第三实施例提供的电池热管理装置的示意图。
- [0028] 图7是本发明实验测得的热压转换刚性扁管其导热工质内压力波的示意图;
- [0029] 图8是本发明通过可压缩流体的计算机仿真得到的液体热压转换传热效应的图(其中,图8a为封闭循环回路内的瞬时压力波分布图;图8b是封闭循环回路内某点随时间变化的压力波动图);
- [0030] 图9是本发明实验测得的热压转换刚性扁管的当量导热系数的图;
- [0031] 图10是R134a的饱和曲线图。
- [0032] 说明书中的附图标记如下:
- [0033] 1、电池模组;
- [0034] 2、热压转换刚性扁管;21、扁管壳体;22、充装帽;221、扁槽;222、短管;23、封头;24、连接通道;25、加热端;26、冷却端;
- [0035] 3、冷凝器;31、风冷式冷凝器;32、水冷板冷凝器。

具体实施方式

[0036] 为了使本发明所解决的技术问题、技术方案及有益效果更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步的详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0037] 热压转换刚性扁管2采用热压转换传热效应传热,利用原理:

[0038] 可压缩流体能量传输方程:

$$[0039] \quad \frac{\partial E}{\partial t} + \nabla \cdot \text{grad}(E + p) = \text{div}(\lambda \text{grad}T) + \Phi$$

[0040] 根据热力学关系式转化为以下形式

$$[0041] \quad \rho C_p \frac{\partial T}{\partial t} = \nabla \cdot (\lambda \nabla T) + \Gamma \alpha_v \frac{\partial p}{\partial t}$$

[0042] 其中 α_v 为热膨胀系数, λ 为导热系数。当 α_v 较大时,在介质内由于温度变化会产生较大的压力变化,可利用此压力变化进行能量传递,即热能的传递。导热工质的液体占整个封

闭循环回路的60~99%的情况下,即所述满液状态,即可实现热能与压力波的高效转换,从而实现高密度热能的传递。

[0043] 加热部位边界层内的液体导热工质因受热产生膨胀,对周围液体产生挤压效应,形成压力波,压力波再以音速在回路内的流体中迅速传播,沿途被流体吸收转化为热能,液体温度被整体提升,形成所谓活塞效应(piston effect),又叫流体热化效应(Thermolization),在冷却端形成温差,使液体热量被冷却端带走。

[0044] 以R134a为导热工质,实验测得的压力波波形如图7所示,通过可压缩流体数值计算可以捕捉到该压力波的形成和传播过程如图8所示,其波形呈台阶状。

[0045] 基于以上热压转换传热效应原理,本发明的热压转换刚性扁管2,其传热方法包括以下步骤:

[0046] 步骤1,提供一种如图1-3所示热压转换刚性扁管2,所述热压转换刚性扁管2具有加热端25和冷却端26,加热端25和冷却端26之间由至少两条连接通道24连通,所述加热端25、冷却端26和连接通道24共同形成一个封闭循环回路,形成所述封闭循环回路的部件为刚性部件;

[0047] 步骤2,确定一工作温度区间T,如果工作的温度区间T在 $-40^{\circ}\text{C} \leq T \leq 100^{\circ}\text{C}$ 范围内,可选取R134a为导热工质,如图10所示,此时R134a在所述工作温度区间内对应的工质压力P的变化可满足: $\frac{dp}{dT} \geq 1.0\text{kPa}/^{\circ}\text{C}$,并且R134a在所述温度区间T内还处于气液两相共存状态,温差形成的压力差足以驱动流体克服回路的流动阻力而流动;如果工作的温度区间T在 $80^{\circ}\text{C} \leq T \leq 360^{\circ}\text{C}$ 范围内,则可选取导热工质为水,且水在所述温度区间T内还处于气液两相共存状态,温差形成的压力差足以驱动流体克服回路的流动阻力而流动;作为优选,使 $\frac{dp}{dT} \geq 2.7\text{kPa}/^{\circ}\text{C}$;

[0048] 步骤3,向所述封闭循环回路内充装所述导热工质,充装所述导热工质的质量由公式 $m = \rho_1 V_1 + \rho_g (V - V_1)$ 确定,其中,m为导热工质充装质量,单位为kg;

[0049] T_1 为工作温度,在进行所述充装质量计算时,取工作温度区间T的最高温度和最低温度的平均值作为 T_1 的温度,单位为 $^{\circ}\text{C}$;

[0050] V为封闭循环回路总容积,单位为 m^3 , V_1 为所述工作温度 T_1 下,所述封闭循环回路内导热工质的液态体积,以使工作时液相能够沿回路流动,或气相部分占比以不阻断液相沿回路流动为准,具体 V_1 选取为 $V_1 = (60\% \sim 99\%) V$,单位为 m^3 ,使内部液态工质维持60%~99%的状态;作为优选,使 $V_1 = (75\% \sim 90\%) V$;

[0051] ρ_1 为在所述工作温度 T_1 时饱和液态工质的密度,单位为 kg/m^3 ;

[0052] ρ_g 为在所述工作温度 T_1 时饱和气态工质的密度,单位 kg/m^3 ;

[0053] 步骤4,将所述加热端25与电池模组1的壁面紧密接触,将所述冷却端26与冷凝器3接触,此时,所述加热端25的液态导热工质受热产生热膨胀并形成压力波,压力波对液态导热工质产生挤压作用,以驱动液态导热工质由加热端25通过连接通道24流至冷却端26,将热量散发至冷凝器3后再流回加热端25,如此循环,使热压转换传热效应持续维持。

[0054] 基于以上热压转换原理,如图1至图3所示,本发明提供一种热压转换刚性扁管2,用于发热元件的热管理,所述热压转换刚性扁管2具有加热端25及冷却端26,加热端25和冷却端26之间由至少两条连接通道24连通,所述加热端25、冷却端26和连接通道24均为刚性

部件,且共同形成一个封闭循环回路。所述封闭循环回路内充装有导热工质,所述加热端25的液态导热工质受到发热元件的加热而产生热压转换传热效应,通过所述连接通道24流至冷却端,将发热元件工作时产生的热量迅速传输至与冷却端26的壁面接触的冷凝器并散掉,然后再流回加热端25,如此循环,使热压转换传热效应持续维持,实现对发热元件的热管理。本发明提供一种电池热管理装置,该电池热管理装置包括由多个单体电池(电芯)组成的电池模组1、热压转换刚性扁管2及冷凝器3。

[0055] 如图1所示,本发明涉及的热压转换刚性扁管2,由扁管壳体21、充装帽22以及封头23装配而成。制造时,将充装帽22、扁管壳体21以及封头23依次装配,然后,在扁管壳体21的两端分别连接充装帽22和封头23。以此,所述充装帽22和封头23与扁管壳体21的内部共同形成一个封闭循环回路。如图1所示,所述充装帽22的内部设置有与所述扁管壳体21装配的扁槽221,所述充装帽22的一侧设置有与所述扁槽221连通的短管222,所述短管222用于向所述热压转换刚性扁管2内部充装导热工质。充装导热工质之后,短管222封闭。

[0056] 本实施例中,充装帽22、封头23可以是铝合金块。

[0057] 扁管壳体21截面构造如图2所示,其包括连通加热端25和所述冷却端26的连接通道24。连接通道24作为导热工质的流动通道。用于制造热压转换刚性扁管时,扁管壳体21内部需要清洗干净,以去除油污。

[0058] 如图1及图2所示,热压转换刚性扁管2的尺寸可以是,宽度W为25~150mm,厚度H为1~20mm,长度L大于100mm(此长度L不包括短管222的长度)。

[0059] 如图1所示,在一种形式的热压转换刚性扁管2中,所述充装帽22的扁槽221内部端面与扁管壳体21的端面之间留有间隙B1,所述封头23的扁槽内部端面与扁管壳体21之间不留间隙。例如,所述充装帽22的扁槽221内部端面与扁管壳体21的端面之间的间隙B1为1~5mm(例如2mm),封头23的扁槽内部端面与扁管壳体21之间留有的间隙为0。

[0060] 如图3所示,在另一种形式的热压转换刚性扁管中,所述充装帽22的扁槽221内部端面与扁管壳体21的端面之间留有间隙B1,所述封头23的扁槽内部端面与扁管壳体21之间也留有间隙B2。例如,所述充装帽22的扁槽221内部端面与扁管壳体21的端面之间的间隙B1为1~5mm间隙(例如2mm),封头23的扁槽内部端面与扁管壳体21之间的间隙为大于0小于5mm(例如2mm)。即,所述充装帽22的扁槽221内部端面与扁管壳体21的端面之间留有1~5mm间隙,所述封头23的扁槽内部端面与扁管壳体21之间留有0~5mm间隙。

[0061] 本发明的热压转换刚性扁管为刚性部件,即形成封闭循环回路的部件为刚性部件,足够承受导热工质的工作压力,以便液体导热工质产生的压力波能反复传播形成热化效应。热压转换刚性扁管可以为金属材料或非金属材料,金属材料选自铜、铜合金、铝、铝合金、钛合金、镁合金、钢等材质。非金属材料选自碳纤维、石英玻璃、硬质塑料等。

[0062] 如果对加热端持续加热,液体可能远离饱和状态进入过热状态,就会脱离高效热压转换状态,只有在工作温度下、液态导热工质占整个封闭循环回路总体积的60%~99%的范围内,热压转换传热效应才会得以持续。本发明选用合适的导热工质,使所述导热工质在所述工作温度区间内对应的工质压力P的变化满足: $\frac{dP}{dT} \geq 1.0 \text{ kPa/}^\circ\text{C}$,即要求所采用的导热工质在较小的温度变化下能产生较大的压力差,温差形成的压力差足以驱动流体克服回路的流动阻力而流动。在系统形成封闭循环回路时,加热端的压力波对流体有挤压作用,在

回路内形成压力梯度,从而可以驱动液体做循环流动,加热端的液体被带走,从而避免因长期驻留形成过热汽化,同时,从冷却端散热后补充过来的液体接近饱和,可以很快进入高效的热压转换状态。如此循环往复,持续的热压转换传热效应得以维持。

[0063] $\frac{V_1}{V}$ 越大,压力梯度越大,自循环效果越好,热压转换超强传热现象也越明显。同样,由于气相能对压力波产生很强的衰减作用,如果回路内液体占比不大,气相空间较多,也不会形成热化效果,本发明为了使导热工质在工作温度区间内,内部液态导热工质维持60%~99%的状态,从而使液态导热工质基本处于满液状态,在根据计算公式进行计算时,选取 $V_1 = (60\% \sim 99\%)V$,保证液压转换传热系统正常工作。在液态导热工质占比所选的范围内,液态导热工质体积占比越高,热压转换超强传热现象越明显。

[0064] 除了热膨胀,高压下的加热端也会出现局部沸腾现象而产生微小沸腾气泡,微小沸腾气泡通过相变潜热带走热量的同时,长大过程中也产生压力波,形成热压转换传热效应。因此,热压转换刚性扁管正常工作时的传热效果一般由热压转换、局部相变和环路对流三种效应叠加而成。

[0065] 普通环路热管的充液率小于50%,与之相比,热压转换刚性扁管基本处于满液状态,其相变效应不明显,取而代之的是较强的热压转换传热效应和局部膨胀压力驱动的对流效应。

[0066] 因此,本发明的热压转换刚性扁管,无论传递热负荷的能力,还是当量导热系数等都优于普通热管。

[0067] 图9是一种热压转换刚性扁管以R134a为导热工质的实验测试结果,从图中可以看出,随着充液量的提高,只需要很小的热量供应,传热系统的当量导热系数就能达到很高,如在充液量达到91%时,即使热量输入在100W以下,该传热系统的当量导热系数达到150kW/m·K左右。该传热系统的传热性能明显高于普通热管。普通热管的当量导热系数一般不超过20kW/m·K,而本发明的传热系统实现的当量导热系数达到50~150kW/m·K。

[0068] 在工作温度下,各种常见的无机液体、有机液体、制冷剂和液态金属均可以作为导热工质,可以是单一导热工质,也可以是互溶的混合导热工质,根据工作温度、工作场合进行选用;在选用混合物导热工质时,充装质量的计算公式中, ρ_l 和 ρ_g 为混合物导热工质在所述工作温度 T_1 时,饱和液态混合工质的密度和饱和气态混合工质的密度。

[0069] 优选的,所述导热工质选自水、乙二醇、丙酮、甲醇、制冷剂(R134a,R410A等)、氨中的其中一种或多种。

[0070] 热压转换刚性扁管的加热端和冷却端,可以在封闭循环回路的任一位置,可以有多个加热端和多个冷却端。一般无需做成特殊的形状,但为了增加换热面积或与热源形状配合,可以做成蛇形管形式加热端/冷却端、管排形式加热端/冷却端等盘管形式,还可以做成板状通道形式加热端/冷却端,或其他内部带有回路的刚性结构,只要能与整体回路联通,壁面允许热量的传入传出即可。外表面可以有翅片、肋片、套管或其他强化换热的结构。

[0071] 本发明的热压转换刚性扁管2的连接通道无需限定形状,只要形成封闭循环回路即可工作。因此可以是圆柱通道(如图2所示)、椭圆式通道、弯曲式通道、吹胀式通道或其它变种,分别可以用椭圆形构件本体、长方体形构件本体、钣金构件本体制作成型。

[0072] 本发明的热压转换刚性扁管2可以是单通道回路,也可以是多通道并联的回路,或其变种,如树枝状分叉回路。回路的长短或变形不受限制。本发明采用的封闭循环回路结构

对压力波传递影响小,不会出现压力波传递受阻的情况。

[0073] 另外,本发明一实施例还提供了一种电池热管理装置,包括电池模组1、上述的热压转换刚性扁管2及冷凝器3,所述电池模组1构成所述发热元件,所述热压转换刚性扁管2的加热端25与所述电池模组1的壁面接触,所述热压转换刚性扁管2的冷却端26与所述冷凝器3的壁面接触;所述加热端25的液态导热工质受到电池模组的加热而产生热压转换传热效应,通过所述连接通道24流至冷却端,将电池模组1工作时产生的热量迅速传输至冷凝器3并散掉,然后再流回加热端26,如此循环,使热压转换传热效应持续维持,实现对电池模组1的热管理。

[0074] 所述热压转换刚性扁管2的加热端25通过导热界面材料与所述电池模组1的壁面连接,所述热压转换刚性扁管2的冷却端26通过导热界面材料与冷凝器3的壁面连接。由此,热压转换刚性扁管2与电池模组1连接的部位形成加热端25,热压转换刚性扁管2与与冷凝器3连接的部位形成冷却端26。

[0075] 所述导热界面材料选自导热硅胶、导热硅脂、导热硅胶垫片及导热双面胶中的一种。

[0076] 本发明中,并不限定所述热压转换刚性扁管2的外形,例如所述热压转换刚性扁管2的外形为I型、L型及U型中的一种。当然还可以是其它形状。

[0077] 本发明中,所述热压转换刚性扁管2与电池模组1的壁接触可以有几种形式:

[0078] (1) 所述热压转换刚性扁管的加热端25通过所述导热界面材料与所述电池模组1的下表面连接。

[0079] (2) 所述热压转换刚性扁管2的加热端25通过所述导热界面材料与所述电池模组1的侧表面连接。

[0080] 然而,在某些实施例中,如果条件允许,也可以是,所述热压转换刚性扁管的加热端25通过所述导热界面材料与所述电池模组1的上表面连接。

[0081] 以此,所述热压转换刚性扁管2的加热端25与所述电池模组1的壁面接触,此处的壁面是任意的。

[0082] 如图4所示,本发明第一实施例的电池热管理装置。本实施例中,由多块单体电池(电芯)组成的电池模组1,其下表面通过导热界面材料连接在一排折弯成L型的热压转换刚性扁管2上,此粘接部位对应于热压转换刚性扁管2的加热端25,热压转换刚性扁管的立面外侧用导热界面材料连接风冷式冷凝器31(例如翅片板),此处对应热压转换刚性扁管2的冷却端26。工作时,电池模组1发热,热量通过热压转换刚性扁管2的加热端25迅速传导至热压转换刚性扁管2的冷却端26,然后通过风冷式冷凝器将热量最终散到空气中。相比于直接用风冷对电池模组散热的热管理方法,热压转换刚性扁管2具有更高的传热系数,优良的温度均匀性(热压转换刚性扁管表面任意两点温差不高于1℃),且能使电池模组1的结构布置更加灵活、紧凑。

[0083] 图5是本发明第二实施例的电池热管理装置。本实施例中,热压转换刚性扁管2折弯成U型,多个电池模组1通过导热界面材料与热压转换刚性扁管2表面粘接,相应位置对应于热压转换刚性扁管的加热端25。热压转换刚性扁管2的U型折弯竖起的两端立面外侧用导热界面材料连接有水冷板冷凝器32,相应位置为热压转换刚性扁管2的冷却端26。工作时,电池模组1发热,热量由电池模组1的下表面传至热压转换刚性扁管2的加热端25,进而传至

热压转换刚性扁管2内部的导热工质,通过导热工质的相变换热以及热压驱动的对流换热,两种传热形式叠加发生复合换热,热量迅速被传至温度较低的冷却端,最终通过水冷板冷凝器32将热量散掉。与直接用水冷散热的电池散热系统相比,本实施例的方案具有优良的温度均匀性,能够给电池提供更均匀的温度环境,利于电池长时间更高效的连续工作,而且,水冷板冷凝器不直接与电池模组接触,避免了现有的直接水冷技术漏水造成电池短路的隐患。

[0084] 图6为本发明第三实施例的电池热管理装置,其为图5的一种变形。与图5所示的第二实施例相比,热压转换刚性扁管2为直板形式,通过导热界面材料连接在电池模组1的相对两个侧面上,热压转换刚性扁管2的冷却端高于所述电池模组1的上表面,水冷板冷凝器通过导热界面材料连接在热压转换刚性扁管2的冷却端26外侧用于散热。第三实施例的效果和作用与图5所示的第二实施例的类似,不再赘述。

[0085] 以上,将热压转换刚性扁管2用于电池模组散热。即发热元件为电池模组,然而,根据实际需要,也可以将热压转换刚性扁管2用于其它发热元件的散热。例如IGBT、处理器、3C产品等。只要外部具有散热壁面的发热元件,均可利用热压转换刚性扁管2进行热管理。

[0086] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

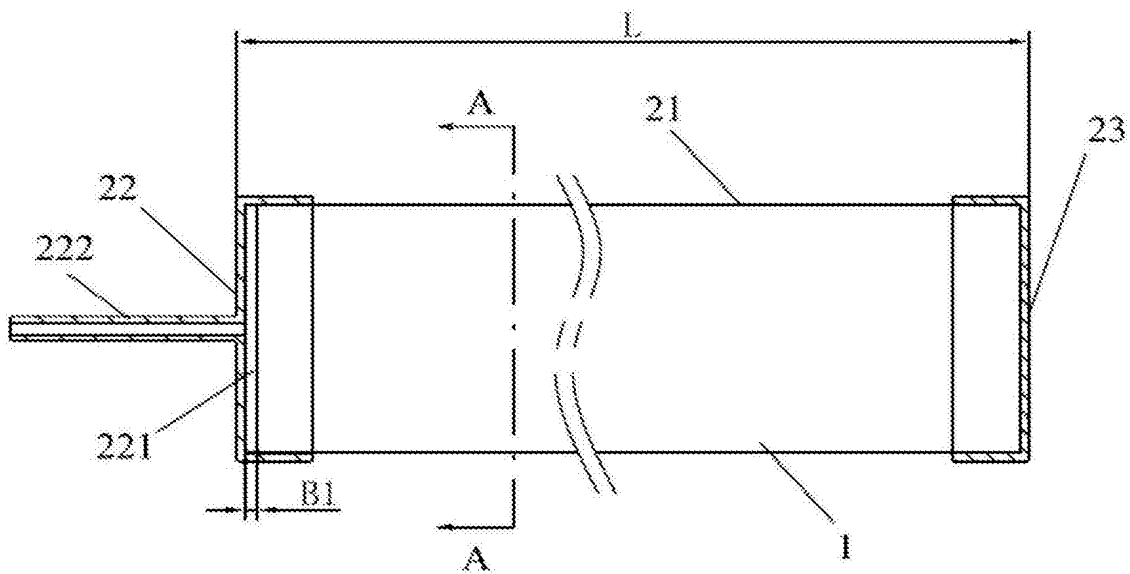


图1

A-A

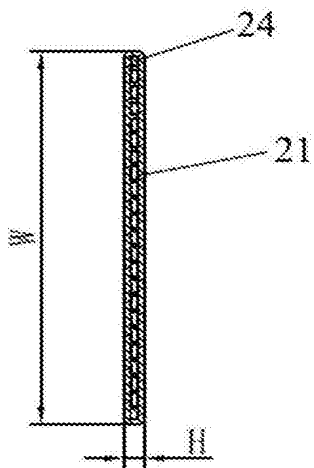


图2

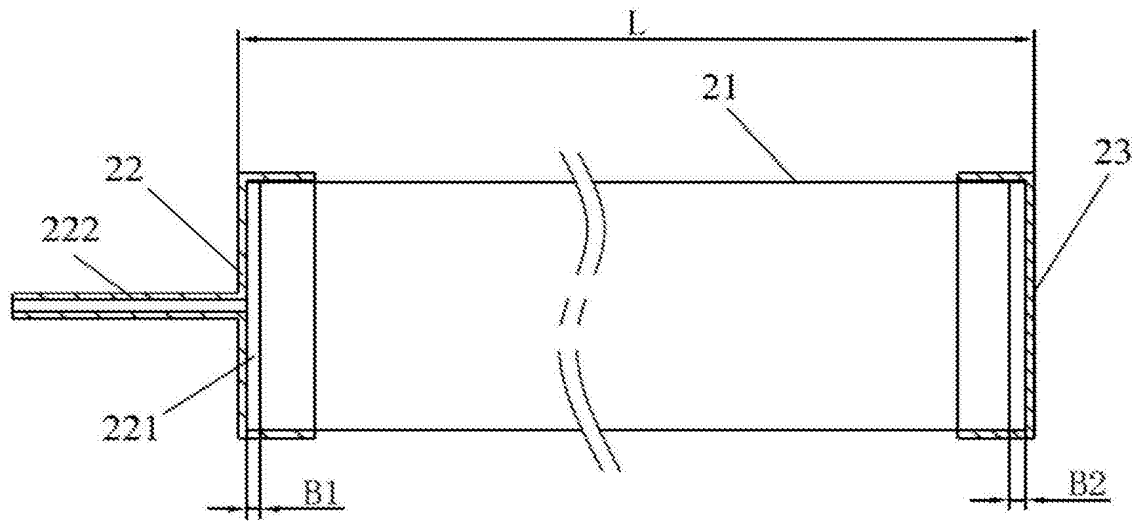


图3

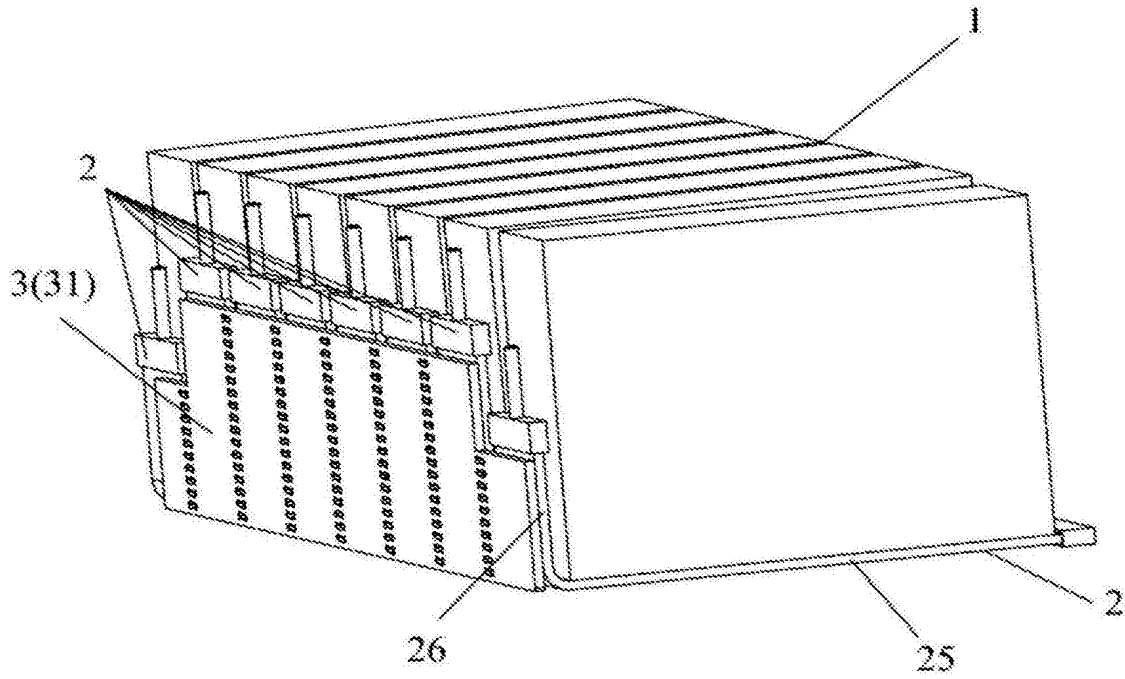


图4

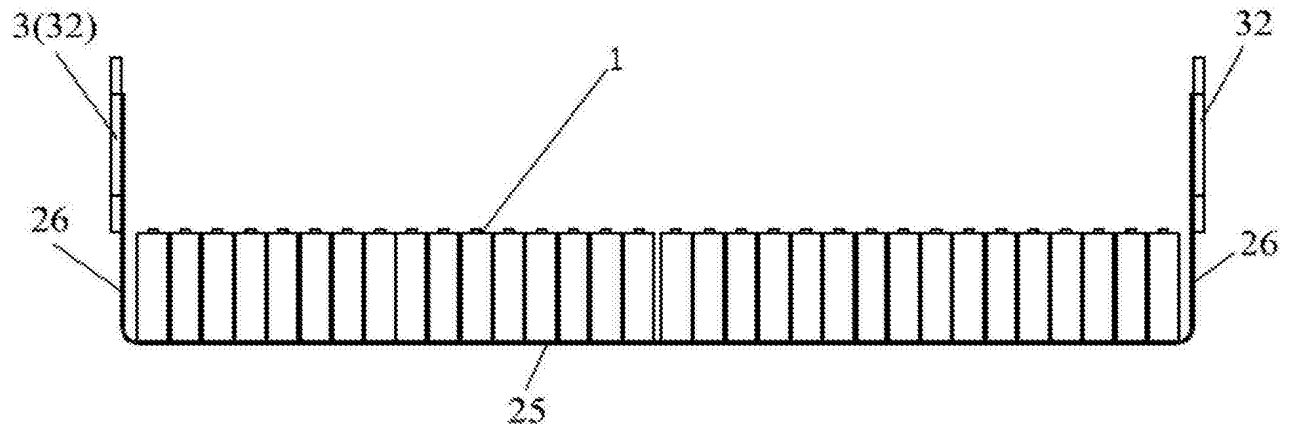


图5

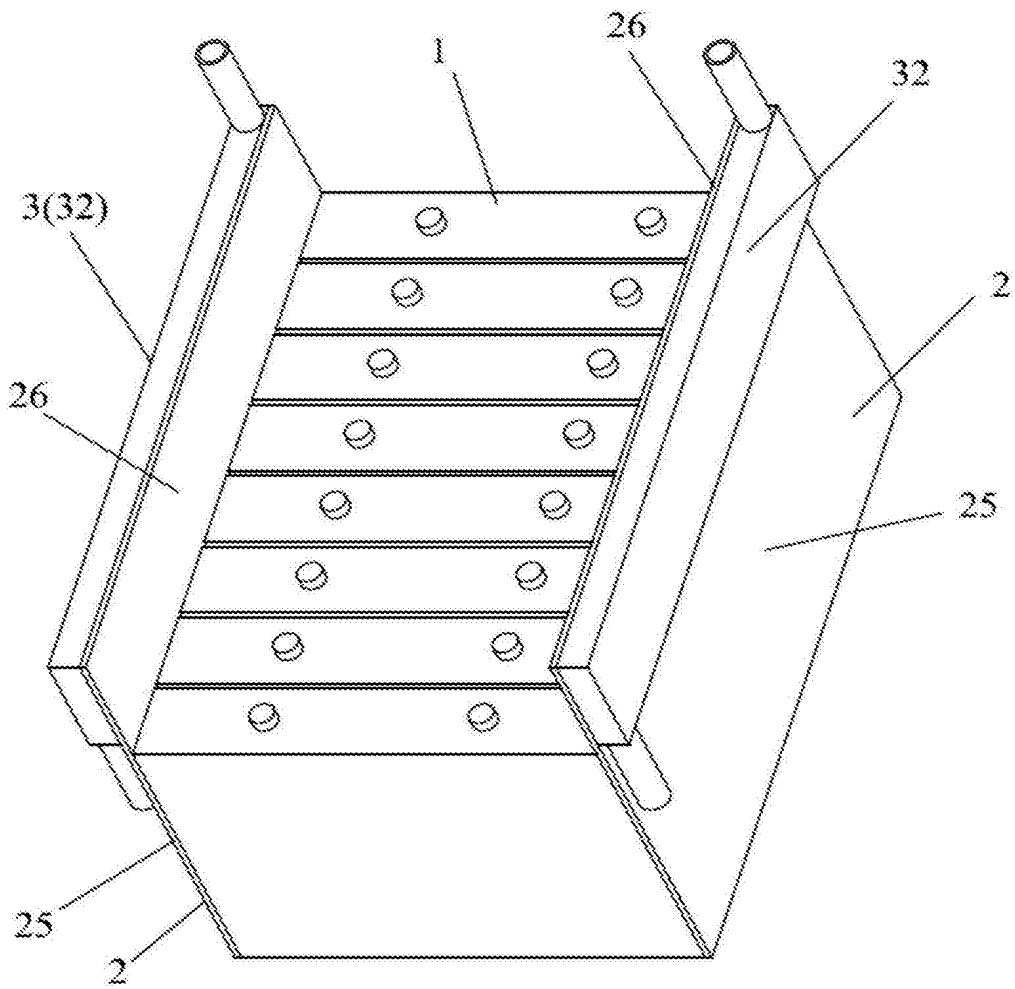


图6

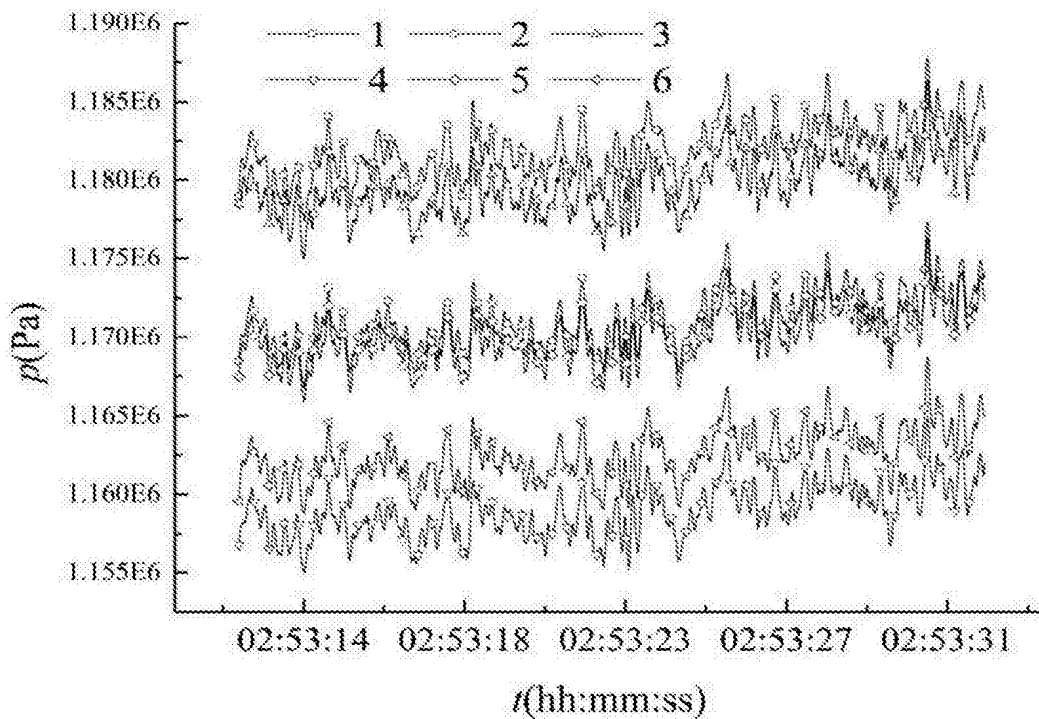
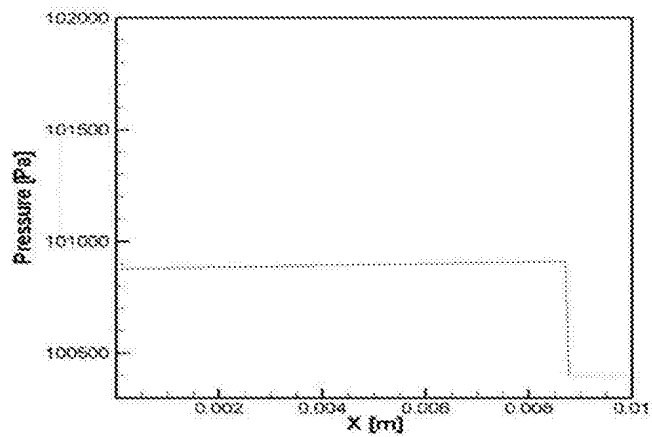
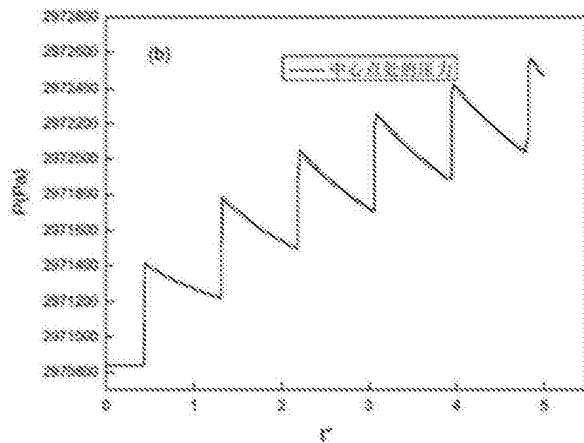


图7



8a



8b

图8

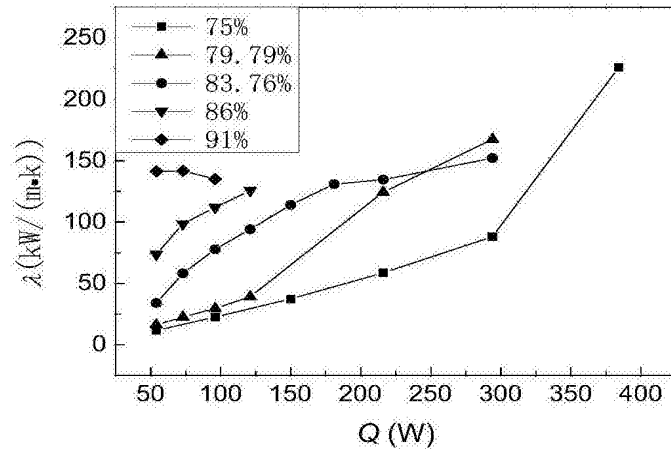


图9

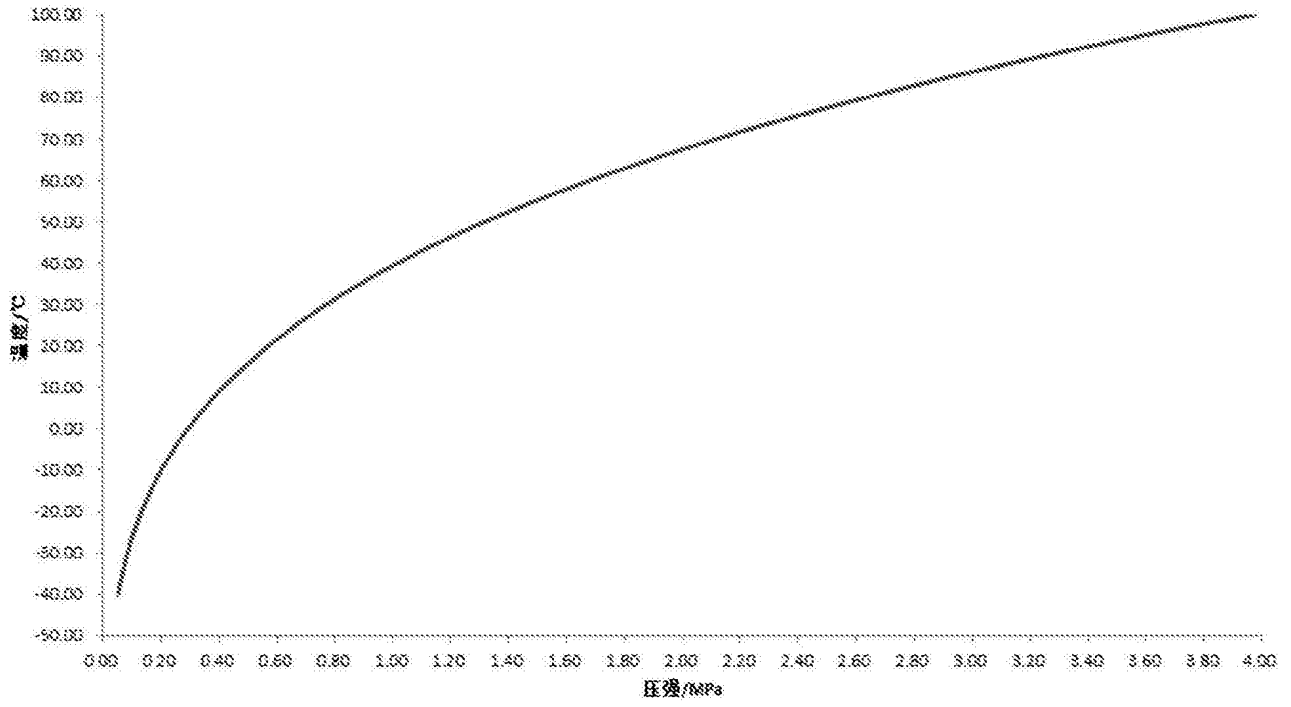


图10