



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109149002 A

(43)申请公布日 2019.01.04

(21)申请号 201810755941.4

H01M 10/6556(2014.01)

(22)申请日 2018.07.11

H01M 10/6557(2014.01)

(71)申请人 中国矿业大学

H01M 10/6567(2014.01)

地址 221116 江苏省徐州市铜山区大学路1号

H01M 10/659(2014.01)

(72)发明人 饶中浩 吕培召 刘新健 霍宇涛
刘臣臻 刘昌会 赵佳腾

(74)专利代理机构 南京经纬专利商标代理有限公司 32200

代理人 楼高潮

(51)Int.Cl.

H01M 10/613(2014.01)

H01M 10/615(2014.01)

H01M 10/653(2014.01)

H01M 10/6555(2014.01)

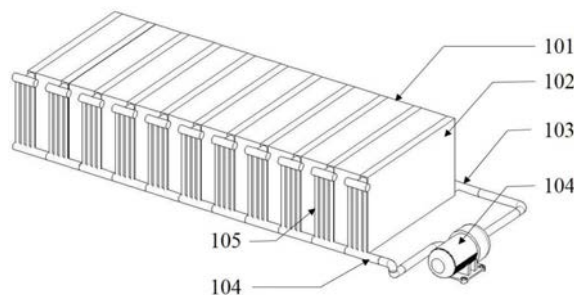
权利要求书1页 说明书5页 附图5页

(54)发明名称

一种用于电池的全气候热管理系统及其工作方法

(57)摘要

本发明公开了一种用于电池的全气候热管理系统及其工作方法,当锂电池组处于低温条件时,控温板内和循环管道内的相变材料为固态,然后通过外部加热或内部加热的方式对电池组进行加热,此时固态的相变材料起到保温储热的作用;当锂电池组处于高温条件时,此时控温板内和循环管道内的相变材料为液态,开启循环泵,驱动液态的相变材料从控温板的上部流体口或下部流体口流出在换热管组处进行散热后再回流入控温板,对锂电池组进行液冷散热过程。因此本发明能够实现全气候条件下的电池热管理,有效保证电池容量,提高电池使用寿命,并且能够简化全气候条件下的热管理系统,具有应用范围广、节能环保、结构简单、使用寿命长、运行稳定可靠等优点。



1. 一种用于电池的全气候热管理系统,其特征在於,包括多个电池组(101)和多个控温模块,多个电池组(101)和多个控温模块并排间隔设置;

所述电池组(101)内设有多个锂电池,多个锂电池单行排列或多行排列放置,相邻锂电池之间填充有高导热材料(114);

所述控温模块包括控温板(102)、循环管道(103)、循环泵(104)和换热管组(105),换热管组(105)固定在控温板(102)的一侧,循环泵(104)通过循环管道(103)与换热管组(105)连接;

所述控温板(102)包括壳体(106)和多个翅片式隔板(108),多个翅片式隔板(108)在壳体(106)内自上而下平行交错设置并与壳体(106)内壁形成流体通道(107),所述流体通道(107)的上端开设上部流体口(110),流体通道(107)的下端开设下部流体口(109),流体通道(107)内注入相变材料,所述相变材料的相变温度 T_{M-S} 在 $5\sim 15^{\circ}\text{C}$ 范围内;

所述换热管组(105)包括上流体管(113)、下流体管(112)和换热排管(111),上流体管(113)与控温板(102)的上部流体口(110)连通,上流体管(113)通过换热排管(111)与下流体管(112)连通,下流体管(112)与循环管道(103)连通,控温板(102)的下部流体口(109)通过三通管口与循环管道(103)连通。

2. 根据权利要求1所述的一种用于电池的全气候热管理系统,其特征在於,所述锂电池为圆柱形、方形以及软包电池中的一种。

3. 根据权利要求1所述的一种用于电池的全气候热管理系统,其特征在於,所述壳体(106)和翅片式隔板(108)的材质均为高导热金属。

4. 根据权利要求1所述的一种用于电池的全气候热管理系统,其特征在於,所述相变材料为多元共熔相变材料,为癸酸、月桂酸、肉豆蔻酸、棕榈酸、硬脂酸、丙三醇、十二醇、十四醇、十六醇、十八醇、十二烷、十四烷、十六烷、十八烷中的两种以上材料混合制备而成的二元、三元、四元及以上共熔相变材料。

5. 根据权利要求1所述的一种用于电池的全气候热管理系统,其特征在於,所述高导热材料(114)为柔性高导热材料。

6. 一种用于电池的全气候热管理系统的工作方法,其特征在於,具体步骤为:当电池组(101)处于低温条件时,即 $T_{M-S} > T_{\text{amb}}$ 时,此时控温板(102)内和循环管道(103)内的相变材料为固态,然后通过外部加热或内部加热的方式对电池组(101)进行加热,外部加热包括通过换热排管(105)进行加热,或直接对电池组(101)进行加热,内部加热包括锂电池自身进行欧姆产热,此时固态的相变材料起到保温储热的作用;当电池组(101)处于高温条件时,即 $T_{M-S} < T_{\text{amb}}$ 时,此时控温板(102)内和循环管道(103)内的相变材料为液态,开启循环泵(104),驱动液态的相变材料从控温板(102)的上部流体口(110)或下部流体口(109)流出在换热管组(105)处进行散热后再回流入控温板(102),如此循环往复,对电池组(101)进行液冷散热过程。

一种用于电池的全气候热管理系统及其工作方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于电池的全气候热管理系统及其工作方法。

背景技术

[0002] 锂离子电池具有能量密度大、自放电小、没有记忆效应、工作温度范围大、使用寿命长等优势,在新能源车动力驱动和电能存储方向上具有广阔的应用前景。

[0003] 锂离子电池的最佳工作范围在20~45℃左右,当温度过低时(<0℃)电池容量会出现明显的衰减,并且严重影响电池寿命。当温度过高时,锂电池内部所产生的热量在有限时间内的积累,可造成锂离子电池内部热量分布不均,进而导致电池效率下降,更有甚者严重损害电池使用寿命、危及人身安全。因此需要必要的热管理技术对电池进行必要的保温/加热和降温/散热,以维持电池组的正常工作状态。

[0004] 目前的锂离子电池热管理技术主要针对两方面,即高温散热和低温加热技术。高温散热技术主要包括空冷技术、液冷技术和相变材料冷却技术,而低温加热技术主要包括内部加热和外部加热技术。高温散热技术中,液冷散热技术的冷却效果最好,但是在低温条件下,液冷技术不能对锂离子电池实现有效的加热或保温。低温加热技术能够有效的对电池组进行加热,但不能对高温条件下的电池组进行散热。而针对于季节性变化明显的地区,需要热管理技术同时具备低温条件下的加热/保温和高温条件下的高效散热,因此本行业亟需具有全气候特性的电池热管理的装置,对电池组的热管理具有重要意义。

发明内容

[0005] 针对上述现有技术存在的问题,本发明提供一种用于电池的全气候热管理系统及其工作方法,能在低温条件下起到加热及保温作用,在高温条件下起到液冷散热的作用,从而实现锂电池的全气候热管理。

[0006] 为了实现上述目的,本发明采用的技术方案是:一种用于电池的全气候热管理系统,包括多个电池组和多个控温模块,多个电池组和多个控温模块并排间隔设置;

[0007] 所述电池组内设有多个锂电池,多个锂电池单行排列或多行排列放置,相邻锂电池之间填充有高导热材料;充填高导热材料能保证电池与控温板之间高效换热,以及实现电池组内部均温;

[0008] 所述控温模块包括控温板、循环管道、循环泵和换热管组,换热管组固定在控温板的一侧,循环泵通过循环管道与换热管组连接;

[0009] 所述控温板包括壳体和多个翅片式隔板,多个翅片式隔板在壳体内自上而下平行交错设置并与壳体内壁形成流体通道,所述流体通道的上端开设上部流体口,流体通道的下端开设下部流体口,流体通道内注入相变材料,所述相变材料的相变温度 T_{M-s} 在5~15℃范围内;翅片式隔板既能够实现对流体的导流作用,也能够实现强化传热、加速相变材料熔化的作用;

[0010] 所述换热管组包括上流体管、下流体管和换热排管,上流体管与控温板的上部流

体口连通,上流体管通过换热排管与下流体管连通,下流体管与循环管道连通,控温板的下部流体口通过三通管口与循环管道连通。

[0011] 进一步,所述锂电池为圆柱形、方形以及软包电池中的一种。各种型号的锂电池均可适用。

[0012] 进一步,所述壳体和翅片式隔板的材质均为高导热金属。能提高壳体和翅片式隔板的热传导效率。

[0013] 进一步,所述相变材料为多元共熔相变材料,为癸酸、月桂酸、肉豆蔻酸、棕榈酸、硬脂酸、丙三醇、十二醇、十四醇、十六醇、十八醇、十二烷、十四烷、十六烷、十八烷中的两种以上材料混合制备而成的二元、三元、四元及以上共熔相变材料;具体制备过程如下:多元共熔相变材料中两种材料的混合比例可通过Schrader公式计算得到,Schrader公式如下所示:

$$[0014] \quad T_0 = \left[\frac{1}{T_{0,A}} - \frac{R \ln X_A}{\Delta H_{m,A}} \right]^{-1} \quad (1)$$

$$[0015] \quad T_0 = \left[\frac{1}{T_{0,B}} - \frac{R \ln X_B}{\Delta H_{m,B}} \right]^{-1} \quad (2)$$

[0016] 其中, T_0 是多元共熔材料的起始熔化温度,K; $T_{0,A}$ 和 $T_{0,B}$ 分别是组分A和组分B的起始熔化温度,K; $\Delta H_{m,A}$ 和 $\Delta H_{m,B}$ 是组分A和组分B的相变焓,J/mol; X_A 和 X_B 是组分A和组分B在共熔物中的摩尔分数, $X_A+X_B=1$;R是气体常数,为8.314J/(K·mol);然后根据上述式(1)和式(2)及所需多元共熔材料的起始熔化温度,两式联立得出组分A和组分B在共熔物中的摩尔分数,最后根据各个摩尔分数混合融化并超声振荡5分钟,冷却至室温后合成A+B的两元共熔相变材料。这种多元共熔相变材料,具有性质稳定的优点,且其相变温度满足季节性相变要求。

[0017] 进一步,所述高导热材料为柔性高导热材料。柔性高导热材料具有轻质、柔韧性强、导热系数高等特点,其轻质性能确保减轻电池组整体重量,节省驱动所需能量,其柔韧性强能够增大高导热材料与电池之间的接触面积,减少接触热阻,提高导热能力,较高的导热系数,能够迅速的将热量由高温区导向低温区或导出电池组。

[0018] 一种用于电池的全气候热管理系统的工作方法,具体步骤为:当电池组处于低温条件时,即 $T_{M-S} > T_{amb}$ (即实时温度)时,此时控温板内和循环管道内的相变材料为固态,然后通过外部加热或内部加热的方式对电池组进行加热,外部加热包括通过换热排管进行加热,或直接对电池组进行加热,内部加热包括锂电池自身进行欧姆产热,此时固态的相变材料起到保温储热的作用,通过保温作用,减少电池组内不必要的热量散失,通过储热作用维持电池组内部合理的温度环境;当电池组处于高温条件时,即 $T_{M-S} < T_{amb}$ 时,此时控温板内和循环管道内的相变材料为液态,开启循环泵,驱动液态的相变材料从控温板的上部流体口或下部流体口流出在换热管组处进行散热后再回流入控温板,如此循环往复,对电池组进行液冷散热过程。

[0019] 与现有技术相比,本发明采用控温板、循环管道、循环泵、相变材料和换热管组相结合方式,当锂电池组处于低温条件时,此时控温板内和管道内的相变材料为固态,然后通过外部加热或内部加热的方式对电池组进行加热,外部加热包括通过换热排管进行加热,

或直接将电池组进行加热,内部加热包括锂电池自身进行欧姆产热,此时固态的相变材料起到保温储热的作用,通过保温作用,减少电池组内不必要的热量散失,通过储热作用维持电池组内部合理的温度环境;当锂电池组处于高温条件时,此时控温板内和管道内的相变材料为液态,开启循环泵,驱动液态的相变材料从控温板的上部流体口或下部流体口流出在换热管组处进行散热后再回流入控温板,如此循环往复,对锂电池组进行液冷散热过程。因此本发明能够实现全气候条件下的电池热管理,有效保证电池容量,提高电池使用寿命,并且能够简化全气候条件下的热管理系统,具有应用范围广、节能环保、结构简单、使用寿命长、运行稳定可靠等优点。

附图说明

[0020] 图1为本发明的结构示意图;

[0021] 图2为本发明中控温板的主视图;

[0022] 图3是本发明中控温板的立体示意图;

[0023] 图4为本发明中换热管组的结构示意图;

[0024] 图5为本发明中控温模块的结构示意图;

[0025] 图6为本发明中电池组的结构示意图;

[0026] 图7是图6的A-A向剖视图;

[0027] 图8为本发明中二元共熔相变材料的相图;

[0028] 图9为本发明中多元共熔相变材料的制备流程图。

[0029] 图中:101、电池组,102、控温板,103、循环管道,104、循环泵,105、换热管组,106、壳体,107、流体通道,108、翅片式隔板,109、下部流体口,110、上部流体口,111、换热排管,112、下流体管,113、上流体管,114、高导热材料,115、锂电池。

具体实施方式

[0030] 下面将对本发明作进一步说明。

[0031] 如图所示,一种用于电池的全气候热管理系统,包括多个电池组101和多个控温模块,多个电池组101和多个控温模块并排间隔设置;

[0032] 所述电池组101内设有多个锂电池,多个锂电池单行排列或多行排列放置,相邻锂电池之间填充有高导热材料114;充填高导热材料114能保证电池与控温板102之间高效换热,以及实现电池组内部均温;

[0033] 所述控温模块包括控温板102、循环管道103、循环泵104和换热管组105,换热管组105固定在控温板102的一侧,循环泵104通过循环管道103与换热管组105连接;

[0034] 所述控温板102包括壳体106和多个翅片式隔板108,多个翅片式隔板108在壳体106内自上而下平行交错设置并与壳体106内壁形成流体通道107,所述流体通道107的上端开设上部流体口110,流体通道107的下端开设下部流体口109,流体通道107内注入相变材料,所述相变材料的相变温度 T_{M-S} 在 $5\sim 15^{\circ}\text{C}$ 范围内;翅片式隔板108既能够实现对流体的导流作用,也能够实现强化传热、加速相变材料熔化的作用;

[0035] 所述换热管组105包括上流体管113、下流体管112和换热排管111,上流体管113与控温板102的上部流体口110连通,上流体管113通过换热排管111与下流体管112连通,下流

体管112与循环管道103连通,控温板102的下部流体口109通过三通管口与循环管道103连通。在进行液冷散热过程中,上流体管113和下流体管112实现液态相变材料的分流和汇流,换热排管111能实现对电池组的散热或降温,三通管口实现液态相变材料的汇流;

[0036] 进一步,所述锂电池为圆柱形、方形以及软包电池中的一种。各种型号的锂电池均可适用。

[0037] 进一步,所述壳体106和翅片式隔板108的材质均为高导热金属。能提高壳体106和翅片式隔板108的热传导效率。

[0038] 进一步,所述相变材料为多元共熔相变材料,为癸酸、月桂酸、肉豆蔻酸、棕榈酸、硬脂酸、丙三醇、十二醇、十四醇、十六醇、十八醇、十二烷、十四烷、十六烷、十八烷中的两种以上材料混合制备而成的二元、三元、四元及以上共熔相变材料;具体制备过程如下:多元共熔相变材料中两种材料的混合比例可通过Schrader公式计算得到,Schrader公式如下所示:

$$[0039] \quad T_0 = \left[\frac{1}{T_{0,A}} - \frac{R \ln X_A}{\Delta H_{m,A}} \right]^{-1} \quad (1)$$

$$[0040] \quad T_0 = \left[\frac{1}{T_{0,B}} - \frac{R \ln X_B}{\Delta H_{m,B}} \right]^{-1} \quad (2)$$

[0041] 其中, T_0 是多元共熔材料的起始熔化温度,K; $T_{0,A}$ 和 $T_{0,B}$ 分别是组分A和组分B的起始熔化温度,K; $\Delta H_{m,A}$ 和 $\Delta H_{m,B}$ 是组分A和组分B的相变焓,J/mol; X_A 和 X_B 是组分A和组分B在共熔物中的摩尔分数, $X_A+X_B=1$;R是气体常数,为8.314J/(K·mol);然后根据上述式(1)和式(2)及所需多元共熔材料的起始熔化温度,两式联立得出组分A和组分B在共熔物中的摩尔分数,最后根据各个摩尔分数混合融化并超声振荡5分钟,冷却至室温后合成A+B的两元共熔相变材料;如需合成三元共熔相变材料,在二元共熔相变材料的基础上,通过Schrader公式确定A+B和C的摩尔比(或质量比),之后按照该比例混合融化,最终制得A+B+C的三元共熔相变材料。四元共熔相变材料重复上述步骤。

[0042] 上述多元共熔相变材料温度的选取原则是以电池容量、循环性能、电池内阻等随温度变化的临界温度为基准,以保证电池组101的正常工作状态和较好充放电性能。

[0043] 进一步,所述高导热材料114为柔性高导热材料。柔性高导热材料具有轻质、柔韧性强、导热系数高等特点,其轻质性能能够确保减轻电池组整体重量,节省驱动所需能量,其柔韧性强能够增大高导热材料114与电池之间的接触面积,减少接触热阻,提高导热能力,较高的导热系数,能够迅速的将热量由高温区导向低温区或导出电池组101。

[0044] 一种用于电池的全气候热管理系统的工作方法,具体步骤为:当电池组101处于低温条件时,即 $T_{M-S} > T_{amb}$ 时,此时控温板102内和循环管道103内的相变材料为固态,然后通过外部加热或内部加热的方式对电池组101进行加热,外部加热包括通过换热排管111进行加热,或直接对电池组101进行加热,内部加热包括锂电池自身进行欧姆产热,此时固态的相变材料起到保温储热的作用,通过保温作用,减少电池组101内不必要的热量散失,通过储热作用维持电池组101内部合理的温度环境;当电池组101处于高温条件时,即 $T_{M-S} < T_{amb}$ 时,此时控温板102内和循环管道103内的相变材料为液态,开启循环泵104,驱动液态的相变材料从控温板102的上部流体口110或下部流体口109流出在换热管组105处进行散热后再回

流入控温板102,如此循环往复,对电池组101进行液冷散热过程。

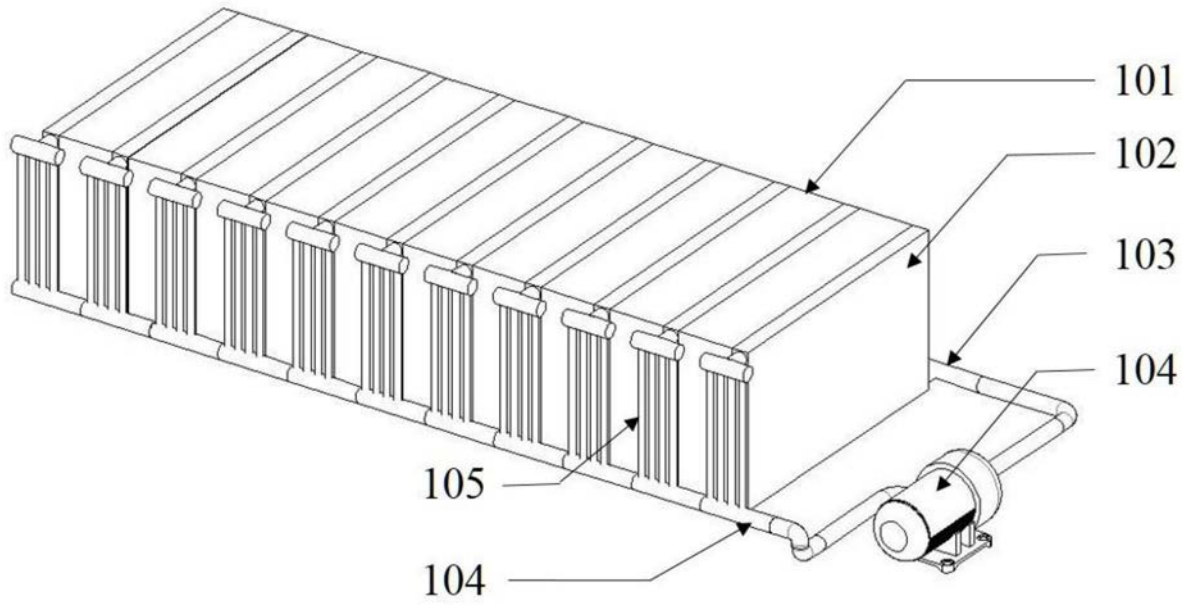


图1

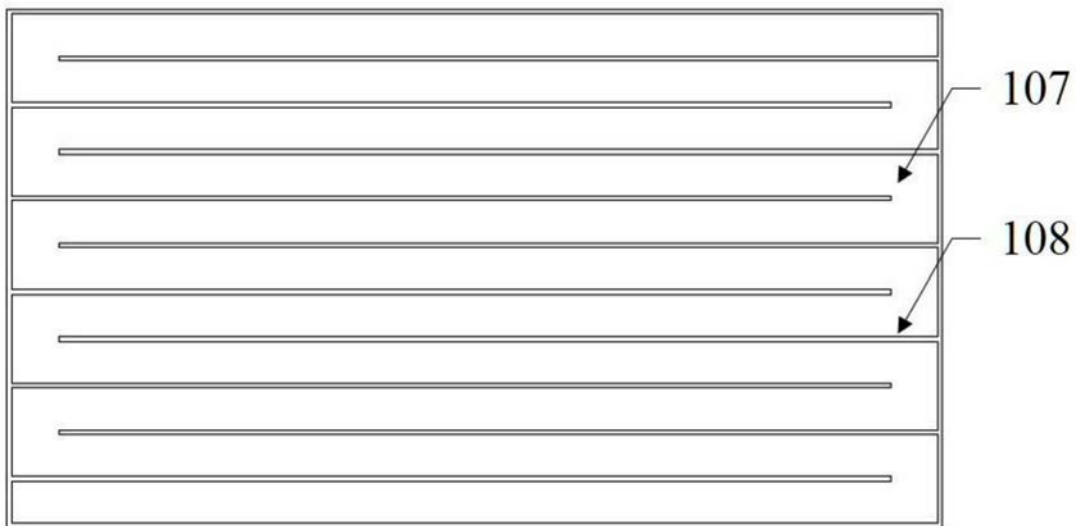


图2

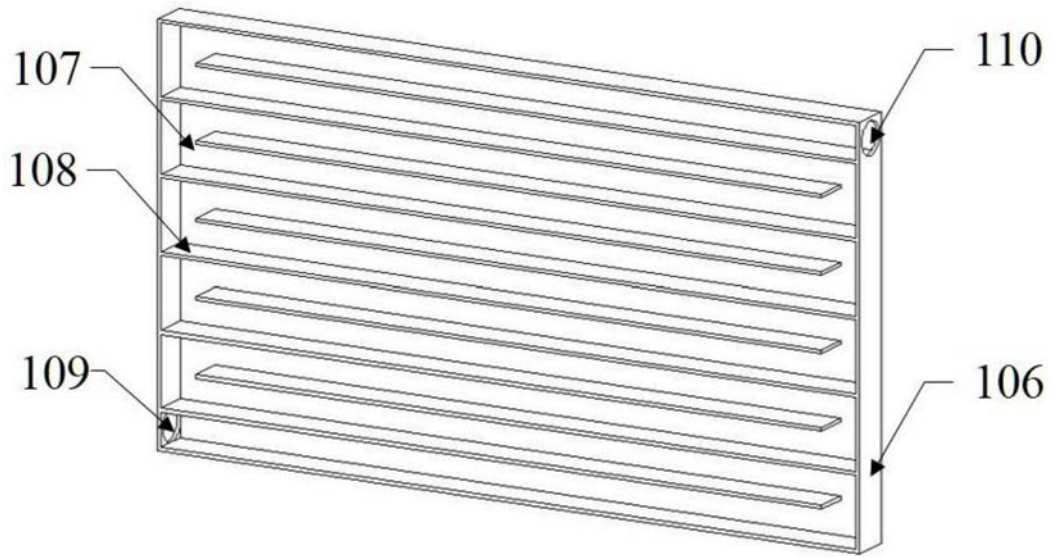


图3

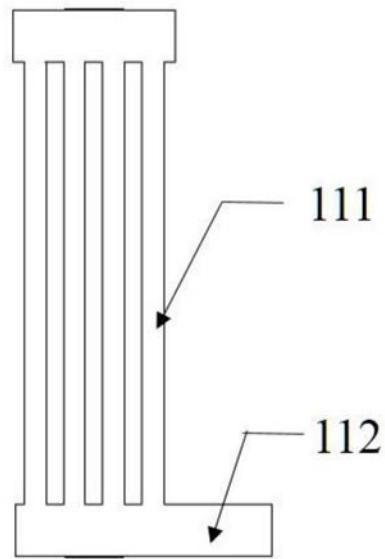


图4

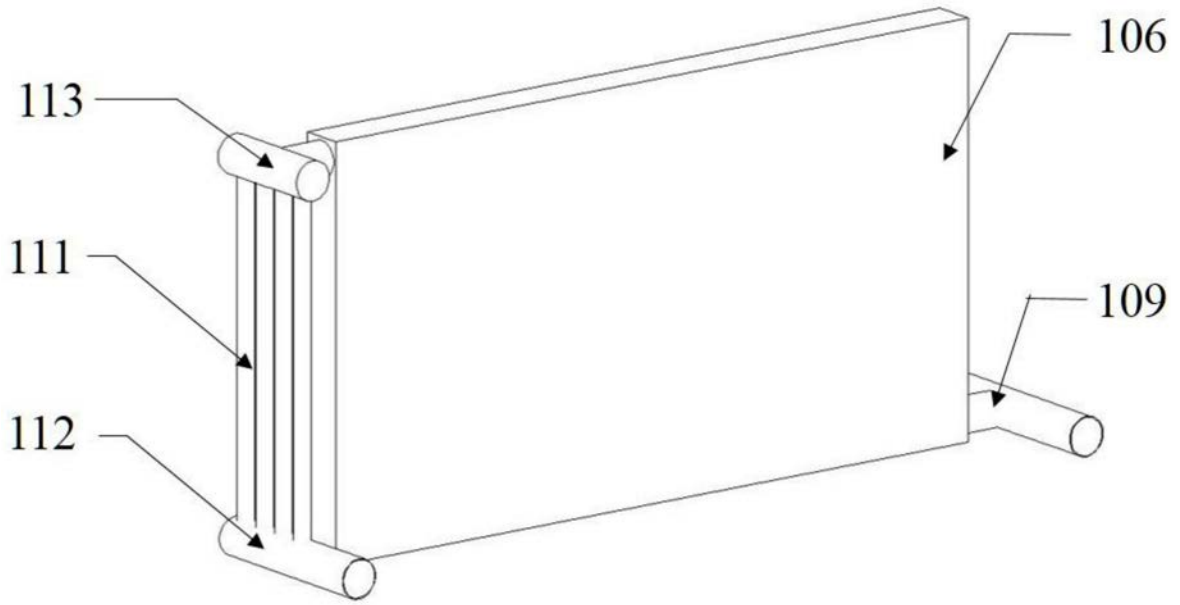


图5

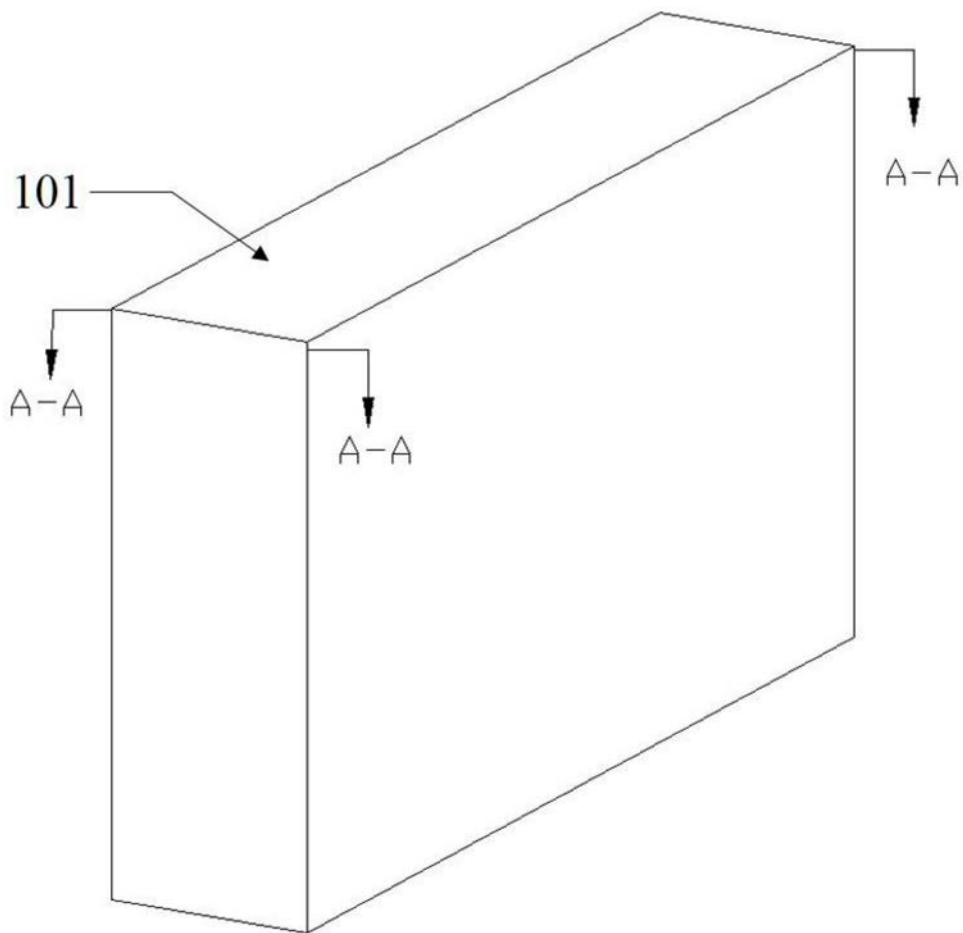


图6

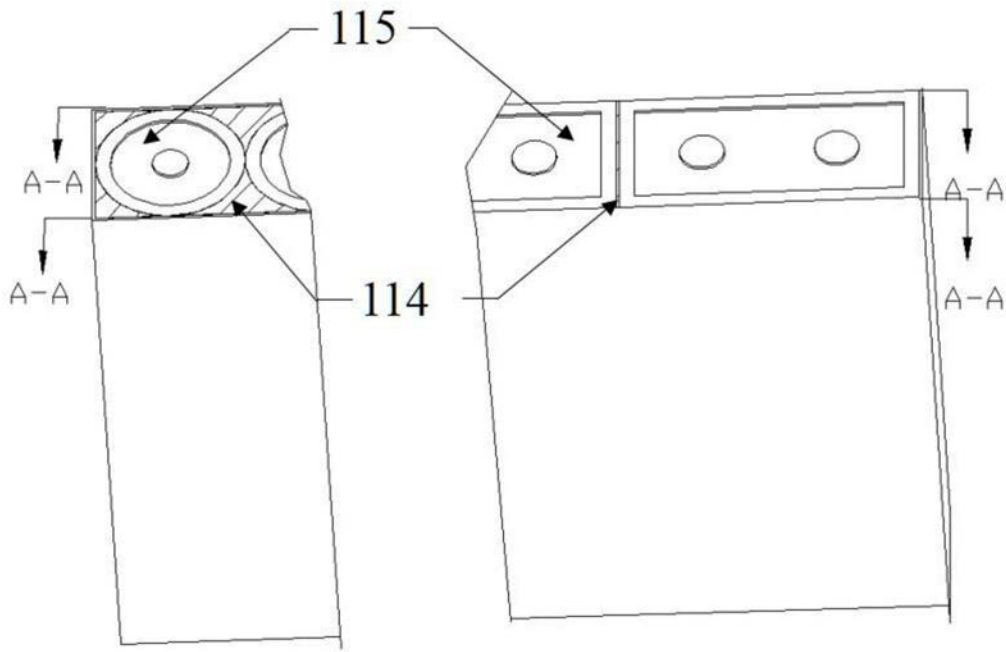


图7

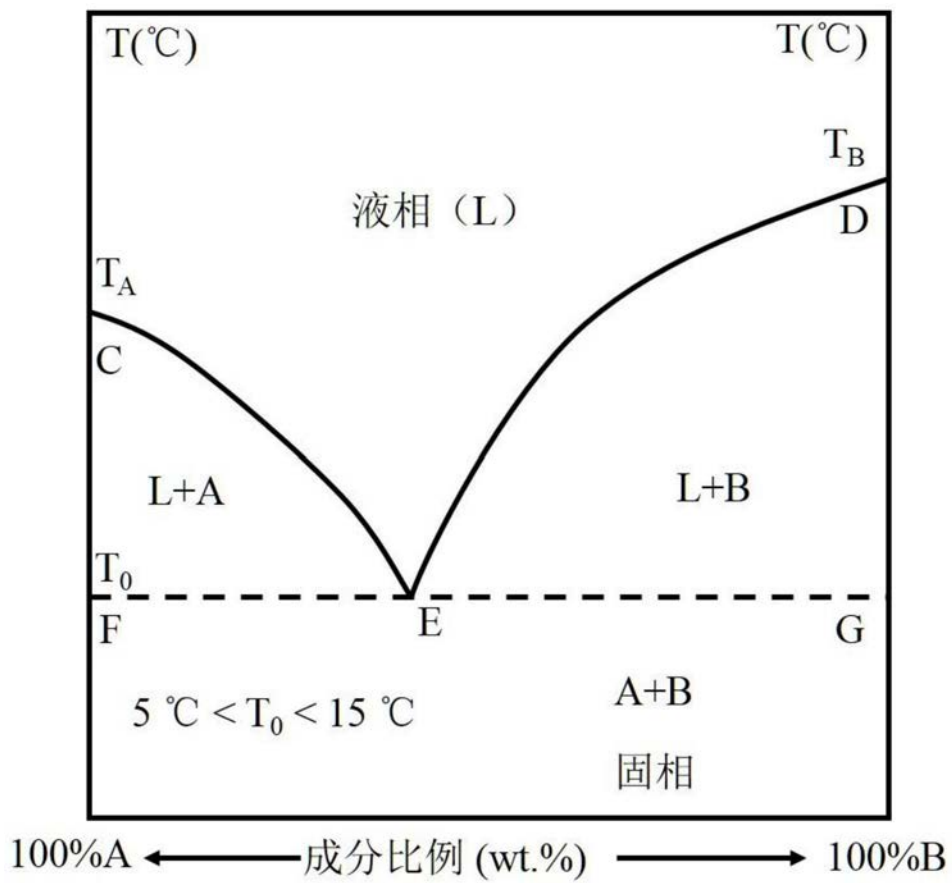


图8

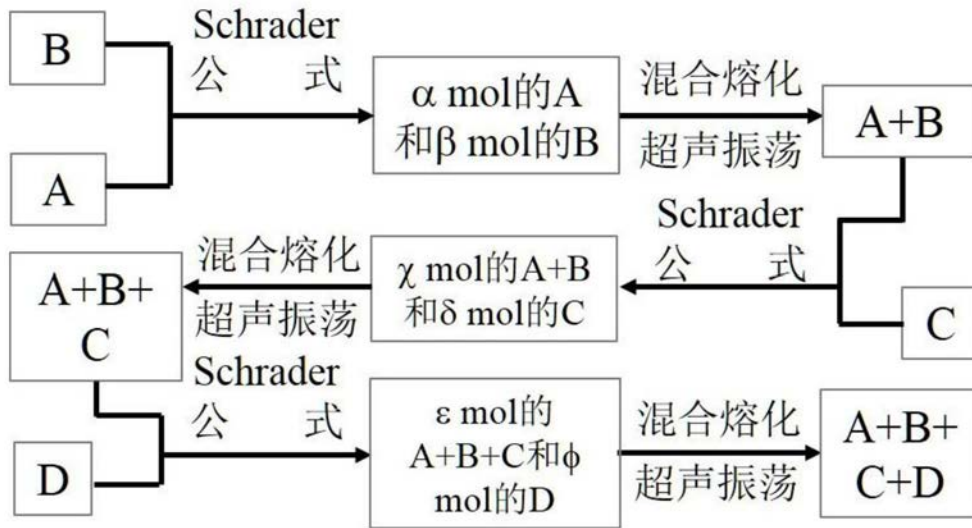


图9