



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103904267 A

(43) 申请公布日 2014. 07. 02

(21) 申请号 201410161035. 3

H01M 10/6552(2014. 01)

(22) 申请日 2014. 04. 22

H01M 10/6569(2014. 01)

H01M 10/659(2014. 01)

(71) 申请人 哈尔滨工业大学(威海)

地址 264209 山东省威海市文化西路2号

(72) 发明人 王富强 马兰新 王程超 王成安

谭建宇

(74) 专利代理机构 哈尔滨市伟晨专利代理事务

所(普通合伙) 23209

代理人 张伟

(51) Int. Cl.

H01M 2/10(2006. 01)

H01M 10/617(2014. 01)

H01M 10/625(2014. 01)

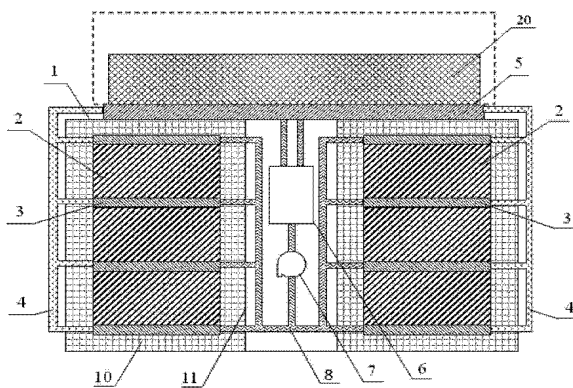
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

## (54) 发明名称

基于毛细抽吸两相流体环路和相变材料耦合热控技术的电池热管理系统

## (57) 摘要

基于毛细抽吸两相流体环路和相变材料耦合热控技术的电池热管理系统,涉及一种电池热管理系统。本发明为了解决现有动力电池发热量大、温度梯度高和局部高温的问题。本发明的动力电池箱的中部设置有两个隔板,隔板将动力电池箱由左至右分隔为左部腔室、中部腔室和右部腔室,左部腔室和右部腔室内各布置有多个单体电池,单体电池的前后侧面上贴附有毛细结构蒸发器,左部腔室和右部腔室的空余空间内填充有相变材料,中部腔室内设置有贮液器,翅片板冷凝器安装在动力电池箱外壁上,毛细结构蒸发器与翅片板冷凝器之间通过气体联管相连接,翅片板冷凝器通过液体联管与贮液器连通,随后再通过液体联管最终连入毛细结构蒸发器。本发明用于动力电池热管理。



1. 一种基于毛细抽吸两相流体环路和相变材料耦合热控技术的电池热管理系统,包括动力电池箱(1)、电池组(2)和相变材料(10),电池组(2)由多个单体电池串并联后构成,电池组(2)固定在动力电池箱(1)的箱底卡槽内;其特征在于:所述电池管理系统还包括多个毛细结构蒸发器(3)、气体联管(4)、液体联管(8)、翅片板冷凝器(5)、贮液器(6)和两个隔板(11),

所述动力电池箱(1)的中部设置有两个隔板(11),两个隔板(11)以动力电池箱(1)的纵向中垂面左右对称布置,隔板(11)将动力电池箱(1)由左至右分隔为左部腔室、中部腔室和右部腔室,左部腔室和右部腔室内各布置有多个单体电池,单体电池的前后侧面上贴附有毛细结构蒸发器(3),两个单体电池相邻的侧面共用一个毛细结构蒸发器(3),左部腔室和右部腔室的空余空间内填充有相变材料(10),中部腔室内设置有贮液器(6),翅片板冷凝器(5)安装在动力电池箱(1)外壁上,毛细结构蒸发器(3)与翅片板冷凝器(5)之间通过气体联管(4)相连接,翅片板冷凝器(5)通过液体联管(8)与贮液器(6)连通,随后再通过液体联管(8)最终连入毛细结构蒸发器(3)。

2. 根据权利要求1所述的基于毛细抽吸两相流体环路和相变材料耦合热控技术的电池热管理系统,其特征在于:所述毛细结构蒸发器(3)包括金属板(9)和毛细芯(14),金属板(9)上开有安装槽,安装槽内设置有毛细芯(14),金属板(9)上还开有液体工质流道(12)和气体工质流道(15),液体工质流道(12)和气体工质流道(15)分别与安装槽连通。

3. 根据权利要求2所述的基于毛细抽吸两相流体环路和相变材料耦合热控技术的电池热管理系统,其特征在于:所述毛细结构蒸发器(3)还包括单向隔离器(13),所述单向隔离器(13)设置在金属板(9)上,且位于毛细芯(14)的液体工质进入侧。

4. 根据权利要求2所述的基于毛细抽吸两相流体环路和相变材料耦合热控技术的电池热管理系统,其特征在于:所述毛细芯(14)为烧结粉末网芯,由金属镍粉末或者金属丝网烧结在管内壁上构成,或毛细芯(14)为多层丝网管芯,或毛细芯(14)为组合管芯。

5. 根据权利要求2或4所述的基于毛细抽吸两相流体环路和相变材料耦合热控技术的电池热管理系统,其特征在于:所述电池热管理系统还包括泵(7),泵(7)设置在中部腔室内,翅片板冷凝器(5)通过液体联管(8)与贮液器(6)连通后经泵(7)再通过液体联管(8)最终连入毛细结构蒸发器(3)。

6. 根据权利要求5所述的基于毛细抽吸两相流体环路和相变材料耦合热控技术的电池热管理系统,其特征在于:所述翅片板冷凝器(5)由开槽道的散热板(19)及加装在散热板(19)上的翅片(20)构成,所述散热板(19)为金属散热板,散热板(19)上的槽道为两条,且每条槽道均呈蛇形开设。

7. 根据权利要求1所述的基于毛细抽吸两相流体环路和相变材料耦合热控技术的电池热管理系统,其特征在于:所述相变材料(10)为固-液相变材料,相变温度为 $20^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ 。

8. 根据权利要求7所述的基于毛细抽吸两相流体环路和相变材料耦合热控技术的电池热管理系统,其特征在于:所述贮液器(6)内的液体工质为戊烷,其沸点为 $36.05^{\circ}\text{C}$ ,工作温度为 $-23^{\circ}\text{C}\sim 136^{\circ}\text{C}$ 。

9. 根据权利要求8所述的基于毛细抽吸两相流体环路和相变材料耦合热控技术的电池热管理系统,其特征在于:所述气体联管(4)与液体联管(8)均为铝合金金属细管。

10. 根据权利要求 9 所述的基于毛细抽吸两相流体环路和相变材料耦合热控技术的电池热管理系统,其特征在于:所述贮液器(6)为加装液体工质的金属罐,贮液器(6)和泵(7)均通过支架固定在中部腔室内。

## 基于毛细抽吸两相流体环路和相变材料耦合热控技术的电池热管理系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种电池热管理系统,具体涉及一种基于毛细抽吸两相流体环路和相变材料耦合热控技术的电池热管理系统。

### 背景技术

[0002] 能源与环境问题的巨大压力,使传统内燃机汽车的发展面临前所未有的挑战。因此,发展新能源汽车成为必然的趋势。电动汽车直接由电机驱动、对环境零排放,具有节能环保的优点,已经成为各个国家、汽车企业以及科研机构研究的热点。

[0003] 动力电池是电动汽车运行的主要储能部件,是电动汽车的关键部件,其工作性能直接影响电动汽车的性能。随着对电动汽车性能要求的不断提高,动力电池的功率在不断增加的同时,其产热量也在不断增加。动力电池的正常工作温度一般为 $-20^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ ,而最佳工作温度为 $25^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ 。当温度超过该温度范围时,会对电池的性能造成影响,且影响电池的寿命。在某些比较恶劣的运行工况下,如高速行驶或爬坡,电池发热量增大,若电池内部发热量不能及时排出,会造成电池箱内部温度场不均匀,进而会造成电池性能降低、各电池模块性能的不均衡、甚至是爆炸等安全问题,从而影响电动汽车的安全及可靠性。

[0004] 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。常见的空气冷却、液体冷却虽然能降低电池箱外部的温度,但是电池组内部局部高温和不均匀性依然无法得到解决。采用相变材料虽然能改善电池组内部温度不均匀的现象,但是其储存的热量如果不能及时导出,电池的整体温度水平依然较高。常用的热管虽然能将电池箱内部热量导出到外部,但是当动力电池内部产热量很大时,其传热性能会受到限制。

[0005] 因此,对动力电池进行合理全面的热管理控制,使其工作在合理的温度范围内,是本领域技术人员需要解决的问题。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的在于克服现有技术的不足,进而提供一种基于毛细抽吸两相流体环路和相变材料耦合热控技术的电池热管理系统。目的在于:利用相变材料吸收或释放潜热时温度基本保持不变的能力来维持电池的稳定温度水平;利用两相流体环路巨大的传热能力将电池及相变材料中的热量及时导出到翅片板并排除,使动力电池在合理的温度范围内高效工作,延长电池的寿命。

[0007] 本发明为了解决上述技术问题所采取的技术方案是:

[0008] 本发明所述基于毛细抽吸两相流体环路和相变材料耦合热控技术的电池热管理系统包括动力电池箱、电池组和相变材料,电池组由多个单体电池串并联后构成,电池组固定在动力电池箱的箱底卡槽内;所述电池管理系统还包括多个毛细结构蒸发器、气体联管、液体联管、翅片板冷凝器、贮液器和两个隔板,

[0009] 所述动力电池箱的中部设置有两个隔板,两个隔板以动力电池箱的纵向中垂面左

右对称布置,隔板将动力电池箱由左至右分隔为左部腔室、中部腔室和右部腔室,左部腔室和右部腔室内各布置有多个单体电池,单体电池的前后侧面上贴附有毛细结构蒸发器,两个单体电池相邻的侧面共用一个毛细结构蒸发器,左部腔室和右部腔室的空余空间内填充有相变材料,中部腔室内设置有贮液器,翅片板冷凝器安装在动力电池箱外壁上,毛细结构蒸发器与翅片板冷凝器之间通过气体联管相连接,翅片板冷凝器通过液体联管与贮液器连通,随后再通过液体联管最终连入毛细结构蒸发器。

[0010] 优选的:所述毛细结构蒸发器包括金属板毛细芯,金属板上开有安装槽,安装槽内设置有毛细芯,金属板上还开有液体工质流道和气体工质流道,液体工质流道和气体工质流道分别与安装槽连通。如此设置,通过毛细芯的抽吸两相流体环路和相变材料的耦合作用,动力电池组产生的热量能够很快的导出到翅片板冷凝器中并及时排除,保证动力电池的温度均匀性,以及防止局部温度过高,从而使动力电池在合理的温度范围内高效运行,延长电池的使用寿命。

[0011] 优选的:所述毛细结构蒸发器还包括单向隔离器,所述单向隔离器设置在金属板上,且位于毛细芯的液体工质进入侧。如此设置,防止液体气化后反向流入至液体工质流道内。

[0012] 优选的:所述毛细芯为烧结粉末网芯,由金属镍粉末或者金属丝网烧结在管内壁上构成。也可以选择多层丝网管芯和组合管芯等,由于工质在该结构内单向流动,不需要液体回流,因此克服了普通热管两相反向流动的剪切力的作用,避免了普通热管中可能出现的携带限,大大提高了传热能力。

[0013] 优选的:所述电池热管理系统还包括泵,泵设置在中部腔室内,翅片板冷凝器通过液体联管与贮液器连通后经泵再通过液体联管最终连入毛细结构蒸发器。如此设置,毛细结构蒸发器中的毛细结构本身具有抽吸的作用,且抽吸力可以基本保证电池热管理系统内的基本循环过程。但是,考虑到气体联管和液体联管相对较长,且长短不一,通过外加泵的驱动力使得液体工质能够及时均匀到达毛细结构蒸发器,使系统内蒸发器内的换热过程基本保持一致,从而更有效地保证动力电池的温度均匀性。

[0014] 优选的:所述翅片板冷凝器由开槽道的散热板及加装在散热板上的翅片构成,所述散热板为金属散热板,散热板上的槽道为两条,且每条槽道均呈蛇形开设。如此设置,气体工质由气体联管从槽道的入口处进入翅片板冷凝器,在翅片板冷凝器中逐渐液化为液体工质,并最终从槽道的出口处经液体联管流入贮液器。

[0015] 优选的:所述相变材料为固-液相变材料,相变温度为 $20^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ 。可选用硝酸锂三水化合物或石蜡。

[0016] 优选的:所述贮液器内的液体工质为戊烷,其沸点为 $36.05^{\circ}\text{C}$ ,工作温度为 $-23^{\circ}\text{C}\sim 136^{\circ}\text{C}$ ,也可以选择其他适合的工质,如氟利昂。

[0017] 优选的:所述气体联管与液体联管均为铝合金金属细管。如此设置,可以根据情况弯曲成所需形状,管道与各设备连接处设置密封圈。

[0018] 优选的:所述散热板为金属铝板,在铝板一侧焊接翅片,翅片的形式可以为方形、波浪形。

[0019] 优选的:所述贮液器为加装液体工质的金属罐,由于整个系统内工质量不是很多,所选泵为小型流体泵。贮液器和泵均通过支架固定在中部腔室内。

[0020] 本发明与现有技术相比具有以下效果：

[0021] 本发明采用主动热控技术与被动热控技术相结合的方式，提出一种高效、可靠的电池热管理控制系统，使动力电池工作在最佳的温度范围内。其中，通过毛细抽吸两相流体环路技术传热能力巨大、能实现快速热传递的特点，将动力电池组产生的热量及时、快速的导出到翅片板冷凝器中，并通过与空气的对流换热排出；利用填充相变材料的吸收、释放潜热过程快速且温度保持稳定的优点保证动力电池组的温度均匀性，使动力电池在合理的温度范围内高效工作，延长电池的寿命。其中，毛细结构蒸发器内液体工质中吸热气化后流入翅片板冷凝器中冷凝为液体工质，在泵的驱动作用与毛细结构的抽吸作用下回到蒸发器，实现对动力电池系统热量的排除作用。考虑到环路中管道较多且各管道长短不一致，采用泵可以防止管道长短不一造成的工质流量分配不均，弥补部分管道抽吸力不足的现象，实现工质在整个环路系统的正常循环。

### 附图说明

[0022] 图 1 是基于毛细抽吸两相流体环路和相变材料耦合热控技术的电池热管理系统俯视图剖面结构图；

[0023] 图 2 是毛细结构蒸发器结构示意图；

[0024] 图 3 是翅片板冷凝器结构示意图；

[0025] 图 4 是电池热管理系统工作流程示意图；

[0026] 图中：1- 动力电池箱，2- 电池组，3- 毛细结构蒸发器，4- 气体联管，5- 翅片板冷凝器，6- 贮液器，7- 泵，8- 液体联管，9- 金属板，10- 相变材料，11- 隔板，12- 液体工质流道，13- 单向隔离器，14- 毛细芯，15- 气体工质流道，16- 入口处，17- 中间段，18- 出口处，19- 散热板，20- 翅片。

### 具体实施方式

[0027] 下面根据附图详细阐述本发明优选的实施方式。

[0028] 具体实施方式：本实施方式的基于毛细抽吸两相流体环路和相变材料耦合热控技术的电池热管理系统包括动力电池箱 1、电池组 2 和相变材料 10，电池组 2 由多个单体电池串并联后构成，电池组 2 固定在动力电池箱 1 的箱底卡槽内；所述电池管理系统还包括多个毛细结构蒸发器 3、气体联管 4、液体联管 8、翅片板冷凝器 5、贮液器 6 和两个隔板 11；

[0029] 所述动力电池箱 1 的中部设置有两个隔板 11，两个隔板 11 以动力电池箱 1 的纵向中垂面左右对称布置，隔板 11 将动力电池箱 1 由左至右分隔为左部腔室、中部腔室和右部腔室，左部腔室和右部腔室内各布置有多个单体电池，单体电池的前后侧面上贴附有毛细结构蒸发器 3，两个单体电池相邻的侧面共用一个毛细结构蒸发器 3，左部腔室和右部腔室的空余空间内填充有相变材料 10，中部腔室内设置有贮液器 6，翅片板冷凝器 5 安装在动力电池箱 1 外壁上，毛细结构蒸发器 3 与翅片板冷凝器 5 之间通过气体联管 4 相连接，翅片板冷凝器 5 通过液体联管 8 与贮液器 6 连通，随后再通过液体联管 8 最终连入毛细结构蒸发器 3。

[0030] 进一步：所述毛细结构蒸发器 3 包括金属板 9 和毛细芯 14，金属板 9 上开有安装槽，安装槽内设置有毛细芯 14，金属板 9 上还开有液体工质流道 12 和气体工质流道 15，液

体工质流道 12 和气体工质流道 15 分别与安装槽连通。如此设置,如图 1 和 2 所示,液体联管 8 内工质从液体工质流道 12 处流入毛细芯 14 内吸收电池和相变材料传递的热量,在毛细芯 14 内吸热气化为气体工质并由气体工质流道 15 进入气体联管 4 中。通过毛细芯的抽吸两相流体环路和相变材料的耦合作用,动力电池组产生的热量能够很快的导出到翅片板冷凝器中并及时排除,保证动力电池的温度均匀性,以及防止局部温度过高,从而使动力电池在合理的温度范围内高效运行,延长电池的使用寿命。

[0031] 进一步:所述毛细结构蒸发器 3 还包括单向隔离器 13,所述单向隔离器 13 设置在金属板 9 上,且位于毛细芯 14 的液体工质进入侧。如此设置,防止液体气化后反向流入至液体工质流道 12 内。

[0032] 进一步:所述毛细芯 14 为烧结粉末网芯,由金属镍粉末或者金属丝网烧结在管壁上构成。也可以选择多层丝网管芯和组合管芯等,由于工质在该结构内单向流动,不需要液体回流,因此克服了普通热管两相反向流动的剪切力的作用,避免了普通热管中可能出现的携带限,大大提高了传热能力。

[0033] 进一步:所述电池热管理系统还包括泵 7,泵 7 设置在中部腔室内,翅片板冷凝器 5 通过液体联管 8 与贮液器 6 连通后经泵 7 再通过液体联管 8 最终连入毛细结构蒸发器 3。如此设置,毛细结构蒸发器 3 中的毛细结构本身具有抽吸的作用,且抽吸力可以基本保证电池热管理系统内的基本循环过程。但是,考虑到气体联管 4 和液体联管 8 相对较长,且长短不一,通过外加泵 7 的驱动力使得液体工质能够及时均匀到达毛细结构蒸发器 3,使系统内蒸发器内的换热过程基本保持一致,从而更有效地保证动力电池的温度均匀性。

[0034] 进一步:所述翅片板冷凝器 5 由开槽道的散热板 19 及加装在散热板 19 上的翅片 20 构成,所述散热板 19 为金属散热板,散热板 19 上的槽道为两条,且每条槽道均呈蛇形开设。如此设置,气体工质由气体联管 4 从槽道的入口处 16 进入翅片板冷凝器 5,在翅片板冷凝器 5 中逐渐液化为液体工质,并最终从槽道的出口处 18 经液体联管 8 流入贮液器 6。

[0035] 进一步:所述相变材料 10 为固-液相变材料,相变温度为  $20^{\circ}\text{C} \sim 30^{\circ}\text{C}$ 。可选用硝酸锂三水化合物或石蜡。

[0036] 进一步:所述贮液器 6 内的液体工质为戊烷,其沸点为  $36.05^{\circ}\text{C}$ ,工作温度为  $-23^{\circ}\text{C} \sim 136^{\circ}\text{C}$ ,也可以选择其他适合的工质,如氟利昂。

[0037] 进一步:所述气体联管 4 与液体联管 8 均为铝合金金属细管。如此设置,可以根据情况弯曲成所需形状,管道与各设备连接处设置密封圈。

[0038] 进一步:所述散热板 19 为金属铝板,在铝板一侧焊接翅片,翅片的形式可以为方形、波浪形。

[0039] 进一步:所述贮液器 6 为加装液体工质的金属罐,由于整个系统内工质量不是很多,所选泵 7 为小型流体泵。贮液器 6 和泵 7 均通过支架固定在中部腔室内。

[0040] 结合图 1 至图 4,电池热管理系统的工作过程如下:

[0041] 电池组 2 的热量一部分通过相变吸热被储存在相变材料 10 内,另一部分通过热传导传递给毛细结构蒸发器 3。由于相变材料在吸热的过程中吸收的是相变潜热,温度基本保持不变,这样可以保证动力电池组的温度均匀。毛细结构蒸发器 3 分别吸电池组 2 的传导热量和相变材料 10 内储存的热量后,液体工质在毛细芯 14 内气化为气体工质从气体工质流道 15 处进入气体联管 4。

[0042] 气体工质经气体联管 4 进入翅片板冷凝器 5 中进行换热,通过翅片与空气的对流换热,气体工质逐渐液化为液体工质。因此,翅片板冷凝器中的工质存在三种状态,分别为入口处 16 的气态、中间段 17 的气液混合态和出口处 18 的液态。从翅片板冷凝器 5 流出的液体工质首先进入到贮液器 6 内,随后在泵 7 的驱动下通过液体联管 8 被传输到毛细结构蒸发器 3。这样通过毛细抽吸两相流体环路和相变材料的耦合作用,动力电池组产生的热量能够很快的导出到翅片板冷凝器中并及时排除,保证动力电池的温度均匀性,以及防止局部温度过高,从而使动力电池在合理的温度范围内高效运行,延长电池的使用寿命。

[0043] 本实施方式只是对本专利的示例性说明,并不限定它的保护范围,本领域技术人员还可以对其局部进行改变,只要没有超出本专利的精神实质,都在本专利的保护范围内。



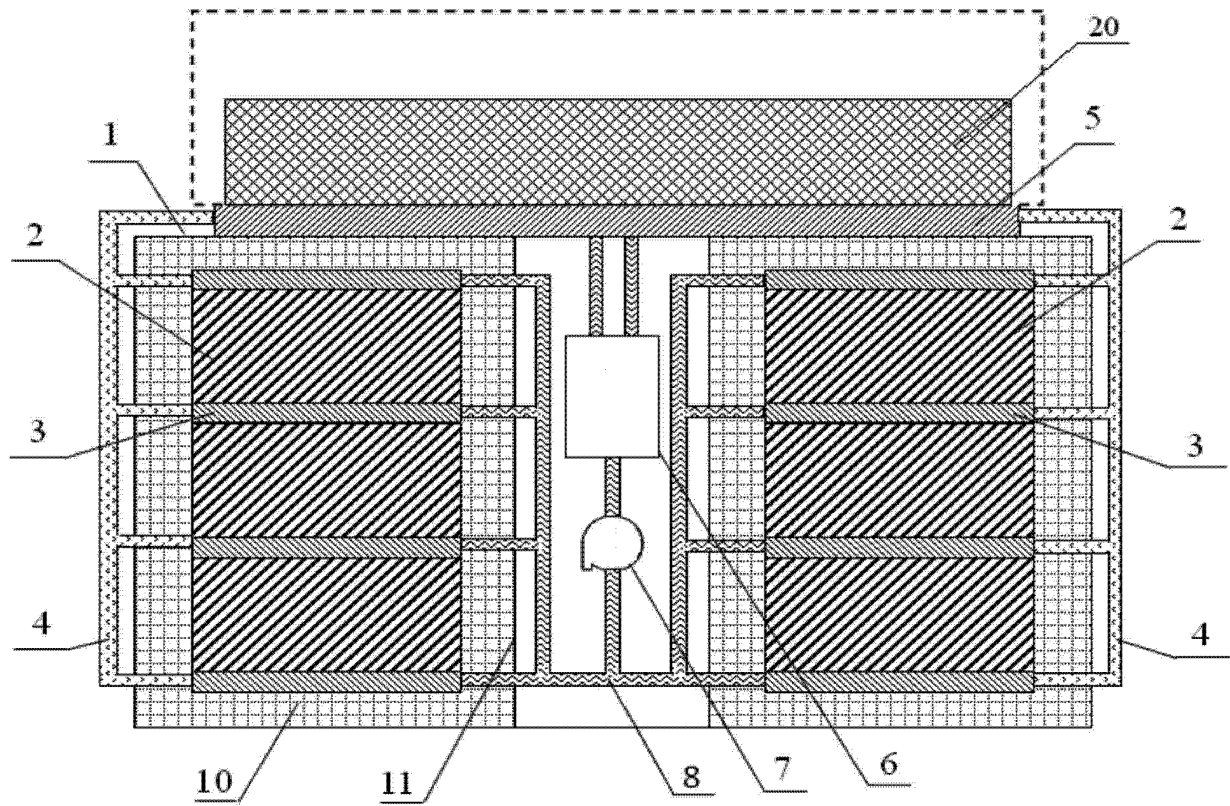


图 1

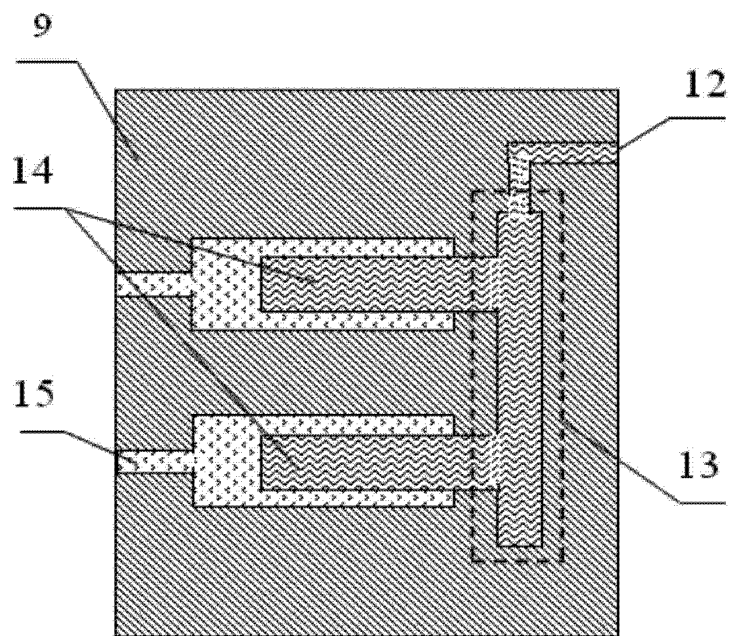


图 2

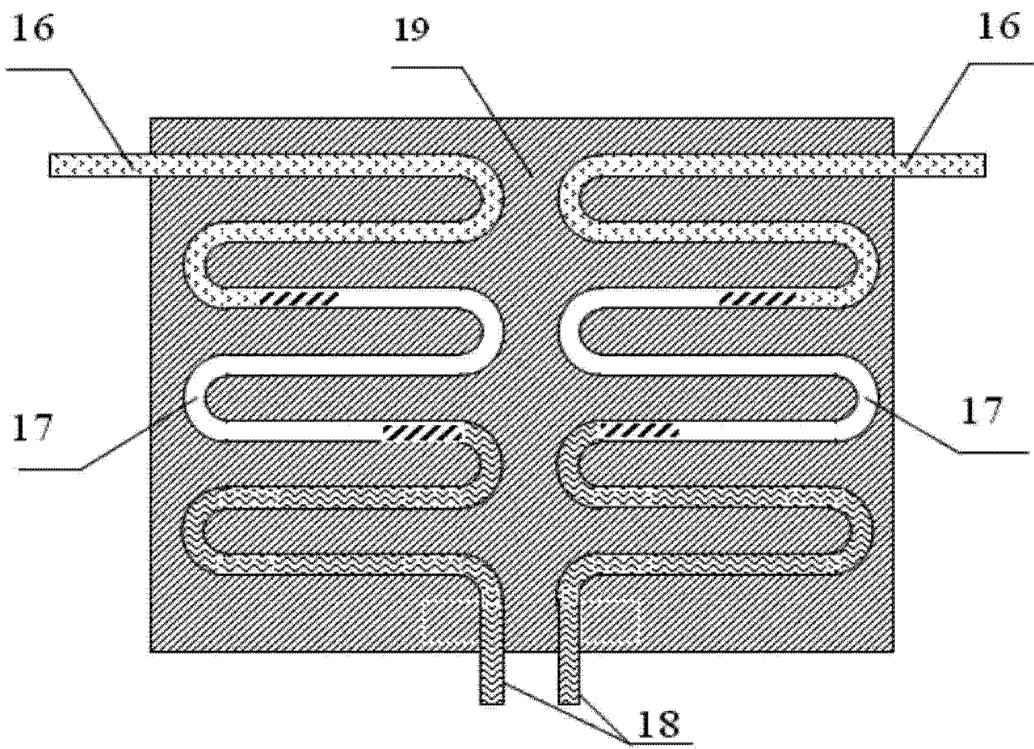


图 3

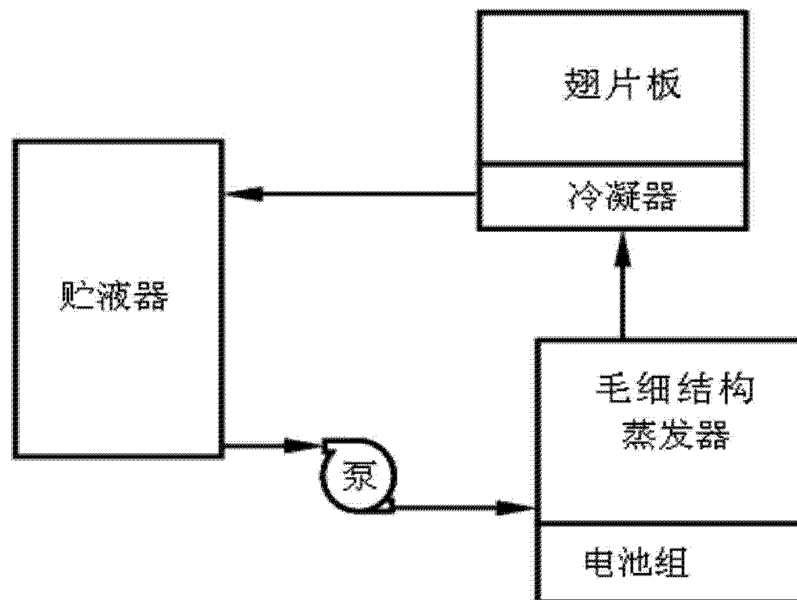


图 4