



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110450596 A

(43)申请公布日 2019.11.15

(21)申请号 201910366867.1

(22)申请日 2019.05.05

(30)优先权数据

62/762,496 2018.05.07 US

16/014,889 2018.06.21 US

(71)申请人 源捷公司

地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 B.马尼亚姆 A.卡斯普齐克

(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 高巍

(51)Int.Cl.

B60H 1/00(2006.01)

B60H 1/14(2006.01)

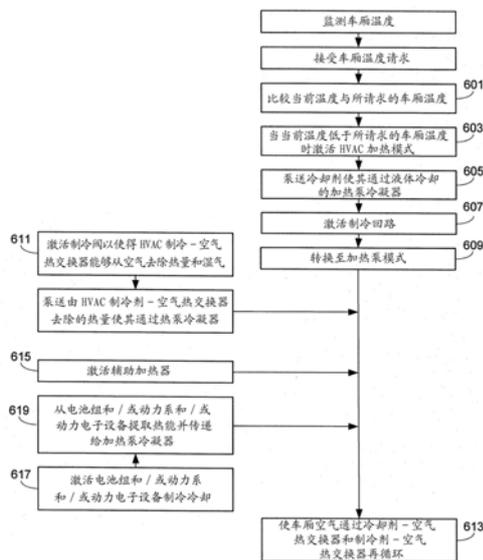
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

用于提高电动车辆路程的气候控制系统

(57)摘要

本公开提供了一种用于加热电动车辆的车厢内的空气的方法。该方法利用加热泵来使得车辆的HVAC系统能够进行有效的空气再循环,从而增加行驶路程,尤其是在寒冷天气条件下增加行驶路程。



1. 一种操作电动车辆 (EV) 热管理系统的方法, 所述EV热管理系统包括 (i) 基于制冷剂的热控制回路, 其连接到制冷剂-空气热交换器, 和 (ii) 基于冷却剂的热控制回路, 其连接到液体-空气热交换器, 和 (iii) 加热泵, 其整合到基于制冷剂的热控制回路, 和 (iv) 加热泵冷凝器, 其连接到基于冷却剂的热控制回路, 其中所述制冷剂-空气热交换器和所述液体-空气热交换器位于乘客车厢进气通道内, 该方法包括:

确定何时需要加热乘客车厢, 其中当乘客车厢需要加热时, 所述方法还包括:

将所述加热泵冷凝器连接到所述基于冷却剂的热控制回路, 所述加热泵冷凝器加热所述基于冷却剂的热控制回路内的冷却剂;

泵送所述冷却剂使其通过所述液体-空气热交换器;

将所述加热泵连接到所述基于制冷剂的热控制回路;

激活所述基于制冷剂的热控制回路; 和

使乘客车厢空气再循环通过所述液体-空气热交换器并通过所述制冷剂-空气热交换器, 其中所述液体-空气热交换器加热所述乘客车厢空气, 并且所述制冷剂-空气热交换器从所述乘客车厢空气中去除湿气。

2. 如权利要求1所述的方法, 所述激活所述基于制冷剂的热控制回路的步骤还包括泵送由所述制冷剂-空气热交换器移除的热能使其通过所述加热泵冷凝器, 其中所述加热泵冷凝器将所述热能传递给在所述基于冷却剂的热控制回路内的所述冷却剂, 并且其中所述泵送步骤由压缩机执行。

3. 如权利要求1所述的方法, 还包括: 当乘客车厢需要加热时激活辅助加热器, 所述辅助加热器连接到所述基于冷却剂的热控制回路并被配置成在被激活时加热流过所述液体-空气热交换器的所述冷却剂。

4. 如权利要求1所述的方法, 所述确定步骤还包括:

接受乘客对乘客车厢温度的请求;

监测当前乘客车厢温度;

将所述当前乘客车厢温度与所请求的乘客车厢温度进行比较; 和

当所述当前乘客车厢温度低于所述所请求的乘客车厢温度时, 激活乘客车厢加热。

5. 如权利要求1所述的方法, 还包括: 当乘客车厢需要加热时, 将外部冷凝器与所述基于制冷剂的热控制回路解除连接。

6. 如权利要求5所述的方法, 所述将所述外部冷凝器与所述基于制冷剂的热控制回路解除连接的步骤还包括关闭截止阀。

7. 如权利要求1至6中任一项所述的方法, 其中当乘客车厢需要加热时, 所述方法还包括:

从EV电池组中提取热能; 和

经由所述基于制冷剂的热控制回路将所述热能传递给所述加热泵。

8. 如权利要求1至6中任一项所述的方法, 其中当乘客车厢需要加热时, 所述方法还包括:

从EV动力系统提取热能; 和

经由所述基于制冷剂的热控制回路将所述热能传递给所述加热泵。

9. 如权利要求1至6中任一项所述的方法, 其中当乘客车厢需要加热时, 所述方法还包

括：

从EV动力电子设备中提取热能；和  
经由所述基于制冷剂的热控制回路将所述热能传递给所述加热泵。

## 用于提高电动车辆路程的气候控制系统

### 技术领域

[0001] 本发明一般地涉及电动车辆,并且更具体地,涉及操作热管理系统的方法,该方法改善电动车辆的加热系统的功效和效率,以便增加车辆行驶路程。

### 背景技术

[0002] 响应于由不断升级的燃料价格和全球变暖的可怕后果驱使的消费者的需求,汽车工业正在慢慢开始接受对超低排放、高效率汽车的需求。虽然业内一些人试图通过设计更高效的内燃机来实现这些目标,但其他人正在将混合动力或全电动传动系纳入其车辆阵容中。然而,为了满足消费者的期望,汽车工业不仅必须实现更环保的传动系统,而且必须在保持合理水平的性能、路程、可靠性、安全性和成本的同时实现这一目标。

[0003] 由于电动车辆其依赖可充电电池,电动车辆需要相对复杂的热管理系统以确保电池保持在其期望的工作温度范围内。此外,除了控制电池温度之外,热管理系统还必须能够加热和冷却车厢,同时不会过度影响车辆的整体操作效率。

[0004] 已经采取过各种方法来尝试并实现这些目标。例如,第6,360,835号美国专利公开了一种用于燃料电池动力车辆的热管理系统,该系统利用分享共同传热介质的低温和高温传热回路,需要双电路充分冷却车辆的放热组件并加热车辆的吸热组件。

[0005] 第7,789,176号美国专利公开了一种热管理系统,其利用多个冷却回路和单个热交换器。在示例性实施例中,一个冷却回路用于冷却能量存储系统,第二冷却回路对应于HVAC子系统,而第三冷却回路对应于驱动马达冷却系统。还公开了使用耦合到第一冷却回路的加热器,该加热器提供了在初始车辆操作期间或当暴露于非常低的环境温度时用于确保电池足够温暖的装置。

[0006] 第8,336,319号美国专利公开了一种EV双模式热管理系统,其被设计为优化两个冷却剂回路之间的效率,第一冷却回路与车辆电池热连通,以及第二冷却回路与至少一个传动系部件(诸如电动机或逆变器)热连通。所公开的系统使用双模阀系统在第一模式和第二操作模式之间配置热管理系统,其中在第一模式中两个冷却回路并联操作,而在第二模式中两个冷却回路串联操作。

[0007] 尽管现有技术公开了用于维持电池组和其他车辆子系统的温度的多种技术,但是需要一种改进的热管理系统,其有效地控制车厢空气温度,同时扩大车辆路程,尤其是在寒冷天气条件下。本发明提供了这种热管理系统和使用方法。

### 发明内容

[0008] 本发明提供了一种使用加热泵制冷系统从车辆的车厢空气中去除湿气的方法,从而允许车辆的HVAC系统再循环车厢空气并因此减少能量消耗。降低能量消耗可以显著改善电动汽车的行驶路程,特别是在寒冷的天气条件下。本发明的另一方面允许热能存储在电动车辆的电池组内,然后通过HVAC系统的加热泵提取热能。在本发明的另一方面,HVAC系统的加热泵可用于从车辆的动力系统和动力电子设备中提取和使用废热。

[0009] 通过参考说明书的其余部分和附图,可以实现对本发明的本质和优点的进一步理解。

### 附图说明

[0010] 应当理解,附图仅用于说明而非限制本发明的范围,并且不应视为按比例描绘。另外,不同附图中的相同参考标号应被理解为指代相同组件或类似功能的组件。

[0011] 图1示意性地示出了为使用传统内燃(IC)发动机的车辆设计的典型的加热、通风和空调(HVAC)系统;

[0012] 图2示出了图1的HVAC系统以及车辆排气口;

[0013] 图3示出了传统HVAC系统(例如图1和图2中所示的HVAC系统)的加热循环期间的热流路径;

[0014] 图4示出了适用于本发明的HVAC系统,该HVAC系统包括可用于既能提供车厢加热和又能提供车厢冷却的加热泵;

[0015] 图5示出了适用于本发明的HVAC系统,该HVAC系统包括加热泵、电池组冷却器和与车辆的动力系统和/或动力电子设备一起使用的附加冷却器;和

[0016] 图6示出了与使用根据本发明的HVAC系统相关联的方法。

### 具体实施方式

[0017] 如本文所用,单数形式“一”、“一个”和“该”旨在也包括复数形式,除非上下文另有明确说明。这里使用的术语“包括”,“包括的”,“包含”和/或“包含的”指定所述特征、处理步骤、操作、元件和/或组件的存在,但不排除存在或者添加一个或多个其他特征、处理步骤、操作、元件、组件和/或其组。如这里所使用的术语“和/或”和符号“/”意思是包括一个或多个相关所列项目的任何的和所有的组合。另外,尽管这里可以使用术语第一、第二等来描述各种步骤、计算或组件,但是这些步骤、计算或组件不应受这些术语的限制,而是这些术语仅用于区分一个和另一个的步骤、计算或组件。例如,第一计算可以被称为第二计算,并且类似地,第一步骤可以被称为第二步骤,并且类似地,第一组件可以被称为第二组件,而不脱离本公开的范围。

[0018] 图1示意性地示出了设计用于利用传统内燃(IC)机的车辆的典型加热、通风和空调(HVAC)系统。在HVAC系统100中,包含传热流体(例如液体冷却剂)的热控制回路101热连接到IC机103。IC机103加热包含在热回路101内的传热流体,然后使用冷却剂泵107将流体循环通过液体空气热交换器105。热交换器105定位成使得进入车辆的空气(例如沿着通道109),在通过热交换器的同时并且在进入舱室111之前被加热,从而提供简单的装置来为车厢提供热量。在该示例性配置中,通过热交换器105而不是绕过热交换器105转移的空气量由空气流动控制器113控制,其中空气流动控制器113可包括一个或多个叶片、百叶窗、挡板,或其他装置。通常,也使用一个或多个风扇(未示出)来控制流过热交换器105或绕热交换器105转移的空气量,例如位于进气口处的风扇、在空气管道/通道内的风扇,或以其他方式定位的风扇来控制。在图1所示的示例性HVAC系统中,多个空气控制表面115(例如,管道,通道,仪表板部件等)用于形成多个空气流动路径117,从而允许空气被引导至前挡风玻璃、直接在乘客车厢位置处、朝向乘客的脚或其他位置。百叶窗119(或其他装置)通常用于控制

通过每个空气流动路径117的空气量。

[0019] 示例性HVAC系统100还包括基于制冷剂的热控制回路121。控制回路121包括用于将回路中包含的低温蒸汽压缩成高温蒸汽的压缩机123,以及在其中一部分捕获的热量被消散的冷凝器125。在通过冷凝器125之后,制冷剂将状态从蒸汽变为液体,液体在一般压力下保持在饱和温度以下的温度。制冷剂热回路经由热膨胀阀129连接到制冷剂-空气热交换器127,热膨胀阀129控制制冷剂进入热交换器127的流速。热交换器127,在此也称为蒸发器,提供冷却车厢111内空气的装置。另外,在寒冷天气下,蒸发器127和相同的制冷系统可用于在进入空气被热交换器105加热之前从中除去湿气,从而减少窗户雾化。这两个过程,即冷却车厢和对进入的空气进行除湿,都从HVAC供应空气中移除热量。

[0020] 如上所述,在寒冷天气期间,热控制回路101和热交换器105用于将进入的空气加热到舒适的温度,之后经由多个通风口中的一个或多个使加热的空气强制进入车厢(例如,空气流动路径117)。车厢111内的暖空气通过一个或多个排气口排出(参见例如图2中的排气口201)。在图1和2中所示的传统HVAC系统中,所排空气中包含的热量不会再循环回到车厢。图3示出了在HVAC系统100在寒冷天气期间使用的总体能量流动路径。

[0021] 虽然在冷却模式下操作系统时车厢空气的再循环是常见的,但是在以加热模式操作的典型HVAC系统中,经加热的车厢空气被排出回到周围环境而不是再循环(即,图3所示的步骤301的流动路径)。这是因为湿气积聚在温暖的车厢空气中,且如果湿空气再循环,湿气会凝结在冷窗户上,导致窗户起雾并降低能见度。由于新鲜冷空气中的湿度通常非常低,因此在车厢加热期间持续使用新鲜空气降低了窗户雾化的机会和/或严重性。

[0022] 在车厢加热期间使用新鲜空气对配备有IC机的传统车辆的里程数的影响非常小,因为如上所述的这种车辆中的HVAC系统利用废热。与此形成鲜明对比的是,电动车辆(EV)中对车辆路程的影响可能很大,因为EV使用来自电池的存储电能用于加热过程,否则电能可用于操作车辆的电动机。这种效果在低路程EV中尤其成问题,其中在寒冷天气期间驾驶路程的缩短可能显著影响车辆的有效性。如下面详细描述,本发明缓解了这个问题并且利于在寒冷天气中使用EV。

[0023] 根据本发明,车辆的HVAC系统使用加热泵401。加热泵系统具有使用制冷系统提供冷却和加热的能力。另外,且根据本发明,加热泵系统用于(i)使用蒸发器127去除车厢空气中的湿气,以及(ii)通过加热泵冷凝器403再循环从蒸发器移除的热能并使其移回到再循环的车厢空气。这个过程实现了两个好处:首先,系统将从除湿过程中获得的热能再循环回到车厢内,而不是将其排出到周围环境中;而第二,系统在非常寒冷的日子使车厢空气再循环,同时减少窗户起雾的可能性。通过再循环已温暖的车厢空气而不是将其排出到外部环境,可以大大减少用于车厢加热的能量使用,导致当环境温度低(例如,冬天)时EV行驶路程的增加。

[0024] 图4示出了适用于本发明的HVAC系统400,系统400利用加热泵401,其可用于既提供车厢加热和也提供车厢冷却。如图所示,系统400包括两个冷凝器,如前面所示的HVAC系统中的外部冷凝器125,以及加热泵冷凝器403。当HVAC系统400在冷却模式下操作时,即,当环境温度高时,基于制冷剂的热控制回路121如前所述地操作,经由热交换器127(即,冷却系统的蒸发器)向乘客车厢111提供冷空气。当HVAC系统400以该模式操作时,截止阀405保持打开而截止阀407保持关闭,从而将制冷剂引导到外部冷凝器125并允许捕获的热量排出

到周围环境。在加热泵运行期间,截止阀405关闭并且截止阀407打开,从而允许热回路121内的高压高温制冷剂流过加热泵冷凝器403。加热泵冷凝器403可以是如图所示的液冷冷凝器,其中从蒸发器除去的热量传递给流过加热泵冷凝器的冷却剂。可以使用部署在相同冷却剂回路中的辅助加热器409将额外的热量添加到车厢加热回路101。

[0025] 来自车厢的暖湿空气(参见示例性空气路径411)被循环通过具有制冷回路蔓延的HVAC系统。温暖潮湿的空气首先进入蒸发器127。进入蒸发器127的空气被冷却到低温,优选刚好高于水的三相点(即 $0.01^{\circ}\text{C}$ )。通过冷却温暖潮湿的空气,除去湿气。然后,压缩机123将从蒸发器127除去的热能(包括湿气的潜在热能)通过截止阀407泵送到加热泵冷凝器。从蒸发器中除去的热能和压缩机功率的等效热能然后被传递到冷却剂(或空气),并且随着热空气通过液-气热交换器105时,该热量最终用于再加热再循环的空气。必要时,辅助加热器409可用于经由液-气热交换器105提供额外的热量。在通过加热泵后,制冷剂使用膨胀阀129膨胀到较低温度(压力),从而使得循环能够继续。

[0026] 应当理解,可以在不脱离本发明的情况下修改上述系统。例如,空气侧内部冷凝器可用于直接加热空气。

[0027] 注意,当HVAC系统在冷却模式下操作时,上述HVAC系统还可用于减少热天期间的能量消耗。通常,特别是在具有高湿度水平的区域中,必须首先将潮湿空气冷却至足以从空气中除去湿气的低温(例如,冷却至水的三相点,即 $0.01^{\circ}\text{C}$ )。然后必须将空气重新加热到车辆乘客所请求的温度。利用图4中所示的加热泵,来自蒸发器127的一部分热能可以使用加热泵冷凝器传递回冷却剂回路121。然后,该能量可用于使用液-气热交换器105将除湿空气再加热到所需温度。

[0028] 在本发明的优选实施例中,并且如图5所示,车辆是EV,并且HVAC系统500包括可以从电池组503中提取热能的电池冷却器501。另外,在这种配置中例如,例如当车辆插入外部充电能源时,通过将电池组温度提升所需的量(例如,通常在 $5^{\circ}$ 至 $30^{\circ}\text{C}$ 的范围内),可以将热能存储在车辆的电池组内。

[0029] 注意,除了通过在寒冷天气驾驶期间再循环暖的乘客空气来增加驾驶路程之外,所公开的系统还可用于对电池组503进行加热以确保电池在优选的操作温度范围内操作。可以使用加热器409加热电池组503并组合电池和车厢冷却剂回路。备选地,电池组可以使用独立的电池加热器,从而允许电池和车厢冷却剂回路保持分离。电池组也可以通过其他方式加热,例如通过充电或放电过程。

[0030] 在正常驱动期间,可以通过与电池组热接触(直接热接触电池组或者通过电池组冷却剂系统与电池组热接触)的电池冷却器501而从热调节电池中恢复存储在电池组503中的能量。而

[0031] 如图5所示,在该实施例中,第二膨胀阀505用于使制冷剂膨胀通过电池冷却器,从而提取存储在电池组内的热能。该热能传递到冷却剂或经由加热泵冷凝器403直接传递到车厢空气。备选地,可以通过电池冷却器和蒸发器同时进行膨胀。

[0032] 虽然加热泵系统的优选实施例从电池组提取热能,但应该理解,可以使用相同的方法从推进动力系统和/或相关电子设备中提取热能,尽管动力系统/电子设备产生的废热量通常远小于电池组产生的废热量。除了从电池组提取热能之外或者代替从电池组提取热能,可以从动力系统和/或电力电子设备中提取热能。在图5所示的实施例中,该额外热能的

潜在源由冷却器507表示,冷却器507与动力系统和/或动力电子设备509热接触并通过膨胀阀511连接到加热泵系统。请注意,虽然显示了单独的冷却器,但是单个冷却器可以与电池组和动力系统/电力电子设备一起使用,假设单个冷却器与电池组和动力系统/电力电子设备热连接。

[0033] 通过使用加热泵,并且如上所述,车厢空气可以通过HVAC系统再循环,从而降低维持所需车厢温度所需的能量。对于路程在250到300英里路程内且使用传统HVAC系统的远程电动车辆,发明人发现在极冷天进行几次30分钟的行程可以将行驶路程减少15%至30%,假设乘客车厢被加热到舒适的温度范围。显然,对于行驶路程相对较低的电动车EV,影响要大得多,高达40%。通过使用如上所述的空气再循环,可以显著减小该行驶路程的损失。

[0034] 在EV中,使用如上所述的电池组作为热能存储器可以进一步将EV的路程扩大5%至10%,因为在加热车厢时消耗的电能更少。类似地,使用动力系统废热回收可以进一步将电动车辆的路程扩大5%至10%,因为在加热车厢时消耗的电能更少。通常,动力系统废热回收方法在长时间驾驶期间更有利。

[0035] 图6示出了与包括根据本发明的加热泵的HVAC系统相关联的方法。在典型场景下,确定是以冷却模式还是以加热模式操作HVAC系统是将当前车厢空气温度与所请求的车厢空气温度进行比较的结果(步骤601)。通常通过调节恒温器来输入所请求的车厢空气温度,其中恒温器接口可以是触摸屏、仪表盘或其他装置。如果HVAC系统确定当前空气温度低于期望的温度,则HVAC系统激活加热模式(步骤603)。一旦HVAC系统的加热模式被激活,冷却剂被泵送通过加热泵冷凝器403(步骤605),制冷回路121被激活(步骤607),并且系统被切换到加热泵模式(609)。另外,阀407打开(步骤611),而外侧冷凝器125与基于制冷剂的热控制回路121解除连接,从而允许热回路121内的高压高温制冷剂流过加热泵冷凝器403。冷却泵(例如,泵107)以及制冷回路被激活后,当暖的车厢空气再循环通过HVAC系统时(步骤613),湿气经由制冷剂-空气热交换器127被移除并经由液-气热交换器105加热。如果需要并且如上所述,可以使用辅助加热器409将额外的热量添加到车厢加热回路101(步骤615)。作为辅助加热器的替代或补充,可以启动电池组和/或动力系统和/或电力电子设备的制冷冷却(步骤617),从而使热能能够从电池组和/或动力系统和/或电力电子器件提取并传递到加热泵冷凝器(步骤619)。

[0036] 已经以一般术语描述了系统和方法,以帮助理解本发明的细节。在一些情况下,没有具体示出或描述公知的结构,材料和/或操作以避免模糊本发明的各方面。在其他情况下,给出了具体细节以便提供对本发明的透彻理解。相关领域的技术人员将认识到,本发明可以以其他特定形式实施,例如以适应特定系统或装置或情况或材料或部件,而不脱离其精神或本质特征。因此,本文的公开内容和描述旨在说明而非限制本发明的范围。

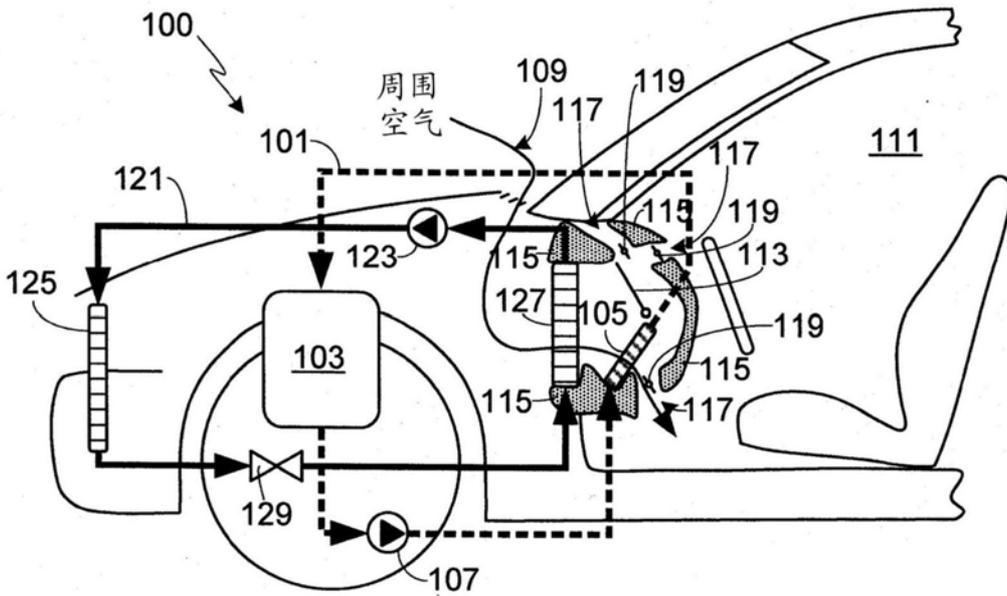


图1

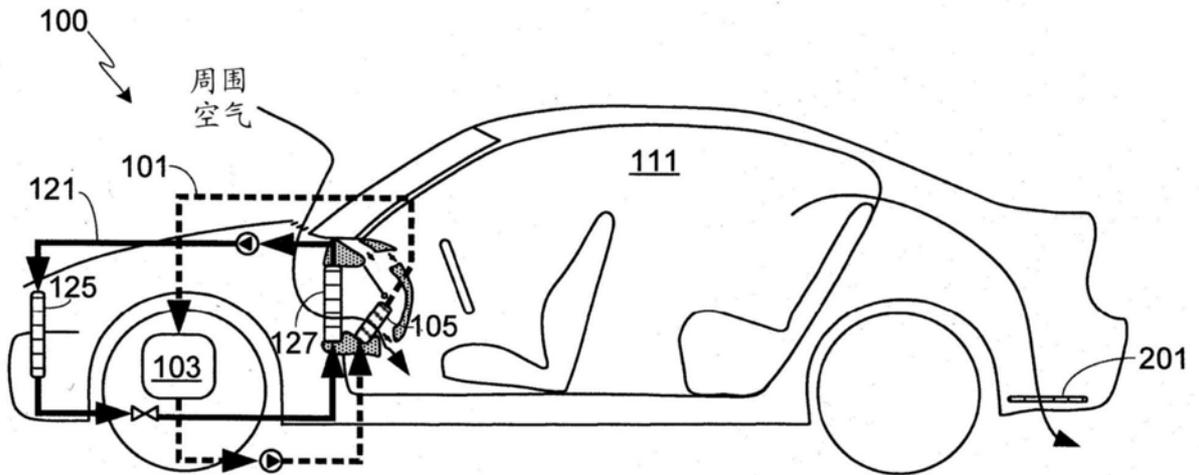


图2

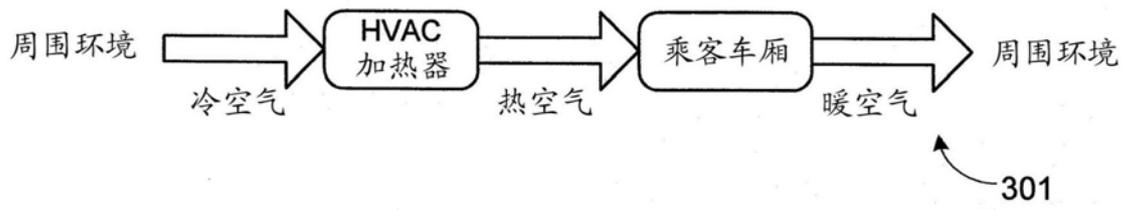


图3

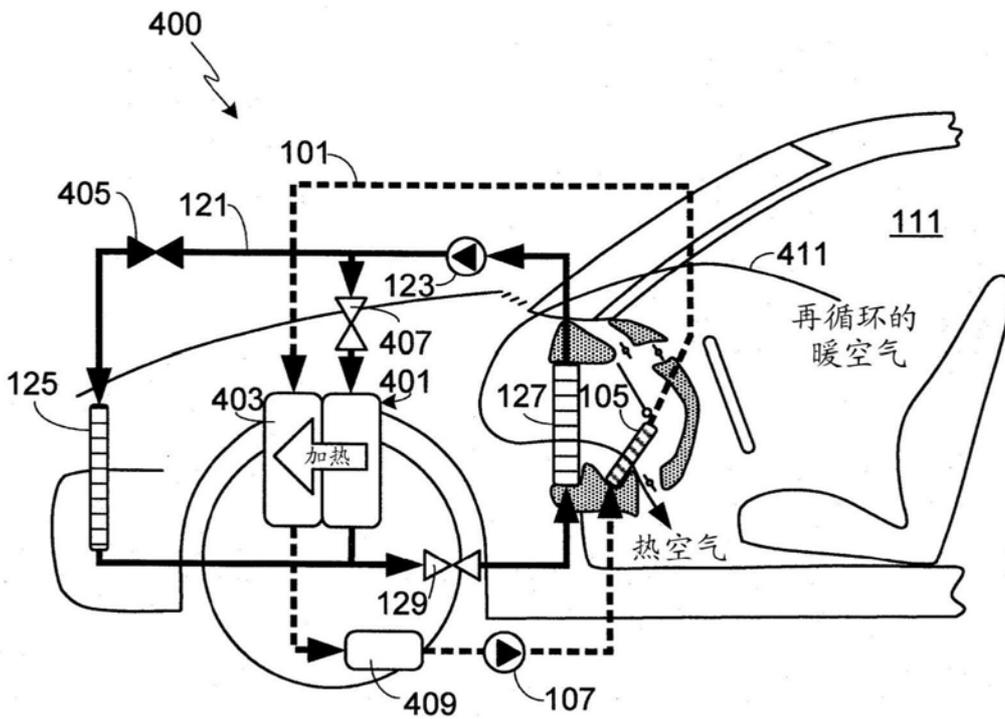


图4

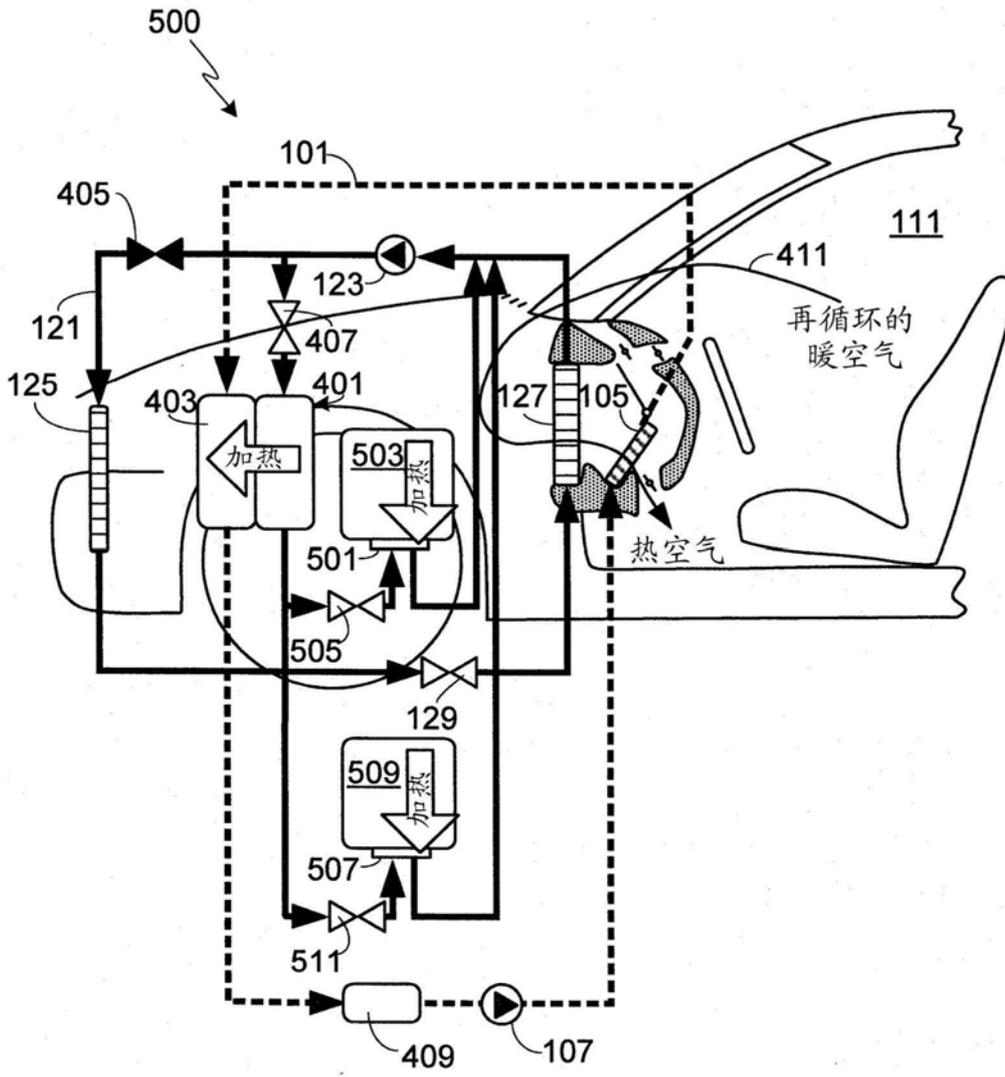


图5

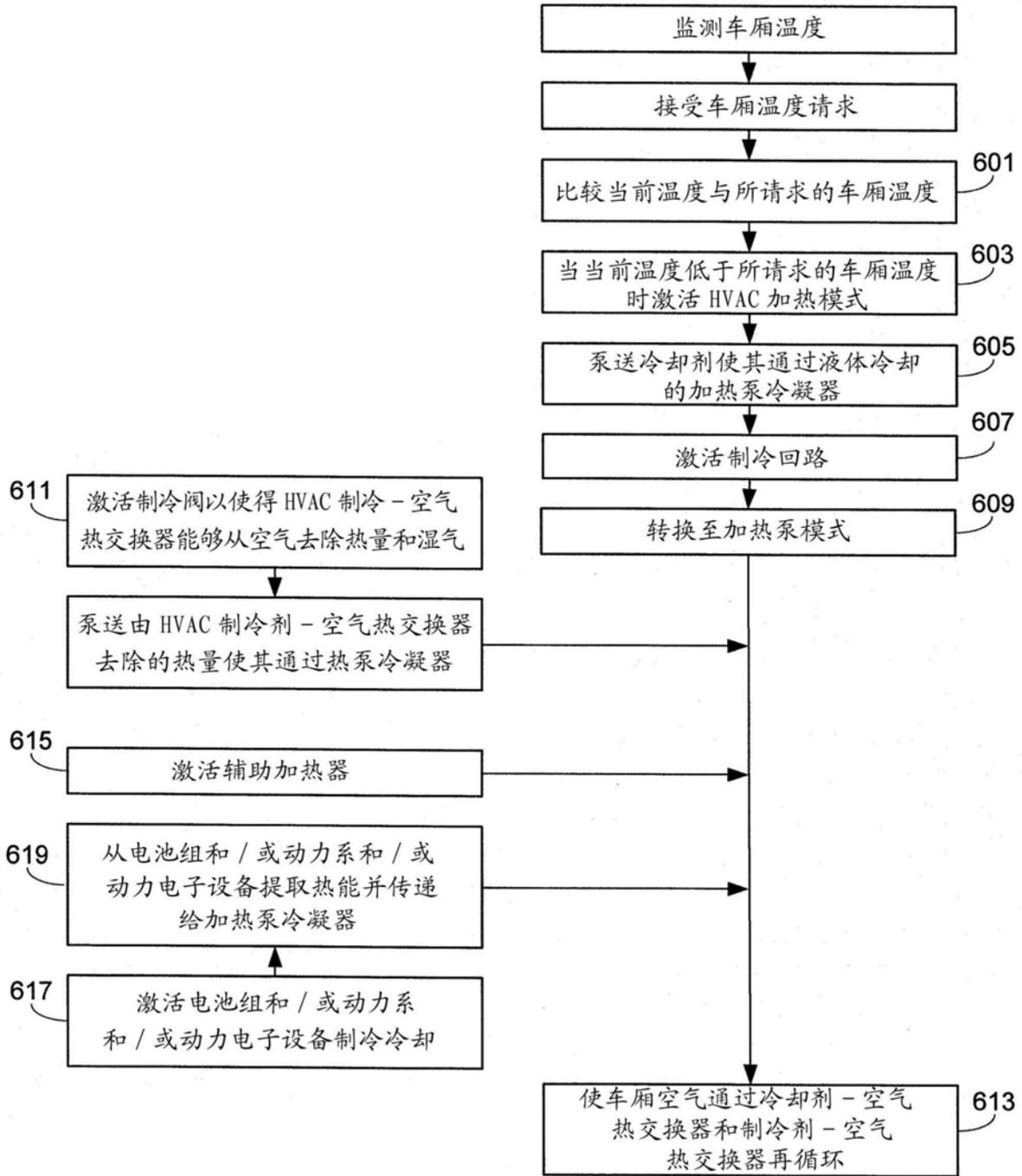


图6