



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108248331 B

(45) 授权公告日 2023. 11. 14

(21) 申请号 201611246469.9

(22) 申请日 2016.12.29

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108248331 A

(43) 申请公布日 2018.07.06

(73) 专利权人 比亚迪股份有限公司
地址 518118 广东省深圳市坪山新区比亚
迪路3009号

(72) 发明人 黄健 陈雪峰 叶梅娇

(74) 专利代理机构 北京英创嘉友知识产权代理
事务所(普通合伙) 11447
专利代理师 辛自强 陈庆超

(51) Int. Cl.
B60H 1/00 (2006.01)

(56) 对比文件

- CN 206456203 U, 2017.09.01
- CN 103287239 A, 2013.09.11
- CN 202915593 U, 2013.05.01
- CN 103090463 A, 2013.05.08
- CN 104121724 A, 2014.10.29
- US 2003177778 A1, 2003.09.25

审查员 陈健

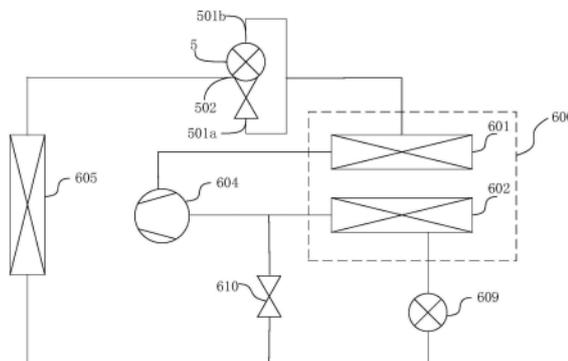
权利要求书2页 说明书13页 附图7页

(54) 发明名称

热泵空调系统及电动汽车

(57) 摘要

本公开涉及了一种热泵空调系统及电动汽车。热泵空调系统包括压缩机、室内冷凝器、室内蒸发器、室外换热器和膨胀开关阀,压缩机的出口与室内冷凝器的入口连通,室内冷凝器的出口与膨胀开关阀的第二进口连通,膨胀开关阀的出口与室外换热器的入口连通,室外换热器(605)的出口选择性地经由第一通流支路与压缩机的入口连通或经由第一节流支路与室内蒸发器的入口连通,室内蒸发器的出口与压缩机的入口连通,压缩机的出口或室内冷凝器的出口还与膨胀开关阀的第一进口连通。由此,可以达到提高采暖能效,满足除霜除雾法规要求,便于安装等效果,简化管路连接,降低成本,并且减少整个热泵空调系统的制冷剂充注量,便于压缩机回油。



1. 一种热泵空调系统,其特征在于,包括风门机构、压缩机(604)、室内冷凝器(601)、室内蒸发器(602)、室外换热器(605)和膨胀开关阀(5),所述风门机构用于导通通向所述室内蒸发器(602)和所述室内冷凝器(601)的风道;

所述膨胀开关阀(5)包括阀体(500),该阀体(500)上形成有第一进口(501a)、第二进口(501b)、出口(502)以及连通在所述第一进口(501a)、第二进口(501b)和所述出口(502)之间的内部流道,所述内部流道上安装有第一阀芯(503)和第二阀芯(504),所述第一阀芯(503)使得所述第一进口(501a)和所述出口(502)直接连通或断开连通,所述第二阀芯(504)使得所述第二进口(501b)和所述出口(502)通过节流孔(505)连通或断开连通,

所述压缩机(604)的出口与所述室内冷凝器(601)的入口连通,所述室内冷凝器(601)的出口与所述膨胀开关阀(5)的第二进口(501b)连通,所述膨胀开关阀(5)的出口(502)与所述室外换热器(605)的入口连通,所述室外换热器(605)的出口选择性地经由第一通流支路与所述压缩机(604)的入口连通或经由第一节流支路与所述室内蒸发器(602)的入口连通,所述室内蒸发器(602)的出口与所述压缩机(604)的入口连通,所述压缩机(604)的出口或所述室内冷凝器(601)的出口还与所述膨胀开关阀(5)的第一进口(501a)连通。

2. 根据权利要求1所述的热泵空调系统,其特征在于,所述第一通流支路上设置有第一开关阀(610),所述第一节流支路上设置有第一膨胀阀(609)。

3. 根据权利要求1所述的热泵空调系统,其特征在于,所述室内蒸发器(602)的出口经由单向阀(615)与所述压缩机(604)的入口连通。

4. 根据权利要求1所述的热泵空调系统,其特征在于,所述热泵空调系统应用于电动汽车,所述第一通流支路上还设置有板式换热器(612),该板式换热器(612)同时设置在所述电动汽车的电机冷却系统中。

5. 根据权利要求4所述的热泵空调系统,其特征在于,所述第一通流支路上设置有第一开关阀(610),所述板式换热器(612)的制冷剂入口(612a)与所述室外换热器(605)的出口连通,所述板式换热器(612)的制冷剂出口(612b)与所述第一开关阀(610)的入口连通。

6. 根据权利要求4所述的热泵空调系统,其特征在于,所述电机冷却系统包括与所述板式换热器(612)串联以形成回路的电机、电机散热器(613)和水泵(614)。

7. 根据权利要求1所述的热泵空调系统,其特征在于,所述系统还包括气液分离器(611),所述室内蒸发器(602)的出口与所述气液分离器(611)的入口连通,所述室外换热器(605)的出口经由所述第一通流支路与所述气液分离器(611)的入口连通,所述气液分离器(611)的出口与所述压缩机(604)的入口连通。

8. 根据权利要求1所述的热泵空调系统,其特征在于,所述内部流道包括分别与所述第一进口(501a)和所述第二进口(501b)连通的第一流道(506)和第二流道(507),所述第一流道(506)上形成有与所述第一阀芯(503)配合的第一阀口(516),所述节流孔(505)形成在所述第二流道(507)上以形成为与所述第二阀芯(504)配合的第二阀口(517),所述第一流道(506)和所述第二流道(507)交汇于所述第二阀口(517)的下游并与所述出口(502)连通。

9. 根据权利要求8所述的热泵空调系统,其特征在于,所述第二流道(507)与所述出口(502)相互垂直,所述第一流道(506)形成为与所述第二流道(507)相互平行的第一通孔(526),所述第二进口(501b)通过开设在所述第二流道(507)侧壁上的第二通孔(527)与所述第二流道(507)连通,所述第一通孔(526)和所述第二通孔(527)分别与所述第一进口

(501a)和所述第二进口(501b)连通。

10.根据权利要求9所述的热泵空调系统,其特征在于,所述第一通孔(526)和所述第二流道(507)分别通过第三通孔(508)和第四通孔(509)与所述出口(502)连通,所述第三通孔(508)和第四通孔(509)同轴且相向开设,并与所述出口(502)相互垂直。

11.根据权利要求1或者8-10中任意一项所述的热泵空调系统,其特征在于,所述第一进口(501a)和第二进口(501b)相互平行地开设于所述阀体(500)的同一侧上,所述出口(502)分别平行于所述第一进口(501a)和第二进口(501b)。

12.根据权利要求11所述的热泵空调系统,其特征在于,所述出口(502)设置在所述第一阀芯(503)和所述第二阀芯(504)之间。

13.根据权利要求8-10中任一项所述的热泵空调系统,其特征在于,所述第一阀芯(503)沿移动方向与所述第一阀口(516)同轴布设以可选择地封堵或脱离所述第一阀口(516)。

14.根据权利要求8-10中任一项所述的热泵空调系统,其特征在于,所述第二阀芯(504)沿移动方向与所述第二阀口(517)同轴布设以可选择地封堵或脱离所述第二阀口(517)。

15.根据权利要求13所述的热泵空调系统,其特征在于,所述第一阀芯(503)包括第一阀杆(513)和连接在该第一阀杆(513)端部的第一堵头(523),该第一堵头(523)用于密封压紧在所述第一阀口(516)的端面上以封堵所述第一流道(506)。

16.根据权利要求14所述的热泵空调系统,其特征在于,所述第二阀芯(504)包括第二阀杆(514),该第二阀杆(514)的端部形成为锥形头结构,所述第二阀口(517)形成为与该锥形头结构相配合的锥形孔结构。

17.根据权利要求1所述的热泵空调系统,其特征在于,所述阀体(500)包括形成所述内部流道的阀座(510)和安装在该阀座(510)上的第一阀壳(511)和第二阀壳(512),所述第一阀壳(511)内安装有用于驱动所述第一阀芯(503)的第一电磁驱动部(521),所述第二阀壳(512)内安装有用于驱动所述第二阀芯(504)的第二电磁驱动部(522),所述第一阀芯(503)从所述第一阀壳(511)延伸至所述阀座(510)内的所述内部流道,所述第二阀芯(504)从所述第二阀壳(512)延伸至所述阀座(510)内的所述内部流道。

18.根据权利要求17所述的热泵空调系统,其特征在于,所述阀座(510)形成为多面体结构,所述第一阀壳(511)和所述第二阀壳(512)设置在该多面体结构的同一表面上,所述第一进口(501a)和所述第二进口(501b)设置在该多面体结构的同一表面上,且所述第一阀壳(511)、所述第一进口(501a)和所述出口(502)分别设置在该多面体结构的不同表面上,其中,所述第一阀壳(511)和所述第二阀壳(512)的安装方向相互平行,所述第一进口(501a)和所述出口(502)的开口方向相互平行。

19.一种电动汽车,其特征在于,包括根据权利要求1-18中任意一项所述的热泵空调系统。

热泵空调系统及电动汽车

技术领域

[0001] 本公开涉及汽车空调系统,具体地,涉及一种热泵空调系统,还涉及一种设置有该热泵空调系统的电动汽车。

背景技术

[0002] 电动汽车没有传统汽车用来采暖的发动机余热,无法提供采暖热源。因此,电动汽车的空调系统必须自身具有供暖的功能,即采用热泵型空调系统和/或电加热供热。

[0003] 公开号为CN102788397A的实用新型专利公开了一种电动汽车热泵空调系统。该热泵空调系统虽然可以在各类电动汽车中使用,但是该系统使用两个室外换热器(一个室外冷凝器和一个室外蒸发器),导致汽车前端模块风阻较大,系统结构较复杂,影响采暖效果。

[0004] 另外,该热泵空调系统中有时需要控制制冷剂节流降压或者只通过不节流,而现有的电子膨胀阀只能控制制冷剂节流或者不通过。为满足热泵系统的这种需求,现有技术要用到电子膨胀阀和电磁开关阀并联的结构。这种结构需要用到两个三通接头、六根管路,结构比较复杂,不便于安装。当电磁阀关闭,使用电子膨胀阀时,电子膨胀阀进口为中温高压的液态制冷剂,电子膨胀阀出口为低温低压的液态制冷剂,由于管路是连通的,所以电磁阀的进出口也分别跟电子膨胀阀进出口的制冷剂状态一致,电磁阀进出口的制冷剂压力温度不一样,容易对电磁阀的内部结构造成损坏。另外,由于管路比较多,会提高整个热泵空调系统的制冷剂充注量,提高成本。热泵空调系统在低温下工作时,压缩机回油会比较困难,这种复杂的结构还会不利于热泵空调系统的回油。

发明内容

[0005] 本公开的目的是提供一种热泵空调系统及电动汽车,以解决上述技术问题。

[0006] 为了实现上述目的,根据本公开的第一方面,提供一种热泵空调系统,包括压缩机、室内冷凝器、室内蒸发器、室外换热器和膨胀开关阀,所述膨胀开关阀包括阀体,该阀体上形成有第一进口、第二进口、出口以及连通在所述第一进口、第二进口和所述出口之间的内部流道,所述内部流道上安装有第一阀芯和第二阀芯,所述第一阀芯使得所述第一进口和所述出口直接连通或断开连通,所述第二阀芯使得所述第二进口和所述出口通过节流孔连通或断开连通,所述压缩机的出口与所述室内冷凝器的入口连通,所述室内冷凝器的出口与所述膨胀开关阀的第二进口连通,所述膨胀开关阀的出口与所述室外换热器的入口连通,所述室外换热器的出口选择性地经由第一通流支路与所述压缩机的入口连通或经由第一节流支路与所述室内蒸发器的入口连通,所述室内蒸发器的出口与所述压缩机的入口连通,所述压缩机的出口或所述室内冷凝器的出口还与所述膨胀开关阀的第一进口连通。

[0007] 可选地,所述第一通流支路上设置有第一开关阀,所述第一节流支路上设置有第一膨胀阀。

[0008] 可选地,所述室内蒸发器的出口经由单向阀与所述压缩机的入口连通。

[0009] 可选地,所述热泵空调系统应用于电动汽车,所述第一通流支路上还设置有板式

换热器,该板式换热器同时设置在所述电动汽车的电机冷却系统中。

[0010] 可选地,所述第一通流支路上设置有第一开关阀,所述板式换热器的制冷剂入口与所述室外换热器的出口连通,所述板式换热器的制冷剂出口与所述第一开关阀的入口连通。

[0011] 可选地,所述电机冷却系统包括与所述板式换热器串联以形成回路的电机、电机散热器和水泵。

[0012] 可选地,所述系统还包括气液分离器,所述室内蒸发器的出口与所述气液分离器的入口连通,所述室外换热器的出口经由所述第一通流支路与所述气液分离器的入口连通,所述气液分离器的出口与所述压缩机的入口连通。

[0013] 可选地,所述内部流道包括分别与所述第一进口和第二进口连通的第一流道和第二流道,所述第一流道上形成有与所述第一阀芯配合的第一阀口,所述节流孔形成在所述第二流道上以形成为与所述第二阀芯配合的第二阀口,所述第一流道和所述第二流道交汇于所述第二阀口的下游并与所述出口连通。

[0014] 可选地,所述第一阀芯和第二阀芯相互平行。

[0015] 可选地,所述第二流道与所述出口相互垂直,所述第一流道形成为与所述第二流道相互平行的第一通孔,所述第二进口通过开设在所述第二流道侧壁上的第二通孔与所述第二流道连通,所述第一通孔和所述第二通孔分别与所述第一进口和所述第二进口连通。

[0016] 可选地,所述第一通孔和所述第二流道分别通过第三通孔和第四通孔与所述出口连通,所述第三通孔和第四通孔同轴且相向开设,并与所述出口相互垂直。

[0017] 可选地,所述第一进口和第二进口相互平行地开设于所述阀体的同一侧上,所述出口分别平行于所述第一进口和第二进口。

[0018] 可选地,所述出口设置在所述第一阀芯和所述第二阀芯之间。

[0019] 可选地,所述第一阀芯沿移动方向与所述第一阀口同轴布设以可选择地封堵或脱离所述第一阀口。

[0020] 可选地,所述第二阀芯沿移动方向与所述第二阀口同轴布设以可选择地封堵或脱离所述第二阀口。

[0021] 可选地,所述第一阀芯包括第一阀杆和连接在该第一阀杆端部的第一堵头,该第一堵头用于密封压靠在所述第一阀口的端面上以封堵所述第一流道。

[0022] 可选地,所述第二阀芯包括第二阀杆,该第二阀杆的端部形成为锥形头结构,所述第二阀口形成为与该锥形头结构相配合的锥形孔结构。

[0023] 可选地,所述阀体包括形成所述内部流道的阀座和安装在该阀座上的第一阀壳和第二阀壳,所述第一阀壳内安装有用于驱动所述第一阀芯的第一电磁驱动部,所述第二阀壳内安装有用于驱动所述第二阀芯的第二电磁驱动部,所述第一阀芯从所述第一阀壳延伸至所述阀座内的所述内部流道,所述第二阀芯从所述第二阀壳延伸至所述阀座内的所述内部流道。

[0024] 可选地,所述阀座形成为多面体结构,所述第一阀壳和所述第二阀壳设置在该多面体结构的同一表面上,所述第一进口和所述第二进口设置在该多面体结构的同一表面上,且所述第一阀壳、所述第一进口和所述出口分别设置在该多面体结构的不同表面上,其中,所述第一阀壳和所述第二阀壳的安装方向相互平行,所述进口和所述出口的开口方向

相互平行。

[0025] 根据本公开的第二方面,提供一种电动汽车,包括根据本公开的第一方面提供的所述热泵空调系统。

[0026] 本公开提供的热泵空调系统,在不改变制冷剂循环方向的情况下即可实现汽车空调系统制冷和制热、室外侧换热器除霜功能,且能满足同时制冷采暖的需求。在室外换热器旁通除霜过程中,仍能满足车内采暖需求。此外,由于本公开的热泵空调系统仅采用一个室外换热器,因此能够减小汽车前端模块的风阻,解决了无发动机余热循环系统的纯电动车或混合动力车使用纯电动模式的汽车热泵空调系统采暖能效低、无法满足除霜除雾法规要求、安装复杂等问题,达到降低能耗、简化系统结构,方便管路布置的效果。此外,通过在热泵空调系统中安装膨胀开关阀,可以简化管路连接,降低成本,并且减少整个热泵空调系统的制冷剂充注量,便于压缩机回油;另外,本公开提供的热泵空调系统具有结构简单特点,因此易于批量生产。

[0027] 本公开的其他特征和优点将在随后的具体实施方式部分予以详细说明。

附图说明

[0028] 附图是用来提供对本公开的进一步理解,并且构成说明书的一部分,与下面的具体实施方式一起用于解释本公开,但并不构成对本公开的限制。在附图中:

[0029] 图1是根据本公开的一种实施方式提供的热泵空调系统的结构示意图;

[0030] 图2是根据本公开的另一种实施方式提供的热泵空调系统的结构示意图;

[0031] 图3是根据本公开的另一种实施方式提供的热泵空调系统的结构示意图;

[0032] 图4是根据本公开的另一种实施方式提供的热泵空调系统的结构示意图;

[0033] 图5是根据本公开的一示例性实施方式提供的膨胀开关阀的沿一个方向的立体结构示意图;

[0034] 图6是根据本公开的一示例性实施方式提供的膨胀开关阀的沿另一个方向的立体结构示意图;

[0035] 图7是根据本公开的一示例性实施方式提供的膨胀开关阀的剖面结构示意图,其中,第一阀口处于打开状态,第二阀口处于闭合状态;

[0036] 图8是根据本公开的一示例性实施方式提供的膨胀开关阀的另一剖面结构示意图,其中,第一阀口处于闭合状态,第二阀口处于打开状态;

[0037] 图9是根据本公开的一示例性实施方式提供的膨胀开关阀的第一内部结构示意图,其中,第一阀口处于打开状态;

[0038] 图10是根据本公开的一示例性实施方式提供的膨胀开关阀的第二内部结构示意图,其中,第二阀口处于打开状态。

具体实施方式

[0039] 以下结合附图对本公开的具体实施方式进行详细说明。应当理解的是,此处所描述的具体实施方式仅用于说明和解释本公开,并不用于限制本公开。

[0040] 在本公开中,在未作相反说明的情况下,使用的方位词如“上、下、左、右”通常是相对于附图的图面方向而言的,“上游、下游”是相对于媒介,如,制冷剂的流动方向而言的,具

体地,朝向制冷剂的流动方向为下游,背离制冷剂的流动方向为上游,“内、外”是指相应部件轮廓的内与外。

[0041] 在本公开中,电动汽车可以包括纯电动汽车、混合动力汽车、燃料电池汽车。

[0042] 图1是根据本公开的第一种实施方式的热泵空调系统的结构示意图。如图1所示,该系统可以包括:HVAC(采暖通风及空调,Heating Ventilation and Air Conditioning)总成600和风门机构(未示出),其中,风门机构可以用于导通通向室内蒸发器602和室内冷凝器601的风道。此外,所述系统还包括膨胀开关阀5、压缩机604和室外换热器605。其中,HVAC总成600可以包括室内冷凝器601和室内蒸发器602。压缩机604的出口与室内冷凝器601的入口连通,室内冷凝器601的出口与膨胀开关阀5的第二进口501b连通,膨胀开关阀5的出口502与室外换热器605的入口连通,室外换热器605的出口选择性地经由第一节流支路与室内蒸发器602的入口连通或经由第一通流支路与压缩机604的入口连通,室内蒸发器602的出口与压缩机604的入口连通,室内冷凝器601的出口还与膨胀开关阀5的第一进口501a连通。换言之,室外换热器605的出口选择性地经由膨胀开关阀5的节流流道或者膨胀开关阀5的通流流道与室外换热器605的入口连通。

[0043] 在本公开中,膨胀开关阀是同时具有膨胀阀功能(亦可称为电子膨胀阀功能)和开关阀功能(亦可称为电磁阀功能)的阀门,可以将其视为是开关阀与膨胀阀的集成。在膨胀开关阀的内部形成有通流流道和节流流道,当膨胀开关阀作为开关阀使用时,其内部的通流流道导通,此时形成通流支路;当膨胀开关阀作为膨胀阀使用时,其内部的节流流道导通,此时形成节流支路。

[0044] 在本公开中,室外换热器605的出口要么经由第一通流支路与压缩机604的入口连通,要么经由第一节流支路与室内蒸发器602的入口连通。可以采用多种方式来实现这种连通方式。例如,在一种实施方式中,如图1所示,第一通流支路上设置有第一开关阀610,第一节流支路上设置有第一膨胀阀609。具体地,如图2所示,室外换热器605的出口经由第一开关阀610与压缩机604的入口连通以形成第一通流支路,室外换热器605的出口经由第一膨胀阀609与室内蒸发器602的入口连通以形成第一节流支路。当系统处于高温制冷模式下时,第一膨胀阀609导通,第一开关阀610关闭,室外换热器605的出口经由第一节流支路与室内蒸发器602的入口连通。当系统处于低温采暖模式下时,第一开关阀610导通,第一膨胀阀609关闭,室外换热器605的出口经由第一通流支路与压缩机604的入口连通。

[0045] 图2示出了根据本公开的另一实施方式的热泵空调系统的结构示意图。如图2所示,该热泵空调系统还可以包括气液分离器611和单向阀615,其中,室内蒸发器602的出口与气液分离器611的入口连通,室外换热器605的出口经由第一通流支路与气液分离器611的入口连通,气液分离器611的出口与压缩机604的入口连通。这样,经室内蒸发器602或者第一开关阀610流出的制冷剂可以首先经过气液分离器611进行气液分离,分离出的气体再回流到压缩机604中,从而防止液态制冷剂进入到压缩机604而损坏压缩机604,从而可以延长压缩机604的使用寿命,并提高整个热泵空调系统的效率。室内蒸发器602的出口通过单向阀615与气液分离器611的入口连通。这里,设置单向阀615是为了防止在低温采暖模式(以下将详细描述)下制冷剂回流至室内蒸发器602,影响采暖效果。

[0046] 下面将以图2为例来详细描述本公开提供的第一种热泵空调系统在不同的工作模式下的循环过程及原理。应当理解的是,其他实施方式(例如,图1所示的实施方式)下的系

统循环过程及原理与图2是相似的,此处就不再一一赘述。

[0047] 模式一:高温制冷模式。在系统处于该模式下时,整个系统形成一个高温制冷循环系统。如图2所示,首先,压缩机604经过压缩排出高温高压的气体,与室内冷凝器601相连。此时,通过风门机构控制风不经过室内冷凝器601,由于无风经过,因此,在室内冷凝器601内不会进行热交换,该室内冷凝器601仅作为流道使用,此时室内冷凝器601出口仍为高温高压的气体。室内冷凝器601出口经由膨胀开关阀5的第一进口501a与该膨胀开关阀5的出口502连通,此时膨胀开关阀5起开关阀作用,仅作为流道流过,此时膨胀开关阀5的出口502仍为高温高压的气体。膨胀开关阀5的出口502与室外换热器605相连,室外换热器605与室外空气换热,把热量散发到空气中,室外换热器605出口为中温高压的液体。此时,第一开关阀610关闭,室外换热器605出口与第一膨胀阀609相连,第一膨胀阀609作为节流元件起到节流作用,其出口为低温低压液体。第一膨胀阀609开度可以根据实际需求给予一定的开度,此开度可以根据安装在室内蒸发器602的出口与气液分离器611的入口之间的压力-温度传感器的压力和温度采集数据计算蒸发器出口制冷剂过热度来调节。第一膨胀阀609出口与室内蒸发器602的入口相连,低温低压液体在室内蒸发器602内进行蒸发,使得室内蒸发器602出口为低温低压的气体。室内蒸发器602的出口与单向阀615的入口相连,单向阀615的出口与气液分离器611的入口相连,把未蒸发完的液体通过气液分离器611分离,最后低温低压的气体回到压缩机604中,由此形成一个循环。此时HVAC总成600中风的流向仅流经室内蒸发器602,室内冷凝器601无风经过,仅作为制冷剂流道流过。

[0048] 模式二:低温采暖模式。在系统处于该模式下时,整个系统形成一个低温采暖循环系统。如图2所示,首先,压缩机604经过压缩排出高温高压的气体,与室内冷凝器601相连,此时,室内冷凝器601有风经过,高温高压的气体在室内冷凝器601内进行冷凝,使得室内冷凝器601出口为中温高压的液体。室内冷凝器601出口经由膨胀开关阀5的第二进口501b与该膨胀开关阀5的出口502连通,此时膨胀开关阀5起膨胀阀的作用,作为节流元件起到节流作用,其出口为低温低压的液体。其中,膨胀开关阀5的开度可以根据实际需求给予一定的开度,此开度可以根据安装在压缩机604的出口处的压力-温度传感器的温度采集数据(即压缩机排气温度)的多少来调节。膨胀开关阀5的出口502与室外换热器605的入口相连,室外换热器605吸收室外空气的热量,室外换热器605出口为低温低压的气体。此时,第一开关阀610打开,第一膨胀阀609关闭,制冷剂不经过室内蒸发器602直接进入气液分离器611中,未蒸发完的液体通过气液分离器611分离,最后低温低压的气体回到压缩机604中,由此形成一个循环。此时HVAC总成600中的风同时流经室内冷凝器601和室内蒸发器602。

[0049] 模式三:同时制冷采暖模式。在系统处于该模式下时,整个系统形成一个制冷采暖同时开循环系统。如图2所示,首先,压缩机604经过压缩排出高温高压的气体,与室内冷凝器601相连,高温高压的气体在室内冷凝器601内进行冷凝,使得室内冷凝器601出口为中温高压的液体。室内冷凝器601出口经由膨胀开关阀5的第二进口501b与该膨胀开关阀5的出口502连通,此时膨胀开关阀5起膨胀阀的作用,作为节流元件起到节流作用,其出口502为低温低压液体。其中,膨胀开关阀5的开度可以根据实际需求给予一定的开度,此开度可以根据安装在压缩机604的出口处的压力-温度传感器的温度采集数据(即压缩机排气温度)的多少来调节。膨胀开关阀5的出口502与室外换热器605相连,室外换热器605入口为低温低压的液体,通过不完全蒸发使其出口为低温低压的气液混合物。此时,第一开关阀610关

闭,第一膨胀阀609打开,第一膨胀阀609作为节流元件再节流一次,第一膨胀阀609出口为低温低压的气液混合物。第一膨胀阀609出口与室内蒸发器602相连,低温低压的气液混合物在室内蒸发器602内进行蒸发,使得室内蒸发器602出口为低温低压的气体。室内蒸发器602与气液分离器611相连,把未蒸发完的液体通过气液分离器611分离,最后低温低压的气体回到压缩机604中,由此形成一个循环。此时HVAC总成600中的风同时流经室内冷凝器601和室内蒸发器602。

[0050] 模式四:室外换热器除霜模式。如图2所示,首先,压缩机604经过压缩排出高温高压的气体,与室内冷凝器601相连。此时,室内冷凝器601仅作为流道流过,室内冷凝器601出口仍为高温高压的气体。室内冷凝器601出口经由膨胀开关阀5的第一进口501a与该膨胀开关阀5的出口502连通,此时膨胀开关阀5起开关阀作用,仅作为流道流过,此时膨胀开关阀5的出口502仍为高温高压的气体。膨胀开关阀5的出口502与室外换热器605相连,室外换热器605与室外空气换热,把热量散发到空气中,室外换热器605出口为中温高压的液体。此时,第一开关阀610关闭,第一膨胀阀609打开,第一膨胀阀609作为节流元件起到节流作用,其出口为低温低压液体。第一膨胀阀609开度可以根据实际需求给予一定的开度,此开度可以根据安装在室内蒸发器602的出口与气液分离器611的入口之间的压力-温度传感器的压力和温度采集数据计算蒸发器出口制冷剂过热度来调节。第一膨胀阀609出口与室内蒸发器602相连,室内蒸发器602出口为低温低压的气体。室内蒸发器602与气液分离器611相连,把未蒸发完的液体通过气液分离器611分离,最后低温低压的气体回到压缩机604中,由此形成一个循环。此时HVAC总成600可不开风。

[0051] 在低温采暖模式、以及同时制冷采暖模式下,为了提高采暖能力,优选地,如图3所示,在整个热泵空调系统中设置了板式换热器612,该板式换热器612同时也被设置在电动汽车的电机冷却系统中。这样,可以利用电机冷却系统的余热给空调系统制冷剂加热,从而可提高压缩机604的吸气温度和吸气量。板式换热器612可以任意设置在第一开关阀610的上游或下游。在图3示出的实施方式中,板式换热器612设置在第一开关阀610的上游,即,板式换热器612的制冷剂入口612a与室外换热器605的出口连通,板式换热器612的制冷剂出口612b与第一开关阀610的入口连通。在另一种实施方式中(未示出),板式换热器612设置在第一开关阀610的下游,即,板式换热器612的制冷剂入口612a与第一开关阀610的出口连通,板式换热器612的制冷剂出口612b与气液分离器611的入口连通。

[0052] 与此同时,板式换热器612同时设置在电机冷却系统中。如图3所示,电机冷却系统可以包括与板式换热器612串联以形成回路的电机、电机散热器613和水泵614。这样,制冷剂能够通过板式换热器612与电机冷却系统中的冷却液进行热交换。

[0053] 在本公开提供的热泵空调系统中,可使用R134a、R410a、R32、R290等各种制冷剂,优先选用中高温制冷剂。

[0054] 图4是根据本公开的第二种实施方式提供的热泵空调系统的结构示意图。如图4所示,该热泵空调系统可以包括上文所介绍的膨胀开关阀5、HVAC总成600和风门机构。如图2和图4所示,该第二种实施方式提供的热泵空调系统与第一种实施方式提供的热泵空调系统的结构类似,在此只重点介绍两种实施方式的不同之处。具体地,如图4所示,在本公开提供的第二种实施方式中,压缩机604具有第一出口604a和第二出口604b,其中,第一出口604a依次经由室内冷凝器601和膨胀开关阀5的节流流道与室外换热器605连通,第二出口

604b经由该膨胀开关阀5的通流流道与室外换热器605连通,即,压缩机604的出口还与膨胀开关阀的第一进口501a连通。而如图2所示,在本公开提供的第一种实施方式中,压缩机604具有唯一的一个出口,并与室内冷凝器601连通,室内冷凝器601的出口则选择性地经由膨胀开关阀5的节流流道或通流流道与室外换热器605的入口连通。换言之,在第二种实施方式中,从压缩机604流出的制冷剂并不全部都经过室内冷凝器601,而是选择性地经由其第一出口604a流向室内冷凝器601,或者经由其第二出口604b流向膨胀开关阀5的第一进口501a。例如,当热泵空调系统处于高温制冷模式或室外换热器除霜模式下时,制冷剂可以绕过室内冷凝器601而直接流向室外换热器605,以此方式能够减少热泵空调系统循环所需的制冷剂总量。而在第一种实施方式中,从压缩机604的出口流出的制冷剂必须全部流向室内冷凝器601,随后选择性地经由膨胀开关阀5的节流流道或通流流道流向室外换热器605。

[0055] 在本公开中,室外换热器605的出口要么经由第一通流支路与压缩机604的入口连通,要么经由第一节流支路与室内蒸发器602的入口连通。可以采用多种方式来实现这种连通方式。例如,在一种实施方式中,如图4所示,第一通流支路上设置有第一开关阀610,第一节流支路上设置有第一膨胀阀609。具体地,如图4所示,室外换热器605的出口经由第一开关阀610与压缩机604的入口连通以形成第一通流支路,室外换热器605的出口经由第一膨胀阀609与室内蒸发器602的入口连通以形成第一节流支路。当系统处于高温制冷模式下时,第一膨胀阀609导通,第一开关阀610关闭,室外换热器605的出口经由第一节流支路与室内蒸发器602的入口连通。当系统处于低温采暖模式下时,第一开关阀610导通,第一膨胀阀609关闭,室外换热器605的出口经由第一通流支路与压缩机604的入口连通。

[0056] 进一步地,如图4所示,该热泵空调系统还可以包括气液分离器611和单向阀615,其中,室内蒸发器602的出口与气液分离器611的入口连通,室外换热器605的出口经由第一通流支路与气液分离器611的入口连通,气液分离器611的出口与压缩机604的入口连通。这样,经室内蒸发器602或者第一开关阀610流出的制冷剂可以首先经过气液分离器611进行气液分离,分离出的气体再回流到压缩机604中,从而防止液态制冷剂进入到压缩机604而损坏压缩机604,从而可以延长压缩机604的使用寿命,并提高整个热泵空调系统的效率。室内蒸发器602的出口通过单向阀615与气液分离器611的入口连通。这里,设置单向阀615是为了防止在低温采暖模式(以下将详细描述)下制冷剂回流至室内蒸发器602,影响采暖效果。

[0057] 模式一:高温制冷模式。在系统处于该模式下时,整个系统形成一个高温制冷循环系统。如图4所示,首先,压缩机604经过压缩排出高温高压的气体,压缩机604的第二出口604b经由膨胀开关阀5的第一进口501a与该膨胀开关阀5的出口502连通,此时膨胀开关阀5起开关阀作用,仅作为流道流过,此时膨胀开关阀5的出口502仍为高温高压的气体。膨胀开关阀5的出口502与室外换热器605相连,室外换热器605与室外空气换热,把热量散发到空气中,室外换热器605出口为中温高压的液体。此时,第一开关阀610关闭,室外换热器605出口与第一膨胀阀609相连,第一膨胀阀609作为节流元件起到节流作用,其出口为低温低压液体。第一膨胀阀609开度可以根据实际需求给予一定的开度,此开度可以根据安装在室内蒸发器602的出口与气液分离器611的入口之间的压力-温度传感器的压力和温度采集数据计算蒸发器出口制冷剂过热度来调节。第一膨胀阀609出口与室内蒸发器602的入口相连,低温低压液体在室内蒸发器602内进行蒸发,使得室内蒸发器602出口为低温低压的气体。

室内蒸发器602的出口与单向阀615的入口相连,单向阀615的出口与气液分离器611的入口相连,把未蒸发完的液体通过气液分离器611分离,最后低温低压的气体回到压缩机604中,由此形成一个循环。此时HVAC总成600中风的流向仅流经室内蒸发器602,室内冷凝器601无风经过,仅作为制冷剂流道流过。

[0058] 模式二:低温采暖模式。在系统处于该模式下时,整个系统形成一个低温采暖循环系统。如图4所示,首先,压缩机604经过压缩排出高温高压的气体,压缩机604的第一出口604a与室内冷凝器601的入口连通,此时,室内冷凝器601有风经过,高温高压的气体在室内冷凝器601内进行冷凝,使得室内冷凝器601出口为中温高压的液体。室内冷凝器601出口经由膨胀开关阀5的第二进口501b与该膨胀开关阀5的出口502连通,此时膨胀开关阀5起膨胀阀的作用,作为节流元件起到节流作用,其出口为低温低压的液体。其中,膨胀开关阀5的开度可以根据实际需求给予一定的开度,此开度可以根据安装在压缩机604的出口处的压力-温度传感器的温度采集数据(即压缩机排气温度的多少来调节。膨胀开关阀5的出口502与室外换热器605的入口相连,室外换热器605吸收室外空气的热量,室外换热器605出口为低温低压的气体。此时,第一开关阀610打开,第一膨胀阀609关闭,制冷剂不经过室内蒸发器602直接进入气液分离器611中,未蒸发完的液体通过气液分离器611分离,最后低温低压的气体回到压缩机604中,由此形成一个循环。此时HVAC总成600中的风同时流经室内冷凝器601和室内蒸发器602。

[0059] 模式三:同时制冷采暖模式。在系统处于该模式下时,整个系统形成一个制冷采暖同时开循环系统。如图4所示,压缩机604经过压缩排出高温高压的气体,压缩机604的第一出口604a与室内冷凝器601的入口连通,此时,室内冷凝器601有风经过,高温高压的气体在室内冷凝器601内进行冷凝,使得室内冷凝器601出口为中温高压的液体。室内冷凝器601出口经由膨胀开关阀5的第二进口501b与该膨胀开关阀5的出口502连通,此时膨胀开关阀5起膨胀阀的作用,作为节流元件起到节流作用,其出口为低温低压的液体。其中,膨胀开关阀5的开度可以根据实际需求给予一定的开度,此开度可以根据安装在压缩机604的出口处的压力-温度传感器的温度采集数据(即压缩机排气温度的多少来调节。膨胀开关阀5的出口502与室外换热器605相连,室外换热器605入口为低温低压的液体,通过不完全蒸发使其出口为低温低压的气液混合物。此时,第一开关阀610关闭,第一膨胀阀609打开,第一膨胀阀609作为节流元件再节流一次,第一膨胀阀609出口为低温低压的气液混合物。第一膨胀阀609出口与室内蒸发器602相连,低温低压的气液混合物在室内蒸发器602内进行蒸发,使得室内蒸发器602出口为低温低压的气体。室内蒸发器602与气液分离器611相连,把未蒸发完的液体通过气液分离器611分离,最后低温低压的气体回到压缩机604中,由此形成一个循环。此时HVAC总成600中的风同时流经室内冷凝器601和室内蒸发器602。

[0060] 模式四:室外换热器除霜模式。如图4所示,首先,压缩机604经过压缩排出高温高压的气体,压缩机604的第二出口604b经由膨胀开关阀5的第一进口501a与该膨胀开关阀5的出口502连通,此时膨胀开关阀5起开关阀作用,仅作为流道流过,此时膨胀开关阀5的出口502仍为高温高压的气体。膨胀开关阀5的出口502与室外换热器605相连,室外换热器605与室外空气换热,把热量散发到空气中,室外换热器605出口为中温高压的液体。此时,第一开关阀610关闭,第一膨胀阀609打开,第一膨胀阀609作为节流元件起到节流作用,其出口为低温低压液体。第一膨胀阀609开度可以根据实际需求给予一定的开度,此开度可以根据

安装在室内蒸发器602的出口与气液分离器611的入口之间的压力-温度传感器的压力和温度采集数据计算蒸发器出口制冷剂过热度来调节。第一膨胀阀609出口与室内蒸发器602相连,室内蒸发器602出口为低温低压的气体。室内蒸发器602与气液分离器611相连,把未蒸发完的液体通过气液分离器611分离,最后低温低压的气体回到压缩机604中,由此形成一个循环。此时HVAC总成600可不开风。

[0061] 在低温采暖模式、以及同时制冷采暖模式下,为了提高采暖能力,优选地,在整个热泵空调系统中设置了板式换热器,该板式换热器同时也被设置在电动汽车的电机冷却系统中。这样,可以利用电机冷却系统的余热给空调系统制冷剂加热,从而可提高压缩机604的吸气温度和吸气量。板式换热器可以任意设置在第一开关阀610的上游或下游。具体地,当板式换热器设置在第一开关阀610的上游时,即,板式换热器的制冷剂入口与室外换热器605的出口连通,板式换热器的制冷剂出口与第一开关阀610的入口连通。当板式换热器设置在第一开关阀610的下游,即,板式换热器的制冷剂入口与第一开关阀610的出口连通,板式换热器的制冷剂出口与气液分离器611的入口连通。

[0062] 与此同时,板式换热器同时设置在电机冷却系统中。电机冷却系统可以包括与板式换热器串联以形成回路的电机、电机散热器和水泵。这样,制冷剂能够通过板式换热器与电机冷却系统中的冷却液进行热交换。

[0063] 综上所述,本公开提供的热泵空调系统,在不改变制冷剂循环方向的情况下即可实现汽车空调系统制冷和制热、室外侧换热器除霜功能,且能满足同时制冷采暖的需求。在室外换热器旁通除霜过程中,仍能满足车内采暖需求。此外,由于本公开的热泵空调系统仅采用一个室外换热器,因此能够减小汽车前端模块的风阻,解决了无发动机余热循环系统的纯电动车或混合动力车使用纯电动模式的汽车热泵空调系统采暖能效低、无法满足除霜除雾法规要求、安装复杂等问题,达到降低能耗、简化系统结构,方便管路布置的效果。本公开提供的热泵空调系统具有结构简单的特点,因此易于批量生产。

[0064] 如上所述,在本公开中,膨胀开关阀5是同时具有膨胀阀功能和开关阀功能的阀门,可以将其视为是开关阀与膨胀阀的集成。在下文中将提供一种膨胀开关阀5的示例实施方式。

[0065] 如图5至图10所示,本公开提供一种膨胀开关阀,包括阀体500,其中,该阀体500上形成有第一进口501a、第二进口501b、出口502以及连通在该第一进口501a、第二进口501b和出口502之间的内部流道,内部流道上安装有第一阀芯503和第二阀芯504,第一阀芯503使得第一进口501a和出口502直接连通或断开连通,第二阀芯504使得第二进口501b和出口502通过节流孔505连通或断开连通。

[0066] 其中,第一阀芯503所实现的“直接连通”是指从阀体500的第一进口501a进入的制冷剂可以越过第一阀芯503而通过内部流道不受影响地直接流到阀体500的出口502,第一阀芯503所实现的“断开连通”是指从阀体500的第一进口501a进入的制冷剂无法越过第一阀芯503而不能通过内部流道流向阀体500的出口502。第二阀芯504所实现的“通过节流孔连通”是指从阀体500的第二进口501b进入的制冷剂可以越过第二阀芯504而通过节流孔的节流后流到阀体500的出口502,而第二阀芯504所实现的“断开连通”是指从阀体500的第二进口501b进入的制冷剂无法越过第二阀芯504而不能通过节流孔505流到阀体500的出口502。

[0067] 换言之,该膨胀开关阀至少具有第一工作位置、第二工作位置和第三工作位置,在第一工作位置时,第一阀芯503使得第一进口501a和出口502直接连通,第二阀芯504使得第二进口501b和出口502断开连通;在第二工作位置时,第一阀芯503使得第一进口501a和出口502断开连通,第二阀芯504使得第二进口501b和出口502通过节流孔505连通;在第三工作位置时,第一阀芯503使得第一进口501a和出口502断开连通,第二阀芯504使得第二进口501b和出口502断开连通。

[0068] 这样,通过对第一阀芯503和第二阀芯504的控制,本公开的膨胀开关阀可以使得从第一进口501a和第二进口501b进入的冷却剂总共至少实现三种状态。即,1)截止状态;2)越过第一阀芯503的直接连通状态;以及3)越过第二阀芯504的节流连通方式。

[0069] 其中,高温高压的液态制冷剂再经过节流孔505节流后,可以成为低温低压的雾状的液压制冷剂,可以为制冷剂的蒸发创造条件,即节流孔505的横截面积小于第一进口501a、第二进口501b和出口502的横截面积,并且可以通过控制第二阀芯调节节流孔505的开度大小,以控制流经节流孔505的流量,防止因制冷剂过少产生的制冷不足,以及防止因制冷剂过多而使得压缩机产生液击现象。即,第二阀芯504和阀体500的配合可以使得膨胀开关阀具有膨胀阀的功能。

[0070] 这样,通过在具有第一进口501a、第二进口501b和出口502的同一阀体500的内部流道上安装第一阀芯503和第二阀芯504,以实现内部流道的通断控制或节流控制功能,结构简单,易于生产和安装,且当本公开提供的膨胀开关阀应用于热泵系统时,可以减少整个热泵系统的制冷剂充注量,降低成本,简化管路连接,更利于热泵系统的回油。

[0071] 作为阀体500的一种示例性的内部安装结构,如图5至图10所示,阀体500包括形成内部流道的阀座510和安装在该阀座510上的第一阀壳511和第二阀壳512,第一阀壳511内安装有用于驱动第一阀芯503的第一电磁驱动部521,第二阀壳512内安装有用于驱动第二阀芯504的第二电磁驱动部522,第一阀芯503从第一阀壳511延伸至阀座510内的内部流道,第二阀芯504从第二阀壳512延伸至阀座510内的内部流道。

[0072] 其中,通过对第一电磁驱动部521,如,电磁线圈,的通断电的控制能够方便地控制第一阀芯503在内部流道的位置,进而控制进口501和出口502直接连通或断开连通;通过对第二电磁驱动部522,如,电磁线圈,的通断电的控制能够方便地控制第二阀芯504在内部流道的位置,从而控制进口501和出口502是否与节流孔505连通。换言之,阀体500内并联安装有电子膨胀阀和电磁阀,因而能够实现膨胀开关阀的通断和/或节流的自动化控制,且简化管路走向。

[0073] 为充分利用膨胀开关阀的各个方向的空间位置,避免膨胀开关阀和不同管路连接产生干涉,阀座510形成为多面体结构,第一阀壳511和第二阀壳512设置在该多面体结构的同一表面上,第一进口501a和第二进口501b设置在该多面体结构的同一表面上,且第一阀壳511、第一进口501a和出口502分别设置在该多面体结构的不同表面上,其中,第一阀壳511和第二阀壳512的安装方向相互平行,第一进口501a和出口502的开口方向相互平行。这样,可以将进口、出口管路连接在多面体结构的不同表面上,能够避免管路布置凌乱、纠缠的问题。

[0074] 作为电磁膨胀阀的一种典型的内部结构,如图7至图10所示,内部流道包括分别与第一进口501a和第二进口501b连通的第一流道506和第二流道507,第一流道506上形成有

与第一阀芯503配合的第一阀口516,节流孔505形成在第二流道507上以形成为与第二阀芯504配合的第二阀口517,第一流道506和第二流道507交汇于第二阀口517的下游并与出口502连通。

[0075] 即,通过变换第一阀芯503在内部流道的位置来实现对第一阀口516的关闭或打开,进而控制连通第一进口501a和出口502的第一流道506的截断或导通,从而可以实现上文描述的电磁阀的连通或断开连通的功能。同样地,通过变换第二阀芯504在内部流道的位置来实现对第二阀口517的关闭或打开,进而控制连通第二进口501b和出口502的第二流道507的截断或导通,从而可以实现电子膨胀阀的节流功能。

[0076] 第一流道506可以以任意合适的布置方式连通第一进口501a和出口502,第二流道507可以以任意合适的布置方式连通第二进口501b和出口502,为减少阀体的整体占用空间,如图7和图8所示,第二流道507与出口502相互垂直,第一流道506形成为与第二流道507相互平行的第一通孔526,第二进口501b通过开设在第二流道507侧壁上的第二通孔527与第二流道507连通,第一通孔526和第二通孔527分别与第一进口501a和第二进口501b连通。

[0077] 为最大程度地缩短内部流道的总长度,如图7和图8所示,第一通孔526和第二流道507分别通过第三通孔508和第四通孔509与出口502连通,第三通孔508和第四通孔509同轴且相向开设,并与出口502相互垂直。以此方式,能够保证阀体500内的内部流道的总长度最短,从而保证制冷剂能够迅速地流过该膨胀开关阀。

[0078] 为方便阀体500的第一进口、第二进口和出口分别与不同管路的管接头相连,如图5至图10所示,第一进口501a和第二进口501b相互平行地开设于阀体500的同一侧上,出口502分别平行于第一进口501a和第二进口501b。这样,位于阀体500的上下游的管路的管接头可以分别安装到该阀体500的相对两侧,且防止不同管路布置凌乱、纠缠的情况。

[0079] 进一步地,为最大程度地缩短内部流道的总长度,如图7和图8所示,出口502设置在第一阀芯503和第二阀芯504之间。

[0080] 需要说明的是,此处的出口502设置在第一阀芯503和第二阀芯504之间,表示出口502在由第一阀芯503和第二阀芯504组成的平面上的投影,位于第一阀芯503和第二阀芯504之间。

[0081] 第一阀芯503和第二阀芯504可以以任意合适的角度设置,在一种示例性的实施方式中,为方便布置,如图7和图8所示,第一阀芯503和第二阀芯504相互平行。

[0082] 如图7和图8所示,为便于实现第一阀口516的关闭和打开,第一阀芯503沿移动方向与第一阀口516同轴布设以可选择地封堵或脱离第一阀口516。

[0083] 为便于实现第二阀口517的关闭和打开,如图7和图8所示,第二阀芯504沿移动方向与第二阀口517同轴布设以可选择地封堵或脱离第二阀口517。

[0084] 进一步地,如图7和图8所示,为保证第一阀芯503对第一流道506堵塞的可靠性,第一阀芯503可以包括第一阀杆513和连接在该第一阀杆513端部的第一堵头523,该第一堵头523用于密封压靠在第一阀口516的端面上以封堵第一流道506。

[0085] 为便于调节膨胀开关阀的节流孔505的开度大小,如图7和图8所示,第二阀芯504包括第二阀杆514,该第二阀杆514的端部形成为锥形头结构,第二阀口517形成为与该锥形头结构相配合的锥形孔结构。

[0086] 其中,膨胀开关阀的节流孔505开度可以通过第二阀芯504的上下移动来调节,而

第二阀芯504的上下移动可以通过第二电磁驱动部522来调节。若膨胀开关阀的节流孔505的开度为零,如图8所示,第二阀芯504处于最低位置,第二阀芯504封堵第二阀口517,制冷剂完全不能通过节流孔505,即第二阀口517;若膨胀开关阀节流孔505具有开度,如图9所示,第二阀芯504的端部的锥形头结构与节流孔505之间具有空隙,制冷剂节流后再流至出口502。若需要增加膨胀开关阀的节流开度时,可以通过控制第二电磁驱动部522,使得第二阀芯504向上移动,以使得锥形头结构远离节流孔505,从而实现节流孔505开度的变大;相反,当需要减少膨胀开关阀的节流孔505的开度时,可以驱使第二阀芯504相下移动即可。

[0087] 使用时,当只需要使用膨胀开关阀的电磁阀功能时,即当膨胀开关阀位于上述的第一工作位置时,如图7和图9所示,第一电磁驱动部521断电,第一阀芯503的第一堵头523脱离第一阀口516,第一阀口516处于打开状态;第二电磁驱动部522通电,第二阀芯504处于最低位置,第二阀芯504封堵节流孔505,制冷剂无法从第二进口501b通过第二流道507流向出口502,只能从第一进口501a依次通过第一阀口516、第一通孔526和第三通孔508流入至出口502中。

[0088] 需要说明的是,图7和图9中的带箭头的虚线代表制冷剂在使用电磁阀功能时的流通过路线以及走向。

[0089] 当只需要使用膨胀开关阀的电子膨胀阀功能时,即当膨胀开关阀位于上述的第二工作位置时,如图8和图10所示,第一电磁驱动部521通电,第一阀芯503的第一堵头523封堵第一阀口516,第一阀口516处于关闭状态;第二电磁驱动部522断电,第二阀芯504处于最高位置,第二阀芯504脱离节流孔505,制冷剂无法从第一进口501a通过第一流道506流向出口502,只能从第二进口501b依次通过第二通孔527、节流孔505和第四通孔509流入至出口502中,并且可以上下移动第二阀芯504来调节节流孔505的开度的大小。

[0090] 需要说明的是,图8和图10中的带箭头的虚线代表制冷剂在使用电子膨胀阀功能时的流通过路线以及走向。

[0091] 当不需要同时使用膨胀开关阀的电磁阀功能和电子膨胀阀功能时,即当膨胀开关阀位于上述的第三工作位置时,第一电磁驱动部521通电,第一阀芯503的第一堵头523封堵第一阀口516,第一阀口516处于关闭状态;第二电磁驱动部522通电,第二阀芯504处于最低位置,第二阀芯504封堵节流孔505,制冷剂无论从第一进口501a还是第二进口501b都无法流向出口502,即内部流道处于截止状态。

[0092] 应当理解的是,上述实施方式仅仅作为膨胀开关阀的其中一种示例,并且并不用于限制本公开,其他同时具有膨胀阀功能和开关阀功能的膨胀开关阀同样适用于本公开。

[0093] 本公开还提供一种电动汽车,包括根据本公开提供的上述热泵空调系统。其中,该电动汽车可以包括纯电动汽车、混合动力汽车、燃料电池汽车。

[0094] 以上结合附图详细描述了本公开的优选实施方式,但是,本公开并不限于上述实施方式中的具体细节,在本公开的技术构思范围内,可以对本公开的技术方案进行多种简单变型,这些简单变型均属于本公开的保护范围。

[0095] 另外需要说明的是,在上述具体实施方式中所描述的各个具体技术特征,在不矛盾的情况下,可以通过任何合适的方式进行组合,为了避免不必要的重复,本公开对各种可能的组合方式不再另行说明。

[0096] 此外,本公开的各种不同的实施方式之间也可以进行任意组合,只要其不违背本

公开的思想,其同样应当视为本公开所公开的内容。

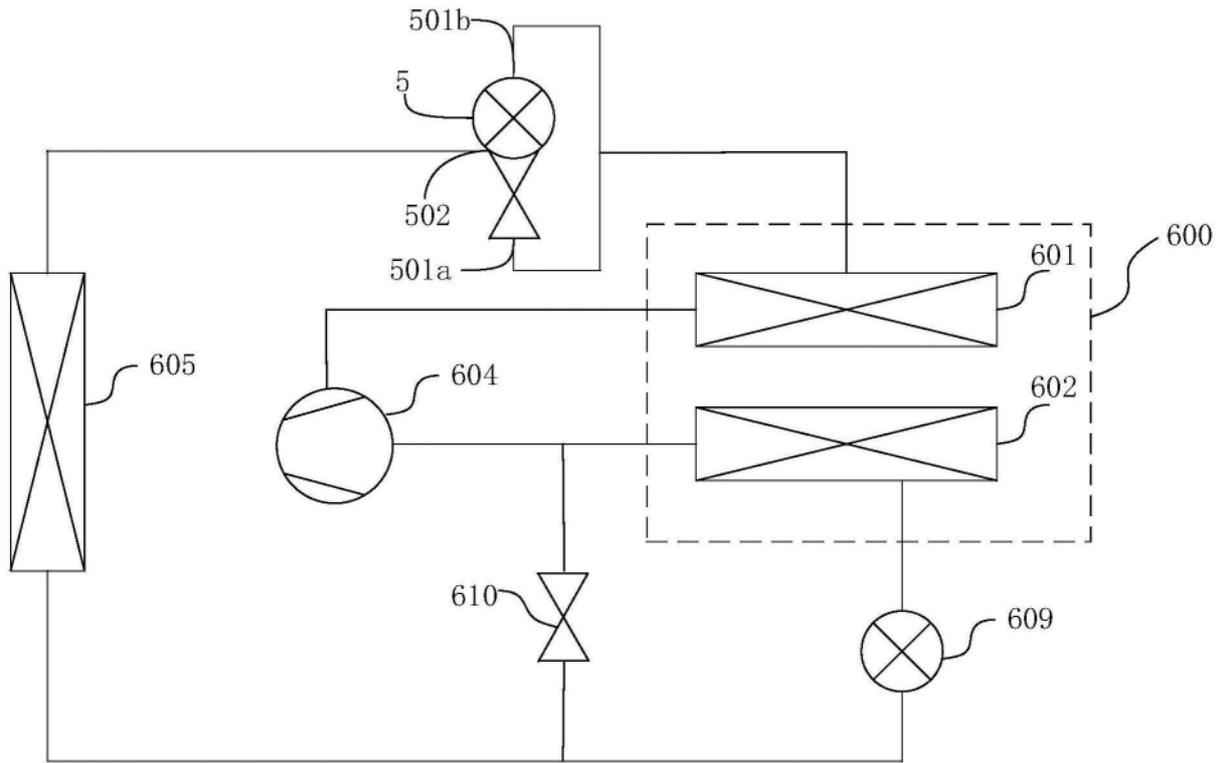


图1

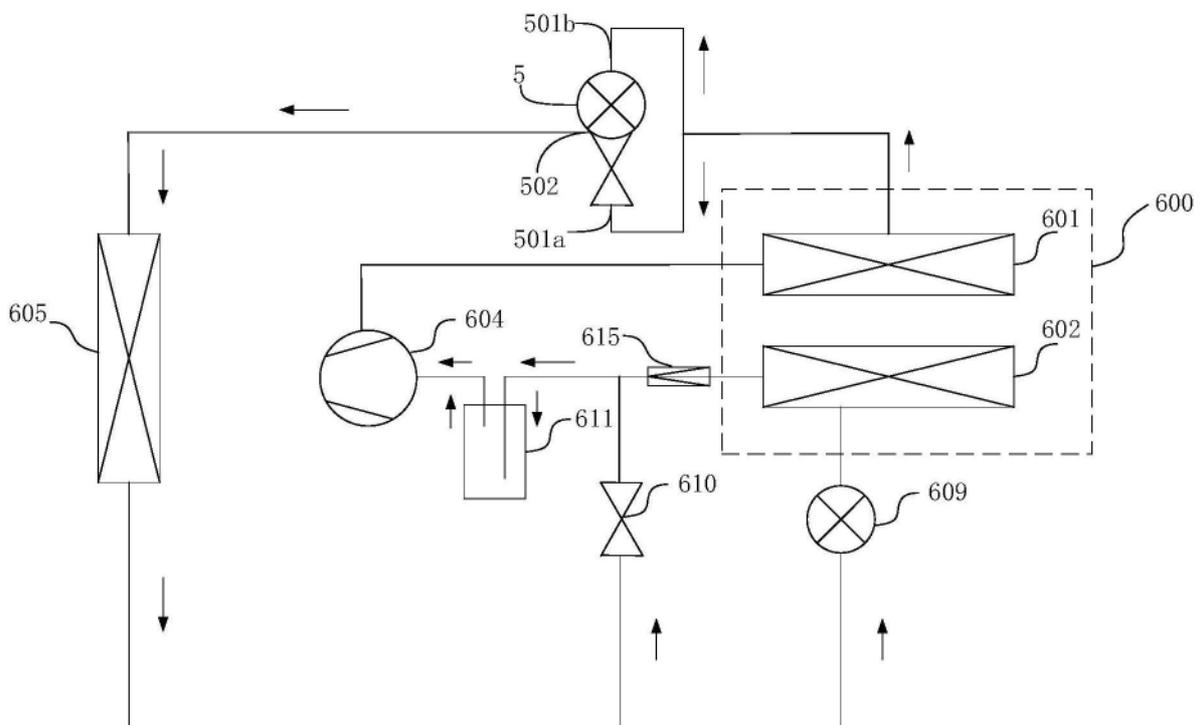


图2

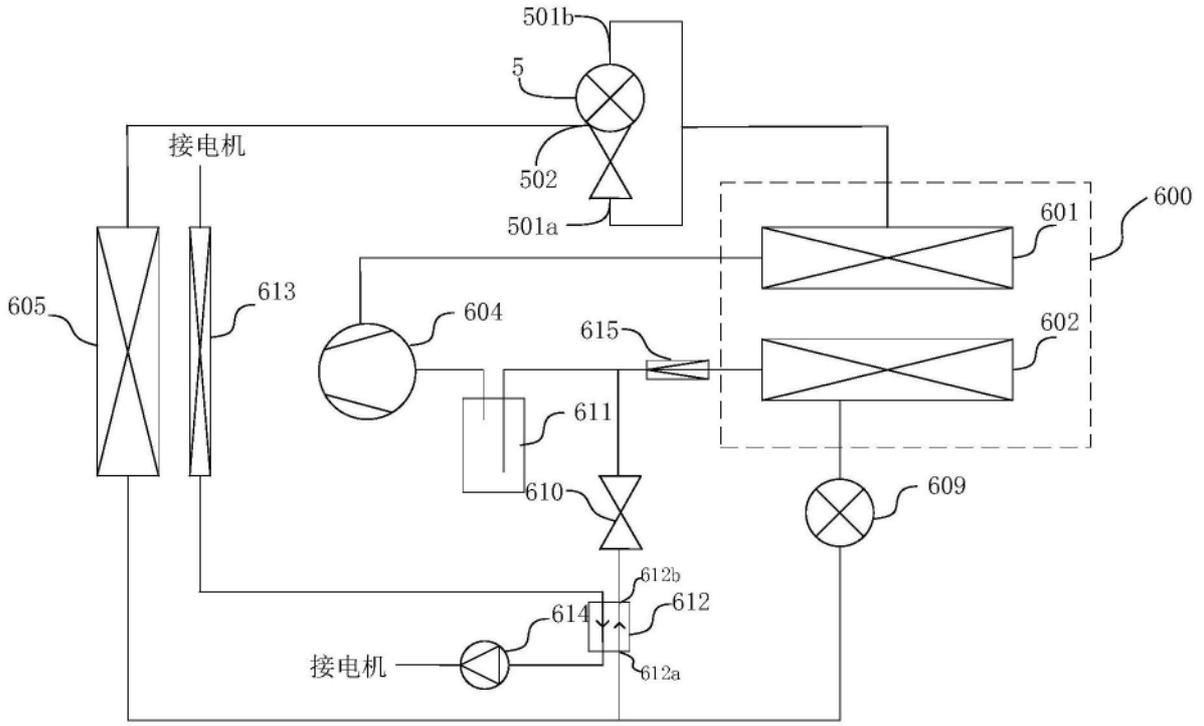


图3

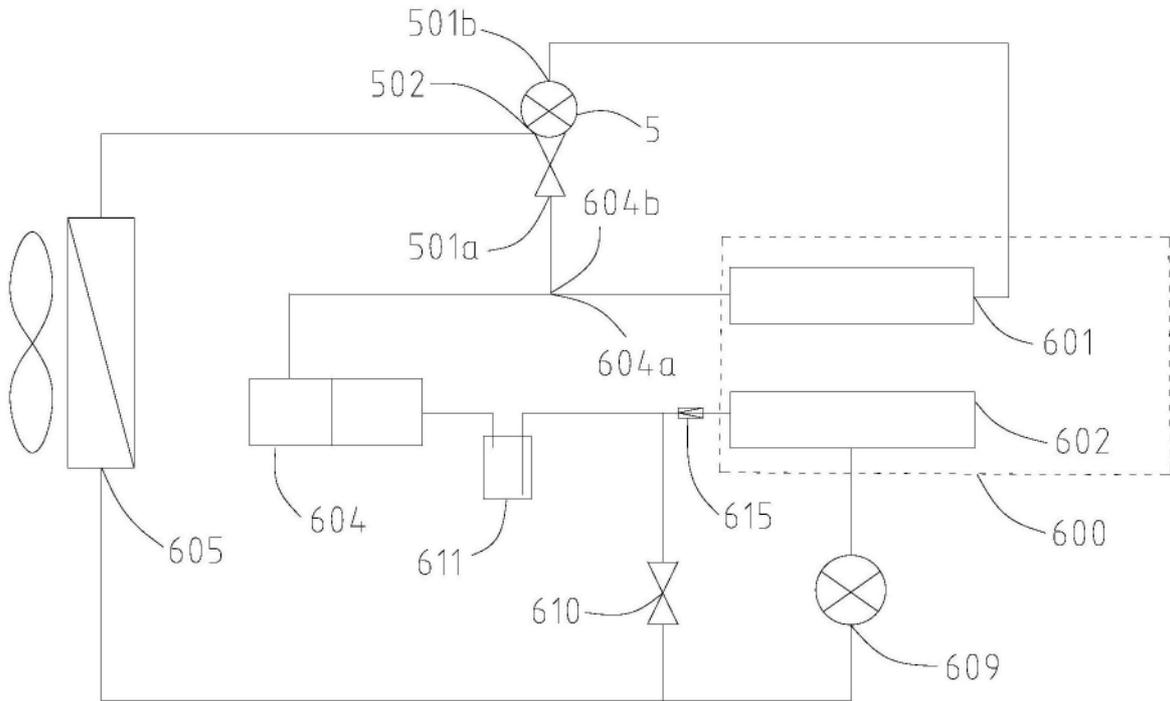


图4

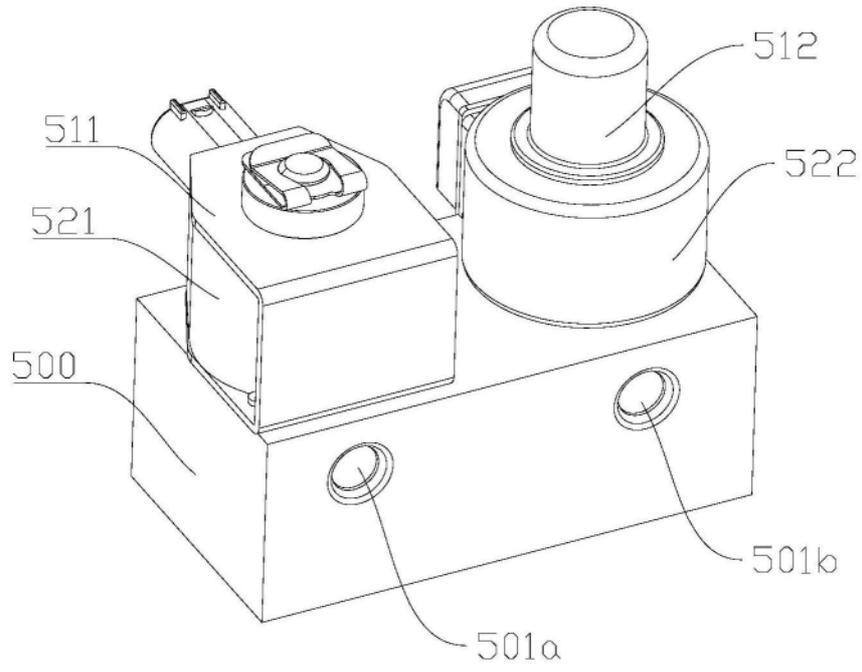


图5

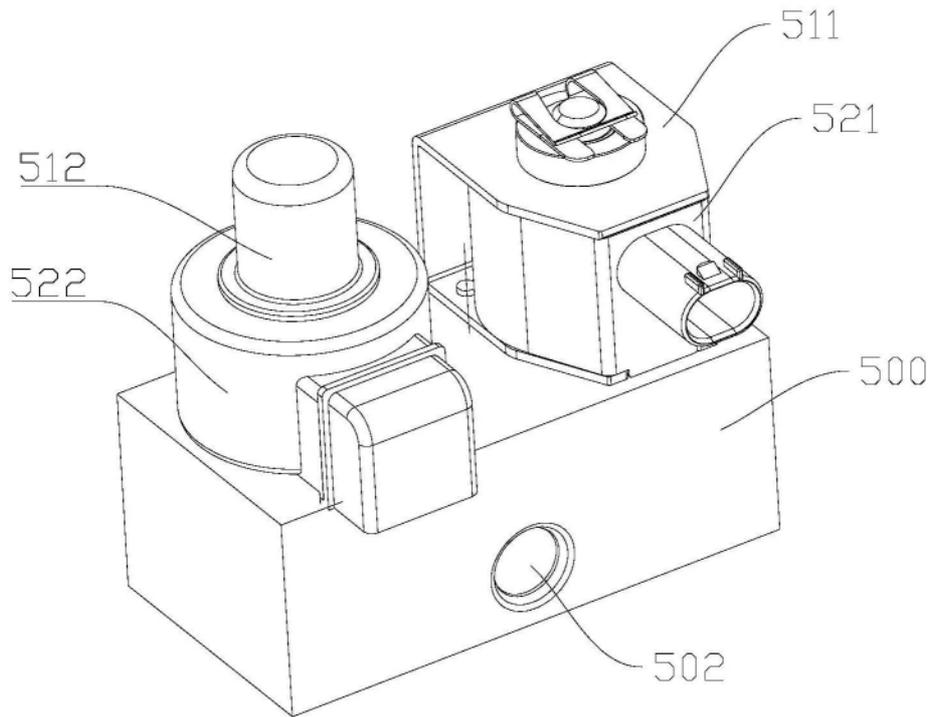


图6

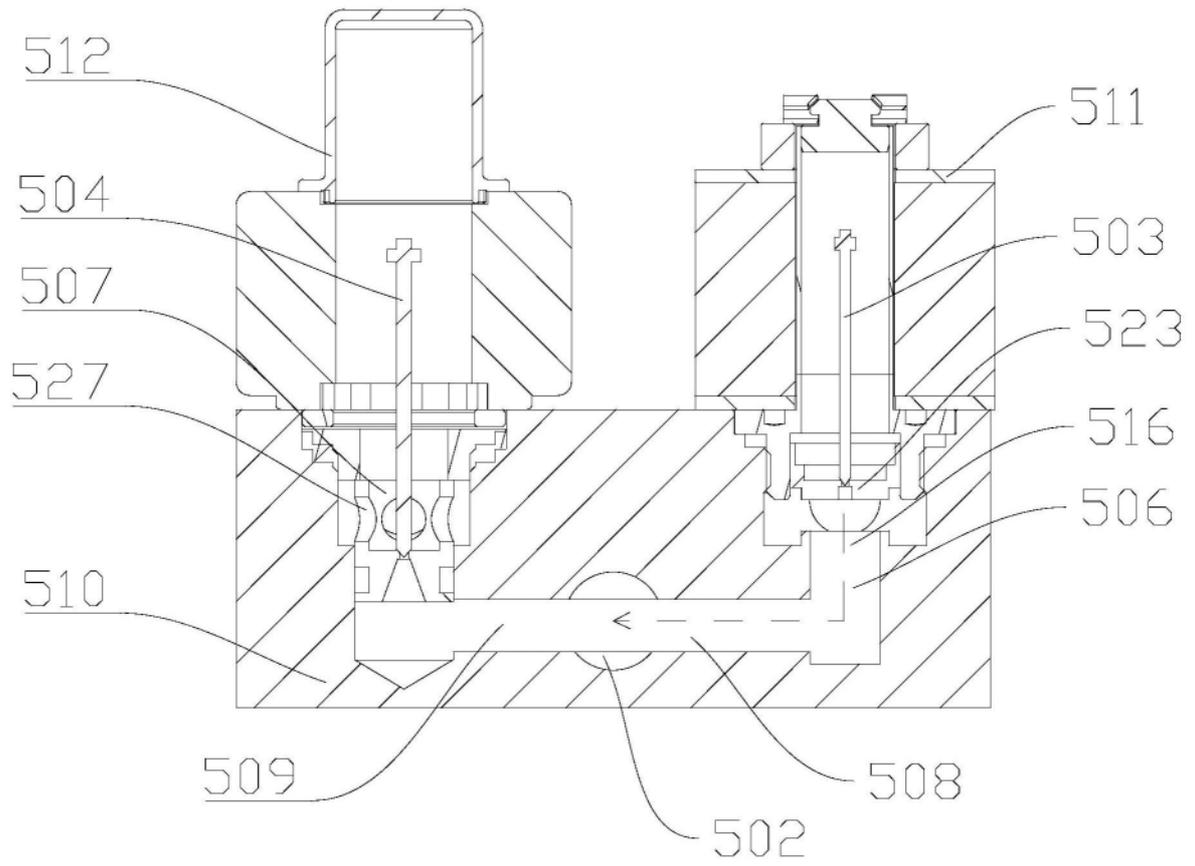


图7

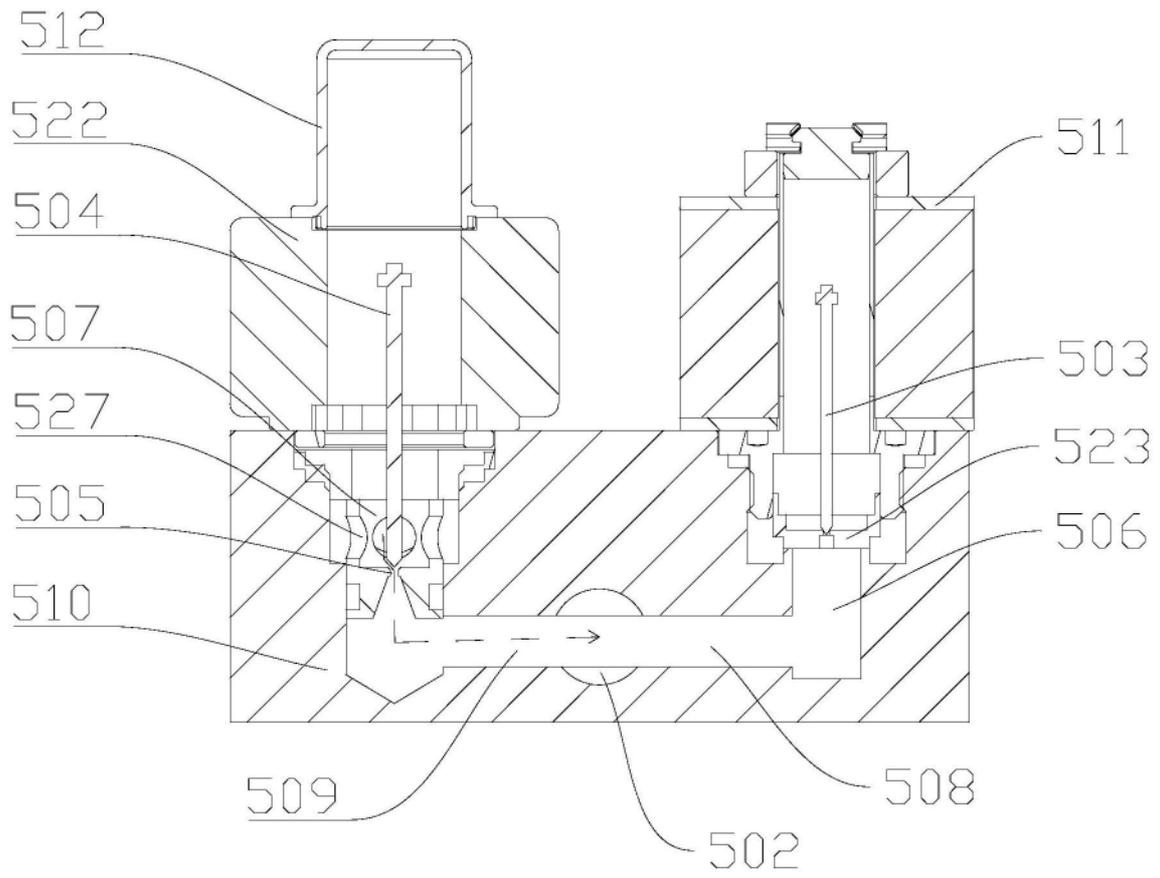


图8

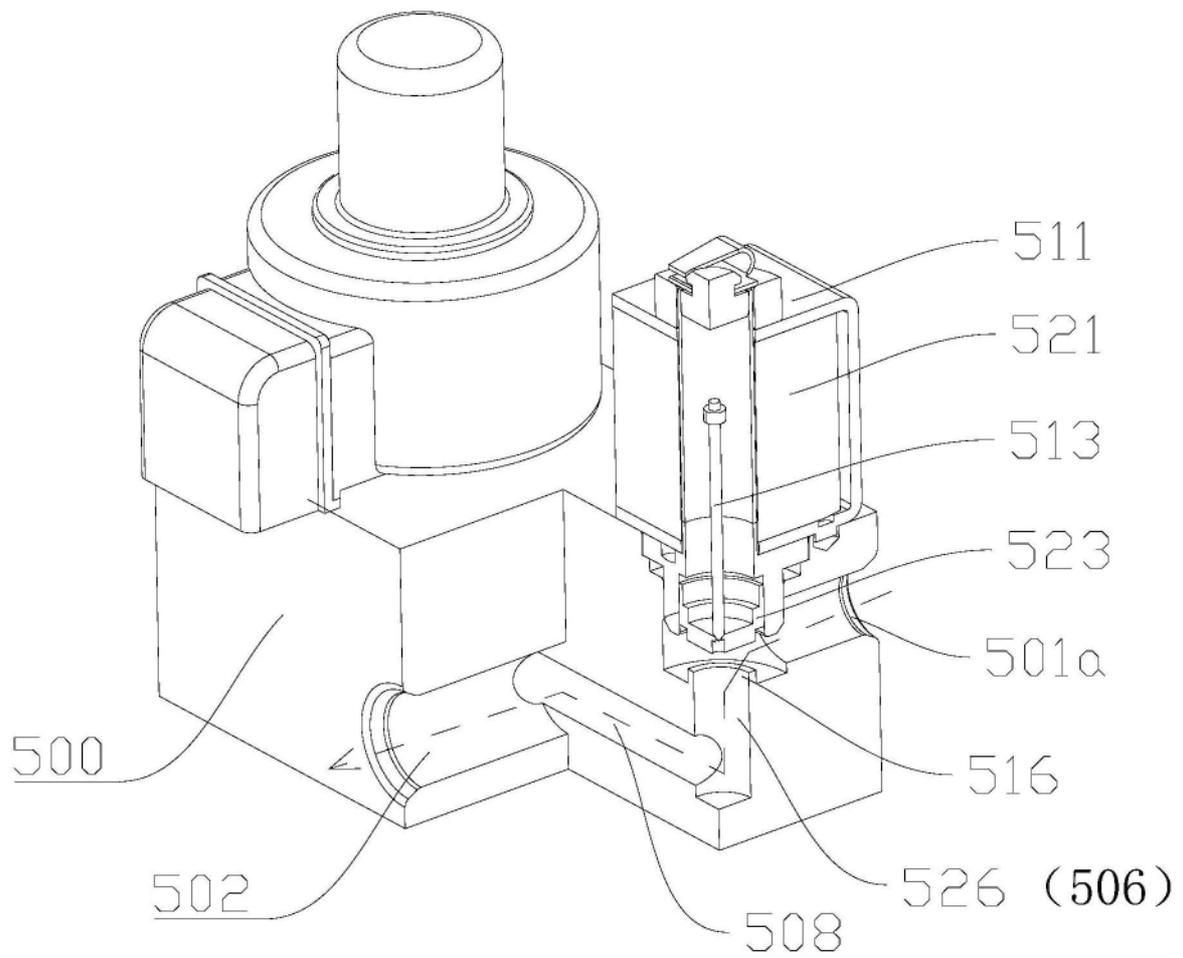


图9

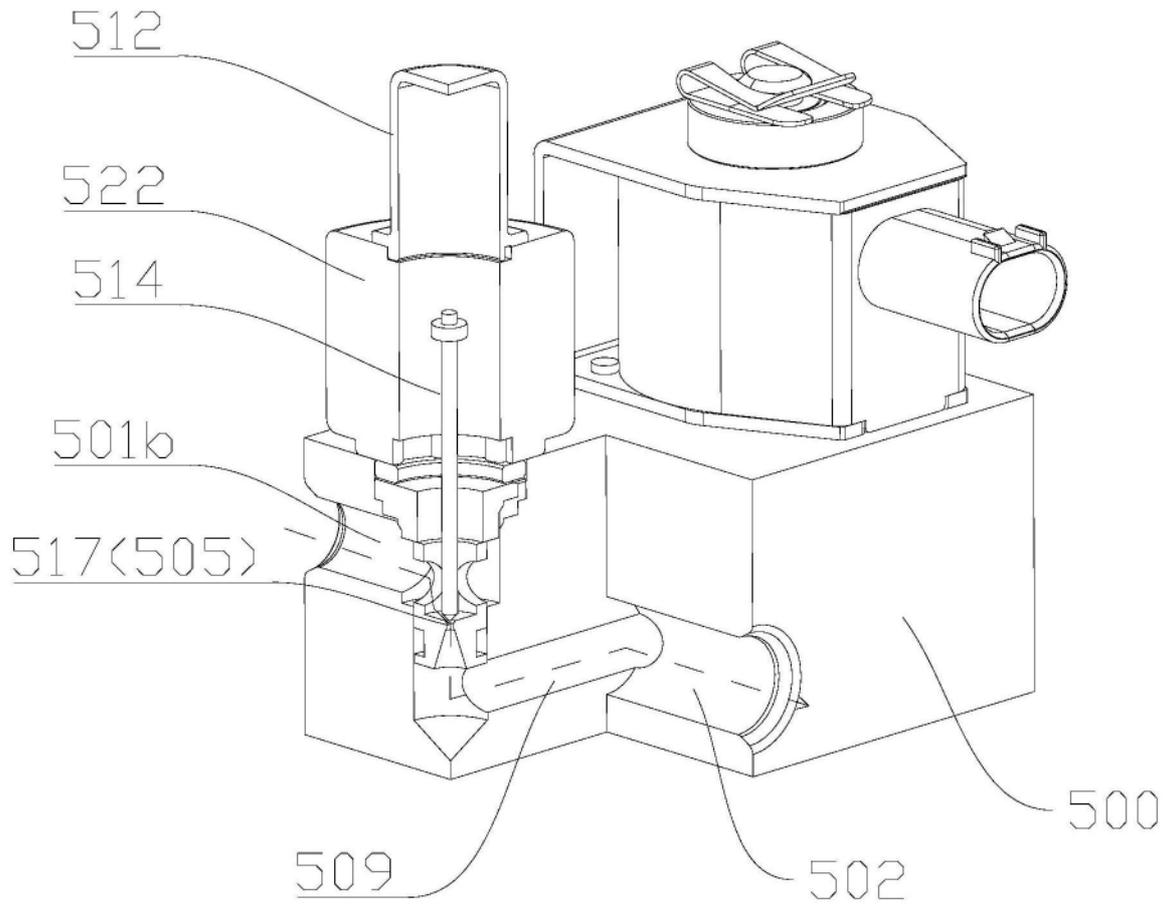


图10