



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110040254 B

(45) 授权公告日 2024. 08. 13

(21) 申请号 201910006835.0

(22) 申请日 2019.01.04

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 110040254 A

(43) 申请公布日 2019.07.23

(30) 优先权数据  
15/872,410 2018.01.16 US

(73) 专利权人 波音公司  
地址 美国伊利诺伊州

(72) 发明人 W·W·贝伦斯 A·R·塔克

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245  
专利代理师 徐东升 赵蓉民

(51) Int.Cl.

B64D 13/02 (2006.01)

B64D 13/08 (2006.01)

(56) 对比文件

US 5899085 A, 1999.05.04

审查员 祖洪飞

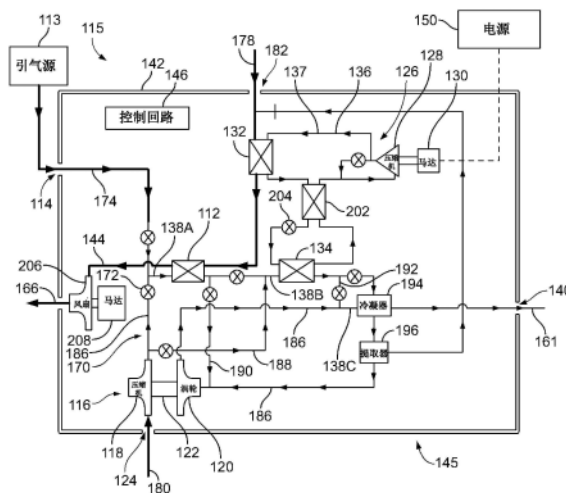
权利要求书2页 说明书16页 附图8页

## (54) 发明名称

具有空气循环组件的交通工具空调组合件

## (57) 摘要

本申请公开了具有空气循环组件的交通工具空调组合件,具体地空调组合件(145)包括空气循环组件(116)、蒸汽循环系统(126)和混合管道(138A、138B、138C)。空气循环组件(116)配置为接收引气并利用引气来压缩冲压空气。蒸汽循环系统(126)配置为接收压缩的冲压空气并降低压缩的冲压空气的操作温度。混合管道(138A、138B、138C)配置为接收压缩的冲压空气,并将压缩的冲压空气与引气混合以产生混合气流,该混合气流用于冷却交通工具(10)的至少一部分。



1. 一种空调组合件(145),其包括:

空气循环组件(116),所述空气循环组件包括机械地耦连到涡轮的空气压缩机,所述涡轮配置为接收引气并利用所述引气来在所述空气压缩机压缩冲压空气;

蒸汽循环系统(126),所述蒸汽循环系统包括蒸发器和马达驱动的制冷剂压缩机,所述马达驱动的制冷剂压缩机配置为对所述蒸汽循环系统内的制冷剂加压,所述蒸发器配置为接收压缩的冲压空气并允许热量从压缩的冲压空气传递到制冷剂,以降低所述压缩的冲压空气的操作温度;

混合管道(138A、138B、138C),其配置为接收所述压缩的冲压空气,并将所述压缩的冲压空气与所述引气混合以产生混合气流,所述混合气流用于冷却交通工具(10)的至少一部分;以及

一个或多个处理器,其可操作地连接到所述马达驱动的制冷剂压缩机,并配置为响应于所述交通工具外部的环境温度降至指定阈值温度以下而停用所述马达驱动的制冷剂压缩机。

2. 根据权利要求1所述的空调组合件(145),进一步包括热交换器(112),所述热交换器(112)配置为降低从所述交通工具(10)的引气源(113)接收的所述引气的操作温度,所述空气循环组件(116)配置为接收来自所述热交换器(112)的所述引气。

3. 根据权利要求1所述的空调组合件(145),其中所述空气循环组件(116)包括经由轴(122)机械地耦连到涡轮(120)的空气压缩机(118),其中所述冲压空气在所述空气压缩机(118)处被接收,并且所述引气通过所述涡轮(120)膨胀以给所述空气压缩机(118)提供动力以压缩所述冲压空气。

4. 根据权利要求1所述的空调组合件(145),进一步包括外壳(142),其中所述空气循环组件(116)、所述蒸汽循环系统(126)和所述混合管道(138A、138B、138C)都布置在所述外壳(142)内。

5. 根据权利要求1所述的空调组合件(145),其中所述空气循环组件(116)配置为从所述交通工具(10)上的辅助动力单元(152)接收所述引气。

6. 根据权利要求1所述的空调组合件(145),其中所述空气循环组件(116)配置为从所述交通工具(10)上的主发动机(14)接收所述引气。

7. 根据权利要求1所述的空调组合件(145),其中所述混合管道位于所述蒸汽循环系统(126)的上游,使得所述蒸汽循环系统(126)接收所述混合气流。

8. 根据权利要求1所述的空调组合件(145),其中所述混合管道位于所述空气循环组件和所述蒸汽循环系统(126)的下游。

9. 根据权利要求1所述的空调组合件(145),其中,响应于所述交通工具处于巡航飞行操作模式,所述一个或多个处理器被配置为引导至少一部分所述引气以绕过所述蒸汽循环系统并且与所述蒸汽循环系统和所述空气循环组件下游的压缩的冲压空气混合。

10. 根据权利要求2所述的空调组合件(145),其中,响应于所述交通工具处于第一地面配置,所述一个或多个处理器被配置为引导所述压缩的冲压空气与所述热交换器上游的所述混合管道中的引气混合,使得所述空气循环组件的涡轮接收所述混合气流。

11. 根据权利要求1所述的空调组合件(145),其中所述交通工具是飞机。

12. 一种用于调节交通工具(10)中使用的空气的方法,其包括:

使用在涡轮从引气源(113)接收的引气来在空气压缩机产生压缩的冲压空气；  
在蒸汽循环系统的蒸发器中,降低所述压缩的冲压空气的操作温度；  
引导离开所述涡轮的至少一部分引气绕过所述蒸汽循环系统的蒸发器；  
在所述涡轮和所述蒸发器下游的混合管道中,将绕过所述蒸发器的所述至少一部分引气与所述压缩的冲压空气混合以产生混合气流；以及  
利用所述混合气流来调节所述交通工具(10)中的至少一个舱室的温度。

13.根据权利要求12所述的方法,进一步包括在使用所述引气以产生所述压缩的冲压空气之前,降低来自所述引气源(113)的所述引气的操作温度。

14.根据权利要求12所述的方法,其中所述蒸汽循环系统包括马达驱动的制冷剂压缩机,所述方法进一步包括响应于所述交通工具外部的环境温度低于指定阈值温度而停用所述马达驱动的制冷剂压缩机。

## 具有空气循环组件的交通工具空调组合件

### 技术领域

[0001] 本公开的实施例总体涉及用于调节在冷却交通工具(例如商用飞机)中使用的空气的系统和方法。

### 背景技术

[0002] 在运输工具(例如商用飞机)中使用的已知空调系统,通常使用基于空气的热力循环来向飞机的各种内部舱室(例如客舱、货舱等)提供冷却的加压空气。已知空调系统通常由从交通工具发动机(例如飞机的燃气涡轮发动机)的压缩机级提取的引气气动地提供动力。来自发动机的引气处于升高的温度和压力下。空调系统通常使用来自交通工具外部的周围环境的冲压空气来冷却引气。一旦引气在空调系统中冷却并调节,则引气用于各种交通工具冷却任务。例如,引气可以分配到客舱中,用于客舱内的温度控制、通风和加压。在流过客舱之后,空气可以通过排气口和/或阀门排放到周围环境中。

[0003] 然而,使用来自发动机或其他引气源的引气用于空调会转移原本能够用于推进的动力。例如,使用引气来冷却和调节客舱可以降低交通工具运行期间的燃料经济性和/或效率,因为已经将功用于产生不用于推进的高压空气。

[0004] 此外,使用来自交通工具外部的冲压空气来冷却引气通常需要捕获环境空气并通过进气口或通风口将环境空气引导到交通工具中。在交通工具移动期间将空气引导到交通工具中以冷却引气,增加了交通工具上的阻力(相对于将较少的环境空气引导到交通工具中)。增加的阻力可以降低燃料经济性和效率,因为需要更多的能量来以给定的速度推进交通工具通过周围环境。

### 发明内容

[0005] 本公开的某些实施例提供了一种交通工具上的空调套装。如本文所使用的,空调套装可以包括或表示自给式空调单元。例如,根据本文描述的一个或多个实施例的空调套装可以在外壳或壳体内自给,并且可选地可以是便携式的以使得空调组合件能够安装在交通工具上。术语“空调套装”在本文中也称为“空调组合件”。

[0006] 根据一个或多个实施例的空调组合件包括空气循环组件、蒸汽循环系统和混合管道。空气循环组件配置为接收引气并利用引气来压缩冲压空气。蒸汽循环系统配置为接收压缩的冲压空气并降低压缩的冲压空气的操作温度。混合管道配置为接收压缩的冲压空气并将压缩的冲压空气与引气混合以产生混合气流,该混合气流用于冷却交通工具的至少一部分。

[0007] 本公开的某些实施例提供了一种包括空调组合件和控制回路的交通工具。空调组合件包括空气循环组件、蒸汽循环系统和混合管道。空气循环组件配置为接收引气并利用引气来压缩冲压空气。蒸汽循环系统配置为接收压缩的冲压空气并降低压缩的冲压空气的操作温度。混合管道配置为接收压缩的冲压空气并将压缩的冲压空气与引气混合以产生混合气流,该混合气流用于冷却交通工具的至少一部分。控制回路可操作地连接到空调组合

件。控制回路被配置为基于交通工具的一个或多个操作模式或交通工具外部的周围环境条件,在不同的特定配置中控制通过空调组合件的引气和冲压空气的相应流动路径。

[0008] 本公开的某些实施例提供了一种用于调节空气以调节用于交通工具的空气的方法。该方法包括使用从引气源接收的引气来产生压缩的冲压空气。该方法包括降低压缩的冲压空气的操作温度。该方法还包括将从引气源接收的引气与压缩的冲压空气混合以产生混合气流,并利用该混合气流来调节交通工具中的至少一个舱室的温度。

### 附图说明

[0009] 图1示出了根据本公开的实施例的交通工具的前透视图。

[0010] 图2是根据本公开的实施例的交通工具的示意图。

[0011] 图3是根据本公开的实施例的交通工具的冷却系统的示意图,其示出了空调组合件的系统架构。

[0012] 图4是根据本公开的实施例的冷却系统的示意图,其示出了处于第一地面配置的空调组合件。

[0013] 图5是根据本公开的实施例的冷却系统的示意图,其示出了处于第二地面配置的空调组合件。

[0014] 图6是根据本公开的实施例的冷却系统的示意图,其示出了处于第一巡航飞行配置的空调组合件。

[0015] 图7是根据本公开的实施例的冷却系统的示意图,其示出了处于第二巡航飞行配置的空调组合件。

[0016] 图8是根据本公开的实施例的用于调节在交通工具中使用的空气的方法的流程图。

### 具体实施方式

[0017] 本公开的某些实施例包括空调组合件,其配置为冷却和调节空气。与公知的空调系统相比,本文所描述的实施例中的空调组合件在满足空调要求的同时从引气源(诸如燃气涡轮发动机或辅助动力单元)提取较少的引气。空调组合件的实施例可以在操作期间提高交通工具的燃料经济性和效率,因为更大百分比的引气可以用于交通工具推进。此外,本文所描述的空调组合件还可以在操作期间比公知的空调系统需要使用更少的冲压空气,从而减少交通工具的阻力。增加的燃料经济性和减小的阻力可以增加交通工具的航程并降低燃料成本。

[0018] 根据本文所描述的实施例的空调组合件包括蒸汽循环系统,该蒸汽循环系统在需要时被选择性地启动以提供用于排出热量的热力学提升(thermodynamic lift)。更具体地,蒸汽循环系统包括马达驱动的制冷压缩机,当需要热力学提升时,该压缩机可以被启动,并且当不需要热力学提升时,在某些条件下停用该压缩机以降低功率消耗。如本文所使用的,“热力学提升”是指热力学流动系统内的流体的额外冷却(或必要时加热),除了从热力学流动系统内的一种或多种流体提取能量之外,还从外部动力源提取能量来提供热力学提升。

[0019] 根据本公开的一个或多个实施例的空调组合件使用从交通工具上的引气源提取的引气的气动功率来压缩冲压空气。被压缩的冲压空气可以在蒸汽循环系统的蒸发器内冷

却。冲压空气与混合管道内的引气混合,以限定从空调组合件的出口排出的混合气流。排出的混合气流是温度控制的并且在交通工具内使用,例如被引导至交通工具的客舱中用于冷却、通风和/或加压。

[0020] 某些公知的空调系统的输出通常仅是引气,使得冲压空气仅用于冷却引气,并且然后从交通工具排出。然而,根据本公开的实施例的空调组合件输出混合气流,该混合气流是引气和冲压空气的混合物。引气的气动功率用于将冲压空气压缩到指定压力。如果在某些条件下需要(或期望)额外冷却压缩的冲压空气,则可以启动蒸汽循环系统以提供热力学提升。

[0021] 图1示出了根据本公开的实施例的交通工具10的前透视图。所示实施例中的交通工具10是飞机,并且在本文中称为飞机10。具体地,图1中所示的飞机10可以是商用飞机。飞机是本文所描述的交通工具的一个非限制性示例实施例,并且本公开的其他实施例中的交通工具10可以是另一种类型的运输工具,例如轨道车辆、公共汽车、汽车、航海船等。例如,在本文的各种实施例中描述的空调组合件可以安装在各种不同的交通工具上,用于控制交通工具内的空气的温度、压力和通风。可以包括空调组合件的各种不同的交通工具包括商用飞机(例如图1中所示的飞机10),但不限于商用飞机。

[0022] 所示实施例中的飞机10包括推进系统12,推进系统12可以包括用于推进飞机10的两个主发动机14。主发动机14可以是燃气涡轮(例如,涡轮风扇)发动机14。可选地,推进系统12可以包括比所示更多的主发动机14。主发动机14可以由飞机10的机翼16承载。在其他实施例中,主发动机14可以由机身18和/或尾翼20承载。尾翼20还可以支撑水平安定面22和垂直安定面24。飞机10的机身18限定了内部空间26(在图2中示出),内部空间26可以包括客舱28、驾驶舱30、货物区域32(全部在图2中示出)等。

[0023] 图2是根据本公开的实施例的飞机10的示意图。图2中的飞机10的图示出了飞机10的部件,其用于产生调节空气并将调节空气供应到飞机10的内部空间26。例如,所示实施例中的飞机10包括一个或多个动力源113和冷却系统115。一个或多个动力源113配置为将加压(例如,压缩)的空气供应到冷却系统115。被供应到冷却系统115的来自一个或多个动力源113的加压空气在本文中称为“引气”,并且动力源113被称为“引气源”。

[0024] 冷却系统115配置为从引气中提取能量以产生调节的空气,该调节的空气被提供用于飞机10中的各种冷却和/或通风任务。来自冷却系统115的至少一些调节的空气可以分布在内部空间26内,例如在乘客所在的客舱28内,飞行员和/或其他机组成员所在的驾驶舱30内,和/或存放货物(例如,宠物、行李箱、散装物品等)的货物区域32内。调节的空气可以具有指定的温度、压力和/或湿度。应认识到,图2中所示的飞机10的部件与空调有关,并且飞机10可以具有图2中未示出的各种附加部件、系统、装置等。

[0025] 冷却系统115包括空调组合件145和控制回路146。空调组合件145是具有各种空气处理和热管理部件和装置(例如热交换器、压缩机、涡轮机、阀门和管道)的系统,参考图3-7详细示出和描述所述部件和装置。根据本文描述的实施例的空调组合件145在飞机10的整个操作时段内为飞机10提供加压、通风和温度控制。例如,当飞机10在地平面静止时,空调组合件145可配置用于飞机10的地面操作模式,当飞机10在巡航高度飞行时,空调组合件145处于飞机10的巡航飞行操作模式,以及空调组合件145可配置用于它们之间的任何飞行状况或模式。

[0026] 在一个或多个实施例中,空调组合件145可以是整体的集成系统,使得空调组合件145的部件可以共同地布置在单个外壳或壳体内。可选地,空调组合件145的各种部件(例如作为一个示例的控制回路146)可以位于外壳或壳体的外表面上,或者可以远离空调组合件145安装。空调组合件145可以是足够紧凑和轻量的以便可以手持。结果,通过将外壳装载到飞机10中的适当位置并且在管道系统、管道、电力插座等之间进行相应的连接,空调组合件145可以相对简单地安装在包含现有的基于引气的空调系统的飞机10内。

[0027] 控制回路146可操作地耦接到空调组合件145,并且配置为控制空调组合件145的操作。例如,控制回路146可用于(i)打开和关闭阀门,(ii)启动和停用开关、马达和/或风扇,(iii)监控各种参数,例如系统温度和压力、飞机舱温度、外部环境温度、飞机高度、飞机速度等。控制回路146可以被配置为基于在控制回路146处接收的各种输入来打开和关闭某些特定阀门,以重新配置通过空调组合件145的空气流动路径。作为示例,控制回路146可以基于飞机10的不同操作模式(例如,巡航飞行或地面)和/或基于飞机10外部的周围环境条件(例如,炎热天气或寒冷天气)来重新配置通过空调组合件145的空气流动路径。

[0028] 在本文描述的一个或多个实施例中,当飞机10处于地面操作模式时,空调组合件145可配置在一个或多个地面配置中使用,并且当飞机10处于巡航飞行操作模式时,空调组合件145可配置为在一个或多个巡航飞行配置中使用。

[0029] 在一个或多个地面配置中,空调组合件145可以提供调节的空气用于在飞机10的内部空间26内进行温度控制和通风,以在装载和卸载客舱28时增加乘客的舒适度,以及在准备即将到来的航班时为飞行机组人员增加舒适度。参考图4和图5示出和描述了空调组合件145的各种地面配置。例如,图4表示第一地面配置,并且图5表示第二地面配置。在第一地面配置和第二地面配置两者中,飞机10的辅助动力单元152用作向空调组合件145供应引气的引气源113。空调组合件145使用引气来压缩冲压空气,使得冲压空气的压力与从辅助动力单元152接收的引气的压力基本相同(例如,在引气压力的指定范围内)。然后将压缩的冲压空气与引气混合,并将两股气流在空调组合件145内一起冷却。在图4中所示的第一地面配置中,蒸汽循环系统126(如图3所示)为混合的冲压和引气流提供冷却增压,以降低从空调组合件145排出以便在飞机10内使用的供应气流的运行温度。当处于地平面的飞机10外部的周围环境的温度等于或高于指定的阈值温度时,可以使用第一地面配置。图5中所示的第二地面配置与第一地面配置不同,因为空调组合件145的蒸汽循环系统126不运行(例如,不激活)。当环境温度低于指定的阈值温度时,可以使用第二地面配置。例如,如果环境温度为零华氏度,则冲压空气流可以充分冷却,使得不需要来自蒸汽循环系统126的冷却增压。

[0030] 在一个或多个巡航飞行配置中,空调组合件145可以提供调节的空气用于内部空间26的加压,以及用于内部空间26的温度控制和通风。当飞机10处于巡航高度时,调节的空气可以增加乘客和机组人员的舒适度。参考图6和图7示出和描述了空调组合件145的各种巡航飞行配置。例如,图6表示第一巡航飞行配置,图7表示第二巡航飞行配置。在第一巡航飞行配置和第二巡航飞行配置中,飞机10的至少一个主发动机14用作引气源113。空调组合件145使用引气来压缩冲压空气,使得冲压空气的压力与客舱28的压力基本相同(例如,在机舱空气压力的指定范围内)。虽然引气在从空调组合件145排出之前与冲压空气混合,但至少一些引气与空调组合件145内的冲压空气分开冷却。例如,在图6中所示的第一巡航飞行配置中,只有引气在热交换器112内冷却并且只有引气膨胀通过涡轮120。此外,只有冲压

空气被空调组合件145的蒸汽循环系统126冷却,该蒸汽循环系统126可操作用于为冲压空气提供冷却增压。在图7所示的第二次巡航飞行配置中,一部分引气与蒸汽循环系统126上游的冲压空气混合,使得蒸汽循环系统126为冲压空气和一些引气提供冷却增压。由于各种条件,例如当飞机10在高于标准高度的高度巡航时,可以使用第二巡航飞行配置代替第一巡航飞行配置。将一些引气引导至蒸汽循环系统126降低了通过涡轮120的引气流速,这可以降低通过空调组合件145的冲压空气的流速,从而允许更好地控制空调组合件145。

[0031] 尽管未在图6和图7中示出,但空调组合件145可以具有两个以上的巡航飞行配置。例如,第三巡航飞行配置可以限定与图6的第一巡航飞行配置相同的空气流动路径,除了蒸汽循环系统126不激活。同样地,第四巡航飞行配置可以与图7中所示的第二巡航飞行配置相同,除了蒸汽循环系统126不激活。当飞机10外部的高度处的环境温度低于指定的阈值温度时,可以关闭蒸汽循环系统126,因为冲压空气可以充分冷却,从而不需要过度冷却。控制回路146可以配置为控制如本文所描述的空调组合件145的不同配置。

[0032] 控制回路146包括和/或表示一个或多个硬件电路或电路系统,其包括或连接,或者包括并且连接:一个或多个处理器、控制器和/或其他基于硬件逻辑的设备。控制回路146可以包括中央处理单元(CPU),一个或多个微处理器,图形处理单元(GPU)或者能够根据特定逻辑指令处理输入数据的任何其他电子部件。例如,控制回路146可以执行存储在有形和非暂时性计算机可读存储介质(例如,存储器设备)上的指令。例如,控制回路146可以被配置为响应于某些触发事件,根据存储在存储器设备上的指令来启用或停用空调组合件145中的某些阀门以改变空气流动路径。触发事件可以包括从操作员输入设备接收的输入(例如,操作员经由键盘、手持输入设备等手动选择空调组合件145的特定配置)。如本文更详细描述,用于控制回路146重新配置空调组合件145的流动路径的其他触发事件可以基于检测到的飞机10的操作条件和/或检测到的周围环境条件。控制回路146可以经由一个或多个有线控制线路或无线通信链路可操作地耦接到空调组合件145,使得控制回路146可以沿着有线路径或无线地将控制信号传送到空调组合件145的各种阀门和其他设备。

[0033] 飞机10还包括电源150,其为飞机10上的各种部件和系统提供电力。电源150电气地(例如,导电地和/或电感地)连接到空调组合件145,以为空调组合件145的马达130提供动力,如图3所示。电源150可以包括或表示电池、发电机、交流发电机等。

[0034] 在所实施例中的飞机10包括多个引气源113,引气源被配置为将引气供应到冷却系统115的空调组合件145。具体地,飞机10包括表示引气源113的主发动机14和辅助动力单元152(图2中缩写为“APU”)。主发动机14接收被吸入相应主发动机14的压缩机(未示出)的空气,其中空气在压缩机内被压缩,然后流入燃烧室(未示出),在燃烧室中空气与燃料一起燃烧以产生用于推进飞机10的推力。空气从飞机10的外部被吸入压缩机。主发动机14中的至少一个包括沿压缩机的中间级的排放端口(未示出),该排放端口配置为允许加压的引气在进入燃烧室之前离开主发动机14。来自至少一个主发动机14的引气可以通过引气管道154输送到空调组合件145。

[0035] 辅助动力单元152可以是飞机10上的燃气涡轮发动机。辅助动力单元152产生用于为负载供电而不是推进飞机10的动力。另外,在主发动机14不启用时,辅助动力单元152还可以在飞机10的地面操作期间产生加压引气以供空调组合件145使用。与主发动机14类似,辅助动力单元152可以从飞机10的外部接收空气并且可以在辅助动力单元152的压缩机(未



示出)内对空气加压以产生引气。辅助动力单元152还可以提供电力和/或轴动力,其可以用于主发动机启动并且为电力负载(例如,灯和仪器)供电。来自辅助动力单元152的引气可以通过引气管道156输送到空调组合件145。如图2所示,引气管道156可选地可以与来自至少一个主发动机14的引气管道154结合。

[0036] 除了接收引气之外,冷却系统115的空调组合件145通过飞机10的冲压空气管道158接收冲压空气。冲压空气管道158从飞机10的外表面上的冲压空气进气口160延伸到空调组合件145。冲压空气进气口160可以是吸入口或通风口,冲压空气通过该吸入口或通风口进入飞机10。冲压空气是飞机10外部的环境空气,其由于飞机10的运动而流入飞机10。

[0037] 在至少一个实施例中,空调组合件145接收来自引气源113(例如,主发动机14和/或辅助动力单元152)的引气和冲压空气。空调组合件145从引气中提取能量以加压(例如,压缩)冲压空气。冲压空气与引气在空调组合件145内混合以限定混合气流。混合气流作为调节的空气从空调组合件145排出,该调节的空气经由供气管道161分配到客舱28和/或飞机10的内部空间26内的其他区域。混合气流由空调组合件145调节,以在飞机10内提供内部温度控制、湿度控制、通风和加压。混合气流与客舱28内的空气混合,并且可以通过飞机10的流出端口162从飞机10排出。在一个或多个实施例中,从冲压空气管道158接收的在空调组合件145内的一些冲压空气未被压缩,而是用作用于吸收空调组合件145内的热量的制冷剂。例如,这部分冲压空气可用于从引气中吸收热量。用于吸收热量的部分冲压空气离开空调组合件145并且在排气管道166内被引导到飞机10的排气端口164,其中加热的冲压空气从飞机10排放。

[0038] 图3是根据本公开的实施例的飞机10的冷却系统115的示意图,其示出了空调组合件145的系统架构。图3中所示的空调组合件145的系统架构是一个示例性实施例,并且空调组合件145不旨在限于图3中所示的系统架构。

[0039] 空调组合件145包括热交换器112、空气循环组件116和蒸汽循环系统126。热交换器112和空气循环组件116沿空调流动回路170布置,空调流动回路170包括一系列相互连接的空气处理构件和阀门172,阀门172控制通过空气处理构件的空气流动。空气处理构件在本文中称为管道,但术语“管道”并非旨在限制某种类型的空气处理构件,并且可以包括用于沿限定路径引导气流的各种导管、滑槽、管、软管等。引气和冲压空气流过空调流动回路170。

[0040] 空调组合件145还包括冲压空气散热器回路144,其通过空调组合件145输送气流。来自空调流动回路170内的空气的热量被排放到冲压空气散热器回路144中。通过空调流动回路170的引气和冲压空气的相应的流动路径受到选择性地控制(例如,打开和关闭)沿着空调流动回路170定位的各种阀门172的影响。控制回路146可以通过将控制信号传递到阀门来自动控制阀门172的状态或位置。控制回路146可以无线地和/或通过导线将控制信号传送到相应的阀门172。在图3-7中,带有符号“X”的阀门172表示允许流体流过的打开的阀门或至少部分打开的阀门,并且带有空白符号(例如,缺少“X”)的阀门172表示阻止流体流过的关闭的阀门。

[0041] 空气循环组件116包括压缩机118(本文中称为空气压缩机118)以及涡轮120,它们经由轴122彼此机械连接。例如,涡轮120的旋转使轴122旋转,这也使空气压缩机118旋转。空气压缩机118和涡轮120可以各自包括一级或多级旋转叶片和固定翼片(未示出)。在本文

描述的一个或多个实施例中,涡轮120接收引气并使引气膨胀通过涡轮120。涡轮120从通过涡轮120的引气中提取能量,并且该能量用作气动动力以驱动空气压缩机118的旋转(经由轴122)。

[0042] 蒸汽循环系统126包括含有制冷剂的制冷剂环路136。制冷剂可以表示或包括标准制冷剂,例如但不限于R-134a。制冷剂环路136可以由闭环中的一系列互连管137限定。蒸汽循环系统126包括沿制冷剂环路136布置的各种部件,包括压缩机128(本文称为制冷剂压缩机128)、冷凝器132、制冷剂过冷却器202和蒸发器134。制冷剂压缩机128由马达130驱动。马达130可以是由电源150供电的电动马达。

[0043] 在至少一个实施例中,空调组合件145包括外壳142或壳体,并且空调组合件145的至少一些部件布置在外壳142内。例如,在所示实施例中,热交换器112、空气循环组件116和蒸汽循环系统126都布置在外壳142内。冲压空气散热器回路144的一部分也布置在外壳142内。例如,外壳142包括冲压空气回路入口182,以使冲压空气能够从冲压空气管道178引导到布置在外壳142内的冲压空气散热器回路144的部分。外壳142可以由刚性材料构成,例如一种或多种塑料和/或金属。在所示实施例中,控制回路146布置在外壳142内和/或外壳142上,但是在另一个实施例中,控制回路146可以远离外壳142(例如,在外壳142外部并与外壳142间隔开)。在一个或多个其他实施例中,热交换器112和/或蒸汽循环系统126的全部或部分可以布置在外壳142的外部。

[0044] 空调组合件145包括引气入口114,其经由引气入口管道174与热交换器112流动连通。引气入口管道174连接到从一个或多个引气源113延伸的引气管道154、156(或其延伸部分)(图2中示出)。来自一个或多个引气源113的引气通过引气入口114输送到空调组合件145中并输送到热交换器112中。

[0045] 热交换器112在空调流动回路170和冲压空气散热器回路144之间提供热传递。在热交换器112内,仅来自引气的热量或来自引气和压缩冲压空气的热量被排放到冲压空气散热器回路144内的空气中。热交换器112可以配置为允许热传递而不允许两个气流之间的质量传递。冲压空气散热器回路144内的空气可以包括冲压空气,来自飞机10的内部空间26(图2)的再循环空气等。

[0046] 在至少一个实施例中,飞机10的冲压空气管道158可以分成第一管道178和第二管道180。第一管道178在外壳142中的冲压空气回路入口182处连接到空调组合件145,并且与冲压空气散热器回路144流动连通。第二管道180在外壳142中的冲压空气入口124处连接到空调组合件145,并且与空调流动回路170流动连通。第一管道178内的冲压空气进入冲压空气散热器回路144,并用于在热交换器112处仅从引气吸收热量,或者从引气和压缩冲压空气吸收热量。第二管道180内的冲压空气进入空调流动回路170,并且由空气循环组件116的空气压缩机118压缩。

[0047] 空气压缩机118由从涡轮120内的引气提取的能量提供动力。例如,取决于空调组合件145的配置,在引气入口114内接收的高达100%的引气可被引导通过涡轮120,以用于压缩空气压缩机118内的冲压空气。涡轮120接收热交换器112下游的引气。热交换器112用于降低进入涡轮120之前的引气的操作温度。例如,降低进入涡轮120的引气的温度可以防止高温引气损坏涡轮120和/或可以允许更好地控制涡轮120的操作。

[0048] 蒸汽循环系统126配置为在必要时提供用于引气和压缩的冲压空气的额外冷却的

热力学提升,或仅用于压缩的冲压空气的额外冷却的热力学提升。例如,蒸汽循环系统126的蒸发器134提供空调流动回路170和制冷剂环路136之间的热传递。蒸发器134接收空气压缩机118下游的冲压空气,使得在蒸发器134处接收的压缩的冲压空气被加压。在蒸发器134内,来自冲压空气的热量传递到制冷剂环路136内的制冷剂,进而冷却冲压空气。在空调组合件145的一个或多个地面配置中,引气可以与蒸发器134上游的冲压空气混合,使得引气也流过蒸发器134。制冷剂吸收的热量将使至少一些制冷剂从液相蒸发到气相。蒸汽循环系统126是制冷系统,其由驱动制冷剂压缩机128的马达130提供动力。

[0049] 空调流动回路170内的冲压空气与引气混合以限定混合气流。冲压空气在沿空调流动回路170的几个混合管道138A、138B、138C之一内与引气混合。例如,空调流动回路170包括第一混合管道138A,第二混合管道138B和第三混合管道138C。如本文更详细的描述,根据空调组合件145的当前配置,冲压空气可以与混合管道138A、138B、138C中的不同混合管道内的引气混合。混合气流通过出口140从空调组合件145排出。出口140可以限定在外壳142中。从空调组合件145排出的混合气流经调节使得混合气流处于受控的温度、湿度和压力。混合气流可用于飞机10上的各种冷却任务,例如(但不限于)对驾驶舱30和客舱28(均在图2中示出)进行冷却、通风和加压。

[0050] 管道限定穿过空调流动回路170的多个流动路径或线路。例如,空调流动回路170包括主管线186,空气压缩机118、热交换器112、蒸发器134和涡轮120沿着主管线186定位。沿着主管线186的部件是串联的。例如,冲压空气可以流过主管线186,依次流过空气压缩机118、热交换器112、蒸发器134和涡轮120,然后通过出口140排出。在所示的实施例中,空调流动回路170还包括沿主管线186布置在蒸发器134和涡轮120之间的冷凝器194和水提取器196或分离器。空调流动回路170还包括热交换器旁通管线188、蒸发器旁通管线190和旁通管线192。热交换器旁通管线188在空气压缩机118和蒸发器134之间延伸并绕过热交换器112。蒸发器旁通管线190在热交换器112和涡轮120之间延伸,并绕过蒸发器134以及冷凝器194和水提取器196。热旁通管线192在蒸发器134和出口140之间延伸,并绕过涡轮120以及冷凝器194和水提取器196。如本文更详细的描述,阀门172由控制回路146控制,以选择性地引导冲压空气和引气通过空调流动回路170的各种管线186、188、190、192。

[0051] 图4是根据本公开的实施例的冷却系统115的示意图,其示出了处于第一地面配置的空调组合件145。空调组合件145可以通过控制回路146分别控制沿空调流动回路170的阀门172的状态或位置而可配置为各种配置。控制回路146通过沿着有线路径或经由无线通信链路将电控制信号传送到阀门172来控制阀门172的状态。在至少一个实施例中,当飞机10处于地平面而不是飞行时,空调组合件145设置在第一地面配置中。

[0052] 在所示实施例中,处于第一地面配置的空调组合件145引导空气沿着主管线186流动,使得空气不绕过热交换器112、蒸发器134或涡轮120中的任何一个。当控制回路146关闭第一旁通阀门172A、第二旁通阀门172B和第三旁通阀门172C时,空调组合件145实现第一地面配置。第一旁通阀门172A沿着热交换器旁通管线188布置,并且关闭第一旁通阀门172A防止在空气压缩机118中加压的冲压空气流过热交换器旁通管线188。第二旁通阀门172B沿着蒸发器旁通管线190布置,并且关闭第二旁通阀门172B防止从热交换器112排出的引气流过蒸发器旁通管线190。第三旁通阀门172C沿着热旁通管线192布置,并且关闭第三旁通阀门172C防止从蒸发器134排出的空气流过热旁通管线192。沿着主管线186布置的阀门172被设

置或保持在打开位置,以允许空气流过主管线186。如图4-7所示,实线流动线表示有流体流过其中的流动线,并且虚线流动线表示没有流体流过其中的流动线。在图4中,旁通阀门172A、172B、172C关闭,因此没有流体流过旁通管线188、190和192,其以虚线示出。

[0053] 当处于第一地面配置时,空调组合件145接收来自辅助动力单元152(图2中所示)的引气,该辅助动力单元152表示引气源113(图2和图3)。当飞机10在地面上时,主发动机14(图1和图2中所示)可以关闭或空转,因此由辅助动力单元152供应引气。例如,冷却系统115的控制回路146或飞机10上的另一控制回路可以控制空调组合件145外部的沿着引气管道154、156(图2)的阀门(未示出),以从辅助动力单元152供应引气,而不从主发动机14供应引气。引气通过引气入口114(图3)进入空调流动回路170,并沿引气入口管道174流动。

[0054] 空气循环组件116的空气压缩机118沿着第二管道180通过冲压空气入口124(图3)接收冲压空气。当处于第一地面配置时,空气压缩机118可以将冲压空气压缩到与辅助动力单元152(图2)供应到空调组合件145的引气的压力相对应的压力。例如,由空气压缩机118排出的冲压空气的压力可以在引气压力的指定范围内与来自辅助动力单元152的引气的压力相匹配。指定范围可以在引气压力的1%、3%或5%内。在第一地面配置中,由空气压缩机118排出的冲压空气在热交换器112上游的第一混合管道138A内与引气混合。冲压空气与引气混合或掺杂以限定混合气流。混合气流流过热交换器112,其中热量从混合气流传递到冲压空气散热器回路144内的气流,以冷却混合气流。

[0055] 在第一地面配置中,蒸汽循环系统126的热交换器112和蒸发器134沿着空调流动回路170的主管线186串联布置。热交换器112下游的混合气流流过蒸汽循环系统126的蒸发器134。蒸发器134通过将热量传递到蒸汽循环系统126的制冷剂环路136内的制冷剂中来降低混合气流的操作温度。过冷却器202进一步加热制冷剂,并且汽化的制冷剂被输送到压缩机128。

[0056] 在蒸汽循环系统126中,离开蒸发器134的汽化的制冷剂在过冷却器202内进一步被加热到气相,并且汽化的制冷剂被输送到制冷剂压缩机128。制冷剂压缩机128对制冷剂加压。制冷剂压缩机128由马达130驱动。马达130可以由飞机10的电源150(图2和图3)供电。从制冷剂压缩机128排出的热的加压制冷剂流到冷凝器132,其中来自制冷剂的热量被传递到冲压空气散热器回路144内的气流中。如示例实施例中所示,蒸汽循环系统126还可以包括沿制冷剂环路136的称为过冷却器202的再生热交换器,以提高蒸汽循环系统126的效率。过冷却器202允许来自位于蒸发器134下游的制冷剂与位于冷凝器132下游的制冷剂的热传递。蒸汽循环系统126包括冷凝器132和蒸发器134之间沿制冷剂环路136布置的膨胀阀门204。更具体地,膨胀阀门204布置在过冷却器202和蒸发器134之间蒸发器134的上游。

[0057] 冷凝器132沿着冲压空气散热器回路144与热交换器112串联布置。例如,通过第一管道178进入冲压空气散热器回路144的冲压空气流过冷凝器132并且随后流过热交换器112。冲压空气散热器回路144内的气流从冷凝器132内的制冷剂吸收热量,并且从热交换器112内的混合气流吸收热量(例如,当处于一个或多个地面配置中时)。空调组合件145可选地在冲压空气散热器回路144内包括风扇206。风扇206驱动气流通过冲压空气散热器回路144,以确保当飞机处于地面上时(并且可选地在低速飞行状态期间)气流的流速足以消散指定量的热量。风扇206由风扇马达208驱动。在热交换器112的下游,冲压空气散热器回路144内的气流从空调组合件145排出并流过排气管道166(也在图2中示出),然后通过排气口

164(图2)从飞机10中排出。

[0058] 离开蒸发器134的混合气流可以在到达涡轮120之前流过冷凝器194和水提取器196。冷凝器194可以从混合气流中去除额外的热量,以确保进入水提取器196的空气充分冷却以冷凝到空气中存在一些液体水。在冷凝器194中,离开蒸发器134的混合气流(涡轮120的上游)的热量可以被传递到涡轮120下游的混合气流中。水提取器196通过去除液态水滴来干燥混合气流。从混合气流中提取的水可以被引导通过水管道210,并且被注入到冷凝器132上游的冲压空气散热器回路144中,以增加冲压空气散热器回路144内的气流的可用散热和通过质量。

[0059] 在水提取器196的下游,混合气流进入涡轮120。流过涡轮120的转子叶片和翼片的混合气流能量经由轴122驱动空气压缩机118的旋转,同时降低空气的温度。在至少一个实施例中,当空调组合件145处于一个或多个地面配置中时,进入空调组合件145的所有引气可以被引导通过涡轮120以驱动空气压缩机118内的冲压空气的压缩,并降低混合气流的温度。例如,在所示的实施例中,基本上所有的引气和由空气压缩机118压缩的基本上所有的冲压空气流过涡轮120,然后通过出口140(图3)从空调组合件145排出以用于在飞机10内冷却。一旦混合气流通过涡轮120膨胀,混合气流可以流过冷凝器194并从上游混合气流吸收一些热量,然后沿着供气管道161(也在图2中示出)从空调组合件145中排出。空调组合件145配置为将混合气流调节到指定的温度、压力和湿度。在非限制性示例中,沿着供气管道161排放的混合气流可以具有低于32华氏度(F)的温度,例如在0到20华氏度之间。

[0060] 图5是根据本公开的实施例的冷却系统115的示意图,其示出了处于第二地面配置的空调组合件145。第二地面配置类似于图4中所示的第一地面配置,除了蒸汽循环系统126在第二地面配置中不激活(例如,关闭)。通过控制驱动制冷剂压缩机128的马达130选择性地打开和关闭蒸汽循环系统126,使得当马达130运行时蒸汽循环系统126激活或“接通”,并且当马达130不运行时蒸汽循环系统126不激活或“关闭”。在至少一个实施例中,控制回路146可以被配置为响应于一个或多个指定的条件或环境而停用马达130以关闭蒸汽循环系统126。当飞机10在地面上时,控制回路146可以基于飞机10外部的周围环境的测量温度来停用马达130。例如,如果周围环境的温度低于指定的阈值温度,则可以不需要由蒸汽循环系统126提供额外的冷却。冲压空气可以充分冷却以调节混合气流,同时蒸汽循环系统126不激活以节省用于为马达130提供动力的能量。阈值温度可以特定于不同的飞机模型、调节的空气需求、部件能力和/或操作员偏好。可用作阈值温度的温度的非限制性示例包括20华氏度、30华氏度、40华氏度和50华氏度。例如,如果阈值温度被指定为40华氏度,则控制回路146被配置为当环境温度等于或高于40华氏度时启动马达130(以打开蒸汽循环系统126),并且配置为当环境温度低于40华氏度时停用马达130(以关闭蒸汽循环系统126)。

[0061] 当空调组合件145处于蒸汽循环系统126关闭的第二地面配置时,空调流动回路170可与当处于空气循环系统126运行的第一地面配置时的空调流动回路170相同或相似。可选地,当蒸汽循环系统126关闭以从第一地面配置转换到第二地面配置时,空调流动回路170可以稍微改变。

[0062] 在图5所示的第二地面配置中,第一旁通阀门172A和第二旁通阀门172B被关闭以分别防止气流通过热交换器旁通管线188和蒸发器旁通管线190。控制回路146部分地打开第三旁通阀门172C,以允许热交换器112和蒸发器134下游的一些混合气流通过热旁通管线

192绕过涡轮120。通过热旁通管线192绕过涡轮120的部分混合气流不用于在空气压缩机118处对冲压空气加压,而流过涡轮120的混合气流的剩余部分用于给冲压空气加压。热旁通管线192内的混合气流与从涡轮120排出的混合气流在第三混合管道138C内混合,然后通过出口140(图3)离开空调组合件145。控制回路146可以打开第三旁通阀门172C,以便控制离开空调组合件145并被供应到客舱28(图2)和/或飞机10的其他区域的空气的温度。例如,通过热旁通管线192绕过涡轮120的部分混合气流处于比通过涡轮120膨胀的部分混合气流更高的温度。热旁通管线192中的空气可以与离开涡轮120的膨胀空气混合,以便增加从空调组合件145排出的调节空气的温度。

[0063] 如图5所示,当蒸汽循环系统126关闭时,蒸发器134不提供对混合气流的任何冷却,并且冷凝器132不排出任何热量进入冲压空气散热器回路144。在所示实施例中,热交换器112是将热量从空调流动回路170传递到冲压空气散热器回路144的唯一部件。在第二地面配置中,从辅助动力单元152(图2)供应引气,如图4中所示的第一地面配置中一样。

[0064] 图6和图7示出了根据本公开的实施例的在相应的第一巡航飞行配置和第二巡航飞行配置中的空调组合件145。如上所述,当飞机10在高空飞行时,空调组合件145可以配置为处于巡航飞行配置中的一个。在图6所示的第一巡航飞行配置中,热交换器112和蒸发器134之间的调节阀172E(本文也称为第二主阀门172E)关闭,而在图7所示的第二巡航飞行配置中调节阀172E部分或完全打开。

[0065] 在巡航飞行配置中,空调组合件145从一个或多个主发动机14(图1和图2中示出)在引气入口管道174接收引气,该主发动机14表示引气源113(图2)。例如,在巡航飞行配置中,引气可以仅从主发动机14接收,而不从辅助动力单元152接收。在至少一个实施例中,空气循环组件116的空气压缩机118配置为将冲压空气加压至与客舱28和驾驶舱30(均在图2中示出)内的机舱空气压力相对应的压力。例如,离开空气压缩机118的冲压空气可具有在机舱空气压力的指定范围内的压力。指定范围可以在机舱空气压力的1%、3%或5%内。

[0066] 在图6所示的第一巡航飞行配置中(其中调节阀172E关闭),引气与冲压空气分开冷却。例如,热交换器112冷却引气,并且蒸汽循环系统126的蒸发器134冷却冲压空气。引气与冲压空气混合以在热交换器112和蒸发器134下游形成混合气流。例如,在所示实施例中,引气与冲压空气在第三混合管道138C中混合。在所示实施例中,热交换器112不接收冲压空气,并且蒸发器134不接收引气。

[0067] 控制回路146分别控制沿着空调流动回路170的阀门172,以实现所选择的一个巡航飞行配置。在图6所示的实施例中,控制回路146打开第一旁通阀门172A、第二旁通阀门172B和第三旁通阀门172C的所有三个阀,以允许空气分别流过热交换器旁通管线188、蒸发器旁通管线190和热旁通管线192。控制回路146沿着主管线186关闭第一主阀门172D、第二主(例如,调节)阀门172E和第三主阀门172F。第一主阀门172D位于空气压缩机118和热交换器112之间。第三主阀门172F位于蒸发器134和涡轮120之间(更具体地,在蒸发器134和冷凝器194之间)。

[0068] 引气入口管道174内进入空调组合件145的引气流过热交换器112,其中热量传递到冲压空气散热器回路144内的气流。离开热交换器112的引气沿着蒸发器旁通管线190被引导通过第二旁通阀门172B直接到达涡轮120。例如,进入空调组合件145的所有引气可以被引导到涡轮120以驱动空气压缩机118。在通过涡轮120膨胀之后,引气与冲压空气在第三

混合管道138C中混合。混合气流沿着供气管道161从空调组合件145排出。

[0069] 由空气压缩机118加压的冲压空气沿着热交换器旁通管线188被引导通过第一旁通阀门172A直接到达蒸发器134。当蒸汽循环系统126打开时,制冷剂从蒸发器134内的冲压空气吸收热量以冷却冲压空气。离开蒸发器134的冲压空气沿着热旁通管线192被引导通过第三旁通阀门172C,并与引气在第三混合管道138C中混合,然后从空调组合件145排出以用于对飞机10冷却、通风和/或加压。

[0070] 可选地,当飞机10在飞行中时,控制回路146可以关闭为冲压空气散热器回路144中的风扇206提供动力的马达208。冲压空气通过冲压空气散热器回路144的流速可以足以提供所需的热吸收,因此节省了用于为马达208提供动力的能量。

[0071] 尽管未示出,但在某些情况或条件下,蒸汽循环系统126可以在空调组合件145处于巡航飞行配置之一时关闭,以产生空调组合件145的附加巡航飞行配置。例如,在高海拔地区,环境空气温度可能足够低,使得冲压空气不需要蒸汽循环系统126的额外冷却。在第三巡航飞行配置(未示出)中,该配置是图6所示的第一巡航飞行配置的变型,控制回路146可以被配置为响应于飞机10外部的环境温度在飞行中降至指定的阈值温度以下,而停用马达130以关闭蒸汽循环系统126。飞行中的指定阈值温度可低于飞机10处于地平面时指定的阈值温度。飞机10在飞行中的指定阈值温度的非限制性示例包括-20华氏度、-10华氏度、0华氏度和10华氏度。飞行期间当关闭蒸汽循环系统126时,空调流动回路170可保持不变。例如,尽管蒸汽循环系统126关闭,但是第三巡航飞行配置中的空调流动回路170可以与图6中所示的第一巡航飞行配置中的空调流动回路170相同或基本相同。

[0072] 图7示出了根据本公开的实施例的处于第二巡航飞行配置的空调组合件145。图7中所示的第二巡航飞行配置与图6中所示的第一巡航飞行配置之间的唯一区别在于:在第二巡航飞行配置中控制回路146将第二主阀门(例如,调节阀门)172E设置在部分或完全打开的位置,而第二主阀门172E在第一巡航飞行配置中关闭。通过打开第二主阀门172E,热交换器112下游的大部分引气沿着蒸发器旁通管线190被直接引导通过第二旁通阀门172B到达涡轮120。较小部分(例如,小于一半)的引气被引导通过第二主阀门172E到达蒸发器134。较小部分的引气与沿着热交换器旁通管线188流动的冲压空气在第二混合管道138B处混合,并且混合气流进入蒸发器134。通过涡轮120膨胀的引气与混合气流(由冲压空气和较小部分的引气限定)在第三混合管道138C处混合,然后从空调组合件145排出。

[0073] 在所示的第二巡航飞行配置中,大部分引气通过涡轮120膨胀以驱动空气压缩机118,但是较小部分的引气绕过涡轮120并与蒸发器134上游的冲压空气混合。图7中所示的第二巡航飞行配置在某些情况下可能是有用的,例如在非常的高度,以确保空气压缩机118的高效操作。例如,允许一些引气绕过涡轮120降低了由空气压缩机118加压的冲压空气的流速。虽然空调组合件145在图7中所示的第二巡航飞行配置中操作,但是蒸汽循环系统126可以被关闭以转换到第四巡航飞行配置(未示出)。

[0074] 图8是根据本公开的实施例的用于调节交通工具中使用的空气的方法300的流程图。可以根据本文参考图1-7描述的实施例来执行方法300。例如,方法300可用于调节空气,该空气用于调节图1中所示的交通工具10中的至少一个舱室或空间的温度、通风和/或加压。交通工具10在本文被描述为飞机(并且被称为飞机10),但不限于飞机。方法300可以用在其他类型的运输工具上,例如轨道车辆、公共汽车、航海船等。方法300可以完全或至少部

分地由图2中所示的冷却系统115执行,该冷却系统115包括空调组合件145和控制回路146。

[0075] 在302处,降低从引气源113接收的引气的操作温度。引气源113可以是飞机10的主发动机14或辅助动力单元152。例如,当飞机10处于巡航飞行操作模式时,主发动机14可以在空调组合件145的巡航飞行配置中提供引气,并且当飞机10处于地面操作模式时,辅助动力单元152可以在地面配置中提供引气。可以在热交换器112内实现引气的温度降低,热交换器112允许从引气到冲压空气散热器回路144内的气流中的热传递。冲压空气散热器回路144内的气流可以完全或至少部分是来自飞机10外部的冲压空气。

[0076] 在304处,降温(例如冷却)的引气用于产生压缩的冲压空气。例如,来自热交换器112的引气可以被引导到空气循环组件116,以用于压缩来自飞机10外部的冲压空气。引气可以通过空气循环组件116的涡轮120膨胀。空气循环组件116包括经由轴122机械地耦连到涡轮120的空气压缩机118。涡轮120中的引气的膨胀为涡轮120提供动力,以经由轴122旋转空气压缩机118。空气压缩机118的旋转压缩通过冲压空气入口124在空气压缩机118处接收的冲压空气。

[0077] 在306处,确定飞机10外部的环境温度是否等于或高于指定的阈值温度。例如,控制回路146可以可操作地耦接到温度传感器,使得控制回路146基于温度传感器确定环境空气的当前温度。指定的阈值温度可以基于交通工具的当前操作模式(例如,飞行或地面模式)。如果环境温度等于或高于指定的阈值温度,则流程从306进行到310。在310处,降低压缩的冲压空气的操作温度。在一个或多个实施例中,压缩的冲压空气被引导至蒸汽循环系统126,该蒸汽循环系统126被配置为冷却压缩的冲压空气。蒸汽循环系统126包括马达驱动的制冷剂压缩机128,其使用由马达130提供的能量来压缩制冷剂。马达130可以由飞机10上的电源150提供动力。压缩的冲压空气被引导到蒸汽循环系统126的蒸发器134,其中热量从压缩的冲压空气传递到制冷剂以冷却压缩的冲压空气。可选地,引气可以与压缩的冲压空气一起流到蒸发器134,使得引气的操作温度与压缩的冲压空气同时减小。

[0078] 另一方面,如果环境温度低于指定的阈值温度,则流程进行到308并且马达驱动的制冷剂压缩机128停用。停用制冷剂压缩机128可以有效地关闭蒸汽循环系统126。例如,如果环境温度足够冷,则蒸汽循环系统126可以不需要为压缩的冲压空气提供额外的冷却。制冷剂压缩机128可以通过控制回路146或飞机10上的其他控制回路停用驱动制冷剂压缩机128的马达130而被停用。

[0079] 在步骤308和步骤310中的任一个之后,方法300的流程进行到312。在312处,将压缩的冲压空气与引气混合以产生混合气流。尽管在图8的流程图中的步骤302、304和310之后呈现步骤312,但是事件的时间顺序可不遵循图8中所示的相同的呈现顺序。例如,取决于空调组合件145的具体配置(由控制回路146通过打开和/或关闭某些特定阀门172来控制),冲压空气可以在整个空调流动回路170中的不同混合管道138处与引气混合。例如,在一个或多个地面配置中,当飞机10在地平面处于地面操作模式时,冲压空气与引气在第一混合管道138A中混合,第一混合管道138A在热交换器112和引气入口114之间布置在热交换器112的上游。因此,在步骤304产生的压缩空气可以在312处与进入的引气混合,并且产生的混合气流可以进入热交换器112。结果,压缩的冲压空气的温度可以在302处降低,同时热交换器112处的引气温度的降低。可替代地,在一个或多个巡航飞行配置中,当飞机10在高空飞行期间处于巡航飞行操作模式时,冲压空气与引气在热交换器112下游混合,使得只有引



气(不是压缩的冲压空气)在热交换器112中冷却(例如,在步骤302处)。混合管道138也可以在蒸汽循环系统126的下游,使得只有压缩的冲压空气(不是引气)在蒸汽循环系统126内冷却(在步骤310处)。

[0080] 尽管未在图8中示出,但是方法300可以包括重新配置空调流动回路170以切换空调组合件145的配置的一个或多个步骤。该重新配置步骤可以通过打开和关闭某些特定阀门172以对空调流动组件145内的压缩冲压空气和引气控制和设置不同的相应流动路径来执行。重新配置可以由控制回路146控制,并且可以响应于飞机10在不同操作模式之间转换(例如,从飞机10在地面时的地面操作模式转换到飞机10在飞行期间的巡航飞行操作模式)而发生。

[0081] 在314处,混合气流用于调节飞机10中的至少一个舱室的温度。例如,混合气流可以通过出口140从空调组合件145排出,并且被供应到飞机10的客舱28、驾驶舱30和/或其他区域,以提供温度控制、通风、和/或加压。

[0082] 如本文所述,本公开的实施例提供用于交通工具(诸如飞机)的调节空气,该调节空气可以利用从发动机(例如,主发动机和/或辅助动力单元)提取的比公知空调系统更少的引气,同时限制驱动蒸汽循环系统的制冷剂压缩机所需的外部电力量。本文描述的实施例还可以提供比公知的空调系统更紧凑的空调组合件,因为引气与空调组合件内的冲压空气混合,例如在共同的外壳内混合。

[0083] 如本文所使用的,以单数形式描述且前面有“一”或“一个”的元件或步骤应理解为不一定排除多个元件或步骤。此外,对“一个实施例”的引用不旨在被解释为排除也包含所述特征的另外实施例的存在。此外,除非明确相反地陈述,否则“包括”或“具有”含有特定属性的一个元件或多个元件的实施例可以包含不具有该属性的附加元件。

[0084] 如本文所使用的,术语“控制器”、“中央处理单元”、“CPU”、“计算机”等可以包括任何基于处理器或基于微处理器的系统,该系统包括使用微控制器、精简指令集计算机(RISC)、专用集成电路(ASIC)、逻辑电路以及包括能够执行本文所描述的功能的硬件、软件或其组合的任何其他电路或处理器的系统。这些仅是示例性的,因此不旨在以任何方式限制这些术语的定义和/或含义。

[0085] 如本文所使用的,“被配置为”执行任务或操作的结构、限制或元件以对应于任务或操作的方式在结构上被特定地形成、构造或调整。出于清楚和避免疑问的目的,仅能够被修改以执行任务或操作的对象不“被配置为”执行如本文所使用的任务或操作。

[0086] 应该理解的是,以上描述旨在是说明性的而非限制性的。例如,上述实施例(和/或其方面)可以彼此组合使用。另外,在不脱离本公开的范围的情况下,可以进行许多修改以使特定情况或材料适应本公开的各种实施例的教导。虽然本文描述的材料尺寸和类型旨在限定本公开的各种实施例的参数,但是实施例决不是限制性的而是示例实施例。在阅读以上描述后,许多其他实施例对于本领域普通技术人员将是显而易见的。因此,本公开的各种实施例的范围应当参考所附权利要求以及这些权利要求所请求的等同物的全部范围来确定。在所附权利要求中,术语“包括”和“在其中”用作相应术语“包含”和“其中”的简明英语等同物。此外,术语“第一”、“第二”和“第三”等仅用作标记,并不旨在对其对象施加数字要求。此外,以下权利要求的限制不是用方法加功能的形式撰写的,并且不旨在基于35U.S.C. §112(f)来解释,除非并且直到此类权利要求限制明确使用短语“用于...的方

法”,然后是功能声明,而无进一步的结构。

[0087] 此外,本公开包括根据以下条款的实施例:

[0088] 条款1.一种空调组合件,其包括:

[0089] 空气循环组件,其配置为接收引气并利用引气来压缩冲压空气;

[0090] 蒸汽循环系统,其配置为接收压缩的冲压空气并降低压缩的冲压空气的操作温度;以及

[0091] 混合管道,其配置为接收压缩的冲压空气并将压缩的冲压空气与引气混合以产生混合气流,该混合气流用于冷却交通工具的至少一部分。

[0092] 条款2.根据条款1的空调组合件,进一步包括热交换器,该热交换器配置为降低从交通工具的引气源接收的引气的操作温度,该空气循环组件配置为接收来自热交换器的引气。

[0093] 条款3.根据条款1的空调组合件,其中空气循环组件包括经由轴机械地耦连到涡轮的空气压缩机,其中冲压空气在空气压缩机处被接收,并且引气通过涡轮膨胀以给空气压缩机提供动力以压缩冲压空气。

[0094] 条款4.根据条款1的空调组合件,进一步包括外壳,其中空气循环组件、蒸汽循环系统和混合管道都布置在外壳内。

[0095] 条款5.根据条款1的空调组合件,其中空气循环组件配置为从交通工具上的辅助动力单元接收引气并且配置为压缩冲压空气,使得压缩的冲压空气的压力与从辅助动力单元接收的引气的压力基本相同。

[0096] 条款6.根据条款1的空调组合件,其中空气循环组件配置为从交通工具上的主发动机接收引气并且配置为压缩冲压空气,使得压缩的冲压空气的压力与交通工具的客舱内的压力基本相同。

[0097] 条款7.根据条款1的空调组合件,其中蒸汽循环系统包括马达驱动的制冷剂压缩机以对蒸汽循环系统内的制冷剂加压,蒸汽循环系统进一步包括蒸发器,该蒸发器允许从压缩的冲压空气到制冷剂的热传递以降低压缩的冲压空气的操作温度。

[0098] 条款8.根据条款7的空调组合件,其中马达驱动的制冷剂压缩机可操作地连接到控制回路,该控制回路配置为响应于交通工具外部的环境温度下降到低于指定的阈值温度而停用马达驱动的制冷剂压缩机。

[0099] 条款9.根据条款1的空调组合件,其中混合管道位于蒸汽循环系统的上游,使得蒸汽循环系统接收混合气流。

[0100] 条款10.根据条款1的空调组合件,其中混合管道位于空气循环组件和蒸汽循环系统的下游。

[0101] 条款11.一种交通工具,其包括:

[0102] 空调组合件,其包括:

[0103] 空气循环组件,其配置为接收引气并利用引气来压缩冲压空气;

[0104] 蒸汽循环系统,其配置为接收压缩的冲压空气并降低压缩的冲压空气的操作温度;以及

[0105] 混合管道,其配置为接收压缩的冲压空气并将压缩的冲压空气与引气混合以产生混合气流,该混合气流用于冷却交通工具的至少一部分;和

[0106] 可操作地连接到空调组合件的控制回路,该控制回路配置为基于交通工具操作模式或交通工具外部的周围环境条件中的一个或多个,用不同的特定配置控制通过空调组合件的引气和冲压空气的相应流动路径。

[0107] 条款12.根据条款11的交通工具,其中空气循环组件包括经由轴机械地耦连到涡轮的空气压缩机,其中冲压空气在空气压缩机处被接收,并且引气通过涡轮膨胀以给空气压缩机提供动力以压缩冲压空气。

[0108] 条款13.根据条款11的交通工具,其中空调组合件包括外壳,其中空气循环组件、蒸汽循环系统和混合管道都布置在外壳内。

[0109] 条款14.根据条款11的交通工具,其中,响应于交通工具处于地面操作模式,控制回路被配置为引导压缩的冲压空气以在蒸汽循环系统上游的混合管道中与引气混合,使得蒸汽循环系统接收混合空气流。

[0110] 条款15.根据条款11的交通工具,其中,响应于交通工具处于巡航飞行操作模式,控制回路被配置为引导至少一部分引气以绕过蒸汽循环系统并且与蒸汽循环系统和空气循环组件下游的压缩的冲压空气混合。

[0111] 条款16.根据条款11的交通工具,其中蒸汽循环系统包括马达驱动的制冷剂压缩机以对蒸汽循环系统内的制冷剂加压,蒸汽循环系统进一步包括蒸发器,该蒸发器允许从压缩的冲压空气到制冷剂的热传递,以降低压缩的冲压空气的操作温度。

[0112] 条款17.根据条款16的交通工具,其中控制回路配置为响应于交通工具外部的环境温度至少是指定的阈值温度而启动马达驱动的制冷剂压缩机,并且被配置为响应于环境温度低于指定的阈值温度而停用马达驱动的制冷剂压缩机。

[0113] 条款18.一种用于调节交通工具中使用的空气的方法,其包括:

[0114] 使用从引气源接收的引气来产生压缩的冲压空气;

[0115] 降低压缩的冲压空气的操作温度;

[0116] 将从引气源接收的引气与压缩的冲压空气混合以产生混合气流;以及

[0117] 利用该混合气流来调节交通工具中的至少一个舱室的温度。

[0118] 条款19.根据条款18的方法,进一步包括在使用引气以产生压缩的冲压空气之前降低来自引气源的引气的操作温度。

[0119] 条款20.根据条款18的方法,其中降低压缩的冲压空气的操作温度的步骤发生在包括马达驱动的制冷剂压缩机的蒸汽循环系统的蒸发器处,该方法进一步包括响应于交通工具外部的环境温度低于指定的阈值温度而停用马达驱动的制冷剂压缩机。

[0120] 该书面描述使用示例来公开本公开的各种实施例,包括最佳模式,并且还使本领域的任何技术人员能够实践本公开的各种实施例,包括制作和使用任何设备或系统以及执行任何合并的方法。本公开的各种实施例的专利范围由权利要求限定,并且可以包括本领域技术人员想到的其他示例。如果该其他示例具有与权利要求的字面语言相同的结构元件,或者如果该其他示例包括与权利要求的字面语言无实质差别的等效结构元件,则这些其他示例也在权利要求的范围内。

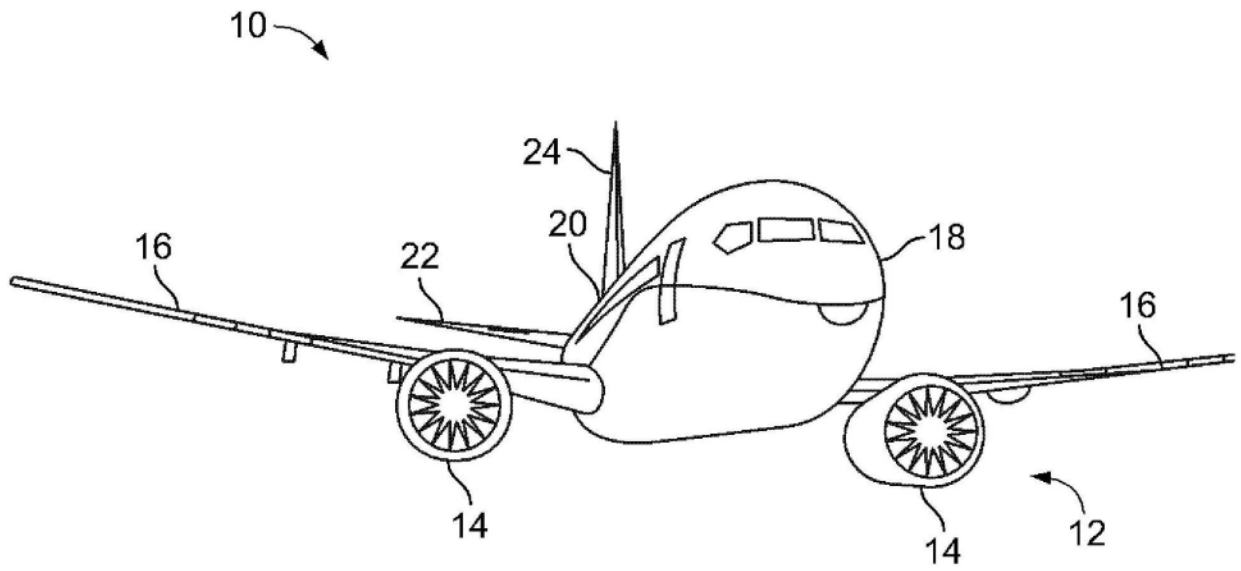


图1

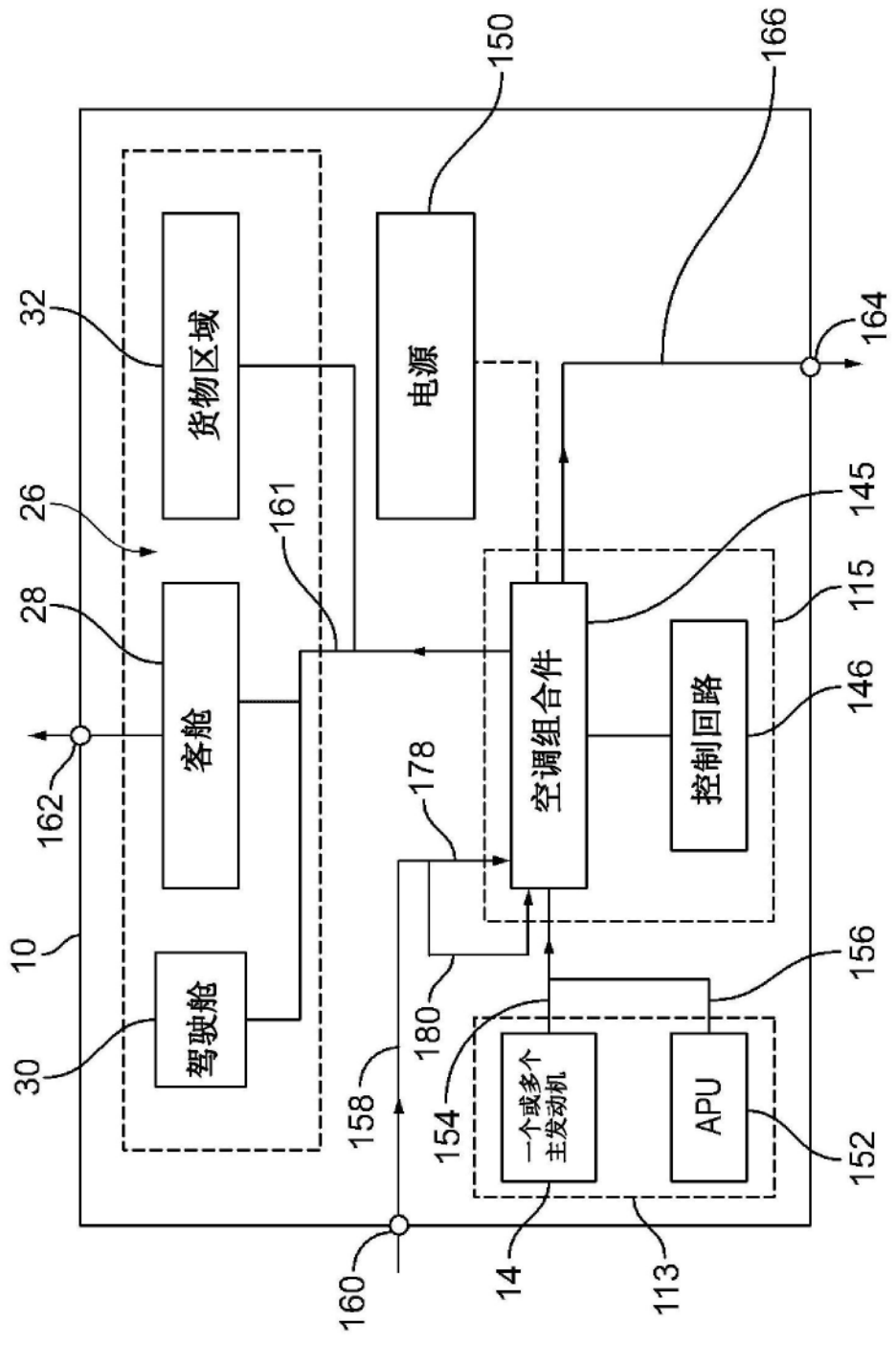


图2

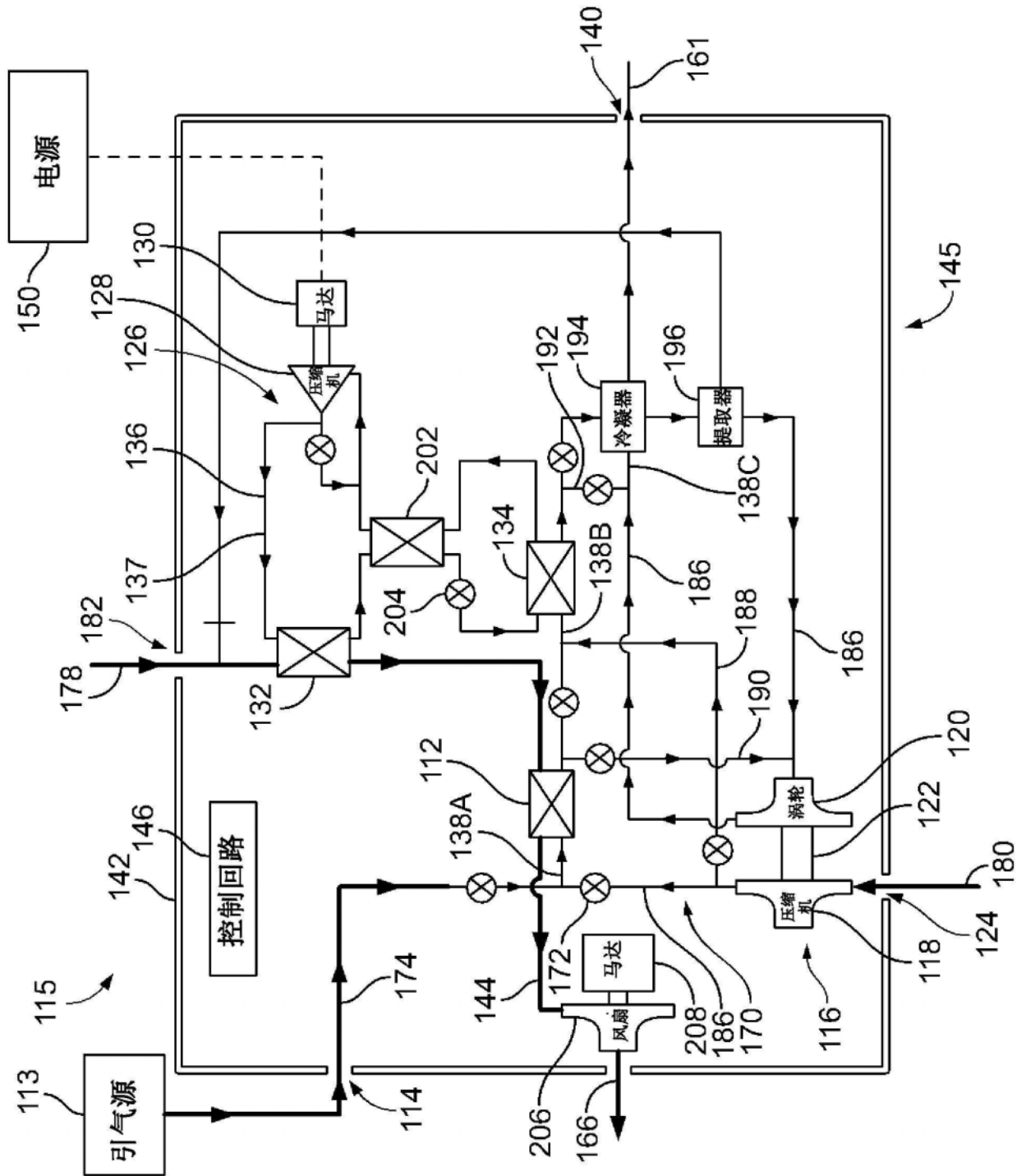


图3

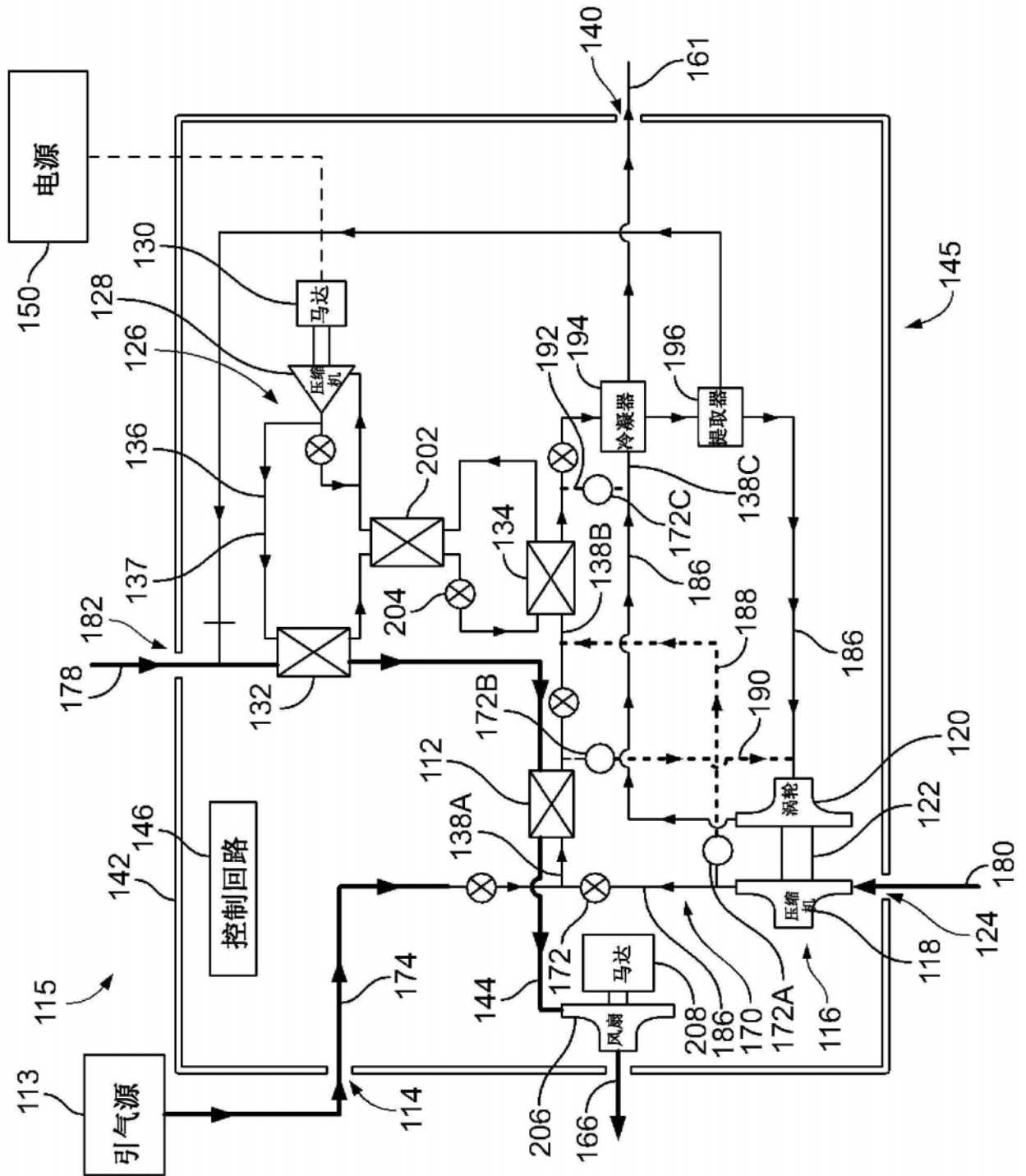


图4

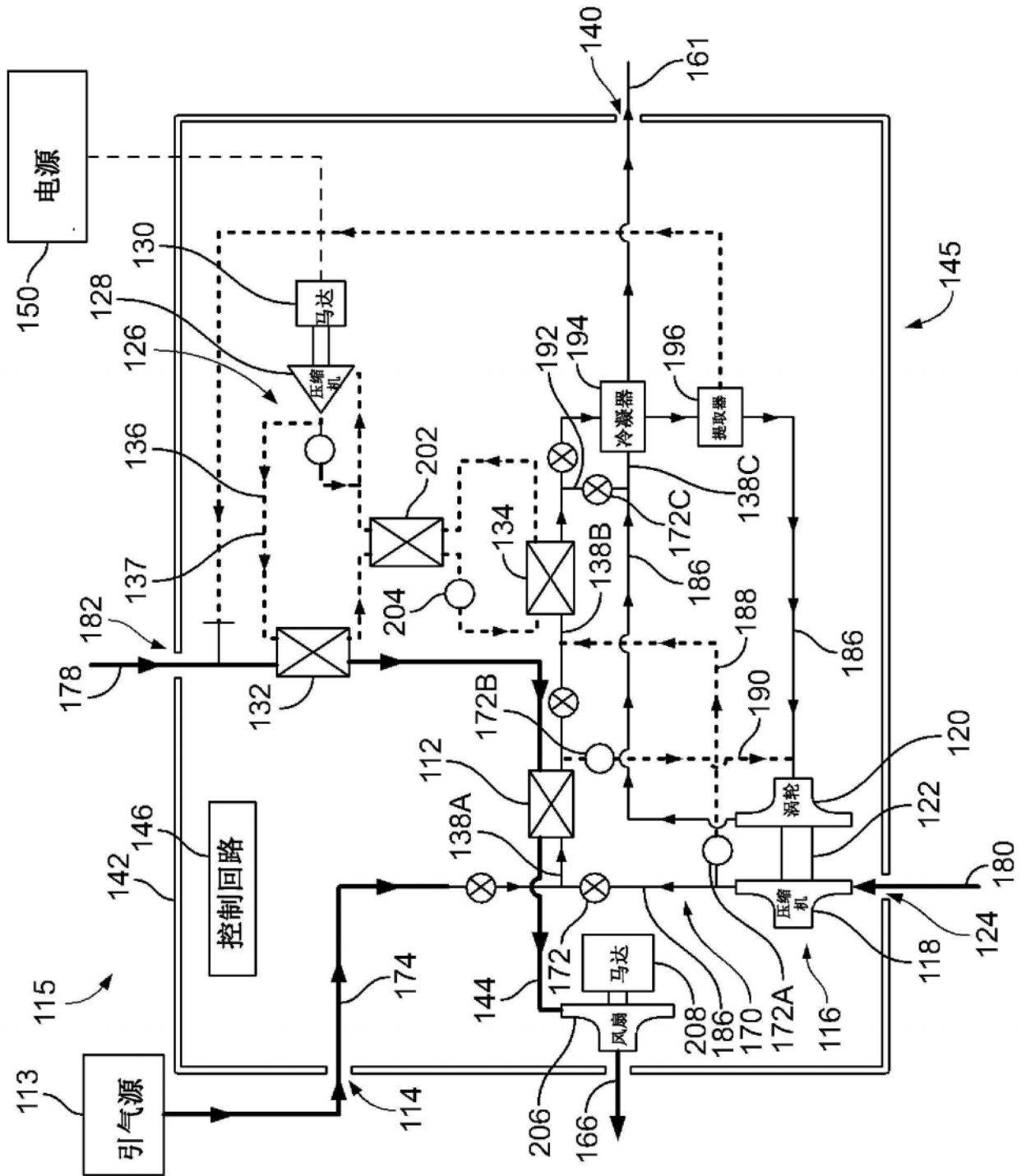


图5



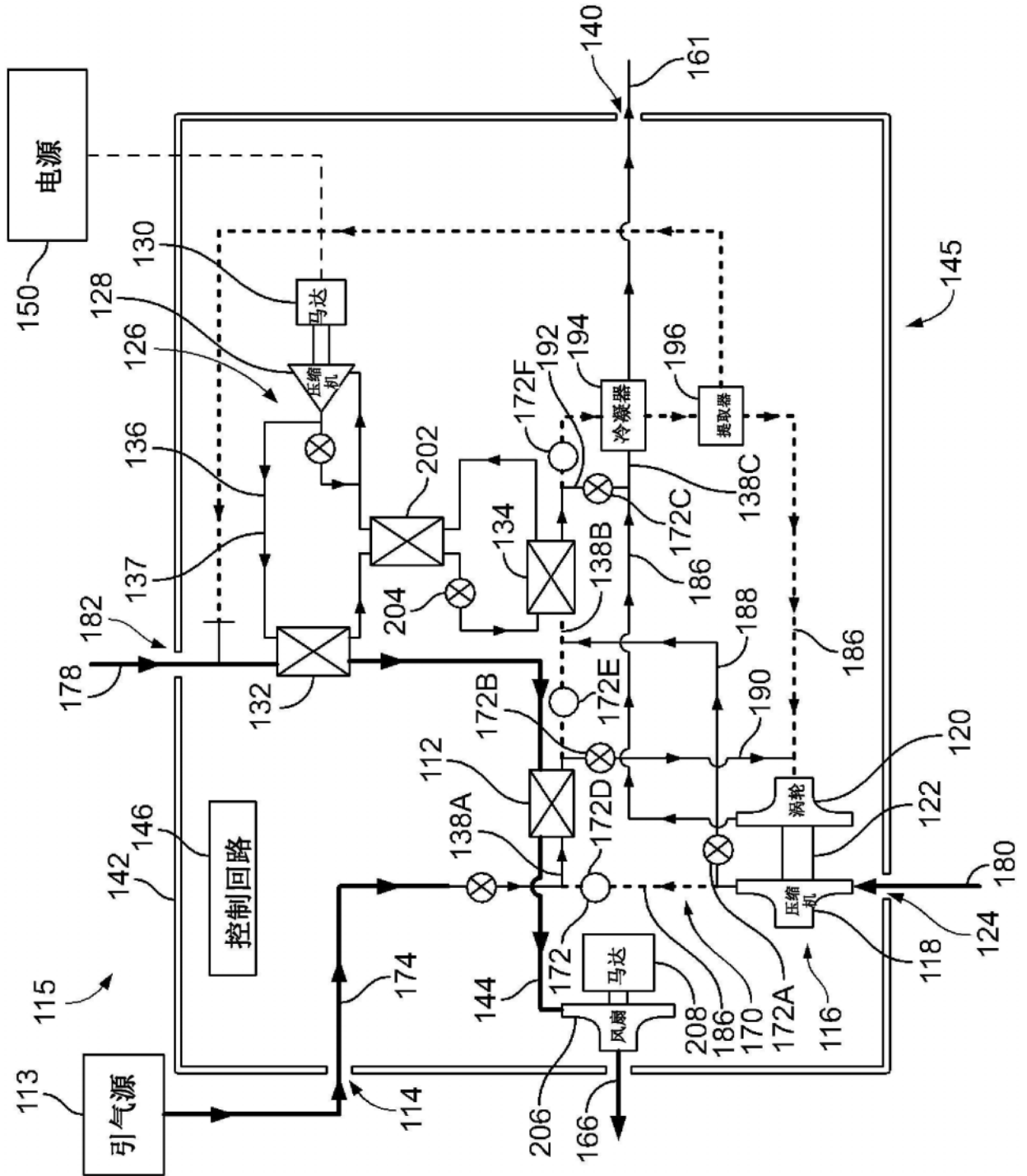


图6

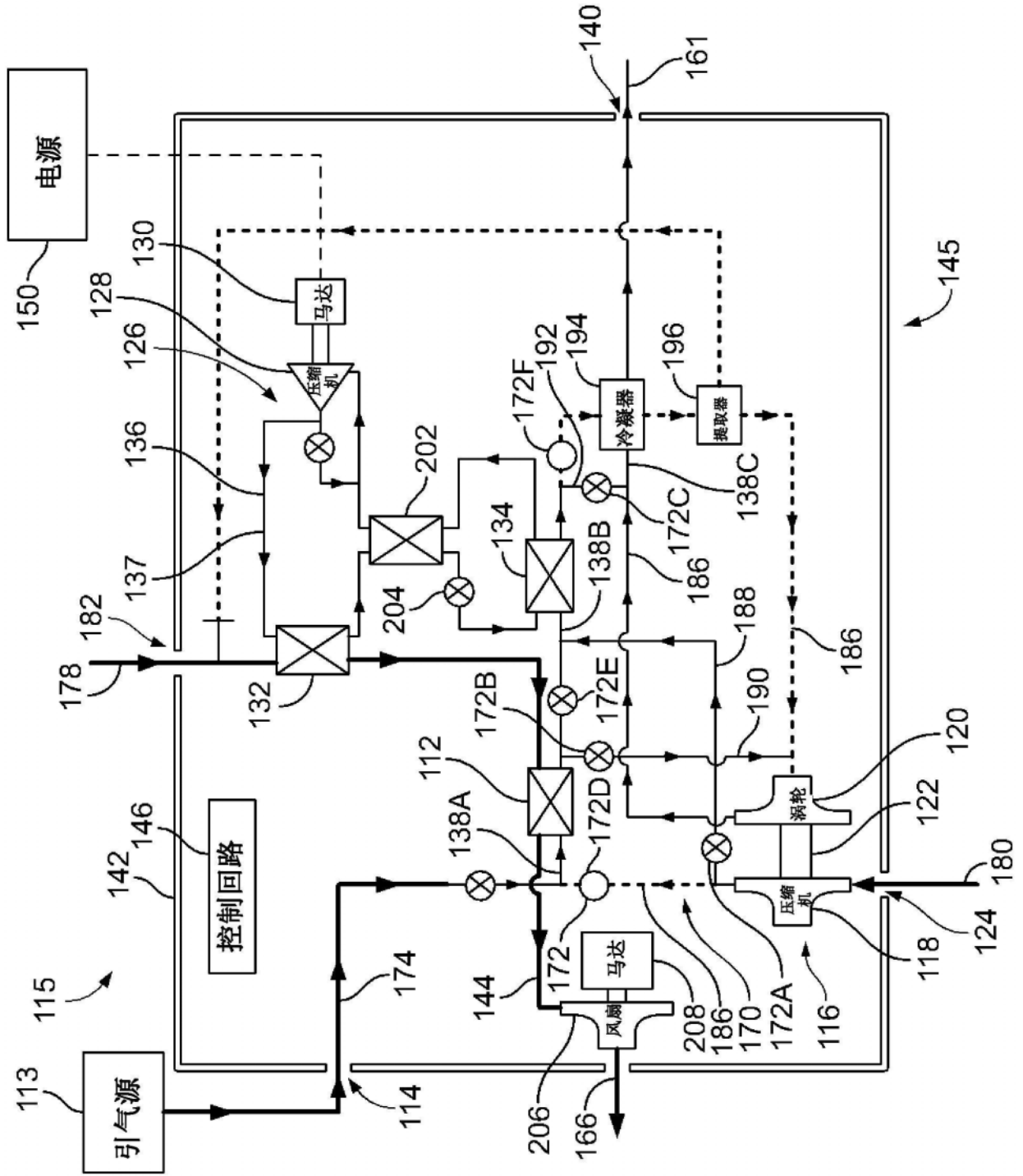


图7

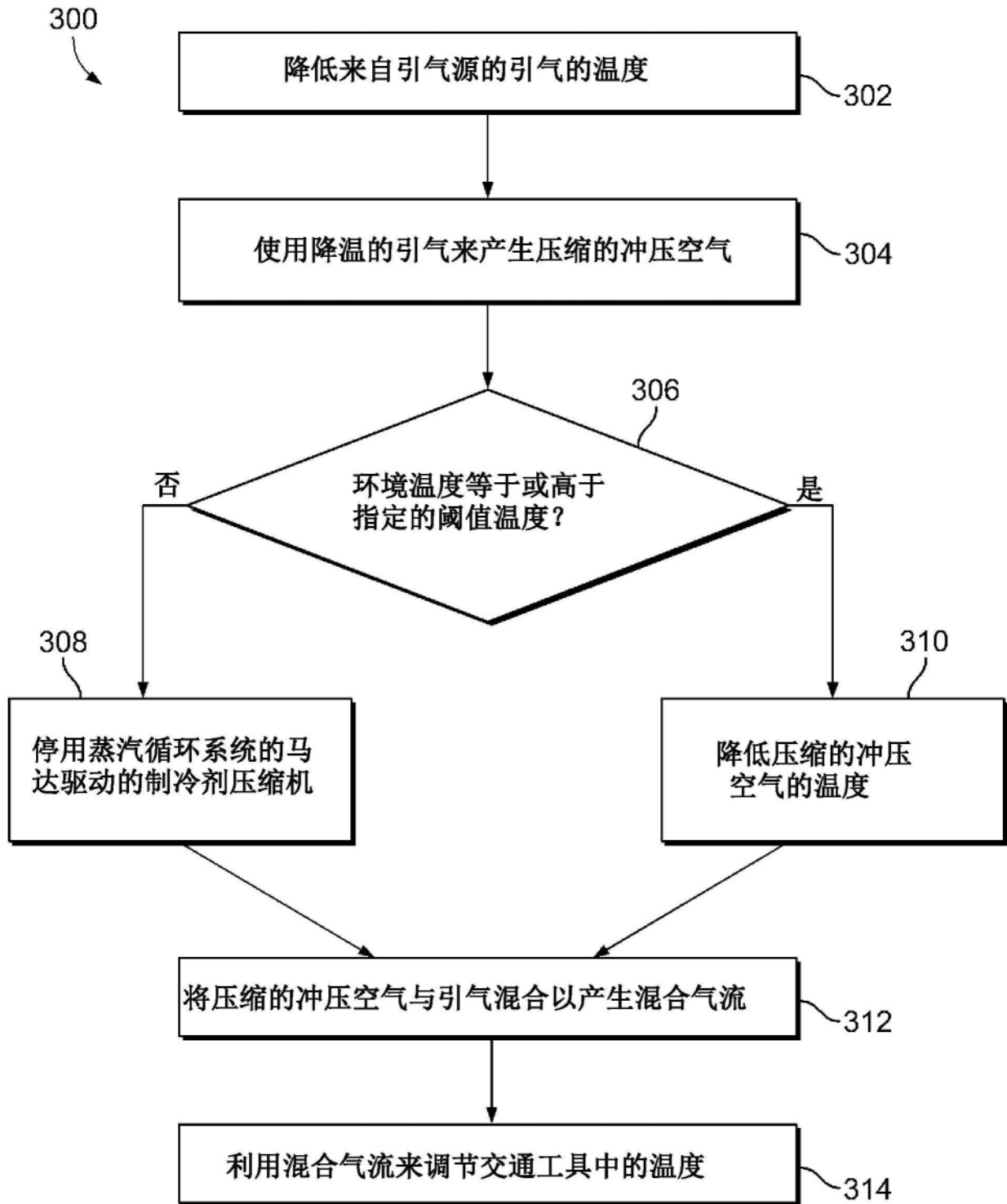


图8