



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105836138 A

(43)申请公布日 2016.08.10

(21)申请号 201610069522.6

(22)申请日 2016.02.01

(30)优先权数据

62/109699 2015.01.30 US

(71)申请人 劳斯莱斯公司

地址 美国印第安纳州

申请人 劳斯莱斯北美技术公司

(72)发明人 I·魏斯曼 S·T·加涅

K·伯克霍德尔

(74)专利代理机构 北京市中咨律师事务所

11247

代理人 杨晓光 于静

(51)Int. Cl.

B64D 13/08(2006.01)

B64D 33/08(2006.01)

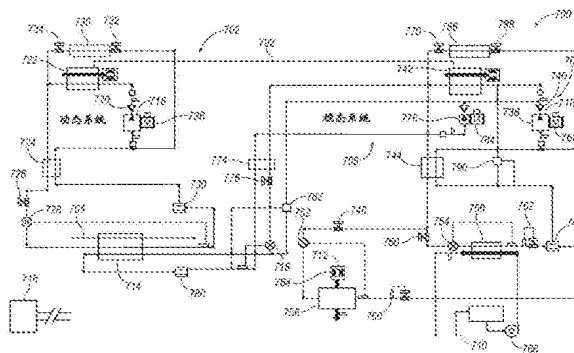
权利要求书2页 说明书14页 附图9页

(54)发明名称

控制动态和稳态热负载的热管理系统

(57)摘要

一种热管理系统包括封闭式动态冷却回路和封闭式第一稳态冷却回路。每个回路具有其自己的压缩机、排热交换器和膨胀设备。热能存储(TES)系统被配置为接收动态负载并且热耦接动态冷却回路和第一稳态冷却回路。动态冷却回路被配置为当动态热负载开启时冷却TES以完全地吸收通过TES接收的热能,以及稳态冷却回路被配置为当动态热负载关闭时冷却TES。



1. 一种热管理系统,包括:  
封闭式动态冷却回路,其具有压缩机、排热交换器和膨胀设备;以及  
封闭式第一稳态冷却回路,其中每个回路具有其自己的压缩机、排热交换器和膨胀设备;  
热能存储(TES)系统,其被配置为接收动态负载以及热耦接所述动态冷却回路和所述第一稳态冷却回路;  
所述动态冷却回路被配置为当动态热负载开启时冷却所述TES,以完全地吸收通过所述TES接收的热能;以及  
所述第一稳态冷却回路被配置为当所述动态热负载关闭时冷却所述TES。
2. 根据权利要求1所述的系统,其中所述冷却系统进一步包括:  
封闭式第二稳态冷却回路,其具有其自己的压缩机、膨胀设备和蒸发器;  
其中所述蒸发器被配置为接收稳态热负载。
3. 根据权利要求2所述的系统,其中所述第一和第二回路被合并并且与共同排热交换器一起操作。
4. 根据权利要求2所述的系统,进一步包括控制器,所述控制器被配置为基于所述动态热负载而操作所述动态冷却回路,以及基于稳态热负载而操作所述稳态回路。
5. 根据权利要求2所述的系统,其中每个膨胀设备以恒定的焓来膨胀制冷剂。
6. 根据权利要求5所述的系统,其中至少一个膨胀设备为与相应的压缩机机械耦接的膨胀器。
7. 根据权利要求2所述的系统,其中所述第一和第二稳态冷却回路中的至少一个稳态冷却回路包括位于向相应的压缩机的出口的热气体旁通阀(HGBV),以及所述HGBV被安装以便从所述相应的压缩机向相应的低压侧转移热气体。
8. 根据权利要求2所述的系统,其中所述冷却回路中的至少一个冷却回路包括接收器,所述接收器作为冗余制冷剂充注量的存储器操作。
9. 根据权利要求2所述的系统,其中所述制冷剂为CO<sub>2</sub>并且所述系统实施跨临界循环。
10. 根据权利要求2所述的系统,其中所述蒸发器被配置为经由在其蒸发器与产生稳态热负载的至少一个物体之间的流体循环,接收所述稳态热负载。
11. 根据权利要求1所述的系统,其中所述TES包括相变材料。
12. 根据权利要求1所述的系统,其中所述TES被配置为经由在所述TES与产生动态负载的至少一个物体之间的流体循环,接收所述动态热负载。
13. 根据权利要求12所述的系统,其中所述流体被凝聚以接触所述TES并且所述流体的至少一部分蒸发以接触所述热负载。
14. 根据权利要求1所述的系统,其中当所述TES材料凝固时,所述动态蒸气循环系统的低压侧处的低压传感器关闭所述动态冷却回路。
15. 根据权利要求1所述的系统,其中当所述动态冷却系统关闭时,所述蒸发器上游的电磁阀以及所述压缩机排放侧的单向阀防止在所述蒸发器与所述系统的其余部分之间的流体相互作用。
16. 根据权利要求1所述的系统,其中至少一个冷却回路为多蒸发器系统。
17. 根据权利要求1所述的系统,其中所述冷却系统中的至少一个部件与涡轮发动机整

合在一起。

18. 根据权利要求1所述的系统,其中所述冷却系统中的至少一个部件与航空器整合在一起。

19. 一种操作热管理系统的方法,包括:

经由热能存储(TES)系统将动态冷却回路与第一稳态回路热耦接,其中每个回路具有其自己的压缩机、排热交换器和膨胀设备;

接收所述TES中的热负载;

当所述动态热负载开启时,冷却所述TES,以完全地吸收通过所述TES的热能;以及

当所述动态热负载关闭时,采用所述稳态冷却回路冷却所述TES。

20. 根据权利要求19所述的方法,进一步包括接收蒸发器中的稳态热负载,其中所述蒸发器处于第二稳态冷却回路中,所述第二稳态冷却回路具有其自己的压缩机、排热交换器、膨胀设备和所述蒸发器。

## 控制动态和稳态热负载的热管理系统

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请是于2013年12月17日提交的申请S/N 14/109,416的部分延续,其要求于2013年3月14日提交的美国临时专利申请No.61/785,900的优先权,以及还要求于2015年XXX提交的美国临时专利申请No.XX/XXX,XX的优先权,其内容据此全文并入。

### 技术领域

[0003] 本发明公开了一种操作在航空航天应用中的冷却系统的改进方法,以及更特别地,操作冷却系统的改进方法包括在热管理系统中控制动态和热负载。

### 背景技术

[0004] 改进航空航天应用中的冷却系统已经越来越受期望。典型地,冷却系统为商业以及其它航空航天系统提供空气调节、制冷和冷冻服务等。一般而言,对于提供冷却可使用各种已知的选项,但是此类选项具有限制航空航天应用的设计选项的缺点。

[0005] 一种已知的选项包括蒸气压缩循环。蒸气压缩循环通过两相操作而传递制冷剂,并且可有效地操作以及利用与气体相反的液体的载热能力,以及利用液体制冷剂的汽化热。因此,由于被携带的流体处于液态形式,当与基于气体或者空气的系统相比时,通过一部分蒸气压缩循环,冷却系统可以明显更加紧凑。然而,蒸气压缩循环通常受限于较低环境温度操作,并且对于高环境温度操作不可提供有用的解决方案。

[0006] 另一已知选项是基于单相气体的系统,其利用诸如空气的气体作为制冷剂。然而,尽管空气可有效地用作制冷剂介质,但是空气不是高效热流体,因为空气的热容量受限于其质量流动率与热容量的函数。因此,基于气体的系统通常比蒸气压缩系统效率更低,并且通常仅出于这个原因基于气体的系统比蒸气压缩系统更大。此外,空气系统通常包括显著的管道通道,以便携带实现通常用于航空航天应用的冷却量所期望的空气的量。

[0007] 为了适应航空器的可能环境操作条件的宽泛范围,用于航空航天应用的冷却系统通常使用基于气体的系统。也就是说,尽管期望在航空器或者航空航天应用中减少质量和体积,但为了覆盖能够经历的条件范围,典型的冷却系统反而包括更大体积并且更低效率的基于气体的系统。

[0008] 其它已知系统包括作为制冷剂的二氧化碳(CO<sub>2</sub>),当其以跨临界模式(即在超临界到亚临界之间的跨越操作)下操作时,提供由于显著改进的系统效率而显著减少系统的整体尺寸的机会。

[0009] 然而,已知系统包括显著的启动热惯性,并且可在开始冷却时存在延迟。

### 附图说明

[0010] 尽管权利要求不限于特定的说明,但是经过对说明的各个示例的讨论将更好地获得各个方面的理解。现参照附图,更详细地示出示例性说明。尽管附图表示说明,但是附图并非必然成比例,并且特定特征可被扩大从而更好地说明并解释示例的创造性方面。进一

步,此处描述的示例性说明并非旨在为详尽的或者以其它方式限定或者约束到在附图中所示的以及在以下详细说明中所公开的准确形式和配置。通过参照如下附图,详细描述了示例性说明,在附图中:

- [0011] 图1为采用此处讨论的改进的气体涡轮发动机的说明;
- [0012] 图2为具有可选阀控制的制冷剂流动路径的冷却系统的说明;
- [0013] 图3为具有第二压缩机的冷却系统的说明;
- [0014] 图4为具有用于作为增压压缩机操作的排出器的冷却系统的说明;
- [0015] 图5为具有次级膨胀环路的冷却系统的说明;
- [0016] 图6为由废热源部分地热驱动的冷却系统的说明;
- [0017] 图7为具有动态系统和两个稳态系统的热管理系统的说明;以及
- [0018] 图8为采用处理相同热负载的跨临界CO<sub>2</sub>循环的热管理系统的说明。
- [0019] 图9为采用在常规制冷剂上操作的常规蒸气循环系统的热管理系统的说明。

### 具体实施方式

[0020] 本发明涉及制冷系统,特别涉及处理生成相对短周期的任意显著动态负载以及具有不同操作温度的多个稳态负载的电子设备的电子系统的热管理系统。

[0021] 此处公开了一种热管理系统(TMS),其冷却可短时间周期激活的大的动态负载,同时冷却至少一个稳态负载。公开的系统包括动态蒸气循环系统(DVCS)、稳态蒸气循环系统(SSVCS)以及热能存储设备(TES)。TES提供与动态负载的热接触,并且TES具有与两个VCS'连接的接口。动态负载可循环地或者随机地执行。在一个操作示例中, TES通过VCS保持完全地充注,从而为动态负载作准备。当动态负载被激活时, DVCS被激励以重新充注TES。当TES被完全充注时, DVCS关闭。在一个示例中, TES被尺寸化为处理100%的动态负载,以及在另一示例中, TES可小于100%的负载,其可通过与DVCS共享操作和负载来补足。在另一操作示例中,当TMS开启时SSVCS运行,冷却以不同温度运行的稳态负载,同时采用其它部件以及周围环境来补偿与TES的热互作用相关的各种热损耗。

[0022] 此处公开了一种示例性冷却系统,以及该冷却系统的各种实施例。冷却系统包括第一冷却系统和第二冷却系统。第一冷却系统包括稳态冷却回路和第一排热换热器,该稳态冷却回路包括热负载换热器,该第一排热换热器将热量从每个回路排出。第二冷却系统包括具有第二排热换热器的动态冷却回路,该第二排热换热器将热量从动态冷却回路排出。冷却系统包括热能存储(TES)系统和控制器,该热能存储(TES)系统将第一冷却系统热耦接到第二冷却系统并且被配置为接收动态热负载,而该控制器被耦接到第一和第二冷却系统并且被配置为基于动态热负载而操作动态冷却回路。

[0023] 第一冷却系统可包括两个单独的稳态冷却系统,每一个稳态冷却系统包括相应的热负载换热器,以及通用于两者相应的第一排热换热器。这些系统中的一个系统被配置为经由TES冷却负载。另一系统被配置为直接地或者经由次级制冷剂来冷却负载,而非经由TES;其可被配置为取决于可用热负载的单个或者多个蒸发器系统。

[0024] 上述提及的两个单独的稳态冷却系统可作为一个多蒸发器系统而实施。在此情形下,第一冷却系统包括两个稳态冷却回路,每个稳态冷却回路包括相应的热负载换热器,以及第一排热换热器,该第一排热换热器通用于将热量从每个回路排出的两个稳态冷却回

路。

[0025] 另一示例性说明包括一种操作冷却系统的方法,该方法包括从稳态冷却系统的热负载换热器接收热量,从稳态冷却系统排出热量到第一排热换热器,以及在动态冷却回路中从动态热负载接收热量。方法进一步包括在第二排热换热器中从动态冷却回路排出热量,在热能存储(TES)系统中热耦接稳态冷却系统和动态冷却系统,以及基于动态热负载而操作动态冷却系统。

[0026] 操作冷却系统的方法可包括从两个单独的稳态冷却系统的两个热负载换热器接收热量,从两个稳态冷却系统排出热量到两个第一排热换热器。方法暗示一个系统经由TES来冷却负载,以及另一系统直接地或者经由次级制冷剂冷却负载,而非经由TES。

[0027] 两个单独的稳态冷却系统可作为一个多蒸发器系统而实施。在此情形下,操作冷却系统的方法包括在两个相应的稳态冷却回路中从两个热负载换热器接收热量,从两个稳态冷却子系统排出热量到二者公共的第一排热换热器。

[0028] 此处描述了用于航空器应用的示例性冷却系统,以及其各种实施例。冷却系统包括制冷剂从中流过的换热器,并且该换热器将热量排出到液体、蒸发器、具有膨胀设备的第一回路、具有耦接到压缩机的膨胀机的第二回路、以及一组阀,该组阀被布置为基于环境条件引导制冷剂通过第一回路、第二回路或者第一和第二回路二者。

[0029] 另一示例性说明包括操作冷却系统的方法,该方法包括:操作使得制冷剂将制冷剂穿过换热器且取决于环境条件而引导制冷剂通过第一冷却回路、第二冷却回路或者二者的一组阀。第一冷却回路包括膨胀设备,而第二冷却回路包括膨胀机。

[0030] 现转到附图,图1阐述了气体涡轮机10的示意图,气体涡轮机10为利用此处公开的改进的用于航空器的初级发动机或者推进源。涡轮机10包括初级压缩机12、燃烧室14以及初级涡轮机组件16。风扇18包括头锥组件20、叶片构件22以及风扇壳24。叶片构件22将低压空气导向旁通流路径26以及压缩机吸入部28,这继而为压缩机12提供空气流动。涡轮机10的且如图1中所示的部件一般不对应于在后续图中的冷却系统的实施例的部件。也就是说,图1的部件一般对应于航空器发动机的部件,而在后续图中的部件(即,涡轮机、压缩机)为专用于所描述的冷却系统的部件,并且与涡轮机10的部件分开。

[0031] 图2阐述了冷却系统的示意图,其具有基于排热源和热负载而选择的阀控制制冷剂流动路径。冷却系统200包括具有压缩机204、排热交换器210、两个并行膨胀回路、蒸发器208以及液体分离器216的制冷剂回路。排热交换器210由冷却流体冷却,并且可作为冷凝器或者气体冷却器操作。一条膨胀回路具有阀218、回热式换热器212以及膨胀设备214。具有膨胀机(膨胀器或者涡轮机)202的另一膨胀回路具有在膨胀器下游的两条线路。具有阀222的一条线路与蒸发器208直接连通。另一线路供给回热式换热器212的低压侧,并且将其热函数转换成高压流,该高压流在阀218打开时经由膨胀设备214供给蒸发器208。

[0032] 在向排热交换器的入口处的冷却流体状态以及蒸发器上的热负载限定冷却系统的操作条件。

[0033] 排热交换器210可通过不同流体冷却:例如空气、燃料、RAM空气、聚 $\alpha$ -烯(PAO)、水、任意次级制冷剂、风扇旁通空气或者任意可用的合适的发动机流。如此,热量经由排热换热器210从系统200排出,并且通过冷却流体的状态参数限定排热率。冷却流体的状态参数取决于应用和流体本身。例如,航空器的操作条件可包括当航空器处于高度时发生的低静态

环境温度和低压,同时高静态环境温度和压力可在低的高度处或者在停机坪上的条件下发生。这些静态环境压力和温度、马赫数、以及在地面上的压力和温度限定进入排热交换器的RAM空气的参数。

[0034] 膨胀设备214为孔、热膨胀阀、电子膨胀阀、毛细管或者提供等焓膨胀的任意其它设备。

[0035] 膨胀器202被设计为两相膨胀器,其意味着离开状态为两相混合物;然而,膨胀器可以处理在蒸气区域中的单相过程。膨胀器202经由转动轴206被耦接到压缩机204。在膨胀器202中产生的动力对于驱动压缩机是不充分的。因此,压缩机204采用电机230以补偿不充分的动力。

[0036] 用于蒸发器208的热源与待冷却的物体(例如,动力电子装置、用于客舱和乘客车厢的HVAC、以及其它任务系统)相关联。蒸发器208可以冷却在飞行甲板、乘客车厢或者电子装置中的空气。作为替代,蒸发器208可经由冷却剂来冷却这些物体中的任意一个或者全部,该冷却剂可以是PAO、水、水乙二醇混合物、或者任意其它次级制冷剂。诸如电子设备的待冷却的物体可安装在冷却板上,该冷却板具有用于沸腾制冷剂以通过制冷剂执行直接冷却的通道。系统可具有使用相同或者不同散热片的多个冷凝器。此外,系统可具有使用相同或者不同热源和负载的多个蒸发器。

[0037] 液体分离器216提供充注管理并且是容量控制策略的一部分。当系统冷却容量超过需求时,未蒸发的制冷剂被存储在液体分离器216中。在容量短缺的情况下,所累积的制冷剂蒸发并恢复操作。

[0038] 电磁阀218、220和222控制其操作。在一个实施例中,冷却系统200包括在一个示例中由计算机226控制的控制器224。阀218、220和222被控制并且根据环境条件或者航空器的操作条件而引导制冷剂流。

[0039] 阀218、220和222可以经由电磁铁,气动地或者通过任意其它方式而电致动。存在当系统不具有阀220及其相关线路时的选项。在此情形下,回热式换热器212是可选的。此外,存在当系统不具有阀222及其相关线路时的另一选项。

[0040] 系统200被设计为在蒸发器中宽泛操作范围的压力和温度下操作(低于或者高于临界点)。系统可在低于临界点的蒸发器压力下操作,以通过沸腾在蒸发器208中的制冷剂实现吸热和冷却任务的执行。

[0041] 排热可经由阀218、220和222的选择性操作高于或者低于临界点地进行。如果排热过程低于临界压力(当冷却流体温度低时),那么系统操作为亚临界并且排热交换器操作冷凝器。否则,当冷却流体温度高时,排热交换器操作气体冷却器,系统在蒸发的压力仍低于临界压力的情况下实施跨临界循环。

[0042] 在过渡过程期间,蒸发器上的负载和冷却流体温度以及排热能力的组合可将蒸发的压力移动到高于临界点。在此情形下,蒸发器作为单相换热器操作,并且这些是当系统操作为超临界时的情况。

[0043] 当冷却流体温度高并且排热交换器中的压力高于临界压力时,膨胀阀214自身中的等焓膨胀可不贡献可行的冷却效果并且膨胀器202中的膨胀是主导的。如果蒸发器中的压力高于或者接近临界压力(超临界模式),则阀218和220关闭;并且阀222打开。如果蒸发器中的压力充分地低于临界压力(跨临界模式),阀218和220打开,并且阀222关闭,以避免

过量蒸气通过蒸发器循环和相关的过度制冷剂压降。

[0044] 当冷却流体温度足够低以驱动压缩机排放压力低于临界压力时,膨胀机的贡献降低,电磁阀220和222可关闭。这在离开膨胀设备214的热力学状态包含可行的液相量时发生,或者换句话说,当进入蒸发器的制冷剂的蒸气质量足够低时发生。

[0045] 因此,控制策略基于进入蒸发器的压力和蒸气质量。

[0046] 一种容量控制策略包括感测在高压侧上的制冷剂压力,在向膨胀设备214的入口处的制冷剂温度,以及在低压侧的制冷剂压力。在高侧上的压力和在向膨胀设备214的入口处的温度限定进入蒸发器的制冷剂焓,该焓以及低侧压力限定进入蒸发器的制冷剂蒸气质量。

[0047] 通常,该控制策略包括在向膨胀阀214的入口处适当定位的压力(232和234)以及温度传感器(未示出)。当排放压力高于设定头压(head pressure)极限或者抽吸压低于设定抽吸压极限时,传感器232、234可关闭系统。

[0048] 为了区分超临界操作,压力传感器234定位于压缩机204的抽吸侧上(在具有LP和高压HP压缩机的系统中,其典型为具有控制权益的LP压缩机的抽吸侧)。如果蒸发的压力高于临界压力(或者稍微低于),则电磁阀218、220关闭并且系统实施超临界循环,特别地,布雷顿循环系统,并且离开膨胀器的单相流供给换热器208。

[0049] 传感器232区分跨临界和亚临界操作。在低温冷却流体环境下(即,在飞行中和在其中诸如CO<sub>2</sub>的制冷剂可以是液体的温度下的高海拔处),第一阀218打开且第二阀220和第三阀222关闭,以引导制冷剂作为液体流过膨胀阀214(亚临界操作)。在高温冷却流体条件下(即,当航空器停泊或者在低海拔飞行期间,或者过渡到高海拔期间并且在其中诸如CO<sub>2</sub>的制冷剂为气体的温度下)以及在驱动蒸发器中的压力的热负载高于临界点的情况下,操作被改变为引导制冷剂流过膨胀器202(超临界操作)并且阀218、220关闭。在其它条件(跨临界操作)中,当蒸气质量不够低时,阀218和220打开并且阀222关闭;当蒸气质量足够低时,阀218打开以及阀220和222关闭。

[0050] 进一步,当膨胀器202如描述的操作并且随着膨胀器膨胀其中的制冷剂,因为膨胀器转动耦接到压缩机204,压缩机204由此操作并且除了由电驱动提供的动力输入之外由膨胀器202驱动。然而,当膨胀器202被绕开(从压缩机去耦接并且不旋转)以及液制冷剂传递至膨胀设备214时,压缩机由此仅通过电驱动电机230驱动。

[0051] 实现跨临界、亚临界和超临界操作的CO<sub>2</sub>(二氧化碳)因此是选择与系统200一起使用的制冷剂。将理解的是,另一跨临界、亚临界和超临界制冷剂可被采用。如果需要提高临界点并且扩展两相区域以改进整个系统性能,可选择基于CO<sub>2</sub>的混合物(诸如CO<sub>2</sub>和丙烷)作为制冷剂。如此,CO<sub>2</sub>用作制冷剂,其跨越了可随着例如航空器的环境条件改变而经历的操作条件的范围。当温度和压力高于临界温度和压力时,离开排热交换器的CO<sub>2</sub>为气体;当温度和压力低于临界温度和压力时,离开排热交换器的CO<sub>2</sub>为液体。当通过第一阀218传到膨胀设备214时,CO<sub>2</sub>为气体的形式(假如在膨胀后的压力高于临界点)或者两相形式(假如在膨胀后的压力低于临界点)。当在第一阀218关闭且如上所述的情况下穿过膨胀器202时,CO<sub>2</sub>为气体的形式(假如在膨胀后的压力高于临界点)或者两相或者蒸气形式(假如在膨胀后的压力低于临界点)。

[0052] 图3阐述了根据另一实施例的可替换冷却系统的示意图,该系统具有基于航空器



的环境条件或者操作条件而选择的阀控制制冷剂流通过程。冷却系统300以与图2的冷却系统200类似的方式操作,但是单级压缩由两级压缩所取代。两级压缩可由两级压缩机实施,或者由低压压缩机和高压压缩机的组合所实施。两级压缩提供机会以通过扩胀器驱动一个压缩机级,以及通过诸如电机314的电动机驱动其它驱动器。在一个示例中,低压压缩级,高压压缩级,扩胀器,以及电机设置在相同的轴上。

[0053] 冷却系统除了图2的那些设备外还包括低压压缩机302、高压压缩机308以及气体冷却器304。气体冷却器304(如排热交换器306)可通过下述冷却:燃料、空气、RAM空气、PAO、水、或者任意其它次级制冷剂、风扇旁通空气、或者任意可用的合适的发动机流。扩胀器318驱动高压压缩机308且低压压缩机302由电动机驱动。作为替代地,可以布置为低压压缩机由扩胀器驱动且高压压缩机由电机驱动(如虚线所示的元件316)。

[0054] 在位置上与图2的排热交换器210可比较的排热交换器306,可由于冷却系统300的两级排热设计在设计和操作上不同。此外,排热换热器306可与气体冷却器304结合并且作为一个设备操作。类似地,压缩机308定位在与图2的压缩机204可比的位置。

[0055] 冷却系统300的操作因此为两级,其中制冷剂在压缩的第一级310中通过压缩机302,热量被排出到气体冷却器304,并且制冷剂在进入排热换热器306之前在压缩的第二级312中被传到压缩机308。由于在系统300中的压缩机302和压缩机308的相对位置中的压力,压缩机302因此被指定为低压(LP)压缩机以及压缩机308为高压(HP)压缩机。

[0056] 在一个实施例中,可包括单向阀320,以便能够在蒸发器上的热负载低和冷却流体温度的特定组合下绕过由扩胀器驱动的压缩机。

[0057] 冷却系统300以与系统200相似的方式操作,但是具有如讨论的压缩的两个级310、312。系统300因此是经由阀322、324和326以如所描述的方式可操作的,以便取决于亚临界、跨临界或者超临界操作,选择性地操作诸如扩胀器308和膨胀设备328的膨胀设备。

[0058] 图4阐述了可替换冷却系统的示意图,该系统具有基于航空器的环境条件或者操作条件而选择的阀控制制冷剂流动路径。冷却系统400以与先前描述的冷却系统200、300类似的方式操作,但是包括用于制冷剂传到(多个)后续压缩循环之前增压制冷剂的压缩的排出器402。当电磁阀422打开时,排出器402通过高压制冷剂流供给。该流为运动流。排出器扩胀运动流,并且利用运动流的能量从蒸发器406驱动/排出低压流。排出器以比蒸发压力更高的压力将制冷剂流排出到液体分离器408,在该液体分离器408中液体被提取410,被传至膨胀设备412进而被传到蒸发器406。如上关于冷却系统300描述的,制冷剂也作为流或者蒸气414从液体分离器408经过,并且然后传至第一级压缩416以及至第二级压缩418。根据一个实施例,系统400包括提供在进入排出器402之前的制冷剂膨胀的可选的膨胀设备422。

[0059] 除了液体分离功能,液体分离器提供代替液体分离器的用于容量控制的充注管理。因此,排出器402作为膨胀设备以及增压压缩机操作,该增压压缩机在进入第一级416之前增压气体压力,以及导致穿过压缩级的整体减小的压力差,以改进整体性能。系统400因此是经由阀424、426、428以如所描述的方式可操作的,以根据亚临界、跨临界或者超临界操作而选择性地操作诸如扩胀器420和膨胀设备422的膨胀设备。

[0060] 进一步,预期排出器402可用在具有例如仅单级压缩的冷却系统中。例如,如上所述的图2的系统200包括单级压缩,并且因此在一个实施例中,如关于图4的系统400描述的排出器402可被包含在其中包括一级压缩的系统中。此外,根据一个替换方案,两个压缩机

可通过对于膨胀设备420公共的轴彼此耦接。在一个实施例中,系统400包括回热式换热器404。

[0061] 参照图5,作为替代的冷却系统500包括节能器循环502,该节能器循环502中除了如在先前系统中的回热式换热器504,包括第二回热式换热器506。已穿过阀508的制冷剂在单独的膨胀设备510中膨胀,通过第二回热式换热器506,并且穿过附加蒸气线路512,以与从第一级压缩514传到第二级压缩516的制冷剂结合。如此,由于穿过阀508的制冷剂流的一部分在设备510中膨胀,并且穿过第二回热式换热器506,从而在先于进入换热器504和膨胀设备520之前又进一步冷却其部件518,因此改进整体系统性。第二回热式换热器506实现高压流的附加冷却,这改进了从中间压力将制冷剂重新压缩到高压的系统的冷却容量。节能器循环502因此提高用于当操作阀508、522和524以绕过膨胀器526时的整体系统冷却的条件,以增加在冷凝器冷却器或者冷凝器528中的用于排热的制冷剂流动。

[0062] 阐述的实施例具有低压压缩器 and 高压压缩器。作为替代,冷却系统可具有采用节能器端口的压缩机。压缩机可放置在与膨胀器526和电机相同的轴上。

[0063] 参照图6,可替换冷却系统600如与上述公开的系统所描述地操作,但是在一个实施例中具有由来自航空器的废热驱动的热驱动部件602的附加好处。系统结合如上所述的动力产生回路和冷却回路。动力产生部分包括泵626(假设该泵在其入口处具有液体或者至少充分稠密的制冷剂)、可选回热式换热器622、加热器614、膨胀器616以及排换热器632。排热换热器632为用于作为排热交换器的两个回路的公共部件。此类实施例提供的机会为,以通过两相膨胀器610(通过将高压压缩机和两相膨胀器放置在相同的轴上)而驱动高压压缩机级,以及通过蒸气膨胀器616(通过将低压压缩机和蒸气膨胀器放置在相同的轴上)而驱动低压压缩机级,而无需任何电力输入。在一个示例中,系统包括一个电驱动设备,泵626。作为替代,可以布置为通过两相膨胀器610驱动低压压缩机级618且通过蒸气膨胀器616驱动高压压缩机级(如虚线所示)。可选择将泵与膨胀器610一起放置在一个轴上,或者将泵与膨胀器618一起放置在一个轴上,以避免或者减少电输入。此外,可选择将低压压缩机、高压压缩机、两相膨胀器、蒸气膨胀器以及泵放置在一个共同的轴上。此外,当冷却容量需求降低时,电动发电机可被添加到轴上以提取动力。

[0064] 在另一实施例中,热驱动部件602不由废热获得其热量,而是从在高温下操作的航空器或者航空器发动机中的部件获取其热量。在此情形下,包括电动发电机而非电机可以是有利的。当不需要通过蒸发器冷却时,电动发电机可产生电力,并且通过加热器614的热温度源的冷却是一个选项。阀604、606、608可按照描述的方式操作,以便取决于亚临界、跨临界或者超临界操作而选择性地操作诸如膨胀器610和膨胀设备612的膨胀设备。然后,在该实施例中,来自航空器的废热经由加热器614回收,废热穿过加热器614(即,燃烧产物)。系统600的热驱动部件602包括膨胀器616和压缩机618、回热式换热器620、622和624,以及泵626。也就是说,除了关于图2描述的系统200的部件,系统600包括实现从航空器回收废热的描述的附加部件,以导致更高的系统冷却输出以及更高效的操作。

[0065] 在操作中,液体制冷剂在已穿过回热式换热器624并经由泵626泵送穿过回热式换热器622抽取之后被提取。制冷剂通过加热器614,并且加热的高压制冷剂通过膨胀器616膨胀,以及动力从膨胀器被提取以驱动压缩机618。退出膨胀器616的制冷剂通过回热式换热器622,并在结合处628结合来自回路的其它部分的制冷剂流。传到热驱动部分602的制冷剂

到达穿过制冷剂线路630、穿过回热式换热器620、并传到压缩机618,其中制冷剂被压缩并传递至排热换热器632。

[0066] 排热交换器632阐述为单个设备或者换热器,但在替换实施例中,可以是用于系统的动力产生和冷却部分的两个分立的换热器(如虚线描绘的),并且预期在两个单独的换热器实施例中,排热至如箭头指定的冷却剂,传到每个换热器。

[0067] 依此方式,来自航空器的废热被回收并且其能量可用于改进系统冷却输出以及整体系统效率。回热式换热器620、622、624如定位的可用于随着制冷剂在该回热式换热器的相应方向上经过而结合地加热和冷却,以利用可用于系统的废热的优点。进一步,如关于上述图2所描述的,预期此处阐述并描述的全部实施例是经由控制器和计算机可控的(采用控制器224和计算机226)。

[0068] 在可替换实施例中,膨胀器610耦接到压缩机618,并且压缩机616在单向阀据此重新定位而提供的替换方案中所示出的,类似地耦接到HP压缩机。

[0069] 图7阐述了热管理系统(TMS)700,其具有处理动态负载704的动态系统702,以及分别处理稳态负载710和稳态负载712的两个稳态系统706、708。在公开的情况中,所有三个系统使用相同的制冷剂,但是可选地,每个系统可以不同的制冷剂操作。稳态负载712可表示随时间变化基本稳定的负载,诸如直接或者间接地冷却固定、移动、或者航空电子,或者空气调节。动态负载704可循环地或者随机地执行,其可以是相对重但是间歇的负载,该负载可发生在诸如用于可经受例如不容易预测的间歇热负载的建筑的周期性开关冷却系统中。

[0070] 稳态负载712经由空气,并且稳态负载710经由次级制冷剂,例如,丙二醇水混合物、乙二醇水混合物、PAO或者其它。TMS 700因此包括动态蒸气循环系统(DVCS)702,稳态蒸气循环系统(SSVCS)706、708,热能存储设备(TES)714,以及控制阀操作、压缩机操作等的控制器716。可选地,SSVCS可具有两个单独的蒸气循环子系统。

[0071] TES 714为换热器,其包括诸如蜡状物或者其它可储能材料的TES材料,包括经由本领域已知的相变材料在相变温度存储以及释放能量,同时改变相形式,例如从液体到固体。TES 714经由与动态负载704连通的流体通道、动态VCS702的通道和SSVCS系统708的通道与TMS 700连通。与动态负载704连通的流体通道可利用单相的次级制冷剂(诸如空气、丙二醇水混合物、乙二醇水混合物、PAO、或者任意其它)而操作,或者在两相区域(其在通道中凝聚或者与蒸发以接触动态负载)处理的制冷剂而操作。动态VCS 702的通道和SSVCS系统708的通道承载蒸发制冷剂。

[0072] TMS 700可采用操作在传统制冷剂上并且实施亚临界热力循环的DVCS 702和/或SSVCS系统706、708。图7阐述了在任意制冷剂上操作的跨临界DVCS 702以及SSVCS系统706、708,其可扩展其操作边界高于其临界点。在阐述的示例中,该描述暗示CO<sub>2</sub>。然而,如所陈述的,TMS700可具有传统制冷剂,或者具有采用诸如CO<sub>2</sub>的制冷剂的跨临界操作的系统。

[0073] DVCS 702在当动态负载被激活时操作。该DVCS 702经由TES 714中的材料间接地冷却电子器件,并且充注直接冷却TES材料的TES 714。当TES 714完全被充注时,DVCS 702关闭。

[0074] 当DVCS 702关闭时,SSVCS系统706、708单独地冷却稳态负载710、712和TES 714,以补偿通过在TES 714、TES中的流体、相关部件与周围环境之间的热相互作用建立的TES热负载。

[0075] DVCS 702具有封闭式回路,该封闭式回路具有压缩机718、单向阀720、排热交换器722、回热式换热器724、电磁阀726、膨胀设备728、如图所示的TES相关通道、以及液体分离器730。如所讨论地,公开的系统可采用传统的制冷剂或者诸如CO<sub>2</sub>的跨临界操作制冷剂,并且所阐述的系统关于CO<sub>2</sub>来描述。相应地,TMS 700阐述了包括接收器730的接收器回路。接收器730用虚线表示以显示其是可选择的,并且其通常被包含在采用跨临界操作的系统中。

[0076] 充注管理接收器730与压缩机718和排热交换器722并行地安装。接收器730具有两个端口732、734;具有对应电磁阀732的一个端口暴露于压缩机718的抽吸侧;以及具有电磁阀734的另一端口暴露于压缩机的排放侧。

[0077] DVCS 702的压缩机718可与电机736整合为一个半密封单元。压缩机718包括低压开关和高压开关,以相应地防止在极低或者极高操作压力下压缩机操作。此外,如图所示,压缩机718在压缩机抽吸和排放侧可具有压力和温度传感器。膨胀阀728上游的电磁阀通常打开。充注管理电磁阀732、734通常关闭。

[0078] 当TES 714材料凝固并且被完全充注时,DVCS上的负载以及抽吸/蒸发压力基本上降低并且低压传感器关闭DVCS。单向阀720和通常关闭的电磁阀在DVCS关闭时防止在蒸发器与系统的其余部分之间的任何流体相互作用。

[0079] SSVCS系统706、708为多蒸发器系统,其具有两个主要的封闭式回路。第一主要回路包括相对大的压缩机738、单向阀740、排热交换器742、回热式换热器744、如图所示一般与负载710、712对应的两个并行回路、以及液体分离器746。每个并行回路具有相应的电磁阀748、750,膨胀设备752、754,蒸发器756、758,以及背压调节器760、762。电磁阀748、750在每个回路中是可选择的;并且其它选项为或者具有仅一个公共电磁阀,或者完全没有阀。在图示和示例性实施例中,蒸发器756提供在蒸发制冷剂和正被冷却的空气之间的热接触。蒸发器756被安装在推动空气经过蒸发器756的风扇764的管下游。蒸发器758为换热器,其利用泵766在如图所示的泵回路中提供在蒸发制冷剂和次级制冷剂之间的热接触。

[0080] 压缩机738可以与电机768整合为一个半密封单元。压缩机738具有低压开关和高压开关,以分别防止在极低或者极高操作压力下的压缩机操作。此外,如图所示,压缩机738在抽吸和排放侧可具有压力和温度传感器。

[0081] 热气体旁通回路包括热气体旁通阀(HGPV)770,该热气体旁通阀连接来自压缩机738的压缩机排放侧与向回热式换热器744的低压侧的入口处的抽吸线路。HGPV 770包括如图所示在抽吸线路中感测压力的压力传感器。

[0082] 第二主要回路706包括小的压缩机722、排热交换器742、回热式换热器774、过滤干燥机(未示出)、电磁阀776、膨胀阀778、TES的相关CO<sub>2</sub>通道、以及液体分离器780。具有热气体旁通阀(HGBV)782的热气体旁通回路连接压缩机排放侧与向TES蒸发器通道的入口。HGBV 782包括在抽吸线路中感测压力的压力传感器。

[0083] 压缩机772可与电机784整合为一个半密封单元。压缩机772具有低压开关和高压开关,以分别防止在极低或者极高操作压力下压缩机的操作。此外,在压缩机抽吸和排放侧可具有压力和温度传感器。高压开关以及高压力和温度传感器可与压缩机738共享。

[0084] 具有充注管理接收器786的回路与压缩机738和排热交换器742并行地安装。接收器786具有两个端口:一个暴露于压缩机抽吸侧,而另一个暴露于压缩机排放侧。电磁阀被附接到每个端口788、790。

[0085] 在包括压缩机772的压缩机回路中的HGBV 782,连接压缩机排放侧与TES 714的相关CO<sub>2</sub>通道的入口处的抽吸线路。

[0086] 相应膨胀设备752、778上游的电磁阀748、776通常打开。充注管理电磁阀788、790通常关闭。

[0087] 如图所示,每个VCS 702、706/708可具有其自己的排热交换器722、742。可选地,每个系统可具有其自己的排热交换器。如图所示,每个排热交换器722、742具有风扇,并且每个风扇安装在管道中。每个风扇放置在排热交换器722、742的下游,以保持进入交换器的空气温度尽可能的低。在一个示例性实施例中,排热交换器722、742两者可具有公共的风扇。又一实施例可暗示作为DVCS和SSVCS的公共设备的排热交换器,其中换热器的部分具有DVCS回路的通道而另一部分具有SSVCS的通道。也就是说,在一个示例中,排热交换器722、742是公共的,如通过虚线792所示。

[0088] 相应地,冷却系统包括第一冷却系统和第二冷却系统。第一冷却系统包括两个稳态冷却回路,每个包括相应的热负载换热器,以及通用于将热量从每个回路排出的两个稳态冷却回路的第一排热换热器。可选地,第一冷却系统可被配置为两个单独的稳态冷却系统,并且每个系统可具有其自己的排热交换器。第二冷却系统包括动态冷却回路,该动态冷却回路具有将热量从动态冷却回路排出的第二排热换热器。冷却系统包括热能存储(TES)系统和控制器,该热能存储(TES)系统将第一冷却系统热耦接到第二冷却系统并且该热能存储(TES)系统被配置为接收动态热负载,而该控制器耦接到第一和第二冷却系统。

[0089] 操作冷却系统的方法包括从两个相应的稳态冷却回路中的两个热负载换热器接收热量,从两个稳态冷却回路排出热量到二者共同的第一排热换热器,以及从动态冷却回路中的动态热负载接收热量。方法进一步包括从第二排热换热器中的动态冷却回路排出热量,在热能存储(TES)系统中热耦接两个稳态冷却回路和动态冷却回路,并且基于动态热负载而操作动态冷却系统。

[0090] 操作和控制的方法包括以下示例性策略:

[0091] 当动态负载开启时,在瞬态过程中,DVCS 702建立特定蒸发温度以及相关压力。当动态负载关闭时,热负载由于其仅来自TES 714而减少,因此,蒸发压力和相关蒸发温度降低。当TES 714被完全充注时,热负载衰退,并且蒸发和抽吸压力突然下降。当抽吸压力达到设定的低压限制时,低压开关关闭动态VCS压缩机,并且控制器向膨胀器下游的电磁阀发送信号以关闭。

[0092] 膨胀阀728上游的关闭的电磁阀726和压缩机排放侧处的单向阀720防止热的高压制冷剂移动到TES 714的冷通道。这在当DVCS 702关闭时降低TES 714中两相材料的熔化速率。当动态负载激活时,控制器716发送打开电磁阀726的信号,并且在短暂的延迟后,发送激励压缩机718的信号。

[0093] 2. DVCS的性能对于制冷剂充注非常敏感。充注管理接收器730作为冗余制冷剂充注量的存储器操作。为了增加冷却容量,一部分制冷剂充注量从充注管理接收器730移动到相应的主要回路。如果冷却容量过高,则一部分制冷剂充注量从主要回路移动到接收器730。

[0094] 循环充注通过感测压缩机排放压力来控制。最大化性能系数(COP)的最优排放压力取决于经由抽吸压力所感测的环境温度和蒸发温度。控制器716限定最优或者期望排放

压力。如果排放压力高于与当前环境温度相关的压力,暴露于压缩机排放侧的充注管理接收器730的电磁阀734打开,并且特定充注量从主要回路移动到充注管理接收器。这在环境温度降低时发生。移动的制冷剂充注量降低冷却容量并将其与需求平衡。

[0095] 如果压缩机排放压力低于与当前环境温度相关的压力,暴露于压缩机抽吸侧的充注管理接收器730的电磁阀732打开,并且特定充注量从充注管理接收器730移动到主要回路。这在环境温度增加时或者由于DVCS 702泄露失去一些制冷剂时发生。加入的制冷剂充注量增加冷却容量并将其与需求平衡。

[0096] 3. 当TMS关闭时,电磁阀726断开激励。如果环境温度极低,一部分CO<sub>2</sub>可凝结并且填充位于DVCS最低点的液体分离器730。在此情形下,当TMS 700启动时,控制器716首先发送信号以激励膨胀阀728下游的电磁阀将其关闭,并且为液体分离器730中内建的电加热器供电。然后,在允许液体分离器730中制冷剂蒸发的延迟后,控制器716发送信号以去激励该电磁阀并启动压缩机718。

[0097] 4. 稳态系统(SSVCS)706、708可在不同于DVCS 702的环境温度下操作。即便当负载保持相同时,改变的环境温度可影响系统性能。

[0098] 在一个示例中,SSVCS系统706、708根据最差情况负载(最高环境温度)而尺寸化。如果环境温度降低,SSVCS系统706、708提供过度的冷却容量。过度容量降低来自蒸发器756、758出口处过热。膨胀阀和背压调节器感测来自相关蒸发器756、758出口处的压力和温度,控制器716计算在每个出口处的过热并向每个致动设备发送信号以便减小上述控制阀的孔的横截面区域。作为结果,通过蒸发器756、758的质量流动率以及蒸发器容量降低从而匹配容量需求。

[0099] 5. 当负载减少到压缩机738或者压缩机772的抽吸压力下降到低于设定点的程度,控制器716打开相关热气体旁通阀770、782的孔。

[0100] 回路706的HGBV 770将压缩机738之后的热高压制冷剂引导到向回热式换热器744的低压侧的入口。热气体降低了在回热式换热器744的高压侧的冷却效应,以及最终降低了稳态蒸发器756、758的容量。

[0101] 回路708的HGBV 782将压缩机772之后的热高压制冷剂引导到蒸发器714的入口。热气体在蒸发器714上引入额外的热负载,并且降低在相关TES CO<sub>2</sub>通道中的冷却效应。

[0102] 6. 稳态系统706、708的性能对于两个回路中的制冷剂充注循环敏感。通过感测压缩机排放压力而控制循环充注量。如前,最优排放压力取决于环境温度。如果排放压力高于与当前环境温度相关的压力,暴露于压缩机排放侧的充注管理接收器786的电磁阀790打开,并且特定充注量从主要回路移动到充注管理接收器786。如果排放压力低于与当前环境温度相关的压力,暴露于压缩机抽吸侧的充注管理接收器的电磁阀788打开,并且特定充注量从充注管理接收器移动到主要回路。

[0103] 7. 液体分离器746、780存储离开蒸发器的未蒸发的制冷剂,其可在瞬态过程期间发生。

[0104] 当TMS 700关闭时,电磁阀断开激励。如果环境温度极低,一部分CO<sub>2</sub>可凝结并且填充位于SSVCS最低点的液体分离器746、780。在此情形下,TMS 700执行冷启动。当TMS 700启动时,控制器716首先发送信号以激励膨胀设备752、754下游的电磁阀750、762以及膨胀阀上游的电磁阀748以将它们关闭,并且为液体分离器中内建的电加热器供电。然后,在允许

液体分离器中制冷剂蒸发的延迟后,控制器发送去激励这些电磁阀的信号,并且在短暂延迟后,启动压缩机738、772。

[0105] 图8阐述了采用处理相同热负载的跨临界CO<sub>2</sub>循环的TMS 800。根据本公开,TMS 800采用膨胀器802、804替换如图7所示的DVCS中的膨胀设备728以及供给SSVCS中的蒸发器756、758的膨胀设备752、754。膨胀器802、804从高压到低压膨胀制冷剂并且产生电力。压缩机806和膨胀器802可被放置在相同轴808上,并且所产生的电力将降低驱动压缩机806所需的净功率。由于膨胀器802中的膨胀不具有等焓膨胀设备固有的节气损失,膨胀器802改进了蒸发器810、812中的制冷剂效应。改进的制冷剂效应和降低的压缩机功率显著提高了COP。

[0106] DVCS具有主要封闭式回路814,该主要封闭式回路814具有压缩机816、单向阀818、排热交换器820、回热式换热器822、膨胀器804、电磁阀824、TES 826的相关CO<sub>2</sub>通道、以及液体分离器828。压缩机816、膨胀器804和电机830可实施为一个半密封单元。如图所示,单元具有壳体,两个入口端口和两个出口端口。一对入口和出口端口用于压缩机816,而另一对用于膨胀器804。压缩机816具有低压和高压开关,以分别防止在极低或者极高操作压力下的VCS操作。此外,压缩机816在压缩机抽吸和排放侧具有压力和温度传感器。

[0107] SSVCS的第一主要回路不同于图7的等价回路,并且包括大的压缩机806、单向阀832、排热交换器834、回热式换热器836、膨胀器802、两个并行回路(具有压缩机772和图7的等价流动通路)以及液体分离器838。每个回路具有电磁阀840、842,蒸发器810、812和背压调节器844、846。

[0108] 电磁阀840和842在每个回路中是可选择的;其它选项是:一个公共的电磁阀或者没有电磁阀。每个蒸发器回路具有蒸发器、压力和温度传感器、以及背压控制阀。

[0109] 压缩机806、膨胀器802和电机832可实施为一个半密封单元。如图所示,单元具有壳体、两个入口端口和两个出口端口。一对入口和出口端口用于压缩机806,而第二对入口和出口端口用于膨胀器802。压缩机806具有低压和高压开关,以分别防止在极低或者极高操作压力下的VCS操作。此外,压缩机806在压缩机抽吸和排放侧具有压力和温度传感器。

[0110] 膨胀器802下游的电磁阀840、842以及膨胀阀848上游的电磁阀844通常打开。充注管理电磁阀850、852通常关闭。通过感测蒸发器出口的过热(压力和温度),每个背压控制阀844、846控制上游压力并间接地控制经过蒸发器810、812的制冷剂流。

[0111] 背压调节器844、846在过热高于特定设定高值时增加开口和通过该背压调节器的制冷剂流动率,且在过热低于特定设定低值时减小开口和通过背压调节器的制冷剂流动率。热气体旁通线路854引导制冷剂到回热式换热器836的低压入口。HGBV 856感测两个蒸发器出口的过热,并且感测稳态VCS的低压侧的压力。HGBV 856还控制低压侧的压力。

[0112] 同时如果在蒸发器出口处的至少一个过热低于特定设定值,则HGBV打开。进入膨胀器的高压制冷剂变得更热,稳态VCS冷却容量略微降低并且这有助于在蒸发器的两个出口匹配设定的过热。如果至少一个过热在特定值之上,HGBV关闭。进入膨胀器的高压制冷剂变得更冷,稳态VCS冷却容量略微降低并且这有助于匹配在两个蒸发器出口处的设定过热。

[0113] 如果一个过热低于特定设定值且第二过热高于特定值,则HGBV不起作用并且过热完全由背压调节器控制。控制过热的能力实现使用充注管理接收器的充注管理的实施。

[0114] 利用用于处理动态负载的热能存储减轻蒸气循环系统的热惯性。TES826可立即准

备而VCS启动时间占用时间。此外,即使如果可能,启动期间VCS的控制操作也是非常困难的  
任务。

[0115] DVCS经由TES 826间接地管理动态负载,而SSVCS直接管理稳态负载。因此,冷却动  
态负载的VCS应产生比冷却稳态负载的VCS更低的蒸发温度。采用两个蒸气循环系统DVCS和  
SSVCS,降低了执行全部冷却职责所需的动力。

[0116] 使用跨临界二氧化碳蒸气循环系统(TCO2VCS)可显著降低TMS的维度和重量。  
TCO2VCS在高排放和抽吸压力下操作。事实上,C02突出的特性以及恰当设计的热力循环是  
降低TMS维度和重量的关键因素。此外,如果TMS应在升高的排热温度下操作,则改进的  
TCO2VCS可提供比传统制冷循环更高的COP。

[0117] 图9为采用传统蒸气循环的热管理系统的说明,该系统在传统制冷剂上操作并处理  
与其它公开的实施例类似的热负载。参照图9,阐述了传统稳态和动态热管理系统900。系  
统900在传统的亚临界制冷剂上操作并且包括封闭式动态冷却回路902,以及封闭式第一稳  
态回路904。每个回路902、904包括其自身的压缩机906、908,作为冷凝器操作的排热交换器  
910、912,以及膨胀设备914、916。热能存储(TES)系统918被配置为接收动态负载,并热耦接  
动态冷却回路902与第一稳态回路904。动态冷却回路902被配置为当动态热负载开启时,冷  
却TES 918,以完全地吸收通过TES 918接收的热能。稳态回路904被配置为当动态热负载关  
闭时,冷却TES 918。

[0118] 系统900包括封闭式第二稳态冷却回路920,该第二稳态冷却回路920具有其自己  
的压缩器922和膨胀设备924。第一和第二稳态冷却回路904、920的每一个包括相应的蒸发  
器926、928。

[0119] 通常,诸如处理器和用户输入设备的计算系统226和/或设备可采用若干计算机操  
作系统中的任一种,该计算机操作系统包括但不限于Microsoft **Windows**<sup>®</sup>操作系统的  
版本和/或变形,Unix操作系统(例如由加利福利亚红木海岸的甲骨文公司发行的  
**Solaris**<sup>®</sup>操作系统),由纽约阿蒙克的国际商用机器公司发行的AIX **Unix**<sup>®</sup>操作系统,  
**Linux**<sup>®</sup>操作系统,由加利福利亚库比蒂诺的苹果公司发行的**MAC**<sup>®</sup> OS X和IOS操作系  
统,以及由开放手机联盟开发的**Android**<sup>®</sup>操作系统。

[0120] 计算设备226通常包括计算机可执行指令,其中指令可通过诸如上面列出的这些  
一个或者多个计算设备执行。计算机可执行指令可从利用各种编程语言和/或技术创建的  
计算机程序编译或者解释,该编程语言和/或技术包括但不限于Java<sup>™</sup>、**C**<sup>®</sup>、**C++**<sup>®</sup>、  
Visual**Basic**<sup>®</sup>、**JavaScript**<sup>®</sup>、**Perl**<sup>®</sup>等中的任一或者其组合。通常,处理器(例如,微处  
理器)例如从存储器、计算机可读介质等接收指令并执行这些指令,从而执行包括此处描述  
的过程的一个或者多个的一个或者多个进程。此类指令以及其它数据可利用多种计算机可  
读介质而被存储以及传输。

[0121] 计算机可读介质(也称为处理器可读介质)包括参与提供可通过计算机(例如,计  
算机的处理器)读取的数据(例如,指令)的任意永久(例如,有形的)介质。此类介质可采用  
各种形式,包括但不限于非易失介质和易失介质。非易失介质可包括例如光盘或者磁盘以



及其它持续存储器。易失存储器可包括例如典型地构成主要存储器的动态随机存取存储器 (DRAM)。此类指令可通过一个或者多个传输介质传输,该传输介质包括同轴电缆、铜线和光纤,该光纤包括线材,线材包括耦接到计算机处理器的系统总线。计算机可读介质的通用形式包括例如软盘、软磁盘、硬盘、磁带、任意其它磁性介质、CD-ROM、DVD、任意其它光学介质、打孔卡、纸带、具有孔模式的任意其它物理介质、RAM、PROM、EPROM、FLASH-EEPROM、任意其它存储芯片或者胶卷、或者计算机能够从其读取的任意其它介质。

[0122] 此处描述的数据库、数据存储库或其它数据存储方式可包括用于存储、访问和检索各种类型的数据的各种类型的机构,包括分层数据库、文件系统中的一组文件、专有形式的应用数据库、相关数据库管理系统(RDBMS)等。每个此类数据存储库通常被包含在计算设备中,该计算设备采用诸如上述这些中的一种的计算机操作系统,并通过各种方式中的任意一种或者多种经由网络访问。文件系统可从计算机操作系统中获得,并且可包括以各种形式存储的文件。RDBMS除了用于创建、存储、编辑和执行存储的过程的语言之外,通常采用结构化查询语言(SQL),例如上述PL/SQL语言。

[0123] 在一些示例中,系统元件可作为计算机可读指令(例如,软件)在一个或多个计算设备(例如,服务器、个人计算机等)上实施,该计算可读指令存储在与之相关的计算机可读介质上(例如,磁盘、存储器等)上。计算机程序产品可包括存储在计算机可读介质上用于执行此处描述的功能的此类指令。关于此处描述的过程、系统、方法、启发等,应当理解的是,尽管此类过程等的步骤已被描述为根据特定顺序的序列发生,但是此类过程可按照此处描述的顺序以外的顺序执行所描述的步骤而实现。还应理解的是,可同时执行特定步骤,可添加其它步骤,或者可以省略此处描述的特定步骤。换句话说,提供此处过程的说明是出于阐述特定实施例的目的,并且不应以任何方式解释为限制权利要求。

[0124] 除非做出与此处相反的确切指示,否则权利要求中所用的全部术语旨在被给予如此处描述的本领域技术人员所理解的它们最广泛的合理结构及其通用含义。特别地,除非权利要求列举相反的确切限定,否则诸如“一个”、“该”、“所述”等单数冠词的使用应被解读为列举所指示元件中的一个或者多个。

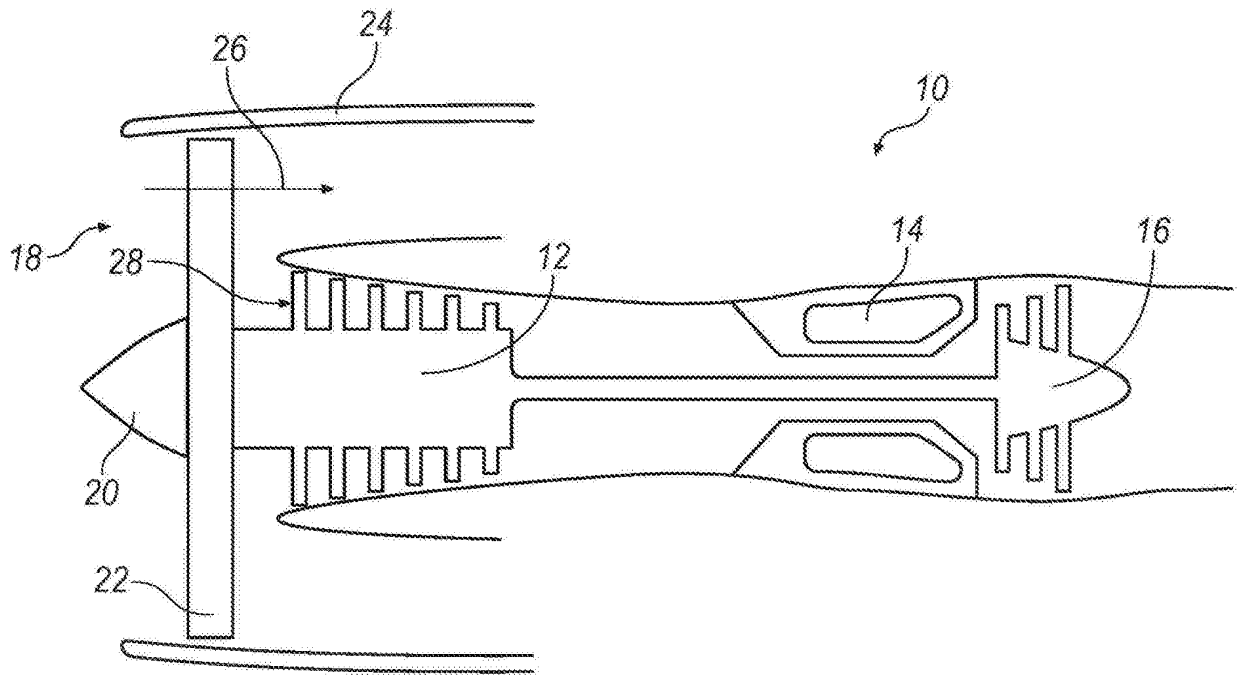


图1

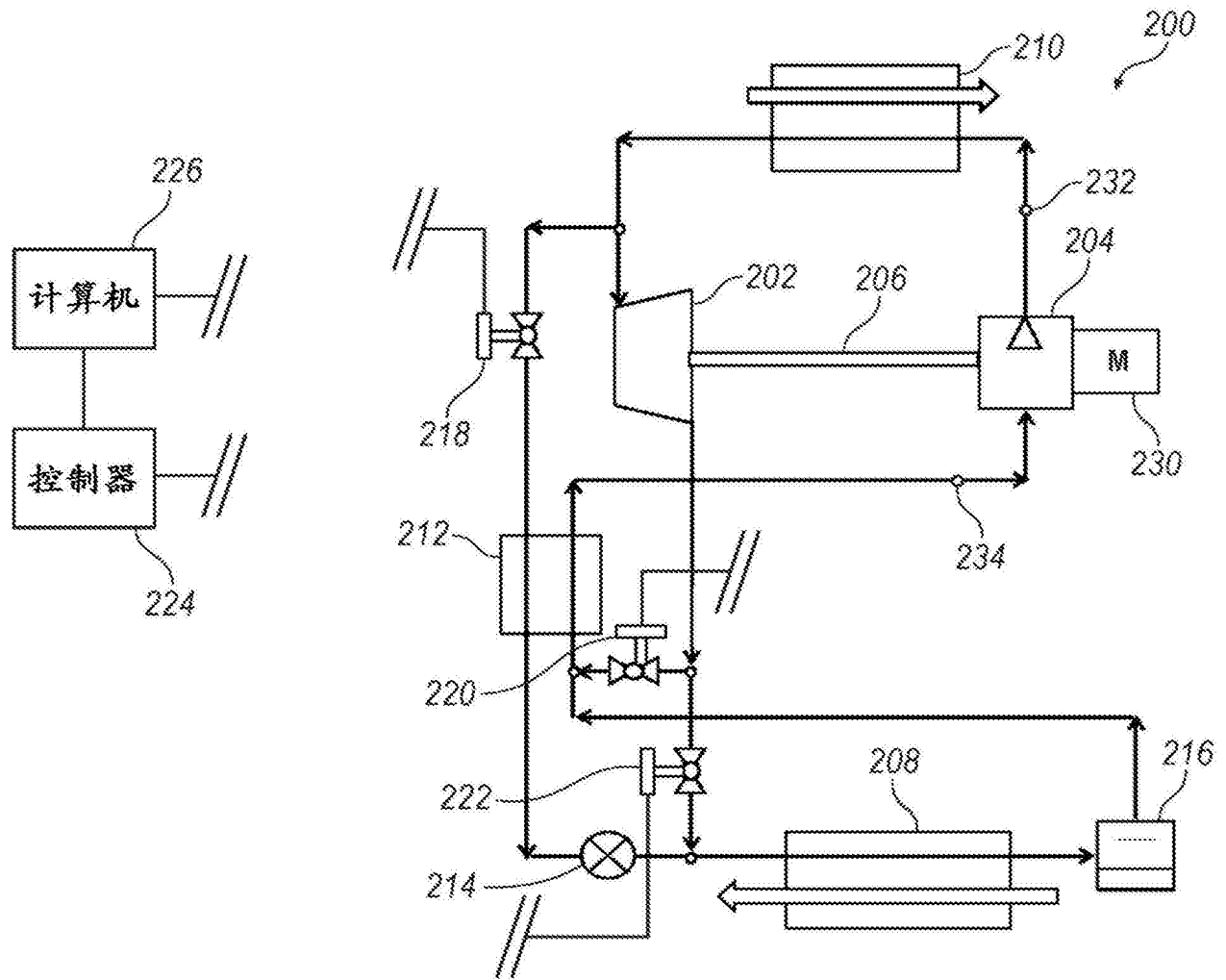


图2

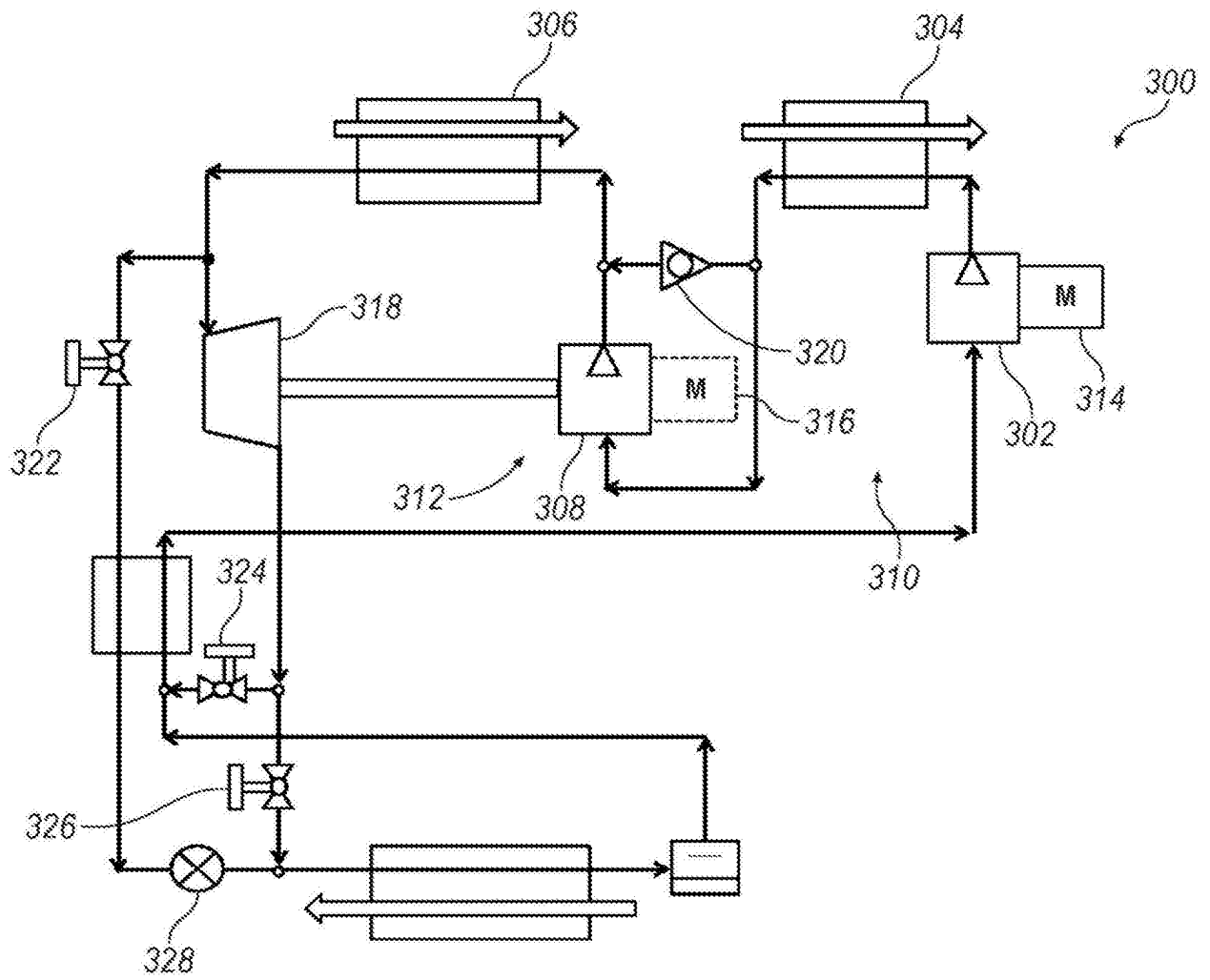


图3

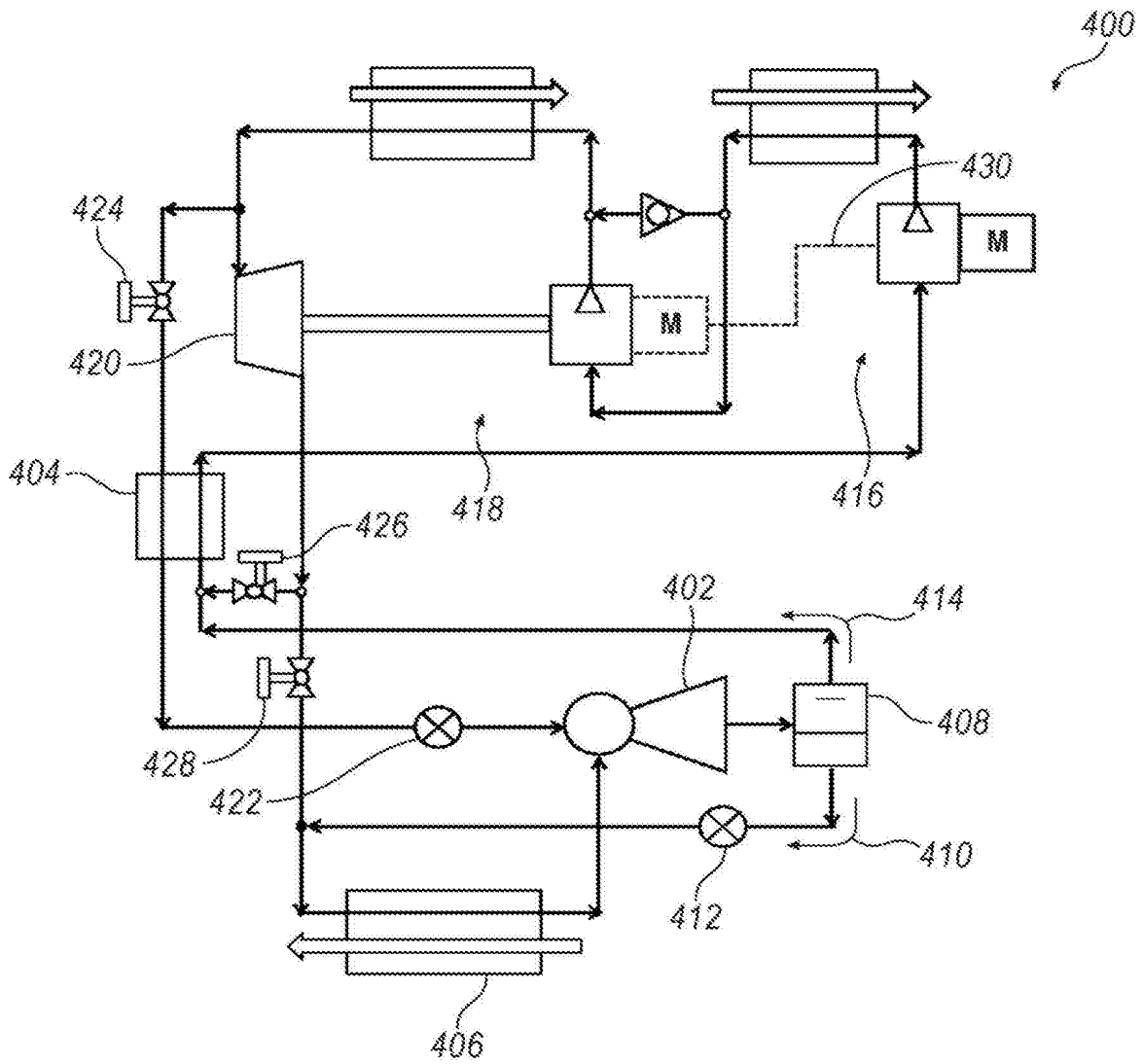


图4

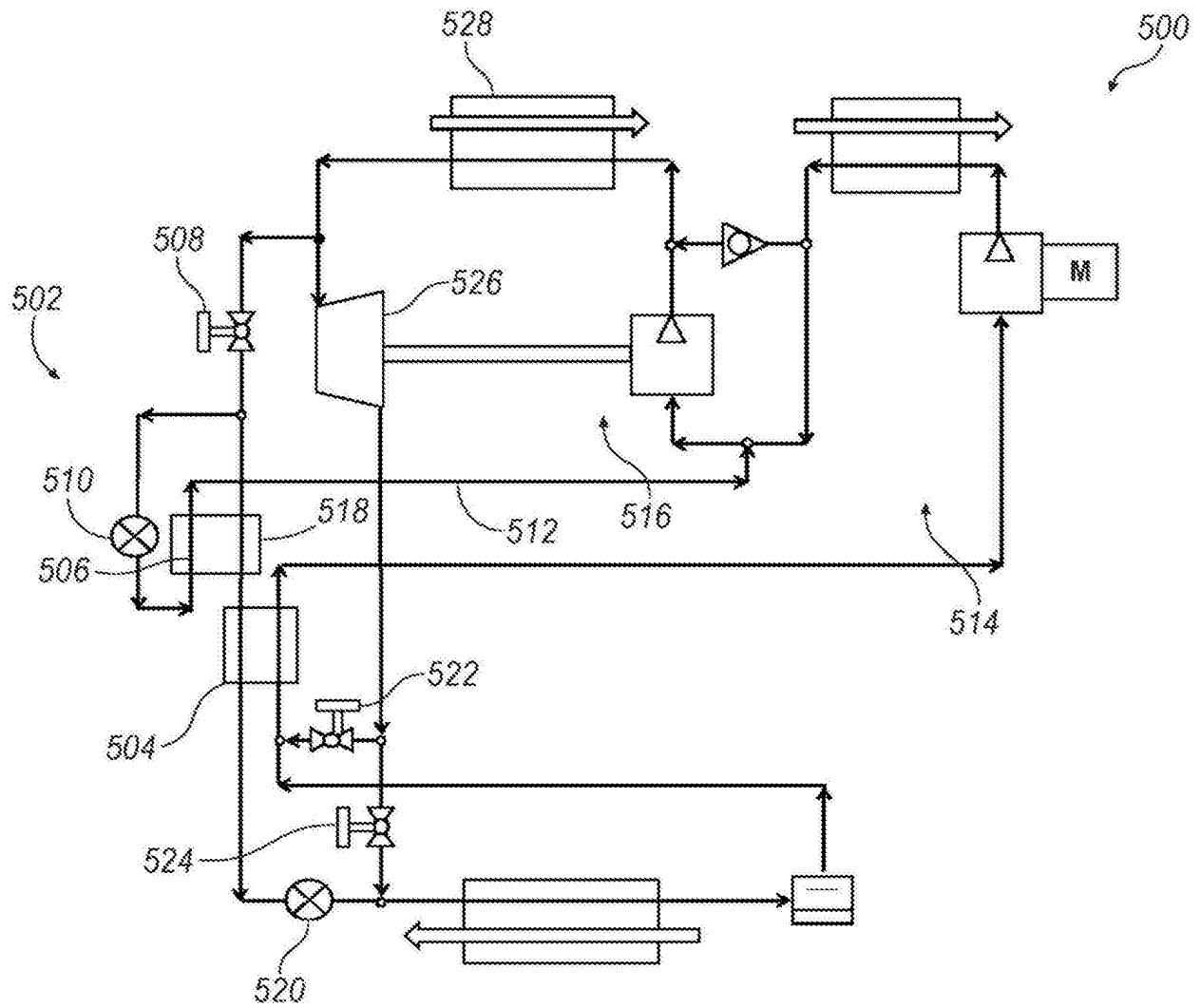


图5

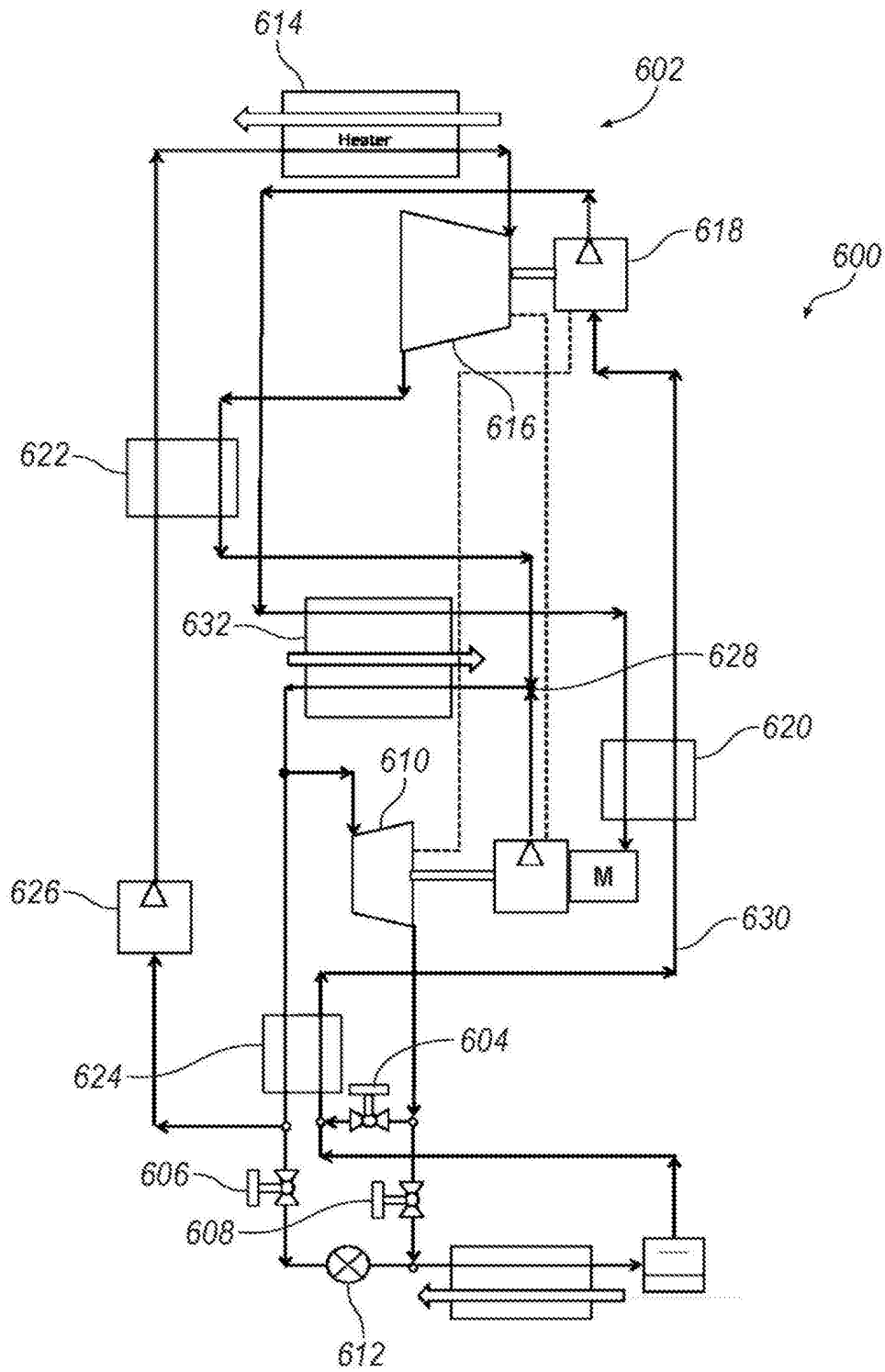


图6

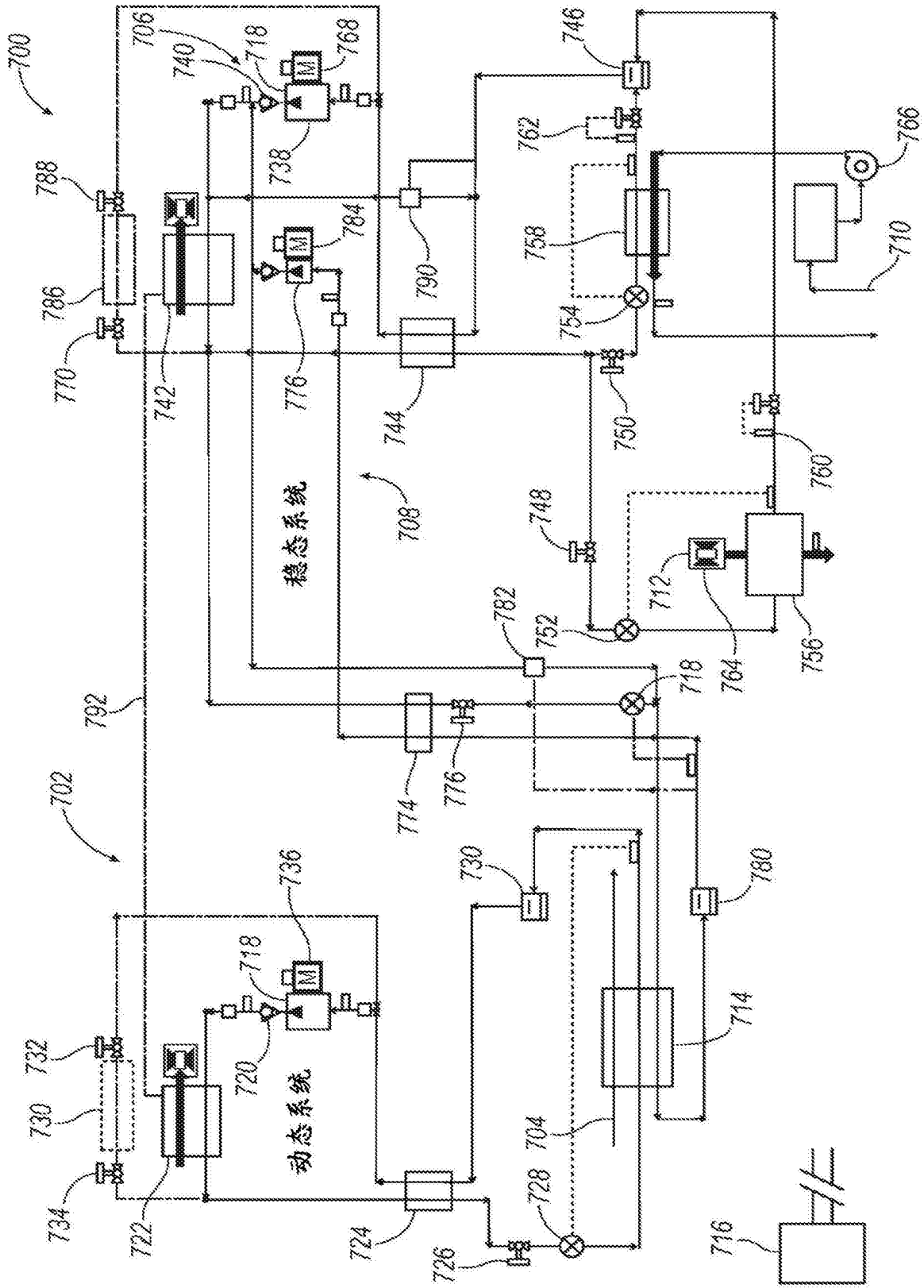


图7



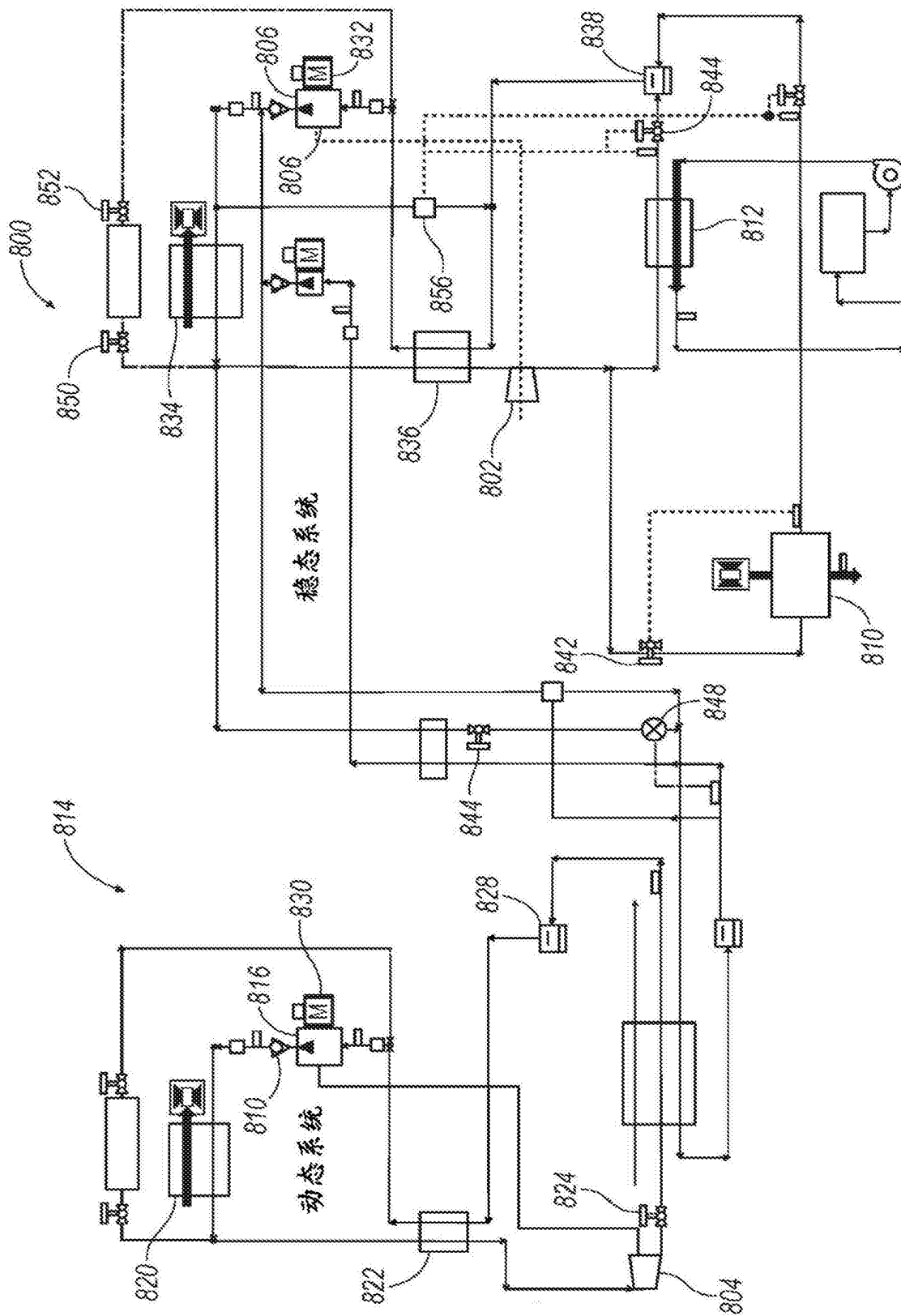


图8

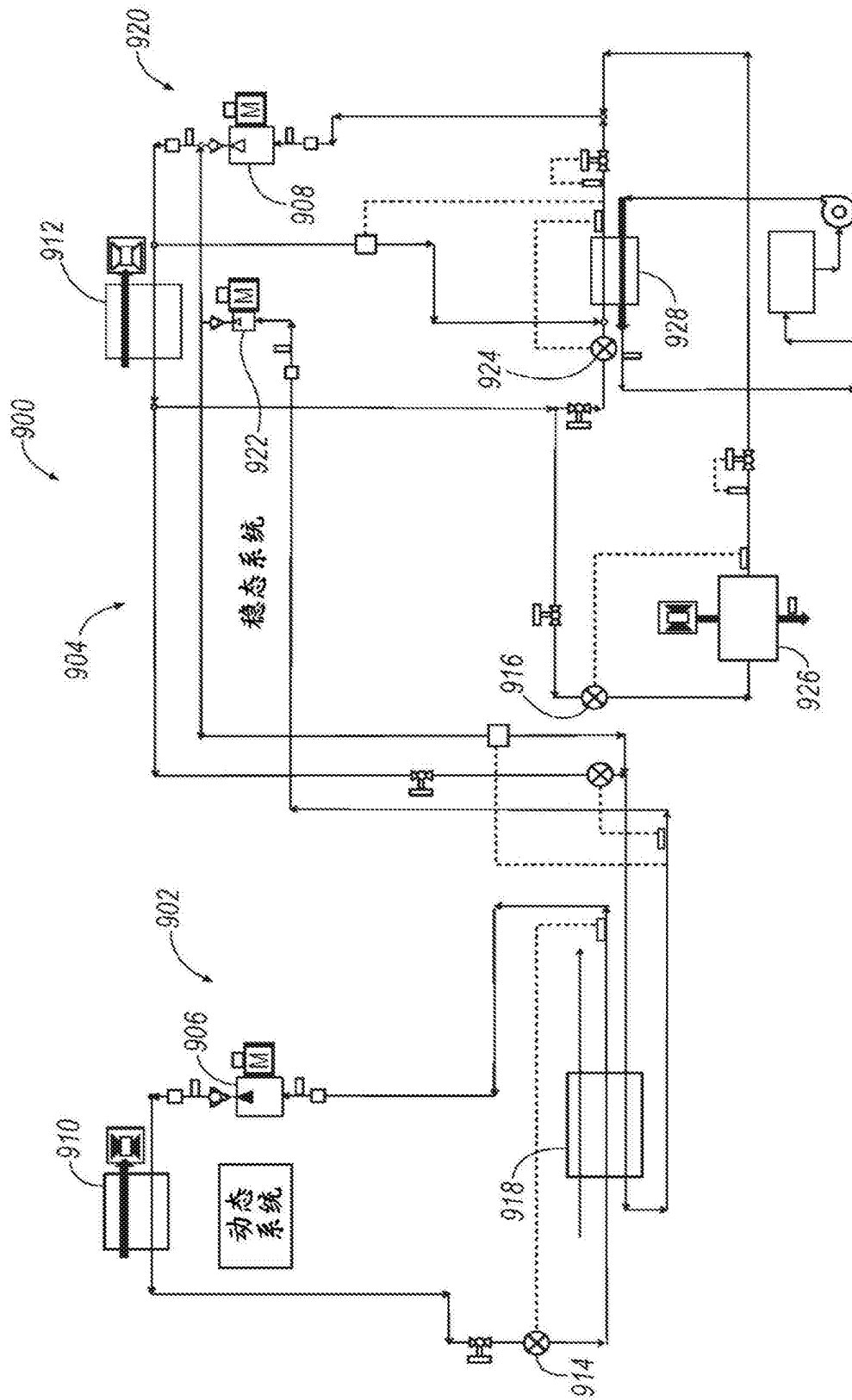


图9