(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106247687 B
(45)授权公告日 2019.08.30

(21)申请号 201610365981.9

(22)申请日 2016.05.27

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106247687 A

(43)申请公布日 2016.12.21

(30)优先权数据
14/729,163 2015.06.03 US

(73)专利权人 三菱电机株式会社
地址 日本东京都

(72)发明人 D·J·伯恩斯 S·A·博托夫

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127
代理人 王小东

(51)Int.Cl.
F25B 39/00(2006.01)
F25B 41/04(2006.01)
F25B 41/06(2006.01)
F25B 49/02(2006.01)

(56)对比文件
US 3132490 A,1964.05.12,全文.
US 3358470 ,1967.12.19,全文.
CN 101568776 A,2009.10.28,全文.
CN 103917825 A,2014.07.09,说明书0014-0015段,说明书0030-0033段、图2-3.

审查员 刘淑静

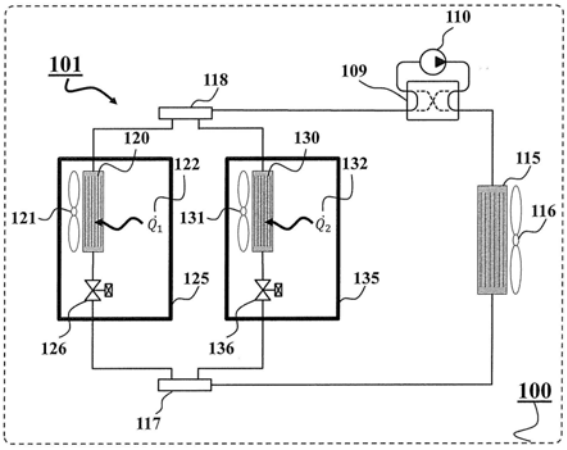
权利要求书3页 说明书11页 附图11页

(54)发明名称

蒸汽压缩系统

(57)摘要

本发明涉及一种蒸汽压缩系统。该蒸汽压缩系统包括热交换器,所述热交换器具有连接到供制冷剂通过以调节受控区域的一组路径的进口总管。所述进口总管将所述制冷剂划分到不同路径中。进入所述进口总管的所述制冷剂的量受控于阀。所述蒸汽压缩系统还包括用于测量所述一组路径的每个路径中的所述制冷剂的温度的一组传感器,并且包括控制器,所述控制器包括处理器,所述处理器基于所述一组传感器的至少一个传感器的测量结果和所述热交换器所要求的热容量来确定所述阀的位置。



CN 106247687 B

1.一种蒸汽压缩系统,该蒸汽压缩系统包括:

热交换器,所述热交换器具有连接到一组路径的进口总管,所述一组路径供制冷剂通过以调节受控区域,其中所述进口总管将所述制冷剂划分到不同路径中;

一组传感器,所述一组传感器用于测量所述一组路径中的每个路径中的所述制冷剂的温度;

阀,所述阀用于控制进入所述进口总管的所述制冷剂的量;以及

控制器,所述控制器包括处理器,所述处理器基于所述一组传感器中的至少一个传感器的测量结果和所述热交换器所要求的热容量来确定所述阀的位置。

2.根据权利要求1所述的蒸汽压缩系统,其中,所述控制器包括:

监控器,所述监控器用于基于所述受控区域所要求的温度来确定所要求的热容量;以及

容量控制器,所述容量控制器用于确定通过所述一组路径中的至少一个路径的所述制冷剂的设定点温度,并且用于调整所述阀的位置,以减小所述路径中的所述制冷剂的设定点温度与测量温度之间的误差。

3.根据权利要求2所述的蒸汽压缩系统,其中,所述容量控制器从所述一组路径中选择所述路径,用于基于所要求的热容量来控制所述阀的位置。

4.根据权利要求1所述的蒸汽压缩系统,其中,所述控制器从用于测量所述一组路径中的路径上的所述制冷剂的温度的所述一组传感器中选择传感器,所述控制器使用将所要求的热容量映射到用于所选定传感器的设定点温度的设定点函数来确定用于所选定传感器的设定点温度,并且所述控制器调整所述阀的位置,以减小所选定传感器的设定点温度与测量结果之间的误差。

5.根据权利要求4所述的蒸汽压缩系统,其中,所述设定点函数将所述热交换器的热容量的空间分割成一组区域,所述一组传感器中的每个传感器均有一个区域,使得所要求的热容量由所述设定点函数映射到对应区域的所选定传感器的设定点温度。

6.根据权利要求4所述的蒸汽压缩系统,其中,所述设定点函数被界定在蒸发温度与区域温度之间或被界定在冷凝温度与区域温度之间,并且其中所述处理器响应于所述蒸发温度、所述冷凝温度或所述区域温度的改变来更新所述设定点函数。

7.根据权利要求4所述的蒸汽压缩系统,其中,所述设定点函数为在所述一组传感器中的每个传感器的饱和点处切换的连续函数。

8.根据权利要求4所述的蒸汽压缩系统,其中,所述控制器包括:

容量控制器,所述容量控制器用于确定通过所述一组路径中的至少一个路径的所述制冷剂的设定点温度,并且用于调整所述阀的位置,以减小所述路径中的所述制冷剂的设定点温度与测量温度之间的误差,

所述容量控制器包括反馈控制器,其中基于所选定传感器来选择所述反馈控制器的增益,使得所述一组传感器中的不同传感器与不同的增益关联。

9.根据权利要求1所述的蒸汽压缩系统,其中,所述热交换器为室内热交换器,并且其中所述蒸汽压缩系统包括室外热交换器和多个室内热交换器。

10.一种蒸汽压缩系统,该蒸汽压缩系统包括:

热交换器,所述热交换器具有连接到一组路径的进口总管,所述一组路径供制冷剂通

过以调节受控环境，其中所述一组路径至少包括第一路径和第二路径，并且其中所述进口总管将所述制冷剂划分到所述第一路径和所述第二路径中；

一组传感器，所述一组传感器用于测量所述一组路径中的所述制冷剂的温度，其中所述传感器至少包括用于测量所述第一路径中的温度的第一传感器并且包括用于测量所述第二路径中的温度的第二传感器；

阀，所述阀用于控制进入所述进口总管的所述制冷剂的量；以及

处理器，所述处理器用于基于所述热交换器的所要求的热容量在所述第一传感器和所述第二传感器之间进行选择，并且用于基于所选定传感器的测量结果和所要求的热容量来调整所述阀的位置。

11.根据权利要求10所述的蒸汽压缩系统，其中，所述热交换器为室内热交换器，并且其中所述蒸汽压缩系统包括室外热交换器和多个室内热交换器。

12.根据权利要求10所述的蒸汽压缩系统，其中，所述处理器使用将所述热交换器的热容量分割成一组区域的设定点函数来确定用于所选定传感器的设定点，所述一组传感器中的每个传感器均有一个区域，使得所要求的热容量由所述设定点函数映射到所选定传感器的设定点。

13.根据权利要求12所述的蒸汽压缩系统，其中，所述设定点函数被界定在蒸发温度与区域温度之间或被界定在冷凝温度与区域温度之间，并且其中所述处理器响应于所述蒸发温度、所述冷凝温度或所述区域温度的改变来更新所述设定点函数。

14.根据权利要求12所述的蒸汽压缩系统，其中，所述设定点函数为在传感器的饱和点处切换的连续函数。

15.根据权利要求10所述的蒸汽压缩系统，所述蒸汽压缩系统进一步包括：

反馈控制器，所述反馈控制器用于确定所述阀的位置，以减小用于所选定传感器的设定点与所选定传感器的测量结果之间的误差。

16.根据权利要求15所述的蒸汽压缩系统，其中，基于所选定传感器来选择所述反馈控制器的增益，使得所述一组传感器中的不同传感器与不同的增益关联。

17.一种蒸汽压缩系统，该蒸汽压缩系统包括：

室外热交换器；

用于调节一组区域的一组室内热交换器，每个室内热交换器均调节对应区域并且包括供制冷剂通过的一组路径、用于测量所述一组路径中的每个路径中的所述制冷剂的温度的一组传感器以及用于控制进入每个所述室内热交换器的所述制冷剂的量的阀；

监控器，所述监控器用于基于所述对应区域所要求的温度来确定每个室内热交换器所要求的热容量；以及

一组容量控制器，每个室内热交换器均有一个容量控制器，所述容量控制器基于所述一组传感器中的至少一个传感器的测量结果和所述室内热交换器所要求的热容量来确定所述阀的位置，其中，所述容量控制器用于确定通过所述室内热交换器中的至少一个路径的所述制冷剂的设定点温度，并且用于调整所述室内热交换器的所述阀的位置，以减小所述路径中的所述制冷剂的设定点温度与测量温度之间的误差。

18.根据权利要求17所述的蒸汽压缩系统，其中，所述容量控制器包括：

反馈控制器，所述反馈控制器用于反复地调整所述阀的位置，以减小误差直到满足终

止条件；

在所要求的热容量的基础上选择所述路径的处理器以及测量所选定路径上的所述制冷剂的温度的传感器；以及

开关，所述开关用于将所述反馈控制器操作性地连接到所选定传感器。

蒸汽压缩系统

技术领域

[0001] 本发明涉及蒸汽压缩系统，并且更具体地涉及一种用于控制适合控制多区蒸汽压缩系统的所述蒸汽压缩系统的系统和方法。

背景技术

[0002] 蒸汽压缩系统(VCS)在低温环境和高温环境之间移动热能，以便执行冷却或加热操作以及改进居住者的舒适性。例如，热量可以从室内空间移向室外空间，以便在冷却操作中降低室内温度；或者热量可以从室外空间移向室内空间，以便在加热操作中提升室内温度。

[0003] 一般不直接测量热负荷或(例如，由通入建筑物中的热空气)将热能移动到空间中的速率，但其效果随着室内空间温度或区域温度的改变而被检测。为了控制区域温度，操作VCS来调节由系统设置的冷却或加热容量以抵消负荷，使得区域温度在期望的区域温度附近。热交换器的热容量为热能被热交换器接受或拒绝的速率。

[0004] 多区蒸汽压缩系统(MZ-VCS)包括单个压缩机，该压缩机连接到布置在一个或多个室内区域中的多个热交换器。这样的室内热交换器的加热或冷却容量通过在“开”与“关”操作模式之间工作循环的每个热交换器进行调节。当控制制冷剂流量的进口阀闭合时，或者替代地，当将制冷剂泵送通过系统的压缩机停止时，使热交换器关停，使得热交换器不执行冷却或加热。当进口阀打开以及当压缩机操作时，热交换器开启，使得室内区域中的热交换器以其完全的热容量进行操作。控制器决定如何基于区域温度与期望区域温度之间的差异在模式之间切换。

[0005] 然而，切换热交换器开与关的动作(尤其是在区域热交换器可以彼此独立地切换开与关的MZ-VCS中)会导致已知是低效的系统输出(诸如区域温度和热交换器温度)的持续的周期性变化，并且减少居住者的舒适性。从而，本领域需要有一种控制系统和方法来顺畅地控制热交换器(诸如MZ-VCS的热交换器)的热容量。

[0006] 对于设计有划分制冷剂流的多个平行制冷剂流动路径的热交换器而言，顺畅地控制热交换器的热容量甚至是更具挑战性的。划分热交换器内的制冷剂流降低了各个路径内的制冷剂质量的流动速率，允许热交换器内的制冷剂的运输时间更长，由此，为热交换提供更多的机会，借此增加系统效率。

[0007] 然而，普遍认识到，在多路径热交换器的多个路径之中均匀分布的制冷剂难以布置。例如，理论上均等划分的制冷剂更多地流入一个路径中而非流向其它路径，造成热交换器的热管理复杂化。诸多常规方法旨在解决制冷剂分布不均的问题。

[0008] 例如，一种方法使用特别设计的总管将制冷剂分布到多个路径，使得每个路径中的制冷剂是均匀的，例如参见美国2011/0017438和美国2013/0312944。另一方法使用复杂的分布器，包括总管和多个可控阀，以通过主动计量每个路径上允许的制冷剂量来实现均匀的制冷剂分布，例如参见美国8,794,028和美国8,689,582。然而，所有这些方法都增加VCS的成本，并非总是实现最佳效果。

[0009] 从而，本领域需要有一种低成本方法来控制不需要额外的昂贵分布器的多路径热交换器中的制冷剂流。

发明内容

[0010] 本发明的一些实施方式的目的是提供一种用于控制适合控制多区蒸汽压缩系统(MZ-VCS)的蒸汽压缩系统(VCS)的操作的系统和方法。一些实施方式的另一目的是提供一种用于控制热交换器以渐近地递送所述热交换器所要求的热容量而无需诱发振荡或极限循环的系统和方法。一些实施方式的另一目的是提供一种用于控制热交换器的热容量而无需诸如额外阀的新的致动器的系统和方法。

[0011] 本发明的一些实施方式基于以下认识，即之前考虑的多路径热交换器中的制冷剂不均分布的问题可以转化为优点。为此，代替使用昂贵的方案来解决制冷剂分布不均的问题，本发明的一些实施方式使用不均匀的分布来更好地控制所述热交换器，并且提供一种用于控制适合控制MZ-VCS的VCS的系统和方法。

[0012] 例如，本发明的一些实施方式基于以下认识，即具有单个热交换器的所述VCS基于压缩机的温度来控制所述热交换器的单个阀，以实现较低但非零的过热温度。然而，对于MZ-VCS，这样的控制是不切实际的，因为单个压缩机存在多个进口阀，并且调整所述压缩机温度不会实现独立的区域冷却控制。因此，需要有一种替代途径来控制所述热交换器的所述阀。

[0013] 不幸的是，所述阀的热容量与开口之间的关系对扰动是敏感的。因此，一些实施方式旨在控制所述阀的开口，容许基于对应热交换器中的制冷剂的温度使制冷剂进入所述热交换器。由于通过所述热交换器的所述制冷剂的物理状态，仅可以测量所述制冷剂的过热温度和过冷温度。然而，在横跨所述热交换器的单个路径中具有所述制冷剂的过热温度或过冷温度的区域仅对应于由所述阀的不同开口形成的热容量的值的分数，这使温度感测成为低效控制变量。

[0014] 然而，在多路径热交换器中，制冷剂的流速对于每个路径而言是不同的。意识到，该优先流动样式是可重复的并且能用沿着各个路径放置的传感器测量。多路径热交换器内的制冷剂质量的分布不均导致不同路径的过热点或过冷点不同。由此，不同路径中的不同传感器可以测量覆盖阀位置整个范围的冷却容量的不同值的过热。

[0015] 进一步意识到，通过使用单个膨胀阀来将每路温度渐近地调整到以特定方式确定的设定点，可以顺畅地控制总体热交换器的热容量。另外，意识到，通过指定选定路径设定点温度作为随时间变化的局部区域温度与系统蒸发温度或系统冷凝温度的函数，每个室内热交换器的热容量可以独立于诸如热负荷的不可测量的扰动进行确定。

[0016] 因此，在本发明的一些实施方式中，多区蒸汽压缩系统中的热交换器的热容量通过利用多路径热交换器中的制冷剂分布来控制。温度传感器测量路径温度，并且膨胀阀开口被确定为将路径温度驱动至设定点。以这种方式，热交换器容量可以顺畅地控制而无需引入额外的致动器。

[0017] 从而，本发明的一个实施方式公开了一种蒸汽压缩系统(VCS)，其包括：热交换器，所述热交换器具有连接到用于使制冷剂通过以调节受控区域的一组路径的进口总管，其中所述进口总管将所述制冷剂划分成不同路径；一组传感器，所述一组传感器用于测量所述

一组路径的每个路径中的所述制冷剂的温度;阀,所述阀用于控制进入所述进口总管的所述制冷剂的量;以及控制器,所述控制器包括处理器,所述处理器基于所述一组传感器中的至少一个传感器的测量结果和所述热交换器所要求的热容量来确定所述阀的位置。

[0018] 另一实施方式公开了一种蒸汽压缩系统,其包括:热交换器,所述热交换器具有连接到用于使制冷剂通过以调节受控环境的一组路径的进口总管,其中所述一组路径至少包括第一路径和第二路径,并且其中所述进口总管将所述制冷剂划分成所述第一路径和所述第二路径;一组传感器,所述一组传感器用于测量所述一组路径中的所述制冷剂的温度,其中所述传感器至少包括用于测量所述第一路径的温度的第一传感器并且包括用于测量所述第二路径的温度的第二传感器;阀,所述阀用于控制进入所述进口总管的所述制冷剂的量;以及处理器,所述处理器用于基于所述热交换器所要求的热容量在所述第一传感器和所述第二传感器之间进行选择,并且用于基于选定传感器的测量结果和所要求的热容量来调整所述阀的位置。

[0019] 又一实施方式公开了一种蒸汽压缩系统,其包括:室外热交换器;用于调节一组区域的一组室内热交换器,每个室内热交换器调节对应区域并且包括使制冷剂通过的一组路径、用于测量所述一组路径中的所述制冷剂的温度的一组传感器以及用于控制进入所述每个室内热交换器的所述制冷剂的量的阀;监控器,所述监控器用于基于所述对应区域所要求的温度来确定每个室内热交换器所要求的热容量;以及一组容量控制器,每个室内热交换器均具有一个容量控制器,用于确定通过所述室内热交换器中的至少一个路径的所述制冷剂的设定点温度,并且用于调整所述室内热交换器的所述阀的位置,以减少所述路径中的所述制冷剂的设定点温度与测量温度之间的误差。

[0020] 定义

[0021] 在本发明描述的实施方式中,以下定义通篇适用(包括上文)。

[0022] “计算机”指的是能够接受结构化输入、根据规定的规则处理结构化输入并产生处理结果作为输出的任何设备。计算机的示例包括:计算机;通用计算机;超级计算机;主机;超迷你计算机;微型计算机;工作站;微型计算机;服务器;交互式电视机;计算机与交互式电视机的混合组合;以及仿真计算机的特定应用的硬件和/或软件。计算机可以具有单个处理器或可以并行和/或非并行操作的多个处理器。计算机还指的是经由在计算机之间发送或接收信息的网络连接在一起的两个或更多个计算机。这样的计算机的示例包括经由以网络链接的计算机来处理信息的分布式计算机系统。

[0023] “中央处理单元(CPU)”或“处理器”指的是读取并执行软件指令的计算机或计算机部件。

[0024] “存储器”或“计算机可读介质”指的是用于存储能由计算机访问的数据的任何存储装置。示例包括:磁性硬盘;软盘;光盘,比如CD-ROM或DVD;磁带;存储器芯片;以及载波,所述载波用于携带计算机可读取电子数据,诸如用于发送以及接收电子邮件或访问网络和计算机存储器(例如,随机存取存储器(RAM))的计算机可读取电子数据。

[0025] “软件”指的是为操作计算机所规定的规则。软件的示例包括:软件;代码段;指令;计算机程序;和编程逻辑。智能系统的软件能够自我学习。

[0026] “模块”或“单元”指的是计算机中的执行任务或一部分任务的基本部件。它可以由软件或者由硬件来实施。

[0027] “控制系统”指的是管理、命令、指导或调整其它装置或系统的行为的装置或一组装置。控制系统可以由软件或者由硬件来实施，并且可以包括一个或若干模块。

[0028] “计算机系统”指的是具有计算机的系统，其中计算机包括体现软件的计算机可读介质来操作计算机。

[0029] “网络”指的是由通信设施连接的一些计算机及相关装置。网络涉及诸如线缆的永久连接、诸如经由电话或其它通信链路实现的临时连接和/或无线连接。网络的示例包括：因特网，诸如互联网；企业内部网；局域网(LAN)；广域网(WAN)；以及诸如互联网与企业内部网的网络的组合。

[0030] “蒸汽压缩系统”指的是基于热力学、流体力学和/或热传递的原理使用蒸汽压缩循环将制冷剂移动通过系统的部件的系统。

[0031] “HVAC”系统指的是实施蒸汽压缩循环的任何加热、通风和空调(HVAC)系统。HVAC系统涵盖了非常广泛的一组系统，其范围从仅向建筑物的居住者供应室外空气的系统，到仅控制建筑物的温度的系统，到控制温度和湿度的系统。

[0032] “蒸汽压缩系统的部件”指的是蒸汽压缩系统的具有能由控制系统控制的操作的任何部件。所述部件包括但不限于：具有将制冷剂压缩以及泵送通过系统的可变速度的压缩机；用于提供系统的高压部和低压部之间的可调整压降的膨胀阀；以及蒸发热交换器和冷凝热交换器，其中每个均包括用于调整经过热交换器的空气流动速率的可变速风扇。

[0033] “蒸发器”指的是蒸汽压缩系统中这样的热交换器：即在热交换器的整个长度上使通过热交换器的制冷剂蒸发，使得热交换器出口处的制冷剂的比焓高于热交换器进口处的制冷剂的比焓，并且制冷剂一般从液体变成气体。在蒸汽压缩系统中可能存在一个或多个蒸发器。

[0034] “冷凝器”指的是蒸汽压缩系统中这样的热交换器：即在热交换器的整个长度上使通过热交换器的制冷剂冷凝，使得热交换器出口处的制冷剂的比焓低于热交换器进口处的制冷剂的比焓，并且制冷剂一般从气体变成液体。在蒸汽压缩系统中可能存在一个或多个冷凝器。

[0035] “设定点”指的是诸如蒸汽压缩系统的系统旨在由于操作而到达并维持的目标值。术语设定点应用于具体一组控制信号以及热力学和环境参数的任何特定值。

[0036] “热负荷”指的是由蒸汽压缩系统从低温区移向高温区的热能速率。通常与该信号关联的单位是焦耳每秒或瓦或英热单位每小时(BTU/hr)。

[0037] “热容量”指的是由蒸汽压缩系统中的热交换器吸收的能量速率。通常与该信号关联的单位是焦耳每秒或瓦或英热单位每小时(BTU/hr)。

附图说明

[0038] 图1A和图1B是根据本发明的一些实施方式所采用的原理来控制的多区蒸汽压缩系统(MZ-VCS)的框图；

[0039] 图2A和图2B是针对常规控制方法作为时间的函数的温度响应的图表；

[0040] 图2C是阀开口与热交换器的热容量之间的假设映射；

[0041] 图3A是根据本发明的各种实施方式控制的多路径热交换器的示意图；

[0042] 图3B是一些实施方式所使用的多路径热交换器的不同路径中的制冷剂的温度响

应的示意图；

[0043] 图3C是根据本发明的一些实施方式的蒸汽压缩系统(VCS)的框图；

[0044] 图4A是根据本发明的一个实施方式用于控制MZ-VCS的控制器的框图；

[0045] 图4B是容量控制器的示例性实施方式的框图；

[0046] 图4C是根据本发明的一个实施方式用于确定选定路径的设定点的设定点函数的视图；以及

[0047] 图5是使用本发明的实施方式的顺畅容量控制的冷却模式的示例瞬时的视图。

具体实施方式

[0048] 多区蒸汽压缩系统

[0049] 图1A和图1B示出多区蒸汽压缩系统(MZ-VCS)100的框图，其由根据本发明一些实施方式所采用的原理的控制器101控制。MZ-VCS包括布置成调节受控环境的一个或多个室内热交换器。例如，在图1A的一个实施方式中，每个区域125或135均对应于建筑物内的房间，能使MZ-VCS同时为多个区域提供冷却或加热。

[0050] 在图1B所示的替代实施方式中，多个热交换器放置在建筑物内的一个房间或区域137中，能使MZ-VCS为房间的不同部分提供冷却或加热。在本公开中，为清楚起见描述了两区域MZ-VCS，但应该理解的是，由于制冷剂线路长度的物理限制、压缩机的容量和泵送功率以及建筑规范，可以使用任何数目的室内区域。

[0051] 压缩机110接收蒸汽状态下的低压制冷剂并执行机械功以增加制冷剂的压力和温度。取决于四通阀109的构造，高温制冷剂可能被引导至室外热交换器(在这种情况下，系统将热量移向外部环境，并且证明是有用的冷却且被认为在冷却模式下操作)，或者引导至室内热交换器(在这种情况下，系统将热量移向一个或多个室内区域，并且证明是有用的加热且被认为在加热模式下操作)。

[0052] 为清楚起见并且为了简化后续描述，一般考虑冷却模式，即，如四通阀109的实线所示，压缩机连接到蒸汽压缩系统的其余部分，但应该理解的是，类似的语句可以关于在加热模式下操作的系统而做出，蒸发器适当地取代冷凝器，蒸发温度适当地取代冷凝温度。

[0053] 在冷却模式下，高温、高压制冷剂移向室外冷凝热交换器115，并且相关联的风扇116吹送空气穿过热交换器。热量从制冷剂传递到空气，致使制冷剂从蒸汽冷凝成液体。

[0054] 其中蒸汽制冷剂从饱和蒸汽冷凝成液体和蒸汽两者的两相混合物、冷凝成饱和液体的相变过程在蒸汽压缩循环的理想描述中是等温的，即，相变过程发生在恒定的温度下，因此温度没有可察觉的变化。然而，如果从饱和液体进一步去除热量，则饱和液体的温度降低适当的量，并且制冷剂被称为“过冷”。过冷温度是在相同压力下的过冷的制冷剂与计算出的饱和液体制冷剂温度之间的温度差。

[0055] 液体高温制冷剂离开室外热交换器并由歧管117分开，以便将制冷剂分布在随后连接的室内区域125、135或137之间。分离的膨胀阀126、136连接到进口歧管。这些膨胀阀是限制元件并且造成制冷剂的压力大幅降低。因为压力迅速降低而在阀中基本无热交换，所以制冷剂的温度大幅降低，在蒸汽压缩循环的理想描述下被称为“绝热”。离开阀的所得制冷剂为液体与蒸汽的低压、低温两相混合物。

[0056] 两相制冷剂进入室内热交换器120、130，其中相关联的风扇121、131吹送空气穿过

热交换器。代表来自室内空间的热负荷的热量122、132从所述区域传递到制冷剂，造成制冷剂从液体与蒸汽的两相混合物蒸发到饱和蒸汽状态。

[0057] 其中制冷剂从饱和蒸汽蒸发成液体和蒸汽两者的两相混合物、蒸发成饱和蒸汽的相变过程在蒸汽压缩循环的理想描述下是等温的，即，发生在恒定的温度下，因此是在温度没有可察觉的变化的情况下所发生的过程。然而，如果进一步的热量被添加至饱和蒸汽，则饱和蒸汽的温度增加适当的量，并且制冷剂被称为“过热”。过热温度是在相同压力下的过热的制冷剂蒸汽与计算出的饱和蒸汽温度之间的差。

[0058] 离开室内单元热交换器的低压制冷剂蒸汽在出口歧管118处再加入到公共流动路径。最后，低压制冷剂蒸汽返回至压缩机并使循环重复。

[0059] MZ-VCS 100中的主要致动器包括压缩机110、室外热交换器风扇116、室内热交换器风扇121、131以及膨胀阀126，136。在一些系统中，压缩机速度可以固定为一个或多个预定设定，或者是连续变化的。同样，室外热交换器风扇可以以固定的速度操作或连续变化地操作。在一些构造中，室内热交换器风扇可以由MZ-VCS控制器确定，或者其速度在居住者希望直接控制室内空气流动时可以由居住者确定。膨胀阀由控制器101控制，例如电子控制，以从完全闭合位置连续地变化到完全打开位置，包括所有可能的中间位置。一些MZ-VCS实施方式用电磁阀(用于开/关控制)和分离式可变开口阀(用于精确的流量控制)的串联组合来替代电子控制的膨胀阀。

[0060] 高的制冷剂压力和低的制冷剂压力由诸如室外和室内空气温度、压缩机速度以及阀开口的联合组合的热力学状态决定。膨胀阀均可以设定至不同的开口，但总体高压和低压由横跨并联布置在制冷剂回路中的这些阀的总压降决定。注意，在室内热交换器120、130与出口歧管118之间没有压力减小元件，因此所有的热交换器都基本在相同的压力下操作。而且，由于前面提到的等温相变特性，所有的室内热交换器都受限于在相同的温度下蒸发。如下面解释的，该公共蒸发温度Te代表MZ-VCS操作的重要约束。

[0061] 问题概述

[0062] 每个区域中的热负荷是独立的，并且期望区域温度可以不同。结果，由每个热交换器提供的冷却由一些实施方式独立地控制，以便满足这些不同的热要求。然而，独立热容量的这种要求与公共蒸发温度约束不一致。例如，天真地改变一个阀开口以便影响局部区域温度会造成所有区域的蒸发温度改变。进一步，虽然可以通过调节室内热交换器风扇速度而影响区域温度，但是不能依赖该方法，因为在一些应用中，所述区域的居住者能够独立于区域温度设定来指定区域空气流动设定。

[0063] 为了实现受限于公共蒸发压力的多区空调中的独立区域温度，当前控制策略识别需要更少冷却的这些室内热交换器(例如，其中区域温度低于设定点温度并因此过冷的那些区域)，并且通过使膨胀阀闭合而暂时切断制冷剂向这些热交换器的流动。

[0064] 图2A和图2B示出了作为时间函数的温度响应，作为现有技术中使用的常规控制方法的示例。在该示例中，两个区域被认为在相同的周期上。图2A区域中的情况需要比热交换器名义供应更少的冷却，并且图2B区域中的热负荷与由相关联的热交换器提供的冷却基本上处于热平衡。图片221、222和232是作为像素强度的热交换器温度的热像，其中在这种情况下较暗的像素代表较冷的温度。

[0065] 因为图2A的区域过冷，膨胀阀在打开与闭合之间交替，并且热交换器表面温度203

在蒸发温度Te 205与区域温度Tr_A 202之间振荡。当膨胀阀打开时，整个热交换器221处于如图片221中时间t_1所示的蒸发温度下。相反，当膨胀阀闭合时，热交换器升温至如图片222中的时间t_2所示的区域温度。由于该开/关工作循环，区域温度围绕区域设定点温度201振荡，表明：在一段时间窗口下平均化的热交换器的冷却容量已被调节到大约等于负荷。

[0066] 在该示例中，图2B的区域处于热平衡下，意味着热负荷基本上等同于冷却容量，因此当在一段时间窗口下平均化时，区域温度稳定。然而，用于图2A区域的热交换器的膨胀阀的开/关循环造成系统蒸发压力的变化，因此造成与热交换器温度213一致的蒸发温度205的变化。蒸发温度变动的这种振荡造成图2B的区域的温度的振荡212。尽管这些波动，但是图2B的区域随时间的热成像行为在很大程度上类似于在时间t_2截取的图片232。

[0067] 其中膨胀阀突然打开以及闭合的现有技术中使用的控制方法引发系统蒸发温度和制冷剂流动速率的振荡。进一步，因为蒸汽压缩循环是强耦合的，所以蒸发温度和制冷剂流动速率的改变造成对机器许多其它区域的扰动，例如，压缩机排放温度和冷凝压力。进一步，这些周期性扰动往往不是瞬时的，而是持续为极限循环。由极限循环引发的波动可能降低机器顺畅地调整区域温度的能力，造成在极限循环的峰值期间过高或过低的温度，并且不必要地消耗能量，因为在急剧瞬变期间操作的热交换器公知是低效的。

[0068] 如果阀的开口与热交换器的要求热容量之间存在关系，则热交换器的工作循环控制可以避免。然而，确定从阀开口到热交换器容量的固定映射是困难的。

[0069] 图2C示出了热交换器的阀开口251与热容量276之间的假设映射270。认识到，这样的映射取决于热力学状态并且随着时间而变化。例如，映射270针对蒸汽压缩系统的不同组的室外空气温度、室内区域温度、热负荷和构造而改变。图2C示出了用于不同组的热力学状态的这样的映射270、271、272的三个示例。

[0070] 不幸的是，热容量与阀的开口之间的关系对扰动太敏感。热力学状态与映射非线性地相互作用，使得预测这些状态如何影响映射是困难的，并且经由直接实验来确定热力学状态如何影响映射是耗时的，以致于不切实际。因此，基于阀开口与热容量之间的直接映射来控制热交换器的热容量是不切实际的。

[0071] 方案概述

[0072] 一些实施方式旨在控制阀的开口，基于对应热交换器中的制冷剂的温度而容许制冷剂进入热交换器。由于通过热交换器的制冷剂的物理状态，仅可以测量制冷剂的过热和过冷温度。然而，在横跨热交换器的单个路径中制冷剂过热或过冷温度的区域仅对应于由阀的不同开口形成的热容量的值的分数，这使得温度感测成为低效控制变量。

[0073] 然而，在多路径热交换器中，制冷剂的流动速率针对每个路径均是不同的。意识到，该优先流动样式是可重复的，并且能用沿着各个路径放置的传感器测量。制冷剂质量在多路径热交换器内的分布不均导致不同路径的过热或过冷点不同。由此，对于覆盖阀位置的整个范围的冷却容量的不同值，不同路径中的不同传感器可以测量过热。

[0074] 为了实现顺畅而连续地控制蒸发的冷却容量的目标，出于本发明的各种实施方式的控制目的，利用多路径热交换器中的制冷剂质量分布的观察行为。

[0075] 图3A示出了由本发明的各种实施方式控制的多路径热交换器300的示意图。多路径热交换器300包括进口总管350，进口总管350在穿过热交换散热片351的两个或更多个路径365、366之间划分进入的制冷剂367，并且将这些路径聚集到公共出口总管352中。虽然为

清楚和简洁起见在本文中描述了两路径热交换器，但是不同的实施方式在多路径热交换器中使用不同数目的路径。

[0076] 随着膨胀阀126开口的减小，进入热交换器的制冷剂质量流速降低。在质量流速的某一低值下，制冷剂优先在一些路径360中流动，而非其它路径361，造成热交换器中的制冷剂分布不均。制冷剂分布不均的这种现象为本实施方式进行容量控制所用。

[0077] 多路径热交换器内的制冷剂质量的分布不均可以通过沿着不同路径放置温度传感器进行检测，例如，参见标有(1)355和(2)356的传感器。在具有低制冷剂质量流速的路径中，进入热交换器的液体蒸汽两相混合物在沿着路径的某一点处完成蒸发过程并且变得过热，该过热可由温度传感器感测。过热温度是饱和蒸汽制冷剂的温度与两相蒸发温度Te之间的差。例如，传感器(1)355放置在与包括传感器(2)356的另一路径相比制冷剂质量流速有所减少的路径上。

[0078] 图3B示出了一些实施方式利用的多路径热交换器的不同路径中的制冷剂的温度响应。随着膨胀阀301减小，传感器(1)307处的可感测温度从饱和的蒸发温度Te 303起增加。最终，传感器(1)307处的温度增加，直到热交换器盘管的这部分已达到区域空气温度Tr 304。热交换器的温度由低端处的蒸发温度和高端处的室温界定。

[0079] 在区域标签306中，随着由传感器(1)307测量的温度从Te增加到Tr，由传感器(2)308测量的温度在Te下保持饱和，因为热交换器的该路径保持填充两相制冷剂。在该区域中，因为一个路径具有过热的制冷剂而另一路径具有蒸发温度下的制冷剂，所以总体热交换器的冷却容量相对较高。

[0080] 随着膨胀阀进一步闭合，由传感器(2)308测量的温度开始从Te增加到Tr，而由传感器(1)307测量的温度在Tr下保持饱和，如区域标签305所示。在该区域中，一个路径具有过热的制冷剂而另一路径具有室温下的制冷剂，并且总体热交换器的热容量相对较低。因此，整个热交换器的热容量可以通过控制膨胀阀的开口而从相对较高平滑变化到相对较低。

[0081] 本发明的一些实施方式基于以下认识，即该优先流动样式是可重复的并且导致不同路径的过热点或过冷点不同。由此，对于覆盖阀位置的整个范围的冷却容量的不同值，不同路径中的不同传感器可以测量过热。因此，通过基于图3B的关系来控制路径温度，热容量对热力学状态不敏感，并且可以以可重复的方式间接调节。

[0082] 图3C示出了根据本发明的一些实施方式的VCS的框图。VCS包括热交换器370，热交换器370具有连接到使制冷剂通过的一组路径的进口总管373，以调节受控区域。例如，这一组路径包括第一路径371和第二路径372。进口总管373将制冷剂从这一组路径起分成不同的路径，例如，分成第一路径和第二路径。VCS还包括用于测量这一组路径的每个路径中的制冷剂的温度的一组传感器。例如，VCS包括用于测量第一路径371上的制冷剂的温度的第一传感器375，并且包括用于测量第二路径372上的制冷剂的温度的第二传感器377。

[0083] VCS还包括用于控制进入进口总管373的制冷剂量的阀379，并且包括控制器380，控制器380包括基于一组传感器的至少一个传感器的测量结果和热交换器所要求的热容量来确定阀的位置的处理器。

[0084] 以这样的方式，热容量的调节基于路径温度的连续关系，并非基于两个离散的开和关操作模式之间的切换，热容量的改变是平滑的，避免极限循环特性，并且阀的位置渐近

地逼近对应于所要求热容量的位置。

[0085] 示例性控制器

[0086] 图4A示出了根据本发明的一个实施方式用于控制MZ-VCS的控制器的框图。该实施方式的控制器包括用于确定为了实现受控区域要求的温度所需要的热容量的监控器401，并且包括容量控制器400，容量控制器400用于确定通过热交换器的至少一个路径的制冷剂的设定点温度并且用于调整阀的位置，减少设定点温度与路径中制冷剂的测量温度之间的误差。在一些实施方式中，MZ-VCS包括室外热交换器、一组室内热交换器和一组容量控制器，使得每个室内热交换器均具有一个容量控制器。

[0087] 容量控制器400接收来自布置在多路径热交换器路径上的温度传感器405的信号并接收容量要求，提供由监控器401确定的要求的热容量402。容量控制器提供命令信号406以调整膨胀阀的位置，使得热交换器的容量渐近地逼近要求的热容量402。

[0088] 图4B示出了容量控制器400的示例性实施方式的框图。所述容量控制器包括调整器或反馈控制器460，该调整器或反馈控制器460确定膨胀阀命令406，使得指示设定点温度与路径中制冷剂的测量温度之间的误差的误差信号455被驱动至零。反馈控制器可以实施为比例-积分-导数(PID)控制器或一些其它类型的调整器。反馈控制器将定位在多路径热交换器的选定路径上的传感器的温度调整至设定点451。待控制的特定路径由根据容量要求402来执行设定点函数420的处理器确定。

[0089] 在一个实施方式中，用在反馈控制器460中的反馈控制器参数或增益可以基于选定路径而改变。在该实施方式中，控制增益信息426由设定点函数420提供给反馈控制器。该函数420进一步向程序450提供信息425，确定选定温度传感器的设定点并且设定开关430的状态:开关430选择哪个传感器用于计算提供给反馈控制器的误差信号455。

[0090] 图4C示出了根据本发明的一个实施方式的为程序450所使用的设定点函数的视图，用于确定选定路径的设定点。关于选定路径425的信息被提供给程序，所述程序使用该信息以在设定点关系461、462之中选择。

[0091] 在各种实施方式中，设定点函数将热交换器的热容量空间分割成一组区域，组中的每个传感器均有一个区域，使得所要求的热容量由设定点函数映射到对应区域的所选定传感器的设定点温度。例如，设定点函数的一段或关系462对应于图3B的示例的区域305。同样，设定点函数的一段或关系461对应于区域306。为此，设定点函数为在一组传感器中的传感器的饱和点处切换463的连续函数。设定点函数的这样的构建允许使用对应于所要求冷却容量的正确传感器。

[0092] 例如，如果要求相对较高的冷却容量，则函数420选择含传感器(1)307的路径，并且程序选择与段461关联的设定点关系。关系461代表传感器(1)307的设定点，并且其具体值取决于容量要求(capacity command)402。例如，如果容量要求为c_1 471并且是相对较高的容量要求，使得使用关系461，则传感器(1)307的设定点确定为$T_{组1}$ 472。对于容量要求463的预定过渡值，选择另一路径，因此另一关系用于确定对应传感器设定点。图4C所示的示例实施方式涉及冷却模式下的操作。类似的实施方式对加热模式下的操作是可行的，冷凝温度合适地取代蒸发温度301，并且修改设定点关系461、462的斜度。

[0093] 在冷却模式下，选定路径温度传感器的确定的设定点由蒸发温度301和对应区域温度304界定。注意，这些温度界定取决于热力学状态，因此可以随时间而变化。例如，控制

器的处理器可以响应于蒸发、冷凝或区域温度的改变而更新设定点函数。通过指定路径温度设定点关系作为这些随时间变化的界定的函数，总体热交换器的容量独立于热力学状态来确定。

[0094] 图5示出了使用本发明的实施方式的顺畅容量控制的冷却模式下的示例瞬时。容量要求402以顶部曲线示出并且由监控器401确定。例如，监控器调节热交换器的热容量，以便将区域温度304驱动至区域设定点温度501，如底部曲线所示。

[0095] 针对该示例，该区域的初始状态使得发生稳定状态，其中热交换器处于相对较高的热容量，并且路径设定点温度451与对应于传感器(1)307的路径温度一致，示出为：代表路径设定点温度的粗实线451与代表由传感器(1)307测量的温度的细虚线307一致，一直到t_1的时间。该状态对应于图3B的相对较高的容量区域306。

[0096] 在时间t_1，例如响应于居住者增加恒温器的设定点温度，区域设定点温度501增加。监控器确定出对应区域因此过冷，并且容量要求402从而降低。随着容量要求在时间t_1和t_2之间降低，路径设定点温度451增加并且最终逼近区域温度上限。一部分容量控制器400的反馈控制器460确定出膨胀阀命令，使得选定路径温度307被驱动至路径设定点温度451。这具有的效果是平滑地降低热交换器的热容量并且逐渐升高区域温度。

[0097] 在时间t_2，该区域仍过冷，但由传感器(1)307监测的路径已达到区域温度上限。因此，设定点函数420选择传感器(2)308并且改变开关430的状态，并且确定路径设定点温度450的程序确定出传感器(2)308的设定点温度。这在图5中示出为在时间t_2处路径设定点温度451的突然改变，这发生在容量要求越过预定过渡值463的时候。因为路径设定点温度和选定的传感器两者同时切换并且以这样的方式确保提供给反馈控制器的误差信号顺畅且连续，所以提供给膨胀阀的命令顺畅且连续。

[0098] 从时间t_2到t_4，对应于传感器(2)308的路径由容量控制器用来确定膨胀阀命令。在图5中，这示出为：代表路径设定点温度的粗实线451与代表由传感器(2)308测量的温度的粗虚线308基本上一致。该状态对应于图3B的相对较低的容量区域305。而且在该时间周期内，该区域已变得过热，所以监控器开始增加容量要求。在时间t_4，容量要求越过预定过渡值463并且选择另一路径进行控制。

[0099] 源自该周期的两个例子选择为热像的示例，以便图示在本发明中控制热交换器的新颖方式。

[0100] 在时间t_3，当容量要求相对较低时，热交换器的一个路径处于区域温度下，而选择另一路径进行容量控制。该情形示出为热像510。图片510中的热交换器表面温度部分地处于蒸发温度下(示出为较暗的像素)并且热交换器的一些相对较大部分处于区域温度下。

[0101] 在时间t_5，当容量要求相对较高时，热交换器的一个路径处于蒸发温度下，而选择另一路径进行容量控制。该情形示出为热像520。图片520中的热交换器表面温度也部分地处于蒸发温度下(示出为较暗的像素)并且热交换器的一些相对较小部分处于两个界限之间的某一温度下。

[0102] 本发明的上述实施方式可以采取任何许多方式实施。例如，实施方式可使用硬件、软件或它们的组合来实施。当在软件中实施时，软件代码可以在任何合适的处理器或处理器集合上执行，而不论设置在单个计算机中或分布在多个计算机之中。这样的处理器可实施为集成电路，一个或多个处理器位于集成电路部件中。但是，处理器可使用任何合适格式

的电路来实施。

[0103] 另外，本发明的实施方式可体现为一种方法，已提供了该方法示例。执行为该方法一部分的动作可采取任何合适的方式来排序。从而，可构建实施方式以不同于图示的顺序执行动作，可包括同时执行一些动作，即使在说明性实施方式中示出为顺序的动作亦如此。

[0104] 在权利要求书中使用诸如“第一”、“第二”的序数词来修改权利要求要素本身并不意味着任何优先级、优先权或一个权利要求要素相比另一要素或执行方法动作的时间次序的顺序，但只用作标记来将具有某一名字的一个权利要求要素与具有相同名字的另一要素区分(但使用序数词)，以区分权利要求要素。

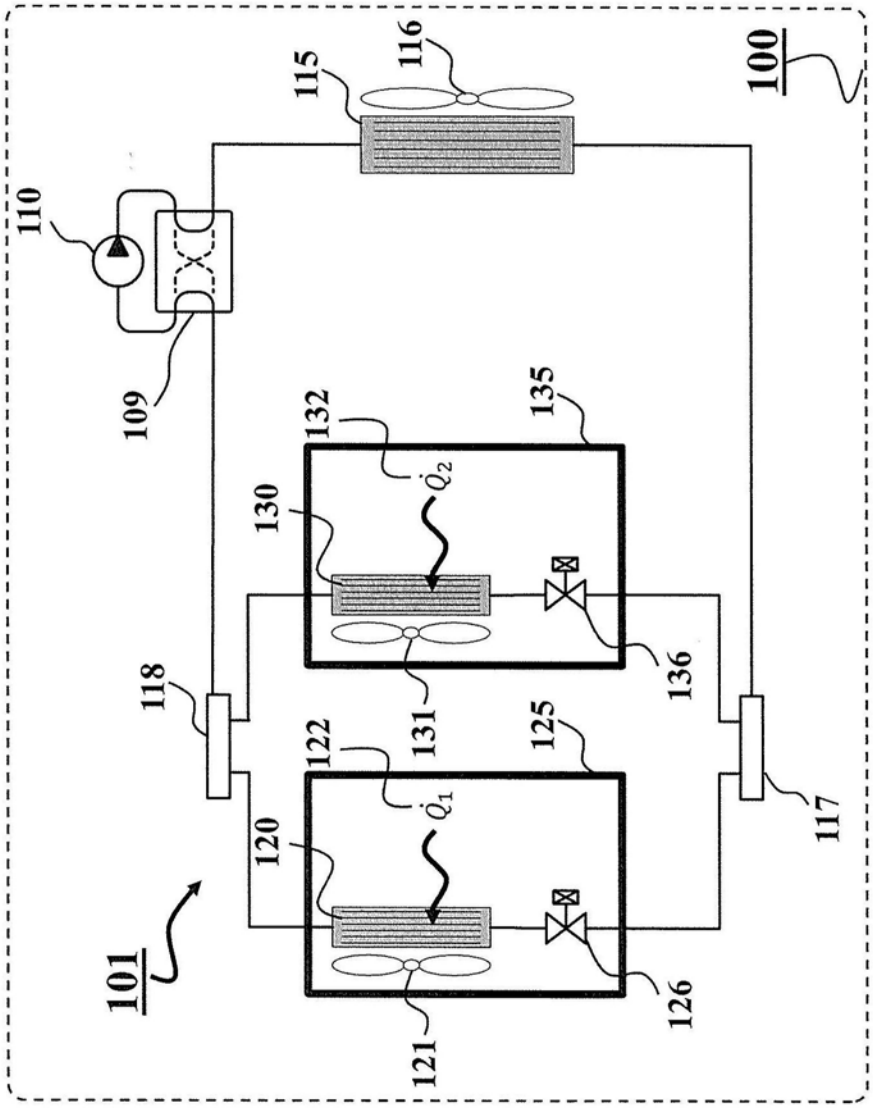

100
115
116
110
109
132
135
130
$\dot{Q}_2$
136
131
118
122
125
$\dot{Q}_1$
120
117
101
126
121

图1A

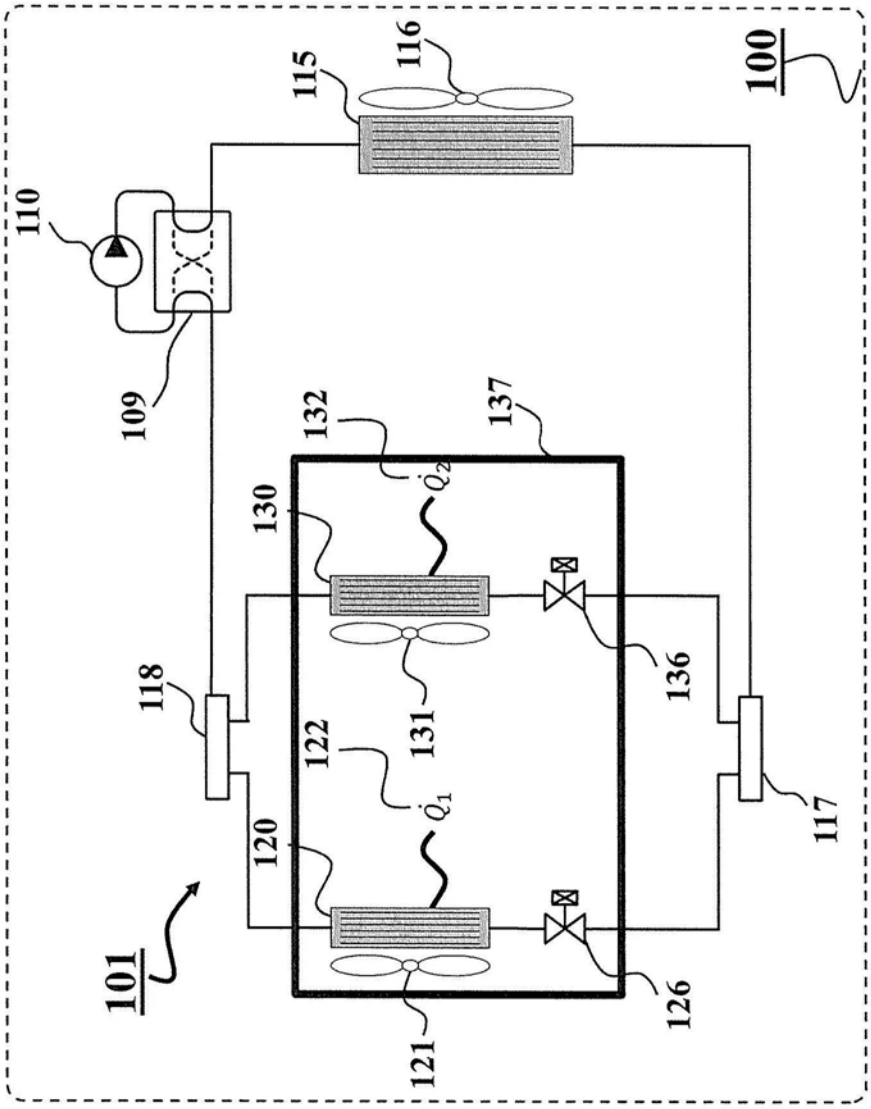

100
115
116
110
109
132
137
130
$\dot{Q}_2$
131
136
118
122
$\dot{Q}_1$
120
117
101
126
121

图1B

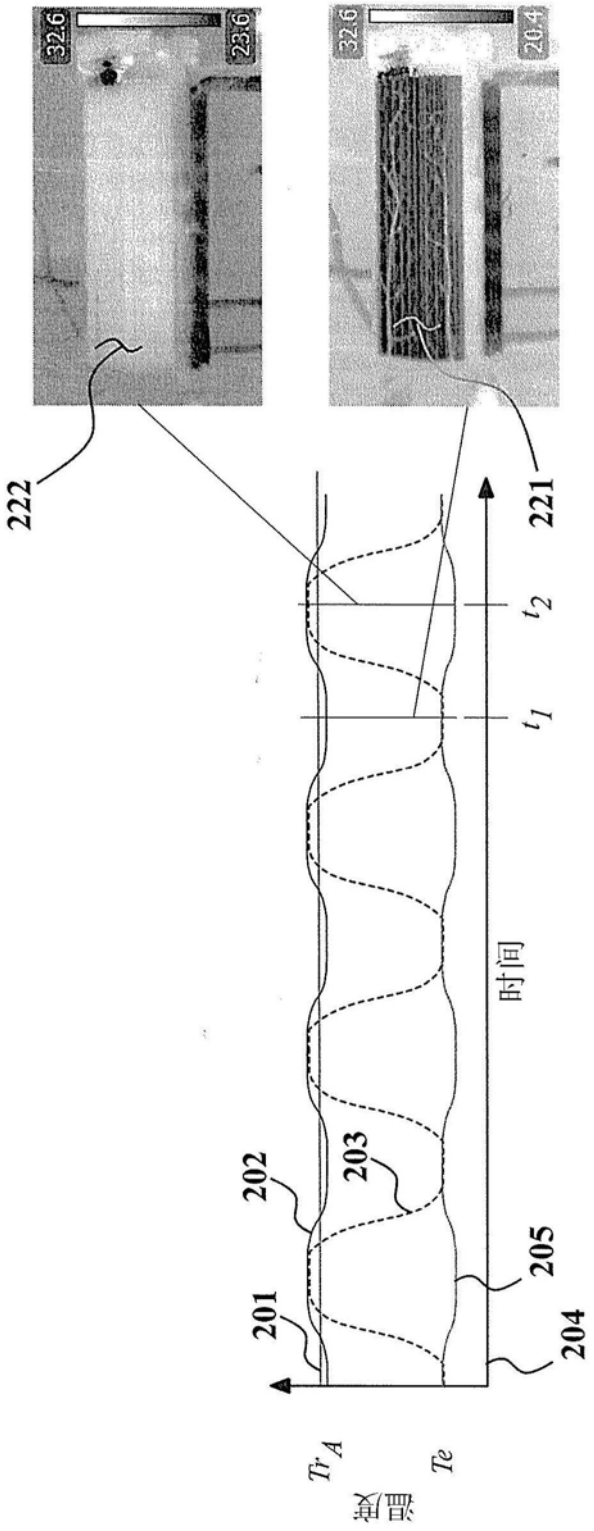


图2A

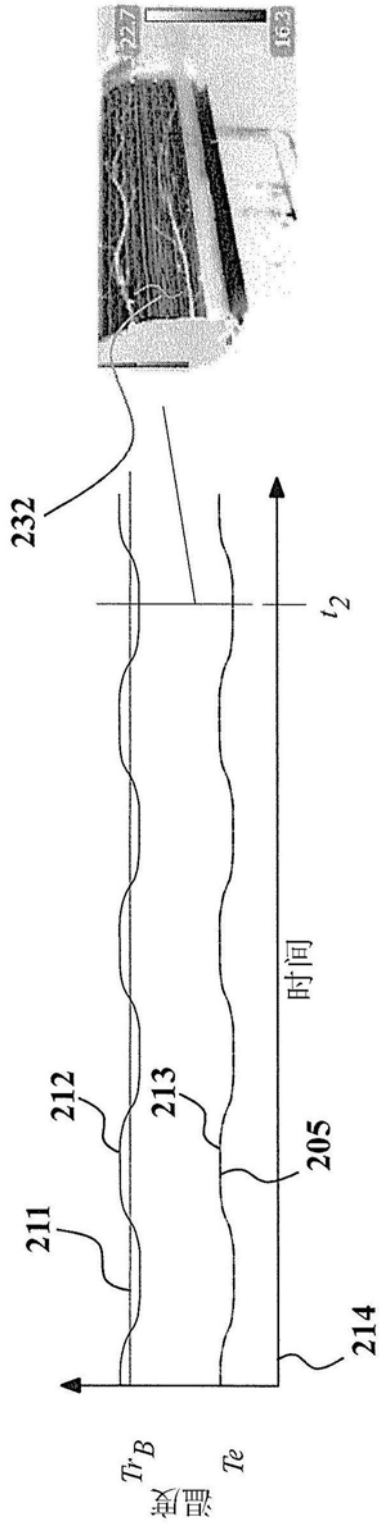


图2B

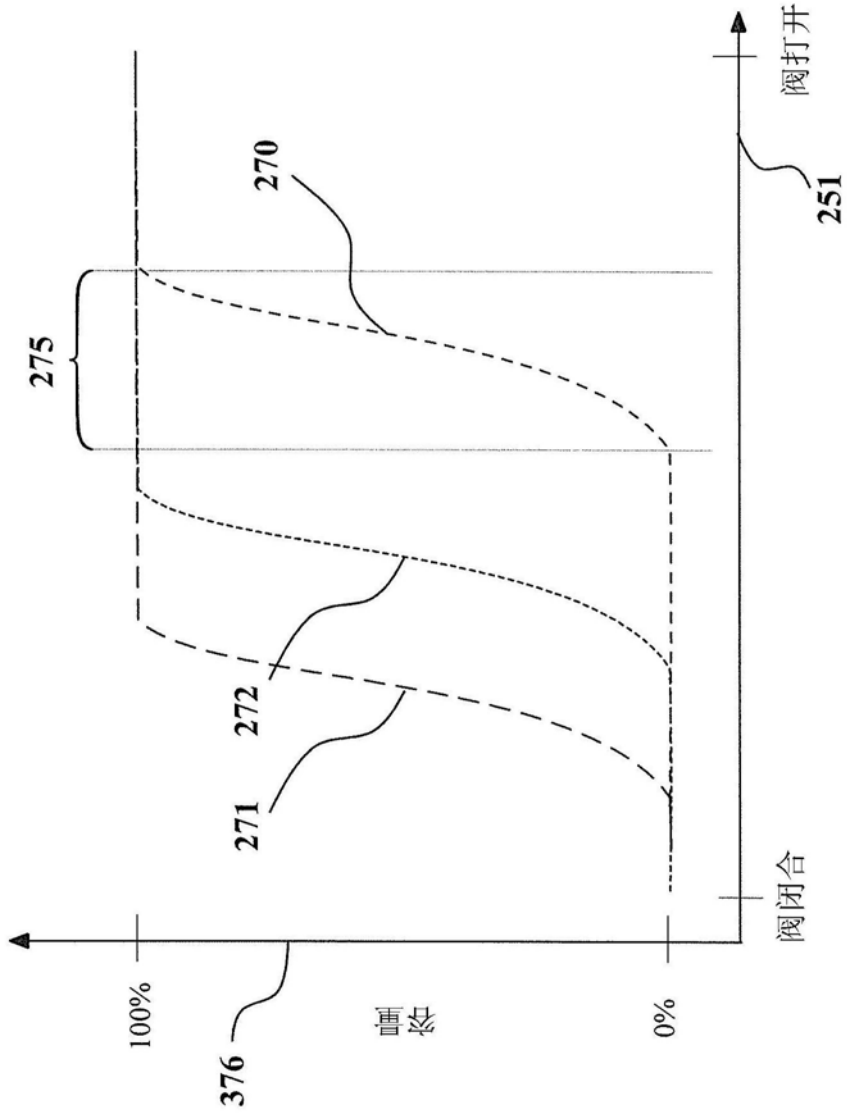


图2C

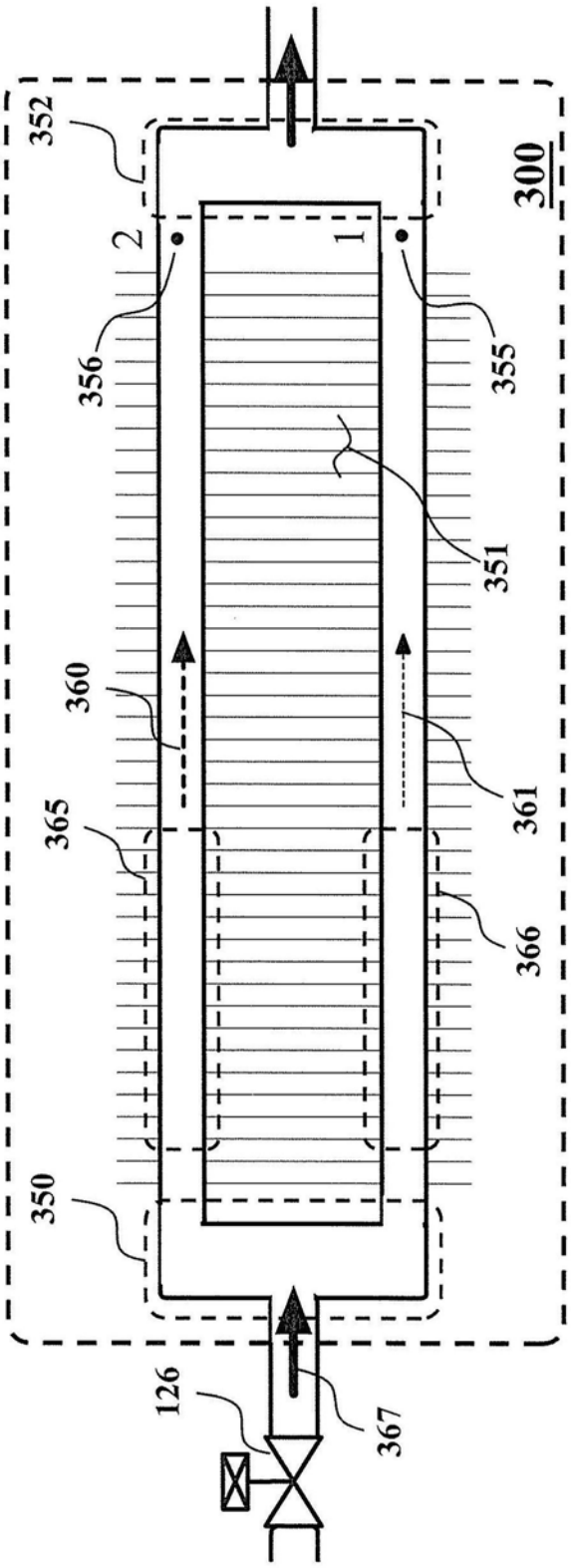


图3A

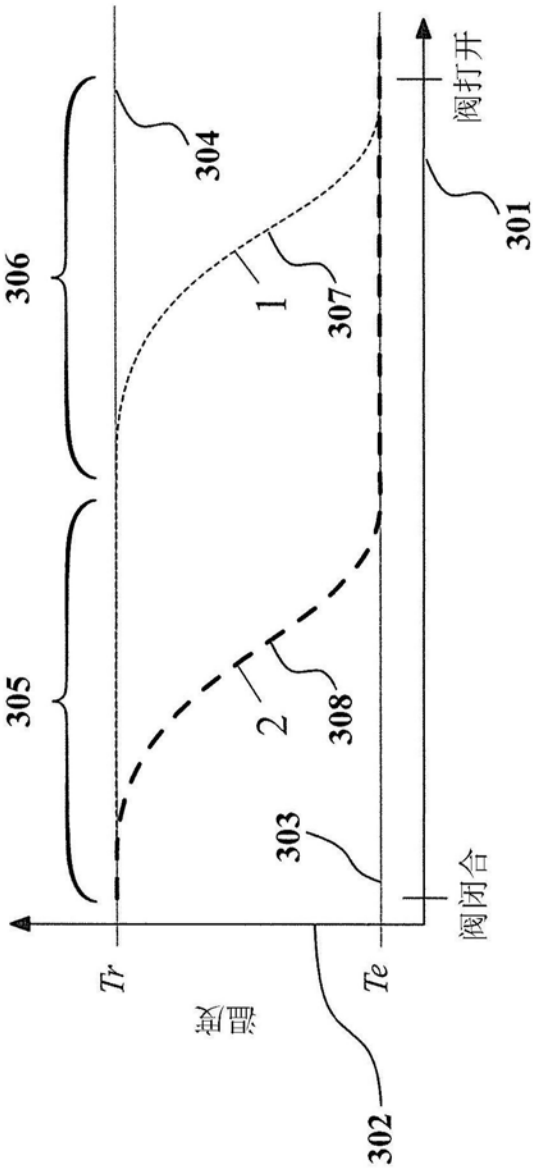


图3B

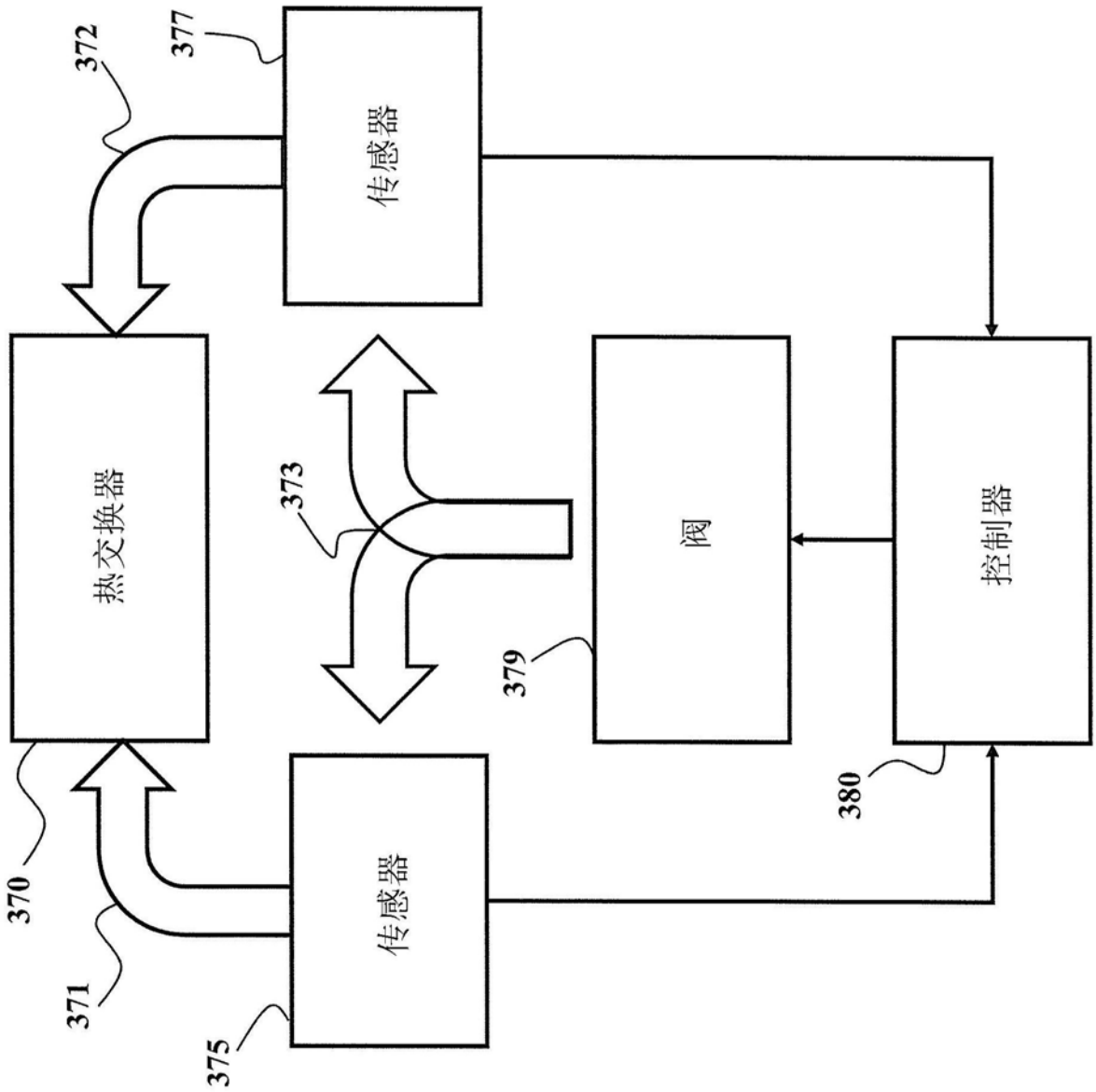


图3C

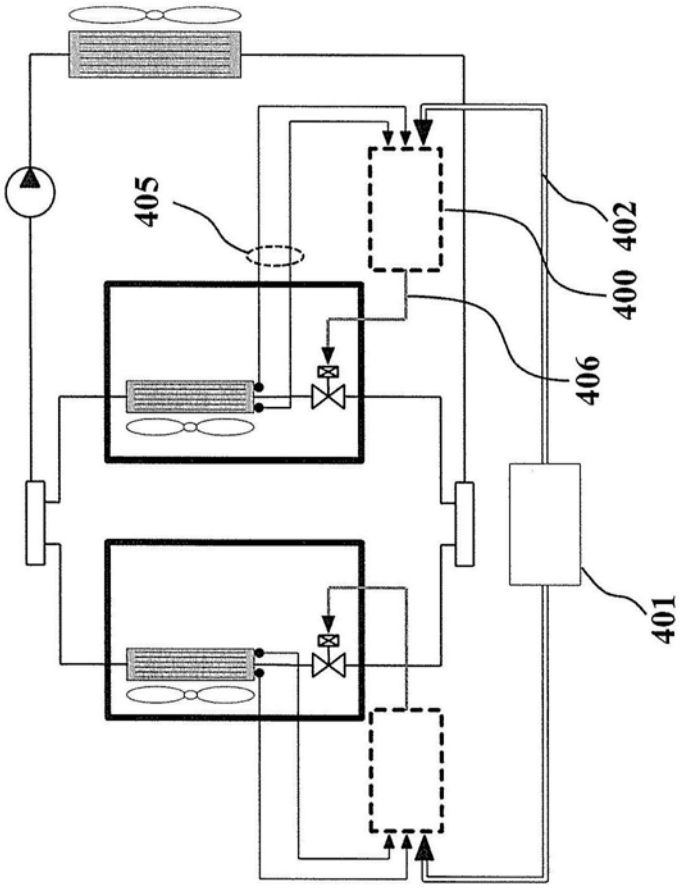


图4A

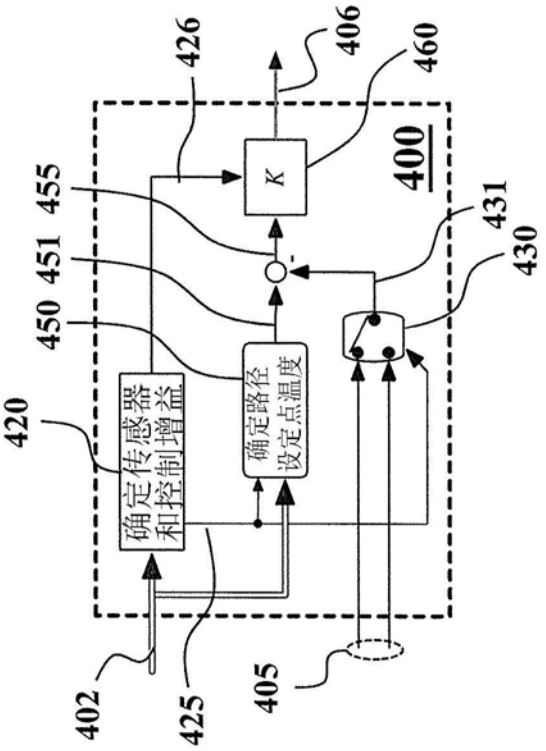

426
406
460
400
K
455
431
451
430
450
420
确定传感器和控制增益
确定路径设定点温度
402
425
405

图4B

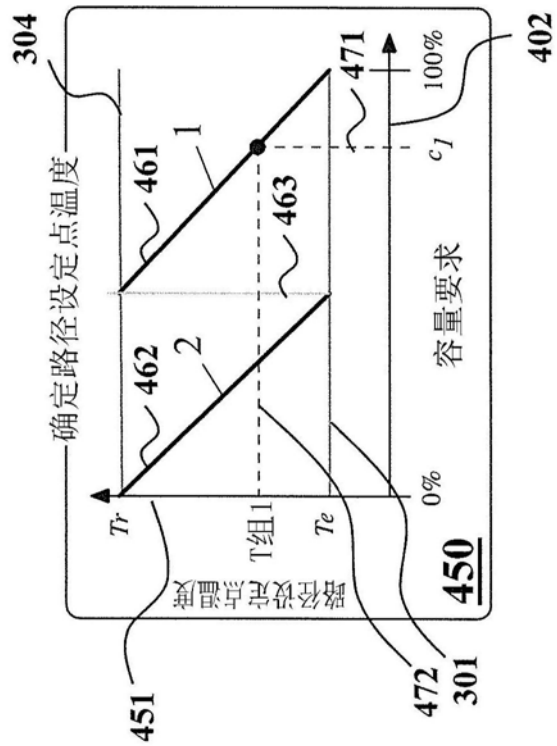

304
确定路径设定点温度
461
1
463
471
100%
402
462
2
容量要求
0%
Tr
T组1
Te
450
451
472
301

图4C

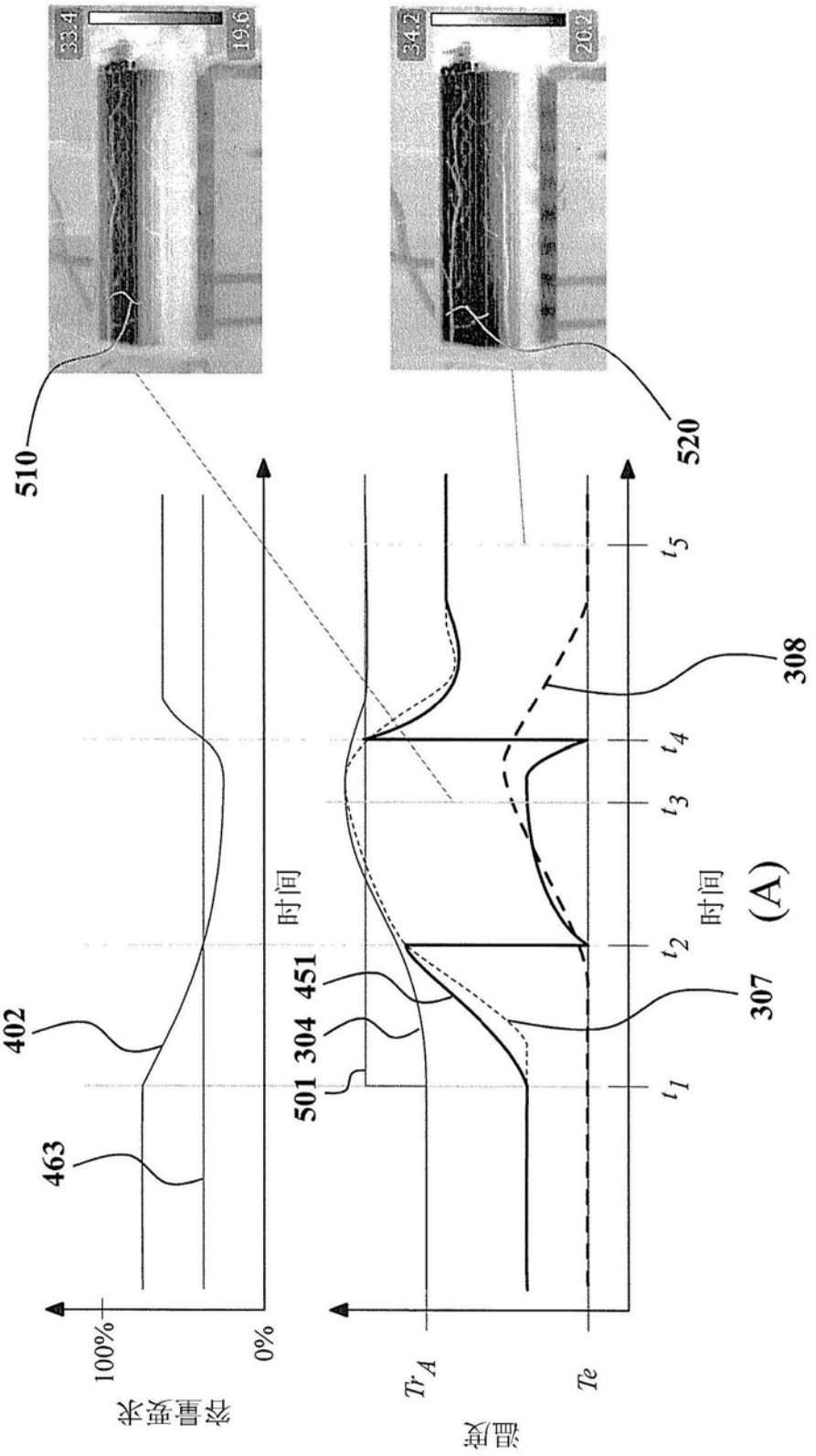

33.4
19.6
34.2
20.2
510
520
402
463
501
304
451
307
308
t_1
t_2
t_3
t_4
t_5
时间
时间
(A)
100%
0%
容量要求
Tr_A
Te
温度

图5