



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117482350 A

(43) 申请公布日 2024.02.02

(21) 申请号 202311264578.3

(51) Int.CI.

(22) 申请日 2017.10.11

A61M 16/16 (2006.01)

(30) 优先权数据

A61M 16/00 (2006.01)

62/406,720 2016.10.11 US

(62) 分案原申请数据

201780068310.9 2017.10.11

(71) 申请人 菲舍尔和佩克尔保健有限公司

地址 新西兰奥克兰

(72) 发明人 刘柏岩 邓志帆

彼得·阿兰·泽基阿普

丹尼尔·约翰·史密斯 罗瀚盛

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所

有限公司 11038

专利代理人 朱巧博

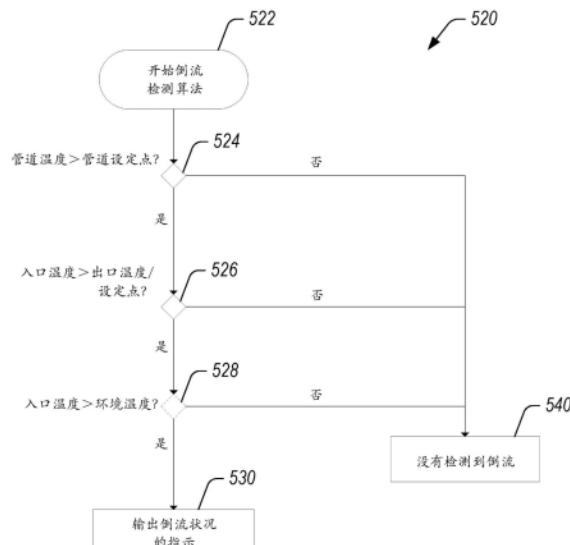
权利要求书3页 说明书26页 附图27页

(54) 发明名称

用于检测增湿系统中的连接错误的方法

(57) 摘要

多种不同的控制方法可以间接地确定呼吸疗法系统中的部件之间的不正确连接。例如，在患者接口、增湿器和/或气体源之间可能发生连接错误。这些方法可以间接地检测是否存在倒流状况或其他错误状况。当气体沿与既定流动方向不同的方向流动时，可能出现倒流状况。检测到倒流状况可以指示增湿器、患者接口和/或气体源之间的可能连接错误。



1. 一种用于检测呼吸增湿系统中的倒流的方法,所述方法包括:

使用呼吸增湿系统的一个或多个硬件处理器来控制被配置成用于对呼吸增湿系统的加热元件供电的电路,向加热元件提供电力,呼吸增湿系统还包括气体源、包含入口和出口的增湿器、以及包含吸气导管热源的吸气导管,增湿器还包括增湿器热源;

将由加热元件下游的第一传感器测得的第一温度梯度与由加热元件上游的第二传感器测得的第二温度梯度进行比较,第一传感器和第二传感器与所述一个或多个硬件处理器处于电通信;以及

当第二温度梯度高于第一温度梯度时,向呼吸增湿系统的显示器输出倒流状况的指示。

2. 根据权利要求1所述的方法,还包括:

对呼吸增湿系统的增湿器的增湿器热源提供另一电功率;

从增湿器热源处或附近的增湿器热源温度传感器接收传感器数据,增湿器热源温度传感器与所述一个或多个硬件处理器处于电通信;

将增湿器热源处的温度梯度与阈值温度梯度进行比较;并且

当增湿器热源处的温度梯度高于该阈值温度梯度时,向呼吸增湿系统的显示器输出增湿器没水状况的指示。

3. 根据权利要求1或2所述的方法,其中,所述方法还包括在将第一温度梯度与第二温度梯度进行比较之前,控制吸气导管热源的占空比。

4. 根据权利要求3所述的方法,其中,所述方法还包括将吸气导管热源的占空比控制为100%。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的方法,其中,所述方法还包括在将第一温度梯度与第二温度梯度进行比较之前,控制增湿器热源的占空比。

6. 根据权利要求5所述的方法,其中,所述方法还包括将增湿器热源的占空比控制为0%。

7. 根据权利要求1至6中任一项所述的方法,其中,所述方法还包括当指示呼吸增湿系统中的倒流状况时中断在呼吸增湿系统上运行的疗法,所述疗法是呼吸或通气疗法、或增湿疗法。.

8. 根据权利要求7所述的方法,其中,所述方法还包括在输出倒流状况的指示和校正倒流状况之后恢复疗法。

9. 根据权利要求7或8所述的方法,其中,所述方法还包括在输出倒流状况的指示之后,比较由加热元件下游的第一传感器测得的第三温度梯度与由加热元件上游的第二传感器测得的第四温度梯度。

10. 根据权利要求1至9中任一项所述的方法,其中,所述方法还包括向使用者警示倒流状况的指示。

11. 根据权利要求10所述的方法,其中,所述警示包括提供一个或多个声音警报、文本消息、图像、或者它们的组合。

12. 根据权利要求10所述的方法,其中,所述警示包括提供用于解决倒流状况的指令。

13. 根据权利要求1至12中任一项所述的方法,其中,呼吸增湿系统包括呼气导管。

14. 根据权利要求1至13中任一项所述的方法,其中,所述方法还包括在输出倒流状况

的指示时和/或在倒流错误警报被触发时,检查流量的突然变化。

15. 根据权利要求14所述的方法,其中,所述方法还包括如果检测到流量的突然变化,则禁用倒流状况的指示。

16. 根据权利要求14或15所述的方法,其中,检查流量的突然变化包括检测呼吸增湿系统中是否存在流动。

17. 一种具有倒流检测的呼吸增湿系统,所述呼吸增湿系统包括:

气体源,被配置用于提供气体来源;

包括入口和出口的增湿器,增湿器被配置用于增湿空气、并且还包括增湿器热源以加热用于增湿由气体源提供的气体的液体;

吸气导管,其被配置用于向使用者提供经增湿的气体并且包括吸气导管热源,气体源、增湿器和吸气导管形成呼吸回路的至少一部分;

第一传感器,其位于增湿器热源和/或吸气导管热源的下游、并且被配置用于测量第一温度;

第二传感器,其位于增湿器热源和/或吸气导管热源的上游、并且被配置用于测量第二温度;和

硬件和/或软件控制器,所述硬件和/或软件控制器与第一传感器和第二传感器处于电通信,硬件和/或软件控制器被配置用于通过以下方式来检测呼吸增湿系统中的倒流状况的指示:

对增湿器热源和/或吸气导管热源提供电功率;

将第一传感器处的第一温度梯度与第二传感器处的第二温度梯度进行比较;和

当第二温度梯度高于第一温度梯度时,输出倒流状况的指示。

18. 根据权利要求17所述的呼吸增湿系统,其中,硬件和/或软件控制器还被配置用于通过以下方式来检测增湿器没水状况:

对增湿器热源提供另一电功率;

从增湿器热源处或附近的增湿器热源温度传感器接收传感器数据,增湿器热源温度传感器与所述一个或多个硬件处理器处于电通信;

将增湿器热源处的温度梯度与阈值温度梯度进行比较;和

当增湿器热源处的温度梯度高于阈值温度梯度时,输出增湿器没水状况的指示。

19. 根据权利要求17或18所述的呼吸增湿系统,其中,第一传感器位于增湿器的出口处或增湿器的入口处。

20. 根据权利要求17至19中任一项所述的呼吸增湿系统,其中,第二传感器位于吸气导管的患者端处或增湿器的出口处。

21. 根据权利要求17至20中任一项所述的呼吸增湿系统,其中,硬件和/或软件控制器被配置用于当指示呼吸增湿系统中的倒流状况时中断在呼吸增湿系统上运行的疗法,所述疗法是呼吸或通气疗法、或增湿疗法。

22. 根据权利要求17至21中任一项所述的呼吸增湿系统,其中,硬件和/或软件控制器被配置成向使用者警示倒流状况的指示。

23. 根据权利要求22所述的呼吸增湿系统,其中,所述警示包括提供一个或多个声音警报、文本消息、图像、或其组合。

24. 根据权利要求22或23所述的呼吸增湿系统,其中,所述警示包括提供解决倒流状况的指令。

25. 根据权利要求17至24中任一项所述的呼吸增湿系统,还包括呼气导管。

26. 根据权利要求17至25中任一项所述的呼吸增湿系统,其中,硬件和/或软件控制器被配置成还通过以下方式来检测呼吸增湿系统中的倒流状况的指示:

在将第一温度梯度与第二温度梯度进行比较之前,控制吸气导管热源的占空比。

27. 根据权利要求26所述的呼吸增湿系统,其中,硬件和/或软件控制器被配置成还通过以下方式来检测呼吸增湿系统中的倒流状况的指示:将吸气导管热源的占空比控制为100%。

28. 根据权利要求17至27中任一项所述的呼吸增湿系统,其中,硬件和/或软件控制器被配置成还通过以下方式来检测呼吸增湿系统中的倒流状况的指示:在将第一温度梯度与第二温度梯度进行比较之前,控制增湿器热源的占空比。

29. 根据权利要求28所述的呼吸增湿系统,其中,硬件和/或软件控制器被配置成还通过以下方式来检测呼吸增湿系统中的倒流状况的指示:将增湿器热源的占空比控制为0%。

30. 根据权利要求21至29中任一项所述的呼吸增湿系统,其中,硬件和/或软件控制器还被配置成用于:在输出倒流状况的指示并且校正倒流状况之后恢复疗法。

31. 根据权利要求21或30所述的呼吸增湿系统,其中,硬件和/或软件控制器还被配置成用于:在输出倒流状况的指示之后,将由增湿器热源和/或吸气导管热源下游的第一传感器测得的第三温度梯度与由增湿器热源和/或吸气导管热源上游的第二传感器测得的第四温度梯度进行比较。

32. 根据权利要求17至31中任一项所述的呼吸增湿系统,其中,硬件和/或软件控制器还被配置成用于:在输出倒流状况的指示时和/或在倒流错误警报被触发时,检查流量的突然变化。

33. 根据权利要求32所述的呼吸增湿系统,其中,呼吸增湿系统还包括如果检测到流量的突然变化,则禁用倒流状况的指示。

34. 根据权利要求32或33所述的呼吸增湿系统,其中,检查流量的突然变化包括检测呼吸增湿系统中是否存在流动。

## 用于检测增湿系统中的连接错误的方法

[0001] 本申请是名称为“用于检测增湿系统中的连接错误的方法”、国际申请日为2017年10月11日、国际申请号为PCT/NZ2017/050132、国家申请号为201780068310.9的发明专利申请的分案申请。

### 技术领域

[0002] 本申请涉及一种呼吸增湿系统。特别地，本申请涉及检测增湿系统中的部件之间的连接错误。本申请要求于2016年10月11日提交的临时申请US 62/406720的优先权，所述临时申请的全部内容通过援引并入本文。

### 背景技术

[0003] 可以使用多种方法来向需要呼吸辅助的患者供应经增湿的气体。这样的增湿系统总体上包括：加压空气（或其他的气体混合物）源、比如呼吸机；增湿器，该增湿器包括水源和用于使水汽化以增湿来自该气体源的气体的加热器件；以及吸气导管，以将经增湿的气体输送至患者接口，例如面罩、鼻插管等。增湿系统可以是单分支或双分支的。在单分支系统中，来自患者的呼出气体可以经由患者接口上的通气孔释放至环境空气中。在双分支系统中，呼出气体可以经由呼气导管从患者输回至气体源。

### 发明内容

[0004] 对增湿系统的正常运行而言，至关重要的是，气体沿从气体源、穿过增湿器到达患者的正确或正常方向流动，并且增湿系统的部件正确地相连。正确或正常方向可以是向前流动方向。正确连接和正常流动方向可以确保，气体以期望的湿度和期望的患者端温度被递送给患者。增湿系统中的连接错误可能出现在各个部件之间，例如在患者接口、增湿器和/或气体源中的两者或更多之间。增湿系统中的连接错误可能是由于安装错误导致的。护理人员可能将具有相同类型的对应端连接器（比如，22mm凸形和凹形医用锥形连接器或其他标准连接器）的导管不正确地相联。护理人员可能将增湿器和气体源向后相连。比如在增湿器出口，专有的连接可以帮助改善这种问题，但是这造成了制造复杂性并且增大了成本、和/或可能使护理人员或使用者感到困惑。此外，一些连接可能是法规和/或商业必需品所需的标准化连接器，这些连接器可能不能可行地改变为专有连接器。增湿系统的其他部件可能彼此不正确地相连。

[0005] 连接错误可能导致倒流状况。倒流状况可以是与期望方向、比如向前流动方向相比，气体沿错误或相反方向流动的状况。部件的不正确连接可能导致气体高于或低于期望的湿度和/或温度地被递送给患者，这将对患者产生不令人满意的治疗、不适、和/或不良反应。例如，干燥空气可能从气体源直接被递送给患者，而经增湿的气体可能被递送至气体源。在这样的不正确连接中，来自患者的呼出空气被递送至增湿器。在倒流状况时，还可能由于对气体源（例如，呼吸机或其他气体源）提供湿度而对该气体源造成损坏。被提供至气体源的湿度可能导致冷凝物形成，这可能损坏气体源。

[0006] 倒流状况可以是对临床医师或护士的不正确连接或不正确安装的指示。当前的增湿系统不能直接检测倒流状况。这可能是由于使用了不能直接检测流动方向的全向流量传感器、和/或增湿系统中没有适当的间接倒流检测方法。例如，存在于当前增湿系统上的其他类型的传感器、比如湿度传感器和/或红外温度传感器没有被配置用于检测倒流状况或不正确连接。

[0007] 一些增湿系统可以通过检测到增湿器入口处的温度高于气体源处的温度、和/或通过将增湿器入口和出口处的流量和/或功耗曲线进行比较，来检测患者是否在通过吸气导管呼气。这些检测特征可以帮助识别该系统是单分支还是双分支的。然而，这些检测特征与本披露中所描述的检测不正确连接不同。在2016年1月18日提交的名称为“呼吸气体的增湿(HUMIDIFICATION OF RESPIRATORY GASES)”的美国临时申请号62/280076；以及2016年7月15日提交的名称为“呼吸气体的增湿(HUMIDIFICATION OF RESPIRATORY GASES)”的美国临时申请号62/362709中描述了这样的系统，所述申请中的每个申请的全部内容通过援引并入本文。

[0008] 一些增湿系统可以检测该系统中的可能由倒流状况或其他类型的系统故障导致的加热或流量异常。这些异常可以包括增湿器入口温度超出了增湿器出口温度某个预定阈值。在2016年3月11日提交的名称为“增湿系统(HUMIDIFICATION SYSTEM)”的美国专利申请号15/021616中描述了这样的系统，该申请的全部内容通过援引并入本文。

[0009] 一些增湿系统可以通过具有用于专用管道和导管的专有端连接器而将部件的连接错误最小化。例如，吸气导管可以具有仅能连接至增湿器出口的专有端连接器。然而，这些增湿系统不能检测倒流状况。

[0010] 本披露的增湿系统可以检测或自动地检测不正确连接并且警示使用者。这些系统可以检测该系统中的部件之间、包括患者接口、增湿器、和/或气体源之间的连接错误。本披露的增湿系统可以检测倒流状况/患者正在接收次优湿度和/或温度的情形的存在。本文所披露的方法可以检测气体是否在沿错误的方向流动。该错误方向可以是倒流方向。由本文所描述的方法检测到的倒流状况很可能指示增湿器、患者接口、和/或气体源之间的连接错误。本披露还涉及检测双分支系统(比如，用于提供侵入性机械通气疗法、非侵入性机械通气疗法、新生儿侵入性或非侵入性疗法和/或其他疗法的系统)中的呼气导管的不正确连接。该不正确连接可以包括呼气导管的不恰当连接和/或断开，这导致呼气导管热源的不恰当连接和/或断开。该呼气导管不正确连接检测可以包括警示使用者。

[0011] 一种用于检测呼吸增湿系统中的不正确连接的方法，该呼吸增湿系统包括气体源、包含入口和出口的增湿器、以及吸气导管，该方法可以包括：通过将由该增湿器的入口处的传感器测得的入口温度与由位于该增湿器的出口处的传感器测得的出口设定点或出口温度测量值中的一者或者进行比较，来进行一个或多个倒流检测测试。该方法可以包括：当该入口温度高于该出口设定点或出口温度测量值中的一者或者时，输出指示了不正确连接的倒流状况的指示。该方法可以包括向使用者警示所述倒流状况的指示。警示可以包括提供一个或多个声音警报、本文消息、图像、或其组合。警示还包括提供解决倒流状况的指令。该增湿系统还可以包括呼气导管。

[0012] 一种具有不正确连接检测的呼吸增湿系统可以包括：被配置用于提供气体来源的气体源；包含入口和出口的增湿器，该增湿器被配置用于增湿空气、并且包括增湿器热源以

加热用于增湿由该气体源提供的气体的液体；以及被配置用于将经增湿的气体提供至使用者的吸气导管。该气体源、增湿器、以及吸气导管可以形成呼吸回路的至少一部分。该系统可以包括：传感器，这些传感器在增湿器入口和出口处、被配置用于分别测量入口温度和出口温度；以及硬件和/或软件控制器。该硬件和/或软件控制器可以与这些传感器处于电通信、并且被配置用于当该入口温度高于出口设定点或出口温度中的一者或者者时输出指示了不正确连接的倒流状况的指示。该硬件和/或软件控制器可以被配置用于向使用者警示倒流状况的指示。警示可以包括提供一个或多个声音警报、本文消息、图像、或其组合。警示还包括提供解决倒流状况的指令。该增湿系统还可以包括呼气导管。

[0013] 一种用于检测呼吸增湿系统中的不正确连接的方法，该呼吸增湿系统包括气体源、包含入口和出口的增湿器、以及吸气导管，该方法可以包括：通过将由该增湿器的入口处的第一传感器测得的入口参数与由该增湿器的出口处的第二传感器测得的出口参数进行比较，来进行一个或多个倒流监测测试。该方法可以包括：当该入口参数高于该出口参数时，输出倒流状况的指示。该参数可以包括流量或功耗值。该方法可以包括向使用者警示倒流状况的指示。警示可以包括提供一个或多个声音警报、本文消息、图像、或其组合。警示还包括提供解决倒流状况的指令。

[0014] 一种具有针对不正确连接的检测机构的增湿系统可以包括：被配置用于提供气体来源的气体源；包含入口和出口的增湿器，该增湿器被配置用于增湿空气并且包括增湿器热源、比如加热板，以加热用于增湿由该气体源提供的气体的液体；以及被配置用于将经增湿的气体提供至使用者的吸气导管。该气体源、增湿器、以及吸气导管可以形成呼吸回路的至少一部分。该系统可以包括：传感器，这些传感器在该增湿器入口和出口处、并且被配置用于分别测量入口参数和出口参数；以及与这些传感器处于电通信的硬件和/或软件控制器。该硬件和/或软件控制器可以被配置用于当该入口参数高于该出口参数时，输出倒流状况的指示。该参数可以包括流量或功耗值。该硬件和/或软件控制器可以被配置用于向使用者警示倒流状况的指示。警示可以包括提供一个或多个声音警报、本文消息、图像、或其组合。警示还包括提供解决倒流状况的指令。该增湿系统还可以包括呼气导管。

[0015] 一种用于检测呼吸增湿系统中的不正确连接的方法可以包括：通过该增湿系统的硬件和/或软件控制器来进行一个或多个倒流检测测试。该一个或多个倒流检测测试可以包括以下步骤：将由该增湿系统的吸气导管的患者端处的第一传感器测得的患者端温度与患者端设定点进行比较；当该患者端温度高于该患者端设定点时，将由该增湿系统的增湿器的入口处的第二传感器测得的入口温度与该增湿器的出口处的第三传感器测得的出口设定点或出口温度进行比较；并且当该入口温度高于该出口设定点或出口温度时，输出指示了不正确连接的倒流状况的指示。该方法可以包括当该入口温度高于该出口设定点或出口温度时，将该入口温度与环境温度进行比较；并且当该入口温度高于该环境温度时，输出该倒流状况的指示。该方法可以包括向使用者警示倒流状况的指示。警示可以包括提供一个或多个声音警报、本文消息、图像、或其组合。警示还包括提供解决倒流状况的指令。该增湿系统还可以包括呼气导管。

[0016] 一种具有针对不正确连接的检测机构的增湿系统可以包括：被配置用于提供气体来源的气体源；包含入口和出口的增湿器，该增湿器被配置用于增湿空气并且包括增湿器热源以加热用于增湿由该气体源提供的气体的液体；以及被配置用于将经增湿的气体提供

至使用者的吸气导管。该气体源、增湿器、以及吸气导管可以形成呼吸回路的至少一部分。该系统可以包括：在该吸气导管的患者端处、并且被配置用于测量患者端温度的第一传感器；在该增湿器入口处、并且被配置用于测量入口温度的第二传感器；以及在该增湿器出口处、并且被配置用于测量出口温度的第三传感器。该系统可以包括与该第一、第二、和第三传感器处于电通信的硬件和/或软件控制器。该硬件和/或软件控制器可以被配置用于通过以下方式来检测指示了该增湿系统中的不正确连接的倒流状况的指示：当该患者端温度高于该患者端设定点时，将该入口温度与出口设定点或出口温度进行比较，并且当该入口温度高于该出口设定点或出口温度时，输出倒流状况的指示。该硬件和/或软件控制器可以被配置用于当该入口温度高于该出口设定点或出口温度时，将该入口温度与环境温度进行比较；并且当该入口温度高于该环境温度时，输出该倒流状况的指示。该硬件和/或软件控制器可以被配置用于向使用者警示倒流状况的指示。警示可以包括提供一个或多个声音警报、本文消息、图像、或其组合。警示还包括提供解决倒流状况的指令。该增湿系统还可以包括呼气导管。

[0017] 一种用于检测呼吸增湿系统中的不正确连接的方法可以包括：通过该增湿系统的硬件和/或软件控制器来进行一个或多个倒流检测测试。该一个或多个倒流检测测试可以包括以下步骤：将由该增湿系统的吸气导管的患者端处的第一传感器测得的患者端温度与患者端设定点进行比较；当该患者端温度低于该患者端设定点时，将由该增湿系统的增湿器的出口处的第二传感测得的出口温度与该患者端温度进行比较；并且当该出口温度高于该患者端温度时，输出倒流状况的指示。该方法可以包括向使用者警示倒流状况的指示。警示可以包括提供一个或多个声音警报、本文消息、图像、或其组合。警示还包括提供解决倒流状况的指令。该增湿系统还可以包括呼气导管。

[0018] 一种具有针对不正确连接的检测机构的增湿系统可以包括：被配置用于提供气体来源的气体源；包含入口和出口的增湿器，该增湿器被配置用于增湿空气并且包括增湿器热源以加热用于增湿由该气体源提供的气体的液体；以及被配置用于将经增湿的气体提供至使用者的吸气导管。该气体源、增湿器、以及吸气导管可以形成呼吸回路的至少一部分。该系统可以包括：在该吸气导管的患者端处、并且被配置用于测量患者端温度的第一传感器；以及在该增湿器出口处、并且被配置用于测量出口温度的第二传感器。该系统可以包括与该第一和第二传感器处于电通信的硬件和/或软件控制器。该硬件和/或软件控制器可以被配置用于通过以下方式来检测指示了该增湿系统中的不正确连接的倒流状况的指示：当该患者端温度低于该患者端设定点时，将该出口温度与该患者端温度进行比较；并且当该出口温度高于该患者端温度时，输出倒流状况的指示。该硬件和/或软件控制器可以被配置用于向使用者警示倒流状况的指示。警示可以包括提供一个或多个声音警报、本文消息、图像、或其组合。警示还包括提供解决倒流状况的指令。该增湿系统还可以包括呼气导管。

[0019] 一种用于检测呼吸增湿系统中的不正确连接的方法可以包括：对该增湿系统的增湿器中的增湿器热源提供第一电功率；将由该增湿系统的增湿器的入口处的第一传感器测得的入口温度与由该增湿器的出口处的第二传感器测得的出口温度进行比较、或者将该入口温度的变化与该出口温度的变化进行比较；并且当该入口温度高于该出口温度时、或者当该入口温度的变化高于该出口温度的变化时，输出指示了不正确连接的倒流状况的指示。该方法可以包括中断在该增湿系统上运行的疗法。该疗法可以是呼吸/通气疗法、和/或

增湿疗法。该第一电功率可以是最大电功率。该方法可以包括向使用者警示倒流状况的指示。警示可以包括提供一个或多个声音警报、本文消息、图像、或其组合。警示还包括提供解决倒流状况的指令。该增湿系统还可以包括呼气导管。

[0020] 一种具有针对不正确连接的检测机构的增湿系统可以包括：被配置用于提供气体来源的气体源；包含入口和出口的增湿器，该增湿器被配置用于增湿空气并且包括增湿器热源以加热用于增湿由该气体源提供的气体的液体；以及被配置用于将经增湿的气体提供至使用者的吸气导管。该气体源、增湿器、以及吸气导管可以形成呼吸回路的至少一部分。该系统可以包括：在该增湿器入口处、并且被配置用于测量入口温度的第一传感器；在该增湿器出口处、并且被配置用于测量出口温度的第二传感器；以及与该第一和第二传感器处于电通信的硬件和/或软件控制器。该硬件和/或软件控制器可以被配置用于通过以下方式来检测倒流状况的指示：对该增湿器热源提供第一电功率；并且当该入口温度高于该出口温度时、或者当该入口温度的变化高于该出口温度的变化时，输出倒流状况的指示。该硬件和/或软件控制器可以被配置用于在检测到该增湿系统中的倒流状况的指示时中断在该增湿系统上运行的疗法。该疗法可以是呼吸或通气疗法、和/或增湿疗法。该第一电功率可以是最大电功率。该硬件和/或软件控制器可以被配置用于向使用者警示倒流状况的指示。警示可以包括提供一个或多个声音警报、本文消息、图像、或其组合。警示还包括提供解决倒流状况的指令。该增湿系统还可以包括呼气导管。

[0021] 一种用于检测呼吸增湿系统中的不正确连接的方法可以包括：对该增湿系统的吸气导管中的吸气导管热源提供第一电功率；将由该吸气导管的患者端处的第一传感器测得的患者端温度与由该增湿系统的增湿器的出口处的第二传感器测得的出口温度进行比较、或者将该患者端温度的变化与该出口温度的变化进行比较；并且当该患者端温度低于该出口温度时、或者当该患者端温度的变化小于该出口温度的变化时，输出倒流状况的指示。该方法可以包括中断在该增湿系统上运行的疗法。该疗法可以是呼吸或通气疗法、和/或增湿疗法。该第一电功率可以是最大电功率。该方法可以包括向使用者警示倒流状况的指示。警示可以包括提供一个或多个声音警报、本文消息、图像、或其组合。警示还包括提供解决倒流状况的指令。该增湿系统还可以包括呼气导管。

[0022] 一种具有针对不正确连接的检测机构的增湿系统可以包括：被配置用于提供气体来源的气体源；包含入口和出口的增湿器，该增湿器被配置用于增湿空气并且包括增湿器热源以加热用于增湿由该气体源提供的气体的液体；以及被配置用于将经增湿的气体提供至使用者的吸气导管。该气体源、增湿器、以及吸气导管可以形成呼吸回路的至少一部分。该系统可以包括：在该吸气导管的患者端处、并且被配置用于测量患者端温度的第一传感器；在该增湿器出口处、并且被配置用于测量出口温度的第二传感器；以及与该第一和第二传感器处于电通信的硬件和/或软件控制器。该硬件和/或软件控制器可以被配置用于通过以下方式来检测倒流状况的指示：对该吸气导管热源提供第一电功率，并且当该患者端温度低于该出口温度时、或者当该患者端温度的变化小于该出口温度的变化时，输出倒流状况的指示。该硬件和/或软件控制器可以被配置用于在检测到该增湿系统中的倒流状况的指示时中断在该增湿系统上运行的疗法。该疗法可以是呼吸或通气疗法、和/或增湿疗法。该第一电功率可以是最大电功率。该硬件和/或软件控制器可以被配置用于向使用者警示倒流状况的指示。警示可以包括提供一个或多个声音警报、本文消息、图像、或其组合。警示

还包括提供解决倒流状况的指令。该增湿系统还可以包括呼气导管。

[0023] 一种用于检测呼吸增湿系统中的倒流的方法可以包括：使用该增湿系统的一个或多个硬件处理器来控制被配置用于对加热元件供电的电路系统以对该增湿系统的加热元件提供电功率，该增湿系统进一步包括气体源、包含入口和出口的增湿器、以及包含吸气导管热源的吸气导管，该增湿器进一步包括增湿器热源；将由该加热元件下游的第一传感器测得的第一温度梯度与由该加热元件上游的第二传感器测得的第二温度梯度进行比较，该第一和第二传感器与该一个或多个硬件处理器处于电通信；并且当该第二温度梯度高于该第一温度梯度时，将倒流状况的指示输出至该增湿系统的显示器。该显示器可以包括屏幕（比如，LED屏幕或任何其他类型的屏幕）、声音警报、和/或如本文所述的用于警示使用者的任何其他方式。该方法进一步包括：对该增湿系统的增湿器的增湿器热源提供另一个电功率；从该增湿器热源处或附近的增湿器热源温度传感器接收传感器数据，该增湿器热源温度传感器与该一个或多个硬件处理器处于电通信；将该增湿器热源处的温度梯度与阈值温度梯度进行比较；并且当该增湿器热源处的温度梯度高于该阈值温度梯度时，将增湿器没水状况的指示输出至该增湿系统的显示器。该阈值温度梯度可以至少部分地基于流量、增湿器的类型、任何其他系统参数、和/或任何其他环境条件而改变。该方法可以从启动状况开始进行。

[0024] 一种具有倒流检测的、从启动状况开始的呼吸增湿系统可以包括：被配置用于提供气体来源的气体源；包含入口和出口的增湿器，该增湿器被配置用于增湿空气、并且进一步包括增湿器热源以加热用于增湿由该气体源提供的气体的液体；吸气导管，该吸气导管被配置用于向使用者提供经增湿的气体并且包括吸气导管热源，该气体源、增湿器以及吸气导管形成呼吸回路的至少一部分；在该增湿器热源和/或该吸气导管热源下游、并且被配置用于测量第一温度的第一传感器；在该增湿器热源和/或该吸气导管热源上游、并且被配置用于测量第二温度的第二传感器；以及硬件和/或软件控制器，该硬件和/或软件控制器与该第一和第二传感器处于电通信，该硬件和/或软件控制器被配置用于通过以下方式来检测该增湿系统中的倒流状况的指示：对该增湿器热源和/或该吸气导管热源提供电功率；将该第一传感器处的第一温度梯度与该第二传感器处的第二温度梯度进行比较；并且当该第二温度梯度高于该第一温度梯度时，输出倒流状况的指示。该第一传感器可以位于该增湿器出口或该增湿器入口处。该第二传感器可以位于该吸气导管的患者端或该增湿器出口处。该硬件和/或软件控制器可以进一步被配置用于通过以下方式来检测增湿器没水状况：对该增湿器热源提供另一个电功率；从该增湿器热源处或附近的增湿器热源温度传感器接收传感器数据，该增湿器热源温度传感器与该一个或多个硬件处理器处于电通信；将该增湿器热源处的温度梯度与阈值温度梯度进行比较；并且当该增湿器热源处的温度梯度高于该阈值温度梯度时，输出增湿器没水状况的指示。该阈值温度梯度可以至少部分地基于流量、增湿器的类型、任何其他系统参数、和/或任何其他环境条件而改变。该硬件和/或软件控制器可以被配置用于从启动状况开始检测倒流状况的指示。

[0025] 一种方法可以检测双分支呼吸增湿系统中的呼气导管热源的断开。该系统可以包括：具有该呼气导管热源的呼气导管、具有分段式吸气导管热源的吸气导管、被配置用于给该呼气导管热源和该吸气导管热源的至少一个部段供能的第一热源驱动器、以及被配置用于给该呼气导管热源和该吸气导管热源的至少另一个部段供能的第二热源驱动器。该方法

可以包括：使用该第一和第二热源驱动器中的一个热源驱动器来对该呼气和吸气导管热源提供电压；监测由该第一和第二热源驱动器中的所述一个热源驱动器检测到的电流；并且当该电流与预期值偏离预定公差、或者示出了高于或低于阈值的突然变化时，输出吸气导管热源断开的指示。该方法可以进一步包括：退出正在进行的疗法模式；重新连接该第一和第二热源驱动器，使得该第一和第二驱动器中的一个驱动器被配置用于给该呼气导管热源供能，并且该第一和第二驱动器中的另一个驱动器被配置用于给该吸气导管热源供能；使用该第一和第二热源驱动器中的所述一个热源驱动器来对该呼气导管热源提供第二电压；监测由该第一和第二热源驱动器中的所述一个热源驱动器检测到的电流；并且当该电流为零或接近零时，输出呼气导管热源断开的指示。该第二电压可以包括低占空比或最小功率。该方法的启用可以被配置为是可调节的。一种方法还可以在硬件和/或软件控制器对呼气导管热源施加功率时通过检测电路ID电阻器的存在来检测该呼气导管热源的断开。该系统可以在不能检测到该电路ID电阻器时确定，该呼气导管热源被断开。

[0026] 一种具有呼气导管热源断开检测的双分支呼吸增湿系统可以包括：呼吸回路，该呼吸回路具有：被配置用于提供气体来源的气体源；增湿器，该增湿器被配置用于加热用于增湿由该气体源提供的气体的液体；吸气导管，该吸气导管被配置用于将来自该增湿器的经增湿的气体提供至使用者、并且包括分段式吸气导管热源；以及呼气导管，该呼气导管被配置用于将来自该使用者的呼出气体提供至该气体源、并且包括呼气导管热源；被配置用于给该呼气导管热源、和该吸气导管热源的至少一个部段供能的第一热源驱动器；以及被配置用于给该呼气导管热源、和该吸气导管热源的至少另一个部段供能的第二热源驱动器，其中，该第一和第二热源驱动器中的至少一个热源驱动器被配置用于通过以下方式来检测呼气导管热源断开的指示：对该呼气和吸气导管热源提供电压；检测电流；并且当该电流与预期值偏离预定公差、或者示出了高于或低于阈值的突然变化时，输出吸气导管热源断开的指示。该系统可以被配置用于切换该第一和第二热源驱动器的配置，使得该第一和第二驱动器中的一个驱动器被配置用于给该呼气导管热源供能，并且该第一和第二驱动器中的另一个驱动器被配置用于给该吸气导管热源供能，该第一和第二驱动器中的所述一个驱动器被配置用于：对该呼气导管热源提供第二电压；检测电流；并且当该电流为零或接近零时，输出呼气导管热源断开的指示。该第二电压可以包括低占空比或最小功率。该系统可以被配置用于以可调间隔来检测呼气导管热源断开的指示。一种系统还可以在硬件和/或软件控制器对呼气导管热源施加功率时通过检测电路ID电阻器的存在来检测该呼气导管热源的断开。该系统可以在不能检测到该电路ID电阻器时确定，该呼气导管热源被断开。

[0027] 一种方法可以检测双分支呼吸增湿系统中的呼气导管热源的断开。该系统可以包括：具有该呼气导管热源的呼气导管、具有分段式吸气导管热源的吸气导管、被配置用于给该呼气导管热源供能的第一热源驱动器、以及被配置用于给该吸气导管热源供能的第二热源驱动器。该方法可以包括：使用该第一热源驱动器来对该呼气导管热源提供电压；监测由该第一热源驱动器检测到的电流；并且当该电流为零或接近零时，输出呼气导管热源断开的指示。

[0028] 一种具有呼气导管热源断开检测的双分支呼吸增湿系统可以包括：呼吸回路，该呼吸回路具有：被配置用于提供气体来源的气体源；增湿器，该增湿器被配置用于加热用于增湿由该气体源提供的气体的液体；吸气导管，该吸气导管被配置用于将来自该增湿器的

经增湿的气体提供至使用者、并且包括吸气导管热源；以及呼气导管，该呼气导管被配置用于将来自该使用者的呼出气体提供至该气体源、并且包括呼气导管热源；被配置用于给该呼气导管热源供能的第一热源驱动器；以及被配置用于给该吸气导管热源供能的第二热源驱动器，其中，该第一热源驱动器被配置用于通过以下方式来检测呼气导管热源断开的指示：对该呼气导管热源提供电压；检测电流；并且当该电流为零或接近零时，输出呼气导管热源断开的指示。

[0029] 一种方法可以使用瞬时系统参数来检测呼吸增湿系统中的倒流。该呼吸增湿系统可以包括：气体源；包含入口和出口的增湿器；吸气导管；以及多个传感器。该方法可以包括：接收来自该多个传感器中的一个或多个传感器的瞬时状态输入、和/或该呼吸增湿系统的系统参数；至少部分地基于这些输入和/或系统参数来确定倒流预测指示符；当该倒流预测指示符超过零时，输出倒流状况的指示。该多个传感器可以包括以下中的不止一者：增湿器入口温度和/或流量传感器、增湿器出口温度和/或流量传感器、患者端温度传感器、和/或增湿器热源温度传感器。所接收到的输入可以来自瞬时状态或稳定状态。这些系统参数可以包括以下中的不止一者：增湿器热源功率、增湿器出口设定点温度、患者端设定点温度、和/或吸气导管热源的至少一个部段的功率。可以至少部分地基于多于一个参数来确定该倒流预测指示符。可以至少部分地基于以下各项来确定该倒流预测指示符：增湿器入口温度、增湿器出口温度与增湿器出口设定点之差的绝对值、流量与增湿器热源功率之比、该增湿器入口温度与该增湿器出口设定点之比、以及该增湿器入口温度与管道温度之比。可以至少部分地基于以下各项来确定该倒流预测指示符：经过滤或未过滤的流量、增湿器出口温度与增湿器出口设定点之差的绝对值、增湿器入口温度与管道温度之比、以及吸气导管热源的部段的经过滤或未过滤功率与增湿器热源温度之比。

[0030] 一种具有倒流检测的呼吸增湿系统可以包括：被配置用于提供气体来源的气体源；包含入口和出口的增湿器，该增湿器被配置用于增湿空气、并且进一步包括增湿器热源以加热用于增湿由该气体源提供的气体的液体；被配置用于向使用者提供经增湿的气体的吸气导管，该气体源、增湿器以及吸气导管形成呼吸回路的至少一部分；多个传感器；以及硬件和/或软件控制器，该硬件和/或软件控制器与该多个传感器处于电通信，该硬件和/或软件控制器被配置用于通过以下方式来检测该增湿系统中倒流状况的指示：接收来自该多个传感器中的一个或多个传感器的瞬时状态输入、和/或该呼吸增湿系统的系统参数；至少部分地基于这些输入和/或系统参数来确定倒流预测指示符；当该倒流预测指示符超过零时，输出倒流状况的指示。该多个传感器可以包括以下中的不止一者：增湿器入口温度和/或流量传感器、增湿器出口温度和/或流量传感器、患者端温度传感器、和/或增湿器热源温度传感器。所接收到的输入可以来自瞬时状态或稳定状态。这些系统参数可以包括以下中的不止一者：增湿器热源功率、增湿器出口设定点温度、患者端设定点温度、和/或吸气导管热源的至少一个部段的功率。可以至少部分地基于多于一个参数来确定该倒流预测指示符。可以至少部分地基于以下各项来确定该倒流预测指示符：增湿器入口温度、增湿器出口温度与增湿器出口设定点之差的绝对值、流量与增湿器热源功率之比、该增湿器入口温度与该增湿器出口设定点之比、以及该增湿器入口温度与管道温度之比。可以至少部分地基于以下各项来确定该倒流预测指示符：经过滤或未过滤的流量、增湿器出口温度与增湿器出口设定点之差的绝对值、增湿器入口温度与管道温度之比、以及吸气导管热源的部段的

经过滤或未过滤功率与增湿器热源温度之比。

## 附图说明

- [0031] 参考某些实施例的附图来描述本披露的这些和其他特征、方面和优点，这些附图旨在示意性地展示某些实施例而不是限制本披露。
- [0032] 图1展示了双分支增湿系统的示意图。
- [0033] 图2A至2D展示了图1的增湿系统中的示例性倒流状况和/或不正确连接。
- [0034] 图3A展示了单分支增湿系统的示意图。
- [0035] 图3B展示了图3A的增湿系统中的示例性倒流状况和/或不正确连接。
- [0036] 图4展示了使用增湿系统以及用于检测倒流的控制方法进行的示例性呼吸疗法治疗的流程图。
- [0037] 图5A展示了双分支增湿系统的示意图，其中多个不同的传感器位于该系统中。
- [0038] 图5B展示了示例性被动倒流检测过程的流程图。
- [0039] 图6展示了另一个示意性被动倒流检测过程的流程图。
- [0040] 图7A至图7B展示了示例性主动倒流检测过程的流程图。
- [0041] 图8A至图8B展示了额外的示例性主动倒流检测过程的流程图。
- [0042] 图9A至图9C展示了增湿系统的用于实施某些主动倒流检测过程的部件。
- [0043] 图10展示了示例性主动倒流和没水检测过程的流程图。
- [0044] 图11A至图11D展示了在实施图10的过程时，增湿系统分别在向前流动状况和倒流状况下的示例性系统温度参数。
- [0045] 图12A展示了在实施图10的过程时，在启用吸气管道中的吸气导管热源之后，由增湿系统的增湿器出口温度传感器检测到的示例性温度变化。
- [0046] 图12B展示了在实施图10的过程时，在启用吸气管道中的吸气导管热源之后，由增湿系统的患者端温度传感器检测到的示例性温度变化。
- [0047] 图13展示了在实施图10的过程时，在启用增湿器热源之后，增湿系统的示例性增湿器热源温度变化。
- [0048] 图14展示了另一个示意性被动倒流检测过程的流程图。
- [0049] 图15A至图15B分别展示了在倒流状况和向前流动状况下的示例性出口温度变化。
- [0050] 图16展示了示意性被动倒流检测过程的流程图。
- [0051] 图17A展示了具有分段式吸气导管的示例性双分支增湿系统。
- [0052] 图17B展示了示例性电路图，该电路图被配置用于使用有源整流电路来并行地控制吸气导管热源的两个部段。

## 具体实施方式

- [0053] 虽然下文描述了某些实施例和实例，但本领域技术人员将了解，本披露扩展超出了这些具体披露的实施例和/或用途以及其明显的修改和等效物。因此，意图是下文披露的本披露范围不应被下文描述的任何特定的实施例限制。

### 增湿系统中的示例性倒流状况

- [0055] 图1展示了示例性双分支增湿系统1的示意图。增湿系统1可以包括气体源10，该气

体源与增湿器20经由干线导管30处于流体连通。增湿器20可以包括多个不同的部件，包括例如水腔室以及热源。该热源可以包括增湿器热源。该增湿器热源的实例可以包括化学加热器、辐射加热器、感应加热器等。通过举例，热源可以是使用电阻加热器的加热板。增湿器20还可以可选地包括一个或多个处理器，比如硬件和/或软件处理器。该气体源可以是单向气体源、高流量源、鼓风机、呼吸机单元、压缩空气罐、医院壁式气体源、氧气瓶、或加压气体瓶。该气体源还可以是可以提供空气流的流动源。该气体源还可以包括被配置用于递送高流量空气或气体、例如超过30L/min和/或多达150L/min的高流量气体源。该气体源供应的气体可以包括干燥空气、环境空气、氧气、和/或治疗气体或呼吸气体的混合物。控制器可以控制气体源10以产生处于期望的流量、温度、和/或压力的气体流。来自气体源出口12的气体可以包括干燥气体。

[0056] 该干燥气体可以经由干线导管30倍提供至增湿器入口22。增湿器入口22可以包括增湿器入口温度传感器和/或流量传感器。增湿器20可以包含液体、比如水。增湿器20可以具有热源、比如加热板，以使该水汽化来增湿并加热来自干线导管30的干燥气体。水可以从水源被供应至增湿器20。经增湿的气体可以离开增湿器出口24并进入吸气导管40中。增湿器出口24可以包括增湿器出口温度传感器和/或流量传感器。

[0057] 吸气导管40可以将经增湿的气体提供给患者2。吸气导管40可以联接至患者接口上。虽然在图1、图2A至图2D、以及图5A中，患者2被展示为戴着面罩，但是本领域的普通技术人员从本披露将了解的是，患者2可以佩戴本文所披露的其他类型的患者接口、比如鼻插管。该患者接口还可以包括接口管道，该接口管道是未加热管道的短区段，并且吸气导管40可以联接或连接至接口管道。吸气导管40的患者接口端可以包括患者端温度传感器和/或流量传感器。吸气导管40可以具有吸气热源以减少或防止冷凝物形成。吸气导管热源的实例可以包括加热丝、加热带、和/或水套加热。当离开增湿器20的经增湿的气体的温度降低时，可能形成冷凝物，这是因为气体行进穿过未加热吸气导管40时的热量损失导致的。增湿系统1可以包括呼气导管50。呼气导管50可以将从患者2呼出的气体引回至气体源入口14。呼气导管50可以包括呼气导管热源，比如加热丝、加热带、和/或水套加热。

[0058] 传感器可以置于增湿系统中的多个不同的位置。例如，这些传感器可以包括流量传感器、压力传感器、温度传感器、和/或湿度传感器。这些传感器可以包括热敏电阻。该热敏电阻可以用作温度传感器、并且可以通过向该热敏电阻施加电压以加热该热敏电阻而切换成用作流量传感器。传感器的输出可以被控制器接收以辅助该控制器以可以提供最佳疗法的方式来操作增湿系统1。可以使用的其他传感器包括热电偶、恒温器、半导体传感器、红外传感器、以及电阻性温度装置。

[0059] 现在将参照图2A至图2D来描述增湿系统1的倒流状况和部件连接错误的实例。这些仅是示例性的，并且应了解的是，其他导管连接错误也是可能的，例如将导管向后连接、和/或在回路中连接在与它们应正常连接到的不同的位置。在如图2A所示的错误1中，干线导管30和呼气导管50与气体源10的连接被颠倒。确切地，干线导管30不正确地联接至气体源入口14，并且呼气导管50不正确地联接至气体源出口12。因此，干燥气体可以直接流到患者2的呼气导管30中而不经增湿或加热，因为该干燥气体不穿过增湿器20。该干燥气体可以被呼气导管50中的呼气热源加热，其中，该加热不是被控制器恰当调节的。患者2呼出的气体可以穿过增湿器30变湿、然后返回至气体源10。

[0060] 在如图2B所示的错误2中,增湿器20中存在倒流状况。确切地,吸气导管40不正确地联接至气体源出口12和增湿器出口24。呼气导管50不正确地联接至增湿器入口端口22和患者2。干线导管30不正确地联接至患者2和气体源入口14。该系统接收来自吸气导管40中的患者端传感器、和位于增湿器入口22和/或出口24处的传感器的输出,这些输出不指示实际患者端温度、和/或入口/出口温度。由于来自这些传感器的不正确输出,增湿器热源和吸气热源可能不能恰当地起作用。离开增湿器入口22的用于患者2的气体可能不被加热,因为呼气导管50可能没有加热丝;或者可能被呼气导管50中的呼气导管热源加热,其中,该加热不是被控制器恰当调节的。

[0061] 在图2C所示的错误3中,气体源入口14和出口12的连接被颠倒。确切地,干线导管30不正确地联接至气体源入口14和增湿器入口22。呼气导管50不正确地联接至增湿器出口24和患者2。吸气导管40不正确地联接至患者2和气体源入口12。因此,干燥气体可以直接流到患者2的呼气导管30中而不经增湿或加热,因为该干燥气体不穿过增湿器20。患者2呼出的气体可以在增湿器30中变湿、然后返回至气体源10。

[0062] 在图2D所示的错误4中,气体沿正常方向流动,但是存在连接错误。确切地,呼气导管50不正确地联接至增湿器出口24和患者2。吸气导管40不正确地联接至气体源入口14和患者2。因此,吸气导管40中的患者端传感器不能恰当地测量被递送给患者2的气体的温度、而是测量来自患者2的呼出气体的温度。离开增湿器20的气体不能被加热以确保患者端温度达到患者端设定点。这可能是由于呼气导管50没有热源,或者呼气导管热源没有被接收来自吸气导管40中的传感器的患者端温度输入的控制器恰当地供能。到达患者2的气体可能随着气体行进穿过呼气导管50而超过或下降到低于患者端设定点。

[0063] 转到图3A,单分支增湿系统301可以具有与图1的双分支增湿系统1相同的特征,除了下文所描述的。单分支增湿系统301可以具有气体源310,该气体源具有供气体流出的出口、但没有供气体流入的入口。单分支增湿系统301可以没有呼气导管。来自患者302的呼出气体可以通过如上文所描述的患者接口上的通气孔、和/或从患者的嘴排出。

[0064] 在如图3B所示的错误5中,贯穿单分支增湿系统301,流动被颠倒。确切地,吸气导管340不正确地联接至气体源310和增湿器出口324。干线导管330不正确地联接至增湿器入口322和患者302。因此,该系统接收来自吸气导管340中的患者端传感器、和位于增湿器入口322和/或出口324处的传感器的输出,这些输出不指示实际患者端温度、和/或入口/出口温度。由于来自这些传感器的不正确输出,增湿器热源和吸气导管热源可能不能恰当地起作用。由于不正确的传感器输出,来自气体源310的干燥气体可能不能经增湿器320恰当地增湿。离开增湿器320并进入干线导管330中的气体不能被加热,因为干线导管330没有吸气导管热源。到达患者302的气体随着气体行进穿过未加热干线导管330而可能下降到低于患者端设定点。在干线导管330中可能发生冷凝物形成。

#### [0065] 具有倒流检测的增湿系统的概述

[0066] 本披露涉及用于检测呼吸增湿系统中的倒流状况和部件连接错误的方法和系统。

[0067] 如图4所示,增湿系统、例如图1和3A的增湿系统1、301通过启用该增湿系统来开始410对患者进行呼吸治疗。该增湿系统可能需要护理人员、比如护士、或患者来安装。安装增湿系统可以涉及将该增湿系统的部件与本文所描述的各个导管相连。在启用后,在步骤420,增湿系统的控制器可以实施倒流检测过程,以确定是否存在倒流状况的指示。本领域

的普通技术人员可以了解的是,倒流检测过程可以被控制器在增湿系统的整个操作过程期间而不一定仅在安装阶段运行。倒流状况的指示可以指示增湿系统中的部件的可能错误连接。控制器可以实施任何适合的倒流检测方法,如本文所描述的这些或其组合。控制器还可以实施基于特定疗法模式的适当倒流检测方法或过程,这将在下文中详细描述。

[0068] 即使在步骤420中控制器可以确定倒流状况的指示,但是仍难以知道是否存在倒流状况、或是否已经移除了传感器/探针。对于这些系统,控制器可以在步骤420中实施倒流检测过程之前运行探针离开测试。该探针离开测试还可以指导控制器来加热该系统并且监测管道温度是否升高。

[0069] 如果确定了倒流和/或不正确安装/连接、和/或电路断开状况的指示,则增湿系统可以警示430患者/护理人员(下文中称为“使用者”)。例如,控制器可以输出错误消息、声音警报声/嗡嗡声、错误指示灯闪烁、或其他类似的向使用者报警的方法。来自控制器的消息还可以指示可能已经不正确连接的部件。可以显示基于文本的和/或基于图像的消息、和/或故障排除动画,以解释可能的不正确连接。可以在屏幕上显示展示如何改正错误的动画和/或一系列图像。该动画和/或一系列图像可以重复显示,直至系统检测到正确的状况和正确的气体流动方向,或直至使用者输入:已经改正错误。

[0070] 控制器可以可选地装配有计数器,该计数器可以是硬件实施的和/或软件实施的。每次确定倒流状况的指示时,该计数器可以增加计数。该计数器可以是计时器,该计时器可以检测存在倒流状况的指示的时长。每当检测到倒流状况的指示时,可以初始化计数器,并且每当检测到正常流动状况时可以禁用计数器。计数器或计时器可以增量式使用,最高达到阈值,使得一旦达到或超过阈值,系统就可以用如本文其他地方所披露的警报来警示使用者。替代性地或另外地,可以使用滤波器,包括但不限于(FIR/IIR)滤波器。

[0071] 在被通知存在倒流状况之后,使用者可以将增湿系统的呼吸回路以正确的构型重新连接。使用者可以在重新连接呼吸回路之后重置490增湿系统。控制器还可以可选地在重新连接呼吸回路后自动地重置490。控制器可以对重新连接的呼吸回路运行步骤420处的倒流检测过程。如果控制器仍可以检测到倒流状况的指示,则控制器可以向使用者输出另一个警示430。如果控制器不再能检测到倒流状况的指示,则控制器可以前进到向患者提供呼吸疗法440或恢复被中断的疗法。

[0072] 在系统安装期间实施倒流检测过程可以允许在患者开始疗法之前检测连接错误。在初始安装期间改正连接错误可以有利地通过减少吸气导管中的冷凝物来改善系统性能从而向患者提供最佳疗法、和/或通过降低向患者直接提供干燥且冷的空气(这可能会引起患者的不适和/或更严重的不良反应)的可能性来提高患者安全性。

[0073] 现在将描述检测倒流状况和/或连接错误的多个不同的过程。这些过程可以基于增湿系统的不同位置处的温度、流量、和/或功耗的微分测量。本文所描述的这些过程可以包括主动过程和被动过程。被动过程可以在幕后工作以确定倒流状况。主动过程可以干扰呼吸和/或增湿疗法,以确定是否存在倒流状况。与呼吸疗法的持续时间相比,这种干扰可以是短暂的和/或显著的。主动过程可以凌驾于系统的正常操作或控制之上。例如,主动过程可以凌驾于吸气和/或呼气导管热源、和/或增湿器热源、和/或传感器的控制之上。

[0074] 在本披露中,入口温度是由在增湿器入口22处或附近的增湿器入口温度传感器23测得的温度,如图5A所示。出口温度是由在增湿器出口24处或附近的增湿器出口温度传感

器25测得的温度。管道温度是由在吸气导管40的患者端处或附近的患者端温度传感器42测得的患者端温度。患者端传感器42可以集成到吸气导管40中、或可移除地插入吸气导管40的气体腔中。增湿器热源温度是由在增湿器20的增湿器热源处或附近的增湿器热源温度传感器21测得的温度。出口设定点是系统试图在增湿器出口24处或附近实现的设定点温度。管道设定点是系统试图在吸气导管40的患者端处或附近实现的设定点温度。增湿器入口传感器23、增湿器出口传感器25、和/或患者端传感器42中的至少一者可以是可以被配置用于测量气体流的温度和流量两者的热敏电阻。系统1可以具有第二增湿器出口传感器26，该第二增湿器出口传感器可以是流量传感器、压力传感器、或任何其他被配置用于测量气体流的参数的传感器。系统1可以在增湿器入口22、增湿器出口24、和/或吸气导管40的患者端处或附近包括额外的传感器，例如其他类型的流量传感器、湿度传感器、或其他传感器。增湿器入口22、增湿器出口24、和/或吸气导管40的患者端各自可以具有一个或多个本文所披露的传感器。增湿系统1在该系统的其他位置中还可以包括一个或多个传感器。

[0075] 基于温度的被动&主动过程

[0076] 现在将描述基于温度的被动和主动过程背后的原理。在系统的正常操作中，冷的气体流进入增湿器入口。增湿器的增湿器热源可以被控制器开启以将气体加温，所述气体可以比流入增湿器入口中的气体更高的温度离开增湿器出口。因此，入口温度可以低于出口温度和出口设定点两者。

[0077] 此外，在系统的正常操作中，离开增湿器出口的气体可以在行进穿过吸气导管时冷却，除非吸气导管被加热。因此，该系统可以向吸气导管中的吸气导管热源供电以确保管道温度达到并保持在管道设定点。可以存在从增湿器出口到吸气导管的患者端的温度梯度。该梯度是从增湿器出口到吸气导管的患者端的上升温度梯度。相应地，管道温度可以大于出口温度、但是小于或等于管道设定点。替代性地，从增湿器出口到患者端的温度梯度不一定增大、而是提供足够的能量，使得气体的温度不会降低到低于露点并产生雨淋。

[0078] 基于温度的倒流检测过程可以利用系统的不同位置处的温度差，如上文所描述的。如果没有观察到流的正常温度差，则控制器可以确定倒流状况的指示，比如图2A至图2D和图3B所示的错误。例如，从患者端到增湿器出口的温度升高可以指示气体在从患者端流到增湿器出口，或者吸气导管被不正确地连接。将参照图5B至图8B来描述基于温度的被动和主动过程的细节。

[0079] 被动过程-入口超温测试

[0080] 被动过程可以利用系统的入口温度和设定点的关系。这样的过程可以被配置用于非侵入性(NIV)疗法模式，但是该过程可以被配置用于任何疗法模式。在NIV疗法模式中，管道设定点可以设定为或低于正常人体温度。例如，管道设定点可以是在约25°C-37°C、28°C-35°C、30°C-34°C的范围、或任何适合的范围内的设定点。作为另一个实例，出口设定点可以是在约22°C-35°C、25°C-33°C、27°C-31°C的范围、或任何其他适合范围内的设定点。管道设定点和出口端设定点可以彼此对应。在非限制性实例中，当管道设定点为34°C时，出口设定点可以为约31°C。由于以NIV疗法模式接受呼吸疗法的患者的体温为约37°C，因此在该非限制性实例中，呼出空气可以为或略低于37°C。如果存在倒流状况，则呼出气体可以在吸气导管的患者端处被接收，从而导致高于管道设定点的管道温度。例如，在图2A和图2C中所示的倒流状况下，可能出现高于管道设定点的管道温度。在倒流情形下，管道温度可以持续延长

的时间段地超过管道设定点。例如,增湿系统可以进一步确定管道温度超过管道设定点所持续的时间段是否比预定阈值时间更长。

[0081] 由于在倒流状况下,管道温度可以高于管道设定点,则控制器可以使得吸气导管的吸气导管热源具有0%或非常低的占空比。以错误的方式移动穿过吸气导管的气体可能冷却,因为吸气导管热源不加热流经吸气导管的气体。当经冷却气体到达增湿器出口时,该出口处的温度传感器可以检测到低于出口设定点的出口温度。这可能导致增湿器热源具有第一占空比以用于加热增湿器中的气体。该第一占空比可以是大到足以引起增湿器入口和出口处的温度变化的任何占空比。该第一占空比可以是最大占空比或大致最大占空比。小于最大占空比的占空比仍可以改变温度,但是可能花费更长的时间才能测量该变化,相应地可以使用其他适合的占空比。由于应用第一占空比,在倒流状况下,入口温度可以超过出口温度和设定点两者。

[0082] 该过程可以指导控制器在NIV疗法模式中直接将入口温度与出口温度进行比较。在正常操作中,入口温度低于出口温度,这是因为增湿器热源温度足够热而使得气体在从入口行进到出口时被加热。因此,如果入口温度高于出口温度,则可以向使用者提供倒流状况的指示。

[0083] 还可以实现如图5B所示的多步骤被动过程520。如图5B所示,在控制器开始522实施倒流检测过程520之后,在步骤524中,控制器可以确定管道温度是否高于管道设定点。如果管道温度低于管道设定点,则在步骤540中,控制器可以确定不存在倒流状况。在步骤540中,该系统可以输出没有检测到倒流状况的指示、不输出指示、和/或开始通气和/或增湿疗法或继续其当前通气和/或增湿疗法。如果管道温度高于管道设定点(这指示了吸气导管热源未在加热吸气导管,并且增湿器热源可能在加热增湿器中的气体),则在步骤526中,控制器可以检查入口温度是否高于出口温度或高于出口设定点。在正常流动状况下,入口温度低于出口温度,这是因为气体在离开增湿器出口时被加热。如果入口温度没有超过出口温度或出口设定点,则在步骤540中,系统可以输出没有倒流状况的指示。该系统可以开始呼吸疗法或继续其当前呼吸疗法。

[0084] 继续参照图5B,如果入口温度超过出口温度或出口设定点,则在步骤528中,系统可以可选地进一步确定入口温度是否高于环境温度,作为对可能存在倒流状况的额外确认。确切地,在向前流动状况下,入口温度大致等于或低于环境温度,这是因为大多数气体源供应环境空气或来自气体罐的气体。在任一情况下,不可能的情况是,气体源供应的气体的温度(如用入口温度指示)可以超过环境温度。环境温度还可以由可选的环境传感器测得、由使用者手动输入、或者从气体源被接收。

[0085] 在步骤526中确定入口温度高于出口温度或设定点之后,或者在步骤528中确定入口温度也高于环境温度之后,在步骤530中控制器可以输出倒流状况的指示。过程520可以在步骤528中检查入口温度是否高于环境温度、然后在步骤526中检查入口温度是否也高于出口温度或出口设定点。过程520还可以在步骤526中检查入口温度是否高于出口温度和设定点两者。过程520还可以可选地以任何顺序检查入口温度是否高于出口温度、设定点、和环境温度中的所有。进一步,控制器可以确定,在增湿器中可能存在倒流状况。该系统可以用本文所描述的方法来警示使用者。

[0086] 被动过程-管道超温测试

[0087] 被动过程还可以使用管道温度作为参考点。这样的过程可以被配置用于侵入性疗法模式或高流量疗法模式,但是该过程可以被配置用于任何疗法模式。在侵入性或高流量疗法模式中,管道设定点可以大约处于或高于正常人体温度。在侵入性疗法模式中,管道设定点可以为约40°C,并且出口设定点可以为约37°C。在高流量疗法模式中,管道设定点可以为约36°C-40°C,并且出口设定点可以为约33°C-37°C。由于接受呼吸疗法的患者的体温可以为约37°C,因此呼出空气可以处于或略低于37°C。如果存在倒流状况,则呼出空气可以在吸气导管的患者端处被接收,从而导致管道温度降低到低于管道设定点。例如,在图2A和图2D的倒流状况下,可能出现低于管道设定点的管道温度。

[0088] 当在倒流状况下呼出气体从患者流到增湿器时,吸气导管热源可以以最多第一吸气导管热源占空比来加热所述气体。该第一吸气导管热源占空比可以是最大占空比或大致最大占空比。可以启用吸气导管热源,因为如果管道温度低于管道设定点,则控制器被编程来对吸气导管热源供电。控制器被配置用于甚至在倒流状况下仍使管道温度达到设定点,这是因为现有增湿系统中的控制器未被配置用于直接或间接地检测倒流状况。

[0089] 图6展示了使用管道温度作为参考点来检测倒流状况的指示的示例性被动“管道超温”过程620。在控制器开始622实施过程620之后,在步骤624中控制器可以确定管道温度是否低于管道设定点。在步骤640中,控制器可以将低于管道设定点的管道温度解释为不指示倒流状况。在步骤640中,该系统可以输出没有检测到倒流状况的指示、不输出指示、和/或开始通气和/或增湿疗法或继续其当前通气和/或增湿疗法。

[0090] 如果管道温度低于管道设定点,则在步骤626中,控制器可以检查出口温度是否高于管道温度。由于管道温度低于管道设定点,则吸气导管热源可以加热吸气导管以试图使在该吸气导管中行进的气体达到管道设定点。在正常的流动状况下,离开增湿器出口的气体的温度可以比吸气导管的患者端处的气体的温度更低。当开启吸气导管热源时,加热梯度可以从出口到患者端上升。如果出口温度不高于管道温度,则控制器可以将该结果解释为不指示倒流状况。在步骤640中,该系统可以输出没有检测到倒流状况的指示、不输出指示、和/或开始通气和/或增湿疗法或继续其当前通气和/或增湿疗法。

[0091] 继续参照图6,如果管道温度低于出口温度,则在步骤630中,控制器可以输出倒流状况的指示。由于较冷的呼气空气可能在从患者端到增湿器出口的颠倒方向上流动,因此控制器可以确定吸气导管可能已经不正确地连接。该系统可以用本文所描述的方法来警示使用者。

[0092] 本文所描述的被动倒流检测过程可以是有利的,因为系统向患者提供的呼吸或通气疗法和/或增湿疗法不中断,从而使患者更方便、同时还通过检测倒流状况和/或不正确连接来确保患者安全。在幕后运行被动过程不需要该控制器的额外处理,因为不需要在疗法模式之外加热吸气导管热源或增湿器热源。对吸气导管热源和增湿器热源的控制可以正常工作。进一步,在可以实施被动过程之前,不需要等待吸气导管热源或增湿器热源达到稳定状态或特定温度。

[0093] 主动过程-增湿器热源高占空比(或功率)测试

[0094] 本文所描述的被动过程是依赖于控制器的。为了使被动过程起作用,需要在被动过程中构建系统的控制器设置。在可能已知控制器操作时,例如当使用者预设控制器操作时,被动过程可以是有效的。相比之下,主动过程可以独立于控制器,比如增湿器热源控制

器、吸气导管热源控制器、和/或类似物。在控制器操作为未知时，主动过程可以是有效的。

[0095] 图7A至图7B展示了示例性主动过程720、721。如图7A至图7B所示，在步骤722中，控制器可以首先将增湿器热源占空比主动地驱动至第一占空比。该第一占空比可以为约100%。主动过程720、721可以有利地独立于增湿器热源控制器来实施。在实施主动过程720、721时，控制器可以中断在系统中运行的疗法。该疗法可以是呼吸或通气疗法、和/或增湿疗法。与在被动过程500中一样，在正常流动状况下，预期出口温度高于入口温度，因为当气体从增湿器入口流向增湿器出口时，气体可以被增湿器热源以第一占空比来加热。第一占空比大到足以加热增湿器热源，以致使增湿器入口和出口处出现温度变化。如果存在倒流状况，气体可以相反地从出口到入口被加热。如图7A所示，在步骤724中，控制器可以确定入口温度是否高于出口温度。如图7B所示，在步骤725中，控制器可以确定入口温度的变化是否高于出口温度的变化。

[0096] 如果入口温度低于出口温度，或者如果入口温度变化小于出口温度变化，则在步骤740中，控制器可以将结果解释为不指示倒流状况。在步骤740中，该系统可以输出没有检测到倒流状况的指示、不输出指示、和/或开始通气和/或增湿疗法或继续其当前通气和/或增湿疗法。如果入口温度高于出口温度，或者如果入口温度变化大于出口温度变化，则在步骤730中，系统可以输出倒流状况的指示。此外，控制器可以确定与增湿器的连接可能不正确。控制器还可以将增湿器入口和出口处的绝对温度和温度变化两者以任何顺序进行比较。系统可以用本文所描述的方法来向使用者警示不正确连接。在使用者纠正系统中的倒流状况之前，系统可能不会恢复被中断的疗法。

#### [0097] 主动过程-吸气导管热源高占空比(或功率)测试

[0098] 图8A至图8B展示了示例性主动过程820、821。如图8A至图8B所示，在步骤822中，控制器可以首先将吸气导管热源占空比主动地驱动至第一占空比。该第一占空比可以为约100%。第一占空比大到足以加热吸气导管热源，以致使增湿器出口和吸气导管的患者端处出现温度变化。主动过程820、821可以有利地独立于吸气导管热源控制器来实施。在实施主动过程820、821时，控制器可以中断在系统中运行的疗法。该疗法可以是呼吸或通气疗法、和/或增湿疗法。与在被动过程600中一样，在正常流动状况下，由于吸气导管中的加热梯度，预期管道温度高于出口温度。如果存在倒流状况，则未加热气体可能进入吸气导管的患者端、并且随着气体到达增湿器出口而被加热，从而导致管道温度低于出口温度。如图8A所示，在步骤824中，控制器可以确定管道温度是否低于出口温度。如图8B所示，在步骤825中，控制器可以确定管道温度的变化是否小于出口温度的变化。

[0099] 如果管道温度高于出口温度，或者如果管道温度变化大于出口温度变化，则在步骤840中，控制器可以将结果解释为不指示倒流状况。在步骤840中，该系统可以输出没有检测到倒流状况的指示、不输出指示、和/或开始通气和/或增湿疗法或继续其当前通气和/或增湿疗法。如果管道温度低于出口温度，或者如果管道温度变化小于出口温度变化，则在步骤830中，系统可以输出倒流状况的指示。此外，控制器可以确定吸气导管的连接可能不正确。控制器还可以将患者端和增湿器出口处的绝对温度和温度变化两者以任何顺序进行比较。系统可以用本文所描述的方法来向使用者警示不正确连接。在使用者纠正系统中的倒流状况之前，系统可能不会恢复被中断的疗法。

[0100] 除了是独立于增湿器热源/丝控制器的之外，在步骤724、725、824、825中，主动过

程720、721、820、821可以有利地产生可更容易检测到的温度差,因为吸气导管热源或增湿器热源被驱动至高加热能力。该更高的加热能力可以是最大或基本上最大占空比。

[0101] 主动过程-上游和下游温度梯度测试

[0102] 图9A至图9C展示了增湿系统的传感器和加热器的组合910、920、930,这些组合可以实施将上游和下游温度梯度进行比较的主动倒流检测过程。这些过程可以从初始的“冷”、和/或未加热的启动状况进行。这些过程可以在启动之后、比如在增湿系统的正常操作期间通过提供加热方案来进行。传感器位置处的温度梯度可以是温度传感器测量值的变化率。在正常的流动状况下,当增湿系统的(多个)加热器从初始的未加热条件加热时,预期在下游温度传感器处观察到的温度梯度高于在上游温度传感器处观察到的温度梯度。这是因为,在正常的流动状况下,随着气体从气体源流经增湿器和吸气导管、流向患者接口,气体流被加热。

[0103] 各个传感器可以是上游或下游温度传感器。这些传感器可以包括增湿器出口温度传感器、增湿器入口温度传感器、和/或患者端温度传感器。对于主动过程,各个加热器可以被加热。加热器可以包括增湿器热源和/或吸气导管热源。如图9A所示,主动过程可以利用以下组合910,该组合包括增湿器出口温度传感器作为上游传感器912、吸气导管热源作为加热器914、以及患者端温度传感器作为下游传感器916。可以停用增湿器热源。如图9B所示,主动过程可以利用以下组合920,该组合包括增湿器入口温度传感器作为上游传感器922、增湿器热源和吸气导管热源作为加热器924、以及患者端温度传感器作为下游传感器926。如图9C所示,主动过程可以利用以下组合930,该组合包括增湿器入口温度传感器作为上游传感器932、增湿器热源作为加热器934、以及增湿器出口温度传感器作为下游传感器936。可以停用吸气导管热源。

[0104] 图10展示了利用图9A的组合910的示例性主动检测管理器1000。用于检测增湿器出口温度的增湿器出口温度传感器可以是上游传感器。用于检测患者端温度的患者端温度传感器可以是下游传感器。主动检测管理器1000可以利用其他组合,比如图9B和图9C的组合920、930。

[0105] 在步骤1004中,主动检测管理器1000可以处于闲置状态。在闲置状态下,主动检测管理器1000可以等待系统自测完成。该系统自测可以检查硬件断开和/或故障、和/或包括探针离开测试。在自测期间,一些传感器可能无法使用。例如,在流量传感器可以用于检测流量之前,所述传感器可能需要被加温。在自测期间,控制器可能不能进行加热控制。在步骤1004中,主动检测管理器1000还可以等待气体流被检测。

[0106] 在完成自测之后,在步骤1008中,主动检测管理器1000可以对吸气导管中的吸气导管热源供能。主动检测管理器1000可以提供100%占空比或功率,直至患者端温度传感器检测到的管道温度达到预设阈值温度或最大极限值一次或持续预定的持续时间。功率可以是恒定功率、或者为具有已知模式的可变功率,该已知模式可以是脉冲模式或波形等。该最大极限值可以为约40°C。可以停用增湿器热源。如果管道温度或增湿器热源温度超过阈值,则主动检测管理器1000可以停止对吸气导管热源供能。该阈值可以是最大安全温度极限值。管道或增湿器热源温度由于暖启动、或者由于吸气导管与增湿器暂时断开而可能超过阈值。当系统未冷却到环境温度时,可以通过启动该系统来进行暖启动。

[0107] 在步骤1008中,主动检测管理器1000可以监测患者端温度传感器和增湿器出口温

度传感器测得的温度梯度并将其进行比较。如图12A和12B所示(展示了图11A至图11D中用虚线包围的区域),在启用吸气导管热源之后、当气体流处于向前方向而持续一定时间量时,在患者端处检测到的温度梯度大于在增湿器出口处的温度梯度。在附图中所展示的实例中,该时间量为大致200秒,但是本领域技术人员应了解的是,该时间量取决于许多因素,比如环境温度条件、流量、对吸气导管热源供应的功率。该时间量可以在以下范围内的时间:约5秒至10分钟、10秒至4分钟、10秒至3分钟、10秒至200秒、10秒至100秒、和/或50秒至100秒。在增湿器出口处,气体由于增湿器热源被停用而未被加热。在吸气导管的患者端处,在正常流动下,气体由于吸气导管热源被供能而被加热。可以将吸气导管热源供能至最大占空比或恒定功率、或者为具有已知模式的可变功率,该已知模式可以是脉冲模式或波形等。

[0108] 如图12A至图12B所示,在启用吸气导管热源之后、当气体流处于颠倒方向而持续一定时间量时,在增湿器出口处检测到的温度梯度大于在患者端处的温度梯度。在附图中所展示的实例中,该时间量为大致200秒,但是本领域技术人员应了解的是,该时间量取决于许多因素,比如环境温度条件、流量、对吸气导管热源供应的功率。该时间量可以在以下范围内的时间:约5秒至10分钟、10秒至4分钟、10秒至3分钟、10秒至200秒、10秒至100秒、和/或50秒至100秒。到达增湿器出口处的气体已经被吸气导管热源加热,从而使增湿器出口处的温度快速地升高。到达吸气导管的患者端处的气体可能未被加热。由于呼出气体流从经加热呼气导管行进到经加热吸气导管,可以存在患者端处的温度梯度。当增湿器具有水时,或者当增湿器处于没水状况时,患者端和增湿器出口处的温度梯度可以具有相似的趋势。

[0109] 如上文所描述的,主动检测管理器1000可以对不同的加热器供能以检测倒流状况。在步骤1008中,主动检测管理器1000可以对增湿器热源、或增湿器热源与吸气导管热源的组合供能。主动检测管理器1000可以监测由不同温度传感器检测到的温度梯度。增湿器入口温度传感器可以是上游传感器,并且患者端温度传感器或增湿器出口温度传感器可以是下游传感器。

[0110] 当启动管理器1000基于上游和下游温度传感器的温度梯度差而检测到倒流状况时,如上文所描述的,在步骤1012中,主动检测管理器1000可以输出倒流的设置错误。输出倒流错误可以触发警报消息。该消息可以是视频、文本、图片、或其组合形式。该消息可以包含改正措施的指令。主动检测管理器1000可以在检测到错误时停止对吸气导管热源或其他被启用的加热器供能。

[0111] 当启动管理器1000确定气体流处于向前方向时,主动检测管理器1000可以前进到步骤1016。在步骤1016中,主动检测管理器1000可以对增湿器热源供能以检测没水状况。没水状况可以指示,增湿器是空的(零水位),或者增湿器内的水位低于最小阈值时。该最小阈值可以是任何适合的阈值,比如在小于约10mm、9mm、8mm、7mm、6mm、5mm、4mm、3mm、2mm、和/或1mm的范围内。该阈值可以至少部分地基于流量、增湿器的类型、任何其他系统参数、和/或任何其他环境条件而改变。主动检测管理器1000可以对增湿器热源供能持续设定时间段或达到设定点温度。增湿器热源可以以恒定功率、或者以具有已知模式的可变功率被供能,该已知模式可以是脉冲模式或波形等。该恒定或可变功率可以是任何适合的功率,并且本领域技术人员应了解的是,高功率产生较快的结果、但是具有过热的潜在风险,而低功率可能

产生较慢的结果、具有降低的过热风险、但是可能更容易受到环境条件的影响。该恒定或可变功率可以是在以下范围内的电功率:约10-250W、50-200W、25-175W、50-150W、75-125W、100W和/或150W。如果增湿器热源超过阈值,主动检测管理器1000可以停止对增湿器热源供能。该阈值可以是最大安全温度极限值。在步骤1016中,主动检测管理器1000可以对增湿器热源、或者增湿器热源和吸气导管热源两者供能。当对吸气导管热源和增湿器热源两者供能时,可以对增湿器热源供应具有已知模式的恒定功率或可变功率,如上文所讨论的。

[0112] 在步骤1016中,主动检测管理器1000可以监测增湿器热源处的温度梯度。如图13所示,当增湿器处于没水状况时与在启用增湿器热源之后当增湿器的水位大于零或最小阈值而持续一定时间量时相比,增湿器热源处的温度梯度较大。在附图所展示的实例中,该时间量为大致150秒,但是本领域技术人员应了解的是,该时间量取决于许多因素,比如环境温度条件、流量、对吸气导管热源供应的功率。该时间量可以在以下范围内的时间:约5秒至10分钟、10秒至4分钟、10秒至3分钟、10秒至200秒、10秒至100秒、50秒至150、和/或50秒至100秒。在向前流动状况和倒流状况下,当增湿器处于没水状况时与当增湿器不是处于没水状况时相比,增湿器热源处的温度梯度可以更大。当没有足够的水来充当散热器吸收来自增湿器热源的热量时,增湿器热源的温度可以更快速地升高。主动检测管理器1000可以将增湿器热源处的温度梯度与预定阈值温度梯度进行比较。如果该温度梯度超过阈值,则增湿器可以处于没水状况。

[0113] 当启动管理器1000检测到没水状况时,如上文所描述的,在步骤1020中,主动检测管理器1000可以输出没水的设置错误。输出没水错误可以触发警报消息。该消息可以是视频、文本、图片、或其组合形式。该消息可以包含改正措施的指令。主动检测管理器1000可以在检测到错误时停止对增湿器热源或其他被启用的加热器供能。

[0114] 当启动管理器1000确定增湿器包含水或者增湿器内的水位高于最小阈值时,主动检测管理器1000可以前进到步骤1024。在步骤1024中,主动检测管理器1000可以退出,并且控制器可以开始增湿系统的正常操作。

[0115] 运行增湿系统的主动检测管理器1000可以有助于检测倒流状况、检测增湿器内水用完、和/或使吸气管道的未加热部分中冷凝物最少。主动检测管理器1000可以在启动时对增湿器热源和/或吸气导管热源进行独立且可预测的控制以帮助实现故障检测。

[0116] 功耗和/或基于流量的被动过程

[0117] 可以基于除了温度之外的参数来检测倒流状况。例如,图14展示了基于流量测量进行的被动倒流检测过程1420。如上文所描述的,增湿系统在增湿器入口和/或出口处可以包括热敏电阻。在开始1422倒流检测过程之后,控制器可以通过首先对热敏电阻施加电压来将该热敏电阻加热并且基于该热敏电阻的功耗来间接地测量流量,而致使该热敏电阻作为流量传感器起作用。在步骤1423中,控制器可以接收来自增湿器入口和出口处的热敏电阻流量传感器的所确定流量输入。增湿系统可能不能直接检测倒流状况,因为这些热敏电阻流量传感器是全向流量传感器。还可以存在专用的定向和/或非定向流量传感器,这些传感器中的任一个可能不需要在增湿器入口和/或出口进行加热。可以通过监测该系统不同位置处的流量测量值的变化来检测倒流状况。这些不同位置可以包括例如在增湿器入口和出口处或附近。这些流量测量值可以在整个系统中变化、并且由于不同的几何形状而偏离系统的流量设定点。

[0118] 如图14所示,在步骤1425中,控制器可以将测得的入口流量与出口流量进行比较。例如,可以将增湿器入口和增湿器出口的流量波形进行比较。在系统的正常操作中,增湿器出口处的测得流量与增湿器入口处相比较大。这是因为当气体沿正确方向流动时,增湿器出口的形状可以用作喷嘴,而增湿器入口的形状可以用作气体的扩散器。因此,在增湿器入口处气体可以移动经过扩散器,并且在增湿器出口处气体可以移动经过喷嘴。增湿器入口和出口处的形状差异可以引起气体速度的变化,其中增湿器入口处的速度较小,而增湿器出口处的速度较大。如果入口流量小于出口流量,则在步骤1440中,控制器可以将结果解释为不指示倒流状况。在步骤1440中,该系统可以输出没有检测到倒流状况的指示、不输出指示、和/或开始通气和/或增湿疗法或继续其当前通气和/或增湿疗法。如果存在倒流状况,如图2A至图2C和图3B所示,增湿器出口处的流量可以小于增湿器入口处的流量。在步骤1430中,系统可以输出倒流状况的指示。在步骤1430中,系统还可以输出与增湿器的连接可能不正确的指示。在步骤1430中,系统可以停止疗法。系统可以用本文所描述的方法来向使用者警示这些不正确状况。在使用者纠正系统中的倒流状况之前,系统可能不会恢复被中断的疗法或者开始新的疗法。

[0119] 作为另一个实例,在步骤1425中,控制器可以将增湿器入口和增湿器出口处的热敏电阻流量传感器的功耗曲线进行比较。与在基于流量的过程1420中一样,控制器需要首先施加电压来加热该热敏电阻。功耗方法可以取决于气体源的类型、并且可能需要确认呼吸的阶段并且分别将这些阶段的在增湿器入口和出口处的功耗值进行比较。例如,波形上的较高值可以标识呼气阶段,并且较低值可以标识吸气阶段。在正常的流动状况下,出口传感器上的功耗与入口传感器上相比可能较小,因为气体在离开增湿器出口时已经经增湿器热源加热。在倒流状况下,与入口传感器相比,出口传感器上的功耗可能较大,因为冷的气体可以移动跨过出口传感器。在美国临时申请号62/362709中描述了使用增湿器入口和出口处的功耗曲线来检测倒流状况的额外细节。

[0120] 控制器还可以将增湿器入口和出口处的流量和功耗两者以任何顺序进行比较。可以使用这些倒流检测过程之一来交叉检查另一个倒流检测过程的准确性。

[0121] 可以在倒流检测过程1420之前,用零点参考点来校准流量传感器。当不存在气体流时,可以将流量传感器校准为零读数。当端口盖仍然置于增湿器入口上时,或者当增湿器系统指示要校准流量传感器而使用者至少覆盖增湿器的入口端口时,增湿系统可以没有气体流。替代性地,使用者或端口盖可以覆盖入口和出口两者。使用者还可以用手来覆盖一个或多个端口。系统可以在显示屏上用提示来提供校准指令。

[0122] 一些增湿系统可以包括一个或多个定向流量传感器以直接检测倒流状况。通过该一个或多个定向流量传感器来检测倒流状况可以提示增湿系统输出可能的不正确连接的警报。这些可能的不正确连接可以包括在增湿系统的安装期间,增湿器入口和出口被交换或混合,或者在增湿系统的安装期间,呼吸机入口和出口被交换或混合。虽然(多个)定向传感器可以指示气体是否在从优选方向沿颠倒方向流动,但是该(多个)传感器可能不指示任何导管是否不正确地附接,比如图2B和图2D中。

[0123] 使用传感器测量值和/或系统参数的被动过程

[0124] 上文所描述的倒流状况检测过程可以被配置用于在增湿系统已达到稳定状态时运行。当来自增湿系统中的一个或多个传感器的读数基本上稳定时,该增湿系统可以处于

稳定状态。在来自该一个或多个传感器的读数基本上稳定之前的瞬时状态期间,也可以实施被动过程。虽然下文描述的实例是结合瞬时传感器测量值和/或其他参数来描述的,但是下文描述的过程也可以应用于用于检测倒流状况的稳定状态传感器测量值和/或其他参数。

[0125] 在瞬时状态期间,传感器输入可以是增大的、减小的和/或波动的。监测到的系统参数可以包括原始值、原始传感器数据、和/或推导值或衍生值。原始值可以包括加热功率、传感器测量值、疗法模式、和/或其他。加热功率可以是例如增湿器热源、和/或吸气导管热源的各个部分的加热功率,比如HW1和HW2,如下文解释的。这些传感器测量值可以是例如入口温度、增湿器热源温度、出口温度、管道温度、流量、和/或经过滤或未过滤流量。增湿器和/或呼吸疗法模式可以包括例如侵入性、面罩、非侵入性、高流量、Optiflow™、新生儿、麻醉或其他疗法模式。推导值或衍生值可以包括测量值与设定值之间的误差、经过滤或未过滤波值、参数值之差、参数之比、布尔条件、梯度、和/或积分、数学函数、和/或其组合。设定点值可以包括例如增湿器热源设定点、出口设定点、或管道设定点。参数值之差可以包括例如两个温度和/或流量传感器的读数之差。参数之比可以包括例如不同传感器的读数之比。布尔条件可以包括例如参数是高于还是低于阈值。梯度和/或积分可以包括例如最近过去的监测参数数据。数学函数可以包括例如参数值的指数。

[0126] 增湿系统的控制器还可以可选地观察朝向稳定状态移动的各个系统参数。控制器可以预测稳定状态值可能是什么。可以使用用于预测参数的轨迹的模型或其他预测模式来执行预测。控制器可以对预测的稳定状态值运行上述被动倒流检测过程中的一个或多个,以预测倒流状况的可能性。

[0127] 控制器还可以可选地首先检测外部条件是否已经稳定。外部条件的实例可以包括气体流动。控制器可以通过查找变化的和/或不稳定的系统参数的模式来运行被动瞬时倒流检测过程。这些系统参数可以是上文所描述参数中的一个或多个参数。控制器可以对不同的疗法模式、不同的流量范围、和/或其他参数使用不同的算法。增湿系统可以包括存储了查找表的存储器,这些查找表包含可以区分倒流状况和向前流动状况的已知行为的集合。控制器可以被配置用于确定当前状况更接近表中的倒流行为还是向前流动行为。对于表中不存在的状况,控制器可以基于该表进行插值。控制器可以预测倒流状况存在的可能性。

[0128] 下表提供了在倒流和向前流动状况下的稳定状态时的示例性参数,并且指示了这些示例性参数在用于确认倒流状况或设置错误状况的算法中可以是有用的。这是因为倒流状况与向前流动状况下的稳定状态值之差足够大,而能以合理的置信度展示它们并非完全由正常的测量误差、疗法条件、流速和/或环境条件引起,而是可能是由于某些设置错误和/或倒流状况引起。

参数	倒流	向前流动
入口温度 (°C)	<b>43.07</b>	<b>23.30</b>
出口温度 (°C)	<b>37.4</b>	<b>35.2</b>
绝对误差 [0129] (   测量值 - 设定点   ) ( °C )	<b>6.47</b>	<b>0.04</b>
入口温度/出口温度	<b>1.01</b>	<b>0.68</b>
吸气导管热源功率/增湿器热源温度	<b>0.71</b>	<b>0.01</b>

[0130] 图15A至图15B展示了变化的和/或不稳定的系统参数的模式的实例。如图15A和图15B所示,在向前流动时,增湿器出口处的温度接近、并且最终达到出口设定点温度。在倒流时,增湿器出口处的温度未到达或接近出口设定点温度。这可能是由于气体来自与预期不同的来源。例如,在倒流期间,如果气体来自气体源或患者的呼气、而不是来自增湿器,则管道温度可以低于其设定点温度。这还可以是由于气体被在传感器下游而不是上游的加热器加热从而导致可能高于或低于设定点温度的温度,例如,上游温度可以高于设定点,因为在倒流期间,气体被吸气导管热源加热。

[0131] 如果系统基于不稳定参数的模式来检测倒流状况,则该系统可以以上文所描述的方式来输出倒流错误警报。控制器可以被配置用于在检测到倒流状况、和/或发出倒流错误警报时检查流量的突然变化。控制器可以在系统的外部条件变得不稳定时禁用该警报。例如,控制器可以在检测到突然的流量变化时禁用该警报。控制器可以可选地等待流量和/或其他不稳定外部条件稳定。控制器可以恢复上文所描述的被动倒流检测过程。

[0132] 图16展示了基于在瞬时状态期间的一个或多个检测到的参数的示例性被动倒流检测过程1620。在开始1622倒流检测过程之后,在步骤1623处,控制器可以接收本文描述的来自各个传感器的瞬时状态输入和/或系统参数。所监测的参数的实例可以包括例如增湿器入口温度、增湿器出口温度、增湿器出口设定点、流量、增湿器热源功率、和/或管道温度。

[0133] 在步骤1624中,控制器可以使用某些用于计算倒流预测数的算法来将各个传感器输入和/或系统参数组合。该过程可以通过组合这些参数来有利地改善倒流状况检测的置信度,这些参数可能单独地是以较低的置信度预测倒流状况。

[0134] 该过程可以评估例如增湿器入口温度、增湿器出口温度误差(测得增湿器出口温度与设定点之差)的绝对值、流量与增湿器热源功率之比、测得增湿器入口温度与增湿器出口设定点之比、以及测得增湿器入口温度与测得管道温度之比。本领域普通技术人员从本文的披露内容可以理解,可以使用其他比率。示例性算法可以通过计算例如A\*(增湿器入口温度+B\*|增湿器出口温度-增湿器出口设定点|+C\*(流量÷增湿器热源功率)+D\*(增湿器入口温度÷增湿器出口设定点)+E\*(增湿器入口温度/管道温度)+F来获得倒流预测数,其中A、B、C、D、E、以及F可以是系数。这些系数可以通过使用学习软件、通过实验和/或其他方法

凭经验推导出。例如,学习软件可以根据多个倒流数据集和多个向前流动数据集来推导出这些系数中的一个或多个系数。倒流和/或向前流动数据集可以包括不同的外部条件,比如流量、环境温度、或其他。这些系数可以取决于提供给学习软件的参数和/或数据集而变化。

[0135] 该过程还可以评估例如经过滤或未过滤流量、增湿器出口温度误差(测得增湿器出口温度与设定点之差)的绝对值、测得增湿器入口温度与测得管道温度之比、以及给吸气导管热源的至少一部分的经过滤或未过滤功率(“吸气导管热源功率”)与增湿器热源温度之比。本领域普通技术人员从本文的披露内容可以理解,可以使用其他比率。示例性算法可以通过计算例如 $G * \text{经过滤或未过滤流量} + H * |\text{增湿器出口温度} - \text{增湿器出口设定点}| + I * (\text{增湿器入口温度} / \text{管道温度}) + J * (\text{经过滤或未过滤吸气导管热源功率} / \text{增湿器热源温度})$ 来获得倒流预测数,其中G、H、I、以及J使可以凭经验推导出的系数。例如,G、H、I、以及J可以与上文所描述的A、B、C、D、E、以及F类似的方式来推导出。

[0136] 在步骤1625中,控制器可以确定预测数是否大于零。如果预测数大于零,则在步骤1630中,控制器可以输出以下指示:可能存在倒流状况。如果预测数不大于零,则在步骤1640中,检测到没有倒流。在步骤1640中,该系统可以输出没有检测到倒流状况的指示、不输出指示、和/或开始通气和/或增湿疗法或继续其当前通气和/或增湿疗法。可以使用除了预测数大于零之外的不同阈值来指示倒流状况。例如,0或更小的数可以指示向前流动。在0与100之间的任何数可以指示倒流状况的可能性,数越大指示倒流状况的可能性越大。此外,计数器和/或随时间的累计值可以用于建立置信度。在实例中,系统可能需要预测数持续一定时间段地高于阈值来触发倒流警报。

[0137] 在另一个实例中,可以通过仅监测单一参数来检测倒流。例如,如果流量传感器读数显著高于预期值,则存在倒流状况的可能性。

[0138] 虽然本文关于增湿器和/或吸气导管(比如,图2A至图2D中展示的增湿器20和/或吸气导管40)中的倒流状况描述了被动过程和主动过程,但是这些过程可以以多种不同的组合来用于检测增湿系统中的各个位置处的倒流状况和连接错误。此外,一个过程可以用于验证另一个过程是否正确地确认倒流状况的指示。系统可以在被动与主动检测过程之间切换、和/或在系统处于被动检测模式或主动检测模式时在各个过程之间切换。

[0139] 替代性地或额外地,还可以使用其他传感器来检测倒流,比如使用如上文所描述的定向流量传感器、差压传感器、激光多普勒、超声换能器、入口和/或出口湿度传感器、和/或机械传感器比如翻板、杠杆或涡轮机:

[0140] 当增湿系统检测到多个错误时,系统首先可以输出倒流警报。该多个错误可以包括倒流错误和没水错误。可能需要改正倒流状况之后才可以更可靠地检测其他错误(比如,没水错误)。当检测到流量的突然变化时,通过禁用警报,系统可以提高警报恢复的速度。

#### [0141] 呼气管道不正确连接的检测

[0142] 在需要双分支增湿系统的呼吸疗法中,重要的是监测呼气导管中的吸气导管热源的断开。如上文所描述的,双分支增湿系统可以用于基本上所有的侵入性疗法、约一半的非侵入性成人疗法、约一半的新生儿疗法、并且可能用于一些儿科疗法。在安装期间和/或在使用期间,可能发生呼气导管中的吸气导管热源的断开。这种断开可能是由于呼气导管与患者接口的不正确和/或不完整连接、或在安装期间使用者误用呼气导管。在使用期间的断开可能是由于意外断开或使用者误用而导致。

[0143] 对于某些疗法模式,吸气和呼气导管上的吸气导管热源各自作为单丝(“单区加热”)被加热。例如,非侵入性成人疗法可以通过吸气导管的单区加热来进行。增湿系统可以具有两个热源驱动器。每个驱动器可以被配置用于对这两个吸气导管热源之一供能。这两个吸气导管热源可以以低的占空比和/或最小功率被供能,本领域技术人员应理解的是,所述低的占空比和/或最小功率可以是足够高而能在该吸气导管热源被连接时供应足够功率以产生可检测电流的任何占空比。低电功率可以是优选的,因为这更安全并且将对疗法的中断最小化。这种中断可以通过仅持续短时间量地施加功率来减轻。该低的占空比可以在以下范围内:约1% - 50%、1% - 25%、1% - 10%、2% - 15%、3% - 10%、4% - 9%、2%、3%、4%、5%、6%、7%、8%、9%、10%,或任何其他适合的占空比。用于加热呼气导管热源的驱动器可以对呼气导管热源施加电压。该驱动器可以监测电路中的电流。如果电流为零或接近零,则驱动器可以输出呼气导管热源断开警报。该警报可以为上文所描述的方式。如果电流不为零或不接近零,则呼气导管热源连接至电路上。一种系统还可以在硬件和/或软件控制器对呼气导管热源施加功率时通过检测电路ID电阻器的存在来检测该呼气导管热源的断开。该系统可以在不能检测到该电路ID电阻器时确定,该呼气导管热源被断开。

[0144] 对于某些疗法模式、比如新生儿疗法或其他形式的疗法,吸气导管热源可以具有超过单区加热。图17A展示了示例性新生儿疗法增湿系统1700。呼吸增湿系统1700可以包括呼吸回路1701,该呼吸回路包括分段式吸气导管1702、和呼气导管1710。呼气导管1710可以包括呼气加热丝1712。分段式吸气导管1702可以包括第一部段1702a和第二部段1702b。第一部段1702a可以包括第一吸气加热丝1706a。第二部段1702b可以包括第二吸气加热丝1706b。

[0145] 吸气支路1702a、1702b的这些部段可以彼此相联以形成用于气体递送的单一导管。第一部段1702a可以是吸气导管1602的在保温箱1708外部的部分,并且第二部段1702b(或,保温箱延伸段)可以是吸气导管1702的在保温箱1708内部的部分。保温箱1708可以沿着吸气导管1702的不同部段、比如结合辐射加温器来产生不同的温度。第一吸气加热丝1706a和第二吸气加热丝1706b可以用于对吸气导管1702的不同部段1702a、1702b提供不同水平的热量,以减少或防止冷凝物、和/或控制被递送给使用者的气体的温度。

[0146] 控制器1722可以被配置用于在控制第一吸气加热丝1706a(“HW1”)、或控制第一吸气加热丝1706a和第二吸气加热丝1706b(“HW2”)两者之间切换。图17B展示了用于通过改变MOSFET对的切换在加热HW1与HW2之间进行切换的示例性电路图1750。系统1700可以具有两个驱动器来驱动呼气加热器丝1712、HW1和HW2。第一驱动器可以并行地对HW1和呼气加热丝1712供能。第二驱动器可以并行地对HW2和呼气加热丝1712供能。该方法的披露内容在系统包括比加热丝驱动器更多的加热丝的情况下是有用的。

[0147] 为了检测在使用期间的呼气加热丝断开,这些吸气加热丝驱动器中的至少一个可以监测电路中的电流。加热丝可以具有已知的电阻或以公差具有已知电阻。当驱动器之一被启用来对吸气加热丝施加电压时,启用的驱动器可以监测电路中的电流。该驱动器可以对呼气加热丝和HW1、或呼气加热丝和HW2施加电压。如果电流不处于或接近基于已知电压的预期值,并且/或者如果电流存在任何突然变化,则一个或多个所述吸气加热丝可能已经断开。当电流与预期值偏离了预定公差时,电流可能不处于或接近基于已知电压的预期值。当电流的(多个)变化超过阈值时,可能发生突然变化。当呼气加热丝恰当连接至电路时与

当呼气加热丝断开时相比,穿过吸气加热丝的电流可能较小。这可能是因为恰当连接的呼气加热丝降低了电路的总电阻。

[0148] 当控制器观察到电流偏离预期值和/或出现突然的电流(并因此电阻)变化时,控制器可以退出疗法模式。控制器可以输出退出疗法模式的指示。控制器可以前进到上文描述的对每个驱动器检测过程使用一个吸气加热丝,如同吸气加热丝提供单区加热。确切地,控制器可以切换成将这些加热丝驱动器重新连接至每个驱动器一个加热丝的配置、并且观察呼气加热丝上的电流。

[0149] 增湿系统可以具有基于疗法模式的可调节呼气导管热源(比如图17A的呼气加热丝)断开警报设置。该呼气导管热源断开警报在基本上始终使用双分支系统的疗法中可以保持被启用。在一些例如用于侵入性疗法的双分支系统中,警报可以通过默认而保持被启用。该呼气导管热源断开警报在基本上不是始终使用双分支系统的疗法中可以以预定间隔被启用,和/或保持禁用。间隔可以是预编程间隔和/或使用者确定的间隔。在一些例如用于非侵入性成人疗法或新生儿疗法的系统中,警报可以通过默认而保持禁用。

[0150] 虽然已经在某些实施例和实例的背景下描述了本披露,但本领域的技术人员应当理解的是,本披露在具体披露的实施例之外延伸到其他替代实施例和/或用途以及其明显的修改和等效物。此外,虽然已经详细示出和描述了本披露的实施例的若干变体,但是在本披露的范围内的其他修改对于本领域技术人员而言将是清楚的。还设想了,可以在本披露的范围内进行这些实施例的特定特征和方面的各种组合或子组合,并且其仍然落入本披露的范围内。例如,以上结合一个实施例描述的特征可以与本文所描述的不同实施例一起使用,并且该组合仍然落入本披露的范围内。应理解的是,所披露的实施例的各个特征和方面可以彼此组合或取代,以形成本披露的实施例的变化的模式。因此,意图是本披露的范围不应被上文描述的特定实施例限制。相应地,除非另外说明,或除非明显不相容,否则本发明的每个实施例除了本文所描述的其必要特征之外还可以包括本文所披露的本发明的每个其他实施例在此描述的一个或多个特征。

[0151] 结合特定方面、实施例或实例描述的特征、材料、特性或组应被理解为适用于本部分或本说明书中其他地方描述的任何其他方面、实施例或实例,除非与其不相容。在本说明书(包括任何所附权利要求、摘要和附图)中披露的所有特征、和/或所披露的任何方法或过程的所有步骤可以通过任何组合来结合,除非这样的特征和/或步骤中的至少一些的组合是互斥的。本发明不局限于任何前述实施例的细节。本保护内容扩展到在本说明书(包括任何所附权利要求、摘要和附图)中披露的特征中的任何一个新颖的特征、或任何新颖的组合,或扩展到如此披露的任何方法或过程的这些步骤中的任何一个新颖的步骤或任何新颖的组合。

[0152] 此外,本披露中在单独的实现方式的背景下所描述的某些特征也可以在单一实现方式中组合地实施。与此相反,在单一实现方式的背景下描述的不同特征也可以在多个实现方式中分开地或以任何适合的子组合的形式实施。此外,尽管某些特征在上文可能被描述为以某些组合起作用,但是在一些情况下,可以从组合中除去来自所要求保护的组合的一个或多个特征,并且该组合可以作为子组合或子组合的变体被要求保护。

[0153] 此外,虽然某些操作可以以特定顺序在附图中描绘或在本说明书描述,但此类操作不需要按所示的特定顺序或按先后顺序来执行,或者不需要所有所示操作都被执行才能

实现所希望的结果。未描绘或描述的其他操作可以被纳入这些示例性的方法和过程中。例如,可以在任何所描述的操作之前、之后、同时或之间执行一个或多个额外的操作。此外,可以在其他实现方式中将这些操作重新排列或重新排序。本领域技术人员将了解的是,在一些实施例中,所展示和/或披露的过程中采取的实际步骤可以不同于附图中所示的步骤。取决于实施例,可以去除上述某些步骤,可以添加其他步骤。此外,以上披露的特定实施例的特征和属性可以以不同方式组合以形成另外的实施例,所有这些都落入本披露的范围内。并且,上文描述的实现方式中的各种系统部件的分离不应被理解为在所有的实现方式中都要求这样的分离,而应理解的是,所描述的部件和系统通常可以被一起集成到单一产品中或打包到多个产品中。

[0154] 出于此披露内容的目的,在此描述了某些方面、优点、和新颖特征。不一定根据任何具体实施例都可以实现所有这样的优点。因此,例如,本领域技术人员应认识到,本披露可以按实现如在此所传授的一个优点或一组优点的方式来实施或实行,而不一定实现如在此可能传授或建议的其他优点。

[0155] 除非另外明确说明,或另外在如所使用的背景内理解的,否则条件性语言如“能够”“可以”“可能”或“可”一般旨在传达:某些实施例包括而其他实施例不包括某些特征、元件和/或步骤。因此,这样的条件性语言一般不旨在暗示:特征、元件、和/或步骤是一个或多个实施例无论如何都需要的,或者一个或多个实施例一定包括用于在有或没有用户输入或提示的情况下决定这些特征、元件和/或步骤是否被包含在任何具体实施例中或是将在任何具体实施例中实施的逻辑。

[0156] 本文使用的程度语言,例如本文使用的词语“大致”、“约”、“总体上”和“基本上”表示接近于所叙述的值、量或特性、但仍然起到期望作用或实现期望结果的值、量或特性。例如,术语“大致”、“约”、“总体上”和“基本上”可以指在小于所叙述的量的10%、5%、1%、0.1%、以及0.01%之内的量。另外,如本文所使用的,“逐渐地”具有其普通含义,例如,不同于非连续变化,例如阶梯状变化。

[0157] 本披露的范围不旨在受限于本部分或本说明书中其他地方的优选实施的具体披露内容,并且可以由本部分或本说明书中其他地方或未来提出的权利要求限定。权利要求的语言将基于权利要求中采用的语言广泛地解释,并且不限于本说明书中或者在申请的诉讼期间描述的实例,这些实例应被解释为非排他性的。

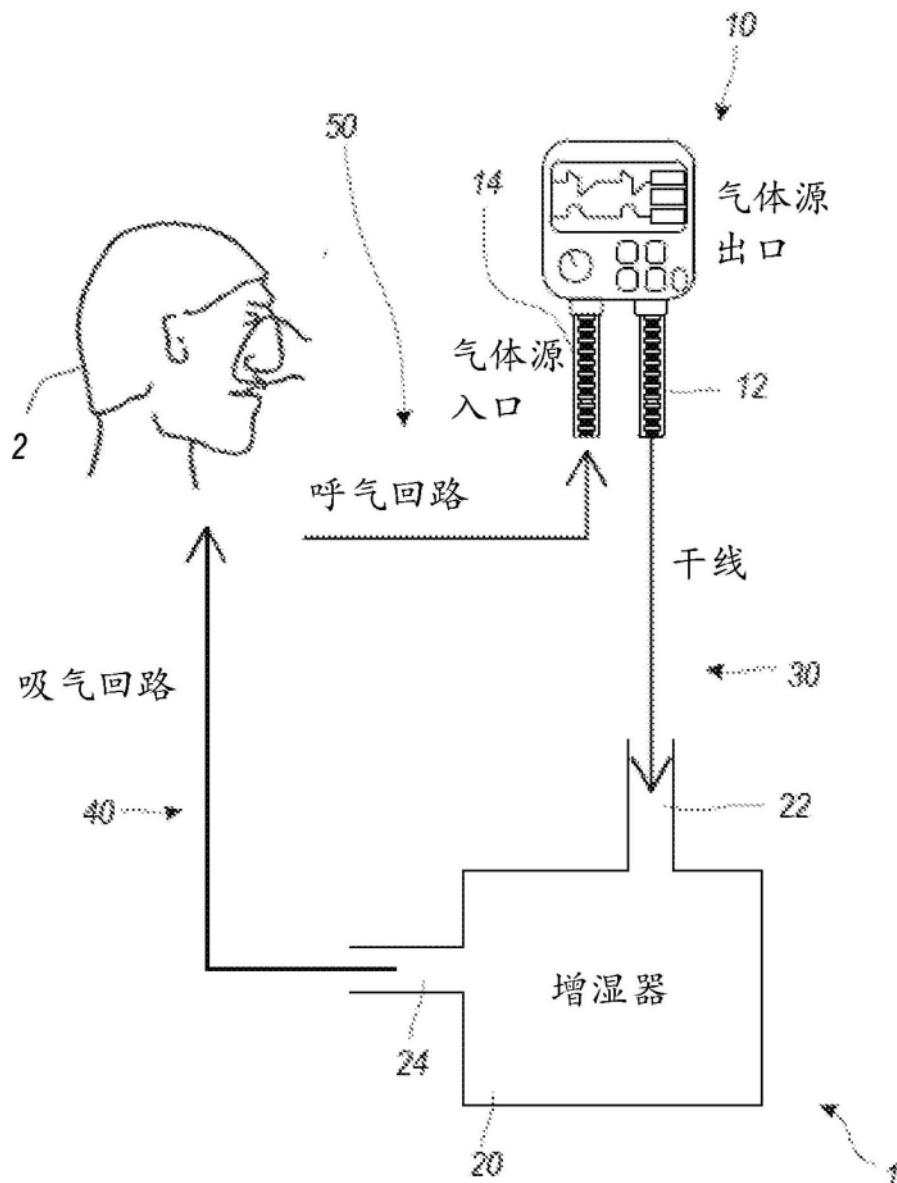


图1

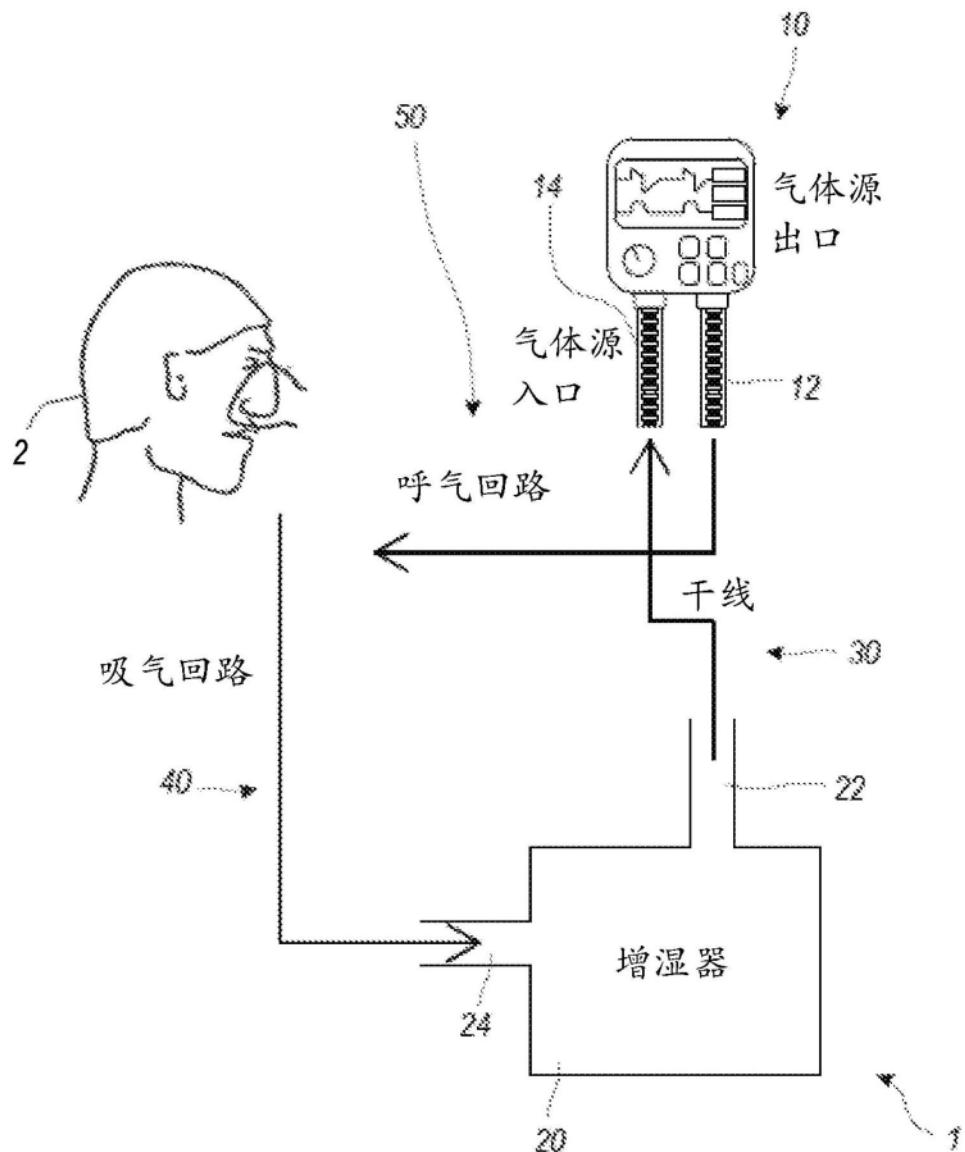


图2A

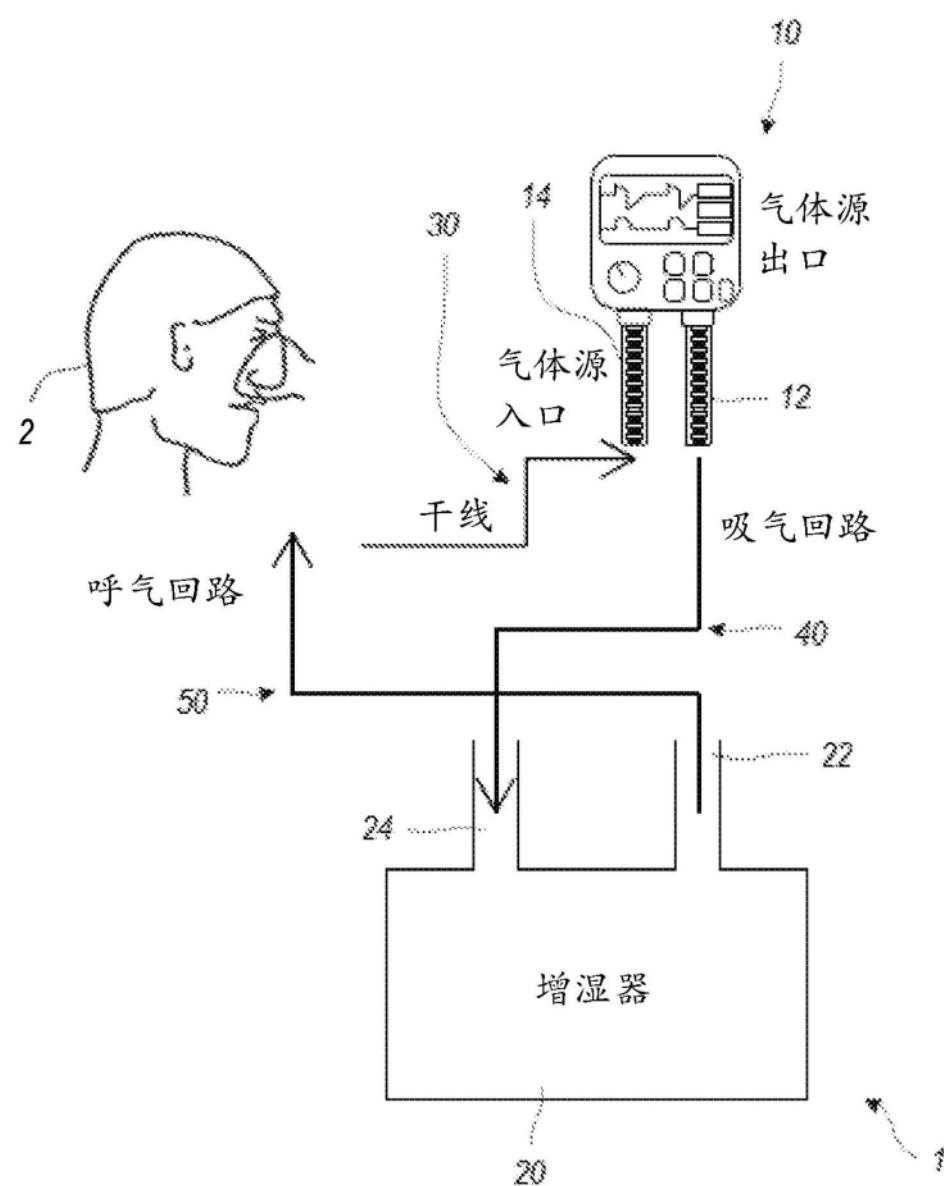


图2B

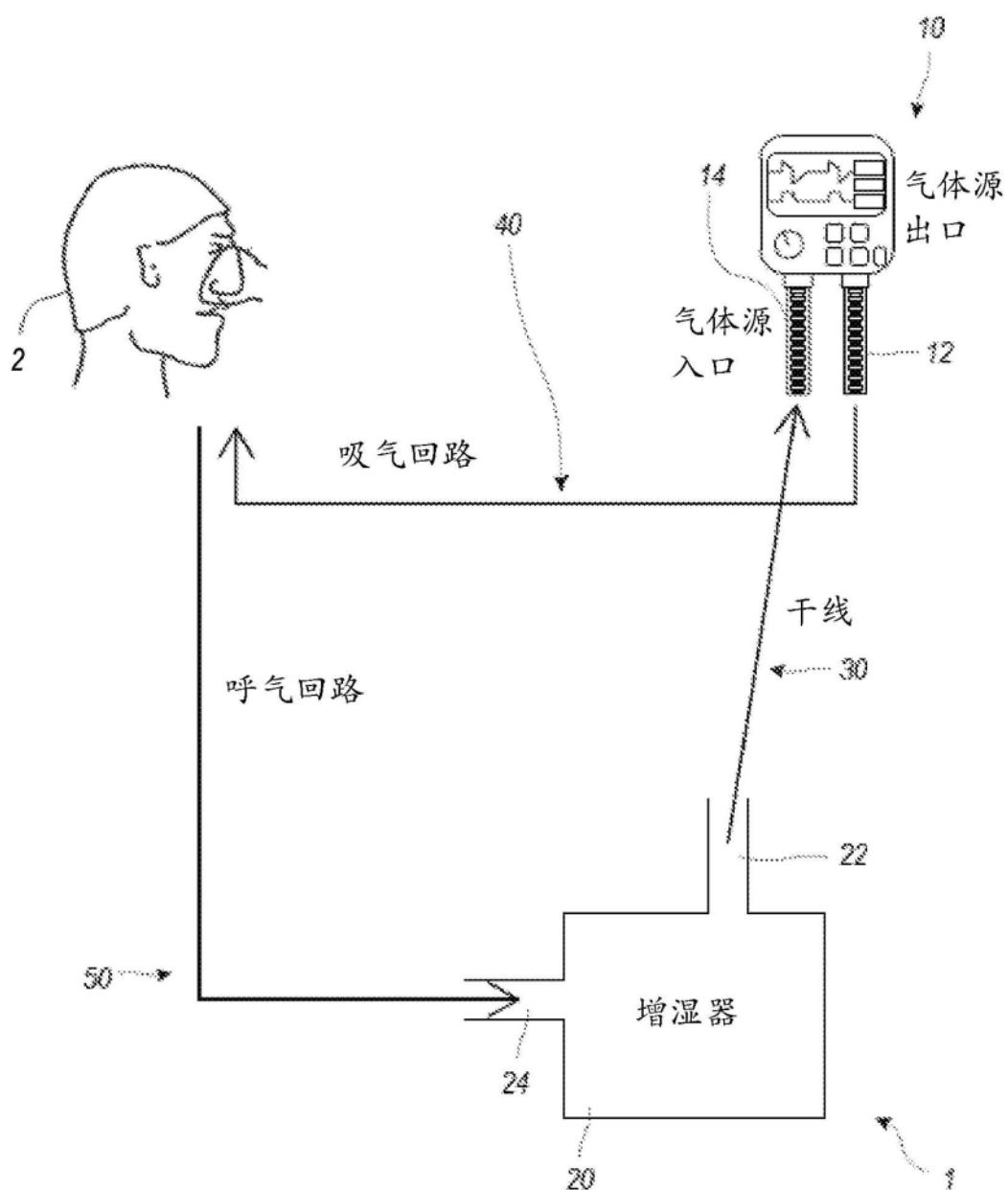


图2C

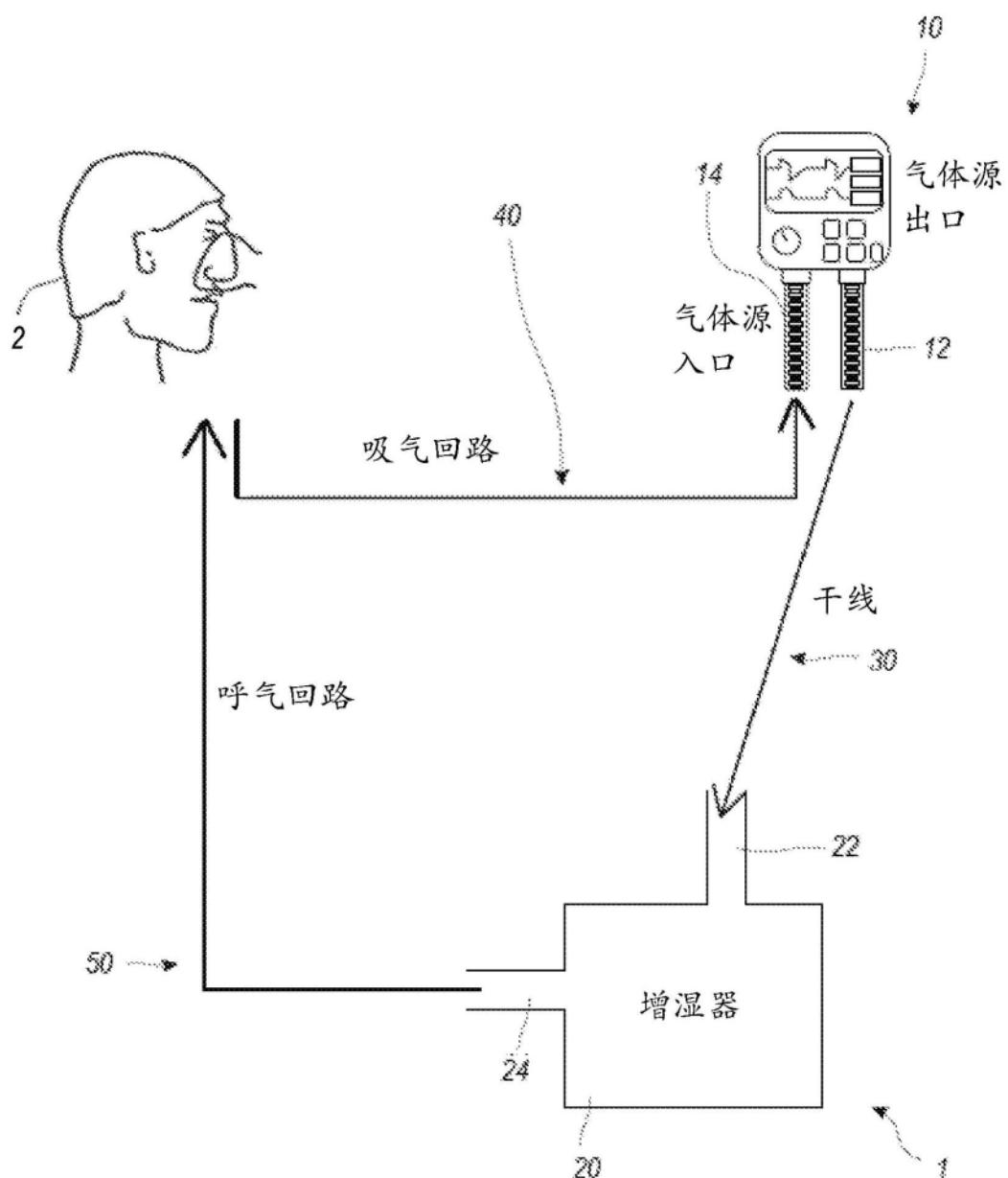


图2D

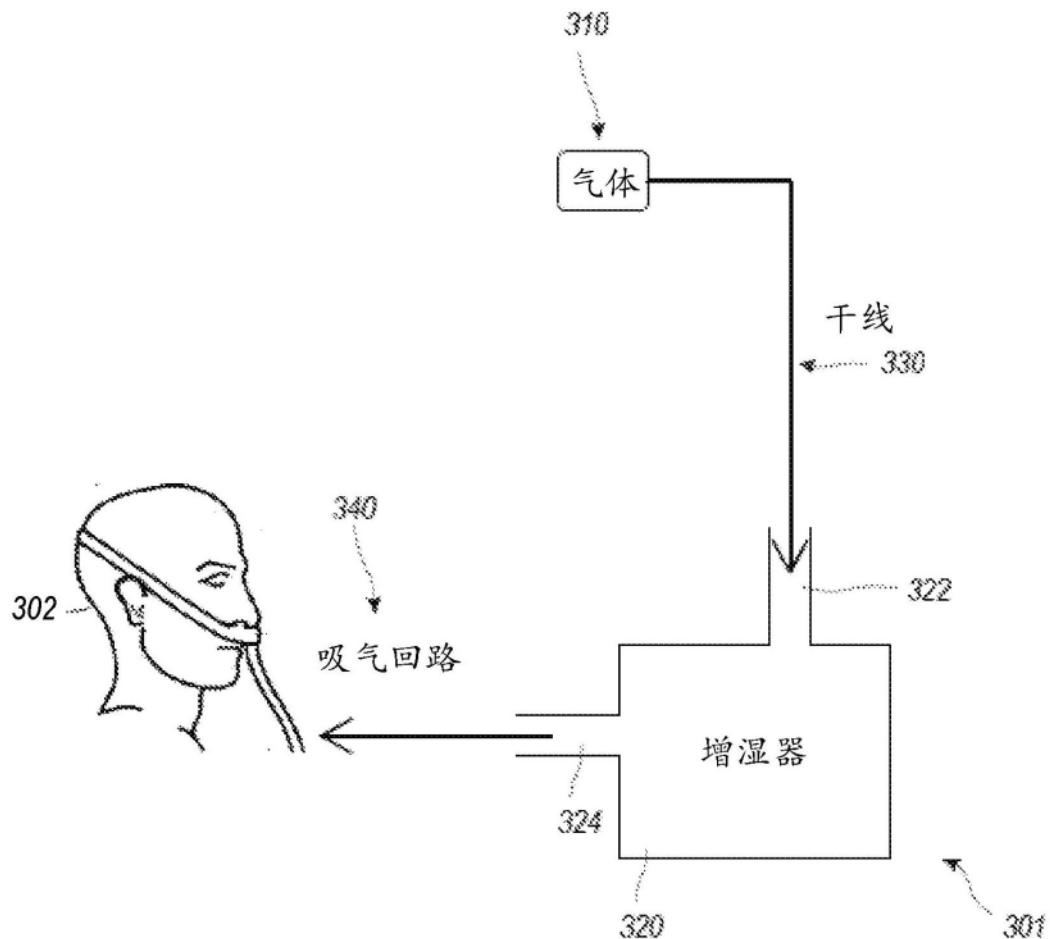


图3A

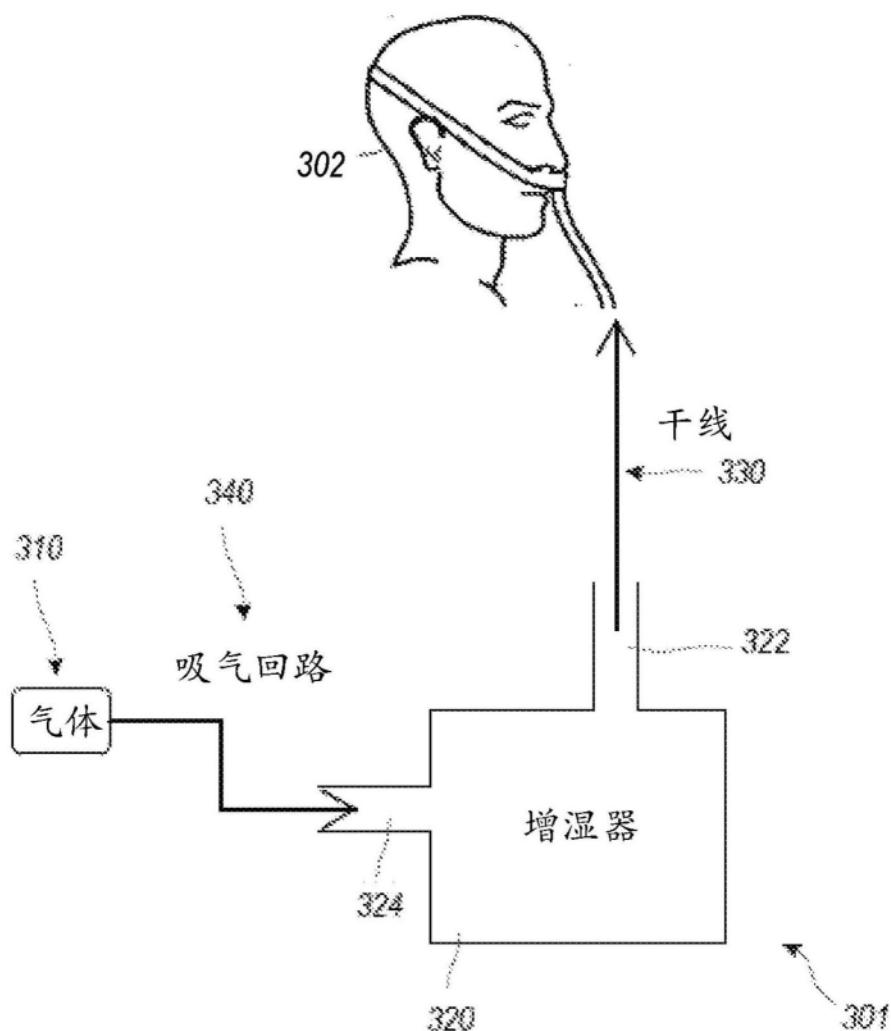


图3B

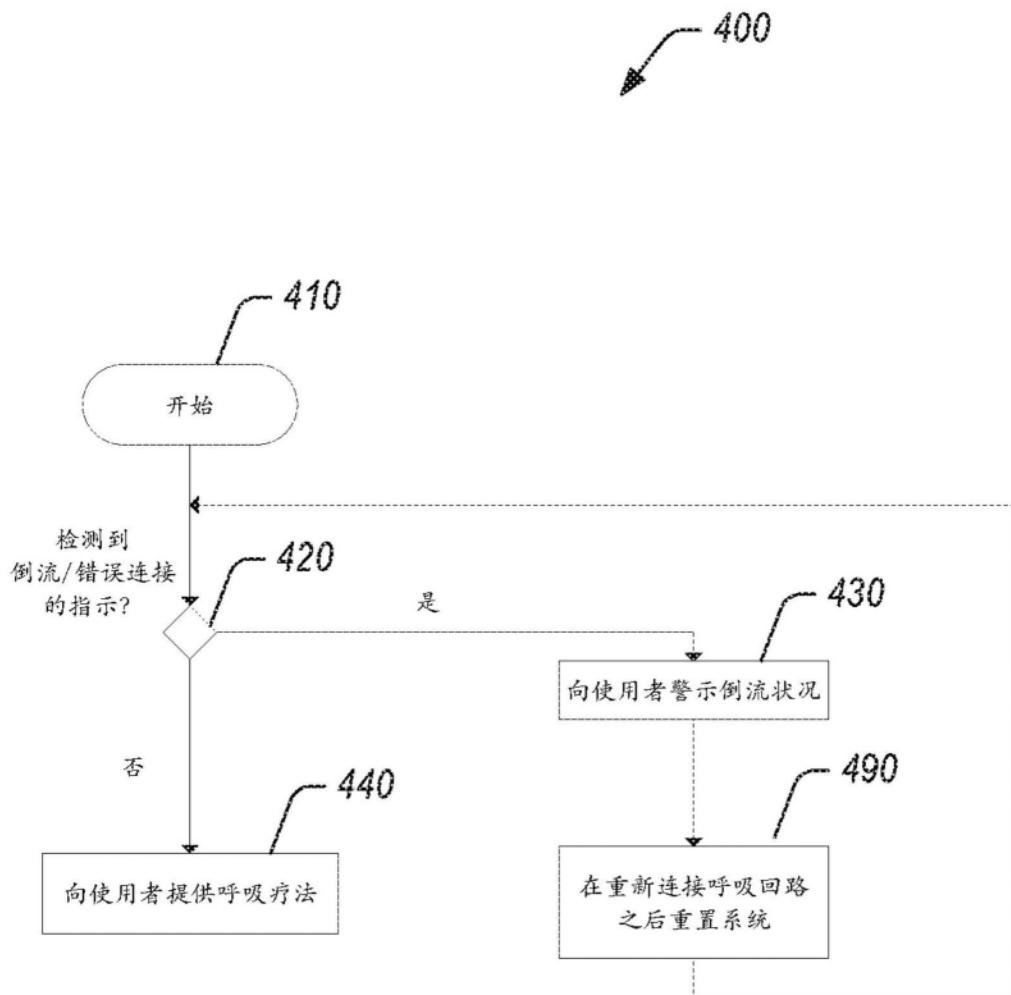


图4

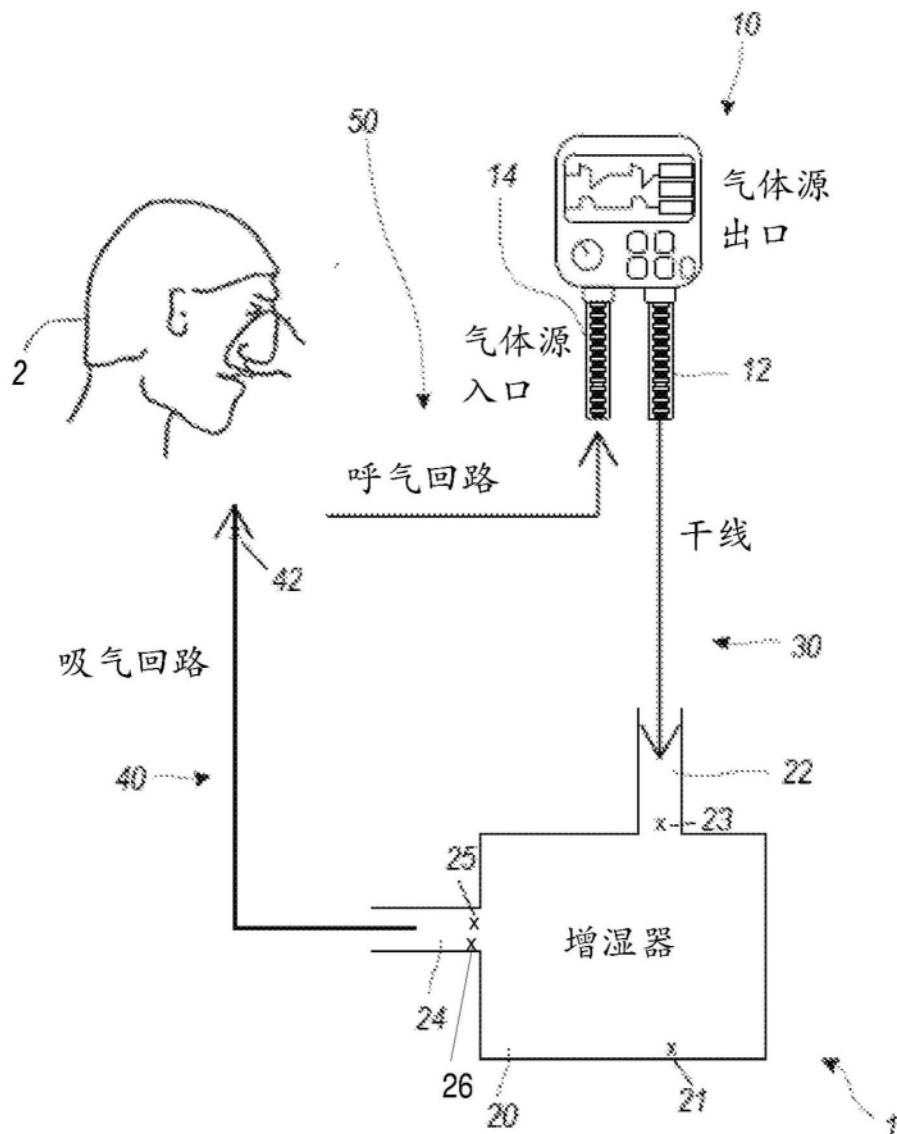


图5A

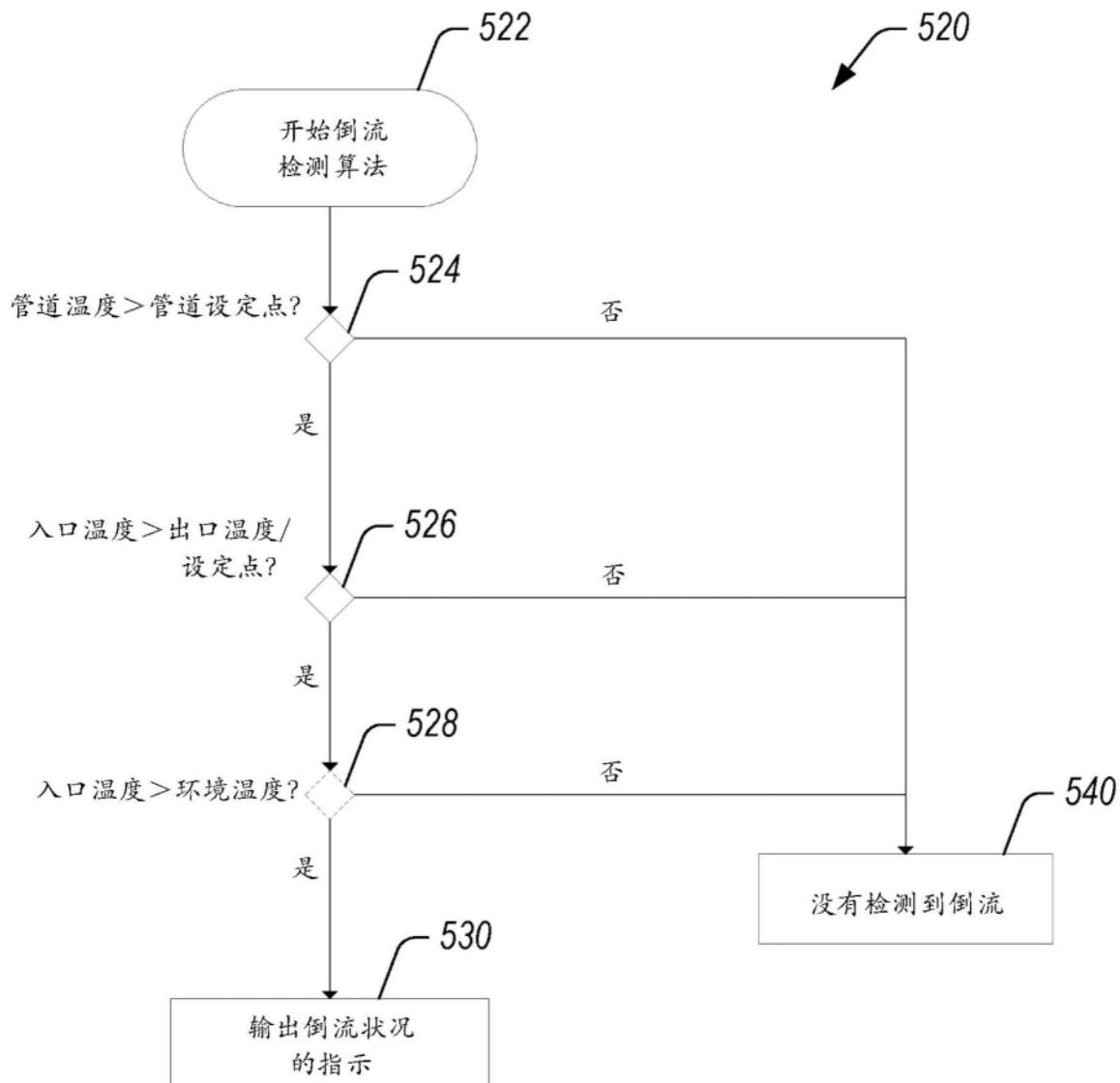


图5B

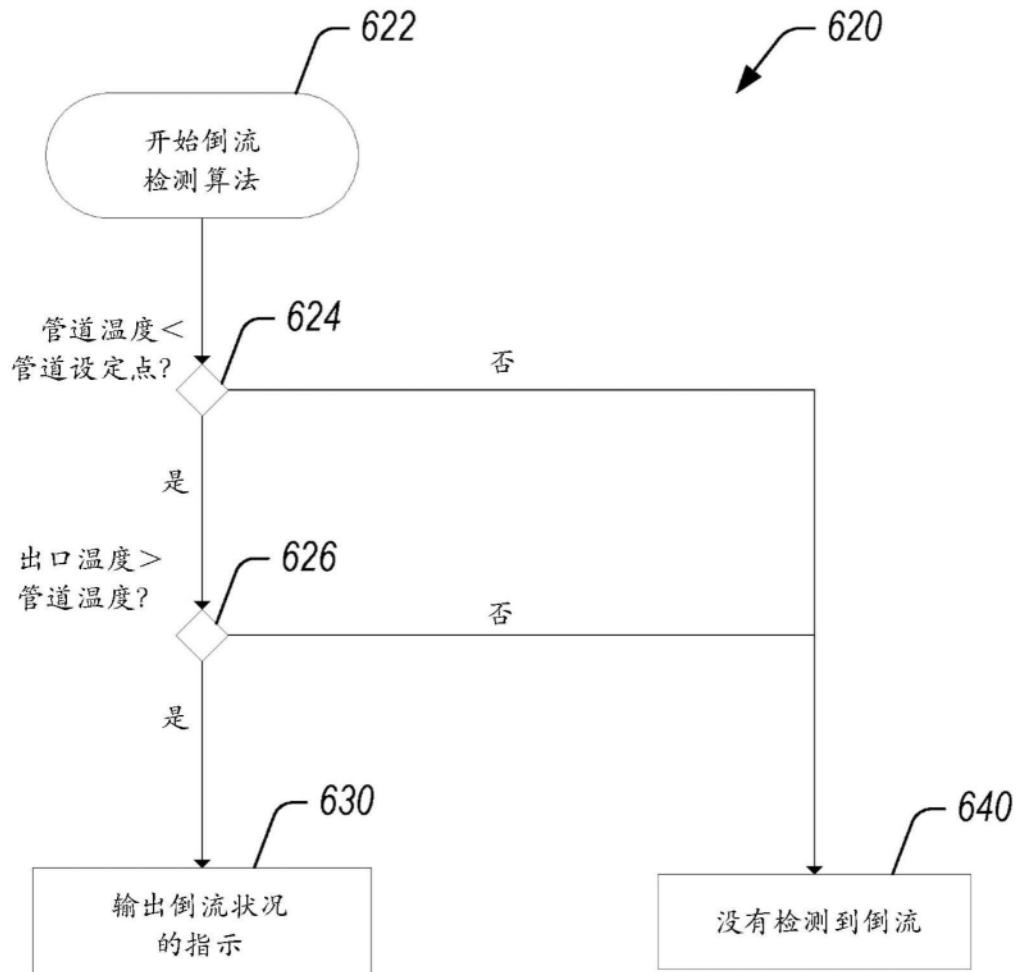


图6

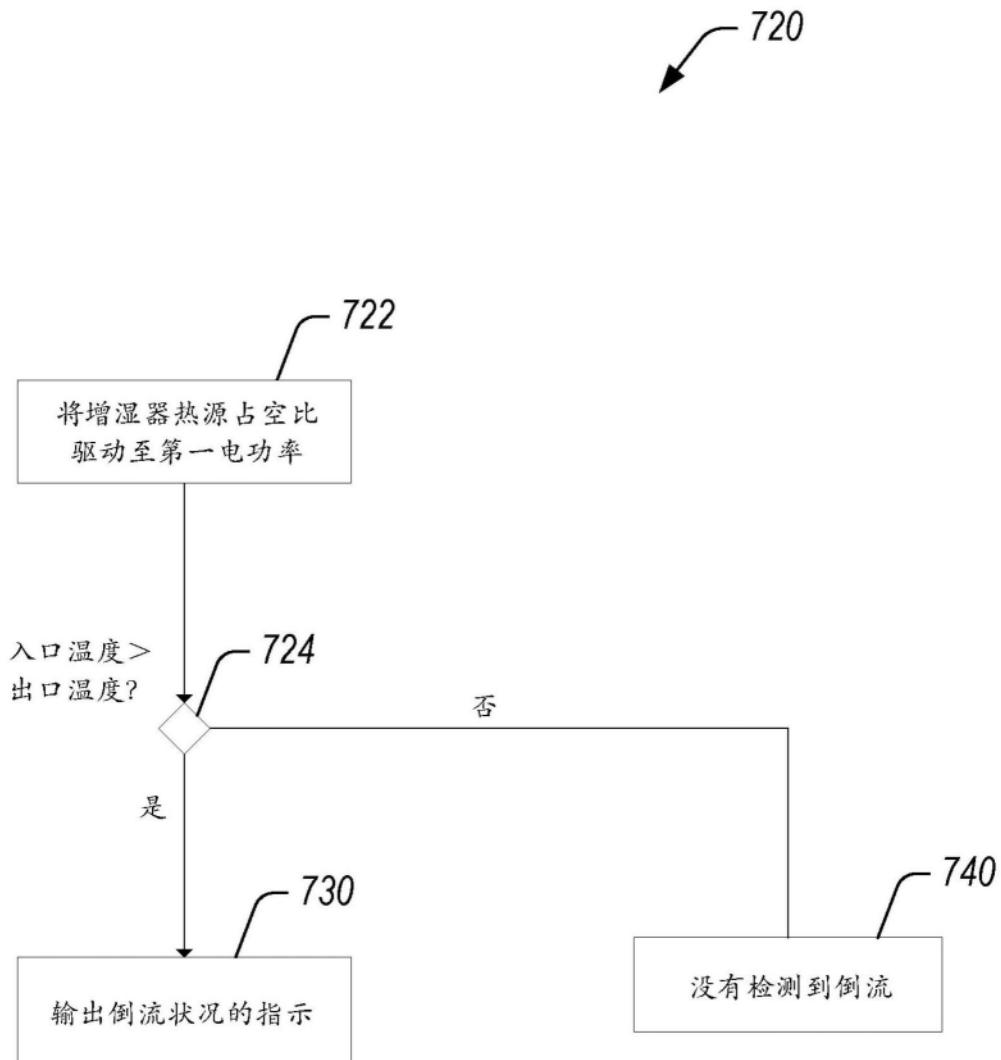


图7A

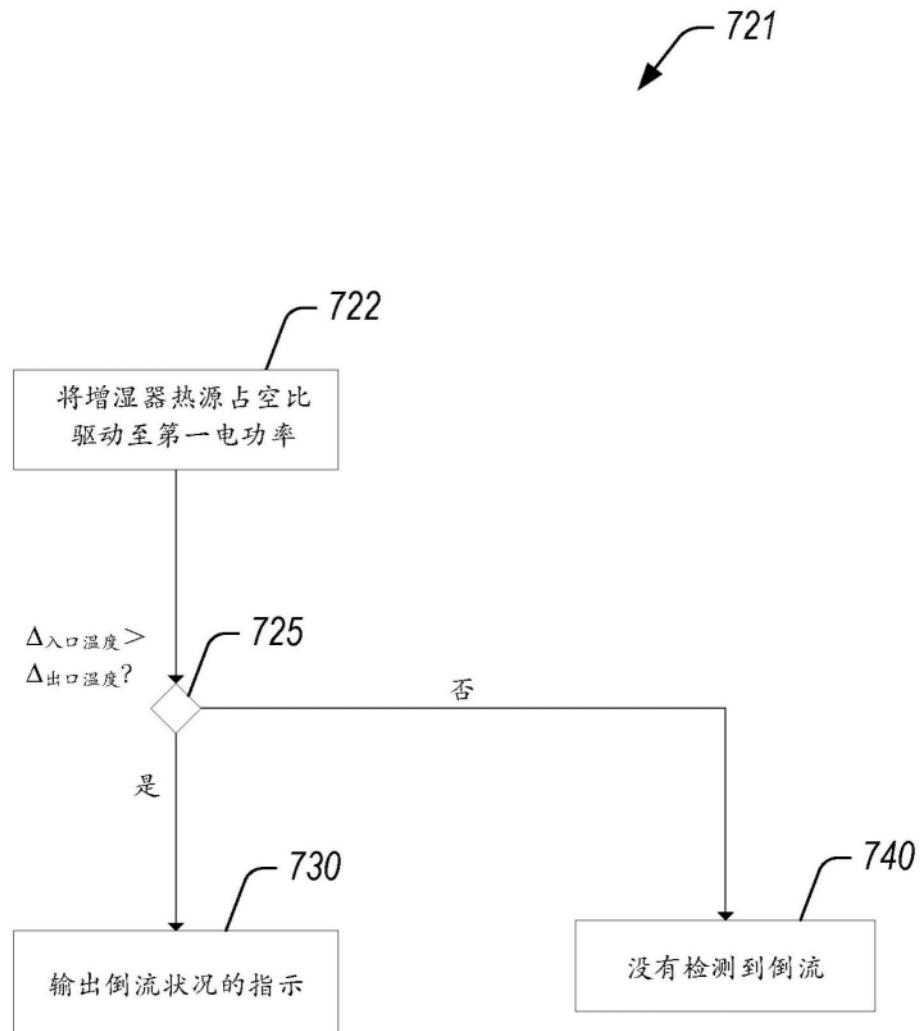


图7B

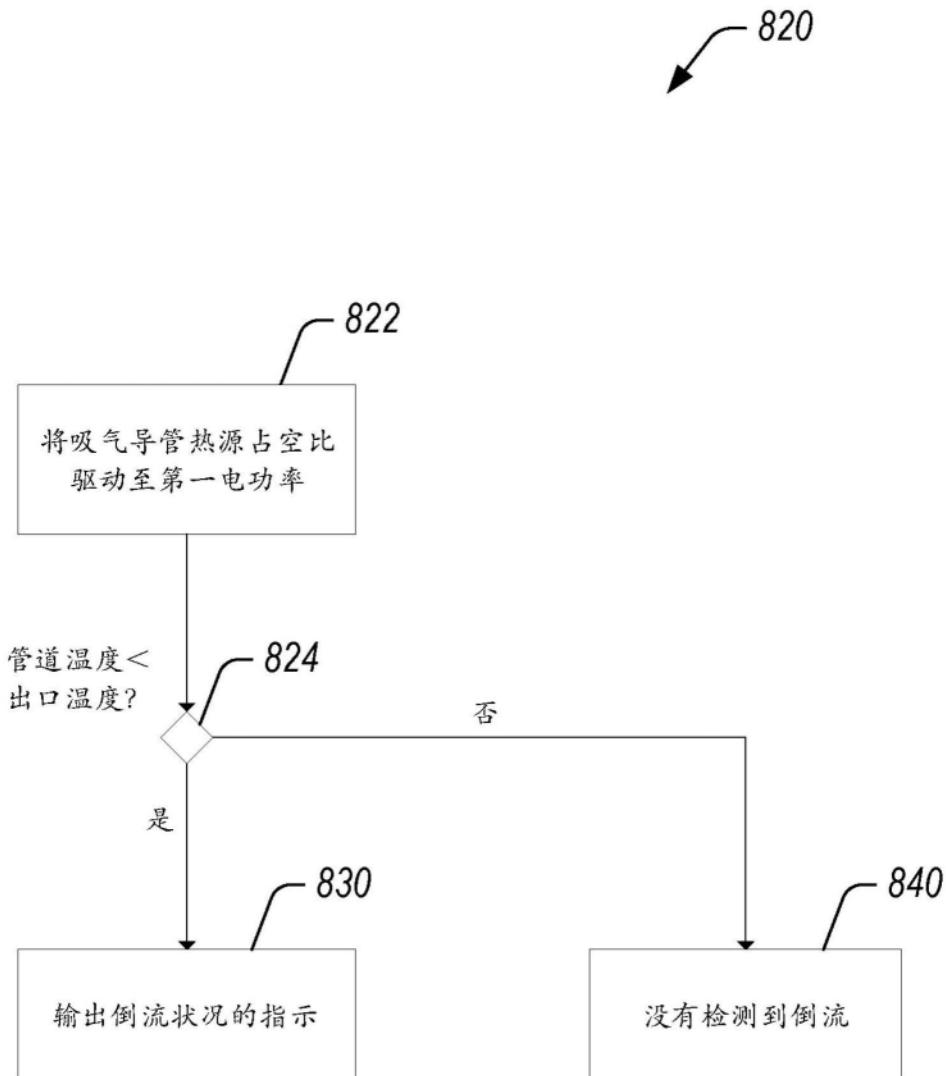


图8A

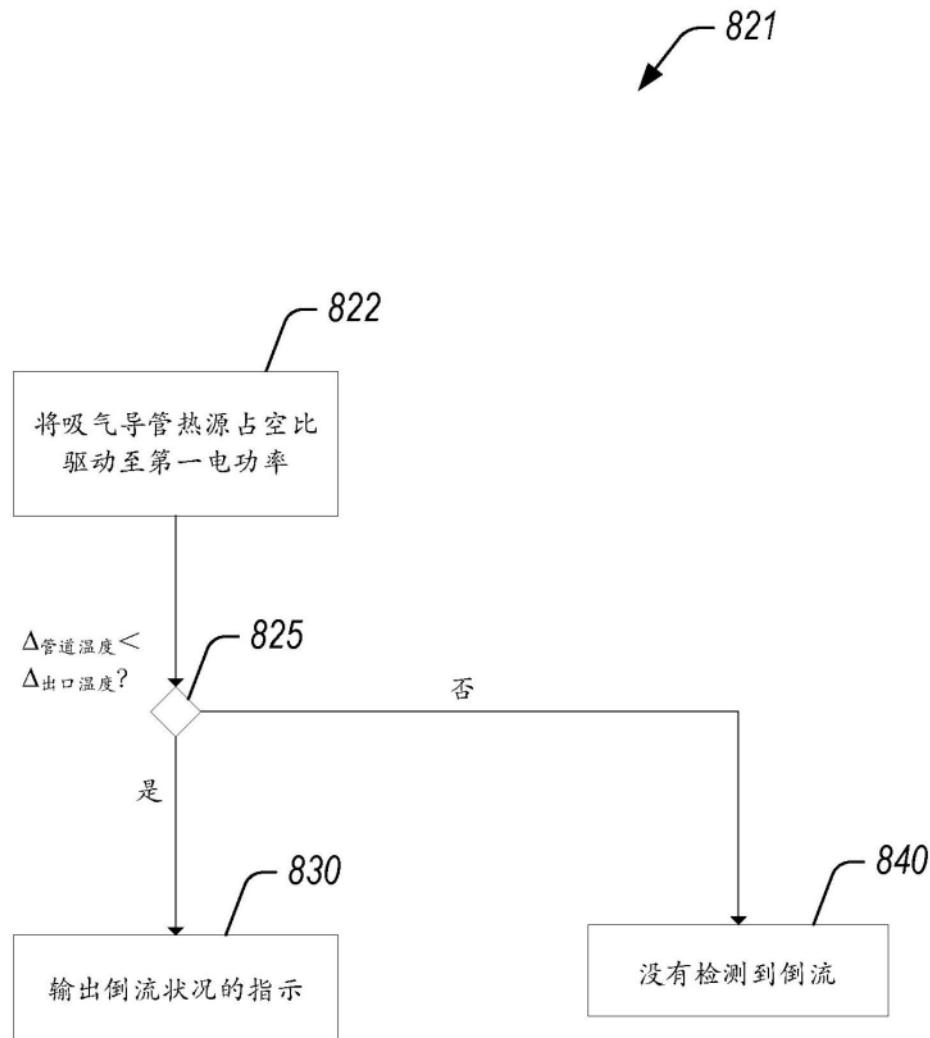


图8B

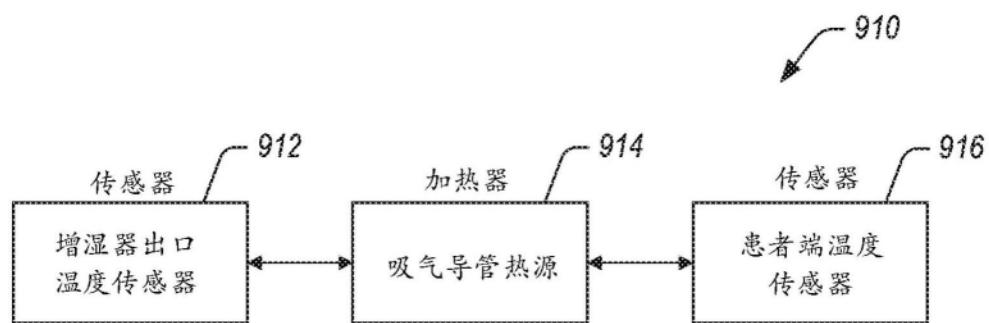


图9A

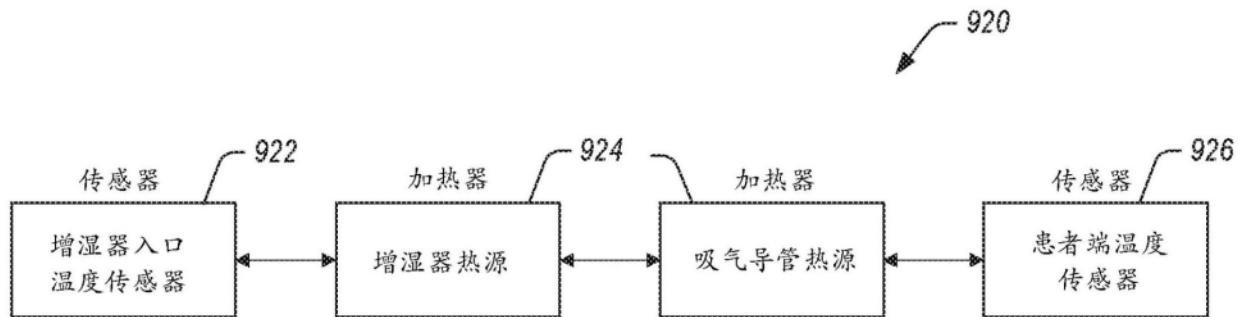


图9B

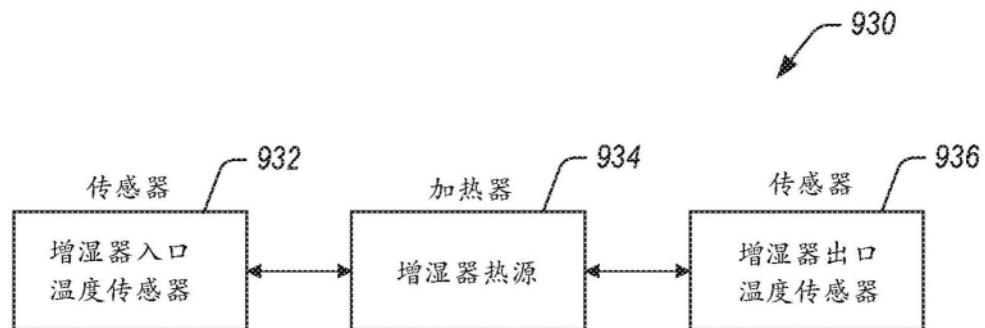


图9C

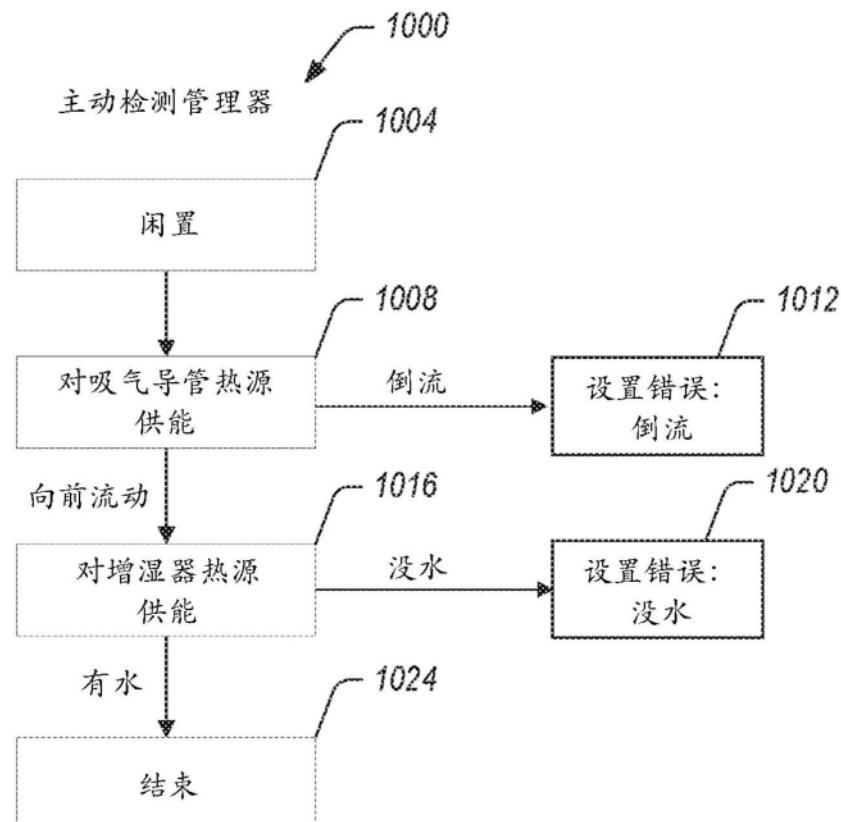


图10

## 向前流动（有水）期间的温度参数

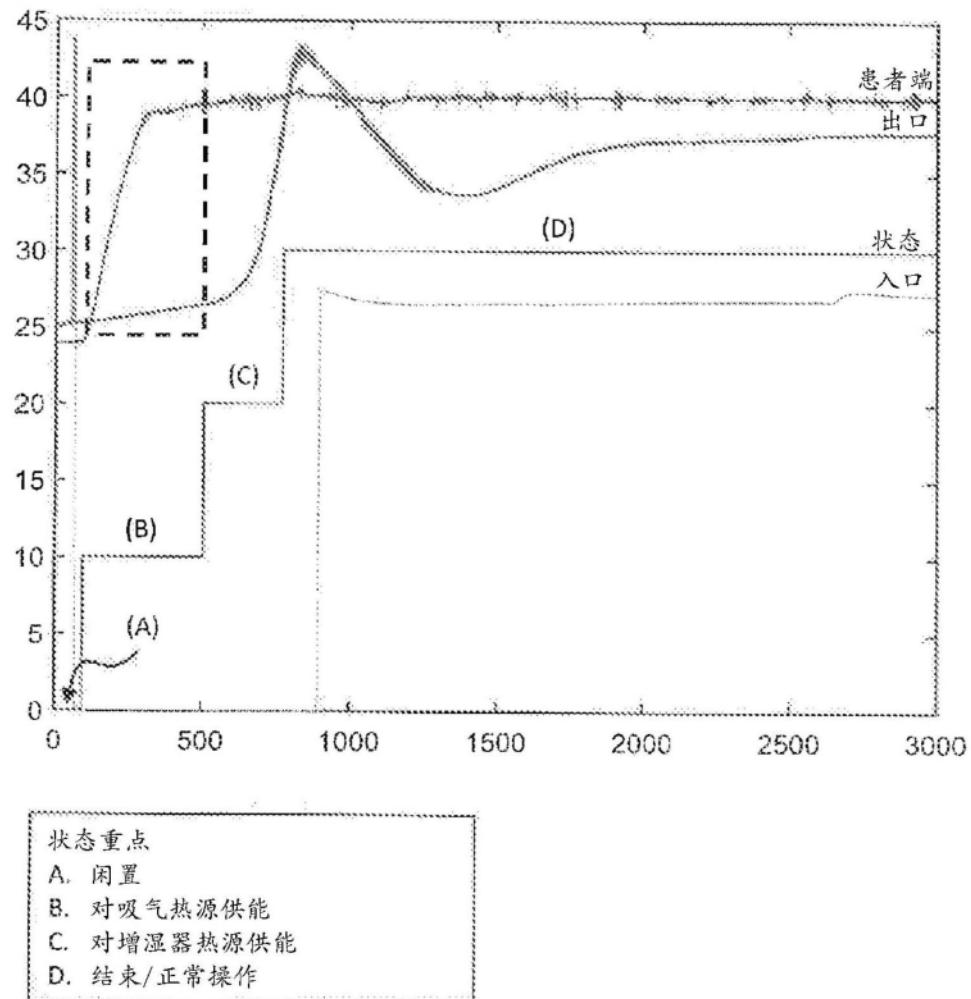


图11A

倒流（有水）期间的温度参数

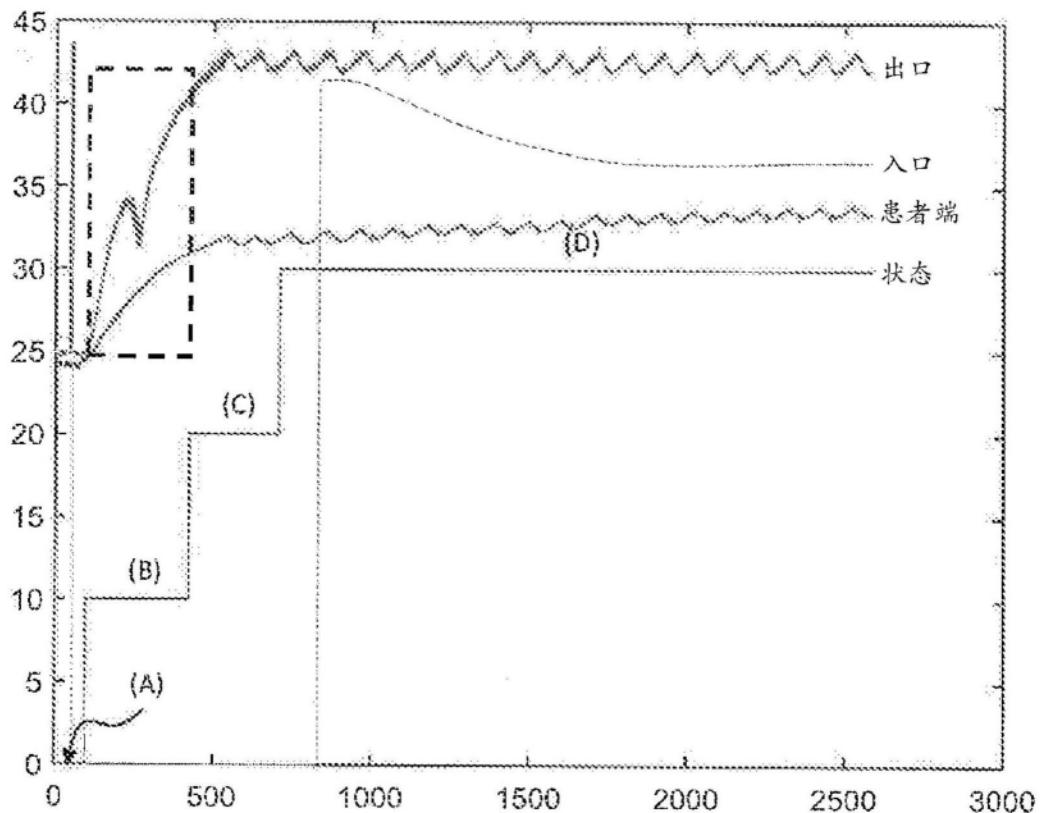


图11B

向前流动（无水）期间的温度参数

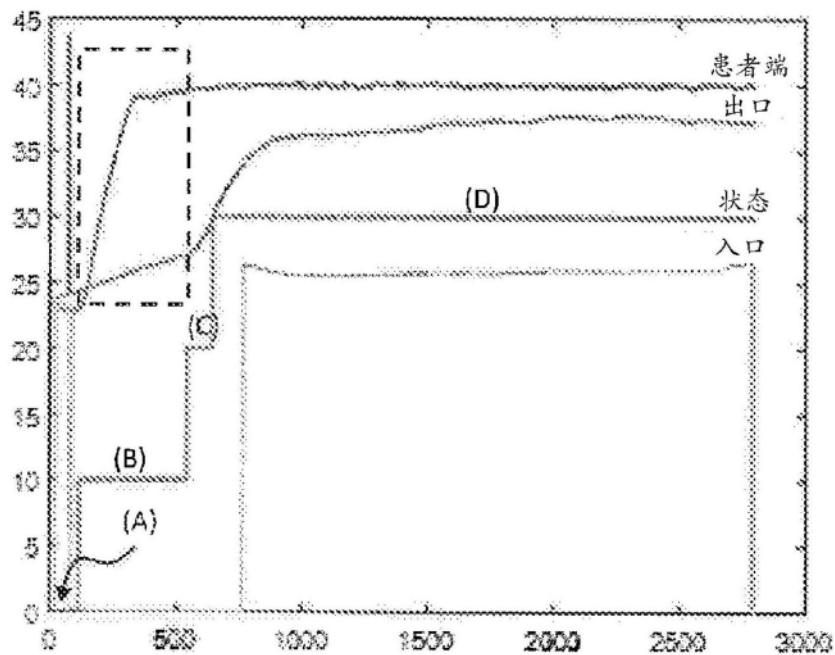


图11C

倒流(无水)期间的温度参数

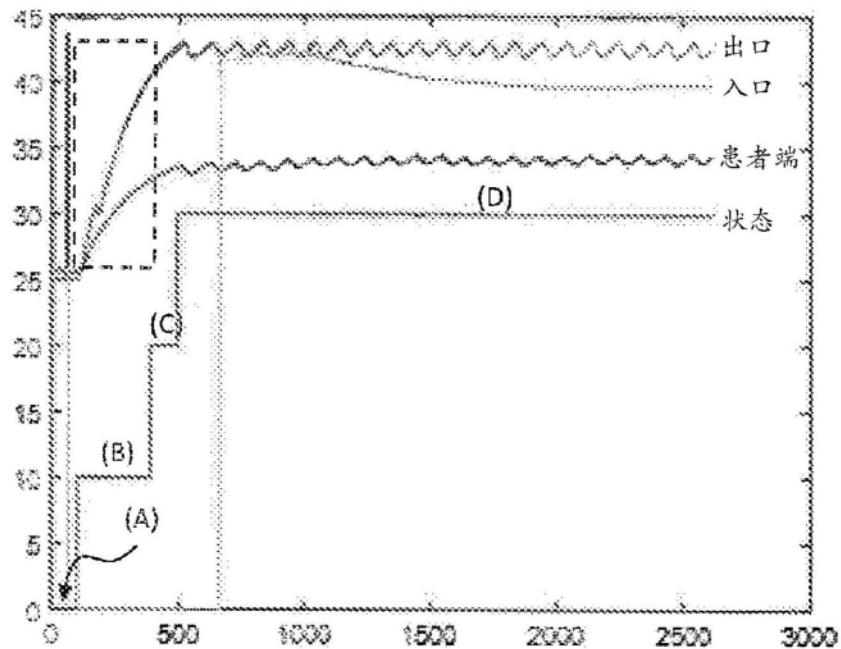


图11D

增湿器出口温度传感器

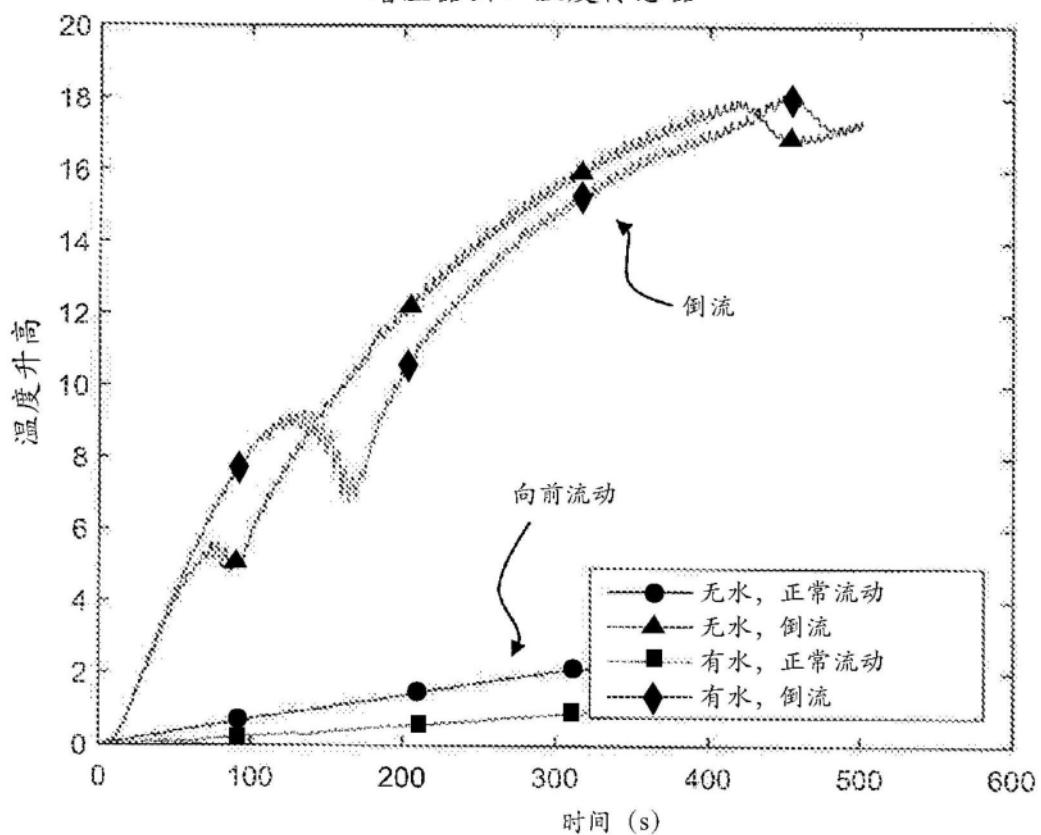


图12A

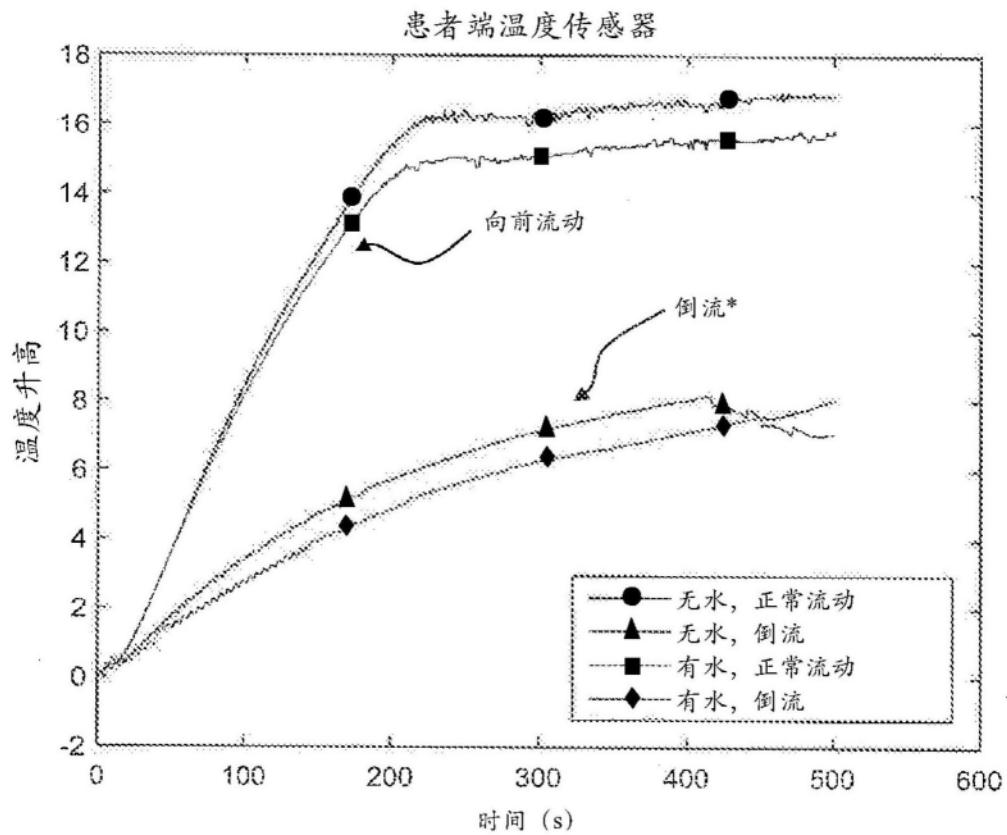


图12B

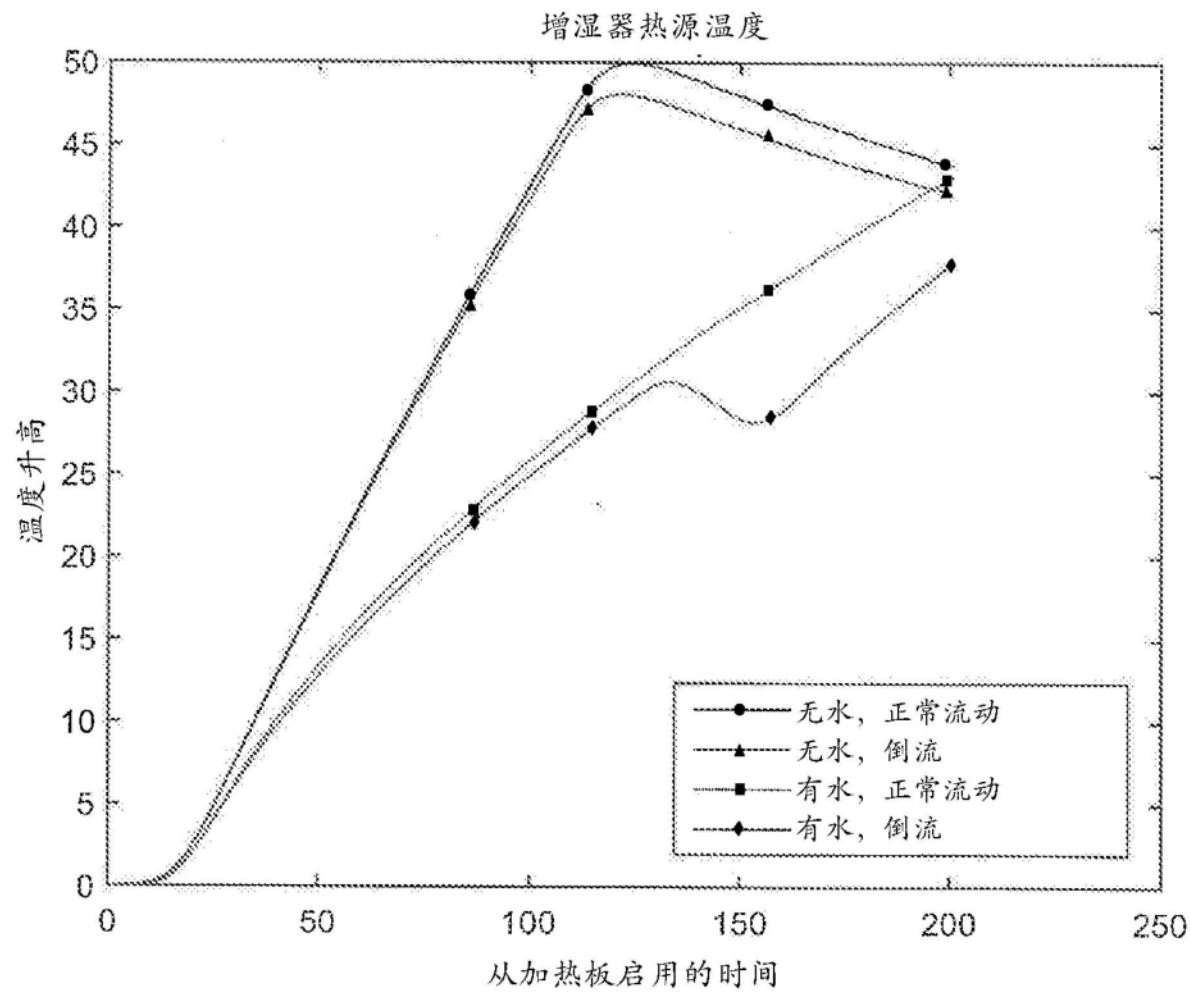


图13

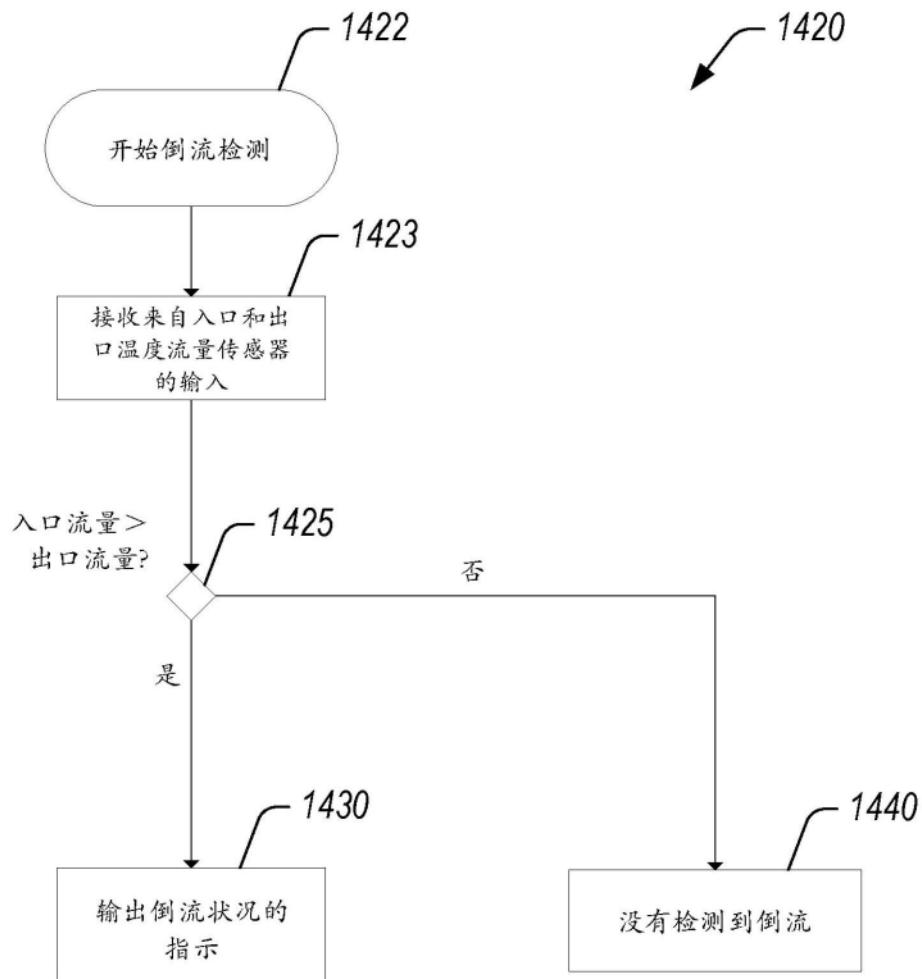


图14

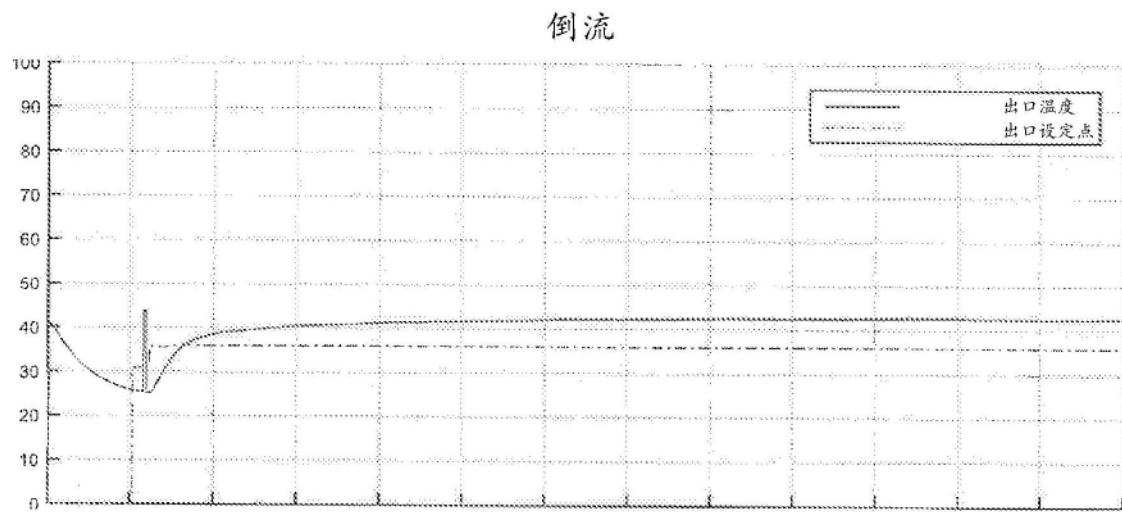


图15A

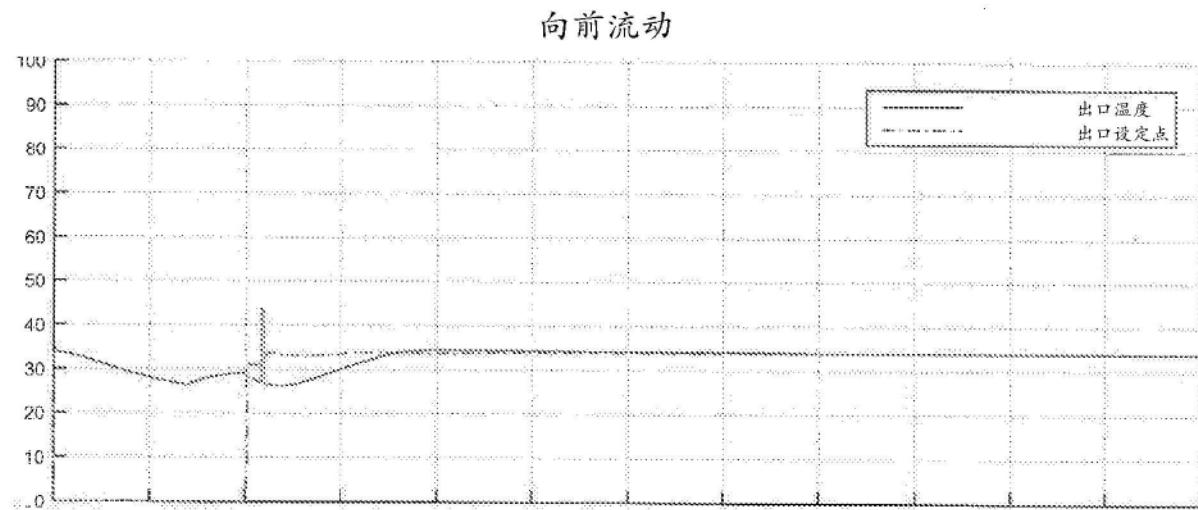


图15B

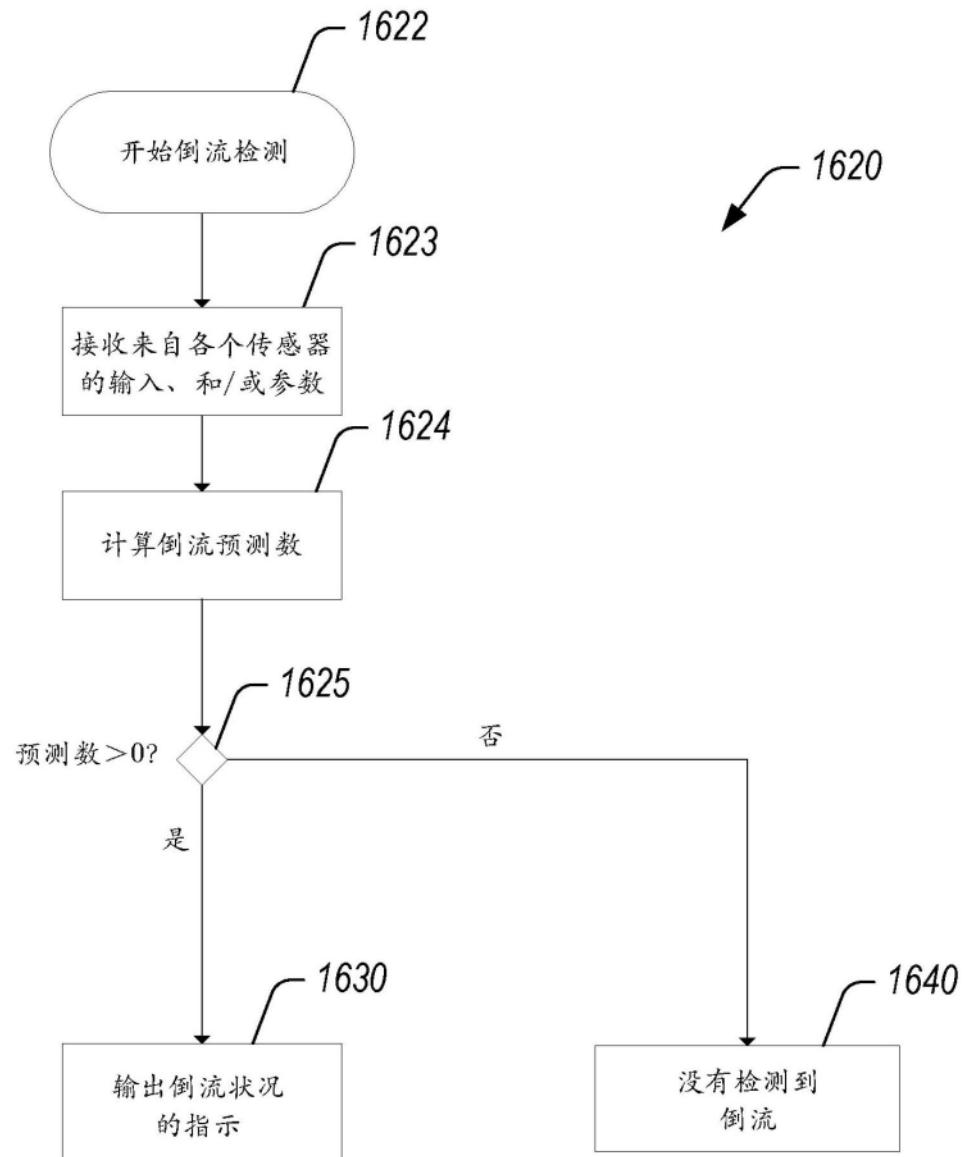


图16

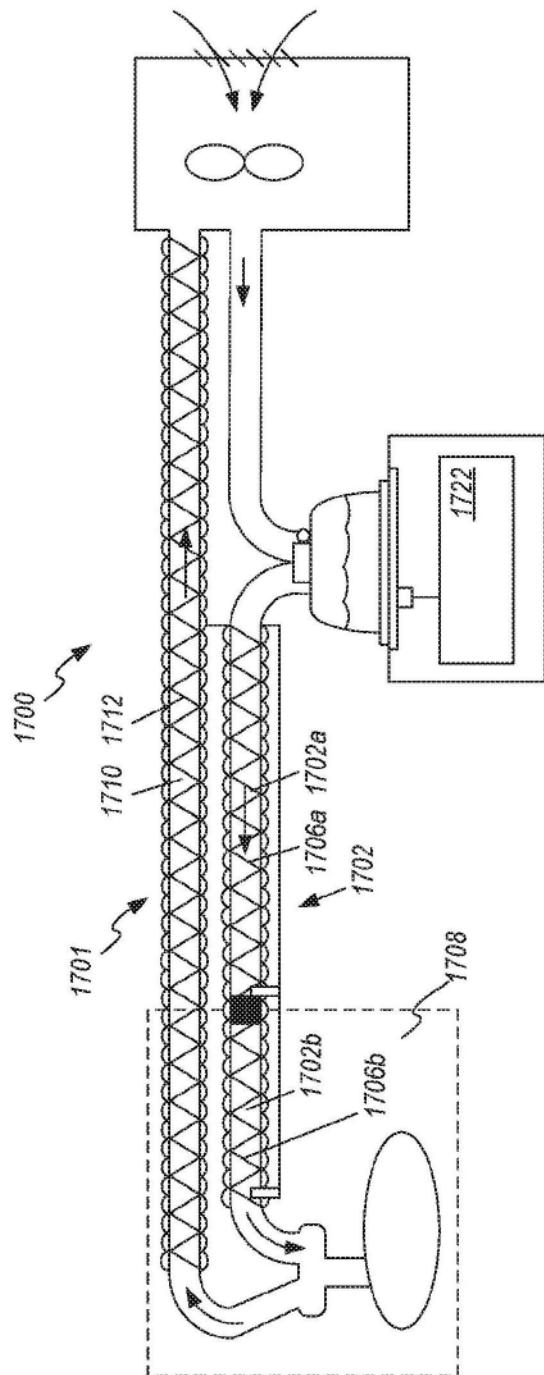


图17A

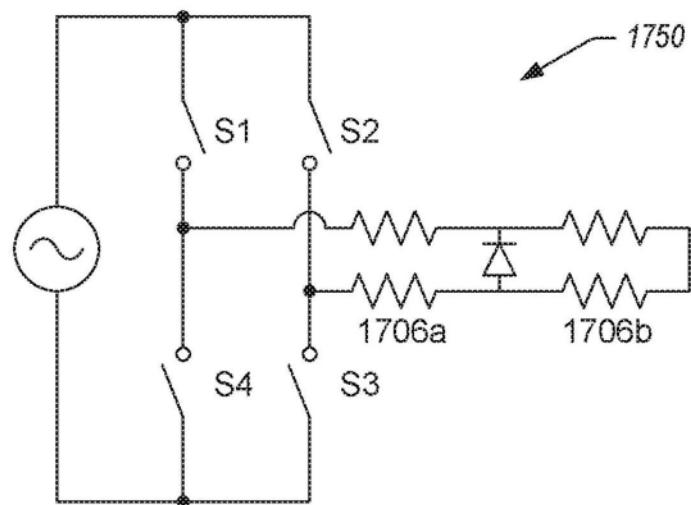


图17B