



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117897195 A

(43) 申请公布日 2024. 04. 16

(21) 申请号 202280048570.0

(22) 申请日 2022.05.25

(30) 优先权数据

63/192,964 2021.05.25 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.01.09

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2022/054869 2022.05.25

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/249073 EN 2022.12.01

(71) 申请人 费雪派克医疗保健有限公司

地址 新西兰奥克兰

(72) 发明人 L·E·埃玲汉姆 S·C·M·桑森

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所

有限公司 11038

专利代理师 贾金岩

(51) Int.Cl.

A61M 16/16 (2006.01)

G01M 3/26 (2006.01)

A61M 16/00 (2006.01)

A61M 16/10 (2006.01)

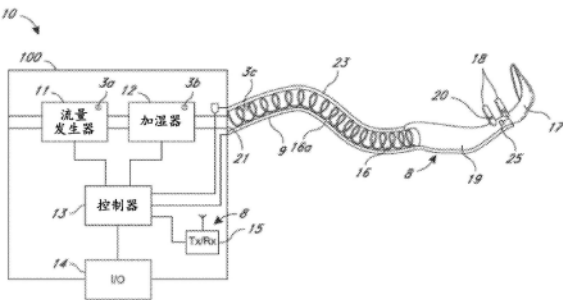
权利要求书5页 说明书59页 附图28页

(54) 发明名称

用于确定呼吸流治疗系统中的泄漏的系统和方法

(57) 摘要

一种用于向用户提供气体流以进行呼吸治疗的呼吸设备。该呼吸设备包括控制器，该控制器可操作以执行一个或多个泄漏检测算法，从而确定流动路径中的泄漏和/或部件缺失。这些泄漏检测算法使用两阶段评估过程将压力和/或流量信号与一个或多个阈值进行比较，以确定泄漏。



1. 一种呼吸设备,所述呼吸设备被配置成向用户提供气体流以进行呼吸治疗,所述呼吸设备包括:

马达驱动流量发生器,所述马达驱动流量发生器可操作以产生气体流;

流动路径,所述流动路径用于使所述气体流通过所述呼吸设备到达所述呼吸设备的气体出口;

加湿器,所述加湿器可操作以对所述气体流进行加热和加湿,所述加湿器包括位于所述流动路径中的可移除加湿室;

压力传感器,所述压力传感器被配置成产生压力变量,所述压力变量表示所述流动路径中的所述气体流的感测压力特性;以及

控制器,所述控制器操作性地连接到所述流量发生器,并且可操作以通过控制所述流量发生器的马达速度来控制所述气体流的流量,其中,所述控制器被配置成在操作期间执行用于通过以下方式检测所述流动路径中的泄漏的泄漏检测过程:

启动第一阶段泄漏评估,所述第一阶段泄漏评估包括将所述压力变量与第一泄漏阈值进行比较,所述第一泄漏阈值表示可能的泄漏条件;以及

如果所述压力变量低于所述第一泄漏阈值从而指示可能的泄漏,则启动第二阶段泄漏评估,所述第二阶段泄漏评估包括:

将所述流量发生器的马达速度从当前马达速度增加到更高的马达速度,

将所述更高的马达速度下的新压力变量与所述第一泄漏阈值和第二泄漏阈值进行比较,所述第二泄漏阈值表示明确的泄漏条件,并且然后:

如果所述新压力变量低于所述第二泄漏阈值从而将所述可能的泄漏确认为明确的泄漏,则生成泄漏警报并退出所述第二阶段泄漏评估;或者

如果所述新压力变量高于所述第一泄漏阈值和第二泄漏阈值从而将所述可能的泄漏解析为无泄漏,则退出所述第二阶段泄漏评估而不生成警报;或者

在一个或多个进一步更高的马达速度下重复所述第二阶段泄漏评估,直到所述可能的泄漏被确认为泄漏或被解析为无泄漏。

2. 根据权利要求1所述的呼吸设备,其中,所述第一阶段泄漏评估包括将所述压力变量与所述第一泄漏阈值和第二泄漏阈值进行比较,并且其中,所述控制器被配置成如果所述压力变量低于所述第一泄漏阈值并且高于所述第二泄漏阈值从而指示可能的泄漏,则启动所述第二阶段泄漏评估。

3. 根据权利要求1或权利要求2所述的呼吸设备,其中,所述第一阶段泄漏评估包括将所述压力变量与所述第二泄漏阈值进行比较,并且其中,所述控制器被配置成如果所述压力变量低于所述第二泄漏阈值,则生成泄漏警报。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的呼吸设备,其中,所述控制器被配置成在正常操作期间重复或继续所述第一阶段泄漏评估,直到出现退出条件。

5. 根据权利要求4所述的呼吸设备,其中,所述退出条件包括生成泄漏警报或启动第二阶段泄漏评估,以将可能的泄漏解析为明确的泄漏或无泄漏。

6. 根据权利要求1至5中任一项所述的呼吸设备,其中,在所述第二阶段泄漏评估中,增加所述流量发生器的马达速度包括以设定的增量将所述马达速度增加到更高的马达速度,或增加到预定系列或数组的更高马达速度中的下一个更高的马达速度。

7. 根据权利要求6所述的呼吸设备,其中,在所述第二阶段泄漏评估中,所述控制器被配置成将所述流量发生器保持在所述更高的马达速度下持续预定的时间段,同时将所述新压力变量与所述第一泄漏阈值和/或第二泄漏阈值进行比较,以将所述可能的泄漏解析为明确的泄漏或无泄漏。

8. 根据权利要求1至7中任一项所述的呼吸设备,其中,所述控制器被配置成如果在预定时间段内,在当前较高的马达速度下,所述可能的泄漏没有被确认为泄漏或者被解析为无泄漏,则在下一个进一步更高的马达速度下重复所述第二阶段泄漏评估。

9. 根据权利要求1至8中任一项所述的呼吸设备,其中,所述控制器被配置成根据所述当前马达速度与马达速度阈值的比较而退出所述第二阶段泄漏评估。

10. 根据权利要求9所述的呼吸设备,其中,所述控制器被配置成如果在所述第二阶段泄漏评估期间运行的所述当前较高的马达速度不低于马达速度阈值,则退出所述第二阶段泄漏评估。

11. 根据权利要求1至10中任一项所述的呼吸设备,其中,所述控制器被配置成如果退出所述第二阶段泄漏评估而不生成警报,则调整所述第一泄漏阈值。

12. 根据权利要求11所述的呼吸设备,其中,所述控制器被配置成通过降低所述第一泄漏阈值来调整所述第一泄漏阈值,所述第一泄漏阈值与所述流量和/或在所述第一阶段泄漏评估期间运行的马达速度相关联。

13. 根据权利要求1至12中任一项所述的呼吸设备,其中,所述第一泄漏阈值和所述第二泄漏阈值的值至少部分地取决于所述流量和/或在所述比较时运行的马达速度或者是其函数。

14. 根据权利要求1至13中任一项所述的呼吸设备,其中,所述第一泄漏阈值和所述第二泄漏阈值是从相应的压力-流量特性曲线和/或针对一定范围的流量和/或马达速度指定这些阈值的代表性查找表中提取的。

15. 根据权利要求1至14中任一项所述的呼吸设备,其中,所述控制器被配置成基于所述压力变量在相应的最小评估时间段内是否始终高于或低于所述第一泄漏阈值和/或所述第二泄漏阈值来确定所述泄漏评估阶段中所述压力变量与这些阈值的每个比较评估。

16. 根据权利要求15所述的呼吸设备,其中,每个最小评估时间段取决于具体的比较评估和/或具体的泄漏评估阶段。

17. 根据权利要求15或权利要求16所述的呼吸设备,其中,与所述第二阶段泄漏评估中的比较评估相关联的(多个)最小评估时间段比与先前的第一阶段泄漏评估中的比较评估相关联的(多个)最小评估时间段短。

18. 根据权利要求1至17中任一项所述的呼吸设备,其中,所述控制器被配置成在生成泄漏警报时启动一个或多个警报动作。

19. 根据权利要求18所述的呼吸设备,其中,所述警报动作包括将所述流量发生器的流量和/或马达速度冻结到当前操作设置。

20. 根据权利要求18或权利要求19所述的呼吸设备,其中,所述警报动作包括在所述设备的显示器上生成所述泄漏的通知或指示。

21. 根据权利要求1至20中任一项所述的呼吸设备,其中,所述泄漏警报指示所述可移除加湿室已经至少部分地或完全从所述设备的流动路径移除或断开。

22. 根据权利要求1至21中任一项所述的呼吸设备,其中,所述泄漏警报指示患者回路已经至少部分地或完全从所述设备的气体出口移除或断开。

23. 根据权利要求1至22中任一项所述的呼吸设备,其中,所述控制器可操作以检测所述设备的流动路径中的一种或多种不同类型的泄漏,每种不同类型的泄漏具有其相应的第一泄漏阈值和第二泄漏阈值。

24. 根据权利要求1至23中任一项所述的呼吸设备,其中,在警报生成之后,所述控制器被配置成维持所述警报,直到所述压力变量上升到所述第二泄漏阈值或替代性解析泄漏阈值以上持续最小时间段。

25. 根据权利要求1至24中任一项所述的呼吸设备,其中,在警报生成之后,所述控制器被配置成如果所述压力变量上升到所述第二泄漏阈值或替代性解析泄漏阈值以上持续最小时间段,则禁用所述警报并恢复到正常操作。

26. 根据权利要求1至25中任一项所述的呼吸设备,其中,所述控制器被配置成在所述设备的整个或大部分操作流量范围内连续操作所述泄漏检测过程而无需进行修改。

27. 根据权利要求1至26中任一项所述的呼吸设备,其中,所述呼吸设备包括连接到所述气体出口的患者回路,所述患者回路包括患者接口,并且其中,所述控制器被配置成连续操作所述泄漏检测过程,而无需对一系列不同类型或大小的患者接口进行修改。

28. 根据权利要求1至27中任一项所述的呼吸设备,其中,所述呼吸设备的加湿器进一步包括加热板,所述加热板可操作以加热所述加湿室,并且其中,所述控制器进一步被配置成执行加热板检查过程,以在生成所述泄漏警报之前进一步确认或验证在所述第二阶段泄漏评估中鉴定的明确泄漏。

29. 根据权利要求28所述的呼吸设备,其中,所述加热板检查过程包括对所述加热板施加功率或温度过程,并基于所述加热板的温度传感器或与所述加热板相关联的温度传感器相对于一个或多个阈值来评估所述加热板的加热速率和/或冷却速率,从而确定是否存在与所述加热板热接触的加湿室,所述加湿室的不存在验证了明确的泄漏条件。

30. 一种呼吸设备,所述呼吸设备可在消毒模式下操作以对所述设备的流动路径中的一个或多个部件进行消毒,所述呼吸设备包括:

马达驱动流量发生器,所述马达驱动流量发生器可操作以产生气体流;

流动路径,所述流动路径用于使所述气体流通过所述呼吸设备;

可移除消毒套件或组件,所述可移除消毒套件或组件形成所述流动路径的一部分;

压力传感器,所述压力传感器被配置成产生压力变量,所述压力变量表示所述流动路径中的所述气体流的感测压力特性;以及

控制器,所述控制器操作性地连接到所述流量发生器,并且可操作以通过控制所述流量发生器的马达速度来控制所述气体流的流量,其中,所述控制器被配置成在操作期间进行以下操作:

在第一流量下从所述压力传感器接收所述压力变量;

基于将接收到的压力变量与第一阈值进行比较来确定是否满足可能的泄漏条件,所述第一阈值表示可能的泄漏条件,并且

如果满足所述可能的泄漏条件,则:

增加所述流量发生器的马达速度以产生所述气体流的第二流量;

接收所述第二流量下的更新的压力变量；

通过将所述更新的压力变量与所述第一阈值和/或第二阈值进行比较来确定满足可能的泄漏条件、无泄漏条件或明确的泄漏条件中的哪一个，所述第二阈值表示明确的泄漏条件，并且

如果在所述第二流量下再次满足所述可能的泄漏条件，则：

以离散增量持续增加所述流量发生器的马达速度，以在离散时间间隔内增加所述气体的流量，并且在每个离散增量之后重新比较所述更新的压力变量与所述第一阈值和/或第二阈值，直到满足明确的泄漏条件或无泄漏条件。

31. 根据权利要求30所述的呼吸设备，其中，所述消毒套件或组件包括消毒管和过滤器，所述消毒管可移除地连接到所述流动路径中以代替被移除的加湿室，从而将与所述流量发生器相关联的气体出口流体联接至所述设备的主气体出口部件，所述主气体出口部件连接到患者回路，并且所述过滤器可移除地连接到所述主气体出口的开放端口。

32. 根据权利要求31所述的呼吸设备，其中，所述设备的主气体出口部件包括弯管导管，其中，所述消毒管连接到所述弯管导管的第一端，并且所述过滤器连接到所述弯管导管的第二端，使得在消毒模式操作期间，来自所述流量发生器的气体流流经所述消毒管、弯管导管，并流出所述过滤器进入大气中。

33. 根据权利要求31或权利要求32所述的呼吸设备，其中，所述第一阈值和/或第二阈值被配置用于检测所述流动路径中的泄漏条件，所述泄漏条件指示或表示在消毒模式操作期间所述消毒套件或组件的过滤器被移除、不存在或至少部分地从所述主气体出口移开。

34. 根据权利要求30至33中任一项所述的呼吸设备，其中，所述泄漏条件表示所述消毒套件或组件的部件从所述流动路径移除或断开。

35. 一种呼吸设备，所述呼吸设备被配置成向用户提供气体流以进行呼吸治疗，所述呼吸设备包括：

马达驱动流量发生器，所述马达驱动的流量发生器可操作以产生气体流；流动路径，所述流动路径用于使所述气体流通过所述呼吸设备到达所述呼吸设备的气体出口；

加湿器，所述加湿器可操作以对所述气体流进行加热和加湿，所述加湿器包括位于所述流动路径中的可移除加湿室；

流量传感器，所述流量传感器被配置成感测所述流动路径中的气体流的流量；以及

控制器，所述控制器操作性地连接到所述流量发生器，并且可操作以通过控制所述流量发生器的马达速度来控制所述气体流的流量，其中，所述控制器被配置成在操作期间执行用于通过以下方式检测所述流动路径中的泄漏的泄漏检测过程：

接收或计算指示或表示由所述流量传感器感测到的所述气体流的流量的流量变量；

启动第一阶段泄漏评估，所述第一阶段泄漏评估包括将所述流量变量与第一泄漏阈值进行比较，所述第一泄漏阈值表示可能的泄漏条件；以及

如果所述流量变量高于所述第一泄漏阈值从而指示可能的泄漏，则启动第二阶段泄漏评估，所述第二阶段泄漏评估包括：

将所述流量发生器的马达速度从当前马达速度增加到更高的马达速度，

将所述更高的马达速度下的新流量变量与所述第一泄漏阈值和第二泄漏阈值进行比较，所述第二泄漏阈值表示明确的泄漏条件，并且然后：

如果所述新流量变量高于所述第二泄漏阈值从而将所述可能的泄漏确认为明确的泄漏,则生成泄漏警报并退出所述第二阶段泄漏评估;或者

如果所述新流量变量低于所述第一泄漏阈值和第二泄漏阈值从而将所述可能的泄漏解析为无泄漏,则退出所述第二阶段泄漏评估而不生成警报;或者

在一个或多个进一步更高的马达速度下重复所述第二阶段泄漏评估,直到所述可能的泄漏被确认为泄漏或被解析为无泄漏。

用于确定呼吸流治疗系统中的泄漏的系统和方法

技术领域

[0001] 本披露内容涉及用于向患者提供呼吸流治疗的方法和系统。具体地,本披露内容涉及确定经由非密封接口向患者递送气体流的呼吸设备的流动路径中的泄漏。

背景技术

[0002] 呼吸辅助设备在各种环境(如医院、医疗设施、住院护理或家庭环境)中用于向用户或患者递送气体流。呼吸辅助设备或呼吸治疗设备(统称为‘呼吸设备’或‘呼吸装置’)可以用于随气体流来递送补充氧气或其他气体,和/或是用于递送加热和加湿的气体的加湿设备。呼吸设备可以允许对气体流的特性进行调整和控制,这些特性包括流量、温度、气体浓度、湿度、压力等。传感器(如流量传感器和/或压力传感器)用于测量气体流的特性。

发明内容

[0003] 本披露内容提供了用于检测呼吸设备的流动路径中的一种或多种泄漏的方法和过程。在一种配置中,呼吸设备是提供高流量治疗的‘非密封系统’。高流量治疗可以是通常经由非密封接口(如鼻插管)递送气体流的经鼻高流量系统,或者是经由气管造口术接口递送气体流的气管高流量系统。在一些配置中,泄漏检测算法可以在患者被连接或部分连接(即接口打开或部分装配)并接受治疗时和/或在患者与系统断开连接(即接口关闭)时运行。在非密封接口系统(如经鼻高流量系统)中,由于系统的开放和非密封性质,因此很难确定设备的流动路径中的泄漏。

[0004] 当患者接口是非密封装置(如经鼻高流量治疗中的鼻插管)或经由非密封气管接口来提供气管高流量治疗时,可以使用本文所披露的过程。经鼻高流量和气管高流量统称为“高流量治疗”。

[0005] 在一方面,本披露内容涉及一种呼吸设备,该呼吸设备被配置成向用户提供气体流以进行呼吸治疗,该呼吸设备包括:

[0006] 马达驱动流量发生器,该马达驱动流量发生器可操作以产生气体流;

[0007] 流动路径,该流动路径用于使气体流通过呼吸设备到达呼吸设备的气体出口;

[0008] 加湿器,该加湿器可操作以对气体流进行加热和加湿,该加湿器包括位于流动路径中的可移除加湿室;

[0009] 压力传感器,该压力传感器被配置成产生压力变量,该压力变量表示流动路径中的气体流的感测压力特性;以及

[0010] 控制器,该控制器操作性地连接到流量发生器,并且可操作以通过控制流量发生器的马达速度来控制气体流的流量,其中,该控制器被配置成在操作期间执行用于通过以下方式检测流动路径中的泄漏的泄漏检测过程:

[0011] 启动第一阶段泄漏评估,该第一阶段泄漏评估包括将压力变量与第一泄漏阈值进行比较,该第一泄漏阈值表示可能的泄漏条件;以及

[0012] 如果压力变量低于第一泄漏阈值从而指示可能的泄漏,则启动第二阶段泄漏评

估,该第二阶段泄漏评估包括:

[0013] 将流量发生器的马达速度从当前马达速度增加到更高的马达速度,

[0014] 将更高的马达速度下的新压力变量与第一泄漏阈值和第二泄漏阈值进行比较,该第二泄漏阈值表示明确的泄漏条件,并且然后:

[0015] 如果新压力变量低于第二泄漏阈值从而将可能的泄漏确认为明确的泄漏,则生成泄漏警报并退出第二阶段泄漏评估;或者

[0016] 如果新压力变量高于第一泄漏阈值和第二泄漏阈值从而将可能的泄漏解析为无泄漏,则退出第二阶段泄漏评估而不生成警报;或者

[0017] 在一个或多个进一步更高的马达速度下重复第二阶段泄漏评估,直到可能的泄漏被确认为泄漏或被解析为无泄漏。

[0018] 在配置中,第一阶段泄漏评估包括将压力变量与第一泄漏阈值和第二泄漏阈值进行比较,并且其中,控制器被配置成如果压力变量低于第一泄漏阈值并且高于第二泄漏阈值从而指示可能的泄漏,则启动第二阶段泄漏评估。

[0019] 在配置中,第一阶段泄漏评估包括将压力变量与第二泄漏阈值进行比较,并且其中,控制器被配置成如果压力变量低于第二泄漏阈值,则生成泄漏警报。

[0020] 在配置中,控制器被配置成在正常操作期间重复或继续第一阶段泄漏评估,直到出现退出条件。

[0021] 在配置中,退出条件包括生成泄漏警报或启动第二阶段泄漏评估,以将可能的泄漏解析为明确的泄漏或无泄漏。

[0022] 在配置中,在第二阶段泄漏评估中,增加流量发生器的马达速度包括以设定的增量将马达速度增加到更高的马达速度,或增加到预定系列或数组的更高马达速度中的下一个更高的马达速度。

[0023] 在配置中,在第二阶段泄漏评估中,控制器被配置成将流量发生器保持在更高的马达速度下持续预定的时间段,同时将新压力变量与第一泄漏阈值和/或第二泄漏阈值进行比较,以将可能的泄漏解析为明确的泄漏或无泄漏。

[0024] 在配置中,控制器被配置成如果在预定时间段内,在当前较高的马达速度下,可能的泄漏没有被确认为泄漏或者被解析为无泄漏,则在下一个进一步更高的马达速度下重复第二阶段泄漏评估。

[0025] 在配置中,控制器被配置成根据当前马达速度与马达速度阈值的比较而退出第二阶段泄漏评估。

[0026] 在配置中,控制器被配置成如果在第二阶段泄漏评估期间运行的当前较高的马达速度不低于马达速度阈值,则退出第二阶段泄漏评估。

[0027] 在配置中,控制器被配置成如果退出第二阶段泄漏评估而不生成警报,则调整第一泄漏阈值。

[0028] 在配置中,控制器被配置成通过降低第一泄漏阈值来调整第一泄漏阈值,该第一泄漏阈值与流量和/或在第一阶段泄漏评估期间运行的马达速度相关联。

[0029] 在配置中,第一泄漏阈值和第二泄漏阈值的值至少部分地取决于流量和/或在比较时运行的马达速度或者是其函数。

[0030] 在配置中,第一泄漏阈值和第二泄漏阈值是从相应的压力-流量特性曲线和/或针

对一定范围的流量和/或马达速度指定这些阈值的代表性查找表中提取的。

[0031] 在配置中,控制器被配置成基于压力变量在相应的最小评估时间段内是否始终高于或低于第一泄漏阈值和/或第二泄漏阈值来确定泄漏评估阶段中压力变量与该阈值的每个比较评估。

[0032] 在配置中,每个最小评估时间段取决于具体的比较评估和/或具体的泄漏评估阶段。

[0033] 在配置中,与第二阶段泄漏评估中的比较评估相关联的(多个)最小评估时间段比与先前的第一阶段泄漏评估中的比较评估相关联的(多个)最小评估时间段短。

[0034] 在配置中,控制器被配置成在生成泄漏警报时启动一个或多个警报动作。

[0035] 在配置中,警报动作包括将流量发生器的流量和/或马达速度冻结到当前操作设置。

[0036] 在配置中,警报动作包括在设备的显示器上生成泄漏的通知或指示。

[0037] 在配置中,泄漏警报指示可移除加湿室已经至少部分地或完全从设备的流动路径移除或断开。

[0038] 在配置中,泄漏警报指示患者回路已经至少部分地或完全从设备的气体出口移除或断开。

[0039] 在配置中,控制器可操作以检测设备的流动路径中的一种或多种不同类型的泄漏,每种不同类型的泄漏具有其相应的第一泄漏阈值和第二泄漏阈值。

[0040] 在配置中,在警报生成之后,控制器被配置成维持警报,直到压力变量上升到第二泄漏阈值或替代性解析泄漏阈值以上持续最小时间段。

[0041] 在配置中,在警报生成之后,控制器被配置成如果压力变量上升到第二泄漏阈值或替代性解析泄漏阈值以上持续最小时间段,则禁用警报并恢复到正常操作。

[0042] 在配置中,控制器被配置成在设备的整个或大部分操作流量范围内连续操作泄漏检测过程而无需进行修改。在一个示例中,泄漏检测过程可在设备的整个操作流量范围内操作,该操作流量范围可以是0L/min至90L/min,并且具有一系列不同类型和/或大小的患者接口。

[0043] 在配置中,呼吸设备包括连接到气体出口的患者回路,该患者回路包括患者接口,并且其中,控制器被配置成连续操作泄漏检测过程,而无需对一系列不同类型或大小的患者接口进行修改。

[0044] 在配置中,呼吸设备的加湿器进一步包括加热板,该加热板可操作以加热加湿室,并且其中,控制器进一步被配置成执行加热板检查过程,以在生成泄漏警报之前进一步确认或验证在第二阶段泄漏评估中鉴定的明确泄漏。

[0045] 在配置中,加热板检查过程包括对加热板施加功率或温度过程,并基于加热板的温度传感器或与加热板相关联的温度传感器相对于一个或多个阈值来评估加热板的加热速率和/或冷却速率,从而确定是否存在与加热板热接触的加湿室,加湿室的不存在验证了明确的泄漏条件。

[0046] 在另一方面,本披露内容涉及一种检测呼吸设备的流动路径中的泄漏的方法,该呼吸设备被配置成以可控流量向用户提供气体流以进行呼吸治疗,该方法包括:

[0047] 从设备的压力传感器接收压力变量,该压力变量表示流动路径中的气体流的感测

压力特性;

[0048] 启动第一阶段泄漏评估,该第一阶段泄漏评估包括将压力变量与第一泄漏阈值进行比较,该第一泄漏阈值表示可能的泄漏条件;以及

[0049] 如果压力变量低于第一泄漏阈值从而指示可能的泄漏,则启动第二阶段泄漏评估,该第二阶段泄漏评估包括:

[0050] 将流量发生器的马达速度从当前马达速度增加到更高的马达速度,

[0051] 将更高的马达速度下的新压力变量与第一泄漏阈值和第二泄漏阈值进行比较,该第二泄漏阈值表示明确的泄漏条件,并且然后:

[0052] 如果新压力变量低于第二泄漏阈值从而将可能的泄漏确认为明确的泄漏,则生成泄漏警报并退出第二阶段泄漏评估;或者

[0053] 如果新压力变量高于第一泄漏阈值和第二泄漏阈值从而将可能的泄漏解析为无泄漏,则退出第二阶段泄漏评估而不生成警报;或者

[0054] 在一个或多个进一步更高的马达速度下重复第二阶段泄漏评估,直到可能的泄漏被确认为泄漏或被解析为无泄漏。

[0055] 在配置中,第一阶段泄漏评估包括将压力变量与第一泄漏阈值和第二泄漏阈值进行比较,并且其中,该方法包括:如果压力变量低于第一泄漏阈值并且高于第二泄漏阈值从而指示可能的泄漏,则启动第二阶段泄漏评估。

[0056] 在配置中,第一阶段泄漏评估包括将压力变量与第二泄漏阈值进行比较,以及如果压力变量低于第二泄漏阈值,则生成泄漏警报。

[0057] 在配置中,该方法包括在正常操作期间重复第一阶段泄漏评估,直到出现退出条件。

[0058] 在配置中,退出条件包括生成泄漏警报或启动第二阶段泄漏评估,以将可能的泄漏解析为明确的泄漏或无泄漏。

[0059] 在配置中,在第二阶段泄漏评估中,增加流量发生器的马达速度包括以设定的增量将马达速度增加到更高的马达速度,或增加到预定系列或数组的更高马达速度中的下一个更高的马达速度。

[0060] 在配置中,在第二阶段泄漏评估中,该方法包括将流量发生器保持在更高的马达速度下持续预定的时间段,同时将新压力变量与第一泄漏阈值和/或第二泄漏阈值进行比较,以将可能的泄漏解析为明确的泄漏或无泄漏。

[0061] 在配置中,该方法包括如果在预定时间段内,在当前较高的马达速度下,可能的泄漏没有被确认为泄漏或者被解析为无泄漏,则在下一个进一步更高的马达速度下重复第二阶段泄漏评估。

[0062] 在配置中,该方法包括根据当前马达速度与马达速度阈值的比较而退出第二阶段泄漏评估。

[0063] 在配置中,该方法包括如果在第二阶段泄漏评估期间运行的当前较高的马达速度不低于马达速度阈值,则退出第二阶段泄漏评估。

[0064] 在配置中,该方法包括如果退出第二阶段泄漏评估而不生成警报,则调整第一泄漏阈值。

[0065] 在配置中,该方法包括通过降低第一泄漏阈值来调整第一泄漏阈值,该第一泄漏

阈值与流量和/或在第一阶段泄漏评估期间运行的马达速度相关联。

[0066] 在配置中,第一泄漏阈值和第二泄漏阈值的值至少部分地取决于流量和/或在比较时运行的马达速度或者是其函数。

[0067] 在配置中,该方法包括从相应的压力-流量特性曲线和/或针对一定范围的流量和/或马达速度指定这些阈值的代表性查找表中提取第一泄漏阈值和第二泄漏阈值。

[0068] 在配置中,该方法包括基于压力变量在相应的最小评估时间段内是否始终高于或低于第一泄漏阈值和/或第二泄漏阈值来确定泄漏评估阶段中压力变量与该阈值的每个比较评估。

[0069] 在配置中,最小评估时间段取决于具体的比较评估和/或具体的泄漏评估阶段。

[0070] 在配置中,与第二阶段泄漏评估中的比较评估相关联的(多个)最小评估时间段比与先前的第一阶段泄漏评估中的比较评估相关联的(多个)最小评估时间段短。

[0071] 在配置中,该方法包括在生成泄漏警报时启动一个或多个警报动作。

[0072] 在配置中,警报动作包括将流量发生器的流量和/或马达速度冻结到当前操作设置。

[0073] 在配置中,警报动作包括在设备的显示器上生成泄漏的通知或指示。

[0074] 在配置中,泄漏警报指示可移除加湿室已经至少部分地或完全从设备的流动路径移除或断开。

[0075] 在配置中,泄漏警报指示患者回路已经至少部分地或完全从设备的气体出口移除或断开。

[0076] 在配置中,该方法包括检测设备的流动路径中的一种或多种不同类型的泄漏,每种不同类型的泄漏具有其相应的第一泄漏阈值和第二泄漏阈值。

[0077] 在配置中,在警报生成之后,该方法包括维持警报,直到压力变量上升到第二泄漏阈值或替代性解析泄漏阈值以上持续最小时间段。

[0078] 在配置中,在警报生成之后,该方法包括如果压力变量上升到第二泄漏阈值或替代性解析泄漏阈值以上持续最小时间段,则禁用警报并恢复到正常操作。

[0079] 在配置中,设备包括:

[0080] 马达驱动流量发生器,该马达驱动的流量发生器可操作以产生气体流;

[0081] 流动路径,该流动路径用于使气体流通过呼吸设备到达呼吸设备的气体出口;

[0082] 加湿器,该加湿器可操作以对气体流进行加热和加湿,该加湿器包括位于流动路径中的可移除加湿室;

[0083] 压力传感器,该压力传感器被配置成产生压力变量,该压力变量表示流动路径中的气体流的感测压力特性;以及

[0084] 控制器,该控制器操作性地连接到流量发生器,并且能够操作以通过控制流量发生器的马达速度来控制气体流的流量,其中,该方法可由控制器执行或实施。

[0085] 在配置中,该方法在设备的整个或大部分操作流量范围内连续操作而无需进行修改。在一些实施例中,例如,流量范围可以为0L/min至90L/min。

[0086] 在配置中,呼吸设备包括连接到气体出口的患者回路,该患者回路包括患者接口,并且其中,该方法连续操作,而无需对一系列不同类型或大小的患者接口进行修改。

[0087] 在另一方面,本披露内容涉及一种呼吸设备,该呼吸设备被配置成向用户提供气

体流以进行呼吸治疗,该呼吸设备包括:

[0088] 马达驱动流量发生器,该马达驱动的流量发生器可操作以产生气体流;

[0089] 流动路径,该流动路径用于使气体流通过呼吸设备到达呼吸设备的气体出口;

[0090] 加湿器,该加湿器可操作以对气体流进行加热和加湿,该加湿器包括位于流动路径中的可移除加湿室;

[0091] 压力传感器,该压力传感器被配置成产生压力变量,该压力变量表示流动路径中的气体流的感测压力特性;以及

[0092] 控制器,该控制器操作性地连接到流量发生器,并且可操作以通过控制流量发生器的马达速度来控制气体流的流量,其中,该控制器被配置成在操作期间进行以下操作:

[0093] 在第一流量下从压力传感器接收压力变量;

[0094] 基于将接收到的压力变量与第一阈值进行比较来确定是否满足可能的泄漏条件,该第一阈值表示可能的泄漏条件,并且

[0095] 如果满足可能的泄漏条件,则:

[0096] 增加流量发生器的马达速度以产生气体流的第二流量;

[0097] 接收第二流量下的更新的压力变量;

[0098] 通过将更新的压力变量与第一阈值和/或第二阈值进行比较来确定满足可能的泄漏条件、无泄漏条件或明确的泄漏条件中的哪一个,该第二阈值表示明确的泄漏条件,并且

[0099] 如果在第二流量下再次满足可能的泄漏条件,则:

[0100] 以离散增量持续增加流量发生器的马达速度,以在离散时间间隔内增加气体的流量,并且在每个离散增量之后重新比较更新的压力变量与第一阈值和/或第二阈值,直到满足明确的泄漏条件或无泄漏条件。

[0101] 在配置中,如果压力变量低于第一阈值,则满足可能的泄漏条件。

[0102] 在配置中,如果压力变量低于第一阈值并且高于第二阈值,则满足可能的泄漏条件。

[0103] 在配置中,如果压力变量高于第一阈值和第二阈值,则满足无泄漏条件。

[0104] 在配置中,如果压力变量低于第二阈值,则满足明确的泄漏条件。

[0105] 在配置中,控制器被配置成基于压力变量在最小评估时间段内是否高于或低于相关的第一阈值和/或第二阈值来确定是否满足条件。

[0106] 在配置中,最小评估时间段取决于所评估的具体条件。

[0107] 在配置中,呼吸设备的加湿器进一步包括加热板,该加热板可操作以加热加湿室,并且其中,控制器进一步被配置成执行加热板检查过程,以在生成泄漏警报之前进一步确认或验证在第二阶段泄漏评估中鉴定的明确泄漏。

[0108] 在配置中,加热板检查过程包括对加热板施加功率或温度过程,并基于加热板的温度传感器或与加热板相关联的温度传感器相对于一个或多个阈值来评估加热板的加热速率和/或冷却速率,从而确定是否存在与加热板热接触的加湿室,加湿室的不存在验证了明确的泄漏条件。

[0109] 在一方面,本披露内容涉及一种检测呼吸设备的流动路径中的泄漏的方法,该呼吸设备被配置成以可控流量向用户提供气体流以进行呼吸治疗,该方法包括:

[0110] 从在第一流量下操作的设备的压力传感器接收压力变量,该压力变量表示流动路

径中的气体流的感测压力特性；

[0111] 基于将接收到的压力变量与第一阈值进行比较来确定是否满足可能的泄漏条件，该第一阈值表示可能的泄漏条件，并且

[0112] 如果满足可能的泄漏条件，则：

[0113] 增加流量发生器的马达速度以产生气体流的第二流量；

[0114] 接收第二流量下的更新的压力变量；

[0115] 通过将更新的压力变量与第一阈值和/或第二阈值进行比较来确定满足可能的泄漏条件、无泄漏条件或明确的泄漏条件中的哪一个，该第二阈值表示明确的泄漏条件，并且

[0116] 如果在第二流量下再次满足可能的泄漏条件，则：

[0117] 以离散增量持续增加流量发生器的马达速度，以在离散时间间隔内增加气体的流量，并且重新比较更新的压力变量与第一阈值和/或第二阈值，直到满足明确的泄漏条件或无泄漏条件。

[0118] 在配置中，该方法包括如果压力变量低于第一阈值，则确定满足可能的泄漏条件。

[0119] 在配置中，该方法包括如果压力变量低于第一阈值并且高于第二阈值，则确定满足可能的泄漏条件。

[0120] 在配置中，该方法包括如果压力变量高于第一阈值和第二阈值，则确定满足无泄漏条件。

[0121] 在配置中，该方法包括如果压力变量低于第二阈值，则确定满足明确的泄漏条件。

[0122] 在配置中，该方法包括基于压力变量在最小评估时间段内是否高于或低于相关的第一阈值和/或第二阈值来确定是否满足条件。

[0123] 在配置中，最小评估时间段取决于所评估的具体条件。

[0124] 在另一方面，本披露内容涉及一种呼吸设备，该呼吸设备被配置成向用户提供气体流以进行呼吸治疗，该呼吸设备包括：

[0125] 马达驱动流量发生器，该马达驱动流量发生器可操作以产生气体流；

[0126] 流动路径，该流动路径用于使气体流通过呼吸设备到达呼吸设备的气体出口；

[0127] 加湿器，该加湿器可操作以对气体流进行加热和加湿，该加湿器包括位于流动路径中的可移除加湿室；

[0128] 压力传感器，该压力传感器被配置成产生压力变量，该压力变量表示流动路径中的气体流的感测压力特性；以及

[0129] 控制器，该控制器操作性地连接到流量发生器，并且可操作以通过控制流量发生器的马达速度来控制气体流的流量，其中，该控制器被配置成在操作期间进行以下操作：

[0130] 控制流量发生器或流量发生器的马达速度，以在正常操作中以可配置的用户设定流量递送气体流；

[0131] 从压力传感器接收压力变量，并且进行以下中的任一项：

[0132] 如果压力变量高于泄漏阈值从而指示没有检测到泄漏，则继续正常操作；或者

[0133] 如果压力变量低于指示检测到可能的泄漏的泄漏阈值，则以预定或动态确定的增量增加流量发生器的马达速度或用户设定流量，并且从压力传感器接收新增加的马达速度或用户设定流量下的更新的压力变量，并且进行以下中的任一项：

[0134] 如果更新的压力变量低于泄漏阈值从而将可能的泄漏确认为泄漏，则生成警报

和/或冻结马达速度;或者如果压力变量高于泄漏阈值从而将可能的泄漏解析为不是泄漏,则恢复到流量发生器在原始用户设定流量下的正常操作。

[0135] 在另一方面,本披露内容涉及一种检测呼吸设备的流动路径中的泄漏的方法,该呼吸设备被配置成以可控流量向用户提供气体流以进行呼吸治疗,该方法包括:

[0136] 控制流量发生器或流量发生器的马达速度,以在正常操作中以可配置的用户设定流量递送气体流;

[0137] 从在用户设定流量下操作的设备的压力传感器接收压力变量,该压力变量表示流动路径中的气体流的感测压力特性,并且进行以下中的任一项:

[0138] 如果压力变量高于泄漏阈值从而指示没有检测到泄漏,则继续正常操作;或者

[0139] 如果压力变量低于指示检测到可能的泄漏的泄漏阈值,则以预定或动态确定的增量增加流量发生器的马达速度或用户设定流量,并且从压力传感器接收新增加的马达速度或用户设定流量下的更新的压力变量,并且进行以下中的任一项:

[0140] 如果更新的压力变量低于泄漏阈值从而将可能的泄漏确认为泄漏,则生成警报和/或冻结马达速度;或者如果压力变量高于泄漏阈值从而将可能的泄漏解析为不是泄漏,则恢复到流量发生器在原始用户设定流量下的正常操作。

[0141] 在另一方面,本披露内容涉及一种呼吸设备,该呼吸设备被配置成向用户提供气体流以进行呼吸治疗,该呼吸设备包括:

[0142] 壳体,该壳体具有用于容纳可移除加湿室的容器;

[0143] 壳体中的马达驱动流量发生器,该马达驱动流量发生器可操作以产生气体流;

[0144] 壳体中的气体入口和气体出口;

[0145] 流动路径,该流动路径用于在使用中使气体流从气体入口通过流量发生器和加湿室流过呼吸设备到达气体出口,当加湿室位于壳体的容器中的操作位置时,加湿室与流量发生器和气体出口流体连通;

[0146] 压力传感器,该压力传感器被配置成产生压力变量,该压力变量表示流动路径中的气体流的感测压力特性;以及

[0147] 控制器,该控制器被配置成:

[0148] 控制流量发生器以可配置的用户设定流量产生气体流;

[0149] 从压力传感器接收压力变量;

[0150] 启动第一阶段泄漏评估,该第一阶段泄漏评估包括将压力变量与第一泄漏阈值进行比较,该第一泄漏阈值表示可能的泄漏条件并且是当前流量和/或马达速度的函数;并且

[0151] 如果压力变量低于第一泄漏阈值从而指示可能的泄漏,则启动第二阶段泄漏评估,该第二阶段泄漏评估包括:

[0152] 将流量发生器的马达速度从当前马达速度增加到更高的马达速度,

[0153] 将更高的马达速度下的新压力变量与第一泄漏阈值和第二泄漏阈值进行比较,该第二泄漏阈值表示明确的泄漏条件并且是当前流量和/或马达速度的函数,并且然后:

[0154] 如果新压力变量低于第二泄漏阈值从而将可能的泄漏确认为明确的泄漏,则生成泄漏警报并退出第二阶段泄漏评估;或者

[0155] 如果新压力变量高于第一泄漏阈值和第二泄漏阈值从而将可能的泄漏解析为无

泄漏,则退出第二阶段泄漏评估;或者

[0156] 在一个或多个进一步更高的马达速度下重复第二阶段泄漏评估,直到产生警报或退出第二阶段泄漏评估。

[0157] 在另一方面,本披露内容涉及一种确定可移除加湿室是否已经从呼吸设备的流动路径移除的方法,其中,该呼吸设备包括:壳体,该壳体具有用于容纳该可移除加湿室的容器;壳体中的马达驱动流量发生器,该马达驱动流量发生器可操作以产生气体流;壳体中的气体入口和气体出口;流动路径,该流动路径用于在使用中使气体流从气体入口通过流量发生器和加湿室流过呼吸设备到达气体出口,当加湿室位于壳体的容器中的操作位置时,加湿室与流量发生器和气体出口流体连通;压力传感器,该压力传感器被配置成产生压力变量,该压力变量表示流动路径中的气体流的感测压力特性;以及控制器,该方法包括:

[0158] 控制流量发生器以可配置的用户设定流量产生气体流;

[0159] 从压力传感器接收压力变量;

[0160] 启动第一阶段泄漏评估,该第一阶段泄漏评估包括将压力变量与第一泄漏阈值进行比较,该第一泄漏阈值表示可能的泄漏条件并且是当前流量和/或马达速度的函数;以及

[0161] 如果压力变量低于第一泄漏阈值从而指示可能的泄漏,则启动第二阶段泄漏评估,该第二阶段泄漏评估包括:

[0162] 将流量发生器的马达速度从当前马达速度增加到更高的马达速度,

[0163] 将更高的马达速度下的新压力变量与第一泄漏阈值和第二泄漏阈值进行比较,该第二泄漏阈值表示明确的泄漏条件并且是当前流量和/或马达速度的函数,并且然后:

[0164] 如果新压力变量低于第二泄漏阈值从而将可能的泄漏确认为明确的泄漏,则生成泄漏警报并退出第二阶段泄漏评估;或者

[0165] 如果新压力变量高于第一泄漏阈值和第二泄漏阈值从而将可能的泄漏解析为无泄漏,则退出第二阶段泄漏评估;或者

[0166] 在一个或多个进一步更高的马达速度下重复第二阶段泄漏评估,直到产生警报或退出第二阶段泄漏评估。

[0167] 在另一方面,本披露内容涉及一种呼吸设备,该呼吸设备被配置成向用户提供气体流以进行呼吸治疗,该呼吸设备包括:

[0168] 马达驱动流量发生器,该马达驱动流量发生器可操作以产生气体流;

[0169] 流动路径,该流动路径用于使气体流通过呼吸设备到达呼吸设备的气体出口;

[0170] 加湿器,该加湿器可操作以对气体流进行加热和加湿,该加湿器包括位于流动路径中的可移除加湿室;

[0171] 压力传感器,该压力传感器被配置成产生压力变量,该压力变量表示流动路径中的气体流的感测压力特性;以及

[0172] 控制器,该控制器操作性地连接到流量发生器,并且可操作以通过控制流量发生器的马达速度来控制气体流的流量,其中,该控制器被配置成在操作期间进行以下操作:

[0173] 控制流量发生器或流量发生器的马达速度,从而以可配置的用户设定流量递送气体流;

[0174] 如果用户设定流量低于第一流量阈值或在第一流量范围内,则通过以下方式检查流动路径中的泄漏:

[0175] 基于将压力变量与一个或多个泄漏阈值进行比较来确定是否存在泄漏,并且如果无法明确确定泄漏或无泄漏,则:

[0176] 以设定增量增加用户设定流量或流量发生器的马达速度,并基于一个或多个泄漏阈值重新确定是否存在泄漏,以及

[0177] 如果还是无法明确确定泄漏或无泄漏,则以进一步设定的增量连续增加用户设定流量或马达速度,并在每个增量后重新确定是否存在泄漏或无泄漏,直到明确确定泄漏或无泄漏。

[0178] 在配置中,如果用户设定流量高于第一流量阈值,则控制器被配置成通过以下方式检查流动路径中的泄漏:

[0179] 将压力变量与当前用户设定流量和/或流量发生器的马达速度下的泄漏阈值进行比较,并且如果压力变量低于泄漏阈值,则确定泄漏,或者如果压力变量高于泄漏阈值,则确定无泄漏。

[0180] 在配置中,呼吸设备的加湿器进一步包括加热板,该加热板可操作以加热加湿室,并且其中,控制器进一步被配置成执行加热板检查过程,以进一步确认或验证所确定的明确泄漏。

[0181] 在配置中,加热板检查过程包括对加热板施加功率或温度过程,并基于加热板的温度传感器或与加热板相关联的温度传感器相对于一个或多个阈值来评估加热板的加热速率和/或冷却速率,从而确定是否存在与加热板热接触的加湿室,加湿室的不存在验证了所确定的明确泄漏。

[0182] 在另一方面,本披露内容涉及一种确定呼吸设备的流动路径中的泄漏的方法,该方法包括:

[0183] 控制流量发生器或流量发生器的马达速度,从而以可配置的用户设定流量递送气体流;

[0184] 如果用户设定流量低于第一流量阈值或在第一流量范围内,则通过以下方式检查流动路径中的泄漏:

[0185] 基于将气体流的压力变量与一个或多个泄漏阈值进行比较来确定是否存在泄漏,并且如果无法明确确定泄漏或无泄漏,则:

[0186] 以设定增量增加用户设定流量或流量发生器的马达速度,并基于一个或多个泄漏阈值重新确定是否存在泄漏,以及

[0187] 如果还是无法明确确定泄漏或无泄漏,则以进一步设定的增量连续增加用户设定流量或马达速度,并在每个增量后重新确定是否存在泄漏或无泄漏,直到明确确定泄漏或无泄漏。

[0188] 在配置中,如果用户设定流量高于第一流量阈值,则通过以下方式检查流动路径中的泄漏:

[0189] 将压力变量与当前用户设定流量和/或流量发生器的马达速度下的泄漏阈值进行比较,并且如果压力变量低于泄漏阈值,则确定泄漏,或者如果压力变量高于泄漏阈值,则确定无泄漏。

[0190] 在另一方面,本披露内容涉及一种确定呼吸设备中的加湿室泄漏条件的方法,其中,呼吸设备的控制器执行或进行以上或以下方法中的任一种。

[0191] 在另一方面,本披露内容涉及一种呼吸设备的控制器,该控制器包括处理器,该处理器被配置成执行或进行以上或以下方法中的任一种。

[0192] 在另一方面,本披露内容涉及一种根据以上方法中的任一种确定呼吸设备的流动路径中的泄漏的方法,但是在该方法中,该设备以如干燥模式和/或消毒模式等非治疗模式操作。

[0193] 在另一方面,本披露内容涉及一种确定以非治疗模式操作的呼吸设备的流动路径中的泄漏的方法,该方法包括:

[0194] 根据非治疗模式设置控制流量发生器或流量发生器的马达速度;

[0195] 基于将气体流的压力变量与一个或多个泄漏阈值进行比较来确定是否存在泄漏,并且如果无法明确确定泄漏或无泄漏,则:

[0196] 以设定增量增加流量或流量发生器的马达速度,并基于一个或多个泄漏阈值重新确定是否存在泄漏,以及

[0197] 如果还是无法明确确定泄漏或无泄漏,则以进一步设定的增量连续增加用户设定流量或马达速度,并在每个增量后重新确定是否存在泄漏或无泄漏,直到明确确定泄漏或无泄漏。

[0198] 在配置中,非治疗模式是干燥模式和/或消毒模式。

[0199] 在配置中,一个或多个泄漏阈值至少部分地基于流动路径特性和/或与干燥模式和/或消毒模式相关联的操作设置或者是其函数。

[0200] 在另一方面,本披露内容涉及一种呼吸设备,该呼吸设备被配置成向患者提供经加热和加湿的气体流。该设备可以向患者(即用户)提供高流量治疗。该设备包括:

[0201] 马达驱动流量发生器,该马达驱动流量发生器可操作以产生气体流,

[0202] 流动路径,该流动路径用于使气体流通过呼吸设备到达呼吸设备的气体出口,

[0203] 加湿器,该加湿器可操作以对气体流进行加热和加湿,该加湿器包括可移除加湿室,其中,可移除加湿室可从流动路径移除,使得当加湿室处于可操作位置时,流动路径通过加湿室延伸到出口,

[0204] 压力传感器,该压力传感器被配置成产生指示气体流的压力的信号,

[0205] 流量传感器,该流量传感器被配置成产生指示气体流的流量的信号,

[0206] 马达速度传感器,该马达速度传感器与流量发生器的马达相关联,其中,马达速度传感器被配置成产生指示马达的马达速度的信号,

[0207] 控制器,该控制器可操作地联接至流量发生器以控制气体流的流量,该控制器与压力传感器、流量传感器和马达速度传感器电子通信,该控制器进一步被配置成:

[0208] 使用压力传感器、流量传感器和马达速度传感器中的一者或多者来执行第一泄漏检测方法,

[0209] 如果第一泄漏检测方法产生对泄漏的确认,则生成警报,

[0210] 如果第一泄漏检测方法输出可能的泄漏条件,则执行第二泄漏检测方法,其中,该第二泄漏检测方法以预定增量增加马达速度,直到控制器确定明确泄漏或明确无泄漏条件,

[0211] 其中,第一泄漏检测方法包括用流量传感器的当前测量流量的两个阈值中的一个阈值来评估测得的气体压力,并且第二泄漏检测方法将测得的流量下的测得的压力与泄漏

阈值进行比较,以确认明确的泄漏条件或明确的无泄漏条件;并且

[0212] 该控制器被配置成通过使用马达速度传感器测量马达速度来以设定增量增加马达速度。

[0213] 在一些实施例中,该设备是有利的,因为其执行两阶段泄漏检测来确定流动路径中的泄漏。流动路径中的泄漏是由于移除加湿室和/或联接至出口的导管而导致的大泄漏。

[0214] 在一些实施例中,该设备包括壳体,其中,流量发生器和加湿器位于共同的壳体内。壳体可以包括用于容纳加湿室的容器。控制器被配置成如果确定了明确的泄漏,则执行动作。

[0215] 在另一方面,本披露内容涉及一种呼吸设备,该呼吸设备可在消毒模式下操作以对该设备的流动路径中的一个或多个部件进行消毒,该呼吸设备包括:

[0216] 马达驱动流量发生器,该马达驱动流量发生器可操作以产生气体流;

[0217] 流动路径,所述流动路径用于使所述气体流通过所述呼吸设备;

[0218] 可移除消毒套件或组件,所述可移除消毒套件或组件形成所述流动路径的一部分;

[0219] 压力传感器,该压力传感器被配置成产生压力变量,该压力变量表示流动路径中的气体流的感测压力特性;以及

[0220] 控制器,该控制器操作性地连接到流量发生器,并且可操作以通过控制流量发生器的马达速度来控制气体流的流量,其中,该控制器被配置成在操作期间进行以下操作:

[0221] 在第一流量下从压力传感器接收压力变量;

[0222] 基于将接收到的压力变量与第一阈值进行比较来确定是否满足可能的泄漏条件,该第一阈值表示可能的泄漏条件,并且

[0223] 如果满足可能的泄漏条件,则:

[0224] 增加流量发生器的马达速度以产生气体流的第二流量;

[0225] 接收第二流量下的更新的压力变量;

[0226] 通过将更新的压力变量与第一阈值和/或第二阈值进行比较来确定满足可能的泄漏条件、无泄漏条件或明确的泄漏条件中的哪一个,该第二阈值表示明确的泄漏条件,并且

[0227] 如果在第二流量下再次满足可能的泄漏条件,则:

[0228] 以离散增量持续增加流量发生器的马达速度,以在离散时间间隔内增加气体的流量,并且在每个离散增量之后重新比较更新的压力变量与第一阈值和/或第二阈值,直到满足明确的泄漏条件或无泄漏条件。

[0229] 在配置中,消毒套件或组件包括消毒管和过滤器,该消毒管可移除地连接到流动路径中以代替被移除的加湿室,从而将与流量发生器相关联的气体出口流体联接至设备的主气体出口部件,该主气体出口部件连接到患者回路,并且该过滤器可移除地连接到主气体出口的开放端口。作为示例,过滤器可以是过滤器部件。在一个示例中,过滤器部件可以是过滤器帽或具有过滤器的帽,其中,过滤器帽或帽与主气体出口的开放端口接合、接合在该开放端口中或上方。

[0230] 在配置中,设备的主气体出口部件包括弯管导管,其中,消毒管连接到弯管导管的第一端,并且过滤器连接到弯管导管的第二端,使得在消毒模式操作期间,来自流量发生器的气体流流经消毒管、弯管导管,并流出过滤器进入大气中。

[0231] 在配置中,第一阈值和/或第二阈值被配置用于检测流动路径中的泄漏条件,该泄漏条件指示或表示在消毒模式操作期间消毒套件或组件的过滤器被移除、不存在或至少部分地从主气体出口移开。

[0232] 在配置中,泄漏条件表示消毒套件或组件的部件从流动路径移除或断开。

[0233] 在配置中,消毒套件或组件包括可以联接至呼吸设备的臭氧模块。泄漏检测方法可以被配置成检测作为消毒套件的一部分的臭氧模块的移位或错误连接。臭氧模块可以被配置成将臭氧气体泵送通过呼吸设备的流动路径,以便对流动路径进行消毒。臭氧模块可能需要使用设定的时间段。所描述的泄漏检测方法被配置成在所需时间之前检测消毒模块(即臭氧模块)的移除,从而引起适当的警报。

[0234] 在一方面,本披露内容涉及一种呼吸设备,该呼吸设备被配置成向用户提供气体流以进行呼吸治疗,该呼吸设备包括:

[0235] 马达驱动流量发生器,该马达驱动流量发生器可操作以产生气体流;

[0236] 流动路径,该流动路径用于使气体流通过呼吸设备到达呼吸设备的气体出口;

[0237] 加湿器,该加湿器可操作以对气体流进行加热和加湿,该加湿器包括位于流动路径中的可移除加湿室;

[0238] 流量传感器,所述流量传感器被配置成感测所述流动路径中的气体流的流量;以及

[0239] 控制器,该控制器操作性地连接到流量发生器,并且可操作以通过控制流量发生器的马达速度来控制气体流的流量,其中,该控制器被配置成在操作期间执行用于通过以下方式检测流动路径中的泄漏的泄漏检测过程:

[0240] 接收或计算指示或表示由所述流量传感器感测到的所述气体流的流量的流量变量;

[0241] 启动第一阶段泄漏评估,所述第一阶段泄漏评估包括将所述流量变量与第一泄漏阈值进行比较,所述第一泄漏阈值表示可能的泄漏条件;以及

[0242] 如果所述流量变量高于所述第一泄漏阈值从而指示可能的泄漏,则启动第二阶段泄漏评估,所述第二阶段泄漏评估包括:

[0243] 将流量发生器的马达速度从当前马达速度增加到更高的马达速度,

[0244] 将所述更高的马达速度下的新流量变量与所述第一泄漏阈值和第二泄漏阈值进行比较,所述第二泄漏阈值表示明确的泄漏条件,并且然后:

[0245] 如果所述新流量变量高于所述第二泄漏阈值从而将所述可能的泄漏确认为明确的泄漏,则生成泄漏警报并退出所述第二阶段泄漏评估;或者

[0246] 如果所述新流量变量低于所述第一泄漏阈值和第二泄漏阈值从而将所述可能的泄漏解析为无泄漏,则退出所述第二阶段泄漏评估而不生成警报;或者

[0247] 在一个或多个进一步更高的马达速度下重复第二阶段泄漏评估,直到可能的泄漏被确认为泄漏或被解析为无泄漏。

[0248] 在另一方面,本披露内容涉及一种呼吸设备,该呼吸设备被配置成向用户提供气体流以进行呼吸治疗,该呼吸设备包括:

[0249] 马达驱动流量发生器,该马达驱动流量发生器可操作以产生气体流;

[0250] 流动路径,该流动路径用于使气体流通过呼吸设备到达呼吸设备的气体出口;

[0251] 加湿器,该加湿器可操作以对气体流进行加热和加湿,该加湿器包括位于流动路径中的可移除加湿室;

[0252] 流量传感器,所述流量传感器被配置成感测所述流动路径中的气体流的流量;以及

[0253] 控制器,该控制器操作性地连接到流量发生器,并且可操作以通过控制流量发生器的马达速度来控制气体流的流量,其中,该控制器被配置成在操作期间进行以下操作:

[0254] 接收或计算指示或表示由流量传感器在第一流量下感测到的气体流的流量的流量变量;

[0255] 基于将接收到的流量变量与第一阈值进行比较来确定是否满足可能的泄漏条件,该第一阈值表示可能的泄漏条件,并且

[0256] 如果满足可能的泄漏条件,则:

[0257] 增加流量发生器的马达速度以产生气体流的第二流量;

[0258] 接收第二流量下的更新的流量变量;

[0259] 通过将更新的流量变量与第一阈值和/或第二阈值进行比较来确定满足可能的泄漏条件、无泄漏条件或明确的泄漏条件中的哪一个,该第二阈值表示明确的泄漏条件,并且

[0260] 如果在第二流量下再次满足可能的泄漏条件,则:

[0261] 以离散增量持续增加流量发生器的马达速度,以在离散时间间隔内增加气体的流量,并且在每个离散增量之后重新比较更新的流量变量与第一阈值和/或第二阈值,直到满足明确的泄漏条件或无泄漏条件。

[0262] 在另一方面,本披露内容涉及一种呼吸设备,该呼吸设备被配置成向用户提供气体流以进行呼吸治疗,该呼吸设备包括:

[0263] 马达驱动流量发生器,该马达驱动流量发生器可操作以产生气体流;

[0264] 流动路径,该流动路径用于使气体流通过呼吸设备到达呼吸设备的气体出口;

[0265] 加湿器,该加湿器可操作以对气体流进行加热和加湿,该加湿器包括位于流动路径中的可移除加湿室;

[0266] 流量传感器,所述流量传感器被配置成感测所述流动路径中的气体流的流量;以及

[0267] 控制器,该控制器操作性地连接到流量发生器,并且可操作以通过控制流量发生器的马达速度来控制气体流的流量,其中,该控制器被配置成在操作期间进行以下操作:

[0268] 控制流量发生器或流量发生器的马达速度,以在正常操作中以可配置的用户设定或预设的流量递送气体流;

[0269] 接收表示或指示气体流的流量的流量变量,并且进行以下中的任一项:

[0270] 如果流量变量低于泄漏阈值从而指示没有检测到泄漏,则继续正常操作;或者

[0271] 如果流量变量高于指示检测到可能的泄漏的泄漏阈值,则以预定或动态确定的增量增加流量发生器的马达速度或设定流量,并且接收新增加的马达速度或设定流量下的更新的流量变量,并且进行以下中的任一项:

[0272] 如果更新的流量变量高于泄漏阈值从而将可能的泄漏确认为泄漏,则生成警报和/或冻结马达速度;或者如果流量变量低于泄漏阈值从而将可能的泄漏解析为不是泄漏,则恢复到流量发生器在原始设定流量下的正常操作。

[0273] 在一方面,本披露内容涉及一种呼吸设备,该呼吸设备被配置成向用户提供气体流以进行呼吸治疗,该呼吸设备包括:

[0274] 马达驱动流量发生器,该马达驱动流量发生器可操作以产生气体流;

[0275] 流动路径,该流动路径用于使气体流通过呼吸设备到达呼吸设备的气体出口;

[0276] 加湿器,该加湿器可操作以对气体流进行加热和加湿,该加湿器包括位于流动路径中的可移除加湿室和可操作以加热加湿室的加热板;

[0277] 压力传感器,该压力传感器被配置成产生压力变量,该压力变量表示流动路径中的气体流的感测压力特性;以及

[0278] 控制器,该控制器操作性地连接到流量发生器,并且可操作以通过控制流量发生器的马达速度来控制气体流的流量,其中,该控制器被配置成在操作期间执行用于通过以下方式检测流动路径中的泄漏的泄漏检测过程:

[0279] 启动第一阶段泄漏评估,该第一阶段泄漏评估包括将压力变量与泄漏阈值进行比较,该泄漏阈值表示可能的泄漏条件;以及如果压力变量低于泄漏阈值从而指示可能的泄漏,则启动第二阶段泄漏评估,该第二阶段泄漏评估包括:

[0280] 通过对加湿器的加热板施加功率或温度过程来启动加热板检查过程,并基于加热板的温度传感器或与加热板相关联的温度传感器相对于一个或多个阈值来评估加热板的加热速率和/或冷却速率,从而确定是否存在与加热板热接触的加湿室,

[0281] 如果通过加热板检查确定加湿室不存在从而将可能的泄漏确认为明确的泄漏,则生成泄漏警报并退出第二阶段泄漏评估;或者

[0282] 如果通过加热板检查确定加湿室存在从而将可能的泄漏解析为无泄漏,则退出第二阶段泄漏评估而不生成警报。

[0283] 在一方面,本披露内容涉及一种呼吸设备,该呼吸设备被配置成向用户提供气体流以进行呼吸治疗,该呼吸设备包括:

[0284] 马达驱动流量发生器,该马达驱动流量发生器可操作以产生气体流;

[0285] 流动路径,该流动路径用于使气体流通过呼吸设备到达呼吸设备的气体出口;

[0286] 加湿器,该加湿器可操作以对气体流进行加热和加湿,该加湿器包括位于流动路径中的可移除加湿室和可操作以加热加湿室的加热板;

[0287] 流量传感器,所述流量传感器被配置成感测所述流动路径中的气体流的流量;以及

[0288] 控制器,该控制器操作性地连接到流量发生器,并且可操作以通过控制流量发生器的马达速度来控制气体流的流量,其中,该控制器被配置成在操作期间执行用于通过以下方式检测流动路径中的泄漏的泄漏检测过程:

[0289] 启动第一阶段泄漏评估,该第一阶段泄漏评估包括将指示或表示气体流的流量的流量变量与泄漏阈值进行比较,该泄漏阈值表示可能的泄漏条件;以及

[0290] 如果流量变量高于泄漏阈值从而指示可能的泄漏,则启动第二阶段泄漏评估,该第二阶段泄漏评估包括:

[0291] 通过对加湿器的加热板施加功率或温度过程来启动加热板检查过程,并基于加热板的温度传感器或与加热板相关联的温度传感器相对于一个或多个阈值来评估加热板的加热速率和/或冷却速率,从而确定是否存在与加热板热接触的加湿室,

[0292] 如果通过加热板检查确定加湿室不存在从而将可能的泄漏确认为明确的泄漏,则生成泄漏警报并退出第二阶段泄漏评估;或者

[0293] 如果通过加热板检查确定加湿室存在从而将可能的泄漏解析为无泄漏,则退出第二阶段泄漏评估而不生成警报。

附图说明

[0294] 参考某些实施例的附图来描述本披露内容的这些和其他特征、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内容。

[0295] 图1示意性地示出了被配置成向患者提供呼吸治疗的呼吸系统。

[0296] 图2是具有处于适当位置中的加湿室和提起的手柄/杆件的示例呼吸设备的前视图。

[0297] 图3是对应于图2的俯视图。

[0298] 图4是对应于图2的右侧视图。

[0299] 图5是对应于图2的左侧视图。

[0300] 图6是对应于图2的后视图。

[0301] 图7是对应于图2的左前立体图。

[0302] 图8是对应于图2的右前立体图。

[0303] 图9是对应于图2的仰视图。

[0304] 图10示出了呼吸设备的空气和氧气入口布置结构的示例配置。

[0305] 图11示出了呼吸设备的空气和氧气入口布置结构的另一种示例配置。

[0306] 图12是示出图11的空气和氧气入口布置结构的进一步细节的横向剖视图。

[0307] 图13是示出图11的空气和氧气入口布置结构的进一步细节的另一个横向剖视图。

[0308] 图14是示出图11的空气和氧气入口布置结构的进一步细节的纵向剖视图。

[0309] 图15是呼吸设备的主壳体的上机壳部件和下机壳部件的分解视图。

[0310] 图16是主壳体的下机壳的左前侧视立体图,其示出了用于接收马达/传感器模块子组件的壳体。

[0311] 图17是呼吸设备的主壳体的第一底侧立体图,其示出了位于壳体内部的用于马达/传感器模块子组件的凹部。

[0312] 图18是呼吸设备的主壳体的第二底侧立体图,其示出了用于马达/传感器模块子组件的凹部。

[0313] 图19A展示了控制系统的框图,该控制系统与呼吸系统的部件交互和/或向呼吸系统的部件提供控制和指导。

[0314] 图19B展示了示例控制器的框图。

[0315] 图20展示了马达和传感器模块的框图。

[0316] 图21展示了示例马达和传感器模块的感测室。

[0317] 图22示出了根据实施例的泄漏检测算法的汇总流程图。

[0318] 图23示出了在呼吸设备的治疗模式或干燥模式期间的泄漏检测算法的实施例的详细流程图,并且该泄漏检测算法基于泄漏压力阈值。

[0319] 图24A示出了压力与流量的曲线图,并且展示了根据实施例的与图23的泄漏检测

算法相关联的泄漏阈值以及与正常操作和泄漏相关的数据的示例。

[0320] 图24B示出了图24A的曲线图的另一版本,其示出了泄漏阈值而未示出与正常操作和泄漏相关的数据。

[0321] 图24C示出了图24A的曲线图的特写,并且示出了在泄漏检测算法在设备正常操作而没有检测到泄漏的场景中的多次迭代(A-C)的场景中与该算法的实施相关联的特定泄漏阈值线。

[0322] 图24D示出了图24C的曲线图,并且展示了在确定没有检测到泄漏的正常操作之后对可能的泄漏阈值线的更新或修改。

[0323] 图24E示出了图24a的曲线图的特写,并且示出了在泄漏检测算法在设备在有泄漏(例如,室关闭)的情况下操作的场景中的多次迭代(A,B)以及一旦泄漏被解析后的后续迭代(C,D,E)的场景中与该算法的实施相关联的特定泄漏阈值线。

[0324] 图25A示出了根据实施例的安装有消毒套件的图2所示类型的呼吸设备在消毒模式下操作的示意性示例。

[0325] 图25B示出了用于呼吸设备的消毒模式的泄漏检测算法的另一个实施例的详细流程图,并且该泄漏检测算法基于泄漏压力阈值。

[0326] 图25C示出了压力与流量的曲线图,并且展示了根据实施例的与用于消毒模式的图25A的泄漏检测算法相关联的泄漏阈值以及与消毒模式的正常操作和泄漏相关的数据的示例。

[0327] 图26示出了根据实施例的用于呼吸设备的消毒模式的堵塞检测算法的实施例的流程图。

[0328] 图27A示出了用于呼吸设备的泄漏检测算法的另一个实施例的详细流程图,并且该泄漏检测算法基于泄漏流量阈值。

[0329] 图27B示出了马达速度与流量的曲线图,并且展示了根据实施例的与图27A的泄漏检测算法相关联的泄漏阈值以及与正常操作和泄漏相关的数据的示例。

具体实施方式

[0330] 尽管下文描述了某些示例,但本领域技术人员将了解,本披露内容扩展超出具体披露的示例和/或用途以及其明显的修改和等效物。因此,意图是本文所披露的本披露内容的范围不应受到下文所描述的任何特定示例的限制。

[0331] 1. 确定被配置为非密封系统的呼吸设备的流动路径中的泄漏

[0332] 本披露内容的泄漏检测算法可应用于一系列呼吸设备,特别是可操作或可配置成经由非密封接口(如鼻插管)提供高流量治疗的非密封系统。高流量系统由于非密封患者接口而存在固有泄漏。

[0333] 在实施例中,泄漏检测算法被配置成检测流动路径中的一种或多种具体类型的泄漏。

[0334] 在一种配置中,泄漏检测算法被配置成检测由加湿室从流动路径移除或断开(无论是完全的还是部分的)引起的流动路径中的泄漏。

[0335] 在其他配置中,泄漏检测算法可以被配置成检测沿着流动路径的任何其他显著泄漏,如在呼吸设备的流动路径中或沿着该流动路径的部件之间的联接泄漏或连接泄漏。

[0336] 在其他配置中,泄漏检测算法可以被配置成检测设备出口处的泄漏,例如检测由患者回路(例如导管或管)从设备的气体出口移除或断开(无论是完全的还是部分的)引起的泄漏。

[0337] 在一些配置中,泄漏检测算法可以被配置成监测一种类型的泄漏,或者可以被配置成同时或者周期性地或连续地一次一个地监测或感测一种或多种不同类型的泄漏。

[0338] 在一些配置中,泄漏检测算法可以被配置成在呼吸设备的一个或多个不同操作模式期间监测特定或具体类型的泄漏。在一个示例中,泄漏检测算法可以被配置成在治疗模式期间操作,在此期间气体流被递送给用户或患者以进行呼吸治疗。在另一个示例中,泄漏检测算法可以被配置成在非治疗模式(如但不限于干燥模式和消毒模式)期间操作。被检测的泄漏类型可以取决于呼吸设备的操作模式。

[0339] 在实施例中,泄漏检测算法被配置成检测加湿室从呼吸设备的加湿器的移除或断开。加湿器是重要的特征,并且在提供经鼻高流量时是必需的。湿度有助于为患者提供舒适度并保持患者的气道健康。加湿也有助于提高患者对高流量治疗的依从性,因为它可以提高患者的舒适度。

[0340] 在一种配置中,泄漏检测算法可在设备的整个治疗操作流量范围内连续操作,并利用任何大小的患者接口(如成人和新生儿或青少年接口)。

[0341] 在非密封系统如递送经鼻高流量的呼吸设备中,在低流量范围内,系统很难基于对气体流特性的监测来准确或容易地辨别加湿室何时已经从加湿器中移除或者不存在于流动路径中。当监测气体流特性以确定泄漏(如加湿室断开或移除)时,有可能出现假阳性。在低流量下,湿度对于患者治疗仍然很重要,尤其是对于儿科患者或新生儿患者,因此准确或可靠地检测加湿室移除很重要。

[0342] 在实施例中,呼吸设备可以在其0L/min至80L/min的操作流量范围内具有连续控制。在实施例中,呼吸设备可以选择性地操作多个接口,如但不限于小型、中型、大型成人插管和小型、中型、大型青少年插管。在实施例中,呼吸设备可操作以在单一操作模式下向一系列患者(例如成人、儿科患者或新生儿患者)提供流量治疗,其中流量设置针对具体患者进行调整。在实施例中,泄漏检测算法设置有可在整个操作流量范围内操作的泄漏阈值,使得相同的泄漏检测算法可连续操作,而不管使用该设备的患者类型、和/或目标流量设置、和/或所使用的患者接口(例如插管)的类型或大小。例如,在一些实施例中,泄漏检测算法能够在多个流量范围内工作,并利用多个不同大小或类型的患者接口,而无需修改泄漏阈值或泄漏阈值函数。

[0343] 如以上所解释的,由呼吸设备递送的经鼻高流量治疗非常容易泄漏。经鼻高流量系统是非密封的,并且是低压系统。如室断开检测等泄漏检测需要对流动路径中由系统产生的气体流的流量和压力的微小变化更加敏感。通常,准确的泄漏检测很困难,因为非密封系统的警报条件和正常操作条件趋同,尤其是在较低的流量范围内。例如,当在低流量下,如但不限于在用于儿科患者的治疗流量(例如低于15L/min,并且更具体地低于10L/min)下检测泄漏时,产生假阳性的可能性较高。在这些较低的流量范围内,正常操作与泄漏(例如加湿室被移除)之间的流量和压力条件趋同。这使得很难区分正常操作与出现泄漏。

[0344] 需要一种鲁棒的、快速作用的并且能够在低流量条件下以最小或减少的错误条件确定泄漏条件的泄漏检测方法。

[0345] 2. 示例呼吸设备的概述

[0346] 确定泄漏的方法和过程将在示例呼吸设备10的上下文中进行描述,该呼吸设备被配置成或可操作以经由非密封患者接口提供经鼻高流量治疗。这旨在作为非限制性示例。将了解,这些泄漏检测方法和过程可以应用于其他呼吸设备和/或其他操作模式和/或由这种设备递送的治疗模式。

[0347] 图1中提供了示例呼吸设备10的示意性表示。呼吸设备10可以包括主装置壳体100。主装置壳体100可以包含可以呈马达/叶轮布置的形式的流量发生器11、加湿器12、控制器13以及用户接口14。用户接口14可以包括显示器和(多个)输入装置,输入装置为比如(多个)按钮、触摸屏、触摸屏和(多个)按钮的组合等。控制器13可以包括一个或多个硬件和/或软件处理器,并且可以被配置或编程用于控制系统的部件,包括但不限于操作流量发生器11以产生用于递送给患者的气体流、操作加湿器12以对气体流进行加湿和/或加热、接收来自用户接口14的用户输入以便对呼吸设备10进行重新配置和/或用户定义的操作、以及(例如在显示器上)向使用者输出信息。用户可以是患者、保健专业人员或其他人。

[0348] 继续参考图1,患者呼吸导管16可以联接至呼吸设备10的主装置壳体100中的气体流出口21,并且联接至患者接口17(如非密封接口,如具有歧管19和鼻叉18的鼻插管)。患者呼吸导管16也可以是气管造口术接口、或其他启封的接口。

[0349] 气体流可以由流量发生器11生成,并且在经由患者呼吸导管16通过患者接口17被递送至患者之前可以被加湿。控制器13可以控制流量发生器11以产生期望流量的气体流,和/或控制一个或多个阀以控制空气和氧气或其他可呼吸气体的混合。控制器13可以控制加湿室12中的或与之相关联的加热元件,以将气体加热到期望的温度,该期望的温度实现用于递送到患者的温度和/或湿度的期望水平。患者呼吸导管16可以具有加热元件16a,如加热丝,以加热穿过到达患者的气体流。加热元件16a也可以受控制器13的控制。

[0350] 设备的加湿器12被配置成与气体流组合或将湿度引入到气体流中。可以采用各种加湿器12配置。在一种配置中,加湿器12可以包括可移除的加湿室。例如,加湿室可以部分地或完全地从流动路径和/或设备移除或断开。作为示例,加湿室可以被移除,以用于例如重新填充、清洁、更换和/或修理。在一种配置中,加湿室可以由设备的加湿隔室或隔间(bay)接收和固位或者被接收和固位在设备的加湿隔室或隔间内,或者可以以其他方式联接至设备的壳体上或壳体内。

[0351] 加湿器12的加湿室可以包括气体入口和气体出口,以使得能够连接到设备的气体流动路径中。例如,来自流量发生器11的气体流在被加热和/或加湿之后经由其气体入口被接收到加湿室中并且经由其气体出口离开该室。

[0352] 加湿室包含一定容积的液体,通常为水或类似物。在操作中,加湿室中的液体由与该室相关联的一个或多个加热器或加热元件可控地加热以产生水蒸气或蒸汽,从而增加流过该室的气体的湿度。

[0353] 在一种配置中,加湿器是逾越式(Passover)加湿器。在另一种配置中,加湿器可以是非逾越式加湿器。泄漏检测算法可以被配置成检测加湿室从设备的流动路径的移除或断开,无论设备的加湿器是逾越式加湿器还是非逾越式加湿器。

[0354] 在一种配置中,加湿器可以包括加热板,例如与加湿隔间(室就座于该加湿隔间上)相关联或在加湿隔间内以进行加热。室可以在室的底表面或其他表面中设置有热传递

表面(例如,金属插入物、板或类似物),该热传递表面与加湿器的加热板对接或接合。

[0355] 在另一种配置中,加湿室可以在室内部或室内包括一个或多个内部加热器或加热器元件。该一个或多个内部加热器或加热器元件可以一体地安装或设置在室内部,或者可以是可从室移除的。

[0356] 加湿室可以是任何合适的形状和/或大小。室的气体入口和气体出口的位置、数量、大小和/或形状可以根据需要而改变。在一种配置中,加湿室可以具有基表面、从基表面向上延伸的一个或多个侧壁、以及上表面或顶表面。在一种配置中,气体入口和气体出口可以定位在室的同一侧上。在另一种配置中,气体入口和气体出口可以在室的不同表面上,比如在相对的侧部或位置上,或在其他不同的位置上。

[0357] 在一些配置中,气体入口和气体出口可以具有平行的流轴线。在一些配置中,气体入口和气体出口可以定位在室上的同一高度处。

[0358] 系统10可以使用与控制器13通信的(多个)超声换能器、(多个)流量传感器(如热敏电阻流量传感器)、(多个)压力传感器、(多个)温度传感器、(多个)湿度传感器、或其他传感器来监测气体流的特性和/或以提供合适治疗的方式来操作系统10。气体流特性可以包括气体浓度、流量、压力、温度、湿度或其他特性。传感器3a、3b、3c、20、25(如压力传感器、温度传感器、湿度传感器和/或流量传感器)可以放置在主装置壳体100、患者导管16和/或患者接口17中的各种位置中。控制器13可以从传感器接收输出以辅助其以提供合适治疗的方式来操作呼吸设备10,以便确定气体流的合适的目标温度、流量和/或压力。提供合适治疗可以包括满足患者的吸气需求。在所展示的实施例中,传感器位于设备的壳体中。

[0359] 设备10可以包括无线数据发射器和/或接收器或者收发器15,以使得控制器13能够以无线方式从操作传感器接收数据信号8和/或控制系统10的各种部件。另外地或替代性地,数据发射器和/或接收器15可以将数据递送到远程服务器或实现对系统10的远程控制。系统10可以包括有线连接(例如,使用电缆或电线),以使得控制器13能够从操作传感器接收数据信号8和/或控制设备10的各种部件。设备10可以包括一个或多个无线通信模块。例如,设备可以包括蜂窝通信模块,比如例如3G、4G或5G模块。模块15可以是调制解调器,该调制解调器使得设备能够使用适当的通信网络与远程服务器通信。该通信可以是设备与服务器或其他远程系统之间的双向通信。设备10还可以包括其他无线通信模块,比如例如蓝牙模块和/或Wi-Fi模块。蓝牙和/或WiFi模块允许设备将信息无线地发送到另一个装置(例如,智能手机或平板电脑),或通过LAN(局域网)操作。

[0360] 呼吸设备10可以包括高流量治疗设备。如本文所讨论的高流量治疗旨在被给予如本领域技术人员所理解的其典型的普通含义,其通常指代呼吸系统,该呼吸系统经由有意未密封的患者接口以通常旨在满足或超过用户的吸气流量的流量来递送目标流量的加湿的呼吸气体。典型的患者接口包括但不限于鼻或气管患者接口。成人的典型流量的范围常常为但不限于从约十五升/分钟到约六十升/分钟或更大。儿科用户(如新生儿、婴儿和儿童)的典型流量的范围常常为但不限于从每千克用户体重每分钟约一升到每千克用户体重每分钟约三升或更大。

[0361] 高流量治疗还可以可选地包括气体混合物组合物,这些气体混合物组合物包括补充氧气和/或施用治疗药物。

[0362] 高流量治疗通常被称为经鼻高流量(NHF)、加湿高流量鼻插管(HHFNC)、高流量鼻

氧气(HFNO)、高流量治疗(HFT)或气管高流量(THF)以及其他常见名称。例如,在一些配置中,对于成人患者,‘高流量治疗’可以指以以下流量向患者递送气体:大于或等于约10升/分钟(10LPM),如约10LPM与约100LPM之间、或约15LPM与约95LPM之间、或约20LPM与约90LPM之间、或约25LPM与约85LPM之间、或约30LPM与约80LPM之间、或约35LPM与约75LPM之间、或约40LPM与约70LPM之间、或约45LPM与约65LPM之间、或约50LPM与约60LPM之间。在一些配置中,对于新生儿、婴儿或儿童患者,‘高流量治疗’可以指以以下流量向患者递送气体:大于1LPM,如约1LPM与约25LPM之间、或约2LPM与约25LPM之间、或约2LPM与约5LPM之间、或约5LPM与约25LPM之间、或约5LPM与约10LPM之间、或约10LPM与约25LPM之间、或约10LPM与约20LPM之间、或约10LPM与15LPM之间、或约20LPM与25LPM之间。对于成人患者、新生儿、婴儿或儿童患者,高流量治疗设备可以以约1LPM与约100LPM之间的流量或以在上文概述的子范围中的任何子范围中的流量向患者递送气体。

[0363] 高流量治疗可以有效地满足或超过患者的吸气需求、提高患者的氧合和/或减少呼吸功。附加地,高流量治疗可以在鼻咽中产生冲洗效果,使得上气道的解剖学无效腔被传入的高气体流冲洗。冲洗效果可以形成可供用于每次呼吸的新鲜气体的储器,同时最小化对二氧化碳、氮气等的再呼吸。由于呼气期间的压力所致,高流量治疗还可以增加患者的呼气时间。这进而降低了患者的呼吸速率。

[0364] 用于高流量治疗中的患者接口可以是非密封接口以防止气压伤,气压伤可以包括由于相对于大气的压力差所致而对肺或患者呼吸系统的其他器官造成的组织损伤。患者接口可以是具有歧管和鼻叉的鼻插管、和/或启封的气管造口术接口、或任何其他合适类型的患者接口。

[0365] 图2至图18示出了具有主壳体100的呼吸设备10的示例呼吸设备。主壳体100具有主壳体上机壳102和主壳体下机壳202。主壳体上机壳102具有外围壁布置结构106(见图15)。外围壁布置结构限定加湿器或加湿室隔间108以用于接收可移除加湿室300。可移除加湿室300包含合适的液体(如水)以用于对可以递送到患者的气体进行加湿。

[0366] 在所示的形式中,主壳体上机壳102的外围壁布置106可以包括:基本上竖直的左侧外壁110,其主壳体100的前后方向上定向;基本上竖直的左侧内壁112,其主壳体100的前后方向上定向;以及互连壁114,其在左侧外壁110的上端与左侧内壁112的上端之间延伸并且互连这些上端。主壳体上机壳102可以进一步包括:基本上竖直的右侧外壁116,其主壳体100的前后方向上定向;基本上竖直的右侧内壁118,其主壳体100的前后方向上定向;以及互连壁120,其在右侧外壁116的上端与右侧内壁118的上端之间延伸并且互连这些上端。互连壁114、120朝向主壳体100的相应外边缘成角度,但可以替代性地是基本上水平的或向内成角度。

[0367] 主壳体上机壳102可以进一步包括基本上竖直的后外壁122。主壳体上机壳102的上部分可以包括向前成角度的表面124。表面124可以具有用于接收显示器和用户接口模块14的凹部126。显示器可以被配置成实时地显示(多种)被感测气体的特性。系统可以显示患者接口的患者检测状态。如果没有检测到患者,则控制器可能不输出或者可以停止输出(多个)呼吸速率值和/或其他参数以供显示。在框2708处,控制器还可以可选地输出没有检测到患者的消息以供显示。该消息的示例可以是“--”图标。互连壁128可以在后外壁122的上端与表面124的后边缘之间延伸并且互连该上端与该后边缘。

[0368] 基本上竖直的壁部分130可以从表面124的前端向下延伸。基本上水平的壁部分132可以从壁部分130的下端向前延伸以形成凸缘。基本上竖直的壁部分134可以从壁部分132的前端向下延伸并且终止于加湿室隔间108的基本上水平的底板部分136处。左侧内壁112、右侧内壁118、壁部分134以及底板部分136一起可以限定加湿室隔间108。加湿室隔间108的底板部分136可以具有凹部138以接收用于加热加湿室300中的液体以供在加湿过程期间使用的加热器布置结构(如加热板140或其他合适的(多个)加热元件)。

[0369] 主壳体下机壳202可以是可通过合适的紧固件抑或一体的附接特征(例如夹持件)附接至上机壳102的。主壳体下机壳202可以包括:基本上竖直的左侧外壁210,其主壳体100的前后方向上定向并且与上机壳102的左侧外壁110毗连;以及基本上竖直的右侧外壁216,其主壳体100的前后方向上定向并且与上机壳102的右侧外壁116毗连。主壳体下机壳202可以进一步包括:基本上竖直的后外壁222,其与上机壳102的后外壁122毗连。

[0370] 壳体下机壳202可以具有唇缘242,该唇缘与壳体上机壳102的唇缘142毗连并且还形成用于接收杆件500的手柄部分506的凹部的一部分。下唇缘242可以包括指向前方的突起243,该突起充当杆件500的手柄部分506的固位件。代替杆件500的是,系统可以具有弹簧加载的防护件,以将加湿室300固位在加湿室隔间108中。

[0371] 壳体下机壳202的底侧可以包括底壁230。相应的互连壁214、220、228可以在基本上竖直的壁210、216、222与底壁230之间延伸并且互连这些壁与该底壁。底壁230可以包括具有多个孔口的格栅232以使得能够在从加湿室300泄露(例如,由于溢出)的情况下排出液体。底壁230附加地可以包括长形的前后定向的槽234。槽234可以附加地使得能够在从加湿室300泄露的情况下排出液体,而不使液体进入电子器件壳体。在所展示的配置中,槽234相对于格栅232的孔口可以是宽的和长形的,以最大化液体的排出。

[0372] 如图17至图18中所示,下机壳202可以具有用于接收马达和传感器模块的马达凹部250。马达和传感器模块可以是不可从主壳体100移除的。马达和传感器模块可以是可从主壳体100移除的,如图17至图18中所展示的。可以在底壁230中邻近其后边缘设置凹部开口251,以用于接收马达/传感器模块。连续的、气体不可渗透的、未中断的外围壁252可以与下机壳202的底壁230一体地形成,并且从开口251的外围向上延伸。外围壁252的后部部分254具有第一高度,并且外围壁252的前部部分256具有第二高度,该第二高度大于该第一高度。外围壁252的后部部分254终止于基本上水平的台阶258处,该台阶进而终止于外围壁252的上辅助后部部分260处。外围壁252的前部部分256和上辅助后部部分260终止于顶板262处。除了气体流道,所有壁和顶板262都可以是连续的、气体不可渗透的且未中断的。因此,除了气体流道,整个马达凹部250可以是气体不可渗透的且未中断的。

[0373] 马达和传感器模块可以是可插入到凹部250中和可附接至下机壳202的。在将马达和传感器模块插入到下机壳202中后,气体流道管264即可以延伸穿过向下延伸管133并且被软密封件密封。

[0374] 加湿室300可以如下流体地联接至设备10:加湿室300从壳体100的前部处的位置在朝向壳体100后部的方向上进入室隔间108中的在向后方向上的线性滑入运动。气体出口端口322可以与马达流体连通。

[0375] 如图8中所示的气体入口端口340(加湿的气体返回)可以包括可移除的L形弯管或通常在320处指示的‘弯管导管’。可移除弯管可以进一步包括患者出口端口344以用于联接

至患者导管16以便将气体递送到患者接口。气体出口端口322、气体入口端口340以及患者出口端口344可以各自具有软密封件(如O形环密封件或T形密封件),以便在设备10、加湿室300以及患者导管16之间提供密封的气体通路。

[0376] 加湿室气体入口端口306可以与气体出口端口322互补,并且加湿室气体出口端口308可以与气体入口端口340互补。那些端口的轴线可以彼此平行,以使得加湿室300能够以线性运动插入到室隔间108中。

[0377] 呼吸设备可以具有与马达流体连通的空气和氧气(或替代性辅助气体)入口,以使得马达能够将空气、氧气(或替代性辅助气体)或其混合物递送到加湿室300并由此递送到患者。如图10中所示,装置可以具有组合的空气/氧气(或替代性辅助气体)入口布置结构350。这种布置结构可以包括通入壳体100中的组合的空气/氧气端口352、过滤器354、以及具有铰链358的盖356。气体管还可以可选地侧向地或在另一个适当的方向上延伸,并且与氧气(或替代性辅助气体)源流体连通。端口352可以与马达402流体地联接。例如,端口352可以经由端口352与马达和传感器模块400中的入口孔口或端口(该入口孔口或端口进而将通向马达)之间的气体流道而与马达/传感器模块400联接。

[0378] 装置可以具有图11至图14中所示的布置结构以使得鼓风机能够将空气、氧气(或替代性辅助气体)或其合适的混合物递送到加湿室300并由此递送到患者。这种布置可以包括位于壳体100的下机壳202的后壁222中的空气入口356'。空气入口356'包括具有孔口和/或槽构成的合适的格栅布置结构的刚性板。消音泡沫可以邻近该板设置在该板的内侧上。空气过滤箱354'可以邻近空气入口356'定位在主壳体100的内部,并且包括空气出口端口360以经由马达/传感器模块400中的空气入口端口404将经过滤的空气递送到马达。空气过滤箱354'可以包括过滤器,该过滤器被配置成从气体流中去除微粒(例如,灰尘)和/或病原体(例如,病毒或细菌)。软密封件(如O形环密封件)可以设置在空气出口端口360与空气入口端口404之间,以便在这些部件之间进行密封。装置可以包括邻近壳体100的一侧定位在该壳体的后端处的单独的氧气入口端口358',氧气端口358'用于从氧气源(如管输氧气的槽或源)接收氧气。氧气入口端口358'与阀362流体连通。阀362可以适当地是螺线管阀,该螺线管阀使得能够控制添加到被递送到加湿室300的气体流的氧气量。氧气端口358'和阀362可以与其他辅助气体一起使用,以控制其他辅助气体到气体流的添加。其他辅助气体可以包括对于气体治疗有用的若干种气体中的任何一种或多种,包括但不限于氮氧混合气和一氧化氮。

[0379] 如图13至图16中所示,壳体下机壳202可以包括合适的电子器件板,比如感测电路板。电子器件板可以邻近壳体下机壳202的相应外侧壁210、216定位。电子器件板可以包含合适的电气或电子部件或与其电连通,这些电气或电子部件为比如但不限于微处理器、电容器、电阻器、二极管、运算放大器、比较器以及开关。传感器可以与电子器件板一起使用。电子器件板的部件(如但不限于一个或多个微处理器)可以充当设备的控制器13。

[0380] 电子器件板中的一者或两者可以与设备10的电气部件(包括显示单元和用户接口14、马达、阀362以及加热板140)电连通,以操作马达来提供气体的期望的流量、操作加湿室300来将气体流加湿并加热到适当的水平、并且向该气体流供应适当量的氧气(或适当量的替代性辅助气体)。

[0381] 电子器件板可以与从壳体上机壳102的后壁122突出的连接器布置结构274电连

通。连接器布置结构274可以联接至警报器、脉搏血氧仪端口和/或其他适合的配件。电子器件板还可以与电连接器276(该电连接器也可以设置在壳体上机壳102的后壁122中)电连通,以向装置的部件提供干线电力或电池电力。

[0382] 如上文所提到的,操作传感器(如流量传感器、温度传感器、湿度传感器和/或压力传感器)可以放置在呼吸设备、患者呼吸导管16和/或插管17中的各种位置(如图1中所示的位置)中。电子器件板可以与那些传感器电连通。来自传感器的输出可以由控制器13接收,以辅助控制器13以提供最佳治疗(例如,包括满足吸气需求)的方式来操作呼吸设备10。在所展示的实施例中,这些传感器定位在定位于壳体102内的电子器件板上。这些传感器被封装在壳体102内。

[0383] 如上文所概述的,电子器件板以及其他电气和电子部件可以与气体流动路径气动隔离以改善安全性。密封还防止水进入。

[0384] 2.1控制系统

[0385] 图19A展示了示例控制系统920(其可以是图1中的控制器13)的框图900,该示例控制系统可以检测患者状况并控制包括气体源的呼吸系统的操作。控制系统920可以管理流过呼吸系统的气体在这些气体被递送到患者时的流量。例如,控制系统920可以通过控制鼓风机(下文也称为“鼓风机马达”)930的马达速度的输出或共混器中的阀932的输出来增加或减小流量。控制系统920可以自动地确定针对特定患者的流量的设定值或个性化值,如下文所讨论的。流量可以由控制系统920优化以改善患者的舒适度和治疗。

[0386] 控制系统920还可以产生音频和/或显示/视觉输出938、939。例如,流量治疗设备可以包括显示器和/或扬声器。显示器可以向医生指示由控制系统920产生的任何警语或警报。显示器还可以指示医生可以调整的控制参数。例如,控制系统920可以自动地推荐针对特定患者的流量。控制系统920还可以确定患者的呼吸状态,包括但不限于产生患者的呼吸速率,并将其发送到显示器,这将在下文进行更详细描述。

[0387] 控制系统920可以改变加热器控制输出,以控制加热元件中的一个或多个(例如,以维持递送到患者的气体的温度设定点)。控制系统920还可以改变加热元件的操作或占空比。加热器控制输出可以包括(多个)加热板控制输出934和(多个)加热的呼吸管控制输出936。

[0388] 控制系统920可以基于一个或多个接收到的输入901至916来确定输出930至939。输入901至916可以对应于由控制器600(在图19B中示出)自动地接收到的传感器测量值。控制系统920可以接收传感器输入,包括但不限于(多个)温度传感器的输入901、(多个)流量传感器的输入902、马达速度输入903、(多个)压力传感器的输入904、(多种)气体的(多个)分数传感器的输入905、(多个)湿度传感器的输入906、(多个)脉搏血氧仪(例如,SpO₂)传感器的输入907、(多个)已存储或用户参数908、占空比或脉冲宽度调制(PWM)输入909、(多个)电压的输入910、(多个)电流的输入911、(多个)声学传感器的输入912、(多个)功率的输入913、(多个)电阻的输入914、(多个)CO₂传感器的输入915、和/或肺活量计输入916。控制系统920可以从存储器624(在图19B中示出)中的用户或已存储参数值接收输入。控制系统920可以在患者的治疗时间内针对患者动态地调整流量。控制系统920可以连续地检测系统参数和患者参数。基于本文的披露内容,本领域普通技术人员将了解,任何其他合适的输入和/或输出都可以与控制系统920一起使用。

[0389] 一个或多个压力传感器

[0390] 在一种配置中,设备可以具有一个或多个压力传感器。可以提供一个或多个压力传感器,以感测或测量设备的流动路径中的气体流的压力特性并产生相应的压力变量,比如压力传感器信号或数据。压力传感器可以包括任何类型的合适的压力传感器,包括但不限于表压力传感器和/或绝对压力传感器。

[0391] 表压力传感器可以被配置成感测气体流的表压力并产生代表性的表压力变量,比如表压力信号或压力数据。表压力可以表示流动路径中的气体流参考或相对于大气压力的压力。例如,表压力可以表示流动路径内部的绝对压力与壳体内部的绝对压力(即,大气或环境压力)之间的差异。

[0392] 绝对压力传感器可以被配置成感测气体流的绝对压力并产生代表性的绝对压力变量,比如绝对压力信号或压力数据。绝对压力可以表示流动路径中的气体流参考或相对于真空的压力。

[0393] 如技术人员将了解,被配置成感测或测量气体流的压力特性的该一个或多个压力传感器可以直接在气体流的主要或大部分(bulk)流动路径中或者至少部分地浸入其中(例如,传感器可以是形成主要或大部分流动路径的一部分的传感器道或传感器室的一部分或者暴露于该传感器道或传感器室),或者间接地在次要或样本流动路径中或者至少部分地浸入其中,该次要或样本流动路径操作性地或流体地连接至主要或大部分流动路径,或以其他方式操作性地或流体地联接或连接至流动路径中的气体流。

[0394] 用于感测气体流的压力特性的压力传感器可以独立安装在设备的壳体内并与控制器或控制系统电连接或以其他方式进行数据通信,或者可以安装或联接至传感器电路板或与气体流的流动路径相关联的其他电路板。在一种配置中,压力传感器可以定位成或被配置成沿着流动路径在加湿器或加湿室之前(例如,在加湿器或加湿室上游)的位置处感测气体流的压力。在另一种配置中,(多个)压力传感器可以定位成或被配置成沿着流动路径在流量发生器(例如,鼓风机)与加湿器室之间的位置处感测气体流的压力,例如沿着流动路径在鼓风机出口与加湿器室入口之间的位置处(即,在鼓风机下游和加湿器室上游)。

[0395] 一个或多个压力还可以被提供用于感测与设备相关联的其他压力,比如设备所在的周围环境。在一种配置中,设备可以设置有环境压力传感器,该环境压力传感器被配置成感测或测量设备所在的当地周围环境的环境或大气压力并产生代表性的环境压力变量,比如环境压力信号或压力数据。在一种配置中,环境压力传感器可以是位于或定位在壳体上或壳体中并且被配置成感测设备所在的环境的环境或大气压力的绝对压力传感器。

[0396] 在一种配置中,泄漏检测算法可以被配置成接收来自表压力传感器的表压力信号或数据,该表压力信号或数据表示与流动路径中的气体流相关联的表压力。

[0397] 在另一种配置中,泄漏检测算法可以被配置成接收来自感测气体流的表压力传感器的表压力信号或数据,以及来自环境压力传感器的环境压力信号或数据。在这种配置中,泄漏检测算法可以被配置成利用环境压力数据作为应用于感测到的表压力信号或数据的校正算法或因子或函数的输入。例如,校正算法、因子或函数可以被配置成校正感测到的表压力信号或数据以将改变空气密度对感测到的表压力信号或数据的影响考虑在内。泄漏检测算法可以被配置成将校正算法、因子或函数应用于输入的压力传感器数据,然后在剩余的泄漏检测算法步骤中使用校正的表压力信号或数据。在替代性配置中,表压力信号或数

据可以在被输入到泄漏检测算法之前用校正算法、因子或函数进行预处理,并且泄漏检测算法可以接收校正的表压力信号或数据。

[0398] 2.2控制器

[0399] 图19B展示了控制器600(其可以是图1中的控制器13)的实施例的框图。控制器600可以包括用于检测输入条件和控制输出条件的编程指令。编程指令可以存储在控制器600的存储器624中。编程指令可以对应于本文所描述的方法、过程和功能。编程指令可以由控制器600的一个或多个硬件处理器622执行。可以用C、C++、JAVA或任何其他合适的编程语言来实施编程指令。可以在专用电路系统628(如ASIC和FPGA)中实施编程指令的一些或全部部分。

[0400] 控制器600还可以包括用于接收传感器信号的电路628。控制器600可以进一步包括显示器630以用于传输患者和呼吸辅助系统的状态。显示器630还可以示出警语和/或其他警告。显示器630可以被配置成实时地或以其他方式显示(多种)被感测气体的特性。控制器600还可以经由用户接口(如显示器630)接收用户输入。用户接口可以包括(多个)按钮和/或(多个)拨号盘。用户接口可以包括触摸屏。

[0401] 2.3马达和传感器模块

[0402] 本文所描述的呼吸系统的任何特征(包括但不限于加湿室、流量发生器、用户接口、控制器、以及被配置成将呼吸系统的气体流出口联接至患者接口的患者呼吸导管)可以与本文所描述的任何传感器模块组合。

[0403] 图20展示了马达和传感器模块2000的框图,该马达和传感器模块可以由呼吸设备(在图17和图18中示出)中的凹部250接收。马达和传感器模块可以包括鼓风机2001,该鼓风机带走室内空气以递送到患者。鼓风机2001可以是离心鼓风机。

[0404] 可以使用一个或多个传感器(例如,霍尔效应传感器)来测量鼓风机马达的马达速度。鼓风机马达可以包括无刷DC马达,无需使用单独的传感器即可从中测量马达速度。例如,在无刷DC马达的操作期间,可以从马达的未通电绕组中测量反EMF,从中可以确定马达位置,这进而可以用于计算马达速度。另外,可以使用马达驱动器来测量马达电流,该马达电流可以与测得的马达速度一起使用以计算马达转矩。鼓风机马达可以包括低惯性马达。

[0405] 室内空气可以进入室内空气入口2002,该室内空气入口通过入口端口2003进入鼓风机2001。入口端口2003可以包括阀2004,加压气体可以通过该阀进入鼓风机2001。阀2004可以控制氧气进入鼓风机2001中的流动。阀2004可以是任何类型的阀,包括比例阀或二位阀。在一些实施例中,入口端口不包括阀。

[0406] 鼓风机2001可以以大于1,000RPM且小于30,000RPM、大于2,000RPM且小于21,000RPM或在任何前述值之间的马达速度操作。鼓风机2001的操作混合通过入口端口2003进入鼓风机2001的气体。使用鼓风机2001作为混合器可以降低否则在具有单独混合器(如包括挡板的静态混合器)的系统中将发生的压降,因为混合需要能量。

[0407] 混合的空气可以通过导管2005离开鼓风机2001并进入传感器室2007中的流动路径2006。具有传感器2008的感测电路板可以定位在传感器室2007中,使得感测电路板至少部分地浸入气体流中。感测电路板上的传感器2008中的至少一些可以定位在气体流内以测量流内的气体性质。在穿过传感器室2007中的流动路径2006之后,气体可以离开2009到达加湿室。

[0408] 将传感器2008定位在组合的鼓风机与混合器2001下游可以提高测量的准确性(如气体分数浓度(包括氧气浓度)的测量),从而胜过将传感器定位在鼓风机和/或混合器上游的系统。这种定位可以给出可重复的流动剖面。进一步地,将传感器定位在组合的鼓风机与混合器下游避免了否则将发生的压降,因为在鼓风机之前进行感测的情况下,在入口与感测系统之间需要单独的混合器(如具有挡板的静态混合器)。混合器会在混合器两端引入压降。将感测件定位在鼓风机之后可以允许鼓风机成为混合器,而静态混合器将降低压力,相比之下,鼓风机增加压力。而且,将感测电路板和传感器2008的至少一部分浸入流动路径中可以提高测量的准确性,因为传感器浸入流中意味着它们更可能在气体流动时经受相同的条件(如温度和压力)且因此提供气体流特性的更好表示。

[0409] 参考图21,离开鼓风机的气体可以进入传感器室400中的流动路径402,该传感器室可以定位在马达和传感器模块内并且可以是图20的传感器室2007。流动路径402可以具有曲线形状。流动路径402可以被配置成具有不带急转弯的曲线形状。流动路径402可以具有曲线端,其中在这些曲线端之间具有更直型的区段。曲线的流动路径形状可以通过部分地使测量区域与流动路径重合以形成流动路径的测量部分来减小气体流中的压降而不降低流量测量的灵敏度。

[0410] 具有传感器(如声学发射器和/或接收器、湿度传感器、温度传感器、(多个)压力传感器、热敏电阻等)的感测电路板404可以定位在传感器室400中,使得感测电路板404至少部分地浸入流动路径402中。将感测电路板和传感器的至少一部分浸入流动路径中可以提高测量的准确性,因为浸入流动路径中的传感器更可能在气体流动时经受相同的条件(如温度和压力),且因此提供气体流特性的更好表示。在穿过传感器室400中的流动路径402之后,气体可以离开到达加湿室。替代性地,(多个)压力传感器中的一个或多个可以设置在一个或多个单独的电路板上,该一个或多个电路板定位成以便使得(多个)压力传感器能够测量或感测与气体流和/或环境压力相关联的压力特性。

[0411] 可以使用至少两个不同类型的传感器来测量气体流量。第一类型的传感器可以包括热敏电阻,从而可以通过监测气体流与热敏电阻之间的热传递来确定流量。当气体在热敏电阻周围流动并经过该热敏电阻时,热敏电阻流量传感器可以使热敏电阻以流内的恒定目标温度运行。传感器可以测量将热敏电阻维持在目标温度下所需的电量。目标温度可以被配置成高于气体流的温度,使得在较高的流量下需要更多的功率来将热敏电阻维持在目标温度下。

[0412] 热敏电阻流量传感器还可以在热敏电阻上维持多个(例如,两个、三个或更多个)恒定温度,以避免目标温度与气体流温度之间的差值过小或过大。该多个不同的目标温度可以允许热敏电阻流量传感器跨越气体的大温度范围而准确。例如,热敏电阻电路可以被配置成能够在两个不同的目标温度之间切换,使得气体流的温度将总是落在相对于这两个目标温度之一的一定范围内(例如,不太近也不太远)。热敏电阻电路可以被配置成在约50°C至约70°C或约66°C的第一目标温度下操作。第一目标温度可以与介于约0°C至约60°C之间或约0°C与约40°C之间的期望的流温度范围相关联。热敏电阻电路可以被配置成在约90°C至约110°C或约100°C的第二目标温度下操作。第二目标温度可以与介于约20°C至约100°C之间或约30°C与约70°C之间的期望的流温度范围相关联。

[0413] 控制器可以被配置成通过连接或绕过热敏电阻电路内的电阻器来调整热敏电阻

电路以在至少第一目标温度模式与第二目标温度模式之间改变。热敏电阻电路可以布置为包括第一分压器臂和第二分压器臂的惠斯通电桥配置。热敏电阻可以位于分压器臂中的一个上。热敏电阻流量传感器的更多细节在2017年9月3日提交的PCT申请公布号W02018/052320中进行描述,该申请通过引用以其整体并入本文。

[0414] 第二类型的传感器可以包括声学传感器组件。包括声学发射器和/或接收器的声学传感器可以用于测量声学信号的飞行时间以确定气体速度和/或成分,这些声学传感器可以在流量治疗设备中使用。在一种超声感测(包括超声发射器和/或接收器)拓扑中,驱动器引起第一传感器(如超声换能器)在第一方向上产生超声脉冲。第二传感器(比如第二超声换能器)接收此脉冲并且提供该脉冲在第一超声换能器与第二超声换能器之间的飞行时间的测量值。使用此飞行时间测量值,气体流在超声换能器之间的声速可以通过呼吸系统的处理器或控制器来计算。第二传感器可以在与第一方向相反的第二方向上发射脉冲并且第一传感器可以接收该脉冲,以提供飞行时间的第二测量值,从而允许确定气体流的特性(如流量或流量度)。在另一种声学感测拓扑中,由声学发射器(如超声换能器)发射的声脉冲可以由声学接收器(如麦克风)接收。声学流量传感器的更多细节在2016年12月2日提交的PCT申请公布W02017/095241中进行描述,该申请通过引用以其整体并入本文。

[0415] 可以组合来自第一类型的传感器和第二类型的传感器两者的读数来确定更准确的流量测量值。例如,先前确定的流量和来自这些类型中的一种类型的传感器的一个或多个输出可以用于确定预测的当前流量。然后可以使用来自第一类型和第二类型中的另一类型的传感器的一个或多个输出来更新预测的当前流量,以便计算最终的流量。

[0416] 3.两阶段泄漏检测过程的示例实施例

[0417] 确定流动路径中的泄漏的方法和过程将在上文所描述的示例呼吸设备10的上下文中进行描述,该呼吸设备被配置成或可操作为经由非密封患者接口提供经鼻高流量治疗的流量治疗设备。如早前所解释的,这些方法和过程也可以应用于其他呼吸设备和/或其他操作模式和/或由这种设备递送的治疗模式。

[0418] 3.1泄漏检测过程的概述

[0419] 参考图22,仅作为示例,示出了泄漏检测过程或算法700的实施例的总体流程图。该示例中的泄漏检测过程或方法700被实施为由设备的处理器或控制器执行的算法。在以下示例中,该过程或方法被称为泄漏检测算法700。

[0420] 算法700在呼吸设备10的操作期间(即,当其产生气体流时)操作或执行。在一些实施例中,该算法可以在患者在其患者接口打开或部分打开的情况下连接到设备以接收高流量治疗时或者在患者在其患者接口关闭的情况下从设备断开时操作。

[0421] 在一种配置中,当呼吸设备产生气体流时,算法700在呼吸设备的治疗模式和/或干燥模式期间操作或执行。在一个实施例中,在这些操作模式下,泄漏检测算法被配置成检测表示加湿室从流动路径断开或移除的泄漏,但是该算法也可以被配置成检测流动路径中的其他类型的泄漏或破裂。

[0422] 在另一种配置中,算法700在呼吸设备的消毒模式期间操作或执行。如将要解释的,在消毒模式期间,呼吸设备可以被配置成产生流经连接到设备的流动路径中的消毒套件或组件的气体流。在一个实施例中,在这些消毒操作模式下,泄漏检测算法被配置成检测表示消毒套件或组件的一个或多个部件的断开或移除的泄漏,例如消毒套件或组件的消毒

管或导管或过滤器部件从流动路径的移除、断开或移位。

[0423] 如所解释的,泄漏检测算法700被配置成检测呼吸设备的流动路径中的泄漏。在该示例概述中,泄漏检测算法是参考检测在设备的治疗或干燥模式期间由加湿器的加湿室从流动路径部分或完全移除或断开(即,‘室关闭’或‘室断开’条件)引起的流动路径中的泄漏来进行解释的。然而,如以上所讨论的,将了解,泄漏检测算法的操作原理可以应用于检测沿着流动路径的其他类型的泄漏,或者在设备的流动路径的出口处的泄漏,如在治疗或干燥模式期间由患者回路的患者导管或管从设备的气体出口部分或完全断开(即‘管关闭’或‘管断开’条件)引起的泄漏。如上所述,患者回路通常包括导管或管,其一端连接到设备的气体出口,并经由连接到导管或管的另一端的患者接口(如鼻插管等)将气体流递送到患者气道。可以检测到的其他泄漏可以包括形成或限定设备内的流动路径的连接件或联接件或导管的部分或完全断开,或者由沿着设备或患者回路导管或管的流动路径中的孔或破裂引起的泄漏,包括例如加湿室中的孔或破裂。通常,泄漏检测算法被配置成检测设备或患者回路的流动路径中的大量或大的泄漏,即,显著或远大于患者回路的非密封患者接口处的泄漏的泄漏。另外地或替代性地,如以上所讨论的,泄漏检测算法的操作原理可以应用于检测呼吸设备的消毒模式期间的其他泄漏,例如,消毒套件或组件的消毒管或过滤器部件(例如,过滤器帽或具有过滤器的帽)从该设备的流动路径的断开或移位。

[0424] 在一种配置中,泄漏检测算法700可以基于气体流的压力与气体流的流量之间的已知或测得的关系或模型来检测泄漏。特别地,用于正常操作和有泄漏(例如,由于加湿室关闭引起的泄漏或一些其他类型的泄漏)的设备的压力-流量特性曲线或函数或模型被用于产生算法中使用的一个或多个泄漏阈值或极限。在这种配置中,泄漏阈值是泄漏压力阈值或极限。如稍后将进一步解释的,阈值或极限可以是流量和/或马达速度以及可选地与设备或气体流相关的一个或多个其他操作特性或设置的函数或者至少部分地基于此。

[0425] 在另一种配置中,泄漏检测算法700可以基于气体流的流量与呼吸设备的流量发生器的马达速度之间的已知或测得的关系或模型来检测泄漏。特别地,用于正常操作和有泄漏(例如,由于加湿室关闭引起的泄漏或一些其他类型的泄漏)的设备的流量-马达速度特性曲线或函数或模型被用于产生算法中使用的一个或多个泄漏阈值或极限。在这种配置中,泄漏阈值是泄漏流量阈值或极限。如稍后将进一步解释的,阈值或极限可以是马达速度以及可选地与设备或气体流相关的一个或多个其他操作特性或设置的函数或者至少部分地基于此。

[0426] 在该示例概述中,泄漏检测算法是参考基于将流动路径中的感测压力与泄漏压力阈值进行比较来检测流动路径中的泄漏来进行解释的。该泄漏检测算法的示例概述中的相同操作原理也可以应用于基于将流动路径中的感测流量与泄漏流量阈值进行比较来检测泄漏的实施例。

[0427] 在该概述示例中,泄漏检测算法被配置成比较来自一个或多个压力传感器的压力变量(例如,压力信号或压力数据),该压力传感器被配置成感测设备的流动路径中的气体流的压力特性。在该示例中,算法然后将压力变量与两个泄漏压力阈值进行比较。第一阈值是指示可能的或潜在的泄漏的‘可能的泄漏阈值’。第二阈值是指示明确的泄漏的‘明确的泄漏阈值’。如稍后将进一步详细解释的,该算法采用这两个泄漏阈值和两阶段泄漏评估方法(例如,无泄漏=‘室打开’或泄漏=‘室关闭’)来最小化或减少在操作期间出现假阳性

(假泄漏警报)的可能性。这是因为在较低的流量下或在设备的操作流量范围的较低流量范围内,无泄漏(例如,室打开)的正常操作与泄漏(例如,室关闭)之间的压力-流量特性曲线或数据开始至少部分地重叠或趋同,使得难以准确地区分泄漏条件(例如,室关闭)与无泄漏条件(例如,室打开)。

[0428] 在一种配置中,明确的泄漏阈值在其流量范围的至少一部分上(例如,至少在较低的流量区域中)具有较低的假阳性概率。可能的泄漏阈值在其流量范围的至少一部分上(例如,至少在较低的流量范围内)具有较高的假阳性概率,即,它是表示需要进一步验证或确定的可能的或潜在的泄漏条件或情况的更保守的阈值或极限。

[0429] 在该示例中,如果在泄漏检测算法的第一阶段泄漏评估中确定了潜在的或可能的泄漏,则该算法移动到第二阶段泄漏评估,以确认或明确地确定泄漏(例如,室关闭),或者明确地确定没有泄漏(即,室打开)。

[0430] 第一阶段泄漏评估

[0431] 参考图22的流程图,该设备可以开始或以正常操作运行,从而以可配置的用户设定流量向用户或患者递送气体流。泄漏检测算法可以在设备的正常操作开始后不久或者在预先配置的延迟时间段之后开始701操作,以允许操作特性时间稳定。在开始之后,在设备的正常操作期间,泄漏检测算法在第一阶段泄漏评估702处连续操作。在该第一阶段泄漏评估702中,将来自对流动路径中的气体流进行感测的压力传感器的压力变量相对于明确的泄漏阈值和可能的泄漏阈值进行比较,以确定是否满足一个或多个条件。当在第一阶段泄漏评估702中操作时,该设备被认为处于没有检测到泄漏的正常操作,即满足无泄漏条件或状态。

[0432] 如果在第一阶段泄漏评估702处压力变量低于明确的泄漏阈值,则满足泄漏检测条件,并且认为已经检测到泄漏703。响应于泄漏检测,过程从第一阶段泄漏评估702移动到在其中生成泄漏警报的泄漏检测状态或阶段704。

[0433] 响应于泄漏警报状态704的生成,可以执行一个或多个警报动作。警报动作可以包括以下各项中的任何一项或多项:

[0434] -生成指示已经检测到泄漏的听觉、视觉和/或触觉警告、警报或通知。例如,可以在设备的显示屏上显示视觉通知,指示已经检测到泄漏以及泄漏的性质和/或解析泄漏的选项(例如,‘检测到室关闭’)。

[0435] -将流量发生器的马达速度冻结在检测到泄漏的当前马达速度,或者冻结在与原始用户设定流量相关联的原始马达速度。

[0436] -经由流量发生器将气体流控制为特定的流量或压力。

[0437] -停止设备和/或流量发生器的操作,即完全停止气体流。

[0438] -停止加湿器的操作,即关闭加湿器的加热器。

[0439] -降低施加到加湿器加热器的功率。在一个示例中,这可以通过改变施加到加湿器的加热器的电流、电压、脉宽调制(PWM)频率或其他控制或功率信号来实现。

[0440] -降低施加到加湿器的加热器和患者回路的管或导管的加热丝的功率。在一个示例中,这可以通过将患者露点设置降低到预定义的较低设置来实现,例如降低到小于或等于31摄氏度的露点设置。

[0441] -停止患者回路的管或导管的加热丝的操作,即关闭加热丝。

[0442] -降低施加到患者回路的管或导管的加热丝的功率。在一个示例中,这可以通过改变施加到管或导管的加热丝的电流、电压、脉宽调制(PWM)频率或其他控制或功率信号来实现。

[0443] -经由设备的通信模块或网络接口(例如,调制解调器)通过一个或多个数据通信链路向外部系统或服务器或装置发送或传送指示泄漏警报或泄漏警报信息的数据。在一个示例中,泄漏警报信息可以作为从设备发送或传输的治疗数据、治疗报告、诊断报告或其他数据集或报告的一部分来发送。另外地或替代性地,消息或警报可以被发送到本地装置,例如智能手机或平板电脑。例如,本地装置可以与临床医生或护理人员相关联。

[0444] -上述警报动作的任何组合。

[0445] 在一种配置中,如果在第一阶段泄漏评估702中压力变量低于可能的泄漏阈值,则满足可能的泄漏条件或状态,并且过程移动到第二阶段泄漏评估707,如706所示。在另一种配置中,如果压力变量低于可能的泄漏阈值并且高于明确的泄漏阈值,则满足可能的泄漏条件或状态,并且过程移动到第二阶段泄漏评估707。

[0446] 第二阶段泄漏评估707的目的是将可能的泄漏条件确认为明确的泄漏,或者因无泄漏而将可能的泄漏条件废弃。在一种配置中,第二阶段泄漏评估707可以重复或循环,直到它确认检测到泄漏或没有检测到泄漏,或者直到满足一个或多个其他可选的退出条件。下面进一步讨论第二状态泄漏评估707。

[0447] 如果上述泄漏或可能的泄漏条件都不满足,则基于将压力变量与明确的和可能的泄漏阈值进行比较的评估,第一阶段泄漏评估702认为没有检测到泄漏,即保持满足无泄漏条件或状态。如705处所示,算法保持处于第一阶段泄漏评估,如上所述,对于明确的泄漏或可能的泄漏条件,相对于泄漏阈值连续评估压力变量。

[0448] 第二阶段泄漏评估

[0449] 在这种配置中,第二阶段泄漏评估707包括以动态或预定增量将当前操作马达速度增加到更高的马达速度,然后针对明确的泄漏阈值和可能的泄漏阈值重新评估更高的马达速度下的更新的压力变量,以将可能的泄漏条件解析为明确的泄漏或无泄漏。

[0450] 如果在较高的马达速度下进行重新评估或评估没有解析第二阶段泄漏评估707中的可能的泄漏条件,则马达速度再次增加到又一个更高的马达速度,并且更新的压力变量再次与阈值进行比较以确定泄漏或无泄漏条件。这种以增量增加马达速度并相对于阈值重新评估压力变量的过程重复进行,直到满足泄漏或无泄漏条件,或者直到满足另一个可选的退出条件。

[0451] 例如,在一种配置中,如果马达速度增加到可配置的或预设的最大马达速度,则算法可以退出第二阶段泄漏评估707,或者当马达速度低于最大马达速度阈值时,算法将仅在第二阶段泄漏评估707中循环。一旦超过马达速度阈值或者不满足马达速度条件,算法可以退出返回到第一阶段泄漏评估702和正常操作,该正常操作指示没有检测到泄漏。

[0452] 在第二阶段泄漏评估707中,如果更高的马达速度下的更新的压力变量低于明确的泄漏阈值,则可能的泄漏条件被解析为明确的泄漏。如果检测到明确的泄漏,则算法退出第二阶段泄漏评估707到达泄漏检测状态704,如708处所示,并启动一个或多个警报动作,如上所述。

[0453] 在第二阶段泄漏评估709中,如果更高的马达速度下的更新的压力变量高于明确

的泄漏阈值并且高于可能的泄漏阈值,则可能的泄漏条件被解析为无泄漏。如果满足无泄漏条件,则算法退出到第一阶段泄漏评估702和如709所示的正常操作。

[0454] 可选地,在没有检测到泄漏709的情况下退出第二阶段泄漏评估707时,该算法可以被配置成更新或调整一个或多个阈值极限,如712处所示。例如,在一种配置中,阈值调整712可以包括将可能的泄漏检测阈值降低或递减动态或预定量,以减少或最小化算法700在无限循环中的重复。在一种配置中,阈值调整712步骤可以包括在进入第二阶段泄漏评估7097之前,在与正常操作相关联的原始马达速度和/或测得的流量下或区域内降低可能的泄漏阈值。在其他配置中,阈值调整712步骤可以包括在设备的整个操作马达速度和/或流量范围内,或者在设备的操作马达速度和/或者流量范围的特定区域内,或者在退出第二阶段泄漏评估707时操作的当前或最新设定的或目标马达速度和/或流量下降低可能的泄漏阈值。

[0455] 在第二阶段泄漏评估707中,如果基于上述评估既不满足检测到泄漏708也不满足无泄漏检测条件709,则认为可能的泄漏条件没有得到解决。在一种配置中,如果在预定时间段内没有满足泄漏708或无泄漏709条件,则第二阶段泄漏评估707保持在可能的泄漏条件状态,并且如710处所示通过再次以某个增量将马达速度增加到又一个更高的马达速度然后再相对于阈值重新评估新的压力变量来进行重复,以试图将可能的泄漏条件解析为泄漏条件708或无泄漏条件709,如上所述。重复该过程,直到第二阶段泄漏评估将可能的泄漏条件解析为泄漏条件或无泄漏条件,或者直到满足另一个可选的退出条件(如达到最大马达速度条件,仅作为示例)。

[0456] 泄漏检测状态——解析警报

[0457] 如上所述,如果算法700进入泄漏检测状态704,则可以实施泄漏警报和/或警报动作。在该警报状态704期间,算法可以被配置成连续地或周期性地监测气体流的压力变量,以检查泄漏(例如,室关闭)是否已经解决。例如,算法可以被配置成连续地或周期性地将压力变量与明确的泄漏阈值或表示泄漏解决条件的另一阈值进行比较。如果压力变量高于阈值,则满足泄漏解决条件,并且算法退出泄漏检测状态704,回到第一阶段泄漏评估702和如711所示的正常操作。

[0458] 一旦泄漏警报解除(例如,当室已经被重新安装或重新连接到设备的流动路径中时),任何警报动作都可以停止,并且设备可以返回到先前用户设定流量设置下的正常操作。例如,如果作为警报动作马达速度被冻结,则马达速度被解冻,并且经由流量发生器的马达速度控制恢复正常流量控制。如果启动了警报通知,无论是听觉的还是视觉的,则这种警报被清除或停止。

[0459] 泄漏检测算法的一般特征

[0460] 泄漏检测算法700的一个或多个以下特征或方面也可以可选地在算法操作期间应用。

[0461] 泄漏检测算法700可以连续操作,以基于从压力传感器接收的实时压力变量数据或信号来检查泄漏,该压力传感器在设备操作期间(包括当设备例如在治疗模式下操作以向患者或用户递送流量治疗时)感测流动路径中的气体流的压力特性。将了解,泄漏检测算法可以替代性地被配置成基于操作模式或在流量治疗疗程的特定时间段期间(例如,在开始或启动或其他时间段期间)周期性地或临时性地操作,或在预定的时间段内操作。

[0462] 在一些配置中,泄漏检测算法700也可以在设备的非治疗模式期间实施或执行。作为示例,泄漏检测算法可以在设备在非治疗模式下(如在干燥模式和/或消毒模式期间)操作时操作。在这种模式下,例如,为了对设备和/或连接的患者回路的流动路径中的一个或多个部件进行干燥和/或消毒,设备被配置成产生通过设备和/或连接的患者回路和/或消毒套件的气体流。在这种非治疗模式下,根据模式的类型,泄漏检测算法可以用于在检测到泄漏时发出警报或警告,如室关闭或管关闭或消毒套件组件的部件的移位,就好像这些部件从流动路径中移除或断开一样,它们将不会被干燥和/或消毒,和/或干燥模式和/或消毒模式可能不会正确操作。

[0463] 用于非治疗模式的泄漏检测算法中使用的泄漏阈值可以与治疗模式中使用的泄漏阈值相同或不同。在一些非治疗模式下,如干燥模式和/或消毒模式,泄漏阈值和/或函数可以被校准和/或调整,以解决与在治疗模式下操作时相比设备的流动路径中的变化或差异。在一个示例中,在一些这样的非治疗模式下,整个患者回路(例如导管和患者接口)或患者回路的部件(例如导管和接口,或仅接口)可以不连接到设备,或者以其他方式不在流动路径中。在另一个示例中,在一些这样的非治疗模式下,加湿室可以被移除,并且消毒套件组件被安装到流动路径中。在这种情况下,可以相应地调整泄漏阈值和/或函数,因为缺少一个或多个这种部件或添加新部件会改变流动路径特性。

[0464] 在一些配置中,泄漏检测算法可以被限制为仅在特定的用户设定流量范围和/或目标马达速度范围内操作。例如,在一种配置中,算法可以自动在较低或低流量范围和/或较低或低目标马达速度范围内操作,其中,由于先前在非密封系统中解释的原因,泄漏与无泄漏之间的区分更加困难。这种较低的流量范围可以包括低于30L/min,或低于15L/min,或低于10L/min,仅作为示例。双阶段泄漏检测算法的配置允许该算法在设备在较低流量范围和/或较低目标马达速度范围内操作时检测可能的泄漏,然后递增地增加流量和/或马达速度,直到确认存在泄漏还是无泄漏,这随着流量和/或马达速度的增加而更容易区分。仅作为示例,较低的流量范围可以对应于新生儿患者或使用新生儿接口(例如,比成人插管更小的插管)的患者所使用的流量范围。通常,与通常用于成人的较高流量相比,较低的流量或流量范围用于新生儿患者、儿童或其他需要较低流量以进行治疗的患者。

[0465] 在一些配置中,包括阶段702和707的双阶段泄漏检测算法可以在较低的流量范围和/或马达速度期间操作,并且使用单个泄漏阈值的替代性单阶段泄漏评估可以在操作流量范围的剩余较高流量范围和/或马达速度范围下操作。例如,在较低的流量设置和/或较低的目标马达速度期间,包括相对于明确的和可能的泄漏阈值检查气体流的压力变量的两阶段泄漏检测方法700可以被实施,以减少或最小化假阳性,其中,确定实际的泄漏条件更加困难。在剩余的较高流量设置下,其中,泄漏检测中出现假阳性的可能性较小,可以采用基于将压力变量与单个泄漏阈值进行比较的单阶段泄漏评估来确定操作期间的泄漏或无泄漏条件,而不使用包括增加流量和/或马达速度的第二阶段评估。如果压力变量高于单个泄漏阈值,则正常操作继续,并且如果压力变量低于单个泄漏阈值,则满足泄漏检测条件并生成泄漏警报。

[0466] 在一种配置中,泄漏检测算法700中使用的泄漏阈值可以基于正常操作和有泄漏(例如,室关闭或管关闭——取决于算法被配置成检测哪种类型的泄漏)的设备的压力与流量之间的测得的、已知的或建模的关系来提取。

[0467] 在一种配置中,阈值关系可以表示为函数、方程、阈值曲线或查找表,其中,在泄漏评估中使用的压力泄漏阈值至少取决于评估时流量发生器的流量。例如,在算法的不同阶段的各种泄漏确定评估中使用的具体的可能和明确的泄漏阈值取决于评估时运行的特定流量,或者是其函数。

[0468] 在另一种配置中,泄漏阈值可以取决于在阈值评估时运行的特定流量和/或马达速度以及在评估时与设备或气体流相关联的一个或多个其他输入或感测变量或特性,和/或是其函数。作为示例,该一个或多个其他输入或感测变量或特性可以包括但不限于气体流的绝对压力、气体流的温度、气体流的氧气浓度、环境的周围压力。

[0469] 在一些配置中,泄漏检测算法700可以在设备的整个操作流量范围和/或任何操作模式下操作,而无需进行修改。例如,泄漏检测算法可以连续操作而无需修改阈值函数和/或过程,不论设备的流量设置或在流量治疗疗程期间或疗程之间的流量设置的变化如何。

[0470] 在一些配置中,泄漏检测算法700可以被配置成不知道设备的操作模式。

[0471] 在一些配置中,泄漏检测算法700可以利用多种不同类型和/或大小的患者接口来操作,而无需进行修改。例如,泄漏检测算法可以被配置成连续操作,而不修改阈值函数和/或过程,不论连接到设备的气体出口的患者回路中使用的患者接口的类型或大小的变化如何。例如,泄漏检测算法可以被配置成不知道在由设备递送的流量治疗中使用的患者接口的类型或大小(例如,成人、青少年或儿科插管)。

[0472] 在一个示例用例中,泄漏检测算法可能有益于设备针对青少年或新生儿患者利用青少年或儿科插管在低流量下操作的操作情况。在流量处于操作范围的低端的这种操作情况下,如先前所解释的,辨别或区分泄漏的能力是困难的。泄漏检测算法提供了在这种操作条件或设置下可靠且稳健地确定泄漏(例如,室关闭或管关闭条件)的手段。

[0473] 在一些配置中,泄漏检测算法700可以被配置成在其移动到第二阶段泄漏评估707时,当在706处检测到可能的泄漏条件时生成初步通知或警告。例如,可能的泄漏警告可以是视觉的、听觉的和/或触觉的,并且可以包括在设备的显示屏上生成或呈现通知或指示。作为示例,这种初步通知可以向用户提供关于装置操作的信息,因为当它试图将可能的泄漏解析为明确的泄漏条件708或无泄漏条件709时,它可以明显地在第二阶段评估中循环,从而在离散时间间隔内增加马达速度和/或流量。

[0474] 在一些配置中,泄漏检测算法700被配置成基于压力变量是高于还是低于具体或预定最小评估时间段的(多个)相关阈值来做出比较或评估决策。例如,基于压力变量在最小评估时间段内是否始终高于或低于阈值来做出评估决策,以确定是否满足特定条件,并决定要前进到泄漏检测算法中的哪个状态或阶段。这种配置可以有助于避免压力变量数据或信号中的噪声或尖峰不适当地影响算法做出的决策的可靠性。

[0475] 在一些配置中,泄漏检测算法包括用于过程流程中的每个特定阈值比较的具体或唯一的最小评估时间段。例如,当进行比较时,相应的最小评估时间可以取决于具体的阈值比较或算法的阶段或状态。在一种配置中,第一阶段泄漏评估702中的阈值比较的最小评估时间比后面的第二阶段泄漏评估707中的阈值比较的最小评估时间长。在这种配置中,第二阶段泄漏评估707中较短的最小评估时间可能是有益的,因为第二阶段泄漏评估707涉及暂停设备的正常操作,并在离散时间间隔内增加马达速度,以将可能的泄漏条件解析为明确的泄漏或无泄漏条件,因此较短的比较评估时间可以减少对设备的正常操作的任何延长的

中断。

[0476] 在一些配置中,对于所有或至少一些阈值比较,泄漏检测算法中使用的最小评估时间段可以是一致的或相同的。在一个示例中,最小评估时间可以取决于算法的特定阶段或状态。例如,与第一阶段泄漏评估相关联的最小评估时间可以基本上相同,并且与第二阶段泄漏评估相关联的最小评估时间可以基本上相同。

[0477] 泄漏检测算法可以被配置成检测设备的流动路径或连接到流动路径的外围部件中或与之相关联的一种或多种不同类型的泄漏,这些外围部件如但不限于连接到设备的气体出口的患者回路(例如,导管和患者接口)。在一种配置中,泄漏阈值或泄漏阈值特性被定制为用于检测的特定泄漏。在其他配置中,一般泄漏阈值或泄漏阈值特性可以用于检测流动路径中的一种或多种不同类型的泄漏。

[0478] 在一种配置中,泄漏检测算法被配置成检测形式为或表示加湿室从流动路径部分地或完全地移除或断开的泄漏(例如,‘室关闭’)。例如,在这种配置中,泄漏检测算法作为加湿室连接状态检测器起作用或操作,即,室是否连接到设备的流动路径中(即,‘室打开’)或者室是否从设备移除或断开(即,‘室关闭’)。

[0479] 在另一种配置中,泄漏检测算法被配置成检测形式为或表示患者回路从设备的气体出口断开的泄漏(例如,‘管关闭’)。在这种配置中,泄漏检测算法作为患者回路或导管连接状态检测器起作用或操作,即,患者回路或导管是与设备的气体出口连接(即‘管打开’)还是断开(即‘管关闭’)。

[0480] 在另一种配置中,泄漏检测算法被配置成在消毒模式的操作期间检测形式为或表示安装在呼吸设备的流动路径中的消毒套件组件的一个或多个部件的断开或移位的泄漏。

[0481] 在一种配置中,该设备可以被配置成并行地或可互换地或替代性地或顺序地运行多个版本的泄漏检测算法,每个版本的泄漏检测算法被配置成检测不同类型或性质的泄漏。

[0482] 在下面的3.2-3.4节中,以上概述示例中描述的两阶段泄漏检测算法的进一步示例实施方式和配置。以上任何一个或多个一般特征均可以适用于以下任何一个或多个示例。

[0483] 3.2泄漏检测过程的详细第一示例——泄漏压力阈值

[0484] 参考图23,仅作为示例,示出了泄漏检测过程或算法800的实施例的详细流程图。该示例算法800利用了先前描述的概述算法700的类似操作原理,并且将了解,关于任一算法描述的特征也可以适用于另一算法。

[0485] 泄漏检测算法800的该实施例被配置成检测表示或由加湿室从设备的流动路径移除或断开(即‘室关闭’)引起的泄漏,如当从设备的壳体的加湿室隔间或隔室移除室以进行清洁、重新填充、修理或更换时,或者例如在室意外地从流动路径移位或断开的情况下。

[0486] 在该实施例中,泄漏检测算法800在设备的正常操作期间开始801,例如当设备在流量治疗疗程期间以可配置的用户设定流量递送气体流时,例如当在治疗模式下操作时。用于流量治疗疗程的可配置的用户设定流量可以取决于患者和/或其处方治疗参数或设置。如将了解的,可以针对成人和儿科或新生儿患者的流量治疗使用一系列流量设置。在一些实施例中,用于确定室连接状态(例如,室关闭)的泄漏检测算法可在整个可操作流量范围内操作,或者在其他实施例中,可在整个流量范围的一个或多个特定子集内操作。

[0487] 在该实施例中,算法800接收压力变量,该压力变量表示由被配置成感测流动路径中的气体流的表压力的表压力传感器感测的压力信号或数据。然而,如将了解的,算法所使用的压力变量可以来自与流动路径中的气体流相关联的一个或多个其他类型的压力传感器。

[0488] 在该实施例中,算法主要具有第一阶段泄漏评估802和第二阶段泄漏评估,该第二阶段泄漏评估包括803、804和805处的步骤和评估或确定。第一阶段泄漏评估802能够确定是存在明确的泄漏、可能的泄漏还是无泄漏。第二阶段泄漏评估被配置成将来自第一阶段评估的可能的泄漏确定解析为明确的泄漏或无泄漏。

[0489] 在一个实施例中,算法800被暂停或延迟运行,直到从一个或多个特定事件起预定的延迟时间段已经到期。这些事件可以包括以下各项中的任何一项或多项:治疗疗程的开始、正常操作或流量治疗控制的开始、泄漏警报或其他警报的解决。例如,算法800在一个或多个选定的或配置的这种事件之后的延迟时间段期间不运行,并且无法生成或触发泄漏警报。在其他实施例中,算法800可以在治疗疗程开始时或者在泄漏警报被解决后恢复正常流量控制时立即连续运行。

[0490] 第一阶段泄漏评估

[0491] 在该实施例中,在任何所需的延迟时间段到期后,算法800通过在步骤802处进行第一阶段泄漏评估而开始801。在该第一阶段泄漏评估802中,将表压力变量与明确的和可能的泄漏阈值进行比较以确定设备的泄漏状态,例如检测到泄漏、可能的泄漏或无泄漏。在该实施例中,一个或每个条件可以被认为得到满足,或者基于满足相应的评估标准而被检测到,如下文将解释的。在该实施例中,基于将表压力与一个或多个阈值进行比较的各种评估可以同时或并行发生。在其他配置中,满足哪个泄漏条件的评估可以被配置成顺序地发生,或者以特定的条件顺序发生。

[0492] 当在第一阶段泄漏评估802中操作时,设备可以被认为处于没有检测到泄漏的正常操作中,即处于无泄漏状态。在这种状态或阶段中,呼吸设备根据设定的流量继续正常操作和正常流量控制。

[0493] 在该实施例中,算法检索和/或接收表示测得的或感测的气体流的流量、测得的或感测的表压力变量和泄漏阈值的输入数据,以用于评估。输入数据可以根据特定的采样频率或者随着数据从设备的传感器和/或主控制器和/或存储器变得可用而连续地被检索。在一种配置中,输入数据可以是基于移动数据窗口的移动平均值。例如,可以基于配置时间段或数据样本的数量来确定数据窗口。在一个示例中,输入数据可以是感测的流量、感测的表压力和泄漏阈值的10秒移动平均值。在另一种配置中,泄漏检测算法所使用的输入数据可以是感测的流量、感测的表压力和泄漏阈值的最新瞬时数据。

[0494] 在该实施例中,在步骤802处,算法进行的评估之一是确定明确的泄漏条件。在该实施例中,为了确定明确的泄漏条件,算法将表压力变量与表示明确的泄漏条件的明确的泄漏阈值 P_{leak} (在该实施例中是压力阈值) 进行比较。如果表压力变量 P_{gauge} 小于明确的泄漏阈值 P_{leak} 持续最小评估时间,则满足泄漏条件,并且算法在806处发出或生成泄漏警报。在一种配置中,表压力变量 P_{gauge} 必须低于明确的泄漏阈值 P_{leak} 持续15秒的最小评估时间段,尽管将了解,在其他实施例中,该时间段可以被调整或改变。

[0495] 如果基于步骤802处的评估满足泄漏检测条件,则算法移动到806处的泄漏警报或

泄漏检测状态或阶段。在泄漏检测状态806下,算法可以触发一个或多个警报动作,如生成指示室关闭或断开的听觉、视觉或触觉泄漏检测警报,和/或控制或停止流量或马达速度,或其他控制动作,如先前关于算法700所解释的。在该实施例中,处于泄漏检测状态806的算法800可以被配置成执行一个或多个警报动作。在该示例实施例中,算法800可以执行以下示例警报动作中的任何一者或多者:

[0496] • 冻结检测到泄漏时的当前目标马达速度,使得在泄漏警报状态806时马达速度不会从其当前值改变,直到泄漏被解决。

[0497] • 向用户发出或触发听觉、视觉和/或触觉警报或通知(例如,呼吸设备的显示器上的消息或通知和/或经由呼吸设备的扬声器或音频装置的听觉警报)。

[0498] • 关闭或降低施加到加湿器的功率,如通过关闭或降低施加到加湿器的加热板的功率。这在泄漏条件下可能是有利的,因为当室关闭时,由于加湿器的加热板可能暴露,用户的安全风险可能增加,这取决于设备的加湿器的配置。

[0499] • 关闭或降低施加到连接到设备的患者回路导管的加热丝的功率。

[0500] 一旦处于泄漏检测状态806,算法800也可以被配置成确定或评估是否已经解决泄漏警报,例如室是否已经被重新连接或安装回设备和/或流动路径中。在该实施例中,算法在806处通过将压力变量 P_{gauge} 与明确的泄漏阈值 P_{leak} 或另一个专门用于确认泄漏解决的替代性阈值进行比较来持续评估或确定泄漏是否已经解决。在该示例实施例中,如果表压力变量 P_{gauge} 高于 P_{leak} 阈值持续最小评估时间段,则泄漏警报被认为已解决,该最小评估时间段在该实施例中为3秒,但是在其他实施例中这可以被调整。如果泄漏警报被解决,则算法返回到第一阶段泄漏评估802和根据设定流量的正常操作或正常流量控制。如果表压力变量没有超过 P_{leak} 阈值超过最小评估时间段,则算法保持在泄漏检测状态806,并继续检查泄漏警报的解决。

[0501] 在该实施例中,在步骤802处,算法进行的其他评估之一是确定可能的泄漏条件。在该实施例中,为了确定可能的泄漏条件,算法将表压力变量 P_{gauge} 与表示可能的或潜在的泄漏条件的可能的泄漏阈值 P_{maybe} (在该实施例中是压力阈值)进行比较。在该实施例中,如果表压力变量 P_{gauge} 低于可能的泄漏阈值 P_{maybe} 持续最小评估时间段,则满足可能的泄漏条件,并且算法移动到第二阶段泄漏评估(其在803处开始),以将所识别的可能的泄漏解析为明确的泄漏或无泄漏。在该实施例中,最小评估时间段是10秒,但是这在不同的实施例中可以改变。

[0502] 如果基于上述评估既不满足明确的泄漏条件也不满足可能的泄漏条件,则算法认为没有检测到泄漏,并且在正常操作下保持处于第一阶段泄漏评估802,即保持满足无泄漏条件,并且设备继续进行正常流量控制。

[0503] 第二阶段泄漏评估

[0504] 如果算法在802处检测到可能的泄漏条件,则算法移动到第二阶段泄漏评估,从步骤803处开始。在该实施例中,在进入第二阶段泄漏评估以将可能的泄漏解析为明确的泄漏或无泄漏之前,算法800被配置成存储测得的流量(例如,由流动路径中的流量传感器或其他感测配置感测的)和在步骤803处进入第二阶段泄漏评估之前出现的感测压力变量。在一种配置中,如以上所解释的,测得的流量和存储的感测压力变量的存储值可以表示这些测得的或感测的变量的移动平均值,或者从其中提取。例如,在一种配置中,算法在运行期间

接收或者在运行期间计算测得的流量和感测压力变量的移动平均值,在进入第二阶段泄漏评估之前,算法可以从中提取和存储值。作为示例,测得的流量和感测压力变量的存储值可以用于后面的算法步骤,包括更新和/或调整一个或多个泄漏阈值极限。

[0505] 在该实施例中,第二阶段泄漏评估包括在803处以预定增量增加当前目标马达速度或者将其增加到第一或下一个预设的更高的马达速度。在该实施例中,算法被配置成将马达速度增加并锁定在第一更高的马达速度下持续预定或最大时间段。在一种配置中,时间段可以是4秒,但是在替代性实施例中这可以改变。如下文将解释的,在到下一个更高的马达速度的迭代或每次迭代期间,更高的马达速度被保持配置的时间段(例如,在该示例中是4秒),同时进行第二阶段泄漏评估804以尝试将可能的泄漏解析为明确的泄漏条件或无泄漏条件。

[0506] 一旦在803处增加后处于更高的马达速度,算法800在804处开始一个或多个第二阶段泄漏评估。例如,将更高的马达速度下的更新的或新的感测压力变量 P_{gauge} 与新的或更新的明确的 P_{leak} 和可能的 P_{maybe} 阈值进行比较,以确定可能的泄漏条件可以被解析为明确的泄漏条件还是无泄漏条件。基于将感测表压力变量 P_{gauge} 与一个或多个泄漏阈值进行比较,每个条件可以再次具有其自己要满足的评估标准,如下文将描述的。

[0507] 在该实施例中,在步骤804处,算法进行的评估之一是将可能的泄漏条件解析为明确的泄漏条件。在该实施例中,为了确定可能的泄漏条件,算法将更新的感测压力变量 P_{gauge} 与更新的明确的泄漏阈值 P_{leak} 进行比较。在该实施例中,至少部分地基于新的更高的马达速度和/或在第一更高的马达速度下产生的气体流的流量来更新或确定新的 P_{leak} 阈值。如果表压力变量 P_{gauge} 低于 P_{leak} 阈值持续最小评估时间段(例如,3秒或另一个可配置的时间段),则可能的泄漏条件被确认或解析为明确的泄漏条件,并且算法前进到泄漏检测状态806并生成泄漏警报或启动一个或多个如前所述的警报动作。

[0508] 在该实施例中,算法进行的其他评估之一是将可能的泄漏条件解析为无泄漏条件。在该实施例中,为了确定无泄漏条件,算法将更新的感测压力变量 P_{gauge} 与更新的可能的泄漏阈值 P_{maybe} 和更新的明确的泄漏阈值 P_{leak} 进行比较。如以上所解释的,更新的阈值可以至少部分地基于新的更高的马达速度和/或在第一更高的马达速度下产生的气体流的流量来提取或确定。如果更新的感测表压力变量 P_{gauge} 高于 P_{maybe} 阈值且高于 P_{leak} 阈值持续最小评估时间(例如,3秒或另一个可配置的时间段),则可能的泄漏被解析为没有检测到泄漏,并且算法恢复到第一阶段评估802和正常操作和/或流量控制。

[0509] 在该实施例中,当在804处退出第二阶段泄漏评估时(在解析可能的泄漏不是泄漏之后)并且在恢复到步骤802和正常操作801之前,算法可以可选地在807处执行阈值调整过程。在该实施例中,阈值调整过程807可以被配置成调整或降低 P_{maybe} 阈值,以防止算法在未来的检查中在相同的场景中无休止地循环。在一种配置中,可以基于具有一个或多个变量的调整或校正函数807来调整 P_{maybe} 阈值。作为示例,调整或校正函数的变量可以包括在步骤803处进入第二阶段泄漏评估之前存储的测得的流量和感测压力变量值,如先前所讨论的。另外,调整或校正函数可以包括一个或多个另外的变量或常数。在一种配置中,调整或校正函数可以具有取决于存储的测得的流量的恒定变量,使得调整的幅度可以根据存储的测得的流量而变化。在一种配置中,常量变量可以被配置成使调整或校正函数在较低的流量或较低的流量范围内对 P_{maybe} 阈值进行较小的调整。

[0510] 在一个实施例中,阈值调整函数807可以包括至少部分地基于缓冲值 P_{buffer} 来更新 P_{maybe} 阈值。在一种配置中, P_{buffer} 值可以至少部分地取决于在退出第一阶段802之后存储的测得的流量。在另一种配置中, P_{buffer} 值可以是常数。在一种配置中, P_{maybe} 阈值从阈值函数中提取,该阈值函数取决于测得的流量和一个或多个常数。在该示例配置中,阈值调整函数被配置成至少部分地基于 P_{buffer} 值来调整阈值函数的一个或多个常数。在另一个示例中,阈值调整函数被配置成至少部分地基于 P_{buffer} 值和 P_{maybe} 阈值以及在退出第一阶段802之后存储的测得的压力值来调整阈值函数的一个或多个常数。

[0511] 在一个实施例中,阈值调整函数807可以被配置成至少部分地基于缓冲值 P_{buffer} 来调整 P_{maybe} 阈值。 P_{buffer} 可以是变量,其被配置成调整 P_{maybe} 阈值以防止泄漏检测算法中出现无限循环。例如, P_{buffer} 是从函数中得到的值,或者被预先配置成调整 P_{maybe} 阈值以防止泄漏检测算法通过以下过程发生循环:(1)在第一阶段评估802中检测可能的泄漏,(2)在第二阶段评估803-805中增加马达速度(一次或多次)并且确定可能的泄漏不是泄漏,(3)退出到具有相同 P_{maybe} 阈值的第一阶段评估以再次检测可能的泄漏,并在无限循环中重复(1)-(3)而不改变流动路径特性。在该实施例中, P_{maybe} 阈值随着泄漏检测算法的运行而被逐步调整或调节。

[0512] 在调整或校正函数807的一些配置中,在803处进入第二阶段泄漏评估之前感测的离散测量流量下的 P_{maybe} 阈值可以减少或递减计算量或预定量。在其他配置中,整个 P_{maybe} 阈值函数或阈值曲线可以在整个操作流量范围内减少或递减计算量或预定量。

[0513] 恢复到804处的第二阶段泄漏评估,如果基于上述评估既不满足明确的泄漏条件也不满足无泄漏条件,则可能的泄漏条件被认为是未解决的。在该实施例中,如果可能的泄漏条件在基于计时器的预定时间段(例如,在该示例中是4秒,但是可以是另一个可配置的时间段)内未解决,则第二阶段泄漏评估过程重复,但是以进一步更高的马达速度进行。

[0514] 在该实施例中,如果计时器到期并且可能的泄漏条件未解决,则算法退出804并启动马达速度检查805。在该实施例中,马达速度检查805包括在重复或循环回到第二阶段泄漏评估的开始803之前,将当前目标马达速度相对于预设或可配置的马达速度阈值(MAX_{RPM})进行比较。

[0515] 在该实施例中,如果在马达速度检查805处当前目标马达速度等于或高于马达速度阈值 MAX_{RPM} ,则算法退出第二阶段泄漏评估并将可能的泄漏解析为无泄漏条件,并且经由先前解释的阈值调整过程807恢复到第一阶段802和正常操作。马达速度检查805为算法提供了附加的退出条件,并防止算法在第二阶段评估中无休止地循环和/或防止马达速度增加超过安全或部件阈值。

[0516] 如果在马达速度检查805处当前目标马达速度低于马达速度阈值 MAX_{RPM} ,则算法循环回到步骤803,并且再次将第一更高的马达速度增加到第二或下一个更高的马达速度,并且再次重复804处的评估,以试图将可能的泄漏解析为明确的泄漏或无泄漏条件。

[0517] 如所示出的,第二阶段包括连续地或重复地将马达速度增加预定量或增加到下一个预定的更高的马达速度,然后在804进行评估,直到满足泄漏条件、满足无泄漏条件或在805处马达速度检查失败。如将了解的,根据评估,在退出回到802(无泄漏)或806(检测到泄漏)之前,算法的第二阶段可以完成一次、两次或多次。

[0518] 在步骤803处,将了解,马达速度的增量可以是预设的或可配置的增量,或者可以

增加到预设的或可配置的系列或数组的预选离散更高马达速度中的下一个最高马达速度。仅作为示例,在一种配置中,步骤806处的马达速度增加基于将当前马达速度增加到包括5000rpm、6750rpm、8500rpm、10250rpm和12000rpm的马达速度的系列或数组中的下一个最高马达速度,使得马达速度在第二阶段泄漏评估的每个周期或循环中增加1750rpm。在该示例中,有五个可能的离散马达速度阶段,其中,将压力变量相对于 P_{maybe} 和 P_{leak} 阈值进行比较,但是这可以根据需要变化为更多或更少的阶段。

[0519] 在该实施例中,一旦泄漏检测算法800在802处返回到第一阶段泄漏评估和正常操作,该泄漏检测算法就会重复。在一种配置中,泄漏检测算法在接收来自(多个)压力传感器的更新的实时感测压力变量数据时持续操作。在其他配置中,泄漏检测算法可以被配置成周期性地操作。如先前所讨论的,在一些配置中,在设备开始或重新开始正常操作时,相对于泄漏阈值的泄漏评估比较可以在特定事件之后被暂停或延迟预定的延迟时间段。这样的事件可以包括但不限于新的治疗疗程或新的用户设定流量的开始、在806处解决先前的泄漏警报、或者在其他方面当在802处恢复正常操作或流量控制时,例如在泄漏警报已经解决之后或者在没有检测到泄漏的情况下退出第二阶段泄漏评估之后。

[0520] 泄漏阈值

[0521] 现在将进一步解释与泄漏检测算法800相关联的泄漏阈值的示例。如所讨论的,用于每个泄漏评估比较的明确的泄漏阈值 P_{leak} 和可能的泄漏阈值 P_{maybe} 可以基于在评估比较时运行的测得的流量和/或马达速度。在一种配置中, P_{leak} 和 P_{maybe} 阈值可以至少取决于所感测的气体流的流量和/或流量发生器的马达速度以及可选地设备和/或气体流的一个或多个其他变量或操作特性,或者是其函数。 P_{leak} 和 P_{maybe} 阈值可以是函数、阈值曲线或线,或者以查找表的形式提供。在泄漏检测算法的每个阶段,可以至少基于流量发生器的当前感测流量和/或马达速度以及任何其他可选变量从函数、阈值曲线或线或查找表中提取阈值。

[0522] 参考图24A,示出了压力与流量的图1900,以展示在泄漏检测算法中使用的泄漏阈值的性质。如先前所解释的,在该实施例中检测到的泄漏涉及加湿室从设备的流动路径部分地或完全地移除或断开,并且泄漏阈值是基于与在室打开的情况下正常操作的设备和在室关闭的情况下在有泄漏的情况下操作的设备中的气体流相关联的压力与流量特性而得到的。

[0523] 示例 P_{leak} 阈值函数在1900的压力与流量的曲线图上被描绘为阈值曲线或线1901。示例 P_{maybe} 阈值函数在1900的压力与流量的曲线图上被描绘为阈值曲线或线1902。

[0524] 对于室打开的正常操作设备,由1903表示的函数或曲线或数据是气体流的相对于操作流量范围的感测压力特性。对于由于室关闭而在泄漏的情况下操作的设备,由1904表示的函数或曲线或数据是气体流的相对于操作流量范围的感测压力特性。如在1905处突出显示的较低流量区域中所示,正常和泄漏操作的压力与流量线1903和1904在该区域中趋同,从而使得在较低的流量下难以区分真实或明确的室关闭泄漏。本披露内容的泄漏检测算法提供了解决这个问题的方法,即通过递增地增加马达速度来提供曲线之间的更清晰的区分,以用于明确地确定泄漏(例如,室关闭)或无泄漏(例如,室打开)条件。

[0525] 作为进一步的解释,参考图24B,在压力与流量的曲线图上单独示出了明确的泄漏 P_{leak} 阈值函数(曲线或线1901)和可能的泄漏 P_{maybe} 阈值函数(曲线或线1902)。通常在1906处指示的区域是‘可能区域’或‘可能的泄漏区域’。如所示出的,可能的泄漏区域1906是在流

量范围的下端、高于 P_{leak} 阈值1901并低于 P_{maybe} 阈值1902的区域。作为进一步的解释,对于相关联的测得的流量,气体流的落在该可能的泄漏区域1906中的测得的或感测的压力值被泄漏检测算法的第一阶段评估802认为是可能的泄漏。这些可能的泄漏场景然后前进到泄漏检测算法的第二阶段(803-805),直到该条件被解析为明确的泄漏条件或无泄漏条件。作为示例,第二阶段评估以连续增加的马达速度重复,直到测得的压力和测得的流量组合落在可能的泄漏区域1906之外,使得可能的泄漏条件被解析为明确的泄漏或无泄漏。

[0526] 参考图24C和图24D,示出了运行中和确定正常操作(即,无泄漏)的泄漏检测算法的图形示例。特别地,数据点A-C表示在泄漏检测算法中评估的连续感测的压力和流量对。数据点A是呼吸设备在正常操作中的操作条件。泄漏检测算法的第一阶段评估确定这是在可能的泄漏区域1906中,并且通过增加设备的流量发生器的马达速度前进到第二阶段评估。数据点B表示更高的马达速度下的感测压力和流量。数据点B仍然在可能泄漏区域1906中,因此通过再次增加马达速度来重复第二阶段评估。数据点C表示进一步增加的马达速度下的感测压力和流量,并且这在可能的泄漏区域1906之外,即,该感测压力和流量高于 P_{leak} 阈值1901和 P_{maybe} 阈值1902。如此,泄漏检测算法将可能的泄漏解析为无泄漏条件,并恢复回到原始设定流量下的正常流量控制,例如,恢复回到数据点A处的操作。

[0527] 如以上所讨论的,在一些实施例中,泄漏检测算法可选地包括阈值调整过程807,该阈值调整过程在可能的泄漏被解析为无泄漏条件的场景中执行。参考图24D,示出了该阈值调整过程807的应用和结果。特别地,阈值调整过程807被配置成调整可能的泄漏阈值,以避免泄漏检测算法在返回到正常流量控制时陷入无限循环。如所示出的,阈值调整过程807修改或调整 P_{maybe} 阈值1902,使得原始数据点A不再被认为是可能的泄漏。特别地, P_{maybe} 阈值1902被调整或修改或向下转换为更新的或新的 P_{maybe} 阈值1902A。该经调整的(较低的)新的 P_{maybe} 阈值1902A有效地减小了可能的泄漏区域1906,并且如此,数据点A不再被第一阶段评估认为是可能的泄漏。

[0528] 参考图24E,示出了运行中和确定泄漏的泄漏检测算法的图形示例。在该场景中,在数据点A处的正常操作期间测得的压力和流量组合被认为是可能的泄漏,因为它位于可能的泄漏区域1906中。第一阶段评估鉴定可能的泄漏条件,并通过增加马达速度前进到第二阶段评估。在该示例中,马达速度增加,在数据点B处表示的更高马达速度下的新测得的压力和流量由第二阶段评估来评估。当数据点B下降到明确的泄漏阈值(P_{leak} 阈值1901)以下时,可能的泄漏被确认为明确的泄漏,并且泄漏检测算法按照先前描述的阶段806触发警报。一旦泄漏被解决(例如,室被重新连接或安装到呼吸设备的流动路径中),泄漏检测算法允许呼吸设备恢复回到初始设定流量下的正常流量控制。如所示出的,一旦泄漏被解决并且恢复正常流量控制,泄漏检测算法就恢复到第一阶段泄漏评估。数据点C表示在泄漏被解决后,在原始设定流量下的新测得的压力和流量。然后,泄漏检测算法按照关于图24C和图24D描述的过程前进,即,数据点C在第一阶段评估中被认为是可能的泄漏。在第二阶段评估中,马达速度增加到数据点D,这仍然是可能的泄漏条件。在第二阶段评估中,马达速度相对于数据点E增加,并且该数据点被解析为无泄漏条件,即,正常操作。按照以上描述,然后对 P_{maybe} 阈值1902进行调整,并且流量控制返回到正常,并且泄漏检测算法恢复到第一阶段评估,以随着设备继续操作而继续处理输入的数据。

[0529] 如以上所讨论的,在一些实施例中, P_{leak} 阈值1901和 P_{maybe} 阈值1902曲线或线可以

从函数中得到。仅作为示例,并且对于一种特定的呼吸设备配置,方程或函数可以呈以下形式:

$$[0530] \quad P_{leak} = \frac{1}{\beta} (k_1 Q_{std, filt}^2 + k_2 Q_{std, filt} + k_3) \quad \dots(1)$$

$$[0531] \quad P_{maybe} = \frac{1}{\beta} (k_4 Q_{std, filt}^2 + k_5 Q_{std, filt} + k_6) \quad \dots(2)$$

[0532] 其中, $Q_{std, filt}$ 是经过滤的STPD流量, k_1 - k_6 是特定于设备和/或流动路径特性和/或操作模式的常数,并且值 β 是至少部分地基于设备操作时感测的环境压力和感测的气体流的温度(例如,加湿室的出口处或附近或流动路径中的一些其他合适位置处的气体流的温度)的函数。在该示例中,方程(1)和(2)可以是二次函数。

[0533] 在一些实施例中,定义泄漏阈值函数的常数 k_1 - k_6 中的一个或多个可以取决于呼吸设备的操作模式和/或所检测的泄漏的具体类型。作为示例,在一个实施例中,在治疗模式和干燥模式下用于泄漏检测算法的常数 k_1 - k_6 可以是相同的,使得阈值在这两种模式下是相同的。然而,当泄漏检测算法在消毒模式下运行时,可以采用不同的常数 k_1 - k_6 来定义不同的阈值曲线,因为流动路径特性与安装的消毒套件组件不同。

[0534] 方程或函数(1)和(2)仅作为示例提供。将了解,泄漏阈值或函数可以基于例如与特定呼吸设备和/或其(多种)操作模式相关的许多因素或特性来定制。

[0535] 将了解,泄漏检测算法可以采用或应用不同的泄漏阈值函数或曲线,这取决于所检测的泄漏的性质或类型。

[0536] 干燥模式

[0537] 如以上所讨论的,泄漏检测算法可以被配置成也在一种或多种非治疗模式下运行。这种非治疗模式是‘干燥模式’。干燥模式通常在利用呼吸设备进行治疗疗程结束时执行,以干燥流动路径和/或流动路径中的部件。

[0538] 干燥模式通常在用户或患者已经移除患者接口(例如,鼻插管)之后启动,即,在治疗疗程已经结束之后的某个阶段,或者在治疗疗程已经经由到呼吸设备的用户接口(例如,触摸屏接口)的‘关闭’或‘停止’输入而终止的情况下。干燥模式使流量发生器在恒定的流量下操作,例如,在15L/min至30L/min之间,优选地25L/min,或一些其他合适的流量。替代性地,可以将流量发生器控制为具体的或可配置的恒定马达速度。通常,在干燥模式期间,加湿器的加热板被关闭或降低到低功率输出。通常,干燥模式操作可配置的或预设的时间段,以便干燥流动路径和/或流动路径部件。

[0539] 泄漏检测算法800可以根据以上关于图23至图24E描述的配置在干燥模式下运行。主要区别在于,呼吸设备根据干燥模式设置在预设的干燥模式流量或马达速度下操作,而不是在治疗模式下的治疗疗程期间在特定于用户或患者的设定治疗流量下操作。如此,干燥模式下的泄漏检测算法倾向于以相同的预设干燥模式流量开始或操作第一阶段评估。如同治疗模式操作一样,泄漏检测算法被配置成在干燥模式期间检测泄漏,如‘室关闭’条件(例如,室从流动路径移除或断开),并且如果检测到这种条件,则发出警报。

[0540] 如同治疗模式一样,在该示例实施例中,加湿室也是用于干燥模式的设备的流动路径的必要部分。如果加湿室从设备移除或断开,则流动路径被破坏,并且干燥模式将无法干燥患者回路(例如,患者导管和/或患者接口),因为气体流将泄漏到周围环境中而不是流

入患者回路中。因此,泄漏检测算法被配置成确定室连接状态,并且如果室关闭或断开,则针对干燥模式操作中的故障向用户发出警报。

[0541] 在该示例中,预设的干燥模式流量倾向于在较低流量区域中操作,在该较低流量区域中,由于先前解释的原因,难以区分泄漏条件(例如,室关闭)与正常操作。因此,泄漏检测算法也能够有助于在干燥模式下稳健地确定泄漏条件。

[0542] 在该示例实施例中,治疗模式和干燥模式中的流动路径特性类似,因此在泄漏检测算法中可以采用相同的泄漏阈值函数。

[0543] 用于确认室关闭泄漏条件的加热板检查

[0544] 在一些实施例中,泄漏检测算法可以被扩充或修改以可选地包括加热板检查,用于确认或确定加湿室是否已经从呼吸设备的流动路径和/或加湿隔室移除。

[0545] 在加热板检查的第一配置中,泄漏检测算法被配置成将加湿器的加热板通电至设定的功率水平(例如,100%功率或50%功率)持续设定的时间段(例如,对加热板应用功率过程或程序)。该算法基于由被配置成感测加热板温度的一个或多个温度传感器(例如,加热板中的或与加热板相关联的温度传感器)产生的感测温度数据或信号来监测加热板的温度增加。该算法可以被配置成当加热板被通电至设定功率水平时,基于温度传感器数据来计算温度的变化率(即,加热板的加热速率)。然后将温度的变化率与变化率阈值进行比较。如果温度的变化率大于变化率阈值,则确认或指示室关闭(例如,泄漏条件)。替代性地,该算法可以计算或确定加热板的温度超过设定温度阈值所花费的时间。然后将所花费的时间与时间阈值进行比较。如果所花费的时间低于时间阈值,则确认或指示室关闭(例如,泄漏条件)。

[0546] 在加热板检查的第二配置中,泄漏检测算法被配置成将加湿器的加热板通电或加热至预设温度(例如,对加热板应用温度处理或程序)。一旦处于预设温度,则关闭加热板的电源,并基于来自一个或多个加热板温度传感器的温度数据或信号监测加热板的冷却速率。冷却速率小于冷却速率阈值,则确认或指示室关闭(例如,泄漏条件)。替代性地,该算法可以计算或确定加热板的温度降低或冷却回到预设的较低温度(例如环境温度或一些其他合适的较低温度)所花费的时间。然后将所花费的时间与时间阈值进行比较。如果所花费的时间超过时间阈值,则确认或指示室关闭(例如,泄漏条件)。

[0547] 第一和第二配置加热板检查都基于从加湿单元移除加湿室时加湿室中水的热质量损失。特别地,在充水加湿室不与加热板热接触的情况下,加热板加热更快或冷却更慢。

[0548] 以上第一和第二加热板检查中的任一者或两者可以由呼吸设备的控制器作为泄漏检测算法的一部分或作为单独的加热板检查算法来实施或执行。加热板检查的输出可以是指示泄漏或无泄漏条件(例如,室打开或室关闭)的输出指示或数据。下文描述了下文提供了通过加热板检查来扩充或修改泄漏检测算法的示例。

[0549] 在一个第一示例实施例中,作为泄漏检测算法的一部分,上述泄漏检测算法700、800可以可选地用第一或第二配置加热板检查中的任一者扩充。参考图23,在该第一示例实施例中,在进入泄漏检测状态(704,806)之前,加热板检查808作为附加或补充过程或泄漏确认阶段被执行。特别地,如果泄漏检测过程在第一阶段(702,802)或第二阶段(707,803-805)泄漏评估之后确定了明确的泄漏,则可以根据上述第一或第二配置中的任一者或两者来启动一个或多个加热板检查808。如果一个或多个加热板检查确认泄漏条件(例如,室关

闭),则泄漏检测算法进行到泄漏检测状态(704,806)并触发一个或多个警报动作。在该示例中,在算法移动到启动警报动作的泄漏检测阶段之前,一个或多个加热板检查808进一步确认泄漏条件。

[0550] 在第二示例实施例中,上述泄漏检测算法700、800可以被修改,使得第二阶段泄漏评估(706,803-805)被一个或多个加热板检查代替,而不是逐步增加马达速度并相对于泄漏阈值重新检查感测压力,直到可能的泄漏条件被解析为泄漏或无泄漏条件。在该第二示例实施例中,泄漏检测算法700、800被修改,使得在第一阶段泄漏评估(702,802)中检测到可能的泄漏条件之后启动一个或多个加热板检查。在检测到可能的泄漏条件之后执行一个或多个加热板检查,以便将可能的泄漏条件解析为明确的泄漏条件或无泄漏条件。如果一个或多个加热板检查将可能的泄漏条件确认为明确的泄漏(例如,室关闭),则算法前进到泄漏检测状态(704,806)。如果一个或多个加热板检查将可能的泄漏解析为无泄漏条件(例如,室被连接),则算法根据先前描述的适用于在解析出没有检测到泄漏之后退出第二阶段泄漏评估的步骤而前进。特别地,泄漏阈值可以被更新(712,807),并且算法恢复到正常操作或流量控制,并且恢复到第一阶段泄漏评估阶段,以在设备继续操作时进一步处理下一个输入的数据流。在该第二示例实施例中,在第二阶段泄漏评估中没有逐步增加马达速度来解析可能的泄漏条件,而是实施一个或多个加热板检查来将可能的泄漏解析为明确的泄漏条件或无泄漏条件。

[0551] 当呼吸设备在治疗模式或干燥模式下操作时,可以采用在经修改的泄漏检测算法中使用的加热板检查的以上第一和第二示例实施例。

[0552] 3.3泄漏检测过程的详细第二示例——消毒模式

[0553] 消毒套件或组件

[0554] 泄漏检测算法可以被配置成在呼吸设备的其他非治疗模式期间运行。一种这样的其他非治疗模式是消毒模式。简而言之,呼吸设备可以具有可操作的消毒模式,该消毒模式被配置成在治疗疗程之后对流动路径中的一个或多个部件进行消毒。现在将参考图25A至图25C解释在消毒模式下运行的泄漏检测算法的示例实施例。图25A是关于图2至图21描述的类型呼吸设备的简化示意图,并且出于解释的目的,相同的附图标记表示相同或相似的部件。

[0555] 在一个示例实施例中,呼吸设备的消毒模式可以大体上根据于2006年12月15日提交的国际PCT申请公开W02007/069922中描述的原理、说明和/或配置来操作,该申请特此通过引用整体并入本文。

[0556] 参考图25A,在该示例实施例中,呼吸设备10的消毒模式可操作以对呼吸设备的流动路径中的弯管导管320(例如‘可移除弯管’)进行消毒。在启动消毒模式之前,将加湿室300从呼吸设备的流动路径和加湿室隔间或隔室108移除。然后将消毒套件或组件安装到流动路径中。消毒套件或组件包括消毒管或导管1100和过滤器或过滤器组件1104。消毒管1100可以包括一体的加热元件1102。消毒管1100的第一端连接到气体出口端口322,并且消毒管的第二端连接到患者出口端口344或弯管导管320。过滤器1104或过滤器组件或部件被插入到弯管导管的气体入口端口340中或上方。在一种配置中,过滤器1104可以包括过滤器帽或具有过滤器的帽,其中,过滤器帽或帽与气体入口端口340接合、接合在该气体入口端口中或上方。在一个示例中,过滤器经由摩擦配合接收并保持在气体入口端口340中。消毒

管和过滤器的配置可以与W02007/069922中描述的配置相同或类似。过滤器1104被配置成过滤1104被驱动通过并离开弯管导管320的气体流。例如,过滤器1104被配置成过滤掉在消毒模式期间产生的气体流中的病原体和/或颗粒物质。

[0557] 在替代性配置中,消毒套件或组件包括可以联接至呼吸设备的臭氧模块。泄漏检测方法可以被配置成检测作为消毒套件的一部分的臭氧模块的移位或错误连接。臭氧模块可以被配置成将臭氧气体泵送通过呼吸设备的流动路径,以便对流动路径进行消毒。臭氧模块可能需要使用设定的时间段。所描述的泄漏检测方法被配置成在所需时间之前检测消毒模块(即臭氧模块)的移除,从而引起适当的警报。

[0558] 消毒模式

[0559] 消毒模式可以由呼吸设备的控制器在治疗疗程结束时和/或在检测到消毒管被连接到流动路径中时自动选择,或者可以由用户经由控制界面手动选择。

[0560] 一旦包括消毒管1100和过滤器1104的消毒套件或组件被安装到流动路径中,消毒模式可以被启动。在消毒模式期间,操作呼吸设备以产生高温气体流,该高温气体流通过消毒管1100、弯管导管320并流出过滤器1104到达大气或周围环境,持续预定的时间段,以对弯管导管320进行消毒。

[0561] 在该示例实施例中,在消毒模式期间,流量发生器在恒定的预先配置或预设的流量下操作。在消毒模式的一种配置中,存在初始冲洗阶段和消毒阶段。初始阶段被配置成产生较高流量的气体持续预定或最小时间段,以冲洗掉弯管导管320中的任何移动冷凝物。一旦冲洗阶段完成,消毒阶段开始并在较低的流量和高温下操作,以对弯管导管320进行消毒持续预定或最小时间段。

[0562] 在一种示例配置中,初始冲洗阶段可以包括在约30L/min的流量下操作流量发生器持续20秒与5分钟之间,或者优选地30秒与2分钟之间。在该示例中,一旦初始冲洗阶段完成,消毒阶段或循环开始,以约11L/min的流量递送高温气体流。在一些实施例中,在消毒阶段或循环期间,操作消毒管1100以将由流量发生器产生的气体流加热至高温,例如高于70℃,优选地高于85℃,并且更优选地介于85℃与95℃之间。

[0563] 在消毒模式期间,流动路径中可能发生一个或多个泄漏。在一个示例中,消毒套件或组件的过滤器1104的过滤器帽可能例如由于设备被碰撞而从弯管导管320的气体入口端口340移位或松动。在另一个示例中,消毒管1100的任一端或两端可能从其相应的端口322和/或344断开或松开,从而导致泄漏。

[0564] 消毒模式期间的泄漏检测算法

[0565] 本披露内容的泄漏检测算法可以被配置成在消毒模式期间运行,以检测流动路径中的一种或多种类型的泄漏,例如,过滤器1104或过滤器组件的部件(例如,过滤器帽)从弯管导管320移除或断开,和/或消毒管与端口322和/或344断开或连接松动。

[0566] 在一种示例配置中,泄漏检测算法可以被配置有泄漏阈值,这些泄漏阈值被调节以检测过滤器1104或过滤器部件是否存在(即,无泄漏),或者是否被移除或未连接到弯管导管(即,泄漏条件)。如果算法检测到指示过滤器1104或过滤器部件未连接的泄漏条件,则发出或触发警报。过滤器1104是用于消毒模式的安全操作的重要部件。消毒模式使非常热的气体在端口340处离开弯管导管320。当气体流离开弯管导管320时,过滤器1104使气体冷却并捕获任何颗粒物质。

[0567] 如以上所讨论的,消毒模式的消毒阶段倾向于在低的恒定流量下操作,并且由于先前描述的原因,在该区域中难以区分泄漏条件与正常操作。因此,在这种消毒模式下,泄漏检测算法还能够有助于稳健地确定泄漏条件(例如,过滤器或过滤器帽脱落或未连接)。

[0568] 参考图25B,仅作为示例,将进一步详细描述用于消毒模式的泄漏检测算法1000的操作。泄漏检测算法1000以类似于图23的泄漏检测算法800的方式运行,并且根据关于图22描述的概述示例算法700的原理。在该示例中,泄漏检测算法1000被配置成检测由过滤器1104或过滤器部件的移除或移位引起的泄漏或泄漏条件,或者消毒管1100(如果是消毒套件或组件)的连接中的断开或泄漏。

[0569] 在该示例实施例中,在消毒模式的初始冲洗阶段或循环已经完成并且消毒阶段或循环已经开始之后,泄漏检测算法1000开始,其中,设备以‘消毒流量’(例如,在该示例中为约11L/min的恒定流量)产生通过弯管导管320的高温气体流。泄漏检测算法可以在消毒循环中连续运行。

[0570] 第一阶段泄漏评估

[0571] 在该实施例中,泄漏检测算法1000开始1001于在步骤1002处进行到第一阶段泄漏评估。在该第一阶段泄漏评估1002中,将表压力变量(表示气体流的感测表压力)与明确和可能的泄漏阈值进行比较,以确定设备的泄漏状态,例如检测到泄漏、可能的泄漏或无泄漏。在该实施例中,一个或每个条件可以被认为得到满足,或者基于满足相应的评估标准而被检测到,如下文将解释的。在该实施例中,基于将表压力与一个或多个阈值进行比较的各种评估可以同时或并行发生。在其他配置中,满足哪个泄漏条件的评估可以被配置成顺序地发生,或者以特定的条件顺序发生。

[0572] 当在第一阶段泄漏评估1002中操作时,该设备可以被认为处于没有检测到泄漏的正常消毒操作中,即处于无泄漏状态(例如,过滤器1104或过滤器帽连接)。在这种状态或阶段中,呼吸设备根据消毒流量继续正常的消毒操作。

[0573] 在该实施例中,算法检索和/或接收表示测得的或感测的气体流的流量、测得的或感测的表压力变量和泄漏阈值的输入数据,以用于评估。输入数据可以根据特定的采样频率或者随着数据从设备的传感器和/或主控制器和/或存储器变得可用而连续地被检索。在一种配置中,输入数据可以是基于移动数据窗口的移动平均值。例如,可以基于配置时间段或数据样本的数量来确定数据窗口。在一个示例中,输入数据可以是感测的流量、感测的表压力和泄漏阈值的10秒移动平均值。在另一种配置中,泄漏检测算法所使用的输入数据可以是感测的流量、感测的表压力和泄漏阈值的最新瞬时数据。

[0574] 在该实施例中,在步骤1002处,算法进行的评估之一是确定明确的泄漏条件。在该实施例中,为了确定明确的泄漏条件,算法将表压力变量与表示明确的泄漏条件的明确的泄漏阈值 P_{leak} (在该实施例中是压力阈值)进行比较。如果表压力变量 P_{gauge} 小于明确的泄漏阈值 P_{leak} 持续最小评估时间,则满足泄漏条件,并且算法在1006处发出或生成泄漏警报。在一种配置中,表压力变量 P_{gauge} 必须低于明确的泄漏阈值 P_{leak} 持续15秒的最小评估时间段,尽管将了解,在其他实施例中,该时间段可以被调整或改变。

[0575] 如果基于步骤1002处的评估满足泄漏检测条件,则算法移动到1006处的泄漏警报或泄漏检测状态或阶段。在泄漏检测状态1006下,算法可以触发一个或多个警报动作,如生成听觉、视觉或触觉泄漏检测警报,从而指示消毒套件或组件的过滤器关闭或从弯管导管

320断开,和/或控制或停止流量或马达速度,或其他控制动作。

[0576] 在该实施例中,处于泄漏检测状态1006的算法1000可以被配置成执行一个或多个警报动作。在该示例实施例中,算法1000可以执行以下示例警报动作中的任何一者或多者:

[0577] • 冻结检测到泄漏时的当前目标马达速度,使得在泄漏警报状态1006时马达速度不会从其当前值改变。

[0578] • 向用户发出或触发听觉、视觉和/或触觉警报或泄漏故障通知(例如,呼吸设备的显示器上的消息或通知和/或经由呼吸设备的扬声器或音频装置的听觉警报)。例如,可以提示用户将过滤器1104或过滤器帽重新连接到弯管320上,并重启设备和/或消毒模式。

[0579] 一旦处于泄漏检测状态1006,算法1000也可以被配置成确定或评估是否已经解决泄漏警报,例如过滤器是否已经被重新连接或安装回设备的弯管导管320中。在该实施例中,算法在1006处通过将压力变量 P_{gauge} 与明确的泄漏阈值 P_{leak} 或另一个专门用于确认泄漏解决的替代性阈值进行比较来持续评估或确定泄漏是否已经解决。在该示例实施例中,如果表压力变量 P_{gauge} 高于 P_{leak} 阈值持续最小评估时间段,则泄漏警报被认为已解决,该最小评估时间段在该实施例中为3秒,但是在其他实施例中这可以被调整。如果泄漏警报被解决,则算法返回到第一阶段泄漏评估1002,并且正常消毒模式操作可以根据设定的消毒流量重新开始或重启。如果表压力变量没有超过 P_{leak} 阈值超过最小评估时间段,则算法保持在泄漏检测状态1006,并继续检查泄漏警报的解决。

[0580] 在该实施例中,在步骤1002处,算法进行的其他评估之一是确定可能的泄漏条件。在该实施例中,为了确定可能的泄漏条件,算法将表压力变量 P_{gauge} 与表示可能的或潜在的泄漏条件的可能的泄漏阈值 P_{maybe} (在该实施例中是压力阈值)进行比较。在该实施例中,如果表压力变量 P_{gauge} 低于可能的泄漏阈值 P_{maybe} 持续最小评估时间段,则满足可能的泄漏条件,并且算法移动到第二阶段泄漏评估(其在1003处开始),以将所识别的可能的泄漏解析为明确的泄漏或无泄漏。在该实施例中,最小评估时间段是10秒,但是这在不同的实施例中可以改变。

[0581] 如果基于上述评估既不满足明确的泄漏条件也不满足可能的泄漏条件,则算法认为没有检测到泄漏,并且在正常消毒模式操作下保持处于第一阶段泄漏评估1002,即保持满足无泄漏条件(例如,消毒过滤器在弯管导管中),并且设备继续进行正常消毒循环。

[0582] 第二阶段泄漏评估

[0583] 如果算法在1002处检测到可能的泄漏条件,则算法移动到第二阶段泄漏评估,从步骤1003处开始。在该实施例中,在进入第二阶段泄漏评估以将可能的泄漏解析为明确的泄漏或无泄漏之前,算法1000被配置成存储测得的流量(例如,由流动路径中的流量传感器或其他感测配置感测的)和在步骤1003处进入第二阶段泄漏评估之前出现的感测压力变量。在一种配置中,如以上所解释的,测得的流量和存储的感测压力变量的存储值可以表示这些测得的或感测的变量的移动平均值,或者从其中提取。例如,在一种配置中,算法在运行期间接收或者在运行期间计算测得的流量和感测压力变量的移动平均值,在进入第二阶段泄漏评估之前,算法可以从中提取和存储值。作为示例,测得的流量和感测压力变量的存储值可以用于后面的算法步骤,包括更新和/或调整一个或多个泄漏阈值极限。

[0584] 在该实施例中,第二阶段泄漏评估包括在1003处以预定增量增加当前目标马达速度或者将其增加到第一或下一个预设的更高的马达速度。在该实施例中,算法被配置成将

马达速度增加并锁定在第一更高的马达速度下持续预定或最大时间段。在一种配置中,时间段可以是4秒,但是在替代性实施例中这可以改变。如下文将解释的,在到下一个更高的马达速度的迭代或每次迭代期间,更高的马达速度被保持配置的时间段(例如,在该示例中是4秒),同时进行第二阶段泄漏评估1004以尝试将可能的泄漏解析为明确的泄漏条件或无泄漏条件。

[0585] 一旦在1003处增加后处于更高的马达速度,算法1000在1004处开始一个或多个第二阶段泄漏评估。例如,将更高的马达速度下的更新的或新的感测压力变量 P_{gauge} 与新的或更新的明确的 P_{leak} 和可能的 P_{maybe} 阈值进行比较,以确定可能的泄漏条件可以被解析为明确的泄漏条件还是无泄漏条件。基于将感测表压力变量 P_{gauge} 与一个或多个泄漏阈值进行比较,每个条件可以再次具有其自己要满足的评估标准,如下文将描述的。

[0586] 在该实施例中,在步骤1004处,算法进行的评估之一是将可能的泄漏条件解析为明确的泄漏条件。在该实施例中,为了确定可能的泄漏条件,算法将更新的感测压力变量 P_{gauge} 与更新的明确的泄漏阈值 P_{leak} 进行比较。在该实施例中,至少部分地基于新的更高的马达速度和/或在第一更高的马达速度下产生的气体流的流量来更新或确定新的 P_{leak} 阈值。如果表压力变量 P_{gauge} 低于 P_{leak} 阈值持续最小评估时间段(例如,3秒或另一个可配置的时间段),则可能的泄漏条件被确认或解析为明确的泄漏条件,并且算法前进到泄漏检测状态1006并生成泄漏警报或启动一个或多个如前所述的警报动作。

[0587] 在该实施例中,算法进行的其他评估之一是将可能的泄漏条件解析为无泄漏条件。在该实施例中,为了确定无泄漏条件,算法将更新的感测压力变量 P_{gauge} 与更新的可能的泄漏阈值 P_{maybe} 和更新的明确的泄漏阈值 P_{leak} 进行比较。如以上所解释的,更新的阈值可以至少部分地基于新的更高的马达速度和/或在第一更高的马达速度下产生的气体流的流量来提取或确定。如果更新的感测表压力变量 P_{gauge} 既高于 P_{maybe} 阈值又高于 P_{leak} 阈值持续最小评估时间(例如,3秒或另一个可配置的时间段),则可能的泄漏被解析为没有检测到泄漏,并且算法恢复到第一阶段评估1002和正常操作和/或流量控制。

[0588] 在该实施例中,当在1004处退出第二阶段泄漏评估时(在解析可能的泄漏不是泄漏之后)并且在恢复到步骤1002和正常操作1001之前,算法可以可选地在1007处执行阈值调整过程。在该实施例中,阈值调整过程1007可以被配置成调整或降低 P_{maybe} 阈值,以防止算法在未来的检查中在相同的场景中无休止地循环。在一种配置中,可以基于具有一个或多个变量的调整或校正函数1007来调整 P_{maybe} 阈值。作为示例,调整或校正函数的变量可以包括在步骤1003处进入第二阶段泄漏评估之前存储的测得的流量和感测压力变量值,如先前所讨论的。另外,调整或校正函数可以包括一个或多个另外的变量或常数。在一种配置中,调整或校正函数可以具有取决于存储的测得的流量的恒定变量,使得调整的幅度可以根据存储的测得的流量而变化。在一种配置中,常量变量可以被配置成使调整或校正函数在较低的流量或较低的流量范围内对 P_{maybe} 阈值进行较小的调整。

[0589] 在一个实施例中,阈值调整函数1007可以包括至少部分地基于缓冲值 P_{buffer} 来更新 P_{maybe} 阈值。在一种配置中, P_{buffer} 值可以至少部分地取决于在退出第一阶段1002之后存储的测得的流量。在另一种配置中, P_{buffer} 值可以是常数。在一种配置中, P_{maybe} 阈值从阈值函数中提取,该阈值函数取决于测得的流量和一个或多个常数。在该示例配置中,阈值调整函数被配置成至少部分地基于 P_{buffer} 值来调整阈值函数的一个或多个常数。在另一个示例中,阈

值调整函数被配置成至少部分地基于 P_{buffer} 值和 P_{maybe} 阈值以及在退出第一阶段1002之后存储的测得的压力值来调整阈值函数的一个或多个常数。

[0590] 在调整或校正函数1007的一些配置中,在1003处进入第二阶段泄漏评估之前感测的离散测量流量下的 P_{maybe} 阈值可以减少或递减计算量或预定量。在其他配置中,整个 P_{maybe} 阈值函数或阈值曲线可以在整个操作流量范围内减少或递减计算量或预定量。

[0591] 恢复到1004处的第二阶段泄漏评估,如果基于上述评估既不满足明确的泄漏条件也不满足无泄漏条件,则可能的泄漏条件被认为是未解决的。在该实施例中,如果可能的泄漏条件在基于计时器的预定时间段(例如,在该示例中是4秒,但是可以是另一个可配置的时间段)内未解决,则第二阶段泄漏评估过程重复,但是以进一步更高的马达速度进行。

[0592] 在该实施例中,如果计时器到期并且可能的泄漏条件未解决,则算法退出1004并启动马达速度检查1005。在该实施例中,马达速度检查1005包括在重复或循环回到第二阶段泄漏评估的开始1003之前,将当前目标马达速度相对于预设或可配置的马达速度阈值(MAX_{RPM})进行比较。

[0593] 在该实施例中,如果在马达速度检查1005处当前目标马达速度等于或高于马达速度阈值 MAX_{RPM} ,则算法退出第二阶段泄漏评估并将可能的泄漏解析为无泄漏条件,并且经由先前解释的阈值调整过程1007恢复到第一阶段1002和正常操作。马达速度检查1005为算法提供了附加的退出条件,并防止算法在第二阶段中无休止地循环和/或防止马达速度增加超过安全或部件阈值。

[0594] 如果在马达速度检查1005处当前目标马达速度低于马达速度阈值 MAX_{RPM} ,则算法循环回到步骤1003,并且再次将第一更高的马达速度增加到第二或下一个更高的马达速度,并且再次重复1004处的评估,以试图将可能的泄漏解析为明确的泄漏或无泄漏条件。

[0595] 如所示出的,第二阶段包括连续地或重复地将马达速度增加预定量或增加到下一个预定的更高的马达速度,然后在1004进行评估,直到满足泄漏条件、满足无泄漏条件或在1005处马达速度检查失败。如将了解的,根据评估,在退出回到1002(无泄漏)或1006(检测到泄漏)之前,算法的第二阶段可以完成一次、两次或多次。

[0596] 在步骤1003处,将了解,马达速度的增量可以是预设的或可配置的增量,或者可以增加至预设的或可配置的系列或数组的预选离散更高马达速度中的下一个最高马达速度。仅作为示例,在一种配置中,步骤1006处的马达速度增加基于将当前马达速度增加到包括5000rpm、6750rpm、8500rpm、10250rpm和12000rpm的马达速度的系列或数组中的下一个最高马达速度,使得马达速度在第二阶段泄漏评估的每个周期或循环中增加1750rpm。在该示例中,有五个可能的离散马达速度阶段,其中,将压力变量相对于 P_{maybe} 和 P_{leak} 阈值进行比较,但是这可以根据需要变化为更多或更少的阶段。

[0597] 在该实施例中,一旦泄漏检测算法1000在1002处返回到第一阶段泄漏评估和正常消毒操作,该泄漏检测算法就会重复。在一种配置中,泄漏检测算法在接收来自(多个)压力传感器的更新的实时感测压力变量数据时持续操作。在其他配置中,泄漏检测算法可以被配置成周期性地操作。如先前所讨论的,在一些配置中,在设备开始或重新开始正常消毒操作时,相对于泄漏阈值的泄漏评估比较可以在特定事件之后被暂停或延迟预定的延迟时间段。这样的事件可以包括但不限于新的消毒循环的开始、设备的重启、在1006处解决先前的泄漏警报(例如,重新安装或重新连接消毒套件的过滤器)、或者在其他方面当在1002处恢

复正常的消毒操作时,例如在泄漏警报已经解决之后或者在没有检测到泄漏的情况下退出第二阶段泄漏评估之后。

[0598] 消毒模式的泄漏阈值

[0599] 如上所述,用于消毒模式的泄漏检测算法1000以基本上类似于正常治疗模式或干燥模式下的泄漏检测算法800的方式运行。然而,设备10或系统的流动路径在消毒模式方面有所不同,因为消毒套件或组件部件被插入到流动路径中,并且加湿室和患者回路被移除或不存在。如此,泄漏检测算法1000依赖于不同的泄漏阈值,这些泄漏阈值特定于由流动路径中的消毒套件或组件(例如,消毒管1100和过滤器1104)引起的经修改的流动路径特性。

[0600] 参考图25C,示出了 P_{leak} 和 P_{maybe} 阈值的不同泄漏阈值(例如,泄漏曲线或函数)的示例,并且将对其进行进一步描述(并且这些可以与在治疗和干燥模式下使用的关于图24A描述的不同泄漏阈值进行比较)。

[0601] 参考图25C,示出了压力与流量的图1950(类似于图24A的图),以展示在用于消毒模式的泄漏检测算法中使用的泄漏阈值的性质。如先前所解释的,在该实施例中检测到的泄漏涉及消毒套件的过滤器部件从设备的流动路径部分地或完全地移除或断开和/或消毒管被断开或以泄漏的方式松散地连接,并且泄漏阈值是基于与在安装有消毒套件部件性质的情况下正常操作的设备和在过滤器部件关闭和/或消毒管被移除或以泄漏方式松散地连接的情况下在有泄漏的情况下操作的设备中的气体流相关联的压力与流量特性而得到的。

[0602] 示例 P_{leak} 阈值函数在1950的压力与流量的曲线图上被描绘为阈值曲线或线1951。示例 P_{maybe} 阈值函数在1950的压力与流量的曲线图上被描绘为阈值曲线或线1952。

[0603] 对于消毒模式下的正常操作设备,由1953表示的函数或曲线或数据是气体流的相对于操作流量范围的感测压力特性(即,消毒套件和/或流动路径中无泄漏)。对于在由于消毒过滤器关闭和/或消毒管断开或松散地连接而导致的泄漏的情况下在消毒模式下操作的设备,由1954表示的函数或曲线或数据是气体流的相对于操作流量范围的感测压力特性。

[0604] 如在1955处突出显示的较低流量区域中所示,正常和泄漏操作的压力与流量曲线1953和1954在该区域中趋同,从而使得难以在较低流量(如消毒模式流量)下区分真正的或明确的过滤器关闭或断开的消毒管泄漏,在该示例中这些较低流量为约11L/min或任何其他适合消毒模式的流量。本披露内容的泄漏检测算法提供了解决这个问题的手段,即通过递增地增加马达速度来提供曲线之间的更清晰的区分,以用于明确地确定泄漏(例如,过滤器关闭)或无泄漏(例如,过滤器打开)条件。

[0605] 在该示例配置中, P_{leak} 阈值1951和 P_{maybe} 阈值1952曲线或线可以从上述3.2节中针对治疗 and 干燥模式实施方式描述的相同函数或方程(1)和(2)中得到。如以上所讨论的,与治疗 and 干燥模式中使用的泄漏曲线相比,方程(1)和(2)中的常数 k_1 - k_6 中的一个或多个的消毒模式泄漏曲线将是不同的。特别地,在泄漏阈值函数中使用的一个或多个常数 k_1 - k_6 特定于消毒模式流动路径的特性和/或在消毒模式中检测到的特定类型的泄漏(例如,过滤器关闭和/或松动或断开的消毒管)。

[0606] 用于确认消毒模式设置的加热板检查

[0607] 可选地,在一个实施例中,设备10的控制器可以被配置成在开始消毒模式之前实施上述3.2节中描述的一个或多个加热板检查。特别地,可以执行一个或多个加热板检查以检查室是否断开或关闭,这是消毒模式运行和允许消毒套件安装到流动路径中的要求。如

果加热板检查指示室仍然打开,则可能会阻止消毒模式运行。

[0608] 消毒模式下的堵塞检测

[0609] 参考图26,在一个实施例中,当在消毒模式下操作时,设备10还可以被配置成执行或实施堵塞检测算法1500。堵塞检测算法1500可以单独运行或者与泄漏检测算法1000并行运行。

[0610] 堵塞检测算法1500被配置成在消毒模式操作期间在流动路径中检测到有问题的堵塞时检测并触发警报。例如,在消毒模式期间,过滤器1104或消毒管1100可能由于冷凝物或颗粒物或由于消毒管的扭结而被完全或部分堵塞。

[0611] 在该示例实施例中,堵塞检测算法1500在堵塞评估阶段1502被配置成将表示表压力变量 P_{gauge} 的输入数据与堵塞阈值 P_{block} 进行比较。如果压力变量 P_{gauge} 大于堵塞阈值 P_{block} 持续预定评估时间段,则堵塞检测算法触发一个或多个警报或故障动作,如1504处所示。在该示例中,预定评估时间段是5秒,但是可以使用任何其他合适的时间段。如果没有检测到堵塞,则堵塞检测算法保持处于评估阶段1502,并继续相对于堵塞阈值 P_{block} 评估输入的表压力变量数据 P_{gauge} ,以识别任何堵塞事件或条件。

[0612] 如果在评估阶段1502检测到堵塞,则堵塞检测算法1500启动一个或多个警报动作。在该示例实施例中,堵塞检测算法发出堵塞警报1504。堵塞警报1504可以是听觉的、视觉的(例如,显示器上的通知或消息,和/或是触觉的)。然后,堵塞警报需要由用户解决(例如,通过清洁消毒管或过滤器或解开管或在其他方面解决堵塞的原因)。一旦堵塞被清除,触发的堵塞警报或故障就会通过用户手动重启消毒模式或循环而被解决或清除,如1506处所示。一旦重启消毒模式,堵塞检测算法1500就恢复到评估阶段1502,并且随着消毒循环的运行继续检查任何新的堵塞条件。

[0613] 在该示例中,堵塞阈值 P_{block} 可以从至少部分地取决于气体流的流量的堵塞阈值或函数中得到。作为示例,在该实施例中,堵塞阈值可以呈以下形式:

$$[0614] \quad P_{\text{block}} = \frac{1}{\beta} (k_1 Q_{\text{stpd, filt}}^2 + k_2 Q_{\text{stpd, filt}} + k_3) \quad \dots(3)$$

[0615] 其中, $Q_{\text{stpd, filt}}$ 是经过滤的STPD流量, k_1 - k_3 是特定于设备和/或流动路径特性和/或消毒模式的常数,并且值 β 是至少部分地基于设备操作时感测的环境压力和感测的气体流的温度(例如,弯管导管的出口处或附近或流动路径中的一些其他合适位置处的气体流的温度)的函数。在该示例中,方程(3)可以是二次函数。

[0616] 上述堵塞检测算法也可以在呼吸设备的其他模式中使用,包括治疗模式和/或干燥模式,以检测流动路径中的堵塞。定义堵塞的堵塞阈值 P_{block} 函数或曲线可以是不同的,并且取决于流动路径特性和特定于那些其他模式的配置。作为示例,如果设备在治疗模式下操作,则堵塞检测算法可以基于压力变量 P_{gauge} 是否高于堵塞阈值 P_{block} 持续预定时间段(例如,5秒或10秒或一些其他评估时间段)来检查和监测堵塞,其中, P_{block} 阈值是至少部分地基于当前操作流量从 P_{block} 阈值函数或曲线中提取的。如果检测到堵塞,则如上所述生成堵塞警报。然后,用户可以解决流动路径中的堵塞,并重启治疗模式。

[0617] 3.4泄漏检测过程的详细第三示例——泄漏流量阈值

[0618] 参考图27A和图27B,将描述两阶段泄漏检测算法3000的替代形式。泄漏检测算法3000类似于先前描述的泄漏检测算法700、800和1000,除了泄漏评估阶段和决策是基于将

测得的感测流量或流量变量与泄漏阈值进行比较,而不是将感测压力变量与泄漏阈值进行比较。

[0619] 将了解,泄漏检测算法3000可以以类似于先前描述的算法的方式被适配和配置用于检测治疗模式和非治疗模式(例如,干燥模式和消毒模式)中的泄漏。特别地,在评估中使用的特定泄漏阈值可以针对所检测的特定类型的泄漏和/或设备10的操作模式进行定制。

[0620] 参考图27A,仅作为示例,示出了泄漏检测过程或算法3000的实施例的详细流程图。该示例算法3000利用先前描述的早期算法700、800和1000的类似一般操作原理,并且将了解,关于那些算法描述的特征也可以应用于该算法3000。

[0621] 泄漏检测算法3000的该实施例被配置成检测先前关于治疗模式和干燥模式(例如,由室关闭引起的泄漏条件)以及消毒模式(例如,过滤器关闭或消毒管断开)描述的流动路径中的任何类型的泄漏。算法中采用的泄漏阈值可以基于检测到的泄漏类型和/或设备的操作模式。

[0622] 在该实施例中,泄漏检测算法3000在设备的正常操作期间开始3001(例如,无论是处于治疗模式、干燥模式还是消毒模式)。在正常操作期间,设备的流量发生器以可配置的用户设定流量或者特定于非治疗模式(如干燥模式或消毒模式)的特定的预设或预先配置的流量产生气体流,以用于治疗模式下的治疗疗程,如先前所描述的。

[0623] 在该实施例中,算法3000接收流量变量,该流量变量表示或指示由被配置成感测流动路径中的气体流的流量的一个或多个流量传感器感测的流量信号或数据。在一些配置中,流量变量可以是原始的感测流量信号或数据。在其他配置中,流量变量可以是原始的感测流量信号或数据的经处理或经过滤版本。在一个示例配置中,流量变量可以是经过滤的STPD流量。

[0624] 在该实施例中,算法3000主要具有第一阶段泄漏评估3002和第二阶段泄漏评估,该第二阶段泄漏评估包括3003、3004和3005处的步骤和评估或确定。第一阶段泄漏评估3002能够确定是存在明确的泄漏、可能的泄漏还是无泄漏。第二阶段泄漏评估被配置成将来自第一阶段的可能的泄漏确定解析为明确的泄漏或无泄漏。

[0625] 在一个实施例中,算法3000被暂停或延迟运行,直到从一个或多个特定事件起预定的延迟时间段已经到期。这些事件可以包括以下各项中的任何一项或多项(取决于操作模式):治疗疗程的开始、干燥模式的开始、消毒循环的开始、正常操作或流量治疗控制的开始、泄漏警报或其他警报的解决。在这样的配置中,例如,算法3000在一个或多个选定的或配置的这种事件之后的延迟时间段期间不运行,并且无法生成或触发泄漏警报。在其他实施例中,算法3000可以在治疗疗程、干燥时段、消毒循环开始时或者在泄漏警报被解决后恢复正常流量控制时立即连续运行。

[0626] 第一阶段泄漏评估

[0627] 在该实施例中,在任何所需的延迟时间段到期后,算法3000通过在步骤3002处进行第一阶段泄漏评估而开始3001。在该第一阶段泄漏评估3002中,将流量变量与明确的和可能的泄漏阈值进行比较以确定设备的泄漏状态,例如检测到泄漏、可能的泄漏或无泄漏。在该实施例中,一个或每个条件可以被认为得到满足,或者基于满足相应的评估标准而被检测到,如下文将解释的。在该实施例中,基于将流量与一个或多个阈值进行比较的各种评估可以同时或并行发生。在其他配置中,满足哪个泄漏条件的评估可以被配置成顺序地发

生,或者以特定的条件顺序发生。

[0628] 当在第一阶段泄漏评估3002中操作时,设备可以被认为处于没有检测到泄漏的正常操作中,即处于无泄漏状态。在这种状态或阶段中,呼吸设备根据设定的流量(取决于操作模式,例如治疗模式、干燥模式或消毒模式)继续正常操作和正常流量控制。

[0629] 在该实施例中,算法检索和/或接收表示测得的或感测的气体流的流量和泄漏阈值的输入数据,以用于评估。输入数据可以根据特定的采样频率或者随着数据从设备的传感器和/或主控制器和/或存储器变得可用而连续地被检索。在一种配置中,输入数据可以是基于移动数据窗口的移动平均值。例如,可以基于配置时间段或数据样本的数量来确定数据窗口。在一个示例中,输入数据可以是感测的流量和泄漏阈值的10秒移动平均值。在另一种配置中,泄漏检测算法所使用的输入数据可以是感测的流量和泄漏阈值的最新瞬时数据。

[0630] 在该实施例中,在步骤3002处,算法进行的评估之一是确定明确的泄漏条件。在该实施例中,为了确定明确的泄漏条件,算法将流量变量 $Flow_{measured}$ 与表示明确的泄漏条件的明确的泄漏阈值 $Flow_{leak}$ (在该实施例中是流量阈值)进行比较。如果流量变量 $Flow_{measured}$ 大于明确的泄漏阈值 $Flow_{leak}$ 持续最小评估时间,则满足泄漏条件,并且算法在3006处发出或生成泄漏警报。在一种配置中,流量变量 $Flow_{gauge}$ 必须高于明确的泄漏阈值 $Flow_{leak}$ 持续15秒的最小评估时间段,尽管将了解,在其他实施例中,该时间段可以被调整或改变。

[0631] 如果基于步骤3002处的评估满足泄漏检测条件,则算法移动到3006处的泄漏警报或泄漏检测状态或阶段。在泄漏检测状态3006下,算法可以触发一个或多个警报动作,如但不限于生成听觉、视觉或触觉泄漏检测警报,和/或控制或停止流量或马达速度,控制其他设备部件,和/或其他控制动作,如先前关于算法700、800和1000所解释的。根据所检测的泄漏类型和/或设备的操作模式,可以采用先前描述的算法700、800和1000的任何警报动作。

[0632] 一旦处于泄漏检测状态3006,算法3000也可以被配置成确定或评估是否已经解决泄漏警报,例如在治疗模式或干燥模式下是否已经被重新连接或安装回设备和/或流动路径中,或者在消毒模式下是否已经重新连接或安装了过滤器。在该实施例中,算法在3006处通过将流量变量 $Flow_{measured}$ 与明确的泄漏阈值 $Flow_{leak}$ 或另一个专门用于确认泄漏解决的替代性阈值进行比较来持续评估或确定泄漏是否已经解决。在该示例实施例中,如果流量变量 $Flow_{measured}$ 低于 $Flow_{leak}$ 阈值持续最小评估时间段,则泄漏警报被认为已解决,该最小评估时间段在该实施例中为3秒,但是在其他实施例中这可以被调整。如果泄漏警报被解决,则算法返回到第一阶段泄漏评估3002和根据适用模式(治疗模式、干燥模式或消毒模式)的设定流量的正常操作或正常流量控制。如果流量变量确实下降到 $Flow_{leak}$ 阈值以下超过最小评估时间段,则算法保持在泄漏检测状态3006,并继续检查泄漏警报的解决。

[0633] 在该实施例中,在步骤3002处,算法进行的其他评估之一是确定可能的泄漏条件。在该实施例中,为了确定可能的泄漏条件,算法将流量变量 $Flow_{measured}$ 与表示可能的或潜在的泄漏条件的可能的泄漏阈值 $Flow_{maybe}$ (在该实施例中是流量阈值)进行比较。在该实施例中,如果流量变量 $Flow_{measured}$ 高于可能的泄漏阈值 $Flow_{maybe}$ 持续最小评估时间段,则满足可能的泄漏条件,并且算法移动到第二阶段泄漏评估(其在1003处开始),以将所识别的可能的泄漏解析为明确的泄漏或无泄漏。在该实施例中,最小评估时间段是10秒,但是这在不同的实施例中可以改变。

[0634] 如果基于上述评估既不满足明确的泄漏条件也不满足可能的泄漏条件,则算法认为没有检测到泄漏,并且在正常操作下保持处于第一阶段泄漏评估3002,即保持满足无泄漏条件,并且设备在适用的操作模式(例如,治疗模式、干燥模式、消毒模式)的正常操作下继续进行流量控制。

[0635] 第二阶段泄漏评估

[0636] 如果算法在3002处检测到可能的泄漏条件,则算法移动到第二阶段泄漏评估,从步骤3003处开始。在该实施例中,在进入第二阶段泄漏评估以将可能的泄漏解析为明确的泄漏或无泄漏之前,算法3000被配置成存储测得的流量(例如,由流动路径中的流量传感器或其他感测配置感测的)和在步骤3003处进入第二阶段泄漏评估之前的马达速度。在一种配置中,如以上所解释的,测得的流量和/或马达速度的存储值可以表示该测得的或感测的变量的移动平均值,或者从其中提取。例如,在一种配置中,算法在运行期间接收或者在运行期间计算测得的流量变量和/或马达速度的移动平均值,在进入第二阶段泄漏评估之前,算法可以从中提取和存储值。作为示例,测得的流量或流量变量和/或马达速度的存储值可以用于后面的算法步骤,包括更新和/或调整一个或多个泄漏阈值极限。

[0637] 在该实施例中,第二阶段泄漏评估包括在3003处以预定增量增加当前目标马达速度或者将其增加到第一或下一个预设的更高的马达速度。在该实施例中,算法被配置成将马达速度增加并锁定在第一更高的马达速度下持续预定或最大时间段。在一种配置中,时间段可以是4秒,但是在替代性实施例中这可以改变。如下文将解释的,在到下一个更高的马达速度的迭代或每次迭代期间,更高的马达速度被保持配置的时间段(例如,在该示例中是4秒),同时进行第二阶段泄漏评估3004以尝试将可能的泄漏解析为明确的泄漏条件或无泄漏条件。

[0638] 一旦在3003处增加后处于更高的马达速度,算法3000在3004处开始一个或多个第二阶段泄漏评估。例如,将更高的马达速度下的更新的或新的流量变量 $Flow_{measured}$ 与新的或更新的明确的 $Flow_{leak}$ 和可能的 $Flow_{maybe}$ 阈值进行比较,以确定可能的泄漏条件可以被解析为明确的泄漏条件还是无泄漏条件。基于将流量变量 $Flow_{measured}$ 与一个或多个泄漏阈值进行比较,每个条件可以再次具有其自己要满足的评估标准,如下文将描述的。

[0639] 在该实施例中,在步骤3004处,算法进行的评估之一是将可能的泄漏条件解析为明确的泄漏条件。在该实施例中,为了确定可能的泄漏条件,算法将更新的流量变量 $Flow_{measured}$ 与更新的明确的泄漏阈值 $Flow_{leak}$ 进行比较。在该实施例中,至少部分地基于流量发生器的新的更高的马达速度来更新或确定新的 $Flow_{leak}$ 阈值。如果流量变量 $Flow_{measured}$ 高于 $Flow_{leak}$ 阈值持续最小评估时间段(例如,3秒或另一个可配置的时间段),则可能的泄漏条件被确认或解析为明确的泄漏条件,并且算法前进到泄漏检测状态3006并生成泄漏警报或启动一个或多个如前所述的警报动作。

[0640] 在该实施例中,算法进行的其他评估之一是将可能的泄漏条件解析为无泄漏条件。在该实施例中,为了确定无泄漏条件,算法将更新的流量变量 $Flow_{measured}$ 与更新的可能的泄漏阈值 $Flow_{maybe}$ 和更新的明确的泄漏阈值 $Flow_{leak}$ 进行比较。如以上所解释的,更新的阈值可以至少部分地基于流量发生器的新的更高的马达速度来提取或确定。如果更新的流量变量 $Flow_{measured}$ 低于 $Flow_{maybe}$ 阈值且低于 P_{leak} 阈值持续最小评估时间(例如,3秒或另一个可配置的时间段),则可能的泄漏被解析为没有检测到泄漏,并且算法恢复到第一阶段评估

3002和当前操作模式的正常操作和/或流量控制。

[0641] 在该实施例中,当在3004处退出第二阶段泄漏评估时(在解析可能的泄漏不是泄漏之后)并且在恢复到步骤3002和正常操作3001之前,算法可以可选地在3007处执行阈值调整过程。在该实施例中,阈值调整过程3007可以被配置成调整或降低 $Flow_{maybe}$ 阈值,以防止算法在未来的检查中在相同的场景中无休止地循环。在一种配置中,可以基于具有一个或多个变量的调整或校正函数3007来调整 $Flow_{maybe}$ 阈值。

[0642] 作为示例,调整或校正函数的变量可以包括在步骤3003处进入第二阶段泄漏评估之前存储的存储流量变量和/或马达速度,如先前所讨论的。另外,调整或校正函数可以包括一个或多个另外的变量或常数。在一种配置中,调整或校正函数可以具有取决于存储的流量变量的恒定变量,使得调整的幅度可以根据存储的流量变量而变化。在一种配置中,常量变量可以被配置成使调整或校正函数在较低的流量或较低的流量范围内对 $Flow_{maybe}$ 阈值进行较小的调整。

[0643] 在一个实施例中,阈值调整函数3007可以包括至少部分地基于缓冲值 $Flow_{buffer}$ 来更新 $Flow_{maybe}$ 阈值。在一种配置中, $Flow_{buffer}$ 值可以至少部分地取决于在退出第一阶段3002之后存储的流量变量和/或马达速度。在另一种配置中, $Flow_{buffer}$ 值可以是常数。在一种配置中, $Flow_{maybe}$ 阈值从阈值函数中提取,该阈值函数取决于马达速度和一个或多个常数。在该示例配置中,阈值调整函数被配置成至少部分地基于 $Flow_{buffer}$ 值来调整阈值函数的一个或多个常数。在另一个示例中,阈值调整函数被配置成至少部分地基于 $Flow_{buffer}$ 值以及在退出第一阶段3002之后存储的流量变量和马达速度值来调整阈值函数的一个或多个常数。

[0644] 在调整或校正函数3007的一些配置中,在3003处进入第二阶段泄漏评估之前感测的离散马达速度下的 $Flow_{maybe}$ 阈值可以增加计算量或预定量。在其他配置中,整个 $Flow_{maybe}$ 阈值函数或阈值曲线可以在整个操作流量或马达速度范围内增加计算量或预定量。

[0645] 恢复到3004处的第二阶段泄漏评估,如果基于上述评估既不满足明确的泄漏条件也不满足无泄漏条件,则可能的泄漏条件被认为是未解决的。在该实施例中,如果可能的泄漏条件在基于计时器的预定时间段(例如,在该示例中是4秒,但是可以是另一个可配置的时间段)内未解决,则第二阶段泄漏评估过程重复,但是以进一步更高的马达速度进行。

[0646] 在该实施例中,如果计时器到期并且可能的泄漏条件未解决,则算法退出3004并启动马达速度检查3005。在该实施例中,马达速度检查3005包括在重复或循环回到第二阶段泄漏评估的开始3003之前,将当前目标马达速度相对于预设或可配置的马达速度阈值(MAX_{RPM}) 进行比较。

[0647] 在该实施例中,如果在马达速度检查3005处当前目标马达速度等于或高于马达速度阈值 MAX_{RPM} ,则算法退出第二阶段泄漏评估并将可能的泄漏解析为无泄漏条件,并且经由先前解释的阈值调整过程3007恢复到第一阶段3002和正常操作。马达速度检查3005为算法提供了附加的退出条件,并防止算法在第二阶段中无休止地循环和/或防止马达速度增加超过安全或部件阈值。

[0648] 如果在马达速度检查3005处当前目标马达速度低于马达速度阈值 MAX_{RPM} ,则算法循环回到步骤3003,并且再次将第一更高的马达速度增加到第二或下一个更高的马达速度,并且再次重复3004处的评估,以试图将可能的泄漏解析为明确的泄漏或无泄漏条件。

[0649] 如所示出的,第二阶段包括连续地或重复地将马达速度增加预定量或增加到下一

个预定的更高的马达速度,然后在3004进行评估,直到满足泄漏条件、满足无泄漏条件或在3005处马达速度检查失败。如将了解的,根据评估,在退出回到3002(无泄漏)或3006(检测到泄漏)之前,算法的第二阶段可以完成一次、两次或多次。

[0650] 在步骤3003处,将了解,马达速度的增量可以是预设的或可配置的增量,或者可以增加至预设的或可配置的系列或数组的预选离散更高马达速度中的下一个最高马达速度。仅作为示例,在一种配置中,步骤806处的马达速度增加基于将当前马达速度增加到包括5000rpm、6750rpm、8500rpm、10250rpm和12000rpm的马达速度的系列或数组中的下一个最高马达速度,使得马达速度在第二阶段泄漏评估的每个周期或循环中增加1750rpm。在该示例中,有五个可能的离散马达速度阶段,其中,将流量变量相对于 $Flow_{maybe}$ 和 $Flow_{leak}$ 阈值进行比较,但是这可以根据需要变化为更多或更少的阶段。

[0651] 在该实施例中,一旦泄漏检测算法3000在3002处返回到第一阶段泄漏评估和正常操作,该泄漏检测算法就会重复。在一种配置中,泄漏检测算法在接收来自控制器和/或(多个)流量传感器的更新的实时流量变量数据时持续操作。在其他配置中,泄漏检测算法可以被配置成周期性地操作。如先前所讨论的,在一些配置中,在设备开始或重新开始正常操作时,相对于泄漏阈值的泄漏评估比较可以在特定事件之后被暂停或延迟预定的延迟时间段。这样的事件可以包括但不限于新的治疗疗程或新的用户设定流量的开始、干燥模式时段的开始、消毒循环的开始、在3006处解决先前的泄漏警报、或者在其他方面当在3002处恢复正常操作或流量控制时,例如在泄漏警报已经解决之后或者在没有检测到泄漏的情况下退出第二阶段泄漏评估之后。

[0652] 泄漏阈值

[0653] 现在将进一步解释与泄漏检测算法3000相关联的泄漏阈值的示例。如所讨论的,每个泄漏评估比较的明确的泄漏阈值 $Flow_{leak}$ 和可能的泄漏阈值 $Flow_{maybe}$ 可以基于在评估比较时运行的马达速度。在一种配置中, $Flow_{leak}$ 和 $Flow_{maybe}$ 阈值可以至少取决于流量发生器的感测马达速度以及可选地设备和/或气体流的一个或多个其他变量或操作特性,或者是其函数。 $Flow_{leak}$ 和 $Flow_{maybe}$ 阈值可以是函数、阈值曲线或线,或者以查找表的形式提供。在泄漏检测算法的每个阶段,可以至少基于流量发生器的当前感测马达速度和任何其他可选变量从函数、阈值曲线或线或查找表中提取阈值。

[0654] 参考图27B,示出了马达速度与流量的图3050,以展示在泄漏检测算法3000中使用的泄漏阈值的性质。如先前所解释的,泄漏阈值是基于与在没有泄漏的情况下正常操作(例如,在治疗或干燥模式下室打开,或者在消毒模式下过滤器打开)的设备以及在有泄漏的情况下操作(例如,在治疗或干燥模式下室关闭,或者在消毒模式下过滤器关闭)的设备中的气体流相关联的马达速度与流量特性而得到的。

[0655] 示例 $Flow_{leak}$ 阈值函数在3050的马达速度与流量的曲线图上被描绘为阈值曲线或线3051。示例 $Flow_{maybe}$ 阈值函数在3050的马达速度与流量的曲线图上被描绘为阈值曲线或线3052。如所示出的,在该实施例中,马达速度和流量特性具有线性(例如直线)关系。阈值线3051和3052将根据操作模式而变化,例如治疗模式和干燥模式可以具有相似的阈值线,而消毒模式将具有不同的阈值线。

[0656] 对于没有泄漏的正常操作设备,由3053表示的函数或曲线或线或数据是流量发生器的相对于操作流量范围的感测马达速度(尽管该线或特性将取决于操作模式)。对于在有

泄漏(例如,由室关闭或过滤器关闭引起的泄漏,这取决于操作模式)的情况下操作的设备,由3054表示的函数或曲线或线或数据是流量发生器的相对于操作流量范围的感测马达速度。泄漏数据线3054将根据操作模式而变化。如在3056处突出显示的较低流量区域中所示,正常和泄漏操作的马达速度与流量线3053和3054在该区域中趋同,从而使得在较低的流量下难以区分真实或明确的泄漏条件(例如,室关闭或过滤器关闭)。本披露内容的泄漏检测算法提供了解决这个问题的方法,即通过递增地增加马达速度来提供曲线之间的更清晰的区分,以用于明确地确定泄漏条件或无泄漏条件。

[0657] 在替代性实施例中,第3.2节中描述的加热板检查过程和配置以及替代方案也可以应用于算法3000。

[0658] 4. 单阈值泄漏检测过程的示例实施例

[0659] 在另一个实施例中,单阈值泄漏检测过程或算法可以由设备的控制器实施。在该单阈值泄漏检测过程中,算法被配置成将表示设备的流动路径中的气体流的感测压力特性的输入的感测压力变量或输入的流量变量与单个泄漏阈值进行比较。在该实施例中,对于使用输入的感测压力变量的实施例,泄漏阈值可以是泄漏压力阈值,或者对于使用输入的流量变量的实施例,泄漏阈值可以是泄漏流量阈值。单个泄漏阈值可以由阈值曲线、函数、方程、模型或查找表来表示,其定义了设备的整个或至少一部分操作流量范围内的阈值,类似于关于前述实施例所讨论的泄漏阈值。如同前述实施例一样,在评估中用于确定是存在可能的泄漏条件、明确的泄漏条件还是无泄漏条件的泄漏阈值主要取决于在评估时运行的测得的流量和/或马达速度以及可选地表示设备和/或气体流的操作特性的一个或多个其他变量,或者是其函数。

[0660] 类似于前述实施例,单阈值泄漏检测方法或过程也是两阶段或双阶段过程。在该实施例中,当设备正常操作时,泄漏检测算法在第一阶段泄漏评估中运行,并且相对于与当前操作条件(例如流量和/或马达速度)相关联的泄漏阈值对感测压力变量或流量变量进行检查或比较。基于该比较,泄漏检测算法将确定满足无泄漏条件,或者满足可能的泄漏条件。在一个实施例中,如果感测到的压力变量高于泄漏压力阈值或者流量变量低于泄漏流量阈值,则算法认为不存在泄漏(即,满足无泄漏条件),并且继续正常操作并继续第一阶段泄漏评估检查。如果感测压力变量低于泄漏压力阈值或者流量变量高于泄漏流量阈值,则算法认为存在可能的泄漏,即满足可能的泄漏条件。

[0661] 如果第一阶段泄漏评估满足可能的泄漏条件,则算法移动到第二阶段泄漏评估,以将可能的泄漏解析为无泄漏条件或明确的泄漏条件。在该第二阶段泄漏评估中,算法被配置成将设备的操作流量和/或马达速度增加到更高的流量和/或马达速度。流量和/或马达速度的增加可以是预定的增量、动态确定的增量或由取决于一个或多个变量的函数确定的增量,该一个或多个变量比如是设备的当前操作条件(例如,流量和/或马达速度)。在较高的流量和/或马达速度下,算法被配置成检查或比较更新的或新的感测压力变量或新的流量变量与同较高的流量和/或马达速度相关联的更新的相应泄漏阈值。如果新的感测压力变量高于新的泄漏压力阈值,或者新的流量变量低于新的泄漏流量阈值,则可能的泄漏被解析为无泄漏条件,并且算法恢复到第一阶段泄漏评估和正常操作。如果新的感测压力变量低于新的泄漏压力阈值,或者新的流量变量高于新的泄漏流量阈值,则可能的泄漏被解析或确认为明确的泄漏条件,并且算法移动到泄漏检测状态或条件,可以执行一个或多

个警报动作,如同前述实施例一样。

[0662] 在该实施例中,泄漏检测算法是在正常操作条件下进行初始泄漏评估然后在更高的操作条件(例如,更高的流量和/或马达速度)下移动到第二确认泄漏评估的两阶段方法,其中,泄漏与无泄漏条件之间的区分更容易实现或者可以基于单个泄漏阈值函数以更高的置信度实现。

[0663] 5. 术语

[0664] 除非上下文清楚地另外要求,否则在整个说明书和权利要求书中,词语“包括(comprise)”、“包括(comprising)”等将在包含性的意义上解释,而不是在排他性或穷举的意义上,也就是说,在“包含但不限于”的意义上解释。

[0665] 虽然已经在某些实施例和示例的背景下描述了本披露内容,但本领域技术人员将理解的是,本披露内容超出具体披露的实施例而扩展至其他替代性实施例和/或用途以及显而易见的修改及其等效物。此外,虽然已详细地示出和描述了本披露内容的实施例的若干变化,但在本披露内容的范围内的其他修改对于本领域技术人员将是显而易见的。还预期可以进行实施例的特定特征和方面的各种组合或子组合并且其仍在本披露内容的范围内。例如,上文结合一个实施例所描述的特征可以与本文中所描述的不同实施例一起使用,并且组合仍在本披露内容的范围内。应理解,所披露实施例的各种特征和方面可以彼此组合或取代以便形成本披露内容的实施例的变化模式。因此,意图是本文的披露内容的范围不应受到上文所描述的特定实施例的限制。因此,除非另外陈述或除非明显地不兼容,否则本发明的每一实施例除了本文所描述的其基本特征外还可以包括来自本文所披露的本发明的每一其他实施例的如本文所描述的一个或多个特征。

[0666] 结合特定的方面、实施例或示例描述的特征、材料、特性或组将被理解为适用于在本部分或本说明书中其他地方描述的任何其他的方面、实施例或示例,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。保护范围不限于任何前述实施例的细节。保护范围扩展至本说明书(包括任何所附权利要求书、摘要和附图)中所披露的特征中的任何新颖特征或任何新颖组合,或扩展至如此披露的任何方法或过程的步骤中的任何新颖步骤或任何新颖组合。

[0667] 此外,在本披露内容中在单独的实施方式的上下文中所描述的某些特征也可以在单个实施方式中组合地实施。相反,在单个实施方式的上下文中所描述的各种特征也可以在多个实施方式中单独地或以任何合适的子组合实施。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,可以从所要求保护的组合中去除来自该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型被要求保护。

[0668] 此外,虽然操作可以以特定次序描绘于附图中或描述于说明书中,但这种操作无需以所示的特定次序或以顺序次序执行,或无需执行所有操作以达到所期望的结果。未描绘或描述的其他操作可以并入示例方法和过程中。例如,可在所描述操作中的任一者之前、之后、同时或之间执行一个或多个附加操作。进一步地,操作可以在其他实施方式中重新布置或重新排序。本领域技术人员将了解,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能不同于各图所示的那些步骤。取决于实施例,可以移除上文所描述的某些步骤,可以添加其他步骤。此外,可以以不同方式组合上文所披露的特定实施例的特征和属

性以形成附加实施例,以上所有实施例都在本披露内容的范围内。而且,不应将上文所描述的实施方式中的各种系统部件的分离理解为在所有实施方式中都要求次类分离,并且应理解,所描述部件和系统可以通常一起集成在单个产品中或封装成多个产品。

[0669] 出于本披露内容的目的,本文中描述了某些方面、优点、和新颖特征。并非所有这些优点都可以根据任何特定实施例来实现。因此,例如,本领域技术人员将认识到,可以以达到如本文所教导的一个优点或一组优点而未必达到如本文可能教导或建议的其他优点的方式来体现或实施本披露内容。

[0670] 除非另外明确陈述,或另外在如所使用的背景内理解的,否则条件性语言(如“可”“可以”“可能”或“能”)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,这种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。

[0671] 本文所使用的程度语言(如本文中所使用的术语“大约”、“约”、“总体上”和“基本上”)表示接近于所陈述的值、量或特性的值、量或特性仍执行期望功能或达到期望结果。例如,术语“大约”、“约”、“总体上”和“基本上”可以指代在所陈述量的小于10%以内、小于5%以内、小于1%以内、小于0.1%以内以及小于0.01%以内的量。

[0672] 本披露内容的范围并不旨在受本部分中或本说明书中别处的实施例的特定披露内容的限制,并且可以由如本部分中或本说明书中别处所呈现或如在未来呈现的权利要求书限定。权利要求书的语言将基于权利要求书所使用的语言来广泛地解译,并且不限于在本说明书中或在本申请的审查期间所描述的示例,这些示例将被解释为是非排他性的。

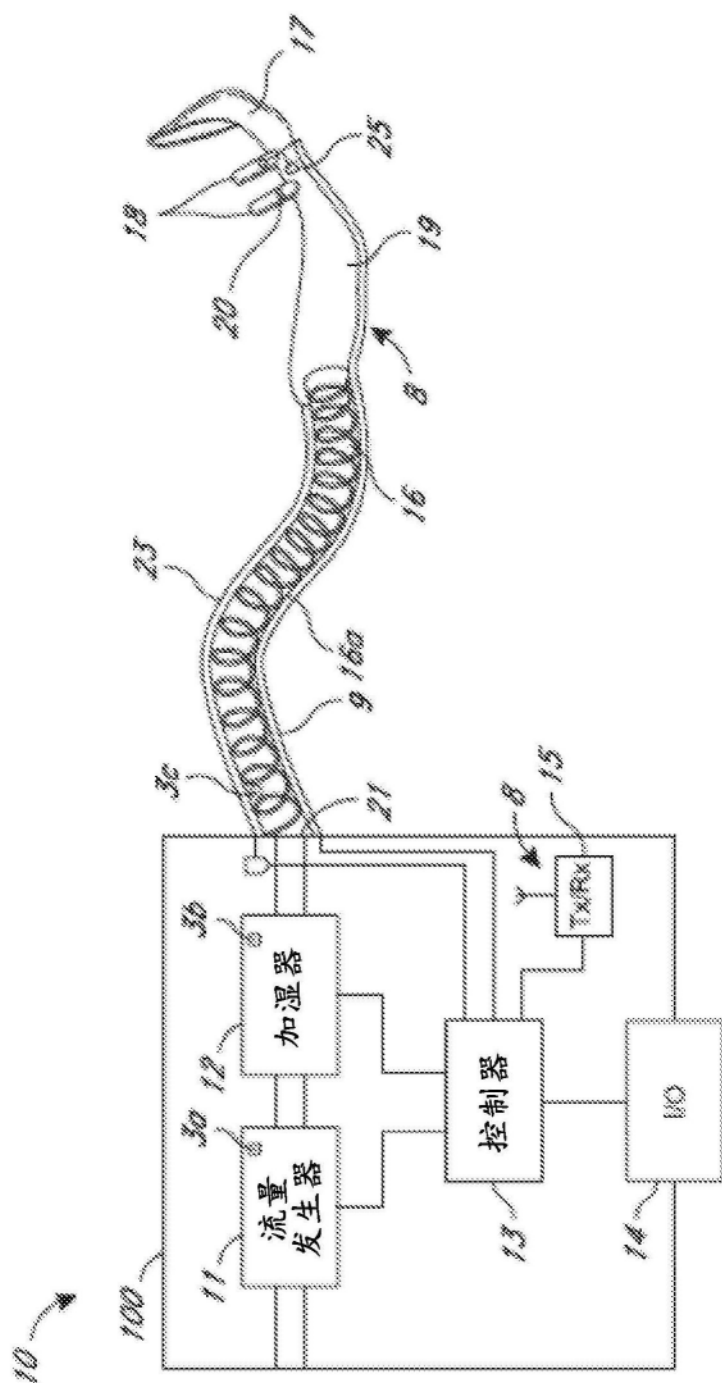


图1

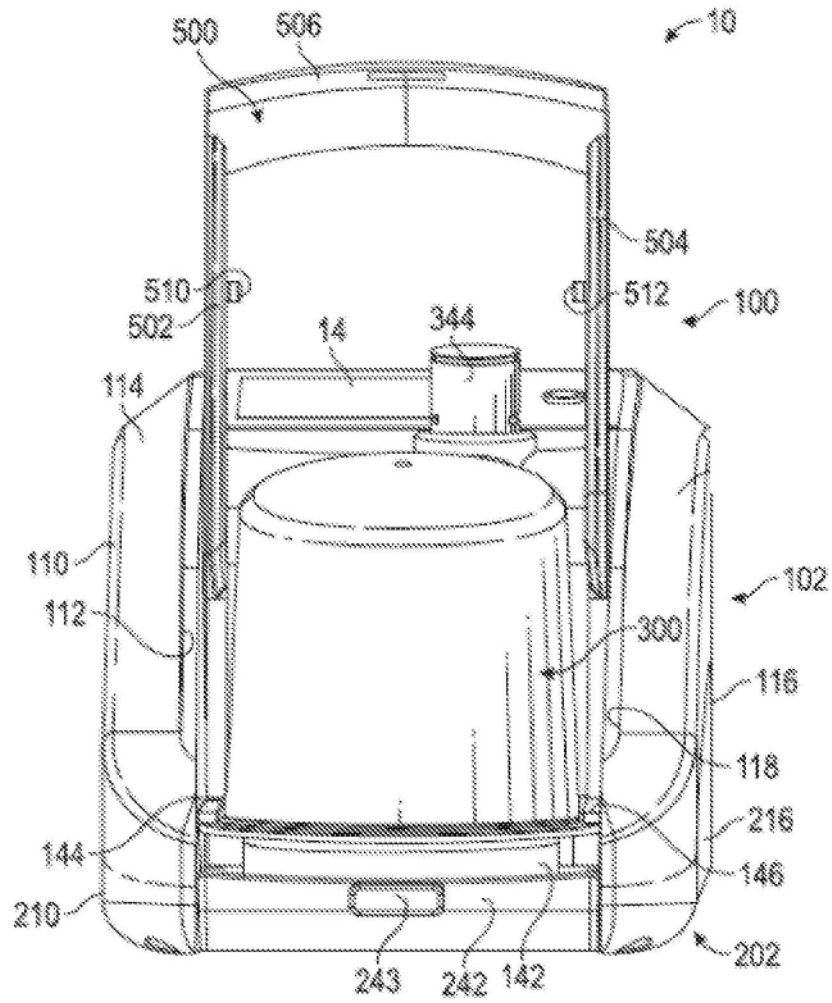


图2

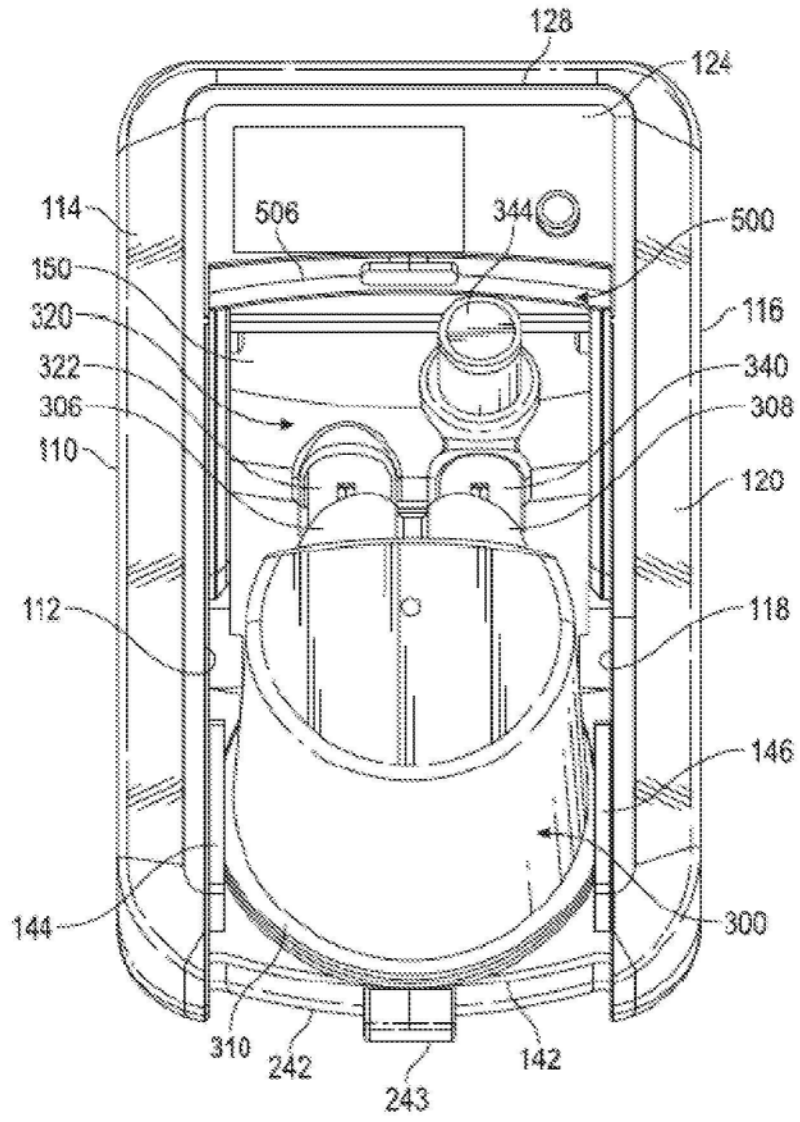


图3

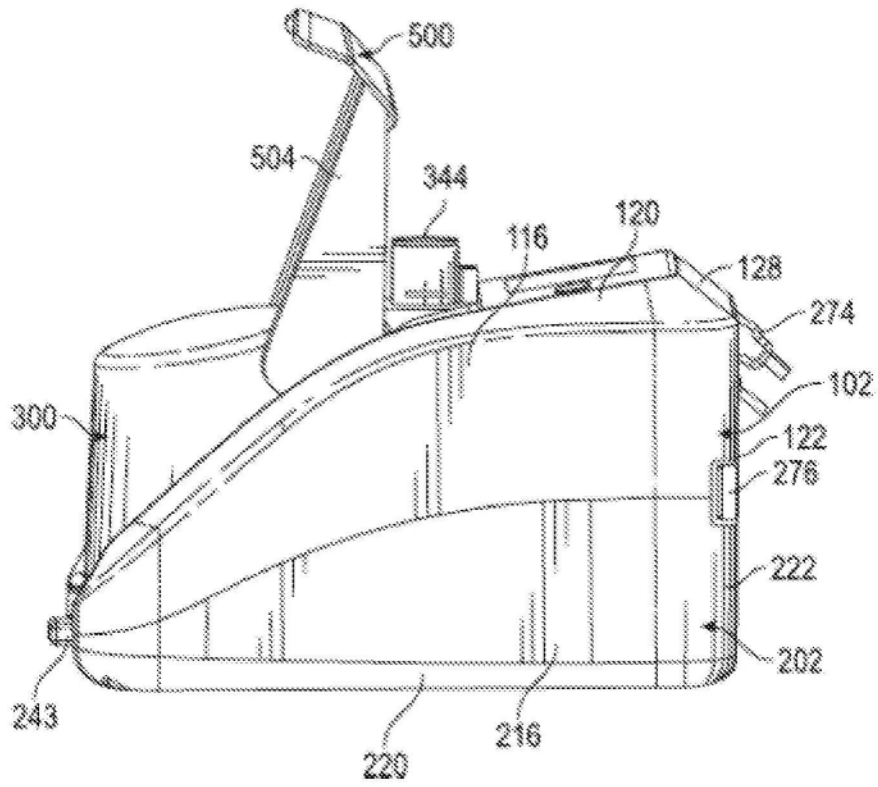


图4

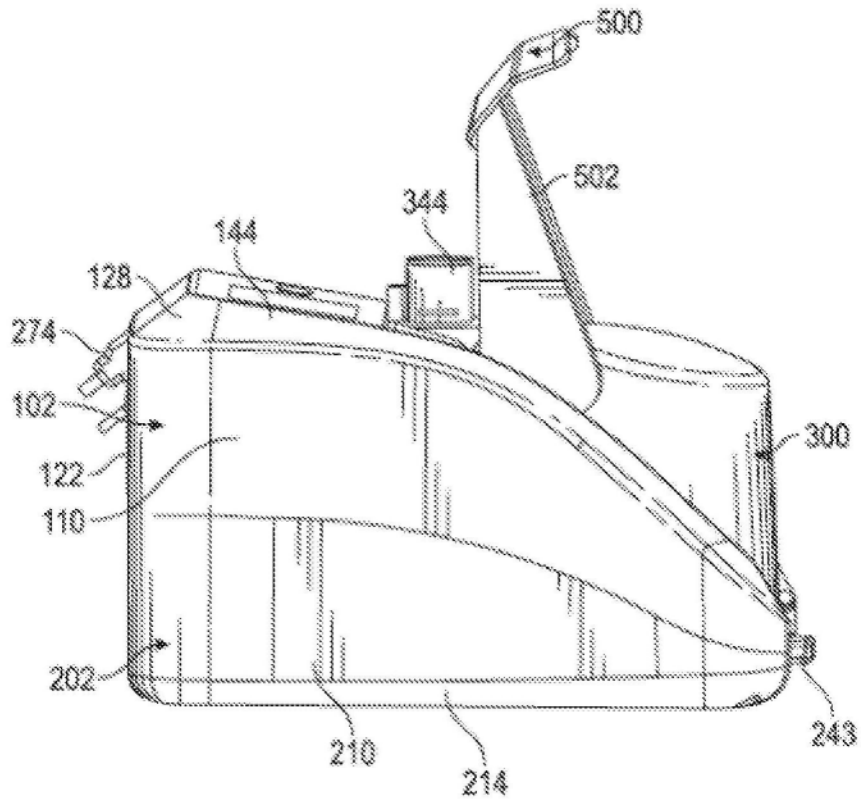


图5

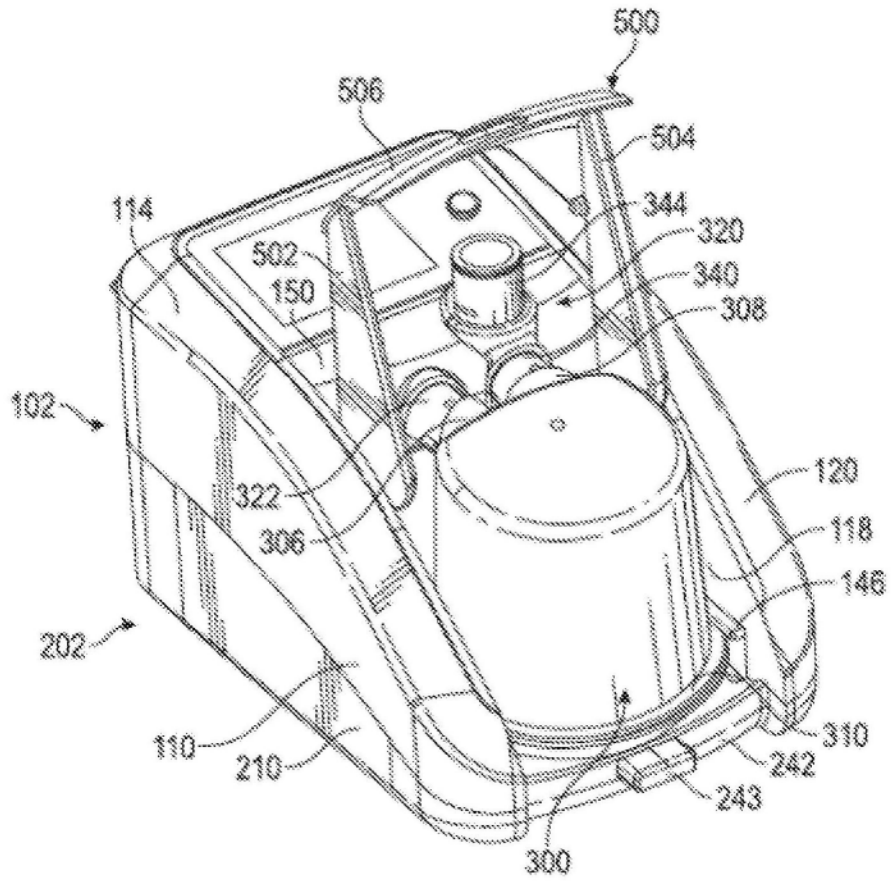


图7

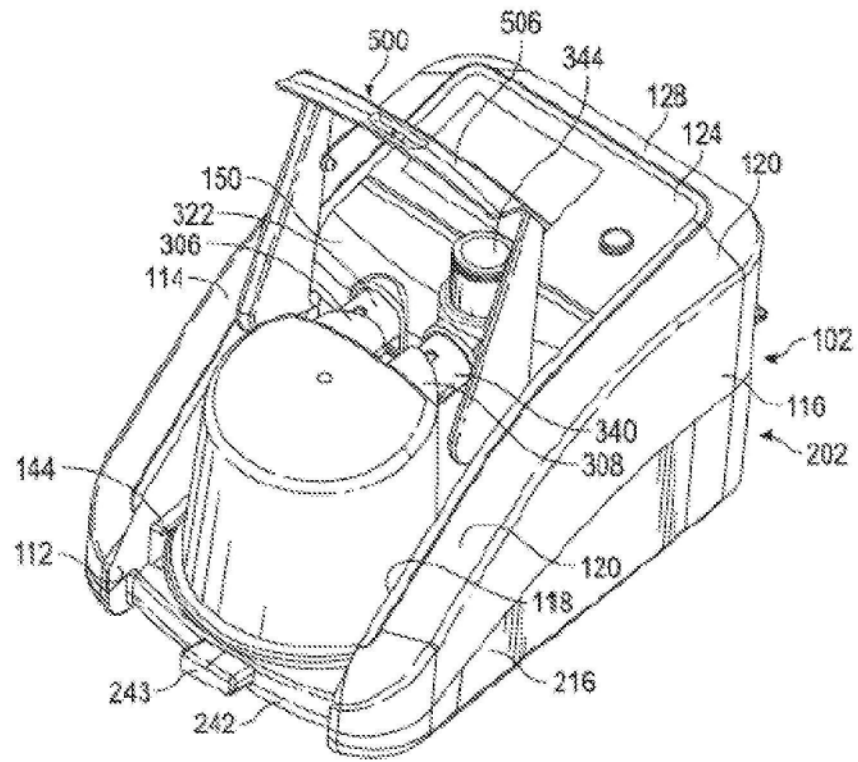


图8

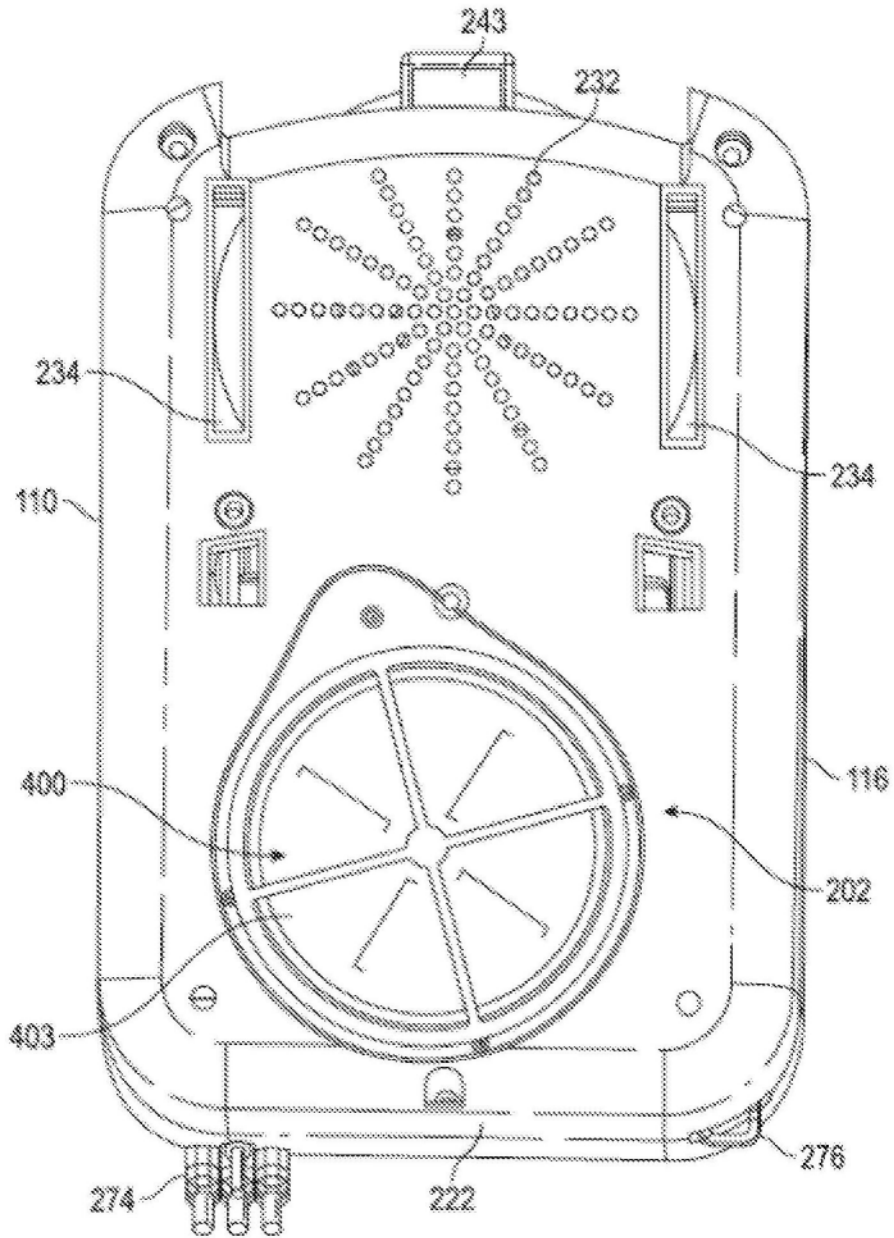


图9

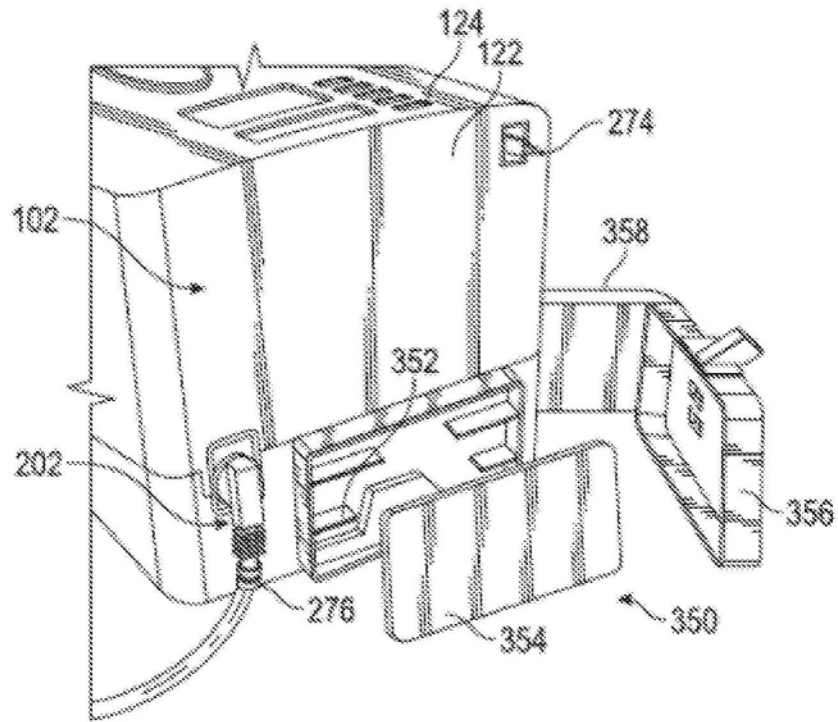


图10

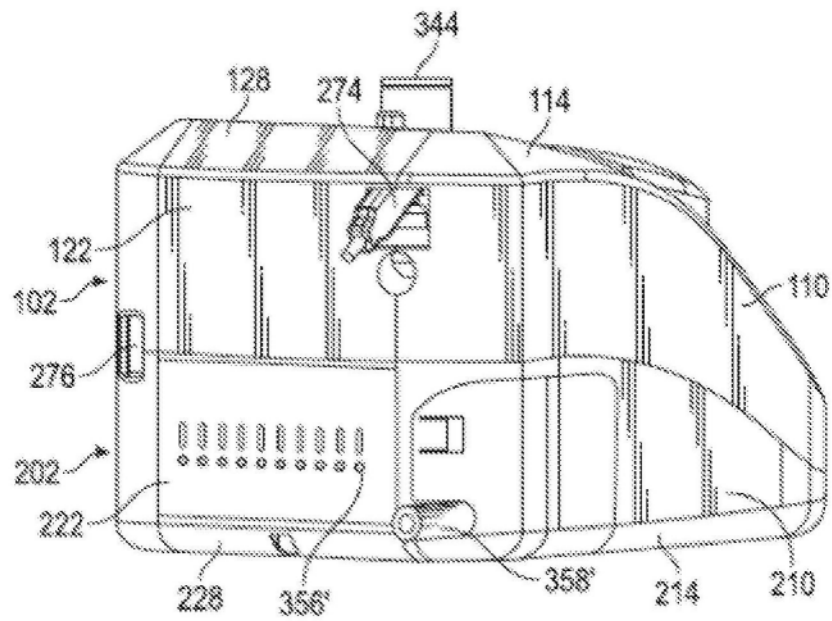


图11

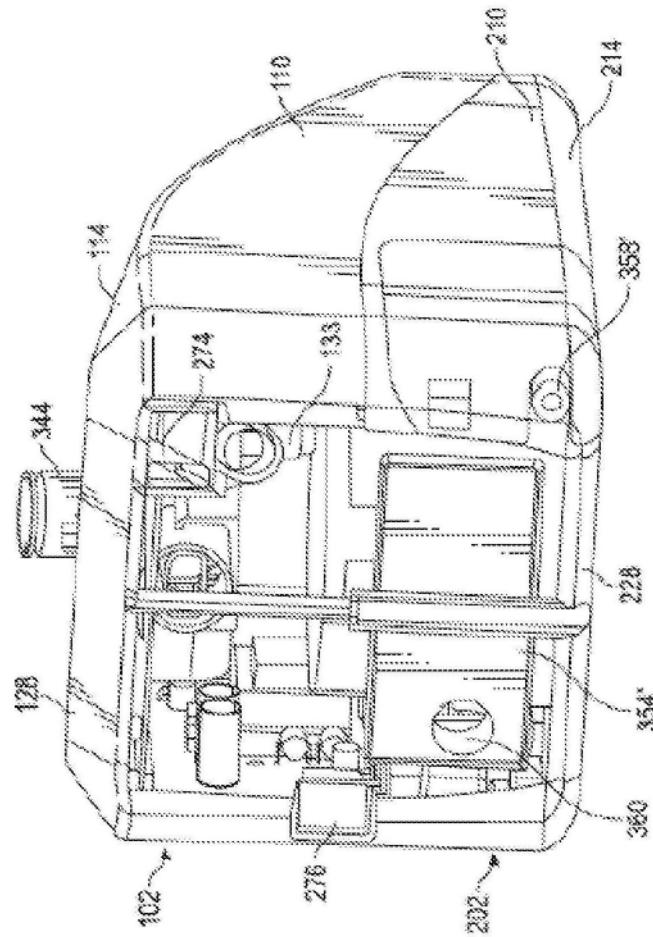


图12

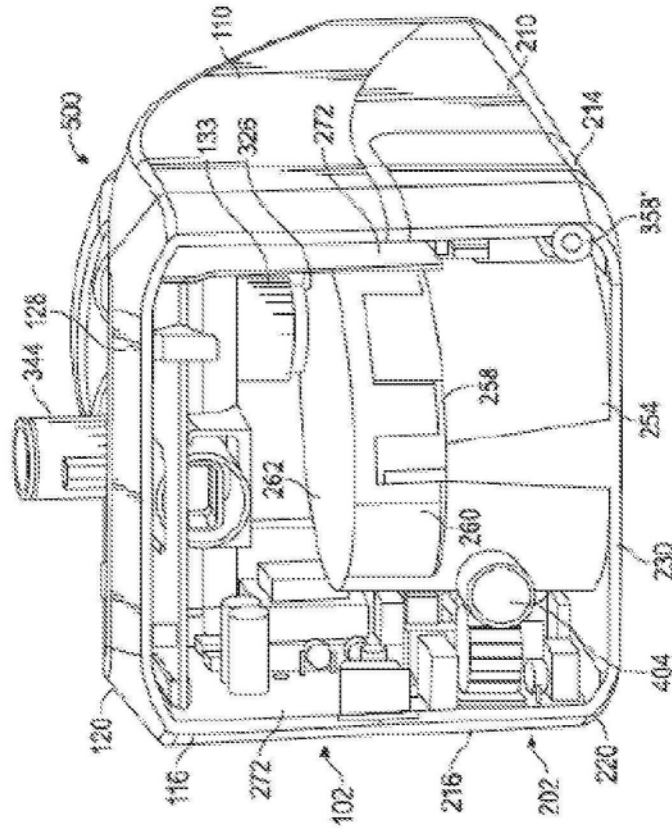


图13

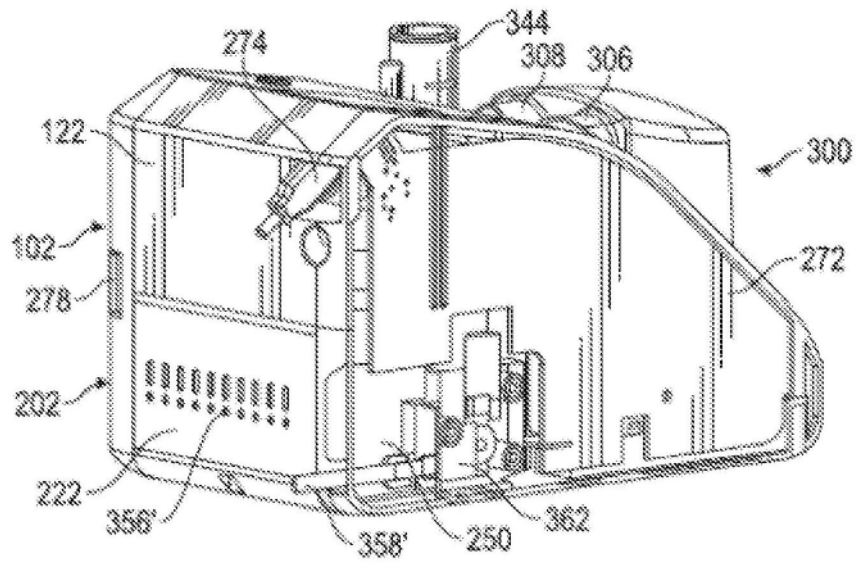


图14

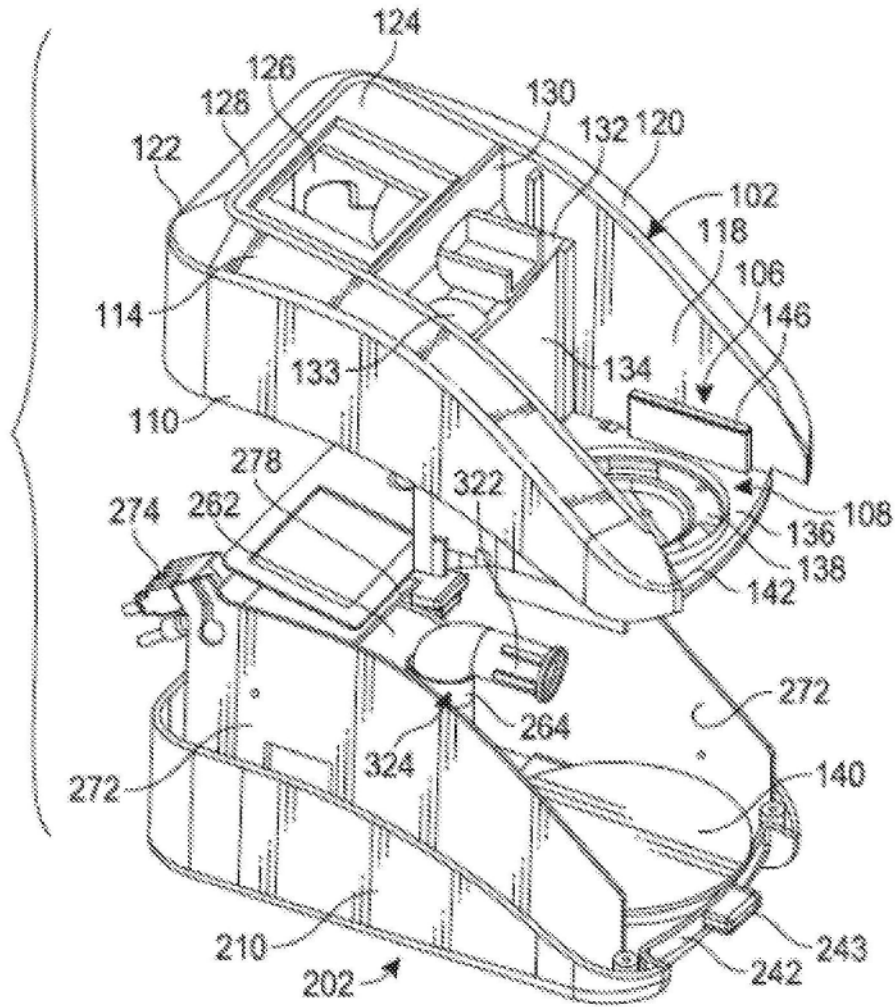


图15

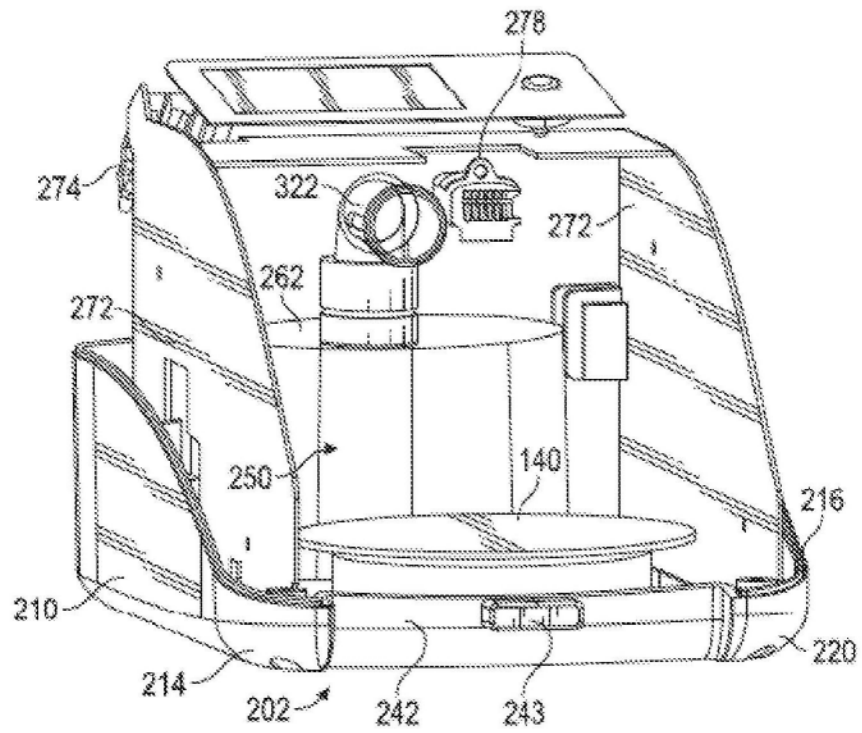


图16

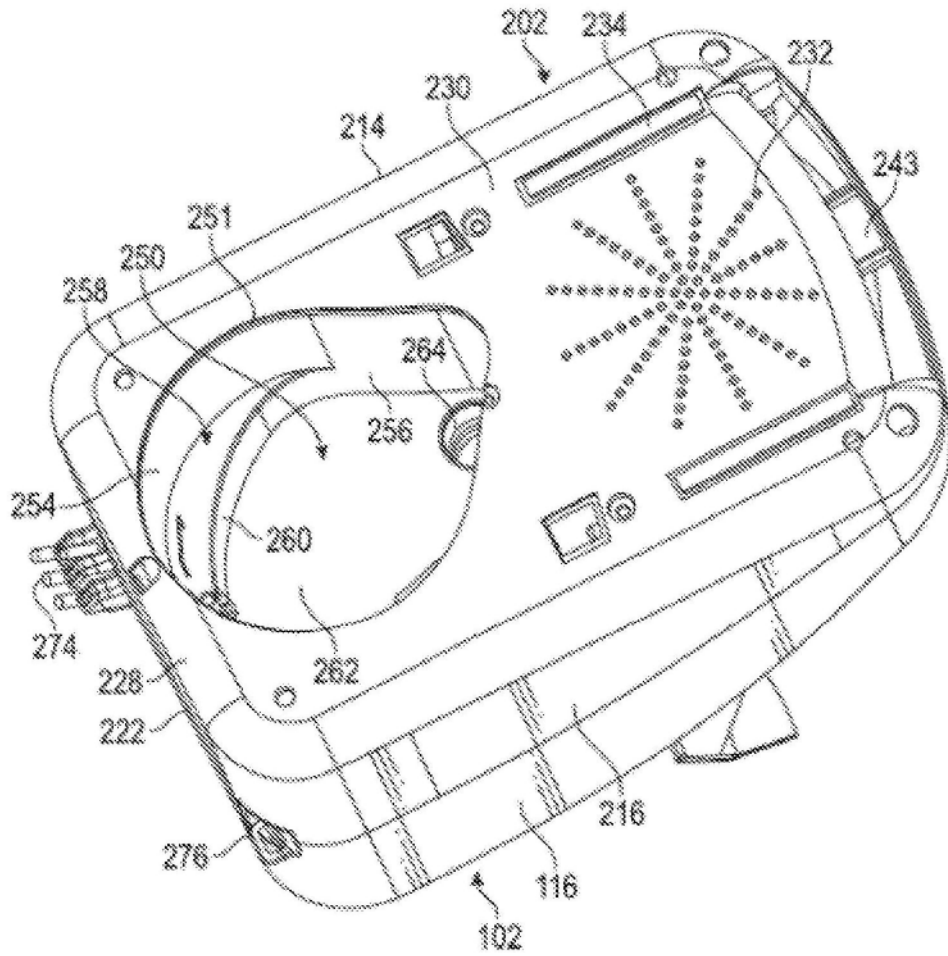


图17

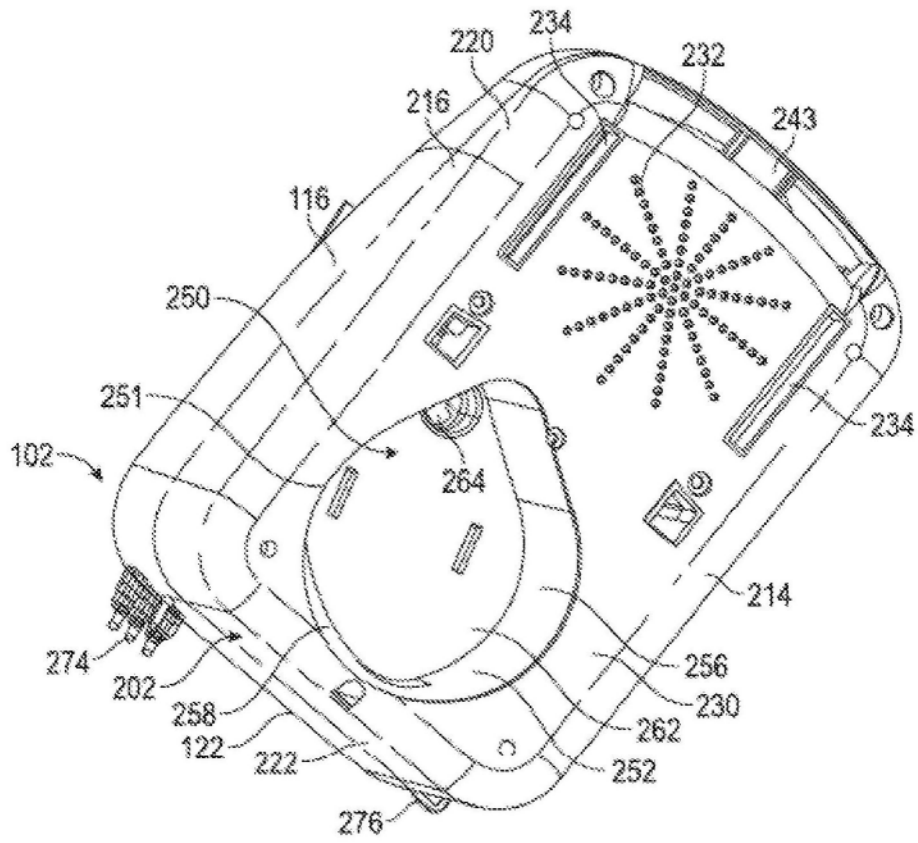


图18

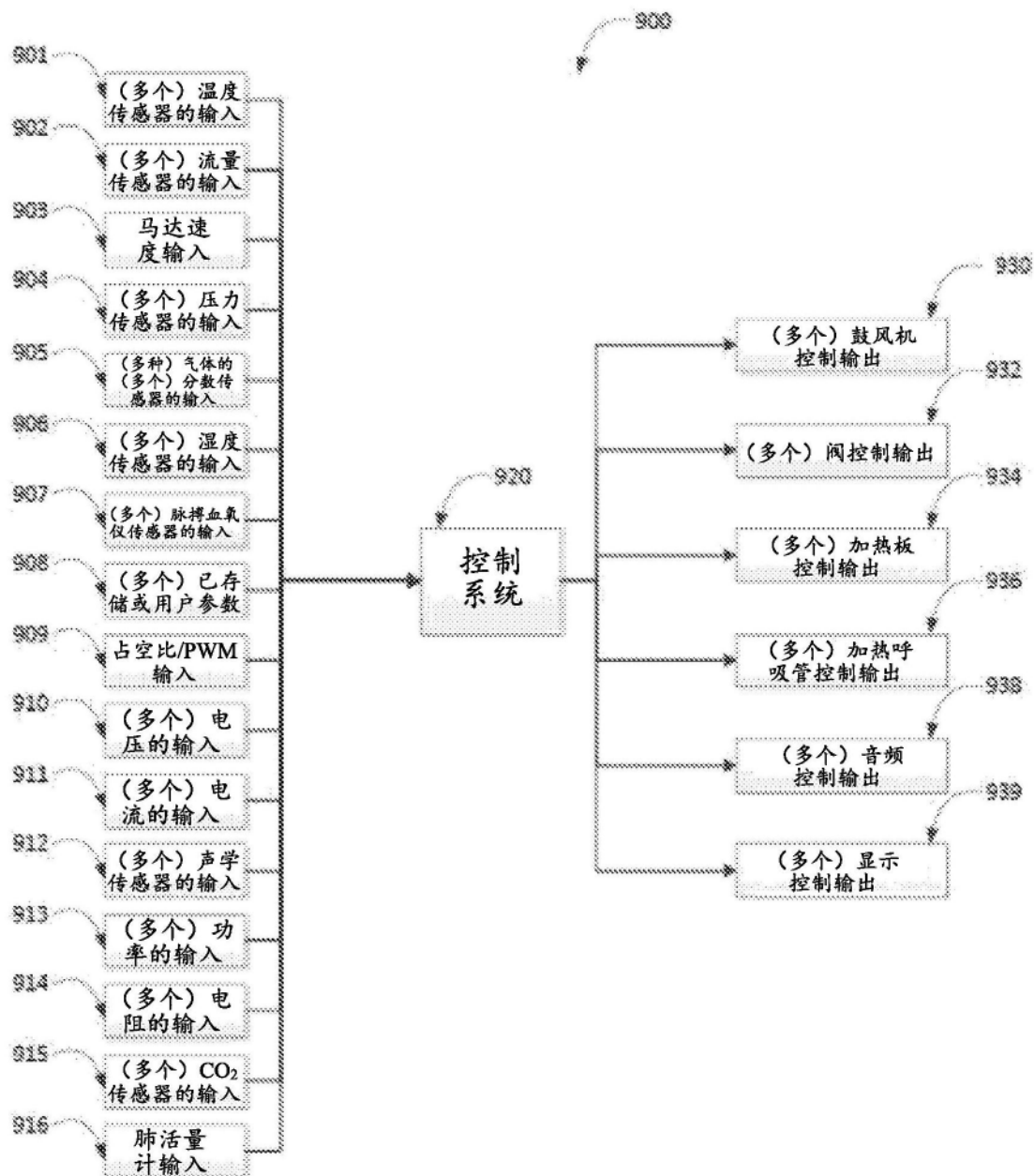


图19A

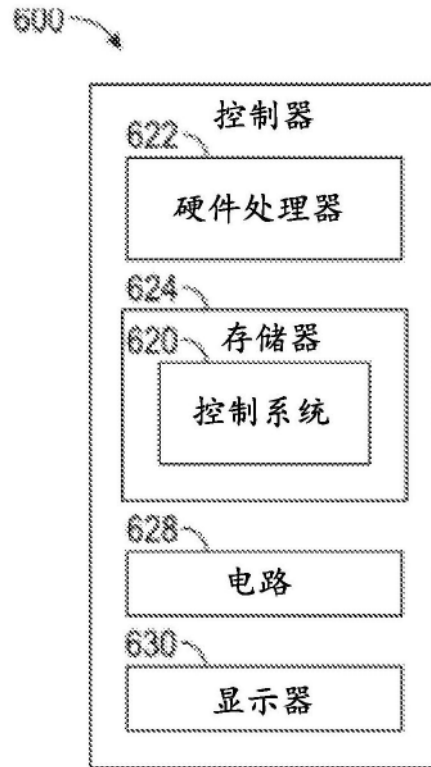


图19B

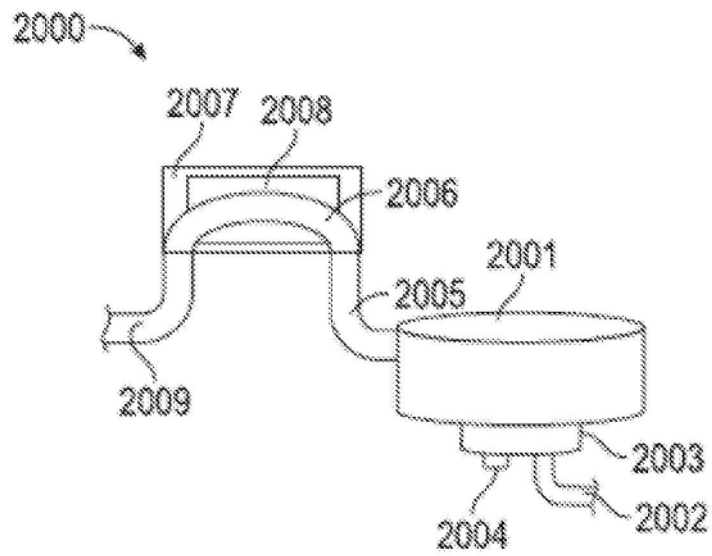


图20

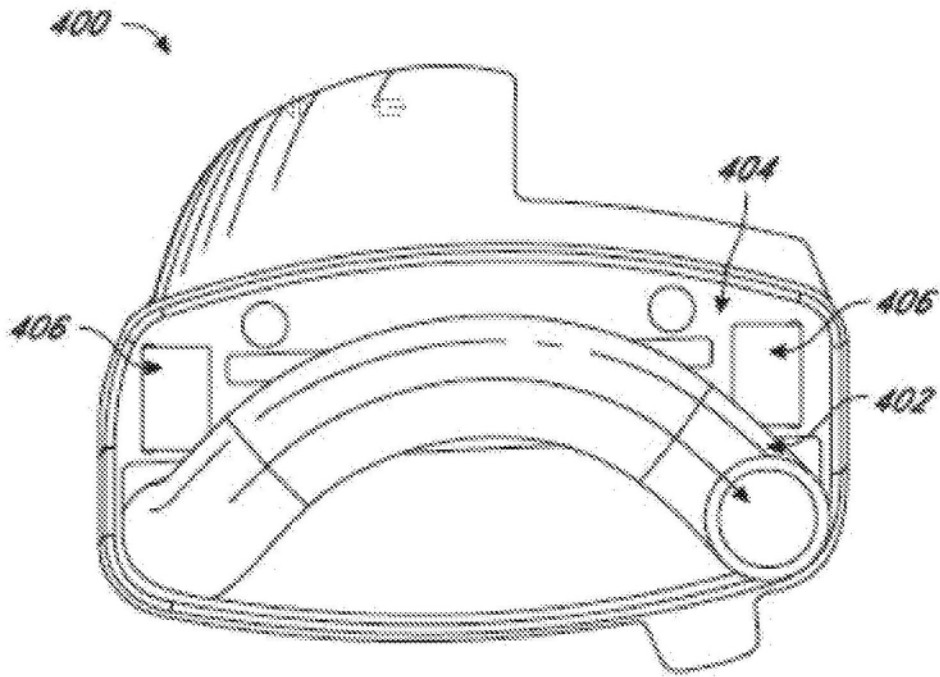


图21

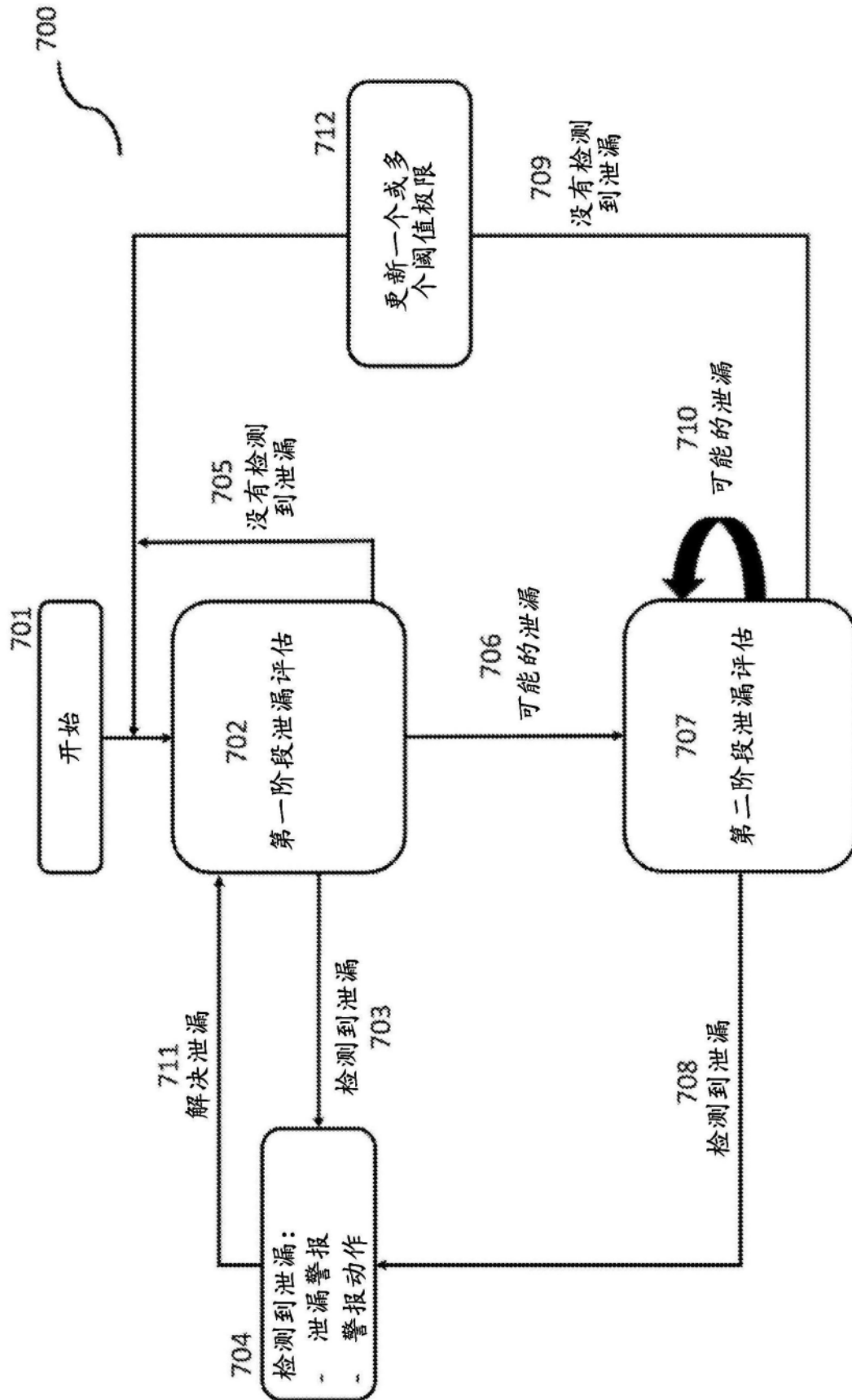


图22

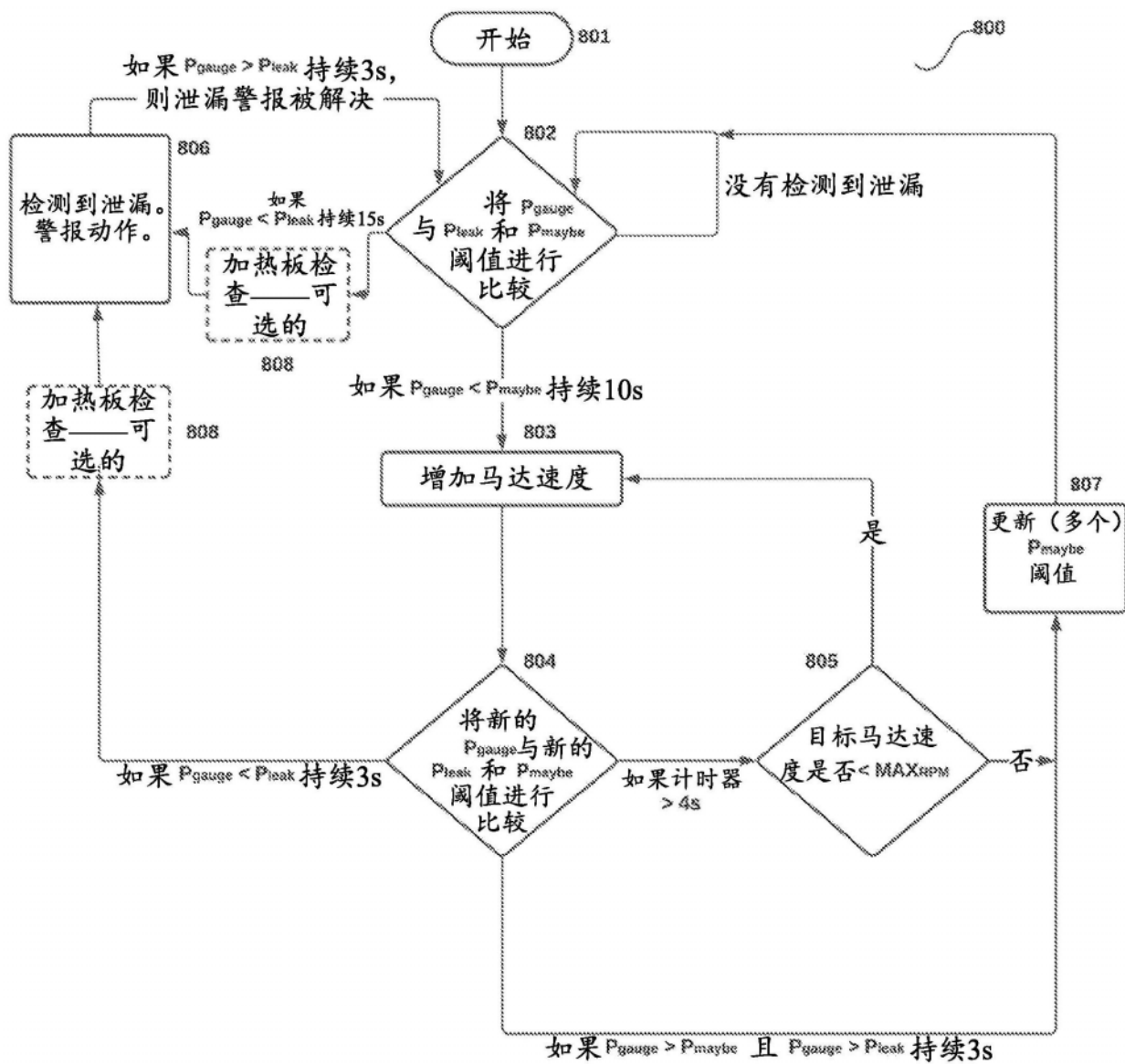


图23

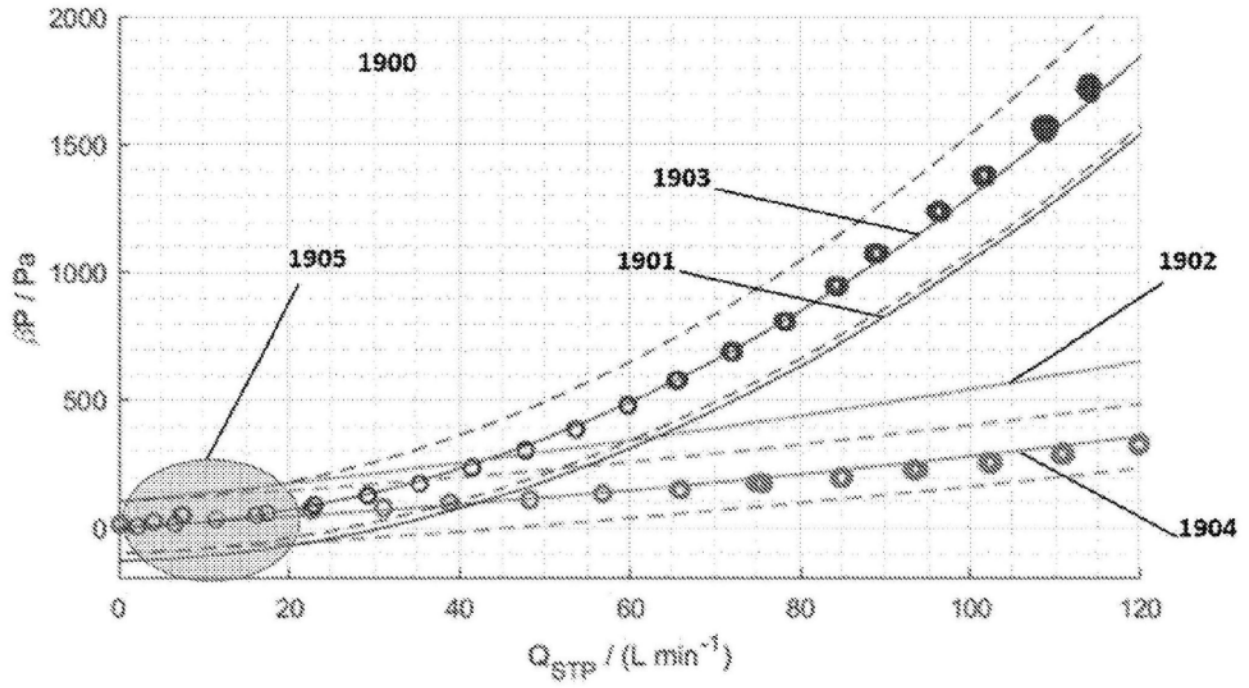


图24A

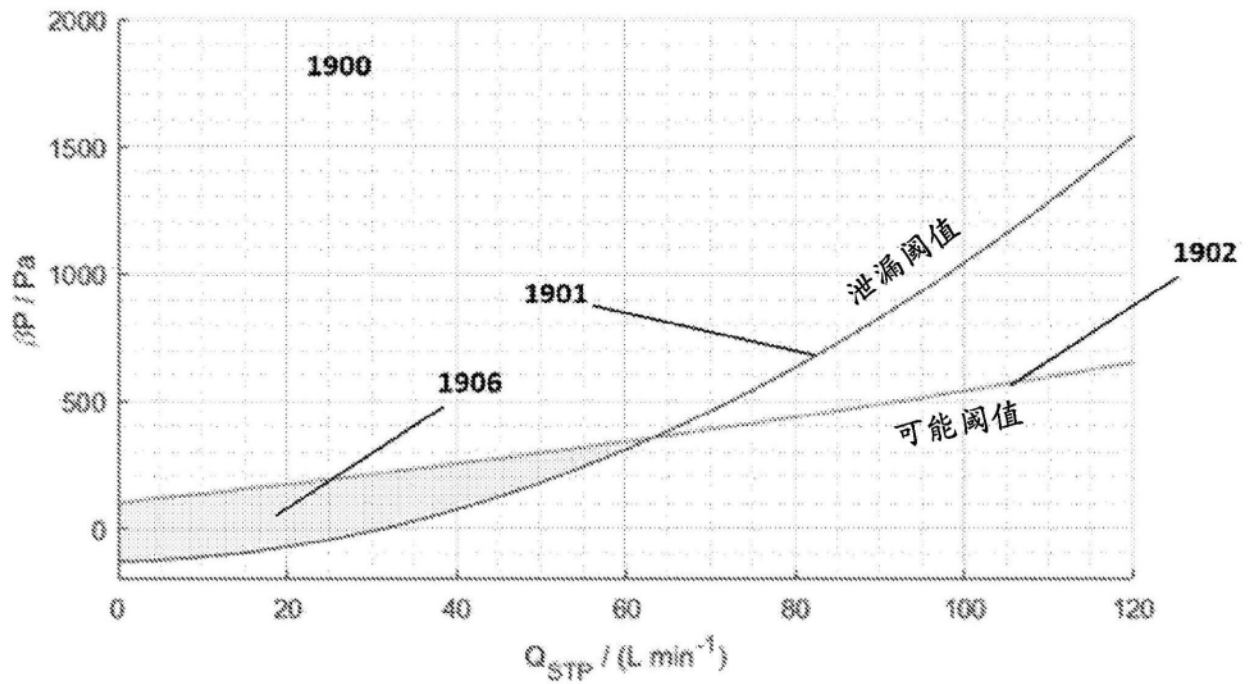


图24B

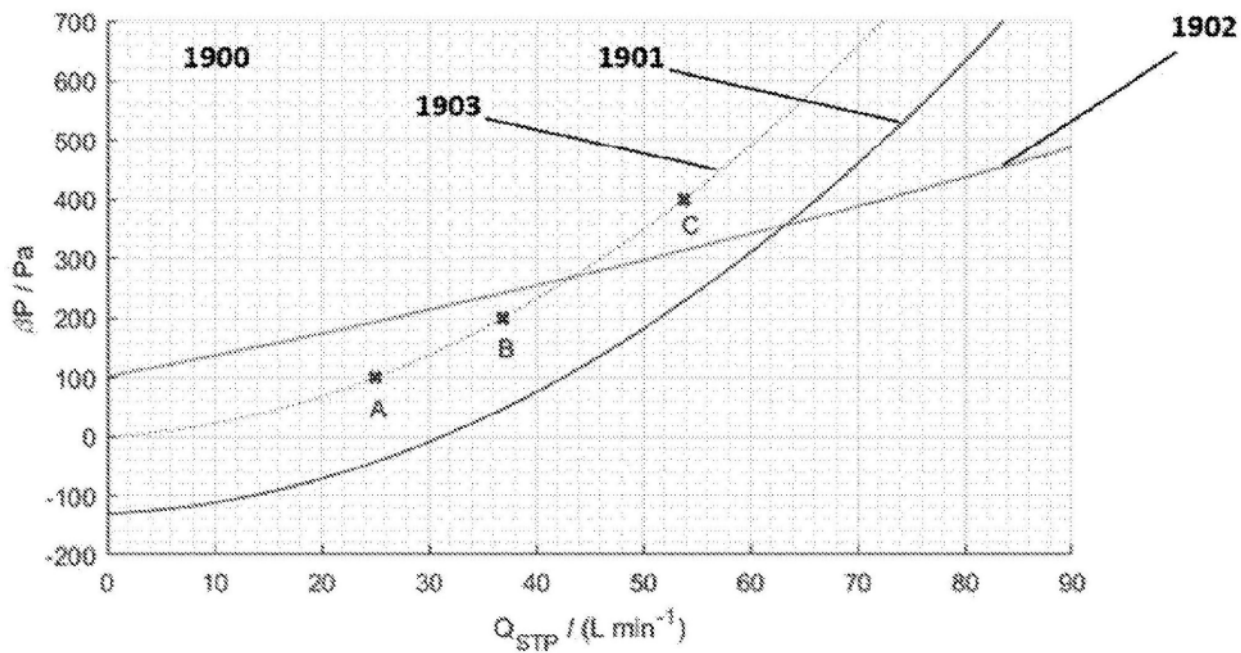


图24C

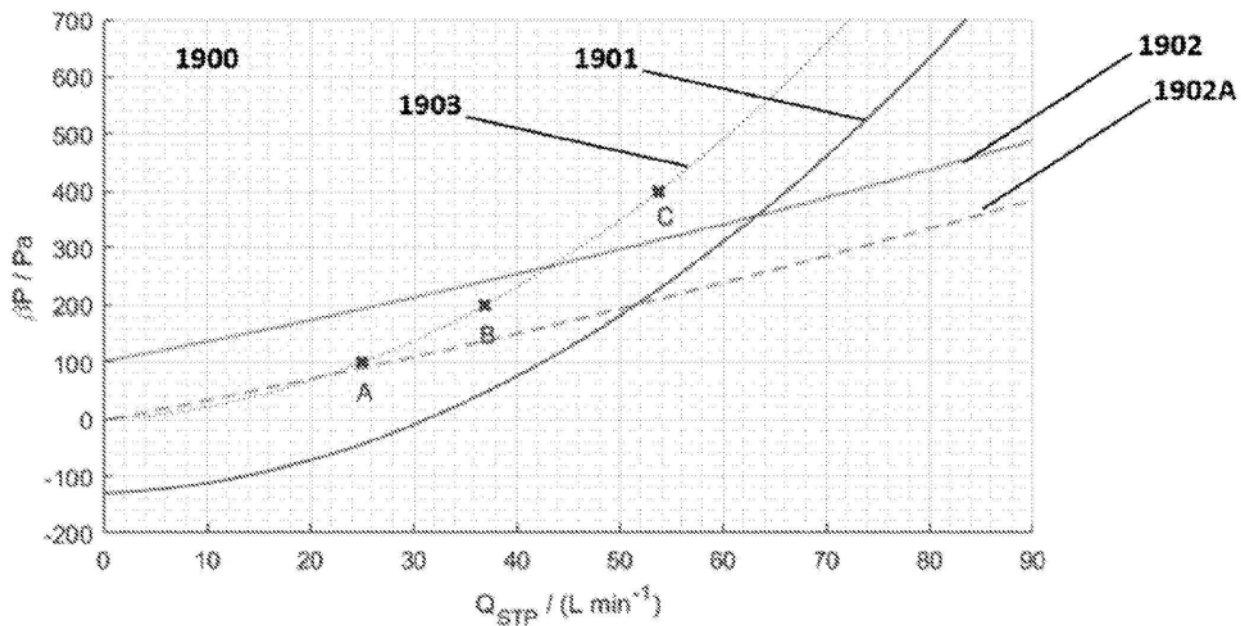


图24D

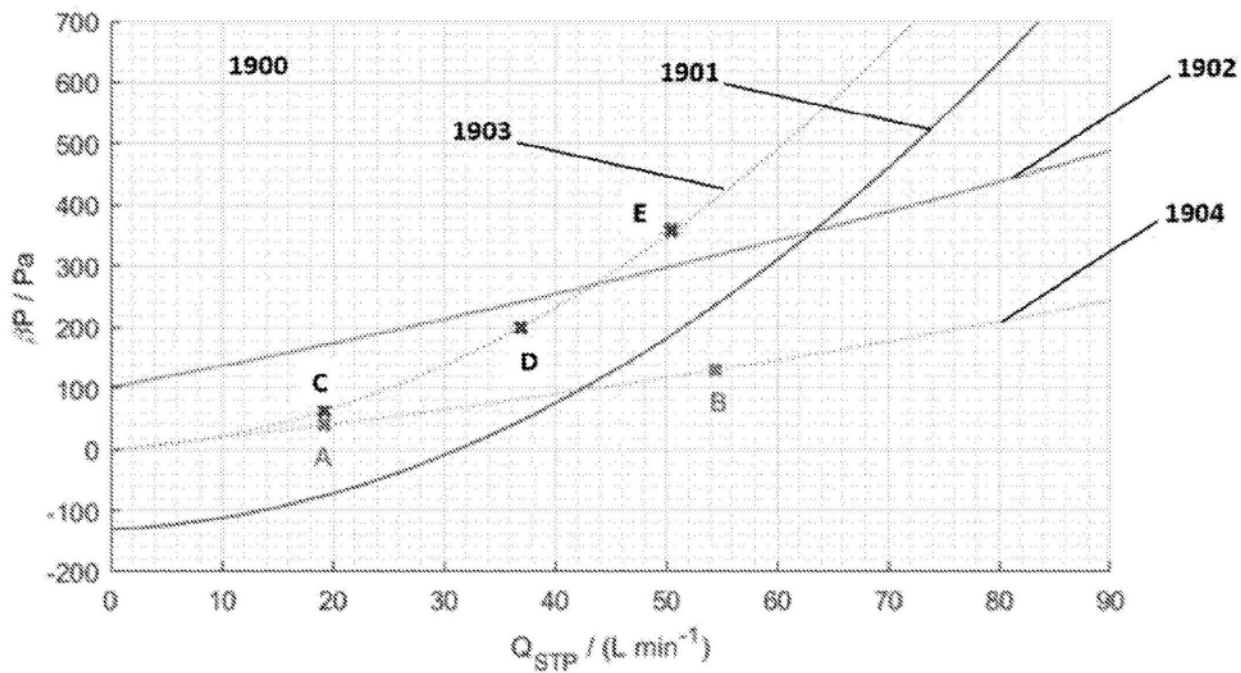


图24E

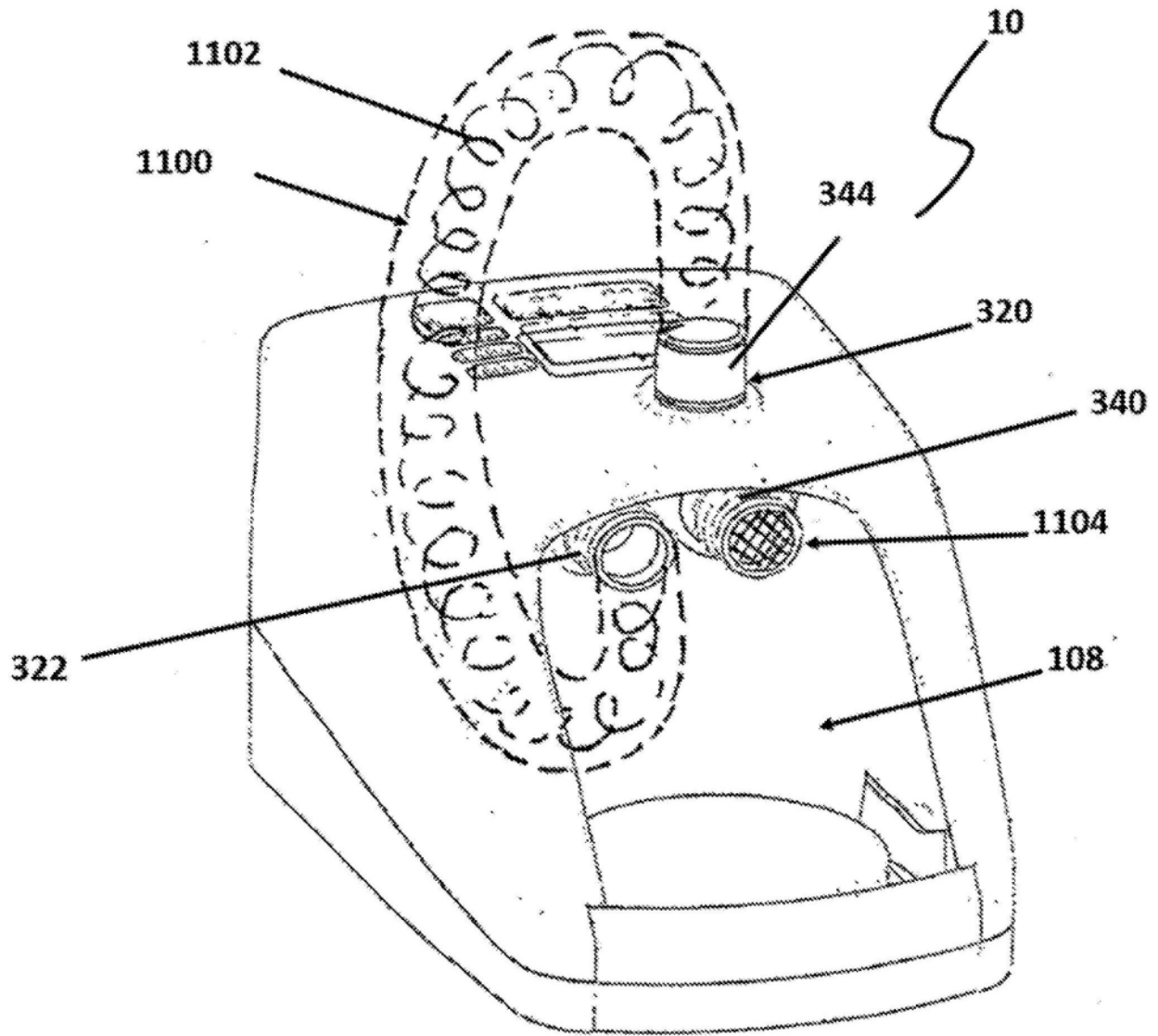


图25A

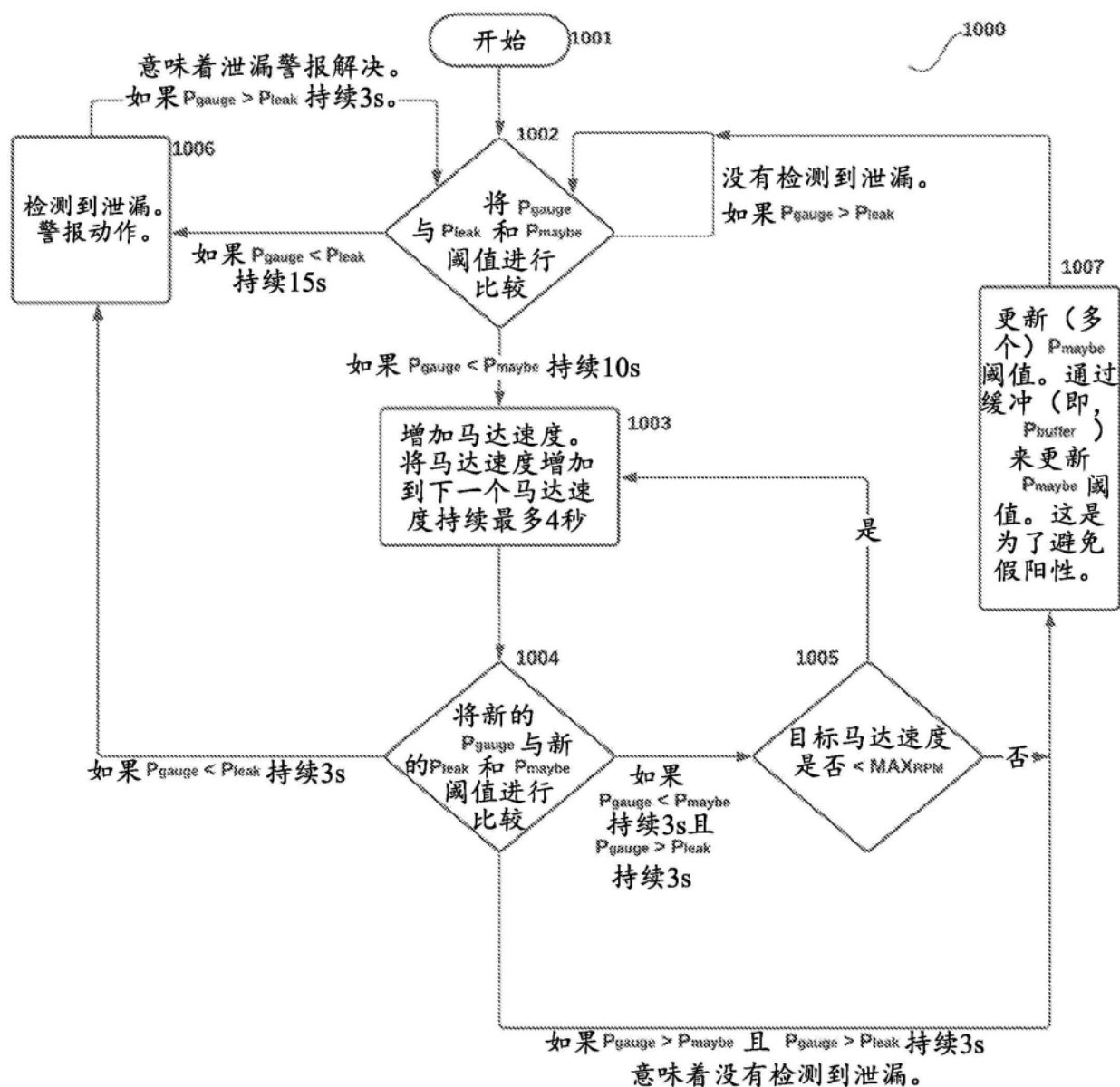


图25B

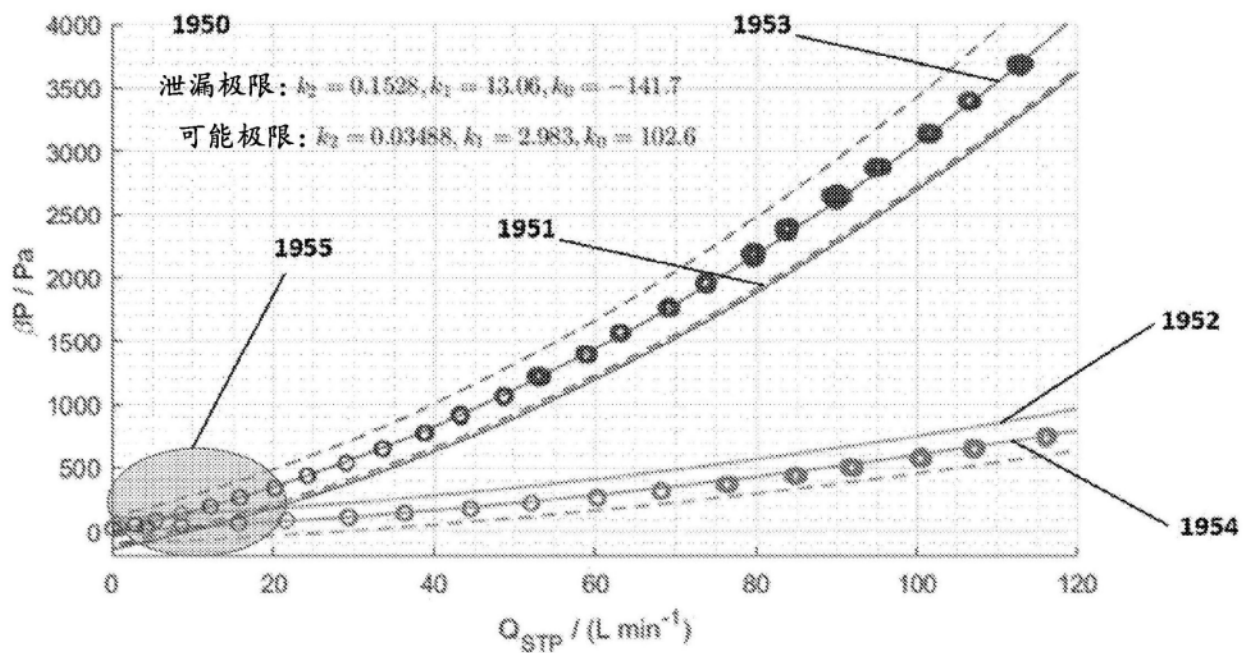


图25C

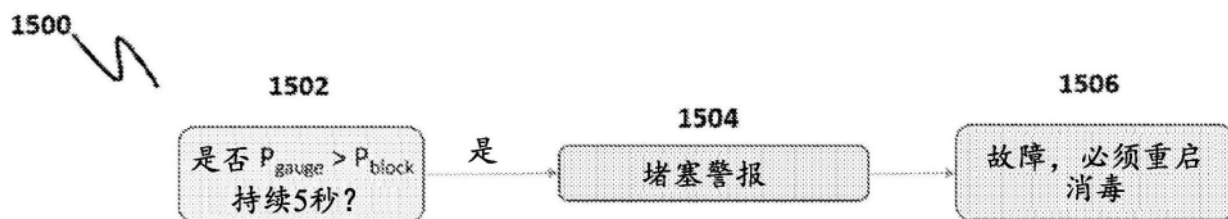


图26

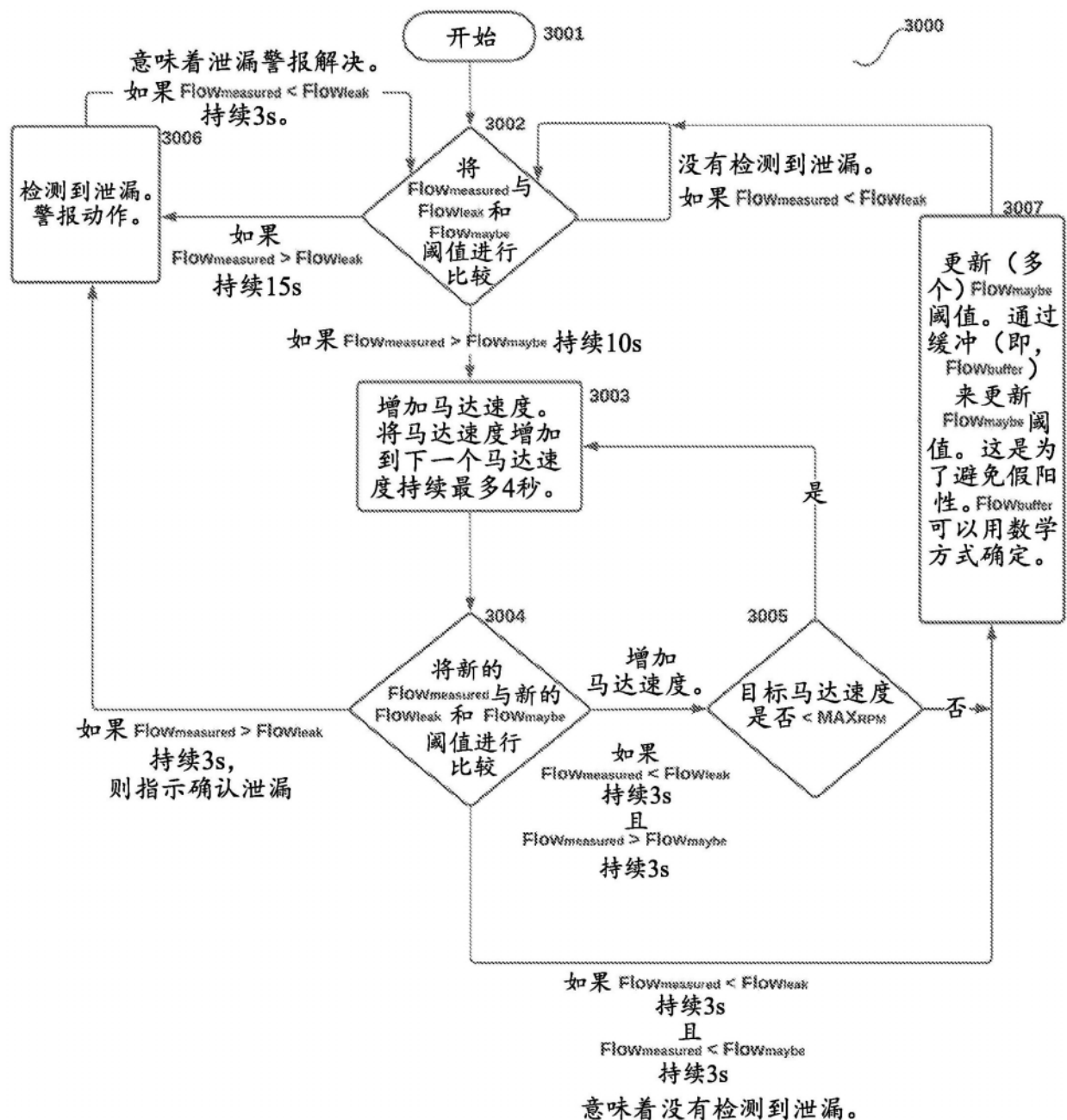


图27A

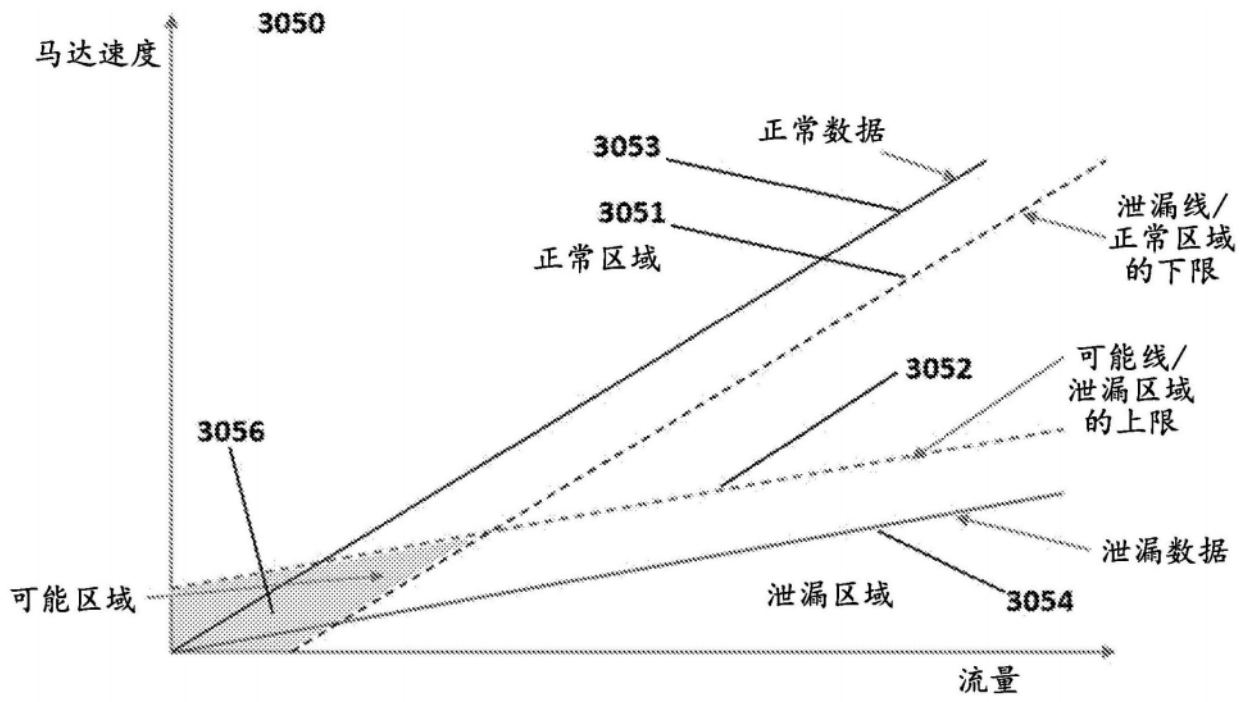


图27B