



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110393839 B

(45) 授权公告日 2023. 03. 24

(21) 申请号 201910721144.9

(22) 申请日 2015.05.27

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110393839 A

(43) 申请公布日 2019.11.01

(30) 优先权数据
62/003,423 2014.05.27 US

(62) 分案原申请数据
201580040688.9 2015.05.27

(73) 专利权人 费雪派克医疗保健有限公司
地址 新西兰奥克兰

(72) 发明人 A·范沙尔魁克 A·J·纽兰
R·格拉夫斯 W·R·里昂
W·Y·吉昂-富

(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 林振波

(51) Int.Cl.
A61M 16/00 (2006.01)
A61M 16/10 (2006.01)
A61M 16/12 (2006.01)
A61M 16/16 (2006.01)
G01F 1/667 (2022.01)
G01F 25/10 (2022.01)
G01H 5/00 (2006.01)
G01N 29/024 (2006.01)
G01N 29/036 (2006.01)
G01P 5/24 (2006.01)

审查员 胡新芬

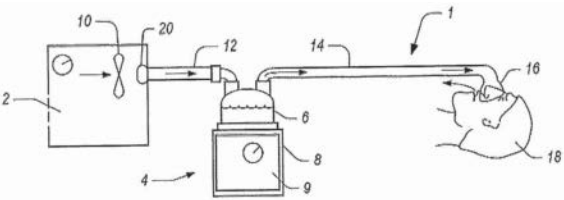
权利要求书3页 说明书12页 附图5页

(54) 发明名称

用于医疗装置的气体混合和测量

(57) 摘要

本申请涉及用于医疗装置的气体混合和测量。一种气体增湿系统包括测量室和混合室；该混合室具有一个或多个混合元件，这些混合元件在气体到达该测量室之前改善其混合；使用超声感测来在该测量室内测量气体特性或特征；可以使用挡板或叶片来在气流移动进入该测量室中时控制并且引导这些气体流经该混合室。



1. 一种用于与呼吸气体递送设备一起使用的气体测量设备,呼吸气体递送设备包括鼓风机、增湿器和患者接口,气体测量设备包括:

气体混合室,具有至少一个混合元件;

气体测量室,配置成用于从气体混合室接收多种气体,并且同轴地位于气体混合室内,气体测量室包括从气体测量室第一端到气体测量室第二端的气体流动路径,其中,下游方向被定义为沿着气体流动路径从第一端到第二端,并且上游方向被定义为沿着气体流动路径从第二端到第一端;

控制器;

第一温度传感器,定位在气体测量室的输入处;

定位在气体测量室第一端处的第一超声传感器,第一超声传感器配置成用于在第一测量阶段中发射沿着下游方向向下游的声学脉冲序列、在第二测量阶段中检测沿着上游方向向上游的声学脉冲序列、并且向控制器发送信号;

定位在气体测量室第二端处的第二超声传感器,第二超声传感器配置成用于在第二测量阶段中发射沿着上游方向向上游的声学脉冲序列、在第一测量阶段中检测沿着下游方向向下游的声学脉冲序列、并且向控制器发送信号;

控制器配置成用于基于所接收的信号来确定所述向下游的声学脉冲序列的下游飞行时间并且确定所述向上游的声学脉冲序列的上游飞行时间;

压力传感器,配置成测量在气体流动路径中流动的气体的压力;以及

第二温度传感器,定位在气体测量室的输出处,第一温度传感器和第二温度传感器配置成测量在气体流动路径中流动的气体的温度;

其中,控制器配置成用于至少部分地基于下游飞行时间、上游飞行时间、从第一温度传感器和第二温度传感器接收到的信号以及从压力传感器接收到的信号来确定气体的特征,气体的特征包括流量;其中,来自第一温度传感器和第二温度传感器以及压力传感器的信号通过直接计算或经由查找表向控制器提供测量数据以改善确定气体特征时的精度;其中,来自第一温度传感器和第二温度传感器的测量数据在控制器对声速的计算中用作一个或多个修正因子。

2. 如权利要求1所述的气体测量设备,还包括湿度传感器,配置成测量在气体流动路径中的湿度;

其中,确定气体的特征还包括至少部分地基于从第一超声传感器接收到的信号、从第二超声传感器接收到的信号、从第一温度传感器和第二温度传感器接收到的信号以及从湿度传感器接收到的信号来确定气体浓度。

3. 如权利要求1或2所述的气体测量设备,其中,气体包括两种气体。

4. 如权利要求3所述的气体测量设备,其中,所述两种气体包括氧气和空气。

5. 如权利要求1或2所述的气体测量设备,其中,向下游的声学脉冲序列或向上游的声学脉冲序列包括多个声学脉冲。

6. 如权利要求1或2所述的气体测量设备,其中,向下游的声学脉冲序列或向上游的声学脉冲序列包括单一声学脉冲。

7. 如权利要求1所述的气体测量设备,其中,气体的特征还包括速度。

8. 如权利要求1或2所述的气体测量设备,其中,第一超声传感器和第二超声传感器配

置成以固有共振频率被激发。

9. 如权利要求1或2所述的气体测量设备,其中,气体测量设备还包括热传递特征,用于增大从流动经过气体测量设备的气体到气体测量设备壳体的热传递并且减小从气体到周围环境的热传递。

10. 如权利要求9所述的气体测量设备,其中,热传递特征是在印刷电路板或模制部件的表面上形成的轨道、或是组装在气体测量设备中的传导路径。

11. 如权利要求1或2所述的气体测量设备,其中,气体混合室的所述至少一个混合元件包括叶片,该叶片被配置成用于在气流进入气体测量室的气体流动路径之前减少气体的紊动。

12. 如权利要求11所述的气体测量设备,其中,所述至少一个混合元件还包括在叶片上游的挡板,挡板被配置成用于通过引起气体混合室中气流的紊动来促进混合。

13. 一种确定流经用于与呼吸气体递送设备一起使用的气体测量设备的气体的特征的方法,呼吸气体递送设备包括鼓风机、增湿器和患者接口,气体沿着从气体测量设备中所包括的气体测量室的第一端到气体测量室第二端的气体流动路径流过气体测量设备,气体测量设备包括具有至少一个混合元件的气体混合室,气体测量室配置成用于从气体混合室接收多种气体并且同轴地位于气体混合室内,气体测量设备还包括定位在第一端处的第一超声传感器以及定位在第二端处的第二超声传感器,下游方向被定义为沿着气体流动路径从第一端到第二端,并且上游方向被定义为沿着气体流动路径从第二端到第一端,该方法包括:

从第一超声传感器发射沿着下游方向向下游的声学脉冲序列并且在第二超声传感器处检测沿着下游方向向下游的声学脉冲序列;

至少部分地基于向下游的声学脉冲序列来确定下游飞行时间;

从第二超声传感器发射沿着上游方向向上游的声学脉冲序列并且在第一超声传感器处检测沿着上游方向向上游的声学脉冲序列;

至少部分地基于向上游的声学脉冲序列来确定上游飞行时间;

在气体测量室的输入处和输出处测量气体的温度;

测量在气体流动路径中流动的气体的压力;并且

至少部分地基于下游飞行时间、上游飞行时间、测量的温度和测量的压力来确定气体的特征;其中,所测量的温度和所测量的压力通过直接计算或经由查找表提供测量数据以改善确定气体特征时的精度;其中,所测量的温度在声速的计算中用作一个或多个修正因子;

其中,确定气体的特征包括确定流量。

14. 如权利要求13所述的方法,其中,该方法还包括检测沿气体流动路径流动的气体的湿度;确定气体的特征还包括至少部分地基于下游飞行时间、上游飞行时间、测量的温度和测量的湿度来确定气体浓度。

15. 如权利要求13或14所述的方法,其中,向下游的声学脉冲序列或向上游的声学脉冲序列包括多个声学脉冲。

16. 如权利要求13或14所述的方法,其中,向下游的声学脉冲序列或向上游的声学脉冲序列包括单一声学脉冲。

17. 如权利要求13或14所述的方法,包括:

从第一超声传感器发射第二向下游的声学脉冲序列并且在第二超声传感器处检测第二向下游的声学脉冲序列;

至少部分地基于向下游的声学脉冲序列和第二向下游的声学脉冲序列的平均值来确定下游飞行时间;

从第二超声传感器发射第二向上游的声学脉冲序列并且在第一超声传感器处检测第二向上游的声学脉冲序列;并且

至少部分地基于向上游的声学脉冲序列和第二向上游的声学脉冲序列的平均值来确定上游飞行时间。

18. 如权利要求13或14所述的方法,其中,气体的特征还包括速度。

19. 如权利要求13或14所述的方法,其中,从第一超声传感器发射向下游的声学脉冲序列包括以固有共振频率来激发第一超声传感器,并且从第二超声传感器发射向上游的声学脉冲序列包括以固有共振频率来激发第二超声传感器。

20. 如权利要求13或14所述的方法,其中,气体包括氧气和空气。

21. 如权利要求20所述的方法,其中,确定气体的特征包括使用以下等式来确定以体积百分比计的氧气浓度:

$$OC(vol.) = \frac{(100 - 20.9)(G_{avg} - A_{avg})}{(O_{avg} - A_{avg})} + 20.9$$

G_{avg} 代表下游飞行时间和上游飞行时间的平均值, A_{avg} 代表针对空气的下游飞行时间和上游飞行时间的平均值,并且 O_{avg} 代表针对氧气的下游飞行时间和上游飞行时间的平均值。

22. 如权利要求21所述的方法,其中,确定气体的特征包括针对给定氧气浓度使用以下等式来确定以升每分钟为单位的流量:

$$F(lpm) = k \times [(G_u - G_d) - f_G]$$

k 代表气体测量设备的几何学方面的常数因子, G_u 代表上游飞行时间, G_d 代表下游飞行时间, f_G 代表使用以下等式确定的校准修正值:

$$f_G = f_A + \frac{(f_O - f_A)(x - 20.9)}{(100 - 20.9)}$$

f_A 代表针对空气的校准修正值, f_O 代表针对氧气的校准修正值, x 代表以体积百分比计的氧气浓度。

23. 一种呼吸气体递送系统,包括:

根据权利要求1-12任意一项所述的气体测量设备;

鼓风机,配置成用于将空气提供至气体测量设备;

呼吸管,用于从气体测量设备接收呼吸气体;和

患者接口,与呼吸管流体连通,用于向患者递送呼吸气体。

用于医疗装置的气体混合和测量

[0001] 本申请是名称为“用于医疗装置的气体混合和测量”、国际申请日为2015年5月27日、国际申请号为PCT/NZ2015/050068、国家申请号为201580040688.9的发明专利申请的分案申请。

[0002] 通过引用方式并入任何优先权申请

[0003] 在与本申请一起提交的申请数据表中所指明的任何和所有其对国外或国内优先权的申请案都根据37CFR 1.57通过引用被并入本文。

技术领域

[0004] 本披露总体上涉及一种医疗气体递送系统。更具体地，本披露的某些特征、方面和优点涉及一种混合不同呼吸气体、并且测量混合后气体的特性或特征的呼吸气体递送系统。

背景技术

[0005] 气体递送系统可以用来给患者提供呼吸气体。气体递送系统可包括加湿装置，以调节提供给患者的气体。可在递送之前对这些气体进行加热和/或加湿。经由与患者接口处于流体连通的管路来向患者递送气体。以100%相对湿度和37℃递送至患者的气体总体上模拟了在空气穿过从鼻子到肺部的气道时发生的转化而产生的空气性质。这可以促进在肺部中的高效的气体交换和换气、辅助气道中的防御机制、并且在治疗过程中增加患者的舒适度。在一些情况下，氧气治疗所使用的气体递送气体可以向患者提供氧气。氧气可以与空气混合以便给患者提供希望的或目标治疗。在此类情况下，气体递送系统可以监测氧气的浓度以确保，所希望的或目标的量被递送给患者并且减少或防止氧气的浪费。

发明内容

[0006] 在此披露的这些实施例中至少一个实施例的一方面包括实现以下内容：存在与将气体混合并且测量所混合气体的特性的典型途径相关联的多个问题。典型的气体递送系统可以使用多种气体（例如氧气和空气）的组合、但是不能将这些气体充分混合。用于测量此类气体组合的特性的传感器可能产生不可靠的结果。流量和气体浓度测量均可能受到气体混合不充分的影响。可以使用混合室来实现气体的充分混合；但是，典型的混合室的大小可能导致气体递送系统是庞大或不希望地大的。典型的混合室可以引入紊动来促进气体之间的混合；但是，紊动可能导致声学有噪声的过程并且可能导致在测量气体特性（例如气体流量、气体浓度等）时存在困难。一些系统可以使用超声传感器通过产生压力波来测量气体特性（例如，浓度），这些压力波一般垂直于这些气体的流向。这些系统中的一些系统可以将一对超声传感器定位成彼此紧密靠近，这可能增大该系统的敏感性。在此类系统中，可以使用一个或多个额外的传感器来确定气体流量。

[0007] 在此所披露的气体递送系统和方法包括超越典型的气体递送系统的改进。气体递送系统的测量设备可以包括以共轴安排定位在混合室内的测量室。该共轴室安排可以增大

穿过该测量设备的气体路径长度、同时保持相对于线性或串联室安排更紧凑。该混合室可以被配置成用于在气体移动至测量室之前将这些气体充分地混合。该混合室内的混合元件可以使这些气体发生涡旋以促进混合,这是以极少或没有紊动来实现的。至少一个超声传感器可以被定位在该测量室的每端处,以便沿着气流来测量气体特性或特征。使用这些超声传感器可以测量气体浓度、流量和速度。

[0008] 其他实施例可以包括混合室,该混合室包括被配置成用于促进气体的紊动混合的挡板以及被配置成用于使这些气体线性化从而改善该测量室中对气体特性的测量的叶片。

[0009] 本披露的至少一个方面涉及一种气体测量设备,该气体测量设备包括气体测量室、控制器、以及第一和第二超声传感器。该气体测量室包括从该气体测量室的第一端到第二端的气体流动路径。下游方向被定义为沿着该气体流动路径从该第一端到该第二端。上游方向被定义为沿着该气体流动路径从该第二端到该第一端。该第一超声传感器被定位在该气体测量室的第一端处。该第一超声传感器被配置成用于在第一测量阶段中发射向下游的声学脉冲序列。该第一超声传感器被配置成用于在第二测量阶段中检测向上游的声学脉冲序列。该第一超声传感器被配置成用于向该控制器发送信号。该第二超声传感器被定位在该气体测量室的第二端处。该第二超声传感器被配置成用于在该第二测量阶段中发射该向上游的声学脉冲序列。该第二超声传感器被配置成用于在该第一测量阶段中检测该向下游的声学脉冲序列。该第二超声传感器被配置成用于向该控制器发送信号。该控制器被配置成用于至少部分地基于从该第一超声传感器接收到的信号以及从该第二超声传感器接收到的信号来确定这些气体的特征。

[0010] 这些气体可以包括两种气体。这两种气体可以包括氧气和空气。该向下游的声学脉冲序列可以包括多个声学脉冲。该向上游的声学脉冲序列可以包括多个声学脉冲。该向下游的声学脉冲序列可以包括单一声学脉冲。该向上游的声学脉冲序列可以包括单一声学脉冲。这些气体的特征可以包括气体浓度、流量、或速度中的至少一项。该第一超声传感器可以被配置成以固有共振频率激发。该第二超声传感器可以被配置成以固有共振频率激发。该控制器可以被配置成用于确定该向下游的声学脉冲序列的下游飞行时间。该控制器可以被配置成用于确定该向上游的声学脉冲序列的上游飞行时间。该控制器可以被配置成用于至少部分地基于该下游飞行时间和该上游飞行时间来确定这些气体的特征。

[0011] 本披露的至少一个方面涉及一种用于确定沿着从设备的第一端到该设备的第二端的气体流动路径流经该设备的气体的特征的方法,该设备包括被定位在该第一端处的第一超声传感器以及被定位在该第二端处的第二超声传感器。下游方向被定义为沿着该气体流动路径从该第一端到该第二端。上游方向被定义为沿着该气体流动路径从该第二端到该第一端。

[0012] 该方法包括从该第一超声传感器发射向下游的声学脉冲序列。该方法包括在该第二超声传感器处检测该向下游的声学脉冲序列。该方法包括至少部分地基于该向下游的声学脉冲序列来确定下游飞行时间。该方法包括从该第二超声传感器发射向上游的声学脉冲序列。该方法包括在该第一超声传感器处检测该向上游的声学脉冲序列。该方法包括至少部分地基于该向上游的声学脉冲序列来确定上游飞行时间。该方法包括至少部分地基于该下游飞行时间和该上游飞行时间来确定这些气体的特征。该向下游的声学脉冲序列可以包括多个声学脉冲。该向上游的声学脉冲序列可以包括多个声学脉冲。该向下游的声学脉冲

序列可以包括单一声学脉冲。该向上游的声学脉冲序列可以包括单一声学脉冲。

[0013] 该方法可以包括从该第一超声传感器发射第二向下游的声学脉冲序列。该方法可以包括在该第二超声传感器处检测该第二向下游的声学脉冲序列。该方法可以包括至少部分地基于该向下游的声学脉冲序列和该第二向下游的声学脉冲序列的平均值来确定该下游飞行时间。该方法可以包括从该第二超声传感器发射第二向上游的声学脉冲序列。该方法可以包括在该第一超声传感器处检测该第二向上游的声学脉冲序列。该方法可以包括至少部分地基于该向上游的声学脉冲序列和该第二向上游的声学脉冲序列的平均值来确定该上游飞行时间。这些气体的特征可以包括气体浓度、流量、或速度中的至少一项。从该第一超声传感器发射向下游的声学脉冲序列可以包括以固有共振频率来激发该第一超声传感器。从该第二超声传感器发射向上游的声学脉冲序列可以包括以该固有共振频率来激发该第二超声传感器。

[0014] 这些气体可以包括氧气和空气。确定气体的特征可以包括确定以体积百分比计的氧气浓度,这是通过将空气中除氧气之外的气体的浓度乘以针对这些气体的平均下游和上游飞行时间与针对空气的平均下游和上游飞行时间之差、除以针对氧气的平均下游和上游飞行时间与针对空气的平均下游和上游飞行时间之差、并且然后将结果加上空气的氧气浓度。

[0015] 确定气体的特征可以包括针对给定氧气浓度来确定流量(以升每分钟为单位),这是通过从上游飞行时间减去该下游飞行时间、减去针对气体混合物的校准修正值、并且接着将该结果乘以该设备的几何学方面的常数因子。针对该气体混合物的校准修正值可以通过以下来确定:从针对氧气的校准修正值减去针对空气的校准修正值、将结果乘以该给定氧气浓度与20.9(表述为百分比的空气中的氧气浓度)之间的差、将结果除以以体积百分比计的空气中除氧气之外的气体的浓度、然后加上针对空气的校准修正值。

[0016] 本披露的至少一个方面涉及一种气体递送设备,该气体递送设备包括气体混合室、和气体测量室。该气体混合室被配置成用于接收来自气体源的多种气体。该气体混合室包括从该气体混合室的第一端到第二端的气体流动路径。该气体混合室包括位于该流体流动路径内的至少一个混合元件。该气体测量室被配置成用于接收来自该气体混合室的气体。该气体测量室包括从该气体测量室的第一端到第二端的气体流动路径。该气体测量室共轴地被定位在该气体混合室内。该至少一个混合元件被配置成用于在气体进入该气体测量室的气体流动路径之前在该气体混合室的气体流动路径中将这些气体加以混合。

[0017] 该至少一个混合元件可以包括叶片,该叶片被配置成用于减少从该气体混合室的气体流动路径流向该气体测量室的气体流动路径的气体的紊动。该至少一个混合元件可以包括挡板,该挡板被配置成用于增大该气体混合室的气体流动路径的长度。该气体混合室可以被配置成用于接收两种气体。该气体混合室可以被配置成用于混合所接收的气体。该设备可以包括被定位在该气体测量室的第一端处的第一超声传感器。该设备可以包括被定位在该气体测量室的第二端处的第二超声传感器。

附图说明

[0018] 将参考以下附图对所披露的系统和方法的这些和其他特征、方面和优点进行描述,其旨在对所披露的实施例进行说明而非限制。

- [0019] 图1展示了气体递送系统的实例实施例。
- [0020] 图2-4展示了处于共轴室安排的混合室和测量室的一个实例实施例。
- [0021] 图5-6展示了处于共轴室安排的混合室和测量室的另一个实例实施例。
- [0022] 图7展示了测量室的另一个实施例,超声传感器位于该室的末端处。
- [0023] 图8A-8C展示了超声传感器获取的测量值的实例平面图,以展示该控制系统如何确定气体特征。

具体实施方式

[0024] 气体递送系统可以被配置成用于向患者递送呼吸气体。该呼吸气体可以被调节成具有目标或希望的特性。这些特性可以被选择成对患者提供疗效、在治疗过程中增加患者的舒适度、或者以其他方式改善患者的呼吸。一些气体递送系统可以被配置成用于向患者提供多种气体的混合物。例如,气体递送系统可以被配置成用于向患者提供混合有氧气的空气。该气体混合物中氧气的浓度可以通过气体递送系统、使用控制反馈环路来测量并维持。例如,该气体递送系统可以包括测量设备和控制器,该测量设备被配置成用于测量该气体混合物中的组分气体的浓度,并且该控制器被配置成用于对阀进行控制以便至少部分地基于该测量设备所提供的测量值来调节这些组分气体中的至少一者对该气体混合物的贡献。该测量设备可以包括混合室,该混合室被配置成用于在混合后的气体进入可以测量该混合后的气体的测量室中之前将该组分气体有效地混合。由此类测量设备所提供的测量值的精度可以优于由测量之前不能将气体充分混合的其他装置所提供的测量值。

[0025] 作为实例,气体递送系统可以被配置成用于将两种组分气体混合并且经由一个或多个控制阀来控制这些组分气体中的至少一种组分气体对气体混合物的贡献。该气体递送系统可以被配置成用于将这些组分气体混合成基本上均质的二元混合物。该气体递送系统可以包括多个超声变换器或传感器,这些超声变换器或传感器被配置成用于生成压力波并且沿着穿过测量室的气流来检测这些压力波,从而确定组分气体的气体浓度或相对比率。这些超声传感器的输出可以是表示气体的特性或特征的信号。该气体递送系统可以包括混合室,该混合室被配置成用于围绕该测量室的外围沿着螺旋形气体流动路径引导气流,该测量室被共轴地定位在该混合室内。共轴室安排可以提供:相对长的气体流动路径以促进气体的有效混合、以及这些超声传感器之间相对长的距离以改善测量值精度。在一些实施例中,该气体递送系统可以包括多个挡板和/或叶片。该气体递送系统可以至少部分地基于组分气体的浓度的测量值来操作一个或多个控制阀,从而维持该气体混合物中气体的目标或希望的相对比率。

[0026] 气体递送系统

[0027] 图1展示了被配置成用于向患者18递送呼吸气体的实例气体递送系统1。该气体递送系统1包括鼓风机组件2、增湿器4、鼓风机导管12、患者导管14、和患者接口16。该鼓风机组件2包括鼓风机10和测量设备20。该增湿器4包括增湿室6和被配置成用于加热该增湿室6内的流体的加热装置8。在一些实施例中,该鼓风机导管12将气体从鼓风机组件2传送到增湿器4,并且该患者导管14将增湿的气体从该增湿器4传送到该患者接口16。在一些实施例中,该鼓风机导管12和该患者导管14各自可以包括吸入导管、呼出导管、干燥管线、或任何其他形式的被配置成用于将患者18连接至气体源上的导管、管路、或回路。患者18经由患者

接口16接收增湿的气体。

[0028] 如在此所描述的鼓风机10可以包括气体源、换气装置、流动发生器、风扇、或这些的组合等。在一些实施例中,该鼓风机10被配置成用于将空气提供至测量设备20。在一些实施例中,该测量设备20进一步被配置成用于接收第二气体或额外的气体来与鼓风机10所提供的空气混合。

[0029] 如在此所描述的患者接口16可以包括鼻罩、口罩、全面罩、鼻套管、鼻枕、气管罩、吹气装置等。如在此所描述的系统和方法可以用于侵入式或非侵入式治疗并且在一些实施例中用于腹腔镜治疗。

[0030] 递送给患者18的气体可以包括空气、氧气、二氧化碳、一氧化二氮、或任意以上列出的气体的组合。应理解的是,其他气体或气体组合也可以落入本披露的范围内。作为实例,该测量设备20可以被配置成用于将两种组分气体混合以便给患者18提供二元气体混合物。二元气体混合物中的组分气体各自可以包括纯气体或气体混合物。二元气体混合物的具体实例是氧气和空气的混合物,其中空气和氧气被视为该二元气体混合物的组分气体,即使空气本身就是包括氧气的气体混合物也是如此。本披露将描述运用氧气和空气的二元气体混合物的设备和系统,但是应理解的是,这些设备和系统将以类似的方式以任意二元气体混合物运行。

[0031] 该测量设备20可以被配置成用于将来自鼓风机10和/或额外的气体源的多种气体加以混合以便给患者18提供基本上良好混合的气体混合物。如在此所使用的,基本上良好混合的气体混合物可以包括基本上均质的气体混合物。作为实例,基本上均质的气体混合物可以指代被实质性混合并且具有总体上均一的温度(例如,足够一致或均一而使得该混合物内的变化在临床上不相关的温度)的气体混合物。作为另一个实例,基本上均质的气体混合物可以指代就气体浓度梯度和/或温度梯度而言基本上均一而使得浓度和/或温度的高测量值与低测量值之间的任何差异是在临床上不相关的气体混合物。相反,非均质的气体混合物例如可以显示出可能导致气体测量不精确的气体特性或特征(例如,流量或温度)的瞬时变化。对该测量设备20而言可能有利的是提供基本上均质的气体混合物,因为基本上均质的气体混合物可以比非均质的气体混合物更快速地实现更精确的气体测量。

[0032] 在该气体递送系统1中,瞬时状态(例如,气体浓度发生变化的时间段)可以比没有测量设备20的系统更短,这可以允许更快的采样速率。因此,检测气体的浓度的变化所花费的时间可以类似于这些气体传送经过该测量设备20所花费的时间。测量设备20检测到这些变化所花费的时间可以至少部分地取决于该测量设备20的体积以及气体穿过该气体递送系统1的流量。

[0033] 感测的精度可以至少部分地由于该测量设备20的、增大从气体流动经过该测量设备20到该测量设备20的壳体的热传递并且减小从这些气体到周围环境的热传递的以下多个特征而被改善:例如但不限于,在印刷电路板(PCB)或模制部件的表面上形成的轨道、组装在该测量设备20中的传导路径等。这可以帮助降低杆效应对测量精度的影响。该壳体的壁附近的高流量可以导致气体与该壳体之间的高速热传递,这可以改善该壳体的材料对温度变化的响应时间并且因此确保该壳体温度在测量阶段过程中保持总体上均一。这可能在至少部分地基于温度对这些传感器之间的实际距离和经校准距离的关系的影响来确定气体浓度时是重要的,这进而可以影响所计算出的氧气浓度的精度。该壳体的材料特性可以

被选择成减小或最小化温度发生变化时出现的、可能影响测量路径长度的尺寸变化,由此减小对外部参数的敏感性。

[0034] 可以将氧气或其他补充气体(例如但不限于:二氧化碳)从壁式来源、气体瓶等供应至气体递送系统1。在一些实施例中,这些补充气体可以通过测量设备20供应给气体递送系统1。

[0035] 该气体递送系统1可以包括控制系统9,该控制系统被配置成用于接收来自该气体递送系统1的传感器的测量值或信号、控制递送给加热装置8的功率、接收来自测量设备20的信号、控制鼓风机10的速度或流量等等。该控制系统9可以包括控制器和数据存储装置。该控制器可以包括一个或多个微处理器、专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列等等。该控制器可以被配置成执行存储在该数据存储装置上的多个计算机可执行指令。该数据存储装置可以包括一个或多个瞬态存储装置,例如固态驱动器、硬盘驱动器、ROM、EEPROM、RAM等等。在一些实施例中,该控制系统9可以是增湿器4的一部分、鼓风机组件2的一部分、或增湿器4和鼓风机组件2两者的一部分。

[0036] 测量设备

[0037] 图2展示了以共轴安排来配置的测量设备20的实例实施例。该测量设备20包括混合室21,该混合室是该共轴安排的外室。该共轴安排为该测量设备20提供了紧凑设计、同时允许延长气体流动路径,这帮助确保获得基本上良好混合的气体混合物。因此,该测量设备20可以比具有非共轴安排的测量设备更紧凑。该混合室21包括混合元件24。该混合元件24可以延伸了该气体流动路径穿过该混合室21的长度。

[0038] 空气例如从鼓风机10经由空气入口30进入该混合室21中。氧气、或另一种补充气体或气体组合经由氧气入口32进入该混合室21中。该氧气入口32的内直径可以基本上小于该空气入口30。此类构型的一个优点是,氧气将以比空气更高的速度进入该混合室21中。这可以促进空气沿着较长的路径长度前进并且还可以增加空气和氧气彼此相接触的时间,从而促进空气和氧气的增大混合。该空气入口30可以被定位成使得它与该氧气入口32偏离。该氧气入口32可以被定位成使得氧气不经过空气入口30附近,氧气在该空气入口处可以被重新定向成朝向鼓风机10,因为这样可能导致氧气损失。

[0039] 该混合元件24被定位在该测量设备20的混合室21中。该混合元件24促进空气和氧气围绕混合室21并且朝向测量室22的涡旋流动。图4展示了与混合室21分开的混合元件24。涡旋流动促进了气体混合,这可以对具体在不同流量确定气体特性并且生成可预期测量值而言是重要的。该涡旋流动还可以维持总体上对称且稳定的气体轮廓、并且可以减小或消除气流的可变轴向分量。该涡旋流动还可以有助于声学上更安静的系统。图3展示了壁25,该壁将混合室21中的气体与测量室22中的气体分开。

[0040] 在一些实施例中,该测量室22的形状是圆锥形。例如,该测量室22的入口可以大于该测量室22的出口。该测量室22的内直径可以沿着流动方向减小。在某些实现方式中,该测量室22的内壁可以与该测量室22的纵向轴线形成小于或等于约5度、小于或等于约4度、小于或等于约3度、或小于或等于约1.5度的角度。在一些实现方式中,该测量室22的入口可以比该测量室22的出口大约5%、约3%、或约2%。例如,在测量室22的内壁是大致圆锥形的情况下,气体可以通过入口进入该测量室22中,该入口具有的半径比这些气体离开该测量室22要穿过的出口半径大约2%-3%。在一些实施例中,该测量室22的截面宽度沿着气体流动

方向减小。截面宽度的减小不必是线性的、但可以具有任何适合的形式。

[0041] 图5展示了测量设备40的实例实施例。该测量设备40可以包括混合室41和测量室22。该混合室41可以包括一个或多个挡板44a、44b。在一些实施例中,该混合室41可以包括叶片46。在一些实施例中,该混合室41可以包括与叶片46相组合的一个或多个挡板44a、44b。其他组合也是可能的。

[0042] 如图所示,该测量设备40包括两个挡板44a、44b,但是可以使用不同数量的挡板,例如但不限于:一个、三个或四个挡板。挡板44a可以被定位在空气入口30之处或附近,以便促进空气和/或氧气在空气和/或氧气的入口附近的混合。挡板44b可以被定位在离挡板44a更远的下游。叶片46可以是挡板44b的延续、或者可以被定位在离挡板44b更远的下游。挡板44a、44b各自之间的间距和挡板44b与叶片46之间的间距可以受混合室41的几何形状影响。在一些实施例中,挡板44b与叶片46之间的间距可以类似与挡板44a、44b各自之间的间距。应理解的是,可以存在这些特征之间的间距的不同变化。挡板44a、44b可以增大气体移动穿过混合室41时所经过的路径长度。挡板44a、44b可以引起紊动来促进空气与氧气之间的混合。挡板44a、44b的定位可以被配置成使得气体能够在相对小的空间内基本上被混合。挡板44a、44b可以垂直于气体的流动方向来定向。在一些实施例中,挡板44a、44b不垂直于气体的流动方向来定向、而仍引起紊动来改善气体的混合。

[0043] 图6展示了挡板44a、44b围绕该测量室22至少部分地延伸,这可以留下挡板44a、44b不围绕其延伸的对应的空隙45a、45b。在图6中示出了挡板44a和空隙45a,但是应理解的是,挡板44b和对应的空隙45b可以用类似的方式来配置。在一些实施例中,挡板44a、44b围绕该混合室41延伸了大致 270° 。在一些实施例中,挡板44a、44b围绕该混合室41延伸了大致 180° 。挡板44a、44b可以被配置成用于围绕该混合室41延伸 180° 与 270° 之间。挡板44a、44b也围绕该混合室41延伸小于 180° 或大于 270° (不包括 360°)。挡板44a、44b各自可以围绕该混合室41不同地延伸(例如,挡板44a可以围绕该混合室41延伸 270° 并且挡板44b可以延伸 250°)。空隙45a、45b促使气体围绕该混合室41盘旋并且被定位成使得促进这些气体围绕该混合室41沿着流体路径的较大部分混合。空隙45a、45b可以是彼此偏离的(例如,这些空隙45a、45b可能不是彼此轴向地或纵向地对齐的)。挡板44a、44b可以包括修圆形拐角以用于减少流动分离并且减小噪声。在一些实施例中,挡板44a、44b可以包括方形拐角。

[0044] 该叶片46可以被配置成用于致使紊动的不稳定气体变得更加层流,从而使得这些气体能够在达到测量室22之时基本上更稳定、具有较少的波动。叶片46还可以通过减小气体的紊动来减小该气体递送系统1中压力产生的噪声。至少部分地由于挡板44a、44b的定位,叶片46可以增大气体的稳定性并且可以致使这些气体甚至在相对高的流量下更加层流。

[0045] 该测量室22可以是共轴安排的内室。气体从混合室21、41移动进入测量室22中。该测量室22可以在每端处包括超声变换器、收发器、或传感器26,如图2、3、和5所示。在一些情况下,这些超声传感器26可以包括一对传感器或多对传感器。这些超声传感器26各自之间的距离可以与气体浓度的小变化相比实现更大的测量分辨率。这些超声传感器26各自之间的增大的距离可以允许这些超声传感器26各自之间针对声学信号的、由于与飞行时间有关的声速而导致的时间段更长。关于时间测量的精度(该精度受限于离散误差)而言该距离还可以减小测量设备40的敏感性。

[0046] 超声感测

[0047] 这些超声传感器26各自沿着气体流动路径交替地发射和接收压力波。在优选的实施例中,这些超声传感器26中被配置成发射器的第一个超声传感器沿着气体流动路径在下游方向上发射一系列脉冲。这些超声传感器26中被配置成接收器的第二个超声传感器在第一时间段之后检测所发射的脉冲。当完成从这些超声传感器26中的第一个超声传感器发射该系列脉冲时,这些超声传感器26的构型被颠倒:这些超声传感器26中的第二个超声传感器沿着气体流动路径在上游方向上发射一系列脉冲,并且这些超声传感器26中的第一个超声传感器在第二时间段之后检测所发射的脉冲。下游方向被定义为遵照或顺着气流沿着气体流动路径的方向的方向。上游方向被定义为与气流沿着气体流动路径的方向相逆或相反的方向(并且因此与该下游方向相反)。该第一和第二时间段可以具有或不具有相同的长度;当它们不同时,该第一时间段(针对下游发射而言)一般短于该第二时间段(针对该上游发射而言)。脉冲沿着气体流动路径在两个方向上的发射和检测可以减小测量设备20、40对系统变化的敏感性。在一些实施例中,仅沿单一方向来发射是可行的。

[0048] 沿着气体流动路径的感测可以允许测量以下气体特性或特征中的任一项或全部:速度、流量和/或氧气浓度。沿着气体流动路径的感测可以能够使得确定这些气体特性而无需额外的传感器。出于冗余和/或改善精度的目的,可以将额外的传感器、例如但不限于温度传感器或湿度传感器引入该气体递送系统1中而不背离所披露的系统和方法的范围。沿着气体流动路径的感测使得感测能够在封闭系统内进行。该气体递送系统1可能有利地是封闭系统,以便改善该气体递送系统1含氧能力(例如,降低氧气泄漏的可能性)并且延长该气体递送系统1中的塑性部件的寿命。

[0049] 超声脉冲从测量室22的一端到另一端所花费的时间(在此被称为飞行时间)以及该测量室22的长度和几何形状可以用来基于声速来确定气体的速度以及气体浓度。气体浓度的变化可以可预期地影响脉冲信号在沿着气体流动路径的每个方向上的飞行时间。温度传感器可以被包括在气体递送系统1中以便能够检测到还可能影响气体混合物中声速计算的变化任何温度变化。

[0050] 应理解的是,可以针对超声感测使用不同的频率并且因此所披露的系统和方法的范围不限于特定值。仅出于举例的目的,在一些实施例中,使用了大致25kHz的频率。

[0051] 超声感测可以为测量设备20、40提供更快速的响应和冗余。测量设备20、40中的测量值以及与气体的流量有关的信息可以相对于其他感测系统快速地生成。冗余可以用所测量的气体特性的内置验证形式提供。如果已经检测到不太可能的气体流量,则这可能意味着所检测到的氧气浓度不正确。类似地,如果检测到不太可能的氧气浓度,则这可能指明该气体流量不正确。这样的冗余可以帮助以较低和较高的流量极限值来改善安全因子。进入该测量室22中的气体可以基本上被混合,这可以减小由于未混合的气体而可能发生的测量不一致。

[0052] 脉冲可以被定义为具有与变换器的驱动频率相关联的单一周期的峰。一系列脉冲可以使用多个周期并且可以检测选定量的峰。一系列脉冲可以由变换器发射所希望的激发频率所持续的时间段限定,这样使得可以发射希望数量的峰。可以控制该多个发射周期、超声变换器26的离散特征以及测量设备20、40的物理设计来减小或最小化该测量设备20、40中的多路径干扰。多个发射顺序之间的时间间隔可以被配置成短于飞行时间并且不产生显

著的干扰。单一脉冲可能致使至少部分地由于超声变换器26的离散特征以及测量设备20、40的物理设计对所接收的信号的影响而对多路径干扰的影响较不敏感。

[0053] 一系列脉冲可以有利地用来发射以下测量信号：该信号可能在振幅上较高并且对电子噪音比单一脉冲更不敏感。使用该系列脉冲还可以使得这些超声传感器26能够以驱动频率被激发并且可以帮助确保该驱动频率的声学周期是已知的，由此消除或减小了可能由共振响应导致的问题，例如相位延迟。该驱动频率可以不必等于超声传感器26的固有频率，这取决于温度、气体浓度和传感器构造。每个峰之间的时间段可以根据所发射的信号、所接收的信号、和所测量的气体混合物的温度之间的相移来确定。峰区分可以由于脉冲之间的较大时间间隔而在较低频率下更容易。该系列脉冲可以产生有多个读数的大样本，这些读数可以使用求平均值技术来处理以便改善精度。

[0054] 混合气体中声速的计算可以受温度和/或湿度的影响。为了改善声速的计算精度，可以进行温度和/或湿度修正。例如，基于理想气体的特性，声音的速度是与温度的平方根成比例的。温度可以在气体递送系统1中测量到以用作修正因子。例如，温度传感器可以被定位在测量室22的输入处，并且在一些实施例中，被定位在测量设备20、40的输出处，因为气体经由鼓风机导管12进入增湿室6中。在一些实施例中，在此所披露的测量方法可以在不使用温度修正值的情况下执行。在一些实施例中，在此所披露的测量方法可以将测量室22维持在目标温度下或其附近，从而因此允许在不使用温度修正值的情况下执行声速的计算。

[0055] 作为另一个实例，湿度变化可以致使气体的声速改变。因此，可能希望的是测量气体混合物中的湿度以改善精度。这些测量值可以在气体的声速的计算中用作修正因子。为了测量湿度，例如，可以在鼓风机组件2的进气歧管处定位湿度传感器来测量进入该气体递送系统1中的空气的湿度。在一些实施例中，该湿度传感器可以被定位在测量设备20、40的出口处。在一些实施例中，可以将湿度传感器放在鼓风机组件2的进气歧管处以及测量设备20、40的出口处。使用两个湿度传感器可以提供帮助确定存在泄漏的额外优点。

[0056] 在测量设备20、40的氧气入口32和空气入口30处可以定位压力传感器。因此，在气体进入测量设备20、40中时可以测量这些输入气体各自的静态或动态压力。在一些实施例中，空气入口30的静态或动态压力可以由鼓风机速度来近似。这可以给出输入气体组合物的比率、或输入气体彼此的相对分数的近似值。在气体进入增湿室6中时，可以在测量设备20、40的输出处定位额外的压力传感器。测量压力可以提供辅助气体浓度和流量测量系统，该系统可以更不依赖于混合、二氧化碳、水蒸气、温度、或高度变化的影响、或对其较不敏感。温度传感器、湿度传感器、和压力传感器可以提供测量数据以改善氧气浓度的测量值的精度。这可以通过直接计算或经由查找表来实现。

[0057] 可以选择声学超材料来控制、操纵、和/或引导压力波以便减小可能造成干扰的离散。这样的材料可以与依赖于超声传感器26相对于根据选定的驱动频率设计成的测量区段的适当孔口直径的定位相结合地、或者代替其地使用。

[0058] 在一些实施例中，测量设备20、40可以与不限于包括鼓风机的气体源、但是替代地可以附接至换气机、吹气机、或其他气体源上的增湿系统一起使用。在一些实施例中，测量设备20、40可以不是鼓风机组件2的一部分、但可以是气体递送系统1的、位于气体源于增湿系统之间的单独部件。

[0059] 测量方法

[0060] 测量设备20、40可以被配置成用于向控制系统提供指示气体递送系统1中的气体的特征或特性的电信号。该控制系统可以接收电信号、确定气体特性或特征(例如,气体浓度、混合比率、流量、速度、温度或湿度)、并且至少部分地响应于这些电信号来控制该气体递送系统1的装置或部件。

[0061] 图7展示了具有被配置成用于测量至少一个气体特征的至少两个超声传感器710a、710b的测量室700,其中这些超声传感器710a、710b被配置成用于沿着气体流动路径发射和接收压力波或脉冲。超声传感器710a、710b可以被配置成用于测量例如但不限于:气体浓度、流量、速度等。每个超声传感器710a、710b可以被配置成用于发射和接收多个压力波或脉冲712。例如,在第一测量阶段中,超声传感器710a可以被配置成用于充当发射器来在下游方向(遵照或沿着气体顺着该气流体路径的流动)上发射脉冲或脉冲序列712。在这个第一测量阶段中,超声传感器710b可以被配置成充当接收器来响应于所接收的脉冲712来生成电信号。在第二测量阶段中,这些超声传感器的角色可以颠倒-超声传感器710b可以切换成充当发射器并且超声传感器710a切换成充当接收器。在这个第二测量阶段中,压力波或脉冲712沿上游方向(沿着该气体流动路径与气体流动相逆或相反并且因此与下游方向相反)发射。

[0062] 超声传感器710a、710b可以可操作地联接至控制系统720上。该控制系统720可以包括控制器、数据存储器、通信总线等,以便与传感器710a、710b通信、至少部分地基于从超声传感器710a、710b接收到的信号来确定气体特征、响应于所确定的特征来控制该气体递送系统1的部件,等。例如,控制系统720可以被配置成用于通过将脉冲712在每个方向上(从每个测量阶段)的飞行时间(到达时间)进行比较来确定气体特征。该控制系统720可以例如至少部分地基于飞行时间的差异来确定气体的流量。该控制系统720可以响应于所确定的特征来控制该气体递送系统1的鼓风机、阀、或其他类似部件。

[0063] 在一些实施例中,超声传感器710a、710b被配置成用于以该超声传感器710a、710b的固有操作频率或其附近的频率来发射和接收脉冲712。超声传感器710a、710b可以被配置成具有相同的固有操作频率。这可以有利地减小噪音失真。在某些实现方式中,超声传感器710a、710b的固有频率为约25kHz。在某些实现方式中,超声传感器710a、710b可以约每隔10ms发射和/或接收脉冲712。该脉冲序列或多个脉冲712可以是方形波、锯齿形、正弦波、以及一些其他脉冲形状。该控制系统720可以被配置成用于识别或检测脉冲712的频率和/或脉冲712的飞行时间。在某些实现方式中,该控制系统720可以被配置成用于识别脉冲712的上升或下降边缘、最大值或最小值、和/或过零点等。在某些实现方式中,是在每个方向上完成采样,从而使得获取约40个样本(例如,40个上升边缘样本和40个下降边缘样本)。在某些实现方式中,该采样速率被设置为约50Hz。在一些实施例中,信号没有被过滤。

[0064] 由于超声传感器710a、710b之间的距离固定,所以超声传感器710a、710b之间的信号飞行时间受气体的多个特征或特性(例如,氧气水平、湿度、和温度)的影响。在具体温度下,期望该信号飞行时间落入由空气和纯氧气环境的飞行时间所界定的时间范围内。这些飞行时间界限受多个因素(例如气体流动、测量设备20、40的物理设计、以及组件变化)的影响并且在上游和下游方向上也可以是不同的。这在图8A中展示出,该图基于对氧气和空气的二元气体混合物使用测量室700的具体实施例的实例测量示出了二元气体校准曲线的图

示。在图8A中,针对未知的气体混合物的、在下游和上游方向上对应地测量的脉冲飞行时间 G_d 和 G_u 是相对于所测量的温度绘制的,这两个方向上的平均飞行时间 G_{avg} 也是如此。在图8A中还示出了针对氧气的、对应地在下游和上游方向上、在若干温度下的飞行时间测量值 O_d 和 O_u 以及其在所测量温度下的平均值 O_{avg} ;以及针对空气的、在下游和上游方向上、在若干温度下的飞行时间测量值 A_d 和 A_u 以及其在所测量温度下的平均值 A_{avg} 。空气和氧气的平均值代表气体递送系统1内的潜在飞行时间测量值的界限。

[0065] 为了确定氧气和空气的二元气体混合物的氧气浓度,该控制系统720可以被配置成用于识别由超声传感器710a、710b所接收到的脉冲序列的峰并且基于所接收到的峰的数量以及所接收到的每个峰的次数来计算每个方向上的平均飞行时间。在具体温度下,可以将氧气浓度计算成体积百分比:

$$[0066] \quad OC(vol.) = \frac{(100 - 20.9)(G_{avg} - A_{avg})}{(O_{avg} - A_{avg})} + 20.9$$

[0067] 其中

$$[0068] \quad G_{avg} = \frac{(G_d + G_u)}{2}$$

$$[0069] \quad A_{avg} = \frac{(A_d + A_u)}{2}$$

$$[0070] \quad O_{avg} = \frac{(O_d + O_u)}{2}$$

[0071] 其中 G_d 代表针对二元气体混合物的下游平均飞行时间, G_u 代表针对二元气体混合物的上游平均飞行时间,并且 G_{avg} 代表 G_d 与 G_u 的平均值; A_d 、 A_u 、和 A_{avg} 表示针对空气(含有20.9%的氧气)的等效平均值;并且 O_d 、 O_u 、和 O_{avg} 代表针对100%氧气的等效平均值。在图8B的曲线图中,使用100%氧气中的平均飞行时间 O_{avg} 与存在20.9%氧气的环境中(例如空气)的平均飞行时间 A_{avg} 之间的线性关系来计算气体浓度 x (例如,该二元气体混合物中氧气的分数)。图8B中的线段是针对给定温度(例如,所测量的温度)基于图8A的数据绘制的。

[0072] 为了确定包括具体氧气浓度的气体混合物的流量,在每个方向上测量到的飞行时间之间的差被通过偏离值(也成为校准后的修正值)调整。校准后的修正值至少部分地补偿了测量室700中的不对称。例如,甚至在气体流量为零或接近零时,在下游和上游方向上移动的脉冲仍可能存在飞行时间的不同。如图8C所示,可以基于之前所确定的浓度 x (例如,如图8B所示)、根据针对气体混合物在每个方向上的飞行时间来确定校准后的修正值 f_G 。作为实例,可以以升每分钟为单位来将气体和空气的混合物的流量计算为:

$$[0073] \quad F(lpm) = k \times [(G_u - G_d) - f_G]$$

[0074] 其中

$$[0075] \quad f_G = f_A + \frac{(f_O - f_A)(x - 20.9)}{(100 - 20.9)}$$

[0076] 其中 k 是代表测量室700的截面积和超声传感器710a、710b之间的距离的影响的常量, f_A 被计算为针对空气的校准修正值,并且 f_O 被计算为针对氧气的校准修正值。该校准修正值 f_G 是基于气体浓度在 f_A 与 f_O 之间的线性插值。

[0077] 除非上下文另外清楚地要求,否则贯穿本说明书和权利要求书,词语“包括”、“包括了”、“具有”、“包括有”等应被解释为包括的意义(与排除的或详尽的意义相反),也就是说,其意义是“包括但不限于”。

[0078] 对本说明书中任何现有技术的提及不是并且不应当认为是承认该现有技术形成世界上任何国家致力于其的领域中公共常识的部分或任何形式的建议。

[0079] 本披露的设备和系统还可以被大致上视为存在于本申请的说明书中个别地或共同地提及或指明的部件、元件和特征中,在所述部件、元件或特征中的两者或更多者的任何或所有组合中。

[0080] 在上述描述中,在已经参考具有已知等效物的整体或部件的地方,这些整体如同单独提出一样结合在此。

[0081] 应注意的是,对在此所描述的实施例的多种不同改变和修改应是本领域技术人员所了解的。可以做出这样的改变和修改而不背离本披露精神和范围并且不减少其附带优点。例如,可以根据需要重新定位不同部件、或者可以按不同的次序来执行方法中的多个不同步骤。因此预期这样的变化和修改被包括在本披露的范围之内。此外,并非所有这些特征、方面以及优点都是所披露实施例必需的。相应地,要求保护的实施例的范围旨在仅由以下权利要求书限定而非由本披露中的任何独立实施例来限定。

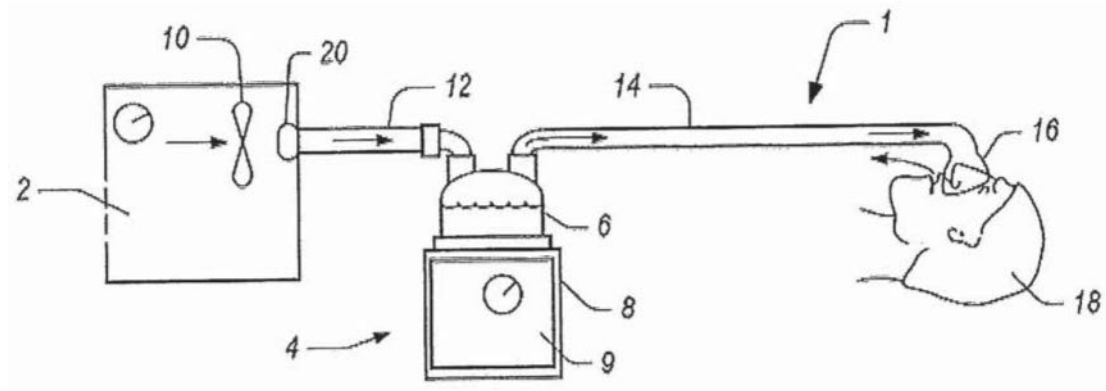


图1

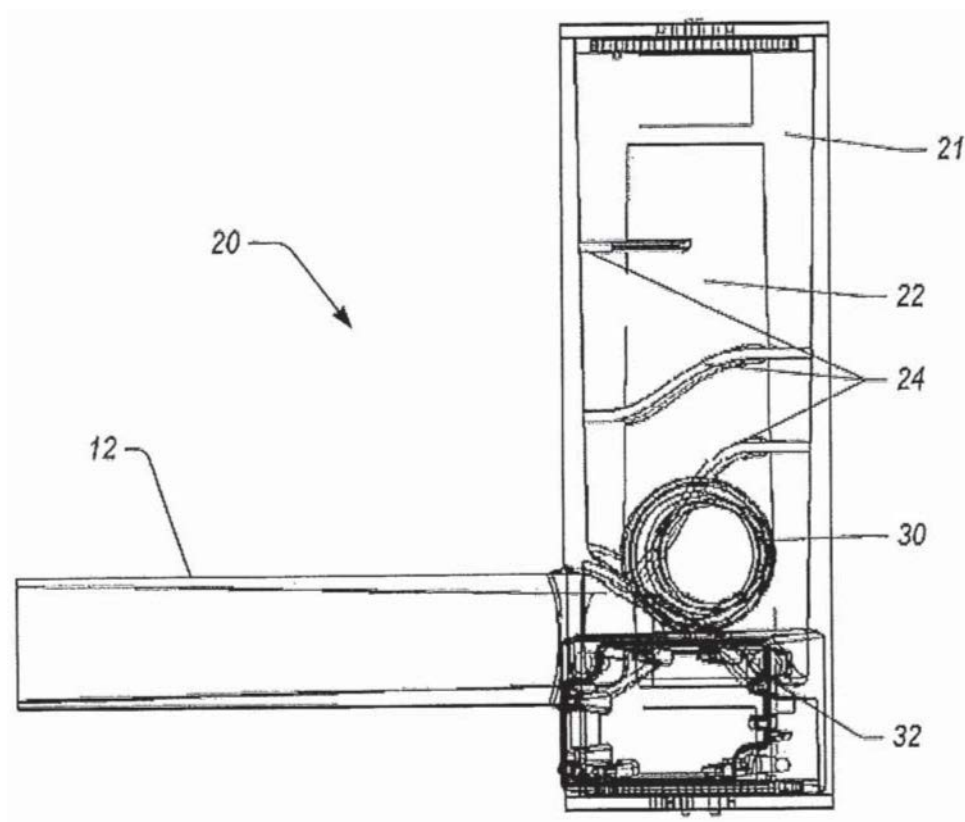


图2

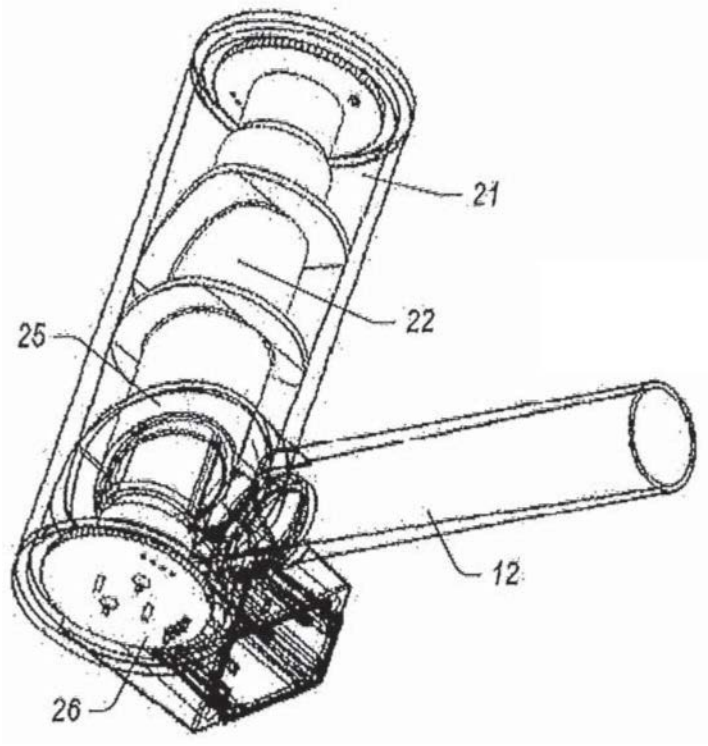


图3

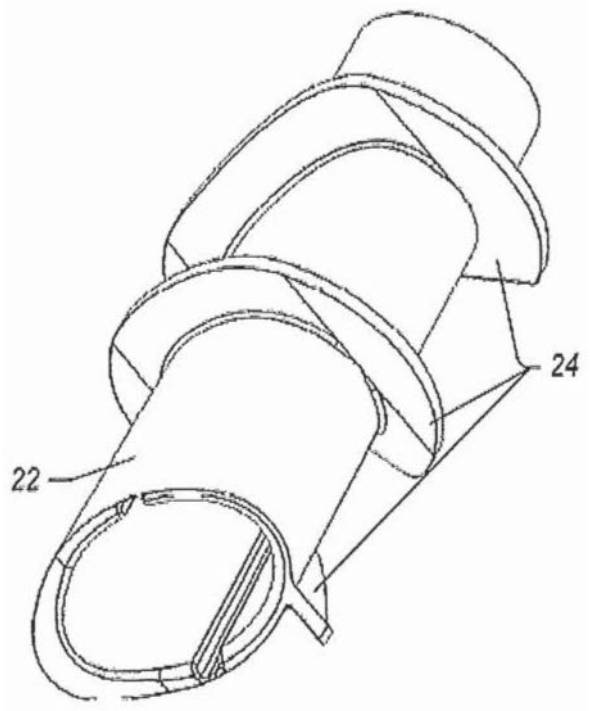


图4

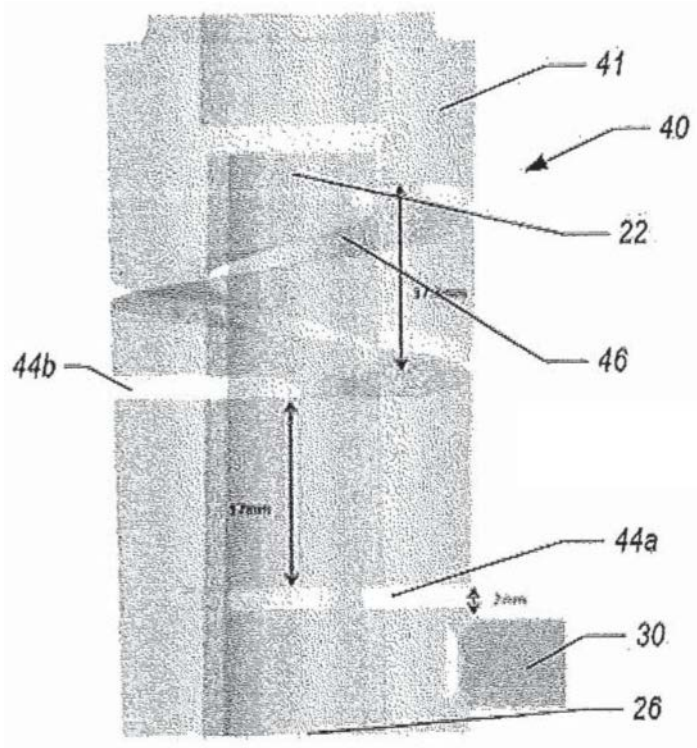


图5

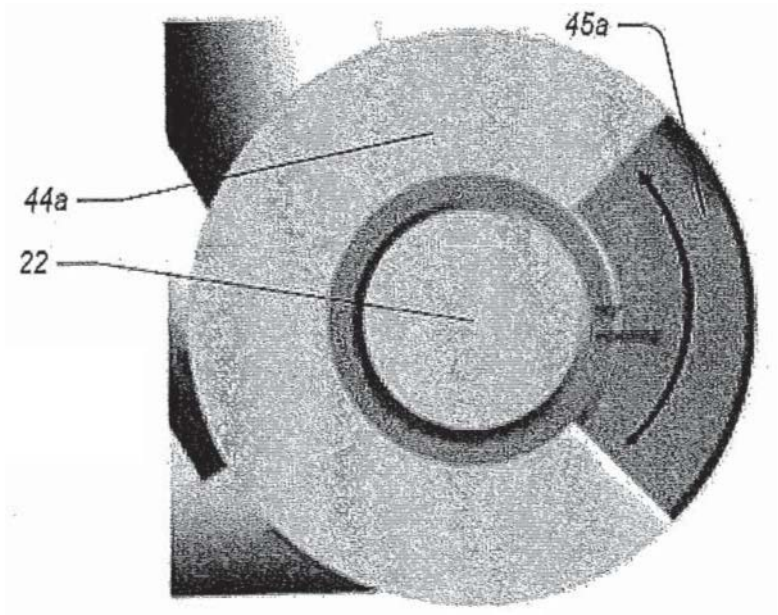


图6

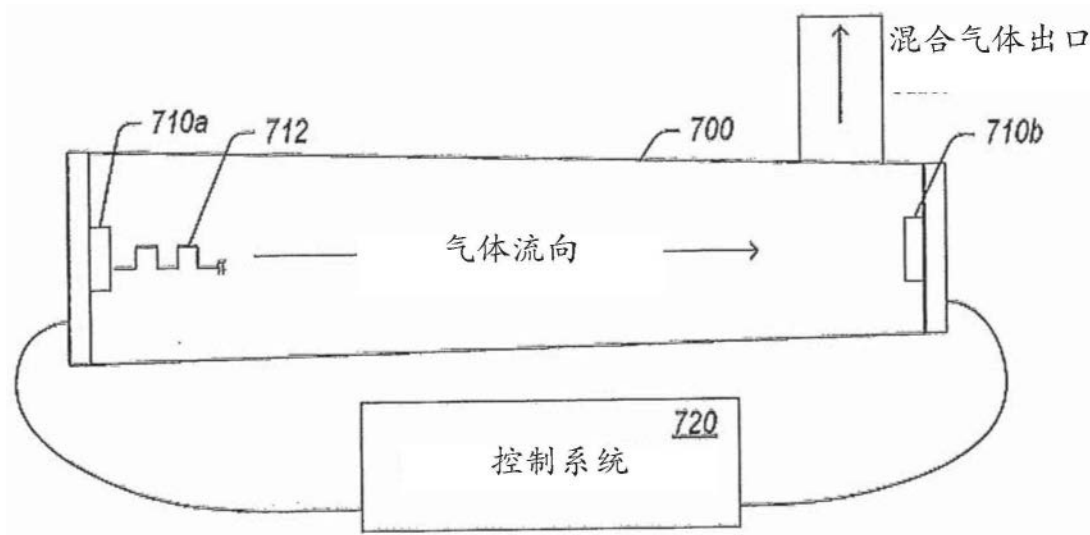


图7

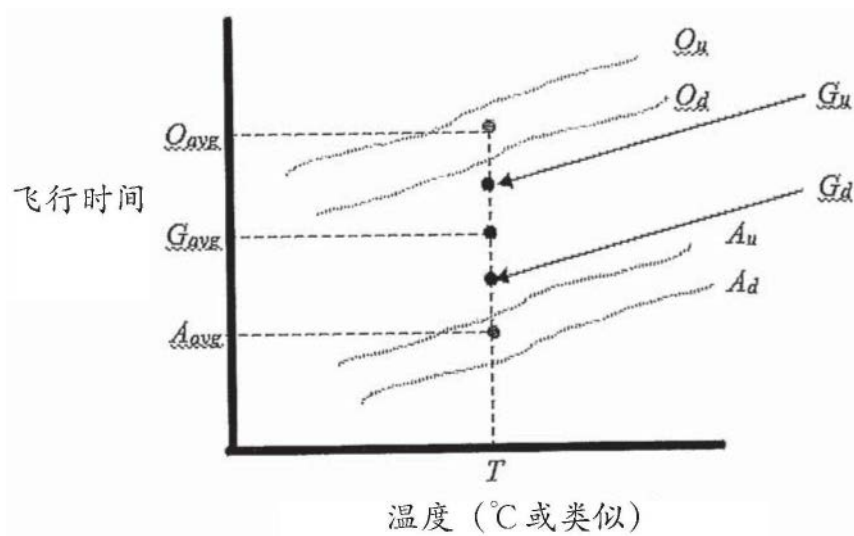


图8A

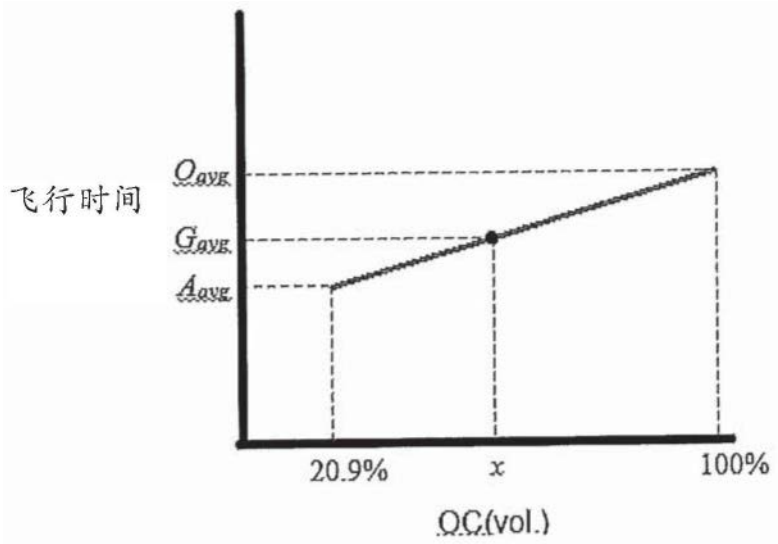


图8B

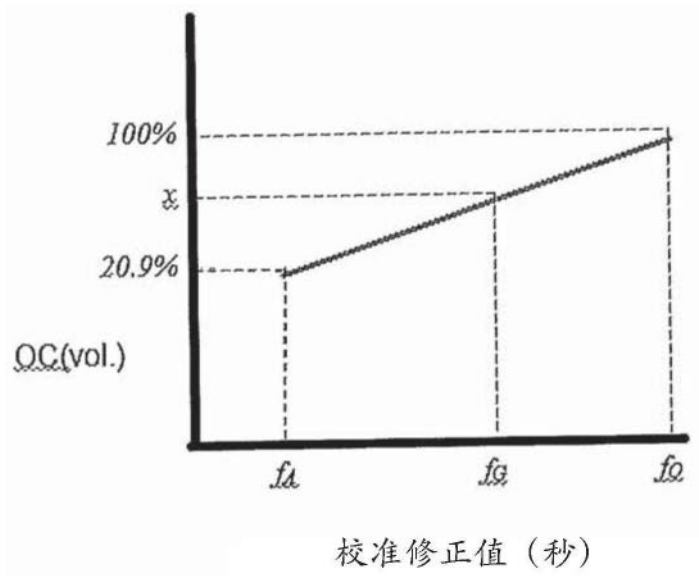


图8C