



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115715211 A

(43) 申请公布日 2023. 02. 24

(21) 申请号 202180045760.2

(22) 申请日 2021.05.28

(30) 优先权数据

102020000013012 2020.06.01 IT

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2022.12.27

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2021/054704 2021.05.28

(87) PCT国际申请的公布数据

WO2021/245516 EN 2021.12.09

(71) 申请人 维塔有限责任公司

地址 意大利特伦托

(72) 发明人 A·孔蒂 G·孔蒂 S·拉索拉

M·祖科 F·兹安隆纳

(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 范莉

(51) Int.Cl.

A61M 16/00 (2006.01)

权利要求书2页 说明书6页 附图5页

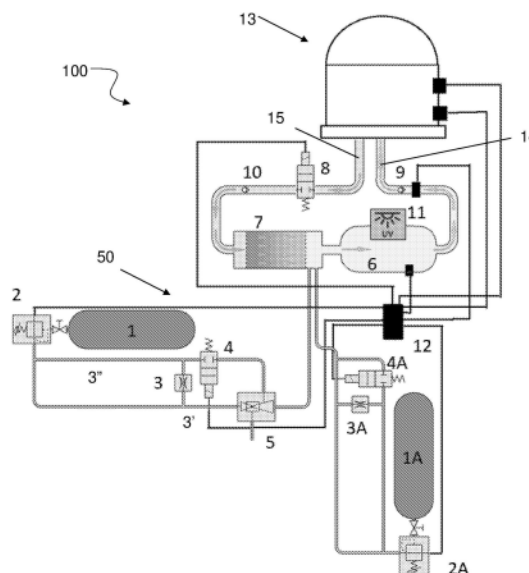
(54) 发明名称

人工通气系统和相关控制方法

(57) 摘要

一种人工通气系统(100、200)有:呼吸头盔(13);抽吸装置(5、25),其从外部环境抽吸空气;储罐(1),用于容纳增压氧气;第一控制阀(2),其调节空气/氧气的混合;第二控制阀(4),其调节空气/氧气混合物的流速;增压室(6),用于容纳离开抽吸装置(5)的空气和氧气的混合物;供给管(14),其允许空气/氧气混合物到达呼吸头盔(13);第一止回阀(9)防止空气/氧气混合物从供给管(14)回流;排气管(15),用于空气/CO2混合物,该混合物的流速由第三控制阀(8)来调节;空气/CO2混合物的过滤器元件(7),其与增压室(6)流体连通;以及控制单元(12),用于至少控制在呼吸头盔(13)内的氧饱和度和二氧化碳浓度;其中,供给管(14)和排气管(15)集成在第一壳体(16)中,该第一壳体(16)与在呼吸头盔(13)内的第二壳体(17)连接,在第一壳体(16)和第二壳体(17)内部,两个流通过分离隔膜(20)而保持分离,第二壳体(17)包括允许空气/氧气混合物在

呼吸头盔(13)内流动的多个第一孔(17')和用于使排出的富含CO2空气进入第二壳体(17)内的多个第二孔(17'')。



1. 一种人工通气系统(100、200),包括:
 - 呼吸头盔(13);
 - 抽吸装置(5、25),该抽吸装置(5、25)从外部环境抽吸空气;
 - 储罐(1),用于容纳增压氧气;
 - 第一控制阀(2),该第一控制阀(2)调节空气/氧气的混合;
 - 第二控制阀(4),该第二控制阀(4)调节空气/氧气混合物的流速;
 - 增压室(6),该增压室(6)用于容纳离开抽吸装置(5)的空气和氧气的混合物;
 - 供给管(14),该供给管(14)允许空气/氧气混合物到达呼吸头盔(13);
 - 第一止回阀(9),该第一止回阀(9)防止空气/氧气混合物从供给管(14)回流;
 - 排气管(15),用于空气/CO₂混合物,该空气/CO₂混合物的流速由第三控制阀(8)来调节;
- 空气/CO₂混合物的过滤器元件(7),该过滤器元件(7)与增压室(6)流体连通;以及
- 控制单元(12),用于至少控制在呼吸头盔(13)内的氧饱和度和二氧化碳浓度;
- 该人工通气系统(100,200)的特征在于:
 - 供给管(14)和排气管(15)集成在第一壳体(16)中,该第一壳体(16)与在呼吸头盔(13)内的第二壳体(17)连接,
 - 其中,在第一壳体(16)和第二壳体(17)内部,两个流通过分离隔膜(20)而保持分离,以及
 - 第二壳体(17)包括多个第一孔(17')和多个第二孔(17''),该多个第一孔(17')允许空气/氧气混合物在呼吸头盔(13)内流动,该多个第二孔(17'')用于使排出的富含CO₂空气进入第二壳体(17)内。
2. 根据权利要求1所述的人工通气系统(100,200),其中:第一壳体(16)集成在连接器(18)中。
3. 根据权利要求2所述的人工通气系统(100、200),其中:连接器(18)装备有传感器(19),该传感器(19)与控制单元(12)通信。
4. 根据前述任意一项权利要求所述的人工通气系统(100、200),其中:增压室(6)包括紫外线灯装置(11),用于对空气/氧气混合物进行灭菌。
5. 根据前述任意一项权利要求所述的人工通气系统(100、200),其中:
 - 抽吸装置是喷射器(5),该喷射器(5)由来自第一管(3')的主流以及来自第二管(3'')的第二流来供给,该第一管(3')位于第一控制阀(2)下游,该第二管(3'')与第一管(3')平行,也位于第一控制阀(2)下游;以及
 - 置于两个管(3'、3'')之间的校准孔(3)产生在第二流和主流之间的压力差。
6. 根据权利要求1至4中任意一项所述的人工通气系统(200),其中:抽吸装置(5)是电风扇(25),该电风扇(25)产生用于在呼吸头盔(13)内部通气的超压以及用于抽吸通过呼吸头盔(13)来呼吸的空气的低压。
7. 根据权利要求1所述的人工通气系统(100、200),其中:第二空气/医疗气体混合物添加至空气/氧气混合物中,且人工通气系统(100、200)包括第二储罐(1A)、用于混合空气和医疗气体的第一控制阀(2A)、用于获得压力降的第二校准孔(3A)以及调节该第二空气/医疗气体混合物的流速的第二控制阀(4A)。

8. 根据前述任意一项权利要求所述的人工通气系统 (100、200) 的控制方法 (300、400)，该方法由控制单元 (12) 的控制器 (320、420) 来操作，并包括以下步骤：

a. 检查进入呼吸头盔 (13) 的氧饱和度，以便使它高于第一阈值，并检查在呼吸头盔 (13) 中的CO₂浓度，以便使它低于第二阈值；以及

b. 根据比步骤a中更低的优先级，以相应预定间隔保持空气/氧气混合物进入呼吸头盔 (13) 内部以及呼吸头盔 (13) 的压力和温度。

9. 根据权利要求8所述的控制方法 (300)，其中：步骤a包括由控制器 (320) 操作的以下步骤：

- 通过调节器 (330) 通过驱动第三控制阀 (8) 来调节排出空气的流量，以及随后，

- 当第三控制阀 (8) 处于极限位置且不可再调节时，通过调节器 (330) 通过驱动第二控制阀 (4) 来调节空气/氧气混合物的流量，或者

- 通过逻辑开关 (370) 来反转第二控制阀 (4) 和第三控制阀 (8) 的驱动逻辑，以使得CO₂控制器 (360) 驱动第二控制阀 (4)，以便调节在呼吸头盔 (13) 内部的空气/氧气混合物的流量，以及同时

- 当CO₂浓度超过第二阈值时，通过调节器 (330) 来操作第三控制阀 (8)，以便调节排出的空气的流量。

10. 根据权利要求8所述的控制方法 (400)，其中：步骤a包括以下步骤：

- 通过控制器 (420) 来调节氧饱和度和CO₂浓度，该控制器 (420) 基于一组或多组参数起作用，其中，所述参数分成：

- 从数据库 (A) 中选择的参数；

- 在呼吸头盔 (13) 中测量的物理参数 (B)；

- 肺功能的建模生理参数 (C)；

- 由通气系统操作者 (100、200) 确定的参数；

- 能够由控制器 (420) 操纵的参数，

其中，肺功能 (C) 的所述生理参数通过在状态观测器 (410) 中实施的估计模型来确定。

人工通气系统和相关控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种人工通气系统及相关的控制方法。特别地，通气系统适合于应用于CPAP(持续正气道压力)呼吸头盔。通过这样操作，能够向呼吸困难的病人提供人工通气，用于所谓的“低强度”治疗。

背景技术

[0002] 具有连续正压机械通气类型的呼吸头盔是已知的，它能够为呼吸困难的病人提供人工通气。有由不同公司生产的多种型号，且所有型号都有潜水员头盔的外观，其与携带氧气和排出二氧化碳的多个管相连。已知类型的头盔完全透明，并利用能够在腋窝下方穿过的带子环绕头部紧固。它们是便携式装置，足够舒适和轻便，这对于医疗装置具有相当低的成本。内部容积为几升(它允许头部很容易地运动)，且最舒适的型号重几百克；它们都装备有各种安全系统，例如用于测量内部压力的仪表以及防窒息阀。多个临床研究表明，CPAP头盔有效地治疗确定呼吸故障的各种疾病，因此，CPAP头盔是应对COVID-19紧急事件的通用的可能非常有用的装置。这些工具用于需要呼吸辅助但并不严重到需要ICU(重症监护室)入院的病人。

[0003] 不过，已知类型的人工通气系统需要由护士或医生非常频繁地检查，以便监督和监测。已知系统的呼吸器的流量调节主要根据手动控制处理来进行，因此需要操作者(即专业健康人员)的几乎恒定的在场。全自动且同时极其安全高效的人工通气系统是未知的。

[0004] 因此，需要确定一种没有上述缺点的人工通气系统和相关控制方法。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种全自动人工通气系统，它不需要专业医务人员频繁检查。

[0006] 因此，根据本发明，人工通气系统具有在附后的产品权利要求中阐述的特征。

[0007] 根据另一目的，介绍了一种人工通气系统的控制方法。该方法允许整个人工通气系统的自动控制，并实现创新的控制策略。

[0008] 因此，根据本发明，提供了一种人工通气系统的控制方法，它具有在附后的方法权利要求中阐述的特征。

[0009] 实现本发明的其它优选和/或特别有利的方式将根据附加从属权利要求中阐述的特征来介绍。

附图说明

[0010] 下面将参考附图描述本发明，附图表示了壳体元件的非限定实施方式的一些实例，附图中：

[0011] 图1示意表示了根据本发明第一实施例的人工通气系统，

[0012] 图2示意表示了在本发明第二实施例中的人工通气系统，

[0013] 图3是表示根据图1和2的人工通气系统的控制方法在它们的第一变化形式中的逻辑图，

[0014] 图4是表示根据图1和2的人工通气系统的控制方法在它们的第二变化形式中的逻辑图，以及

[0015] 图5a、5b和5c表示了图1和2的通气系统的细节。

具体实施方式

[0016] 现在参考图1，下面仅通过实例来介绍根据本发明的人工通气系统100的第一实施例。该系统包括呼吸头盔13，例如，已知类型的所谓CPAP(英文Continuous Positive Airway Pressure的首字母缩写词)呼吸头盔，因此，除了下面关于能够在其中实施的装置所述的内容之外，不再进一步介绍。根据将介绍的液压方案，由需要人工通气的病人佩戴的呼吸头盔13将通过供给管14而供给空气和氧气的混合物以及可能的辅助医疗气体(例如臭氧)，由病人排放的包含二氧化碳的空气将通过排气管15而排出。

[0017] 空气/氧气混合物的供给在气体供给系统50中进行。特别是，由于合适的抽吸装置而实现供给，在图1的示例中，该抽吸装置是通过应用已知的文氏管原理来工作的喷射器5。从外部环境中获取空气，而氧气在压力下容纳于储罐1中。优选是，储罐1可以是压缩氧气瓶。第一控制阀2调节在空气或氧气之间的混合，且第一管3'和第二管3"从该第一控制阀2分支。第一管3'构成通向喷射器5的供给管线，而第二管3"将第二流供给至喷射器5。如已知的那样，对于根据文氏管原理的喷射器的操作，在喷射器5的进口处的两个流必须有不同压力，因为处于更高压力的流体将必须“拖曳”处于更低压力的流体，从而在喷射器5的出口处有处于中等压力的单个流。两个管3'和3"之间(因此在进入喷射器5的两个流之间)的压力差通过置于两个管之间的校准孔3来实现。第二控制阀4确定通向喷射器5的空气和氧气的第二流的流速。因此，在空气中的氧气浓度由第一控制阀2来确定，而空气/氧气混合物的流速由第二控制阀4来确定。因此，在离开气体供给系统50之后，离开喷射器5的空气和氧气的混合物在穿过滤元件7(该过滤元件7将在下面介绍)之后到达增压室6。

[0018] 优选是，增压室6可以设有灯装置11，该灯装置11有紫外线辐射，它保证空气/氧气混合物的灭菌，从而避免任何传染的扩散。

[0019] 优选是，空气-氧气混合物可以与第二医疗气体(例如臭氧)的存在相结合。实际上，如已知的那样，臭氧是消除病菌和细菌的优良消毒剂。它的非常高的氧化力使其成为有效的消毒剂和除臭剂，这在当前的应对COVID 19的应急行动中肯定令人感兴趣。该第二气体的供给非常类似于空气/氧气混合物的供给。实际上，提供在压力下的这种“辅助医疗气体”(SMG)的储罐1A以及类似于针对空气/氧气混合物所述的回路就足够了，其中，将存在第一控制阀2A以便提供空气和SMG的混合，存在校准孔3a以便获得所希望的压力降，并存在第二控制阀4A以便调节该第二空气/SMG混合物的流速。用于该第二混合物的抽吸效果也将始终由喷射器5来保证。

[0020] 空气/氧气混合物(可能是空气/氧气/SMG混合物)通过供给管14而从增压室6到达呼吸头盔13，沿该供给管14有防止混合物回流的第一止回阀9。然后，这样供给的混合物可用于由佩戴头盔13的病人吸入。

[0021] 最后，排出的空气(即由病人呼出的富含二氧化碳(CO₂)的空气)通过排气管15而

流出,且流速由第三控制阀8来调节。第二止回阀10防止二氧化碳朝向呼吸头盔13回流。空气/CO₂混合物再在过滤器元件7中过滤,这样净化了CO₂的空气重新加入导向增压室6的空气/氧气混合物的主流。

[0022] 如下面将看到的那样,人工通气系统100能够自动控制,为此,人工通气系统100还包括控制单元12,该控制单元12能够管理输入数据并且控制合适的促动器。根据非穷举列表,输入数据可以是空气/氧气混合物(可能是空气/氧气/SMG混合物)的流速和压力、呼吸头盔13中的氧气和CO₂的浓度以及头盔内部的压力和温度。另外,SpO₂氧饱和度数据也是基础,可以向它添加另外的生物学参数,例如心率和呼吸率。根据后面将示例说明的策略,控制单元12将操作第一控制阀2和第二控制阀4,以便调节在供给管14中的氧气浓度和空气/氧气混合物的流速(以及类似地,当存在第二医疗气体时,第一控制阀2A和第二控制阀4A调节SMG的浓度以及空气/SMG混合物的流速)。控制单元12还将操作第三控制阀8,以便调节在排气管15中的排气流量。

[0023] 图2表示了在本发明第二实施例中的人工通气系统200。通气系统200(以及前一通气系统)包括呼吸头盔13。实际上,参考图1和2的通气系统的不同之处仅在于,在图2的视图中有不同的气体供给系统50',该气体供给系统50'与前一气体供给系统的不同之处仅在于抽吸装置,根据该实施例,该抽吸装置是电风扇25。风扇产生超压,用于病人在头盔13内的通气,并产生低压,用于从头盔吸入呼吸过的空气(富含CO₂)。抽吸装置(喷射器,而不是风扇或其它类似装置)的选择将由特殊应用来决定:喷射器(静态机构)可能更可靠,而电风扇可以在所需压头内保证更大的灵活性。

[0024] 人工通气系统100、200可以优选地具有特殊布局,涉及供给管14、排气管15和呼吸头盔13,如图5A至5C所示。

[0025] 在这些图中,可以看见,供给管14和排气管15集成在第一壳体16中,该第一壳体16与位于呼吸头盔13内的第二壳体17连接。第一壳体16再集成于联接器18中,该联接器18可以通过卡口连接或通过螺纹连接而附接在呼吸头盔13上。优选是,联接器18可以设有传感器19,该传感器19与控制单元12通信,用于传输在控制策略中涉及的参数,如下面所述。

[0026] 如上所述,第一壳体16将空气/氧气混合物(可能是空气/氧气/SMG)的供给管14和富含CO₂的排出的空气的排出管15组合在一起。在第一壳体16内部,两个流通过分离隔膜20而明显地分离,如图5b中可见。类似地,也在第二壳体17内部,两个流将通过类似的分离隔膜(在附图中不可见)而保持分离。在呼吸头盔13内部的第二壳体17设有双倍的多个孔。第一多个孔17'允许空气/氧气混合物在头盔13内逸出,而第二多个孔17"用于使得由病人呼出并因此富含CO₂的排出的空气进入第二壳体17。第二壳体17的“流槽”构造有利于两个流(进入头盔的氧气,离开头盔的CO₂)的更好循环。

[0027] 而且,该布局还有以下优点:

[0028] -能够根据特定应用来定制具有全部必要传感器的联接器18;

[0029] -能够拆卸和消毒联接器18和相关的传感器,其中,呼吸头盔能够分开地消毒。

[0030] 特别是,参考图5c,联接器18和传感器19的消毒通过从呼吸头盔13移除联接器18、用合适的帽21来密封它以及使人工通气系统处于操作中而执行。这样,空气和氧气的混合物将继续循环,从而对传感器进行灭菌,因为它通过具有紫外辐射的灯装置11。

[0031] 如所预期的那样,根据上述任何实施例的人工通气系统100、200可以通过控制单

元12来自动地管理和控制。

[0032] 人工通气系统的第一控制方法300具有两个优先级,并基于闭环控制。

[0033] 根据第一最重要的优先级,控制单元使得病人的氧饱和度 SpO_2 保持在所希望的水平,即高于第一阈值,同时将头盔内部的 CO_2 浓度限制成低于第二阈值。

[0034] 对于第二优先级,控制方法通过使进入头盔的空气/氧气混合物以及头盔压力和温度以相应的预定间隔保持,从而优化外部供给氧气的消耗以及病人的舒适度。

[0035] 第一控制方法300在图3中表示,该图3表示了它的方框图。第一控制线路310的目的是根据第一优先级来使得呼吸头盔13的管理完全自动化。

[0036] 控制线路310包括:闭环控制器320,例如比例积分微分(PID)控制器,它通过使得输入的 SpO_2 饱和度(当前值)与高于第一阈值的合适水平进行比较,从而调节病人的氧饱和度;调节器330,该调节器330管理控制阀的实施顺序;促动器340和350,该促动器340和350服从于调节器330,它接收来自调节器330的逻辑命令,并分别向第三控制阀8和第二控制阀4给出电命令,该第三控制阀8调节从头盔13流出的流的流速(并因此调节 CO_2 流速),该第二控制阀4调节空气/氧气混合物的流量; CO_2 控制器360,该 CO_2 控制器360管理和监测在头盔内部的 CO_2 量;逻辑开关370,该逻辑开关370交替地使得促动器350与调节器330连接或与 CO_2 控制器360连接。

[0037] 一旦PID控制器320计算出所希望的 SpO_2 值,PID控制器320就将该值传送至调节器330,该调节器330设定控制阀驱动的顺序,该顺序可以是以下顺序:首先通过驱动第三控制阀8的促动器340来调节排气流(包含 CO_2),随后,当用于排气流控制的操纵空间结束(换句话说,当第三控制阀8处于极限位置且不可进一步调节时),通过操作第二控制阀4的促动器350来调节空气/氧气混合物的流量。

[0038] 如所述的那样,当 CO_2 浓度值保持低于第二阈值时,该策略有效,由 CO_2 控制器360来主持监测。当 CO_2 浓度超过第二阈值时, CO_2 控制器360有权反转控制阀驱动逻辑。特别是,由 CO_2 控制器360“命令”的调节器330将使用逻辑开关370来控制促动器350,以便控制 CO_2 浓度。然后,促动器350将驱动第二控制阀4,以便调节(在该实例中增加)在呼吸头盔13内的空气/氧气混合物的流量。病人的氧饱和度的闭环控制通过PID控制器320而保持有效,但是在这种情况下,调节器330将只管理促动器340,该促动器340操作第三控制阀8,以便调节排出空气流。

[0039] 如所述的那样,具有较低优先级的第二控制线路380能够专用于病人的舒适度,并包含用于监测它的一些生物学参数的合适算法。第二控制线路380相对于具有较高优先级的第一控制线路310并联地前进,显然服从于由第一控制线路310控制的参数的正确操作。

[0040] 参考图4,下面将介绍根据本发明的人工通气系统100、200的控制方法的第二变化形式。

[0041] 第二控制方法400使用处理的动态模型来预测它的未来演变,并选择最佳控制动作。

[0042] 还在该第二实例中,人工通气系统的控制方法具有两个优先级:

[0043] -第一优先级。控制方法维持病人的 SpO_2 氧饱和度处于所希望的水平,即高于第一阈值,同时将头盔内的 CO_2 浓度限制为低于第二阈值;

[0044] -第二优先级。控制方法优化了外部供给的氧气消耗以及病人的舒适度,从而使得进入头盔的空气/氧气混合物以及头盔的压力和温度保持在相应的预定范围内,还优化了与控制自身的功能相关的附加参数。

[0045] 图4的方框图表示了:

[0046] -控制器420,该控制器420基于能够描述要控制的通气系统的一些方面的预测模型以及将在下面确定的其它输入参数,并能够利用将在下面确定的边界条件来优化多变量目标函数。控制器420将直接操作管理氧气流量和CO₂浓度的促动器;

[0047] -促动器340和350,该促动器340和350从属于控制器420,它们接收来自控制器420的逻辑命令,并分别向靠近呼吸头盔13的第三控制阀8和向气体供给系统50、50'的第二控制阀4给出电命令,以便调节离开头盔13的流速(因此调节CO₂流速)以及空气/氧气混合物的流量;

[0048] -状态观测器410,特别是,该状态观测器410提供用于估计肺功能的生理参数,并将它们转发至控制器420。

[0049] 更具体地说,状态观测器410接收作为输入的数据(见图4):

[0050] A:从现有数据库中选择参数。例如,SpO₂氧饱和度、呼吸率、心率等。预先存在的数据库是分组和聚类的人类生理参数的集合,它们的选择将基于在病人和特定聚类之间的相似性来进行。

[0051] B:由于存在合适的传感器而在呼吸头盔13中测量的参数。例如压力、温度、氧气浓度、空气/氧气混合物流量、CO₂浓度等。

[0052] 在状态观测器410中实现的估计模型实际上能够有作为输出的数据,例如肺功能的以下生理参数的模型:

[0053] C:在肺泡和血液隔室中的氧气和CO₂的流量、肺的瞬时容积、肺泡中的压力等。

[0054] 用A、B和C表示的参数构成用于控制器420的输入数据。另外,控制器420能够管理:

[0055] D:由通气系统的操作者确定的参数。例如,实现要优化的目标函数的变量的权重;

[0056] E:操纵参数。例如,第二控制阀4和第三控制阀8在给定时刻的位置。

[0057] 基于所有参数A、B、C、D和E,控制器420能够计算氧饱和度和CO₂浓度的最佳值,并在由N个时间步长定义的时间间隔内使用可操纵参数E的预定序列来预测模型结果在相同时间间隔内的演变。

[0058] 该算法基于目标函数的优化,该目标函数评估控制系统与目标最优控制约束的距离,从而使该距离最小化。在预定时间间隔内评估控制目标,其中,根据控制系统遵循其目标的能力和实施控制阀的努力来限定合适的补偿。

[0059] 这样构造的目标函数的实例如下:

$$[0060] \sum_{k=0}^{N-1} w1(100 - SpO2_k)^2 + w2(MaxCO2 - CO2_k)^2 + w3(\text{阀4命令})_k^2 + w4(\text{阀8命令})_k^2$$

[0061] 其中:

[0062] -SpO₂是氧饱和度值,

[0063] -Max CO₂是CO₂的预定最大浓度阈值,

[0064] -阀4命令和阀8命令表示分别施加在第二控制阀4和第三控制阀8上的命令的活动,

[0065] w_1 、 w_2 、 w_3 、 w_4 是目标函数的项的相应权重，它们能够由用户设定。实际上，参数限定为D。

[0066] 换句话说，目标函数倾向于使氧饱和度达到它的最大值100，以及保持CO₂浓度低于它的最大阈值。这两个目标表示第一优先级，如在第一控制方法300的情况下那样。

[0067] 根据较低优先级，目标函数的优化处理还必须考虑与以下相关的其它控制约束：

[0068] -控制阀4、8的命令的活动。实际上，目标函数将尽可能地尝试使第二控制阀4和第三控制阀8的开度变化最小。

[0069] -在预定间隔内使得空气/氧气混合物的流速和头盔内的温度保持。

[0070] 在各预定时刻 t ，控制器420将找到操纵参数E（第二控制阀4和第三控制阀8的位置）的最佳序列，该最佳序列使得时间间隔N中的目标函数最小化。显然，将只使用第一最佳驱动，然后，控制器420将通过驱动第三控制阀8的促动器340来进行排气流量的调节，并通过驱动第二控制阀4的促动器350来进行空气/氧气混合物流的调节。

[0071] 该处理将在下一时刻 $t+1$ 重复。

[0072] 如图所示，第一控制方法300和第二控制方法400都源自于单个方法，该单个方法有基于至少两个优先级的策略。它们根据不同方法来倾斜，并能够根据应用而可选择地使用。

[0073] 第一控制方法300当然更容易实施，不需要特殊建模（例如，肺功能的数学模型），且不需要高计算技能。

[0074] 第二控制方法400更复杂，需要肺功能的复杂建模和更高的计算能力。不过相反，它能够在单个框架中监测和辅助患有严重呼吸问题的病人。而且，由于它的预测方法和估计呼吸功能的内部状态，因此第二控制方法将更快地在对病人情况的任何恶化作出反应。最后，它更适合于更广泛类别的病理。

[0075] 在不脱离本发明的范围的情况下，用于人工通气系统100、200的控制方法300、400可以经历进一步的变化。例如，它还能够控制包括空气/氧气/SMG的混合物，在这种情况下还作用于空气/SMG混合物的控制阀4A。

[0076] 最后，本发明的人工通气系统具有不可置疑的优点：它不需要任何固定的基础设施，因为只需要呼吸头盔、至少一个用于压缩氧气的气瓶、电动液压回路、紫外线灯装置和控制电子装置。因此，人工通气系统是完全便携式，并对于任何应用都有足够的灵活性。而且，系统可完全自动控制，也有基于复杂预测算法的控制策略，且不需要健康工作者在场。

[0077] 除了如上所述的实施本发明的方式之外，应当理解，存在很多进一步的变化形式。还必须理解，这些实施方法只是实例，并不限制本发明的目的，也不限制它的应用，也不限制它的可能设置。相反，尽管上述说明使得本领域技术人员能够至少根据本发明的示例设置来实现本发明，但是必须理解，可以设想所述部件的很多变化形式，而并不脱离本发明的目的，如在附加权利要求中确定、在字面上解释和/或根据它们的法律等效物来解释。

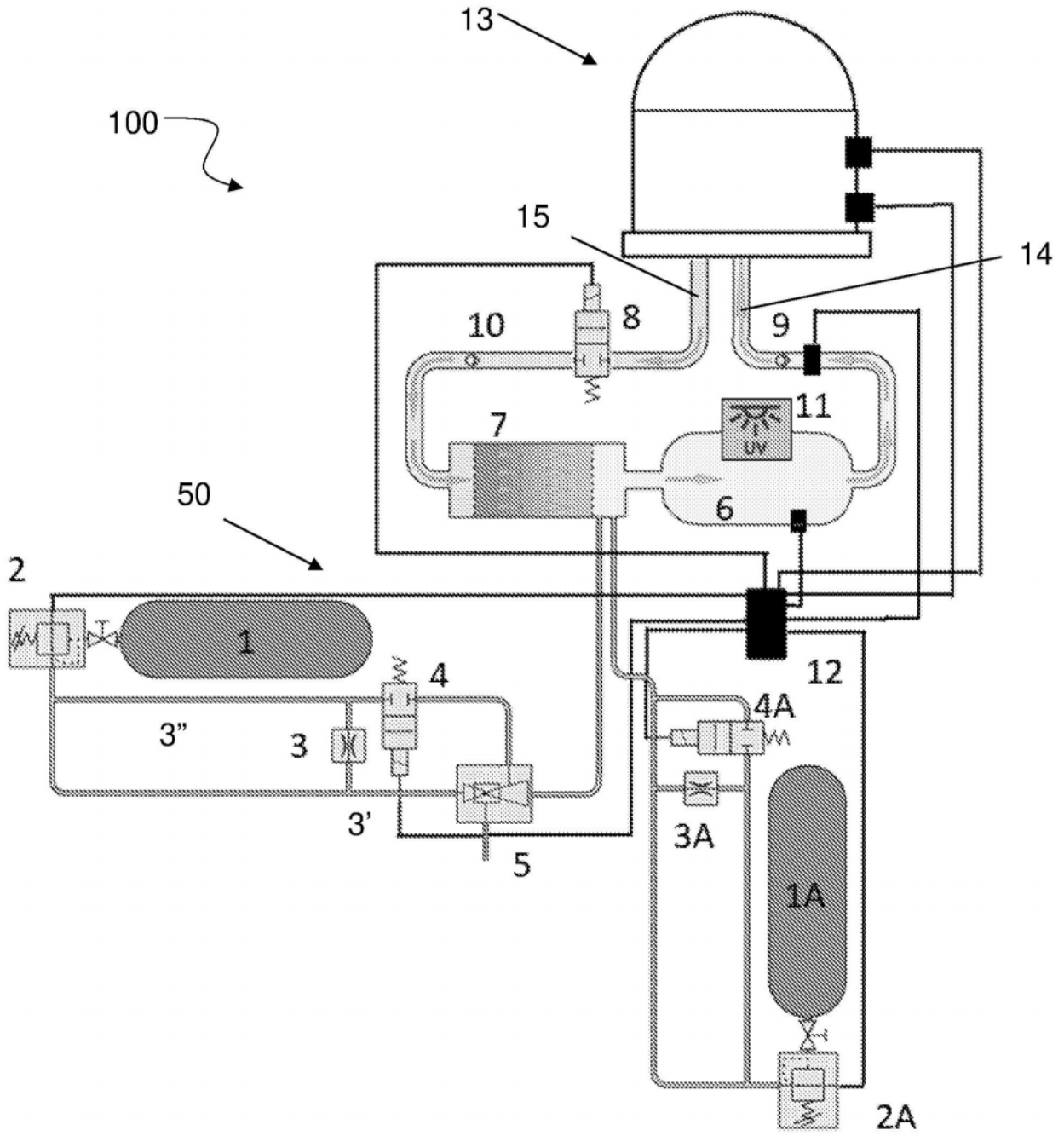


图1

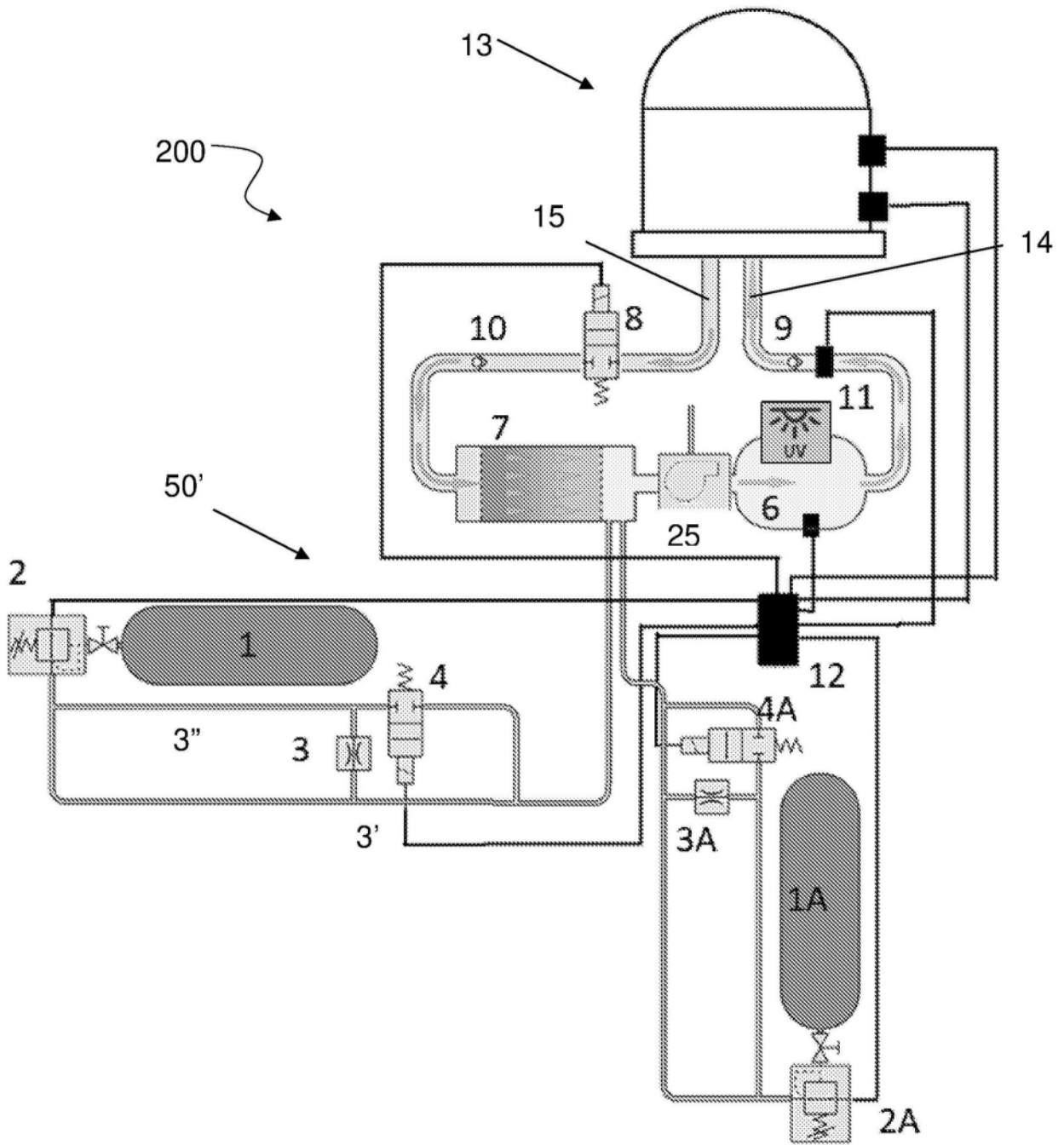


图2

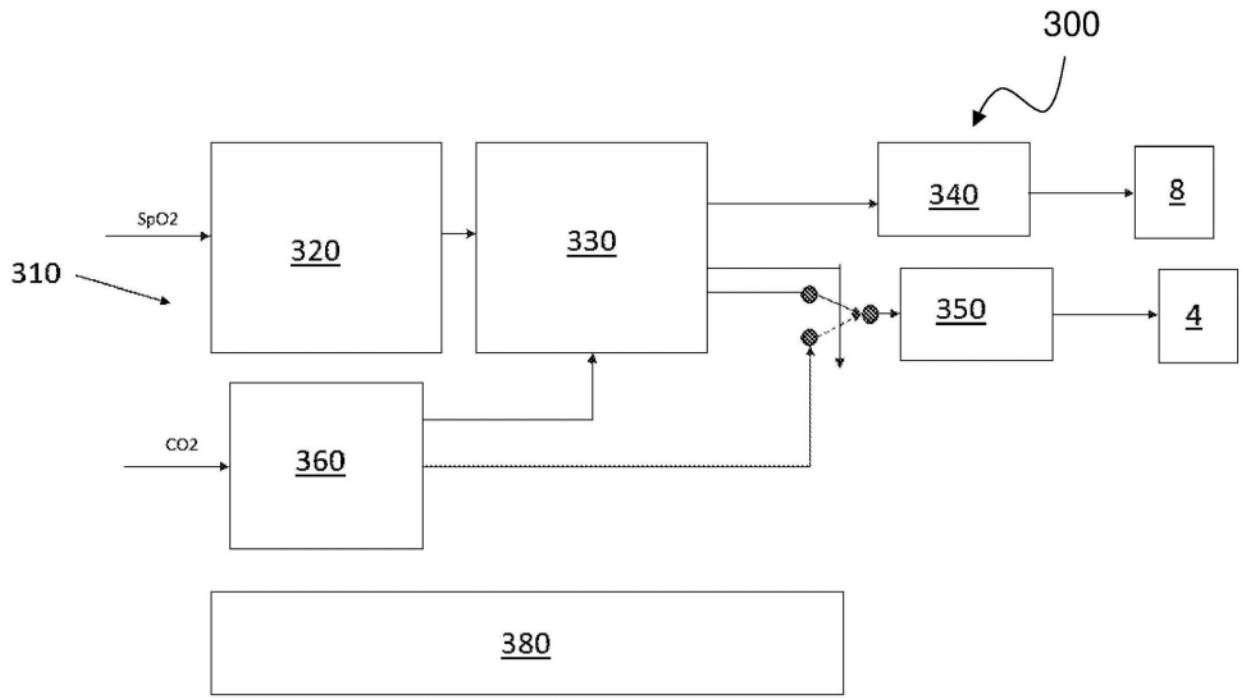


图3

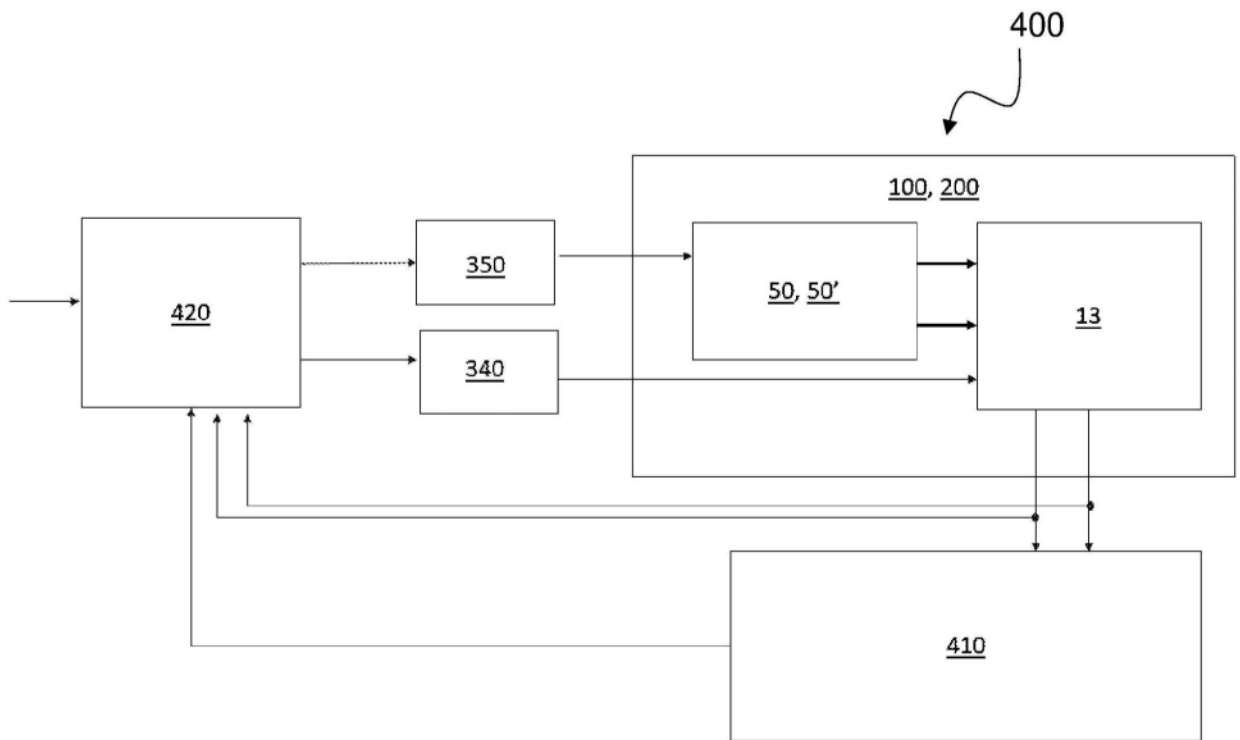


图4

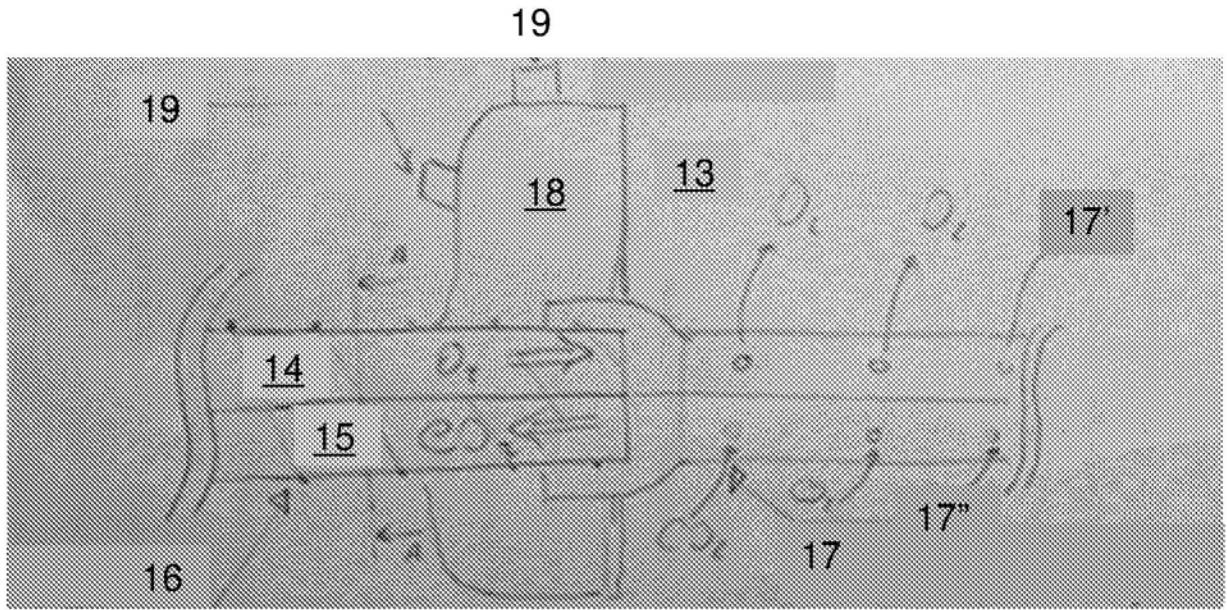


图5a

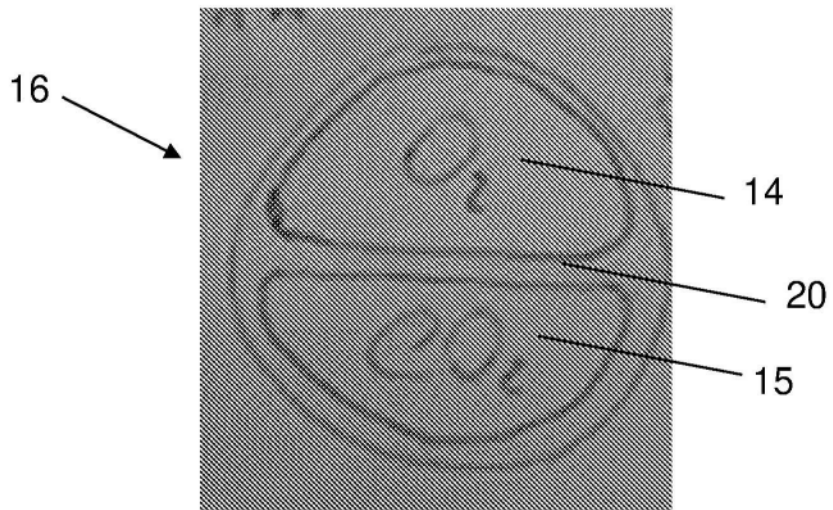


图5b

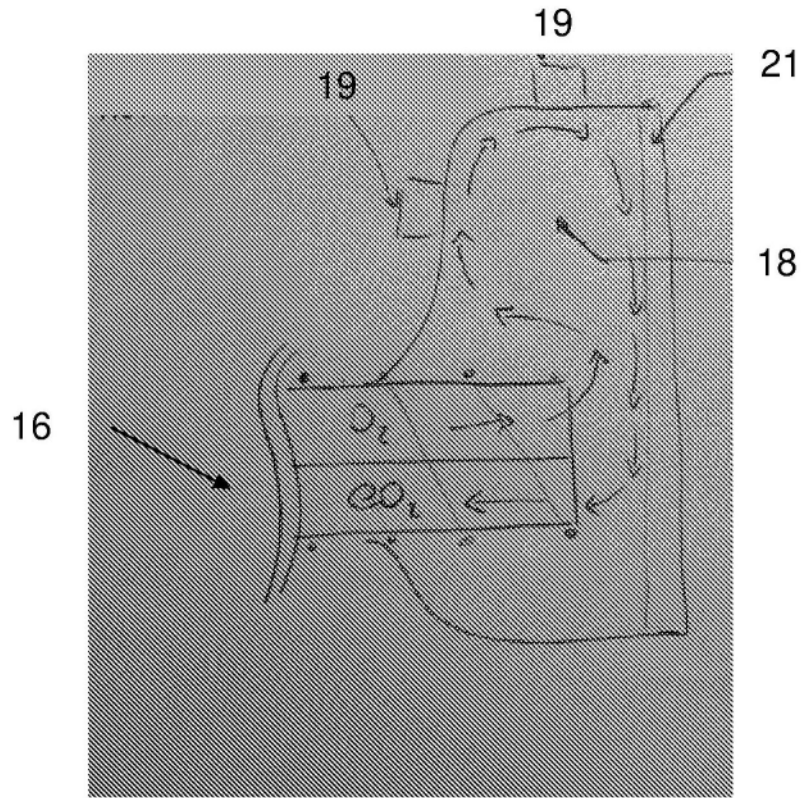


图5c