



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 207137169 U

(45)授权公告日 2018.03.27

(21)申请号 201720106069.1

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2017.02.03

A62B 7/10(2006.01)

(30)优先权数据

A62B 9/00(2006.01)

A62B 9/06(2006.01)

62/289,445 2016.02.01 US

62/289,457 2016.02.01 US

62/289,480 2016.02.01 US

62/289,546 2016.02.01 US

(73)专利权人 先进通风设备应用公司

地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 埃里克·R·索科尔

简·利普哈德 罗伯特·T·张

(74)专利代理机构 北京安信方达知识产权代理

有限公司 11262

代理人 郑霞

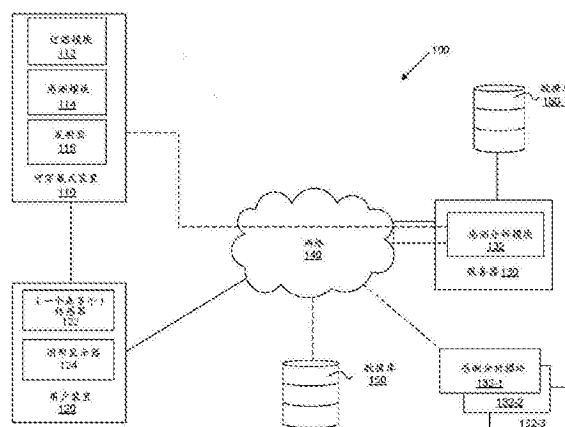
权利要求书1页 说明书31页 附图24页

(54)实用新型名称

呼吸健康感测系统

(57)摘要

提供了一种呼吸健康感测系统。该呼吸健康感测系统包括被配置用于由用户佩戴的过滤装置。该系统还可以包括被配置用于收集数据的多个传感器。至少一个传感器操作地耦合至所述设备,并且其中所述多个传感器与被配置用于分析传感器数据的处理器通信,以便获取由所述用户吸入和/或呼出的空气的一种或多种特性。



1. 一种呼吸健康感测系统,其特征在于,包括:
被配置用于由用户佩戴的设备;以及
被配置用于收集数据的多个传感器,其中至少一个传感器操作地耦合至所述设备,并且其中所述多个传感器与被配置用于分析传感器数据的处理器通信,以便获取由所述用户吸入和/或呼出的空气的一种或多种特性。
2. 如权利要求1所述的系统,其特征在于,所述设备放置在所述用户的鼻腔通道附近或之内。
3. 如权利要求1所述的系统,其特征在于,所述多个传感器包括化学传感器以及/或者压力和气流传感器。
4. 如权利要求1所述的系统,其特征在于,还包括所述处理器。
5. 如权利要求1所述的系统,其特征在于,所述处理器位于由所述用户携带或佩戴的移动装置或可穿戴式装置上,以及/或者位于远离所述用户的服务器上。
6. 如权利要求1所述的系统,其特征在于,所述处理器还被配置用于基于所分析的传感器数据来生成用于改善所述用户的健康或舒畅的建议。
7. 如权利要求6所述的系统,其特征在于,所述建议在图形显示器上显示为一组图形视觉对象。

呼吸健康感测系统

[0001] 交叉引用

[0002] 本申请要求以下申请的权益：美国临时专利申请号62/289,445，提交于2016年2月1日；美国临时专利申请号62/289,457，提交于2016年2月1日；美国临时专利申请号62/289,480，提交于2016年2月1日；以及美国临时专利申请号62/289,546，提交于2016年2月1日；上述申请出于所有目的，通过引用而全文并入于此。

技术领域

[0003] 本申请涉及空气过滤装置，特别是涉及一种呼吸健康感测系统，该呼吸健康感测系统包括被配置用于由用户佩戴的设备。

背景技术

[0004] 根据美国环境保护局(EPA)信息，空气污染物可导致多种负面健康影响，诸如鼻咽不适、头痛、气道变应性和皮肤反应、头晕、呼吸困难、咳嗽、疼痛以及肺功能下降等。根据世界卫生组织(WHO)信息，构成主要健康问题的空气污染物包括细菌和病毒(例如，H1N1流感毒株)、香烟烟雾、氩、颗粒物、一氧化碳、臭氧、二氧化氮和二氧化硫。室外和室内空气污染经常导致呼吸疾病和其他疾病，而这些疾病可能致命。根据世界卫生组织信息，在2012年，全球死亡总人数中有八分之一是由空气污染暴露所造成。这一发现比以前的估计高一倍以上，并且证实空气污染现已成为世界最大的单一环境健康风险。空气污染造成死亡的主要原因有缺血性心脏病(40%)、中风(40%)、慢性阻塞性肺病(COPD)(11%)、肺癌(6%)以及小儿急性下呼吸道感染(3%)。我们吸入和呼出的空气还含有可能无害但却可使人不悦的化学物质，诸如宠物体味或食物气味等。健康和机能相关参数包括呼吸频率、呼吸量、气体温度和湿度，以及呼出空气中诸如氧气和二氧化碳等气体和化学物质水平。

[0005] 空气过滤装置可以用于减轻大气颗粒物、病原体、变应原和其他污染物的不良健康影响。这些装置中有一些例如可以作为佩戴在人的嘴和/或鼻子上的面罩来提供。这些装置大多数都是被动式过滤器，被设计用于滤除一组宽泛的污染物。这些装置一般并非针对每位用户的需求而定制。鉴于其被动性质，这些装置也未被配置用于感测和适应环境条件和/或用户健康状况的变化。在美观和易用性方面，这些装置绝大多数由于其往往佩戴在面部的很大部分之上，而通常不具吸引力并且妨碍用户的沟通能力。

[0006] 鉴于上述情况，需要能够准确感测周围环境和监测用户健康及健康状况，并且为各个用户提供改善的过滤性能的系统和方法。还需要这样的空气过滤/呼吸装置：其有效、舒适、易于由患有各种损伤的人士使用、紧凑、美观怡人、可向用户通知空气污染危险和/或向用户建议某些纠正行动以改善其健康(health)和/或舒畅(well-being)，并且不妨碍用户与其他人沟通的能力。

实用新型内容

[0007] 本文所述的系统和方法涉及对由用户吸入和/或呼出的空气的过滤和/或感测。我

们吸入的空气可能含有多种令人不悦或有害的物质。本文所述的系统和方法可以允许在吸气期间对这些物质的部分或完全过滤,从而减轻这些物质对用户健康造成的有害影响。所述系统和方法可以允许用户基于该用户的健康关注(诸如过敏或居住在高度污染的地区)或个人偏好(诸如运动表现)来获取定制化过滤性能(诸如对于一种或多种有害物质的高过滤水平、低过滤水平,或者甚至完全无过滤)。所述系统和方法可以包括可更换式过滤器模块,所述可更换式过滤器模块允许过滤器的简便更换——例如当过滤器由于密集使用而遭受性能降低时,或者当用户的过滤需求或期望改变时。

[0008] 同时,我们呼出的空气可以给出对个人的当前和未来表现和健康的重要洞察。本文所述的系统和方法可以允许对由用户呼出的空气进行感测和分析,以便提供与用户的健康相关的信息。感测数据可以用于健康维护、预防和/或预测等目的。感测数据可以包括关于用户所暴露于的有害物质的量的信息。在一些情况下,本文所述的系统和方法可以既感测由用户呼出的空气,又过滤由用户吸入的空气。在其他情况下,所述系统和方法可以仅感测由用户呼出的空气。在这样的情况下,感测数据可以包括关于用户的健康状态的信息。例如,感测数据可以包括关于用户的生命体征(诸如用户的呼吸频率)的信息。在一些情况下,感测数据可以用来针对睡眠呼吸暂停或其他睡眠障碍的病征来监测用户。在一些情况下,感测数据可以用于预测哮喘发作的开始。感测数据还可以用于跟踪过滤器的实时性能,如果用户的装置包含这样的过滤器的话。

[0009] 本文所述的系统和方法可以基于感测数据和/或过滤性能而通知用户他们可以采取以保护其健康的行动。例如,所述系统和方法可以通知用户他们处于危险的空气受污染地区内,并且在他们不具有充足过滤的情况下告知其进入室内。在一些情况下,所述系统和方法可以通知用户他们可能很快就会遭遇哮喘发作,并且提供用于缓解症状的建议,例如提供用户应当抢先使用其哮喘吸入器的建议。在一些情况下,所述系统和方法可以通知用户他们正在显示出睡眠呼吸暂停的症状,并且提供用于降低这些症状的严重性的建议。

[0010] 在一个方面,一种空气过滤和分析系统包括被配置用于由用户佩戴的设备以及被配置用于收集数据的多个传感器。所述设备可以包括过滤装置。传感器数据中的一部分可以指示出:(i)由所述用户吸入和/或呼出的空气的一种或多种特性,以及/或者(ii)所述用户所位于的环境。至少一个传感器和/或所述设备可以与被配置用于对收集到的传感器数据进行分析的处理器通信。所述过滤装置可被配置用于从由所述用户吸入的空气中减少一种或多种成分。所述过滤装置可被配置用于放置在所述用户的鼻腔通道内。所述多个传感器可以包括化学传感器、压力和气流传感器、心率监测器、GPS传感器、温度传感器或惯性传感器。所述多个传感器可以包括位于所述过滤装置之内或之上的第一组传感器,以及位于远离所述过滤装置之处的第二组传感器。所述多个传感器可被配置用于以不同的预定采样频率收集传感器数据。

[0011] 所述处理器可被配置用于基于所分析的传感器数据来实现所述过滤系统和/或至少一个传感器的操作,以便减少一种或多种成分对用户健康的影响。所述处理器可被配置用于执行以下步骤中的一个或多个步骤:(1)关于基线传感器基准来校准至少一个传感器;(2)检查至少一个传感器是否正常操作或者该传感器是否有缺陷;或者(3)校正传感器漂移、误差或偏差。所述处理器可被配置用于通过关于其他不同类型的传感器数据交叉检查每组传感器数据的准确度来分析传感器数据。所述处理器可被配置用于通过将来自不同来

源的传感器数据相关联来分析传感器数据。所述处理器可被配置用于基于所述多个传感器中的每一个的准确度和/或固有感测特性来向传感器数据分配权重。所述处理器可被配置用于使用统计方法来分析传感器数据。所述处理器可被配置用于通过以补偿单个传感器或单个类型传感器的缺陷的方式将不同组的传感器数据相结合来分析传感器数据。

[0012] 所述处理器可以位于由用户携带或佩戴的移动装置或可穿戴式装置上,以及/或者位于远离用户的服务器上。所述处理器可被配置用于压缩所收集的传感器数据并将经压缩的数据储存在存储器中。所述处理器可被配置用于通过 (1) 为了满足用户的生理需求和活动以及/或者 (2) 基于用户的当地环境而对所述过滤装置和/或所述至少一个传感器进行编程和定制,来实现所述过滤装置和/或所述至少一个传感器的操作。所述处理器可被配置用于对收集到的传感器数据进行分析,以便确定 (1) 用户的健康状态和/或医疗状况,以及/或者 (2) 用户正在进行的活动的类型。所述处理器可被配置用于对收集到的传感器数据进行分析,以便确定用户已知污染源的距離、环境、当日时间和 /或季节。所述处理器可被配置用于实现所述过滤装置和/或所述至少一个传感器的操作,使得所述过滤装置和/或所述至少一个传感器被配置用于在用户从一个位置移动到另一位置时、在当日时间变化时、在季节变化时以及/或者根据用户健康状态的变化而动态地和自动地实时适应。所述处理器可被配置用于通过 (1) 选择性地激活或停用所述至少一个传感器以及/或者 (2) 调整所述至少一个传感器的灵敏度水平、感测范围或采样频率,来实现所述过滤装置和/或所述至少一个传感器的操作。

[0013] 在另一方面,一种用于过滤和分析吸入的和/或呼出的空气的方法包括获取使用多个传感器收集的数据,对收集到的传感器数据进行分析,以及基于所分析的传感器数据来实现过滤装置和/或所述多个传感器中的至少一个传感器的操作。传感器数据中的一部分可以指示出: (i) 由用户吸入和/或呼出的空气的一种或多种特性,以及/或者 (ii) 所述用户所位于的环境。所述过滤装置可被配置用于由所述用户所佩戴。

[0014] 在另一方面,一种用于过滤和分析吸入的和/或呼出的空气的系统包括服务器和被配置用于执行一组软件指令的处理器。所述服务器可以包含存储器,该存储器用于储存使用操作地耦合至过滤装置的多个传感器收集到的数据。所述传感器数据中的一部分可以指示出: (i) 由用户吸入和/或呼出的空气的一种或多种特性,以及/或者 (ii) 所述用户所位于的环境。所述过滤装置可被配置用于由所述用户所佩戴。所述处理器可以对收集到的传感器数据进行分析,以及基于所分析的传感器数据来实现所述过滤装置和/或至少一个传感器的操作。

[0015] 在另一方面,一种有形计算机可读介质储存指令,该指令在由处理器执行时,致使所述处理器执行用于过滤和分析吸入的和/或呼出的空气的计算机实现的方法。所述方法可以包括获取使用多个传感器收集的数据,对收集到的传感器数据进行分析,以及基于所分析的传感器数据来实现过滤装置和/或所述多个传感器中的至少一个传感器的操作。传感器数据中的一部分可以指示出: (i) 由用户吸入和/或呼出的空气的一种或多种特性,以及/或者 (ii) 所述用户所位于的环境。所述过滤装置可被配置用于由所述用户所佩戴。

[0016] 在另一方面,一种用于分析和显示用于污染和用户健康监测的传感器数据的系统包括处理器,该处理器与多个传感器通信。所述处理器可被配置用于接收由所述多个传感器收集的传感器数据,对收集到的传感器数据进行分析以便从而生成特定于用户的包括健

康建议在内的多个污染和健康指标,以及在至少一个用户装置上提供所述多个污染和健康指标。所述多个传感器可以包括:(1) 第一组传感器,其位于用户的呼吸通道附近,并且被配置用于收集与用户吸入的空气中的一种或多种成分相关联的传感器数据;以及(2) 第二组传感器,其位于远离用户之处,并且被配置用于收集多个不同的传感器数据。所述多个污染和健康指标可被配置成在所述用户装置的图形显示器上显示为一组图形视觉对象。

[0017] 所述多个污染和健康指标可以包括用户附近之内空气中的所述一种或多种成分的检测到的水平。所述多个污染和健康指标可以包括对于是否预期所述一种或多种成分的水平会在用户附近之内增大或减小以及/或者所述增大或减小的速率的预测。所述健康建议可以包括对于假如用户持续吸入含有所述一种或多种成分的空气将会对用户健康造成的影响的警告。所述健康建议可以包括指示出所述一种或多种成分对用户健康的预测影响的数值。所述健康建议可以包括用以使得对含有所述一种或多种成分的空气的吸入最小化的建议纠正行动。所述建议纠正行动可以包括建议用户采取不同的路线或搬迁到不同的地区。所述建议纠正行动可以包括建议用户减少或停止进行任何剧烈身体活动。所述建议纠正行动可以包括建议用户使用被配置用于从吸入的空气移除或减少所述一种或多种成分的空气过滤装置。

[0018] 所述处理器可被配置用于当所述数值超过预定阈值时生成音频、视觉和/或触觉信号以通知用户。所述处理器可被配置用于当吸入的空气中的所述一种或多种成分的水平超过预定水平时生成音频、视觉和 /或触觉信号以通知用户。所述处理器可被配置用于通过将用户的医疗或健康状况与吸入的空气中的所述一种或多种成分的水平相关联来对收集到的传感器数据进行分析。所述处理器可被配置用于对收集到的传感器数据进行分析,以便确定所述一种或多种成分中的哪些成分对用户的健康具有较大影响或较小影响。所述处理器可被配置用于基于检测到的用户健康的变化而相应地调整健康建议。所述处理器可被配置用于基于收集到的传感器数据来实时更新所述多个污染和健康指标。

[0019] 在另一方面,一种用于分析和显示用于污染和用户健康监测的传感器数据的方法包括接收由多个传感器收集的传感器数据,以及对收集到的传感器数据进行分析以便从而生成特定于用户的包括健康建议在内的多个污染和健康指标。所述多个传感器可以包括:(1) 第一组传感器,其位于用户的呼吸通道附近,并且被配置用于收集与用户吸入的空气中的一种或多种成分相关联的传感器数据;以及(2) 第二组传感器,其位于远离用户之处,并且被配置用于收集多个不同的传感器数据。所述多个污染和健康指标可被配置成在至少一个用户装置的图形显示器上显示为一组图形视觉对象。

[0020] 在另一方面,一种有形计算机可读介质储存指令,该指令在由处理器执行时,致使所述处理器执行用于分析和显示用于污染和用户健康监测的传感器数据的计算机实现的方法。所述方法可以包括接收由多个传感器收集的传感器数据,对收集到的传感器数据进行分析以便从而生成特定于用户的包括健康建议在内的多个污染和健康指标,将所述多个污染和健康指标储存在存储器中,以及在至少一个用户装置上提供所述多个污染和健康指标。所述多个传感器可以包括:(1) 第一组传感器,其位于用户的呼吸通道附近,并且被配置用于收集与用户吸入的空气中的一种或多种成分相关联的传感器数据;以及(2) 第二组传感器,其位于远离用户之处,并且被配置用于收集多个不同的传感器数据。所述多个污染和健康指标可被配置成在所述用户装置的图形显示器上显示为一组图形视觉对象。

[0021] 在另一方面,一种空气过滤和感测设备包括过滤装置和多个传感器,所述过滤装置被配置用于由用户佩戴并且被配置用于从所述用户所吸入的空气减少一种或多种成分,所述多个传感器操作地耦合至所述过滤装置。所述多个传感器可被配置用于检测吸入和/或呼出的空气中的所述一种或多种成分的浓度水平。所述多个传感器中的至少一个传感器可由从用户的运动和/或呼吸提取的能量来供电。

[0022] 可以使用包含压电元件、电感元件和/或风车的发电机来提取能量。所述设备可以包含被配置用于储存和/或释放能量的储能装置。所述多个传感器可被配置用于以多种操作模式进行操作,所述多种操作模式包括省电模式和性能模式。所述性能模式与省电模式相比可能消耗更多功率。所述设备可以包含一个或多个冷却机构,所述冷却机构被配置用于在所述多个传感器的操作期间改善从所述传感器的散热。

[0023] 在另一方面,一种用于为空气过滤和感测设备中的至少一个传感器供电的方法包括使用一个或多个能量收集元件从用户的运动和/或呼吸提取能量,以及使用所提取的能量来为选自多个传感器中的至少一个传感器供电。所述多个传感器可被配置用于检测由用户吸入和/或呼出的空气中的一种或多种成分的浓度水平。所述多个传感器可以操作地耦合至过滤装置。所述过滤装置可被配置用于由用户所佩戴。

[0024] 在另一方面,一种空气过滤设备包括过滤器保持器,该过滤器保持器被配置用于在其中接收和互换多个不同的筒匣过滤器。所述多个不同的筒匣过滤器可被配置用于满足不同用户针对多个不同环境的过滤需求和健康需要。所述多个不同的筒匣过滤器可被配置用于减少由用户吸入的空气中的一种或多种成分。

[0025] 所述过滤器保持器可以包含部分或完全鼻插入物。所述过滤器保持器可以是面罩或呼吸器的一部分。所述多个不同的筒匣过滤器(cartridge filter)可被配置成使用快速释放机构互换和/或安装到所述过滤器保持器上。所述多个不同的筒匣过滤器可被配置成在无需使用工具的情况下互换和/或安装到所述过滤器保持器上。所述筒匣过滤器中的至少一个可以包含网。所述网可以包含纳米纤维垫。所述网可以包含活性炭。所述网可以包含具有相同或不同形状和/或大小的多个孔。所述网可以包含被配置用于允许增加气流的纳米结构网。所述网能够以如此方式布置,使得吸气期间在预定方向上发生对空气的过滤。所述设备可以包含用于增加气流的一个或多个扩张结构。所述过滤器筒匣中的至少一个可以包含能够调整其位置和/或形状以增加气流的过滤元件。

[0026] 在另一方面,一种用于组装空气过滤装置的方法包括将第一筒匣过滤器附接到所述空气过滤设备的过滤器保持器中,从所述过滤器保持器移除所述第一筒匣过滤器,以及将第二筒匣过滤器附接到所述过滤器保持器中。所述过滤器保持器可被配置用于在其中接收和互换多个不同的筒匣过滤器。所述多个不同的筒匣过滤器可被配置用于从由用户吸入的空气中减少一种或多种成分。所述第一筒匣过滤器可被定制用于满足用户的第一组过滤需求和健康需要。所述第二筒匣过滤器可被定制用于满足与用户的所述第一组过滤需求和健康需要不同的第二组过滤需求和健康需要。

[0027] 在另一方面,一种显示用于污染和用户健康监测的传感器数据的方法包括在用户装置上接收来自用户的输入,以及响应于接收到的输入而将多个污染和健康指标在图形显示器上显示为一组图形视觉对象。所述输入可以包括来自用户的与特定于该用户的包括健康建议在内的多个污染和健康指标相关联的请求。所述图形视觉对象中的至少一个可被配

置用于实时改变以反映在所述多个污染和健康指标由多个传感器监测时所述指标的改变。所述用户装置可以包括移动装置。所述图形显示器可以提供于所述用户装置上。

[0028] 在另一方面,一种鼻设备包括壳体和保持机构,所述壳体包含位于其中用于容许气流流入和流出用户身体的空腔,所述保持机构被配置用于将所述壳体可释放地耦合到用户的鼻腔通道的一部分,以便将所述鼻设备贴附于用户的鼻子上而无需使用一个或多个外部固定器件。所述保持机构可以位于所述壳体的周边部分。所述保持机构可以包含从所述壳体的所述周边部分伸出的至少一个突起。所述保持机构可以包含位于所述壳体的所述周边部分的相对端上的第一突起和第二突起。所述至少一个突起可被配置用于可释放地耦合到用户鼻腔通道的所述部分。所述至少一个突起可被塑形用于可释放地耦合到位于用户鼻腔通道的所述部分中的天然软骨和/或组织囊袋。所述保持机构可被配置用于经由预定义运动将所述壳体可释放地耦合到用户鼻腔通道的所述部分。所述预定义运动方式可以包括所述鼻设备的至少一个旋转运动。所述设备可以具有在所述设备正被佩戴于所述用户的鼻子上时得对所述用户的唇部移动的物理干扰最小化的形状和/或轮廓。所述设备可以在该设备正被佩戴于所述用户的鼻子上时不触碰(encroach)所述用户的上唇。所述设备可以在该设备正被佩戴于所述用户的鼻子上时不在视觉上阻挡所述用户的唇部移动。

[0029] 这些实施方式和其他实施方式在关于附图的以下描述中进一步详细描述。

[0030] 援引并入

[0031] 本说明书中提及的所有出版物、专利和专利申请均通过引用而并入于此,如同具体和单个地指出要通过引用而并入每一单个出版物、专利或专利申请。

附图说明

[0032] 本实用新型的新颖特征在随附权利要求书中具体阐明。通过参考以下对利用到本实用新型原理的说明性实施方式加以阐述的具体描述以及附图,将会对本实用新型的特征和优点获得更好的理解;在附图中:

[0033] 图1A示出了包含在网络内交互的一个或多个空气过滤和感测装置的系统的示意图。

[0034] 图1B示出了包含在网络内交互的一个或多个空气感测装置的系统的示意图。

[0035] 图2A图示了空气过滤和感测装置中的示例性组件。

[0036] 图2B图示了空气感测装置中的示例性组件。

[0037] 图3示出了使用空气过滤和感测装置的用户示意图。

[0038] 图4A示出了佩戴在用户鼻腔通道内部的空气过滤和感测装置。

[0039] 图4B示出了佩戴在用户鼻子和嘴上的空气过滤和感测装置。

[0040] 图5A示出了完全佩戴在用户鼻腔通道内的鼻内空气过滤和感测装置的正视图。

[0041] 图5B示出了完全佩戴在用户鼻腔通道内的鼻内空气过滤和感测装置的侧视图。

[0042] 图5C示出了部分佩戴在用户鼻腔通道内的鼻内空气过滤和感测装置的正视图。

[0043] 图5D示出了部分佩戴在用户鼻腔通道内的鼻内空气过滤和感测装置的侧视图。

[0044] 图6A和6B示出了基于筒匣的鼻内空气过滤和感测装置的示意图。

[0045] 图7A和7B示出了包含多个过滤层的基于筒匣的鼻内空气过滤装置的示意图。

[0046] 图8示出了为用户提供定制化空气过滤装置的方法的流程图。

[0047] 图9A示出了在用户吸气时段期间,包含多个过滤元件的基于筒匣的鼻内空气过滤装置的示意图。

[0048] 图9B示出了在用户呼气时段期间,包含多个过滤元件的基于筒匣的鼻内空气过滤装置的示意图。

[0049] 图10A示出了包含为了增加气流而敞开鼻腔通道的扩张结构的基于筒匣的鼻内空气过滤和感测装置的示意图。

[0050] 图10B示出了为了增加气流而敞开鼻腔通道的扩张结构的示意图。

[0051] 图11A示出了处于允许在用户吸气时段期间增加过滤且减少气流的位置上的基于筒匣的空气过滤装置。

[0052] 图11B示出了处于允许在用户呼气时段期间减少过滤且增加气流的位置上的基于筒匣的空气过滤装置。

[0053] 图12示出了利用光学检测方案的空气感测装置的示意图。

[0054] 图13A示出了利用具有包含一个或多个反射镜的减小的光路长度的光学检测方案的空气感测装置的示意图。

[0055] 图13B示出了利用具有包含一个或多个偏振元件的减小的光路长度的光学检测方案的空气感测装置的示意图。

[0056] 图14A示出了包含以线性方式布置的多个感测元件的空气感测装置的示意图。

[0057] 图14B示出了包含以交错方式布置的多个感测元件的空气感测装置的示意图。

[0058] 图15A示出了包含衔接至单向阀的柔性叶片的压电元件的装置的示意图,该装置能够在用户吸气时段期间将来自呼吸的能量转化成电能。

[0059] 图15B示出了包含衔接至单向阀的柔性叶片的压电元件的装置的示意图,该装置能够在用户呼气时段期间将来自呼吸的能量转化成电能。

[0060] 图15C示出了包含衔接至载气管的表面的压电元件的装置的示意图,该装置能够在用户吸气时段期间将来自呼吸的能量转化成电能。

[0061] 图15D示出了包含衔接至载气管的表面的压电元件的装置的示意图,该装置能够在用户呼气时段期间将来自呼吸的能量转化成电能。

[0062] 图16示出了利用来自多个传感器的数据来为佩戴空气过滤和感测装置的用户构建个人化污染暴露评分的方法的流程图。

[0063] 图17示出了用于随空气过滤和感测装置一起使用的图形用户界面,其显示用户在使用该装置时的污染暴露以及用户在没有该装置的情况下的预计暴露。

[0064] 图18示出了用于随空气过滤和感测装置一起使用的图形用户界面,其显示用户附近不同位置处的污染暴露水平。

[0065] 图19示出了用于随空气过滤和感测装置一起使用的图形用户界面,其显示用户的污染暴露评分。

[0066] 图20A示出了可在空气过滤和感测设备中使用的鼻托(nosebud)的透视图。

[0067] 图20B示出了图20A的鼻托的截面图。

[0068] 图21A示出了可在空气过滤和感测设备中使用的鼻托的俯视图。

[0069] 图21B示出了图21A的鼻托的第一截面图。

[0070] 图21C示出了图21A的鼻托的第二截面图。

[0071] 图21D示出了图21A的鼻托的示例性尺寸。

[0072] 图22A示出了鼻子内的囊袋的磁共振图像(MRI),所述囊袋可以接受利用鼻托保持机构的空气过滤和感测装置。

[0073] 图22B示出了利用锚固于鼻子的囊袋中的鼻托保持机构的空气过滤和感测装置。

[0074] 图22C示出了向鼻子中插入利用鼻托保持机构的空气过滤和感测装置的第一步骤。

[0075] 图22D示出了向鼻子中插入利用鼻托保持机构的空气过滤和感测装置的第二步骤。

[0076] 图22E示出了向鼻子中插入利用鼻托保持机构的空气过滤和感测装置的第三步骤。

具体实施方式

[0077] 虽然在此已经示出和描述了本实用新型的各个实施方式,但对于本领域技术人员显而易见的是,这样的实施方式只是以示例方式提供的。本领域技术人员在不偏离本实用新型的情况下可以想到多种变体、改变和替代。应当理解,可以采用针对本文所描述的本实用新型实施方式的各种替代方案。

[0078] 如本文所使用,术语“污染”或“污染物”是指可能在吸入时对人体健康有害和/或不利,或者可能被认为令人不悦的一系列气体、化学物质、气味、颗粒物和生物材料。污染物的示例包括但不限于氨、香烟烟雾、一氧化碳(CO)、二氧化碳(CO₂)、碳氢化合物、氟碳化合物、氢氟烃化合物、氯氟烃化合物、臭氧(O₃)、氮氧化物(NO_x)、含硫化合物、挥发性有机化合物(VOC)、燃烧生成颗粒物(诸如煤烟)、直径小于2.5μm的细颗粒物(PM_{2.5})、直径介于2.5μm与10μm之间的粗颗粒物(PM₁₀)、皮屑、植物花粉、细菌、病毒以及宠物体味。术语“污染”或“污染物”可以指本领域技术人员已知的,可能在吸入时对人体健康有害,或者可能被认为令人不悦的任何材料。

[0079] 如本文所使用,术语“空气质量”是指基于与人体健康影响和/或人对空气的感知关联或统计相关的一种或多种空气组分的指标。空气质量指标可以基于对灰尘和颗粒物的直接测量。空气质量指标可以基于对颗粒物的代表物(例如,密切关联于颗粒物的气体,诸如燃烧期间产生的一氧化碳)的测量。空气质量指标可以基于对空气组成的诸如植物花粉和/或含水量等其他组分的测量。空气质量指标可以包括政府用于指示相对空气质量危险等级的空气质量指数(AQI)。例如,空气质量指数可以是美国环境保护局空气质量指数,加拿大空气质量健康指数,中国环境保护部空气污染指数,印度环境、森林和气候变化部国家空气质量指数,墨西哥城城市空气质量指数,欧洲共同空气质量指数,或者本领域技术人员已知的任何其他AQI。

[0080] 如本文所使用,术语“自然气流”是指吸气与呼气循环期间在人体上移动或移动经过人体的空气。

[0081] 如本文所使用,术语“传感器”是指使用一种或多种电子、化学、机械或光学手段来将化合物浓度(例如,空气中灰尘的量)转化成可传送至微处理器以供进一步使用、存储和传输的信号(通常为电信号)的装置。

[0082] 如本文所使用,术语“传感器系统”是指一起形成能够测量、处理、储存和/或传输

一个或多个参数的系统的电路元件的组合。传感器系统可以包含取自以下列表的一种或多种组件：电源、功率调节器、微控制器、存储器元件、信号调节元件、数据记录元件、数据传输元件以及一个或多个传感器。

[0083] 本文公开的系统和方法涉及空气过滤和感测。所述系统和方法可允许使用能够佩戴在吸入空气的点之中、之上或附近(例如,嘴上或鼻腔通道内)的紧凑装置来过滤和感测空气组成和污染物。该装置可要求最小的电力供应。该装置还可以将空气组成测量值传送至网络,从而允许对从大量用户收集和/或聚合的空气组成结果进行高级分析。例如,分析可以包括“大数据”技术。分析可以产生指示出下列各项的信息:某地区内的污染、用户正吸入的污染物类型、某区域内用户展现出的呼吸系统、某区域内用户的人口统计特征(诸如年龄、性别或职业),以及/或者某区域内用户所参与的活动类型。可以利用这些信息来提供为了改善用户健康和舒畅而要由用户采取的纠正行动的建议。

[0084] 图1A示出了与包含数据网络交互的一个或多个空气过滤和感测装置的系统的示意图。空气过滤和感测系统100可以包含可穿戴式空气过滤和感测装置110、用户装置120、包含感测分析模块132的服务器130、网络140和数据库150。

[0085] 组件110、120、130、132和150中的每一个可以经由网络140 或者允许从一个组件向另一组件传输数据的任何类型的通信链路而操作地彼此连接。感测分析模块可被配置用于分析来自用户装置和/或可穿戴式装置的输入数据,以检测和/或监测空气组成和污染,以及提供信息(例如,建议)来协助用户减轻空气污染对用户健康的影响。感测分析模块可以实现于系统内和/或系统外的任何位置。在一些实施方式中,感测分析模块可以实现于服务器上。在其他实施方式中,感测分析模块可以实现于用户装置上。此外,感测分析模块可以实现于可穿戴式装置上。在一些其他实施方式中,多个感测分析模块可以实现于一个或多个服务器、用户装置和/或可穿戴式装置上。或者,感测分析模块可以实现于一个或多个数据库中。感测分析模块可以使用系统内的上述组件的一个或多个中的软件、硬件或者软件和硬件的组合来实现。

[0086] 可穿戴式空气过滤和感测装置110被配置成由用户佩戴。例如,该装置可以佩戴在吸入空气的点之中、之上或附近(例如,鼻腔通道内或者嘴上)。装置110可被配置用于获取空气污染和组成的传感器读数,以及用于过滤吸入的空气。可穿戴式装置可以包含过滤模块112。如本文所描述,该过滤模块可以过滤空气以减少从大气通入用户肺部的污染物的量。可穿戴式装置还可以包含感测模块114。如本文所描述,该感测模块可以检测和/或测量用户附近一种或多种化学物质或污染物的存在和/或水平。可穿戴式装置还可以包含发射器116。该发射器可以向一个或多个用户装置120传输各种信息。这样的信息可以包括用户附近污染物的类型和/或水平、用户的健康状况、呼吸行为、过滤模块的性能、来自吸入的空气中的污染物的减少等。在一些实施方式中,发射器可以直接向服务器130上的感测分析模块传输该信息,以供对空气污染和/或用户的健康状态进行分析。

[0087] 发射器可以是有线发射器。发射器可以是无线发射器。发射器可以经由无线通信信道向一个或多个用户装置120传送由感测模块获取的信息。用户装置可以是智能电话或任何其他便携式电子装置。无线通信可以经由蓝牙通信。无线通信可以经由Wi-Fi通信。无线通信可以经由本领域技术人员已知的任何其他无线通信。在一些情况下,空气过滤和感测装置110还可以包括接收器,该接收器被配置用于从用户装置和/或系统100中的其他组

件(例如,感测分析模块、服务器、数据库等)接收信息。在一些实施方式中,发射器可由收发器替代,该收发器能够在可穿戴式装置与系统100内的其他组件之间提供双向通信。

[0088] 发射器可以传输原始传感器数据或经处理的传感器数据。对传感器数据的一些或所有处理可以在可穿戴式装置、用户装置和/或感测分析模块上执行。例如,任何前述组件可以包含这样的硬件或软件元件:其允许将感测模块所获取的传感器数据转化成电子表示,并且可以处理该电子表示以例如提取空气污染物浓度的测量值。用户装置 120 可以是配置用于执行与所公开的实施方式相一致的一个或多个操作的计算装置。

[0089] 用户装置的示例可以包括但不限于移动装置、智能电话/蜂窝电话、平板计算机、个人数字助理(PDA)、膝上型计算机或笔记本电脑、台式计算机、媒体内容播放器、电视机、视频游戏站/系统、虚拟现实系统、增强现实系统、麦克风,或者任何能够分析、接收、提供或向用户显示某些类型的数据(例如,空气污染数据、健康影响、健康建议、用户健康状态等)的电子装置。用户装置可以是手持式物体。用户装置可以是便携式的。用户装置可由人类用户携带。在一些情况下,用户装置可以位于远离人类用户之处,并且用户可以使用无线和/或有线通信来控制用户装置。

[0090] 用户装置120可以包括能够执行非暂时性计算机可读介质的一个或多个处理器,所述非暂时性计算机可读介质可以提供与所公开的实施方式相一致的一个或多个操作的指令。用户装置可以包括一个或多个存储器存储装置,该存储器存储装置包含非暂时性计算机可读介质,该非暂时性计算机可读介质包含用于执行所述一个或多个操作的代码、逻辑或指令。用户装置可以包括这样的软件应用:其允许用户装置与可穿戴式装置110、服务器130、感测分析模块132和/或数据库150通信以及在其间传输数据。用户装置可以包括通信单元,该通信单元容许与系统100中的一个或多个其他组件通信。在一些情况下,通信单元可以包括单个通信模块或者多个通信模块。在一些情况下,用户装置可以能够使用单个通信链路或者多个不同类型的通信链路而与系统100中的一个或多个组件交互。

[0091] 用户装置120可以包括显示器。该显示器可以是屏幕。显示器可以是或者可以不是触摸屏。显示器可以是发光二极管(LED)屏、OLED屏、液晶显示(LCD)屏、等离子屏,或者任何其他类型的屏幕。显示器可被配置用于示出通过应用(例如,经由执行于用户装置上的应用编程接口(API))渲染的用户界面(UI)或图形用户界面(GUI)。GUI可以示出图像,该图像容许用户查看与用户附近的空气污染、过滤模块的性能等相关的各种信息。用户装置还可被配置用于显示因特网上的网页和/或网站。一些或所有的网页/网站可由服务器130托管和/或由感测分析模块132渲染。

[0092] 用户可以通过应用而在GUI内导航。例如,用户可以通过直接触摸屏幕(例如,触摸屏)来选择链接。用户可以通过触摸屏幕上的点来触摸该屏幕的任何部分。或者,用户可以借助用户交互装置(例如,鼠标、操纵杆、键盘、轨迹球、触摸板、按钮、口头命令、手势识别、姿态传感器、热传感器、触摸电容式传感器或任何其他装置)来选择图像的一部分。触摸屏可被配置用于检测用户触摸位置、触摸时长、触摸压力和/触摸运动,由此前述触摸方式中的每一个可以指示来自用户的特定输入命令。

[0093] 用户装置120可以包括智能手表、手环、眼镜、手套、头戴装具(诸如帽子、头盔、虚拟现实头罩、增强现实头罩、头戴装置(HMD)、头带)、吊坠、臂带、腿带、鞋、背心、运动感测装置等。可穿戴式装置可被配置成佩戴在用户身体的一部分上(例如,智能手表或手环可以佩

戴在用户的手腕上)。用户装置可以包括一种或多种类型的传感器。传感器类型的示例可以包括惯性传感器(例如,加速度计、陀螺仪和/或重力检测传感器,其可以形成惯性测量单元(IMU))、位置传感器(例如,全球定位系统(GPS)传感器、支持位置三角测量的移动装置)、心率监测器、外部温度传感器、皮肤温度传感器、电容式触摸传感器、配置用于检测皮肤电反应(GSR)的传感器、视觉传感器(例如,能够检测可见光、红外光或紫外光的成像装置,诸如相机)、距离或范围传感器(例如,超声传感器、激光雷达、渡越时间或深度相机)、高度传感器、姿态传感器(例如,罗盘)、压力传感器(例如,气压计)、湿度传感器、振动传感器、音频传感器(例如,麦克风)以及/或者场传感器(例如,磁力计、电磁传感器、无线电传感器)。

[0094] 用户装置120还可以包括能够向环境中发射信号的一个或多个装置。例如,用户装置可以包括沿电磁谱的发射体(例如,可见光发射体、紫外发射体、红外发射体)。用户装置可以包括激光器或任何其他类型的电磁发射体。用户装置可以发出一个或多个振动,例如超声波信号。用户装置可以发出可听声音(例如,从扬声器发出)。用户装置可以发出无线信号,诸如无线电信号或其他类型的信号。用户设备可以发出气味和/或味道(例如,通过释放出化学物质)。所述信号中的一些信号(例如,可听声音、触觉信号、视觉指示符等)可以用于在用户附近的空气污染超过预定阈值时警告用户,以及/或者通知用户采取某些纠正行动来减轻空气污染对用户健康的影响。

[0095] 可穿戴式装置110和用户装置120可以由与所公开的实施方式相一致的一个或多个用户操作。在一些实施方式中,一个用户可以关联于唯一的用户装置和唯一的可穿戴式装置。或者,一个用户可以关联于多个用户装置和可穿戴式装置。本文所描述的用户可以是指寻求使用装置110来改善其舒畅度的个人或一组个人。例如,患有过敏的一个人或一群人可能希望摆脱变应原。生活在高污染水平城市中的一个人或一群人可能希望摆脱空气污染。系统100可以确定每个用户对一种或多种污染物的暴露,并通过可穿戴式装置(例如,过滤模块)来减少其对这些污染物的暴露。

[0096] 用户装置120可被配置用于接收来自一个或多个用户的输入。用户可以使用输入装置,例如键盘、鼠标、触摸屏面板、语音识别和/或听写软件或者上述各项的任何组合,来向用户装置提供输入。用户输入可以包括与用户的空气过滤需求相关的声明、说明、问题或答案。不同用户可以提供不同输入。用户输入可以指示出用户的健康状况。所述健康状况中的一些健康状况可能受到空气污染的影响。

[0097] 服务器130可以是配置用于执行与所公开的实施方式相一致的一个或多个操作的一个或多个服务器计算机。在一个方面,服务器可以实现为单个计算机,通过该计算机使可穿戴式装置110和用户装置120能够与感测分析模块132和数据库150通信。在一些实施方式中,可穿戴式装置和/或用户装置可以直接通过网络而与感测分析模块通信。在一些实施方式中,服务器可以通过网络,代表可穿戴式装置和/或用户装置与感测分析模块通信。在一些实施方式中,服务器可以体现一个或多个感测分析模块的功能。在一些实施方式中,一个或多个感测分析模块可以实现于服务器之内和/或之外。例如,感测分析模块可以是服务器内所包含的或者远离服务器的软件和/或硬件组件。

[0098] 在一些实施方式中,可穿戴式装置和/或用户装置可以通过单独的链路(未在图1A中示出)直接连接至服务器。在某些实施方式中,服务器可被配置用于作为前端装置进行操作,以提供对与某些公开的实施方式相一致的一个或多个感测分析模块的访问。在一些实

施方式中,服务器可以利用一个或多个感测分析模块来分析来自可穿戴式装置和/或用户装置的输入数据,以便检测和/或监测用户对一种或多种污染物的暴露,以及提供信息(例如,建议)来协助用户管理其对污染物的暴露。服务器还可被配置用于在一个或多个数据库中储存数据和信息,搜索、检索和/或分析储存在一个或多个数据库中的数据和信息。所述数据和信息可以包括从一个或多个用户装置上的各个传感器(诸如全球定位传感器、心率监测器、惯性传感器、体温传感器、呼吸速率传感器、步态传感器等)收集的原始数据和衍生的生命体征,以及每个用户对污染物的历史暴露。虽然图1A将服务器图示为单个服务器,但在一些实施方式中,多个装置可以实现与服务器相关联的功能。

[0099] 服务器可以包括网络服务器、企业服务器或者任何其他类型的计算机服务器,并且可以是被编程用于接受来自计算装置(例如,用户装置和/或可穿戴式装置)的请求(例如,HTTP,或者其他可以发起数据传输的协议)和使用所请求的数据来服务于该计算装置的计算机。此外,服务器可以是用于分发数据的广播设施,诸如免费广播、有线、卫星和其他广播设施。服务器还可以是数据网络(例如,云计算网络)中的服务器。

[0100] 服务器可以包括已知的计算组件,诸如一个或多个处理器、一个或多个储存由(一个或多个)处理器执行的软件指令和数据的存储器装置。服务器可以具有一个或多个处理器,以及至少一个用于储存程序指令的存储器。(一个或多个)处理器可以是能够执行特定指令集的单个或多个微处理器、现场可编程门阵列(FPGA)或数字信号处理器(DSP)。可以将计算机可读指令储存在有形非暂时性计算机可读介质上,诸如软盘、硬盘、CD-ROM(紧凑盘-只读存储器)和MO(磁光)、DVD-ROM(数字多功能盘-只读存储器)、DVD RAW(数字多功能盘-随机存取存储器)或半导体存储器上。或者,所述方法能够在硬件组件或者硬件和软件的组合中实现,举例而言,诸如在ASIC、专用计算机或通用计算机中实现。

[0101] 虽然图1A将服务器图示为单个服务器,但在一些实施方式中,多个装置可以实现与服务器相关联的功能。

[0102] 网络140可以是被配置用于在图1A所图示的各个组件之间提供通信的网络。在一些实施方式中,网络可以实现为连接网络布局中的装置和/或组件从而允许在其间通信的一个或多个网络。例如,可穿戴式装置110、用户装置120和感测分析模块132可以通过网络140而操作地彼此通信。在上述组件中的两个或更多个组件之间可以提供直接通信。直接通信可以在无需任何中间装置或网络的情况下发生。在上述组件中的两个或更多个组件之间可以提供间接通信。间接通信可以借助于一个或多个中间装置或网络而发生。例如,间接通信可以利用电信网络。间接通信可以借助于一个或多个路由器、通信塔、卫星或任何其他中间装置或网络而进行。通信类型的示例可以包括但不限于:经由因特网通信、局域网(LAN)、广域网(WAN)、蓝牙、近场通信(NFC)技术、基于诸如通用分组无线业务(GPRS)、GSM、增强型数据GSM环境(EDGE)、3G、4G或长期演进(LTE)协议、红外(IR)通信技术和/或Wi-Fi等移动数据协议的网路,并且可以是无线的、有线的,或者其组合。在一些实施方式中,可以使用蜂窝和/或寻呼网络、卫星、许可无线电台或者许可和非许可无线电台的组合来实现所述网络。网络可以是无线的、有线的,或者其组合。

[0103] 可穿戴式装置110、用户装置120、服务器130和/或感测分析模块132可以连接或互连至一个或多个数据库150。数据库可以是被配置用于储存数据的一个或多个存储器装置。此外,在一些实施方式中,数据库还可以实现为具有存储装置的计算机系统。在一个方面,

数据库可以由网络布局的组件来使用,以执行与所公开的实施方式相一致的一个或多个操作。

[0104] 在一个实施方式中,数据库可以包含存储,该存储含有与所公开的实施方式相一致的各种数据集。举例而言,数据库可以例如包含由位于可穿戴式装置110和/或用户装置120上的各个传感器收集的数据。数据库还可以包含用户偏好、对一种或多种污染物的历史暴露,以及关联于对污染物的暴露的性状、用户生活方式中导致对污染物的暴露减少的改变和/或改善、用户在管理或克服对污染物的暴露方面的成功等。在一些实施方式中,(一个或多个)数据库可以包含大众来源数据,该大众来源数据包括从因特网论坛和社交媒体网站获取的空气污染物暴露信息。因特网论坛和社交媒体网站可以包括个人和/或群体博客、Facebook™、Twitter™等。此外,在一些实施方式中,(一个或多个)数据库可以包含包括空气污染物暴露信息的大众来源数据,由此可以将该信息由一个或多个其他用户直接输入至(一个或多个)感测分析模块中。大众来源数据可以含有关于空气污染物暴露的最新或当前信息、对于减少或避免污染物暴露的建议等。大众来源数据可以由在尝试减少其对污染物的暴露方面有经验的其他用户来提供。

[0105] 在某些实施方式中,所述数据库中的一个或多个数据库可以与服务器位于一处,可以在网络上彼此位于一处,或者可以位于与其他装置分开之处(由连接(一个或多个)数据库与网络的虚线表示)。普通技术人员将会意识到,所公开的实施方式不限于所述(一个或多个)数据库的所述配置和/或布置。

[0106] 在一些实施方式中,可穿戴式装置、用户装置、服务器、感测分析模块和数据库中的任何一个可以实现为计算机系统。此外,虽然在图1A中将网络示出为用于组件之间通信的“中心”点,但所公开的实施方式并不仅限于此。例如,网络布局的一个或多个组件能够以多种方式互连,并且在一些实施方式中能够如普通技术人员所理解那样彼此直接连接、彼此位于一处或者彼此远离。此外,虽然所公开的一些实施方式可以实现于服务器上,但所公开的实施方式并不仅限于此。例如,在一些实施方式中,其他装置(诸如(一个或多个)感测分析模块和/或(一个或多个)数据库)可被配置用于执行与所公开的实施方式(包括关于服务器描述的实施方式)相一致的过程和功能中的一个或多个。

[0107] 虽然说明了特定计算装置并描述了网络,但应当明白和理解的是,可以利用其它计算装置和网络而不偏离本文所描述实施方式的精神和范围。此外,网络布局的一个或多个组件能够以多种方式互连,并且在一些实施方式中能够如普通技术人员所理解那样彼此直接连接、彼此位于一处或者彼此远离。

[0108] (一个或多个)感测分析模块可以实现为储存指令的一个或多个计算机,所述指令在由(一个或多个)处理器执行时对来自用户装置和/或可穿戴式装置的输入数据进行分析,以便检测和/或监测用户对一种或多种污染物的暴露,以及提供信息(例如,建议)来协助用户管理其对此类污染物的暴露。(一个或多个)感测分析模块还可被配置用于在一个或多个数据库中储存数据和信息,搜索、检索和/或分析储存在一个或多个数据库中的数据和信息。所述数据和信息可以包括从一个或多个可穿戴式装置和/或用户装置收集的原始数据,以及每个用户关于对污染物暴露的历史行为模式和社交互动。在一些实施方式中,服务器130可以是在其中实现感测分析模块的计算机。

[0109] 然而,在一些实施方式中,可以远离服务器130实现(一个或多个)感测分析模块

132。例如,用户装置可以向服务器130发送用户输入,并且服务器可以通过网络140连接至一个或多个感测分析模块132以从一个或多个位于远程的数据库150检索、筛选和分析数据。在其他实施方式中,(一个或多个)感测分析模块可以代表这样的软件:其在由一个或多个处理器执行时,执行分析数据的过程以确定用户对一种或多种污染物的暴露,以及提供信息(例如,建议)来协助用户减少他们对污染物的暴露。

[0110] 服务器可以访问和执行(一个或多个)感测分析模块以执行与所公开的实施方式相一致的一个或多个过程。在某些配置中,(一个或多个)感测分析模块可以是储存在可由服务器访问的存储器中(例如,服务器本地的存储器中,或者可通过诸如网络等通信链路访问的远程存储器中)的软件。因此,在某些方面,(一个或多个)感测分析模块可以实现为一个或多个计算机,实现为储存在可由服务器访问的存储器装置上的软件,或者其组合。例如,感测分析模块(例如,132-1)可以是执行一种或多种空气污染感测技术的计算机,而另一感测分析模块(例如,132-2)可以是在由服务器执行时执行一种或多种空气污染感测技术的软件。

[0111] 空气污染物测量可以在许多位置处进行。例如,测量可以在可穿戴式装置上进行。测量可以在可穿戴式装置附近的位置处进行,例如由智能电话或其他便携式电子装置进行。测量可以在基于云的存储、通信和分析系统上进行。空气过滤和感测装置可被配置用于压缩测量数据,以及将经压缩的测量数据传输至基于云的存储、通信和分析系统。

[0112] 下文将会参考图2A详细描述感测分析模块的功能及其与可穿戴式装置和用户装置的通信。

[0113] 本文所描述的实用新型无需局限于空气过滤,而是可以广泛扩展到收集和分析呼吸健康信息以改善用户的健康和/或舒畅。图1B示出了包含在网络内交互的一个或多个空气感测装置的系统的示意图。该系统可以包含图1A的组件,诸如可穿戴式装置、用户装置、服务器、网络和数据库。与图1A的系统相比,图1B的系统可以包含仅包括感测模块114和发射器116的可穿戴式装置。图1B的可穿戴式装置无需包含过滤模块,并且可以由不需要任何空气过滤能力的用户来使用。例如,生活在低污染地区并患有睡眠呼吸暂停的用户可以利用感测模块来监测其在睡眠期间的呼吸,并且可能不需要对其吸入的空气进行过滤。

[0114] 图2A图示了空气过滤和感测系统中的示例性组件。参考图2A,系统200可以包含可穿戴式装置110、用户装置120和感测分析模块132。如先前描述,感测分析模块可以实现于服务器之内和/或之外。例如,感测分析模块可以是服务器内所包含的或者远离服务器的软件和/或硬件组件。在一些实施方式中,感测分析模块(或者感测分析模块的一个或多个功能)可以实现于可穿戴式装置上。或者,可穿戴式装置、用户装置和/或服务器可被配置用于执行感测分析模块的不同功能。可选地,跨可穿戴式装置、用户装置和/或服务器可以重复感测分析模块的一个或多个功能。

[0115] 在图2A的示例中,用户装置120可以包含至少一个传感器122。传感器122可以包括位置传感器(例如,GPS接收器)、心率监测器、惯性传感器(例如,加速度计和陀螺仪)等。如本文其他各处描述的一种或多种其他类型的传感器可以并入到用户装置中。

[0116] 用户装置和/或可穿戴式装置可被配置用于向感测分析模块提供输入数据136。所述输入数据可以包括用户健康概况(user health profile)136a、污染物感测数据136b、生理感测数据136c、位置感测数据136d、环境感测数据136e、大众来源污染数据136f、气象报

告 136g 等。

[0117] 用户健康概况可以由用户经由用户装置提供。用户健康概况可以并入关于以下各项的信息：用户的医疗状况、处方和/或非处方药物、电子健康记录数据，或者可能与用户的健康相关的任何其他信息。用户健康概况可以回应于感测分析模块所提供的问题。问题的示例可以包括用户是否有诸如过敏等某些健康担忧，以及对用户近期所暴露于的污染物水平的估计。用户对这些问题的回应可以用于补充污染感测数据，以便预测用户在何时/何地有可能暴露于污染物。可以使用机器学习过程来分析从用户输入获取的该信息。

[0118] 在一些情况下，可以响应于由用户提供的或者通过感测模块获得的动态变化的信息而持续地更新用户健康概况。例如，用户健康概况可以初始地包括基线概况。基线概况可以说明在时间的初始点处的用户健康概况。随着时间流逝，用户可以例如通过提供有关他们健康关注点的更新的信息而更改他们的健康概况的要素。在其他情况下，感测模块可以例如通过感测用户呼出的空气的成分中的变化而注意到用户健康概况中的变化。这种变化可以与基线做比较，并用于产生更新的用户概况。在一些情况下，可以响应于由用户提供的或者通过感测模块获得的新信息而持续地更新用户概况。在一些情况下，可以使用“大数据”技术来持续地更新用户概况。

[0119] 如本文所描述，污染物感测数据可以包括由可穿戴式装置上的一个或多个污染传感器收集的原始数据。污染物感测数据例如可以包括存在于用户附近的吸入空气中的污染物的类型，以及检测到的那些污染物的水平。污染物感测数据可以储存在位于可穿戴式装置、用户装置和/或服务器上的存储器中。在一些实施方式中，污染物感测数据可以储存在一个或多个数据库中。所述数据库可以位于服务器、可穿戴式装置和/或用户装置上。或者，所述数据库可以位于远离服务器、可穿戴式装置和/或用户装置之处。

[0120] 生理感测数据可以包括由可穿戴式装置或用户装置上的一个或多个生理传感器收集的数据。例如，生理感测数据可以包括用户心率、呼吸频率、呼吸行为、血压、血糖水平的一个或多个测量值，以及/或者任何其他生理数据。

[0121] 位置感测数据可以由可穿戴式装置和/或用户装置上的位置传感器（例如，GPS 接收器）确定。用户位置可以用于确定用户暴露于污染物或者有可能暴露于污染物的地点。用户位置还可以用于补充污染感测数据，以确定对污染物的未来暴露的概率。感测分析模块可被配置用于将污染物感测数据映射至检测到的位置。

[0122] 环境感测数据可以包括由一个或多个环境传感器收集的数据。环境感测数据可以包括从跟踪空气污染物水平的来源（诸如国家气象局（NWS）或国家海洋和大气的管理署（NOAA））获取的信息。环境感测数据可以提供各种类型的环境信息。例如，传感器数据可以指示出环境类型，诸如室内环境、室外环境、低海拔环境或高海拔环境。传感器数据还可以提供关于当前环境条件的信息，包括天气（例如，晴、下雨、下雪）、能见度条件、风速、当日时间等。此外，传感器收集的环境信息可以包括关于环境中物体的信息，诸如环境中物体的数目、密度、几何形状和/或空间排列。空气污染量可能受到环境类型的影响。例如，位于具有低风速和大量工厂的谷地中的位置与靠近具有良好空气循环的海洋的另一位置相比，可能具有更高的空气污染。

[0123] 大众来源信息可以包括与确定用户对空气污染物的暴露相关的信息。例如，大众来源信息可以包括关于一个或多个位置处的当前空气污染物水平的信息、一个或多个位置

处的预测未来空气污染物水平,或者与确定用户对空气污染物的暴露相关的任何其他信息。大众来源信息可以包括从网站或应用(诸如新闻推送、社交媒体网站或应用)获取的信息。大众来源信息可以包括从由其他用户使用的其他装置获取的信息。

[0124] 气象报告可以包括从本地或网络新闻播报获取的信息。

[0125] 图2B图示了空气感测系统中的示例性组件。该系统可以包含图2A的全部组件。与图2A的系统相比,图2B的系统可以包含仅包括感测模块114和发射器116的可穿戴式装置。图2B的可穿戴式装置无需包含过滤模块,并且可以由不需要任何空气过滤能力的用户来使用。例如,生活在低污染地区并患有睡眠呼吸暂停的用户可以利用感测模块来监测其呼吸,但不需要对其吸入的空气进行过滤。

[0126] 图3图示了根据一些实施方式的可穿戴式空气过滤和感测装置、一个或多个用户装置以及感测分析模块之间的通信。如本文所描述,可穿戴式装置110可以佩戴在用户的鼻腔通道内或者用户的嘴和/或鼻子之上。可穿戴式装置可以通信地耦合至用户装置120-1和/或 120-2。用户装置120-1可以是由用户携带的移动装置,并且可以包括一个或多个传感器,诸如相机、麦克风、加速度计、陀螺仪、罗盘、GPS等。用户装置120-2可以是可腕戴式装置,诸如智能手表或手环,其可以包括用于测量体温、心率、用户运动等的一个或多个传感器。可穿戴式装置110以及用户装置120-1和/或120-2可以通信地耦合至感测分析模块132。感测分析模块可以是保存在移动装置和/或可腕戴式装置上的存储器中的应用或其他程序。感测分析模块可以是通信地耦合至移动装置和/或可腕戴式装置的外围硬件组件。如本文其他各处所描述,感测分析模块可被配置用于从各个装置110、120-1和120-2接收输入数据。

[0127] 图4A示出了佩戴在用户鼻腔通道内部的空气过滤和感测装置。空气过滤和感测装置110可以包含佩戴在用户鼻腔通道内部的鼻内装置。该鼻内装置可以完全佩戴在用户鼻腔通道内。该鼻内装置可以部分佩戴在用户鼻腔通道内。过滤模块112可以拦截在吸气期间吸入用户鼻孔的自然气流。感测模块114可以拦截在呼气期间从用户鼻孔排出的自然气流。

[0128] 图4B示出了佩戴在用户鼻子和嘴上的空气过滤和感测装置。不同于图4A,图4B中的空气过滤和感测装置110可以包含佩戴在用户鼻子和嘴上的面罩装置。过滤模块112可以拦截在吸气期间吸入用户鼻孔或嘴的自然气流。感测模块114可以拦截在呼气期间从用户鼻孔或嘴排出的自然气流。

[0129] 图5A示出了基本上佩戴在用户鼻腔通道内的鼻内空气过滤和感测装置的正视图。鼻内装置110-1可以佩戴成使得装置的一定体积(例如,大于90%)位于用户的鼻腔通道内。图5B示出了图5A的鼻内空气过滤和感测装置的侧视图。图5C示出了部分佩戴在用户鼻腔通道内的鼻内空气过滤和感测装置的正视图。鼻内装置110-2可以佩戴成使得装置的大于10%、大于20%、大于30%、大于40%、大于50%、大于60%、大于70%或大于80%的体积位于用户的鼻腔通道内。图5D示出了图5C的鼻内空气过滤和感测装置的侧视图。

[0130] 图6A示出了佩戴在用户鼻腔通道内的、基于筒匣的鼻内空气过滤和感测装置的示意图。图6B示出了图6A的装置110的放大视图。如本文所描述,该鼻内空气过滤和感测装置可以包含鼻内过滤模块112。该鼻内过滤模块可以包含筒匣保持器(cartridge holder)600和过滤器筒匣602。筒匣保持器可被配置用于接收过滤器筒匣并且与其耦合,以便将过滤器筒匣在鼻内过滤模块内保持就位。筒匣保持器可被配置用于可逆地耦合至过滤器筒匣,以

便允许在不同时刻利用不同的过滤器筒匣。筒匣保持器可被配置用于允许过滤器筒匣卡入和脱出该筒匣保持器。

[0131] 在一些情况下,筒匣过滤器可以被配置为可互换。可以使用快拆机构来将筒匣过滤器安装到筒匣保持器上。筒匣过滤器可以被配置为可互换和/或安装到筒匣保持器上而不使用工具。筒匣过滤器和/或筒匣保持器可以包括安全特征,例如机械的和/或电子钥匙或互锁设备。

[0132] 对基于筒匣的过滤元件的使用可以允许扩展过滤模块的有用性能寿命。空气过滤器可能随着污染物积累而堵塞,从而需要定期更换过滤元件。对易于更换的筒匣形制的使用可以解决更换过滤器元件的需求。对筒匣形制的使用可以具有以下的附加优点:允许将带有变化的和潜在高度复杂的内部组成的过滤器作为单个整件物体而卡入和脱出筒匣保持器。

[0133] 对基于筒匣的过滤模块的使用还可以允许针对给定的用户需求或偏好来定制过滤元件。例如,针对不同用户,诸如医生、暴露于锯屑的木工、身处北京的待产孕妇、哮喘患者、从医疗干预中恢复的人以及患有睡眠呼吸暂停的人,可能需要不同的过滤性能。一般而言,不同的用户将会具有不同的偏好,范围从零过滤(无筒匣)到最大过滤。医生可能寻求使针对空气中的病毒和细菌的防护最大化。产生木屑的木工可能更期望移除灰尘和大颗粒物的过滤器筒匣。身处北京的待产孕妇可能寻求为她和她们的胎儿带来针对PM2.5颗粒物和一氧化碳的最佳防护的过滤器筒匣。运动员可能更期望提供穿过过滤器元件的最高可能的气流的过滤器筒匣。身处家中的从医疗干预中恢复的人、患有医疗状况的人或者希望收集关于其呼吸的数据的人可能期望零过滤,从而使用所述装置来测量、监测和报告呼吸速率、呼吸量和其他生命体征。类似地,患有睡眠呼吸暂停的人可以仅仅为了测量、监测和报告关于其在睡眠期间呼吸的信息这一目的而使用所述装置。在一些情况下,用户可以利用感测模块来检测其他呼出化合物,例如新陈代谢终端产物或其他挥发性有机化合物。在一些情况下,用户可能希望利用感测模块来检测呼出化学物(呼出化合物可能与他们参与的药物治疗计划相关,例如治疗性药物的使用)中的变化。对基于可拆卸式和可更换式筒匣的过滤模块的使用可以允许这些用户中的每个用户使用具有针对其特定需求(这可能随着时间推移而改变,或者由其位置、活动和健康状态所确定)而定制的内部组成的过滤筒匣。

[0134] 图7A示出了包含多个过滤层的基于筒匣的鼻内空气过滤装置的示意图。如本文所描述,该鼻内空气过滤和感测装置可以包含鼻内过滤模块112。该鼻内过滤模块可以包含筒匣保持器600和过滤器筒匣602。过滤器筒匣可以包括一个或多个层。过滤器筒匣可以包括第一层602a、第二层602b和第三层602c。过滤器筒匣可以包括1个、2个、3个、4个、5个、6个、7个、8个、9个、10个或多于10个层。

[0135] 所述层可以含有不同量和厚度的多个组成成分(component)。可以制定筒匣的总体组成以解决特定污染物、污染物水平和用户偏好。过滤元件的内部组成和结构决定了其总体过滤特性和关联参数,诸如用户在佩戴该装置时体验到的吸气阻力、呼气阻力、湿度和热量。

[0136] 参考图7B,所述层可以按目标污染物大小逐渐减小的顺序来布置,其中在过滤器内尽可能早的位置处排除最大的污染物。例如,第一层602a可以包含粗过滤元件,诸如金属网或玻璃纤维网,以便过滤诸如花粉、皮屑、PM10或灰尘等相对较大的污染物。第二层602b

可以包含较精细的过滤元件,诸如玻璃纤维网、纳米纤维化材料或者静电捕获装置,以便过滤诸如PM_{2.5}等较小的污染物。第三层602c 可以包含精细过滤元件,诸如向基质添加的活性炭掺杂剂,以便过滤诸如CO、NO_x等气体。第三层可被配置用于利用活性炭来过滤气体和其他污染物,所述活性炭的孔隙体积分布(并且因此,微、中和大孔隙的相对分数)已经匹配于预期的、预测的或已知的化学特性。因此,所述层可以包含粗过滤元件、较精细过滤元件或者精细过滤元件。在一些实施方式中,可以将具有不同程度的过滤能力的元件制造成具有逐渐增大和/或逐渐减小的粒度水平的单个层。

[0137] 图8示出了为用户提供定制化空气过滤装置的方法的流程图。方法800可以包括向感测分析模块提供各种输入数据(例如,位置、季节、大众来源数据、用户健康信息等)(步骤805)。接下来,感测分析模块可以基于输入数据来确定针对用户的最优过滤器(步骤850)。可以为用户制造过滤器,并于随后例如由第三方实体(制造商)将其运送到用户。

[0138] 输入数据可以包括用户的位置810。提供该位置可以允许利用关于位置的信息来确定针对用户的最优过滤器。例如,可以利用来自该位置处的固定式环境传感器的多种空气污染物(诸如植物花粉、CO、NO_x、PM_{2.5}、PM₁₀或其他污染物)浓度的测量来确定要将哪些过滤层包含在供用户使用的过滤筒匣中。

[0139] 输入数据可以包括关于当前季节的信息820。提供关于季节的信息(例如,年中哪个季节、季节的开始、季节当中或结束)可以允许利用时间信息来确定针对用户的最优过滤器。例如,可以利用来自在不同季节期间处于所述位置处的固定式环境传感器的多种空气污染物(诸如植物花粉、CO、NO_x、PM_{2.5}、PM₁₀或其他污染物)浓度的测量来确定要将哪些过滤层包含在供用户使用的过滤筒匣中。通过这种方式,可以针对不同季节使用不同的最优过滤器。例如,针对春季的最优过滤器可以包含被设计用于过滤花粉或其他春天变应原的层,而针对冬季的最优过滤器可能不需要这些层。

[0140] 输入数据还可以包括大众来源信息830。大众来源信息可以包括与确定用户对空气污染物的暴露相关的信息。例如,大众来源信息可以包括关于以下各项的信息:一个或多个位置处的当前空气污染物水平、一个或多个位置处的预测未来空气污染物水平,或者与确定用户对空气污染物的暴露相关的任何其他信息。大众来源信息可以包括从网站或应用(诸如新闻推送、社交媒体网站或应用)获取的信息。大众来源信息可以包括从由其他用户使用的其他装置获取的信息。大众来源信息可以包括从本地或网络新闻播报获取的信息。大众来源信息可以包括从跟踪空气污染物水平的来源(诸如国家气象局(NWS)和/或国家海洋和大气管理署(NOAA))获取的信息。附加地或替代地,大众来源信息可以包括其他信息来源,诸如可以提供关于趋势网络搜索(例如在特定地理位置搜索“流感样症状”的人数)的信息的健康相关网站(例如patientslikeme)和搜索引擎。

[0141] 输入数据还可以包括用户健康信息840。用户健康信息可以用于确定针对用户的最优过滤器。例如,如果用户对大气中的特定物质(例如花粉)过敏,则可以利用这样的信息来包含过滤层以便对该变应原进行过滤。同样地,如果用户患有睡眠呼吸暂停并且希望监测和记录他或她在夜间的呼吸,则用户可能希望放弃任何种类的过滤,并且仅将装置用于健康感测和监测。

[0142] 在步骤850中,通过感测分析模块来确定针对用户的最优过滤器。可以通过考虑步骤805中所提供的输入数据中的一条或多条数据来确定最优过滤器。如本文所描述,可以根

据诸如用户的个人偏好等附加的数条信息,来确定最优过滤器。

[0143] 可以使用任何制造方法来制造过滤器。例如,可以利用激光制造方法,诸如激光切割、激光穿孔和/或激光点焊等,来制造过滤器。可以利用增材制造技术,诸如3D打印等,来制造过滤器。可以利用本领域技术人员已知的任何快速制造方法来制造过滤器。

[0144] 本领域普通技术人员将会意识到基于本文所提供的公开内容的许多变化、改变和适应。例如,可以适当添加额外步骤。一些步骤可以包含子步骤。一些步骤可以是自动化的(例如,自主污染物和/或环境感测),而一些步骤可以是手动的(例如,要求来自用户的手动输入或回应)。本文所描述的系统和方法可以包含一个或多个指令,以执行方法800的一个或多个步骤的至少一部分。

[0145] 制造几乎无限多样性的化学和物理上不同的过滤器筒匣的能力可以产生更好的健康结果和给人带来对空气污染物的更好的防护。此外,可以将快速制造技术与允许快速制定地理上、时间上和针对用户最优的过滤器元件的集成感测、流体动力学和分析基础架构相结合。

[0146] 个人化过滤器制定和快速制造可仅部分地解决用户的过滤需求。例如,在夏季身处北京的运动员与身处同一地点的孕妇相比,可能寻求不同的防护水平。运动员可能希望使过滤模块对呼吸的阻力最小化,仅包含具有3微米网大小的多孔金属网的过滤器元件。相反,待产孕妇可能希望使针对包括灰尘和诸如一氧化碳等气体在内的所有已知污染物的防护最大化,从而指向具有活性炭、金属网和编织玻璃纤维的复杂得多的多元件过滤器。这样的过滤器可能对于待产孕妇是最优的,但对于运动员却具有高得不可容忍的呼吸阻力。

[0147] 因此,可以将快速过滤器制定和快速过滤器制造与用户界面软件相结合,该用户界面软件允许用户指示出与关于其在舒适与期望防护水平之间的优选权衡的用户当前偏好有关的个人选择。例如,该软件可以允许用户将滑块从左(红色)拖到右(绿色),以指示其防护偏好。用户界面元素可以标有词语,该词语阐明用户关于呼吸轻松度与防护而正在做出的选择。例如,该软件可以在滑块元素的一端上包含诸如“最佳防护”这样的措辞,并在另一端上包含“呼吸最轻松”。

[0148] 该软件可以使用来自用户所佩戴的小型化空气污染传感器的实时传感器数据,以便建议改变个人习惯或者改变过滤器筒匣组成以减少暴露。软件后端可以跟踪暴露和活动,以便预测用户何时将会需要新运送过滤器筒匣,并且将会要求和/或提醒用户重新订购过滤器筒匣。

[0149] 在一些实现方式中,过滤系统之内或附近的传感器可以本地处理感测数据和/或将感测数据传输至感测分析模块。感测分析模块可以基于感测数据而向用户提供反馈,并且允许用户监测污染水平和其过滤器的性能。可以经由蜂鸣器、声音或光信号来向用户发信号通知相关事件和变化。

[0150] 来自本地传感器的数据和来自远程和/或大众传感器的数据可由中央计算机(例如,实现为感测分析模块)加以整合,从而允许向用户提供信息,诸如使污染最小化的步行/交通路径信息和当地污染水平。可以将污染信息和关联数据(例如经优化的使暴露最小化的路径)提供给用户,从而允许用户改变其行动和选择,诸如其希望在他们的过滤系统中使用的过滤器类型。

[0151] 例如,具有“高流量”过滤器筒匣的运动员可能希望在当地臭氧水平超过预设水平

的情况下得到警告,从而允许他们停止其锻炼或以其他方式回应于该环境变化,诸如通过将不同类型的过滤器筒匣卡入到稳定地位于其鼻子中的柔性载体结构中来回应。

[0152] 对于在更好的过滤与增大的气流之间做出选择的需求可以通过并入额外的元件以在增大气流的同时保持高水平的过滤性能而得到部分缓解。例如,空气过滤和感测装置可以包含利用微米或纳米纤维元件的过滤元件、用以敞开鼻腔通道的扩张结构,或者在吸气和呼气期间在鼻腔通道内改变位置的过滤器筒匣。

[0153] 图9A示出了在用户吸气时段期间,包含多个过滤元件的基于筒匣的鼻内空气过滤装置的示意图。过滤模块112可以包含在吸气期间处于第一配置900a下的多个纤维元件。过滤元件可以包括微米纤维元件。过滤元件可以包括纳米纤维元件。过滤元件可以包括网,诸如细金属网。过滤元件可以包括一个或多个膜。过滤元件可以包括一种或多种颗粒状化学物质。过滤元件可以成形为像人类心脏瓣膜那样。在吸气期间,过滤元件可以处于“闭合”配置,并且布置成紧密集聚,其中相邻元件之间空间很小。通过这种方式,过滤元件可以在吸气期间提供对空气的过滤。

[0154] 图9B示出了在用户呼气时段期间,包含多个过滤元件的基于筒匣的鼻内空气过滤装置的示意图。过滤模块112可以包含在呼气期间处于第二配置900b下的多个过滤元件。在吸气期间,过滤元件可以处于“敞开”配置并且布置成宽松集聚,其中相邻元件之间空间很小。通过这种方式,在可能不必进行大量空气过滤时,过滤元件可以具有减少的呼气阻力。

[0155] 图10A示出了包含为了增加气流而敞开鼻腔通道的扩张结构的基于筒匣的鼻内空气过滤和感测装置的示意图。过滤模块112可以包含扩张结构1000,该扩张结构1000对位于鼻腔内深处并且天然增加鼻腔通道对气流的阻力的天然缩窄部进行扩张。扩张结构可以对鼻子内原本会限制空气流过鼻腔通道的任何结构进行扩张。例如,扩张结构可以扩张由鼻中隔和下鼻甲基部所限定的孔径,该处可能是鼻腔通道中的空气的关键阻塞点。该孔径可具有小于3mm的横向尺寸,从而创造出对于流动空气的高阻力阻塞点。

[0156] 图10B示出了图10A的扩张结构的放大视图。扩张结构可以包含柔性弹性网。该柔性弹性网可以位于从鼻孔基部测量的鼻腔内至少1mm、至少2mm、至少3mm、至少4mm、至少5mm、至少6mm、至少7mm、至少8mm、至少9mm、至少10mm、至少11mm、至少12mm、至少13mm、至少14mm或至少15mm深处。柔性弹性网可以扩张这个天然构造,从而产生空气阻力减小。

[0157] 图11A示出了处于允许在用户吸气时段期间增加过滤且减少气流的位置上的基于筒匣的空气过滤装置。如本文所描述,过滤模块112 可以包含筒匣保持器600和筒匣602。筒匣可以是可移动式的,使得其在筒匣保持器内的位置可以根据用户正在经历呼吸循环的哪个部分而随时间推移改变。在吸气期间,筒匣可以处于第一位置602a,在其中筒匣定位成在筒匣保持器与该筒匣之间具有相对较小的空间。筒匣保持器与筒匣之间相对较小的空间量可以在吸气期间迫使空气经过筒匣,从而允许对进入的空气进行过滤。

[0158] 图11B示出了处于允许在用户呼气时段期间减少过滤且增加气流的位置上的基于筒匣的空气过滤装置。如本文所描述,过滤模块112 可以包含筒匣保持器600和筒匣602。在呼气期间,筒匣可以处于第二位置602b,在其中筒匣定位成在筒匣保持器与该筒匣之间具有相对较大的空间量。筒匣保持器与筒匣之间相对较大的空间量可以允许空气绕过筒匣,从而减少对气流的阻力。

[0159] 替代空气出口路径的提供可以具有超出使呼气更轻松之外的其他益处。例如,呼

出的空气可能是潮湿的,并且将这样的湿气携带到过滤器中,在该处其可能积累并且潜在地使过滤劣化。通过为呼出的空气提供替代出口路径,空气可以能够在无需穿过过滤器元件的情况下离开过滤系统,从而扩展过滤模块的寿命和/或性能。

[0160] 过滤模块可以包括外壳,该外壳允许对在用户鼻腔通道内的配合进行定制。该外壳可由塑料材料制成。该外壳可以使用诸如3D打印等快速制造技术来制造。塑料外壳与鼻解剖结构之间的轻微不完善处可以使用这样的材料来填充:所述材料允许在已将该装置提供给用户之后塑造最终形状。例如,间隙填充材料可以包含热塑性聚合物。该热塑性聚合物可以具有45与85摄氏度、45与80摄氏度、50与75 摄氏度、50与70摄氏度、55与65摄氏度或者55与60摄氏度之间的熔点。可以将熔点选择成与人的鼻子内的组织的热敏性相容,这可能会严格限制能够在不造成不适的情况下插入人的鼻子中的热塑性材料的温度。热塑性材料可以含有温敏染料,使得用户可以自信而可靠地确定热塑性材料的正确温度,以在形成材料和等待其固化时使塑形能力和舒适度最大化。

[0161] 过滤模块可以随同过滤器元件包括本文所描述的一个或多个空气阻力减小策略。过滤器元件可以包含可提供良好的颗粒过滤性能和减小的空气阻力的低阻力纳米结构化或纳米原纤化(nano-fibrilated) 聚合物网。例如,材料可以允许与常规空气过滤器材料相比至少低二分之一的压降。

[0162] 感测模块可以包含一个或多个传感器元件。传感器元件可以包括一个或多个空气污染传感器,其能够检测一种或多种空气污染物,诸如气体(例如,CO、NO_x、臭氧或含硫化合物)、颗粒物(例如,煤烟、灰尘、PM2.5或PM10)或生物颗粒(例如,花粉、细菌或病毒)。空气污染传感器可以包括基于反射、透射、吸收或散射光的光学传感器。空气污染传感器可以包括光电传感器。空气污染传感器可以包括化学反应性传感器。空气污染传感器可以包括基于振动特性变化的质量传感器。

[0163] 除了空气污染传感器之外,感测模块还可以包含提供互补信息的一个或多个互补传感器。互补传感器可以包括一个或多个全球定位系统(GPS)传感器,用于检测空气过滤和感测装置的位置。互补传感器可以包括一个或多个惯性传感器,诸如加速度计或陀螺仪,用于检测空气过滤和感测装置的取向。互补传感器可以包括一个或多个高度传感器,诸如气压计,用于测量空气过滤和感测装置的高度。互补传感器可以包括一个或多个外部温度、湿度、气压或风速传感器,用于分别测量空气过滤和感测装置的环境中的温度、湿度、气压或风速。互补传感器可以包括一个或多个心率监测器,用于测量用户的心率。互补传感器可以包括一个或多个皮肤温度传感器,用于检测用户的皮肤温度。互补传感器可以包括一个或多个皮肤电反应传感器,用于确定用户皮肤的电特性。互补传感器可以包括一个或多个血氧饱和度传感器。互补传感器可以包括一个或多个代谢传感器,用于测量用户的代谢功能。互补传感器可以包括响应于用户触摸的一个或多个电容式传感器。在一些情况下,传感器可以包括微机电系统(MEMS)或者纳机电系统(NEMS)传感器。在一些情况下,MEMS或NEMS传感器可被配置为从感测模块可移除。例如,感测小模块可以被配置为允许基于用户或环境因素,使用其他传感器来替换MEMS或NEMS传感器。

[0164] 图12示出了利用光学检测方案的空气感测装置的示意图。感测模块114可以包含光学检测器,该光学检测器利用光的散射来检测一种或多种空气污染物。光学检测器可以包含光源1202、准直光学器件 1204、光收集光学器件1206和检测器1208。光源可以包括宽

波段光源,诸如发光二极管(LED)。光源可以包括半单色光源,例如激光器。光源可以包括连续波激光器或脉冲激光器。光源可以包括气体(例如,二氧化碳或氦-氮)激光器、染料激光器、固态激光器(例如,Nd:YAG激光器)、光纤激光器(例如,稀土掺杂光纤激光器)、半导体激光器(例如,垂直腔表面发射激光器)或者本领域技术人员已知的任何其他激光器。光源可以包括多个光源。

[0165] 光源将光引导至准直光学器件。准直光学器件将来自光源的光引导至由光学传感器调查下的污染物1200。准直光学器件可以在光向由光学传感器调查下的污染物传递时对其加以准直。准直光学器件可以包含一个或多个透镜。准直光学器件可以包含一个或多个微透镜。在与污染物发生相互作用时,光朝向光收集光学器件散射。

[0166] 光收集光学器件将从污染物散射的光引导至检测器。光收集光学器件可以包含聚焦光学器件,该聚焦光学器件在散射的光向检测器传递时对其加以聚焦。光收集光学器件可以包含一个或多个透镜。光收集光学器件可以包含一个或多个微透镜。光收集光学器件可以包含一个或多个球透镜。光收集光学器件可以包含一个或多个反射镜。光收集光学器件可以包含一个或多个微反射镜。光收集光学器件可以包含一个或多个抛物面反射镜。光收集光学器件可以包含一个或多个抛物面聚光器。光收集光学器件可以包含一个或多个复合抛物面聚光器。

[0167] 检测器记录可指示出污染物存在的光信号。检测器可以包含一个或多个光电二极管、一个或多个雪崩光电二极管、一个或多个电荷耦合器件(CCD)相机,或者一个或多个互补金属氧化物半导体(CMOS)相机。检测器可以包括本领域技术人员已知的任何其他检测器。检测器可以耦合至一个或多个锁定放大器,从而允许对光信号进行锁定检测。

[0168] 光学检测器可以包含一个或多个附加光学元件,所述附加光学元件可以通过将光路折叠到更紧凑的空间中而使光学传感器的高宽比或大小最小化。例如,附加光学元件可以允许将光路转化成U形光路。

[0169] 图13A示出了利用具有包含一个或多个反射镜的减小的光路长度的光学检测方案的空气感测装置的示意图。本文所描述的光学传感器114可以包含光源1202、准直光学器件1204、光收集光学器件1206和检测器1208。此外,光学传感器还可以包含反射镜1203、1205和1207。反射镜可以产生经过光学传感器的光的U形光路。反射镜可以包括微反射镜。

[0170] 图13B示出了利用具有包含一个或多个偏振元件的减小的光路长度的光学检测方案的空气感测装置的示意图。本文所描述的光学传感器114可以包含光源1202、准直光学器件1204、光收集光学器件1206和检测器1208。此外,光学传感器还可以包含一个或多个反射镜1203和1207,以及一个或多个偏振元件1209a和1209b。反射镜可以包括微反射镜。偏振元件可以包括两个偏振元件。偏振元件可以包括一对正交偏光器。所述正交偏光器可以使未被污染物散射的光向检测器中的进入最小化。

[0171] 感测模块可以包含利用非光学检测原理的一个或多个空气污染传感器。例如,感测模块可以包含基于石英晶体微量天平或其他用于质量测量的谐振器的空气污染检测器。感测模块可以包含被放置成与由于呼吸而自然移动经过人体气道的空气相接触的空气污染检测器。传感器可以在通道内或通道表面上布置成多种几何形状,诸如布置成环形架构或交错螺旋,以便避免传感器间干扰。虽然附图示出了被放置于圆柱形通道内的(一个或多个)传感器,但空气在其上(或经过其中)移动的结构的具体形状可能差异很大(例如,平坦

表面、圆柱形通道,或者以其他方式弯曲的表面)。

[0172] 图14A示出了包含以线性方式布置的多个感测元件的空气感测装置的示意图。感测模块114可以包含跨感测模块的一个维度以线性方式布置的一个或多个传感器114a、114b、114c和114d。

[0173] 图14B示出了包含以交错方式布置的多个感测元件的空气污染感测装置的示意图。感测模块114可以包含跨感测模块以交错方式布置的一个或多个传感器114a、114b、114c和114d。例如,传感器可以布置成螺旋或环。交错几何形状的使用可以使传感器之间的干扰最小化。例如,局部阻碍气流的化学传感器可能会削弱位于该化学传感器下游的压力传感器的性能。同样地,被加热的MEMS传感器可能会使位于该被加热的MEMS传感器下游的温度传感器的性能出现偏差。这些形式的传感器干扰可以通过将传感器在相对于气流的螺旋路径中交错开而得到减少。

[0174] 感测模块可以含有不止一个传感器,从而可以对移动的空气的其他参数(例如,压力、速度、温度和湿度)进行采样。对这些参数的测量可以有助于对气体浓度、空气质量和/或颗粒物的准确校准和归一化。

[0175] 例如,对流过限定直径的通道空气速度的测量可以允许对流入和流出身体的空气通量进行估计。这转而可以允许计算对空气污染物(例如,颗粒物)的暴露。这样的计算可能涉及来自空气污染传感器的信号、来自空气速度传感器的信号,以及空气进入人体所经过的通道的横截面积。例如,可以将180cm/s的测得空气速度乘以具有1 cm半径的圆柱形通道的横截面积,从而得到每秒570cm³体积的空气移动经过该通道。颗粒物传感器可以测得0.6mg/m³的浓度。可以将该浓度乘以体积流量以得出结论:佩戴者每秒吸入0.0003mg的颗粒物。可以对瞬时颗粒物暴露进行积分以确定用户在特定时间段内对颗粒物的总暴露量。

[0176] 空气速度可以从使用压力传感器进行的气压测量来确定。对限定直径的通道内部的气压的测量可以允许利用伯努利(Bernoulli)方程来估计流入和流出身体的空气通量。来自温度传感器的温度读数的添加可以用于校正原始压力信号和获取经校正的空气速度。

[0177] 感测模块可被配置用于以降低的功耗操作,以及与用户的呼吸循环同步操作。感测模块可以耦合至利用预测算法监测用户鼻腔通道中的气道压力和流动的硬件或软件。这样的呼吸信息可以用于自适应地选通气体感测窗口的时序,以允许仅当用户吸气或呼气时由一个或多个空气污染传感器进行采样。

[0178] 感测模块可被配置用于使用来自压力传感器的信息来预测下一呼气循环将于何时出现,以及基于该预测而最优地选通气体感测窗口。例如,能量和信息高效的采样程序可能是在呼气开始后约600ms选通非分散红外(NDIR)感测循环。随着佩戴者改变其呼吸速率,感测模块可以改变选通,以使得气体感测事件总是发生在相对于呼气开始的同一时间。

[0179] 感测模块可以使用来自压力传感器的信息来预料下一呼气循环将于何时出现,以及使用该预测来进行一对测量——一个测量发生在吸气期间,而另一测量发生在呼气期间。通过对比这两个数,以及进行最优地和自适应地与人体呼吸同步的差分测量,感测模块可以能够与吸入空气的潜在改变的气体组成无关地提供对呼出气体组成的稳健估计。

[0180] 感测模块可以使用来自压力传感器的信息来预料下一呼气循环将于何时出现,以及使用该预测来以相对于呼气开始的不同延迟时序对呼出气进行采样。在人呼气时,肺部中所含的空气被压出身体,其中不同的空气体积从人体气道内的不同区域而来。例如,在呼

气开始后约100ms离开人体的空气可能主要来自鼻腔和上呼吸道。与此相反,在呼气开始后约800ms离开鼻子的空气可能主要来自鼻腔和下呼吸道。如果感测模块经由压力传感器来监测呼吸,则感测模块可以能够使用该信息来获取呼出空气的多个样本,并因此差分地探查来自人体气道的不同区域的空气。

[0181] 感测模块可以部分地或完全地由发电模块来供电,该发电模块能够将来自呼吸的机械能转化成电能。发电模块可以包含一个或多个发电元件,所述发电元件被配置用于配合在人体的气道之内或附近。发电元件可以拦截移动经过人体气道的空气中的一些或所有空气。发电元件可被配置用于配合在鼻腔内。

[0182] 图15A示出了包含附接至单向阀1502的柔性叶片1504的压电元件的装置的示意图,该装置能够在用户吸气时段期间将来自呼吸的能量转化成电能。发电模块可以包含结合到单向空气阀的柔性叶片的一个或多个压电元件。在吸气期间,所述叶片可以处于第一配置1500a。在该第一配置下,叶片可被配置成使得压电元件处于压迫配置并产生电流流动。空气在吸气期间的通过可以将叶片保持在第一配置,从而允许只要用户在吸气就生成电流。

[0183] 图15B示出了包含附接至单向阀1502的柔性叶片1504的压电元件的装置的示意图,该装置能够在用户呼气时段期间将来自呼吸的能量转化成电能。发电模块可以包含结合到单向空气阀的柔性叶片的一个或多个压电元件。在吸气期间,所述叶片可以处于第二配置1500b。在该第二配置下,叶片可被配置成使得压电元件处于非压迫配置并且不产生电流流动。电流的生成可以在用户开始吸气并且叶片再一次变成压迫配置时重新开始。

[0184] 发电模块可被配置用于替代于在呼气期间或者除了在呼气期间之外,在呼气期间生成电功率。例如,单向阀可被配置成在呼气期间而不是吸气期间处于压迫配置。发电模块可以包含被配置用于在吸气期间生成电流的第一单向阀,以及被配置用于在呼气期间生成电流的第二单向阀,以便从呼吸循环的全部两个阶段收获能量。

[0185] 图15C示出了包含附接至载气管1506的表面的压电元件1508 的装置的示意图,该装置能够在用户吸气时段期间将来自呼吸的能量转化成电能。发电模块可以包含结合到载气管的表面的一个或多个压电元件。在吸气期间,所述管可以处于第一配置1500c。在该第一配置下,管可被配置成使得压电元件处于压迫配置并产生电流流动。空气在吸气期间的通过可以将管保持在第一配置,从而允许只要用户在吸气就生成电流。

[0186] 图15D示出了包含附接至载气管1506的表面的压电元件1508 的装置的示意图,该装置能够在用户呼气时段期间将来自呼吸的能量转化成电能。发电模块可以包含结合到载气管的表面的一个或多个压电元件。在呼气期间,所述管可以处于第二配置1500d。在该第二配置下,管可被配置成使得压电元件处于非压迫配置并且不产生电流流动。电流的生成可以在用户开始吸气并且管再一次变成压迫配置时重新开始。

[0187] 发电模块可被配置用于替代于在呼气期间或者除了在呼气期间以外,在呼气期间生成电功率。例如,管可被配置成在呼气期间而不是吸气期间处于压迫配置。发电模块可以包含被配置用于在吸气期间生成电流的第一管,以及被配置用于在呼气期间生成电流的第二管,以便从呼吸循环的全部两个阶段收获能量。

[0188] 提供由呼吸造成的自然气流可以排除对于能够迫使空气进入传感器中的装置的需求。因此,发电模块可以显著减少操作感测模块所需的功率量。与利用风扇或电阻元件来

使空气移动经过传感器的传感器相比,使用自然气流可以将感测模块的功率需求降低超过0.1W、0.2W、0.3W、0.4W、0.5W、0.6W、0.7W、0.8W、0.9W或1W。降低的功耗可以允许传感器以显著增加的寿命操作而不需要供应新的电池。

[0189] 感测模块可由无线充电电源来供电。感测模块可由感应充电电源来供电。感测模块可由电池来供电。空气过滤和感测装置可以包含功耗模块。该功耗模块可被配置用于允许空气过滤和感测装置根据用户在不同时间点的需求,在低功率省电模式与高功率性能模式之间切换。

[0190] 图16示出了利用来自多个传感器的数据来为佩戴空气过滤和感测装置的用户构建个人化污染暴露评分的方法的流程图。方法1600 可以包括以下步骤:获取PM2.5测量值,获取PM10测量值,获取CO测量值,获取湿度测量值,获取花粉测量值,获取其他传感器数据,提供用户特定信息,整合和分析传感器数据和用户特定信息,调整传感器参数,向中央计算机传输,产生个人化污染评分,以及向用户发出警报。

[0191] 在步骤1610中,进行PM2.5测量。PM2.5测量可以通过如本文所述利用任何空气污染传感器的感测模块来进行。在步骤1612中,进行PM10测量。PM10测量可以通过如本文所述利用任何空气污染传感器的感测模块来进行。在步骤1614中,进行CO测量。CO测量可以通过如本文所述利用任何空气污染传感器的感测模块来进行。在步骤1616中,进行湿度测量。湿度测量可以通过如本文所述利用任何湿度传感器的感测模块来进行。在步骤1618中,进行花粉测量。花粉测量可以通过如本文所述利用任何空气污染传感器的感测模块来进行。在步骤1620中,进行附加的传感器测量。附加的传感器测量可以通过如本文所述利用任何传感器的感测模块来进行。

[0192] 步骤1610、1612、1614、1616、1618或1620中的一个或多个步骤还可以包括传感器校准。例如,步骤1610、1612、1614、1616、1618或1620中的一个或多个步骤可以包括相对于基线传感器或基线基准来校准传感器,检查传感器是否正常操作,确定传感器是否有缺陷或故障,以及/或者校正传感器漂移、传感器误差或传感器偏差。传感器校准可以是自动化的。传感器校准可以动态进行。

[0193] 步骤1610、1612、1614、1616、1618或1620中的一个或多个步骤可以包括收集传感器数据。例如,步骤1610、1612、1614、1616、1618或1620中的一个或多个步骤可以包括设置传感器的采样率、采样频率或准确度。

[0194] 步骤1610、1612、1614、1616、1618或1620中的一个或多个步骤可以包括相对于其他类型的传感器数据来交叉检查传感器数据的准确度。例如,步骤1610、1612、1614、1616、1618或1620中的一个或多个步骤可以包括关联来自感测模块内的不同传感器的传感器数据,关联使用外部传感器(例如,气象站处的传感器)获得的传感器数据,基于由传感器获取的数据的准确度为该数据分配权重,以及/或者丢弃不准确或不可靠的传感器数据或者针对进一步分析而标记这样的传感器数据。步骤1610、1612、1614、1616、1618或1620 中的一个或多个步骤可以包括采用统计分析程序(例如,马氏(Mahalanobis)距离或欧氏(Euclidean)距离)来确定传感器准确度。

[0195] 在步骤1630中,提供用户特定信息。用户特定信息可以包括以下各项中的一项或多项:用户年龄、性别、位置、身高、体重、身体质量指数(body mass index,BMI)、身体组成信息(例如体脂含量)、健康状态(例如,持续中的医疗状况,比如过敏、高血压或其他医学疾

病),以及关于期望防护水平的个人偏好。如本文所描述,用户特定信息可以包括对确定个人化污染评分可能有用的任何用户特定信息。

[0196] 在步骤1640中,整合和分析传感器数据和用户特定信息。步骤 1640可以包括对不同传感器数据的传感器融合,以例如补偿单个传感器的某些固有缺陷。例如,步骤1640可以包括应用一个或多个滤波器。滤波器可以包括卡尔曼滤波器。滤波器可以包括高阶滤波器。滤波器可以包括本领域技术人员已知的任何滤波器。

[0197] 可以使用多个位置处的多个装置来分析传感器数据。例如,可以在用户的移动装置上,诸如在用户的智能电话、平板计算机、膝上型计算机或任何其他便携式电子装置上分析传感器数据。可以在用户的可穿戴式装置上,诸如在用户的智能手表上分析传感器数据。可以在远程服务器处分析传感器数据。该远程服务器还可以执行用于相同地理位置内或跨不同地理位置的多个用户的传感器数据聚合。聚合的传感器数据可以允许创建多个地理位置上的大众来源污染数据。

[0198] 在一些实施方式中,步骤1640还可以包括原始的或经分析的传感器数据的压缩和/或存储。被压缩的传感器数据可以压缩和/或储存在用户的移动装置上,诸如用户的智能电话、平板计算机、膝上型计算机或任何其他便携式电子装置上。被压缩的传感器数据可以压缩和/或储存在用户的可穿戴式装置上,诸如用户的智能手表上。被压缩的传感器数据可以压缩和/或储存在远程服务器处。被压缩的传感器数据可以使用本领域技术人员已知的任何数据压缩和/或存储技术来压缩和/或储存。被压缩的传感器数据可能需要比未经压缩的原始传感器数据的存储空间小2倍、小5倍、小10倍、小20倍、小100倍、小200 倍、小500倍或者小1000倍的存储空间。

[0199] 在一些实施方式中,步骤1640还可以包括经分析的数据向用户的移动装置的传输,诸如向用户的移动电话、平板计算机、膝上型计算机或任何其他便携式电子装置的传输。传输可以经由有线通信信道。传输可以经由无线通信信道。无线通信可以经由蓝牙通信。无线通信可以经由Wi-Fi通信。无线通信可以经由本领域技术人员已知的任何其他无线通信。

[0200] 在步骤1650中,如果需要,则利用整合和分析程序的结果来调整一个或多个传感器参数。例如,可以选择性地激活或停用感测模块的一个或多个传感器。感测模块的一个或多个传感器可以使其灵敏度得到调整。感测模块的一个或多个传感器可以使其动态范围得到调整。感测模块的一个或多个传感器可以使其采样率得到调整。感测模块的一个或多个传感器可被重新配置用于收集更多或更少的数据。例如,移动经过具有空间变化的污染的城市的人可能会获益于更频繁的污染测量,代价是感测系统消耗更多的能量。与此相反,如果该人坐在公园中(由GPS位置和速度数据所揭示)并且风速(由当地固定式测量站报告)低,则可以不那么频繁地轮询或者甚至可以关闭PM2.5 污染传感器,从而节能。

[0201] 步骤1650还可以包括对传感器编程和/或定制以提供个人化传感器设置。例如,可以基于用户的生理需求(诸如健康状态、医疗状况或过敏)、活动(诸如参与体育活动或上班通勤)和/或当地环境(诸如地理位置、到已知污染源的距離、当日时间、季节等),将一个或多个传感器编程用于以更大或更小的灵敏度检测特定污染物。作为示例,对特定变应原过敏的用户可以采用被编程用于以非常高的灵敏度检测该变应原的传感器。与此相反,对该变应原不过敏的用户可以采用被编程用于以非常低的灵敏度检测该变应原的传感器。传感

器可以在使用之前由用户或另一实体来预编程。

[0202] 在步骤1660中,将整合和分析程序的结果传输至中央计算机(例如,服务器)。如本文所描述,中央计算机可以储存可能对确定用户的个人化污染评分有益的附加信息。例如,中央计算机可以储存来自其他来源(诸如固定式屋顶传感器和佩戴移动式传感器的其他人)的污染数据。可以将来自感测模块的一个或多个传感器的测量值输送到中央计算机,在该处将所述值与其他数据来源(诸如从固定式监测站或佩戴污染传感器的其他人报告的污染水平)进行对比。中央计算机可以聚合数据并利用统计技术来识别出报告不可靠和/或不正确值的单个传感器系统。因此可以远程检测任何一个传感器的信号输出中的逐渐或突然变化。根据差异和故障的性质,可以使用该信息来采取纠正行动。例如,当中央计算机检测到感测缺陷时,可以将替换的传感器系统寄给用户。或者,中央计算机可以发送新的一组校准数据,从而允许其应用于本地传感器以便保持或改善感测性能。

[0203] 在步骤1670中,产生个人化污染评分。个人化污染评分可以通过结合本地数据和云数据以产生与用户的健康有关的数据来产生。例如,可以结合来自压力传感器和在几何上限定的孔径的信息来确定进入人体肺部的空气的量。通过对时间积分该体积流量,有可能获取对给定时间段(诸如一分钟、一天、一周或一年)内移入肺部之中的空气的总量的估计。通过将该信息与从本地或远程传感器数据(诸如感测模块的污染传感器,或者从基于云的存储系统获取的当地污染数据)获取的污染数据相结合,可以计算个人的积累污染暴露。积累暴露可以计算为总空气体积与测量的或估计的当地污染水平的乘积。可以根据下式计算每个时间点 t 的积累暴露 $E_{cumul}(t)$:

$$[0204] \quad E_{cumul}(t) = \int_0^t V_{inhale}(t') * P(t', l) dt'$$

[0205] 在此, $V_{inhale}(t')$ 是吸入的空气的瞬时体积,而 $P(t', l)$ 是位置 l 处的瞬时当地污染水平。

[0206] 个人化污染评分可以说明过滤器随时间推移的过滤性能。例如,可以通过把过滤器性能作为因子计入来计算积累暴露:

$$[0207] \quad E_{cumul}(t) = \int_0^t V_{inhale}(t') * P(t', l) * \eta(t') dt'$$

[0208] 在此, $\eta(t')$ 是相对于某一基线范围从0到1的瞬时过滤捕获性能。

[0209] 个人化污染评分可以说明个人医疗信息。例如,可以仅使用关于人对特定污染物(诸如变应原)的暴露的信息来计算个人化污染评分。作为示例,可以根据下式计算个人化花粉暴露:

$$[0210] \quad E_{poll}(t) = \int_0^t V_{inhale}(t') * P_{poll}(t', l) * \eta_{poll}(t') dt'$$

[0211] 在此, $P_{poll}(t', l)$ 是位置 l 处的瞬时当地花粉水平,而 $\eta_{poll}(t')$ 是瞬时花粉过滤器捕获性能。

[0212] 个人化污染评分可以结合两个或更多个健康相关参数,诸如PM2.5水平和个人医疗信息(诸如过敏状况)两者。例如,对于还希望使污染最小化的患有过敏的人,可以根据下式,将PM2.5暴露和变应原暴露相结合来计算加权总暴露量:

[0213]

$$E_{total}(t) = \int_0^t V_{inhale}(t') (w_{PM2.5} - w_{poll}) P_{PM2.5}(t', l) \eta_{PM2.5}(t') w_{poll} P_{poll}(t', l) \eta_{poll}(t') dt'$$

[0214] 在此, $w_{PM2.5}$ 是PM2.5的加权因子, w_{poll} 是花粉的加权因子, $P_{PM2.5}(t', l)$ 是位置1处的瞬时PM2.5水平, 而 $\eta_{PM2.5}(t')$ 是瞬时PM2.5 过滤器捕获性能。

[0215] 可以将个人化暴露指标与流行病学和临床数据相结合, 以提供对通过使用过滤装置获得的寿命量的估计。例如, 如果对城市中受污染空气的终身暴露将75岁的平均预期寿命(无污染的情况下)减少 15岁, 则可以如下计算给定80%的过滤效率, 通过每年避免污染物达100小时的一段时间所获得的生命秒数的估计:

[0216] 污染的健康影响=预期寿命减少/无污染物情况下预期寿命=15/75=0.2。

[0217] 每年过滤器使用时间=100小时。

[0218] 无过滤器情况下估计的预期寿命减少=100*0.2=20小时。

[0219] 有过滤器情况下估计的预期寿命减少=100*0.2(1-过滤性能)= 4小时。

[0220] 该年通过使用过滤器获得的估计生命秒数=(20-4)*3600= 57600秒。

[0221] 在步骤1680中, 向用户发出警报。如果整合和分析程序确定用户必须采取行动, 则可以发出警报。例如, 不正确的传感器读数可指示出空气过滤和感测系统在用户的鼻子内定位不正确。在这样的情况下, 必须提示用户复位/调整存在于他/她的鼻腔中的空气过滤装置的位置。警报可以包括可听警报、可见警报或触觉警报。例如, 警报可以包括在用户的智能电话或其他便携式电子装置上播放的声音、在用户的智能电话或其他便携式电子装置的屏幕上显示的消息或图形, 以及/或者用户的智能电话或其他便携式电子装置的振动。警报可以包括对人们通过使用过滤器获得的生命秒数、生命小时数、生命天数、生命月数或生命年数的指示。

[0222] 本领域普通技术人员将会意识到基于本文所提供的公开内容的许多变化、改变和适应。例如, 可以适当改变方法1600的步骤的顺序, 移除一些步骤, 重复一些步骤, 以及添加附加步骤。一些步骤可以包括子步骤。一些步骤可以是自动化的, 而一些步骤可以是手动的。本文所描述的处理器可以包含一个或多个指令, 以执行方法1600的一个或多个步骤的至少一部分。

[0223] 本文所描述的感测分析模块可以含有软件指令、算法或指令集, 以提供与空气污染状况相关的预测分析。例如, 感测分析模块可被配置用于预测一个或多个污染物水平是否有可能增大或减小。感测分析模块可被配置用于预测污染物水平的增大或减小的速率。感测分析模块可被配置用于例如基于当前或预测的未来气象条件、季节或当日时间来预测在给定时间和给定位置有可能存在哪些类型的污染物。

[0224] 感测分析模块可被配置用于在数据库(诸如NCBI PubMed数据库、Google Scholar或任何其他数据库)上搜索与污染物及其对人体健康影响相关的信息。使用这些数据库源, 感测分析模块可被配置用于预测污染对用户的影响(例如, 通过基于用户所在地区的污染和用户的过滤器的功能而向用户提供“污染评分”或“健康评分”来预测), 向用户警告可能因持续摄入受污染空气而造成的迫在眉睫的伤害, 以及/或者提供由用户采取的纠正行动的建议。例如, 感测分析模块可以建议用户采用不同的旅行路线, 搬迁到不同地区、减少或停止身体活动、采用附加过滤防护或者切换过滤器。在一些情况下, 感测模块可以建议用户

服用药物。例如,感测模块可以建议用户使用吸入器或鼻腔喷雾剂。

[0225] 感测分析模块可以利用自适应学习模型得出健康结论。例如,感测分析模块可以利用机器学习模型,包括监督学习模型、半监督学习模型和/或无监督学习模型。感测分析模块可以利用统计技术,诸如主组成成分分析或卷积神经网络。可以采用这些模型来推断哪些污染物值得用户特别关注。可以根据用户状况的变化,诸如过敏恶化,来动态调整模型。

[0226] 在一些实施方式中,感测分析模块可以生成一个或多个图形用户界面(GUI),用于显示多个污染和健康指标。GUI可以呈现在用户装置上的显示屏上。GUI是这种类型的界面:与基于文本的界面、输入的命令标签或文本导航不同,其允许用户通过图形图标和视觉指示符(诸如辅助符号)来与电子装置交互。GUI中的动作通常通过直接操纵图形元素来执行。除了计算机之外,GUI还可存在于手持式装置中,诸如MP3播放器、便携式媒体播放器、游戏装置以及小型家用、办公和工业设备中。GUI可以提供于软件、软件应用、网络浏览器等之中。GUI可以显示在用户装置上(例如,显示在图1中用户装置120的图形显示器112上)。GUI可以通过移动应用来提供。这样的GUI的示例在图17至图19中图示,并在下文描述。

[0227] 图17示出了用于随空气过滤和感测装置一起使用的图形用户界面,其显示用户在使用该装置时的污染暴露以及用户在没有该装置的情况下的预计暴露。可以显示用户的当前位置1702。此外,可以在GUI上显示污染指标。这些指标可以包括相对于安全水平1704,作为时间的函数绘制的污染水平1706(例如,某些污染物的污染水平)的变化。在一些情况下,指标可以指示出多种不同类型污染物水平的波动。在一些实施例中,可以在GUI中显示用户对污染物暴露的相对减少(例如,百分比减少)(使用在此描述的示例性污染过滤和感测装置)。还可以在GUI中显示其他指标,例如用户的呼吸频率和心率。

[0228] 图18示出了用于随空气过滤和感测装置一起使用的图形用户界面,其显示用户附近不同位置处的污染水平。GUI可以包括地图 1802。地图可以包括2D地图,例如鸟瞰地图(overhead map)。地图可以包括3D地图。3D地图是可变的,从而从多个角度观察3D环境。可以示出立体渲染(solid renderings)、线框图(wireframes)或其他类型的图像,如在前文中所述。在该地图上可以例如使用各种图形对象(例如,圆圈)1804指示出具有高污染水平的位置。可以设想到任何形状和/或尺寸的图形对象。圆圈的半径可以代表污染的面积范围。例如,较大的圆圈可以指示出较大的区域受到污染影响,而较小的圆圈可以指示出较小的区域受到污染影响。可以使用不同颜色和/或阴影来区分每个区域内的污染水平。颜色可以提供为离散颜色或者沿着梯度的颜色。作为示例,红色可以用于指示某一地区正在经历严重的空气污染,而黄色可以用于指示另一地区正在经历轻到中度空气污染。可以设想到任何颜色方案或任何其他视觉区分方案。在一些实施方式中,GUI可以包括文本框,该文本框关于用户所处地区中当前污染水平向用户作出通知。该地区(用户所处地区)中的污染水平可以相对于其他地区来提供,例如,相对百分比值。

[0229] 图19示出了用于随空气过滤和感测装置一起使用的图形用户界面,其显示用户的污染暴露评分。GUI可以显示数值1902,该数值 1902指示出污染物对用户健康的预测影响。还可以与所述数值一起显示污染评级1904(例如,“一般”)。还可以显示其他指标,例如,周围环境的温度1906、示出装置的剩余寿命和/或过滤性能的过滤器健康1908,以及装置的功率水平1910。此外,用户还可以查看该用户的社交圈内其他不同用户的污染评级和对应的

数值。

[0230] 在一些实施例中,图形用户界面可以显示用户附近位置处作为时间的函数的空气质量。GUI可以包括标题和特定位置上每日空气质量水平的显示。可以使用不同的颜色和/或阴影来区分当日不同时间点的空气质量。颜色可以提供为离散颜色或者沿着梯度的颜色。作为示例,红色可以用于指示某一地区正在经历严重的空气污染,而黄色可以用于指示另一地区正在经历轻到中度空气污染。可以设想到任何颜色方案或任何其他视觉区分方案。在一些实施方式中,GUI可以包括显示过去一周特定位置上每日空气质量水平,例如,最近的星期四的空气质量水平,最近的星期六的空气质量水平等等。空气质量水平的变化可以是在任何时间段上(例如,按小时、按周、按月、按季度、按季节、按年等)和/或任何区域中观察到的。在一些实施例中,GUI 可以容许用户指定任何时间范围和/或感兴趣地理位置。

[0231] 图20A示出了在空气过滤和感测设备中使用的鼻托(nosebud)的透视图。鼻托可以包含上唇部2002以及下唇部2004和2006。上唇部和下唇部可被配置用于接合位于鼻腔通道内的天然囊袋(natural pocket),如本文所述。图20B示出了图20A的鼻托的截面图。

[0232] 图21A-图21D图示了可在空气过滤和感测装置中使用的鼻托的示例性尺寸。例如,图21A示出了鼻托的俯视图。图21B示出了鼻托的第一截面图。图21C示出了鼻托在其被保持于鼻腔通道的中隔内时的第二截面图。可以将鼻托的开口形成为具有不同的尺寸,例如,如图21D中所示。

[0233] 图22A示出了鼻子内的囊袋的磁共振图像(MRI),所述囊袋可以接受包含鼻托的空气过滤和感测装置。如图22A中所见,鼻腔通道具有位于鼻孔正上方的天然囊袋2200。这些囊袋可以充当用于保持空气过滤和感测装置的鼻托的锚固点。

[0234] 图22B示出了包含锚固于鼻子的囊袋中的鼻托的空气过滤和感测装置。鼻托可以包括保持机构。该保持机构可以包含上唇部2002 以及下唇部2004和2006。上唇部和下唇部可被配置用于接合天然囊袋2200,以便将鼻托在用户的鼻子上锚固到位,而不需要使用一个或多个外部固定器件。

[0235] 图22C示出了向鼻子中插入空气过滤和感测装置的鼻托的第一步。鼻托可以成角度插入到鼻子中,以便滑过鼻孔的软骨结构。鼻托可由柔性材料制成,例如由有机聚合物制成。该柔性材料可以允许在将鼻托插入到鼻孔中时将该鼻托压缩成较小的体积,以便协助移动经过鼻孔的软骨结构。

[0236] 图22D示出了向鼻子中插入鼻托的第二步骤。该第二步骤可以包括以从前到后运动来旋转鼻托,以便移动经过鼻孔的软骨结构。

[0237] 图22E示出了向鼻子中插入鼻托的第三步骤。该第三步骤可以包括将鼻托锚固在鼻腔通道的天然囊袋中。一旦鼻托已经到位,压缩力就被释放。这导致柔性材料膨胀至其原始形状和/或大小以填充鼻腔通道的至少一部分,从而锚固鼻托。因此,鼻托可以贴附到用户的鼻子,并且可以保持期望的部分,而不需要使用一个或多个外部固定器件。

[0238] 在一些情况下,鼻托可以具有定制为适合用户的鼻腔通道的尺寸和形状。例如,鼻托可以具有填充用户的鼻腔通道的大部分的尺寸和形状。鼻托可以填充用户的鼻腔通道的大于50%、大于60%、大于70%、大于80%、大于90%、大于95%或大于99%。鼻托可以包括密封沿。密封沿可以被配置为在吸入期间中将鼻托置于用户的鼻腔的最窄部分。密封沿可以防止在吸入期间空气穿过鼻托而泄露。在一些情况下,密封沿可以允许在呼出期间部分

空气泄露。以这种方式,可以减小在呼出期间的空气阻力。

[0239] 虽然本文已经示出和描述了本公开内容的优选实施方式,但对于本领域技术人员显而易见的是,这样的实施方式只是以示例的方式提供的。本领域技术人员现将在不偏离本公开内容的情况下想到多种改变、变化和替代。应当理解,在实践本公开内容的过程中可以采用对本文所描述的本公开内容实施方式的各种替代方案。以下权利要求旨在限定本公开内容的范围,并且因此涵盖这些权利要求的范围内的方法和结构及其等同项。

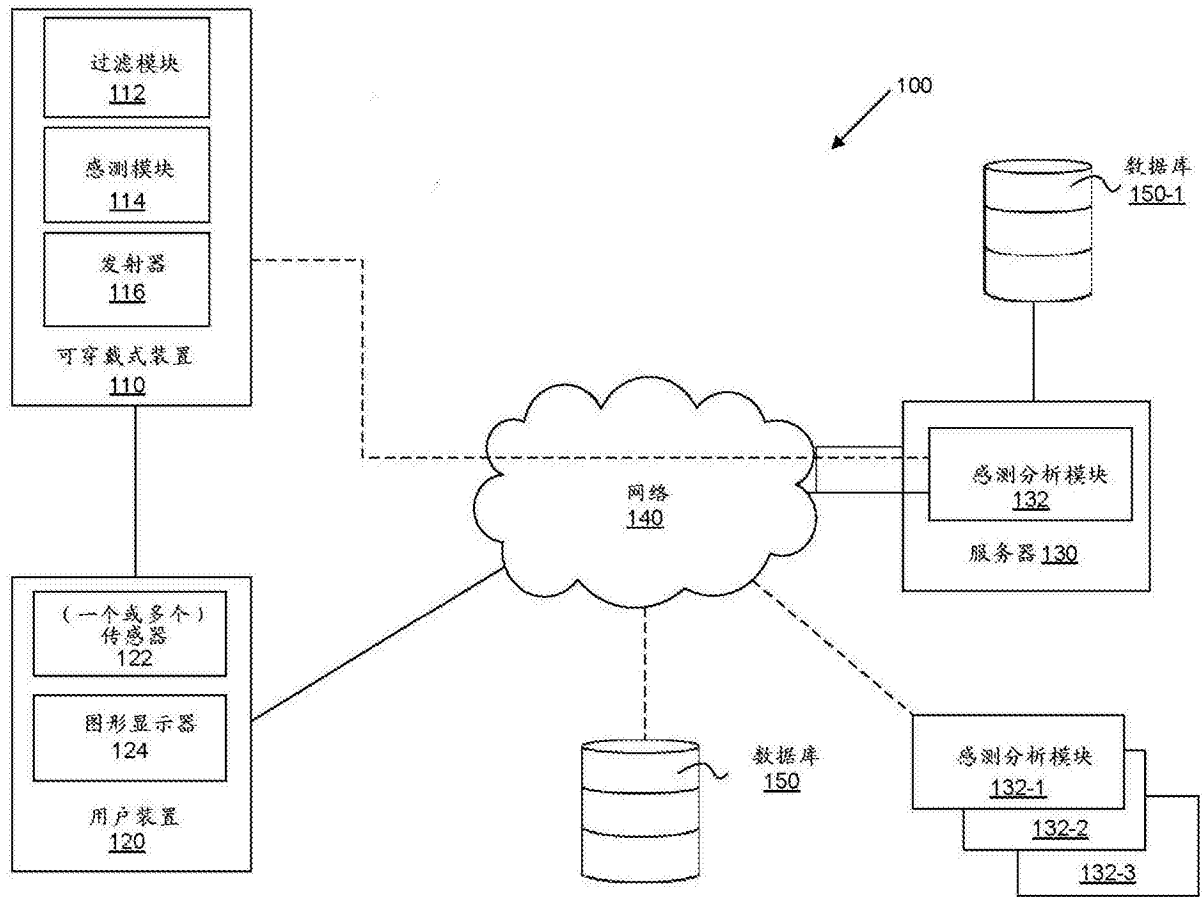


图1A

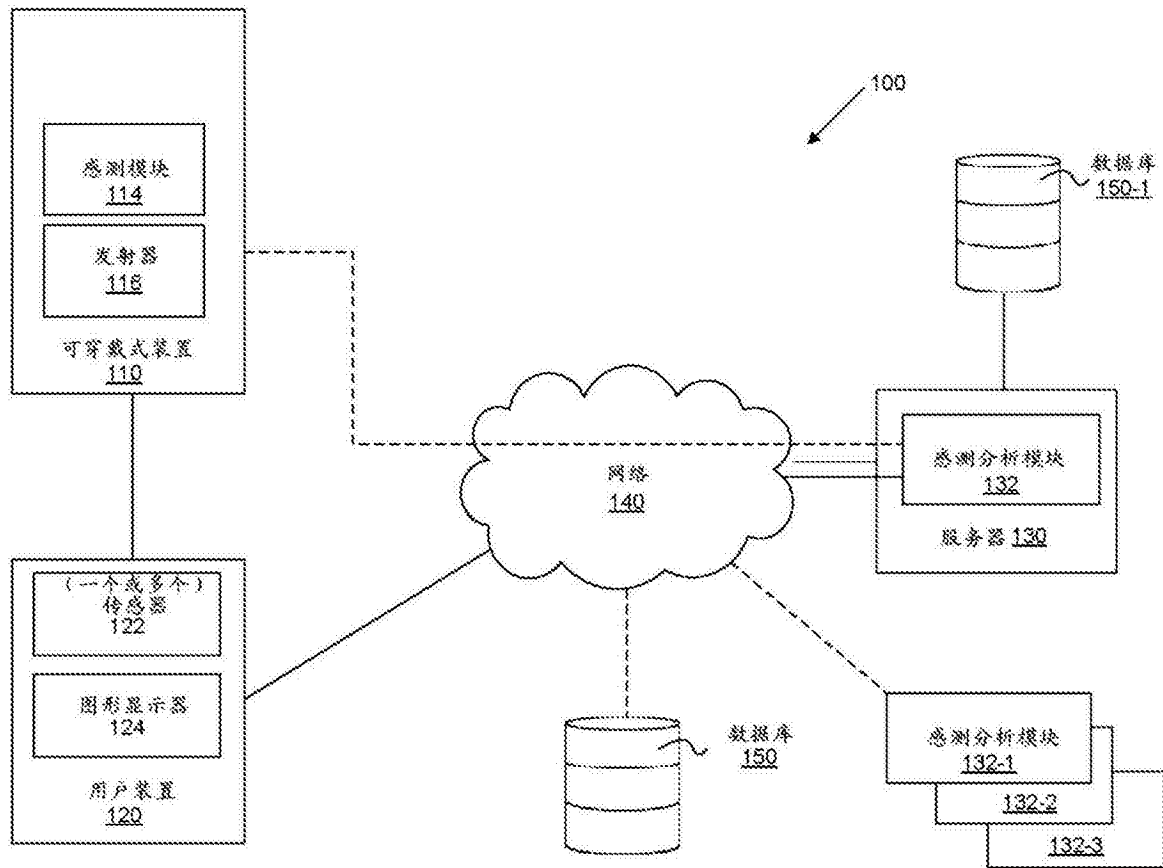


图1B

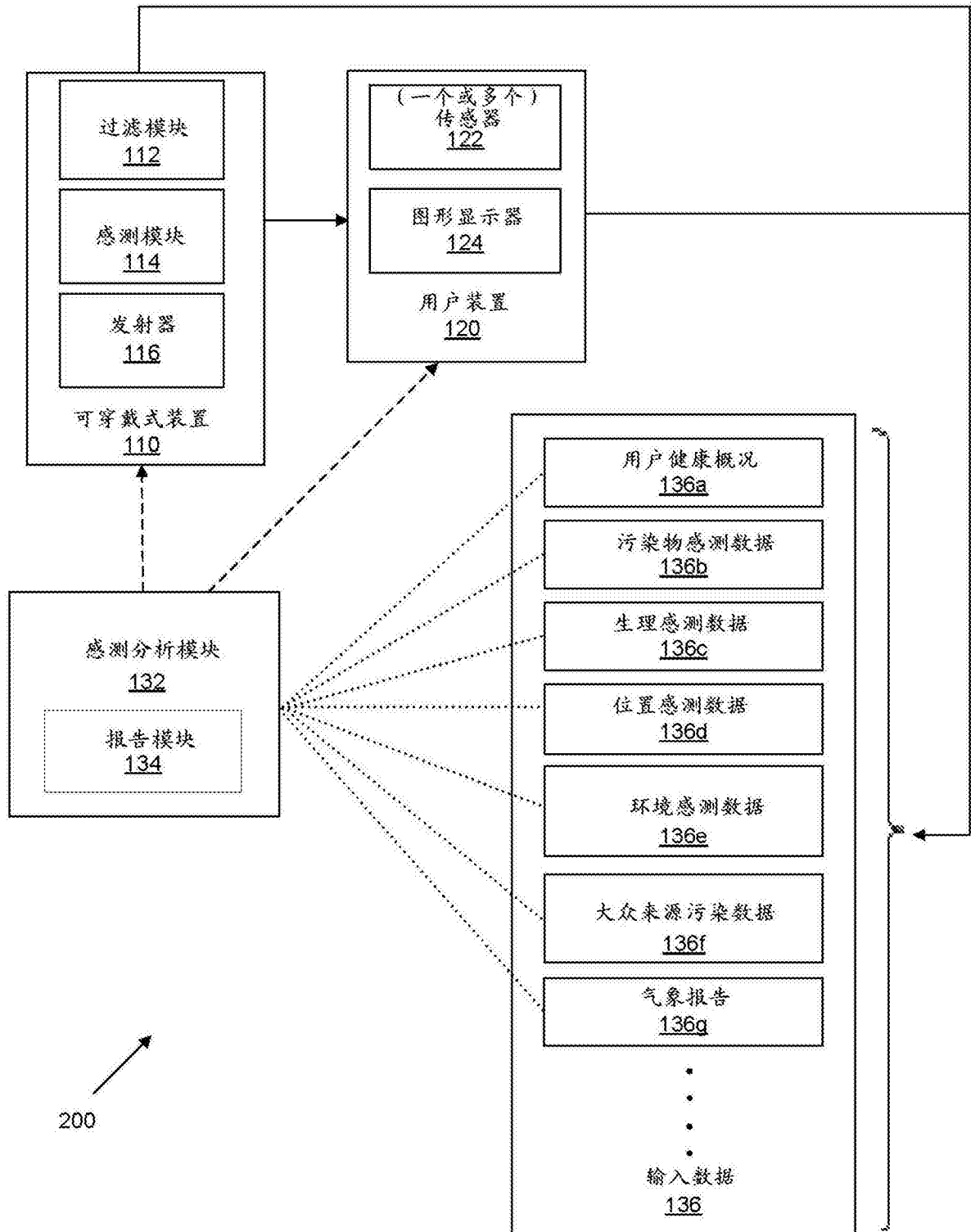


图2A

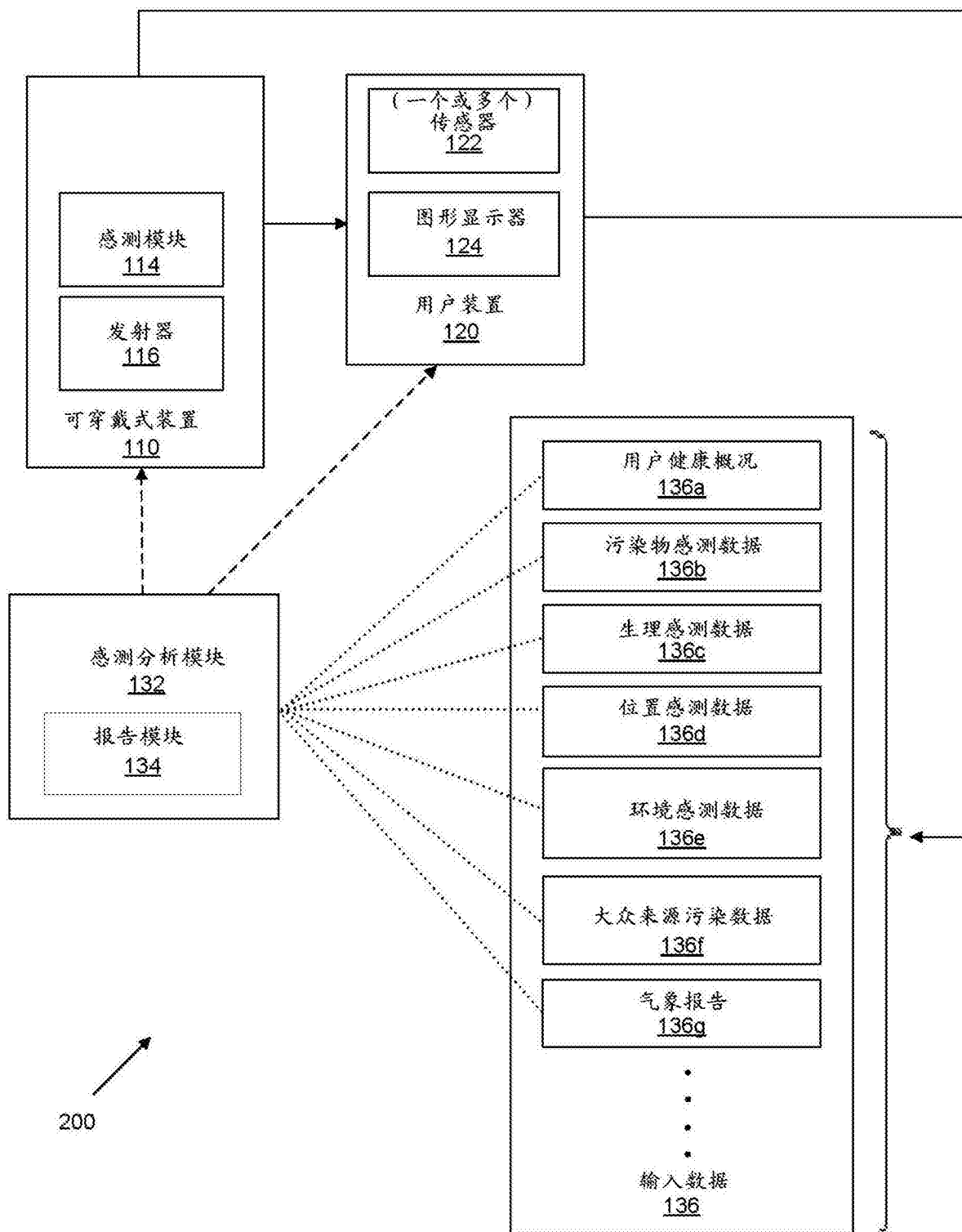


图2B

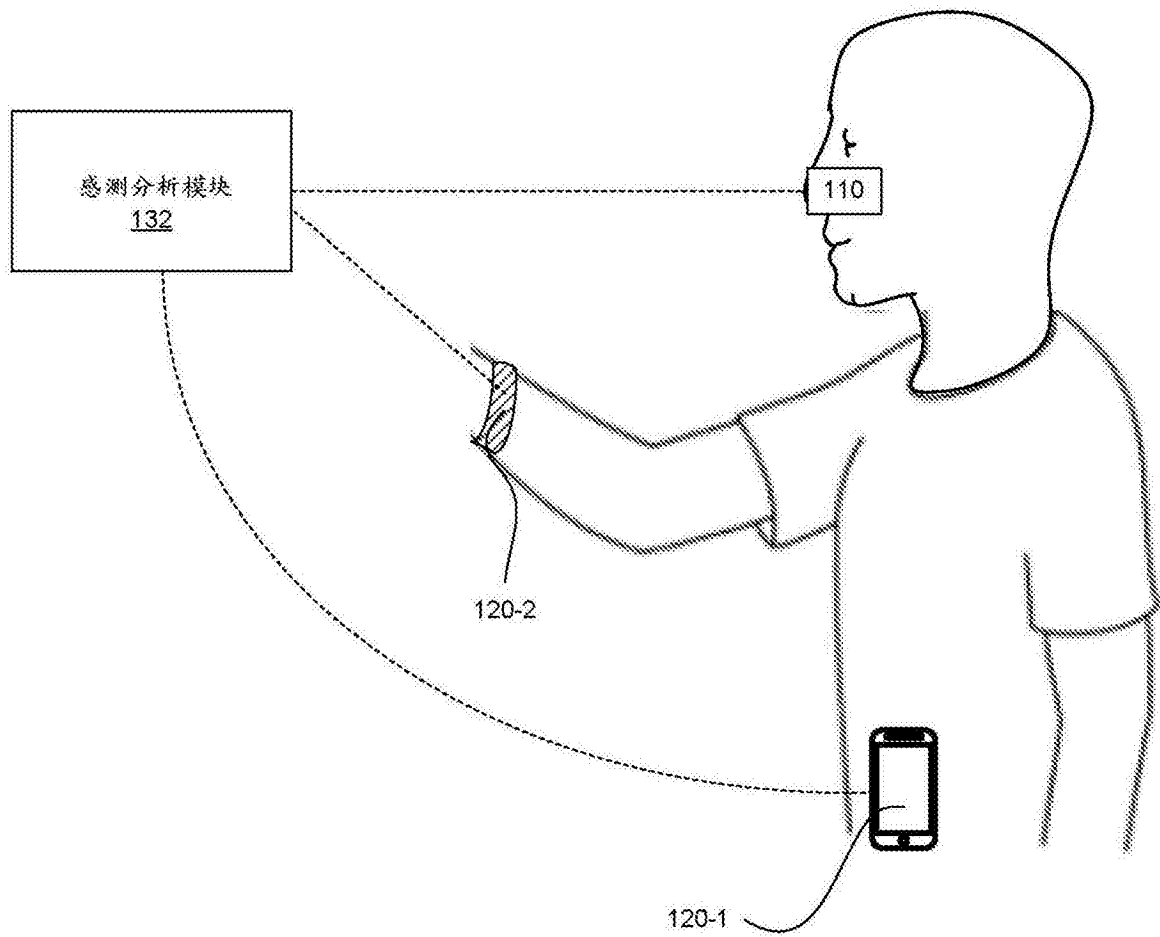


图3

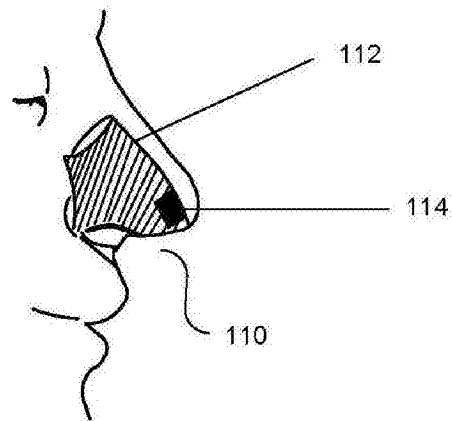


图4A

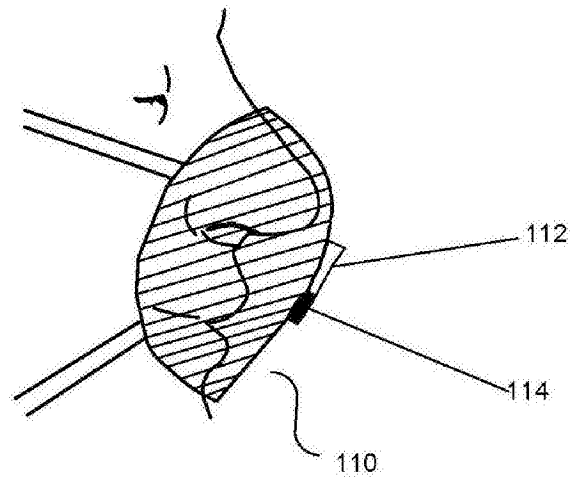


图4B

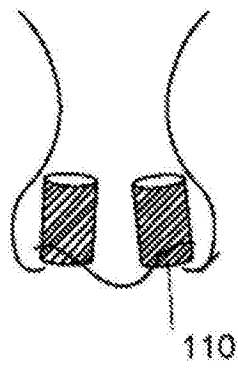


图5A



图5B

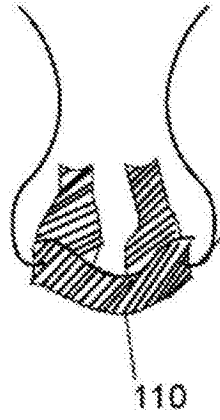


图5C



图5D

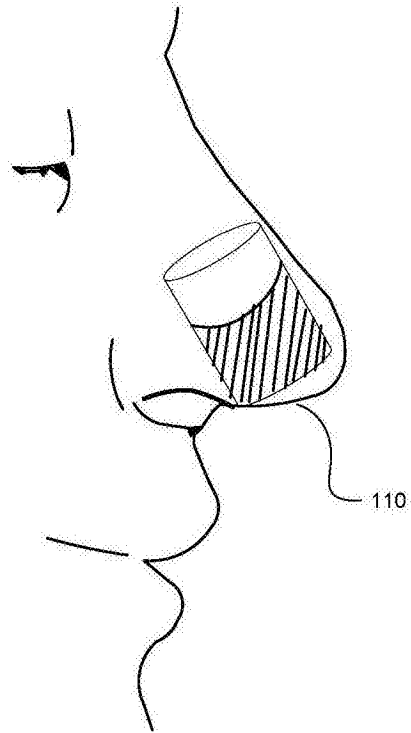


图6A

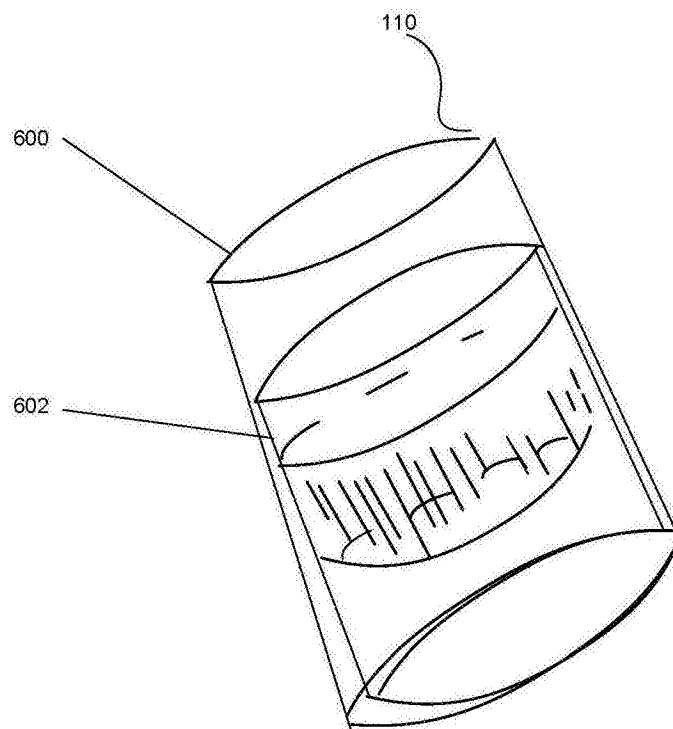


图6B

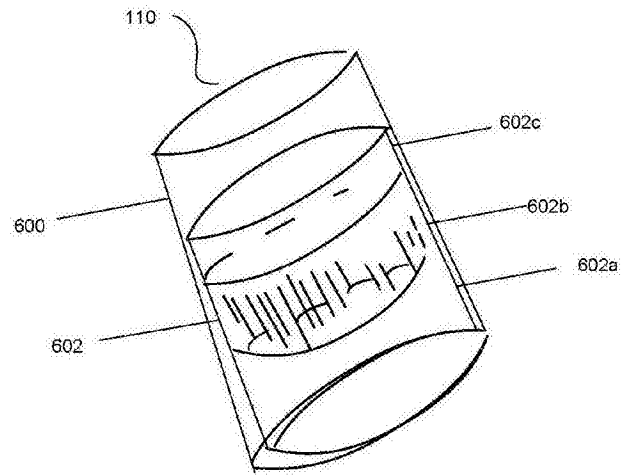


图7A

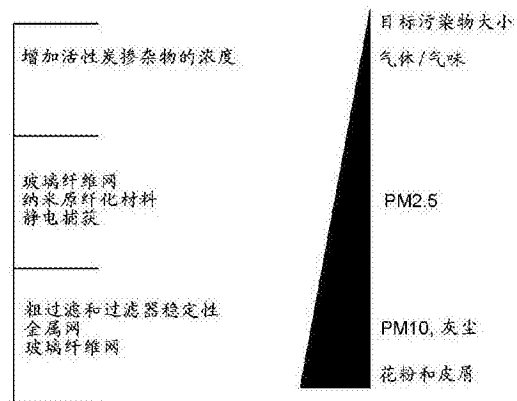


图7B

800

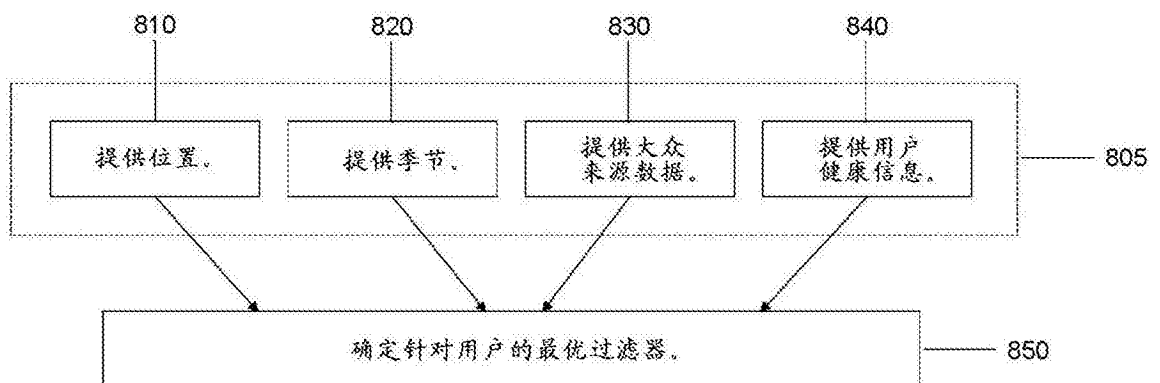


图8

吸气

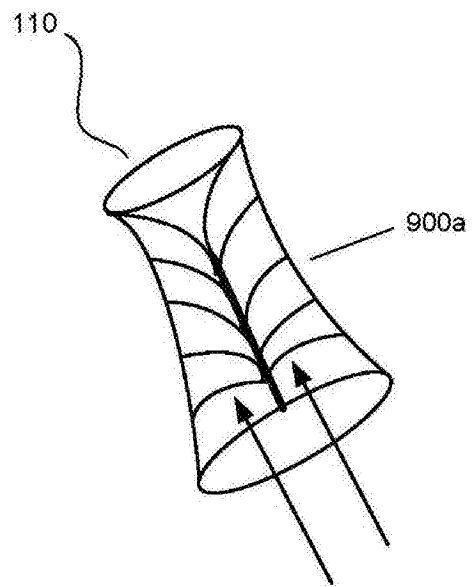


图9A

呼气

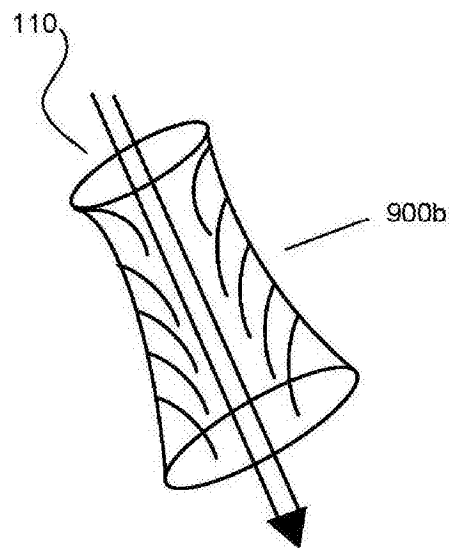


图9B

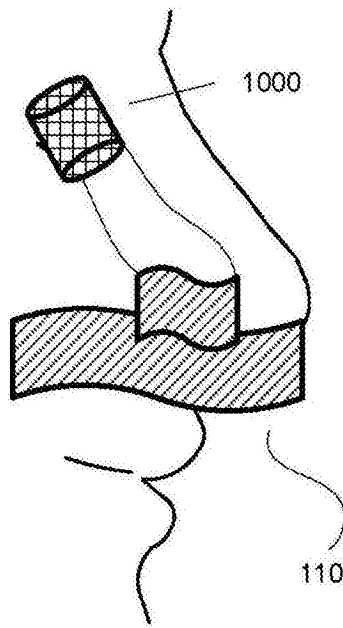


图10A

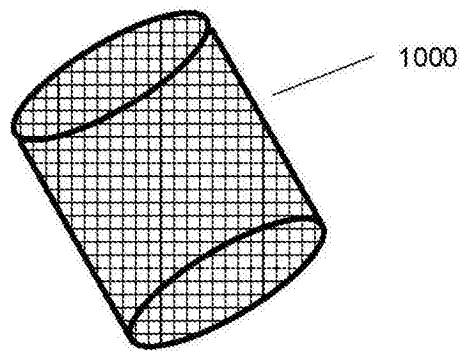


图10B

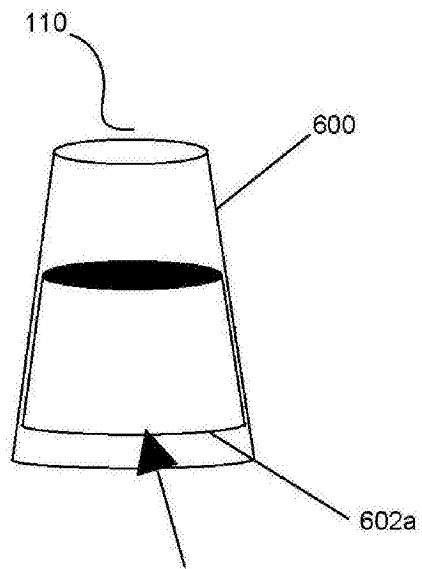


图11A

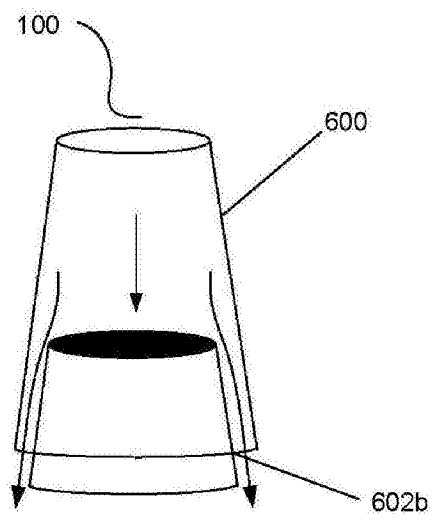


图11B

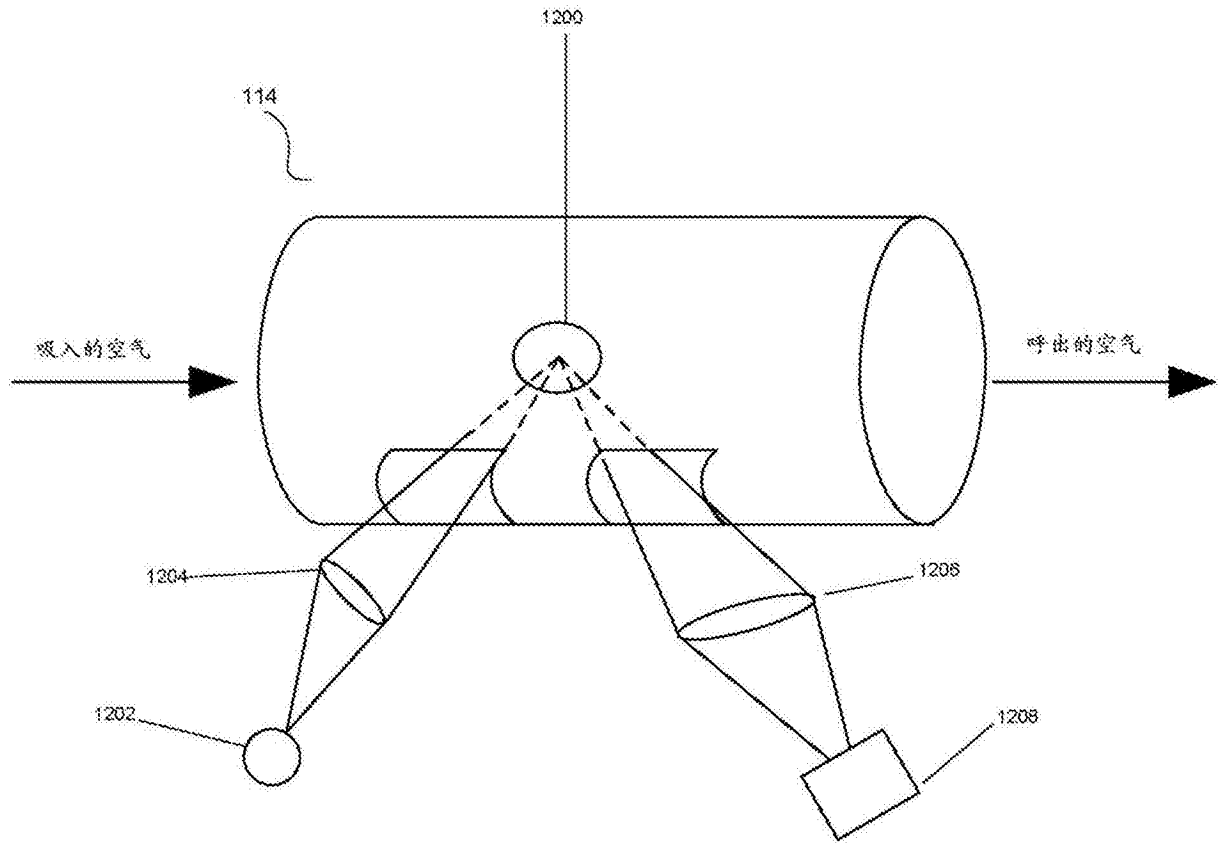


图12

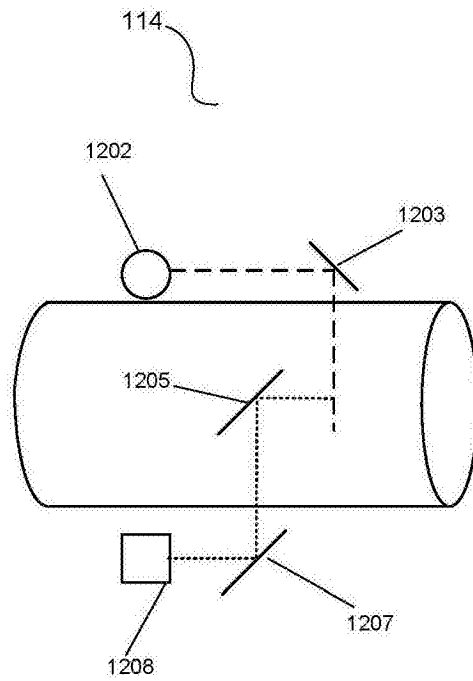
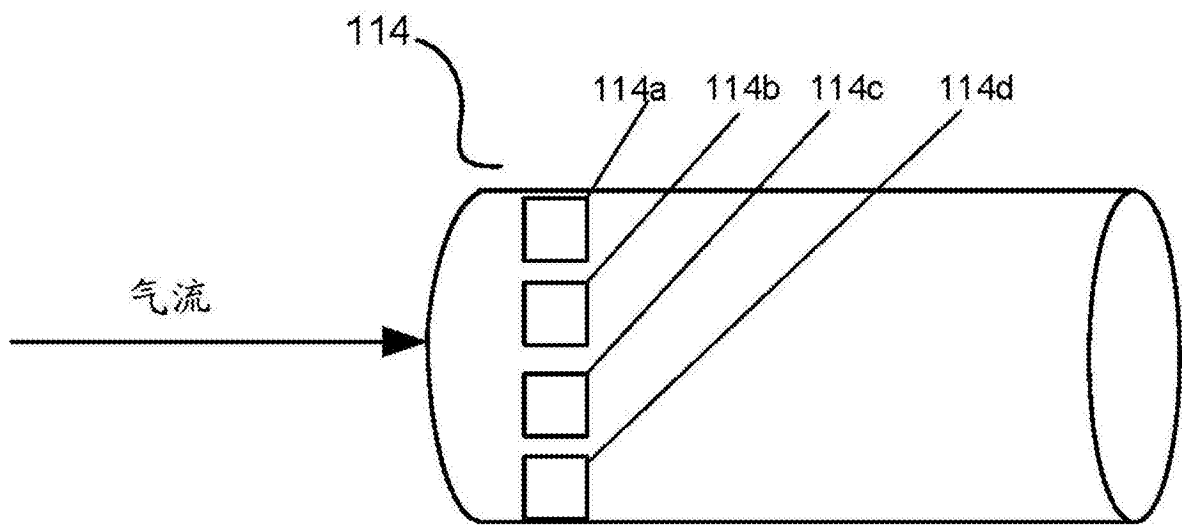
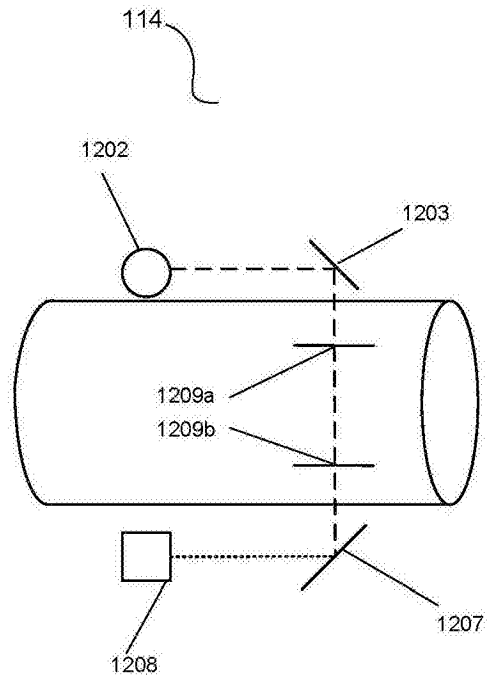


图13A



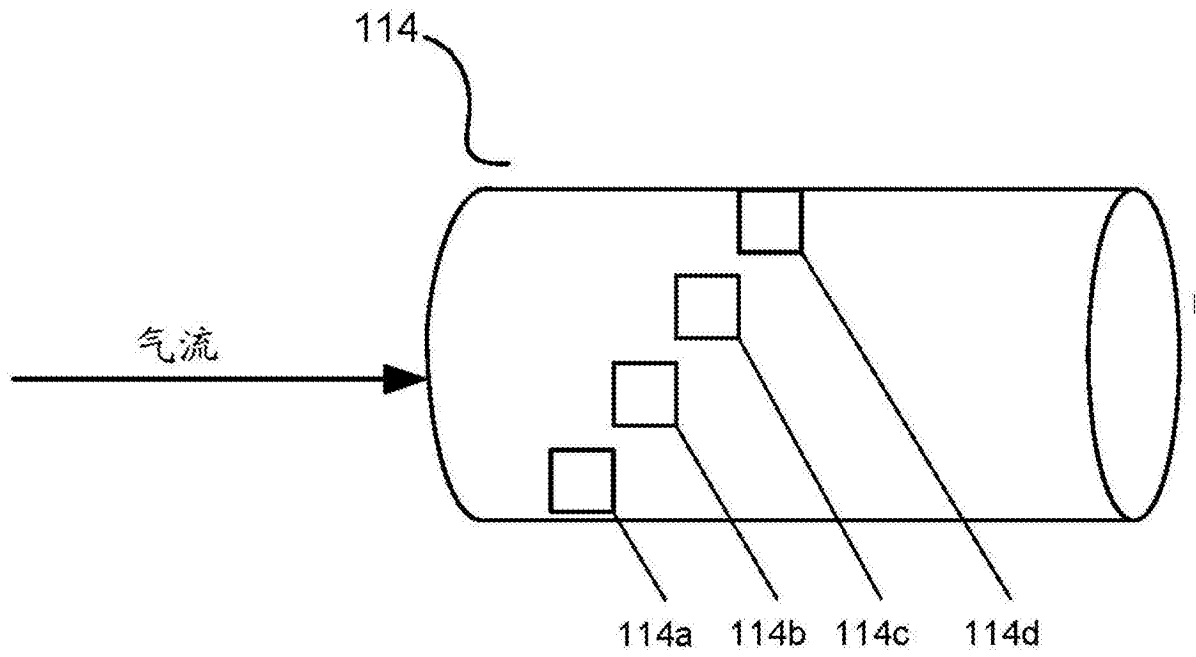


图14B

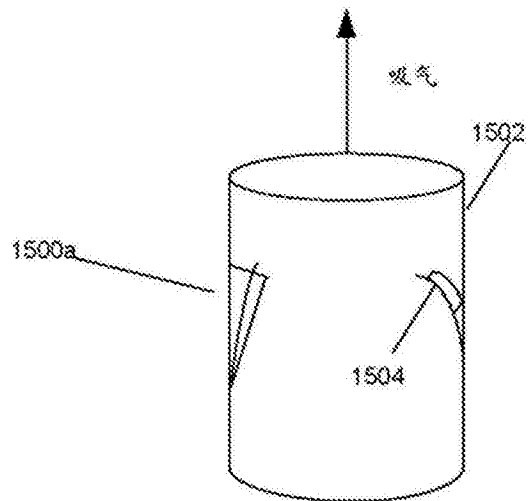


图15A

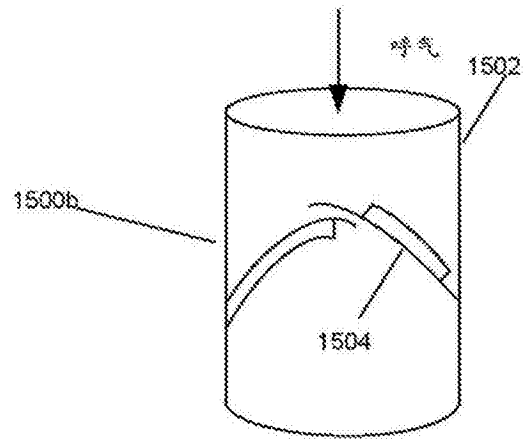


图15B

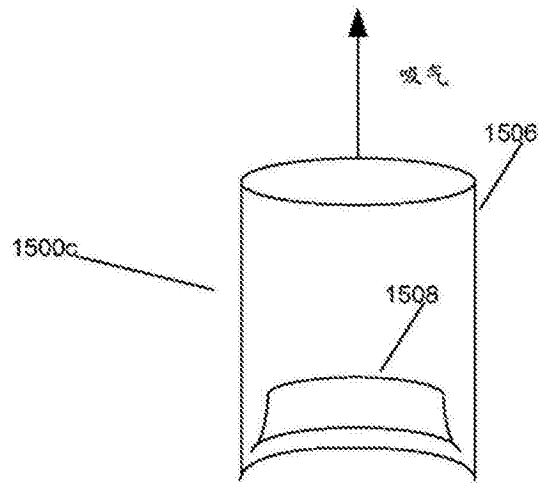


图15C

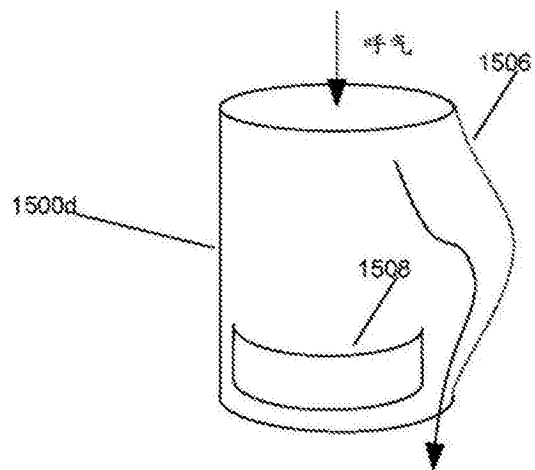


图15D

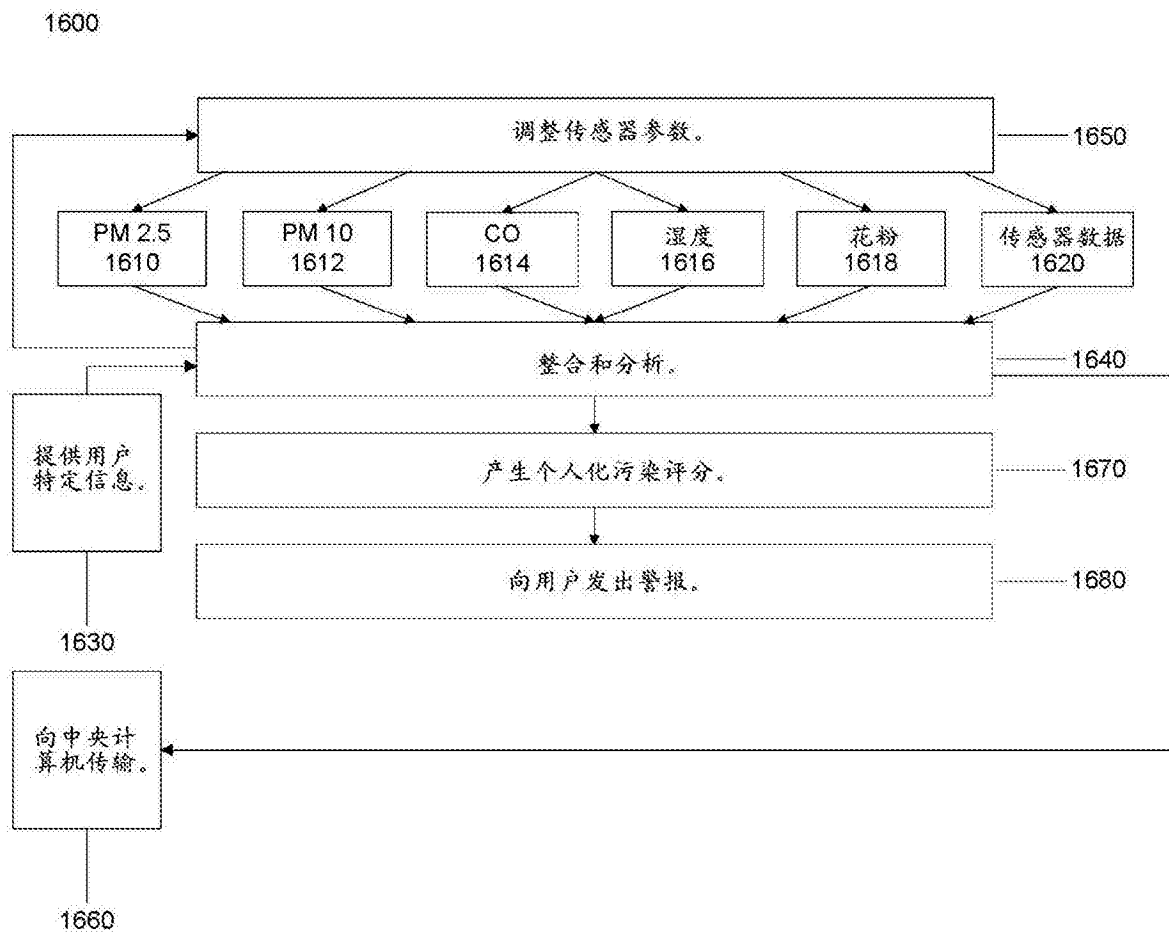


图16

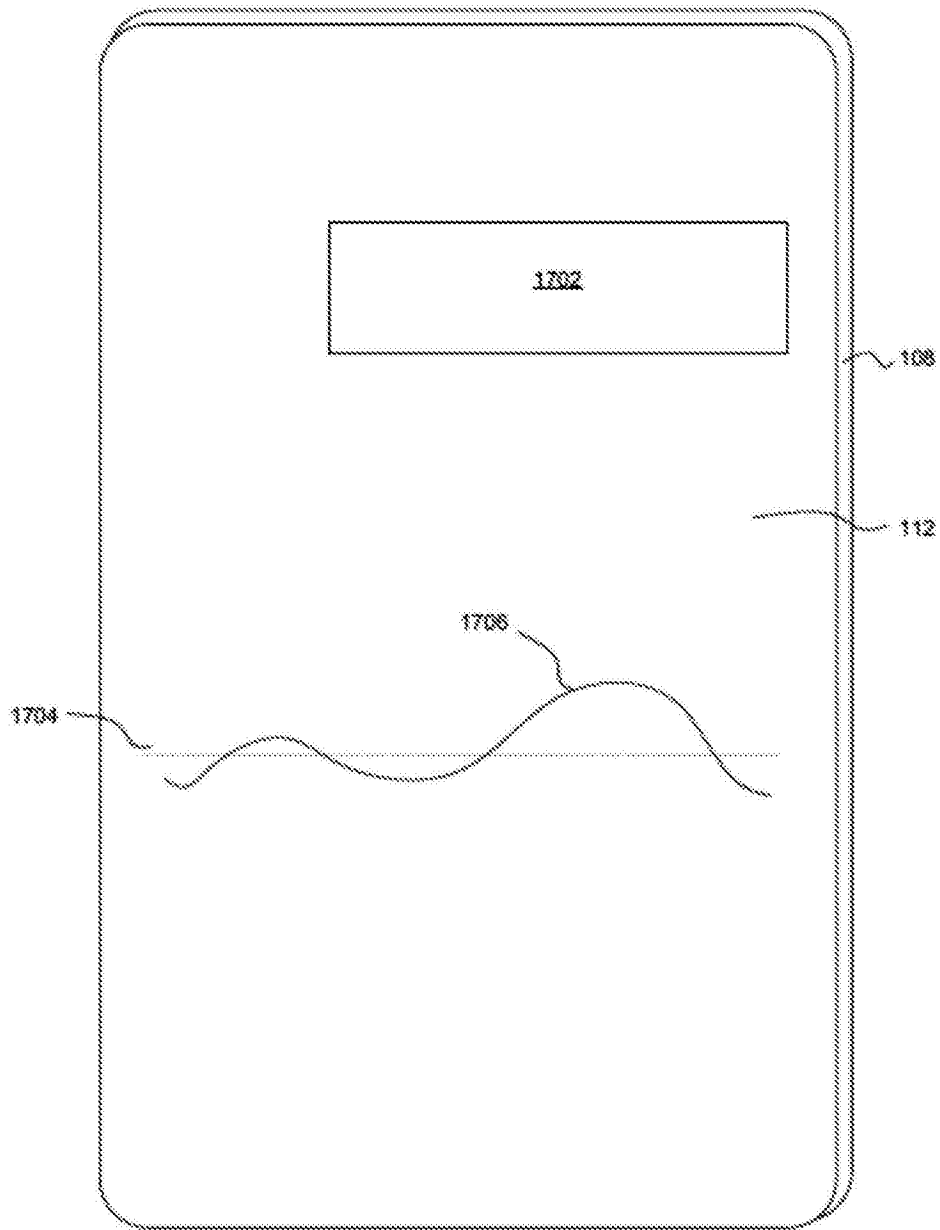


图17

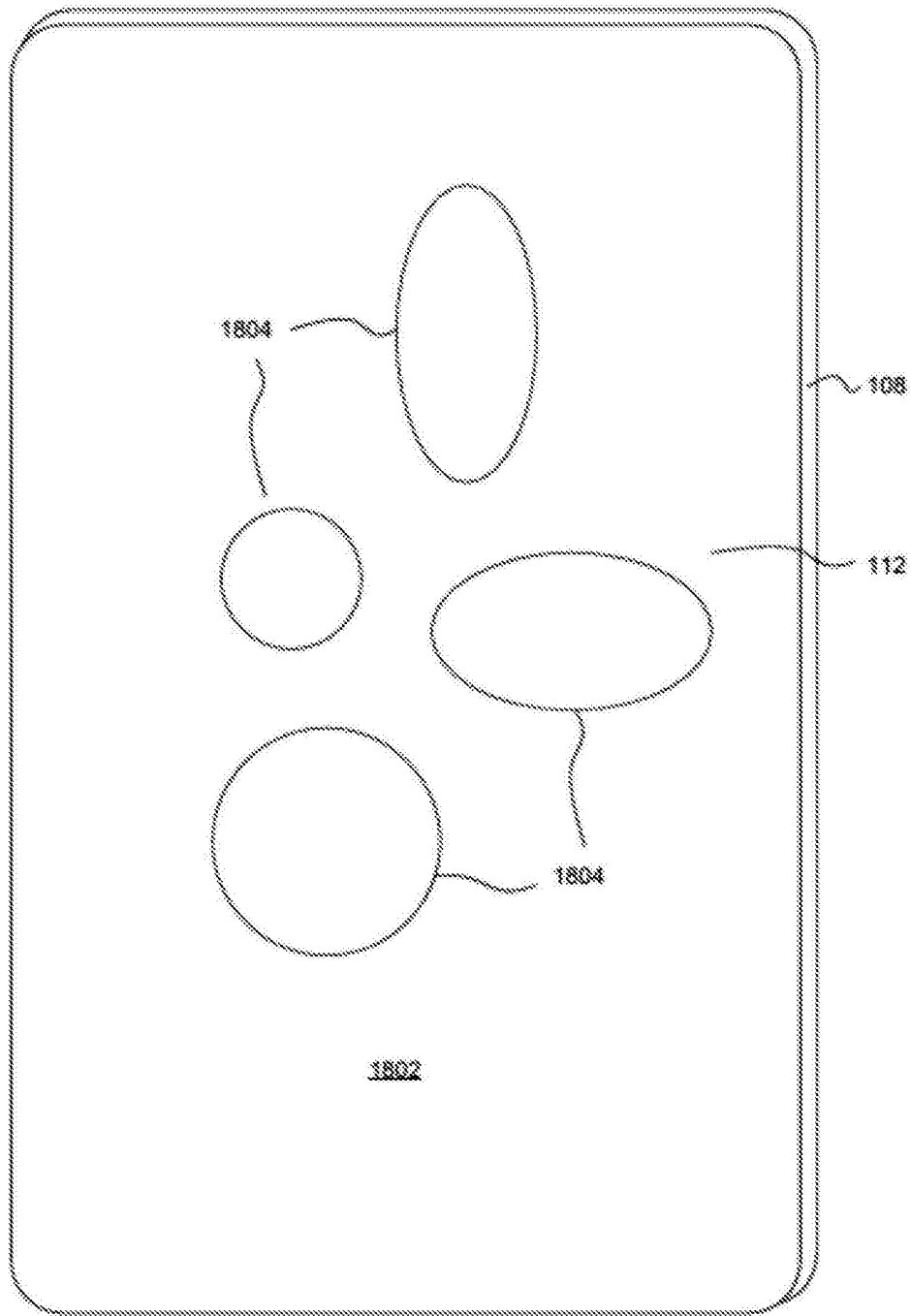


图18

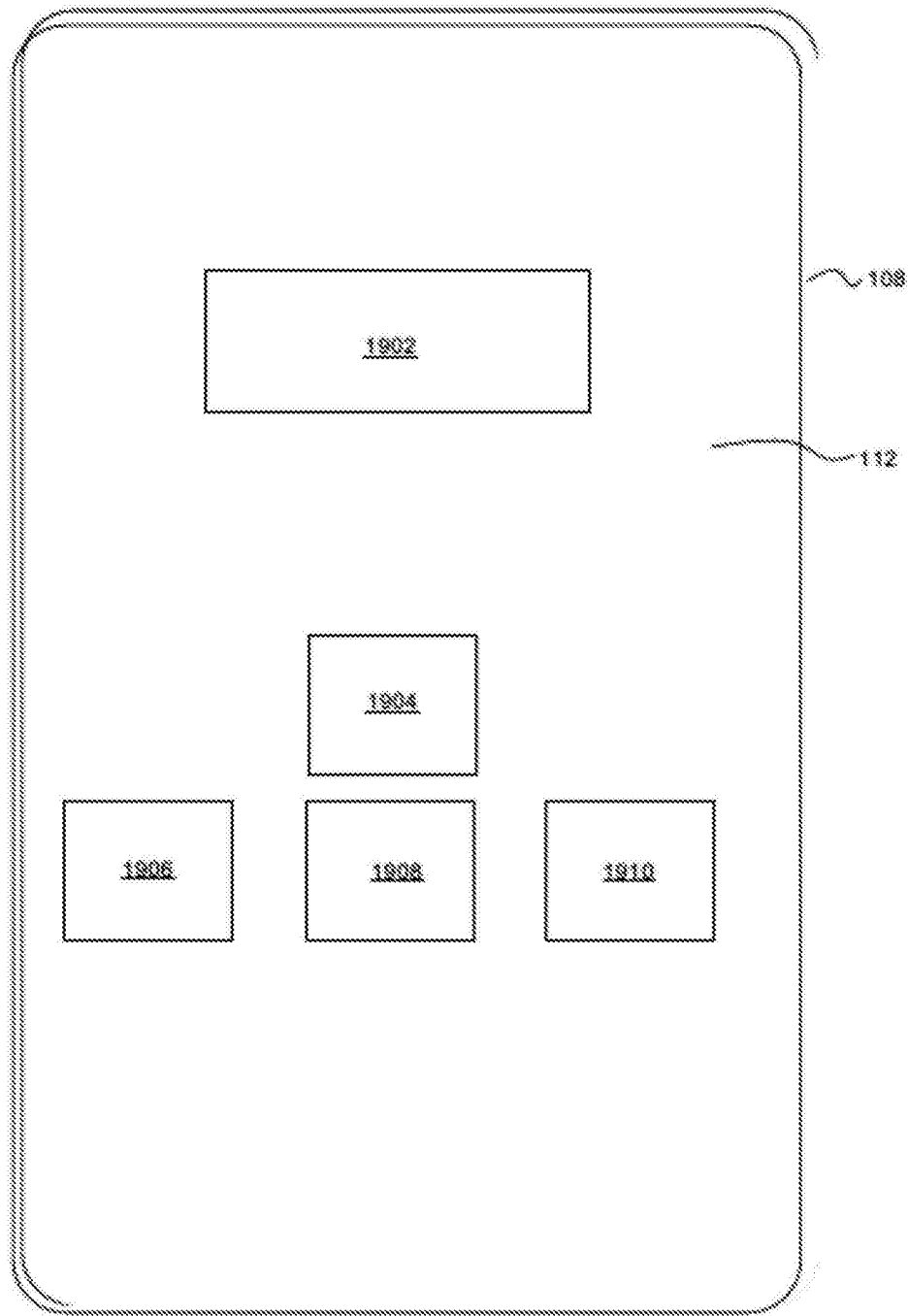


图19

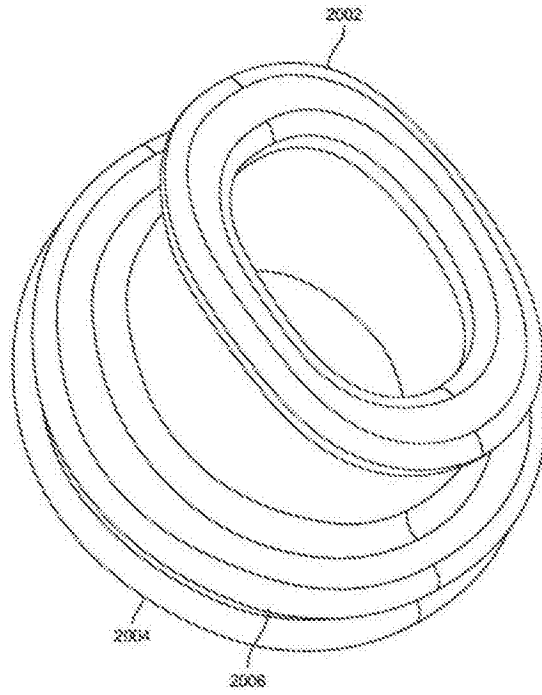


图20A

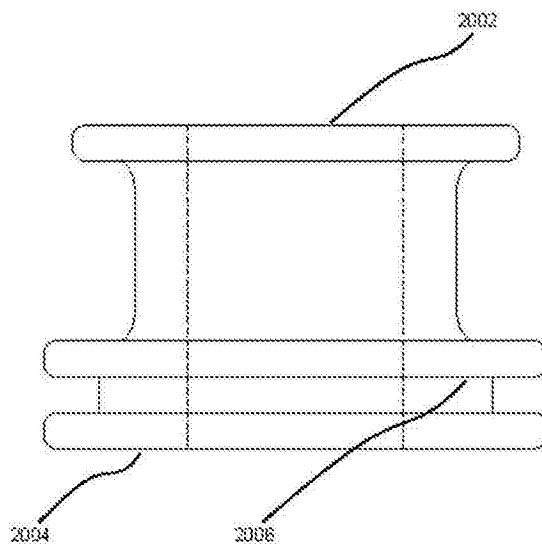


图20B

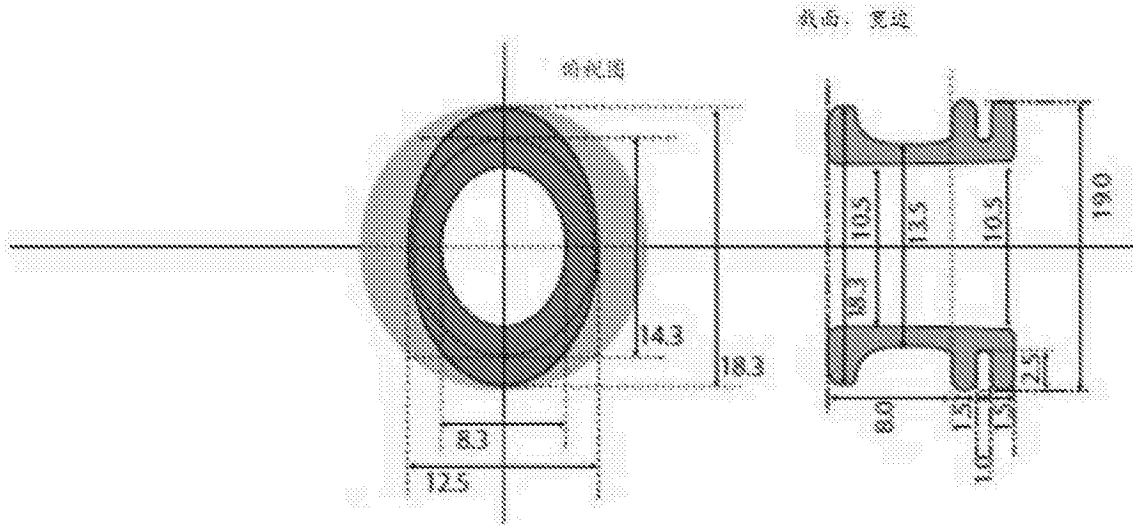


图 21A

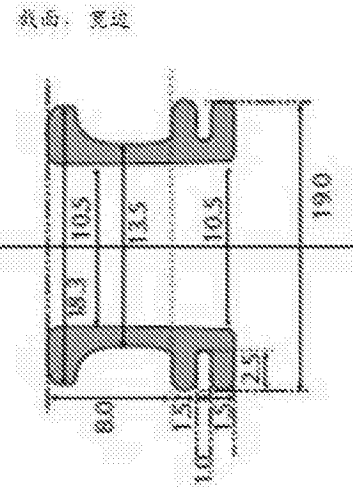


图 21B

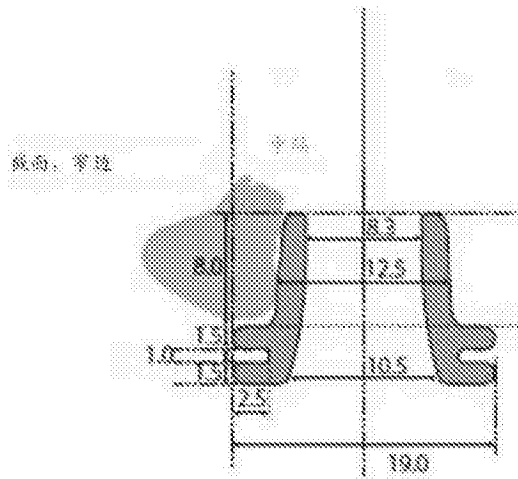


图21C

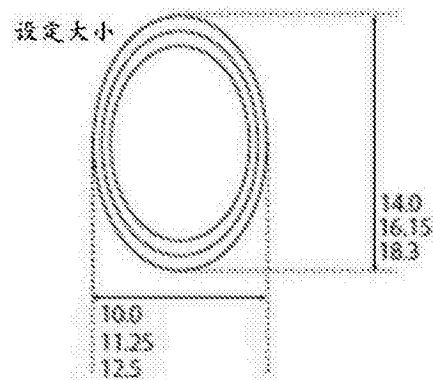


图21D

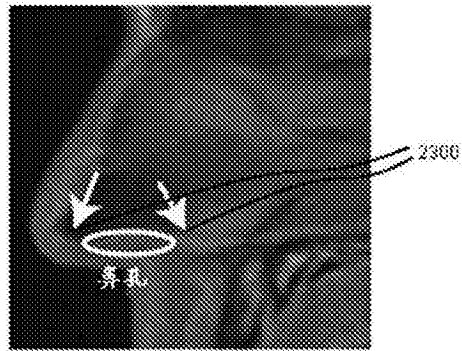


图22A

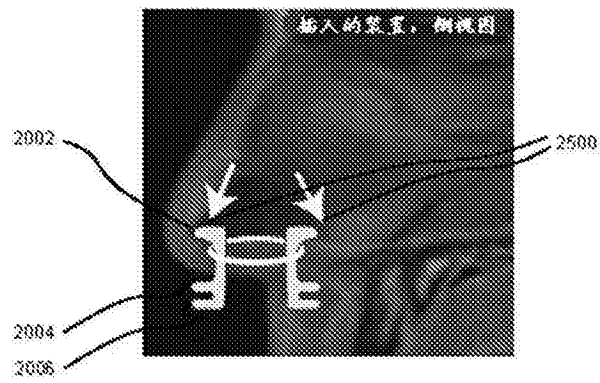


图22B

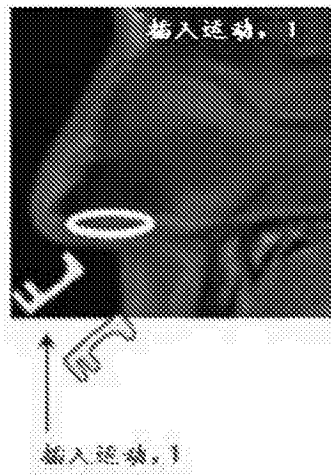


图22C

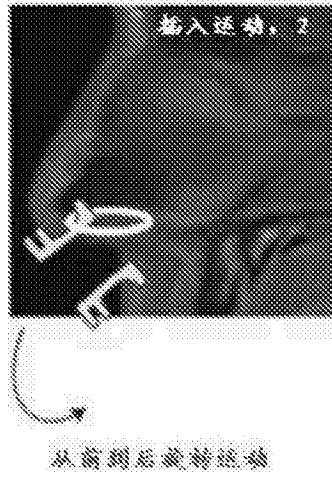
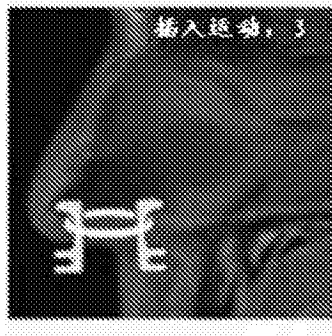


图22D



插入运动, 3

图22E