



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111372544 B

(45) 授权公告日 2023.05.16

(21) 申请号 201880074757.1  
 (22) 申请日 2018.11.21  
 (65) 同一申请的已公布的文献号  
 申请公布号 CN 111372544 A  
 (43) 申请公布日 2020.07.03  
 (30) 优先权数据  
 17202717.9 2017.11.21 EP  
 (85) PCT国际申请进入国家阶段日  
 2020.05.19  
 (86) PCT国际申请的申请数据  
 PCT/US2018/062252 2018.11.21  
 (87) PCT国际申请的公布数据  
 W02019/104172 EN 2019.05.31  
 (73) 专利权人 3M创新有限公司  
 地址 美国明尼苏达州

(72) 发明人 凡·库翁·布伊  
 卡罗琳·M·伊利塔洛  
 凯特琳·梅里 帕特里克·约尔特  
 威廉·贝丁汉姆  
 阿苏姆普塔·A·G·本纳斯-艾登  
 丹尼尔·B·泰勒  
 约纳斯·A·尼尔森  
 理查德·C·韦伯 安德鲁·W·朗  
 亨宁·T·乌尔班

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理有限公司 11112  
 专利代理师 顾红霞 张芸

(51) Int. Cl.  
 A61F 11/14 (2006.01)  
 H04R 1/10 (2006.01)

审查员 付东赛

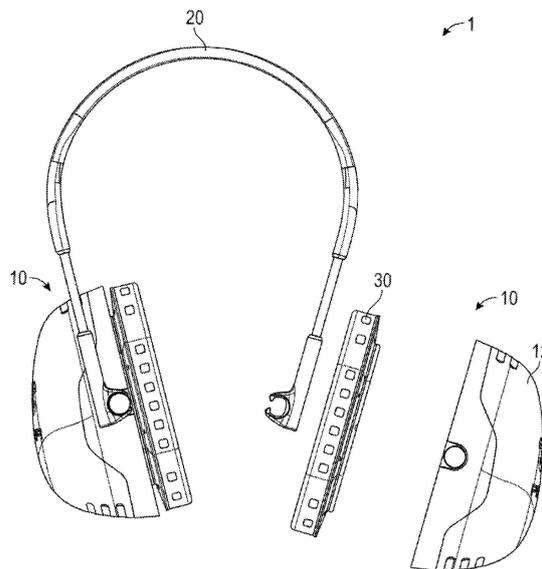
权利要求书4页 说明书37页 附图9页

(54) 发明名称

用于听力保护器或音频头戴式耳机的衬垫

(57) 摘要

本发明提供了一种用于听力保护器或音频头戴式耳机的环形的衬垫。所述衬垫具有用于密封在佩戴者的头部上的周向接触垫和用于与耳罩一起密封的附件。所述衬垫还具有向内限定内部空间的隔音管。所述隔音管在所述接触垫与所述附件之间延伸。所述衬垫具有通风通道，所述通风通道在所述接触垫中的入口开口与所述内部空间外侧的区域之间完全穿过所述衬垫延伸。所述衬垫还可包括一个或多个生理传感器以监测佩戴者的健康状况。



1. 一种用于听力保护器或音频头戴式耳机的环形的衬垫,所述衬垫包括用于密封在佩戴者的头部上且作为所述衬垫的与所述佩戴者的皮肤接触的区域接触垫和用于与耳罩一起密封的附件,所述衬垫还具有向内限定内部空间的隔音管,其中所述内部空间对应于由所述隔音管环绕的空间,所述隔音管是环形的并且在所述接触垫与所述附件之间延伸,其中所述隔音管形成连接所述接触垫和所述附件的唯一环形气密密封件,并且其中所述衬垫包括通风通道,所述通风通道在所述接触垫中的入口开口与所述内部空间外侧的区域之间完全穿过所述衬垫延伸,并且

其中所述衬垫还包括周向弹性分隔壁,所述周向弹性分隔壁从所述接触垫沿朝向所述附件的方向突出,从而在所述分隔壁的自由端与所述附件之间设置有间隙,并且其中所述衬垫的压缩导致所述间隙闭合,使得在所述分隔壁与所述隔音管之间形成闭合容积。

2. 根据权利要求1所述的衬垫,其包括多个入口开口,其中所述通风通道在所述接触垫中的所述多个入口开口与所述内部空间外侧的区域之间延伸。

3. 根据权利要求2所述的衬垫,其中一个或多个所述入口开口提供开口面积,并且其中在一个或多个所述入口开口之外的所述接触垫提供表面积,并且其中所述开口面积相对于所述表面积的比率在30%至45%的范围内。

4. 根据前述权利要求中任一项所述的衬垫,其中所述接触垫从所述隔音管的近侧径向向外突出,并且其中所述隔音管和所述接触垫一体式地形成为一件。

5. 根据权利要求1所述的衬垫,其中所述衬垫在所述接触垫的外周附近还包括从所述接触垫沿朝向所述附件的方向突出的周向衬圈,其中所述衬圈和所述接触垫一体式地形成为一件。

6. 根据权利要求5所述的衬垫,其中在所述衬圈的自由端与所述附件之间设置有间隙,并且其中所述衬垫的压缩导致所述间隙闭合,使得所述接触垫经由所述衬圈被支撑在所述附件上。

7. 根据权利要求5或6所述的衬垫,其中所述衬圈沿远离所述接触垫的方向渐缩。

8. 根据权利要求5或6所述的衬垫,其中所述衬圈包括所述通风通道的一个或多个出口开口。

9. 根据权利要求1所述的衬垫,其中所述附件包括用于与耳罩一起密封的密封件。

10. 根据权利要求1所述的衬垫,其中所述衬垫被均匀地模制。

11. 根据权利要求9所述的衬垫,还包括安装环和从所述隔音管的远侧径向向外突出的附接凸缘,其中所述安装环包括所述密封件,并且其中所述附接凸缘密封地附接在所述安装环上,并且其中所述隔音管和所述附接凸缘一体式地形成为一件。

12. 根据权利要求1的衬垫,其中所述接触垫由表现出在20至40范围内的肖氏硬度A的材料制成。

13. 根据权利要求12所述的衬垫,其中所述接触垫由有机硅制成。

14. 根据权利要求1所述的衬垫,还包括与所述衬垫的所述附件相邻的用于插入耳罩中的无孔杯形的消音器,所述消音器具有外部消音器壳体和从所述外部消音器壳体突出的多个消音结构。

15. 根据权利要求14所述的衬垫,其与所述消音器一体式地形成为一件。

16. 根据权利要求1所述的衬垫,还包括至少一个生理传感器,所述至少一个生理传感

器设置在完全穿过所述衬垫延伸的所述通风通道内,其中所述至少一个生理传感器被配置为生成与所述佩戴者的一个或多个生理参数相关联的信号数据。

17. 根据权利要求16所述的衬垫,其中所述至少一个生理传感器由设置在所述衬垫内的电池供电。

18. 根据权利要求16所述的衬垫,其中所述至少一个生理传感器由所述耳罩的电源供电。

19. 根据权利要求16至18中任一项所述的衬垫,其中所述至少一个生理传感器包括至少一个脑电图 (EEG) 电极,所述至少一个脑电图电极生成与所述佩戴者的所述一个或多个生理参数相关联的所述信号数据,其中所述一个或多个生理参数包括脑电波信号。

20. 根据权利要求19所述的衬垫,其中所述脑电波信号通过指示疲劳、困倦或过度眨眼中的至少一者来指示所述佩戴者的疲劳状态。

21. 根据权利要求19所述的衬垫,其中所述至少一个脑电图电极包括至少四个脑电图电极。

22. 根据权利要求16所述的衬垫,其中所述至少一个生理传感器包括至少一个皮肤电活动 (EDA) 电极,所述至少一个皮肤电活动电极生成与所述佩戴者的所述一个或多个生理参数相关联的所述信号数据,其中所述一个或多个生理参数包括支持所述佩戴者的疲劳状态的指示的皮肤电响应信号。

23. 根据权利要求22所述的衬垫,其中所述至少一个皮肤电活动电极包括至少两个皮肤电活动电极。

24. 根据权利要求16所述的衬垫,其中所述至少一个生理传感器包括光学传感器,所述光学传感器被配置为生成与所述佩戴者的所述一个或多个生理参数相关联的所述信号数据,其中所述一个或多个生理参数包括所述佩戴者的生物标记。

25. 根据权利要求16所述的衬垫,其中所述至少一个生理传感器包括光体积描记器 (PPG) 传感器,所述光体积描记器传感器被配置为生成与所述佩戴者的所述一个或多个生理参数相关联的所述信号数据,其中所述一个或多个生理参数包括所述佩戴者的脉搏、血氧饱和度或核心体温中的至少一者。

26. 根据权利要求16所述的衬垫,其中所述至少一个生理传感器定位在至少部分地位于所述入口开口下方的所述通风通道内。

27. 根据权利要求16所述的衬垫,还包括通信模块,所述通信模块被配置为将所述至少一个信号输出到所述听力保护器、所述音频头戴式耳机或外部计算系统中的一者或多者。

28. 一种听力保护器,所述听力保护器包括两个耳罩,其中根据前述权利要求中任一项所述的衬垫被安装到所述耳罩中的每一个。

29. 根据权利要求28所述的听力保护器,还包括设置在所述两个耳罩中的每一个内的至少一个生理传感器,其中所述生理传感器具有相同类型或不同类型。

30. 根据权利要求28至29中任一项所述的听力保护器,还包括头带,其中所述衬垫、所述头带和所述耳罩各自由相应的耐热材料诸如塑性材料或金属制成,所述耐热材料能够承受85°C下的工业洗涤。

31. 一种听力保护系统,所述系统包括:

听力保护器,所述听力保护器包括用于定位在佩戴者的头部上的两个耳罩;

根据权利要求16所述的衬垫;以及

具有处理电路的计算装置,所述计算装置被配置为:

从所述至少一个生理传感器接收与所述佩戴者的所述一个或多个生理参数相关联的所述信号数据;以及

基于所述信号数据来输出与所述佩戴者的生理状况相关联的警示。

32. 根据权利要求31所述的系统,其中所述计算装置被进一步配置为:

基于所述信号数据来确定所述佩戴者的所述生理状况的概率;以及

响应于确定所述概率超过阈值,输出与用户的所述生理状况相关联的所述警示。

33. 根据权利要求32所述的系统,其中所述计算装置被进一步配置为:

将所述信号数据经由云网络发送到外部计算系统;

从所述外部计算系统接收所述佩戴者的所述生理状况的指示;以及

响应于接收到所述指示,输出所述警示。

34. 根据权利要求31至33中任一项所述的系统,其中所述计算装置被配置为经由所述两个耳罩中的至少一个耳罩的通信模块输出与所述佩戴者的所述生理状况相关联的所述警示。

35. 根据权利要求31所述的系统,其中所述警示包括视觉或触觉警示。

36. 根据权利要求31所述的系统,其中所述计算装置被进一步配置为:

向所述佩戴者或另一用户使用的外部装置发送与所述佩戴者的所述生理状况相关联的所述警示的指示。

37. 根据权利要求31所述的系统,其中所述至少一个生理传感器包括至少一个脑电图(EEG)电极,所述至少一个脑电图电极生成与所述佩戴者的所述一个或多个生理参数相关联的所述信号数据,其中所述一个或多个生理参数包括脑电波信号。

38. 根据权利要求37所述的系统,其中所述脑电波信号通过指示疲劳、困倦或过度眨眼中的至少一者来指示所述佩戴者的疲劳状态,并且其中与所述警示相关联的所述生理状况包括所述佩戴者的疲劳的阈值水平。

39. 根据权利要求31所述的系统,其中所述至少一个生理传感器包括至少一个皮肤电活动(EDA)电极,所述至少一个皮肤电活动电极生成与所述佩戴者的所述一个或多个生理参数相关联的所述信号数据,其中所述一个或多个生理参数包括支持所述佩戴者的疲劳状态的指示的皮肤电信号,并且其中与所述警示相关联的所述生理状况包括所述佩戴者的疲劳的阈值水平。

40. 根据权利要求31所述的系统,其中所述至少一个生理传感器包括光学传感器,所述光学传感器被配置为生成与所述佩戴者的所述一个或多个生理参数相关联的所述信号数据,其中所述一个或多个生理参数包括所述佩戴者的生物标记,并且其中与所述警示相关联的所述生理状况包括所述佩戴者的不适的阈值水平。

41. 根据权利要求31所述的系统,其中所述至少一个生理传感器包括光体积描记器(PPG)传感器,所述光体积描记器传感器被配置为生成与所述佩戴者的所述一个或多个生理参数相关联的所述信号数据,其中所述一个或多个生理参数包括所述佩戴者的脉搏、血氧饱和度或核心体温中的至少一者,并且其中与所述警示相关联的所述生理状况包括所述佩戴者的不适的阈值水平。

42. 根据权利要求31所述的系统,其中所述至少一个生理传感器定位在至少部分地位于所述入口开口下方的所述通风通道内。

## 用于听力保护器或音频头戴式耳机的衬垫

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于听力保护器或音频头戴式耳机的无孔,具体地无泡沫的衬垫,以及包括这种衬垫的听力保护器或音频头戴式耳机。衬垫特别地设置有通风通道,该通风通道在听力保护器或音频头戴式耳机的佩戴者的皮肤与环境之间建立流体连通。

### 背景技术

[0002] 听力保护器通常用于嘈杂的环境中,以用于保护佩戴者的听力免受处于潜在有害噪音水平的噪音的影响。通常,听力保护器具有两个罩或帽,它们覆盖佩戴者的耳朵并通过头带彼此连接。每个杯还通常由刚性壳体形成,该刚性壳体配有噪音阻尼材料,例如泡沫材料。

[0003] 人们普遍期望使听力保护器易于使用,具体地鼓励长时间处于嘈杂的环境中的人佩戴保护器。通常,在听力保护器与佩戴者的皮肤接触的区域中,佩戴者会出汗。有些听力保护器配有具有吸湿特性的材料。

[0004] 例如,US 5,704,069公开了超吸收性非织造材料在耳罩的吸湿覆盖件中的用途。用于耳罩的密封环的吸湿环形的覆盖件包括超吸收性纤维材料内层。

[0005] 虽然现有的有源听力保护器具有多种优点,但仍然需要一种能提供最大化的佩戴舒适度且相对便宜的听力保护器。

### 发明内容

[0006] 本发明涉及用于听力保护器或音频头戴式耳机的衬垫。具体地,衬垫是环形的,以便在佩戴听力保护器或音频头戴式耳机时环绕佩戴者的耳朵。衬垫包括用于密封在佩戴者的头部上的接触垫。衬垫还包括用于与耳罩一起密封的附件。衬垫还具有隔音管。可以在管的内部限定内部空间。

[0007] 隔音管在接触垫与附件之间延伸。隔音管优选地在接触垫与附件之间形成环形气密密封件。另外,隔音管优选地形成连接接触垫和附件的唯一环形气密密封件。衬垫包括通风通道,该通风通道在接触垫中的入口开口与内部空间外侧的区域之间完全穿过衬垫延伸。具体地,通风通道不以闭合的或气密的腔室结束。

[0008] 因此,衬垫设置有通风通道,该通风通道在听力保护器或音频头戴式耳机的佩戴者的皮肤与环境之间建立流体连通。

[0009] 本发明的优点在于提供了一种衬垫,该衬垫允许最终存在于佩戴者的皮肤与衬垫之间的区域中的水分和/或热量逸出到听力保护器或头戴式耳机外侧的环境。因此,本发明有助于最大程度地提高听力保护器或头戴式耳机的佩戴舒适度。另外,本发明提供了一种不需要任何多孔或泡沫材料的衬垫。因此,衬垫由不吸收液体如例如汗水和/或清洁剂的材料制成。这样,本发明的衬垫易于清洁并且可以容易地保持清洁状态。因此,本发明的衬垫有助于在使用听力保护器或头戴式耳机时最大程度地提高卫生性。此外,本发明的衬垫易于模制为一件,并且因此有助于最大程度地降低制造成本。

[0010] 隔音管优选地是环形的。另外,隔音管优选地由圆周壁形成。可以在圆周壁的彼此面对的相对表面部分之间限定内部空间。优选地,衬垫在开放轮廓例如C形或大致C形的轮廓处沿着环形延伸。(相反,0形或环形的轮廓是闭合轮廓)。该轮廓可以由附件的一部分、隔音管的一部分和接触垫的一部分形成。隔音管在一端处优选地连接到附件,而在另一端处连接到接触垫。附件和接触垫优选地仅经由隔音管彼此连接。

[0011] 出于本说明书的目的,术语“环境”尤其是指听力保护器或头戴式耳机外侧的区域,以及当佩戴者佩戴时,听力保护器或头戴式耳机围绕佩戴者的耳朵包封的区域外侧的区域。因此,环境与佩戴者的头部的未被听力保护器包封的那些部分流体连通。另外,当佩戴者佩戴听力保护器时,通风通道优选地与佩戴者的头部的未被听力保护器包封的那些部分流体连通。

[0012] 优选地,通风通道在接触垫中的入口开口与环境之间建立流体连接。具体地,通风通道可以在接触垫中的入口开口与内部空间外侧的区域之间建立流体连接。内部空间对应于由隔音管环绕或围绕的空间。衬垫可以进一步限定在具有X轴、Y轴和Z轴的三维笛卡尔坐标系内。接触垫优选地具有面向头部的主表面。面向头部的表面通常是在佩戴听力保护器或头戴式耳机时与佩戴者的头部直接接触的衬垫的表面。接触垫优选地以面向头部的表面平行于由X轴和Y轴限定的平面而延伸,并且附件优选地沿着Z轴相对于接触垫偏移。隔音管可以围绕平行于Z轴的轴延伸。

[0013] 音频头戴式耳机可以是包括扬声器的听力保护器。另外,接触垫优选地沿周向延伸。因此,接触垫适于沿着围绕佩戴者的耳朵的闭合路径与佩戴者的头部一起密封。这有助于最大程度地提高听力保护器的消音。

[0014] 衬垫优选地是无孔的,具体地无泡沫的。如本文所用,术语无孔意指具有其理论密度的至少90%的材料。用于制备衬垫的合适的有机硅材料可以例如具有介于 $1.1\text{g}/\text{cm}^3$ 和 $1.2\text{g}/\text{cm}^3$ 之间的理论密度。

[0015] 隔音管优选地是相对于空气不可渗透的。因此,隔音管可以充当声音屏障。

[0016] 在一个实施方案中,衬垫包括多个入口开口。该实施方案的通风通道在接触垫中的多个入口开口与内部空间外侧的区域之间延伸。换句话讲,在该实施方案中,通风通道的一端由多个入口开口形成。优选地,一个或多个入口开口布置在接触垫内,使得接触垫的与隔音管相邻的至少一部分形成周向环或闭合路径。因此,接触垫具有用于与佩戴者的头部一起密封的周向且连续的环形的第一表面积。这有助于确保佩戴者的耳朵被听力保护器或头戴式耳机密封地包封。这进一步有助于确保良好的噪音防护。接触垫优选地还具有大于第一表面积的总表面积。因此,尽管实际上提供与佩戴者的头部的密封的第一表面积相对较小,但接触垫施加到佩戴者的头部的任何力都分布在相对较大的表面上。这有助于最大化的佩戴舒适度。

[0017] 在一个实施方案中,一个或多个入口开口提供开口面积。多个入口开口的开口面积可以由各个入口开口的部分开口面积之和确定。另外,在一个或多个入口开口之外的接触垫提供了总表面积。这意味着总表面积不包括开口面积。开口面积相对于总表面积的比率优选地低于50%,更优选地在30%至45%的范围内,例如为约35%。优选地,接触垫在总表面积上是不可渗透的。具体地,接触垫优选地不由织物制成。

[0018] 在一个实施方案中,接触垫从隔音管的近侧径向地或基本上径向地向外突出。隔

音管的近侧是与接触垫相邻的那侧,而隔音管的远侧端部优选地被布置成与附件相邻。隔音管和接触垫优选地一体式地形成为一件。

[0019] 在一个实施方案中,衬垫在接触垫的外周附近还包括周向衬圈。衬圈优选地从接触垫沿朝向附件的方向突出。衬圈和接触垫优选地一体式地形成为一件。因此,隔音管、接触垫和衬圈优选地一体式地形成为一件。

[0020] 在另一个实施方案中,在衬圈的自由端与附件之间设置有间隙。衬垫的材料和结构为衬垫提供弹性特性。这是为了允许衬垫紧密地贴合佩戴者的皮肤。衬垫的压缩(在平行于Z轴的维度上)优选地导致间隙闭合,使得接触垫经由衬圈被支撑在附件上。这是因为在Z轴的维度上作用在衬垫上的力导致隔音环变形。因此,接触垫和附件朝向彼此移动,直到衬圈与附件触碰。在存在间隙的情况下,压缩基于第一弹性模量。并且在衬圈抵接附件的情况下,压缩基于更大的第二弹性模量。这允许听力保护器或头戴式耳机在佩戴者的头部上移动,并允许接触垫以经由第一弹性模量提供的相对较低的压力与佩戴者的皮肤接触。由于听力保护器或头戴式耳机可以舒适地定位在佩戴者的头部上的期望位置,因此有助于最大程度地提高佩戴舒适度。

[0021] 间隙还允许将眼镜或护目镜的眼镜脚插入衬垫的间隙内。这有助于避免将听力保护器佩戴在围绕佩戴者的耳朵延伸的眼镜脚上,否则眼镜脚可能导致衬垫与佩戴者的头部之间的泄漏。

[0022] 在另一个实施方案中,衬圈沿远离接触垫的方向(在平行于Z轴的维度上)渐缩。这意味着衬圈的横截面尺寸沿远离接触垫的方向减小。这有助于最大程度地提高接触垫的支撑,因为与非渐缩衬圈相比,渐缩衬圈在负载下不易弯曲。

[0023] 在一个实施方案中,衬圈包括通风通道的一个或多个出口开口。优选地,隔音管、接触垫和衬圈与附件结合在衬垫内限定环形的腔室。一个或多个入口开口以及一个或多个出口开口优选地与环形的腔室流体连通。因此,通风通道由穿过形成一个或多个入口开口的接触垫的通孔以及穿过形成一个或多个出口开口的衬圈和环形的腔室的通孔形成。优选地,在佩戴者未佩戴听力保护器的情况下,入口开口和出口开口不仅经由通风通道还经由通风通道外侧的路径(或经由环境)流体连通。

[0024] 在一个实施方案中,衬垫还包括周向弹性分隔壁,该周向弹性分隔壁从接触垫沿朝向附件的方向突出,从而在分隔壁的自由端与附件之间设置有间隙,并且其中衬垫的压缩导致间隙闭合,使得在分隔壁与隔音管之间形成闭合容积。分隔壁周向地围绕内部空间布置在腔室中,并且在佩戴听力保护器时将腔室分成两个同轴的环形的隔室,其中一个隔室(“内隔室”)更靠近隔音管,而另一个隔室(“外隔室”)更靠近衬圈。分隔壁在腔室中从接触垫朝向附件基本上平行于隔音管延伸。分隔壁的基部位于隔音管与衬圈之间的接触垫上。当佩戴听力保护器时,即在接触垫上存在压力时,分隔壁朝向附件延伸足够远以用于使其自由端与附件接触。当未佩戴听力保护器时,即如果接触垫上没有压力,则分隔壁仅朝向附件延伸至其自由端,以在分隔壁与附件之间留出间隙。

[0025] 当佩戴听力保护器时,分隔壁的自由端与附件接触,从而将内隔室与外隔室分开。在这种情况下,外隔室通过出口开口与外部空间保持连通,而现在内隔室在内部空间周围形成独立的闭合容积,不与外隔室或外部空间连通。由此,内隔室提供了附加的隔音效果。

[0026] 在一个实施方案中,附件包括用于与耳罩一起密封的密封件。密封件可以由密封

边缘形成,该密封边缘沿周向延伸并且从附件沿从接触垫到附件的方向突出。

[0027] 在一个实施方案中,衬垫还包括安装环。衬垫还可包括优选地为周向的附接凸缘,该附接凸缘从隔音管的远侧径向向外突出。安装环优选地包括密封件,具体地密封边缘。另外,附接凸缘被密封地附接(具体地粘结、焊接或模制)在安装环上。隔音管和附接凸缘优选地一体式地形成为一件。因此,隔音管、接触垫、衬圈和附接凸缘优选地一体式地形成为一件。

[0028] 在一个实施方案中,至少接触垫由表现出在20至40范围内的肖氏硬度A的材料制成。优选地,隔音管、接触垫、衬圈和附接凸缘由表现出在20至40范围内的肖氏硬度A的材料制成。优选地,接触垫以及还优选地隔音管、衬圈和附接凸缘由有机硅制成。隔音管、接触垫、衬圈和任选地密封边缘优选地由相同的材料制成,例如由有机硅或橡胶材料制成。

[0029] 在一个实施方案中,衬垫还包括用于插入耳罩中的无孔杯形的消音器。消音器优选地被布置成与衬垫的附件相邻。例如,消音器可以与衬垫模制为一件,或可以铰接到衬垫。另外,消音器优选地具有外部消音器壳体和从外部消音器壳体突出的多个消音结构。消音器壳体优选地是杯形的,从而形成内部空间,并且消音结构优选地在内部空间内突出。消音结构可以是布置成至少一组的销或锥。消音结构优选地彼此间隔开,使得两个邻近消音结构之间的最近距离(边至边间距)小于两个邻近消音结构的中心的距离(中心至中心间距)。由此,通过消音结构提供狭窄的气隙,从而提供消音作用。优选地,衬垫与消音器一体式地形成为一件。因此,可以模制衬垫和消音器。由于不存在任何多孔,具体地泡沫材料,包括消音器的衬垫是可洗涤的。这有助于在使用听力保护器或头戴式耳机时最大程度地提高卫生水平。

[0030] 在某些实施方案中,衬垫被均匀地模制。试验表明,均匀模制的衬垫在整个相关声频上提供了更均匀,即更平缓的消音性能。平缓的消音性能有利于感知可听警告信号,并为用户提供更自然的声音。

[0031] 在某些实施方案中,衬垫容纳一个或多个生理传感器,诸如光体积描记器传感器、脑电图传感器或者其他类似的光学或电生理感测装置。在一些示例中,生理传感器可以检测脑活动和/或皮肤电活动。另一个示例性生理传感器可以检测生物标记和/或血氧饱和度,从而指示心脏和呼吸频率、血压和/或体温。在某些实施方案中,一个或多个生理传感器可以与计算系统通信;本地存储在衬垫和/或听力保护器内或者远程存储(例如,基于云的计算网络、移动装置、数据记录装置、融合集线器等);被配置为如果计算装置检测到不良生理状况诸如疲劳和困倦、脱水、体温过高、癫痫发作或意识丧失的高概率,则分析由传感器输出的信号,并输出警示和/或警示的指示。

[0032] 在某些实施方案中,衬垫包括至少一个生理传感器,该至少一个生理传感器设置在完全穿过衬垫延伸的通风通道内,其中至少一个生理传感器被配置为生成与佩戴者的一个或多个生理参数相关联的信号数据。

[0033] 在某些实施方案中,一种系统包括:听力保护器,该听力保护器包括用于定位在佩戴者的头部上的两个耳罩;耳罩衬垫,该耳罩衬垫具有如以上示例中所述的至少一个生理传感器;以及具有处理电路的计算装置,该计算装置被配置为从至少一个生理传感器接收与佩戴者的一个或多个生理参数相关联的信号数据,以及基于信号数据来输出与佩戴者的生理状况相关联的警示。

[0034] 在一些实施方案中,听力保护器的两个耳罩均包括生理感测装置,其中两个感测装置可以是用于冗余或测量数据的相同装置,或者两个感测装置可以是不同的感测装置,以测量听力保护器的佩戴者的不同生理信号。

[0035] 在另一方面,本发明涉及听力保护器或头戴式耳机,该听力保护器或头戴式耳机包括耳罩和本发明的衬垫。具体地,听力保护器或头戴式耳机可具有两个耳罩,并且本发明的衬垫被安装到耳罩中的每一个。听力保护器或头戴式耳机还可包括用于保持耳罩的头带。

[0036] 另外,听力保护器或头戴式耳机可以配有扬声器,并且任选地配有用于驱动扬声器的电子电路。

[0037] 当在高温工业洗衣机中洗涤听力保护器时,最终消毒通常必须在至少82°C下进行至少30秒。在洗涤之后,所有物品应风干。衬垫和吸声插件中的有机硅材料通常可以承受较高的温度,以便能够在85°C下进行洗涤。听力保护器还必须能够承受82°C、可能甚至高于85°C下的洗涤,因为一些洗涤剂在该温度下运行。因此,在一个实施方案中,上述听力保护器包括头带,其中衬垫、头带和耳罩各自由相应的耐热材料诸如塑性材料或金属制成,该耐热材料可以承受85°C下的工业洗涤。头带可以由耐热塑料、任选地与钢结合而制成。

## 附图说明

[0038] 图1是根据本发明的实施方案的听力保护器的局部分解图;

[0039] 图2是根据本发明的实施方案的用于听力保护器的衬垫的透视图;

[0040] 图3是根据本发明的实施方案的与用于听力保护器的消音器结合的衬垫的分解透视图;

[0041] 图4是根据本发明的实施方案的用于听力保护器的衬垫的剖视图。

[0042] 图5A是根据本发明的实施方案的用于具有嵌入式生理传感器的听力保护器的衬垫的透视图;

[0043] 图5B是根据本发明的实施方案的具有嵌入式生理传感器的听力保护器的局部分解图;

[0044] 图6是根据本发明的实施方案的用于具有嵌入式生理传感器的听力保护器的衬垫的透视图;

[0045] 图7是示出根据本公开的各种技术的示例性系统的框图,其中具有嵌入式传感器和通信能力的个人防护设备(PPE)诸如过滤后的空气呼吸器系统和耳罩在许多工作环境中利用并且通过个人防护设备管理系统(PPEMS)进行管理;

[0046] 图8是示出根据本公开的各种技术的图7所示的个人防护设备管理系统的操作透视图的框图;并且

[0047] 图9示出了根据本公开的技术的示例性系统,该示例性系统包括移动计算装置、通信地耦接到移动计算装置的一组个人防护设备、以及通信地耦接到移动计算装置的个人防护设备管理系统。

## 具体实施方式

[0048] 图1示出了根据本发明的听力保护器1。听力保护器1包括两个耳罩10。尽管通常是

组装的,但是仅出于说明的目的,耳罩10中的一个被示出为分解图。该示例中的耳罩10是无源耳罩,但在另一个示例中可以提供有源耳罩。通常,有源耳罩具有电子部件,诸如扬声器和/或麦克风,而无源耳罩不具有此类电子部件。

[0049] 耳罩10具有耳罩壳体12和衬垫30。耳罩壳体12具有噪音阻尼特性。例如,耳罩壳体12可以由刚性材料形成,并且可以向内设置有消音器(如图3所示)。此类刚性材料可以是塑性材料,例如丙烯腈-丁二烯-苯乙烯(ABS)。如下文更详细地概述,衬垫30由柔性结构和/或材料制成或者可以包含柔性结构和/或材料,该柔性结构和/或材料使衬垫30能够围绕佩戴者的耳朵适形于佩戴者的头部。因此,衬垫30可以在佩戴者的头部处密封。

[0050] 听力保护器1还具有头带20,耳罩10附接到该头带。该示例中的耳罩10铰接在头带20的相对侧处。因此,当佩戴者佩戴听力保护器1时,耳罩10可以相对于佩戴者的头部自动地自由取向。这种自由取向使衬垫30沿着衬垫30的圆周均匀地与佩戴者的头部一起密封。

[0051] 图2更详细地示出了衬垫30。需注意,该图仅出于说明目的示出了切口,但衬垫30具有闭合环形(从图3中可清楚看出)。衬垫30具有用于围绕耳朵密封在佩戴者的头部上的接触垫310。接触垫310的相对侧上的衬垫30包括附件320。附件320被构造用于与耳罩一起密封,例如,如图1所示。衬垫30还具有连接接触垫310和附件320的隔音管311。隔音管311是相对于空气不可渗透的圆周壁。因此,该壁阻碍声音穿透壁。需注意,术语“不可渗透”不排除气体在壁分子之间长期渗透的意义上的渗透。具体地,壁优选地不具有任何宏观的穿孔并且不是织物。隔音管形成内部空间301,该内部空间的尺寸被设定成容纳听力保护器的佩戴者的耳朵。

[0052] 衬垫30还包括衬圈312,该衬圈从接触垫310沿朝向附件320的方向突出。隔音管311、接触垫310、衬圈312和附接凸缘313一体式地形成为一件。该示例中的附接凸缘313附接在安装环321上。因此,附接凸缘313提供隔音管311与安装环321的固定连接。另外,由于隔音管311和接触垫310的组合的一体式结构,因此提供了隔音管311和接触垫310的固定连接。本领域的技术人员将认识到,隔音管与安装环之间的连接和/或隔音管与接触垫之间的连接可以其他方式诸如通过焊接或粘结来提供。隔音管311、接触垫310和衬圈312优选地由弹性材料制成,例如有机硅或热塑性弹性体,如热塑性聚氨酯。因此,衬垫具有弹性和适应性特性。这样可以确保衬垫与佩戴者的头部之间的良好密封,并有助于最大程度地提高佩戴舒适度。

[0053] 在衬圈312与附件320之间设置有间隙302。衬垫30的压缩导致间隙减小,直到衬圈312抵接在附件320上。在衬圈312与附件320之间存在间隙的情况下,接触垫310仅由隔音管311支撑。因此,在存在间隙的情况下,隔音管311的特性提供了衬垫30的第一弹性模量。另外,一旦衬圈312抵接在附件320上,接触垫310就由隔音管311以及衬圈312支撑。因此,一旦衬圈抵接在附件320上,隔音管311的特性和衬圈312的特性的组合提供了衬垫30的第二弹性模量。第二弹性模量大于第一弹性模量。由于衬圈312对接触垫310的支撑,接触垫310被支撑在内周和外周上。因此,一旦衬圈312抵接在附件上,则衬垫30的任何进一步的压缩都会导致接触垫310以弹性方式平行于(或基本上平行于)接触垫310的主表面移动。主表面之一由接触垫310的表面形成,当佩戴听力保护器时,接触垫的表面与佩戴者的头部直接接触。

[0054] 接触垫310包括多个入口开口314(在图中并非全部设置有参考线)。每个入口开口

314由穿过接触垫310的通孔形成,并且与形成在接触垫310与附件320之间的腔室315流体连通。另外,在衬圈312中设置有多个出口开口316(在图中并非全部设置有参考线)。出口开口可打开腔室315。因此,在佩戴者佩戴衬垫30的情况下,经由腔室315和入口开口314在出口开口316与佩戴者的皮肤之间提供流体连通。换句话说讲,衬垫30包括通风通道,该通风通道在入口开口314与出口开口316之间完全穿过衬垫30延伸。因此,例如来自佩戴者出汗的水分可通过衬垫30逸出到衬垫的外部,而衬垫则气密地密封佩戴者的耳朵周围的空间。另外,由于衬垫30不含泡沫且不含任何开孔材料,因此衬垫30不会从佩戴者的皮肤中吸收任何水分。这有助于最大程度地提高舒适度和卫生性,例如在不同佩戴者共享听力保护器的情况下。

[0055] 衬垫30,在示例中特别是安装环321,还具有周向密封边缘。密封边缘被构造成密封地卡扣到耳罩的耳罩壳体中(例如,如图1所示)。密封边缘可以由与隔音管、接触垫310和衬圈312相同的材料制成或可以涂覆有这种材料,或者可以由不同的优选地弹性的材料制成或涂覆有这种材料。

[0056] 图3示出了与消音器40结合的衬垫30。这种消音器例如在2017年2月16日提交的美国申请62/459,768中详细公开。尽管示出为两件,但衬垫30和消音器40优选地形成为一件。衬垫30和消音器40可以一体式地形成,例如模制,或者它们可以通过二次注射模制而模制,其中一个部件(衬垫30或消音器40)模制到另一部件(相应地,消音器40或衬垫30)上。消音器40可以由与图2所示的隔音管、接触垫和衬垫的衬圈的组合相同的材料制成,或者由替代的优选地弹性的材料制成。

[0057] 消音器40是无孔的,并且具体地无泡沫的。因此,消音器40是可洗涤的,并且因此可以有助于在使用听力保护器时最大程度地提高卫生性。更具体地讲,消音器40具有杯形的消音器壳体41,多个消音结构410从该壳体突出。在该示例中,消音结构410以正方形或矩形横截面突出。另外,消音结构410具有消音结构410突出所沿循的维度上的长度,以及垂直于长度并且彼此垂直的第一宽度和第二宽度。在该示例中,第一宽度和第二宽度相同,并且第一宽度和第二宽度中的每一者均小于长度。消音结构410中的每一个形成主侧表面,该主侧表面从长度的维度面向侧向的,具体地横向的方向。在该示例中,消音结构410为立方体形的,并且因此具有四个主侧表面。然而,需注意,在另一个示例中,消音结构410可以三角形、六边形或其他形状突出,但是优选地在每两个消音结构之间形成至少在垂直于长度的维度的平面上均匀的空间。例如,包括多个同心环。

[0058] 在该示例中,消音结构410以中心至中心间距A和边至边的间距B间隔开。边至边间距B在两个邻近消音结构410的相对侧表面之间测量。优选地,边至边间距B小于中心至中心间距A。中心至中心间距A优选地为边至边间距B的至少四倍。从而在消音结构410之间形成空间411。这些空间411相对狭窄,因为边至边间距B小于消音结构410的长度。具体地,消音结构410的长度相对于边至边间距B的纵横比为至少5:1。

[0059] 消音器40还包括肋420,该肋从消音器壳体41突出在成组的消音结构410之间。肋420彼此平行地布置,并且使得成组的肋420相交。因此,除了消音结构410之间的空间411之外,通过肋420在消音器壳体41中提供了主要空间421。

[0060] 尽管消音器40是无孔的,并且具体地无泡沫的,但是通过空间411和主要空间421实现了类似于泡沫消音器的消音效果。

[0061] 图4示出了根据本发明的衬垫60的剖视图。它与图2所示的衬垫30相同,不同的是它具有弹性周向分隔壁500,该弹性周向分隔壁从接触垫310沿朝向附件320的方向突出。衬垫30被示出为处于未压缩状态,例如当未使用可包括它的听力保护器时的状态。在这种状态下,分隔壁500在分隔壁500的自由端520与附接凸缘313之间设置有间隙510。当衬垫60被压缩时,间隙510闭合,从而在分隔壁500与隔音管311之间形成闭合容积530。

[0062] 分隔壁500周向地围绕内部空间布置在腔室315中,并且在佩戴听力保护器时将腔室315分成两个同轴的环形的隔室530、540,其中一个隔室(“内隔室”)530更靠近隔音管311,而另一个隔室(“外隔室”)540更靠近衬圈312。分隔壁500在腔室315中从接触垫310朝向附接凸缘313基本上平行于隔音管311延伸。分隔壁500的基部550位于隔音管311与衬圈312之间的接触垫310上。当佩戴听力保护器时,即在接触垫310上存在压力时,分隔壁500朝向附接凸缘313延伸足够远以使用于其自由端520与附接凸缘313接触。当未佩戴听力保护器时,即如果接触垫310上没有压力,则分隔壁500仅朝向附接凸缘313延伸至其自由端520,以在分隔壁500与附接凸缘313之间留出间隙510。

[0063] 图5A是根据本公开的一些示例的用于具有一个或多个嵌入式生理传感器的听力保护器的衬垫的透视图。在炎热和/或压力环境中工作的工人可能会有患上与热相关的疾病的风险。此类工人可包括消防员、现场急救员、士兵、建筑工人、铸造工人等。通常,此类工人通常佩戴防护装备,例如个人防护设备(PPE),在一些情况下,防护装备可能进一步加剧工人的身体发热和不适。与热相关的疾病是此类工人的担忧,并且此类疾病可能导致严重伤害甚至死亡。

[0064] 持续监测工人的生理状况可能有助于及早发现与热相关的疾病或其他疾病的迹象。测量核心体温或由其他参数诸如呼吸频率、心率或心率变异性)计算核心体温可通过允许对潜在灾难性事件进行早期警告来帮助预防与热相关的疾病或其他疾病。早期警告可以提供足够长的时间来采取预防措施,例如让工人离开高温环境、提供补水和/或提供冷却措施。除了检测与热相关的疾病之外,对于从事高压职业的工人诸如消防员和军事人员,还应检测不良健康事件的一般发作。因此,用于工人的个体生理监测的准确、舒适且不引人注目的装置具有潜在价值。

[0065] 在根据本公开的一些示例中,监测工人的生理状况的有效手段包括将一个或多个生理监测传感器直接结合到工人已经佩戴的个人防护设备(PPE)中。在一些示例中,生理传感器的结合不会导致工人不适,不需要修改PPE结构,并且不会降低PPE的有效性。

[0066] 在图5A所示的示例中,用于耳罩诸如图1所示的耳罩10的衬垫70包括多个入口514,这些入口在佩戴者的皮肤与外部环境之间限定通风通道或空气通道,这样汗水可以从皮肤上蒸发掉,并通过通风通道向外蒸发。在一些示例中,入口514可以是如图2和图4所示的入口314的非限制性示例。除了允许与外部环境流体连通之外,入口514中的一个或多个可以同时设置在衬垫70内的生理传感器650与佩戴者的皮肤之间限定至少部分视线,而无需进一步修改衬垫70的物理结构。

[0067] 在一些示例中,至少一个生理传感器650可以设置在完全穿过衬垫延伸的通风通道内,其中生理传感器被配置为生成与佩戴者的一个或多个生理参数相关联的信号数据。

[0068] 生理传感器650可包括被配置为测量指示人体的身体状况的一个或多个值的任何检测装置。传感器650可被配置为检测和/或测量例如脉搏率、氧饱和度、呼吸频率、脑电活

动、体温、出汗、水分或任何其他身体状况。尽管在图5A中传感器650被描绘为靠近耳罩衬垫70的右上角,但是传感器650可以位于衬垫70的圆周内的任何位置。

[0069] 在一些示例中,生理传感器650可包括被配置为经由脉搏血氧测量监测佩戴者的脉搏率和/或血氧饱和度( $SO_2$ ) (例如,外周血氧饱和度, $SpO_2$ ) 的部件。脉搏血氧测量包括使用被称为光体积描记术(PPG)的方法测量吸光率。由红光和近红外光通过皮肤和组织的透射或反射来计算通过吸光率得到的脉搏血氧饱和度,继而可用于确定脉搏率和脉搏率变化。PPG信号由于每次心跳的血量变化而振荡,从而测量脉搏。脉搏测量可用作确定核心体温的替代指标。例如,增加的心率可指示升高的核心体温,体温每升高1摄氏度,心率增加约10BPM。

[0070] 在一些示例中,生理传感器650可包括设置在耳罩衬垫70内的PPG装置。传感器650可包括光发射器560,该光发射器被配置为通过入口514向外并朝向佩戴者的皮肤发射光束。

[0071] 在一些示例中,PPG传感器(例如, $SpO_2$ 传感器)可以位于入口514中的一个内,使得光发射器560发射朝向佩戴者的颞动脉例如沿着耳朵前部发出的光束。在该配置中,传感器可接收来自动脉的强信号,但它可能会受到下颌运动(例如,经由佩戴者说话)的噪音的影响。

[0072] 在一些示例中,PPG传感器(例如, $SpO_2$ 传感器)可以位于入口514中的一个内,使得光发射器560朝向佩戴者的耳朵后面的颅骨发射光束。在该配置中,传感器可接收来自动脉的较弱信号,但它可能会受到噪音的影响较小。

[0073] 在一些示例中,衬垫70可包括多个PPG传感器(例如, $SpO_2$ 传感器),每个PPG传感器设置在入口514中的一个内,使得光发射器560朝向佩戴者的头部的不同区域发射光束。在该配置中,处理电路可以评估每个传感器的相对信号质量,并从中进行选择,或者对来自多个传感器的信号求平均值,以识别并分析出组合信号中的噪音。

[0074] 图5B是根据本公开的一些示例的具有嵌入式生理传感器的听力保护器的局部分解图。在图5B所示的示例中,用于耳罩诸如图1所示的耳罩10的衬垫70包括多个入口514,这些入口在佩戴者的皮肤与外部环境之间限定通风通道或空气通道,这样汗水可以从皮肤上蒸发掉,并通过通风通道向外蒸发。除了允许与外部环境流体连通之外,入口514中的一个或多个可以同时设置在衬垫70的内腔540内的生理传感器650与佩戴者的皮肤之间限定至少部分视线,而无需进一步修改衬垫70的物理结构。

[0075] 在一些示例中,至少一个生理传感器650可以设置在完全穿过衬垫延伸的通风通道内,其中至少一个生理传感器被配置为生成与佩戴者的一个或多个生理参数相关联的信号数据。尽管图5B描绘了单个生理传感器650A,但是耳罩衬垫70可包括任何数量的生理传感器(例如,650B、650C等)。

[0076] 生理传感器650可包括被配置为测量指示人体的身体状况的一个或多个值的任何检测装置。传感器650可被配置为检测和/或测量例如脉搏率、氧饱和度、呼吸频率、脑电活动、体温、出汗、水分或任何其他身体状况。

[0077] 在一些示例中,生理传感器650可包括被配置为经由脉搏血氧测量监测佩戴者的脉搏率和/或血氧饱和度( $SO_2$ ) (例如,外周血氧饱和度, $SpO_2$ ) 的部件。脉搏血氧测量包括使用被称为光体积描记术(PPG)的方法测量吸光率。由红光和近红外光通过皮肤和组织的透

射或反射来计算通过吸光率得到的脉搏血氧饱和度,继而可用于确定脉搏率和脉搏率变化。PPG信号由于每次心跳的血量变化而振荡,从而测量脉搏。脉搏测量可用作确定核心体温的替代指标。例如,增加的心率可指示升高的核心体温,体温每升高1摄氏度,心率增加约10BPM。

[0078] 在一些示例中,生理传感器650可包括设置在耳罩衬垫70的内腔540内的PPG装置。传感器650可包括光发射器560,该光发射器被配置为通过入口514向外并朝向佩戴者的皮肤发射光束。传感器650还可包括光检测器570,该光检测器被配置为检测从佩戴者的皮肤反射并通过入口514返回的光。在其他示例中,衬垫70可以由对于光束而言基本上透明的材料构成,并且光发射器560可以定位在材料的后面,而不是入口514内。

[0079] 在一些示例中,传感器650还可包括处理电路580,该处理电路被配置为从光检测器570接收原始电信号并将其转换为指示吸光度、进一步指示佩戴者的脉搏血氧饱和度的数据。在一些示例中,数据处理可以在传感器650的处理电路580内本地进行。在其他示例中,传感器650可包括发射器,以与远程计算系统(例如,基于云的计算装置、移动装置、数据记录装置、抬头显示器、融合集线器等)进行通信(例如,无线地),从而进一步处理来自传感器650的数据。在其他示例中,传感器650可包括发射器,以与本地安装在耳罩内的处理电路580通信(例如,无线地)。

[0080] 在一些示例中,传感器650包括设置在衬垫70的内腔540内的电池。在其他示例中,如图1所示的耳罩10可包括具有电源的单向或双向通信能力(例如,无线电、对讲机等),其中传感器650可被配置为共享来自通信装置的电源的电功率。

[0081] 在一些示例中,传感器650和/或耳罩本地的或基于云的处理电路580可以处理来自传感器650的数据,以确定佩戴者的核心脉搏、血氧饱和度或核心体温,作为对佩戴者的一般生理状况的指示。例如,处理电路系统580可以确定特定的血氧饱和度测量值,该测量值指示处于或高于预定阈值的脉搏,指示相对不适水平或者不良生理状况例如与热相关的疾病(例如,脱水、体温过高等)的显著概率。

[0082] 在一些示例中,处理电路580可被配置为输出处于或高于预定阈值水平的传感器测量值的指示,例如警示或警报。例如,图1的耳罩10可包括通信装置,包括扬声器。传感器650可包括用于通过扬声器输出音频警示的装置,以向佩戴者通知不安全的脉搏、核心体温或其他生理上的不适状况。在一些示例中,处理电路580可以将视觉或基于文本的警示输出到计算装置,例如由佩戴者本人和/或指定的安全主管持有的移动装置,以通知他们重大生理状况的高概率。在另一个示例中,传感器650可包括触觉反馈装置,以经由振动感觉向佩戴者指示工人的健康在其当前状态中可能具有风险。

[0083] 图6是根据本发明的实施方案的用于具有一个或多个嵌入式生理传感器的听力保护器的衬垫的透视图。在一些情况下,生产率降低、工作产品质量差以及构成安全危害的事故、尤其是由于癫痫发作而导致的事故可归咎于在工作现场疲劳、困倦和暂时丧失意识。因此,在监测工人的警觉性和疲劳状况并在检测到疲劳或困倦时提供警示信号可能具有潜在益处。监测工人疲劳状况的一种方法是测量脑电图(EEG)波形,也称为脑电波。例如,可以从已知模式的EEG波形直接推断出疲劳状态。在另一个示例中,可以从更直接地指示过度眨眼的EEG波形模式间接推断出疲劳状态。

[0084] 通常使用施加到固定在头皮上的头盔的电极阵列测量EEG波形。金属电极通常与

皮肤紧密接触,以便收集准确的测量值。电极阵列的一部分还可用于跨多个电极以皮肤的阻抗、电阻或电导的形式测量皮肤电活性(EDA)。除了EEG之外,EDA还提供有关佩戴者的出汗和潜在活动以及神经系统的相关交感神经活动的信息,并补充来自其他传感器的信息,以确定不良生理状况的高概率。

[0085] 在根据本公开的一些示例中,并且如上文结合某些示例所述,监测工人的生理状况的有效手段包括将一个或多个生理监测传感器直接结合到工人已经佩戴的个人防护设备(PPE)中。在一些示例中,生理传感器的结合不会导致工人不适,不需要修改PPE结构,并且不会降低PPE的有效性。

[0086] 在图6所示的示例中,用于耳罩诸如图1所示的耳罩10的衬垫70包括多个入口614,这些入口在佩戴者的皮肤与外部环境之间限定通风通道或空气通道,这样汗水可以从皮肤上蒸发掉,并通过通风通道向外蒸发。在一些示例中,入口614可以是如图2和图4所示的入口314的非限制性示例。除了允许与外部环境流体连通之外,入口614中的一个或多个可以同时设置在衬垫70内的生理传感器650与佩戴者的皮肤之间限定通道,而无需进一步修改衬垫70的物理结构。

[0087] 生理传感器650可包括被配置为测量指示人体的身体状况的一个或多个值的任何检测装置。传感器650可被配置为检测和/或测量例如脉搏率、氧饱和度、呼吸频率、脑电活动、体温、出汗、水分或任何其他身体状况。

[0088] 在根据本公开的一些示例中,耳罩衬垫70包括被配置为监测佩戴者的疲劳状况的生理传感器650。例如,传感器650可被配置为测量EEG波形,也称为脑电波,以监测工人的疲劳状况。在一些示例中,传感器650包括EEG电极660的阵列,该EEG电极阵列设置在入口614内,靠近衬垫70的外表面,使得当将耳罩放置在佩戴者的耳朵上方时,EEG电极可以与皮肤接触。电极660通常与皮肤紧密接触,以便收集准确的测量值。除了头皮之外,另一个可提供良好脑电波信号的位置在耳朵后面,耳朵后面的区域通常没有头发和脂肪组织,使得非常适合提取电信号。在图6的非限制性示例中,耳罩衬垫70结合有四个电极660,从而允许与耳朵后面的皮肤紧密接触。在其他示例中,耳罩衬垫70可包括少于或多于四个电极。在一些示例中,衬垫70可同时包括多个不同类型的传感器,包括PPG传感器和EEG传感器。在一些示例中,衬垫70可以由基本上导电的材料构成,并且电极660可以结合在材料之内或后面,而不是入口614内。

[0089] 在一些示例中,传感器650还可包括处理电路580,该处理电路被配置为从电极660接收原始电信号并将其转换为指示佩戴者的大脑内的电活动、进一步指示佩戴者的疲劳状况的数据。在一些示例中,数据处理可以在传感器650的处理电路580内本地进行。在其他示例中,传感器650可包括发射器,以与远程计算系统(例如,基于云的计算装置、移动装置、数据记录装置、抬头显示器、融合集线器等)进行通信(例如,无线地),从而进一步处理来自传感器650的数据。在其他示例中,传感器650可包括发射器,以与本地安装在耳罩内的处理电路580通信(例如,无线地)。

[0090] 在一些示例中,传感器650包括设置在衬垫70的内腔540内的电池。在其他示例中,如图1所示的耳罩10可包括具有电源的单向或双向通信能力(例如,无线电、对讲机等),其中传感器650可被配置为共享来自通信装置的电源的电功率。

[0091] 在一些示例中,传感器650和/或耳罩本地的或基于云的处理电路580可以处理来

自传感器650的数据,以确定佩戴者的疲劳状况。例如,处理电路系统580可以确定大脑内电活动的特定测量值,该测量值指示佩戴者的不良生理状况的概率(例如,显著概率),该不良生理状况诸如全身疲劳、困倦或意识丧失。

[0092] 在一些示例中,处理电路580可被配置为输出处于或高于预定阈值水平的传感器测量值的指示,例如警示或警报。例如,图1的耳罩10可包括通信装置,包括扬声器。传感器650可包括用于通过扬声器输出音频警示的装置,以向佩戴者通知不安全的脉搏、核心体温或其他生理上的不适状况。在一些示例中,处理电路580可以将视觉或基于文本的警示输出到计算装置,例如由佩戴者本人和/或指定的安全主管持有的移动装置,以通知他们重大生理状况的高概率,并允许安全官员为工人推荐休息时间或为工人分配要求较低的任务。在另一个示例中,传感器650可包括触觉反馈装置,以经由振动感觉向佩戴者指示工人的健康在其当前状态中可能具有风险。

[0093] 图7是示出包括用于管理个人防护设备的个人防护设备管理系统 (PPEMS) 706的示例性计算系统702的框图。如本文所述,PPEMS允许授权用户实行预防性职业健康和安全措施,并且管理安全防护设备的检验和维护。通过与PPEMS 706进行交互,安全专业人员可例如管理区域检查、工人检查、工人健康和合规培训。

[0094] 一般来讲,PPEMS 706提供数据获取、监测、活动记录、报告、预测分析、PPE控制和警示生成。例如,PPEMS 706包括根据本文所述的各种示例的基础分析和安全事件预测引擎和警告系统。一般来讲,安全事件可指个人防护设备(PPE)的用户的活动、PPE的状况或环境条件(例如,其可以是有害的)。在一些示例中,安全事件可为伤害或工人状况、工作场所伤害或监管违规。例如,在掉落防护设备的上下文中,安全事件可以是误用掉落防护设备,掉落设备的用户经历掉落,掉落防护设备失效。在呼吸器的情况下,安全事件可以是呼吸器的误用,呼吸器的用户没有接收到适当的质量和/或数量的空气,或呼吸器的失效。安全事件也可与PPE位于其中的环境中的危险相关联。在一些示例中,与PPE制品相关联的安全事件的发生可包括其中使用PPE的环境中的安全事件或与使用PPE制品的工人相关联的安全事件。在一些示例中,安全事件可以是PPE、工人和/或工人环境在使用中操作或以正常操作的方式动作的指示,其中正常操作是可接受或安全操作、使用或活动的预定或预定义条件。在一些示例中,安全事件可以是不安全状况的指示,其中不安全状况表示由操作员配置的和/或由机器生成的一组定义的阈值、规则或其他限制之外的状态。

[0095] PPE的示例包括但不限于呼吸防护设备(包括一次性呼吸器、可重复使用的呼吸器、电动空气净化呼吸器和供气式呼吸器),防护眼镜诸如护目镜、眼罩、过滤器或防护罩(其中任一种可包括增强现实功能),防护帽诸如安全帽、头罩或头盔,听力保护装置(包括耳塞和耳罩),防护鞋,防护手套,其他防护服诸如连衣工作服和围裙,防护制品诸如传感器、安全工具、检测器、全球定位装置、矿用帽灯、掉落防护安全带、外骨骼、自动回缩式救生索、加热和冷却系统、气体检测器,以及任何其他合适的装备。在一些示例中,数据集线器诸如数据714N可以是PPE制品。

[0096] 如下文进一步所述,PPEMS 706提供了一整套个人安全防护设备管理工具,并且实现本公开的各种技术。也就是说,PPEMS 706提供了一种集成的端对端系统,该系统用于管理在一个或多个物理环境708内的工人710使用的个人防护设备,例如安全设备,该物理环境可以是建筑工地、采矿或制造场所或任何物理环境。本公开的技术可在计算环境702的各

种部分内实现。

[0097] 如图7的示例所示,系统702表示计算环境,其中多个物理环境708A、708B(统称为环境708)内的计算装置经由一个或多个计算机网络704与PPEMS 706进行电子通信。物理环境708中的每一个表示物理环境诸如工作环境,在该环境中,一个或多个个体诸如工人710在从事相应环境内的任务或活动的同时利用个人防护设备。

[0098] 在该示例中,环境708A被大体示出为具有工人710,而环境708B以扩展形式示出以提供更详细的示例。在图7的示例中,多名工人710A-710N被示出为正在利用相应呼吸器713A-713N。

[0099] 如本文进一步所述,呼吸器713中的每一个包括被配置为当用户(例如,工人)在佩戴呼吸器时从事活动时实时捕获数据的嵌入式传感器或监测装置以及处理电子器件。例如,如本文更详细所描述,呼吸器713可包括多个部件(例如,头罩、鼓风机、过滤器等),呼吸器713可包括用于感测或控制这类部件的操作的多个传感器。头罩可包括例如头罩护目镜位置传感器、头罩温度传感器、头罩运动传感器,头罩撞击检测传感器、头罩位置传感器、头罩电池水平传感器、头罩头部检测传感器、环境噪声传感器等。鼓风机可包括例如鼓风机状态传感器、鼓风机压力传感器、鼓风机运行时间传感器、鼓风机温度传感器、鼓风机电池传感器、鼓风机运动传感器、鼓风机冲击检测传感器、鼓风机位置传感器等。过滤器可包括例如过滤器存在传感器、过滤器类型传感器等。上述传感器中的每一个可生成使用数据,如本文所述。

[0100] 此外,呼吸器713中的每一个可包括用于输出指示呼吸器713的操作和/或生成和输出与相应的工人710的通信的数据的一个或多个输出装置。例如,呼吸器713可包括用于生成听觉反馈(例如,一个或多个扬声器)、视觉反馈(例如,一个或多个显示器、发光二极管(LED)等)或触觉反馈(例如,振动或提供其他触觉反馈的装置)的一个或多个装置。

[0101] 一般来讲,环境708中的每一个包括计算设施(例如,局域网),呼吸器713通过该计算设施能够与PPEMS 706通信。例如,环境708可配置有无线技术,诸如802.11无线网络、802.15ZigBee网络等。在图7的示例中,环境708B包括本地网络707,该本地网络提供基于分组的输送介质,用于经由网络704与PPEMS 706通信。此外,环境708B包括多个无线接入点719A、719B,该多个无线接入点可在地理上分布在整个环境中,以在整个工作环境中提供对无线通信的支持。

[0102] 呼吸器713中的每一个被配置为经由无线通信诸如经由802.11WiFi协议、蓝牙协议等传送数据诸如感测的动作、事件和条件。呼吸器713可例如与无线接入点719直接通信。作为另一个示例,每个工人710可配备有可佩戴通信集线器714A-714N中的相应一个,其实现并且有利于呼吸器713与PPEMS 706之间的通信。例如,呼吸器713以及用于相应工人710的其他PPE(诸如掉落防护设备、听力保护装置、安全帽或其他设备)可通过蓝牙或其他短程协议与相应的通信集线器714通信,并且通信集线器可通过由无线接入点719处理的无线通信与PPEMS 706通信。虽然被示出为可佩戴装置,但是集线器714可被实现为部署在环境8B内的独立式装置。在一些示例中,集线器714可以是PPE制品。在一些示例中,通信集线器714可以是本质安全的计算装置、智能电话、腕戴式或头戴式计算装置或任何其他计算装置。

[0103] 一般来讲,集线器714中的每一个作为用于中继与呼吸器713的通信的用于呼吸器713的无线装置操作,并且能够在PPEMS 706失去通信的情况下缓冲使用数据。此外,集线器

714中的每一个可经由PPEMS 706编程,使得本地警示规则可在不需要连接到云的情况下安装并执行。因此,集线器714中的每一个对来自呼吸器713和/或相应环境内的其他PPE的使用数据流提供中继,并且提供本地计算环境以用于在与PPEMS 706失去通信的情况下基于事件流进行本地化警示。

[0104] 如图7的示例中所示,环境诸如环境708B也可包括在工作环境内提供准确的位置信息的一个或多个支持无线的信标诸如信标717A-717C。例如,信标717A-717C可以是支持GPS的,使得相应信标内的控制器能够精确地确定相应信标的位置。基于与信标717中的一个或多个信标的无线通信,工人710佩戴的给定呼吸器713或通信集线器714被配置为确定工作环境78B内的工人的位置。以这种方式,报告给PPEMS 706的事件数据(例如,使用数据)可标记有位置信息,以帮助由PPEMS执行的解析、报告和分析。

[0105] 此外,诸如环境708B的环境还可包括一个或多个支持无线的感测站,诸如感测站721A、721B。每个感测站721包括一个或多个传感器和一个控制器,它们被配置为输出指示所感测的环境条件的数据。此外,感测站721可定位在环境708B的相应地理区域内,或以其他方式与信标717进行交互以确定相应位置并且在向PPEMS 706报告环境数据时包括这类位置信息。因此,PPEMS 706可被配置为用于使所感测的环境条件与特定区域相关,并且因此可在处理从呼吸器713接收的事件数据时利用所捕获的环境数据。例如,PPEMS 706可利用环境数据来帮助生成用于呼吸器713以及用于执行预测分析的警示或其他指令,诸如确定某些环境条件(例如,热、湿度、可见性)与异常工人行为或增加的安全性事件之间的任何相关性。如此,PPEMS 706可利用当前环境条件来帮助预测和避免即将发生的安全事件。可由感测站721感测的示例性环境条件包括但不限于:温度、湿度、气体的存在、压力、可见度、风等。

[0106] 在示例性具体实施中,环境诸如环境708B还可包括分布在整个环境中的一个或多个安全站715,以提供用于访问呼吸器713的观察站。安全站715可允许工人710中的一个检查呼吸器713和/或其他安全设备,验证安全设备适合于环境708和/或交换数据中的特定一个。例如,安全站715可将警示规则、软件更新或固件更新传输到呼吸器713或其他设备。安全站715还可接收在呼吸器713、集线器714和/或其他安全设备上缓存的数据。也就是说,虽然呼吸器713(和/或数据集线器714)通常可将来自呼吸器713的传感器的使用数据实时地或近实时地传输到网络704,但是在一些情况下,呼吸器713(和/或数据集线器714)可能并未连接到网络704。在这类情况下,呼吸器713(和/或数据集线器714)可本地存储使用数据,并且在接近安全站715时将使用数据传输到安全站715。安全站715之后可上传来自呼吸器713的数据并且连接到网络704。

[0107] 此外,环境708中的每一个包括计算设施,这些计算设施为最终用户计算装置716提供操作环境以用于经由网络704与PPEMS 706进行交互。例如,环境708中的每一个通常包括负责监督环境内的安全合规性的一个或多个安全管理人员。一般来讲,每个用户720与计算装置716进行交互以访问PPEMS 706。环境708中的每一个可包括系统。类似地,远程用户可使用计算装置718来经由网络704与PPEMS进行交互。出于举例的目的,最终用户计算装置716可以是膝上型电脑、台式计算机、诸如平板电脑或所谓的智能电话的移动装置等。

[0108] 用户720、724与PPEMS 706交互以控制并且主动管理工人710使用的安全设备的许多方面,诸如访问和查看使用记录、分析和报告。例如,用户720、724可查看由PPEMS 706获

取和存储的使用信息,其中使用信息可包括指定持续时间(例如,一天、一周等)内的开始和结束时间的数据,在特定事件期间收集的数据,诸如呼吸器713的护目镜的升降,从工人710的头部移除呼吸器713,呼吸器713的操作参数的改变,呼吸器713的部件的状态变化(例如,低电池事件),工人710的运动,检测到的对呼吸器713或集线器714的影响,从用户获取的感测数据,环境数据等。此外,用户720、724可与PPEMS 706交互以执行访问跟踪并且为各件安全设备(例如,呼吸器713)安排维护事件,以确保符合任何规程或规定。PPEMS 706可允许用户720、724相对于维护规程创建并完成数字检查表并将这些规程的任何结果从计算装置716、718同步到PPEMS 706。

[0109] 此外,如本文所述,PPEMS 706集成了事件处理平台,该事件处理平台被配置为处理来自数字启用的PPE诸如呼吸器713的数千甚至数百万个并发事件流。PPEMS 706的基础分析引擎将历史数据和模型应用于入站流以计算断言,诸如基于工人710的条件或行为模式识别的异常或预测的安全事件发生。另外,PPEMS 706提供实时警示和报告,以向工人710和/或用户720、724通知任何预测的事件、异常、趋势等。

[0110] PPEMS 706的分析引擎可在一些示例中应用分析来识别感测的工人数据、环境条件、地理区域和其他因素之间的关系或相关性,并且分析对安全事件的影响。PPEMS 706可基于整个工人群体710中获得的数据来确定可能在某个地理区域内的哪些特定活动导致或预测导致异常高的安全事件发生。

[0111] 以这种方式,PPEMS 706通过基础分析引擎和通信系统紧密集成了用于管理个人防护设备的综合工具,以提供数据获取、监视、活动存录、报告、行为分析和警示生成。此外,PPEMS 706在系统702的各种元件之间提供由这些元件操作和利用的通信系统。用户720、724可访问PPEMS 706以查看由PPEMS 706对从工人710获得的数据执行的任何分析的结果。在一些示例中,PPEMS 706可经由web服务器(例如,HTTP服务器)呈现基于web的界面,或可为由用户720、724使用的计算装置716、718的装置(诸如,台式计算机、膝上型计算机、诸如智能电话和平板电脑的移动装置等)部署客户端应用程序。

[0112] 在一些示例中,PPEMS 706可提供数据库查询引擎,用于直接查询PPEMS 706以查看所获取的安全信息、合规信息和分析引擎的任何结果,例如,通过仪表板、警示通知、报告等。也就是说,用户724、726或在计算装置716、718上执行的软件可向PPEMS 706提交查询,并接收对应于这些查询的数据以便以一个或多个报告或仪表板的形式进行呈现。此类仪表板可提供关于系统702的各种见解,诸如整个工人群体中的基线(“正常”)操作,从事可能使工人暴露于风险的异常活动的任何异常工人的识别,环境702内任何地理区域的识别,对于该环境,已经或预测会发生显著异常(例如,高)安全事件,表现出相对于其他环境的安全事件的异常发生的环境702中任一个的识别,等等。

[0113] 如下文详细地说明,PPEMS 706可简化对于负责监控和确保实体或环境的安全合规的个人的工作流程。也就是说,本公开的技术可实现主动安全管理并且允许组织针对环境708内的某些区域、特定件安全设备或个体工人710采取预防或纠正措施,定义并且可进一步允许实体实现由基础分析引擎进行数据驱动的工作流规程。

[0114] 作为一个示例,PPEMS 706的基础分析引擎可被配置为针对整个组织计算和呈现给定环境708内或跨多个环境的工人群体的客户定义的度量。例如,PPEMS 706可被配置为获取数据并且在整个工人群体中(例如,在环境708A、708B中的任一者或两者的工人710中)

提供聚合性能度量和预测的行为分析。还有,用户720、724可设定用于任何安全事故发生的基准,并且PPEMS 706可相对于针对个体或定义的工人群体的基准跟踪实际性能度量。

[0115] 作为另一个示例,如果存在条件的某些组合,PPEMS 706可进一步触发警示,例如以加速检查或维修安全设备诸如呼吸器713中的一个。以这种方式,PPEMS 6可识别度量不符合基准的个体呼吸器713或工人710,并且提示用户干预和/或执行规程以改进相对于基准的度量,从而确保合规性并且主动管理工人710的安全性。

[0116] 在根据本公开的一些示例中,系统702可包括被配置为允许安全专业人员管理区域检查、工人检查、工人健康和合规培训的各种部件。例如,系统可包括一个或多个计算装置,该一个或多个计算装置被配置为处理和分析由嵌入在个人防护设备的制品内的一个或多个传感器生成的数据。

[0117] 在图7所示的示例中,PPEMS 706可包括被配置为接收指示个体的生理状况的数据的处理电路,例如图5B所示的处理电路580。在图7中,工人710中的每一个被示出为佩戴着个人防护设备(PPE) 713。尽管图7将PPE 713描绘为呼吸防护装置,但PPE 713还可包括听力保护装置,例如,如图1所示的耳罩10。PPE 713可包括被配置为接收来自工人710的身体的信号的一个或多个嵌入式传感器,例如图5A、图5B和图6中描绘的生理传感器650。在一些示例中,PPE 713可包括被配置为确定工人710的血氧饱和度和其他生物标记的光体积描记器传感器和/或其他光学传感器。在其他示例中,PPE 713可包括被配置为监测工人710的脑活动和/或皮肤电活动的EEG和/或EDA传感器以及一个或多个电极。

[0118] 在一些示例中,PPE 713可包括被配置为分析来自生理传感器的数据的数据的处理电路。在其他示例中,PPE 713可包括传输装置,例如数据通信集线器714,该传输装置被配置为将来自生理传感器的数据通过网络704传输到PPEMS 706内的处理电路中,以确定显著生理状况的概率。

[0119] 在确定显著生理状况(例如,确定阈值数据测量值)时,PPE 713内或PPEMS 706内的生理传感器本身本地的处理电路可被配置为生成和输出警示。警示可经由PPE 713(例如,经由音频、视觉或触觉反馈)发送给工人710。在其他示例中,警示可以被发送到移动装置716或718。工人710可以持有或访问诸如寻呼机、移动电话或个人计算装置的移动装置716。诸如寻呼机、移动电话或个人计算装置的移动装置718可以由远程用户724诸如工作场所安全主管持有,以便他可以激活附加的安全协议以保护工人710的健康。

[0120] 图8是在托管为基于云的平台时提供PPEMS 806的操作透视图的框图,该基于云的平台能够支持具有工人810总体群的多个不同的工作环境,其具有各种通信启用的个人防护设备(PPE) 诸如安全释放线(SRL) 811、呼吸器813、安全头盔、听力保护装置或其他安全设备。在图8的示例中,PPEMS806的部件根据实现本公开的技术的多个逻辑层进行布置。每个层可由包括硬件、软件或硬件和软件的组合的一个或多个模块实现。

[0121] 在图8中,个人防护设备(PPE) 862诸如SRL 811、呼吸器813和/或其他设备直接或通过集线器814以及计算装置860作为客户端863操作,该客户端经由接口层864与PPEMS 806通信。计算装置860通常执行客户端软件应用程序,诸如桌面应用程序、移动应用程序和web应用程序。计算装置860可表示图7的计算装置716、718中的任一个。计算装置的示例可包括但不限于便携式或移动计算装置(例如,智能手机、可穿戴计算装置、平板电脑)、膝上型计算机、台式计算机、智能电视平台以及服务器,这里仅举几个例子。

[0122] 如本公开中进一步描述,PPE 862(直接或经由集线器814)与PPEMS806进行通信,以提供从嵌入式传感器和其他监测电路获取的数据流,并且从PPEMS 806接收警示、配置和其他通信。在计算装置860上执行的客户端应用程序可与PPEMS 806进行通信,以发送和接收由服务868检索、存储、生成和/或以其他方式处理的信息。例如,客户端应用程序可请求和编辑安全事件信息,该安全事件信息包括存储在PPEMS 806处和/或由该PPEMS管理的分析数据。在一些示例中,客户端应用程序861可请求并且显示总安全事件信息,该总安全事件信息汇总或以其他方式聚集安全事件的多个单独实例以及从PPE 862获取和/或由PPEMS 806生成的对应数据。客户端应用程序可与PPEMS 806交互,以查询关于过去和预测的安全事件、工人810的行为趋势的分析信息,仅举几个例子。在一些示例中,客户端应用程序可输出从PPEMS 806接收的显示信息,以使此类信息对客户端863的用户可视化。如下文的进一步说明和描述,PPEMS 806可提供信息至客户端应用程序,客户端应用程序输出该信息用于显示在用户界面中。

[0123] 在计算装置860上执行的客户端应用程序可被实现用于不同平台,但是包括类似或相同的功能。例如,客户端应用程序可以是编译成在桌面操作系统上运行的桌面应用程序诸如Microsoft Windows、Apple OS x或Linux,仅举几个例子。作为另一个示例,客户端应用程序可以是编译成在移动操作系统上运行的移动应用程序诸如Google Android、Apple iOS、Microsoft Windows mobile或BlackBerry OS,这里仅举几个例子。作为另一个示例,客户端应用程序可以是web应用程序,诸如显示从PPEMS 806接收的web页面的web浏览器。在web应用程序的示例中,PPEMS 806可接收来自web应用程序(例如,web浏览器)的请求、处理请求并往回向web应用程序发送一个或多个响应。以这种方式,网页的收集、客户端侧处理的web应用程序以及由PPEMS 806执行的服务器侧处理共同提供执行本公开的技术的功能。以这种方式,客户端应用程序根据本公开的技术使用PPEMS 806的各种服务,并且这些应用程序可在各种不同的计算环境(例如,仅举几个例子,PPE的嵌入式电路或处理器、桌面操作系统、移动操作系统或web浏览器)内操作。

[0124] 如图8所示,PPEMS 806包括接口层864,该接口层表示由PPEMS806呈现和支持的应用程序编程接口(API)或协议接口集。接口层864最初从客户端863中的任一个接收消息,以便在PPEMS 806处进一步处理。因此,接口层864可提供在客户端863上执行的客户端应用程序可用的一个或多个接口。在一些示例中,接口可以通过网络访问的应用程序编程接口(API)。接口层864可用一个或多个web服务器实现。一个或多个web服务器可接收传入请求,将来自请求的信息处理和/或转发到服务868,并且基于从服务868接收的信息来向初始发送请求的客户端应用程序提供一个或多个响应。在一些示例中,实现接口层864的一个或多个web服务器可包括运行环境以部署提供一个或多个接口的程序逻辑。如下文进一步描述的,每个服务可提供可经由接口层864访问的一组一个或多个接口。

[0125] 在一些示例中,接口层864可提供使用HTTP方法与服务器交互和操纵PPEMS 806的资源的代表性状态传输(RESTful)接口。在此类示例中,服务868可生成JavaScript Object Notation(JSON)消息,接口层864将该JSON消息发送回提交初始请求的客户端应用程序861。在一些示例中,接口层864使用简单对象访问协议(SOAP)提供web服务来处理来自客户端应用程序861的请求。在其他示例中,接口层864可使用远程过程调用(RPC)来处理来自客户端863的请求。在从客户端应用程序接收到使用一个或多个服务868的请求时,接口层864

向包括服务868的应用层866发送信息。

[0126] 如图8所示,PPEMS 806还包括应用层866,该应用层表示用于实现PPEMS 806的大部分底层操作的服务的集合。应用层866接收从客户端应用程序861接收的请求中包括的信息,并且根据请求调用的服务868中的一个或多个进一步处理信息。应用层866可被实现为在一个或多个应用服务器(例如,物理或虚拟机)上执行的一个或多个离散软件服务。也就是说,应用服务器提供用于执行服务868的运行环境。在一些示例中,如上所述的功能接口层864和应用层866的功能可在同一服务器处实现。

[0127] 应用层866可包括一个或多个独立的软件服务868,例如经由逻辑服务总线870通信的过程作为一个示例。服务总线870通常表示诸如通过发布/订阅通信模型允许不同的服务将消息发送到其他服务的逻辑互连或一组接口。例如,服务868中的每一个可基于针对相应服务的标准来订阅具体类型的消息。当服务发布服务总线870上特定类型的消息时,订阅该类型消息的其他服务将接收消息。以这种方式,服务868中的每一个可彼此传达信息。作为另一个示例,服务868可使用套接字或其他通信机制以点对点的方式进行通信。在描述服务868中的每一个的功能之前,本文简单地描述层。

[0128] PPEMS 806的数据层872表示数据储存库,该数据储存库使用一个或多个数据储存库874为PPEMS 806中的信息提供持久性。数据储存库通常可以是存储和/或管理数据的任何数据结构或软件。数据储存库的示例包括但不限于关系数据库、多维数据库、地图和散列表,仅举几个例子。可使用关系数据库管理系统(RDBMS)软件来实现数据层872以管理数据储存库874中的信息。RDBMS软件可管理一个或多个数据储存库874,使用结构化查询语言(SQL)可访问该数据储存库。一个或多个数据库中的信息可使用RDBMS软件来存储、检索和修改。在一些示例中,可使用对象数据库管理系统(ODBMS)、在线分析处理(OLAP)数据库或其他合适的数据库管理系统来实现数据层872。

[0129] 如图8所示,服务868A-868I(“服务868”)中的每一个以模块化形式在PPEMS 806内实现。虽然针对每个服务被示出为单独的模块,但是在一些示例中,两个或更多个服务的功能性可组合到单个模块或部件中。服务868中的每一个可以软件、硬件或硬件和软件的组合来实现。此外,服务868可被实现为单独的装置、单独的虚拟机或容器、进程、线程或通常用于在一个或多个物理处理器上执行的软件指令。

[0130] 在一些示例中,服务868中的一个或多个可各自提供通过接口层864暴露的一个或多个接口。因此,计算装置860的客户端应用程序可调用服务中的一个或多个服务的一个或多个接口来执行本公开的技术。

[0131] 根据本公开的技术,服务868可包括事件处理平台,该事件处理平台包括事件端点前端868A、事件选择器868B、事件处理器868C和高优先级(HP)事件处理器868D。事件端点前端868A作为用于接收和发送到PPE862和集线器814的通信的前端接口操作。换句话说,事件端点前端868A作为部署在环境内并由工人810使用的设备的前线接口操作。在一些情况下,事件端点前端868A可实现为衍生的多个任务或作业,以从PPE862接收携带由安全设备感测和捕获的数据的事件流869的各个入站通信。例如当接收事件流869时,事件端点前端868A可衍生使入站通信(称为一个事件)快速入队和关闭通信会话的任务,从而提供高速处理和可缩放性。例如,每个进入通信可携带表示感测的条件、运动、温度、动作或其他数据(通常称为事件)的最近捕获的数据。根据通信延迟和连续性,在事件端点前端868A与PPE之

间交换的通信可以是实时的或伪实时的。

[0132] 事件选择器868B在经由前端868A从PPE 862和/或集线器814接收的事件流869上操作,并且基于规则或分类来确定与传入事件相关联的优先级。基于优先级,事件选择器868B将这些事件入队以便由事件处理器868C或高优先级(HP)事件处理器868D进行后续处理。附加的计算资源和对象可专用于HP事件处理器868D,以便确保对关键事件的响应,这些关键事件诸如未正确使用PPE、使用了基于地理位置和条件不适当的过滤器和/或呼吸器、未能恰当地紧固SRL 811等。响应于处理高优先级事件,HP事件处理器868D可立即调用通知服务868E以生成警示、指令、警告或其他类似消息,以便输出到SRL 811、呼吸器813、集线器814和/或远程用户。未被分类为高优先级的事件由事件处理器868C消耗并处理。

[0133] 一般来讲,事件处理器868C或高优先级(HP)事件处理器868D对传入事件流进行操作以更新数据储存库874内的事件数据874A。一般来讲,事件数据874A可包括从PPE 862获得的使用数据的全部或其子集。例如,在一些情况下,事件数据874A可包括从PPE 862的电子传感器获得的整个数据样本流。在其他实例中,事件数据874A可包括此类数据的子集,例如,与特定时间段或PPE 862的活动相关联。

[0134] 事件处理器868C、868D可创建、读取、更新和删除存储在事件数据874A中的事件信息。事件信息可作为包括信息的名称/值对的结构诸如以行/列格式指定的数据表存储在相应的数据库记录中。例如,名称(例如,列)可以是“工人ID”,并且值可以是员工标识号。事件记录可包括信息诸如但不限于:工人识别、PPE识别、获取一个或多个时间戳和指示一个或多个感测的参数的数据。

[0135] 此外,事件选择器868B将传入事件流引导到流分析服务868F,该流分析服务被配置为执行对传入事件流的深度处理以执行实时分析。流分析服务868F可例如被配置为在接收到事件数据874A时实时处理和比较具有历史数据和模型874A的事件数据874A的多个流。以这种方式,流分析服务868D可被配置为检测异常,变换传入事件数据值,在基于条件或工人行为检测到安全问题时触发警示。历史数据和模型874B可包括例如指定安全规则、业务规则等。此外,流分析服务868D可通过记录管理和报告服务868D生成用于通过通知服务868F或计算装置860与PPPE 862进行通信的输出。

[0136] 以这种方式,分析服务868F处理来自环境内的工人810利用的启用的安全PPE 862的进站事件流,可能的数百或数千个事件流,以应用历史数据和模型874B,从而基于工人的条件或行为模式来计算断言诸如识别的异常或即将发生的安全事件的预测发生。分析服务868D可通过服务总线870来将断言发布到通知服务868F和/或记录管理以便输出到客户端863中的任一个。

[0137] 以这种方式,分析服务868F可被配置为主动安全管理系统,该主动安全管理系统预测即将发生的安全问题并且提供实时警示和报告。此外,分析服务868F可以是决策支持系统,该决策支持系统提供用于处理事件数据的进站流的技术以生成对于企业、安全官员和其他远程用户的汇总或个性化工人和/或PPE基础上的统计、结论和/或建议形式的断言。例如,分析服务868F可应用历史数据和模型874B,以基于检测到的行为或活动模式、环境条件和地理位置,针对特定的工人确定对于该工人而言安全事件即将发生的可能性。在一些示例中,分析服务868F可确定工人当前是否例如由于疲惫、疾病或酒精/药物使用而受伤,并且可需要进行干预以防止安全事件。作为另一个示例,分析服务868F可在特定环境中提

供工人或安全设备类型的比较评级。

[0138] 因此,分析服务868F可维护或以其他方式使用提供风险度量来预测安全事件的一个或多个模型。分析服务868F还可生成订单集、建议和质量措施。在一些示例中,分析服务868F可基于由PPEMS 806存储的处理信息来生成用户界面,以向客户端863中的任一个提供可操作的信息。例如,分析服务868F可生成仪表盘、警示通知、报告等以用于在客户端863中任一个处输出。此类信息可提供关于以下的各种见解:整个工人群体中的基线(“正常”)操作,识别任何可能使工人暴露于风险的异常活动的异常工人,环境内任何地理区域的识别,对于该环境,已经或预测会发生显著异常(例如,高)安全事件,表现出相对于其他环境的安全事件的异常发生的环境中任一个的识别,等等。

[0139] 虽然可使用其他技术,但是在一个示例性具体实施中,分析服务868F在对安全事件流进行操作时利用机器学习以便执行实时分析。也就是说,分析服务868F包括通过将机器学习应用于训练事件流数据和已知安全事件以检测模式而生成的可执行代码。可执行代码可采用软件指令或规则集的形式,并且通常被称为模型,该模型随后可应用于事件流869,用于检测类似的模式并且预测即将发生的事件。

[0140] 在一些示例中,分析服务868F可以为特定工人、特定工人群体、特定环境或它们的组合生成单独的模型。分析服务868F可基于从PPE 862接收的使用数据来更新模型。例如,分析服务868F可基于从PPE 862接收的数据来为特定工人、特定工人群体、特定环境或它们的组合更新模型。在一些示例中,使用数据可包括事件报告、空气监测系统、制造生产系统或可用于训练模型的任何其他信息。

[0141] 另选地或除此之外,分析服务868F可将所生成的代码和/或机器学习模型的全部或部分传达至集线器816(或PPE 862)以供在其上执行,以便近实时地向PPE提供本地警示。可用于生成模型874B的示例性机器学习技术可包括各种学习方式诸如受监督的学习、无监督学习和半监督学习。算法的示例性类型包括贝叶斯算法、聚类算法、决策树算法、正则化算法、回归算法、基于实例的算法、神经网络算法、深度学习算法、降维算法等。具体算法的各种示例包括贝叶斯线性回归、提升决策树回归和神经网络回归、反向传播神经网络、Apriori算法、K均值聚类、k-最近邻(kNN)、学习矢量量化(LVQ)、自我-组织地图(SOM)、局部加权学习(LWL)、岭回归、最小绝对收缩和选择算子(LASSO)、弹性网络和最小角度回归(LARS)、主成分分析(PCA)和主成分回归(PCR)。

[0142] 记录管理和报告服务868G处理并且响应经由接口层864从计算装置860接收的消息和查询。例如,记录管理和报告服务868G可接收来自客户端计算装置请求,该请求针对与各个工人、工人的群体或样本集、环境的地理区域或整个环境、PPE 862的个体或组/类型相关的事件数据。作为响应,记录管理和报告服务868G基于请求来访问事件信息。在检索事件数据时,记录管理和报告服务868G构建对初始请求信息的客户端应用程序的输出响应。在一些示例中,数据可包括在文档中,诸如HTML文档,或者数据可以JSON格式进行编码,或由在请求客户端计算装置上执行的仪表盘应用程序呈现。例如,如本公开中进一步所描述,附图中描绘了包括事件信息的示例性用户界面。

[0143] 作为附加的示例,记录管理和报告服务868G可接收查找、分析和关联PPE事件信息的请求。例如,记录管理和报告服务868G可在历史时间帧内从客户端应用程序接收针对事件数据874A的查询请求,诸如用户可在一段时间内查看PPE事件信息并且/或者计算装置可

在一段时间内分析PPE事件信息。

[0144] 在示例性具体实施中,服务868还可包括安全服务868H,该安全服务使用PPEMS 806对用户和请求进行认证和授权。具体地,安全服务868H可接收来自客户端应用程序和/或其他服务868的认证请求,以访问数据层872中的数据并且/或者执行应用层866中的处理。认证请求可包括凭据诸如用户名和密码。安全服务868H可查询安全数据874A以确定用户名和密码组合是否有效。配置数据874D可包括为授权凭据、策略和用于控制对PPEMS 806的访问的任何其他信息的形式的安全数据。如上所述,安全数据874A可包括授权凭据诸如针对PPEMS 806的授权用户的有效用户名和密码的组合。其他凭据可包括允许访问PPEMS 806的装置标识符或装置配置文件。

[0145] 安全服务868H可针对在PPEMS 806处执行的操作提供审计和日志记录功能。例如,安全服务868H可记录由服务868执行的操作和/或数据层872中由服务868访问的数据。安全服务868H可将审计信息诸如记录的操作、访问的数据和规则处理结果存储在审计数据874C中。在一些示例中,响应于满足一个或多个规则,安全服务868H可生成事件。安全服务868H可将指示这些事件的数据存储在审计数据874C中。

[0146] 在图8的示例中,安全管理人员可初始配置一个或多个安全规则。同样地,远程用户可在计算装置818处提供一个或多个用户输入,该一个或多个用户输入配置用于工作环境的一组安全规则。例如,安全管理人员的计算装置860可发送定义或指定安全规则的消息。这种消息可包括用于选择或创建安全规则的条件和行动的数据。PPEMS 806可在接口层864处接收消息,该接口层将消息转发到规则配置部件868I。规则配置部件868I可以是提供规则配置的硬件和/或软件的组合,该规则配置包括但不限于:提供用户界面以指定规则的条件和动作,接收、组织、存储和更新安全规则数据存储库874E中包括的规则。

[0147] 安全规则数据存储库875E可以是包括表示一个或多个安全规则的数据的数据存储库。安全规则数据存储库874E可以是任何合适的数据存储库诸如关系数据库系统、在线分析处理数据库、面向对象的数据库或任何其他类型的数据存储库。当规则配置部件868I从安全管理人员的计算装置860接收定义安全规则的数据时,规则配置部件868I可将安全规则存储在安全规则数据存储库875E中。

[0148] 在一些示例中,存储安全规则可包括将安全规则与上下文数据相关联,使得规则配置部件868I可执行查找以选择与匹配上下文数据相关联的安全规则。上下文数据可包括描述或表征工人、工人环境、PPE的制品或任何其他实体的特性或操作的任何数据。工人的上下文数据可包括但不限于:工人的唯一标识符、工人的类型、工人的角色、工人的生理或生物特征、工人的经验、工人的培训、工人在特定时间间隔内工作的时间、工人的位置或描述或表征工人的任何其他数据。PPE制品的上下文数据可包括但不限于:PPE制品的唯一标识符;PPE制品的PPE的类型;PPE制品在特定时间间隔内的使用时间;PPE的使用寿命;PPE制品内所包括的部件;PPE制品在多名用户之中的使用历史;由PPE检测到的污染物、危险或其他物理状况,PPE制品的有效期限;PPE的制品的操作度量。工作环境的上下文数据可包括但不限于:工作环境的位置、工作环境的边界或周边、工作环境的区域、工作环境中的危险、工作环境的物理条件、工作环境的许可、工作环境中的设备、工作环境的所有者、负责工作环境的主管和/或安全管理人员。

[0149] 以下示出的表1包括可存储到安全规则数据存储区874E的非限制性规则集:

[0150] 表1

安全规则	
[0151]	如果护目镜位置状态在当前位置是打开（OPEN），则集线器应立即断言“注意初始”警示，从而需要允许护目镜打开=否（Visor Open Allow=NO）
	如果过滤器类型状态不等于过滤器类型或未发现当前位置所需的过滤器，则集线器应立即断言“关键初始”警示
安全规则	
	集线器应将所有警示存储在队列中。
	严重警示在警示队列中应为最高优先级
	注意警示应在警示队列中具有次要优先级
	如果导致警示的条件得到纠正，集线器应立即从队列中删除警示
	如果警示队列中新添加的警示优先级高于队列中的任何其他警报，则应将其标记为“活动”。
	如果队列中的所有其他警报都已被确认或通知，则新添加到警示队列的警示应被标记为“活动”
	如果队列中已存在活动警示并且新添加的警示优先级低于当前活动警示，则新添加到警示队列的警示应被标记为“待决”
	如果由于优先级而队列中的活动警示被新的活动警示替换，则替换的警示应被标记为“待决”
	活动警示应启用其相应的触觉反馈和 LED 模式
[0152]	当用户在<3 秒内按下并释放按钮时，集线器应断言确认事件。（Button_Tap）
	在确认事件发生时，如果队列中有任何活动警示，则集线器应立即将当前活动警示标记为已确认。
	确认的警示应禁用其相应的触觉反馈和 LED 模式。
	在确认事件发生时，如果队列中存在任何待决警示，则集线器应立即将最高优先级待决警示标记为活动。
	在确认事件发生时，如果队列中不存在活动警示或待决，则集线器应立即将最高优先级确认警示标记为通知。
	通知警示应禁用其相应的触觉反馈并且启用其 LED 模式
	即时云更新-在断言警示时，集线器应立即通过 Wi-Fi 向云服务发送安全违规断言消息
	立即工人界面更新-在断言警示时，集线器应立即通过 BLE 向工人界面发送安全规则违规警示断言消息
	立即云更新-在断言警示时，集线器应立即通过 Wi-Fi 将安全违规解除断言消息发送到云服务
	立即工人界面更新-在解除断言警示时，集线器应立即通过 BLE 向工人界面发送安全违规无效消息

[0153] 应当理解，提供表1的示例仅用于说明的目的，并且可开发其他规则。

[0154] 根据本公开的方面，规则可用于报告的目的，以生成警示等。在用于说明目的的示例中，工人810A可配备有呼吸器813A和数据集线器814A。呼吸器813A可包括用于移除颗粒但不移除有机蒸气的过滤器。数据集线器814A初始可被配置为具有并且存储工人810A的唯一标识符。当初始地将呼吸器813A和数据集线器分配给工人810A时，由工人810A和/或安全管理人员操作的计算装置可导致RMRS 868G将映射存储在工作关系数据874F中。工作关系数据874F可包括对应于PPE、工人和工作环境的数据之间的映射。工作关系数据874F可以是用于存储、检索、更新和删除数据的任何合适的数据存储库。RMRS 868G可存储工人810A的唯一标识符与数据集线器814A的唯一装置标识符之间的映射。工作关系数据存储库874F还

可将工人映射到环境。

[0155] 如上文所述,根据本公开的各方面,PPEMS 806可附加地或另选地应用分析以预测安全事件的可能性。如上所述,安全事件可指使用PPE 862的工人810的活动、PPE 862的条件或危险的环境条件(安全事件的可能性相对较高,环境危险,SRL 811发生故障,SRL 811的一个或多个部件需要修理或替换,等等)。例如,PPEMS 806可基于使用数据从PPE 862到历史数据和模型874B的应用来确定安全事件的可能性。也就是说,PPEMS 806可将历史数据和模型874B应用于来自呼吸器813的使用数据以便计算断言,诸如基于环境条件或使用呼吸器813的工人的行为模式的异常或即将发生的安全事件的预测发生。

[0156] PPEMS 806可应用分析以识别来自呼吸器813的感测数据、呼吸器813所位于的环境的环境条件、呼吸器813所位于的地理区域和/或其他因素之间的关系或相关性。PPEMS 806可基于整个工人群体810中获得的数据来确定可能在某个环境或地理区域内的哪些特定活动导致或预测导致异常高的安全事件发生。PPEMS 806可基于对使用数据的分析来生成警示数据并且将警示数据传输到PPE 862和/或集线器814。因此,根据本公开的各方面,PPEMS 806可确定呼吸器813的使用数据,生成状态指示,确定性能分析,并且/或者基于安全事件的可能性来执行预期/占先动作。

[0157] 例如,根据本公开的各方面,来自呼吸器813的使用数据可用于确定使用统计。例如,PPEMS 806可基于来自呼吸器813的使用数据来确定呼吸器813的一个或多个部件(例如,头罩、鼓风机和/或过滤器)已经处于使用中的时间长度、工人810的瞬时速度或加速度(例如,基于包括在呼吸器813或集线器814中的加速度计)、呼吸器813的一个或多个部件和/或工人810的温度、工人810的位置、工人810对呼吸器813或其他PPE已经进行自检的次数或频率、呼吸器813的护目镜已经打开或闭合的次数或频率、过滤器/料筒消耗率、风扇/鼓风机使用(例如,使用时间、速度等)、电池使用(例如,充电循环)等。

[0158] 根据本公开的各方面,PPEMS 806可将使用数据用来表征工人810的活动。例如,PPEMS 806可建立生产时间和非生产时间的模式(例如,基于呼吸器813的操作和/或工人810的移动),对工人移动进行分类,识别关键运动和/或推断关键事件的发生。也就是说,PPEMS 806可获得使用数据,使用服务868分析使用数据(例如,通过将使用数据与来自已知活动/事件的数据进行比较),并且基于该分析来生成输出。

[0159] 在一些示例中,使用统计可用于确定呼吸器813何时需要维护或更换。例如,PPEMS 806可将使用数据与指示正常操作呼吸器813的数据进行比较以便识别缺陷或异常。在其他示例中,PPEMS 806还可将使用数据与指示呼吸器813的已知使用寿命统计的数据进行比较。使用统计还可用于使产品开发人员了解工人810使用呼吸器813的方式,以便改进产品设计和性能。在其他示例中,使用统计数据可用于收集人性能元数据以开发产品规格。在其他示例中,使用统计可用作竞争性基准工具。例如,可在呼吸器813的顾客之间比较使用数据,以评估配备有呼吸器813的整个工人群体之间的度量(例如,生产率、合规性等)。

[0160] 除此之外或另选地,根据本公开的各方面,来自呼吸器813的使用数据可用于确定状态指示。例如,PPEMS 806可确定呼吸器813的护目镜在危险工作区域中。PPEMS 806还可确定工人810配有不正确的设备(例如,对于指定区域而言不正确的过滤器),或者工人810存在于受限/闭合区域中。PPEMS 806还可确定工作温度是否超过阈值,例如,以便防止热应力。PPEMS 806还可确定工人810何时经历了冲击,诸如掉落。

[0161] 除此之外或另选地,根据本公开的各方面,来自呼吸器813的使用数据可用于评估佩戴呼吸器813的工人810的性能。例如,PPEMS 806可基于来自呼吸器813的使用数据来识别可指示工人810即将掉落的运动(例如,经由包括在呼吸器813和/或集线器814中的一个或多个加速度计)。在一些情况下,PPEMS 806可基于来自呼吸器813的使用数据来推断已发生掉落或工人810已无行动能力。在已经发生掉落之后,PPEMS 806还可执行掉落数据分析并且/或者确定温度、湿度和其他环境条件,因为他们与安全事件的可能性有关。

[0162] 作为另一个示例,PPEMS 806可基于来自呼吸器813的使用数据来识别可指示工人810的疲劳或损伤的运动。例如,PPEMS 806可将来自呼吸器813的使用数据应用于表征至少一个呼吸器的用户的运动的安全学习模型。在该示例中,PPEMS 806可确定工人810在一段时间内的运动对于使用呼吸器813的工人810或工人810的群体是异常的。

[0163] 除此之外或另选地,根据本公开的各方面,来自呼吸器813的使用数据可用于确定警示和/或主动控制呼吸器813的操作。例如,PPEMS 806可确定安全事件诸如设备故障、掉落等即将发生。PPEMS 806可向呼吸器813发送数据以改变呼吸器813的操作条件。在用于说明目的的示例中,PPEMS 806可将使用数据应用于表征呼吸器813之一的过滤器的消耗的安全学习模型。在该示例中,例如,基于环境中感测的条件,从环境中的其他工人810收集的使用数据等,PPEMS 806可确定消耗高于环境的预期消耗。PPEMS 806可生成警示并且向工人810发送警示,该警示指示工人810应当离开呼吸器813的环境和/或主动控制。例如,PPEMS 806可导致呼吸器降低呼吸器813的鼓风机的鼓风机速度,以便为工人810提供足够的时间退出环境。

[0164] 在一些示例中,PPEMS 806可在工人810接近危险时(例如,基于从呼吸器813的位置传感器(GPS等)收集的位置数据)生成警告。PPEMS 806还可将使用数据应用于表征工人810的温度的安全学习模型。在该示例中,PPEMS 806可确定温度在一段时间内超过与安全活动相关联的温度,并且警示工人810由于温度而导致安全事件的可能。

[0165] 在另一个示例中,PPEMS 806可基于使用数据来安排呼吸器813的预防性维护或自动购买呼吸器部件。例如,PPEMS 806可确定呼吸器813的鼓风机已经操作的小时数,并且基于这种数据来安排鼓风机的预防性维护。PPEMS 806可基于来自过滤器的历史和/或当前使用数据来自动订购用于呼吸器813的过滤器。

[0166] 同样,PPEMS 806可基于使用数据到表征呼吸器813之一的用户的活动的的一个或多个安全学习模型的应用来确定上述的性能特性和/或生成警示数据。安全学习模型可基于历史数据或已知安全事件进行培训。然而,虽然相对于PPEMS 806描述了这些确定,但是如本文更详细所描述,诸如集线器814或呼吸器813的一个或多个其他计算装置可被配置为用于执行这类功能的全部或其子集。

[0167] 在一些示例中,使用监督和/或增强学习技术培训安全学习模型。安全学习模型可使用用于监督和/或增强学习的任意数量的模型来实现,诸如但不限于人工神经网络、决策树、朴素贝叶斯网络、支持向量机或k-最近邻模型,这里仅举几个例子。在一些示例中,PPEMS 806初始基于度量的训练集并对应于安全事件来训练安全学习模型。训练集可包括一组特征向量,其中特征向量中的每个特征表示特定度量的值。作为进一步的示例性描述,PPEMS 806可选择包括一组训练实例的训练集,每个训练实例包括使用数据与安全事件之间的关联。使用数据可包括表征用户、工作环境或者PPE的一个或多个制品中的至少一者的

一个或多个度量。对于训练集中的每个训练实例,PPEMS 806可基于训练实例的特定使用数据和特定安全事件来修改安全学习模型,从而响应于应用于安全学习模型的后续使用数据,改变安全学习模型预测的特定安全事件的可能性。在一些示例中,训练实例可基于在PPEMS 806管理PPE、工人和/或工作环境的一个或多个制品的数据时生成的实时或周期性数据。同样地,在PPEMS 806执行与检测或预测PPE、工人和/或目前正在使用、活动或操作中的工作环境的安全事件相关的操作之后,可使用PPE的一个或多个制品生成该组训练实例的一个或多个训练实例。

[0168] 一些示例度量可包括本公开中描述的与PPE、工人或工作环境相关的任何特征或数据,这里仅举几个例子。例如,示例度量可包括但不限于:工人身份、工人运动、工人位置、工人年龄、工人经历、工人生理参数(例如,心率、温度、血氧水平、血液中的化学成分或任何其他可测量的生理参数)或描述工人或工人行为的任何其他数据。示例度量可包括但不限于:PPE类型、PPE使用、PPE年龄、PPE操作或描述PPE或PPE使用的任何其他数据。示例度量可包括但不限于:工作环境类型、工作环境位置、工作环境温度、工作环境危险、工作环境大小或描述工作环境的任何其他数据。

[0169] 每个特征向量还可具有对应的安全事件。如在本公开中描述的,安全事件可包括但不限于:个人防护装备(PPE)的用户的活动、PPE的条件或危险的环境条件,这里仅举几个例子。通过训练基于训练集的安全学习模型,安全学习模型可被PPEMS 806配置成当将特定特征向量应用于安全学习模型时,生成对应于与特定特征集更相似的训练特征向量的安全事件的较高概率或分数。以相同的方式,安全学习模型可被PPEMS 806配置成当将特定特征向量应用于安全学习模型时,生成对应于与特定特征集较不相似的训练特征向量的安全事件的较低概率或分数。因此,可训练安全学习模型,使得在接收度量特征向量时,安全学习模型可基于特征向量来输出指示安全事件的可能性的一个或多个概率或分数。这样,PPEMS 806可将发生可能性选择为安全事件可能性集中的最高安全事件发生可能性。

[0170] 在一些情况下,PPEMS 806可针对PPE的组合应用分析。例如,PPEMS 806可绘制呼吸器813的用户和/或与呼吸器813一起使用的其他PPE(诸如掉落防护设备、头部保护设备、听力保护设备等)之间的相关性。也就是说,在一些情况下,PPEMS 806可不仅基于来自呼吸器813的使用数据,还根据来自与呼吸器813一起使用的其他PPE的使用数据,来确定安全事件的可能性。在这类情况下,PPEMS 806可包括一个或多个安全学习模型,其由来自与呼吸器813一起使用的呼吸器813之外的一个或多个装置的已知安全事件的数据构建。

[0171] 在一些示例中,安全学习模型基于来自具有类似特性的(例如,相同类型的)工人、PPE制品和/或工作环境中的一者或多者的安全事件。在一些示例中,“相同类型”可以是指完全相同但是分开的PPE示例。在其他示例中,“相同类型”可以不是指完全相同的PPE实例。例如,虽然不相同,但是相同类型可指PPE的相同级别或类别中的PPE,相同模型的PPE,或者相同组的一个或多个共享功能或物理特征,这里仅举几个例子。类似地,相同类型的工作环境或工人可以是指完全相同但是分开的工作环境类型或工人类型的实例。在其他示例中,虽然不相同,但是相同类型可指工人或工作环境的相同级别或类别中的工人或工作环境,或者相同组的一个或多个共享的行为、生理、环境特征,这里仅举几个例子。

[0172] 在一些示例中,为了将使用数据应用于模型,PPEMS 806可生成其中存储使用数据的结构诸如特征向量。特征向量可包括一组值,该组值对应于度量(例如,表征PPE、工人、工

作环境,这里仅举几个例子),其中该组值包括在使用数据中。模型可接收特征向量作为输入,并且基于由已经训练的模型定义的一个或多个关系(例如,本领域普通技术人员的知识内的概率、确定性或其他函数),模型可基于特征向量来输出指示安全事件的可能性的一个或多个概率或分数。

[0173] 一般来讲,虽然本文所述的某些技术或功能由某些部件(例如,PPEMS 806、呼吸器813或集线器814)执行,但是应当理解,本公开的技术不受这种方式限制。也就是说,本文所述的某些技术可由所描述系统的部件中的一个或多个来执行。例如,在一些情况下,呼吸器813可具有相对有限的传感器组和/或处理能力。在这类情况下,集线器814之一和/或PPEMS 806可负责处理使用数据、确定安全事件的可能性等中的大部分或全部。在其他示例中,呼吸器813和/或集线器814可具有附加的传感器、附加的处理能力和/或附加的存储器,从而允许呼吸器813和/或集线器814执行附加的技术。有关哪些部件负责执行技术的确定可基于例如处理成本、财务成本、功率消耗等。

[0174] 在根据本公开的一些示例中,系统可包括被配置为允许安全专业人员管理区域检查、工人检查、工人健康和合规培训的各种部件。例如,系统可包括一个或多个计算装置,该一个或多个计算装置被配置为处理和分析由嵌入在个人防护设备的制品内的一个或多个传感器生成的数据。

[0175] 在图8所示的示例中,PPEMS 806可包括被配置为接收指示个体的生理状况的数据的处理电路,例如图5B所示的处理电路580。在图8中,工人810被示出为佩戴着个人防护设备(PPE)813。尽管图8将PPE 813描绘为呼吸防护装置,但PPE 813还可包括听力保护装置,例如,如图1所示的耳罩10。PPE 813可包括被配置为接收来自工人810的身体的信号的一个或多个嵌入式传感器,例如图5A、图5B和图6中描绘的生理传感器650。在一些示例中,PPE 813可包括被配置为确定工人810的血氧饱和度或其他生物标记的光体积描记器传感器或其他光学传感器。在其他示例中,PPE 813可包括被配置为监测工人810的脑活动和/或皮肤电活动的EEG和/或EDA传感器以及一个或多个电极。

[0176] 在一些示例中,PPE 813可包括被配置为分析来自生理传感器的数据的数据处理电路。在其他示例中,PPE 813可包括传输装置,例如数据通信集线器814,该传输装置被配置为将来自生理传感器的数据传输到PPEMS 806内的处理电路中,以确定显著生理状况的概率。

[0177] 例如,PPEMS 806内的规则配置部件868I可以存储一个或多个规则,该一个或多个规则指示与相关生理状况的预定概率相对应的阈值安全测量值。部件868A-868D,具体地处理器868C可以从规则配置部件868I中检索一个或多个阈值安全测量值,并将这些规则与一个或多个当前传感器测量值进行比较,以确定810具有相关生理状况的可能性。

[0178] 在确定生理状况的显著概率例如确定阈值数据测量值时,PPEMS 806内的通知服务868E可被配置为生成和输出警示。警示可以例如经由音频、视觉或触觉反馈发送给工人810。在其他示例中,警示可以被发送到安全站815或移动装置860。诸如寻呼机、移动电话或个人计算装置的移动装置860可以由工人810或远程用户诸如工作场所安全主管持有,以便他可以激活附加的安全协议以保护工人810的健康。

[0179] 图9示出了根据本公开的技术的示例性系统,该示例性系统包括移动计算装置、通信地耦接到移动计算装置的一组个人防护设备、以及通信地耦接到移动计算装置的个人防护设备管理系统。仅出于举例说明的目的,系统900包括移动计算装置902,该移动计算装置

可以是图7中的集线器714A的示例。

[0180] 图9示出了移动计算装置902的部件,包括处理器904、通信单元905、存储装置908、用户界面(UI)装置910、传感器912、使用数据914、安全规则916、规则引擎918、警示数据920、警示引擎922以及管理引擎924。如上所述,移动计算装置902表示图7所示的集线器714的一个示例。移动计算装置902的许多其他示例可在其他实例中使用,并且可包括示例性移动计算装置902中包括的部件的子集,或者可包括图9中未示出示例性移动计算装置902的附加的部件。

[0181] 在一些示例中,移动计算装置902可以是本质安全的计算装置、智能电话、腕戴式或头戴式计算装置或者可包括移动计算装置902中所示的功能或部件的集合、子集或超集的任何其他计算装置。通信信道可互连移动计算装置902中的部件中的每一个以用于部件间通信(物理地、通信地和/或可操作地)。在一些示例中,通信信道可包括硬件总线、网络连接、一个或多个进程间通信数据结构、或用于在硬件和/或软件之间传送数据的任何其他部件。

[0182] 移动计算装置902也可包括电源诸如电池,以将功率提供到移动计算装置902中所示的部件。可再充电电池诸如锂离子电池可提供紧凑且长寿命的电源。移动计算装置902可适于具有从集线器的外部暴露或可访问的电触点,以允许对移动计算装置902进行再充电。如上所述,移动计算装置902可以是便携式的,使得它可由用户携带或佩戴。移动计算装置902也可以是个人的,使得它被个人使用并与分配给该个人的个人防护设备(PPE)通信。在图9中,移动计算装置902可通过带固定到用户。然而,如对于阅读本公开时的本领域的技术人员而言将是显而易见的,通信集线器可由用户携带或以其他方式固定到用户,诸如固定到由用户佩戴的PPE,固定到用户佩戴的其他服装,附接到腰带、带子、带扣、夹具或其他附接机构。

[0183] 一个或多个处理器904可在移动计算装置902内实现功能和/或执行指令。例如,处理器904可接收并执行由存储装置908存储的指令。由处理器904执行的这些指令可导致移动计算装置902在程序执行期间在存储装置908内存储和/或修改信息。处理器904可执行部件诸如规则引擎918和警示引擎922的指令,以根据本公开的技术来执行一个或多个操作。也就是说,规则引擎918和警示引擎922能够由处理器904操作来执行本文所述的各种功能。

[0184] 移动计算装置902的一个或多个通信单元905可通过传输和/或接收数据来与外部装置进行通信。例如,移动计算装置902可使用通信单元905以在无线网络诸如蜂窝无线网络上传输和/或接收无线电信号。在一些示例中,通信单元905可在卫星网络(诸如全球定位系统(GPS)网络)上发射和/或接收卫星信号。通信单元905的示例包括网络接口卡(例如,诸如以太网卡)、光收发器、射频收发器、GPS接收器或可发送和/或接收信息的任何其他类型的装置。通信单元905的其他示例可包括存在于移动装置中的 **Bluetooth**<sup>®</sup>、GPS、3G、4G 和 **Wi-Fi**<sup>®</sup> 无线电以及通用串行总线(USB)控制器等。

[0185] 移动计算装置902内的一个或多个存储装置908可存储用于在移动计算装置902的操作期间进行处理的信息。在一些示例中,存储装置908是临时存储器,这意味着存储装置908的主要目的不是长期存储。存储装置908可被配置用于将信息短期存储为易失性存储器,并且因此如果停用则不保留存储的内容。易失性存储器的示例包括随机存取存储器

(RAM)、动态随机存取存储器 (DRAM)、静态随机存取存储器 (SRAM) 以及本领域已知的其他形式的易失性存储器。

[0186] 在一些示例中,存储装置908还可包括一种或多种计算机可读存储介质。存储装置908可被配置为与易失性存储器相比存储更大量的信息。存储装置908还可被配置用于长期存储信息作为非易失性存储空间并且在激活/关闭循环之后保留信息。非易失性存储器的示例包括磁性硬盘、光盘、软盘、闪存或电可编程存储器 (EPROM) 或电可擦可编程 (EEPROM) 存储器的形式。存储装置308可存储与部件诸如规则引擎918和警示引擎922相关联的程序指令和/或数据。

[0187] UI装置910可被配置为接收用户输入和/或向用户输出信息。UI装置910的一个或多个输入部件可接收输入。仅举几个示例,输入的示例为触觉、音频、动力学和光学输入。在一个示例中,移动计算装置902的UI装置910包括鼠标、键盘、语音响应系统、摄像机、按钮、控制板、麦克风或用于检测来自人或机器的输入的任何其他类型的装置。在一些示例中,UI装置910可以是存在敏感输入部件,该存在敏感输入部件可包括存在敏感屏幕、触敏屏幕等。

[0188] UI装置910的一个或多个输出部件可生成输出。输出的示例为数据、触觉、音频以及视频输出。在一些示例中,UI装置910的输出部件包括存在敏感屏幕、声卡、视频图形适配器卡、扬声器、阴极射线管 (CRT) 监控器、液晶显示器 (LCD) 或用于向人或机器生成输出的任何其他类型的装置。输出部件可包括显示部件如阴极射线管 (CRT) 监视器、液晶显示器 (LCD)、发光二极管 (LED) 或用于生成触觉、音频和/或视觉输出的任何其他类型的装置。在一些示例中,输出部件可与移动计算装置902集成。

[0189] UI装置910可包括显示器、灯、按钮、按键 (诸如箭头或其他指示符按键),并且能够以多种方式诸如通过发出警报声或通过振动来向用户提供警示。用户界面可用于多种功能。例如,用户可能通过用户界面确认或推迟警示。用户界面也可用于控制不是立即在用户所能及的范围内的头罩和/或涡轮外围设备的设定。例如,涡轮可佩戴在下背部上,在下背部处,佩戴者在非常困难的情况下才能触及控制。

[0190] 传感器912可包括一个或多个传感器,其生成指示与移动计算装置902相关联的工人910的活动的数据和/或指示移动计算装置902所位于的环境的数据。传感器912可包括例如生理传感器诸如EEG传感器或PPG传感器、一个或多个加速度计、检测存在于特定环境中的条件的一个或多个传感器 (例如,用于测量温度、湿度、颗粒含量、噪声水平、空气质量或其中可使用呼吸器的环境的任何各种其他特征的传感器),或各种其他传感器。

[0191] 移动计算装置902可存储来自系统900的部件的使用数据914。例如,如本文所述,系统900的部件 (或呼吸器的任何其他示例) 可生成关于系统900的操作的数据,该数据指示工人910的活动并且将数据实时或近实时地传输到移动计算装置902。

[0192] 在一些示例中,移动计算装置902可经由通信单元905立即将使用数据914中继到另一个计算装置诸如PPEMS 906。在其他示例中,存储装置908可在将数据上传到另一个装置之前存储使用数据914一段时间。例如,在一些情况下,通信单元905能够与系统900通信,但是可不具有网络连接性,例如,由于系统900所位于的环境和/或网络中断。在这类情况下,移动计算装置902可将使用数据914存储到存储装置908,这可允许在网络连接变得可用时将使用数据上传到另一个装置。移动计算装置902可存储安全规则916,如本公开中所描

述。安全规则916可存储在任何合适的数据存储库中,如本公开所描述。

[0193] 根据本公开,系统900可包括头罩926和听力保护器928。如图9所示,头罩926可包括与如图7和本公开的其他实施方案中描述的呼吸器713A类似或相同的结构和功能。头罩926(或其他头戴式装置诸如头带)可包括听力保护器928,该听力保护器包括耳罩附件组件930。耳罩附件组件930可包括外壳932、臂组934和耳罩936。听力保护器928可包括两个单独的耳罩杯936,其中一个在图9中可见,而另一个在用户的头部的相对侧上并且与在图9中可见的耳罩杯类似地配置。臂组934可在一个或多个不同位置之间旋转,使得听力保护器928可被调节和/或切换,例如在“活动”和“待用”位置(或一个或多个附加的中间位置)之间。在活动位置,听力保护器928被配置为至少部分地覆盖用户的耳朵。在待用模式中,听力保护器928处于远离和/或不接触用户头部的升高位置。当进入或离开需要听力保护的区域时,用户能够在活动位置和待用位置之间切换,例如,如用户可期望的。调整到待用位置允许听力保护器928容易地供用户使用以将听力保护器928移动到活动位置,在该活动位置,提供听力保护,而无需携带或存放耳罩。

[0194] 耳罩附件组件930可直接或间接地附接到头盔、安全帽、带子、头带或其他头部支撑件诸如头罩26。头罩926可与耳罩附件组件930同时被佩戴并且为耳罩附件组件提供支撑。耳罩附件组件930附接到头罩926的外表面,并且臂组934围绕头罩926的边缘大致向下延伸,使得听力保护器928的耳罩可期望地被定位成覆盖用户的耳朵。

[0195] 在各种示例中,可使用各种合适的附接部件诸如卡扣配合部件、铆钉、机械紧固件、粘合剂或本领域已知的其他合适的附接部件来接合头罩926和耳罩附件组件930。听力保护器928的耳罩被配置为覆盖用户的耳朵和/或头部的至少一部分。在图9中,耳罩表现出杯形并且包括衬垫和吸声器(未示出)。衬垫被配置成当耳罩处于活动位置时接触用户的头部和/或耳朵,从而形成适当的密封以防止声波进入。臂组934从头罩926向外延伸并且被配置为承载听力保护器928的耳罩。

[0196] 在图9的示例中,耳罩附件组件930可具有位置或运动传感器,以检测耳罩是处于待用位置还是活动位置。位置传感器或运动传感器可生成指示来自一组一个或多个位置中的特定位置的一个或多个信号。信号可指示一个或多个位置值(例如,离散的“活动”/“待用”值、数字位置表示或任何其他合适的编码或测量值)。例如,如果一个或多个位置或运动传感器检测到待用条件并且如果环境声音检测器检测到不安全的声级,则计算装置可生成输出的指示,诸如通知、日志输入或其他类型的输出。在一些示例中,输出的指示可为听觉、视觉、触觉或任何其他物理感觉输出。

[0197] 在高噪声环境中,可能要求工人使用呈耳塞或耳罩形式的听力防护装置。耳罩通常包括带有吸声衬垫的杯形的壳体,该吸声衬垫相对于用户的耳朵密封。许多工人在戴着耳罩的同时还使用头部和/或面部防护装置。因此,许多耳罩模型被设计成附接到头盔、安全帽或其他头戴装置,诸如图9中所示。耳罩可经由附接到头戴装置的臂附连到头戴装置,并且可在位于工人的耳朵之上或远离工人的耳朵的各种位置之间调整。

[0198] 如上所述,安装头帽的耳罩在两个位置之间旋转:提供听力保护的耳罩覆盖工人的耳朵的活动位置,以及耳罩向上旋转并远离耳朵的待用位置。当处于待用位置时,耳罩不对工人提供听力防护。在一些类型的附接头帽的耳罩中,耳罩可在待用位置向外枢转远离用户的耳朵。在这种情况下,耳罩停在远离用户的头部的短距离处。在活动位置,耳罩朝向

头部枢转,其中其密封在提供听力保护的用户的耳朵周围。

[0199] 返回到移动计算装置902,安全规则916可包括阈值信息,该阈值信息用于在生成警示之前允许护目镜940处于打开位置的时间长度,以及将触发警示的污染物的水平或类型。例如,当移动计算装置902从环境信标接收到环境中不存在危险的信息时,护目镜940处于打开位置的阈值可以是无限的。如果环境中存在危险,则可基于对用户的威胁的关注度来确定阈值。辐射、危险气体或有毒烟雾都需要将阈值分配为大约一秒或更短的时间。

[0200] 头罩温度的阈值可用于例如由PPEMS 906预测热相关疾病,并且可向用户推荐更频繁的补水和/或休息时段。阈值可用于预测电池运行时间。当电池接近可选择的剩余运行时间时,可通知/警告用户来完成其当前任务并寻找新电池。当特定环境危害超过阈值时,可以向用户发出紧急警示以撤出该直接区域。阈值可针对护目镜定制成各种水平的开放性。换句话说,如果护目镜与打开位置相比处于部分打开位置,则护目镜可打开而不触发警报的时间量的阈值可更长。

[0201] 达到安全规则916中列出的不同阈值可导致触发不同类型的警示或警报。例如,警报可以是通知性的(不要求用户响应)、急迫的(重复的并要求来自用户的响应或确认)、或紧急的(要求用户立即行动)。警示或警报的类型可针对环境进行定制。不同类型的警示和警报可结合在一起以引起用户注意。在一些情况下,用户可能够“推迟”警示或警报。

[0202] 规则引擎918可以是执行一个或多个安全规则诸如安全规则916的硬件和软件的组合。例如,规则引擎918可基于上下文数据、安全规则集中包括的信息、从PPEMS 906或其他计算装置接收的其他信息、来自工人的用户输入或指示要执行哪些安全规则的任何其他数据源来确定要执行哪些安全规则。在一些示例中,安全规则916可在工人进入工作环境之前安装,而在其他示例中,安全规则916可由移动计算装置902基于在第一特定时间点生成的上下文数据来动态地检索。

[0203] 规则引擎918可周期性地、连续地或异步地执行安全规则。例如,规则引擎918可在每次特定时间间隔流逝或到期(例如,每秒、每分钟等)时通过评估此类规则的条件来周期性地执行安全规则。在一些示例中,规则引擎918可通过使用连续评估此类规则的条件的一种或多种调度技术检查此类条件来连续地执行安全规则。在一些示例中,规则引擎918可诸如响应于检测到事件而异步地执行安全规则。事件可为任何可检测的发生,诸如移动到新位置,检测工人,到达另一个对象的阈值距离内或任何其他可检测的发生。

[0204] 在确定已经或尚未满足安全规则的条件时,规则引擎918可通过执行定义动作的一个或多个操作来执行与安全规则相关联的一个或多个动作。例如,规则引擎918可执行确定工人是否正在接近或已经进入工作环境的条件,(a)工人是否正在佩戴PAPR以及(b)PAPR中的过滤器是否为特定类型的过滤器,例如,去除特定类型的污染物的过滤器。如果不满足条件,则该安全规则可指定动作,其导致规则引擎918使用UI装置910在移动计算装置902处生成警示并且使用通信单元905向PPEMS 906发送消息,这可导致PPEMS 906向远程用户(例如,安全管理人员)发送通知。

[0205] 警示数据920可用于生成警示以供UI装置910输出。例如,移动计算装置902可从PPEMS 706、最终用户计算装置716、使用计算装置718的远程用户、安全站715或如图7所示的其他计算装置接收警示数据。在一些示例中,警示数据920可基于系统900的操作。例如,移动计算装置902可接收警示数据920,其指示系统900的状态,系统900适合于系统900所处

的环境,系统900所处的环境是不安全的,等等。

[0206] 在一些示例中,除此之外或另选地,移动计算装置902可接收与安全事件的可能性相关联的警示数据920。例如,如上所述,在一些示例中,PPEMS 906可将历史数据和模型应用于来自系统900的使用数据以便计算断言,诸如基于环境条件或使用系统900的工人的行为模式的异常或即将发生的安全事件的预测发生。也就是说,PPEMS 906可应用分析以识别来自系统900的感测数据、系统900所位于的环境的环境条件、系统900所位于的地理区域和/或其他因素之间的关系或相关性。PPEMS 906可基于整个工人群体910中获得的数据来确定可能在某个环境或地理区域内的哪些特定活动导致或预测导致异常高的安全事件发生。移动计算装置902可从PPEMS 906接收指示安全事件的相对高的可能性的警示数据920。

[0207] 警示引擎922可以是硬件和软件的组合,其解释警示数据920并且在UI装置910处生成输出(例如,听觉、视觉或触觉输出)以向工人910通知警示状况(例如,安全事件的可能性相对较高,环境危险,系统900发生故障,系统900的一个或多个部件需要修理或替换,等等)。在一些情况下,警示引擎922还可解释警示数据920并且向系统900发出一个或多个命令,以修改系统900的操作或执行其规则,以便使系统900的操作符合期望的/不太危险的行为。例如,警示引擎922可发出控制头罩926或清洁空气供应源的操作的命令。

[0208] 在根据本公开的一些实施方案中,系统900包括结合有一个或多个生理传感器(例如,如图5A、图5B和图6所示的传感器650)的听力保护装置928(例如,如图1所示的耳罩10),以及包括处理电路904(例如,如图5B所示的处理电路580)的计算装置902,该计算装置被配置为处理和分析来自生理传感器的数据。例如,耳罩杯936中的每一个可包括衬垫(例如,如图5A、图5B和图6所示的衬垫70),该衬垫嵌入有一个或多个生理传感器(例如,如图5A、图5B和图6所示的传感器650)。在一些示例中,生理传感器可包括被配置为测量佩戴者诸如工人910的血氧饱和度和/或其他生物标记的PPG传感器和/或其他光学传感器。在一些示例中,生理传感器可包括被配置为监测佩戴者诸如工人910的脑活动和/或皮肤电活动的EEG和/或EDA传感器以及电极。

[0209] 在图9所示的示例中,系统900包括具有处理电路904的计算装置900,该计算装置被配置为处理和分析来自嵌入在听力保护器928的耳罩936内的一个或多个生理传感器的数据。尽管系统900将计算装置902描绘为移动电话诸如智能电话,但是包括其各种处理和存储部件的计算装置902可以结合到直接位于听力保护装置928内的一个或多个生理传感器内。在该示例中,计算装置902的传感器912将包括生理传感器,例如PPG传感器、EEG传感器、EDA传感器和/或其他光学或电生理传感器。

[0210] 在一些示例中,计算装置902包括被配置为监测来自传感器912的数据的处理电路904。例如,处理器904和/或规则引擎918可以连续地或周期性地将来自传感器912的测量值与存储在安全规则916内的一组阈值传感器测量值进行比较。在处理器904确定匹配的情况下,即最近的传感器测量值等于或高于预定阈值水平,从而指示工人910的生理状况的显著概率,警示引擎922可以检索警示数据920以生成警示,以便通知工人910和/或安全主管。计算装置902可以进一步将测量值记录和所生成的警示存储在存储装置908内,以进行包括模式识别的长期数据处理。

[0211] 以下条款提供了本公开的一些实施例。

[0212] 条款1:一种用于听力保护器或音频头戴式耳机的环形的衬垫,所述衬垫包括用于

密封在佩戴者的头部上的接触垫和用于与耳罩一起密封的附件,所述衬垫还具有向内限定内部空间的隔音管,其中所述内部空间对应于由所述隔音管环绕的空间,所述隔音管是环形的并且在所述接触垫与所述附件之间延伸,其中所述隔音管形成连接所述接触垫和所述附件的唯一环形气密密封件,并且其中所述衬垫包括通风通道,所述通风通道在所述接触垫中的入口开口与所述内部空间外侧的区域之间完全穿过所述衬垫延伸。

[0213] 条款2:根据条款1所述的衬垫,其还包括多个入口开口,其中所述通风通道在所述接触垫中的所述多个入口开口与所述内部空间外侧的区域之间延伸。

[0214] 条款3:根据条款2所述的衬垫,其中一个或多个所述入口开口提供开口面积,其中在一个或多个所述入口开口之外的所述接触垫提供表面积,并且其中所述开口面积相对于所述表面积的比率在30%至45%的范围内。

[0215] 条款4:根据条款1至3中任一项所述的衬垫,其中所述接触垫从所述隔音管的近侧径向向外突出,并且所述隔音管和所述接触垫优选地一体式地形成为一件。

[0216] 条款5:根据条款1至4中任一项所述的衬垫,其中所述衬垫在所述接触垫的外周附近还包括从所述接触垫沿朝向所述附件的方向突出的周向衬圈,其中所述衬圈和所述接触垫优选地一体式地形成为一件。

[0217] 条款6:根据条款5所述的衬垫,其中在所述衬圈的自由端与所述附件之间设置有间隙,并且所述衬垫的压缩导致所述间隙闭合,使得所述接触垫经由所述衬圈被支撑在所述附件上。

[0218] 条款7:根据条款5至6中任一项所述的衬垫,其中所述衬圈沿远离所述接触垫的方向渐缩。

[0219] 条款8:根据条款5至7中任一项所述的衬垫,其中所述衬圈包括所述通风通道的一个或多个出口开口。

[0220] 条款9:根据条款1至8中任一项所述的衬垫,其中所述附件包括用于与耳罩一起密封的密封件。

[0221] 条款10:根据条款1至9中任一项所述的衬垫,其中所述衬垫被均匀地模制。

[0222] 条款11:根据条款9所述的衬垫,还包括安装环和从所述隔音管的远侧径向向外突出的附接凸缘,其中所述安装环包括所述密封件,并且其中所述附接凸缘密封地附接在所述安装环上,并且其中所述隔音管和所述附接凸缘优选地一体式地形成为一件。

[0223] 条款12:根据条款1至11中任一项所述的衬垫,其中所述接触垫由表现出在20至40范围内的肖氏硬度A的材料制成。

[0224] 条款13:根据条款12所述的衬垫,其中所述接触垫由有机硅制成。

[0225] 条款14:根据条款1至13中任一项所述的衬垫,其中所述衬垫还包括与所述衬垫的所述附件相邻的用于插入耳罩中的无孔杯形的消音器,所述消音器具有外部消音器壳体和从所述外部消音器壳体突出的多个消音结构。

[0226] 条款15:根据条款14所述的衬垫,其中所述衬垫与所述消音器一体式地形成为一件。

[0227] 条款16:根据条款1至15中任一项所述的衬垫,其中所述衬垫还包括周向弹性分隔壁,所述周向弹性分隔壁从所述接触垫沿朝向所述附件的方向突出,从而在所述分隔壁的自由端与所述附件之间设置有间隙,并且其中所述衬垫的压缩导致所述间隙闭合,使得在

所述分隔壁与所述隔音管之间形成闭合容积。

[0228] 条款17:根据条款1所述的衬垫,其中所述衬垫还包括至少一个生理传感器,所述至少一个生理传感器设置在完全穿过所述衬垫延伸的所述通风通道内,其中所述至少一个生理传感器被配置为生成与所述佩戴者的一个或多个生理参数相关联的信号数据。

[0229] 条款18:根据条款17所述的衬垫,其中所述至少一个生理传感器由设置在所述衬垫内的电池供电。

[0230] 条款19:根据条款17所述的衬垫,其中所述至少一个生理传感器由所述耳罩的电源供电。

[0231] 条款20:根据条款17至19中任一项所述的衬垫,其中所述至少一个生理传感器包括至少一个脑电图(EEG)电极,所述至少一个EEG电极生成与所述佩戴者的所述一个或多个生理参数相关联的所述信号数据,其中所述一个或多个生理参数包括脑电波信号。

[0232] 条款21:根据条款20所述的衬垫,其中所述脑电波信号通过指示疲劳、困倦或过度眨眼中的至少一者来指示所述佩戴者的疲劳状态。

[0233] 条款22:根据条款20至21中任一项所述的衬垫,其中所述至少一个EEG电极包括至少四个EEG电极。

[0234] 条款23:根据条款17至22中任一项所述的衬垫,其中所述至少一个生理传感器包括至少一个皮肤电活动(EDA)电极,所述至少一个EDA电极生成与所述佩戴者的所述一个或多个生理参数相关联的所述信号数据,并且所述一个或多个生理参数包括支持所述佩戴者的疲劳状态的指示的皮肤电响应信号。

[0235] 条款24:根据条款23所述的衬垫,其中所述至少一个EDA电极包括至少两个EDA电极。

[0236] 条款25:根据条款17至24中任一项所述的衬垫,其中所述至少一个生理传感器包括光学传感器,所述光学传感器被配置为生成与所述佩戴者的所述一个或多个生理参数相关联的所述信号数据,并且所述一个或多个生理参数包括所述佩戴者的生物标记。

[0237] 条款26:根据条款17至25中任一项所述的衬垫,其中所述至少一个生理传感器包括光体积描记器(PPG)传感器,所述PPG传感器被配置为生成与所述佩戴者的所述一个或多个生理参数相关联的所述信号数据,并且所述一个或多个生理参数包括所述佩戴者的脉搏、血氧饱和度或核心体温中的至少一者。

[0238] 条款27:根据条款17至26中任一项所述的衬垫,其中所述至少一个生理传感器定位在至少部分地位于所述入口开口下方的所述通风通道内。

[0239] 条款28:根据条款17至27中任一项所述的衬垫,其中所述衬垫还包括通信模块,所述通信模块被配置为将所述至少一个信号输出到所述听力保护器、所述音频头戴式耳机或外部计算系统中的一者或多者。

[0240] 条款29:一种听力保护器,所述听力保护器包括两个耳罩,其中根据前述权利要求中任一项所述的衬垫被安装到所述耳罩中的每一个。

[0241] 条款30:根据条款29所述的听力保护器,还包括设置在所述两个耳罩中的每一个内的至少一个生理传感器,其中所述生理传感器具有相同类型或不同类型。

[0242] 条款31:根据条款29至30中任一项所述的听力保护器,其中所述听力保护器还包括头带,其中所述衬垫、所述头带和所述耳罩各自由相应的耐热材料诸如塑性材料或金属

制成,所述耐热材料能够承受85℃下的工业洗涤。

[0243] 条款32:一种系统,所述系统包括:听力保护器,所述听力保护器包括用于定位在佩戴者的头部上的两个耳罩;根据条款17所述的衬垫;以及具有处理电路的计算装置,所述计算装置被配置为从所述至少一个生理传感器接收与所述佩戴者的所述一个或多个生理参数相关联的所述信号数据,以及基于所述信号数据来输出与所述佩戴者的生理状况相关联的警示。

[0244] 条款33:根据条款32所述的系统,其中所述计算装置被进一步配置为基于所述信号数据来确定所述佩戴者的所述生理状况的概率,以及响应于确定所述概率超过阈值,输出与用户的所述生理状况相关联的所述警示。

[0245] 条款34:根据条款33所述的系统,其中所述计算装置被进一步配置为将所述信号数据经由云网络发送到外部计算系统,从所述外部计算系统接收所述佩戴者的所述生理状况的指示,以及响应于接收到所述指示,输出所述警示。

[0246] 条款35:根据条款32至34中任一项所述的系统,其中所述计算装置被配置为经由所述两个耳罩中的至少一个耳罩的通信模块输出与所述佩戴者的所述生理状况相关联的所述警示。

[0247] 条款36:根据条款32至35中任一项所述的系统,其中所述警示包括视觉或触觉警示。

[0248] 条款37:根据条款32至36中任一项所述的系统,其中所述计算装置被进一步配置为向所述佩戴者或另一用户使用的外部装置发送与所述佩戴者的所述生理状况相关联的所述警示的指示。

[0249] 条款38:根据条款32至37中任一项所述的系统,其中所述至少一个生理传感器包括至少一个脑电图 (EEG) 电极,所述至少一个EEG电极生成与所述佩戴者的所述一个或多个生理参数相关联的所述信号数据,其中所述一个或多个生理参数包括脑电波信号。

[0250] 条款39:根据条款38所述的系统,其中所述脑电波信号通过指示疲劳、困倦或过度眨眼中的至少一者来指示所述佩戴者的疲劳状态,并且其中与所述警示相关联的所述生理状况包括所述佩戴者的疲劳的阈值水平。

[0251] 条款40:根据条款32至39中任一项所述的系统,其中所述至少一个生理传感器包括至少一个皮肤电活动 (EDA) 电极,所述至少一个EDA电极生成与所述佩戴者的所述一个或多个生理参数相关联的所述信号数据,所述一个或多个生理参数包括支持所述佩戴者的疲劳状态的指示的皮肤电信号,并且与所述警示相关联的所述生理状况包括所述佩戴者的疲劳的阈值水平。

[0252] 条款41:根据条款32至40中任一项所述的系统,其中所述至少一个生理传感器包括光学传感器,所述光学传感器被配置为生成与所述佩戴者的所述一个或多个生理参数相关联的所述信号数据,所述一个或多个生理参数包括所述佩戴者的生物标记,并且与所述警示相关联的所述生理状况包括所述佩戴者的不适的阈值水平。

[0253] 条款42:根据条款32至41中任一项所述的系统,其中所述至少一个生理传感器包括光体积描记器 (PPG) 传感器,所述PPG传感器被配置为生成与所述佩戴者的所述一个或多个生理参数相关联的所述信号数据,所述一个或多个生理参数包括所述佩戴者的脉搏、血氧饱和度或核心体温中的至少一者,并且与所述警示相关联的所述生理状况包括所述佩戴

者的不适的阈值水平。

[0254] 条款43:根据条款32至42中任一项所述的系统,其中所述至少一个生理传感器定位在至少部分地位于所述入口开口下方的所述通风通道内。

[0255] 在优选实施方案的具体描述中参考了附图,这些附图示出了可实践本发明的具体实施方案。例示的实施方案并非旨在详尽列举根据本发明的所有实施方案。应当理解,在不脱离本发明范围的情况下,可利用其他实施方案,并且可进行结构性或逻辑性的改变。因此,不能认为以下的详细描述具有限制意义,并且本发明的范围由所附权利要求书限定。

[0256] 除非另外指明,否则本说明书和权利要求书中所使用的表达特征尺寸、量和物理特性的所有数在所有情况下均应理解成由术语“约”修饰。因此,除非有相反的说明,否则在上述说明书和所附权利要求书中列出的数值参数均为近似值,这些近似值可根据本领域的技术人员利用本文所公开的教导内容来寻求获得的期望特性而变化。

[0257] 除非内容另外明确指明,否则如本说明书和所附权利要求书中所使用的,单数形式“一个/种”和“所述”涵盖了具有多个指代物的实施方案。除非内容另外明确指明,否则如本说明书和所附权利要求书中使用的,术语“或”一般以其包括“和/或”的意义采用。

[0258] 若在本文使用空间相关的术语,包括但不限于“近侧”、“远侧”、“下部”、“上部”、“下方”、“下面”、“上面”、和“在顶部上”,则用于方便描述一个或多个元件相对于另一个元件的空间关系。除了附图中描绘和本文所述的特定取向外,此类空间相关的术语涵盖装置在使用或操作时的不同取向。例如,如果图中所描绘的对象翻转或倒转,则先前描述为在其他元件下面或下方的部分就应当在这些其他元件上面或在其顶部上。

[0259] 如本文所用,例如当元件、部件或层被描述为与另一元件、部件或层形成“一致界面”,或在“其上”、“连接到其”、“与其耦接”、“堆叠在其上”或“与其接触”,则可为直接在其上、直接连接到其、直接与其耦接、直接堆叠在其上或直接与其接触,或者例如居间的元件、部件或层可在特定元件、部件或层上,或连接到其、耦接到其或与其接触。例如,当元件、部件或层例如被称为“直接在”另一元件“上”、“直接连接到”另一元件、“直接与”另一元件“耦接”或“直接与”另一元件“接触”时,不存在居间的元件、部件或层。可在多种计算机装置中实施本公开的技术,该计算机装置为诸如服务器、膝上型计算机、台式计算机、笔记本电脑、平板计算机、手持式计算机、智能电话等。任何部件、模块或单元均被描述来强调功能方面,并且不一定需要由不同的硬件单元来实现。本文所述的技术还可在硬件、软件、固件、或他们的任何组合中实施。作为模块、单元或部件描述的任何特征可一起实施在集成式逻辑装置中或者可作为分立但彼此协作的逻辑装置来独立实施。在一些情况下,可将各种特征实施为集成电路装置,诸如集成电路芯片或芯片组。另外,尽管本说明书通篇描述了多种不同的模块,其中许多模块执行唯一的功能,但可将所有模块的所有功能组合到单个模块中,或者进一步拆分到其他附加的模块中。本文所述的模块仅是示例性的,并且被如此描述的目的是为了更容易理解。

[0260] 如果在软件中实施,那么该技术可至少部分地通过包括下述指令的计算机可读介质来实现,该指令当在处理器中执行时执行上文所述方法中的一种或多种。计算机可读介质可包括有形计算机可读存储介质并且可形成计算机程序产品的一部分,计算机程序产品可包括包装材料。计算机可读存储介质可包括随机访问存储器(RAM)诸如同步动态随机访问存储器(SDRAM)、只读存储器(ROM)、非易失性随机访问存储器(NVRAM)、电可擦可编程的

只读存储器 (EEPROM)、闪速 (FLASH) 存储器、磁性或光学的数据存储介质等。计算机可读存储介质还可包括非易失性存储装置, 诸如硬盘、磁带、光盘 (CD)、数字多用光盘 (DVD)、蓝光光盘、全息数据存储介质或其他非易失性存储装置。

[0261] 如本文所用的术语“处理器”可指适用于实施本文所述的技术的前述结构中的任何者或任何其他结构。此外, 在一些方面, 本文所述的功能可提供在被配置成用于执行本公开的技术的专用软件模块或硬件模块内。即使在软件中实施, 该技术也可使用用于执行软件的硬件例如处理器、以及用于存储软件的存储器。在任何此类情况下, 本文所述的计算机可定义能够执行本文所述的特定功能的特定机器。另外, 该技术可在也可被视为处理器的一个或多个电路或逻辑元件中全面实施。

[0262] 在一个或多个示例中, 所述的功能可以硬件、软件、固件或它们的任何组合来实现。如果以软件实现, 则这些功能可作为一个或多个指令或代码存储在计算机可读介质上或经由计算机可读介质传输, 且由基于硬件的处理单元执行。计算机可读介质可包括计算机可读存储介质, 其对应于如数据存储介质的有形介质, 或通信介质, 其包括例如根据通信协议促进将计算机程序从一处传送到另一处的任何介质。以该方式, 计算机可读介质通常可对应于 (1) 非暂态的有形计算机可读存储介质或 (2) 通信介质, 诸如如信号或载波。数据存储介质可为可由一个或多个计算机或一个或多个处理器访问以检索用于实现本公开中所描述的技术的指令、代码和/或数据结构的任何可用介质。计算机程序产品可包括计算机可读介质。

[0263] 作为示例而非限制, 此类计算机可读存储介质可包括RAM、ROM、EEPROM、CD-ROM或其他光盘存储、磁盘存储或其他磁存储装置、闪存或者可用来以指令或数据结构的形式存储期望的程序代码并且可由计算机访问的任何其他介质。而且, 任何连接均被适当地称为计算机可读介质。例如, 如果使用同轴电缆、光缆、双绞线、数字用户线 (DSL) 或无线技术如红外线、无线电和微波从网站、服务器或其他远程源传输指令, 则同轴电缆、光纤电缆、双绞线、DSL或无线技术如红外线、无线电和微波包括在介质的定义中。然而, 应当理解, 计算机可读存储介质和数据存储介质不包括连接、载波、信号或其他暂态介质, 而是针对非暂态的有形存储介质。所使用的磁盘和光盘包括压缩盘 (CD)、激光光盘、光学盘、数字多功能光盘 (DVD)、软盘和蓝光光盘, 其中磁盘通常以磁的方式再现数据, 而光盘通过激光以光学方式再现数据。上述的组合也应当包括在计算机可读介质的范围内。

[0264] 指令可由一个或多个处理器如一个或多个数字信号处理器 (DSP)、通用微处理器、专用集成电路 (ASIC)、现场可编程逻辑阵列 (FPGA) 或其他等效集成或离散逻辑电路执行。因此, 所使用的术语“处理器”可指任何前述结构或适用于实现所描述的技术的任何其他结构。此外, 在一些方面, 所描述的功能性可在专用硬件和/或软件模块内提供。而且, 这些技术可完全在一个或多个电路或逻辑单元中实现。

[0265] 本公开的技术可在包括无线手持机、集成电路 (IC) 或一组 IC (例如, 芯片集) 的各种各样的设备或装置中实现。各种部件、模块或单元在本公开中进行了描述以强调被配置为实行所公开的技术的装置的功能方面, 但是不一定需要通过不同的硬件单元来实现。相反, 如上所述, 各种单元组合可在硬件单元中组合或者通过包括如上所述的一个或多个处理器的互操作硬件单元的集合, 结合合适的软件和/或固件来提供。

[0266] 应当认识到, 根据该示例, 本文所述方法中的任一种的某些动作或事件可以不同

的顺序实行,可一起添加、合并或省去(例如,不是所有所描述动作或事件对于方法的实践都是必需的)。此外,在某些示例中,动作或事件可例如通过多线程处理、中断处理或多个处理器同时而不是顺序地执行。

[0267] 在一些示例中,计算机可读存储介质包括非暂态介质。在一些示例中,术语“非暂态”指示存储介质没有在载波或传播信号中体现。在某些示例中,非暂态存储介质存储可随时间改变的数据(例如,在RAM或高速缓存中)。

[0268] 已描述了各种示例。这些示例以及其他示例均在如下权利要求书的范围内。

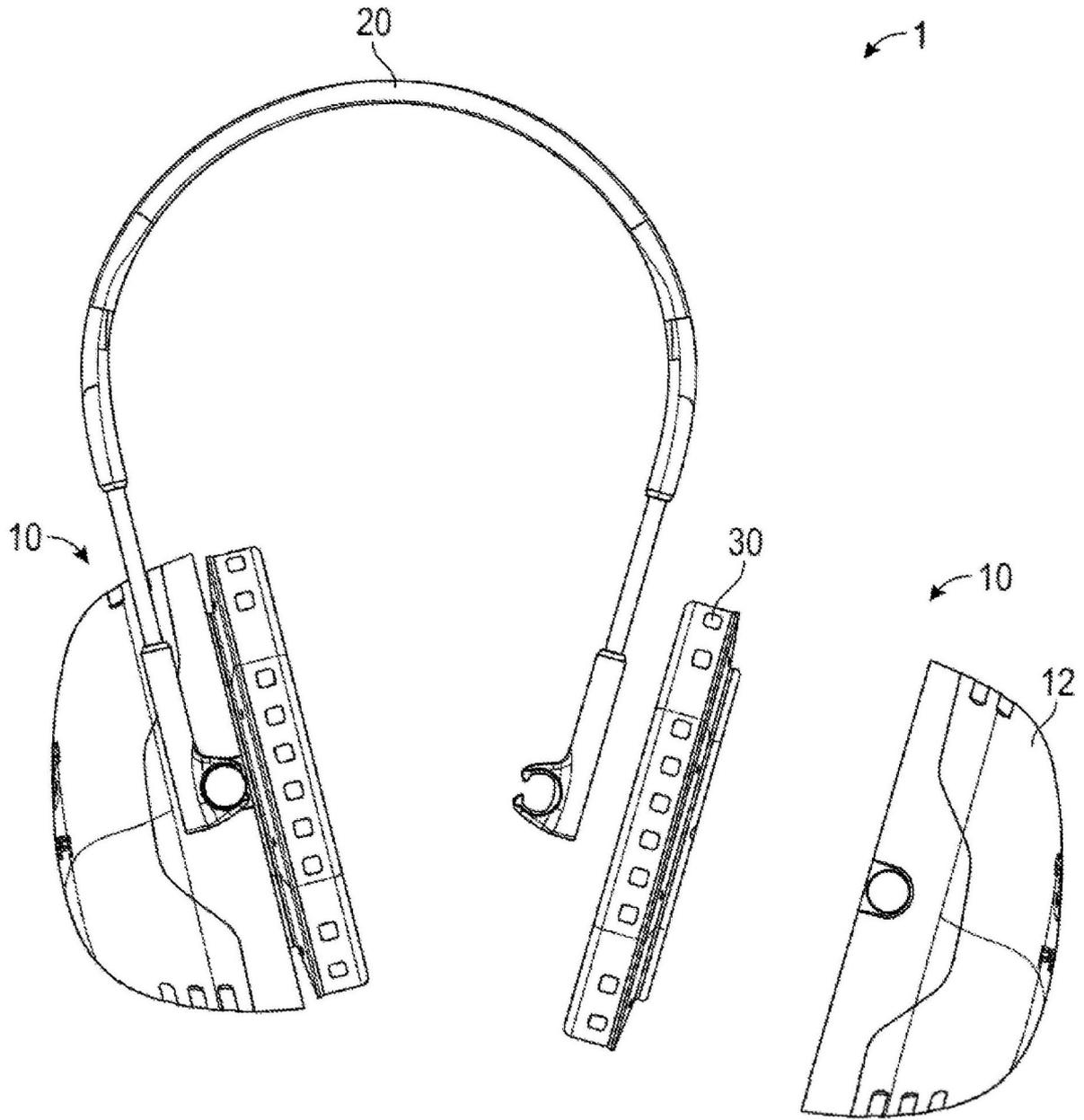


图1

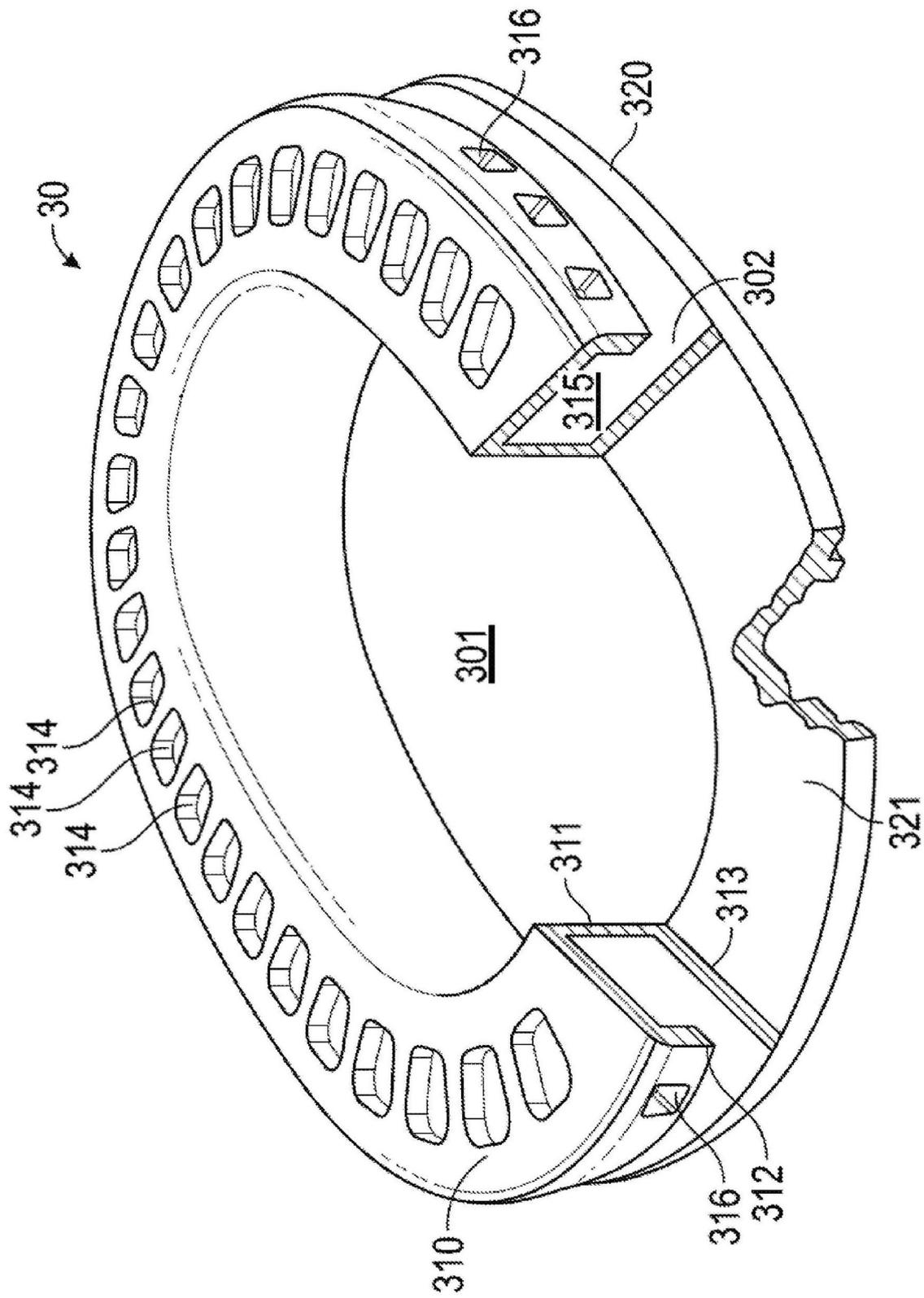


图2

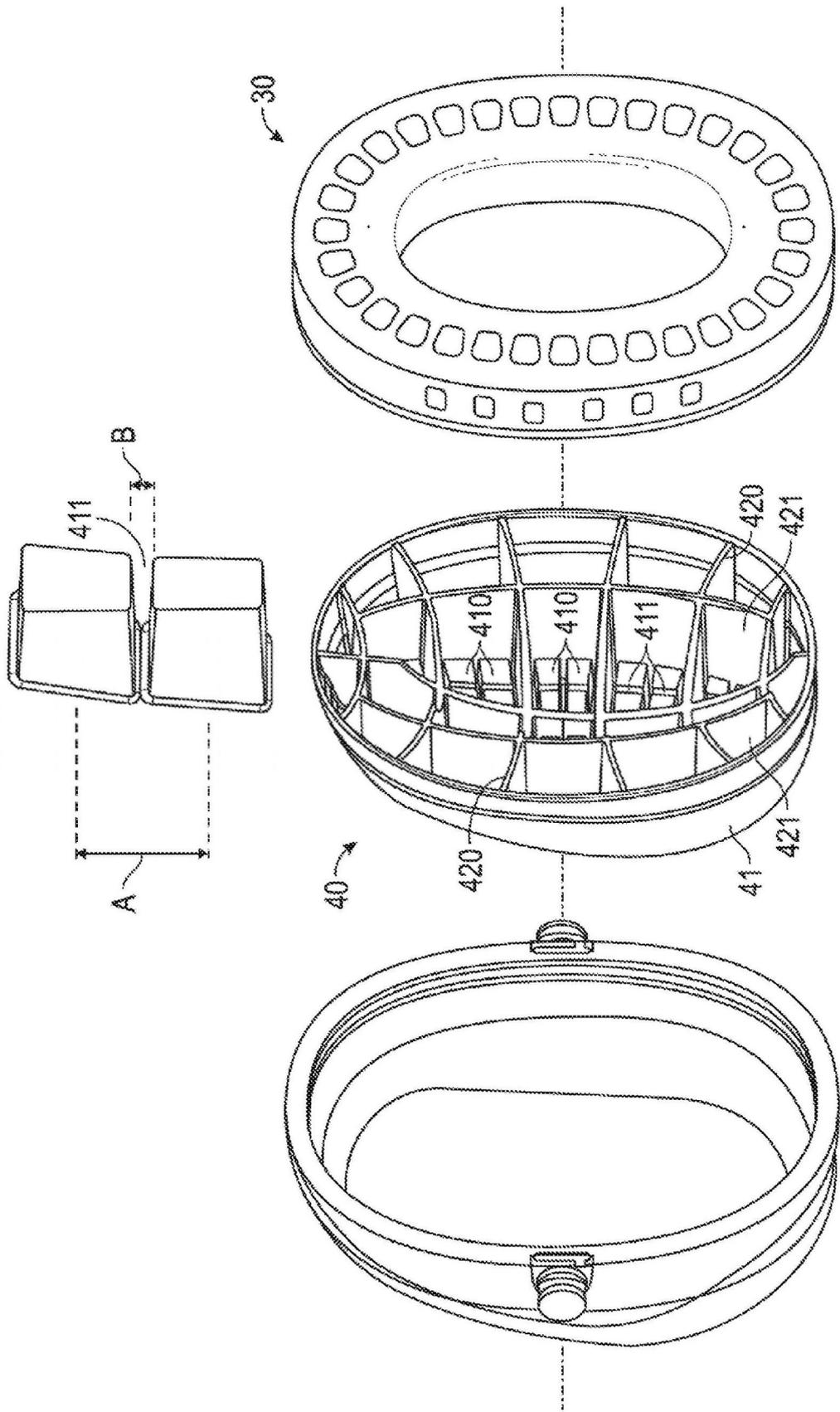


图3



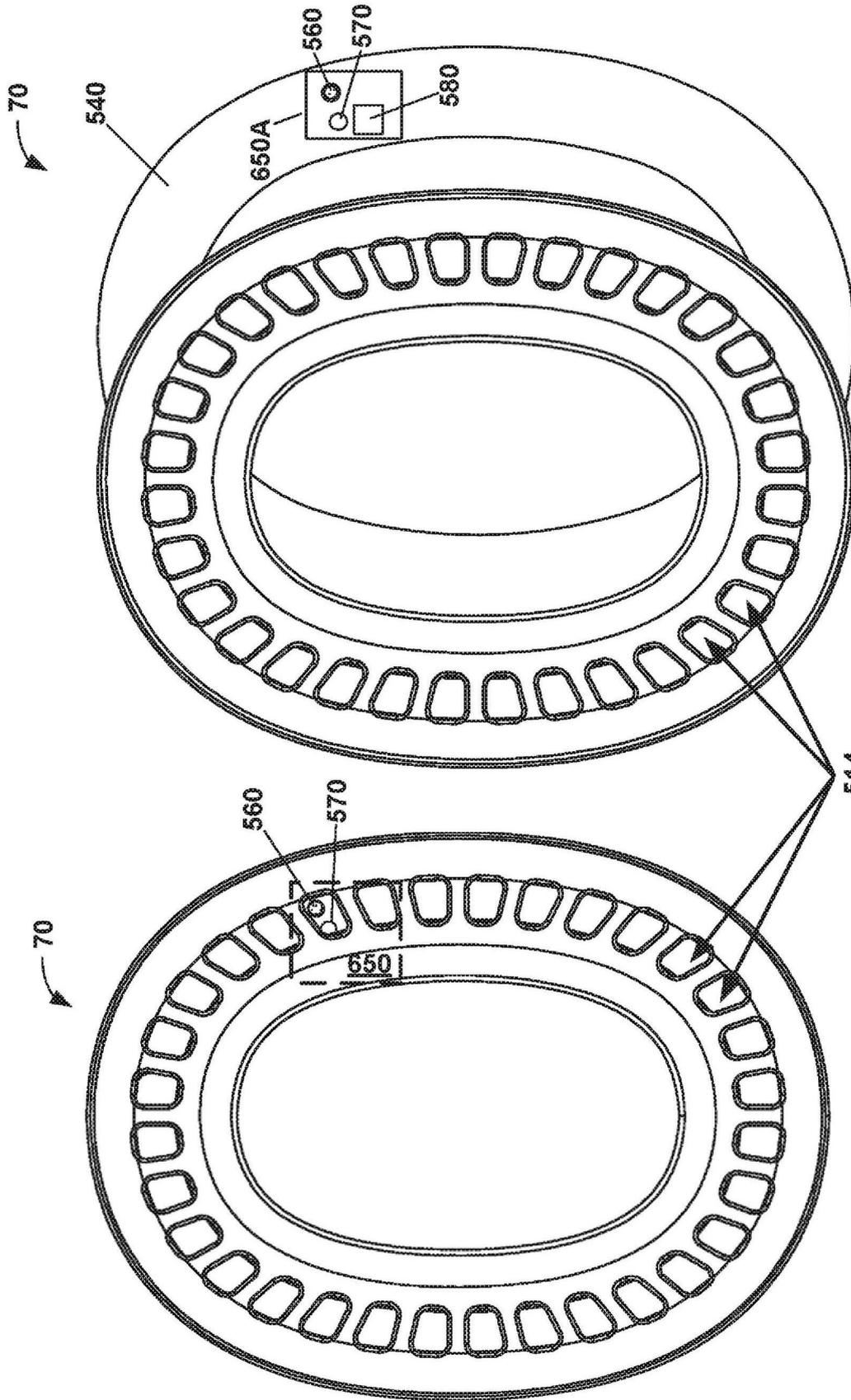


图 5B

图 5A

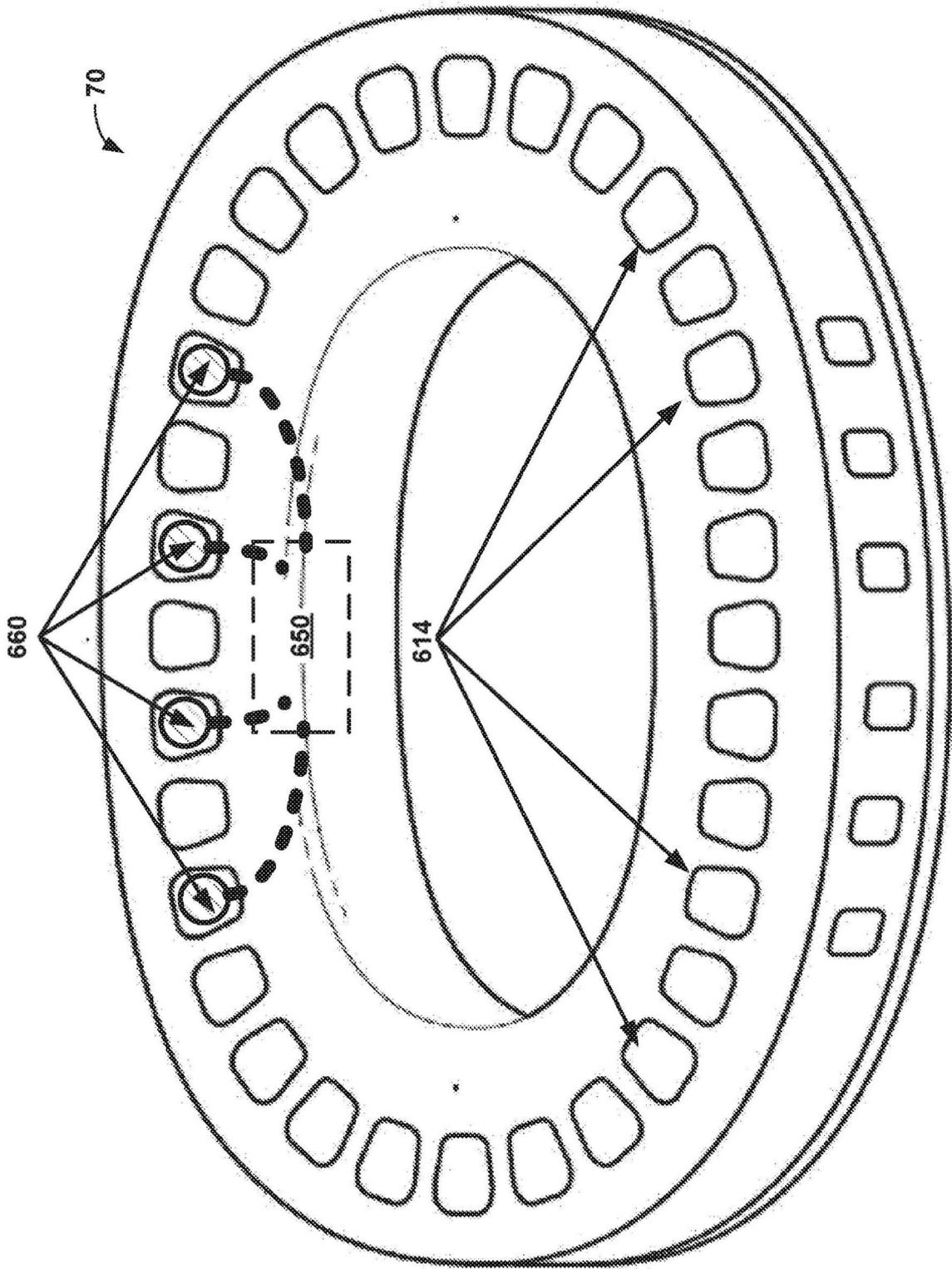


图6

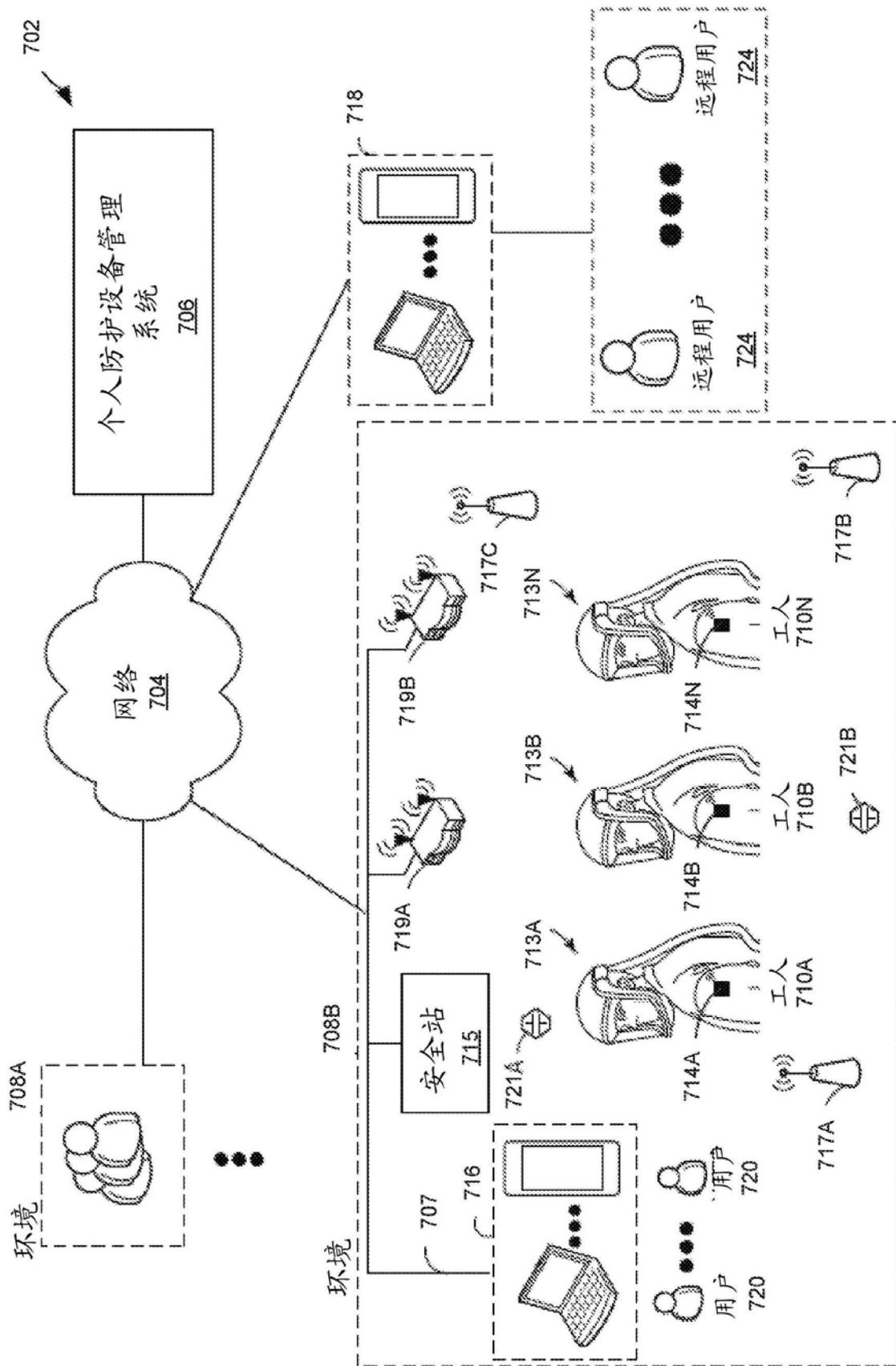


图7

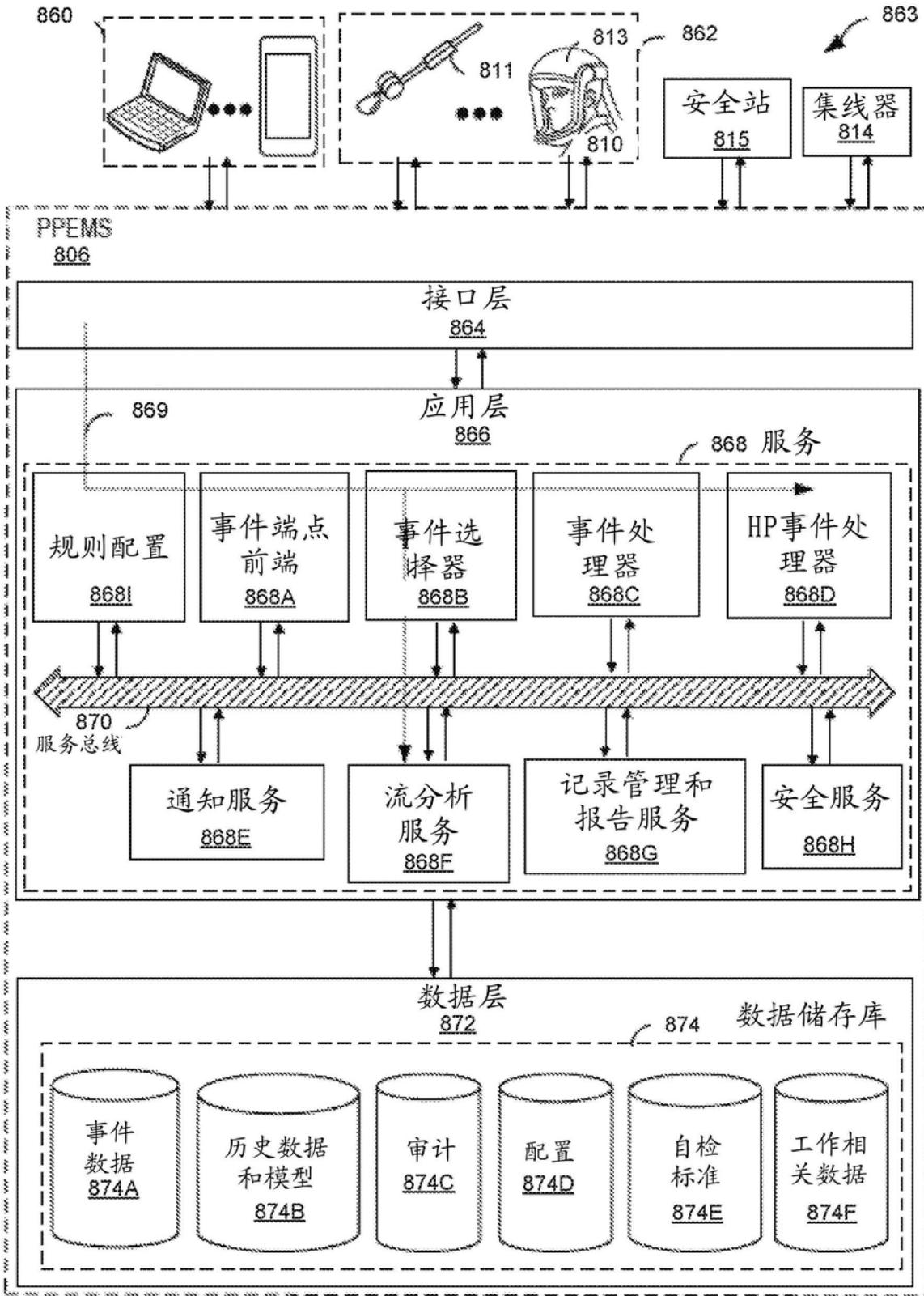


图8

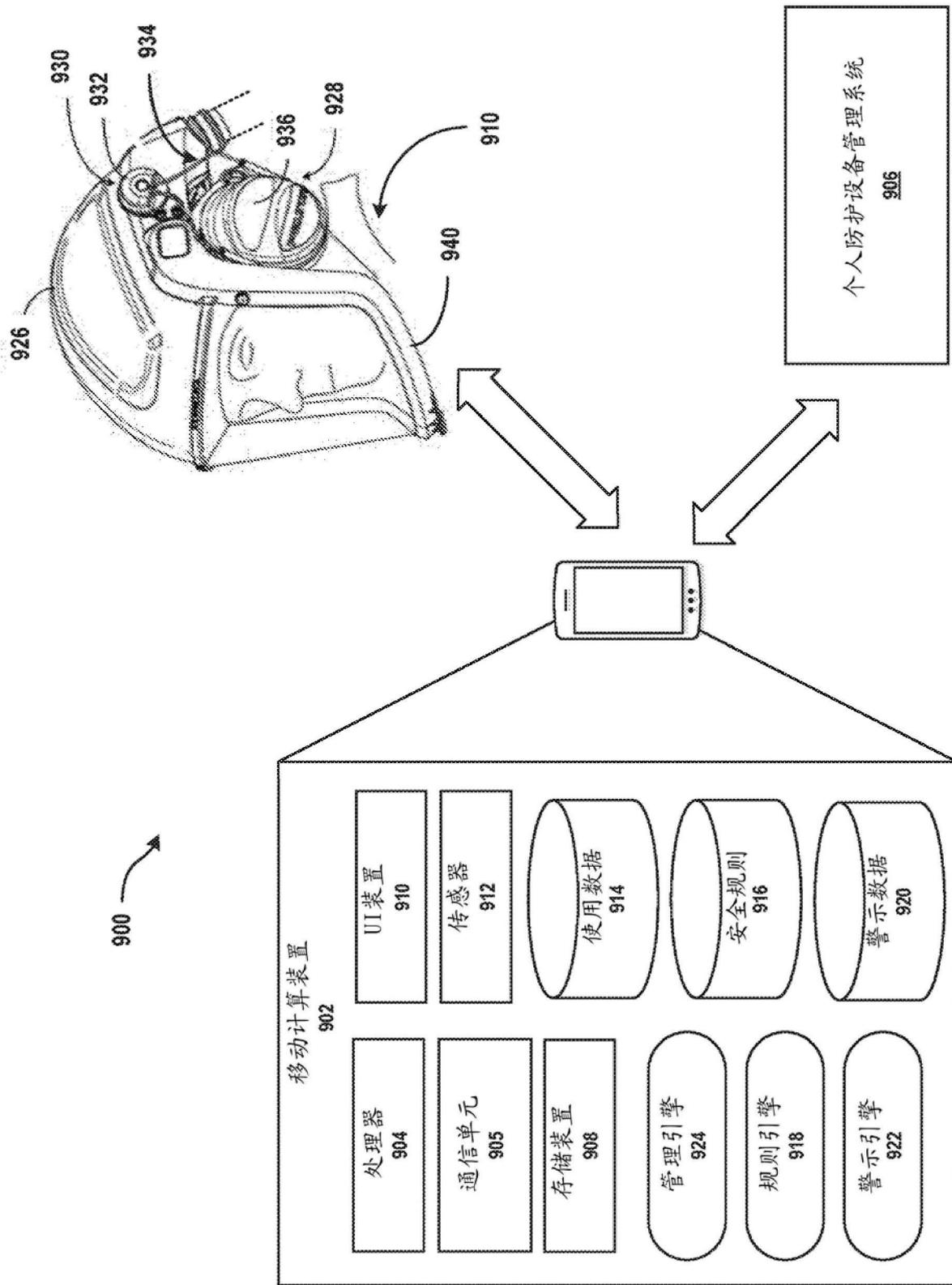


图9