



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113038993 A

(43) 申请公布日 2021.06.25

(21) 申请号 201980073329.1

(72) 发明人 孔涛 陈伟忠 W·苏

(22) 申请日 2019.11.08

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司  
72002

(30) 优先权数据

19150499.2 2019.01.07 EP

代理人 刘兆君

(66) 本国优先权数据

PCT/CN2018/114772 2018.11.09 CN

(51) Int.Cl.

A62B 18/00 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2021.05.07

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2019/080709 2019.11.08

(87) PCT国际申请的公布数据

W02020/094850 EN 2020.05.14

(71) 申请人 皇家飞利浦有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

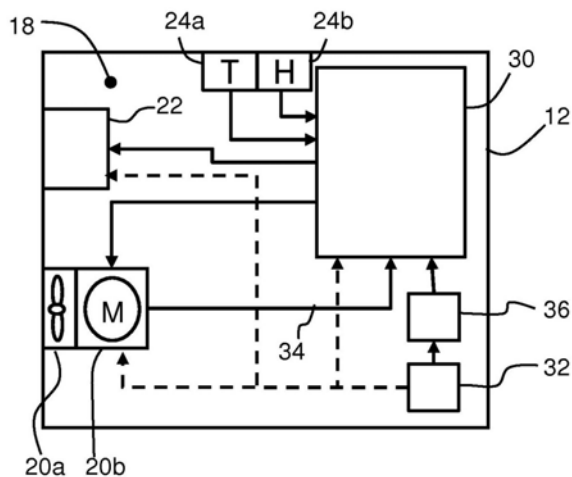
权利要求书2页 说明书13页 附图4页

(54) 发明名称

防污染面罩及控制方法

(57) 摘要

一种污染面罩具有驱动风扇,其中,监测风扇的转速,以及外部温度以及任选的湿度水平。所确定的风扇转速或风扇转速的变化被用于确定与呼吸深度有关的第一值和与呼吸速率有关的第二值。这些参数与环境温度以及任选的还有环境湿度组合使用,以设置风扇速度。因此,在考虑用户的呼吸特性以及周围环境条件的情况下设置风扇速度。



1. 一种防污染面罩,包括:
  - 气室 (18);
  - 过滤器 (16),其形成所述气室与所述气室外部的周围环境之间的边界;
  - 风扇 (20),其用于将空气从所述气室 (18) 外部抽取到所述气室内和/或将空气从所述气室内部抽取到所述外部;
  - 用于确定所述风扇的转速的器件 (34、36);
  - 温度传感器 (24a),其用于测量所述气室外部的环境温度;以及
  - 控制器 (30),其适于:
    - 根据所确定的风扇转速或风扇转速的变化导出与呼吸深度有关的第一值和与呼吸速率有关的第二值;并且
    - 根据所述第一值、所述第二值和所述环境温度来设置风扇速度,其中,所述风扇速度被设置为多个非零风扇速度中的选定的一个。
2. 根据权利要求1所述的面罩,其中,所述第一值基于在采样窗口期间风扇转速的最大摆幅。
3. 根据权利要求1或2所述的面罩,其中,所述第二值是频率,所述频率基于所述风扇转速的相继的最大值与最小值之间的时间。
4. 根据权利要求1至3中的任一项所述的面罩,还包括用于测量所述气室外部的环境湿度水平的湿度传感器 (24b),其中,所述控制器适于还根据所述湿度水平来设置风扇速度。
5. 根据权利要求4所述的面罩,其中,所述控制器适于:
  - 根据所述环境温度和所述环境湿度水平导出与舒适的量度有关的热指数值。
6. 根据权利要求5所述的面罩,其中,所述热指数值包括所述环境温度、所述环境湿度水平以及所述环境温度和/或所述环境湿度水平的一个或多个幂的多项式函数。
7. 根据权利要求4至6中的任一项所述的面罩,其中,所述控制器适于:
  - 根据当前风扇转速以及所述第一值和所述第二值来生成指令,以提高所述风扇速度、降低所述风扇速度或保持所述风扇速度相同。
8. 根据权利要求7所述的面罩,其中,所述控制器适于:
  - 根据所述环境温度和所述环境湿度水平来确定所述风扇速度应该被提高或降低的量。
9. 根据权利要求1至8中的任一项所述的面罩,其中,所述控制器适于根据所述风扇转速或风扇转速的变化来确定所述面罩未被佩戴以在确定所述面罩未被佩戴时关闭所述风扇。
10. 根据权利要求1至9中的任一项所述的面罩,其中:
  - 所述风扇 (20) 由电子换向的无刷电动机驱动,并且所述用于确定转速的器件包括电动机的内部传感器;或者
  - 所述用于确定转速的器件 (36) 包括用于检测针对在驱动所述风扇的电动机的电力供应上的纹波的电路。
11. 根据权利要求1至10中的任一项所述的面罩,其中,所述控制器 (30) 适于:
  - 根据所述风扇转速或风扇转速的变化来确定呼吸周期;并且
  - 根据所述呼吸周期的相位来控制出口阀 (22) 和/或在吸气时间期间关闭所述风扇。
12. 一种控制防污染面罩的非治疗方法,其中,所述污染面罩不是用于向患者递送治疗

的面罩,所述方法包括:

使用风扇将气体抽取到所述面罩的气室中和/或从所述面罩的气室中抽出气体,所述风扇在所述气室与所述气室外部的周围环境之间形成边界;

确定所述风扇的转速;

根据所确定的风扇转速或风扇转速的变化导出与呼吸深度有关的第一值和与呼吸速率有关的第二值;

测量所述气室外部的环境温度;并且

根据所述第一值、所述第二值和所述环境温度来设置风扇速度,其中,所述风扇速度被设置为多个非零风扇速度中的一个。

13. 根据权利要求12所述的方法,包括:测量所述气室外部的环境湿度水平,并且其中,设置风扇速度还取决于所述湿度水平。

14. 根据权利要求13所述的方法,包括:根据所述环境温度和所述环境湿度水平导出与舒适的量度有关的热指数值。

15. 根据权利要求13或14所述的方法,包括:

根据当前风扇转速以及所述第一值来生成指令,以提高所述风扇速度、降低所述风扇速度或保持所述风扇速度相同;并且

根据所述环境温度和所述环境湿度水平来确定风扇速度应该被提高或降低的量。

## 防污染面罩及控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种防污染面罩,用于在由风扇辅助的气流下向面罩的佩戴者提供经过滤的空气。

### 背景技术

[0002] 世界卫生组织(WHO)估计,每年有400万人死于空气污染。这个问题的一部分是城市中的室外空气质量。该类别中最差的是印度城市,如德里,其年度污染水平超过建议水平的10倍。众所周知,北京具有推荐安全水平的8.5倍的年平均。但是,即使在伦敦、巴黎和柏林等欧洲城市,所述水平也高于世界卫生组织的建议。

[0003] 由于此问题在短期内不会显著改善,因此解决此问题的唯一方法是戴上可通过过滤来提供更清洁空气的面罩。为了提高舒适度和有效性,可以在面罩上增加一个或两个风扇。这些风扇在使用期间被接通,并且通常在恒定电压下使用。出于效率和寿命的原因,这些通常是电子换向的无刷直流风扇。

[0004] 使用动力面罩对佩戴者的好处是,减轻了肺部由抵抗常规无动力面罩中的过滤器的阻力的吸入引起的轻微张力。

[0005] 此外,在常规的非动力面罩中,吸入还会在面罩内引起轻微的负压,从而导致污染物泄漏到面罩中,如果这些污染物是有毒物质,则泄漏可能被证明是危险的。动力面罩向面部输送稳定的空气流,并且例如可以提供轻微的正压(可通过呼气阀的阻力来确定),以确保泄漏向外而非向内。

[0006] 如果调节风扇的运行或速度,则有几个优点。这可以用于在吸气和呼气序列中通过更适当的通气来改善舒适度,或者可用于提高电效率。后者意味着更长的电池寿命或增加的通气。这两个方面都需要在当前设计中进行改进。

[0007] 为了调节风扇速度,可以测量面罩内部的压力,并且压力和压力变化都可以用于控制风扇。

[0008] 例如,可以通过压力传感器来测量面罩内部的压力,并且可以根据传感器测量结果来改变风扇速度。压力传感器是昂贵的,因此期望提供监测面罩内部的压力的替代方法。

[0009] 在申请人已经提出但尚未公开的解决方案中,将风扇的转速用作压力测量的代理。基于风扇的转速来确定压力或压力变化。使用该压力信息,可以跟踪用户的呼吸模式,还可以确定面罩是否被佩戴。在WO 2018/215225中描述了该方法。

[0010] 在申请人还已经提出了但尚未公开的一种解决方案中,将面罩内环境(温度和相对湿度)用作控制风扇速度的指标。但是,面罩腔中的传感器由于冷凝而容易出错,其可能使传感器的响应性变差。同样,温度和湿度传感器的响应通常较慢,因此可能无法以所需的速率跟踪变化。在炎热天气条件下,在吸气和呼气之间检测到的温度变化也很小。

[0011] 已知的控制方法也不容易考虑用户的活动,例如他们的运动水平。

[0012] 因此,需要一种风扇速度控制方法和装置,其可以以低成本实现并且可以考虑用户活动水平来提供风扇速度控制。

[0013] WO 2016/157159公开了一种具有风扇、出口阀和传感器的呼吸面罩,以感测指示用户的呼吸周期的参数。任选地,测量其他参数,例如湿度、温度和压力。出口阀根据感测到的参数而被控制。

## 发明内容

[0014] 本发明由权利要求所定义。

[0015] 根据本发明的一个方面的示例,提供了一种防污染面罩,包括:

[0016] 气室;

[0017] 过滤器,其形成所述气室与所述气室外部的周围环境之间的边界;

[0018] 风扇,其用于将空气从所述气室外部抽取到所述气室内和/或将空气从所述气室内部抽取到外部。

[0019] 用于确定所述风扇的转速的器件;

[0020] 温度传感器,其用于测量所述气室外部的环境温度;以及

[0021] 控制器,其适于:

[0022] 根据所确定的风扇转速或风扇转速的变化导出与呼吸深度有关的第一值和与呼吸速率有关的第二值;并且

[0023] 根据所述第一值、所述第二值和环境温度来设置风扇速度,其中,所述风扇速度被设置为多个非零风扇速度中选定的一个。

[0024] 此面罩提供了基于风扇转速和外部温度来自动调节风扇速度。通过考虑外部温度,可以估计用户的舒适度。风扇速度调节能够在不同的环境条件(温度)下以及针对用户的不同活动水平提供不同的气流。以快速步行为例,用户在夏季可能需要较大的气流来帮助管理口罩中的气候,而在冬季则需要相对较少的气流,以免使佩戴者感到寒冷。环境温度测量结果(即,在面罩腔室外部)的使用避免了水凝结问题。

[0025] 这提供了一种低成本解决方案,例如所需的外部感测,其可以被轻松地集成到PCB板上。

[0026] 所述第一值和第二值使得用户活动被考虑。第一值例如与呼吸深度有关,并且这意味着在第一值与呼吸深度之间存在正相关。更一般地,第一值可以例如与风扇两端的压力波动的大小有关(即,与之相关)。在戴口罩时并且正常使用时,呼吸引起压力波动。第二值与呼吸速率具有正相关。除了由第一值指示的呼吸深度之外,这还可以用作用户活动水平的另一指标。

[0027] 本发明涉及一种防污染面罩。通过此,意指一种主要目的是过滤要由用户呼吸的环境空气的设备。面罩不执行任何形式的患者处置。尤其是,由所述风扇操作所产生的压力水平和流量仅用于提供舒适感(通过影响气室中的温度或相对湿度)和/或辅助提供通过过滤器的流量而无需用户的额外的显著呼吸努力。与用户不戴面罩的情况相比,面罩不提供总体的呼吸辅助。

[0028] 在该系统中,还使用风扇速度监测来代替压力测量。为了测量风扇速度,可以使用风扇本身,因此不需要额外的传感器。在正常使用中,所述腔室可以是封闭的,使得腔室中的压力波动对风扇的负载条件有影响,从而改变风扇的电特性。类似地,风扇的电特性可以确定腔室的性质,例如其体积,以及它是开放还是封闭的体积。

[0029] 所述第一值例如基于在采样窗口期间风扇转速的最大摆幅。该摆幅表示压力波动的程度,因此与呼吸深度有关。第二值例如是基于风扇转速的相继最大值与最小值之间的时间的频率。该时间段对应于呼吸周期的一半,因此直接从该值导出的频率对应于呼吸速率(即频率)的两倍。

[0030] 选择采样窗口以足以捕获至少一个完整的呼吸周期,例如6秒以捕获处于每分钟10次呼吸的最低呼吸速率完整的呼吸周期。

[0031] 过滤器例如直接在气室和气室外部的周围环境之间形成边界。这提供了紧凑的布置,其避免了对流量传输通道的需要。这意味着用户可以通过过滤器呼吸。过滤器可以具有多层。例如,外层可以形成面罩的主体(例如,织物层),而内层可以用于去除较细的污染物。然后,内层可以是可移除的以进行清洁或更换,但是由于空气能够穿过结构并且该结构执行过滤功能,因此可以将这两层一起视为构成过滤器。

[0032] 因此,过滤器优选地包括气室的外壁和任选的一个或多个另外的过滤器层。由于面罩主体执行过滤功能,因此这提供了特别紧凑的布置并实现了较大的过滤面积。因此,当用户吸气时,周围空气通过过滤器直接提供给用户。

[0033] 对于排气扇,压力可能为正压或负压(与环境压力相比),例如,如果风扇关闭,则吸入将引起负压,而呼气将引起正压。如果排气扇已打开,则在呼吸期间可能会产生负压或正压,取决于风扇的速度和呼吸特性。无呼吸的时段期间将造成负压。

[0034] 如果风扇用于在气室中提供增加的压力(例如,在吸气期间流入气室),则仅需要提供小的增加的压力,例如,以帮助用户吸气。

[0035] 在所有情况下,在使用中,气室中的最大压力例如高出气室外部的压力低于 $4\text{cmH}_2\text{O}$ ,例如低于 $2\text{cmH}_2\text{O}$ ,例如低于 $1\text{cmH}_2\text{O}$ 。

[0036] 面罩还可包括湿度传感器,用于测量气室外部的环境湿度水平,其中,控制器适于进一步根据湿度水平来设置风扇速度。因此,可以同时考虑外部环境温度和湿度。这提供了确定环境条件的增加的准确性。

[0037] 例如,控制器可以适于:

[0038] 从环境温度和湿度水平导出与舒适的量度有关的热指数值。

[0039] 该热指数值代表一般周围环境条件,并且可以被使用以便在这些特定条件下考虑到预期的用户舒适度来设置风扇速度。

[0040] 热指数值可以包括环境温度、环境湿度水平和环境温度和/或环境湿度水平的一个或多个幂的多项式函数。例如,它可以包括环境温度、环境温度的平方、环境湿度水平和环境湿度水平的平方的函数。

[0041] 所述控制器可以适于:

[0042] 根据当前风扇转速以及所述第一值和所述第二值来生成指令,以提高风扇速度、降低风扇速度或保持风扇速度相同。

[0043] 因此,考虑到当前的风扇速度,使用呼吸的深度和速率来控制是否需要改变风扇速度。

[0044] 所述控制器可以适于:

[0045] 根据环境温度和湿度水平来确定应该增加或降低风扇速度的量。

[0046] 因此,环境条件决定了需要调节风扇速度的量。

[0047] 控制器可适于根据风扇转速或风扇转速的变化来确定所述面罩未被佩戴以在确定所述面罩未被佩戴时关闭风扇。

[0048] 为了检测面罩是否被佩戴,可以分析风扇旋转信号。这可以考虑指示呼吸深度(当检测到呼吸时)的第一值以及指示呼吸速率(当检测到呼吸时)的第二值。

[0049] 通过确定面罩是否被佩戴,面罩设计可以在不佩戴面罩的情况下省电,而无需任何其他传感器。尤其是,如果在面罩上没有检测到压力差,则表明两侧均处于大气压下并且面罩没有被佩戴。实际上,不再存在封闭的或部分封闭的腔室,因此气室向大气开放。如果检测到所述面罩未被佩戴,可以关闭风扇。

[0050] 风扇可以由电子换向的无刷电动机驱动,并且用于确定转速的器件包括电动机的内部传感器。替代地,用于确定转速的器件可以包括用于检测在对驱动风扇的电动机的电力供应上的纹波的电路。

[0051] 在这样的电动机中已经设置了内部传感器,以使得电动机能够旋转。电动机甚至可以具有在其上提供内部传感器输出的输出端口。因此,存在一个端口,所述端口承载有适合于确定转速的信号。替代地,检测到由通过电动机线圈的开关电流引起的纹波,由于输入电压源的有限阻抗,所述纹波引起电源电压的感应的变化。

[0052] 风扇可以是两线风扇,并且用于检测波纹的电路包括高通滤波器。对于尚未具有合适风扇速度输出的电动机,所需的额外电路可以保持在最低。

[0053] 所述控制器可以适于:

[0054] 根据风扇转速或风扇转速的变化来确定呼吸周期;并且

[0055] 根据呼吸周期的相位来控制出口阀和/或在吸气时间期间关闭风扇。

[0056] 因此,旋转监测提供了一种确定吸入阶段的简单方法,然后可以将其用于控制面罩排气阀的定时或确定面罩是否被佩戴以及因此在使用中。

[0057] 控制器可以适于在吸气时间期间关闭风扇。这可以用来节省电力。对于不困难地通过过滤器呼吸的用户而言,在吸入期间关闭风扇可能是理想的,以节省电力(如果以这种方式配置)。

[0058] 风扇可以仅用于将空气从气室内部抽到外部。以此方式,即使在呼气期间,也可以同样促进向气室的新鲜过滤空气的供应,这改善了用户的舒适度。在这种情况下,气室中的压力可以始终低于外部(大气)压力,从而总是向面部供应新鲜空气。

[0059] 所述出口阀可以包括被动压力调节止回阀或主动驱动的电控阀。这可以用来使面罩更舒适。在吸气期间,通过主动或被动关闭阀门,可以防止吸入未过滤的空气。在吸气期间,阀门被打开,从而排出呼出的空气。

[0060] 本发明还提供了一种控制污染面罩的非治疗方法,其中,所述污染面罩不是用于向患者提供治疗的面罩,所述方法包括:

[0061] 使用风扇将气体吸入面罩的气室中和/或从其中抽出气体,所述风扇在气室与气室外部的周围环境之间形成边界。

[0062] 确定所述风扇的转速;

[0063] 根据所确定的风扇转速或风扇转速的变化导出与呼吸深度有关的第一值和与呼吸速率有关的第二值;

[0064] 测量所述气室外部的环境温度;并且

[0065] 根据所述第一值、所述第二值和环境温度来设置风扇速度,其中,所述风扇速度被设置为多个非零风扇速度中选定的一个。

[0066] 所述方法可以额外地包括测量气室外部的环境湿度水平,并且进一步取决于湿度水平来设置风扇速度。可以根据温度和湿度测量来导出热指数值,其与舒适度有关。

[0067] 所述方法可以包括:

[0068] 根据当前风扇转速以及第一值来生成指令,以提高风扇速度、降低风扇速度或保持风扇速度相同;并且

[0069] 根据环境温度和湿度水平来确定应该增加或降低风扇速度的量。

## 附图说明

[0070] 现在将参考附图详细描述本发明的范例,其中:

[0071] 图1示出了被实施为面罩一部分的压力监测系统;

[0072] 图2示出了压力监测系统的部件的一个示例;

[0073] 图3示出了温度和湿度组合传感器的示例;

[0074] 图4A示出了在吸气期间和呼气期间的旋转信号,图4B示出了风扇旋转速度如何随时间变化;并且

[0075] 图5示出了用于控制通过无刷直流电动机的一个定子的电流的电路;

[0076] 图6用于说明热指数量度;并且

[0077] 图7示出了面罩操作方法。

## 具体实施方式

[0078] 将参考附图来描述本发明。

[0079] 应当理解,详细说明和具体示例虽然指示了设备、系统和方法的示例性实施例,但是仅旨在用于说明的目的,而并不旨在限制本发明的范围。根据以下说明、所附权利要求书和附图,将更好地理解本发明的设备、系统和方法的这些和其他特征、方面和优点。应该理解,附图仅是示意性的,并且未按比例绘制。还应该理解,贯穿附图,使用相同的附图标记来表示相同或相似的部分。

[0080] 本发明提供了一种具有驱动风扇的污染面罩,其中,监测风扇的转速,以及外部温度以及任选的湿度水平。所确定的风扇转速或风扇转速的变化被用于确定与呼吸深度有关的第一值和与呼吸速率有关的第二值。这些参数与环境温度以及任选的环境湿度组合使用,以设置风扇速度。因此,在考虑用户的呼吸特性以及周围环境条件的情况下设置风扇速度。

[0081] 图1示出了具有自动风扇速度控制功能的面罩。

[0082] 对象10被示出为戴着面罩12,所述面罩覆盖对象的鼻子和嘴。面罩的作用是在呼吸空气之前先过滤空气。为此,面罩主体本身用作空气过滤器16。空气通过吸气而被吸入到由面罩形成的气室18中。在吸气期间,由于气室18中的低压,诸如止回阀的出口阀22被关闭。

[0083] 提供感测装置24,用于至少测量环境温度,并且优选地测量面罩室18外部的环境温度和湿度(例如,相对或绝对湿度)。



[0084] 过滤器16可以仅由面罩的主体形成,或者可以存在多层。例如,面罩主体可以包括由多孔纺织材料形成的外部覆盖物,其用作预过滤器。在外壳内部,较细的过滤层可逆地附接到外壳上。然后可以移除较细的过滤层以进行清洁和更换,而例如可以通过擦拭来清洁外部覆盖物。面罩还执行过滤功能,例如保护较细的过滤器免受大的碎屑(例如泥土)的侵害,而较细的过滤器则对细颗粒物进行过滤。可能有两层以上。多个层一起用作面罩的整体过滤器。

[0085] 当对象呼出时,空气通过出口阀22排出。打开此阀以方便呼气,但在吸气期间将其关闭。风扇20辅助通过出口阀22排出空气。优选地,去除的空气多于呼出的空气,从而额外的空气被供应到面部。由于降低了相对湿度和冷却,因此增加了舒适度。在吸入期间,通过关闭阀,防止吸入未过滤的空气。因此,出口阀22的定时取决于对象的呼吸周期。出口阀可以是通过过滤器16两端的压力差操作的简单的被动止回阀。但是,它可以是电子控制阀。

[0086] 如果戴上面罩且用户在呼吸,则腔室内的压力将变化。特别地,腔室被用户的脸封闭。当戴上面罩时,密闭室内的压力也将根据对象的呼吸周期而变化。当对象呼气时,压力将略微增加,而当对象吸气时,压力将略微下降。

[0087] 如果以恒定的驱动水平(即电压)驱动风扇,则由于风扇两端的压降不同,因此不同的主导压力将对风扇造成不同的负载。然后,这种改变的负载将导致不同的风扇速度。风扇的旋转速度因此可以用作测量风扇两侧的压力代理。

[0088] 对于风扇的一侧上的已知压力(例如,大气压),压力监测使得能够确定风扇的另一侧上的压力或至少压力变化。该另一侧例如是封闭的腔室,其因此具有与大气压力不同的压力。

[0089] 基于监视风扇转速而检测到的压力变化可用于获得有关用户呼吸的信息。特别地,第一值可以代表呼吸深度,而第二值可以代表呼吸速率。根据本发明,第一和第二值以及环境温度和湿度水平被用于设置风扇速度。此外,通过在风扇的每侧检测到相等的压力(或与第一和第二值有关的其他条件),还可以确定腔室不是封闭的而是在两侧都与大气压力相连。

[0090] 这将导致风扇速度的变化降至阈值以下。因此,这种情况可以用来确定面罩没有被佩戴,因此未被使用。此信息可用于关闭风扇以节省功率。

[0091] 用于确定转速的器件可以包括来自风扇电动机的已经存在的输出信号,或者可以提供单独的简单感测电路作为风扇的额外的部分。但是,无论哪种情况,都使用风扇本身,因此不需要额外的传感器。

[0092] 图2示出了系统部件的一个示例。与图1相同的部件使用相同的附图标记。感测装置被示为单独的温度传感器24a和湿度传感器24b。

[0093] 除了图1所示的部件之外,图2还显示了控制器30,本地电池32和用于确定风扇转速的器件36。

[0094] 风扇20包括风扇叶片20a和风扇电动机20b。在一个示例中,风扇电动机20b是电子换向的无刷电动机,并且用于确定转速的器件包括电动机的内部传感器。电子换向的无刷直流风扇具有内部传感器,所述传感器测量转子的位置并以转子旋转的方式切换通过线圈的电流。因此,已经在此类电动机中设置了内部传感器,以实现电动机速度的反馈控制。

[0095] 电动机可以具有在其上提供内部传感器输出34的输出端口。因此,存在一个端口,

所述端口承载有适合于确定转速的信号。

[0096] 替代地,用于确定转速的器件可以包括用于检测到电动机20b的电力供应上的波动的电路36。纹波是由通过电机线圈的开关电流引起的,由于电池32上的有限阻抗,开关电流引起电源电压的感应的变化。电路36例如包括高通滤波器,使得仅处理风扇旋转的频带中的信号。与常规压力传感器相比,这提供了极其简单的附加电路,并且成本大大降低。

[0097] 这意味着电动机可以是任何设计,包括不带内置传感器输出端子的两线风扇。它也可以与带电刷的直流电动机一起使用。

[0098] 如果出口阀22是电子开关阀,则呼吸周期定时信息然后可用于根据呼吸周期的相位来控制出口阀22。风扇速度监控因此提供确定吸入阶段的简单方式,然后可将其用于控制面罩的出口阀22的定时。

[0099] 除了控制出口阀外,控制器还可以在吸气时间或呼气时间期间关闭风扇。这为面罩提供了不同的操作模式,其可以用于节省功耗。

[0100] 对于给定的驱动水平(即电压),由于风扇叶片上的负载减少,风扇转速在风扇两端压力较低时增加。这使得流量增加。因此,风扇速度与压力差之间存在反向关系。

[0101] 这种反向关系可以在校准过程中获得,也可以由风扇制造商提供。校准过程例如涉及在指示受试者以正常呼吸规律地吸气和呼气的时段内分析风扇速度信息。然后,可以将捕获的风扇速度信息与呼吸周期进行匹配,然后可以根据其来设置阈值,以区分吸气和呼气。

[0102] 图3示出了包含风扇、止回阀和感测装置24的模块的一种可能设计。该模块包括印刷电路板34,其在一侧上承载电池32和传感器装置24,并且风扇20和阀22被安装在另一侧上。盖36被提供在顶侧上方。感测装置面向面罩外部。

[0103] 图4A示意性地示出了相对于时间的转子位置(作为测量的传感器电压)。

[0104] 可以从直流电压到风扇的交流分量的频率(由电动机中的开关事件引起)的频率来测量转速。该交流分量源自风扇吸入的电流变化,所述变化施加于电源的阻抗。

[0105] 图4A将吸入期间的信号显示为曲线40,并且将呼出期间的信号显示为曲线42。呼气期间的频率降低是由于压力梯度增加导致风扇负载增加所致。因此,观察到的频率变化是由呼吸周期中不同的风扇表现引起的。

[0106] 图4B通过绘制风扇转速与时间的关系曲线显示了频率随时间的变化。在相继的最大值和最小值之间,风扇转速 $\Delta$ 风扇存在最大差异,并且这与呼吸深度有关。这是从风扇旋转信号导出的第一值。这些点之间的时间用于导出第二值,例如与该时间段相对应的频率(其然后是呼吸频率的两倍)。

[0107] 注意,可以从原始风扇旋转信号获得第一值,或者可以首先进行平滑。因此,基于未处理的实时速度或经处理的速度,至少有两种不同的两种方法来计算最大摆幅。实际上,存在添加在实时信号上的噪声或其他波动。可以使用平滑算法来处理实时信号并从经平滑的信号计算所述第一值。

[0108] 在呼气过程中,风扇操作会将空气从面部和面罩之间的区域中挤出。因为呼气变得更容易,所以这提高了舒适度。它还可以将额外的空气吸入面部,从而降低温度和相对湿度。在吸气和呼气之间,风扇操作提高舒适度,因为新鲜空气被吸入面部与面罩之间的空间,从而冷却该空间。

[0109] 在吸气期间,出口阀(主动或被动)关闭,并且风扇可以关闭以节省功率。这提供了基于检测呼吸周期的操作模式。

[0110] 如果在部分呼吸循环中关闭了风扇,并且因此无法提供压力信息,则从先前的呼吸循环中可以推断出吸入和呼出阶段的准确时间。

[0111] 对于风扇辅助呼气,需要在出口阀再次打开之前恢复电源。这也可以确保下一个吸气-呼气周期保持适当的时间,并提供足够的压力和流量。

[0112] 使用这种方法很容易实现约30%的节电,从而延长了电池寿命。替代地,可以将风扇的功率增加30%,以提高效率。

[0113] 利用不同的风扇和阀配置,风扇转速的测量使得能够控制来实现增加的舒适度。

[0114] 在过滤器与风扇串联的风扇配置中,压力监测可用于测量过滤器的流阻,特别是基于跨风扇和过滤器的压降。当面罩不在脸上一段时间后,可以在开机时执行此操作。该阻抗可以用作过滤器寿命的替代。

[0115] 如上所述,使用电子换向无刷直流电动机的风扇具有内部传感器,所述传感器测量转子的位置并以使转子旋转的方式切换通过线圈的电流。

[0116] 图5示出了H桥电路,其用作逆变器以从直流电源VDD,GND向电动机的定子线圈50生成交流电压。逆变器具有一组开关S1至S4,以在线圈50两端生成交流电压。开关由取决于转子位置的信号控制,并且这些转子位置信号可用于监视风扇的旋转。

[0117] 如上所述,所述系统优选地测量环境温度和湿度。可以将这两个测量结果组合以提供舒适水平的量度,例如称为热指数的量度。图6显示了相对湿度(%RH)与温度(摄氏度)的关系图。不同区域的阴影不同,以显示不同的热指数值。

[0118] 热指数是环境温度(T),环境温度的平方,环境湿度水平(rh)和环境湿度水平的平方的函数。一个示例是:

[0119] 
$$\begin{aligned} \text{指数}_{\text{热}} = & -42.379 + (2.04901523 \times T) + (10.14333127 \times rh) \\ & - (0.22475541 \times T \times rh) - (6.83783 \times 10^{-3} \times T^2) \\ & - (5.481717 \times 10^{-2} \times rh^2) + (1.22874 \times 10^{-3} \times T^2 \times rh) \\ & + (8.5282 \times 10^{-4} \times T \times rh^2) - (1.99 \times 10^{-6} \times T^2 \times rh^2) \end{aligned}$$

[0120] 热指数给出不同温度和相对湿度条件下的舒适的程度的量度。例如,将少于29的问题归类为无不适,将29到34.5归类为可接受,34.5到39被归类为某种不适,39到45归类为严重不适,45到54归类为危险,超过54则归类为即将来临的中暑。因此,指标值越高,感觉越不适。当 $T > 10^{\circ}\text{C}$ 时,适用热指数。对于 $T < 10^{\circ}\text{C}$ ,应考虑其他寒冷参数。

[0121] 控制器使用下表1来设置风扇初始转速:

[0122] 表1

热指数	<29	29-34.5	34.5-39	39-45	>45
T > 10 deg.	4000rpm	5000rpm	6000rpm	7000rpm	8000rpm
T < 10 deg.	4000rpm				

[0124] 当 $T > 10^{\circ}\text{C}$ 时,风扇的初始转速随着热指数的增加而增加。当 $T < 10^{\circ}\text{C}$ 时,提供了相对

低的风扇旋转。低的风扇旋转可以确保用户不感到太冷。

[0125] 表中的旋转速度当然仅是示例。

[0126] 风扇旋转信号是实时获得的,代表呼吸深度的第一值和代表呼吸深度的第二值被连续地监控。成年人休息时的正常呼吸频率为12-18bpm(每分钟呼吸),当人们进行活动(例如跑步,快走或骑自行车)时,呼吸速率会增加。

[0127] 采样窗口应至少包含1个呼吸周期,否则将无法获得呼吸频率。

[0128] 代表呼吸深度的第一值可以基于如图4B所示的(至少一次呼吸,例如5秒)采样窗口内捕获的旋转速度的最大摆幅:

[0129]  $\Delta \text{风扇} = \text{风扇}(\text{最大}) - \text{风扇}(\text{最小})$

[0130] 表示呼吸速率的第二值可以由对应于那些最大值和最小值的定时差的频率给出:

[0131]  $f = 1 / |t_{\text{风扇}(\text{最大})} - t_{\text{风扇}(\text{最小})}|$

[0132] 因此,所述第二值是基于风扇转速的相继最大值与最小值之间的时间的频率。同样,可以从原始风扇旋转信号获得第二值,或者可以首先进行平滑。

[0133] 呼吸速率可以定义为 $0.5f$ 。对于 $f$ 的计算,另一种方法是确定从下降(上升)到上升(下降)的拐点。

[0134] 为了实时调节风扇转速,一个示例使用了如下所示的查找表2。

[0135] 以下有四个子表。每个针对不同的呼吸速率范围(即,第二值的不同范围),并且每个示出呼吸深度(即第一值  $\Delta$  风扇)如何改变需要改变风扇速度的方式。

[0136] 表2

风扇_水平	基线转速	$8 \leq f < 15 \text{ bpm}$					
		$\Delta$ 风扇	$\Delta$ 风扇	$\Delta$ 风扇	$\Delta$ 风扇	$\Delta$ 风扇	$\Delta$ 风扇
		100-350 (rpm)	350-550 (rpm)	550-650 (rpm)	650-1000 (rpm)	1000-1400 (rpm)	>1400 (rpm)
1	5500 (49%)	-	风扇+	风扇+	风扇++	风扇++	风扇++
[0137] 2	6500 (60%)	风扇-	-	风扇+	风扇+	风扇++	风扇++
3	7400 (74%)	风扇-	风扇-	风扇-	-	风扇+	风扇++
4	8000 (84%)	风扇--	风扇--	风扇-	风扇-	-	风扇+
5	8500 (89%)	风扇--	风扇--	风扇-	风扇-	-	-

[0138]

风扇_水平	基线转速	15≤f<21 bpm					
		Δ 风扇	Δ 风扇	Δ 风扇	Δ 风扇	Δ 风扇	Δ 风扇
		100-350 (rpm)	350-550 (rpm)	550-650 (rpm)	650-1000 (rpm)	1000-1400 (rpm)	>1400 (rpm)
1	5500 (49%)	-	风扇+	风扇+	风扇++	风扇++	风扇++
2	6500 (60%)	风扇-	-	风扇+	风扇+	风扇++	风扇++
3	7400 (74%)	风扇-	风扇-	风扇-	-	风扇+	风扇++
4	8000 (84%)	风扇--	风扇--	风扇-	风扇-	-	风扇+
5	8500 (89%)	风扇--	风扇--	风扇-	风扇-	-	-

[0139]

风扇_水平	基线转速	21≤f<30 bpm					
		Δ 风扇	Δ 风扇	Δ 风扇	Δ 风扇	Δ 风扇	Δ 风扇
		100-350 (rpm)	350-550 (rpm)	550-650 (rpm)	650-1000 (rpm)	1000-1400 (rpm)	>1400 (rpm)
1	5500 (49%)	-	风扇+	风扇+	风扇++	风扇++	风扇++
2	6500 (60%)	风扇-	-	风扇+	风扇+	风扇++	风扇++
3	7400 (74%)	风扇-	风扇-	风扇-	-	风扇+	风扇++
4	8000 (84%)	风扇--	风扇--	风扇-	风扇-	-	风扇+
5	8500 (89%)	风扇--	风扇--	风扇-	风扇-	-	-

风扇_水平	基线转速	f≥30 bpm					
		Δ 风扇	Δ 风扇	Δ 风扇	Δ 风扇	Δ 风扇	Δ 风扇
		100-350 (rpm)	350-550 (rpm)	550-650 (rpm)	650-1000 (rpm)	1000-1400 (rpm)	>1400 (rpm)
1	5500 (49%)	-	风扇+	风扇+	风扇++	风扇++	风扇++
2	6500 (60%)	风扇-	-	风扇+	风扇+	风扇++	风扇++
3	7400 (74%)	风扇-	风扇-	风扇-	-	风扇+	风扇++
4	8000 (84%)	风扇--	风扇--	风扇-	风扇-	-	风扇+
5	8500 (89%)	风扇--	风扇--	风扇-	风扇-	-	-

[0141] 在每个子表中，“-”表示风扇速度将保持在当前水平运行，“风扇+，风扇-，风扇++和风扇--”表示如何更改风扇速度。

[0142] 可以看出，风扇速度的期望变化取决于风扇速度的当前水平（因此，其趋向于由“-”指示的期望值），呼吸速率（每分钟呼吸次数）以及呼吸深度 Δ 风扇。

[0143] 风扇+，风扇-，风扇++和风扇--的含义由下面的表3明确。

[0144] 表3

热指数	<34.5	34.5-45	>45
风扇+	n=1	n=2	n=3
风扇++	n=2	n=3	n=3
风扇-	n=2	n=1	n=1
风扇--	n=3	n=2	n=1

[0146] 值n表示在上表中的风扇速度设置1到5之间，风扇速度发生了多少阶跃变化。

[0147] 例如，如果当前风扇级别为1级，并且n=3（例如，对于场景：“风扇+”并且且热指数>45），则风扇应更改为4级（1+3）。

[0148] 对于初始风扇速度确定，当用户打开风扇时，需要合适的初始风扇速度，而并不总是从最低速度开始。由于热指数通常可以反映用户在不同环境条件下的舒适水平，因此如上所述，热指数用于设置初始速度。

[0149] 当实时调整风扇速度时，呼吸频率和呼吸量随着用户的活动而变化。例如，以12bpm的呼吸速度和0.5L的潮气正常坐着时，在风扇水平约为5500rpm时，将很可能导致<350rpm的风扇速度变化（Δ 风扇）（请参见上表2）。如果活动增加，例如从坐着走到步行（例如20bpm，1L体积），则 Δ 风扇将增加到350rpm以上，这需要增加风扇水平。热指数用于帮助确定应将风扇更改为哪个级别。

[0150] 上表仅提供一种详细的实现方式,当然,不同的风扇设计等可能有不同的版本。

[0151] 面罩可以只覆盖鼻子和嘴(如图1所示),也可以是全脸面罩。面罩用于过滤环境空气。

[0152] 上述面罩设计具有由过滤材料形成的主气室,用户可通过该主气室吸入空气。

[0153] 如上所述,另一种面罩设计具有与风扇串联的过滤器。在这种情况下,风扇辅助用户通过过滤器吸入空气,从而降低了用户的呼吸强度。出口阀使得呼出的空气能够被排出,并且入口阀可以被提供在入口处。

[0154] 本发明可以再次应用于检测由呼吸引起的压力变化,以控制入口阀和/或出口阀。在此示例中,需要在吸气期间打开风扇,以帮助用户通过串联过滤器吸入空气,但是在呼气期间,当出口阀打开时,可以将风扇关闭。因此,当不需要风扇操作时,导出的压力信息可以再次用于控制风扇以节省功率。也可以实现对面罩是否被佩戴的检测。

[0155] 可以看出,本发明可以应用于许多不同的面罩设计中,具有风扇辅助的吸入或呼出,以及由过滤膜形成的气室或密封的气室。

[0156] 因此,如上所述的一种选择是使用风扇仅用于例如在排气门打开时将空气从气室内部抽吸到外部。在这种情况下,可以通过风扇将面罩体积内部的压力保持在外部大气压力以下,从而在呼气期间干净的过滤后的空气会净流入面罩体积。因此,可能在呼气期间由风扇并且在吸气期间(当风扇可能关闭时)由用户引起低压。

[0157] 一个替代选择是使用风扇,仅用于将空气从周围环境抽取到气室内部。在这种情况下,风扇操作以增加气室中的压力,但是使用中的气室中的最大压力保持比气室外部的压力高 $4\text{cmH}_2\text{O}$ 以下,特别是因为不旨在高压辅助呼吸。因此,可以使用低功率风扇。

[0158] 在所有情况下,气室内部的压力优选地保持高于外部大气压力低于 $2\text{cmH}_2\text{O}$ ,或甚至低于 $1\text{cmH}_2\text{O}$ 或甚至低于 $0.5\text{cmH}_2\text{O}$ 。因此,所述防污染面罩不用于提供连续的正气道压力,并且不是用于向患者输送治疗的面罩。

[0159] 面罩优选地是电池驱动的,因此特别关注低功率操作。

[0160] 在以上示例中,基于采样窗口期间风扇转速的最大摆幅导出了与呼吸深度有关的第一值。可以使用对风扇转速的其他分析。例如,可以使用相对于平均风扇速度的最大正偏差或相对于平均风扇速度的最大负偏差。风扇速度的波动可能是采样窗口内任何一个呼吸周期的最大值,也可能是整个采样窗口内观察到的最低风扇速度与最高风扇速度之间的差。在导出第一值之前,可以首先采取其他统计措施,例如平均或移动平均。极值可以被过滤掉,例如以排除诸如打喷嚏或咳嗽之类的事件。

[0161] 因此,存在不同的方式来导出第一值,并且可以执行比上述更复杂的信号处理。然而,通常,风扇转速的变化幅度与呼吸深度之间存在相关性。

[0162] 在以上示例中,基于风扇转速的相继最大值和最小值之间的时间,导出与呼吸速率有关的第二值。可以使用对风扇转速的其他分析。例如,时间可以在相继的最大值之间(因此不使用最小值的时间),或者在相继的最小值之间(因此不使用最大值的时间)。也可能有在时间窗口上的平均值,并且可以执行其他处理以例如排除诸如打喷嚏或咳嗽的事件,如上所述。因此,可以执行更复杂的信号处理来确定呼吸速率,例如平均或移动平均。

[0163] 因此,有不同的方法可以导出第二值。但是,通常,风扇转速的变化与呼吸频率之间的定时之间存在相关性。

[0164] 风扇速度由多个可能的风扇速度值控制。因此,不仅将风扇速度控制在开风扇速度和零(关)风扇速度之间。可能有3、4、5或更多个不同的风扇速度设置。上面的示例有5种风扇速度设置,但可能有5种以上。

[0165] 所述风扇速度被设置为多个非零风扇速度中选定的一个。面罩可以将风扇驱动至这些风扇速度中的任何一种。如上所述,可以存在风扇可以设置的风扇速度的离散的集合,或者在一定范围内可以有连续的风扇速度,然后算法可以在该可能的范围内选择任何期望的风扇速度。

[0166] 图7示出了面罩操作方法。

[0167] 所述方法包括:

[0168] 在步骤70中,使用风扇将气体吸入面罩的气室中和/或从中引出气体。

[0169] 在步骤72中,确定风扇的转速;

[0170] 在步骤74中,根据所确定的风扇转速或风扇转速的变化导出与呼吸深度有关的第一值和与呼吸速率有关的第二值;

[0171] 在步骤76中,测量所述气室外部的环境温度;

[0172] 以及所述气室外部的环境湿度水平;

[0173] 在步骤78,根据所述第一值、所述第二值、所述环境温度和所述环境湿度水平来设置风扇速度。

[0174] 所述方法任选地包括在步骤80中确定所述面罩未被佩戴,并且然后基于所述第一值或所述第一值和所述第二值关闭风扇。

[0175] 如上所述,实施例利用可以用软件和/或硬件以多种方式实现的控制器来执行所需的各种功能。处理器是控制器的一个示例,其采用可以使用软件(例如,微代码)编程的一个或多个微处理器来执行所需的功能。然而,控制器可以在采用或不采用处理器的情况下实现,并且还可以被实现为用于执行一些功能的专用硬件与用于执行其他功能的处理器(例如,一个或多个编程的微处理器和相关联的电路)的组合。

[0176] 可以在本公开的各种实施例中使用的控制器部件的范例包括但不限于,常规微处理器、专用集成电路(ASIC)和现场可编程门阵列(FPGA)。

[0177] 在各种实现方式中,处理器或控制器可以与一个或多个存储介质相关联,诸如易失性和非易失性计算机存储器,诸如RAM、PROM、EPROM和EEPROM。存储介质可以编码有一个或多个程序,所述程序当在一个或多个处理器和/或控制器上运行时执行所需的功能。各种存储介质可以固定在处理器或控制器内,或者可以是可转移的,使得存储在其上的一个或多个程序可以加载到处理器或控制器中。

[0178] 本领域技术人员通过研究附图、公开内容以及权利要求书,在实践请求保护的本发明时能够理解并且实现对所公开的实施例的其他变型。在权利要求中,“包括”一词不排除其他元件或步骤,并且词语“一”或“一个”不排除多个。尽管特定措施是在互不相同的从属权利要求中记载的,但是这并不指示不能有利地使用这些措施的组合。权利要求书中的任何附图标记不应被解释为对范围的限制。



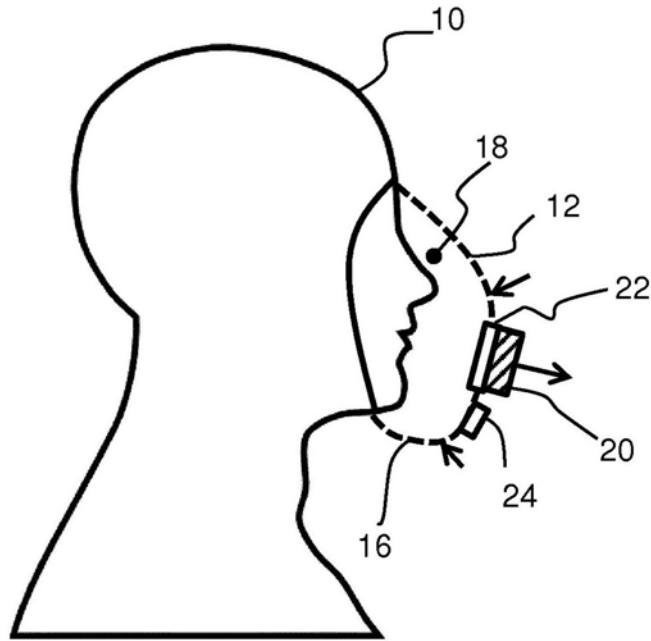


图1

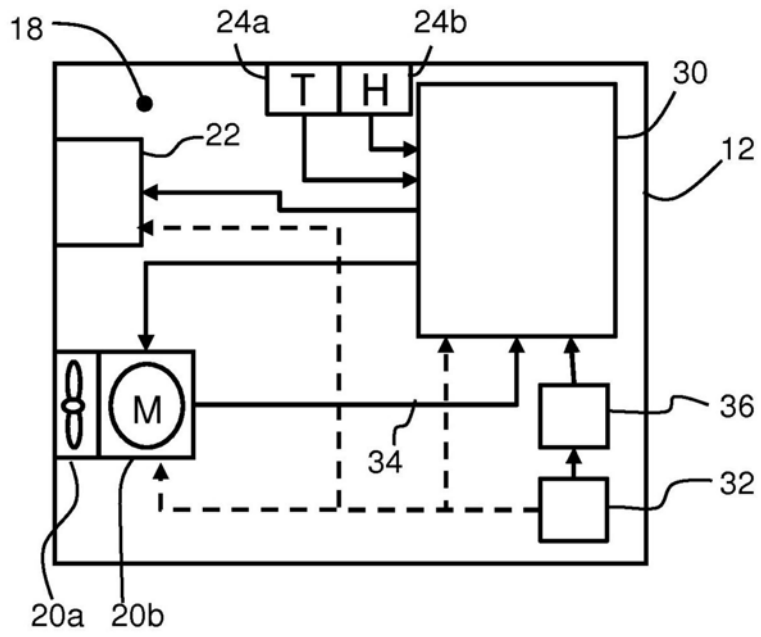


图2

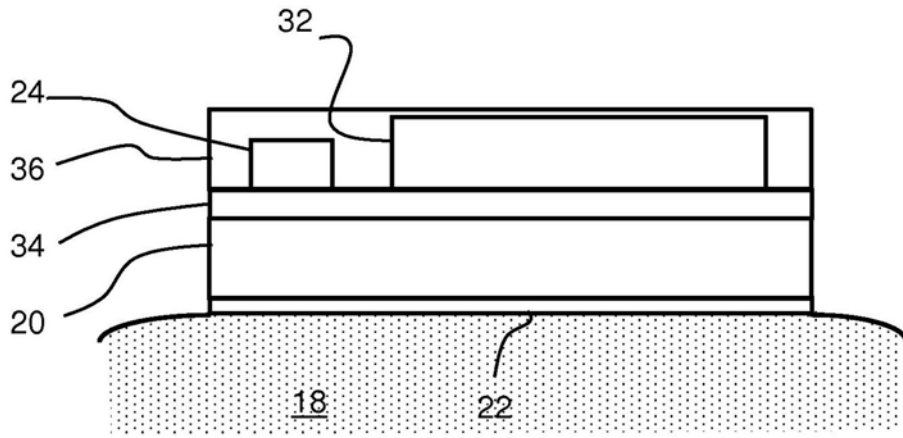


图3

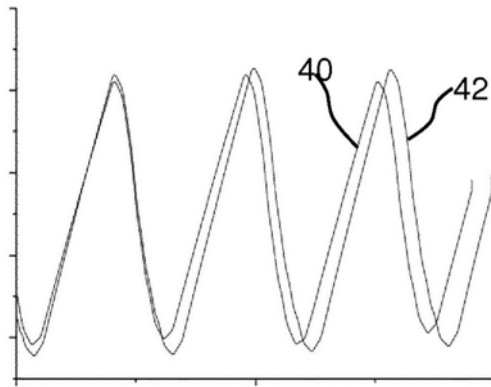


图4A

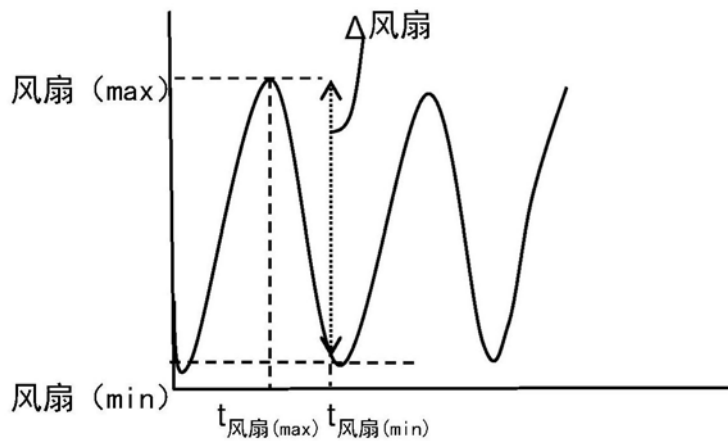


图4B

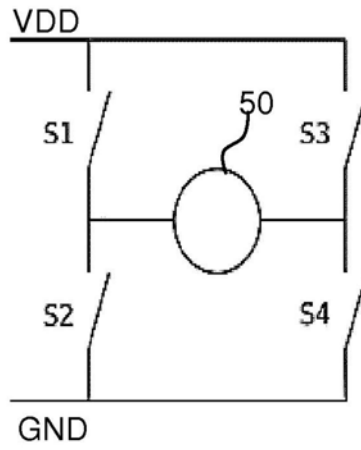


图5

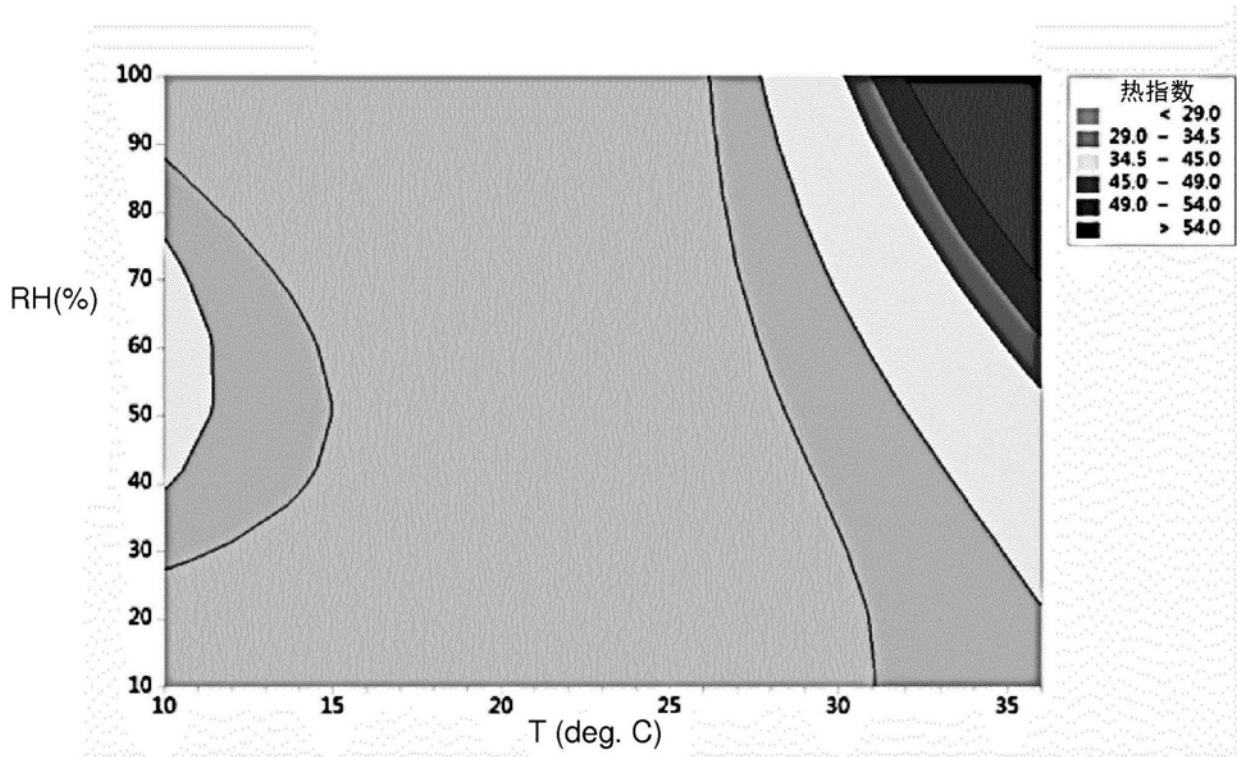


图6

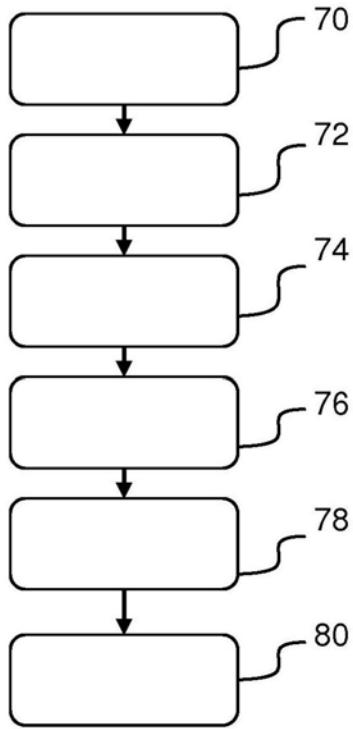


图7