(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 114845632 A
(43)申请公布日 2022.08.02

(21)申请号 202080085934.3
(22)申请日 2020.12.04
(30)优先权数据
62/947,350 2019.12.12 US
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2022.06.10
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2020/084591 2020.12.04
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2021/115946 EN 2021.06.17
(71)申请人 皇家飞利浦有限公司
地址 荷兰艾恩德霍芬市
(72)发明人 R·布依扎 F·维卡里奥
(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所 11256
专利代理师 杨飞
(51)Int.Cl.
*A61B 5/083*(2006.01)

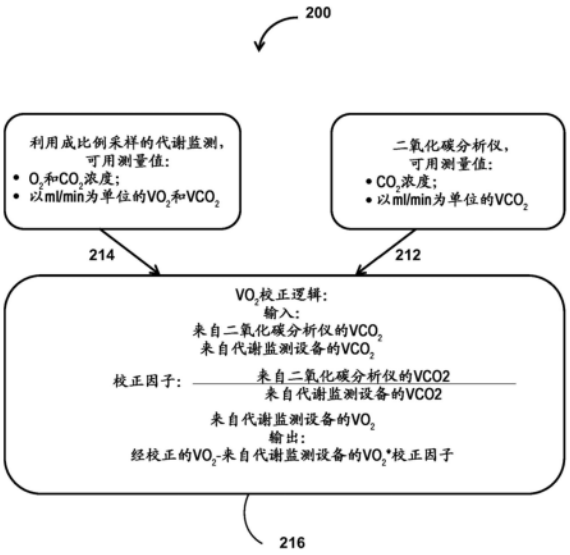
权利要求书3页 说明书11页 附图6页

(54)发明名称

用于代谢测量的系统和方法

(57)摘要

本公开涉及用于代谢测量的系统，系统包括：代谢监测器，其被配置为确定在一次或多次呼吸期间，由受试者呼出的呼出气体的一部分中的O2和CO2的第一浓度测量值；以及基于所确定的第一O2浓度和所确定的第一CO2浓度，确定受试者在一次或多次呼吸期间的第一O2消耗速率(VO2)和第一CO2体积产量(VCO2)；CO2监测器，其被配置用于确定在一次或多次呼吸期间，呼出气体中的第二CO2浓度测量值；以及基于所测量的第二CO2浓度，确定受试者的第二CO2体积产量(VCO2)；以及处理器，其被配置为基于所确定的第一VCO2和第二VCO2来确定校正因子；以及使用校正因子和第一VO2来确定经校正的第一VO2。




CN 114845632 A

1.一种用于代谢测量的系统(10),所述系统包括:

代谢监测器(16),其被配置为:

确定由受试者在一次或多次呼吸期间呼出的呼出气体的一部分中的O2和CO2的第一浓度测量值;以及

基于所确定的所述呼出气体的所述部分中的第一O2浓度和所确定的所述呼出气体的所述部分中的第一CO2浓度,确定所述受试者在所述一次或多次呼吸期间的第一O2消耗速率(VO2)和第一CO2体积产量(VCO2);

CO2监测器,其被配置为:

确定由所述受试者在所述一次或多次呼吸期间呼出的呼出气体中的第二CO2浓度测量值;以及

基于所测量的第二CO2浓度,确定所述受试者在所述一次或多次呼吸期间的第二CO2体积产量(VCO2);以及

一个或多个物理计算机处理器(20),其操作性地连接所述代谢监测器和所述CO2监测器,所述一个或多个物理计算机处理器由计算机可读指令配置为:

基于所确定的所述第一VCO2和所述第二VCO2,确定校正因子;以及

使用所述校正因子和所述第一VO2来确定经校正的第一VO2。

2.根据权利要求1所述的系统,其中所述校正因子被确定为来自所述CO2监测器的所述第二VCO2和来自所述代谢监测器的所述第一VCO2的商。

3.根据权利要求1所述的系统,其中所述经校正的第一VO2是所述校正因子和所述第一VO2的乘积。

4.根据权利要求1所述的系统,其中所述CO2监测器是二氧化碳描记器。

5.根据权利要求1所述的系统,其中所述一个或多个物理计算机处理器被配置为使用所述校正因子和所确定的所述第一VCO2来确定经校正的第一VCO2。

6.根据权利要求5所述的系统,其中所述一个或多个物理计算机处理器被配置为基于所述经校正的第一VO2和所述经校正的第一VCO2来确定所述受试者的代谢状态。

7.根据权利要求5所述的系统,其中所述一个或多个物理计算机处理器被配置为基于所述经校正的第一VO2和所述经校正的第一VCO2来测量能量消耗(EE)和/或呼吸商(RQ)。

8.根据权利要求1所述的系统,其中:

所述代谢监测器包括多个传感器(17),所述多个传感器(17)被配置为输出与所述受试者在一次或多次呼吸期间的一个或多个呼吸参数有关的信号;并且

所述一个或多个物理处理器还被配置为:基于所述受试者的所述一个或多个呼吸参数,确定由所述受试者呼出的所述呼出气体的所述部分中的O2和CO2的所述第一浓度测量值。

9.根据权利要求8所述的系统,其中所述一个或多个传感器(17)包括流速传感器(21),所述流速传感器(21)被配置为测量在所述一次或多次呼吸中所述呼出气体的所述部分的流速。

10.根据权利要求1所述的系统,其中:

所述CO2监测器包括多个传感器(25),所述多个传感器被配置为输出与所述受试者在一次或多次呼吸期间的一个或多个呼吸参数有关的信号;并且

所述一个或多个物理处理器还被配置为基于所述受试者的所述一个或多个呼吸参数，确定由所述受试者呼出的所述呼出气体中的所述第二CO2浓度测量值。

11.根据权利要求10所述的系统，其中所述一个或多个传感器(25)包括流速传感器(29)，所述流速传感器(29)被配置为测量在所述一次或多次呼吸中所述呼出气体的流速。

12.根据权利要求1所述的系统，其中所述代谢监测器包括O2传感器(13)和/或CO2传感器(11)中的一项或多项。

13.根据权利要求1所述的系统，其中所述CO2监测器包括CO2传感器(27)和/或流速传感器(29)中的一项或多项。

14.一种用于代谢测量的方法，所述方法包括：

利用代谢监测器(16)，确定由受试者在一次或多次呼吸期间呼出的所述呼出气体的一部分中的O2和CO2的第一浓度测量值；

利用所述代谢监测器，基于所确定的所述呼出气体的所述部分中的第一O2浓度和所确定的所述呼出气体的所述部分中的第一CO2浓度，确定所述受试者在所述一次或多次呼吸期间的第一O2消耗速率(VO2)和第一CO2体积产量(VCO2)；

利用CO2监测器(17)，确定由所述受试者在所述一次或多次呼吸期间呼出的所述呼出气体中的第二CO2浓度测量值；

利用所述CO2监测器，基于所测量的第二CO2浓度，确定所述受试者在所述一次或多次呼吸期间的第二CO2体积产量(VCO2)；

利用一个或多个物理计算机处理器(20)，基于所确定的所述第一VCO2和所述第二VCO2来确定校正因子；以及

利用一个或多个物理计算机处理器(20)，使用所述校正因子和所述第一VO2来确定经校正的第一VO2。

15.根据权利要求14所述的方法，其中所述校正因子被确定为来自所述CO2监测器的所述第二VCO2与来自所述代谢监测器的所述第一VCO2的商。

16.根据权利要求14所述的方法，其中所述经校正的第一VO2是所述校正因子和所述第一VO2的乘积。

17.根据权利要求14所述的方法，其中所述CO2监测器是被配置成连续测量呼出气体中的CO2浓度的二氧化碳描记器。

18.根据权利要求14所述的方法，进一步包括：利用一个或多个物理计算机处理器，使用所述校正因子和所确定的所述第一VCO2来确定经校正的第一VCO2。

19.根据权利要求18所述的方法，进一步包括：利用一个或多个物理计算机处理器，基于所述经校正的第一VO2和所述经校正的第一VCO2确定所述受试者的代谢状态。

20.根据权利要求18所述的方法，进一步包括：利用一个或多个物理计算机处理器，基于所述经校正的第一VO2和所述经校正的第一VCO2来确定能量消耗(EE)和/或呼吸商(RQ)。

21.根据权利要求14所述的方法，进一步包括：

利用所述代谢监测器中的多个传感器(17)，提供与所述受试者在一次或多次呼吸期间的一个或多个呼吸参数有关的输出信号；以及

利用一个或多个处理器，基于来自所述传感器的所述输出信号，确定所述受试者的所述呼出气体的所述部分中的O2和CO2的所述第一浓度测量值。

22.根据权利要求21所述的方法,其中所述一个或多个传感器(17)包括被配置为测量所述一次或多次呼吸中,所述呼出气体的所述部分的流速的流速传感器。

23.根据权利要求14所述的方法,进一步包括:

利用所述CO2监测器中的多个传感器(25),提供与所述受试者在一次或多次呼吸期间的一个或多个呼吸参数有关的输出信号;以及

利用一个或多个处理器,基于来自所述传感器的所述输出信号,确定所述受试者的所述呼出气体中的所述第二CO2浓度测量值。

24.一种用于代谢测量的系统,所述系统包括:

用于确定由受试者在一次或多次呼吸期间呼出的呼出气体的一部分中的O2和CO2的第一浓度测量值的装置;

用于基于所确定的所述呼出气体的所述部分中的第一O2浓度和所确定的所述呼出气体的所述部分中的第一CO2浓度来确定所述受试者在所述一次或多次呼吸期间的第一O2消耗速率(VO2)和第一CO2体积产量(VCO2)的装置;

用于确定由所述受试者在所述一次或多次呼吸期间呼出的所述呼出气体中的第二CO2浓度测量值的装置;

用于基于所测量的第二CO2浓度来确定所述受试者在所述一次或多次呼吸期间的第二CO2体积产量(VCO2)的装置;

用于基于所确定的所述第一VCO2和所述第二VCO2来确定校正因子的装置;以及

用于使用所述校正因子和所述第一VO2来确定经校正的第一VO2的装置。

# 用于代谢测量的系统和方法

## 技术领域

[0001] 本公开涉及用于代谢测量的系统和方法。

## 背景技术

[0002] 代谢监测设备通常被用于评估特定受试者的能量消耗。然而，这样的系统可能笨重和/或缺乏准确性。能量增加不足的(例如，在ICU停留期间)可能增加发病率，并且过量可能导致高血糖症、高二氧化碳产生量(在具有受损的呼吸功能或呼吸衰竭的受试者中具有可能的有害作用)、血脂异常和/或肝脂肪变性。本发明克服了现有技术系统中的缺陷。

## 发明内容

[0003] 因此，本公开的一个或多个方面涉及系统。本公开涉及用于代谢测量的系统，系统包括：代谢监测器，其被配置为确定在一次或多次呼吸期间，由受试者呼出的气体的一部分中的O2和CO2的第一浓度测量值；以及基于所确定的呼出气体的部分中的第一O2浓度和所确定的呼出气体的部分中的第一CO2浓度，确定一次或多次呼吸期间的第一O2消耗速率(VO2)和第一CO2体积产量(VCO2)；CO2监测器，其被配置为确定在一次或多次呼吸期间，由受试者呼出的气体中的第二CO2浓度测量值；以及基于所测量的第二CO2浓度，确定受试者在一次或多次呼吸期间的第二CO2体积产量(VCO2)；以及与多个传感器、代谢监测器和CO2监测器可操作地连接的一个或多个物理计算机处理器，一个或多个物理计算机处理器由计算机可读指令配置为基于所确定的第一VCO2和第二VCO2，确定校正因子；以及使用校正因子和第一VO2，确定经校正的第一VO2。

[0004] 本公开的另一方面涉及方法，方法包括：利用代谢监测器，确定在一次或多次呼吸期间，由受试者呼出的气体的一部分中的O2和CO2的第一浓度测量值；利用代谢监测器，基于所确定的呼出气体的部分中的第一O2浓度和所确定的呼出气体的部分中的第一CO2浓度，确定受试者在一次或多次呼吸期间的第一O2消耗速率(VO2)和第一CO2体积产量(VCO2)；利用CO2监测器，确定受试者在一次或多次呼吸期间呼出的气体中的第二CO2浓度测量值；利用CO2监测器，基于所测量的第二CO2浓度，确定受试者在一次或多次呼吸期间的第二CO2产量(VCO2)；利用一个或多个物理计算机处理器，基于所确定的第一VCO2和第二VCO2来确定校正因子；以及利用一个或多个物理计算机处理器，使用校正因子和第一VO2来确定经校正的第一VO2。

[0005] 本公开的又一方面涉及用于代谢测量的系统。系统包括：用于确定在一次或多次呼吸期间，由受试者呼出的气体的一部分中的O2和CO2的第一浓度测量值的装置；用于基于所确定的呼出气体的部分中的第一O2浓度和所确定的呼出气体的部分中的第一CO2浓度来确定受试者在一次或多次呼吸期间的第一O2消耗速率(VO2)和第一CO2体积产量(VCO2)的装置；用于确定在一次或多次呼吸期间，由受试者呼出的气体中的第二CO2浓度测量值的装置；用于基于所测量的第二CO2浓度，确定受试者在一次或多次呼吸期间的第二CO2体积产量(VCO2)的装置；用于基于所确定的第一VCO2和第二VCO2来确定校正因子的装置；以及用

于使用校正因子和第一VO2来确定经校正的第一VO2的装置。

[0006] 通过参考附图考虑以下描述和所附权利要求，本公开的这些和其他目的、特征和特性以及结构的相关元件的操作方法和功能以及部件的组合和制造的经济性将变得更加明显，所有附图本说明书的一部分，其中相同的附图标记在各个附图中表示对应的部件。然而，应当清楚地理解，附图仅用于例示和描述的目的，而不旨在作为本公开的限制的限定。

## 附图说明

[0007] 图1是根据一个或多个实施例的被配置为确定代谢测量值的系统的示意图；

[0008] 图2图示了根据一个或多个实施例的被配置用于确定代谢测量值的模型的示意图；

[0009] 图3图示了根据一个或多个实施例的表示不同VCO2测量值的曲线的示例；

[0010] 图4图示了根据一个或多个实施例的表示不同VCO2测量值的曲线的示例；

[0011] 图5图示了根据一个或多个实施例的表示不同VO2测量值的曲线的示例；

[0012] 图6图示了根据一个或多个实施例的针对代谢测量确定校正因子的方法。

## 具体实施方式

[0013] 除非上下文另有明确说明，否则如本文所使用的，单数形式的“一(a)”、“一个(an)”和“所述(the)”包括复数指代。除非上下文另有明确说明，否则如本文所使用的，术语“或者”意指“和/或”。如本文中所使用的，两个或更多个部件或组件被“耦合”的表述将意味着这些部件被直接地或间接地(即，借助一个或多个中间部件或组件)连接或一起操作，只要发生链接。如本文中所使用的，“直接耦合”意味着两个元件彼此直接接触。如在本文中所使用的，“固定地耦合”或“固定”意味着两个组件被耦合为一个组件移动，同时保持相对于彼此的恒定取向。

[0014] 如在本文中所使用的，词语“一体的”是指组件被创建为单件或单元。也就是说，包括单独制造然后作为单元耦合在一起的零件的组件不是“一体的”组件或主体。如本文所使用的，两个或更多个部件或组件彼此“接合”的表述应意指部件直接或借助一个或多个中间部件或组件对彼此施加力。如本文所使用的，术语“数量”应意指一或大于一的整数(即，多个)。

[0015] 本文中使用的方向短语(诸如例如但不限于，顶部、底部、左、右、上、下、前、后及其派生词)涉及附图中示出的元件的取向，并且除非在其中明确陈述，否则不限制权利要求。

[0016] 在临床实践中(例如，在重症监护室(ICU)中)，患者通常不能获得足够的卡路里。通常，应避免过量的低热量或高热量进食。具体地，在ICU停留期间，能量增加不足、发病率的增加和过量进食可导致高血糖症、高二氧化碳产量(在具有受损的呼吸功能或呼吸衰竭的患者中可能具有有害作用)、血脂异常和/或肝脂肪变性。目前使用的方法使用昂贵且笨重的代谢监测设备来评估患者的特定能量消耗。通常，代谢监测设备具有混合室，在混合室中，根据二氧化碳和氧气浓度来分析来自患者的气体，以估计二氧化碳产量(VCO2)、氧气消耗(VO2)并因此估计该特定患者的代谢需求。在一些实施例中，氧气消耗可以被确定为O2体积消耗和/或O2质量消耗。由于在体积大的混合室中使用传感器，因此估计氧气消耗可能需要更多的时间来进行可靠的测量。为了估计患者产生的二氧化碳，通常使用CO2监测器(例

如二氧化碳描记器)。

[0017] 可能存在具有较小混合室的较小代谢监测器。它们能够具有较小的混合室,因为它们对呼吸流的百分比进行连续地采样。然而,由于成比例的流量采样,来自这些监测器的测量值可能是不准确的(当流量在呼吸期间不是恒定的时,可能难以对具有精确的固定百分比的流量进行采样)。通常,在较高流量下,实际采样超过设计值,而在较低流量下,实际采样低于设计值。由于该不准确性,混合室将在呼吸的初始阶段中对更多的气体进行采样,在该阶段中流量处于最大值。这部分呼吸是具有较高浓度二氧化碳的呼吸。采样中的这种不准确性可以在混合室中生成较高的CO2浓度,并因此生成较高的CO2产量计算。在氧气消耗计算中也是如此。

[0018] 系统10(在图1中描述)可以克服现有系统的缺点。系统10利用了来自CO2监测器的VCO2的测量值的可靠性和准确性,该测量值不受按比例采样的问题的影响,因为它是对整个流执行的测量。在一些实施例中,这样的CO2监测器可以包括二氧化碳描记器(capnograph),其监测呼吸气体中的二氧化碳(CO2)的浓度或分压。该测量结合流量测量被用于计算患者产生的二氧化碳。CO2监测器(例如,二氧化碳描记器)不测量患者的O2浓度和O2消耗。系统10使用来自CO2监测器的VCO2测量值来增强代谢监测器测量。具体地,系统10被配置为使用来自CO2监测器的VCO2测量值以及来自代谢监测器的VCO2测量值来计算校正因子,并且将该校正因子应用于来自代谢监测器的VO2消耗计算。该校正因子可以被应用于来自代谢监测器的VO2测量。该校正允许改进了解患者代谢需求所需的生命体征VO2的准确性。

[0019] 在一些实施例中,系统10包括代谢监测器16、CO2监测器17、(多个)传感器18、处理器20、电子存储装置22、(多个)客户端计算平台24、网络26和/或其它组件中的一个或多个。在图1中,代谢监测器16、CO2监测器17、(多个)传感器18、处理器20、电子存储装置22和(多个)客户端计算平台24被示出为单独的实体。在一些实施例中,系统10的一些和/或所有组件和/或其他组件可以被分组为一个或多个单个的设备(例如,用户设备、代谢监测器、CO2监测器、医疗设备等)。在一些实施例中,系统10的一些或全部组件可以共同位于同一外壳中并且彼此直接通信以及与受试者直接通信。在一些实施例中,代谢监测器16、CO2监测器17、(多个)传感器18、处理器20和系统10的其它组件可以经由有线或无线连接彼此通信。在一些实施例中,系统10可以包括受试者接口90,其被配置为向受试者提供可呼吸气体和/或从受试者收集呼出气体。在一些实施例中,受试者接口90被配置为与系统10内或外的其他组件(例如,代谢监测器16、CO2监测器、传感器或其他组件等)连接。在一些实施例中,受试者接口可以被包括在代谢监测器16和/或CO2监测器17中。

[0020] 代谢监测器16被配置为提供关于受试者的代谢状态的信息。在一些实施例中,代谢监测器16被配置为确定在一次或多次呼吸期间,由受试者呼出的气体的一部分中的O2和CO2的第一浓度测量值。在一些实施例中,代谢监测器16可以包括一个或多个传感器15,其被配置为输出与受试者吸入和/或呼出气体中的一个或多个气体参数有关的信号。在一些实施例中,传感器15可以包括一个或多个O2浓度传感器13,其被配置为输出与受试者吸入和/或呼出的气体中的O2浓度有关的信号。在一些实施例中,(多个)传感器15包括一个或多个CO2浓度传感器11(例如,非色散红外(NDIR)CO2传感器),其被配置为输出与受试者呼出和/或吸入的气体中的CO2浓度有关的信号。在一些实施例中,传感器(15)可以包括流速传

感器21，其被配置为输出与受试者吸入和/或呼出气体的流速有关的信号。在一些实施例中，代谢监测器16可以包括其他传感器(例如，下文描述的传感器18)。在一些实施例中，代谢监测器(16)包括混合室19，其被配置为收集呼出气体的全部或一部分。在一些实施例中，所有呼出气体进入混合室，在混合室中进行O2和CO2测量。在一些实施例中，呼出气体的一定比例的样本(即，在任何时刻总流量的固定百分比)进入混合室，其余的直接进入环境。

[0021] 在一些实施例中，代谢监测器16可以被配置为确定受试者在一次或多次呼吸期间的第一O2消耗速率(VO2)和第一CO2体积产量(VCO2)。在一些实施例中，VO2和/或VCO2的确定可以基于所确定的呼出气体的部分中的第一O2浓度和所确定的呼出气体的部分中的第一CO2浓度。在一些实施例中，VO2和/或VCO2的确定可以进一步基于受试者的一个或多个呼吸参数。在一些实施例中，一个或多个呼吸参数可以包括呼出气体的流速(例如，由传感器21中包括的流量传感器确定)。

[0022] 在一些实施例中，代谢监测器16可以被配置为：基于氧气消耗(VO2)测量值和二氧化碳产量(VCO2)测量值、及其随时间的变化，提供与受试者的代谢状态有关的信息。在一些实施例中，VO2测量值和VCO2测量值可以被用于估计受试者的能量消耗(EE)和呼吸商(RQ)。能量消耗(EE)可以被用于评估个体的热量需求，而呼吸商(RQ)可以提供与主要用于产生能量的大量营养素(例如，碳水化合物、脂肪、蛋白质等)有关的信息。在一些实施例中，代谢监测器设备是基础代谢率(BMR)设备、静息代谢率(RMR)设备、静息能量消耗(REE)设备和/或能够提供受试者的代谢率的任何设备。

[0023] CO2监测器17被配置为提供与呼吸气体中的二氧化碳产量(VCO2)测量值中的CO2浓度有关的信息。在一些实施例中，CO2监测器17可以包括一个或多个传感器25，其被配置为输出与受试者吸入和/或呼出气体中的一个或多个气体参数有关的信号。在一些实施例中，传感器25可以包括一个或多个CO2浓度传感器27(例如，非色散红外(NDIR)CO2传感器)，其被配置为输出与受试者呼出和/或吸入的气体中的CO2浓度有关的信号。在一些实施例中，传感器25可以包括流速传感器29，其被配置为输出与受试者吸入和/或呼出气体的流速有关的信号。在一些实施例中，CO2监测器17可以包括其他传感器(例如，以下描述的传感器18)。在一些实施例中，CO2监测器17可以被配置为基于CO2浓度测量值来确定二氧化碳产量(VCO2)。在一些实施例中，VCO2还基于受试者的一个或多个呼吸参数(例如，呼出气体的流速)来确定。在一些实施例中，CO2监测器17可以是二氧化碳描记器。可以考虑其他CO2监测器。

[0024] 在一些实施例中，代谢监测器16和/或CO2监测器17的一个或多个功能可以由处理器20承担。在一些实施例中，代谢监测器16和/或CO2监测器17的一个或多个功能可以由这些设备中包括的处理器承担。在一些实施例中，代谢监测器16和/或CO2监测器17的一个或多个功能可以由系统10外部的处理器承担。

[0025] (多个)传感器18被配置为生成输出信号，输出信号传达与受试者12的一个或多个呼吸参数有关的信息，例如，在一次或多次呼吸期间，在一个或多个时间间隔期间和/或连续地。在一些实施例中，一个或多个呼吸参数可以包括与提供给受试者12的可呼吸气体有关的气体参数、与受试者12的呼吸有关的呼吸参数、受试者12的生理参数和/或其它参数。可呼吸气体的一个或多个气体参数可以包括例如可呼吸气体的吸入流速、呼出流速、吸入体积、吸入体积、压力、湿度、温度、加速度、速度和/或其它参数中的一个或多个。与受试者

12的呼吸有关的呼吸参数可以包括潮气量、定时(例如,吸气的开始和/或结束,呼气的开始和/或结束等)、吸气流速、呼气流速、呼吸速率、呼吸气流、持续时间(例如,吸气的持续时间、呼气的持续时间、呼吸周期的持续时间等)、呼吸频率、呼吸的努力情况和/或其他呼吸参数。生理参数可以包括血氧测定参数、脉搏、体温、血压和/或其它生理参数。在一些实施例中,(多个)传感器18可以包括直接(例如,借助与受试者和/或受试者接口的流体连通)测量这样的参数的一个或多个传感器。在一些实施例中,(多个)传感器18可以包括间接(例如,借助来自系统10内或外的其他传感器或其他组件的测量)生成与一个或多个参数有关的输出信号的一个或多个传感器。在一些实施例中,(多个)传感器18可以包括被配置为生成与受试者12的生理参数有关的输出信号的一个或多个传感器。例如,用于测量受试者的心脏参数的心脏传感器、用于检测受试者运动的运动传感器、加速度计、血氧计、音频传感器、视频传感器(相机)和/或其它传感器。

[0026] (多个)传感器18可以包括在系统10内部或外部的多个位置中设置的传感器。例如,在一些实施例中,(多个)传感器18可以被包括在代谢监测器16和/或CO2监测器17中。例如,(多个)传感器18可以包括与受试者12直接耦合、被定位为指向受试者12和/或在其它位置中的传感器(例如相机)。

[0027] 处理器20被配置为在系统10中提供信息处理能力。这样,处理器20可以包括数字处理器、模拟处理器和被设计为处理信息的数字电路、被设计为处理信息的模拟电路、状态机和/或用于电子处理信息的其他机制中的一个或多个。尽管处理器20在图1中被示出为单个实体,但这仅用于例示的目的。在一些实施例中,处理器20可以包括多个处理单元。这些处理单元可以物理地位于同一设备(例如,服务器)内,或者处理器20可以表示协同操作的多个设备(例如,一个或多个服务器、与用户相关联的一个或多个计算设备24、医疗设备、(多个)传感器18、代谢监测器、医院设备、作为外部资源14的一部分的设备、电子存储装置22和/或其它设备)的处理功能。

[0028] 如图1所示,处理器20被配置为执行一个或多个计算机程序组件。一个或多个计算机程序组件可以包括受试者信息组件28、代谢监测器组件30、CO2监测器组件32、校正因子确定组件36、校正组件38和/或其他组件中的一个或多个。处理器20可以被配置为通过软件;硬件;固件;软件、硬件和/或固件的一些组合;和/或用于配置处理器20上的处理能力的其它机制来执行组件28、30、32、36、38和/或其他组件。

[0029] 应理解,尽管图1中将组件28、30、32、36及38图示为共同位于单个处理单元内,但是在处理器20包括多个处理单元的实施例中,组件28、30、32、36、38及/或其它组件中的一个或多个可以位于远离其它组件的位置。对由不同组件28、30、32、36、38和/或下文描述的其它组件提供的功能的描述出于例示性目的,并且不旨在限制,因为组件28、30、32、36和/或38中的任一个可以提供比所描述的更多或更少的功能。例如,组件28、30、32、36和/或38中的一个或多个可以被移除,并且其功能中的一些或全部可以由其他组件28、30、32、36和/或38提供。作为另一示例,处理器20可以被配置为执行一个或多个附加组件,一个或多个附加组件可以执行下文归因于组件28、30、32、36和/或38中的一个的功能中的一些或全部。

[0030] 在一些实施例中,受试者信息组件28可以被配置为确定(和/或获取)与受试者12有关的信息。在一些实施例中,受试者信息组件28可以被配置为确定与受试者的呼吸参数有关的信息。在一些实施例中,与受试者的呼吸参数有关的信息可以从代谢监测器16和/或

CO2监测器17来获取(确定)。在一些实施例中,呼吸参数信息可以包括吸入流速、呼出流速、吸入体积、压力、湿度、温度、加速度、速度、气体组分浓度(例如,O2浓度、CO2浓度等)和/或可呼吸气体的其他参数中的一个或多个。与受试者12的呼吸有关的呼吸参数可以包括潮气量、定时(例如,吸气的开始和/或结束、呼气的开始和/或结束等)、吸入流速、呼出流速、呼吸速率、呼吸气流、持续时间(例如,吸入的持续时间、呼出的持续时间、呼吸周期的持续时间等)、呼吸频率、呼吸的努力情况、呼出和吸入的气体成分浓度(例如,O2浓度、CO2浓度等)和/或其他呼吸参数。在一些实施例中,受试者的呼吸参数可以基于来自(多个)传感器18的输出信号来确定。

[0031] 在一些实施例中,与受试者12有关的信息可以包生物信息。例如,生物信息可以包括人口统计信息(例如,性别、种族、年龄等)、生命体征信息(例如,心率、体温、呼吸率、体重、BMI等)、医学/健康状况信息(例如,疾病类型、疾病的严重性、疾病的阶段、疾病的分类、症状、行为、再入院、复发等)、治疗历史信息(例如,治疗的类型、治疗的长度、当前和过去的药物等)和/或其他信息。在一些实施例中,受试者信息组件28可以包括与先前呼吸参数(例如,先前监测会话和/或先前测量值)有关的信息。

[0032] 在一些实施例中,受试者信息组件28可以被配置为确定(和/或获取)与其他受试者有关的信息,例如,具有如下信息的受试者:相似呼吸参数信息、人口统计信息、生命体征信息、医疗/健康状况信息、治疗历史信息和/或与受试者12的其它相似性。应当注意,上述受试者信息不是限制性的。根据一些实施例,与受试者有关的大量信息可以存在并且可以与系统10一起使用。例如,用户可以选择受试者数据以自定义系统10并包括他们认为相关的任何类型的受试者数据。在一些实施例中,受试者信息组件28可以被配置为从一个或多个数据库(例如,被包括在电子存储装置22、外部资源14、一个或多个医疗设备、其他内部或外部数据库、和/或其他信息源中)获取/提取信息。

[0033] 代谢监测组件30可以被配置为从代谢监测器16获取信息。在一些实施例中,来自代谢监测器的信息可以与呼吸气体参数有关。例如,在一些实施例中,来自代谢监测器的信息可以包括受试者呼出气体中的O2浓度、受试者呼出气体中的CO2浓度、受试者的O2消耗(VO2)、受试者的CO2体积产量(VCO2)、吸入/或呼出气体的流速和/或其他呼吸气体参数。

[0034] 在一些实施例中,代谢监测组件30被配置为接收、确定和/或获取一个或多个气体参数(例如,来自系统10内或外的组件)。可以基于来自(多个)传感器18的输出信号来确定一个或多个参数。在一些实施例中,代谢监测组件30被配置为确定与受试者12的呼吸有关的一个或多个呼吸参数、系统10内的可呼吸气体的一个或多个参数(例如,与由呼吸设备递送的可呼吸气体的流量有关的参数)、受试者12的一个或多个生理参数和/或其他参数。与受试者12的呼吸有关的呼吸参数可以包括个体呼吸的开始和/或结束。在一些实施例中,呼吸参数可以包括潮气量、定时(例如,吸入的开始和/或结束、呼出的开始和/或结束等)、呼吸速率、持续时间(例如,吸入的持续时间、呼出的持续时间、单个呼吸周期的持续时间等)、呼吸气流、呼吸的努力情况、呼吸频率和/或其他呼吸参数。递送给受试者的可呼吸气流的一个或多个气体参数可以包括例如流速、体积、压力、湿度、温度、加速度、速度和/或其它气体参数中的一个或多个。生理参数可以包括血氧测定参数、脉搏、体温、血压、运动和/或其它生理参数。

[0035] 在一些实施例中,代谢监测组件30被配置为基于来自一个或多个传感器18的输出

信号来确定呼出气体的流速。在一些实施例中，代谢监测组件30被配置为确定接口器具内的吸气流速、呼气流速和/或其他气体流速。在一些实施例中，整个呼气流速被确定。在一些实施例中，代谢监测组件30被配置为确定呼出气体的一部分的流速。例如，在一些实施例中，对呼出气体进行采样(在全部呼出气体被收集之后)。例如，在一些实施例中，恒定比例的样本流被引导至混合室以用于进一步测量(例如，O2和CO2浓度测量)。在一些实施例中，代谢监测组件30被配置为确定吸入的空气体积和/或呼出的空气体积。

[0036] CO2监测组件32可以被配置为从CO2监测器获取信息。在一些实施例中，来自CO2监测器的信息可以与呼吸气体参数有关。例如，在一些实施例中，来自CO2监测器的信息可以包括受试者呼出气体中的CO2浓度、受试者的CO2体积产量(VCO2)、吸入/或呼出气体的流速和/或其他呼吸气体参数。

[0037] 在一些实施例中，CO2监测组件32可以被配置为接收、确定和/或获取一个或多个气体参数(例如，来自系统10内或外的组件)。在一些实施例中，一个或多个参数可以基于来自(多个)传感器18的输出信号来确定。在一些实施例中，CO2监测组件32被配置为确定与受试者12的呼吸有关的一个或多个呼吸参数、系统10内的可呼吸气体的一个或多个参数(例如，与由呼吸设备递送的可呼吸气体的流量有关的参数)、受试者12的一个或多个生理参数和/或其他参数。与受试者12的呼吸有关的呼吸参数可以包括个体呼吸的开始和/或结束。在一些实施例中，呼吸参数可以包括潮气量、定时(例如，吸气的开始和/或结束、呼气的开始和/或结束等)、呼吸速率、持续时间(例如，吸气的持续时间、呼气的持续时间、单个呼吸周期的持续时间等)、呼吸气流、呼吸的努力情况、呼吸频率和/或其他呼吸参数。递送给受试者的可呼吸气流的一个或多个气体参数可以包括例如流速、体积、压力、湿度、温度、加速度、速度和/或其它气体参数中的一个或多个。生理参数可以包括血氧测定参数、脉搏、体温、血压、运动和/或其它生理参数。

[0038] 在一些实施例中，CO2监测组件32被配置为基于来自一个或多个传感器18的输出信号来确定呼出气体的流速。在一些实施例中，CO2监测组件32被配置为确定接口器具内的吸气流速、呼气流速和/或其他气体流速。在一些实施例中，整个呼气流速被确定。在一些实施例中，CO2监测组件32被配置为确定呼出气体的一部分的流速、并且基于来自传感器18的输出信号来确定一个或多个呼吸气体参数。

[0039] 校正因子确定组件36被配置为接收来自代谢监测组件30的VO2和VCO2信息，以及来自CO2监测组件32的VCO2信息。在一些实施例中，校正因子确定组件36被配置为：基于从代谢监测组件30接收的VCO2信息和从CO2监测组件32接收的VCO2信息来确定校正因子。来自CO2监测器的测量值被用于改进VCO2和VO2的代谢监测测量值的准确性。在一些实施例中，校正因子被应用于来自代谢监测器的VO2测量。该校正可以改进了解患者代谢需求所需的生命体征的准确性。

[0040] 在一些实施例中，校正因子可以被计算为来自CO2监测器的VCO2与来自代谢监测器的VCO2的商。校正组件38被配置为：从校正因子确定组件36接收所确定的校正因子。在一些实施例中，校正部件38被配置为基于校正因子来确定受试者消耗的O2的经校正的VO2。在一些实施例中，经校正的VO2是来自代谢监测器的VO2与校正因子的乘积。经校正的VO2表示在由代谢监测器分析的气体在呼气肢中被采样的情况下、患者呼出的O2的每分钟体积。为了计算患者消耗的O2，从提供给患者的O2(例如，经由呼吸机)中减去来自代谢监测器的校

正测量值。

[0041] 图2图示了用于确定校正因子的模型的示例200。在一些实施例中，模型200可以由系统10的一个或多个组件来执行。在一些实施例中，模型200可以由处理器(20)的一个或多个组件来执行。来自CO2监测器(类似于图1中的CO2监测器17)的VCO2测量值212被输入到模型216中。来自代谢监测器(类似于图1中的代谢监测器16)的VO2和VCO2测量值214被输入到模型216中。模型216被配置为从两个监测器接收将用于计算校正因子的VCO2测量值。校正因子将被应用于来自代谢监测器的VO2测量值。校正因子可以被计算为来自CO2监测器的VCO2和来自代谢监测器的VCO2的商。基于校正因子来校正受试者消耗的O2的VO2。在一些实施例中，经校正的VO2是来自代谢监测器的VO2与校正因子的乘积。

[0042] 在一些实施例中，使用模型，基于对机械通气下的患者的仿真，来计算校正因子。在该模型中，可以仿真O2消耗和CO2产量的不同值。具体而言，仿真患者产生300ml/min的CO2并消耗300ml/min di的O2。图3图示了表示使用仿真模型确定的VCO2和使用CO2监测器确定的VCO2随时间变化的曲线的示例300。黄色是患者使用仿真模型产生的测量值310。绿色是来自CO2监测器(例如二氧化碳描记器)的测量值312。从图300可以看出，这两个测量值是接近的。图4图示了表示如下的VCO2测量值的曲线的示例400，使用理想比例采样方案且使用代谢监测设备而确定的VCO2测量值，和来自同一代谢监测设备但具有随时间变化的采样方案的VCO2测量值。蓝色是来自使用理想比例采样方案的代谢监测器随时间的VCO2测量值414。红色表示来自同一代谢监测器但采样随时间从1.5％变化到5％(根据受试者流的振幅)的VCO2测量值416。可以观察到，这两个测量值相差大约10％。该差值确定了用于校正来自代谢监测器的VO2测量值的校正因子。

[0043] 在图5中图示了表示VO2测量值的曲线图的示例500。绿色是来自使用理想比例采样方案的代谢监测器的VO2测量值515。浅蓝色是来自代谢监测器的具有更真实采样方案的VO2测量值517。暗红色是来自利用校正因子调整的一个或多个实际代谢监测器的VO2测量值519。从图5可以看出，来自使用更真实的比例采样的代谢监测器的测量值具有大约10％的不准确度。然而，使用利用来自CO2监测器的VCO2和来自相同代谢监测器的VCO2计算的校正因子将不准确度降低到0.3％。

[0044] 返回到图1，系统10可以包括外部资源14、电子存储装置22、(多个)客户端计算平台24、网络26和/或其它组件中的一个或多个，其全部经由网络26以通信方式耦合。

[0045] 外部资源14包括患者和/或其它信息的源。在一些实施例中，外部资源14包括患者和/或其他信息的源，诸如数据库、网站等、参与系统10的外部实体(例如，存储患者人群的医疗历史信息的健康护理提供者的医疗记录系统)、系统10外部的一个或多个服务器、网络(例如，因特网)、电子存储装置、与Wi-Fi技术有关的设备、与蓝牙®技术有关的设备、数据输入设备、传感器、扫描仪和/或其他资源。在一些实施例中，本文中归属于外部资源14的一些或全部功能可以由系统10中包括的资源提供。外部资源14可以被配置为经由有线和/或无线连接、经由网络(例如，局域网和/或因特网)、经由蜂窝式技术、经由Wi-Fi技术和/或经由其它资源与处理器20、计算设备24、电子存储装置22和/或系统10的其它组件通信。

[0046] 电子存储装置22包括电子存储信息的电子存储介质。电子存储装置22的电子存储介质可以包括与系统10一体地(即，基本上不可移除)提供的系统存储装置和/或经由例如端口(例如，USB端口、火线端口等)或驱动装置(例如，盘驱动装置等)可移动地连接到系统

10的可移动存储装置中的一个或两个。电子存储装置22可以(整体或部分地)是系统10内的单独组件或者电子存储装置22可以(整体或部分地)与系统10的一个或多个其它组件(例如,计算设备18、处理器20等)一体地提供。在一些实施例中,电子存储装置22可以与处理器20一起位于服务器中、位于作为外部资源14的一部分的服务器中、位于计算设备24中和/或位于其它位置中。电子存储装置22可以包括一个或多个光可读存储介质(例如,光盘等)、磁可读存储介质(例如,磁带、磁硬盘驱动装置、软盘驱动装置等)、基于电荷的存储介质(例如,EPROM、RAM等)、固态存储介质(例如,闪存驱动装置等)和/或其它电可读存储介质。电子存储装置22可以存储软件算法、由处理器20确定的信息、经由计算设备24和/或图形用户界面40和/或其它外部计算系统接收的信息、从外部资源14、传感器18接收的信息和/或使得系统10能够如本文所述运行的其它信息。

[0047] (多个)客户端计算平台24被配置为提供受试者12、看护者(例如,医生、护士、朋友、家庭成员等)、患者和/或其他用户与系统10之间的接口,受试者12和/或其他用户可以借助接口向系统10提供信息和从系统10接收信息。例如,(多个)客户端计算平台24可以向用户显示来自新陈代谢监测器16、CO2监测器17、传感器18、处理器20的输出表示(例如,曲线图、2D/3D图像、视频、音频、文本等)。这使得数据、提示、结果、指令和/或任何其它可通信项(统称为“信息”)能够在用户(例如受试者12、医生、护理者和/或其它用户)与代谢监测器16、CO2监测器17、传感器18、处理器20、电子存储装置22和/或系统10的其它组件中的一个或多个之间通信。

[0048] 在一些实施例中,计算设备24可以被包括在代谢监测器16、CO2监测器17、传感器18、处理器20或系统10的其它组件中。在一些实施例中,个人计算设备24可以被包括在台式计算机、膝上型计算机、平板计算机、智能电话、可穿戴设备、医疗设备和/或与受试者12、个体护理者、患者和/或其他用户相关联的其他计算设备中。在一些实施例中,个人计算设备24可以被包括在医院中使用的设备、医生办公室和/或用于患者的其他医疗设施中;测试设备;用于治疗患者的设备;数据输入设备;和/或其他设备中。

[0049] 在一些实施例中,计算设备24被配置为向护理者、患者和/或其他用户提供信息和/或从护理者、患者和/或其他用户接收信息。例如,计算设备24被配置为呈现图形用户界面40来便于显示数据分析的表示和/或其他信息。在一些实施例中,(多个)客户端计算平台24包括多个单独的接口。在一些实施例中,图形用户界面40包括与计算设备24、处理器20、代谢监测器16、CO2监测器17、传感器18和/或系统10的其它组件相关联的多个单独界面;被配置为向护理者、患者和/或其他用户传达信息和/或从其接收信息的多个视图和/或字段;和/或其他接口。

[0050] 在一些实施例中,计算设备24被配置为向系统10提供图形用户界面40、处理能力、数据库和/或电子存储装置。这样,计算设备24可以包括处理器20、电子存储装置22、外部资源14和/或系统10的其它组件(例如,在同一外壳中)。在一些实施例中,计算设备24被连接到网络(例如,网络26、因特网等)。在一些实施例中,计算设备24不包括处理器20、电子存储装置22、外部资源14和/或系统10的其它组件,而是经由网络与这些组件通信。到网络的连接可以是无线的或有线的。例如,处理器20可以位于远程服务器中,并且可以无线地使得图形用户界面40在计算设备24上向护理者显示。

[0051] 如上所述,在一些实施例中,个人计算设备24是膝上型计算机、个人计算机、智能

电话、平板计算机和/或其它计算设备。适于包括在个人计算设备24中的接口设备的示例包括触摸屏、小键盘、触敏和/或物理按钮、开关、键盘、旋钮、控制杆、显示器、扬声器、麦克风、指示灯、可听警报器、打印机和/或其它接口设备。本公开还预期个人计算设备24包括可移动存储接口。在该示例中，信息可以从可移动存储装置(例如，智能卡、闪存驱动装置、可移动盘等)加载到计算设备24中，信息使得护理者、患者和/或其他用户能够自定义计算设备24的实现方式。适于与计算设备24一起使用的其它示例性输入设备和技术包括但不限于RS-232端口、RF链路、IR链路、调制解调器(电话，电缆等)和/或其它设备。

[0052] 网络26可以包括因特网和/或其他网络，诸如局域网、蜂窝网络、内联网、近场通信、频率(RF)链路、蓝牙™，Wi－Fi™和/或任何(多个)类型的(多个)有线或无线网络。这样的示例并非意在限制，并且本公开的范围包括其中外部资源14、代谢监测器16、CO2监测器17、(多个)传感器18、(多个)处理器20、电子存储装置22和/或(多个)客户端计算平台24经由一些其它通信介质可操作地链接的实施例。

[0053] 图6图示了用于促进代谢测量值的预测的方法600。系统包括一个或多个传感器、一个或多个物理计算机处理器和/或其它组件。一个或多个处理器被配置为执行一个或多个计算机程序组件。一个或多个计算机程序组件可以包括受试者信息组件28、代谢监测器组件30、CO2监测器组件32、校正因子确定组件36、校正组件38和/或其它组件。以下给出的方法600的操作是例示性的。在一些实施例中，方法600可以利用未描述的一个或多个附加操作和/或在没有所讨论的一个或多个操作的情况下来实现。附加地，方法600的操作在图6中图示并在以下描述的顺序不是限制性的。

[0054] 在一些实施例中，方法600可以在一个或多个处理设备(例如，数字处理器、模拟处理器、被设计为处理信息的数字电路、被设计为处理信息的模拟电路、状态机和/或用于电子地处理信息的其它机构)中实现。一个或多个处理设备可以包括响应于以电子方式存储在电子存储介质上的指令而执行方法600的一些或全部操作的一个或多个设备。一个或多个处理设备可以包括借助硬件、固件和/或软件而被配置为专门设计用于执行方法600的一个或多个操作的一个或多个设备。

[0055] 在操作602处，受试者呼出的气体的一部分的O2和CO2的第一浓度测量值被确定。在一些实施例中，操作602由与代谢监测器16相同或相似(图1所示和本文所述)的代谢监测器执行。

[0056] 在操作604处，基于所确定的呼出气体的第一CO2浓度和所确定的呼出气体的第一O2浓度，确定受试者的第一O2消耗速率VO2和第一CO2体积产量VCO2。在一些实施例中，操作604由与代谢监测器16(图1中所示和本文所述)相同或类似的代谢监测器执行。

[0057] 在操作606处，呼出气体中的第二CO2浓度被测量。在一些实施例中，操作606由与CO2监测器17(在图1中示出并在本文中描述)相同或类似的CO2监测器执行。

[0058] 在操作608处，基于所测量的CO2浓度来确定受试者的第二CO2体积产量VCO2。在一些实施例中，操作608由与CO2监测器17(在图1中示出并在本文中描述)相同或类似的CO2监测器执行。

[0059] 在操作610处，基于所确定的第一VCO2和第二VCO2来确定校正因子。在一些实施例中，操作610由与校正因子确定组件36(在图1中示出并在此描述)相同或类似的计算机处理器组件来执行。

[0060] 在操作612处，使用校正因子和第一VO2来确定经校正的第一VO2。在一些实施例中，操作612由与校正组件38(在图1中示出并在此描述)相同或类似的计算机处理器组件来执行。

[0061] 在权利要求中，置于括号中的任何附图标记不应被解释为限制权利要求。词语“包括(comprising/including)”不排除存在权利要求中所列出的元素或步骤之外的元素或步骤。在列举了若干装置的设备权利要求中，这些装置中的若干可以由同一项硬件来实现。元素之前的词语“一(a)”或“一个(an)”不排除多个这种元素的存在。在列举了若干装置的任何设备权利要求中，这些装置中的若干可以由同一项硬件来实现。在相互不同的从属权利要求中记载某些元素的事实并不表示这些元素不能组合使用。

[0062] 虽然以上提供的描述基于当前被认为是最实用和优选的实施例提供了用于例示目的的细节，但是应当理解，这样的细节仅用于该目的，并且本公开不限于明确公开的实施例，而是相反，旨在覆盖落在所附权利要求的精神和范围内的修改和等同布置。例如，应当理解，本公开预期在可能的程度上，任何实施例的一个或多个特征可以与任何其他实施例的一个或多个特征组合。

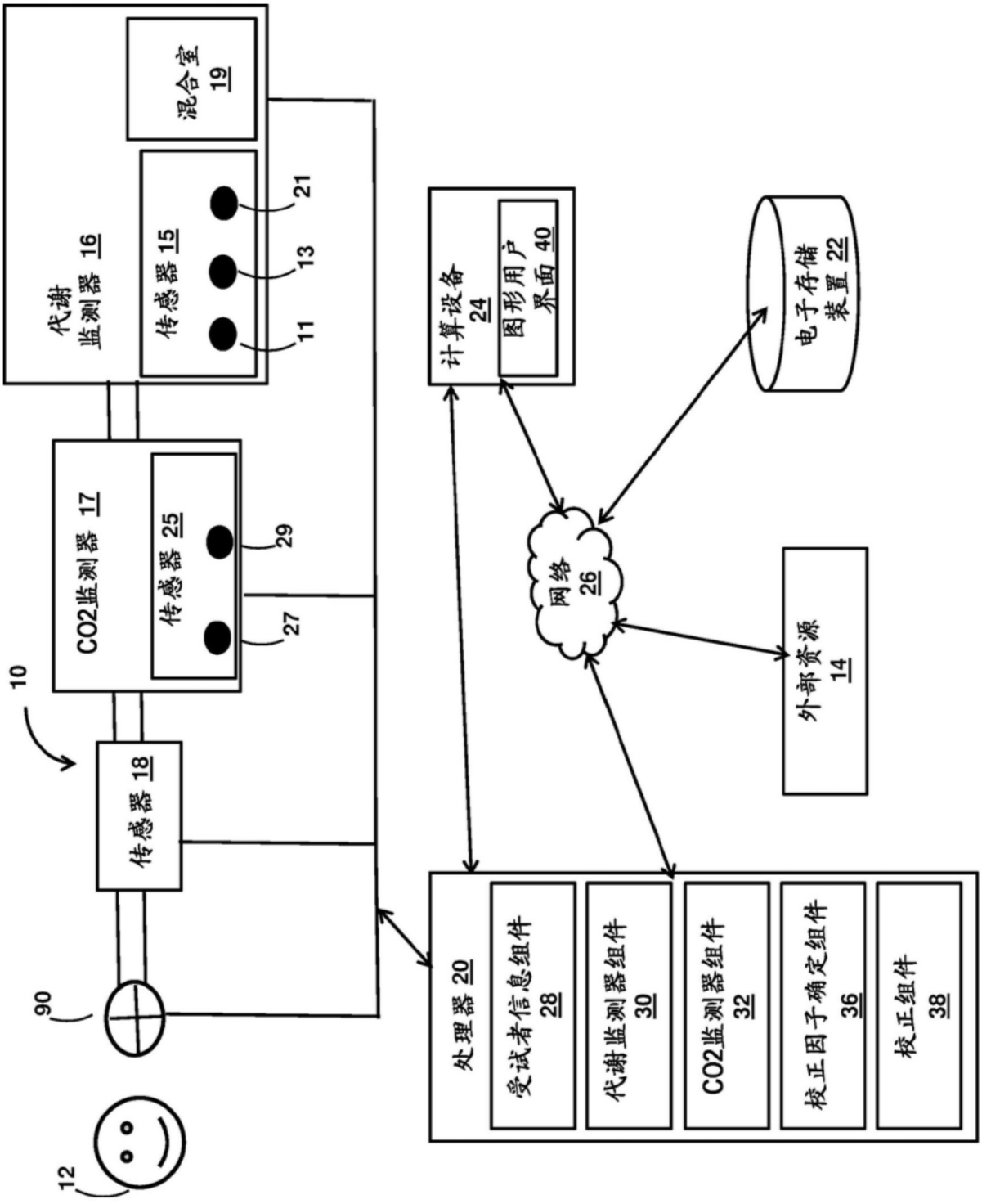

代谢
监测器 16
混合室
19
传感器 15
21
13
11
CO2监测器 17
传感器 25
29
27
10
传感器 18
90
12
处理器 20
受试者信息组件
28
代谢监测器组件
30
CO2监测器组件
32
校正因子确定组件
36
校正组件
38
计算设备
24
图形用户
界面 40
网络
26
电子存储
装置 22
外部资源
14

图1

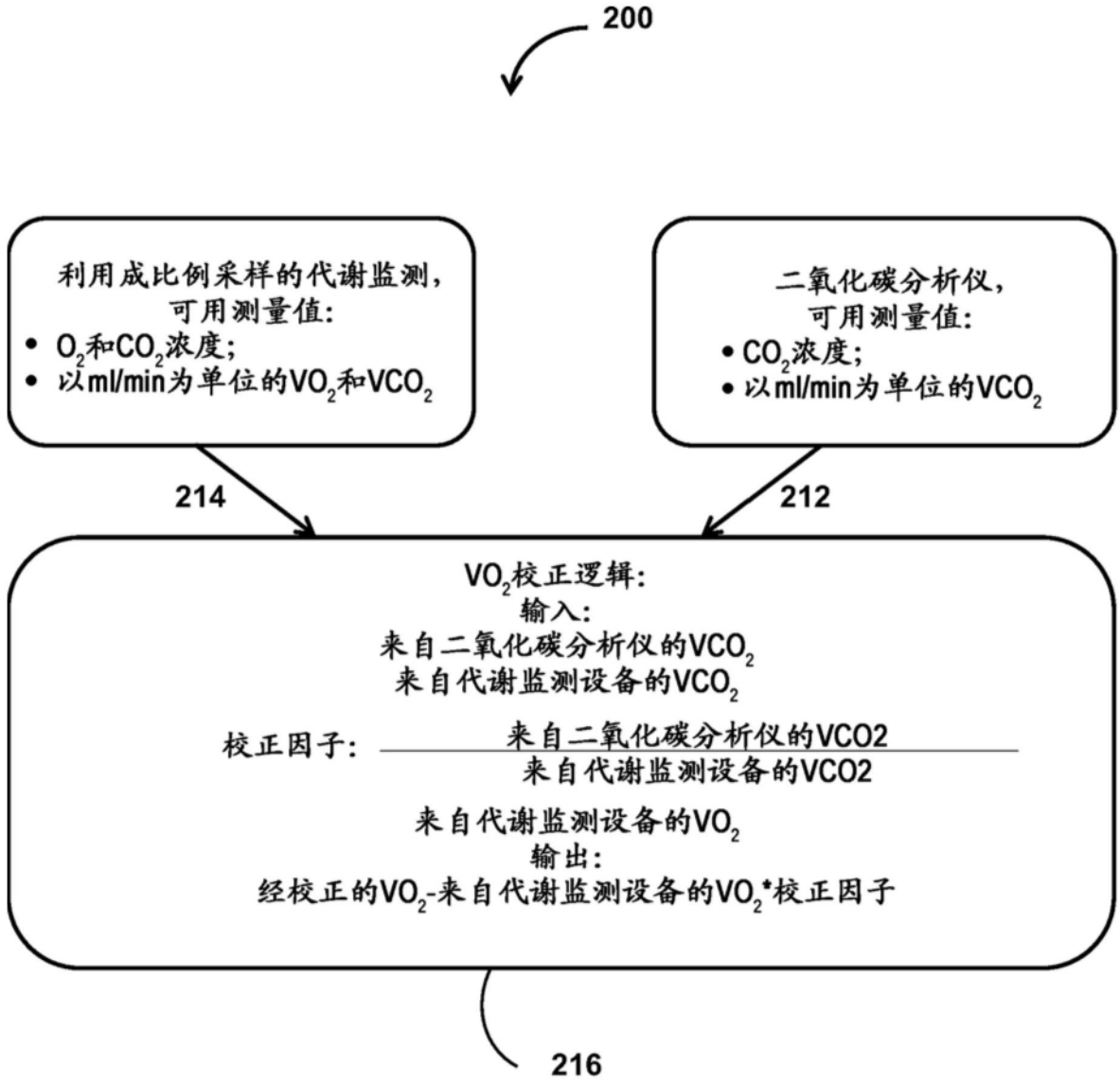

200
利用成比例采样的代谢监测，
可用测量值：
• $O_2$和$CO_2$浓度；
• 以ml/min为单位的$VO_2$和$VCO_2$
二氧化碳分析仪，
可用测量值：
• $CO_2$浓度；
• 以ml/min为单位的$VCO_2$
214
212
$VO_2$校正逻辑：
输入：
来自二氧化碳分析仪的$VCO_2$
来自代谢监测设备的$VCO_2$
校正因子：来自二氧化碳分析仪的VCO2 / 来自代谢监测设备的VCO2
来自代谢监测设备的$VO_2$
输出：
经校正的$VO_2$-来自代谢监测设备的$VO_2$*校正因子
216

图2

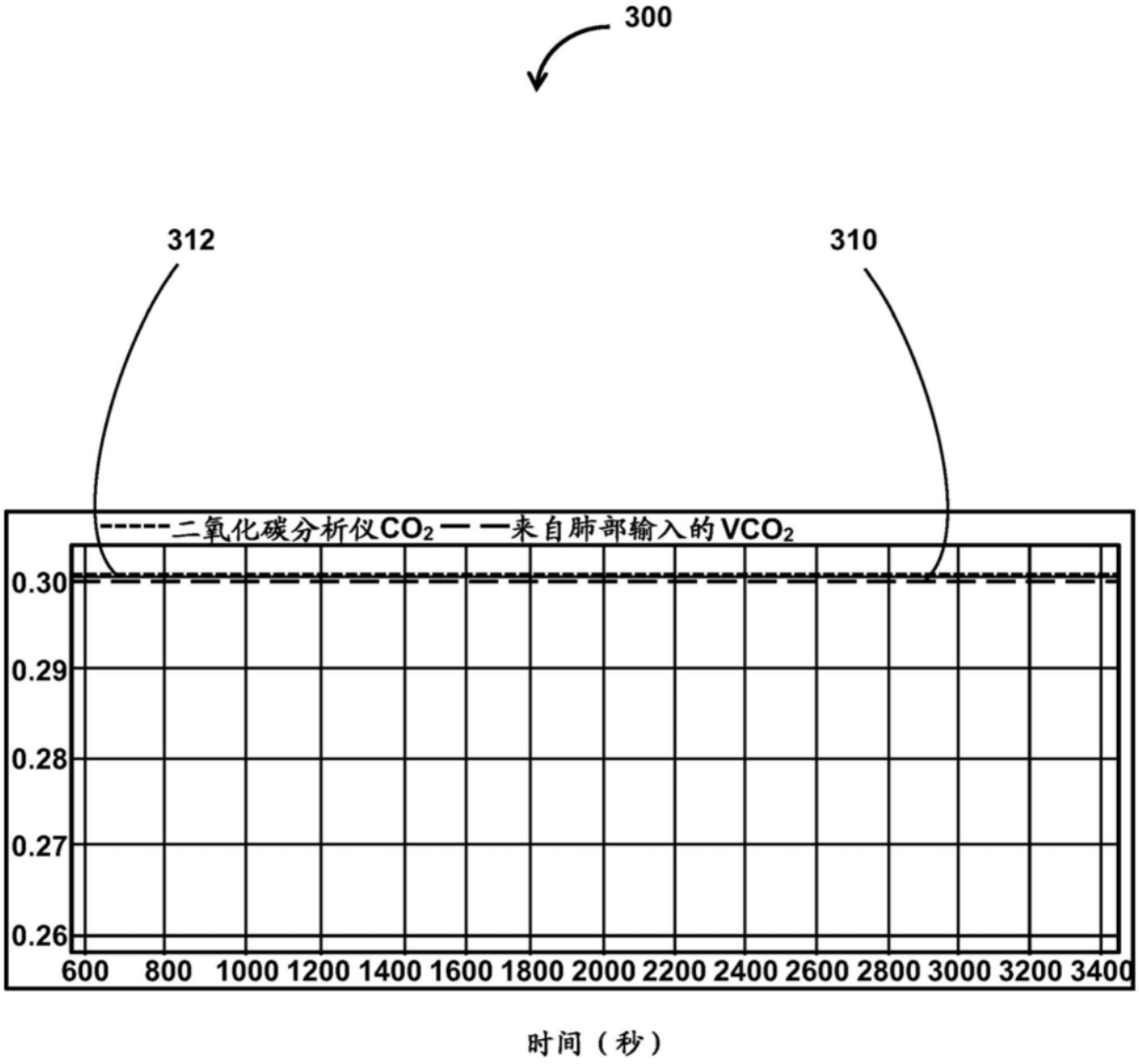

300
312
310
-----二氧化碳分析仪$CO_2$ — —来自肺部输入的$VCO_2$
0.30
0.29
0.28
0.27
0.26
600 800 1000 1200 1400 1600 1800 2000 2200 2400 2600 2800 3000 3200 3400
时间（秒）

图3

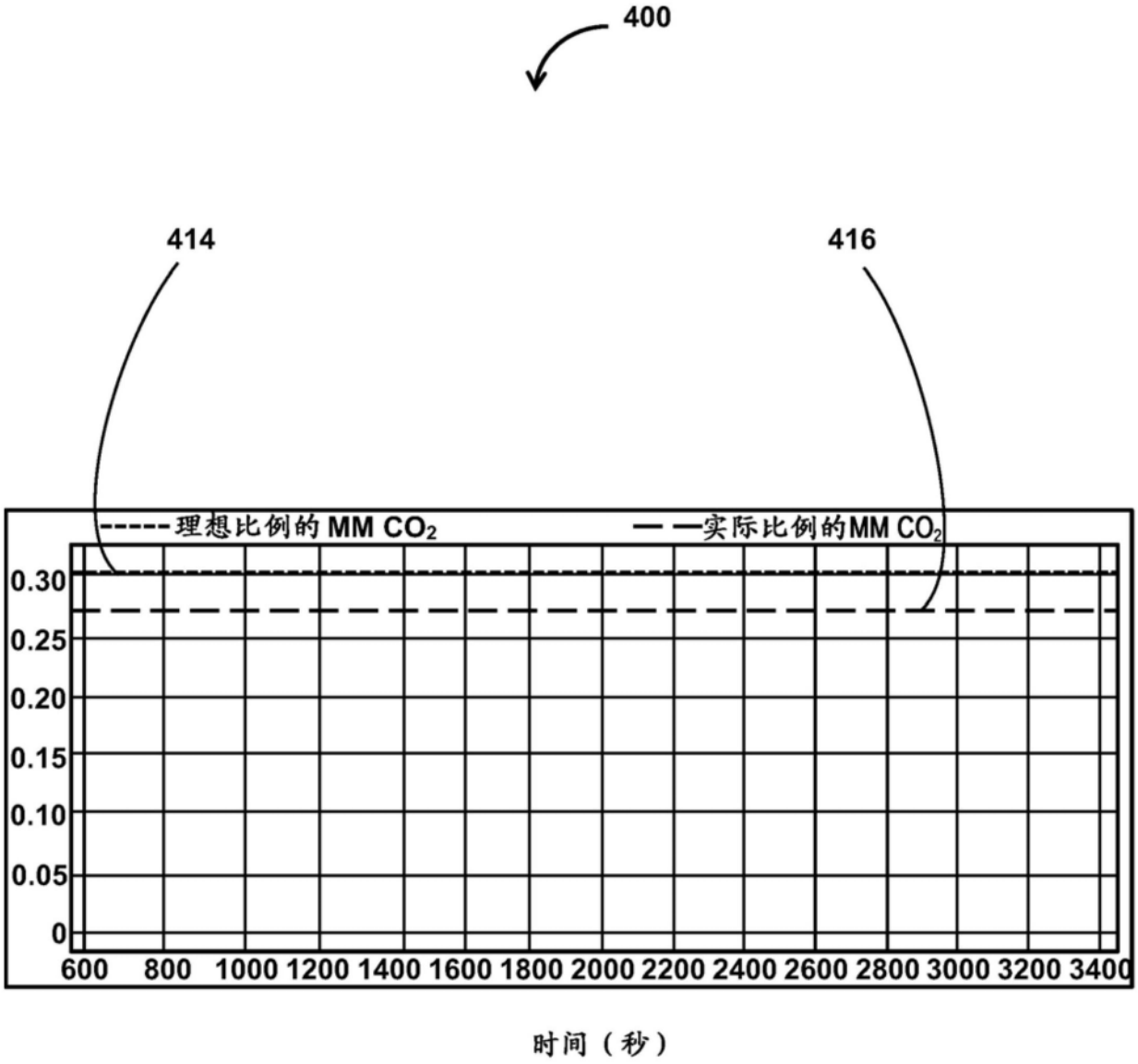

400
414
416
-----理想比例的 MM $CO_2$
— —实际比例的MM $CO_2$
0.30
0.25
0.20
0.15
0.10
0.05
0
600 800 1000 1200 1400 1600 1800 2000 2200 2400 2600 2800 3000 3200 3400
时间（秒）

图4

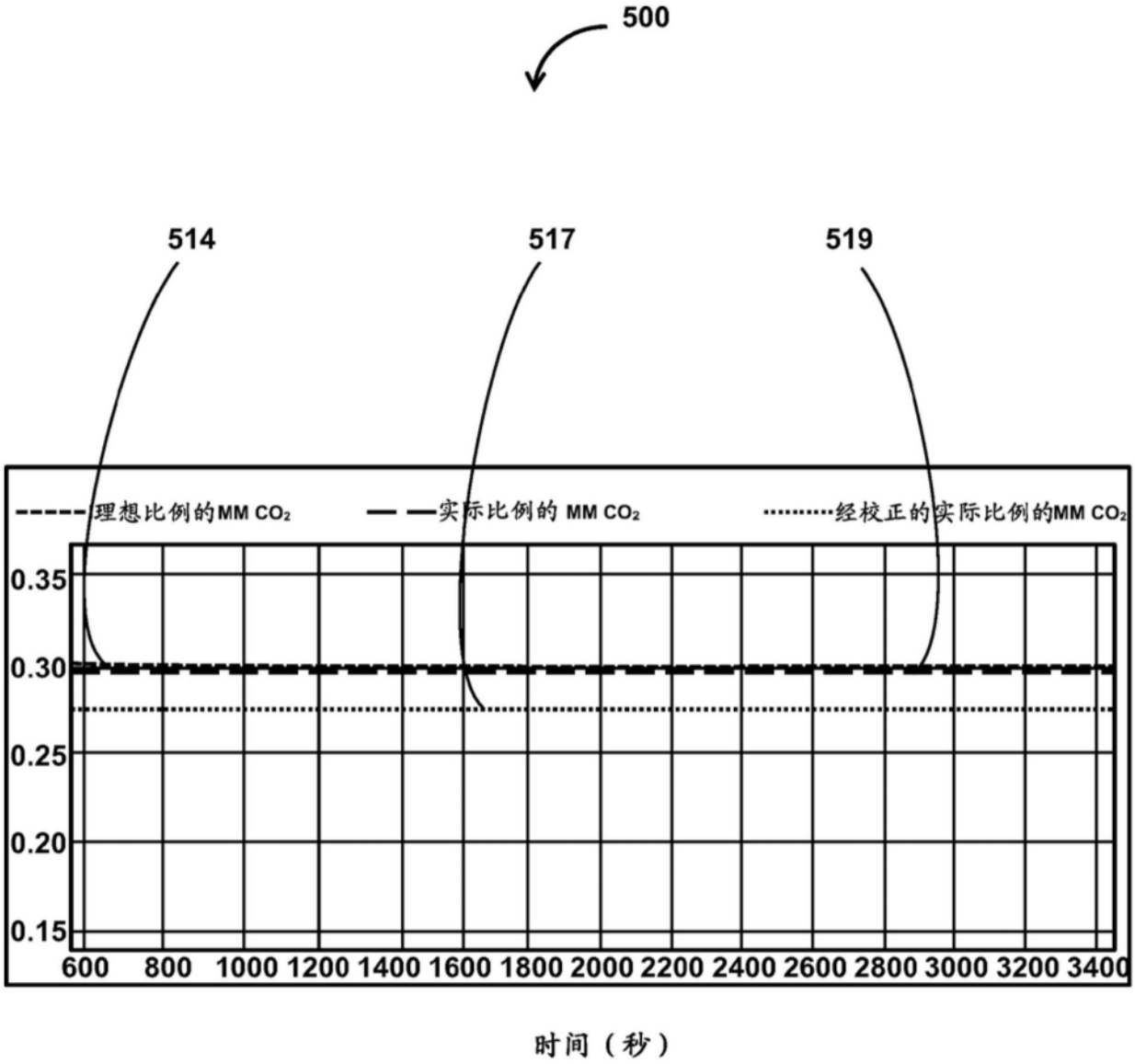

500
514
517
519
理想比例的MM CO2
实际比例的 MM CO2
经校正的实际比例的MM CO2
0.35
0.30
0.25
0.20
0.15
600 800 1000 1200 1400 1600 1800 2000 2200 2400 2600 2800 3000 3200 3400
时间（秒）

图5

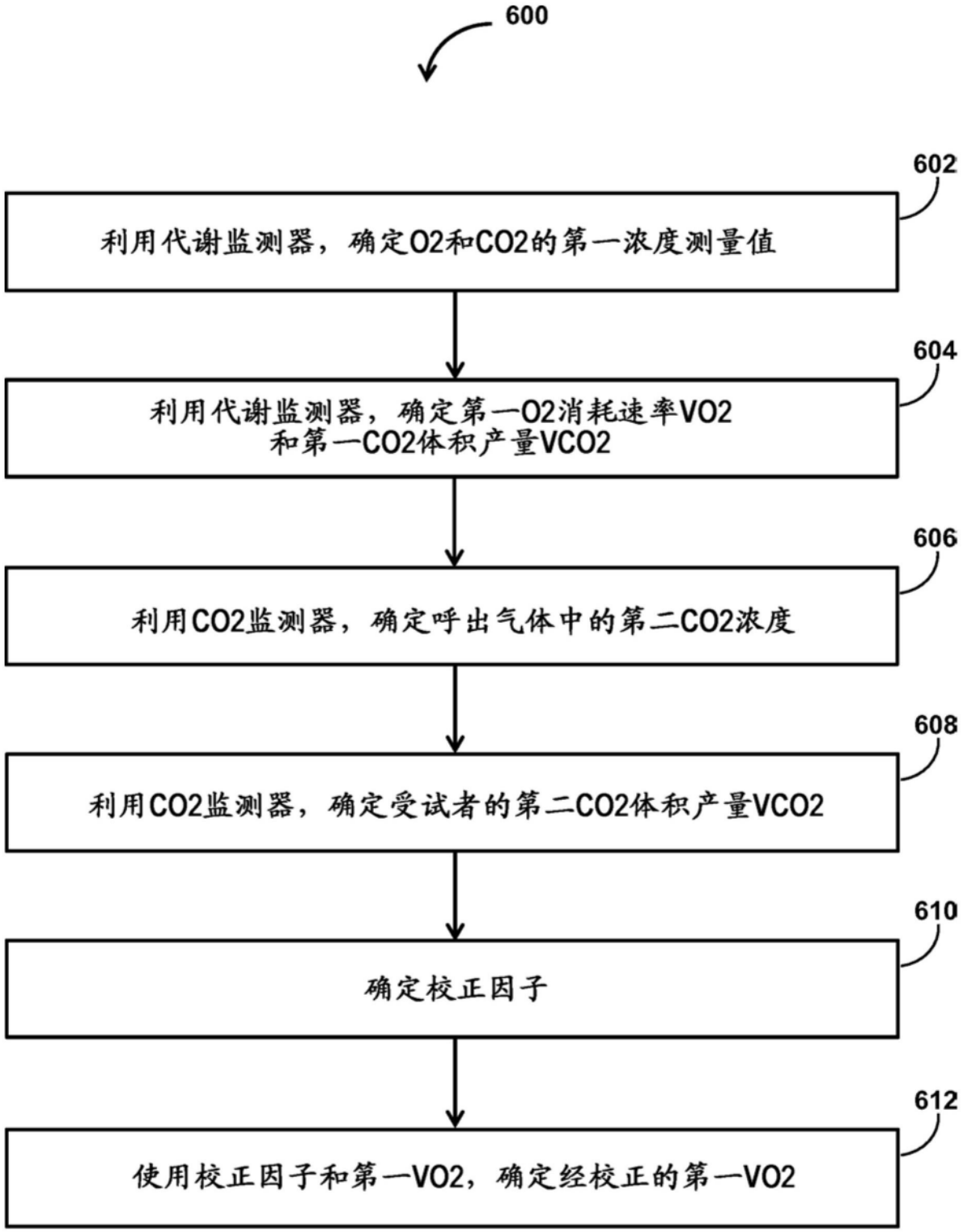

600
602
利用代谢监测器，确定O2和CO2的第一浓度测量值
604
利用代谢监测器，确定第一O2消耗速率VO2
和第一CO2体积产量VCO2
606
利用CO2监测器，确定呼出气体中的第二CO2浓度
608
利用CO2监测器，确定受试者的第二CO2体积产量VCO2
610
确定校正因子
612
使用校正因子和第一VO2，确定经校正的第一VO2

图6