



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108430325 B

(45) 授权公告日 2021. 08. 24

(21) 申请号 201680074947.4

(22) 申请日 2016.12.07

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108430325 A

(43) 申请公布日 2018.08.21

(30) 优先权数据
15201587.1 2015.12.21 EP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2018.06.20

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2016/079967 2016.12.07

(87) PCT国际申请的公布数据
W02017/108396 EN 2017.06.29

(73) 专利权人 皇家飞利浦有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬市

(72) 发明人 G·帕皮尼 F·萨尔托

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所
11256

代理人 郑立柱 王莉莉

(51) Int.Cl.
A61B 5/06 (2006.01)
A61F 5/00 (2006.01)
A61B 5/00 (2006.01)
A61B 5/11 (2006.01)

审查员 宋文晓

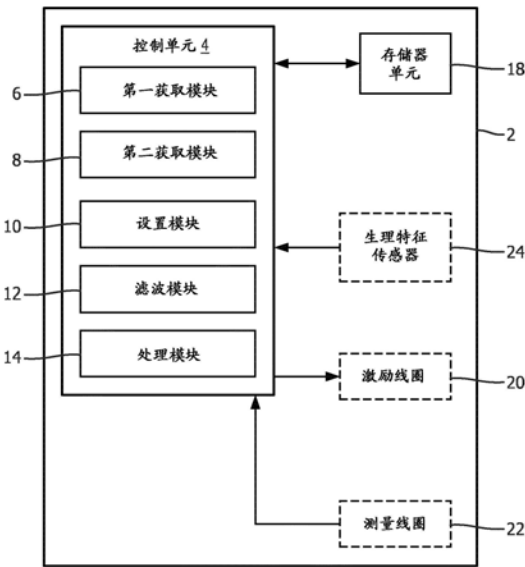
权利要求书2页 说明书9页 附图8页

(54) 发明名称

用于监测对象摄入食物和/或饮料的方法和
设备

(57) 摘要

提供了一种用于监测对象摄入食物和/或饮料的设备,所述设备包括控制单元,所述控制单元包括:第一获取模块,被配置为获取所述对象的一个或多个生理特征的测量值;第二获取模块,被配置为获取在所述对象体内通过外部施加的磁场产生的涡电流的测量值;设置模块,被配置为基于针对所述一个或多个生理特征中的每一个的相应的频率、为一个或多个滤波级设置相应的截止频率;滤波模块,被配置为使用所述一个或多个滤波级来对所述涡电流的测量值进行滤波,以去除由于所述一个或多个生理特征引起的信号分量;以及处理模块,被配置为处理滤波后的测量值以确定在对象的胃中是否存在食物和/或饮料。



1. 一种用于监测对象摄入食物和/或饮料的设备,所述设备包括:
控制单元,所述控制单元包括:
第一获取模块,被配置为获取所述对象的一个或多个生理特征的测量值;
第二获取模块,被配置为获取所述对象的身体内通过外部施加的磁场产生的涡电流的测量值;
设置模块,被配置为基于所述一个或多个生理特征中的每个生理特征的相应的频率来为一个或多个滤波级设置相应的截止频率;
滤波模块,被配置为使用所述一个或多个滤波级对所述涡电流的测量值进行滤波,以去除由于所述一个或多个生理特征引起的信号分量;以及
处理模块,被配置为处理滤波后的测量值,以确定在对象的胃中是否存在食物和/或饮料。
2. 根据权利要求1所述的设备,其中所述一个或多个生理特征包括心率和呼吸速率中的一个或多个。
3. 根据权利要求1或2所述的设备,其中所述处理模块被配置为通过以下方式来处理所述滤波后的测量值,以确定食物和/或饮料是否存在于所述对象的所述胃中,即:
将所述滤波后的测量值在一时刻的幅值与阈值进行比较。
4. 根据权利要求3所述的设备,其中所述处理模块还被配置为通过以下方式来处理所述滤波后的测量值,以确定食物和/或饮料是否存在于所述对象的所述胃中,即:
如果在所述时刻的所述幅值高于所述阈值,则确定食物和/或饮料存在于所述胃中。
5. 根据权利要求3所述的设备,其中所述处理模块还被配置为通过以下方式来处理所述滤波后的测量值,以确定食物和/或饮料是否存在于所述对象的所述胃中,即:
处理所述滤波后的测量值以识别与所述对象内的蠕动相关的信号;以及
如果在所述时刻的所述幅值高于所述阈值、并且与蠕动相关的所述信号指示在所述对象内正在发生蠕动,则确定在所述对象的胃中存在食物和/或饮料。
6. 根据权利要求1或2所述的设备,其中所述处理模块被配置为通过以下方式来处理所述滤波后的测量值,以确定食物和/或饮料是否存在于所述对象的所述胃中,即:
确定所述滤波后的测量值的幅值在预定的时间窗内变化的量;以及
将所述滤波后的测量值的所述幅值在所述预定的时间窗内变化的所述量与阈值进行比较。
7. 根据权利要求6所述的设备,其中所述处理模块还被配置为通过以下方式来处理所述滤波后的测量值,以确定食物和/或饮料是否存在于所述对象的所述胃中,即:
如果所述量高于所述阈值,则确定食物和/或饮料存在于所述胃中。
8. 根据权利要求6所述的设备,其中所述处理模块还被配置为通过以下方式来处理所述滤波后的测量值,以确定食物和/或饮料是否存在于所述对象的所述胃中,即:
处理所述滤波后的测量值以识别与所述对象内的蠕动相关的信号;以及
如果所述量高于所述阈值、并且与蠕动相关的所述信号指示在所述对象内正在发生蠕动,则确定在所述对象的所述胃中存在食物和/或饮料。
9. 根据权利要求1、2、4、5、7和8中任一项所述的设备,其中所述设备还包括:
激励线圈,用于在所述对象内产生涡电流;以及

测量线圈,用于测量所述对象内的所述涡电流。

10. 根据权利要求1、2、4、5、7和8中任一项所述的设备,其中所述设备还包括:

一个或多个生理特征传感器,用于获取所述对象的所述一个或多个生理特征的所述测量值。

用于监测对象摄入食物和/或饮料的方法和设备

技术领域

[0001] 本发明涉及监测对象的方法和设备,并且特别地用于监测对象摄入食物和/或饮料。

背景技术

[0002] 过度饮食是导致肥胖的主要原因。在某些情况下,人们并不总是有意识地意识到他们每天的饮食都超过了他们的身体需求。通常情况下,当过量饮食发生时,人们意识不到,直至体重大幅增加,并且对于他们的饮食习惯做出小的改变和改善情况为时已晚。

[0003] 通常,用自我报告日记进行在事件(即何时)和数量方面的食物摄入量的监测,但是这些数据的有效性和质量取决于个人的自觉性和他们具有的可以用来填写数据的时间。

[0004] 有几种类型的设备可以监测食物摄入量,但这些设备是侵入式的和/或昂贵的,并且包括诸如测压、闪烁照相术、超声检查、胃电图(EGG)、稳定同位素呼气测试的设备。此外,这些类型的设备的使用倾向于被限制于用于诊断特定进食障碍的专业设置。

[0005] 因此需要一种改进的方法和设备,其提供了用于监测对象摄入食物和/或饮料的、非侵入式的且通常不显眼的解决方案。

发明内容

[0006] 根据第一方面,提供一种用于监测对象摄入食物和/或饮料的设备,所述设备具有控制单元,所述控制单元包括:第一获取模块,用于获取所述对象的一个或多个生理特征的测量值;第二获取模块,用于获取所述对象体内通过外部施加的磁场产生的涡电流的测量值;设置模块,用于基于针对所述一个或多个生理特征中的每一个生理特征的相应频率、为一个或多个滤波级设置相应的截止频率;滤波模块,用于使用所述一个或多个滤波级对涡电流的测量值进行滤波,以去除由于所述一个或多个生理特征引起的信号分量;以及处理模块,用于处理滤波后的测量值,以确定在对象的胃中是否存在食物和/或饮料。

[0007] 在一些实施例中,一个或多个生理特征包括心率和呼吸速率中的一个或多个。

[0008] 在一些实施例中,一个或多个滤波级包括一个或多个低通滤波级。

[0009] 在一些实施例中,处理模块被配置为:通过将滤波后的测量值的在一个时刻的幅值与阈值进行比较的方式处理滤波后的测量值,以确定食物和/或饮料是否存在于对象的胃中。

[0010] 在一些实施例中,处理模块还被配置为:通过如果在所述时刻的幅值高于阈值则确定食物和/或饮料存在于胃中的方式处理滤波后的测量值,以确定食物和/或饮料是否存在于对象的胃中。在替代实施例中,处理模块还被配置为:通过处理滤波后的测量值来识别与对象的蠕动相关的信号,以及如果在所述时刻的幅值高于阈值、并且与蠕动相关的信号指示在该对象体内正在发生蠕动则确定在该对象的胃中存在食物和/或饮料的方式处理滤波后的测量值,以确定食物和/或饮料是否存在于对象的胃中。

[0011] 在替代实施例中,处理模块被配置为:通过确定滤波后的测量值的幅值在预定的

时间窗内变化的量、以及将滤波后的测量值的幅值在预定的时间窗内变化的量与阈值进行比较的方式处理滤波后的测量值,以确定食物和/或饮料是否存在于对象的胃中。

[0012] 在一些实施例中,处理模块还被配置为:通过如果所述量高于阈值则确定食物和/或饮料存在于胃中的方式处理滤波后的测量值,以确定食物和/或饮料是否存在于对象的胃中。在替代实施例中,处理模块还被配置为:通过处理滤波后的测量值来识别与对象体内的蠕动相关的信号,以及如果所述量高于阈值、并且与蠕动相关的信号指示在该对象体内正在发生蠕动则确定在该对象的胃中存在食物和/或饮料的方式处理滤波后的测量值,以确定食物和/或饮料是否存在于对象的胃中。

[0013] 在一些实施例中,该设备还包括用于在对象体内产生涡电流的激励线圈;以及用于测量对象体内的涡电流的测量线圈。

[0014] 在一些实施例中,该设备还包括一个或多个生理特征传感器,用于获取对象的一个或多个生理特征的测量值。

[0015] 根据第二方面,提供一种用于监测对象摄入食物和/或饮料的设备,所述设备包括控制单元,所述控制单元被配置为:获取所述对象的一个或多个生理特征的测量值;获取对象体内通过外部施加的磁场产生的涡电流的测量值;基于所述一个或多个生理特征中的每一个生理特征的相应频率,为一个或多个滤波级设置相应的截止频率;使用所述一个或多个滤波级对涡电流的测量值进行滤波,以去除由于所述一个或多个生理特征引起的信号分量;并且处理滤波后的测量值,以确定在对象的胃中是否存在食物和/或饮料。

[0016] 根据第三方面,提供一种用于监测对象摄入食物和/或饮料的方法,所述方法包括获取对象的一个或多个生理特征的测量值;获取对象体内通过外部施加的磁场产生的涡电流的测量值;基于所述一个或多个生理特征中的每一个生理特征的相应频率,为一个或多个滤波级设置相应的截止频率;使用所述一个或多个滤波级对涡电流的测量值进行滤波,以去除由于所述一个或多个生理特征引起的信号分量;并且处理滤波后的测量值,以确定在对象的胃中是否存在食物和/或饮料。

[0017] 在一些实施例中,一个或多个生理特征包括心率和呼吸速率中的一个或多个。

[0018] 在一些实施例中,一个或多个滤波级包括一个或多个低通滤波级。

[0019] 在一些实施例中,处理滤波后的测量值以确定食物和/或饮料是否存在于对象的胃中的步骤还包括将滤波后的测量值的在一个时刻的幅值与阈值进行比较。

[0020] 在一些实施例中,处理滤波后的测量值来确定食物和/或饮料是否存在于对象的胃中的步骤包括:如果在所述时刻的幅值高于阈值,则确定食物和/或饮料存在于胃中。在替代实施例中,处理步骤还包括:处理滤波后的测量值来识别与对象的蠕动相关的信号;并且如果在所述时刻的振值高于该阈值、并且与蠕动相关的信号指示在该对象体内正在发生蠕动,则确定在该对象的胃中存在食物和/或饮料。

[0021] 在替代实施例中,处理步骤包括:确定滤波后的测量值的幅度在预定的时间窗内变化的量;以及将滤波后的测量值的幅度在预定的时间窗内变化的量与阈值进行比较。

[0022] 在一些实施例中,处理步骤包括:如果所述量高于阈值,则确定食物和/或饮料存在于胃中。在替代实施例中,处理步骤包括:处理滤波后的测量值来识别与对象体内的蠕动相关的信号;并且如果所述量高于阈值、并且与蠕动相关的信号指示在该对象体内正在发生蠕动,则确定在该对象的胃中存在食物和/或饮料。

[0023] 根据第四方面,提供一种包括计算机可读介质的计算机程序产品,所述计算机可读介质具有包含在其中的计算机可读代码,所述计算机可读代码被配置为在由合适的计算机或处理器执行时,使得所述计算机或处理器执行上面的方法实施例。

附图说明

[0024] 为了更好地理解本发明,并且为了更清楚地显示它如何实施,现在仅作为例子参考附图,其中:

[0025] 图1是根据本发明实施例的设备的框图;

[0026] 图2示出根据本发明实施例的由对象佩戴的设备;

[0027] 图3示出经过对象和设备的横截面;

[0028] 图4是表示根据本发明实施例的方法的流程图;

[0029] 图5示出根据本发明实施例的不同的生理特征测量值和蠕动分量以及确定的食物摄入信号;和

[0030] 图6是表示根据本发明实施例的方法的流程图。

具体实施方式

[0031] 食物被对象咀嚼后,它会通过食道进入胃。在胃中,食物与盐酸和消化酶(例如胰蛋白酶)混合并暴露于机械作用、以减小食物块的大小(约1mm),以促进其在肠中的吸收。胃中的食物通过幽门瓣进入到肠道,但这是随着时间的推移逐渐发生的。每次只有少量食糜(离开胃的部分消化的食物)以低频率通过幽门瓣。食物和食糜在胃中的存在改变了身体这部分的电和磁特性。特别地,胃中食物的存在使得在人体内由磁场产生的涡电流的强度有别于空胃时产生的强度。

[0032] 因此,本发明通过感测对象身体的一部分(即,包含胃的部分)的磁感应变化来监测对象摄入食物和/或饮料。有利的是,通过位于对象身体外部的线圈或其他部件来施加激励磁场,并且使用位于身体外部的另一线圈或其他部件来测量涡电流,因此本发明是非侵入式的。

[0033] 然而,在一些情况下(例如取决于已经消耗的食物和/或饮料的类型和/或体积),由食物和/或饮料的存在引起的磁感应变化可能相对较小,并且因此通过施加磁场并使用身体外部的测量部件测量涡电流难以检测。

[0034] 由于磁场产生的涡电流也在胃周围的组织(例如肌肉、血管等)中产生,所以涡电流既受到组织组成变化的影响,也受到胃的内容物的变化的影响。例如,由于心脏跳动引起的测量区域(产生和测量涡电流的身体区域)中的血液体积的变化可以影响涡电流,正如由于对象的呼吸引起的胸部的体积的变化可以的那样。同样,胃在排出食糜进入肠道(称为蠕动)的运动也会影响涡电流。

[0035] 通常,涡电流的测量值将包括由于心跳引起的正弦信号(通常在高于例如0.6Hz的频率)、由于呼吸引起的正弦信号(通常在高于例如0.2Hz的频率)、如果食物和/或饮料存在于胃中则由于胃的蠕动引起的正弦信号(通常在大约例如0.05-0.06Hz的频率)、由于身体的内容物/组成不变引起的恒定(DC)分量(例如由于器官和液体引起的分量)、以及随着胃的内容物而增加和减少的分量。将食物和/或饮料摄入胃增加了后者的成分,并且食糜从胃

进入到肠减少了后者的成分。应该注意的是,由于胃的内容物引起的分量不是周期性分量(不同于上面的心跳、呼吸和蠕动分量),但可以大致线性或阶梯式方式变化。

[0036] 因此,为了增加食物和/或饮料检测的灵敏度(即检测随着胃的内容物增加和减少的分量),本发明测量影响涡电流测量值的对象的生理特征(例如心率和/或呼吸速率),并且滤除可能与该生理特征有关的涡电流信号分量。

[0037] 图1示出根据本发明的实施例的设备2的框图,该设备能够用于监测对象对食物和/或饮料的摄取。设备2包括控制单元4,该控制单元控制设备2的操作、并且可以实施监测方法。简而言之,控制单元4被配置为:处理对象的生理特征的测量值以确定针对生理特征的频率,设置滤波级的截止频率,利用滤波级对涡电流测量值滤波、以去除由于生理特征引起的信号分量,并且然后基于滤波后的信号确定食物和/或饮料是否存在于胃中。控制单元4可以包括一个或多个处理器、处理单元、多核处理器或模块,其被配置或编程为控制设备2如下文所描述地来监测对象。

[0038] 在特别的实现方式中,控制单元4可以包括多个软件和/或硬件模块,每个软件和/或硬件模块被配置为执行或者用于执行根据本发明实施例的监测方法中的各个步骤。这样,控制单元4(或者更一般地设备20)可以包括第一获取模块6、第二获取模块8、设置模块12,滤波模块12和处理模块14,每一者可以分别实现为了执行图4中的步骤101-109所要求的功能,并且在下面更详细地描述。

[0039] 设备2还可以包括存储器单元18,存储器单元18可以用于存储程序代码,程序代码可以由控制单元4执行以执行在此描述的方法。存储器单元18还可以用于存储由设备中的任何传感器(包括用于测量涡电流的测量线圈22或其他部件,以及生理特征传感器24)所做出或获取的信号和测量值。

[0040] 在一些实施例中,设备2可以包括:用于在控制单元4的控制下、在对象内产生(诱发)涡电流的激励线圈20(或用于产生磁场的其他部件),测量线圈22(或其他用于测量对象内的涡电流的部件),和/或用于测量对象的一个或多个生理特征的一个或多个生理特征传感器24。涡电流和生理特征的测量值可以在获取测量值时(例如实时地)进行处理,或者可以将它们存储在存储器单元18中,并且控制单元4可以稍后从存储器单元18取回并且处理先前获取的测量值。

[0041] 在替代实施例中,激励线圈20、测量线圈22和/或生理特征传感器24(以及用于那些部件的适当控制电路)可以与设备2分离,并且涡电流的测量值和/或生理特征的测量值可以例如通过有线或无线连接提供给设备2,以用于随后的分析。

[0042] 在一些实施例中,控制单元4(以及因此设备2)可以是智能电话或可以包括的其他通用计算设备的一部分,连接到或以其他方式从生理特征传感器24和测量线圈22接收测量信号,但在其他实施例中,设备20可以是专用于监测对象以确定对象的胃中食物和/或饮料的存在的设备。在控制单元4是智能电话或其他通用计算设备的一部分的实施例中,取决于要监测的生理特征,传感器16可以是集成到智能电话中的传感器,或者是独立于智能电话、并且可以向智能电话/计算设备(例如,通过有线或无线连接)提供传感器信号/测量值以用于处理和分析的传感器。

[0043] 生理特征传感器24测量对象的一个或多个生理特征。在一些实施例中,生理特征是心率,并且因此生理特征传感器24可以是能够或适合于测量心率的任意传感器。因此,生

理特征传感器24可以是诸如加速度计、心电图 (ECG) (其包括例如多个电极)、光电容积描记图 (PPG)、麦克风等等的心率传感器。在一些实施例中,生理特征是呼吸速率(也称为呼吸作用速率),并且因此生理特征传感器24可以是能够或适合于测量呼吸速率的任意传感器。因此,生理特征传感器24可以是呼吸速率传感器,例如加速计、心电图 (ECG)、应变仪(用于测量对象呼吸时胸围的变化)、麦克风等。生理特征传感器24的输出可以是针对生理特征的时间序列值,或者是由控制单元4处理以确定针对生理特征的时间序列值的“原始”测量值(例如加速度测量值)。

[0044] 应理解的是,在一些实施例中,可以测量多个生理特征,并且可以使用单个生理特征传感器24来测量那些生理特征。例如,可以处理来自佩戴在对象的上部躯体上的加速度计的测量信号,以确定心率和呼吸速率。替代地,可以分析ECG中的信号,以确定心率和呼吸速率。

[0045] 在一些实施例中,设备2可以进一步包括温度传感器,该温度传感器被佩戴在对象身体上靠近胃,以测量与消化相关的温度的变化。

[0046] 应理解的是,图1仅示出说明本发明的这个方面所需的部件,并且在实际的实现方式中,设备2将包括所示部件的附加部件。例如,设备2可以包括用于为设备2供电的电池或其它电源、或用于将设备2连接到市电电源的设备,和/或用于实现将对象的生理特征的测量值和/或涡电流的测量值传送给用于设备2的基本单元或远程计算机的通信模块。设备2还可以包括至少一个用户界面组成部分,其用于向设备2的对象或其他用户(例如家庭成员或保健护理提供者)提供从根据本发明的方法得到的信息。例如,用户界面组成部分可以提供食物和/或饮料是否存在于对象的胃中、或在选定时间曾存在于胃中的指示。替代地或附加地,用户界面组成部分可以在一段时间间隔内提供何时食物和/或饮料曾存在于胃中的指示。用户界面组成部分可以包括适合于提供上述信息的任何组成部分,并且可以是例如显示屏或其他视觉指示器、扬声器、一个或多个灯、以及用于提供触觉反馈(例如振动功能)的部件中的任一个或多个。

[0047] 另外,用户界面组成部分是使得设备2的对象或另一用户能够与设备2交互和/或控制设备2的装置,或者包括这类装置。例如,用户界面组成部分可以包括用于启动和停用设备2和/或监测过程的开关、按钮或其他控制装置。

[0048] 图2示出根据本发明的由对象30佩戴的设备2。在该实施例中,设备2包括带32或其他形式的附接装置,其使设备2能够围绕对象的身体被保持就位,以便激励线圈20将磁场施加到包括胃的身体部分,并且测量线圈22测量在身体的该部分中产生的涡电流。设备2不必贴靠佩戴。

[0049] 图3示出佩戴根据本发明的设备2的对象30的截面,使用带32将设备2保持在对象30上。示出经过胃34的截面,以及由激励线圈20产生的磁场诱发的涡电流36,涡电流36由测量线圈22测量。应理解的是,虽然激励线圈20和测量线圈22被示出为大体上位于对象30身体的相对两侧,但线圈20、22也可以位于对象30的同一侧,然而需要注意它们的定位以避免来自激励线圈20的串扰对测量线圈22的影响。

[0050] 图4示出根据本发明的监测对象30摄入食物和/或饮料的方法。该方法通常可以通过控制单元4执行、或在控制单元4的控制下执行。

[0051] 在第一步骤、即可以由第一获取模块6执行或实施的步骤101中,获取对象30的一

个或多个生理特征的测量值。这些测量值可以直接从生理特征传感器24获取,或从存储器单元18中取回。测量通常持续一段时间,例如,几秒钟、几分钟等。如上所述,生理特征传感器24的输出可以是针对生理特征的时间序列值、或“原始”测量值(例如加速度测量值)。在后一种情况下,步骤101可以包括处理原始测量值以确定生理特征的测量值。在优选实施例中,生理特征可以是心率和/或呼吸速率,并且因此生理特征的测量值可以被表示为频率(例如,每分钟的心跳次数、每分钟的呼吸次数等)。

[0052] 在第二步骤、即可以由第二获取模块8执行或实施的步骤103中,获取通过外部施加的磁场在对象30的身体中产生的涡电流的测量值。这些测量值可以直接从测量线圈22获取,或者从存储器单元18中取回。涡电流的测量可以持续大量的时间,例如,几小时、几天等。在直接从测量线圈22获取测量值的情况下,该方法还可以包括使用激励线圈20(例如通过向激励线圈20供应电流)在对象30中产生磁场。

[0053] 优选地,对象30的一个或多个生理特征的测量值的获取与涡电流的测量值的获取同时或差不多同时进行。

[0054] 接下来,在可由设置模块10执行或实施的步骤105中,针对每个测量到的生理特征,基于该生理特征的测量值来设置滤波级中的截止频率。由于随胃的内容物增加和减少的蠕动分量和信号分量是具有比生理特征(例如心率和/或呼吸速率)低的频率的信号,所以滤波级优选地执行输入信号的低通滤波,以使截止频率以下的频率分量通过,并借此移除具有高于截止频率的频率的信号分量。在一些实施例中,截止频率可以被设置为生理特征的值(例如,截止频率被设置为测量到的心率或呼吸速率)。但是,由于生理特征的值根据传感器信号测得(估计),并且生理特征的值可以随着时间缓慢地变化,所以优选将截止频率设置为确保生理特征对涡电流测量值的影响被滤除。因此,在一些实施例中,可以将截止频率设置为比生理特征的值少一些(小的)预定的偏差。例如,偏差可以是0.05Hz或0.1Hz。

[0055] 在一些实施例中,对于每个测量到的生理特征,可以有相应的滤波级,每个滤波级的截止频率基于针对相应的一个生理特征的测量值来设置。然而,优选地存在单个滤波级,并且基于与测量到的生理特征相关联的频率中的较低频率来设置该滤波级的截止频率。例如,如果测量心率和呼吸速率,则使用两个生理特征中较低的一个来设置针对低通滤波级的截止频率。

[0056] 在一些实施例中,代替使用低通滤波器,可以使用带阻滤波器,带阻滤波器具有基于生理特征的测量值的一个带阻带、或多个带阻带(如果测量多个生理特征的话)。

[0057] 一旦在步骤105中设置了截止频率,就在步骤107中使用滤波级对涡电流测量值进行滤波,以去除由于一个或多个生理特征引起的信号分量。步骤107可以由滤波模块12执行或实施。

[0058] 然后处理滤波后的测量值,以确定在对象的胃中是否存在食物和/或饮料(步骤109)。步骤109可以由处理模块14执行或实施。

[0059] 在简单的实施例中,步骤109可以包括确定在特定时刻的滤波信号的幅值,并将所述幅值与阈值进行比较。例如,如果信号的在一特定时刻的幅值高于阈值,则可以确定在该特定时刻在对象的胃中存在食物和/或饮料。

[0060] 在减少涡电流的测量值中的漂移的影响的更优选实施例中,步骤109包括确定滤波后的信号的幅值在预定的时间窗(例如,几秒、一分钟等的持续时间)内变化的量,并将该

变化与阈值进行比较。本领域技术人员将知道可以确定该量的方式,并且例如可以将该量确定为时间窗内的最大幅值与最小幅值之间的差,或者可以将该量确定为时间窗开始处的幅值与时间窗结束时的幅值之间的差。如果在时间窗期间幅值的增加超过阈值量,则可以确定食物和/或饮料当前存在于胃中。如果在时间窗期间幅值已经降低超过阈值量,则可以确定食物和/或饮料不再存在于胃中。

[0061] 在其他实施例中,步骤109可以包括使用机器学习技术来分析滤波后的涡电流信号,以确定食物和/或饮料何时进入和/或离开胃。利用这些类型的技术,可以由滤波后(基于时间)的涡电流信号、或由从滤波后(基于时间)的涡电流信号中提取的特征来推断胃中食物和/或饮料的存在。

[0062] 在一些实施例中,步骤109可以包括处理滤波后的测量值,以识别与蠕动有关的信号。例如,可以执行对滤波后的涡电流测量值的频率分解,以将由于蠕动引起的一般周期性信号与由于身体的内容物/组成引起的恒定(DC)分量、以及随着胃的内容物而增加和减少的分量进行分离。在将由于蠕动引起的信号分离后,可以将剩余的涡电流信号分量与信号的前面部分进行比较,以识别是否(例如以类似于上面更优选的实施例所述的方式)发生了由食物和/或饮料摄入引起的增量。替代地,如上所述,在一些实施例中,在将由于蠕动引起的信号分离后,可以将剩余的涡电流信号分量的幅值与阈值进行比较,以识别食物和/或饮料是否存在于对象的胃中。

[0063] 应理解的是,在上述实施例中,蠕动分量被有效地从涡电流测量值中去除,并且处理剩余的测量值,以确定是否存在与进入胃中的食物和/或饮料一致的增加。然而,在优选实施例中,对食物和/或饮料存在于胃中的确定可以以在时间窗内检测到由蠕动引起的一般周期性信号(即蠕动正在发生)和剩余涡电流信号分量的增加两者为条件。

[0064] 图5示出根据本发明的代表例性生理特征以及在处理之后在胃中是否存在食物和/或饮料的信号。在图5(a)-(d)中的每一个中,x轴表示以秒为单位的时间,并且y轴表示相关信号的标准化的幅值。因此,图5(a)是频率为1Hz(即每分钟跳动60次)的心率信号,而图5(b)是频率为0.2Hz(即每分钟呼吸12次)的呼吸速率信号。如上所述,与图5(a)和(b)中的生理特征相关的频率由一个滤波级(或相应的多个滤波级)使用,以去除由于这些特征而产生的涡电流分量。图5(c)示出了从滤波后的涡电流信号获得的蠕动信号,其显示蠕动在约8秒处开始、并且以大约0.05Hz的频率(即每分钟约3次收缩)持续测量周期的其余部分。图5(d)示出了在分离蠕动分量之后,从剩余涡电流测量值获取的食物摄入信号,其中值0代表胃中没有食物,值1代表食物正存在于胃中。因此可以看出,在该示例中,在8秒和15秒之间,信号中存在由于食物到达胃而引起的增加。

[0065] 应理解的是,图4中的方法可以频繁地、半持续地或持续地进行,在这种情况下可以检测食物和/或饮料被摄入的时间,食物和/或食物摄入持续的时间,和/或胃排空的时间。

[0066] 在一些实施例中,如下面更详细描述,可以处理滤波后的测量值以识别胃的电导率是否已经增加(其指示食物和/或饮料的摄入)或减少(其指示食糜已经进入肠道)。在某些情况下,滤波后的测量值可以被处理成电导率测量值,但在其他情况下,可以直接对滤波后的电流测量值进行分析。在一些实施例中,摄入的食物和/或饮料的量可以基于电导率变化的大小来评估。

[0067] 活组织中的涡电流密度 $\vec{j}$ 由以下扩散方程控制:

$$[0068] \quad \nabla^2 \vec{j} = \sigma \mu \frac{\partial \vec{j}}{\partial t} \quad [1]$$

[0069] 其中 σ 是电导率, μ 是活组织标本的渗透率。考虑这个方程可以看出, 活组织的电和磁特性的变化改变了涡电流密度。因此, 对涡电流测量值的分析给出关于活组织的状态的信息。

[0070] 如上所述, 胃部区域的生物学介质主要由于以下因素而变化: (i) 心率 (由于心脏跳动引起的血管的收缩和扩张); (ii) 呼吸 (膈肌的运动和胸腔的运动); (iii) 蠕动 (消化道肌肉的收缩和放松, 其促使食糜离开胃); 和 (iv) 食物和/或饮料的引入 (所述介质将呈现生物组织的电和磁特性以及存在于胃中的食糜的组合)。在尚未摄入食物和/或饮料 (以及任何先前摄入的食物和/或饮料已经从胃中排出) 时, 因素 (iii) 和 (iv) 将不存在、或不会影响涡电流。

[0071] 如前所述, 上述因素 (i)、(ii) 和 (iii) (由于其中产生电流的介质的体积的变化) 对涡电流的影响很容易理解, 但是因素 (iv) 通过几何变化和电化学反应的组合影响涡电流。几何变化是由在胃中存在食物和/或饮料引起, 并且电化学反应是由于消化过程造成的。在该生物过程中, 胃释放大量的按照以下方程影响介质电导率的酸 (具有高 H^+ 浓度):

$$[0072] \quad \sigma(\omega) = \sigma_1 + \omega \varepsilon_0 \varepsilon'' \quad [2]$$

$$[0073] \quad \sigma_1 = q \sum z_i n_i u_i \quad [3]$$

[0074] 其中 σ_1 是由电解质中各种离子的电场感应运动引起的电导率。就消化过程中的胃而言, 有可能将主要的 H^+ 视为离子物质, 因此 z 、 n 和 u 分别是 H^+ 的化合价、浓度和电迁移率。当没有摄入食物和/或饮料时, 由于消化引起的 H^+ 浓度接近 0 摩尔, 因此胃的电导率没有变化。

[0075] 步骤 109 中的处理结果可以使用设备 2 中的用户界面组成部分呈现给设备 2 的对象或另一用户 (例如保健护理提供者)。结果可以以任何合适的或期望的形式呈现。例如, 结果可以作为食物和/或饮料是否存在于胃中的指示、或食物和/或饮料是否已经被对象摄入的指示来呈现。该指示可以以简单的形式提供, 诸如光或其它视觉指示器, 或者可以以书面或口头信息的形式呈现, 或以图形格式呈现, 可能说明食物已被摄入的时间/食物曾存在于胃中的时间。

[0076] 在一些实施例中, 可以使用生理特征的测量值 (或来自生理特征传感器 24 的测量值) 来确定在那时测量和/或分析涡电流是否有用。例如, 如果对象正在运动或以其他方式进行身体活动, 则在那段时间内他们不太可能吃东西, 因此可以分析生理特征的测量值以确定对象是否在活动 (例如, 如果心率高于心率阈值和/或呼吸速率高于呼吸速率阈值, 则对象可以被认为是在活动), 并且如果对象是在活动, 则控制单元 4 将停止使用激励线圈 20 产生磁场、和/或停止对与高强度活动相关联的那段涡电流的测量值的处理。如果确定对象身体活动较少 (例如, 心率低于心率阈值和/或呼吸速率低于呼吸速率阈值), 则控制单元 4 可以控制激励线圈 20 以产生磁场, 并使用测量线圈 22 测量涡电流、和/或者开始/继续对与低活动水平相关联的那段涡电流的测量值的处理。另外或替代地, 可以使用加速度计 (其可以是与用于测量生理特征的加速度计相同的加速度计, 或者单独的或附加的加速度计) 来获取对象的身体活动水平的量度。在那种情况下, 身体活动水平 (其可以例如通过分析加速

度计测量值的大小来获取)可以与阈值进行比较,并且如果身体活动水平高于阈值,则控制单元4可以停止使用激励线圈20产生磁场、和/或停止对与高活动水平相关联的那段涡电流的测量值的处理。

[0077] 另外或替代地,由于当存在食物和/或饮料时(由于消化过程),胃的温度趋于增加,胃区域的温度可以通过温度传感器测量,以及磁场的产生和涡电流的测量可以在温度高于温度阈值(例如高于40℃)时被触发。

[0078] 在在时间窗内分析涡电流测量值以确定可能由于食物和/或饮料进入胃而引起的变化的实施例中,可能需要检查对象是否在整个时间窗内处于相同姿势。特别是,这是有用的,因为涡电流测量值可能受到对象姿势变化的影响。例如,可以使用加速度计(无论是与用于测量生理特征的加速度计相同的加速度计还是包括在设备2中的单独的加速度计),通过分析重力加速度矢量的取向(方向),来确定姿势相对于加速计的轴线。替代地,可以使用陀螺仪或其他类型的传感器来确定姿势。

[0079] 图6中的图示出根据本发明实施例的具体方法。在该实施例中,使用ECG来测量心率和呼吸速率,并且使用温度传感器来触发监测过程的开始。

[0080] 因此,在方框121处,从测量胃区域中的温度(T)(方框123)的温度传感器获取数据/测量值。将该温度T与阈值温度进行比较以确定消化是否在胃中发生(方框125)。阈值可以是40℃,但也可以使用其他值。如果T低于阈值,则监测温度直至超过阈值。一旦T超过阈值,方框121收集来自ECG传感器的ECG测量值/数据(方框127)和涡电流的测量值(显示为磁感应(MI)信号)——方框129。

[0081] 然后执行ECG信号的频率分析以确定心率和呼吸速率(方框131),并且这些速率(频率)用于将心率和呼吸速率分量从MI信号中过滤出去(方框133),如在上面的步骤107中所述的。然后分析滤波后的信号以确定关于食物存在、食物消化和运动性的信息(方框135)。可选地,这些信息然后可以显示给设备2的对象或另一个用户。

[0082] 因此提供了一种改进的方法和设备,其提供了用于监测对象摄入食物和/或饮料的、非侵入性的且通常不显眼的解决方案。

[0083] 通过研究附图,公开内容和所附权利要求,本领域技术人员在实践所要求保护的本发明时可以理解和实现所公开的实施例的变型。在权利要求中,词语“包括”不排除其他元素或步骤,并且不定冠词“一”或“一个”不排除多个。单个处理器或其他单元可以实现权利要求中记载的若干项目的功能。在相互不同的从属权利要求中记载了某些措施这一事实并不表示这些措施的组合不能被有利地使用。计算机程序可以存储/分布在合适的介质上,诸如与其他硬件一起或作为其他硬件的一部分提供的光存储介质或固态介质,但也可以以其他形式分布,例如经由互联网或其他有线或无线电信系统。权利要求中的任何参考符号不应被解释为限制范围。

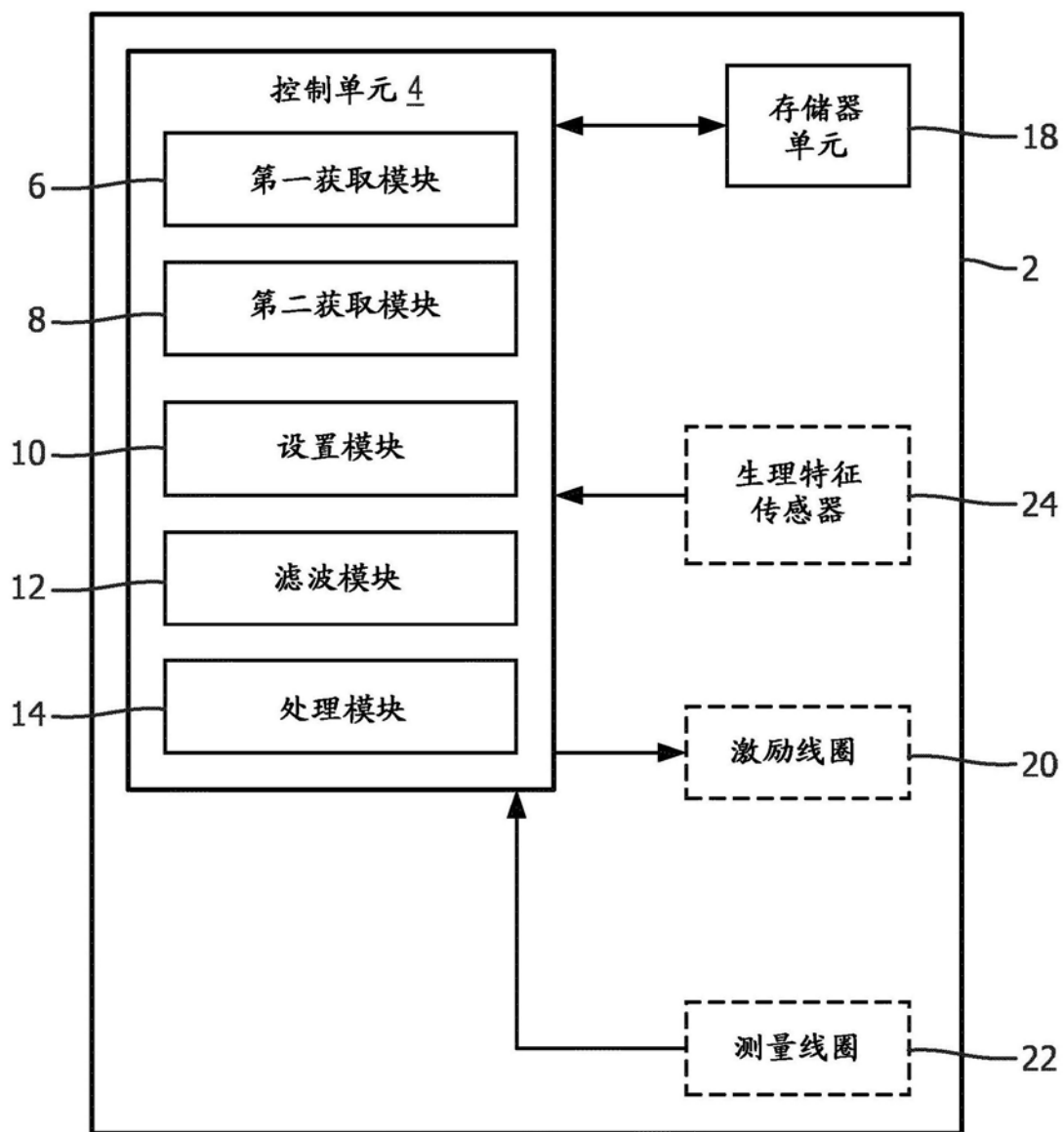


图1

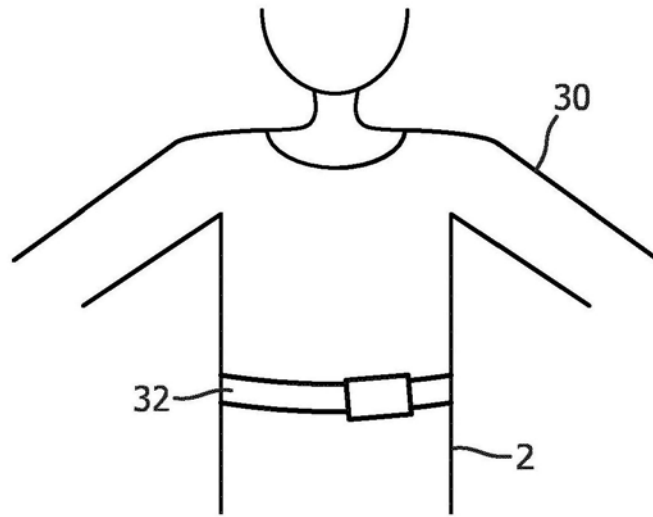


图2

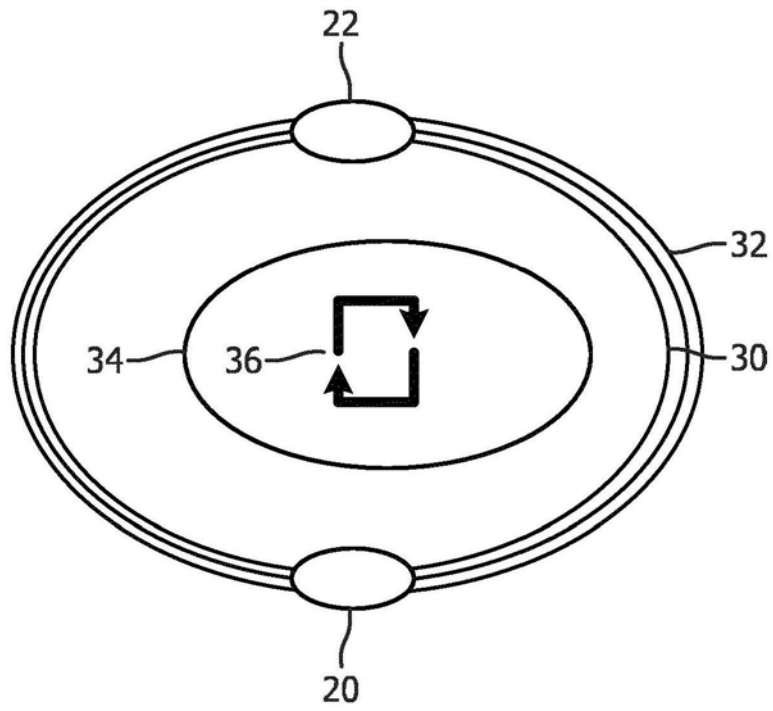


图3

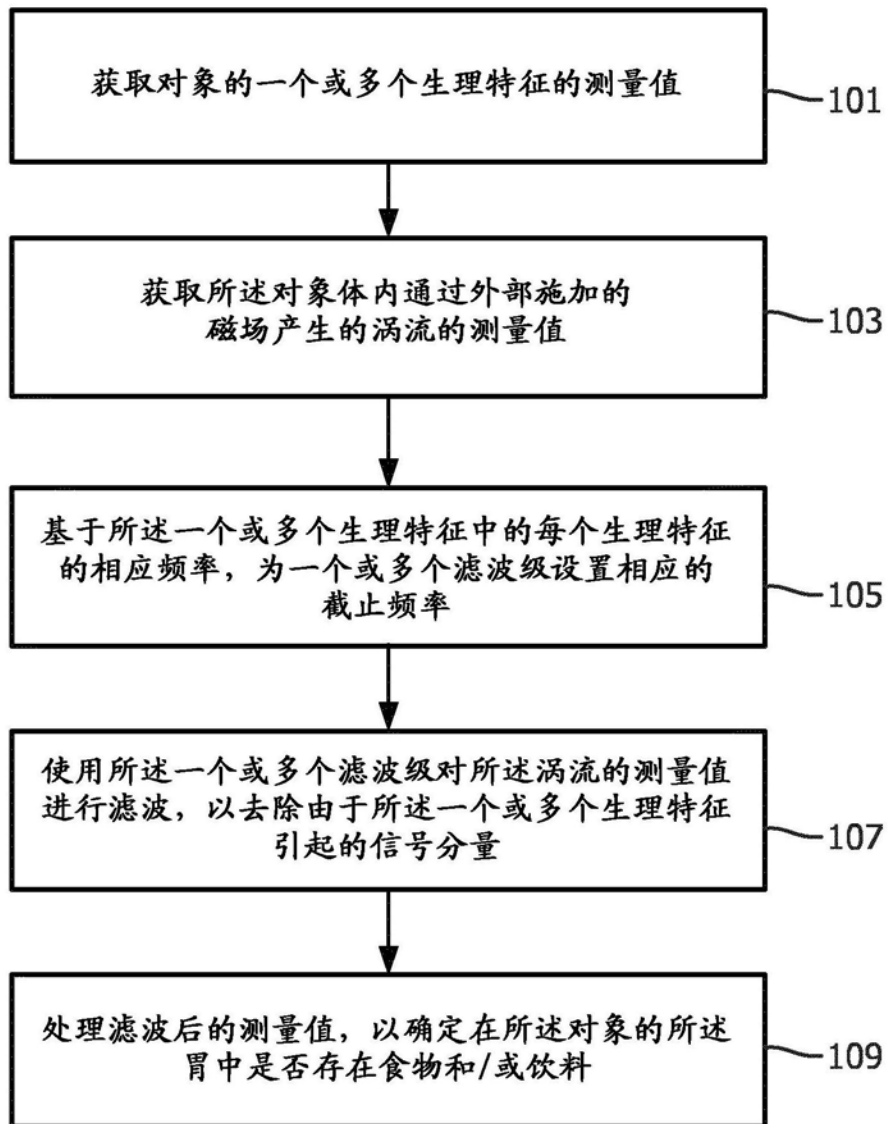


图4

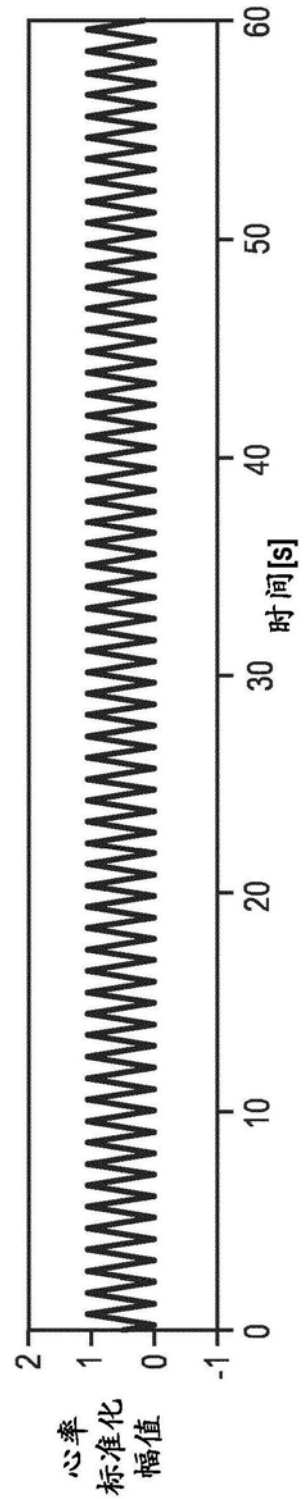


图5a

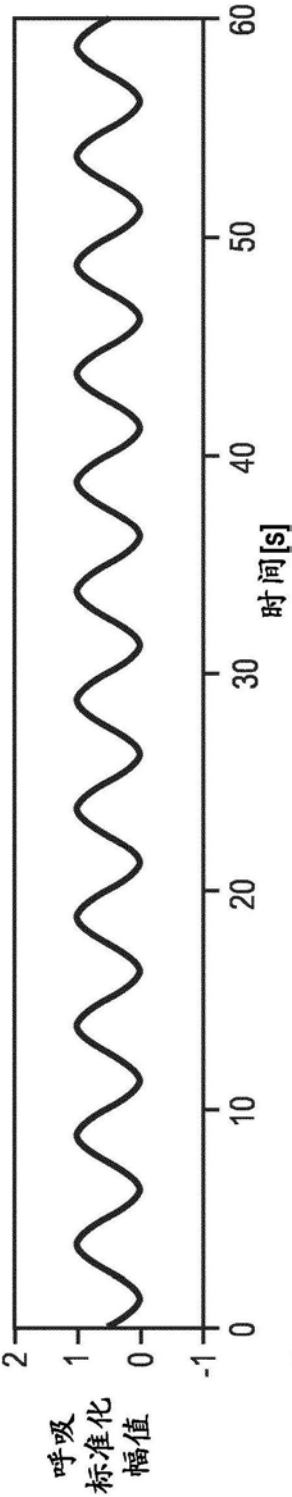


图5b

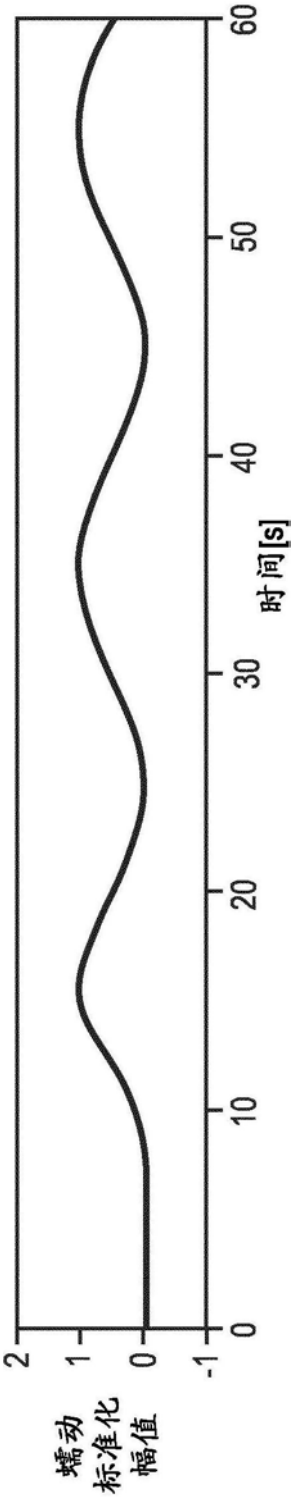


图5c

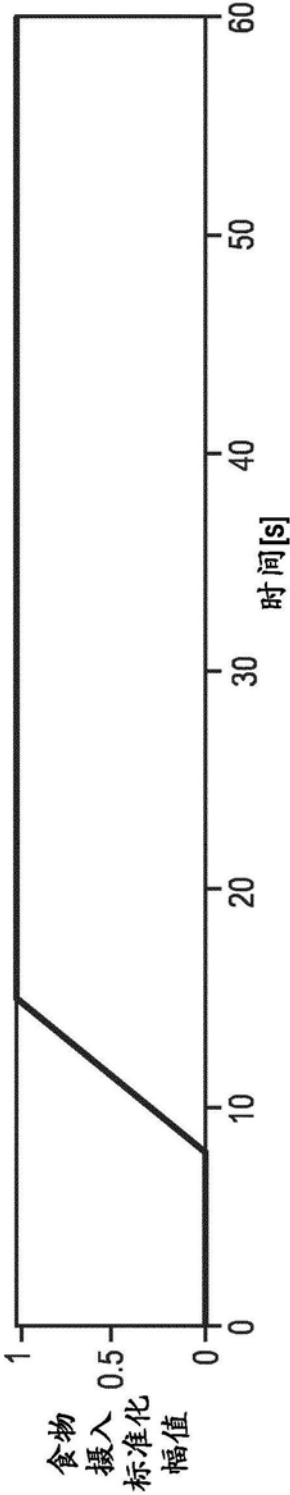


图5d

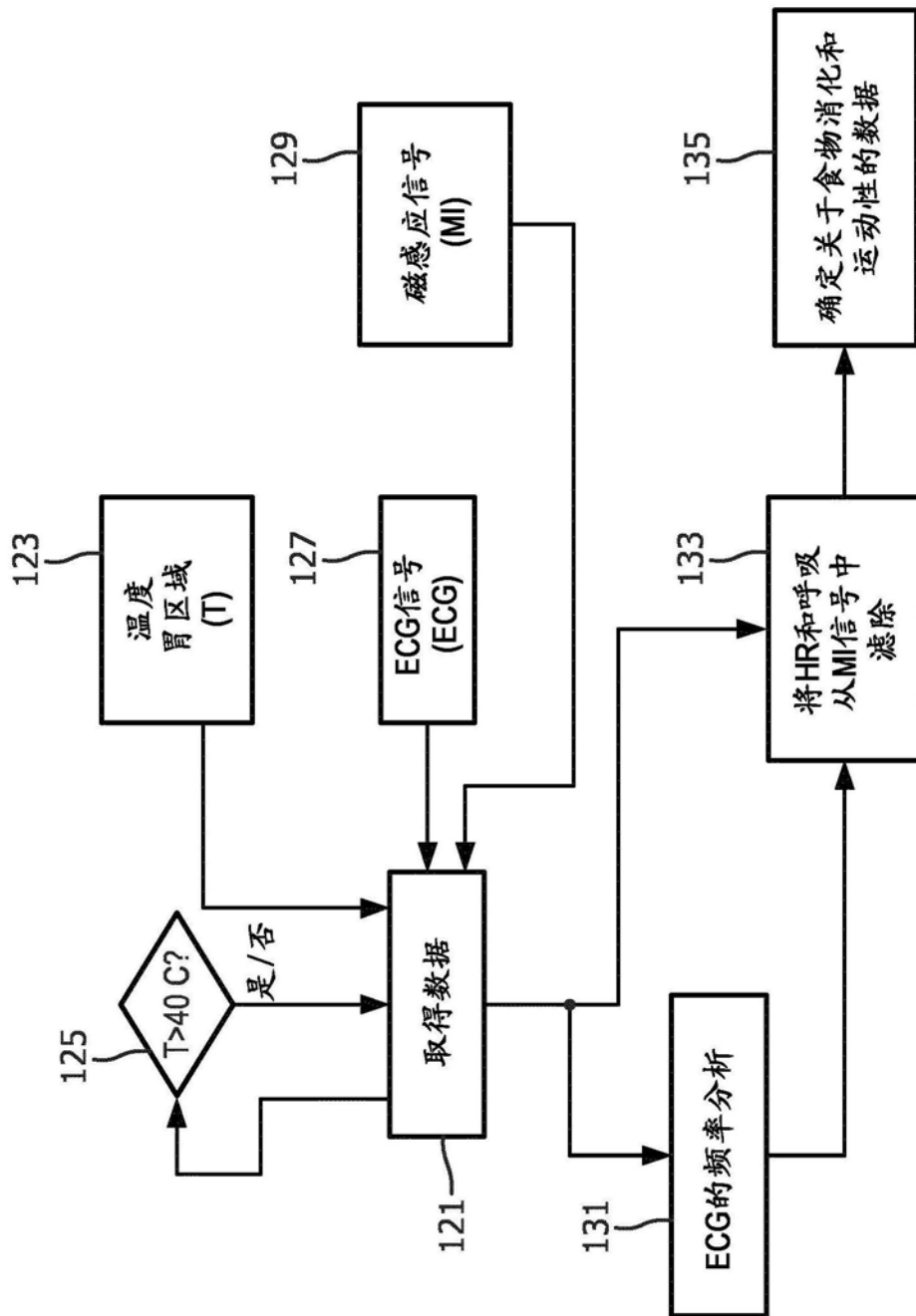


图6