



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109199327 A

(43)申请公布日 2019.01.15

(21)申请号 201810637344.1

(22)申请日 2018.06.20

(30)优先权数据

62/527,918 2017.06.30 US

62/587,351 2017.11.16 US

15/888,853 2018.02.05 US

(71)申请人 三星电子株式会社

地址 韩国京畿道

(72)发明人 Y.李 M.C.威金斯

(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 邵亚丽

(51)Int.Cl.

A61B 5/00(2006.01)

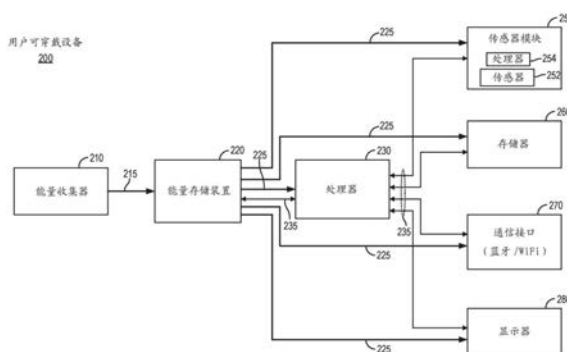
权利要求书3页 说明书9页 附图4页

(54)发明名称

用于连续生物特征监控的自供电可穿戴设备

(57)摘要

用户可穿戴设备利用能量收集技术来延长电池寿命或者消除了对可穿戴设备进行充电的需要。在一个实施例中,用户可穿戴设备将能量收集技术与低功率传感器以及高效处理方法相结合,用以实现自充电或无电池生物特征监控系统。可穿戴生物特征监控系统提供了准确的生物特征测量,同时通过延长电池寿命或者完全消除用户对设备进行充电的需要来增强用户体验。



1. 一种用于用户的生物特征测量的用户可穿戴设备,包括:
能量收集模块,被配置为采集能量并提供能量输出;
能量存储模块,耦合到所述能量收集模块以存储由所述能量收集模块收集的能量输出;
传感器模块,包括传感器并且被配置为测量用户的至少一个生物信号并使用至少一种生物特征信号处理方法处理生物信号,所述传感器模块通过存储在所述能量存储模块中的能量来供电;以及
处理器模块,被配置为通过对由所述传感器测量的生物信号执行至少一种功率优化的生物特征推断方法来处理所述生物信号,所述处理器模块通过存储在所述能量存储模块中的能量来供电,
其中,由所述传感器模块的感测操作和所述处理器模块的信号处理操作所消耗的功率之和至少部分地由所述能量收集模块来供应,所述传感器模块和所述处理器模块由自适应功率控制模块控制,所述自适应功率控制模块被配置为调节感测占空比调度和信号处理时间,用以实现所述能量收集模块的能量产生与所述传感器模块和所述处理器模块的能量消耗之间的功率平衡。
2. 根据权利要求1所述的用户可穿戴设备,其中,所述传感器选自下述各项中的一个:低功率惯性测量传感器、加速度计、光电血管容积图 (PPG) 传感器、微机电系统 (MEMS) 传感器、心电图 (ECG) 传感器、生物阻抗传感器、皮肤电反应 (GSR) 传感器和压电传感器。
3. 根据权利要求2所述的用户可穿戴设备,其中,所述传感器模块中的传感器被配置为测量用户的至少一个生物信号,其中,所述生物信号选自静息心率、呼吸速率、活动能量消耗、睡眠监控和打鼾检测。
4. 根据权利要求2所述的用户可穿戴设备,其中,所述低功率惯性测量传感器包括加速度计。
5. 根据权利要求1所述的用户可穿戴设备,其中,所述自适应功率控制模块被配置为调节所述感测占空比调度和所述信号处理时间,使得由所述传感器模块的感测操作和所述处理器模块的信号处理操作消耗的功率等于或小于所述能量收集模块产生的功率。
6. 根据权利要求1所述的用户可穿戴设备,其中,所述自适应功率控制模块被配置为调节所述感测占空比调度和所述信号处理时间,使得在第一时间段,由所述能量收集模块收集的能量与存储在所述能量存储模块中的能量之和等于或大于在第一占空比期间执行感测操作和信号处理操作所消耗的能量与在所述第一占空比之外的非活动模式期间所消耗的能量之和。
7. 根据权利要求1所述的用户可穿戴设备,其中,所述能量收集模块包括热电发电机,所述热电发电机被布置为测量用户的体温与用户外部的环境之间的温度差,并且产生与所述温度差成比例的电压。
8. 根据权利要求1所述的用户可穿戴设备,其中,所述能量收集模块包括动能收集器、射频 (RF) 能量收集器、压电能量发电机、太阳能发电机、环境振动供电的能量收集器、光伏能量发电机和电力发电机中的一个。
9. 根据权利要求1所述的用户可穿戴设备,其中,所述能量存储模块包括可充电电池或电容器。

10. 根据权利要求1所述的用户可穿戴设备,其中,由所述感测操作和信号处理操作消耗的功率仅由所述能量收集模块供应。

11. 一种用于用户的生物特征测量的用户可穿戴设备中的方法,所述方法包括:

从环境能量源产生能量;

存储收集的能量;

使用存储的能量供应感测操作和信号处理操作;

在所述感测操作期间使用传感器测量用户的生物信号;

在所述信号处理操作期间从测量的信号产生监控的信号;

监控存储的能量水平;以及

应用自适应功率控制以响应于所存储的能量水平来调节感测操作的感测占空比和信号处理操作的处理时间,用以实现来自环境能量源的能量产生与感测操作和信号处理操作的能量消耗之间的功率平衡。

12. 根据权利要求11所述的方法,其中,在所述感测操作期间使用传感器测量用户的生物信号包括:

使用选自下述各项中的一个的传感器进行测量:低功率惯性测量传感器、加速度计、光电血管容积图 (PPG) 传感器、微机电系统 (MEMS) 传感器、心电图 (ECG) 传感器、生物阻抗传感器、皮肤电反应 (GSR) 传感器和压电传感器。

13. 根据权利要求12所述的方法,其中,在所述感测操作期间使用传感器测量用户的生物信号包括:

使用所述低功率惯性测量传感器测量运动信号作为用户的生物信号。

14. 根据权利要求11所述的方法,其中,在所述感测操作期间使用传感器测量用户的生物信号包括:

使用所述传感器测量用户的生物信号,其中,所述生物信号选自静息心率、呼吸速率、活动能量消耗、睡眠监控和打鼾检测。

15. 根据权利要求11所述的方法,其中,应用自适应功率控制包括:

应用自适应功率控制以调节所述感测占空比调度和所述信号处理时间,使得由所述感测操作和所述信号处理操作消耗的功率等于或小于从所述环境能量源产生的功率。

16. 根据权利要求11所述的方法,其中,应用自适应功率控制包括:

应用自适应功率控制以调节所述感测占空比调度和所述信号处理时间,使得在第一时间段,收集的能量与存储的能量之和等于或大于在第一占空比期间执行感测操作和信号处理操作所消耗的能量与在所述第一占空比之外的非活动模式期间所消耗的能量之和。

17. 根据权利要求11所述的方法,其中,从环境能量源产生能量包括:

使用热电发电机产生热能,所述热电发电机被布置为测量用户的体温与用户外部的环境之间的温度差,并且产生与所述温度差成比例的电压。

18. 根据权利要求11所述的方法,其中,从环境能量源产生能量包括:

使用动能收集器、射频 (RF) 能量收集器、压电能量发电机、太阳能发电机、环境振动供电的能量收集器、光伏能量发电机和电力发电机中的一个来产生能量。

19. 根据权利要求11所述的方法,其中,存储收集的能量包括:

将收集的能量存储在可充电电池或电容器中。

20. 根据权利要求11所述的方法,其中,应用自适应功率控制包括:

应用自适应功率控制以调节所述感测占空比调度和所述信号处理时间,使得由感测操作和信号处理操作消耗的功率仅由收集的能量供应。

用于连续生物特征监控的自供电可穿戴设备

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2017年6月30日提交的题为“SELF-POWERED WEARABLE DEVICE FOR CONTINUOUS BIOMETRICS MONITORING”(用于连续生物特征监控的自供电可穿戴设备)的美国临时专利申请第62/527,918号的优先权,以及还要求于2017年11月16日提交的题为“SELF-POWERED WEARABLE FOR CONTINUOUS BIOMETRICS MONITORING”(用于连续生物特征监控的自供电可穿戴设备)的美国临时专利申请第62/587,351号的优先权,为了所有目的这两个专利通过引用并入本文。

技术领域

[0003] 本公开一般涉及可穿戴设备,并且具体地,涉及用于生物特征监控的自供电可穿戴设备。

背景技术

[0004] 可穿戴设备包括从时间跟踪到提供健康相关的反馈的多个特征和能力。可穿戴设备通常提供需要相对小的功率的基本功能,诸如报时和计步。更高级的健康功能(诸如,心率或心跳检测、睡眠跟踪和血压监控)通常具有相对高的功率要求。用于进行健康测量的常用技术包括使用光电血管容积图(PPG)、心电图(ECG)、加速度计和/或其他传感器。对当前世代的可穿戴设备的主要不满是有限的电池寿命以及对可穿戴设备进行充电的需要。当用户想要可能消耗大量的电力的连续的生物特征监控时,加重了电池寿命问题。

发明内容

[0005] 本公开公开了用于生物特征测量的自供电或无电池用户可穿戴设备的设备和方法,例如结合至少一个附图基本上如下面示出和/或描述的,如在权利要求中更全面地阐述的。

[0006] 从以下描述和附图将更全面地理解本公开的这些和其他优点、各个方面和新颖特征以及其示出的实施例的细节。

[0007] 在一个实施例中,一种用于用户的生物特征测量的用户可穿戴设备包括:能量收集模块,被配置为采集能量并提供能量输出;能量存储模块,耦合到能量收集模块以存储由能量收集模块收集的能量输出;传感器模块,包括一个或多个传感器并且被配置为测量用户的至少一个生物信号(biological signal)并使用至少一种生物特征信号(biometric signal)处理方法处理生物信号,其中,传感器模块通过存储在能量存储模块中的能量来供电;以及处理器模块,被配置为通过对由传感器测量的生物信号执行至少一种功率优化的生物特征推断方法来处理生物信号,其中处理器模块通过存储在能量存储模块中的能量来供电。由传感器模块的感测操作和处理器模块的信号处理操作所消耗的功率之和至少部分地由能量收集模块供应,传感器模块和处理器模块由自适应功率控制模块来控制,自适应功率控制模块被配置为调节感测占空比调度和信号处理时间,用以实现能量收集模块的能

量产生与传感器模块和处理器模块的能量消耗之间的功率平衡。

附图说明

[0008] 在以下详细描述和附图中描述了本公开的各种实施例。

[0009] 图1示出根据一个实施例的电子设备的示意图。

[0010] 图2示出根据一个实施例的电子设备的框图。

[0011] 图3示出用户的24小时能量消耗和环境温度变化的示例性波形。

[0012] 图4示出在一个实施例中用于用户可穿戴设备中的生物特征测量的方法的流程图。

具体实施方式

[0013] 本公开能够以多种方式来实现,包括作为过程;装置;系统;物质的合成;实施在计算机可读存储介质上的计算机程序产品;和/或处理器,诸如硬件处理器或处理设备,其被配置为执行存储在耦合到处理器的存储器上和/或由其提供的指令。在本说明书中,这些实现或本公开可以采取的任何其他形式可以被称为技术。通常,可以在本公开的范围内改变所公开的过程的步骤的顺序。除非另有说明,否则描述为被配置为执行任务的组件(诸如处理器或存储器)可以被实现为临时配置为在给定时间执行任务的通用组件或被制造为执行任务的专用组件。如本文所使用的,术语“处理器”是指被配置为处理诸如计算机程序指令的数据的一个或多个设备、电路和/或处理核心。

[0014] 下面连同示出本公开的原理的附图一起提供了本公开的一个或多个实施例的详细描述。结合这些实施例描述了本公开,但是本公开不限于任何实施例。本公开的范围仅由权利要求限制,并且本公开涵盖许多替选、修改和等同物。在以下描述中阐述了许多具体细节以便提供对本公开的透彻理解。为了示例的目的提供这些细节,并且可以根据权利要求来实践本公开,而无需这些具体细节中的一些或全部。为了清楚的目的,在与本公开相关的技术领域已知的技术材料未被详细描述,以便不会使本公开不必要地模糊。

[0015] 在本公开的实施例中,用户可穿戴设备利用能量收集技术来延长电池寿命或消除对可穿戴设备进行充电的需要。在一个实施例中,用户可穿戴设备将能量收集技术与低功率传感器和高效生物特征推断方法(或称为生物特征信号处理方法)相结合以实现自充电或无电池生物特征监控系统。可穿戴生物特征监控系统提供准确的生物特征测量,同时通过延长电池寿命或完全消除用户对设备进行充电的需要来增强用户体验。

[0016] 图1示出根据一个实施例的电子设备的示意图。参考图1,可以是用户可穿戴设备100的电子设备具有显示器180、处理器130、传感器模块150、能量收集模块110、能量存储模块120、带140和扣环142。带140可以缠绕在手腕上并且用户可穿戴设备100可以通过使用扣环142而保持在手腕上。传感器模块150可以包括一个或多个传感器152和本地处理器154。本地处理器154实现对传感器模块150的控制功能,并且还可以对感测的信号执行处理或预处理。处理器130实现对用户可穿戴设备的控制功能,并且还可以对感测的信号执行进一步的信号处理功能。本地处理器154或处理器130也可以被称为诊断处理器。图1示出用户可穿戴设备100中的传感器模块150、能量收集模块110和能量存储模块120的示例性布置。图1中示出的元件的布置仅仅是说明性的而不旨在是限制性的。在本公开的实施例中,用户可穿

戴设备100可以使用其他元件布置来配置。具体地,传感器模块150、能量收集模块110和能量存储模块120可以被定位在用户可穿戴设备100的不同位置。例如,传感器模块150可以位于用户可穿戴设备100的主体下方,与显示器180相反。

[0017] 虽然用户可穿戴设备100可以戴在手腕上,但是本公开的各种实施例不必受限于此。用户可穿戴设备100也可以被设计成戴在身体的其他部位上,例如像在前臂、肘部或上臂周围)、在腿上、在胸部上、像头带一样在头部上、像“项圈(choker)”一样在喉咙上、以及在耳朵上。用户可穿戴设备100能够与其他电子设备(例如像智能电话、膝上型计算机、或者医院或医生诊所处的各种医疗设备)通信。

[0018] 显示器180可以输出来自用户的身体的监控的生理信号以供用户和/或其他人查看。被监控的生理信号可以被称为生物信号(biosignals)或生物特征数据。监控的生物信号可以是,例如,心(脉搏)率、脉搏形态(形状)、脉搏间隔(心跳间期)、呼吸(respiration)(呼吸(breathing))速率和血压。例如,显示器180还可以在使用用户可穿戴设备100或使用其他测量设备时向用户或其他人输出指令、以及状态和诊断结果。

[0019] 处理器130可以经由传感器模块150中的低功率传感器接收监控的信号。在一些示例中,传感器模块150可以包括一个或多个传感器152,其在用户可穿戴设备100由用户穿戴时从用户获取信号。传感器152可以是例如加速度计。传感器模块150可以包括用于控制传感器152并且还用于处理由传感器152感测的信号的本地图处理器154。例如,本地图处理器154可以分解由传感器152监控的信号,然后重构分解的信号。本公开的各种实施例可以使处理器130也执行本地图处理器154的功能。本公开的各种实施例还可以具有不同数量的传感器。

[0020] 在一个示例中,传感器152可以是,例如,用于连续或接近连续地监控脉搏相关的信息的运动传感器或加速度计。传感器模块150可以包括与传感器152相似的其他传感器或不同类型的传感器,例如像用于获取用户的温度的温度计。

[0021] 能量收集模块110从环境能量源采集能量,其中收集的能量被应用以向用户可穿戴设备100供电。在本说明书中,能量收集是指捕获环境能量(诸如,电磁能、太阳能、磁能、动能和热能)的技术。收集的能量可以存储在能量存储模块120中,并且能量存储模块120提供存储的能量以向用户可穿戴设备100供电。在一些实施例中,能量存储模块120是可再充电电池或电容器。

[0022] 图2示出根据一个实施例的电子设备的框图。参考图2,用户可穿戴设备200包括通过从环境能量源采集能量来连续地产生电力的能量收集模块210(在本文中也称为能量收集器)。收集的能量通过电力线215来提供以被存储在能量存储模块220中。存储在能量存储模块220中的能量用于通过电力总线225来供应用户可穿戴设备200的其余元件和电路。

[0023] 在本实施例中,用户可穿戴设备200包括用于控制用户可穿戴设备200中的感测操作、采样调度、信号处理操作和设备通信事件的处理器230。在本实施例中,处理器230是低功率处理器。此外,在一些实施例中,处理器230是低功率微控制器(MCU)。更具体地,处理器230通过数据总线235与传感器模块250和用户可穿戴设备200的其他元件通信。处理器230可以提供控制信号,并且可以提供和接收来自用户可穿戴设备200的元件的数据信号。例如,处理器230可以通过数据总线235与传感器模块250通信以接收感测的信号并提供控制信号。处理器230还可以通过数据总线235与能量存储模块220通信以获得存储的能量水平(energy level)和其他数据。

[0024] 用户可穿戴设备200包括传感器模块250,传感器模块250包括用于测量用户的一个或多个生物信号的一个或多个生物信号传感器252。在一个实施例中,生物信号传感器252是加速度计。此外,在一些实施例中,传感器模块250使用超低功率传感器来实现。在一个示例性实施例中,传感器模块250包括三轴加速度计,其提供在感测模式下需要小于200 μ A电源的连续心率、呼吸速率、睡眠和心律失常监控。可以为传感器模块250提供用于控制传感器252并且还用于处理由传感器252感测的生物信号的本地处理器254。在一些实施例中,可以在本地处理器254处和/或在处理器230处实现信号处理操作。替选地,本地处理器254可以执行信号处理的一部分,诸如特定的信号预处理,并且处理器230实现用于生物特征确定的信号处理方法。在本公开的实施例中,用于执行生物特征信号处理方法的具体处理器对于本公开的实践不是关键的。

[0025] 此外,在本公开的实施例中,用户可穿戴设备200实现高效且消耗低水平功率的一种或多种生物特征信号处理方法。生物特征信号处理方法可以在传感器模块250的本地处理器254中或在处理器230中实现或执行。通过使用低功率传感器和高效生物特征确定框架,本公开系统的用户可穿戴设备200可以被应用,以连续测量用户的生物特征以及诊断和筛查(screen)个体健康状况,其中用户可穿戴设备200部分或完全通过能量收集模块210采集的能量来供电。

[0026] 在示例性实施例中,用户可穿戴设备200实现在以下美国专利申请中描述的低功率生物特征感测技术和生物特征推断和确定方法中的一种或多种:M.Wiggins等人于2015年11月3日提交的题为“Methods For Improving Response time,Robustness and User Comfort In Continuous Estimation Of Biophysiological Rates”的美国专利申请序列号14/931,440;Y.Li等人于2015年10月30日提交的题为“Methods For Low-Power-Consumption,Robust Estimation Of Cardiovascular Periodicity,Contour Analysis, And Heart Rate”的美国专利申请序列号14/928,072;Y.Li等人于2016年5月31日提交的题为“Methods And Apparatus For Heart Rate And Respiration Rate Estimation Using Low Power Sensor”的美国专利申请序列号15/168,531;Y.Li于2016年9月13日提交的题为“System And Method For Providing A Real-Time Signal Segmentation And Fiducial Points Alignment Framework”的美国专利申请序列号15/264,333;Y.Li等人于2016年12月6日提交的题为“System And Method For Snoring Detection Using Low Power Motion Sensor”的美国专利申请序列号15/370,468;Y.Li于2017年10月6日提交的题为“System And Method For Continuous Background Heartrate And Heartbeat Events Detection Using AMotion Sensor”的美国专利申请序列号15/726,827;Y.Li于2017年10月6日提交的题为“System And Method For Real-Time Heartbeat Events Detection Using Low-Power Motion Sensor”的美国专利申请序列号15/726,756。上述专利申请通过引用结合于此。

[0027] 用户可穿戴设备200包括其他元件以支持设备的功能。在本实施例中,用户可穿戴设备200包括用于显示生物特征或接收用户输入的显示器280、用于存储操作指令代码和/或原始的或处理过的信号和/或其他数据的存储器260、以及便于与外部设备(例如,智能电话)通信的通信接口270。显示器280还可以包括输入设备(未示出),例如像按钮、拨号盘、触敏屏幕和麦克风。尽管用户可穿戴设备200被描述为包括这些各种元件,但是其他实施例可

以使用不同功能被不同地分组的其他体系结构。例如,分组 (grouping) 可以在不同的集成电路芯片中。或者,分组可以将诸如通信接口270和处理器230的不同元件组合在一起。在本实施例中,能量存储装置220、显示器280、存储器260和通信接口270通过数据总线235与处理器230通信。

[0028] 处理器230可以控制传感器模块250的操作以及接收来自传感器模块250的监控的信号。处理器230可以通过执行存储器260中的指令来控制用户可穿戴设备200,包括处理来自传感器模块250的监控的信号、在显示器280上显示处理后的信号、从显示器280接收输入、经由通信接口270与各种设备对接 (interfacing)。操作系统和应用可以被存储在存储器260中。本公开的其他实施例可以使用依赖于设计和/或实现的不同的存储器体系结构。通信接口270可以允许用户可穿戴设备200经由例如诸如通用串行总线 (USB)、蓝牙、近场通信 (NFC) 和Wi-Fi的有线或无线协议与其他设备通信。

[0029] 处理器230可以在不同实施例中使用不同的体系结构来操作。例如,处理器230可以使用存储器260来存储要执行的指令,或者处理器230可以具有用于其指令的其自己的存储器 (未示出)。尽管在本实施例中,用户可穿戴设备200具有单独的处理器230和254,但是各种实施例不必受限于此。可以存在控制用户可穿戴设备200的功能的一个处理器230,或者可以存在用于用户可穿戴设备200的多个处理器。

[0030] 能量收集器

[0031] 在本公开的实施例中,能量收集模块210可以使用适合于当前可用或将要开发的可穿戴设备的能量收集技术来实现。在一个实施例中,能量收集模块210被实现为集成到用户可穿戴设备200中 (诸如在腕带上) 的热电发电机。热电发电机进行操作以测量用户的体温与用户外部的环境之间的温度差,并产生与该温度差成比例的电压。换句话说,热电发电机捕获来自用户身体的热量相对于环境空间的热通量 (thermal flux), 并且例如使用珀尔帖 (Peltier) 效应将热通量转换为电力。在热电发电机中,更高的温度梯度导致更高的能量产生。

[0032] 在替选实施例中,能量收集模块210被实现为动能收集器,其被布置为捕获由身体运动产生的能量,并且将所捕获的动能转换为用于给用户可穿戴设备200供电的电力。在又一个实施例中,能量收集模块210被实现为射频 (RF) 能量收集器,其被布置为捕获诸如无线电和电视广播信号的环境RF信号,并将所捕获的RF能量转换为用于给用户可穿戴设备200供电的电力。

[0033] 在其他实施例中,能量收集模块210可以使用其他类型的能量收集技术 (诸如,压电能量发电机、太阳能发电机、环境振动供电的能量收集器、光伏能量发电机和电动力发电机) 来实现。在不偏离本公开的范围的情况下,其他技术可以用于能量收集。随着材料科学的进步以及硬件的小型化,适合于可穿戴设备的更多的能量收集选项将变得可用。

[0034] 在本公开的实施例中,收集的能量被存储在能量存储模块220中,然后被分配到用户可穿戴设备200的其他元件。能量存储模块220可以使用各种类型的能量存储装置来实现,各种类型的能量存储装置包括但不限于化学存储元件 (诸如,可再充电电池)、电学存储元件 (诸如,电容器或超级电容器) 和机械存储元件 (诸如,弹簧或飞轮)。

[0035] 因此,在一些实施例中,收集的能量被存储在作为能量存储模块220的电容器上。在替选实施例中,收集的能量用于对作为能量存储模块220的内置式可再充电电池进行充

电。

[0036] 在本说明书中,术语“能量(energy)”和“功率(power)”有时可互换地使用以指代由用户可穿戴设备产生和消耗的电能。应理解,“能量”是指完成工作的总量,而“功率”是指能够多快完成工作。电能通常以瓦时(watthour)为单位被测量。功率被定义为产生或消耗能量的速率,并且以瓦特为单位被测量。换句话说,功率是每单位时间的能量。例如,一瓦的电功率维持一小时等于一瓦时的能量。应理解,虽然术语“能量”和“功率”在本说明书中可以互换地使用,但是这些术语在本领域中保持其各自的通常含义。

[0037] 生物特征测量

[0038] 在本公开的实施例中,传感器模块250使用超低功率的微机电(MEMS)传感器(诸如,加速度计或陀螺仪)来实现。MEMS传感器被应用以捕获身体运动和振动信息,例如活动、心脏指标(例如,心率、心率变异性(HRV)和心律失常)、呼吸信息、睡眠信息和打鼾事件。

[0039] 在另一实施例中,心电图(ECG)传感器可以在基于手腕的可穿戴设备中实现,其中一旦ECG导联(ECG lead)被用户触摸,就触发ECG测量。备选地,ECG传感器可以被实现为胸部穿戴的贴片设备,其中ECG测量将被连续地收集。

[0040] 在一些实施例中,在用户可穿戴设备中实现光学光电血管容积图(PPG)传感器。目前的PPG传感器倾向于以相当高的功耗操作。可以应用积极的(aggressive)电源管理机制,以使得能够在用户可穿戴设备中以长工作时间使用PPG传感器。然而,PPG传感器在未来的开发中可能会变得更加高效,使得PPG传感器适合于自供电可穿戴设备。

[0041] 最后,在备选实施例中,诸如生物阻抗传感器、皮肤电反应(GSR)传感器、压电传感器和应变计传感器的传感器可以应用于具有功率优化的生物特征测量。

[0042] 功率优化

[0043] 在本公开的实施例中,用户可穿戴设备200的处理器230被配置为实现功率优化(optimization)方法。在一个实施例中,处理器230结合有能够以软件或固件或两者实现的自适应功率控制模块,以实现功率管理方案,以便实现由能量收集模块210产生的功率与由传感器模块250和处理器模块230消耗的功率之间的功率平衡操作。更具体地,在一个实施例中,自适应功率控制模块被配置为在平衡能量产生与消耗的同时,基于用户需求,自适应地调节感测占空比(duty cycle)和信号处理运行调度。

[0044] 在一个实施例中,用户可穿戴设备200包括能量收集模块210,其能够在室温下产生N瓦特的功率。传感器模块250和处理器230在非活动或睡眠模式下消耗功率 P_{sleep} ,并且在高分辨率生物信号采样模式(也称为“感测模式”)下消耗功率 P_{sense} ,并且处理器230在感测模式期间的信号处理运行时间期间消耗功率 $P_{process}$ 。相应地,功率产生-消耗平衡等式如下:

$$[0045] \quad E_{EH} + E_{stored} \geq \int_{t_1}^{t_2} ((P_{sense} + P_{process}) \cdot \theta + P_{sleep} \cdot (1 - \theta)) dt \quad (1)$$

[0046] 其中 θ 是感测模式的占空比,并且 $(1-\theta)$ 是睡眠模式的时间段, E_{EH} 是在给定时间的持续时间内产生的电力,并且 E_{stored} 是存储在能量存储模块220中的初始能量。更具体地,占空比 θ 是指感测模式被激活的时间在给定持续时间内的百分比。在本公开的实施例中,用户可穿戴设备200以下述两种模式中的一种模式进行操作:感测模式,其中正在执行活动的感测和信号处理;以及睡眠或非活动模式,其中未进行感测或信号处理。感测模式在占空比

(即,给定持续时间内的给定的时间百分比)内被激活,并且睡眠模式在同一给定持续时间内在占空比以外的剩余时间内被激活。

[0047] 等式(1)是功率平衡等式,其描述了实现能量收集和感测/信号处理之间的功率平衡以实现自充电或无电池可穿戴设备的条件。在一个实施例中,调节占空比 θ 以设置功耗,从而实现等式(1)中的期望的功率平衡。更具体地,如等式(1)所述,在时间 t_1 至 t_2 之间的时间段内,由能量收集器210产生的能量 E_{EH} 与存储在能量存储模块220中的能量 E_{stored} 之和等于或大于由在第一占空比期间执行感测操作的传感器模块250和由在第一占空比期间执行信号处理的处理器模块230所消耗的能量 $(P_{sense}+P_{process}) \cdot \theta$ 与由传感器模块250和处理器模块230在第一占空比之外的非活动模式期间所消耗的能量 $(P_{sleep} \cdot (1-\theta))$ 之和。

[0048] 在本公开的实施例中,为了实现功率平衡,调节感测模式的占空比,以便针对产生的能量的量来设置期望的功耗水平。例如,可以减小占空比 θ 以减少采样花费的时间并增加睡眠模式的时间以节约能量。在一个示例中,在诸如用户的高活动水平的非关键情况期间减少采样,并且在用户的低活动时段期间(诸如当用户正在休息或睡着时)增加采样。

[0049] 通过应用自适应功率控制以维持等式(1)的功率平衡关系,用户可穿戴设备200可以实现自供电或可以显著降低设备的充电频率。具体地,在一些实施例中,当上面的功率平衡等式(1)可以在全部时间的持续时间内保持有效时,即,能量收集器210产生比设备消耗更多的功率时,用户可穿戴设备200可以在设为1($\theta=1$)的感测占空比或100%的占空比以连续感测模式操作。也就是说,感测模式在100%的时间内运行。否则,应根据感测模式和非活动模式之间的功耗比来设置感测占空比 θ 。在一个示例中,用户可穿戴设备200在20%的时间($\theta=0.2$)以高分辨率感测模式操作并且在80%的时间($\theta=0.8$)以低功率模式操作。

[0050] 具体而言,如果本设备在时间段 t_1 - t_2 内连续操作,则必须满足等式(1)。在一些实施例中,系统效率因子 μ 可以被定义为感测模式和信号处理模式的功率比。也就是说,系统效率因子可以被给出为:

$$[0051] \quad \mu = \frac{P_{sense}}{P_{process}},$$

[0052] 其中大的系统效率因子 μ 指示高系统效率。在一些情况下,当选择了特定传感器时,传感器模块250所消耗的功率 P_{sense} 可以被设置为恒定值。在其他实施例中,例如当可穿戴设备系统配置被建立时,信号处理操作所消耗的功率 $P_{process}$ 可以是固定的。在该情况下,系统效率因子 μ 可以用作选择期望的传感器以实现期望的系统效率的基准。

[0053] 此外,收集的功率在很大程度上取决于诸如环境温度和用户的能量消耗的因素。在热电发电器的情况下,低的用户活动(诸如,用户睡眠)和温暖的环境温度都产生更少的功率,而高的用户活动(诸如,用户锻炼)或低的环境温度输出更多的功率。在一些实施例中,本公开的用户可穿戴设备200可以被配置为基于能量收集输出水平来量化用户能量消耗和活动水平。

[0054] 在一些实施例中,本公开的用户可穿戴设备200可以用于诊断或筛查健康状况,其中用户可穿戴设备200根据用户需求调节感测调度。例如,在用户可穿戴设备200被用于睡眠呼吸暂停监控/诊断的情况下,当用户可穿戴设备200检测到用户正在睡觉或者当识别到可疑事件时,触发感测模式。根据功率平衡等式(1)调度(schedule)定期的背景监控,诸如白天的心率和呼吸速率。

[0055] 在一些情况下,为了维持上述功率平衡等式,应从用户可穿戴设备200的传感器模块250排除高功耗生物信号传感器,诸如连续PPG传感器。而且,应避免复杂的计算,诸如复杂的神经网络,以便最小化处理器唤醒时段。

[0056] 在另外的实施例中,用户可穿戴设备200实现回归模型以便最大化能量利用率。图3示出用户的24小时能量消耗(曲线190)和环境温度变化(曲线195)的示例性波形。通过量化对象的历史生活方式模式(能量消耗模式)以及历史温度数据,这些因素可以应用于输出最优功率调度的预测回归模型。在一个实施例中,当用户可穿戴设备200被初始化时,嵌入模型被设置为默认设置。在用户可穿戴设备200学习用户的个体使用模式之后,嵌入模型逐渐回归到最优设置。即,基于用户的活动模式或用户的能量消耗,针对每个用户使用用户可穿戴设备200的功率调度个性化。

[0057] 在一些实施例中,用户可穿戴设备200实现预测模型以分析当前能量收集输出并预测能量产生趋势。基于预测的能源产生趋势,预测模型确定要使用的占空比。例如,在当前的能量收集水平太低的情况下,预期到未来减少的收集的能量,预测模型减小占空比以节约能量。

[0058] 在本公开的实施例中,自供电可穿戴设备200在传感器模块250中包含三轴加速度计和ECG传感器。三轴加速度计连续地对用户的身体振动以及进一步的心冲击图(BCG)或心震图(SCG)进行采样,并且可以从原始运动信号中提取呼吸信号。可以从提取的生物信号中导出背景静息心率和呼吸速率。此外,导出的心率和呼吸速率输出与原始运动信号相结合可以进一步导出生物特征,诸如,能量消耗、步数、打鼾、睡眠质量、睡眠呼吸暂停、HRV和用户的心境(压力或情绪)。

[0059] 在本公开的实施例中,用户可穿戴设备200可以被配置为自供电心房纤颤筛查设备,其包括检测不规则心脏节律和异常心跳形态的加速度计。当检测到异常事件时,用户可穿戴设备200被配置为触发ECG测量事件并通知用户数据采集请求。ECG原始信号可以由用户可穿戴设备200处理或被存储用于进一步的诊断。

[0060] 在一些实施例中,用户可穿戴设备200可以在一个或多个身体位置或甚至遥远的位置上提供测量位置。这些位置包括但不限于手腕、胸部贴片、耳机和鞋。例如,本系统包括使用热电发电器的基于手腕的智能手表或胸部穿戴的贴片。在另一示例中,具有超低功率运动传感器的动力或压电供电的设备可以嵌入鞋中以监控日常活动以及BCG相关应用。

[0061] 根据一个实施例,本系统包括用于生物特征测量或诊断/筛查健康状况的用户可穿戴设备200,其中由感测操作和信号处理操作所消耗的功率之和部分或完全由能量收集模块210供电。用户可穿戴设备200包括低功率传感器,该低功率传感器包括但不限于PPG传感器、MEMS传感器、ECG传感器、生物阻抗传感器、GSR传感器和压电传感器中的一个或多个,并且其中生物特征提取包括但不限于PPG、ECG、BCG和SCG中的一个或多个。

[0062] 本公开的用户可穿戴设备200可以包括自适应功率控制模块,该自适应功率控制模块基于用户设置和功率产生-消耗平衡来调节感测占空比/调度和处理时间。在一些实施例中,本公开的用户可穿戴设备200包括用于基于用户需求和计划的(projected)能量收集来调节感测占空比和调度的预测模型。用户可穿戴设备200基于用户需求和功率平衡来调节感测采样频率。用户可穿戴设备200基于由能量收集系统产生的功率来调节传感器操作与占空比以及传感器与处理激活之间的平衡,同时用户可穿戴设备200结合有包括PPG、

ECG、BCG和SCG的低功率感测模态(modalities);并且其中用户可穿戴设备提取包括但不限于心率、心率变异性、心律失常检测、活动水平、睡眠、打鼾和呼吸的生物特征。

[0063] 根据一个实施例,用户可穿戴设备200被实现为睡眠呼吸暂停检测和/或筛查设备,该睡眠呼吸暂停检测和/或筛查设备提供功率产生-消耗平衡;并且包含传感器,所述传感器包括加速度计(例如,运动、BCG、SCG、位置和偏角(declination)),脉搏血氧计,以及用于心率、心率变异性、呼吸、打鼾检测、SpO₂、入眠偏移(sleep onset offset)、睡眠持续时间/效率、睡姿和呼吸暂停事件检测的传感器处理组件。

[0064] 根据一个实施例,用户可穿戴设备200被实现为心律失常检测和/或筛查设备,该心律失常检测和/或筛查设备提供功率产生-消耗平衡;并且包含传感器,所述传感器包括加速度计(例如,运动、BCG、SCG、位置和偏角(declination)),ECG电路,以及用于心率、心率变异性、活动水平、睡眠、心律失常检测、每搏输出量、心输出量和减少的外周灌注的传感器处理组件。

[0065] 根据一个实施例,用户可穿戴设备200被实现为用于利用包括静息心率、呼吸速率、步数、活动/能量消耗、睡眠监控和打鼾检测的相关功率优化的生物特征推断方法进行生物特征测量的可穿戴设备,其具有能量收集组件、以及一个或多个低功率惯性测量传感器;其中感测过程所消耗的功率之和部分或完全由能量收集组件供电。可穿戴设备还包括自适应功率控制模块,其被配置为如等式(1)所述的基于用户设置和功率产生/消耗平衡来调节感测占空比调度和信号处理时间。

[0066] 根据一个实施例,用于生物特征测量的用户可穿戴设备200包括能量收集组件,以及PPG传感器、MEMS传感器、ECG传感器、生物阻抗传感器、GSR传感器和压电传感器中的一个或多个;并且其中感测过程所消耗的功率的平衡部分或完全由能量收集组件供电,由自适应功率控制模块控制,该自适应功率控制模块被配置为如等式(1)所述基于用户设置和功率产生/消耗平衡来调节感测占空比调度和信号处理时间。

[0067] 图4示出在一个实施例中用于用户可穿戴设备200中的生物特征测量的方法的流程图。参考图4,用于生物特征测量的方法400包括(在402处)从环境能量源产生能量,并(在404处)存储收集的能量。例如,能量可以由能量收集模块210收集并存储在能量存储模块220中。方法400(在406处)使用存储的能量供应生物特征感测操作和信号处理操作。方法400(在408处)在感测操作期间感测至少一个生物信号并且在信号处理操作期间从感测的信号产生至少一个监控信号。感测的信号可以是运动信号。监控的信号可以是例如心(脉搏)率、脉搏形态(形状)、脉搏间隔(心跳间期)、呼吸(respiration)(呼吸(breathing))速率和血压。

[0068] 方法400(在410处)监控所存储的能量水平。方法400(在412处)进一步应用自适应功率控制以响应于所存储的能量水平来调节感测占空比。换言之,当存储的能量水平为低时,可以减少感测占空比以节省电力。在一些实施例中,方法400应用自适应功率控制以响应于存储的能量水平来调节信号处理操作的处理时间。换言之,当存储的能量水平为低时,可以减少处理时间以节省电力。方法400重复以从环境能量源产生能量(在402处)。

[0069] 提供以上详细描述以说明本公开的具体实施例,而不旨在是限制性的。在本公开的范围内的许多修改和变化是可能的。本公开由所附权利要求限定。

用户可穿戴设备
100

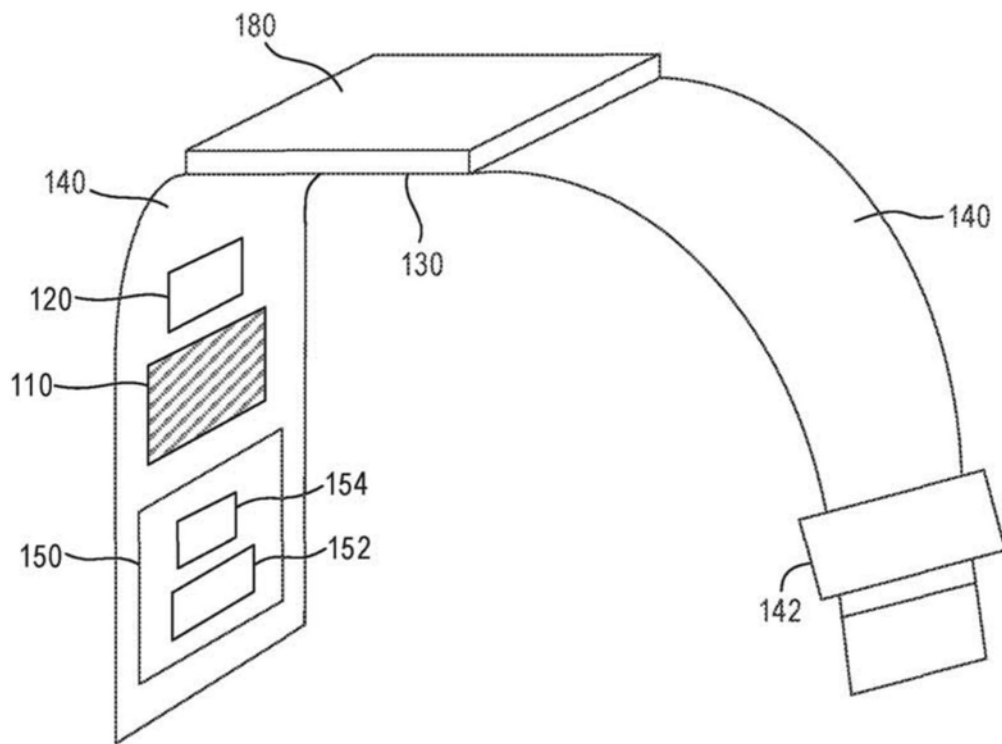
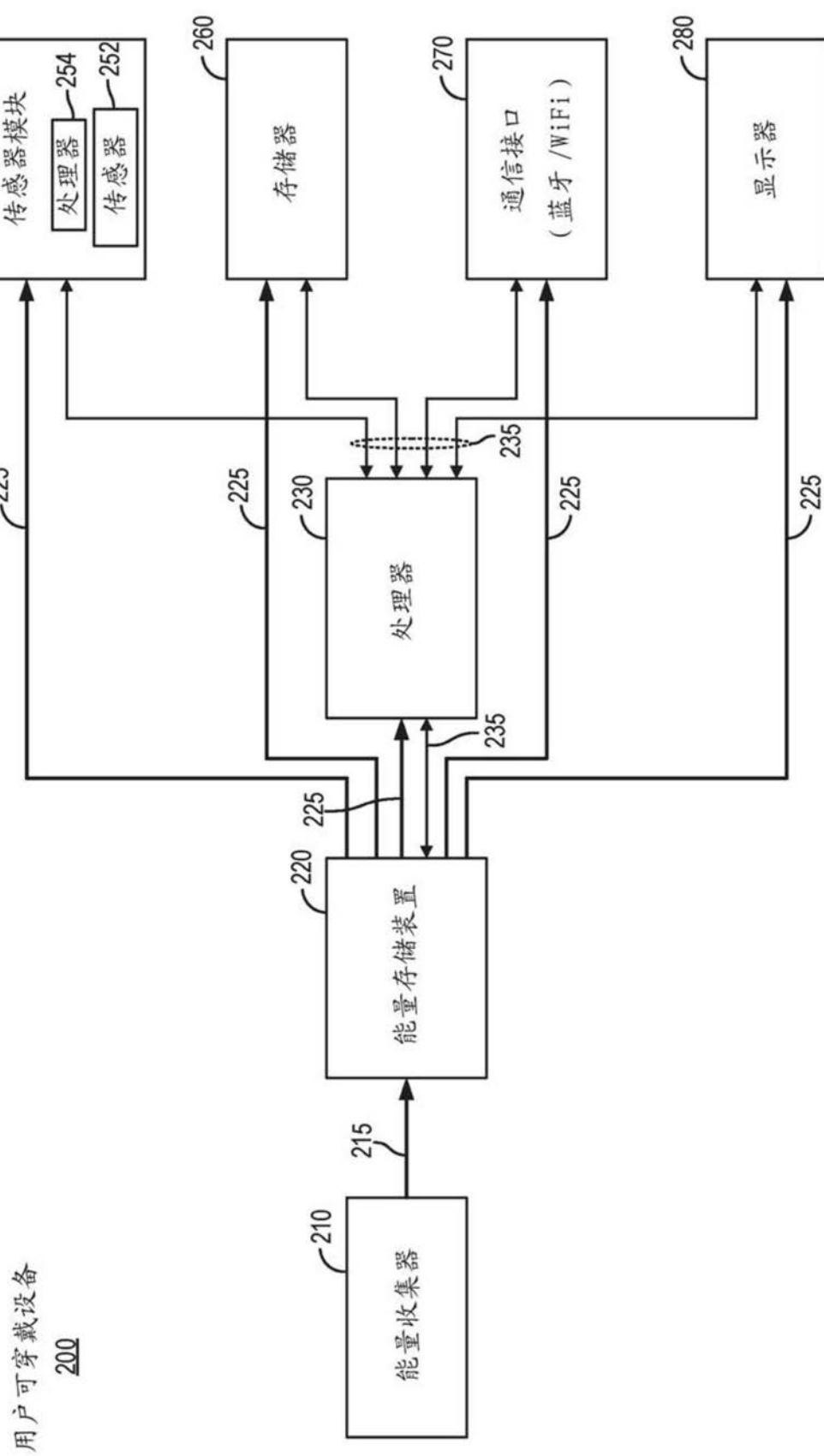


图1



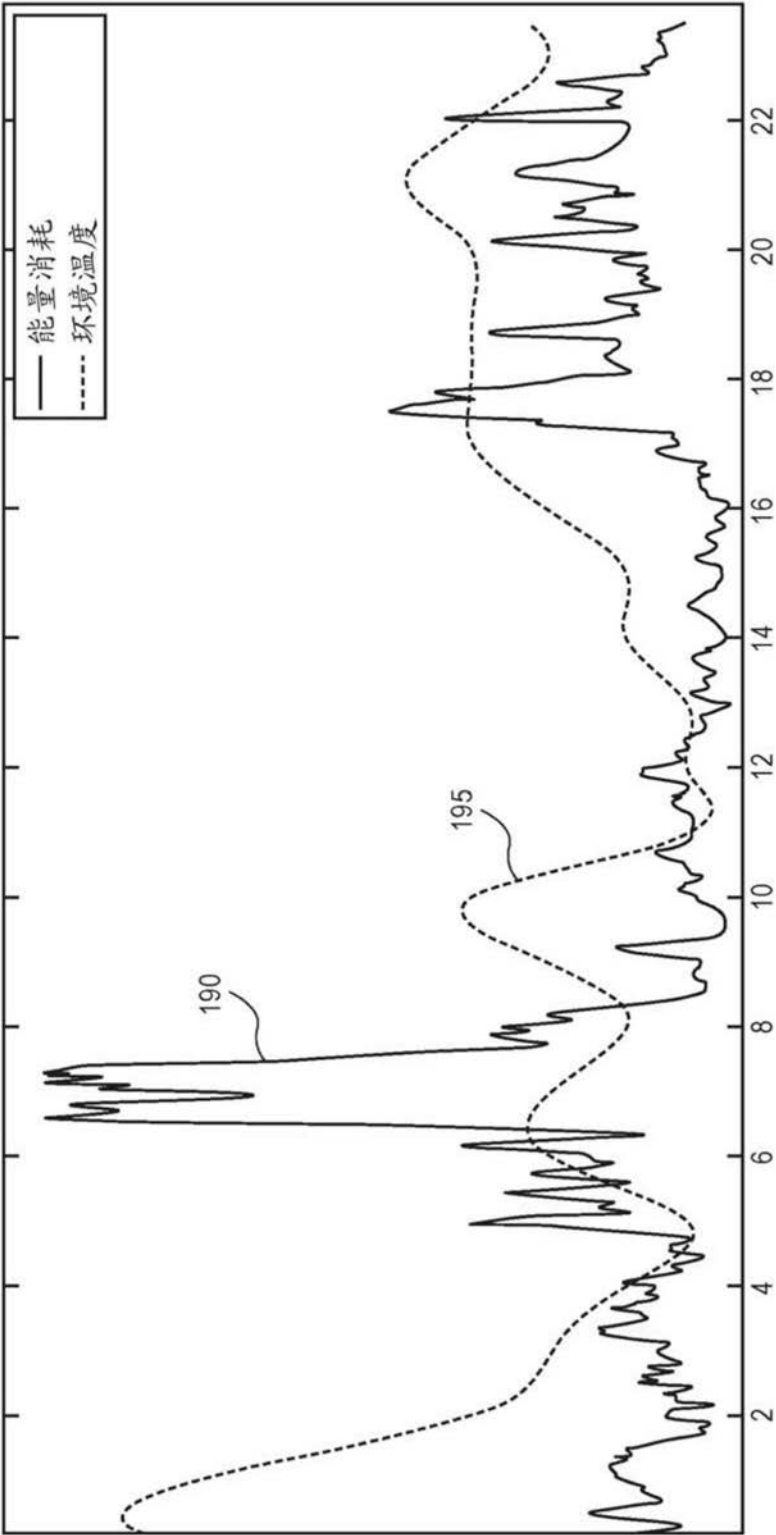


图3

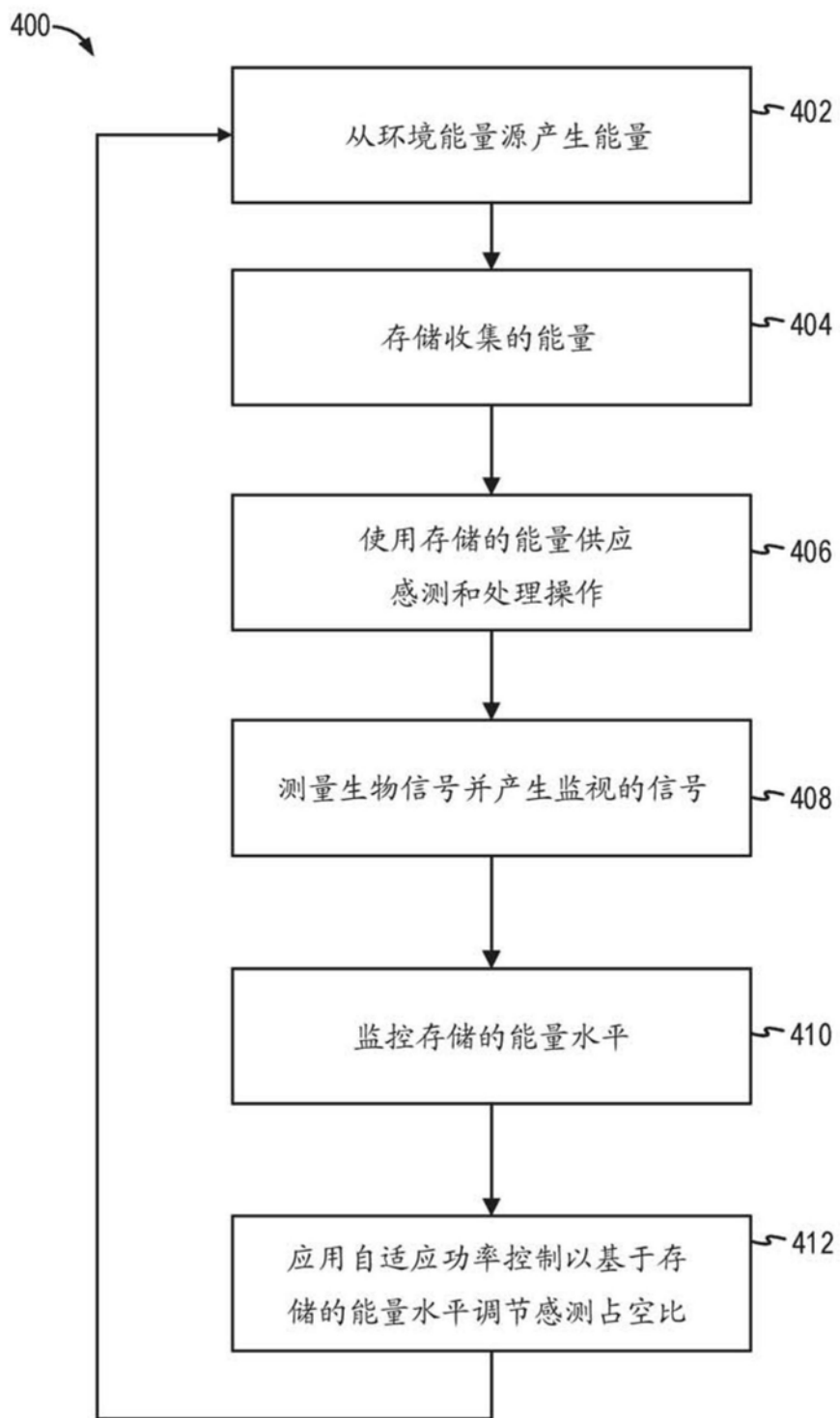


图4

专利名称(译)	用于连续生物特征监控的自供电可穿戴设备		
公开(公告)号	CN109199327A	公开(公告)日	2019-01-15
申请号	CN201810637344.1	申请日	2018-06-20
[标]申请(专利权)人(译)	三星电子株式会社		
申请(专利权)人(译)	三星电子株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	三星电子株式会社		
[标]发明人	Y 李 M C 威金斯		
发明人	Y.李 M.C.威金斯		
IPC分类号	A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/02438 A61B5/0006 A61B5/02427 A61B5/053 A61B5/681 A61B2560/0209 A61B2560/0214 G01P15/14 H01M2/1066 H01M10/0436 H01M10/425 H01M10/44 H01M10/465 H01M10/48 H01M2220/30 A61B5/6801 A61B2560/0204		
代理人(译)	邵亚丽		
优先权	62/527918 2017-06-30 US 15/888853 2018-02-05 US 62/587351 2017-11-16 US		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

用户可穿戴设备利用能量收集技术来延长电池寿命或者消除了对可穿戴设备进行充电的需要。在一个实施例中，用户可穿戴设备将能量收集技术与低功率传感器以及高效处理方法相结合，用以实现自充电或无电池生物特征监控系统。可穿戴生物特征监控系统提供了准确的生物特征测量，同时通过延长电池寿命或者完全消除用户对设备进行充电的需要来增强用户体验。

