



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110381817 A

(43)申请公布日 2019.10.25

(21)申请号 201780088055.4

托马尔·宾特赛安 奥里·海

(22)申请日 2017.12.27

(74)专利代理机构 北京安信方达知识产权代理

(30)优先权数据

有限公司 11262

62/442,917 2017.01.05 US

代理人 张瑞 杨明钊

15/847,595 2017.12.19 US

(51)Int.Cl.

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

A61B 5/02(2006.01)

2019.09.05

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2017/058420 2017.12.27

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/127774 EN 2018.07.12

(71)申请人 利弗梅特里克(医疗)股份公司

权利要求书2页 说明书16页 附图16页

地址 卢森堡卢森堡

(72)发明人 阿迪·拉比诺维奇

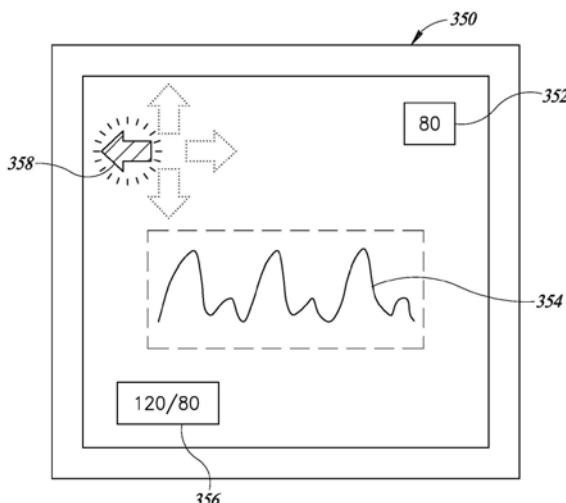
尼尔·埃夫拉伊姆·约瑟夫·塔尔

(54)发明名称

用于提供血压传感器放置和接触质量的用户反馈的系统和方法

(57)摘要

一种新颖且有用的用于生成与在用户身体上的血压传感器的放置和接触的质量相关的用户反馈的系统和方法。该传感器被包含在能够分析和提供关于压力传感器阵列的放置和接触的质量的反馈的可穿戴血压测量设备中。该可穿戴设备包括用于监测血压的压力传感器阵列、用于将压力传感器附接到用户身体以测量一个区域的装置、可操作以用于记录来自所述传感器阵列的压力信号并计算压力传感器与测量区域接触质量的分数的处理器、以及可操作以用于确定和显示压力传感器的放置和接触的质量的显示器。将指示压力传感器的放置和接触的质量的质量度量作为反馈提供给用户。方向箭头连同字母数字消息引导用户实现设备的最佳放置。



1. 一种向用户提供与在可穿戴设备中的血压传感器的放置和接触的质量相关的反馈的方法,所述方法包括:

从所述血压传感器接收数据;
根据所述传感器数据计算质量度量;和
根据所述质量度量向用户提供反馈。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述质量度量指示是否发现脉搏。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中,如果所述质量度量指示没有发现脉搏,则所述反馈指示在能够进行血压测量之前用户需要行动。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中,如果所述质量度量指示没有发现脉搏,则所述反馈向用户提供关于所述可穿戴设备的合适的放置和/或收紧的一个或更多个指示。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中,如果所述质量度量指示发现脉搏,则所述反馈指示不需要行动。

6. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述反馈包括文本消息、非文本消息、灯、可视消息、可听消息和触觉振动中的至少一个。

7. 根据权利要求1所述的方法,其中

为压力传感器阵列中的每个单独的压力传感器计算质量度量;和

针对整个传感器阵列生成质量度量的空间映射,并将所述空间映射作为反馈提供给用户。

8. 根据权利要求7所述的方法,还包括当用户调整在他们身上的所述传感器阵列的定位和放置时,实时向该用户提供反馈。

9. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述反馈包括指示用户沿着手腕顺时针或逆时针移动所述可穿戴设备,以将传感器阵列的中心直接定位在待测量的动脉上。

10. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述反馈包括指示用户沿着手臂向上或向下移动所述可穿戴设备,以将传感器阵列的中心直接定位在待测量的动脉上。

11. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述反馈包括指示用户收紧所述可穿戴设备,以将传感器阵列的中心直接定位在待测量的动脉上。

12. 根据权利要求1所述的方法,还包括检测皮肤温度以帮助确定所述可穿戴设备是否被不正确地放置在动脉上或者是否不足以紧密围绕在用户手腕上。

13. 一种用于向用户提供与在可穿戴设备中的血压传感器的放置和接触的质量相关的反馈的装置,包括:

用于附接到用户身体上的腕带;

安装在所述腕带上的压力传感器阵列,所述压力传感器阵列包括一个或更多个压力传感器;

处理器,其耦合到存储器并可操作以用于:

从所述压力传感器阵列接收传感器数据,并根据所述传感器数据计算与在用户上的所述压力传感器阵列的放置和接触的质量相关的质量度量;

基于所述质量度量生成用户反馈;和

耦合到所述处理器的反馈单元,所述反馈单元可操作以用于将所述用户反馈传达给用户。

14. 根据权利要求13所述的装置,其中,所述反馈单元被配置为提供文本消息、非文本消息、灯、可视消息、可听消息和触觉振动中的至少一个作为用户反馈。

15. 根据权利要求13所述的装置,其中,所述质量度量指示是否发现脉搏。

16. 根据权利要求13所述的装置,其中,所述处理器可操作以用于:
计算关于所述压力传感器阵列中的每个单独的压力传感器的质量度量;和
生成关于整个传感器阵列的质量度量的空间映射,并将所述空间映射作为反馈提供给用户。

17. 根据权利要求13所述的装置,其中,所述处理器可操作以用于当用户调整在他们身上的所述传感器阵列的定位和放置时实时向该用户提供反馈。

18. 根据权利要求13所述的装置,其中,所述用户反馈包括指示用户进行以下动作中的至少一个:(1)沿着手腕顺时针或逆时针移动所述可穿戴设备,以将传感器阵列的中心直接定位在待测量的动脉上;(2)沿着手臂向上或向下移动所述可穿戴设备,以将传感器阵列的中心直接定位在待测量的动脉上;以及(3)收紧所述可穿戴设备,以将传感器阵列的中心直接定位在待测量的动脉上。

19. 根据权利要求13所述的装置,还包括适于检测皮肤温度以帮助确定所述可穿戴设备是否被不正确地放置在动脉上或者是否不足够紧密围绕在用户手腕上的温度传感器。

20. 一种用于测量用户的血压的可穿戴设备,包括:

用于附接到用户身体上的腕带;

安装在所述腕带上的外壳;

安装在所述外壳中用于显示血压数据的显示器;

安装在所述腕带上的压力传感器阵列,所述压力传感器阵列包括一个或更多个压力传感器,并且可操作以用于获取血压信号;

处理器,其耦合到存储器,所述处理器可操作以用于:

从所述压力传感器阵列接收传感器数据,并根据该传感器数据计算与在用户身上的所述压力传感器阵列的放置和接触的质量相关的质量度量;

基于所述质量度量生成用户反馈;

如果所述质量度量超过阈值,则生成用于在所述显示器上指示的血压测量值;和

耦合到所述处理器的反馈单元,所述反馈单元可操作以用于将所述用户反馈传达给用户。

21. 根据权利要求20所述的可穿戴设备,其中,所述反馈单元被配置为提供文本消息、非文本消息、灯、可视消息、可听消息和触觉振动中的至少一个作为用户反馈。

22. 根据权利要求20所述的可穿戴设备,其中,所述用户反馈包括指示用户进行以下动作中的至少一个:(1)沿着手腕顺时针或逆时针移动所述可穿戴设备,以将传感器阵列的中心直接定位在待测量的动脉上;(2)沿着手臂向上或向下移动所述可穿戴设备,以将传感器阵列的中心直接定位在待测量的动脉上;以及(3)收紧所述可穿戴设备,以将传感器阵列的中心直接定位在待测量的动脉上。

23. 根据权利要求20所述的可穿戴设备,还包括适于检测皮肤温度以帮助确定所述可穿戴设备是否被不正确地放置在动脉上或者是否不足够紧密围绕在用户手腕上的温度传感器。

用于提供血压传感器放置和接触质量的用户反馈的系统和方法

[0001] 公开领域

[0002] 本文公开的主题涉及监测用户的生命体征的领域，并且更具体地，涉及用于生成在用户身体上的血压传感器的放置和接触的质量的用户反馈的系统和方法。

[0003] 发明背景

[0004] 高血压是一种常见的情况，在这种情况下，血液对你动脉壁的长期的力足够高，以至于其最终可能导致健康问题，如心脏病。血压是由你的心脏泵出的血液量和你动脉中血流阻力的大小共同决定的。你的心脏泵出的血越多，你的动脉越窄，你的血压就越高。

[0005] 人可能有高血压(即高血压病)多年却没有任何症状。即使没有症状，对人的心脏和血管的损伤仍然存在，并且可以被检测到。不受控制的高血压增加了人出现严重健康问题的风险，其包括心脏病发作和中风。高血压通常是多年形成的，并且它最终会影响到几乎所有人。幸运的是，高血压是可以被检测到的。

[0006] 目前，心血管疾病在全球所有报告的死亡病例中占很大比例。这些疾病被认为是一种严重且共享的风险，其中大部分负担在中低收入国家。高血压病或高血压是增加心力衰竭或中风的风险、加速血管硬化和缩短预期寿命的主要因素。

[0007] 高血压病是一种循环的血液对血管壁施加的压力升高的慢性健康状况。为了确保血管中血液的适当循环，高血压患者的心脏必须比正常人的心脏更加努力工作，这增加了心脏病发作、中风和心力衰竭的风险。然而，健康的饮食和锻炼可以显著改善血压控制，并降低并发症的风险。有效的药物治疗也是可行的。因此，找到血压升高的人并定期监测他们的血压信息非常重要。

[0008] 在每次心跳期间，血压在最大(即收缩)压力和最小(即舒张)压力之间变化。测量血压的传统无创方式是使用加压袖带(cuff)并检测血流开始搏动(即袖带压力在收缩压和舒张压之间)时的压力水平和根本没有流动(即袖带压力超过收缩压)时的压力水平。然而，已经看到，用户趋于考虑测量情况，以及加压袖带的沉闷乏味甚至令人有压力的，尤其是在长期监测情况下。此外，众所周知的白大褂综合征趋于在测量过程中让血压升高，从而导致不准确的诊断。

[0009] 使用可穿戴设备用于无创地、持续性地和/或间歇性地长期监测身体生理参数(例如血压、心率(HR)脉搏、体温、血糖水平、运动模式等)作为监测和改善健康的方式变得越来越受欢迎。

[0010] 传统的血压测量需要充气袖带，当使用机械传感器(例如听诊器)听由血管中血流涡流产生的声音时，袖带从让血管完全阻塞的状态逐渐泄气到较低的压力。这种方法的一个优点是它对运动的相对鲁棒性，而缺点是它的形式因子(form factor)大，需要用户手动打气或者需要自动泵，这需要大量的能量。由于能量效率和小的形式因子是可穿戴设备的主要要求，所以充气袖带血压感测在这一领域不是有用的范例。

[0011] 现有技术的血压测量设备具有显著的缺点。第一，传感器定位或放置在桡动脉上对用户来说具有挑战性。第二，传感器通常需要校准以便获得正确的读数。第三，从传感器

获得的信噪比 (SNR) 可能不足以获得可靠的血压读数。

[0012] 因此,需要一种克服了传统的现有技术设备和方法的缺点的能够连续测量和监测血压的机构。例如,该测量血压的机构不应该要求使用充气袖带及其相关联的高能量需求。此外,该机构应能够感测手臂中动脉中一个或更多个(即桡动脉和尺动脉)上的血压波形。此外,该机构优选地提供与在用户身体上血压传感器的正确的放置和接触相关的反馈。

[0013] 发明概述

[0014] 本发明是用于生成与在用户身体上的血压传感器的放置和接触的质量相关的用户反馈的系统和方法。该传感器被包含在能够分析和提供关于压力传感器阵列的放置和接触的质量的反馈的可穿戴血压测量设备中。该可穿戴设备包括用于进行血压监测的压力传感器阵列或电阻式力 (force resistive) 感测薄片、用于将所述压力传感器附接到用户身体上以测量一区域的装置、可操作以用于记录来自所述传感器阵列的压力信号并计算压力传感器与测量区域的接触质量的分数的处理单元、以及可操作以用于确定和显示压力传感器的放置和接触的质量的显示单元。在一个实施例中,指示压力传感器的放置和接触的质量的测量分数作为反馈被提供给用户。

[0015] 该装置包括用于血压监测的压力传感器阵列或电阻式力感测薄片,其中除了放置和接触的质量分数之外,还向用户显示方向指示,以用于:(1)沿着器官(例如手腕)向左或向右(顺时针或逆时针)移动可穿戴设备(例如腕带),以将传感器阵列的中心直接定位在待测量的动脉上;(2)沿着器官(例如手或其他肢体)向上或向下移动设备(例如腕带),以将传感器阵列直接定位在待测量的动脉上;以及(3)收紧设备(例如腕带),以使传感器阵列更靠近待测量的动脉和/或与待测量的动脉接触。

[0016] 认识到,可穿戴设备装置可以被用于身体的任何器官或肢体上。例如,该设备可被用于手臂、手腕、腿等,只要可以检测到来自动脉或血管的压力。

[0017] 在另一个实施例中,腕带的放置和接触质量用户反馈(例如,通过点亮或闪烁的 LED)被转换成足够牢固地紧固腕带以便得到足以用于测量目的的接触质量读数所需的在腕带自身上梯形物(ladder)的数量。

[0018] 因此,根据本发明,提供了一种向用户提供与在可穿戴设备中的血压传感器的放置和接触的质量相关的反馈的方法,该方法包括从血压传感器接收数据,根据传感器数据计算质量度量,以及根据质量度量向用户提供反馈。

[0019] 根据本发明,还提供了一种用于向用户提供与在可穿戴设备中的血压传感器的放置和接触的质量相关的反馈的装置,其包括:用于附接到用户身体上的腕带;安装在腕带上的压力传感器阵列,压力传感器阵列包括一个或更多个压力传感器;处理器,该处理器耦合到存储器并可操作以用于从压力传感器阵列接收传感器数据并根据该传感器数据计算与在用户上压力传感器阵列的放置和接触的质量相关的质量度量,基于质量度量生成用户反馈;以及耦合到处理器的反馈单元,该反馈单元可操作以用于将用户反馈传达给用户。

[0020] 根据本发明,还提供了一种用于测量用户血压的可穿戴设备,其包括:用于附接到用户身体上的腕带;安装在腕带上的外壳;安装在外壳中的用于显示血压数据的显示器;安装在腕带上的压力传感器阵列,压力传感器阵列包括一个或更多个压力传感器并可操作以用于获取血压信号;耦合到存储器的处理器,该处理器可操作以用于从压力传感器阵列接收传感器数据并根据该传感器数据计算与在用户身体上的压力传感器阵列的放置和接触

的质量相关的质量度量，基于质量度量生成用户反馈，如果质量度量超过阈值，则生成用于在显示器上指示的血压测量值；以及耦合到处理器的反馈单元，该反馈单元可操作以用于将用户反馈传达给用户。

[0021] 附图简述

[0022] 在下面的示例性实施例中参考各图更详细地解释了本发明，其中相同或相似的元件可以部分地由相同或相似的参考数字表示，并且各种示例性实施例的特征是可组合的。在本文中参考附图仅通过举例的方式对本发明加以描述，在附图中：

[0023] 图1是示出了可操作以用于测量用户血压和提供传感器接触质量用户反馈的本发明的示例可穿戴设备的第一视图的示意图；

[0024] 图2是示出了可操作以用于测量用户血压和提供传感器接触质量用户反馈的本发明的示例可穿戴设备的第二视图的示意图；

[0025] 图3是示出了被包括在可穿戴设备内并被配置为感测来自桡动脉和/或尺动脉的压力的压力传感器的示意图；

[0026] 图4是示出了本发明的包含传感器接触质量用户反馈机构的示例可穿戴电子设备的高层框图；

[0027] 图5是示出了示例血压测量设备(例如与可选主机设备通信的可穿戴设备)的高层框图；

[0028] 图6是示出了根据本发明的实施例的处于松散状态的腕带可穿戴设备的侧视图的示意图；

[0029] 图7是示出了根据本发明的实施例的处于紧贴状态的腕带可穿戴设备的侧视图的示意图；

[0030] 图8是示出了根据本发明的示例可穿戴测量设备的高层框图；

[0031] 图9是示出了本发明的可穿戴测量设备的示例信号处理器部分的高层框图；

[0032] 图10是示出了根据本发明的示例用户反馈方法的流程图；

[0033] 图11是示出了根据本发明的搜索血压/脉搏信号的示例方法的流程图；

[0034] 图12是示出了不呈现血压特性的示例传感器信号的示意图；

[0035] 图13是示出了呈现血压特性的示例传感器信号的示意图；

[0036] 图14是示出了由本发明生成的传感器接触质量用户反馈的第一示例的示意图；

[0037] 图15是示出了由本发明生成的传感器接触质量用户反馈的第二示例的示意图；

[0038] 图16是示出了由本发明生成的传感器接触质量用户反馈的第三示例的示意图；

[0039] 图17是示出了由本发明生成的传感器接触质量用户反馈的第四示例的示意图；

[0040] 图18是示出了由本发明生成的传感器接触质量用户反馈的第五示例的示意图；

[0041] 图19是示出了由本发明生成的传感器接触质量用户反馈的第六示例的示意图；

[0042] 图20是示出了由本发明生成的传感器接触质量用户反馈的第七示例的示意图；

[0043] 图21是示出了根据本发明的示例用户反馈方法的流程图；

[0044] 图22是示出了由本发明生成的传感器接触质量用户反馈的第八示例的示意图；

[0045] 图23是示出了由本发明生成的传感器接触质量用户反馈的第九示例的示意图；和

[0046] 图24是示出了由本发明生成的传感器接触质量用户反馈的第十示例的示意图。

[0047] 详细描述

[0048] 在以下详细描述中,阐述了许多具体细节以便提供对本发明的透彻理解。然而,本领域技术人员将理解,可以在没有这些具体细节的情况下实践本发明。在其他情况下,没有详细描述公知的方法、过程和部件,以免模糊本发明。

[0049] 在已经公开的那些益处和改进中,通过下面结合附图的描述,本发明的其他目的和优点将变得明显。本文公开了本发明的详细的实施例;然而,应理解,所公开的实施例仅说明了可以以各种形式体现的本发明。此外,结合本发明的各种实施例所给的每个示例旨在是说明性的,而不是限制性的。

[0050] 视为本发明的主题在说明书的结束部分被特别指出并被清楚地要求保护。然而,当结合附图阅读时,通过参考以下详细描述,可最好地理解本发明的关于操作的方法和组织以及其目的、特征和优点。

[0051] 该图构成本说明书的一部分,并且包括本发明的说明性实施例,并且示出了本发明的各种目的和特征。此外,图不一定是成比例的,某些特征可以被放大来显示特定的部件的细节。此外,图中所示的任何测量值、规格和类似的内容等都是为了说明的,而不是限制的。因此,本文公开的特定的结构细节和功能细节不应被理解为限制性的,而是仅仅作为用于教导本领域技术人员以各种方式实施本发明的代表性基础。此外,在认为适当的情况下,参考数字可在多个图中重复以指示对应的或类似的元素。

[0052] 因为本发明的所示实施例在很大部分上可以使用本领域技术人员已知的电子部件和电路来实现,所以为了认识和理解本发明的基本概念,并且为了不混淆或扰乱本发明的教导,将不会在超出那些被认为必要的任何更大的程度上解释细节。

[0053] 说明书中对方法的任何引用都应该经过适当修改地应用于能够执行该方法的系统。说明书中对系统的任何引用都应该经过适当修改地应用于能够被系统执行的方法。

[0054] 在整个说明书和权利要求书中,除非上下文另有明确指出,否则以下术语采用这里明确关联的含义。如本文使用的短语“在一个实施例中”、“在示例实施例中”和“在一些实施例中”不一定指相同的实施例,尽管它可以指相同的实施例。此外,如本文使用的短语“在另一个实施例中”、“在可选的实施例中”和“在一些其他实施例中”不一定指不同的实施例,尽管它可以指不同的实施例。因此,如下所述,在不脱离本发明的范围或精神的情况下,本发明的各种实施例可以容易地被结合起来。

[0055] 此外,如本文所用,术语“或”是包含性的“或”运算符,并且等同于术语“和/或”,除非上下文另有明确指示。术语“基于”不是排他性的,并且允许基于未描述的附加因素,除非上下文另有明确指示。此外,在整个说明书中,“一(a)”、“一(an)”和“该(the)”的含义包含复数引用。“在...内(in)”的意思包括“在...内(in)”和“在...上(on)”。

[0056] 在图1中示出了图示可操作以用于测量来自桡动脉和/或尺动脉的用户血压的本发明的示例可穿戴设备的第一视图的示意图。在图2中示出了图示可操作以用于测量用户血压的本发明的示例可穿戴设备的第二视图的示意图。在图3中示出了图示被包括在可穿戴设备内并被配置为感测来自桡动脉和/或尺动脉的压力的压力传感器的示意图。

[0057] 参考图1、图2和图3,可穿戴设备(通常标记为10)包括:被安装在外壳17中的显示器16(例如,可视的OLED等),该外壳容纳CPU、存储器、有线和无线通信等;一个或更多个按钮、开关或转盘(dial)22;容纳了压力传感器阵列12的腕带(腕条带(strap))14,压力传感器阵列包括适于感测桡动脉28和/或尺动脉30的压力的一个或更多个压力传感器24、26;一

个或更多个光学或其他非压力传感器18;以及条带闭合(strap closure)、扣紧(clasp)、保持、紧固或锁定机构20。腕带条带在其上具有嵌入的压力传感器,并且当将传感器阵列12应用在桡动脉、尺动脉和肱动脉中的至少一个上的时候,该腕带预期用于抵靠手腕闭合,并在其上施加中等压力(即,明显小于收缩压但足以感测压力波)。

[0058] 在一个示例中,可穿戴消费品设备10是可穿戴多功能电子设备,其包括多种功能,例如计时、健康监测、运动监测、医疗监测、与主机设备和/或云服务器的通信、导航、计算操作和/或类似功能。这些功能可以包括但不限于:计时;监测用户的生理信号(例如,心率、血压等),并基于这些信号提供健康相关信息;(以有线或无线方式)与其他电子设备或服务通信,该其他电子设备可以是具有不同功能的不同类型的设备;向用户提供警报,其可以包括音频、触觉、视觉和/或其他感官输出,其中任何一个或全部可以彼此同步;在显示器上可视地描绘数据;从一个或更多个传感器收集数据,这些传感器可以用于启动、控制或修改设备操作;确定在设备表面上触碰的位置和/或施加在设备上的力的大小,并且使用其中之一或两者作为输入;接受语音输入来控制一个或更多个功能;接受触觉输入来控制一个或更多个功能;捕获和传输图像;及诸如此类功能。

[0059] 设备10可以采取多种形式。在一个示例中,该设备是腕戴式电子设备。该设备可以包括各种类型的形式因子,其包括腕带、臂带、手镯、珠宝等。

[0060] 可穿戴消费品是可以由用户穿戴或以其他方式固定到用户的产品。要注意的是用户可以以多种方式佩戴可穿戴消费品,例如围绕手腕佩戴。在这种情况下,该设备包括可以缠绕在用户的手腕上以便将设备固定到用户身体上的腕带或腕条带。该设备可以包括一种或更多种其他类型的附件,其包括例如臂带、挂带(lanyard)、腰带、胸带等。

[0061] 在一个实施例中,该设备包括外壳17,该外壳17承载、包围和支撑外部和内部的各种部件(例如包括集成电路芯片和其他电路)来为设备提供计算和功能操作。部件可以设置在外壳的外部,部分在外壳内,穿过外壳,完全在外壳内等。例如,外壳可以包括用于在内部保持部件的空腔、用于提供对内部部件的接近的孔或窗口以及用于附接其他部件的各种特征。外壳也可以被配置成形成耐水或防水壳体。例如,外壳可以由单块体形成,并且单块体中的开口可以被配置成与其他部件配合以形成耐水或防水屏障。在另一个实施例中,该外壳可以不包括空腔,而是由塑料构成,其中设备电子器件被模铸到塑料中。

[0062] 可包含在设备中的部件的示例包括处理单元、信号处理器、存储器、显示器、传感器、生物传感器、扬声器、麦克风、触觉致动器、加速度计、陀螺仪、电池等。在某些情况下,设备可能具有小的形式因子。在这种情况下,部件可以是被封装的和/或为了在最小的空间内提供最多的功能。这些部件还可以被配置成占据最小量的空间,这可以有助于设备具有小的形式因子。此外,各种部件的集成和组装可以被配置成增强设备的可靠性。

[0063] 外壳的构造可以有很多的变化。例如,外壳可以由多种材料形成,其包括塑料、橡胶、木材、硅树脂、玻璃、陶瓷、纤维复合材料、金属或金属合金(例如不锈钢、铝)、贵金属(例如金、银)或其他合适的材料或者这些材料的组合。

[0064] 同样在所示的实施例中,可穿戴电子设备包括用于附接到用户的臂23的带14或条带或其他装置。例如,该带可以被配置为附接到身体上,并提供用于固定到用户的手腕上的环状物。该带可以与外壳成一体,或者也可以是单独的部分。如果是一体的,带可以是外壳的延续部分。在一些情况下,一体式带可以由与外壳相同的材料形成。如果带是单独的,该

带可以是固定或可释放地耦合到外壳上。在这两种情况下，带可以由与外壳相似或不同的材料形成。在大多数情况下，带由柔性材料(例如弹性体)形成，使得它可以符合用户的身体。此外，带本身可以是单一整体部件，或者它可以包括提供打开和关闭配置的附接端。例如，附接端可以表现为扣环或其他类似的附接机构或设备。这种特殊的构造允许用户打开带来放置在手臂上，然后闭合带以将带和主体固定到手臂上。带可能有很多的变化。通过举例的方式，它们可以由橡胶、硅树脂、皮革、金属、网状物、铰链等形成。

[0065] 在图4中示出了图示本发明的包含血压测量机构的示例可穿戴电子设备的高层框图。通过举例的方式，设备50可以对应于上述图1、图2和图3所示的消费品10。就多个功能、操作和结构被公开为设备50的一部分、被合并到设备50或由设备50执行而言，应当理解，各种实施例可以省略任何或所有这些所描述的功能、操作和结构。因此，设备50的不同实施例可以具有本文所讨论的各种功能、装置、物理特征、模式和操作参数的中的一些或全部，或者可以一个都没有。

[0066] 设备50包括被配置为访问其上存储有指令的存储器56的一个或更多个处理单元52。指令或计算机程序可以被配置为执行关于设备50所描述的一个或更多个操作或功能。例如，指令可以被配置成控制或协调显示器64、一个或更多个输入/输出部件(诸如触碰传感器60等)、一个或更多个通信信道70、一个或更多个传感器(诸如生物传感器74和非生物传感器78)、扬声器66、麦克风62和/或一个或更多个触觉反馈设备68的操作。

[0067] 该处理单元52可以被实现为任何能够处理、接收或传输数据或指令的电子设备。例如，处理单元可以包括以下项中的一个或更多个：微处理器、中央处理单元(CPU)、专用集成电路(ASIC)、数字信号处理器(DSP)或这些设备的组合。如本文所述，术语“处理器”意味着包含单个处理器或处理单元、多个处理器、多个处理单元或其他适当配置的一个或更多个计算元件。

[0068] 例如，处理器可以包括一个或更多个通用CPU核心和可选的一个或更多个专用核心(例如，DSP核心、浮点等)。一个或更多个通用核心执行通用操作码，而专用核心执行特定于其目的的功能。

[0069] 存储器56包括动态随机存取存储器(DRAM)或扩展数据输出(EDO)存储器或其他类型的存储器，例如ROM、静态RAM、闪存和非易失性静态随机存取存储器(NVS RAM)、可移动存储器、磁泡存储器(bubble memory)等或者任何上述存储器的组合。存储器存储可被设备使用的电子数据。例如，存储器可以存储电数据或内容，例如，诸如音频文件和视频文件、文档和应用、设备设置和用户偏好、定时信号和控制信号或各种模块、数据结构或数据库的数据等。存储器可以配置为任何类型的存储器。

[0070] 显示器64用于向用户呈现视觉或图形输出。在一些实施例中，显示器包括使用在设备的一个或更多个处理单元上执行的操作系统或软件应用来产生的图形用户界面。在一个示例中，显示器包括类似于手表表盘或其他计时设备的图形描绘。在其他示例中，显示器包括用于电子邮件、文本信息收发或其他面向通信的程序的图形界面。显示器还可以呈现对应于设备50的其他功能方面中的一个功能方面的视觉信息。例如，显示器可以包括对应于生物传感器74、非生物传感器78、力传感器59、触碰传感器60等的输入的信息。

[0071] 输入部件72可以包括用于接受用户输入的按钮、开关、转盘和冠状物(crown)等。通常，输入部件被配置成将用户提供的输入转换成可以使用在处理器上执行的指令来访问

的信号或指令。在本示例中,输入部件可以包括被配置为接收用户输入的硬件(例如,按钮、开关、冠状物和编码器),该硬件可操作地耦合到用于生成能够使用处理器指令访问的信号或数据的电路和固件。每个输入部件可以包括用于生成信号或数据的专用电路,并且额外地或可替代地,包括用于生成信号或数据的电路和固件,其可以在多个输入部件之间共享。在一些情况下,输入部件针对专用输入而产生用户提供的反馈,其对应于呈现在显示器64上的提示或者用户界面对象。例如,冠状物可被用于接收来自用户的旋转输入,其可被转换成用于滚动呈现在显示器上的列表或对象的指令。输入部件还可以产生用于系统级操作的用户输入。例如,输入部件可以被配置成直接与硬件或在设备上执行的固件交互以进行系统级操作,其包括但不限于开机、关机、睡眠、唤醒和请勿打扰的操作。

[0072] 设备50还可以包括一个或更多个声学元件,其包括音频输出66(例如,扬声器、耳机接口等)和麦克风62。音频输出66可以包括驱动电子器件或驱动电路,并且可以被配置成响应于命令或输入来产生可听声音或声音信号。类似地,麦克风还可以包括驱动电子器件或驱动电路,并且被配置为响应于命令或输入来接收可听声音或声音信号。扬声器和麦克风可以声学上耦合到在外壳中允许声能通过但是可以防止液体和其他碎屑进入的相应端口或开口。

[0073] 扬声器和麦克风也可操作地耦合到可以控制扬声器和麦克风的运行的处理器。在一些情况下,处理器被配置为操作扬声器以产生对应于在设备50上执行的应用或系统级操作的声音输出。在一些情况下,扬声器可操作地耦合到其他模块,其包括例如输入部件72(例如冠状物或按钮)。在一些实施方式中,该设备被配置成使用扬声器产生对应于冠状物或按钮的操作的听觉输出。麦克风可以被配置成响应于声学刺激产生输出或信号。例如,麦克风可以可操作地耦合到存储器56,并且可以被配置为记录音频输入,其包括人类语音、音乐或其他声音。在一些情况下,麦克风可以被配置为接收语音信号,该语音信号可以被解译为处理器的语音命令。

[0074] 一个或更多个通信信道70可以包括一个或更多个有线和/或无线接口,这些接口适于在处理器52和外部设备例如主机设备120(图5)之间提供通信。通常,一个或更多个通信信道可以被配置成传输和接收可以被解译成在处理器上执行的指令的数据和/或信号。在某些情况下,外部设备是被配置为与无线设备交换数据的外部通信网络的一部分。通常,无线接口可以包括但不限于射频信号、光信号、声信号和/或磁信号,并且可以被配置为通过无线接口或协议操作。示例无线接口包括射频蜂窝接口、光纤接口、声学接口、蓝牙接口(例如蓝牙、低功耗蓝牙等)、红外接口、USB接口、Wi-Fi接口、TCP/IP接口、网络通信接口或任何常见通信接口。

[0075] 在一些实施方式中,一个或更多个通信信道可以包括设备和另一用户设备(例如移动电话、平板电脑、计算机、主机设备等)之间的专用无线通信信道。在某些情况下,包括音频声音或视觉显示元素在内的输出被直接传输到另一个用户设备以输出给用户。例如,可以向用户的移动电话传输可听警报或视觉警告以用于在该设备上输出。类似地,一个或更多个通信信道可以被配置成接收在另一个用户设备上提供的用户输入。在一个示例中,用户可以使用外部移动电话、平板电脑、计算机等上的用户界面来控制设备上的一个或更多个操作。

[0076] 此外,通信信道70可以包括近场通信(NFC)接口。NFC接口可用于识别设备并启动

安全数据连接,其可用于授权交易、购买或进行其他形式的电子商务。

[0077] 设备50还包括一个或更多个生物传感器74和非生物传感器78。非生物传感器78可以包括一个或更多个不同的传感器,其包括被配置为检测环境条件和/或操作环境的其他方面的设备和部件。示例包括环境光传感器(ALS)、接近传感器、温度传感器、大气压力传感器、湿度传感器等。因此,非生物传感器78也可以被用于计算环境温度、空气压力和/或进入设备的水。在一些实施例中,非生物传感器78可以包括用于检测设备的运动和加速度的一个或更多个运动传感器。一个或更多个运动传感器可以包括下列项中的一个或更多个:倾斜传感器76、加速度计80、陀螺仪84、磁力计86或其他类型的惯性测量设备。

[0078] 运动传感器数据可被用于监测和检测设备的运动变化。线性运动和角运动的变化可被用于确定或估计设备相对于已知位置或固定基准的取向。从一个或更多个运动传感器产生的传感器输入也可以被用于跟踪用户的运动。用户的运动可被用于促进设备的导航或地图引导功能。此外,与用户的总体运动相关的输入可以被用作计步器或活动计,其可以随着时间的推移被存储并被跟踪,以确定健康度量或其他健康相关信息。另外,在一些实施例中,来自一个或更多个运动传感器的传感器输入可以用于识别运动姿势。例如,运动传感器可用于(在预定的确定性的置信水平内)检测手臂抬高或用户身体的位置。

[0079] 设备50还包括一个或更多个生物传感器(生物传感器(biosensor))74,其可以包括可被用于计算一个或更多个健康度量的光学和/或电子生物测定(biometric)传感器。生物传感器中的一个或更多个可以包括用于测量血压的一个或更多个压力传感器86、用于形成光电容积描记(PPG)传感器88的光电检测器和光源。一个或更多个光学(例如,PPG)传感器可被用于计算各种健康度量,其包括但不限于心率、呼吸率、血氧水平、血容量估计、血压或其组合。生物传感器中的一个或更多个还可以被配置成使用与用户身体接触的一个或更多个电极来实施电测量。电传感器可被用于测量心电图(ECG)特征、皮肤电阻(galvanic skin resistance)和用户身体的其他电特性。另外或可替代地,生物传感器中的一个或更多个可以被配置成测量体温、UV辐射的暴露以及其他健康相关信息。设备图(map)还包括用于测量用户的体温的一个或更多个温度传感器69。

[0080] 设备50还可以包括一个或更多个触觉设备68。触觉设备可以包括多种触觉技术中的一种或更多种,例如但不一定限于旋转触觉设备、线性致动器、压电设备、振动元件等。通常,触觉设备可以被配置为向设备的用户提供间断的且明显的反馈。更具体地,触觉设备可以适于产生敲打感或轻拍感和/或振动感。触觉设备可以可操作地耦合到处理器52和存储器56。在一些实施例中,触觉设备可以直接被处理器控制。在一些实施例中,触觉设备可以至少部分地通过输入部件72(包括例如按钮、转盘、冠状物等)的操作来控制。触觉设备的操作也可以与一个或更多个其他输出设备的操作配对或相关联,其他输出设备包括例如显示器64或音频输出设备66(例如扬声器)。在一个实施例中,触觉输出可以使用被配置为在设备中引起可以被用户感知或感测到的运动或振动的一个或更多个机电子组件来产生。

[0081] 设备50可以包括用于存储功率和向设备的其他部件提供功率的电池或其他合适的电源54。电池可以是被配置为在设备被用户佩戴时向设备提供功率的可再充电电源。该设备还可以被配置为使用无线充电系统给电池再充电。因此,在一些情况下,设备可以包括可以被配置为从外部设备或坞站(dock)接收功率的无线功率模块55。无线功率模块可以被配置为向包括电池在内的设备部件传递功率。

[0082] 在一些实施方式中,该设备包括被配置为与位于充电坞或其他外部设备中的一个或更多个传输感应线圈协作的一个或更多个接收感应线圈。无线充电系统允许在不使用外部端口或终端连接的情况下与设备进行功率输送和/或无线通信。

[0083] 无线功率模块和外部充电站或坞站也可以被配置成在设备和基础或主机设备之间传输数据。在一些情况下,无线功率模块可以与无线充电站或坞站接口连接,以提供能够识别设备上的特定硬件、固件或软件的认证例程,以便于设备维护或产品更新。

[0084] 设备50还可以包括各种其他部件,其包括例如相机或相机模块58。相机可以被配置为捕获位于相机视野内的场景或对象的图像。图像可以根据多种数字格式中的任何一种存储在数字文件中。在一些实施例中,该设备包括相机,该相机包括由电荷耦合器件(CCD)和/或互补金属氧化物半导体(CMOS)器件构成的图像传感器。相机还可以包括相对于图像传感器设置的一个或更多个光学部件,其包括例如镜头、滤光器、快门等。

[0085] 设备50可以包括被配置为检测和测量在设备表面上的触碰的力的大小的力传感器59。力传感器的输出可被用于控制设备的各个方面。例如,力传感器可以被用于控制一个方面,例如在设备显示器上呈现的用户界面上的光标或项目选择。力传感器也可以被用于控制设备的音频输出、触觉输出和其他功能。力传感器也可以被用于区分来自用户的不同类型的输入。例如,来自用户的轻触碰可以被解释为滚动命令,并被用于为显示器上的项目列表编索引或滚动遍历显示器上的项目列表。来自用户的更用力的触碰可以被解释为对显示器上的项目的选择或确认。

[0086] 设备50还可以包括被配置为检测和测量设备表面上的触碰位置的触碰传感器60。在一些实施方式中,触碰传感器是相对于设备的显示器或显示堆叠(display stack)设置的基于电容的触碰传感器。相对于力传感器,触碰传感器可以是独立的非集成传感器。在替代的实施例中,触碰传感器也可以与力传感器物理上地和/或逻辑上地集成在一起,以产生组合输出。触碰传感器可用于控制设备的各个方面,例如,用于控制在设备的显示器上呈现的用户界面的方面、设备的音频输出、触觉输出和其他功能。

[0087] 在一些情况下,力传感器59和触碰传感器60的逻辑集成通过实现高级用户界面而增强了设备50的多功能性或适用性。例如,它们可以被组合来解释比例如仅使用触碰输入可以实现的更大范围的手势和输入命令。例如,力传感器可以提供触碰力的大小,其可以被用于区分具有相似位置或手势路径的两个触碰输入命令。当解释在相对小面积表面(例如,可穿戴电子设备的显示屏或玻璃盖片(cover glass))上的触碰命令时,使用力传感器和触碰传感器两者的改进的触碰界面可能特别有利。

[0088] 在图5中示出了图示示例血压测量设备(例如与可选主机设备通信的可穿戴设备)的高层框图。血压测量设备(通常被标记为90)包括控制单元/处理器92(尤其包括了血压测量处理块93、传感器放置和接触用户反馈块95)、时钟源94(例如晶体振荡器)、显示器96、通信模块108、存储器110、电源112、一个或更多个压力传感器98、PPG传感器100以及一个或更多个运动传感器(例如3D微机电系统(MEMS)加速度计102、陀螺仪104和/或磁力计106)。主机设备(通常被标记为120)包括控制单元或处理器122、显示器126和通信模块124。要注意的是设备90可以并入到如上文详细描述的图4所示的可穿戴设备中。

[0089] 要注意的是,一个或更多个压力传感器可以包括(1)微机电系统(MEMS)电容式压力传感器;(2)应用于肱动脉的贴片传感器(patch sensor);(3)同时收集压力数据的压力

传感器阵列；(4)可操作以用于产生单个压力测量值的压力传感器阵列；(5)可操作以用于产生多个压力测量值的压力传感器阵列；以及(6)基于每个传感器各自的信号质量进行时域多路复用的压力传感器阵列。

[0090] 在操作中，控制单元被配置成从多个源接收数据，处理数据并输出波形、测量值和远程信息处理结果(telematics)。一个或更多个压力传感器适于在压靠动脉诸如手动脉(如桡动脉、尺动脉或肱动脉)之一时感测压力。显示器适于显示波形、测量值(例如，血压、心率、温度等)和远程信息处理结果(例如电池状态)。电源适于为各种电路提供能量，并且可以包括电池(例如锂离子或锂离子聚合物可再充电电池)。存储器用于存储程序和数据。设备90还可以包括用于独立测量和同步心率的光电容积描记(PPG)传感器。通信模块用于通过可包括有线或无线链路的通信链路114发送数据。在一个实施例中，当链路连续地或间歇地可用时，设备传输数据，而在其他时间，设备将数据存储在易失性或非易失性(NV)存储器中。

[0091] 在一个实施例中，血压测量设备90可以连接到主机单元120。主机设备被配置成使用通信模块124通过链路114与血压测量设备通信。控制单元122被编程为显示来自血压测量设备90的信息或者显示与由血压测量设备90所获得(并且可选地被处理)的测量值相关的信息。

[0092] 本发明的可穿戴设备提供了具有柔性性质的压力传感器阵列以及在传感器和用户皮肤之间的生物相容性材料界面。在一个实施例中，压力传感器阵列使用(即导电的)材料(例如Velostat或Linqstat导电膜)作为衬底，并以合适的构造例如以交叉指型或相对的构造放置导体以形成多个独立的传感器元件。Velostat和Linqstat导电材料的特性是，当对其施加压力时，其电阻降低。该阵列还包括放置在传感器元件上用于创建传感器阵列的机械界面。值得注意的是，这种解决方案更便宜、更灵活，并且相对于皮肤来说具有更舒适的界面。

[0093] 在图6中示出了图示根据本发明的实施例的处于松散状态的腕带可穿戴设备的侧视图的示意图。通常标记为130的腕带可穿戴设备的分解侧视图包括外壳134、显示器136、腕带144和压力传感器阵列(即单个传感器、多个传感器或电阻式力感测薄片(被称为“压力传感器”))142。该设备围绕用户的手腕138松散地放置。在这种状态下，压力传感器142不能感测来自动脉132的脉动压力波，因为腕带144不足以靠近手腕而导致缺少与用户的身体表面1408的接触。

[0094] 在图7中示出了图示根据本发明的实施例的处于紧贴状态的腕带可穿戴设备的侧视图的示意图。这里，设备130被示出为腕带144围绕用户的管状肢端器官138紧贴地闭合。压力传感器142没有正确地位于动脉132上方，并且该设备能够测量用户的血压。腕带144被配置成围绕包含目标血管132(例如肱动脉、桡动脉、尺动脉、股动脉或适当的掌指动脉之一等)的管状肢端器官(例如手指、手腕、手臂、腿等)的皮肤表面140闭合，同时施加适度的压力(即明显小于血管132中的收缩压，但足以感测压力波)。在这种状态下，因为腕带144足够紧密地围绕在手腕周围而引起与身体表面140充分接触，所以位于身体表面上的脉动动脉132附近的压力传感器142可以感测来自动脉的脉动压力波。

[0095] 在图8中示出了图示根据本发明的示例可穿戴测量设备的高层框图。可穿戴测量设备(通常标记为151)包括包含了一个或更多个压力传感器元件154的压力传感器阵列

152、处理器150和显示器172。处理器150包括包含了一个或更多个模数转换器(ADC)160的传感器电路158和包含了脉搏分析块166的信号处理器164。显示器172包括用于生成图像和图表174、血压数据175、消息176以及放置和质量反馈分数178的视频显示器。

[0096] 在操作中,数据通过单根或多根模拟线156从应用于身体表面的压力传感器152传递到传感器电路158中的一个或更多个ADC 160。在一个实施例中,压力传感器152包括多个单独的感测元件154,因此多个信号从压力传感器传递到处理器150。ADC 160用于将一个或更多个模拟信号转换成相应的数字信号162,数字信号162被输入到包括脉搏分析系统166的处理器164中。

[0097] 脉搏分析系统用于执行两个操作。第一个功能是根据信号162计算关于压力传感器152相对于身体表面140(图7)的放置和接触的质量的定性度量,其与感测来自动脉132的压力波形的能力相关。一旦系统166确定压力传感器和身体表面之间存在适当的放置和充分的接触,则脉搏分析系统166计算将在显示器172上显示的复合压力波形174和/或收缩压和舒张压测量值175。在一个实施例中,显示器172位于腕带144上。在另一个实施例中,显示器172位于移动电话或平板设备上,通过无线通信与被配置为从压力传感器142收集信号的在腕带144上的处理器150通信。

[0098] 在另一个实施例中,脉搏分析系统166可操作以用于计算与放置和接触的质量相关的连续度量(或分数),其中零表示没有可辨别的接触,以及100表示最佳接触。在另一个实施例中,脉搏分析系统166计算接触质量的一系列定性类别,其中零表示不可辨别的接近度,一表示小的接近度,二表示轻微接触,三表示勉强充分接触,四表示良好接触,五表示最佳接触。要注意的是,可以使用任意数量的类别来描述接触级别。

[0099] 在另一个实施例中,脉搏分析系统166用于计算接触质量的二进制度量,其中零表示对于操作而言接触不充分,一表示对于操作接触充分。在又一个实施例中,接触质量分数被转换成用于足够紧密地坚固腕带以获得足够好的接触质量读数所需的沿着腕带梯形物的“横档”或“槽口”的数量。术语腕带梯形物是指腕带的“梯形”形状,其具有用作扣环的水平插槽或开口,使腕带看起来像梯子上的横档。在该实施例中,该设备可以(例如,通过LED)说明腕带需要被拉紧的程度(例如,要拉紧梯形物的多少槽口或“横档”)。

[0100] 从脉搏分析系统166输出的放置和接触质量度量(即有效性分数、质量分数或仅是分数)168作为0到100之间的数字178通过显示器172显示给用户。要注意的是,在一个实施例中,为在阵列中的每个单独的传感器提供分数。可替代地,提出了单个组合分数来代表在阵列中的所有传感器的加权组合。此外,在可穿戴设备中的热传感器可被用于确定质量度量(即有效性分数)。此外,随着时间推移,运行的质量度量或有效性分数可以作为反馈提供给用户。

[0101] 在一个实施例中,本文描述的方法可以被扩展,以便对在包含几个心跳的相对短的时间段(例如15秒)内的(每个传感器的)质量分数进行平均。这产生了更具鲁棒性和更高的质量值,并降低了质量分数的可变性和噪声。

[0102] 如果分数低于某个阈值,则屏幕上不显示脉搏波形174,并且向用户显示诸如“更紧地坚固腕带”的消息176。如果分数等于或高于某个阈值,则脉搏波形174和/或收缩压值和舒张压值175被显示在屏幕172上。

[0103] 在图9中示出了图示本发明的可穿戴测量设备的示例信号处理器部分的高层框

图。信号处理器164包括脉搏分析块166，脉搏分析块166包括血压/脉搏检测块182、优化复合脉搏块184和脉搏波形分解块186。

[0104] 在图10中示出了图示根据本发明的示例用户反馈方法的流程图。参考图9和图10，在操作中，来自传感器电路158(图8)的数字数据180由脉搏分析块166接收(步骤190)。在数字原始信号180的脉搏分析中的下一步是血压脉搏检测机构182(步骤192)。在一个实施例中，血压检测被应用于所有原始信号180。在替代实施例中，血压检测被应用于信号180的子集，其中该子集代表所有原始信号。

[0105] 如果血压检测(步骤194)没有检测到血压信号，则不显示压力波形221和收缩压/舒张压数据。更确切地说，向用户提供反馈(步骤206)。反馈可以采取任何合适的形式，例如文本消息、非文本消息、灯、可视消息、可听消息和触觉振动。例如，诸如“更紧地紧固腕带”的文本消息作为文本176被显示在显示器172上，以提醒用户重新排列和/或收紧他们手腕上的设备。在另一个实施例中，放置和接触质量分数以数字178显示。要注意的是，可以通过使用更大或粗体字、明亮的颜色(例如红色)和/或闪烁或闪光来强调消息，以引起用户的注意。在另一个实施例中，处理器150发出独特的可听的声音来吸引用户的注意力，并向他们发信号通知腕带144相对于身体表面140具有不良的放置和/或接触。

[0106] 在(步骤194)检测到血压/脉搏的情况下，计算质量度量，该质量度量反映在用户上的设备的放置和接触的质量的度量(步骤196)。如果质量度量低于阈值(步骤198)，如上所述向用户提供负反馈(步骤206)，并且该方法结束。如果质量度量高于阈值，则向用户提供正反馈(例如，显示分数178)(步骤199)，并且该方法继续处理传感器数据(步骤200)。然后执行以下步骤：优化复合脉搏(步骤202)和包括收缩压(SBP)和舒张压(DBP)提取的脉搏波形分解(步骤204)。

[0107] 所得的血压波形174和收缩压/舒张压值175被显示给用户。在一个实施例中，由血压检测块182计算的放置和接触质量分数以数字178显示。血压脉搏波形分析166的输出包括显示在显示器172上的复合脉搏波形174和SBP/DBP值175。

[0108] 在图11中示出了图示根据本发明的搜索血压/脉搏信号的示例方法的流程图。血压检测机构用于确定输入压力信号是否被认为表现出血压脉搏。在一个实施例中，生成了二进制分数，但是可替代地也可以生成1到100的一般分数。要注意的是，对在压力传感器阵列中的每个单独的传感器元件的信号输出单独执行这种方法。

[0109] 首先，从传感器元件接收传感器数据(步骤210)。对传感器信号执行滑动频谱估计(sliding spectrum estimation)(步骤212)。给定一个信号 x_i ，我们取一个长度为T秒的该信号的子集。然后我们计算信号的频谱，定义如下：

$$X_j = \text{fft}(x_i) \quad (1)$$

$$S_j = |X_j|^2 \quad (2)$$

[0112] 其中 $|v|$ 是复数 v 的幅值运算符(magnitude operator)。接下来，我们找到频谱的峰值或最大值，并检查其值：

$$S_{\text{峰值}} = \max(S_j) \quad (3)$$

$$i_{\text{峰值}} = \arg\max(S_j) \quad (4)$$

[0115] 在几秒钟的短时间窗口中的频谱被输入到基线噪声去除步骤中，该步骤仅输出高

于预定义的噪声阈值水平的频谱(步骤214)。

[0116] 通过以下方式来去除噪声频谱:使用相对阈值C_{Thr} b(例如,峰值0.1),计算出绝对阈值Thrs并去除低于它的所有频谱值,因为它们被假定为噪声频谱样本。

[0117] Thrs=S_j C_{Thr} (5)

$$[0118] S_j = \begin{cases} 0 & S_j < Thrs \\ S_j & S_j \geq Thrs \end{cases} \quad (6)$$

[0119] 然后对干净频谱执行能量归一化,使得在不同频谱频率区间(bin)中的所有能量水平的总和等于1(步骤216)。使用下式对频谱进行归一化:

$$[0120] S_j = \frac{S_j}{\sum S} \quad (7)$$

[0121] 计算能量峰值周围的预定义的频谱区域中的相对能量(步骤218)。使用峰值Δ周围的预定义邻域检查峰值起伏度(peak prominence),并使用以下公式计算其功率:

$$[0122] P_{\text{峰值}} = \sum_{i=\text{峰值}-\Delta}^{i=\text{峰值}+\Delta} S_i \quad (8)$$

[0123] 然后将功率与预定义的阈值进行比较(步骤220)。如果峰值功率P_{峰值}低于阈值,则向用户提供适当的反馈(步骤224)。如果峰值功率P_{峰值}高于有效阈值,则峰值是有效的,并且我们继续按照以下方式对其进行分析:进行在步骤202(图10)中的传感器数据处理和压力脉搏波形分析(步骤222)。

[0124] 在图12中示出了图示不呈现血压特性的示例传感器信号的示意图。示例曲线图246表示去除噪声水平248并归一化频谱能量后的压力信号。在该示例中,在频谱峰值240周围的频谱区域244中的相对能量低于预定义的阈值。因此,本发明的机制确定输入信号不显示血压特性。给用户的负反馈被发送到显示器,并且不执行压力脉搏波形分析。

[0125] 在图13中示出了图示呈现出血压特性的示例传感器信号的示意图。示例曲线图238表示去除噪声水平236并归一化频谱能量之后的压力信号。在该示例中,频谱峰值230周围的频谱区域232中的相对能量高于预定义的阈值。因此,本发明的机制确定输入信号显示血压特性。给用户的正面用户反馈被发送到显示器,然后执行压力脉搏波形分析。

[0126] 如上所述,图11的方法通常应用于单个示例性信号,并且在所有接收到的数字传感器信号上执行。在另一个实施例中,图11的方法在接收到的数字传感器信号的子集上执行,由此基于产生信号的传感器的空间排列对它们进行均匀采样。

[0127] 在另一个实施例中,每个信号的放置和接触分数乘以一个权重。权重由在压力传感器阵列中各个传感器的相对位置决定。加权分数相加产生了放置和接触质量的总权重。

[0128] 在替代的实施例中,比较加权分数以产生空间一致性,使得来自空间相邻信号的信号应该产生在预定义的公差内彼此相似的血压检测分数。如果不满足该条件,则假定放置和接触不良,并向用户提供负反馈(图11,步骤224)。

[0129] 设备提供的反馈可以根据所需水平而变化。例如,可以提供以可听警笛声、灯、文本消息、非文本消息、可视消息、可听消息和触觉振动的形式的简单的“进行(go)”或“不行(no go)”信号。在一个实施例中,可以以具体指示如何重新定位设备、是否收紧设备等的方向信号的形式提供更详细的反馈,以实现传感器元件和用户身体之间的最佳接触。下文

提供了几个示例。

[0130] 在一个实施例中,可穿戴设备还包括温度传感器69(图4),以帮助区分由于腕带相对于用户皮肤的接触不良或腕带在动脉上方的误放而导致的来自传感器元件的不良信号。温度传感器可以位于例如腕带的内部,从而它可以检测皮肤温度。当设备出现不良信号时,系统会读取温度传感器,如果它提供低温度值,则意味着腕带不够紧,并且与皮肤接触不良。如果传感器测量值接近标准人体皮肤温度,那么信号接收不良的原因是腕带的(即解剖学上)放置不正确,表明压力传感器没有最佳地位于动脉上方。要注意的是,使用基于温度的皮肤传感器使设备能够向用户提供不同的反馈,例如,当测量到低温度值时,反馈是“更紧地紧固腕带”,或者当测量到正常体温度值时,反馈是“重新定向传感器”。

[0131] 在另一个实施例中,板载加速度计80(图4)可被用于识别腕带运动并验证用户是否遵循反馈指令。如果用户没有遵循指令,则可以向用户提供另外的适当反馈。加速度计还可以被用于在腕带被正确放置在手腕上之后,检测和识别腕带在手臂上的不想要的移动(例如,移动和/或旋转超出最佳位置)。可以检测到不期望的移动,并向用户提供适当的反馈。

[0132] 在图14中示出了图示由本发明生成的传感器接触质量用户反馈的第一示例的示意图。示例显示器250代表与在包括25个传感器元件的示例传感器阵列中的每个传感器元件相关联的质量度量的视觉表示。显示的每个传感器252的尺寸与质量度量成比例。因此,相比于较小的圆圈,较大的圆圈代表传感器元件的质量度量更高。理想地,用户将可穿戴设备放置在他们本人身上(例如,围绕他们的手腕放置),使得最靠近阵列中心的传感器元件具有最大的质量度量。在这个示例中,传感器阵列被最佳地放置在用户的手腕上。因此,具有最大质量度量的最大和最亮的圆圈254位于中心。

[0133] 在图15、图16和图17中提供的示例描述了非最佳地放置在用户手腕上的传感器阵列。在图15中,传感器阵列260被放置成使得元件266产生最大的度量,元件264产生稍微较小的度量,并且剩余的元件262接收到很少甚至没有信号。因此,通过视觉显示的方式,设备向用户提供方向反馈,指示他们将设备向下和向左移动,使得接收最强血压信号的元件更靠近阵列的中心。

[0134] 在图16中,传感器阵列270被放置成使得元件276产生最大的度量,元件274产生稍微较小的度量,并且剩余的元件272接收到很少甚至没有信号。因此,通过视觉显示的方式,设备向用户提供方向反馈,指示他们将设备向上移动,使得接收最强血压信号的元件更靠近阵列的中心。

[0135] 在图17中,传感器阵列280被放置成使得元件286产生最大的度量,元件284产生稍微较小的度量,并且剩余的元件282接收到很少甚至没有信号。因此,通过视觉显示的方式,设备向用户提供方向反馈,指示他们将设备向下和轻微的向右移动,使得接收最强血压信号的元件更靠近阵列的中心。

[0136] 认识到,在传感器阵列中的各个传感器元件的构造可以采取多种形状。在图18中示出了图示由本发明生成的传感器接触质量用户反馈的第五示例的示意图。在该示例中,传感器阵列360是二维的,并且包括跨阵列对角放置的多个传感器元件362。这种构造能够覆盖包括平移(沿手腕向上或向下)和绕手腕旋转的设备移动。

[0137] 在图19中示出了图示由本发明生成的传感器接触质量用户反馈的第六示例的示

意图。在该示例中，传感器阵列370是一维的，并且包括跨阵列水平放置的多个传感器元件372。

[0138] 在图20中示出了图示由本发明生成的传感器接触质量用户反馈的第七示例的示意图。在该示例中，传感器阵列380是一维的，并且包括沿阵列向下垂直放置的多个传感器元件382。

[0139] 上文示出的每个传感器阵列构造都有与之相关的优点和缺点，并且根据本发明的具体实施方式可能适合也可能不适合。

[0140] 在图21中示出了图示根据本发明的方向用户反馈方法的流程图。首先，传感器电路从在传感器阵列中的每个传感器元件接收模拟信号，并将每个信号数字化以产生多个数字信号(步骤290)。然后处理器对每个传感器元件的数字化输出进行脉搏波形分析(步骤292)。为每个传感器元件计算质量度量(步骤294)。生成关于整个传感器阵列的质量度量的空间映射(步骤296)。根据质量度量的空间映射，生成方向反馈并将其提供给用户，如上述的图14、图15、图16、图17、图18、图19和图20所示的(步骤298)。可选地，当用户调整在其本人身上设备(包括传感器阵列)的位置时，设备向用户提供连续反馈(步骤300)。因此，根据最大值的度量在传感器阵列空间映射上的位置，设备向用户提供反馈指令以重新定位设备，例如，向上、向下、向左、向右、顺时针、逆时针等。

[0141] 在图22中示出了图示由本发明生成的传感器接触质量用户反馈的第八示例的示意图。示出的示例分解视图/轴向视图对于用户来说可能更容易说明压力传感器阵列相对于动脉的位置。然而，该用户反馈仅与左/右(即顺时针/逆时针)引导相关。诸如一系列灯或LED 324的视觉指示器被放置在腕带144的边缘部分或传感器阵列142自身上。视觉指示器被配置为照亮一个或更多个LED，以指示传感器阵列在动脉上的当前定位和放置。中心LED是期望被点亮的LED，以指示传感器阵列被最佳地放置(即居中)在动脉上。在该示例中，LED 320被强烈点亮，其左侧相邻的LED 322被微弱地点亮，而其余的LED熄灭。这表明传感器阵列的放置顺时针方向上太远，因此需要逆时针旋转一点，如箭头321所示。

[0142] 在图23中示出了图示由本发明生成的传感器接触质量用户反馈的第九示例的示意图。在这个示例中，LED的序列显示不同的反馈。在这里，LED 314被强烈点亮，其右侧相邻的LED 312被微弱地点亮，而其余的LED熄灭。这表明传感器阵列的放置逆时针方向上太远，因此需要顺时针旋转一点，如箭头311所示。

[0143] 在图24中示出了图示由本发明生成的传感器接触质量用户反馈的第十示例的示意图。在该示例中，提供了包括四向箭头358、波形354、质量度量或分数352和血压测量值356的用户反馈。在操作中，箭头提供关于传感器阵列的放置和接触质量的反馈。如果质量度量超过阈值，则没有箭头点亮。否则，指示设备应该移动和/或旋转以实现最佳放置和接触的方向的箭头被照亮或闪烁。可替代地，可以显示传达相同信息的文本消息。左/右箭头指示围绕用户手腕的旋转，而上/下箭头指示沿着用户手腕的平移。通常，一个或两个箭头段同时点亮，以指示移动设备的方向。这里，左箭头段被点亮，向用户指示设备应该沿箭头方向旋转，以改善质量度量。此外，可以向用户显示字母数字消息，指示腕带是否太松，是否应该收紧。要注意的是，方向指示只能由2D传感器阵列产生，而简单的接触质量或“收紧腕带”的命令可以由单个传感器元件产生。

[0144] 实现相同功能的部件的任何布置被有效地“关联”，使得实现期望的功能。因此，本

文组合以实现特定功能的任何两个部件可以被看作彼此“相关联”，使得实现期望的功能，而与体系结构或中间部件无关。同样，这样关联的任何两个部件也可以被视为彼此“可操作地连接”或“可操作地耦合”以实现期望的功能。

[0145] 此外，本领域技术人员将认识到上述操作之间的边界仅是说明性的。多个操作可以组合成单个操作，单个操作可以分布在附加操作中，并且操作可以在时间上至少部分地重叠地执行。此外，替代实施例可以包括特定操作的多个实例，并且在各种其它实施例中可以改变操作的顺序。

[0146] 本文使用的术语仅为了描述特定实施例的目的，而不意图限制本发明。如本文所使用，单数形式“一(a)”、“一(an)”、和“该”也旨在包括复数形式，除非上下文另有清楚指示。将进一步理解，当在本说明书中使用时，术语“包括 (comprises)”和/或“包括 (comprising)”指代所述的特征、整体、步骤、操作、元件和/或部件的存在，但不排除一个或更多个其他特征、整体、步骤、操作、元件、部件和/或其组合的存在或附加。

[0147] 在权利要求中，置于括号之间的任何附图标记不应被解释为限制权利要求。在权利要求中的引导性短语(例如“至少一个”和“一个或更多个”)的使用不应被解释为暗示由不定冠词“一(a)”或“一(an)”引入另一个权利要求要素将包含这样引入的权利要求要素的任何特定权利要求限制到仅包含一个这样的要素的发明(即使同一权利要求包括引导性短语“一个或更多个”或“至少一个”和不定冠词(例如“一(a)”或“一(an)”)时)。定冠词的使用也是如此。除非另有说明，否则诸如“第一”、“第二”等的术语被用于任意地区分此类术语所描述的要素。因此，这些术语不一定旨在指示这样的要素的时间或其他优先级。某些度量在相互不同的权利要求中被叙述的不争事实并不指示这些度量的组合不能有利地被使用。

[0148] 以下的权利要求中的对应结构、材料、动作以及所有功能性限定的装置或步骤的等同替换，旨在包括任何用于与具体要求保护的其它要求保护的元件相组合地执行该功能的结构、材料或动作。所给出的对本发明的描述其目的在于示意和描述，并非是穷尽性的，也并非是要将本发明限定到所表述的形式。由于许多修改和变化对于本领域技术人员来说是容易想到的，所以本发明无意局限于本文所述的数量有限的实施例。因此，将认识到，所有合适的变型物、修改物和等同物均可以归于、落入本发明的精神和范围内。对实施例的选择和说明，是为了最好地解释本发明的原理和实际应用，使本领域的其他普通技术人员能够明了，本发明可以有适合所要的特定用途的具有各种改变的各种实施例。

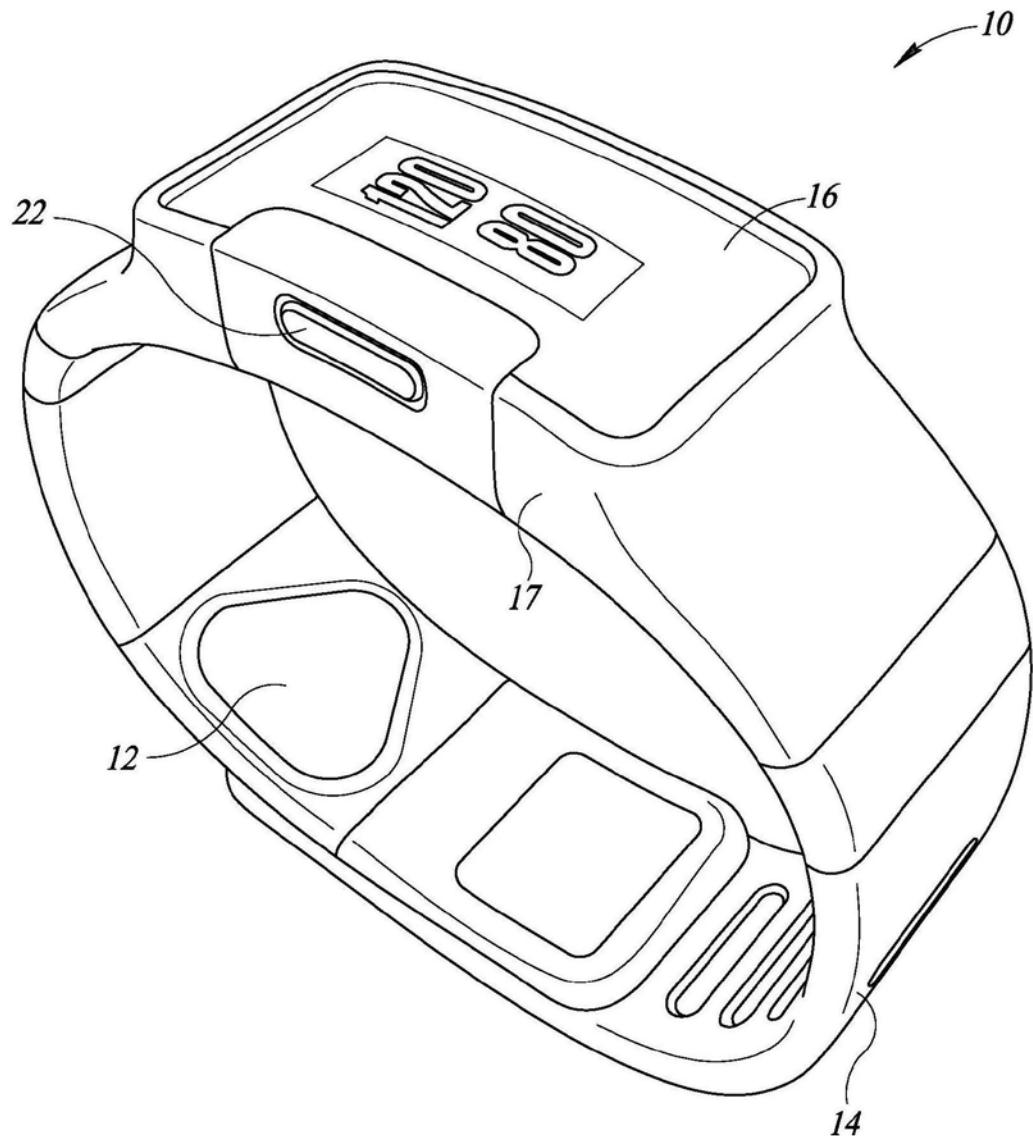


图1

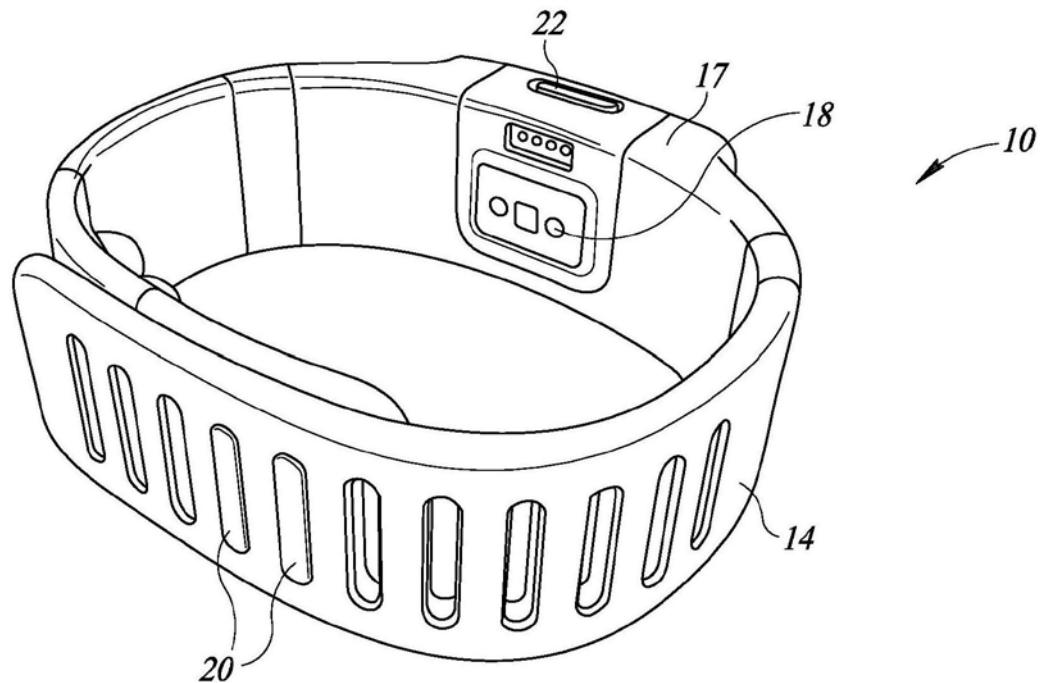


图2

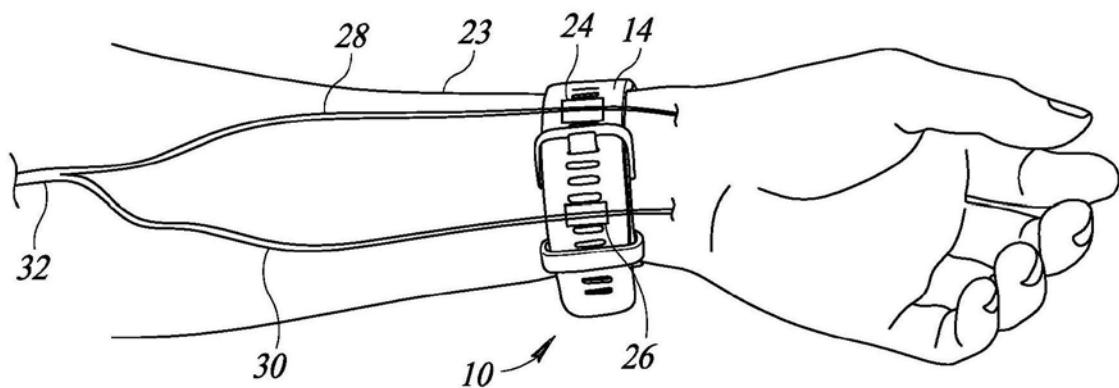


图3

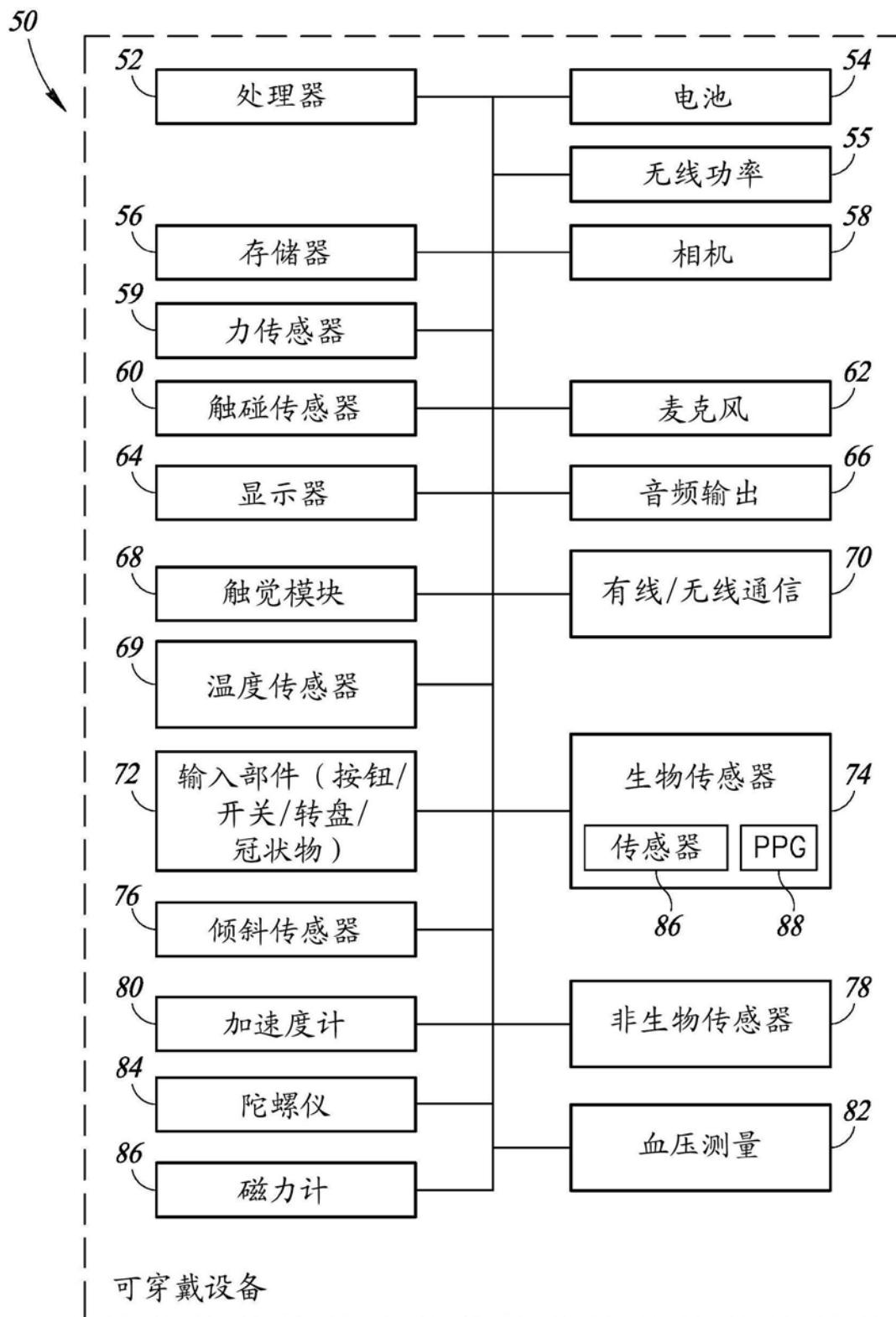


图4

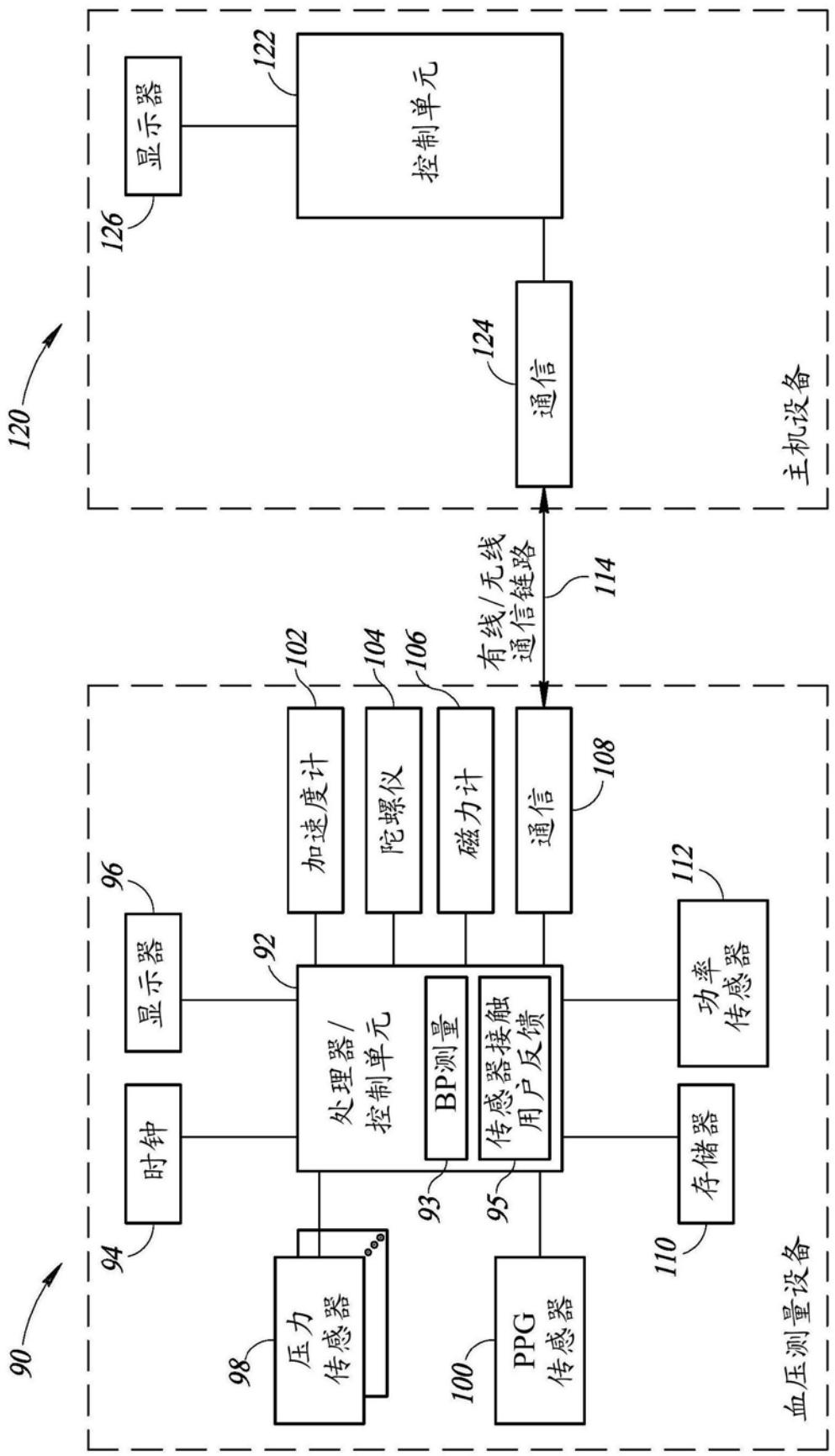


图5

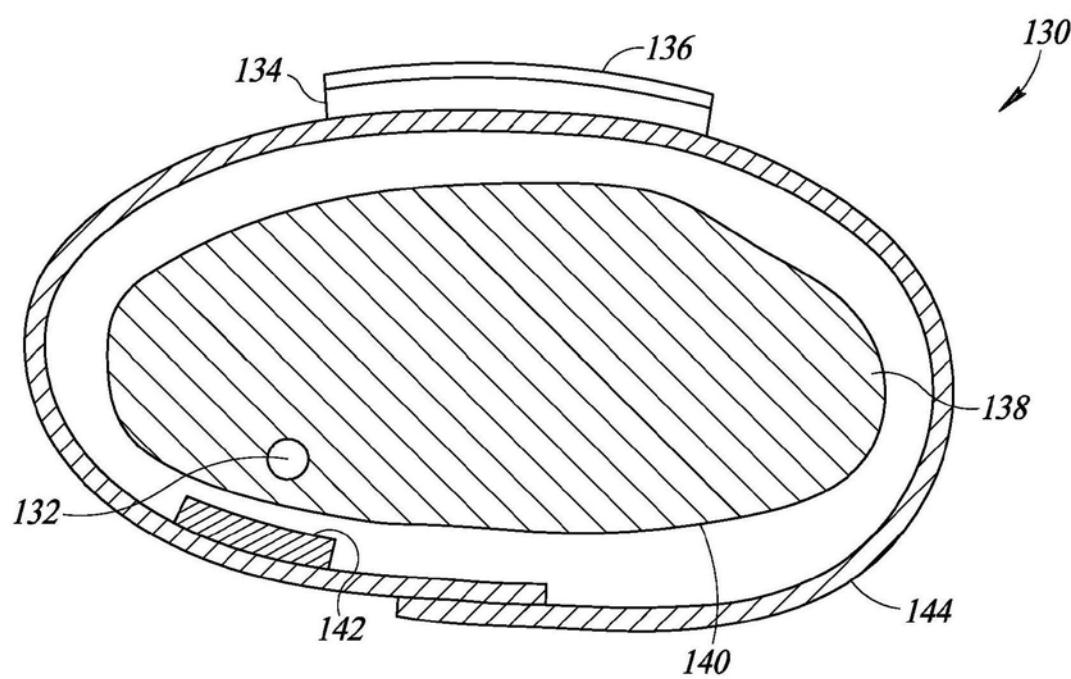


图6

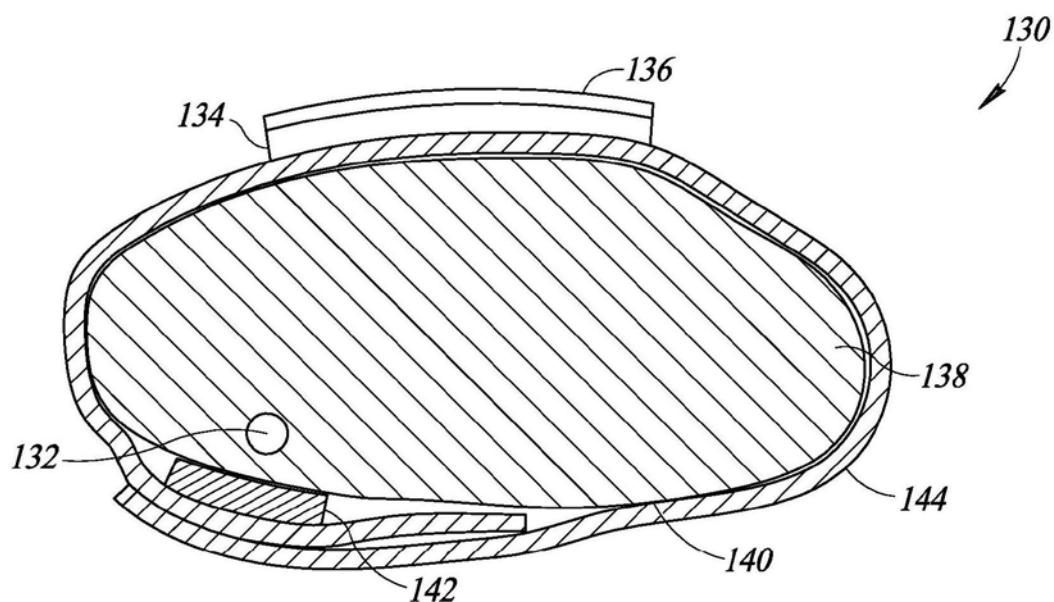


图7

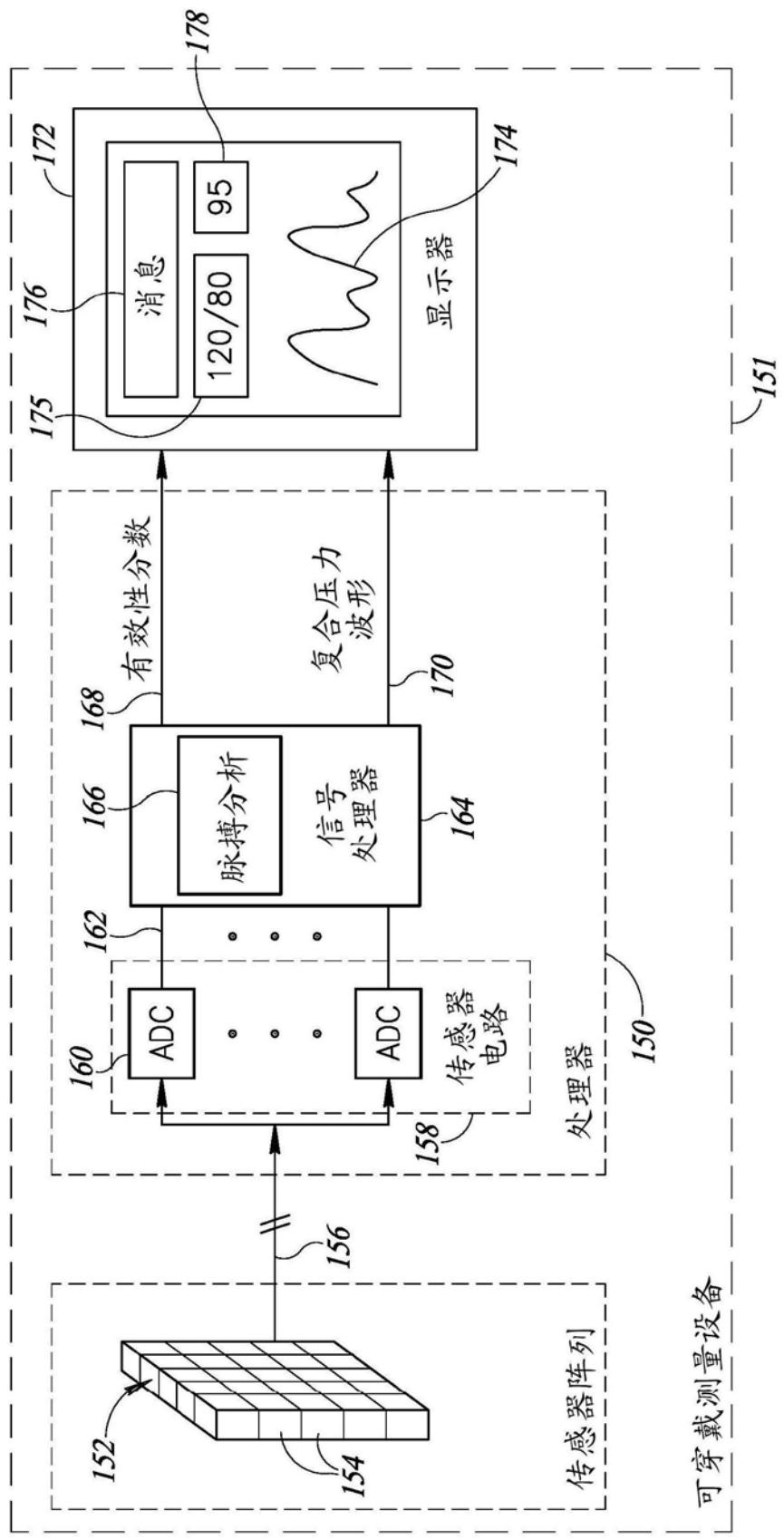


图8

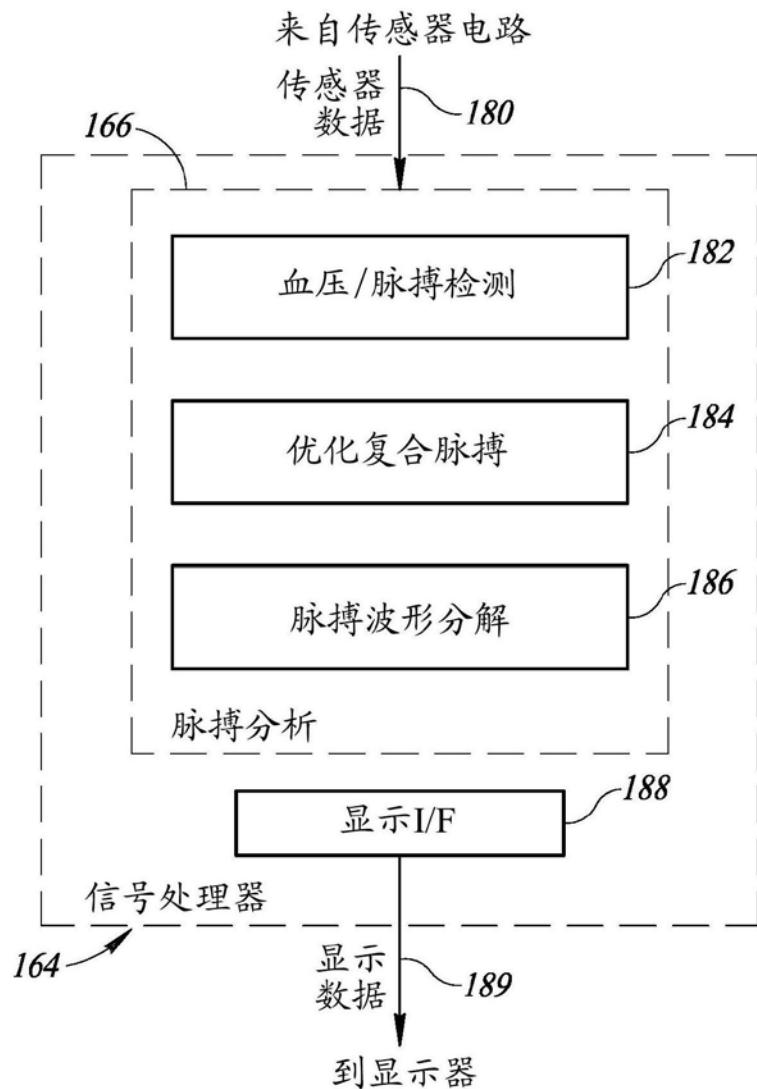


图9

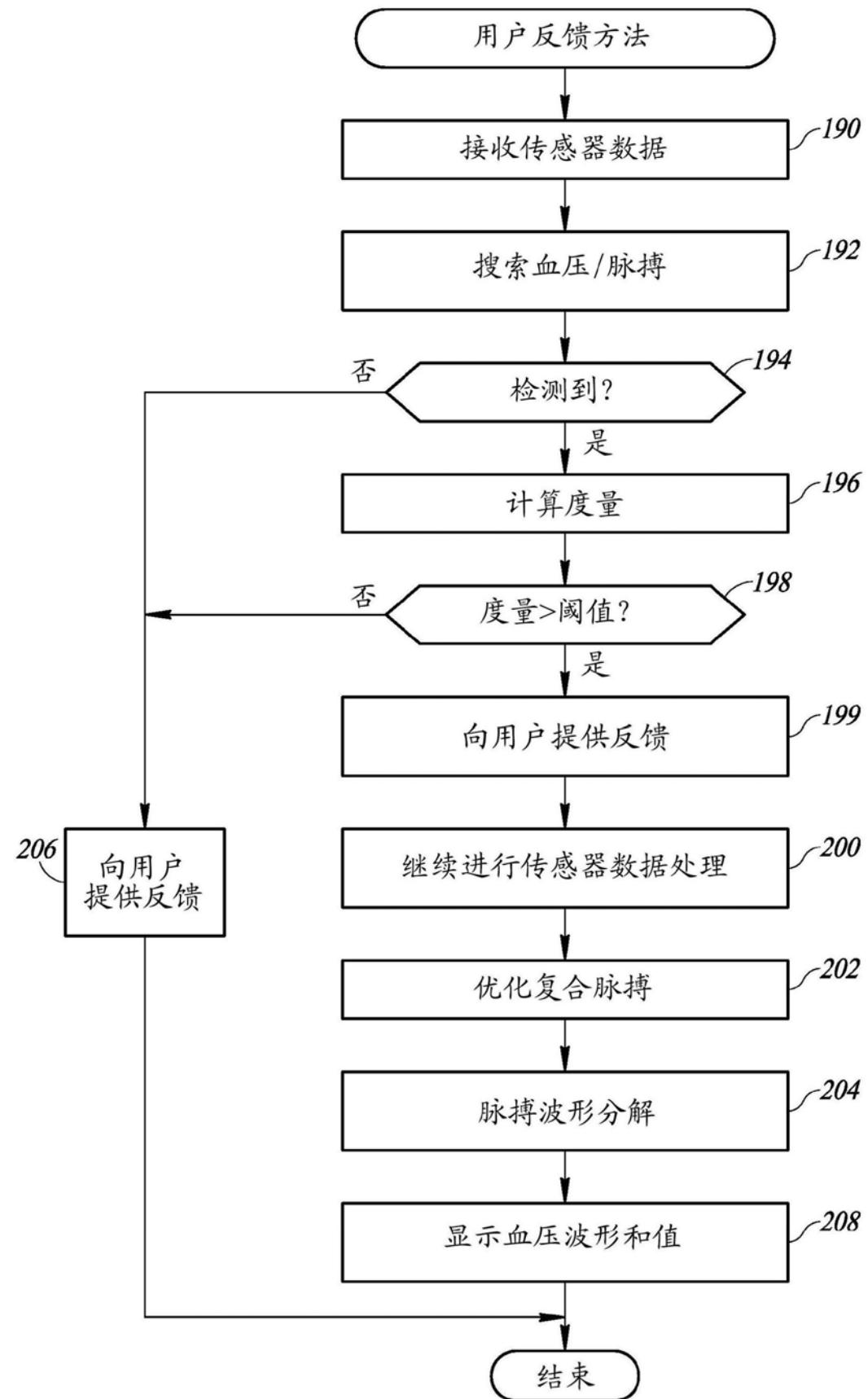


图10

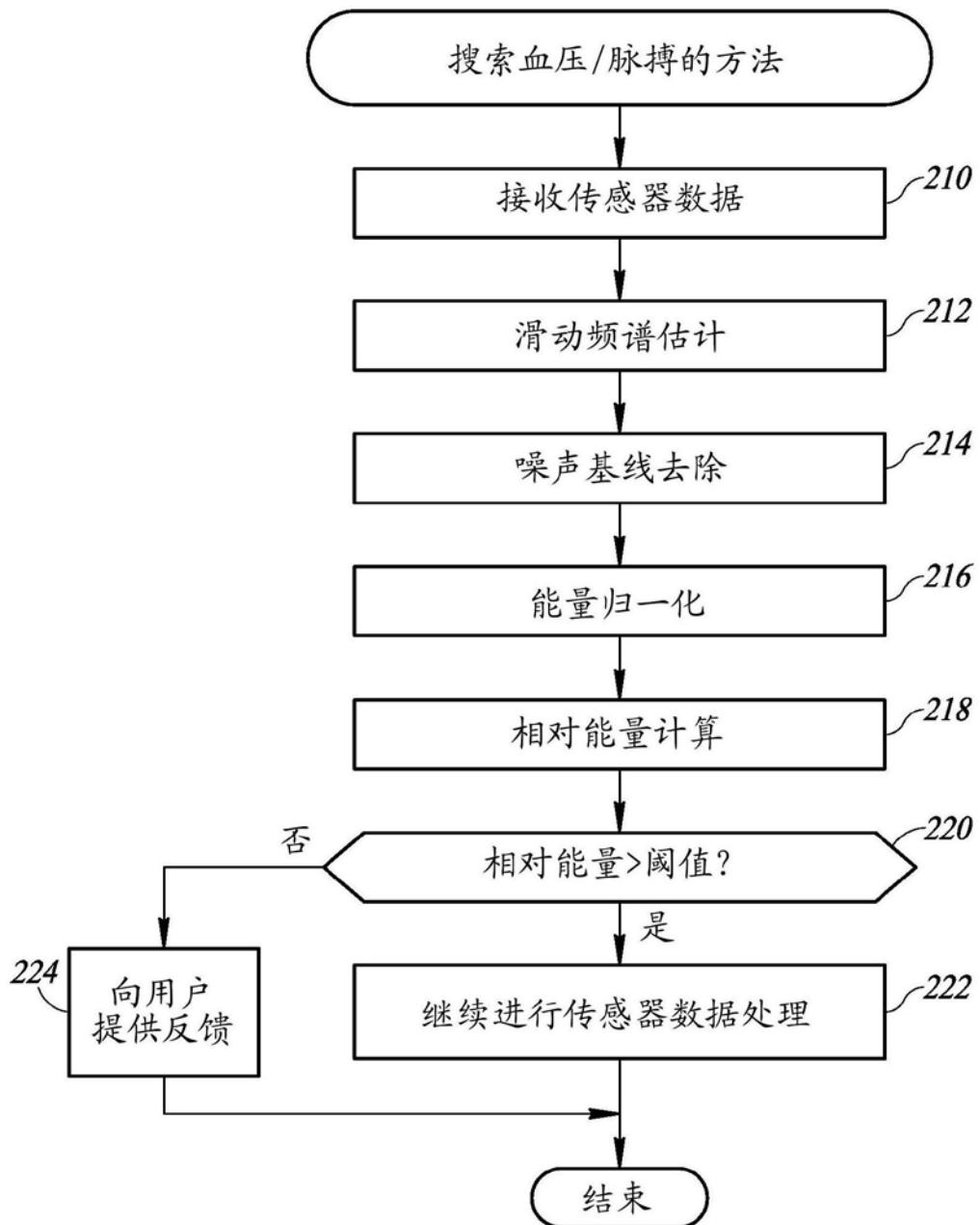


图11

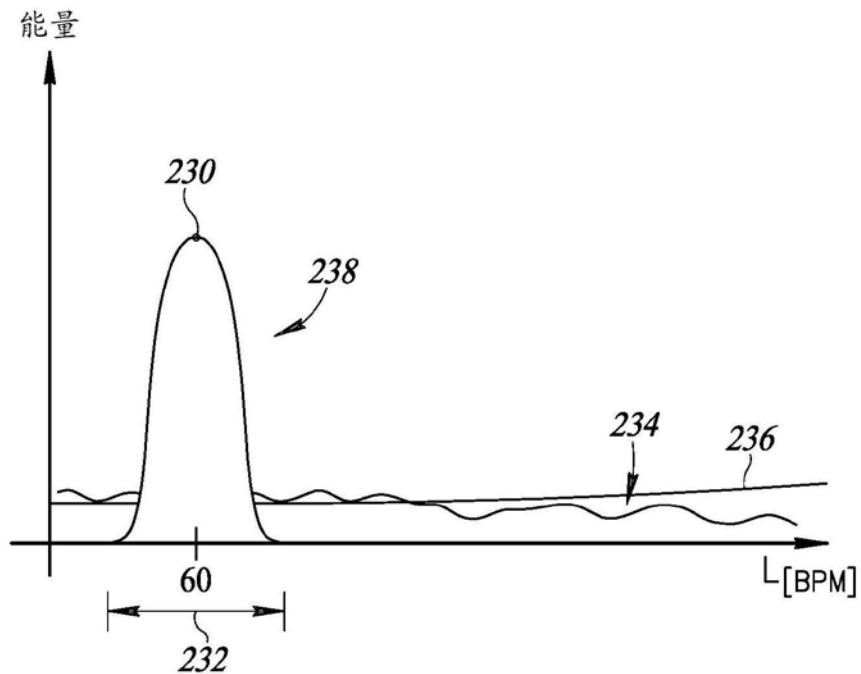


图12

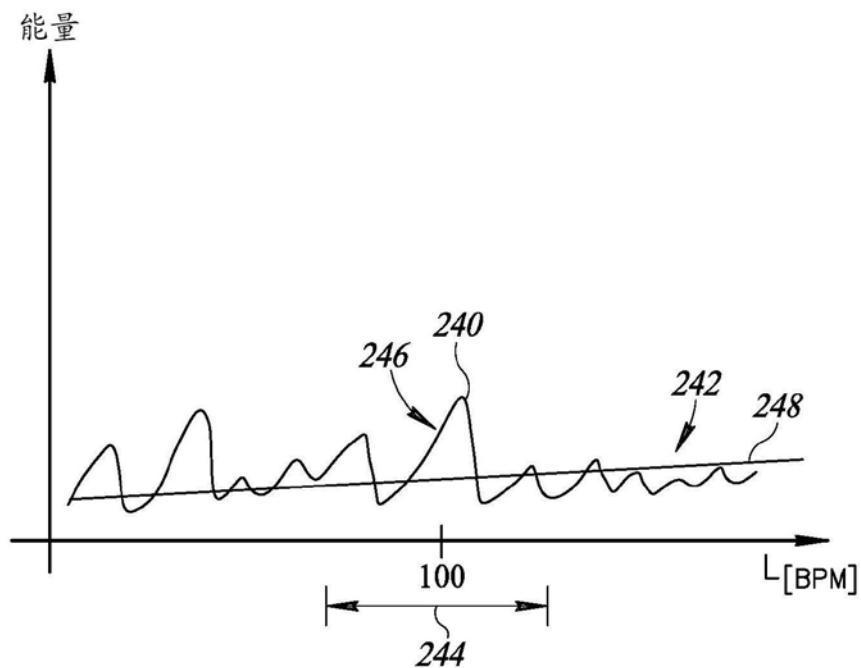


图13

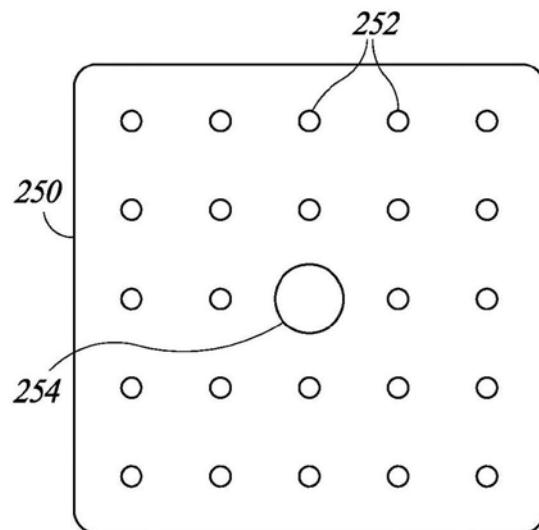


图14

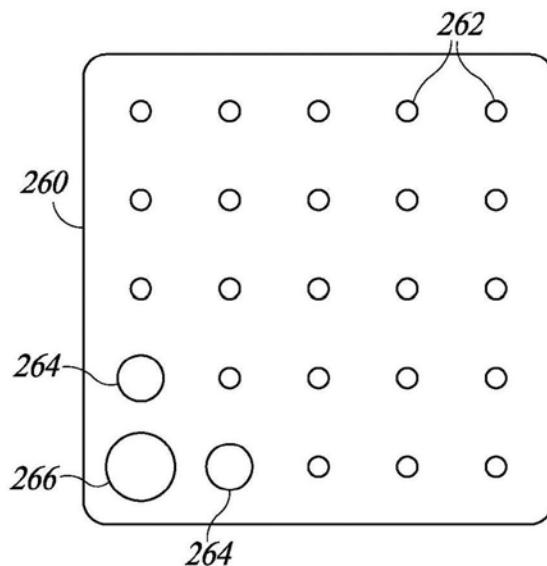


图15

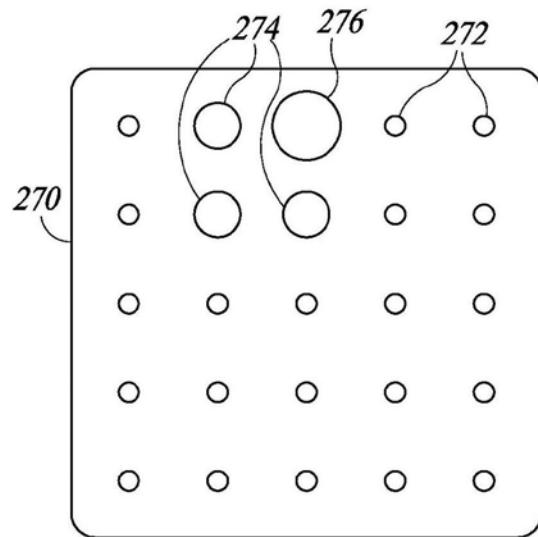


图16

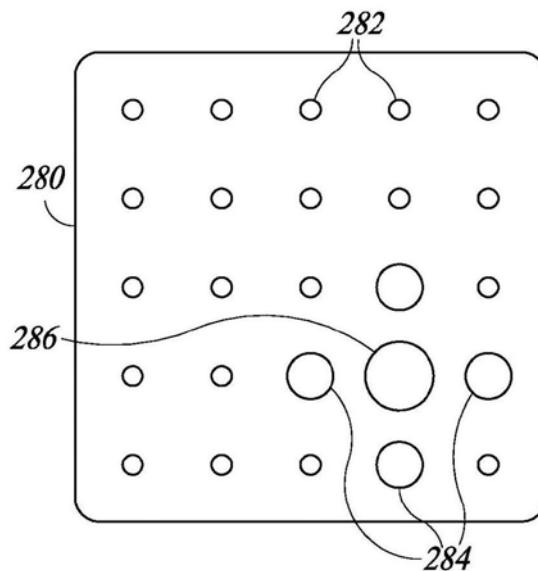


图17

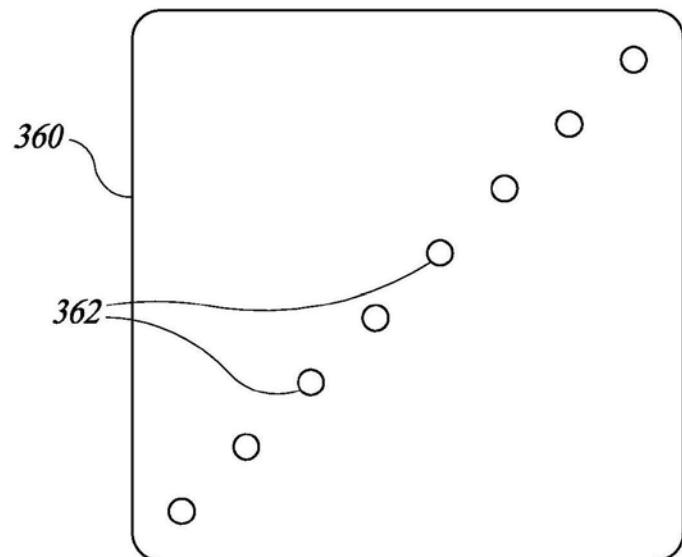


图18

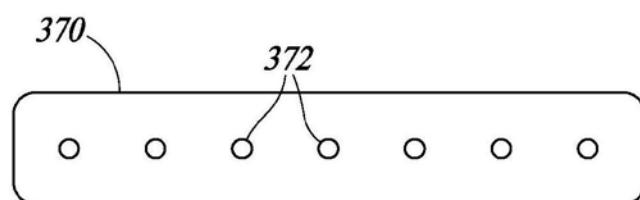


图19

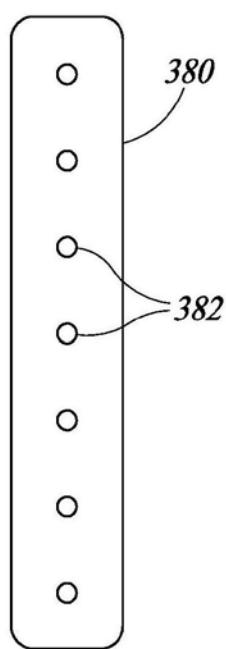


图20

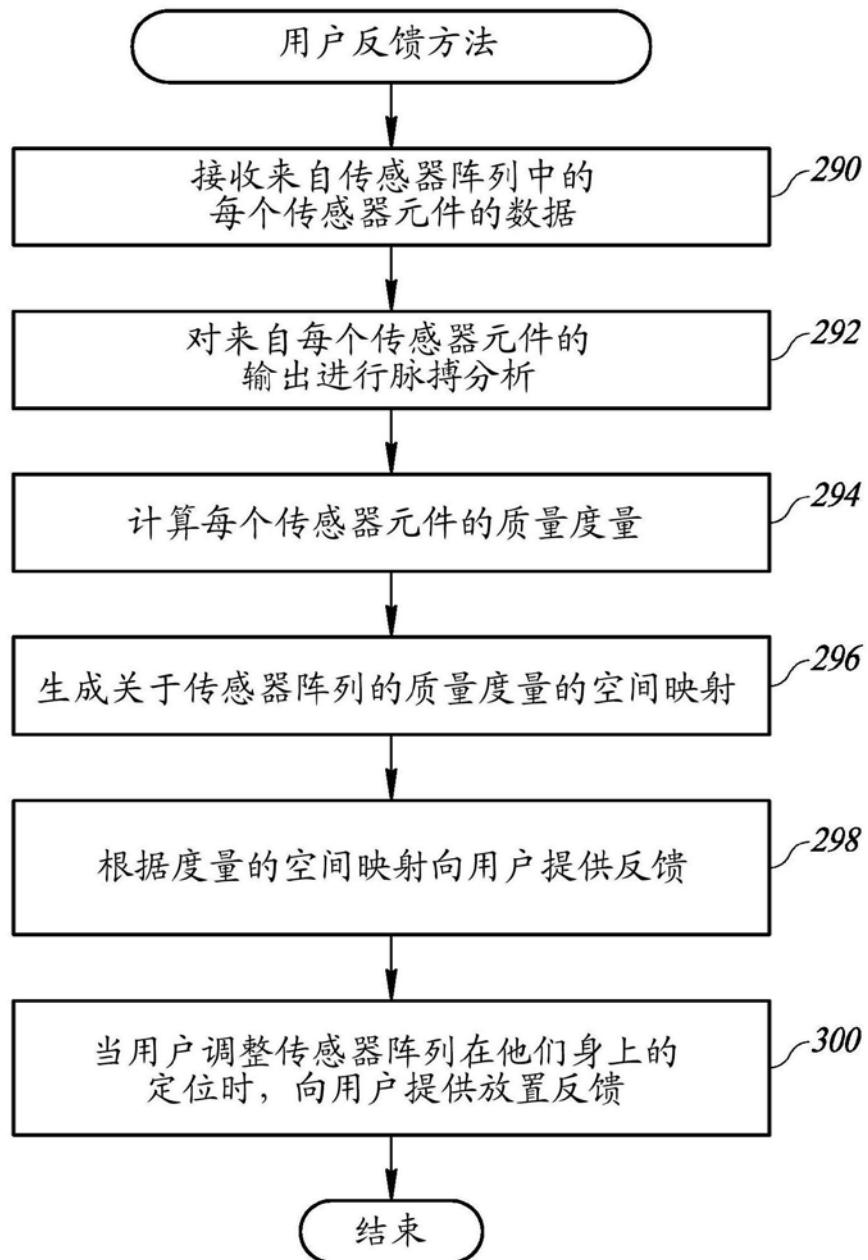


图21

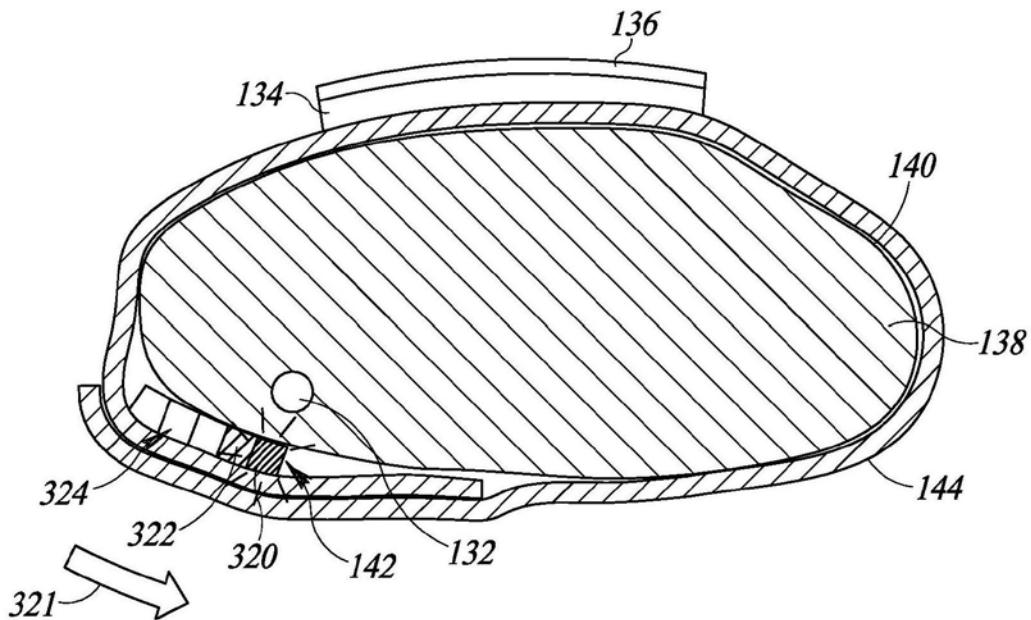


图22

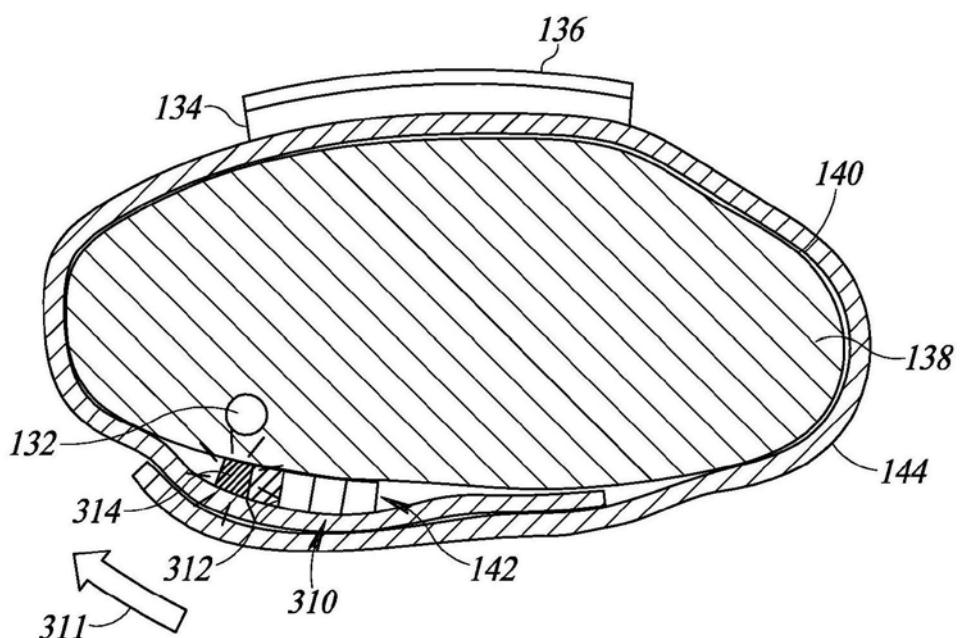


图23

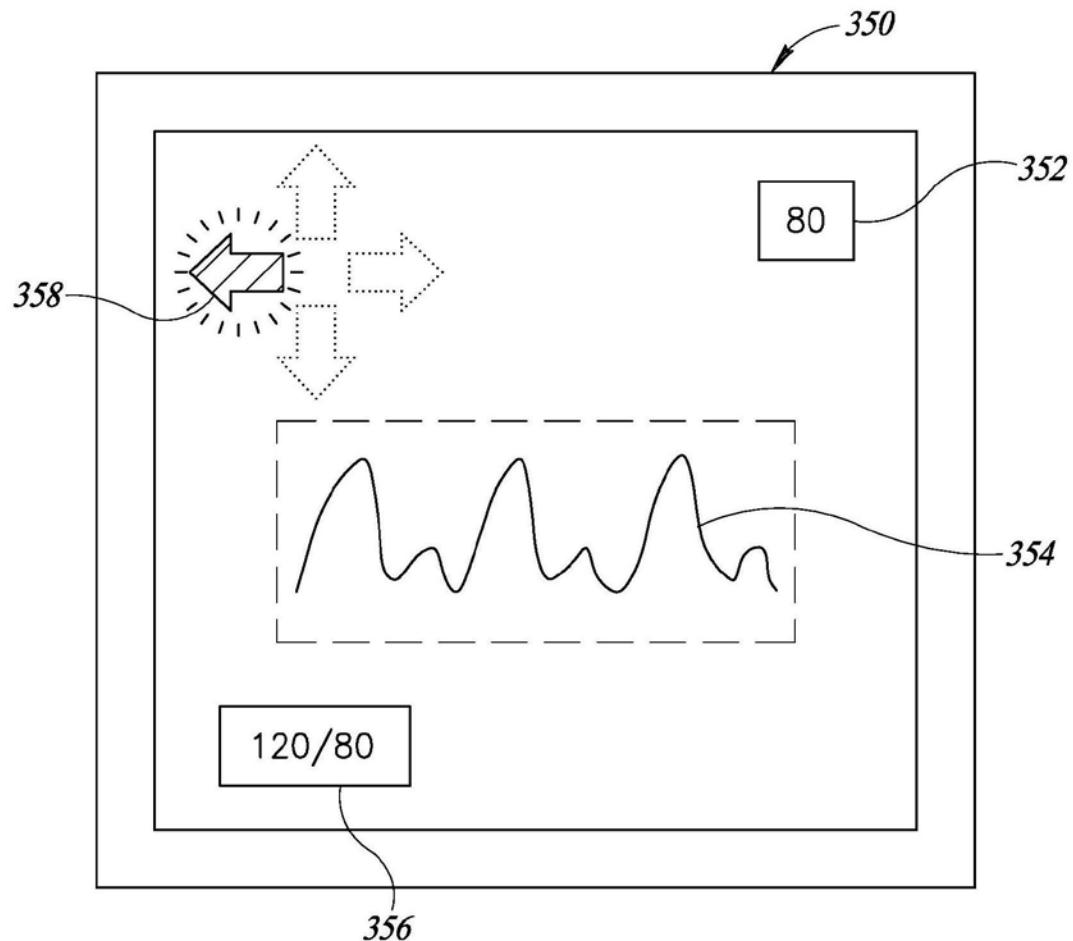


图24