

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2019 年 5 月 31 日 (31.05.2019)



(10) 国际公布号
WO 2019/100737 A1

- (51) 国际专利分类号:
A61B 5/024 (2006.01) *G01B 7/02* (2006.01)
G05B 19/042 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2018/096188
- (22) 国际申请日: 2018 年 7 月 18 日 (18.07.2018)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201711182778.9 2017 年 11 月 23 日 (23.11.2017) CN
- (71) 申请人: 歌尔股份有限公司 (GOERTEK INC.)
[CN/CN]; 中国山东省潍坊市高新区东方路
268 号, Shandong 261031 (CN)。
- (72) 发明人: 唐先炜 (TANG, Xianwei); 中国山东省潍坊市
高新区东方路 268 号, Shandong 261031 (CN)。
- (74) 代理人: 北京太合九思知识产权代理有限公司 (TEKYRS INTELLECTUAL PROPERTY
INC.); 中国北京市西城区北展北街 11 号华远企业
号 D 座 2 单元 3 层 B303, Beijing 100044 (CN)。
- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家
保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,
BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU,
CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,
GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS,
JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK,
LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,
PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

(54) Title: HEART RATE DETECTION METHOD AND WEARABLE DEVICE

(54) 发明名称: 心率检测方法及可穿戴设备

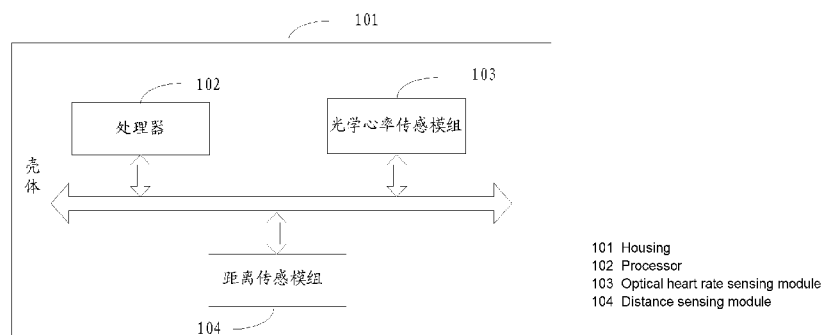


图 1

(57) Abstract: A heart rate detection method and a wearable device. The wearable device comprises a housing (101), a processor (102) mounted in the housing (101), an optical heart rate sensing module (103) connected to the processor (102) and mounted on one surface of the housing (101) facing a wear position of a user, and a distance sensing module (104). The method comprises: detecting a position relationship between an optical heart rate sensing module (103) and a wear position of a user by means of a distance sensing module (104), so as to obtain relative position data of the optical heart rate sensing module (103) relative to the wear position of the user; and adjusting the signal transmission power of the optical heart rate sensing module (103) according to the relative position data, and detecting the heart rate of the user by means of the optical heart rate sensing module. The device and the method can improve the heart rate detection precision of the wearable device.

(57) 摘要: 一种心率检测方法及一种可穿戴设备, 该可穿戴设备包括壳体 (101)、安装于壳体内 (101) 的处理器 (102), 以及与处理器 (102) 连接并安装于壳体 (101) 面向用户佩戴部位一面上的光学心率传感模组 (103) 及距离传感模组 (104)。该方法包括: 通过距离传感模组 (104) 检测光学心率传感模组 (103) 与用户佩戴部位之间的位置关系, 得到该光学心率传感模组 (103) 相对于用户佩戴部位的相对位置数据。根据该相对位置数据, 调节光学心率传感模组 (103) 的信号发射功率, 并通过光学心率传感模组检测用户的心率。该设备和方法能提高可穿戴设备的心率检测精度。

SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

- (84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区
保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

心率检测方法及可穿戴设备

技术领域

本发明属于电子技术领域，具体地说，涉及一种心率检测方法及一种可穿戴设备。

背景技术

5 随着电子技术的快速发展，可穿戴设备通过检测用户的心率实现越来越多的功能，例如，运动监测、健康监测、睡眠监测等。

现有技术中，可穿戴设备通常采用 PPG (PhotoPlethysmoGraphy, 光电容积描记) 脉搏波法进行心率检测，其中 PPG 是一种基于光电检测血液容积随脉搏搏动发生变化的原理进行心率测量的方法。可穿戴设备通过包含 LED 灯及光电探测器的光学心率传感模组向用户的佩戴
10 部位发射光信号并检测光信号的反射强度，并经过对检测获得的反射强度变化频率处理后即可获得该用户的心率。

但上述心率检测方法，在用户佩戴可穿戴设备时，由于佩戴过松或运动等其他因素造成该设备与用户的佩戴部位的相对位置发生变化，造成光学心率传感模组发射的光信号的传播路径发生变化，使得光学心率传感模组检测的光信号的反射强度变小，从而影响心率检测结果，
15 降低了心率的检测精度。

发明内容

有鉴于此，本发明提供了一种心率检测方法及一种可穿戴设备，用于解决由于智能可穿戴设备与佩戴部位相对位置变化造成心率检测精度降低的问题，进一步提高了设备的心率检测精度。

20 为了解决上述技术问题，本发明实施例提供了一种心率检测方法，应用于可穿戴设备，该可穿戴设备包括壳体、安装于壳体内的处理器，以及与处理器连接并安装于壳体面向用户佩戴部位一面上的光学心率传感模组及距离传感模组；

该方法包括：

25 通过距离传感模组检测光学心率传感模组与用户佩戴部位之间的位置关系，得到光学心率传感模组相对于用户佩戴部位的相对位置数据；

根据相对位置数据，调节光学心率传感模组的信号发射功率，并通过光学心率传感模组检测用户的心率。

本发明实施例还提供了一种可穿戴设备，包括壳体、安装于壳体内的处理器，以及与处理器连接并安装于壳体面向用户佩戴部位一面上的光学心率传感模组及距离传感模组；

光学心率传感模组用于发射光信号，并检测光信号的反射强度；将反射强度发送至处理器；

5 距离传感模组用于将检测获得的光学心率传感模组与用户佩戴部位之间的位置关系发送至处理器；

处理器用于根据距离传感模组检测光学心率传感模组与用户佩戴部位之间的位置关系，得到光学心率传感模组相对于用户佩戴部位的相对位置数据；根据相对位置数据，调节光学心率传感模组的信号发射功率，并通过光学心率传感模组检测用户的心率。

10 与现有技术相比，本发明可以获得包括以下技术效果：

本发明实施例提供了一种心率检测方法及一种可穿戴设备，该可穿戴设备包括壳体、安装于壳体内的处理器，以及与该处理器连接并安装于该壳体面向用户佩戴部位一面上的光学心率传感模组及距离传感模组。该方法通过距离传感模组检测光学心率传感模组与用户佩戴部位之间的位置关系，根据检测获得的位置关系计算获得光学心率传感模组相对于用户佩戴部位的相对位置数据。通过该相对位置数据，可以获知光学心率传感模组发射光信号的光路的变化，从而根据相对位置数据，动态调节光学心率传感模组的信号发射功率以补偿由于光路变化导致的反射光强度的衰减。避免了光学心率传感模组由于相对佩戴部位的相对位置变化导致心率检测结果不准确的问题，大大提高了心率检测精度。

20 附图说明

图 1 是本发明实施例的一种可穿戴设备的一个实施例的原理框图；

图 2 是本发明实施例的一种可穿戴设备的另一个实施例的原理框图；

图 3 是本发明实施例的一种可穿戴设备的背面结构示意图；

图 4 是本发明实施例的一种可穿戴设备相对于佩戴部位的相对位置变化时的侧面状态示意图；

图 5 是本发明实施例的一种心率检测方法的一个实施例的流程图；

图 6 是本发明实施例的一种心率检测方法的另一个实施例的流程图。

具体实施方式

以下将配合附图及实施例来详细说明本发明的实施方式，藉此对本发明如何应用技术手段来解决技术问题并达成技术功效的实现过程能充分理解并据以实施。

为了解决智能可穿戴设备与佩戴部位相对位置变化造成心率检测精度降低的技术问题。本发明提供了一种心率检测方法及一种可穿戴设备，该可穿戴设备包括壳体、安装于壳体内
5 的处理器，以及与该处理器连接并安装于该壳体面向用户佩戴部位一面上的光学心率传感模组及距离传感模组。该方法通过距离传感模组检测光学心率传感模组与用户佩戴部位之间的位置关系，并根据检测获得的位置关系计算获得光学心率传感模组相对于用户佩戴部位的相对位置数据。通过该相对位置数据，可以获知光学心率传感模组发射光信号的光路的变化，从而根据相对位置数据，动态调节光学心率传感模组的信号发射功率以补偿由于光路变化导
10 致的反射光强度的衰减。避免了光学心率传感模组由于相对佩戴部位的相对位置变化导致心率检测结果不准确的问题，大大提高了心率检测精度。

下面将结合附图对本发明技术方案进行详细描述。

图 1 是本发明实施例的一种可穿戴设备的一个实施例的原理框图，该可穿戴设备可以包括壳体 101、安装于壳体 101 内的处理器 102、以及与该处理器 102 连接并安装于该壳体 101
15 面向用户佩戴部位一面上的光学心率传感模组 103 及距离传感模组 104。

光学心率传感模组 103 用于发射光信号，并检测光信号的反射强度；将反射强度发送至处理器 102。

本发明实施例中，基于 PPG (PhotoPlethysmoGraphy, 光电容积描记) 脉搏波法来检测心率，因此通过设置光学心率传感模组 103 实现对用户心率的检测。但这种心率检测方法极易
20 受到使用环境，特别是佩戴方式的影响，例如佩戴的松紧程度、与用户佩戴部位的贴合程度，直接影响光信号的传播和测量。而在用户佩戴该心率检测设备进行运动时，由于运动导致光学心率传感模组与用户佩戴部位之间位置变化对测量结果的影响尤为显著。

其中，光学心率传感模组 103 可以包括多组 LED (Light Emitting Diode, 发光二极管) 灯，用于发射光信号，以及一个或多个光电探测器，用于检测用户佩戴部位反射的光信号的光强度。当该光学心率传感模组 103 与用户佩戴部位贴合时，多组 LED 灯发射的多个光信号
25 垂直入射用户佩戴部位，并经过用户佩戴部位反射生成反射光信号，由一个或多个光电探测器检测获得该多个反射光信号的光强度。由于人体的皮肤、骨骼、肌肉、脂肪等对光的反射值是一个固定值，而毛细血管和动脉静脉血管随着脉搏容积的变化对光信号的反射值是一直变化的，且其变化规律与心率一致，因此通过光学心率传感模组 103 对光信号的反射强度的
30 变化进行检测，即可检测获得用户心率。

距离传感模组 104 用于将检测获得的光学心率传感模组 103 与用户佩戴部位之间的位置

关系发送至处理器 102。

处理器 102 用于根据距离传感模组 104 检测该光学心率传感模组 103 与用户佩戴部位之间的位置关系，得到光学心率传感模组 103 相对于用户佩戴部位的相对位置数据；根据该相对位置数据，调节光学心率传感模组 103 的信号发射功率，并通过光学心率传感模组 103 检测用户的心率。

由于，光学心率传感模组 103 是通过检测光信号的反射强度的变化规律，得到用户心率的。因此，当该光学心率传感模组 103 与用户佩戴部位的位置关系发生变化时，光学心率传感模组 103 发射的光信号的光路就不是垂直入射到用户佩戴部位而是产生了入射夹角，导致光电探测器检测到光信号的反射强度就会变小，从而影响了心率检测的精度。因此通过距离传感模组 104 检测光学心率传感模组 103 与用户佩戴部位之间的位置关系，并由处理器 102 根据该位置关系计算获得光学心率传感模组 103 与用户佩戴部位之间的相对位置数据，根据该位置数据动态调节光学心率传感模组 103 发射光信号的信号强度，以补偿由于光路变化导致光信号的反射强度的衰减。

其中，距离传感模组 104 可以通过实时检测或在预设间隔时间内检测光学心率传感模组 103 与用户佩戴部位之间的位置关系，使得处理器 102 可及时基于该位置关系，计算获得光学心率传感模组 103 相对于用户佩戴的相对位置数据。

本发明实施例中，通过距离传感模组实时检测光学心率传感模组与用户佩戴部位之间的位置关系，并由处理器根据该位置关系计算获得相对位置数据以动态调节该光学心率传感模组发射信号光的光强度。从而保证了光学心率传感模组检测获得用户心率的准确性，大大提高了心率的检测精度。

为了更加准确地检测光学心率传感模组 103 与用户佩戴部位之间的位置关系，距离传感模组 104 可以包括多个电容传感器。且光学心率传感模组 103 安装在壳体 101 面向用户佩戴部位一面的中心位置，多个电容传感器以光学心率传感器模组 103 为中心，等间隔环绕在光学心率传感器模组外围。

处理器 102 还可以用于：针对每个电容传感器，基于该电容传感器检测获得的电容参数，计算壳体 101 上对应该电容传感器的位置点与用户佩戴部位之间的用户距离；基于多个用户距离，计算获得光学心率传感模组 103 与用户佩戴部位的相对位置数据。

多个电容传感器可以用于检测到该壳体 101 不同位置点相对于用户佩戴部位的电容参数，针对每个电容传感器，可基于该电容传感器检测获得的电容参数计算获得壳体 101 上对应该电容传感器的位置点与用户佩戴部位之间的用户距离。

需要说明的是，处理器 102 针对各个电容参数，计算获得各个电容传感器到用户佩戴部

位的用户距离可以包括：针对各个电容参数，按照如下用户距离计算公式计算获得各个电容传感器到用户佩戴部位的用户距离。

用户距离计算公式可以表示为： $H = \varepsilon * S / C$ ；

其中， H 表示任一个电容传感器到用户佩戴部位的用户距离， C 表示任一个电容传感器检测获得的电容参数， ε 表示空气介电常数， S 表示任一个电容传感器的表面积。

由于各个电容传感器设置于壳体 101 表面，且多个电容传感器以光学心率传感器模组 103 为中心，等间隔环绕在光学心率传感器模组外围。因此基于上述各个电容传感器到用户佩戴部位的用户距离，计算获得的壳体 101 相对于用户佩戴部位的位置关系可近似于光学心率传感模组 103 相对于用户佩戴部位的位置关系。

本发明实施例中，通过在壳体面向用户佩戴部位的一面设置多个电容传感器，通过电容传感器检测获得的电容参数计算获得用户佩戴部位到每个电容传感器的用户距离，从而可以从多个方位获知壳体相对于用户佩戴部位的位置关系，进一步计算获得位于壳体中心位置的光学心率传感模组相对于用户佩戴部位的相对位置数据。

在用户运动过程中，为了能够准确地反映出可穿戴设备与用户佩戴部位的相对位置的变化，通常可以根据距离和倾角两个参数来体现相对位置的变化。因此，光学心率传感模组 103 相对于用户佩戴部位的相对位置数据可以包括相对偏移距离及相对偏移角度。可选地，基于多个用户距离，计算获得光学心率传感模组 103 与用户佩戴部位的相对位置数据可以包括：

基于多个用户距离，计算多个电容传感器到用户佩戴部位的平均用户距离。

确定平均用户距离为光学心率传感模组 103 与佩戴部位的相对偏移距离。

基于多个用户距离，确定用户距离差最大且关于光学心率传感模组 103 中心对称的第三电容传感器及第四电容传感器。

基于第三电容传感器检测获得的第三用户距离、第四电容传感器检测获得的第四用户距离及第三电容传感器与第四电容传感器之间的第三间隔距离（直线距离），计算获得光学心率传感模组 103 与用户佩戴部位的相对偏移角度。

需要说明的是，基于多个用户距离，计算多个电容传感器到用户佩戴部位的平均用户距

离可以按照以下公式计算获得： $H_{ave} = \sum_{i=1}^N H_i / N$ ；

确定相对偏移距离为： $h = H_{ave}$ 。

由于多个电容传感器为以光学心率传感模组 103 为中心等间隔围绕在光学心率传感模组外围，因此多个电容传感器中每两个电容传感器关于光学心率传感模组中心对称，当在用户运动过程中该可穿戴设备由于发生偏移导致壳体 101 未与用户佩戴部位贴合，此时该壳体 101

会与用户佩戴部位之间存在夹角。通过比较每两个关于光学心率传感模组 103 中心对称的用户距离差，可以确定用户距离差最大的两个电容传感器所在位置的连线，位于该壳体相对于用户佩戴部位偏移方向上。

5 实际在可穿戴设备工程生产阶段，预先测量得到每两个关于光学心率传感模组 103 中心对称的电容传感器之间的间隔距离，并预先存储至处理器 102 中。在确定出用户距离差值最大的两个电容传感器后，可获取该两个电容传感器之间的间隔距离（直线距离），再根据三角形夹角计算公式即可计算获得光学心率传感模组与用户佩戴部位的相对偏移角度。

10 因此，基于第三电容传感器检测获得的第三用户距离、第四电容传感器检测获得的第四用户距离及第三电容传感器与第四电容传感器之间的第三间隔距离，可以按照下述相对偏移角度计算公式计算获得光学心率传感模组 103 与用户佩戴部位的相对偏移角度；

相对偏移角度计算公式为： $\alpha = \arcsin[(Hd - Hg)/Ddg]$ ；

其中， Hd 表示第三用户距离， Hg 表示第四用户距离， Ddg 表示第三间隔距离。

15 本发明实施例中，不仅适用于可穿戴设备壳体部分贴合于用户佩戴部位时，对相对偏移数据的计算，还可以适用于当该可穿戴设备壳体全部脱离（没有贴合部分）用户佩戴时的相对偏移数据的计算，因此更适合于用户运动幅度较大时，对佩戴可穿戴设备的光学心率传感模组发射光信号功率进行动态调整的场景。

20 在得到光学心率传感模组 103 与用户佩戴部位的相对位置数据后，需要根据光信号的反射强度与相对位置数据之间的对应关系得到该光信号的反射强度的衰减数据。从而根据反射强度的衰减数据，相应增强该光学心率传感模组发射光信号的强度值，以补偿光学心率传感模组测量信号光的反射强度。

需要说明的是，根据相对位置数据，调节光学心率传感模组 103 的信号发射功率，并通过光学心率传感模组 103 检测用户的心率可以包括：

根据预设衰减参数调整规则，确定与相对偏移距离对应的衰减系数。

25 其中，预设衰减参数调整规则预先存储于可穿戴设备中，预设衰减参数调整规则中包含相对偏移距离与衰减系数的对应关系。

基于衰减系数及相对偏移角度，计算反射强度的衰减倍数。

按照衰减倍数调节光学心率传感模组 103 的信号发射功率，并通过光学心率传感模组 103 检测用户的心率。

30 实际在可穿戴设备的工程生产阶段预先在标准测试环境中，针对设置于壳体 101 表面的光学心率传感模组 103 与用户佩戴部位的不同的相对偏移角度及相对偏移距离，测量得到对应光信号的衰减数据，并根据测试结果建立光信号的衰减系数模型。通过预先将该衰减系数

模型存储至处理器 102 中，在计算获得当前光学心率传感模组 103 相对于用户佩戴部位的相对偏移距离及相对偏移角度后，可根据该衰减系数模型查询获得对应的衰减系数 $k(h)$ 。

需要说明的是，光学心率传感模组 103 发射的光信号的强度为 R 时，在发生相对位置变化后，光学心率传感模组 103 检测获得的信号光的反射强度为：

$$5 \quad R(h, \alpha) = k(h) * \cos^2(\alpha) * R。$$

在实际应用中，基于衰减系数及相对偏移角度，计算反射强度的衰减倍数可以包括：

基于衰减系数及相对偏移角度，按照如下衰减倍数计算公式计算获得反射强度的衰减倍数；

$$\text{衰减倍数计算公式为：} M = k(h) * \cos^2(\alpha)；$$

10 其中， M 表示衰减倍数， h 表示相对偏移距离， $k(h)$ 表示相对偏移距离 h 对应的衰减系数。

因此，当光学心率传感模组 103 检测获得光信号的反射强度减弱后，可以根据计算获得的反射强度的衰减倍数，将光学心率传感模组的信号发射功率调节为原来的 $1/M$ 倍，以保持光学心率传感模组 103 接收信号的稳定性。

15 本发明实施例中，基于预先测试建立光信号的衰减系数与相对偏移角度及相对偏移距离的衰减系数模型，通过计算获得的相对偏移角度及相对偏移距离即可查询获得光信号对应的衰减系数。根据衰减系数可计算获得反射强度的衰减倍数，使得处理器可根据计算获得的衰减倍数实时动态的调节光学心率传感模组的发射功率，保证了光学心率传感模组接收光信号的稳定性，使检测获得的反射强度不受外界及光路改变等因素干扰，大大提高了心率检测的精度。

20 图 2 是本发明实施例的一种可穿戴设备的另一个实施例的原理框图，该可穿戴设备除包括图 1 实施例中的壳体 101、安装于壳体 101 内的处理器 102、以及与该处理器 102 连接并安装于该壳体 101 面向用户佩戴部位一面上的光学心率传感模组 103 及距离传感模组 104 之外，还包括与处理器 102 连接并设置于壳体 101 面向用户佩戴部位一面上的压力传感模组 105。

25 压力传感模组 105 可以包括多个压力传感器，该多个压力传感器以心率传感器模组 103 为中心，与多个电容传感器间隔设置，等间隔环绕在光学心率传感器模组 103 外围。

压力传感模组 105 用于检测并发送壳体 101 与用户佩戴部位之间的压力参数至处理器 102。具体的，针对压力传感模组 105 中的每个压力传感器，该压力传感器用于检测壳体 101 上对应该压力传感器的位置点与用户佩戴部位之间的压力值，生成对应该压力传感器的压力参数。

处理器 102 基于多个用户距离，计算获得光学心率传感模组 103 与用户佩戴部位的相对位置数据可以包括：

5 基于各个压力参数，确定数值最大和次大的两个压力参数分别对应的第一压力传感器及第二压力传感器；确定位于第一压力传感器与第二压力传感器之间的第一电容传感器以及与第一电容传感器关于光学心率传感模组 103 中心对称的第二电容传感器；根据第一电容传感器以及第二电容传感器检测获得的用户距离，计算获得光学心率传感模组 103 相对于用户佩戴部位的相对位置数据。

10 在可穿戴设备壳体 101 部分偏移用户佩戴部位，部分仍与用户佩戴部位贴合时，通过设置多个压力传感器检测壳体上不同位置点处的压力参数，使得处理器可以快速基于检测获得的压力参数确定用户距离差最大的两个电容传感器。

15 本发明实施例，为了在存在较多电容传感器时，进一步减轻处理器的工作量，将多个压力传感器以光学心率传感模组 103 为中心设置在光学心率传感模组 103 外围，且与电容传感器等间隔设置。本发明实施例从多个压力传感器检测得到的多个压力值中获得最大和次大的两个压力值，进而可以直接确定与用户佩戴部位的用户距离最近的第一电容传感器，而与第一电容传感器中心对称的第二电容传感器为用户距离最远的电容传感器。从而可以直接确定用户距离差最大的第一电容传感器及第二电容传感器，不需要再对每两个中心对称的电容传感器的用户距离差一一计算，可以大大提高处理器的处理效率。

20 由图 1 实施例可知，光学心率传感模组 103 相对于用户佩戴部位的相对位置数据可以包括相对偏移距离及相对偏移角度。因此，根据第一电容传感器以及第二电容传感器检测获得的用户距离，计算获得光学心率传感模组 103 相对于用户佩戴部位的相对位置数据可以包括：

25 根据第一电容传感器检测获得第一用户距离、第二电容传感器检测获得第二用户距离、第一电容传感器与第二电容传感器之间的第一间隔距离及第一压力传感器或第二压力传感器与光学心率传感模组 103 的第二间隔距离计算获得光学心率传感模组 103 与用户佩戴部位的相对偏移距离。

基于第一用户距离、第二用户距离及第一间隔距离，计算获得光学心率传感模组与用户佩戴部位的相对偏移角度。

30 其中，在该可穿戴设备工程生产阶段预先测量并存储有每个压力传感器与光学心率传感模组 103 之间的间隔距离。由于各个压力传感器关于中心线对称，每个压力传感器与光学心率传感模组 103 之间的间隔距离是指每个压力传感器到中心线的垂直距离。

需要说明的是，根据第一电容传感器检测获得第一用户距离、第二电容传感器检测获得

第二用户距离、第一电容传感器与第二电容传感器之间的第一间隔距离及第一压力传感器或第二压力传感器与光学心率传感模组 103 的第二间隔距离计算获得光学心率传感模组 101 与用户佩戴部位的相对偏移距离可以包括:

5 基于第一用户距离、第二用户距离、第一间隔距离及第二间隔距离, 按照如下相对偏移距离计算公式计算获得光学心率传感模组 103 与用户佩戴部位的相对偏移距离:

相对偏移距离计算公式为: $h = (H_a - H_e) * D_{cd} / D_{ae}$;

其中, h 表示相对偏移距离, H_a 表示第一用户距离, H_e 表示第二用户距离, D_{ae} 表示第一间隔距离, D_{cd} 表示第二间隔距离。

10 基于平行线分段成比例原理, 第一用户距离、第二用户距离及相对偏移距离, 均为垂直于用户佩戴部位的平行线, 且第一间隔距离平行于第二间隔距离, 因此根据平行线分段成比例原理, 第一间隔距离与第二间隔距离的比值与第一电容传感器与第二电容传感之间的用户距离差与相对偏移距离的比值相等, 从而计算得到相对偏移距离。

基于第一用户距离、第二用户距离及第一间隔距离, 计算获得光学心率传感模组 103 与用户佩戴部位的相对偏移角度可以包括:

15 基于第一用户距离、第二用户距离及第一间隔距离, 按照如下相对偏移角度计算公式计算获得光学心率传感模组 103 与用户佩戴部位的相对偏移角度;

相对偏移角度计算公式为: $\alpha = \arcsin[(H_a - H_e) / D_{ae}]$ 。

该相对偏移角度的计算方法与图 1 实施例中的计算方法相同, 在此不再赘述。

20 本发明实施例中, 通过设置多个压力传感器检测获得的压力参数确定用户距离差最大的第一电容传感器及第二电容传感器, 并基于平行线分段成比例原理得到的相对偏移距离, 相比于通过计算平均用户距离得到的相对偏移距离的数值更加精确, 避免了求平均值造成的计算误差, 提高了相对偏移距离及相对偏移角度的计算精度, 使得计算得到的反射强度的衰减倍数更加准确, 从而进一步提高了光学心率传感模组心率测量的精度。

25 在一个实际应用中, 光学心率传感模组 103 可以包括一个光电探测器及两组 LED 灯, 两组 LED 灯分别与处理器 102 连接, 以实现对该光学心率传感模组信号 103 发射功率的动态调节。其中, 光电探测器位于该光学心率传感模组 103 的中心, 两组 LED 灯对称设置于该光电探测器左右两侧, 使得该光电探测器可以检测获得光信号的反射强度。

在一个实际应用中, 该可穿戴设备还可以包括与壳体 101 连接的固定带; 该固定带用于固定该可穿戴设备于用户佩戴部位。

30 通常可穿戴设备壳体 101 两端用于连接固定带, 在用户运动过程中, 壳体发生位置偏移通常是固定带一边的壳体翘起, 另一边贴合与用户佩戴部位。为了准确地检测壳体 101 相对

用户佩戴部位的位置关系，距离传感模组 104 可以包括四个电容传感器；该四个电容传感器以光学心率传感器模组 103 为中心，等间隔环绕在光学心率传感器模组 103 外围；其中，两个电容传感器分别设置于连接固定带的壳体 101 的两端。

5 压力传感模组 105 还可以包括四个压力传感器；四个压力传感器与四个电容传感器等间隔设置，等间隔环绕在光学心率传感器模组 103 的外围。

该可穿戴设备可以是智能手环或智能手表。如图 3 为任一智能手表的背面视图。其中，光学心率传感模组 103 位于壳体 101 中心，光学心率传感模组 103 包括一个光电探测器 31 及两组 LED 灯 32 及 33。距离传感模组 104 及压力传感模组 105 以光学心率传感模组 103 为中心，间隔设置且等间隔环绕在光学心率传感器模组 103 外围。其中，距离
10 传感模组 104 包括 4 个电容传感器（如图 3 中所示八边形表示电容传感器），压力传感模组包括 4 个压力传感器（如图 3 中所示菱形表示压力传感器），处理器 102 位于壳体 101 内与分别该距离传感模组 104 及压力传感模组 105 以光学心率传感模组 103 连接，在图 3 中并未示出。

该智能手表通过表带将手表壳体背面贴合与用户佩戴部位通过光学心率传感模组
15 103 进行心率检测。当用户在运动过程中智能手表壳体 101 相对于用户佩戴部位产生了位置偏移和倾角，如图 4 所示为该智能手表壳体 101 相对于佩戴部位的相对位置变化时的侧面状态示意图。压力传感器 35 此时与用户佩戴部位贴合，此时压力传感器 35 及压力传感器 36 检测获得压力参数值最大，从而可以确定位于压力传感器 35 及压力传感器 36 之间的电容传感器 34 为第一电容传感器，与电容传感器 34 关于光学心率传感模组 103
20 中心对称的电容传感器 37 为第二电容传感器。 D_{ae} 为电容传感器 34 及电容传感器 37 之间的间隔距离即第一间隔距离（直线距离）； D_{cd} 为光学心率传感模组 103 距压力传感器 35 或压力传感器 36 之间的间隔距离（其中，压力传感器 35 或压力传感器 36 关于中心线对称，该间隔距离为压力传感器 35 或压力传感器 36 距中心线的垂直距离）即第二间隔距离； H_a 为第一用户距离， H_e 为第二用户距离；因此通过上述相对偏移距离就是
25 那公式可以计算获得相对偏移距离 h ，根据上述相对偏移角度计算公式可以计算获得相对偏移角度 α 。

进一步地，根据计算获得的相对偏移距离 h 及相对偏移角度 α ，查询获得对应的衰减系数，并计算获得光信号反射强度的衰减倍数，从而使得处理器根据该衰减倍数实时调节光学心率传感模组的信号发射功率，大大提高了该设备心率检测的精度。

30 图 5 是本发明实施例的一种心率检测方法的一个实施例的流程图，应用于可穿戴设备，可穿戴设备包括壳体、安装于壳体内的处理器，以及与处理器连接并安装于壳体面向用户佩

戴部位一面上的光学心率传感模组及距离传感模组。

该方法可以包括:

S501: 通过距离传感模组检测光学心率传感模组与用户佩戴部位之间的位置关系, 得到光学心率传感模组相对于用户佩戴部位的相对位置数据。

5 S502: 根据相对位置数据, 调节光学心率传感模组的信号发射功率。

S503: 通过光学心率传感模组检测用户的心率。

前述已经详细说明本发明实施例的可行方案在此不再赘述。

本发明实施例中, 通过距离传感模组实时检测光学心率传感模组与用户佩戴部位之间的位置关系, 并由处理器根据该位置关系计算获得相对位置数据以动态调节该光学心率传感模组发射信号光的光强度。从而保证了光学心率传感模组检测获得用户心率的准确性, 大大提高了心率的检测精度。

为了更加准确地检测光学心率传感模组与用户佩戴部位之间的位置关系, 距离传感模组可以包括多个电容传感器。且光学心率传感模组安装在壳体面向用户佩戴部位一面的中心位置, 多个电容传感器以光学心率传感器模组为中心, 等间隔环绕在光学心率传感器模组外围。

15 通过距离传感模组检测光学心率传感模组与用户佩戴部位之间的位置关系, 得到光学心率传感模组相对于用户佩戴部位的相对位置数据可以包括:

针对每个电容传感器, 基于该电容传感器检测获得的电容参数, 计算壳体上对应该电容传感器的位置点与用户佩戴部位之间的用户距离; 基于多个用户距离, 计算获得光学心率传感模组与用户佩戴部位的相对位置数据。

20 需要说明的是, 处理器针对各个电容参数, 计算获得各个电容传感器到用户佩戴部位的用户距离可以包括: 针对各个电容参数, 按照如下用户距离计算公式计算获得各个电容传感器到用户佩戴部位的用户距离。

用户距离计算公式可以表示为: $H = \varepsilon * S / C$;

25 其中, H 表示任一个电容传感器到用户佩戴部位的用户距离, C 表示任一个电容传感器检测获得的电容参数, ε 表示空气介电常数, S 表示任一个电容传感器的表面积。

本发明实施例中, 通过在壳体面向用户佩戴部位的一面设置多个电容传感器, 通过电容传感器检测获得的电容参数计算获得用户佩戴部位到每个电容传感器的用户距离, 从而可以从多个方位获知壳体相对于用户佩戴部位的位置关系, 进一步计算获得位于壳体中心位置的光学心率传感模组相对于用户佩戴部位的相对位置数据。

30 在用户运动过程中, 为了能够准确地反映出可穿戴设备与用户佩戴部位的相对位置的变化, 通常可以距离和倾角两个参数来体现相对位置的变化。因此, 光学心率传感模组相对于

用户佩戴部位的相对位置数据可以包括相对偏移距离及相对偏移角度。可选地，基于多个用户距离，计算获得光学心率传感模组与用户佩戴部位的相对位置数据可以包括：

基于多个用户距离，计算多个电容传感器到用户佩戴部位的平均用户距离。

确定平均用户距离为光学心率传感模组与佩戴部位的相对偏移距离。

- 5 基于多个用户距离，确定用户距离差最大且关于光学心率传感模组中心对称的第三电容传感器及第四电容传感器。

基于第三电容传感器检测获得的第三用户距离、第四电容传感器检测获得的第四用户距离及第三电容传感器与第四电容传感器之间的第三间隔距离，计算获得光学心率传感模组与用户佩戴部位的相对偏移角度。

- 10 需要说明的是，基于多个用户距离，计算多个电容传感器到用户佩戴部位的平均用户距离

可以按照以下公式计算获得：
$$H_{ave} = \sum_{i=1}^N H_i / N;$$

确定相对偏移距离为： $h = H_{ave}$ 。

基于第三电容传感器检测获得的第三用户距离、第四电容传感器检测获得的第四用户距离及第三电容传感器与第四电容传感器之间的第三间隔距离，可以按照下述相对偏移角度计算公式计算获得光学心率传感模组与用户佩戴部位的相对偏移角度；

相对偏移角度计算公式为： $\alpha = \arcsin[(Hd - Hg)/Ddg]$ ；

其中， Hd 表示第三用户距离， Hg 表示第四用户距离， Ddg 表示第三间隔距离。

- 20 本发明实施例中，不仅适用于可穿戴设备壳体部分贴合于用户佩戴部位时，对相对偏移数据的计算，还可以适用于当该可穿戴设备壳体全部脱离（没有贴合部分）用户佩戴时的相对偏移数据的计算，因此更适合于用户运动幅度较大时，对佩戴可穿戴设备的光学心率传感模组发射光信号功率进行动态调整的场景。

需要说明的是，根据相对位置数据，调节光学心率传感模组的信号发射功率，并通过光学心率传感模组检测用户的心率可以包括：根据预设衰减参数调整规则，确定与相对偏移距离对应的衰减系数。

- 25 其中，预设衰减参数调整规则预先存储于可穿戴设备中，预设衰减参数调整规则中包含相对偏移距离与衰减系数的对应关系。

基于衰减系数及相对偏移角度，计算反射强度的衰减倍数。

按照衰减倍数调节光学心率传感模组的信号发射功率，并通过光学心率传感模组检测用户的心率。

- 30 在实际应用中，基于衰减系数及相对偏移角度，计算反射强度的衰减倍数可以包括：

基于衰减系数及相对偏移角度，按照如下衰减倍数计算公式计算获得反射强度的衰减倍数；

衰减倍数计算公式为： $M = k(h) * \cos^2(\alpha)$ ；

其中， M 表示衰减倍数， h 表示相对偏移距离， $k(h)$ 表示相对偏移距离 h 对应的衰减系数。

因此，当光学心率传感模组检测获得光信号的反射强度减弱后，可以根据计算获得的反射强度的衰减倍数，将光学心率传感模组的信号发射功率调节为原来的 $1/M$ 倍，以保持光学心率传感模组接收信号的稳定性。

本发明实施例中，基于预先测试建立光信号的衰减系数与相对偏移角度及相对偏移距离的衰减系数模型，通过计算获得的相对偏移角度及相对偏移距离即可查询获得光信号对应的衰减系数。根据衰减系数可计算获得反射强度的衰减倍数，使得处理器可根据计算获得的衰减倍数实时动态的调节光学心率传感模组的发射功率，保证了光学心率传感模组接收光信号的稳定性，使检测获得的反射强度不受外界及光路改变等因素干扰，大大提高了心率检测的精度。

图 6 是本发明实施例的一种心率检测方法的另一个实施例的流程图，该方法应用于可穿戴设备。

可穿戴设备除包括图 5 实施实例中的壳体、安装于壳体内的处理器，以及与处理器连接并安装于壳体面向用户佩戴部位一面上的光学心率传感模组及距离传感模组外，还包括与处理器连接并设置于壳体面向用户佩戴部位一面上的压力传感模组。

压力传感模组包括多个压力传感器；多个压力传感器以心率传感器模组为中心，与多个电容传感器间隔设置，等间隔环绕在光学心率传感器模组外围。

该方法可以包括：

S601：基于多个电容传感器检测获得的电容参数，计算通过多个电容传感器分别检测壳体上不同位置点处与用户佩戴部位之间的用户距离。

S602：通过压力传感模组检测壳体上不同位置点处与用户佩戴部位之间的压力参数。

S603：基于各个压力参数，确定数值最大和次大的两个压力参数分别对应的第一压力传感器及第二压力传感器。

S604：确定位于第一压力传感器与第二压力传感器之间的电容传感器为第一电容传感器，以及与第一电容传感器关于光学心率传感模组中心对称的第二电容传感器。

S605：根据第一电容传感器以及第二电容传感器检测获得的用户距离，计算获得光学心率传感模组相对于用户佩戴部位的相对位置数据。

S606: 根据相对位置数据, 调节光学心率传感模组的信号发射功率。

S607: 通过光学心率传感模组检测用户的心率。

其中, 根据第一电容传感器以及第二电容传感器检测获得的用户距离, 计算获得光学心率传感模组相对于用户佩戴部位的相对位置数据可以包括:

5 根据第一电容传感器检测获得第一用户距离、第二电容传感器检测获得第二用户距离、第一电容传感器与第二电容传感器之间的第一间隔距离及第一压力传感器或第二压力传感器与光学心率传感模组的第二间隔距离计算获得光学心率传感模组与用户佩戴部位的相对偏移距离。

10 基于第一用户距离、第二用户距离及第一间隔距离, 计算获得光学心率传感模组与用户佩戴部位的相对偏移角度。

需要说明的是, 根据第一电容传感器检测获得第一用户距离、第二电容传感器检测获得第二用户距离、第一电容传感器与第二电容传感器之间的第一间隔距离及第一压力传感器或第二压力传感器与光学心率传感模组的第二间隔距离计算获得光学心率传感模组与用户佩戴部位的相对偏移距离可以包括: 基于第一用户距离、第二用户距离、第一间隔距离及第二间隔距离, 按照如下相对偏移距离计算公式计算获得光学心率传感模组与用户佩戴部位的相对偏移距离, 相对偏移距离计算公式为: $h = (Ha - He) * Dcd / Dae$;

其中, h 表示相对偏移距离, Ha 表示第一用户距离, He 表示第二用户距离, Dae 表示第一间隔距离, Dcd 表示第二间隔距离。

20 基于第一用户距离、第二用户距离及第一间隔距离, 计算获得光学心率传感模组与用户佩戴部位的相对偏移角度可以包括: 基于第一用户距离、第二用户距离及第一间隔距离, 按照如下相对偏移角度计算公式计算获得光学心率传感模组与用户佩戴部位的相对偏移角度;

相对偏移角度计算公式为: $\alpha = \arcsin[(Ha - He) / Dae]$ 。

前述已经详细说明本发明实施例的可行方案在此不再赘述。

25 本发明实施例中, 通过设置多个压力传感器检测获得的压力参数确定用户距离差最大的第一电容传感器及第二电容传感器, 并基于平行线分段成比例原理得到的相对偏移距离较通过计算平均用户距离得到的相对偏移距离的数值更加精确, 避免了求平均值造成的计算误差, 提高了相对偏移距离及相对偏移角度的计算精度, 使得计算得到的反射强度的衰减倍数更加准确, 从而进一步光学心率传感模组心率测量的精度。

30 在一个典型的配置中, 计算设备包括一个或多个处理器 (CPU)、输入/输出接口、网络接口和内存。

内存可能包括计算机可读介质中的非永久性存储器, 随机存取存储器 (RAM) 和/或非

易失性内存等形式，如只读存储器 (ROM)或闪存(flash RAM)。内存是计算机可读介质的示例。

计算机可读介质包括永久性和非永久性、可移动和非可移动媒体可以由任何方法或技术来实现信息存储。信息可以是计算机可读指令、数据结构、程序的模块或其他数据。

5 计算机的存储介质的例子包括，但不限于相变内存 (PRAM)、静态随机存取存储器 (SRAM)、动态随机存取存储器 (DRAM)、其他类型的随机存取存储器 (RAM)、只读存储器 (ROM)、电可擦除可编程只读存储器 (EEPROM)、快闪记忆体或其他内存技术、只读光盘只读存储器 (CD-ROM)、数字多功能光盘 (DVD) 或其他光学存储、磁盒式磁带，
10 磁带磁磁盘存储或其他磁性存储设备或任何其他非传输介质，可用于存储可以被计算设备访问的信息。按照本文中的界定，计算机可读介质不包括非暂存电脑可读媒体 (transitory media)，如调制的数据信号和载波。

如在说明书及权利要求当中使用了某些词汇来指称特定组件。本领域技术人员应可理解，硬件制造商可能会用不同名词来称呼同一个组件。本说明书及权利要求并不以名称的差异来作为区分组件的方式，而是以组件在功能上的差异来作为区分的准则。如在
15 通篇说明书及权利要求当中所提及的“包含”为一开放式用语，故应解释成“包含但不限于”。“大致”是指在可接收的误差范围内，本领域技术人员能够在一定误差范围内解决技术问题，基本达到技术效果。此外，“耦接”一词在此包含任何直接及间接的电性耦接手段。因此，若文中描述一第一装置耦接于一第二装置，则代表第一装置可直接电性耦接于第二装置，或通过其他装置或耦接手段间接地电性耦接至第二装置。说明书后续描述
20 为实施本发明的较佳实施方式，然描述乃以说明本发明的一般原则为目的，并非用以限定本发明的范围。本发明的保护范围当视所附权利要求所界定者为准。

还需要说明的是，术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含，从而使得包括一系列要素的商品或者系统不仅包括那些要素，而且还包括没有明确列出的其他要素，或者是还包括为这种商品或者系统所固有的要素。在没有更多限制的情况下，由语句“包括一个……”限定的要素，并不排除在包括要素的商品或者系统中还
25 存在另外的相同要素

上述说明示出并描述了本发明的若干优选实施例，但如前，应当理解本发明并非局限于本文所披露的形式，不应看作是对其他实施例的排除，而可用于各种其他组合、修改和环境，并能够在本文申请构想范围内，通过上述教导或相关领域的技术或知识进行
30 改动。而本领域人员所进行的改动和变化不脱离本发明的精神和范围，则都应在本发明所附权利要求的保护范围内。

权利要求书

1、一种心率检测方法，其中，应用于可穿戴设备，所述可穿戴设备包括壳体、安装于所述壳体内的处理器，以及与所述处理器连接并安装于所述壳体面向用户佩戴部位一面上的光学心率传感模组及距离传感模组；

5 所述方法包括：

通过所述距离传感模组检测所述光学心率传感模组与用户佩戴部位之间的位置关系，得到所述光学心率传感模组相对于所述用户佩戴部位的相对位置数据；

根据所述相对位置数据，调节所述光学心率传感模组的信号发射功率，并通过所述光学心率传感模组检测用户的心率。

10 2、根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述距离传感模组包括多个电容传感器，所述光学心率传感模组安装在所述壳体面向用户佩戴部位一面的中心位置，所述多个电容传感器以所述光学心率传感模组为中心，等间隔环绕在所述光学心率传感模组外围；

所述通过所述距离传感模组检测所述光学心率传感模组与用户佩戴部位之间的位置关系，得到所述光学心率传感模组相对于所述用户佩戴部位的相对位置数据包括：

15 针对每个电容传感器，基于该电容传感器检测获得的电容参数，计算所述壳体上对应该电容传感器的位置点与所述用户佩戴部位之间的用户距离；

基于多个用户距离，计算获得所述光学心率传感模组与所述用户佩戴部位的相对位置数据。

20 3、根据权利要求 2 所述的方法，其中，所述基于多个用户距离，计算获得所述光学心率传感模组与所述用户佩戴部位的相对位置数据包括：

选择与用户佩戴部位距离最近的第一电容传感器以及与所述第一电容传感器关于所述光学心率传感模组中心对称的第二电容传感器；

根据所述第一电容传感器以及所述第二电容传感器检测获得的用户距离，计算获得所述光学心率传感模组相对于所述用户佩戴部位的相对位置数据。

25 4、根据权利要求 3 所述的方法，其中，所述可穿戴设备还包括与所述处理器连接并设置于所述壳体面向用户佩戴部位一面上的压力传感模组；所述压力传感模组包括多个压力传感器；所述多个压力传感器以所述心率传感器模组为中心，与所述多个电容传感器间隔设置，等间隔环绕在所述光学心率传感器模组外围；

所述方法还包括：

30 通过所述压力传感模组检测所述壳体与所述用户佩戴部位之间的压力参数；

所述选择与用户佩戴部位距离最近的第一电容传感器包括：

基于各个压力参数，确定数值最大和次大的两个压力参数分别对应的第一压力传感器及第二压力传感器；

确定位于所述第一压力传感器与所述第二压力传感器之间的电容传感器为第一电容传感器。

5 5、根据权利要求 4 所述的方法，其中，所述根据所述第一电容传感器以及所述第二电容传感器检测获得的用户距离，计算获得所述光学心率传感模组相对于所述用户佩戴部位的相对位置数据包括：

10 根据所述第一电容传感器检测获得第一用户距离、所述第二电容传感器检测获得第二用户距离、所述第一电容传感器与所述第二电容传感器之间的第一间隔距离及所述第一压力传感器或所述第二压力传感器与所述光学心率传感模组的第二间隔距离计算获得所述光学心率传感模组与所述用户佩戴部位的相对偏移距离；

基于所述第一用户距离、所述第二用户距离及所述第一间隔距离，计算获得所述光学心率传感模组与所述用户佩戴部位的相对偏移角度。

15 6、根据权利要求 2 所述方法，其中，所述基于多个用户距离，计算获得所述光学心率传感模组与所述用户佩戴部位的相对位置数据包括：

基于所述多个用户距离，计算所述多个电容传感器到所述用户佩戴部位的平均用户距离；

确定所述平均用户距离为所述光学心率传感模组与所述佩戴部位的相对偏移距离；

20 基于所述多个用户距离，确定用户距离差最大且关于所述光学心率传感模组中心对称的第三电容传感器及第四电容传感器；

基于所述第三电容传感器检测获得的第三用户距离、所述第四电容传感器检测获得的第四用户距离及所述第三电容传感器与所述第四电容传感器之间的第三间隔距离，计算获得所述光学心率传感模组与所述用户佩戴部位的相对偏移角度。

25 7、根据权利要求 1 所述方法，其中，所述光学心率传感模组相对于所述用户佩戴部位的相对位置数据包括相对偏移距离及相对偏移角度；

所述根据所述相对位置数据，调节所述光学心率传感模组的信号发射功率，并通过所述光学心率传感模组检测用户的心率包括：

30 根据预设衰减参数调整规则，确定与所述相对偏移距离对应的衰减系数；其中，所述预设衰减参数调整规则预先存储于所述可穿戴设备中，所述预设衰减参数调整规则中包含相对偏移距离与衰减系数的对应关系；

基于所述衰减系数及所述相对偏移角度，计算所述反射强度的衰减倍数；

按照所述衰减倍数调节所述光学心率传感模组的信号发射功率，并通过所述光学心率传感模组检测用户的心率。

8、根据权利要求 5 所述的方法，其中，所述根据所述第一电容传感器检测获得第一用户距离、所述第二电容传感器检测获得第二用户距离、所述第一电容传感器与所述第二电容传感器之间的第一间隔距离及所述第一压力传感器或所述第二压力传感器与所述光学心率传感模组的第二间隔距离计算获得所述光学心率传感模组与所述用户佩戴部位的相对偏移距离包括：

基于所述第一用户距离、所述第二用户距离、所述第一间隔距离及所述第二间隔距离，按照如下相对偏移距离计算公式计算获得所述光学心率传感模组与所述用户佩戴部位的相对偏移距离；

所述相对偏移距离计算公式为： $h = (H_a - H_e) * D_{cd} / D_{ae}$ ；

所述基于所述第一用户距离、所述第二用户距离及所述第一间隔距离，计算获得所述光学心率传感模组与所述用户佩戴部位的相对偏移角度包括：

基于所述第一用户距离、所述第二用户距离及所述第一间隔距离，按照如下相对偏移角度计算公式计算获得所述光学心率传感模组与所述用户佩戴部位的相对偏移角度；

所述相对偏移角度计算公式为： $\alpha = \arcsin[(H_a - H_e) / D_{ae}]$ ；

其中， H_a 表示所述第一用户距离， H_e 表示所述第二用户距离， D_{ae} 表示所述第一间隔距离， D_{cd} 表示所述第二间隔距离。

9、根据权利要求 7 所述的方法，其中，所述基于所述衰减系数及所述相对偏移角度，计算所述反射强度的衰减倍数包括：

基于所述衰减系数及所述相对偏移角度，按照如下衰减倍数计算公式计算获得所述反射强度的衰减倍数；

所述衰减倍数计算公式为： $M = k(h) * \cos^2(\alpha)$ ；

其中， M 表示所述衰减倍数， h 表示相对偏移距离， $k(h)$ 表示所述相对偏移距离 h 对应的衰减系数， α 表示所述相对偏移角度。

10、一种可穿戴设备，其中，包括壳体、安装于所述壳体内的处理器，以及与所述处理器连接并安装于所述壳体面向用户佩戴部位一面上的光学心率传感模组及距离传感模组；

所述光学心率传感模组用于发射光信号，并检测所述光信号的反射强度；将所述反射强度发送至所述处理器；

距离传感模组用于将检测获得的所述光学心率传感模组与所述用户佩戴部位之间的位置关系发送至所述处理器；

所述处理器用于根据所述距离传感模组检测所述光学心率传感模组与用户佩戴部位之间的位置关系，得到所述光学心率传感模组相对于所述用户佩戴部位的相对位置数据；

5 根据所述相对位置数据，调节所述光学心率传感模组的信号发射功率，并通过所述光学心率传感模组检测用户的心率。

11、根据权利要求 10 所述的设备，其中，所述距离传感模组包括多个电容传感器；所述光学心率传感模组安装在所述壳体面向用户佩戴部位一面的中心位置，所述多个电容传感器以所述光学心率传感器模组为中心，等间隔环绕在所述光学心率传感器模组外围；

10 所述处理器用于：针对每个电容传感器，基于该电容传感器检测获得的电容参数，计算所述壳体上对应该电容传感器的位置点与所述用户佩戴部位之间的用户距离；基于多个用户距离，计算获得所述光学心率传感模组与所述用户佩戴部位的相对位置数据。

12、根据权利要求 11 所述的设备，其中，所述设备还包括与所述处理器连接并设置于所述壳体面向用户佩戴部位一面上的压力传感模组；所述压力传感模组包括多个压力传
15 感器；所述多个压力传感器以所述光学心率传感器模组为中心，与所述多个电容传感器间隔设置，等间隔环绕在所述光学心率传感器模组外围；

所述压力传感模组用于检测并发送所述壳体与用户佩戴部位之间的压力参数至所述处理器；

所述处理器基于多个用户距离，计算获得所述光学心率传感模组与所述用户佩戴部位
20 的相对位置数据包括：

基于各个压力参数，确定数值最大和次大的两个压力参数分别对应的第一压力传感器及第二压力传感器；确定位于所述第一压力传感器与所述第二压力传感器之间的第一电容传感器以及与所述第一电容传感器关于所述光学心率传感模组中心对称的第二电容传感器；根据所述第一电容传感器以及所述第二电容传感器检测获得的用户距离，计算获得所
25 述光学心率传感模组相对于所述用户佩戴部位的相对位置数据。

13、根据权利要求 10 所述的设备，其中，所述光学心率传感模组包括多组发光二极管 LED 灯用于发射光信号，以及一个或多个光电探测器用于检测用户佩戴部位反射的光信号的光强度。

14、根据权利要求 13 所述的设备，其中，所述光学心率传感模组包括一个光电探测
30 器及两组 LED 灯；

所述光电探测器位于所述光学心率传感模组的中心，所述两组 LED 灯对称设置于所述

光电探测器左右两侧，以使所述光电探测器检测获得用户佩戴部位反射的光信号的光强度。

15、根据权利要求 10 所述的设备，其中，还包括与所述壳体连接的固定带；所述固定带用于固定所述可穿戴设备于用户佩戴部位。

5 16、根据权利要求 15 所述的设备，其特征在于，所述壳体两端连接所述固定带；所述距离传感模组包括四个电容传感器；所述四个电容传感器以所述光学心率传感器模组为中心，等间隔环绕在所述光学心率传感器模组外围；其中，两个电容传感器分别设置于连接所述固定带的壳体的两端。

10 17、根据权利要求 16 所述的设备，其中，还包括压力传感器模组；所述压力传感模组包括四个压力传感器；所述四个压力传感器与所述四个电容传感器等间隔设置，等间隔环绕在所述光学心率传感器模组外围。

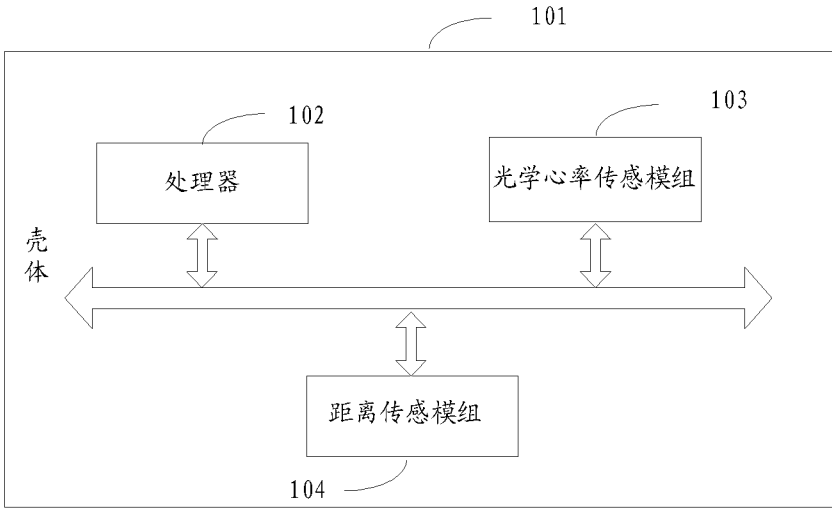


图 1

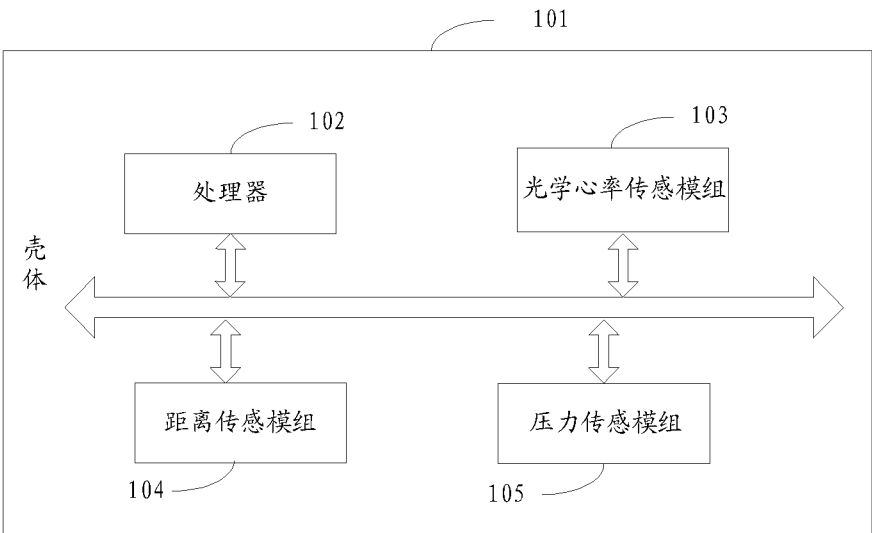


图 2

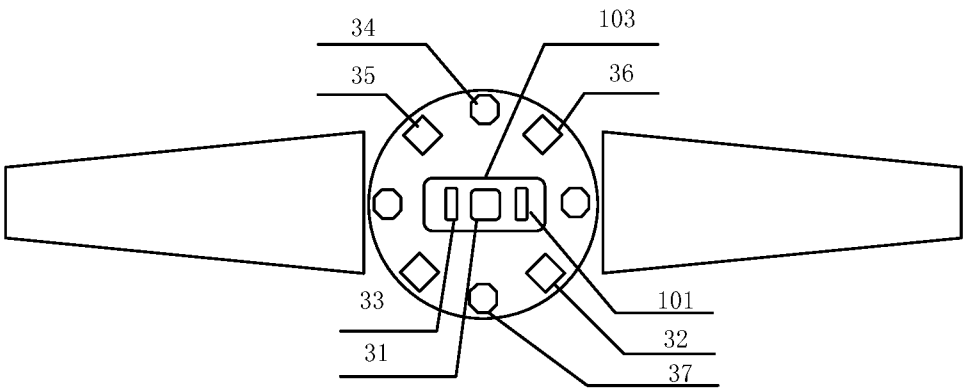


图 3

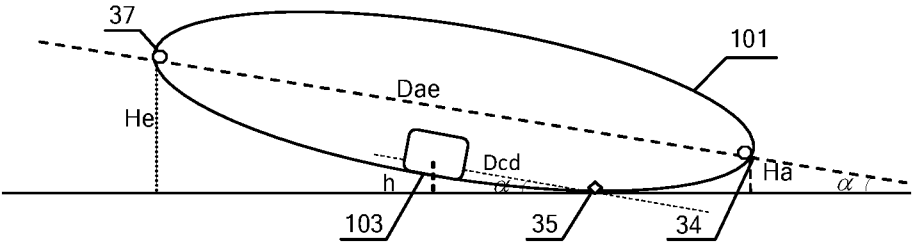


图 4

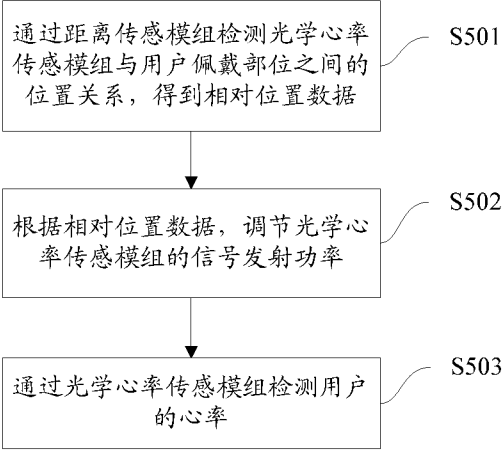


图 5

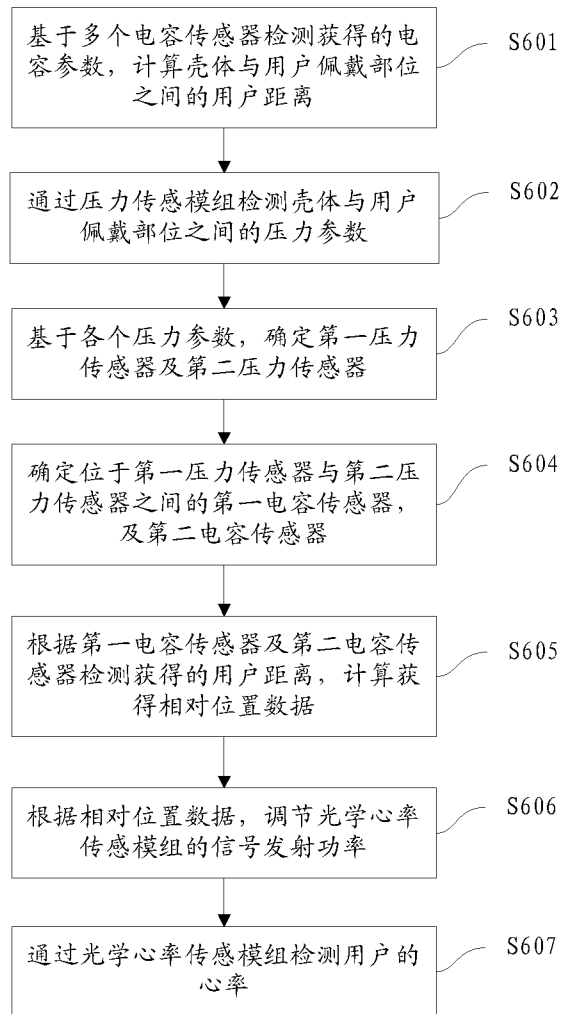


图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/096188

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B 5/024(2006.01)i; G05B 19/042(2006.01)i; G01B 7/02(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A61B 5; G05B 19; G01B 7

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EN, CNTXT, CNABS: 歌尔, 心率, 戴, 检, 测, 位置, 距离, 间距, 调, 功率, 强度, 光强, 亮度, 光电, PPG, 电容, 压力, 传感,
heart rate, wear, position, distance, adjust, power, intensity, brightness, capacitance, pressure**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 107981852 A (GOERTEK INC.) 04 May 2018 (2018-05-04) claims 1-12, and description, paragraphs 135-138	1-17
X	US 2016199002 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 14 July 2016 (2016-07-14) description, paragraphs 37-108, and figures 1-11D	1-3, 6, 7, 9-11, 13-17
A	US 2017296124 A1 (KONINKLIJKE PHILIPS N.V.) 19 October 2017 (2017-10-19) entire document	1-17
A	CN 106484041 A (CASIO COMPUTER CO., LTD.) 08 March 2017 (2017-03-08) entire document	1-17
A	WO 2016109918 A1 (HUAWEI TECH. CO., LTD.) 14 July 2016 (2016-07-14) entire document	1-17
A	US 2016066790 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 10 March 2016 (2016-03-10) entire document	1-17



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 October 2018

Date of mailing of the international search report

25 October 2018

Name and mailing address of the ISA/CN

State Intellectual Property Office of the P. R. China
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2018/096188

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	107981852	A	04 May 2018	None			
US	2016199002	A1	14 July 2016	WO	2016111592	A1	14 July 2016
				US	9782128	B2	10 October 2017
				KR	20160086102	A	19 July 2016
US	2017296124	A1	19 October 2017	WO	2017182456	A1	26 October 2017
CN	106484041	A	08 March 2017	JP	2017044594	A	02 March 2017
				US	2017060178	A1	02 March 2017
WO	2016109918	A1	14 July 2016	EP	3231361	A1	18 October 2017
				US	2018000418	A1	04 January 2018
				EP	3231361	A4	03 January 2018
				CN	106659401	A	10 May 2017
US	2016066790	A1	10 March 2016	None			

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/096188

A. 主题的分类 A61B 5/024(2006.01)i; G05B 19/042(2006.01)i; G01B 7/02(2006.01)i 按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类																							
B. 检索领域 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) A61B 5; G05B 19; G01B 7 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) EN, CNTXT, CNABS, 歌尔, 心率, 戴, 检, 测, 位置, 距离, 间距, 调, 功率, 强度, 光强, 亮度, 光电, PPG, 电容, 压力, 传感, heart rate, wear, position, distance, adjust, power, intensity, brightness, capacitance, pressure																							
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 107981852 A (歌尔股份有限公司) 2018年 5月 4日 (2018 - 05 - 04) 权利要求1-12, 说明书第135-138段</td> <td>1-17</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>US 2016199002 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD) 2016年 7月 14日 (2016 - 07 - 14) 说明书第37-108段, 图1-11D</td> <td>1-3, 6, 7, 9-11, 13-17</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2017296124 A1 (KONINKLIJKE PHILIPS NV) 2017年 10月 19日 (2017 - 10 - 19) 全文</td> <td>1-17</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 106484041 A (卡西欧计算机株式会社) 2017年 3月 8日 (2017 - 03 - 08) 全文</td> <td>1-17</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2016109918 A1 (HUAWEI TECH CO LTD) 2016年 7月 14日 (2016 - 07 - 14) 全文</td> <td>1-17</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2016066790 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD) 2016年 3月 10日 (2016 - 03 - 10) 全文</td> <td>1-17</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	PX	CN 107981852 A (歌尔股份有限公司) 2018年 5月 4日 (2018 - 05 - 04) 权利要求1-12, 说明书第135-138段	1-17	X	US 2016199002 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD) 2016年 7月 14日 (2016 - 07 - 14) 说明书第37-108段, 图1-11D	1-3, 6, 7, 9-11, 13-17	A	US 2017296124 A1 (KONINKLIJKE PHILIPS NV) 2017年 10月 19日 (2017 - 10 - 19) 全文	1-17	A	CN 106484041 A (卡西欧计算机株式会社) 2017年 3月 8日 (2017 - 03 - 08) 全文	1-17	A	WO 2016109918 A1 (HUAWEI TECH CO LTD) 2016年 7月 14日 (2016 - 07 - 14) 全文	1-17	A	US 2016066790 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD) 2016年 3月 10日 (2016 - 03 - 10) 全文	1-17
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
PX	CN 107981852 A (歌尔股份有限公司) 2018年 5月 4日 (2018 - 05 - 04) 权利要求1-12, 说明书第135-138段	1-17																					
X	US 2016199002 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD) 2016年 7月 14日 (2016 - 07 - 14) 说明书第37-108段, 图1-11D	1-3, 6, 7, 9-11, 13-17																					
A	US 2017296124 A1 (KONINKLIJKE PHILIPS NV) 2017年 10月 19日 (2017 - 10 - 19) 全文	1-17																					
A	CN 106484041 A (卡西欧计算机株式会社) 2017年 3月 8日 (2017 - 03 - 08) 全文	1-17																					
A	WO 2016109918 A1 (HUAWEI TECH CO LTD) 2016年 7月 14日 (2016 - 07 - 14) 全文	1-17																					
A	US 2016066790 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD) 2016年 3月 10日 (2016 - 03 - 10) 全文	1-17																					
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																							
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件																							
国际检索实际完成的日期 2018年 10月 18日		国际检索报告邮寄日期 2018年 10月 25日																					
ISA/CN的名称和邮寄地址 中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		受权官员 张莉平 电话号码 86-010-62085609																					

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/096188

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	107981852	A	2018年 5月 4日	无			
US	2016199002	A1	2016年 7月 14日	WO	2016111592	A1	2016年 7月 14日
				US	9782128	B2	2017年 10月 10日
				KR	20160086102	A	2016年 7月 19日
US	2017296124	A1	2017年 10月 19日	WO	2017182456	A1	2017年 10月 26日
CN	106484041	A	2017年 3月 8日	JP	2017044594	A	2017年 3月 2日
				US	2017060178	A1	2017年 3月 2日
WO	2016109918	A1	2016年 7月 14日	EP	3231361	A1	2017年 10月 18日
				US	2018000418	A1	2018年 1月 4日
				EP	3231361	A4	2018年 1月 3日
				CN	106659401	A	2017年 5月 10日
US	2016066790	A1	2016年 3月 10日	无			