



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108135515 A

(43)申请公布日 2018.06.08

(21)申请号 201680058214.1

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

(22)申请日 2016.10.06

代理人 王英 刘炳胜

(30)优先权数据

15188480.6 2015.10.06 EP
62/237,737 2015.10.06 US

(51)Int.Cl.

A61B 5/024(2006.01)
A61B 5/00(2006.01)
A61B 5/11(2006.01)
A61B 5/113(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2018.04.04

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2016/073862 2016.10.06

(87)PCT国际申请的公布数据
W02017/060342 EN 2017.04.13

(71)申请人 皇家飞利浦有限公司
地址 荷兰艾恩德霍芬

(72)发明人 W·韦尔克鲁杰塞 G·德哈恩
A·W·施拉克

权利要求书3页 说明书11页 附图8页

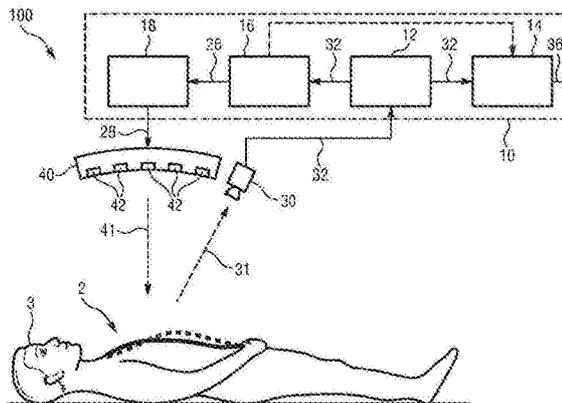
(54)发明名称

用于获得生命体的生命体征相关信息的设备、系统和方法

取向而选择的时间区间期间所获得的。

(57)摘要

本发明涉及一种用于获得生命体(3)的生命体征相关信息的设备、系统和方法。所提出的设备包括:输入单元(12),其用于接收输入信号(32),所述输入信号是根据从生命体(3)的皮肤区域(2)反射的在至少一个波长区间中所接收到的光(31)生成的,所述输入信号表示生命体征相关信息,能够根据所述生命体征相关信息导出生命体的生命体征;处理单元(14),其用于处理所述输入信号(32)并且根据所述输入信号(32)来导出所述生命体的生命体征相关信息(36);取向估计单元(16),其用于估计所述皮肤区域(2)的取向;以及控制单元(18),其用于基于所述皮肤区域10(2)的估计取向来控制用于利用光(41)照明所述皮肤区域(3)的照明单元(40)来照明所述皮肤区域(2);和/或用于控制所述处理单元以根据所述输入信号来导出生命体征相关信息(36),所述输入信号是在基于所述皮肤区域(2)的估计



1. 一种用于获得生命体 (3) 的生命体征相关信息的设备, 所述设备 (10) 包括:

- 输入单元 (12), 其用于接收输入信号 (32), 所述输入信号是根据从生命体 (3) 的皮肤区域 (2) 反射的在至少一个波长区间中所接收到的光 (31) 来生成的, 所述输入信号表示生命体征相关信息, 能够根据所述生命体征相关信息来导出所述生命体的生命体征,

- 处理单元 (14), 其用于处理所述输入信号 (32) 并且根据所述输入信号 (32) 来导出所述生命体的生命体征相关信息 (36),

- 取向估计单元 (16), 其用于估计所述皮肤区域 (2) 的取向, 以及

- 控制单元 (18), 其用于控制用于利用光 (41) 照明所述皮肤区域 (3) 的照明单元 (40) 以基于所述皮肤区域 (2) 的估计取向来照明所述皮肤区域 (2); 和/或用于控制所述处理单元以根据所述输入信号来导出生命体征相关信息 (36), 所述输入信号是在基于所述皮肤区域 (2) 的所述估计取向而选择的时间区间期间所获得的。

2. 根据权利要求1所述的设备,

其中, 所述控制单元 (18) 被配置为控制由所述照明单元 (40) 所发射的光的至少部分的强度、方向、分布和/或照明角度。

3. 根据权利要求1所述的设备,

其中, 所述取向估计单元 (16) 被配置为估计所述皮肤区域 (2) 的表面法线的取向, 并且

其中, 所述控制单元 (18) 被配置为控制由所述照明单元 (40) 所发射的光的至少部分的强度、方向、分布和/或照明角度, 使得大部分光或所有光是从最接近或等同于所估计的表面法线的照明角度发射的。

4. 根据权利要求1所述的设备,

其中, 所述控制单元 (18) 被配置为: 控制所述照明单元, 以在随后的时间区间中从不同的照明角度照明所述皮肤区域 (2); 并且控制所述处理单元 (14), 以根据所述输入信号 (32) 来导出生命体征相关信息 (36), 所述输入信号是在基于所述皮肤区域的所述估计取向而选择的时间区间期间所获得的。

5. 根据权利要求1所述的设备,

其中, 所述取向估计单元 (16) 被配置为定期地或连续地估计所述皮肤区域 (2) 的所述取向, 并且其中, 所述控制单元 (18) 被配置为相应地调节对所述照明单元 (40) 的所述控制。

6. 根据权利要求1所述的设备,

其中, 所述取向估计单元 (16) 被配置为: 处理距离数据, 特别是飞行时间数据; 并且确定包括所述皮肤区域 (2) 的皮肤表面的3D模型。

7. 一种用于获得生命体 (3) 的生命体征相关信息的系统, 所述系统包括:

- 检测单元 (30), 其用于在至少一个波长区间中接收从生命体 (3) 的皮肤区域 (2) 反射的光 (31); 并且用于根据所接收到的光 (31) 来生成输入信号 (32), 所述输入信号表示生命体征相关信息, 能够根据所述生命体征相关信息来导出所述生命体的生命体征,

- 照明单元 (40), 其用于利用光 (41) 照明所述皮肤区域 (3), 以及

- 根据权利要求1所述的用于根据所述输入信号 (32) 来获得生命体 (3) 的生命体征相关信息的设备 (10)。

8. 根据权利要求7所述的系统,

其中, 所述照明单元 (40) 包括两个或更多照明元件 (42), 特别是多个LED。

9. 根据权利要求8所述的系统，

其中，所述两个或更多照明元件(42)被布置在不同的位置处和/或具有不同的取向，以用于从不同的照明角度来照明皮肤区域(2)。

10. 根据权利要求8或9所述的系统，

其中，所述控制单元(18)被配置为个体地控制所述照明元件(42)，特别是个体地控制所述照明元件(42)的强度。

11. 根据权利要求8或9所述的系统，其中，

所述控制单元(18)被配置为控制所述照明元件(81、82、83、43)以复用和/或调制的方式来照明所述皮肤区域(2)，

所述检测单元(30)被配置为：响应于随后的照明而随后接收从所述皮肤区域(2)反射的光(31)；并且根据所接收到的光(31)来生成反射信号，

所述取向估计单元(16)被配置为确定具有最高强度的所述反射信号，并且

所述控制单元(18)还被配置为：控制所述照明单元，使得所有照明元件之中其照明导致具有所述最高强度的所述反射信号的照明元件排他地或者利用所述最高强度来照明所述皮肤区域(2)；和/或控制所述处理单元(14)，以根据所述输入信号(32)来导出生命体征相关信息(36)，所述输入信号是在以下时间区间期间所获得的，在所述时间区间期间，所有照明元件之中其照明导致具有所述最高强度的所述反射信号的照明元件排他地或者利用所述最高强度来照明所述皮肤区域(2)。

12. 根据权利要求9所述的系统，其中，

所述控制单元(18)被配置为控制所述照明元件(42)以成对地照明所述皮肤区域(2)，其中，不同的相邻照明元件对利用不同的交替频率、利用不同的波长、在不同的时间处和/或利用同步闪烁来交替照明所述皮肤区域(2)，

所述检测单元(30)被配置为：响应于所述交替照明而随后接收从所述皮肤区域(2)反射的光(31)；并且根据所接收到的光(31)来生成反射信号，

所述取向估计单元(16)被配置为确定具有最小强度调制的所述反射信号，并且

所述控制单元(18)还被配置为：控制所述照明单元，使得所有照明元件之中其照明导致具有所述最小强度调制的所述反射信号的照明元件对排他地或者利用最高强度来照明所述皮肤区域(2)，或者使得仅使用在照明导致具有所述最小强度调制的所述反射信号的时隙中的照明来照明所述皮肤区域(2)；和/或控制所述处理单元(14)，以根据所述输入信号(32)来导出生命体征相关信息(36)，所述输入信号是在以下时间区间期间所获得的，在所述时间区间期间，所有照明元件之中其照明导致具有所述最小强度调制的所述反射信号的照明元件对排他地或者利用最高强度来照明所述皮肤区域(2)。

13. 根据权利要求12所述的系统，

其中，所述检测单元(30)包括：相机(33)，其用于根据由所述相机所接收到的光来生成所述输入信号；以及光电二极管(34)，其用于根据由所述光电二极管所接收到的光来生成所述反射信号，

其中，所述照明单元(40)包括：第一组(43)照明元件(44)，其用于照明所述皮肤区域(2)以使得能够由所述相机生成输入信号；以及第二组(45)照明元件(46)，其用于照明所述皮肤区域(2)以使得能够由所述光电二极管生成反射信号，特别是用于利用所述相机的敏

感区间外部的波长或波长范围的光来照明所述皮肤区域(2)。

14. 一种用于获得生命体(3)的生命体征信息的方法,包括:

-接收输入信号(32),所述输入信号是根据从生命体(3)的皮肤区域(2)反射的在至少一个波长区间中所接收到的光(31)来生成的,所述输入信号表示生命体征相关信息,能够根据所述生命体征相关信息来导出所述生命体的生命体征,

-处理所述输入信号(32),并且根据所述输入信号(32)来导出所述生命体的生命体征相关信息(36),

-估计所述皮肤区域(2)的取向,并且

-基于所述皮肤区域(2)的估计取向来控制利用光(41)对所述皮肤区域(3)的照明;和/或控制所述处理以根据所述输入信号来导出生命体征相关信息(36),所述输入信号是在基于所述皮肤区域(2)的所述估计取向而选择的时间区间期间所获得的。

15. 一种包括程序代码模块的计算机程序,当所述计算机程序在计算机上被执行时,所述程序代码模块用于使所述计算机执行根据权利要求14所述的方法的步骤。

用于获得生命体的生命体征相关信息的设备、系统和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及用于获得生命体的生命体征相关信息的设备、系统以及对应的方法。

背景技术

[0002] 已经证实并发现了,使用摄像机或远程PPG(光电体积描记)的不突兀的生命体征监测对于患者监测而言是相关的。例如,Wim Verkruysse、Lars O.Svaasand和J.Stuart Nelson在Optics Express,第16卷,第26期,2008年12月上的“Remote plethysmographic imaging using ambient light”一文中描述了远程光电体积描记成像。其基于以下原理:皮肤中血液体积的时间改变导致皮肤的光吸收的变化。这样的变化能够由拍摄例如面部的皮肤区域的图像的摄像机来记录,而处理将计算选定区域(通常,在该系统中为脸颊的部分)上的像素平均值。通过观测该平均信号的周期性变化,能够提取心跳率和呼吸率。同时,存在若干另外的公开文献和专利申请描述了用于使用远程PPG来获得患者的生命体征的设备、系统和方法的详情。

[0003] 因此,动脉血液的脉动引起光吸收的改变。利用光探测器(或光探测器的阵列)观测到的那些变化形成PPG(光电体积描记)信号(也被称为体积描述波)。血液的脉动是由跳动的的心脏引起的,即,PPG信号中的峰对应于心脏的个体跳动。因此,PPG信号自身就是心跳信号。该信号的归一化幅度对于不同的波长是不同的,并且对于一些波长,其也是血液氧合度的函数。

[0004] 尽管已经表明,规则的视频数据在许多情况下产生足够的生命体征(有时也被称为生物统计学信号,诸如心跳、呼吸率、SpO₂率等),但是针对具有挑战性的情况,如强烈运动、低光线水平、非白色照明,图像采集需要进一步改进。只要存在一个支配性光源,已知的方法、系统和设备一般对于运动和不同的光照环境是鲁棒的。在这样的状况下,已经证实了,PPG技术是准确和鲁棒的,甚至能够在健身锻炼期间的跑步机上,至少对于如心率的一些生命体征,能够使用PPG技术。

[0005] 当在环境中不存在支配性的光时,将发生在基于图像(例如,基于相机)的生命体征监测中遇到的一个主要问题。此外,特定的照明并非始终对于所有测量都是最优的,例如,对于不同的皮肤类型、身体姿态或者在身体移动之后。

[0006] WO 2014/087310 A1公开了一种用于获得生命体的生命体征信息的设备和方法。所公开的设备包括:检测单元,其用于在至少一个波长区间中接收从生命体的至少感兴趣区域反射的光,并且用于根据所接收到的光来生成输入信号;处理单元,其用于处理所述输入信号并且使用远程光电体积描记根据所述输入信号来导出所述生命体的生命体征信息;照明单元,其用于利用光来照明至少所述感兴趣区域;以及控制单元,其基于所述输入信号和/或所述导出的生命体征信息来控制所述照明单元。然而,希望对运动鲁棒性的进一步改进。

[0007] WO 2013/186696 A1公开了一种用于确定对象的生命体征的系统,包括:成像单元,其用于获得对象的视频数据;标记,其被直接或间接地附着到对象的身体,其中,所述标

记包括图形图案;图像处理单元,其用于在所述视频数据中检测所述标记;以及分析单元,其适于从所述视频数据中提取与所述对象的生命体征相关的生命体征参数,并且适于根据所述生命体征参数来确定所述生命体征。

发明内容

[0008] 本发明的目的是提供一种用于获得生命体的生命体征相关信息的设备、系统以及对应的方法,其提供相对于生命体的运动的更高的运动鲁棒性。

[0009] 在本发明的第一方面中,提出了一种用于获得生命体的生命体征相关信息的设备,包括:

[0010] -输入单元,其用于接收输入信号,所述输入信号是根据从生命体的皮肤区域反射的在至少一个波长区间中所接收到的光来生成的,所述输入信号表示生命体征相关信息,能够根据所述生命体征相关信息来导出所述生命体的生命体征,

[0011] -处理单元,其用于处理所述输入信号并且根据所述输入信号来导出所述生命体的生命体征相关信息,

[0012] -取向估计单元,其用于估计所述皮肤区域的取向,以及

[0013] -控制单元,其用于控制用于利用光照明所述皮肤区域的照明单元以基于所述皮肤区域的估计取向来照明所述皮肤区域;和/或用于控制所述处理单元以根据所述输入信号来导出生命体征相关信息,所述输入信号是在基于所述皮肤区域的估计取向而选择的时间区间期间所获得的。

[0014] 在本发明的另外的方面中,提出了一种用于获得生命体的生命体征信息的对应的方法。

[0015] 在本发明的另一方面中,提出了一种用于获得生命体的生命体征相关信息的系统,所述系统包括:

[0016] -检测单元,其用于在至少一个波长区间中接收从生命体的皮肤区域反射的光;并且用于根据所接收到的光来生成输入信号,所述输入信号表示生命体征相关信息,能够根据所述生命体征相关信息来导出所述生命体的生命体征,

[0017] -照明单元,其用于利用光来照明所述皮肤区域,以及

[0018] -如在本文中所公开的用于从所述输入信号获得生命体的生命体征相关信息的设备。

[0019] 在本发明的又另外的方面中,提供了一种包括程序代码模块的计算机程序以及一种在其中存储有计算机程序产品的非瞬态计算机可读记录介质,当所述计算机程序在计算机上被执行时,所述程序代码模块用于使所述计算机执行在本文中所公开的方法的步骤,所述计算机程序产品当由处理器执行时,导致执行在本文中所公开的方法。

[0020] 在从属权利要求中定义了本发明的优选实施例。应当理解,所主张的系统、方法、计算机程序和介质与所主张的设备具有相似和/或相同的并且如在从属权利要求中所定义的那样的优选实施例。

[0021] 根据本发明,已经发现了,即使具有完美的运动跟踪(例如,跟随图像平面中的运动,特别是皮肤区域的运动),皮肤相对于照明的取向(由于呼吸、心率或其他对象移动)的改变也会显著影响所采集的输入信号或者根据所述输入信号而导出的PPG信号的质量,特

别是在对皮肤的照明与皮肤表面法线成大的角度的情况下。这是因为投射的光能是取决于皮肤表面法线与照明角度之间的角度而在表面上分布的。

[0022] 对于来自特定立体角的照明,在表面法线与入射光(特别是光的主要入射射线)之间的角度增大时,被辐照的表面更大。因此,辐照度(W/m^2)随着角度增大而减小。并非遵循在某种程度上会清洁原始信号的算法方法,根据本发明,采集更清洁的原始信号(输入信号)。这是通过以下操作来实现的:基于皮肤区域(也被称为感兴趣区域)例如相对于照明或者相对于已知参考平面的估计取向来控制对所述皮肤区域的照明,从而以相对于信息采集的优化的方式来照明所述皮肤区域,根据所述信息,能够以鲁棒的方式导出一个或多个准确的生命体征。优选进行所述控制,使得在皮肤取向对所辐照的、以及因此也对所反射的光强度具有最小影响的角度下进行照明。

[0023] 出于利用光电体积描记根据所述输入信号来导出所述生命体的生命体征相关信息的目的,提供了用于处理输入信号的对应的处理单元。这提供了对照明控制的备选方案,即,例如能够对来自不同的照明角度的光进行时间复用,并且所述处理单元可以决定哪个(些)时间区间被用于处理,以及任选哪个(些)时间区间被用于生命体征提取。

[0024] 通常,电磁辐射(特别是光)与生物组织的交互是复杂的,并且包括(多次)散射、反向散射、吸收、透射和(漫)反射的(光学)过程。在本发明的语境中所使用的术语“反射”不当被理解为限于镜面反射,而是包括电磁辐射(特别是光)与组织的前述类型的交互以及其任意组合。

[0025] 在本发明的语境中所使用的术语“生命体征”指代对象(在本文中也被称为生命体或人或患者)的生理参数以及衍生参数。具体地,术语“生命体征”包括血液体积脉动信号、心率(HR)(有时也被称为脉搏率)、心率变化(脉搏率变化)、脉动强度、灌注、灌注指标、灌注变化、Traube Hering Mayer波、呼吸率(RR)、皮肤温度、血压、血液和/或组织中物质的浓度,诸如(动脉)血氧饱和度或葡萄糖水平。此外,“生命体征”通常包括从PPG信号的形状获得的健康指示(例如,形状可能会反映部分动脉阻塞(例如,从手的PPG信号获得的形状当在手臂上应用血压袖带时会有更多正弦波动)的某种情况,或者皮肤厚度的某种情况(例如,来自面部的PPG信号与来自手的不同),或者甚至可以是关于温度的情况等)。

[0026] 在本发明的语境中所使用的术语“生命体征信息”包括上文所定义的一个或多个测量到的生命体征。此外,其包括涉及生理参数的数据、对应的波形迹线或者涉及能够用于后续分析的时间生理参数的数据。

[0027] 为了获得对象的生命体征信息信号,对皮肤区域之内的皮肤像素区域的数据信号进行评估。在此,“皮肤像素区域”意指包括一个皮肤像素或一组相邻皮肤像素的区域,即,可以针对单个像素或一组皮肤像素来导出数据信号。

[0028] 根据本发明,描述了各种备选方案以估计皮肤表面取向,从而以自动化的方式来确定对照明单元、特别是对照明角度的最佳控制,并且提供方案以针对这些估计来调整所述照明,从而实现最优的信号质量。

[0029] 在一个实施例中,所述控制单元被配置为控制由所述照明单元所发射的光的至少部分的强度、方向、分布和/或照明角度。根据皮肤区域的估计取向以及照明单元的设计,由此能够适当地控制所述照明单元的对应的(最优)参数。当然,可以使用其他(额外的或备选的)参数进行控制,诸如ROI中的照明的均匀度、所有相关通道(波长)中的良好/稳定的照

明、ROI中无阴影等。此外,在实施例中,仅修改特定的波长(例如,用于生命体征提取的波长),而其他波长(例如,用于取向测量)保持不受影响。

[0030] 在另一实施例中,所述取向估计单元被配置为估计所述皮肤区域的表面法线的取向,并且所述控制单元被配置为控制由所述照明单元所发射的光的至少部分的强度、方向、分布和/或照明角度,使得大部分光或所有光是从最接近或等同于所估计的表面法线的照明角度发射的。因此,本实施例通过以基本上垂直于感兴趣区域(ROI)的平均皮肤取向的角度照明所述皮肤区域而使辐照度的变化幅度最小化,或者至少防止大的角度,例如大于45度。这减小了由于对象移动造成的辐照度变化(噪声),并且因此得到了更鲁棒和准确的输入信号,并且因此得到了根据所述输入信号导出的生命体征。

[0031] 在另一实施例中,所述取向估计单元被配置为定期地或连续地估计所述皮肤区域的取向,并且其中,所述控制单元被配置为相应地调节对所述照明单元的控制。以这种方式,能够快速或者甚至立即地识别对象的移动,使得能够以自动化的方式来相应地调整所述照明。

[0032] 尽管根据本发明的一个选项,所述控制单元基于所述皮肤区域的估计取向来控制所述照明单元,但是根据备选的(或额外的)选项,其控制所述处理单元基于所述皮肤区域的估计取向而导出生命体征相关信息。在该选项的实施例中,所述控制单元被配置为:控制所述照明单元,以在随后的时间区间中从不同的照明角度照明所述皮肤区域;并且控制所述处理单元以根据在基于所述皮肤区域的估计取向而选择的时间区间期间所获得的所述输入信号来导出生命体征相关信息。因此,所述照明例如是时间复用的,并且仅控制所述处理以仅使用在从最佳照明角度进行照明的特定时间区间时所采集的输入信号。

[0033] 通常,使用一个照明元件作为照明单元是足够的(其相对于皮肤区域的位置和/或取向可以是能改变的),但是优选地,所述照明单元包括两个或更多照明元件(也被称为光源),例如,多个LED。因此,例如,通过个体地控制单独的照明元件,能够以快速、简单并且灵活的方式来实现对照明的期望控制。为此目的,所述两个或更多照明元件优选被布置在不同的位置处和/或具有不同的取向,用于从不同的照明角度来照明皮肤区域。所述两个或更多照明元件优选被个体地控制,并且例如可以是能够进行控制的LED、激光二极管、常规灯泡、霓虹灯等。

[0034] 所述控制单元优选被配置为个体地控制所述照明元件,特别是个体地控制所述照明元件的强度。这例如允许增大以最接近表面法线的角度照明所述皮肤区域的照明元件的功率,并且减小以(一个或多个)更大角度照明所述皮肤区域的照明元件的功率。

[0035] 为了以准确并且可靠的方式来估计皮肤区域的取向,存在各种实施例。在一个实施例中,所述控制单元被配置为控制所述照明元件以复用和/或调制的方式来照明所述皮肤区域,所述检测单元被配置为:响应于后续的照明而随后接收从所述皮肤区域反射的光;并且根据所接收到的光来生成反射信号,所述取向估计单元被配置为确定具有最高强度的反射信号。所述控制单元还被配置为:控制所述照明单元,使得所有照明元件之中其照明导致具有最高强度的反射信号的照明元件排他地或者利用最高强度来照明所述皮肤区域;和/或控制所述处理单元以根据所述输入信号来导出生命体征相关信息,所述输入信号是在以下时间区间期间所获得的,在所述时间区间期间,所有照明元件之中其照明导致具有最高强度的反射信号的照明元件排他地或者利用最高强度来照明所述皮肤区域。

[0036] 在另一实施例中,所述照明单元(包括一个或多个照明元件)发射包括用于取向的波长以及用于生命体征测量的波长的谱。在这样的实施例中,可以改变所述照明单元的谱,即,可以仅调整用于生命体征测量的波长的强度,而任选地,可以将用于取向测量的波长保持在相同水平。这提供了以下优点:所述取向测量不会遭受在一些方向上的强度减小。

[0037] 在备选实施例中,所述控制单元被配置为控制所述照明元件以成对地照明所述皮肤区域,其中,不同的相邻照明元件对以不同的交替频率、以不同的波长、在不同的时间和/或者以同步的闪烁来交替照明所述皮肤区域,所述检测单元被配置为响应于所述交替照明随后接收从所述皮肤区域反射的光,并且根据所接收到的光来生成反射信号,所述取向估计单元被配置为确定具有最小强度调制的反射信号。所述控制单元还被配置为:控制所述照明单元,使得所有照明元件之中其照明导致具有最小强度调制的反射信号的照明元件对排除地或者利用最高强度来照明所述皮肤区域,或者使得仅使用在照明导致具有最小强度调制的反射信号的时隙中的照明来照明所述皮肤区域,或者使得仅使用照明导致具有最小强度调制的反射信号的时隙中的照明来照明所述皮肤区域;和/或控制所述处理单元以根据所述输入信号来导出生命体征相关信息,所述输入信号是在以下时间区间期间所获得的,在所述时间区间期间,所有照明元件之中其照明导致具有最小强度调制的反射信号的照明元件对排除地或者利用最高强度来照明所述皮肤区域。

[0038] 在另外的实施例中,所述检测单元包括:相机,其用于根据由所述相机所接收到的光来生成所述输入信号;以及光电二极管,其用于根据由所述光电二极管所接收到的光来生成所述反射信号,其中,所述照明单元包括:第一组照明元件,其用于照明所述皮肤区域以使得能够由所述相机生成输入信号;以及第二组照明元件,其用于照明所述皮肤区域以使得能够由所述光电二极管生成反射信号。然后,根据所述输入信号来导出生命体征信息,而根据所述反射信号来估计皮肤区域的取向。所述光电二极管允许更高的调制频率,从而可以在更大的程度上聚焦从皮肤反射的光。

[0039] 此外,所述第二组照明元件被配置为利用所述相机的敏感区间外部的波长或波长范围的光来照明所述皮肤区域,从而能够在彼此干扰的情况下同时地进行取向估计以及用于生成输入信号的光的采集。

[0040] 所述取向估计单元可以被配置为:处理距离数据,特别是由TOF相机或雷达单元所采集的飞行时间(TOF)数据;并且确定包括所述皮肤区域的皮肤表面的3D模型。这提供了另一简单的选项,从而以相当精确的方式来估计皮肤区域的取向。

[0041] 尽管通常使用一个检测元件作为检测单元是足够的,但是所述检测单元优选包括两个或更多检测元件。所述检测元件例如是图像传感器、摄像机、RGB相机、红外相机或静止图像相机。尽管所述检测元件通常具有相同的参数,但是位于不同的位置处和/或具有不同的取向,在实施例中,所述检测元件是不同的和/或具有不同的参数,从而能够选择得到最佳生命体征信息的检测元件以用于信号评估。在又一实施例中,例如,在对来自两个或更多检测元件的输入信号求平均值之后,可以共同地评估所述输入信号。

附图说明

[0042] 根据下文所描述的一个或多个)实施例并参考其加以阐述,本发明的这些和其他方面将是显而易见的。在以下附图中:

- [0043] 图1示出了图示在皮肤表面的不同取向处对皮肤表面的照明的示图，
 [0044] 图2A示出了皮肤表面的放大部分，
 [0045] 图2B示出了图示在皮肤表面的不同取向处对皮肤表面的照明的效果的示图，
 [0046] 图3A和3B示出了图示不同皮肤取向对脉动的影响的示图，
 [0047] 图4示出了图示本发明的效果的示图，
 [0048] 图5示出了根据本发明的系统的第一实施例的示意性示图，
 [0049] 图6示出了根据本发明的系统的第二实施例的示意性示图，
 [0050] 图7示出了根据本发明的系统的第三实施例的示意性示图，
 [0051] 图8示出了根据本发明的系统的第四实施例的示意性示图，并且
 [0052] 图9示出了根据本发明的方法的实施例。

具体实施方式

[0053] 图1示出了图示在皮肤表面的不同取向处对皮肤表面的照明的示图。具有恒定位置和辐射率(W/sr^{-1})的光源1提供以相对于皮肤法线不同于 0° 的角度在对象3的皮肤2(在本范例如为胸腔壁)上的照明。由于心跳和呼吸，皮肤2的取向随着时间(即，在皮肤如由2a所指示地被取向时的 $t=1$ 与皮肤如由2b所指示地被取向时的 $t=2$ 之间)改变。这具有以下效果，即：角度 ϕ (被定义为法线 N_1 和 N_2 分别相对于照明4的方向的角度)在 ϕ_1 与 ϕ_2 之间改变。

[0054] 尽管有运动跟踪，但是皮肤的取向的这样的改变会显著影响PPG信号质量，特别是到皮肤上的照明与皮肤表面法线成大的角度的情况下。这是因为投射的光能分布于所述表面上，其大小取决于皮肤表面法线与照明之间的角度 ϕ 。对于来自特定立体角度的照明而言，当表面法线与入射射线之间的角度增大时，被辐照表面更大，并且因此，辐照度(W/m^2)随着角度增大而减小。

[0055] 在图2B中图示了这种情况，其示出了图示在皮肤表面的不同取向处对所述皮肤表面的照明的效果。图2A示出了皮肤2的放大部分，并且图2B示出了辐照度 I (以 W/cm^2 为单位)在角度 ϕ 上的示图。被照明的皮肤的辐照度对于表面区域 S_p 而言最大，表面区域 S_p 垂直于照明4的方向。表面区域 S_1 (在 $t=1$ 时)比表面区域 S_p 大 $1/\cos(\phi_1)$ 倍。当皮肤取向从 ϕ_1 变为 ϕ_2 时，辐照度如在图2B中所描绘地改变。由此，辐照度被表达为 $I(\phi) = I_0 \cos(\phi)$ 。取向随时间的改变 $\phi(t)$ 现在转换成辐照度随时间的改变 $I(t)$ 。

[0056] 以下情况尤其成立：

$$[0057] \quad S_1 = S_p / \cos(\phi_1)$$

$$[0058] \quad S_2 = S_p / \cos(\phi_2)$$

$$[0059] \quad I_1 = (I/S_p) \cos(\phi_1)$$

$$[0060] \quad I_2 = (I/S_p) \cos(\phi_2)$$

[0061] 由于辐照度如所描述地改变，漫射辐射率(从皮肤发射的光)也将改变，并且可能使对于诸如HR、RR和 SpO_2 的生命体征测量而言感兴趣的真实PPG信号模糊。假设由例如心跳诱发的触诊(palpation)所导致的皮肤表面相对于照明(即，入射光)旋转 1° ，反射光示出了脉搏-频率强度改变，如在图3A和图3B中所描绘的示图中所示的。由此，图3A示出了图示不同皮肤取向的效果的示图，并且图3B示出了在角度 ϕ 上的相对脉动性 P (按%计)的示图。如能够看到的，所述皮肤表面的超过 1° 的周期性取向改变给出了针对垂直照明而言的反射光

的可忽略的脉动,但是对于高于 45° 的角度则快速地增大。在图3A的上半部中,表面 R_1 (也被称为朗伯表面)垂直于入射光(即, $\alpha_1=90^\circ$),从而以最大的照度(每单位面积强度)对小的区域 A_1 照明。在图3B的下半部中,相对于入射光以角度 $\alpha_2<90^\circ$ 来布置表面 R_2 ,从而以更低的照度来照明更大的区域 $A_2>A_1$ 。

[0062] 本发明通过调整对皮肤的照明的角度来使辐照度的变化幅度最小化。在实施例中,控制照明的角度,使得其基本上垂直于感兴趣区域(ROI)的平均皮肤取向,或者尽可能地接近该垂直方向。在另一实施例中,至少阻止来自大的角度 ϕ 、例如大于 45° 的照明。结果,与对对象应用固定的照明的系统相比,由于对象移动造成的辐照度变化(噪声)将大大减小。在图4中能够看到这种情况,图4图示了本发明的效果。

[0063] 图4特别示出了角度 ϕ 随时间 t 的关系、辐照度 I 随时间 t 的关系以及辐照度 I 随角度 ϕ 的关系,以上全部针对辐照的三个不同的角度(或者被称为位置A、B和C的灯位置)。在灯位置A处,由于皮肤取向的周期性改变,辐照度是高度周期性的。在位置B处,辐照度的周期性有些缓和,即,比在位置A处时间变化更小,并且总辐照度水平更高。在灯位置C处,皮肤取向的影响被最小化。此外,辐照的变化被强烈地减弱,并且另外,频率已经加倍。

[0064] 图5示出了根据本发明的用于获得生命体3的生命体征相关信息的系统100的第一实施例的示意性示图。系统100包括检测单元30,例如相机,其用于在至少一个波长区间中接收从生命体3的皮肤区域2(例如,在此为胸腔壁;其他区域可以是手、手臂、腹部区域、前额、脸颊等)反射的光31,并且用于根据所接收到的光31来生成表示生命体征相关信息的输入信号32,能够根据所述输入信号来导出所述生命体的生命体征。照明单元40,例如,包括两个或更多光源(例如,LED)42,利用光41来照明所述皮肤区域2。取向估计单元16估计所述皮肤区域2的取向26,对于这个步骤,如下文将更详细解释的,存在各种选项。控制单元18基于所述皮肤区域2的估计取向26通过控制信号28来控制所述照明单元40。

[0065] 取向估计单元16和控制单元18可以是单独的设备10的部分,在本实施例中,所述单独的设备包括输入单元12,例如信号接口,其用于从检测单元30接收输入信号32。此外,设备10可以包括处理单元14,其用于处理输入信号32并且根据所述输入信号32、优选通过使用光电体积描记来导出所述生命体3的生命体征信息36。

[0066] 根据如何以及在哪里应用本发明,设备10的一个或多个单元也可以被包括在一个或多个数字或模拟处理器中。不同的单元可以完全或部分地以软件来实施,并且在被连接到一个或多个探测器的个人计算机上执行。所需的功能的一些或所有功能也能够以硬件来实施,例如以专用集成电路(ASIC)或现场可编程门阵列(FPGA)来实施。

[0067] 在图5中所示的系统100例如可以位于医院、健康护理设施、老年人护理设施等中。除了对患者的监测之外,本发明也可以被应用在其他领域中,诸如被应用在新生儿监测、一般监控应用、安全监测或者所谓的实况样式环境中,例如健身器械等。设备10、检测单元30和照明单元40之间的单向通信或双向通信可以经由无线或有线通信来工作。本发明的其他实施例可以包括设备10,设备10不被提供为独立的设备,但是设备10的一个或多个元件,例如取向估计单元16和控制单元18,可以被集成到检测单元30或照明单元中,并且处理单元14可以被集成到诸如护士站的工作站的另一设备中,或者被集成到医院网络中。

[0068] 通常,电磁辐射(特别是光)与生物组织的交互是复杂的,并且包括(多次)散射、反向散射、吸收、透射和(漫)反射的(光学)过程。在本发明的语境中所使用的术语“反射”不应

当被理解为限于镜面反射,而是包括电磁辐射(特别是光)与组织的前述类型的交互以及其任意组合。

[0069] 在本发明的语境中所使用的术语“生命体征”指代对象(即,生命体)的生理参数以及衍生参数。具体地,术语“生命体征”包括血液体积脉动信号、心率(HR)(有时也被称为脉搏率)、心率变化(脉搏率变化)、脉动强度、灌注、灌注指标、灌注变化、Traube Hering Mayer波、呼吸率(RR)、皮肤温度、血压、血液和/或组织中物质的浓度,诸如(动脉)血氧饱和度或葡萄糖水平。此外,“生命体征”通常包括从PPG信号形状获得的健康指示(例如,形状可以反映部分动脉阻塞(例如,从手的PPG信号获得的形状在手臂上应用血压袖带时会有更多正弦波动)的某种情况,或者皮肤厚度的某种情况(例如,来自面部的PPG信号与来自手的不同),或者甚至可以是关于温度的情况等)。

[0070] 在本发明的语境中所使用的术语“生命体征相关信息”包括能够根据其导出如上文所定义的一个或多个生命体征的信息。此外,其包括涉及生理参数的数据、对应的波形迹线或者涉及能够用于后续分析的时间生理参数的数据。

[0071] 在图5中所示的实施例中,检测单元30包括相机(也被称为成像单元,或者基于相机或远程的PPG传感器),其包括适当的光传感器,所述光传感器用于(远程并且不突兀地)捕获对象3(至少皮肤区域2)的图像帧,特别是用于随时间采集一系列图像帧,能够根据所述图像帧导出光电体积描记信号。由相机捕获的所述图像帧具体可以对应于借助于例如(数字)相机中的模拟或数字光传感器所捕获的视频序列。这样的相机通常包括诸如CMOS传感器或CCD传感器的光传感器,其也可以在特定的谱范围(可见光、IR)中操作或者提供针对不同谱范围的信息。所述相机可以提供模拟信号或数字信号。所述图像帧包括具有相关联的像素值的多个图像像素。具体地,所述图像帧包括利用光传感器的不同感光元件所捕获的表示光强度值的像素。这些感光元件可以在特定谱范围(即,表示特定颜色)中敏感。所述图像帧包括表示对象的皮肤部分的至少一些图像像素。由此,图像像素可以对应于光探测器的一个感光元件以及其(模拟或数字)输出,或者可以基于多个感光元件的组合(例如,通过分组)来确定。

[0072] 为了获得所述对象的生命体征信息信号,对皮肤区域之内的皮肤像素区域的数据信号进行评估。在此,“皮肤像素区域”意指包括一个皮肤像素或一组相邻皮肤像素的区域,即,可以针对单个像素或一组皮肤像素来导出数据信号。

[0073] 本实施例中的照明单元40包括至少两个照明元件42,即,诸如LED或其他发光元件的光源。在示范性实施方式中,取向估计单元16确定至少这些照明元件42中的哪个照明元件最近地沿着皮肤表面法线发射其光(或者,如果皮肤表面不平坦,最接近皮肤表面的最大部分的表面法线)。一旦确定了该照明元件,其他照明元件就例如被调暗或完全关闭,使得从皮肤(漫)反射的光31中传达的输入信号32(以及根据其导出的PPG信号)中从皮肤反射的移动诱发的信号被最小化。

[0074] 在实施例中,由表示系统100中的检测单元30的相机所采集的图像数据可以被用于(随后地)确定照明元件42中的哪个照明元件最接近地沿着皮肤的表面法线进行辐射。将皮肤近似为漫反射体或者理想的朗伯反射体,假设产生如由相机所测量到的并且由取向估计单元16所评估的最高照明的照明元件对于该皮肤(的部分)是最佳的(并且,任选地,被用于任选的处理单元14中的实际生命体征确定,为此目的,取向估计单元16相应地通知处理

单元14)。在对象3的显著移动之后,能够以规则间隔或不规则间隔或者甚至连续地重复表示一类校准的这些步骤,以自适应地控制照明,特别是控制对皮肤区域2的照明的角度。

[0075] 照明单元40通常可以被配置为照明元件42的一维阵列或二维阵列。照明元件42可以被布置在平坦的或轻微弯曲的框架处。优选地,能够个体地控制照明元件42。

[0076] 通常,控制单元18被配置为控制由照明单元40所发射的光的强度、方向、分布和/或照明角度。

[0077] 图6示出了根据本发明的系统101的第二实施例的示意性示图。在本实施例中,提供了额外的距离数据采集单元50,以利用向对象发射并从对象反射回的辐射51来采集表示距离数据采集单元50与皮肤区域2之间的距离的距离数据52。距离数据采集单元50例如可以是飞行时间(TOF)相机或雷达单元。根据所采集到的距离数据52,取向估计单元16能够确定皮肤区域2的皮肤表面的取向,或者能够生成皮肤区域2的皮肤表面的3D模型。这提供了另一简单的选项,从而以相当精确的方式来估计所述皮肤区域的取向。然而,在其他实施例中可以采用建立3D模型的其他方法。

[0078] 此外,在本实施例中,描绘了照明单元60的另一实施方式。所述照明单元60包括单个照明元件61以及包括(机械地或电地)能切换的快门的快门元件62,快门元件62用于允许或阻止来自照明元件61的不同区域的光的通过。例如,可以将LCD与发光元件61与对象3之间的能个体地控制的快门(即,通过控制信号26控制)的阵列一起用作照明元件61。

[0079] 这样的照明单元60也能够被用在所提出的系统的其他实施例中,例如,在图5中所示的系统101中,并且照明单元40也能够被用在图6中所示的系统101的实施例中。

[0080] 在例如与图5中所示的系统100的元件一起使用的另外的实施例中,可以假设皮肤不是理想的朗伯反射体,即,也产生镜面反射或者不沿着朗伯‘余弦定理’的反射。如果使用漫反射能够被相当多地吸收的更短的波长,这种模型会是尤其有用的。在这种情况下,相机能够看到来自照明元件的最高的亮度,对此,入射角度等于相机角度(最大镜面反射)。在恒定相机位置的情况下,结果是能够确定最大程度地沿着表面法线辐照的照明元件的位置。

[0081] 在又一实施例中,照明单元40(例如,LED阵列)的多个照明元件42的两个相邻照明元件42交替地发射相等强度的光(但是在与表面法线成稍微不同的角度下)。在照明单元40中的不同位置处的照明元件42对以不同的频率进行交替。从皮肤2反射的光31现在示出了所有不同频率的分量,特别是所有不同频率的分量,但是最接近表面法线发射的照明元件42将给出最低频率幅度。因此,根据反射光31的(调制)谱,能够确定照明元件42的哪个取向最接近所述表面法线。

[0082] 在又一实施例中,可以利用指向皮肤区域2的相机来测量所述谱,但是利用皮肤反射的光被聚焦到的光电二极管可能实现更高的调制频率。另外的备选方案是以较高的速度运行所述相机(常常在较低分辨率下是可能的,即相机的所谓的“分组”选项)。

[0083] 图7示出了根据本发明的系统102的第三实施例的示意性示图。在本实施例中,检测单元30包括:相机33,其用于根据由相机33所接收到的光31来生成所述输入信号32;以及光电二极管34,其用于根据由光电二极管34所接收到的光31来生成反射信号35。此外,照明单元40包括:第一组43照明元件44,其用于照明所述皮肤区域2以使得能够由所述相机33生成输入信号31;以及第二组45照明元件46,其用于照明所述皮肤区域2以使得能够由所述光电二极管34生成反射信号35。

[0084] 优选地,由第一组43照明元件44以及由第二组45照明元件46所使用的波长不同,即,照明元件46被配置为利用所述相机33的敏感区间外部的波长或波长范围的光来照明所述皮肤区域2。此外,照明元件44和照明元件46的数量可以不同。

[0085] 两个相邻照明元件也可以通过除调制频率之外的其他手段来分隔,诸如使用稍微不同的波长、顺序照明、以相同频率的同步闪烁等。

[0086] 在上文所解释的实施例中,控制单元18基于皮肤区域2的估计取向来控制照明单元40。在其他实施例中,另外地或备选地,控制单元18可以基于皮肤区域2的所述估计取向来控制处理单元14。具体地,当照明单元40从不同的照明角度以随后的时间区间来照明皮肤区域2时,可以控制处理单元14以根据所述输入信号来导出生命体征相关信息36,所述输入信号是在基于所述皮肤区域的估计取向而选择的时间区间期间、即在所述皮肤区域被最优地照明的时间区间期间所获得的。在图7中由从控制单元18到处理单元14的控制信号29来图示这种情况,但是也可以在其他实施例中提供。

[0087] 例如,在一实施方式中,处理单元14可以仅使用所有照明元件之中其照明导致具有最高强度的反射信号的照明元件排他地或者利用最高强度照明所述皮肤区域2的时间区间期间所获得的输入信号32。在另一实施方式中,处理单元14可以仅使用所有照明元件之中其照明导致具有最小强度调制的反射信号的照明元件排他地或者利用最高强度照明所述皮肤区域2的时间区间期间所获得的输入信号32。因此,在这样的实施例中,所述照明单元能够以相同的方式、任选在没有额外的控制的情况下连续地照明皮肤区域2。

[0088] 图8示出了根据本发明的系统103的第四实施例的示意性示图,其中,设备10的元件未被明确示出。在本实施例中,所述照明单元和所述检测单元被嵌入到辐射加温器60中。婴儿常常被保持在这样的辐射加温器60中以帮助保持婴儿体温受到调节。这为处置、护理和手术提供了对婴儿更好的通道。

[0089] 辐射加温器60正常具有在婴儿2上方居中的IR加温灯62。保持加热元件62的模块使得其也是集成检测单元30的理想地方,所述检测单元在此是如上文所解释的相机的形式,只要空间允许,该相机在相同点处与该加热元件62面对。承载加热元件62的臂63也能够内部承载相机30(由于其仅需要小的孔,所以基本上是不可见的)。此外,所述臂包含照明单元40的照明元件42,在此是相机30周围的阵列形式。在加温器60内部,特别是在臂63内部,能够完美地管理线缆敷设。设备10也可以被集成在辐射加温器60中。此外,辐射加温器60可以共享用户接口以及监测和加温功能可能需要的任何另外的潜在计算模块。以类似的方式,可以将所提出的系统的一些或所有元件集成到恒温箱中。

[0090] 在图9中示出了根据本发明的方法的实施例的流程图。在第一步骤S10中,利用光来照明生命体3的至少皮肤区域2。在第二步骤S12中,在至少一个波长区间中接收从所述皮肤区域2反射的光31。在第三步骤S14中,根据所接收到的光31来生成表示生命体征相关信息的输入信号32,根据所述生命体征相关信息能够导出所述生命体的生命体征。在第四步骤S16中,处理输入信号32以根据所述输入信号32来导出所述生命体的生命体征信息36。在第五步骤S18中,估计所述皮肤区域2的取向。在第六步骤S18中,所述照明单元40基于所述皮肤区域2的估计取向来照明所述皮肤区域2,和/或所述处理基于所述皮肤区域的所述估计取向来导出生命体征相关信息36。

[0091] 总之,生命体征测量设备通过测量感兴趣区域的皮肤区域中的细微变化来导出生

命体征信息,所述细微变化继而依赖于照明。通常,需要专用的照明。然而,已经发现,对于测量而言,一种特定的预设照明可能并非始终是最优的。例如,镜面反射是难题之一,特别是对于SpO₂测量而言,在用于测量的感兴趣区域(ROI)中应当加以避免。由于不同的皮肤类型(条件)和身体姿态或者在身体移动之后,ROI中可能存在或出现镜面反射。针对每次测量,或者在环境或生命体征测量设备的每次改变之后,人工地调节照明设置是主观性的且消耗时间的。

[0092] 因此,本发明提出了用于不突兀的生命体征测量(例如,心跳监测、SpO₂监测等)的自适应设备和方法,能够对其进行自动地配置以实现最优的测量。因此,提供了控制单元,所述控制单元控制所述照明单元和/或所述处理单元,所述照明单元例如是一个或多个能控制的光源,所述处理单元用于基于所述皮肤表面的所述估计取向来导出生命体征相关信息,所述生命体征相关信息例如是生命体征自身或者是能够根据其导出生命体征的信号。因此,即使在变化的条件的情况下,也能够以最优的准确度和可靠性来获得生命体征相关信息。

[0093] 可以在各种应用中应用本发明。心率、呼吸率和SpO₂是患者监测和居家健康管理中的非常相关的因素,其中,远程心率监测变得越来越相关。此外,可以将本发明应用于在健身设备中记录心跳。特别是可以在利用变化的能控制的照明或者利用可变光条件执行(无接触的)基于相机的生命体征监测的任何应用中应用所提出的发明。典型的应用领域例如是NICU中皮肤非常敏感的早产儿以及皮肤受损(例如,烧伤)的患者。应用场所包括NICU、急症等候室、普通病房、护理院、家庭健康护理和精神科病房/监狱。正常地,生命体征提取是极具挑战性的,并且在一些情况下甚至是不可能的,但是现在能够准确并且可靠地实现。此外,能够在接触式PPG设备中应用本发明,诸如接触式脉搏血氧计或者用于SpO₂测量的夹指传感器。

[0094] 尽管已经在附图和前面的描述中详细例示和描述了本发明,但是这样的例示和描述应当被视为是例示性或示范性的,而非限制性的;本发明并不限于所公开的实施例。通过研究附图、公开和随附的权利要求,本领域技术人员在实践所主张的发明的过程中能够理解和实现对所公开的实施例的其他变型。

[0095] 在权利要求中,“包括”一词不排除其他元件或步骤,并且不定冠词“一”或“一个”不排除多个。单个元件或其他单元可以完成权利要求中所阐述的若干项的功能。在相互不同的从属权利要求中提到特定措施的简单事实并不指示不能有利地使用这些措施的组合。

[0096] 一种计算机程序可以被存储/分布在适当的非瞬态介质上,诸如与其他硬件一起或者作为其部分供应的光学存储介质或固态介质上,但是也可以通过其他形式分发,诸如经由因特网或其他有线或无线电信系统。

[0097] 权利要求中的任何附图标记都不应当被解释为限制范围。

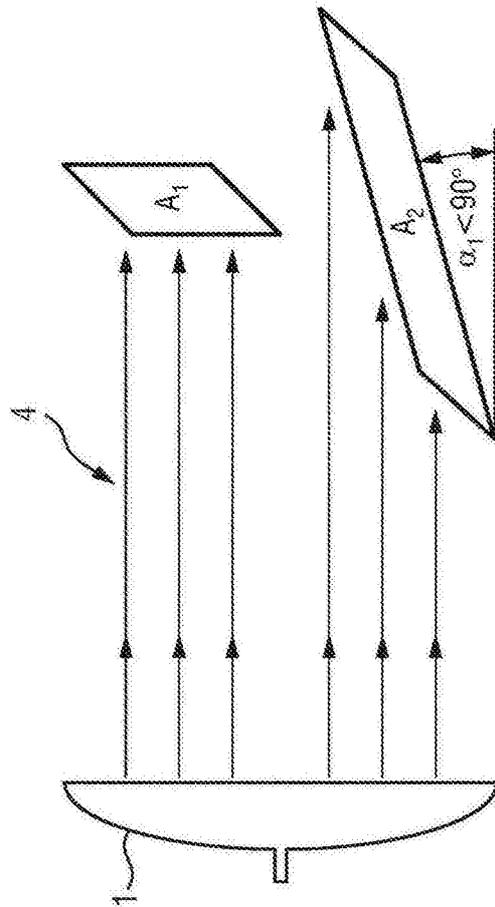


图3A

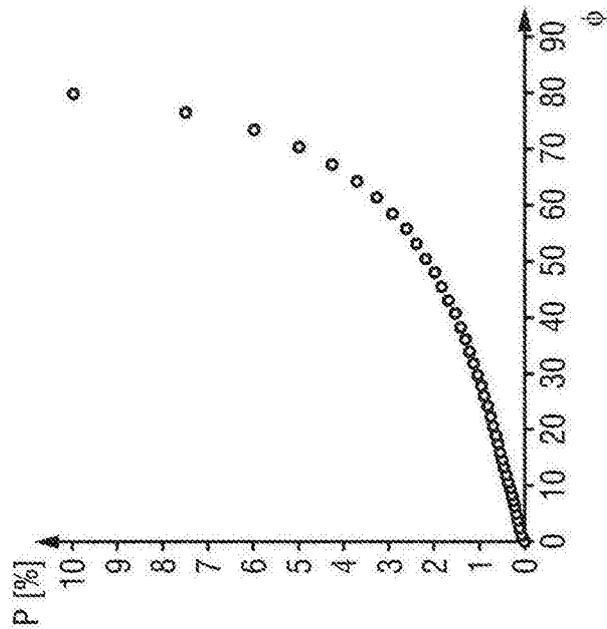


图3B

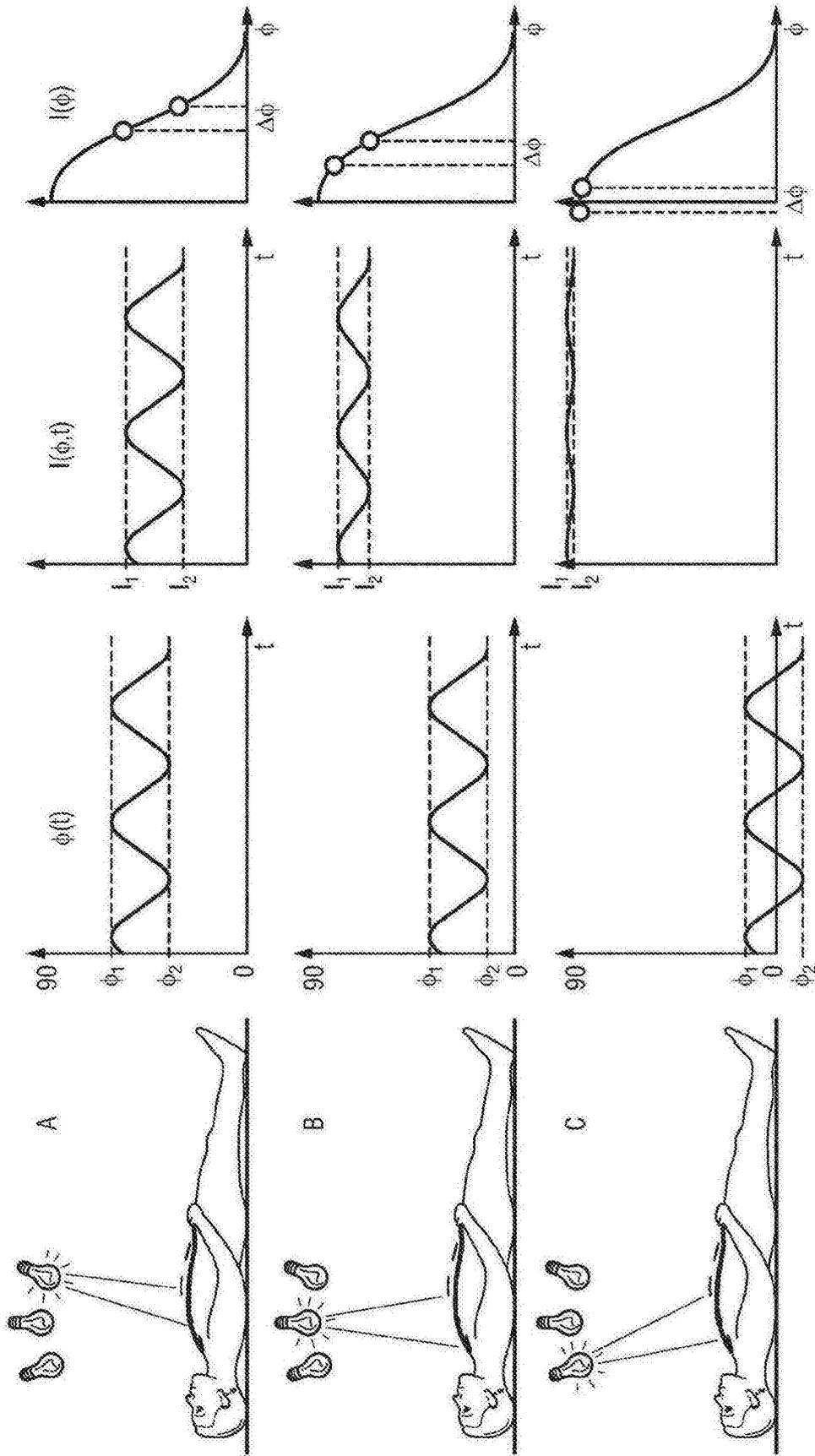


图4

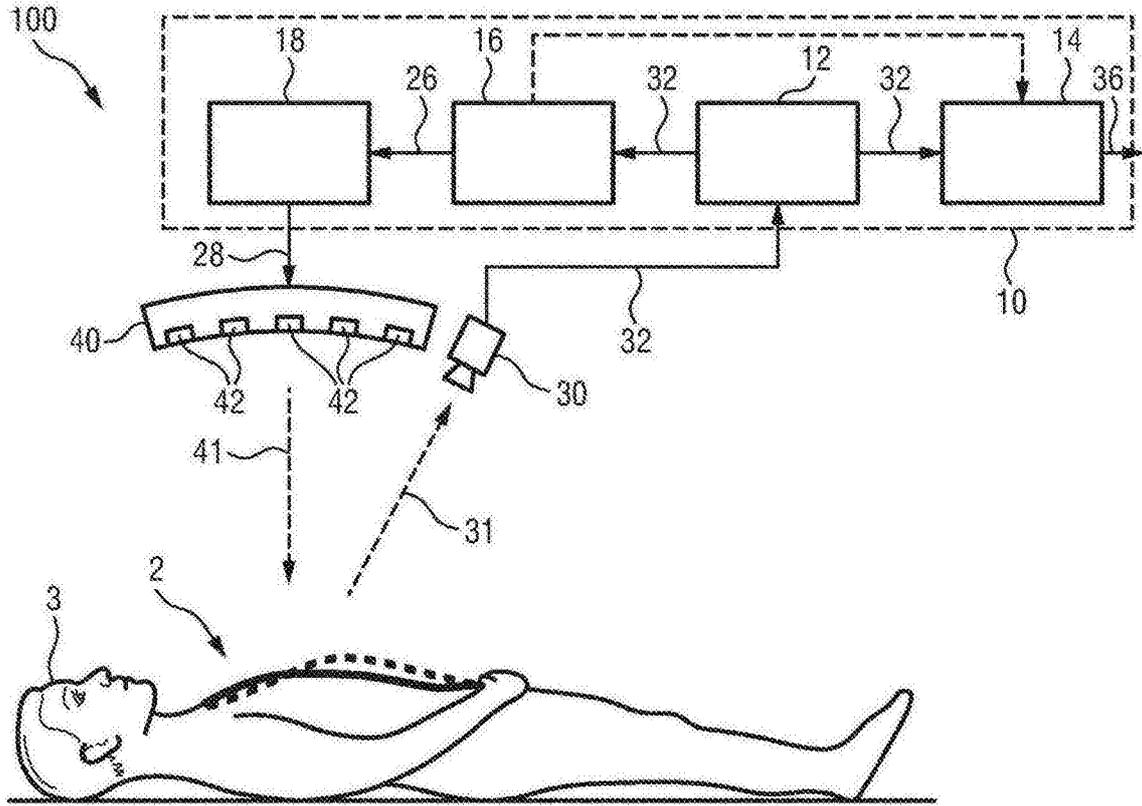


图5

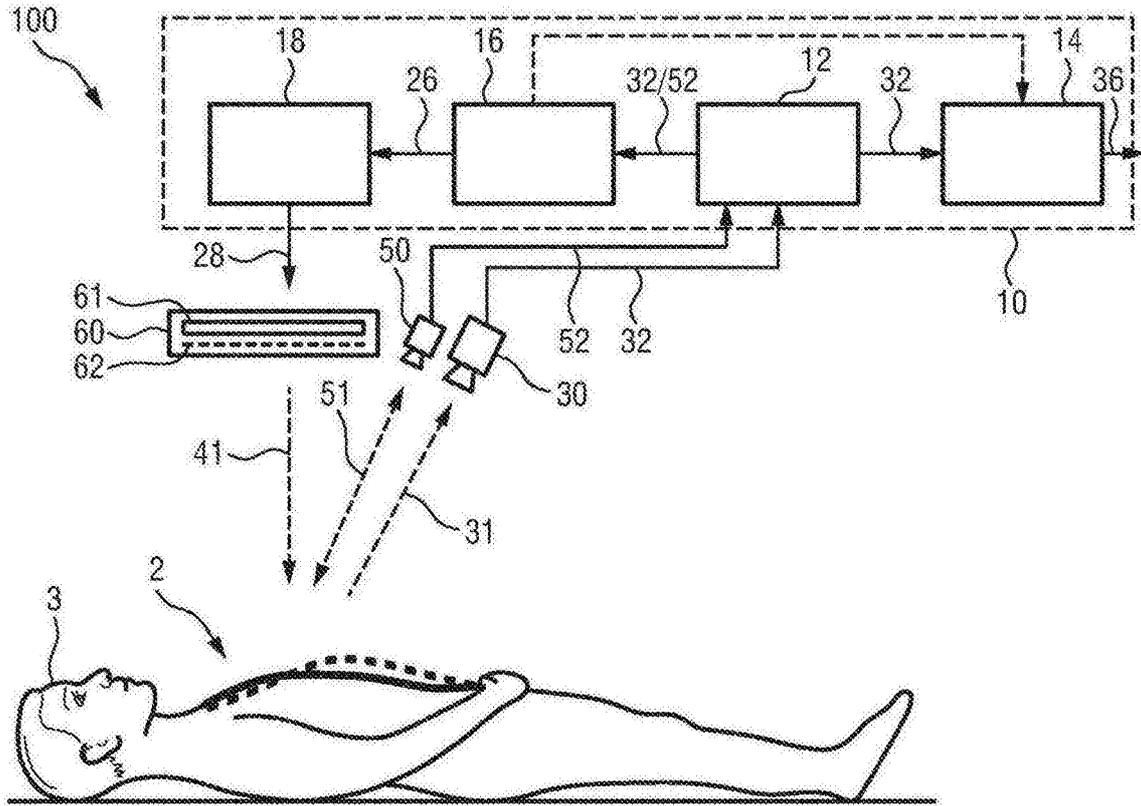


图6

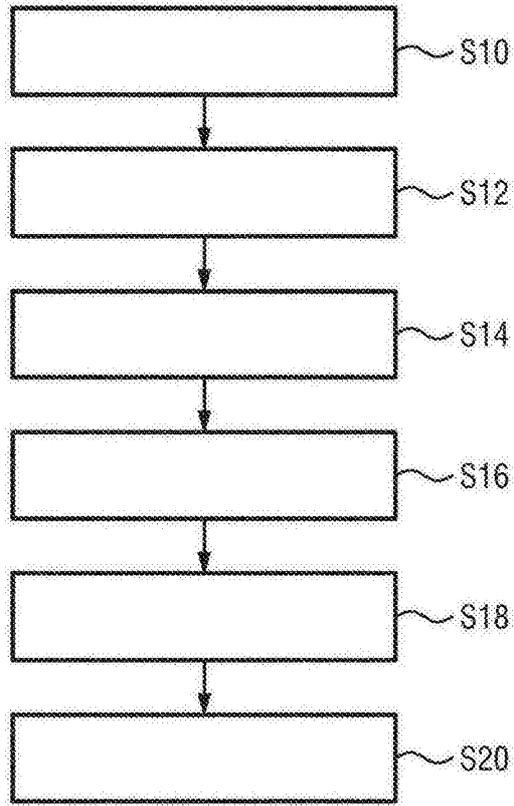


图9

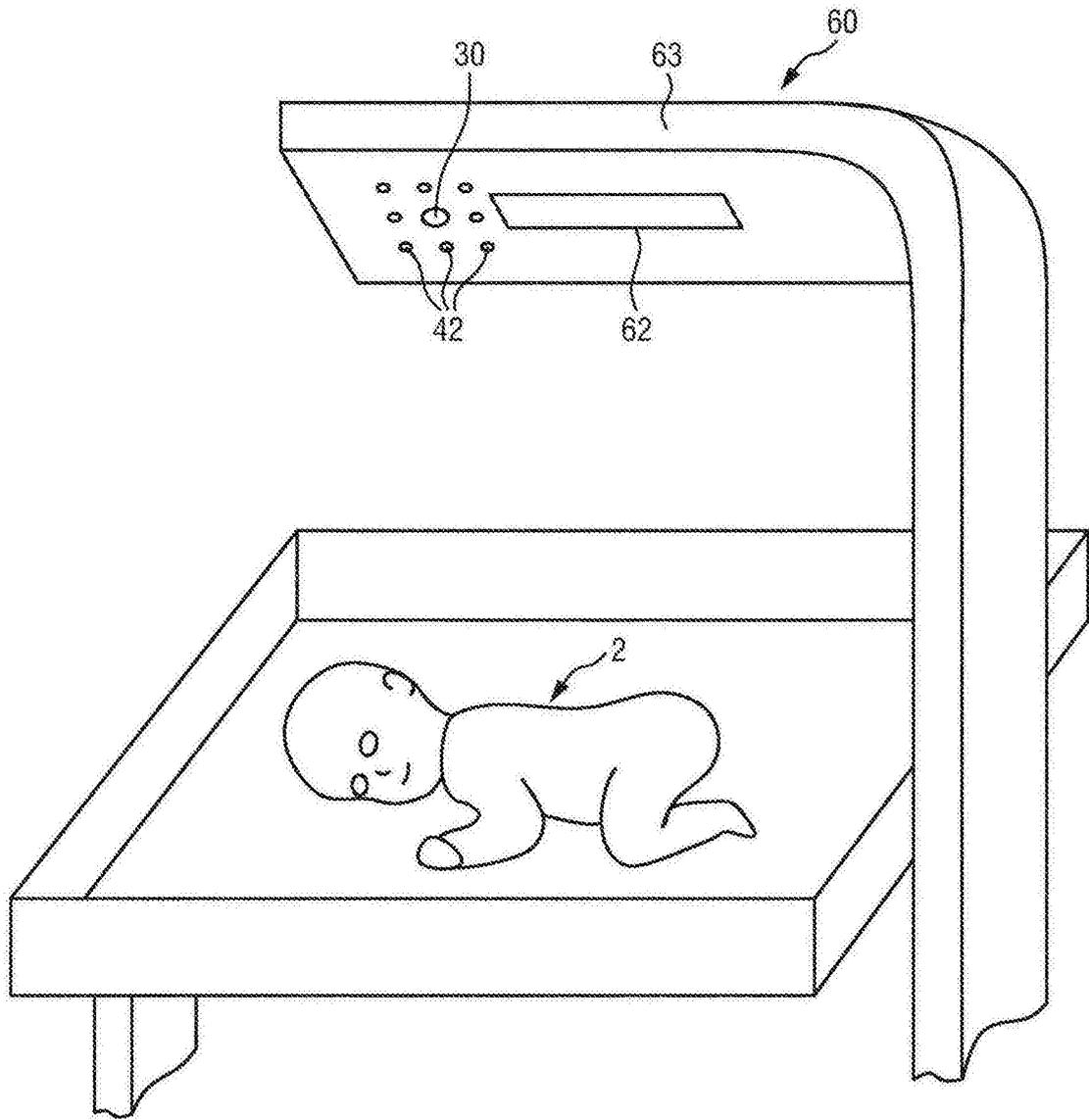


图8