



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116419709 A

(43) 申请公布日 2023. 07. 11

(21) 申请号 202180070569.3

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245

(22) 申请日 2021.08.23

专利代理师 颜芳

(30) 优先权数据

63/069,069 2020.08.23 US

(51) Int.Cl.

A61B 5/145 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.04.14

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IL2021/051031 2021.08.23

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/043998 EN 2022.03.03

(71) 申请人 迈奥诊断公司

地址 以色列兹奇隆亚科夫

(72) 发明人 M·阿什肯纳齐 A·帕塞克

I·埃舍特克斯勒 I·卡茨

R·科恩 A·卡茨 M·布兰德温

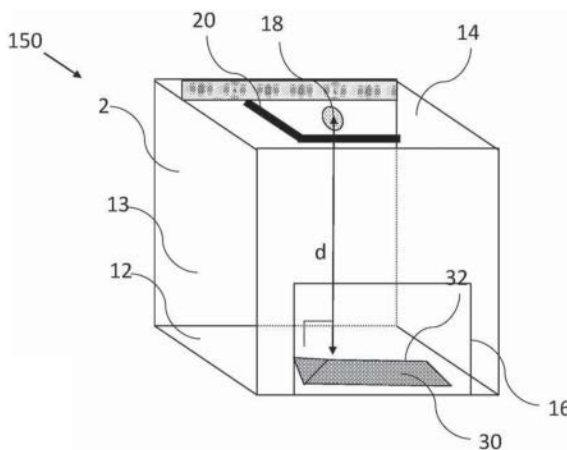
权利要求书2页 说明书10页 附图4页

(54) 发明名称

用于确定血红蛋白水平的设备和方法

(57) 摘要

提供了用于非侵入性地确定血红蛋白水平的设备、套件和方法。所述设备包括：限定内部空间的箱体，所述箱体包括：(a) 上开口，所述上开口被用以允许置于所述箱体的顶部上的摄像机拍摄置于所述内部空间内的对象手部的图像，其中所述上开口和所述箱体的底部之间的竖直距离在50至400mm之间；和(b) 侧开口，所述侧开口被配置用于所述对象手部的插入；适配器，所述适配器附接至所述箱体的上面，用于固定所述摄像机并确保摄像机镜头的位置在所述上开口上方；放置垫，所述放置垫位于所述箱体的底部，具有被配置以引导所述对象将包括指甲和皮肤的手部部分以面向所述摄像机的镜头的方向放置的纹理，使得所述摄像机的视场拍摄所述指甲和所述皮肤。



1. 用于确定对象中的血红蛋白水平的设备,所述设备包括:
 - (i) 限定内部空间的箱体,所述箱体包括:
 - (a) 上开口,所述上开口被用以允许置于所述箱体的顶部上的摄像机拍摄置于所述内部空间内的对象手部的图像,其中所述上开口与所述箱体的底部之间的竖直距离在50至400mm之间;和
 - (b) 侧开口,所述侧开口被配置用于所述对象手部插入;
 - (ii) 适配器,所述适配器附接至所述箱体的上面,用于固定所述摄像机并确保所述摄像机的镜头在所述上开口上方的位置;
 - (iii) 放置垫,所述放置垫位于所述箱体的底部,具有纹理,所述纹理被配置以引导所述对象将包括指甲和皮肤的手部部分以面向所述镜头的方向放置;和其中所述摄像机的视场拍摄所述指甲和所述皮肤。
2. 根据权利要求1所述的设备,还包括色标条,所述色标条位于所述箱体的所述底部,显示至少3种颜色,所述颜色的特征在于(i) 670-700nm; (ii) 520-560nm; 和 (iii) 450-490nm范围内的波长反射,其中所述摄像机的视场还拍摄所述色标条。
3. 根据权利要求1或权利要求2所述的设备,还包括盖,所述盖连接至所述箱体,用于在将所述摄像机施加到所述适配器上以及将所述对象手部施放于所述开口内后覆盖所述侧开口,以基本上阻挡将进入所述内部空间内的外部光量。
4. 根据权利要求3所述的设备,其中所述摄像机将捕获的最大外部光量为至多1流明。
5. 根据权利要求1至4中任一项所述的设备,其中所述摄像机被包括在智能手机中。
6. 根据权利要求1至5中任一项所述的设备,其中所述内部空间具有足以供所述对象的手部以展开姿势插入的尺寸。
7. 根据权利要求2至6中任一项所述的设备,其中所述色标条进一步显示至少一个灰度部分。
8. 套件,其包括:
 - i. 限定内部空间的箱体,所述箱体包括:
 - (a) 上开口,所述上开口被用以允许置于所述箱体的顶部上的摄像机拍摄置于所述内部空间内的对象手部的图像,其中所述上开口和所述箱体的底部之间的竖直距离在50至400mm之间;和
 - (b) 侧开口,所述侧开口被配置用于至少对象手部的插入;
 - ii. 适配器,所述适配器能够附接至所述箱体的上面,用于固定所述摄像机并确保摄像机镜头的位置在所述上开口上方;和
 - iii. 放置垫,所述放置垫位于所述箱体的底部,具有纹理,所述纹理被配置以引导所述对象将包括指甲和皮肤的手部部分以面向所述摄像机的镜头的方向放置;其中所述摄像机的视场拍摄所述指甲和所述皮肤。
9. 根据权利要求8所述的套件,还包括色标条,所述色标条被用以定位于所述箱体的所述底部,显示至少3种颜色,所述颜色的特征在于(i) 670-700nm; (ii) 520-560nm; 和 (iii) 450-490nm范围内的波长反射,其中所述摄像机的视场还拍摄所述色标条。
10. 根据权利要求8或权利要求9所述的套件,还包括盖,所述盖能够连接到所述箱体,并且被用以在将所述摄像机施加到所述适配器上以及将所述对象的手部施放于所述开口

内后覆盖所述侧开口,以基本上阻断将进入所述内部空间内的外部光量。

11. 利用权利要求1-7中任一项所述的设备来确定有需要的对象中的血红蛋白水平的方法,所述方法操作以执行程序指令,并且包括以下步骤:

i. 从所述摄像机接收在限定光条件下拍摄的图像,所述图像包括所述对象的多个指甲和皮肤以及所述色标条;

ii. 执行所述图像的所述指甲部分的像素的图像分割;

iii. 通过训练好的神经网络将所述图像数据转换成血红蛋白水平;和

iv. 输出显示所述对象的所述血红蛋白水平。

12. 根据权利要求9所述的方法,其中所述程序指令进一步从所述摄像机接收视频作为输入。

13. 根据权利要求9或权利要求10所述的方法,其中所述程序指令进一步由所述视频分析所述对象的心率。

14. 根据权利要求9至11中任一项所述的方法,其中所述程序指令进一步接收所述对象的一个或多个参数作为输入,所述参数选自:年龄、性别和心率。

15. 平均绝对误差小于0.95g/dL的非侵入性快速血液血红蛋白水平测量的方法,所述方法包括从摄像机接收在至多1流明的限定光条件下拍摄的对象指甲的图像。

16. 根据权利要求15所述的方法,还包括将用户的手部的包括指甲和皮肤的部分置于根据权利要求1-7中任一项所述的设备中。

用于确定血红蛋白水平的设备和方法

相关申请的交叉引用

[0001] 本申请要求2020年8月23日提交的题为“APPARATUS AND METHOD FOR DETERMINING HEMOGLOBIN LEVELS”的美国临时专利申请号63/069,069的优先权,其内容整体通过引用并入本文。

技术领域

[0002] 本发明的应用总体上涉及用于非侵入性地确定血红蛋白水平的设备和方法。

背景技术

[0003] 血红蛋白是一种富铁蛋白质,其帮助血红细胞将氧气从肺部携载到身体的其余部分。血红蛋白中的铁携载氧气,从而为贯穿我们身体发生的很多代谢过程提供燃料,并且是维持健康细胞、皮肤、毛发和指甲所必需的。

[0004] 红细胞中血红蛋白水平低的标志是铁缺乏(iron deficiency),这是世界范围内最常见的微量营养素缺乏,也是美国的贫血首要原因。铁缺乏是因为身体对铁的需求增加,或者摄入铁的吸收或量减少。铁缺乏的体征包括疲劳、工作和学习表现下降、维持体温困难、免疫功能下降和舌炎。

[0005] 幼儿是铁缺乏的特殊风险群体,因为其快速生长导致铁需求高。铁缺乏的婴儿和儿童可能经历生长和发育延迟,包括神经发育延迟,并可能容易遭受感染。

[0006] 用于诊断血红蛋白水平的现有方法需要侵入性的血液测试,因此,需要通过利用非侵入性且更易得的(accessible)方法来诊断血红蛋白水平的新设备和方法。

[0007] 相关领域的前述示例和与其相关的限制意图是示例性的,而不是详尽的。在阅读说明书和研究附图后,相关领域的其它限制对于本领域技术人员来说将是显而易见的。

发明内容

[0008] 以下实施方式和其方面结合系统、工具和方法来描述和示例,该实施方式和方面意图是示例性且说明性的,而非范围限制。

[0009] 本发明的一些方面涉及用于确定对象中的血红蛋白水平的设备,所述设备包括:

(i) 限定内部空间的箱体(box),所述箱体包括:

(a) 上开口,所述上开口被用以允许置于箱体顶部的摄像机拍摄置于所述内部空间内的对象手部的图像,其中所述上开口和箱体底部之间的竖直距离在50至400mm之间;和

(b) 侧开口,所述侧开口被配置用于所述对象的手部的插入(伸入,insertion);

(ii) 适配器,所述适配器附接至所述箱体的上面(上表面,upper face),用于固定所述摄像机并确保摄像机镜头的位置在所述上开口上方;

(iii) 放置垫,所述放置垫位于所述箱体的底部,具有纹理,该纹理被配置以引导所述对象将包括指甲和皮肤的手部部分以面向所述摄像机的镜头的方向放置;和

其中所述摄像机的视场拍摄所述指甲和所述皮肤。

[0010] 在一些实施方式中,所述设备还包括色标条(颜色尺度条,color scale bar),其位于所述箱体的所述底部,显示至少3种颜色,其特征在于(i)670-700nm;(ii)520-560nm;和(iii)450-490nm范围内的波长反射,其中所述摄像机的视场还拍摄所述色标条。

[0011] 在一些实施方式中,所述设备还包括与所述箱体连接的盖,用于覆盖所述侧开口,以在将所述摄像机施加到所述适配器上并且所述对象的手部处于所述开口内后基本上阻挡将进入所述内部空间内的外部光量。在一些实施方式中,所述摄像机将捕获的最大外部光量为至多1流明(Luman)。

[0012] 在一些实施方式中,所述摄像机被包括在智能手机中。

[0013] 在一些实施方式中,所述内部空间具有足够所述对象的手部以展开姿势插入的尺寸。在一些实施方式中,所述色标条还显示至少一个灰度部分。

[0014] 本发明的一些其它方面涉及套件(kit),其包括:

i. 限定内部空间的箱体,所述箱体包括:

(a) 上开口,所述上开口被用以允许置于所述箱体的顶部上的摄像机拍摄置于所述内部空间内的对象手部的图像,其中所述上开口和所述箱体的底部之间的竖直距离在50至400mm之间;和

(b) 侧开口,所述侧开口被配置用于至少对象手部的插入;

ii. 适配器,所述适配器可附接至所述箱体的上面,用于固定所述摄像机并确保摄像机镜头的位置在所述上开口上方;和

iii. 放置垫,所述放置垫位于所述箱体的底部,具有纹理,所述纹理被配置以引导所述对象将包括指甲和皮肤的手部部分以面向所述摄像机的镜头的方向放置;

其中所述摄像机的视场拍摄所述指甲和皮肤。

[0015] 在一些实施方式中,所述套件还包括色标条,所述色标条被用以定位于所述箱体的所述底部,显示至少3种颜色,其特征在于(i)670-700nm;(ii)520-560nm;和(iii)450-490nm范围内的波长反射,其中所述摄像机的视场也拍摄所述色标条。

[0016] 在一些实施方式中,所述套件还包括盖,所述盖可连接到所述箱体,并且被用以在将所述摄像机施加到所述适配器上并且所述对象的手部施放在所述开口内后覆盖所述侧开口,以基本上阻挡将进入所述内部空间内的外部光量。

[0017] 本发明的一些其它方面涉及利用根据本文公开的任何实施方式的设备来确定有需要的对象中的血红蛋白水平的方法,所述方法操作以执行程序指令,并且包括以下步骤:

i. 从所述摄像机接收在限定光条件下拍摄的图像,所述图像包括所述对象的多个指甲和皮肤以及所述色标条;

ii. 执行对所述图像的指甲部分的像素的图像分割(分段,segmentation);

iii. 通过训练好的神经网络将所述图像数据转换成血红蛋白水平;和

iv. 输出显示所述对象的血红蛋白水平。

[0018] 在一些实施方式中,所述程序指令进一步从所述摄像机接收视频作为输入。

[0019] 在一些实施方式中,所述程序指令进一步从所述视频分析所述对象的心率。

[0020] 在一些实施方式中,所述程序指令进一步接收所述对象的选自年龄、性别和心率的一个或多个参数作为输入。

[0021] 本发明的一些其它方面涉及平均绝对误差小于0.95g/dL的非侵入性快速血液血

红蛋白水平测量的方法,所述方法包括接收在至多1流明的限定光条件下从摄像机拍摄的对象的手部的图像。在一些实施方式中,所述方法还包括将用户的手部的包括指甲和皮肤的部分置于根据本文公开的任一实施方式的设备中。

附图说明

[0022] 参考附图中示出了示例性实施方式。附图中所示的部件和特征的尺寸总体上是为了展示方便和清楚而选择的,并不一定按比例显示。以下列出了这些附图。

[0023] 图1A展示了描绘根据本发明一些实施方式的用于确定血红蛋白水平的设备的一个非限制性示例性配置的透视图。

[0024] 图1B展示描绘根据本发明一些实施方式的用于确定血红蛋白水平的设备的另一非限制性示例性配置的透视图。

[0025] 图1C展示了描绘图1B的设备的另一非限制性示例性配置的另一透视图。

[0026] 图2A展示了描绘根据本发明一些实施方式的设备的内部的一个非限制性示例性配置的俯视图,其中摄像机的视场拍摄对象的手背以及色标条。

[0027] 图2B展示了描绘根据本发明一些实施方式的设备的内部的另一非限制性示例性配置的俯视图,其中摄像机的视场拍摄对象的手背以及色标条。

[0028] 图3展示了根据本发明一些实施方式的用于确定有需要的对象中的血红蛋白水平的非限制性方法的流程图。

具体实施方式

设备

[0029] 本发明在一些实施方式中提供了用于确定有需要的对象中的血红蛋白水平的设备。本文提供的设备的用途的非限制性实例包括对贫血的非侵入性检测、预防和治疗,以及对患有或疑患贫血的对象提供个人护理(care)。

[0030] 在一些实施方式中,所述设备包括:(i)限定内部空间的箱体,所述箱体包括:上开口,所述上开口被用以允许置于箱体的顶部上的摄像机(例如,带有闪光装置)拍摄置于内部空间内的对象手部的图像,其中上开口和箱体的底部之间的竖直距离在50至400mm之间;侧开口,所述侧开口被配置用于所述对象的手部(例如,婴儿的手部)插入;(ii)适配器,所述适配器附接至箱体的上面,用于固定(例如,安装)摄像机;和(iii)放置垫,所述放置垫位于箱体的底部,具有纹理,所述纹理被配置以引导所述对象将包括指甲和皮肤的手部部分以面向所述摄像机的镜头的方向放置。在一些实施方式中,所述摄像机被安装使得所述摄像机的视场拍摄所述指甲和皮肤。

[0031] 在一些实施方式中,装置可进一步包括(iv)定位在摄像机的视场中的色标条,从而辅助摄像机所拍摄的图像的指甲部分和任选地皮肤的图像分割过程。进一步,本发明提供了通过分析对象的手指甲的照片来确定血红蛋白水平的方法。

[0032] 设备(在其一些实施方式中)是具有由壁限定的内部空间的封闭箱体的形式。设备可由刚性或弹性材料制成,具有刚性外壳。设备可具有任何几何构型如圆形、方形或椭圆形,只要摄像机的视场包括用户的指甲部分和色标条。在一些实施方式中,箱体是方形的,并且可具有在60-140mm范围内的长度、在8-16cm范围内的高度,和在40-120mm范围内的深

度。在一些实施方式中,摄像机和对象的手部之间的距离可在60-220mm范围内。在非限制性实例中,箱体可以是婴儿代乳品的回收箱体。

[0033] 现在参考图1A,其显示了设备100的非限制性配置,其中该设备包括箱体2。箱体2可具有四个侧竖直壁10、底面12和顶面/上面14。在一些实施方式中,箱体2可具有圆形壁或任何其它形状的竖直壁。箱体2可包括上开口18,该上开口18被用以允许置于箱体2顶部的摄像机(例如,带有闪光装置)拍摄置于内部空间(例如,图1C、图2A和图2B中所示的内部空间13)内的对象手部的图像,其中上开口和箱体底部(图1C中所示)之间的竖直距离“d”在5至40mm之间

[0034] 在一些实施方式中,该设备包括侧开口16,该侧开口16被用以且适于对象的至少手指的插入,使得摄像机的视场包括用户的指甲部分。任选地,侧开口16包括由弹性材料制成的盖,所述盖的方式是:在将对象的手部施放在所述侧开口16内后,基本上限制进入设备的内部空间内的外部光量。

[0035] 开口可位于沿壁的任何位置,只要摄像机的视场包括用户的指甲部分。

[0036] 侧开口16的尺寸足以供对象的手部或至少手指在手指以展开姿势放置(例如,如图2所示)时插入。将手指以展开姿势定位可改善血红蛋白测量——通过防止在手指紧握情况下的血流中断。

[0037] 设备包括用于安装摄像机(例如,带有闪光装置)的适配器20。任选地,适配器20是适于安装智能手机的凹槽。适配器20将摄像机定位在某个位置使得所述摄像机的视场拍摄箱体的内部空间,并且以摄像机基本上限制从适配器进入到内部空间的外部光量的方式定位。

[0038] 顶面14可包括适配器20。可选地,适配器可被定位于侧壁10中的一个处。在一些实施方式中,适配器20安装所述摄像机,使得摄像机的视场拍摄对象手部的至少包括指甲和皮肤的部分。

[0039] 现参考图1B和图1C,其显示了描绘根据本发明一些实施方式的用于确定血红蛋白水平的设备150——分别为有盖和无盖——的另一非限制性示例性配置的透视图。设备150可包括箱体2,其与设备100的箱体2基本上相同。箱体2可包括上开口18,该上开口18被用以允许置于箱体2顶部上的摄像机(例如,带有闪光装置)拍摄置于内部空间13内的对象手部的图像,其中上开口18和箱体的底部12之间的竖直距离“d”(如图1C所示)在50至400mm之间。箱体2可进一步包括侧开口16,其被配置用于所述对象手部的插入。

[0040] 在一些实施方式中,设备150包括适配器20,该适配器20附接到箱体的上面14,用于安装摄像机并确保摄像机镜头的位置处于上开口18上方。适配器20可包括可允许将摄像机如智能手机的摄像机安装到箱体的上面14的任何装置、元件或部件。在非限制性示例中,适配器20可允许以仅一种可能的方式将智能手机安装到箱体2,从而避免摄像机的错位。适配器20可包括粘合剂表面、边缘元件(如示例)、夹具或允许可拆卸地将摄像机(例如,被包括在智能手机中)连接至上面14的任何其它元件。在一些实施方式中,适配器20安装所述摄像机,使得摄像机的视场拍摄指甲和皮肤。

[0041] 在一些实施方式中,设备150包括放置垫30,其位于箱体2的底部12,具有纹理,该纹理被配置以引导所述对象将包括指甲和皮肤的手部部分以面向所述摄像机的镜头的方向放置。在一些实施方式中,垫30可具被塑形以固定(hold)人手指的纹理,或者任何其它合

适的形状。在一些实施方式中,垫30的面32可包括触摸传感器(例如,触摸屏),其被配置以检测至少一个手指/手部部分在垫30上的放置。在一些实施方式中,触摸传感器可被配置以提供所述至少一个手指/手部部分在垫上的位置。在一些实施方式中,触摸传感器可向用户装置(例如,智能手机)发送位置,并且在用户装置上运行的应用程序可向用户展示指令以校正所述至少一个手指/手部部分在垫30上的放置。

[0042] 在一些实施方式中,设备150包括与箱体连接2的盖40(在图1B中示例),用于在将摄像机施加到适配器上并且对象的手部经由所述开口插入后覆盖侧开口16,以基本上阻挡待进入所述内部空间13内的外部光量。在一些实施方式中,摄像机捕获的最大外部光量为至多1流明。在一些实施方式中,盖40可由任何柔性不透明材料制成,如不透明织物、不透明聚合物片材等。在一些实施方式中,盖40可以以允许用户将其/她的手部的至少部分伸入侧开口16的方式连接/可连接至箱体2。

[0043] 在一些实施方式中,设备150包括位于箱体的所述底部的色标条24或42(在图2A和图2B中示例),显示至少3种颜色,其特征在于(i) 670-700nm; (ii) 520-560nm; 和(iii) 450-490nm范围内的波长反射,其中所述摄像机的视场还拍摄该色标条。

[0044] 现参考图2A和图2B,其描绘了设备的内部。设备100或150可进一步包括至少一个色标条24或42,其位于摄像机的视场中,从而辅助对摄像机所拍摄的图像的指甲部分的图像分割过程。

[0045] 在一些实施方式中,色标条24显示至少3种颜色,其特征在于(i) 670-700nm; (ii) 520-560nm; 和(iii) 450-490nm范围内的波长反射。在一些实施方式中,色标条42显示多于3种颜色。

[0046] 在一些实施方式中,所述色标条24或42进一步显示至少一个灰度部分。根据一些实施方式,所述色标条进一步显示三个不同的灰度部分。

[0047] 如本文所述,设备用于用摄像机拍摄对象的指甲的图像,以及通过分析指甲26的颜色来确定血红蛋白水平。用指甲确定血红蛋白水平是理想的,因为与皮肤的其它部分相比,指甲包含的黑色素量最少,因此指甲颜色的主要来源是血红蛋白。此外,指甲的尺寸和形状的个人差异性(variability)低。通过使用本文描述的设备和方法,本发明能够提供血红蛋白水平的高度准确的确定。

[0048] 色标条24或42可用于摄像机所拍摄的图像中的指甲部分的图像分割过程(例如,将血红蛋白测量相关的指甲部分与包括皮肤和背景的图像其它部分区分。有利地,色标条提高了血红蛋白水平测量的准确度。

[0049] 所述方法以 $\pm 9\text{g/dL}$ 的准确度和95%的灵敏度确定血红蛋白水平。

[0050] 在一些实施方式中,位于适配器中的摄像机与对象的手部11之间的距离是基本上恒定的。进一步,设备(例如,经由开口)可以以改善由摄像机所拍摄的图像的焦点和减少测量结果误差的方式提供对象手部的适当定位。

[0051] 在一些实施方式中,限制箱体2的内部空间13内的外部光(至小于1流明),以及仅使用摄像机的闪光装置,提高了血红蛋白水平的测量准确度。

[0052] 本发明的设备、套件和方法适于与用于拍摄图像的智能手机联用,使得拥有智能手机的任何人都能够随时随地立即确定血红蛋白水平。

套件

[0053] 在一些实施方式中,提供了套件,其包括

i. 箱体,如箱体2,限定内部空间,包括:

(a) 上开口,如上开口18,被用以允许置于箱体的顶部上的摄像机拍摄置于内部空间内的对象手部的图像,其中上开口和箱体的底部之间的竖直距离在50至400mm之间;和

(b) 侧开口,如侧开口18,被配置用于至少对象手部的插入。

[0054] 在一些实施方式中,该套件还包括,

ii. 适配器,如适配器20,其可附接至箱体的上面,用于固定摄像机并确保摄像机镜头在上开口上方的位置;和

iii. 放置垫,如放置垫30,位于箱体2的底部12,具有纹理,该纹理被配置以引导所述对象将包括指甲和皮肤的手部部分以面向所述摄像机的镜头的方向放置。

[0055] 在一些实施方式中,适配器被配置以安装摄像机,使得所述摄像机的视场拍摄指甲和皮肤。

[0056] 在一些实施方式中,套件还包括至少一个色标条,如色标条24或42,该色标条被用以定位于箱体的所述底部,显示至少3种颜色,其特征在在于(i) 670-700nm; (ii) 520-560nm; 和(iii) 450-490nm范围内的波长反射,其中所述摄像机的视场还拍摄该色标条。

[0057] 在一些实施方式中,套件还包括盖,如盖40,其可连接至箱体,并且被用以在将摄像机施加到适配器上并且将对象的手部施放于所述开口内后覆盖侧开口,以基本上阻挡将进入所述内部空间内的外部光量。

[0058] 箱体可以具有任何尺寸或形状,只要其允许适于拍摄手部图像的条件。在一些实施方式中,设备可以是婴儿奶粉的包装。

方法

[0059] 本发明进一步提供了系统、方法和/或计算机程序产品。

[0060] 任选地,计算机程序产品包括计算机可读存储介质。计算机可读存储介质可具有以其实施的程序代码。计算机可读存储介质可以是能够保留和存储指令以供指令执行装置使用的有形装置。计算机可读存储介质可以是,例如但不限于,电子存储装置、磁性存储装置、光学存储装置、电磁存储装置、半导体存储装置或前述的任何合适的组合。计算机可读存储介质的更具体实例的非详尽列举包括以下:便携式计算机磁盘(diskette)、硬盘、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、可擦除可编程只读存储器(EPROM或闪存)、静态随机存取存储器(SRAM)、便携式光盘只读存储器(CD-ROM)、数字通用盘(DVD)、记忆棒、软盘(floppy disk)、机械编码装置(如其上记录有指令的穿孔卡或在凹槽中的凸起结构)和前述的任何合适的组合。如本文所用,计算机可读存储介质将不被解释为瞬态信号本身,如无线电波或其它自由传播的电磁波、通过波导或其它传输介质传播的电磁波(例如,通过光纤电缆的光脉冲)或通过电线传输的电信号。

[0061] 本文描述的计算机可读程序指令可从计算机可读存储介质下载到对应的计算/处理装置或经由网络(例如,因特网、局域网、广域网和/或无线网络)下载到外部计算机或外部存储装置。网络可包括铜传输电缆、传输光纤、无线传输、路由器、防火墙、转换器(交换机,switches)、网关计算机和/或边缘服务器。每个计算/处理装置中的网络适配(器)卡或网络接口从网络接收计算机可读程序指令,并将计算机可读程序指令转发以存储在对应的计算/处理装置内的计算机可读存储介质中。

[0062] 用于实施本发明的操作的计算机可读程序指令可以是汇编指令、指令集架构 (ISA) 指令、机器指令、机器相关指令、微代码、固件指令、状态设置数据、或以一种或多种编程语言 (包括目标定向编程语言如 Java、Smalltalk、C++ 等, 以及常规程序编程语言如“C”编程语言或类似编程语言) 的任何组合编写的源代码或目标代码。计算机可读程序指令可全部在用户计算机上、部分在用户计算机上、作为独立的软件包、部分在用户计算机上并且部分在远程计算机上或全部在远程计算机或服务器上执行。在后者情况下, 远程计算机可通过任何类型的网络连接到用户计算机, 包括局域网 (LAN) 或广域网 (WAN), 经由卫星因特网连接, 或者可以连接到外部计算机 (例如, 通过因特网, 利用因特网服务提供商)。在一些实施方式中, 电子电路 (包括例如可编程逻辑电路、现场可编程门阵列 (FPGA) 或可编程逻辑阵列 (PLA)) 可通过利用计算机可读程序指令的状态信息来执行计算机可读程序指令以个性化电子电路, 从而执行本发明的方方面面。在一些实施方式中, 远程连接是经由无线电波 (例如, 在微波范围内) 进行的。

[0063] 本文参考根据本发明实施方式的方法、设备 (系统) 和计算机程序产品的附图和/或图表来描述本发明的方方面面。将理解, 各示例和/或附图及其组合可通过计算机可读程序指令来实施。

[0064] 这些计算机可读程序指令可被提供给通用计算机、专用计算机或其它可编程数据处理设备的处理器以产生机器, 使得经由计算机或其它可编程数据处理设备的处理器执行的指令创建用于实施附图中指定的功能/行为的手段 (方式, means)。这些计算机可读程序指令还可以被存储在计算机可读存储介质中, 该计算机可读存储介质可指导 (指示, direct) 计算机、可编程数据处理设备和/或其它装置以特定方式工作, 因此其中存储指令的计算机可读存储介质包括制品, 该制品包括实施附图中指定的功能/行为的方方面面的指令。

[0065] 计算机可读程序指令也可被加载到计算机、其它可编程数据处理设备或其它装置上, 导致一系列操作步骤在计算机、其它可编程设备或其它装置上执行, 从而产生计算机实施的过程, 使得在计算机、其它可编程设备或其它装置上执行的指令实施附图中指定的功能/行为。

[0066] 在一些实施方式中, 程序代码是硬件处理器可执行的。

[0067] 在一些实施方式中, 硬件处理器是控制单元的一部分。

[0068] 在一些实施方式中, 本文提供的方法用于利用本文描述的设备来确定有需要的对象中的血红蛋白水平。

[0069] 在一些实施方式中, 所述方法利用本文描述的设备从所述摄像机接收在限定光条件下拍摄的图像, 所述图像包括对象的多个指甲和皮肤以及色标条。

[0070] 在一些实施方式中, 方法操作以执行程序指令, 并且可进一步被配置以利用至少一个神经网络模型来分割对象手部的图像。

[0071] 在一些实施方式中, 方法操作以执行程序指令, 并且可进一步被配置以利用至少一个神经网络模型来分割对象手部的图像。

[0072] 在一些实施方式中, 方法操作以执行程序指令, 并且可进一步被配置以将图像数据转换成血红蛋白水平, 如通过训练好的神经网络。

[0073] 术语“图像”可指代描绘主题的图形表示的图形数字图像。在一些实施方式中, 图

像利用像素或基于矢量的图形来表示对对象如一个或多个指甲的描绘。在一些实施方式中,图像是独立的图像,如扫描文件。另外地或可选地,图像被包括在图像集合如视频流(其包括视频帧集合)内的一帧中。

[0074] 术语“分割”指代分析图像以确定图像的相关区域。在一些实施方式中,分割基于图像的语义内容。在一些实施方式中,对图像进行的分割分析指示描绘指甲区域的图像区域连同色标条。在一些实施方式中,分割分析产生分割数据,如识别与目标对象相应的图像区域的分割掩模。分割数据指示被分析图像的一个或多个分割区域,例如,指示图像中的给定像素是否是描绘指甲的图像区域的一部分。另外地或可选地,分割数据包括数值数据,如指示给定像素作为描绘指甲的图像区域的概率的数据。

[0075] 术语“掩模”可指代图像中由非零像素值表示的关注区域。在一些实施方式中,掩模、对象掩模或分割掩模可指代这样的图像:关注区域中的像素强度值是非零的,同时图像其它区域中的像素强度值被设置为背景值(例如,零)。

[0076] 术语“神经网络”可指代能够被训练以实现目标的一个或多个计算机实施网络。除非另有说明,本文对神经网络的提及包括一个神经网络或一起训练的多个相互关联的神经网络。在一些实施方式中,神经网络(或神经网络的分量)产生输出数据,如分割数据、指示图像特征的数据或其它合适类型的数据。神经网络的实例非限制地包括卷积神经网络(CNN)、循环神经网络(RNN)、全连接神经网络、编码神经网络(例如,“编码器”)、解码神经网络(例如,“解码器”)、密集连接神经网络和其它类型的神经网络。

[0077] 图像分割可用于将数字图像分成多个分段。在一些实施方式中,图像可被分割成具有特定边界(线、曲线等)的对象或被分成图像前景或背景中的元素。具体地,图像的每个像素可被标记,使得具有相同标记的像素共享某些特征。在被分割后,图像可按照这些分段被操纵,任选地通过提取图像的分段或模糊(blurring)部分。

[0078] 在一些实施方式中,神经网络具有进行图像分割的能力。在一些实施方式中,神经网络可被训练以接收图像,以及响应于图像的接收,输出分割掩模。在一些实施方式中,程序通过遮掩(masking)来创建训练和测试集,并且提供限定指示指甲部分的关注区域的选项。在一些实施方式中,关注区域的限定是手动进行的。

[0079] 在一些实施方式中,程序有一系列操作步骤要执行,如图3中可见,该流程图示例了用于执行指定功能和程序指令的步骤:

(i) 接收在预定和限定光条件下拍摄的图像,所述图像包括对象的手指甲和色标条(步骤310);

(ii) 执行图像内与指甲部分相关的相关像素的图像分割(步骤320);

(iii) 通过训练好的神经网络将图像数据转换成血红蛋白水平(步骤330);和

(iv) 输出显示所确定的对象的血红蛋白水平(步骤340)。

[0080] 指示指甲部分的关注区域可以被手动选择,或可以被自动选择。

[0081] 在一些实施方式中,步骤310中接收的图像是由这样的摄像机拍摄的:被置于装置100和/或150上,使得摄像机的镜头面向上开口18并且朝向置于箱体2内的包括至少指甲的至少一个手部部分。所述至少一个手部部分可被置于有角度的垫30上,以使包括至少指甲的所述至少一个手部部分以最佳角度朝向镜头。

[0082] 关注区域可选自至少一个手指、至少两个手指、至少三个手指或至少四个手指。关

注区域可利用单个图像或通过若干图像来提供,每个图像提供单独的关注区域。然后,从每个区域提取颜色数据,并且可将其跨越每个对象的(多个)手指取平均值。

[0083] 本发明的另一方面涉及平均绝对误差小于0.95g/dL的非侵入性快速血液血红蛋白水平测量的方法,所述方法包括从摄像机接收在至多1流明的限定光条件下拍摄的对象指甲的图像。在一些实施方式中,当对象的手部的至少包括指甲和皮肤的部分位于框2内时,可从置于设备100和/或150的顶部的摄像机接收图像。

[0084] 所述方法可用于在基本上相同的条件下收集数据,而无关于所用的智能手机,并且因此增加患者图像池(pool)的尺寸,促进深度机器学习技术的并入以进一步细化Hgb测量算法。

实验结果

[0085] 在摄像机镜头位于距箱体2的底部12或距垫30的不同距离时利用设备100和/或150拍摄的图像的准确度。表1显示了均值平均误差(Mean Average Error)对距离“d”的依赖性。清楚显示,存在50-400mm的最佳范围,此时误差为大约 1 ± 0.1 。

[0086] 表1

距离(mm)	均值平均误差(+)
1	1.62
50	1.03
100	0.96
200	0.94
300	0.99
400	1.11
500	1.26

[0087] 图像中可用的像素与垫30上手部部分位置相对于摄像机镜头位置的水平偏差之间的相关性。水平偏差是从自摄像机镜头至底表面延伸的理论竖直线的位置到指甲位置测量的。表2总结了可用像素百分比作为双向(\pm)水平偏差(以mm为单位)的函数。可用像素是可用于确定血红蛋白水平的像素。

[0088] 表2

手指甲相对于摄像机正下方的水平偏差(mm)	%可用像素
-50	42
-30	63
-10	84
0	91
10	84
30	65
50	41

[0089] 如表2所示,用户手指和指甲在箱体2中的放置(定位,placement)非常重要。垫30必须确保最小(例如,小于 ± 10 mm)的水平偏差。

[0090] 在一些实施方式中,摄像机镜头距手部部分的距离和水平偏差是根据本发明实施方式的设备和套件的重要参数。因此,这种设备包括:垫,如垫30,以确保最小的水平偏差;和位于箱体上面的用于摄像机镜头的开口,其处于距箱体底部(例如,垫30的位置)50至400mm的距离处。

一般注意事项

[0091] 如本文所用,术语“约”是指 $\pm 10\%$ 。

[0092] 术语“包含(comprises, comprising)”、“包括(includes, including)”、“具有”及其缀合形式(conjugates)意为“包括但不限于”。

[0093] 术语“由……组成”意为“包括且限于”。

[0094] 术语“主要由……组成”意为组合物、方法或结构可包括另外的成分、步骤和/或部分,但仅仅在该另外的成分、步骤和/或部分不实质上改变所主张的组合物、方法或结构的基本和新颖特征时。

[0095] 词语“示例性”在本文中被用于表示“充当实例、举例或示例”。被描述为“示例性”的任何实施方式不一定被解释成优选或优于其它实施方式和/或排斥来自其它实施方式的特征的并入。

[0096] 词语“任选地”在本文中用于表示“在一些实施方式中被提供并且在其它实施方式中不被提供”。本发明的任何具体实施方式都可包括多个“任选的”特征,除非这种特征存在冲突。

[0097] 如本文所用,单数形式“一种”、“一个”和“所述”包括复数指代,除非上下文另有明确说明。例如,术语“一种化合物”或“至少一种化合物”可包括多种化合物,包括其混合物。

[0098] 如本文所用,术语“基本上”指代至少80%、至少85%、至少90%、至少92%、至少95%、至少96%、至少97%、至少98%、至少99%,包括其间的任何范围或值。贯穿本申请,本发明的各种实施方式可以以范围形式展示。应理解,范围形式的描述仅仅是为了方便和简洁,而不应被理解为对本发明范围的僵硬限制。因此,范围的描述应被认为已经具体公开了该范围内的所有可能的子范围以及个体数值。例如,范围的描述如1到6应当被认为已经具体公开了该范围内的子范围如1到3、1到4、1到5、2到4、2到6、3到6等,以及个体数值,例如1、2、3、4、5和6。其适用无论范围宽度。

[0099] 无论何时本文中指出数值范围,其都意为包括所指出范围内的任何引用的数值(分数或整数)。短语第一指示数值和第二指示数值“之间的范围”和第一指示数值“至”第二指示数值的“范围”在本文中可互换使用,并且意为包括第一和第二指示数值以及其间的的所有分数和整数。

[0100] 如本文所用,术语“方法”指代用于完成给定任务的方式、手段、技术和程序,包括但不限于化学、药理学、生物学、生物化学和医学领域从业者已知的或容易从已知的方式、手段、技术和程序开发的那些方式、手段、技术和程序。

[0101] 应当理解,为了清楚起见在分别的实施方式的背景下描述的本发明的某些特征也可在单个实施方式中组合提供。相反,为了简洁起见在单个实施方式的背景下描述的本发明的各种特征也可在本发明的任何其它描述的实施方式中被分别地或以任何合适的子组合提供或者以适当方式提供。在各种实施方式的背景下描述的某些特征不被认为是那些实施方式的必需特征,除非该实施方式没有那些要素就不可操作。

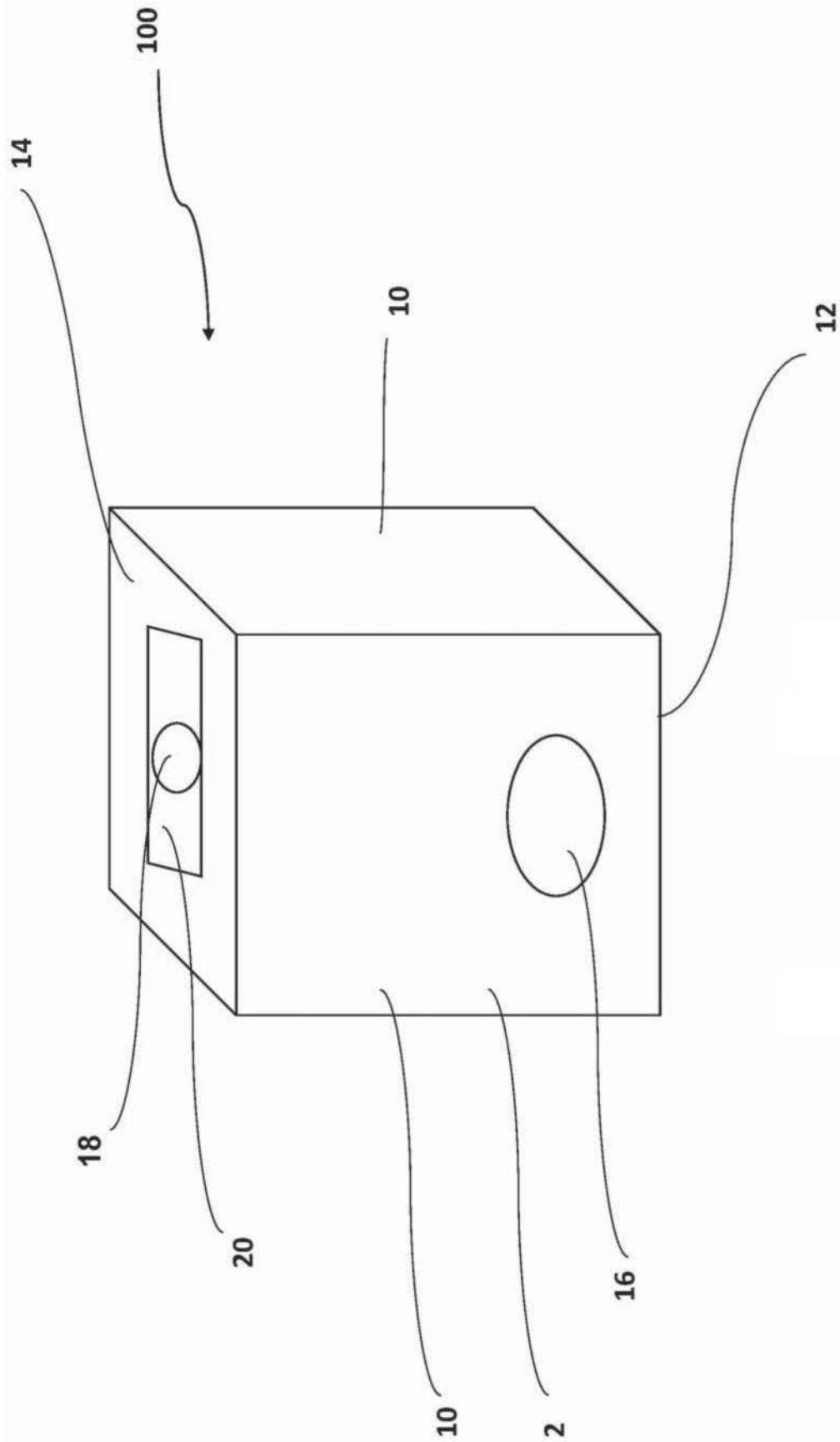


图1A

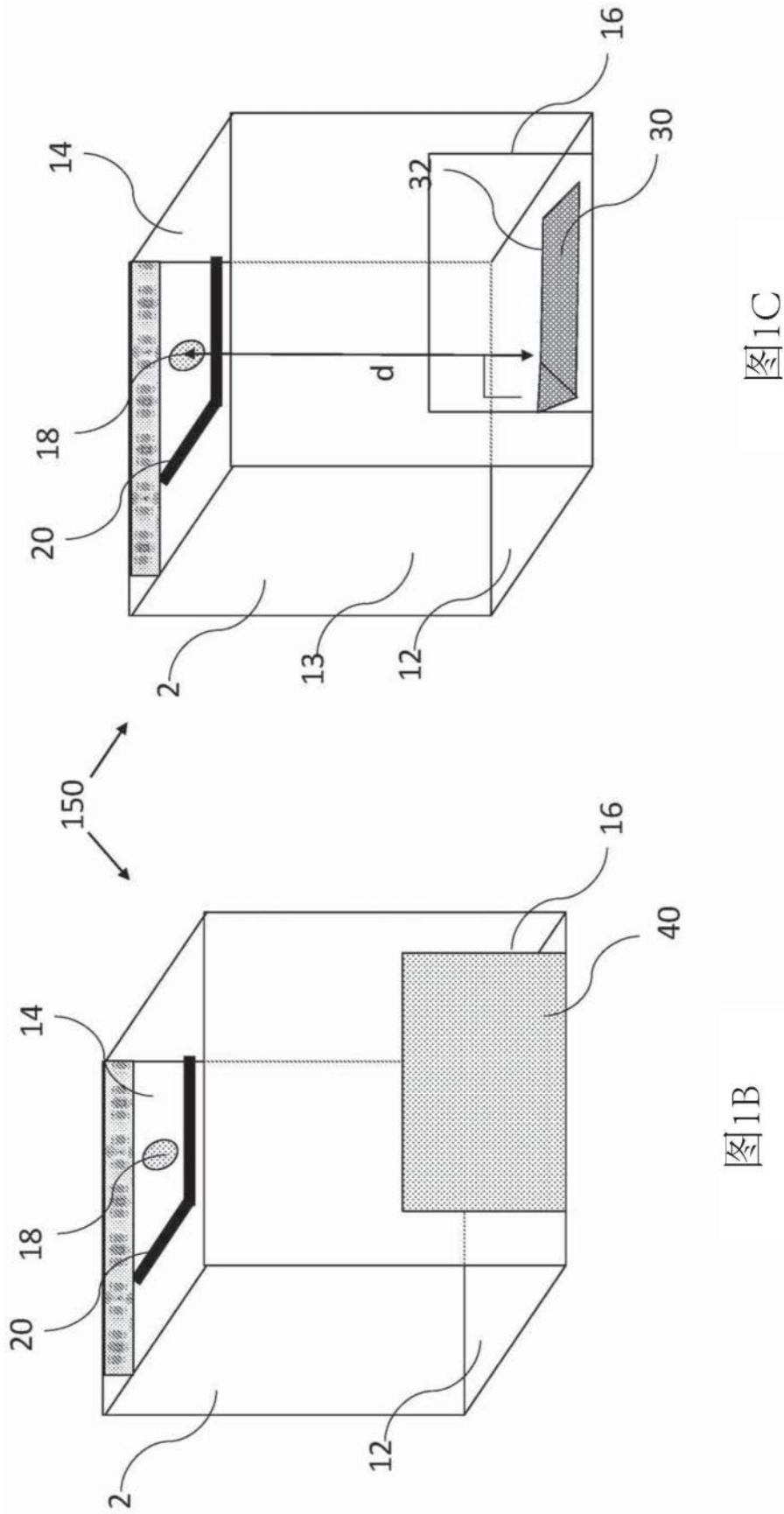


图1B

图1C

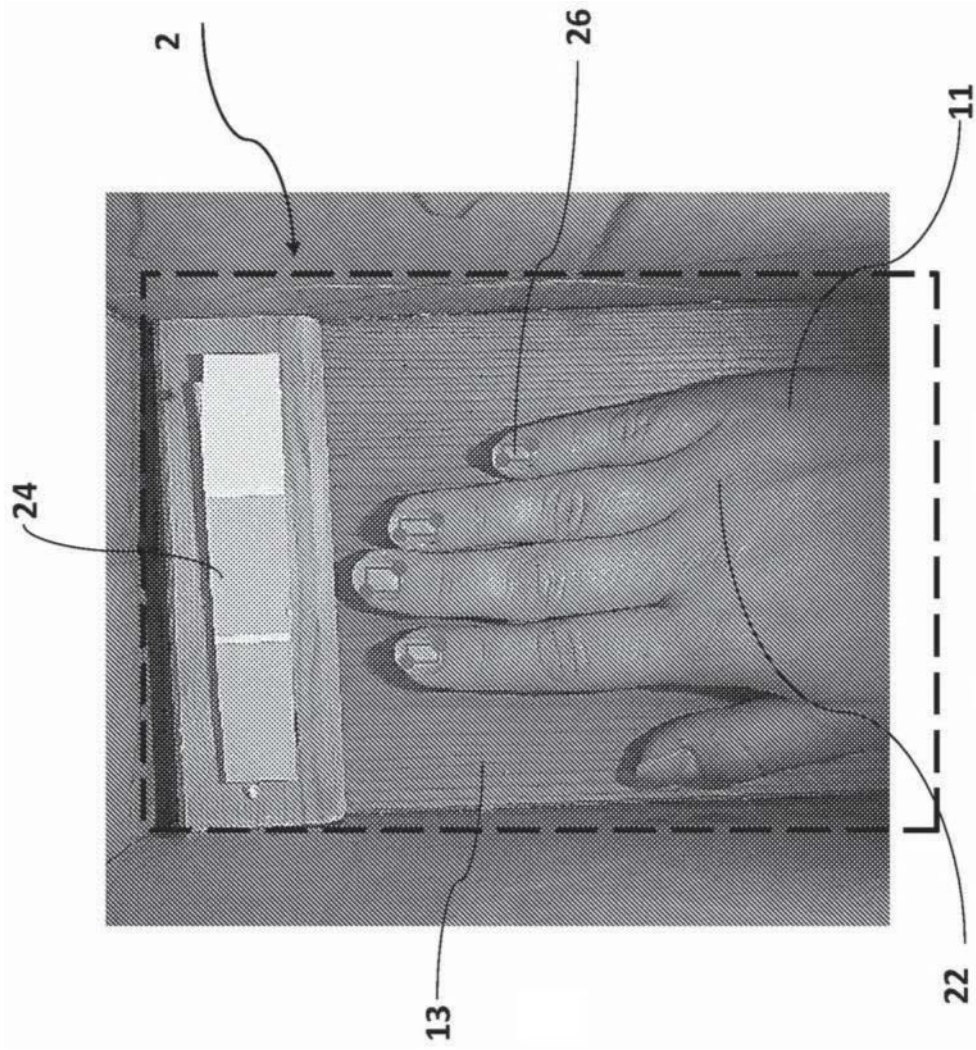


图2A

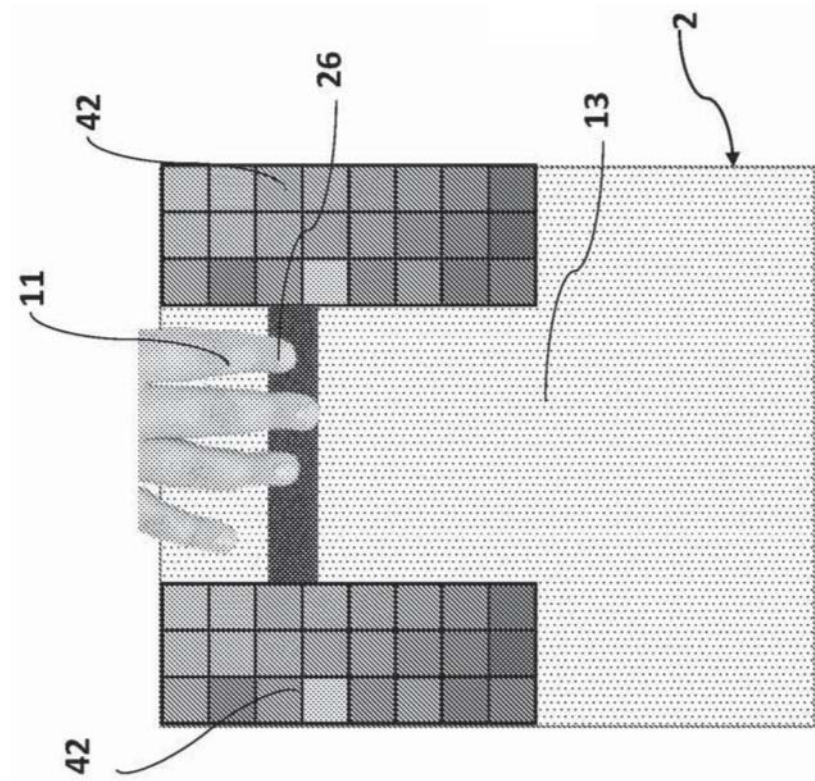


图2B

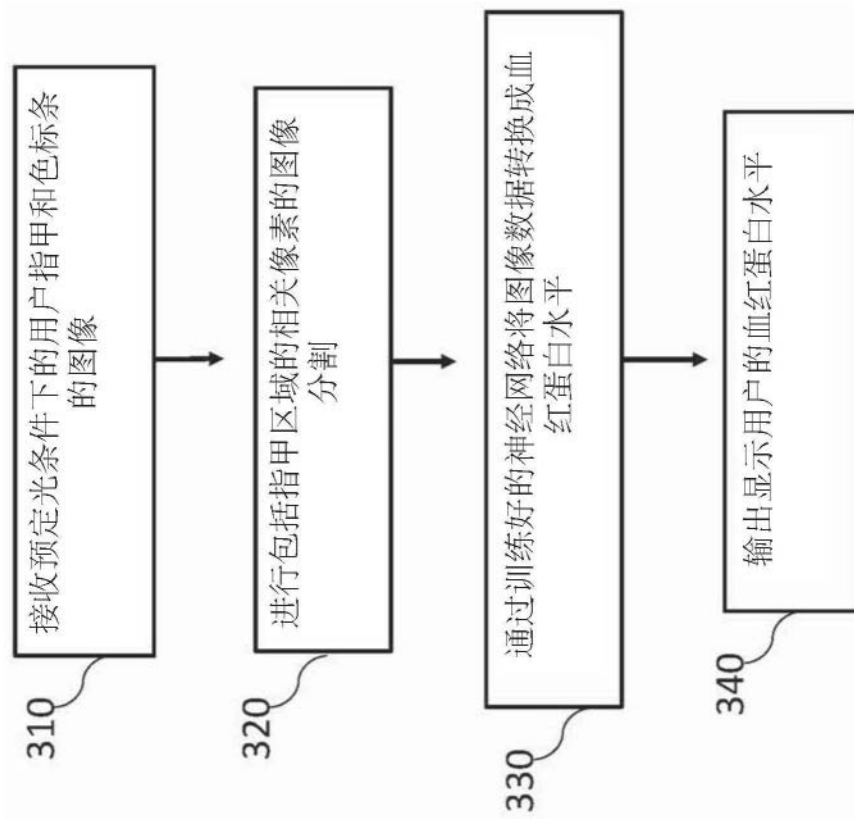


图3