



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105388144 B

(45)授权公告日 2019.09.06

(21)申请号 201510515457.0

(22)申请日 2015.08.20

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 105388144 A

(43)申请公布日 2016.03.09

(30)优先权数据  
62/041181 2014.08.25 US  
14/799969 2015.07.15 US

(73)专利权人 施乐公司  
地址 美国康涅狄格州

(72)发明人 J·周 N·Y·贾 W·洪  
M·卡努恩格 X·刘

(74)专利代理机构 上海胜康律师事务所 31263  
代理人 樊英如 李献忠

(51)Int.Cl.

G01N 21/78(2006.01)

(56)对比文件

WO 2013116831 A1, 2013.08.08,  
WO 2014025415 A2, 2014.02.13,  
CN 102472745 A, 2012.05.23,  
CN 101297189 A, 2008.10.29,  
WO 2014113770 A1, 2014.07.24,  
US 4160646 A, 1979.07.10,

审查员 周宏卉

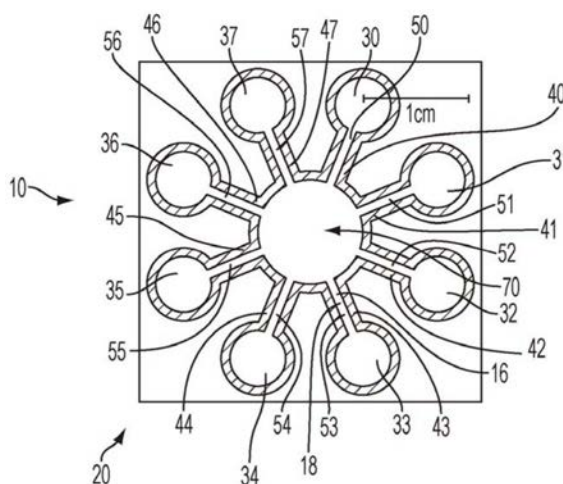
权利要求书2页 说明书7页 附图8页

(54)发明名称

用于纸基传感器的稳健比色处理方法

(57)摘要

本发明提出一种比色方法, 其将传感器设计与图像处理结合以允许自动化评估通过纸基传感器获得的测试结果。所提出的方法可将用于比色反应的墨颜色和染料在其在光谱范围(例如红色、绿色、蓝色)内吸收方面匹配。近零吸收通道可接着用于归一化吸收通道并构建合成图像。



1. 一种用于纸基传感器的比色处理方法,其包含:

使用摄像头拍摄用于比色反应的比色纸质传感器的照片,其中所述比色纸质传感器包括多个测试区域和具有参考颜色的参考区域,每个测试区域具有不同染料的试剂;

通过图像处理来鉴别纸质传感器的类型;

从所述照片鉴别其中染料和所述参考颜色均具有近零吸收的颜色通道并且从所述照片鉴别其中所述染料和所述参考颜色均具有吸收的吸收颜色通道;

鉴别每一颜色通道中的所述染料与所述参考颜色之间的已知吸收比率;

隔开所述照片中的每一测试区域与非测试区域;

通过所述近零吸收通道归一化每一吸收通道以去除空间差异并使用关于每个颜色通道中所述染料和所述参考颜色之间的所述已知吸收比率的既定信息来构建来自所述吸收通道的合成图像;

用所述合成图像中的所述参考颜色和衬底白色校准所述测试区域读数;并且

基于在每一测试区域中的所述校准读数来报告测试物质被分析物的浓度。

2. 根据权利要求1所述的方法,其进一步包含:

通过图像处理在所述近零吸收通道中定位所述测试区域。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中所述比色纸质传感器是用于测定流体中生物材料的浓度的生物医学纸质传感器,其包含:

形成所述测试区域的多个轴向对称测试区;

其中所述多个轴向对称测试区从中心点向外辐射;

所述多个轴向对称测试区中的每一者由蜡质墨阻挡壁分隔;

所述多个轴向对称测试区中的每一者中含有独特测试试剂;

其中所述参考区域环绕所述多个轴向对称测试区并且包括第一校准颜色区域,所述第一校准颜色区域包括用于与所述多个轴向对称测试区中的一或多者相比较的第一可预定颜色。

4. 根据权利要求3所述的方法,其中所述多个轴向对称测试区是至少两个。

5. 根据权利要求3所述的方法,其中所述生物医学纸质传感器进一步包含:

总装置区域,所述总装置区域包括所述参考区域和所述轴向对称测试区的组合区域;并且

其中所述轴向对称测试区是所述总装置区域的至少37.5%。

6. 根据权利要求3所述的方法,其中所述轴向对称测试区中的每一者的面积为至少 $5\text{mm}^2$ 。

7. 根据权利要求3所述的方法,其中所述蜡质墨阻挡壁的厚度为至少 $100\mu\text{m}$ 。

8. 根据权利要求5所述的方法,其中所述参考区域进一步包括隔开所述轴向对称测试区与所述校准颜色区域的衬底区。

9. 根据权利要求3所述的方法,其中所述参考区域进一步包括第二校准颜色区域,所述第二校准颜色区域包括用于与所述轴向对称测试区中的一或多者相比较的第二可预定颜色;并且,

其中所述第一校准颜色区域和所述第二校准颜色区域各自分别包括用于与所述轴向对称测试区中的一或多者相比较的第一可预定颜色和所述第二可预定颜色,以基于在每一测试

区域中的所述校准读数来报告至少两种测试物质被分析物的浓度。

## 用于纸基传感器的稳健比色处理方法

### 背景技术

[0001] 纸基传感(即纸基测试装置)是相对于传统测试条带在成本和多路复用(multiplexing)方面具有优点的新兴技术。对于纸基传感器和纸质测试条带归因于比色测量的不良精确性的关注限制了其定量应用。在现有测试条带应用中,使用者必须人工地将所得颜色与参考卡上的一组颜色相比较。这既对使用者不友好也不可靠。最近,一些公司开发了使用手机摄像头使测试条带读取过程自动化的手机‘应用’。

### 发明内容

[0002] 本发明提供一种用于纸基传感器的比色处理方法,其包含:拍摄用于比色反应的比色纸质传感器的照片;通过图像处理来鉴别纸质传感器的类型;鉴别染料和参考颜色均具有近零吸收的一个颜色通道和其中染料和所述参考颜色均具有吸收的颜色通道;鉴别每一颜色通道中的所述染料与所述参考颜色之间的已知吸收比率;隔开所述通道中的每一测试区域与非测试区域;通过所述近零吸收通道归一化每一吸收通道以去除空间差异;用所述合成图像中的所述参考颜色和衬底白色校准所述测试区域读数;并且基于在每一测试区域中的所述校准读数来报告测试物质被分析物的浓度。

[0003] 本发明进一步提供用于纸基传感器的比色处理方法,其包含:使用摄像头并拍摄用于比色反应的比色纸质传感器的照片;通过图像处理来鉴别纸质传感器的类型;鉴别染料和参考颜色均具有近零吸收的一个颜色通道和其中所述染料和所述参考颜色均具有吸收的颜色通道;鉴别每一颜色通道中的所述染料与所述参考颜色之间的已知吸收比率;隔开所述通道中的每一测试区域与非测试区域;并且通过所述近零吸收通道归一化每一吸收通道以去除空间差异。所述比色纸质传感器是生物医学纸质传感器。所述纸质传感器包括多个轴向辐射测试区,其中所述轴向辐射测试区中的每一者由蜡质墨阻挡壁分隔。所述轴向辐射测试区中的每一者中可以含有独特测试试剂。参考区环绕所述多个轴向辐射测试区,其中所述参考区包括校准颜色区域,所述校准颜色区域包括用于与所述轴向辐射测试区中的一或多个者相比较的可预定颜色。

[0004] 本发明进一步提供一种用于纸基传感器的比色处理方法,其包含:拍摄用于比色反应的比色纸质传感器的照片;通过图像处理来鉴别纸质传感器的类型;鉴别染料和参考颜色均具有近零吸收的一个颜色通道和其中所述染料和所述参考颜色均具有吸收的颜色通道;鉴别每一颜色通道中的所述染料与所述参考颜色之间的已知吸收比率;隔开所述通道中的每一测试区域与非测试区域;并且通过所述近零吸收通道归一化每一吸收通道以去除空间差异。所述比色纸质传感器是生物医学纸质传感器。所述纸质传感器可包括多个轴向辐射测试区,其中所述轴向辐射测试区中的每一者由蜡质墨阻挡壁分隔。所述轴向辐射测试区中的每一者中可以含有独特测试试剂。参考区可环绕所述多个轴向辐射测试区。总装置区域可包括参考区区域和所述轴向辐射测试区区域的组合区域。所述轴向辐射测试区面积可为所述总装置面积的至少37.5%。所述参考区区域进一步包括隔开所述轴向辐射测试区区域与所述校准颜色区域的衬底区。

[0005] 本发明再进一步提供一种用于纸基传感器的比色处理方法,其包含:拍摄用于比色反应的比色纸质传感器的照片;通过图像处理来鉴别纸质传感器的类型;鉴别染料和参考颜色均具有近零吸收的一个颜色通道和其中所述染料和所述参考颜色均具有吸收的颜色通道;鉴别每一颜色通道中的所述染料与所述参考颜色之间的已知吸收比率;隔开所述通道中的每一测试区域与非测试区域;并且通过所述近零吸收通道归一化每一吸收通道以去除空间差异。所述比色纸质传感器是生物医学纸质传感器。

## 附图说明

- [0006] 图1表示一种类型的纸基传感器或测试装置;
- [0007] 图2表示图1的纸基传感器的放大的部分剖面;
- [0008] 图3展示例示性纸基测试装置的顶部正视图,所述例示性纸基测试装置包括一个参考校准颜色区域、多个测试区、多个墨阻挡体以及一个标记区域;
- [0009] 图4展示图3中所示的例示性纸基测试装置的底部正视图;
- [0010] 图5是根据本发明的纸基传感器的分解视图;
- [0011] 图6是例示性甘油三酯测试纸质传感器;
- [0012] 图7是纸质传感器装置的一个代表性显示和一种使用方法的描述;
- [0013] 图8表示来自第一手机摄像头的包括其相关红色、绿色和蓝色通道或光谱范围的多个传感器图像;
- [0014] 图9是可用于找到测试区域的红色通道的二值图;
- [0015] 图10是归一化图像(根据红色通道归一化的蓝色通道)和其相关分段式测试区域;
- [0016] 图11是来自另一或第二手机摄像头的与图8中所示相同的传感器图像;
- [0017] 图12是绘制来自第一手机摄像头和第二手机摄像头的经处理的摄像头读数的所得信号相对于甘油三酯浓度的图式。

## 具体实施方式

[0018] 如图1和2中所示的纸基传感器或纸基测试装置10是由纸、蜡以及试剂制成的小型生物医学装置,所述生物医学装置可以分析测试流体或测试液体(如血液、尿液和唾液)中的生物分析。疏水性阻挡壁16、18由渗透穿过纸质20(即,亲水性基质)全部厚度以产生和隔开(即,分隔)各种流体组件的蜡制成,所述流体组件如一系列测试区30、31、32、33、34、35、36、37,流体入口40、41、42、43、44、45、46、47,输送通道50、51、52、53、54、55、56、57以及混合器或试剂。输送通道50-57可以是延伸穿过亲水性基质纸20的疏水性(即,蜡质)通道。具有各种和/或不同浓度的各种试剂可以预沉积在测试区30-37上。在诊断过程期间,毛细力将测试流体70的部分拉到相关多个测试区30-37中,并且在接触预沉积的试剂时,与测试流体70的相应部分反应。如果在测试流体70中存在特定被分析物,那么生成信号、颜色改变或色差;举例来说,在颜色密度由于被分析物浓度而变化的情况下产生色差或颜色改变。颜色改变或色差可以由成像装置(如智能手机或摄像头手机)采集和记录,并且随后可以通过算法处理以基于装置的校准曲线或色标来计算每一种被分析物的浓度。诊断结果和/或原始数据(如果图像处理和诊断分析在服务器端上进行)可以被上载到数据服务器中,其中可以存储使用者或患者的历史以用于查询并且可以进行高阶数据分析,其可以帮助检测和预防不

良健康状况/疾病。应了解,使用者的数据分析结果或预测分析结果可以用于倾向监测、健康状况筛选、风险评估等;其结果可以包括非不良健康状况。

[0019] 纸基传感器与传统测试条带相比具有若干优点。测试条带是单次使用(每个条带一次测试),而纸质传感器可以多路复用(在一个装置上多次测试)。传统测试条带需要比纸质传感器相对更多的测试流体。测试条带由类似技术制造,而纸质传感器可以用数字方式印刷并且定量分析,其使得能够实现更大的客户化和个人化。

[0020] 使用纸基传感器是相对于传统测试条带在成本和多路复用方面提供优点的新兴技术。目前的纸基传感器需要使用者提供一定量的测试液体(血液、尿液等)以确保测试的精确性。多路复用的水平通常受到印刷分辨率和所印刷蜡质垂直壁/阻挡体的笔直性限制。另外,目前读取比色信息的方法使用独立手册参考卡或使用在市场中可获得的移动应用,其可能受到个别读取装置变化性(摄像头、照明、光照条件、周围光照条件等)的影响。至关重要的是提出用于纸基传感器的新颖设计,所述设计可以实现比目前在市场中可获得的装置更高的多路复用水平,并且不论个别读取装置的变化如何,都可以提供较高的读数精确性。

[0021] 本发明(参考图3-7)提供具有相对于总体固定装置区域增加的总测试区域的纸质传感器或测试装置100的设计和构造。此新颖设计和构造增加多路复用的程度并且改进读数精确性。本发明提供包括若干独特特征的装置100。蜡质阻挡体的分辨率较高,以使得装置可以实现较高的多路复用水平,并且可以包括相对于总体装置区域更大的总体测试区域以用于增加的读数精确性。参考区(包括校准颜色区域)可以直接印刷在纸质传感器上以用于与相应测试区中的对应比色反应直接并排比较。此可以消除独立参考卡的用途,所述独立参考卡迄今为止对于“读取”和解释纸基传感器而言是必需的。

[0022] 现有技术纸基传感器10(图1-2)通常通过人工炉法(manual oven process)来制成。疏水性通道50-57中的蜡需要更横向铺展(回流)以实现穿过纸的总渗透。因此,归因于由蜡的不受控回流造成的非均匀性/较大通道变化,测试区域30-37的尺寸和多路复用的水平相对于总体固定的装置尺寸而受到限制。与此对比,在2014年6月23日由奥尼尔等人提交并且标题为“用于在多孔衬底中形成疏水性结构的系统和方法”的美国专利申请第14/311,909号(以引用的方式并入本文中)中所描述的使用受控过程制造的装置具有较高分辨率和突出的通道均匀性。这些优点使得纸基传感器能够实现如在下文中所描述的设计和构造。

[0023] 现参考图3和4,本文所揭示的纸基传感器100的一些特征包括:与现有技术传感器相比较更大的相对于总体固定尺寸装置区域102的测试区域110,包括分段式测试区130、131、132、133、134;和在装置背面上完全采用血浆分离隔膜层112以用于改进血浆从血液中的分离。纸基传感器100可以包括通道结构性区域124,其在不需要更大测试样品(即,血液)的情况下增加读数精确性和多路复用水平。参考或校准参考颜色区域126可以包括不同的区域,并且可以作为通道结构的一部分或作为额外图案直接印刷在装置上。辅助信息区域128可以环绕测试区域110。

[0024] 在另一个例示性实施例(图5)中,纸质传感器装置200可以包括以下组件:结构性形成层216、任选的过滤器隔膜层212以及至少两个层合层218、220。结构形成层216可以包括通道结构性区域224、测试区域210、校准参考区域226以及辅助信息区域228。

[0025] 测试区或测试区域210可以包括1到n( $n \geq 2$ )个单独的分段式测试区230、231、

232、233、234、235。分段式测试区230-235可以按轴向对称或轴向辐射方式安排。总测试区域210是总装置区域202的约25%到约60%，并且优选地至少37.5%。单独测试区230-235的最小面积可以是约5mm<sup>2</sup>。与现有技术装置(图1)相比较，本发明的单独的测试区230-235是至少三(3)倍大。测试区230-235由蜡质墨阻挡壁236、237、238、239、240、241(即，固体墨阻挡体)环绕并分隔，所述蜡质墨阻挡壁的壁宽度是约100μm以使相对于装置202的有限空间或面积的测试区或区域230-235的面积最大化。应了解，采用测试样品的大部分体积并且达到测试区230-235中的每一者中的试剂(即，与所述试剂反应)。

[0026] 一个例示性测试板可以包括处于测试区230-235中的用于测量甘油三酯、总胆固醇、HDL含量的相应试剂(即，三个单独的测试区)。另一个例示性测试板可以包括处于测试区中的用于测量脂质组，即甘油三酯、总胆固醇、HDL、血红蛋白A1C(HbA1C)、葡萄糖的相应试剂(即，五个单独的测试区)。以前述方式，每一测试区230-235具有一种不同试剂。应了解，每一测试区可以替代性地具有不同浓度的相同试剂以测量单个生物分析的不同含量。

[0027] 指示每一测试区230-235中测试类型的辅助信息或鉴别文字(例如GL、TG、HbA1C、HDL、TC标签；制造商名称和日期；等)可以印刷在测试区或区域(即，辅助信息区域228)外部并与之相邻。辅助信息或鉴别文字(例如，GL表示葡萄糖，TG表示甘油三酯，A1C表示血红蛋白，HDL表示HDL胆固醇，并且TC表示总胆固醇)标记每一测试区230-235中的测试类型，并且可以印刷在测试区或区域外部并与之相邻(即，参考区)。

[0028] 任选的过滤器隔膜层212可以具有覆盖总测试区域210的分离隔膜217(即，血浆分离)。替代性地，任选的过滤器隔膜217可以具有部分分离隔膜和部分“其它材料”(即，纸质)以使得能够实现测试样品的受控流动。血浆分离隔膜217可以包括顶表面以及底表面上的一系列孔隙。所述孔隙系列在顶表面与底表面之间可以具有孔隙尺寸的梯度。确切地说，在顶表面上的孔隙尺寸可以大于在底表面上的孔隙尺寸。

[0029] 隔膜层212和结构性形成层216可以夹在层合膜层218、220之间。可以在装置的背面，在底部层合层220中切割出小于隔膜217尺寸的孔洞221(图5)。当装置200处于组装排列时，血浆分离隔膜217在装置200的背面可见。

[0030] 再次参考图5，本发明提出一种生物医学纸质传感器200的设计，所述生物医学纸质传感器可以测定流体(如血液、尿液和唾液)生物材料的浓度。传感器200可以含有以类似于(例如)馅饼切片的方式安排的轴向辐射和/或轴向对称的测试区230-235，所述测试区由通过产生薄壁的过程形成的蜡质墨阻挡体236-241分隔。每一测试区230-235可以含有独特的测试试剂，并且由区域228中的印刷文字(未图示)标识。测试区230-235外部的装置区226可以用均匀的参考颜色印刷。另外，蜡质壁的颜色在其不透明时也可以充当参考颜色。传感器200的益处包括由于较大的测试区面积而增加的生物材料浓度测量精确性。益处还包括将参考或校准颜色226整合到传感器200中，其简化对于测试流体(即，测试样品)浓度的量化的视觉校准检查、检阅或比较。

[0031] 现参考图6，其中例示性甘油三酯纸质传感器300显示于其中。标识参考或校准颜色区域可以包括处于测试区1、2、3、4、5之间的衬底区328以及校准颜色区域或区326。区域326、327和328可以用作参考颜色区域或对比颜色区域。区域327和328可以是在测试区1-5与参考区域326、327和328之间提供对比度(黑色、颜色、对比色等)的任何颜色。应了解，校准参考区域326可以分成多个子区域，所述子区域包括与每一子区域(未图示)相关联的独

立参考颜色。多个颜色参考区域使得能够在测试区1-5中使用具有不同染料颜色的试剂。替代性地,参考区可以包括第一校准颜色区域,所述第一校准颜色区域包括用于与轴向测试区中的一或多者相比较的第一可预定颜色。参考区可以进一步包括第二校准颜色区域,所述第二校准颜色区域包括用于与轴向测试区中的一或多者相比较的第二可预定颜色。第一和第二校准颜色区域可以各自分别包括用于与轴向测试区中的一或多者相比较的第一和第二可预定颜色,以基于在每一测试区域中的校准读数来报告或指示至少两种测试物质被分析物的浓度。在一个实施例中,衬底区328可以包括对比色以区别测试区1-5与校准颜色区域326。尽管未在图6中图示,但甘油三酯纸质传感器300可以在测试区1-5中显示归因于甘油三酯不同浓度的颜色改变梯度。测试区1-5的颜色改变或色差可以与参考颜色326(即,洋红色)相比较。应了解,颜色改变或颜色密度表示来自相关测试区1、2、3、4、5的(例如)甘油三酯的浓度,并且可以分别包括100、150、200、250、300mg/dL的浓度。

[0032] 图7显示一种使用纸质传感器装置400的方法。从患者或使用者取得血液样本B,并且将其放置或‘吸入’到纸质传感器400的装置底部(即,测试区域410)中(步骤1)。纸质传感器400可以翻转为正面向上,其中可以查看血液样本处理420(步骤2)。进行分析进展,其中血液样本B与测试区430、431、432、433、434中的相应试剂接触(步骤3)。在样品与试剂反应之后,随后形成显色的分析440(步骤4)。标识参考或校准颜色区域可以包括处于测试区430-434之间的衬底区447和448以及校准颜色区域或区446。衬底区447和448可以包括对比色以区别测试区430-434与校准颜色区域446。在图7中所示的实例中,纸质传感器400可以在测试区430-434中显示归因于不同试剂类型和/或不同试剂浓度的颜色改变梯度,其可以测量不同生物分析水平。应了解,每种类型的被分析物(GL、TG、HbA1C、HDL、TC)可为不同试剂,并且每一种被分析物/试剂对可以具有用于颜色参考的相关校准曲线。另外,对于单个被分析物分析测定,在测试区430-434中的颜色改变可以归因于相同试剂在每一测试区中的不同浓度。测试区430-434可以与校准或参考颜色446(即,洋红色)相比较。以此方式,生物医学纸质传感器400用于测定流体(即,血液样本)中所含有的生物材料的浓度。

[0033] 如所论述,纸基传感器在成本和多路复用方面提供优于传统测试条带的优点。对于纸基传感器和测试条带归因于比色测量的不良精确性的关注限制了其定量应用。在现有测试条带应用中,使用者必须人工地将所得颜色与参考卡上的一组颜色相比较。手机‘应用’可用于通过使用关联的手机摄像头使测试条带读取过程自动化。但不同的摄像头类型和型号以及各种光照条件呈现出对获得精确比色测量值的挑战。

[0034] 传统测试条带需要用户用参考颜色卡人工地测量颜色,这是不可靠的且限制其在定量测量中的应用。已开发在使用手机摄像头的情况下使测试条带测量过程自动化的软件。所述方法包括参考颜色卡,其可用于校准手机摄像头(例如)红色-绿色-蓝色(RGB)空间,且总强度可用于浓度测量。

[0035] 本发明提供一种比色处理方法,其可利用传感器设计且并不依赖于总强度作为浓度测量。独特的传感器设计可包括两个特征:通过蜡印刷机直接印刷在纸质传感器上作为蜡质通道的一部分的参考颜色;以及用于比色反应的参考颜色和染料颜色在其在特定光谱范围(例如红色、绿色、蓝色)内的近零吸收方面匹配。

[0036] 处理方法可将颜色信息分成两个部分:近零吸收部分和吸收部分,并接着使用近零吸收通道以归一化吸收通道。所述方法包括以下各者:拍摄供应商或来源特定比色纸质



传感器的照片;供应商特定纸质传感器可包括其中参考颜色和染料可在用于比色反应的至少一个通道中具有极少或近零吸收的设计;通过图像处理(即,文本、代码、图案)鉴别纸质传感器类型;鉴别染料和参考颜色均具有近零吸收的一个颜色通道以及染料和参考颜色均具有吸收的颜色通道;获取或鉴别每一通道中的染料与参考颜色之间的已知吸收比率;通过图像处理(即,模板匹配、特征识别)在近零吸收通道中定位测试区域;隔开全部通道中的每一测试区域与非测试区域;通过近零吸收通道归一化每一吸收通道以去除空间差异(即,纸质差异、照明差异、因沉积的化学物质所致的底色);选择性地使用另一摄像头信息和/或预定权重以从一或多个吸收通道构建合成图像;用合成图像中的参考颜色和衬底白色校准测试区域读数。参考颜色或区可包括一或多个校准颜色区域,所述校准颜色区域具有用于与测试区域或区中的一或多者相比较的可预定颜色,以便基于在每一测试区域中的校准读数来报告或指示测试物质(被分析物)的浓度。在一个例示性安排中,校准颜色区域可包括多个区段。每一区段可具有用于特定被分析物的不同可预定颜色。举例来说,两个校准颜色区段可包含一个红色区段和一个蓝色区段。在一个例示性安排中,红色区段可用于校准HbA1C,而蓝色区段可用于校准HDL。上述方法已展现于具有不同摄像头和不同光照条件的纸质传感器上。图8展示用于甘油三酯测试的例示性纸质传感器。传感器图像500显示由手机摄像头(即,第一手机摄像头)产生的总RGB传感器图像。图像510表示来自手机摄像头的传感器图像和其相关联的红色通道光谱范围。图像520表示来自手机摄像头的传感器图像和其相关联的绿色通道光谱范围。图像530表示来自手机摄像头的传感器图像和其相关联的蓝色通道光谱范围。应了解,染料和参考颜色均可以展示出在红色通道510中的降到最低的吸收。

[0037] 如图9中所示,二值图600可使用红色通道来定位测试区域。另外,如图10中所示,近零吸收通道可用于归一化图像700(即,根据红色通道归一化的蓝色通道)和其分段式测试区域。归一化图像接着允许构建所得合成图像。应了解,另一或第二手机摄像头可以捕捉接近一致的传感器图像(在归一化之后),其中合成图像显示一致的测试物质浓度。如图11中所示,来自第二手机摄像头的传感器图像展示总RGB通道800、其相关联的红色通道810光谱范围、其相关联的绿色通道820光谱范围和其相关联的蓝色通道830光谱范围。

[0038] 如图12中所示,来自两个独立摄像头的例示性读数由此显示接近一致的图像。当绘制时,类似的甘油三酯浓度水平从两个独立的摄像头读数处理。图12显示分别来自传感器图像500、800的对应测试区1、2、3、4、5的甘油三酯浓度。图12描绘了绘制来自第一手机摄像头500和第二手机摄像头800的经处理的摄像头读数的所得信号相对于甘油三酯浓度。

[0039] 本发明提出一种比色方法,其将传感器设计与图像处理结合以允许自动化评估通过纸基传感器获得的测试结果。所提出的方法可将用于比色反应的墨颜色和染料在其在光谱范围(例如红色、绿色、蓝色)内吸收方面匹配。近零吸收通道接着用于归一化吸收通道并构建合成图像。归一化图像可通过用关于在蓝色和红色两个通道中的参考颜色的吸收比率的既定信息根据红色通道归一化蓝色通道来选取。本发明的益处包括实现一种自动化方法来评估通过纸基传感器获得的测试结果。

[0040] 本文中具体实施方式的一些部分呈现由常规计算机组件对数据位进行的操作的算法和符号表示,所述常规计算机组件包括中央处理单元(CPU)、用于CPU的存储器存储装置以及所连接的显示装置。这些算法描述和表示是数据处理领域的技术人员用以将其工作

的主旨最有效地传达到其它所属领域的技术人员的方法。算法一般被认为是产生所需结果的自相一致的步骤序列。所述步骤是需要物理量的物理操纵的那些步骤。通常(尽管未必),这些量呈能够被存储、转移、组合、比较和以其它方式操纵的电或磁性信号的形式。主要出于常用的原因,已证实将这些信号指代为位、值、元件、符号、字符、术语、编号等有时为便利的。

[0041] 但是,应理解,所有这些和类似术语与适当物理量相关联,并且仅仅是应用于这些量的便利标记。除非另外确切地陈述为如从本文论述显而易见,否则应了解,在整个描述中,使用如“处理(processing)”或“计算(computing/calculating)”或“确定(determining)”或“显示(displaying)”等的术语的论述是指将表示为计算机系统的寄存器和存储器内的物理(电子)量的数据操纵和变换为类似地表示为计算机系统存储器或寄存器或其它此类信息存储、传输或显示装置内的物理量的其它数据的计算机系统或类似电子计算装置的动作和过程。

[0042] 例示性实施例也涉及一种用于进行本文中所论述的操作的设备。此设备可以出于所需目的而专门构造,或其可以包含通过存储在计算机中的计算机程序选择性地激活或重新配置的通用计算机。所述计算机程序可以存储在计算机可读存储介质中,所述计算机可读存储介质如(但不限于)任何类型的盘,包括软性磁盘、光盘、CD-ROM和磁光盘、只读权限存储器(ROM)、随机存取存储器(RAM)、EPROM、EEPROM、磁卡或光卡或适合于存储电子指令,并且各自耦接到计算机系统总线的任何类型的介质中。

[0043] 本文中呈现的算法和显示器并非在本质上与任何特定计算机或其它设备相关。各种通用系统可以与根据本文中教示的程序一起使用,或其可以证明为便于构造用以执行本文中所描述的方法的更专用设备。用于多种这些系统的结构从上文描述中显而易见。另外,不参考任何特定编程语言来描述例示性实施例。应了解,可以使用多种编程语言来实施如本文所描述的例示性实施例的教示内容。

[0044] 机器可读介质包括用于存储或传输呈可由机器(例如,计算机)读取的形式的信息的任何机械装置。举例来说,机器可读介质包括只读存储器(“ROM”);随机存取存储器(“RAM”);磁盘存储介质;光学存储介质;快闪存储器装置;以及电学、光学、声学或其它形式的传播信号(例如,载波、红外信号、数字信号等),这里仅举几例。

[0045] 在说明书通篇中说明的方法可以用可以在计算机上执行的计算机程序产品的形式实施。所述计算机程序产品可以包含其上记录控制程序的非暂时性计算机可读记录介质,如磁盘、硬盘驱动器等等。非暂时性计算机可读介质的常见形式包括例如软性磁盘(floppy disk)、柔性磁盘(flexible disk)、硬盘、磁带或任何其它磁性存储介质,CD-ROM、DVD或任何其它光学介质、RAM、PROM、EPROM、FLASH-EPROM或其它存储器芯片或存储匣,或计算机可以读取和使用的任何其它有形介质。

[0046] 替代性地,所述方法可以在暂时性介质(如可传输载波)中实施,其中控制程序实施为使用传输介质(如声波或光波)的数据信号,如在无线电波和红外数据通信期间生成的那些数据信号等等。

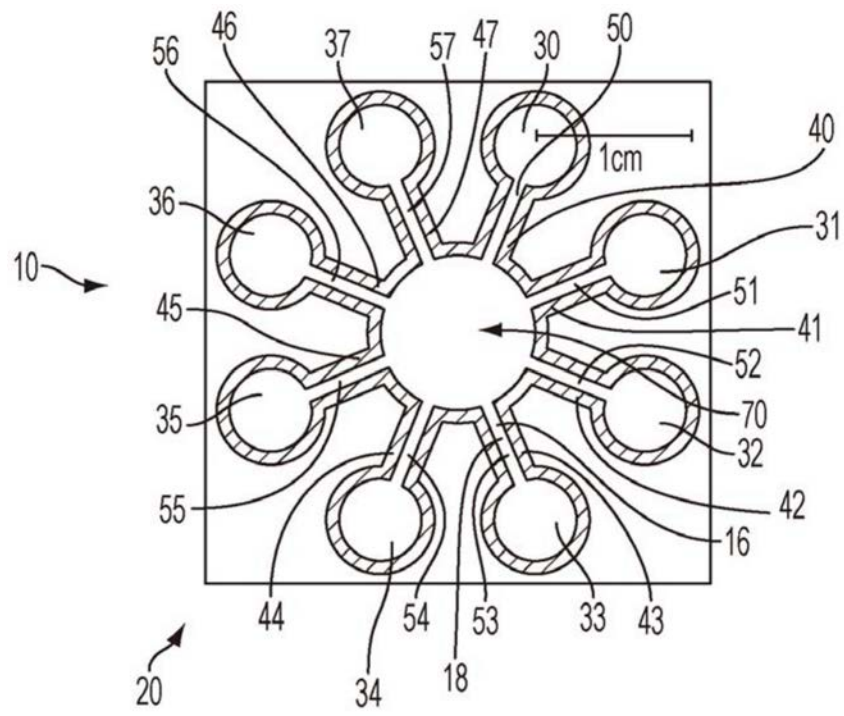


图1

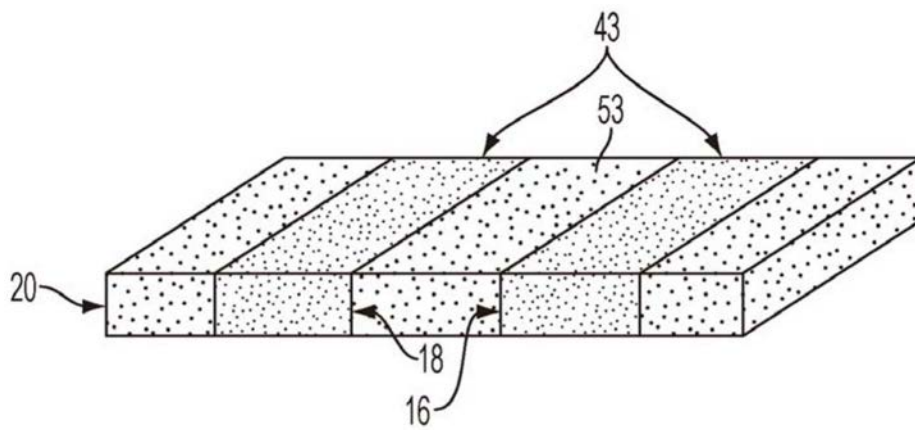


图2

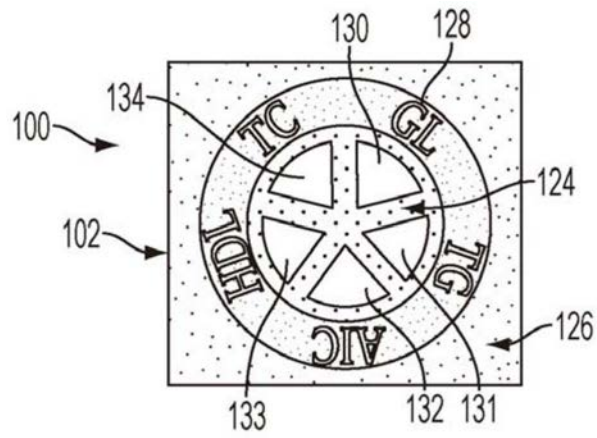


图3

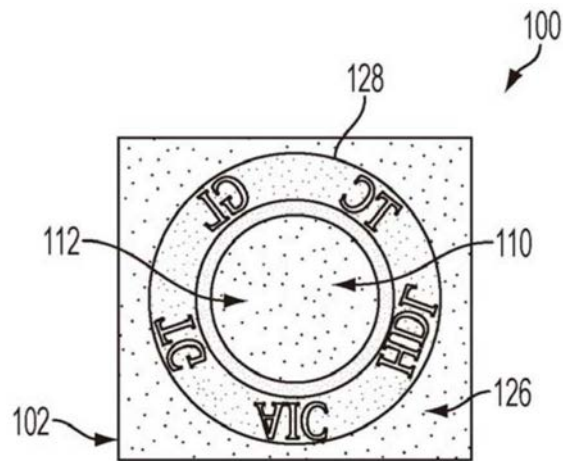


图4

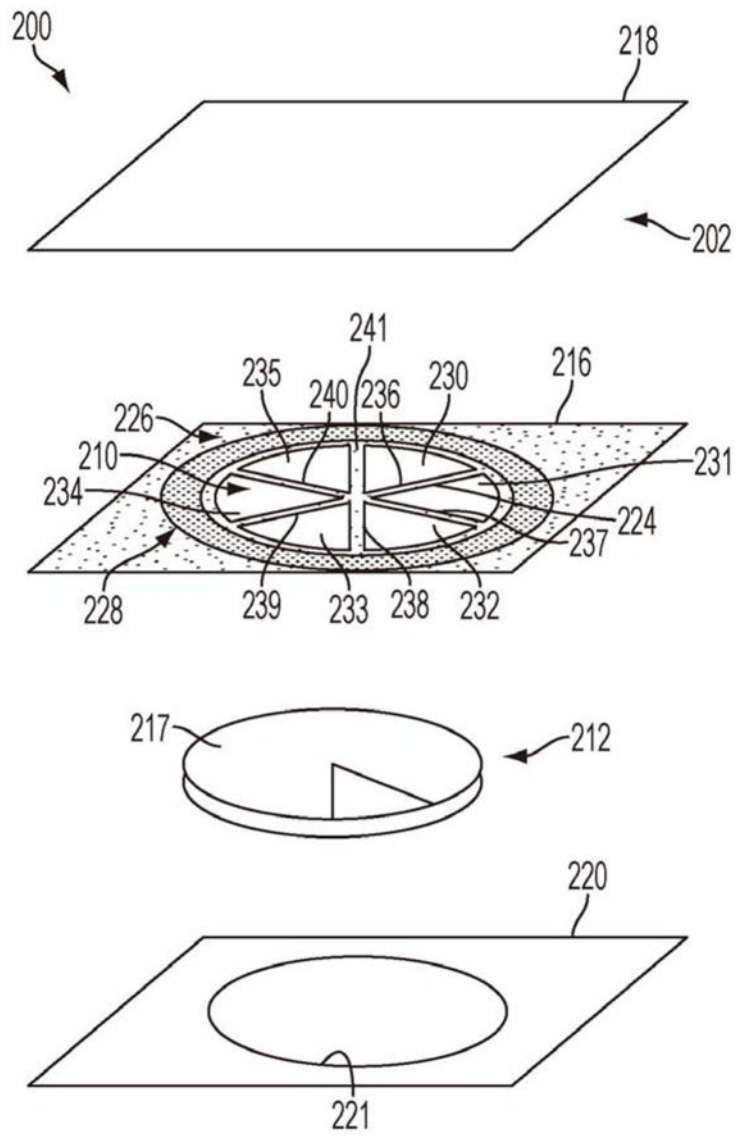


图5

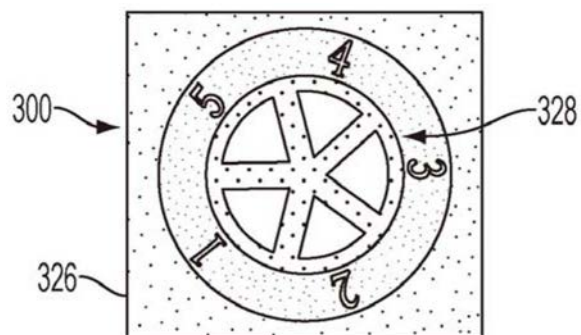


图6

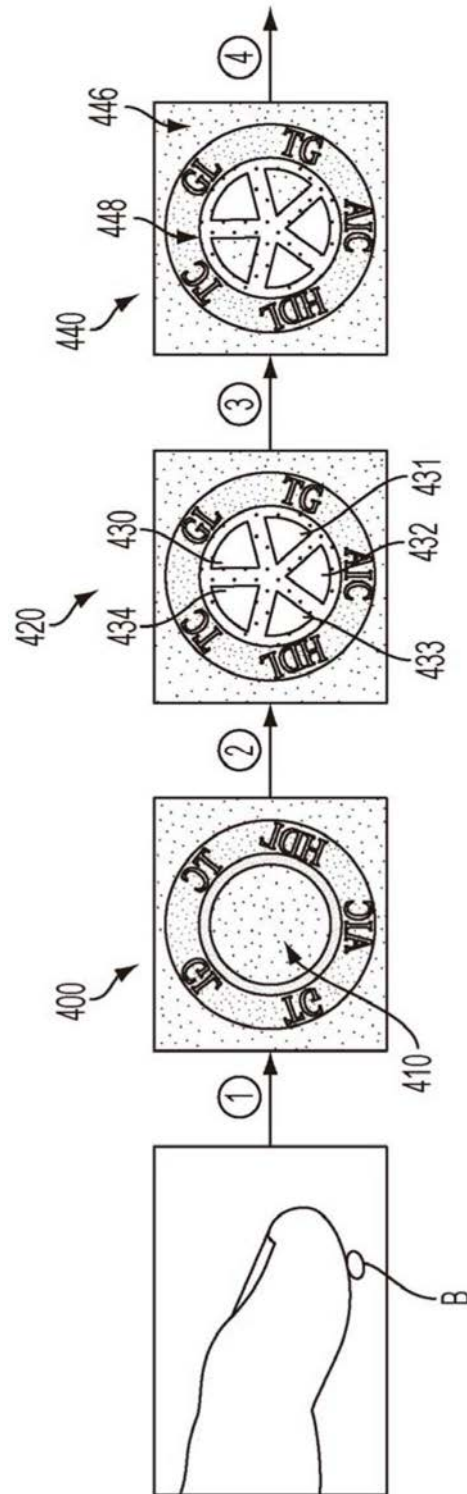


图7

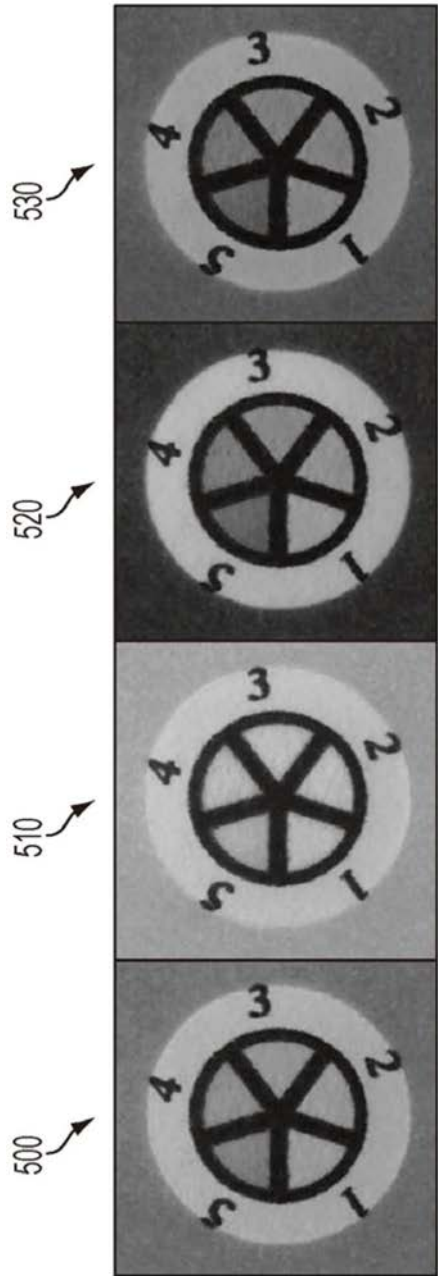


图8

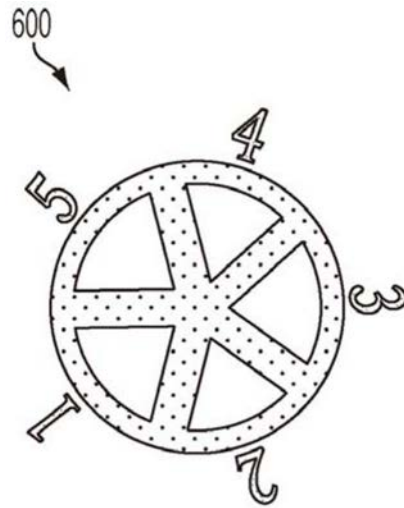


图9

700

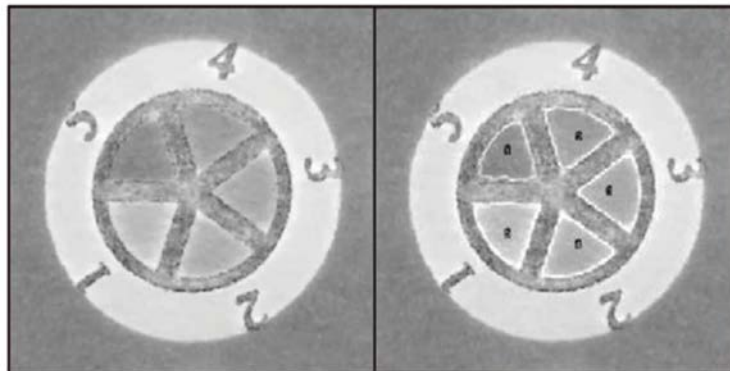


图10



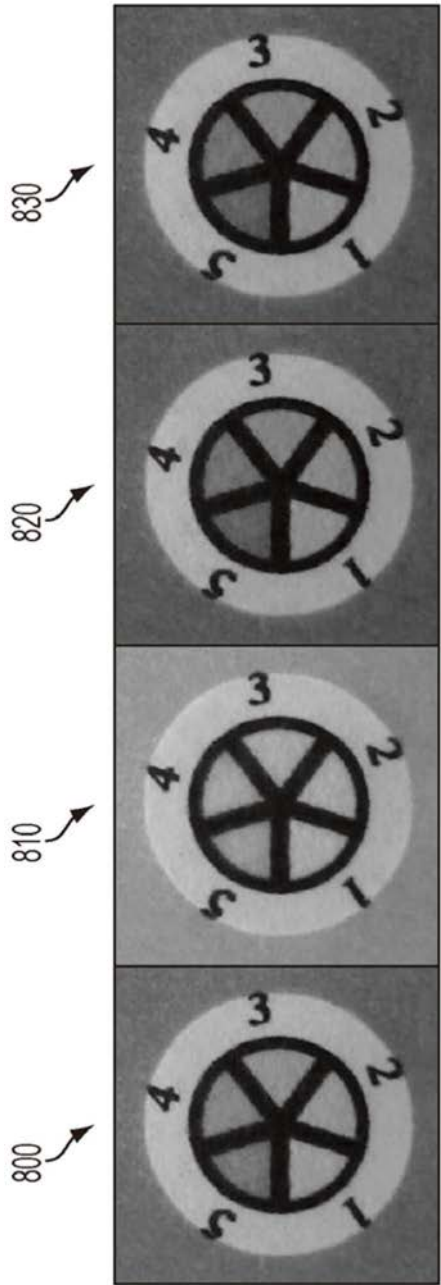


图11

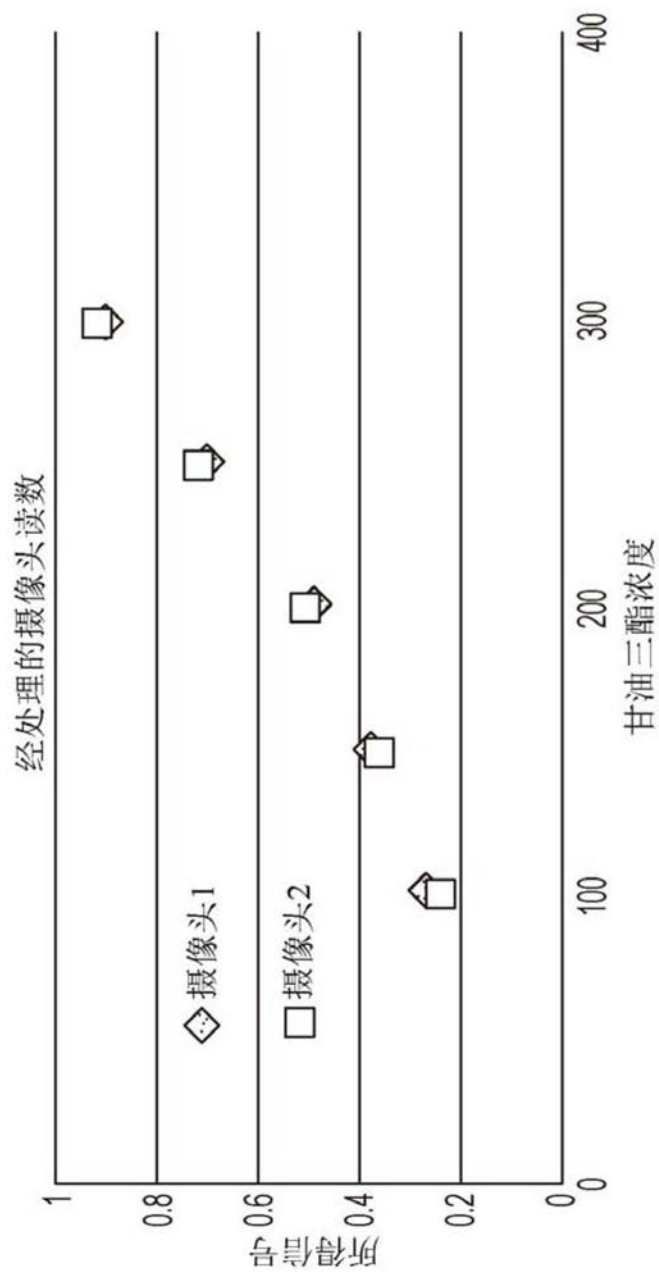


图12