



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110251066 B

(45) 授权公告日 2022. 05. 27

(21) 申请号 201811346412.5

(22) 申请日 2014.06.05

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110251066 A

(43) 申请公布日 2019.09.20

(30) 优先权数据
61/831,685 2013.06.06 US

(62) 分案原申请数据
201480044610.X 2014.06.05

(73) 专利权人 6超越6视觉有限公司
地址 以色列克法沙巴西姆特艾特哈巴兹6号

(72) 发明人 欧弗·莱蒙

(74) 专利代理机构 北京方圆嘉禾知识产权代理有限公司 11385

专利代理师 董芙蓉

(51) Int.Cl.
A61B 3/032 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 1843285 A, 2006.10.11
CN 102946790 A, 2013.02.27
CN 101396259 A, 2009.04.01
CN 102596005 A, 2012.07.18
CN 1781443 A, 2006.06.07
CN 202526147 U, 2012.11.14
WO 2008047385 A1, 2008.04.24
WO 2010117386 A1, 2010.10.14

审查员 刘文帅

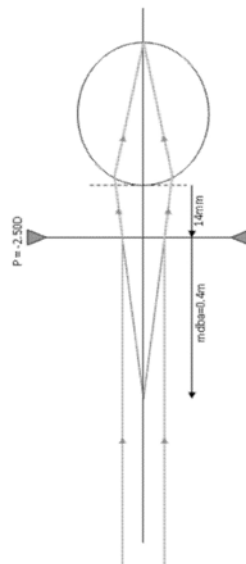
权利要求书3页 说明书28页 附图28页

(54) 发明名称

基于主观距离计量测量眼睛屈光不正的系统和方法

(57) 摘要

用于测量受试者的眼睛的屈光不正的方法和系统,方法包括:(a)在显示区域显示至少有一个符号的至少一个动态目标图像;(b)接收来自被定位在距离目标图像的最佳视力的最大距离(MDBA)的受试者的主观反馈,其中,MDBA是受试者识别符号的最大距离;(c)在受试者已达到MDBA距离期间,使用至少一个传感器,测量一个或多个与距离相关联的参数;(d)使用传感器数据,通过估计受试者的眼睛和显示目标图像的显示区域之间的距离估计MDBA和(e)根据所估计的MDBA和目标图像的特征,计算眼睛的屈光不正。



1. 包括至少一个处理器的计算设备,所述计算设备被配置为提供一个受试者的眼睛的至少一个折射误差的指示,所述至少一个处理器被配置为引发所述计算设备:

发起至少一个目标图像显示在一个显示区域;

向所述受试者发起指令以改变受试者的眼睛和显示区域之间的距离,从而确定表明主观的最佳视力的最大距离(MDBA),所述主观MDBA包括所述受试者的眼睛和所述目标图像之间的最大距离,在所述最大距离,所述受试者使用所述眼睛认清所述目标图像中的一个或多个可视元素;

接收输入数据,所述输入数据表示所述主观MDBA;和

提供与眼睛的至少一个折射误差相关联的至少一个计算出的参数,所述至少一个计算出的参数是基于所述目标图像和表示所述主观MDBA的所述输入数据。

2. 根据权利要求1所述的计算设备,其中当所述目标图像是所述主观MDBA时,所述输入数据包括捕获的受试者的面部的至少一个捕获的图像。

3. 根据权利要求2所述的计算设备,其中所述捕获的图像包括所述眼睛和参考形状,所述至少一个处理器被配置为基于所述参考形状的一维或多维估计所述主观MDBA。

4. 根据权利要求2所述的计算设备,其中所述捕获的图像包括所述面部的面部特征,所述至少一个处理器被配置为基于所述面部特征的一个或多个预定义的尺寸和捕获的图像中的面部特征的一维或多维估计所述主观MDBA。

5. 根据权利要求1所述的计算设备,其中所述至少一个处理器被配置为引发所述计算设备对受试者发起一个指示,从而当达到所述主观MDBA时提供反馈。

6. 根据权利要求1所述的计算设备,其中所述至少一个处理器被配置为引发所述计算设备在所述显示区域发起显示第一目标图像,并在所述显示区域发起显示第二目标图像,第一目标图像配置成对于与眼睛的第一折射误差相关联的第一参数,并且第二目标图像配置成对于第二参数,与第一参数不同,与眼睛的第二折射误差相关联。

7. 根据权利要求1所述的计算设备,其中所述目标图像包括动态图像,所述至少一个处理器被配置为引发所述计算设备基于所述眼睛和所述显示区域之间的距离发起改变目标图像的一个或多个视觉元素或尺寸。

8. 根据权利要求1所述的计算设备,其中所述目标图像包括圆形对称或旋转对称的目标图像。

9. 根据权利要求1所述的计算设备,其中与眼睛的至少一个折射误差相关联的至少一个计算出的参数包括眼睛的柱镜角度,以及

其中所述至少一个处理器被配置为引发所述计算设备基于与清晰的所述目标图像的至少一个视觉效果对应的所述目标图像的角度,测定所述柱镜角度。

10. 根据权利要求9所述的计算设备,其中所述至少一个处理器被配置为引发所述计算设备:

在所述显示区域发起显示另一个目标图像,另一个目标图像包括基于所述角度的至少一个视觉效果;和

接收距离或角度中的至少一种的指示,使所述受试者使用所述眼睛能够清楚地认识所述视觉效果。

11. 根据权利要求1所述的计算设备,其中所述至少一个处理器被配置为引发所述计算

设备发起显示一个根据所述计算出的参数配置的可配置的目标图像,接收指示受试者的眼睛和所述可配置目标图像之间的受试者特定距离的确认反馈,使得所述受试者使用所述眼睛认清所述可配置目标图像的一个预定视觉效果,并提供基于所述确认反馈的所述至少一个参数的一个重新计算。

12. 根据权利要求1所述的计算设备,其中所述至少一个处理器被配置为引发所述计算设备通过发起显示一个根据所述计算过的参数配置的以一个第一个尺寸的可配置目标图像,发起一个至少一个参数的调整,接收指示受试者眼睛和所述可配置的目标图像之间的一个第一个距离的一个第一个反馈,使得所述受试者使用所述眼睛能够清楚地认识第一个尺寸的可配置目标图像的一个预定的视觉效果,发起一个显示以一个异于所述第一个尺寸的第二个尺寸的所述可配置目标图像,接收一个第二个反馈指示受试者眼睛和所述可配置目标图像之间的一个第二个距离,使受试者能够用所述眼睛清楚地认识第二个尺寸的所述可配置目标图像的所述预定的视觉效果,并且提供基于所述第一个和第二个距离的所述至少一个参数的重新计算。

13. 根据权利要求1-12中任一项所述的计算设备,其中所述至少一个处理器被配置为引起至少一个目标图像显示在与所述计算设备分开的装置的显示区域上。

14. 根据权利要求1-12中任一项所述的计算设备,包括:

一个显示模块,配置成在显示区域显示至少一个目标图像;

一个界面,接收确定所述主观MDBA的反馈;

一个传感器,感测表示所述主观MDBA的数据;和

一个折射误差处理组件,发起与眼睛的折射误差相关联的至少一个参数的计算。

15. 根据权利要求14所述的计算设备,其中所述传感器包括3维(3D)传感器以提供基于3D映射表示所述主观MDBA的数据。

16. 根据权利要求14所述的计算设备,其中所述传感器包括照相机,所述感测的数据包括基于确定所述主观MDBA的反馈的被所述照相机捕获的受试者的面部的至少一张捕获图像。

17. 用于提供一个受试者的眼睛的至少一个折射误差的指示的方法,所述方法包括:

发起至少一个目标图像在一个显示区域的显示;

向所述受试者发起指令以改变受试者的眼睛和显示区域之间的距离,从而确定主观的最佳视力的最大距离(MDBA),所述主观MDBA包括所述受试者的眼睛和所述目标图像之间的最大距离,在所述最大距离,所述受试者使用所述眼睛认清所述目标图像中的一个或多个可视元素;

接收输入数据,所述输入数据表示所述主观MDBA;和

提供与眼睛的至少一个折射误差相关联的至少一个计算出的参数,所述至少一个计算出的参数是基于所述目标图像和表示所述主观MDBA的所述输入数据。

18. 根据权利要求17所述的方法,其中当所述目标图像是所述主观MDBA时,所述输入数据包括捕获的受试者的面部的至少一个捕获的图像。

19. 根据权利要求17所述的方法,包括对受试者发起一个指示以当达到所述主观MDBA时提供反馈。

20. 根据权利要求17所述的方法,包括在所述显示区域发起显示第一目标图像,并在所

述显示区域发起显示第二目标图像,第一目标图像配置成对于与眼睛的第一折射误差相关联的第一参数,并且第二目标图像配置成对于第二参数,与第一参数不同,与眼睛的第二折射误差相关联。

21. 根据权利要求17所述的方法,其中所述目标图像包括圆形对称或旋转对称的目标图像。

22. 根据权利要求17所述的方法,其中与眼睛的至少一个折射误差相关联的至少一个计算出的参数包括眼睛的柱镜角度,以及

所述方法包括基于与清晰的所述目标图像的至少一个视觉效果对应的所述目标图像的角度,测定所述柱镜角度。

23. 根据权利要求22所述的方法,包括:

发起另一个目标图像在所述显示区域的显示,另一个目标图像包括基于所述角度的至少一个视觉效果;和

接收对距离或角度中的至少一种的指示,使所述受试者使用所述眼睛能够清楚地认识所述视觉效果。

24. 根据权利要求17所述的方法,包括发起显示一个根据所述计算出的参数配置的可配置的目标图像,接收指示受试者的眼睛和所述可配置目标图像之间的受试者特定距离的确认反馈,使得所述受试者使用所述眼睛认清所述可配置目标图像的一个预定视觉效果,并提供基于所述确认反馈的所述至少一个参数的一个重新计算。

25. 根据权利要求17所述的方法,包括通过发起显示一个根据所述计算过的参数配置的以一个第一个尺寸的可配置目标图像,发起一个至少一个参数的调整,接收指示受试者眼睛和所述可配置的目标图像之间的一个第一个距离的一个第一个反馈,使得所述受试者使用所述眼睛能够清楚地认识第一个尺寸的可配置目标图像的一个预定的视觉效果,发起一个显示以一个异于所述第一个尺寸的第二个尺寸的所述可配置目标图像,接收一个第二个反馈指示受试者眼睛和所述可配置目标图像之间的一个第二个距离,使受试者能够用所述眼睛清楚地认识第二尺寸的可配置目标图像的所述预定的视觉效果,并且提供基于所述第一个和第二个距离的所述至少一个参数的重新计算。

26. 计算设备,包括用于执行权利要求17-25中任一项所述的方法的装置。

27. 根据权利要求26所述的计算设备,包括引起至少一个目标图像显示在与所述计算设备分开的装置的显示区域上。

28. 根据权利要求26所述的计算设备,包括:

一个显示装置,用于在显示区域显示至少一个目标图像;

一个界面装置,用于接收确定主观MDBA的反馈;

一个传感器装置,用于感测表示所述主观MDBA的数据;和

一个折射误差处理装置,用于发起与眼睛的折射误差相关联的至少一个参数的计算。

29. 包括计算机可执行指令的存储介质,所述计算机可执行指令当由至少一个计算机处理器执行时可操作地使得所述至少一个计算机处理器引发计算设备执行权利要求17-25中任一项所述的方法。

基于主观距离计量测量眼睛屈光不正的系统和方法

[0001] 相关专利申请交叉引用

[0002] 本PCT申请要求基于2013年6月6日申请的第61/831685号美国临时专利申请的优先权,在此引入其全部内容。

发明领域

[0003] 本发明主要涉及验光检查中用于进行折射过程的系统和方法,特别涉及用于进行测量屈光不正的检查的系统和方法。

[0004] 发明背景

[0005] 在验光检查中的折射过程是用于鉴定各种情况,如眼睛的屈光不正。眼睛(屈光不正)的折光偏差是眼睛在视网膜上聚焦远处物体的平行光线的能力的缺陷。远处的物体通常是距离受试者的眼睛六米或者更远。使用的物体通常是字符,如,字母、数字等等,预定尺寸呈现在一个板或屏幕上。屈光不正的类型包括近视、远视和散光。

[0006] 眼睛的折射误差可使用主观或客观的方法进行评估。客观的方法需要一个专业的检查人员进行患者眼睛的检查,使用设计来确定患者的屈光状态的专用设备,并为每只眼睛指定相应的镜头(光学镜片和/或隐形眼镜)。

[0007] 主观方法需要患者回答有关以6米的距离在一个图表上的字母/目标的清晰度的具体问题。检查人员在病人的眼睛大约12毫米处插入各种度数的镜片并且患者需要通过回答检查人员选择的问题辨别字符清晰度的变化。典型地,患者会被问两个透镜呈现中哪个提供了更好的视力。

[0008] 主观验光旨在找到的球面度数和柱状镜度数和轴。大多数验光师和眼科医生将使用一个交叉柱结合试镜架或综合屈光检查仪,以确定柱状镜度数和轴。主观验光要求检查人员解读患者的反应。

[0009] 另一方面,客观验光不需要任何患者应答。当患者的屈光不正通过各种可能的客观方法和工具进行评估的时候,他/她是一个被动的角色。自动屈光检查和视网膜检影法是最常见的客观方法。方法,如光的折射和像差仪也可使用。较少的准确客观屈光检查通常先于用于定义最终处方的主观结果。一个负柱镜常规验光处方例子是-2.00/-1.00×90(球镜-2.00、柱镜-1.00、轴位90度)。换句话说,远柱镜-2.00在180度和近柱镜-3.00在90度。

[0010] 发明概述

[0011] 本发明提供一种不需要屈光矫正装置测量受试者的眼睛的屈光不正的方法。该方法包括,步骤:在显示区域显示至少一个选择的动态或固定目标图像,对于每个显示的目标图像,当受试者用一只眼睛从多个距离观看目标图像时,接收来自受试者的主观反馈,所述受试者是被定位在最佳视力的最大距离(MDBA),所述MDBA是受试者清楚地认识至少一个符号或所述目标图像的视觉效果的最大距离,获取与被受试者的眼睛和目标图像之间的距离相关联的数据,至少当受试者已到达MDBA时,使用至少一个传感器,根据所述获得的数据计算MDBA并且根据计算的MDBA和根据展示的至少一个目标图像的特征计算与被测试的眼睛的屈光不正有关的至少一个参数,使用至少一个处理器。

[0012] 根据本发明的一些实施例,获取数据包括捕捉至少一张受试者的脸部图像,包括被测试的眼睛和已知尺寸的参照形状,使用照相机输出至少一张图像数据,其中所述MDBA的评估是通过使用指定的软件应用程序分析所述图像数据进行的。

[0013] 根据本发明的一些实施例,参照形状是从放置在非测试眼睛的元件所取的临时参照形状。

[0014] 根据本发明的一些实施例,参照形状是恒定的参照形状,其中所述方法还包括一个预备步骤,用于利用具有已知尺寸的临时的参照形状元件校准所述恒定参照形状的绝对尺寸。

[0015] 根据本发明的一些实施例,不同的目标图像是被用于测试一种或多种类型的以下列表的屈光不正:近视、远视、老花眼和散光,包括柱镜度和散光轴。

[0016] 根据本发明的一些实施例,使用指定的验光测试软件应用程序,软件通过所述至少一个具有用于显示目标图像、输入主观反馈和其它输入数据,指导受试者并输出测试结果构造的用户界面的个人装置处理器可操作。

[0017] 根据本发明的一些实施例,每个的至少一个目标图像是来自列表:至少一个单向目标、至少一个多向目标、至少一个全向目标。

[0018] 根据本发明的一些实施例,对于多向和全向目标图像,提供受试者用户界面工具,允许受试者标记用于提供其主观反馈的显示的目标图像的至少一个视觉效果的至少一个视敏度的轴指示,所述标记被用于计算被测试的眼睛的柱镜轴,所述在特定的距离视觉效果识别限定受试者的MDBA。

[0019] 根据本发明的一些实施例,对一个单向目标图像,受试者被要求在MDBA的最大距离处目标图像的至少一个符号被清楚地看到。

[0020] 根据本发明的一些实施例,方法进一步包括存储和/或输出与测试的眼睛的屈光不正相关的计算的至少一个参数的步骤。

[0021] 根据本发明的一些实施例,至少一个目标图像包括以下列表中的至少一个:

[0022] 一个目标图像,包括单一颜色单一符号呈现在不同颜色的预定的背景中,其中,当使用该目标图像时,MDBA被定义为受试者能够识别符号的最大距离;

[0023] 一个目标图像,包括两排符号,每排具有符号,每一排呈现在一个不同的颜色背景中,其中,使用该目标图像时,MDBA被定义为受试者识别一排的符号是模糊的并且另一排的符号是清楚的最大距离;

[0024] 一个蝶形目标图像,由弧形线条构成在背景上,其中至少一些条纹是第一颜色并且至少一些条纹是第二颜色并且背景是第三颜色,其中,使用该目标图像时,MDBA被定义为通过聚焦找回第二颜色的至少一个弧形线条其原来的颜色的最大距离;

[0025] 一个双色同心环目标图像或部分的同心环,其中,使用该目标图像时,MDBA被定义为从同心环形状至少一个蝶形图像清晰是可见的最大距离;

[0026] 一个着色同心环目标图像,至少同心环具有一个颜色并且背景具有不同的颜色,其中,使用该目标图像时,MDBA被定义为至少一张蝶形图像从同心环形状清晰可见第二颜色的至少一个弧形线条不改变它的颜色的最大距离;

[0027] 一个有颜色的太阳形状目标图像,由多个条纹元件构成,每个元件包括至少一条一种颜色的外条纹和另一种颜色的一条中间条纹,所述元件被放射状的布置,以便形成一

个径向对称太阳状形状,其中,使用该目标图像时,MDBA被定义为至少一些元件是清晰可见的且第二颜色不改变的最大距离;

[0028] 一个由有颜色的太阳形状图像和同心环图像组合的目标图像,所述同心环图像被定位在有颜色的环图像的中心,例如,以共享相同的径向对称轴线,其中,使用该目标图像时,MDBA被定义作为至少一些有颜色的太阳图像的元件是清晰可见并且同心环形状的至少一个蝶形图像是可见的且有颜色的太阳图像的第二颜色不改变的最大距离;和/或

[0029] 一个独特图案目标图像,其中所述基本块是椭圆倾斜形状,在每一维互换其颜色期间以排和列复制,其中,至少一个暗线完全或部分的妨碍图案的至少一部分排或基本周期性结构的至少一个摄动区域。

[0030] 根据本发明的一些实施例,屈光不正是通过一个过程测量,包括:测量粗略计算(RE)的球镜当量。

[0031] 根据本发明的一些实施例,方法进一步包括一个校准过程用于校准柱镜度和球镜度,所述校准过程包括以下步骤:从之前受试者处接收散光角度,柱镜度和球镜度测试结果;在显示区域显示独特图案目标图像,旋转到受试者散光的角度,根据接收到的散光角度,所述独特图案图像至少以两种尺寸在显示区域显示,根据接收到的柱镜度和球镜度计算每种尺寸,对显示的每种尺寸的独特图案目标图像,指示受试者与目标图像拉开距离直到识别出预定视觉效果,其中至少一种绿红交替图案出现或红黄图案最明显:

[0032] 对所显示的独特图案目标图像的各尺寸,测量独特图案目标图像和受试者的眼睛之间的距离;和

[0033] 根据测量的距离重新计算柱镜度和球镜度。

[0034] 本发明提供一种不需要屈光矫正装置测量受试者眼睛屈光不正的系统。系统包括:至少一个显示单元限定用于显示目标图像的显示区域,至少一个传感器,以可重复的方式,用于感测至少一个可测量参数,所述参数允许直接或间接地测量受试者和显示区域之间的距离;和至少一个处理器拥有指定的应用程序可操作因此配置用于:

[0035] 从所述传感器实时接收数据;

[0036] 通过所述应用程序用户界面,接收来自受试者的主观反馈,所述反馈包括,当受试者用一只眼睛从多个距离观看目标图像时,受试者是被定位在最佳视力的最大距离(MDBA),所述MDBA是受试者清楚地认识到所述目标图像的至少一个符号或视觉效果的最大距离;

[0037] 通过计算受试者的眼睛和显示区域之间的距离计算MDBA,其中目标图像是通过使用从传感器输出的数据显示的;和

[0038] 根据所计算的MDBA和显示的目标图像的特征,计算至少一个与被测试的眼睛屈光不正有关的参数。

[0039] 根据本发明的一些实施例,所指定的应用程序是可操作的,通过个人设备,其包括处理器和显示单元,其中,所述至少一个传感器是可通信的和由所述个人设备可控的。

[0040] 根据本发明的一些实施例,所指定的应用程序是可操作的,通过个人设备,包括处理器、至少一个传感器和显示单元。

[0041] 根据本发明的一些实施例,至少一个传感器包括一个静止摄影或照相机由所述软件应用程序控制,并且配置用于捕捉至少一张受试者的脸部图像,包括被测试的眼睛和已

知尺寸的参照形状,其中所述MDBA的评估是通过使用指定的软件应用程序分析所述图像数据进行的。

[0042] 根据本发明的一些实施例,参照形状是从放置在非测试眼睛的元件所取的临时参照形状。

[0043] 根据本发明的一些实施例,所述参照形状是恒定的参照形状,其中所述方法还包括一个预备步骤,用于利用具有已知尺寸的临时的参照形状元件校准所述恒定参照形状的绝对尺寸。

[0044] 根据本发明的一些实施例,不同的目标图像用于测试以下列表的一种或多种类型的屈光不正:近视、远视、老花眼、散光,包括球镜度数和柱镜度数,轴位。

[0045] 根据本发明的一些实施例,每个所述的至少一个目标图像是来自列表:至少一个单向目标、至少一个多向目标、至少一个全向目标。

[0046] 根据本发明的一些实施例,多向和全向目标图像,提供受试者用户界面工具,允许受试者标记用于提供其主观反馈的显示的目标图像的至少一个视觉效果的至少一个视敏度的轴指示,所述标记被用于计算被测试的眼睛的柱镜轴,所述在特定的距离视觉效果识别限定受试者的MDBA。

[0047] 根据本发明的一些实施例,对一个单向目标图像,受试者被要求在MDBA的最大距离处目标图像的至少一个符号被清楚地看到。

[0048] 根据本发明的一些实施例,系统还包括:存储单元,用于存储计算的与被测试的眼睛的屈光不正相关联的至少一个参数。

[0049] 本发明提供一种不需要屈光矫正装置测量受试者眼睛的屈光不正的方法。所述方法包括:进行一个初步测试用于粗略计算受试者每只眼睛的视力,使用至少一个具有多向或全向对称的目标图像进行远柱镜误差测试,用于检测柱镜轴,并且,使用至少一个具有单向或多向或全向的对称的目标图像进行远和近柱镜误差测试,用于检测柱镜度,其中,每个所述测试都是由下述进行:

[0050] 在一个显示区域显示至少一个选定的动态或固定的目标图像;

[0051] 对每个显示的目标图像,当受试者用一只眼睛从多个距离观看目标图像时,接收来自受试者的主观反馈,所述受试者是被定位在最佳视力的最大距离(MDBA),所述MDBA是受试者清楚地认识到所述目标图像的至少一个符号或视觉效果的最大距离;

[0052] 至少当受试者已达到MDBA时,使用至少一个传感器,获取与受试者的眼睛和目标图像之间的距离相关联的数据;

[0053] 根据所述获取的数据计算MDBA;和

[0054] 根据所计算的MDBA和显示的至少一个目标图像的特征,使用至少一个处理器,计算至少一个与被测试的眼睛屈光不正有关的参数。

[0055] 根据本发明的一些实施例,初步测试是配置用于大致测量被测试的眼睛的球面等效度数(SEP)。

[0056] 根据本发明的一些实施例,远柱镜误差测试是利用一个有颜色的太阳形状目标图像进行的,其由多个条纹元件构成,每个元件包括至少一条一种颜色的外条纹和另一种颜色的一条中间条纹,所述元件被放射状的布置,以便形成一个径向对称太阳状形状,其中,使用该目标图像时,MDBA被定义为至少一些元件是清晰可见的并且无可感知到的原颜色改

变的最大距离；

[0057] 其中对于多向和全向目标图像,受试者会被提供有用户界面的工具,允许受试者标记用于提供其主观反馈的显示的目标图像的至少一个视觉效果的至少一个视敏度的轴指示,所述标记被用于计算被测试的眼睛的柱镜轴,所述在特定的距离视觉效果识别限定受试者的MDBA。

[0058] 根据本发明的一些实施例,近柱镜误差测试是利用一个蝶形目标图像进行的,其由弧形线条构成在背景上,其中至少一些条纹是第一颜色并且至少一些条纹是第二颜色并且背景是第三颜色,其中,使用该目标图像时,MDBA被定义为第二颜色的至少一个线条锐化而不改变其颜色的最大距离。

[0059] 根据本发明的一些实施例,该方法进一步包括至少一种的:至少一个改进测试用于改进测量所述远柱镜误差,至少一个改进测试用于改进测量所述近柱镜误差和至少一个改进测试用于改进测量所述近柱镜轴。

[0060] 根据本发明的一些实施例,改进测试用于测量远柱镜误差是通过使用下列目标图像中的至少一个进行的:

[0061] 一个目标图像,包括单一颜色单一符号呈现在不同颜色的预定的背景中,其中,当使用该目标图像时,MDBA被定义为受试者识别符号的最大距离;

[0062] 一个目标图像,包括两排符号,每排具有符号,每一排呈现在一个不同的颜色背景,其中,使用该目标图像时,MDBA被定义为受试者识别一排的符号是模糊的并且另一排的符号是清楚的最大距离;

[0063] 一个蝶形目标图像,由弧形线条构成在背景上,其中至少一些条纹是第一颜色并且至少一些条纹是第二颜色并且背景是第三颜色,其中,使用该目标图像时,MDBA被定义为通过聚焦找回第二颜色的至少一个弧形线条其原来的颜色的最大距离;

[0064] 一个双色同心环目标图像或部分的同心环,其中,使用该目标图像时,MDBA被定义为从同心环形状至少一个蝶形图像清晰可见的最大距离;

[0065] 一个着色同心环目标图像,至少同心环具有一个颜色并且背景具有不同的颜色,其中,使用该目标图像时,MDBA被定义为至少一张蝶形图像从同心环形状清晰可见第二颜色的至少一个弧形线条不改变它的颜色的最大距离;

[0066] 一个有颜色的太阳形状目标图像,由多个条纹元件构成,每个元件包括至少一种颜色的外条纹和另一种颜色的一条中间条纹,所述元件被放射状的布置,以便形成一个径向对称太阳状形状,其中,使用该目标图像时,MDBA被定义为至少一些元件是清晰可见的且第二颜色不改变的最大距离;

[0067] 一个由有颜色的太阳形状图像和同心环图像组合的目标图像,所述同心环图像被定位在有颜色的环图像的中心,例如,以共享相同的径向对称轴线,其中,使用该目标图像时,MDBA被定义作为至少一些有颜色的太阳图像的元件是清晰可见并且同心环形状的至少一个蝶形图像是可见的且有颜色的太阳图像的第二颜色不改变的最大距离;和/或

[0068] 一个独特图案目标图像,其中所述基本块是椭圆倾斜形状,在每一维互换其颜色期间以排和列复制,其中,至少一个暗线完全或部分的妨碍图案的至少一部分排或基本周期性结构的至少一个摄动区域。

[0069] 根据本发明的一些实施例所述的方法进一步包括一个校准过程用于校准柱镜度

和球镜度,所述校准过程包括以下步骤:

[0070] 从之前受试者处接收散光角度,柱镜度和球镜度测试结果;

[0071] 在显示区域显示独特图案目标图像,旋转至受试者散光的角度的角度,根据接收到的散光角度,所述独特图案图像至少以两种尺寸在显示区域显示,根据接收到的柱镜度和球镜度计算每种尺寸;

[0072] 对显示的每种尺寸的独特图案目标图像,指示受试者与目标图像拉开距离直到识别出预定视觉效果;

[0073] 对显示的每种尺寸的独特图案目标图像,测量目标图像独特图案和受试者的眼睛之间的距离;和

[0074] 根据测量的距离重新计算柱镜度和球镜度。

[0075] 根据本发明的一些实施例,传感器至少是接近传感器、加速器传感器,照相机或3维(3D)传感器中的一个。

附图说明

[0076] 图1示出了一幅示意图,示出用于眼镜矫正屈光度-2.50[D]的近视患者的0.414米的最佳视力(MDBA)的最大距离。

[0077] 图2示出了一幅框图,根据本发明的一些实施例,用于测量受试者的眼睛的屈光不正的系统。

[0078] 图3A-3B示出了受试者如何使用集成个人智能电话设备操作用于进行自我检查屈光不正的一个指定的应用程序,使用照相机作为一个传感器,它允许测量于此提出的受试者的眼睛和目标图像之间的距离,根据本发明的一些实施例:图3A显示了受试者怎样进行初步的校准过程,使用信用卡作为参照形状要件;和图3B示出了目标图像怎样呈现在一个显示智能电话的触摸屏的显示区域,用于允许受试者调整他/她的眼睛和目标图像之间的距离,直到到达最佳视力(MDBA)的最大距离。

[0079] 图4A-4L示出不同类型的目标图像可用于检查,根据本发明的实施例:图4A显示了包含有斜条纹图案的字母以一定的角度在一个灰色的背景上的目标图像;图4B示出包含有斜条纹图案的字母以一定角度在一个绿色背景上的目标图像。图4C示出了包含具有斜条纹图案的字母以一定的角度在一个红色背景图案上的目标图像。图4D示出包含有模糊斜条纹图案的字母以一定的角度,其中所述条纹模糊阴暗部分与红色背景混合的目标图像。图4E示出了包含具有斜条纹图案的字母以一定角度在蓝色的背景上的目标图像。图4F显示了包含纯白字母在黑色背景上的目标图像。图4G示出了同心白色圆圈在黑色背景上的目标图像。图4H示出了包含交叉垂直白线在黑色背景的图案的目标图像。图4I示出了包含交叉垂直线条图案在黑色背景上,其中水平线条是绿色的,垂直线是红色的目标图像;图4J-4L示出了黑白(BW)与同心环目标图像:图4J示出了图像显示在屏幕上,其中,图4K和4L显示图像将如何被患有散光的受试者感知。

[0080] 图5示出一幅流程图,根据本发明的一些实施例,展示了用于测量受试者的眼睛的屈光不正的过程。

[0081] 图6示出了初步校准过程的流程图,根据本发明的一些实施例,通过使用临时参照形状测量永久参照形状。

[0082] 图7示出一幅流程图,根据本发明的一些实施例,展示了通过采集信用卡2D图像,用于距离计量,测量验证信用卡磁条的参照形状的过程。

[0083] 图8A-8D示出一个目标用于使用有色方法测量散光轴:图8A示出了一个彩色条纹目标用于散光测量,包括三个垂直的平行线,中间的一个是绿色和两个外侧的是红色,在黑色背景之上,其中线条是在一个已知的分离差异上彼此分开的;图8B示出了图8A的目标如何将被 0° 散光(使用负柱镜常规)的受试者感知;图8C示出了图8A的目标如何将被患有 45° 的散光的受试者感知;和图8D示出了图8A的目标如何被与呈现的有色条纹方向一致的患有散光的受试者感知;

[0084] 图9A-9C示出了一个目标用于使用有色方法测量散光轴:图9A示出一个彩色条纹目标用于散光测量,其包括四组条纹,每一组包括三个平行的红-绿-红条纹,以同样的距离隔开,其中条纹有角度的彼此交叉,在黑色背景上;图9B示出了图9A的目标如何被 α_1 散光受试者感知;和图9C示出了对图9A的目标做出改变将如何被受试者感知,以较高角度精度指示出散光角度。

[0085] 图10是一个流程图,根据本发明的一些实施例,示意性地示出使用染色方法测量柱镜角度的过程。

[0086] 图11是一个流程图,根据本发明的一些实施例,示意性地示出使用消色差的方法,利用同心环形目标,测量柱镜角度的过程。

[0087] 图12是一个流程图,根据本发明的一些实施例,示意性地示出使用含有一维特征的目标判断柱镜度数的过程。

[0088] 图13A和13B展示了黑白(BW)目标图像视标字母如何被用于视力测量,根据本发明的一些实施例:图13A显示了BW视标目标图像用于测量近视,通过测量受试者眼睛的球镜当量度数(SEP);图13B示出了一个表格,用于展示MDBA如何粗略地与字母尺寸相关和..

[0089] 图14A和14B示出两组黑色字母目标图像,一个在蓝色背景上和另一个在红色背景上,用于测量受试者眼睛的SEP,根据本发明的一些实施例:图14A展示了目标图像作为用于测试SEP显示在屏幕上;和图14B示出了当只有视标字母蓝色且模糊,及红色的是可读的时候,图14A的目标图像如何在MDBA距离被感知。

[0090] 图15A和15B示出了条纹蝶形目标图像,具有绿色拱状的条纹在黑色背景上,拱形条纹中的一个条纹每个边着色为红色,根据本发明的一些实施例:图15A显示了蝶形目标图像显示在屏幕上,用于测量MDBA用于近柱镜;和图15B显示了蝶形目标图像,它会早于通过MDBA用于近柱镜出现,其中红色会出现发黄。在到达近柱镜MDBA时,黄色拱形条纹会变成红色。

[0091] 图16A和16B示出了具有边侧是绿色中间是红色的直三条纹目标图像在黑色背景上,根据本发明的一些实施例:图16A示出了目标图像显示在屏幕上,用于测量散光;和图16B示出了目标图像,对于有180度散光的受试者它会出现。

[0092] 图17A和17B示出了另一个具有边侧是绿色中间是红色的直三条纹目标图像在黑色背景上,根据本发明的一些实施例:图17A示出了目标图像显示在屏幕上,用于测量散光;和图17B示出目标图像,对于有180度的散光的受试者它会出现。

[0093] 图18A和18B示出了一个彩色的“太阳”目标图像,具有多个条纹目标图像组合,其中太阳目标图像有绿色边侧条纹和红色中间条纹在黑色背景上,根据本发明的一些实施

例:图18A示出了太阳目标图像显示在屏幕上,用于测量散光;和图18B示出了太阳目标图像,对于有180度的散光的受试者它会出现。

[0094] 图19A和19B示出了组合的太阳目标图像,包括太阳和BW同心环图像在中间,根据本发明的一些实施例:图19A示出了组合太阳目标图像显示在屏幕上,用于测量散光;和图19B示出组合的太阳目标图像,对于有180度的散光的受试者它会出现。

[0095] 图20A和20B示出了彩色“同心环”目标图像,具有多个绿环与红色环在黑色背景上,根据本发明的一些实施例:图20A显示同心环图像在屏幕上,用于测量散光;和图20B示出了同心环的目标图像,对于有180度的散光的受试者它会出现,由受试者放置具有蝙蝠状标记在图像上在指示出蝶形的中心出现的更为清楚的位置作为输入反馈,受试者的散光角度能够据此被推断。

[0096] 图21A和21B示出了两个不同的目标图像,每个都具有用于验证测试的独特图案在此也称为“非洲测试”,根据本发明的一些实施例:图21A示出了目标图像,具有黄色和红色椭圆单元互换行集,以互换方向成行安置,其中目标图像被两个上面和下面厚黑条纹和一个中间比上面和下面条纹薄的黑色条纹切片;和图21B显示一个独特图案目标图像,其中所述基本块是椭圆倾斜形状,在每一维互换其颜色期间以排和列复制,其中,至少一个暗线完全或部分的妨碍图案的至少一部分排或基本周期性结构的至少一个摄动区域。障碍物或摄动导致基本块的相同相邻颜色在水平或垂直方向。另外,位于摄动行或超出受阻行的基本块的颜色与其最靠近的在未摄动/未受阻行的邻接物相似。当经历了有几个如图像701a所示的清楚的特征的一定程度模糊的图像时

[0097] 图22示出了图21A和21B的目标图像的图案的缩放图像向可能的互换方向之一倾斜。

[0098] 图23展示了在受试者被指示停止的距离图21A的目标图像如何出现。这发生在球镜和柱镜结合产生了一种已知的模糊的特定的距离。

[0099] 图24A和24B示出了图21A的目标图像的图案的缩放图像:图24B示出对于没有散光的受试者在距目标图像的距离,图案的构造块如何将变得模糊(箭头显示模糊的方向);和图24A示出有散光的受试者在距目标图像的距离,图案的构造块如何将变得模糊。

[0100] 根据本发明其它实施例,图25示出了另一个可选的进行验证测试的图案的构造块。

[0101] 根据本发明其它实施例,图26示出了又一个可选的进行验证测试的图案的构造块。

[0102] 图27A和27B示出一幅流程图展示了利用上述提供的目标图像测量被试者的SEP和远柱镜和近柱镜验光测试的完整过程,根据本发明的一些实施例:图27B是图27A过程的延续。

[0103] 本发明的一些实施例的具体描述

[0104] 在以下各个实施例的详细描述中,用附图作为参照形成其一部分,并且其中通过图示说明具体实施例的方式可以实施本发明。应当理解,其它实施例可以被利用和可以做出结构变化而不脱离本发明的范围。

[0105] 本发明,在其一些实施例中,提供了用于允许用户进行准确眼科检查测量他们的眼睛或其他人的眼睛的屈光不正的系统和方法,不需要屈光矫正装置如眼镜镜片或隐形眼

镜。

[0106] 术语“屈光不正”也被称为“折射误差在本领域中是指在聚焦平行光线移到眼睛的视网膜的任何类型的错误,该情况被称为“屈光异常”。屈光不正包括任何一种或多种近视、远视和/或散光的,通常归类为球镜误差和柱镜误差。球镜误差包括近视、远视和老花眼,而柱镜误差包括散光。典型的眼睛测试用于提供矫正镜片是测量某一眼睛的球镜度数、散光度数和轴位。

[0107] 根据一些实施例,系统允许受试者通过使用一个集成的个人设备、或其它远程处理单元或系统,诸如个人电脑(PC)、笔记本电脑、智能电话、平板设备等,进行自我检查屈光不正,条件是该个人设备配备或与设备连接,从而允许图像显示、存储、处理、数据的输入和输出,并还任选一个或多个传感器,它们允许推断被测眼睛和所显示的图像之间的距离。

[0108] 该系统包括一个显示装置能够在显示区域可视地显示目标图像和一个或多个传感器用于测量可用于推断距离的至少一个参数。在其他实施例中,距离可以直接通过传感器测量,而在其它实施例中,距离是通过使用连接到或嵌入在个人设备的照相机测量,用于推导图像显示和受试者的眼睛之间的距离。

[0109] 本发明的系统和方法,根据其一些实施例,允许愿意进行屈光不正自检的主体使用具有视觉显示功能的个人设备,例如一个屏幕和一个传感器、例如视频和/或静物照相机,其中,设备运行一个指定的视觉折射测试软件应用,配置用于在显示区域显示至少一张选定的动态或者固定目标图像;当受试者用一只眼睛从多个距离观看目标图像时,接收来自受试者的主观反馈,所述受试者是被定位在距目标图像的最佳视力的最大距离(MDBA),所述MDBA是受试者被测试的眼睛清楚地认识到所述目标图像的最大距离;当受试者到达MDBA,使用传感器测量与距离有关的至少一个参数;通过计算受试者的眼睛和显示区域之间的距离计算MDBA,其中目标图像是通过使用从传感器输出的数据显示的并且个人设备的处理器用于执行这个估算;并且根据计算的MDBA和目标图像的特征计算眼睛的屈光不正。

[0110] 一旦受试者通过反馈表明他/她已到达MDBA,系统通过使用来自传感器的数据和取自初步校准过程的任选校准数据,自动计算受试者的眼睛和呈现的目标图像(例如屏幕中心)之间的距离,使用指定的算法,用于计算被测试的眼睛的屈光不正。

[0111] 屈光不正是根据所计算的MDBA(这是眼睛和目标图像之间在受试者指示到达他/她的MDBA时的计算的距离)和目标图像中的图画和其它一个或多个符号特征(例如,尺寸、颜色、图案等)计算的,其中,例如,屈光度结果(在此也被称为球镜等效度数(SEP)和/或球镜度数和/或远柱镜度数(cyl)和/或近柱镜度数)。

[0112] 该显示装置是被配置为在一个显示区域如屏幕,投影仪装置(具有或不具有屏)等等,在视觉上显示图像的任何装置。显示装置和显示区域可以嵌入在个人设备。

[0113] 传感器,其可以被嵌入在个人设备或任何其他配置的交流装置,包括例如,一个或多个视频和/或静止图像照相机,3维(3D)传感器构造成用于在三维点测绘表面或任何其它光学或其它类型的传感器,用于测量一个或多个参数,允许推导距离或任何其他的传感器或装置,其允许捕捉图像或直接或间接地测量对象之间的距离。用于计算受试者的测试眼和所显示的目标图像之间的实际距离在系统中的算法适于使用特定传感器以及特定其输出特征。例如,对于一个静止照相机或照相机,算法被设计为接收由照相机输出的图像数据的输入,并使用在已知尺寸的图像数据的参考图像或其他图像来计算所述测试眼睛在图像

被相机捕获的时刻的距离。

[0114] 根据本发明的一些实施例,本发明提供指定的计算机应用程序可操作的通过受试者的个人设备,提供一个用户界面(UI)允许受试者测量他/她眼睛屈光不正。这意味着,应用程序不需要受试者试用不同的校准透镜测量他/她的眼镜数量,柱镜测量等等。

[0115] 该应用可以被设计为整个检查过程使用受试者的个人设备的处理装置(包括:接收输入,处理和输出的测试结果和存储数据),或与远程服务器进行通信,被配置用于通过从受试者的个人设备的应用程序接收输入的数据,处理数据来计算受试者眼睛的屈光误差,并通过这个应用程序发送结果给个人设备,通过个人设备的输出装置(例如通过屏幕和/或通过设备的扬声器),用于输出(即,呈现)给受试者。

[0116] 根据一些实施例,方法和系统允许受试者对通过访问一个指定的应用程序可操作从而(例如安装在其中或从中穿过访问)使用他/她的个人设备发起主观验光测试。一旦会话开始,动态或静态预选目标图像被呈现在显示区域中。目标图像可以是一个形状或预定符号如字母,数字等受试者已知的,其中所述图像的特征,例如大小、图案颜色、背景等,可以根据参数而变化的和/或根据正被测试诸如散光、近视或远视屈光不正的类型变化。

[0117] 如上所述,一个或多个传感器,如嵌入或连接到个人设备的照相机重复或连续检测与距离相关联的一个或多个参数和来自所使用传感器的一个或多个参数的数据,用于计算受试者的眼睛和显示所选择的图像的显示区域之间的距离。应用程序UI允许接收来自受试者关于显示的图像的主观反馈,用于计算一个或一个或多个可以计量的参数,指示所述受试者的测试眼睛的屈光不正的一个或多个方面,也称为本文件中作为检查的结果。这些结果然后提供给受试者或用任何其它方式通过个人设备的输出设备输出以便通过由指定应用程序的UI呈现在屏幕上。

[0118] 根据本发明的一些实施例,使用一个校准过程,尤其是不排他的,其中所述传感器是用于捕获2D图像,例如一个静止和/或视频照相机的情况下。在这些实施例中,已知绝对尺寸的参照形状的情况下,通过使用例如已知的三维尺寸的物体或者具有附着2D物理图案于此或印刷在其上,可以通过所获取的图像包括的图像分析来识别图案参照形状。参照形状的已知尺寸可以用于推导出参照形状的物理位置和所述照相机或与其相关联的所述显示区域的在获取有关参照形状的图像的时间的中心之间的距离。

[0119] 该校准过程可以被(连续或离散地)重复整个检查会话,执行测量时,在整个会话期间或当UI需要时,要求受试者持参照形状在相对于测试眼睛的位置在相同位置。以这种方式,测试的眼和所呈现的图像之间的距离是不断测量或计算,通过其他测量参数在检查会话期间,以允许给予最准确的结果。

[0120] 在其他实施例中,校准过程使用一个元件包括临时的参照形状,例如信用卡的已知尺寸的磁条参照形状,研究恒定的参照形状,例如,受试者的一个或多个面部特征的绝对尺寸,如眼睛的宽度(未包括的临时参考的形状),以允许使用面部特征绝对值用于实际屈光不正检查会话距离计量。这将允许受试者免于在整个过程持临时参照形状元件。

[0121] 根据一些实施例,UI被配置为给受试者输出反馈问题和指令,其是预定和与特定目标图像及特征关联的,对于推定MDBA和目标图像特征,以帮助确定特定的屈光不正(例如,屈光度)。

[0122] 根据本发明的实施例,一旦测试符号或任何其它目标图像以所选择的尺寸被呈现

在显示区域,应用程序需要受试者来移动显示区域(嵌入在设备中),或相对于显示区域移动(例如,如果显示区域难以被移动)到其中他/她还以相对视敏度清楚地认识呈现的目标图像的一个或多个符号最大距离。该距离将被定义为“MDBA”,它与校准镜片的度数(屈光度)成比例将被需要。所述MDBA和度数“P”之间的比率的计算方法是使用下列转换公式:

$$[0123] \quad P[\text{Diopters}] = K \frac{1}{\text{MDBA}[m]}$$

[0124] 度数“P”可以是平均的受试者的散光度数(最佳球镜)或散光度之一,取决于所使用的目标呈现的图形或呈现的图案。例如,没有限定方向性特征的目标会造成聚焦在一个距离相应于的散光度的平均值,有限定方向性特征的散光轴之一的方向特征的目标将导致聚焦一个距离相应于散光度。K是在临床试验中发现的一个校准常数,大约为-1。

[0125] 根据一些实施例,在测量会话期间受试者被要求保持未测试眼睛睁开(虽然由如信用卡的参照形状要件阻隔),因为它可能会影响测试眼睛的屈光不正。

[0126] 图1示出了一幅示意图,示出用于眼镜矫正屈光度-2.50[D]的近视患者的0.414米的最佳视力(MDBA)的最大距离。

[0127] 该系统的传感器位于从所呈现的图像的位置的已知固定的距离,因为这两个设备(例如,屏幕和照相机)每个都固定在一定的位置。

[0128] 当没有屈光矫正被设置,一只放松的眼睛,例如对应于接触透镜校准-2.50,将看到一个模糊的图像的距离远于0.4米和可以在一个距离等于0.4米看出第一高视力图像。在距离范围(无穷大-400毫米的这个例子)之间设置的图像会由于辐辏功能($\frac{1}{\text{Object Distance}[m]}$)而模糊,其中最大的模糊将在无穷大是显而易见的,模糊将逐步随辐辏减少,在0.4米达到最低模糊。图像模糊在距离近于0.4米在本实施例将依赖于眼睛的能力以适应。如果+7屈光度的适应存在,受试者就能够在距离范围为400毫米至105毫米看到高视力图像。

[0129] 现在参考图2示出的方框图,示意性地示出系统100用于测量受试者眼睛的屈光不正,使用一个计算机化的系统,具有至少一个处理器110,如如PC计算机系统、平板设备或具有输入和输出装置的移动装置和传感器120,如,照相机,其被配置用于获取2D帧,一个屏幕130作为显示装置限定一个显示区域135中。

[0130] 处理器110运行能够操作多个模块的一个指定的应用程序:(i)一个用户界面(UI)110;(ii)一种距离计算和校准模块112,用于重复地(连续或离散地)推定被测眼和显示/呈现目标图像之间的距离;(iii)反馈模块113用于在检查会话期间指示受试者和用于允许受试者对输入他/她的反馈;和屈光不正模块114用于计算屈光误差参数值,根据所计算的距离和所呈现的目标图像的特征。

[0131] 根据一些实施例,UI111可以是指定的应用程序的图形用户界面(GUI),配置成用于在检查期间提供一个平台,固定地或动态地呈现目标图像,从而使受试者发起检查会话,在会话期间指示受试者,允许受试者对输入主观反馈,响应所呈现的对象图像和/或他/她的位置,并且用于呈现所计算的屈光不正的结果。

[0132] 根据一些实施例,距离计算和校准模块112是配置用于指示受试者定位他/她自己或显示装置/区域到MDBA,根据他/她的主观视角和接收由传感器120输出的数据,用于处理推断(计算)在每个给定的时刻或时间范围内受试者的眼睛和目标图像之间的距离“Di”进

进行测试。在传感器120的输出是图像(例如使用2D照相机时)的情况下,图像分析处理过程可以启动,通过测量所获取的具有已知尺寸的图像中形状图像尺寸来评估距离。在这些情况下,计算和校准模块112(通过UI111)可以指示受试者持已知二维尺寸的参照形状(如具有标准尺寸磁条的信用卡,磁条信用卡面向相机传感器120)遮挡他的未测试的眼睛,使得由照相机传感器120获取的图像包括在每个特定的检查时刻整个2D已知参照形状。以这种方式,参照形状的图像尺寸和已知的其真实尺寸之间的差异,允许推导至少相机和本身是或包含二维参照形状的物理元件之间的距离和视角角度。这种距离和角度允许反过来去计算位于邻近被参照形状元件遮挡的眼睛的被测试眼睛和通过知道对于照相机传感器的显示区域定位的显示区域中心之间的距离。

[0133] 在使用一个2D传感器120的情况下,为提高距离计算的精度,初步校准过程可能是需要的,通过获取受试者持参照形状元件遮挡他/她的未测试的眼睛,根据已知参照形状的绝对尺寸,通过图像分析测量绝对尺寸和被测试眼的形状。在这些实施例中,一旦被测试眼的绝对尺寸和形状被计算,被测试眼本身在检查过程中作为参照形状。

[0134] 例如,受试者可能会被要求持有的信用卡遮挡他/她的一只眼睛,信用卡磁条面向相机,用于检验会话的初步标正,并使用相机获得他/她的眼(一只被信用卡遮挡的)校准图像。信用卡的磁条的绝对宽度和长度通常是标准的和系统已知的。所获取的校准图像,然后进行分析,例如,通过计算比值标尺(对于长度宽度及/或宽度)据此被测试的眼睛的绝对宽度可以推断。此眼宽度(EW)的值(例如,厘米)可被存储在系统中的存储单元,并且测试眼睛的已知大小作为参照形状用于特定的会话。这将允许使用单独的参照形状要件仅使用在检查的初始校准阶段,而不是在整个检查过程并任选的每个受试者的眼睛(因为它们的大小随时间不改变)这些值可以被永久地存储用于同一个受试者随着时间的推移使用在多个眼科检查中。

[0135] 根据一些实施例,反馈模块113被配置用于输出指示给用户并且还用于允许用户(其可以是受试者他/她自己),以输入的反馈信息,例如,用于指示他/她已到达MDBA距离根据他/她的主观视角并用于输出各个测试眼睛的屈光不正(屈光度)。

[0136] 在一些实施例中,反馈机制,用于指示该受试者已达到MDBA,可以包括,例如,鉴定除去信用卡或任何其他参照形状要件(例如,如果使用照相机),使用相机传感器和处理器单元,随后在除去参照形状前识别两只眼睛位于参照形状的区域。

[0137] 根据一些实施例,屈光不正模块114被配置成接收来自距离计算和校准模块112测量的MDBA和其它测量数据,并根据MDBA值和呈现在MDBA时相关传感器参数被测量目标的特征计算测试眼睛的屈光不正。被测眼的屈光不正计算结果然后通过UI111被输出给受试者(例如通过使用视觉显示呈现在显示区域135)。由此屈光不正的结果,也可以根据用户的选择传输(使用个人通信设备的方式)用于互联网订购根据检查结果的矫正镜片的眼镜。在这种情况下,US111还包括一个订货平台用于允许受试者发出订单,选择眼镜架和付费等。

[0138] 根据一些实施例,眼睛测试的结果的测量会话可以被发送到第三方或另外将结果呈现给受试者。

[0139] 图3A-3B示出了受试者如何使用具有指定的应用程序可操作的用于执行自我屈光不正检查的集成个人智能电话设备200,根据本发明的一些实施例。智能电话设备200具有相机220和触摸屏250嵌入在其中,通常也有一个麦克风和扬声器用于输入和输出音频数

据。

[0140] 图3A示出了校准过程如何是通过受试者50持一个包括已知尺寸的参照形状21的参照形状元件20遮挡他/她的未测试眼睛执行的。参照形状21被用于计算被测试眼睛的绝对宽度“D2”和任选的也包括其长度。

[0141] 用户被要求(例如,通过音频工具例如智能手机的扬声器)持有或定位智能手机在最远的位置,以基本良好的视力,他/她仍然清楚地识别符号,一旦他/她表示到达MDBA点或整个的定位,照相机220捕获被测试眼睛的一个或多个2D图像,包括指示时间。这允许应用程序计算被测试眼睛50a和受试者已达到他/她的MDBA的时间所呈现的目标图像之间距离“D1”(参照图3B),由此来计算屈光不正。

[0142] 如上所述,各种类型的计量传感器可用于推断或直接测量从被测试眼到目标图像被显示的距离,诸如相机(视频和/或静止图像)、3D探测器、加速器传感器、接近传感器和类似物。由应用程序使用,以推断出的距离的算法取决于所使用的传感器的类型和输出的数据的类型和格式。接下来的篇幅给出了非限制性的例子来自每个传感器类型的数据怎样被处理,以推断出距离:

[0143] 3D传感器:一个3D传感器映射对象Obj到一组点 $\{x_i, y_i, z_i\}$ 在3维直角坐标(例如使用投影结构,其形式是距离相关、距离形式散焦、立体的-基于三角测量等等)。因此,眼睛(或任何其他脸部形状)检测算法可以应用于在“Obj”内检测眼睛特征并且从眼睛到目标的距离可以被提取为 $d = \sqrt{(x_k - x_0)^2 + (y_k - y_0)^2 + (z_k - z_0)^2}$,其中 $\{x_0, y_0, z_0\}$ 是目标位置在相同的笛卡尔坐标和k表示由3D传感器获取的眼睛的离散点。

[0144] 接近传感器:一个接近传感器是能够检测附近存在的物体而不用任何物理接触的传感器。接近传感器通常会发出电磁场和电磁辐射(红外线,例如)的光束,并会在现场更改或返回信号。使用在额定范围的接近传感器的数据可以用于短距离的距离测量细化,即延伸其他方法的准确性用以评估眼睛目标距离。来自接近传感器的数据也可只仅仅在额定范围内的距离应用。该传感器可直接测量距离,输出所述传感器和物体之间的距离,通过知道相对于传感器的显示区域的固定位置,直接允许推断被测试眼睛和目标图像之间的距离。

[0145] 加速器:加速器是一个传感器,其在给定时间递送加速数据。在任何给定的时刻的距离,设定的两个条件已满足之后,计算单元可以计算。推断被测眼和所显示的目标图像之间的距离,来自加速器的数据的数据处理可以包括用于初始眼目标距离的校准过程- x_0 。

[0146] 已校准的初始眼目标距离可被设为零,保持智能手机接近眼睛,并开始测量。受试者持智能电话或任何其他装置包括加速器传感器,保持头的稳定的固定位置,同时允许加速器装置移动前进和后退。在任何给定的时刻的距离,可以根据以下参数计算:

[0147] $a_x(t)$ = 来自加速传感器的加速数据

[0148] x_0 = 校准初始眼-目标距离

[0149] $v_x(t') = \int_0^{t'} a_x(t) dt$

[0150] $x(t') = \int_0^{t'} v_x(t) dt$

$$= \iint_0^{t'} a_x(t) dt = \iint a_x(t) dt - \iint a_x(0) dt = \iint a_x(t) dt - x_0$$

[0151] 以相同的方式,来自加速器传感器的数据 $a_y(t)$ 和 $a_z(t)$ 可用于评估 $y(t')$ 和 $z(t')$,其中位移矢量将是: $r(t') = \sqrt{x(t')^2 + y(t')^2 + z(t')^2}$

[0152] 加速器传感器可以单独使用或与其它距离计量传感器一起应用来增加测量范围、可靠性和灵敏度。

[0153] 相机:评估也可以通过一个照相机拍摄的已知大小的一个元件的照片进行,或其包括具有已知大小(尺寸)的参照2D形状,其中参照形状或元件的图像长度或尺寸允许推断至少照相机和元件之间的距离。一种已知的元件可以是:(i)信用卡或具有已知长度和/或宽度的黑色条在后面的任何其他卡;(ii)硬币或钞票;(iii)预先校准形状,如眼的大小,眼睛或受试者的任何其它面部特征之间的距离。

[0154] 测量是使用由照相机和距离显示单元、屏幕和/或投影单元和计算单元(处理器)的设备进行。测量可以使用单一装置进行,包括照相机单元和/或距离计量单元、显示和/或投影单元和计算单元(例如-智能电话、平板电脑、计算机连接相机、智能电话连接集成投影机),或组装的单独部件装置,每一个包括至少一个单个唯一单元,通过本地连接连接到彼此(例如:电缆、WiFi、蓝牙、红外线或任何其它无线连接)和/或远程连接(例如:通过IP)。

[0155] 校准是通过测量特征尺寸的比率,以一个已知的元件/参照形状尺寸进行。所述校准程序用照相机进行,其定位在一个固定的距离从物体特征和校准物体。校准物体平面和元件的特征面可能不重合。在这种情况下,各平面之间的偏移应当考虑到距离评估过程。

[0156] 当使用照相机传感器产生2D图像数据时,照相机比率 $\frac{efl}{pitch}$ 应给定或校准,其中“efl”是相机有效焦距和“pitch”是传感器有效螺距。有效螺距是相邻的像素乘以下采样之间的物理距离。

[0157] h =已知Obj高度

[0158] h' =已知Obj图像高度

[0159] u =照相机镜头至已知Obj之间的距离

[0160] v =从照相机镜头至传感器距离

[0161] efl =照相机有效焦距

[0162] h' _相素_评估=已知Obj高度评估的像素计数

[0163] 从三角相似性: $\frac{h'}{h} = \frac{v}{u} \cong \frac{efl}{u}$

[0164] h' =间距* h' _相素_评估

[0165] $u_h \cong \frac{efl+h}{h'} = \frac{efl}{pitch} * \frac{h}{h' \text{ pixels_estimated}}$

[0166] $u_w \cong \frac{efl+w}{w'} = \frac{efl}{pitch} * \frac{w}{w' \text{ pixels_estimated}}$

[0167] 几种方法可以组合/并行使用,以增加 $u = f(u_h, u_w)$ 的精确计算。对于 $\frac{efl}{pitch}$ 校准程序可以通过照相机从已知的距离使用已知的物体尺寸图像完成。

[0168] 距离评估精度: $M = \frac{v}{u} \cong \frac{efl}{u}$; $h'' = (h + \Delta h) * M$. h 是物体平面长度计算误差;

$$u' = \frac{h \cdot efl}{h''} = \frac{h \cdot efl}{(h + \Delta h) \cdot M}, \text{其中, } u' \text{ 是对实际的“u”的计算 } u' = \frac{h \cdot efl \cdot u}{(h + \Delta h) \cdot efl} = \frac{h \cdot u}{h + \Delta h}$$

[0169] $u = \text{mdba}$

$$[0170] \quad P' = \frac{1}{u'} = \frac{h + \Delta h}{h \cdot u} = P + \frac{\Delta h}{h \cdot u} \triangleq P + \Delta P$$

$$[0171] \quad \Delta P \triangleq \frac{\Delta h}{h \cdot u} = \frac{1}{h \cdot u} * \frac{\Delta h'}{M} = \frac{\text{pixels_error} \cdot \text{pitch}}{h \cdot u} * \frac{u}{efl} = \frac{\text{pixel_error} \cdot \text{pitch}}{h \cdot efl}$$

[0172] 对于一个标准的相机镜头efl为3mm,传感器螺距1.4 μ m(iPhone 5,三星Galaxy S3)和信用卡设置为已知Obj,[像素]pixels_error45被允许0.25D精度。

[0173] 屈光度测量可以包括测量下列参数中的至少一个:等效球镜度数(SEP)和/或散光读书;和(iii)散光轴或角度。测试可能涉及单眼并任选的双眼测试。

[0174] 根据本发明的一些实施例,用于测试眼睛的屈光不正的目标图像,包括球镜和柱镜误差,可根据测试的特定误差而变化。例如,“单方向的”目标图像可以用于测试和量化散光误差。测试包括特定的已知符号,如已知字体、大小、颜色、纹理背景的文字和数字(视标)。这将提供测试眼睛的屈光度。其他的目标图像,用于测试视力包括柱镜误差,可能有“多方向”或“全方向”的对称,如同心环形状、太阳形状或蝶形形状。当使用多定向或全向目标图像时,MDBA可以通过要求受试者从目标图像的最大距离查看一个特殊的视觉效果进行测量,用于确定被测试的眼睛的远柱镜度数、近柱镜度数和散光角度/轴。

[0175] 目标图像:所述目标图像的显示可以包括改变特征,例如随着时间的过去目标图像的尺寸、颜色、图案:

[0176] 目标尺寸:目标对象图像的一个或多个符号的尺寸(称作“目标的大小”)可以根据下列参数/常数(LogMAR=最小分辨角度的对数视力)来计算:

[0177] “offset”=被测眼和参照形状之间的距离

[0178] “dObjTarget”=目标图像和参照形状之间的距离

[0179] “d11”=被测眼和目标图像之间的距离

[0180] “d12”=dObjTarget+offset[m]

[0181] “RefDistanceLogMAR”=1.2[LogMAR]

[0182] “RefDistance”=6.3[m]

[0183] “RefTargetSize”=8.7[mm]

[0184] “RequireLogMar”=所需视力

[0185] “fontConst”=fixed font size factor固定字体大小系数

[0186] “distanceCalibrateToRequiredLogmar”=d12*10^{RequireLogMar}

$$[0187] \quad \text{TargetSize} = \frac{\text{DistanceCalibrateToRequiredLogmar}}{\text{RefDistance}} * \text{RefTargetSize}$$

[0188] FontTargetSize=FontConst*TargetSize

[0189] 动态目标大小:目标与尺寸沿所有轴向位置保持恒定的视角。值d12(例如,通过所述距离计算和校准模块)作为眼和目标之间的距离变化由处理器不断更新。因此,FontTargetSize(0095)随着眼-目标距离变化,并保持目标的恒定的视角用于特定的所需的视力固定大小的目标:在这些情况下,目标图像的大小呈现在一定的“trial_{i-1}”被调整到所要求的视力距离处匹配会话中以前试验(trial_{i-1})的MDBA。整个会话,算法中使用的值

d12保持不变并且不对应于实时眼-目标距离变化。例如,如果从以前的试验所得的MDBA为33厘米,使用 $d_{12}=0.33$ [米]的计算将被用于推导目标尺寸贯穿本试验中,尽管实际时间改变目标与眼睛之间的距离。

[0190] 目标图像中的符号形状可以是,例如,字母、数字、彼此连接的环或同心地定位的环以预定义顺序(例如,具有预定空间隔开每对相邻的环的例如多个同心环)。

[0191] 一维目标:

[0192] f = 空间频率

[0193] θ = 预期的一维目标的角度

[0194] A = 常数

[0195]
$$z(x,y) = \frac{A}{2} \left(1 + \cos(f * x * \cos(\theta) + f * y * \sin(\theta)) \right)$$

[0196] 一维目标“ f ”的空间频率应符合视力要求。

[0197] 有意义的一维目标:所述有意义目标的主体是由一维的目标,如在一定的方向线条组成。一个有意义的目标实施例中可以是字母,例如,在图4A-4E中所示的目标22a-22e。另一实施例可以是一个已知的简单或复杂形状,如,动物。这个目标的目的是使受试者的目标图像的细节一个有意义的识别。

[0198] 在比MDBA更长的距离,其中受试者将看到一个模糊的图像,一维目标转换成平均颜色较少图案由一维峰组成(图4D)的。背景被调谐到该模糊平均色。在此情况下,模糊图像最后成为几乎无法察觉的图像。只有在距离比MDBA更靠近观察时,一维目标才变得很明显,因此,字母或图形变得可察觉的和有意义的(图4C)。

[0199] 预期的一维目标的角度对应于受试者的散光角度。

[0200] 目标图像中所显示的符号的背景颜色应该优选允许几乎感知不到的散焦图像。背景强度为参考指导为0.67,其中用于[00102]中的常数 A 为1。

[0201] 图4F示出了目标图像23示出用于测试球镜等效度数(SEP)视标的特定顺序。图4G显示黑白(BW)目标图像24的白色锥形环在黑色背景上,用于测试柱镜误差(即,柱镜角度和度数)。

[0202] 交叉目标图像,例如,在图4H-4I示出的目标图像25a和25b,显示由来自两个或更多条线以一定角度' θ '交叉,每条具有 w 宽度以 $2 * w$ 宽度摆放两条或多条线,以 $\theta+90$ 角度,每条有 w 宽度,一条接一条以 $2 * w$ 宽度摆放。交叉可以被适应任何给定的角度。

[0203] 目标色彩:所述目标的颜色或其特征(例如,它的背景在其中的符号的颜色、符号中图案中条纹的对比颜色和类似物)和/或其在检查过程中的变化可用于微调MDBA和/或协助定位眼睛的任何柱镜像差(散光)以及确定所述柱镜像差角度。

[0204] 虚拟颜色交叉柱镜目标图像如图像25b(图4I):交叉目标图像具有有颜色的线条,在角度 θ ,设定为绿色,并且设置正交线为红色。根据一些实施例,该目标图像在检查期间可以旋转到 $\theta+90$ 的角度用于进行测量散光。

[0205] 在黑白图像已经落在视网膜上的情况下,红色图象将在视网膜之后大约0.25D成像。相应的绿色图像产生在视网膜的前面的图像的轴向位移大约0.25D。此有色方法可以与虚拟有色交叉柱镜一起使用移动一维目标到视网膜的前面,及其相应的正交的一维目标到视网膜后面。所描述的方法与传统的交叉柱镜做的相符。虚拟有色交叉柱镜的屈光度将由屏幕光谱响应来确定。红色的更长的激发波长将导致虚拟有色交叉柱镜有效的更高屈光

度。此外,使用更短的波长,如蓝色或紫色,可以与红色一起使用增加屈光到 $+0.5D$,由于对于蓝色波长($\sim 480nm$)来说,色像差为 $-0.75D$,对于红色($\sim 636nm$)则为 $+0.25D$ 。在这种情况下,然而,一个 $-0.25D$ 的抵消至黄色作为中间,应采取考虑并且目标应该在更接近的距离 $0.25D$ 被呈现,然后计算球镜当量。例如,如果 33.3 厘米的MDBA被计算,对应于球镜误差 $-3D$,利用蓝-红虚拟颜色交叉柱镜应该从用户的眼睛 0.308 [米]处使用。

[0206] 有色有意义一维目标图像22b、22c和22e(图4B,4C,4E):在该方法中,有意义的一维目标的颜色是红色(图4C)并且图案的条纹被设定在一定的角度 θ 。以相同的角度对比可感知的图像和设定了绿色或蓝色的有意义的一维目标。这被在 $+90$ (图4E)的角度重复。此方法适用于相同的原理的虚拟有色交叉柱镜,其中该方法中一维目标是用于识别数字或字母。

[0207] 另一个任选方法是使用一个有意义的目标图像与字母的组合。每个字母可能颜色、方向、图案和/或结构不同。

[0208] 图4J-4L显示了同心环黑白(BW)目标图像26a-26b:图4J示出了图像26a显示在屏幕上,其中,图4K和4L显示了图像26b示出图像26a如何被散光受试者感知。

[0209] 现在参考图5,这是一个流程图,根据本发明的一些实施例,示意性地展示了用于测量受试者的眼睛的屈光不正的过程。该过程包括发起检查会话41(也简称为“会话”)例如,通过受试者的个人设备指定的应用程序可操作的。一旦会话发起,一个目标图像,具有预选的图形特征被显示在显示区域(例如,在个人设备的屏幕上)42。受试者/用户够选择他/她期望的屈光不正类型在每个点来检查或者应用程序可以在预定的指令被设置检查的所有类型通过相应显示选择的目标图像。

[0210] 受试者,不佩戴屈光矫正装置,然后通过应用程序的用户界面被要求建立关于呈现的图像他/她认为的MDBA43,通过应用程序及其UI的反馈选项,当达到这个MDBA位置时指出44。受试者可以通过物理地移动远离显示区域或疏远显示区域本身查找MDBA位置。所述指令可以被给定,例如,通过屏幕和/或个人设备的扬声器,分别地,输出音频和/或文本消息。

[0211] 系统/个人装置的传感器可以由应用程序来操作,以便连续地或反复获取数据或者仅在受试者/用户一旦到达MDBA输入批准操作。在任何情况下,该应用程序被设置为识别或同步接收受试者表示他/她已到达MDBA位置和传感器当时所获取的数据。所获取的传感器数据被接收在系统45的处理器,并且还可以任选地存储在一个指定的存储单元。

[0212] 所接收的获取的数据(例如,所测试的眼睛或另一参照形状)然后可处理以计算从而(从中推断)被测眼和目标图像在到达MDBA46时之间的实际距离“D”。

[0213] 根据一些实施例,如上所述,如果传感器可提供2D图像并且当已知尺寸的参照形状被使用的情况下,一或多维的参照图像的尺寸(例如,宽度和/或长度)形状是比作其绝对相应尺寸,用来推断传感器和参照形状位置之间的距离“D1”,然后被测试的眼睛和目标图像之间的距离“D”之间推导自:“D1”通过具有显示区域和传感器之间的实际(绝对)距离与已知被测眼和参照形状之间的距离。

[0214] 所计算的被测的眼睛和目标图像之间的距离“D”和目标图像的已知特性随后用于计算一个或多个与眼睛47的屈光不正相关联的参数值,如上文提到的度数“P”。所得到的值可接着输出给被测试者48例如,通过呈现它们到显示区域和/或输出音频信息。

[0215] 根据一些实施例,所述检查还可以包括初步校准过程49,其中该传感器被校准到相对于特定的参照形状尺寸,其中在系统中是未知的。例如,在例中,一个已知的临时参照形状(如信用卡磁条)仅用于校准受试者的被测试的眼睛的大小也用作实际测量会话中作为参照形状。

[0216] 图6示出了初步校准过程的流程图,根据本发明的一些实施例,通过使用临时参照形状测量一个测量参照形状,其中使用的传感器是能够产生2D图像数据的照相机。该应用程序可以配置用于输出指令给受试者要求他/她持已知临时参照形状元件,诸如信用卡,在一个特定位置(例如,用示出磁条遮挡未测试眼睛)51。一旦临时参照形状元件被定位52,受试者可以通过一个特殊的UI输入平台表明它或简单地通过UI操作照相机获取图像53,所获取的图像必须包括整个参照形状元件和被测试眼睛。所获取的图像数据,然后进行图像分析54,其过程包括,例如:(i) 识别所述临时参照形状的尺寸(例如,磁条的宽度和/或长度和/或定位的角度)产生一个或多个比例,如宽度和/或长度比例;(ii) 识别所述固定参照形状的轮廓(例如,识别所述被测试的眼睛的轮廓);和(iii) 测量固定参照形状的一个或多个参数的一个或多个绝对值(诸如眼睛的绝对长度)。各自的参数的绝对值然后可被储存在系统存储器单元55,其用于距离计量。

[0217] 图7示出一幅流程图,根据本发明的一些实施例,展示了由受试者以持信用卡遮挡他/她未测试眼睛的方式,反复地验证信用卡磁条的参考形状的过程,通过采集信用卡2D图像,用于距离计量。一旦检查启动61,应用程序的模块中的一个接收输入数据62包括当前捕获帧的2D图像、整个信用卡(CC)的元件的尺寸并且使用输入数据63用于执行两个过程并行确定所述CC的图像的垂直和水平比例。识别磁条的图像的长度(像素数目),算法找到它们的边缘64a/64b并且识别纵向和横向('n' and 'p')线条的尺寸,其像素从磁条一个边缘舒展到另一个通过使用霍夫变换65a-66a/65b-66b并且根据附近、尺寸、垂直的水平等等67a, 67b, 68-69匹配垂直'n'-'p'线条。np对随后用于计算所述磁条图像70-71的垂直和水平尺寸,如,通过平均所有对的P的长度和n的长度(分别的)。

[0218] 本发明的系统和方法,在一些实施例中,可以被配置为首先通过使用第一组目标图像进行近视/远视/老花眼的检查,然后通过测量柱镜角度随后测量柱镜度数执行测试用于测量散光。

[0219] 柱镜角度,如果存在,可以通过指导受试者到一个从球镜MDBA计算的严格的距离范围(MDBA与没有深刻定向偏好的目标相关)的结论的距离的计算。受试者被引导在MDBA距离开始观看一个同心对称目标,如双彩色图像(一种彩色的环和另一种色为背景,例如黑色和白色(BW)的同心环形状(参照图4J),其中所有的同心环同等清晰的出现。然后受试者被鼓励通过UI来定位一个沙漏图像(也称为沙漏或蝶形),如果存在,比MDBA远但不超过2*MDBA。这种严格的距离范围,保证了鉴定柱镜度数到球镜等效度数的一半。接收到关于对称目标(图4J)的不均匀感知(图4K)主观反馈(例如,在图4G和4J-4L示出的圆形或同心环)和(Fig. 4L),其中,所述不均匀感知的发生允许角度计算散光度数和轴。从该定位位置,其中所述沙漏基本上明显,其中以一定角度,有一个清晰的高对比度弧和一个垂直模糊更宽的沙漏,轴以及柱镜度数可以被计算。受试者被引导定位棒状物,如图4L中的棒41,在清晰沙漏的中间,用于确定棒41和图像的水平轴"x"之间的角度" θ ",用于计算散光角度。眼睛-目标的距离,其中,所述尖清晰沙漏被观察到符合柱镜误差的弱轴度数。验证散光度数可以由

一维目标在找到的角度来辅助。同样严格的距离范围的建议是为避免周期性目标的对比逆转。

[0220] 根据一些实施例,散光角度是通过使用以下方法中的一个或多个来确定:

[0221] 消色差的方法:根据该方法,受试者被要求看一个详细的表示了散光的方向的BW目标图像(例如-同心等距间隔环)。受试者被指示在稍稍大于MDBA的距离查看目标。受试者通过设备的/系统的输入装置用主观响应(反馈)的方式指示方向。如果是同心环的情况下,受试者指示较高对比度区域的方向。

[0222] 染色方法:根据该方法,受试者被要求看一个详细的表示了散光的方向的有颜色的目标,如虚拟有色交叉柱镜。受试者被要求在一个特定的距离和/或距离范围,查看目标。色度差/对比度使得更容易定位散光轴。

[0223] 确定散光度数:用于这种类型的散光测量的目标是在散光子午线的一维目标。这些目标有助于评估MDBA用于散光度数。同心环图像(图4H)也可以使用直到最明显的沙漏图像由同心环的高和低对比度区域形成。散光目标被向前和向后移动到由受试者指示的最大可感知清晰的点,并且作为其MDBA的实际距离“D”。

[0224] 受试者被引导在比球镜等效MDBA更远的距离查看目标。对于特定的最大散光误差,目标距离应在的范围内:

$$[0225] \quad \left[SEP \text{ mdba}, \frac{1}{\text{abs}(SEP) - 0.5 \cdot \text{abs}(\text{maximum_ASTG_error})} \right]$$

[0226] 例如:-2.50D的SEP,MDBA为400毫米;-3.00D的最大散光误差,所呈现的目标的范围应在0.4米1米之间。

[0227] 微调各种色度的目标都可以使用。用于距离测量的参照形状要件(例如:信用卡),在检查没有遮挡的眼睛时可以作为遮挡工具使用。

[0228] 为测试较低屈光度:SEP<1.50D,测试用辅助装置如镜子完成。在该方法中,屏幕应面对镜并且后置照相机面对受试者。受试者的观察图像距离,是受试者和后置照相机之间的距离加上屏幕和镜子之间的距离的两倍的距离。这样,受试者仍然可在适当的距离(~65厘米)持智能手机,同时观看目标的距离可达6米。该方法中,后置摄像头可用于计算眼睛-后置照相机的距离,而前置照相机可以计算前置照相机-镜子的距离。在后一实例中,已知形状的智能机可作为已知的物体大小来推断距离。

[0229] 图8A-8D示出了目标图像27a用于使用染色方法测定散光轴:图8A示出了一个彩色条纹目标图像27a用于散光测量,包括三条垂直的平行线,中间的一条是绿色,两条外部的是红色,在黑色背景上,线条在一个已知的分离差彼此分开;图8B示出图像27b指明目标图像27a如何被0°散光的受试者感知;图8C示出图像27c,指明图8A的目标图像27a如何被有45°的散光角度的受试者感知;和图8D示出了图像27d,指明图8A的目标如何与呈现的有色的条纹的方向对齐的散光的受试者感知;

[0230] 当图8A的目标图像27a被一个具有散光屈光不正的受试者观察,某种程度的混色可以发生。例如,在绿色模糊重叠红色模糊,一条黄线被产生。它被示于图8D中,当散光轴与条纹方向对齐,最小的颜色混合(黄色代)发生。此测试是要识别何时这两个轴线对齐。

[0231] 图9A-9C示出了另一个目标图像28a用于使用染色方法测定散光轴:图9A示出了有多条彩色条纹的目标图像28a设置用于散光测量,其包括四组条纹,每一组包括三个平行的

红-绿-红的条纹,以同样的距离隔开,其中每组条纹有角度的彼此交叉,使得每对相邻的条纹之间的角度集基本上相等;图9B示出图28b展示出图9A的目标图像如何被角度接近于 $\alpha_1 = 0^\circ$ 散光受试者感知;和图9C示出了图像28c展示出了根据受试者指示他/她感知到如图9B中所示的清晰条纹组的主观反馈如何对图9A的目标图像28a作出改变。

[0232] 根据一些实施例,以精确地测量受试者的散光的角度,第一个显示给受试者的目标是在MDBA显示的彩色对称图像,如图9A中显示的目标图像。一旦图9A显示在MDBA,受试者被鼓励远离目标到一个位置,其中一组或多组条纹比其它的更清晰,然后被要求提供反馈指明四组条纹哪组是最清晰的。在这个例子中,图9B代表一种情况,即特定的受试者观看垂直的条纹组是最清晰的。受试者的反馈然后将启动一个改进过程,其中,例如,其它非垂直条纹组将被成角度地移动,使得它们之间将有小的角度和选定的最清晰的条纹组,如图9C中显示的。如果两组被认定为同样清晰,目标将旋转定位所识别的两组的中间的主交叉。受试者被要求再次提供反馈指明现在条纹组中哪一条是最清晰的改进散光角度。这个使相邻的条纹组更接近于所选择的最清晰的组的过程可以被重复,直到所选择的条纹组与之前选择的一个相同。或者,对角度的一个改进过程可作为整个目标的角度改变而发生,使用UI和/或相关的传感器(换言之照相机识别信用卡、智能手机陀螺仪传感器等的倾斜)来定位角度,其中所述组之一是基本上清晰而垂直组基本上是模糊的。

[0233] 图10是一个流程图,根据本发明的一些实施例,示意性地示出使用染色方法测量柱镜角度的过程。这个过程包括接收与之前测量的MDBA有关的MDBA,当使用一个没有方向性偏好的目标81时,并且指示所述受试者定位目标图象(通过定位显示区域),或者受试者在MDBA距离82。一旦受试者达到无方向目标的MDBA,另一个目标图像通过显示装置被呈现给他/她83显示出一个有色目标,如在图9A中所示的条纹目标。例如,重新定位目标或他/她自己用于到达目标和受试者眼睛之间的新的距离“D”在 $MDBA < D < 2 \times MDBA$ 84范围内。受试者被指示寻找一个距离,其中在目标内,他/她识别一组或多组的比其它更清晰的最小颜色混合的条纹85,并且在位置86a设置距离,如果这种识别是在所述范围内作出的。然后,系统自动在位置87b测量距离“D”,并设置该距离为弱轴的新MDBA。受试者的反馈表明最清晰条纹的角度是从受试者88a接收到的并且如果89a没有改进这个角度,那么柱镜角度和弱轴线的MDBA被保存91。如果该角度需要改进89a,则目标图像是由应用程序90旋转并且重复88a-91的步骤。

[0234] 在另一个实施例中,使用该装置的陀螺仪传感器,到装置的角度改变将相当于整个目标的角度变化。这可以应用到例如改进使用目标9a的角度。

[0235] 根据条件85,如果在 $MDBA < D < 2 \times MDBA$ 的范围内没有识别清晰图像最小颜色混合,距离“D”被设定,其中目标的图像是最清晰86b并且D是被系统87b测量,并且在确认了其88b“无散光”的状态89b之后设置为MDBA。

[0236] 图11是一个流程图,根据本发明的一些实施例,示意性地示出使用消色差的方法,利用同轴对称目标,测量柱镜角度的过程。这个过程包括接收与之前测量的MDBA有关的MDBA,当使用一个没有方向性偏好的目标时131,并且指示所述受试者定位目标图象(通过定位显示区域),或者受试者在MDBA距离132。一旦受试者达到无方向目标的MDBA,另一个目标图像通过显示装置被呈现给他/她133显示出一个同心对称图像26a,如在图4J中所示的同心环的图像。例如,重新定位目标或他/她自己用于到达目标和受试者眼睛之间的新的距

离“D”在MDBA $<D<2 \times$ MDBA 134范围内,其中目标被感知为沙漏。一旦沙漏图像被识别136,受试者被指示找到距离“D”,其中所述沙漏图像是最明显的,在所提到的范围138a内,其中该距离被测量并被设置为弱轴139a的MDBA。受试者然后可以输入反馈指出最明显的沙漏视图140的角度,然后强轴的柱镜角度和弱轴的MDBA被保存143。

[0237] 图12是一个流程图,根据本发明的一些实施例,示意性地示出使用含有一维特征的目标判断柱镜度数的过程。在这个过程中,柱镜轴的度数是从先前的测量151(例如,从图10或者图11中描述的过程中产生)接收。然后受试者被指示定位显示区域(例如,屏幕)或者他/她自己,这样在它们之间的距离的MDBA意味着轴152。一旦到达这一距离,一维特征的目标图像被呈现在柱镜153的角度并且受试者被要求,增加他/她的测试眼和目标之间的距离到最远的位置(或者通过移动他/她自己或通过移动显示区域到越远)在MDBA $<D<2 \times$ MDBA154的范围内,其中目标图像仍然可识别。这个距离被测量,并设置作为相关轴155的MDBA并且这些参数被保存156。为了提高准确性,可以重复柱镜度数计算的过程,对于之前测量定位在90度以便找到强轴度数。最终的结果允许将这些值用于准备眼镜或隐形眼镜,因此157。例如,这些参数包括以下细节:(i) 度数=弱轴度数;(ii) 柱镜=强轴度数和弱轴度数之间的差值(减法);及(iii) 角度=强轴的夹角度。

[0238] 几种方法可以验证所测量的MDBA不能太短或太长。在该方法中,称为“模糊后退”,受试者把屏幕从MDBA推回相当于一屈光度模糊的距离。例如,33厘米的测量的MDBA,指示3屈光度的度数,将被指示推回50厘米,对应于2D。预期的1个屈光度的模糊应该对视力产生降低0.2-0.3[logmar]。

[0239] 用于MDBA的验证的另一种方法是染色方法,其中所述目标的颜色被转换到短波长相应的颜色,同时保持相同MDBA距离。眼睛的色差将导致近视移位,从而防止一个过减的结果。锋利的短波长有关的彩色图像将表明一个太短的MDBA结果。使用长波长相关的颜色将验证,根据同样的原理,即MDBA不太长,避免过度加。在检查的任何阶段,所有的验证方法可以适用于所有的被测量参数。

[0240] 图13A示出字母BW目标图像30用于通过测量受试者的眼睛的粗略计算球镜等效度数(SEP)测量视力(VA),根据本发明的一些实施例。基本目标图像30是由若干字母(例如,斯内伦视标字母比例),每个字母有一定的间隔。

[0241] 当目标图像30位于固定位置,例如,距离受试者1米(或更多)时,进行SEP测试。近视受试者将以一定程度的散焦看到目标。目标图像30的大小将被改变,直到它的尺寸不与最小分辨率视力(MAR)角相关。通常每个字母由5MAR元素构成,当离焦模糊粗略等于字母的大小时,部分被识别。在超过他/她MDBA(例如,2m \rightarrow 最佳聚焦仅仅针对0.5D近似,更大程度的近视会看到它模糊)的距离,因此不会刺激适应。

[0242] 目标图像30中的起始的字母的大小(或任何其它验光形式-Landolt C, Illeterate E等)的目标是6/6(每个字母对向的5弧分角度)。目标被放大直到受试者识别约50%的字母。在一些实施例中,粗略MDBA是与根据图13B中的表格选择的字母大小有关。

[0243] 可替代地,受试者可以被呈现一些同时在屏幕上看到的尺寸增加的视标线条,而不是呈现单一线条,其被放大直到受试者能够识别字母的50%如上述关于图13A的目标图像30。受试者然后被要求读取最小的可读行。

[0244] 这个图像30也可用于受试者的SEP的粗略计算筛选出具有SEP屈光度超过一个预

定值的受试者。如果近视SEP过高(例如,大于9屈光度(D),则计算机化检查可能无法提供一种足够准确的SEP测量和受试者可能被系统的这一服务拒绝。如果SEP是在屈光度的一个允许的范围内,应用程序可以允许受试者继续检查。

[0245] 图14A和14B示出了目标图像31a的两套相同字母,一套在蓝色背景另一套在红色背景,用于测量受试者眼睛的SEP,根据本发明的一些实施例。图14A展示了目标图像31a显示在屏幕上用于进行SEP测试;图14B示出了图像31b的目标图像31a如何仅仅在蓝色的字母模糊并且红色的是可读的时候在MDBA距离被感知。此测试和目标图像31a被设计为允许所述受试者以更大的精确度容易地识别所述MDBA位置。

[0246] 目标图像31a由红色和蓝色(或绿色)的两个相邻的矩形面片组成。在每个面片上有多个字母(例如,斯内伦视标字母比例),每个字母有一定的间隔。该测试只能为不具有色盲的受试者进行。目标图像31a的起始字母的大小(或任何其它验光形式-Landolt C, Illeterate E等)是6/6(每个字母对向的5弧分角度)。该试验用于SEP测量依赖于眼睛视色散,聚焦点看红色目标得远比蓝(绿)目标更远。由于这个原因,当字母在蓝色背景变得完全模糊并且无法读取时,受试者可能仍能够读取在红色背景的字母。蓝色背景可以由绿色背景所取代。

[0247] 在SEP检测的这一阶段中,受试者被指示保持显示(与目标图像31a),使得在两个红色和蓝色或绿色的面片上的字母模糊并且无法读取。然后,受试者被指示移动接近显示(同时目标尺寸被调整,以连续地或逐步地保持相同的角度),直到他/她可以读取红色面片上所有字母(黑色字母与红色背景),而受试者无法读取在蓝色(或绿色)面片上所有的字母(终止情况)。这样的方式,受试者不能尝试适应,并停止在红色字母是可读的第一时间在MDBA。所得距离然后从系统的相机采取的图像和图像分析进行测量,如上述,其中,MDBA距离被再转换为球镜等效度数

$$[0248] \quad \text{Power} = \frac{1}{\text{mdba}}$$

[0249] 如果受试者无法找到他/她看到6/6字母的距离,受试者可通过应用程序UI要求扩大字母至6/9大小,(每个字母对向7.5弧分角度),并重复该过程。

[0250] 图15A和15B示出了条状蝶形目标图像32a,具有绿色拱状的条纹且其中一条的两侧为红色的条纹在黑色背景中,根据本发明的一些实施例:图15A显示了显示在屏幕上,用于测量MDBA的蝶形目标图像32a;和图15B显示了蝶形目标图像32b,因为它会出现通过MDBA那里的红色拱形条纹开始变黄。

[0251] 目标图像32a由一个同心环的两个部分构成。每个部分的角可以为 5° - 45° 。大多数拱形条纹是绿色的,而一个或几个为红色。两种颜色的选择在本实施例是这样作出的,由模糊混合的颜色(在此情况下,红色)创建了一个可区分的颜色。此外,由于眼睛的色差,当受试者和目标图像之间的距离接近最小混合(从远到近)的距离,红色条纹首先达到了其最清晰点。绿色条纹散焦并在它的位置融合了红色,将它变为黄色。在更近的距离红色是散焦,并有助于绿色的颜色变化。因此,停止点定义在黄色消失和红色出现点(32c),这个位置的绿色依然散焦,所以受试者不应该开始适应。对于近柱镜因此这个距离因此被认为是MDBA。目标图像32a的方向可适于垂直于在前面的散光测试中发现的散光角。

[0252] 在一些做过的测试中,焦点对准点扩散函数的半宽为约 2minarc 。其也是刚好可见

模糊大小-0.15-0.2D[屈光度]。由于明显的色散约为0.25D[屈光度],考虑红色和绿色条纹大约相同数量,2-4minarc,承诺足够混色效果。

[0253] 根据一些实施例,使用蝶形目标图像时,例如图像32a,受试者可以通过应用软件和硬件工具被指示远离显示器直到红色环(在我们的例子中)变为淡黄色,然后再开始离它更接近,直到他开始再次看到红色。在该点的距离,然后被自动测量并取作MDBA距离(所计算的这一个超过较强散光度(“近柱镜”)。

[0254] 图16A和16B示出了具有边侧是绿色中间是红色的直三条纹目标图像在黑色背景上,根据本发明的一些实施例:图16A示出了目标图像33a显示在屏幕上,用于测量散光;和图16B示出了目标图像33b,对于有180度散光的受试者它会出现。

[0255] 图17A和17B示出了另一个具有边侧是绿色中间是红色的直三条纹目标图像34a在黑色背景上,根据本发明的一些实施例:图17A示出了目标图像34a显示在屏幕上,用于测量散光;和图17B示出目标图像34b,对于有180度的散光的受试者它会出现。

[0256] 图18A和18B示出了彩色“太阳”目标图像35a,具有多个条纹的目标图像相结合,其中所述太阳目标图像的每个条纹具有绿色侧条纹和中间红色条纹在黑色背景上,根据本发明的一些实施例:图18A显示了显示在屏幕上,用于测量散光的太阳目标图像35a;和图18B示出了太阳图像35b,因为对于具有180度的散光受试者它会出现。图16A的条纹目标图像33a是用于构造目标图像35a的太阳形状,如图18A中所示。基本目标构建块如图16A中所示是由成对绿色边侧的条纹和单条红色条纹在中间在黑色的背景,在边侧绿色和红色条纹之间形成的黑色间隔。当一个180度的散光患者观看时,某种混色会发生如图17B中所示。混色取决于建筑块的属性。图16A和17A中的形状是由绿-红-绿三个条纹组成。在其他类似的太阳目标图像中的绿-红-绿色条纹在它们之间具有一些更多间隔。在图17B中所示的0°的形状发生了90散光模糊,其中,一个绿色条纹在中间被创建。

[0257] 当形状与散光模糊的轴线重合,没有出现混合(图16B)。受试者可以很容易地分开什么是散光轴,同时给予多个不同取向的构造块,例如太阳目标图像35a中。由于眼睛的色差,当目标接近最小混合(从远到近)的距离,红色条纹首先达到了其最清晰点。绿色条纹散焦并在它的位置融合了红色,将它变为黄色。在更近的距离红色是散焦,并有助于绿色的颜色变化。因此,停止点定义在黄色消失和红色出现的距离。这个位置的绿色依然散焦,所以受试者不应该开始适应。因此这个距离因此被认为是MDBA。

[0258] 焦点对准点扩散函数的半宽为约2minarc。其也是刚好可觉模糊大小-0.15-0.2D[屈光度]。由于明显的色散约为0.25D[屈光度],考虑红色和绿色条纹大约相同数量,2-4minarc,承诺足够混色效果。这种情况显示出在图18A和18B,其中每个块之间的角度间隔为 $90^\circ/4=22.5^\circ$ 。块的数目是可以改变的(条纹图像),例如,以四根,用得到的 $90^\circ/3=30^\circ$ 的每个块之间的角度间隔(类似时钟)。

[0259] 这个测试显然只能在受试者没有遭受色盲的情况下被执行。

[0260] 根据一些实施例,在检测散光角的阶段,受试者被指示保持显示在一定距离,其中所有的太阳目标图像35a是模糊的。受试者被要求使显示器更接近,直到目标条纹的至少一个的颜色从黄色变为红色,以明显的方式。如果受试者无法看到它们中的至少一个,目标的大小则被改变,受试者被要求再次尝试。这是可以做到几次。所得角度是较弱的散光度(“远柱镜”)的角度。柱镜轴垂直于所得的角度。所报告的距离是在比较弱的散光度上被计算的。

[0261] 图19A和19B示出了组合的太阳目标图像,包括太阳和BW同心环图像在中间,根据本发明的一些实施例:图19A显示了显示在屏幕上,用于测量散光的组合的太阳目标图像36a;和图19B示出组合的太阳目标图像36b,因为对于具有180度散光的受试者它会出现。

[0262] 该组合目标图像36a的目的是改善识别散光轴。使用有色太阳形状提供一个粗糙的分辨率,因此,组合的目标图像36a可以同时相同目标图像内通过使用BW同心环形状改善该分辨率。

[0263] 根据一些实施例,粗略的轴计算后,目标图像36a被呈现给受试者。在组合目标图像36a的同心环形状中的明亮区和太阳图像的非模糊蝶形部分是垂直的。受试者被指示旋转重叠标线标记11a和11b以匹配这些目标指示,即对已经形成的同心环目标的清晰的蝶形形状的中心轴和太阳图像的最清晰的条纹,如图19B所示。

[0264] 图20A和20B示出一个有颜色的“同心环”目标图像37a具有多个绿环与红环在黑色背景上,根据本发明的一些实施例:图20A展示了同心环目标图像37a显示在屏幕上,用于测量散光;和图20B示出了同心环目标图像37b,因为对于具有90度散光的受试者它会出现,由受试者放置具有蝙蝠状标记在图像上在指示出蝶形的中心出现的更为清楚的位置作为输入反馈,受试者的散光角度能够据此被推断。

[0265] 目标图像可以只包括同心环的部分区域达到相同的效果。

[0266] 目标图像37a是绿色的同心环与另外一个/多个红色环在黑色背景上。这个目标图像37a是被用来进一步细化散光轴鉴定。这个目标图像37a根据在“蝶形”目标中解释的相同的原理到达MDBA。

[0267] 粗略的轴计算后,目标图像37a被呈现给受试者。受试者被指示保持显示在一定距离,所有的目标图像37b的是模糊的。受试者然后被指示使显示更接近,直到达到根据预定条件设定的停止点。由于眼睛的色差,当目标接近最小混合(从远到近)的距离,红色条纹首先达到了其最清晰点。绿色条纹散焦并在它的位置融合了红色,将它变为黄色。在更近的距离红色是散焦,并有助于绿色的颜色变化。因此,停止点定义在黄色消失和红色出现的距离。这个位置的绿色依然散焦,所以受试者不应该开始适应。因此这个距离是MDBA。受试者可以被指示旋转所述标记与一个指示线39来纠正方向。焦点对准点扩散函数的半宽为约 2minarc 。其也是刚好可觉模糊大小 $-0.15-0.2\text{D}$ [屈光度]。由于明显的色散约为 0.25D [屈光度],考虑红色和绿色条纹大约相同数量, $2-4\text{minarc}$,承诺足够混色效果。

[0268] 图21A和21B示出了两个不同的目标图像701a和702,每个都具有用于一个可选的验证试验的唯一图案这里称为“非洲测试”,根据本发明一些实施例。图21A示出了目标图像701a,具有黄色互换行集和红色椭圆单元排列成行(在本文中也称为“构造块”简称)。目标图像是由上下两个暗绿色条纹,没有中间暗条纹(图像701a)切片,或具有厚度比上部和下部条纹更薄的一个中间暗绿色条纹(图像702)。形状被选择以产生存在最小对比的对称/球形模糊的空间图案:基本周期性构造块(图像710)包括在各个方向上的等距对比色和当对称模糊出现时,两种主色被平均产生统一的图案。摄动周期性结构(如在图像701A的中间)移动相同的颜色在一定的尺寸更紧密。在这个维度,形状不会在定向模糊显著改变颜色,如与尺寸相关柱镜模糊。另一种方法,根据方向性模糊描绘在图像701/702,其中目标图像是由上下两个厚深绿色条纹切片生成一个独特的图案。在定向模糊的存在下(即与上述尺寸相关)的两种颜色模糊成没有相互混合的暗条纹。这将创建一个黄色-红色交替的条纹图案

给定黑色背景。由于这样的图案的灰度级较低,在背景颜色轻微的变化可以改变图案的颜色。采用深绿色将影响绿色-红色交替图案(图像701B)。

[0269] 图22示出了图21A和21B的目标图像701a和702的图案710的缩放图像向可能的互换方向之一倾斜。

[0270] 图23展示了目标图像图21A将如何在受试者被指示停止的距离(MDBA)出现,其中交替的下部和上部绿-红图案和中间红黄图案的呈现是最明显的。这发生在球镜和柱镜结合产生了一种已知的模糊的特定的距离。

[0271] 图24A和24B显示了图21A的目标图像701a的图案的缩放图像。

[0272] 图像701a或702是用于验证已测定的受试者的球镜和柱镜误差。目标图像701a例如显示在屏幕上并且受试者被要求定位他自己/她自己在屏幕的正前方在MDBA距离,其中交替的红-绿和红-黄图案是最好呈现(图像701b)。在此停靠点,模糊是由球镜和柱镜共同组成。评估两个或更多个,即不同大小的相似的目标,可能将所获得的距离的组合,关联到一个特定的球镜和柱镜误差。这些图像大小是根据前述球镜和柱镜误差(散光)的测试来确定的。如果受试者患有90度的散光,在特定受试者停止点的位置,图像将显示图像701b,如图23所示。在这个图中701b呈现原始目标图象上部和下部加厚暗绿色条纹,图像701a会呈现有棕/红色和绿色交替块和中间暗条纹将会取代具有交替黄色和红色的块。

[0273] 目标图像701a是受球镜误差模糊和散光模糊的不同影响。因此,对于任何其它散光模糊(90度以外),目标图像701a的方向和大小将被定向,以便获得这些深远的影响。

[0274] 目标图像701a中的图案区域是背景变得均匀模糊尺寸接近 $2xh$ 。由于来自邻居行椭圆形状是平均的,这是可以预期的,如图24A和24B所示。这两条深绿色线, $1xh$ 高,获得来自相邻行着色:红和绿黄色的片区由模糊创建。它们的对比要比用于散光模糊低得多,因为在散光的情况下,红色只从红色创建,绿色为黄色下部和上部的行(图24B),而对于球镜,只有图案的构造块屈光不正,红色和黄色开始融入彼此并且减少对比,作为球镜模糊持续增长(图24A)。球镜和散光模糊同时呈现:这是当模糊斑点是椭圆而不是圆盘的情况。因此,垂直分量执行的所有上述(三个)的效果的出现,而水平分量减弱。如果目标图像701a的尺寸是恒定的,并且被轴向移动,对于每个位置:(a)导致不同的模糊效果;(b)垂直和水平分量的相互强度有改变;和(c)模糊斑点的比之于“h”被改变。

[0275] 模糊之于屈光不正的关系:由于模糊是显著的,几何光学关系是有效的:

$$[0276] \quad \emptyset[\text{rad}] = D_{\text{pupil}}[m]x\Delta L$$

[0277] \emptyset 是模糊盘角度大小; D_{pupil} 是瞳孔直径并且 ΔL 是屈光度误差。

$$[0278] \quad [\text{diopter}]\emptyset[\text{minarc}] = 60 \frac{180}{\pi} D_{\text{pupil}}[m]x\Delta L[\text{diopter}]$$

[0279] 目标图像701a或702被以相同的角度旋转,在同心环上找到但是在90度到清晰的线在发光的太阳形状上。

[0280] 在一些实施例中的测试程序包括以下步骤:(i)受试者被要求远离显示图像,直到整个目标是模糊,然后(ii),开始使接近显示图像,直到他看见上述效果。(iii)接着目标的尺寸被改变,受试者被要求重复测试。该过程被执行数次并且目标缩放比例不同。每个这样的迭代停止点是不同的,因为观察角度的变化“h”(图像710)对向并且模糊斑点球面和柱面组件的权重。一些距离也相应被记录。由于目标图像的尺寸和特征是已知的,它们被用来计

算散光度和改进之前球镜和散光度的结果。

[0281] 根据本发明其它实施例,图25示出了另一个可选的进行验证测试的图案的构造块711。

[0282] 根据本发明其它实施例,图26示出另一个可选的进行验证测试的图案的构造块712。

[0283] 图27A和27B示出一幅流程图,展示了利用本发明上述的一些或者全部目标图像,测量受试者眼睛屈光不正的验光测试过程,包括测量SEP和散光,根据本发明的一些实施例:图27B是图27A的延续。这个过程是使用指定的在受试者的个人设备上可操作的软件应用通过系统执行的,例如,受试者的平板电脑或者智能手机使用个人设备的相机传感器或由个人设备可控制的外部传感器。

[0284] 最初一个视力(VA)测试被执行801,例如,使用字母目标图像,如图像30和或31a。所得粗略计算SEP(RE-SEP)数据802至VA试验可以任选连同受试者的MDBA保存。视力测试之前可以进行校准测试用于测量,例如,受试者的面部元件,如,被测试或非测试眼睛的宽度,用于上面解释过的距离测量。可替代地,受试者可以被要求持有参考元件覆盖非测试眼睛用于距离计量。

[0285] 如果RE-SEP值在预定屈光度范围内(例如0和-9屈光度之间)803,那么,受试者被允许使用应用程序进行屈光不正的测试。如果RE-SEP超过该范围,则该应用程序可能无法进行足够准确的测量,因此,该过程可以被终止805。

[0286] 应用程序进一步检查RE-SEP是否超过预定阈值804,用于受试者被要求的测试806-807,选择合适的屏幕尺寸(并因此合适的个人设备)。

[0287] 一旦屏幕尺寸,个人设备类型被选定时,相应的用于柱镜误差测试的目标图像尺寸808被选定,根据RE-SEP结果和远柱镜测试被操作809,例如,通过使用彩色测试,已解释于图15A-20B中。较粗略的远柱镜测试可使用有色的太阳形目标图像(图18A-18B)和一个或多个改进测试810,使用例如一个或多个:(1) BW同心环目标图像(图4J-4L);(2) 组合的有色的太阳和BW同心环目标图像(图19A-19B);和/或(3) 有色的同心环目标图像(图20A-20B)。

[0288] 近柱镜误差测试811,也可使用,例如,蝶形目标图像(图15A-15B)。如果检测到柱镜误差812,改进测试柱镜度和角度会被操作813,如,用非洲测试,如已在图21A-23解释。

[0289] 如果没有检测到柱镜度误差812,改进的SEP测试可以被操作,例如,通过使用一个或多个测试使用以下目标图像中的至少一个:(1) 红色和蓝色/绿色字母测试814(图14A-4B)(2) 在任意角度的蝶形目标图像(图15A-15B);和/或(3) 目标图像显示两个重叠的垂直蝶形。

[0290] 在任何上述的测试中,应用程序的用户界面允许指示随着测试,同时提供输入平台,输入数据和操作命令,如,当受试者感到他/她已到达MDBA位置之类时,操作相机捕捉拍摄受试者的脸部的图像。应用程序也可以被配置为使得它可以指示受试者对纠正他/她持个人设备或照相机的方式。该指令可以直观地显示出来;和/或音频输出,例如,通过预先录制的语音指令;和/或通过触觉输出指示,例如,通过使用个人设备的振动选项。例如,指示受试者将装置倾斜到特定的方向,当在正确的方向倾斜时,它可能会增加振动,当在相反方向倾斜时,振动可能会削弱。

[0291] 可以使用任何形状、对称和着色的任何一个或多个目标图像,用于测量受试者的

屈光不正的任何一个或多个方面。本发明不限于上述示出的目标图像并且其它的新的或已知的目标图像也可以利用。在本申请中的目标图像也可以被修改，不同的颜色或具有不同的线条宽度或纹理。

[0292] 根据本发明的一些实施例，提供了一种校准过程用于校准柱镜度和球镜度。校准过程包括以下步骤：接收来自受试者的先前测试结果的散光角度、散光度数和球镜度；在显示区域显示独特图案目标图像，旋转到受试者散光的角度，根据接收到的散光角度，所述独特图案图像至少以两种尺寸在显示区域显示，根据接收到的柱镜度和球镜度计算每种尺寸。对所显示的各个尺寸的独特图案目标图像，指示受试者远离目标图，直到识别一个预定的视觉效果，对所显示的各个尺寸的独特图案目标图像，测量独特图案目标图像和受试者的眼睛之间的距离并且根据测量的距离重新计算散光度数、球镜度数。

[0293] 许多变化和修改可通过本领域中的普通技术人员不脱离本发明的精神和范围的情况下作出。因此，必须理解，所示实施例中已阐述仅用于示例的目的，而不应被视为限制由以下发明及其各种实施例和/或由以下权利要求所定义的本发明。例如，尽管权利要求的要件列于下面以特定的组合的事实，必须清楚地理解，本发明包括其它组合更少、更多或不同的元件，这是在上面公开的，即使最初未要求在这样的组合。两个元件合并在一个要求的组合中的理念是进一步被理解为也允许用于所要求的组合，其中两个元件没有彼此组合，而是可以单独使用或合并其它组合。本发明的任何公开的要件的切除明确预期在本发明的范围之内。

[0294] 在本说明书中使用的词来描述本发明及其各种实施例应被理解为不仅仅是在其通常定义的含义上理解，而是包括通过在本说明书结构、材料或者动作中的特别定义，超越通常定义的范围。因此，如果一个元件可以在本说明书的上下文中应被理解为包括多于一个含义，那么其在权利要求中的使用必须被理解作为由说明书和由词本身支持的所有可能的含义。

[0295] 以下权利要求书定义的词或元件，因此，在本说明书中定义为不仅包括字面上阐述的元件的组合，还包括所有等效结构、材料或动作用于以基本上相同的方式执行基本上相同的功能，以获得基本上相同的结果。在这个意义上，它因此预期的是，两个或更多个元件的等效替代物可用于下文权利要求书中任何元件之一或者单个元件可被取代权利要求中的两个或更多个元件。尽管元件可以如上描述为以特定组合，甚至最初主张如此，它是要被清楚地理解，来自要求保护的组合的一个或多个元件可在某些情况下可以从组合中切除和所要求保护的组合可以直接成为一个子组合或者子组合的变化。

[0296] 从要求保护的主体作为观察由一个人用普通技术的领域中，现在已知或以后设计的非实质性的改变，明确涵盖在等同权利要求的范围之内。因此，本领域的普通技术人员现在或以后已知的显而易见的替代物是限定在已定义的元件的范围内。

[0297] 因此，权利要求应该被理解为包括上述具体图示和描述的内容、概念等效的内容、可以明显地被取代的内容和实质上结合了本发明的基本思想的内容。

[0298] 虽然本发明已作了详细描述，但是不脱离本发明的教导的改变和修改，对本领域技术人员来说将是显而易见的。这些变化和修改都被认为是在本发明和所附权利要求的范围之内。

[0299] 参考文献：

[0300] 1.R.贝德福德和G.维泽斯基,“人眼的轴向色差,”J.Opt.Soc.Am.47,564_1-565 (1957年)。

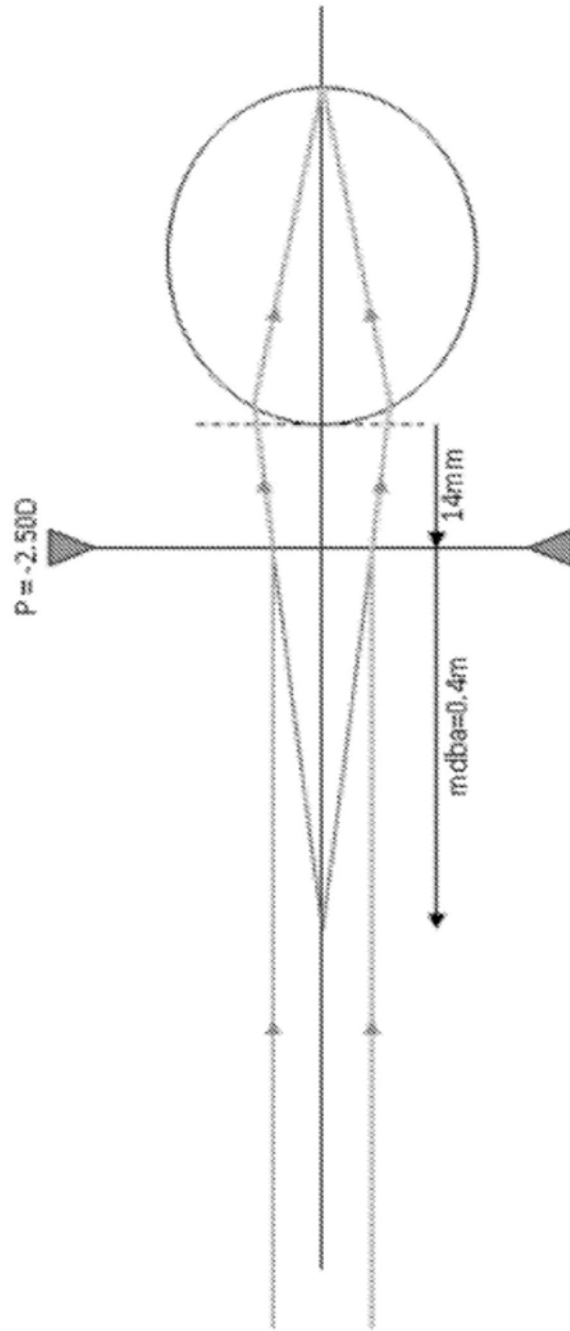


图1

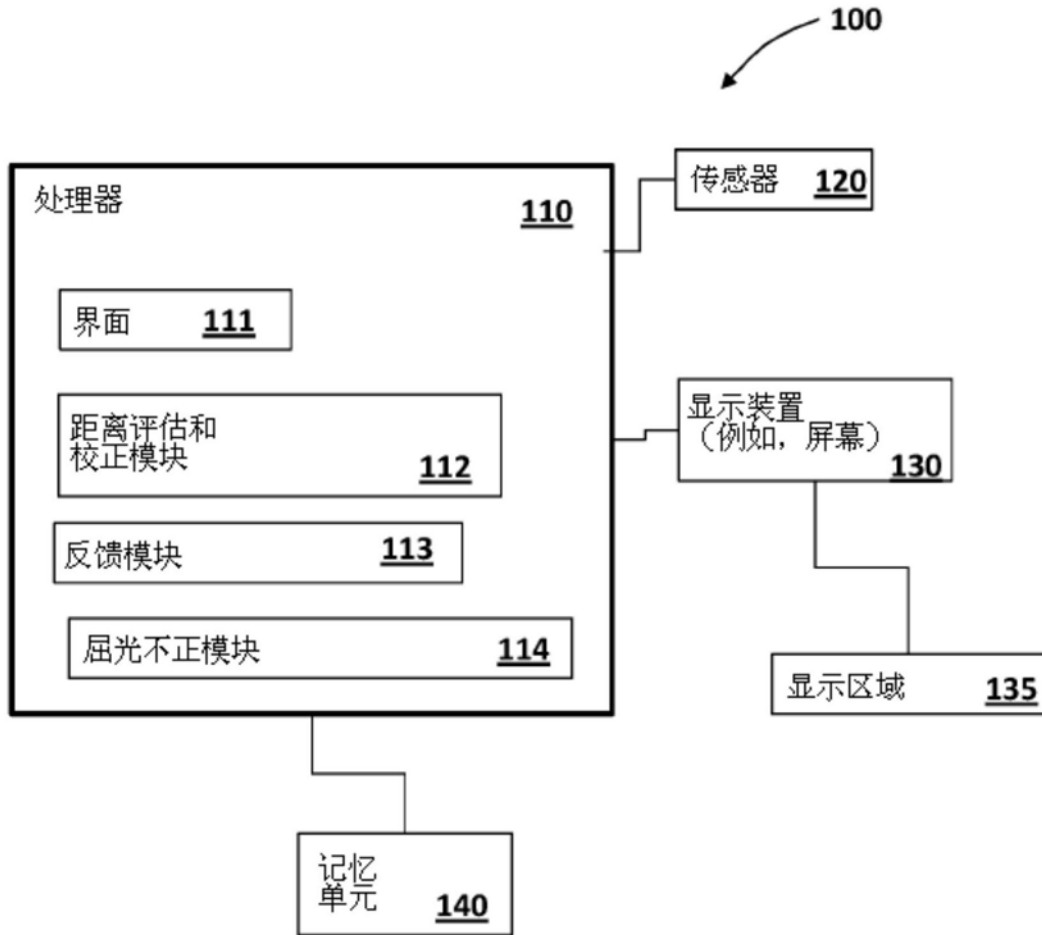


图2

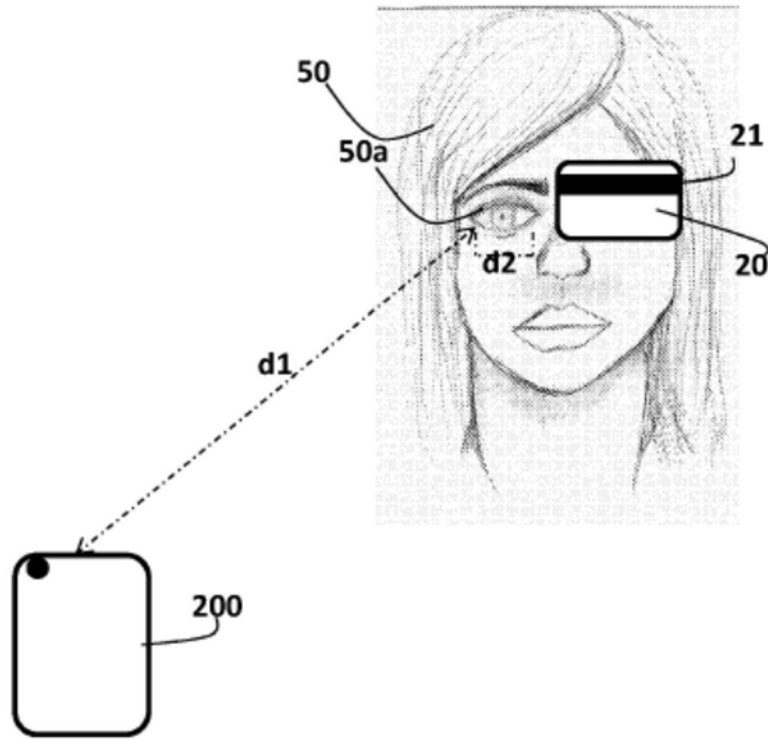


图3A

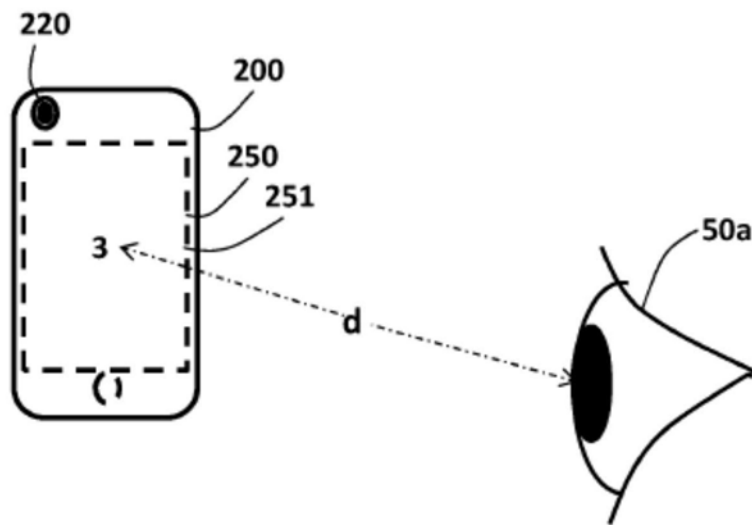


图3B

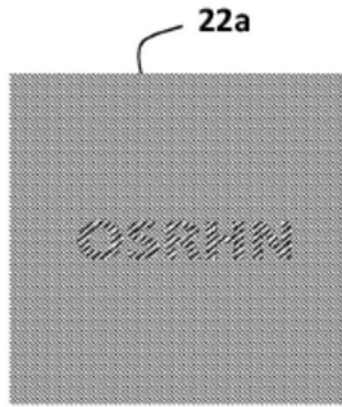


图4A

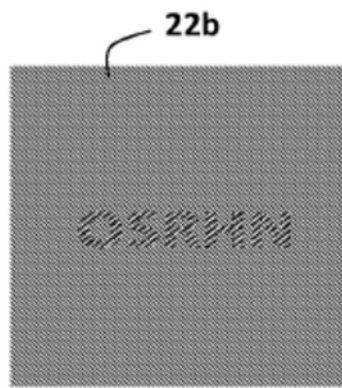


图4B

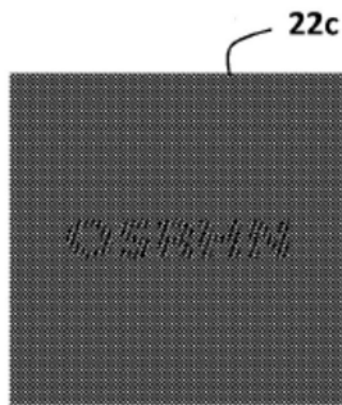


图4C

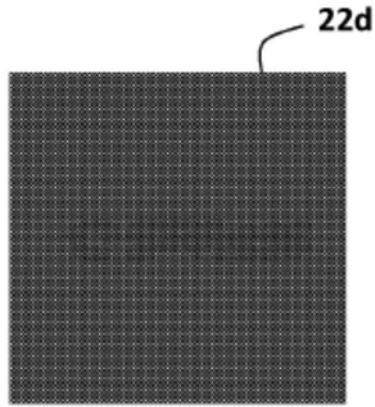


图4D

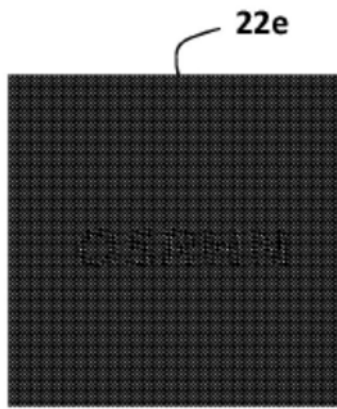


图4E



图4F



图4G

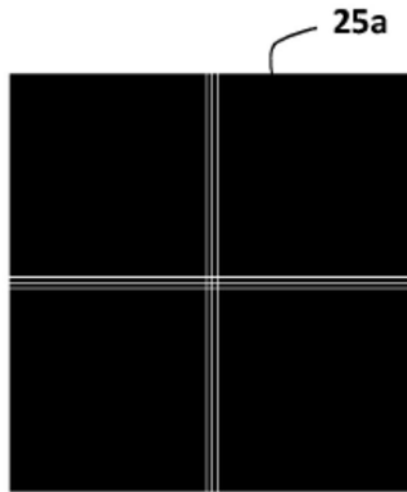


图4H

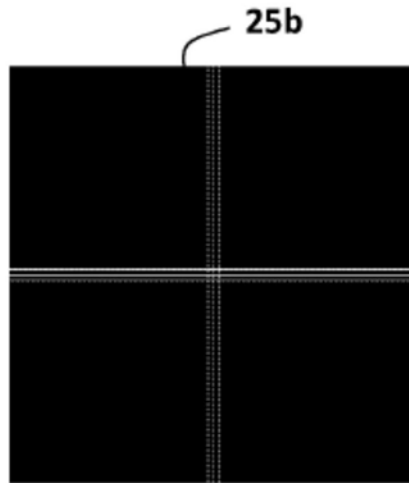


图4I

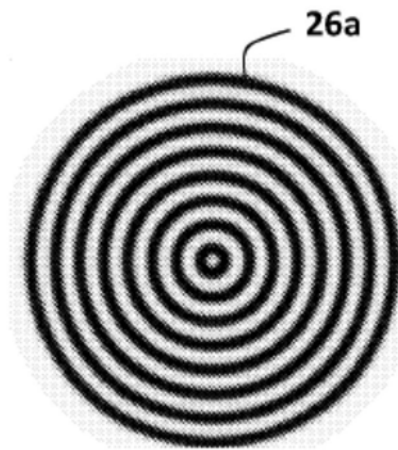


图4J

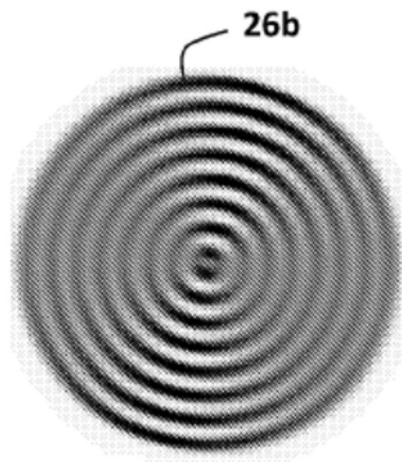


图4K

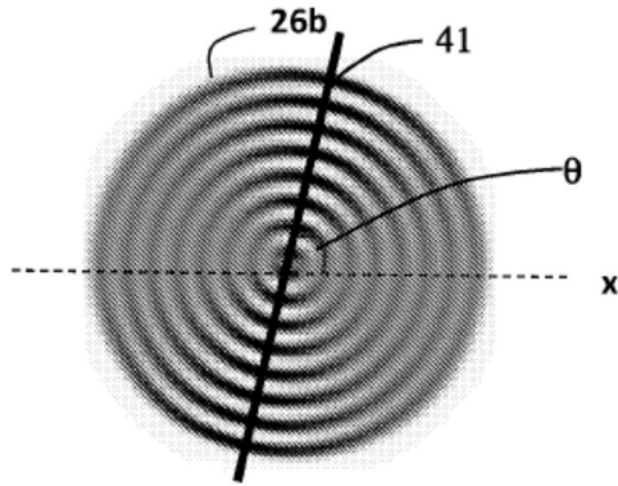


图4L

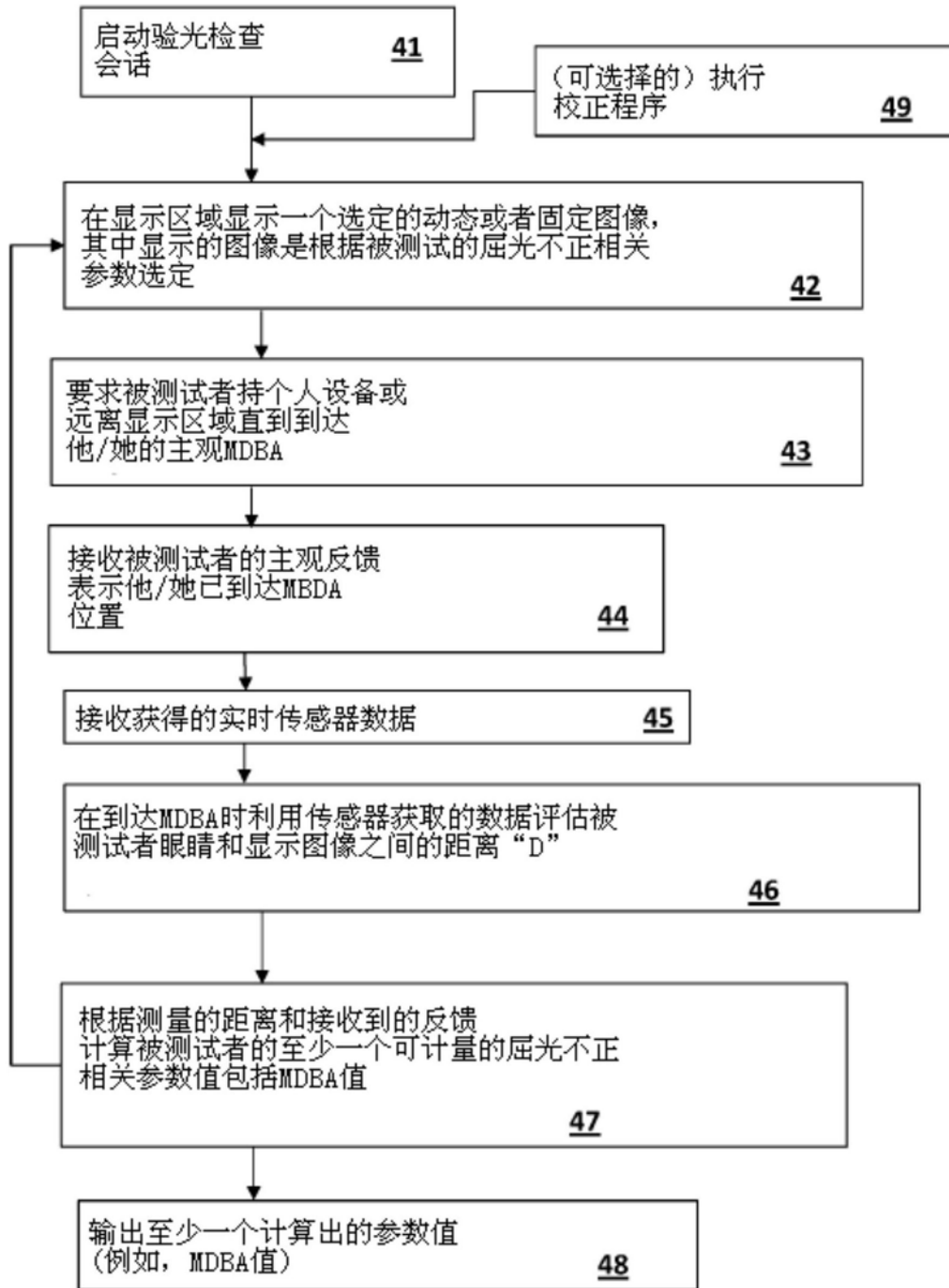


图5

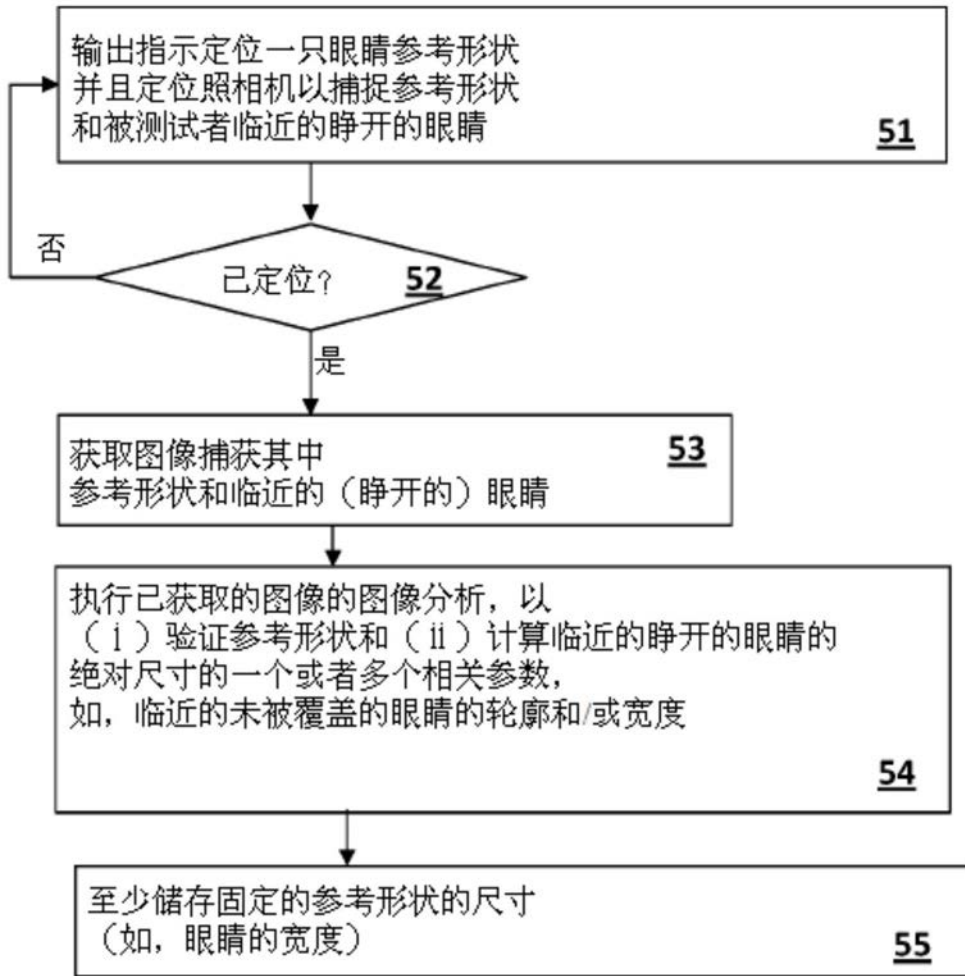


图6

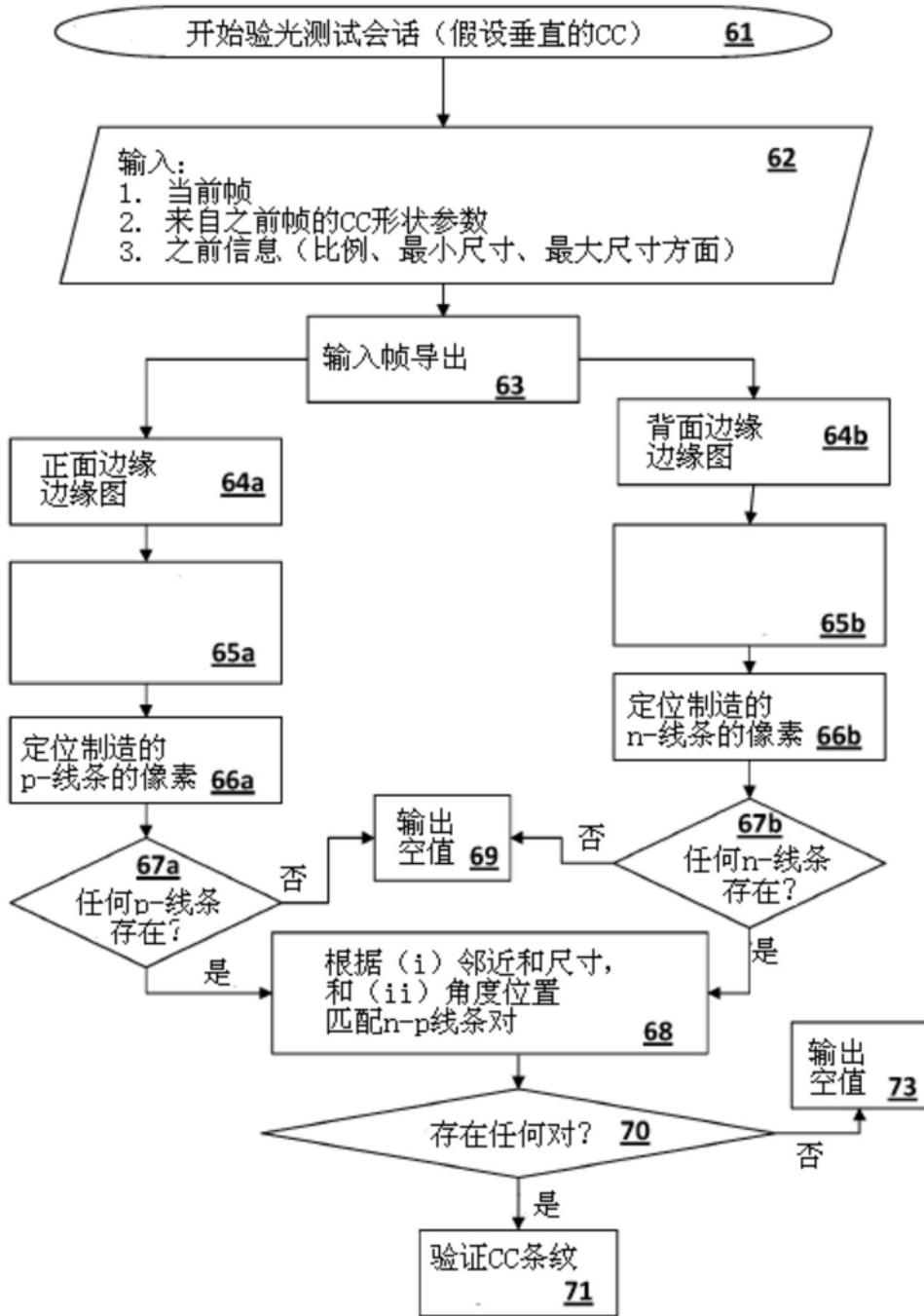


图7

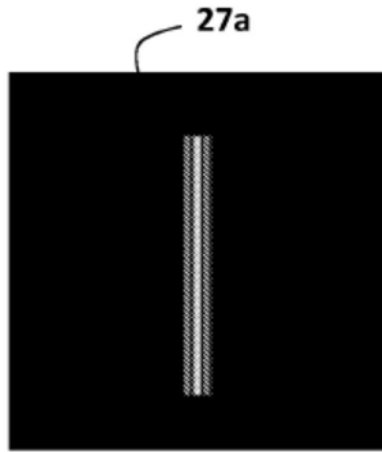


图8A

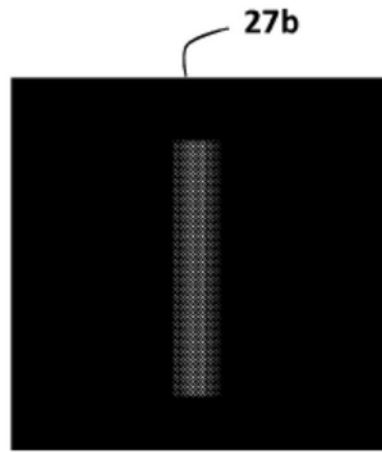


图8B

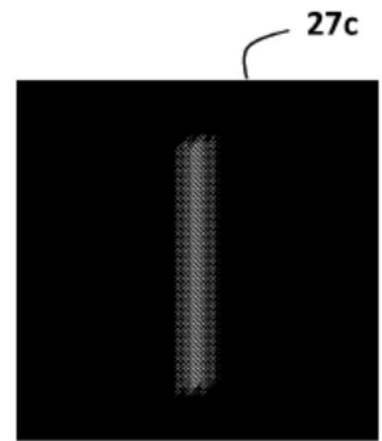


图8C

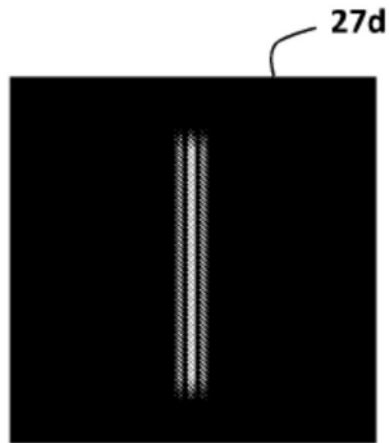


图8D

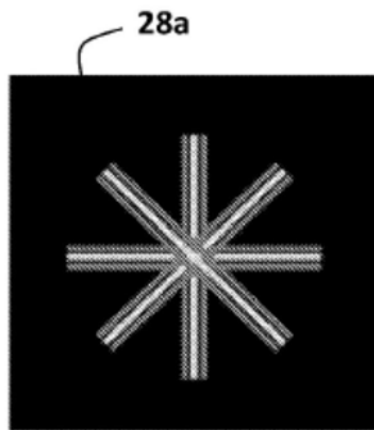


图9A

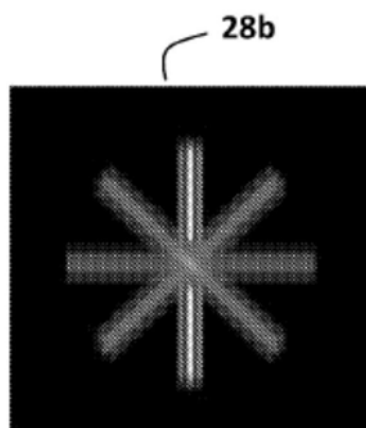


图9B

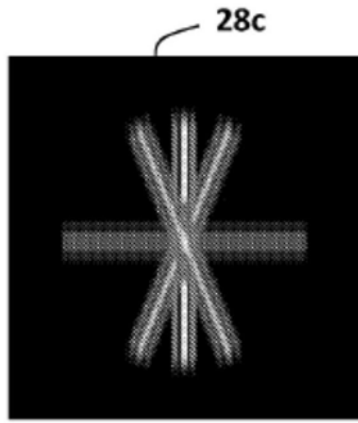


图9C

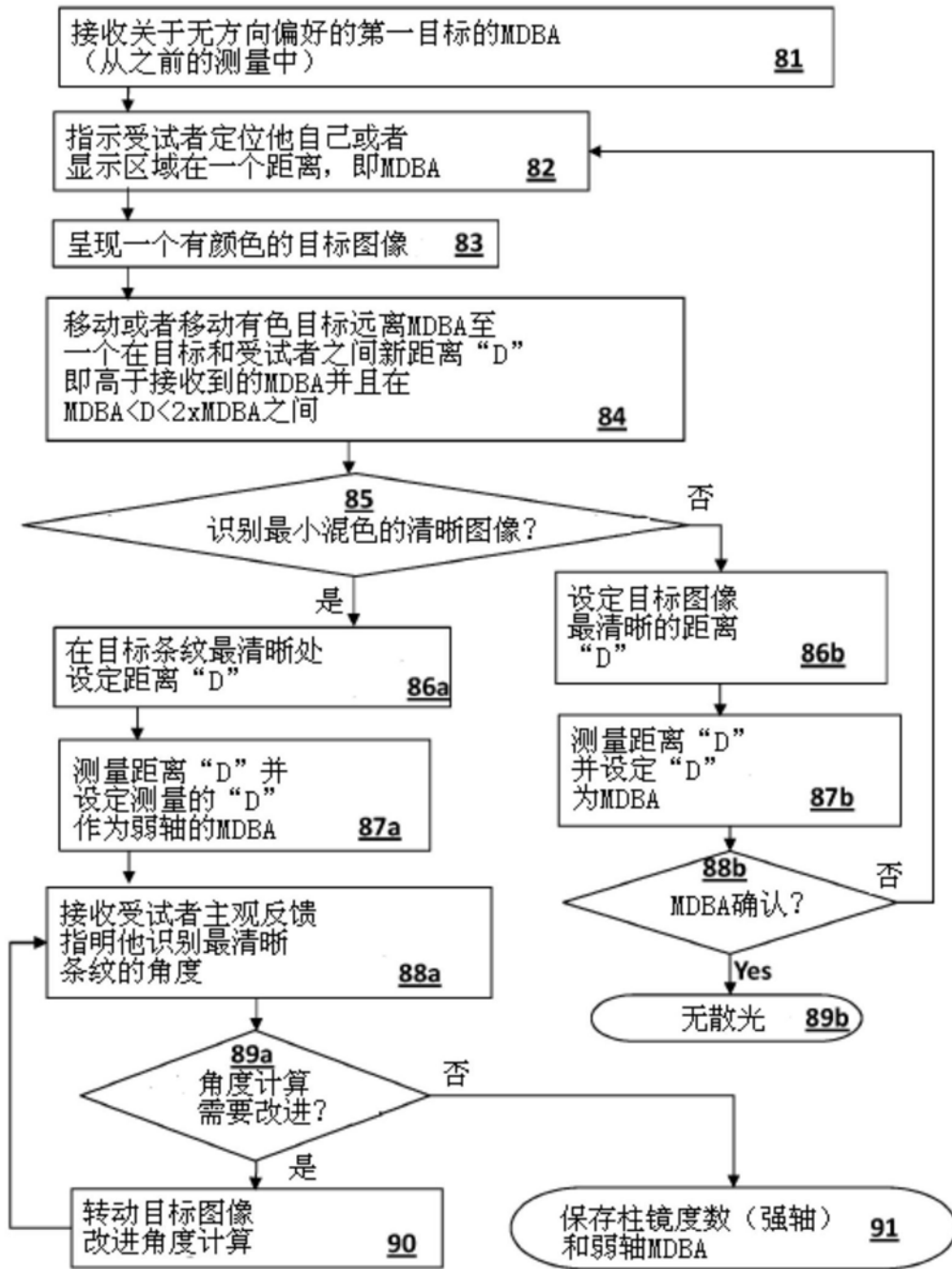


图10

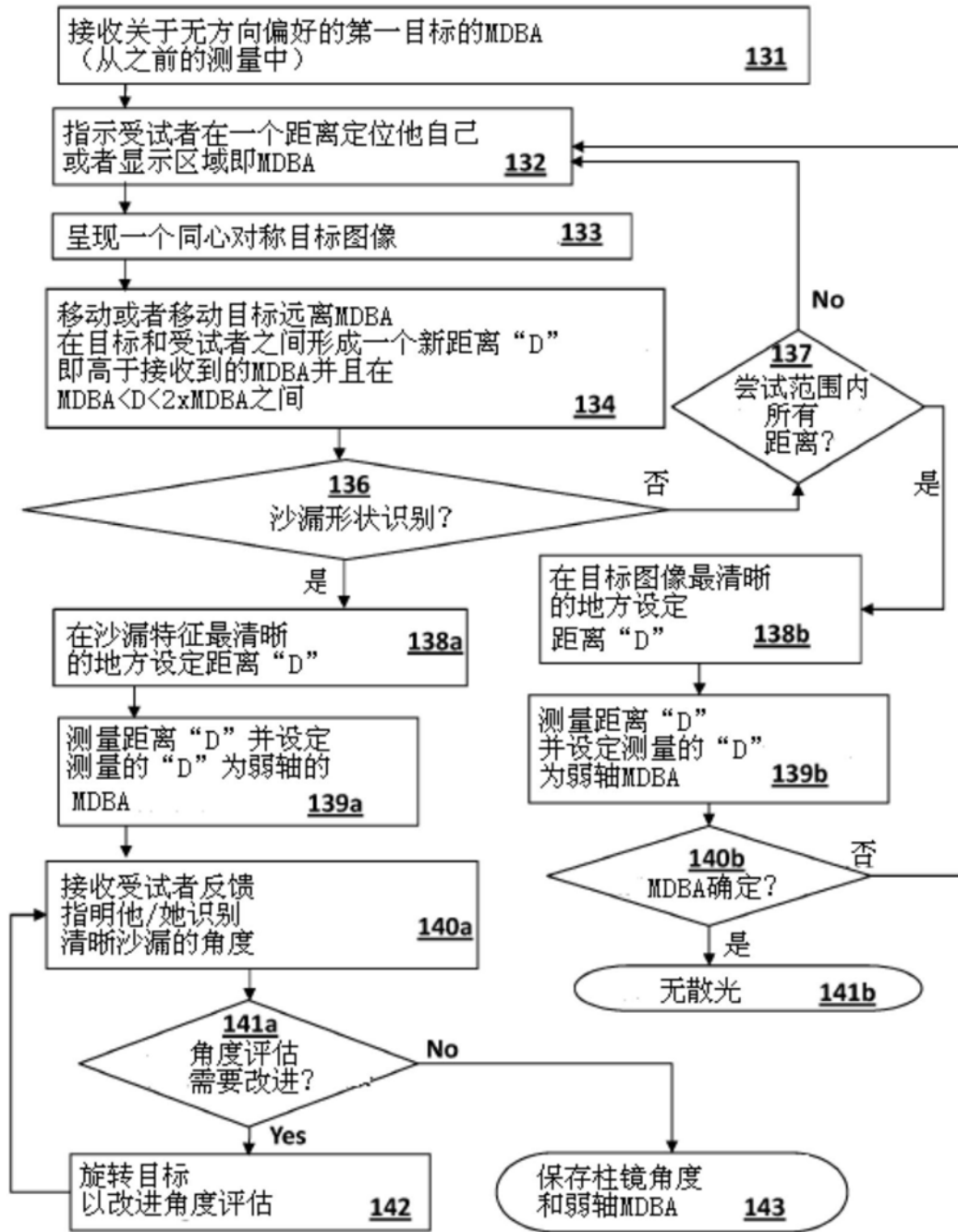


图11

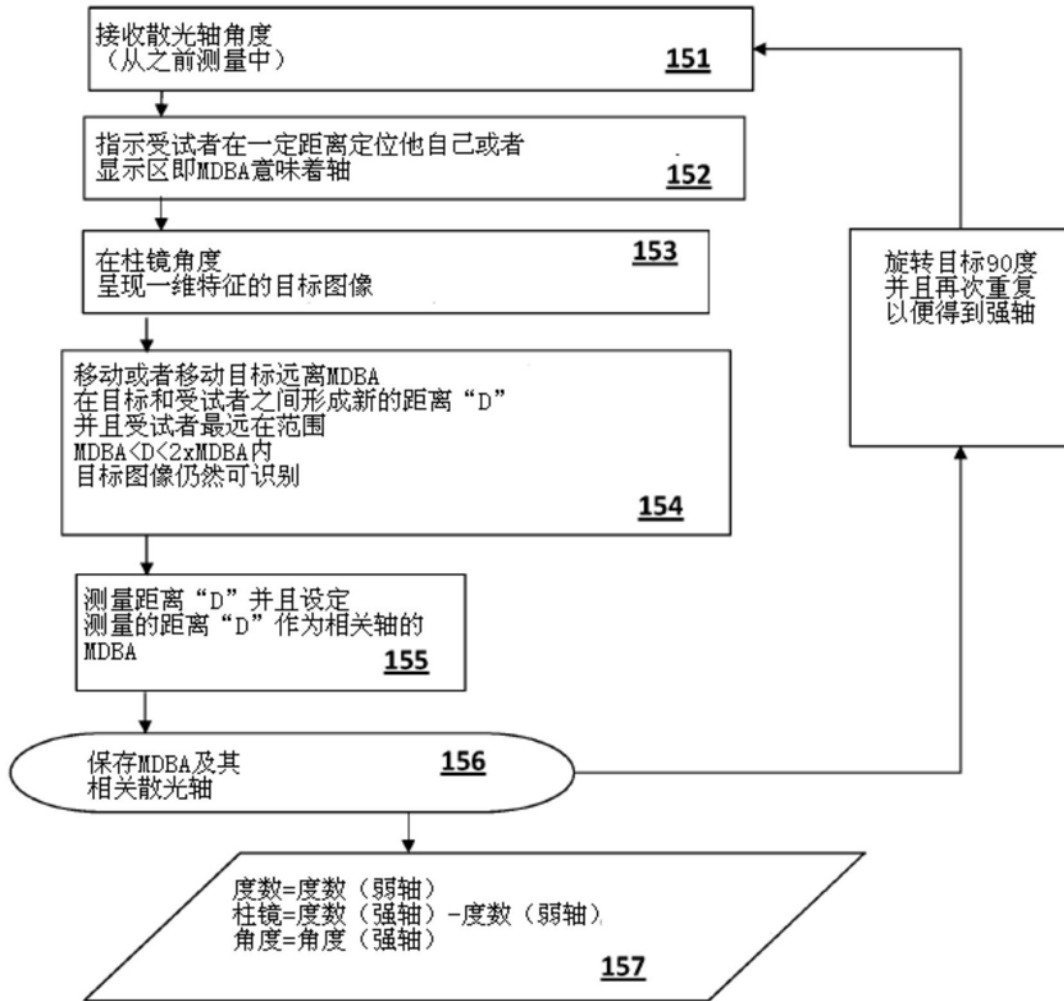


图12



图13A

Subject refractive error [diopters]	Dioptic error looking at screen at 2m	Size of letter [arcmin]	Name of letter
-1	-0.5	10	6/12
-2	-1.5	20	6/24
-3	-2.5	32	6/36
-4	-3.5	45	6/54
-5	-4.5	60	6/72
-6	-5.5	70	6/84

图13B

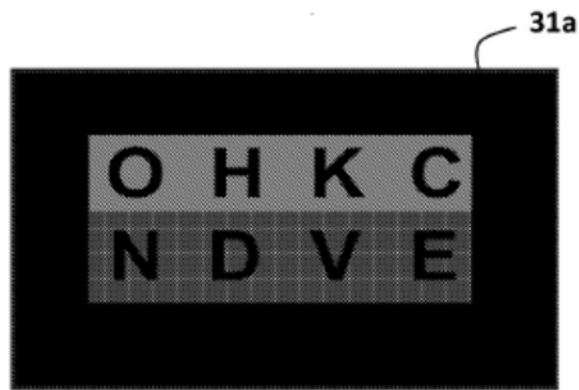


图14A

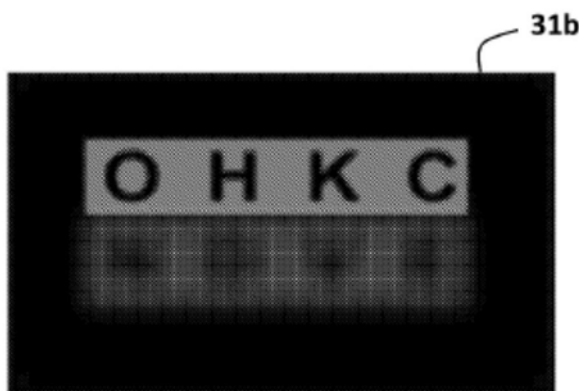


图14B

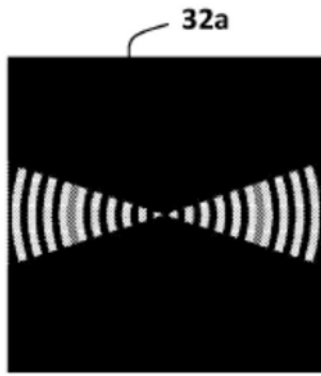


图15A

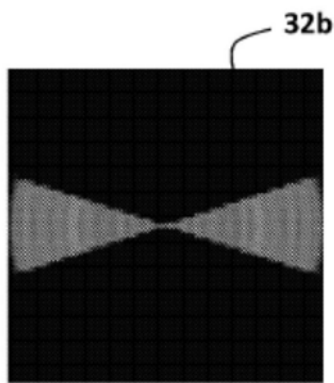


图15B

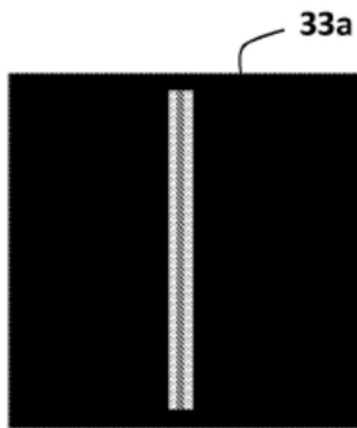


图16A

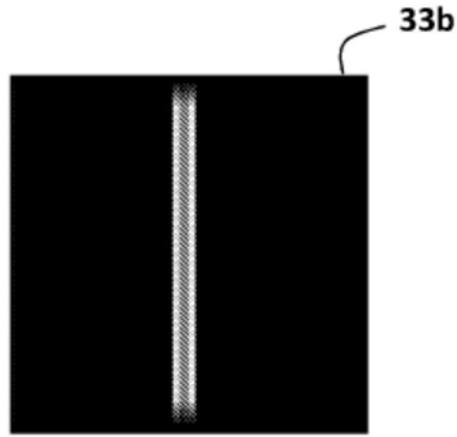


图16B

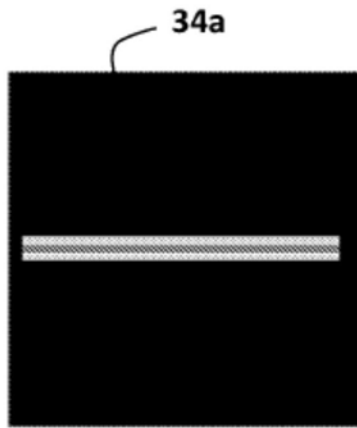


图17A

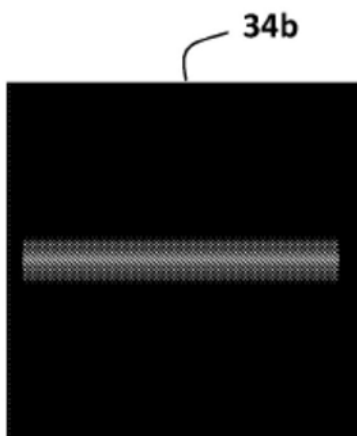


图17B

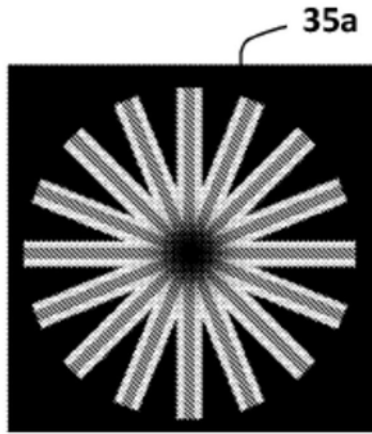


图18A

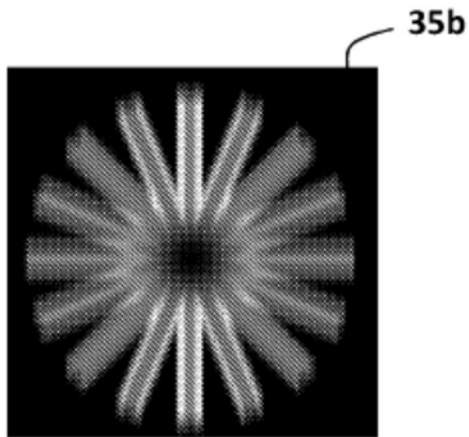


图18B

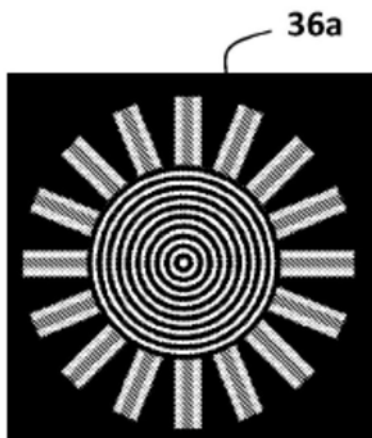


图19A

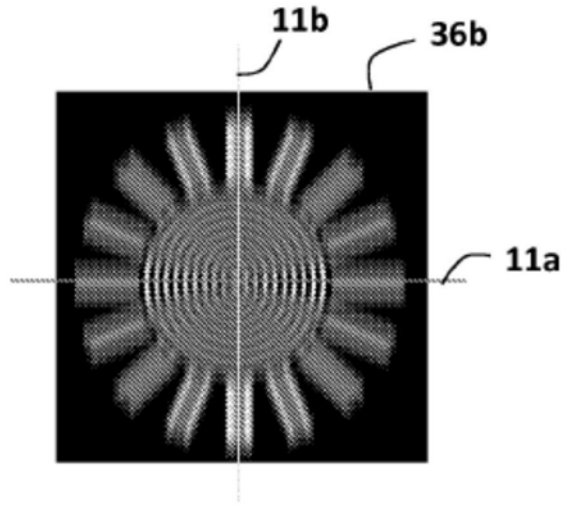


图19B

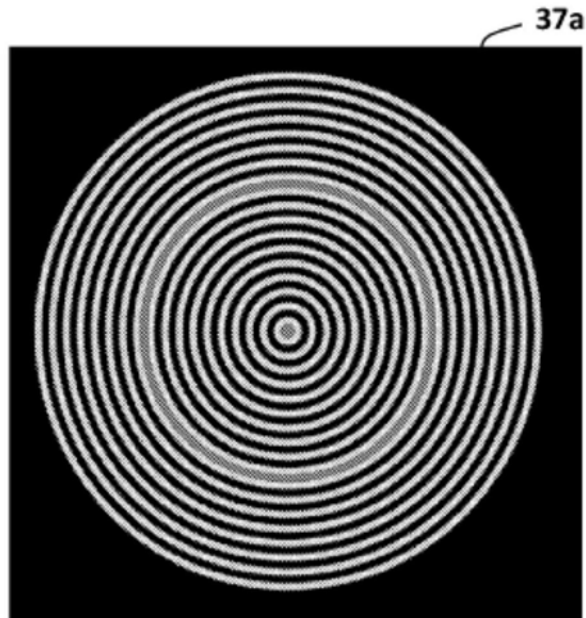


图20A

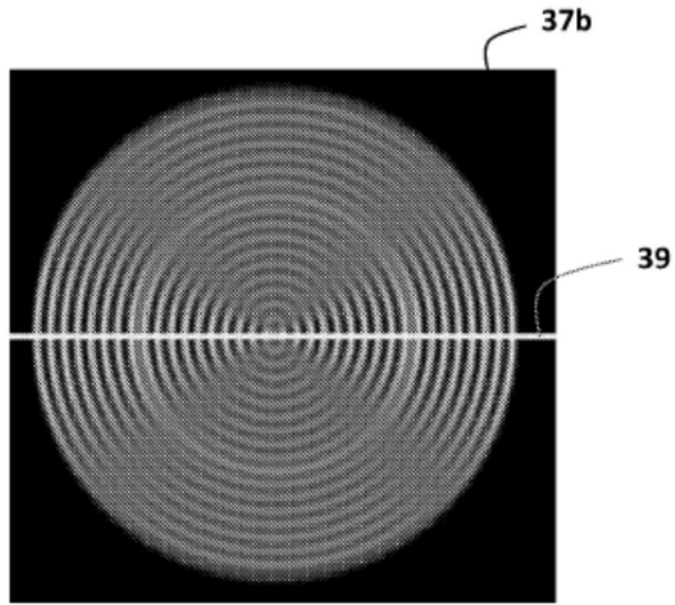


图20B

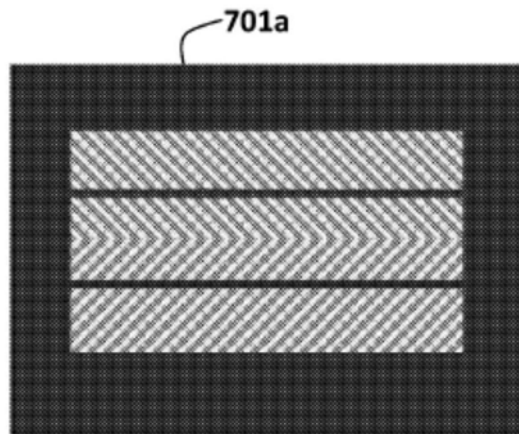


图21A

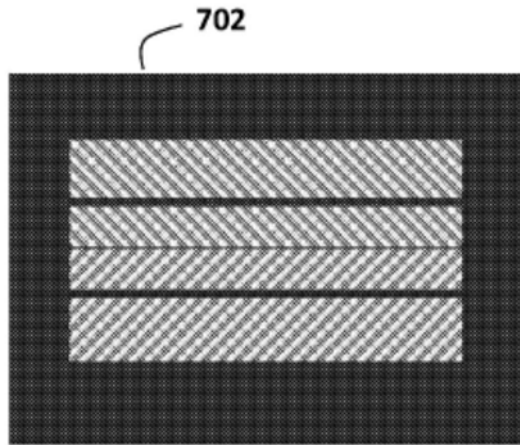


图21B

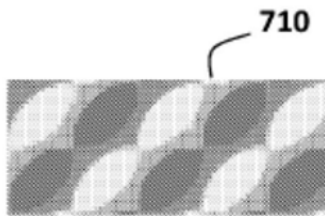


图22

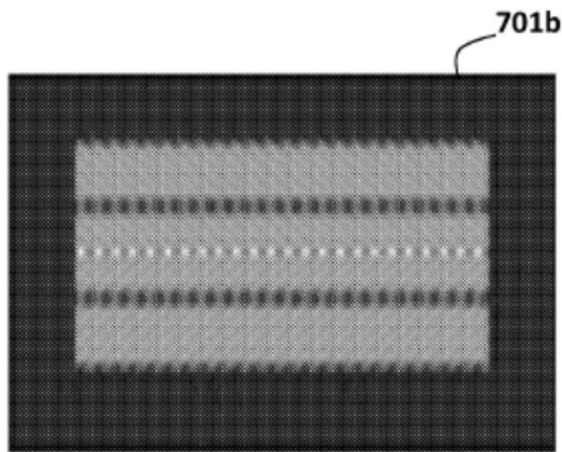


图23



图24A



图24B

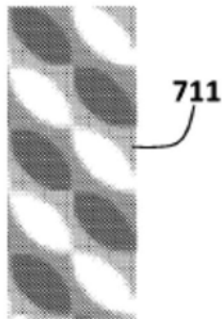


图25

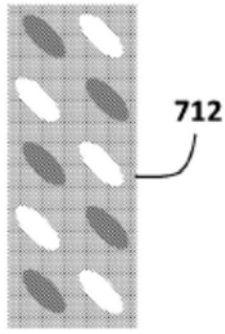


图26

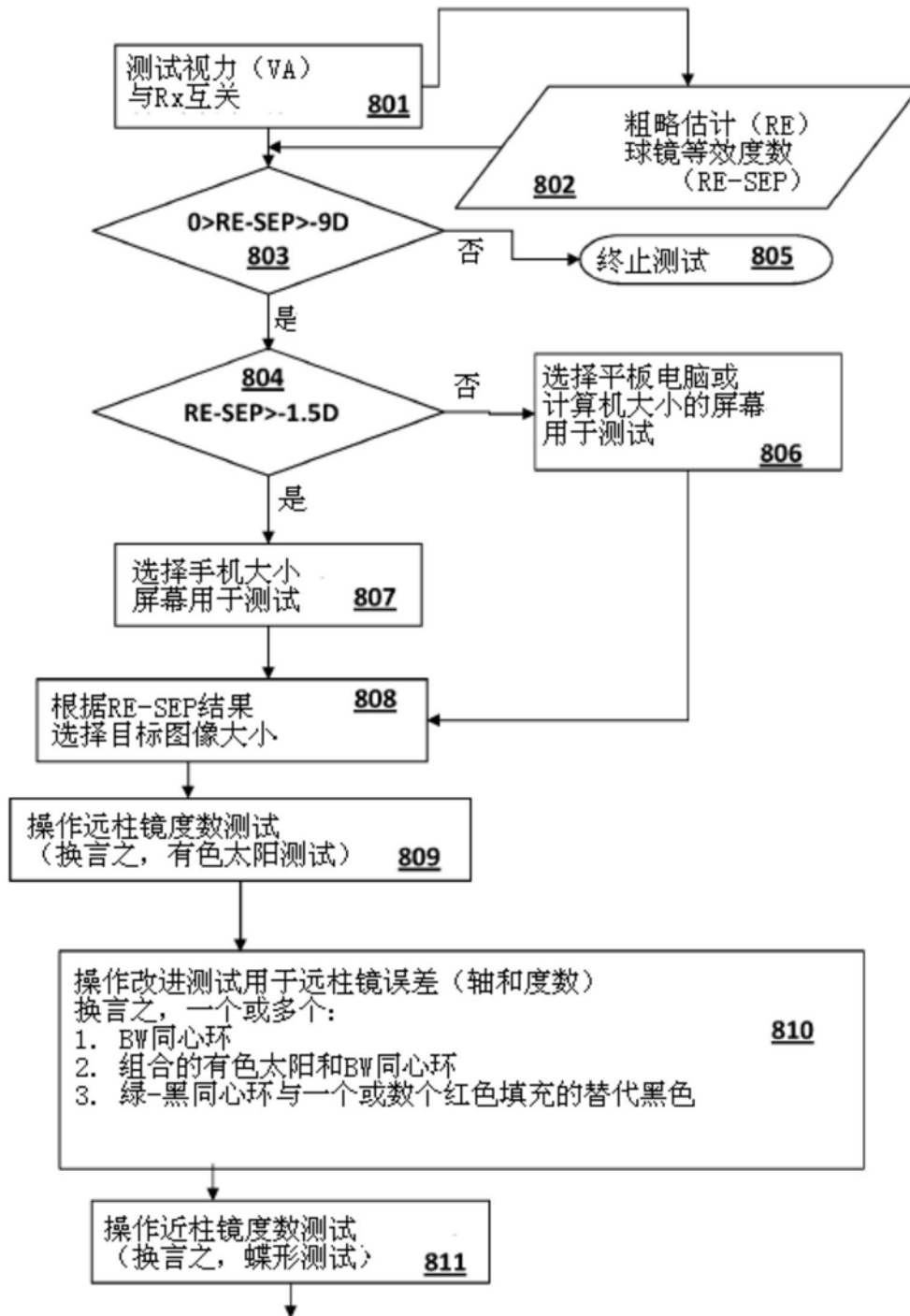


图27A

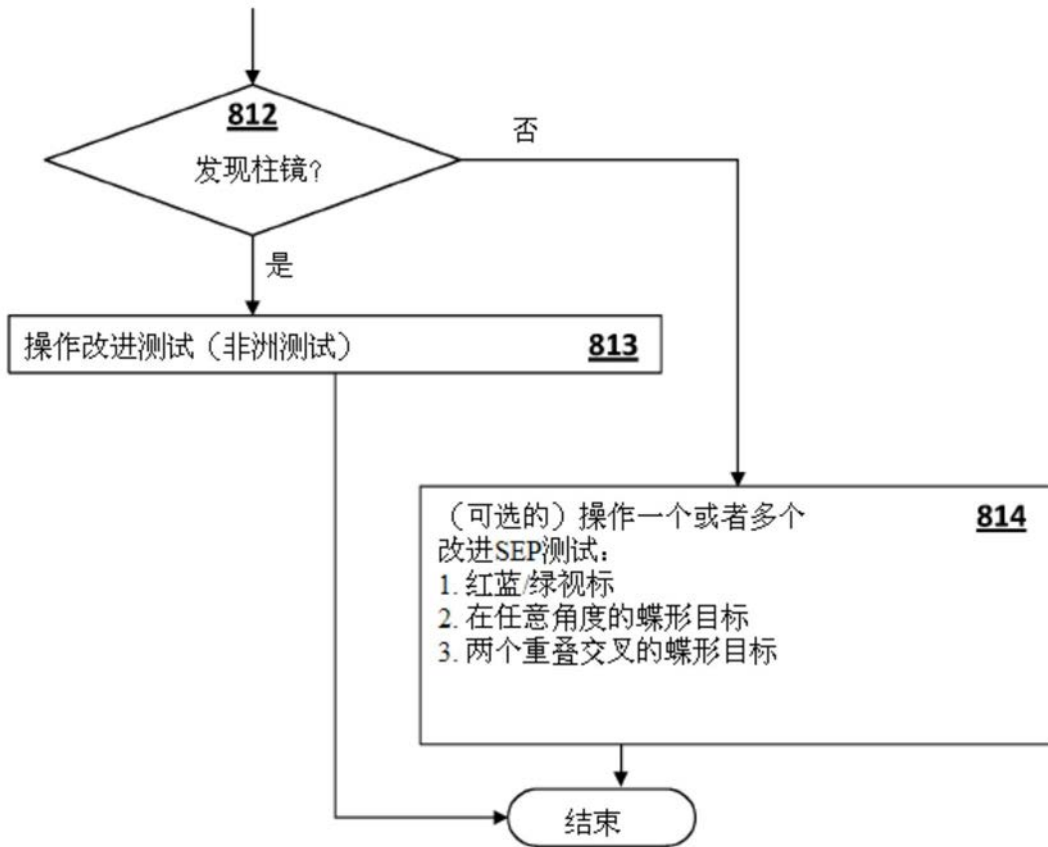


图27B