



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102333476 B

(45) 授权公告日 2015. 01. 14

(21) 申请号 201080009457. 9

(22) 申请日 2010. 02. 04

(30) 优先权数据

102009010467. 4 2009. 02. 26 DE

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2011. 08. 26

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2010/000698 2010. 02. 04

(87) PCT国际申请的公布数据

W02010/097161 DE 2010. 09. 02

(73) 专利权人 卡尔蔡司视觉股份有限公司

地址 德国阿伦

(72) 发明人 T. 克拉策尔 J-M. 卡贝扎 - 吉伦

G. 克尔赫

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 胡莉莉 卢江

(51) Int. Cl.

A61B 3/113(2006. 01)

(56) 对比文件

W0 02/09025 A1, 2002. 01. 31,

CN 1379647 A, 2002. 11. 13,

JP 特开 2004-8768 A, 2004. 01. 15,

EP 1793262 A3, 2009. 03. 25,

CN 101042470 A, 2007. 09. 26,

EP 0350957 A2, 1990. 01. 17,

EP 1364612 A1, 2003. 11. 26,

US 6241355 B1, 2001. 06. 05,

US 2005/0134799 A1, 2005. 06. 23,

Larry N. Thibos et al.. Clinical applications of the Shack-Hartmann aberrometer. 《Optometry and Vision Science》. 1999, 第 76 卷(第 12 期), 817-825.

审查员 张雯

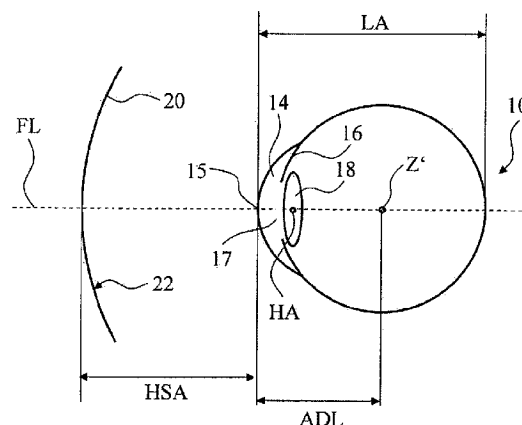
权利要求书2页 说明书12页 附图13页

(54) 发明名称

用于确定眼睛支点位置的方法和设备

(57) 摘要

本发明涉及一种用于确定在受检者的眼睛(10)中的眼睛支点位置(ADL)的方法。该方法包括如下步骤:a)确定眼睛(10)的角膜(16)的平均曲率(KH);b)确定眼睛(10)的平均相位误差(PF);c)由平均曲率(KH)和平均相位误差(PF)确定眼睛长度(LA);以及 d)由眼睛长度(LA)确定眼睛支点位置(ADL)。



1. 一种用于确定在受检者的眼睛(10)中的眼睛支点位置 ADL 的方法,其中所述眼睛支点位置 ADL 说明在固定线上的角膜顶点与光学眼睛支点 Z' 的中心之间的距离,其中该固定线是在中央成像的物点与入瞳的中部之间的连接直线并且光学眼睛支点 Z' 是从机械眼睛支点 M 到固定线的垂线的垂足点,其中机械眼睛支点 M 是眼睛中的在目光运动时转移最少的点,其特征在于如下步骤:

- a) 确定眼睛(10)的角膜(14)的平均曲率 KH;
- b) 确定眼睛(10)的平均相位误差 PF;
- c) 由平均曲率 KH 和平均相位误差 PF 确定眼睛长度 LA;以及
- d) 由眼睛长度 LA 确定眼睛支点位置 ADL。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,眼睛支点位置 ADL 由眼睛长度 LA 根据如下关系式来确定:

$ADL=k_3LA$,其中 k_3 是可预先给定的三维参数。

3. 根据权利要求 2 所述的方法,其特征在于,

$k_3=13.5/23.8\pm 10\%$ 。

4. 根据上述权利要求之一所述的方法,其特征在于,眼睛长度 LA 由平均曲率 KH 和平均相位误差 PF 根据如下关系式来确定:

$LA=(k_1-PF)KH/k_2$,其中 k_1 和 k_2 是可自由预先给定的参数。

5. 根据权利要求 4 所述的方法,其特征在于,

$k_1=52.634\text{ dpt}\pm 10\%$

$k_2=17.395\text{dpt}\pm 10\%$ 。

6. 根据权利要求 1 至 3 之一所述的方法,其特征在于,在步骤 a)中确定角膜(14)在瞳孔孔径的区域中的平均曲率 KH。

7. 根据权利要求 1 至 3 之一所述的方法,其特征在于,分别在围绕眼睛(10)的光学轴线 OA 和 / 或固定线 FL 和 / 或视轴 GL 的区域中,在步骤 a)中确定角膜(14)的平均曲率 KH 和在步骤 b)中确定平均相位误差 PF。

8. 根据权利要求 1 至 3 之一所述的方法,其特征在于,借助波前自动验光仪测量相位误差。

9. 一种用于使对于受检者的眼睛(10)独特的镜片(20)优化的方法,其中眼睛支点位置 ADL 被确定并且被用作输入参数,其中所述眼睛支点位置 ADL 说明在固定线上的角膜顶点与光学眼睛支点 Z' 的中心之间的距离,其中该固定线是在中央成像的物点与入瞳的中部之间的连接直线并且光学眼睛支点 Z' 是从机械眼睛支点 M 到固定线的垂线的垂足点,其中机械眼睛支点 M 是眼睛中的在目光运动时转移最少的点,其特征在于,为了确定受检者的眼睛(10)中的眼睛支点位置 ADL,使用根据上述权利要求之一所述的方法。

10. 一种用于确定在受检者的眼睛(10)中的眼睛支点位置 ADL 的设备,其中所述眼睛支点位置 ADL 说明在固定线上的角膜顶点与光学眼睛支点 Z' 的中心之间的距离,其中该固定线是在中央成像的物点与入瞳的中部之间的连接直线并且光学眼睛支点 Z' 是从机械眼睛支点 M 到固定线的垂线的垂足点,其中机械眼睛支点 M 是眼睛中的在目光运动时转移最少的点,其特征在于,所述设备具有以下装置:

- a) 用于确定眼睛(10)的角膜(14)的平均曲率 KH 的装置;

- b) 用于确定眼睛(10)的平均相位误差 PF 的装置；
- c) 用于由平均曲率 KH 和平均相位误差 PF 确定眼睛长度 LA 的装置；以及
- d) 用于由眼睛长度 LA 确定眼睛支点位置 ADL 的装置。

11. 一种用于使对于受检者的眼睛(10)独特的镜片(20)优化的设备,该设备具有用于确定眼睛支点位置 ADL 并且用作输入参数的装置,其中所述眼睛支点位置 ADL 说明在固定线上的角膜顶点与光学眼睛支点 Z' 的中心之间的距离,其中该固定线是在中央成像的物点与入瞳的中部之间的连接直线并且光学眼睛支点 Z' 是从机械眼睛支点 M 到固定线的垂线的垂足点,其中机械眼睛支点 M 是眼睛中的在目光运动时转移最少的点,其特征在于,该设备具有用于使用根据权利要求 10 所述的设备来确定受检者的眼睛(10)中的眼睛支点位置 ADL 的装置。

12. 一种用于确定受检者的眼睛(10)中的眼睛支点位置 ADL 的设备(120),其中所述眼睛支点位置 ADL 说明在固定线上的角膜顶点与光学眼睛支点 Z' 的中心之间的距离,其中该固定线是在中央成像的物点与入瞳的中部之间的连接直线并且光学眼睛支点 Z' 是从机械眼睛支点 M 到固定线的垂线的垂足点,其中机械眼睛支点 M 是眼睛中的在目光运动时转移最少的点,其特征在于,

- a) 用于确定眼睛(10)的角膜(14)的平均曲率 KH 的曲率确定装置(122)；
- b) 用于确定眼睛(10)的平均相位误差 PF 的相位误差测量装置；
- c) 用于由平均曲率 KH 和平均相位误差 PF 确定眼睛长度 LA 的眼睛长度计算装置；以及
- d) 用于由眼睛长度 LA 确定眼睛支点位置 ADL 的眼睛支点确定装置。

用于确定眼睛支点位置的方法和设备

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于确定眼睛支点位置(Augendrehtpunktlage)的方法。

[0002] 本发明进一步涉及一种用于使对于眼睛独特(individuell)的镜片优化的方法,其中眼睛支点位置被确定并且被用作输入参数。

[0003] 最后,本发明涉及一种用于确定具有参考结构的眼睛的至少两个光学参数的方法,其中为了确定相应的参数分别借助单独的测量设备以摄影方式来记录(aufnehmen)眼睛。

[0004] 此外,本发明还涉及一种用于执行上面所述的方法的设备。

背景技术

[0005] 公知的是,为了使镜片优化,尤其是为了使独特的渐进多焦点眼镜优化,考虑眼睛/眼镜系统的不同参数。这些参数例如是瞳孔距离PD、角膜顶点距离HSA、镜片的前倾角 α 、右边和左边镜片的玻璃安装角度(Fassungsscheibenwinkel) α_R 、 α_L 以及光学的或者机械的眼睛支点的位置 Z' 、 M 。独特的渐进多焦点眼镜被理解为如下渐进多焦点眼镜:在所述渐进多焦点眼镜中,在计算镜片时考虑至少一个独特的使用参数(Gebrauchssparameter),并且借助自由成形技术来制成所述渐进多焦点眼镜,如这例如在W. Grimm和G. Kelch在德国眼镜商报(Deutschen Optikerzeitung) DOZ 4+5/2000中的文章“Gradal® Individual: Konzeption, Fertigung und Anpassung”、EP 857 593 B1和/或EP 562 336 B1中所描述的那样。

[0006] 在非独特的镜片的情况下,这些参数由代表性的人口样本的统计学平均值来确定。而在独特的镜片的情况下,在相应的眼镜佩戴者上单独测量这些参数,例如利用所谓的视频定中心系统(Videozentriersystem)来测量,如所述视频定中心系统由本申请人以类型名称“i. Terminal”和“Relaxed Vision Terminal”来制造和销售的那样。然而,这些视频定中心系统到目前为止并不能够借助眼睛支点位置以足够精确的方式能够实现镜片的优化。

[0007] 如果想要考虑眼睛支点位置,则眼睛支点位置可以以公知的方式由在调节过的(verordnet)镜片的中间球体上的眼睛长度导出。然而,在此做出许多与实际情况并不充分一致的假设。

[0008] 在眼睛长度与调节过的镜片的球体之间的关系常常被假设为线性的。但是,这在现实中情况并非如此,因为不仅角膜的曲率而且眼晶状体以及眼睛长度部分地彼此非常独立地生长或不同地发育。

[0009] 通常足够的是将眼睛支点视为在眼睛之内的点状的转动中心。然而一般而言,本发明也包括一种扩大的、通常近似球形的眼睛支点区域。为了描述本发明和现有技术,在下文中为了简单起见而从点状的眼睛支点出发,除非另外提及。

[0010] 通常,在调节眼镜时采取如下措施:以主觉验光以及视频定中心为基础来对镜片进行调节和定中心。

[0011] 在此不利的是,在验光与定中心之间不存在参考,因为两个过程利用不同的设备来执行。如果例如利用综合屈光检查仪来确定屈光,则会发生综合屈光检查仪相对于如下将眼睛的两个瞳孔中心点相连的线倾斜第一角度。此外,会发生所选择的眼镜边框相对于该线转动第二角度。在最不利的情况下,这两个角度可相加,这导致在制成的眼镜的调节与所实施的校正之间的圆柱体的轴线中的多个角度度数的差异。

[0012] 由 WO 2006/106248 A1 公开了用于确定眼睛支点位置的方法和设备。在该公开的方法中,受检者看到望远镜状的设备中。设备在空间中的对准通过在设备上的三维有效的传感器来确定。受检者在头部上戴上其他的这样的传感器,所述其他的这样的传感器确定受检者的头部的位置和对准。在该设备中,在背离受检者的那侧上存在光源,该光源沿着光学轴线发射光束。在光源与受检者的眼睛之间存在带有中央标记的两个栅格。受检者现在使设备长时间地运动,直至光束和两个标记重合。根据在此所确定的针对设备和头部的位置数据来算出视轴在空间中的位置。该过程接着多次在不同的视向下重复,使得多个视轴被确定。这些视轴的支点接着被计算为眼睛支点位置。

[0013] 公开的方式方法具有如下缺点:必须花费极大的开销在单独的设备上。此外,测量精度还与受检者的主观行为有关。

[0014] 由 EP 0 825 826 A1 公开了一种用于并行检测视觉信息的方法和设备。为了确定眼睛支点位置,在公开的方式方法中,在受检者的头部的位置和对准固定的情况下至少针对两个公开的、依此由眼睛固定的固定点执行固定线确定。固定点是两个与摄像机的保持装置和用于确定瞳孔位置的传感器可牢固连接的标记点。眼睛支点接着在通过固定点的固定线的交点中。

发明内容

[0015] 本发明所基于的任务是提供用于确定眼睛支点位置的其他方法。此外,应提供一种方法,该方法使得能够在利用多个不同的测量、尤其是在使用不同的设备的情况下来检测眼睛/眼镜系统的参数时找到测量值的共同的空间参考。

[0016] 在开头所述的方法的第一方法中,该任务根据本发明通过以下步骤来解决:

[0017] a) 确定眼睛的角膜的平均曲率;

[0018] b) 确定眼睛的平均相位误差;

[0019] c) 由平均曲率和平均相位误差确定眼睛长度;以及

[0020] d) 由眼睛长度确定眼睛支点位置。

[0021] 角膜的平均曲率标明角膜在角膜顶点的区域中、通常在围绕角膜顶点的半径为4mm的圆形区域中的曲率的平均值。眼睛的相位误差是从眼睛出来的波前与参考波、此处通常是与平的波前的相位偏差。平均相位误差标明波前的平均曲率。眼睛长度是眼睛在角膜顶点与凹处之间的几何长度。眼睛支点位置一般而言被理解为光学眼睛支点的地点(Ort)。例如根据 DIN 5340-43,在自然的头部保持和身体保持的情况下在笔直看向无限远的点时从机械眼睛支点到延长到眼睛内部的固定线的垂线的垂足点被假设为光学眼睛支点(缩写 Z')。例如根据 DIN 5340-42,眼睛中的在目光运动时转移最少的点是机械眼睛支点(缩写 M)。

[0022] 在开头所述的方法的其他的第二方法中,该任务根据本发明通过如下步骤来解

决：

[0023] a)在至少两个任意的视向中检测眼睛的特征组成部分的位置和 / 或形状,即与 EP 0 825 826 A1 的公开内容不同,不是固定地预先给定的标记和 / 或不是固定的头部位置；

[0024] b)由眼睛的特征组成部分在两个视向中的相应位置和 / 或相应形状确定眼睛的至少一个特征轴线的针对这两个视向的位置；

[0025] c)由眼睛的至少一个特征轴线的针对这两个视向的位置来确定眼睛支点位置。

[0026] 在开头所述的方法的另外的第三方法中,该任务根据本发明通过如下步骤来解决：

[0027] a)在受检者的第一视向的情况下对眼睛的角膜的表面的至少一部分进行三维测量；

[0028] b)通过三维数学式子描述在步骤 a)中确定的角膜表面；

[0029] c)在受检者的头部位置相对于步骤 a)不改变的情况下,在受检者的视向相对于步骤 a)中的视向改变的情况下在与步骤 a)相同的测量位置中对角膜的表面的至少一部分进行三维测量；

[0030] d)通过将在步骤 c)中所测量的三维数据与在步骤 b)中所确定的式子相拟合来确定在步骤 c)中的视向和 / 或眼睛支点位置,其中使用数据变换、尤其是围绕空间中的点转动。

[0031] 在开头所述的方法的第四方法中,该任务根据本发明通过如下方式来解决:在以摄影方式记录时分别同时记录眼睛的参考结构并且使参数的值联系到该参考结构。

[0032] 此外,本发明所基于的任务还通过用于执行上面所述的方法的设备来解决。

[0033] 尤其是,开头所述的用于确定受检者的眼睛中的眼睛支点位置的设备的特征在于：

[0034] a)用于确定眼睛的角膜的平均曲率的曲率确定装置；

[0035] b)用于确定眼睛的平均相位误差的相位误差测量装置；

[0036] c)用于由平均曲率和平均相位误差确定眼睛长度的眼睛长度计算装置；以及

[0037] d)用于由眼睛长度确定眼睛支点位置的眼睛支点确定装置。

[0038] 曲率确定装置例如可以是视频角膜地形图或者角膜曲率计。相位误差测量装置例如可以被构造为自动验光仪或者波前传感器。眼睛长度计算装置和眼睛支点确定装置例如共同以商业上通用的个人计算机的形式来实现。

[0039] 开头所述的设备的其他的第二设备的特征在于：

[0040] a)用于在前面所描述的意义下的至少两个任意视向的情况下检测眼睛的特征组成部分的位置和 / 或形状的记录装置；

[0041] b)用于由眼睛的特征组成部分的位置和 / 或形状确定眼睛的至少一个特征轴线的针对这两个视向的位置的确定装置；

[0042] c)用于由眼睛的特征轴线的针对这两个视向的位置确定眼睛支点位置的确定装置。

[0043] 记录装置例如可以是定中心单元或者数字摄像机。确定装置和眼睛支点确定装置例如可以共同地以商业上通用的个人计算机的形式来实现。

[0044] 开头所述的设备的另外的第三设备包括：

[0045] a) 测量装置,用于在受检者的第一视向的情况下对眼睛的角膜的表面的至少一部分进行三维测量,并且用于在相同的测量位置并且在受检者的头部位置不改变的情况下在受检者的相对于第一视向改变的第二视向中对角膜的表面的至少一部分进行三维测量;以及

[0046] b) 计算装置,用于通过三维数学式子描述对于第一视向所确定的角膜表面,并且用于通过将对于第二视向所测量的三维数据与对于第一视向所确定的式子相拟合来确定第二视向以及眼睛支点位置,其中使用数学变换、尤其是围绕空间中的点转动。

[0047] 例如视频角膜地形图可以用作测量装置。计算装置例如可以是商业上通用的个人计算机。

[0048] 最后,根据本发明的用于确定具有参考结构的眼睛的至少两个光学参数的第四设备被设置有单独的记录设备,用于以摄影方式记录眼睛,以分别确定眼睛的光学参数之一。记录设备被构造来使得在以摄影方式记录时分别同时记录眼睛的参考结构。设置有(至少一个)计算装置,以便使参数的值联系到该参考结构。

[0049] 本发明所基于的任务以这种方式完全被解决。

[0050] 前三个方法的特点在于,眼睛支点位置还可以比传统方式更精确地被确定。由此,如果在计算和制造独特的渐进多焦点眼镜的表面地形图时考虑眼睛支点位置,则还可能更好地使尤其是独特的渐进多焦点眼镜优化。

[0051] 角膜的平均曲率和眼睛的平均相位误差可以不受限制地在给定的轴线的贯穿点上利用对眼睛的角膜地形图或波前误差进行三维测量来确定。

[0052] 通过第一至第三方法可以实现借助仅仅略微修改公知的系统的前面所述的还更好的优化。

[0053] 通过第四方法可以更好地参考两个利用不同的设备记录的参数,并且由此避免了眼镜的错误匹配。

[0054] 在首先提到的根据本发明的方法中,可以根据如下关系式由眼睛长度 LA 来确定眼睛支点位置 ADL:

$$[0055] \quad ADL = k_3 LA \quad (1)$$

[0056] 以米为单位说明的量 ADL 在此说明了在固定线上的角膜顶点与光学眼睛支点 Z' 的中心之间的距离。 k_3 是可预先给定的三维参数。

[0057] 参数 k_3 例如可以根据古尔斯特兰德(Gullstrand)的原理被选择到 13.5/23.8。然而,通常可以允许与该值偏差例如 $\pm 10\%$ 或 5% 。

[0058] 在首先提到的方法中,可以根据如下关系式例如由平均曲率 KH 和平均相位误差 PF 来确定眼睛长度 LA:

$$[0059] \quad LA = (k_1 - PF) KH / k_2 \quad (2)$$

[0060] 平均曲率 KH 通常以毫米为单位来说明,并且平均相位误差通常以量纲折光度(Dimension Dioptrien)为单位来说明。参数 k_1 和 k_2 原则上可以自由预先给定。 k_1 具有相位误差的量纲、即折光度, k_2 同样具有量纲折光度。

[0061] 如果遵循本发明人的原理,这样将 k_1 选择为 52.634 dpt 而 k_2 选择为 17.395 dpt。然而,通常可以允许与这些值偏差 $\pm 10\%$ 或 $\pm 5\%$ 。该措施具有如下优点:针对绝大多数人而言保证了对眼睛支点位置的最优确定。

[0062] 在最先被提到的方法中,通常在步骤 a) 中足以确定角膜在瞳孔孔径(Pupillenoefnung)的区域中的平均曲率 KH。由于瞳孔孔径的扩宽与环境亮度相关,所以通常取围绕瞳孔中部的直径为 8mm 的区域。

[0063] 由于角膜的曲率 KH 和眼睛的相位误差 PF 特别取决于围绕光学轴线的区域,所以分别在围绕光学轴线的区域中和 / 或在围绕固定线的区域中和 / 或在围绕眼睛的视轴的区域中通常在步骤 a) 中确定角膜的平均曲率 KH,而在步骤 b) 中确定相位误差 PF。围绕这些轴线的通常的半径为 4mm。通常,直至 2mm 或者甚至 1mm 的半径也足够。例如,在 DIN 5340 中所建议的到角膜正面上的法线可以被假设为眼睛的光学轴线,该法线至眼睛内部的延长距眼睛的其余进行计算的面的弯曲中心点具有最小距离。根据 DIN 5340-360 所建议的在中心成像的物点与该物点在视网膜上的像点之间的连接直线被用作视轴(视线(Gesichtslinie))。例如,在 DIN 5340-159 中所建议的在凹处中部成像的物点与眼睛的入瞳的中心之间的连接直线被用作固定线。

[0064] 前面所说明的措施具有如下优点:通过这些值在空间上彼此参考地被确定、即联系到所确定的轴线或者瞳孔中部,来改进所述的值的确定。

[0065] 相位误差例如可以借助波前自动验光仪根据哈特曼-夏克(Hartmann-Shack)方法来测量。由借助波前自动验光仪所测量的相位误差分布接着来求平均值。该平均值是平均相位误差 PF。借助波前自动验光仪确定相位误差具有如下优点:相位误差的地点变化予以考虑。代替波前自动验光仪也可以使用自动角膜曲率计。

[0066] 在第二方法中,眼睛的特征组成部分例如可以包括瞳孔和 / 或角膜缘和 / 或虹膜。眼睛的特征组成部分可以用肉眼识别并且因而可以以简单的方式不仅被用户而且被自动检测系统明确地标识出。因而在很大程度上排除了误解。

[0067] 代替前面所说明的特征眼睛组成部分、即瞳孔、角膜缘和 / 或虹膜,当然也可以使用其他表征眼睛的(尤其是生物统计学的)组成部分,譬如小血管或在颜色上可区分的区域。例如如果取决于该结构相对转动缺乏不变性,则这样的结构甚至可以在个别情况下是优选的。

[0068] 眼睛的特征组成部分的位置和 / 或形状例如可以通过校准过的摄影系统来检测。校准过的摄影系统被理解为如下摄影系统:该摄影系统可以被用于检测头部眼睛系统的三维参数。使用这样的系统具有如下优点:由此可以以足够的精度进行测量。

[0069] 例如,校准过的视频定中心系统可以被用作校准过的摄影系统。没有校准的视频定中心系统通常只是数字摄像机并且因此在测量使用参数时是无用的。

[0070] 至少一个特征轴线的针对这两个视向的位置由眼睛的特征组成部分在这两个视向中的相应位置和 / 或相应形状来确定,所述至少一个特征轴线例如可以包括固定线和 / 或视轴和 / 或光学轴线。所有三个特征轴线例如可以根据上面所列举的(o. a.)方法通过简单的计算运算由前面记录的数据来确定。

[0071] 在第二方法中,眼睛支点位置的确定可以包括眼睛的特征轴线的切割地点(Schnittort)的确定。

[0072] 第二方法例如可以包括如下步骤:

[0073] a) 在受检者的第一视向的情况下,检测眼睛的特征组成部分并且确定眼睛的几何中心点以及在特征组成部分在该中心点中的平面中的法线;

[0074] b) 在受检者的偏离第一视向的第二视向的情况下,检测眼睛的特征组成部分并且确定眼睛的几何中心点以及在特征组成部分在该中心点中的平面中的法线;以及

[0075] c) 由在步骤 a) 和 b) 中确定的法线的方向向量确定眼睛支点位置。

[0076] 代替特征轴线在不同的视向中的切割地点,也可以确定两个特征轴线,并且眼睛支点位置被确定为两个特征轴线的交点。

[0077] 代替两个特征轴线的切割地点,也可以确定多于两个的特征轴线,并且眼睛支点位置被确定为与特征轴线相切地被包围的球体体积的中心点。

[0078] 用于使对于受检者的眼睛独特的镜片优化的方法可以利用前面所描述的方法之一来确定受检者的眼睛中的眼睛支点位置,在所述用于使对于受检者的眼睛独特的镜片优化的方法中,眼睛支点位置被确定并且被用作输入参数。

[0079] 根据本发明的第四方法例如可以包括以下步骤:

[0080] a) 在第一测量状况中测量眼睛的参考结构;

[0081] b) 在第二测量状况中测量眼睛的该参考结构;

[0082] c) 确定该参考结构在两个测量状况之间的位置改变;

[0083] d) 根据位置改变来修正调节过的镜片。

[0084] 该方法的特点在于,根据 a) 和 b) 的测量可以彼此参考。该方法步骤 a) 和 b) 例如可以由两个记录装置来执行。方法步骤 c) 和 d) 例如可以由计算装置(例如个人计算机)来实施。

[0085] 在该方法的改进方案中,为了测量参考结构例如确定眼睛的瞳孔中部的位置和/或角膜顶点的位置。瞳孔中部的位置或者角膜顶点的位置特别适合于作为参考结构,因为这些位置可以简单地被检测。

[0086] 例如虹膜或者巩膜的血管也适合于作为参考结构。这样的参考结构通常没有任何对称性。这样的参考结构因而允许在空间中的明确定位。

[0087] 带有程序代码的计算机程序可以被设立用于当程序在计算机中实施时执行前面所描述的方法之一。计算机程序例如可以被存储在机器可读的数据载体上。

[0088] 其他优点由说明书和所附的附图得到。

[0089] 应理解的是,上面所提到的和以下还要阐述的特征不仅可以以分别说明的组合而且也可以以其他组合或者单独地来使用,而不离开本发明的范围。

附图说明

[0090] 本发明的实施例在附图中示出并且在以下的描述中更为详细地予以阐述。其中:

[0091] 图 1 示出了向上转动的眼睛的第一示意性侧视图,用于阐述不同的视向和支点以及眼睛支点的位置;

[0092] 图 2 示出了具有加在前面的镜片的笔直定向的(geradeaus gerichtet)眼睛的第二示意性侧视图,用于阐述眼睛的其他参数;

[0093] 图 3 示出了眼睛的前视图,用于阐述确定的眼睛区域;

[0094] 图 4 示出了笔直定向的眼睛的第三示意性侧视图,用于阐述借助波前自动验光仪对眼睛的相位误差的测量;

[0095] 图 5 示出了如在本发明的第一方法的范围中可以用于确定眼睛支点位置的曲线

图；

[0096] 图 6 示出了在受检者的目光笔直定向时的角膜的点状测定 (Vermessung) 的图示；

[0097] 图 7 示出了用于描述图 6 的角膜的三维数学函数的图示；

[0098] 图 8 示出了在受检者的目光不同于图 6 中定向的情况下的角膜的点状测定的图示；

[0099] 图 9 示出了与根据图 6 的视向相比在根据图 8 的视向的情况下的角膜点的图示；以及

[0100] 图 10 示出了在将根据图 9 的角膜点与根据图 7 的数学函数相拟合之后的结果的图示；

[0101] 图 11 示出了根据本发明的用于确定受检者的眼睛中的眼睛支点位置的设备；

[0102] 图 12 示出了根据本发明的用于确定眼睛支点位置的另一设备；

[0103] 图 13 示出了根据本发明的用于确定眼睛支点位置的其他设备；

[0104] 图 14 示出了根据本发明的用于确定眼睛的至少两个光学参数的设备。

具体实施方式

[0105] 在图 1 和 2 中, 10 标明眼睛。眼睛 10 具有玻璃体 12、角膜 14、虹膜 16、瞳孔 17 以及晶状体 18。

[0106] 如果眼睛 10 实施转动运动, 那这不是精确地围绕空间中的支点进行。更确切地说, 仅仅存在近似球形的区域, 在该近似球形的区域中存在暂时的支点。在眼睛运动时经历最小位置改变的那个点被称作机械眼睛支点 M (参见 DIN 5340-42)。

[0107] 用 GL 标明视轴 (视线)。该视轴根据 DIN 5340-360 是在固定的物点与在视网膜窝 11 的中部中的与该物点共轭的像点之间的连接直线。

[0108] 用 FL 标明固定线 (瞄准线 (Visierlinie))。该固定线根据 DIN 5340-159 是在中央成像的物点与入瞳 17 的中部之间的连接直线。

[0109] OA 标明光学轴线。

[0110] 用 Z' 标明光学眼睛支点。该光学眼睛支点根据 DIN 5340-43 是从机械眼睛支点 M 到固定线 FL 的垂线的垂足点。

[0111] 在光学轴线 OA 与固定线 FL 之间的角度在图 1 中用 γ 标明。角度 γ 在此仅仅被绘制在平面中, 但是象征性地表示向上 / 向下的立体角和向右 / 向左的立体角。

[0112] 在图 2 中, 镜片 20 被布置在眼睛 10 之前。该镜片在朝向眼睛 10 的那侧上具有背面 22。背面 22 距在垂直于边框平面的视向上所测量的角膜顶点 15 的距离被称作角膜顶点距离 HSA (参见 DIN EN ISO 13666-5. 27)。角膜顶点 15 距光学眼睛支点 Z' 的距离说明了相对于角膜顶点 15 的眼睛支点位置 ADL。

[0113] 眼睛支点位置 ADL 是在计算镜片 20 中的重要参数。镜片 20 始终被优化, 使得对于眼睛 10 的每个视向都具有最优的成像特性。

[0114] 图 3 示出了眼睛 10 的前视图。在虹膜 16 中识别出特征结构, 以及在虹膜 16 旁在巩膜 24 中识别出小血管的结构。

[0115] 第一实施例：

[0116] 在根据本发明的方法的第一实施例中, 眼睛支点位置 ADL 基于眼睛模型和对眼睛

长度 LA 的估计来确定。图 11 示出了根据本发明的用于执行该方法的设备 120。该方法包括如下步骤：

[0117] 在第一步骤 1a), 利用设备 122、即借助合适的扫描仪确定角膜 14 的地形图并且由此确定角膜 14 的平均曲率 KH。在该测量的情况下, 同时确定瞳孔 17 的中部的位置以及附加地确定角膜 14 的顶点的位置。

[0118] 在第二步骤 1b), 确定眼睛 10 的相位误差和眼睛 10 的相位误差的平均值。为此, 例如利用公知结构类型的波前自动验光仪 124, 该波前自动验光仪 124 确定相位误差在眼睛 10 的瞳孔 17 的整个开口上的分布, 如这在图 4 中所示的那样。相位误差分布例如可以利用所谓的标准哈特曼-夏克方法来确定。该方法基于在视网膜 13 上散射的并且穿过眼睛的波前 42 而与在散射和穿过眼睛之前的波前 41 的比较。在此, 也可以确定瞳孔 17 的中部的位置。这两个测量必要时也可以利用在一个设备中的两个不同的测量装置来执行(出于该原因, 图 11 示出了两个相同的设备 122、124)。计算机 126 接着由相位误差在该地点上的分布来算出受检者的眼睛 10 的相位误差 PF 的算术平均值。

[0119] 为了在上述两个步骤中建立针对所测量的位置的共同的参考系, 根据本发明附加地在这两个步骤 1a) 和 1b) 中的每个步骤中都可以建立摄影记录, 该摄影记录仪例如检测了图 3 中所示的虹膜 16 的结构或巩膜 24 中的血管。这些结构接着可以被用作针对瞳孔中部和角膜顶点的位置的参考系以及其他参数。

[0120] 由这样确定的值 KH 和 PF 现在在第三步骤 1c) 中确定眼睛长度 LA。为此, 可以利用关系式

$$[0121] \quad LA = (k_1 - KR) KH / k_2,$$

[0122] 该关系式的常数 k_1 和 k_2 由通过对多个眼睛进行测量而制订的模型来获得。

[0123] 图 4 为此示出了具有在由眼睛长度和角膜曲率构成的商(横坐标 LA/KH)与眼睛的相位误差(纵坐标 PF)之间的关系的曲线图 30。点标明对测试人员的实际测量的结果。最佳拟合直线 34 反映了在测量值之间的线性关系。

[0124] 根据直线 34 的走向, 可以如下推断出常数 k_1 和 k_2 :

$$[0125] \quad k_1 = 52.634 \text{ dpt}$$

$$[0126] \quad k_2 = 17.395 \text{ dpt}$$

[0127] 利用这样确定的眼睛长度 LA 可以在第四步骤 1d) 中根据如下关系式确定眼睛支点位置 ADL :

$$[0128] \quad ADL = k_3 LA,$$

[0129] 其中例如根据古尔斯特兰德作为经验值适用 :

$$[0130] \quad k_3 = 13.5 / 23.8$$

[0131] 这样确定的眼睛支点位置 ADL 可以被用作在计算独特优化过的镜片中的输入参数。

[0132] 优选地, 在步骤 a) 中确定角膜 14 在瞳孔孔径的区域中的平均曲率 KH。可替换地或者附加地, 分别在围绕眼睛 10 的轴线 OA、GL 的区域中, 在步骤 a) 中确定角膜 14 的平均曲率 KH, 而在步骤 b) 中确定相位误差 PF。角膜 14 的平均曲率 KH 在此尤其是在围绕角膜顶点的直径为 12mm 的区域中确定角膜 14 的平均曲率 KH, 在围绕瞳孔中部的相对应的区域中确定平均相位误差 PF。这两个值以这种方式在空间上被参考, 即例如两者都被联系到确

定的特征轴线 OA 或者 GL 或瞳孔中部。

[0133] 第二实施例：

[0134] 按照根据本发明的方法的第二实施例,也可能的是,在至少两个视向的情况下检测眼睛的特征组成部分的位置和 / 或形状,并且由这些位置和 / 或形状又确定眼睛的至少一个特征轴线的针对这两个视向的位置,并且根据眼睛的所述(多个)特征轴线针对这两个视向确定眼睛支点位置。

[0135] 这样确定的眼睛支点位置接着又可以被用作在计算独特优化过的镜片中的输入参数。

[0136] 第一变形方案、即根据眼睛的特征组成部分的位置确定眼睛支点位置如下地得到：

[0137] 嘱咐受检者注视确定的固定目标。借助校准过的摄影系统针对该视向记录眼睛。这样的校准过的摄影系统可以是视频定中心系统,如由本申请人以名称 RVT 和 i. Terminal 所销售的那样。为此目的,仅须采用视频定中心系统,使得可以在不同的视向上记录眼睛 10 的图像。图 12 中的附图标记 131 表征这样的视频定中心系统针对笔直的视向的记录。

[0138] 接着,嘱咐受检者在另一视向上注视固定目标。借助校准过的摄影系统针对第二视向对眼睛进行重新记录。图 12 中的附图标记 132 表征视频定中心系统针对侧向的视向的记录。由这些记录接着例如借助计算机 133 来确定特征眼睛组成部分(譬如瞳孔(尤其是瞳孔中部)、虹膜、角膜缘、血管等等)的位置。由关于不同的视向 γ 的认知(即对相应的固定点的知悉)和由记录所获得的特征眼睛组成部分的相应位置可以针对不同的视向 γ 分别确定特征眼睛轴线,譬如确定固定线 FL 和 / 或视轴 GL 和 / 或光学轴线 OA。这些特征眼睛轴线接着用于确定眼睛支点位置 ADL。

[0139] 具体而言,例如在第一步骤 2a) 中对瞳孔 17 和瞳孔中部的位置进行记录,其中受检者例如正视前方。由此,确定瞳孔中部中的瞳孔平面的法线并且由此确定第一视向 γ_1 。

[0140] 在第二步骤 2b) 中,对瞳孔 17 和瞳孔中部的位置进行记录,其中受检者从现在起往侧向看。由此又确定了瞳孔中部中的瞳孔平面的法线,并且由此确定了第二视向 γ_2 。

[0141] 在第三步骤 2c) 中,现在由两个不同的视向 γ_1 、 γ_2 确定眼睛支点 Z' 、即眼睛支点位置 ADL 作为两个法线向量的交点。

[0142] 在记录多于两个的视向 γ 的情况下也可以确定已经提及的扩大的、通常近似球形的区域,在该区域中存在暂时的眼睛支点。

[0143] 在下文中描述了第二变形方案、即由眼睛的特征组成部分的形状确定眼睛支点位置：

[0144] 如在前述变形方案中那样,借助校准过的摄影系统针对不同的视向 γ 来记录眼睛。由这些记录接着确定特征眼睛组成部分、譬如瞳孔、虹膜、血管等的形状。由这些形状可以导出特征轴线。不同于前面所描述的变形方案,在该方法变形方案中,不需要在不同的视向 γ 的情况下知道不同的固定目标。轴线接着又用于确定眼睛支点位置。

[0145] 依此,眼睛支点位置由在不同的视向 γ 的情况下在眼睛 10 上的数学变换来确定,并且校准过的摄影系统被用于该数学变换。

[0146] 第三实施例：

[0147] 在根据本发明的方法的第三实施例中,在第一步骤 3a) 中例如在受检者的目光笔直定向的情况下以三维方式测量角膜 14 的表面。为此例如可以使用如由本申请人以名称“iProfiler”销售的设备。图 13 概略示出了用于执行该方法的装置 140。“iProfiler”在该图中用附图标记 141 表征。

[0148] 图 6 示出了在目光笔直定向的情况下在角膜 14 上所测量的点的示例性图示。向上定向的 z 轴与该视向叠合。

[0149] 在第二步骤 3b) 中,角膜 14 的在第一步骤中确定的表面例如在计算机 143 中通过三维数学式子来描述。

[0150] 为了确定该式子,可以采用常用的数学方法。对此的例子是通过例如最小二乘法拟合(Least Squares Fit)来逼近或拟合到这些点。逼近例如在对迈斯沃克软件有限公司(MathWorks, Inc. 公司)的软件包 MATLAB 的函数“lsqnonlin”的说明中进行了描述。另一例子是合适的数学函数类,如泽尼克多项式(Zernike-Polynome)和样条(Splines)。

[0151] 图 7 示出了通过在步骤 3b) 中进行的逼近角膜数据而形成的面。针对角膜 14 的在步骤 3b) 中所测定的区域的每个任意点,现在可以通过所基于的数学描述来计算角膜 14 上的点。

[0152] 在第三步骤 3c) 中,角膜 14 的表面的至少一部分在受检者的目光倾斜角度 γ 的情况下在与在步骤 3a) 中相同的测量位置中以三维方式进行测量。

[0153] 图 8 阐明了步骤 3c)。在所示的实施例中,在视向 γ 改变的情况下将与在步骤 3a) 中相同的测量区域用于眼睛 10 的测量。由此,在步骤 3a) 中测量的角膜面的部分从该测量区域移出,而巩膜 24 的部分移动进入到该测量区域。在图 8 中,这通过在测量点的变化过程中的可容易识别出的弯折来说明。

[0154] 与步骤 3a) 中的角膜点的位置相比,图 9 示出了在步骤 3c) 中在视向 γ 改变的情况下所测定的角膜点的位置。

[0155] 在第四步骤 3d) 中,视向 γ 的角度以及眼睛支点 ADL 通过将在步骤 3c) 中所确定的三维数据与在步骤 3b) 中所确定的式子相拟合来确定。

[0156] 这通过围绕空间中的点转动的方法来进行,在步骤 3c) 中所确定的数据长时间地经受该方法,直至这些数据最理想地与角膜表面的在步骤 3b) 中所确定的数学描述相一致。视向 γ (向量)和眼睛支点的位置 ADL 在该方法中作为对角膜表面的前面在步骤 3b) 中所确定的数学描述的逼近(例如最小二乘法拟合)的自由参数而被采用。在达到最佳拟合之后,找到眼睛支点位置 ADL 和视向 γ 。因而,在该方法中无需为受检者规定确定的视向 γ 。也足够的是,在步骤 3c) 中仅仅测量角膜表面的部分。重要的只是在步骤 3c) 中也测量角膜 14 的如下区域:该区域已经在步骤 3a) 中被测定并且被包括到在步骤 3b) 中的数学式子的确定中。

[0157] 图 10 示出了步骤 3d) 中执行的逼近的结果。在步骤 3c) 中所确定的测量点通过围绕空间中的点(眼睛支点)转动而最理想地被移近在步骤 3b) 中所找到的面。巩膜 24 的在该例子中与步骤 3c) (即图 8)一同测定的部分在角膜 14 之外的正确位置上。

[0158] **第四实施例:**

[0159] 在根据本发明的方法的第四实施例中,通常在第一步骤 4a) 中在第一测量状况中检测眼睛 10 的参考结构。相对应的装置 150 在图 14 中示出。参考结构在此优选地是虹膜

16 的结构或者是巩膜 24 中的血管的结构(参见附图标记 151)。

[0160] 在第二步骤 4b)中,眼睛 10 的参考结构在第二测量状况中被检测。第一测量状况和第二测量状况应被理解为:进行两个不同的测量和 / 或采用两个不同的测量方法,优选地借助不同的测量设备 151、152 来进行。

[0161] 在第三步骤 4c)中,位置改变、尤其是在步骤 4a)和 4b)中的测量状况之间的扭转以计算机方式(计算机 153)来确定并且在调节镜片 20 时予以考虑。

[0162] 为了在步骤 4a)至 4c)中建立用于参考结构的所测量的位置的共同的参考系,根据本发明在步骤 4a)和 4b)中的每个步骤中可以建立参考结构的摄影记录。这些参考结构接着可以被用作针对瞳孔中部和角膜顶点的位置的共同的参考系以及其他参数。

[0163] 该方法例如适合于参考眼睛在不同的视向的情况下的两个记录,如这在第二方法和第三方法中是必要的那样。

[0164] 附图标记列表

[0165] 10 眼睛

[0166] 11 视网膜窝

[0167] 12 玻璃体

[0168] 13 视网膜平面

[0169] 14 角膜

[0170] 15 角膜顶点

[0171] 16 虹膜

[0172] 17 瞳孔

[0173] 18 晶状体

[0174] 19 角膜缘

[0175] 20 镜片

[0176] 22 背面

[0177] 24 巩膜

[0178] 30 曲线图

[0179] 32 测量点

[0180] 34 直线

[0181] 41 波前

[0182] 42 波前

[0183] 120 用于确定眼睛支点位置的设备

[0184] 122 iProfiler

[0185] 124 iProfiler

[0186] 126 计算机

[0187] 130 用于确定眼睛支点位置的设备

[0188] 131 视频定中心设备(记录 1)

[0189] 132 视频定中心设备(记录 2)

[0190] 133 计算机

[0191] 140 用于确定眼睛支点位置的设备

- [0192] 141 iProfiler
- [0193] 143 计算机
- [0194] 150 用于确定至少两个光学参数的设备
- [0195] 151 视频定中心设备(记录 1)
- [0196] 152 视频定中心设备(记录 2)
- [0197] 153 计算机
- [0198] ADL 眼睛支点位置
- [0199] HA 眼睛的物体侧的主点
- [0200] HSA 角膜顶点距离
- [0201] FL 固定线
- [0202] GL 视轴
- [0203] PF 平均相位误差
- [0204] KH 角膜的曲率
- [0205] LA 眼睛长度
- [0206] M 机械眼睛支点
- [0207] OA 光学轴线
- [0208] Z' 光学眼睛支点
- [0209] x、y、z 空间坐标
- [0210] γ 角度、视向

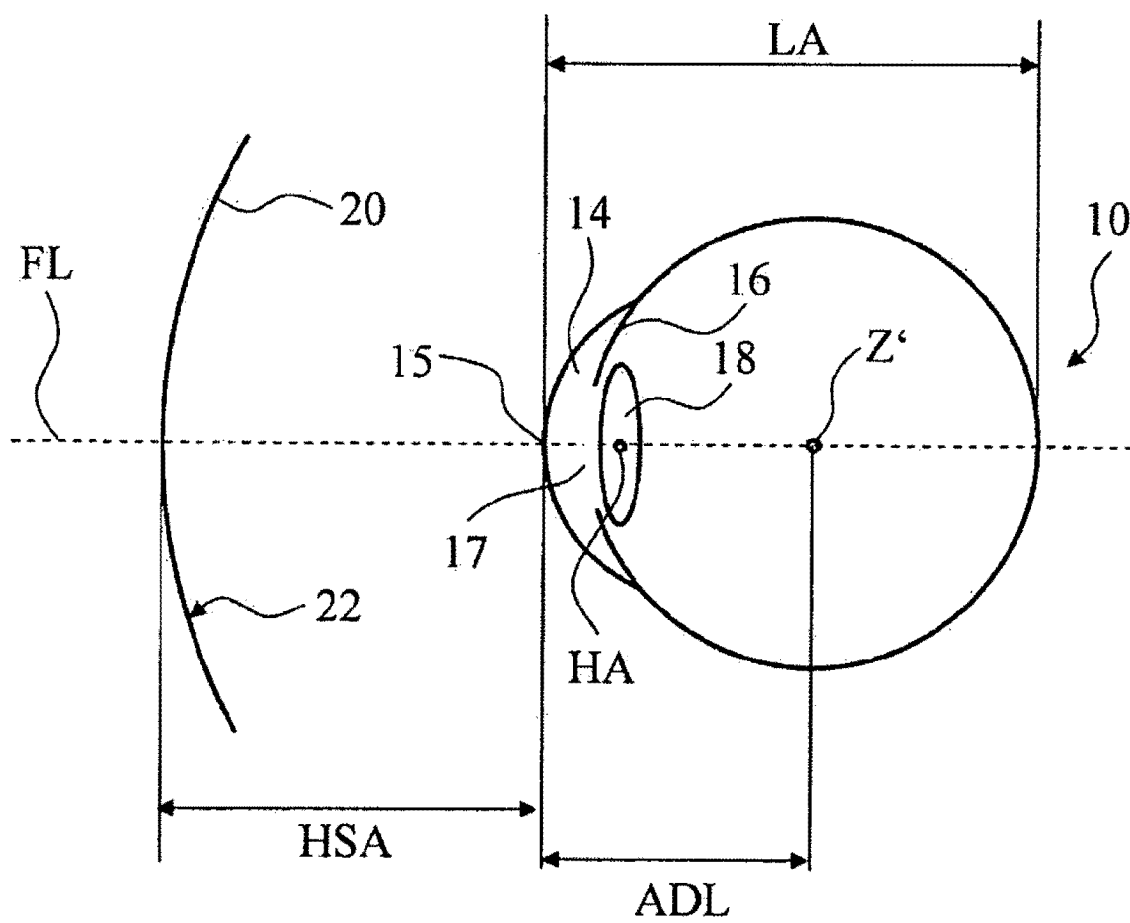


图 2

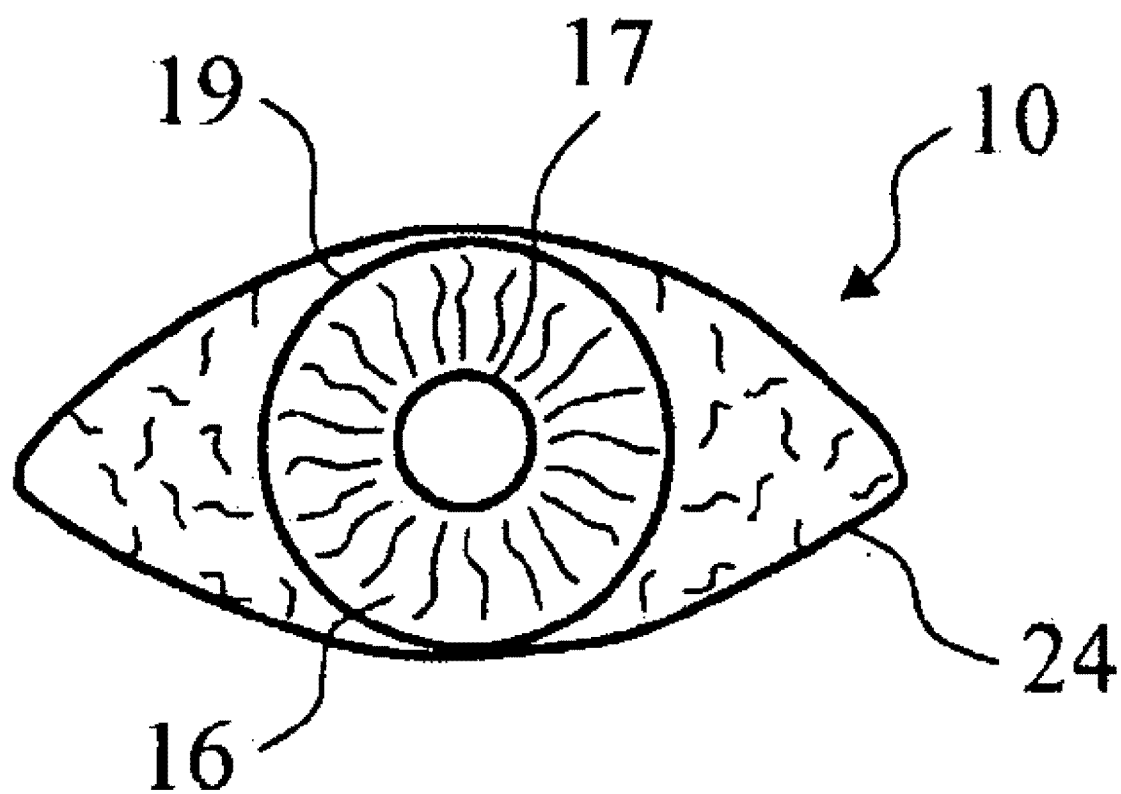


图 3

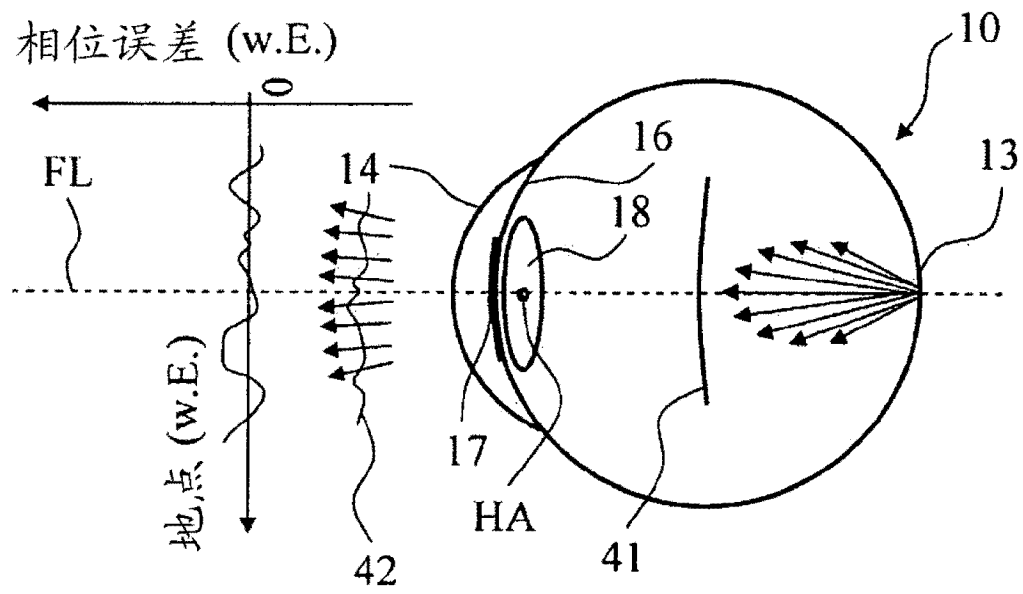


图 4

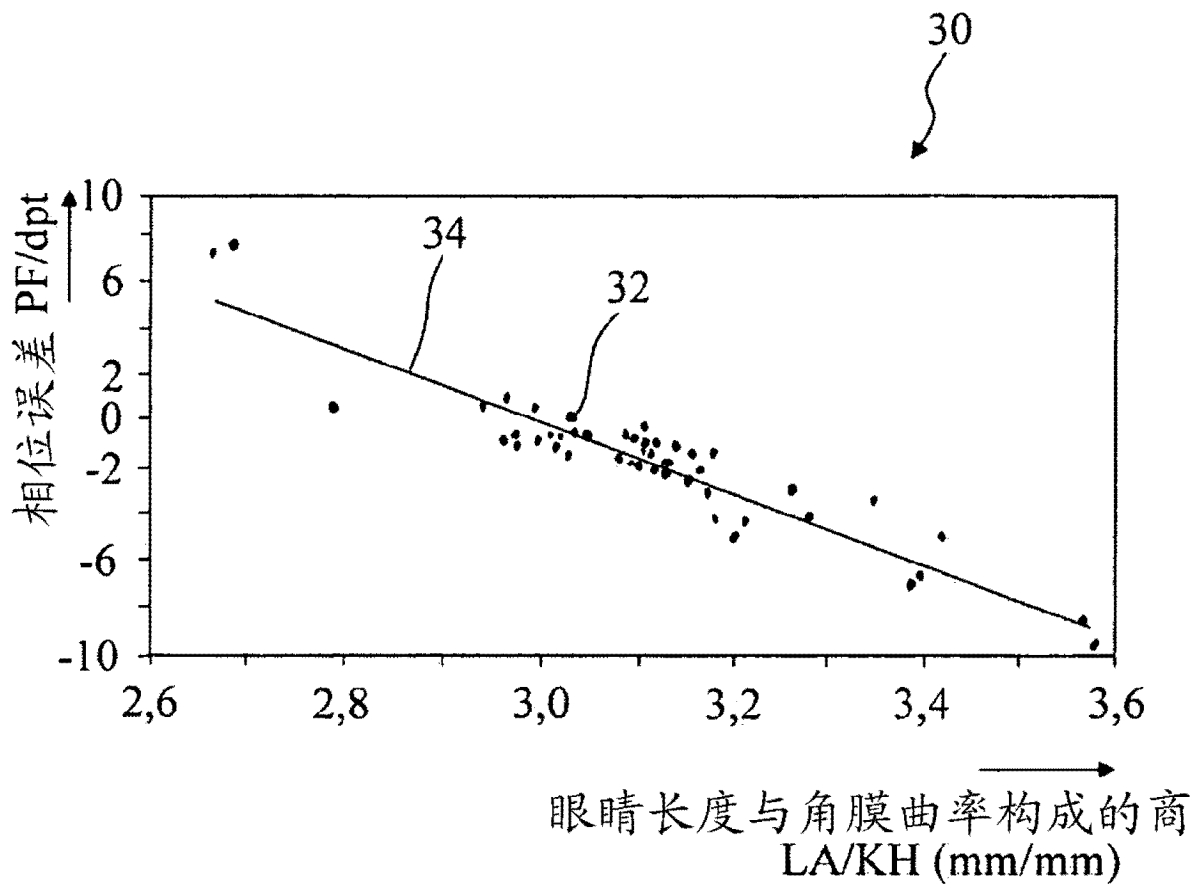


图 5

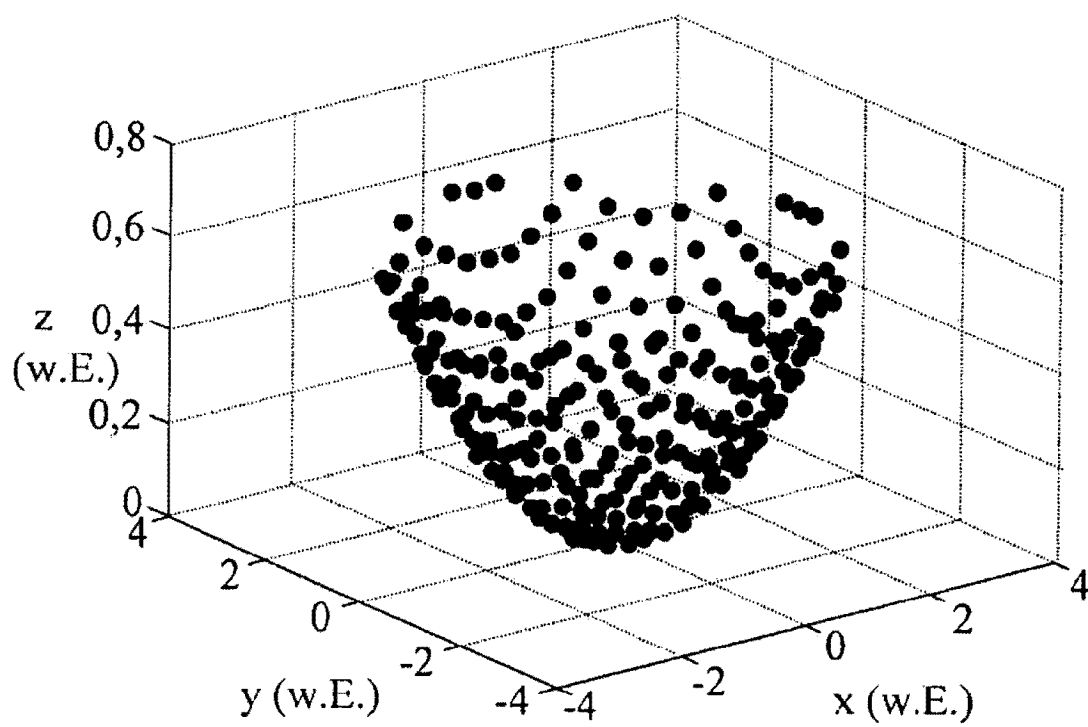


图 6

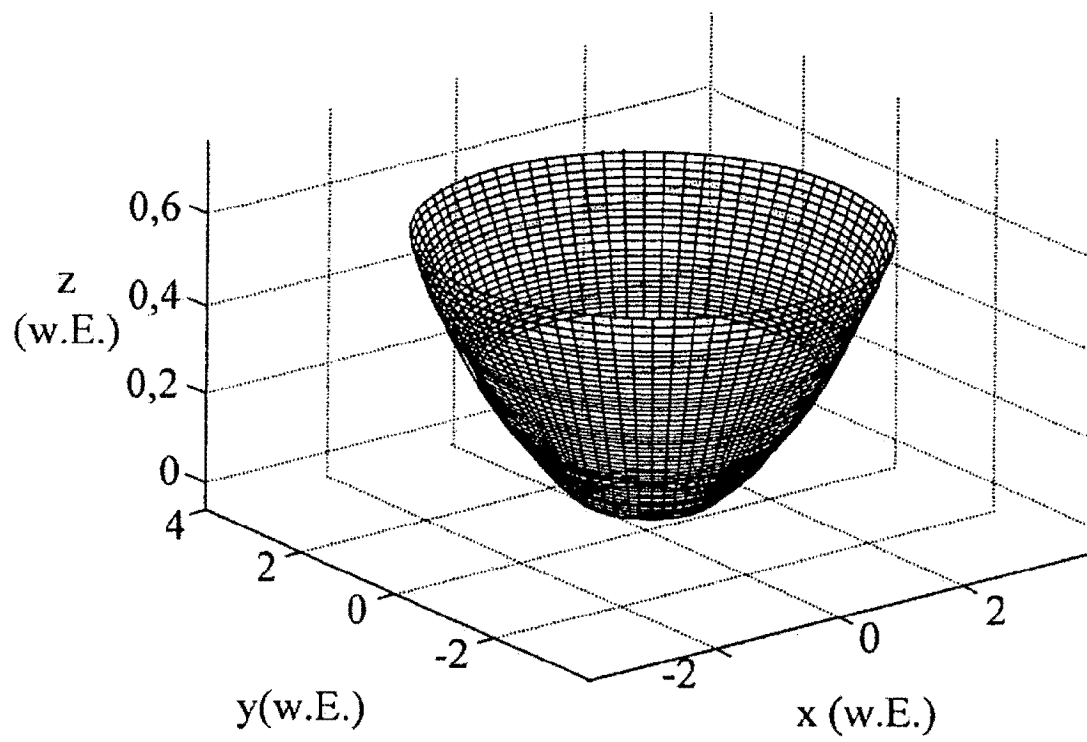


图 7

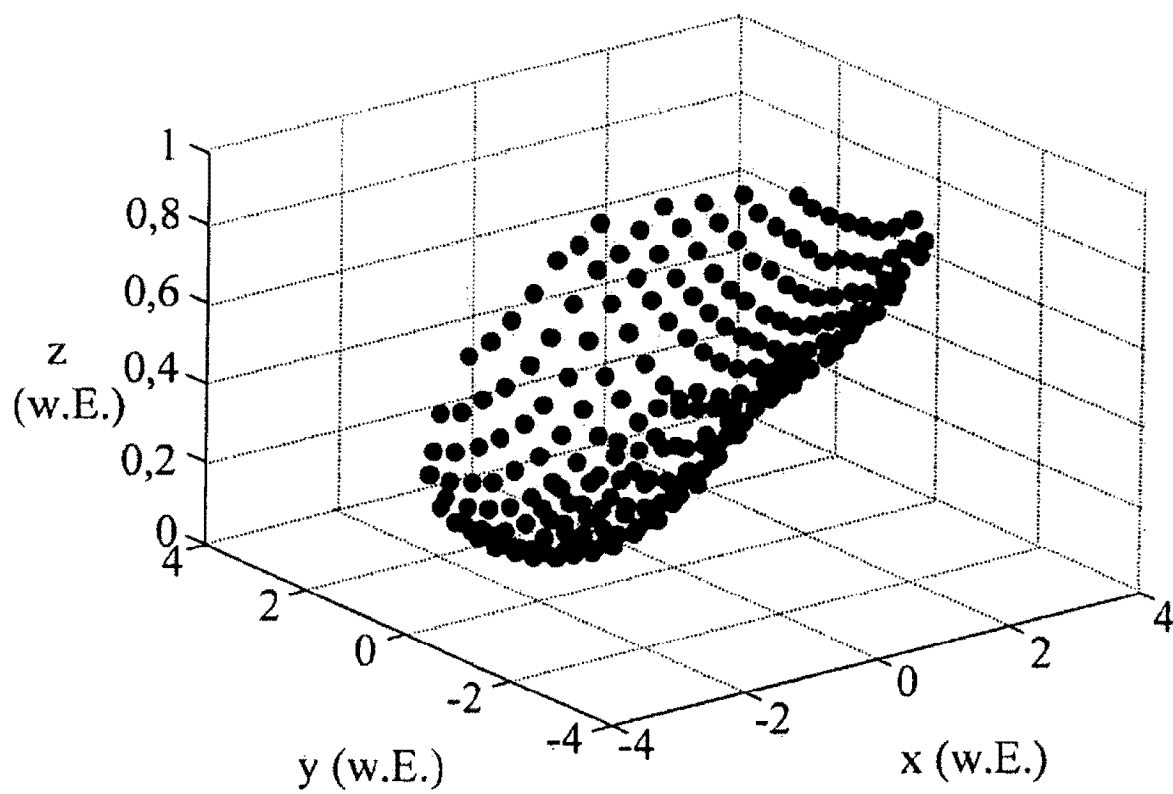


图 8

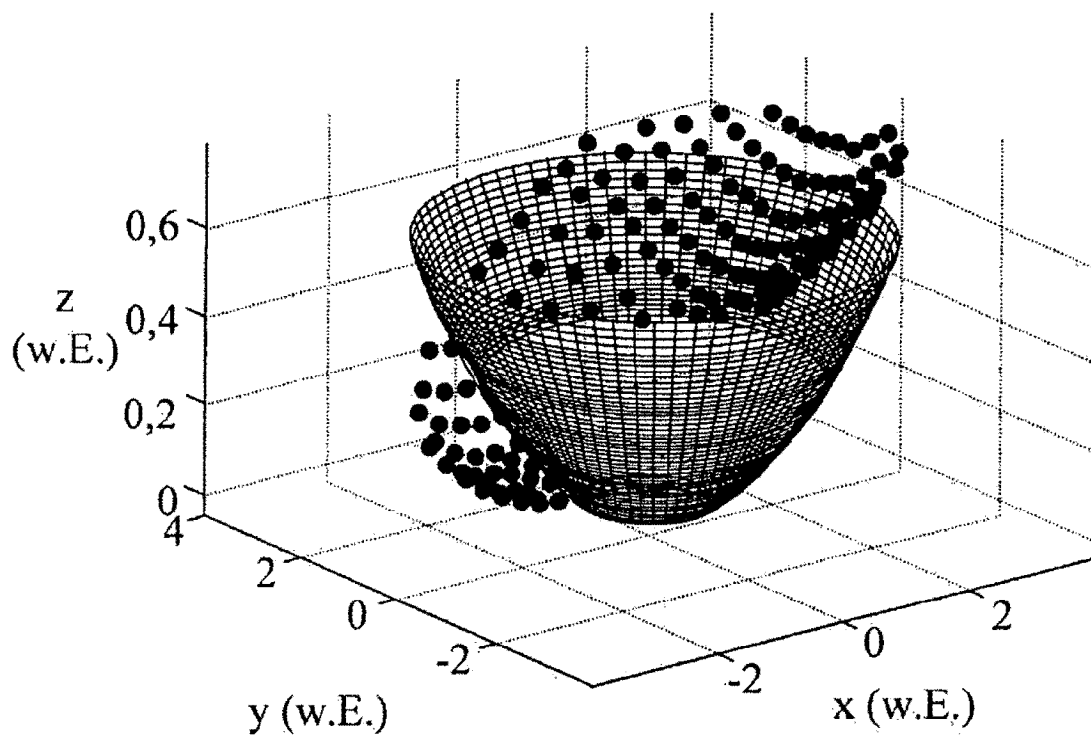


图 9

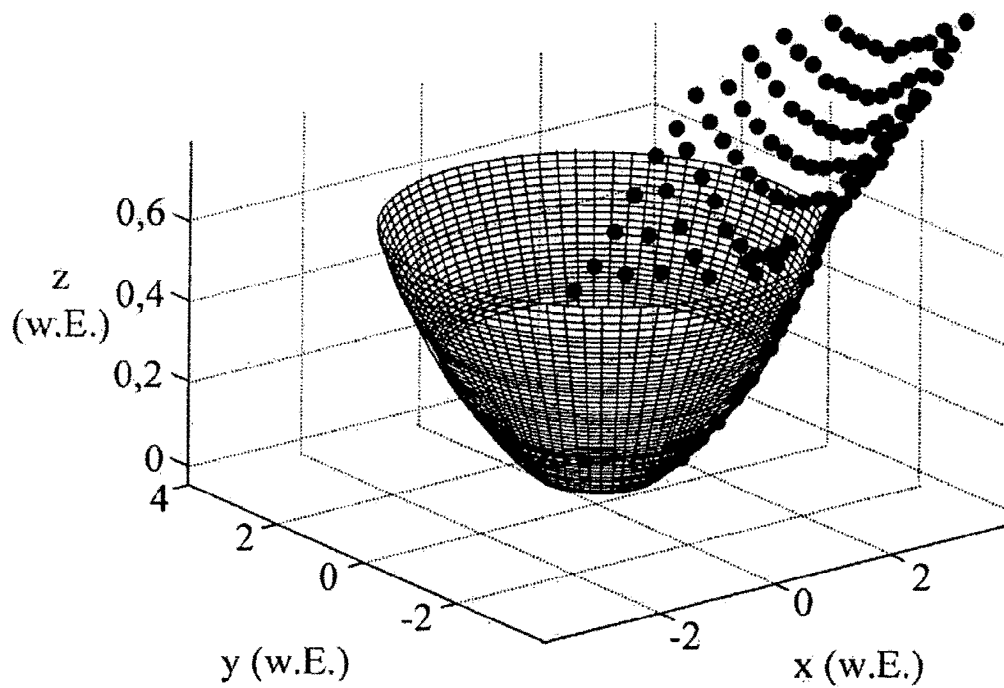


图 10

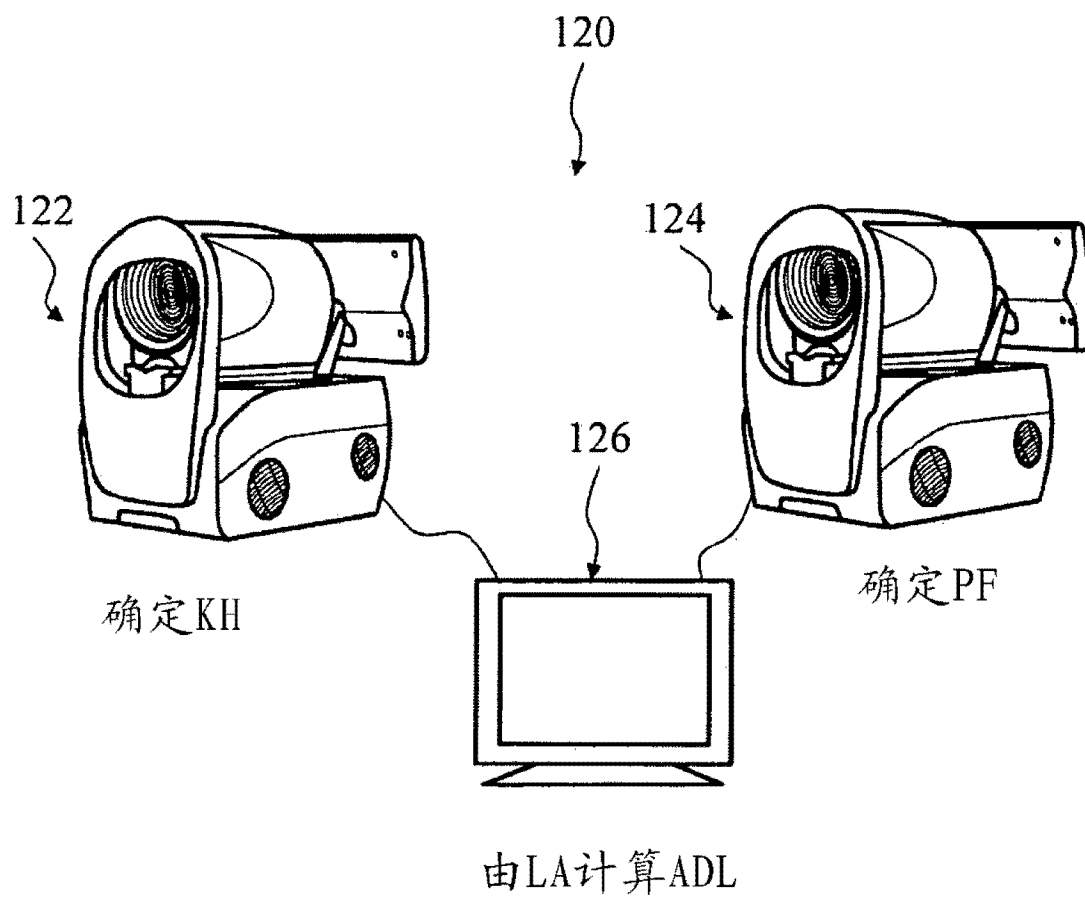


图 11

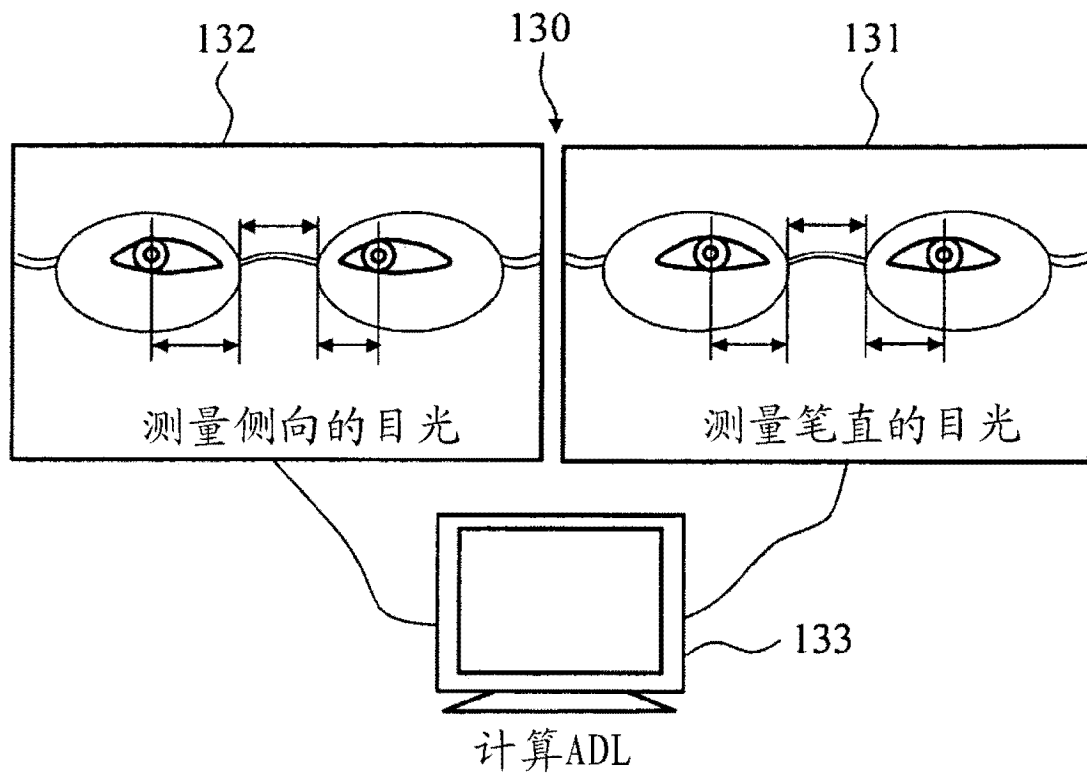


图 12

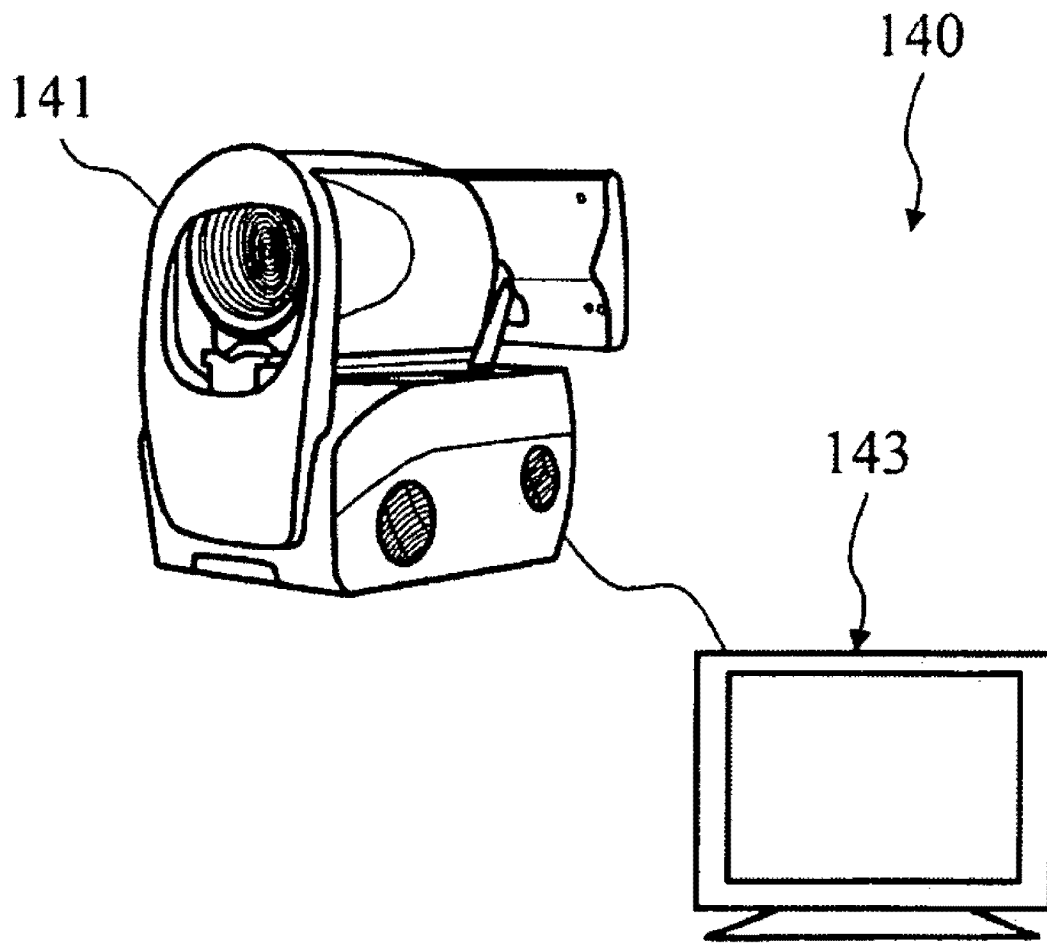


图 13

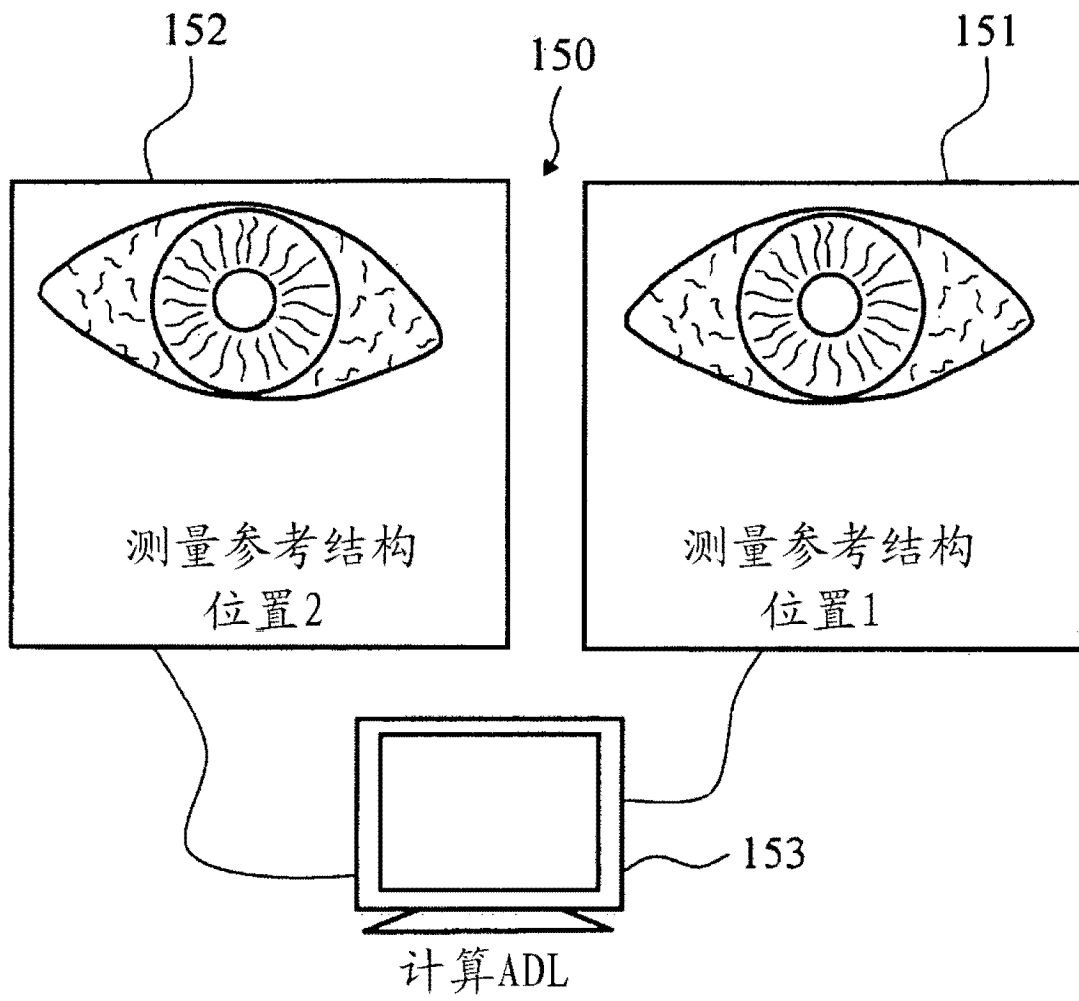


图 14