



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105431765 A

(43) 申请公布日 2016. 03. 23

(21) 申请号 201480043479. 5

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2014. 06. 13

G02C 7/08(2006. 01)

(30) 优先权数据

1310658. 8 2013. 06. 14 GB

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2016. 02. 01

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/GB2014/051837 2014. 06. 13

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/199180 EN 2014. 12. 18

(71) 申请人 ADLENS 有限公司

地址 英国牛津郡 OX28AH

(72) 发明人 罗伯特·史蒂文斯 本杰明·霍兰德

乔恩·尼斯珀 格雷姆·麦肯齐

(74) 专利代理机构 广州华进联合专利商标代理

有限公司 44224

代理人 郑小粤

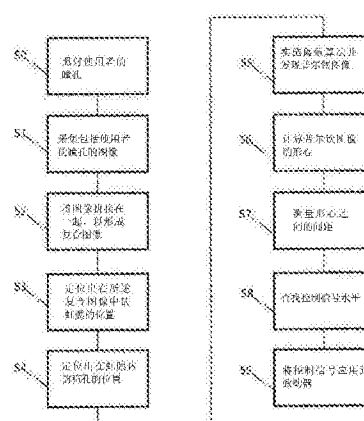
权利要求书3页 说明书9页 附图3页

(54) 发明名称

焦距调节

(57) 摘要

一副眼镜,包括一对可变焦距透镜,图像采集系统和控制器;所述图像采集系统适用于采集使用者每个眼睛的图像,所述控制器适用于分析所述图像,以监测所述使用者的眼睛的聚散度,并将所述可变焦距透镜的焦距调节到由所监测的聚散度直接得到的值。



1. 一副眼镜,包括一对可变焦距透镜,图像采集系统和控制器;其中所述图像采集系统适用于采集使用者的每个眼睛的图像,所述控制器适用于分析所述图像,以监测所述使用者的眼睛的聚散度,并将所述可变焦距透镜的焦距调节到由所监测的聚散度直接得到的值。

2. 根据前述权利要求中任一项所述的一副眼镜,其中所采集的图像包括所述使用者的每个眼睛的对应部分;以及所述控制器适用于分析所述图像,以通过监测所述对应部分之间的距离来监测所述使用者的眼睛的聚散度。

3. 根据权利要求2所述的一副眼镜,其中所述图像采集系统适用于采集包括所述使用者的两个瞳孔的至少一部分的图像,以及所述控制器适用于分析所述图像以监测瞳距。

4. 根据权利要求2或3所述的一副眼镜,其中所述图像采集系统包括一个或多个用于采集图像的照相机,所述图像包括所述使用者的每个眼睛的对应部分。

5. 根据权利要求2至4中任一项所述的一副眼镜,其中所述图像采集系统包括一个或多个光源,所述光源被布置以照射所述使用者的眼睛,从而在所述使用者的每个眼睛中形成一个或多个普尔钦图像,在所述使用者的每个眼睛中的对应的普尔钦图像限定了所述使用者的每个眼睛的对应部分。

6. 根据权利要求5所述的一副眼镜,其中所述控制器适用于分析所述图像,以通过以下方式监测所述使用者的每个眼睛的所述对应部分之间的距离:检测所述对应的普尔钦图像,计算每个所述对应的普尔钦图像的形心的位置,以及计算所述形心之间的距离。

7. 根据前述权利要求中任一项所述的一副眼镜,其中所述控制器进一步适用于通过以下方式调节所述焦距:从查找表检索致动控制信号水平,并将所述致动控制信号水平应用到一个或多个致动器,其中所述致动器被耦合到所述可变焦距透镜,以用于调节所述可变焦距透镜的焦距。

8. 根据权利要求1至6中任一项所述的一副眼镜,其中所述控制器进一步适用于通过以下方式调节所述焦距:根据将所述使用者的眼睛的聚散度与所述可变焦距透镜的焦距相关联的方程计算致动控制信号水平,以及将所述致动控制信号水平应用到一个或多个致动器,其中所述致动器被耦合到所述可变焦距透镜,以用于调节所述可变焦距透镜的焦距。

9. 根据前述权利要求中任一项所述的一副眼镜,其中所述控制器完全位于容纳所述一对可变焦距透镜的框架上或框架内。

10. 根据前述权利要求中任一项所述的一副眼镜,其中所述控制器能切换成校准模式,在所述校准模式中,所述控制器进一步适用于采集使用者的每个眼睛的图像,将所述可变焦距透镜的焦距连续调节到至少两个设定点的每个设定点处,在每个所述设定点处接收使用者输入,以使得使用者在观看预定的物体时能够发出指示,分析由所述图像采集系统采集的图像,以响应于对所述使用者输入的接收,监测所述使用者的眼睛的聚散度,以及根据所述焦距和在每个设定点处所监测的聚散度,产生将所述使用者的眼睛的聚散度与所述可变焦距透镜的焦距相关联的方程。

11. 根据权利要求10所述的一副眼镜,其中所述控制器适用于响应于所述使用者输入,将所述可变焦距透镜的焦距调节到所述设定点中的至少一个设定点处,其中每个所述设定点代表这样的焦距,在所述焦距处,所述使用者感觉所述预定的物体是焦点对准的。

12. 根据权利要求10或11所述的一副眼镜,其中所述控制器适用于将所述可变焦距透

镜的焦距自动调节到与无穷远焦点相关联的设定点处。

13. 根据权利要求10至12中任一项所述的一副眼镜,其中允许所述使用者在看到预定物体时发出指示的使用者输入还允许所述使用者指示:使用者感觉到所述预定的物体是焦点对准的。

14. 根据权利要求10至12中任一项所述的一副眼镜,其中仅存在两个设定点。

15. 根据权利要求10至14中任一项所述的一副眼镜,其中所述方程是线性方程。

16. 根据权利要求10至15中任一项所述的一副眼镜,其中所述控制器还适用于当在所述校准模式中时,将所述方程用于填充查找表,其中所述查找表将所监测的聚散度或所述使用者的眼睛的距离与致动控制信号水平相关联,以使得所述一个或多个致动器调节所述可变焦距透镜。

17. 根据权利要求10至16中任一项所述的一副眼镜,其中所述控制器还适用于存储代表所述方程的一个或多个参数。

18. 一种控制一副眼镜中的一对可变焦距透镜的焦距的方法,所述方法包括:采集使用者的每个眼睛的图像;分析所述图像,以监测所述使用者的眼睛的聚散度;以及将所述可变焦距透镜的焦距调节到由所监测的聚散度直接得到的值。

19. 根据权利要求18所述的方法,其中所采集的图像包括使用者的每个眼睛的对应部分;所述方法还包括对所述图像进行分析,以通过监测所述对应部分之间的距离来监测所述使用者的眼睛的聚散度。

20. 根据权利要求19所述的方法,包括:采集图像,所述图像包括使用者的两个瞳孔的至少一部分;以及分析所述图像,以监测瞳距。

21. 根据权利要求19或20所述的方法,还包括照射所述使用者的眼睛,以在所述使用者的每个眼睛中形成一个或多个普尔钦图像,在所述使用者的每个眼睛中的对应的普尔钦图像限定了所述使用者的每个眼睛的对应部分。

22. 根据权利要求21所述的方法,还包括分析所述图像,以通过以下方式监测所述使用者的每个眼睛的所述对应部分之间的距离:检测所述对应的普尔钦图像,计算每个所述对应的普尔钦图像的形心的位置,以及计算所述形心之间的距离。

23. 根据权利要求18至22中任一项所述的方法,还包括通过以下方式调节所述焦距:从查找表检索致动控制信号水平,以及将所述致动控制信号水平应用到一个或多个致动器,其中所述致动器被耦合到所述可变焦距透镜,以用于调节所述可变焦距透镜的焦距。

24. 根据权利要求18至22中任一项所述的方法,还包括通过以下方式调节所述焦距:根据将所述使用者的眼睛的聚散度与所述可变焦距透镜的焦距相关联的方程,计算致动控制信号水平,以及将所述致动控制信号水平应用到一个或多个致动器,其中所述致动器被耦合到所述可变焦距透镜,以调节所述可变焦距透镜的焦距。

25. 一种校准根据权利要求10至17中任一项所述的一副眼镜中的一对可变焦距透镜的方法,所述方法包括:切换到校准模式;采集使用者的每个眼睛的图像;将所述可变焦距透镜的焦距连续调节到至少两个设定点的每个设定点处;在每个所述设定点处接收使用者输入,以使得使用者在观看预定的物体时能够发出指示;分析所述图像,以响应于对所述使用者输入的接收,以监测所述使用者的眼睛的聚散度;以及根据所述焦距和在每个设定点处所监测的聚散度,产生将所述使用者的眼睛的聚散度与所述可变焦距透镜的焦距相关联的

方程。

26. 根据权利要求25所述的方法, 其中响应于所述使用者输入, 将所述可变焦距透镜的焦距调节到所述设定点中的至少一个设定点处, 其中每个设定点代表这样的焦距, 在所述焦距处, 所述使用者感觉到所述预定的物体是焦点对准的。

27. 根据权利要求25或26所述的方法, 其中将所述可变焦距透镜的焦距自动调节到与无穷远焦点相关联的设定点处。

28. 根据权利要求25至27中任一项所述的方法, 其中允许所述使用者在观看预定物体时发出指示的使用者输入还允许所述使用者指示: 使用者感觉到所述预定的物体是焦点对准的。

29. 根据权利要求25至28中任一项所述的方法, 其中仅存在两个设定点。

30. 根据权利要求25至29中任一项所述的方法, 其中所述方程是线性方程。

31. 根据权利要求25至30中任一项所述的方法, 还包括将所述方程用于填充查找表, 其中所述查找表将所监测的聚散度或所述使用者表现出的距离与致动控制信号水平相关联, 以使得一个或多个致动器调节所述可变焦距透镜。

32. 根据权利要求25至30中任一项所述的方法, 还包括存储代表所述方程的一个或多个参数。

焦距调节

[0001] 本发明涉及包括一对可变焦距透镜的一副眼镜,并涉及控制和校准在一副这样的眼镜中的一对可变焦距透镜的方法。

[0002] 具有可变焦距透镜的眼镜是有用的,例如用于处理老花眼。这是一种在中年到来时开始影响人们的状况,其中眼睛表现出在近物体上聚焦能力的减低。这种状况是不断发展的,并导致许多人随着他们年龄增长需要视力矫正,以便于阅读。使事情复杂的是,所需要的视力矫正可能会随着年龄增长而恶化,导致个体随着他们年龄增长不得不多次更换他们的眼镜。所述状况在个体中是普遍的,如果没有这种状况,这些个体本来是具有优异视力而不需要矫正远视力的。对于老花眼个体所需的附加球光焦度将取决于他们的年龄,并且也取决于工作距离。例如,一本书通常被拿得比电脑显示器的观看距离更近,并且可能需要不同程度的附加球光焦度以便为老花眼个体形成清晰的图像。

[0003] 老花眼经常伴有近视或其它视力缺陷,对于远距离和近距离范围视力需要不同的处方。例如近视个体对于一般视觉范围可能需要负5屈光度的球光焦度,同时对于近距离任务,例如阅读,需要提供附加的正2屈光度的球光焦度。所述附加的正2屈光度补偿了所述眼睛用于阅读的聚焦能力缺失。对于使所述个体能够舒适地看电视或用电脑显示器工作,可能需要稍小的附加球光焦度。可变焦距透镜能够当使用者集中于近距离任务时使使用者改变所述焦距,因而可变焦距透镜能够用于处理老花眼。

[0004] 具有可变焦距透镜的眼镜也具有调节机构,使使用者能够根据需要调节所述透镜的焦距。然而,必须进行这种调节对于使用者来说是不便的,并且如果所述机构是特别敏感的或者沿着所述机构的移动路径具有不稳定的位置(所述调节可能从所述位置漂移或跳跃),可能难于精确进行这种调节。

[0005] 已经有人尝试在眼镜中提供透镜的焦距的自动调节。其中的许多尝试已经依赖于,至少部分依赖于测距仪自动聚焦系统,它们是复杂的,并且可能与控制使用者的眼睛的聚散的生物系统相冲突,所述生物系统与眼睛中的晶状体的调节相关联。这种冲突倾向于在使用者具有中度老花眼的情况下发生,因为测距仪系统将过度估计这类使用者实际所需的矫正程度。不用说,这将导致使用者的不适。

[0006] 已经有其它尝试,其基于对来自使用者的视网膜的光的偏振变化的检测,其可用于检测图像的完美焦点。然而这是一种相当复杂的方式,并且在不采取极端措施以确保所述光总是可以进入到使用者瞳孔以及确保从所述视网膜反射的光可以被检测到的情况下难以可靠实现。

[0007] 除了这些问题外,对于佩戴所述眼镜的个体来说,在校准自动系统方面还存在困难。当然,必须对于每个个体都实施这种校准,因为老花眼的程度在个体之间将是不同的,并且没有两个个体是完全相同的。现有的测距仪和基于偏振的系统的校准不是简单的,并且当然不适合配镜师使用,也当然不适合使用者自身使用。

[0008] 根据本发明的第一个方面,提供一副眼镜,其包括一对可变焦距透镜,图像采集系统和控制器;所述图像采集系统适合于采集使用者的每个眼睛的图像,所述控制器适合于分析所述图像,以监测所述使用者的眼睛的聚散度,以及将所述可变焦距透镜的焦距调节

到由所监测的聚散度直接得到的值。

[0009] 根据本发明的第二个方面,提供了一种控制在一副眼镜中的一对可变焦距透镜的焦距的方法,该方法包括:采集使用者的每个眼睛的图像;分析所述图像,以监测所述使用者的眼睛的聚散度;以及将所述可变焦距透镜的焦距调节到由所监测的聚散度直接得到的值。

[0010] 因此,本发明提供了自动调节在眼镜中的透镜的焦距的方式,其依赖于所述聚散度,而不需要对从眼睛或透镜到使用者观看的物体之间的距离进行任何计算。聚散是眼睛为了获得或保持单个的双目视觉而在相反方向上的同时移动,当观看近物体时,眼睛向一起移动,并且当观看远物体时,眼睛向分开方向移动。在所述眼睛中晶状体的调节与所述聚散是相关联的。本发明利用这种现象仅根据所述聚散来确定合适的焦距。不需要复杂的距离测定或偏振检测系统,并且作为结果获得了可靠得多的系统。本发明因此克服了上述问题。

[0011] 在本说明书中提及“可变焦距透镜”时,应当理解的是这包括其中所述透镜的仅一个区域具有可变焦距的透镜,以及其中整个透镜具有可变焦距的透镜。当提及改变透镜的焦距时,应当理解的是包括在这些透镜的多个可变焦距区域中改变所述焦距。

[0012] 要重点说明的是,本发明绝不以任何方式计算或测量或利用(例如从使用者眼睛或所述透镜)到所述物体的距离。通常地,必须监测的唯一因素是所述聚散,并且其被直接用于得到所述焦距所需的值。然而,在一些实施例中,其它次要因素,例如环境光照水平,可用于对所述焦距进行微小调节。

[0013] 所采集的图像可以是使用者每个眼睛的整体的图像,或者仅是使用者每个眼睛的一部分的图像。通常地,所采集的图像将包括使用者每个眼睛的对应部分。

[0014] 在其中所采集的图像包括使用者每个眼睛的对应部分的情况下,所述控制器可适合于分析所述图像,以通过监测所述对应部分之间的距离而监测使用者眼睛的聚散度。因此,所述方法可以包括:以校准和/或操作模式,分析所述图像,以通过监测所述对应部分之间的距离而监测所述使用者眼睛的聚散度。所述对应部分之间的距离随着所述聚散度直接变化,并且因此可用于提供对使用者眼睛的聚散的测量。

[0015] 使用者每个眼睛的对应部分可以是所述眼睛的任何部分,其是可容易检测的,因此可以监测它们的相对位置以及因此它们的间距。例如,所述使用者眼睛的对应部分可以在角膜缘上,其是在巩膜和眼角膜之间的分界线。由于在巩膜(其是白色的)和眼角膜之间通常存在高对比度,因此所述角膜缘是使用标准图像处理技术相对易于检测的,所述标准图像处理技术例如是用于定位角膜缘的阈值和边缘检测。通常在这种情况下,所述对应的点将处于相对于参比径向轴的相同旋转角度处,其中所述参比径向轴从所述角膜缘的形心向外延伸,所述对应的点的位置可以在角膜缘已经如上述方法被检测后进行计算。

[0016] 然而,在优选的实施例中,所述图像采集系统适合于采集这样的图像,所述图像包括使用者的两个瞳孔的至少一部分,并且所述控制器适合于分析所述图像以监控瞳距。因此,在这个优选的实施例中,所述使用者眼睛的对应部分是所述使用者瞳孔的组成部分。

[0017] 类似地,根据这个优选的实施例,所述方法可以包括采集这样的图像,所述图像包括使用者的两个瞳孔的至少一部分,并且分析所述图像以监控所述瞳距。

[0018] 因此,在这个优选的实施例中,所述使用者眼睛的对应部分在所述瞳孔上,所述两

个部分之间的距离代表瞳距。所述瞳孔是相对易于检测的,因为它和周围虹膜之间通常存在高对比度,使得标准图像处理技术,例如阈值和边缘检测,可用于定位所述瞳孔的边缘。然后所述对应的部分可以是所述瞳孔的形心,其位置可以在已经检测所述瞳孔的边缘之后被计算出。

[0019] 通常地,所述图像采集系统包括一个或多个用于采集图像的照相机,所述图像包括使用者的每个眼睛的对应部分。

[0020] 如果使用多于一个照相机,则所述图像采集系统可以处理来自每个照相机的图像以产生由每个照相机采集的图像组成的单个复合图像。标准图像拼接技术可用于该目的。如果要以此方式产生一个单个复合图像,所述照相机应当优选具有视野的覆盖区域,以使得图像拼接算法可用。

[0021] 在其它实施例中,在视野的区域不重叠处,则可以使用多个照相机(通常每个眼睛用一个)。每个照相机应当在制造过程中被初始校准。这对于说明不同的额定参数是必要的,额定参数例如是框架尺寸,基线(base curve),全角和二面角,和标准规范瞳距。在初始使用者校准过程中,在每个视野区域中的固定的参比点会被发现。这可以通过对于各个不动点(其是可检测的,因为其在连续捕获图像之间不会移动),例如泪管,扫描从每个照相机连续捕获的图像来完成。在所述照相机之间的距离(其由框架的几何学结构可获知)和每个照相机与各个不动点之间的距离(其可以使用图像处理技术测量)可然后被用于确定所述两个不动点之间的间距,即使它们不出现在相同的图像中。通过测量每个不动点与所述使用者眼睛的对应部分(例如瞳孔)之间的间距,可以监测所述使用者眼睛的对应部分之间的距离。

[0022] 在一个特别优选的实施例中,所述图像采集系统包括一个或多个光源,所述光源被布置以照射所述使用者的眼睛,从而在所述使用者的每个眼睛中形成一个或多个普尔钦(Purkinje)图像,在所述使用者的每个眼睛中的对应的普尔钦图像限定了所述使用者的每个眼睛的对应部分。

[0023] 所述方法因此可还包括照射所述使用者的眼睛,以在使用者的每个眼睛中形成一个或多个普尔钦图像,在使用者每个眼睛中的对应的普尔钦图像限定了使用者每个眼睛的对应部分。

[0024] 普尔钦图像是来自所述眼睛的结构反射(在本实施例中是一个或多个光源)。由于可能存在来自所述眼睛的结构的多于一个部分的反射,可能形成多于一个的普尔钦图像。通常地,可以形成多达四个普尔钦图像。第一个普尔钦图像是强度最高的,并且是来自所述眼角膜的外表面的反射。如上所述的对应的普尔钦图像因此通常是由于所述一个或多个光源的照射在所述使用者眼睛中形成的第一个普尔钦图像。通常地,所述第一个普尔钦图像将在所述瞳孔上方的眼角膜上形成。由于其是如此高强度的图像,因此相对所述瞳孔的黑色背底,其是易于检测的。

[0025] 所述控制器通常适合于分析所述图像,以通过如下方式监测所述使用者的每个眼睛的对应部分之间的距离:检测所述对应的普尔钦图像,计算每个所述对应的普尔钦图像的形心的位置,以及计算所述形心之间的距离。

[0026] 因此,所述方法可以进一步包括分析所述图像,以通过如下方式监测所述使用者的每个眼睛的对应部分之间的距离:检测所述对应的普尔钦图像,计算每个所述对应的普

尔钦图像的形心的位置,以及计算所述形心之间的距离。

[0027] 所述距离将通常作为在图像中的多个像素进行计算。

[0028] 所述控制器通常还适合于通过如下方式调节待被调节的焦距:从查找表中检索制动控制信号水平,以及将所述制动控制信号水平应用于一个或多个致动器,该致动器被耦合到所述可变焦距透镜,以用于调节它们的焦距。这提供了一种简单的方式,使得可变焦距透镜的正确致动仅依赖于在所述使用者的眼睛上的对应点之间的距离而进行。

[0029] 所述方法因此通常还包括使所述焦距通过如下方式被调节:从查找表中检索致动控制信号水平,以及将所述致动控制信号水平应用于一个或多个致动器,该致动器被耦合到所述可变焦距透镜,以用于调节它们的焦距。

[0030] 可替代地,所述控制器还可以适用于通过如下方式调节所述焦距:根据将所述使用者的眼睛的聚散度与所述可变焦距透镜的焦距相关联的方程,计算致动控制信号水平,以及将所述致动控制信号水平应用于一个或多个致动器,该致动器被耦合到所述可变焦距透镜,以用于调节它们的焦距。

[0031] 在该可替代方案中,所述方法还可以包括通过如下方式调节所述焦距:根据将所述使用者眼睛的聚散度与所述可变焦距透镜的焦距相关联的方程,计算致动控制信号水平,以及将所述致动控制信号水平应用于一个或多个致动器,该致动器被耦合到所述可变焦距透镜,以用于调节它们的焦距。

[0032] 如所见的,焦距的值因此可以多种方式从所监测的聚散度直接得出,包括通过从查找表检索或者通过计算。所述查找表或计算可以得到所述致动控制信号水平自身的值,或者可以得到所述焦距,然后由此计算所述致动控制信号水平。

[0033] 所述查找表可以是能由一个变量(在本实施例中,所述变量为所监测的聚散度)进行索引或者寻址以得到某一值(在本实施例中,为所述致动控制信号水平的值)的任何数据结构。

[0034] 所述控制器优选完全位于容纳所述一对可变焦距透镜的框架上或框架内。

[0035] 在优选的实施例中,所述控制器可被切换成校准模式,在该模式中所述控制器还适用于采集使用者的每个眼睛的图像,将所述可变焦距透镜的焦距连续调节到至少两个设定点的每个设定点处,在每个所述设定点处接收使用者输入,以允许使用者在观看预定的物体时发出指示,分析由所述图像采集系统采集的图像,以对响应于接收所述使用者输入的使用者眼睛的聚散度进行监测,以及根据所述焦距和在每个设定点处所监测的聚散度,产生将所述使用者眼睛的聚散度与可变焦距透镜的焦距相关联的方程。

[0036] 因此,根据本发明的第三个方面,提供了一种校准在根据这种优选实施例的一副眼镜中的一对可变焦距透镜的方法,该方法包括:切换所述校准模式;采集使用者的每个眼睛的图像;将所述可变焦距透镜的焦距连续调节到至少两个设定点的每个设定点处;接收在每个设定点处的使用者输入,以允许使用者在观看预定物体时发出指示;分析所述图像,以对响应于接收所述使用者输入的所述使用者眼睛的聚散度进行监测;以及根据所述焦距和在每个设定点处所监测的聚散度,产生将所述使用者眼睛的聚散度与所述可变焦距透镜的焦距相关联的方程。

[0037] 因此,本发明提供了使可变焦距眼镜能够被简单校准的能力。所需要的仅仅是将在焦距的至少两个设定点处被捕获的由使用者展示出的聚散度。这使得可以产生将这两个

量关联起来的方程,将其用作校准,随后的眼镜的操作可以以此校准为基础。

[0038] 所述控制器可适用于响应于使用者输入将所述可变焦距透镜的焦距调节到所述设定点的至少一个设定点处,其中每个设定点代表这样的焦距,在所述焦距处所述使用者感觉所述预定的物体是焦点对准的(in focus)。

[0039] 因此,在所述第三方面的方法中,所述可变焦距透镜的焦距可以响应于使用者输入被调节到至少一个所述设定点处,其中每个设定点代表这样的焦距,在所述焦距处所述使用者感觉所述预定的物体是焦点对准的。

[0040] 所述控制器可适用于将所述可变焦距透镜的焦距自动调节到与无穷远焦点相关联的设定点处。

[0041] 因此,在所述第三方面的方法中,所述可变焦距透镜的焦距可被自动调节到与无穷远焦点相关联的设定点处。

[0042] 优选地,允许所述使用者在观看预定物体时做出指示的使用者输入还允许所述使用者指示:所述使用者感觉到所述预定物体是焦点对准的。

[0043] 可以仅存在两个设定点。然而,在其它实施例中,可以存在三个或更多个设定点。

[0044] 所述方程可以是线性方程。

[0045] 所述控制器优选还适用于当在校准模式中时将所述方程用于填充查找表,所述查找表将所监测的聚散度或所述使用者眼睛的距离与致动控制信号水平相关联,用于使得一个或多个致动器调节所述可变焦距透镜。

[0046] 因此,根据所述第三方面的方法可以进一步包括将所述方程用于填充查找表,所述查找表将所监测的聚散度或由所述使用者表现出的距离与致动控制信号水平相关联,以使得一个或多个致动器调节所述可变焦距透镜。

[0047] 可替代地,所述控制器进一步适用于存储一个或多个代表所述方程的参数。

[0048] 在这种情况下,根据所述第三方面的方法进一步包括存储一个或多个代表所述方程的参数。

[0049] 下面将参照附图描述本发明的实施例,其中:

[0050] 图1显示了根据本发明一个实施例的一副眼镜;

[0051] 图2显示了嵌入图1中示出的眼镜中的系统的框图,用于实施根据本发明的方法;

[0052] 图3显示了用于校准图1中示出的眼镜的方法的流程图;和

[0053] 图4显示了用于操作图1中示出的眼镜的方法的流程图。

[0054] 图1显示了一副眼镜1。该眼镜1包括框架2,该框架2容纳一对透镜3和4。所述透镜3和4是可变焦距透镜。它们各自包括液体填充的腔,其前表面由柔性膜形成。所述腔的体积或在所述腔中的流体的体积可以通过电动操作的致动器进行调节,所述致动器被容纳在眼镜1的脚5和6中。作为这种调节的结果,所述柔性膜的曲率发生改变,这导致透镜3和4的焦距一致地改变。在此没有对这种类型的透镜进行详细说明,因为其对于充分理解本发明不是必须的。本申请人的共同待决申请PCT/GB2012/051426提供了对这种透镜的完整说明。也可以使用其它类型的可变焦距透镜。

[0055] 除了所述电动操作的致动器,脚5和6均容纳有图像采集系统的部件,并且所述脚5和6中的一个容纳有控制器,所述控制器用于控制所述图像采集系统和所述电动操作致动器的操作。所述控制器、图像采集系统和电动操作致动器的操作在下文中参照图2进行解

释。

[0056] 图2显示了用于校准所述眼镜和随后控制所述可变焦距透镜3和4的焦距的系统的框图。所述系统包括控制器10,该控制器10被耦合到被布置成两个部分11a和11b的图像采集系统,以及被耦合到一对电动操作致动器12和13。图像采集系统的部分11a和致动器12与透镜3关联,并被容纳在脚5中,而图像采集系统的部分11b和致动器13与透镜4关联,并被容纳在脚6中。所述控制器10可以根据设计被容纳在脚5或6的任一个中。其通过细线耦合到所述图像采集系统的部分11a和11b以及致动器12和13,所述细线根据需要延伸穿过框架2。所述致动器12和13可以是线性致动器,但在本实施例中是机械耦合到所述透镜3和4的微型步进马达,使得所述步进马达的旋转运动导致所述透镜3和4的焦距的相应调节。

[0057] 控制器10包括耦合到存储器15的微处理器14。所述存储器15存储计算机程序代码,所述计算机程序代码用于实施如下所述的在图3和4中显示的方法。微处理器14也被耦合到所述图像采集系统的部分11a和11b。所述图像采集系统的每个部分11a和11b都包括相应的光源16a和16b以及照相机17a和17b。所述光源16a和16b照射使用者的眼睛,并且所述照相机捕捉所照射的眼睛的图像,用于由如下所述的在微处理器14上运行的软件进行分析。响应于所述分析,所述微处理器14将输出信号提供给与其耦合的步进马达驱动器18。所述步进马达驱动器18产生脉冲,以适当地驱动所述步进马达驱动器12和13,从而将透镜3和4的焦距调节到对应于来自微处理器14的输出信号的值。

[0058] 图2的系统还将包括接口,其形式为在所述框架2上的一个或多个按钮,或者与外部计算机连接的有线或无线接口。所述接口可用于将所述控制器切换成校准模式,并当处于所述校准模式时实施校准过程。如果提供有线或无线接口,其可以是用于耦合计算设备的多种接口中的任何接口,例如USB,有线网络例如以太网,无线网络例如Wi-Fi、蓝牙或类似物。

[0059] 图3显示了当切换成校准模式时,通过图2中所示的系统(并且特别是当执行存储在存储器15中的程序代码时,通过微处理器14)实施的方法的流程图。在该过程中,使用者将被请求观看一系列物体(例如两个物体),这些物体被放在离使用者距离不同的位置处。例如使用者可以被请求观看阅读距离处拿着的书,在通常工作距离处的电脑显示器和例如汽车或建筑物等在远处的物体。当使用者依次观看这些物体中的每个物体时,将测量瞳距,从而将所述使用者表现出的瞳距(和因此聚散度)与每个所述物体的距离相关联。

[0060] 在步骤30,通过将所述透镜的焦距调节到第一设定点处而开始所述方法。所述焦距的第一设定点是要求使所述使用者能够聚焦于与所述使用者的眼睛相距第一距离处的预定物体的点。所述第一距离通常是与使用者近的距离,例如使用者可以被请求在阅读距离处拿着书。使预定物体在使用者的焦点对准处出现的所需的合适屈光度(即焦距)可以通过不同的方式测定。例如在该实施例中,在步骤30,使用者用如上提到的接口控制透镜的焦距,然后确认,当使用者观看第一物体时,并且所述第一物体看上去焦点对准时,在步骤31,再次使用所述接口。

[0061] 在步骤31作为使用者输入而接收的确认信息提示所述系统测量由所述使用者的眼睛所表现的聚散度,其当然对应于每当所述使用者在观看与第一物体距离相同的物体时所表现出的聚散度。在步骤32中通过照射所述使用者的眼睛开始聚散度的测量。这通过光源16a和16b实现。可以采用永久供电的光源,然而,优选的是,在微处理器14的控制下进行

照明,以便在不需要时(例如当在操作模式下并且所述使用者已经摘下所述眼镜1时)节省电能。如上所述的,所述光源16a和16b位于所述脚5和6中。光源朝向所述使用者的瞳孔的中心照射,并且用于在框架2中支撑光源的安装设置可以包括调节机构,以允许从所述光源16a和16b发出的光的方向能够被精细调整,使得光直接照射在瞳孔之上的使用者眼角膜上。这确保了在瞳孔之上形成第一普尔钦图像,在此其是易于检测的,因为在高强度的普尔钦图像和黑色的瞳孔之间存在高对比度。通过确保来自光源16a和16b的光以倾斜的角度照射到使用者的眼睛的前表面上,可以形成第一普尔钦图像,而不需要光穿过所述瞳孔和进入所述视网膜。因此,使用者可以相对地感知不到来自所述光源16a和16b的光,使得光源不会成为麻烦。

[0062] 使用者的眼睛(包括巩膜、虹膜和瞳孔)的图像和通过来自于光源16a和16b的照射形成的普尔钦图像于是在步骤33被采集。所述图像采集是通过照相机17a和17b实施的,这些照相机与在脚5和6中的光源16a和16b并排放置。

[0063] 由照相机17a和17b采集的图像数据被传送到微处理器14,微处理器在步骤34将这些图像数据拼接在一起,以形成包括图像数据的单个复合图像,所述图像数据包括代表使用者的巩膜、虹膜、瞳孔的数据和在它们之上的眼角膜中形成的第一普尔钦图像的数据。任何标准图像拼接算法都可以用于该目的。

[0064] 然后,在步骤35中由微处理器14执行的图像处理定位出在所述复合图像中的每个虹膜的位置。这通常通过使用Daugman算法来完成。在步骤36,所述瞳孔于是被定位于所述虹膜内。这可以通过使用边缘检测算法在代表所述虹膜的像素和代表所述瞳孔的像素之间的图像数据内定位该边界来直接实现。在所述虹膜和瞳孔之间的相对高的对比度意味着可以预期边缘检测算法能很好地完成该任务。

[0065] 然后在步骤37对代表所述瞳孔的图像数据的像素实施阈值算法。所述阈值算法用黑色替代所有的在阈值亮度值以下的像素,并且用白色替代所有那些处于或高于所述阈值亮度值的像素。然后,所述第一普尔钦图像的位置作为在所述瞳孔内的明显的白色区域而容易被发现。这可以通过对代表所述瞳孔的已实施阈值算法的图像数据使用另一个边缘检测过程来实现。

[0066] 在步骤37作为阈值运算的结果而被发现的所述第一普尔钦图像的形心(centroid),在步骤38进行计算。这提供了两个点,代表由所述第一普尔钦图像限定的二维区域的几何中心。在这两个点之间的距离因此代表瞳距。随着使用者的眼睛向一起移动(由观看较近物体导致的聚散运动),所述瞳距和因此在所述第一普尔钦图像之间的距离将减小。相反,随着所述使用者的眼睛向分开方向移动(由观看较远物体导致的聚散运动),所述瞳距和因此在所述第一普尔钦图像之间的距离将增大。在所述两个形心之间的像素的数量在步骤39被测量,这用于代表瞳距和因此代表使用者所表现的聚散度。

[0067] 所述系统现在已经确定了使用者所需要的焦距(在该焦距处,使用者能感觉到所述第一物体是焦点对准的),以及确定了使用者在观看与所述第一物体处于相同的距离处的物体时所表现出的聚散度。在步骤40,微处理器确定是否应当在所述焦距的另一个设定点处测量由所述使用者表现出的聚散度。必须使用最少两个设定点,并且实践中这是足够的,尽管如果需要可以使用更多个设定点。因此,在该实施例,使用两个设定点。因此在步骤30针对第二设定点再次调节所述焦距。在第二设定点处的焦距是要求使所述使用者能够

聚焦于与使用者的眼睛相距第二距离处的第二预定物体的焦距。所述第二距离通常是与使用者相距远的距离,例如使用者可以被请求观看远处的汽车或建筑物,在此处,通常不需要由在使用者眼睛中的晶状体提供的另外的调节。在本实施例中,所述焦距可以由使用者调节,直到第二物体被感觉是焦点对准的,或者所述系统可以简单地将由透镜3、4提供的屈光力自动调节到0。

[0068] 在步骤41,使用者通过所述接口提供输入,以确认使用者正观看第二预定物体,并且使用者感觉到第二预定物体是焦点对准的。然后,在步骤32至39测量正当使用者观看第二预定物体时,由使用者所表现的聚散度。

[0069] 由于在所述两个设定点处的聚散度现在已经被采集,微处理器在步骤40确定不必在更多的设定点处测量聚散度,并且在步骤41产生将由使用者表现出的聚散度与所述透镜3、4的焦距相关联的方程。这是一个简单的线性方程,其可以由在上述焦距的第一设定点处和第二设定点处测量的聚散度(即作为瞳距)来确定。这是有效的,因为在聚散度和所观察的物体距使用者的距离之间存在线性关系。因此,在聚散度和必须提供给使用者的附加屈光力之间的关系也是线性的。在实施例中,在使用三个或更多个设定点时,可以使用线性回归法来产生所述方程。

[0070] 在步骤42使用这个方程来填充在存储器15中存储的查找表。这可以通过使用在所述两个设定点中的每个设定点处测量的两个值之间的瞳距(作为聚散的量度)的值的范围作为在步骤41产生的方程的输入来完成。得自所述方程的结果将是在瞳距的值的范围内的每个值处的相关联的透镜3、4的焦距。因此,所述瞳距的值和所述焦距的值的相应的对可在所述两个设定点之间的点的范围内获得。在该范围中的瞳距的每个值被存储在所述查找表中,作为在链接关系中对于所述查找表的寻址或索引变量,其中需要致动控制信号的信号水平,以将透镜3、4调节到与瞳距相对应的的焦距。在其它实施例中,所述方程自身可以被存储在存储区15中,并用于在操作模式下每当需要时,计算对应于瞳距的测量值的透镜3、4的焦距。

[0071] 在另一个实施例中,不允许使用者调节透镜3、4的焦距,而是可以将所述透镜的焦距设定到规定的屈光力,所述屈光力由配镜师在对于近距离和远距离视力的眼睛检查过程中测量,此时使用者分别观看近处(例如读书)和远距离物体(例如观看远处的汽车)。使用者然后会简单地使用接口确认其在观看近处或远处物体,所述处方的参数(由其可确定透镜3、4的所需焦距)已经由所述使用者或者眼保健专业人员输入到所述接口中

[0072] 图4显示了由在图2中显示的系统(和特别是当执行存储在存储器15中的程序代码时,由微处理器14执行)以常规操作(即,当不再以校准模式时)执行的方法的流程图。通常地,图3的校准方法已经被实施。在步骤50开始和在步骤57结束的方法的部分与在步骤32开始和在步骤39结束的图3的方法是相同的。由于这已经在上文中被详细讨论了,图4的方法的这部分的描述在此就不再重复了。

[0073] 在步骤57测量的瞳距用于访问被存储于存储器15并且在步骤42在图3的校准过程中被填充的查找表。所述查找表将瞳距的值与致动控制信号的对应信号水平关联起来。然后将这种致动控制信号在步骤59应用到致动系统,所述致动系统包括步进马达驱动器18和微型步进马达12和13。步进马达驱动器18监测所述步进马达12和13的当前位置,并将所述致动控制信号转化成合适的系列脉冲,以根据当前的瞳距和新位置,将所述步进马达12和

13驱动到所需的新位置。由于步进马达12和13被机械耦合到透镜3和4(如由图2中的虚线所描绘的),仅根据于使用者所表现出的聚散度,将透镜3和4的焦距调节到合适的值。

[0074] 在实际的实施例中,步骤51至59将以循环回路的方式进行重复。这不可能连续进行,因为它会导致所述透镜的调节一直在搜寻,因为使用者的眼睛表现出不同的聚散度。相反,在步骤21采集新图像之前,在每次在步骤59施加所述控制信号之后,将构建数秒的时间延迟。

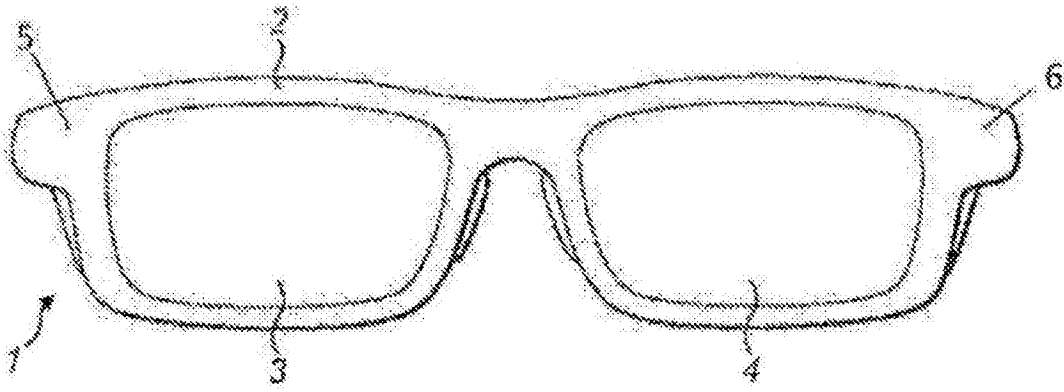


图1

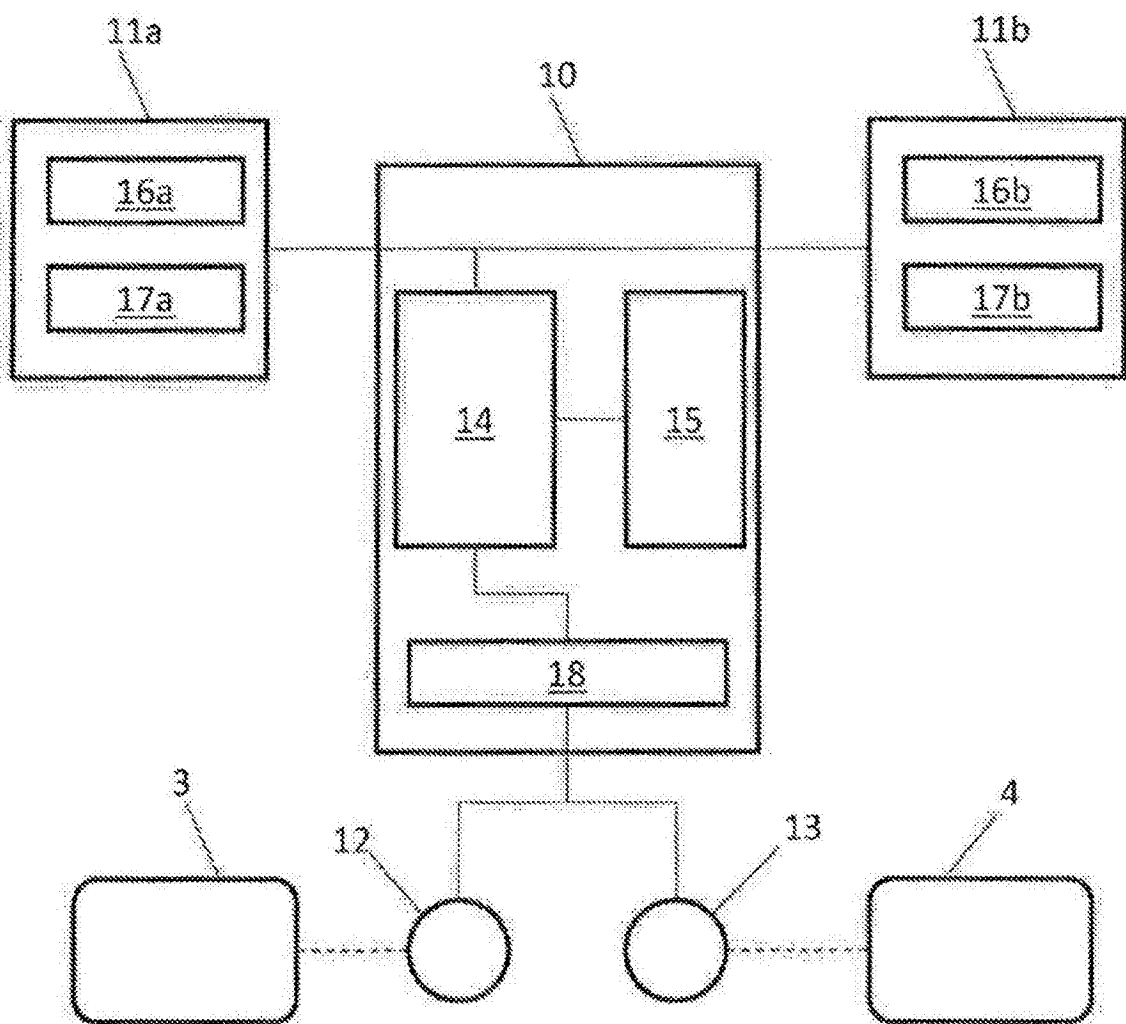


图2

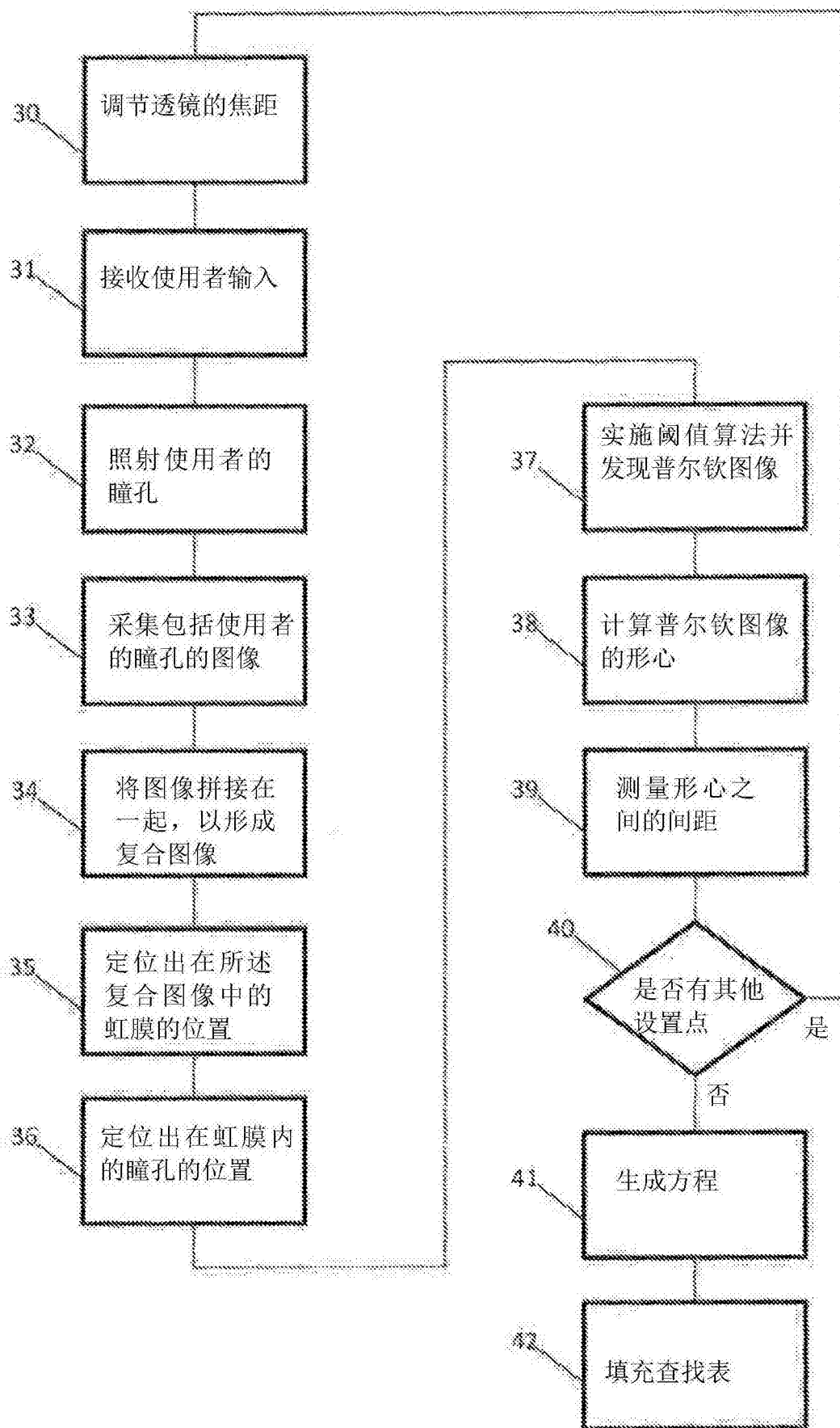


图3

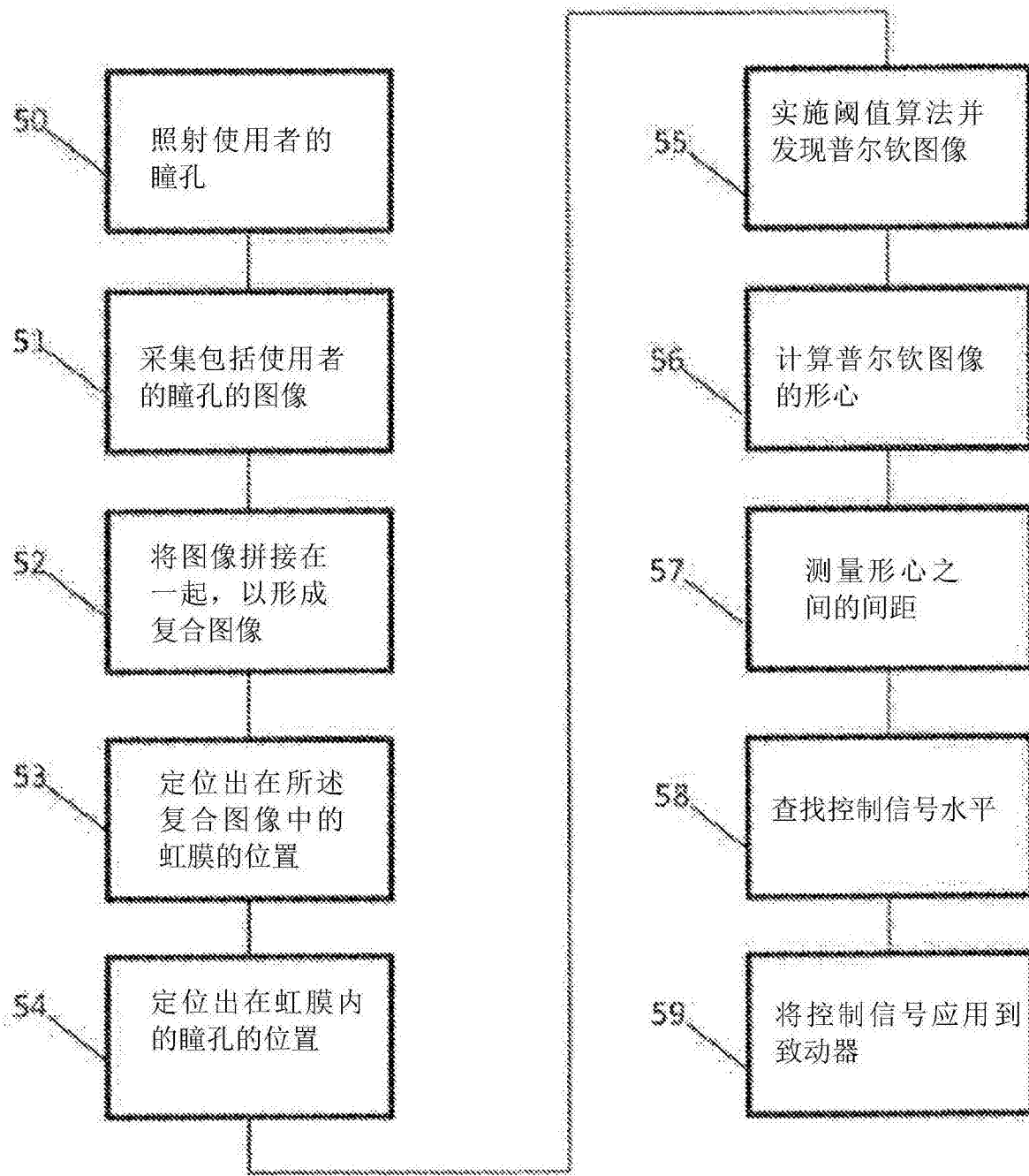


图4