[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl[7]
A61B 3/00

# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02825906.8

[43] 公开日 2005 年 7 月 6 日

[11] 公开号 CN 1635848A

[22] 申请日 2002.10.17 [21] 申请号 02825906.8
[30] 优先权
[32] 2001.10.25 [33] US [31] 10/032,836
[86] 国际申请 PCT/US2002/033205 2002.10.17
[87] 国际公布 WO2003/034909 英 2003.5.1
[85] 进入国家阶段日期 2004.6.22
[71] 申请人 庄臣及庄臣视力保护公司
地址 美国佛罗里达州
[72] 发明人 D·F·罗斯 J·比勒
M·肖特纳 F·米勒

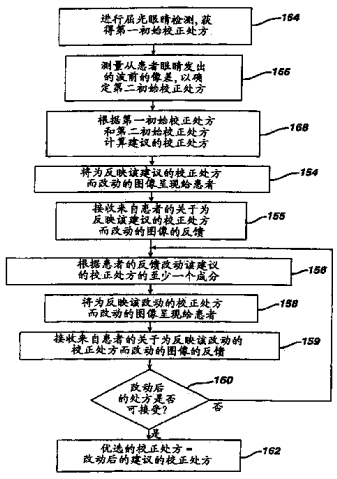
[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 杨 凯 陈景峻

权利要求书 3 页 说明书 8 页 附图 4 页

[54] 发明名称 波前测量的主观改进

[57] 摘要

一种用于根据患者的反馈对矫正处方进行主观改进的装置和方法。 对矫正处方进行主观改进的方法是：测量从眼睛发出的波前的像差；根据所述测量的像差计算建议的矫正处方；将反映所述建议的矫正处方的图像呈现给患者；以及根据患者的反馈通过连接到处理器的输入装置改动所述建议的矫正处方，以获得优选矫正处方。




ISSN1008-4274

知识产权出版社出版

1. 一种用于获得对患者眼睛的优选矫正处方的方法，所述方法包括:

(a)测量从所述眼睛发出的波前的像差;

(b)根据所述测量的像差计算建议的矫正处方;

(c)将为反映所述建议的矫正处方而改动过的图像呈现给患者;

(d)接受患者对反映所述建议的矫正处方而改动的所述图像的反馈;

(e)根据所述患者反馈改动所述建议的矫正处方;

(f)将为反映所述改动的建议的矫正处方而改动的图像呈现给患者; 以及

(g)接收来自患者的关于为反映所述改动的建议的矫正处方而改动的所述图像的反馈。

2. 如权利要求1所述的方法，其特征在于还包括:

(g)重复步骤(e)、(f)和(g)，直到获得优选矫正处方为止。

3. 如权利要求1所述的方法，其特征在于: 所述步骤(c)和(f)的改动功能是利用自适应光学装置进行的。

4. 如权利要求1所述的方法，其特征在于: 所述步骤(c)和(f)的改动功能是利用可变形镜面进行的。

5. 如权利要求1所述的方法，其特征在于: 所述步骤(c)和(f)的图像是改动前的同一图像。

6. 一种用于获得对患者眼睛的优选矫正处方的方法，所述方法包括以下步骤:

(a)进行屈光眼睛检测，获得第一初始矫正处方;

(b)测量所述眼睛发出的波前的像差，根据所述测量的像差确定第二初始矫正处方;

(c)根据所述第一初始矫正处方和所述第二初始矫正处方计算建议的矫正处方;

(d)将为反映所述建议的矫正处方而改动过的图像呈现给患者;

(e)接收来自患者的关于为反映所述建议的矫正处方而改动的所述图像的反馈;

(f)根据所述患者反馈改动所述建议的矫正处方;

(g)将为反映所述改动的建议的矫正处方而改动的图像呈现给患者;以及

(h)接收来自患者的关于为反映所述改动的建议的矫正处方而改动的所述图像的反馈。

7. 如权利要求6所述的方法,其特征在于还包括:

(i)重复步骤(f)、(g)和(h),直到获得优选矫正处方为止。

8. 如权利要求6所述的方法,其特征在于:所述步骤(g)包括将未改动的图像传送到自适应光学装置并调节所述自适应光学装置来改动所述未改动的图像,以便反映所述改动的矫正处方。

9. 如权利要求6所述的方法,其特征在于:所述建议的矫正处方包括从由以下各种成分构成的组中选择的一种或多种成分:散焦、散光、球面像差、彗形像差像差、三叶像差、四叶像差和五叶像差。

10. 如权利要求6所述的方法,其特征在于:所述建议的矫正处方是光程差测量。

11. 一种用于获得对患者眼睛的优选矫正处方的装置,所述装置包括:

能够测量所述眼睛的像差的波前测量装置;

与所述波前测量装置通信的处理器,用于确定包括一种或多种成分的建议的矫正处方;

与所述处理器通信的输入装置,用于根据患者的反馈改动所述一种或多种成分中的至少一种成分,以获得所述优选矫正处方;以及

与所述处理器通信的显示装置,用于将图像呈现给所述眼睛,可

以通过改动所述一种或多种成分中的所述至少一种成分来改动所述图像，以便反映通过所述输入装置而改动的所述建议的矫正处方。

12. 如权利要求 11 所述的装置，其特征在于所述显示装置包括：

能够发送图像的投影仪；

能够改动由所述投影仪发出的所述图像的自适应光学装置；以及

其中，所述处理器配置成根据基于患者的反馈而改动的所述建议处方来调节所述自适应光学装置。

13. 如权利要求 11 所述的装置，其特征在于：所述自适应光学装置包括可变形镜面。

14. 如权利要求 11 所述的装置，其特征在于：所述显示装置包括监视器。

15. 如权利要求 11 所述的装置，其特征在于：所述输入装置是从由以下各种装置组成的组中选取的：键盘、操纵杆、送话器、鼠标和光笔。

16. 一种用于根据波前测量装置测量的像差获得对患者眼睛的优选矫正处方的装置，所述装置包括：

处理器，用于根据由所述波前测量装置测量的所述像差确定建议的矫正处方，所述建议的矫正处方包括一种或多种成分；

与所述处理器通信的输入装置，用于根据患者的反馈改动所述一种或多种成分中的至少一种成分，以获得所述优选矫正处方；以及

与所述处理器通信的显示装置，用于将图像呈现给所述眼睛，可以通过改动所述一种或多种成分中的所述至少一种成分来改动所述图像，以便反映通过所述输入装置而改动的所述建议的矫正处方。

# 波前测量的主观改进

## 发明领域

本发明涉及用于拟定矫正眼处方的光学仪器，更具体地说，涉及根据波前测量装置(WMD)所确定的像差主观改进的矫正处方的装置和方法。

## 发明背景

眼睛是一种光学系统，它具有数个光学元件用以聚焦代表进到眼内视网膜上图像的光线。在视网膜上产生的图像清晰度是确定眼睛视敏度的因素。但晶状体内的缺陷以及眼内的其它成分和材料会使光线偏离理想路径。这些偏离，称为像差，导致图像模糊和视敏度降低。因此，使用测量像差的方法和装置来纠正这些问题。

测定由眼睛引入的像差的一种方法涉及测定从眼睛出来的光线中所引入的像差。聚焦到眼睛内视网膜上某一点的输入光束以波前的形式从眼睛中反射或散射出来。波前含有在波前通过眼睛的光学元件时和从眼睛出来时所引入的像差。可以通过测定所述波前各分立部分(即各样本)的传播方向来测定像差，从而可以制造矫正透镜和/或进行恢复视敏度的其它矫正措施。

图1是用于测量波前100内的像差和矫正像差的先有技术WMD 10的图解说明。由照射光源104(例如，激光器)产生的输入光束102通过分束器108进入眼睛106，聚焦到眼睛106内视网膜112上的一个小点110上。从视网膜112(它起漫反射器的作用)上点110反射的波前100，当其经过眼106内的晶状体和其它成分及材料时，就有了像差。在理想的眼睛里，波前100应没有像差。但在有缺陷的眼睛106里，就会引入像差，因为波前100从眼睛里出来，就产生了含有像

差的缺陷波前。

在返回的路径上，波前 100 通过分束器 108 到达传感器 114，传感器 114 包括例如 Hartman-Shack 小透镜阵列 116 和含有电荷耦合器件(CCD)的成像装置 118。设置在眼睛 106 和分束器 108 之间的四分之一波板 120 是一种已知技术，用于控制进入眼睛 106 的输入光束 102 和从眼睛 106 出来的波前 100 的偏振，以使波前 100 能通过分束器 108 到达波前传感器 114。附加透镜 122 设置在眼睛 106 和波前传感器 114 之间，以便将眼睛 106 的瞳孔面以所需的放大倍数成像到波前传感器 114 上。波前传感器 114 检测到的信息由处理器 124 处理以确定波前 100 的像差，用以拟定对眼睛 106 的矫正处方。

虽然图 1 所示的 WMD 10 能够以高精确度测定由眼睛 106 引入的像差，但拟定矫正处方必需准确适合患者的视觉需要。而且，视力矫正涉及知觉方面(即精神物理学)，这是用传统 WMD 不能捕获的。因此需要在拟定矫正处方时能获得来自患者的主观反馈。于是，需要基于 WMD 所测定的像差来主观改进的矫正处方的方法和装置。本发明满足了这种需要。

**发明概述**

本发明公开了基于 WMD 所测定的像差主观改进的矫正处方的方法和装置。在本发明中，改变图像以反映矫正处方，并将图像呈现给患者。接收来自患者的反馈来改变矫正处方，再次改变图像，将所述图像再呈现给患者，以便再次接收来自患者的反馈。此过程反复进行，直到呈现给患者的图像可被患者接受为止。此时的矫正处方即是患者的优选矫正处方。

本发明的一个方面是获得患者眼睛的优选矫正处方的方法。所述方法包括：测量从眼睛发出的波前的像差；根据所测量的像差计算建议的矫正处方；将改动过的反映建议的矫正处方的图像呈现给患者；接收患者对改动过的反映建议的矫正处方的图像的反馈；基

于患者的反馈改动建议的矫正处方；将反映改动了的矫正处方的改动的图像呈现给患者；接受患者对反映改动了的矫正处方的改动过的图像的反馈。然后基于患者的反馈改动矫正处方，并将反映改动了的矫正处方的改动过的图像呈现给患者，以便患者作出反馈，如此反复进行，以获得优选的矫正处方。

本发明的另一方面是一种用于获得患者眼睛的优选矫正处方的装置。所述装置包括；能够测量眼睛像差的 WMD；处理器，它配置成基于所述测量的像差确定建议的矫正处方(包括一个或多个成分)；显示装置，用于将反映矫正处方的图像呈现给患者；以及输入装置，它能根据患者的反馈改动所述一个或多个成分中的至少一个成分来获得优选的矫正处方。

**附图简要说明**

图 1 是用于测量由眼睛引入的像差的先有技术 WMD 的方框图；

图 2 是按照本发明的能够主观改进的矫正处方的波前测量装置的方框图；

图 3 是按照本发明的用于主观改进由 WMD 确定的矫正处方的波前测量方法的流程图；以及

图 4 是按照本发明的用于主观改进的矫正处方的另一波前测量方法的流程图。

**发明的详细说明**

图 2 所示为眼科波前测量系统，它能接收来自患者的反馈，以便根据 WMD 130 所测量的像差改进矫正处方。概述一下所述实施例：WMD 130 产生输入光束 102，光束 102 进入眼睛 106 并被反射而产生波前 100，波前 100 反向传播越出眼睛 106。利用 WMD 130 测量波前 100 内的像差。处理器 132 接收来自 WMD 130 的像差信息并拟定建议的矫正处方。然后将根据建议的矫正处方而改动的图像 133 通过显

示装置 134 呈现给患者。患者观看图像 133 并通过输入装置 136 提供与建议的矫正处方有关的反馈以便改动建议的矫正处方中的一些成分。然后按照改动过的矫正处方来改动图像 133 并呈现给患者以便患者再次提供反馈，直到获得最终的优选矫正处方为止。以下将对本实施例的波前测量系统作更详细的说明。

WMD 130 捕获有关眼睛 106 的像差信息。在所示实施例中，WMD 130 连接到矫正处理器 132，以将捕获的信息直接传送给处理器。或者，捕获的信息也可由 WMD 130 存储在计算机可读介质例如软盘上，再传送到矫正处理器 132。WMD 130 可以是传统类型的 WMD，例如 Wavefront Science，Inc. 生产的 Complete Ophthalmic Analysis System™。

矫正处理器 132 分析来自 WMD 130 的捕获的像差信息，产生关于眼睛 106 的建议的矫正处方。矫正处理器 132 还分析通过输入装置 136 接收的反馈来改动所述建议的矫正处方。矫正处理器产生用于在显示装置 134 上显示图像 133 的信号，所述图像 133 反映所建议和改动过的矫正处方。矫正处方可以包括诸如球面、柱面以及传统像差轴(即：散焦，散光)等像差信息。此外矫正处方可以包括非传统像差的像差成分，例如球面像差、彗形像差、三叶像差、四叶像差和五叶像差。矫正处方可用 Seidel(赛德尔)和/或 Zermike 系数来表示。或者，矫正处方可用光程差(OPD)测量结果来表表示。

输入装置 136 接收来自患者的反馈。在所示实施例中，输入装置 136 连接到矫正处理器 132，并可以是任何传统的输入装置，例如操纵杆、键盘、光笔、话筒或是能将来自患者的信息转换成适合于由处理器 132 处理的信息的任何装置。

显示装置 134 配置成接收来自处理器 132 的信号并显示为反映由处理器 132 确定的处方而改动的图像 133。按照特定处方改动图像 133，使得图像 133 对于眼睛 106 来说就好像是不戴矫正眼镜就矫正的那样。在所示实施例中，显示装置 134 包括投影图像 133 的投影

仪 138 和改动图像 133 的自适应光学装置 140。在另一实施例中，显示装置 134 是监视器，它显示模拟改变建议的矫正处方的一些成分的效果的图像。

图像 133 是具有足够细节使患者可以检测像差变化的目标或对象。在一个实施例中，图像 133 具有这样的尺寸，使得眼睛 106 在图像改变时能凝视在图像 133 上，从而允许在轴向中心、在稳定的凝视状态下来测定像差。在另一实施例中，在图像 133 上作中心凝视点的标记，以免由于图像尺寸的缘故使眼睛偏离轴线。可以考虑采用能跟踪眼睛移动和补偿离轴像差测量结果的系统，从而允许使用会使眼睛偏离轴线的图像。

投影仪 138 是已知的投影仪，可以包括用于将投影图像 133 准直的传统透镜。自适应光学装置 140 是能够基于来自处理器 132 的信号改动投影仪 138 投影的图像 133 的装置。可以通过配置自适应光学装置 140 来改动相对于眼睛 106 所显示的图像 133。自适应光学装置 140 可以是已知的可变形镜面，它具有能对矫正处理器 132 的信号作出响应而变形的表面，以改变偏离的投影图像 133。在另外的实施例中，自适应光学装置 140 可以是液晶装置、微型机械反射镜或能够改变投影图像 133 的其它适用的装置。

光组合器 142 将显示装置 134 投影的图像 133 置于与输入光束 102 相同的光路中。光组合器 142 可以是分光镜，它可通过一种频率的光而反射其它频率的光。在一个实施例中，分光镜通过来自照明光源 104 的光的频率(图 1)，并反射由投影仪 138 投影的光的频率，这样将输入光束 102 和投影图像 133 组合到同一光路中，到达眼睛 106。

在另外的实施例中，来自显示装置 134 的图像不与输入光束 102 组合，这样就不需要组合器 142。如果显示装置 134 是监视器，或如果 WMD 130 与包括矫正处理器 132、显示装置 134 以及输入装置 136 的装置相分离的话，那么，图像 133 就不与输入光束 102 组合。在

使用分离装置的情况下，由眼睛 106 引入的像差由 WMD 130 测量并存储。然后，分离装置根据存储的像差测量结果拟定建议的矫正处方，向患者显示建议的矫正处方，并根据患者的反馈改动建议的矫正处方，从而为患者计算一个最终的优选矫正处方。对于本专业的技术人员来说，各种类似的不同实施例是显而易见的。

使用时，图 2 所示的波前测量系统可以用来实施图 3 的流程图所示的过程，对 WMD 130 所测定的矫正处方进行主观改进，如以下参考图 2 所详细描述的。

在 150，测量眼睛 106 的波前像差，在本实施例中使用 WMD 130。

在 152，根据在 150 测量的像差计算建议的初始矫正处方。初始建议的矫正处方是在患者的主观反馈之前对眼睛 106 的矫正处方的客观确定。建议的矫正处方可以包括多种像差成分，例如球面、柱面、轴向、球面因素、彗形像差因素、三叶像差因素、四叶像差因素以及五叶像差因素等，如上述。

在 154，为反映建议的矫正处方而改动的图像 133 通过显示装置 134 呈现给患者。在一个实施例中，图像 133 由投影仪 138 投影，然后由自适应光学装置 140 改动。然后由光组合器 142 将图像 133 与来自波前测量装置 130 的输入光束 102 组合，并传送到患者的眼睛 106。

在 155，接收患者对为反映建议的矫正处方而改动的图像的反馈。在一个实施例中，患者通过输入装置 136 直接向矫正处理器 132 提供反馈。例如，如果输入装置 136 是操纵杆，上下移动操纵杆，患者就可影响建议的矫正处方的柱面成分；左右移动操纵杆，患者就可影响建议的矫正处方的光轴成分。对于本专业的技术人员来说，使用输入装置 136 来改动建议的矫正处方中一些成分的各种不同的实施例是显而易见的。在另一实施例中，第三方(例如，配镜师)接收患者的反馈，并通过输入装置 136 将反馈提供给矫正处理器 132。

在 156，基于患者的反馈，改动建议的矫正处方的至少一个成分。

建议的矫正处方的成分是通过输入装置 136 将数据提供到矫正处理器 132 来改动的。

在 158，将反映已改动的建议的矫正处方的改动过的图像 133 通过显示装置 134 提供给患者。在一个实施例中，已改动的建议的矫正处方用在 154 所述的同样方式呈现给患者。

在 159，接收患者对为反映已改动的建议的矫正处方而改动的图像 133 的反馈，如在 155 所述。反馈可以是患者认为已改动的建议的矫正处方可以接受的一种表示。

在 160，对于已改动的建议的矫正处方是否可被患者接受作出决定。如果已改动的建议的矫正处方不能被接受，或患者希望进一步改动处方，流程回到 156，并重复 156－160，直到已改动的建议的矫正处方可被患者接受为止。如果处方可以接受，则流程进到 162。

在 162，指定基于患者反馈的已改动的建议的矫正处方为所述患者的优选矫正处方。优选矫正处方是基于 WMD 130 所测定的像差的眼睛 106 的建议的矫正处方的主观改进版本。通过对建议的矫正处方进行主观修改，可以得到适应与视力矫正相关联的精神物理学方面的矫正处方，从而得到按照患者视力需要准确定制的矫正处方。

图 4 示出主观改进的矫正处方的另一种方法的流程图。所述方法类似于图 3 所示的方法，相同的步骤具有相同的标号。所以，以下仅说明与图 3 所示的不同的步骤。

在 164，利用已知的自动折射器或眼网膜镜进行传统的屈光眼睛检查，获得第一初始矫正处方，所述处方包括矫正诸如散焦和散光(即球面，柱面和轴线)等传统像差成分。最好传统屈光眼睛检查包括主观改动诸如散焦和散光等传统像差成分，以获得第一初始矫正处方。

在 166，使用传统设计的 WMD 130 来获得第二初始矫正处方，它包括矫正非传统像差的成分，例如球面像差、彗形像差、三叶像差、四叶像差、五叶像差以及其它的不规则性。

在 168，基于在 164 确定的第一初始矫正处方和在 166 确定的第

二初始矫正处方，计算建议的矫正处方。在一个实施例中，计算建议的矫正处方包括将第一初始矫正处方的传统像差成分和第二初始矫正处方的非传统像差成分组合起来。

在这样描述了本发明的一些具体实施例之后，本专业的技术人员就很容易想到各种变化、修改和改进。因本发明的公开而变得显而易见的这些变化、修改和改进应视为在本发明的精神和范围之内。所以，上述说明仅为示例，而非限制。本发明仅由以下权利要求书和其等效物所限制。

图 1 先有技术

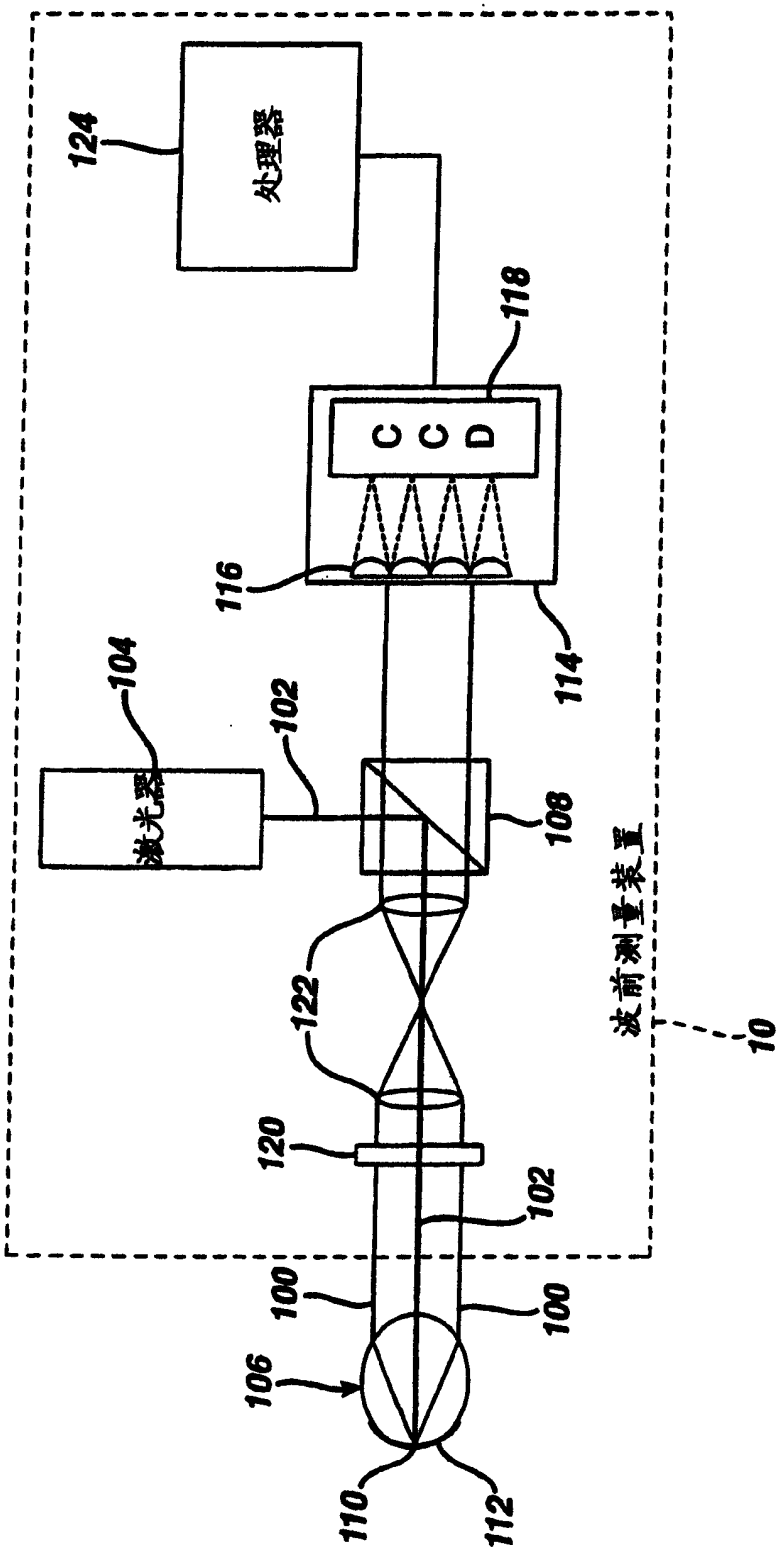

处理器
124
118
C C D
116
114
104
102
激光器
108
122
120
102
100
100
106
110
112
波前测量装置
10

图 2

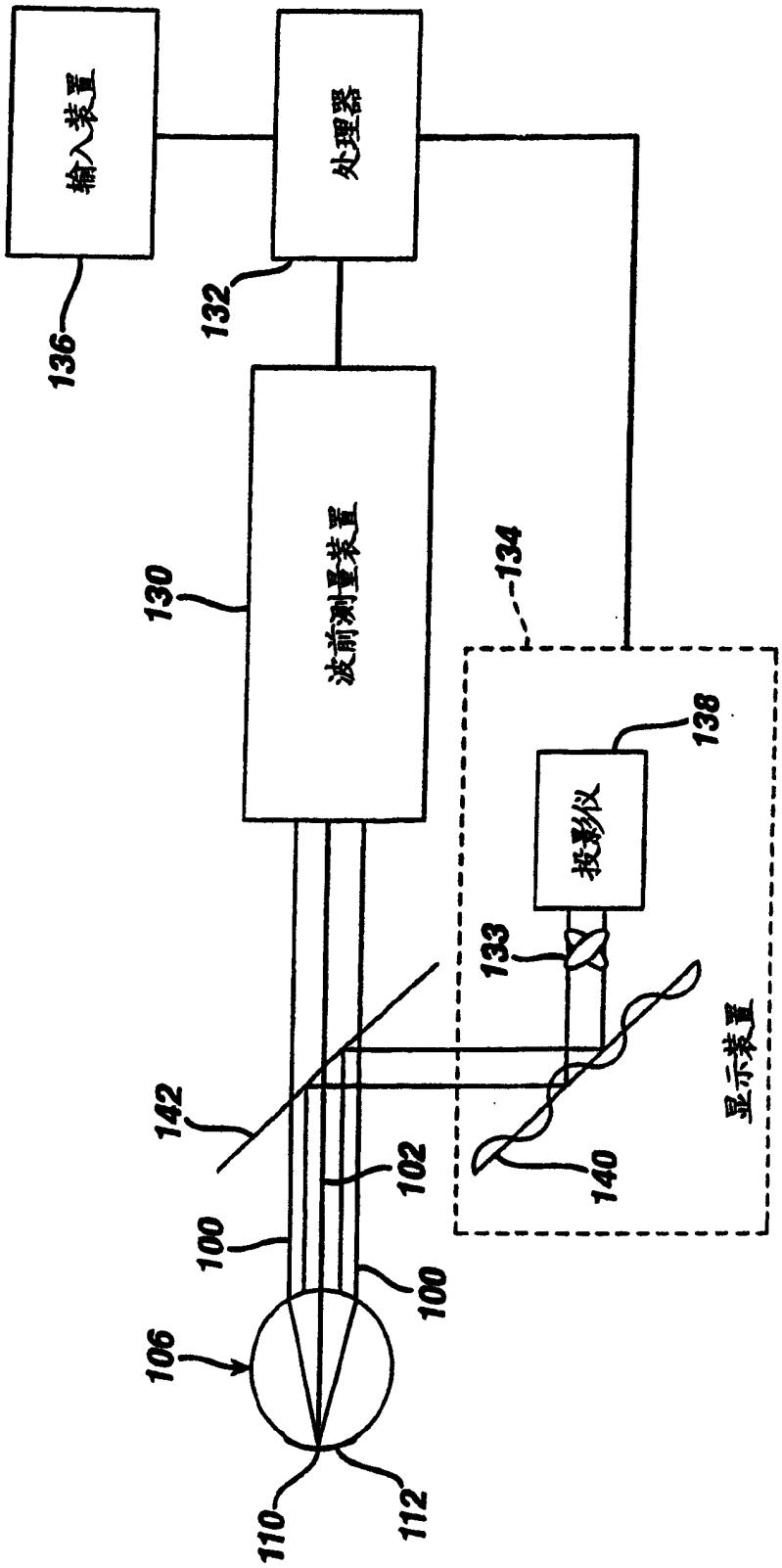

输入装置
处理器
136
132
波前测量装置
130
134
投影仪
138
133
显示装置
142
102
140
100
100
106
110
112

图 3

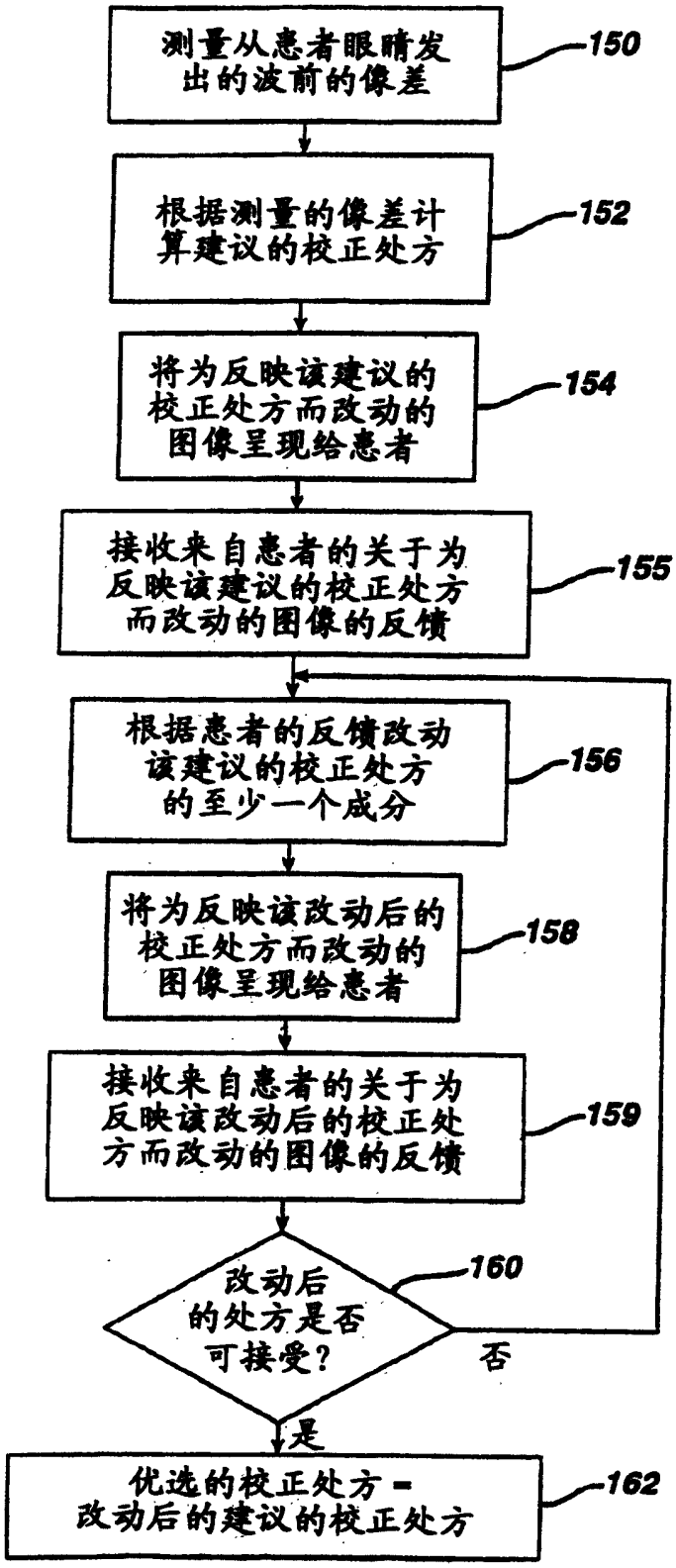
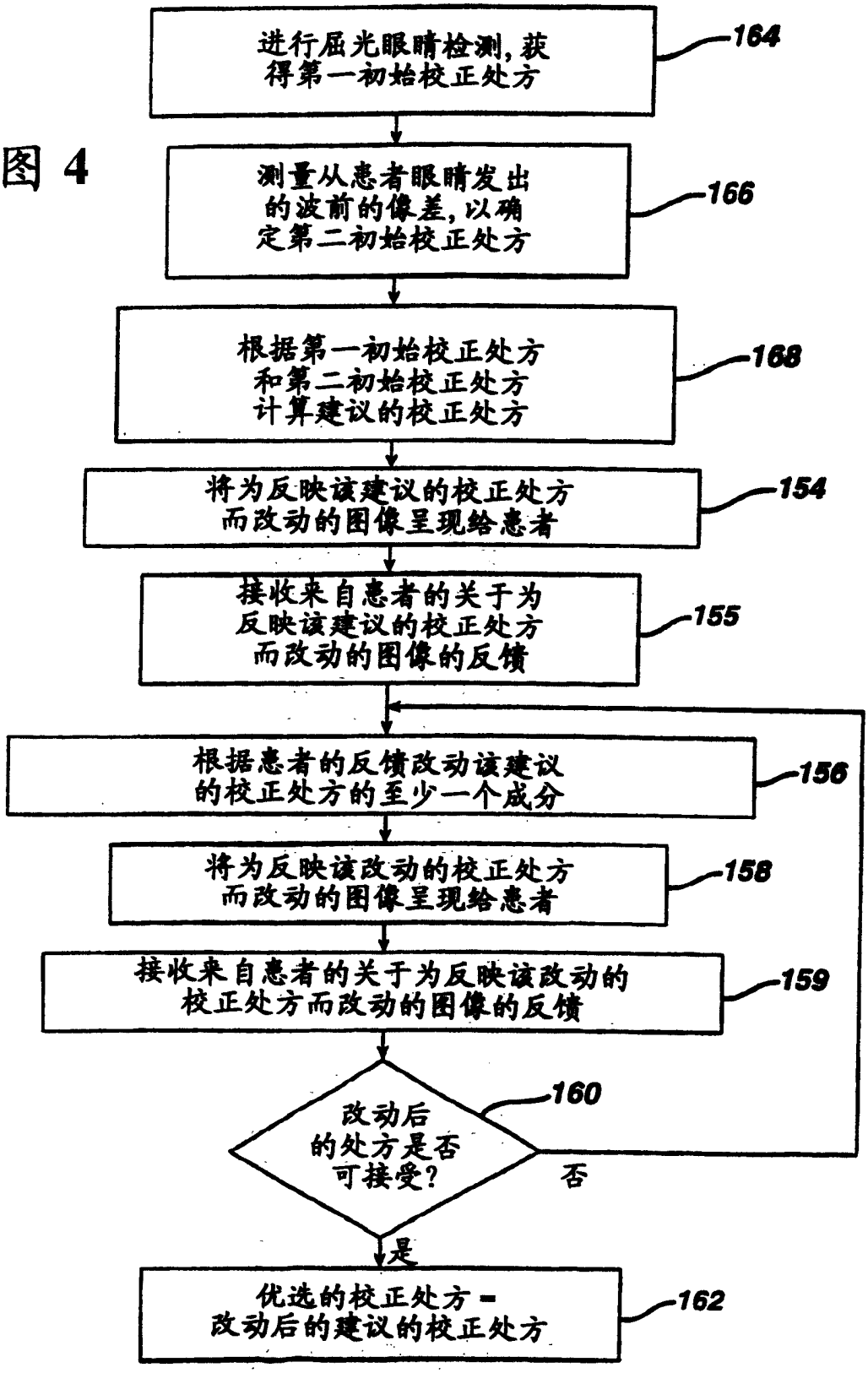

测量从患者眼睛发出的波前的像差
150
根据测量的像差计算建议的校正处方
152
将为反映该建议的校正处方而改动的图像呈现给患者
154
接收来自患者的关于为反映该建议的校正处方而改动的图像的反馈
155
根据患者的反馈改动该建议的校正处方的至少一个成分
156
将为反映该改动后的校正处方而改动的图像呈现给患者
158
接收来自患者的关于为反映该改动后的校正处方而改动的图像的反馈
159
改动后的处方是否可接受?
160
否
是
优选的校正处方 = 改动后的建议的校正处方
162

图 4


进行屈光眼睛检测，获得第一初始校正处方
164
测量从患者眼睛发出的波前的像差，以确定第二初始校正处方
166
根据第一初始校正处方和第二初始校正处方计算建议的校正处方
168
将为反映该建议的校正处方而改动的图像呈现给患者
154
接收来自患者的关于为反映该建议的校正处方而改动的图像的反馈
155
根据患者的反馈改动该建议的校正处方的至少一个成分
156
将为反映该改动的校正处方而改动的图像呈现给患者
158
接收来自患者的关于为反映该改动的校正处方而改动的图像的反馈
159
改动后的处方是否可接受？
160
否
是
优选的校正处方＝改动后的建议的校正处方
162