



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103358574 B

(45)授权公告日 2018.04.27

(21)申请号 201310111003.8

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2013.04.01

B29D 11/00(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

(56)对比文件

申请公布号 CN 103358574 A

US 2009/0053351 A1,2009.02.26,

(43)申请公布日 2013.10.23

审查员 黄玥

(30)优先权数据

61/618073 2012.03.30 US

(73)专利权人 庄臣及庄臣视力保护公司

地址 美国佛罗里达州

(72)发明人 C.维尔德史密斯 M.F.维曼

J.P.亚当斯

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 徐予红 朱海煜

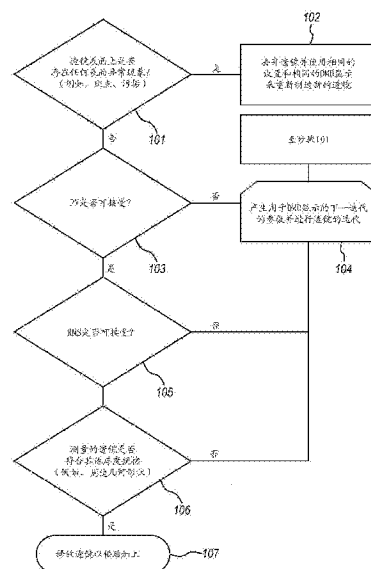
权利要求书3页 说明书18页 附图10页

(54)发明名称

轮廓形成控制

(57)摘要

本发明涉及一种轮廓形成控制。本发明描述用于实施收敛工艺以向透镜设计收敛的方法和装置,其中可修改前一DMD显示以用于后续迭代。在优选实施例中,可在收敛工艺期间启用迭代循环,其中可实施以下各者的一者或多者:技术、模式、以及厚度校正方法。



1. 一种经由轮廓形成装置控制眼科装置的制造的方法,所述方法包括下列步骤:
  - (a) 向所述轮廓形成装置发出数字微镜装置DMD显示指令以制造眼科装置;
  - (b) 基于所述DMD显示指令用所述轮廓形成装置制造所述眼科装置;
  - (c) 测量所述眼科装置;
  - (d) 确定所述眼科装置是否符合透镜设计的验收标准;以及其中
  - (e) 在确定所述眼科装置不符合所述验收标准之后,所述方法还包括下列步骤:
  - (f) 执行收敛工艺以朝所述透镜设计收敛所述眼科装置,其中所述收敛工艺包括步骤
  - (g) 基于所述测量步骤的结果来修改所述DMD显示指令以产生能够形成更加接近所述透镜设计的后续不同的眼科装置的后续不同的DMD显示指令。
2. 根据权利要求1所述的方法,还包括步骤(h) 基于后续DMD显示指令用所述轮廓形成装置制造后续眼科装置。
3. 根据权利要求2所述的方法,还包括重复步骤(g) 和(h),直至确定所述眼科装置符合所述透镜设计的所述验收标准为止。
4. 根据权利要求1至3中任一项所述的方法,其中所述轮廓形成装置包括数字微镜装置DMD。
5. 根据权利要求1至3中任一项所述的方法,其中所述收敛工艺包括收敛遮罩技术。
6. 根据权利要求5所述的方法,其中所述收敛遮罩技术包括限定选择的遮罩区域并在所述选择的遮罩区域内选择性地执行所述收敛工艺。
7. 根据权利要求5所述的方法,其中所述收敛遮罩技术包括限定选择的遮罩区域并在所述选择的遮罩区域外选择性地执行所述收敛工艺。
8. 根据权利要求6所述的方法,其中所述选择的遮罩区域包括区域。
9. 根据权利要求6所述的方法,其中所述选择的遮罩区域包括区段。
10. 根据权利要求6所述的方法,其中所述选择的遮罩区域包括半径和扇形中的一者或多者。
11. 根据权利要求7所述的方法,其中所述选择的遮罩区域包括区域。
12. 根据权利要求7所述的方法,其中所述选择的遮罩区域包括区段。
13. 根据权利要求7所述的方法,其中所述选择的遮罩区域包括半径和扇形中的一者或多者。
14. 根据权利要求6或7所述的方法,其中所述收敛遮罩技术包括一个或多个融合区。
15. 根据权利要求14所述的方法,其中所述融合区包括一个或多个特定区,所述一个或多个特定区将所述选择的遮罩区域连接到一个或多个未遮罩区域。
16. 根据权利要求1至3中任一项所述的方法,其中所述收敛工艺包括收敛模态。
17. 根据权利要求16所述的方法,其中所述收敛模态包括在所测量的眼科装置的与目标厚度相比过厚的区域中修改所述指令,并且在所测量的眼科装置的与目标厚度相比过薄的区域中修改所述指令。
18. 根据权利要求16所述的方法,其中所述收敛模态包括仅在所测量的眼科装置的与目标厚度相比过薄的区域中修改所述指令。
19. 根据权利要求17所述的方法,其中修改所述指令包括在所测量的眼科装置的与所述目标厚度相比过薄的所述区域中增加指令。

20. 根据权利要求18所述的方法, 其中修改所述指令包括在所测量的眼科装置的与所述目标厚度相比过薄的所述区域中增加指令。

21. 根据权利要求16所述的方法, 其中所述收敛模态包括仅在所测量的眼科装置的与目标厚度相比过厚的区域中修改所述指令。

22. 根据权利要求17所述的方法, 其中修改所述指令包括在所测量的眼科装置的与所述目标厚度相比过厚的所述区域中减少指令。

23. 根据权利要求21所述的方法, 其中修改所述指令包括在所测量的眼科装置的与所述目标厚度相比过厚的所述区域中减少指令。

24. 根据权利要求16所述的方法, 其中所述收敛模态包括活塞移位技术。

25. 根据权利要求24所述的方法, 其中所述活塞移位技术包括使前一DMD显示指令的选择的部分的一个或多个执行等量的均匀位移。

26. 根据权利要求16所述的方法, 其中所述收敛模态包括顶点锁定技术。

27. 根据权利要求26所述的方法, 其中所述顶点锁定技术包括锁定的顶点处的指令 $I_{CT}$ , 其中所述顶点处的指令 $I_{CT}$ 被设定成特定值, 所述特定值在后续迭代期间保持恒定。

28. 根据权利要求1至3中任一项所述的方法, 其中所述收敛工艺包括厚度校正方法。

29. 根据权利要求28所述的方法, 其中所述厚度校正方法包括以下中的一种或多种: 百分比方法、算术方法、以及割线方法。

30. 根据权利要求28所述的方法, 其中所述厚度校正方法包括一个或多个数据点的过滤过程。

31. 根据权利要求30所述的方法, 其中所述过滤过程包括以下中的一者或多者: 限定、检测、移除、以及校正给定数据中的错误。

32. 根据权利要求28所述的方法, 其中所述厚度校正方法包括一个或多个数据点的表面拟合过程。

33. 根据权利要求32所述的方法, 其中所述表面拟合过程包括通过实施内插法和平滑法中的任一种来构建表面和数学函数中的一者或两者, 所述表面和数学函数与一系列所述数据点具有最佳拟合。

34. 根据权利要求28所述的方法, 其中所述厚度校正方法包括均匀空间增益方法。

35. 根据权利要求34所述的方法, 其中所述均匀空间增益方法提供欲横跨训练区域施用的一种或多种相同的所述厚度校正方法, 其中增益量级因数在每个像素位置处是相等的。

36. 根据权利要求35所述的方法, 其中所述厚度校正方法包括非均匀空间增益方法。

37. 根据权利要求36所述的方法, 其中所述非均匀空间增益方法包括横跨所述训练区域施用的一种或多种相同的所述厚度校正方法, 其中所述增益量级因数在每个像素位置处可为不同的。

38. 根据权利要求36所述的方法, 其中所述非均匀空间增益方法包括基于函数的非均匀空间增益方法。

39. 根据权利要求38所述的方法, 其中所述基于函数的非均匀空间增益方法包括将所述增益量级因数与所述像素的径向位置相关联。

40. 根据权利要求36所述的方法, 其中所述非均匀空间增益方法包括直接映射非均匀

空间增益方法。

41. 根据权利要求40所述的方法, 其中所述直接映射非均匀空间增益方法包括平衡来自训练区域的对应数据, 所述训练区域来源于以下中的一者或多者: 先前DMD显示、所测量的眼科装置、以及所述透镜设计, 其中期望的所述增益量级因数可在每个像素位置处计算。

42. 一种用于修改数字微镜装置显示的设备, 所述设备用于形成向透镜设计收敛的轮廓形成眼科透镜, 所述设备包括:

计算机处理器, 所述计算机处理器与轮廓形成装置数字通信; 以及

数字媒体存储装置, 所述数字媒体存储装置与所述计算机处理器通信, 并且其中存储在所述数字媒体存储装置上的是可执行软件代码, 所述可执行软件代码可在需要时执行, 以实施前述权利要求中任一项所述的方法。

43. 根据权利要求42所述的设备, 其中存储在所述数字媒体存储装置上的是描述数据清单的数字数据, 其中所述数据包括透镜设计数据和DMD显示数据中的一者或两者。

## 轮廓形成控制

[0001] 使用领域

[0002] 本发明描述经由轮廓形成装置来控制制品制造的方法和设备。更具体地讲,可基于收敛工艺控制轮廓形成设备来制造一系列轮廓形成透镜,直至透镜设计符合验收标准为止。

### 发明内容

[0003] 因此,本发明的一个方面是用于执行收敛工艺来形成符合透镜设计验收标准的轮廓形成接触镜片。例如,DMD显示可形成不符合验收标准的透镜,其中可针对后续迭代启动收敛工艺。在收敛工艺期间所使用的遮罩技术、收敛模态、以及厚度校正方法中的一种或多种可为多种多样的。

[0004] 遮罩技术可包括半径遮罩技术、扇形遮罩技术、区段遮罩技术、以及区域遮罩技术中的一种或多种,其中可视需要应用融合区(Blend Zone)。模态可包括一侧收敛模态和两侧收敛模态中的一种或多种。因此,当执行一侧收敛模态和两侧收敛模态中的一者或两者时,可使用顶点锁定技术和活塞移位技术中的一者或两者。

[0005] 此外,厚度校正方法可包括百分比厚度校正方法、算术厚度校正方法、以及割线厚度校正方法中的一种或多种。在利用厚度校正方法时,可应用均匀空间增益方法和非均匀空间增益方法中的任一者。可存在多种类型的非均匀空间增益方法,包括基于函数的非均匀空间增益方法和直接映射非均匀空间增益方法。

[0006] 本发明提供一种经由轮廓形成装置控制眼科装置的制造的方法,所述方法包括:

[0007] (a) 向轮廓形成装置发出指令以制造眼科装置;

[0008] (b) 基于所述指令用所述轮廓形成装置制造所述眼科装置;

[0009] (c) 测量所述眼科装置;

[0010] (d) 确定所述眼科装置是否符合透镜设计的验收标准;且其中

[0011] (e) 在确定所述眼科装置不符合所述验收标准之后,所述方法还包括

[0012] (f) 执行收敛工艺以朝所述透镜设计收敛所述眼科装置。

[0013] 所述收敛工艺可包括(g) 修改前一指令以产生能够形成后续眼科装置的后续指令。

[0014] 所述方法还可包括(h) 基于所述后续指令用所述轮廓形成装置制造后续眼科装置。

[0015] 所述方法还可包括重复步骤(g) 和(h),直至确定眼科装置符合透镜设计的验收标准为止。

[0016] 所述轮廓形成装置可包括数字微镜装置(digital micromirror device;DMD),并且所述指令或每个指令可为DMD显示指令。

[0017] 所述收敛工艺可包括收敛遮罩技术。

[0018] 所述收敛遮罩技术可包括限定所选遮罩区域并在所述所选遮罩区域内选择性地执行所述收敛工艺。

[0019] 所述收敛遮罩技术可包括限定所选遮罩区域并在所述所选遮罩区域外选择性地执行所述收敛工艺。

[0020] 所述所选遮罩区域可包括以下中的一者或多者：半径、扇形、区段、以及区域。

[0021] 所述收敛遮罩技术可包括一个或多个融合区。

[0022] 所述融合区可包括一个或多个特定区，所述一个或多个特定区将所述所选遮罩区域连接到一个或多个未遮罩区域。

[0023] 所述收敛工艺可包括收敛模态。

[0024] 所述收敛模态可包括在测量的眼科装置的与目标厚度相比过厚的区域中修改前一指令，并且在测量的眼科装置的与目标厚度相比过薄的区域中修改前一指令。

[0025] 所述收敛模态可包括仅在测量的眼科装置的与目标厚度相比过薄的区域中修改前一指令。

[0026] 修改前一指令可包括在测量的眼科装置的与目标厚度相比过薄的区域中增加指令。

[0027] 所述收敛模态可包括仅在测量的眼科装置的与目标厚度相比过厚的区域中修改前一指令。

[0028] 修改前一指令可包括在测量的眼科装置的与目标厚度相比过厚的区域中减小指令。

[0029] 所述收敛模态可包括活塞移位技术。

[0030] 所述活塞移位技术可包括使前一DMD显示指令的选择的部分的一个或多个执行等量的均匀移位。

[0031] 所述收敛模态可包括顶点锁定技术。

[0032] 所述顶点锁定技术可包括锁定的 $I_{CT}$ ，其中所述 $I_{CT}$ 被设定成一特定值，所述特定值在一后续迭代期间保持恒定。

[0033] 所述收敛工艺可包括厚度校正方法。

[0034] 所述厚度校正方法可包括百分比方法、算术方法、以及割线方法中的一种或多种。

[0035] 所述厚度校正方法可包括一个或多个数据点的过滤过程。

[0036] 所述过滤过程可包括以下操作中之一者或多者：限定、检测、移除、以及校正给定数据中的错误。

[0037] 所述厚度校正方法可包括一个或多个所述数据点的表面拟合过程。

[0038] 所述表面拟合过程可包括通过实施内插法和平滑法中的任一者来构建最佳地拟合至一系列所述数据点的表面和数学函数中的一者或两者。

[0039] 所述厚度校正方法可包含均匀空间增益方法。

[0040] 所述均匀空间增益方法可提供欲在其中增益量级因数在每个像素位置处相等的训练区域(Training Region)中施加的一种或多种相同的所述厚度校正方法。

[0041] 所述厚度校正方法可包含非均匀空间增益方法。

[0042] 所述非均匀空间增益方法可包括在其中所述增益量级因数在每个像素位置处可不同的训练区域中施加的一种或多种相同的所述厚度校正方法。

[0043] 所述非均匀空间增益方法可包括基于函数的非均匀空间增益方法。

[0044] 所述基于函数的非均匀空间增益方法可包括使所述增益量级因数与所述像素的

径向位置相关联。

[0045] 所述非均匀空间增益方法可包括直接映射非均匀空间增益方法。

[0046] 所述直接映射非均匀空间增益方法可包括平衡来自训练区域的对应数据,所述训练区域来源于以下中的一者或多者:所述前一DMD显示、所述测量的透镜、以及所述透镜设计,其中期望的所述增益量级因数可在每个像素位置处计算。

[0047] 本发明还提供一种用于修改数字微镜装置显示的设备,所述设备用于形成向透镜设计收敛的轮廓形成眼科透镜,所述设备包括:

[0048] 计算机处理器,与轮廓形成装置数字通信;和

[0049] 数字媒体存储装置,与所述计算机处理器通信,并且其中存储在所述数字媒体存储装置上的是可执行软件代码,所述可执行软件代码可在需要时执行,以实施本文所述的方法。

[0050] 任选地,存储在所述数字媒体存储装置上的是描述数据清单的数字数据,其中所述数据包括透镜设计数据和DMD显示数据中的一者或两者。

## 附图说明

[0051] 图1例示可用于实施本发明的方法步骤;

[0052] 图2a例示可用于实施本发明的半径遮罩技术的例子;

[0053] 图2b例示可用于实施本发明的扇形遮罩技术的例子;

[0054] 图2c例示可用于实施本发明的区段遮罩技术的例子;

[0055] 图2d例示可用于实施本发明的区域遮罩技术的例子;

[0056] 图2e例示可用于实施本发明的融合区的例子;

[0057] 图3例示可用于实施本发明的两侧收敛模态的平坦空间中的图形表示;

[0058] 图4例示可用于实施本发明的利用加厚棘轮工序的一侧收敛模态的平坦空间中的图形表示;

[0059] 图5例示可用于实施本发明的利用减薄棘轮工序的一侧收敛模态的平坦空间中的图形表示;

[0060] 图6和图7例示可用于实施本发明的顶点锁定技术的平坦空间中的图形表示;

[0061] 图8例示可用于实施本发明的活塞移位技术的平坦空间中的图形表示;以及

[0062] 图9例示可用于实施本发明的处理器。

## 具体实施方式

[0063] 本发明提供用于产生和/或修改DMD显示以形成向透镜设计收敛的透镜的方法和设备。以下章节将详细说明本发明的实施例。虽然作了详述,但优选和可供选择实施例均仅为示例性实施例,应理解其变化、修改和更改对于本领域技术人员而言是显而易见的。因此应当了解所述的示例性实施例并不会限制下述发明的各个方面的广泛性。本文所述的方法步骤在此讨论内容中以逻辑序列列出,然而除非具体说明,否则此序列并不限制所述步骤可被实施的顺序。

[0064] 术语

[0065] 在涉及本发明的该说明书和权利要求中,所使用的各个术语定义如下:

[0066] 本文所用的“验收标准”是指特定参数范围和特定参数值中的一者或两者,使得如果成品透镜或透镜坯件的测量的参数落在透镜设计和期望目标文件中的一者或两者的范围内或满足其中的值,则可认为该制成品是可接受的。

[0067] 本文所用的“融合区”是指用于以下一者或两者的连续区域:将透镜的一部分融合到透镜的另一邻接部分;以及将DMD显示的一部分融合到DMD显示的另一邻接部分。混合区是其中透镜一部分的性质与透镜另一邻接部分的性质相融合的区域。

[0068] 本文所用的“目录项”是指可暂时性地或永久性地存储在例如文库或数据库中并可被召回使用而无需重建的文件、特征、组件、设计、数据、或描述符。

[0069] 本文所用的“轮廓形成装置”是指用于制造以下中的一者或多者的设备和方法:透镜坯形、透镜坯件、以及透镜,其中所述器件可涉及例如对光化学辐射、反应混合物、以及DMD器件的使用。

[0070] 本文所用的“收敛 (Convergence)” (在本文中有时也被称为:“收敛工艺”和与“收敛工艺”具有相同意义的“收敛 (converge)”)是指修改指令并在迭代循环中使用所修改指令的过程。迭代可持续进行,直至后续加工的透镜参数满足特定验收标准和期望目标文件中的一者或两者为止。所述指令可为DMD文件或多个DMD文件。

[0071] 本文所用的“弯曲空间”是指其中设计的曲率尚未被移除的坐标映射空间 (例如,笛卡尔 (Cartesian) 坐标、极坐标、球面坐标等)。

[0072] 本文所用的“定制产品”是指包括一个或多个参数的产品,所述一个或多个参数可在其他增量步骤中可用。定制产品参数比标准产品参数容许更精确的球面光焦度、圆柱光焦度、以及圆柱轴 (例如,  $-3.125\text{D}/-0.47\text{D} \times 18^\circ$ ),并可基于对所提供产品的特定使用而包括基础曲线、直径、稳定性分布、以及厚度分布。

[0073] 如本文所使用的术语“期望的目标文件”,“期望的目标文件”或“目标文件”是指可表示以下中的一者或多者的数据:透镜设计、等厚图、透镜坯件设计、透镜坯形设计、透镜坯件结构设计、以及上述组合。期望的目标文件可被表示成处于水合状态或非水合状态中、平坦空间或弯曲空间中、二维空间或三维空间中,并可通过包括但不限于以下的方法表示:几何图、光焦度分布图、形状、特征、厚度等。期望的目标文件可包含位于以规则或不规则方式间隔开的网格上的数据。

[0074] 本文所用的“数字核心间歇 (Digital Core Break)”是指其中选择透镜坯件结构或控制参数或其他特征可相同并可在特定产品范围内保持恒定的产品范围。

[0075] 本文所用的“DMD”是指数字微镜装置,所述数字微镜装置是由安装在CMOS SRAM上的可移动微镜阵列组成的双稳态空间光调制器。可通过将数据载入反射镜下的存储单元来独立控制每个面反射镜使反射光转向,从而将视频数据的像素空间映射到显示器上的像素。数据以二元方式静电地控制反射镜的倾角,其中反射镜状态为+X度 (“开”) 或-X度 (“关”)。例如,在当前器件下,X可为10度或12度 (标称);未来的器件可具有不同的倾角。由“开”反射镜反射的光穿过投影透镜并投射到屏幕上。由“关”反射镜反射的光形成暗场并为图像限定黑色级的底板。图像通过介于“开”电平与“关”电平之间的灰度调节而形成,开关速率快到足以让观看者将其视为完整图像。每个反射镜可自一个或多个DMD显示或不自任何DMD显示接收多个指令。选择反射镜可在透镜制造工艺期间被打“开”。数字微镜装置 (DMD) 可存在于DLP投影系统中。

[0076] 本文所用的“DMD控制软件”是指如下软件：所述软件用于整理及利用可实现透镜坯件或透镜坯件结构的制造的DMD文件和DMD显示。

[0077] 如本文所用的“DMD显示”，“DMD显示”或“DMD文件”是指基于时间的指令数据点和基于厚度的指令数据点中的一者或两者的集合，所述集合可用于启动DMD上的反射镜并能够使透镜或透镜坯件或透镜坯形或透镜坯件结构得以制造。DMD显示可具有各种格式，其中 $(x, y, t)$ 和 $(r, \theta, t)$ 是最常见的格式，其中例如“x”和“y”是DMD反射镜的笛卡尔坐标位置，“r”和“ $\theta$ ”是DMD反射镜的极坐标位置，并且“t”表示用于控制DMD反射镜状态的时间指令。DMD显示可包含位于以规则或不规则方式间隔开的网格上的数据。

[0078] 本文所用的“制造工艺条件”是指用于制造以下中的一者或多者时所使用的设定、条件、方法、设备和工艺：透镜坯件、透镜坯形、以及透镜。

[0079] 本文所用的“过滤”是指包括以下中的一者或多者：限定、检测、移除、以及校正给定数据中的错误，以便将输入数据中的错误对后续分析的影响最小化的工艺。

[0080] 本文所用的“平坦空间”是指其中认为设计的曲率已被移除的坐标映射空间（例如，笛卡尔坐标、极坐标、球面坐标等）。

[0081] 本文所用的“流动透镜反应介质”是指如下反应混合物：所述反应混合物在其自然状态、反应后状态、或部分反应状态中可流动并可经进一步加工而形成成为眼科透镜的一部分。

[0082] 如本文所用的“自由形成”，“自由形成的”或“自由形成”（在本文中有时也被称为：“轮廓形成的”或与“轮廓形成的”具有相同意义的“轮廓形成”）是指如下表面：所述表面是反应混合物经由在体素乘体素的基础上暴露于光化学辐射发生交联而形成，并且未根据注模、车床加工、或雷射烧蚀而成形。自由形成方法及设备的详细说明公开于美国专利公开案No.US2009/0053351和美国专利公开案No.US2009/0051059中。

[0083] 本文所用的“迭代”是指后续DMD文件/DMD显示的形成，所述后续DMD文件/DMD显示随后用于收敛工艺来满足验收标准。

[0084] 本文所用的“迭代循环”是指如下一个或一系列工艺步骤：所述步骤能够实现以下中的一者或多者的制造：透镜、透镜坯件、以及透镜坯件结构，使得每经过一次循环后，透镜、透镜坯件、以及透镜坯件结构可比其在前一循环更符合所期望的透镜设计。收敛工艺可包含一个或多个迭代循环，在所述一个或多个迭代循环中，DMD显示和制造工艺条件中的一者或两者可被修改。

[0085] 如本文所用的“透镜”，“透镜 (Lens或lens)”是指任何驻留于眼睛中或眼睛上的眼科装置。这些装置可提供光学校正或可供装饰用。例如，术语透镜可指用于校正或改进视力或提升眼部机体美观效果（例如虹膜颜色）而不会影响视力的接触镜片、眼内镜片、覆盖镜片、眼嵌入物、光学嵌入物或其它类似的器件。本发明优选的透镜可为由硅氧烷弹性体或水凝胶（包括但不限于硅树脂水凝胶和氟水凝胶）制成的软的接触镜片。

[0086] 本文所用的“透镜设计”是指所期望透镜的形状、功能、或两者，所述形状、功能或两者被加工后可提供光焦度校正、可接受的透镜贴合性（例如，角膜覆盖和运动）、可接受的透镜旋转稳定性等。透镜设计可被表示成处于水合状态或非水合状态中、平坦空间或弯曲空间中、二维空间或三维空间中，并可通过包括以下中的一者或多者的方法表示：几何图、光焦度分布图、形状、特征、厚度等。透镜设计可包含位于以规则或不规则方式间隔开的网

格上的数据。

[0087] 本文所用的“透镜坯件”是指由透镜坯形和与透镜坯形相接触的流动透镜反应介质组成的组合物件,所述透镜坯形可为旋转对称的或非旋转对称的。例如,可在一定体积的反应混合物内制作透镜坯形的过程中形成流动透镜反应介质。从用于制备透镜坯形的一定体积的反应混合物中分离出镜片坯形和流动透镜反应介质,可得到透镜坯件。另外,透镜坯件可通过移除一定量的流动透镜反应介质或将一定量的流动透镜反应介质转化成非流动复合材料而转变为不同的实体。

[0088] 本文所用的“透镜坯件结构”(也被称为“结构”)是指透镜坯形的非流动性底层结构并用作透镜坯件的基础结构。透镜坯件结构可凭经验限定或可由控制参数(高度、宽度、长度、形状、位置等)以数学方式描述,所述控制参数可经由DMD显示指令产生。透镜坯件结构的例子可包括以下中的一个或多个:透镜边缘结构、稳定区结构、智能底层书结构、光学区结构、壕沟结构、排泄通道结构等。透镜坯件结构可使用光化学辐射体素制成并可经进一步加工而被复合到眼科透镜中。

[0089] 本文所用的“透镜坯形”是指可符合经进一步加工被复合到眼科透镜中的非流动性物体。

[0090] 本文所用的“眼科装置”或“产品”是指以下中的一者或多者:透镜、透镜坯件、以及透镜坯形,并可包括“标准产品”或“定制产品”。

[0091] 本文所用的“峰谷(Peak to Valley;PV)”是指对于整个表面和特定区域(例如视区)中的一者或两者,测量的透镜坯件、测量的透镜坯形、以及测量的透镜中的一者或多者的表面上的最高点与最低点之间的差值,并可为验收标准的一部分。

[0092] 本文所用的“均方根(Root Mean Square)”是指对于整个表面和特定区域(例如视区)中的一者或两者,测量的透镜坯件、测量的透镜坯形、以及测量的透镜中的一者或多者的平滑度,并可为验收标准的一部分。

[0093] 本文所用的“标准产品”是指产品参数可用性受限的产品(例如以离散步长提供的产品)。例如,球面光焦度参数可仅在0.25D步长(例如,-3.00D、3.25D、-3.50D等)中可用;圆柱光焦度参数可仅在0.50D步长(例如,-0.75D、-1.25D、-1.75D等)中可用;且圆柱轴参数可仅在10°步长(例如,10°、20°、30°等)中可用。其他以离散步长提供的标准产品参数及特征包括但不限于基础曲线半径、直径、稳定性分布和厚度分布。

[0094] 本文所用的“基板”是指可在上面放置或形成其他实体的物理实体。

[0095] 本文所用的“表面拟合”是指用于构建最佳地拟合至一系列数据点的表面或数学函数的工艺,并且该工艺可能会受到限制。表面拟合可涉及内插法或平滑法,在内插法中需要与数据的准确拟合,在平滑法中构建与数据近似拟合的“平滑”函数。

[0096] 本文所用的“厚度映射”是指所期望产品、透镜坯形、或透镜坯件的二维或三维厚度分布表示。厚度映射可处于平坦空间坐标空间或弯曲空间坐标空间中,并可包含位于以规则或不规则方式间隔开的网格上的数据。

[0097] 本文所用的“训练区域”是指可在收敛工艺期间重复的整个透镜以及透镜的一个或多个部分的一者或两者。

[0098] 本文所用的“体素”(也被称为“光化学辐射体素”)是体积元素,其表示位于三维空间中的规则或不规则网格上的值。然而,体素可被看成三维的像素,其中像素表示二维图像

数据而体素包含第三维。此外,其中体素常用于可视化以及医疗和科研数据分析,在本发明中,体素用于限定到达特定体积的反应性混合物的光化辐射量的边界,从而控制该具体体积的反应性混合物的交联或聚合反应速度。举例来说,体素被视为存在于与二维模具表面共形的单层内,其中光化辐射可垂直地辐射到二维表面并以每个体素的共同轴向尺寸表示。例如,特定体积的反应混合物可按 $768 \times 768$ 个体素交联或聚合。

[0099] 可经由DMD显示的使用基于期望的透镜设计来制造透镜。此外,所制成的透镜可能不符合透镜设计的验收标准,其中可能必须发生前一DMD显示的迭代。例如,前一DMD显示的迭代可实现向所期望透镜设计的更紧密的收敛。

[0100] 现在参见图1,流程图例示可用于实施本发明的方法步骤。在步骤101中,在某些实施例中,可检测透镜表面上是否存在表面异常(例如,斑点、污垢等)。在步骤102中,在确定透镜表面上存在表面异常时,可舍弃透镜并例如通过利用与前一DMD显示相同的设定来重新制造新的透镜。在步骤103中,在确定透镜表面上不存在表面异常时,可确定PV值。如果PV并非可接受的,则在步骤104中,可形成用于DMD显示的后续迭代的参数并可制造新的透镜。如果PV是可接受的,则在步骤105中,可确定RMS是否位于所期望的视区中。如果RMS并非可接受的,则在步骤104中,可形成用于后续DMD显示的参数并制造新的透镜。如果RMS是可接受的,则在步骤106中,可确定测量的透镜是否符合其他厚度规格(例如周边几何形状)。如果其他厚度规格并非可接受的,则在步骤104中,可形成用于DMD显示的后续迭代的参数并制造透镜的迭代。如果其他厚度规格是可接受的,则在步骤107中,透镜可被释放以供后加工。

[0101] 如在上述方法步骤中所述,可存在如下情形:前一DMD显示形成不符合透镜设计验收标准的透镜,并且可能需要后续迭代。

[0102] 以下中的一者或多者可作为各种各样的:在收敛工艺期间所利用的技术、模态、以及方法。在执行收敛工艺时,用于后续迭代的后续DMD显示指令可为被改变的前一DMD显示指令、前一显示指令与一个或多个另一DMD显示指令的组合、以及两个或更多个DMD显示的组合其中一者或两者。例如,可将来自一个或多个DMD显示中的两部分或更多部分结合在一起用于后续迭代。因此,可连续地重复收敛工艺的迭代循环,直至透镜符合透镜设计的验收标准为止。

[0103] 在本发明的一些方面,可在收敛工艺期间实施遮罩技术。在一些实施例中,遮罩技术可包括以下中的一者或多者:半径遮罩技术、扇形遮罩技术、区段遮罩技术、以及区域遮罩技术。在一些相关实施例中,可将一种或多种遮罩技术应用于以下中的任一者:可用于后续迭代的一个DMD显示、以及两个或更多个DMD显示。另外,可将一种或多种遮罩技术应用至透镜的训练区域,所述训练区域可包括以下一者或两者:整个透镜、以及透镜的一个或多个部分。

[0104] 此外,即使测量的透镜已经符合期望的验收标准,仍可执行遮罩技术来进一步向透镜设计收敛。例如,测量的透镜的PV可为可接受的,但在后续迭代中执行遮罩技术可更紧密地向透镜设计收敛,并且因此能够使透镜比在不使用遮罩技术时具有更好的性能,例如更加精确地改善视力。

[0105] 现在参见图2a至图2d,图2a至图2d例示在平坦空间中的各种不同遮罩技术的例子。在实施遮罩技术时,用户可指定一个或多个边界,在所述一个或多个边界内可使用DMD

显示且在所述一个或多个边界外可使用不同的DMD显示。

[0106] 现在参见图2a,图2a例示应用至DMD显示的半径遮罩技术的例子。在针对后续迭代使用半径遮罩技术时,可指定一个或多个DMD显示的一个或多个部分发生于某一半径201内。另外,可指定一个或多个不同DMD显示的一个或多个部分发生于以下一者或两者内:透镜设计的一个或多个半径、以及透镜设计的所有剩余部分。

[0107] 现在参见图2b,图2b例示应用至DMD显示的扇形遮罩技术的例子。在针对后续迭代使用扇形遮罩技术时,可指定一个或多个DMD显示的一个或多个部分发生于某一扇形202内。另外,可指定一个或多个不同DMD显示的一个或多个部分发生于以下一者或两者内:透镜设计的一个或多个扇形、以及透镜设计的所有剩余部分。

[0108] 现在参见图2c,图2c例示应用至DMD显示的区段遮罩技术的例子。在针对后续迭代使用区段遮罩技术时,可指定一个或多个DMD显示的一个或多个部分发生于某一区段203,204内。另外,可指定一个或多个不同DMD显示的一个或多个部分发生于以下一者或两者内:透镜设计的一个或多个区段、以及透镜设计的所有剩余部分。

[0109] 现在参见图2d,图2d例示应用至DMD显示的区域遮罩技术的例子。在针对后续迭代使用区域遮罩技术时,可指定一个或多个DMD显示的一个或多个部分发生于某一区域205内。另外,可指定一个或多个不同DMD显示的一个或多个部分发生于以下一者或两者内:透镜设计的一个或多个区域、以及透镜设计的所有剩余部分。

[0110] 在使用遮罩技术时可指定一个或多个融合区206。例如,在实施遮罩技术时可施用一个或多个融合区206,并且取自一个DMD显示或两个或更多个DMD显示的两个或更多个部分207,208在后续DMD显示中结合在一起时并不相互连接,如图2e所示。融合区206存在于透镜的一部分207与透镜的邻接部分208之间。在每个融合区中,透镜的部分207的性质与透镜的邻接部分208的性质融合。

[0111] 在本发明的另外一些方面,可在收敛工艺期间通过一侧收敛模态和两侧收敛模态中的一者或两者实施不同的收敛模态。在一些实施例中,在执行前一DMD显示的迭代时可使用两侧收敛模态,以在后续DMD显示中向透镜设计收敛。例如,前一显示可形成透镜的某些部分,所述部分可厚于透镜设计和/或薄于透镜设计。在执行两侧收敛模态时,可通过以下方式发生后续DMD显示的迭代:调整产生透镜的指令的一个或多个参数,所述透镜具有透镜设计中期望的一个或多个较厚的区域以及一个或多个较薄的区域。可针对后续显示在前一显示的每个像素处进行调整。

[0112] 也可实施一侧收敛模态,以在后续DMD显示中向透镜设计收敛。在执行前一DMD显示的迭代时,可利用加厚棘轮指令和减薄棘轮指令中的一者或两者执行一侧收敛模态。例如,前一DMD显示可形成透镜的某些区域,所述区域可厚于透镜设计和/或薄于透镜设计。可通过以下方式发生针对后续显示指令的迭代:调整需减小值的指令和需增大值的指令中的任一者的一个或多个参数。因此,可针对后续显示指令在所选区域的每个像素处进行调整。

[0113] 现在参见图3,图3例示实施两侧收敛模态的平坦空间中的图形表示。在此例子中,前一DMD指令301形成具有透镜区域306和透镜区域305的测量的透镜303,透镜区域306薄于目标厚度302,并且透镜区域305厚于所期望透镜设计的目标厚度302。

[0114] 在步骤300中,例示对后续DMD指令304施加两侧收敛模态。后续DMD显示指令304使前一DMD显示指令301的区域307中的指令减小,所述指令在测量的透镜303上形成与目标厚

度值302相比过厚的区域。在区域307中,后续指令相比前一指令减小。另外,后续DMD显示指令使前一DMD显示指令301的区域308中的指令增加,所述指令在测量的透镜303上形成与目标厚度值302相比过薄的区域。

[0115] 现在参见图4,图4例示利用加厚棘轮指令实施一侧收敛模态的平坦空间中的图形表示。在此例子中,前一DMD指令401形成具有透镜区域406和透镜区域407的测量的透镜403,透镜区域406厚于目标厚度,并且透镜区域407薄于透镜设计的目标厚度402。

[0116] 在步骤400中,例示在后续DMD显示指令404中利用加厚的棘轮指令405施加一侧收敛模态。后续DMD指令404使仅前一DMD显示指令401的区域408中的指令增加,所述指令在测量的透镜403上形成与目标厚度值402相比过薄的区域407。另外,后续DMD指令404保持相对于前一显示指令401不发生改变,前一显示指令401形成测量的透镜403的与目标厚度值402相比过厚的区域406。因此,针对后续迭代,可仅对前一显示在测量的透镜403上产生过薄区域407的部分进行调整,而其他区域409在后续DMD指令404中保持不变。前一指令将用于前一指令的区域409中,所述前一指令形成测量的透镜403的与目标厚度值402相比过厚的区域406。

[0117] 现在参见图5,图5例示利用减薄棘轮指令实施一侧收敛模态的平坦空间中的图形表示。在此例子中,前一DMD指令501形成测量的透镜503,测量的透镜503具有比透镜设计的目标厚度502更厚的区域506和更薄的区域507。

[0118] 在步骤500中,例示在后续DMD显示指令504中利用减薄的棘轮指令505施加一侧收敛模态。后续DMD指令504使仅前一DMD显示指令501的指令减小,所述指令在测量的透镜503上形成与目标厚度502相比过厚的区域506。另外,后续DMD指令504保持相对于前一显示指令504不发生改变,前一显示指令504形成测量的透镜503的与目标厚度值502相比过薄的区域507。因此,针对后续迭代,可仅对前一显示在测量的透镜503上产生过厚区域506的部分进行调整,而其他区域在后续DMD指令504中保持不变。在步骤509中,后续指令相比前一指令减小。在步骤508中使用前一指令。

[0119] 在本发明的一些其他方面,在实施一种或多种上述收敛模态时可应用包括顶点锁定技术和活塞移位技术中的一者或两者的各种技术。在执行顶点锁定技术时,可将来自前一DMD显示的顶点处指令上调至目标厚度值。此外,可将前一指令的其他所选区域均匀地上调相同的量作为顶点值,并且顶点可被锁定,以便其可在后续DMD显示中保持恒定。

[0120] 例如,当锁定顶点控制时,顶点处的指令( $I_{CT}$ )可被上调至目标厚度顶点值并保持该值; $I_{CT}$ 与目标厚度顶点之间的此种测量的距离是锁定CT值。锁定CT值( $\Delta^{th}$ )可通过取前一显示的 $I_{CT}$ 与同一显示的目标厚度顶点值之间的差值来计算。随后,可将整个测量的透镜表面的每个点加上 $\Delta^{th}$ 并可变成针对后续DMD显示的“经修改”的透镜厚度文件。因此,后续DMD显示指令可形成“经修改”的测量的透镜并接着与透镜设计相比较。

[0121] 另外,即使测量的透镜已经符合期望的验收标准,仍可执行顶点锁定技术来进一步向透镜设计收敛。例如,测量的透镜的PV可为可接受的,但在后续迭代中执行顶点锁定技术可更紧密地向透镜设计收敛,并且因此能够使透镜比在不使用顶点锁定技术时具有更好的性能,例如更加精确地改善视力。

[0122] 现在参见图6和图7,图6例示当透镜中心厚度过薄时利用顶点锁定技术的平坦空间中的图形表示,并且图7例示当透镜中心厚度过厚时利用顶点锁定技术的平坦空间中的

图形表示。另外,图6和图7两者均为后续锁定顶点DMD指令与后续未锁定顶点DMD指令606和706之间在平坦空间中比较的例子,在所述后续锁定顶点DMD指令中, $I_{CT}$ 保持与前一显示指令601和701中相同,在后续未锁定顶点DMD指令606和706中, $I_{CT}$ 可不保持与前一显示指令601和701中相同。目标厚度602,702分别显示于图6和图7中。现在再次参见图6,在此例子中,前一DMD指令601形成测量的透镜603,其中 $I_{CT}$ 薄于所期望透镜设计的目标厚度602顶点值。现在再次参见图7,在此例子中,前一DMD指令701形成测量的透镜703,其中 $I_{CT}$ 厚于所期望透镜设计的目标厚度702顶点值。

[0123] 现在再次参见图6中的步骤605以及图7中的步骤705,通过以下方式形成临时调整的测量的透镜外形:比较测量的透镜603和703的 $I_{CT}$ 值与目标厚度顶点值602和702之间的差值,并以 $\Delta^h$ 调整后续指令。在步骤606和步骤706中,通过以下方式计算后续未锁定顶点指令:将整个测量的透镜603和703、临时调整的测量的透镜外形605和705的表面上的每个点加上 $\Delta^h$ ,将任何选择的增加量加起来,从而以该总量调整后续指令。在步骤604和步骤704中,通过以下方式计算顶点锁定指令:取未锁定顶点指令606和706与 $\Delta^h$ 之间的差值,并接着将该差值加到测量的透镜603和703除 $I_{CT}$ 之外的表面上的每个点。另外, $I_{CT}$ 保持与前一DMD指令601和701中相同,并且在收敛工艺的迭代循环时在后续迭代期间保持恒定。

[0124] 在本发明的另外一些方面,当执行活塞移位技术时,针对前一指令的选择的一个或多个,可使前一DMD显示指令均匀地移位选择的量。另外,在一些其他实施例中,即使测量的透镜已经符合所期望的验收标准,也可执行活塞移位技术以进一步向透镜设计收敛。例如,测量的透镜的PV可为可接受的,但在后续迭代中执行活塞移位技术可更紧密地向透镜设计收敛,并且因此能够使透镜比在不使用活塞移位技术时具有更好的性能,例如更加精确地改善视力。

[0125] 现在参见图8,图8例示利用活塞移位技术的平坦空间中的图形表示。另外,在步骤800中,例示在平坦空间中比较后续活塞移位的DMD指令805与后续未发生活塞移位的DMD指令804的例子,在后续活塞移位的DMD指令805中,以相同的量调整前一显示的指令的选择的一个或多个的均匀位移。在此例子中,前一DMD指令801形成测量的透镜803,测量的透镜803具有比所期望透镜设计的目标厚度802更厚的透镜区域和更薄的透镜区域。在步骤804中,通过以各种所选量中的一个或多个量均匀地调整前一DMD指令801的选择的一个或多个而产生后续未发生活塞移位的指令。在步骤805中,通过使前一DMD显示指令801的选择的一个或多个均匀地移动相同的所选量而产生后续活塞移位指令。

[0126] 可在收敛工艺中采用各种厚度校正方法来计算后续DMD显示指令,包括算术厚度校正方法、百分比厚度校正方法、以及割线厚度校正方法中的一种或多种。在其中透镜可能不符合验收标准的情形中,可基于所属领域中的某技术人员所进行的观察来选择厚度校正方法。

[0127] 可利用选择的厚度校正方法在前一DMD显示的每个像素处进行调整,以计算用于后续迭代的DMD显示指令。在应用厚度校正方法之前,前一显示的所选数据点可经历用于后续DMD显示的过滤过程以及表面拟合过程。DMD显示可发生迭代以对透镜的某些区域或特定区域产生影响。因此,例如,前一DMD显示的后续迭代可导致整个透镜的一种或多种改变、减小透镜的某些孔径和增大透镜的某些孔径(例如视区、周边区)中的一者或两者、以及改变透镜的选择区域。

[0128] 另外,可施加各种增益量级因数来计算后续DMD显示指令。此外,可在后续迭代期间在中途改变增益量级因数。例如,对迭代3施加的200%的增益因数可在迭代5处降至150%。

[0129] 如果DMD显示产生不符合验收标准的透镜,则可利用算术厚度校正方法来计算用于迭代DMD显示的指令。表1至表4例示通过利用算术厚度校正方法在不同迭代处计算后续DMD显示指令并施加各种增益量级因数而产生的数据的显示。所示数据是通过利用算术厚度校正方法并施加可用于实施本发明的各种增益量级因数而产生。

[0130] 对于表1至表4:

[0131] 对于数据集中的每个、任何、或所有点,点的位置在笛卡尔坐标空间中被均指定为 $(X_{ij}, Y_{ij})$ :

[0132] 以mm给出的指令

[0133] 对于在 $(x, y)$ 位置处给出的测量的透镜数据集中的每个、任何、或所有点:

[0134] 以mm给出的测量的透镜厚度

[0135] 对于在 $(x, y)$ 位置处给出的目标厚度数据集中的每个、任何、或所有点:

[0136] 以mm给出的目标厚度

[0137] 通式为: $\Delta \text{厚度} = \text{目标厚度} - \text{测量的透镜厚度}$

[0138] 经换算 $\Delta \text{厚度值} = (\Delta T_{\text{厚度}} * A) / 100$

[0139] 表1

[0140] 收敛方法                  算法

[0141] 增益因数(%)              100

[0142]

| 迭代#  | # | 厚度目标<br>(mm) | 指令            | 测量的透镜   | $\Delta$ 厚度 | 增益因数<br>% | 标示比例的<br>$\Delta$ 厚度 |
|------|---|--------------|---------------|---------|-------------|-----------|----------------------|
|      |   |              | Instruction_# | MLens_# | DeltaT_#    | GF        | CScaled_#            |
| 初始显示 | 0 | 0.0900       | 0.1250        | 0.0750  | 0.0150      | 100.000   | 0.0150               |
| 迭代 1 | 1 | 0.0900       | 0.1400        | 0.0850  | 0.0050      | 100.000   | 0.0050               |
| 迭代 2 | 2 | 0.0900       | 0.1450        | 0.0940  | -0.0040     | 100.000   | -0.0040              |
| 迭代 3 | 3 | 0.0900       | 0.1410        | 0.0910  | -0.0010     | 100.000   | -0.0010              |
| 迭代 4 | 4 | 0.0900       | 0.1400        | 0.0900  | 0.0000      | 100.000   | 0.0000               |

[0143] 表2

[0144] 收敛方法                  算法

[0145] 增益因数(%)              200

[0146]

| 迭代#  | # | 厚度目标<br>(mm) | 指令            | 测量的透镜   | $\Delta$ 厚度 | 增益因数<br>% | 标示比例的<br>$\Delta$ 厚度 |
|------|---|--------------|---------------|---------|-------------|-----------|----------------------|
|      |   |              | Instruction_# | MLens_# | DeltaT_#    | GF        | CScaled_#            |
| 初始显示 | 0 | 0.0900       | 0.1250        | 0.0750  | 0.0150      | 200.000   | 0.0300               |
| 迭代 1 | 1 | 0.0900       | 0.1550        | 0.0850  | 0.0050      | 200.000   | 0.0100               |
| 迭代 2 | 2 | 0.0900       | 0.1650        | 0.0940  | -0.0040     | 200.000   | -0.0080              |
| 迭代 3 | 3 | 0.0900       | 0.1570        | 0.0910  | -0.0010     | 200.000   | -0.0020              |
| 迭代 4 | 4 | 0.0900       | 0.1550        | 0.0900  | 0.0000      | 200.000   | 0.0000               |

[0147] 表3

[0148] 收敛方法 算法

[0149] 增益因数(%) 75

[0150]

| 迭代#  | # | 厚度目标<br>(mm) | 指令            | 测量的透镜   | $\Delta$ 厚度 | 增益因数<br>% | 标示比例的<br>$\Delta$ 厚度 |
|------|---|--------------|---------------|---------|-------------|-----------|----------------------|
|      |   |              | Instruction_# | MLens_# | DeltaT_#    | GF        | CScaled_#            |
| 初始显示 | 0 | 0.0900       | 0.1250        | 0.0750  | 0.0150      | 75.000    | 0.0113               |
| 迭代 1 | 1 | 0.0900       | 0.1363        | 0.0850  | 0.0050      | 75.000    | 0.0037               |
| 迭代 2 | 2 | 0.0900       | 0.1400        | 0.0940  | -0.0040     | 75.000    | -0.0030              |
| 迭代 3 | 3 | 0.0900       | 0.1370        | 0.0910  | -0.0010     | 75.000    | -0.0008              |
| 迭代 4 | 4 | 0.0900       | 0.1363        | 0.0900  | 0.0000      | 75.000    | 0.0000               |

[0151] 表4

[0152] 收敛方法 算法

[0153] 增益因数(%) 多种

[0154]

| 迭代#  | # | 厚度目标<br>(mm) | 指令            | 测量的透镜   | $\Delta$ 厚度 | 增益因数<br>% | 标示比例的<br>$\Delta$ 厚度 |
|------|---|--------------|---------------|---------|-------------|-----------|----------------------|
|      |   |              | Instruction_# | MLens_# | DeltaT_#    | GF        | CScaled_#            |
| 初始显示 | 0 | 0.0900       | 0.1250        | 0.0750  | 0.0150      | 100.00    | 0.0150               |
| 迭代 1 | 1 | 0.0900       | 0.1400        | 0.0850  | 0.0050      | 90.000    | 0.0045               |
| 迭代 2 | 2 | 0.0900       | 0.1445        | 0.0940  | -0.0040     | 200.000   | -0.0080              |
| 迭代 3 | 3 | 0.0900       | 0.1365        | 0.0910  | -0.0010     | 125.000   | -0.0013              |
| 迭代 4 | 4 | 0.0900       | 0.1353        | 0.0900  | 0.0000      | 75.000    | 0.0000               |

[0155] 为利用算术厚度校正方法计算用于后续DMD显示指令集的迭代值,可能必须计算 $\Delta$ 厚度值。例如, $\Delta$ 厚度值可等于目标设计的目标厚度值减去自前一DMD显示形成的测量的透镜厚度值。在计算 $\Delta$ 厚度值之后,可将 $\Delta$ 厚度值乘以选择的适用增益量级因数大小并除以100,以确定经换算的 $\Delta$ 厚度值。可在前一显示指令的值上加上经换算的 $\Delta$ 厚度值。可在

前一显示每个像素处使用上述公式来计算用于后续DMD显示的每个像素的新值。

[0156] 用于算术方法的公式为：

[0157]  $\Delta^{\text{th}}$ 值 = (目标厚度 - 测量的透镜厚度)

[0158] 
$$\text{经换算的 } \Delta^{\text{th}} \text{ 值} = \frac{(\Delta^{\text{th}} \text{ 值} \times \text{增益因数})}{100}$$

[0159] 后续DMD显示指令 = 先前指令 + 标示比例的  $\Delta$  厚度值

[0160] 表2是利用算术厚度校正方法并对前一显示的后续迭代施加200%的增益量级因数的例子，其中透镜设计的目标厚度值是0.0900mm且测量的透镜厚度是0.0750mm。在此例子中， $\Delta$ 厚度值是0.0150mm，此 $\Delta$ 厚度值是通过自0.0900mm的目标厚度值减去0.0750mm的测量的透镜厚度计算的。此外，经换算的 $\Delta$ 厚度值是0.0300mm，此经换算的 $\Delta$ 厚度值是通过将0.0150mm的 $\Delta$ 厚度值乘以200%的增益量级因数并将乘积除以100而计算的。接着，在0.1250mm的前一显示值上加上0.0300mm的经换算 $\Delta$ 厚度值，从而得出后续显示指令值为0.1550mm。

[0161] 如果DMD显示产生不符合所期望验收标准的透镜，则可利用百分比厚度校正方法来计算用于迭代DMD显示的指令。现在参见表5至表7，表5至表7例示通过利用百分比厚度校正方法在不同迭代处计算后续DMD显示指令并施加各种增益量级因数而产生的数据的显示。所示数据是通过利用百

[0162] 分比厚度校正方法并施加可用于实施本发明的各种增益量级因数而产生。

[0163] 表5

[0164] 收敛方法                      百分比

[0165] 增益因数(%)              100

[0166]

| 迭代#  | # | 厚度目标<br>(mm) | 指令            | 测量的透<br>镜 | 临时的下一<br>指令值 | 增益因<br>数% | $\Delta$ 指令(下一指<br>令-前一指令)     | 所需 $\Delta$ 指令<br>(基于<br>GFpression 水<br>平) |
|------|---|--------------|---------------|-----------|--------------|-----------|--------------------------------|---------------------------------------------|
|      |   |              | Instruction_# | MLens_#   | Temp_Instr_# | GF        | Temp_Instr_#-<br>Instruction_# |                                             |
| 初始显示 | 0 | 0.090        | 0.125         | 0.075     | 0.150        | 100.000   | 0.025                          | 0.025                                       |
| 迭代 1 | 1 | 0.090        | 0.150         | 0.085     | 0.159        | 100.000   | 0.009                          | 0.009                                       |
| 迭代 2 | 2 | 0.090        | 0.159         | 0.094     | 0.152        | 100.000   | -0.007                         | -0.007                                      |
| 迭代 3 | 3 | 0.090        | 0.152         | 0.091     | 0.150        | 100.000   | -0.002                         | -0.002                                      |
| 迭代 4 | 4 | 0.090        | 0.150         | 0.090     | 0.150        | 100.000   | 0.000                          | 0.000                                       |

[0167] 表6

[0168] 收敛方法                      百分比

[0169] 增益因数(%)              200

[0170]

| 迭代#  | # | 厚度目标<br>(mm) | 指令            | 测量的透<br>镜 | 临时的下一<br>指令值 | 增益因<br>数% | Δ指令(下一指<br>令-前一指令)             | 所需Δ指令<br>(基于<br>GFrecision 水<br>平) |
|------|---|--------------|---------------|-----------|--------------|-----------|--------------------------------|------------------------------------|
|      |   |              | Instruction_# | MLens_#   | Temp_Instr_# | GF        | Temp_Instr_#-<br>Instruction_# |                                    |
| 初始显示 | 0 | 0.090        | 0.125         | 0.075     | 0.150        | 200.000   | 0.025                          | 0.050                              |
| 迭代 1 | 1 | 0.090        | 0.175         | 0.085     | 0.185        | 200.000   | 0.010                          | 0.021                              |
| 迭代 2 | 2 | 0.090        | 0.196         | 0.094     | 0.187        | 200.000   | -0.008                         | -0.017                             |
| 迭代 3 | 3 | 0.090        | 0.179         | 0.091     | 0.177        | 200.000   | -0.002                         | -0.004                             |
| 迭代 4 | 4 | 0.090        | 0.175         | 0.000     | 0.175        | 200.000   | 0.000                          | 0.000                              |

[0171] 表7

[0172] 收敛方法 百分比

[0173] 增益因数(%) 100

[0174]

| 迭代#  | # | 厚度目标<br>(mm) | 指令            | 测量的透<br>镜 | 临时的下一<br>指令值 | 增益<br>因数% | Δ指令(下一指<br>令-前一指令)             | 所需Δ指令<br>(基于<br>GFrecision 水<br>平) |
|------|---|--------------|---------------|-----------|--------------|-----------|--------------------------------|------------------------------------|
|      |   |              | Instruction_# | MLens_#   | Temp_Instr_# | GF        | Temp_Instr_#-<br>Instruction_# |                                    |
| 初始显示 | 0 | 0.090        | 0.125         | 0.075     | 0.150        | 75.000    | 0.025                          | 0.019 0.144                        |
| 迭代 1 | 1 | 0.090        | 0.144         | 0.085     | 0.152        | 75.000    | 0.008                          | 0.006 0.150                        |
| 迭代 2 | 2 | 0.090        | 0.150         | 0.094     | 0.144        | 75.000    | -0.006                         | -0.005 0.145                       |
| 迭代 3 | 3 | 0.090        | 0.145         | 0.091     | 0.144        | 75.000    | -0.002                         | -0.001 0.144                       |
| 迭代 4 | 4 | 0.090        | 0.144         | 0.090     | 0.144        | 75.000    | 0.000                          | 0.000 0.144                        |

[0175] 对于表5至表7:

[0176] Initial\_Instruction\_0(现在开始,无需与目标显示相同)

[0177] 通式为:

[0178] 令PREV=前一指令

[0179] 令GF=GFrecision水平

[0180] 令TARGET=目标厚度

[0181] 令MEASURED=测量的透镜厚度

[0182] 故有:下一指令=PREV+(((PREV x GF) x (TARGET-MEASURED)) / (MEASURED x 100))

[0183] Instruction\_1=PREV\_0+(((PREV\_0xGF) x (TARGET-MEASURED\_0)) / (MEASURED\_0  
x100))[0184] Instruction\_2=PREV\_1+(((PREV\_1xGF) x (TARGET-MEASURED\_1)) / (MEASURED\_1  
x100))[0185] Instruction\_3=PREV\_2+(((PREV\_2x GF) x (TARGET-MEASURED\_2)) / (MEASURED\_2  
x100))

[0186] Instruction\_4=PREV\_3+(((PREV\_3xGF) x (TARGET-MEASURED\_3)) / (MEASURED\_3

×100))

[0187] 为利用百分比厚度校正方法计算用于后续DMD显示指令集的迭代值,可能必须计算 $\Delta$ 指令值。例如, $\Delta$ 指令值可等于以如下方式所得的值:取前一显示值并将其乘以适用的增益量级因数,并随后将所得乘积值乘以目标厚度值与测量的透镜值的差值。此外,将前述值除以测量的透镜值,随后将所得的值乘以100,接着将该值加到前一显示值上。可在前一显示的每个像素处使用上述公式来计算用于后续DMD显示的每个像素的新值。用于百分比方法的公式如下:

后续 DMD 显示指令=

$$[0188] \quad \left( \frac{((\text{前一指令} \times \text{增益因数}) \times (\text{目标厚度} - \text{测量的透镜厚度}))}{(\text{测量的透镜厚度} \times 100)} \right)$$

[0189] 表6是利用百分比厚度校正方法计算并对初始显示的后续迭代施加200%的增益量级因数的例子,其中初始显示0.125mm,目标厚度是0.090mm,并且测量的透镜厚度是0.0750mm。在此例子中,通过将0.125mm的初始显示值乘以200%并随后将此乘积值乘以0.015mm而计算出后续DMD显示指令值等于0.00375mm,0.015mm是0.090mm的目标厚度值与0.075mm的测量的透镜值之间的差值。接着,通过将0.00375mm的值除以0.075mm的测量的透镜值而计算的 $\Delta$ 指令的值为0.05mm。此外,接着在0.125mm的前一显示值上加上0.05mm的 $\Delta$ 指令值,进而得到0.175mm的后续DMD显示指令值。

[0190] 可利用割线厚度校正方法来确定用于后续DMD显示指令集的迭代值,所述迭代值可使用割线方法演算法计算的。割线方法是所属领域中的技术人员已知的并利用割线的一系列根来更好地逼近函数f的根的求根演算法。

[0191] 在使用上述厚度校正方法中的一种或多种时,可施用各种空间增益方法。空间增益方法可包括均匀(线性)空间增益方法和非均匀空间增益方法中的一者或两者。此外,非均匀空间增益方法可由两种类型组成,所述两种类型包括基于函数的非均匀空间增益方法和直接映射空间增益方法中的一者或两者。

[0192] 当施用均匀(线性)空间增益方法时,可在其中增益量级因数在每个像素位置处均相等的指定训练区域上施用相同的厚度校正方法。例如,可利用100%的增益量级因数通过算术方法修改视区内的所有像素。在施用非均匀空间增益方法时,可在其中增益量级因数在每个像素位置处可不同的指定训练区域上施用相同的厚度校正方法。例如,位于4mm直径上的像素可具有200%的增益量级因数,而位于2mm直径上的像素可具有150%的增益量级因数。

[0193] 当施用基于函数的非均匀空间增益方法时,增益量级因数可与像素的径向位置相关联。在其他一些相关实施例中,当施用直接映射非均匀空间增益方法时,可平衡来自一个或多个前一DMD显示的训练区域、测量的透镜、以及透镜设计的对应数据,以计算每个像素位置处所期望的增益量级。

[0194] 现在参见图9,其例示可用于实施本发明一些方面的控制器1100。可包括一个或多个处理器的处理器单元1101联接到能够经由通信网络通信的通信器件1102。通信器件1102可用于(例如)与一个或多个控制器设备或制造设备组件进行通信。

[0195] 处理器1101也可用于与存储器件1103进行通信。存储器件1103可包括任何合适的信息存储器件,包括磁存储器件(例如,磁带和硬盘驱动器)、光存储器件和/或半导体存储

器器件(例如,随机存取存储器(Random Access Memory;RAM)装置和只读存储器(Read Only Memory;ROM)器件)的组合。

[0196] 存储器件1103可存储用于控制处理器1101的可执行软件程序1104。处理器1101执行软件程序1104的指令,从而根据本发明(例如,上述方法步骤)进行操作。例如,处理器1101可接收描述所期望透镜设计的信息。存储器件1103还可在一个或多个数据库1105和1106中存储眼科相关的数据。数据库可包括一个或多个包含以下内容的文件:DMD显示指令数据、定制透镜设计数据、计量数据、针对特定透镜设计限定的透镜参数数据。

#### [0197] 结论

[0198] 如上所述以及以下权利要求书所进一步限定的本发明提供一种用于实施收敛工艺的设备。

[0199] 以下非详尽的列表是本发明的各方面:

[0200] 第1方面:一种用于修改DMD显示的设备,所述设备用于形成向透镜设计收敛的轮廓形成眼科透镜,所述设备包括:

[0201] 计算机处理器,与轮廓形成装置数字通信;

[0202] 数字媒体存储装置,与所述计算机处理器通信并存储可执行的软件代码,所述可执行的软件代码可视需要执行并可与所述处理器和所述轮廓透镜形成器件操作,以用于:

[0203] 存储描述数据清单的数字数据,其中所述数据包括透镜设计数据和DMD显示数据中的一者或两者;

[0204] 接收描述所述数据的数字数据输入;

[0205] 形成所述DMD显示,其中DMD显示指令是基于所述透镜设计;

[0206] 确定所述透镜是否符合所述透镜设计的验收标准;和

[0207] 形成后续DMD显示指令,其中所述后续DMD显示指令包括一种或多种收敛遮罩技术。

[0208] 第2方面:根据第1方面所述的设备,其中所述收敛遮罩技术包括覆盖一个或多个所选遮罩区域的一个或多个所述DMD显示。

[0209] 第3方面:根据第2方面所述的设备,其中所述选择的遮罩区域包括以下中的一者或多者:半径、扇形、区段、以及区域。

[0210] 第4方面:根据第1方面所述的设备,其中一种或多种所述收敛遮罩技术包括一个或多个融合区。

[0211] 第5方面:根据第4方面所述的设备,其中所述融合区包括一个或多个特定区,所述一个或多个特定区将所述选择的遮罩区域连接到一个或多个未遮罩区域。

[0212] 第6方面:一种用于修改DMD显示的设备,所述设备用于形成向透镜设计收敛的轮廓形成眼科透镜,所述设备包括:

[0213] 计算机处理器,与轮廓形成装置数字通信;

[0214] 数字媒体存储装置,与所述计算机处理器通信并存储可执行的软件代码,所述可执行的软件代码可视需要执行并可与所述处理器和所述轮廓透镜形成器件操作,以用于:

[0215] 存储描述数据清单的数字数据,其中所述数据包括透镜设计数据和DMD显示数据中的一者或两者;

[0216] 接收描述所述数据的数字数据输入;

- [0217] 形成所述DMD显示,其中DMD显示指令是基于所述透镜设计;
- [0218] 确定所述透镜是否符合所述透镜设计的验收标准;以及
- [0219] 形成后续DMD显示指令,其中所述后续DMD显示指令包括一种或多种收敛模态。
- [0220] 第7方面:根据第6方面所述的设备,其中所述收敛模态包括一侧模态。
- [0221] 第8方面:根据第7方面所述的设备,其中所述一侧模态包括通过以下任一种方式调整所述前一DMD显示的一个或多个指令的一个或多个参数:减小所述指令的值、以及增大所述指令的所述值。
- [0222] 第9方面:根据第7方面所述的设备,其中所述一侧模态包括加厚棘轮指令。
- [0223] 第10方面:根据第9方面所述的设备,其中所述加厚棘轮指令包括所述指令在所述前一DMD显示的一个或多个部分中被增大的所述值。
- [0224] 第11方面:根据第7方面所述的设备,其中所述一侧模态包括减薄棘轮指令。
- [0225] 第12方面:根据第11方面所述的设备,其中所述减薄棘轮指令包括所述指令在所述前一DMD显示的一个或多个所述部分中被减小的所述值。
- [0226] 第13方面:根据第7方面所述的设备,其中所述一侧模态包括活塞移位技术。
- [0227] 第14方面:根据第13方面所述的设备,其中所述活塞移位技术包括使所述前一DMD显示指令的选择的部分的一个或多个执行等量的均匀位移。
- [0228] 第15方面:根据第7方面所述的设备,其中所述一侧模态包括顶点锁定技术。
- [0229] 第16方面:根据第15方面所述的设备,其中所述顶点锁定技术包括锁定的 $I_{CT}$ ,其中所述 $I_{CT}$ 被设定成特定值,所述值在所述后续迭代期间保持恒定。
- [0230] 第17方面:根据第6方面所述的设备,其中所述收敛模态包括两侧模态。
- [0231] 第18方面:根据第17方面所述的设备,其中所述两侧模态包括通过以下任两种方式调整所述前一DMD显示的一个或多个所述指令的一个或多个所述参数:减小所述指令的所述值、以及增大所述指令的所述值。
- [0232] 第19方面:根据第17方面所述的设备,其中所述两侧模态包括活塞移位技术。
- [0233] 第20方面:根据第19方面所述的设备,其中所述活塞移位技术包括使所述前一DMD显示指令的一个或多个所述选择的部分执行等量的均匀位移。
- [0234] 第21方面:根据第17方面所述的设备,其中所述两侧模态包括顶点锁定技术。
- [0235] 第22方面:根据第21方面所述的设备,其中所述顶点锁定技术包括锁定的 $I_{CT}$ ,其中所述 $I_{CT}$ 被设定成特定值,所述值在所述后续迭代期间保持恒定。
- [0236] 第23方面:一种用于修改DMD显示的设备,所述设备用于形成向透镜设计收敛的轮廓形成眼科透镜,所述设备包括:
- [0237] 计算机处理器,与轮廓透镜形成器件数字通信;
- [0238] 数字媒体存储装置,与所述计算机处理器通信并存储可执行的软件代码,所述可执行的软件代码可视需要执行并可与所述处理器和所述轮廓透镜形成器件操作,以用于:
- [0239] 存储描述数据清单的数字数据,其中所述数据包括透镜设计数据和DMD显示数据中的一者或两者;
- [0240] 接收描述所述数据的数字数据输入;
- [0241] 形成所述DMD显示,其中DMD显示指令是基于所述透镜设计;
- [0242] 确定所述透镜是否符合所述透镜设计的验收标准;和

[0243] 形成后续DMD显示指令,其中所述后续DMD显示指令包括一种或多种厚度校正方法。

[0244] 第24方面:根据第23方面所述的设备,其中所述厚度校正方法包括百分比方法、算术方法、以及割线方法中的一种或多种。

[0245] 第25方面:根据第23方面所述的设备,其中所述厚度校正方法包括一个或多个数据点的过滤过程。

[0246] 第26方面:根据第25方面所述的设备,其中所述过滤过程包括以下中的一者或多者:限定、检测、移除、以及校正给定数据中的错误。

[0247] 第27方面:根据第23方面所述的设备,其中所述厚度校正方法包括一个或多个所述数据点的表面拟合过程。

[0248] 第28方面:根据第27方面所述的设备,其中所述表面拟合过程包括通过实施内插法和平滑法中的任一种来构建表面和数学函数中的一者或两者,所述表面和数学函数与一系列所述数据点具有最佳拟合。

[0249] 第29方面:根据第23方面所述的设备,其中所述厚度校正方法包括均匀空间增益方法。

[0250] 第30方面:根据第29方面所述的设备,其中所述均匀空间增益方法提供欲在其中增益量级因数在每个像素位置处均相等的所述训练区域上施用的一种或多种相同的所述厚度校正方法。

[0251] 第31方面:根据第23方面所述的设备,其中所述厚度校正方法包括非均匀空间增益方法。

[0252] 第32方面:根据第31方面所述的设备,其中所述非均匀空间增益方法包括在其中增益量级因数在每个像素位置处可不同的所述训练区域上施用的一种或多种相同的所述厚度校正方法。

[0253] 第33方面:根据第31方面所述的设备,其中所述非均匀空间增益方法包括基于函数的非均匀空间增益方法。

[0254] 第34方面:根据第33方面所述的设备,其中所述基于函数的非均匀空间增益方法包括将所述增益量级因数与所述像素的径向位置相关联。

[0255] 第35方面:根据第31方面所述的设备,其中所述非均匀空间增益方法包括直接映射非均匀空间增益方法。

[0256] 第36方面:根据第35方面所述的设备,其中所述直接映射非均匀空间增益方法包括平衡来自训练区域的对应数据,所述训练区域来源于以下中的一者或多者:所述前一DMD显示、所述测量的透镜、以及所述透镜设计,其中期望的所述增益量级因数可在每个像素位置处计算。

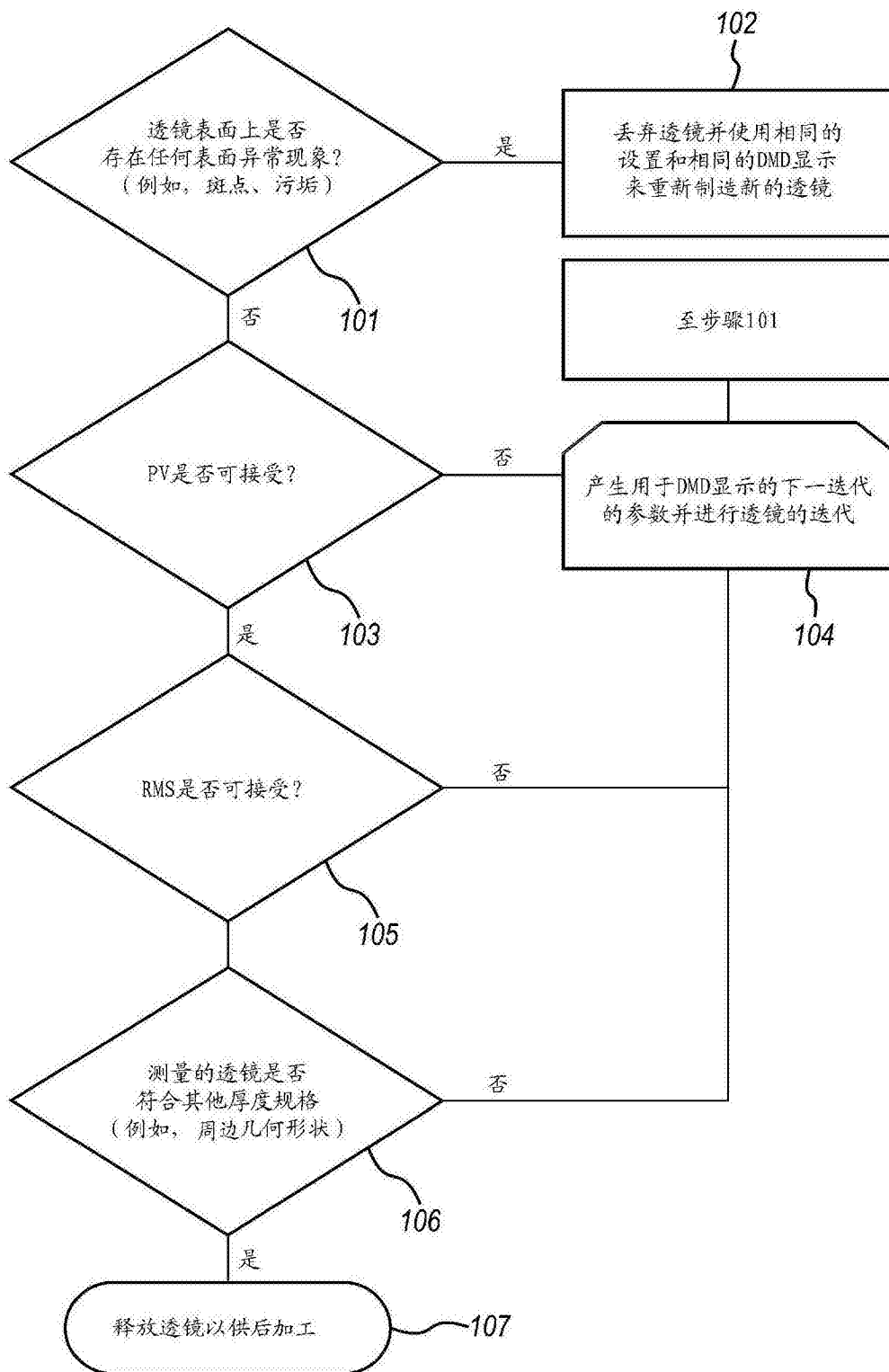


图1

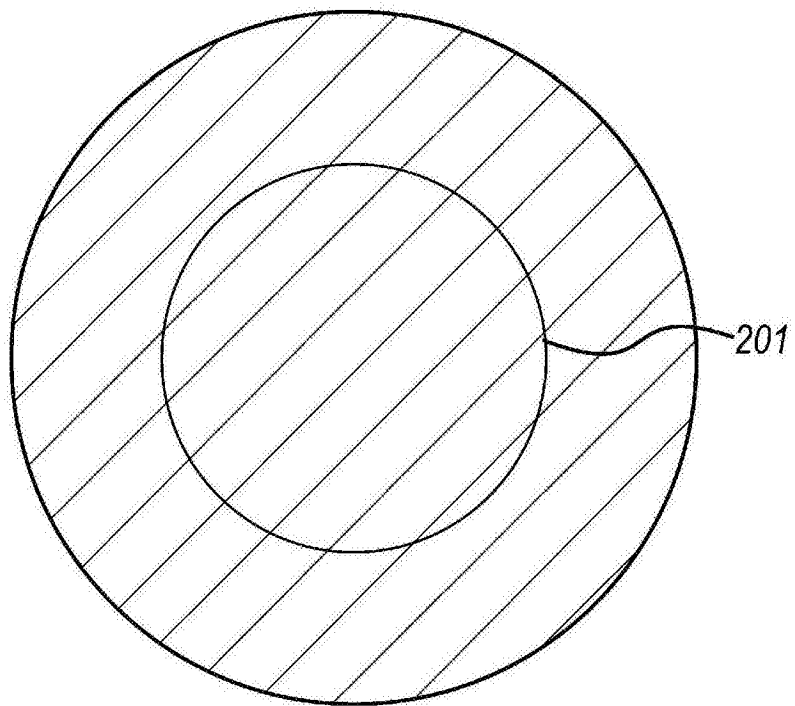


图2a

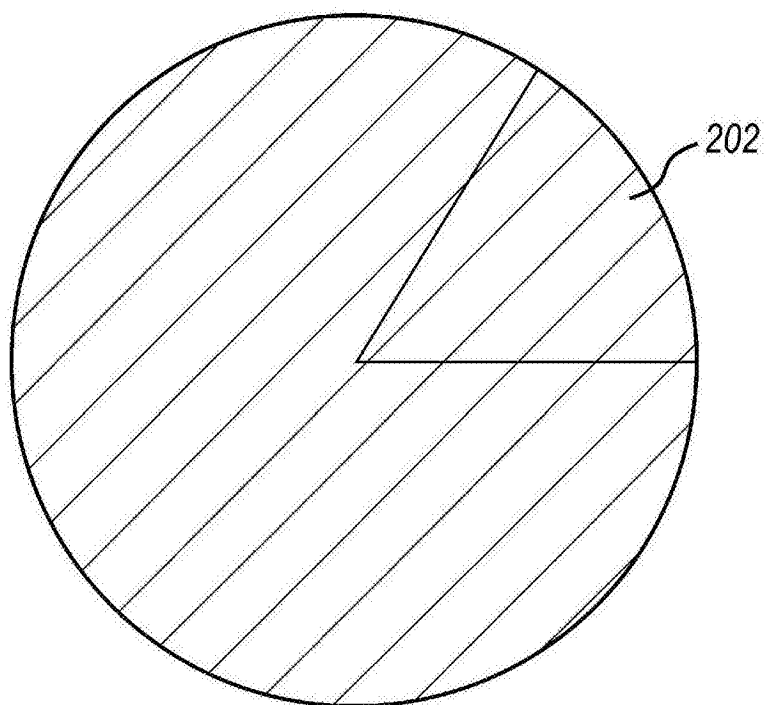


图2b

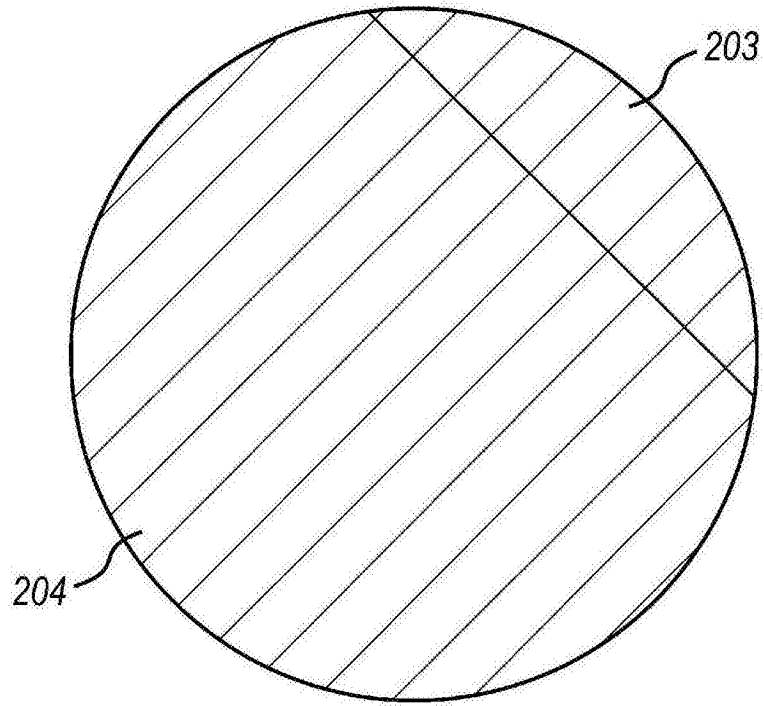


图2c

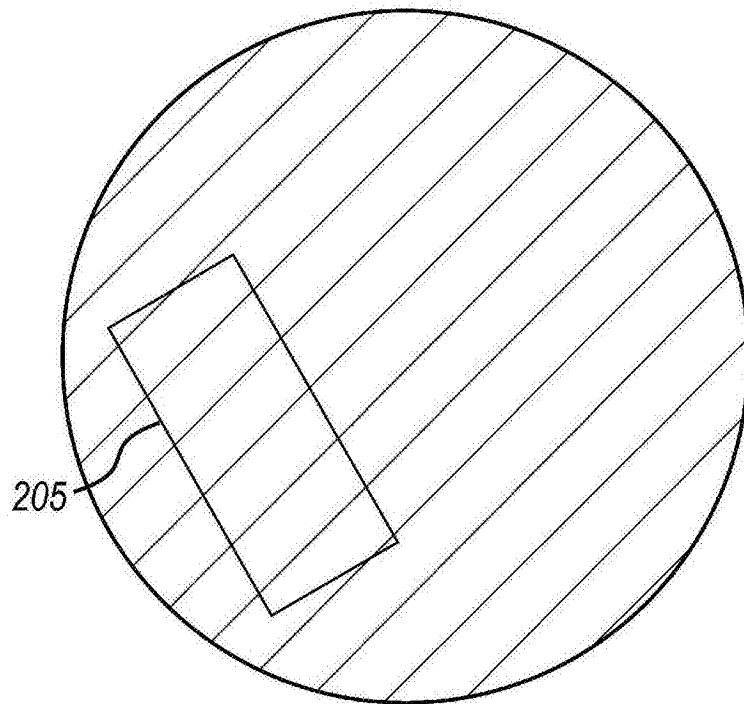


图2d

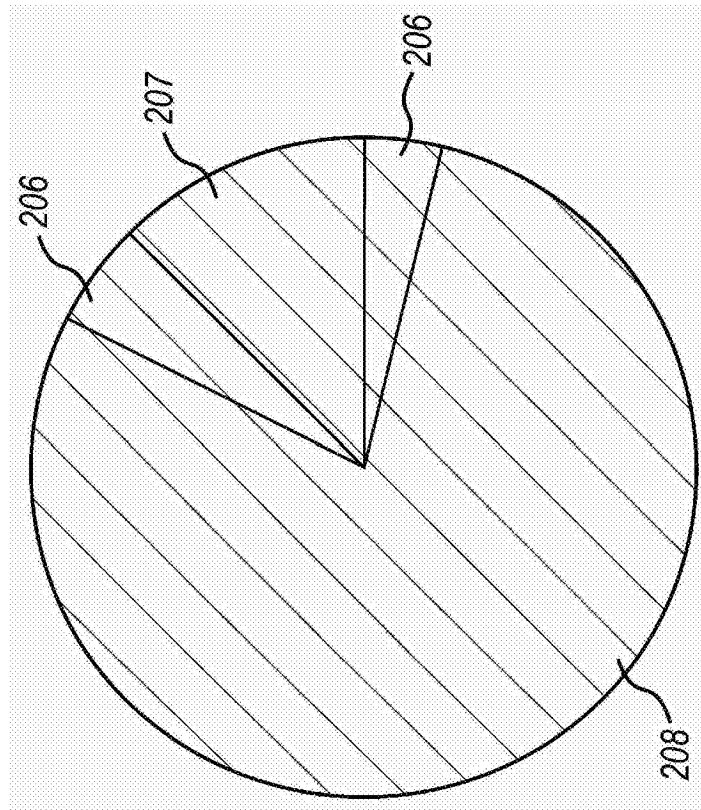


图2e

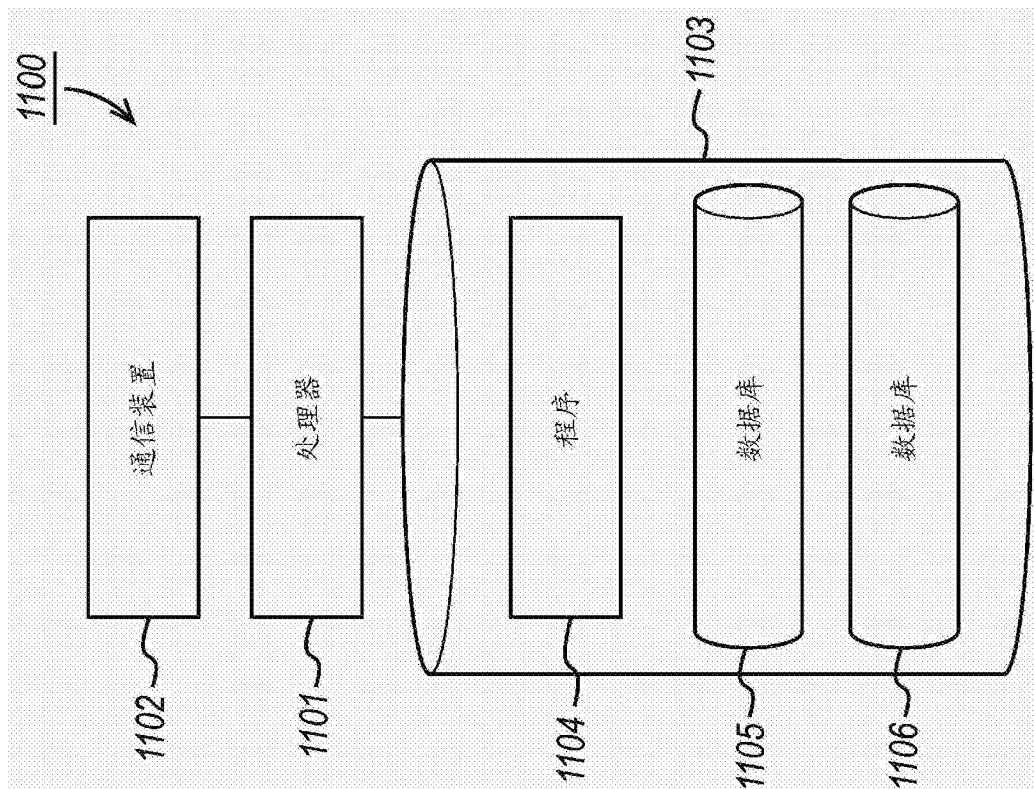


图9

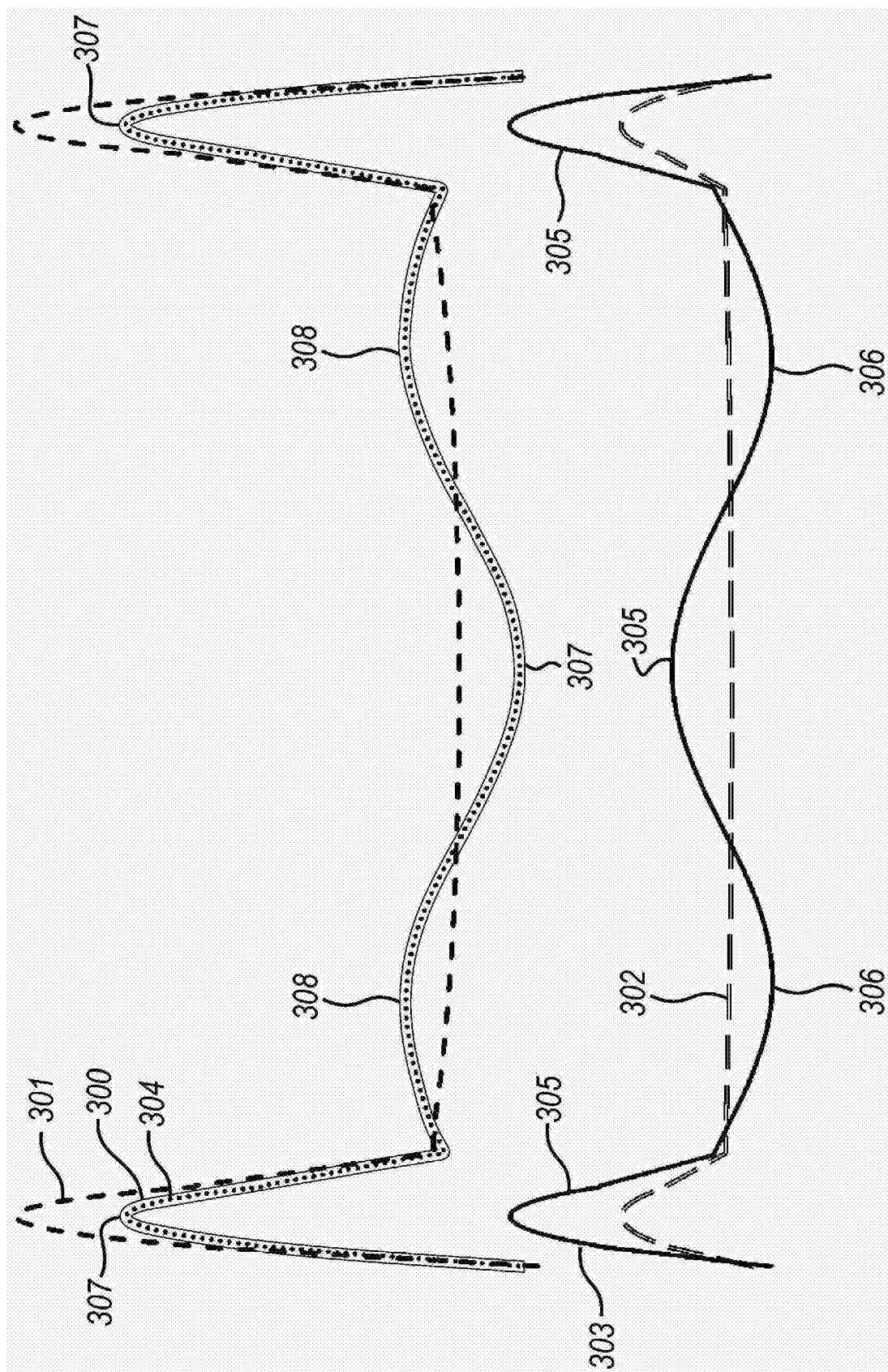


图3

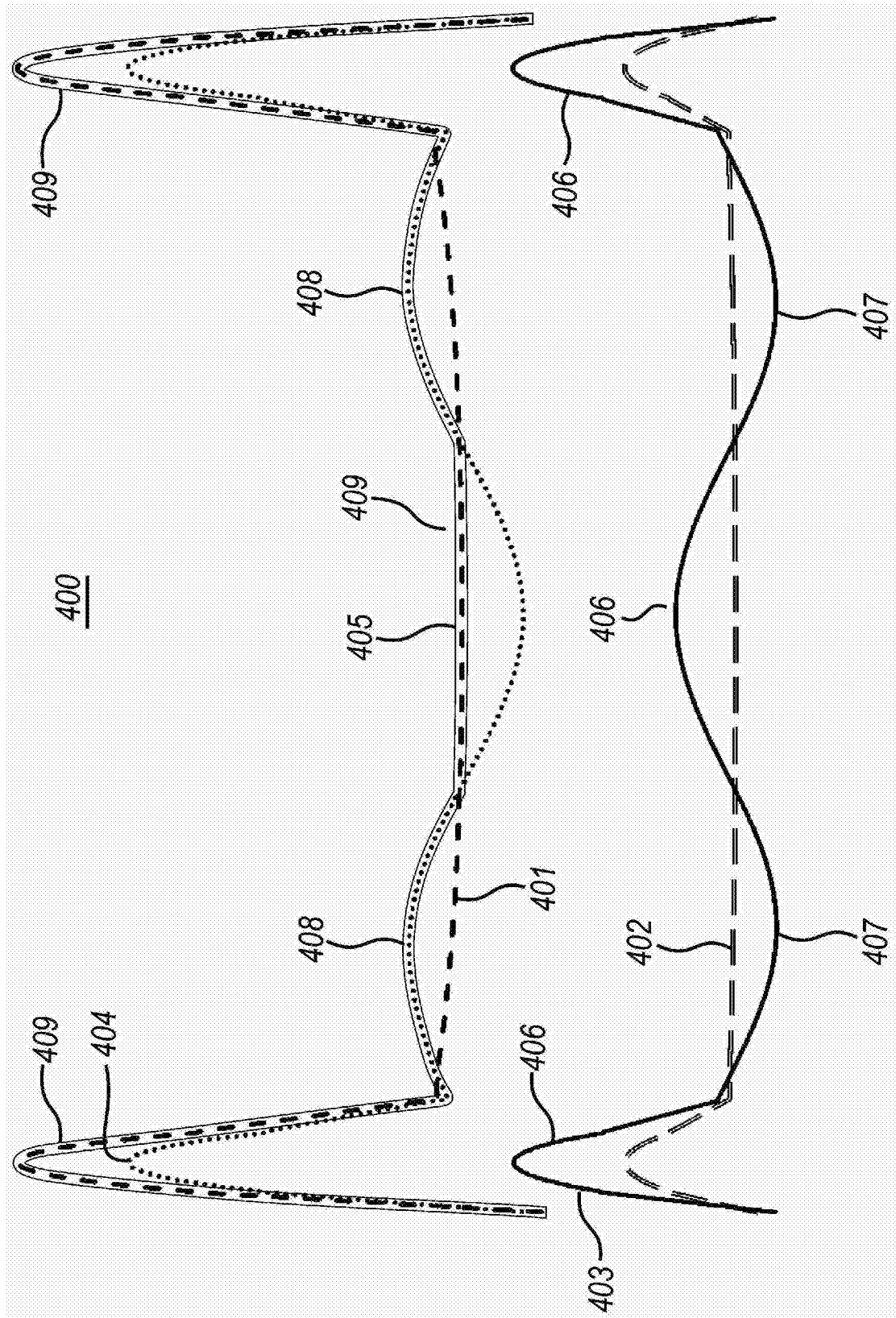


图4

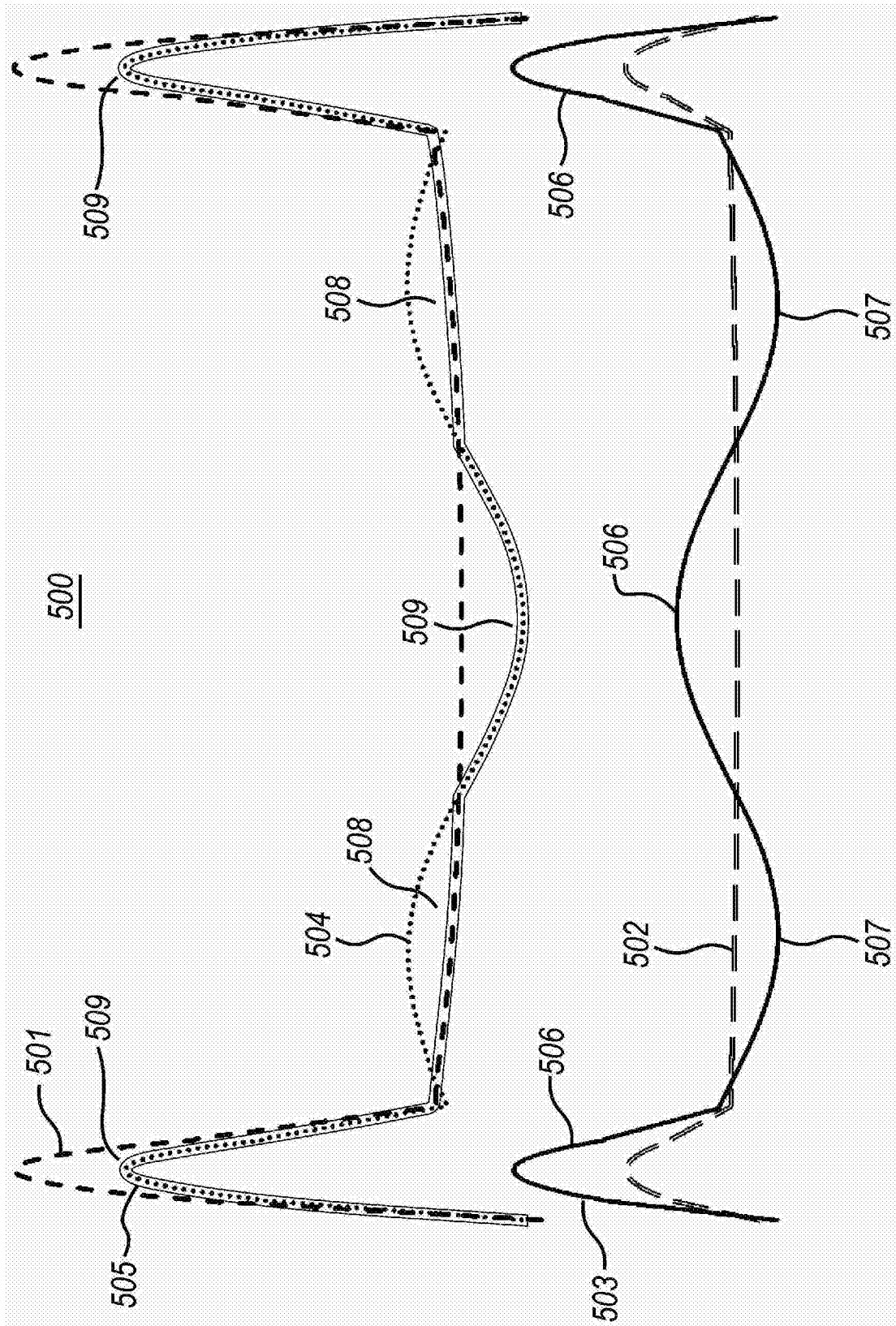


图5

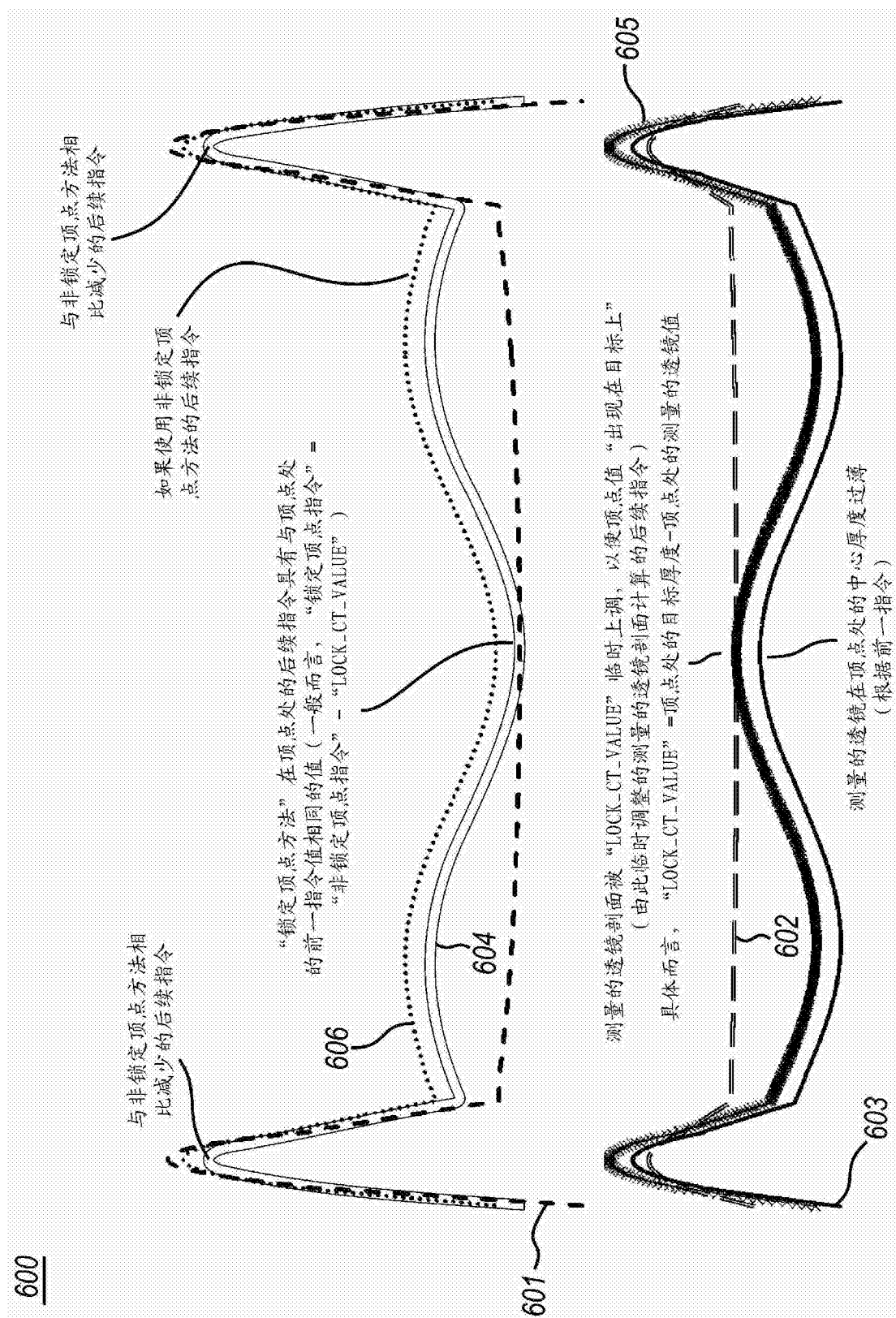


图6

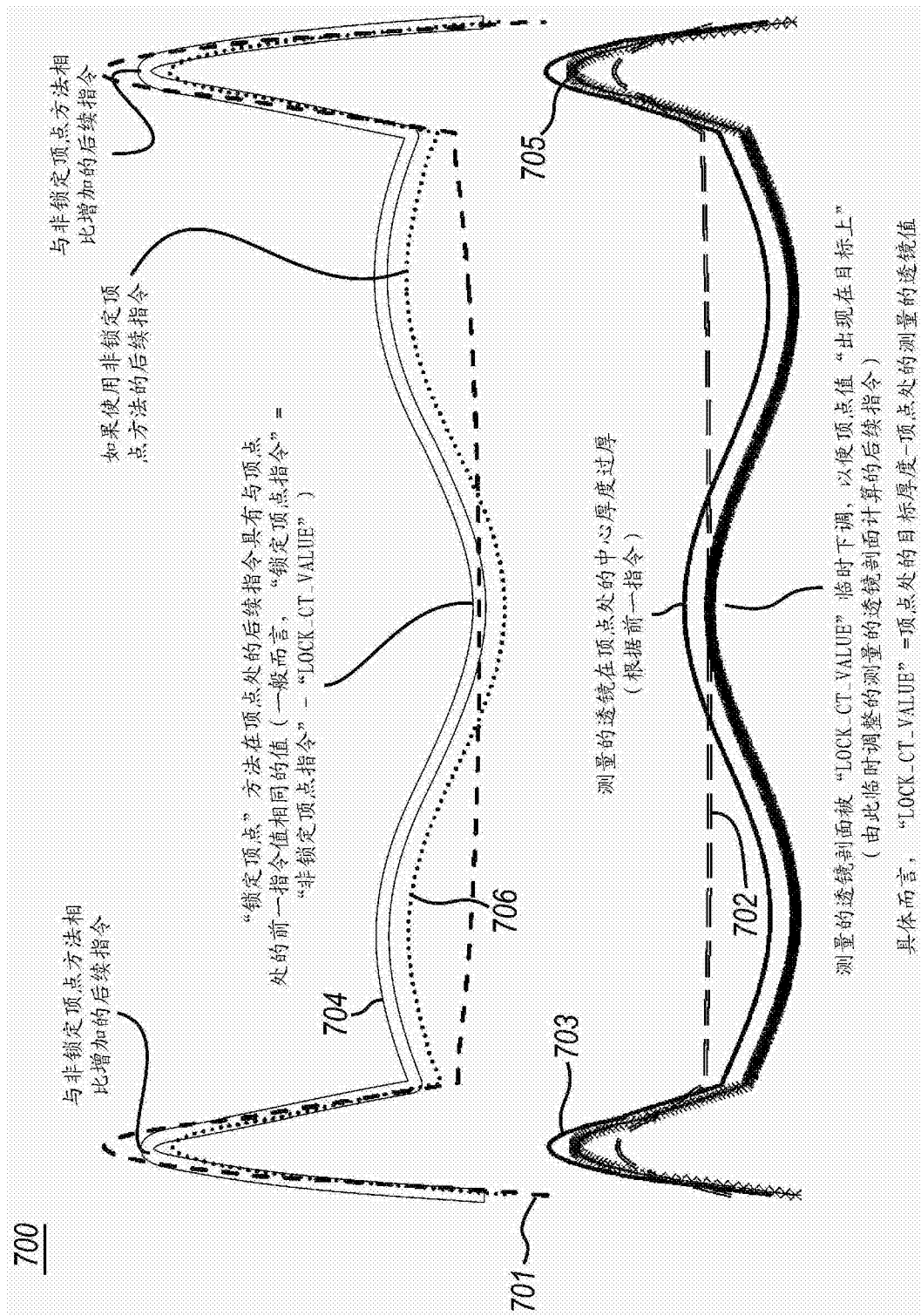


图7

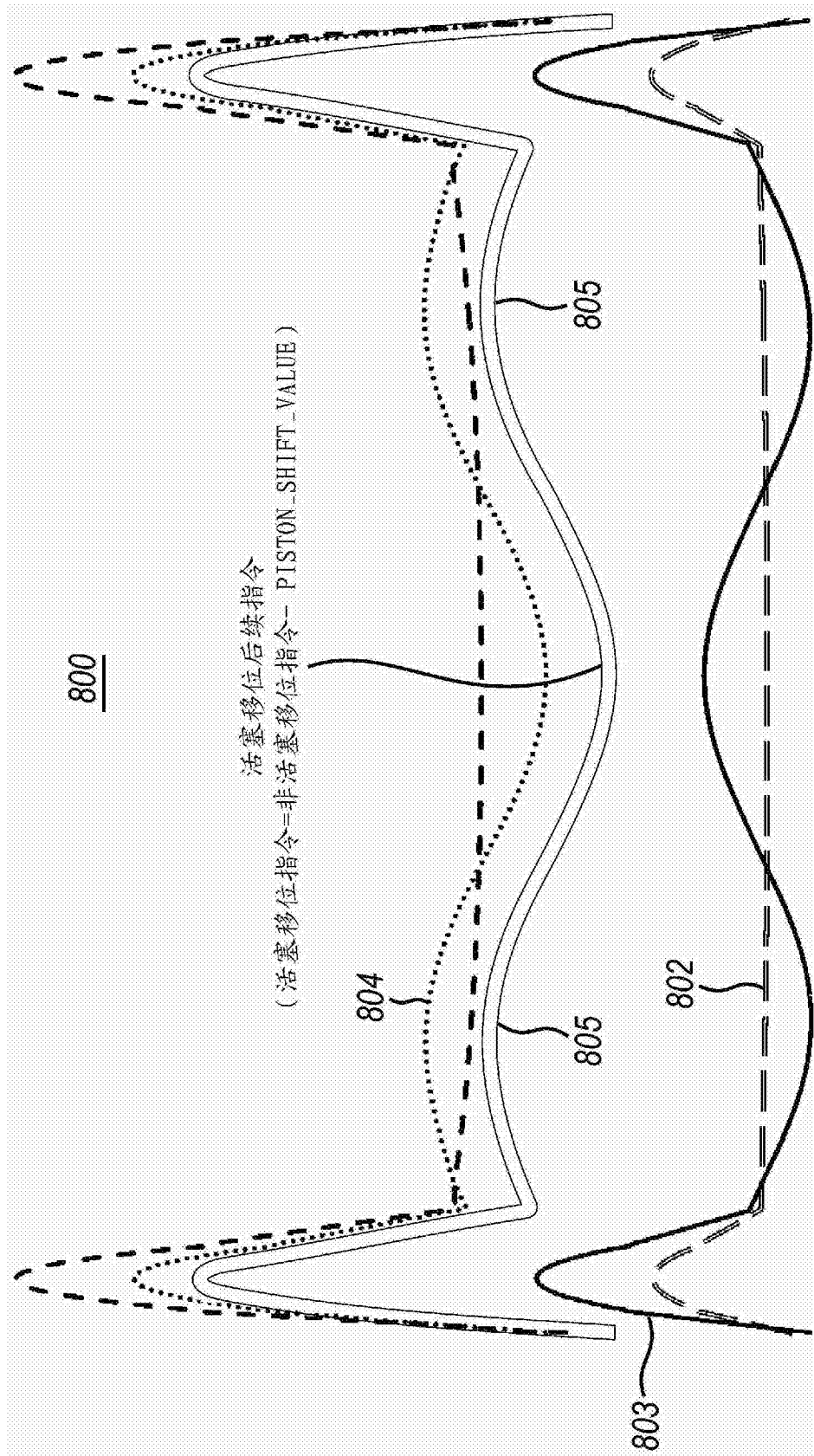


图8