



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103364968 B

(45)授权公告日 2016.12.28

(21)申请号 201310110961.3

(22)申请日 2013.04.01

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103364968 A

(43)申请公布日 2013.10.23

(30)优先权数据

61/617794 2012.03.30 US

61/618022 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

(51)Int.Cl.

G02C 7/04(2006.01)

G02C 7/06(2006.01)

(56)对比文件

US 2004017542 A1, 2004.01.29,

US 2005099595 A1, 2005.05.12,

US 2012075581 A1, 2012.03.29,

WO 03009052 A1, 2003.01.30,

EP 0624811 B1, 1997.09.03,

CN 102300699 A, 2011.12.28,

CN 101977757 A, 2011.02.16,

CN 101835598 A, 2010.09.15,

US 2003095231 A1, 2003.05.22,

WO 2006013101 A2, 2006.02.09,

审查员 吴坤军

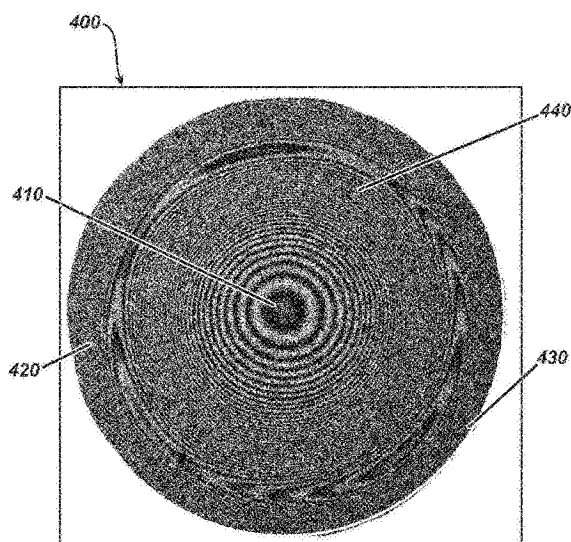
权利要求书2页 说明书38页 附图23页

(54)发明名称

用于形成平移式多焦点接触透镜的方法和装置

(57)摘要

描述了一种平移式多焦点接触透镜,所述透镜包括多个光学区和下眼睑接触面,以及用于实现它们的方法步骤和装置。所述透镜可以任选地包括下眼睑支撑结构。平移式多焦点透镜的一个表面的至少一部分可以是自由形态的,其包括下眼睑接触面和任选的下眼睑支撑结构,当眼睛从一个光学区变为另一个光学区时,其能够限制透镜横跨眼睛表面的平移量。



1. 一种平移式多焦点接触透镜, 包括:

前表面, 其中所述前表面包括弓形形状;

后表面, 其中所述后表面包括弓形形状, 所述后表面与所述前表面邻近且相对, 所述后表面和所述前表面在透镜边缘处彼此汇合;

光强度区域, 所述光强度区域用于给使用者的眼睛提供视力矫正, 其中所述光强度区域包括多个光学区;

下眼睑接触面, 其中所述下眼睑接触面被配置成当使用者改变视向时并且当使用者的视线从至少一个光学区运动至另一个所述光学区时, 限制所述透镜在使用者的眼睛上移动的量, 以提供所述平移式多焦点接触透镜的垂直稳定性和旋转稳定性中的一者或两者; 以及

一个或多个稳定区, 所述一个或多个稳定区呈现在所述光强度区域的一侧或两侧上, 所述一个或多个稳定区包括从所述光强度区域的上边缘延伸至所述下眼睑接触面的上边缘的水凝胶材料的弓形段, 以提供透镜垂直稳定性和透镜旋转稳定性中的一者或两者。

2. 根据权利要求1所述的平移式接触透镜, 其中所述透镜包括下眼睑支撑结构。

3. 根据权利要求1或2所述的平移式接触透镜, 其中所述透镜包括自由形态的透镜, 其具有在逐像素基础上形成的第一部分和由流体介质形成的第二部分。

4. 根据权利要求1或2所述的平移式接触透镜, 其中所述前表面包括以下中的一者或多者: 透镜边缘、周边区域、稳定区元件、光强度区域和下眼睑接触面。

5. 根据权利要求4所述的平移式接触透镜, 其中所述透镜边缘从周边区域的外边缘径向延伸至所述前表面和所述后表面的彼此汇合处。

6. 根据权利要求4所述的平移式接触透镜, 其中所述周边区域从所述光强度区域的外边缘径向延伸至所述透镜边缘。

7. 根据权利要求1所述的平移式接触透镜, 其中所述稳定区包括由点和线中的一者或两者限定的几何形状, 其中至少一条曲线限定表面。

8. 根据权利要求7所述的平移式接触透镜, 其中所述弓形段具有 0° 至 180° 的角宽度。

9. 根据权利要求8所述的平移式接触透镜, 其中所述稳定区包括5mm或更小的宽度(w)和1mm或更小的峰高(ht)。

10. 根据权利要求5所述的平移式接触透镜, 其中所述后表面包括周边区域和光强度区域中的一者或两者。

11. 根据权利要求1或2所述的平移式接触透镜, 其中所述光强度区域包括球形边界形状。

12. 根据权利要求1或2所述的平移式接触透镜, 其中所述光强度区域包括非球形边界形状。

13. 根据权利要求1或2所述的平移式接触透镜, 其中所述光强度区域包括远视力光学区、中间视力光学区和近视力光学区中的一者或多者。

14. 根据权利要求13所述的平移式接触透镜, 其中至少一个所述光学区包括由点和线中的一者或两者限定的几何形状, 其中至少一条曲线限定表面。

15. 根据权利要求1或2所述的平移式接触透镜, 其中所述下眼睑接触面包括前表面部分的连续的向内延长部分, 所述延长部分横跨所述前透镜表面侧向地延伸。

16. 根据权利要求1或2所述的平移式接触透镜, 其中所述下眼睑接触面位于邻接下眼睑支撑结构的正上方。

17. 根据权利要求1或2所述的平移式接触透镜, 其中所述下眼睑接触面位于所述透镜边缘的正上方。

18. 根据权利要求1或2所述的平移式接触透镜, 其中所述下眼睑接触面包括由点和线中的一者或两者限定的几何形状, 其中至少一条曲线限定表面。

19. 根据权利要求18所述的平移式接触透镜, 其中所述几何形状由水凝胶限定。

20. 根据权利要求2所述的平移式接触透镜, 其中所述下眼睑支撑结构邻接下眼睑接触面的下部分, 并延伸至较低的所述透镜边缘。

21. 根据权利要求2所述的平移式接触透镜, 其中所述下眼睑支撑结构包括轮廓符合眼睛表面的弓形前表面。

22. 根据权利要求2所述的平移式接触透镜, 其中所述下眼睑支撑结构包括4mm或更小的宽度。

23. 根据权利要求2所述的平移式接触透镜, 其中所述下眼睑支撑结构提供透镜垂直稳定性和透镜旋转稳定性中的一者或两者。

24. 一种用于成形平移式多焦点接触透镜的装置, 所述装置包括:

光源, 所述光源放射具有光化辐射波长的光;

处理器, 所述处理器与存储器逻辑连通, 其中所述存储器具有储存在其中的可执行代码, 所述可执行代码可根据要求执行以致使处理器生成一个或多个控制信号用于控制数字微镜器件, 以投射所述光化辐射穿过弓形基片, 从而形成根据权利要求1-23中任一项所述的平移式接触透镜。

25. 一种用于成形平移式多焦点接触透镜的方法, 所述方法包括:

在逐体素基础上形成包括前表面和后表面的接触透镜, 其中所述前表面和所述后表面包括各自的弓形形状, 并且在透镜边缘处汇合;

形成光强度区域, 所述光强度区域用于给使用者的眼睛提供视力矫正, 其中所述光强度区域包括多个光学区;

形成下眼睑接触面, 其中所述下眼睑接触面被配置成当使用者改变视向时并且当使用者的视线从至少一个光学区运动至另一个所述光学区时, 限制所述透镜在使用者的眼睛上移动的量, 以提供所述平移式多焦点接触透镜的垂直稳定性和旋转稳定性中的一者或两者; 以及

形成一个或多个稳定区, 所述一个或多个稳定区呈现在所述光强度区域的一侧或两侧上, 所述一个或多个稳定区包括从所述光强度区域的上边缘延伸至所述下眼睑接触面的上边缘的水凝胶材料的弓形段, 以提供透镜垂直稳定性和透镜旋转稳定性中的一者或两者。

用于形成平移式多焦点接触透镜的方法和装置

技术领域

[0001] 本发明涉及接触透镜。更具体地,本发明涉及一种平移式多焦点接触透镜,其包括多个光学区以及下眼睑支撑结构和下眼睑接触结构中的一者或两者,其中当眼睛在多个光学区之间平移时,所述结构辅助限制透镜在眼睛上活动。

背景技术

[0002] 双焦点透镜包括两个或多个具有不同光强度的区域或地带,通常包括用于远距视觉的远视力光学区和用于近距或极近距视觉的近视力光学区。所述两个地带可以细分成额外的视力地带,在该情况下,透镜可以称作多焦点透镜。以前已知的多焦点透镜已经受到已知生产装置的限制,例如,浇铸模塑、标准的挤压或烫压技术和注射模塑技术。

[0003] 视网膜图像和由它产生的视觉对象依赖于穿过入射光瞳进入眼睛的光。为了使双焦点接触透镜适当地起作用,当眼睛观察远处物体时,入射光瞳必须被透镜的远视力地带至少部分地、或更有效地完全地覆盖,且当眼睛观察近处物体时,入射光瞳必须被透镜的近视力地带至少部分地、或更有效地完全地覆盖。该功能可以通过交替视觉原理实现,其中做出接触透镜的移动动作或平移,以便随着眼睛在观察远处物体和近处物体之间交替,将一个地带或其它地带放在入射光瞳的前面。

[0004] 作为另外一种选择,可以利用称作并存视觉的原理,其中以下述方式设计和安装透镜:将远视力和近视力地带的部分或全部同时置于入射光瞳的前面使得各自同时促成视网膜图像。但是,这类透镜几乎不需要或不需平移,所以同时看到构成视觉的两个图像。

[0005] 通常,所述两类常规的双焦点接触透镜是分段的且同心的。分段的双焦点接触透镜或平移式接触透镜通常具有两个或多个分开的光强度地带。远视力地带通常是上地带,近视力地带通常是下地带。利用这样的平移式透镜,透镜的远视力地带是在向前直视的眼睛的入射光瞳的前面,而在向下视时,透镜的追加视力或近视力地带是在入射光瞳的上面。

[0006] 同心的双焦点接触透镜通常具有中央的视力地带和一个或多个环状视力地带,它们通常、但并非总是通过并存视觉原理起作用。公认的是,这些透镜不会提供远视力和近视力的良好视觉,并且仅仅被愿意接受次最佳视觉的那些人成功地佩戴。

[0007] 当眼睛从凝视一个在远处的物体变为凝视附近的物体时,双焦点接触透镜的有效使用需要眼系在视觉表面之间平移。作为另外一种选择,可能需要具有平移式多焦点接触透镜,其除了具有远视力和近视力光学区以外还可以具有一个或多个中间视力地带。当瞳孔从远距视觉平移至中间视觉、至近距视觉或它们的任意组合时,这样的平移式接触透镜可能必须具有控制和优化透镜的活动量的能力。

[0008] 尽管软平移式接触透镜存在许多设计,当眼睛的视向从向前直视变为向下视时,软接触透镜难以横跨眼睛表面平移。在一个现有技术实例中,描述了一种软双焦点接触透镜,其具有整体成形的斜面以辅助透镜的平移。尽管其他设计可能具有在眼睛的视向从向前直视变为向下视时横跨眼睛表面平移的能力,但是在眼睛向不同视向平移的过程中难以非常有效地控制透镜的活动。另一个现有技术实例描述了软多焦点接触透镜,其具有整体

成形的倾斜的脊带,所述脊带邻接向外延伸的纬度脊,所述纬度脊安置在眼脸上以辅助透镜的平移。所述纬度脊部分具有在每个末端处的隆起物,由此与中央的提升高度相比增加脊的末端的提升高度。现有技术的另一个缺点是,当佩戴在眼上时的不适。

[0009] 因此,需要这样的软平移式多焦点接触透镜:其能够在眼睛从远距视觉变为近距视觉位置时限制横跨眼睛表面的平移量,并给佩戴者提供改善的舒适。还需要这样的软平移式多焦点接触透镜:当眼睛从远距视觉变为中间视觉、变为近距视觉位置时,其可以限制横跨眼睛表面的平移量,并提高光效率。

发明内容

[0010] 因此,本发明的一个方面提供了一种平移式多焦点接触透镜,其产生相对于眼睛瞳孔的有限的透镜移动。所述有限的移动可以基于当使用近距、中间和远距视觉时的垂直稳定性和旋转稳定性中的一者或两者。在本发明的有些实例中,部件可以包括例如以下中的一者或多者:前表面、后表面、光强度区域、透镜边缘、稳定区、周边区域、中心、下眼睑支撑结构和下眼睑接触面。更具体地,描述了一种平移式多焦点接触透镜,其包括下眼睑支撑结构和下眼睑接触面。自由形态技术能够实现许多以前不可获得的形状和形式,包括非球形。体素*体素形成基本上允许在基片上形成大量种类的形状。

[0011] 根据本发明的第一方面,提供了一种平移式多焦点接触透镜。该透镜包括:前表面,其中所述前表面包括弓形形状;后表面,其中所述后表面包括弓形形状,所述后表面与所述前表面邻近且相对,所述后表面和所述前表面在透镜边缘处彼此汇合;光强度区域,所述光强度区域用于给使用者的眼睛提供视力矫正,其中所述光强度区域包括多个光学区;和下眼睑接触面,其中所述下眼睑接触面被配置成当使用者改变视向时和当使用者的视线从至少一个光学区运动至另一个所述光学区时,其限制所述透镜在使用者的眼睛上移动的量。

[0012] 所述透镜可以包括下眼睑支撑结构。

[0013] 所述透镜可以包括自由形态的透镜,所述自由形态的透镜具有:在体素*体素的基础上形成的第一部分和由流体介质形成的第二部分。

[0014] 所述前表面可以包括以下中的一者或多者:透镜边缘、周边区域、稳定区元件、光强度区域和下眼睑接触面。

[0015] 所述透镜边缘可以从周边区域的外边缘径向延伸至前表面和后表面的彼此汇合处。

[0016] 所述周边区域可以从光强度区域的外边缘径向延伸至透镜边缘。

[0017] 所述透镜可以包括一个或多个存在的稳定区以提供透镜垂直稳定性和透镜旋转稳定性中的一者或两者。

[0018] 所述稳定区可以包括由点和线中的一者或两者限定的几何形状,其中至少一条曲线限定表面。

[0019] 所述稳定区可以包括水凝胶材料的弓形段,其具有 0° 至 180° 的角宽度。例如,在 0° 至 180° 之间的任意整数值。

[0020] 所述稳定区可以包括:5mm或更小(例如,4.5、4、3.5、3、2.5、2、1.5、1、0.5mm)的宽度(w),和1mm或更小(例如,0.9、0.8、0.7、0.6、0.5、0.4、0.3、0.2或0.1mm)的峰高(ht)。

- [0021] 所述后表面可以包括周边区域和光强度区域中的一者或两者。
- [0022] 所述光强度区域可以包括球形边界形状或非球形边界形状。
- [0023] 所述光强度区域可以包括远视力光学区、中间视力光学区和近视力光学区中的一者或多者。
- [0024] 至少一个所述光学区可以包括由点和线中的一者或两者限定的几何形状,其中至少一条曲线限定表面。
- [0025] 所述下眼睑接触面可以包括前表面部分的连续的向内延长部分,所述延长部分横跨所述前透镜表面侧向地延伸。
- [0026] 所述下眼睑接触面可以位于邻接下眼睑支撑结构的正上方。
- [0027] 所述下眼睑接触面可以位于透镜边缘的正上方。
- [0028] 所述下眼睑接触面可以包括由点和线之一或两者限定的几何形状,其中至少一条曲线限定表面。
- [0029] 所述几何形状可以由水凝胶限定。
- [0030] 所述下眼睑支撑结构可以邻接下眼睑接触面的下部分,并延伸至较低的所述透镜边缘。
- [0031] 所述下眼睑支撑结构可以包括轮廓符合眼睛表面的弓形前表面。
- [0032] 所述下眼睑支撑结构可以包括4mm或更小的宽度。
- [0033] 所述下眼睑支撑结构可以提供透镜垂直稳定性和透镜旋转稳定性中的一者或两者。
- [0034] 根据本发明的第二方面,提供了一种用于形成平移式多焦点接触透镜的装置,所述装置包括:光源,所述光源放射具有光化辐射波长的光;处理器,所述处理器与存储器逻辑连通,其中所述存储器具有储存在其中的可执行代码,所述可执行代码可根据要求执行以致使处理器生成一个或多个控制信号用于控制数字微镜器件,以投射所述光化辐射穿过弓形基片,从而形成上述的平移式接触透镜。所述用于形成平移式多焦点接触透镜的装置可以包括数字镜或数字微镜器件(DMD)。
- [0035] 根据本发明的第三方面,提供了一种用于形成平移式多焦点接触透镜的方法,所述方法包括:在体素*体素的基础上形成包括前表面和后表面的接触透镜,其中所述前表面和所述后表面包括各自的弓形形状,且在透镜边缘处汇合;成形光强度区域,所述光强度区域用于给使用者的眼睛提供视力矫正,其中所述光强度区域包括多个光学区;和成形下眼睑接触面,其中所述下眼睑接触面被配置成当使用者改变视向时和当使用者的视线从至少一个光学区运动至另一个所述光学区时,其限制所述透镜在使用者的眼睛上移动的量。

附图说明

- [0036] 图1示出了可用于实现本发明的一些实施例的方法步骤。
- [0037] 图2示出了可用于实现本发明的一些实施例的另外一些方法步骤。
- [0038] 图3示出成形辐射和固定辐射时吸光率和透射率之间的关系的实例。
- [0039] 图4示出利用本文所公开的发明制备的透镜的实例。
- [0040] 图5示出了可用于实现本发明的一些实施例的设备元件,包括基于体素的光刻元件。

- [0041] 图6示出了可用于实现本发明的一些实施例的示例性光源设备元件。
- [0042] 图7示出了可用于实现本发明的一些实施例的示例性光学设备元件。
- [0043] 图8示出了可用于实现本发明的一些实施例的示例性数字反射镜设备元件。
- [0044] 图9示出了可用于实现本发明的一些实施例的附加设备元件。
- [0045] 图10示出了可用于实现本发明的一些实施例的示例性成形光学器件。
- [0046] 图11示出了可用于实现本发明的一些实施例的示例性单体存储器。
- [0047] 图12示出了可用于实现本发明的一些实施例的示例性材料移除设备。
- [0048] 图13示出了可用于实现本发明的一些实施例的示例性材料移除设备的总体运动系统。
- [0049] 图14示出了可用于实现本发明的一些实施例的示例性稳定和固定设备。
- [0050] 图15示出了可用于实现本发明的一些实施例的示例性计量系统。
- [0051] 图16示出了可用于实现本发明的一些实施例的示例性水合和除去系统。
- [0052] 图17示出了透镜前体的示例性横截面图。
- [0053] 图18A示出了含有多个部件的平移式多焦点接触透镜的前平面图。
- [0054] 图18B示出了平移式多焦点接触透镜的前表面和后表面的侧视图。
- [0055] 图19A-19D示出了稳定区位置的多个变化的实例和利用本发明的可能实现。
- [0056] 图20A-20H示出了在光强度区域中可以存在的光学区的不同类型、形状和排列的多个变化的实例。
- [0057] 图21显示了根据本发明一些其他方面的方法步骤。
- [0058] 图22显示了可用于实施本发明的一些实施例的处理器。
- [0059] 图23A示出了含有多个部件的平移式多焦点接触透镜的前平面图。
- [0060] 图23B示出了平移式多焦点接触透镜的前表面和后表面的侧视图。
- [0061] 图24A-24D示出了稳定区位置的多个变化的实例和利用本发明的可能实现。

具体实施方式

[0062] 本文描述了一种平移式多焦点接触透镜,其包括根据特定患者的眼睛数据的下眼睑接触面和下眼睑支撑结构中一者或两者,以及用于实现它们的方法步骤和装置。本文描述的透镜可以包括自由形态的、平移式多焦点接触透镜,这将在下面参考各个附图更完整地讨论。

[0063] 在下述部分中,给出了本发明实施例的详细描述。优选和替代实施例的描述尽管在本文中仅仅是实例,本领域技术人员会理解,变化、改变和修改可以是显而易见的。因此,应当理解,所述实例不限制基础发明的方面的宽度。在本文中描述的方法步骤在本讨论中按照逻辑顺序出。但是,该顺序绝不限制可以它们实现的次序,除非特别说明。此外,并非所有步骤都是实施本发明所必需的,本发明的各个实施例中可以包括另外的步骤。

[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] 如本文所用,“过渡区”是指从透镜的一个部分过渡至透镜的另一个邻接部分的连续区。

[0067] 如本文所用,“DMD显示”表示一组基于时间的指令数据点,其可以用于控制在DMD

上的镜的活化,并使得能够制造透镜或透镜前体或透镜前体形式或透镜前体部件。DMD显示可以具有不同的形式,其中 (x,y,t) 和 (r,θ,t) 是最常见的,其中,例如“x”和“y”是DMD镜的Cartesian坐标位置,“r”和“ θ ”是DMD镜的Polar坐标位置,且“t”代表控制DMD镜状态的时间指令。DMD显示可以含有与规则地或不规则地隔开的网格有关的数据。

[0068] 如本文所用,“流体透镜反应介质”表示反应性混合物,其天然形态、反应后的形态或部分反应后的形态是可流动的,并且所有反应介质或一部分可在进一步加工成为眼科透镜的一部分之后形成。

[0069] 如本文所用,“自由形态”、“自由形态的”或“自由形式”表示这样的表面:其通过暴露于光化辐射使反应混合物交联而在体素*体素的基础上形成,具有或没有流体介质层,且不是根据浇铸模具、车床或激光消融而成形。关于自由形态方法和装置的详细描述参见:美国专利申请S/N12/194,981(公开为US2009-053351-A1)和美国专利申请S/N12/195,132(公开为US2009-0051059-A1)。

[0070] 如本文所用,“透镜”是指位于眼睛内或眼睛上的任何眼科装置。这些装置可以提供光学矫正,或可以是化妆性的。例如,术语透镜可以表示接触透镜、人工晶状体、覆盖透镜、眼插入物、光学插入物或其他类似的装置,通过所述装置矫正或改善视觉,或通过所述装置在不妨碍视觉的情况下化妆性地增强眼睛生理学(例如虹膜颜色)。在有些实例中,优选的透镜是由有机硅弹性体或水凝胶(其包括但不限于有机硅水凝胶和氟水凝胶)制成的软接触透镜。

[0071] 如本文所用,“透镜设计”表示所需透镜的形式、功能或二者,其在制造后可以提供光强度矫正、可接受的透镜配合(例如,角膜覆盖和活动)、可接受的透镜旋转稳定性等。透镜设计可以表示为水合或未水合状态、扁平或弯曲空间、二维或三维空间,和通过包括但不限于几何绘图、视力特性、形状、特征、厚度等的方法来表示。透镜设计可以含有与规则地或不规则地隔开的网格有关的数据。

[0072] 如本文所用,“透镜边缘”表示,在透镜前体或可以含有流体透镜反应介质的透镜周围提供定义明确的边缘的部件。透镜边缘部件可以在透镜前体或透镜周围是连续的,或可以以离散的、不连续的地带存在。

[0073] 如本文所用,“透镜前体”是指由透镜前体形式和流体透镜反应介质组成的复合材料物体,所述流体透镜反应介质与可以旋转对称的或非旋转对称的透镜前体形式接触。例如,在一定体积的反应混合物内生产透镜前体形式的过程中,可以形成流体透镜反应介质。从一定体积的用于生产透镜前体形式的反应混合物分离透镜前体形式和流体透镜反应介质,可以产生透镜前体。另外,通过除去一定量的流体透镜反应介质,或者将一定量的流体透镜反应介质转化成非流体复合材料,可以将透镜前体转化成不同的实体。

[0074] 如本文所用,“透镜前体部件”也称作“部件”,表示透镜前体形式的非流体子结构,并起透镜前体的基本结构的作用。通过DMD显示指令,可以制造经验地确定的或由控制参数(高度、宽度、长度、形状、位置等)数学描述的透镜前体部件。透镜前体部件的例子可以包括以下中的一者或多者:透镜边缘部件、稳定区元件、智能板Volumator部件、光学区部件、沟部件、排出通道部件等。透镜前体部件可以用光化辐射体素来制造,且可以在进一步加工后复合成眼科透镜。

[0075] 如本文所用,“最小能量表面”或术语“MES”表示,由在透镜前体部件上形成的流体

透镜反应介质建立的自由形态的表面,其可以呈最小能量状态。最小能量表面可以是光滑的且连续的表面。

[0076] 如本文所用,“光学区”表示提供透镜前体或眼科透镜的所需光强度和像差矫正中的一者或两者的部件,其几何形状可以直接取决于靶文件。

[0077] 如本文所用,“反应混合物”可以与“透镜形成混合物”、“RMM”(反应性单体混合物)、透镜形成单体互换使用,表示可以固化和/或交联以形成眼科透镜或眼科透镜部分的单体或预聚物材料。各种实例可以包括,含有一种或多种添加剂的透镜形成混合物,所述添加剂例如:紫外阻断剂、着色剂、光敏引发剂或催化剂和在眼科透镜(例如,接触透镜或人工晶状体)中可能需要的其他添加剂。

[0078] 如本文所用,“稳定区”表示这样的部件:其可以辅助保持非旋转对称的接触透镜在眼睛上正确地定向,且可以存在于透镜边缘部件的内侧和光强度区域和光学区部件中的一者或两者的外侧。

[0079] 如本文所用,“靶文件”表示这样的数据:其可以代表透镜设计、厚度地图、透镜前体设计、透镜前体形式设计、透镜前体部件设计或上述内容的组合。靶文件可以表示为水合或未水合状态、扁平或弯曲空间、二维或三维空间,和通过包括但不限于几何绘图、视力特性、形状、特征、厚度等的方法来表示。靶文件可以含有与规则地或不规则地隔开的网格有关的数据。

[0080] 如本文所用,“光化辐射”是指能够引发化学反应的辐射。

[0081] 如本文所用,“弓形”是指象弓一样的弯曲形状。

[0082] 如本文所称,“比尔定律”以及有时所称的“比尔-朗伯定律”为: $I(x)/I_0 = \exp(-\alpha cx)$,其中 $I(x)$ 为强度,其为距照射表面的距离 x 的函数, I_0 为在表面处的入射强度, α 为吸收组分的吸收系数, c 为吸收组分的浓度。

[0083] 如本文所用,“准直”是指限制辐射的锥度,诸如作为特定装置的输出前行的光,所述装置接收辐射作为输入;可以限制锥度,使得前行光线是平行的。因此,“准直仪”包括执行此功能的设备,“已准直”则描述作用于辐射的结果。

[0084] 如本文所用,“DMD”是数字微镜器件,一种由功能性地安装在CMOS SRAM上的可移动微镜阵列组成的双稳态空间光调制器。通过将数据载入反射镜下的存储单元来独立控制每一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。数据以二进制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)。对于当前的器件,X可为10度或12度(标称)。由开反射镜反射的光随后通过投影透镜并投射到屏幕上。光在反射关闭时产生暗视场,并限定用于图像的暗电平基准。图像通过介于开电平与关电平之间的灰度调制来形成,开关速率快到足以让观看者将其视为完整图像。DMD(数字微镜器件)有时是DLP投影系统。

[0085] 如本文所用,“DMD脚本”应指空间光调制器的控制协议以及任何系统元件的控制信号,系统元件例如为光源或滤光轮,其中任何者都可以包括一系列时序命令。使用首字母缩写词DMD并不表示将该术语的使用限于空间光调制器的任何一种具体类型或大小。

[0086] 如本文所用,“固定辐射”是指足以进行下列一者或多者的光化辐射:聚合和交联基本上所有的构成透镜前体或透镜的反应混合物。

[0087] 文中所用的“流体透镜反应介质”表示反应混合物,在其天然形态、反应后的形态

或部分反应后的形态是可流动的,并且可进一步加工成为眼科透镜的一部分。

[0088] 文中所用的“凝胶点”应指第一次观察到凝胶或不溶物的点。凝胶点是转化程度,在该点液态聚合混合物变为固态。凝胶点可以使用索格斯列特实验来确定:在不同的时间点停止聚合物反应,并分析得到的聚合物以确定残余不溶性聚合物的重量分数。这些数据可外推至不存在凝胶的点。该不存在凝胶的点就是凝胶点。凝胶点还可以通过分析反应期间反应性混合物的粘度来确定。可使用平行板流变仪将反应性混合物放在板之间来测量粘度。至少一块板应透过聚合反应所用波长的辐射。粘度接近无穷大的点为凝胶点。对于给定的聚合物体系和指定的反应条件,凝胶点以相同的转化度发生。

[0089] 如本文所用,“透镜前体构件”表示具有至少一个光学性能表面的非流体物,其经进一步加工即可相容地复合到眼科透镜中。

[0090] 如本文所用,“模具”是指可以用于利用未固化的制剂来形成透镜的刚性或半刚性物体。一些优选的模具包括形成前曲面模具部件和后曲面模具部件的两个模具部件。

[0091] 文中所用的术语“辐射吸收组分”是指可与反应性单体混合制剂组合并且可在特定波长范围吸收辐射的辐射吸收组分。

[0092] 反应性混合物(在本文中有时也称为:透镜形成混合物或反应性单体混合物,且与“透镜形成混合物”同义)。

[0093] 如本文所用,“从模具脱离”表示透镜完全从模具分离,或仅松弛地附连,以使得可通过轻轻晃动取出或用药签推出。

[0094] 如本文所用,“立体光刻透镜前体”表示透镜前体构件是使用立体光刻技术制成的透镜前体。

[0095] “基板”为物理实体,其他实体可在其上面放置或形成。

[0096] 如本文所用,“瞬态透镜反应性介质”表示可以在透镜前体构件上保持流体或非流体形态的反应性混合物。但是,瞬态透镜反应性介质通过下述一者或多者而大部分除去:在其复合到眼科透镜中之前的清洁、溶剂化和水合步骤。因此,为清楚起见,透镜前体构件和瞬态透镜反应性混合物的组合不构成透镜前体。

[0097] 文中所用的“体素”或“光化辐射体素”是一种体积元,表示三维空间中规则格网上的值。但是,体素可看成三维的像素,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,本发明中的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一个体素的共同轴向尺寸表示。例如,具体体积的反应性混合物可以按 768×768 个体素交联或聚合。

[0098] 如本文所用,“基于体素的透镜前体”表示透镜前体构件是使用基于体素的光刻技术形成的透镜前体。

[0099] 如本文所用,“Xgel”是可交联反应性混合物的化学转化率,在该化学转化率下,混合物中凝胶份额变得大于零。

[0100] 设备

[0101] 本发明所公开的设备在本文中通常分为五个主要分部,设备实施例的首次讨论将安排为在分部层面上进行逻辑讨论。这些分部为基于体素的光刻光学设备、芯吸设备、稳定

和固化设备、测量设备和水合设备。然而,这些分部也作为整体设备工作,这应根据分部实施例加以考虑。

[0102] 基于体素的光刻光学设备

[0103] 基于体素的光刻光学设备是使用光化辐射来制作透镜构件和透镜前体的设备部件。在本发明中,设备接收高均匀强度的辐射,并且在整个成形透镜元件表面的众多离散点上(基本上在体素*体素的基础上)控制对成形透镜元件表面的照射。这种控制允许该部件控制在反应混合物中发生的反应的程度以及特定体素位置的光径;最后,确定那里的反应材料的体积,并由此确定在其上面形成的透镜前体的形状。

[0104] 基于体素的光刻光学设备的主要部件描述在图5中的示例性实施例中。在以后的部分中详细讨论指示的每个部件。现在示例性地概述分部功能。

[0105] 现在参考图5,在该示例性操作中,成形装置500可以在功能上从光源520开始。在这样的实施例中,在该光源520中产生的光作为在确定波长带中的光出现,但是在强度和方向方面具有一些空间变化。单元530为空间强度控制器或准直仪,可聚集、扩散以及在一些实施例中使光平行以形成强度高度均匀的光束540。此外,在一些实施例中,光束540照射数字微镜器件DMD510,该器件将光束划分为强度像素,每个强度像素可被分配一个开或关的数字值。实际上,各像素上的反射镜仅反射两个光路之一中的光。“开”光路(部件550)是导致光子行进到活性化学介质的光路。相反,在有些实施例中,“关”状态包括沿着不同光路反射的光,其将位于描绘为部件516和517的光径之间。该“关”光路指导光子碰撞光束挡块515,所述光束挡块515已经被小心地设计以吸收和捕集朝向它非任何光子。再来看“开”光路550,此光路中所示的光实际包括设置成“开”值的可能许多不同的像素值,并且沿着对应于其像素位置的相当的单个光路空间导向。沿着各自光路550的像素中的每一个的时均强度可表示为在整个由DMD510限定的空间网格上的空间强度分布560。作为另外一种选择,如果使用恒定的强度照射每一面反射镜,则560可表示空间时间照射分布。

[0106] 继续,在开状态的每个像素元件将具有沿着它们的光径550引导的光子。在有些实施例中,所述光束可以通过聚焦元件进行聚焦。作为例子,图5500描绘了一个实施例,其中将光径550反射,使得它们以基本上垂直的方式碰撞在成形透镜元件580的光学表面上。反射光现在穿过成形透镜元件580前进,并进入一定体积的空间,所述空间含有在贮存器590中的反应性透镜混合物。给定的像素位置的这种光的相互作用会限定开状态体素元件在贮存器590的体积中,并在成形透镜元件580周围。在该体积中的这些光子可以被吸收,并在吸收它的分子中促成光化反应,从而导致在该一般附近的单体的聚合状态变化。

[0107] 通过这种对于一个特定实施例的一般方式,可理解基于体素的光刻光学功能。这些体素元中的每一个都能独自具有描述此设备功能模式的特性和实施方式。深究该单个体素元的复杂内容可悟出对本发明基础的进一步理解。

[0108] 在对上述设备功能基本理解的基础上,现将把整个系统作为一个整体来讨论。在有些实施例中,基于体素的光刻系统作为整体被用于制备眼科透镜(这样的成形透镜的波前表面的图解表示出在图4中)。

[0109] 在一些实施例中,可控制设备500周围的环境,包括温度和湿度。其他实施例可包括与实验室环境相一致的环境,因此可以有变化。

[0110] 可控制周围气体环境的性质,例如通过使用吹扫氮气来进行控制。可以进行吹扫,

以将氧气分压增大或减少到预定的水平。湿度也可相对保持在预定的水平上,诸如比办公室环境相对低的水平。

[0111] 在一些实施例中,允许与各个设备元件相互作用的振动能量水平是可以得到控制的另一环境参数。在一些实施例中,巨大的支承体结构限定了相对较低的振动环境。其他实施例可以包括基于体素的光刻系统500中的一些或全部由主动振动支承体支撑的情况。本领域熟知的是,气囊支承活塞可显著减少传递到隔离系统中的振动,这并不限制可能解决方案的一般性。其他标准的振动隔离装置也能符合本发明的范围。

[0112] 设备环境中的颗粒可能引入不可取的多种缺陷类型,包括进入透镜前体和透镜制品中。例如,在光路中,颗粒会改变一个或多个体素元的实际强度和/或影响特定反射镜元件的功能。由于这些原因,环境粒状物质控制装置的供给至少完全在本发明的范围内。实现此项的实施例的一个实例是将高效颗粒空气(HEPA)过滤器集成到设备环境的主体中,以及强制足量的空气通过过滤器以在设备的暴露部分中建立层流状况的装置。然而,显著限制设备中及其周围的颗粒含量的任何实施例都在本发明的预期范围内。

[0113] 根据本发明的光学设备的详细环境支持的另一方面包括环境光及其控制方式。在一些实施例中,环境照明提供光化辐射,因此要慎重限制光子能量的漫射源。

[0114] 因此,在一些实施例中,设备500可封闭在符合前述环境需求的不透明材料中。优选的实施例可在设备环境中使用滤光光源,这可以足以避免设备的有源部分暴露于环境照明污染。

[0115] 现在参见图6,考虑以突显方式示出的光源600。光能的具体方面可作为任何光刻系统的基础方面进行考虑,而且在本发明使用基于体素的光刻光学设备的实施例中,用于该系统的光源性质可能是重要的。

[0116] 在一些实施例中,期望光源620提供较窄光谱带内的光。示例性光系统600的元件提供了实现所述窄光谱带特性的手段。在一个优选的实施例中,光源包括存在于环境支承体和机罩610中的发光二极管620。为了示例性目的,在有些实施例中,发光二极管源620可以包括得自Digital Light Lab Inc.(Knoxville,TN USA)的具有控制器的AccuCure ULM-2-365型光源。该型放射以约365nm为中心的窄带光,且另外具有在大约9nm的半峰全宽特征。因此,这种市售的光源元件已可发出期望的窄带光,因而不需要额外的设备。可以清楚的是,还可以使用任何LED或具有类似特性的其他发光产品。

[0117] 作为另外一种选择,也可以使用更宽光谱范围的光源,诸如(例如)碳弧灯或氙灯620。在这种可供选择的情况下,可利用宽带光源620。光从环境容器610发出,然后穿过部署在光源620上的滤光轮630。滤光轮630可以含有多个在不同运行位置的不同过滤器631,这些过滤器631可以包括例如带通滤波器,其将透射以365nm为中心的光,具有类似的10nm性能的半峰全宽。在该实施例中,滤光轮可以由摩托化致动器610致动,所述致动器610可以指引滤光轮至不同的过滤器;并因此允许示例性的体素光刻系统实施例500运行在多个可选的波长。

[0118] 可以清楚的是,易于衍生许多可供选择的实施例,包括在非限制性透视图,实际上滤光器631可以按固定方式邻近宽带光源620安装并提供合适的实施例。在另一方面,可以从备选实施例导出多波长能力,在该实施例中,环境610中有多个可独立启动以得到不同波长的LED光源620。

[0119] 更一般地说,应当是显而易见的是,一些实施例可以包括多种光源,包括例如白炽灯、激光器、发光以及其他带有或不带各种滤光器的类似产品。另外,在一些实施例中,可使用能够在受控光谱带内发光的光源,且这些光源在本发明的范围内。

[0120] 光源600还可以具有稳定、均匀以及强度较大的特性。在一些优选实施例中,AccuCure LED光源620输出强光并且包括内部监控反馈回路,以在一定时间段内保持稳定的强度。

[0121] 光源620可以包括用于以受控方式调控强度的装置;包括以确定的工作循环调控光源开和关。因此,经过完整的周期后,这种强度控制的模式将导致可选的时均强度等级。作为另外一种选择,在其他可操作的实施例中,LED光源可通过电压控制的操作模式来调制强度,在该模式中,强度改变发生以实现与时间无关的发光强度等级。

[0122] 为了稳定任何光源元件620的输出,光源环境中的其他特征可以包括附加的实施例限定。这方面的实例可包括通过冷却系统的温度控制装置。其他环境控制可以包括符合本发明意图的不同的实施例限定。

[0123] 在本发明的一个不同的方面,光源设备600提供用于强度调制的可供选择的实施例。各个光源620可以操作以发出给定的强度,滤光轮630可由电动元件610致动,以使用中性能密度滤光器631截断发出的光。因此,向体素光刻系统500的其余提供的光强度可调制到更低的强度。根据一般性观点,可以注意的是,各个滤光器631的设计可以涉及多个自由度,并且可独自包括不同的实施例方面。作为非限制性实例,滤光器可以设计为按空间限定的方式调制强度,使得滤光器限定沿着经过其主体的光路比其他光路具有更高的强度。在第二个非限制性实例中,滤光轮可以设计为与DMD的操作同步的方式来调制强度,从而允许协调由每一个滤光轮部分的密度值限定的像素和强度。这些操作方式的组合提供了可供选择的实施例,并且还应当清楚的是,具有如此描述的特性的任何光强度控制装置都在本发明的范围之内。

[0124] 不论光源部件620的实施例和它的环境如何,一个包括滤光轮630的实施例可以允许一个运行模式实施例关闭过滤器元件631,后者起完全阻断来自光学系统500的其他部分的照射的作用。集成这样的功能可存在许多优点,包括改善下游光学元件的稳定性和使用寿命。另外,在一些实施例中,如果允许光源元件620连续操作,其稳定性可以提高。阻光滤光器631可允许在操作系统的其余中执行步骤的装置,该装置不需要来自光源600的光。本领域技术人员可以明白的是,尽管已经描述了滤光轮630的特定位置,与光学光径一起可以存在不同的适当位置,其将包括在本发明的范围内的可接受的实施例。

[0125] 基于体素的光刻光学设备的附加部件包括均化和准直光学器件。该设备被设计为接收光源520的光输出,产生具有更均匀的强度并且聚焦在DMD510上的输出辐射540。从一般化观点看,可以能够在没有该部件存在下实现本发明的目的,特别是当光源具有用于类似目的的部件时。

[0126] 优选的实施例描绘在图7700中。如提及的,所述装置的该部分的目的是,既准直来自光源的光,又均化光的强度。在该优选实施例中可发现,AccuCure 365nm LED光源620已经装有使其光输出平行的光学元件。在一个更一般性的实施例中,这种光准直设备包括此用于准直的第一元件和均化元件。但是,在优选的实施例中,被光源620充分准直的光前进到700中,并碰撞一组大致1英寸的聚焦光学部件710。这些光学部件包括可从例如CVI

Laser, Inc., (Albuquerque, NM USA)得到的货架销售透镜部件。

[0127] 这两个透镜710将源光聚焦于光管720上。该部件720具有在平滑空间强度的不均匀性过程中将输入光均化的重要作用。光管720包括由UV等级的丙烯酸系材料制成的六边形光管。描述完该实施例的具体细节后,应当显而易见的是,任何提供用于均化光源空间一致性的光学设备的备选实施例均包括本发明范围所预期的解决方案。

[0128] 发自光管720的均化光输出由成品等级的光学元件730聚集,该类型的光学元件同样可购自例如CVI Laser Inc. (Albuquerque, NM USA)。聚焦的光现在穿过孔径光阑740到一组大约2英寸的聚焦元件750上。这些聚焦元件同样是标准的成品等级的光学元件,如可得自例如Thorlabs Inc. (Newton NJ USA)。聚焦光学元件750的现有用途是将光导向在数字微镜器件(DMD)510处的焦点位置。这便完成了基于体素的光刻系统照射部分中的光路。可能存在多个在准直仪和均化器元件方面有所更改的实施例,以在使用具有所需中心波长和光谱带宽的强烈均匀的光照射DMD510时实现相似的目的,这些实施例均在本发明的范围之内。

[0129] 在优选的实施例中,照明系统520和530将光(在图8800中标示为820)施加到包括Texas Instruments的数字微镜器件510的有源元件上并且正好在其周围。在优选的实施例中使用的DMD与DMD Developer Kit一起得到:可从DLi(Digital Light Innovations, Austin Texas, USA)得到的DMD Discovery3000。该套件包括DLi DMD Discovery3000板,其配备Texas Instruments DLP™ XGA DMD芯片(768×1024反射镜)0.7",与紫外透射窗口选配件成对角。还包括与D3000板配套的ALP-3高速光处理板作为从计算机到D3000的链路。将这些部件合在一起包括成像系统元件的图8800中的810,成像系统元件来自此基于体素的光刻系统的优选实施例。TI DLP™ XGA DMD的详细说明可以从TI获得DMD Discovery™ 3000数字控制器(DDC3000)起动器套件的技术参考手册。

[0130] DMD元件810可用于对从照明系统发出的光强度进行空间调制。得自Texas Instruments的DMD通过将光从微镜元件反射出去以数字方式执行此功能,这些微镜元件在该器件有效区域的空间网格中形成单一可寻址位置。因此,从DMD810以及更下面的成像系统800反射的光强度本质上并不变化,然而通过控制反射镜进入开状态或关状态的占空比,从单个像素位置反射的时均强度可以改变。

[0131] 在其他实施例中,空间光调制器(SLM),诸如可得自Fraunhofer Institut Photonische Microsysteme(Germany)的那些可用于在体素*体素的基础上控制辐射,并且可包括对强度功能元件810进行空间调制。SLM的类似反射镜表面实际上可以由多个(即成千上万个)微小的可移动反射镜组成,在集成电路内每一个反射镜都有其自身的储存单元。当所需强度分布的图像发送到SLM时,各个反射镜或弯曲或保持平直(与旋转或倾斜微镜的TI DMD不同)。从弯曲的反射镜反射出去的光被散射,使得光不会通过和照射光化学活性的化学混合物。

[0132] 现在再来参见图8,如上文所述,有源成像元件DMD 810以数字方式在两个方向之一反射来处理光。在关状态下,旨在让光的反射光路总是见不到有光化学活性的化学混合物的位置。为确保在关方向导向的光永远见不到此光路,成像系统800的部分可包括光收集器830。该收集器包括高度吸收性表面,该表面显著吸收入射到其上的任何光,并且只向收集器自身的更深处反射光。在优选实施例中,作为非限制性实例,这些表面包括可购自Hoya

Inc.(Tokyo,Japan)的吸收性ND玻璃片材。

[0133] 从“开”位置的反射镜元件反射的光采用不同光路,并且朝聚焦元件840前进。与其他光学器件一样,这些约1英寸的聚焦透镜为可例如得自Thorlabs Inc.(Newton NJ USA)的成品元件。这些聚焦透镜840将从DMD810发出的“开”状态光作为物聚焦到成形光学器件上,光与反应性单体混合物在其上发生反应。

[0134] 在一些实施例中,希望提供可直接成像并监控光路状态的装置,而不是根据制备的透镜进行推断。在基于体素的光刻光学设备的优选实施例中,提供了进行此直接监控的条件。使用可在光束光路进行进出切换的反射镜850截取将要聚焦到成形光学器件580上的光。如此导向的光随后入射到可检测光的成像装置860上。

[0135] 现在继续参照图9,成形设备900的元件将光束投射到反应混合物的最终目标区域。如上文所述,在一些实施例中,此光聚焦到与成形光学器件930本身的表面垂直的取向上。在实施例示出的成形设备900中,光可以大约垂直的方式照射到成形光学器件930的表面。在可供选择的实施例中,可通过保持环或其他扣紧装置将透镜保持就位,如921所示,扣紧装置可以使所述透镜相对于成形光学器件930保持在正确取向上。根据广义的观点,应当指出的是,本发明包括多个涉及在整个透镜表面930上在体素*体素的基础上取光的光路的实施例。

[0136] 继续参照图9,由于贮存器和成形透镜元件关于光束的相对取向具有重要性,它们的互锁位置的机构在有些实施例中可以定义为通过部件的相互作用来表现:成形透镜元件保留构件970,和用于容纳反应性单体混合物的贮存器950。这两个构件之间的对齐还可有效控制贮存器950,使其在成形光学器件表面930上居中。在一些实施例中,还可通过间隔环951的功能加强定位控制。该间隔同样将控制可向贮存器950中添加的反应性单体混合物的体积。

[0137] 图9还示出了涉及反应性单体混合物附近环境气体控制方面的另外的实施例。由于在有些实施例中,氧的存在可以改变单体的光化学,并要求作为光产生的自由基的清除剂,在有些实施例中,它需要从包围贮存器950的气体中排除。在图9元件900中通过密封容器990来实现此目的。可以通过使惰性气体(诸如氮气)流过960来从环境中排除氧气。在又一个实施例中,可以通过控制氧气在流经密封容器990后在气体960中的稀释度来将含氧量保持在一定水平。通过使用气体质量流量控制器获得氧气在气体960中的稳定稀释度水平的标准方法为熟知的技术,并且包括在本发明实质之内的实施例。

[0138] 包含反应性混合物的贮存器950可被填充适量体积的所述反应性混合物。在一些实施例中,可在相对于贮存器950定位成形光学器件930之前执行此填充。在其他实施例中,成形光学器件930和贮存器950可以设置在密封容器990内部,并且使用气流960进行吹扫。也可以在使用反应性混合物之前进行过滤。此后,可以将一定体积的反应性混合物945定量填充到贮存器950中。

[0139] 可能存在多种转移反应性混合物945的方法,包括手动填充、自动化装置定量流体输送或填充直到液位检测器测量到贮存器950中反应性混合物945达到合适的液位。根据一般的观点,对本领域的技术人员可以显而易见的是,输送适量反应性混合物945的多个实施例可能实际可行,并且此类技术完全在本发明的范围之内。

[0140] 在含氧量对于光学加工步骤至关重要的实施例中,可以显而易见的是,氧气在反

应性单体混合物945中可能以溶解的物质存在。在此类实施例中,需要在反应性单体混合物945中达到氧气浓度的装置。一些实现此功能的实施例包括让混合物驻留在有吹扫气体960流过的气体环境中。可供选择的实施例可能涉及单体混合物源中溶解气体的真空吹扫,以及在混合物分配时通过气体与待分配液体的膜交换重建所需的含氧量。在本发明的范围之内,任何可将所需的溶解气体以合适的浓度形成的装置应当显然都是合格的。此外,根据更一般的观点,在存在或不存在溶解氧的情况下,其他材料也可以充当合适的抑制剂。根据甚至更一般的观点,在本发明的范围之内预期会有包括建立并保持合适的抑制剂含量的设备的实施例。

[0141] 现在再参见图10,该图示出了成形光学器件的示例性形状及其保持与定位设备1000。保持成形光学器件的结构可包括平玻璃盘1040。成形光学器件可使用光学上稳定的粘结剂1020进行定位和固定,该方法使用装配夹具来确保介于盘和成形光学器件之间对齐。盘的平坦表面在垂直方向提供正向,而定位凹口1030和未示出的其他平坦表面可允许用于径向和水平方向的位置约束。

[0142] 现在参见图11,盘1000与贮存器系统1100配合。该平坦表面位于三个配合表面1130之上。一些实施例可以额外包括弹簧支承的定位销轴1120,销轴与元件1030完全配合并位于其上。两个静止的定位销轴(未示出)接合成形光学组件上的两个其他平坦表面,整个组合起到以全部自由度以运动的方式定位成形光学器件组件的作用,从而确保以可重复并且稳定的方式将所述成形光学器件定位在光学光路中。在一些实施例中,还可包括容纳反应性单体的贮存器1110。根据更一般的观点,有多个实施例符合本文所公开的本发明技术,这些技术对于本领域的技术人员可以显而易见,这些实施例可用于对中成形光学器件、将此类透镜定位在装有反应性混合物的贮存器附近,以及将一个或多个此类功能设置在环境可控的环境中。

[0143] 成形光学器件1010至少部分地透射所需的光化辐射光谱。因此,在不同的实施例中,成形透镜元件1010可以包括以下中的一者或多者作为例子:石英、塑料、玻璃或可透过用于固化使用的RMM的光波长的其他材料。还可注意到,成形光学器件1010的形状包括具有可转移到透镜或透镜前体的特性的表面1011之一,其中透镜或透镜前体通过透过成形光学器件1010的成形光化辐射所得的聚合反应沿着表面1011而形成。许多形状实施例可以包括本文所述的本发明技术。

[0144] 在可被用于成形光学器件1010的设计和特性的多个实施例中,所述各项的实例可以具有独特的形态,例如涉及其库存材料、制造、使用过程和/或其他原因的方面。这些形态可以与或不与体素光刻系统500的整体功能相互作用,从而形成实现最终产品目的所需的体素*体素强度分布的独特光学偏移。因此,一些实施例可能使用调整成形光学器件1010、保持并追踪它们的装置。举例来说明原因,一个实施例可以按机器可读的格式在成形光学器件部件1040的平坦表面上编码识别标识。附加的实施例可包括例如RF识别装置附件及所述识别标识,以用于机器读取。可有多其他实施例可标识各个成形光学器件1040,这些实施例可以包括本发明的意图。

[0145] 基于体素的光刻光学设备500的输出产品可以包括许多实施例。在一个实施例中,如900所示,反应性产品940将在成形光学器件930的表面上形成,然而它们仍然存在于残余的反应性化学混合物945中。从化学混合物945中取出成形光学器件930及反应性产品940的

操作可以包括设备的另外的实施例。在一些此类实施例中,成形光学器件930和所附的反应性产品940可以通过例如机器人自动化操作从化学混合物945中提出。

[0146] 在一些实施例中,利用所述方法得到的制品可以是称为透镜前体的实体。透镜前体一经形成就可附到成形透镜元件上。示意图1700表示在不存在可附着于透镜前体的基底或成形透镜元件的情况下坯件所包括的结构。然而,此粗略的示意图仍示出了透镜前体的关键特征。反应产品具有称为透镜前体构件的固态元件,现标识为1740。在此实施例中,所附的表面(成形透镜元件未示出)和透镜表面一起标识为1750。透镜前体构件1740现在将具有由基于体素的光刻系统500的操作所确定的表面1730。附着到此表面1730上的是流体透镜反应混合物1745。在此类实施例中,介质1745仍将保留在成形透镜元件上,如本文所述,它们可以在那里接受照射以进行附加的加工。

[0147] 可流动材料移除设备

[0148] 在一些实施例中由前文所述基于体素的光刻光学系统500制作的透镜前体1700限定了一种新颖的实体。可流动材料移除设备(有时称为芯吸设备)是一套可用于透镜前体1700上的设备,将在下文中详述。

[0149] 参见图12元件1200,该示意图示出了可流动化学品移除设备的实施例的一些方面。透镜前体示出为附接到成形光学器件1250上,对准板1260也附接在其上。该组合作为实施例来说明,其中透镜前体的表面朝下。流体透镜反应性混合物1240将在包括重力在内的多种力的作用下移动。芯吸毛细管1210设置在流体反应性混合物1240附近,在沿着透镜表面低点汇聚的流体化学品的周围和中间。在一优选实施例中,芯吸毛细管可以包括由Safecrit的HP8U型未处理塑性微量血细胞比容管制成的聚合物芯吸型毛细管。作为可供选择的实例,毛细管还可以包括玻璃、金属或其他符合流体化学品移除的物理和化学/材料要求的材料。

[0150] 流体化学品1240被吸入毛细管1210中,然后形成从透镜前体抽走的体积1241。在一个实施例中,该过程可以重复多次。经过该过程后,透镜前体1200保留的附在透镜前体构件1750上的流体透镜反应性混合物的量减少。

[0151] 流体透镜反应混合物的不同方面可以受到该处理的影响;包括例如,可以分离和除去流体透镜反应混合物中的更少的粘性组分。本领域的技术人员应当清楚的是,有许多不同的实施例涉及执行化学品去除过程的方法,这些实施例全部都符合本发明的范围。

[0152] 通常,实施例可以包括多种从表面抽走化学品的物理设计。不同实施例的实例可以是致动真空系统元件1220以协助抽走流体透镜反应性混合物1240。以非限制性实例的方式,另一个实施例可包括毛细管设备1210的备用品,其各点的设置模仿成形光学器件表面1250的形状。另外,例如可使用高表面积材料(类似海绵)或具有高表面积的纳米级材料来进行化学品移除。重申前文所述的概念,可供选择的实施例可包括控制从反应性混合物945吸取成形光学器件930上透镜前体的速度。在该实施例中,表面张力可以包括化学品除去形式,其具有与毛细管芯吸步骤的相似性;并导致在产生透镜前体时剩余的流体透镜反应混合物1710的量的减少。根据一般的观点,可进行流体透镜反应性混合物1240部分移除功能的多个设备实施例均包括本发明范围内的技术。

[0153] 在优选实施例中,真空系统元件1220具有替换前文所定义功能的另一功能。在多个透镜前体的加工过程中,化学品移除设备1200将多次进行化学品移除。真空系统元件

1220可以用于清洗和排空毛细管设备1210。不同的实施例可以包括流经毛细管设备1210的清洗溶剂,与真空系统元件1220结合使用。

[0154] 图12中所示的实施例1200通常示出化学品移除系统如何操作,并注重所涉及元件的细节和近距离视图。通过比较,图13示出了化学品移除系统1300的一些实施例的更全局化的视图,以有助于描述在优选实施例中使用的设备以及某些变更。图13元件1300包括毛细管移除元件1305和以类似构型安装在成形光学器件和成形透镜板上的透镜前体1306,其中透镜前体朝正下方。

[0155] 现再参见图13,可以显而易见的是,在可供选择的实施例中,芯吸毛细管1306可以设置在偏离成形透镜前体1305中心(即中心点)的位置处。元件1330指示xy平移台的单一尺寸,可在其上进行调节以补偿毛细管到成形光学器件的中心对齐。元件1330以举例的方式描述了优选实施例中的手动游标调节形式。但是,本领域技术人员可以显而易见,通过自动化可以执行调节,所述自动化包括例如步进电机;且更一般地,在本发明内将预见到使XY平移台位置的自动化设备复杂化的不同水平。从更高层次的一般性来看,并且为了简化以下的讨论,可以假定设备上的任何移动能力在可能的实施例中都具有类似的自由度。

[0156] 元件1320为成形光学器件固定设备,包括将成形光学器件灵活地固定在所需稳定位置的设备。成形光学器件,如在前文中标示为元件1000,在此实施例中可以采用与位于基于体素的光刻光学设备500上时类似的定位方案。在可供选择的实施例中,可以使成形光学器件固定设备1000的传送以自动化方式进行。应当清楚,将成形光学器件固定并锁定到流动化学品移除设备上合适位置的多种可供选择的方式包括符合本发明的各个方面。

[0157] 到目前为止的讨论已一般性地示出了其中成形光学器件的轴线被定位成使得其与水平面垂直并且沿着重力方向的实施例。可供选择的实施例可以允许轴线围绕此垂直方向旋转一定角度。元件1350包括用于改变成形光学器件与重力所夹角度的调节装置。这种改变的基本效果是透镜前体上的流体物质1710趋于在偏离成形光学器件中心的位置处聚集。在一些实施例中,可能具有在偏离中心的位置处抽走流体介质的优点。

[0158] 图13中示出多个部件涉及毛细管芯吸设备1306到透镜前体上流体介质的竖直位置。例如,元件1340可以包括使附连到芯吸毛细管1306上的操作台沿竖直轴线移动来粗略调节此尺寸。另外,元件1345包括同一运动可能性的精细调节。换句话说,可以沿着同一轴线相对于毛细管芯吸设备1306来调节成形光学器件安装操作台1310。元件1370包括用于此目的的精细调节设备。

[0159] 为了将芯吸毛细管移到不同的方向,1360包括转动装置。例如,这样的实施例可考虑到简单自动地更换芯吸装置1306。

[0160] 如前文所述,可能有多个实施例涉及流体化学品移除设备1300的各个部件的自动移动。然而,此外,对于备选实施例,包括控制移除化学品过程的光学测量也完全在本发明的范围之内。用于此类监控的其他备选实施例可以包括例如多种类型的液位传感器。概言之,本领域技术人员显然应知,可控地从固体支承体部分移除流体化学混合物的过程可能需要多个传感和测量设备。

[0161] 到目前为止所讨论的涉及流体透镜活性化学品移除设备的实施例的实质包括用于从透镜前体构件1730的表面移除部分化学品1710的方法和设备。本领域技术人员应当清楚化学品净化步骤可以包括具有更有效净化方案的实施例。通过使用行业标准净化技术,

流体透镜活性化学品1710可以部分地或几乎全部地移除。根据定义,具有此类净化措施的设备会将透镜前体1700转化为其他形态。然而,在一些实施例中,例如通过沉积、喷洒、喷墨或芯吸,将反应混合物再次施加到透镜前体构件的表面1730,可以在所述净化技术之后重新构成透镜前体。

[0162] 化学品移除的其他实施例可以不使用透镜前体构件1740外部的设备。作为另外一种选择,由于透镜前体构件1740的形状可通过多个实施例限定,因此有一些透镜前体构件的设计可在透镜前体构件1740的某些位置包括外形貌凹陷或沟凹陷区域(图4400中的部件440包括此类特征的一些示例性实施例,并且在本文的其他章节进行讨论)。通过引导流体透镜反应混合物1710进入沟凹陷区域,透镜前体构件1740“上”的流体透镜反应混合物1710的量可能会减少,并且这种减少可能包括所述备选的化学品移除实施例。一般可以明显看出,此类实施例中,以这种方式进行的外形貌起伏特征的实际形状可以变化,并且可形成为自由形态的表面。

[0163] 稳定和固化设备

[0164] 透镜前体1700包括用于定制眼科透镜的设备的附加实施例的基础。在一实施例的描述中示为层1710的透镜前体的流体层提供了形成光学质量眼科透镜表面的新颖方式。竖式放置透镜前体时,流体介质可能会流动一段时间。在某些条件(例如时间的长短)下,流体层可能在重力和表面张力的共同作用下绵延开,从而获得稳定的实体。稳定后的流体透镜反应混合物1710的表面可由1720来表示。在某些实施例中,所得表面1720可包括比透镜前体构件1740的表面1730的光学性能更出众的表面。许多设备均可提供稳定流体透镜反应混合物1710的能力。

[0165] 现在转到图14,该图示出了一优选实施例中的稳定设备1400。其一种形态允许流动系统与运动或振动能量隔离。在1400中利用部件1450实现这一点。振动隔离系统1440之上可支撑相对大型的工作台1450。由于在此类实施例中还应用了重力,因此所述大型工作台1450可优选具有水平的平坦表面。透镜前体1410可连接到可以与夹持设备1451连接的成形透镜元件夹持器1430上。在一些实施例中,可使用自动计时设备控制流体介质达到相对稳定状态的最短时间。

[0166] 在一些实施例中,用于稳定的设备包括便于透镜前体暴露在光化辐射中的附属部件,以便将透镜前体1700固化为成形眼科透镜。在一些实施例中,固化辐射只在流体透镜反应混合物1710中引起光化学反应。在备选实施例中,透镜前体的其他部件,诸如透镜前体构件1740,接受固化辐射后可能经历一个或多个化学变化。专业人士应当清楚,构成基于包含透镜前体的材料性质的变形的其他实施例也符合本发明。

[0167] 在1400中,固化辐射源标示为1460。例如,可以采用前文在体素光刻光学系统520的背景中所讨论的类似光源。例如,在一些实施例中,得自Digital Light Lab Inc. (Knoxville, TN USA)的带有控制器的AccuCure ULM-2-420光源1460可构成合格的固定辐射源1461。执行适当的参数设定使之稳定后,固定光源1460的控制器切换到开位置,从而使透镜前体及其环境暴露在固定辐射1461下,进而形成实施例形态的眼科透镜。根据一般的观点,可以有多个涉及稳定或者移动在整个透镜前体构件1730表面上的流体透镜反应性混合物并随后以某种方式使用固定辐射来进行照射的实施例。

[0168] 例如,一些用于固定设备中加工的可供选择的实施例可包括透镜前体构件,其中

流体材料可能已在清洗系统中清洗掉。由于固定形式的此透镜前体构件可以包括具有某些独特特性的透镜,预见到在本发明的范围之内有涉及固定设备使用的实施例,其中涉及到固定设备以本质上不要求稳定设备的方式被使用。根据更一般的观点,本发明可以预见到多个材料和形态的实施例,其中固定设备可固定材料,这些材料不需要待固定表面上先前有流体材料流过。例如,用基于体素的光刻光学系统形成的并清洗掉流体透镜反应性混合物1710的透镜前体构件,还可以包括其中固定设备能够将透镜前体固定到透镜中的实施例。

[0169] 一组实施例包括引起流体透镜反应混合物1710运动的替代方式。以举例的方式,在一些实施例中,晃动包括流体透镜反应性混合物1710的透镜前体表面可允许流体透镜反应性混合物1710能够移动。另外,例如,在一些实施例中可能期望以薄膜加工中常用的旋涂方式使透镜前体绕中心轴旋转。

[0170] 还有其他实施例可包括通过将透镜前体1410以可控的方式下落一定距离,使流体透镜反应性混合物1710受到的重力成为最小。另一些实施例可以通过改变透镜前体1410、成形光学器件1420和夹持器1430被支承的表面1450的水平来改变重力的影响。当表面水平不同时,中心光学区域中流体透镜反应性混合物1710上的作用力可能会改变并引起移动。

[0171] 在另一方面,一些实施例可以包括流体透镜反应性混合物1710的化学或物理变化。以举例的方式,可供选择的实施例可包括在流体活性化学品中或周围引入溶剂材料,其引入方式可改变其流体性质。另外,所述增加的材料可以影响透镜前体系统1700中元件的表面能量性质。可以通过使用固定辐射1461来部分改变流体活性化学品1710的性质,从而以完全不同于固定的方式改变流体性质。可通过本发明的性质来预见到多个涉及改变流体化学品系统性质的关于一般性质的可供选择的实施例。

[0172] 在非常基础的水平上,反应性化学混合物945的性质可以与设备的多个实施例相互配合,以能够得到不同的结果。应当显而易见的是,稳定和固定设备1400的性质以及由改变反应性化学混合物中基础化学组分而衍生出的实施例变型均包括本发明范围内的实施例。例如,这可包括例如改变固定辐射所使用的波长,以及可以引入在所述固定辐射波长上具有灵活性的设备实施例。

[0173] 由于透镜前体的材料可包括已形成透镜的部分,因此对本领域的技术人员可以显而易见的是,稳定和固定设备中及其周围的环境控制包括重要的实施例方面。例如,用例如HEPA过滤的空气流控制颗粒物质可以涵盖一个环境控制的实施例。由于流体介质仍然对光化辐射敏感,控制杂散光线进入环境可以涵盖一些附加的实施例选择。此外,湿度和其他气体污染物可能会影响透镜的质量,而控制这些环境条件可涵盖一些可供选择的实施例。对本领域的技术人员可以显而易见的许多环境控制方面均涵盖本发明的范围之内的技术。

[0174] 用稳定和固定设备处理一些实施例的透镜前体的产物可以包括眼科透镜的类似物或形态。在许多意义上,此材料具有直接涉及最终水合眼科透镜的特性。然而,许多实施例在透镜稳定和固定之后仍然在成形光学器件和夹持器1430上形成实体,该实体的非水合形式可被以多种形式测量。

[0175] 测量设备

[0176] 继续参照图15,该图示出了可测量光学和材料特性的测量设备的实施例的示意图。可以显而易见,使用“干燥的”透镜和水合的透镜可能实现计量,所述“干燥的”透镜是用

前述稳定设备1400处理以后的结果。然而,此实施例关注干式透镜的计量,这些干式透镜最好仍附连到成形光学器件上。参见图15,干式透镜1520仍附连到成形光学器件1530以及其适当的固定元件1540上。例如,此固定元件1540附连到一对安装座1550和1560上,其一起允许控制的透镜能够绕中心轴旋转移动。

[0177] 在一些实施例中,当透镜样品1520、成形光学器件1530和夹持器1540轴向旋转时,来自激光位移传感器1510(例如由Keyence(Osaka, Japan)制造的LT-9030型)的激光1515会与透镜样品1520的表面相互作用。转动的伺服电机1570驱动旋转支承的动态承载台,样品组件位于该承载台上。为了稳定旋转,在一些实施例中透镜样品组件的质量中心尽量设置在靠近中心点的地方。承载台旋转时,激光位移传感器1510会测量沿着透镜1520表面轴环的多个点的位移。承载台旋旋转整图后,位移传感器1510会按方位角运动。每一次移动都会在透镜表面周围形成新的圆形轮廓。重复此实施例中的过程直至整个透镜表面被成型。通过测量没有透镜样品1520的特定成形光学器件1530,获得以按等效球面标记格式给出的成形光学器件的表面位置。从成形光学器件上有透镜的测量结果中减去此结果,便得到该透镜产品的厚度绘图。还有,通过所连接的RFID或通过其他手段以电子格式给出的成形光学器件的独有标识,可以涵盖该设备的另一实施例形式。

[0178] 在一些此类实施例中,样品表面1520相对于传感器1510的自由振动位移会包含系统获得的位移测量值上的有效位错误。因此,可以包括阻尼和隔离。因此,在一些实施例中,可利用位于振动隔离安装座1590上的大型支撑操作台1580使振动的影响降至最小。一些实施例对振动噪音的灵敏度可以低于其他实施例;但是,一般而言,使在不同形式的检测器和样品定位装置周围的环境中的振动能量转移模式最小化的不同方法包括在本发明的范围内的实施例。

[0179] 除前述的激光位移传感器之外,在一些情况下,其他实施例还可以使用不同的测量系统,以提取透镜特性。作为非限制性实例,还可以在一些实施例中使用购自Thorlabs Inc.(Newton, NJ, USA)的Shack-Hartmann波前传感器,以确定所形成的透镜主体的厚度。

[0180] 根据一般的观点,预见到在本发明范围之内的计量装置可以有显著的差异,部分地且举例地包括:用来表征折射指数、辐射吸收度和密度的技术。还可以预见到涉及环境控制的方面,例如包括颗粒检测。这些不同的技术可以用于与示例性计量装置1500相同的环境和位置,或者在可供选择的实施例中可以包括普通系统环境内或外部的其他位置。

[0181] 涉及特定样品生产时所用的特定样品和元件的计量和逻辑数据的收集、存储和通信涵盖本发明的一般实施例原理。这些不同的数据可用于建立用来控制透镜特性的反馈回路。在示例性优选实施例中,用于透镜样品1520的来自基于激光位移传感器的计量设备1500的输出将记录并存储在计算系统中。在一个实施例1530中,单个成形光学器件在用于制备所述样品1520之前可以进行类似的激光位移计量。通过使用数据计算系统,可以某种方式对位移数据进行处理,以得到由此制备的透镜样品的厚度表示。

[0182] 在该计算系统内,用于透镜样品的所需型号(可用于提供透镜制造系统中各种元件的起始参数设定点)可与用于样品1520和成形光学器件1530的位移数据的处理进行比较。在有些实施例中,可以将模型中的不同位置点绘图,或者关联回成像系统的各个部件;在优选的实施例中,在基于体素的光刻光学系统中的特定体素元件。通过对该体素进行参数调节,下一个透镜或透镜前体样品可以制成具有与前一样品相比经调节的性能。在计量

以及多种算法和设备的多个实施例中,本领域的技术人员应当清楚,许多数据获得、处理、建模、反馈以及通信的可供选择的实施例包括本发明范围内的要素。

[0183] 在一些实施例中,涉及制得的透镜样品1520的厚度的具体系统的计量数据可以通过使用透镜前体构件1720的轮廓中所设的对准特征得以加强。在示例性图4的400中,获得通过与上文所述相似的方式所得到的厚度计量。该400的其他讨论参见本公开内容的别处;但是,为了用于理解对齐实施例,可以考虑440。元件440可在透镜样品1520的表面包括相对较深的轮廓凹槽。此类特征的设计可用于确定设备中的许多加工步骤的取向。在一个实施例中,与400相关的信号可以通过算法或计量数据的处理来提取或识别。此类提取可用于定位各种设备的部分,所述设备靠近相对于对齐特征440的位置或对该位置进行加工。本领域的技术人员可以显而易见的是,除了别的以外,包括标记材料的使用和轮廓特征设计的对齐特征的多个不同实施例都是可行的并且包括在本发明范围之内的技术。

[0184] 一些可供选择的实施例使用计量系统1500生成的计量数据,从而可以利用该数据诊断和控制整个眼科透镜制备系统或其中的多种设备。作为非限制性实例,存储成形光学器件1530的上述测量结果可形成此类测量的过程记录。通过可供选择的计算和算法处理,可比较一段时间内的表面特性,而这些特性的突然或稳定变化都可用于标记某种诊断干预的需要。这种信号变化的多种可能原因中的一个实例可能包括成形光学器件在其表面上受到某种表面划痕。在其他实施例中,基于统计的过程控制算法可用于设定所得计量结果的合格的限值以及自动化感测测量中的有效变化。其他实施例可在系统内设置自动化装置,以在自动化装置内对这些标记作出反应。然而,根据一般的观点,本发明的范围预见到这些以及许多其他实施例,其中使用来自例如系统1500的计量数据来诊断和控制整个系统。

[0185] 到目前为止所讨论的测量设备的实施例可能通常适合在“干”式透镜样品1520或其成形光学器件1530上进行计量。然而,根据更一般的观点,类似的或附加的计量实施例可能衍生自整个系统中其他形式的测量特性。作为非限制性实例,在一些实施例中“干”式透镜可以继续加工并成为水合物。在这样的新限定的样品1520上的计量可以包括更一般性的实施例讨论的实例。另一实例可包括在透镜前体样品1700上进行计量。因此,一般来说,存在许多预见到在本发明范围内的实施例,在用于加工或构成此类眼科透镜制备系统产品的多种形态的材料上进行计量。

[0186] 水合和移除设备

[0187] 眼科透镜生产设备的另一个分部包括从其成形透镜元件上分离透镜或透镜前体、净化以及水合的步骤。在一些实施例中,这些步骤可以基本上同时进行。转到图16,描绘了用于执行这些步骤的设备1600(简称为水合设备)的实施例。所述装置包括容器,所述容器用于容纳水合流体1610、流体浴1620(透镜1630和成形透镜元件托架1640浸入其中)和温控装置1650以维持所述浴在恒定温度。

[0188] 在一个优选实施例中,流体浴1620含有其中加有表面活性剂的去离子(DI)水。有许多用于此流体浴的实施例实际应用于本领域并且符合本发明的范围。在替代实施例中,可包括有机醇混合物的流体浴1620,有时是在去离子水和表面活性剂的混合物中。因此,容器1610的一些实施例可以含有与下述材料相符的材料,即含有一定体积的水或有机醇并且还在于温控装置1650和流体浴1620之间传递热能的材料。根据一般的观点,可能有许多可供选择的实施例,包括属于水合和净化透镜范围内的容器材料、容器设计以及填充和排

空容器的方法,并且包括本发明领域的实施例。

[0189] 在一些实施例中,升高该流体浴的温度以加快水合、净化和移除操作的速度。在一个此类实施例中,可通过使用具有内部感测设备1650的加热板来保持温度。更高级的实施例可以包括加热流体的替代方式,包括可供选择的辐射和传导材料和设备。此外,其他实施例可以包括不同的方法来监控流体浴的温度并将温度控制在一定温度区内。又一个更高级的实施例可包括及时改变或编程设定流体浴温度的能力。本领域的技术人员可以清楚的是,存在许多控制水合流体浴温度的实施例,其中包括在本发明范围内的实施例。

[0190] 当透镜1630和成形光学器件1640暴露在流体浴中并且透镜成为水合物时,在一些实施例中,透镜主体将溶胀并最终从成形光学器件1640分离。因此,一些实施例可以包括抓住分离的透镜,以用于装入适当的储存装置以及封装装置。更多的实施例可以包括定位并拾取从流体浴介质1620分离的透镜。作为另外一种选择,在使透镜与流体分离的排放过程期间,实施例可以提供过滤所述流体浴介质1620的能力。从一般的角度来看,定位透镜并将其搬运到储存装置中的许多方式涵盖本发明范围内的一致实施例。

[0191] 然而,如上所述,处于溶胀形态的透镜可能包括患者佩戴透镜时最匹配透镜性能的光学特性。因此,在一些实施例中,可以在溶胀的透镜上进行一个或多个测量步骤。此类实施例可以包括如其他测量步骤已经讨论过的反馈、控制和诊断的类似方面,并且专业人士应当清楚还存在导出自水合设备中透镜溶胀的一些附加实施例。

[0192] 本发明包括用于眼科透镜形成的设备的五个主要分部。在一个优选实施例中,每个分部都有其自身的实施方式来限定设备。然而,应当清楚由于设备的每个分部可以包括多个备选实施例,即使在更高层级也可能存在其他选择,其可具有不同的分部构造,或作为另外一种选择可省略一个或多个分部,并且仍然涵盖本发明范围内的实施例。

[0193] 方法

[0194] 本发明中公开的方法基本上可以包括五个主要分部,因此该方法一些实施例的讨论将并入分部层级的逻辑讨论。这些分部分别是涉及基于体素的光刻透镜前体生产的方法、透镜前体生产的更普遍方法、加工透镜前体的各种方法、透镜和透镜前体的后加工,以及多个部分中的测量和反馈方法。应当指出的是,以下步骤和方法说明均为示例性,并不旨在限制另外提出的或在本文所附权利要求中所述的发明范围。

[0195] 还有包括所有分部或其子集的方法实施例,因此将所述的一个或多个方法步骤包括在内以及它们的顺序并不会限制本发明。参考图1,指出了方法100的子部分块,包括:基于体素的光刻法110;替代成形方法120;透镜前体加工方法130;后加工方法140;和计量和反馈方法150。在图1中,在椭圆形组件中指出了两个实体;它们是透镜前体,元件160;和眼科透镜,作为元件170。单箭头可包括一些实施例可以采取的一般方向,双箭头则表示材料、数据以及信息中的一些或全部可以在各种方法部分与核心测量和反馈部分之间来回流动。

[0196] 基于体素的光刻法

[0197] 利用基于体素的光刻光学设备制作透镜前体的方法包括多个涉及许多设备实施例以及许多在加工透镜前体时使用这些设备实施例的方法的实施例。参照图1,110为基于体素的光刻过程,框115表示开始步骤,其可能包括利用此系统制作透镜的起始步骤。可以在算法计算中输入所需的透镜参数。在一些实施例中,可以通过测量眼科患者光学表面上的光学像差来获得这些参数。这些测量可转变为待制作透镜的所需波前特性。在其他实施

例中,可能存在可输入到算法中以确定透镜生产参数的理论透镜波前特性。对本领域技术人员应当显而易见,可能有多个方法实施例涉及限定所需输出透镜特性的初始步骤。

[0198] 继续步骤115,一种算法接受上述输入参数,在一些实施例中使这些参数与之前制得的透镜相关。现在可确定一系列“帧”以用于曝光“影片”或脚本,其将被传输至空间光调制器。应当清楚,可能有多个实施例涉及确定输入到算法中的所需参数的算法处理的方法。

[0199] 类似地,可能有多个方法可用于将特定体素元的算法输出及时转换为包括“DMD”脚本的计划光反射分布。举例来说,算法所要求的总强度值可作为一系列时步发送到反应混合物处的体素位置,在该处反映出整个时间段内光照射系统的输入强度。全“开”步的整体强度可以随后由另一个时步补充,在该时步给反射镜元件写入一个部分数值,因此在将整体照射反应混合物的剩余时步中反射镜具有小于全开的占空比“开”度,然后此特定体素元可在剩余期间“关”。一种替代方法可以包括,取将要递送的步骤或“框架”的数目的强度平均值,并使用该值来设定要发送至DMD的框架值的大小。本领域技术人员可以显而易见,在前述装置讨论中讨论的空间调光器的通用性同样具有将建立该强度的目的和时间暴露控制相关联的方法实施例。

[0200] 虽然上述方法是涉及通过空间照明装置的动作调制施加到空间照明装置的固定强度的给定实例,但如果来自光源的强度在光源或带滤光的光学系统中得到调制,则可得更多先进的方法。可以从照明系统元件和空间照明调制器这两者中的强度控制组合中得出更多实施例。还可以从照明波长控制中得到其他实施例。

[0201] 形成“DMD”脚本的方法一般来说应视为涉及发送给任何大小的任何空间光调制器的控制信号以及发送给任何系统元件的控制信号,如(例如)光源、滤光轮等等,因此该方法通常可以包括创建一系列编程的时序命令。对本领域技术人员应当显而易见,有多个实施例涉及创建控制信号程序的方法,其中涵盖涉及光化辐射详细信息的、所使用光学系统详细信息的以及包括反应单体混合物的材料详细信息的实施例。

[0202] 应当指出,“DMD”脚本和算法的详细信息可能与处理后获得的结果有关系。关键参数的反馈将在稍后讨论,因此此类详细讨论将后推。然而,就创建如方框115所示的DMD脚本的方法而言,在基于体素的光刻法与反馈和计量法来回指向的双箭头部分地是指在创建DMD脚本的方法中的此信息交换中的作用。

[0203] 系统反应混合物的配制及准备中的许多方法均包括进入制作透镜前体方法的另一输入。在图1中,111是表示反应混合物制作中包括的多种不同方法的方框。本领域技术人员应当清楚,所述在本发明范围之内讨论的设备实施例涵盖关于反应混合物内组分的构成类型的高度灵活性,并且预见到(作为本发明的一部分)反应混合物组分的多个实施例涵盖本发明的范围。

[0204] 不失一般性,例如作为反应混合物中单体单位的化学品成分可以(如一些实施例中所述那样)包括对紫外光谱的光具有光反应性的化学品。然而,这些单体分子同样可选择,使其可通过光化学反应吸收可见光谱的辐射。系统内的组分同样可被调控,使其与电磁谱的另一部分相一致。因此,应当理解涉及本发明的材料方法可以包括对大部分电磁频谱敏感的分子。

[0205] 在一些实施例中,单体混合物实际上是与其它化学品成分混合的一种或多种光化学反应性单体类型的混合物。由于为非限制性实例,因此可以包括其他化学品作为吸收化

合物。此类单体混合物的添加剂在一些实施例中可能很重要,这些实施例运用基于体素的光刻而使得沿着由体素元限定的光路的光化辐射强度可通过比尔-朗伯-波格定律模拟得出。该组分可以极大地限定体素元内制造过程的厚度敏感度。对本领域技术人员可能显而易见,多个实施例可以包括将本发明范围内的技术用于向吸收相应光谱区域内光线的单体混合物中添加组分。

[0206] 在其他实施例中,单体混合物的吸收组分会给刚讨论的方法增加复杂性。例如,限定由以不同方式吸收光线的多分子吸收剂组分的方法可以在本发明的范围之内。另一些实施例可从由分子构成的吸收剂单元得到,这些分子本身具有多个相关的吸收谱带。还有更多方法实施例可包括向具有组合单体和吸收剂作用的单体混合物中添加组分。这种组合作用继而可在一些实施例中还允许甚至在单体发生化学反应后继续起到吸收作用。此外,相反的情况下可能包括这样的方法实施例,该方法中添加发生光化学反应时具有变更的吸光率性质的化学品。根据一般性的观点,应当清楚有多个方法实施例包括具有可吸收一个或多个相关光谱带辐射的组分的反应单体混合物,并且这些实施例可以在本发明的范围之内。

[0207] 如果在制作单体混合物的方法中包括添加抑制剂组分,则可以得出附加实施例。在这种情况下,抑制剂化合物的作用是与反应单体混合物中形成的化学产物进行反应。在一些实施例中,光化辐射的吸收可以生成一种或多种自由基化学物类。抑制剂可与自由基物类反应,从而结束聚合反应的光径。此类实施例的一个效果应当是限制光化学聚合反应的持续时间,或者以其他方式限制聚合反应可以在距原始光吸收引发剂事件多远的距离发生。显然,向单体混合物中添加抑制剂的一些实施例可能因此具有空间分辨率的关联性,其中体素元中的光子集合将最终在其引发的反应空间位置进行反射。通常抑制剂的作用可以涵盖许多涉及本领域的实施例。

[0208] 可按抑制方式起作用的反应混合物化学物质或组分的类型涵盖本领域的多个其他实施例。与吸收剂一样,在多个聚合反应光径中具有双重作用的抑制剂也在本发明的范围内。此外,抑制剂可包括单体分子本身的一部分。而且,在一般性的其他方式中,抑制剂本身可以具有热或光反应的敏感性。其他实施例可以源自处于它的纯化学状态的抑制剂的性质;因为它可以在混合物中包括溶解形式,但是在它的纯形式时表现出气体、液体或固体特征。

[0209] 制作单体混合物的方法可以具有关于引发剂组分添加的附加实施例。引发剂可以包括光吸收组分,该组分在吸收光子过程中生成促成聚合反应的化学物质。引发剂可以包括在特定频带吸收性显著的分子。可能会出现具有在用于设备的多个相关频带内为光吸收性的引发剂分子的更多实施例。其吸收也可能包括相对较宽的相关频带。如果单体混合物的引发剂组分也是导出自存在于该单体混合物中一个或多个单体分子类型的化学引发剂反应性,则还可能有更多实施例。在本发明的范围之内,对本领域技术人员可能显而易见,多个备选实施例可以包括包含具有充当引发剂的组分的单体混合物的方法。

[0210] 在一些实施例中,这些所述的添加剂包括有利于眼科透镜形成方法的功能。在示例性实施例中,使用的单体混合物是Etafilcon A,其为眼科透镜生产中具有一般用途的反应单体混合物。再参照图3,Etafilcon A包括在聚合反应中会形成固体或凝胶的单体组分。Etafilcon A还包含吸收剂分子Norbloc,其可吸收包含300中较短波长的频带中的紫外辐

射,并且显示为例如310。此外,Etafilcon A还包含作为引发剂的组分,并且其吸光率以340来表示。在该混合物中,溶解气态氧的存在包括抑制剂的作用。因此在此实施例中形成反应单体混合物的方法包括固体混合物和/或液体组分的配制,而且还包括控制溶解氧的含量。此实施例的具体实施方式为示例性,因此并不旨在限制本发明的范围。

[0211] 应当清楚形成本发明中反应单体混合物方法的其他实施例可由对该单体混合物物理性质的控制导出。在一些实施例中,这可能涉及添加溶剂或稀释剂以改变混合物的粘度。更多实施例可从导致混合物粘度改变的其他方法得出。

[0212] 在制作单体混合物的方法中,对新生混合物进行的处理可能会确定其他实施例。作为非限制性实例,混合物可以处于可能导致某些溶解气体物类解吸的抽空环境下。在另一个实施例中,单体混合物的处理方法可以为,将大量混合物暴露在光化辐射的照射下,从而在用于后续的光化学工序之前改变混合物中多聚物组分的度分布和总体分布。本领域技术人员可以显而易见,众多额外实施例可用于处理单体混合物以产生改变的特征的目的;得到的混合物可用于生产眼科透镜前体和透镜的其他目的。

[0213] 在图1中沿着箭头移到方框112,该框涉及反应单体混合物的投配和沉积方法。在一些实施例中,可以使反应混合物的量达到平衡,以具有所需的溶解氧浓度。在一些实施例中,可以通过在机罩中放置包含大量单体混合物的容器来达到平衡,机罩中的环境包括与溶解时所需浓度平衡的所需氧气量。附加实施例可包括可以通过膜技术将正确的氧气量交换到流动的反应混合物中的自动设备。对本领域技术人员应当显而易见,可以有多种方式来改变或定量配给反应混合物,以使所需的组合气体量符合本发明的范围。

[0214] 在一些实施例中,某个容量的定量配给的反应单体混合物这时可以手动转移到成形透镜元件表面附近的贮存器中,贮存器具有包含混合物的容器。其他实施例可包括将反应单体混合物填充到贮存器中的自动机构。还有更多本发明的实施例可包括填充在透镜形成过程中需要时可能使用的一次性容器。本发明的范围包括使用某些类型的方法填充成形透镜元件表面附近的贮存器,所填充的反应单体混合物的量至少大于全部加工过程后所得到的已成形透镜的材料量。

[0215] 本领域技术人员应当清楚,通过多个设备实施例、反应单体混合物的材料实施例、光化辐射本质的物理实施例以及所包括脚本和设备的控制形式系统实施例的具体实施方式,现在可以描述一些形成基于体素的光刻过程的输出的实施例。来看流程图,图1的116示出了将使用这些不同的实施例的成形方法。本领域技术人员应当清楚,可能存在上文所述各部件的备选实施例,而且适合某些此类实施例的方法说明并不会限制本文中本发明的范围。

[0216] 从微观层面上考虑116的一些方法可能会有用。通过非限制性实例,考虑到总成形方法,其中单体混合物包括吸收组分,使得强度随着反射的光化辐射已经穿过的深度而具有的显著吸收下降;正如在有些实施例中一样,可以用比尔定律公式模型化。此外,例如考虑图3所示的实施例,其中根据特定体素元导向光化辐射的波长,使得其处于反应混合物中所包含的引发剂的主动吸收波长区域,而且处于吸收剂快速变化吸收度的区域。还作为非限制性实例考虑了单体混合物包含抑制剂的情况。为了易于参考和描述,对于此讨论,这种方法的组合可称为实例3。虽然可通过可实现的实施例来展示这一点,但它并不旨在限制本发明的范围和可使用的其他型号。

[0217] 在例3的一个实施例中,可以发现单体混合物中抑制剂的浓度很大。在微观层面上,此示例性实施例可以具有入射光化学照射在其周围限定非常有限的局部区域的特性,在该区域中由特定体素元中的光化学照射引发的化学反应将以超出高浓度抑制剂抑制其进展能力的速度进行。由于实际上一些空间光调制系统在各个调制单元之间具有被称为“死”空间的表面部分,“死”空间不会以与调制单元相同的方式反射光,因此应当清楚在此实施例中,在成形透镜元件表面上所得的材料可以具有分离的基于体素的柱状单元形态,在极端情况下柱状单元相互之间可以不相连。

[0218] 作为例3的一些后续的非限制性实施例,抑制剂浓度可以具有在某种程度上更低的浓度,在此实施例中,其浓度可以是,例如对于给定的一组光化学照明参数,在该浓度下空间传播刚好足够充分,使得各体素元将限定使体素元之间的任何边沿重叠的光化学活性。在此类着眼于微观层面的情况下,各个柱状元件可以趋于混合到彼此中,以用于其中相邻体素限定重要强度条件的照明条件。在一些实施例中,光学成像系统的运行模式可以使其散焦成为另一个方法实施例,以驱使各个柱状单元混合在一起。在其他实施例中,成形透镜光学器件和夹持器的空间振动或摇晃移动可以驱动类似的效果,其中体素元将彼此重叠,从而形成连续的成形件。

[0219] 继续微观层面上描述该成形方法在体素元深度尺寸的效果可能会有用。应当清楚,根据例3的条件,特定体素元的“DMD脚本”可以限定引起反应远离成形透镜元件表面而在体素元的一定深度上发生的积分强度或照射时间。在某个特定的示例性深度上,该条件可以包括单体混合物中受强度控制的反应条件,该条件下反应的程度可决定凝胶点。在低于该深度的深度,反应产物可以已经形成三维外观;但是,在大于该深度的深度,反应产物可能尚未达到凝胶点,且可以仍然包括更粘稠的各组分的混合物,其包围由已经发生的某种水平的单体反应而产生的新生反应性单体混合物。在该实施例中,显而易见,存在足够的体积,或者新生的反应混合物至少包括这两个区域;即其中已经在比凝胶点更高的程度发生反应的区域,和其中材料包括未胶凝层(其可以是部分地反应的和未反应的单体混合物的混合物)的区域。在一些实施例中,该层中的一些可以包括所谓的流体透镜反应性介质。在微观层面上,它是在反应混合物的体积空间内形成的。

[0220] 在其他实施例中,“DMD脚本”可用于在已超过凝胶点而发生反应的体素限定层中限定局部设计元素。在某些实施例中,此实体可以视为透镜前体构件。作为非限制性实例,考虑在DMD脚本中嵌入基本上线性特征的效果,该DMD脚本的宽度为多个体素元,长度为许多体素元,并且其包括的所有体素元都具有较低积分强度的性质。使用针对实例3所述的实施例,作为非限制性实例,可以设想这样的线性特征将被物理地限定到透镜前体构件中。在微观层面上,相邻的体素元可以包括在很大程度上限定其在透镜前体构件中的厚度的强度。在线性特征的第一相邻体素元处,构件厚度下降,从而导致与DMD脚本中限定的线性特征有关的轮廓特征。

[0221] 参照图4中的400,以举例的方式示出了通过本发明的一个完整实施例成形的透镜的厚度。在此例中,透镜厚度显示了具有如此所述线状特征特性的一些特征。440例如是在整个透镜上延伸许多体素元的线状特征。通过经推论显见,除了透镜的光学表面限定,本发明的多个方面包括可以限定的形状和轮廓特征的多个不同实施例。在多个可能的实施例中,以举例的方式,可能有对齐特征,与例如特征440的实施例类似。额外实施例可以包括:

限定排出通道的分布部件,沿着基本上径向的路径向透镜前体形式的边缘延伸的线性部件;不同形状和大小的孔或底孔;与邻近平均拓扑学相比突然升高或下降的台阶;和横跨透镜限定区域子集的平台或基本上扁平的部件。这些实例只是许多实施例中的几个,本领域的技术人员可以清楚的是,这些实施例与成形步骤方法有关。

[0222] 接着参照图1的步骤117,在一些实施例中描述了由步骤116产生的、涉及从反应单体混合物环境移除材料的方法。在一些实施例中,该移除的一种方法可以包括将成形透镜元件连同其固定件以及透镜前体构件从反应单体混合物贮存器升高的过程。在其他实施例中,可以降低贮存器,使其远离成形透镜元件及所附的透镜前体构件。还可从用能够控制这种移除速度的设备以一定精度自动降低或升高的步骤得出更多实施例。在若干备选实施例中,反应单体混合物的贮存器可以某些方式排空,导致成形透镜元件与所附的透镜前体构件从反应单体混合物中分离。从一般角度看,本领域技术人员可以显而易见,存在众多实施例,它们包括步骤117,即从反应性单体混合物中除去步骤116的产物;这些实施例构成在本发明的范围内的技术。

[0223] 在图1中,产品和中间产品在椭圆形框中示出。因此,在一些实施例中,透镜前体160包括一种装置实体。为了通过方法讨论来理解其他部分,有理由再来考察透镜前体的形态。所述透镜前体1700可以包括两个层;透镜前体形式1740,和流体透镜反应介质即元件1710。在一些实施例中这些层与成形方法的前述讨论对应。在一些实施例中,透镜前体构件是由基于体素的光刻系统确定并且在超过凝胶点处发生反应的材料。其可以具有前述的多个结构实施例。图17中,示出了其中体素柱在成形方法期间彼此重叠的实施例。

[0224] 在一些实施例中,流体透镜反应介质1710是由基于体素的光刻过程形成的层,该层比在反应介质中出现凝胶点的点更深。从反应单体混合物中移除成形透镜和反应材料后,可能有粘稠材料粘附在透镜前体构件的表面。在本文所述的本发明中,此流体膜在一些实施例中可用下文所述方法进一步加工。这个透镜前体构件和其上的流体材料的组合在进一步加工后成为透镜的一部分,即透镜前体的组成部分。应当清楚在一些实施例中,透镜前体采用了独特的结构。它具有包括三维形状的部分,然而,由于所吸收反应介质的流体性质,该实体并没有固定的三维形态。对于本领域技术人员应当显然知道显而易见的是,本发明的范围包括所有不同形式的实施例,其中成形方法116还包括涉及从反应单体混合物中移除成形透镜的方法的不同实施例及其对流体透镜反应介质性质的影响。

[0225] 在一些实施例中,131包括从透镜前体移除流体透镜反应介质部分的方法实施例。根据与包括执行此方法的一些实施例的设备相关的前文章节,应当清楚有许多方法实施例可用于此目的。作为非限制性实例,可以通过毛细管操作来移除流体透镜反应性介质。在一些实施例中,该方法可包括聚集步骤,以允许流体透镜反应性介质中的一些在进行毛细管操作步骤之前汇聚在一起。在其他实施例中,透镜表面可设置成使得其表面轴线与重力方向成一定角度。可以显而易见的是,涉及使用基于毛细管的设备移除流体透镜反应性介质方法的多个实施例是可能的,并且这些实施例涵盖本发明范围内的技术。

[0226] 在其他实施例中,移除流体透镜反应性介质的方法可以包括毛细管芯吸设备的替代设备。例如,包括使用吸附性表面移除流体介质的方法可以包括一些实施例。其他实施例可能涉及使用具有多个毛细管点的设备而不是所详述的设备。其他实施例还可包括旋转处理透镜前体来移除流体材料的方法。使用设备移除一些流体材料的多种方法中的任何一种

对于本领域的技术人员均应当显而易见,并且这些方法可涵盖本发明范围内的形态。

[0227] 从透镜前体的上表面移除材料的不同类型实施例可以包括为此目而限定透镜主体起伏特征的方法。在这些类型的实施例中,可以设计诸如前文所述的排放沟凹陷区域等特征来形成使粘度相对较低的流体介质流出的位置,从而形成向下坡度空间以使粘度相对较高的物质流入。在更多实施例中,旋转透镜主体的使用还可以包括结合设计用于材料流入的形貌起伏特征来分离透镜材料的实施例。对本领域的技术人员可以显而易见的是,包括具有不同形貌表面设计的各种实施例也涵盖本发明范围内的技术。

[0228] 在有些实施例中,可能省略流体透镜反应介质的除去,并继续其他加工步骤。图1中,可用从元件160出发且绕着框131的虚线箭头来说明这种情况。

[0229] 实施例(包括可以在图1框中示出的眼科透镜形成方法)中所示的下一个步骤为132,即稳定化。在一些实施例中,此新颖方法涵盖能够使流体透镜反应介质在各种力下流动以寻求稳定(或许是沿透镜前体构件表面的低能状态)的加工方式。在微观层面上,可以清楚的是,前体的表面可以局部地具有一定程度的粗糙。成形实施例的很多方面可以确定该粗糙的性质,例如这样一种情况,抑制剂的作用较为突然地阻止了在附近开始的反应。在许多实施例中,在流体介质的表面力、摩擦和扩散力、重力以及其他施加力的共同作用下,形成流过整个外形的光滑覆盖面。在确定这些力的方法中,在本发明的范围之内有多个可能的实施例。

[0230] 在一个实施例中,透镜前体可以被成形为允许流体透镜反应介质在重力作用下流动。实现这一点的方法可以包括将透镜前体移动到不同方向以有助于流动。可供选择的实施例可以包括相反的对策,即将透镜前体维持在固定状态,在实际可行的范围内少移动。其他可供选择的实施例可以包括使流体材料经受与透镜前体绕轴线旋转相关的力。在一些实施例中,可以围绕位于透镜前体中心的轴线进行旋转。在可供选择的实施例中,所述旋转可以包括当透镜前体顶部面向或远离轴点或者在这之间的无数可能的方向上时,将透镜前体围绕外部轴点进行旋转。在其他实施例中,可以在自由下落的环境中加工透镜前体,以尽量减小重力的影响。本领域的技术人员可以清楚的是,在稳定化方法期间可以有多种涉及将流体力施加到透镜前体上的方法。

[0231] 在其他实施例中,可以通过成套方法来改变流体介质的流体性质。在一些实施例中,可以使用稀释或溶解来改变流体介质的粘度。可供选择的实施例可以包括蒸发稀释剂中的一些来提高粘度。受到一定程度的光化辐射的照射可包括进一步的方法来改变所述流体薄膜的粘度。可能存在许多涉及改变流体介质粘度的实施例。

[0232] 在其他实施例中,可以通过方法来改变流体透镜反应介质上的表面能相关力。在一些实施例中,这可以包括在新生的反应单体混合物中添加表面活性剂。在可供选择的实施例中,可以在透镜前体中加入添加剂或化学反应物来改变表面能。

[0233] 透镜前体构件的设计可包括建立流体透镜反应介质的不同流动条件的方法。沟槽(作为非限制性实例)可以涵盖将流体透镜反应介质从透镜前体的区域中抽出的装置。在可供选择的实施例中,涉及突然轮廓改变的设计方法可包括提供更改的稳定状态的方法。对于本领域的专家,应当清楚透镜前体的设计中可能有许多方法包括本发明范围内的技术。

[0234] 从总体来看,这些各种各样的实施例类型不应当限制方法的普遍性,以在包括稳定化的方法中得到流体透镜反应性介质的完全稳定或部分稳定或不稳定的性质。例如,各

种实施例的组合对本领域的专家可以显而易见的是,存在所述方法的另外的实施例。

[0235] 执行稳定化方法之后,可以在一些实施例中使流体材料经受如133(固定)所示的下一个方法类型,以将其转变至非流体状态。在一些实施例中,在固定方法期间所施加的光化辐射的性质可以涵盖一些替代选择。光谱带或应用的频带可以作为一例方法实施例的类型。可供选择的实施例可以包括所施加的辐射强度。在可供选择的实施例中,固定辐射各方面的应用可以包括时间依存性。作为非限制性实例,初始波长带可包括随后会被改变为不同波长带的第一梯级。限定光线条件的方法实施例的领域对于本领域的技术人员可以显而易见,并且在本发明的范围之内。

[0236] 在133中的一些实施例中,固定方法可以包括可能发生照射的不同光径。在实施例类型的一个实例中,照射可以发生在透镜前体的前表面;或可替换地穿过后表面。可以从多个照射源导出另外一些实施例,一些可能具有不同的光特性以便在透镜前体实体中产生不同的光化辐射效果。还有其他实施例可出自包括除辐射外其他能量形式的固定方法。作为一般性方式,多个可能包括固定步骤的方法均在本发明的范围内。

[0237] 在一些实施例中,进行了固定后,透镜前体130的加工即告完成。在一些实施例中,此成品可以进行进一步加工。此产品类型包括图1的方框120中所示的一例优良技术类型,即前体的替代形成。作为非限制性实例,如果固定产品被重新引入基于体素的光刻过程中,则会出现第二个处理层。此多道方式引入许多实施例方法选择。

[0238] 在一些实施例中,可以通过多道步骤来制备复杂的透镜前体,作为非限制性实例,可能包括限定眼科透镜表面的第一步骤和向表面添加轮廓特征的第二步骤。所述方法的其他复杂实施例可以包括,例如,第一道步骤有条件地通过基于体素的光刻系统,如之前的一些实例所述,这形成沿透镜前体构件的孤立体素柱。然后第二个基于体素的光刻步骤可以包括使用不同特性的材料填充体素柱之间的特征。然后继续第三道通过系统的步骤,其可以随后界定眼科透镜。可以显而易见的是,多道步骤通过系统的方法十分普遍,讨论的方法中的每一种都可以具有大量不同的可能实施例,并且可以包括全部都在本发明范围内的许多不同实施例。

[0239] 在一些其他实施例中,可以将流体反应性介质施加到透镜前体构件上以形成透镜前体。例如,由基于体素的光刻过程形成的透镜前体可以经受住洗涤系统,这是流体透镜反应性介质移除的一种极端方法。透镜前体构件将得自洗涤方法。在一些实施例中,此透镜前体构件接下来可以经受在其表面添加下一个流体透镜反应性介质的方法。在一些实施例中,向表面添加下一个流体介质的方法可以包括以类似于117中所述实施例的方法浸渍和移除透镜前体。所得透镜前体可以具有不同的单体和多聚分子分布,或在一些实施例中可以包括不同于形成透镜前体构件所用的聚合物化学品。对本领域的技术人员可以显而易见的是,很多包括将流体透镜介质施加到多种透镜前体构件实施例上的方法的实施例均包括本发明范围内的技术。

[0240] 在一组可供选择的实施例中,可以使用除基于体素的光刻法之外的其他方法来形成透镜前体构件。在第一个非限制性实例中,通过使用立体光刻技术作为形成透镜前体构件的基础可得到各种实施例。在一些实施例中,此立体光刻技术形成的透镜前体构件可以利用如117中的移除方法将流体透镜反应性介质移除,但是其他实施例可以包括向立体光刻技术形成的基础中添加流体透镜反应性介质。使用基于掩模的光刻法确定透镜前体构

件,然后将其用于所提到的方法中,如此可以得到可供选择的实施例。还有其他实施例可以使用由眼科透镜制造中常用的标准注塑成型工艺制备的透镜前体构件,然后用所提到的方法制备透镜前体。可以显而易见的是,许多形成透镜前体构件的实施例可以包括形成透镜前体的方法。

[0241] 由各种方法实施例中的一种形成透镜前体并以方法实施例进行加工之后,该坯件可在一些实施例中最终制成眼科透镜。在一些实施例中,该透镜此时仍在成形透镜表面上。在大多数实施例中,还需要进行净化和水合以形成眼科透镜的产品形式。在本领域通常的标准方法中,透镜以及在一些实施例中的其附加形式可以浸渍于水溶液浴中。在一些实施例中,此浴将被加热到60至95摄氏度之间以利于浸渍。在有些实施例中,所述浸渍方法将清洁透镜体并使它水合。在水合过程中,透镜将溶胀,在一些实施例中其将从其邻接的支承体分离。显而易见,在本发明的范围之内可以存在协调加工的装置,使得相同的支承体和化学处理结构也可涵盖水合方法的实施例。应当指出,上述步骤和方法的具体实施方式均为示例性,并非旨在限制本发明的范围。

[0242] 在许多实施例中,分离后所得产品包括本发明的成形眼科透镜。显而易见,该产品的其他步骤在合格的成品眼科透镜生产中是可用的。在有些实施例中,所述方法可以包括用于分离水合透镜(元件142)、将它包装、然后对它进行灭菌过程的标准技术。本领域技术人员可以显而易见,这些步骤相对于彼此的次序以及相对于现有步骤的次序可以包括与本发明相一致的不同实施例。

[0243] 由本文所述的设备和方法所得的眼科透镜(170)的各种实施例涵盖本发明技术的其他方面。本领域内技术人员应当清楚,透镜前体的产品可以具有其独特形态。首先,透镜在一定程度上是两个硬化层的复合物。其中一层为透镜前体构件,在一些实施例中其通过基于体素的光刻设备和方法形成。此透镜前体构件可以具有多个实施例,根据关于方法的前述讨论,其中一些例子可能是显而易见的。

[0244] 例如,对于一些方法实施例,该形态可以包括一组相对孤立的圆柱体素元,每个体素元具有由体素光照过程确定的不同延伸。在其他实施例中,透镜前体构件可以包括一组完全互连的基于体素的圆柱材料。对本领域技术人员显而易见,存在多个涉及单体混合物的实际组合物的实施例。此外,如之前在关于方法的上下文中提到的那样,透镜前体构件可以由除基于体素的光刻之外的多种其他技术形成,这些技术包括但不限于立体光刻、基于掩模的光刻和机械加工。这些是其中基于体素的光刻形式已经具有用基于体素的技术设计的分布部件的实施例;这些包括但不限于:线性部件、曲线部件、孔、达到透镜的部分高度或完整高度的部件、在拓扑学中的陡变、平台和通道。

[0245] 本发明的多道方式还可以衍生出更多复杂的实施例。作为非限制性实例,透镜前体构件可以为以下两道步骤的复合物,第一道步骤通过基于体素的光刻步骤,限定表面的球型轮廓及其周边的突兀特征。第二道步骤可以将自定义的眼科参数限定到透镜的视觉有效部分中。作为一般性原则,应当清楚,有大量实施例包括通过基于体素的光刻设备和方法的多个步骤。变型可以包括形成第一道步骤的不同装置,包括所讨论的备选光刻方案,例如模制的眼科透镜。此第一透镜类型材料在第二道步骤中被加工时包括透镜前体,并且最终可以确定一个新的透镜实施例。

[0246] 在一些实施例中,透镜前体第二组分(即流体透镜反应介质)的性质在复合到透镜

中后可限定透镜实施例中的新颖性。以所讨论的方法和设备处理一些实施例后(130),这些实施例可以包括具有平滑表面的第二个可分辨层。透镜前体构件的多个实施例与流体透镜反应介质的各种实施例的组合可以涵盖眼科透镜的新型实施例。

[0247] 计量和反馈150,可以增强眼科透镜的成形。一些实施例可以包括直接加工方法,从框116流至元件170。但是,使用计量方法来驱动采用的不同方法的参数的控制,可以得到优良实施例。在图1中,用流向和流出元件150的双箭头示意地指示这些反馈机构和信息流。本领域技术人员可以明白,众多计量实施例可以包括在本发明的范围内的技术。

[0248] 参照图2,该图描述了涉及由基于体素的光刻法形成的透镜实施例的厚度和光学性能的测量和反馈环路方法的示例性实施例。在一些实施例中可以存在功能如200所描述的那样的反馈环路,其从205开始,表示从外部源输入所需的透镜参数。出于示例性目的,透镜表面的型可以来自施用到患者眼睛的眼部测量装置。在其他实施例中,理论输入参数可包括步骤205的方法。这些输入将在一些方法中处理,以将它们与基于体素的光刻210的输入要求对齐。所述不同的装置和方法实施例将接收该输入,并且在有些实施例中,用算法方法将它们转化成在基于体素的光刻系统211中可用的参数。

[0249] 进一步参考图2,在基于体素的光刻系统中制作透镜前体,如元件220所示。它可以随后用透镜前体加工方法230进行加工,从而产生“干燥”形式的眼科透镜240。该干燥的眼科透镜现在可以在计量步骤250中测量。出于示例性目的,此步骤可以包括使用激光位移传感器。再次举例说明,得自此测量的表面形貌可以在一些实施例中显示为如图4所示,即400。算法可处理该数据,如果透镜匹配步骤205的输入参数,如步骤251与252中所示将结果与可能预期的结果进行比较。在一些实施例中,输入参数之间的差值可以进行处理并与需要相对应,以改变用于在基于体素的光刻系统211中处理透镜的参数。步骤253的反馈回路中描述了此数据和参数信息的反馈回路。该数据也可以进行处理并对应透镜前体加工方法252中所需的参数变化。反馈回路254描述了此系统252中所需参数变化的反馈。可以显而易见的是,可以在各种数据处理设备上执行各种计算和控制方法,这些设备包括但不限于主机、个人计算机、工业计算机以及其他类似的计算环境。应当指出的是,图2中所示的步骤以及相关方法的描述均出于示例性目的,并非旨在限制本发明的范围。

[0250] 计量步骤250以及各种数据加工步骤251和252的结果,在一些实施例中可以包括对于所制成的透镜240是否在步骤205中输入参数附近的合格的限度内的决定能力。对于此透镜的判断随后将示于步骤251中,其中该透镜可能被废弃以用经更改的参数制备另一透镜。作为另外一种选择,透镜可能在合格的限度内,因此进行到步骤260,在后加工方法和设备实施例中进行加工。然后待透镜溶胀和脱离之后,可以使其经受如步骤270中所示的另一种测量方法。在一些实施例中,此计量的结果可具有类似于本实施例中已经为步骤250示出的反馈实施例。在步骤280中实现眼科透镜产品之后,加工流程可同干式透镜被废弃的流程会合。因此,整个流程可以在由条件返回步骤290指示的步骤中返回至步骤205。对于本领域的技术人员可以显而易见的是,在对本发明的各种产品执行计量步骤、然后设计出结合测量结果并调节系统参数的反馈回路之中,存在许多修改形式、附加形式和替代形式。

[0251] 在一些略有不同的实施例中,另一种类型的测量可以为整个设备反馈评估透镜的质量方面。作为非限制性实例,在一些实施例中可以设置微粒检测方案,以测量制备的透镜前体中存在的此类缺陷。如果这样的测量给出标记微粒问题的结果,则会有这样的反馈回

路,其在一些实施例中可能涉及给设备操作员反馈并补救所标记问题的方法。对本领域的技术人员可以显而易见的是,将测量结果反馈给操作员的许多计量实施例可涵盖本发明范围内的技术。

[0252] 在更多的实施例中,逻辑数据的使用可以涵盖反馈环路的一个要素。如对本发明设备的讨论中所提及的那样,在一些实施例中,设备的关键部件可以具有标识。在一些情况下,自动化设备可以追踪此部件标识。反馈可以包括例如特定部件已被用于包括其使用寿命在内的具体方面。在一些实施例中,反馈可以反馈给操作员,或者包括系统的自动响应。在使用部件标识的更多实施例中,之前测量实施例的结果(其中厚度结果影响系统参数)、部件(例如成形透镜部件)的唯一标识可便于为该特定部件个别定制否则则为全局性的参数。本领域技术人员可以显而易见,本文描述的发明包括众多不同形式的实施例,以获得逻辑和计量数据,以通过不同的算法方法和通过不同的数据处理装置处理该数据,以将该数据与输入透镜要求区分开,以提供装置将该数据反馈给系统本身或在该系统外面的操作员;所有这些都在本发明的范围内予以考虑。

[0253] 在有些实例中,被包括在透镜内的物理部件可以在功能上重要地辅助透镜当在眼睛上时的舒适和配合以及矫正视力。因此,患者的眼睛测量数据可以用不同类型的临床视觉设备得到,且可以用于影响物理部件的参数(例如,大小、形状、量和位置),所述物理部件可以包括平移式多焦点眼科透镜。

[0254] 另外,当瞳孔的视线从一个光学区运动至另一个光学区时,佩戴者的眼睛的物理部件通过限制透镜的活动,可以在功能上重要地辅助垂直稳定性和旋转稳定性中的一者或两者。平移式多焦点接触透镜可以包括以下中的一者或多者:前表面、后表面、透镜边缘、周边区域、稳定区、光强度区域、中心、下眼睑支撑结构和下眼睑接触面。现在描述使用本文所述的装置和方法制备的透镜的例子。

[0255] 现在参考图18A和18B,在图18A中,示出了含有多个部件的平移式多焦点接触透镜2100的前表面2101的前平面图。在图18B中,示出了平移式多焦点接触透镜2100的前表面2101和后表面2102的侧视图。接触透镜2100可以包括例如前表面2101、后表面2102、透镜边缘2103、周边区域2104、稳定区2105、光强度区域2106、中心2107、下眼睑接触面2108和下眼睑支撑结构2109。

[0256] 前表面2101可以包括例如以下中的一者或多者:光强度区域2106、周边区域2104和透镜边缘2103。透镜2100可以包括多种圆形和非圆形几何(例如,水凝胶)形状,其形成为在前表面2101中的表面部件,例如,以下中的一者或多者:从透镜的前表面2101升起的球形、非球形、环形和不规则的水凝胶形状。

[0257] 因此,光强度区域2106可以包括例如多种圆形和非圆形几何形状,且可以在透镜2100的周边区域2104内侧定位在中心。周边区域2104可以从光强度区域2106的外边缘径向延伸至透镜边缘2103。透镜边缘2103可以从周边区域2104的外边缘径向延伸至透镜2100的前表面2101和后表面2102彼此汇合处,并起周边的作用,因为它围绕透镜2100的整个周围。

[0258] 前表面2101可以包括以下中的一者或多者:稳定区2105、下眼睑接触面2108和下眼睑支撑结构2109。下眼睑支撑结构2109和下眼睑接触面2108向平移式多焦点接触透镜2100中的复合可以提供更大的下眼睑接触面积。所述下眼睑支撑结构2109也可以提供下述中的一者或两者:当佩戴多焦点接触透镜2100时的垂直稳定性和旋转稳定性。

[0259] 稳定区2105可以呈现在光强度区域2106的一侧或两侧上。所述稳定区2105可以促进下述中的一者或两者：多焦点接触透镜2100的垂直稳定性和旋转稳定性。另外，稳定区2105、下眼睑支撑结构2109和下眼睑接触面2108的轮廓可以辅助透镜2100舒适和透镜2100配合。

[0260] 在另一个方面，后表面2102可以包括周边区域2104和光强度区域2106，所述光强度区域2106包括一个或多个多重光学区。周边区域2104和光强度区域2106可以促成接触透镜2100的有关视力。后表面2102可以包括例如周边区域2104和光强度区域2106中的一者或两者，所述光强度区域2106包括远视力光学区、中间视力光学区和近视力光学区中的一者或多者。另外，后表面2102可以包括例如周边区域2104和光强度区域2106中的一者或两者，所述光强度区域2106包括远视力光学区和近视力光学区中的一者或两者。

[0261] 现在参考图19A-19D，示出了稳定区2200位置的多个变化的实例和可能落入本发明方面内的实现。透镜可以包括一个或多个稳定区2200，以当在眼睛上时提供垂直稳定性和旋转稳定性中的一者或两者。此外，稳定区2200可以包括多种几何形状，所述几何形状形成在稳定区2200的表面中且由点和线中的一者或两者限定，其中至少一条曲线限定表面，其也可以也辅助改善佩戴者舒适。在有些实例中，透镜2204可以包括一个稳定区2200，其可以存在于光强度区域2201的右侧(如在图19C中所示)，或其可以存在于光强度区域2201的左侧(如在图19D中所示)。所述透镜2200也包括下眼睑支撑结构2203。

[0262] 透镜2204可以不包括稳定区2200(如在图19A中所示)，或透镜2204可以包括至少两个或更多个稳定区2200(如在图19B中所示)。

[0263] 稳定区2200(如在图19B-D中所示)可以包括水凝胶材料的弓形段，其具有约 0° 至 180° 的角宽度，其可以从光强度区域2201的上边缘向下眼睑接触面2202的上边缘延伸。另外，稳定区2200(如在图19B-D中所示)可以包括：从透镜中心径向延伸的约5mm或更小的宽度(w)，和从稳定区2200的基底垂直延伸的1mm或更小的轴向峰高(ht)(如在图19B-D中所示)。稳定区2200(如在图19B-D中所示)可以包括约 124° 的角宽度、约3mm的宽度和约0.5mm的高度。

[0264] 现在参考图20A-20H，示出了在光强度区域中可以存在的光学区的不同类型、形状和排列的多个变化的实例。光学区可以包括由点和线中的一者或两者限定的多种几何形状，其中至少一条曲线限定表面。光强度区域2300可以包括多个光学区，例如，以下中的一者或多者：用于远距视觉的远视力光学区，用于中间视觉的中间视力光学区，和用于极近或近距视觉的近视力光学区。例如，远视力光学区、中间视力光学区和近视力光学区可以以下降次序出现，所述下降次序可以是光强度区域的顶部至底部。

[0265] 一些其他实例包括，作为一个或多个裂缝(在图20A和20B中示出的光学区，包括用于远距视觉的远视力光学区2302，用于中间视觉的中间视力光学区2304，和用于极近或近距视觉的近视力光学区2306)而出现的光学区，渐进光学区2308(图20C)，和复合光学区2310(图20D-20H)。例如，过渡区2310可以包括从一个光学区(远视力光学区2302、中间视力光学区2304或近视力光学区2306)(图20D-20H)过渡至透镜的另一个邻接部分(包括光学区、周边区域和下眼睑接触面中的一者或多者)的连续区。在图20C中示出的渐进透镜包括多个横跨连续区形成的光学区，这不同于离散地带。

[0266] 在本发明的另一个方面，下眼睑接触面可以包括前表面部分的一个连续的向内延

长部分,所述延长部分横跨所述前透镜表面侧向地延伸,由此提供可以停靠在下眼睑上的货架样结构。下眼睑接触面可以位于邻接下眼睑支撑结构的正上方。此外,下眼睑接触面可以包括由点和线中的一者或两者限定的多种几何形状,其中至少一个曲线限定表面。因此,下眼睑接触面的轮廓可以配置成患者的下眼睑的精确形状,其可以提供下述一者或多者:更佳配合、佩戴者舒适、垂直稳定性、旋转稳定性和限制当佩戴者的视线从一个光学区变成另一个光学区时透镜的移动量。

[0267] 一些其他实例包括这样的下眼睑支撑结构:其可以从下眼睑接触面的底部分开始并与其邻接,并向下透镜边缘延伸。下眼睑支撑结构可以包括4mm或更小的宽度(w),优选2.1mm的宽度。因此,下眼睑支撑结构可以包括轮廓基本上符合眼睛表面的弓形前表面。下眼睑支撑结构的轮廓可以符合患者的眼睛,其可以提供更大的表面积,且可以允许透镜围绕角膜更容易地包围。此外,这样的下眼睑支撑结构可以帮助下述一者或多者:提高的佩戴者舒适,透镜当在眼睛上时的垂直稳定性和旋转稳定性。

[0268] 作为另外一种选择,在本发明的有些其他方面,现在参考图21,示出了可以实现以形成平移式多焦点接触透镜的方法步骤。在有些实例中,可以使用患者数据来实现平移式多焦点接触透镜的形成。在一个实例中,可以从不同的眼睛测量装置得到眼睛数据,所述装置诸如轮廓测绘仪、波前装置、显微镜、摄像机等,并随后储存数据。可以在不同的光照条件下检查眼睛,例如:低、中和亮光照条件,其中可以储存得到的任何数据。

[0269] 得到的不同类型的眼睛数据可以包括,例如,眼睛形状;下眼睑相对于上眼睑、瞳孔和缘的位置;在近视力、中视力和远视力时瞳孔和缘的大小、形状和位置;和下眼睑曲率半径、和离瞳孔中心的距离。在一个实例中,从患者的眼睛得到的数据可以影响透镜的特征,例如,透镜的形状;存在的稳定地带的形状、大小、位置和量;存在的光学区的形状、大小、位置和量;以及透镜的下眼睑接触面和下眼睑支撑结构的形状、大小和位置。

[0270] 在2400,可以输入患者的眼睛测量数据。在2401,一旦接收,通过算法可以将患者的眼睛测量数据转换成可用的透镜参数。在2402,透镜参数可以用于限定在透镜中包括的透镜部件。在2403,基于指定的透镜参数和透镜部件,可以产生透镜设计。为了示例性目的,透镜表面的透镜设计可以基于从施用于患者眼睛的一种或多种眼睛测量装置获取的参数数据。例如,通过患者在不同视线方向时的瞳孔活动,可以确定透镜设计的光强度区域的大小、形状和位置。通过患者的下眼睑位置和活动,可以控制下眼睑接触面的形状和位置。在2404,基于产生的透镜设计,可以制备自由形态的透镜。

[0271] 现在参考图22,示出了可以用于实现本发明的方面(例如,前述方法步骤)的控制器2500。处理器单元2501(其可以包括一个或多个处理器)联接到通信装置2502,所述通信装置2502被配置成通过通信网络通信。所述通信装置2502可以用于例如与一种或多种控制仪器或生产设备部件通信。例如,所述装置示出在图5-15中。

[0272] 处理器2501也可以用于与存储装置2503通信。存储装置2503可以包括任何适当的信息存储装置,包括磁性存储装置(例如,磁带和硬盘驱动器)、光学存储装置和/或半导体存储装置诸如随机存取存储器(RAM)装置和只读存储器(ROM)装置的组合。所述存储装置2503可以具有存储在其中的可执行指令,所述可执行指令当在处理器2501上执行时会造成本文所述的装置执行本文所述的方法。所述可执行指令可以包括本文所述的DMD脚本。

[0273] 存储装置2503可以存储用于控制处理器2501的可执行的软件程序2404。处理器

2501执行软件程序2504的指令,并由此根据本发明运行,例如,前述方法步骤。例如,处理器2501可以接收患者的眼睛数据的描述性信息。存储装置2503也可以在一个或多个数据库2505和2506中存储眼睛有关的数据。数据库可以包括专门的透镜设计数据、计量数据和为特定透镜设计确定的透镜参数数据。

[0274] 现在参考图23A和23B,示出了含有多个部件的平移式多焦点接触透镜2110的前表面2111和后表面2112的前平面图和侧视图。所述透镜2110包括与在图18A和18B中关于透镜2100示出的那些相同的部件,其中相同的部件用相同的附图标记进行标记,但是透镜2110不包括下眼睑支撑结构。

[0275] 现在参考图24A-24D,示出了稳定区2200位置的多个变化的实例和可能落入本发明方面内的实现。在图24A-24D中示出的透镜2214与在图19A-194D中示出的透镜2204相同,其中相同的部件用相同的附图标记编号。在图24A-24D中示出的透镜2214与在图19A-194D中示出的透镜2204之间的差异是,透镜2214不包括下眼睑支撑结构。

[0276] 在下述编号的子句中阐述了本发明的方面的非穷尽性列表:

[0277] 1.一种用于形成平移式多焦点接触透镜的装置,所述装置包括:

[0278] 光源,所述光源放射具有光化辐射波长的光;

[0279] 处理器,所述处理器与存储器逻辑连通,其中所述存储器存储可执行代码,所述可执行代码可根据要求执行以致使处理器生成一个或多个用于控制数字微镜器件的控制信号,以投射所述光化辐射穿过弓形基片,从而:

[0280] 在体素*体素的基础上形成包括前表面和后表面的接触透镜,其中所述前表面和所述后表面包括各自的弓形形状,且在透镜边缘处汇合;

[0281] 形成光强度区域,所述光强度区域用于给使用者的眼睛提供视力矫正,其中所述光强度区域包括多个光学区;

[0282] 形成下眼睑接触面,其中当使用者改变视向时和当使用者的视线从至少一个光学区运动至另一个所述光学区时,所述下眼睑接触面限制所述透镜在使用者的眼睛上移动的量;和

[0283] 形成下眼睑支撑结构。

[0284] 2.根据子句1所述的装置,其中所述透镜包括自由形态的透镜。

[0285] 3.根据子句1所述的装置,其中所述前表面包括以下中的一者或多者:周边区域;稳定区;和光强度区域。

[0286] 4.根据子句3所述的装置,其中所述透镜边缘从周边区域的外边缘径向延伸至前表面和后表面的彼此汇合处。

[0287] 5.根据子句3所述的装置,其中所述周边区域从光强度区域的外边缘径向延伸至透镜边缘。

[0288] 6.根据子句3所述的装置,其中所述透镜包括一个或多个存在的稳定区以提供透镜垂直稳定性和透镜旋转稳定性中的一者或两者。

[0289] 7.根据子句6所述的装置,其中所述稳定区包括由点和线中的一者或两者限定的几何形状,其中至少一条曲线限定表面。

[0290] 8.根据子句6所述的装置,其中所述稳定区包括水凝胶材料的弓形段,所述弓形段具有0°至180°的角宽度。

- [0291] 9.根据子句6所述的装置,其中所述稳定区包括5mm或更小的宽度(w)和1mm或更小的峰高(ht)。
- [0292] 10.根据子句1所述的装置,其中所述后表面包括周边区域和光强度区域中的一者或两者。
- [0293] 11.根据子句1所述的装置,其中所述光强度区域包括球形边界形状。
- [0294] 12.根据子句1所述的装置,其中所述光强度区域包括非球形边界形状。
- [0295] 13.根据子句1所述的装置,其中所述光强度区域包括远视力光学区、中间视力光学区和近视力光学区中的一者或多者。
- [0296] 14.根据子句13所述的装置,其中至少一个所述光学区包括由点和线中的一者或两者限定的几何形状,其中至少一条曲线限定表面。
- [0297] 15.根据子句1所述的装置,其中所述下眼睑接触面包括前表面部分的连续的向内延长部分,所述延长部分横跨所述前透镜表面侧向地延伸。
- [0298] 16.根据子句15所述的装置,其中所述下眼睑接触面可以位于邻接下眼睑支撑结构的正上方。
- [0299] 17.根据子句15所述的装置,其中所述下眼睑接触面包括由点和线中的一者或两者限定的几何形状,其中至少一条曲线限定表面。
- [0300] 18.根据子句1所述的装置,其中所述下眼睑支撑结构邻接下眼睑接触面的下部分,并延伸至较低的所述透镜边缘。
- [0301] 19.根据子句18所述的装置,其中所述下眼睑支撑结构包括轮廓基本上符合眼睛表面的弓形前表面。
- [0302] 20.根据子句18所述的装置,其中所述下眼睑支撑结构包括4mm或更小的宽度。
- [0303] 21.根据子句18所述的装置,其中所述下眼睑支撑结构提供透镜垂直稳定性和透镜旋转稳定性中的一者或两者。
- [0304] 22.一种平移式多焦点接触透镜,其包括:
- [0305] 前表面,其中所述前表面包括弓形形状;
- [0306] 后表面,其中所述后表面包括弓形形状,所述后表面与所述前表面邻近且相对,所述后表面和所述前表面在透镜边缘处彼此汇合;
- [0307] 光强度区域,所述光强度区域用于给使用者的眼睛提供视力矫正,其中所述光强度区域包括多个光学区;
- [0308] 下眼睑接触面,其中当使用者改变视向时和当使用者的视线从至少一个光学区运动至另一个所述光学区时,所述下眼睑接触面限制所述透镜在使用者的眼睛上移动的量;
- 和
- [0309] 下眼睑支撑结构。
- [0310] 23.根据子句22所述的平移式接触透镜,其中所述透镜包括自由形态的透镜,其具有在体素*体素的基础上形成的第一部分和由流体介质形成的第二部分。
- [0311] 24.根据子句22所述的平移式接触透镜,其中所述前表面包括以下中的一者或多者:周边区域和稳定区。
- [0312] 25.根据子句24所述的平移式接触透镜,其中所述透镜边缘从周边区域的外边缘径向延伸至前表面和后表面的彼此汇合处。

[0313] 26.根据子句24所述的平移式接触透镜,其中所述周边区域从光强度区域的外边缘径向延伸至透镜边缘。

[0314] 27.根据子句24所述的平移式接触透镜,其中所述透镜包括一个或多个存在的稳定区以提供透镜垂直稳定性和透镜旋转稳定性中的一者或两者。

[0315] 28.根据子句27所述的平移式接触透镜,其中所述稳定区包括由点和线中的一者或两者限定的几何形状,其中至少一条曲线限定表面。

[0316] 29.根据子句27所述的平移式接触透镜,其中所述稳定区包括水凝胶材料的弓形段,所述弓形段具有 0° 至 180° 的角宽度。

[0317] 30.根据子句27所述的平移式接触透镜,其中所述稳定区包括5mm或更小的宽度(w)和1mm或更小的峰高(ht)。

[0318] 31.根据子句22所述的平移式接触透镜,其中所述后表面包括周边区域和光强度区域中的一者或两者。

[0319] 32.根据子句22所述的平移式接触透镜,其中所述光强度区域包括球形边界形状。

[0320] 33.根据子句22所述的平移式接触透镜,其中所述光强度区域包括非球形边界形状。

[0321] 34.根据子句22所述的平移式接触透镜,其中所述光强度区域包括远视力光学区、中间视力光学区和近视力光学区中的一者或多者。

[0322] 35.根据子句34所述的平移式接触透镜,其中至少一个所述光学区包括由点和线中的一者或两者限定的几何形状,其中至少一条曲线限定表面。

[0323] 36.根据子句22所述的平移式接触透镜,其中所述下眼睑接触面包括前表面部分的连续的向内延长部分,所述延长部分横跨所述前透镜表面侧向地延伸。

[0324] 37.根据子句36所述的平移式接触透镜,其中所述下眼睑接触面可以位于邻接下眼睑支撑结构的正上方。

[0325] 38.根据子句36所述的平移式接触透镜,其中所述下眼睑接触面包括由点和线中的一者或两者限定的在表面部件中形成的水凝胶的几何形状,且至少一条曲线限定表面。

[0326] 39.根据子句22所述的平移式接触透镜,其中所述下眼睑支撑结构邻接下眼睑接触面的下部分,并延伸至较低的所述透镜边缘。

[0327] 40.根据子句39所述的平移式接触透镜,其中所述下眼睑支撑结构包括轮廓基本上符合眼睛表面的弓形前表面。

[0328] 41.根据子句39所述的平移式接触透镜,其中所述下眼睑支撑结构包括4mm或更小的宽度。

[0329] 42.根据子句39所述的平移式接触透镜,其中所述下眼睑支撑结构提供透镜垂直稳定性和透镜旋转稳定性中的一者或两者。

[0330] 43.一种用于形成平移式多焦点接触透镜的装置,所述装置包括:

[0331] 光源,所述光源放射具有光化辐射波长的光;

[0332] 处理器,所述处理器与存储器逻辑连通,其中所述存储器储存可执行代码,所述可执行代码可根据要求执行以致使处理器生成一个或多个用于控制数字微镜器件的控制信号,以投射所述光化辐射穿过弓形基片,从而:

[0333] 在体素*体素的基础上形成前表面,其中所述前表面包括弓形形状;

[0334] 在体素*体素的基础上形成后表面,其中所述后表面包括弓形形状,所述后表面与所述前表面相对,所述后表面和所述前表面在透镜边缘处彼此汇合;

[0335] 形成光强度区域,所述光强度区域用于给使用者的眼睛提供视力矫正,其中所述光强度区域包括多个光学区;和

[0336] 形成下眼睑接触面,其中当使用者改变视向时和当使用者的视线从至少一个光学区运动至另一个所述光学区时,所述下眼睑接触面限制所述透镜在使用者的眼睛上移动的量。

[0337] 44.根据子句43所述的装置,其中所述透镜包括自由形态的透镜。

[0338] 45.根据子句43所述的装置,其中所述前表面包括以下中的一者或多者:透镜边缘、周边区域、稳定区元件、光强度区域和下眼睑接触面。

[0339] 46.根据子句45所述的装置,其中所述透镜边缘从周边区域的外边缘径向延伸至前表面和后表面的彼此汇合处。

[0340] 47.根据子句45所述的装置,其中所述周边区域从光强度区域的外边缘径向延伸至透镜边缘。

[0341] 48.根据子句45所述的装置,其中所述透镜包括一个或多个存在的稳定区以提供透镜垂直稳定性和透镜旋转稳定性中的一者或两者。

[0342] 49.根据子句48所述的装置,其中所述稳定区包括由点和线中的一者或两者限定的几何形状,其中至少一条曲线限定表面。

[0343] 50.根据子句48所述的装置,其中所述稳定区包括水凝胶材料的弓形段,所述弓形段具有 0° 至 180° 的角宽度。

[0344] 51.根据子句48所述的装置,其中所述稳定区包括5mm或更小的宽度(w)和1mm或更小的峰高(ht)。

[0345] 52.根据子句43所述的装置,其中所述后表面包括周边区域和光强度区域中的一者或两者。

[0346] 53.根据子句43所述的装置,其中所述光强度区域包括球形边界形状。

[0347] 54.根据子句43所述的装置,其中所述光强度区域包括非球形边界形状。

[0348] 55.根据子句43所述的装置,其中所述光强度区域包括远视力光学区、中间视力光学区和近视力光学区中的一者或多者。

[0349] 56.根据子句55所述的装置,其中至少一个所述光学区包括由点和线中的一者或两者限定的几何形状,其中至少一条曲线限定表面。

[0350] 57.根据子句43所述的装置,其中所述下眼睑接触面包括前表面部分的连续的向内延长部分,所述延长部分横跨所述前透镜表面侧向地延伸。

[0351] 58.根据子句57所述的装置,其中所述下眼睑接触面可以位于邻接透镜边缘的正上方。

[0352] 59.根据子句57所述的装置,其中所述下眼睑接触面包括由点和线中的一者或两者限定的几何形状,其中至少一条曲线限定表面。

[0353] 60.一种平移式多焦点接触透镜,其包括:在体素*体素的基础上的前表面,其中所述前表面包括弓形形状;

[0354] 在体素*体素的基础上的后表面,其中所述后表面包括弓形形状,所述后表面与所

述前表面相对,所述后表面和所述前表面在透镜边缘处彼此汇合;

[0355] 光强度区域,所述光强度区域用于给使用者的眼睛提供视力矫正,其中所述光强度区域包括多个光学区;和

[0356] 下眼睑接触面,其中当使用者改变视向时和当使用者的视线从至少一个光学区运动至另一个所述光学区时,所述下眼睑接触面限制所述透镜在使用者的眼睛上移动的量。

[0357] 61.根据子句60所述的平移式接触透镜,其中所述透镜包括自由形态的透镜。

[0358] 62.根据子句60所述的平移式接触透镜,其中所述前表面包括以下中的一者或多者:透镜边缘、周边区域、稳定区元件、光强度区域和下眼睑接触面。

[0359] 63.根据子句62所述的平移式接触透镜,其中所述透镜边缘从周边区域的外边缘径向延伸至前表面和后表面的彼此汇合处。

[0360] 64.根据子句62所述的平移式接触透镜,其中所述周边区域从光强度区域的外边缘径向延伸至透镜边缘。

[0361] 65.根据子句62所述的平移式接触透镜,其中所述透镜包括一个或多个存在的稳定区以提供透镜垂直稳定性和透镜旋转稳定性中的一者或两者。

[0362] 66.根据子句65所述的平移式接触透镜,其中所述稳定区包括由点和线中的一者或两者限定的几何形状,其中至少一条曲线限定表面。

[0363] 67.根据子句65所述的平移式接触透镜,其中所述稳定区包括水凝胶材料的弓形段,所述弓形段具有 0° 至 180° 的角宽度。

[0364] 68.根据子句65所述的平移式接触透镜,其中所述稳定区包括5mm或更小的宽度(w)和1mm或更小的峰高(ht)。

[0365] 69.根据子句60所述的平移式接触透镜,其中所述后表面包括周边区域和光强度区域中的一者或两者。

[0366] 70.根据子句60所述的平移式接触透镜,其中所述光强度区域包括球形边界形状。

[0367] 71.根据子句60所述的平移式接触透镜,其中所述光强度区域包括非球形边界形状。

[0368] 72.根据子句60所述的平移式接触透镜,其中所述光强度区域包括远视力光学区、中间视力光学区和近视力光学区中的一者或多者。

[0369] 73.根据子句72所述的平移式接触透镜,其中至少一个所述光学区包括由点和线中的一者或两者限定的几何形状,其中至少一条曲线限定表面。

[0370] 74.根据子句60所述的平移式接触透镜,其中所述下眼睑接触面包括前表面部分的连续的向内延长部分,所述延长部分横跨所述前透镜表面侧向地延伸。

[0371] 75.根据子句74所述的平移式接触透镜,其中所述下眼睑接触面可以位于邻接透镜边缘的正上方。

[0372] 76.根据子句74所述的平移式接触透镜,其中所述下眼睑接触面包括由点和线中的一者或两者限定的几何形状,其中至少一条曲线限定表面。

[0373] 结论

[0374] 上面的描述,且如在下面的权利要求书中进一步定义的,提供了形成平移式多焦点接触透镜(例如,自由形态的透镜)的方法步骤、和用于实现这样的方法的装置、以及由此形成的透镜。自由形态平移式多焦点接触透镜可以包括下眼睑支撑结构和下眼睑接触面中

的一者或两者。

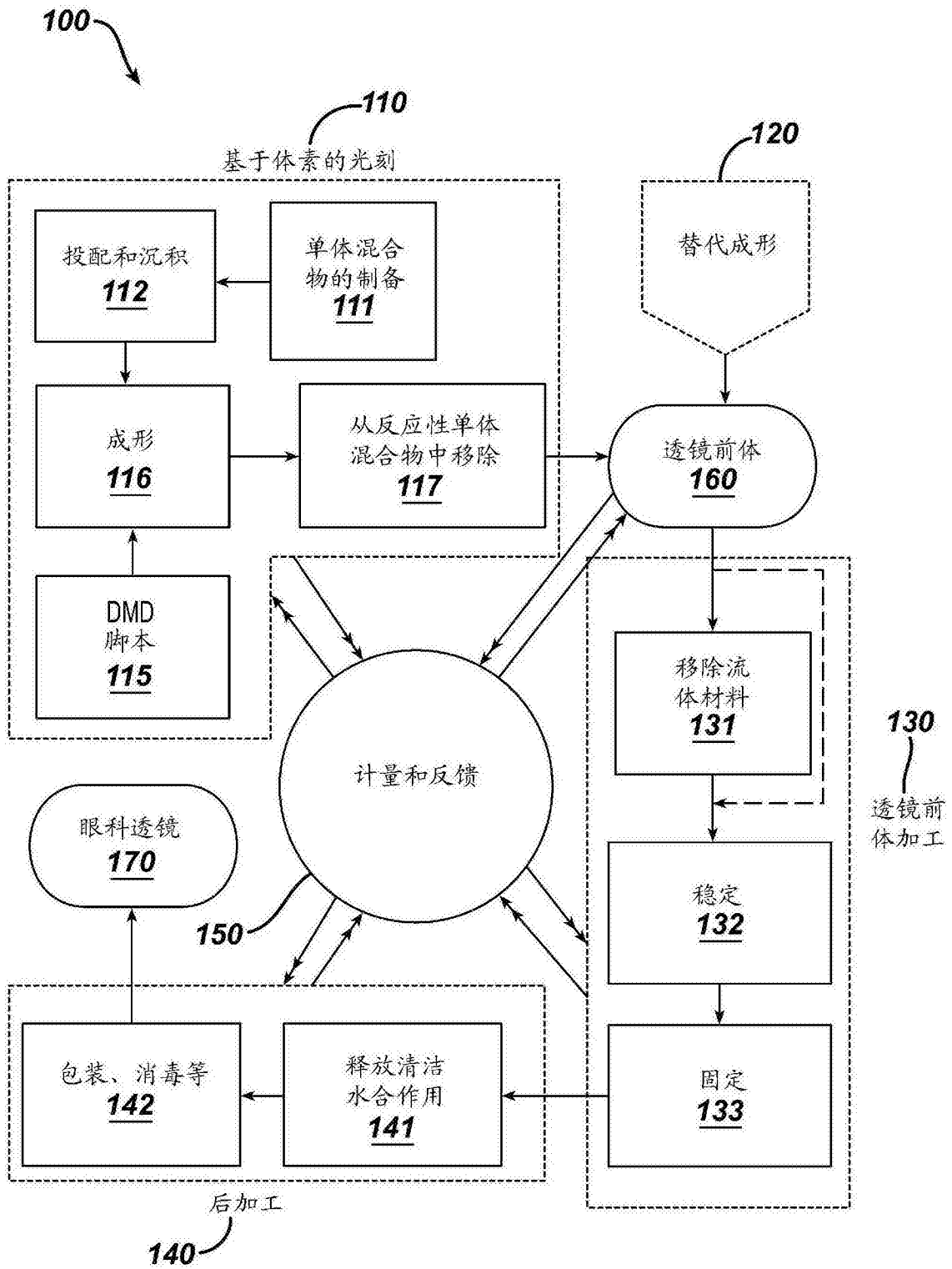


图1

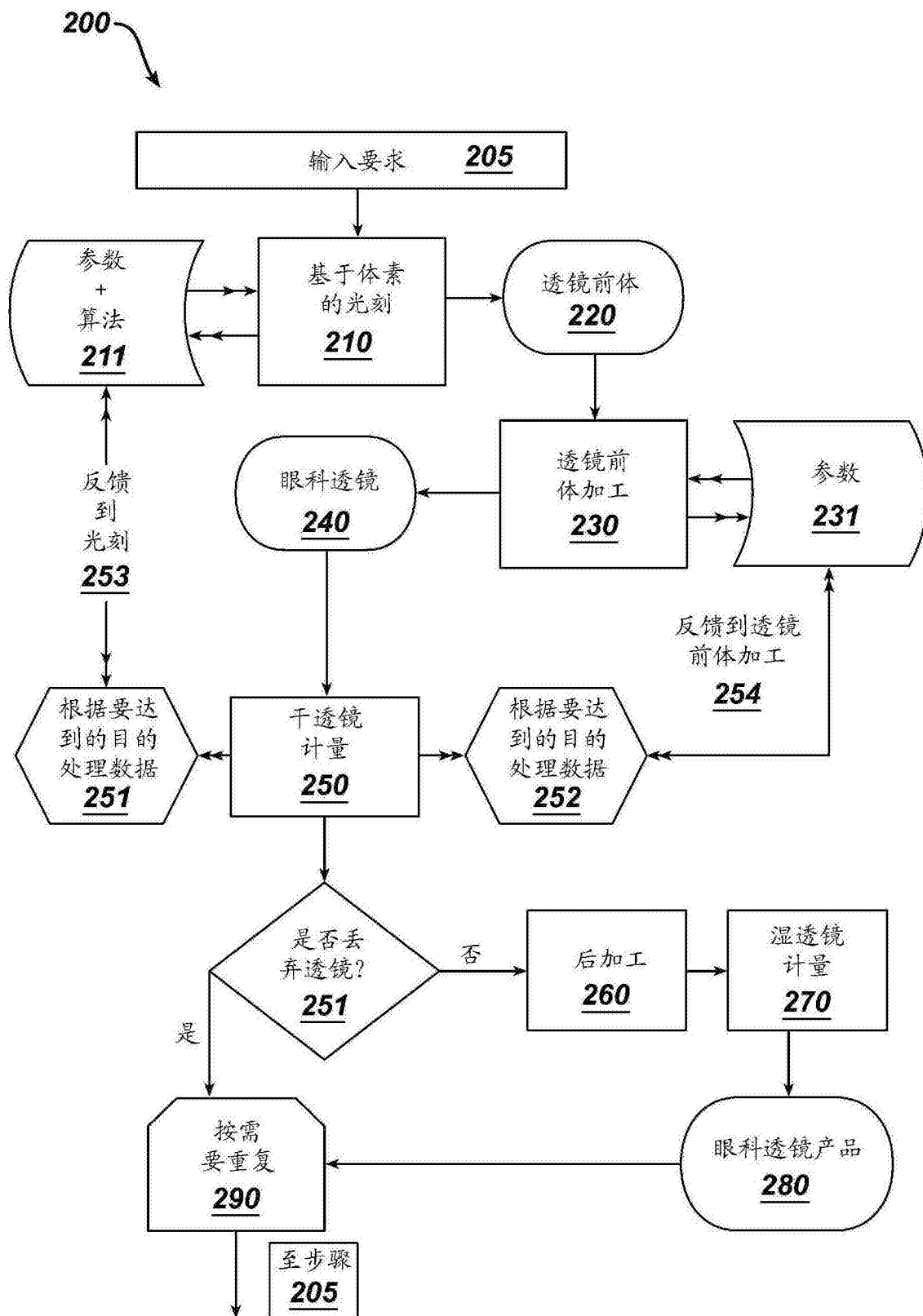


图2

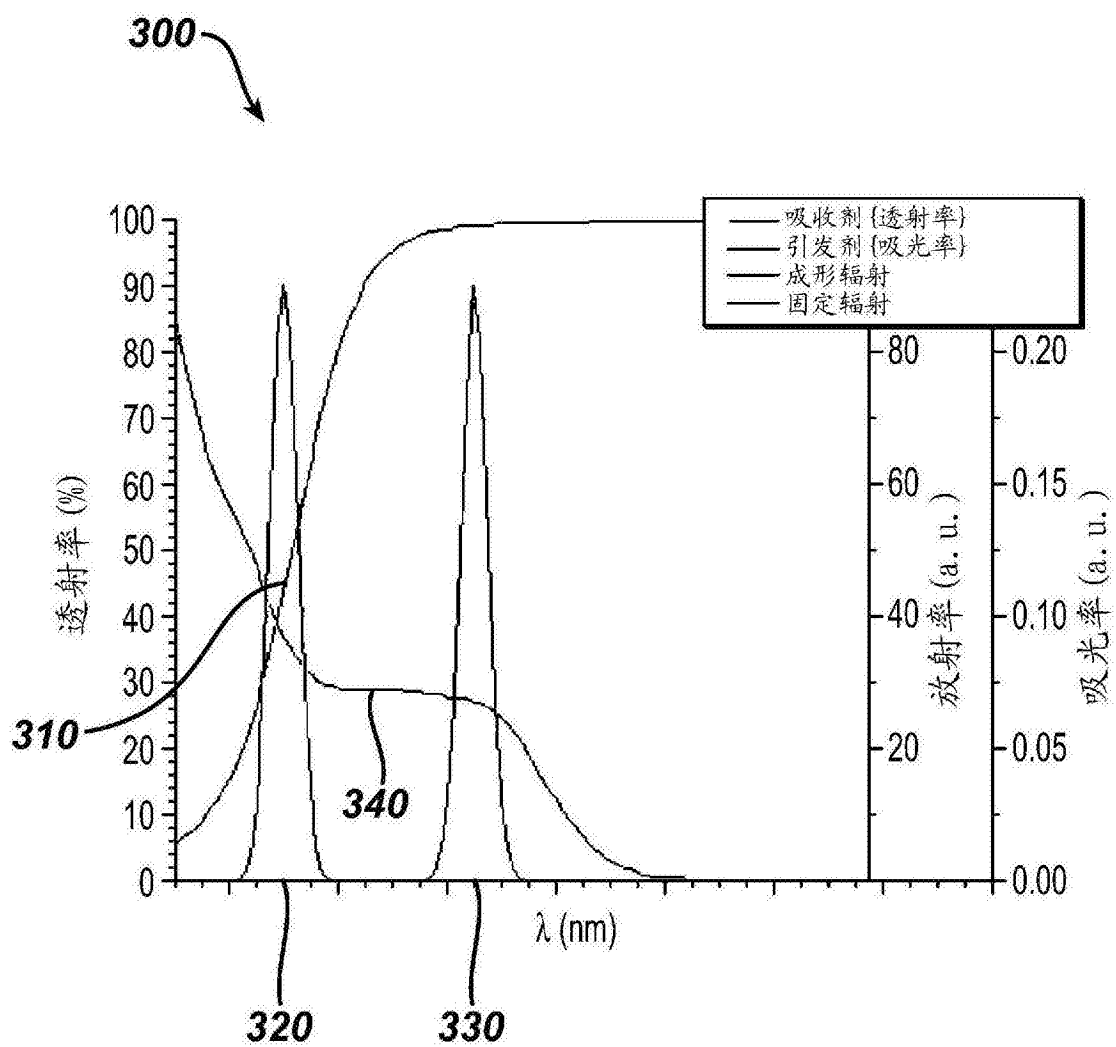


图3

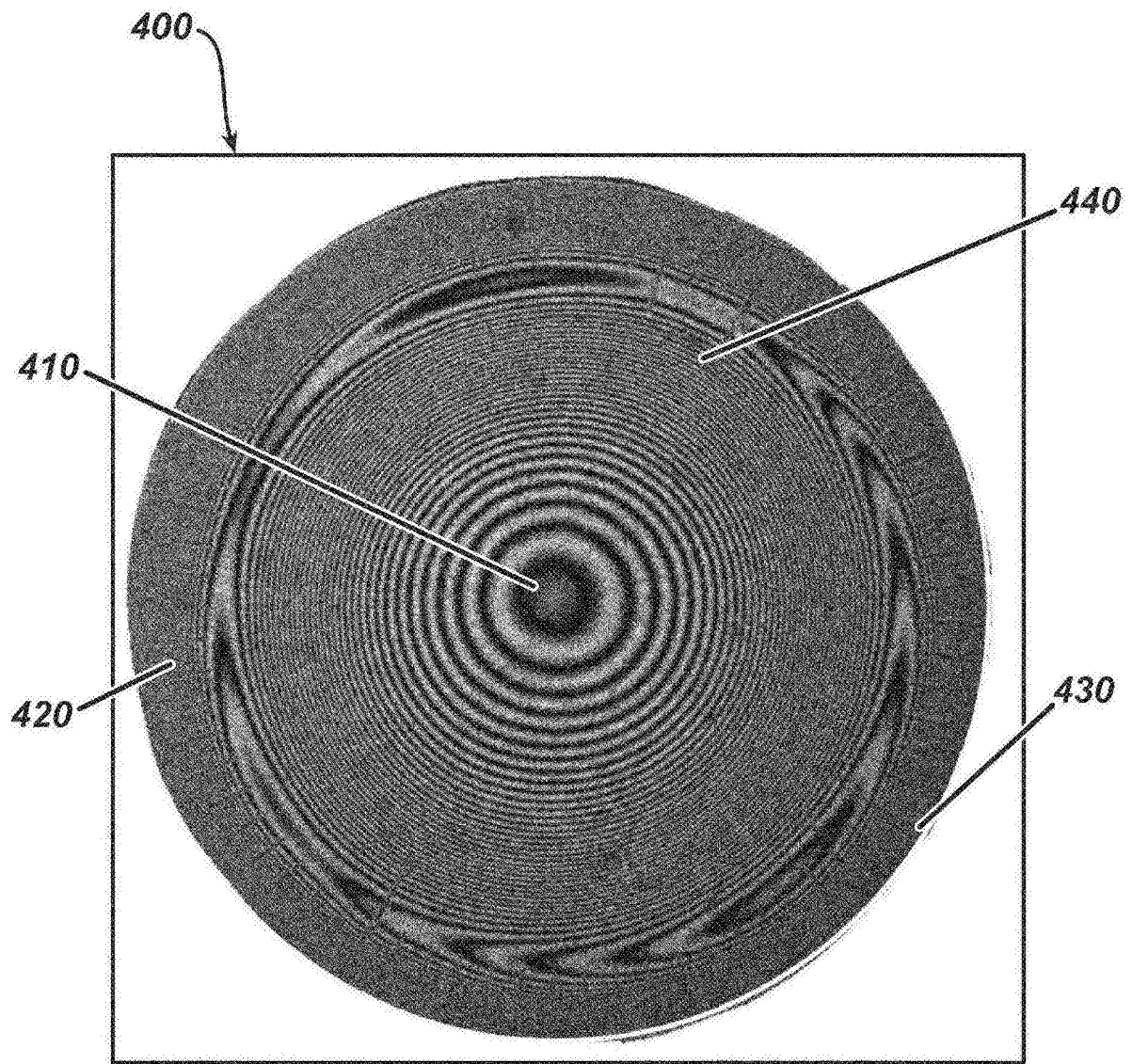


图4

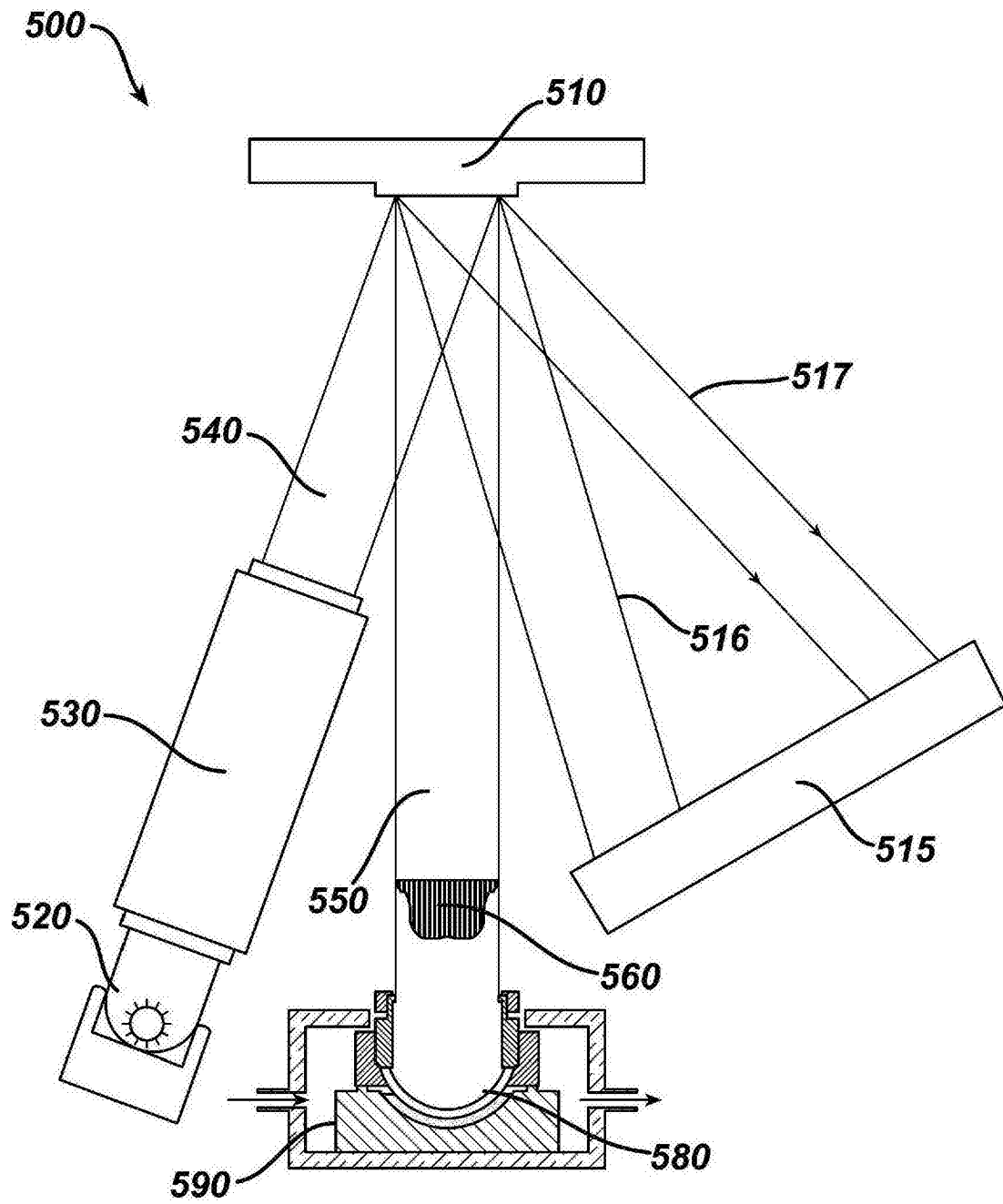


图5

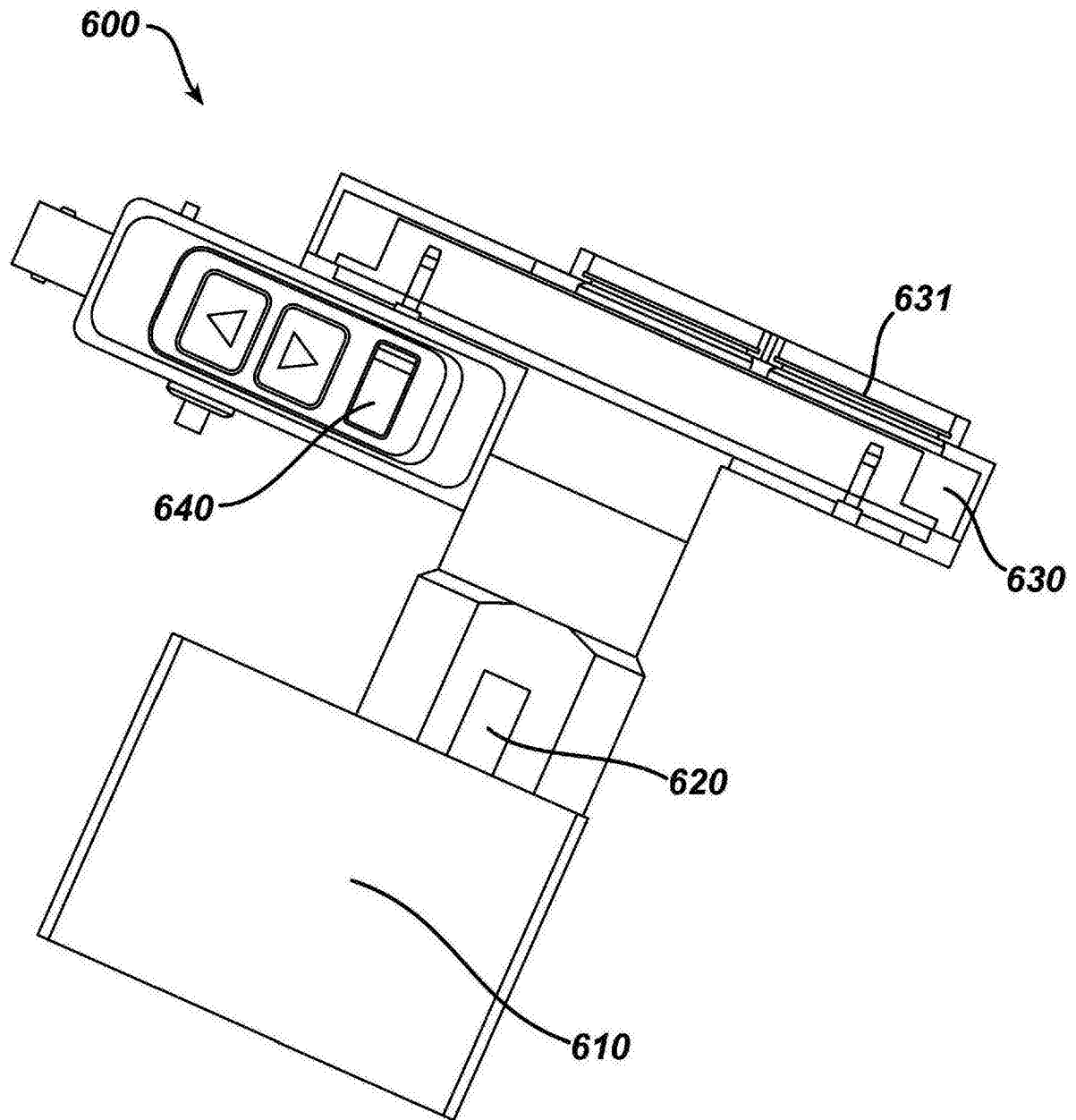


图6

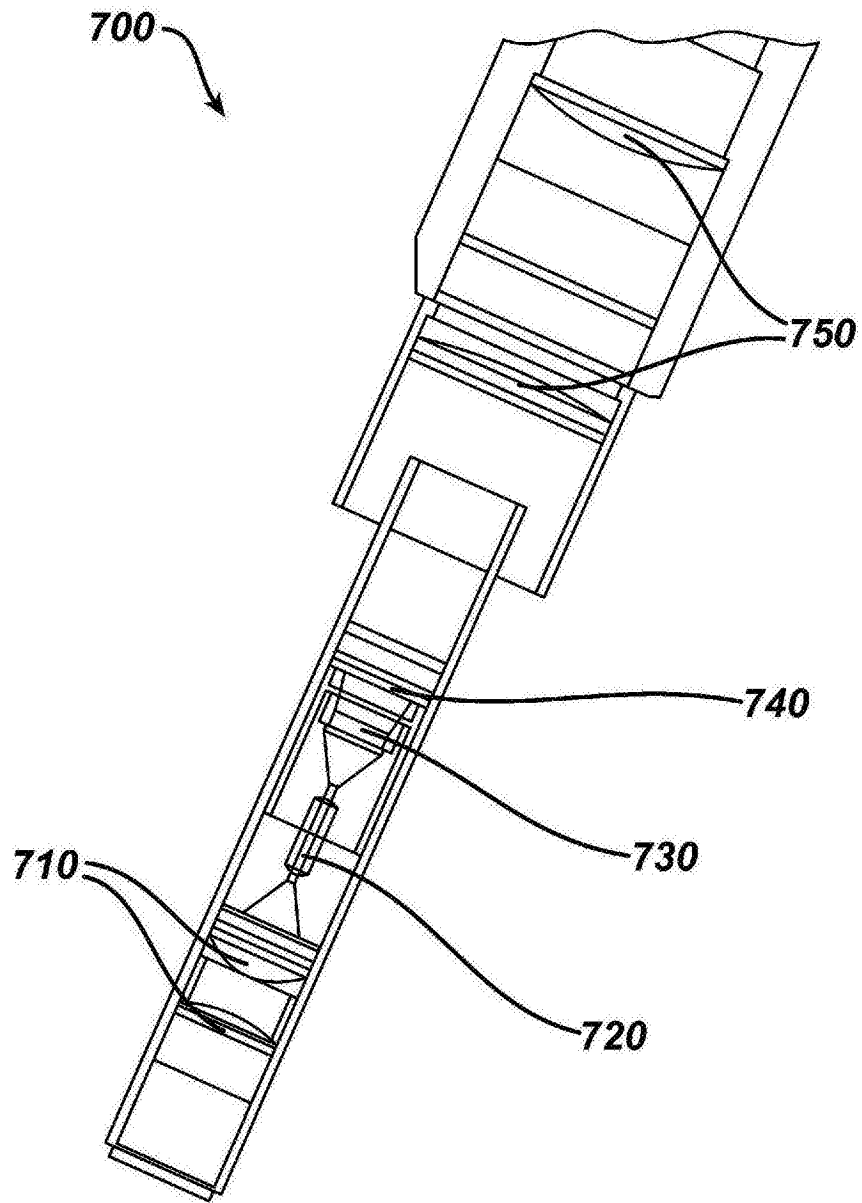


图7

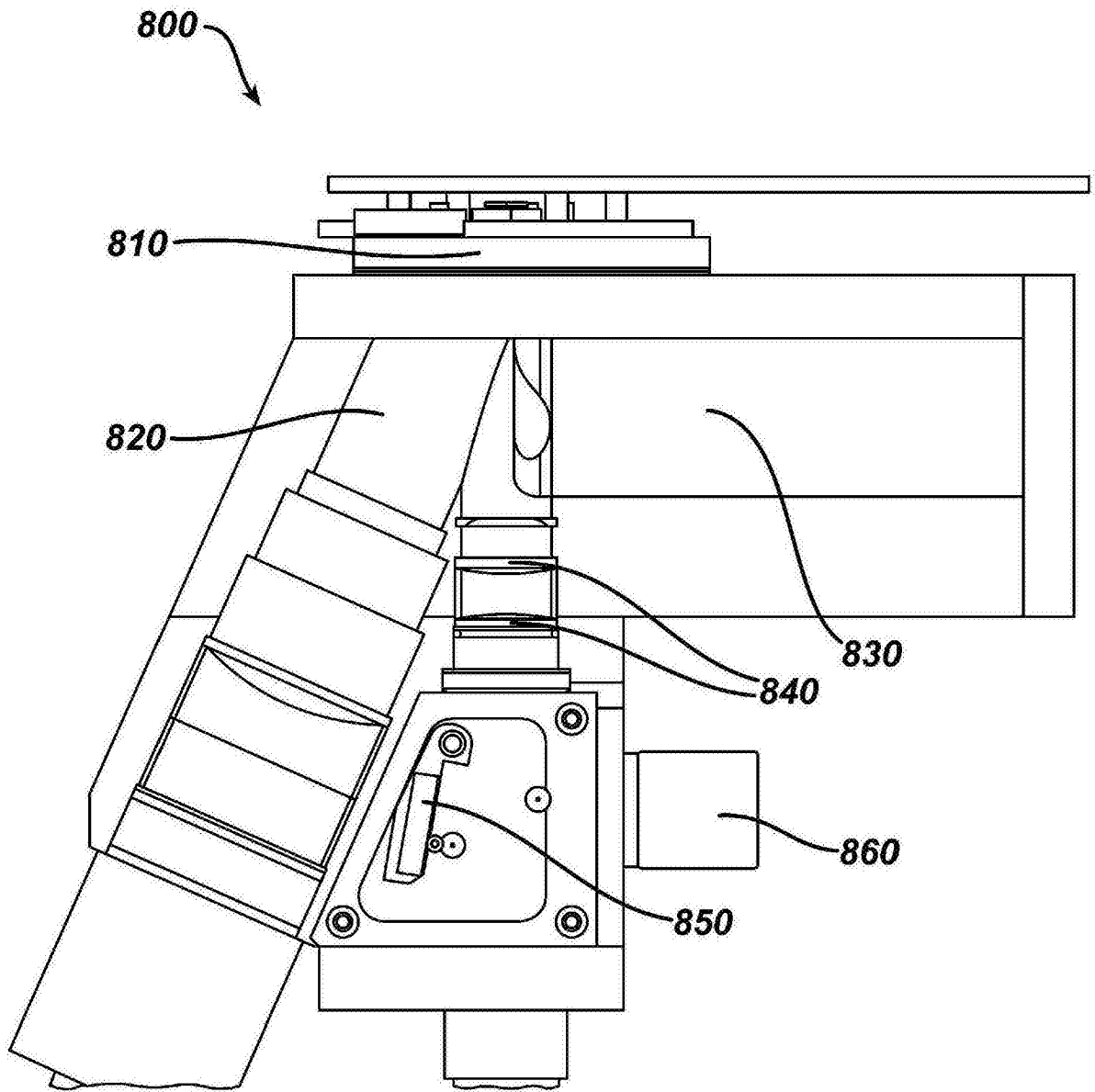


图8

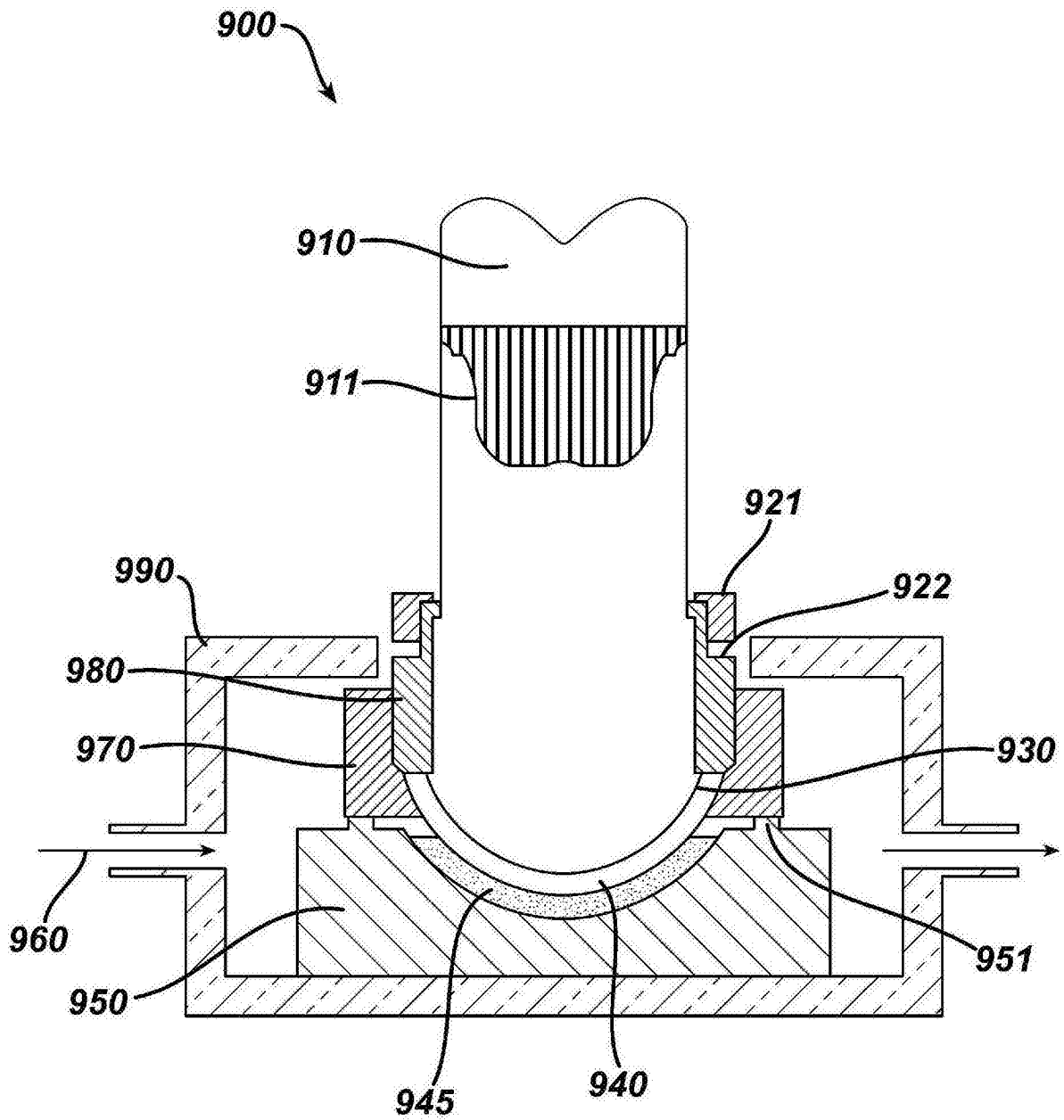


图9

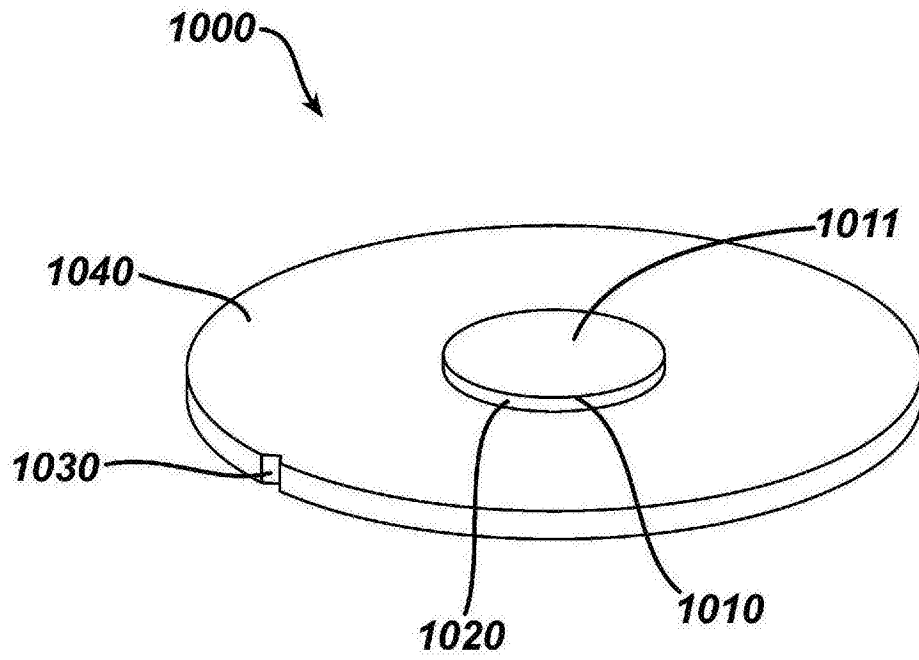


图10

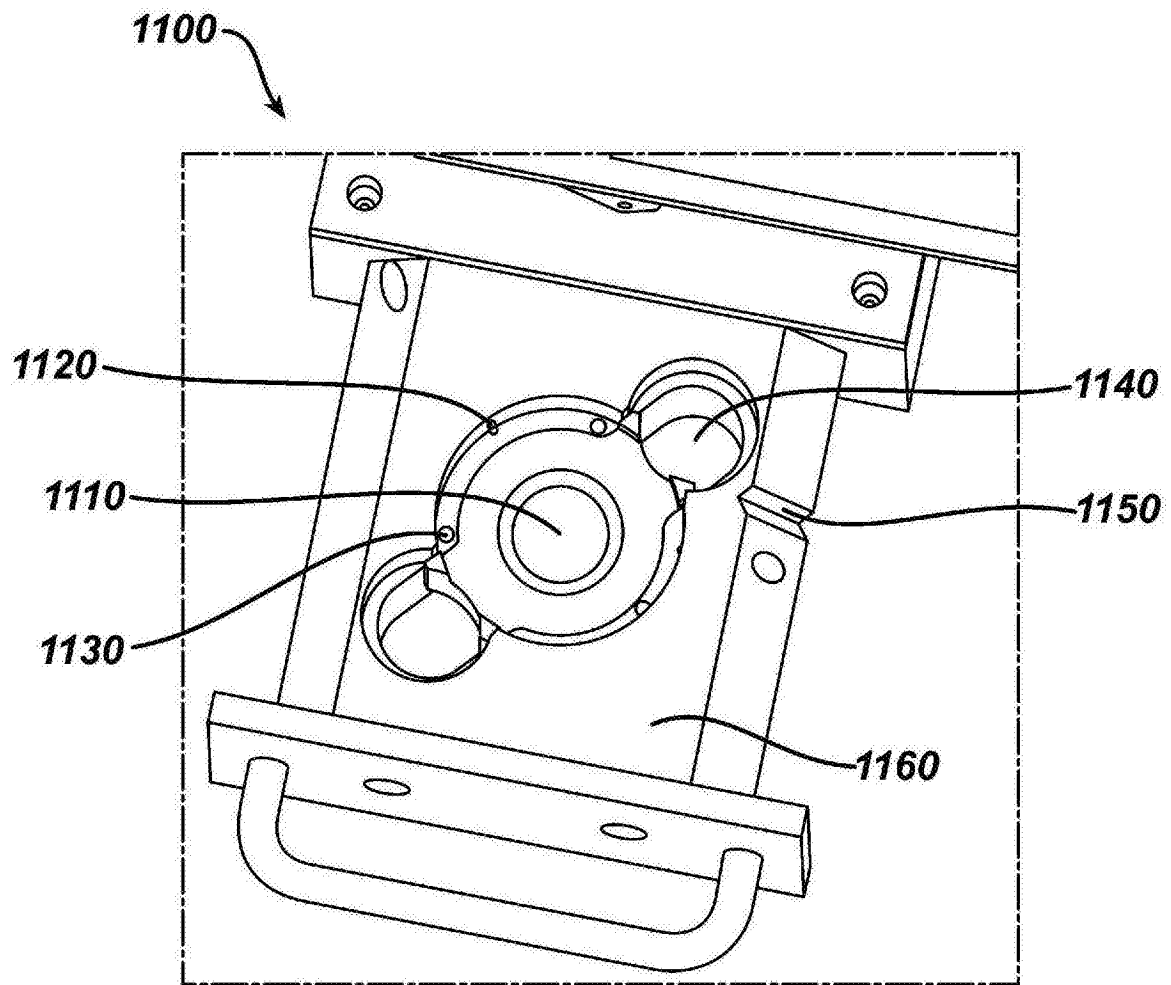


图11

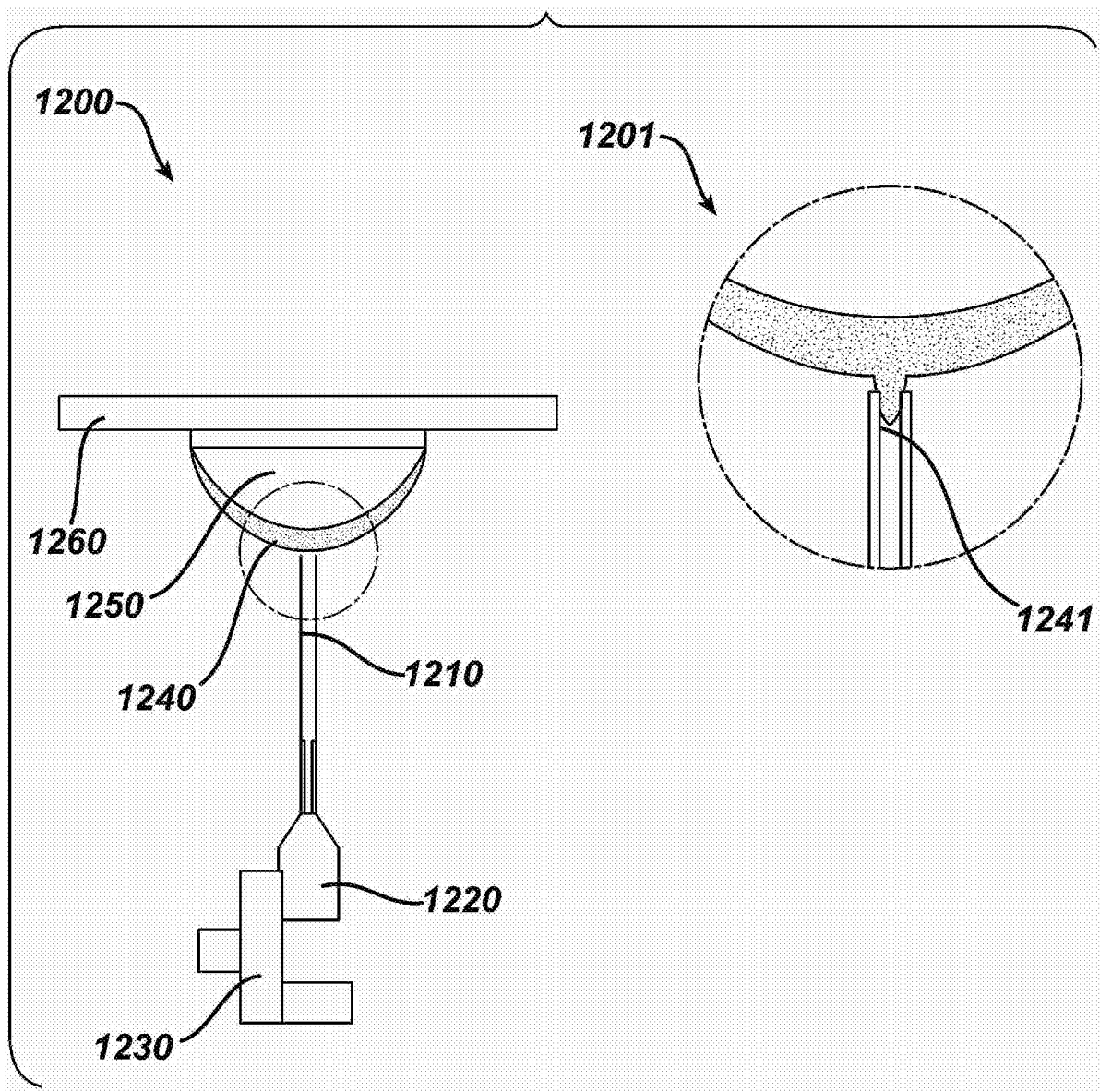


图12

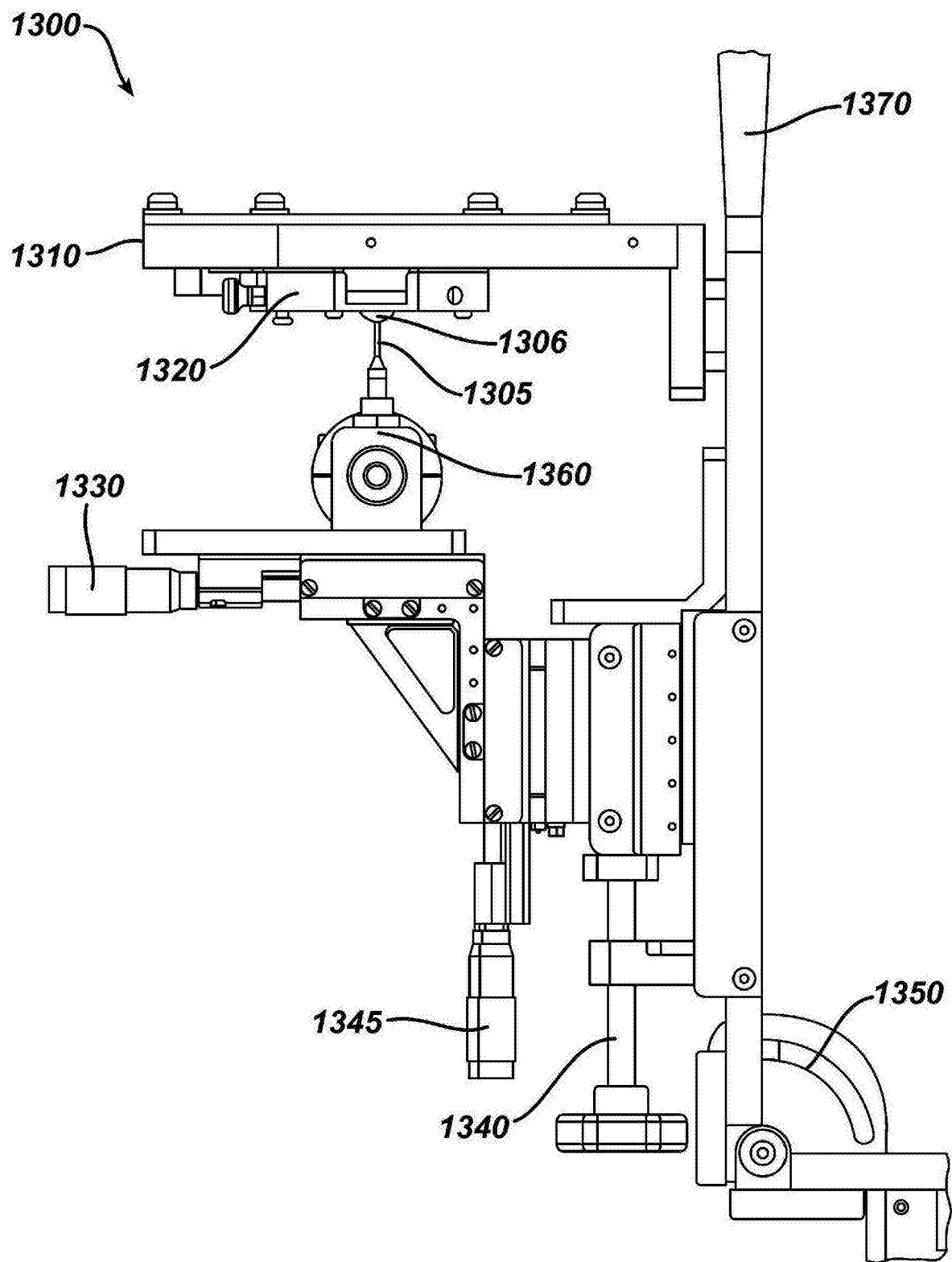


图13

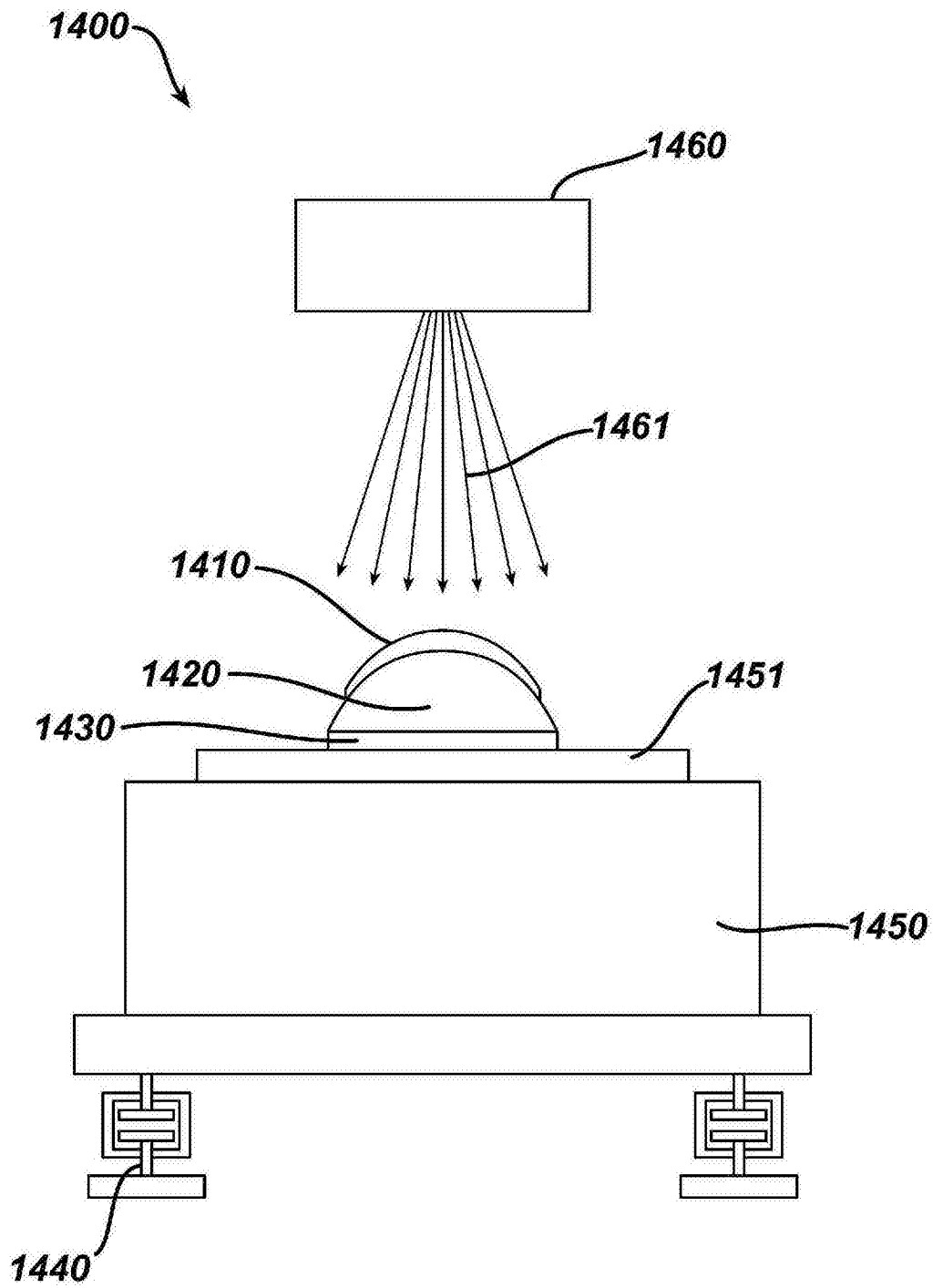


图14

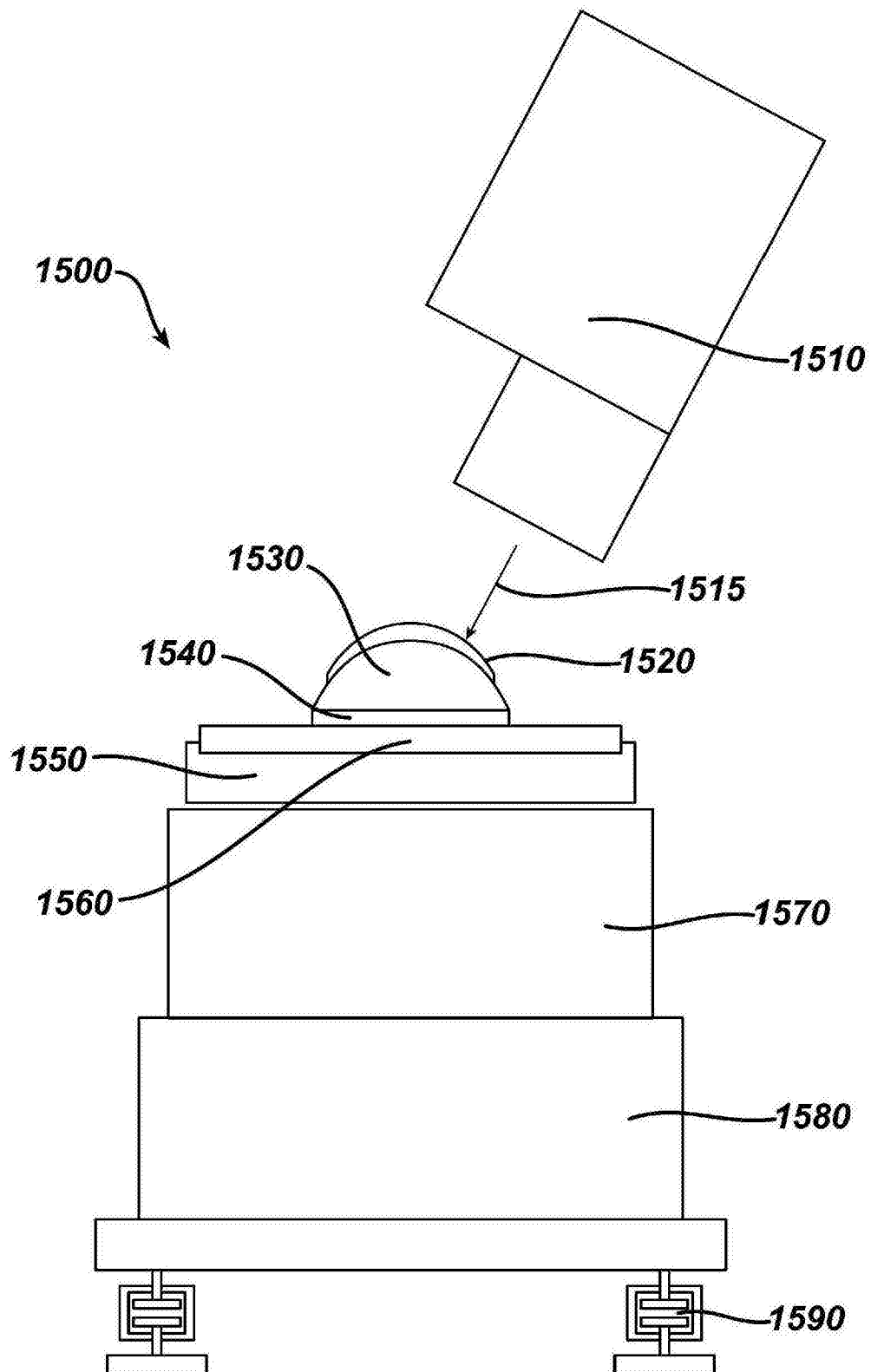


图15

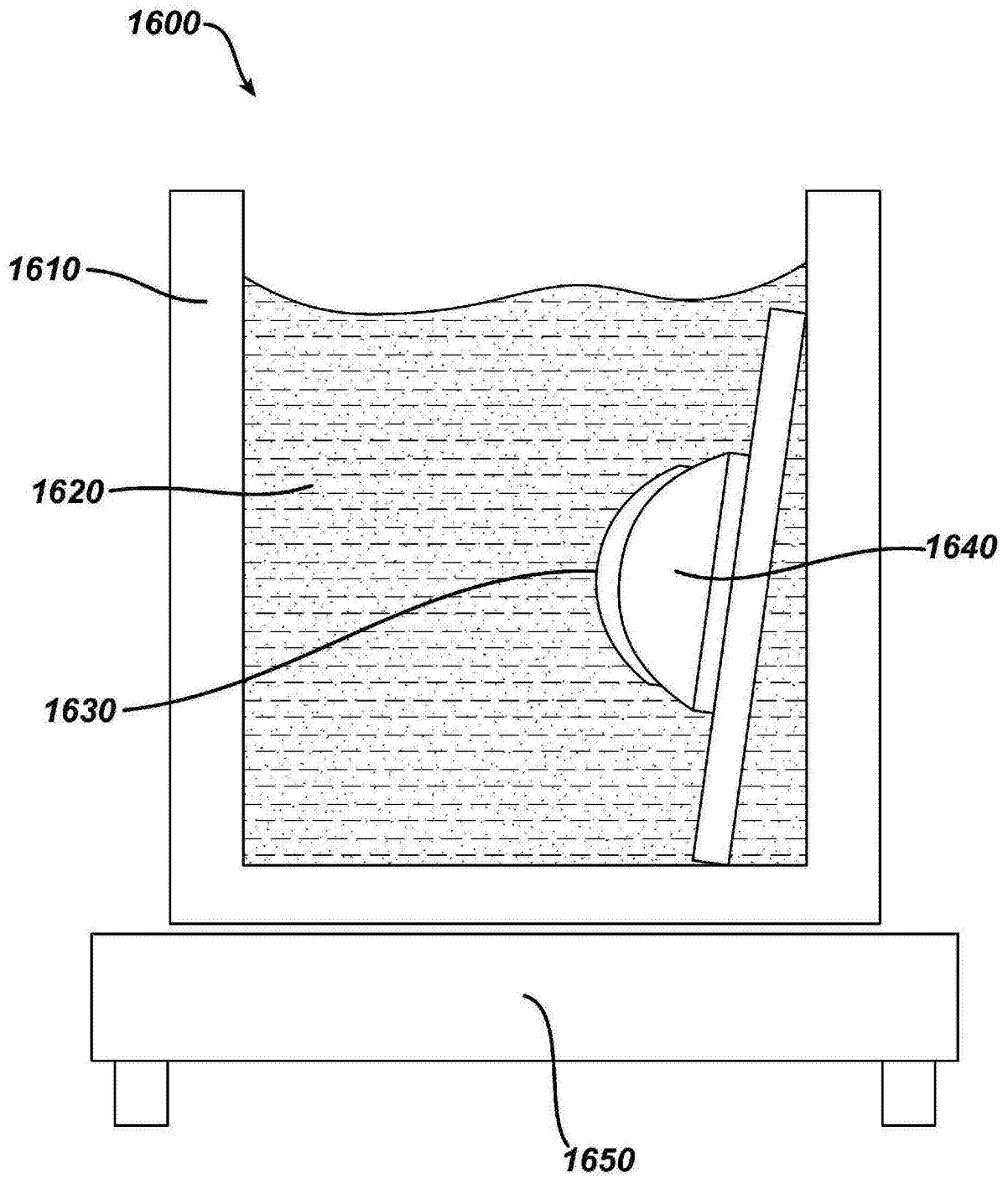


图16

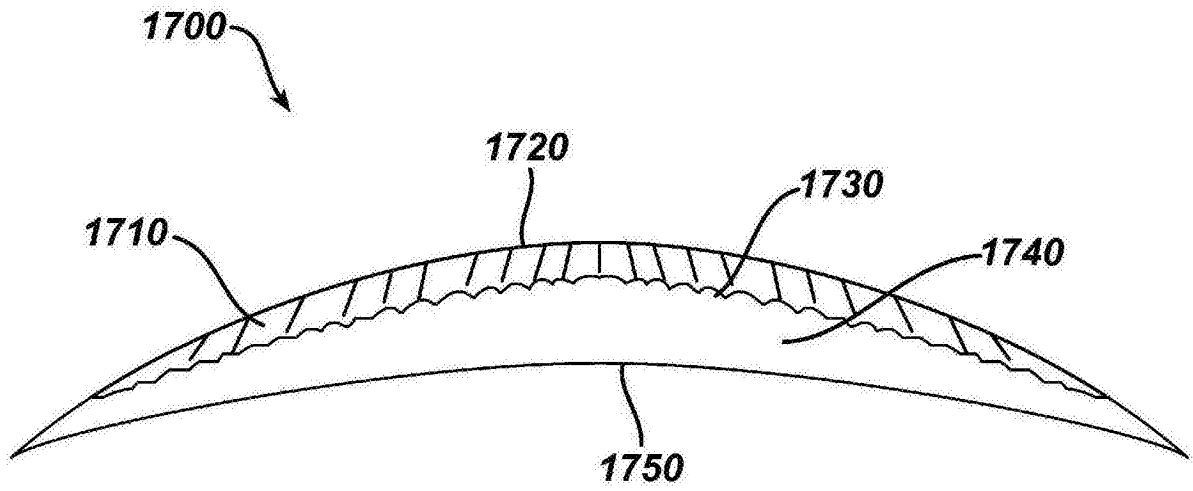


图17

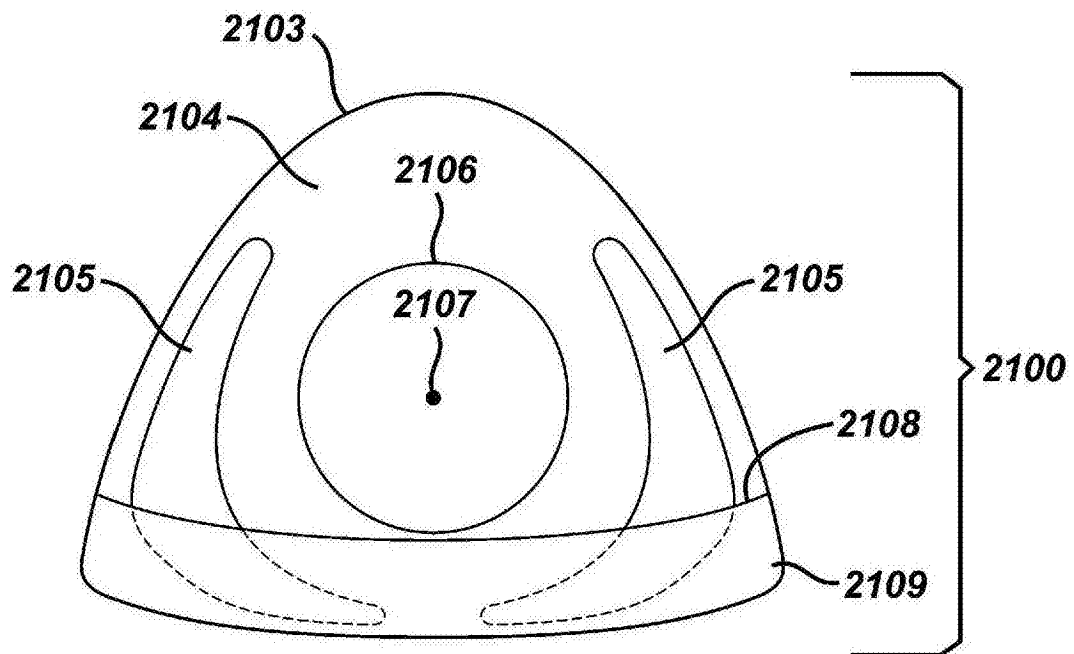


图18A

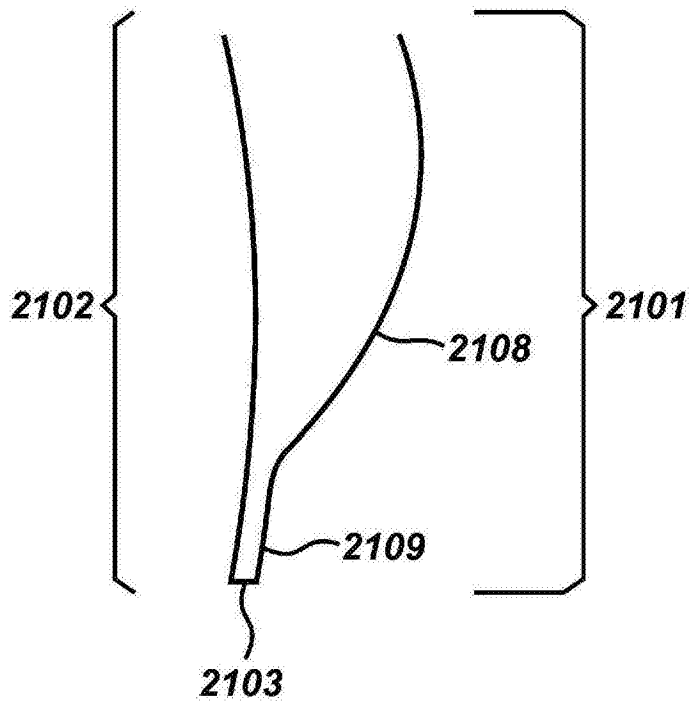


图18B

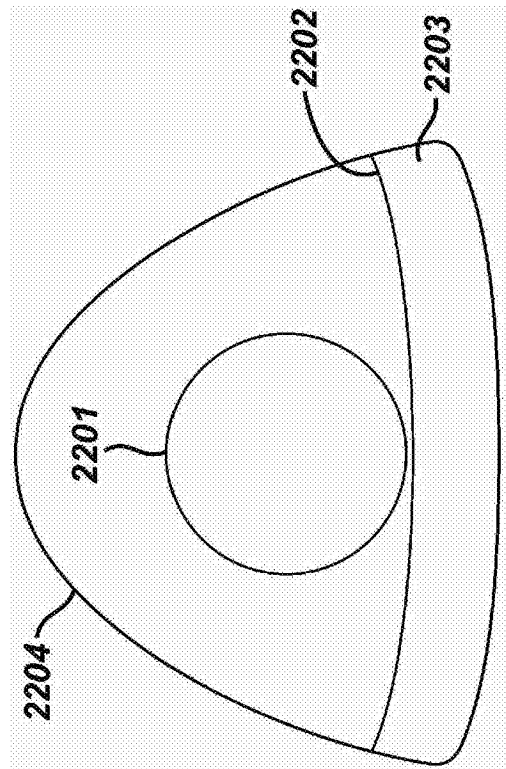


图19A

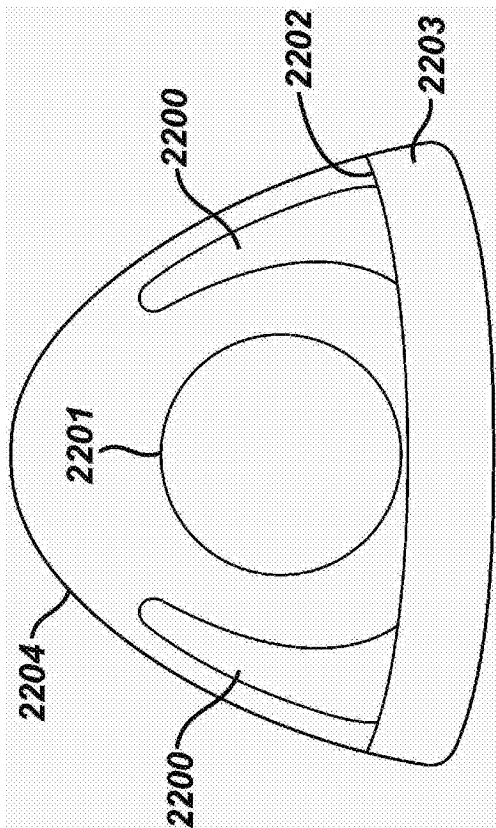


图19B

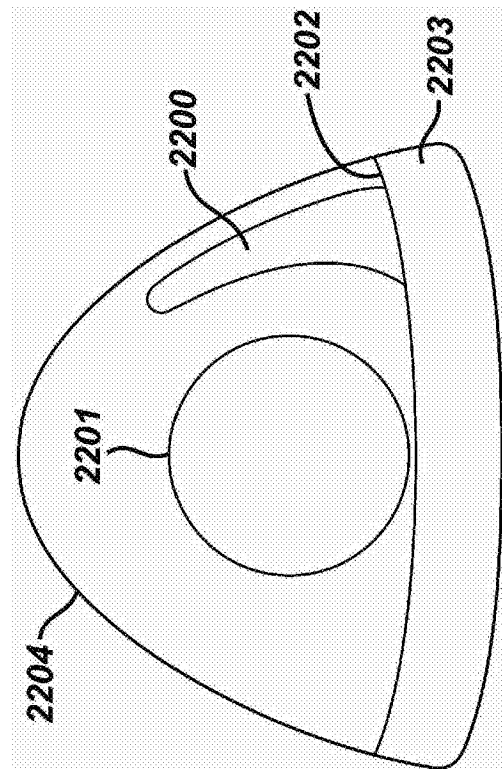


图19C

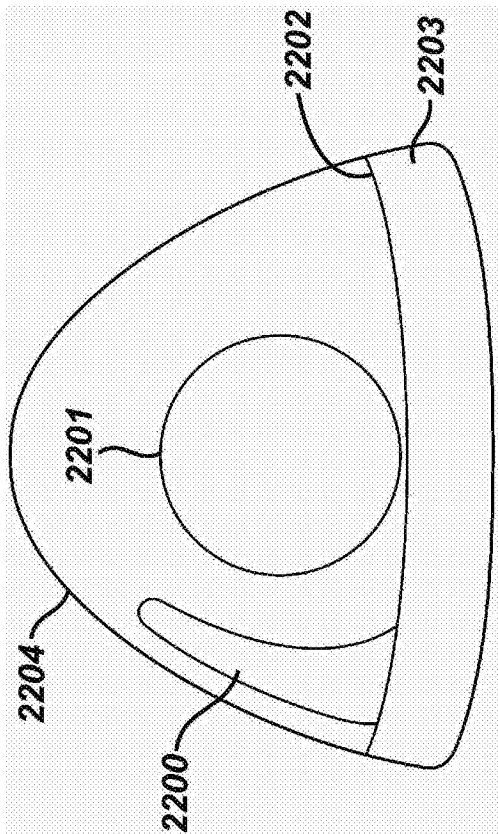


图19D

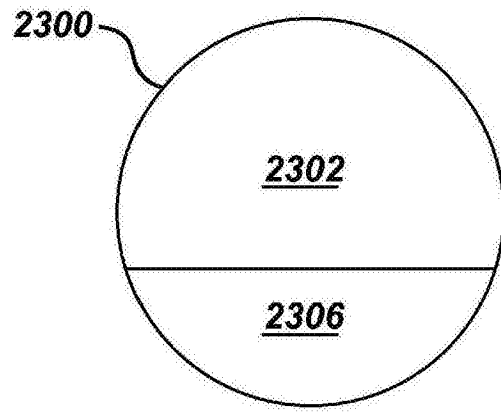


图20A

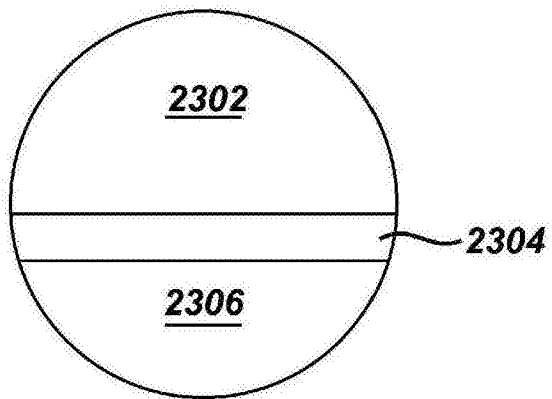


图20B

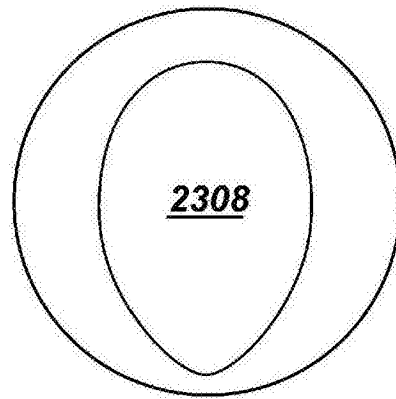


图20C

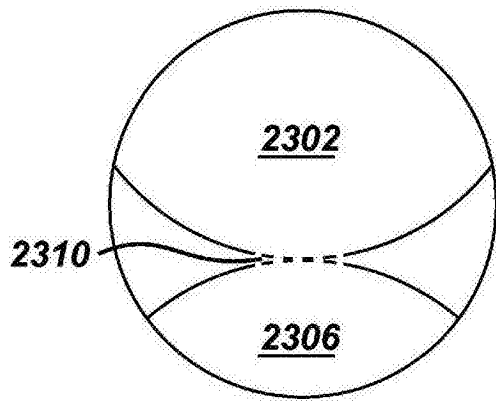


图20D

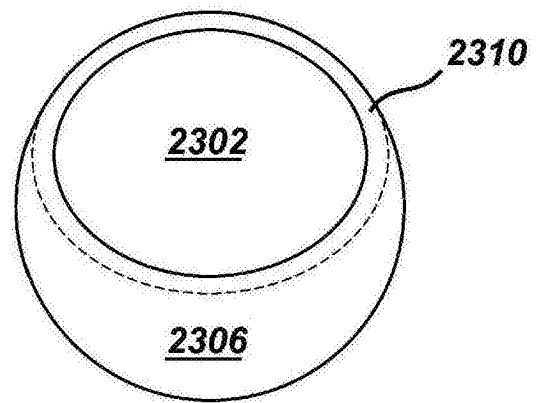


图20E

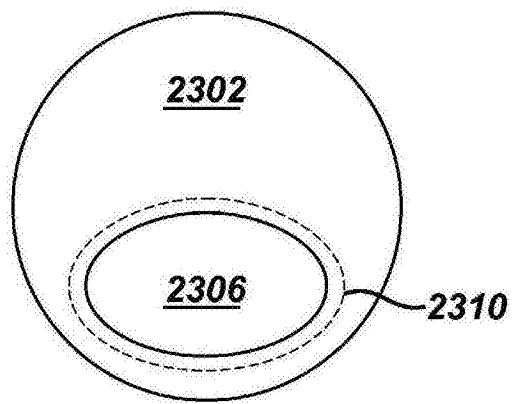


图20F

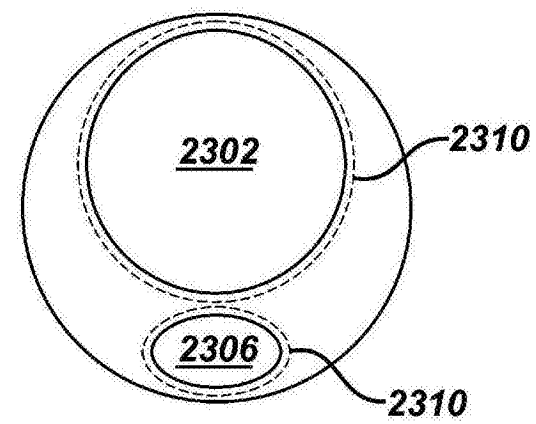


图20G

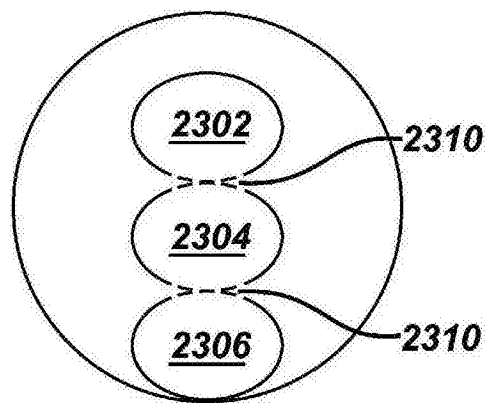


图20H

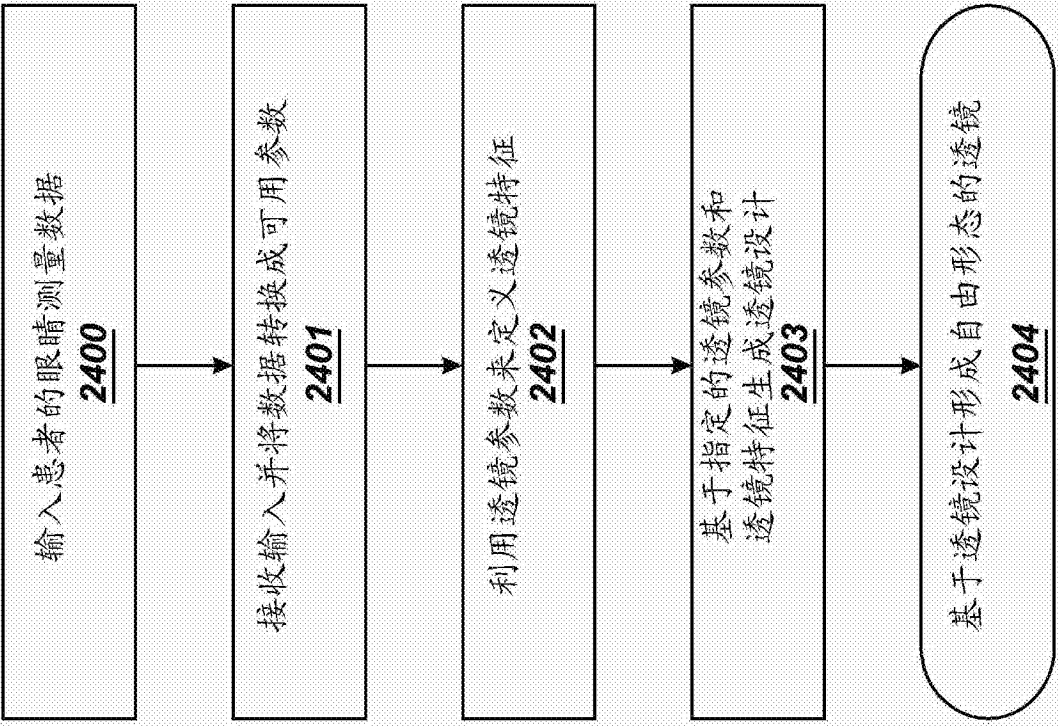


图21

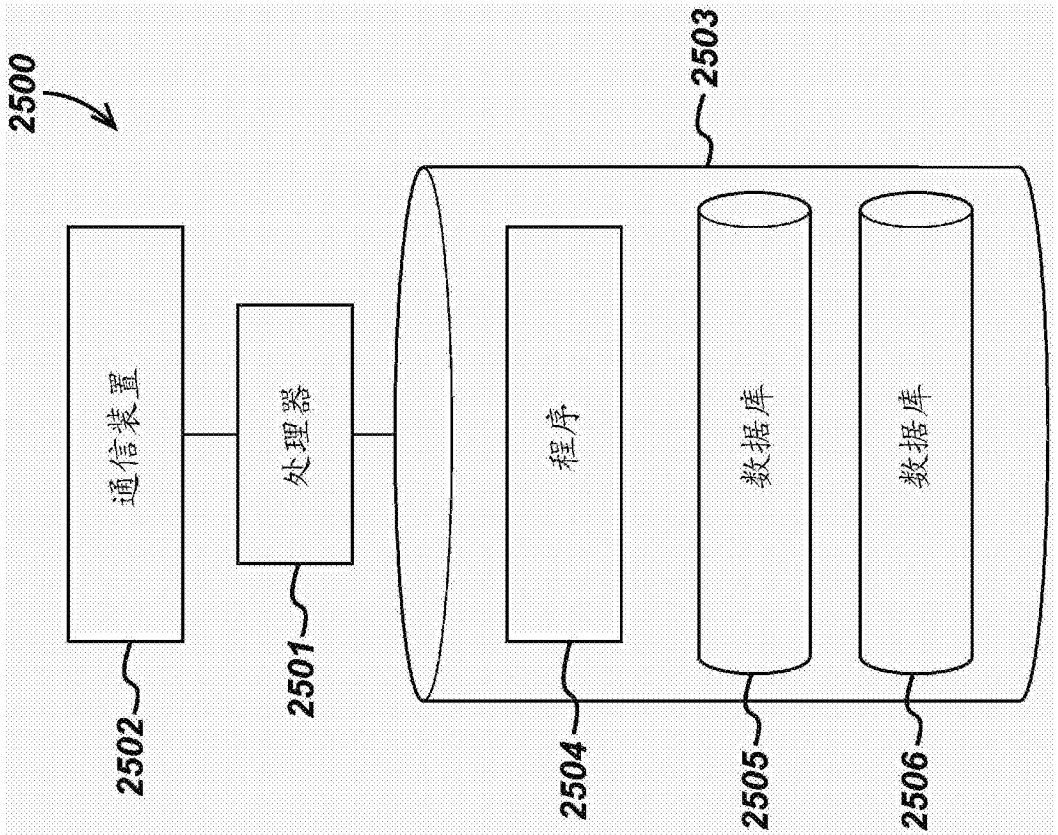


图22

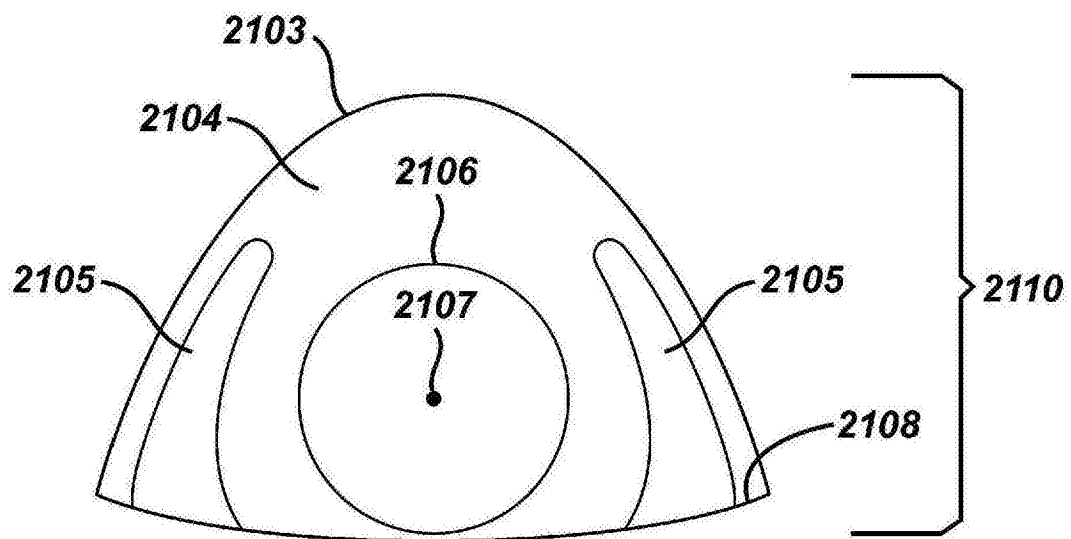


图23A

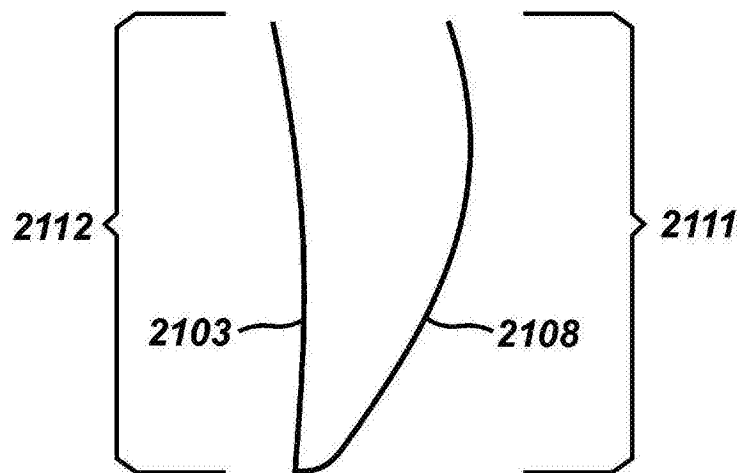


图23B

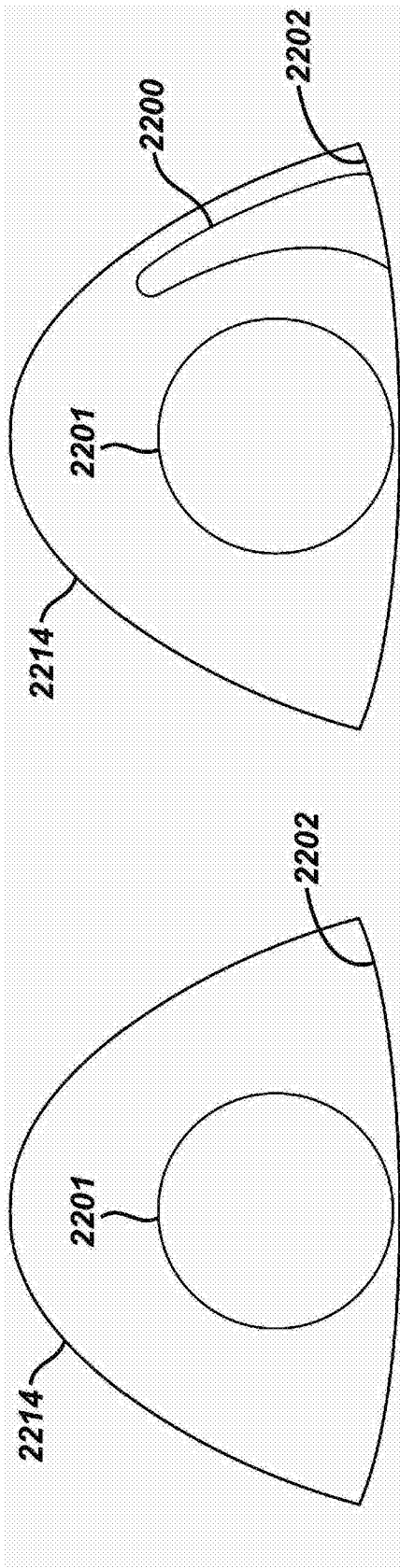


图 24A

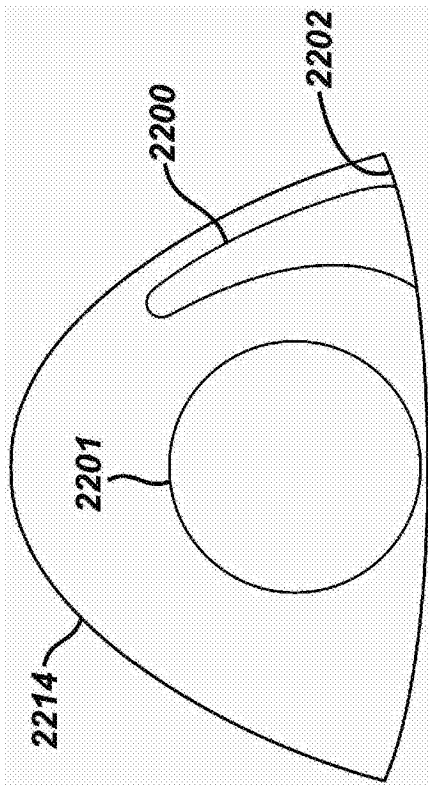


图 24C

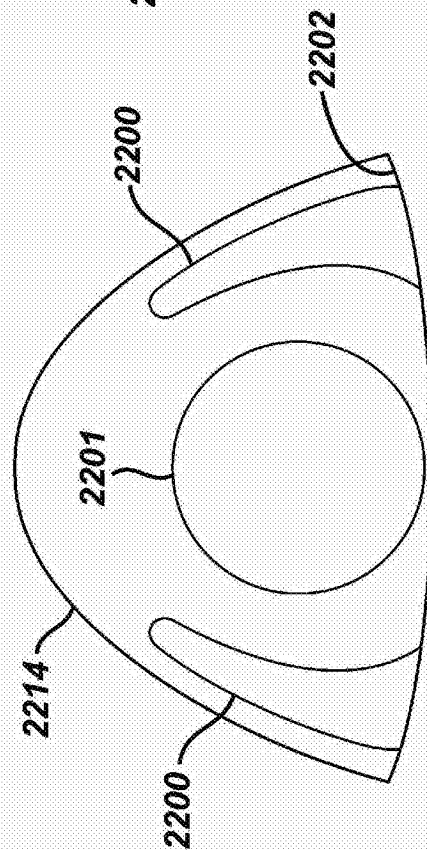


图 24B

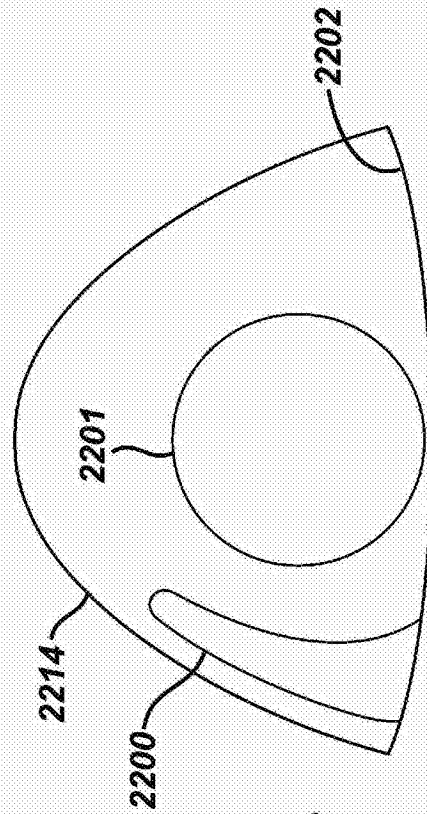


图 24D