



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104823099 A

(43) 申请公布日 2015. 08. 05

(21) 申请号 201380044984. 7

F. A. 弗里特施 A. 托纳

(22) 申请日 2013. 06. 27

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

(30) 优先权数据

代理人 易皎鹤 姜甜

61/666136 2012. 06. 29 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

(51) Int. Cl.

2015. 02. 27

G02C 7/04(2006. 01)

(86) PCT国际申请的申请数据

G02C 7/08(2006. 01)

PCT/US2013/048194 2013. 06. 27

G02B 3/14(2006. 01)

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/004836 EN 2014. 01. 03

(71) 申请人 庄臣及庄臣视力保护公司

地址 美国佛罗里达州

(72) 发明人 R. B. 普格 J. 里亚尔 D. B. 奥特斯

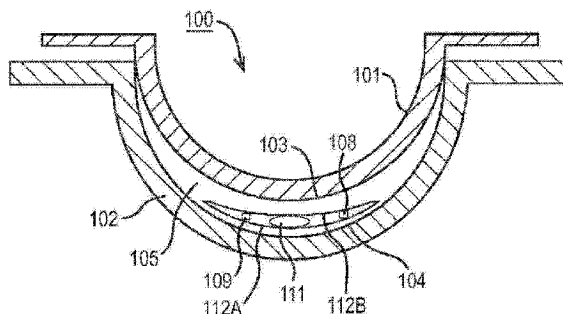
权利要求书2页 说明书20页 附图9页

(54) 发明名称

可变焦距电话性眼科装置

(57) 摘要

本发明描述了一种可变焦距眼科装置。所述装置包括：所述可变焦距眼科装置的前曲面光学部分，该前曲面光学部分包括前曲面顶部光学表面和前曲面底部光学表面；以及所述可变焦距眼科装置的后曲面光学部分，该后曲面光学部分包括后曲面顶部光学表面和后曲面底部光学表面。由所述可变焦距眼科装置的所述前曲面光学部分的所述前曲面底部光学表面和所述可变焦距眼科装置的所述后曲面部分的所述后曲面顶部光学表面形成腔体。本发明提供了具有第一折射率的第一流体和具有第二折射率的第二流体，其中所述第一折射率和所述第二折射率是不同的并且两种流体是不混溶的。本发明提供了介电膜，该介电膜与第一流体或第二流体中的一者或多者的至少一部分接触，并且覆盖能够建立电场的电极。本发明提供了一个或多个贮存器区域，所述贮存器区域用于容纳等于或近似等于第一流体的体积的一定体积的流体，并且其中所述贮存器与所述形成的腔体流体连接。



1. 一种可变焦距眼科装置,所述可变焦距眼科装置包括:

所述可变焦距眼科装置的前曲面光学部分,所述前曲面光学部分包括前曲面顶部光学表面和前曲面底部光学表面;

所述可变焦距眼科装置的后曲面光学部分,所述后曲面光学部分包括后曲面顶部光学表面和后曲面底部光学表面;

腔体,所述腔体由所述可变焦距眼科装置的所述前曲面光学部分的所述前曲面底部光学表面和所述可变焦距眼科装置的所述后曲面部分的所述后曲面顶部光学表面形成;

具有第一折射率的第一流体和具有第二折射率的第二流体,其中所述第一折射率和所述第二折射率是不同的并且所述两种流体是不混溶的;

介电膜,所述介电膜与所述第一流体或所述第二流体中的一者或多者的至少一部分接触,并且覆盖能够建立电场的电极;和

一个或多个贮存器区域,所述贮存器区域用于容纳等于或近似等于所述第一流体的体积的一定体积的流体,并且其中所述贮存器与所述形成的腔体流体连接。

2. 根据权利要求 1 所述的可变焦距眼科装置,所述可变焦距眼科装置还包括与所述电极电连通的能量源,其中所述能量源能够提供能够建立所述电场的电流。

3. 根据权利要求 1 所述的可变焦距眼科装置,其中所述介电膜覆盖多于一个电极。

4. 根据权利要求 1 所述的可变焦距眼科装置,其中所述贮存器和所述形成的腔体之间的流体连接是通过允许所述第一流体和所述第二流体的流动的一个或多个通道。

5. 根据权利要求 4 所述的可变焦距眼科装置,所述可变焦距眼科装置还包括用于控制所述第一流体和所述第二流体中的一者或两者的流动的流体控制装置。

6. 根据权利要求 5 所述的可变焦距眼科装置,其中所述流体控制装置包括一个或多个止回阀。

7. 根据权利要求 5 所述的可变焦距眼科装置,其中所述流体控制装置包括一个或多个微机电阀。

8. 根据权利要求 1 所述的可变焦距眼科装置,其中所述贮存器的容积和所述形成的腔体的容积是大体相等的。

9. 根据权利要求 1 所述的可变焦距眼科装置,其中所述电极和所述介电膜位于形成所述腔体的所述表面和形成所述贮存器的所述表面中的一者或两者的至少一部分上。

10. 根据权利要求 4 所述的可变焦距眼科装置,其中所述介电膜位于下列中的一者或多者的至少一部分上:所述腔体和所述贮存器之间的所述一个或多个通道、形成所述腔体的所述表面以及形成所述贮存器的所述表面。

11. 根据权利要求 1 所述的可变焦距眼科装置,其中所述第一流体或所述第二流体中的一者或两者还包含吸光染料组分。

12. 根据权利要求 1 所述的可变焦距眼科装置,其中所述第一流体或所述第二流体中的一者或两者还包含遮光染料组分。

13. 根据权利要求 1 所述的可变焦距眼科装置,其中所述第一流体或所述第二流体中的一者或两者还包含具有对映体特性的组分。

14. 根据权利要求 1 所述的可变焦距眼科装置,所述可变焦距眼科装置还包括封装眼科镜片。

15. 根据权利要求 14 所述的可变焦距眼科装置,其中所述封装眼科镜片是由生物相容性水凝胶构成。

16. 根据权利要求 1 所述的可变焦距眼科装置,其中所述后曲面元件的所述底部光学表面定位在眼科镜片的所述前曲面部分上。

17. 根据权利要求 1 所述的可变焦距眼科装置,其中所述后曲面元件的所述顶部光学表面定位在眼科镜片的所述后曲面部分上。

18. 根据权利要求 4 所述的可变焦距眼科装置,其中所述贮存器、所述形成的腔体或所述通道中的一者或多者能够由在电流的影响下改变其形状的大体可变形的材料形成。

19. 根据权利要求 4 所述的可变焦距眼科装置,其中所述贮存器、所述形成的腔体或所述通道中的一者或多者能够由在电场的影响下改变其形状的大体可变形的材料形成。

20. 根据权利要求 18 所述的可变焦距眼科装置,其中所述能够在电流的影响下改变其形状的所述可变形的材料的至少一部分包含电活性聚合物材料。

可变焦距电活性眼科装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种具有多种焦距状态的眼科装置,并且更具体地,涉及具有可变焦距插入物的眼科镜片的制造。此外,利用发明构思将遮光结合在眼科装置中。

背景技术

[0002] 传统上,眼科镜片诸如接触镜片或眼内镜片提供预先确定的光学性能。例如,接触镜片可提供下列中的一种或多种:视力矫正功能性;美容增强作用以及治疗效果,但只提供一组视力矫正功能。每种功能由镜片的物理特性提供。基本上,结合折射性质的镜片的设计可提供视力矫正功能。结合到镜片中的颜料可以提供美容增强作用。结合到镜片中的活性剂可提供治疗功能性。

[0003] 目前已将眼科镜片的光学性能设计成镜片的物理特性。一般来讲,光学设计已被确定,并且随后在镜片的制造中(诸如,例如通过浇铸模塑或车床加工)将其应用于镜片中。一旦所述镜片已经形成,所述镜片的所述光学性质就保持稳定。然而,佩戴者有时可发现有利的是具有多于一个光焦度可供其使用以提供视力调节。眼镜佩戴者可通过更换眼镜来改变光学矫正,与眼镜佩戴者不同的是,接触镜片佩戴者或眼内镜片佩戴者需要付出大量的努力才能改变其视力矫正的光学特性。

发明内容

[0004] 因此,本发明描述了具有可变光学部分的眼科镜片,该可变光学部分能够以离散的方式改变镜片的光学效应。此外,本发明呈现了用于形成具有这种构造的可变光学部分的眼科镜片的方法和设备。一些例子还可包括具有包括可变光学件的刚性或可成形通电插入物的浇铸模塑水凝胶接触镜片。例如,插入物可以生物相容性方式包括在眼科镜片内。

[0005] 可变焦距眼科装置包括:可变焦距眼科装置的前曲面光学部分,该前曲面光学部分包括前曲面顶部光学表面和前曲面底部光学表面;以及可变焦距眼科装置的后曲面光学部分,该后曲面光学部分包括后曲面顶部光学表面和后曲面底部光学表面。腔体形成为可包括介电膜以及能够承受或建立电场的一个或多个电极,并且其中所述介电膜的至少一部分与可包括在与所述形成的腔体流体连接的一个或多个贮存器中的一种或多种流体接触。所述流体连接可以通过允许所包括的一种或多种流体的流动的一个或多个通道。另外,这些流体的流动可通过阀来控制。例如,止回阀或微机电阀。

[0006] 贮存器的容积和形成的腔体的容积可大体是相等的。电极和介电膜可位于形成腔体、通道和贮存器的表面的至少一部分上。

[0007] 根据期望的光学效应,第一流体和/或第二流体还可包含多种吸光染料组分、遮光染料组分和/或具体对映体特性的流体。

[0008] 在本发明的另一方面,可变焦距眼科装置可包括与所包括的(一个或多个)电极中的一者或多者电连通的能量源。能量源可用于产生电流,或在一些例子中产生电场,电流或电场可用于改变用于使流体移位的电活性聚合物的形状。

[0009] 描述了具有离散可变光学部分的眼科镜片、用于形成具有离散可变光学部分的眼科镜片的设备以及用于制造具有离散可变光学部分的眼科镜片的方法。能量源可沉积在介质插入物上且所述插入物可邻近第一模具部件和第二模具部件中的一者或两者被放置。反应性单体混合物放置在所述第一模具部件和所述第二模具部件之间。所述第一模具部件邻近所述第二模具部件定位,从而形成镜片腔体,所述镜片腔体中具有所述通电的介质插入物和所述反应性单体混合物中的至少一些;所述反应性单体混合物被暴露于光化辐射以形成眼科镜片。镜片是通过控制所述反应性单体混合物暴露于其中的光化辐射而形成。

[0010] 然而,刚性或可成形的通电插入物可用作眼科装置,而无需完全封装在浇铸模塑接触镜片主体中。在这些情况中的一些情况下,插入物可用作镜片装置或其它类型的眼科装置上的镜片的一部分;在非限制性意义上包括眼镜和眼内装置。

[0011] 在一方面,本发明提供了可变焦距眼科装置,该可变焦距眼科装置包括:可变焦距眼科装置的前曲面光学部分,该前曲面光学部分包括前曲面顶部光学表面和前曲面底部光学表面;可变焦距眼科装置的后曲面光学部分,该后曲面光学部分包括后曲面顶部光学表面和后曲面底部光学表面;腔体,该腔体由可变焦距眼科装置的前曲面光学部分的前曲面底部光学表面和可变交焦距眼科装置的后曲面部分的后曲面顶部光学表面形成;具有第一折射率的第一流体和具有第二折射率的第二流体,其中第一折射率和第二折射率是不同的并且两种流体是不混溶的;介电膜,该介电膜与第一流体或第二流体中的一者或多者的至少一部分接触,并且覆盖能够建立电场的电极;以及一个或多个贮存器区域,该贮存器区域用于容纳等于或近似等于第一流体的体积的一定体积的流体,并且其中贮存器与所述形成的腔体流体连接。

[0012] 可变焦距眼科装置可包括与所述电极电连通的能量源,其中所述能量源可提供能够建立电场的电流。

[0013] 介电膜可覆盖多于一个电极。

[0014] 贮存器和形成的腔体之间的流体连接可以是通过允许第一流体和第二流体的流动的一个或多个通道。

[0015] 可变焦距眼科装置可包括用于控制第一流体和第二流体中的一者或两者的流动的流体控制阀。

[0016] 流体控制装置可包括一个或多个止回阀。

[0017] 流体控制装置可包括一个或多个微机电阀。

[0018] 贮存器的容积和形成的腔体的容积可以是大体相等的。

[0019] 电极和介电膜可位于形成腔体的表面和形成贮存器的表面中之一或二者的至少一部分上。

[0020] 介电膜可位于下列中的一者或多者的至少一部分上:腔体和贮存器之间的一个或多个通道、形成腔体的表面以及形成贮存器的表面。

[0021] 第一流体或第二流体中的一者或两者还可包含吸光染料组分

[0022] 第一流体或第二流体中的一者或两者还可包含遮光染料组分。

[0023] 第一流体或第二流体中的一者或两者可包含具有对映体特性的组分。

[0024] 可变焦距眼科装置可包括封装眼科镜片。

[0025] 封装眼科镜片能够由生物相容性水凝胶构成。

- [0026] 后曲面元件的底部光学表面可定位在眼科镜片的前曲面部分上。
- [0027] 后曲面元件的顶部光学表面可定位在眼科镜片的后曲面部分上。
- [0028] 贮存器、形成的腔体、或通道中的一者或多者能够由在电流的影响下改变其形状的大体可变形的材料形成。
- [0029] 贮存器、形成的腔体、或通道中的一者或多者能够由在电场的影响下改变其形状的大体可变形的材料形成。
- [0030] 能够在电流的影响下改变其形状的所述可变形的材料的至少一部分包含电活性聚合物材料。

附图说明

- [0031] 下文是附图所示的本发明优选实施例的更为具体的说明,通过这些说明,本发明的上述及其它特征和优点将显而易见。
- [0032] 图 1 示出根据本发明的方面的模具组件设备。
- [0033] 图 2 示出具有离散可变光学部分的眼科镜片的方面。
- [0034] 图 3 示出用于将离散可变光学部分放置在眼科镜片模具部件内的设备。
- [0035] 图 4 示出根据本发明的方面的方法步骤。
- [0036] 图 5 示出根据本发明的方面的方法步骤。
- [0037] 图 6 示出可用于实现本发明的方面的处理器。
- [0038] 图 7 示出处于其离散光学状态之一的示例性眼科元件。
- [0039] 图 8 示出处于其离散光学状态中的另一种的示例性眼科元件。
- [0040] 图 9 示出示例性眼科元件的侧视图,其中标识出元件的不同活性区域。
- [0041] 图 10 示出处于其离散光学状态之一的示例性眼科元件的侧视图。
- [0042] 图 11 示出处于其离散光学状态中的另一种的示例性眼科元件的侧视图。
- [0043] 图 12 示出示例性眼科元件,其中其离散光学状态之一起过滤或遮蔽入射光的作用。
- [0044] 图 13 示出由具有离散光学状态的复合元件形成的示例性眼科装置。
- [0045] 图 14 示出用于使离散可变光学镜片的状态发生变化的示例性机构。
- [0046] 图 15 示出示例性类型的电活性泵送机构。

具体实施方式

- [0047] 本发明描述了用于制造具有离散可变光学部分的眼科镜片的方法和设备。此外,本发明描述了一种眼科镜片,该眼科镜片具有结合到该眼科镜片中的离散可变光学部分。
- [0048] 以下部分将详细说明本发明的实施例。对优选实施例和替代实施例二者的说明仅为示例性实施例,并且应当理解,对于本领域的技术人员而言其变化、修改和更改均可显而易见。因此,应当了解,所述示例性实施例并非限制下面本发明的范围。

[0049] 术语表

- [0050] 在涉及本发明的说明书和权利要求中,所使用的各个术语定义如下:
- [0051] 如本文所用“弓形”是指像弓形状一样的曲线或弯曲。
- [0052] 如本文所用“同心环形部”是指具有共同中心的一个或多个成形圆环或螺旋形光

学结构。例如，眼科镜片的光学区中的一系列圆环形部，其可形成能改变眼科镜片的焦度及像差的衍射镜片。

[0053] 如本文所用“接触角”是指油 / 盐水溶液界面（也称为液体弯月边界）与弯月壁交汇的角度。就线性弯月壁而言，接触角为在液体弯月边界接触弯月壁处，在弯月壁和相切于液体弯月边界的线之间测量的角度。就曲面弯月壁而言，接触角为相切于弯月壁的线与液体弯月边界接触时，在它们两者之间测量的角度。

[0054] 如本文所用“离散可变”是指以分步方式将光学性能、诸如例如镜片的光学结构从第一状态改变成至少第二不同状态的能力。

[0055] 如本文所用“电润湿微流体镜片”是指以下眼科镜片，该眼科镜片采用所施加的相对低功率的电场来通过以下方式致动或操纵小体积的可被称为盐水溶液 - 电介质液体的一种或多种盐水溶液液体：改变液体的界面张力并且从而改变接触角，或者通过电场的直接电控制来诱导液体运动。所述致动或操纵可以是可逆的并且因此可用于提供可变焦度镜片而无需机械部件。更具体地，所述盐水溶液 - 电介质电液体包括光学特性，诸如特定期望的折射率，从而可用于根据预期的设计来改变镜片的光学效应。光学效应可包括例如光焦度、光吸收和光散射特性。对于本领域的技术人员来说，盐水溶液 - 电介质液体是电润湿液体的例子将是显而易见。电润湿液体可包含例如含水盐水溶液组分或非极性流体混合物。

[0056] 如本文所用“通电的”是指能够向其提供电流或能够在其内储存电能的状态。

[0057] 如本文所用“能量”是指物理系统做功的能力。本文所用的能量的许多例子可涉及能够在做功中执行电动作的所述能力。

[0058] 如本文所用“能量采集器”是指能够从环境中提取能量并将其转换成电能的装置。

[0059] 如本文所用“能量源”是指能够提供能量或者将生物学装置置于通电状态的装置。

[0060] 如本文所用“透镜”是指具有前表面和后表面的制品，其对预定义范围的辐射波长（诸如，以举例的方式，可见光）是具有光传输性质的。透镜可包括基本上平坦的前表面和后表面中的一者或两者，或可包括弓形形状的前表面和后表面中的一者或两者。例如，术语镜片可指通过其矫正或改进视力或通过其来增强眼部生理美容（例如，虹膜颜色）而不影响视力的接触镜片、眼内镜片、覆盖镜片、眼部插入物、光学插入物或其它类似装置。

[0061] 如本文所用“镜片腔体”是指眼科镜片的前曲面限定表面和后曲面限定表面之间的空间。在一些眼科镜片中，例如在弓形液体弯月镜片中，油和盐水溶液可维持在镜片腔体空间内。

[0062] 如本文所用“镜片形成混合物”或“反应性混合物”或“RMM”（反应性单体混合物）是指可固化并交联或可交联形成眼科镜片的单体或预聚物材料。各种例子可包括含有一种或多种添加剂的镜片形成混合物，所述添加剂诸如：UV 阻滞剂、着色剂、光引发剂或催化剂，以及人们可能期望在诸如接触镜片或眼内镜片的眼科镜片中加入的其它添加剂。

[0063] 如本文所用“镜片形成表面”是指用来模塑镜片的表面。任何此类表面均可具有光学性能表面光洁度，该光洁度表示其足够光滑；并且形成为使得通过与模塑表面接触的镜片形成材料的聚合而形成的镜片表面为光学上合格的。此外，镜片形成表面可具有赋予镜片表面赋予期望的光学特性所必需的几何形状，包括但不限于球面、非球面以及柱面焦度，波前像差校正，角膜形貌特征校正等，以及它们的任何组合。最后，根据反作用特征形状在

特定镜片设计中的可能需要, 镜片形成表面还可包括反作用特征形状。

[0064] 如本文所用“液体弯月边界”是指盐水溶液与油之间的一个或多个弓形表面界面。例如, 表面可形成在一侧下凹且在另一侧凸起的一个或多个镜片。

[0065] 如本文所用“锂离子电池”是指其中锂离子移动穿过电池以产生电能电化学电池。这种通常称之为电池组 (battery) 的电化学电池可以其典型形式重新通电或重新充电。

[0066] 如本文所用“介质插入物”是指能够在眼科镜片内支承能量源的可成形的或刚性的基板。介质插入物也可包括一个或多个可变光学镜片。

[0067] 如本文所用“弯月壁”是指前曲面镜片的内部上的特定区域, 使得其位于弯月腔体内, 而液体弯月边界沿弯月腔体运动。

[0068] 如本文所用“模具”是指刚性或半刚性物体, 该物体可被成形用于有助于衍射结构的物理特性和 / 或镜片的形状设计的限定。所述模具也可以是限定镜片的表面的前曲面或后曲面中的一者或两者。

[0069] 如本文所用“光学区”是指透镜的可由透镜使用者透过其进行观看的区域。例如, 眼科镜片中可由眼科镜片的佩戴者透过其进行观看的区域。

[0070] 如本文所用“功率”是指每单位时间内做功或传递的能量。

[0071] 如本文所用“可再充电”或“可再通电”是指能够被恢复到以较高性能进行工作的状态。本文所述的许多用途可涉及在某一预先设定的时间段恢复成能够使电流流动的能力。

[0072] 如本文所用“再通电”或“再充电”是指使能量源恢复至具有较高工作容量的状态。文中描述的许多用途可涉及使装置在某一恢复时间段内恢复到使电流以某一速率流动的能力。

[0073] 如本文所用“锐缘”是指限定表面的前曲面或后曲面的内表面的几何特征, 该几何特征足以在光学件上容纳两种预定义流体的接触线的位置。锐缘通常为外角而非内角。从流体的观点来讲, 其可为大于 180 度的角度。

[0074] 如本文所用“基板”是指在其上放置或形成其它实体的物理实体。

[0075] 如本文所用“可变光学件”是指改变光学性能 (诸如例如镜片的光学结构) 的能力。

[0076] 现在参见图 1, 具有嵌入式离散可变光学部分 111 的眼科镜片 100 可包括能量源 108、109, 该能量源诸如用作能量存储装置的电化学电池或电池组, 并且在一些例子中, 构成能量源的材料被封装并且与其中放置眼科镜片的环境隔离。能量源 108、109 可为激活可变光学部分提供电力。

[0077] 示出用于眼科镜片的具有离散可变光学部分 111 的示例性模具 100 的图解。模具可包括具有腔体 105 的构造 100, 镜片形成混合物可被分配至腔体 105 中, 使得当该镜片形成混合物反应或固化时产生具有期望形状的眼科镜片。一些部件的模具和模具组件 100 可由多于一个“模具部件”或“模具件” 101-102 构成。可将模具部件 101-102 集合在一起, 使得在其中可形成镜片的模具件 101-102 之间形成腔体 105。优选地, 模具部件 101-102 的这种组合是临时的。镜片形成后, 可以再次分离模具部件 101-102, 以移除镜片。

[0078] 至少一个模具部件 101-102 使其表面 103-104 的至少一部分与镜片形成混合物接

触,使得在镜片形成混合物反应或固化时,表面 103-104 为与其接触的镜片部分提供所期望的形状和形式。对于至少一个其它模具部件 101-102 也是如此。

[0079] 因此,例如,模具组件 100 可由两个部件 101-102 形成,即凹形件(前件)102 和凸形件(后件)101,二者之间形成腔体。与镜片形成混合物接触的凹形表面 104 的部分具有将在模具部件 100 中制备的眼科镜片的前曲面的曲率,而且所述部分足够光滑,并被形成使得通过凹形表面 104 接触的镜片形成混合物的聚合而形成的眼科镜片的表面为光学上合格的。

[0080] 前模具件 102 还可具有与圆形周围边缘成一整体且围绕圆形周围边缘的环形凸缘,并且前模具件 102 可在竖直于轴并从凸缘延伸的平面内从凸缘延伸(未示出)。

[0081] 镜片形成表面可包括具有光学性能表面光洁度的表面 103-104,这表示它足够光滑,并且形成为使得通过模具表面接触的镜片形成材料的聚合而形成的镜片表面是光学上合格的。此外,镜片形成表面 103-104 可具有赋予镜片表面任何期望的光学特性所必需的几何形状,包括但不限于球面、非球面以及柱面焦度、波前像差校正、角膜形貌特征校正等、以及它们的任何组合。根据本发明的方面,光学特性可与离散可变光学部分 111 协同工作以提供总体光学性能。

[0082] 离散可变光学部分可提供镜片的一种或多种光学特性的变化。一些例子也可包括使液体在镜片内移动以改变镜片的光学性能。通过非限制性实例,优选的是,离散可变光学部分 111 的光焦度能够在离散步骤中改变成在介于 0.1 和 25 屈光度之间。其它例子可包括较小的光焦度变化,其中例如,可选择此类较低焦度以便获得较薄的离散可变光学部分 111。因此,一些优选的例子可包括离散可变光学部分 111,该离散可变光学部分 111 可能能够具有离散变化,例如能够具有在介于 1 和 4 屈光度之间的光焦度变化。

[0083] 通过非限制性实例,离散可变光学部分 111 可包括电介质上电润湿(“EWOD”),该 EWOD 可包括当被放置在电场中时足以抵抗电介质击穿的任何膜。例如,膜可具有在 100 纳米至 50 微米范围内的厚度。更具体地,在优选的例子中,包括厚膜,诸如在介于 10 至 30 微米之间;或者包括薄膜,诸如在介于 10 至 30 纳米之间。薄膜也可被称为在纳米级电介质上电润湿(“EWOND”)。

[0084] 离散可变焦距镜片可包括,例如两个透明边界 112A 和 112B,该透明边界 112A 和 112B 彼此大致平行并且至少部分地界定容纳具有不同光学指数的两种不可混溶的液体的容积内部。弹性/柔性元件可定位成使得其将响应于液体的压力的变化而变形。液体的压力可响应于朝向液体一者或两者投射的电场而改变。

[0085] 离散可变镜片可包括离散可变电润湿微流体镜片,该微流体镜片包括用于保持一定体积的一种或多种液体的液体容纳池。液体中的一者或多者可为导电的并且液体中的一者或多者可为绝缘的。导电液体通常可为含水液体,并且绝缘液体通常可为油性液体或非极性流体混合物。

[0086] 用户控制的调节装置可用于使镜片聚焦。通过非限制性例子,调节装置可包括能够发送用于增大或减小电压输出的信号的任何电子装置或无源装置。一些示例也可包括用于根据测量参数或用户输入通过自动设备来使镜片聚焦的自动调节装置。用户输入可包括例如无线设备所控制的切换。无线可包括射频控制、磁力切换和电感切换中的一种或多种。用户输入另外可例如通过压力传感器、闪烁检测器、光传感器或基于光的控件等发生。

[0087] 具有离散可变光学部分 111 的镜片可包括放置于镜片中的插入物,其中插入物可包括刚性中心软质裙边设计,在该设计中,包括离散可变光学部分 111 的中心刚性光学元件可在相应的前表面和后表面上与大气环境和角膜表面直接接触,其中镜片材料(通常为水凝胶材料)的软质裙边附接到该刚性光学元件以及另外可充当为所得眼科镜片提供能量和功能性的介质插入物的刚性光学元件的周边。

[0088] 一些另外的示例可包括是完全封装在水凝胶基质中的刚性镜片或可成形镜片插入物的离散可变光学部分 111。可例如使用显微注射模塑技术制造可为刚性镜片插入物的离散可变光学部分 111。

[0089] 显微注射模塑可包括,例如聚(4-甲基戊-1-烯共聚物树脂,其直径在介于约 6mm 至 10mm 之间,前表面半径在介于约 6mm 和 10mm 之间,后表面半径在介于约 6mm 和 10mm 之间,并且中心厚度在介于约 0.050mm 和 0.5mm 之间。一些示例性实施例包括这样的插入物,其直径为约 8.9mm,前表面半径为约 7.9mm,后表面半径为约 7.8mm,中心厚度为约 0.100mm,边缘轮廓为约 0.050mm 半径。一个示例性微模塑机可包括 Battenfield 有限公司提供的 Microsystem 50 五吨系统。

[0090] 离散可变光学部分 111 插入物可放置于用来形成眼科镜片的模具部件 101-102 上。模具部件 101-102 材料可包括,例如:以下物质中的一种或多种的聚烯烃:聚丙烯、聚苯乙烯、聚乙烯、聚甲基丙烯酸甲酯,以及改性的聚烯烃。其它模具可包括陶瓷、玻璃、石英、塑料或金属材料。

[0091] 优选的脂环族共聚物含有两种不同的脂环族聚合物。各种等级的脂环族共聚物可具有在约 105°C 至 160°C 范围内的玻璃化转变温度。

[0092] 在一些例子中,模具可含有聚合物,诸如聚丙烯、聚乙烯、聚苯乙烯、聚(甲基丙烯酸甲酯)、主链中含脂环烃部分的改性聚烯烃和环状聚烯烃。这种共混物可用于任何一半或两半模具上,其中优选的是将这种共混物用于后曲面上,而前曲面包含脂环族共聚物。

[0093] 在制备模具 100 的一些优选方法中,根据已知的技术使用注塑,然而,也可包括通过其它技术形成的模具,其它技术包括例如:车床加工、金刚石车削或激光切割。

[0094] 镜片通常在两个模具部件 101-102 的至少一个表面上形成。然而,镜片的一个表面可由模具部件 101-102 形成,而镜片的另一个表面可利用车床加工方法或其它方法形成。

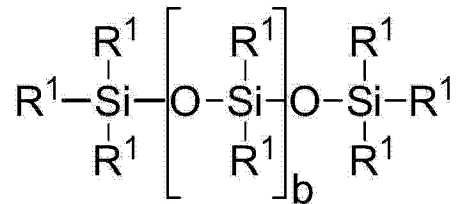
[0095] 镜片

[0096] 现在参见图 2,包括离散可变光学镜片部分的眼科镜片的元件被示为项 200。第一透明边界 201 和第二透明边界 202 通过模塑工艺来限定。在眼科镜片的主体内,离散可变光学部件可如部件 203 所指出的那样定位。部件 203 可采用插入物装置的形式。

[0097] 优选的镜片材料包含含有有机硅的组分。“含有有机硅的组分”是指在单体、大分子单体或预聚合物中包含至少一个 $[-Si-O-]$ 单元的组分。优选地,以含有有机硅的组分的总分子量计,所有 Si 和所连接的 O 在含有有机硅的组分中的含量大于约 20 重量%,还更优选地大于 30 重量%。可用的含有有机硅的组分优选地包含可聚合的官能团,诸如丙烯酸酯、甲基丙烯酸酯、丙烯酰胺、甲基丙烯酰胺、乙烯基、N-乙烯基内酰胺、N-乙烯基酰胺和苯乙烯基官能团。

[0098] 合适的含有有机硅的组分包括式 I 的化合物

[0099]



[0100] 其中 R¹独立地选自一价反应性基团、一价烷基基团、或一价芳基基团,上述任何基团还可以包含选自羟基、氨基、氧杂、羧基、烷基羧基、烷氧基、酰胺基、氨基甲酸酯基、碳酸酯基、卤素或它们的组合的官能团;并且一价硅氧烷链包含 1 至 100 个 Si-O 重复单元,所述重复单元还可以包含选自烷基、羟基、氨基、氧杂、羧基、烷基羧基、烷氧基、酰氨基、氨基甲酸酯基、卤素或它们的组合的官能团;

[0101] 其中 b = 0 至 500,其中应当理解,当 b 不为 0 时,b 为众数等于指定值的分布;

[0102] 其中至少一个 R¹包含一价反应性基团,并且在一些例子中,在 1 和 3 个 R¹之间包含一价反应性基团。

[0103] 如本文所用,“一价反应性基团”为可经历自由基和/或阳离子聚合的基团。自由基反应性基团的非限制性例子包括(甲基)丙烯酸酯、苯乙烯基、乙烯基、乙烯基醚、C₁₋₆烷基(甲基)丙烯酸酯、(甲基)丙烯酰胺、C₁₋₆烷基(甲基)丙烯酰胺、N-乙烯基内酰胺、N-乙烯基酰胺、C₂₋₁₂烯基、C₂₋₁₂烯基苯基、C₂₋₁₂烯基萘基、C₂₋₆烯基苯基、C₁₋₆烷基、O-乙烯基氨基甲酸酯以及 O-乙烯基碳酸酯。阳离子反应性基团的非限制性例子包括乙烯基醚或环氧基团以及它们的混合物。在一个示例中,自由基反应性基团包括(甲基)丙烯酸酯、丙烯酰氧基、(甲基)丙烯酰胺、以及它们的混合物。

[0104] 合适的一价烷基基团和芳基基团包括未取代的一价 C₁-C₁₆烷基基团、C₆-C₁₄芳基基团,诸如取代的和未取代的甲基、乙基、丙基、丁基、2-羟丙基、丙氧基丙基、聚乙烯氧基丙基、它们的组合等。

[0105] 在一个示例中,b 为 0,一个 R¹为一价反应性基团,并且至少 3 个 R¹选自具有一至 16 个碳原子的一价烷基基团,并且在另一个示例中,选自具有一至 6 个碳原子的一价烷基基团。该例子的有机硅组分的非限制性例子包括 2-甲基-2-羟基-3-[3-[1,3,3,3-四甲基-1-[(三甲基甲硅烷基)氧基]二有机硅基]丙氧基]丙酯(“SiGMA”)、2-羟基-3-甲基丙烯酰氧基丙氧基丙基-三(三甲基硅氧基)硅烷、3-甲基丙烯酰氧基丙基三(三甲基硅氧基)硅烷(“TRIS”)、3-甲基丙烯酰氧基丙基双(三甲基甲硅烷基氧基)甲基硅烷和 3-甲基丙烯酰氧基丙基五甲基二硅氧烷。

[0106] 在另一个示例中,b 为 2 至 20、3 至 15 或在一些示例中为 3 至 10;至少一个末端 R¹包含一价反应性基团,其余的 R¹选自具有 1 至 16 个碳原子的一价烷基基团,并且在另一个示例中,选自具有 1 至 6 个碳原子的一价烷基基团。在另一个示例中,b 为 3 至 15,一个末端 R¹包含一价反应性基团,另一个末端 R¹包含具有 1 至 6 个碳原子的一价烷基基团并且剩余的 R¹包含具有 1 至 3 个碳原子的一价烷基基团。该例子的有机硅组分的非限制性例子包括(单-(2-羟基-3-甲基丙烯酰氧基丙基)-丙醚封端的聚二甲基硅氧烷(分子量为 400-1000)) (“OH-mPDMS”)、一甲基丙烯酰氧基丙基封端的单正丁基封端的聚二甲基硅氧烷(分子量为 800-1000) (“mPDMS”)。

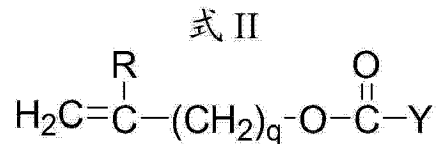
[0107] 在另一个示例中,b 为 5 至 400 或 10 至 300,两个末端 R¹均包含一价反应性基团

并且剩余的 R¹ 独立地选自具有 1 至 18 个碳原子的一价烷基基团, 该一价烷基在碳原子之间可具有醚键并且还可包含卤素。

[0108] 在一个其中需要有机硅水凝胶镜片的例子中, 镜片将由反应性混合物制成, 其中基于制备聚合物的反应性单体组分的总重量计, 反应性混合物包含至少约 20 重量% 的含有机硅的组分, 优选地在约 20 重量% 至 70 重量% 之间。

[0109] 在另一个例子中, 一至四个 R¹ 包含由下式表示的乙烯基碳酸酯或乙烯基氨基甲酸酯:

[0110]

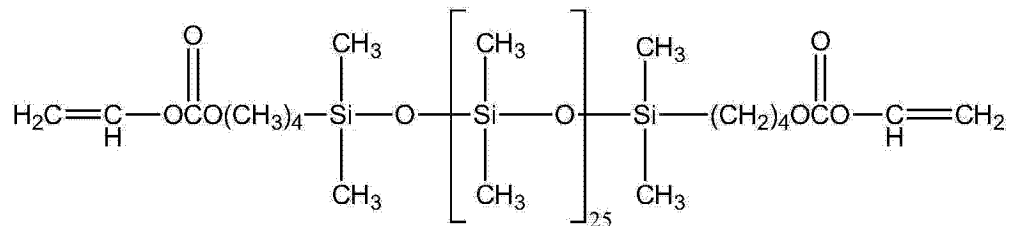


[0111] 其中 :Y 表示 O-、S- 或 NH-;

[0112] R 表示氢或甲基 ;d 为 1、2、3 或 4 ;并且 q 为 0 或 1。

[0113] 含有机硅的乙烯基碳酸酯或乙烯基氨基甲酸酯单体具体地包括 :1, 3- 双 [4(乙烯氧基羰基氧基) 丁 -1- 基] 四甲基二硅氧烷 ;3-(乙烯氧基羰基硫基) 丙基 [三 (三甲基甲硅烷氧基) 硅烷] ;3-[三 (三甲基甲硅烷氧基) 甲硅烷基] 丙基烯丙基氨基甲酸酯 ;3-[三 (三甲基甲硅烷氧基) 甲硅烷基] 丙基乙烯基氨基甲酸酯 ;碳酸三甲基甲硅烷基甲基乙烯酯 ;碳酸三甲基甲硅烷基甲基乙烯酯, 并且

[0114]



[0115] 在期望生物医疗装置的模量在约 200 以下的情况中, 只有一个 R¹ 应包含一价反应性基团, 并且剩余的 R¹ 基团中不超过两个将包含一价硅氧烷基团。

[0116] 另一类含有机硅的组分包括以下式的聚氨酯大分子单体 :

[0117] 式 IV-VI

[0118] (*D*A*D*G)_a*D*D*E¹;

[0119] E(*D*G*D*A)_a*D*G*D*E¹ 或 ;

[0120] E(*D*A*D*G)_a*D*A*D*E¹

[0121] 其中 :

[0122] D 代表具有 6 至 30 个碳原子的烷二基、烷基环烷二基、环烷二基、芳二基或烷基芳二基,

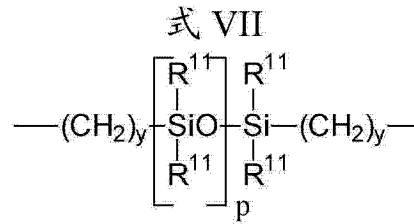
[0123] G 代表具有 1 至 40 个碳原子并且主链中可包含醚键、硫代键或胺键的烷二基、环烷二基、烷基环烷二基、芳二基或烷基芳二基 ;

[0124] * 代表氨基甲酸酯或脲基键 ;

[0125] _a 为至少 1 ;

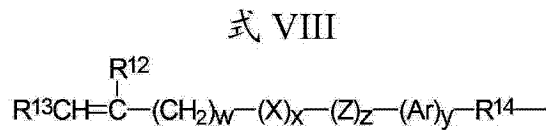
[0126] A 代表下式的二价聚合基 :

[0127]



[0128] R¹¹独立地代表具有 1 至 10 个碳原子、碳原子之间可包含醚键的烷基或氟代烷基基团；y 为至少 1；并且 p 提供 400 至 10,000 的部分重量；E 和 E¹各自独立地代表可聚合的不饱和有机基，其由下式表示：

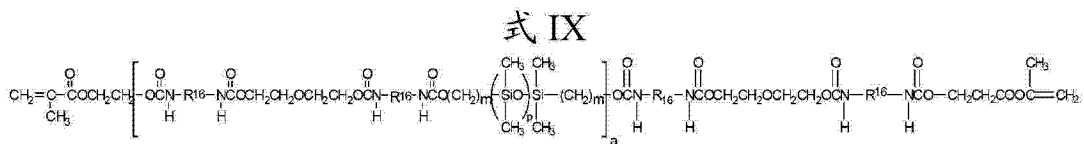
[0129]



[0130] 其中：R¹²为氢或甲基；R¹³为氢、具有 1 至 6 个碳原子的烷基、或 -CO-Y-R¹⁵基，其中 Y 为 -O-、Y-S- 或 -NH-；R¹⁴为具有 1 至 12 个碳原子的二价基；X 代表 -CO- 或 -OCO-；Z 代表 -O- 或 -NH-；Ar 代表具有 6 至 30 个碳原子的芳基；w 为 0 至 6；x 为 0 或 1；y 为 0 或 1；并且 z 为 0 或 1。

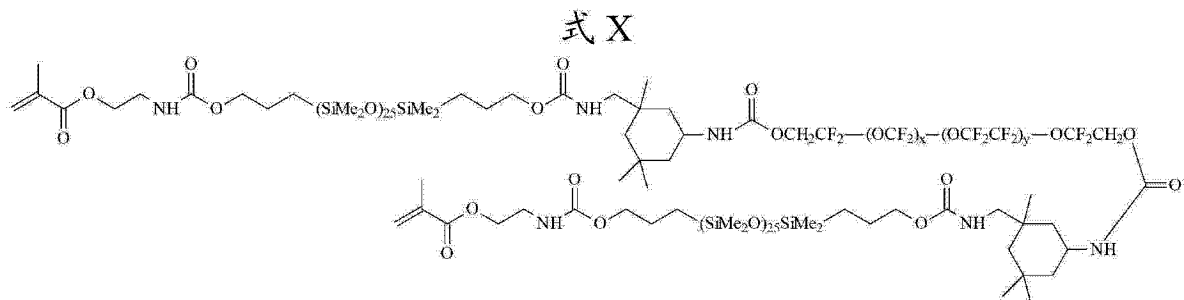
[0131] 优选的含有机硅的组分是由下式表示的聚氨酯大分子单体：

[0132]



[0133] 其中 R¹⁶是去除异氰酸酯基团后的二异氰酸酯的双自由基，诸如异佛乐酮二异氰酸酯的双自由基。其它合适的含有机硅的大分子单体为由氟代醚、羟基封端的聚二甲基硅氧烷、异佛乐酮二异氰酸酯和甲基丙烯酸异氰基合乙酯反应形成的式 X 的化合物（其中 x+y 为在 10 至 30 范围内的数值）。

[0134]



[0135] 其它合适的含有机硅的组分包括大分子单体，该大分子单体包含聚硅氧烷基团、聚亚烷基醚基团、二异氰酸酯基团、聚氟代烃基团、聚氟醚基团和多糖基团；具有极性氟化接枝或者具有连接到末端二氟代碳原子的氢原子的侧基的聚硅氧烷；含醚键和有机硅键的亲水性有机硅基甲基丙烯酸酯以及含聚醚基团和聚有机硅基团的可交联单体。上述任何聚硅氧烷也可用作含有机硅的组分。

[0136] 工艺

[0137] 提供以下方法步骤作为可根据本发明的方面实施的工艺的实例。应当理解,方法步骤的叙述顺序并不具有限制性,也可以使用其它顺序。此外,并非所有步骤都是所需要的并且可包括另外的步骤。

[0138] 现在参见图 4,流程图示出了可用于实现本发明的方面的示例性步骤。在 401,将离散可变光学部分放置于模具部件内。离散可变光学部分可容纳一个或多个部件。

[0139] 可通过机械放置将离散可变光学部分放置于模具部件中。机械放置可包括(例如)机械手或其它自动操作,诸如本领域已知的用于放置表面安装部件的那些自动操作。还设想人工放置离散可变光学部分。因此,可采用能够有效地将离散可变光学部分与能量源一起放置在浇铸模具部件内的任何机械放置或自动操作,使得模具部件所容纳的反应性混合物聚合将使离散可变光学件包括在所得的眼科镜片中。

[0140] 可将离散可变光学部分放置于模具部件或基板中。因此,能量源和一个或多个部件也可附接到基板/模具部件,并且可与离散可变光学部分电连通。部件可包括例如用于控制施加到离散可变光学部分的电力的电路。另外,部件可包括一个或多个控制机构以用于致动离散可变光学部分,从而改变一种或多种光学特性,诸如例如第一光焦度和第二光焦度之间的状态变化。

[0141] 处理器装置、MEMS、NEMS 或其它部件也可放置于离散可变光学部分中并且与能量源电接触。基板可包含柔性材料和刚性材料中的一者或两者。

[0142] 在 402,可将反应性单体混合物沉积到模具部件中。

[0143] 在 403,可将离散可变光学件定位成与第一模具部件内的反应性混合物接触。

[0144] 在 404,将第一模具部件邻近第二模具部件放置以形成镜片形成腔体,其中至少一些反应性单体混合物和离散可变光学部分在该腔体中。如上所讨论,优选的例子包括同样在腔体内且与离散可变光学部分电连通的能量源和一个或多个部件,并且在一些例子中,所有这些部件还可容纳在离散可变光学部件自身内。

[0145] 在 405,使腔体内的反应性单体混合物聚合。例如可通过暴露于光化辐射和热中的一者或两者来实现聚合。在 406,可将眼科镜片从模具部件中移除,其中离散可变光学部分附着到和/或封装在构成眼科镜片的聚合材料内。

[0146] 尽管可提供由任何已知的镜片材料或适用于制造硬质或软质接触镜片的材料制成的硬质或软质接触镜片,但是优选地,镜片为具有约 0 至约 90% 的水含量的软质接触镜片。更优选地,镜片可由含有羟基基团、羧基基团或两者的单体制成,或者由含有机硅的聚合物制成,含有机硅的聚合物诸如硅氧烷、水凝胶、有机硅水凝胶以及它们的组合。可用于形成镜片的材料可通过使大分子单体、单体以及它们的组合的共混物与添加剂诸如聚合引发剂反应制成。合适的材料包括但不限于包括由有机硅大分子单体和亲水单体制成的有机硅水凝胶。

[0147] 现在参见图 5,在 501,可将离散可变光学部分放置于眼科镜片内,如上所论。在 502,将离散可变光学部分放置成与能量源电连通。例如,可通过结合到离散可变光学部分中的电路或者通过喷墨或以其它方式直接在镜片材料上形成的通道来实现电连通。

[0148] 在 503,可引导电能通过结合到眼科镜片中的离散可变光学部分。能量可例如通过能够维持跨介电膜的至少一部分的电压的电路来引导。例如并且在非限制性意义上,当

EWOD 装置被激活时,电流可流动至 EWOD 装置,并且 dI/dt 可大体遵循充电电容器的特征。通过改变任一侧上的电压水平(例如通过通电),然后可有效地对电容器进行充电。电容器的充电可涉及初始“高”电流,该电流可随着时间以指数衰减方式逐渐减小。另外,电容器可能永远不会充电完全,因此通常可总存在可能不足以引起可变光学部分的显著变化的无穷小的(不可测量的)电流流动。

[0149] 相反地,当离散可变光学件通电时,它可改变镜片的至少一种光学特性 504。

[0150] 设备

[0151] 现在参照图 3,自动设备 310 被显示为具有一个或多个传送接口 311。货盘 313 上包括各自带有相关联的离散可变光学插入物 314 的多个模具部件,并且这些部件被呈递到传送接口 311。设备可包括例如单独放置离散可变光学插入物 314 的单个接口、或同时将多个离散可变光学插入物 314 放置到多个模具部件中并且在一些例子中放置在每个模具部件中的多个接口(未示出)。可通过传送接口 311 的垂直运动 315 进行放置。

[0152] 本发明的另一个方面包括用于在眼科镜片的主体模塑在这些部件周围时支撑离散可变光学插入物 314 的设备。离散可变光学插入物 314 和能量源可附连到镜片模具(未示出)中的固定点。固定点可附着有聚合材料,所述聚合材料可为将被形成到镜片主体中的同一类型。其它例子包括模具部件内的预聚物层,模具部件上可附连有离散可变光学插入物 314 和能量源。

[0153] 现在参见图 6,示出可用于本发明的方面中的控制器 600。控制器 600 包括处理器 610,其可包括耦合到通信装置 620 的一个或多个处理器部件。控制器 600 可用于将能量传输到放置在眼科镜片内的能量源。

[0154] 控制器可包括耦合到通信装置的一个或多个处理器,所述通信装置被配置成经由通信通道来传送能量。通信装置可用于以电子方式控制下列中的一者或多者:将离散可变光学插入物放置到眼科镜片中,以及传送命令以操作离散可变光学装置。

[0155] 通信装置 620 还可用于(例如)与一个或多个控制器设备或制造设备部件进行通信。

[0156] 处理器 610 还与存储装置 630 通信。存储装置 630 可包括任何适当的信息存储装置,包括磁存储装置、光存储装置和/或半导体存储器装置(诸如,随机存取存储器(RAM)装置和只读存储器(ROM)装置)的组合。

[0157] 存储装置 630 可存储用于控制处理器 610 的程序 640。处理器 610 执行程序 640 的指令,从而根据本发明的方面进行操作。例如,处理器 610 可与一个或多个传感器通信,并且可接收描述离散可变光学插入物放置、处理装置放置等的信息。存储装置 630 还可可在一个或多个数据库 650、660 中存储眼科相关数据。数据库 650、660 可包括用于控制来往于离散可变光学镜片的能量的特定控制逻辑部件。

[0158] 电介质离散可变光学镜片上的电润湿

[0159] 转到图 7,描绘了示例性离散可变光学镜片 700。镜片可容纳具有不同并且优选具有相反的润湿特性的两种不同流体。例如,第一溶液可包括含水流体,盐的水溶液情况可能就是这样的。在一些例子中,含水流体将优选地是高效率电润湿溶液。根据产品设计和所使用的材料,高效率电润湿溶液或含水流体可具有近似于水、空气或光学领域中所包括的材料的折射率的近似折射率。可假设此折射率不同于构成镜片装置的硬质部分的材料的折射

率。

[0160] 继续图 7, 镜片装置的硬质部分可限定镜片的各种方面的边界。贮存器 710 和 770 可在镜片的光学区部分的外部部分上容纳流体。镜片部件 720 和 750 可包括活性光学表面并且还将流体容纳在镜片中的方式起作用。腔体 740 可存在于前镜片件 720 和后镜片件 750 之间。

[0161] 包括大致上相等的前表面形状和后表面形状的镜片件 720 可导致穿过前表面和后表面的光的光束如例如 730 的光学路径几乎没有改变。然而, 750 的前表面和后表面之间的显著差异可导致光的光学路径改变; 这在一些情况下可反映出光焦度的变化, 如线 760 和 730 所描绘的。

[0162] 在其中流体在贮存器 710 中并且流体包括与构成项 720 和 750 的材料相比具有显著不同的折射率的含水流体的情况下, 当流体在贮存器 710 中时, 腔体 740、两个镜片件的表面变得与横穿腔体 740 的光光学相关。

[0163] 第二贮存器 770 可包括第二流体。在示例性意义上, 当与项 710 和 740 中描绘的含水流体相比时, 此流体可具有不同的特性。此第二流体可以是油状流体, 并且可被选择成具有在光波长近似等于镜片件 720 和 750 的光波长情况下的折射率。

[0164] 离散可变光学元件可具有可由导电互连件连接的电连接件 780 和 785。此外, 可包括部件 790, 该部件 790 通电, 控制并且分配电荷, 使得可跨离散可变光学元件内的部件施加电压 (V1)。就图 7 而言, 电压 (V1) 可表示适当条件, 其中流体的稳定位置可包括示例性含水流体位于它的贮存器 710 内并且也位于腔体 740 内。

[0165] 转到图 8, 项 800 描绘了处于第二状态的图 7 的离散可变光学元件的表示。在这种情况下, 在图 8 中为贮存器 870 的底部贮存器中所描绘的流体被指示为油性物质, 该油性物质被选择成具有匹配或充分接近光学件 850 和 820 的折射率的折射率。由于由项 890 施加的电压的变化, 现可驻留在腔体 840 中的流体现在可与贮存器 870 中的流体相同并且与贮存器 810 中的流体不同, 该变化可表示为第二电压条件 (V2), 其中该电压通过连接件 880 和 885 被施加至离散可变光学元件。因此, 当行进至装置并且穿过光学元件 820、腔体 840 和光学元件 850 的光 830 作为项 860 从部件中出现时, 该光可能未显著改变。已对流体的特性给出了一些示例性描述并且某些流体被识别为水性或油性类型或者具有其它特性。仅出于示例性目的描述这些特性, 并且对于本领域的技术人员而言将显而易见的是, 在本文的发明技术的范围内可选择许多不同类型的流体以起作用。

[0166] 现在参见图 9, 示出了在项 700 和 800 中描绘的截面顶视图。镜片功率部件可具有用于将其它部件封装在其内的一种或多种材料。在部件的外部区域, 这种封装材料可单独存在, 在项 910 周围的区域中情况可能就是这样。转到在图 9 中的镜片部件的光学活性部分中, 可观察到多种不同部件类型。

[0167] 在 900 中示出的示例性环形圈中, 可存在由两个区域 920 以及多个区域 950 和 960 所展示的四个不同区域。在该示例中, 根据前述讨论, 区域 960 可表示顶部贮存器, 而区域 950 可表示底部贮存器。事实上, 可设想这些贮存器和区域 920 是开放的, 以用于这些区域之间的流动; 然而, 可通过可有利于特定流体类型附着在区域中的一者或多者中的各种类型的处理来处理区域 950 和 960 的表面, 这些类型的处理包括表面活性剂、表面制剂或表面处理。作为另外一种选择, 区域 920 表示电极可存在的区域, 这些电极可允许跨这些区域中

的表面施加上述电压条件或磁场。因此,当跨表面施加电势时,可发生电介质上电润湿。具有特定电势施加时,该表面可青睐一种流体,而具有不同的电势时,另一种流体可受青睐。

[0168] 如果将贮存器区域 920 的容积设计并且制成近似等于顶部镜片表面和底部镜片表面之间的腔体的容积,那么当通过静电势的变化来改变区域 920 的状态时,流体中的一种可被吸引至区域 920 而另一种被排斥。当引起这些力发生并且流体为不混溶时,因此可引起流体交换位置。项 930 和 940 表示允许流体从贮存器区域 950 和 960 流到镜片腔体中的流动通道。虽然针对每个贮存器描绘两个通道,但显而易见的是,许多变型是可以的并且符合本文的技术。

[0169] 现在转到图 10,如图 7 中描绘的所施加的电势条件可为操作状况 1000。镜片功率部件可具有用于将其它部件封装在其内的一种或多种材料。在部件的外部区域,这种封装材料可单独存在,在项 1010 周围的区域中情况可能就是这样。在这种情况下,所施加的电势可改变电极区域 1020,使得它们的电润湿特性可符合贮存器 1050 中的流体,该流体润湿表面并且受青睐以占据区域 1020 的容积。这可抽吸流体离开镜片腔体而进入区域 1050 中并且随后进入区域 1020 中。同时,相同的力可迫使通常占据区域 1060 的流体流入腔体区域中。项 1030 和 1040 表示允许流体从贮存器区域 1050 和 1060 流到镜片腔体中的流动通道。如图 7 的描述中所提及,这可引起离散可变光学元件呈现第一光学状态。

[0170] 转到图 11,项 1100 可表示离散可变光学元件的第二光学状态。镜片功率部件可具有用于将其它部件封装在其内的一种或多种材料。在部件的外部区域,这种封装材料可单独存在,在项 1110 周围的区域中情况可能就是这样。在这种情况下,如图 8 中所描绘,第二电势条件可在镜片上建立。在该示例中,此第二条件将调换两种流体中受青睐以占据区域 1120 的一种流体。在电势条件的这种变化下,随后来自腔体区域的流体可通过如项 1130 所描绘的流动通道被迫离开,并且可继续流动以占据区域 1120 和 1160。同样地,通过如针对图 10 所讨论的相同的力,这可驱使流体离开区域 1120 而进入贮存器区域 1150 中,并且随后从贮存器区域 1150 穿过流动通道 1140 并且进入腔体中。这样,占据腔体的流体可具有不同的折射率,该折射率现在可引起离散可变光学元件呈现如关于图 8 的讨论中所描述的第二光学状态。

[0171] 已有许多示例参考电介质上电润湿可用于控制如本文所述的光学元件的光学状态的方式进行;但是本领域的技术人员将明白的是,许多变化有可能导致符合本发明的类似效应。

[0172] 在状态变化是过滤效应的情况下的多态眼科装置

[0173] 转到图 12,项 1200 描绘了不同类型的光学效应。已经讨论的引起离散可变光学元件变化的方法和装置方面在此实例中可具有类似效应。然而,不是光焦度变化或者除了光焦度变化,有可能引起遮光或滤光效应发生。在示例性意义上,两个镜片表面 1230 和 1250 可在简化意义上来描绘,以便在各种表面之间不具有显著差别;使得光相对于光束在穿过光学装置时所采取的路径将不显著改变。在其中镜片中的两种类型流体中的一种流体中存在特定吸光组分的示例中,那么相对于另一组分,该组分可表示过滤后的状态。在示例性意义上,放置于贮存器 1210 中的流体可表示染色的流体,而在贮存器 1220 中的流体可为未染色的流体。在施加适当的电势条件时,例如通过元件 1290 经由电触点 1280 和 1285 进行的动作,染色的流体可被迫进入腔体 1240 中,因此提供相对于可用第二电势条件确定的另一

种状态的过滤后或着色的状态。

[0174] 这种类型的过滤的实质可对应于许多可能性。例如,可选择染料以散射、吸收或以其它方式阻挡跨宽泛量的可见光谱的光。这可导致降低穿过镜片装置的显著部分的可见波长或不可见波长的强度。在其它示例中,染料可吸收穿过镜片装置的特定频带的可见光。在一些示例中,染料也可用于在图 7 至图 11 中所讨论类型的镜片中的流体中。在其它示例中,所使用的染料可具有对映体特性。将存在许多示例,这些示例由本文所述的镜片中的流体中的一种或多种流体中可存在的不同类型的材料造成。

[0175] 现在转到图 13,项 1300。可能能够产生如本文所描绘的镜片的组合。如图所示,可存在图 12 中所描述类型的光学元件,其中内部表面和外部表面可成型为不改变穿过该元件以及关联图 7 和图 8 所描述类型的光学元件的光的光焦度。此外,在另选的设计中,光学元件有可能执行期望的功能,从而与可改变镜片的光焦度的第二部分结合。

[0176] 描绘了离散可变光学元件和遮光或滤光效应光学元件 1300。在该示例中,在 1320 和 1310 处描绘了用于分别用于可变光学元件和遮光光学元件的液体的两个贮存器。如先前所述,功能性可以是由于项 1360 和 1340 所施加的电压的变化。然而,根据可能的需要,光学变化可在两个光学元件中在不同时间发生,或在近似相同或相同的时间发生。在其中期望两个光学元件在不同的时间或根据不同的信号改变电压的示例中,可使用如 1350、1355、1330 和 1335 所描绘的不同触点。然而,可能期望这些触点与彼此协同起作用并且因此可仅需要一组触点。

[0177] 用于离散可变光学镜片的电活性泵送

[0178] 现在参见图 14,项 1400 描绘了用于使离散可变光学镜片的状态发生变化的不同的示例性机构。在这种类型的机构中,可部分地或完全地通过使用电介质上电润湿效应来泵送流体来往于存储区域。在存储区域 920 的周边上可包括电润湿表面和特征。当电润湿表面上的电势改变时,显示为位于垫 1420 上的如项 1440 所示的流体滴可变平,如在 1442 处所示。在 1442 处,流体滴变平并且可竖直地扩散,从而与垫 1410 相互作用并且被垫 1410 吸引。当具有可施加至垫的电势的控制器使垫上的电势循环时,流体滴可从一个区域被输送或泵送至另一个区域。如果流体被泵送至镜片腔体区域中,该流体从而可以与先前部分中所讨论的方式类似的方式来改变离散可变光学镜片的的光学特性。

[0179] 垫 1430 上的第二滴特征部分 1441 也可以通过垫上电势的循环以类似方式来移动。最终流体滴可从垫 1430 移动至垫 1420 并且随后移动至垫 1410。可以这种方式使用单一流体,其中不含流体可限定与镜片元件不同的折射率。然后,如果使用前述泵送机构将流体泵送至腔体中,那么就可以匹配镜片元件的折射率并且因此改变光学效应。例如,由于将在液体被容纳在贮存器中时填充光学元件的气体的折射率。

[0180] 可以类似方式使用两种流体。在这种情况下,泵送机构可协同起作用,其中一种流体可被泵送至其存储位置,而另一种被泵出其存储位置。在这些示例中,标记为 920 的两个区域中的一个可用于存储第一液体,而标记为 920 的另一个区域可用于存储第二液体。在这种情况下,镜片装置的内部几何结构,例如其中镜片装置为项 900,然后可具有另外的清晰度。例如,在区域 920 中的每一个的末端中的一个处存在塑性特征,从而形成用于存储与该区域相关联的特定流体的一种类型的腔体。

[0181] 因为使用电介质上电润湿效应来实现泵送机构,可具有与形成可变(在这种情况下

下双态) 镜片装置所消耗的能量相关的有益效果。因为用于泵送的垫可被制造为排斥其区域中的流体、除非对它们施加电势, 那么当使镜片装置 900 置于其状态中的一种状态时, 在两个存储区域中的至少一个区域中, 垫将针对其附近的流体移动形成阻隔。因此, 与可变镜片的一些其它示例不同, 当镜片装置不从一种状态改变为另一种状态时, 存储在通电装置中的能量的消耗可以是非常有限的。

[0182] 在图 15 中, 项 1500 示出另一种类型的电活性泵送机构。在这种类型的机构中, 图 15 示出的区域 920 的至少一部分是由电活性聚合物构成的隔膜或材料构成。在一些机构中, 电活性聚合物材料 1530 可被制成在施加电势时膨胀, 如由新形状 1531 所示。这将使得隔膜层 1520 移动至不同的位置, 例如如在 1521 处所示。然后流体容纳空间 1510 的容积可减小, 如从 1511 的横截面大小显而易见。为了便于解释, 已经将变形描述为材料填充横截面中的垂直空间的简单畸变。另一个示例可以是可通过电活性聚合物层在施加电势变化时可能发生的扭曲或翘曲变形来使得隔膜 1520、1521 移动的情况。在这种示例中, 对隔膜层的影响以及存储区域的容积的变化可以是类似或等同的。

[0183] 当使得膨胀发生时, 这可使得第二类型的流体流入镜片装置的光学活性腔体中, 并且这样做时迫使第一流体流出腔体并且进入第二存储位置 920。如果此区域被形成为具有排斥第二类型的流体的表面, 那么膨胀电活性聚合物材料 1530、1531 对隔膜 1520、1521 的压力可依然迫使第一流体占据存储位置。当使隔膜 1520、1521 的畸变逆转 (即返回未畸变状态) 时, 则可迫使流体流回到初始构造。

[0184] 对本领域的技术人员将显而易见的是, 另一种类型的双态镜片是由使用两个区域 920 造成, 其中两个区域均具有电活性材料 1530、1531 和隔膜 1520、1521 的类似电活性组合。如果使两个区域以与彼此相反的方式起作用, 则可使活性流体类型的类似转换发生。另外可显而易见的是, 通过这种类型的装置和与两种不同流体或被配置为具有气态或抽空的第二流体等同的单一流体相互作用的涂料的组合, 可形成许多不同的镜片。这两种流体、或该流体和非流体状态也可具有先前提及的折射率改变效应或具有过滤作用。本文描述了通过上述装置和与两种不同流体或被配置为具有气态或抽空的第二流体等同的单一流体相互作用的涂料的组合, 可形成许多不同的镜片。气态流体的非限制性例子包括氩气、氮气、氧气、氦气和氖气中的一种或多种。另外, 作为非限制性例子, 这种气态流体的组合包括包含氮气、氧气以及任选地其它气体的气体组合。在环境中可发现的其它气体对于气相来说是可接受的。

[0185] 本文描述了电活性聚合物和电活性聚合物材料, 并且此类电活性聚合物和电活性聚合物材料的非限制性例子包括包含聚偏二氟乙烯的膜、基于聚(丙烯酸)或聚吡咯的电活性水凝胶膜以及包含电极耦接的碳纳米管的膜中的一种或多种。

[0186] 介电膜和电介质在本文中有所描述。以非限制性示例的方式, 用于离散可变光学部分中的介电膜或电介质具有适合于本文所述发明的特性。电介质可包括单独或一起起作用以作为电介质的一个或多个材料层。可使用多个层来实现优于单个电介质的介电性能。

[0187] 电介质可允许在离散可变光学部分所需的厚度、例如在约 0.1 和 10 μm 之间的无缺陷绝缘层。缺陷可称为针孔, 如本领域的技术人员所已知的, 针孔为电介质中的允许穿过电介质进行电接触和 / 或化学接触的孔。给定厚度下的电介质可满足对击穿电压的要求, 例如电介质应当承受 100 伏特或更高。

[0188] 电介质可允许制备在弯曲表面、锥形表面、球形表面、和复杂的三维表面（如，弯曲表面或非平面表面）上。可使用典型的浸涂和旋涂方法，或者可采用其它方法。

[0189] 电介质可抵抗可变光学部分中来自化学品，例如盐水溶液、油、溶剂、酸和碱的损坏。电介质可抵抗来自红外光、紫外光、和可见光的损坏。不期望的损坏可包括降解至本文所述的参数，例如表面能和光学传输。电介质可抵抗离子渗透。电介质可具有在指定范围内的表面能以在电润湿系统中与液体起作用。电介质可例如利用粘附增进层粘附到下面的电极和 / 或基底。可利用允许低污染、低表面缺陷、共形涂层、和低表面粗糙度的方法来制造电介质。

[0190] 电介质可具有与系统的电操作相容的相对电容率或介电常数。例如，一些绝缘聚合物特有的诸如在介于约 2.0 和 3.0 之间的低相对电容率可用作减小给定电极区域的电容和降低用于电润湿的激活电压之间的合适的折中。在具有电容和激活电压的对应变化情况下，可使用具有较高或较低相对电容率的电介质。

[0191] 电介质可具有高电阻率，例如大于 10^{16} 欧姆米，从而允许非常小的电流流动，甚至在高施加电压下。一旦在电极上实现，通过电介质的电阻可远大于 1 千兆欧姆，例如约 100 千兆欧姆。这种电阻通常将在跨电介质施加的 50V 下仅允许 500pA 的电流流动。

[0192] 电介质可具有光学装置所需的性质，例如高透射 (>99%)、低着色和在可见光谱中的低雾度、低色散（色散系数 34 至 57）以及一定范围内（1.4 至 1.7）的折射率。

[0193] 介电材料的非限制性例子包括聚对二甲苯 -C、聚对二甲苯 -HT、二氧化硅、氮化硅、和特氟隆 AF 中的一者或多者。

[0194] 电极或垫在本文中描述为用于施加电势以便实现电介质上电润湿效应。电极通常包括单独或一起起作用以作为电极的一个或多个材料层。

[0195] 可或许利用粘合增进剂（如，甲基丙烯酰氧基丙基三甲氧基硅烷）来将电极附着到下面的基底、介电涂层、或系统中的其它物体。电极可形成有利的本征氧化物或者可经处理以产生有利的氧化物层。电极可为透明的、基本上透明的、或不透明的，且具有高光学透射和极少的反射。可利用已知的处理方法来图案化或蚀刻电极。例如，可利用光刻图案化和 / 或剥离工艺来蒸镀、溅镀、或电镀电极。

[0196] 电极可被设计成具有合适的电导率以用于本文描述的电系统，例如，满足给定几何构造中的电阻要求。示例金电极可具有约 2.44×10^{-8} 欧姆米的电阻率，所得电极电阻远低于约 1 欧姆。可耐受更高的电极电阻，例如兆欧姆或甚至千兆欧姆，如果这种电阻允许足够的电流流动以对系统中的电容充电。

[0197] 可由氧化铟锡 (ITO)、金、不锈钢、铬和铝中的一种或多种制造电极或垫。应当理解，这并非为穷尽性列表。

[0198] 可通过所施加的电压来控制离散可变光学部分，例如可将电压施加至本文所述的电极，从而跨本文同样描述的电介质形成电场。电压可通过分别在图 7、8、12 和 13 中示出的部件 790、890、1290、1360 和 1340 来施加。在一个示例中，可施加直流 (DC) 偏压。用于产生期望的光学响应的电压取决于若干参数。例如，在一个示例中，在给定电介质的相对电容率和厚度下，可能需要 50 伏特来实现光焦度上的 2- 屈光度变化。在另选的示例中，在电介质的相对电容率和厚度的假定变化下，可能需要 20 伏特来实现光焦度上的 2- 屈光度变化。因此，用于系统的典型电压可以是 20 至 50 伏特，但是可包括从 1 伏特至大于 100 伏特

的更广整数值范围的电压值。

[0199] 在一个示例中,可施加交流电(AC)。可使用AC脉冲和其它波形来驱动电极。如本领域的技术人员可理解,驱动波形可与光学响应时间、电流消耗、流体动力学、电介质击穿和其它效应相关联。参照DC偏压描述的类似电压值可用于AC脉冲。

[0200] 第二流体在本文中描述为任选地为油状流体,并且可包括非极性流体混合物或溶剂样流体。油可用于电润湿眼科装置。油或油状流体可包含多于一种组分,即油组分的混合物。油或油状流体可具有低粘度,例如在25℃下小于2mPa·s,优选在25℃下为1mPa·s或更低。油或油状流体可具有低极性,这意味着它基本上不包含极性组分或污染物。此外,这意味着油或油状流体并不明显地包含痕量的溶解的水,而这对于DC模式电润湿是优选的。对于AC模式电润湿,要求没有那么严格。

[0201] 油或油状流体可提供在非常低的油-电介质接触角、例如10度或更小下提供润湿电润湿电介质(在盐水溶液相的周围)的能力。改进的润湿(即较低的接触角)可导致更小的接触角滞后以及更可预测或可靠的性能。

[0202] 油或油状流体可具有与装置中所使用的盐水溶液显著不同的折射率,例如0.010(无单位)或更大的折射率差值。所描述的折射率差值的相关波长是具有589.29nm下的钠D线的波长(即“n_{sub}D”)。优选地,油与盐水溶液相比具有更高的折射率。

[0203] 油或油状流体可具有与盐水溶液相基本上相同的比重。例如,比重差值可以是0.003(无单位)或优选更小。比重可通过选择和混合致密油组分和较不致密油组分来修改。优选的油制剂具有稍大于1.00的比重。

[0204] 油或油状流体的组分通常是生物相容的,并且优选的油是温和眼部刺激物或非刺激物。如果添加剂基本上不不利影响装置的性能,油或油状流体可任选地包含添加剂。具体的添加剂可包括:染料、UV阻滞剂、受阻胺光稳定剂、抗微生物剂、抗氧化剂、流变改性剂、表面活性剂、稀释剂、凝固点抑制剂等。

[0205] 一些优选的非限制性实例油制剂如下:

[0206] 实例1:48.0%(w/w)的苯基三甲基锆烷,51.5%的SIP.6827(Gelest)和0.5%的1-戊醇;和

[0207] 实例2:52.4%(w/w)的1-溴戊烷和47.6%(w/w)的十甲基四硅氧烷。

[0208] 在本文中描述了盐水溶液。盐水溶液可有助于电润湿眼科装置。盐水溶液可包含多于一种组分,例如组分的混合物。盐水溶液的主要组分优选地是经纯化的(即去离子且反渗透的)水。盐水溶液的次要组分是可赋予改进的电导率的可电离组分,例如无机盐。

[0209] 盐水溶液可具有低粘度,例如在25℃下小于2mPa·s,优选在25℃下为1mPa·s或更低。盐水溶液可具有高纯度,这意味着盐水溶液并不明显地包含可迁移至油相的极性组分。这对DC操作模式电润湿可能是重要的。对于AC模式电润湿,盐水溶液具有高纯度的要求没有那么严格。

[0210] 盐水溶液可具有与装置中所使用的另一种流体显著不同的折射率,例如0.010(无单位)或更大的折射率差值。所描述的折射率差值的相关波长是具有589.29nm下的钠D线的波长(即“n_{sub}D”)。优选地,如果使用了油性流体,则盐水溶液与油性流体相比具有更低的折射率。

[0211] 盐水溶液可具有与本文所述的油相基本上相同的比重。例如,比重差值可为

0.003(无单位)或优选地更小。比重可通过水和离子组分的仔细选择及混合来修改。优选的盐水溶液制剂具有稍大于 1.00 的比重。

[0212] 盐水溶液的组分应优选地是尽可能生物相容的。优选的盐水溶液是温和眼部刺激物或非刺激物。优选的盐水溶液所具有的渗透度近似等于人泪液的渗透度,例如 300-500mOsm/kg。此外,如果添加剂基本上不不利影响装置的性能,盐水溶液可任选地包含添加剂。具体的添加剂可包括:染料、UV 阻滞剂、受阻胺光稳定剂、抗微生物剂、抗氧化剂、流变改性剂、表面活性剂、稀释剂、凝固点抑制剂等。

[0213] 一些优选的非限制性实例盐水溶液制剂如下:

[0214] 实例 1:0.1% (w/w) 的氯化钾和 99.9% 的去离子水;

[0215] 实例 2:1.0% (w/w) 的氯化钙、98.5% 的去离子水和 0.5% 的 1-戊醇;和

[0216] 实例 3:0.9% (w/w) 的氯化钠和 99.1% 的去离子水。

[0217] 本发明涉及用于提供用于眼科镜片的可变光学插入物的方法和设备。更具体地,其中能量源能够为包括在该眼科镜片内的可变光学插入物供电。在一些实施例中,眼科镜片是由有机硅水凝胶浇铸模塑而成。

[0218] 本发明的各种方面和实例在以下编号条款的不完全列表中陈述:

[0219] 条款 1:一种可变焦距眼科装置,所述可变焦距眼科装置包括:

[0220] 所述可变焦距眼科装置的前曲面光学部分,该前曲面光学部分包括前曲面顶部光学表面和前曲面底部光学表面;

[0221] 所述可变焦距眼科装置的后曲面光学部分,该后曲面光学部分包括后曲面顶部光学表面和后曲面底部光学表面;

[0222] 腔体,该腔体由所述可变焦距眼科装置的所述前曲面光学部分的所述前曲面底部光学表面和所述可变焦距眼科装置的所述后曲面部分的所述后曲面顶部光学表面形成;

[0223] 介电膜,该介电膜与一种或多种流体的至少一部分接触,并且覆盖能够承受电场的电极;

[0224] 具有第一折射率的第一流体和具有第二折射率的第二流体,其中第一折射率和第二折射率是不同的并且这两种流体是不混溶的;和

[0225] 一个或多个贮存器区域,该贮存器区域用于容纳等于或近似等于第一流体的体积的一定体积的流体,并且其中贮存器与所述形成的腔体流体连接。

[0226] 条款 2:根据条款 1 所述的可变焦距眼科装置,所述可变焦距眼科装置还包括与所述电极电连通的能量源,其中所述能量源能够提供能够承受电场的电流。

[0227] 条款 3:根据条款 1 所述的可变焦距眼科装置,其中所述介电膜覆盖多于一个电极。

[0228] 条款 4:根据条款 1 所述的可变焦距眼科装置,其中所述贮存器和所述形成的腔体之间的流体连接是通过允许第一流体和第二流体的流动的一个或多个通道。

[0229] 条款 5:根据条款 4 所述的可变焦距眼科装置,所述可变焦距眼科装置还包括用于控制第一流体和第二流体中的一者或两者的流动的流体控制阀。

[0230] 条款 6:根据条款 4 所述的可变焦距眼科装置,其中所述流体控制装置包括一个或多个止回阀。

[0231] 条款 7:根据条款 4 所述的可变焦距眼科装置,其中所述流体控制装置包括一个或

多个微机电阀。

[0232] 条款 8 :根据条款 1 所述的可变焦距眼科装置,其中所述贮存器的容积和所述形成的腔体的容积是大体相等的。

[0233] 条款 9 :根据条款 1 所述的可变焦距眼科装置,其中所述电极和所述介电膜位于形成腔体的表面和形成贮存器的表面中的之一或二者的至少一部分上。

[0234] 条款 10 :根据条款 4 所述的可变焦距眼科装置,其中所述介电膜位于下列中的一者或多者的至少一部分上 :所述腔体和所述贮存器之间的一个或多个通道、形成所述腔体的表面以及形成所述贮存器的表面。

[0235] 条款 11 :根据条款 1 所述的可变焦距眼科装置,其中所述第一流体或所述第二流体中的一者或两者还包含吸光染料组分。

[0236] 条款 12 :根据条款 1 所述的可变焦距眼科装置,其中所述第一流体或所述第二流体中的一者或两者还包含遮光染料组分。

[0237] 条款 13 :根据条款 1 所述的可变焦距眼科装置,其中所述第一流体或所述第二流体中的一者或两者还包含具有对映体特性的组分。

[0238] 条款 14 :根据条款 1 所述的可变焦距眼科装置,该可变焦距眼科装置还包括封装眼科镜片。

[0239] 条款 15 :根据条款 14 所述的可变焦距眼科装置,其中所述封装眼科镜片是由生物相容性水凝胶构成。

[0240] 条款 16 :根据条款 1 所述的可变焦距眼科装置,其中所述后曲面元件的所述底部光学表面定位在眼科镜片的所述前曲面部分上。

[0241] 条款 17 :根据条款 1 所述的可变焦距眼科装置,其中所述后曲面元件的所述顶部光学表面定位在眼科镜片的所述后曲面部分上。

[0242] 条款 18 :根据条款 4 所述的可变焦距眼科装置,其中所述贮存器、形成的腔体、或通道中的一者或多者能够由在电流的影响下改变其形状的大体可变形的材料形成。

[0243] 条款 19 :根据条款 4 所述的可变焦距眼科装置,其中所述贮存器、形成的腔体、或通道中的一者或多者能够由在电场的影响下改变其形状的大体可变形的材料形成。

[0244] 条款 20 :根据条款 18 所述的可变焦距眼科装置,其中能够在电流的影响下改变其形状的可变形的材料的至少一部分包含电活性聚合物材料。

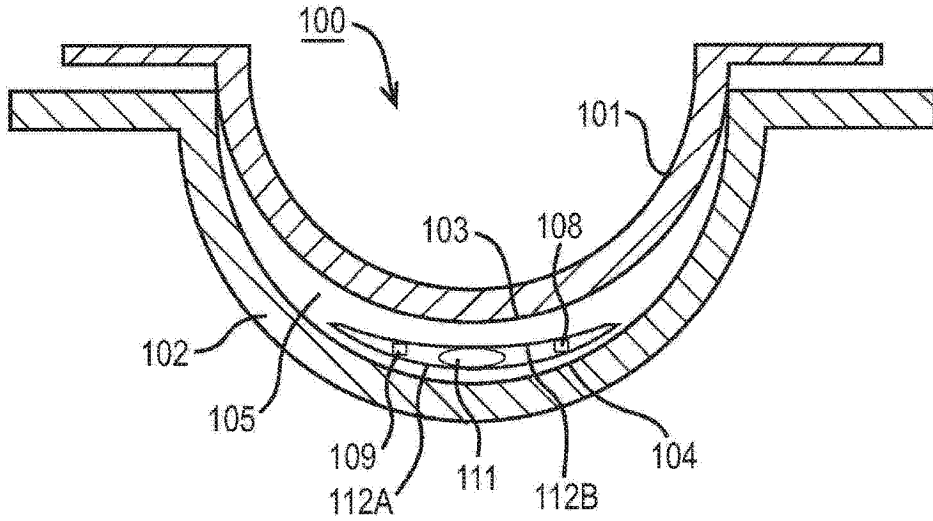


图 1

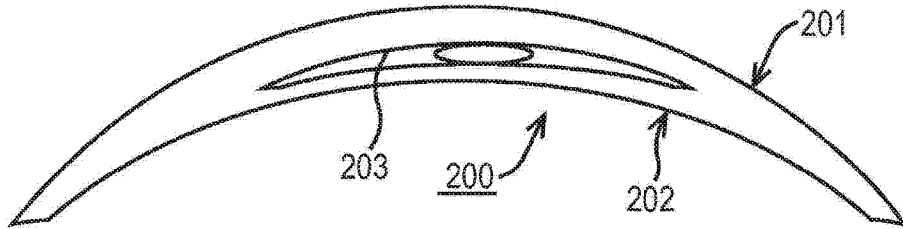


图 2

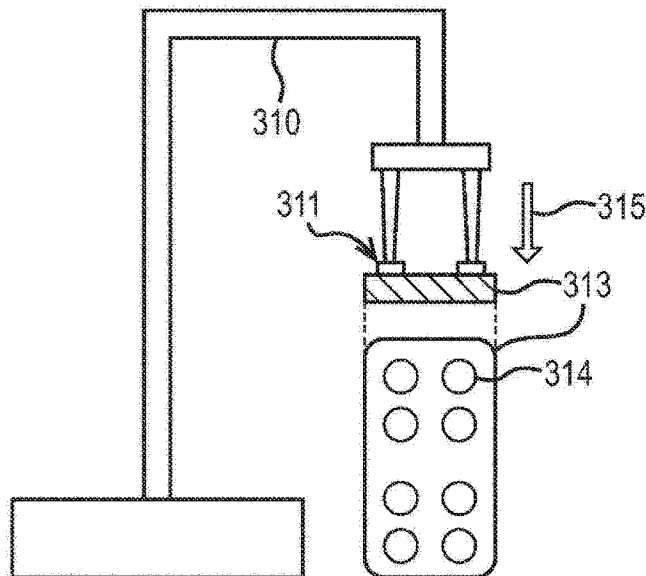


图 3

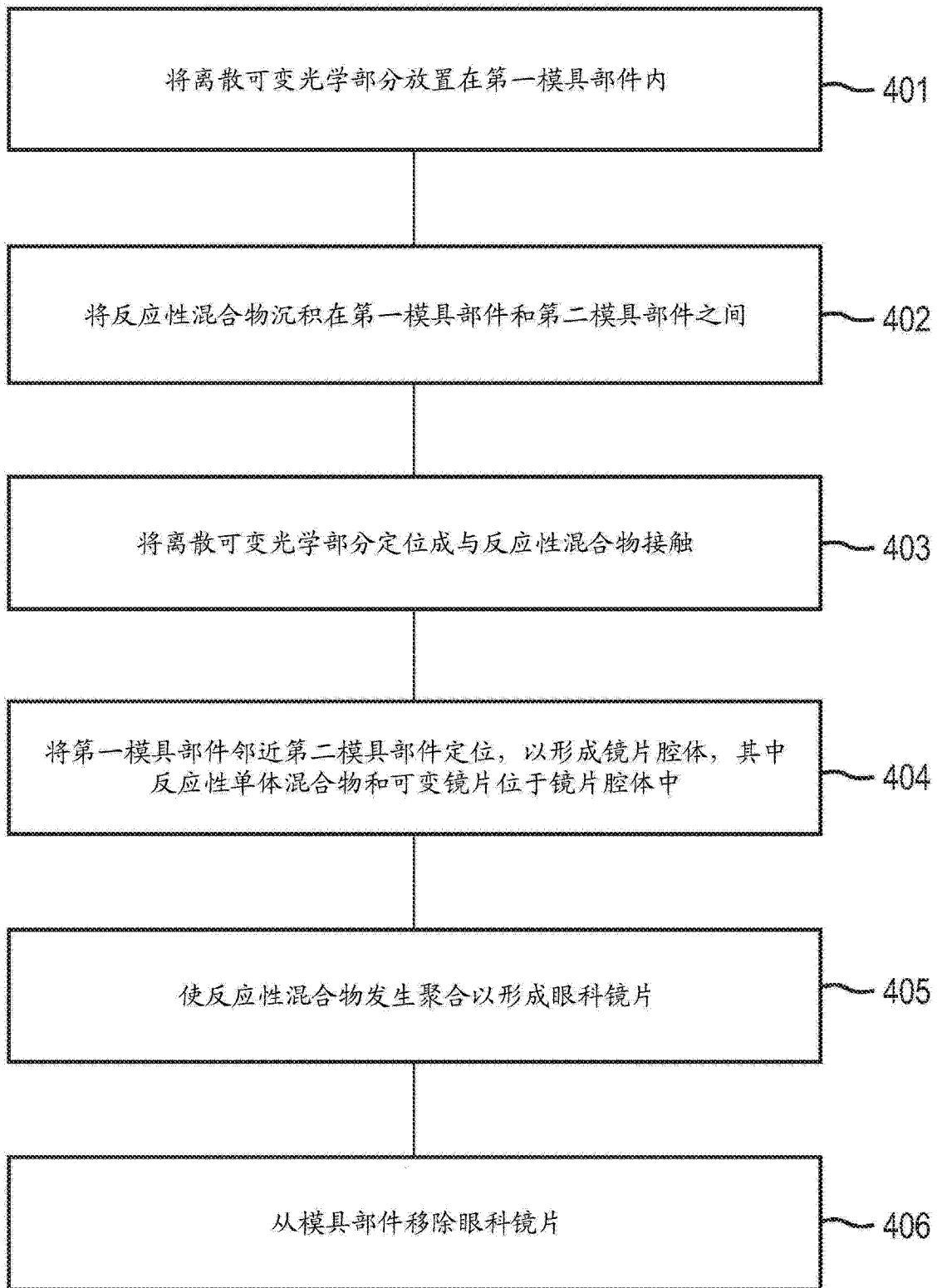


图 4

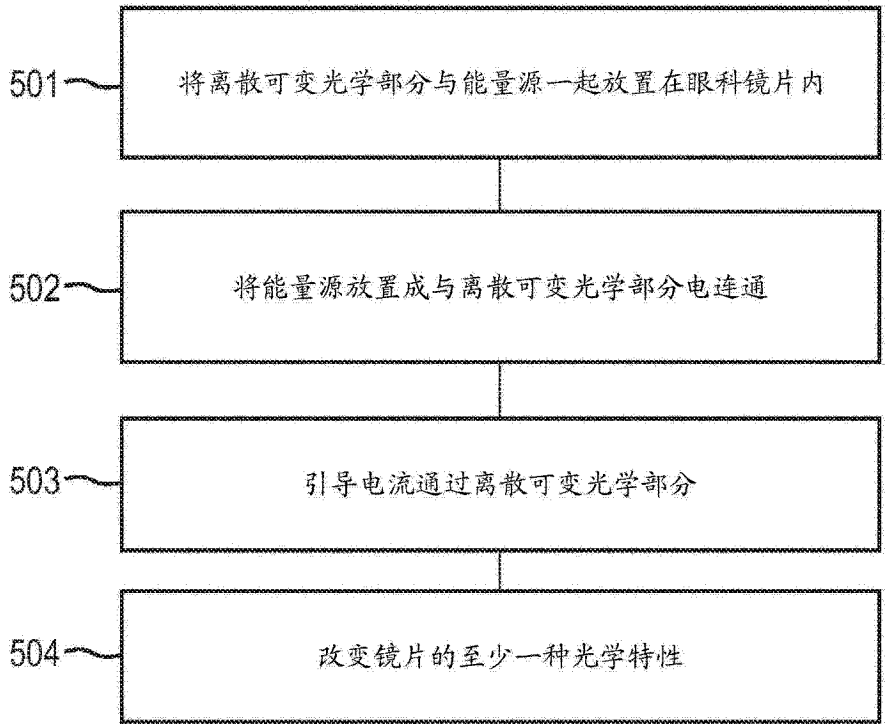


图 5

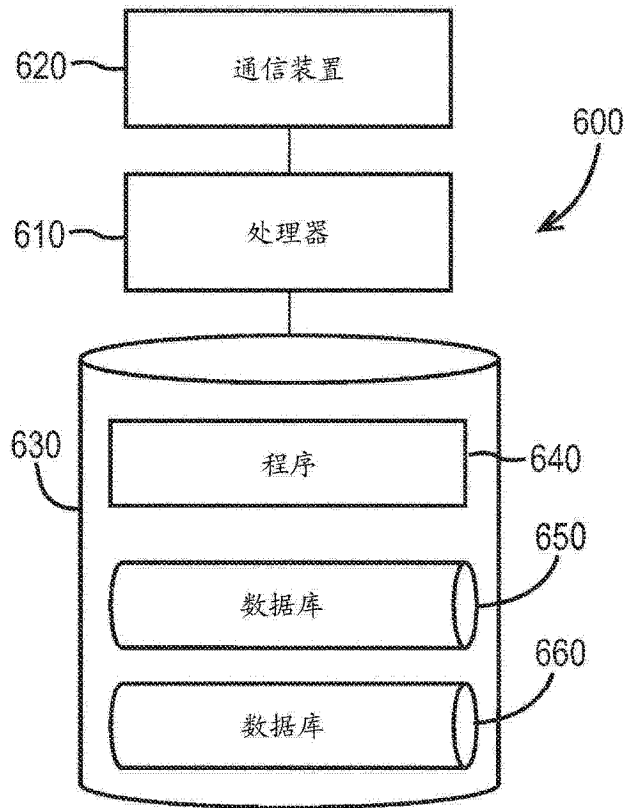


图 6

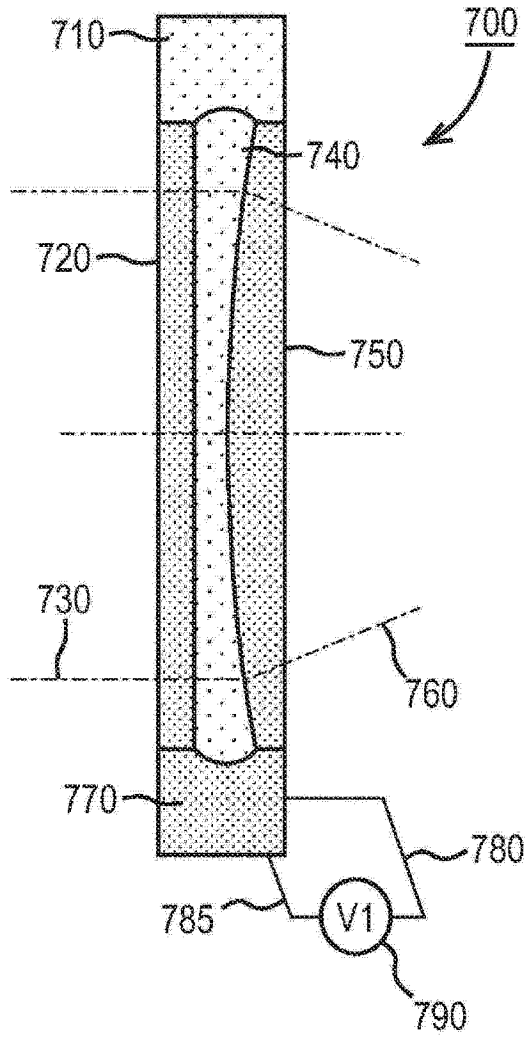


图7

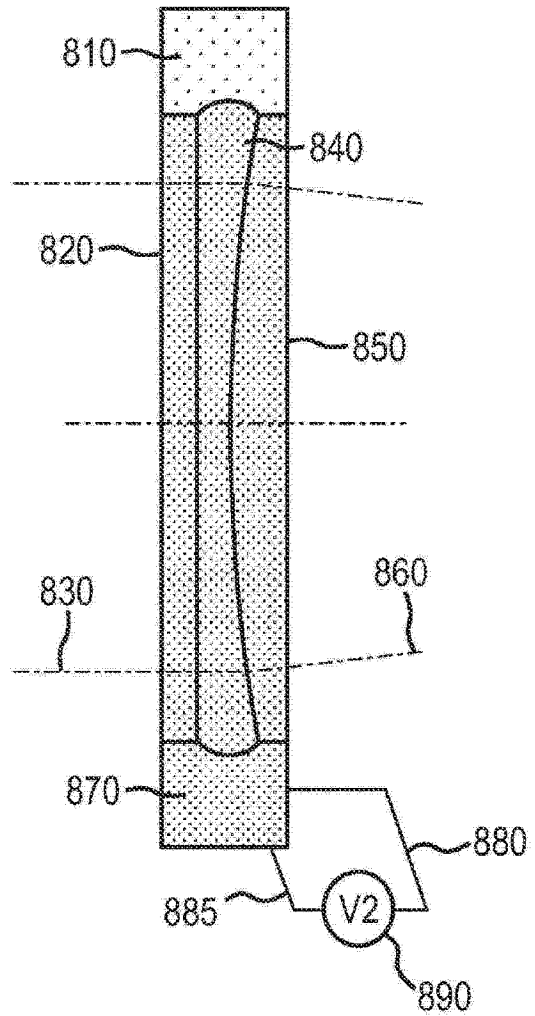


图8

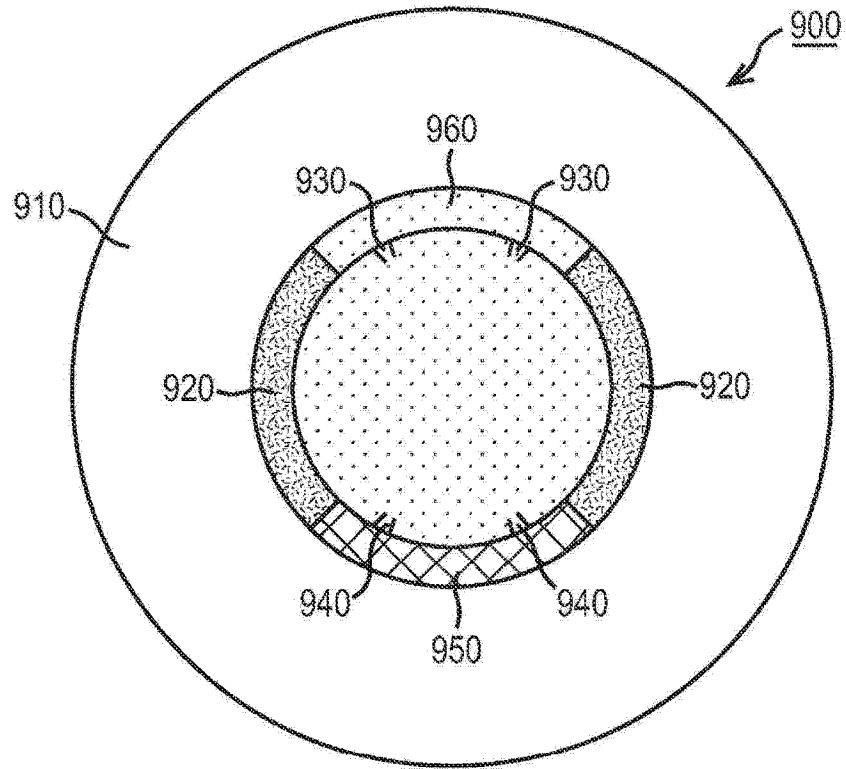


图 9

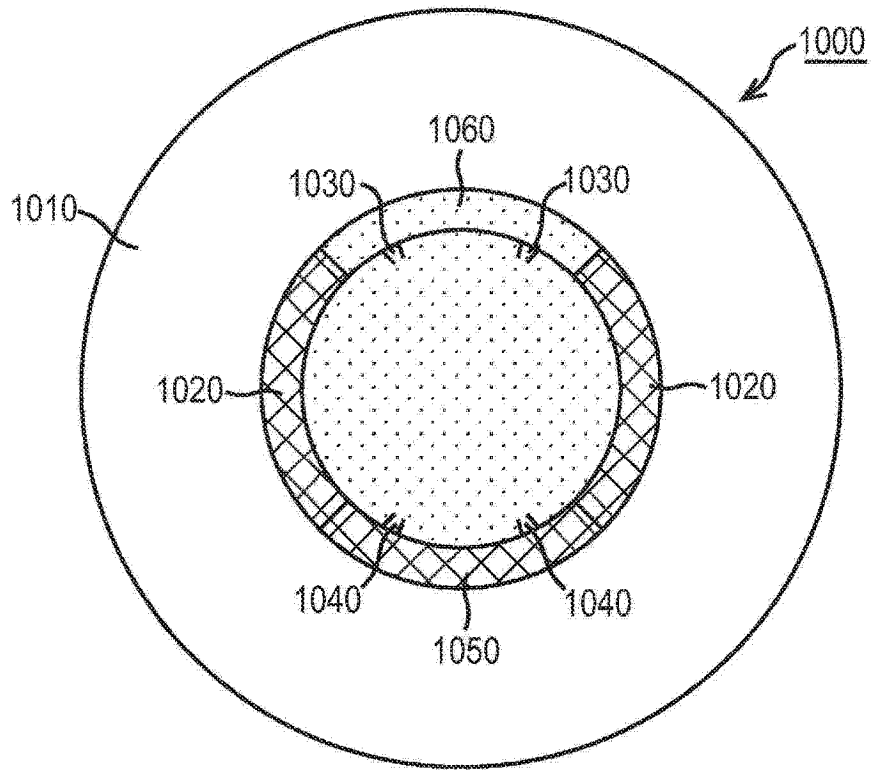


图 10

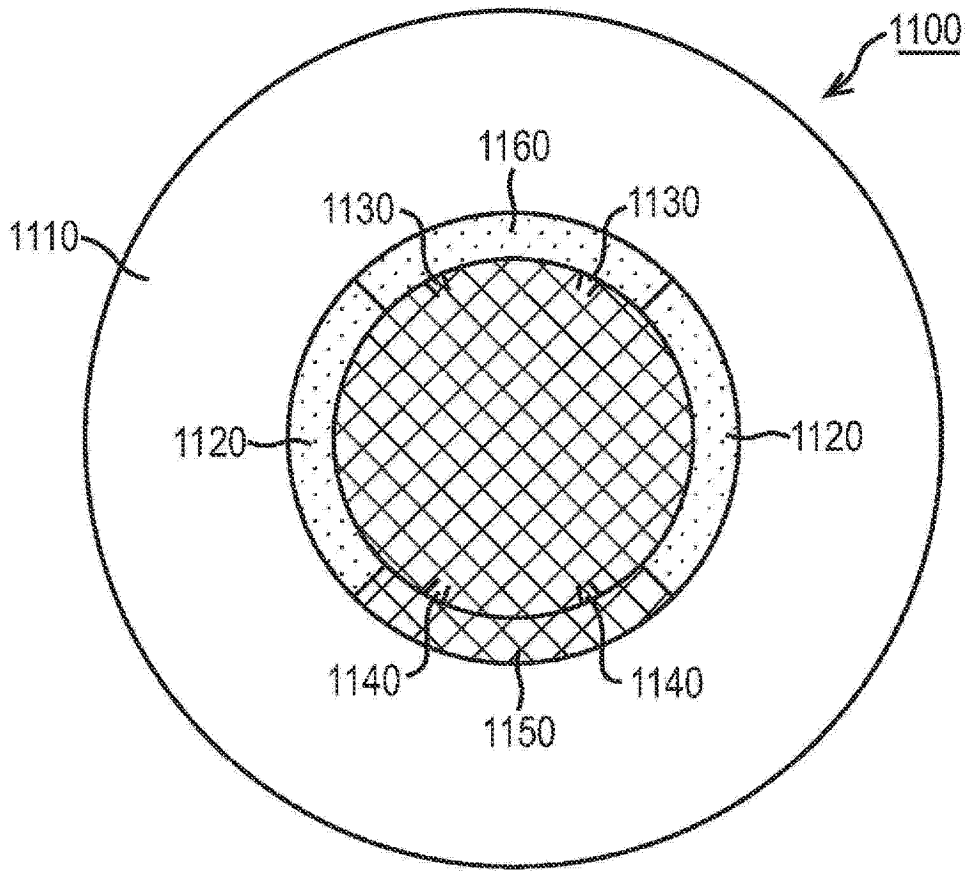


图 11

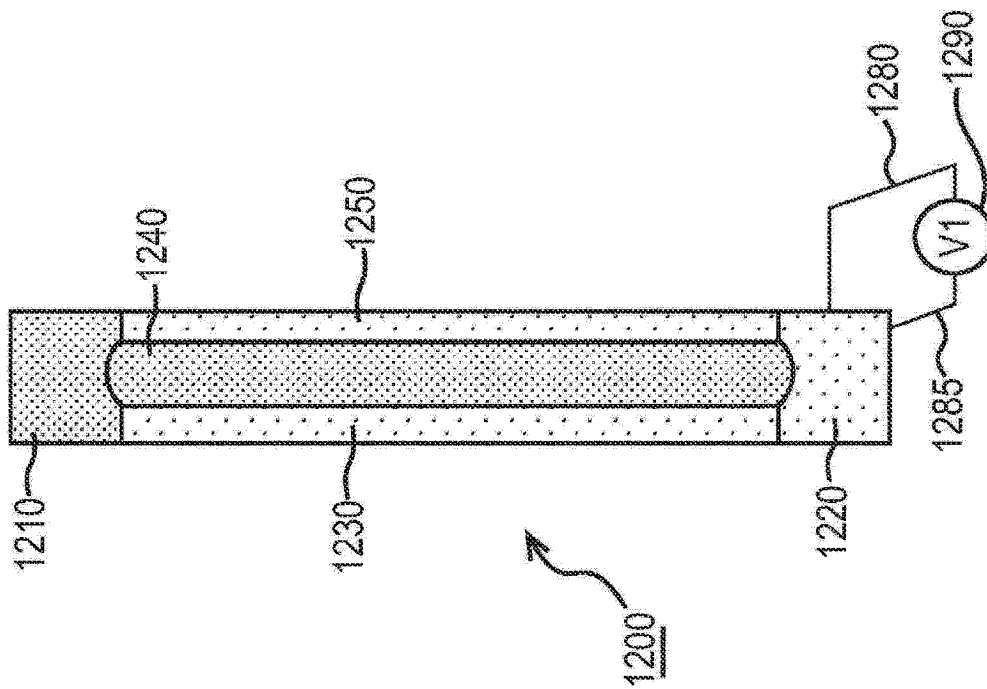


图 12

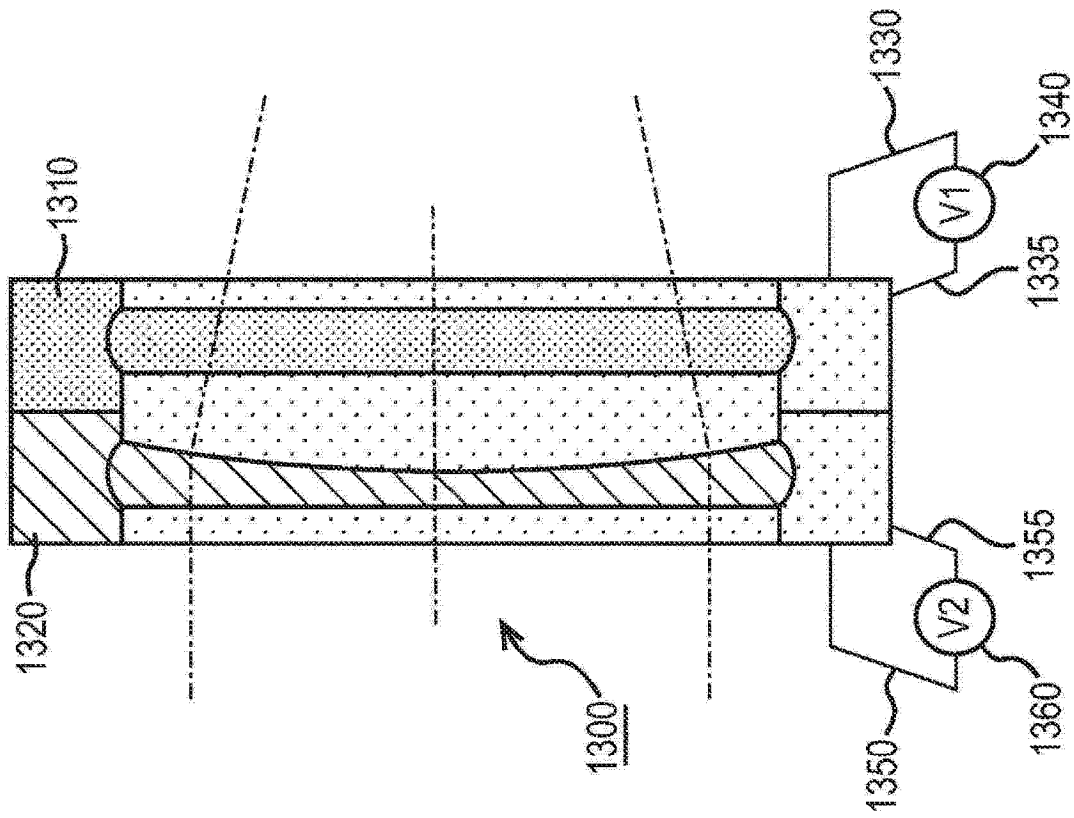


图 13

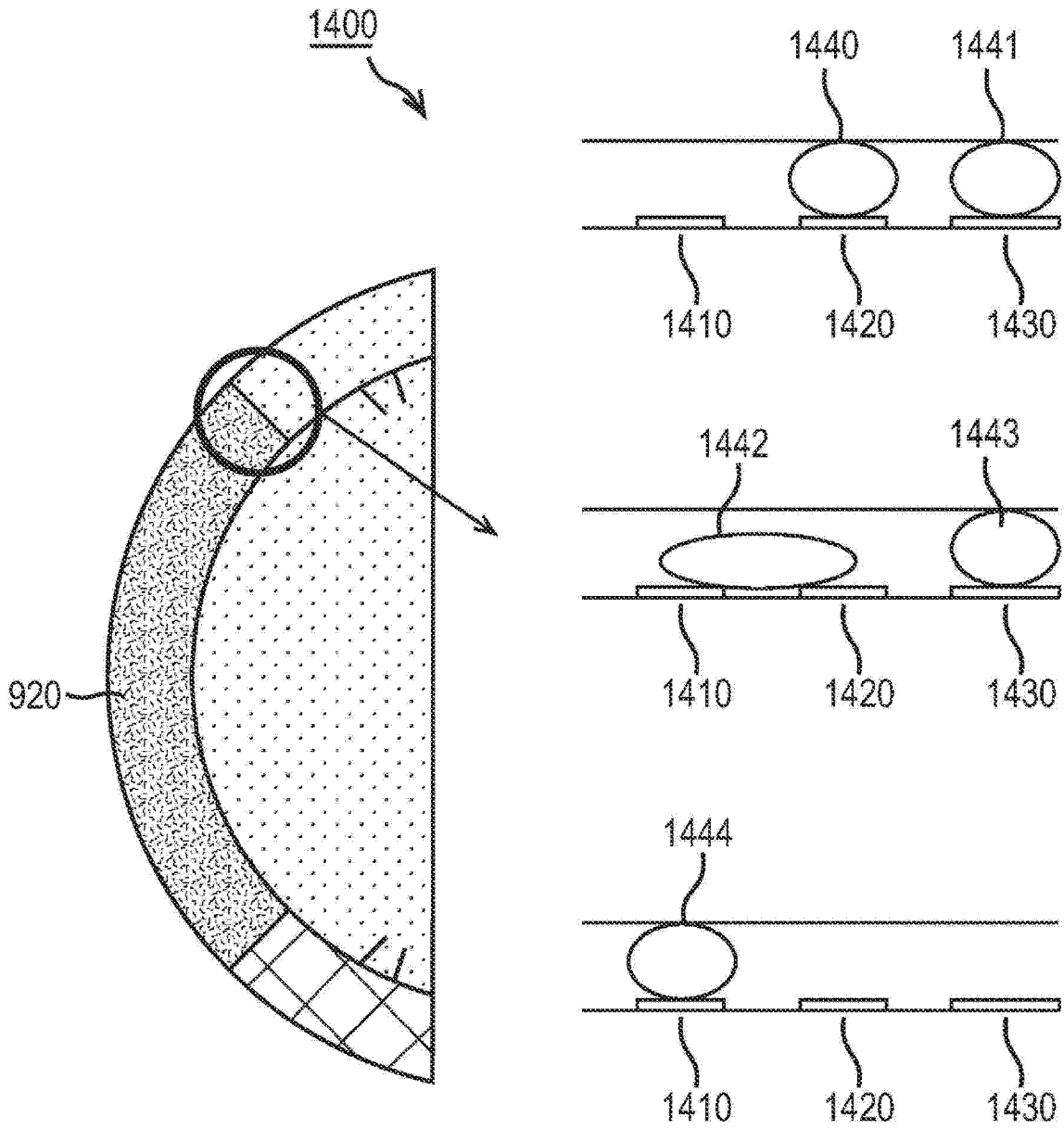


图 14

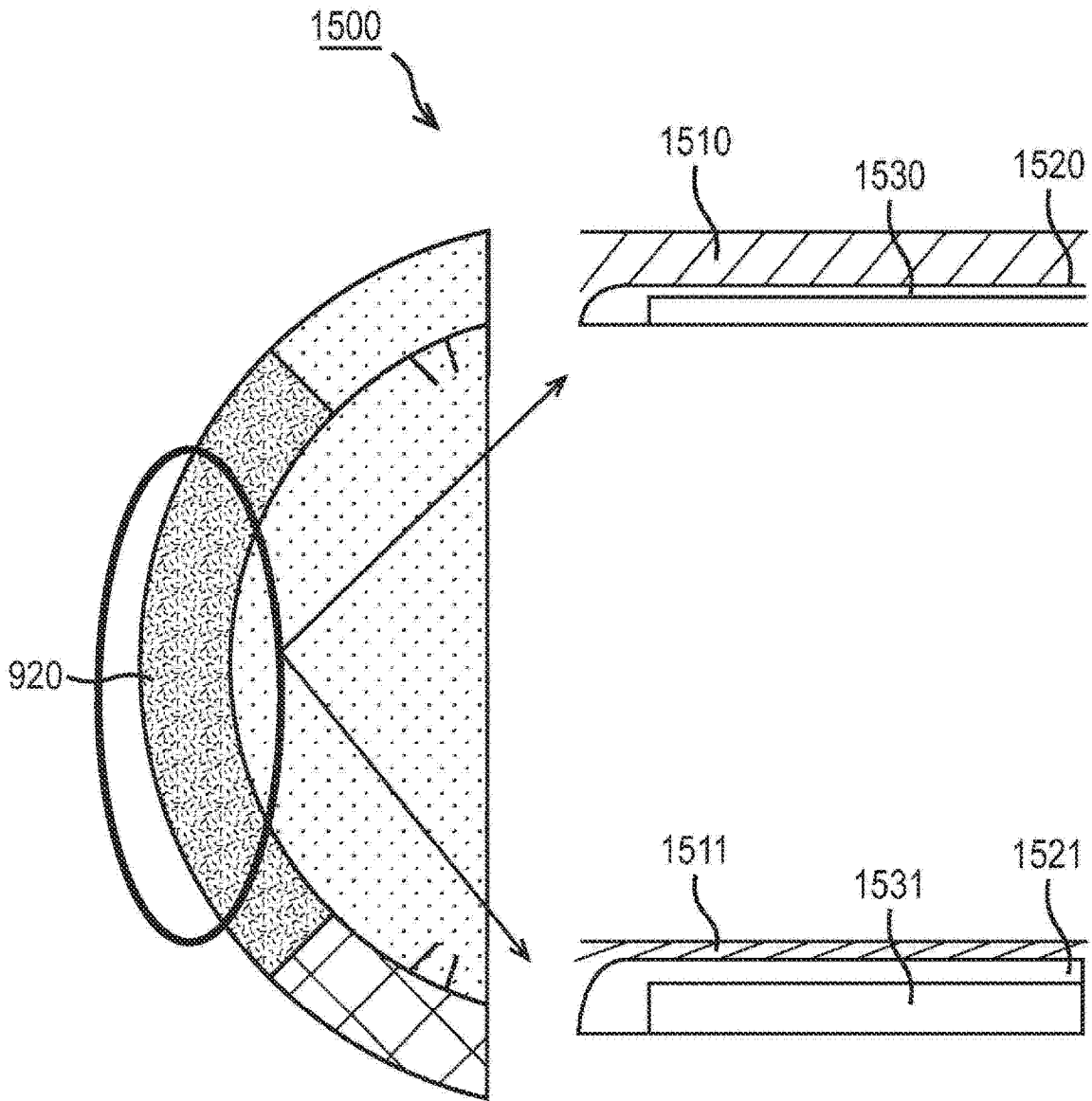


图 15