



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104620141 A

(43) 申请公布日 2015. 05. 13

(21) 申请号 201380047635. 0

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2013. 07. 12

G02B 3/14(2006. 01)

A61B 1/06(2006. 01)

(30) 优先权数据

13/549, 078 2012. 07. 13 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015. 03. 12

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2013/050339 2013. 07. 12

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/012036 EN 2014. 01. 16

(71) 申请人 阿德伦丝必康公司

地址 美国佛罗里达州

(72) 发明人 阿米塔瓦·古普塔 尔本·肖纳勒

(74) 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理

有限责任公司 11258

代理人 鲁异

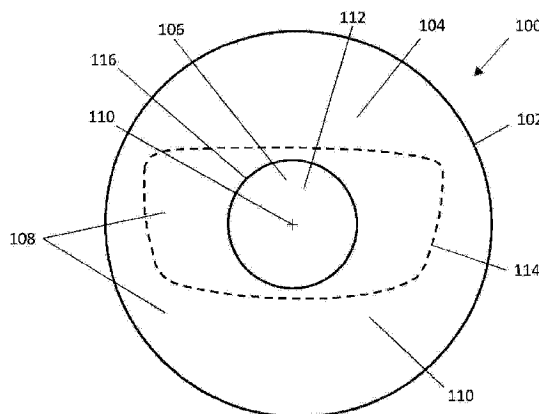
权利要求书2页 说明书10页 附图11页

(54) 发明名称

流体透镜、透镜坯件及其制造方法

(57) 摘要

一种用于流体透镜的透镜坯件,包括:刚性透镜和附接到该刚性透镜的半柔性膨胀膜。该透镜坯件分为空腔区和结合区。该空腔区从该透镜坯件的中央区径向向外延伸,并且在该空腔区内并在该膜和该刚性透镜之间形成有空腔。该结合区从该空腔区径向向外延伸,并且该膜横跨该结合区被结合到该刚性透镜并被流体密封到该刚性透镜。所述结合区被规格化以被切边来容纳多个框架形状和大小。还提供了透镜坯件的制造方法。还提供了透镜坯件阵列和流体透镜阵列。



1. 一种用于流体透镜的透镜坯件,所述透镜坯件包括:
刚性透镜;以及
附接到所述刚性透镜的半柔性膨胀膜,
其中,所述透镜坯件被分为至少两个区,所述区包括:
空腔区,其从所述透镜坯件的中央区径向向外延伸,在所述空腔区内并在所述膜和所述刚性透镜之间形成空腔,以及
结合区,其从所述空腔区径向向外延伸,其中,所述膜横跨所述结合区被结合到所述刚性透镜并被流体密封到所述刚性透镜,
其中,所述结合区被规格化以被切边来容纳多个框架形状和大小。
2. 根据权利要求 1 所述的透镜坯件,其中,所述多个框架性状和大小包括宽度在约 20mm 到约 60mm 范围内且高度在约 10mm 到约 30mm 范围内的每个框架性状和大小。
3. 根据权利要求 1 所述的透镜坯件,其中,所述透镜坯件被分为至少三个区,第三个区包括:
从所述膜的外周边缘向所述刚性透镜的外周边缘径向向外延伸的外部区。
4. 根据权利要求 1 所述的透镜坯件,其中,所述膜被直接密封到所述刚性透镜。
5. 根据权利要求 1 所述的透镜坯件,
其中,所述空腔区被再次分为非球面性子区和球面性子区,所述非球面性子区从所述空腔区的中央区径向向外延伸,所述球面性子区从所述非球面性子区向所述结合区径向向外延伸,
其中,所述刚性透镜在所述非球面性子区内的曲率为非球面性,所述刚性透镜在所述球面性子区内的曲率为球面性,以及
其中,所述膜在所述非球面性子区内的厚度被轮廓化使得该轮廓对所述刚性透镜在所述非球面性子区内的非球面性进行补偿。
6. 根据权利要求 5 所述的透镜坯件,其中,所述非球面性子区呈椭圆形。
7. 根据权利要求 1 所述的透镜坯件,其中,所述结合区的内周边缘呈椭圆形。
8. 根据权利要求 1 所述的透镜坯件,其中,所述空腔区的光学倍率在收缩状态下的约 -1.0D 到膨胀状态下的约 +1.0D 的范围内。
9. 根据权利要求 1 所述的透镜坯件,其中,变化部分的光学倍率在收缩状态下的约 +0.25D 到膨胀状态下的约 +4.0D 的范围内。
10. 根据权利要求 1 所述的透镜坯件,其中,所述刚性透镜的折射率和所述膜的折射率之间的区别不大于 0.01 个单位。
11. 根据权利要求 1 所述的透镜坯件,其中,所述空腔至少部分地填充有包含至少一种光致变色添加剂的流体。
12. 根据权利要求 1 所述的透镜坯件,其中,所述透镜坯件还包括:
形成在所述刚性透镜内的通道,其中,所述通道被构造为允许流体进入或离开所述空腔以使所述膜膨胀或收缩。
13. 根据权利要求 1 所述的透镜坯件,其中,所述透镜坯件还包括:
布置在所述膜和所述刚性透镜之间的管,其中,所述管被构造为允许流体进入或离开所述空腔以使所述膜膨胀或收缩。

14. 根据权利要求 1 所述的透镜坯件,其中,所述膜经由粘结剂结合到所述刚性透镜。

15. 根据权利要求 14 所述的透镜坯件,其中,所述粘结剂的折射率和所述刚性透镜的折射率之间的区别不大于 0.01 个单位。

16. 根据权利要求 14 所述的透镜坯件,其中,所述粘结剂的折射率和所述膜的折射率之间的区别不大于 0.01 个单位。

17. 根据权利要求 14 所述的透镜坯件,其中,所述粘结剂的折射率和配置在所述空腔内的流体的折射率之间的区别不大于 0.01 个单位。

18. 一种从透镜坯件制造流体透镜的方法,所述透镜坯件包括半柔性膨胀膜和刚性透镜,所述方法包括:

将所述膜的一部分结合到所述刚性透镜,使得所述膜的结合区被流体密封到所述刚性透镜,其中,所述结合区被规格化以被切边来容纳多个框架形状和大小;以及

对所述透镜坯件进行切边以形成切边透镜。

19. 根据权利要求 18 所述的方法,还包括:

在所述刚性透镜内形成通道,其中,所述通道被构造为允许流体进入或离开空腔以使所述膜膨胀或收缩。

20. 根据权利要求 18 所述的方法,还包括:

在将所述膜结合到所述刚性透镜之前在所述膜和刚性透镜之间放置管,其中,所述管被构造为允许流体进入或离开空腔以使所述膜膨胀或收缩。

21. 一种透镜阵列,所述阵列包括:

根据权利要求 1 所述的多个透镜坯件。

22. 根据权利要求 21 所述的透镜坯件阵列,其中,多个刚性透镜由单片材料形成。

23. 根据权利要求 21 所述的透镜坯件的阵列,其中,多个透镜坯件中的一者或多者相对于所述阵列内的其他透镜坯件中的一者或多者具有不同的光学性能。

24. 一种流体透镜阵列,所述阵列包括:

多个流体透镜,所述流体透镜包括:

刚性透镜;以及

附接到所述刚性透镜的半柔性膨胀膜,

其中,所述流体透镜被分为至少两个区,所述区包括:

空腔区,其从所述透镜坯件的中央区径向向外延伸,在所述腔区内并在所述膜和所述刚性透镜之间形成空腔,以及

结合区,其从所述空腔区径向向外延伸,其中,所述膜横贯所述结合区被结合到所述刚性透镜并被流体密封到所述刚性透镜,

其中,所述结合区被规格化以被切边来容纳多个框架形状和大小。

25. 根据权利要求 24 所述的阵列,其中,所述多个流体透镜中的一者或多者经过形成在所述流体透镜之间的流体通道流体连接到所述阵列内的其他透镜坯件中的一者或多者。

26. 根据权利要求 24 所述的阵列,其中,所述流体透镜中的一者或多者包括可控制来流体密封流体通道中的一者或多者的阀。

流体透镜、透镜坯件及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明实施例涉及用于流体透镜的透镜坯件及流体透镜的制造方法。

背景技术

[0002] 自大约 1958 年起,基本的流体透镜就已经被人们所知,正如 Swart 的美国专利 US 2,836,101 中所描述的,在此通过引用将其整体内容结合到本说明书中。可以在 Lab Chip 的 Tang 等人所著的“Dynamically Reconfigurable Fluid Cladding Lens in a Microfluidic Channel”第 8 卷第 395 页以及 WIPO 公布 W02008/063442 中发现更多的近期示例,在此通过引用将它们每一个的整体内容结合到本说明书中。流体透镜的这些应用涉及光子学、数字电话和相机技术以及微电子学。

[0003] 已经提出了将流体透镜用于眼科应用(参见,例如 Silver 的美国专利 US 7,085,065,在此通过引用将其整体内容结合到本说明书中)。流体透镜中的倍率调节已通过例如通过电润湿(electrowetting)、应用超声脉冲将流体注入到透镜空腔中,以及在引入膨胀剂(例如水)后利用交联聚合物中的膨胀力来实现。

发明内容

[0004] 在一些实施例中,用于流体透镜的透镜坯件包括:刚性透镜和附接到所述刚性透镜的半柔性膨胀膜。所述透镜坯件被分为空腔区和结合区。所述空腔区从所述透镜坯件的中央区径向向外延伸,在所述空腔区内并在所述膜和所述刚性透镜之间形成空腔。所述结合区从所述空腔区径向向外延伸,并且所述膜横贯所述结合区被结合到所述刚性透镜并被流体密封到所述刚性透镜。所述结合区被规格化以被切边来容纳多个框架形状和大小。

[0005] 在一些实施例中,流体透镜组件的制造方法包括将膜的一部分结合到刚性透镜,使得所述膜的结合区被流体密封到所述刚性透镜。所述结合区被规格化为使得所述透镜坯件可被切边以形成具有结合环区的切边透镜,该结合环区具有与任何普通眼镜片大小对应的宽度和高度。该方法还包括对所述透镜坯件进行切边以形成具有结合环区的修整透镜,该结合环区具有与任何普通眼镜片大小对应的宽度和高度。

[0006] 在一些实施例中,可以实现用于普通眼镜片大小和形状 of 的独立框架设计。在一些情况中,这种独立框架设计能够在流体透镜中使用库存单元(SKU)数量减少的部件。例如,在一些实施例中,用于每个部件的单个 SKU 可以用于左右透镜和右眼透镜两者。

[0007] 在一些实施例中,流体透镜阵列包括多个流体透镜,每个流体透镜包括刚性透镜和附接到所述刚性透镜的半柔性膨胀膜。所述流体透镜被分为至少两个区,所述区包括空腔区和结合区,所述空腔区从所述流体透镜的中央区径向向外延伸,在所述空腔区内并在所述膜和所述刚性透镜之间形成空腔,结合区从所述空腔区径向向外延伸。所述膜横贯所述结合区被结合到所述刚性透镜并被流体密封到所述刚性透镜。所述多个透镜坯件中的一者或多者被流体连接到所述阵列内的其他流体透镜中的一者或多者。

[0008] 本说明书会参照附图来详细描述本发明的某些实施例、特征和优势以及本发明不

同实施例的结构和操作。

附图说明

[0009] 附图结合在本说明书中并且形成了说明书的一部分,阐释了本发明的实施例,并且还和说明书一起解释了本发明实施例的原则并且使本领域技术人员能够做出和使用本发明的实施例。

[0010] 图 1 示出了根据实施例的透镜坯件的主视图。

[0011] 图 2 示出了根据实施例的眼镜透镜的主视图。

[0012] 图 3 示出了根据实施例的透镜坯件的主视图。

[0013] 图 4 示出了根据实施例的透镜坯件的主视图。

[0014] 图 5 示出了根据实施例的透镜坯件一部分的截面图。

[0015] 图 6 示出了根据实施例的透镜坯件的主视图。

[0016] 图 7 示出了根据实施例的透镜坯件的主视图。

[0017] 图 8 示出了根据实施例的透镜坯件的主视图。

[0018] 图 9 示出了根据实施例的透镜坯件的主视图。

[0019] 图 10 示出了根据实施例的用于流体透镜的制造方法的流程图。

[0020] 图 11 示出了根据实施例的用于流体透镜的制造方法的流程图。

[0021] 图 12 示出了根据实施例的用于流体透镜的制造方法的流程图。

[0022] 图 13 示出了添加有尺寸标注的图 2 的眼镜透镜的主视图。

[0023] 图 14 示出了添加有尺寸标注的图 4 的透镜坯件的主视图。

[0024] 图 15 示出了根据实施例的透镜坯件阵列的主视图。

[0025] 图 16 示出了根据实施例的流体透镜阵列的主视图。

[0026] 将参照附图来描述本发明。

具体实施方式

[0027] 尽管讨论了具体的构造和配置,但是应当理解,这样做仅仅是为了便于阐述。本领域技术人员将理解,在不脱离本发明的实质和范围的情况下可以使用其他构造和配置。本发明还可以用于各种其他应用中,这对本领域技术人员来说是很显然的。

[0028] 注意,说明书中对“一个实施例”、“实施例”、“示例性实施例”等等的提及,表明所描述的实施例可包括特定的特征、结构或特性,但是每个实施例可不必包括该特定的特征、结构或特性。而且,这种词语可以不指代相同的实施例。此外,当特定的特征、结构或特性与实施例联系在一起被描述时,本领域技术人员应明白,不管是否明确描述,该特征、结构或特性都可以与其他实施例相联系。

[0029] 图 1 示出了透镜坯件 100 的主视图。透镜坯件 100 包括刚性透镜 102 和附接到刚性透镜 102 的半柔性膨胀膜 104。当透镜坯件 100 被供应有介质流体 (intervening fluid) 时,其可以用作流体透镜。例如,术语“流体透镜”可以描述由流体层和含该流体的表面 (例如刚性透镜 102 和膜 104) 所形成的光学透镜。在一些实施例中,这种流体透镜可以借助流体的静压来使膜 104 的曲率发生变化,从而可改变流体透镜的光学倍率 (optical power)。

[0030] 刚性透镜 102 可以由玻璃、塑料或其他合适材料制成。其他合适材料包括,例如且

不限于, Diethylglycol 烯丙基碳酸盐 (DEG-BAC)、聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA) 和专用聚脲合成物 (商品名称 TRIVEX (PPG))。透镜可以由抗冲击聚合物制成并且可以具有抗划伤涂层或抗反射涂层。

[0031] 在一些实施例中, 刚性透镜 102 可以以具有基线和固定光学倍率的单光镜 (single vision lens) 的形式存在。刚性透镜 102 可以根据需要具有正、负或零固定光学倍率。在一些实施例中, 刚性透镜 102 的固定光学倍率在约 -1D 到 +1D 的范围内。在一些实施例中, 刚性透镜 102 的前表面的曲率可以与刚性透镜 102 的后表面的曲率相同, 这可导致光学倍率大致为零。在一些实施例中, 刚性透镜 102 可呈凸形、凹形、球面性和 / 或非球面性。在一些实施例中, 刚性透镜 102 可以包括对其前表面和后表面的补偿以在预定膨胀水平处提供期望的光学倍率。刚性透镜 102 的补偿能够, 例如, 基于膜 104 的几何形状、期望的膨胀水平, 两者结合或其他合适因素等来设计。刚性透镜 102 可以具有在约 55mm 到约 95mm 的范围内的直径。在一些实施例中, 刚性透镜 102 的直径可以在约 60mm 到约 90mm 的范围内。

[0032] 膜 104 可以由半柔性、透明、防水材料制成, 例如且不限于, 轻弹性聚烯烃、聚炔、聚环烯烃、聚醚、聚酯、聚酰亚胺和聚亚安酯, 例如, 聚偏氟乙烯或二氯化物膜。适合用作膜材料的其他聚合物包括, 例如且不限于, 聚砜、聚氨酯、聚硫氨酯、聚对苯二甲酸乙酯、环烯和脂族或脂环族聚醚的聚合物。膜 104 可以由防水的生物兼容性材料制成, 例如脂环族炔。在一些实施例中, 膜 104 的厚度可以在约 10 微米到 2.0 毫米的范围内。在流体透镜中使用的流体可以是无色流体, 例如空气或蒸馏水。在一些实施例中, 取决于应用, 流体是有色的。可以使用的流体的一个例子是由密歇根的 Dow Corning of Midland 制造的, 名字为“扩散泵油”, 一般也被称为“硅酮油”。在一些实施例中, 流体可以是具有与透镜材料相匹配的折射率的脂肪族聚硅氧烷。在一些实施例中, 流体包括至少一种光致变色添加剂。

[0033] 透镜坯件 100 被分为空腔区 106 和结合区 108。在某些实施例中, 空腔区 106 从透镜坯件 100 的中央区 110 径向向外延伸。中央区 110 在图 1 中被示为位于透镜坯件 100 的正中央。在一些实施例中, 中央区 110 可位于偏离透镜坯件 100 正中央的期望位置处。在空腔区 106 内, 空腔形成在膜 104 和刚性透镜 102 之间。该空腔被构造为至少部分地填充流体。当空腔填充有流体时, 流体透镜的光学倍率由光学表面的表面形貌及其间隔以及流体透镜光学部件的折射率的结合来确定, 由刚性透镜的两个表面、流体的两个表面和膜的两个表面来表示。当空腔中的流体体积改变时, 膜 104 可以膨胀或收缩。该膨胀可以用来改变流体透镜的光学倍率。在一些实施例中, 流体透镜的倍率变化与其所影响的膨胀水平之间存在正比例关系。

[0034] 在一些实施例中, 结合区 108 从空腔区 106 径向向外延伸。在一些实施例中, 结合区 108 延伸至刚性透镜 106 的周围边缘。在一些实施例中, 结合区 108 没有延伸至刚性透镜 102 的周围边缘。在一些实施例中, 膜 104 延伸越过透镜 102 并且悬垂在刚性透镜 102 上。膜 104 与整个结合区 108 结合并且被流体密封到刚性透镜 102 上。在一些实施例中, 膜 104 被直接结合到刚性透镜 102 上。在一些实施例中, 材料层 (例如加强层) 被夹在膜 104 和刚性透镜 102 之间。在一些实施例中, 该结合在膜 104 和刚性透镜 102 之间提供了密封, 该密封为空腔中的流体提供了环境强扩散屏障。膜 104 可经由各种方法结合到刚性透镜 102。在一些实施例中, 通过热封将膜 104 结合到刚性透镜 102。在一些实施例中, 通过

激光焊接将膜 104 结合到刚性透镜 102。在一些实施例中,通过粘结剂将膜 104 结合到刚性透镜 102。在不脱离本发明的实质和范围下还可以使用其他结合选择。

[0035] 在使用粘结剂将膜 104 结合到刚性透镜 102 的一些实施例中,粘结剂是与膜 104、流体以及刚性透镜 102 指数匹配(index-matched)。例如,在一些实施例中,刚性透镜、膜以及流体的折射率至少等于三个明显数字,例如一个或多个波长(例如 550nm)的 0.002 个单位。在一些实施例中,在 550nm 处所测量的各个部件的每一者的折射率在约 1.47 到约 1.78 的范围内。在一些实施例中,在 550nm 处所测量的各个部件的每一者的折射率约 1.52 到约 1.70 的范围内。在一些实施例中,粘结剂的折射率与刚性透镜 102 的折射率的区别不大于约 0.05 个单位。在一些实施例中,粘结剂的折射率与膜 104 的折射率的区别不大于约 0.05 个单位。在一些实施例中,粘结剂的折射率与流体的折射率的区别不大于约 0.05 个单位。在一些实施例中,膜 104 的折射率、流体的折射率、刚性透镜 102 的折射率与粘结剂的折射率的区别不大于约 0.05 个单位。

[0036] 在一些实施例中,结合区 108 呈环形,例如圆环或椭圆环。在一些实施例中,结合区 108 可以呈期望的非几何环形。结合区 108 被规格化为具有结合环区,该结合环区具有与任何普通镜片尺寸相对应的宽度和高度。普通镜片形状的一个例子如虚线轮廓 114 所示。其他普通镜片形状可以包括,例如,圆形、椭圆形、具有圆角的矩形,或不规则形状。在结合区 108 呈环形的一些实施例中,环的宽度可以在约 18mm 到约 40mm 的范围内。在一些实施例中,环的宽度可以沿透镜的表面发生变化。在一些实施例中,普通镜片形状可以容纳宽度在约 6mm 到约 24mm 范围内的结合区 108。在一些实施例中,普通镜片形状可以容纳宽度在约 6mm 到约 18mm 范围内的结合区 108。在一些实施例中,普通镜框的尺寸“A”(鼻-颞尺寸)的范围可以容纳宽度在约 26mm 到约 48mm 范围内的结合区 108。在一些实施例中,普通镜框的“B”尺寸(竖直尺寸)的范围可以容纳宽度在约 18mm 到约 30mm 范围内的结合区 108。在一些实施例中,可被容纳的瞳孔间距离的范围在约 45mm 到约 75mm 范围内。

[0037] 结合区 108 的内周边缘 116 可以呈圆形。在一些实施例中,内周边缘 116 可以呈椭圆形、矩形或不规则图案。在一些实施例中,结合区 108 被规格化以形成环,该环可被切边以形成更小的结合环,该结合环具有在约 25mm 到约 48mm 范围内的任何外环宽度和在约 18mm 到约 30mm 范围内的任何外环高度。

[0038] 图 2 示出了以切边透镜 120 的形式存在的眼镜片 118 的主视图。切边透镜 120 是通过将透镜坯件 100 切成一般眼镜片形状和尺寸的制造操作来形成的。透镜坯件 100 可通过任何合适的切割和/或加工方法(例如,通过玻璃切割、锯、钻、剪刀、刀、激光、等离子切割机或水射流切割机)来切边。由于切边透镜 120 仅仅是从结合区 108 内的透镜坯件 100 切边而来,所以切边透镜 120 会导致切边刚性透镜 122 和连接到切边刚性透镜 122 的切边膜 124。和透镜坯件 100 一样,切边透镜 120 分为空腔区 106 和切边结合区 126。空腔区 106 和透镜坯件 100 上的空腔区 106 的大小和形状都相同。切边结合区 126 延伸到切边刚性透镜 122 的周围边缘。和透镜坯件 100 上的结合区 108 一样,切边膜 124 与整个切边结合区 126 结合并且被流体密封到切边刚性透镜 122。该结构将流体密封在切边膜 124 和切边刚性透镜 122 之间,从而防止流体从空腔区 106 泄露出去。

[0039] 在切边透镜 120 中,流体透镜的光学倍率包括与空腔区 106 对应的变化部分和与切边结合区 126 对应的固定部分。在一些实施例中,切边膜 124 是透明的并且不提供基本的

光学倍率。在一些实施例中,固定部分的光学倍率仅仅由切边刚性透镜 122 提供。在一些实施例中,变化部分的光学倍率由切边刚性透镜 122 和空腔共同提供。在一些实施例中,变化部分的光学倍率在收缩状态下的约 -1.0D 到膨胀状态下的约 $+1.0\text{D}$ 的范围内。在一些实施例中,变化部分的光学倍率在收缩状态下约 $+0.25\text{D}$ 到膨胀状态下约 $+4.0\text{D}$ 的范围内。在一些实施例中,变化部分的光学倍率在收缩状态下的约 -12.0D 到膨胀状态下的约 $+12.0\text{D}$ 的范围内。

[0040] 图 13 示出了添加有尺寸标注“A”和“B”的示例性切边透镜的主视图。尺寸“A”表示切边透镜的宽度。该尺寸的合适数值包括但不限于约 30mm 到约 60mm 范围内的数值。尺寸“B”表示切边透镜的高度。该尺寸的合适数值包括但不限于约 20mm 到约 40mm 范围内的数值。

[0041] 图 3 示出了根据实施例的透镜坯件 128 的主视图。在该实施例中,膜 136 没有延伸到刚性透镜 138 的外周边缘。这是可能发生的,原因在于在透镜坯件制造过程中,膜可以不与刚性透镜具有完全相同的大小和尺寸,或者可以不与刚性透镜完全对准。在一些实施例中,期望膜与刚性透镜相比,具有不同的尺寸、形状和/或对准。该构造将透镜坯件 128 分为三个区——空腔区 130、结合区 132 和外部区 134。在一些实施例中,空腔区 130 和结合区 132 与图 1 中的相应区类似。外部区 134 从膜 136 的外周边缘向刚性透镜 138 的外周边缘径向向外延伸。在一些实施例中,外部区仅包括刚性透镜 138。在一些实施例中,外部区 134 沿刚性透镜 138 的表面具有约 2mm 到约 10mm 的宽度。在一些实施例中,外部区 134 沿刚性透镜 138 的表面具有约 3mm 到约 6mm 的宽度。

[0042] 图 4 示出了根据实施例的透镜坯件 140 的主视图。和图 1 中透镜坯件 100 一样,透镜 140 分为空腔区和结合区。透镜坯件 140 的空腔区 142 被再次分为非球面性子区 144 和球面性子区 148,非球面性子区 144 从空腔区 142 的中央区 146 径向向外延伸,球面性子区 148 从非球面性子区 144 向结合区 150 径向向外延伸。刚性透镜 152 在非球面性子区 144 内的曲率为非球面性,刚性透镜 152 在球面性子区 148 内的曲率为球面性。非球面性子区 144 呈圆形。在其他实施例中,非球面性子区 144 呈椭圆形、矩形或非几何形。在一些实施例中,球面性子区 148 可用作为混合区,其利用膜 154 的膨胀提供从非球面性子区 144 的边缘到结合区 150 的连续混合曲率。

[0043] 在一些实施例中,膜 154 在非球面性子区 144 内的厚度被轮廓化以补偿刚性透镜 152 在非球面性子区 144 内的非球面性。在一些实施例中,术语“轮廓化”可以表示机械尺寸(例如厚度)、机械性能(例如偏差)或光学性能(例如在 x, y 平面内的象散(astigmatism)或倍率)的变化。在一些实施例中,被轮廓化的厚度可以调节整个表面区域上的膨胀程度,以向流体透镜的固定外周提供内周边缘 156,其中流体透镜的固定外周由期望的框架几何形状来限定。在一些实施例中,该轮廓在膜 154 既处于膨胀状态下又处于收缩状态下时补偿刚性透镜 152 的非球面性。在一些实施例中,该轮廓仅仅在膜 154 处于膨胀状态下或收缩状态下时补偿刚性透镜 152 的非球面性。

[0044] 在一些实施例中,非球面性子区 144 的面积在 100mm^2 到 600mm^2 的范围内。在一些实施例中,非球面性子区 144 的面积在 180mm^2 到 450mm^2 的范围内。在一些实施例中,非球面性子区 144 呈连续的凸面多边形,例如椭圆形或圆形。在一些实施例中,非球面性子区 144 可以呈期望的不规则形状。在一些非球面性子区 144 呈椭圆形的实施例中,椭圆可以

具有在约 0.95 到约 0.50 范围内的离心率。在一些实施例中,椭圆可以具有在约 0.95 到约 0.65 范围内的离心率。

[0045] 在一些实施例中,非球面性子区 144 的竖直尺寸基于瞳孔的潜在竖直运动来确定。例如,非球面性子区的竖直尺寸能够基于当人向前直视时人眼沿眼睛的瞳孔路径的主子午线的凝视点来确定。在一些实施例中,竖直尺寸可以是约 25mm。在一些实施例中,竖直尺寸可以在约 18mm 到约 24mm 的范围内。

[0046] 在一些实施例中,球面性子区 148 呈连续的凸面多边形,例如椭圆形或圆形。在一些实施例中,球面性子区 148 可以呈期望的不规则形状。在一些球面性子区 148 呈圆形的实施例中,圆具有在约 10mm 到约 30mm 的范围内的半径。在一些实施例中,圆具有在约 12mm 到约 24mm 的范围内的半径。

[0047] 图 14 示出了添加有尺寸标注“C”至“H”的示例性透镜坯件的主视图。

[0048] 尺寸“C”表示透镜坯件的直径。适合该尺寸的数值包括但不限于在约 60mm 到约 95mm 范围内的数值。

[0049] 尺寸“D”表示透镜坯件的高度。适合该尺寸的数值包括但不限于在约 10mm 到约 30mm 范围内的数值。

[0050] 尺寸“E”表示空腔区的宽度。适合该尺寸的数值包括但不限于在约 20mm 到约 40mm 范围内的数值。

[0051] 尺寸“F”表示膜与透镜坯件边缘之间的宽度。适合该尺寸的数值包括但不限于在约 1mm 到约 30mm 范围内的数值。

[0052] 尺寸“G”确定非球面性子区的高度。适合该尺寸的数值包括但不限于在约 10mm 到约 20mm 范围内的数值。

[0053] 尺寸“H”表示非球面性子区的宽度。适合该尺寸的数值包括但不限于在约 12mm 到约 30mm 范围内的数值。

[0054] 图 5 示出了根据实施例的流体透镜 158 的截面图。正如美国申请 13/407,416(通过引用将其整体内容结合在本说明书中)中所描述的,膜 160 可被附接到刚性透镜 162 并且包括厚度区 164、铰链状部分 166 和中央盘区 168。在一些实施例中,中央盘区 168 可被构造为沿水平轴在用户的基本全视野上提供大于约 2.0D 的基本恒定球光焦度(spherical power)。例如,用户的全视野可以是以流体透镜 158 的光学中心为中心、沿水平轴的约 50mm。

[0055] 在一些实施例中,铰链状部分 166 可以在容纳膨胀膜 160 的非平面几何形状的同时仍然附接到刚性透镜 162。在一些实施例中,铰链状部分 166 可以促进膜 160 对应于目标倍率范围地完全膨胀,同时使传递到厚度区 164 的应力(该应力可能引起象散的产生)最小化。在一些实施例中,铰链状部分 166 允许下陷改变被“吸收”,而不在膜 160 的中央盘区 168 和厚区 310 中引起光学失真。在一些实施例中,使用铰链状部分(例如铰链状部分 166)可有效地隔离各个部分内的膜 160 的光学性能。具有高的纵横比(其被定义为宽度相对于厚度的比率)的铰链特别有效。

[0056] 在一些实施例中,厚度区 164 具有约 1mm 的厚度,中央盘区 168 具有约 0.225mm 的厚度。在一些实施例中,中央盘区 168 具有约 12mm 的直径,盘边缘具有约 23.2mm 的直径。铰链状部分 166 可形成在厚度区 164 和中央盘区 168 之间。在一些实施例中,流体透镜 158

可以提供在中央盘区 168 的中央与盘边缘之间的约 22° 的凝视角。在一些实施例中,流体透镜 158 可被构造为与大小约为 $55\text{mm}\times 25\text{mm}$ 的圆角矩形框架一起使用。该构造可以在中央盘区 168 提供可接受的光学性能,同时对框架边缘保持了可接受的性能。

[0057] 术语“中心光学区”可用来表示以与用户眼睛的位置相对应的光轴为中心的流体透镜中的观察区。在一些实施例中,光轴与普通或单独佩戴者的瞳孔中心对准。在一些实施例中,光学区约 15mm 宽(沿 x 轴),约 12mm 高(沿 y 轴),这对应于约 $\pm 15^\circ$ 的水平凝视角和约 $\pm 12^\circ$ 的竖直凝视角。

[0058] 在一些实施例中,膜 160 的中央盘区 168 具有约 0.9 的偏心率。也就是说,水平宽度比竖直宽度大 1.11 倍。该设计将对应于铰链状部分 360 的过渡区的位置推动到在水平方向上更大的凝视角,这对于视觉宽度和水平眼部移动施加更小的限制。在一些实施例中,竖直截面厚度约为 0.200mm ,宽度约为 3.7mm ,长宽比约为 1 : 18.5。在一些实施例中,水平截面厚度约为 0.2mm ,相应的宽度约为 1.45mm ,长宽比约为 1 : 7。

[0059] 其他设计参数中的铰链宽度可以根据需要调节。例如,在一些实施例中,沿 Y- 轴的较宽铰链与沿水平轴地较薄铰链的结合可以用于减小膨胀所引起的象散。在一些实施例中,宽度可在约 0.1mm 到约 2.5mm 的范围内。在一些实施例中,铰链状部分 166 的厚度在约 0.01mm 到约 0.25mm 的范围内。在一些实施例中,铰链状部分的厚度在约 0.07mm 到约 0.20mm 的范围内。对于可用于近距离视觉的凝视角(例如,从约 0° 到约 15°),该构造将会提供目标图像质量(例如,在约 10 微米的视网膜处具有模糊圈,对应于约 0.5D 的象散或约为等价 0.25D 的图像模糊)。

[0060] 本说明书所描述的一些实施例示出了沿水平轴具有相对稳定水平的球光焦度(spherical power)和象散,以及沿垂直轴具有范围相对较短的球光焦度和象散。作为一个示例,透镜可被构造为使得球光焦度在距光学中心约 10mm (\pm 约 5mm) 上的变化小于约 0.25D 。作为一个示例,透镜可被构造为使得球光焦度在距光学中心约 20mm (\pm 约 10mm) 上的变化小于约 0.25D 。在一些实施例中,沿垂直轴的球光焦度和 / 或象散与沿水平轴的球光焦度和 / 或象散相比,可以具有相同或更大的范围。光学性能的一个测量值可以是沿水平轴所引起的象散的大小。在一些实施例中,所引起的象散可以在沿水平轴距光学中心至少约 10mm (\pm 约 5mm) 处,在一些实施例中,距光学中心约 20mm (\pm 约 10mm) 处小于约 0.5D 。

[0061] 图 6- 图 8 示出透镜坯件的替换性实施例。图 6 示出了根据实施例的透镜坯件 170 的主视图,其中非球面性子区 172 呈椭圆形且球面性子区 174 呈圆形。图 7 示出了根据实施例的透镜坯件 176 的主视图,其中非球面性子区 178 和球面性子区 180 两者均呈椭圆形。图 8 示出了根据实施例的透镜坯件 182 的主视图,其中结合区 188 的内周边缘 184 和外周边缘 186 两者均呈具有圆角的矩形。

[0062] 图 9 示出了根据实施例的透镜坯件 190 的主视图。透镜坯件 190 包括形成在刚性透镜 194 内的通道 192。在一些实施例中,通道 192 可以允许进入到空腔以交换空腔和含有多余流体的容器之间的流体,以改变空腔内的流体静压。在一些实施例中,通道 192 被构造为允许流体进入或离开空腔以使膜 198 膨胀或收缩。在一些实施例中,通道 192 经由连接管连接到容器。在一些实施例中,流体透镜、通道、连接管和容器共同形成密封单元。

[0063] 在一些实施例中,可对容器进行压缩以经由连接管和 / 或通道将流体推到流体透

镜内。在一些实施例中,可经由活塞冲击隔板来压缩容器以增加容器内的压力。在一些实施例中,经由测径尺来压缩容器。可以使用其他合适的构造。例如,Gupta 的美国专利为 US 8,087,778 中公开了一个或多个合适的构造,在此通过引用将其整体内容结合到本说明书中。

[0064] 容器可被包含到镜腿件中、镜框中或其他期望位置处。容器可以由弹性、透明、防水材料制成。例如且不限于,容器可以由威明顿的 DuPont Performance Elastomers LLC 提供的 Polyvinylidene Difluoride、德国 DSG-CANUSA of Meckenheim 制造的 DERAY-KYF 190(柔性)、宾夕法尼亚的 Tyco Electronics 公司(原 Raychem 公司)制造的 RW-175(半刚性)或其他适合材料制造。美国专利 US 2011-0102735 中描述了容器的附加实施例,在此通过引用将其整体内容结合到本说明书中

[0065] 此外,或另外,透镜坯件 190 可以包括放置在膜 198 和刚性透镜 194 之间的管 200。根据需要,管 200 可以是基本刚性的或基本柔性的。在一些实施例中,管 200 由与容器材料相同的材料制成。在一些实施例中,管 200 由一种或多种材料制成,例如 TYGON(聚氯乙烯)、PVDF(聚偏氟乙烯)和天然橡胶。例如,基于耐用性、渗透性和抗卷曲性,PVDF 是合适的。管 200 可以是透明的、半透明的或不透明的。在一些实施例中,管 200 具有与刚性透镜 194、膜 198 和流体中的一者或多者具有基本相同的折射率。和通道 192 一样,管 200 可以被构造为允许流体进入或离开空腔以使膜 198 膨胀或收缩。在实施例中,管 200 插入到通道 192 中。

[0066] 图 10 示出了根据实施例的、用于流体透镜组件的制造方法的流程 202。作为示例,仅参考了图 1 和图 2 中所示例的流体透镜部件。也就是说,该方法可用来制造本文所描述的或其他流体透镜。

[0067] 在步骤 204 中,将膜 104 的一部分结合到刚性透镜 102 使得膜 104 的结合区被流体密封到刚性透镜 102。可以使用任何合适的结合方法将膜 104 结合到刚性透镜。例如,如本文所述的,在一些实施例中,通过热封将膜 104 结合到刚性透镜 102。在一些实施例中,通过激光焊接将膜 104 结合到刚性透镜 102。在一些实施例中,通过粘结剂将膜 104 结合到刚性透镜 102。结合区被规格化为使得可对透镜坯件 100 进行切边以形成具有结合环区的切边透镜 120,该结合环区具有与任何普通眼镜片尺寸对应的宽度和高度。

[0068] 步骤 206 包括对透镜坯件 100 进行切边以形成具有结合环区的切边透镜 120,该结合环区具有与任何普通眼镜片尺寸对应的宽度和高度。如本文所述的,可以经由任何合适的切割和/或加工方法(例如,通过玻璃刀、锯、钻、剪刀、刀、激光、等离子切割机或水射流切割机)将透镜坯件 100 切成给定的眼镜片形状和大小。

[0069] 图 11 示出了示出了根据实施例的、用于流体透镜组件的制造方法的流程 208。作为示例,仅参考了图 9 中所示例的流体透镜部件。也就是说,该方法可用来制造本文所描述的或其他流体透镜。步骤 210 包括在刚性透镜 194 内形成通道 192。可以经由任何合适的加工方法(例如,通过玻璃刀、锯、钻、剪刀、刀、激光、等离子切割机或水射流切割机)形成通道 192。通道 192 被构造为允许流体进入或离开空腔以使膜 198 膨胀或收缩。在一些实施例中,流程 208 的步骤 204 和 206 将保持与本文所描述的图 10 中的流程 202 的步骤基本相同。

[0070] 图 12 示出了根据实施例的、用于流体透镜组件的制造方法的流程 212。作为示例,

仅参考了图 9 中所示例的流体透镜部件。也就是说,该方法可用来制造本文所描述的或其他流体透镜。步骤 214 包括在将膜 198 流体密封且结合到刚性透镜 194 之前,将管 200 放置在膜 198 与刚性透镜 194 之间。这可以,例如,通过在将膜 198 结合到刚性透镜 194 之前横跨刚性透镜 194 放置管 200 来实现。管 200 被构造为允许流体进入或离开空腔以使膜膨胀或收缩。在一些实施例中,流程 212 的步骤 204 和 206 将保持与本文所描述的图 10 中的流程 202 的步骤基本相同。

[0071] 图 15 示出了根据实施例的、包括多个透镜坯件 218 的阵列 216 (也可被称为“小透镜”)的主视图。透镜坯件 218 的每一者可以是本文所述的任何合适的透镜坯件。在一些实施例中,透镜坯件 218 可以从本文所描述的透镜坯件中的一者或多者修改而来,以实现期望的阵列形状或结构。阵列 216 包括以矩形配置的八行十列透镜坯件 218。在一些实施例中,阵列 216 包括更多或更少数目的行和 / 或列。在一些实施例中,阵列 216 呈期望的非矩形形状。阵列 216 可以由单个平面刚性透镜 220 (例如,本文所描述的流体透镜中的一者或多者)形成。在一些实施例中,阵列 216 包括多片刚性透镜材料。在一些实施例中,刚性透镜 220 包括一片或多片弯曲刚性材料。在一些实施例中,多个透镜坯件 218 中的一者或多者提供了与阵列 216 内的其他透镜坯件 218 中的一者或多者不同的光学性能。例如,多个透镜坯件 218 中的一者或多者可包括不同材料、厚度、曲率或其他性能。

[0072] 阵列 216 包括形成在刚性透镜 220 中的竖直通道 222 和水平通道 224。通道可以,例如,具有合适的深度和宽度,以便将阵列 216 分隔成单独的透镜坯件 218 或分隔成多个透镜坯件 218 的更小阵列。分隔方法可以包括本文所描述的任何合适的切割和 / 或加工方法,例如,通过玻璃刀、锯、钻、剪刀、刀、激光、等离子切割机或水射流切割机。在一些实施例中,通道是斜的或弯曲的。通道可以以一个或多个期望形状的形式存在。例如,通道可以呈矩形、三角形、圆形、椭圆形或非几何形状中一个或多个形状。在一些实施例中,阵列 216 不包括通道。在一些实施例中,阵列 216 包括在阵列 216 表面上或表面下的切割线以便分隔阵列 216 或用于其他期望的用途。

[0073] 图 16 示出了根据实施例的流体透镜 228 的阵列 226 的主视图。流体透镜 228 或期望的多个流体透镜 228 被分开并且被用在例如眼睛或微流体装置内。每个流体透镜 228 包括与本文所描述的其他合适流体透镜类似的空腔区 230 和结合区 232。空腔区 230 可以呈圆形。在一些实施例中,空腔区 230 中的一者或多者呈其他合适的形状,例如椭圆形。在一些实施例中,空腔区 230 形成有用于每个流体透镜 228 的表面凹凸 (例如,凹陷)。刚性盘 236 可以被构成或制造为与本文所描述的任何合适刚性透镜相类似。在一些实施例中,刚性盘 236 由合适的成型工具或插入件通过注射成型或浇铸成型液体聚合物而成。在一些实施例中,刚性盘 236 由平板加工而成。

[0074] 阵列 226 还包括将一个或多个流体透镜 228 流体连接到一个或多个额外流体透镜 228 的通道 234。在该实施例中,如图 16 所示,通道 234 沿水平方向将每个流体透镜 228 连接到与其相邻的两个流体透镜。在一些实施例中,一个或多个通道可以具有在约 20 微米到约 1 毫米范围内的宽度。通道可被构造为在一个或多个水平、竖直、对角线方向或根据需要的其他方向上连接相邻或不相邻的流体透镜。通道 234 可以通过例如激光划片 (laser scribing) 形成。在一些实施例中,通道 234 可以通过水喷射法形成。

[0075] 在图 16 所示的实施例中,几个流体透镜 228 包括位于一个或多个通道 234 内的阀

238。阀 238 是可控的以流体密封通道 234 中的一者或多者并且防止流体进入或离开特定的流体透镜 228。在一些实施例中，每个流体透镜 228 包括至少一个阀 238。在一些实施例中，阀 238 被构造为一旦空腔区 230 或通道 234 内达到了期望的状态，就自动地流体密封通道 234。例如，阀 238 可被构造为一旦空腔区 230 或通道 234 内达到了期望的流体压力、体积、温度或流速或保持了预定的时间长度，就自动地流体密封通道 234。

[0076] 在一些实施例中，阀 238 可操作地连接到流动控制器。流动控制器可以用于控制用于单个流体透镜 228 的流体流动或多个相邻或不相邻流体透镜 228 之间的流体流动。流动控制器可以通过电力操作。一个或多个流动控制器可以由一个或多个逻辑控制器访问的以单独调节每个流体透镜 228 内的流体流动。在一些实施例中，流体透镜 228 中的一者或多者内的流体流动的调节能够调节用于一个或多个流体透镜 228 的光学倍率。在一些实施例中，这种构造可以允许由多个小透镜 228 所形成的透镜阵列内的多个光学倍率。在一些实施例中，由多个小透镜 228 所形成的透镜阵列可以以具有两种不同光学倍率的双焦点眼镜的形式存在。

[0077] 在一些实施例中，阀并不用来控制多个流体透镜内的光学倍率。流体透镜 228 可被构造为基于材料或组件的材料性能或形状之间的差异，来使能阵列 226 内的不同光学倍率。例如，阵列 226 可以包括具有不同膜材料的流体透镜 228，该膜材料具有不同的膨胀特性、不同的刚性透镜曲率或不同的通道厚度，这些中的任何一者都可以影响阵列 226 内中的一者或多者流体透镜 228 的光学倍率。

[0078] 如图 16 所示，阵列 226 包括以矩形配置的八行十列流体透镜 228。在一些实施例中，阵列 226 包括更多或更少数目的行和 / 或列。在一些实施例中，阵列 226 可以包括形成在单个盘上的几百、几千或更多个流体透镜 228。在一些实施例中，阵列 226 包括 900 个流体透镜 228，且每个流体透镜 228 具有约 1mm^2 到 10mm^2 的面积。

[0079] 尽管上文已经描述了本发明的各种实施例，但是应当理解，这些实施例仅以示例而非限制的方式呈现。本领域技术人员应明白，在不脱离本发明的实质和范围内可以在形式和细节方面做出各种改变。因此，本发明的宽度和范围不应当受上述任何示例性实施例的限制，而是应当根据以下权利要求及其等同物来限定。

[0080] 本文所描述组件实施例中的每一构件的材料选择可由机械性能、温度敏感性、光学性能（例如，色散性）、可塑性能、以及本领域技术人员所熟知的任何其他因素的要求来告知。例如，所描述的各种组件的构件可以通过任何合适的方法（例如，金属注射成型（MIM）、浇筑、车削、塑料注射成型等等）来制造。组件可以是任何合适的形状，并且可以由塑料、金属或其他合适的材料制成。在一些实施例中，可以使用轻型材料，例如且不限于，高耐冲击塑料材料、铝、钛等等。在一些实施例中，一个或多个部件可以整体地或部分地由透明材料制成。

[0081] 此外，上文摘要的目的在于使美国专利与商标局、一般公众、尤其是不熟悉专利或法律术语或短语的科学家、工程师和本领域从业者能够通过粗略查看快速地确定本申请技术公开的性能和本质。该摘要并不意在以任何方式限制本发明的范围。

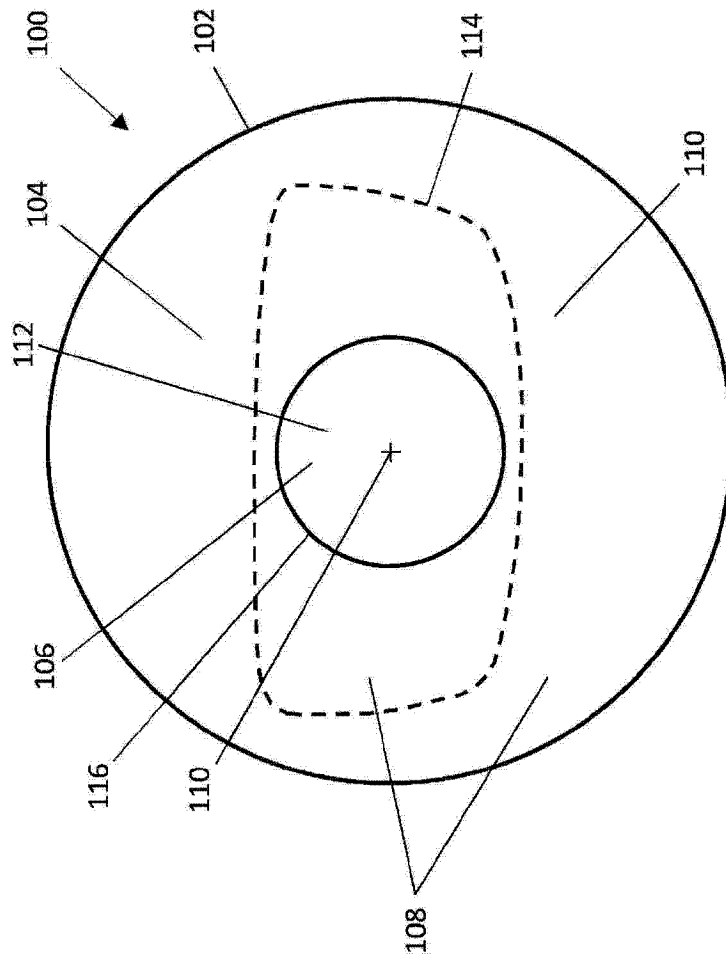


图 1

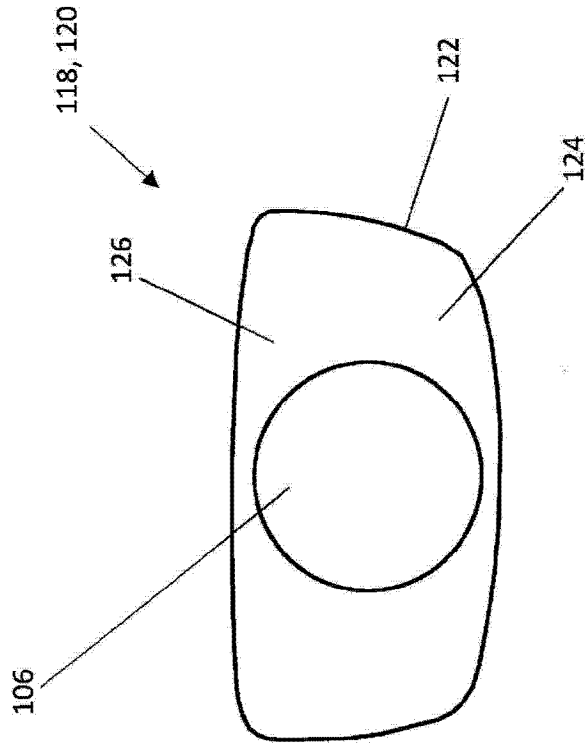


图 2

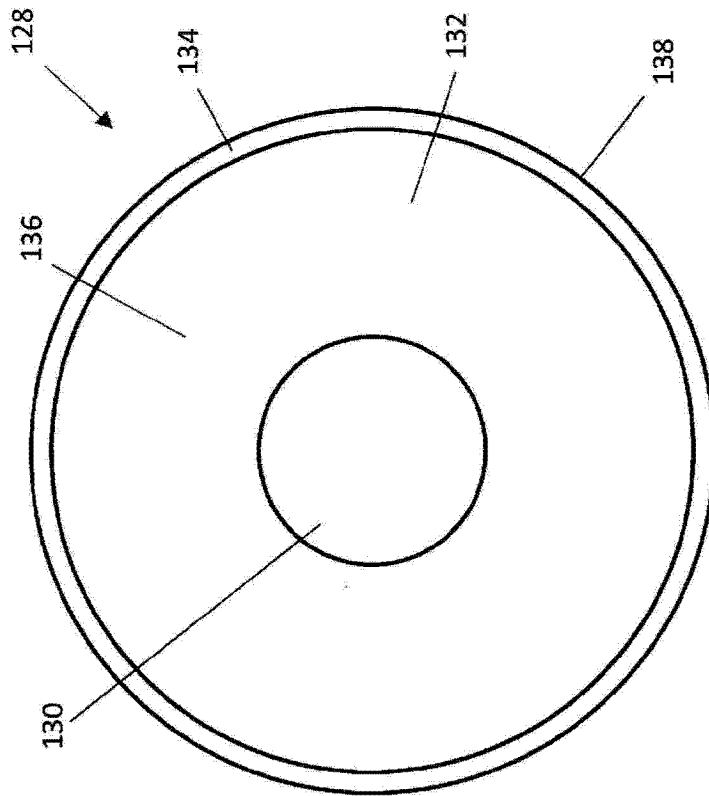


图 3

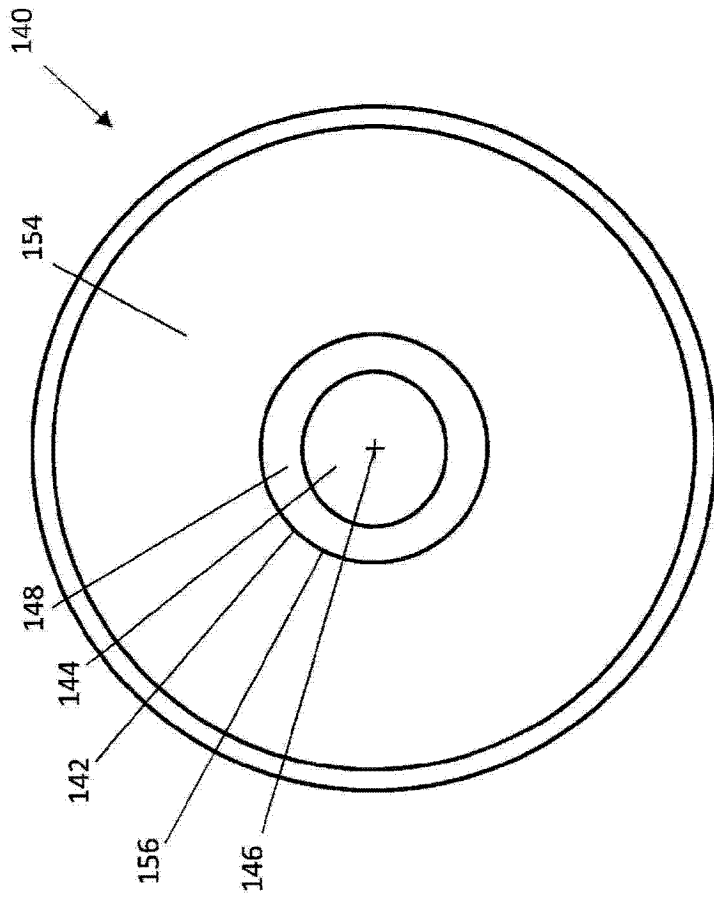


图 4

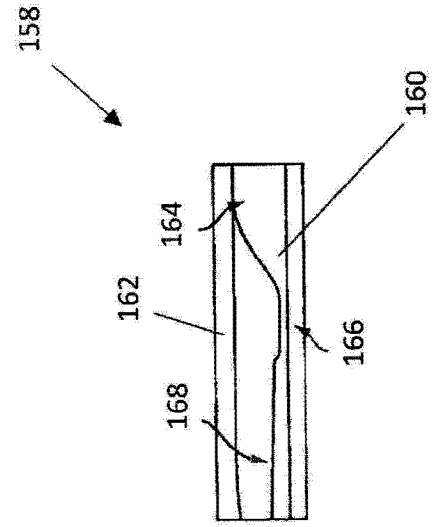


图 5

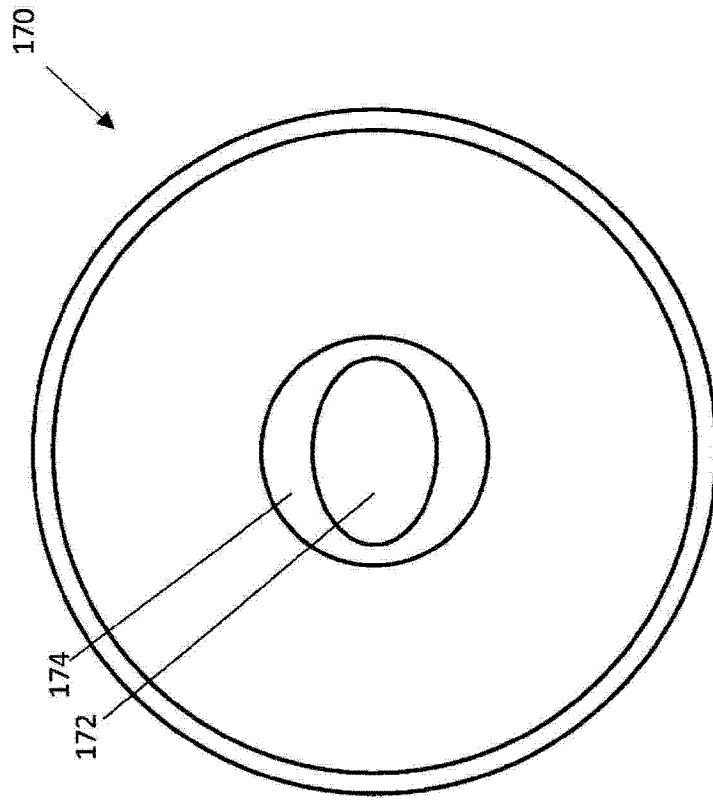


图 6

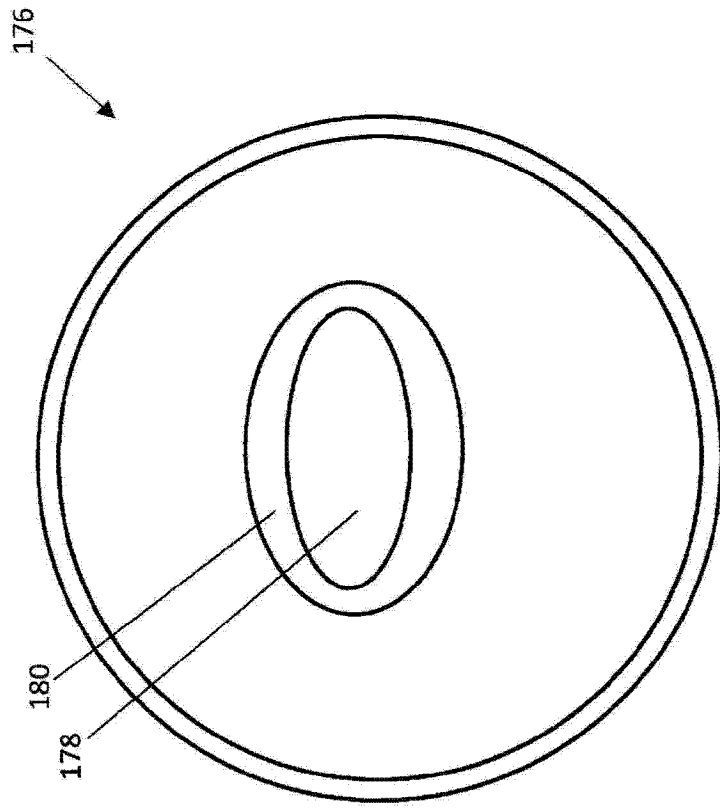


图 7

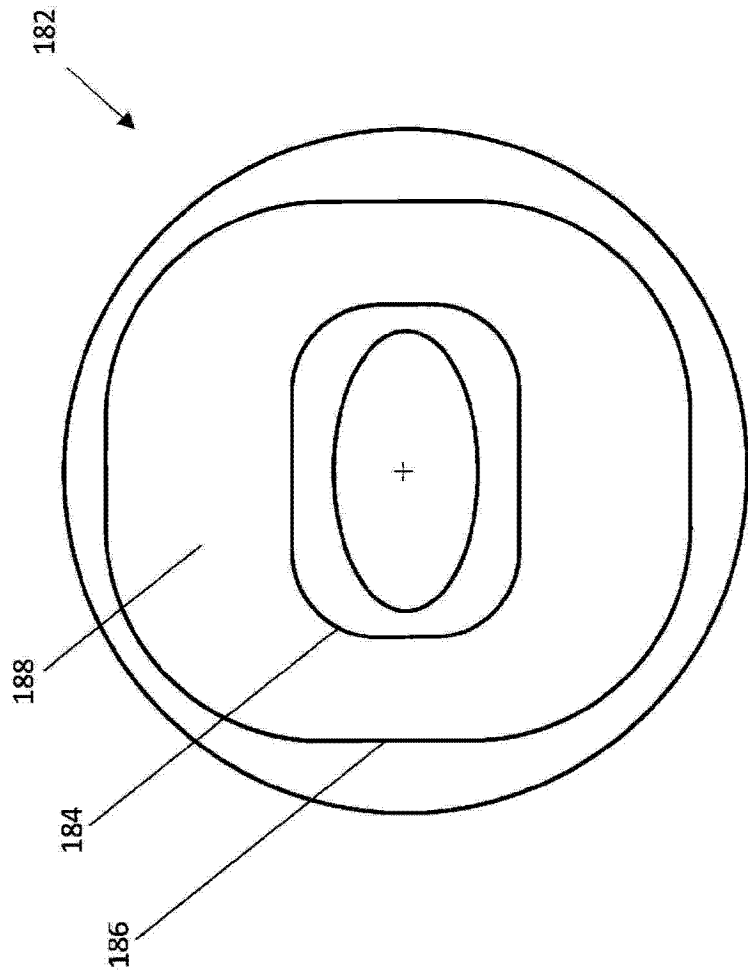


图 8

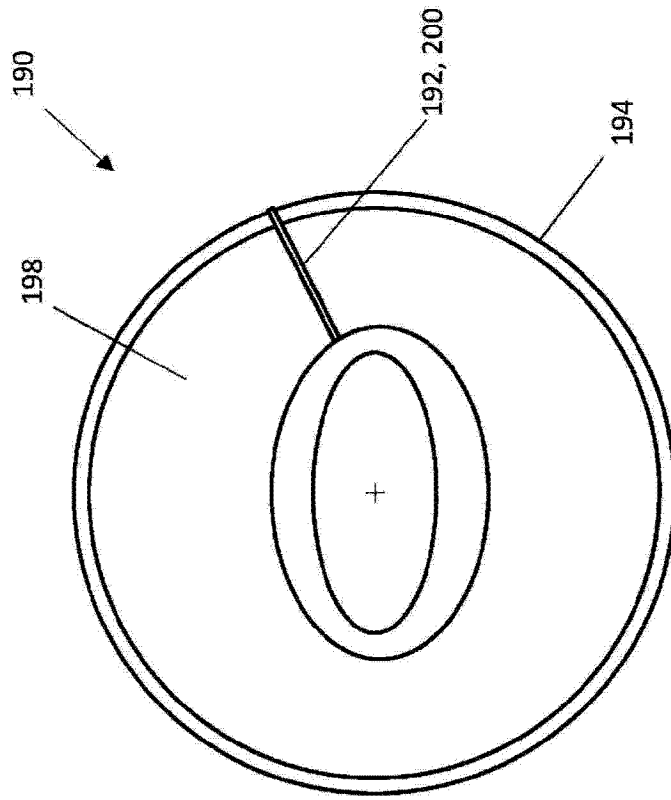


图 9

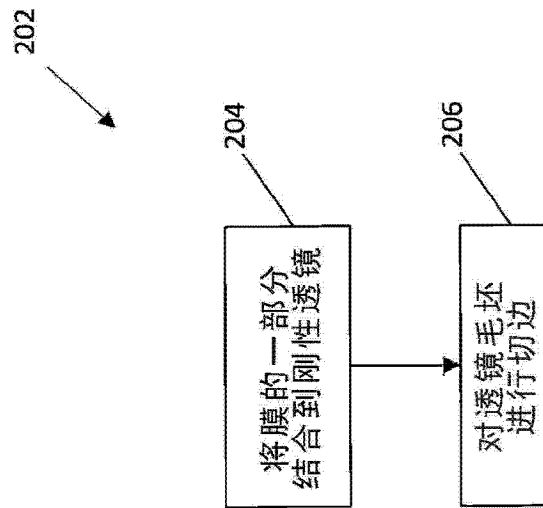


图 10

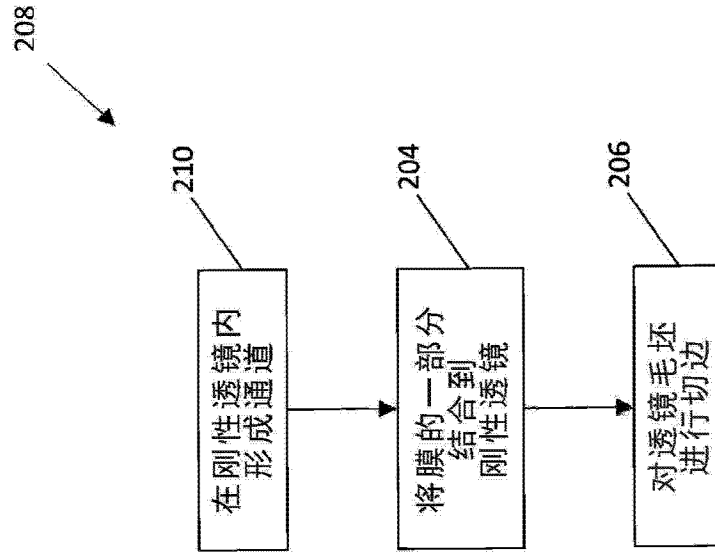


图 11

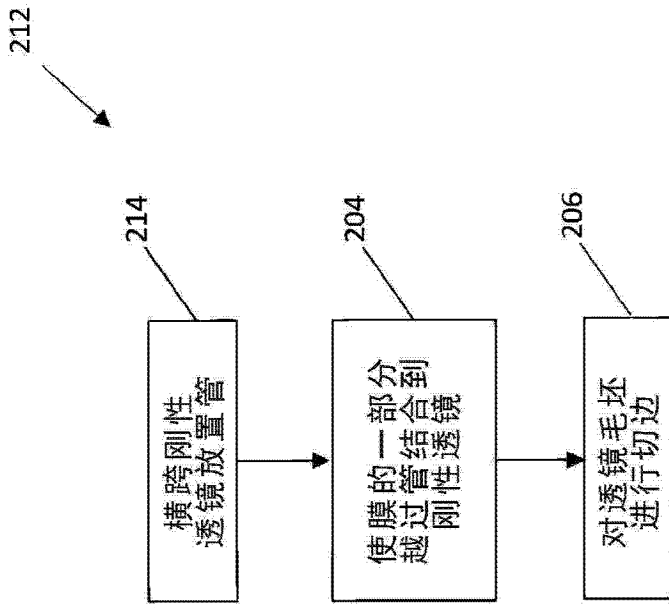


图 12

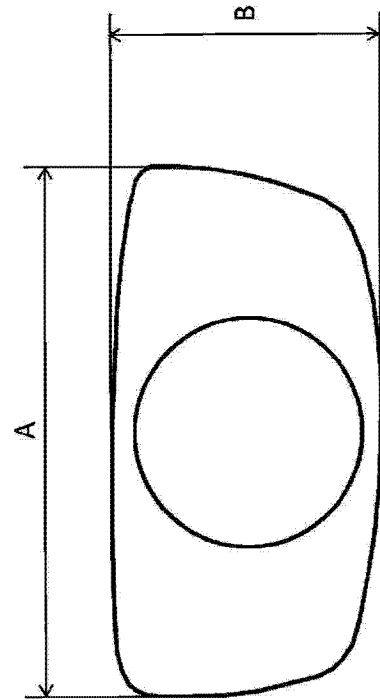


图 13

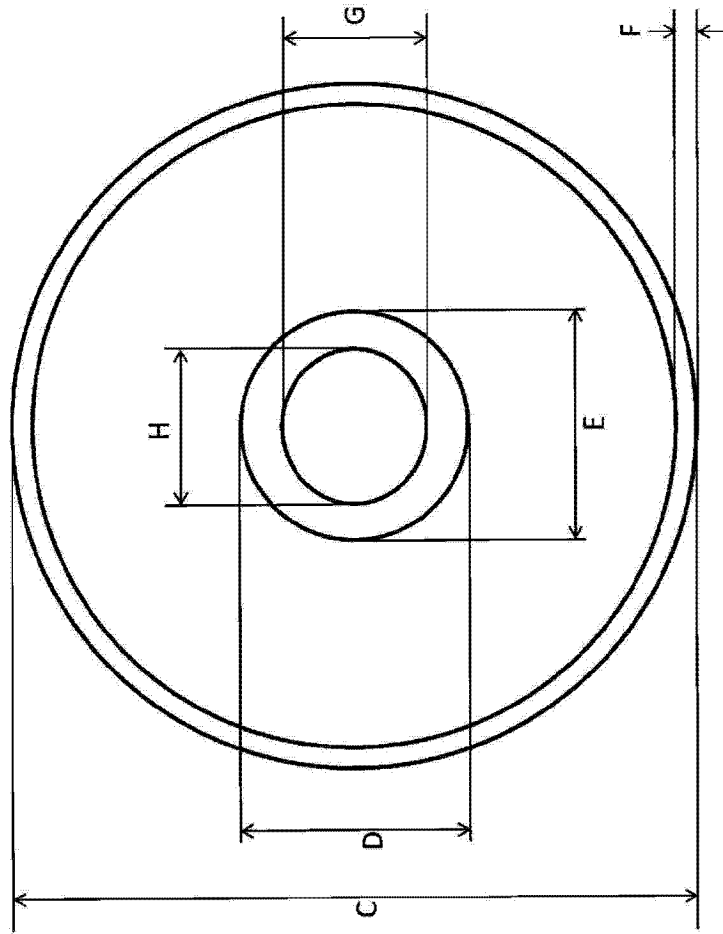


图 14

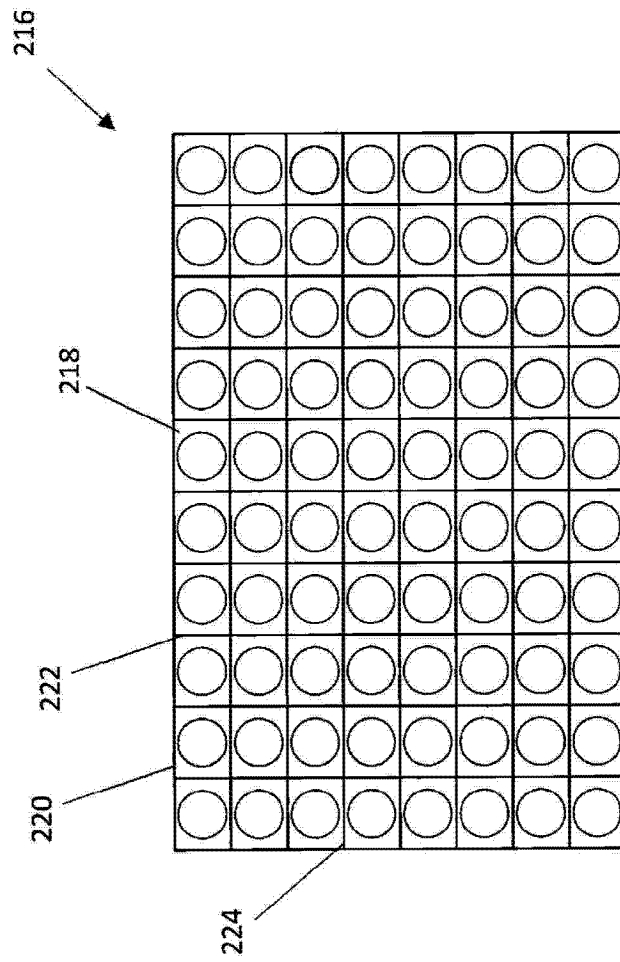


图 15

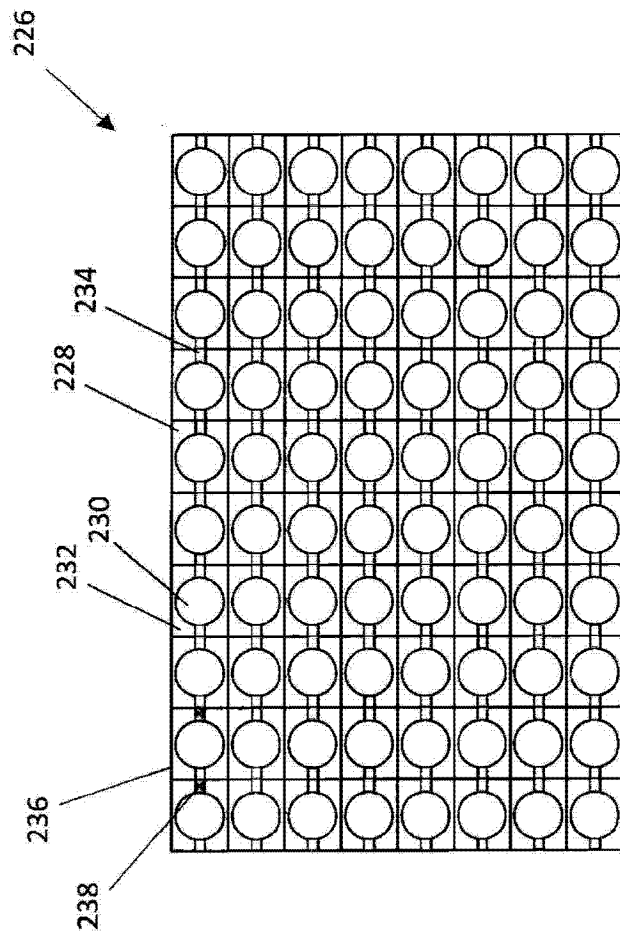


图 16