



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110946676 B

(45) 授权公告日 2023.02.17

(21) 申请号 201911225028.4

(22) 申请日 2014.03.13

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110946676 A

(43) 申请公布日 2020.04.03

(30) 优先权数据

61/804,157 2013.03.21 US

61/809,652 2013.04.08 US

61/785,711 2013.04.30 US

61/828,651 2013.05.29 US

61/881,870 2013.09.24 US

14/181,145 2014.02.14 US

(62) 分案原申请数据

201480029462.4 2014.03.13

(73) 专利权人 施菲姆德控股有限责任公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 A·萨拉希 克劳迪奥·阿尔真托

T·索尔 鲍勃·沃恩

埃里克·威利斯

(74) 专利代理机构 北京商专永信知识产权代理
事务所(普通合伙) 11400

专利代理师 郭玥 方挺

(51) Int.Cl.

A61F 2/16 (2006.01)

B29D 11/00 (2006.01)

B29D 11/02 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 102271623 A, 2011.12.07

CN 101277659 A, 2008.10.01

CN 101351169 A, 2009.01.21

CN 101641060 A, 2010.02.03

CN 101547663 A, 2009.09.30

US 2006100701 A1, 2006.05.11

CN 101360468 A, 2009.02.04

US 2007088433 A1, 2007.04.19

CN 101069106 A, 2007.11.07

审查员 王萌萌

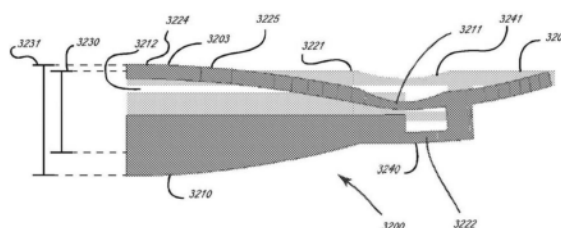
权利要求书1页 说明书32页 附图18页

(54) 发明名称

调节性人工晶状体

(57) 摘要

本公开内容涉及调节性人工晶状体。用于植入在患者眼睛的囊袋内的人工晶状体(IOL)包括光学结构和触觉结构。所述光学结构包括平面构件、平凸构件和限定在所述平面构件与所述平凸构件之间的流体光学元件。所述流体光学元件具有屈光力。所述触觉结构将所述平面构件与所述平凸构件在所述光学结构的外围部分耦合在一起。所述触觉结构包括与所述流体光学元件流体连通的储液室和用于接至所述晶状体囊的外围结构。所述晶状体囊的形状改变引起与所述平面构件的变形相对应的所述流体光学元件的体积或形状改变中的一种或多种,以更改所述流体光学元件的屈光力。



1. 一种人工晶状体,包括:

光学结构,其包括后构件、前构件以及在所述后构件与所述前构件之间的提供屈光力的流体填充腔;以及

耦合至所述光学结构的触觉结构,

其中所述前构件具有基本均匀的厚度,

其中所述流体填充腔的形状或体积中的一个或更多个被配置成响应于对所述触觉结构施加的径向力而改变,以及

其中所述流体填充腔的形状或体积中的一个或更多个的改变使所述流体填充腔的屈光力改变,而使由所述后构件和所述前构件所提供的屈光力保持基本未变。

2. 根据权利要求1所述的人工晶状体,其中,所述前构件是可挠曲的,而所述后构件是不可挠曲的。

3. 根据权利要求2所述的人工晶状体,其中,所述前构件包括凸区域,以及在不可挠曲构件在后向方向上移动时,所述凸区域在前向方向上挠曲。

4. 根据权利要求1所述的人工晶状体,其中,所述触觉结构包括触觉储室,所述触觉储室包含流体并被配置成使得流体从所述触觉储室转移到所述流体填充腔,使所述前构件的形状改变。

5. 根据权利要求1所述的人工晶状体,还包括在所述后构件的径向向外的周界处的阶状物。

6. 根据权利要求1所述的人工晶状体,其中,所述前构件的后表面的至少一部分是凸面的。

7. 根据权利要求1所述的人工晶状体,其中,沿着所述后构件和所述前构件的中心轴测量的组合的后构件和所述前构件的中心厚度在远视力配置中减小并且在近视力配置中增加。

8. 根据权利要求1所述的人工晶状体,其中,当所述前构件的曲率增加时,所述流体填充腔的屈光力增加。

9. 根据权利要求1所述的人工晶状体,其中,当向所述前构件和所述后构件施加径向压缩力时,所述后构件轴向移动并且所述前构件围绕光轴在曲率上变化。

10. 根据权利要求1所述的人工晶状体,其中,响应于对所述前构件和所述后构件的径向压缩力,所述前构件和所述后构件一起沿着光轴在第一方向上平移。

11. 根据权利要求10所述的人工晶状体,其中,所述第一方向是前向方向。

调节性人工晶状体

[0001] 本申请是申请日为2014年03月13日,申请号为201710867149.3,发明名称为“调节性人工晶状体”的申请的分案申请。

[0002] 申请日为2014年03月13日,申请号为201710867149.3,发明名称为“调节性人工晶状体”的申请是申请日为2014年03月13日,申请号为201480029462.4,发明名称为“调节性人工晶状体”的申请的分案申请。

[0003] 交叉引用

[0004] 本PCT申请要求以下申请的优先权:于2014年2月14日提交的题目为“Hydrophilic AIOL with Bonding”的申请号为14/181,145[代理人档案号44612-703.201]的美国非临时申请;于2013年4月30日提交的题目为“ACCOMODATING INTRA OCULAR LENS”的申请号为61/785,711[代理人档案号44612-703.103]的美国临时申请;于2013年3月21日提交的题目为“AIOL WITH CAPSULE FORMED HAPTIC”的申请号为61/804,157[代理人档案号44612-703.104]的美国临时申请;于2013年4月8日提交的题目为“AIOL HIGH MOLECULAR WEIGHT REFRACTIVE INDEX MODIFIERS”的申请号为61/809,652[代理人档案号44612-703.105]的美国临时申请;于2013年5月29日提交的题目为“ACCOMODATING INTRA OCULAR LENS”的申请号为61/828,651[代理人档案号44612-703.106]的美国临时申请;以及于2013年9月24日提交的题目为“ACCOMODATING INTRA OCULAR LENS”的申请号为61/881,870[代理人档案号44612-703.107]的美国临时申请;上面各申请的全部公开内容通过引用并入本文。

技术领域

[0005] 本公开内容涉及医疗设备和方法。特别地,本公开内容涉及调节性人工晶状体(下文中称为“AIOL (accommodating intraocular lens)”)。

背景技术

[0006] 白内障可能由于天然晶状体的混浊影响很大比例的全球成年人口并导致视力丧失。患有白内障的患者可以通过移除天然晶状体并手术植入合成的人工晶状体(IOL)来治疗。在世界范围内,每年进行数百万的IOL植入手术。在美国,进行了有350万次白内障手术,而在世界范围内每年进行有超过2千万次白内障手术。

[0007] 尽管IOL植入可以有效恢复视力,但现有的IOL在至少一些情况下提供的结果不太理想。许多现有的IOL不能够像天然晶状体那样改变焦距(称为调节性)。同样,接受现有AIOL的眼睛在植入之后可能至少具有一些屈光不正,使得眼镜可以对远距视力有帮助。尽管现有IOL可以有效提供良好的远视力,但很多情况下对于中视力和近视力而言患者需要戴眼镜。尽管已经提出了应对此缺点的现有多焦点IOL,但是现有多焦点IOL可能不太理想。尽管多焦点IOL通常对于阅读和远距视力表现良好,但是在至少一些情况下,现有多焦点IOL可能在至少一些情况下引起显著的眩光、光晕和视觉伪影。

[0008] 尽管已经提出了调节性IOL以响应于患者观看物体的距离来提供调节的屈光力,但现有AIOL可能在至少一些方面不太理想。例如,现有AIOL在植入后可以提供的调节量不

太理想,并且提供的对眼睛的屈光矫正可能不太理想。再者,在至少一些情况下,现有AIOL的调节量在移植后可能减少。至少一些现有AIOL可能大于穿过眼睛的切口插入时的理想的情况一些,并可能需要切口大于理想的情况一些。再者,与实施方式有关的工作表明,在至少一些情况下,至少一些现有AIOL在放置于眼睛中时,可能不如理想情况稳定一些。

[0009] 克服至少一些上述缺点,利用眼睛天然聚焦响应进行调节的改进的可植入人工晶状体会是期望的。理想地,这样的改进AIOL在植入时将提供增加的调节量、提供屈光稳定性、引入几乎无可察觉的视觉伪影(如果存在的话)并且允许眼睛的屈光力响应于患者观看物体的距离而从远视力变为近视力。

发明内容

[0010] 本公开内容的实施方式提供了改进的AIOL方法和装置。在许多实施方式中,所述AIOL包括光学结构,所述光学结构包括与触觉结构耦合的刚性构件和可挠曲构件,使得所述刚性构件和所述可挠曲构件基本上限定了所述AIOL的腔。所述AIOL的所述腔包括具有大于眼睛的眼房水的折射率的流体,使得所述可挠曲构件限定了所述腔流体的凸曲表面,以提供具有可调整的屈光力的流体透镜。将所述可挠曲构件和刚性构件耦合至所述触觉结构,以当眼睛针对近视力而调节时,使所述可挠曲构件和流体透镜的轮廓挠曲成凸曲轮廓。在许多实施方式中,所述触觉结构相对于所述刚性构件旋转,以在囊袋向内移动并且眼睛针对近视力而调节时,向所述可挠曲构件提供内向力。所述触觉结构可以包括弯曲的囊袋接合部分,所述囊袋接合部分被成形用于接收所述囊袋。所述触觉结构可以在第一区域与所述刚性构件耦合,并在所述第一区域与所述袋接合部分之间的第二区域与所述可挠曲构件耦合,使得所述囊袋的力可以利用杠杆作用而增加,以向所述可变形构件的外部部分提供增加量的内向力。在许多实施方式中,所述可挠曲构件被配置用于放大所述可挠曲构件的外部部分的向内移动,使得当眼睛调节时,所述可挠曲构件的内部部分远离所述刚性构件的移动,比所述外围部分的外部部分的向内移动更大。可挠曲构件内部部分的移动的这一放大和与所述触觉部的囊力的杠杆作用耦合的曲率的相应增加可以提供对AIOL的改善的调节。

[0011] 在许多实施方式中,所述刚性构件、所述可挠曲构件和所述旋转触觉部的布置能够利用内向力使所述可挠曲构件挠曲,使得AIOL可以使用减少量的流体并且切口大小减小。在许多实施方式中,所述刚性构件、所述可挠曲构件和所述旋转触觉部的布置能够利用内向力而不是所述透镜腔的流体压力使所述可挠曲构件挠曲,并在至少一些实施方式中,所述布置可以利用所述腔的负压力向所述可挠曲构件提供凸曲率。在许多实施方式中,至少部分用所述可挠曲构件和所述刚性构件限定的腔从所述可挠曲构件的外部部分下方的所述腔的外部部分接收流体,使得容纳在AIOL中的流体的量和插入轮廓可以减少。

[0012] 可以以提供增加量的调节的许多方法中的一种或多种来配置所述光学结构。所述可挠曲构件可以包括内部光学矫正部分和外部延展部分,以提供所述内部光学部分与所述触觉部之间的曲率转变。相反弯曲的外部部分可以减小所述光学矫正部分的直径,以将屈光力改变聚集在内部部分内。当眼睛针对近视力而调节时,所述内部部分包括外部凸曲表面以利用所述腔的流体提供屈光力,并且所述延展部包括凹曲率,所述凹曲率与所述内部部分的曲率相反。该相反弯曲的延展部可以减小内部光学区的大小,使得利用可挠曲构件

所提供的屈光力和曲率增加。可挠曲构件的内部部分的外表面针对远视力而言可以是凸曲的、凹曲的或基本上平坦的,并且当其挠曲成针对近视力的调节配置时包括更大的正曲率。所述外部部分的外表面针对远视力而言可以是凹曲的或者基本上平坦的,并且当其挠曲成针对近视力的调节配置时包括更小的负曲率。所述可挠曲构件的外部部分和内部部分的内表面可以类似地弯曲。在许多实施方式中,所述可挠曲构件包括基本上均匀的厚度。备选地,所述外部部分可以包括相对于所述内部部分而言减小的厚度,并且可以包括具有凹轮廓的外表面以在利用触觉部施加内向力时促进所述内部部分的凸曲率。所述外部部分的大小可以设定成,使得所述外部部分的至少一部分被瞳孔覆盖,以在内部部分包括凸曲率而外部部分包括凹曲率时抑制像差。

[0013] 在许多实施方式中,所述刚性构件包括透镜,诸如具有配置用于治疗患者的远视力的屈光力的平凸透镜。当眼睛调节时,可挠曲部分针对近视力提供附加的屈光力。在许多实施方式中,刚性构件的透镜的直径与可挠曲构件的内部部分的直径相对应,使得刚性构件的透镜的直径的大小小于可挠曲构件的外部部分,以在AIOL插入到眼睛中时其厚度轮廓减小。

[0014] 在许多实施方式中,调节性IOL包括均由聚合物构成的第一透镜部件和第二透镜部件,以及包括聚合物的粘合剂。备选地或组合地,可利用诸如互锁接头、螺纹、安装件或紧固件之类的机械耦合将第一部件固定至第二部件。在许多实施方式中,可以将聚合物水化,并且其随着水化作用而膨胀,使得第一部件、第二部件和粘合剂一起膨胀(例如,以相同速率或基本相似的速率)。通过一起膨胀,第一部件、第二部件和粘合剂之间的应力可以基本得到抑制。再者,可水化的粘合剂允许在将部件粘合在一起之前对第一部件和第二部件以刚性的未完全水化的配置进行机加工。该刚性配置可以包括未完全水化的聚合物,诸如基本上干燥的聚合物。可以将部件以基本上刚性的配置结合在一起以便于制造期间的处理,并且随后水化使得结合粘合剂的部件包括软的水化配置,以供插入到眼睛中。包括聚合物的粘合剂可以通过类似于聚合物材料自身的化学结合将第一部件与第二部件结合在一起,以提供增加的强度。

[0015] 在第一方面中,一种人工晶状体包括具有屈光力的光学结构和触觉结构。所述光学结构包括可挠曲构件、刚性构件和至少部分利用所述刚性构件和所述可挠曲构件限定的流体腔。所述触觉结构具有外部结构和内部结构,所述外部结构用来接合眼睛的囊,所述内部结构与所述可挠曲构件耦合以在所述触觉结构相对于所述刚性构件旋转时增加所述可挠曲构件的曲率。

[0016] 在许多实施方式中,所述可挠曲构件从第一轮廓挠曲至第二轮廓,其中所述第二轮廓比所述第一轮廓更加弯曲。所述腔包括具有大于1.33的折射率的流体,使得所述腔在所述可挠曲构件处于第一配置的情况下包括第一量的屈光力,而在所述可挠曲构件处于第二配置下的情况下包括第二量的屈光力,并且所述第二量的屈光力大于所述第一量。

[0017] 在许多实施方式中,所述可挠曲结构包括内部光学部分和外部延展部分。可以将所述刚性构件、所述触觉部和所述可挠曲构件布置成,使得所述内部光学部分以增加的曲率移动远离所述刚性构件,而所述外部延展部以相反的曲率朝着所述刚性构件移动,以提供增加的屈光力。所述内部光学部分远离所述刚性构件的移动和所述外部延展部分朝着所述刚性构件的移动可以将流体从所述外部延展部分下方的所述腔的外部部分传递到所述

内部光学部分下方的所述腔的内部部分,使得流体转移减少并且AIOL的流体体积可以减少。

[0018] 在许多实施方式中,旋转围绕延伸穿过所述触觉结构的周界的轴发生。当所述人工晶状体放置于眼睛中时,所述触觉结构的周界例如可以在横切于眼睛的光轴的平面上。

[0019] 在许多实施方式中,所述触觉结构可以包括在第一位置处锚固于所述刚性构件的内端的悬臂式触觉结构。所述触觉结构可以包括延伸了从所述内端到外端的距离的长度。所述触觉结构可以包括厚度,并且所述长度可以大于所述厚度。所述可挠曲构件可以与所述触觉结构在与所述第一位置分开了间隔距离的第二位置处耦合。所述长度可以大于所述间隔距离,以当所述触觉结构相对于所述刚性构件旋转时使所述可挠曲构件的内部光学部分与所述刚性构件分开。

[0020] 在许多实施方式中,所述刚性构件包括一个或多个凸曲的光学表面。所述刚性构件可以延伸至位于所述刚性构件外部边缘附近的薄部分。所述薄部分可以限定锚固枢轴结构,所述触觉结构围绕所述锚固枢轴结构旋转,以当所述触觉部响应于眼睛的所述结构的压力而旋转时用径向力向内推动所述可挠曲构件。

[0021] 在许多实施方式中,所述可挠曲构件包括内部光学部分和与所述触觉结构耦合的外部弹性延展部。所述弹性延展部可以包括比所述可挠曲构件的内部区域的厚度小的厚度。当所述弹性延展部已经将所述可挠曲构件的内部光学部分与所述刚性构件分开时所述弹性延展部可以包括与所述内部光学区域的曲率相反的曲率。响应于所述触觉结构相对于所述刚性构件的旋转,所述触觉结构的内边缘可对所述可变形构件的所述弹性延展部施加径向力以进行下面各项中的一个或多个:减小所述内部光学区域的直径,或者使所述弹性延展部的曲率和所述内部光学区域相对于彼此在相反的方向上挠曲,以利用所述内部光学区域的球面挠曲推动所述内部光学区域远离所述刚性构件并且朝着所述刚性构件推动所述延展部。

[0022] 在许多实施方式中,所述可挠曲构件的直径的减小包括响应于所述触觉结构的旋转从第一直径转变至小于所述第一直径的第二直径,其中所述直径的减小使所述内部光学部分球面挠曲远离所述刚性构件并且将所述流体填充腔的形状改变至更凸曲的轮廓,以增加所述光学结构的屈光力。

[0023] 在许多实施方式中,所述流体填充腔的凸曲轮廓包括增加的体积,以改变所述光学结构的屈光力。响应于所述增加的体积可以将流体从外围储室吸到所述腔中。

[0024] 在许多实施方式中,所述触觉结构响应于针对其的所述径向力而将所述可挠曲构件的外围部分径向地向内移动第一距离,并且可以响应于所述触觉结构的旋转而推动所述可变形构件的所述内部区域远离所述刚性构件比所述第一距离大的第二距离,以提供所述第二移动相对于所述第一移动的放大并使所述可挠曲构件成形具有球面轮廓。所述可挠曲构件包括基本均匀且恒定的厚度以抑制畸变。

[0025] 在本公开内容的另一方面,一种对患者眼睛提供调节的方法包括:将人工晶状体放置在眼睛的晶状体囊内。所述人工晶状体可以具有光学结构和在所述光学结构的外部区域处耦合至所述光学结构的触觉结构。可以通过响应于所述晶状体囊的内向力而在所述外部区域使所述触觉结构旋转,改变所述人工晶状体的光学结构的屈光力。

[0026] 在许多实施方式中,所述触觉结构围绕延伸穿过所述触觉结构的周界的轴旋转。

当所述人工晶状体放置于眼睛中时,所述触觉结构的周界例如可以在横切于眼睛的光轴的平面上。在许多实施方式中,所述方法还可包括响应于所述触觉结构的旋转,使所述光学结构的至少一部分相对于所述触觉结构的外边缘向前平移。所述光学结构的至少一部分的平移可以改变眼睛的屈光力。

[0027] 在许多实施方式中,所述光学结构的至少一部分可以包括可挠曲轮廓构件,所述可挠曲轮廓构件包括与所述触觉结构的内边缘耦合的外部区域、内部区域以及两者之间的枢转区域。响应于所述触觉结构的旋转,所述触觉结构的所述内边缘可对所述可挠曲构件的所述外部区域施加内向力以进行下列各项中的一个或多个:减小其直径,或者使所述外部区域和所述内部区域相对于彼此在所述枢转区域处枢转,以使所述内部区域挠曲远离所述刚性构件,以改变所述触觉力。所述可挠曲构件的直径的减小和所述可挠曲构件的外部区域和内部区域相对于彼此的枢转可改变所述流体填充腔的形状或体积中一个或多个,以改变所述光学结构的屈光力。响应于指向所述内边缘的径向力,所述接触部的内边缘可以相对于所述内边缘移动第一距离;并且响应于所述触觉结构的旋转,所述可挠曲构件的内部区域可以挠曲远离所述刚性构件比所述第一距离大的第二距离。

[0028] 在本公开内容的另一方面中,提供了一种人工晶状体。所述人工晶状体可以包括光学结构,所述光学结构具有屈光力并包括可挠曲构件、刚性构件和至少部分限定在所述刚性构件与所述可挠曲构件之间的流体腔。所述人工晶状体可包括触觉结构,所述触觉结构与所述刚性构件的外围区域耦合并包括第一外部元件、第二外部元件和至少部分限定在所述第一外部元件与第二外部元件之间的储液室。所述储液室可以利用一个或多个通道与所述流体腔流体连通。所述触觉结构可被配置成在所述外围区域旋转,并且所述第二外部元件可被配置成响应于晶状体囊的内向力,朝着所述第一外部元件内向挠曲,以减少所述储液室的体积,以改变屈光力。在许多实施方式中,所述触觉结构被配置成围绕延伸穿过所述触觉结构的周界的轴旋转。当所述人工晶状体放置于眼睛中时,所述触觉结构的周界例如可以在横切于眼睛的光轴的平面上。在许多实施方式中,所述第二外部元件可以具有外部区域、内部区域以及所述外部区域与所述内部区域之间的枢转区域。所述第二外部元件的外部区域和内部区域可以相对于彼此在所述枢转区域枢转,以使所述第二外部元件朝着所述第一外部元件挠曲。在许多实施方式中,所述流体腔的体积可以响应于所述储液室体积的减小而增加,以改变屈光力。所述流体填充腔的形状可以响应于所述透镜流体腔体积的增加而改变,以改变屈光力。所述流体填充腔的形状改变可以包括所述可挠曲构件的内部区域远离所述刚性构件的挠曲和所述可挠曲构件的曲率半径的减小。在许多实施方式中,所述触觉结构的内边缘可以响应于所述触觉结构的旋转而移动第一距离,并且所述可挠曲构件的内部部分可以挠曲远离所述刚性构件大于所述第一距离的第二距离以改变屈光力。所述流体腔的形状改变可以使所述刚性构件的几何形状保持基本不挠曲。

[0029] 在许多实施方式中,所述可挠曲构件可以包括耦合至所述触觉结构的内边缘的外部区域、内部区域以及在所述外部区域与内部区域之间的枢转区域。所述触觉结构的所述内边缘可对所述可挠曲构件的所述外部区域施加内向力以进行下列各项中的一个或多个:改变其直径,或者使所述外部区域和所述内部区域相对于彼此在所述枢转区域处枢转,以使所述内部区域挠曲远离所述刚性构件,以改变所述光学结构的所述屈光力。所述可挠曲构件和所述刚性构件可以利用所述触觉结构来支撑并且响应于所述触觉结构的所述外端

在第二方向上的旋转而可以在所述第一方向上一起平移,所述第二方向与所述第一方向相对。所述可挠曲构件可以位于所述光学结构的后部分上,而所述刚性构件可以位于所述光学结构的前部分上。当所述触觉结构响应于所述晶状体囊的内向力而旋转时,所述可挠曲构件可以相对于所述刚性构件向后移动,以增加所述可挠曲构件的曲率。所述触觉结构可以使所述刚性构件和所述可挠曲构件一起向前平移,使得眼睛的所述屈光力随着所述可挠曲构件曲率的增加的、所述可挠曲构件相对于所述刚性构件的向后的挠曲以及所述刚性构件和所述可挠曲构件的前向平移中的每一个而增加。

[0030] 本公开内容的这一方面还可以提供一种对患者眼睛提供调节的方法,诸如通过提供和使用所提供的人工晶状体。

[0031] 在公开内容的另一方面中,提供了一种用于向患者的眼睛提供调节的方法。所述方法可以包括将人工晶状体放置在眼睛的晶状体囊内。响应于所述晶状体囊的内向力,可以在所述人工晶状体的光学结构的外围部分处使所述人工晶状体的触觉结构旋转。所述旋转可以围绕延伸穿过所述触觉结构的周界的轴发生。响应于所述旋转,可以将所述光学结构的构件挠曲至更弯曲的轮廓以改变眼睛的屈光力。响应于所述旋转,可以改变所述光学结构的流体腔的形状和体积以改变所述屈光力。可以通过使前构件和后构件中的一个或多个挠曲而改变所述流体腔的形状和体积以增加曲率半径。响应于所述旋转,可以在前向方向上使所述光学结构相对于所述触觉结构的外边缘平移,以改变所述屈光力。在许多实施方式中,可以将这样的分开、挠曲和平移的组合进行组合以改变所述屈光力。

[0032] 在本公开内容的又一方面中,提供了一种向患者的眼睛提供调节的方法。所述方法可以包括将人工晶状体放置在眼睛的晶状体囊内。所述人工晶状体可以包括光学结构和与所述光学结构的外围区域耦合的触觉结构。通过响应于所述晶状体囊的内向力而使所述人工晶状体的所述触觉结构在所述外围区域处旋转以减小所述触觉结构的储液室的体积,可以改变所述人工晶状体的光学结构的屈光力。所述人工晶状体的触觉结构的所述旋转可以围绕延伸穿过所述触觉结构的周界的轴发生。例如,当所述人工晶状体放置在眼睛中时,所述触觉结构的周界可以在横切于眼睛的所述光轴的平面上。所述触觉结构的所述储液室可以至少部分地限定在所述触觉结构的第一外部构件与第二外部构件之间。所述储液室的体积可以通过响应于所述内向力而使所述第二外部构件朝向所述第一外部构件向内挠曲来减小。改变所述光学结构的屈光力还可以包括响应于所述储液室的体积的减小而增大光学结构的流体腔的体积。改变所述光学结构的屈光力还可以包括响应于所述流体填充腔的体积的增大而改变所述流体填充腔的形状。

[0033] 在许多实施方式中,改变所述流体填充腔的形状包括所述光学结构的可挠曲构件的内部区域远离刚性构件的挠曲和所述可挠曲构件朝着所述刚性构件的曲率半径的减小。所述流体填充腔的形状还可以通过使可挠曲构件的内部区域和外部区域远离所述刚性构件平移来改变。所述触觉结构的内边缘可以响应于所述触觉结构的旋转而移动第一距离。所述可挠曲构件的内部区域可以挠曲远离所述刚性构件比所述第一距离大的第二距离以改变所述屈光力。所述流体填充腔的形状改变可以使刚性构件的几何形状保持基本未变形。当放置于眼睛中时,所述光学结构的可挠曲构件可以位于所述光学结构的后部分上,而所述刚性构件可以位于所述光学结构的前部分上。改变所述光学结构的屈光力可以包括当所述触觉结构响应于所述晶状体囊的内向力而旋转时,使所述可挠曲构件相对于所述刚性

构件向前移动以增加所述可挠曲构件的曲率,从而增加眼睛的屈光力。所述刚性构件和所述可挠曲构件可以随所述触觉结构一起向前平移以增加眼睛的屈光力。所述可挠曲构件的周界可以与所述刚性构件的周界分开以增大眼睛的屈光力。在许多实施方式中,可以组合地使用这样的挠曲、平移和分开以增加眼睛的屈光力。

[0034] 在本公开内容的另一方面,一种人工晶状体包括光学结构,所述光学结构包括后构件、前构件和所述前构件与所述后构件之间的流体填充腔。所述人工晶状体可以包括触觉结构,其将所述后构件和所述前构件的外围区域互锁,以抑制流体泄露到所述流体填充腔中和之外。在许多实施方式中,所述互锁区域可以包括流体紧固密封部以抑制所述流体的泄露。所述触觉结构可具有第一侧和第二侧,所述第一侧具有一个或多个凸构件而所述第二侧具有一个或多个凹构件。所述一个或多个凸构件可以穿过所述后构件和前构件的所述外围区域以被所述一个或多个凹构件接收,以将所述外围区域互锁。所述后构件和前构件的所述外围区域可具有所述一个或多个构件从其穿过的一个或多个孔隙。其中所述后构件或所述前构件中的一个或多个的所述外围区域具有待由所述触觉结构的一个或多个凹构件接收以将所述外围区域互锁的一个或多个凸构件。在对所述人工晶状体进行下面各项中的一个或多个时可以保持所述触觉结构对所述后构件和前构件的所述外围区域的互锁;变形以改变所述光学结构的屈光力或者折叠或滚卷成递送配置。

[0035] 在本公开内容的又一方面中,提供了一种人工晶状体。所述人工晶状体包括光学结构,所述光学结构包括后构件、前构件和所述后构件与所述前构件之间的流体填充腔,所述流体填充腔提供屈光力。所述人工晶状体可以包括与所述光学结构耦合的触觉结构。所述流体填充腔的形状或体积中的一个或多个可以被配置成响应于对所述触觉结构施加的径向力而改变。所述流体填充腔的形状或体积中的一个或多个的改变可以改变所述流体填充腔的屈光力,而使由所述后构件和前构件所提供的屈光力保持基本未变。

[0036] 在本公开内容的另一方面,提供了一种对患者的眼睛提供调节的方法。该方法包括将人工晶状体放置在眼睛的晶状体囊内。所述人工晶状体的流体填充腔的形状或体积中的一个或多个可以改变,以改变所述流体填充腔的屈光力,而使由所述后构件和前构件所提供的屈光力保持基本未变。

[0037] 在本公开内容的又一方面,提供了一种人工晶状体。所述人工晶状体可以包括用于放置在眼睛中的光学结构。

[0038] 在本公开内容的另一方面,提供了一种方法。所述方法可以包括在眼睛中放置光学结构。

[0039] 在许多实施方式中,如本文所描述的可挠曲光学构件具有这样的优点:挠曲而在所述构件挠曲时基本上保持所述光学构件的厚度以抑制光学像差。

[0040] 本公开内容的一个方面提供了一种用于植入在患者眼睛的晶状体囊内的人工晶状体。所述人工晶状体可以包括光学结构和触觉结构。所述光学结构可以具有外围部分并且可以包括平面构件、在所述外围部分处与所述平面构件耦合的平凸构件、以及在所述平面构件与所述平凸构件之间限定的流体光学元件。所述流体光学元件可以包括具有与构成所述平面构件和所述平凸构件的材料的任一或两者相似的折射率的流体。所述触觉结构在所述光学结构的外围部分处可以将所述平面构件和所述平凸构件耦合。所述触觉结构可以包括与所述流体光学元件流体连通的储液室和用于接至所述晶状体囊的外围结构,所述晶

状体囊的形状改变可以引起与所述平面构件的变形相对应的所述流体光学元件的体积或形状改变中的一种或多种,以更改所述流体光学元件的屈光力。例如,所述晶状体囊的形状改变可以导致所述触觉结构对所述平面构件施加机械力以使所述构件变形并相应地更改所述流体光学元件的屈光力。所述平面构件的这样的变形在一些情况下可能不引起所述平面构件、所述平凸构件或这二者的屈光力的改变(即,屈光力的改变可以单独由所述流体光学元件的形状或体积改变中的一个或多个提供以及可选地由所述晶状体囊内的所述人工晶状体的前后位置的改变提供。)

[0041] 所述触觉外围结构可以与所述光学结构的基本平面的构件刚性耦合,使得对所述触觉外围结构的径向指向的力可以将所述基本平面的构件挠曲远离所述平凸构件,以更改所述流体光学元件的屈光力。所述平面构件可以被锚固至沿着所述平面构件的圆形外围部分的结构。所述平面构件远离所述平凸构件的挠曲可以提供球面光学矫正。所述流体光学元件的屈光力的改变包括对流体转移的响应,所述流体转移是流体从所述触觉结构的所述储液室转移入或转移出所述流体光学元件。

[0042] 施加在所述触觉储液室上的力可使所述触觉储液室变形,以更改所述流体光学元件的屈光力。所述施加在所述触觉储液室上的力可导致流体转移以使所述触觉储液室可逆地变形,所述流体转移是流体从所述触觉储液室转移入或转移出所述流体光学元件。

[0043] 在许多实施方式中,其中所述流体光学元件的体积改变由所述触觉储液室的流体提供。在许多实施方式中,转移入或转移出所述流体光学元件的流体转移使所述平凸构件保持未变形。所述平凸构件可以包括刚性构件而所述平面构件可以包括可挠曲构件。在这些实施方式中,所述流体光学元件可以提供所述人工晶状体的大部分屈光力。所述流体光学元件内和所述触觉结构的所述储液室内的流体可以具有大于或等于1.33的折射率。

[0044] 在许多实施方式中,所述平面构件或平凸构件中的一个或多个包括聚合材料。

[0045] 在许多实施方式中,所述聚合材料包括PMMA共聚物。

[0046] 在许多实施方式中,所述聚合材料是可渗透水的。

[0047] 在许多实施方式中,所述聚合材料是亲水性的。

[0048] 在许多实施方式中,当所述人工晶状体放置于所述晶状体囊中时,存在于患者眼睛的晶状体囊中的水穿过所述聚合材料转移入或转移出所述流体光学元件,以与所述晶状体囊中存在的流体实现渗透平衡。

[0049] 在许多实施方式中,所述聚合材料对硅油是不可渗透的。

[0050] 在许多实施方式中,所述聚合材料对具有大于40kDa分子量的化合物是不可渗透的。

[0051] 所述流体光学元件内和所述触觉结构的所述储液室内的流体可以包括诸如硅油之类的油或者诸如高分子量葡聚糖之类的溶液。可以提供具有合适的折射率的所述流体。所述高分子量葡聚糖被配置成具有大于1.33的合适的折射率以及与眼睛的眼房水相似的渗透压。所述高分子量葡聚糖可以具有至少40kDa的平均分子量,并且所述平均分子量可以在从约40kDa至约2000kDa的范围内,其中中间范围具有由40kDa、70kDa、100kDa、1000kDa或2000kDa中的任何值限定的上限值和下限值。所述高分子量葡聚糖可以包括分子量的分布,而所述分子量的分布可以窄或宽。由于折射率可以基于每体积的葡聚糖重量来确定,并且所述渗透压可以由每体积的溶质颗粒数确定,因此所述平均分子量和葡聚糖的量可以用来

将所述葡聚糖溶液配置成具有适当的折射率和渗透压。

[0052] 在许多实施方式中,所述触觉结构被配置用于将所述人工晶状体定向就位所述患者眼睛的晶状体囊内。在许多实施方式中,所述触觉结构包括前触觉结构和后触觉结构,并且所述前触觉结构与所述后触觉结构耦合在一起以在两者之间限定出所述储液室。在许多实施方式中,所述触觉结构包括与所述光学结构的所述外围区域耦合的环形结构。所述触觉结构可以包括多个耳片结构,所述耳片结构耦合至所述光学结构的所述外围部分并分布在所述外围部分上。

[0053] 所述外围部分可以包括多个孔隙,并且所述触觉结构可以通过所述多个孔隙与所述外围部分耦合。所述多个孔隙可以基本上平行于所述人工晶状体的光轴而定向。备选地或组合地,所述多个孔隙可以横切于所述人工晶状体的光轴而定向。所述触觉结构可以包括穿过所述多个孔隙放置以将所述触觉结构与所述外围部分耦合的一个或多个柱或其它结构。备选地或组合地,所述光学结构可以包括用于与在所述触觉结构中的诸如孔隙之类的结构配合的柱。

[0054] 所述人工晶状体可以足够柔韧以被折叠成横截面减小的递送配置。所述人工晶状体的横截面减小的递送配置通过将所述人工晶状体围绕正交于所述晶状体的光轴的递送轴滚卷或折叠而获得。备选地或组合地,所述人工晶状体的横截面减小的递送配置通过将所述人工晶状体推进穿过递送管或孔隙而获得。

[0055] 在许多实施方式中,当将所述人工晶状体放置在所述晶状体囊中时,所述平面构件在所述平凸构件的后部。

[0056] 本公开内容的另一方面提供了一种在患者的眼睛中提供调节的方法。第一,可以提供人工晶状体。所提供的人工晶状体可以包括具有外围部分的光学结构,和触觉结构。所述光学结构可以包括平面构件、在所述外围部分处与所述平面构件耦合的平凸构件、以及限定在所述平面构件与所述平凸构件之间的流体光学元件。所述流体光学元件可以包括具有与构成所述平面构件和所述平凸构件的材料的任一或两者相似的折射率的流体。所述流体光学元件可以具有屈光力。所述触觉结构可以在所述光学结构的所述外围部分处将所述平面构件与所述平凸构件耦合在一起。所述触觉结构可以包括与所述流体光学元件流体连通的储液室以及用于接至所述晶状体囊的外围结构。第二,可以将所述人工晶状体折叠成轮廓减小的配置。第三,可以将经折叠的人工晶状体植入到患者眼睛的晶状体囊中。当被植入到所述晶状体囊中时,所述经折叠的人工晶状体从所述轮廓减小的配置回复为工作配置。第四,可以激励所述光学结构或所述触觉结构中的一个或多个,以引起与所述平面构件的变形相对应的所述流体光学元件的体积或形状改变中的一种或多种,以更改所述流体光学元件的屈光力。

[0057] 所述光学结构或触觉结构中的一个或多个可以通过将力径向指向到所述触觉结构而被激励以使所述平面构件变形,以更改所述流体光学元件的屈光力。所述触觉外围结构可以刚性地耦合至所述光学结构的基本平面的构件。所述流体光学元件的屈光力的改变可以伴随流体转移,所述流体转移是流体从所述触觉结构的所述储液室转移入或转移出所述流体光学元件。从所述触觉流体腔转移入或转移出所述流体光学元件的流体转移可以使所述平面构件挠曲,而使所述平凸构件保持未挠曲。在备选实施方式中,从所述触觉流体腔转移入或转移出所述流体光学元件的流体转移可以使所述平面构件挠曲,并且可选地还使

所述平凸构件挠曲。

[0058] 激励所述光学结构和触觉结构中的一个或多个可以通过在所述触觉储液室上施加力来激励以使所述触觉储液室可逆地变形,以更改所述流体光学元件的屈光力。

[0059] 在许多实施方式中,所述光学结构的所述外围部分包括多个孔隙并且所述触觉结构在所述光学结构的所述外围部分处将所述后构件与前构件穿过所述多个孔隙耦合在一起。耦合至所述外围部分的多个孔隙的所述触觉结构在所述人工晶状体被折叠时以及在所述人工晶状体的运作或操作期间,可以保持基本平面的构件和平凸构件耦合在一起。可以将所述多个孔隙定向成基本上平行于所述人工晶状体的光轴。可以将所述多个孔隙定向成横切于所述人工晶状体的光轴。所述触觉结构可以包括用于穿过所述多个孔隙放置以将所述触觉结构耦合至所述外围区域的一个或多个柱。备选地或组合地,所述光学结构的所述外围部分可以具有一个或多个孔隙,所述触觉结构的一个或多个柱可以穿过所述孔隙以将所述光学结构与所述触觉结构耦合在一起。

[0060] 可以通过使所述人工晶状体围绕与所述晶状体的光轴正交的递送轴滚卷或折叠而将所述人工晶状体折叠成轮廓减小的配置。备选地或组合地,通过将所述人工晶状体推进穿过递送管或孔隙,可以将所述人工晶状体折叠成轮廓减小的配置。

[0061] 通过允许所述透镜流体腔内的流体与存在于所述晶状体囊中的流体达到渗透平衡而可以将经折叠的人工晶状体植入到所述晶状体囊中。所述平面构件或平凸构件中的一个或多个可以是可渗透水的以允许达到所述渗透平衡。在许多实施方式中,所述后构件或前构件对于具有大于40kDa的分子量的化合物是不可渗透的。

[0062] 在许多实施方式中,所述平面构件或平凸构件中的一个或多个基本没有屈光力。

[0063] 在许多实施方式中,当所述人工晶状体放置在所述晶状体囊中时,所述平面构件在所述平凸构件的后部。

[0064] 在另一方面中,实施方式提供了一种制造调节性人工晶状体的的方法。提供了包括聚合物的第一透镜部件。提供了包括所述聚合物的第二透镜部件。所述第一透镜部件利用粘合剂与所述第二透镜部件结合。所述粘合剂可以包括所述聚合物的预聚物。所述粘合剂可以包括下面各项中的至少一种:乙二醇二甲基丙烯酸酯(EGDMA)、二乙二醇二甲基丙烯酸酯(DEGDMA)、三乙二醇三甲基丙烯酸酯(TEGDMA)或甲基丙烯酸羟乙酯(HEMA)或甲基丙烯酸甲酯(MMA)。

[0065] 在许多实施方式中,所述预聚物被固化以利用在所述第一透镜部件与所述第二透镜部件之间延伸的聚合物将所述第一透镜部件结合至所述第二透镜部件。

[0066] 在许多实施方式中,当利用在所述第一透镜部件与所述第二透镜部件之间延伸的聚合物将所述第一透镜部件结合至所述第二透镜部件时,所述第一透镜部件和所述第二透镜部件均包括刚性配置。

[0067] 在许多实施方式中,将所述第一透镜部件、所述第二透镜部件和经固化的粘合剂水化以提供水化的软调节性人工晶状体。

[0068] 在许多实施方式中,将所述第一透镜部件、所述第二透镜部件和所述粘合剂水化包括将所述部件中的每一个的聚合物以及粘合剂水化至与植入时所述聚合物的水化量相对应的水化量。

[0069] 在许多实施方式中,所述第一透镜部件、所述第二透镜部件和经固化的粘合剂中

的每一个均在水化之前包括刚性配置而在水化时包括软配置,并且其中所述第一透镜部件、所述第二透镜部件和经固化的粘合剂中的每一个均以基本相似的量从所述第一配置扩展至所述第二配置,以抑制所述粘合剂与所述第一和第二部件之间的交界部处的应力。

[0070] 许多实施方式还包括提供所述聚合物材料并从所述聚合物材料成形所述第一透镜部件和所述第二透镜部件。

[0071] 在许多实施方式中,将所述第一透镜部件和所述第二透镜部件均在为刚性时在车床上转动,以使所述第一透镜部件和所述第二透镜部件成形。

[0072] 在许多实施方式中,所述第一透镜部件和所述第二透镜部件是模塑的。

[0073] 在许多实施方式中,所述预聚物包括下面各项中的一种或多种:单体、低聚物、部分固化的单体、颗粒或聚合物的纳米颗粒。

[0074] 在许多实施方式中,所述第一透镜部件包括盘形结构并且所述第二部件包括盘形结构,并且其中所述第一部件和所述第二部件在结合在一起时限定了腔,其中,所述盘形结构在所述腔的相对侧上。

[0075] 在许多实施方式中,所述第一部件或所述第二部件中的一个或多个包括凹槽,所述凹槽的大小和形状用于接收相对的部件,并且其中所述粘合剂被放置于所述凹槽上。

[0076] 在许多实施方式中,所述第一部件或所述第二部件中的一个或多个包括环形结构,所述环形结构在所述盘结构和所述第二盘结构之间延伸,以使所述第一盘结构与所述第二盘结构分开并且限定了所述腔的侧壁。

[0077] 在另一方面中,一种调节性人工晶状体包括第一透镜部件、第二透镜部件和粘合剂。所述第一透镜部件包括聚合物材料。所述第二透镜部件包括所述聚合物材料。经固化的粘合剂包括在所述第二部件与所述第一部件的至少一部分之间的聚合物,以将所述第一透镜部件与所述第二透镜部件结合并限定出腔。

[0078] 在许多实施方式中,所述腔包括光学元件。

[0079] 许多实施方式还包括所述腔内的流体,所述流体具有比眼睛的眼房水约1.336的折射率大的折射率,并且其中所述第一部件或所述第二部件中的一个或多个被配置成发生变形以增加所述调节性人工晶状体的屈光力。

[0080] 许多实施方式还包括一个或多个触觉部以接合眼睛的囊袋的壁并且响应于所述囊袋的壁收缩而增加所述第一透镜部件或所述第二透镜部件中的一个或多个的曲率,以增加所述调节性人工晶状体的屈光力。

[0081] 许多实施方式还包括流体,所述流体包括溶液、油、硅油、高分子量分子溶液或高分子量葡聚糖溶液中的一种或多种。

[0082] 许多实施方式还包括接缝部,所述接缝部包括所述粘合剂,所述接缝部沿着所述第二部件和所述第一部件的至少一部分周向地延伸。

[0083] 在许多实施方式中,所述第一透镜部件包括第一盘形结构而所述第二透镜部件在所述腔的相对侧上包括第二盘形结构,并且其中环形结构在所述第一盘形结构与所述第二盘形结构之间延伸以使所述第一盘形结构与所述第二盘形结构分开并限定出所述腔。

[0084] 在许多实施方式中,所述人工晶状体包括植入之前的刚性配置和植入时的软配置。

[0085] 在许多实施方式中,所述第一透镜部件包括第一盘形光学结构,所述第一盘形光

学结构包括透镜、弯月面、弯月面透镜、扁平板中的一个或多个,并且其中所述第二透镜部件包括第二盘形光学结构,所述第二盘形光学结构包括透镜、弯月面、弯月面透镜、扁平板中的一个或多个。

[0086] 本公开内容的又一方面提供了一种用于植入在患者眼睛的晶状体囊内的人工晶状体。所述人工晶状体可以包括光学结构和触觉结构。所述光学结构可以具有外围部分并且可以包括后构件、在所述外围部分处与所述后构件耦合的前构件、以及限定在所述后构件与所述前构件之间的流体光学元件。所述流体光学元件包括具有与构成所述后构件和所述前构件的材料中的任一或两者相似的折射率的流体。所述流体光学元件可以具有屈光力。所述触觉结构可以在所述光学结构的外围部分处将所述后构件和所述前构件耦合。所述触觉结构可以包括:与所述流体光学元件流体连通的储液室以及用于接至所述晶状体囊的外围结构。所述晶状体囊的形状改变可以导致与所述后构件或前构件中的一个或多个的变形相对应的所述流体光学元件的体积或形状改变中的一种或多种,以更改所述流体光学元件的屈光力。所述后构件或所述前构件中的一个或多个可以是可渗透水的,使得当所述人工晶状体放置于所述晶状体囊中时,存在于患者眼睛的水可以能够穿过其转移入或移出所述流体透镜腔,以与存在于所述晶状体囊中的流体实现渗透平衡。根据本文所公开的许多实施方式可以以许多方式对所述人工晶状体的各个特征进行配置。

[0087] 在许多实施方式中,所述光学结构的所述后构件或所述前构件中的一个或多个包括平凸轮廓。

[0088] 在许多实施方式中,所述光学结构的所述后构件或所述前构件中的一个或多个包括平面轮廓。

[0089] 在许多实施方式中,所述光学结构的所述后构件或所述前构件中的一个或多个不具有屈光力。

[0090] 在许多实施方式中,流体转移入或移出所述透镜流体腔使所述后构件或前构件中的一个或多个保持未变形。

[0091] 在许多实施方式中,所述触觉外围结构与所述后构件或所述前构件中的一个或多个刚性耦合,使得对所述触觉外围结构的径向指向的力使所述后构件或所述前构件中的所述一个或多个挠曲,以更改所述流体光学元件的屈光力。

[0092] 在许多实施方式中,所述流体光学元件的屈光力的改变由流体转移引起,所述流体转移是流体从所述触觉结构的所述储液室转移入或移出所述流体光学元件。

[0093] 在许多实施方式中,施加在所述触觉储液室上的力使所述触觉储液室可逆地变形,以更改所述流体光学元件的屈光力。

[0094] 在许多实施方式中,所述施加在所述触觉储液室上的力引起流体转移以使所述触觉储液室变形,所述流体转移是从所述触觉储液室转移入或移出所述流体光学元件。

[0095] 在许多实施方式中,流体转移入或移出所述流体光学元件使所述平凸构件保持未挠曲。

[0096] 在许多实施方式中,所述流体光学元件内和所述触觉结构的所述储液室内的流体当与眼睛的流体平衡时,具有大于或等于1.33的折射率。

[0097] 在许多实施方式中,所述基本平面的构件或所述平凸构件中的一个或多个包括聚合材料。

- [0098] 在许多实施方式中,所述聚合物材料包括PMMA共聚物。
- [0099] 在许多实施方式中,所述聚合物材料为可渗透水的。
- [0100] 在许多实施方式中,所述聚合物材料是亲水性的。
- [0101] 在许多实施方式中,当所述人工晶状体放置于所述晶状体囊中时,所述聚合物材料能够将存在于患者眼睛的晶状体囊中的水转移入或移出所述流体光学元件,以与所述晶状体囊中存在的流体实现渗透平衡。
- [0102] 在许多实施方式中,所述聚合物材料对硅油是不可渗透的。
- [0103] 在许多实施方式中,所述聚合物材料对具有大于40kDa分子量的化合物是不可渗透的。
- [0104] 在许多实施方式中,所述流体光学元件和所述触觉结构的所述储液室内的流体包括高分子量葡聚糖。
- [0105] 在许多实施方式中,所述高分子量葡聚糖具有至少40kDa的分子量。
- [0106] 在许多实施方式中,所述触觉结构被配置用于将所述人工晶状体定向就位在患者眼睛的晶状体囊内。
- [0107] 在许多实施方式中,所述触觉结构包括前触觉结构和后触觉结构,并且其中所述前触觉结构与所述后触觉结构耦合在一起以在两者之间限定出所述储液室。
- [0108] 在许多实施方式中,所述触觉结构包括与所述光学结构的所述外围区域耦合的环形结构。
- [0109] 在许多实施方式中,所述触觉结构包括多个耳片结构,所述多个耳片结构耦合至所述光学结构的所述外围部分并分布在所述外围部分上。
- [0110] 在许多实施方式中,所述外围部分包括多个孔隙,并且所述触觉结构穿过所述多个孔隙与所述外围部分耦合。
- [0111] 在许多实施方式中,所述多个孔隙平行于所述人工晶状体的光轴而定向。
- [0112] 在许多实施方式中,所述多个孔隙横切于所述人工晶状体的光轴而定向。
- [0113] 在许多实施方式中,所述触觉结构包括用于穿过所述多个孔隙放置以将所述触觉结构与所述外围部分耦合的一个或多个柱。
- [0114] 在许多实施方式中,所述人工晶状体足够柔韧以被折叠成横截面减小的递送配置。
- [0115] 在许多实施方式中,所述人工晶状体的横截面减小的递送配置通过将所述人工晶状体围绕正交于所述晶状体的光轴的递送轴折叠或滚卷而获得。
- [0116] 在许多实施方式中,所述人工晶状体的横截面减小的递送配置通过将所述人工晶状体推进穿过递送管或孔隙而获得。
- [0117] 在许多实施方式中,所述基本平面的构件在所述平凸构件的后部。
- [0118] 在本公开内容的另一方面中,提供了一种可移植人工晶状体。所述人工晶状体可以包括具有流体腔的光学结构和所述流体腔内的材料。所述材料可以包括未完全水化状态。所述光学结构的一部分可以被配置用于向所述流体腔提供水并抑制所述材料从所述流体腔的泄露,以在放置于眼睛中时将所述材料完全水化并使所述流体腔扩展。
- [0119] 在本公开内容的又一方面,提供了一种将人工晶体植入患者眼睛的晶状体囊内的方法。所述方法可以包括推进包括未完全水化配置的人工晶状体穿过眼睛的切口。来自所

述晶状体囊的水穿过所述光学结构的至少一部分以使所述人工晶状体完全水化。在许多实施方式中,在来自所述晶状体囊的水穿过以使所述人工晶状体的光学结构的流体腔内的材料完全水化时抑制所述材料从所述光学结构的至少一部分的泄露。

[0120] 在本公开内容的又一方面,提供了一种人工晶状体,包括:具有屈光力的光学结构,所述光学结构包括可挠曲构件、刚性构件和至少部分利用所述刚性构件和所述可挠曲构件限定的腔;以及触觉结构,其具有用来接合眼睛的囊的外部结构,以及耦合至所述可挠曲构件以在所述触觉结构向内推动所述刚性构件时增加所述可挠曲构件的曲率的内部结构。

[0121] 援引并入

[0122] 本说明书中提及的所有出版物、专利以及专利申请均通过引用并入本文,其程度犹如特别地和单独地指明每一个单独的出版物、专利或专利申请通过引用而并入。

附图说明

[0123] 本公开内容的新颖特征在随附权利要求中具体阐述。通过参考阐述了利用本公开内容原理的说明性实施方式的以下详细描述以及附图,将获得对本公开内容的特征和优点的更好的理解,在附图中:

[0124] 图1图示了根据许多实施方式的调节性人工晶状体系统;

[0125] 图2图示了根据许多实施方式的透镜支撑结构和透镜的侧视图;

[0126] 图3图示了根据许多实施方式的透镜支撑结构的横截面视图,所述透镜支撑结构并入了使用螺纹而相接的透镜;

[0127] 图4图示了根据许多实施方式的透镜支撑结构的横截面视图,所述透镜支撑结构并入了使用过盈配合(interference fit)而相接的透镜;

[0128] 图5图示了根据许多实施方式的AIOL,其中支撑结构和触觉结构的一半包括在AIOL的上半部和下半部中并且全部由相同材料制作;

[0129] 图6图示了根据许多实施方式的AIOL,其中触觉结构和支撑结构是整体的并且被配置为类超环面(toroid like)结构。

[0130] 图7图示了根据许多实施方式的图6的AIOL的变体,其并入了有助于减小递送横截面的特征部;

[0131] 图8图示了根据许多实施方式的包括利用在递送AIOL之后能够硬化的流体填充的弹性体支撑结构的AIOL;

[0132] 图9A、图9B和图9C描绘了根据许多实施方式的备选可折叠的透镜支撑机构;

[0133] 图10到图14B图示了根据许多实施方式的备选AIOL结构,其中AIOL被插入到自然囊中并与其相接使得附接区将囊的半超环面区域密封,并且其中在半超环面区域与AIOL的内部之间的流体转移引起AIOL的调节改变;

[0134] 图10描绘了根据许多实施方式的带有备选触觉结构的AIOL,其中通过将并入了一个光学元件的晶状体囊的赤道区域和后区域密封来形成流体腔;

[0135] 图11描绘了根据许多实施方式的带有备选触觉结构的AIOL,其中通过将并入了两个光学元件的晶状体囊的赤道区域和后区域密封来形成流体腔;

[0136] 图12描绘了根据许多实施方式的带有备选触觉结构的AIOL,其中通过将并入了两

个光学元件的晶状体囊的赤道区域和后区域薄膜密封来形成流体腔；

[0137] 图13描绘了根据许多实施方式的带有备选触觉结构的AIOL,其中由薄膜并通过将并入了一个光学元件的晶状体囊的赤道区域和后区域密封来形成流体腔；

[0138] 图14A图示了根据许多实施方式的在植入AIOL之后的备选实施方式,而图14B图示了根据许多实施方式的在手术后的所安装的AIOL,其中晶状体囊已经顺应所安装的设备；

[0139] 图15描绘了根据许多实施方式的包括前表面和后表面的光学结构；

[0140] 图16A图示了根据许多实施方式的在结合前联结至光学结构的透镜支撑结构,而图16B表示了根据许多实施方式的最终的AIOL,其中结合在一起的点提供了沿着周界的密封部；

[0141] 图17表示了根据许多实施方式的向图16B的AIOL添加了备选后不透明细胞屏障 (posterior opacification cell dam) 和前撕囊支撑部 (anterior capsulorhexis support)；

[0142] 图18描绘了根据许多实施方式的备选AIOL；

[0143] 图19描绘了根据许多实施方式的备选光学结构；

[0144] 图20是并入了图19中描绘的光学组件的AIOL的俯视截面图；

[0145] 图21A是图20的AIOL的侧向截面图；

[0146] 图21B是根据许多实施方式的图20-图22的触觉结构在与由眼睛的囊结构所生成的力相关联的径向和压力负荷下的模型化视图；

[0147] 图22是根据许多实施方式的由图19-图21B中所描绘的元件构成的最终AIOL组件；

[0148] 图23A和图23B图示了根据许多实施方式的备选AIOL实施方式和制造方法；

[0149] 图24描绘了根据许多实施方式的具有备选触觉结构和支撑结构的备选低轮廓AIOL；

[0150] 图25A是根据许多实施方式的与图24的AIOL相似的AIOL的调节潜力的模型；

[0151] 图25B和图25C示出了图25A的AIOL的透视截面图；

[0152] 图26示出了与变形的图25A的AIOL相似的AIOL的模型；

[0153] 图27示出了图24的AIOL的调节潜力的模型；

[0154] 图28A示出了根据许多实施方式的另一AIOL的透视截面图；

[0155] 图28B示出了图28A的AIOL的调节潜力的模型；

[0156] 图29示出了根据许多实施方式的又一AIOL的透视截面图；

[0157] 图30示出了与图29的AIOL相关联的透镜；

[0158] 图31示出了根据许多实施方式的另一AIOL的调节潜力的模型；

[0159] 图32示出了根据许多实施方式的又一AIOL的调节潜力的模型；

[0160] 图33示出了根据许多实施方式的AIOL的调节潜力的示意图；

[0161] 图34A示出了根据许多实施方式的AIOL；

[0162] 图34B示出了如图34B的AIOL腔的内部压力；

[0163] 图35A示出了根据实施方式的AIOL；

[0164] 图35B示出了如图35A的AIOL腔的内部压力；

[0165] 图36示出了根据许多实施方式的制造AIOL的方法；

[0166] 图37示出了变形以提供屈光力的光学结构；

[0167] 图38A示出了根据实施方式的带有AIOL前部的最前部部分至触觉部的最前部部分的AIOL,其中AIOL的可挠曲构件被配置成响应于触觉部的平移和旋转移动而挠曲;以及

[0168] 图38B示出了响应于如图38A的AIOL的负荷的内腔压力。

具体实施方式

[0169] 如本文所述的AIOL可以用来提供改善的视力,并且可以与许多已知外科手术操作和设备中的一个或多个相组合,诸如白内障外科手术和人工晶状体插入器。AIOL的光学结构非常适于与市场可获得的基于眼睛的生物统计学的IOL屈光度(IOL power)计算一起使用,并且可以用来提供改善的视力。在许多实施方式中,外科医师可以以与现有的非调节性IOL相似的方式插入如本文所述的AIOL,使得如本文所述的AIOL可以现成可用。

[0170] 如本文所述的AIOL的结构可以以一种或多种方式组合以提供改进的调节性IOL。在许多实施方式中,AIOL包括由软材料构成的光学结构,其中光学结构耦合至触觉部以例如如本文所述地用眼睛的晶状体囊的自然力提供屈光力。在许多实施方式中,可挠曲构件包括充分的径向强度使得对可挠曲构件的外部部分的径向向内的力导致可挠曲构件的内部部分挠曲。例如,挠曲可以包括可挠曲构件的第一阶可逆屈曲。在许多实施方式中,可挠曲构件变弯使得内部部分包括沿外表面的凸曲率,而外部部分包括沿外表面的相反的凸曲率。凸内部部分可以包括盘形形状,而凹外部部分可以包括与该盘形形状相邻的环形形状。例如,凸盘形形状和凹环形形状的布置可以提供横跨可挠曲构件的两个弯曲点。

[0171] 径向延伸的可挠曲构件可以按一种或多种方式配置以提供径向强度以至少使内部部分挠曲,例如,利用弹性模量、厚度或直径中的一个或多个。

[0172] 可挠曲构件可以按一种或多种方式耦合至触觉部以在被接合晶状体囊的触觉部径向向内推动时发生挠曲。在许多实施方式中,可挠曲构件包括充分的径向强度以在可挠曲构件的外部部分被径向向内推动、或旋转、或其组合时致使至少内部部分的形状改变。在许多实施方式中,将可挠曲构件耦合至晶状体囊使得触觉部相对于刚性构件的旋转致使可挠曲构件的外部部分的径向向内移动和旋转挠曲。备选地或组合地,触觉部可被布置成径向和相对于所述刚性构件滑动以利用径向力向内推动可挠曲构件并且利用外部部分的径向强度使可挠曲构件的内部部分发生挠曲。可挠曲构件可以包括在外部部分上用来促进挠曲的一个或多个结构,诸如,举例而言,用来促进外部部分的凹挠曲和内部部分的凸挠曲的凹外部部分或较薄的环形区域。

[0173] 本公开内容涉及与改进的调节性人工晶状体(AIOL)相关联的设备、方法和系统。一些实施方式将包括中心光学结构,该中心光学结构包括两个可变形透镜,这两个可变形透镜沿它们的光轴间隔开,诸如通过与透镜的光轴同心的透镜支撑结构间隔开。由透镜以及任选地透镜支撑结构界定的体积可以用诸如生理盐水之类的离子溶液或诸如葡聚糖或硅油之类的非离子溶液填充。光学结构转而可以由一个或多个触觉结构界定,所述触觉结构是流体填充的或在另一实施方式中布置在与透镜的光轴正交的平面上。触觉结构可以与由该光学结构界定的流体流体连通。触觉结构与流体填充光学结构之间的流体的转移可以通过使一个或两个透镜变形而改变透镜的调节力(accommodating power)。备选地或组合地,触觉结构可以直接对流体填充光学结构的透镜施加机械力以引起变形并改变调节力。改进的调节性人工晶状体系统可以附加地包括本文描述的特征的任何组合。

[0174] 本文描述的透镜和一些支撑结构中一般由亲水性材料制作,所述亲水性材料在水化时是光学透明的,在水化时膨胀10%以上,并且在水化时调节了多于100%的应变水平。材料可以作为小盘和杆而购买。例如,亲水性材料可以包括甲基丙烯酸羟乙酯(HEMA)和甲基丙烯酸甲酯(MMA)的共聚物,诸如由英国Contamac公司生产的CI18、CI21、或CI26。这些材料在本文还表示为PMMA,并且如本文所使用的PMMA是指包括PMMA的聚合物或包括PMMA的共聚物,举例而言,诸如,PMMA聚合物(以下简称“聚(甲基丙烯酸酯)”)或诸如p(HEMA-共-MMA)之类的HEMA和PMMA的共聚物中的一种或多种。如本文所用的p(HEMA-共-MMA)是指HEMA和PMMA的共聚物,并且还可以称为p(HEMA-MMA)。

[0175] 例如,共聚物可以包括嵌段共聚物(PPPP-HHHH)、交替共聚物(PHPPHPPH)、统计或随机共聚物(PHPPHPPH)、星形共聚物、刷形共聚物或接枝共聚物中的一个或多个,例如,其中“P”标识“MMA”而“H”标识“HEMA”。

[0176] 如本文所使用的,外表面的正曲率涵盖凸曲率,而外表面的负曲率涵盖凹曲率。

[0177] 如本文所使用的,类似的附图标记指代类似的结构。在如本文所述的许多实施方式中,附图标记包括三位或四位数字,其中第一位或前两位数字是指附图的序号,而最后两位数字是指在具有不同序号的附图中的类似的结构。例如,附图标记2503和3303分别是指图25A-25B和图33的相似的可挠曲构件。本领域普通技术人员将会明白描述一幅附图的结构的文本适用于如本文所提供的任何其他附图的相似结构。

[0178] 在许多实施方式中,可挠曲构件包括内部光学部分和外部延展部分,以在内部光学部分内聚集并放大屈光力。内部光学部分可以从刚性构件移开以包括提供增加的屈光力的凸曲外表面。另外,外部部分可以朝着刚性构件挠曲以包括相反的曲率并朝着刚性构件移动。反向弯曲的外部部分可以减小光学矫正部分的直径以将屈光力改变聚集在内部部分内。内部部分的屈光力与内部部分的中心离刚性构件的增加的距离相关,并且与从外部延展部分至刚性构件的减小的距离相关。增加的内部间隔距离和减小的外部间隔距离的此组合效应对增加屈光力有组合的效应。此外,由于透镜的屈光力可以接近随透镜直径的平方地减小,因此随反向弯曲的外部部分提供的内部部分的减小的直径可以进一步增加透镜的屈光力。

[0179] 在一些实施方式中,人工晶状体/透镜系统和/或限定透镜腔或流体光学元件的其他部件用具有高于水的折射率的水基透明流体填充,以增加系统的屈光力。透镜腔流体的高折射率可以由存在的溶质引起。这样的溶质经常包括不能穿过腔限定部件的大分子。这样的大分子的示例包括葡聚糖,其示例性分子量为<40kD、<70kD、<500kD和<1000kD。这样的溶质的其他示例包括糖分子。溶质和水可以构成有渗透压的稀释溶液。这样的渗透压可以使水移动入或移动出所述腔以实现渗透平衡体积。这样的体积可以足以在该系统中产生患者期望屈光度的适当的屈光力。

[0180] 如本文所述的调节性IOL中的每一个包括前侧和后侧。透镜的节点优选地沿透镜的光轴位于沿该光轴的中点,近似与透镜的光学结构的前表面和后表面的距离相等。在许多实施方式中,透镜的节点位于在外围触觉杠杆结构之间延伸的平面外以限定透镜的前后朝向。透镜的前后朝向可以由本领域普通技术人员基于本文所公开的教导而反转。

[0181] AIOL的光学结构的软材料可以按一种或多种方式成形,并且例如可以包括机加工的部件、或模塑的部件、以及其组合。

[0182] 改进的调节性人工晶状体可以具有减小的递送横截面。通过能够从递送配置转换至操作配置的光学结构可以便于递送横截面的减小。该光学结构在递送配置下可以沿光轴具有小尺寸而在操作配置下可以沿光轴具有较大尺寸。此外,透镜支撑结构可被配置用于保持操作配置下的两个透镜的外周之间的距离,以及在任一配置下允许流体在触觉结构和由光学结构界定的流体体积之间通过。

[0183] 递送横截面可以通过围绕与光轴正交的递送轴滚卷或折叠AIOL而获取。递送横截面可以作为在与递送轴正交的平面上测量的处于递送配置下的最大尺寸而测量。本文公开的AIOL的可获得递送横截面可以小于4.5mm,并且优选地小于2.5mm。在备选实施方式中,可以通过迫使AIOL穿过管或递送孔隙而获得递送横截面。这样的管的横截面可以是圆锥形的,使得在AIOL通过该管时可以被压缩。远端的尺寸可以与眼睛中的切口相接。可以通过注射器或柱塞而便于递送。

[0184] 人工晶状体系统可以由至少两个亲水性PMMA透镜构成,其中PMMA表示包括例如聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)、聚甲基丙烯酸羟乙酯(PHEMA)、甲基丙烯酸羟乙酯(HEMA)或甲基丙烯酸甲酯(MMA)中的一个或多个的化合物。所述透镜系统可以包括由任何以下材料或其任何组合构成的其他元件: NiTi、聚氨酯、亲水性PMMA、光活化聚合物、PMMA前体、乙二醇二甲基丙烯酸酯(EGDMA)、硅酮、硅酮共聚物以及其他。

[0185] 基本平面的构件或平凸构件中的一个或多个可以包括聚合材料。聚合材料可以包括例如可从英国Contamac公司或英国Vista Optics公司获得的材料。例如,PMMA共聚物可以选自包括以下各项的列表: Definitive 50材料、Definitive 65材料、Definitive 74材料、Filcon V3材料、Filcon V4材料、Filcon V5材料、Optimum Classic材料、Optimum Comfort材料、Optimum Extra材料、Optimum Extra 16材料、Optimum Extra 18.25mm材料、Optimum Extra 19mm材料、Optimum Extra 21mm材料、Optimum Extreme材料、F2材料、F2 Low材料、F2 Mid材料、F2 High材料、Focon III 2材料、Focon III 3材料、Focon III 4材料、Hybrid FS材料、Contaflex GM Advance材料、Contaflex GM Advance 49%材料、Contaflex GM Advance 58%材料、Filcon I 2材料、Filcon II 2材料、Contaflex GM3 49%材料、Contaflex GM3 58%材料、Contaflex材料、Contaflex 58%材料、Contaflex 67%材料、Contaflex 75%材料、Polymacon 38%材料、Hefilcon 45%材料、Methafilcon 55%材料、Filcon I1材料、Filcon IV 2材料、HI56材料、PMMA材料、CI26材料、CI26Y材料、CI18材料和可从英国Contamac公司得到的其它材料以及Vistaflex GL 59材料、HEMA/GMA材料、Advantage+49材料、Advantage+59材料、Filcon I 1材料、Filcon I2材料、VS0 nVP材料、nVP/MMA材料、VS0 60材料、VS0 68材料、VS0 75材料、Filcon II 1材料、Filcon II 2材料、VS0 pHEMA材料、pHEMA材料、HEMA材料、VS0 38材料、VS0 42材料、VS0 50材料、Vistaflex 67Clear UV材料、聚硅氧烷-丙烯酸酯材料、AddVALUE硅酮丙烯酸酯材料、AddVALUE 18材料、AddVALUE 35材料、聚氟硅酮丙烯酸酯材料、AddVALUE Fluor硅酮丙烯酸酯材料、AddVALUE 25材料、AddVALUE 50材料、AddVALUE 75材料、AddVALUE 100材料、巩膜刚性气体可渗透(Scleral Rigid Gas Permeable)材料、疏水性人工晶状体材料、VOPhobic Clear Tg 16材料、VOPhobic Yellow Tg 16材料、亲水性人工晶状体材料、HEMA-MMA共聚物材料、IOSoft材料、IOSoft透明材料、IOSoft黄色材料、PMMA材料、Vistacryl CQ UV材料、Vistacryl XL蓝色材料、Vistacryl CQ材料和可从英国Vista Optics公司获得的其他变

体。聚合材料常常可以是可渗透水的材料和亲水的材料中的一种或多种。当人工晶状体放置于晶状体囊中时,存在于患者眼睛的晶状体囊中的水可以通过聚合材料转移入或转移出流体光学元件以与存在于晶状体囊中的流体实现渗透平衡。聚合材料可以是不可渗透硅油的。聚合材料可以是不可渗透分子量大于40kDa的化合物的。

[0186] 在一些实施方式中,AIOL被插入到自然囊中并与其相接使得交界区创建了形成囊的半超环面区域的密封部,其中在半超环面区域与AIOL的内部之间的流体转移引起AIOL的调节改变。在这样的实施方式中,可以将诸如生理盐水之类的流体注射到半超环面区域中。

[0187] 在一些实施方式中,光学结构由在引入到眼睛的囊中之后从递送配置改变至操作配置的材料构成。一个这样的材料可以包括光活化聚合物,其在递送配置下是液体,在引入之后通过光活化将该液体硬化。另一这样的材料可以包括诸如NiTi合金之类的记忆金属,该记忆金属在递送配置下在与光轴正交的平面上具有薄尺寸而在引入之后通过经由感应耦合加热而开始改变至操作配置。在其他实施方式中,NiTi可以依赖其超弹性特性以从递送配置调整至操作配置。

[0188] 在一些实施方式中光学结构在操作配置下比在递送配置下在机械上更稳定,并且在引入到眼睛的囊中之后自发地从递送配置改变至操作配置。在这样的配置中,可以在快要递送之前或在制造时促使光学结构变成递送配置。一个这样的系统可以包括超弹性金属元件,在将该设备引入到囊中时该超弹性金属元件从递送配置弹出。

[0189] 在一些实施方式中,将透镜支撑结构和一个透镜机加工或模塑为单个结构而将第二透镜通过结合装置固定至支撑结构。在许多其他实施方式中,AIOL由两个半部组成,每个半部并入一个透镜,这两个半部结合在一起以形成该光学结构。这样的实施方式可以并入触觉结构。在又一实施方式中,可以对结合的结构进行第二机加工操作。备选结合方式可以包括诸如螺纹等机械交界部,其中将透镜的外周加螺纹并且将支撑结构的内表面加螺纹。在备选实施方式中,交界部可以是简单的过盈配合。在一些实施方式中,固定包括通过用前体单体处理一个或两个单独的结合表面而将材料结合,继而装配该结构,跨结合表面施加负荷,以及将组件加热一段时间。这样的工艺可以促进包括两个部分的材料间的交联。在一些情况下,前体单体可以与聚合物的小颗粒混合。结合剂可以附加地包括聚氨酯/氨基甲酸乙酯(urethanes)、硅酮、环氧树脂、丙烯酸树脂以及其他。

[0190] 在本公开内容的设备中,透镜可以由水和离子渗透材料构成。在一些实施方式中,可以允许AIOL在植入后自填充,从而使递送横截面最小化。

[0191] 在备选实施方式中,AIOL在植入后进行填充。

[0192] 图1图示了调节性人工晶状体(AIOL)系统或人工晶状体10,该人工晶状体10包括中心透镜支撑结构11、两个触觉结构12、两个可挠曲透镜13(在图1中仅有一个可见)以及两个压缩箍14。触觉结构12可以包括薄壁式结构,所述薄壁式结构被配置成在最小负荷下变形并由弹性体材料构成。可以用诸如与晶状体囊周围眼睛中流体的渗透压相当的渗透压的盐水之类的透明流体填充AIOL 10的内部体积。备选地,可以用本文其他各处所述的高折射率的流体填充AIOL 10。透镜13与支撑结构11相接,使得当流体从触觉结构转移到该支撑结构的内部体积中时使透镜挠曲,从而改变了其调节力。

[0193] 图2图示了图1的透镜支撑结构11连同两个透镜13的侧视图。透镜13可具有相同形状或可具有不同形状。图2中还可见包括在透镜支撑结构11中的触觉结构交界特征部15。触

觉结构12的开口端配合在该支撑结构交界特征部15之上,并使用压缩箍14进一步将其固定至透镜支撑结构交界特征部15。另外,在一些实施方式中,可以使用粘合剂或密封剂,诸如硅酮。在备选实施方式中,可以使用压入配合。在再一些实施方式中,可以将触觉部12模塑到触觉交界部上。在一个实施方式中,将触觉部12模塑到PMMA尖刺上,继而将尖刺与支撑结构11结合。所述结合可以通过粘合剂或促进尖刺与支撑结构之间的交联,如下文所述。用于触觉结构12和触觉结构交界部的材料可以包括硅酮、PEBAX、聚氨酯、PMMA和硅酮的共聚物、或其他弹性体材料中的任何一个或任何组合。透镜13的外周之间的距离可以由支撑结构11保持,而在支撑结构11内的流体体积增加时允许透镜的中心挠曲,从而改变了该结构的调节力(accommodative power)。在一些实施方式中,触觉结构12可以通过挤出加工制作。

[0194] 图3图示了透镜支撑结构31,其中两个透镜中的一个—第一透镜36包括在支撑结构31中或与其成一体。在图3的实施方式中第二透镜—透镜33被配置成经由螺纹37接至支撑结构31。结构35向外延伸以将透镜本体与触觉部耦合。

[0195] 在图4中图示了与图3所示相似的中心支撑结构的另一实施方式。在该实施方式中,第二透镜43经由过盈配合相接。在一些实施方式中,过盈配合可通过使用密封剂或粘合剂来进一步密封。通过用来装配和再水化部件的过程来进一步促进该过盈配合。如对图4所示的支撑结构41执行的一个这样的过程如下:将包括透镜46的支撑结构41的底部水化,继而将在未水化条件下的透镜43配合到支撑结构41中所包括的凹槽中,允许支撑结构41和透镜43和46完全水化,并且如果需要,继而应用密封剂或粘合剂。过盈配合的使用可以使对结合剂的需求和/或量最小化。

[0196] 图5图示了AIOL 50的另一实施方式,其中支撑结构51和触觉结构52的一半包括在AIOL 50的上半部和下半部中,并由此全部由相同材料制作。两个半部在接缝部59结合在一起,以形成完整的触觉和支撑结构51。透镜53可以与所述半结构成一体或与支撑结构51结合。在制造环境中,允许一个透镜在制造该结构的其余部分之后对准和结合可以在确保两个透镜的光轴精确对准方面提供了好处。

[0197] 在图1和图2示出的实施方式中,触觉结构12以这样的方式配置:其中可以将触觉结构12折叠并处于正交于透镜的光轴的平面上的支撑结构11外。这样的配置可促进流体填充设备的递送横截面的减小。在图6和图7示出的实施方式中,触觉结构既与透镜支撑结构成一体又连续附接在透镜支撑结构的周界周围。

[0198] 图6图示了AIOL 60的实施方式,其中触觉结构62和支撑结构61成一体并且被配置为类超环面结构。该类超环面结构的内半径包括支撑结构61。可以允许流体通过开口67在触觉结构62与支撑结构61的内部体积之间流动。AIOL 60可以通过将两个半部在接缝部59结合而制作。透镜63可以与所述半部成一体或者单独与其结合。

[0199] 在图7中图示了对图6的实施方式的改变。AIOL 70的实施方式并入了帮助减小递送横截面的特征部。支撑结构的一半可以包括在AIOL 70的上半部或下半部的每一个上,并且可以包括一系列结构71,每个结构71由空间分开,形成了堞形(castellated)环。堞形结构可以在接缝部79进行结合之前,在装配时相啮合(mesh)。弹簧圈79可以配合在凹槽中并可以将该结构的上半部和下半部相对于沿光轴的位移锁定。如图7所示,透镜73可以与构成AIOL 70的半结构成一体。在其他实施方式中,透镜73可以是分离的并在另一时间进行结

合。在这样的实施方式中,支撑结构可以在递送期间能够进行更大的变形,这是因为堞形元件可以在较大的曲率半径下折叠。AIOL 70还可包括特征部78,特征部78可以允许一种在结合过程期间跨接缝部79直接施加压力的手段。构成该接缝部的表面可以另外并入了倒棱或倒角,以引导结合剂的流动并使产生孔隙的可能性最小化。

[0200] 图8表示了AIOL 80的实施方式,AIOL 80包括填充有流体的弹性体支撑结构81,该流体能够在递送AIOL之后变硬。这样的流体可以被光固化并且例如可以包括UV固化硅酮或环氧树脂、诸如胶原溶液之类的pH固化流体、或热固化流体,其中该材料包括诸如磁体颗粒之类的能够感应加热的悬浮颗粒。通道87可以允许流体在触觉部与支撑结构的中心体积之间通过。

[0201] 在备选实施方式中,AIOL 80的支撑结构81可以用如图9A所示AIOL 80的扩展配置下所指示的支撑结构91替换,或由如图9B和9C所指示的包括通道结构87的支撑结构98替换,支撑结构98可由记忆金属构成,可以使该记忆金属扁平化以在装配前构成如图9B所示的平坦化配置99,继而通过感应耦合进行加热,这允许它在递送后成为如图9C所示的操作配置。这样的配置可以提供减少的横截面。

[0202] 本文所述的实施方式还允许对装配以及长固化(long setting)、热、压力和/或光引发的结合材料的使用进行排序以确保对透镜的恰当光学对准。

[0203] 可以通过用EGDMA或三乙二醇二甲基丙烯酸酯(TEGDMA)处理结合表面,然后使结合的表面经受压力和温度,来促进HEMA和MMA的共聚物的结合。处理可以包括但不限于蒸汽处理、润湿、润湿并允许蒸发、施用EGDMA或TEGDMA和甲基丙烯酸羟乙酯与甲基丙烯酸甲酯共聚物颗粒的混合物。在一个这样的过程中,可将HEMA和MMA的共聚物的40微米珠与EGDMA混合并用作结合剂。这样的结合方案可以提供的优势在于,可能没有接缝部或使接缝部最小化并且结合的交界部的机械性质具有与该结构相同的机械性质。

[0204] 递送过程可以不同并将取决于设备的实施方式。在AIOL的一个递送过程中,该AIOL通常在制造时预填充有操作流体并准备就绪以供使用,可以针对大小和基础调节力(base accommodating power)来选择设备以匹配患者的需求。可以根据通常用于非调节性透镜的滴注的标准过程对眼睛进行准备,可能的例外是,在一些实施例中切口可能更大。可将AIOL装载到注射器中,继而注射到准备好的眼睛囊中。然后将AIOL调整就位。在备选递送过程中,可以在手术的时候来填充透镜。在这样的过程中,填充可以包括调整AIOL的大小和/或设定AIOL的基础屈光度(base power)。为了迁就这样的过程,该设备可以并入可以在植入前可通过结合而密封的填充端口或者包括诸如弹性体材料之类的自密封材料的端口。

[0205] 在又一备选方案中,可以在植入后填充AIOL,从而使递送横截面最小化。在这样的实施方式中,在植入后,该设备可以经由如之前描述的填充端口来填充。在备选实施方式中,所述设备可以初始处于未完全水化状态下,并允许在植入后变成完全水化,诸如通过用眼睛中天然可得的流体自填充来变成完全水化。例如,AIOL可包括在未完全水化状态下的材料,诸如AIOL内的流体元件,所述材料可以被来自眼睛的流体完全水化并在水化过程期间抑制所述材料从AIOL泄露出来。这样的实施方式可以依赖于AIOL中所包括的材料对水和小分子的渗透性。在这样的过程中,可以为植入准备大小恰当并填充有合适的操作流体(通常为具有与眼睛中天然存在的流体相当的渗透压(osmolality)和离子平衡的生理盐水溶液)的设备,即使其经受诸如超高分子量葡聚糖溶液之类的大分子高渗溶液。该预处理可以

在植入前将流体吸到AIOL之外,从而减少了其递送横截面。继而可以通过眼睛的切口将AIOL植入。在植入后,AIOL可以扫除(scavenge)来自眼睛的流体,从而恢复其流体和视觉平衡。在一些实施方式中,可以通过在制造的时候并入太大而不能扩散穿过构成AIOL的材料分子来进一步调整AIOL的渗透压。在这样的系统中,AIOL的平衡填充压力可以在填充时调整或设置。

[0206] 图10描绘了具有备选触觉结构的AIOL,其中流体腔通过将囊1002的赤道(equatorial)区域在位置1004和1005密封而形成。在AIOL的该结构中赤道腔1002可以与后腔1006通过孔1007连通。睫状体的移动可以促使腔1002的流体流进和流出腔1006,从而使单个光学元件1003挠曲并提供调节。

[0207] 腔1002和1006可以用诸如水的天然流体填充,或者诸如生理盐水之类的其他流体填充;可以使用粘性黏结流体来防止在接触位置1004和1005处的泄露。

[0208] 在位置1004和1005处可以采用多种方法来改善密封。可以采用胶水作为该囊的粘合剂;可以引入纤维化机制;可以在接触点提供尖锐突起以通过将囊压出凹痕来增加对囊的密封;前接触位置1005可以被提供有用来捕捉撕囊1001的边缘的装置。

[0209] 光学元件1003可以被提供有沿光学区的边缘铰接的装置,以增加挠曲和位移,并因此增加了屈光力。

[0210] 该组件可以具有外部包覆物,该外部包覆物具有接近晶状体的尺寸,并因此使囊收缩的机会最小化。

[0211] 由于没有传统触觉部,因此大小问题可能较少,唯一相关的囊尺寸可能是其高度。

[0212] 该系统可以不在意眼房水的渗透压变化。

[0213] 为了减少泄露的机会,原切割的尺寸(as cut dimension)可为经调节的几何形状。

[0214] 图11示出了依照许多实施方式的备选AIOL,其并入了两个具有触觉结构的光学元件透镜系统,所述触觉结构被配置用于通过将晶状体囊的赤道区域和后区域密封而形成流体腔。附加的后光学元件1101限定了流体光学元件或流体腔1102,并可以出于光学原因而提供(例如,建立流体腔1102并提供改进的光学调节)。

[0215] 图12示出了依照许多实施方式的备选AIOL,其并入了两个具有触觉结构的光学元件,所述触觉结构被配置用于通过将晶状体囊的赤道区域和后区域密封而形成流体腔,并且其中薄膜1201可以附接至该结构以容纳流体。

[0216] 图13示出了依照许多实施方式的备选AIOL,其具有被配置用于通过将晶状体囊的赤道区域和后区域密封而形成流体腔的触觉结构,所述晶状体囊并入了一个光学元件,并且其中薄膜1301可以附接至该结构以在单个光学元件的实施方式中容纳流体。

[0217] 图14A和14B图示了依照许多实施方式的备选AIOL,其中单个光学元件透镜支撑结构1401沿着该设备的周界均匀地周向敞开,并且其中所述透镜支撑结构不与流体填充触觉部或其他传统触觉部连接。在图14A和图14B中将AIOL设备示出为置于晶状体囊接收结构1405中,并且透镜支撑结构1401在1402与后晶状体囊接触并且还在1403与前晶状体囊接触。可以将该设备定位成使得前囊开口1404和透镜支撑结构1401可以以某种方式与撕囊1408对准,以影响下面描述的工作机械密封。图14B图示了在手术后的所安装的AIOL,其中晶状体囊已经顺应了所述已安装的设备并提供产生腔1405和1406所需的密封,以用于透镜

的调节的激活和解除。该AIOL可以插入到并接至天然囊使得附接区密封了囊的半超环面区域。半超环面域与AIOL内部之间的流体转移可以在AIOL中引起调节改变。

[0218] 图15至图23B图示了备选AIOL实施方式,着重于其制造。图15为光学子组件,该光学子组件包括前透镜元件1501和后透镜元件1502。光学流体通道1503允许流体进入流体光学元件或光学腔1504,并且该子组件在安装孔1505处与透镜支撑结构1601结合。

[0219] 图16A和16B描绘了图15的光学子组件,该光学子组件插入模塑到透镜支撑结构1601中并且接触点1602和1603在1604处结合在一起以完成AIOL组件。

[0220] 图17示出了前面图16B中提到的实施方式的修改实施方式,其并入了后不透明细胞屏障1701和撕囊支撑凸缘1702。

[0221] 图18图示了AIOL最终组件,其中光学子组件1806插入模塑到透镜支撑结构1805中,其中触觉结构1801在点1802和1803处结合至1805,创建了触觉流体腔1804。此配置可备选地并入透镜,诸如图19所示的透镜,其中使用溶剂或热将光学组件1901与支持结构1903在插入柱1902处结合。图19的透镜系统在装配之后通过将透镜系统水化直至其膨胀约10%而密封,从而产生液密压入配合。

[0222] 图20是并入了诸如图19中所描绘的光学组件之类的光学组件的AIOL的俯视图。示出了插入和结合点2001。当流体通道2002允许流体转移至流体光学元件或透镜腔2005中时,由于触觉结构2003被晶状体囊(未示出)的赤道周界压缩,因此可发生调节。触觉缺口(haptic relief)2004可以在压缩期间提供最小的周向应力并且当压缩缓和时迅速恢复至非调节位置。

[0223] 图21A为图20中AIOL的侧向截面图,指示出触觉结构的最小变形的点2101,以及图21B描绘了在触觉结构上提供生理相关的负荷时,触觉结构的变形。图22为图20、21A和21B的AIOL组件的等距视图。

[0224] 图23A为备选实施方式和装配方法,其中透镜系统2302被插入模塑到触觉结构外壳2303中。图23B示出了已完成的AIOL组件,其具有密封的触觉接缝部2307,创建了触觉腔2308。

[0225] 图24描绘了具有备选触觉结构和支撑结构的备选低轮廓的AIOL,并中支撑结构包括本文所述的光学结构、后触觉结构2406和前触觉结构2407。可以将光学结构对准并通过将其安装至柱2402而将其紧固,并且可以在点2401将柱2402结合。可以将触觉接缝部2442结合以形成密封并创建触觉储液室2404。在这样的实施方式中,在点2401处的结合和触觉接缝部2442可以形成液密密封以防止流体泄漏到触觉储液室2404中和/或之外。光学结构2405可以包括可以是可挠曲的前平面构件以及可以抗挠曲的后平凸构件。

[0226] 本文所述的实施方式可以以许多方式中的一种或多种方式组合。例如,图25A到图28B和图31到图35B的实施方式可以组合,以包括本文所述的相似或备选结构、和其组合,其中附图的识别数字的最后两位数标识类似的结构。

[0227] 图25A示出了与图24的AIOL相似的AIOL的调节潜力的模型。该AIOL包括针对远视力的未挠曲配置2521和针对近视力的挠曲配置2522。该AIOL以非调节配置示出,其中平面配置的前平面可挠曲构件2503耦合至杠杆触觉结构(leverage structure haptic)2502。触觉部2502的外部结构被配置成接合晶状体囊,并可以包括用来减小对如本文所述的囊的压力的结构。刚性构件2510可以包括针对远视力提供屈光力的透镜。例如,可挠曲构件2503

可以包括具有基本恒定厚度的基本平面的构件。可挠曲构件2503包括内部光学部分2525和延展部2511。延展部2511在内部光学部分2525与旋转触觉结构2502之间延伸。当内部光学部分2525包括凸挠曲2524时,内部光学部分下方的腔的流体成形为提供光学矫正。

[0228] 可挠曲构件2503和刚性构件2510限定了内部腔2512的至少一部分。内部腔2512包括流体,该流体具有比眼睛的眼房水的折射率大的折射率。当可挠曲构件2503包括增加的曲率时,该内部流体包括凸透镜形状并提供附加的屈光力。

[0229] 该AIOL包括从刚性构件2510的外表面延伸至可挠曲构件2503的外表面的中心厚度。该中心厚度可以包括在远视力配置下AIOL透镜的第一中心厚度2530,以及在近视力配置下AIOL透镜的第二中心厚度2531。透镜厚度在中心的增加与透镜的屈光力的增加相关。透镜的增加的屈光力还与中心光学部分直径的平方近似反相关。延展部分可以减小光学部分的直径,并针对第一距离2530与第二距离2531之间的改变量提供增加的屈光力。

[0230] 刚性构件2510连接至触觉结构2502,使得当透镜针对近视力而调节时触觉结构2502旋转。触觉结构2502延伸至第一锚固区域诸如锚固点2540,该触觉部围绕锚固点2540相对于刚性构件2510旋转。该触觉结构延伸从第一锚固区域至晶状体囊的壁的距离。触觉结构2502延伸至第二锚固区域,诸如第二锚固点2541。第二锚固区域2541耦合至可挠曲构件2503,以在可挠曲构件上引起内向力。从第一区域至接合晶状体囊的触觉部的外部结构的距离大于从第一区域至第二区域的距离。此距离的差异提供了晶状体囊力在可挠曲构件2503上的机械杠杆作用。晶状体囊对可挠曲构件2502的力引起可挠曲膜的凸挠曲2524。延展部2511包括相反的凹曲率。

[0231] 尽管延展部分可以包括相反的凹曲率,但是该曲率可以以多种方式中的一种或多种来提供,以减少视觉伪影。调节光学矫正的量可以为约2至10屈光度单位(diopter),使得该延展部分的相反曲率可以不包括患者可察觉的光学影响。再者,眼睛天然包括球面像差,并且少量的像差可能是不可察觉的。而且,可以调整透镜大小使得瞳孔覆盖该相反弯曲的凹部分的至少一部分。在至少一些实施方式中,可挠曲部件的延展部分的厚度轮廓可以更薄,以将该相反的曲率局部化在可挠曲构件的较薄的外部部分。与实施方式相关的工作表明,基本平面的可挠曲构件减少了例如可能随内部反射发生的视觉伪影,尽管也可以提供弯曲的可挠曲构件并将其配置用于抑制与内部反射相关的视觉伪影。

[0232] 在许多实施方式中,触觉结构2502包括与腔2512耦合的外部储室,并且当眼睛进行调节时,例如除了在锚固点2541处触觉部2502的内向力外,触觉部至该外部储室的力可以推动流体朝着腔2512。

[0233] 如本文所述的AIOL可以用有限元建模来研究。虽然有限元建模可以以许多方式中的一种或多种进行,但是在许多实施方式中,该有限元建模用本领域普通技术人员公知的诸如Abaqus之类的市场上可获得的已知软件来进行。如本文所述的透镜可以用有限元网格和如本文所述的一种或多种材料的已知材料性质来建模,并且确定AIOL对晶状体囊力的响应。

[0234] 本领域普通技术人员可以采用本文所述的透镜的有限元建模输出,并响应于晶状体囊力来确定AIOL的屈光力,例如,以确定合适的AIOL参数以提供对眼睛的调节。至少图25A至图28B和图31至图35B示出了依照实施方式的AIOL对囊袋的力的响应。

[0235] 图25B示出了演变出图25A的模型的截面图。注意,透镜或光学结构包括各个透镜

之间的额外空间,以及后触觉结构2506和前触觉结构2507并入了额外的配合面2508。在这样的实施方式中,触觉结构2506、2507可以过模塑到透镜或(一个或多个)光学结构2503上。触觉结构2506、2507可以由热塑材料或可溶剂焊接材料组成,从而促进这两个半部的联结。包括配合面2508的特征部还可包括流体路径2509或未示出的定位和对准特征部。

[0236] 在根据图25A-图25C的AIOL的实施方式中,可挠曲结构或透镜2503的挠曲可能主要由施加至触觉结构2502外围边缘的机械力驱动,该机械力通过触觉结构2502的中间部分传递到可挠曲结构或透镜2503。由于可挠曲结构或透镜2503没有直接位于非挠曲透镜2510上,因此可以允许可挠曲结构或透镜2503屈曲,如图所示。在这样的实施方式中,可挠曲透镜或结构2503所经受的挠曲将增加形成在所述可挠曲结构或透镜2503与非挠曲结构或透镜2510之间的流体光学元件或透镜的调节力,并且流体光学元件的体积将随调节力的增加而增加。可能因此需要附加的光学流体,并且所述附加的光学流体经由通道2509从触觉结构2502中所包括的储室提供。

[0237] 图26表示了图25A-25C的AIOL的变化,其中前触觉结构2602在触觉结构壁2606处已经硬化,以更好地将力耦合至可挠曲结构2603中。从眼睛囊结构的赤道区域提供的力经由触觉结构2602的外围耦合,从而在曲折点2611周围产生力矩。该力矩产生了可挠曲结构2603的向外挠曲。

[0238] 图27为与图24的AIOL相似的AIOL的调节潜力的表示。该AIOL包括可挠曲结构或前透镜2703、刚性或不可挠曲构件2710、以及支撑可挠曲结构2703和刚性构件2710的触觉结构2702。当将AIOL放置于眼睛中时,可挠曲构件2703可以定位在AIOL的前部分上,而刚性构件2710可以定位在AIOL的后部分上。在该实施方式中,触觉结构2702的触觉壁2706与触觉储室2707耦合,触觉储室2707与AIOL的内部腔2712的流体透镜结构流体连通(例如,通过流体通道)。光学结构的可挠曲构件2703的挠曲可以至少部分由通过触觉结构2702和触觉壁2706的挠曲而产生的流体压力提供。例如,触觉结构2702的外围可以被施加至触觉结构2702的外围的力(例如,囊结构的内向力)旋转,这进而促使触觉储室2707向内坍塌(collapse),从而增加了触觉储室2707内的压力并将流体从触觉储室2707转移到流体透镜结构2712中。流体透镜结构2712的体积的增加可以使可挠曲构件2703相对于刚性构件2710向前移动,从而增大了曲率并增大了眼睛的屈光力。在一些实施方式中,触觉结构2702的旋转还可使可挠曲结构2703和刚性构件2710在该旋转方向相反的方向上相对于触觉结构2702一起移动,以增加眼睛的屈光力。

[0239] 图28A和28B图示了图25A-25C和图26的AIOL的变化。图28A示出了该AIOL的半剖面。该AIOL包括光学或透镜结构2805,该光学或透镜结构2805进而包括可挠曲结构或构件2803、刚性或不可挠曲透镜或构件2810以及流体填充透镜腔或流体光学元件2812。光学或透镜结构2805可以被触觉结构2802保持在一起。触觉结构2802可以包括对准结构2816,在装配期间可以将AIOL的元件堆叠在该对准结构上。对准结构2816还可包括对准柱2822和隔板元件2826。其他元件包括垫片2814和覆盖密封部2815。构成触觉结构2802的材料通常为溶剂和/或可热焊接的。垫片元件2814包括通道,其便于流体填充透镜腔2812与包括隔板2826的触觉储室2813之间的流体流通。流体填充透镜腔2812和触觉储室2813可以形成封闭系统,诸如密封的储室。在该实施方式中,触觉储室2813没有被施加至触觉结构2802的外围的激活力而变形。反而隔板元件2826(其可以免于受到眼睛囊结构递送的直接力)挠曲,以

适应流体填充透镜腔或流体光学元件2812内的压力改变。隔板元件2826可以与流体填充透镜腔2812流体耦合,使得如图28B所示的隔板元件2826的前挠曲对应于流体填充透镜腔2812的体积的增加和可挠曲结构2803的后挠曲。当期望仅使用该囊的赤道区域处所产生的力来介导调节时,这样的实施方式会具有优势。在这样的实施方式中,内部透镜腔中的压力可以为负。

[0240] 在许多上述实施方式,诸如图24至图28B的那些实施方式中,AIOL将在其所有部件均处于干燥状态时进行装配。如果光学和透镜结构由亲水性PMMA共聚物构成,则将在装配完成时对该系统进行水化。当进行水化时,亲水性透镜部件将膨胀,从而增强了该结构内的各腔的密封。

[0241] 图29示出了AIOL的实施方式,其中透镜或光学结构通过将透镜2910过模塑到AIOL的两个半部2906和2907的每一个中而创建。如图所示,透镜是相同的。然而,在一些实施方式中,可能期望透镜是不同的,诸如当一个透镜为可挠曲时,另一个不是。包括触觉流体腔2913的触觉结构2902可以在装配时通过将结构2906的外围元件折叠并将其结合至结合表面2903而创建。在该实施方式中,可以使接缝部2908保持未结合。在这样的实施方式中,在将压力施加至触觉结构2902的外表面时,透镜2910将移动并挠曲。由于当该结构被压缩时上半部和下半部可以套叠在彼此上,因此这样的结构也可以通过使递送横截面最小化而提供优势。

[0242] 图30图示了来自图29的AIOL的透镜结构,其并入了孔特征部2920,当将透镜过模塑到AIOL结构的任一半部中时,该孔特征部2920便于触觉结构2902的各部件的固定。

[0243] 图31示出了AIOL 3100的实施方式,AIOL 3100包括含有凹区域3111的可挠曲构件3103、刚性或不可挠曲构件3110和流体填充腔3112。在该实施方式中,凹构件3111的凹面促使凹区域3111的中心部分相对于刚性或不可挠曲构件的内向挠曲,以将可挠曲构件3103相对于刚性或不可挠曲构件的外向挠曲呈现为凸配置。在许多实施方式中,当AIOL 3100放置于晶状体囊中时,凹区域3111的内向挠曲在前向方向上,而凹构件3111的中心部分的外向挠曲在后向方向上,或者在备选实施方式中反之亦然。在许多实施方式中,凹区域3111具有均匀的厚度。

[0244] 图32示出了AIOL 3200的实施方式,AIOL 3200包括含有凹区域3211的可挠曲构件3203、刚性或不可挠曲构件3210、流体填充透镜腔3212、以及包括壁3221的触觉结构。在该实施方式中,凹构件3211的凹面将触觉结构和触觉结构壁3221相对于刚性构件3210的旋转转换为可挠曲构件3203相对于刚性构件3210的外向挠曲,使得在可挠曲构件的外部部分朝着刚性构件移动时,可挠曲构件3203的中心与刚性构件3210分开。在许多实施方式中,当AIOL 3200放置于晶状体囊中时,凹区域3211的内向挠曲在前向方向上,而凹区域3211的中心部分的外向挠曲在后向方向上,或者在备选实施方式中反之亦然。在许多实施方式中,凹区域3211使可挠曲构件3203的剩余部分变薄,以用作铰链。例如,凹区域3211可以包括可挠曲构件3203的外表面区域的凹剪切物(cut-out)。

[0245] 图33示出了AIOL在未挠曲配置3321和挠曲配置3322下的示意图。该AIOL包括刚性或不可挠曲构件3310(例如,一个以上的凸曲光学表面)、可挠曲构件3303(例如,具有均匀和恒定厚度以抑制畸变的光学材料)、流体填充腔3312以及杠杆或悬臂式触觉结构3302。杠杆触觉结构3302在第一锚固点3340或区域,诸如刚性构件3310的外边缘附近的薄部分与刚

性构件3310连接。第一锚固点3312或区域可以是沿着延伸穿过刚性构件3310的外边缘和杠杆触觉结构3302的周界的轴的任何点或区域。当将AIOL放置于眼睛的晶状体囊中时,杠杆触觉结构3302的周界可以以横切或正交于眼睛光轴的方向延伸。杠杆触觉结构3302还通过弹性延展部3311在第二锚固点3341或区域处与可挠曲构件3330连接。在许多实施方式中,弹性延展部3311的厚度小于可挠曲构件3303的厚度。在这些实施方式中,杠杆触觉结构3302具有厚度和大于该厚度的长度。杠杆触觉结构3302的长度可以大于第一锚固点3340与第二锚固点3341之间的距离,使得机械杠杆作用(例如,来自晶状体囊的内向力或眼睛的压力)可以从与眼睛晶状体囊接触的杠杆触觉结构3302的末端施加至第二锚固点3341。

[0246] 在许多实施方式中,杠杆触觉结构3302围绕刚性构件3310的第一锚固点3340的旋转可以对弹性延展部3311施加力,以使弹性延展部3311和可挠曲构件3303在相反的方向上以相反的曲率挠曲。例如,旋转可以使弹性延展部3311移动更靠近带有外凹面的刚性构件3310和可挠曲构件3303,以与带有凸外表面的刚性构件3310分开得更远。可挠曲构件3303的挠曲可以涉及从第一直径D1至第二直径D2的转变,该第二直径D2小于第一直径D1。直径大小的减小可以引起凸挠曲3324,诸如可挠曲构件3303远离刚性构件3310的球面挠曲。在挠曲配置3322下,可挠曲构件3303的凸挠曲3324可以由曲率表征,而弹性延展部3311可以由相反的曲率表征。凸挠曲3324的曲率可以与弹性延展部3311的曲率相反。例如,凸挠曲3324的曲率沿AIOL的外表面可以为正,而该延展部的曲率沿AIOL的外表面可以包括负曲率。

[0247] 可挠曲构件3303的直径从D1至D2的改变可以产生远离刚性构件3310的对应放大的移动,使得第一高度3330与第二高度3331之间的挠曲高度大于直径的对应改变。在这样的实施方式中,球面挠曲的正曲率可以使流体填充腔3312呈现更加凸曲的轮廓,以改变AIOL的屈光力。流体填充腔3312形状的改变可以使体积增大,并从而将流体诸如从外围储室抽到流体填充腔3312中。备选地或组合地,可挠曲构件3303和流体腔3312形状的改变可以在腔3312的体积基本不变的情况下发生。例如,流体填充腔3312形状的改变可以引起内部流体的重新分配,以改变屈光力,诸如通过吸引来自腔3312的外部部分的流体而不吸引来自外围储室的流体。再者,当将AIOL放置于晶状体囊中时,杠杆触觉结构3302的旋转可以使可挠曲构件3303和刚性构件3310在前向方向上相对于杠杆触觉结构3302的外边缘一起平移。这样的平移可以进一步改变眼睛的屈光力。可以将可挠曲构件3303与刚性构件3310的分开、可挠曲构件3303用来增加其曲率的挠曲、以及可挠曲构件3303和刚性构件3310在前向方向上的一起平移进行组合,以改变眼睛的屈光力。例如,该组合可以将容置AIOL的晶状体囊的微小收缩放大成AIOL的屈光力的显著改变。这样的屈光力的改变可以显著大于独立的分开、挠曲和平移运动中的任一种。

[0248] 本文所述触觉结构可以由硅酮、聚氨酯、或其他合适的热塑性塑料、PMMA和PMMA的共聚物构成。在许多实施方式中,触觉结构包括与光学结构相同或相似的材料。

[0249] 图34A示出了依照实施方式的AIOL。如本文所示,未挠曲配置3421以灰色示出,而挠曲配置3522用斜线示出。该AIOL包括内部光学部分3525和延展部,如本文所述。在本文标识出了用相似的最后两位数区分的相似结构。

[0250] 图34B示出了如图34B中的AIOL腔的内部压力。将内部腔3412的压力示出成随负荷而增加。此随负荷增加的压力表明,杠杆触觉结构的内向力和AIOL的内部压力都有助于内

部光学结构3425的凸挠曲3424。

[0251] 图35A示出了依照实施方式的AIOL。如本文所示,未挠曲配置3521以灰色示出,而挠曲配置3522用斜线示出。该AIOL包括内部光学部分3525和延展部,如本文所述。在本文标识出了用相似的最后两位数区分的相似结构。

[0252] 图35B示出了如图35B中的AIOL腔的内部压力。将内部腔3512的压力示出成随负荷而减小。此随负荷减小的压力表明,杠杆触觉结构的内向力能够提供内部光学结构3525的凸挠曲3524。此外,在压力为负时,此压力响应曲线显示出,与来自所述腔的流体的压力相反,挠曲和屈光力的改变是机械驱动的向内径向载荷的结果。图35B示出了杠杆触觉结构的内向力能够利用内部腔的负压力使可挠曲构件2502挠曲。

[0253] 结合

[0254] 如本文公开的,结合可用来将许多AIOL结构中的一个或多个结合。所述结构可以以本文所述的许多方式中的一种或多种进行结合,并且可以对步骤、过程和材料进行组合以提供对AIOL结构的改进的结合。

[0255] 例如,如本文所述的部件的结合可以与许多IOL部件中的一个或多个一起使用,可以与许多IOL材料中的一种或多种一起使用,可以与调节性IOL和非调节性IOL一起使用以及可以与如本文所述的许多AIOL中的一种或多种一起使用。调节性IOL可包括一个或多个触觉部以将盘形部件与囊袋耦合,以响应于囊袋的变形来改变透镜的屈光力。在许多实施方式中,一种或多种触觉部包括腔,所述腔流体耦合至包括第一透镜部件和第二透镜部件的腔。例如,所述触觉部可由本文所述的软材料制成,诸如丙烯酸盐聚合物或硅酮聚合物及其组合。

[0256] 例如,尽管提及了结合刚性机加工聚合物,但是如本文所公开的结合可与水化聚合物、软水化聚合物、机加工聚合物、模塑的聚合物、模塑的干燥聚合物、模塑的刚性聚合物、模塑的软聚合物或模塑的水化聚合物、及其组合中的一种或多种一起使用。

[0257] 在许多实施方式中,AIOL包括第一部件和第二部件。第一部件包括第一盘形结构而第二部件包括第二盘形结构。环形结构在第一盘形结构与第二盘形结构之间延伸以限定容纳具有大于约1.336的折射率的流体的腔,1.336为眼睛的眼房水的折射率。当第一盘结构或第二盘结构中的一个或多个的曲率增大时,AIOL的屈光力增大。

[0258] 第一部件和第二部件可在一个或多个结合表面彼此结合。可以选择(一个或多个)结合表面的位置以减小(一个或多个)结合表面对AIOL的光学性质的影响。例如,结合表面可围绕环形结构、第一盘形部件、第二盘形部件及其组合中的一个或多个周向延伸。在许多实施方式中,结合表面位于围绕环形结构、第一盘形部件、第二盘形部件及其组合中的一个或多个周向延伸的接缝部中或附近,所述接缝部将各部件结合在一起。将所述接缝部定位成远离第一部件和第二部件的光学部分提供了改进的光学性质。

[0259] 在许多实施方式中,在车床上机加工第一部件和第二部件以提供旋转对称的结构,诸如第一盘形结构和第二盘形结构。在将第一部件或第二部件中的一个或多个结合在一起之前,第一部件或第二部件中的一个或多个可包括环形结构。一个或多个环形凹槽可提供于第一部件和第二部件上以将第一部件与第二部件光学对准。可以将环形凹槽或其他形状的一个或多个凹槽的一个或多个部分用作用于将第一部和第二部件结合在一起的结合表面。

[0260] 可以使用各种技术将第一部件和第二部件结合在一起。例如,可以使用直接结合方法来联结如本文所述的结合表面。直接结合方法可有利地提供连续的结合的交界部,所述结合的交界部具有与该结构的其余部分相似的材料和机械性质。例如,所述结合的交界部可与所述结构的第一部件和第二部件类似地膨胀。示例性直接结合方法可包括热结合、溶剂结合、局部焊接或表面改性。

[0261] 第一部件和第二部件的热结合可涉及将部件(例如,在结合表面处或附近)加热至所述部件之一或两者的玻璃化温度左右或以上的温度。在加热过程期间,可以施加压力以增大所述部件之间在结合表面处的接触力。使用合适的温度和压力条件可以使部件的聚合物链在结合表面之间互相扩散并彼此缠绕,从而将第一部件和第二部件结合在一起。

[0262] 溶剂结合可以涉及将合适的溶剂应用于第一部件和第二部件的结合表面。所述溶剂可在结合表面处使所述部件的聚合物链成溶剂化物,从而在结合表面之间增大了链迁移率和互相扩散。例如,可通过用合适的溶剂处理结合表面来促进由HEMA和MMA的共聚物制造的部件的溶剂结合。示例性溶剂可以包括EGDMA、二乙二醇二甲基丙烯酸酯(DEGDMA)、三乙二醇二甲基丙烯酸酯(TEGDMA)、水、甲醇、乙醇、丙酮、二甲亚砜、乙腈、异丙醇、正己醇、二氯乙烷、二氯甲烷、环己烷或其适当的组合。可以对所述结合表面进行清洁,并继而用溶剂润湿。可以使所述结合表面彼此接触并通过经受合适的压力和温度条件(例如,使用压力机、烤炉、加热板等)达预定的时间长度而进行结合。

[0263] 局部焊接可以涉及在结合表面处或附近集中施用能量以加热和软化结合表面,从而将部件结合在一起。合适形式的能量可包括超声能量、微波能量或红外能量。在一些情况下,合适的部件可以形成在一个或多个部件中,以将施用的能量引导至结合表面的适当区域。

[0264] 作为另一实例,可以向本文所述的一个或多个结合表面应用合适的表面改性技术,以实现直接结合。表面改性可涉及处理所述结合表面,以增加其表面能量,因而改善了表面接触并增大了结合表面之间的聚合物链缠绕的程度。在许多实施方式中,结合表面可以通过等离子体激活、UV暴露和/或臭氧暴露进行改性。可以选择本文所述的表面改性处理的参数(例如,处理时间),以优化在结合表面处聚合物链的表面重排的程度。

[0265] 备选地或另外地,可以使用利用合适粘合剂的间接结合技术来结合AIOL的第一部件和第二部件。可以将粘合剂涂于本文所述的结合表面的至少一部分。在许多实施方式中,选择与第一部件和第二部件具有相似材料和机械性能的粘合剂。例如,粘合剂可以包括部件的聚合物的预聚物。例如,预聚物可以包括单体、低聚物、部分固化的单体、颗粒或聚合物的纳米颗粒中的一种或多种。这样的结合实施方式可以提供的优势在于,不存在接缝部或接缝部得以减小-结合的交界部具有与该结构相似的机械性质。例如,粘合剂可以与第一部件和第二部件相似地膨胀。例如,这在将粘合剂如上述地周向地提供在第一部件和第二部件的周围时可能是有帮助的,这是因为这样的部件可以基本上沿直径和圆周膨胀。由于AIOL可以制作得更小以减小插入大小并可以包括被配置成随应力的减小而变形的薄的可变形结构,因此减小沿着AIOL的结合表面的应力可以是有帮助。

[0266] 在许多实施方式中,将粘合剂(例如,预聚物)固化以将第一部件和第二部件结合在一起。固化过程可以涉及使用本领域技术人员公知的技术对粘合剂的一种或多种成分的聚合。例如,预聚物中的前体单体可以通过添加引发剂而部分或完全聚合。例如,引发剂可

以是诸如Irgacure 651 (I651, Ciba-Geigy) 之类的光引发剂, 或者诸如2,2'-偶氮双(异丁腈)、2,2'-偶氮(2,4-二甲基戊腈)、过氧化二月桂酰、双(4-叔丁基环己基)过氧化二碳酸酯之类的自由基引发剂。在许多实施方式中, 在存在交联剂的情况下对单体进行聚合。交联剂可以包括EGDMA、DEGDMA或TEGDMA中的一种或多种。单体和交联剂的聚合可以形成互穿聚合物网络(IPN, interpenetrating polymer network), 可以将该聚合物网络与第一部件和第二部件缠绕在一起, 从而将它们联结在一起。在一些情况下, 可以使用合适的活化剂使结合表面活化, 以提供暴露的反应基团, 从而使得能够在结合表面与预聚物和/或交联剂之间形成化学键。在聚合过程之后, 可以通过冲洗、在合适的溶剂中浸泡或本领域技术人员公知的其他方法去除过多的试剂。

[0267] 可以在本文所述的AIOL的制造期间的任何时间点应用本文所述的结合技术。例如, 第一部件和第二部件可以在刚性的基本干燥的配置下时彼此结合。每一个部件可以以刚性配置提供以供机加工, 并在刚性配置下时用粘合剂结合在一起。可以随后将所述部件水化。备选地, 所述部件可以在部分或完全水化的配置下时进行结合。

[0268] 在许多实施方式中, 第一透镜部件和第二透镜部件包括甲基丙烯酸羟乙酯和甲基丙烯酸甲酯的共聚物。当固化时, 粘合剂包括甲基丙烯酸羟乙酯和甲基丙烯酸甲酯的共聚物。此配置可以允许透镜伴随充分膨胀从刚性的未完全水化的配置扩展为完全水化的配置, 并抑制了对部件和位于沿接缝部的粘合剂的应力。本领域普通技术人员会理解聚合物材料的刚性的未完全水化的配置包括具有足够低量的水的聚合物以提供第一部件和第二部件的聚合物材料的刚度。未完全水化的配置可以包括基本干燥的配置, 其包括不超过约5%的水, 例如0.2-3%的水, 使得聚合物材料包括足够的刚度, 以用于将材料机加工至光学容限, 这对于本领域普通技术而言会易于理解。当将AIOL放置于晶状体囊中或放置于本领域普通技术人员理解的水化缓冲液中时, 例如, 聚合物可以膨胀至水化状态并逐渐至完全水化状态。完全水化状态下的聚合物可以包括约15%至30%的水, 这例如取决于所选的材料。完全水化状态下的聚合物可以膨胀超过10%, 诸如10%-15%。

[0269] 图36示出了制造并提供AIOL的方法3600。

[0270] 在步骤3610处, 提供如本文所述的一块聚合物材料。将该块材料切割成第一部件3612和第二部件3614。该聚合物材料包括如本文所述的刚性配置。

[0271] 在步骤3620处, 将第一部件3612和第二部件3614成形为AIOL的第一透镜部件3622和第二透镜部件3624。所述部件可以以许多方式中的一种或多种进行成形, 诸如在车床上转动、切割、烧蚀和成形光学透镜的其他已知方法。备选地或组合地, 可以对所述部件进行模塑。部件3622、3624中的一个或多个包括被成形用于接收相对的部件的特征部3626(例如, 特征部3626可以包括环形凹槽)。可以提供通道3628以允许与AIOL的腔3636流体连通。备选地或组合地, 通道3628可以在将第一部件和第二部件结合在一起时形成。

[0272] 在步骤3630处, 用特征部3626中提供的粘合剂3632将第一部件3622和第二部件3624结合在一起。第一部件3622和第二部件3624限定了腔3636。

[0273] 粘合剂3632包括部件3612和3614的聚合物的预聚物。尽管显示出所述部件由单个块提供, 但是可以用具有相似聚合物组成的单独的材料块提供聚合物材料。

[0274] 可以将触觉部3638固定至AIOL 3635, 使得IOL的内部腔与该触觉部的腔流体耦合。该触觉部可以包括与AIOL相似的材料, 或不同的材料。触觉部3638可以具有厚度3639。

例如, AIOL可以包括如本文所述的丙烯酸酯并且触觉部3638可以包括软硅酮材料。触觉部可以包括软材料, 例如当AOL包括刚性配置时将该软材料插入到AIOL中。

[0275] 刚性配置下的AIOL包括横向尺寸3634, 诸如直径。AIOL可以包括厚度3648, 该厚度3648在AIOL本体的最前部部分和AIOL本体的最后部部分之间延伸。

[0276] 在步骤3640处, 将AIOL 3635水化至基本上水化的配置以减少刚性, 使得AIOL包括软材料。在该水化的配置下, AIOL的尺寸增加, 并可以彼此成比例地增加。在许多实施方式中, 所述增加包括沿每个维度相似百分比的增加。

[0277] 在许多实施方式中, 刚性配置下的水化量包括预先确定的水化量, 以当在将AIOL植入于眼睛中时AIOL包括完全水化状态时将透镜部件准确地机加工至合适量的折光力。

[0278] 上部件3622的盘形光学结构例如可以是扁平的, 或者晶状体形状的。下部件3622的盘形光学结构可以例如是扁平的, 或者晶状体形状的, 使得一个或多个光学结构变形以提供屈光力。

[0279] 图37示出了光学结构, 该光学结构变形有挠曲的表面轮廓, 以如本文所述的利用弯曲球面表面轮廓3700提供屈光力。AIOL的流体可以大于为1.33的眼房水的折射率, 以利用弯曲表面3700提供增加的屈光力。光学部件3624可以包括在第一配置下不提供显著的屈光力的基本平面的形状, 但是可以将该光学部件3624变形至提供屈光力的挠曲的弯曲球面表面轮廓3700以供调节。

[0280] 虽然提及了丙烯酸酯, 但是聚合物和预聚物例如可以包括硅水凝胶材料。

[0281] 图38A示出了带有AIOL前部的最前部部分至触觉部的最前部部分(这两者在该页面较下方示出)的AIOL, 其中AIOL的可挠曲构件被配置成响应于触觉部的平移和旋转移动而挠曲。在备选实施方式中, 透镜可以以本文所述的相反的前后朝向放置。可挠曲构件3803包括足够的径向强度, 使得对可挠曲构件的外部部分的径向内向力引起如本文所述的可挠曲构件的内部部分的挠曲。

[0282] 可挠曲构件可以以许多方法中的一种或多种配置, 以提供径向强度以至少使该内部部分挠曲, 例如, 利用弹性模量、厚度或直径中的一种或多种。

[0283] 可挠曲构件可以以许多方法中的一种或多种与触觉部耦合, 以在被结合晶状体囊的触觉部径向向内推动时挠曲。在许多实施方式中, 可挠曲构件包括足够的径向强度, 以在可挠曲构件的外部部分被径向向内推动、或旋转、以及其组合时至少致使内部部分的形状改变。在许多实施方式中, 将可挠曲构件耦合至晶状体囊, 使得触觉部相对于刚性构件的旋转致使可挠曲构件的外部部分的径向向内移动和旋转挠曲。备选地或组合地, 可以将触觉部布置成径向和相对于刚性构件滑动, 以利用径向力向内推动可挠曲构件并利用外部部分的径向强度使可挠曲构件的内部部分挠曲。例如, 可挠曲构件可以在外部部分上包括用来促进挠曲的一个或多个结构, 诸如凹外部部分或较薄的环形区域以促进外部部分的凹挠曲和内部部分的凸挠曲。

[0284] 该AIOL包括针对远视力的未挠曲配置3821和针对近视力的挠曲配置3822。AIOL以非调节性配置进行描绘, 其中平面配置的前平面可挠曲构件3803耦合至杠杆触觉结构3802。触觉部3802的外部结构被配置成接合晶状体囊, 并可以包括如本文所述的减少对囊的压力的结构。刚性构件3810可以包括提供针对远视力的屈光力的透镜。例如, 可挠曲构件3803可以包括具有基本恒定厚度的基本平面的构件。可挠曲构件3803包括内部光学部分

3825和延展部3811。延展部3811在内部光学部分3825与平移及旋转触觉结构3802之间延伸。当内部光学部分3825包括凸挠曲3824时,将内部光学部分下方的腔的流体形状成形以提供针对近视力的光学矫正。

[0285] 可挠曲构件3803和刚性构件3810限定了内部腔3812的至少一部分,如本文所述。

[0286] 该AIOL包括从刚性构件3810的外表面延伸至可挠曲构件3803的外表面的中心厚度。该中心厚度可以包括在远视力配置下透镜的第一中心厚度3830,和在近视力配置下透镜的第二中心厚度3831。透镜厚度的中心地增加与透镜的增加的屈光力相关。透镜的增加的屈光力还与中心光学部分直径的平方近似逆相关。延展部分可以减少光学部分的直径,并且针对第一距离3830与第二距离3831之间的改变量提供增加的屈光力。

[0287] 刚性构件3810与触觉结构3802连接,使得当透镜针对近视力进行调节时触觉结构3802旋转。触觉结构3802延伸至诸如锚固点3840之类的第一锚固区域,触觉部围绕该第一锚固区域相对于刚性构件3810平移并旋转。触觉结构延伸从第一锚固区域至晶状体囊的壁的距离。触觉结构3802延伸至诸如第二锚固点3841之类的第二锚固区域。第二锚固区域3841耦合至可挠曲构件3803,以引起对可挠曲构件的内向力。第一区域至接合晶状体囊的触觉部的外部结构的距离大于从第一区域至第二区域的距离。在至少一些实施方式中,此距离差异可以提供了晶状体囊力在可挠曲构件3803上的至少一些机械杠杆作用。晶状体囊对可挠曲构件3802的径向力致使可挠曲膜的凸挠曲3824。延展部3811包括相反的凹曲率。

[0288] AIOL的诸如刚性构件、可挠曲构件和一个或多个触觉部之类的部件可以包括如本文所述的相同的聚合物。例如,这些部件可以具有取决于厚度的不同量的柔软度和刚度。在许多实施方式中,触觉部包括这样的厚度,使其当响应于来自晶状体囊的径向内向力而利用一个或多个旋转或平移径向向内推动可挠曲构件时,至少部分可逆地变形。

[0289] 图38B示出了响应于如图38A中的AIOL的负荷的内部腔压力。AIOL的内部压力随AIOL的负荷近似线性地增加。内部压力和径向内向力的组合可以使构件3803挠曲,以在眼睛如本文所述地进行调节时提供屈光力。相对于一个或多个公开的最大负荷值(与晶状体囊对AIOL的力相对应)将所建模的负荷归一化,这可以由本领域普通技术人员基于公开的数据容易确定。如本文所建模的AIOL的材料性质可以基于针对如本文所述的材料的公开数据容易确定。

[0290] 虽然本文已经示出并描述了本公开内容的优选实施方式,但是对于本领域技术人员而言将显而易见的是,这样的实施方式仅作为示例提供。在不偏离本发明的情况下,本领域技术人员现在将想到众多变化、改变和替代。应当理解,在实践本公开内容过程中可以采用本文所述的公开内容的各种替代方案。意图是随附权利要求限定了本发明的范围,并且由此涵盖这些权利要求及其等同体范围内的方法和结构。

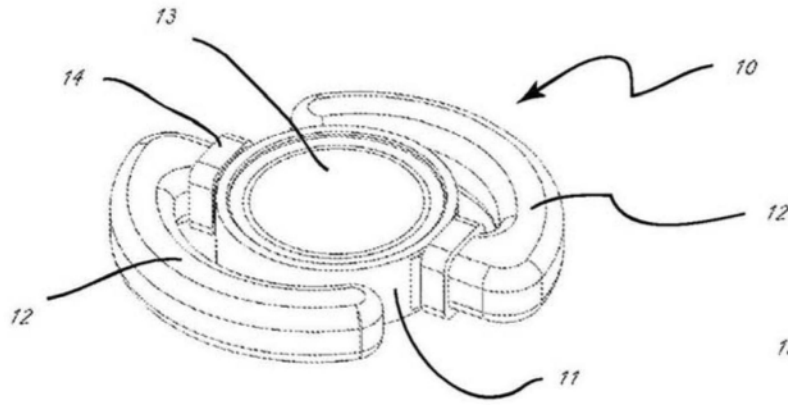


图 1

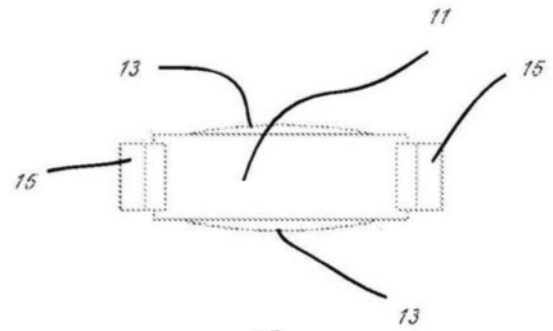


图 2

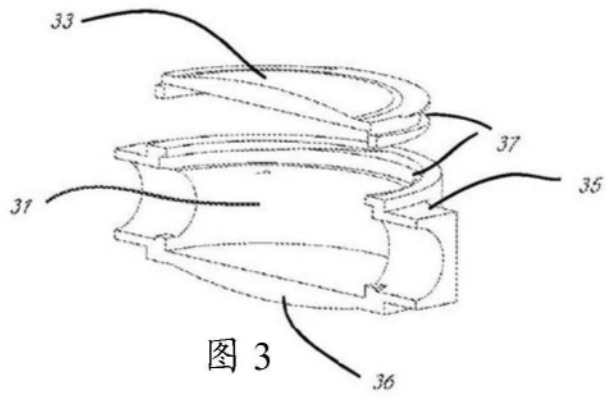


图 3

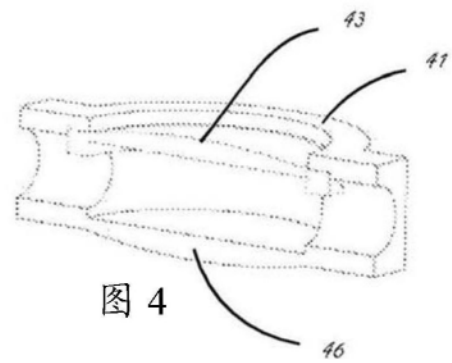


图 4

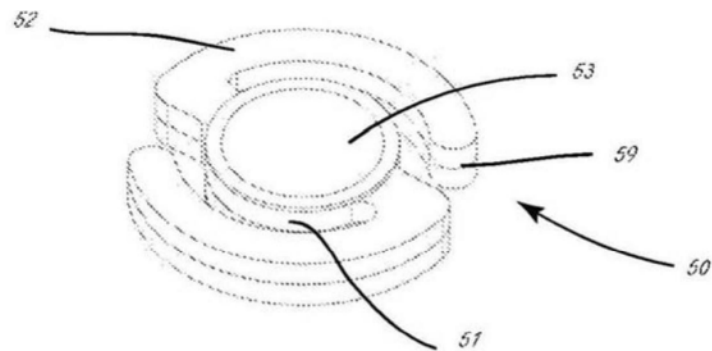


图5

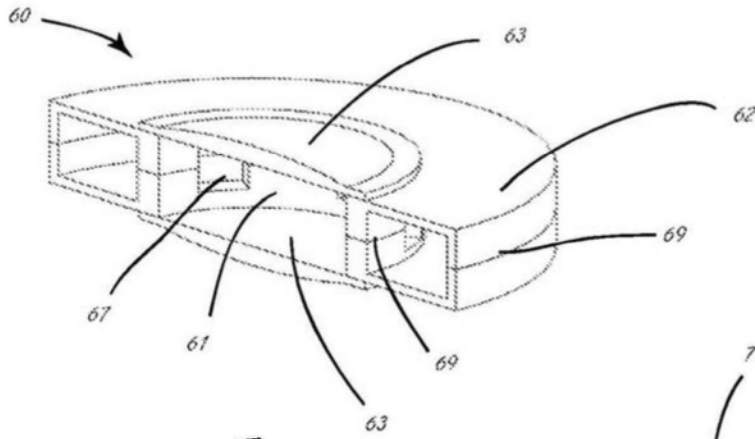


图 6

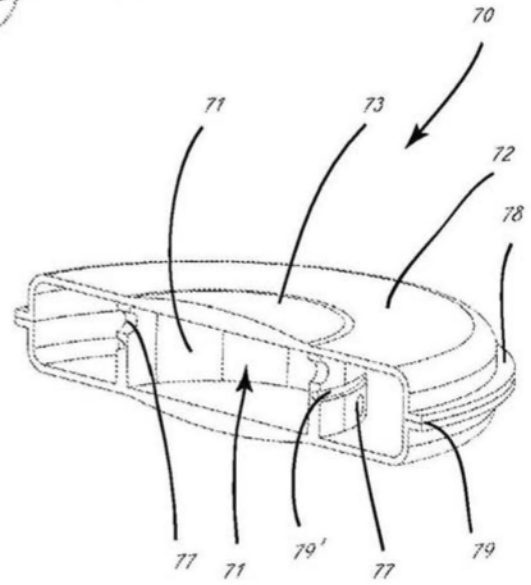


图 7

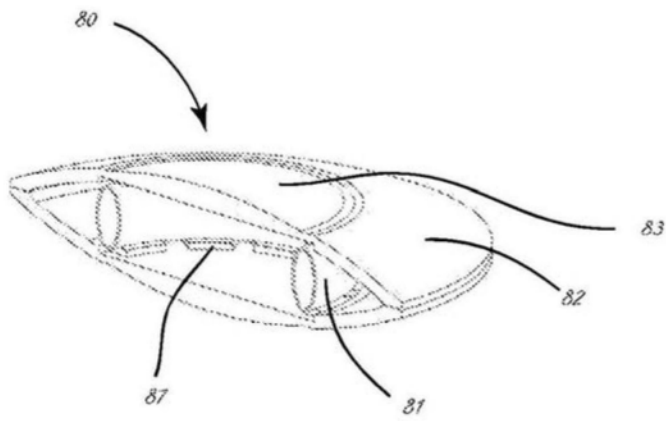


图 8



图 9C

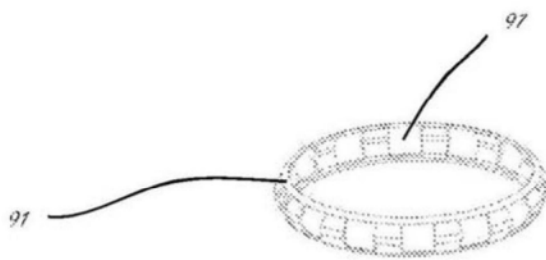


图 9A

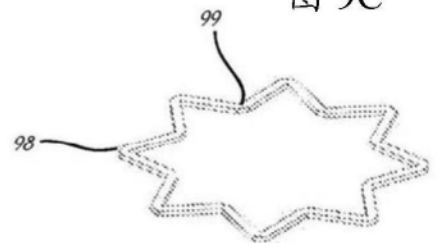


图 9B

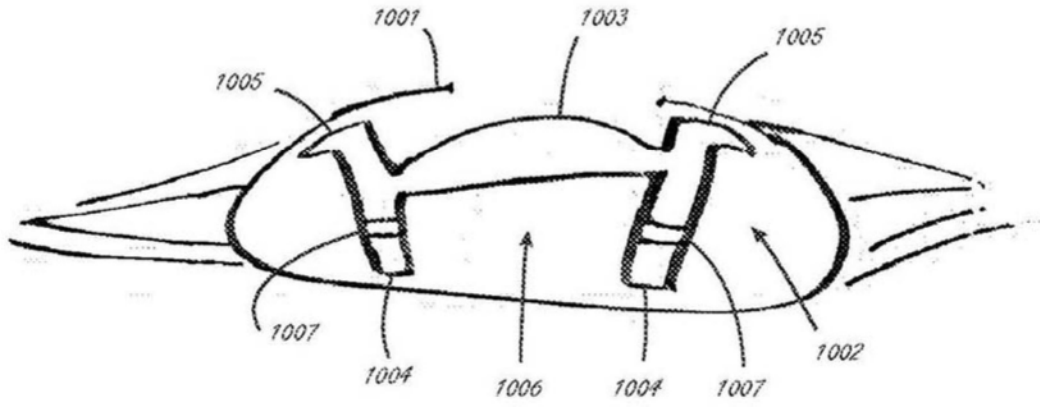


图10

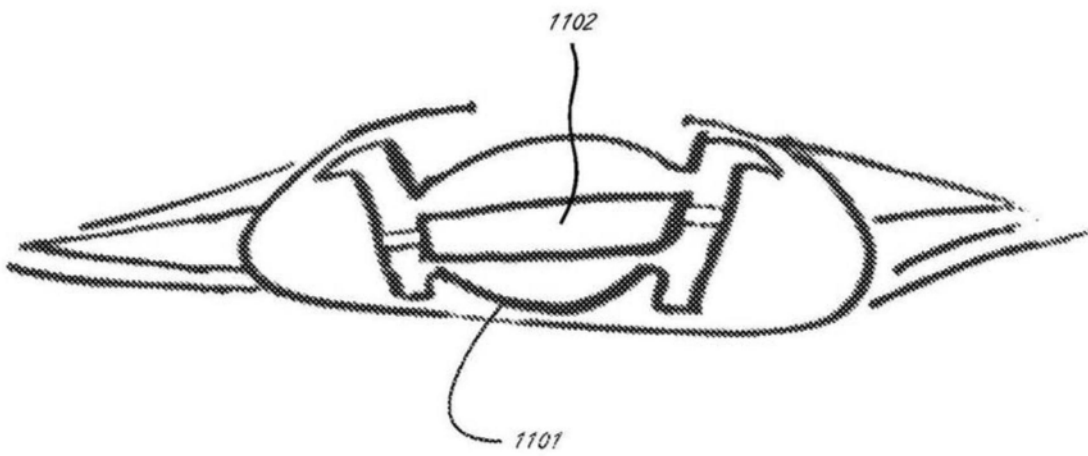


图11



图12

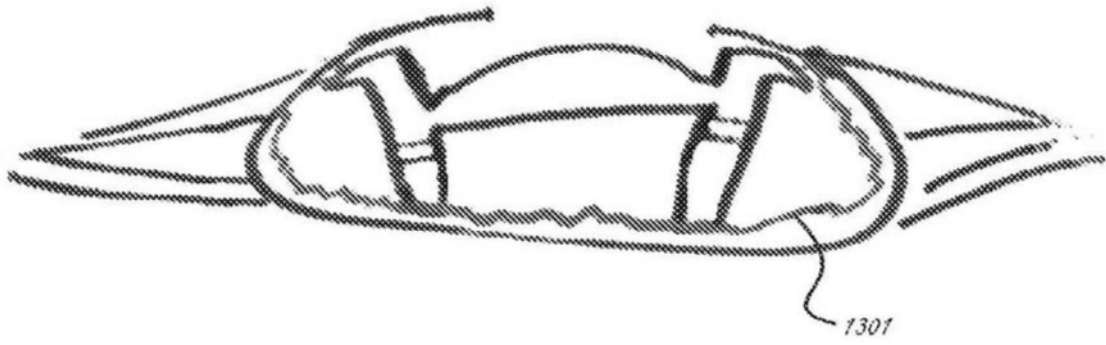


图13

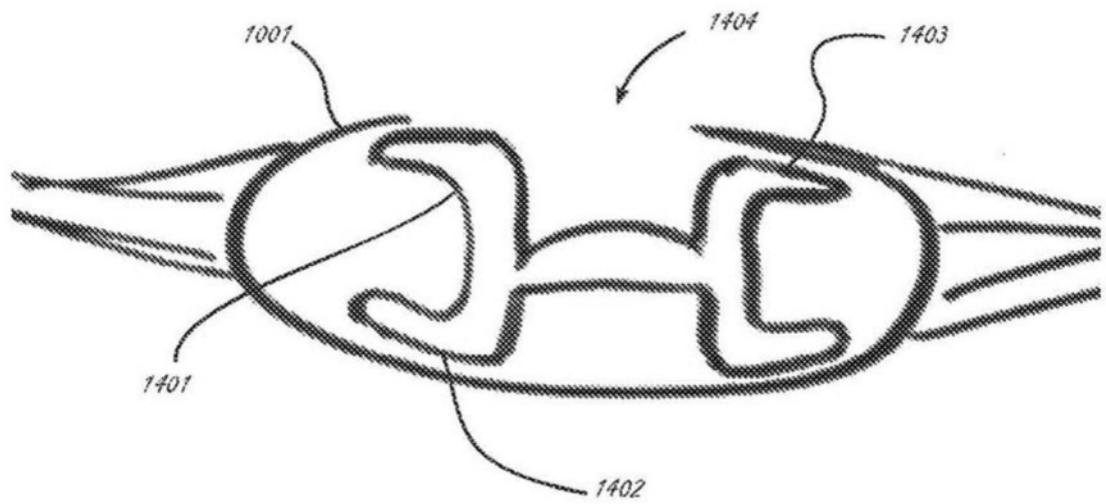


图14A

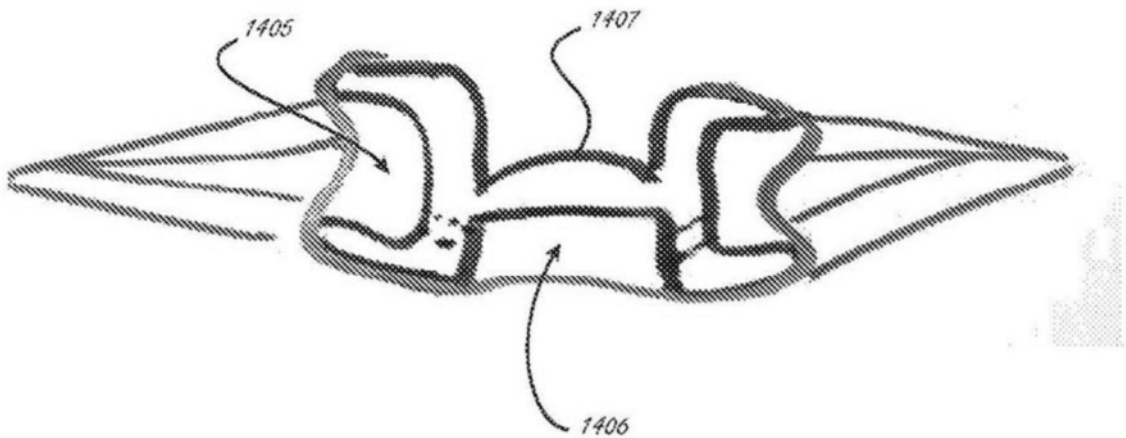


图14B

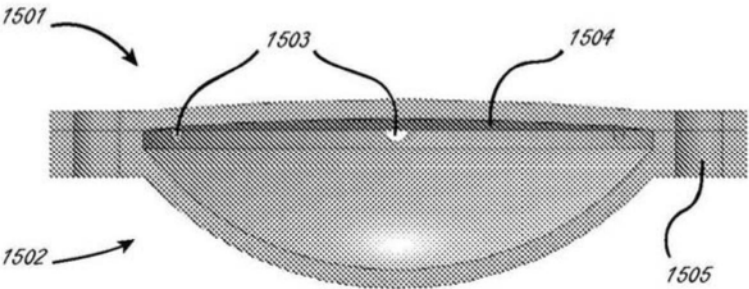


图15

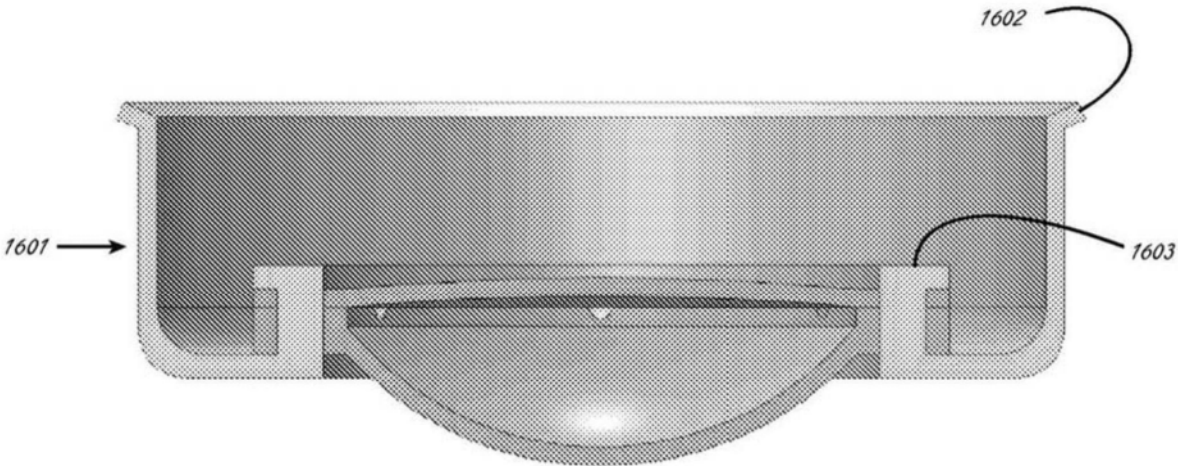


图16A

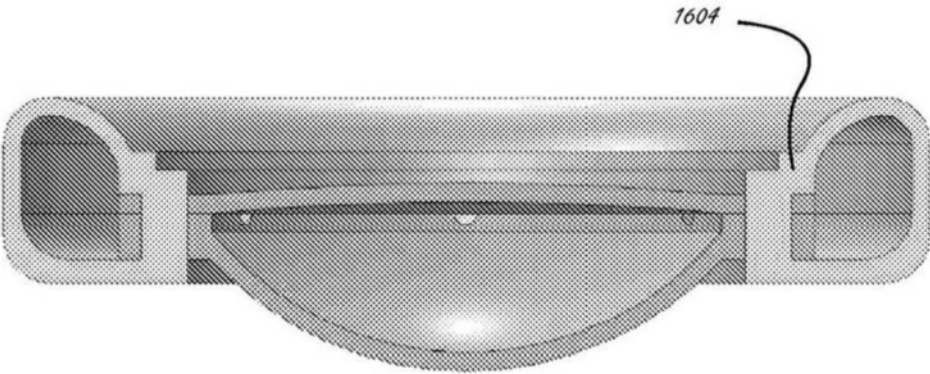


图16B

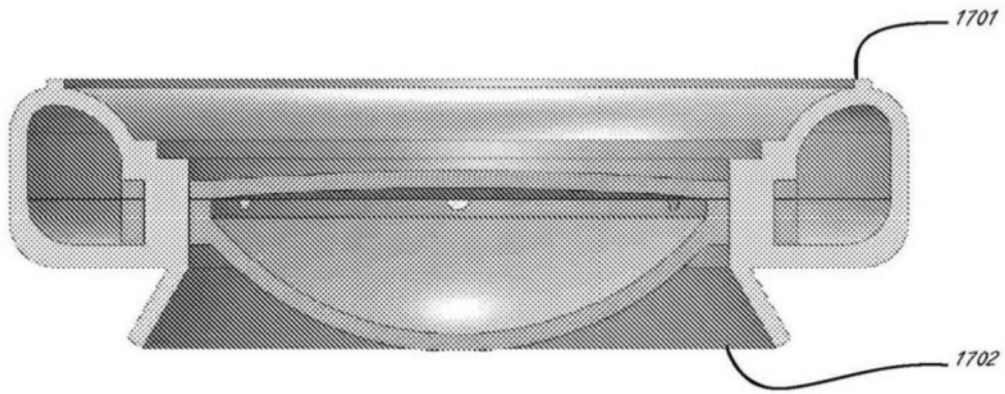


图17

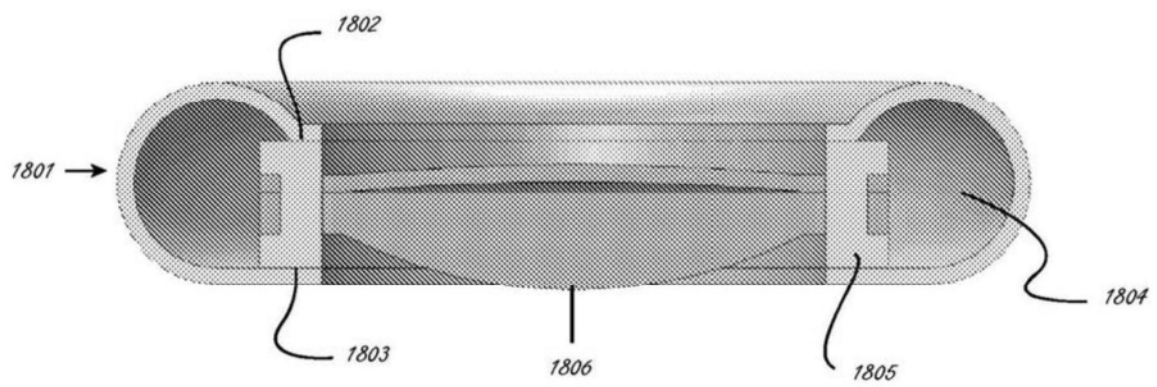


图18

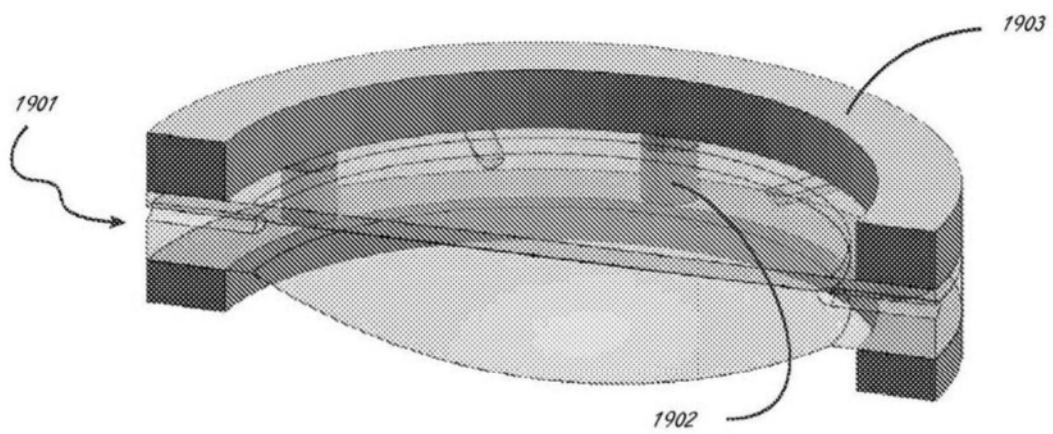


图19

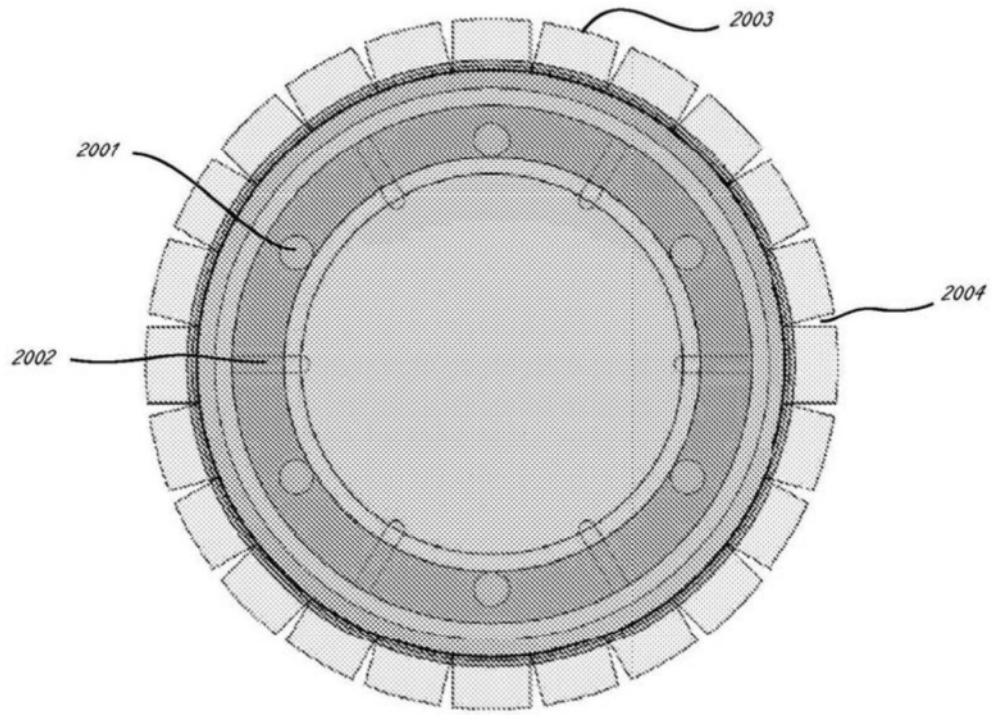


图20

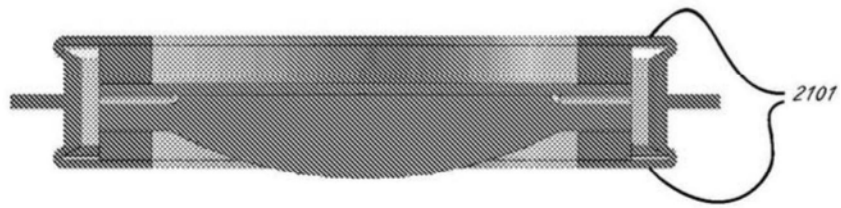


图21A

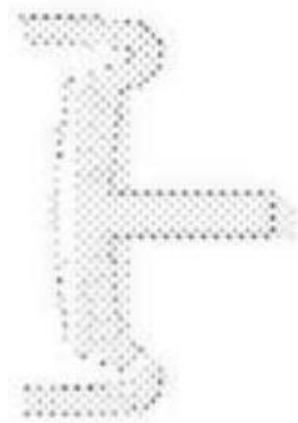


图21B

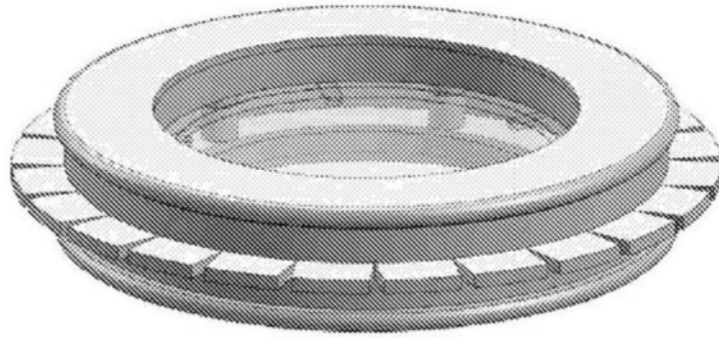


图22

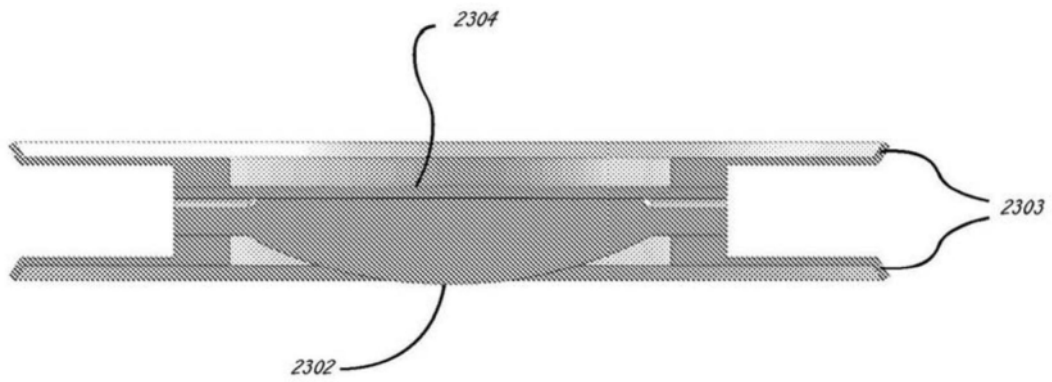


图23A

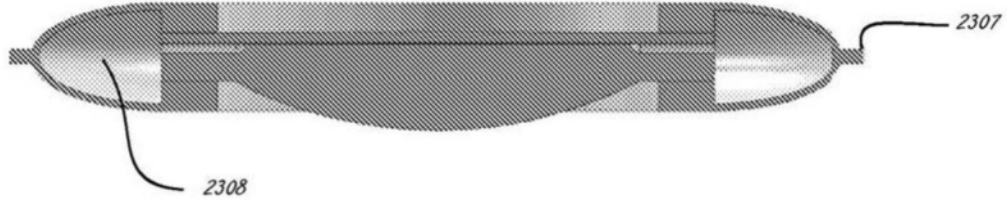


图23B

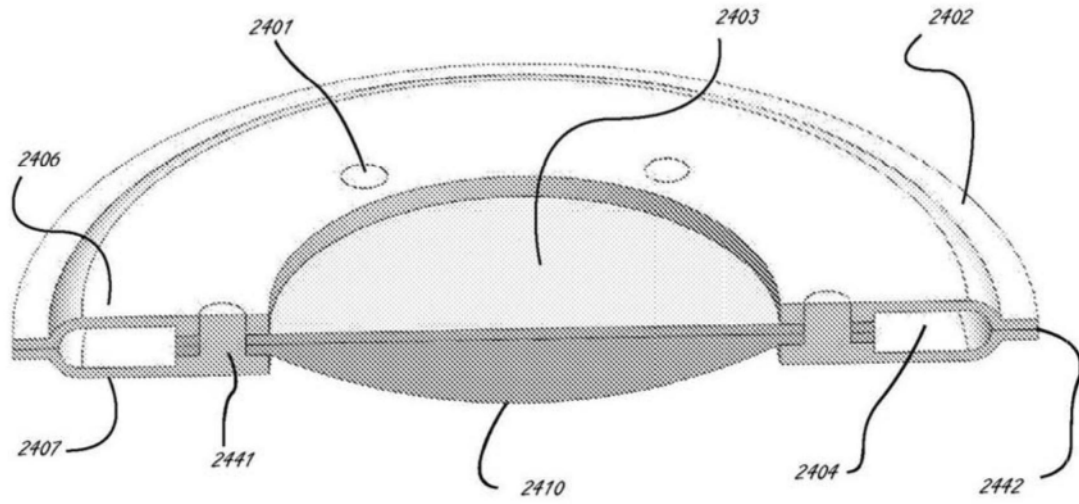


图24

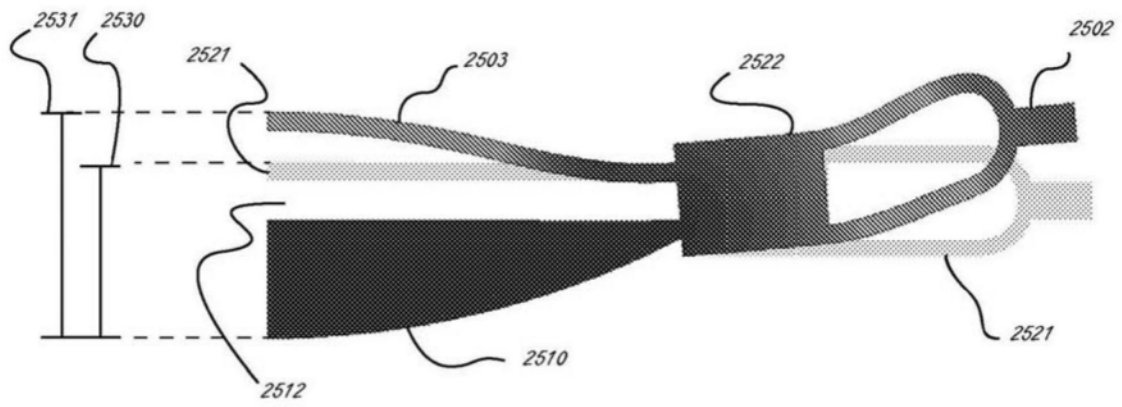


图25A

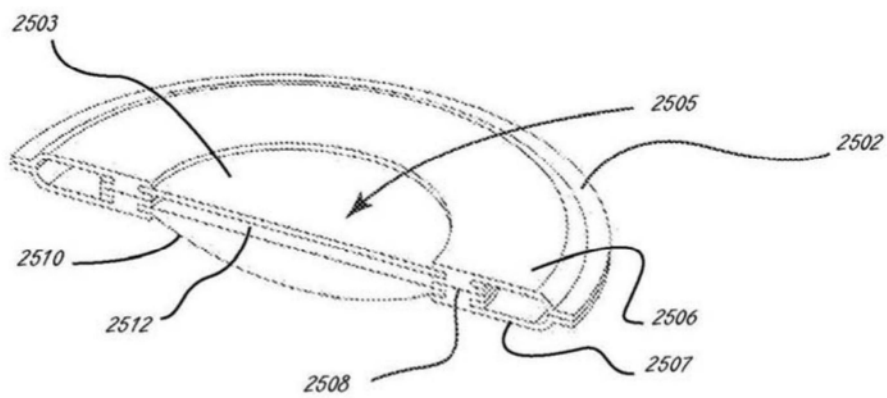


图25B

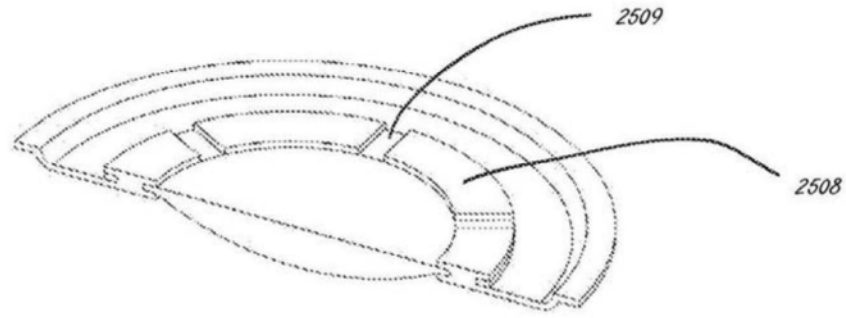


图25C

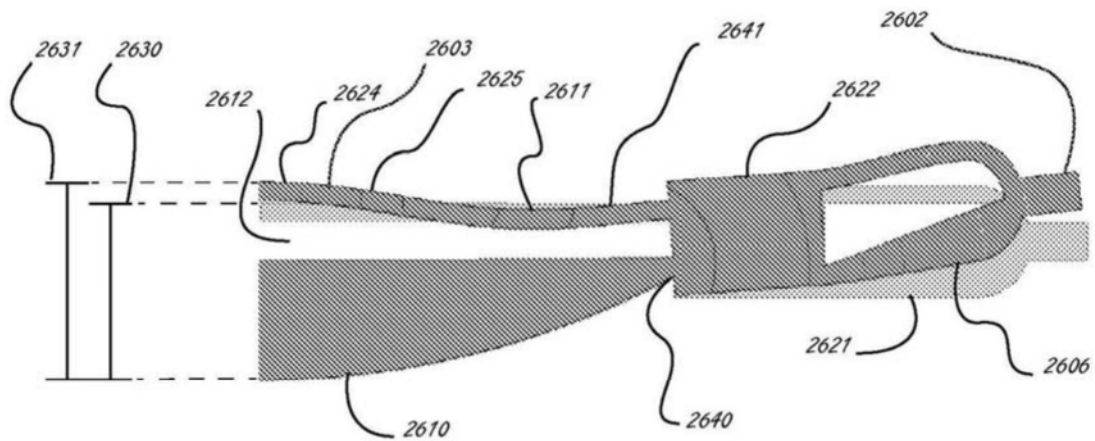


图26

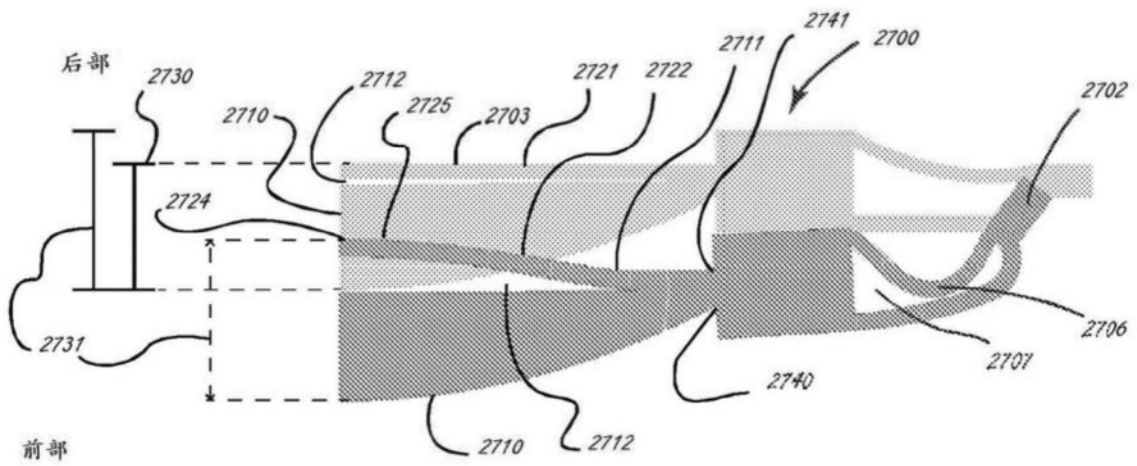


图27

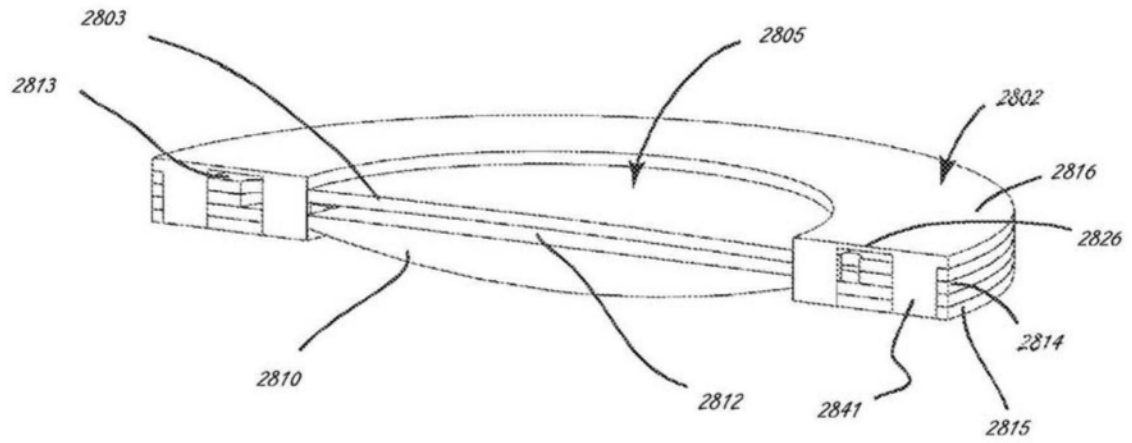


图28A

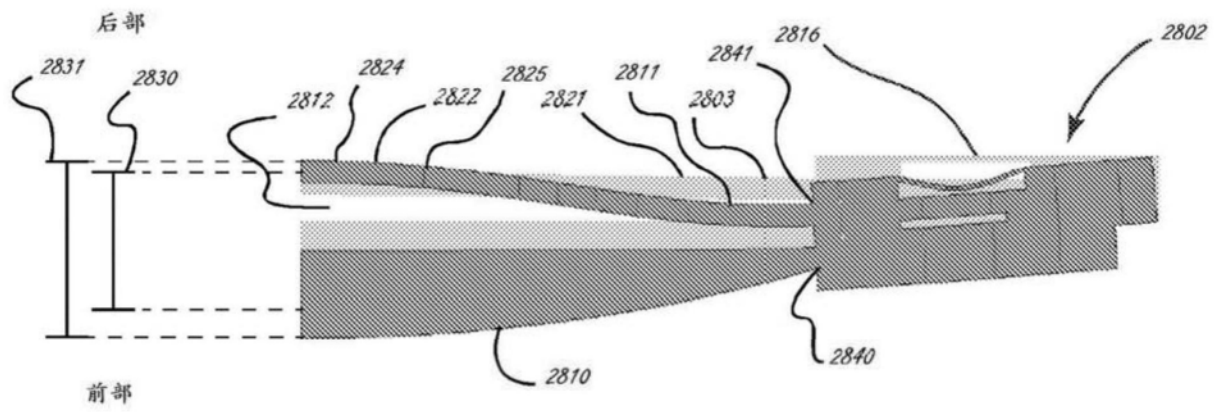


图28B

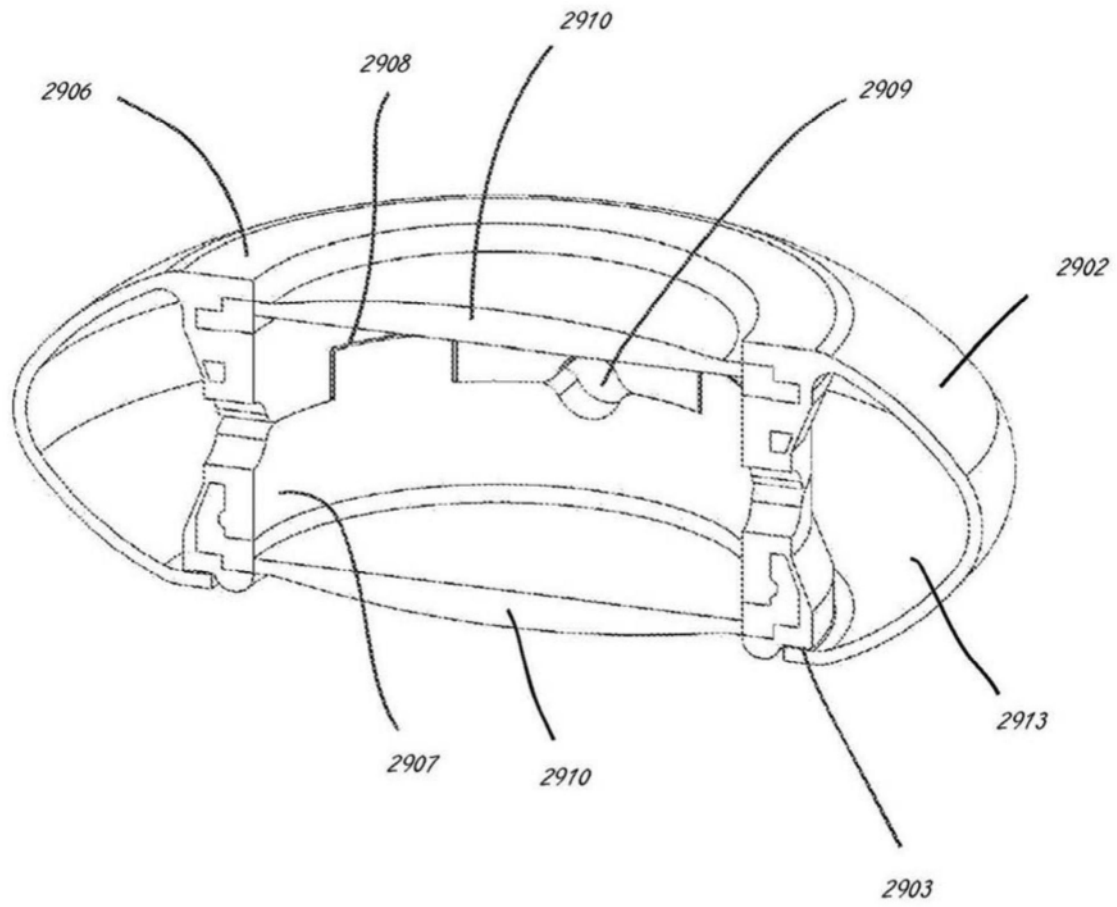


图29

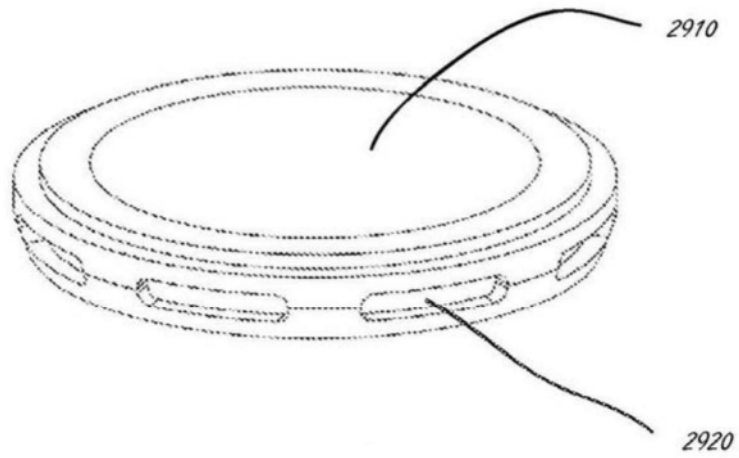


图30

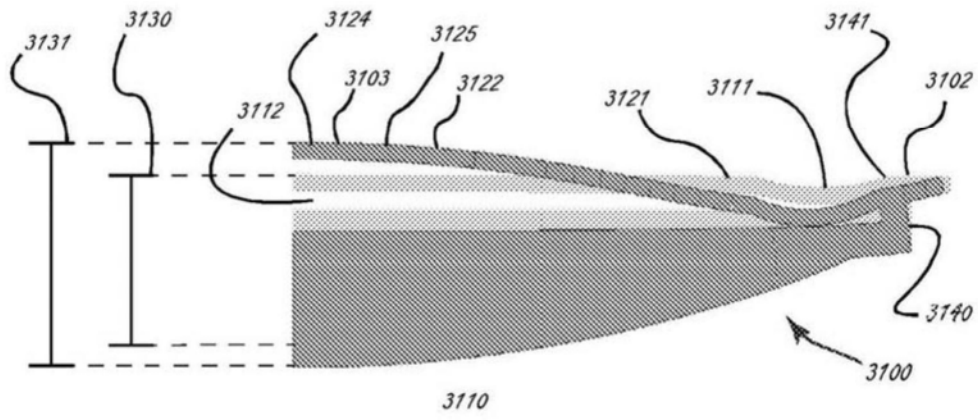


图31

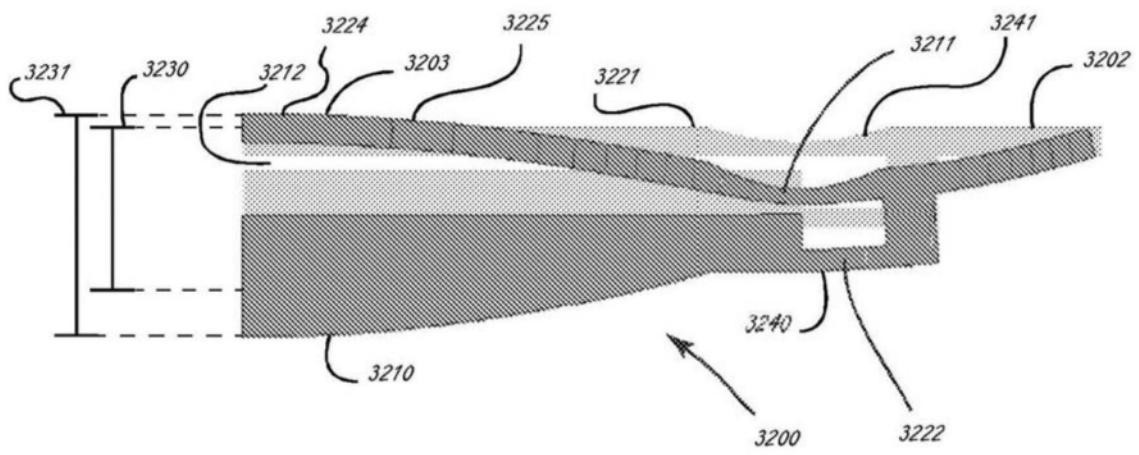


图32

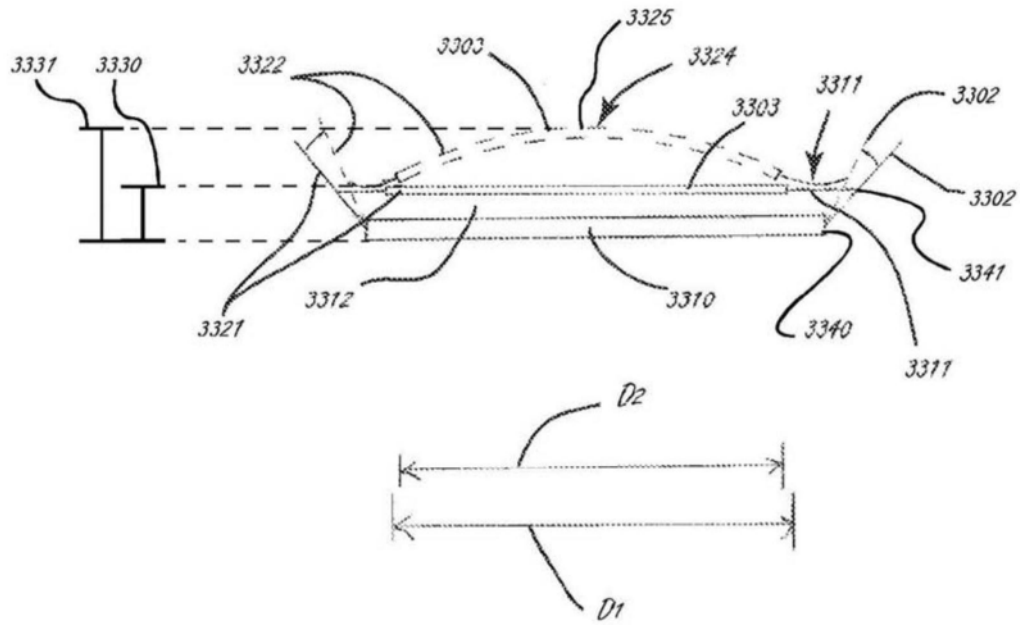


图33

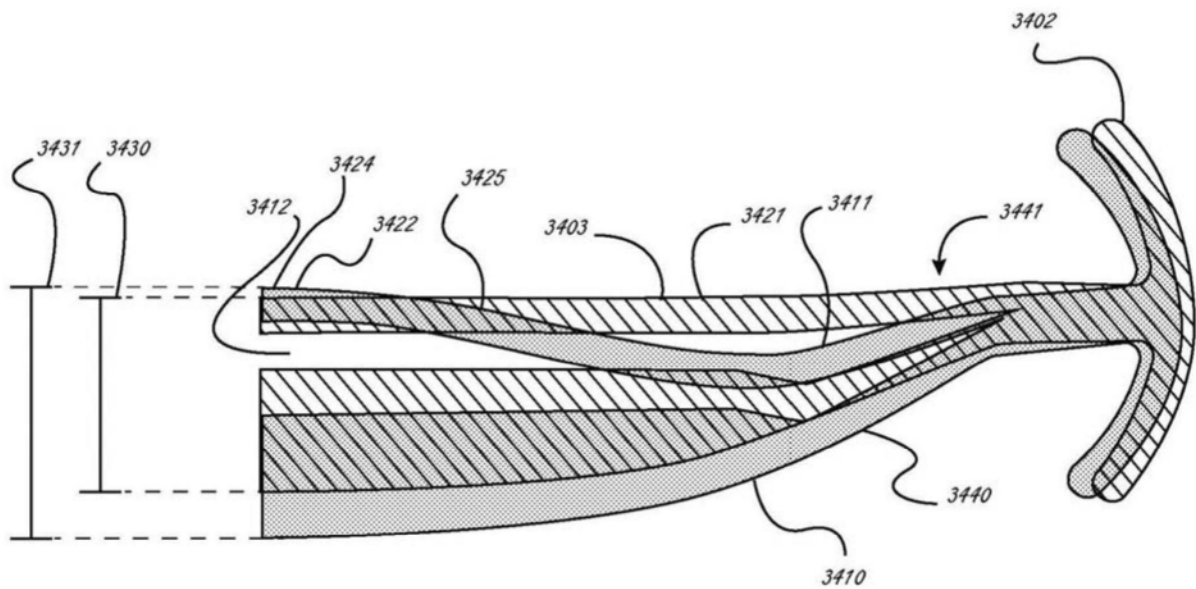


图34A

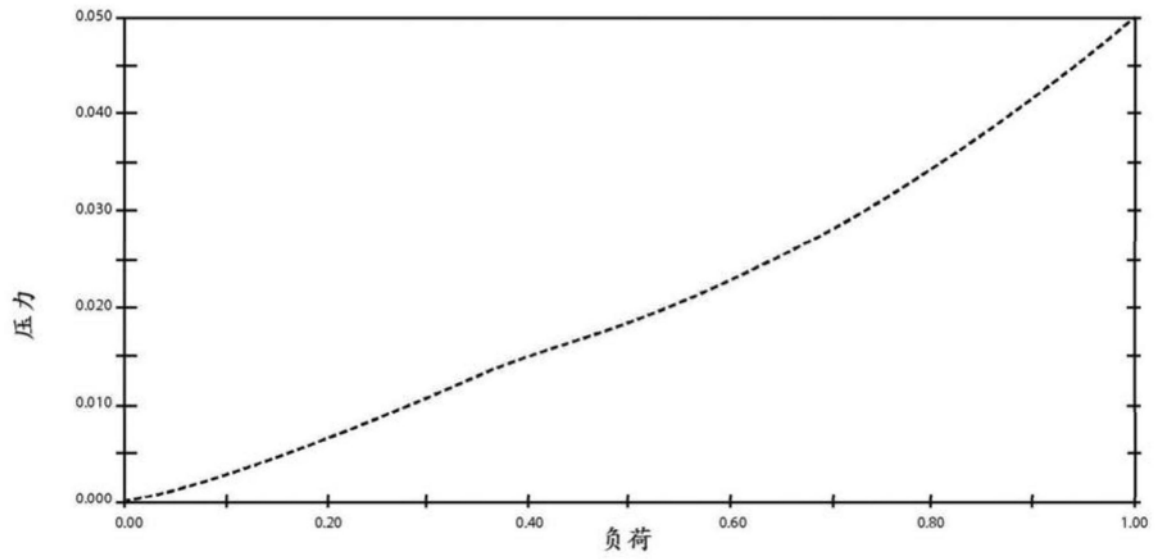


图34B

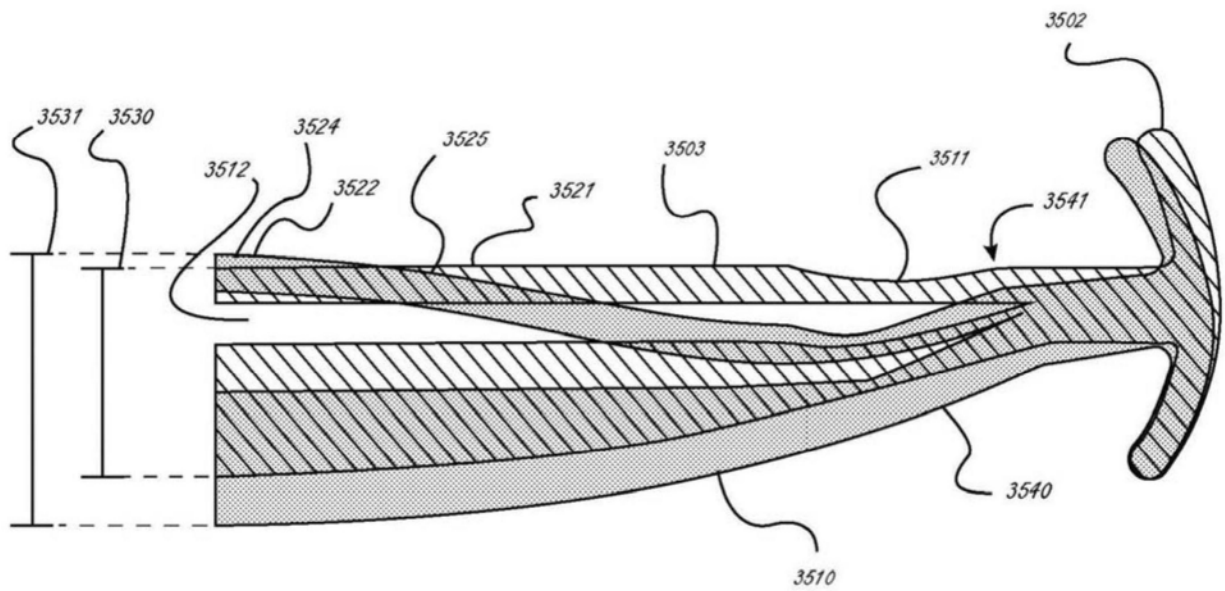


图35A

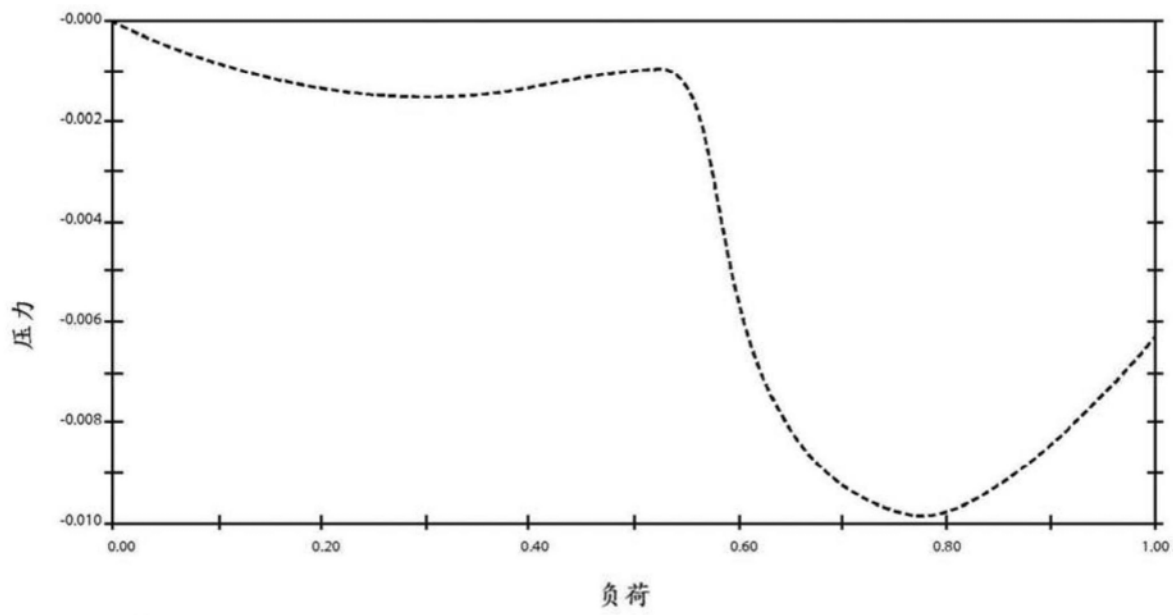


图35B

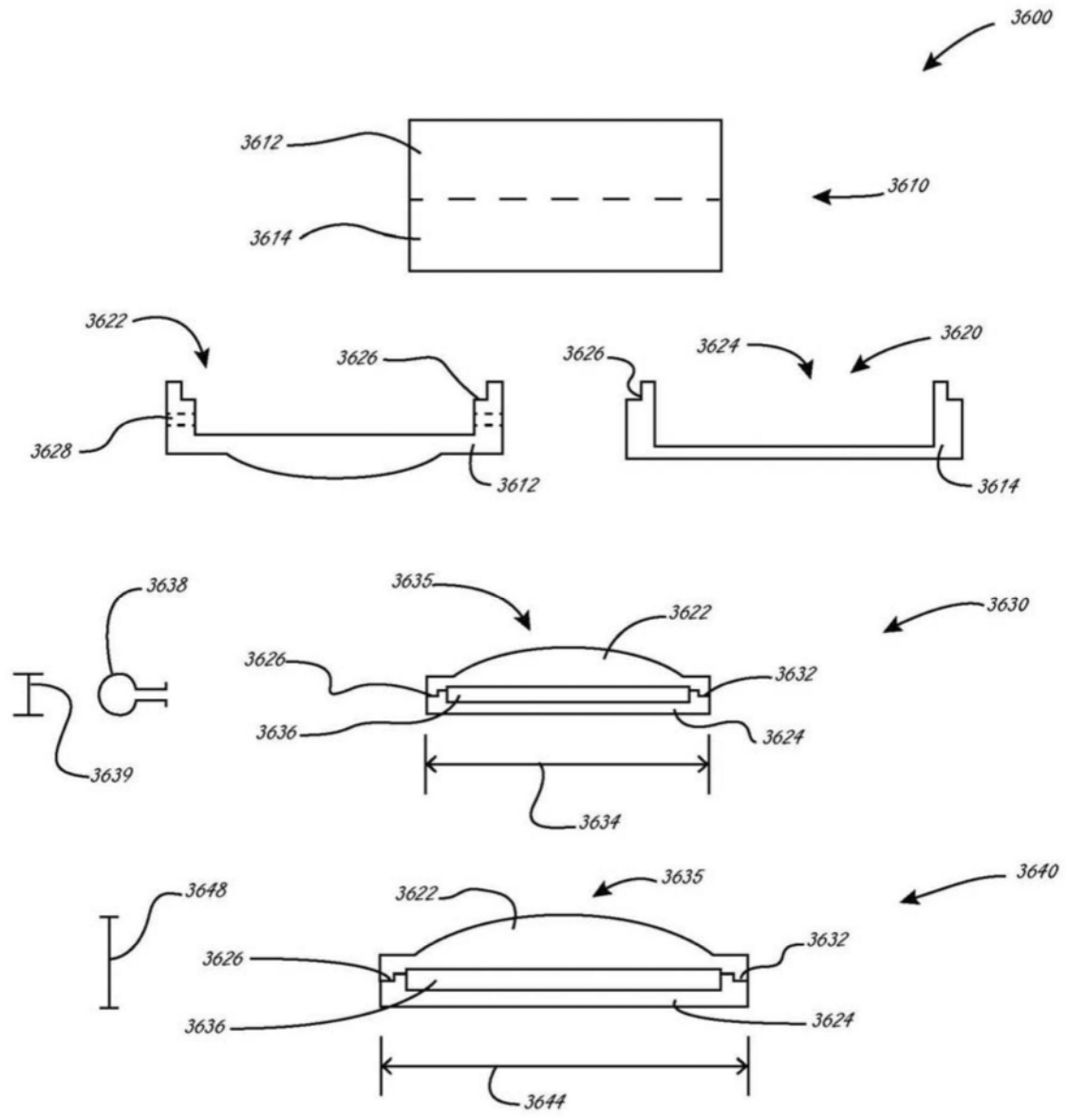


图36

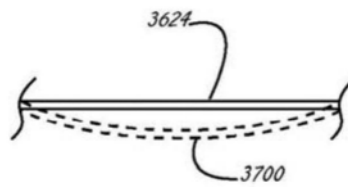


图37

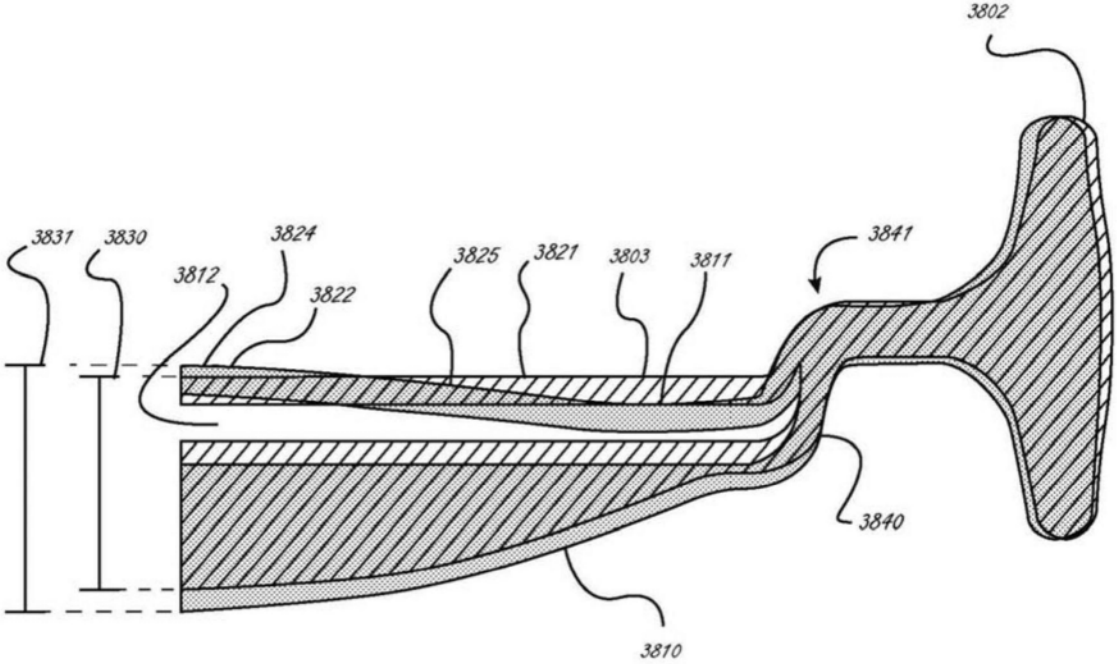


图38A

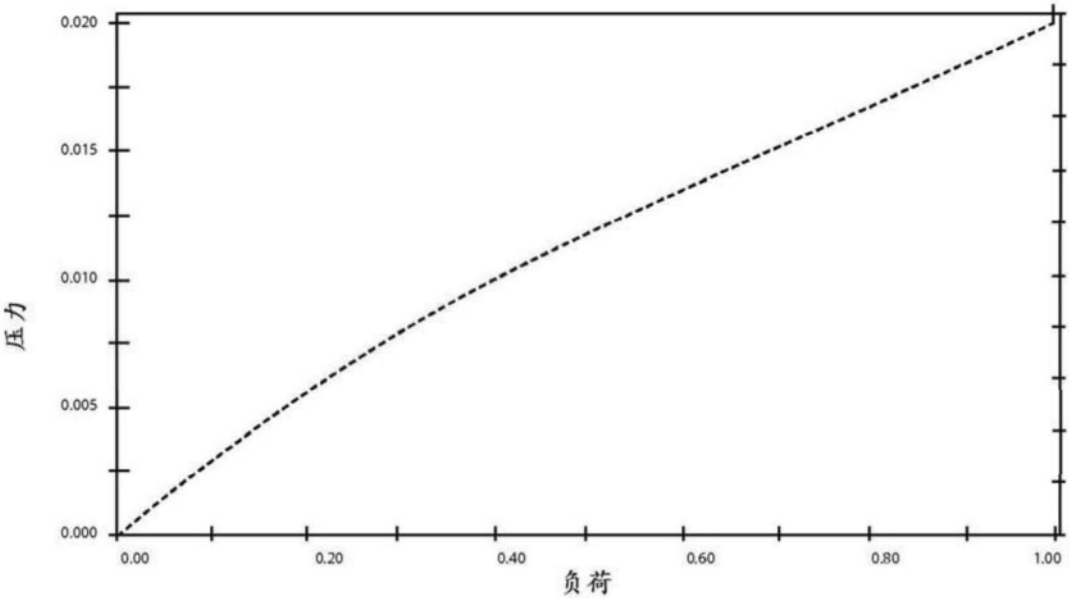


图38B