



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103096837 A

(43) 申请公布日 2013. 05. 08

(21) 申请号 201180032015. 0

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2011. 06. 29

A61F 2/16 (2006. 01)

(30) 优先权数据

A61F 9/00 (2006. 01)

61/398, 626 2010. 06. 29 US

A61F 9/007 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2012. 12. 27

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2011/042446 2011. 06. 29

(87) PCT申请的公布数据

W02012/006186 EN 2012. 01. 12

(71) 申请人 亚利桑那州立大学董事会

地址 美国亚利桑那州

(72) 发明人 詹姆斯·T·施温葛瑞林

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

公司 11021

代理人 陈晓娜

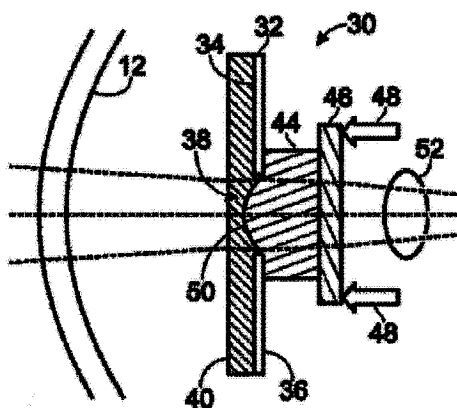
权利要求书3页 说明书7页 附图4页

(54) 发明名称

具有可变形材料的调节性眼内透镜

(57) 摘要

一种调节性眼内透镜。所述透镜包括具有挤出孔的基本上刚性的前部构件。第一透明可变形材料被置于所述前部构件的后侧的前方。第二透明可变形材料被置于所述第一材料的后表面处附近,所述第二材料具有不同于所述第一材料的可变形程度,并且具有不同于所述第一材料的折射率的折射率。这在所述第一材料体与所述第二材料体之间形成一个折射可变形界面。施加到所述第二材料上的力使得所述材料通过所述孔挤出,从而与所述第一材料体形成一个弯曲的折射界面。本发明还提供一种用于安装所述调节性眼内透镜的方法。



1. 一种调节性眼内透镜,其包括:

基本上刚性的前部构件,所述前部构件具有前侧和后侧以及穿过这两个侧的挤出孔;

第一透明可变形材料体,所述第一透明可变形材料体在所述前部构件的所述后侧的前方处被至少部分地置于所述挤出孔的外围内;

第二透明可变形材料体,所述第二透明可变形材料体具有前表面,所述前表面被至少部分地置于邻近所述第一透明材料体的后表面处,所述第二透明可变形材料具有不同于所述第一透明可变形材料的可变形程度,并且具有不同于所述第一透明可变形材料的折射率的折射率,从而在所述第一透明可变形材料体与所述第二透明可变形材料体之间形成折射可变形界面;以及

后部构件,所述后部构件具有前侧和后侧,所述前侧被置于抵靠在所述第二透明可变形材料体的后部上,这样使得当在所述第一透明可变形材料体受约束的情况下向所述后部构件的所述后侧施加力,以使得所述后部构件相对于所述第一透明可变形材料体移动时,所述第二透明可变形材料的一部分通过所述挤出孔挤出,从而与所述第一透明可变形材料体形成弯曲的折射界面。

2. 如权利要求1所述的调节性眼内透镜,其中所述第一透明可变形材料体包括第一弹性材料层,所述第一弹性材料层被置于所述前部构件的所述前侧上,并且所述第一弹性材料层的一部分伸出到所述挤出孔当中;并且所述第二透明可变形材料体包括第二弹性材料层,所述第二弹性材料层被置于所述前部构件的所述后侧上覆盖所述挤出孔处,所述第二弹性材料比所述第一弹性材料硬。

3. 如权利要求2所述的透镜,进一步包括触觉件,所述触觉件连接到所述前部构件上,用于将所述前部构件保持在眼睛的后房中。

4. 如权利要求3所述的透镜,其中所述第一弹性材料的折射率高于所述第二弹性材料的折射率。

5. 如权利要求2所述的透镜,其中所述第一弹性材料的折射率高于所述第二弹性材料的折射率。

6. 如权利要求2所述的透镜,其中所述挤出孔的形状被适配成控制所述第一弹性材料与所述第二弹性材料之间的所述弯曲的折射界面的形状。

7. 如权利要求6所述的透镜,其中所述挤出孔的形状是椭圆形的,以在所述第一弹性材料与所述第二弹性材料之间提供弯曲的折射界面,其中所述折射界面沿着所述椭圆形的长轴和短轴的曲率是不同的。

8. 如权利要求2所述的调节性眼内透镜,其中所述第一弹性材料被至少部分地置于所述前部构件的所述前侧上,并且所述第二弹性材料被至少部分地置于所述前部构件的所述后侧上。

9. 如权利要求1所述的调节性眼内透镜,其中所述第一透明可变形材料体包括透明流体,并且所述透镜进一步包括至少部分透明的腔室,所述腔室被置于所述前部构件的所述前侧上用于保持所述流体,并且与所述前部构件的所述前侧以及所述挤出孔相邻接。

10. 如权利要求9所述的调节性眼内透镜,其中所述流体是不可压缩流体,并且所述透镜进一步包括用于保持所述腔室中的过量流体的储存器。

11. 如权利要求9所述的调节性眼内透镜,其中所述流体是可压缩流体。

12. 如权利要求 10 所述的透镜,其中所述流体的折射率高于所述第二透明可变形材料的折射率。

13. 如权利要求 9 所述的透镜,其中所述第二透明可变形材料体包括弹性材料层。

14. 如权利要求 13 所述的调节性眼内透镜,其中所述弹性材料被至少部分地置于所述内部构件的所述后侧中。

15. 如权利要求 13 所述的透镜,其中所述流体的折射率高于所述弹性材料的折射率。

16. 如权利要求 15 所述的透镜,其中所述挤出孔的形状被适配成控制在所述流体与所述弹性材料之间的所述弯曲的折射界面的形状。

17. 如权利要求 15 所述的透镜,其中所述挤出孔的形状是椭圆形的,以在所述流体与所述弹性材料之间提供弯曲的折射界面,其中所述折射界面沿着所述椭圆形的长轴和短轴的曲率是不同的。

18. 如权利要求 9 所述的透镜,其中所述挤出孔的形状被适配成控制在所述流体与所述弹性材料之间的所述弯曲的折射界面的形状。

19. 如权利要求 18 所述的透镜,其中所述挤出孔的形状是椭圆形的,以在所述流体与所述弹性材料之间提供弯曲的折射界面,其中所述折射界面沿着所述椭圆形的长轴和短轴的曲率是不同的。

20. 一种用于向眼睛提供调节性眼内透镜的方法,所述方法包括:

提供调节性眼内透镜,所述调节性眼内透镜具有:

基本上刚性的前部构件,所述前部构件具有前侧和后侧以及穿过这两个侧的挤出孔;

第一透明可变形材料体,所述第一透明可变形材料体在所述前部构件的所述后侧的前方处被至少部分地置于所述挤出孔的外围内;

第二透明可变形材料体,所述第二透明可变形材料体具有前表面,所述前表面被至少部分地置于邻近所述第一透明材料体的后表面处,所述第二透明可变形材料具有不同于所述第一透明可变形材料的可变形程度,并且具有不同于所述第一透明可变形材料的折射率的折射率,由此在所述第一透明可变形材料体与所述第二透明可变形材料体之间形成折射可变形界面;以及

后部构件,所述后部构件具有前侧和后侧,所述前侧被置于抵靠在所述第二透明可变形材料体的后部上,这样使得当在所述第一透明可变形材料体受约束的情况下向所述后部构件的所述后侧上施加力以使得所述后部构件相对于所述第一透明可变形材料体移动时,所述第二透明可变形材料的一部分通过所述挤出孔挤出,从而与所述第一透明可变形材料体形成弯曲的折射界面;

将所述眼内透镜插入自然晶状体已移除并且前囊已失效的眼睛的后房中,这样使得所述后部构件的所述后侧操作性地连接到所述眼睛的后囊上;以及

将锁紧机构附接到所述眼睛的巩膜内部的组织上以将所述眼内透镜保持在合适位置,这样使得当睫状肌放松时,所述后囊将所述后部构件向所述前部构件推动,从而使得所述第二透明可变形材料被挤入所述挤出孔中,从而与所述第一透明可变形材料形成弯曲的折射界面,并且当所述睫状肌被拉伸时,所述后囊下垂,从而允许所述后部构件远离所述前部构件移动,以允许所述第二透明可变形材料从所述挤出孔撤出,并且减小所述界面的曲率。

21. 如权利要求 20 所述的方法,进一步包括向所述眼内透镜提供触觉件,所述触觉件

连接到所述前部构件上,用于将所述前部构件保持在所述眼睛的所述后房中。

22. 如权利要求 21 所述的方法,进一步包括向所述眼内透镜提供第一可变形材料,所述第一可变形材料的折射率高于所述第二可变形材料的折射率。

23. 如权利要求 20 所述的方法,进一步包括向所述眼内透镜提供第一可变形材料,所述第一可变形材料的折射率高于所述第二可变形材料的折射率。

24. 如权利要求 20 所述的方法,其中提供具有第一透明可变形材料体和第二透明可变形材料体的调节性眼内透镜包括提供作为所述第一透明可变形材料的第一弹性材料层,所述第一弹性材料层被至少部分地置于所述前部构件的所述前侧上,并且所述第一弹性材料层的一部分伸出到所述挤出构件当中,并且包括提供第二弹性材料层,所述第二弹性材料层被至少部分地置于所述前部构件的所述后侧上,所述第二透明弹性材料比所述第一透明弹性材料硬。

25. 如权利要求 24 所述的方法,进一步包括向所述眼内透镜提供触觉件,所述触觉件连接到所述前部构件上,以将所述前部构件保持在所述眼睛的所述后房中。

26. 如权利要求 24 所述的方法,进一步包括向所述眼内透镜提供第一弹性材料,所述第一弹性材料的折射率高于所述第二弹性材料的折射率。

27. 如权利要求 26 所述的方法,进一步包括向所述眼内透镜提供触觉件,所述触觉件连接到所述前部构件,用于将所述前部构件保持在所述眼睛的所述后房中。

28. 如权利要求 20 所述的方法,其中提供具有第一透明可变形材料体和第二透明可变形材料体的调节性眼内透镜包括提供作为所述第一透明可变形材料的透明流体,所述透明流体在至少部分透明的腔室中,所述腔室被置于所述前部构件的所述前侧上用于保持所述流体,并且与所述前部构件的所述前侧以及所述挤出孔相邻接。

29. 如权利要求 28 所述的方法,其中在透明腔室中提供透明流体包括提供不可压缩流体,并且进一步包括向所述腔室提供用于接纳过量流体的储存器。

30. 如权利要求 28 所述的方法,其中在透明腔室中提供透明流体包括提供可压缩流体。

31. 如权利要求 28 所述的方法,其中提供具有包括安置在邻近所述第一透明材料体的所述后表面处的前表面的第二透明可变形材料体的调节性眼内透镜包括提供弹性材料层,所述弹性材料层被置于所述前部构件的所述后侧上。

32. 如权利要求 31 所述的方法,进一步包括向所述眼内透镜提供触觉件,所述触觉件连接到所述前部构件上,用于将所述前部构件保持在所述眼睛的所述后房中。

33. 如权利要求 31 所述的方法,进一步包括向所述眼内透镜提供流体,所述流体的折射率高于所述弹性材料层的折射率。

34. 如权利要求 33 所述的方法,进一步包括向所述眼内透镜提供触觉件,所述触觉件连接到所述前部构件上,用于将所述前部构件保持在所述眼睛的所述后房中。

具有可变形材料的调节性眼内透镜

[0001] 相关申请

[0002] 本专利申请要求 2011 年 6 月 29 日提交的美国临时专利申请号 61/398,626, 的权益, 所述专利申请以引用的方式整体并入本文。

技术领域

[0003] 本发明涉及一种用于眼科中的眼内透镜, 并且更具体来说, 涉及使用调节性眼内透镜以治疗远视的结构和方法。

[0004] 背景

[0005] 远视是指眼睛的调节能力随年龄增长而降低的视觉障碍。这种调节能力的损耗在青年期就存在, 但由于调节幅度仍足够高, 因此远视的影响被大大地忽略。然而, 在人类寿命的五十岁到六十岁期间, 调节能力的损耗通常达到一定程度, 因此需要完全发挥调节能力才能看清楚近距物体。这种紧张会导致迅速疲劳。此外, 这种损耗继续, 并且最终调节幅度达到最小, 从而导致通常调整成远距视物的眼睛无法调焦到近距物体上。因此, 远视影响人的阅读、查看计算机显示屏以及执行其它近距任务的能力。

[0006] 在日常生活中, 人们使用如放大镜以及双焦点透镜和渐变透镜的外部设备来克服远视者的视觉调节不足。这些眼镜至少使得远视者需要依赖外部装置来获得良好的视力, 并且这些装置易于丢失或损坏, 并且需要定期测试以确保处方仍然有效。此外, 双焦点透镜和渐变透镜还存在其它问题, 例如物体放大中的变形 (例如, 图像跳动), 周边视觉中的假象 (称为眩晕), 以及为了适应透镜的使用而耗费极大精力。如调节性眼内透镜 (IOLs) 的植入式装置也被描述成用于治疗远视。一个实施例在 J. Ben-nun 和 J. L. Alio 的 “Feasibility and development of a high power real accommodating intraocular lens (高屈光度实际调节性眼内透镜的可行性和发展)”, J Cataract Ref Surg 2005 ;31 :1802-1808 中进行了描述, 其以引用方式并入本文, 并且本文中称为 “Ben-nun”。

[0007] 多焦点隐形透镜和 IOL 也用于治疗远视。通常是通过采用折射或衍射元件将多个屈光度嵌入单个透镜中来获得多焦点效果。这种多焦点效果能够获得将焦点内图像和焦点外图像叠加在视网膜上的同时视觉。所述透镜的远距部分提供清晰的远距视觉和模糊的近距视觉。所述透镜的近距部分提供清晰的近距视觉和模糊的远距视觉。远视者必须学着忽略模糊的信息并解译清晰的信息。通常, 多焦点透镜导致视力障碍, 此时有两个离散平面焦点对准 (与具备调节能力的眼睛的连续范围相对), 并且由于清晰图像和模糊图像的重叠, 使得这两个平面中的对比度都会降低。

[0008] IOL 是可用作隐形透镜或夹鼻眼镜的替代物的人工可更换透镜。IOL 通常是在白内障手术期间植入来代替自然眼球晶体。为了克服现有远视疗法的限制, 近年来人们正积极地研究调节性 IOL。理想的调节性 IOL 应很像年轻的晶状体, 应当响应于睫状肌收缩而提供大范围的视觉调节。理想透镜的光学性能也应在调节范围上提供清晰、高对比度的图像。现有的调节性 IOL 技术远远达不到这种理想的透镜性能。

[0009] 为了实现从远距到 33cm 的对焦, 调节性 IOL 应提供最小 3 屈光度 (D) 的视觉调节。

眼睛的总屈光度 $\Phi_{\text{眼睛}}$ 用下式表示：

[0010]

$$\Phi_{\text{眼睛}} = \Phi_{\text{角膜}} + \Phi_{\text{透镜}} - \frac{t}{n_{\text{水}}} \Phi_{\text{角膜}} \Phi_{\text{透镜}}, \quad (1)$$

[0011] 其中 $\Phi_{\text{角膜}}$ 是角膜的屈光度, $\Phi_{\text{透镜}}$ 是透镜的屈光度 (晶状体或 IOL), t 是角膜与透镜之间的间距, 并且 $n_{\text{水}}$ 是水的折射率。为了对焦在近距物体上, 需要增加眼睛屈光度。实现这种改变的一种方法是通过改变角膜与透镜之间的间距 t 。为了确定这种改变的效果, 可以相对于 t 求等式 1 的微分。

[0012]

$$\Delta \Phi_{\text{眼睛}} = -\frac{\Delta t}{n_{\text{水}}} \Phi_{\text{角膜}} \Phi_{\text{透镜}} \Rightarrow \Delta t = -\frac{n_{\text{水}} \Delta \Phi_{\text{眼睛}}}{\Phi_{\text{角膜}} \Phi_{\text{透镜}}} \quad (2)$$

[0013] 等式 2 表明, 为了获得 $\Delta \Phi_{\text{眼睛}} = 3\text{D}$ 的视觉调节, 对于 $\Phi_{\text{角膜}} = 43\text{D}$ 、 $\Phi_{\text{透镜}} = 20\text{D}$ 以及 $n_{\text{水}} = 1.336$ 而言, $\Delta t = -4.6\text{mm}$ 。换言之, 轴向平移的单个光学 IOL 仅需要挤压角膜后表面即可获得 3D 的视觉调节。由于对透镜在眼睛中的放置存在物理限制, 对虹膜存在干扰, 以及睫状肌的移动受限, 使得这种技术在提供视觉调节方面的效率极为低下。

[0014] 实现视觉调节的第二种方法是改变透镜的屈光度。再一次, 此时可以相对于 $\Phi_{\text{透镜}}$ 求等式 1 的微分。在这种情况下,

[0015]

$$\Delta \Phi_{\text{眼睛}} = \left[1 - \frac{t}{n_{\text{水}}} \Phi_{\text{角膜}} \right] \cdot \Delta \Phi_{\text{透镜}} \Rightarrow \Delta \Phi_{\text{眼睛}} = 0.87 \Delta \Phi_{\text{透镜}}. \quad (3)$$

[0016] 等式 3 表明, 眼睛屈光度的变化几乎与透镜屈光度的变化成比例。获得这种透镜屈光度变化的一种技术是构建一种双光调节性 IOL, 其中两个透镜之间的间距随睫状肌收缩而改变。根据与等式 2 相似的论据, 间距变化无法有效地提供所需的屈光度变化。或者, 透镜的一个或两个表面的曲率变化可以提供屈光度变化。假定一个薄透镜,

$$\Phi_{\text{透镜}} = (n_{\text{透镜}} - n_{\text{水}}) (c_1 - c_2), \quad (4)$$

[0018] 其中 $n_{\text{透镜}}$ 是透镜的折射率, 并且 c_1 和 c_2 是透镜的前曲率和后曲率。尽管可以改变一个或两个曲率以使得透镜屈光度改变, 但对于所述分析而言, 将假定前表面曲率 c_1 是可变的。相对于 c_1 求等式 4 的微分可得

$$\Delta \Phi_{\text{透镜}} = (n_{\text{透镜}} - n_{\text{水}}) \Delta c_1. \quad (5)$$

[0020] 根据等式 3, 为了获得 $\Delta \Phi_{\text{眼睛}} = 3\text{D}$ 的视觉调节, $\Delta \Phi_{\text{透镜}}$ 需要为 3.4D 。此外, 使用等式 5 并且假定 $n_{\text{透镜}} = 1.5$, 则获得这个视觉调节水平所需的曲率变化 Δc_1 为 20.7m^{-1} 。IOL 表面的典型曲率是 66.6m^{-1} 。将表面曲率从 66.6m^{-1} 变为 $66.6 + 20.7 = 87.3\text{m}^{-1}$ 仅需要在 6mm 的光学区域上实现 93 微米的表面矢状深度改变。换言之, 调节性 IOL 的后表面和前表面的边缘固定, 但前表面可以变形以使得透镜的中心厚度增加 93 微米, 这样可以提供 3D 的视觉调节。因此, 小的曲率变化可以提供大的视觉调节变化。

[0021] 第一代调节性 IOL 的原理是使单侧或双侧镜片在眼睛内轴向平移。平移能够改变整体眼睛屈光度, 但与因睫状肌引起的移动相比, 所需的平移幅度非常大。因此, 已证明这些基于平移的技术对远视者的益处极小或没有益处。A. L. Sheppard, "Accommodating

intraocular lenses: a review of design concepts, usage and assessment methods. (调节性眼内透镜: 关于设计构思、使用和评估方法的评论)”, Clinical and Experimental Optometry 93.6, 2010 年 11 月, 第 441-452 页。

[0022] 下一代调节性 IOL 改变表面曲率以实现视觉调节。通过较小的曲率变化来获得显著的屈光度变化。这种下一代透镜预示着可以更好地治疗远视。

[0023] 已对改变曲率的调节性 IOL 进行了论证。一个实例是 FluidVision 透镜。上述 A. L. Sheppard。这种透镜具有用作流体储存器的囊状物。随着睫状肌收缩, 所述囊状物受压缩, 从而将流体泵入到透镜内部。这种透镜的前表面是因流体量增加而变形的膜。通常, 这将导致透镜相当大。

[0024] 这种透镜的较小替代物是在图 1 和图 2 中示意性地示出的一种调节性 IOL, 其中图 1 对应于人眼的完全调节状态, 并且图 2 对应于人眼的完全未调节状态。如本领域所公知, 人眼的自然晶状体被移除并且在它所在的位置安装 IOL。对于调节性 IOL, 晶状体囊的前部被移除或者折叠, 这样使得 IOL 的后部靠在晶状体囊的后部上, 从而响应于睫状肌的活动而操作 IOL。这种现有技术透镜 10 称为“NuLens IOL”并且相对于眼睛的角膜 12 在图 1 和图 2 中示出。

[0025] 如图 1 所示, NuLens IOL 透镜使用柔软的弹性聚合物 14, 例如夹在两个刚性板块, 即, 前板 16 与后板 18 之间的水凝胶。前板被固定在眼睛内, 以免发生移动。前板也具有小孔 20。当通过板 18 向柔软的聚合物 14 施加压缩力 (如图 22 中的箭头 22 所示) 时, 聚合物部分地通过孔 20 挤出, 从而形成弯曲表面 24。所述表面增加的屈光度表示为 $\Delta \phi_{\text{透镜}} = (n_{\text{水}} - n_{\text{水凝胶}}) / R$, 其中 $n_{\text{水凝胶}}$ 是柔软的聚合物的折射率。当压缩力被释放时, 如图 1 所示, 增加的屈光度被消除, 增加的屈光度量取决于所施加的压缩力的量。图 2 中的光线 28 表明对增加的屈光度的焦点距离的影响, 并且图 1 中的光线 26 表明焦点距离在没有增加的屈光度的情况下是如何改变的。当向后板施加压缩力时, 眼睛的焦点距离减小。这种原理的实体实施方案在上述 J. Ben-nun 中更完整地披露和描述。

[0026] 然而, 这种现有技术调节性 IOL 具有显著的缺点。当眼睛处于与图 2 相对应的未调节状态时, 睫状肌膨胀并且晶状体囊的后部被拉伸。这种拉伸导致压缩力被施加到 NuLens IOL 上。当眼睛对应于图 1 进行调节时, 睫状肌收缩, 从而将拉力释放到晶状体囊上, 并由此消除 IOL 上的压缩力。换言之, 当眼睛未调节时, NuLens IOL 在增加的屈光度下处于其压缩状态, 并且增加的屈光度在眼睛进行调节时消失。这种反向的作用机制被认为将在使用这种透镜期间产生问题, 因为存在另外两个生理机制, 即与视觉调节一起发生的会聚和瞳孔缩小。

[0027] 因此, 需要一种与所需视觉调节量与睫状体的肌肉运动之间的正常关系相对应的调节性 IOL 结构和使用方法。

[0028] 概述

[0029] 本发明披露一种调节性眼内透镜, 以及向眼睛提供调节性眼内透镜的方法。优选地, 所述透镜包括基本上刚性的前部构件, 所述构件具有前侧、后侧以及穿过这两个侧的挤出孔。第一透明可变形材料体在所述前部构件的后侧的前方处被至少部分地置于所述挤出孔的外围内。具有前表面的第二透明可变形材料体被至少部分地置于邻近所述第一透明材料体的后表面处, 所述第二透明可变形材料具有不同于所述第一透明可变形材料的可变形

程度,并且具有不同于所述第一透明可变形材料的折射率的折射率,由此在所述第一透明可变形材料体与所述第二透明可变形材料体之间形成折射可变形界面。后部构件具有前侧和后侧,所述前侧被置于抵靠在所述第二透明弹性材料体的后部上,这样使得当在所述第一透明可变形材料体受约束的情况下向所述后部构件的后侧施加力以使得所述后部构件相对于所述第一透明可变形材料体移动时,所述第二透明可变形材料的一部分通过所述挤出孔被挤出,从而与所述第一透明可变形材料体形成一个弯曲的折射界面。

[0030] 优选地,所述方法包括提供调节性眼内透镜,所述调节性眼内透镜具有:基本上刚性的前部构件,所述前部构件具有前侧、后侧以及穿过这两个侧的挤出孔;第一透明可变形材料体,所述第一透明可变形材料体在所述前部构件的后侧的前方处被至少部分地置于所述挤出孔的外围内;第二透明可变形材料体,所述第二透明可变形材料体具有前表面,所述前表面被至少部分地置于邻近所述第一透明材料体的后表面处,所述第二透明可变形材料具有不同于所述第一透明可变形材料的可变形程度,并且具有不同于所述第一透明可变形材料的折射率的折射率,由此在所述第一透明可变形材料体与所述第二透明可变形材料体之间形成折射可变形界面;以及后部构件,所述构件具有前侧和后侧,所述前侧被置于抵靠所述第二透明可变形材料体的后部上,这样使得当在所述第一透明可变形材料体受约束的情况下向所述后部构件的后侧施加力以使所述后部构件相对于所述第一透明可变形材料体移动时,所述第二透明可变形材料的一部分通过所述挤出孔被挤出,从而与所述第一透明可变形材料体形成一个弯曲的折射界面。所述眼内透镜被插入自然晶状体已移除并且前囊已失效的眼睛的后房中,这样使得所述后房的后侧操作性地连接到眼睛的后囊上。锁紧机构被附接到眼睛巩膜内部的组织上,从而将眼内透镜保持在合适位置,这样使得当睫状肌放松时,所述后囊将所述后部构件向所述前部构件推动,以使得所述第二透明可变形材料被挤入所述挤出孔中,从而与所述第一透明可变形材料形成一个弯曲的折射界面,并且当所述睫状肌拉伸时,所述后囊下垂以允许所述后部构件远离所述前部构件移动,以便允许所述第二透明可变形材料从所述挤出孔中撤回,并且减小所述界面的曲率。

[0031] 应了解,本概述用于从总体上确定附图和发明详述中的内容,而不旨在限制本发明的范围。在结合附图考虑以下详述时,将会容易地了解本发明的目标、特征和优点。

[0032] 附图简述

[0033] 图1示出了现有技术NuLens IOL的结构和工作原理,其中它的透镜表面曲率对应于人眼的自然完全调节状态。

[0034] 图2示出了其透镜表面曲率对应于人眼的自然完全未调节状态的NuLens IOL。

[0035] 图3示出了根据本发明的表面曲率调节性IOL的一般性实施方案,其中它的透镜表面曲率对应于人眼的自然完全调节状态。

[0036] 图4示出了图3的一般性实施方案,其中它的透镜表面曲率对应于人眼的自然完全未调节状态。

[0037] 图5是根据本发明的调节性IOL装置的第一具体实施方案的顶视图。

[0038] 图6是图5的装置的侧视图,其中所述装置处于当人眼未调节时出现的完全压缩状态。

[0039] 图7是图5所示装置的侧截面,其中所述装置处于当人眼进行调节时出现的完全未压缩状态。

[0040] 图 8 是处于完全未压缩状态的图 5 的装置的侧截面,其中所述装置安装在处于完全调节状态的人眼中。

[0041] 图 9 是处于完全压缩状态的图 5 的装置的侧截面,其中所述装置安装在处于完全未调节状态的人眼中。

[0042] 图 10 是根据本发明的调节性 IOL 装置的第二具体实施方案的侧截面,其中所述装置处于其完全未压缩状态。

[0043] 图 11 是处于其完全压缩状态的图 10 中的装置的侧截面。

[0044] 发明实施方案的详述

[0045] 通过结合附图的以下详述可以容易地理解本发明。为了便于本说明,类似的参考标号表示类似的结构元件。在以下说明中,阐述了许多细节,以提供对披露的本发明的实施方案的理解。然而,在回顾本披露内容时,本领域的技术人员可以显而易见地了解到,可能不需要所有披露的细节来实践本发明,并且可以在不脱离本发明原理的前提下做出替代实施方案。

[0046] 根据本发明的调节性 IOL 的原理通过图 3 和图 4 中的一般性实施方案示出,其中图 3 对应于人眼的完全调节状态,并且图 4 对应于人眼的完全未调节状态。与前述的现有技术相同,眼睛的自然晶状体被移除,并且在它的所在位置安装根据发明的调节性 IOL。晶状体囊的前部被移除或者折叠,这样使得 IOL 的后部大致上靠在所述晶状体囊的后部上,从而响应于睫状肌的活动而操作 IOL。透镜 30 相对于眼睛的角膜 12 在图 3 和图 4 中示出。

[0047] 所述透镜包括大致上刚性的前部构件 32,所述构件具有前侧 34、后侧 36 以及穿过这两个侧的挤出孔 38。前部构件优选地通过锁紧机构被保持在眼睛后房中的合适位置,如下文相对于本发明的具体实施方案所述。第一透明可变形材料体 40(具体来讲,在本实施例中为第一透明弹性材料层)被置于所述前部构件的前侧上。第一透明弹性材料层 42 的一部分伸出到挤出孔中。第二透明可变形材料体 44(具体来讲,在本实施例中为第二透明弹性材料层)被置于前部构件的后侧上覆盖挤出孔处。第二弹性材料 44 比第一弹性材料硬,并且具有不同于第一弹性材料 40 的折射率的折射率。大致上刚性的后部构件 46 被置于抵靠在第二弹性材料层 44 的后侧上,覆盖对应于或大于挤出孔 38 的区域。

[0048] 如图 4 所示,当通过后板构件 46 向第二透明弹性材料层 44 施加压缩力(如箭头 48 所示)时,第二弹性材料部分地通过挤出孔 38 挤出,从而在第一弹性材料 40 与第二弹性材料 44 之间的界面上形成弯曲的折射表面 50。所述弯曲表面的屈光度可以根据相对于现有技术的上述内容确定,但所述表面前侧上的折射率是第一弹性材料的折射率而不是眼睛内流体的折射率。

[0049] 为了克服 NuLens IOL 的显著问题,其中透镜的调节操作与自然眼睛的晶状体相反,第一弹性材料的折射率通常高于第二弹性材料的折射率。与现有技术相同,当眼睛处于其对应于图 4 的完全未调节状态时,睫状肌膨胀并且晶状体囊被拉伸。这种拉伸导致压缩力 48 被施加到后部构件 46 上。这将使得后部弹性材料通过孔 38 挤出,从而形成弯曲的折射表面 50。然而,与现有技术不同,由于第一弹性材料 40 的折射率高于第二弹性材料 44 的折射率,因此形成了负屈光度透镜,这种透镜如未调节状态下的自然情况一样增加眼睛的焦点距离(如光线 52 所示),而不是如现有技术一样减小眼睛的焦点距离。

[0050] 相反,当眼睛处于其对应于图 3 的完全调节状态时,睫状肌收缩,从而将拉力释放

到晶状体囊上,并撤去 IOL 上的压缩力。第二弹性材料 44 从孔 38 缩回,这样使得第一弹性材料 40 与第二弹性材料 44 之间的界面变平,由此减小所述界面的屈光度。这如调节状态下的自然情况一样减小眼睛的焦点距离(如光线 54 所示),而不是如现有技术一样增加眼睛的焦点距离。

[0051] 出于上述原因,第一透明可变形材料 40 的折射率通常将会高于第二透明可变形材料 44 的折射率,并且第二透明可变形材料的可变形程度将会小于第一透明可变形材料的可变形程度,这样使得第二可变形材料挤出到第一可变形材料的表面中,由此形成向前房凸出的表面。然而,应了解,在不脱离本发明原理的前提下,可以使用可变形程度或硬度以及折射率的其它组合。例如,如果第一弹性材料的硬度大于第二弹性材料的硬度,并且第一弹性材料被安装成凸出到第二弹性材料中,那么第二弹性材料的折射率将会高于第一弹性材料的折射率,以获得自然眼睛调节与调节性 IOL 状态之间的相同正常关系。

[0052] 此外,应了解,满足本发明的原理的第一弹性层和第二弹性层不必要为整体的或均质的。也就是说,例如,在不脱离本发明原理的前提下,第一弹性层和第二弹性层中的一个或两个实际上可以是几种不同材料的叠层,以获得特定的机械或光学结果。此外,在不脱离本发明原理的前提下,甚至存在以下情况:第一弹性层的折射率优选地低于第二弹性层的折射率,而硬度的关系相同。

[0053] 根据本发明的调节性 IOL 装置 60 的第一具体实施方案如图 5、图 6 和图 7 所示。图 5 是装置 60 的顶视图。图 6 是处于完全压缩状态的装置 60 的侧截面。图 7 是处于完全未压缩状态的装置 60 的侧截面。在所述实施方案中,大致上刚性的前部构件 32 是环 62 的一部分,其中环 62 具有前内边缘和后边缘,所述前内边缘形成安装第一透明弹性材料 40 的前侧 34,并且所述后边缘形成安装第二弹性材料 44 的后侧 36。如图所示,第一弹性材料的前表面 45 可以根据需要形成为屈光的弯曲表面。后部构件 46 被置于环 32 内抵靠在第二弹性材料 44 上。

[0054] 如本领域中相对于 IOL 所公知的那样,所述装置配备有触觉件 64,所述触觉件的一端附接到环 62 上,另一端具有用于将 IOL 装置固定到眼睛内壁的倒钩 66。为了起动所述透镜,所述装置配备有后部环状按钮 68,所述按钮具有穿过其的观测孔 70 以及用于与后部构件 46 相连接以将力转移到其上的柱 72。按钮 68 被适配成靠在后部晶状体囊上,从而在眼睛处于未调节状态且晶状体囊被拉伸时将力施加到后部构件 46 上。

[0055] 图 9 示出了图 5、图 6 和图 7 中的调节性 IOL 实施方案,所述装置安装在人眼 74 中,在人眼的许多结构中,所述人眼 74 尤其具有角膜 12、虹膜 76、巩膜 78 以及晶状体囊的后部 80。在这种情况下,眼睛处于完成未调节状态,从而致使晶状体囊拉伸并且压缩力被施加到调节性 IOL 上。图 8 示出了安装有 IOL 的眼睛,其中所述眼睛处于完全调节状态,从而致使晶状体囊放松,并且施加到调节性 IOL 上的压缩力减小或消除。

[0056] 现在转至图 10 和图 11,根据本发明的调节性 IOL 的第二具体实施方案 80 使用流体而不是固体来作为大致上刚性的前部构件 32 的前侧上的高折射率材料。在这种情况下,附接到大致上刚性的前部构件 32 上的优选地半球形透明外壳 82 封住了一个邻近前部构件 32 的前侧 34 的空间,以容纳一种流体,这种流体的折射率不同于(优选地高于)第二透明弹性材料层 44 的折射率。优选地,所述流体是不可压缩流体 86,在这种情况下,含有可压缩流体 90 的储存器 88 被包括在外壳 82 中,以便在第二弹性材料层通过挤出孔 38 挤出时,允

许不可压缩流体 86 从空间 84 中溢出,如图 11 具体示出。然而,应了解,在某些情况下,空间 84 中可能只需要使用可压缩流体,在这种情况下,储存器可能是不必要的。

[0057] 前述说明中所用的术语和表达是用于说明而非限定,并且使用此类术语和表达并不意图排除所示出和描述的特征的等效物或它们的多个部分,应认识到,本发明的范围仅由以上权利要求书界定和限制。

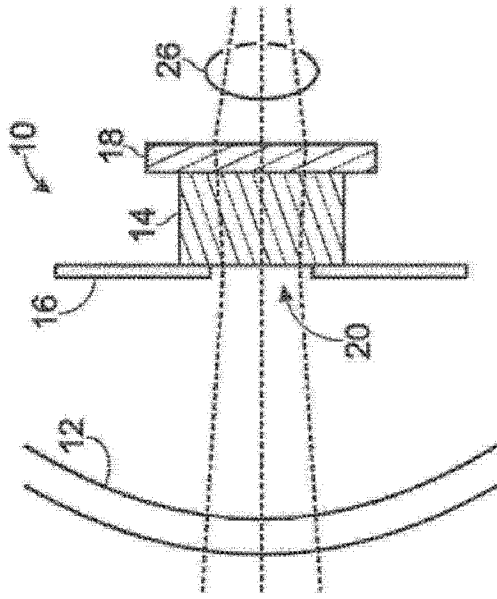


图 1(现有技术)

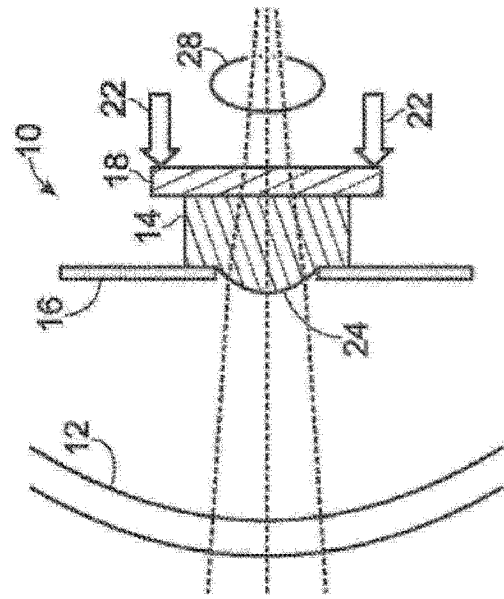


图 2(现有技术)

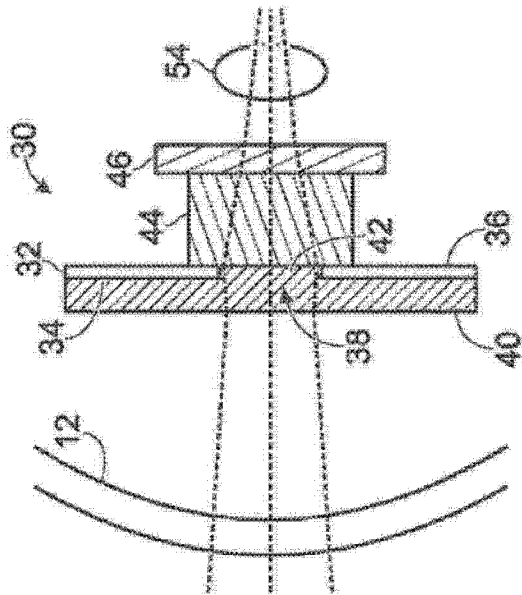


图 3

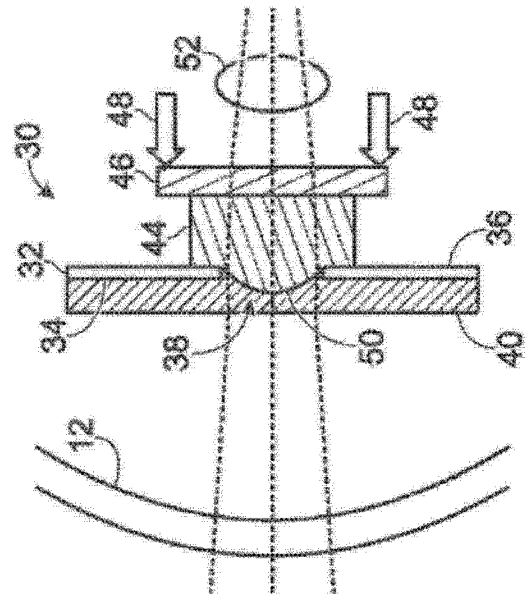


图 4

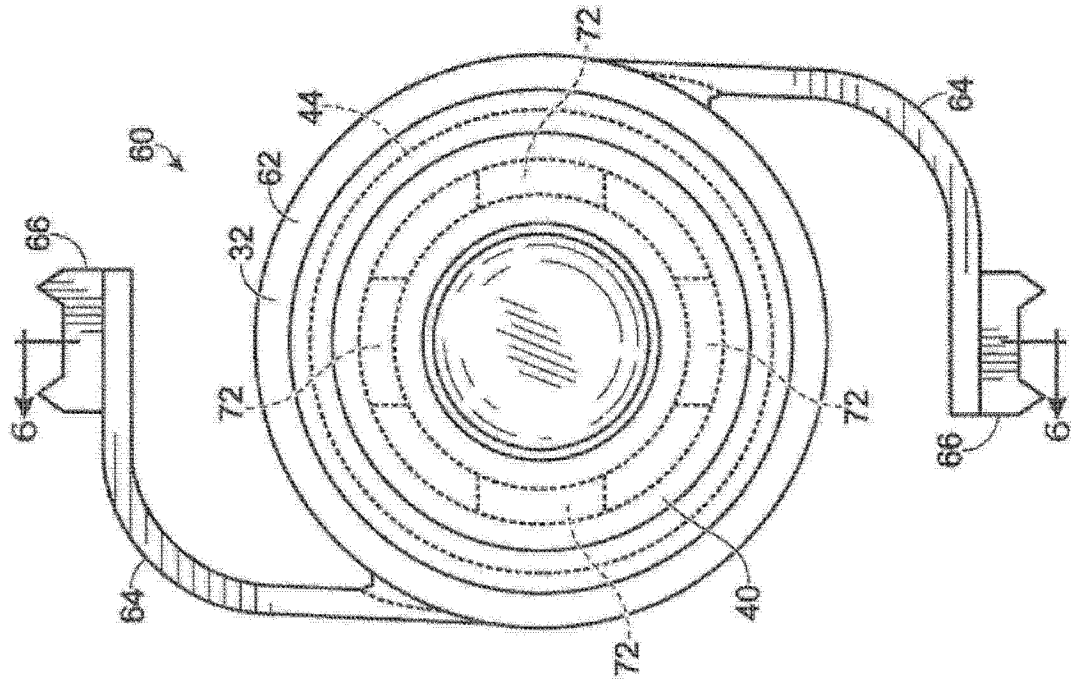


图 5

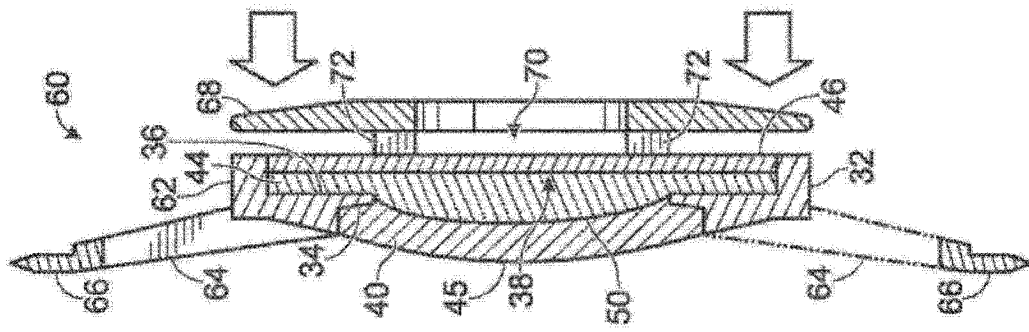


图 6

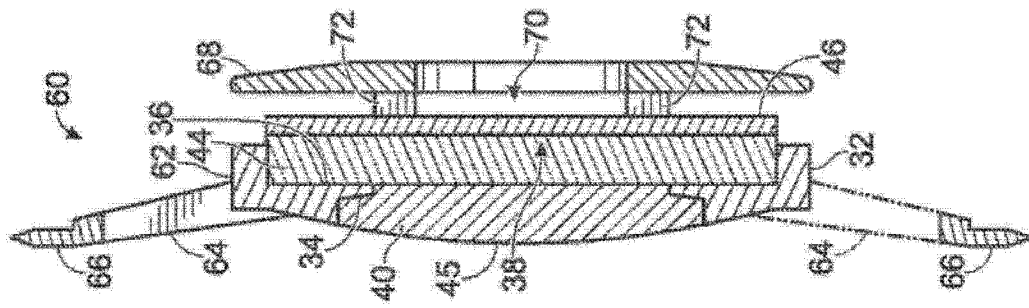


图 7

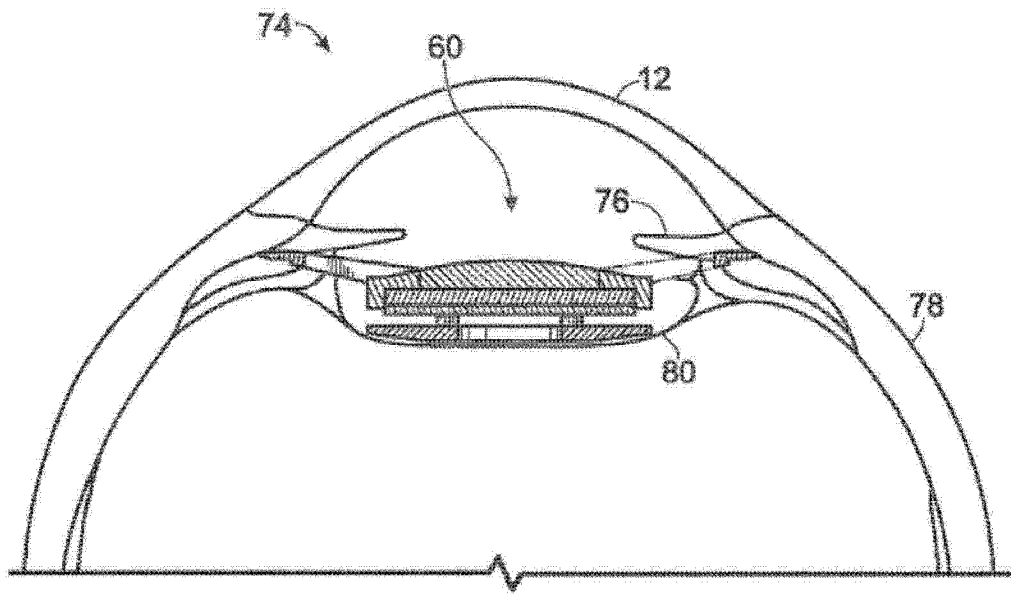


图 8

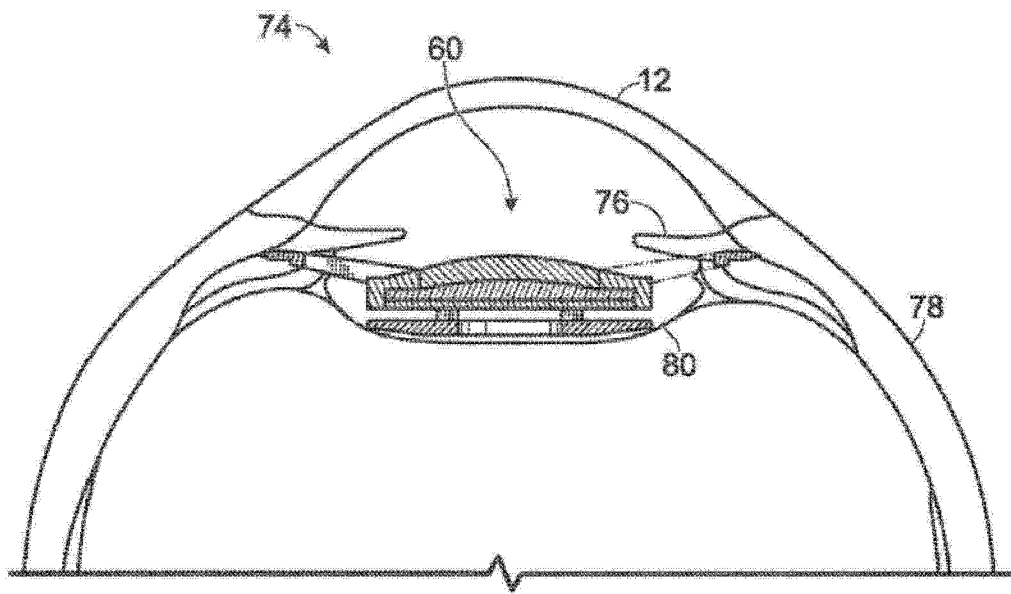


图 9

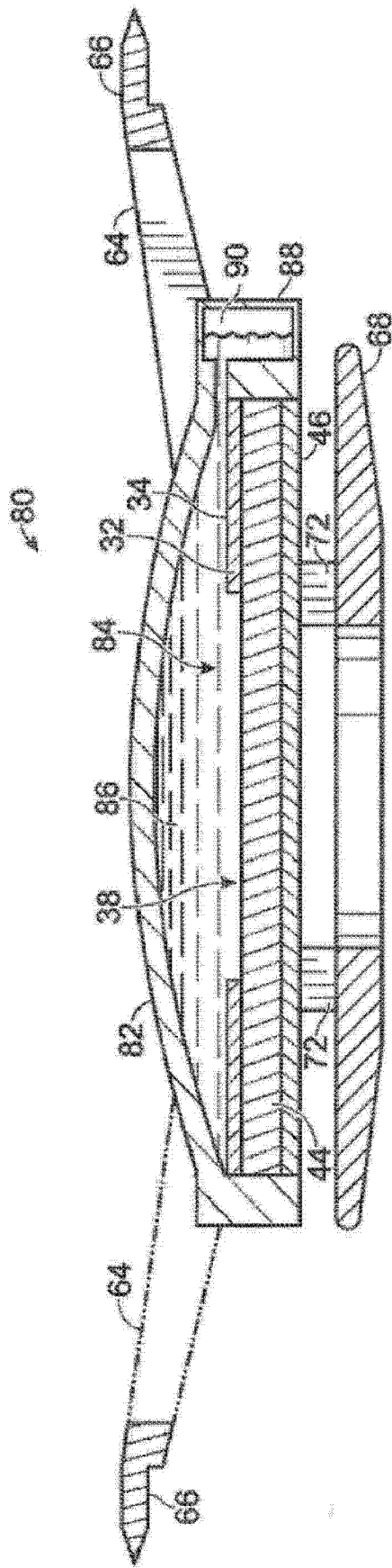


图 10

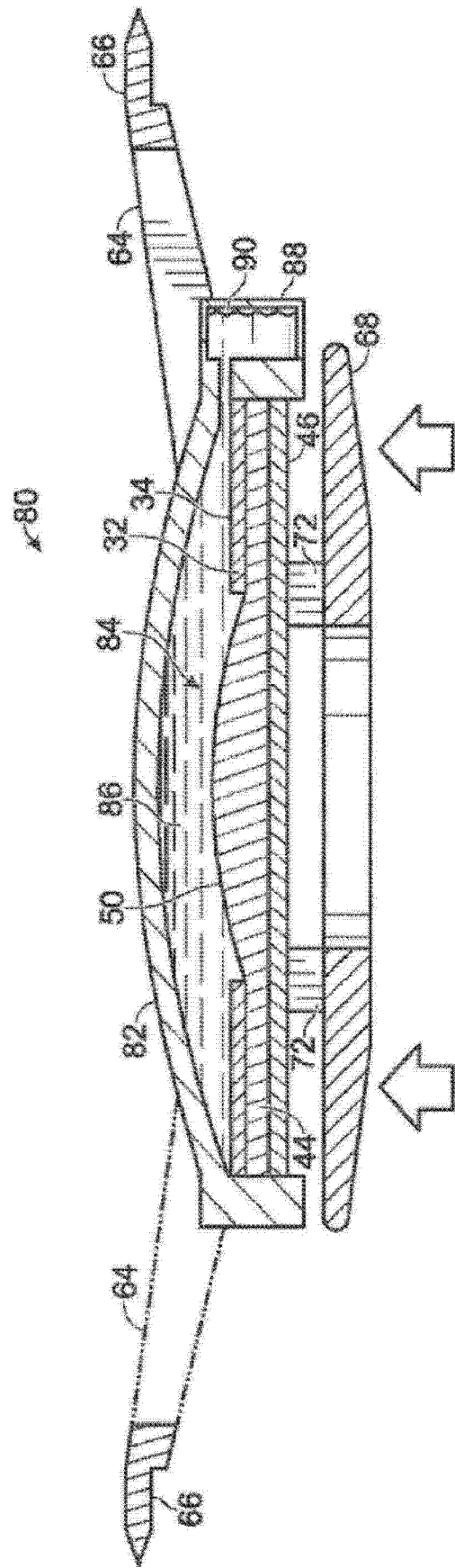


图 11