



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103764070 A

(43) 申请公布日 2014. 04. 30

(21) 申请号 201280042357. 5

G02B 3/14 (2006. 01)

(22) 申请日 2012. 08. 30

G02C 7/08 (2006. 01)

(30) 优先权数据

G02B 26/00 (2006. 01)

61/529, 350 2011. 08. 31 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 02. 28

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2012/053068 2012. 08. 30

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/033349 EN 2013. 03. 07

(71) 申请人 庄臣及庄臣视力保护公司

地址 美国佛罗里达州

(72) 发明人 R. B. 普格 D. B. 奥特斯

F. A. 弗里特施 J. 普拉普

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 姜甜 徐红燕

(51) Int. Cl.

A61F 2/16 (2006. 01)

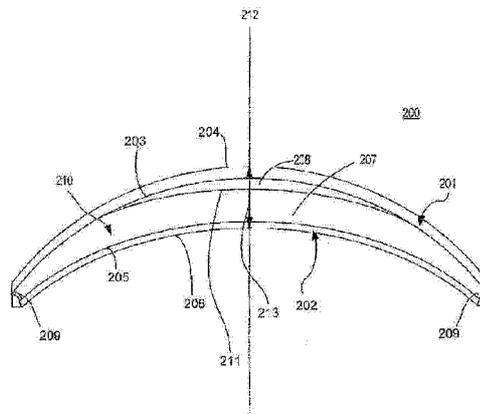
权利要求书2页 说明书9页 附图6页

(54) 发明名称

处理器控制的眼内透镜系统

(57) 摘要

本发明整体涉及利用处理器控制的眼内透镜系统,其包括液体弯月形透镜和辅助电子器件。实施例可包括各种形状和尺寸的眼内透镜系统、各种形状和尺寸的液体弯月形透镜部件、辅助电子器件的变型以及透镜功能的相应变型。



1. 一种眼内透镜系统,包括:

前曲面透镜,其包括前曲面透镜外表面和前曲面透镜内表面;

后曲面透镜,其包括后曲面透镜内表面和后曲面透镜外表面,所述后曲面透镜紧邻所述前曲面透镜定位,使得所述前曲面透镜内表面和所述后曲面透镜内表面在其之间形成腔体并形成透镜组件,所述前曲面透镜和后曲面透镜具有合适的尺寸和形状以替代人类眼睛中的眼内透镜;

被包含于所述腔体内的一定体积的油和被包含于所述腔体内的一定体积的盐水溶液,所述腔体具有在所述油与所述盐水溶液之间形成的弯月面,其中所述弯月面包括光学特性;

导电涂层,其位于所述前曲面透镜内表面和所述后曲面透镜内表面中的一者或两者的至少一部分上,所述部分包括所述前曲面透镜内表面和所述后曲面透镜内表面的周边区域;以及

用于向所述导电涂层提供电荷的电源,其中所述电荷的施加足以使所述弯月面的光学特性发生改变。

2. 根据权利要求1所述的眼内透镜系统,还包括紧邻所述前曲面透镜和所述后曲面透镜定位的处理器,所述处理器处于电连通状态以控制向所述导电涂层的、所述电荷的所述施加。

3. 根据权利要求1或权利要求2所述的眼内透镜系统,还包括粘合剂,所述粘合剂将所述前曲面透镜固定在紧邻所述后曲面透镜的位置中,其中所述前曲面透镜外表面和所述后曲面透镜外表面中的至少一者包括弓形形状。

4. 根据权利要求3所述的眼内透镜系统,其中所述前曲面透镜外表面和所述后曲面透镜外表面两者包括弓形形状。

5. 根据前述权利要求中任一项所述的眼内透镜系统,其中所述电源包括锂离子电池。

6. 根据前述权利要求中任一项所述的眼内透镜系统,还包括用于传送至或来自所述处理器的逻辑的无线发射器。

7. 根据权利要求6所述的眼内透镜系统,其中所传送的逻辑修改由所述弯月面形成的所述光学特性的焦距。

8. 根据前述权利要求中任一项所述的眼内透镜系统,其中被包含在所述腔体内的所述一定体积的油小于被包含在所述腔体内的所述一定体积的盐水溶液。

9. 根据权利要求8所述的眼内透镜系统,其中,相比于盐水溶液的量,所述一定体积的油包含约66体积%或更多。

10. 根据权利要求8所述的眼内透镜系统,其中,相比于盐水溶液的量,所述一定体积的油包含约90体积%或更少。

11. 根据前述权利要求中任一项所述的眼内透镜系统,其中所述导电涂层从所述腔体内部的区域延伸至所述腔体外部的区域。

12. 根据权利要求11所述的眼内透镜系统,其中所述腔体外部的导电涂层的所述区域形成电端子,用于基于来自所述处理器的信号向所述导电涂层提供电荷。

13. 根据权利要求12所述的眼内透镜系统,其中所述电荷包括直流电。

14. 根据权利要求13所述的眼内透镜系统,其中所述电荷包括约20.0伏。

15. 根据权利要求 13 所述的眼内透镜系统,其中所述电荷包括在约 18.0 伏至 22.0 伏之间。
16. 根据权利要求 13 所述的眼内透镜系统,其中所述电荷包括约 5.0 伏。
17. 根据权利要求 13 所述的眼内透镜系统,其中所述电荷包括在约 3.5 伏至约 7.5 伏之间。
18. 根据前述权利要求中任一项所述的眼内透镜系统,其中所述前曲面透镜外表面包括除约 0 之外的光焦度。
19. 根据前述权利要求中任一项所述的眼内透镜系统,其中所述前曲面透镜内表面包括除约 0 之外的光焦度。
20. 根据前述权利要求中任一项所述的眼内透镜系统,其中所述后曲面透镜内表面包括除约 0 之外的光焦度。
21. 根据前述权利要求中任一项所述的眼内透镜系统,还包括穿过所述前曲面透镜和所述后曲面透镜中的一者或两者的通道以及填充所述通道的导电材料。
22. 根据权利要求 21 所述的眼内透镜系统,还包括与填充所述通道的所述导电材料电连通的端子。
23. 根据权利要求 22 所述的眼内透镜系统,其中对所述端子施加电荷使得所述弯月面的形状发生变化。
24. 根据前述权利要求中任一项所述的眼内透镜系统,还包括沿所述前曲面透镜的内表面的至少一部分的绝缘体涂层,其中所述绝缘体涂层包含电绝缘体。
25. 根据权利要求 24 所述的眼内透镜系统,其中所述绝缘体包括聚对二甲苯 C 和特氟隆 AF 中的一种。
26. 根据权利要求 24 或权利要求 25 所述的眼内透镜系统,其中所述绝缘体包括边界区域,以保持所述导电涂层与被包含在所述前曲面透镜与所述后曲面透镜之间的所述腔体中的盐水溶液之间的分离。

处理器控制的眼内透镜系统

[0001] 相关专利申请

[0002] 本专利申请要求提交于 2011 年 8 月 31 日的美国临时专利申请序列号 61/529, 350 的优先权。

技术领域

[0003] 本发明整体涉及利用处理器控制的眼内透镜。一些具体的实施例包括具有液体弯月面的眼内透镜。

背景技术

[0004] 自 20 世纪中期以来,就已将眼内透镜(IOL)植入在眼睛中,从而替换患者的被白内障遮住的自然晶状体或改变眼睛的光焦度。最初,IOL 为固定的单焦点透镜,其仅提供用于远距视力矫正的焦度。即使在今天,大多数在眼部手术期间植入的 IOL 仍是单焦点的,患者需要佩戴用于近距视力矫正的眼镜。

[0005] 最新的进展包括多焦点 IOL,其同时为患者提供远距视力和近距视力矫正。多焦点 IOL 采用与多焦点接触镜片相同的技术,但在眼内透镜内实施。

[0006] 一些 IOL 目前声称具有自适应功能,从而为患者提供有限的视觉调节。调节性 IOL 被设计用于使眼睛能够将焦点移到附近的物体。当前型式的调节性 IOL 依靠眼睛内的物理变化来实现眼内透镜的形状变化,从而导致透镜的光焦度变化。在许多实施方式中,调节性 IOL 的光学特性在植入后无法改变,然而此类改变可能由于各种原因而为期望的。在许多情况下,患者的视力度数会因为植入 IOL 所必须的眼部外科手术而变化。切口的闭合和愈合可能会引发散光,因为眼睛的部分被拉在一起以闭合该切口。此外,随着患者年龄增大以及眼睛内的睫状肌弱化,眼睛无法再施加必要的力来改变 IOL 的形状并实现期望的调节水平。最后,甚至最初 IOL 度数的微小误差也将使患者无法获得最佳视力。

[0007] 最近,有理论表明电子部件可被结合到眼内透镜中。电子部件可使眼内透镜包括提供可变焦点的液体弯月形透镜,可以各种方法控制和调节该可变焦点。

发明内容

[0008] 因此,本发明提供了利用处理器控制的眼内透镜系统,其包括液体弯月形透镜和辅助电子器件。

[0009] 本发明还提供了眼内透镜系统,其包括:

[0010] 前曲面透镜,其包括前曲面透镜外表面和前曲面透镜内表面;

[0011] 后曲面透镜,其包括后曲面透镜内表面和后曲面透镜外表面,所述后曲面透镜紧邻所述前曲面透镜定位,使得所述前曲面透镜内表面和所述后曲面透镜内表面在其之间形成腔体并形成透镜组件,所述前曲面透镜和后曲面透镜具有合适的尺寸和形状以替代人类眼睛中的眼内透镜;

[0012] 被包含于腔体内的一定体积的油和被包含于腔体内的一定体积的盐水溶液,所述

腔体具有在所述油与所述盐水溶液之间形成的弯月面,其中所述弯月面包括光学特性;

[0013] 导电涂层,其位于所述前曲面透镜内表面和所述后曲面透镜内表面中的一者或两者的至少一部分上,所述部分包括所述前曲面透镜内表面和所述后曲面透镜内表面的周边区域;以及

[0014] 用于向导电涂层提供电荷的电源,其中所述电荷的施加足以使所述弯月面的光学特性发生改变。

[0015] 眼内透镜系统可包括紧邻前曲面透镜和后曲面透镜定位的处理器,所述处理器处于电连通状态以控制向导电涂层的电荷的施加。

[0016] 眼内透镜系统可还包括粘合剂,该粘合剂将所述前曲面透镜固定在紧邻后曲面透镜的位置中。

[0017] 所述前曲面透镜外表面和所述后曲面透镜外表面中的至少一者可包括弓形形状。优选地,所述前曲面透镜外表面和所述后曲面透镜外表面两者弓形形状。前曲面透镜可具有凹面弓形内表面和凸面弓形外表面。除此之外或作为另外一种选择,后曲面透镜可具有凸面弓形内表面和凹面弓形外表面。

[0018] 优选地,前曲面透镜具有凹面弓形内表面和凸面弓形外表面,并且后曲面透镜具有凸面弓形内表面和凹面弓形外表面。此类弓形眼内透镜系统可被放置为朝向眼睛的外部凸起,或朝向眼睛的内部凹入。

[0019] 作为另外一种选择,前曲面透镜可具有凹面弓形内表面和凸面弓形外表面,并且后曲面透镜可具有凹面弓形内表面和凸面弓形外表面,由此形成双凸眼内透镜系统。

[0020] 眼内透镜系统中的电源可包括锂离子电池。

[0021] 眼内透镜系统可还包括用于传送至或来自处理器的逻辑的无线发射器。

[0022] 传送的逻辑可修改由弯月面形成的光学特性的焦距。

[0023] 油的体积可小于被包含于眼内透镜系统中腔体内的盐水溶液的体积。适当地,当传送的逻辑修改由弯月面形成的光学特性的焦距时,被包含于腔体内的油的体积小于被包含于腔体内的盐水溶液的体积。在本文所述的任何眼内透镜系统中,相比于盐水溶液的量,一定体积的油可包含约 66 体积%或更多。相比于盐水溶液的量,一定体积的油可包含约 90 体积%或更少。

[0024] 本文所述的任何眼内透镜系统中的导电涂层可包含金或银。优选地,导电涂层是生物相容性的。

[0025] 本文所述的任何眼内透镜系统中的导电涂层可从腔体内部的区域延伸至腔体外部的区域。

[0026] 腔体外部的导电涂层区域可形成电端子,用于基于来自处理器的信号向导电涂层提供电荷。电荷可包括直流电流。

[0027] 电荷可包括约 20.0 伏。

[0028] 电荷可包括在约 18.0 伏至 22.0 伏之间。电荷可包括约 5.0 伏。电荷可包括在约 3.5 伏至约 7.5 伏之间。

[0029] 眼内透镜系统的前曲面透镜外表面可包括为约 0 或可为除约 0 之外的光焦度。光焦度可为正焦度或负焦度。适当地,光焦度可介于 -8.0 与 +8.0 屈光度之间。优选地,当眼内透镜系统还包括粘合剂(其将所述前曲面透镜固定在紧邻后曲面透镜的位置中)时,其

中所述前曲面透镜外表面和所述后曲面透镜外表面中的至少一者包括弓形形状,眼内透镜系统的前曲面透镜外表面包括除约 0 之外的光焦度。眼内透镜系统的前曲面透镜内表面可包括为约 0 或可为除约 0 之外的光焦度。光焦度可为正焦度或负焦度。适当地,光焦度可介于 -8.0 与 +8.0 屈光度之间。优选地,当眼内透镜系统还包括粘合剂(其将所述前曲面透镜固定在紧邻后曲面透镜的位置中)时,其中所述前曲面透镜外表面和所述后曲面透镜外表面中的至少一者包括弓形形状,眼内透镜系统的前曲面透镜内表面包括除约 0 之外的光焦度。

[0030] 眼内透镜系统的后曲面透镜内表面可包括为约 0 或可为除约 0 之外的光焦度。光焦度可为正焦度或负焦度。适当地,光焦度可介于 -8.0 与 +8.0 屈光度之间。

[0031] 优选地,当眼内透镜系统还包括粘合剂(其将所述前曲面透镜固定在紧邻后曲面透镜的位置中)时,其中所述前曲面透镜外表面和所述后曲面透镜外表面中的至少一者包括弓形形状,眼内透镜系统的后曲面透镜内表面包括除约 0 之外的光焦度。

[0032] 本文所述的眼内透镜系统可还包括穿过前曲面透镜和后曲面透镜中的一者或两者的通道以及填充该通道的导电材料。在导电涂层从腔体内部的区域延伸至腔体外部的区域的情况下,此类通道尤其有用。

[0033] 眼内透镜系统可还包括与填充该通道的导电材料电连通的端子。对端子施加电荷可导致弯月面的形状发生变化。

[0034] 在本发明的眼内透镜系统中,在前曲面透镜内表面和后曲面透镜内表面中的一者或两者的至少一部分上可存在除导电涂层之外的涂层,如前文所述。

[0035] 另外的涂层可包含电绝缘材料、疏水性材料或亲水性材料。

[0036] 优选地,本文所述的眼内透镜系统可还包括沿前曲面透镜的内表面的至少一部分的绝缘体涂层,其中该绝缘体涂层包含电绝缘体。在导电涂层从腔体内部的区域延伸至腔体外部的区域的情况下,此类绝缘体涂层尤其有用。

[0037] 绝缘体可包括聚对二甲苯 C 和特氟隆 (Teflon) AF 中的一种。

[0038] 绝缘体可包括边界区域以保持导电涂层与被包含在前曲面透镜与后曲面透镜之间的腔体中盐水溶液之间的分离。

[0039] 眼内透镜系统可包括光学区和电学区,液体弯月形透镜可见于所述光学区中,所述电学区具有诸如电源、处理器、存储器、传感器以及通信元件的部件。眼内透镜系统内的电源可使用多种方法进行再充电或接收连续电荷。由眼内透镜系统内的电源、传感器和逻辑支持的液体弯月形透镜提供自动或手动对焦功能,从而为近视力、远视力以及其间的点提供焦距。在外科手术插入后,可对眼内透镜系统的各种功能进行远程调节,以例如矫正由手术引起的散光、调节透镜功能对传感器数据变化的灵敏度以及更改远视力与近视力之间的屈光度矫正的范围。

附图说明

[0040] 图 1A 示出了处于第一状态的圆柱形液体弯月形透镜的现有技术实例。

[0041] 图 1B 示出了处于第二状态的圆柱形液体弯月形透镜的现有技术实例。

[0042] 图 2 示出了根据本发明的示例性弓形液体弯月形透镜的轮廓剖切图。

[0043] 图 3 示出了根据本发明的呈倒圆矩形形式的示例性眼内透镜系统的前视框图。

[0044] 图 4 示出了根据本发明的呈椭圆形形式的示例性眼内透镜系统的前视框图。

[0045] 图 5 示出了根据本发明的呈圆形形式的示例性眼内透镜系统的前视框图。

[0046] 图 6A、6B 和 6C 示出了根据本发明的示例性眼内透镜系统的各种横截面侧视图。

具体实施方式

[0047] 本发明包括用于形成由处理器控制的眼内透镜系统的方法和设备。具体地讲,本发明包括用于提供由处理器控制的眼内透镜系统的方法和设备,该眼内透镜系统包括液体弯月形透镜和辅助电子器件。本发明可包括位于光学区中的液体弯月形透镜,以及位于围绕周边的电学区中的辅助电子器件。

[0048] 在下面的章节中将给出对本发明的详细说明。对优选实施例和可供选择的实施例的描述均仅为示例性实施例,并且应当理解,对于本领域的技术人员而言其变型、修改形式和更改均可能是显而易见的。因此,应当理解,所述示例性实施例不对本发明的范围构成限制。

[0049] 术语

[0050] 在涉及本发明的该说明书和权利要求中,所使用的各个术语定义如下:

[0051] 调节(以及调节性 IOL):如本文所用,是指眼睛通过其改变光焦度以在物体距离变化时保持物体的清晰图像(聚焦)的方法。

[0052] 散光:如本文所用,是指由眼睛的角膜或晶状体的缺陷曲率导致的视力缺陷。

[0053] 囊袋:如本文所用,是指在移除自然晶状体后残留在眼睛内的囊状结构。植入的眼内透镜被放置在该结构内以重新形成平常的有晶状体(自然晶状体存在)状态。

[0054] 睫状肌:如本文所用,是指眼睛的中间层(血管层)中的一圈条纹状平滑肌,其控制对于观察不同距离处物体的调节。

[0055] 屈光度:如本文所用,是指透镜的光焦度或屈光力的度量单位。

[0056] 电学区:如本文所用,是指其中具有电子元件的光学区周边周围的区域。

[0057] 眼内透镜系统:如本文所用,是指包括辅助电子器件和液体弯月形透镜的眼内透镜。

[0058] 眼内透镜(IOL):如本文所用,是指眼睛中的植入的透镜,其通常用于替换已被白内障遮住的现有晶状体,或作为一种形式的屈光手术以改变眼睛的光焦度。

[0059] 液体弯月形透镜:如本文所用,是指包含一种或多种流体的透镜,以通过控制弯月面(液体的表面)而形成不具有任何移动部件的无限可变透镜。

[0060] 微处理器:如本文所用,是指能够接收数字数据并基于所接收的数据执行计算的电路或一系列电路。

[0061] 单焦点透镜:如本文所用,是指具有用于一个距离的固定焦点的透镜。

[0062] 多焦点透镜:如本文所用,是指具有焦度变化的环的透镜。一些环为近距物体提供焦点,一些环为中距物体提供焦点,并且一些环为远距物体提供焦点。

[0063] 光学区:如本文所用,是指眼科镜片的佩戴者通过其观看的眼科镜片的区域。眼科镜片可包括接触镜片或眼内透镜。

[0064] 如本文所用,术语“包含”涵盖“包括”和“由.....组成”以及“基本上由.....组成”,例如,“包含”X 的组合物可仅由 X 组成,或可包括额外的一些物质,例如 X+Y。

[0065] 现在参见图 1A, 其为描述现有技术液体弯月形透镜 100 的剖视图, 其中圆柱体 110 内包含有油 101 和盐水溶液 102。圆柱体 110 包括两个光学材料板 106。每个板 106 包括平坦的内表面 113-114。圆柱体 110 包括基本上旋转对称的内表面。在一些现有技术实施例中, 一个或多个表面可包括疏水性涂层 103。电极 105 也被包括在该圆柱体的周边上或围绕该圆柱体的周边。电绝缘体 104 也可紧邻电极 105 使用。

[0066] 根据现有技术, 内表面 113-114 中的每一个为基本上平坦的或平面的。在盐水溶液 102 与油 101 之间限定界面表面 112A。如图 1A 所示, 界面 112A 的形状与盐水溶液 102 和油 101 的折射率性质结合, 以接收穿过第一内表面 113 的入射光 108 并提供穿过第二内表面 114 的发散光 109。在油 101 与盐水溶液 102 之间的界面表面形状因对电极 105 施加电流而发生改变。

[0067] 图 100A 示出了在 100 处所示的现有技术液体弯月形透镜的透视图。

[0068] 现在参见图 1B, 其示出了处于通电状态的现有技术液体弯月形透镜 100。通过在电极 105 两端之间施加电压 114 实现通电状态。油 101 与盐水溶液 102B 之间的界面表面 112B 的形状会因对电极 105 施加电流而发生改变。如图 1B 中所示, 穿过油 101 和盐水溶液 102B 的入射光 108B 聚焦为会聚光图案 111。

[0069] 现在参见图 2, 其为具有前曲面透镜 201 和后曲面透镜 202 的液体弯月形透镜 200 的剖视图。前曲面透镜 201 和后曲面透镜 202 紧邻彼此定位, 并在两者之间形成腔体 210。前曲面透镜 201 包括凹面弓形内透镜表面 203 和凸面弓形外透镜表面 204。凹面弓形透镜表面 203 可具有一个或多个涂层 (图 2 中未示出)。涂层可包含例如导电材料或电绝缘材料、疏水性材料或亲水性材料中的一种或多种。凹面弓形透镜表面 203 和涂层之一或二者与包含在腔体 210 中的油 208 形成液体连通和光学连通。

[0070] 后曲面透镜 202 包括凸面弓形内透镜表面 205 和凹面弓形外透镜表面 206。凸面弓形透镜表面 205 可具有一个或多个涂层 (图 2 中未示出)。涂层可包含例如导电材料或电绝缘材料、疏水性材料或亲水性材料中的一种或多种。凸面弓形透镜表面 205 和涂层中的至少一者与包含在腔体 210 中的盐水溶液 207 形成液体连通和光学连通。盐水溶液 207 包含一种或多种盐或其他导电组分, 并且因此可受电荷吸引或排斥。

[0071] 根据本发明, 导电涂层 209 沿着前曲面透镜 201 和后曲面透镜 202 中的一者或两者的周边的至少一部分定位。导电涂层 209 可包含金或银并且优选地为生物相容性的。对导电涂层 209 施加电荷使得盐水溶液 207 中导电的盐或其他组分受到吸引或排斥。

[0072] 前曲面透镜 201 具有与穿过凹面弓形内透镜表面 203 和凸面弓形外透镜表面 204 的光相关的光焦度。该光焦度可为 0, 或可为正焦度或负焦度。光焦度可为通常存在于矫正性接触镜片或人工眼内透镜中的焦度, 诸如作为非限制性例子介于 -8.0 与 +8.0 屈光度之间的焦度。

[0073] 后曲面透镜 202 具有与穿过凸面弓形内透镜表面 205 和凹面弓形外透镜表面 206 的光相关的光焦度。该光焦度可为 0, 或可为正焦度或负焦度。光焦度可为通常存在于矫正性接触镜片或人工眼内透镜中的焦度, 诸如作为非限制性例子介于 -8.0 与 +8.0 屈光度之间的焦度。

[0074] 本发明的眼内透镜系统也可包括光焦度变化, 所述光焦度变化与在盐水溶液 207 和油 208 之间形成的液体弯月面 211 的形状变化相关联。光焦度变化可相对较小, 例如, 其

变化介于 0 至 2.0 屈光度之间的变化。与液体弯月面的形状变化相关联的光焦度变化可最高至约 30 或更高的屈光度。一般来讲,与液体弯月面 211 的形状变化相关联的较大光焦度变化与相对较厚的透镜厚度 213 相关联。

[0075] 在眼内透镜系统被包括在眼科镜片(例如接触镜片或眼内透镜)中的情况下,弓形液体弯月形透镜 200 的横切透镜厚度 213 将优选地为最多至约 1,000 微米厚。相对较薄的透镜 200 的示例性透镜厚度 213 可为最多至约 200 微米厚。

[0076] 优选地,本发明的眼内透镜系统包括透镜厚度 213 为约 600 微米厚的液体弯月形透镜 200。一般来讲,前曲面透镜 201 的横切厚度可介于约 35 微米至约 200 微米之间,并且后曲面透镜 202 的横切厚度也可介于约 35 微米和 200 微米之间。

[0077] 根据本发明,总计光焦度为前曲面透镜 201、后曲面透镜 202 以及在油 208 与盐水溶液 207 之间形成的液体弯月面 211 的光焦度的总和。透镜 200 的光焦度还可包括介于前曲面透镜 201、后曲面透镜 202、油 208 和盐水溶液 207 中的一者或多者之间的折射率差。

[0078] 在包括结合到眼科镜片(例如眼内透镜和接触镜片)中的弓形液体弯月形透镜 200 的那些实施例中,还期望的是,当佩戴者运动时,在弓形液体弯月形透镜 200 内的盐水 207 与油 208 的相对位置保持稳定。一般来讲,优选的是防止油 208 在佩戴者运动时相对于盐水 207 流动和运动。因此,油 208 和盐水溶液 207 的组合优选地选择为具有相同或相似的密度。此外,油 208 和盐水溶液 207 优选地具有相对低的不混溶性,使得盐水溶液 207 与油 208 不混合。

[0079] 被包含在腔体 210 内的盐水溶液 207 的体积可大于被包含在腔体 210 内的油 208 的体积。此外,盐水溶液 207 优选地基本上与后曲面透镜 202 的整个内表面 205 接触。眼内透镜系统可包括一定体积的油 208,相比于盐水溶液 207 的量,所述一定体积的油可为约 66 体积%或更多。眼内透镜系统可包括弓形液体弯月形透镜 200,其中,相比于盐水溶液 207 的量,一定体积的油 208 为约 90%或更少。

[0080] 现在参见图 3,其示出了眼内透镜系统 300 的前视框图,该眼内透镜系统具有由电学区 302 环绕的光学区(或“视觉区”)301。在该实施例中,眼内透镜系统 300 为圆角矩形的形状,在中央具有圆形视觉区 301。作为另外一种选择,眼内透镜系统可包括椭圆形、矩形或其他有利于视力矫正的形状的光学区 301。在本发明中,视觉区 301 由液体弯月形透镜构成。液体弯月形透镜可为传统的“冰球”形式,如图 1A 和 1B 所示,或为弓形形式,如图 2 所示。

[0081] 围绕光学区 301 的周边的是电学区 302,该电学区具有辅助组件以用于操作和控制具有液体弯月形透镜的眼内透镜系统。可折叠电学区 302 区域以有利于在手术期间将眼内透镜系统插入到眼睛中。优选地,眼内透镜系统可部分地或全部地封装,从而为辅助电子器件和其他灵敏部件提供保护。通过示例性例子的方式,封装可经由一种或多种已知的柔性材料,例如有机硅、有机硅弹性体、有机硅水凝胶或氟化水凝胶而实现。

[0082] 本发明的眼内透镜系统可在电学区 302 内包括独立成套的电源,该独立成套的电源自动地为具有液体弯月形透镜的眼内透镜系统供电。在这种情况下,独立成套的电源可不需经常进行再充电,例如仅在夜间充电或仅每隔几天充电。作为另外一种选择,电源为非独立成套的,而是连续或定期再充电的。电源可包括例如一个或多个电池或其他储存装置。优选地,储存装置包括一个或多个锂离子电池或其他可再充电装置。多个电源可位于一个

阵列中,并可包括冗余元件以使故障安全操作的可能性最大化。

[0083] 电源可通过接收和储存能量充电,以供当前或将来使用。可以各种方式完成夜间充电或在使用者入睡时充电。优选地,使用者佩戴发射射频或磁场的睡眠眼罩进行充电。该实施例在射频充电的情况下尤为可取,其中射频线圈必须与眼内透镜系统上的结构正确对齐以实现充电。当使用者在睡眠期间运动时,睡眠眼罩相对于使用者的眼睛保持一致对齐。作为另外一种选择,充电元件可位于临时贴片中,该临时贴片在睡眠期间放置在使用者的身体上,例如在其太阳穴、额头或颧骨上。如果将贴片放置在使用者的头上,则其将提供类似于睡眠眼罩的与眼内透镜一致对齐的有益效果。其他用于睡眠充电的实施例包括枕套、枕头、毛毯或使用者睡于其上或其附近的其他制品中包括的充电装置。另外,远场充电可通过将诸如射频发射器的充电装置放置在使用者的床头柜或床头板上来完成。

[0084] 非睡眠时间充电可利用发射射频或磁场的位于使用者的眼镜或太阳镜镜框中的充电元件来实现。作为另外一种选择,连续充电可利用眼内透镜系统的电学区 302 中的光传感器来实现。在该实施例中,光传感器接收的光转换为电能并储存在电学区 302 内的电源中。用于光传感器充电的光可在可见光谱中或在可见光谱外。

[0085] 作为另外一种选择,热电方法可实现电源的连续充电或涓流充电。例如,可利用体温和环境温度之间的温度来进行涓流充电,并将所获得的能量储存在电学区 302 内的电源中。

[0086] 电源的充电可经由所述各种方法中的一种或其组合来实现。组合的充电方法的一个例子包括将在睡眠周期中的射频充电与在非睡眠周期中的光传感器涓流充电结合。

[0087] 本发明的眼内透镜系统可包括由具有液体弯月形透镜的眼内透镜系统的电学区 302 中的处理器、存储器和其他部件支持的电源管理子系统。电源管理子系统可执行各种功能,例如监控电力用量和水平、管理电源充电、在电力水平低于最小阈值时限制透镜功能、在其他电源故障或电量低于指定的阈值时进行切换以从一个或多个冗余电源获取电力,以及监控电源以确定充电完成的时间从而可终止充电。

[0088] 电源向包含在眼内透镜系统的光学区 301 中的液体弯月形透镜提供电流,其中液体弯月面的形状变化会导致光焦度的变化,如图 2 所述。在接收电力之后,液体弯月形透镜充当电容器,保持电荷并使液体弯月面保持在激活位置,从而例如提高用于近视力的光焦度,而无需连续供电。为了恢复远视力,从液体弯月形透镜中放电,并使液体弯月面位于其松弛位置,从而为远视力提供适当的默认光焦度。

[0089] 电源受控于电学区 302 内的微处理器。微处理器执行一个或多个程序,该一个或多个程序分析数据并相应地施加电力以控制具有液体弯月形透镜的眼内透镜系统的操作。由微处理器分析的数据可为感测数据的形式,例如,感测囊袋内的收缩、感测整个睫状肌的电势电压变化、以及感测表示在近视力与远视力之间切换的眼睑闭合或眯眼模式。例如,可经由压力换能器来感测囊袋的收缩。换能器将把压力变化转换为模拟电压或数字电压状态中的一者或两者。

[0090] 可使用换能器来检测整个睫状肌的电压变化。例如可用光学传感器来感测眼睑和眯眼运动。可将感测数据储存在存储器中并由微处理器进行分析以确定对液体弯月形透镜的适当改变。

[0091] 本发明的眼内透镜系统在电学区 302 中可包括一个或多个天线。作为非限制性例

子,可使用天线接收射频以对电源进行充电、从其他传感器接收数据、以及与外部装置或眼内透镜系统内的其他装置进行通信。天线在眼内透镜系统的电学区 302 内可具有各种形状和尺寸。

[0092] 可以两种不同的方式对具有液体弯月形透镜的眼内透镜系统进行修改:对焦和调节。其主要目的是更改焦距,从而调节远距视力、近距视力和中距视力。可自动更改焦距,例如当压力换能器感测到囊袋的收缩,并且眼内透镜系统中的处理器将囊袋压力的大小转换为液体弯月形透镜内相应的光焦度变化时。作为另外一种选择,可手动控制焦距,例如当佩戴者按下便携式信息终端(fob)上的按钮时,将命令传输到眼内透镜系统的处理器中,这继而启动液体弯月形透镜内的光焦度变化。

[0093] 调节是指眼内透镜系统的一次性或临时性修改。调节例如可设定或修改远距视力与近距视力之间的屈光度变化、可对液体弯月形透镜的操作进行编程以矫正特定度数和散光大小、以及可改变眼内透镜系统对睫状肌或囊袋变化的灵敏度。调节可在将眼内透镜系统以外科手术方式植入之前或植入之后由眼睛护理专业人员完成。在一些实施例中,手术后调节可经由能够输入或设置参数以及将参数传送到眼内透镜的装置来完成。患者可参与或控制手术后调节以便微调视力设定。默认光学特性可为“远距”视力矫正提供光学矫正,并且手术后调节可修改“近距”视力的一种或多种光学特性。然而,同时具有多状态眼内透镜的远距视力和近距视力状态的光学特性也在本发明的范围之内。

[0094] 对于每个眼内透镜系统而言,焦距的修改和调节可以是独立的,或可在佩戴于双眼中的眼内透镜系统之间进行协调。例如,在一些实施方式中,基于来自一只眼睛的感测数据来确定两只眼睛的焦距是期望的。在其他情况下,可能最适合的是由每个眼内透镜系统对焦距进行独立管理。

[0095] 现在参见图 4,其以前视框图的形式示出了示例性眼内透镜系统。该实施例的特征在于呈椭圆形形状的眼内透镜系统 400,其包括由电学区 402 围绕的圆形视觉区 401。其他实施例可包括椭圆形、矩形或其他有利于视力矫正的形状的视觉区 401。在本发明中,视觉区 401 由液体弯月形透镜构成。液体弯月形透镜可为传统的“冰球”形式,如图 1A 和 1B 所示,或为弓形形式,如图 2 所示。

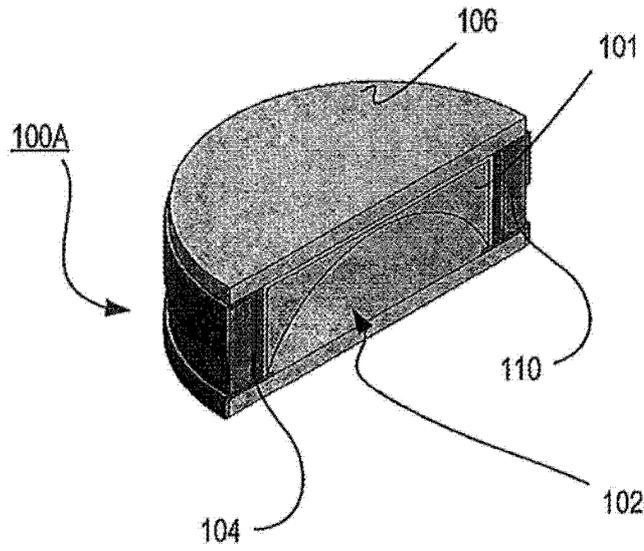
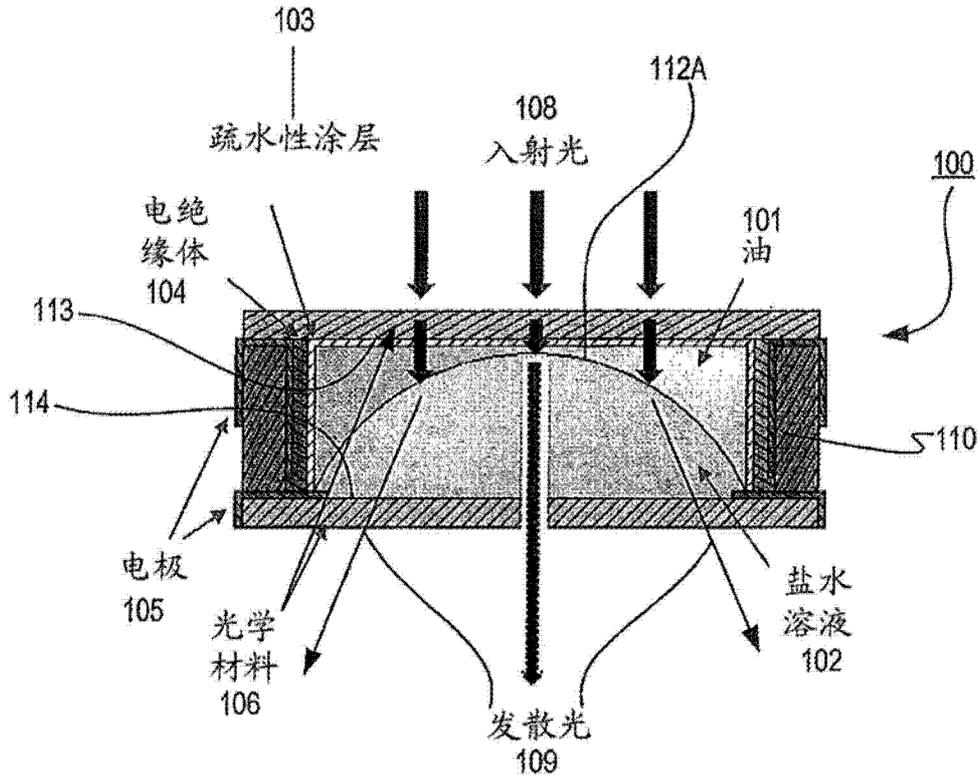
[0096] 图 4 的眼内透镜系统包括与图 3 所示的眼内透镜系统相同的特征和功能,例如改变焦距的能力、设定的可调性、电学区元件、电源管理子系统、充电选项、折叠功能和封装。

[0097] 现在参见图 5,该图以前视框图的形式示出了眼内透镜系统 500。在该实施例中,眼内透镜系统 500 呈圆形形式,其具有由电学区 502 围绕的圆形视觉区 501。其他实施例可包括椭圆形、矩形或其他有利于视力矫正的形状的视觉区 501。在本发明中,视觉区 501 由液体弯月形透镜构成。液体弯月形透镜可为传统的“冰球”形式,如图 1A 和 1B 所示,或为弓形形式,如图 2 所示。

[0098] 图 5 的眼内透镜系统包括与图 3 所示的眼内透镜系统相同的特征和功能,例如改变焦距的能力、设定的可调性、电学区元件、电源管理子系统、充电选项、折叠功能和封装。

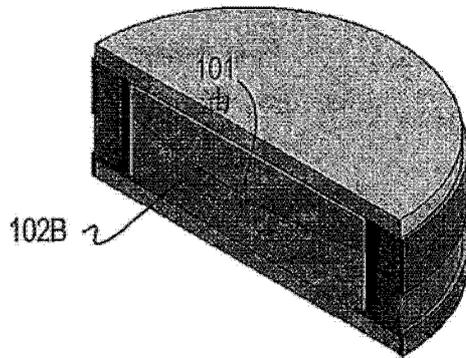
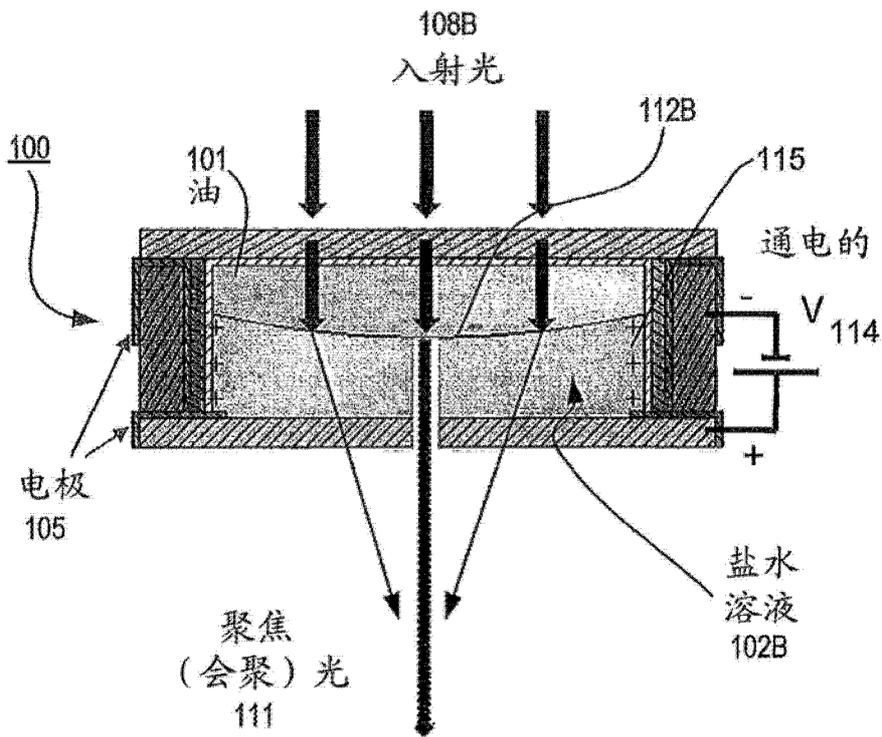
[0099] 现在参见图 6,该图示出了非限制性示例性眼内透镜系统的三个横截面侧视图。图 6A 示出了平直眼内透镜系统的实施例。图 6B 示出了眼内透镜系统的弓形型式。弓形眼内透镜系统可被放置为凸面朝向眼睛的外部,或凸面朝向眼睛的内部。图 6C 示出了双凸眼内透镜系统。图 6A、6B 和 6C 旨在示出可能的实施例,但并非意图限制本发明的范围,因为形

状的其他变型也是可能的。



现有技术

图 1A



现有技术

图 1B

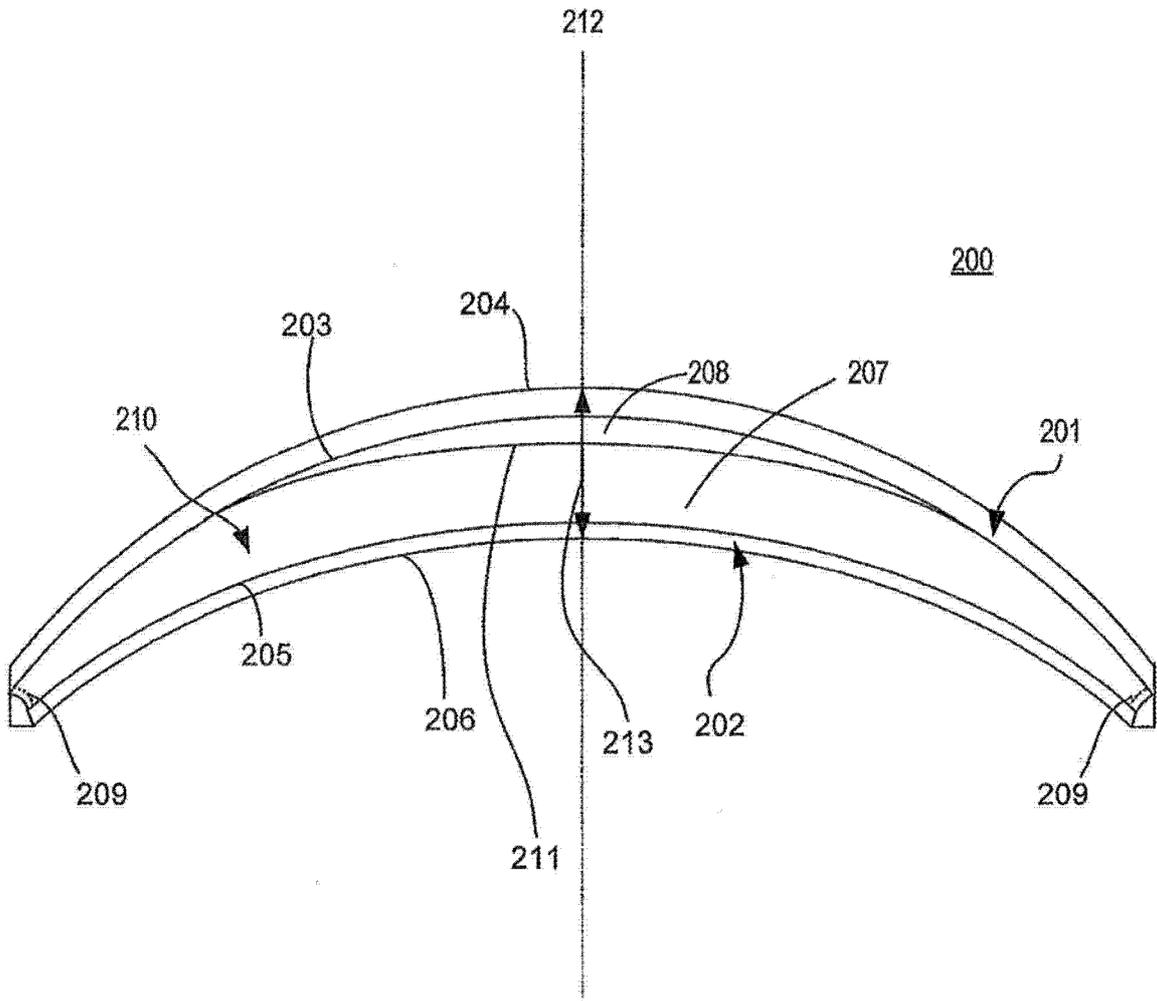


图 2

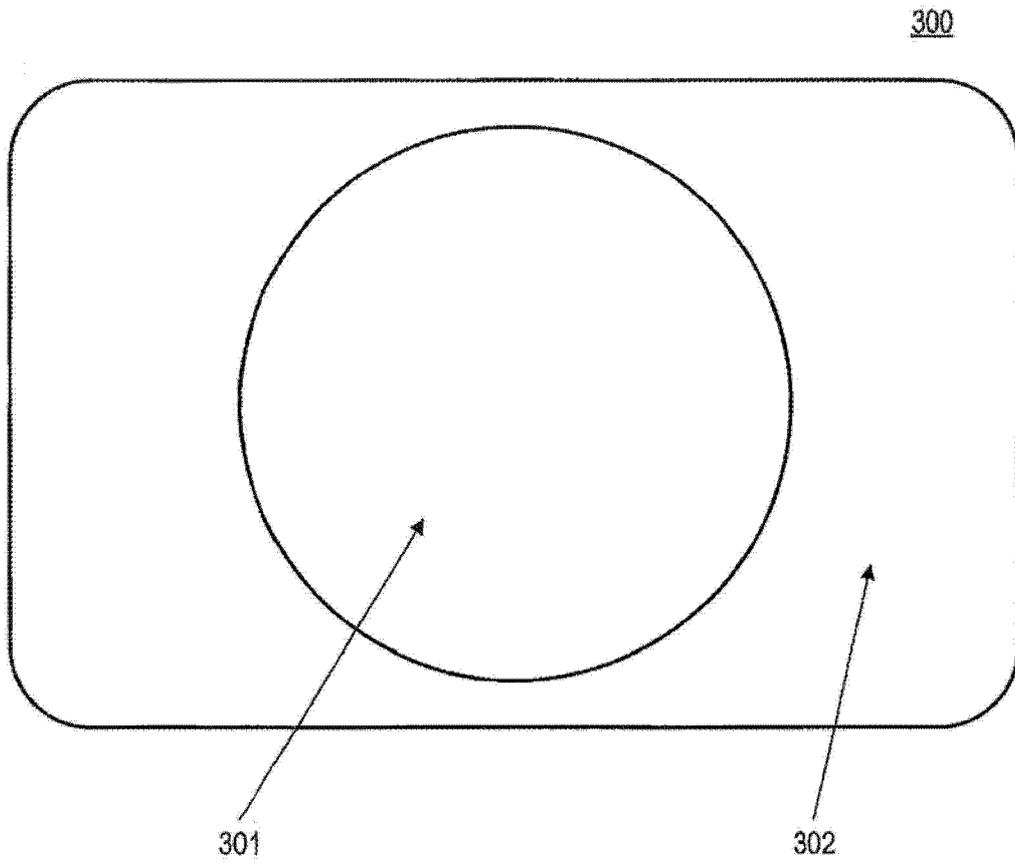


图 3

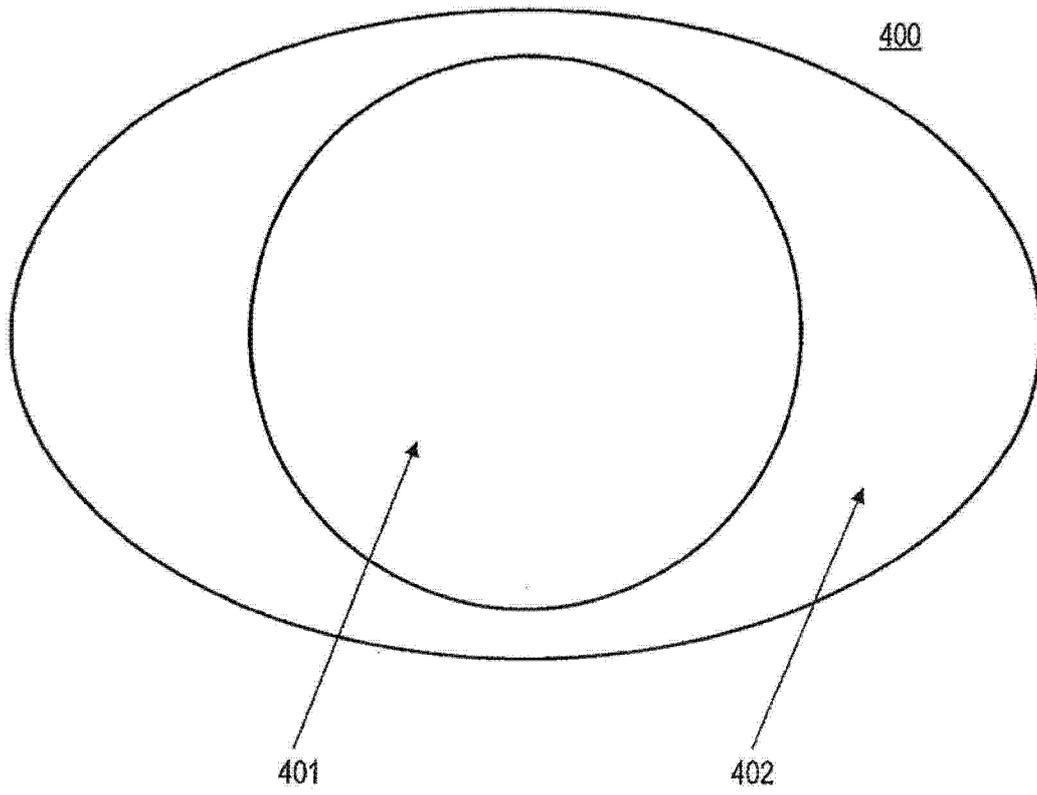


图 4

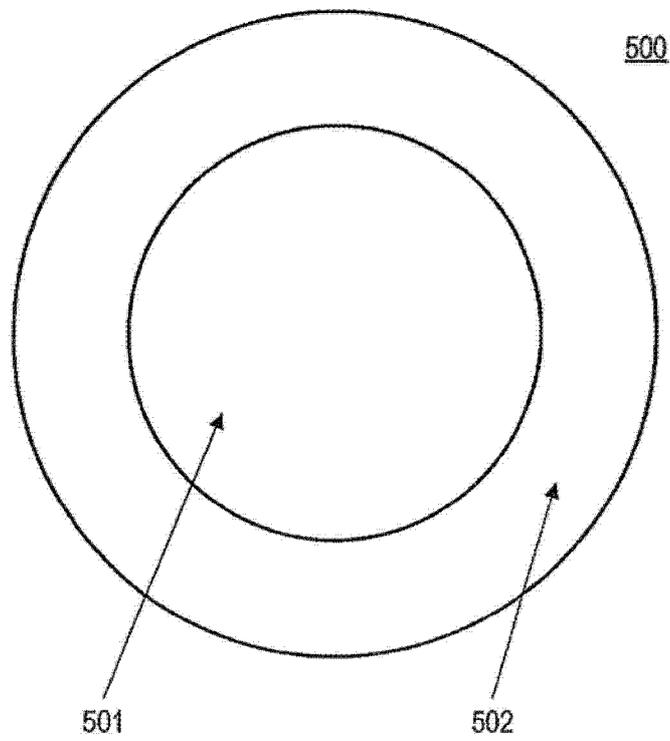


图 5



图6A

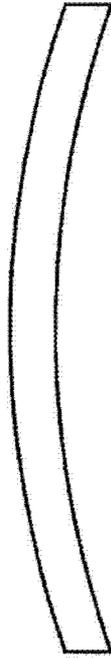


图6B



图6C

图6