



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101856281 B

(45) 授权公告日 2015. 01. 28

(21) 申请号 201010227015. 3

W0 03/082147 A2, 2003. 10. 09,

(22) 申请日 2005. 11. 18

审查员 黄运东

(30) 优先权数据

PCT/IB2004/004106 2004. 11. 19 W0

(62) 分案原申请数据

200580046341. 1 2005. 11. 18

(73) 专利权人 博士伦公司

地址 美国纽约

(72) 发明人 J·平森

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 蔡胜利

(51) Int. Cl.

A61F 2/16(2006. 01)

(56) 对比文件

US 2003/0097177 A1, 2003. 05. 22,

US 2003/0199977 A1, 2003. 10. 23,

US 2004/0024454 A1, 2004. 02. 05, 说明书第

20-24、27-28、33、40 段, 图 1、2A-2B、4A-5D.

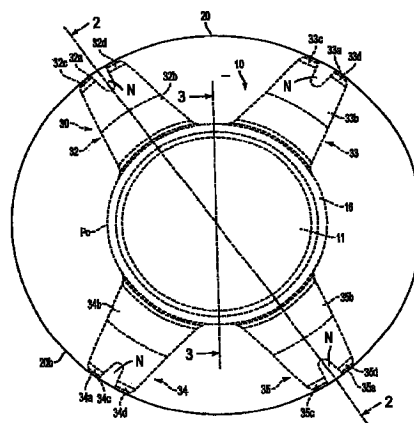
权利要求书1页 说明书6页 附图7页

(54) 发明名称

薄型人工晶状体

(57) 摘要

一种能够通过小的切口插入眼囊袋 (20) 的薄型人工晶状体, 包括具有自由端的支撑襻 (30), 该自由端被配置为用来吸收在手术随后的几个星期中由于囊袋收缩引起的压缩力。



1. 一种可折叠的人工晶状体,包括:

a) 具有相反的前表面和后表面的光学部件,其具有几何中心轴线和外围,所述光学部件的后表面具有防止后囊乳浊化的尖锐边缘;

b) 至少两个从所述外围延伸的支撑襻,每个所述支撑襻具有伸长部分并且终止于自由端,每个所述自由端包括至少两个指状物,所述指状物彼此分隔;

其中所述支撑襻以相对于光学部件的平面的 5 度至 15 度的角度向前延伸;

其中所述自由端相对于相应的伸长部分沿向前方向延伸;并且

其中当压缩力施加在向前延伸的所述自由端时,所述自由端响应于此而向前进一步弯曲。

2. 根据权利要求 1 所述的人工晶状体,其中对于每个所述自由端,所述至少两个指状物大体上彼此平行地延伸,并且其中所有所述自由端的每个指状物包括末端,并且所有的末端位于与所述光学部件的几何中心轴线大体上垂直的平面内。

3. 权利要求 1 所述的人工晶状体,其中每个所述自由端以相对于所述自由端的相应的伸长部分成 10° 至 50° 的角度延伸。

4. 根据权利要求 1 所述的人工晶状体,其中每个支撑襻的所述自由端以相对于相应自由端所在的伸长部分成 20° 至 40° 的角度延伸。

5. 根据权利要求 1 所述的人工晶状体,其中每个支撑襻的所述自由端以相对于相应自由端所在的伸长部分成 33° 的角度延伸。

6. 根据权利要求 1 所述的人工晶状体,其中每个支撑襻的所述自由端包括相应伸长部分的长度的 25%。

7. 根据权利要求 1 所述的人工晶状体,其中所述晶状体可在第一无应力形态和第二应力形态之间弯曲。

8. 根据权利要求 7 所述的人工晶状体,其中当所述晶状体处在所述无应力形态中时,所述支撑襻的所述伸长部分基本上笔直,并且当处在所述应力形态中时,所述伸长部分的至少一部分弯曲。

9. 根据权利要求 7 所述的人工晶状体,其中当处在所述应力形态中时,所述自由端沿向前方向减小它们的曲率半径。

10. 一种制造用于放置在眼睛的清空囊袋中的可折叠的人工晶状体的方法,所述方法包括以下步骤:

a) 提供光学部件,所述光学部件具有限定几何中心轴线和外围的相反的前表面和后表面;

b) 提供至少两个从所述外围延伸的支撑襻,每个所述支撑襻具有伸长部分并且终止于自由端,所述自由端相对于所述伸长部分沿向前方向成一角度,以使得,当被植入到眼睛的清空囊袋中且几何中心轴线大体沿着所述眼睛的光轴对正时,所述支撑襻的自由端响应于施加在其上的径向压缩力而在与光学部件所在平面大致上垂直的相应平面内各自地弯曲,同时所述光学部件几何中心轴线与所述光轴保持基本对正。

薄型人工晶状体

[0001] 本申请是申请日为 2005 年 11 月 18 日、申请号为 200580046341.1、发明名称为“薄型人工晶状体”的发明专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及人工晶状体（同样通常涉及用作 IOL），并且尤其涉及能通过眼睛上非常小的切口插入到眼睛的清空囊袋中的薄型 IOL。

背景技术

[0003] 白内障手术通常包括使用被称为晶状体超声乳化术的手术技术切除位于囊袋中的已混浊的天然晶状体。该手术需要在眼睛中进行的切口尽可能小以提高手术愈合并且阻止由于愈合的切口引起的后发性白内障散光。当前的切口尺寸标准为 3mm 或者更少。近来甚至更多的手术（例如双手动晶状体超声乳化术或者激光乳化）中切口可以小于 2mm。当然，如果 IOL 和 / 或插入工具的尺寸大于切口尺寸，该切口必须被增大。

[0004] 为了使柔性 IOL 通过小切口，必须将该 IOL 压缩到更小的尺寸并使用工具如镊子或 IOL 插入器将其插入眼睛中。IOL 插入器的实例可以参见共同受让的美国专利号 5,944,725 和 6,336,932。由此可以了解到 IOL 的材料和尺寸使得小的 IOL 可以如何被压缩而免受损害（即，较大尺寸的 IOL 不能压缩成较小尺寸的 IOL 的那么小）。当然，IOL 不能太小以致失去其恢复眼睛的天然晶状体功能的目的。IOL 的特有机能需要 IOL 尽可能地在眼睛中保持稳定从而将经过其的光线偏转到视网膜上。作为支撑襻的配置成份由此被结合到 IOL 设计中从而有助于将光学部件定位并固定在囊袋中。存在许多不同的支撑襻配置，但是仍然需要尺寸相对较小的 IOL，该尺寸相对较小的 IOL 使得光学部件可以被压紧并通过小的切口被植入，优选为 2mm 左右或者更小，同时尽管在此存在压缩力但仍可以将所述光学部件非常稳固的保持在眼睛中。压缩力可能产生，例如由于在白内障摘除手术后的数月内发生的囊袋收缩而产生压缩力。

发明内容

[0005] 本发明的各个方面是通过为在眼睛的清空囊袋 (evacuated capsular bag) 中的定位提供薄并且可折叠的 IOL 从而解决上述的需要，所述 IOL 包括具有被外围包围的对应的前后表面的光学部件。在一个实施例中，四个柔性支撑襻从所述外围向外径向延伸，每个所述支撑襻具有伸长部分并且终止于自由端。所述第一和第二支撑襻被沿着所述光学部件边缘的第一部分而彼此间隔，所述第三和第四支撑襻被沿着所述光学部件边缘的第二部分而彼此间隔，所述光学部件边缘的第二部分与所述光学部件边缘的第一部分相对。

[0006] 在有些实施例中，每个支撑襻的自由端包括至少两个分隔的指状物，所述指状物沿向前方向延伸。所述指状物弯曲并且对应于此处施加的径向压缩力而减小了曲率半径，同时所述光学部件保持着沿眼睛光轴充分排列。所述指状物也可以向彼此移动以吸收由所述收缩的囊袋产生的切向力。在有些实施例中，所述指状物每个的长度都优选为其相应伸

长部分长度的四分之一。在本发明更优选实施例中,近端支撑襻长度部分厚于相应远端支撑襻长度部分。

[0007] 在优选实施例中,IOL 进一步包括沿所述光学部件外围限定的尖锐(成锐角)的边缘。当被植入眼睛的清空囊袋中时,所述尖锐的边缘压紧囊袋的后壁并且作为屏障防止细胞移动和由此导致的后囊混浊。

[0008] 本发明的实施例是关于可折叠的 IOL,包括:a) 具有几何中心和外围的光学部件,b) 至少两个与所述光学部件连接的支撑襻,每个支撑襻具有近端和远端,每个所述支撑襻的厚度从近端至远端至少减小了 10%。在有些实施例中,每个所述支撑襻的厚度从近端至远端减小了 10%至 60%。在有些实施例中,每个所述支撑襻的厚度从近端至远端减小了 15%至 40%。在有些实施例中,每个支撑襻中的厚度的减小在每个支撑襻的中央 65%以上的部分的范围内测量。每个支撑襻可以包括至少一个台阶。在有些实施例中,每个支撑襻包括至少两个台阶。在有些实施例中,在所述支撑襻的整个长度范围内其厚度平滑减小。在有些实施例中,在所述支撑襻的整个长度范围内其厚度线性减小。在所述支撑襻的整个长度范围内其厚度可以单调的减小。

[0009] 有些实施例是关于可折叠的 IOL,包括 a) 具有几何中心和外围的光学部件,b) 至少两个与所述光学部件连接的可弯曲的支撑襻,每个支撑襻具有前表面和后表面、近端和远端,每个支撑襻在近端和远端之间的前表面上凹入。在有些实施例中,至少一个所述支撑襻在近端和远端之间具有单一的曲率。在有些实施例中,至少一个所述支撑襻在近端和远端之间具有至少两个的曲率。在有些实施例中,至少一个所述支撑襻在近端和远端之间具有连续变化的曲率。在有些实施例中,对于至少一个所述支撑襻,所述前表面和后表面的曲率基本相同。

[0010] 在此描述的尺度和尺寸均针对成品(即,水合)晶状体。在使用所述光学部件的后表面支撑 IOL 的情况下测量尺寸。

附图说明

[0011] 图 1 为根据本发明的一个实施例的作为植入到囊袋中的 IOL 的平面图。

[0012] 图 2 为沿图 1 中线 2-2 的截面图。

[0013] 图 3 为沿图 1 中线 3-3 的截面图。

[0014] 图 4 为显示图 1 中的 IOL 在无应力状态下的透视图。

[0015] 图 5 为一个所述 IOL 支撑襻自由端的放大的局部视图。

[0016] 图 6 为图 2 所示的上部支撑襻的放大的局部视图。

[0017] 图 7A 和图 7B 为具有台阶的 IOL 支撑襻的放大的局部侧视图。

[0018] 图 7C 为厚度线性减小的 IOL 支撑襻的局部侧视图。

[0019] 图 8A 和图 8B 为具有凹入的前表面的 IOL 支撑襻的放大的局部侧视图。

[0020] 图 9A 和图 9B 为具有指状物的 IOL 支撑襻的放大的局部侧视图。

具体实施方式

[0021] 现在参考附图,可以看出根据本发明的人工晶状体(IOL)10 优选实施例。IOL 10 包括光学部件 11,其具有相反的前表面 12 和后表面 14,它们限定了几何中心 GC 和外围 16。

所述术语“前”、“后”指的是当 IOL 10 被植入眼睛中时向前和向后。从眼囊袋的角度看,所述向前则对着角膜。所述向后则对着视网膜。囊袋 20 在图 1 和图 2 中示意显示。当被以预定方式植入眼睛中时, IOL 前表面 12 将对着角膜,同时 IOL 后表面 14 将对着视网膜。

[0022] 光学部件 11 被配置成将光线引导至眼睛的视网膜上,并且由此伴随着白内障摘除手术而取代了眼睛天然晶状体的功能。光学部件 11 可以由任何适宜的可折叠材料如丙烯酸类材料和硅树脂材料制成,并且例如所述前表面 12 和后表面 14 在此可以为包括平面、凸面、凹面、球面和非球面(包括环形和多焦点)中的任一设定的光学设计和组合。在附图中所示的实施例中,为了讨论目的,光学部件 11 仅为两面凸出的。在该实施例中,所述光学部件优选具有的最大厚度 T_{OPTIC} 大约为 0.7mm 至 0.9mm。

[0023] 本发明的 IOL 用于手术植入眼囊袋 20 中。眼睛的天然晶状体被包围于被称为囊袋的结构中。医生在囊袋 20 的前壁 20c 中制造一切口(称为囊切开术),形成一前壁瓣 20d(见图 2)。所述囊切开术的尺度大约为 1mm,小于所述 IOL 光学部件的直径,以使得所述前壁瓣抵住所述 IOL 光学部件 11 的前表面。

[0024] 如前所述,所述囊袋 20 在手术后大概 3 个月内收缩,这造成了在被植入的 IOL 上的压缩力。优选植入 IOL 10 以使得光学部件 11 的几何中心轴线 GC 完全沿着眼睛的光轴 OA 对正(图 2),并且由此使得在压缩力作用于 IOL 的期间保持着这种对正。因此本发明提供了一种 IOL 设计以吸收这种压缩力同时保持光学部件几何中心 GC 完全沿着眼睛的光轴 OA 对正。这是一种在设计薄型结构的 IOL 时的特别有挑战性的方案。

[0025] 根据本发明的一个方面,一个或多个支撑襻 30 从所述光学部件外围 16 延伸,所述支撑襻由柔性材料形成并被配置成吸收在此施加的压缩力。在优选实施例中,支撑襻以相对于光学部件 11 的平面的角度“A”沿向前方向延伸,该角度“A”为 5 度至 15 度角(此角通常被称为拱顶角)。如前所述术语“前”、“前面”以及“向前”意指当 IOL 10 被植入眼睛中时向前(对着角膜)。

[0026] 在进一步优选实施例中, IOL 10 包括从光学部件外围 16 延伸的四个支撑襻 32-35。每个支撑襻终止于一自由端 32a-35a,其相对于相应支撑襻的伸长部分 32b-35b 沿向前方向延伸。参考图 6,在一优选实施例中,支撑襻的自由端 32a-35a 相对于相应支撑襻的伸长部分以角度“B”延伸,角度“B”大约为 15 度至 40 度,并且优选为 33 度左右。每个支撑襻自由端 32a-35a 可以从最大的厚度 T_3 逐渐变小到最小的厚度 T_4 。每个支撑襻自由端的末端可以导斜角,其斜角“C”大约为 10 度至 20 度,并且优选为 18 度左右。

[0027] 在无应力状态中(即,没有压缩力施加于 IOL 的状态),支撑襻 32-35 的伸长部分 32b-35b 优选基本上笔直地延伸,但是可能有略微的弯曲。自由端 32a-35 每个具有的长度优选为各自伸长部分 32b-35b 的长度的四分之一左右,但是可以变化。在本发明的进一步的优选实施例中,近侧支撑襻长度部分(更接近外围 16)的厚度 T_1 大于相应远侧支撑襻长度部分(更接近自由端)的厚度 T_2 (见图 4)。在优选实施例中, T_2 在大约 0.10mm 至 2.0mm 之间,更优选为 0.15mm 左右,并且 T_1 在大约 0.10mm 至 2.5mm 之间,更优选为 0.2mm 左右。在有些实施例中,厚度减小至少 10%。在有些实施例中,厚度减小至少 15%。在有些实施例中,厚度减小至少 20%。优选地,支撑襻的近端和远端之间部分的厚度减小大约 10%至 60%的范围内,在有些实施例中该范围为 15%至 40%,在有些实施例中该范围为 20%至 30%,在有些实施例中该范围为 25%左右。

[0028] 厚度减小的测量要除去支撑襻的包括 PC0 尖锐（成锐角）边缘 13 的任何长度部分。而且，该厚度减小的测量不计入任何自由端部的厚度特征，这样的自由端特征可以包括与囊袋接触面处厚度的局部增加。例如，在有些实施例中，厚度减小的测量是在支撑襻长度大约 65% 以上的中央部分范围内（例如，排除所述 PC0 尖锐边缘可以不包括沿着支撑襻的近侧部分的占大约 5% 至 15% 的距离，并且排除所述自由端可以不包括沿着支撑襻的远侧部分的占大约 20% 的距离）。因此，可以知道，近端和 / 或远端可能并不一定是襻的绝对端部。

[0029] 尽管图 4 和图 6 中所示的 IOL 10 的实施例包括具有单一台阶变化厚度的支撑襻，但是具有两个、三个或者四个或者更多个台阶的支撑襻也可以被插入。例如，图 7A 所示的支撑襻包括两个台阶 136a 和 136b，形成了分别具有厚度 T_1 、 T_2 和 T_3 的三个区域 137a、137b 和 137c。也可以知道，在所述的实施例中，每个所述区域包括所述支撑襻长度的实质部分（例如，大于支撑襻长度的大约 15%、20% 或 30%）。所述各个区域的长度可以相等。例如，在具有两个台阶的实施例中，所述各个区域可以为三个近似相等的区域，每个区域包括支撑襻长度的 33% 左右。在具有三个台阶的实施例中，所述各个区域可以为四个近似相等的区域，每个区域包括支撑襻长度的 25% 左右。尽管上述支撑襻是作为具有相同长度的区域来进行讨论的，但是可以知道的是，有些实施例中支撑襻上的所述实质区域的长度并不相等。而且，如图 7B 所示，在具有两个或者更多台阶的实施例中，至少一个台阶 136c 可以形成在支撑襻的前表面上，并且至少一个台阶 136d 可以形成在支撑襻的后表面上。在有些实施例中，厚度在近端和远端之间单调减小。所述术语“单调减小”意指在从近端至远端厚度不增加但是可以具有一个或者更多个厚度为常数的区域。

[0030] 在有些实施例中，厚度的下降沿着整个长度或者沿着一个或多个区域而平滑地减小（即没有台阶）。在有些实施例中，如图 7C 中所示，厚度的下降是线性的。在这些实施例中，支撑襻的前侧和 / 或后侧可以具有相对于中心线 140 的斜坡，所述中心线 140 沿着支撑襻长度而延伸并且通过支撑襻厚度的中心。在有些实施例中厚度线性下降，沿着从近端至远端的方向厚度下降了 15% 以上；并且在有些实施例中厚度下降大于 20%。可以知道，涉及如上所述的任一个实施例中的厚度减小的支撑襻的本发明多个方面还包括具有角度的自由端、具有凹入前表面的支撑襻、以及 / 或者上述的指状物。

[0031] 参考图 2、图 4、图 5 和图 6，IOL 10 的示例实施例的无应力状态被显示为实线。当被植入眼囊袋 20 中时，光学部件 11 优选沿着光轴 0A 基本对正，同时支撑襻 32-35 在此向外径向延伸。支撑襻的自由端 32a-35a 被定位为向着囊袋赤道 20b 或者在囊袋赤道 20b 附近。由于囊袋 20 在手术后的数星期和数内收缩，则径向压缩（压）力被施加在 IOL 10 上，并且在此特别的沿着支撑襻 32-35。相应的，支撑襻 32-35 将随着在此运动的方向而弯曲，该运动由其自由端 32a-35a 进行控制。

[0032] 图 2、图 5 和图 6 中的虚线显示了 IOL 10 的应力状态。弯曲动作以根据本发明的独特支撑襻配置的预定方式而进行。因此，当压缩力施加在支撑襻的前延伸自由端 32a-35a 时，它们相应地向前进一步弯曲。即，它们向前弯曲并且因此它们的曲率半径从 R_1 减小到 R_2 ，其中 R_2 小于 R_1 （图 2 和图 6）。

[0033] 在第一方面，支撑襻将在径向压缩力下向前弯曲，因为自由端 32a-35a 已经沿向前方向延伸（如图中实线所示，在它们无应力状态中）并且因此在压缩力下其被偏置为在

该方向上连续弯曲（对于如图虚线所示的它们应力状态），这与反向方向情况（即，后向）相反。

[0034] 在第二方面，支撑襻将在径向压缩力下向前弯曲，因为如上所述，近端支撑襻长度部分 H_p （接近外围 16）的厚度 T_1 大于各自的末端支撑襻长度部分 H_d （接近自由端）的厚度 T_2 。因此，实际上支撑襻将可能在径向压缩力下向后弯曲。

[0035] 如此可以知道，根据本发明的各方面，支撑襻弯曲的向前动作在它们的自由端 32a-35a 开始。由于自由端 32a-35a 向前弯曲并且因此减小了它们的曲率半径，则支撑襻的伸长部分 32b-35b 也可以向前弯曲，特别是在更薄的远侧支撑襻长度部分 DL 处。

[0036] 还可以根据支撑襻弯曲的平面与光学部件所在平面的关系来考虑支撑襻弯曲的方向。更特别的是，各个支撑襻可以弯曲的平面表示为 P_h ，同时光学部件平面在图 1 和图 2 中表示为 P_o 。在这些图中可以看出，这些平面的延伸通常彼此垂直。这样可以说，支撑襻弯曲的相应平面 P_h 的延伸通常与光学部件 11 所在的平面 P_o 垂直。

[0037] 由于支撑襻以上述方式吸收了压缩力，光学部件 11 保持沿着眼睛的光轴 OA 的基本对正。当这样对正时，光学部件 11 的几何中心轴线 GC 与眼睛的光轴 OA 重合，如图 2 所示。然而，要注意的是，例如由于手术技巧和囊尺寸的差异，可能不能总是达到精确的对正。因此，当精确的对正作为最佳光学效果的目标时，意图是在此的术语“对正”被解释为允许比光学部件的几何中心和眼睛的光轴间的精确对正差的对正。而且注意到，可能有光学部件 11 的后向运动（沿着光轴 OA），然而，考虑到因为需要囊后壁 20a 和光学部件后表面 14 间的严格接触以防止囊乳浊化（PCO），这一点不会被认为有问题。在这一点上，光学部件 11 设有尖锐的外围边缘 13，其与囊后壁 20a 一起对上皮细胞从囊赤道移动到光学部件 11 产生了屏蔽。上皮细胞移动是 PCO 的主要原因。

[0038] 根据本发明的另一个方面，支撑襻可以沿着它们的长度从近端弯曲到远端。如图 8A 或者图 8B 所示。即，当支撑襻从支撑襻的近端延伸至支撑襻的远端时，晶状体被弯曲以使得在支撑襻的前表面上凹入。在有些实施例中，如图 8A 所示，曲率沿着支撑襻的整个长度从近端到远端为单一的曲率。可选择的是，支撑襻可以包括沿着长度的两个或者多个区域，每个区域具有不同的曲率（未图示）。在有些实施例中，如图 8B 所示，支撑襻曲率沿着支撑襻的长度连续变化。沿着支撑襻长度的曲率或者多个曲率可以通过例如一个或者多个多项式曲率进行描述，例如二次曲线曲率（举例来说，椭圆曲率、双曲线或者球形曲率）、一系列平面部分的近似曲线、或者逐点详述的曲率。

[0039] 在有些实施例中，如图 8A 和图 8B 所示，支撑襻的前表面和后表面具有基本上彼此相同的曲率（前表面为凹入的，后表面为凸出的）。例如，如果支撑襻沿着其长度具有均一的厚度或者沿着其长度厚度的减小相对较小，则前表面和后表面将具有相同的曲率。

[0040] 曲率的确定排除了支撑襻的包括 PCO 尖锐边缘 13 的任何长度部分。而且，支撑襻的曲率的确定排除了自由端特征，该自由端特征可以包括曲率的局部增大或者减小，例如，对于与囊袋的接触面处。例如，在有些实施例中，曲率半径在支撑襻的中央部分 820 的大约 65% 以上的范围内被测量（举例来说，排除 PCO 尖锐边缘 13 可能排除了沿着支撑襻的大约 5% - 15% 的距离，并且排除自由端 815 可能排除了支撑襻的远侧部分的占大约 20% 的距离）。可以知道，包括如上所述的曲率的这样的实施例预先安排晶状体以向后转移来自于囊袋收缩的径向压缩，并且运作以保持晶状体在囊袋中的中心。可以知道涉及如上所述具

有曲率的支撑襻的本发明方面还可以具有成角度的自由端、减小的厚度、和 / 或如上所述的指状物。

[0041] 在本发明的进一步的方面中,支撑襻自由端 32a-35a 每个分别包括至少两个分隔的指状物 32c、d-35c、d(图 1、图 4 和图 5)。在有些实施例中,每对指状物彼此大体平行,同时在此的末端 32c'、d'-35c'、d' 位于通常与光学部件 11 的几何中心轴线 GC 垂直的平面上。由于压缩力被施加到指状物上,每个支撑襻的两个指状物可以朝着彼此移动,以减小或者关闭它们之间的间隔,例如,如图 5 所示,从间隔 S_1 到间隔 S_2 。这种移动吸收了特别是那些具有于晶状体的圆周相切的矢量分量如表示为 V_r 的矢量的压缩力,例如由于囊袋收缩的动力学引起的压缩力。特别的是,指状物在切线方向朝着彼此是可变形的。可以知道由指状物承担的切向力与如上所述的支撑襻的角度和曲率承担的径向力垂直。本发明的这一方面当与薄形晶状体设计组合时具有特别的优点,因为这样还有助于保持晶状体结构的稳定性。当与可以适应于径向压缩力的结构(例如具有前弯曲表面的支撑襻、厚度从近端向远端减小的支撑襻和 / 或如上所述的具有成角度的自由端的支撑襻)组合时,这个方面还具有好处。可以知道,当用于这样的组合中时,晶状体能够在由囊袋收缩引起的切向力和径向力同时存在时维持稳定性。

[0042] 尽管如图 1 所示的 IOL 的实施例具有 U 形切口 N,但是切口可以具有任意适当的形状。例如,图 9 所示的 IOL 包括灯泡形切口 S。而且,尽管图 1 所示的 IOL 的示例实施例具有两个指状物,但是 IOL 可以具有三个、四个、五个或者更多个指状物。例如,图 9B 所示的 IOL 包括三个指状物 832 和两个切口 T。

[0043] 在进一步优选实施例中,指状物 32c、d-35c、d 的末端以相对于自由端的剩余部分大约 10 度到 50 度之间的角度延伸,更优选以大约 20 度到 40 度之间的角度延伸,最优选以相对于相应自由端的剩余部分大约 33 度的角度延伸。还要注意,该角度的顶角可能位于沿着每对指状物之间的间隔 S_1 的大约中间处,但是也可以与此不同。

[0044] 可以知道,根据本发明的方面的支撑襻能够吸收具有多个矢量(如由收缩的囊袋的动力学产生)的压缩力,同时 IOL 光学部件 11 保持预定的沿着眼睛的光轴的基本对正。

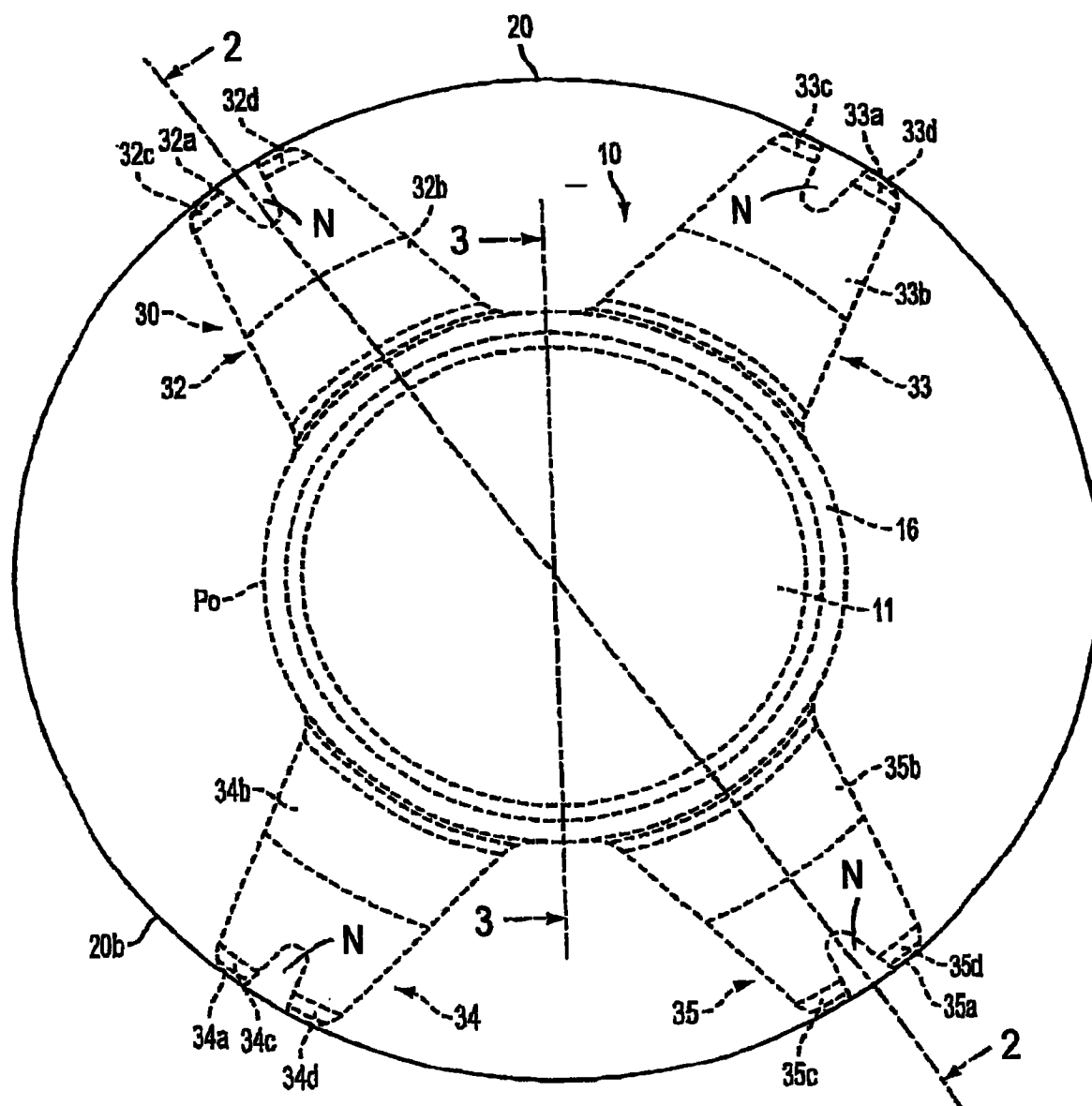


图 1

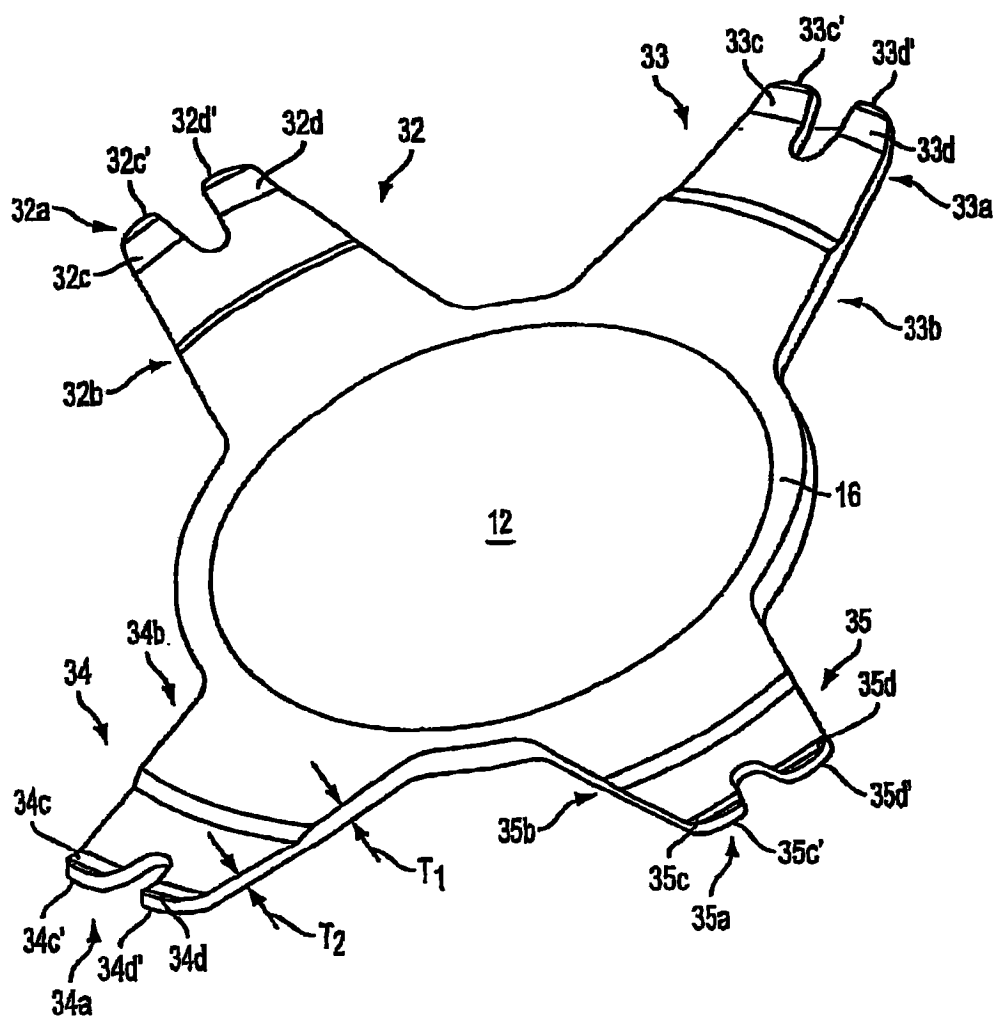


图 4

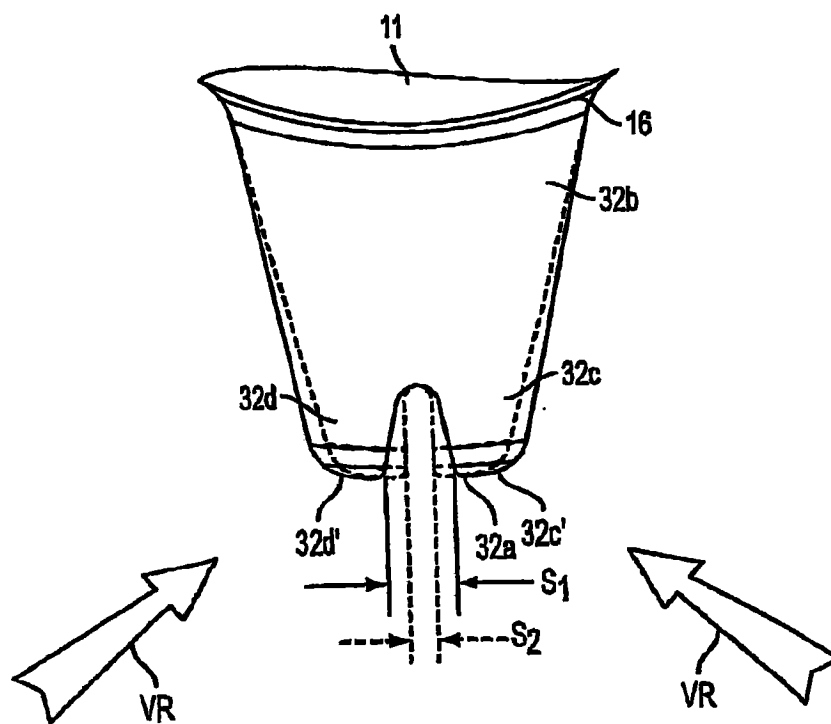


图 5

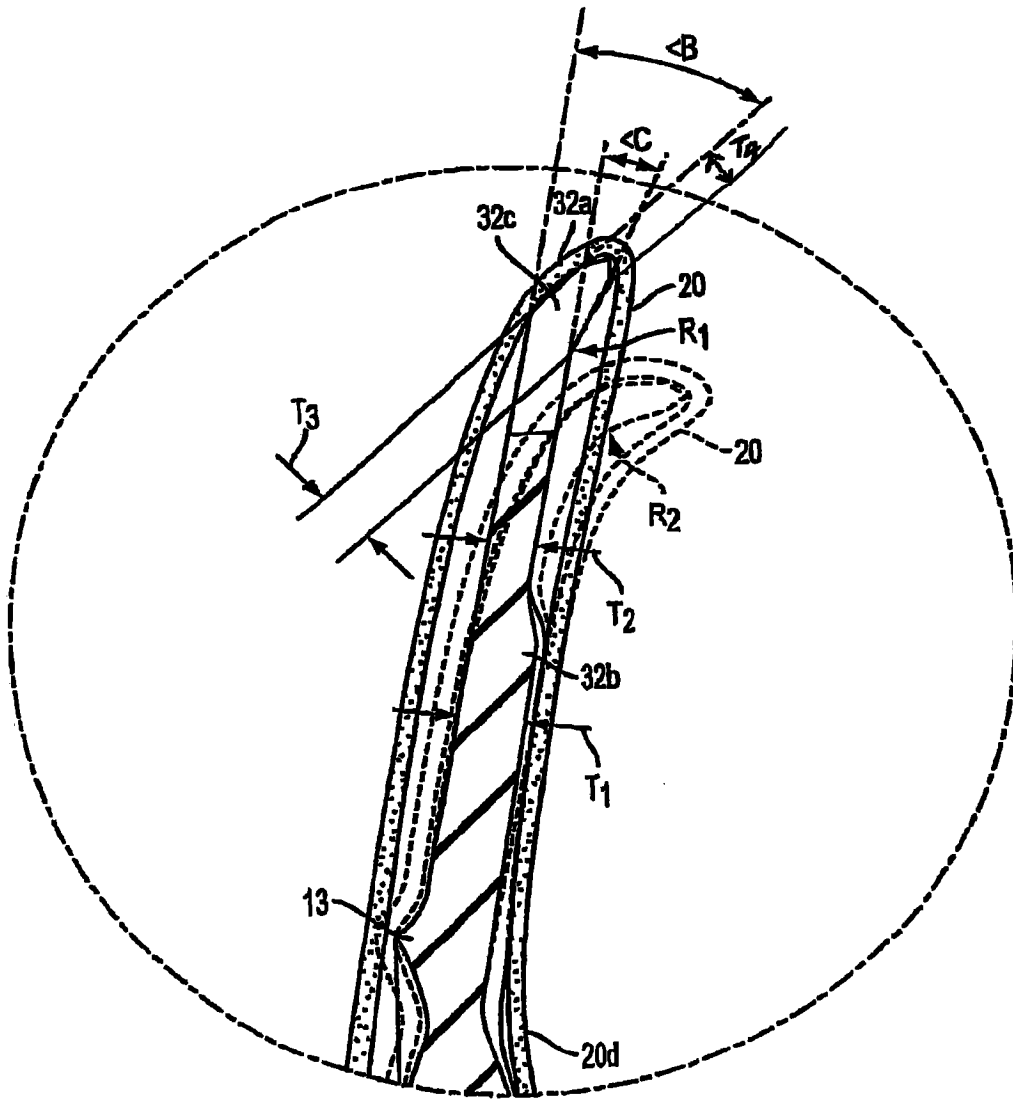


图 6

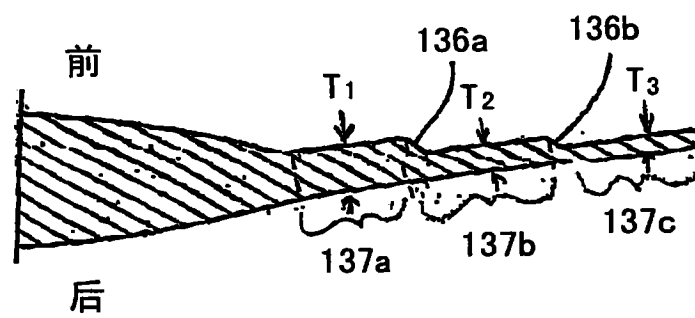


图 7A

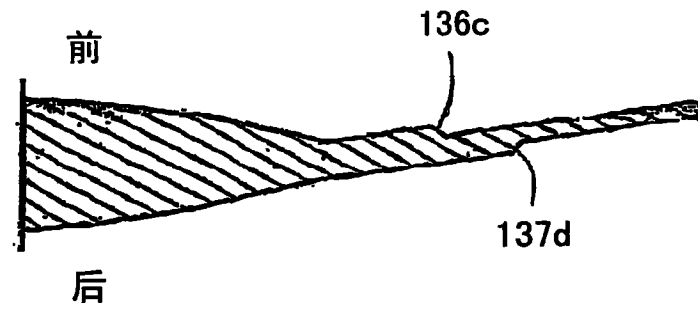


图 7B

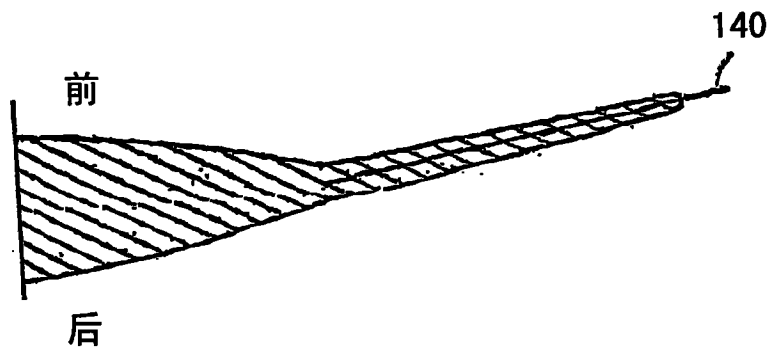


图 7C

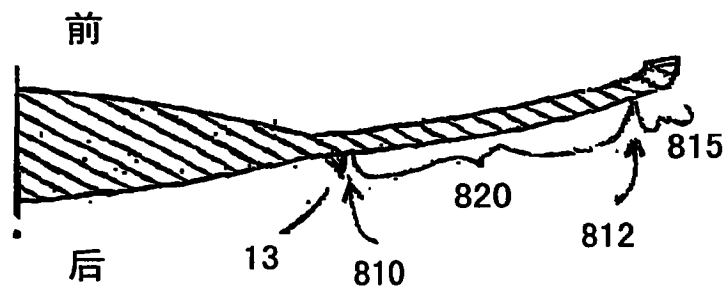


图 8A

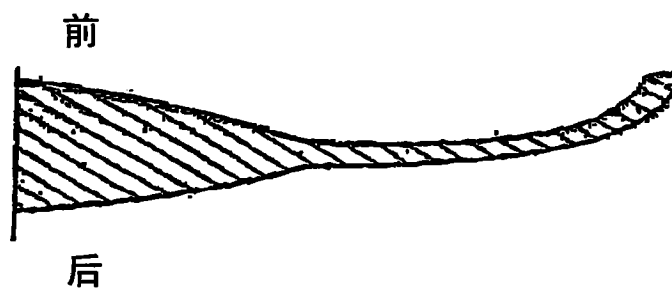


图 8B

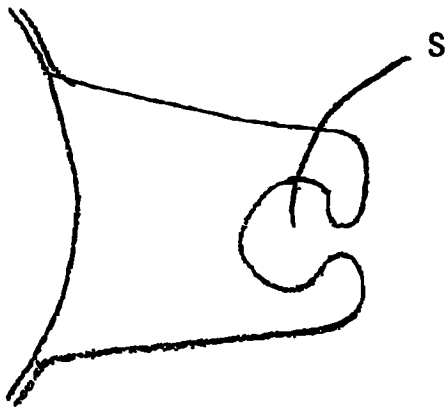


图 9A

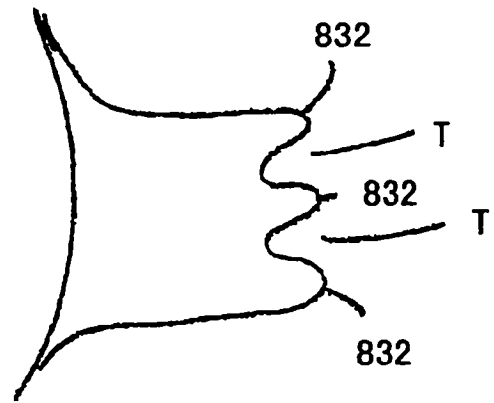


图 9B