(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 118667166 A
(43)申请公布日 2024.09.20

(21)申请号 202410678395.4
(22)申请日 2020.04.03
(30)优先权数据
62/830,186 2019.04.05 US
(62)分案原申请数据
202080027163.2 2020.04.03
(71)申请人 弗赛特影像6股份有限公司
地址 美国加利福尼亚
(72)发明人 M•克拉克 G•奥伦
P•科斯坦索 E•小德胡安
(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司 72002
专利代理师 林晓红
(51)Int.Cl.
C08G 77/385(2006.01)
A61F 2/16(2006.01)

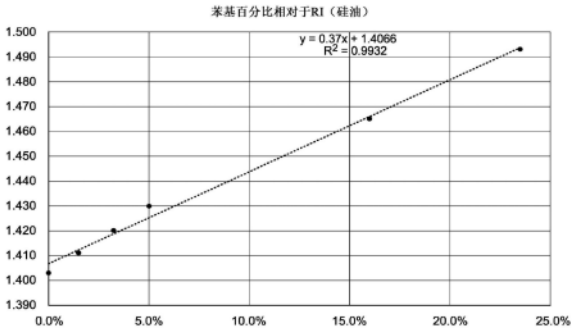
权利要求书2页 说明书65页 附图23页

(54)发明名称

氟硅共聚物

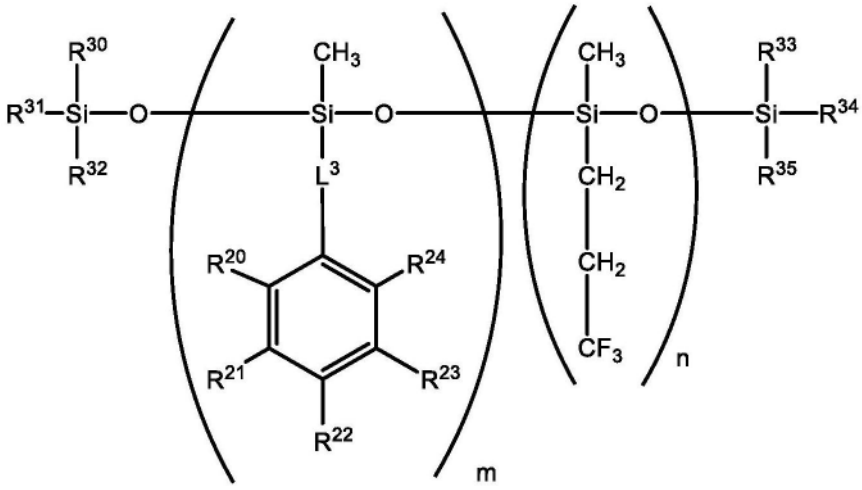
(57)摘要

本文尤其描述了氟硅聚合物和共聚物;包含氟硅聚合物和共聚物的组合物;包含氟硅聚合物和共聚物的透镜,例如眼内透镜;以及用于制备所述氟硅聚合物和共聚物的方法。



CN 118667166 A

1.式(B)的共聚物:



(B);

其中:

R^{20}、R^{21}、R^{22}、R^{23}和R^{24}各自独立地是:

(i)氢,

(ii)氟,或

(iii)被至少一个氟取代的C_{1-4}烷基;

L^3独立地是键、-$(CH_2)_2$-或-$CH(CH_3)$-;

R^{30}、R^{31}、R^{32}、R^{33}、R^{34}和R^{35}各自独立地是-CH_3或-CF_3;

m和n各自独立地为1至100的整数,其中m:n的比率为10:90至90:10。

2.如权利要求1所述的共聚物,其中:

(a)R^{20}和R^{24}是氢;并且R^{21}、R^{22}和R^{23}是氟;

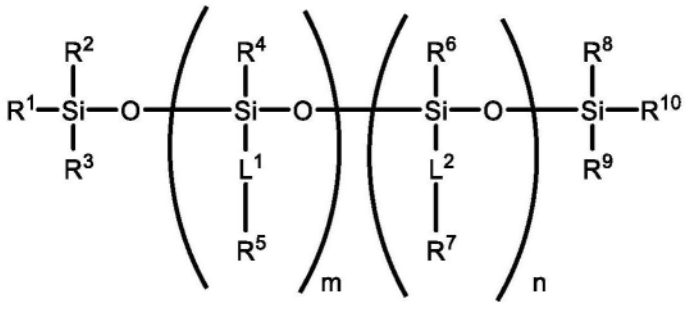
(b)R^{20}、R^{21}、R^{22}、R^{23}和R^{24}中的至少一个是氟或被至少一个氟取代的C_{1-2}烷基;

(c)R^{20}、R^{21}、R^{22}、R^{23}和R^{24}各自独立地是氢,氟,或被至少一个氟取代的甲基;

(d)R^{20}、R^{21}和R^{24}是氢;和R^{22}和R^{23}是氟;或

(e)R^{20}、R^{21}、R^{23}和R^{24}是氢,和R^{22}是-CF_3。

3.式(A)的共聚物:



(A);

其中:

R^1、R^2、R^3、R^8、R^9和R^{10}各自独立地是:(i)氢,(ii)未被取代的C_1-C_6烷基,(iii)被至少一个氟取代的C_1-C_6烷基,(iv)被苯基取代的C_1-C_6烷基,所述苯基被至少一个氟取代,或(v)被至少一个氟取代的苯基;

R^4和R^6各自独立地是氢、被取代或未被取代的C_1-C_6烷基、或被取代或未被取代的苯基;

L^1和L^2各自独立地是键、或被取代或未被取代的C_1-C_6亚烷基;

R^5独立地是未被取代的苯基、或R^{5A}取代的苯基;其中R^{5A}独立地是氟或被至少一个氟取代的C_1-C_4烷基;

R^7独立地是:(i)苯基,(ii)未被取代的C_1-C_6烷基,或(iii)被至少一个氟取代的C_1-C_6烷基;以及

m和n各自独立地为1至100的整数。

4.如权利要求3所述的共聚物,其中:R^1、R^2、R^3、R^8、R^9和R^{10}各自独立地是-CH_3或-CF_3;R^4是-CH_3;R^5是未被取代的苯基或R^{5A}取代的苯基,其中R^{5A}是氟;R^6是-CH_3;R^7独立地是R^{7A}取代的C_1-C_2烷基,其中R^{7A}是-CF_3;L^1各自独立地是键或未被取代的C_1-C_2亚烷基;L^2各自独立地是键;m和n各自独立地为1至100的整数,其中m:n的比率为10:90至90:10。

5.如权利要求3所述的共聚物,其中:R^1、R^2、R^3、R^8、R^9和R^{10}各自独立地是未被取代的C_1-C_6烷基,或被至少一个氟取代的C_1-C_6烷基;R^4和R^6各自独立地是未被取代的C_1-C_6烷基;L^1和L^2各自独立地是键、或未被取代的C_1-C_6亚烷基;R^5是未被取代的苯基或R^{5A}取代的苯基,其中R^{5A}独立地是氟或被至少一个氟取代的C_1-C_4烷基;R^7独立地是被至少一个氟取代的C_1-C_6烷基;m和n各自独立地为1至50的整数。

6.如权利要求3所述的共聚物,其中m:n的比率为20:80至80:20。

7.如权利要求3所述的共聚物,其中m:n的比率为30:70至70:30。

8.如权利要求3所述的共聚物,其中所述共聚物的数均分子量为1,000至6,000。

9.液体硅油组合物,其包含多种如权利要求1-8任一项所述的共聚物。

10.如权利要求9所述的液体硅油组合物,其中所述组合物具有1.40-1.50的折射率和在400nm-700nm的可见光范围内的至少95%的透光率。

氟硅共聚物

本申请是申请号为202080027163.2和发明名称为“氟硅共聚物”的中国发明专利申请的分案申请。

相关申请的交叉引用

[0001] 本申请要求2019年4月5日提交的美国申请第62/830,186号的优先权,所述美国申请以全文引用的方式并且出于所有目的并入本文中。

背景技术

[0002] 健康年轻的人眼可以根据需要远距离或近距离地聚焦到物体。眼睛从近视到远视来回变化的能力被称为调节。当睫状肌收缩时发生调节,从而释放在囊袋的中纬线区域上的静止小带张力。小带张力的释放允许晶状体的固有弹性改变为更球状或球形的形状,同时增加前晶状体表面和后晶状体表面的表面曲率。

[0003] 人眼10包括角膜12、虹膜14、沟16、睫状肌18、小带20、包含在囊袋22内的晶状体21(图1A和图1C)。当睫状肌18收缩时发生调焦,从而释放在囊袋22的中纬线区域上的静止小带张力。小带张力的释放允许晶状体21的固有弹性改变到更球状或球形的形状,同时增加前晶状体表面23和后晶状体表面24的表面曲率。此外,人晶状体可能患有一种或多种使其在视觉系统中的功能退化的病症。常见的晶状体病症是白内障,其由正常透明的天然晶状体基质26的混浊组成。浑浊可能由老化过程引起,但也可能由遗传、糖尿病或创伤引起。图1A显示了包括具有浑浊化的晶状体核26的囊袋22的晶状体囊。

[0004] 在白内障手术中,患者的不透明晶状体被透明透镜植入物或眼内透镜(IOL)30替换。在如图1B中所示的常规囊外白内障手术中,去除晶状体基质26,留下完整的前囊和后囊的薄壁以及与睫状体和睫状肌18的带状韧带连接。如图1B所示,通过环形撕囊术通过超声乳化去除晶状体核,即去除囊腔的前部23。图1B示出了刚刚在囊袋22中植入之后的常规3件式IOL 30。

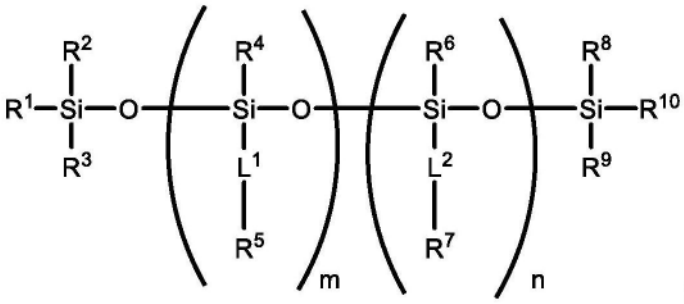
[0005] 已知在有晶状体IOL的情况下植入透镜组合以解决现有晶状体中的屈光不正或在人工晶状体患者的情况下改善白内障手术后的标准IOL的屈光结果。这些“背驮式”IOL可以放置在先前植入的IOL或天然晶状体的前面,以在人工晶状体的情况下改善白内障手术的屈光结果,或者在有晶状体眼的情况下改变眼睛的屈光状态,通常用于矫正高度近视。通常,这些透镜被植入睫状沟中并且是不可调节的。如图1C所示,睫状沟16是虹膜14的底部的后表面与睫状体的前表面之间的空间。

[0006] 调节IOL对于未患有白内障但希望减少其对眼镜和接触的依赖性以矫正其近视、远视和老花眼的患者有益。用于矫正近视、远视和散光眼中的大误差的眼内透镜称为“有晶状体眼内透镜”,并且在不去除晶状体的情况下植入。在一些情况下,即使不存在白内障,也可以通过晶状体取出和替换手术来植入无晶状体的IOL(而不是有晶状体的IOL)。在这种手术期间,取出晶状体并且IOL以非常类似于白内障手术的过程将其替换。屈光晶状体更换,如白内障手术,涉及晶状体替换,需要在眼睛中做小切口以插入晶状体,使用局部麻醉并持续约30分钟。

[0007] IOL,特别是调节IOL,可以在流体室中加入液体,使得在流体致动机构的帮助下实现了调节。施加在晶状体的一部分上的力通过流体传递以使晶状体的柔性层变形,导致IOL的调节性形状变化。本领域需要可与IOL一起使用的改进的液体,所述IOL为有需要的患者提供改进的性能。本公开针对这个以及其他重要目的。

发明内容

[0008] 本公开提供了一种式(A)的共聚物:

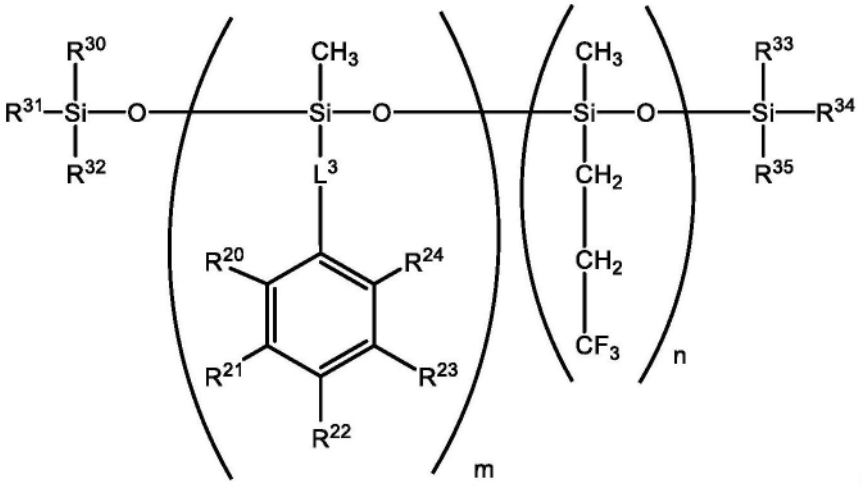


其中取代基如本文所定义。

(A);

本公开提供了包含式(A)的共聚物的组合物、包含式(A)的共聚物的透镜(例如,眼内透镜)以及用于制备式(A)的共聚物的方法。

[0009] 本公开提供一种式(B)的聚合物:



其中取代基如本文所定义。本公开提供了包含式(B)的共聚物的组合物、包含式(B)的共聚物的透镜(例如,眼内透镜)以及用于制备式(A)的共聚物的方法。

(B);

[0010] 本文详细地描述本公开的这些和其他实施方案和方面。

附图说明

[0011] 现在将参考以下附图详细描述这些和其他方面。一般说来,这些附图不是以绝对术语扩展或相对的,但旨在是说明性的。此外,出于说明性清晰度的目的,修改特征和元件的相对放置。

[0012] 图1A-图1C是眼睛的透视图。图1A是具有不透明晶状体囊的眼睛的透视剖视图;图1B是图1A的眼睛的透视剖视图,其中通过植入常规3件式IOL去除环形撕囊术和晶状体基质;并且图1C是眼睛前角的剖视图。

[0013] 图2A-图2C是显示某些化合物对折射率(RI)的影响的图。图2A显示增加硅油的苯基含量增加其RI;图2B显示增加硅油的氟含量降低了其RI;图2C显示增加基于苯的分子的氟含量降低了其RI。

[0014] 图3A-图3C显示了透镜主体。图3A显示了示意性示出固体光学部件的流体室内所含有的液体光学材料的透镜主体;图3B显示了图3A的透镜主体,其中液体光学材料由于水的吸收而膨胀,从而增加流体室的体积和透镜主体的焦度;并且图3C显示了图3A的透镜主体,其中液体光学材料已经迁移出流体室,从而减小流体室的体积和透镜主体的焦度。

[0015] 图4A-图4F是眼内透镜的透视图。图4A示出了调节性眼内透镜装置的实施方式的透视图;图4B是沿图4A的线B-B截取的剖视图;图4C是沿图4A的线C-C截取的剖视图;图4D是图4A的装置的内部支撑和稳定系统;并且图4E-图4F是图4A的装置的侧视图。

[0016] 图5A-F是眼内透镜的透视图。图5A示出了调节性眼内透镜装置的实施方式的透视图;图5B是沿图5A的线B-B截取的剖视图;图5C是沿图5A的线C-C截取的剖视图;图5D是图5A的装置的内部支撑;并且图5E-图5F是图5A的装置的侧视图。

[0017] 图6A-图6C是透镜的透视图。图6A示出了透镜的实施方式的透视图;图6B是图6A的透镜的侧视图;并且图6C是图6A的透镜的后透视图。

[0018] 应理解,本文的附图仅是示例性的,并且不是意指按比例绘制。

具体实施方式

[0019] 在透镜,特别是眼内透镜(IOL)中具有优质光学元件是重要的,这避免了到达视网膜的杂散光、眩光或意外反射。通常,透镜允许由光学设计的透镜表面折射的光到达视网膜。来自透镜边缘与房水之间的非光学界面处的透镜边缘的光,可以引起在本领域中已知的商业镜片中常见的视觉干扰。视觉干扰对患者来说可以是一种烦恼。类似地,透镜内的折射率变化的两种材料之间的任何界面都可能使得光以干扰清晰、质量视觉的方式到达患者的视网膜。特别地,调节型IOL可以具有附加的内部结构(如本文所述),因此受益于具有所有折射率匹配的材料。折射率匹配的材料减少来自透镜内的光学界面的不期望的反射。

[0020] 在透镜的整个使用寿命中保持透镜的可预测形状提供了正确的光焦度以将光适当聚焦于患者的视网膜上。本领域中已知的透镜可以在流体室中加入液体。例如,一些透镜包含配置成帮助调节和使透镜的柔性层变形的液体。吸湿液体可以例如从周围的房水中吸收水,这可能导致透镜膨胀超过所需的体积和压力。无意的膨胀可以增加透镜表面的曲率,导致它们更加凸出并且为患者提供过量光焦度。或者,流体室中的液体可以渗出流体室。例如,包含在由化学上类似的硅弹性体如聚二甲基硅氧烷(PDMS)形成的透镜的流体室内的硅油可能由于硅油和硅弹性体的混溶而遭受不稳定性。该油倾向于进入硅弹性体,导致透镜中的意外光焦度变化。透镜主体的表面曲率将减小(较少凸出或更多凹入),从而降低透镜的焦度并且向患者提供不足的光焦度。这也降低了透镜在调节时在必要时经受充足的形状变化的能力。甚至内部压力的微小变化也会导致透镜的光焦度的显著不期望的变化。

[0021] 图3A-图3C示意性地显示了透镜主体105,所述透镜主体具有包含在由固体光学部件153限定的密封的固定体积流体室155内的液体光学材料156。在各方面,透镜主体105可以包括前光学元件145,并且前光学元件145的至少一部分被配置为经受形状变化以改变透镜的焦度。例如,透镜主体105的中纬线区域108的压缩可以使液体光学材料156和流体室

155变形,以使得前光学元件145向外弯曲,从而增加透镜的曲率和焦度。图3A显示了透镜主体105,其中液体光学材料156和固体光学部件153处于静止形状。图3B显示了从周围环境将水吸收到液体光学材料156中,从而增加流体室155的体积并且将透镜主体105的静止形状改变为更加弯曲。图3C显示了图3A的透镜主体,其中液体光学材料156已经从流体室155迁移到周围的固体光学部件153中,从而减小流体室的容积并且将透镜主体105的静止形状改变为较不弯曲或凸起。由于液体光学材料156从流体室155进入或离开而引起的透镜主体105的形状变化影响了透镜主体105的焦度。示意性地提供透镜主体105以说明本文所述的液体光学材料可以与具有各种配置中的任一种的固体光学部件组合使用。本文对透镜或眼内透镜(IOL)的参考不旨在限于任何特定的透镜配置。

[0022] 透镜的液体光学材料和固体光学部件可以具有基本上相同的折射率,但是化学上充分不同,使得透镜的液体光学材料和固体光学部件不混溶。本文所述的液体光学材料可以是特别配制的光学油,其与透镜的固体光学部件组合使内部反射最小化并且在透镜的寿命内提供稳定的光焦度。应当理解,本文所述的液体光学材料可以与各种透镜中的任一种一起使用。因此,可以改变透镜的配置以及是否和如何实现透镜中的调节。本文所述的液体光学材料可以是被配置成改变形状并提供调节的透镜装置的一部分。本文所述的液体光学材料可以是未被配置为改变形状的透镜装置的一部分。本文所述的液体光学材料可以与单焦点或多焦点透镜一起使用。本文所述的液体光学材料可以与未被配置为植入眼睛的透镜一起使用。例如,可以将液体光学材料掺入眼镜镜片、隐形眼镜、相机透镜、成像透镜、显微镜透镜、望远镜透镜、单目透镜、双目透镜、投影透镜、点样镜透镜、望远镜瞄准镜透镜、经纬仪透镜和医疗设备透镜中。

[0023] 透镜主体内的液体光学材料和包含液体光学材料的固体光学部件都可以是光学透明的、生物相容的聚合物制剂,优选硅制剂。有机硅是用于描述具有基本$(Si-O)_n$主链的聚合物结构的通用术语。通过操纵沿着聚合物链从硅原子延伸的R基团,可以产生具有不同化学、光学、流变学和机械性能的有机硅。在各方面,R基团均匀地是一个官能团,如在聚二甲基硅或聚二苯基硅的情况下。在各方面,聚合物具有不同的官能团以提供特定的材料性能。官能团可以有序方式变化,例如嵌段共聚物或交替共聚物,或者该官能团以无规方式排列。官能团是单分子实体,例如甲基或苯基。在各方面,官能团本身是聚合物,产生从有机硅主链延伸的延伸链。在各方面,官能团在多个有机硅链之间形成键,即交联,从而产生结合的聚合物网络。这些交联的有机硅可以采用硅橡胶或硅凝胶的形式,其部分或完全类似于固体起作用。

[0024] 包含在流体室内的透镜主体的液体光学材料可具有与形成该腔室的固体光学部件的折射率基本上匹配的折射率,但在化学上是独立的。例如,液体光学材料可以具有防止液体光学材料从流体室迁移到透镜主体部件或固体光学部件的周围材料中的溶解特性。如本文所述,液体光学材料和固体光学部件的材料可具有相似的化学特性,但溶解度不同,使得液体光学材料不会渗透固体透镜主体部件。形成流体室的透镜主体的固体弹性体部件可以变化,但通常包括至少部分地定位在透镜的光学区内并且被配置成含有液体光学材料或与该液体光学材料接触的任何固体光学部件。

[0025] 如本文所使用的“部件”可以包括可操作地耦合以执行一个或多个功能的单个部件或多个部件。如本文所用,“光学部件”是在可见光谱中清晰并且透明的部件,使得其可以

存在于眼睛的视轴内而不妨碍视力。如本文所用,“折射率匹配”是指使两种材料之间的光学界面最小化,而“基本上相同”的折射率是指即使略有不同但也旨在尽可能接近以使折射率差异最小化的折射率。

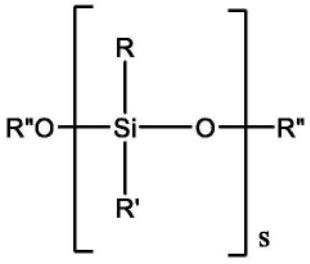
[0026] 透镜的液体和固体有机硅材料的光学性能和溶解度都显著取决于附接到有机硅主链上的官能团的性质。例如,如果固体光学部件由聚二苯基硅弹性体形成并且液体光学材料是聚二苯基硅油,则材料是折射率匹配的并且内部反射被最小化。然而,聚二苯基硅油将随着时间的推移渗透硅弹性体,导致透镜焦度的不稳定性。或者,固体光学部件可以由聚二苯基硅弹性体形成,并且液体光学材料可以是氟硅油,或者固体部件可以由氟硅弹性体形成,并且液体光学材料可以是聚二苯基硅油。因为该油不溶于弹性体,所以化学上独立的材料基本上稳定了透镜焦度,然而,其折射率足够不同以引起透镜内的内部反射和不期望的光学副作用。

[0027] 如本文所述,液体/固体组合彼此基本上化学不溶解,从而向透镜提供稳定的内部体积和压力。填充固体弹性体材料的液体光学材料提供驱动透镜主体的形状的稳定的内部压力,其可以在透镜的整个寿命中保持基本恒定。

[0028] “液体光学材料”是指在可见光谱中清晰并且透明的材料或组合物,使得其可以存在于眼睛的视轴内而不妨碍视力。在各方面,液体光学材料是包含硅油的组合物。在各方面,液体光学材料是包含氟硅油的组合物。在各方面,液体光学材料包括如本文所述的聚合物或共聚物(例如,式(A)化合物、式(B)化合物、式(I)化合物,或式(VIII)、(IX)和(X)中的任一者的化合物)。在各方面,液体光学材料包括如本文所述的多种聚合物或共聚物(例如,多种式(A)化合物、多种式(B)化合物、式(I)化合物,或式(VIII)、(IX)和(X)中任一者的化合物。在各方面,液体光学材料包括多种聚合物或共聚物(例如,多种式(A)化合物、多种式(B)化合物、式(I)化合物,或式(VIII)、(IX)和(X)中任一者的化合物,以及一种或多种杂质。

[0029] 本文所用的缩写具有其在化学和生物学领域内的常规含义。本文所述的化学结构和化学式是根据化学领域中已知的化学价的标准规则构建的。当通过从左到右书写的常规化学式说明取代基时,所述取代基同等地涵盖由从右到左书写结构所产生的化学上一致的取代基,例如,$-CH_2O-$等同于$-OCH_2-$。

[0030] “硅弹性体”是指包含聚硅氧烷结构的橡胶状材料:



其中R和R’是烷基、烯基或芳基;R”是氢、烷基或$-Si(R)_3$;并且s是1至5,000的整数。这些聚硅氧烷链可以交联以形成聚合物网络,从而赋予本体材料弹性性质。示例性硅弹性体包括二甲基硅弹性体、二苯基硅弹性体、聚二甲基硅氧烷和聚二苯基硅氧烷的共聚物、聚氟硅弹性体或具有烷烃和/或芳族官能度的硅弹性体。在各方面,硅弹性体包含约25%或更多的二甲基硅氧烷。在各方面,硅弹性体含有超过50%的二甲基硅氧烷。在各方面,硅弹

性体含有超过60％的二甲基硅氧烷。在各方面，硅弹性体含有超过70％的二甲基硅氧烷。在各方面，硅弹性体含有超过80％的二甲基硅氧烷。在各方面，硅弹性体含有超过90％的二甲基硅氧烷。在各方面，硅弹性体含有超过95％的二甲基硅氧烷。在各方面，硅弹性体含有超过99％的二甲基硅氧烷。在各方面，硅弹性体是聚二甲基硅氧烷(PDMS)。在各方面，硅弹性体是二甲基甲基乙烯基硅氧烷。其他硅弹性体是本领域已知的，并且对技术人员来说是显而易见的。例如，本领域技术人员将容易认识到，可以改变硅弹性体的主链长度和/或交联密度和/或官能化以产生具有预期目的所需的机械和/或光学和/或化学特性的硅弹性体。

[0031] 除非另外说明，否则术语“烷基”本身或作为另一取代基的一部分，意指完全饱和、单不饱和或多不饱和并且可以包括单价、二价和多价基团的直链(即，无支链的)或支链碳链(或碳)或其组合。烷基可以包括指定数量的碳(例如，C_1-C_{10}意指一个碳到十个碳)。烷基是未环化的链。饱和烃基的实例包括但不限于以下基团：诸如甲基、乙基、正丙基、异丙基、正丁基、叔丁基、异丁基、仲丁基、甲基，和例如正戊基、正己基、正庚基、正辛基等的同源物和异构体。不饱和烷基为具有一个或多个双键或三键的烷基。不饱和烷基的实例包括但不限于乙烯基、2-丙烯基、巴豆基、2-异戊烯基、2-(丁二烯基)、2,4-戊二烯基、3-(1,4-戊二烯基)、乙炔基、1-丙炔基和3-丙炔基、3-丁炔基以及高级同源物和异构体。烷氧基是通过氧连接子(-O-)与分子其余部分连接的烷基。烷基部分是烯基部分。烷基部分是炔基部分。烷基部分是完全饱和的。除一个或多个双键以外，烯基可包括多于一个双键和/或一个或多个三键。除一个或多个三键以外，炔基可包括多于一个三键和/或一个或多个双键。在各方面，术语“烷基”是指仅由碳原子和氢原子组成的直链或支链的烃链基团，该烃链基团可以是饱和的或不饱和的(即，含有一个或多个双键和/或三键)，具有一个至二十个碳原子(C_1-C_{20}烷基)，并且可以通过单键连接到分子的其余部分。合适的烷基可包括但不限于甲基、乙基、正丙基、异丙基、正丁基、叔丁基、正戊基、正己基、正庚基、正辛基等。

[0032] 除非另外说明，否则术语“亚烷基”本身或作为另一个取代基的一部分意指衍生自烷基的二价基团，如(但不限于)通过-$CH_2CH_2CH_2$-所例示的。通常，烷基(或亚烷基)将具有1至24个碳原子，其中具有10个或更少碳原子的那些基团在本文中是优选的。“低级烷基”或“低级亚烷基”是通常具有八个或更少碳原子的短链烷基或亚烷基。除非另外说明，否则术语“亚烯基”本身或作为另一个取代基的一部分意指衍生自烯烃的二价基团。在各方面，术语“烯基”是指具有一至二十个碳原子并含有至少一个双键的直链或支链烃基。合适的烯基可包括但不限于乙烯基、2-丙烯基、巴豆基、2-异戊烯基等。

[0033] 除非另外说明，否则术语“杂烷基”本身或与另一个术语组合意指稳定直链或支链或它们的组合，包括至少一个碳原子和至少一个杂原子(例如，O、N、P、Si和S)，并且其中氮原子和硫原子可以任选地被氧化，并且氮杂原子可以任选地被季铵化的。杂原子(例如，N、S、Si或P)可以位于杂烷基的任何内部位置或位于烷基与分子的其余部分连接的位置处。杂烷基是未环化的链。实例包括但不限于：

-CH_2-CH_2-O-CH_3、-CH_2-CH_2-NH-CH_3、-CH_2-CH_2-N(CH_3)-CH_3、-CH_2-S-CH_2-CH_3、-S-CH_2-CH_2、-S(O)-CH_3、-CH_2-CH_2-S(O)$_2$-CH_3、-CH＝CH-O-CH_3、-Si(CH_3)$_3$、-CH_2-CH＝N-OCH_3、-CH＝CH-N(CH_3)-CH_3、-O-CH_3、-O-CH_2-CH_3和-CN。至多两个或三个杂原子是连续的，例如-CH_2-NH-OCH_3和-CH_2-O-Si(CH_3)$_3$。杂烷基部分可包括一个杂原子。杂烷基部分可包括两个任选的不同杂原子。杂烷基部分可包括三个任选的不同杂原子。杂烷基部分可包括四个任选的不同杂原

子。杂烷基部分可包括五个任选的不同杂原子。杂烷基部分可包括至多8个任选的不同杂原子。除非另外说明,否则术语“杂烯基”本身或与另一个术语组合意指包括至少一个双键的杂烷基。除一个或多个双键以外,杂烯基可任选地包括多于一个双键和/或一个或多个三键。除非另外说明,否则术语“杂炔基”本身或与另一个术语组合意指包括至少一个三键的杂烷基。除一个或多个三键以外,杂炔基可任选地包括多于一个三键和/或一个或多个双键。

[0034] 类似地,除非另外说明,否则术语“杂亚烷基”本身或作为另一个取代基的一部分意指衍生自杂烷基的二价基团,如(但不限于)通过-CH_2-CH_2-S-CH_2-CH_2-和-CH_2-S-CH_2-CH_2-NH-CH_2-所例示的。对于亚杂烷基,杂原子还可以占据链末端(例如,亚烷基氧基、亚烷基二氧基、亚烷基氨基、亚烷基二氨基等)中的任一者或两者。更进一步地,对于亚烷基和亚杂烷基连接基团,连接基团的式书写的方向并不暗示连接基团的取向。举例来说,式-C(O)$_2$R'-表示-C(O)$_2$R'-和-R'C(O)$_2$-两者。如上所述,如本文所用的杂烷基包括通过杂原子与分子的其余部分连接的那些基团,如-C(O)R'、-C(O)NR'、-NR'R"、-OR'、-SR'和/或-SO_2R'。当叙述“杂烷基”,随后叙述特定杂烷基,如-NR'R''等时,应当理解,术语杂烷基和-NR'R''不是冗余或相互排斥的。相反,叙述特定杂烷基以增加清晰度。因此,术语“杂烷基”在本文中不应解释为排除特定杂烷基,诸如-NR'R"等。

[0035] 除非另外说明,否则术语“环烷基”和“杂环烷基”本身或与其他术语组合分别意指“烷基”和“杂烷基”的环状形式。环烷基和杂环烷基不是芳族的。另外,对于杂环烷基,杂原子可以占据杂环与分子的其余部分连接的位置。环烷基的实例包括但不限于环丙基、环丁基、环戊基、环己基、1-环己烯基、3-环己烯基、环庚基等。杂环烷基的实例包括但不限于1-(1,2,5,6-四氢吡啶基)、1-哌啶基、2-哌啶基、3-哌啶基、4-吗啉基、3-吗啉基、四氢呋喃-2-基、四氢呋喃-3-基、四氢噻吩-2-基、四氢噻吩-3-基、1-哌嗪基、2-哌嗪基等。“亚环烷基”和“亚杂环烷基”单独或作为另一个取代基的一部分意指分别衍生自环烷基和杂环烷基的二价基团。

[0036] 除非另外说明,否则术语“卤代”或“卤素”本身或作为另一个取代基的一部分意指氟、氯、溴或碘原子。如“卤代烷基”的术语意指包括单卤代烷基和多卤代烷基。例如,“卤代(C_1-C_4)烷基”包括但不限于氟甲基、二氟甲基、三氟甲基、2,2,2-三氟乙基、4-氯丁基、3-溴丙基等。

[0037] 除非另外说明,否则术语“酰基”意指-C(O)R,其中R是被取代或未被取代的烷基、被取代或未被取代的环烷基、被取代或未被取代的杂烷基、被取代或未被取代的杂环烷基、被取代或未被取代的芳基或被取代或未被取代的杂芳基。

[0038] 除非另外说明,否则术语“芳基”意指多元不饱和的芳族烃取代基,其可以是单环或稠合在一起(即,稠环芳基)或共价连接的多个环(优选地,1至3个环)。稠环芳基是指稠合在一起的多个环,其中稠环中的至少一个是芳基环。术语“杂芳基”是指含有至少一个杂原子(如N、O或S)的芳基(或环),其中氮原子和硫原子任选地被氧化,并且氮原子任选地被季铵化。因此,术语“杂芳基”包括稠环杂芳基(即,稠合在一起的多个环,其中稠环中的至少一个是杂芳环)。5,6-稠环亚杂芳基是指稠合在一起的两个环,其中一个环具有5个成员并且另一个环具有6个成员,并且其中至少一个环是杂芳基环。同样,6,6-稠环亚杂芳基是指稠合在一起的两个环,其中一个环具有6个成员并且另一个环具有6个成员,并且其中至少一

个环是杂芳基环。并且6,5-稠环亚杂芳基是指稠合在一起的两个环,其中一个环具有6个成员并且另一个环具有5个成员,并且其中至少一个环是杂芳基环。杂芳基可以通过碳或杂原子与分子的其余部分连接。芳基和杂芳基的非限制性实例包括苯基、萘基、吡咯基、吡唑基、哒嗪基、三嗪基、嘧啶基、咪唑基、吡嗪基、噁唑基、异噁唑基、噻唑基、呋喃基、噻吩基、吡啶基、嘧啶基、苯并噻唑基、苯并噁唑基、苯并咪唑基、苯并呋喃、异苯并呋喃基、吲哚基、异吲哚基、苯并噻吩基、异喹啉基、喹喔啉基、喹啉基、1-萘基、2-萘基、4-联苯基、1-吡咯基、2-吡咯基、3-吡咯基、3-吡唑基、2-咪唑基、4-咪唑基、吡嗪基、2-噁唑基、4-噁唑基、2-苯基-4-噁唑基、5-噁唑基、3-异噁唑基、4-异噁唑基、5-异噁唑基、2-噻唑基、4-噻唑基、5-噻唑基、2-呋喃基、3-呋喃基、2-噻吩基、3-噻吩基、2-吡啶基、3-吡啶基、4-吡啶基、2-嘧啶基、4-嘧啶基、5-苯并噻唑基、嘌呤基、2-苯并咪唑基、5-吲哚基、1-异喹啉基、5-异喹啉基、2-喹喔啉基、5-喹喔啉基、3-喹啉基和6-喹啉基。以上所指出的芳基和杂芳基环系中的每一个的取代基选自下文所述的可接受取代基的组。“亚芳基”和“亚杂芳基”单独或作为另一个取代基的一部分意指分别衍生自芳基和杂芳基的二价基团。杂芳基取代基是与环杂原子氮键合的-O-。在各方面,术语“芳基”可以指包含氢、6至18个碳原子和至少一个芳环的烃环系基团。出于本发明的目的,芳基可以是单环、双环、三环或四环环系,其可包括稠合或桥接环系。芳基包括但不限于衍生自以下的芳基:醋蒽烯、苊烯、醋菲烯、蒽、萼、苯、屈、荧蒽、芴、不对称引达省(as-indacene)、对称引达省(s-indacene)、二氢化茚、茚、萘、非那烯、菲、七曜烯、苉和苯并菲。

[0039] 螺环是其中相邻环通过单个原子连接的两个或更多个环。螺环内的个别环是相同或不同的。螺环中的个别环是被取代或未被取代的,并且可具有与螺环集合中的其他各个别不同的取代基。螺环内的个别环的可能取代基是当不是螺环的一部分时的同一环的可能取代基(例如,环烷基环或杂环烷基环的取代基)。螺环是被取代或未被取代的环烷基、被取代或未被取代的亚环烷基、被取代或未被取代的杂环烷基或被取代或未被取代的亚杂环烷基,并且螺环基团内的个别环是紧接着的前一列表中的任何环,包括具有一种类型的所有环(例如,取代亚杂环烷基的所有环,其中每个环是相同或不同的被取代的亚杂环烷基)。当提及螺环环系时,杂环螺环意指其中至少一个环是杂环并且其中每个环是不同环的螺环。当提及螺环环系时,被取代的螺环意指至少一个环被取代并且每个取代基可以任选地不同。

[0040] 符号“〰”或“-”表示化学部分与分子或化学式的其余部分的连接点。

[0041] 术语“氧代”意指与碳原子双键合的氧。

[0042] 术语“亚烷芳基”是与亚烷基部分(在本文中也被称为亚烷基连接子)共价键合的亚芳基部分。亚烷芳基部分在亚烷基部分或亚芳基连接子上(例如在碳2、3、4或6处)被以下取代(例如被取代基取代):卤素、氧代、$-N_3$、$-CF_3$、$-CCl_3$、$-CBr_3$、$-CI_3$、-CN、-CHO、-OH、$-NH_2$、$-COOH$、$-CONH_2$、$-NO_2$、-SH、$-SO_2CH_3$、$-SO_3H$、$-OSO_3H$、$-SO_2NH_2$、$NHNH_2$、ONH_2、NHC(O)$NHNH_2$、被取代或未被取代的C_1-C_5烷基或被取代或未被取代的2至5元杂烷基)。在各方面,亚烷芳基是未被取代的。

[0043] 以上术语(例如,“烷基”、“杂烷基”、“环烷基”、“杂环烷基”、“芳基”和“杂芳基”)中的每一个包括所指示的基团的被取代和未被取代的形式。下文提供了针对每种类型的基团的优选取代基。

[0044] 烷基和杂烷基的取代基(包括通常被称为亚烷基、烯基、亚杂烷基、杂烯基、炔基、环烷基、杂环烷基、环烯基和杂环烯基的那些基团)可以是选自但不限于以下的各种基团中的一种或多种:-OR'、=O、=NR'、=N-OR'、-NR'R"、-SR'、卤素、-SiR'R"R"'、-OC(O)R'、-C(O)R'、-CO_2R'、-CONR'R"、-OC(O)NR'R"、-NR"C(O)R'、-NR'-C(O)NR"R"'、-NR"C(O)$_2$R'、-NR-C(NR'R"R"')=NR""、-NR-C(NR'R")=NR"'、-S(O)R'、-S(O)$_2$R'、-S(O)$_2$NR'R"、-NRSO_2R'、-NR'NR"R"'、-ONR'R"、-NR'C(O)NR"NR"'R""、-CN、-NO_2、-NR'SO_2R"、-NR'C(O)R"、-NR'C(O)-OR"、-NR'OR",数介于零至(2m'+1)的范围内,其中m'为此类基团中碳原子的总数。R、R'、R"、R"'和R""各自优选地独立地是指氢、被取代或未被取代的杂烷基、被取代或未被取代的环烷基、被取代或未被取代的杂环烷基、被取代或未被取代的芳基(例如,被1-3个卤素取代的芳基)、被取代或未被取代的杂芳基、被取代或未被取代的烷基、烷氧基或硫代烷氧基或芳烷基。当本文所述的化合物包括多于一个R基团时,例如,独立地选择R基团中的每一个,如同当存在这些基团中的多于一个时独立地选择每个R'、R"、R"'和R""基团一样。当R'和R"与同一氮原子连接时,它们可以与该氮原子组合以形成4元、5元、6元或7元环。例如,-NR'R"包括但不限于1-吡咯烷基和4-吗啉基。根据对取代基的以上讨论,本领域的技术人员将理解,术语"烷基"意指包含包括与除氢基之外的基团键合的碳原子的基团,如卤代烷基(例如,-CF_3和-CH_2CF_3)和酰基(例如,-C(O)CH_3、-C(O)CF_3、-C(O)CH_2OCH_3等)。

[0045] 类似于针对烷基所描述的取代基,芳基和杂芳基的取代基是变化的,并且选自例如以下:-OR'、-NR'R"、-SR'、卤素、-SiR'R"R"'、-OC(O)R'、-C(O)R'、-CO_2R'、-CONR'R"、-OC(O)NR'R"、-NR"C(O)R'、-NR'-C(O)NR"R"'、-NR"C(O)$_2$R'、-NR-C(NR'R"R"')=NR""、-NR-C(NR'R")=NR"'、-S(O)R'、-S(O)$_2$R'、-S(O)$_2$NR'R"、-NRSO_2R'、-NR'NR"R"'、-ONR'R"、-NR'C(O)NR"NR"'R""、-CN、-NO_2、-R'、-N_3、-CH(Ph)$_2$、氟代(C_1-C_4)烷氧基和氟代(C_1-C_4)烷基、-NR'SO_2R"、-NR'C(O)R"、-NR'C(O)-OR"、-NR'OR'',数的范围为零至芳族环系上的开放价的总数;并且其中R'、R"、R"'和R""优选地独立地选自氢、被取代或未被取代的烷基、被取代或未被取代的杂烷基、被取代或未被取代的环烷基、被取代或未被取代的杂环烷基、被取代或未被取代的芳基和被取代或未被取代的杂芳基。当本文所述的化合物包括多于一个R基团时,例如,独立地选择R基团中的每一个,如同当存在这些基团中的多于一个时独立地选择每个R'、R"、R"'和R""基团一样。

[0046] 环(例如,环烷基、杂环烷基、芳基、杂芳基、亚环烷基、亚杂环烷基、亚芳基或亚杂芳基)的取代基可以被描绘为环上的而非环的特定原子上的取代基(通常被称为浮动取代基)。在此情况下,取代基与环原子中的任何环原子(遵循化学价规则)连接,并且在稠环或螺环的情况下,描绘为与稠环或螺环的一个成员缔合的取代基(单环上的浮动取代基)是稠环或螺环中的任一个上的取代基(多个环上的浮动取代基)。在取代基与环而非特定原子连接(浮动取代基)并且取代基的下标是大于一的整数的情况下,多个取代基位于同一原子、同一环、不同原子、不同稠环、不同螺环上,并且每个取代基可以任选地不同。在环与分子的其余部分的连接点不限于单个原子(浮动取代基)的情况下,连接点是环的任何原子,并且在稠环或螺环的情况下,是稠环或螺环中任一者的任何原子,同时遵循化学价规则。当环、稠环或螺环含有一个或多个环杂原子并且环、稠环或螺环被示出为具有又一个浮动取代基(包括但不限于与分子的其余部分的连接点)时,浮动取代基与杂原子键合。在环杂原子被示出为与具有浮动取代基的结构或式中的一个或多个氢键合(例如,具有与环原子相连的

两个键和与氢相连的第三个键的环氮)的情况下,当杂原子与浮动取代基键合时,取代基将被理解为在遵循化学价规则的同时置换氢。

[0047] 两个或更多个取代基可以任选地连接以形成芳基、杂芳基、环烷基或杂环烷基。这种所谓的环形成取代基通常(尽管不是必须的)连接到环状基础结构上。在各方面,环形成取代基与基础结构的相邻成员连接。例如,与环状基础结构的相邻成员连接的两个环形成取代基产生稠环结构。在另一个实施方案中,环形成取代基与基础结构的单个成员连接。例如,与环状基础结构的单个成员连接的两个环形成取代基产生螺环结构。在各方面,环形成取代基与基础结构的非相邻成员连接。

[0048] 芳基或杂芳基环的相邻原子上的取代基中的两个可以任选地形成式-T-C(O)-$(CRR')_q$-U-的环,其中T和U独立地是-NR-、-O-、-CRR'-或单键,并且q是0至3的整数。或者,芳基或杂芳基环的相邻原子上的取代基中的两个可以任选地被式-A-$(CH_2)_r$-B-的取代基置换,其中A和B独立地是-CRR'-、-O-、-NR-、-S-、-S(O)-、-S(O)$_2$-、-S(O)$_2$NR'-或单键,并且r是1至4的整数。如此形成的新环的单键中的一个可以任选地被双键置换。或者,芳基或杂芳基环的相邻原子上的取代基中的两个可以任选地被式-$(CRR')_s$-X'-$(C"R"R"')_d$-的取代基置换,其中s和d独立地是0至3的整数,并且X'是-O-、-NR'-、-S-、-S(O)-、-S(O)$_2$-或-S(O)$_2$NR'-。取代基R、R'、R"和R"'优选地独立地选自氢、被取代或未被取代的烷基、被取代或未被取代的杂烷基、被取代或未被取代的环烷基、被取代或未被取代的杂环烷基、被取代或未被取代的芳基和被取代或未被取代的杂芳基。

[0049] 如本文所用,术语"杂原子"或"环杂原子"意指包括氧(O)、氮(N)、硫(S)、磷(P)、硒(Se)和硅(Si)。在各方面,术语"杂原子"或"环杂原子"意指包括氧(O)、氮(N)、硫(S)、磷(P)和硅(Si)。

[0050] 如本文所用,"取代基"意指选自以下部分的基团:(A)氧代、卤素、-CCl_3、-CBr_3、-CF_3、-CI_3、-$CHCl_2$、-$CHBr_2$、-CHF_2、-CHI_2、-CH_2Cl、-CH_2Br、-CH_2F、-CH_2I、-CN、-OH、-NH_2、-COOH、-$CONH_2$、-NO_2、-SH、-SO_3H、-SO_4H、-SO_2NH_2、-$NHNH_2$、-ONH_2、-NHC(O)$NHNH_2$、-NHC(O)NH_2、-$NHSO_2H$、-NHC(O)H、-NHC(O)OH、-NHOH、-$OCCl_3$、-OCF_3、-$OCBr_3$、-OCI_3、-$OCHCl_2$、-$OCHBr_2$、-$OCHI_2$、-$OCHF_2$、-OCH_2Cl、-OCH_2Br、-OCH_2I、-OCH_2F、-N_3、未被取代的烷基(例如C_1-C_8烷基、C_1-C_6烷基或C_1-C_4烷基)、未被取代的杂烷基(例如2至8元杂烷基、2至6元杂烷基或2至4元杂烷基)、未被取代的环烷基(例如C_3-C_8环烷基、C_3-C_6环烷基或C_5-C_6环烷基)、未被取代的杂环烷基(例如3至8元杂环烷基、3至6元杂环烷基或5至6元杂环烷基)、未被取代的芳基(例如C_6-C_{10}芳基、C_{10}芳基或苯基)或未被取代的杂芳基(例如5至10元杂芳基、5至9元杂芳基或5至6元杂芳基),以及(B)烷基(例如C_1-C_8烷基、C_1-C_6烷基或C_1-C4烷基)、杂烷基(例如2至8元杂烷基、2至6元杂烷基或2至4元杂烷基)、环烷基(例如C_3-C8环烷基、C_3-C_6环烷基或C_5-C6环烷基)、杂环烷基(例如3至8元杂环烷基、3至6元杂环烷基或5至6元杂环烷基)、芳基(例如C_6-C10芳基、C_{10}芳基或苯基)、杂芳基(例如5至10元杂芳基、5至9元杂芳基或5至6元杂芳基),所述基团被选自以下的至少一个取代基取代:(i)氧代、卤素、-CCl_3、-CBr_3、-CF_3、-CI_3、-$CHCl_2$、-$CHBr_2$、-CHF_2、-CHI_2、-CH_2Cl、-CH_2Br、-CH_2F、-CH_2I、-CN、-OH、-NH_2、-COOH、-$CONH_2$、-NO_2、-SH、-SO_3H、-SO_4H、-SO_2NH_2、-$NHNH_2$、-ONH_2、-NHC(O)$NHNH_2$、-NHC(O)NH_2、-$NHSO_2H$、-NHC(O)H、-NHC(O)OH、-NHOH、-$OCCl_3$、-OCF_3、-$OCBr_3$、-OCI_3、-$OCHCl_2$、-$OCHBr_2$、-$OCHI_2$、-$OCHF_2$、-OCH_2Cl、-OCH_2Br、-OCH_2I、-OCH_2F、-N_3、未被取代的烷基(例如C_1-C_8烷基、C_1-C_6烷基或C_1-C_4烷基)、未被取代的杂

烷基(例如2至8元杂烷基、2至6元杂烷基或2至4元杂烷基)、未被取代的环烷基(例如C_3-C_8环烷基、C_3-C_6环烷基或C_5-C_6环烷基)、未被取代的杂环烷基(例如3至8元杂环烷基、3至6元杂环烷基或5至6元杂环烷基)、未被取代的芳基(例如C_6-C_{10}芳基、C_{10}芳基或苯基)或未被取代的杂芳基(例如5至10元杂芳基、5至9元杂芳基或5至6元杂芳基),以及(ii)烷基(例如C_1-C_8烷基、C_1-C_6烷基或C_1-C_4烷基)、杂烷基(例如2至8元杂烷基、2至6元杂烷基或2至4元杂烷基)、环烷基(例如C_3-C_8环烷基、C_3-C_6环烷基或C_5-C_6环烷基)、杂环烷基(例如3至8元杂环烷基、3至6元杂环烷基或5至6元杂环烷基)、芳基(例如C_6-C_{10}芳基、C_{10}芳基或苯基)、杂芳基(例如5至10元杂芳基、5至9元杂芳基或5至6元杂芳基),所述基团被选自以下的至少一个取代基取代:(a)氧代、卤素、-CCl_3、-CBr_3、-CF_3、-CI_3、-$CHCl_2$、-$CHBr_2$、-CHF_2、-CHI_2、-CH_2Cl、-CH_2Br、-CH_2F、-CH_2I、-CN、-OH、-NH_2、-COOH、-$CONH_2$、-NO_2、-SH、-SO_3H、-SO_4H、-SO_2NH_2、$NHNH_2$、ONH_2、NHC(O)$NHNH_2$、NHC(O)NH_2、-$NHSO_2H$、-NHC(O)H、-NHC(O)OH、-NHOH、-$OCCl_3$、-OCF_3、-$OCBr_3$、-OCI_3、-$OCHCl_2$、-$OCHBr_2$、-$OCHI_2$、-$OCHF_2$、-OCH_2Cl、-OCH_2Br、-OCH_2I、-OCH_2F、-N_3、未被取代的烷基(例如C_1-C_8烷基、C_1-C_6烷基或C_1-C_4烷基)、未被取代的杂烷基(例如2至8元杂烷基、2至6元杂烷基或2至4元杂烷基)、未被取代的环烷基(例如C_3-C_8环烷基、C_3-C_6环烷基或C_5-C_6环烷基)、未被取代的杂环烷基(例如3至8元杂环烷基、3至6元杂环烷基或5至6元杂环烷基)、未被取代的芳基(例如C_6-C_{10}芳基、C_{10}芳基或苯基)或未被取代的杂芳基(例如5至10元杂芳基、5至9元杂芳基或5至6元杂芳基),以及(b)烷基(例如C_1-C_8烷基、C_1-C_6烷基或C_1-C_4烷基)、杂烷基(例如2至8元杂烷基、2至6元杂烷基或2至4元杂烷基)、环烷基(例如C_3-C_8环烷基、C_3-C_6环烷基或C_5-C_6环烷基)、杂环烷基(例如3至8元杂环烷基、3至6元杂环烷基或5至6元杂环烷基)、芳基(例如C_6-C_{10}芳基、C_{10}芳基或苯基)、杂芳基(例如5至10元杂芳基、5至9元杂芳基或5至6元杂芳基),所述基团被选自以下的至少一个取代基取代:氧代、卤素、-CCl_3、-CBr_3、-CF_3、-CI_3、-$CHCl_2$、-$CHBr_2$、-CHF_2、-CHI_2、-CH_2Cl、-CH_2Br、-CH_2F、-CH_2I、-CN、-OH、-NH_2、-COOH、-$CONH_2$、-NO_2、-SH、-SO_3H、-SO_4H、-SO_2NH_2、-$NHNH_2$、-ONH_2、-NHC(O)$NHNH_2$、-NHC(O)NH_2、-$NHSO_2H$、-NHC(O)H、-NHC(O)OH、-NHOH、-$OCCl_3$、-OCF_3、-$OCBr_3$、-OCI_3、-$OCHCl_2$、-$OCHBr_2$、-$OCHI_2$、-$OCHF_2$、-OCH_2Cl、-OCH_2Br、-OCH_2I、-OCH_2F、-N_3、未被取代的烷基(例如C_1-C_8烷基、C_1-C_6烷基或C_1-C_4烷基)、未被取代的杂烷基(例如2至8元杂烷基、2至6元杂烷基或2至4元杂烷基)、未被取代的环烷基(例如C_3-C_8环烷基、C_3-C_6环烷基或C_5-C_6环烷基)、未被取代的杂环烷基(例如3至8元杂环烷基、3至6元杂环烷基或5至6元杂环烷基)、未被取代的芳基(例如C_6-C_{10}芳基、C_{10}芳基、或苯基)或未取代的杂芳基(例如5至10元杂芳基、5至9元杂芳基或5至6元杂芳基)。

[0051] 如本文所用,“大小限制的取代基(size-limited substituent/size-limited substituent group)”意指选自上文针对“取代基”所描述的所有取代基的基团,其中每个被取代或未被取代的烷基是被取代或未被取代的C_1-C_{20}烷基,每个被取代或未被取代的杂烷基是被取代或未被取代的2至20元杂烷基,每个被取代或未被取代的环烷基是被取代或未被取代的C_3-C_8环烷基,每个被取代或未被取代的杂环烷基是被取代或未被取代的3至8元杂环烷基,每个被取代或未被取代的芳基是被取代或未被取代的C_6-C_{10}芳基,并且每个被取代或未被取代的杂芳基是被取代或未被取代的5至10元杂芳基。

[0052] 如本文所用,“低级取代基(lower substituent/lower substituent group)”意指选自上文针对“取代基”所描述的所有取代基的基团,其中每个被取代或未被取代的烷基

是被取代或未被取代的C_1-C_8烷基,每个被取代或未被取代的杂烷基是被取代或未被取代的2至8元杂烷基,每个被取代或未被取代的环烷基是取代或未取代的C_3-C_7环烷基,每个被取代或未被取代的杂环烷基是被取代或未被取代的3至7元杂环烷基,每个被取代或未被取代的芳基是被取代或未被取代的C_6-C_{10}芳基,并且每个被取代或未被取代的杂芳基是被取代或未被取代的5至9元杂芳基。

[0053] 在各方面,本文化合物中所述的每个被取代的基团被至少一个取代基取代。更具体地说,在各方面,本文化合物中所述的每一被取代的烷基、被取代的杂烷基、被取代的环烷基、被取代的杂环烷基、被取代的芳基、被取代的杂芳基、被取代的亚烷基、被取代的亚杂烷基、被取代的亚环烷基、被取代的亚杂环烷基、被取代的亚芳基和/或被取代的亚杂芳基,被至少一个取代基取代。在各方面,这些基团中的至少一个或全部被至少一个尺寸受限的取代基取代。在各方面,这些基团中的至少一个或全部被至少一个低级取代基取代。

[0054] 在本文化合物的方面中,每个被取代或未被取代的烷基为被取代或未被取代的C_1-C_{20}烷基,每个被取代或未被取代的杂烷基为被取代或未被取代的2到20元杂烷基,每个被取代或未被取代的环烷基为被取代或未被取代的C_3-C_8环烷基,每个被取代或未被取代的杂环烷基为被取代或未被取代的3到8元杂环烷基,每个被取代或未被取代的芳基为被取代或未被取代的C_6-C_{10}芳基,和/或每个被取代或未被取代的杂芳基为被取代或未被取代的5到10元杂芳基。在本文化合物的方面中,每一被取代或未被取代的亚烷基是被取代或未被取代的C_1-C_{20}亚烷基,每一被取代或未被取代的亚杂烷基是被取代或未被取代的2到20元亚杂烷基,每一被取代或未被取代的亚环烷基是被取代或未被取代的C_3-C_8亚环烷基,每一被取代或未被取代的亚杂环烷基是被取代或未被取代的3到8元亚杂环烷基,每一被取代或未被取代的亚芳基是被取代或未被取代的C_6-C_{10}亚芳基,和/或每一被取代或未被取代的亚杂芳基是被取代或未被取代的5到10元亚杂芳基。

[0055] 在实施方案中,每个被取代或未被取代的烷基是被取代或未被取代的C_1-C_8烷基,每个被取代或未被取代的杂烷基是被取代或未被取代的2至8元杂烷基,每个被取代或未被取代的环烷基是被取代或未被取代的C_3-C_7环烷基,每个被取代或未被取代的杂环烷基是被取代或未被取代的3至7元杂环烷基,每个被取代或未被取代的芳基是被取代或未被取代的C_6-C_{10}芳基,和/或每个被取代或未被取代的杂芳基是被取代或未被取代的5至9元杂芳基。在各方面,每个被取代或未被取代的亚烷基是被取代或未被取代的C_1-C_8亚烷基,每个被取代或未被取代的亚杂烷基是被取代或未被取代的2至8元亚杂烷基,每个被取代或未被取代的亚环烷基是被取代或未被取代的C_3-C_7亚环烷基,每个被取代或未被取代的亚杂环烷基是被取代或未被取代的3至7元亚杂环烷基,每个被取代或未被取代的亚芳基是被取代或未被取代的C_6-C_{10}亚芳基,和/或每个被取代或未被取代的亚杂芳基是被取代或未被取代的5至9元亚杂芳基。在各方面,化合物是下文实施例部分、图或表格中所阐述的化学物种。

[0056] 在实施方案中,被取代或未被取代的部分(例如,被取代或未被取代的烷基、被取代或未被取代的杂烷基、被取代或未被取代的环烷基、被取代或未被取代的杂环烷基、被取代或未被取代的芳基、被取代或未被取代的杂芳基、被取代或未被取代的亚烷基、被取代或未被取代的亚杂烷基、被取代或未被取代的亚环烷基、被取代或未被取代的亚杂环烷基、被取代或未被取代的亚芳基和/或被取代或未被取代的亚杂芳基)是未被取代的(例如,分别是未被取代的烷基、未被取代的杂烷基、未被取代的环烷基、未被取代的杂环烷基、未被取

代的芳基、未被取代的杂芳基、未被取代的亚烷基、未被取代的亚杂烷基、未被取代的亚环烷基、未被取代的亚杂环烷基、未被取代的亚芳基和/或未被取代的亚杂芳基)。在各方面,被取代或未被取代的部分(例如,被取代或未被取代的烷基、被取代或未被取代的杂烷基、被取代或未被取代的环烷基、被取代或未被取代的杂环烷基、被取代或未被取代的芳基、被取代或未被取代的杂芳基、被取代或未被取代的亚烷基、被取代或未被取代的亚杂烷基、被取代或未被取代的亚环烷基、被取代或未被取代的亚杂环烷基、被取代或未被取代的亚芳基和/或被取代或未被取代的亚杂芳基)是被取代的(例如,分别是被取代的烷基、被取代的杂烷基、被取代的环烷基、被取代的杂环烷基、被取代的芳基、被取代的杂芳基、被取代的亚烷基、被取代的亚杂烷基、被取代的亚环烷基、被取代的亚杂环烷基、被取代的亚芳基和/或被取代的亚杂芳基)。

[0057] 在实施方案中,被取代的部分(例如,被取代的烷基、被取代的杂烷基、被取代的环烷基、被取代的杂环烷基、被取代的芳基、被取代的杂芳基、被取代的亚烷基、被取代的亚杂烷基、被取代的亚环烷基、被取代的亚杂环烷基、被取代的亚芳基和/或被取代的亚杂芳基)被至少一个取代基取代,其中如果被取代的部分被多个取代基取代,则每个取代基可以任选地不同。在各方面,如果取代的部分用多个取代基取代,则每个取代基不同。

[0058] 在实施方案中,被取代的部分(例如,被取代的烷基、被取代的杂烷基、被取代的环烷基、被取代的杂环烷基、被取代的芳基、被取代的杂芳基、被取代的亚烷基、被取代的亚杂烷基、被取代的亚环烷基、被取代的亚杂环烷基、被取代的亚芳基和/或被取代的亚杂芳基)被至少一个大小限制的取代基取代,其中如果被取代的部分被多个大小限制的取代基取代,则每个大小限制的取代基可以任选地不同。在各方面,如果取代的部分用多个大小限制的取代基取代,则每个大小限制的取代基不同。

[0059] 在实施方案中,被取代的部分(例如,被取代的烷基、被取代的杂烷基、被取代的环烷基、被取代的杂环烷基、被取代的芳基、被取代的杂芳基、被取代的亚烷基、被取代的亚杂烷基、被取代的亚环烷基、被取代的亚杂环烷基、被取代的亚芳基和/或被取代的亚杂芳基)被至少一个低级取代基取代,其中如果被取代的部分被多个低级取代基取代,则每个低级取代基可以任选地不同。在各方面,如果取代的部分用多个低级取代基取代,则每个低级取代基不同。

[0060] 在实施方案中,被取代的部分(例如,被取代的烷基、被取代的杂烷基、被取代的环烷基、被取代的杂环烷基、被取代的芳基、被取代的杂芳基、被取代的亚烷基、被取代的亚杂烷基、被取代的亚环烷基、被取代的亚杂环烷基、被取代的亚芳基和/或被取代的亚杂芳基)被至少一个取代基、大小限制的取代基或低级取代基取代;其中如果被取代的部分被选自取代基、大小限制的取代基和低级取代基的多个基团取代;则每个取代基、大小限制的取代基和/或低级取代基可以任选地不同。在各方面,如果取代的部分用选自取代基、大小限制的取代基和低级取代基的多个基团取代,则每个取代基、大小限制的取代基和低级取代基不同。

[0061] 本公开的某些化合物具有不对称碳原子(光学或手性中心)或双键;根据绝对立体化学定义为氨基酸的(R)-或(S)-或(D)-或(L)-的对映异构体、外消旋物、非对映异构体、互变异构体、几何异构体、立体异构形式以及个别异构体均涵盖在本公开的范围内。本公开的化合物不包括本领域中已知的太不稳定而无法进行合成和/或分离的化合物。本公开意指

包括呈外消旋和光学纯形式的化合物。光学活性(R)-和(S)-或(D)-和(L)-异构体使用手性合成子或手性试剂来制备,或使用常规技术来解析。当本文所述的化合物含有烯烃键或其他几何不对称中心时,并且除非另外指明,否则希望化合物包括E几何异构体和Z几何异构体两者。

[0062] 术语“异构体”是指具有相同数量和种类的原子,并且因此具有相同分子量但在原子的结构排列或构型方面不同的化合物。如本文所用的术语“互变异构体”是指以平衡状态存在并且容易由一种异构形式转化为另一种异构形式的两种或更多种结构异构体中的一种。对于本领域的技术人员将显而易见的是,本公开的某些化合物可以以互变异构形式存在,所述化合物的所有此类互变异构形式均处于本公开的范围内。

[0063] 除非另外说明,否则本文描绘的结构还意指包括所述结构的所有立体化学形式;即,每个不对称中心的R构型和S构型。因此,本发明化合物的单一立体化学异构体以及对映异构体混合物和非对映异构体混合物均处于本公开的范围内。

[0064] 除非另外陈述,否则本文所描绘的结构还意欲包括不同之处仅在于存在一个或多个同位素富集的原子的化合物。例如,具有除了由氘或氚置换氢或由^{13}C-或^{14}C-富集的碳置换碳之外的本发明结构的化合物处于本公开的范围内。本公开的化合物还可以在构成这种化合物的一个或多个原子处含有非天然比例的原子同位素。例如,化合物用例如氚(^{3}H)、碘-125(^{125}I)或碳-14(^{14}C)等放射性同位素进行放射性标记。本公开的化合物的所有同位素变化(不论是放射性的还是非放射性的)均涵盖在本公开的范围内。

[0065] 应注意,在整个申请中,替代方案以Markush组书写,例如含有多于一个可能氨基酸的每个氨基酸位置。特别设想,Markush组的每个成员应单独考虑,从而包括另一实施方案,并且Markush组不应被理解为单一单位。

[0066] “类似物(Analog/analogue)”或“衍生物”是根据其在化学和生物学内的普通一般含义使用的,并且是指例如在一个原子被不同元素的原子置换中,或在特定官能团存在的情况下,或一个官能团被另一个官能团置换中,或参考化合物的一个或多个手性中心的绝对立体化学中,与另一化合物(即,所谓的“参考”化合物)在结构上类似但在组成上不同的化合物。因此,类似物是与参考化合物在功能和外观上类似或相当,但在结构或来源上不类似或不相当的化合物。

[0067] 如本文所用,术语“一(a/an)”意指一个或多个。另外,如本文所用的短语“被一个…取代”意指指定基团被所指名的取代基中的任何或全部取代基中的一个或多个取代。例如,当如烷基或杂芳基等基团“被未取代的C_1-C_{20}烷基或未取代的2到20元杂烷基取代”时,所述基团可以含有一个或多个未取代的C_1-C_{20}烷基,和/或一个或多个未被取代的2到20元杂烷基。

[0068] 当部分被R取代基取代时,所述基团可称为“R取代的(R-substituted)”。当部分是R取代的时,所述部分被至少一个R取代基取代,并且每个R取代基任选地不同。当特定R基团存在于化学种类(如式(I))的描述中时,罗马字母符号用于区分所述特定R基团的每一次出现。例如,当存在多个R^{13}取代基时,每一个R^{13}取代基可以被区分为R^{13A}、R^{13B}、R^{13C}、R^{13D}等,其中R^{13A}、R^{13B}、R^{13C}、R^{13D}等中的每一个均定义在R^{13}的定义范围内并且任选地不同。

[0069] 本公开的化合物的描述受本领域技术人员已知的化学键合原理的限制。因此,在基团被多个取代基中的一个或多个取代时,选择此类取代以便符合化学键合原理并且得到

并非固有地不稳定和/或如本领域普通技术人员已知的将可能在环境条件下(如水性、中性和几种已知的生理条件下)不稳定的化合物。例如,杂环烷基或杂芳基按照本领域技术人员已知的化学键合原理通过环杂原子连接到分子的其余部分,从而避免固有不稳定的化合物。

[0070] 短语“平均分子量”和“数均分子量”是指如例如通过凝胶渗透色谱法(也称为GPC或尺寸排阻色谱法(SEC))确定的聚合物的数均分子量。

[0071] 如本文所用,术语“约”意指包括指定值的值范围,本领域普通技术人员会认为所述值合理地类似于指定值。在各方面,约意指在使用本领域通常可接受的测量结果的标准偏差内。在各方面,约意指范围扩展到指定值的+/-10%。在各方面,约包括指定值。

[0072] IOL优选地由配置成用于小切口植入的材料形成。透镜的固体光学部件可以具有弹性体特征,并且可以由柔软的硅聚合物制成,该聚合物是光学透明的、生物相容的并且在某些情况下是柔性的,具有足够低的杨氏模量以允许透镜主体在调节期间改变其弯曲度。应当理解,一些固体光学部件具有与其他固体光学部件不同的杨氏模量,以向透镜提供不同的功能(例如,与在调节期间减轻变形的不可移动的内部支撑相比,前透镜元件在调节期间向外弯曲)。

[0073] 用于透镜主体的固体光学部件的合适的材料可包括但不限于有机硅(例如,烷基硅氧烷、苯基硅氧烷、氟化硅氧烷、它们的组合/共聚物),丙烯酸(例如,丙烯酸烷基酯,氟丙烯酸酯、丙烯酸苯酯、它们的组合/共聚物)、聚氨酯、弹性体、塑料、它们的组合等。在各方面,透镜主体的固体光学部件由硅弹性体形成,如本文所述。

[0074] 固体光学部件可以由本文所述的材料中的一种或组合形成,其中本文所述的液体光学材料被固体光学部件完全封装。透镜主体的固体光学部件可包括被配置为与液体光学材料接触和/或包含液体光学材料的一个或多个区域。本文所述的液体光学材料相对于固体光学部件的材料特别配制,以减轻透镜不稳定性并优化光学质量。液体光学材料可包括完全是液体的生物相容的不可压缩材料,如液体和油,以及主要是液体的材料,如凝胶。

[0075] 固体光学部件由如本文所述的硅弹性体形成。还具有大量烃官能团的液体光学材料可以与具有烃官能团的硅弹性体化学相互作用。因此,在固体光学部件和液体光学材料都由二甲基硅或二苯基硅弹性体形成的情况下,液体光学材料可具有至少一些非烃官能团,例如氟官能团。

[0076] 合适的液体光学材料包括例如硅聚合物和硅共聚物。硅聚合物可包括官能化硅液体,例如氟化硅;芳族,即苯基官能化的硅等;烃和官能化烃,例如长链烃;卤代烃,如氟化和部分氟化烃;水性系统,通过添加水溶性或水可溶胀性聚合物、生物聚合物可溶胀性添加剂如纤维素来增加其折射率(RI);以及形成纳米结构以增加折射率的有机或无机添加剂。在各方面,硅聚合物是氟硅聚合物、氟-甲基、二氟甲基、全氟甲基、氟苯基、二氟苯基、三氟苯基、四氟苯基、全氟苯基或其他基于氟的油,包括部分或完全氟化的乙基、丙基、丁基或其他基于烷烃的链、部分或完全氟化的烯丙基、烷基、萘基或其他氟化的共轭烃。在各方面,硅聚合物是沿有机硅主链定向的两个、三个、四个或更多个独特官能团的嵌段共聚物,交替共聚物、无规共聚物。在各方面,硅聚合物是其中重复单元本身以部分或完全氟化的苯基或萘基形式混合氟和烃官能团的均聚物。在各方面,硅聚合物是其中每个硅基团具有连接的官能团的均聚物,该官能团本身是沿官能团链具有氟化官能团和烃官能团两者的共聚物。有机

硅主链可以具有上述任何组合,其中基于氟的官能团和烃官能团作为共聚物长链、单一官能团或多官能分子,作为无规、嵌段或交替共聚物连接。在各方面,液体光学材料包括芳基硅氧烷和烷基硅氧烷。芳基硅氧烷的合适芳基包括但不限于苯基、萘基、甲苯甲酰基、二甲苯基等。合适的烷基包括但不限于甲基、乙基、正丙基、异丙基、正丁基、叔丁基、正戊基、正己基等。

[0077] 关于本文所述的共聚物和适用于液体光学材料的共聚物,可以调整或调节苯基与氟含量在共聚物中的比率(例如,式(I)、(A)、(B)等的共聚物的m:n的比率),使得液体光学材料的折射率基本上与固体光学部件相似(即"折射率匹配"),但仍然在化学上不同,从而防止透镜主体由于液体光学材料从透镜的腔室迁移而膨胀或塌陷。如本文所用的"调节"可以意指将一个或多个官能团(例如,芳基、苯基、氟)添加到材料中以影响材料的溶解度或折射率中的一者或多者。液体与固体透镜部件之间的化学不相似性防止由于透镜主体内的体积/压力变化而引起的透镜形状改变。卤代基,例如含氟的那些可以提供相对于不含卤代的材料(例如固体透镜部件的PDM)化学不相似性。氟化官能团也降低了RI。芳族官能团(例如苯基)通常增加RI。芳族官能团对RI具有比溶解度更大的影响,使得可以调节卤代改性材料的RI。将芳族基团添加到卤代改性的材料中,将RI增加到周围透镜部件的RI,从而提供低溶解度(不混溶材料)和折射率匹配两者。应当理解,在液体光学材料被描述为具有氟化官能团以影响相对于固体透镜部件的化学性质的情况下,本文考虑其他官能团,包括并入卤素(例如,F,Cl、Br和I)的各种卤代基中的任一种。还应当理解,在液体光学材料被描述为具有苯基官能团以影响相对于固体透镜部件的化学性质的情况下,本文考虑其他芳基或芳族官能团,包括各种芳族官能团(例如,苯基、萘基、甲苯甲酰基、二苯甲基等)中的任一种。

[0078] 液体光学材料可以是被配置为增加折射率的一个或多个官能团改性的含氟硅油。如上所述,官能团如苯基增加折射率并且官能团如氟降低折射率。

[0079] ,下文列出以下各种聚合物产物和其苯基含量(表1)和氟含量(表2)的平均百分百以及其与聚二甲基硅氧烷(PDMS)相比的各自的RI。增加苯基含量增加了折射率(RI)(图2A)并且增加氟含量降低了RI(图2B)。表3和图2C示出了氟含量在基于苯的产品中对RI的影响。表3中的氟百分比是指与每个苯或甲苯分子键合的氟的量作为氟的总可用键合位点的百分比。

[0080] 表1

产品 ID	苯基 含量	RI
PDMS	0.0%	1.403
PDV-0131	1.5%	1.411
PDV-0325	3.3%	1.420
PDV-0525	5.0%	1.430
PDV-1625	16.0%	1.465
PDV-2331	23.5%	1.493

[0081] 表2

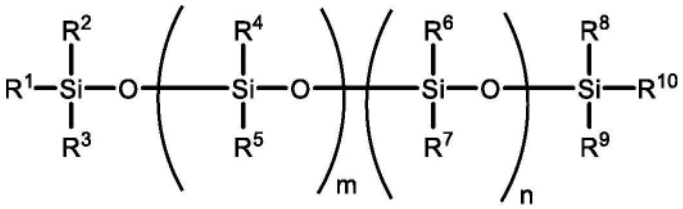
产品 ID	氟 含量	RI
PDMS	0.0%	1.403
MED-420	20%	1.393
FMV - 4035	40%	1.388
MED-460	60%	1.382
MED-400，FMS-H31	100%	1.380

[0082] 表3

官能团	氟含量	RI
苯	0%	1.501
氟苯	17%	1.465
二氟苯	33%	1.443
三氟苯	50%	1.423
全氟苯	100%	1.377

[0083] 作为一个实例,如果液体光学材料与由PDMS形成的固体光学部件一起使用,则液体光学材料的基础聚合物可具有至少约1.5%的苯基含量。如表1中所示,苯基含量的百分比使折射率(RI＝1.411)偏离PDMS的折射率(RI＝1.403)。为了将液体光学材料调回到PDMS的折射率,可以通过添加如表3和4中所示的官能团来增加材料的氟含量。或者,液体光学材料的基础聚合物可具有至少约20%的氟含量。如下表2中所示,氟含量的百分比使折射率(RI＝1.393)偏离PDMS的折射率。可以通过添加增加折射率的芳族官能团(例如苯基、萘基等)来将液体光学材料调回到PDMS的折射率,直到液体光学材料与固体透镜部件材料折射率匹配,而不会明显地影响透镜的光学稳定性。固体透镜部件材料可以是具有一些苯基官能团并且折射率为1.41、1.43、1.46或在1.41至约1.50之间的范围内的PDMS。通过添加本文所述的官能团,可以将液体光学材料的折射率调节或滴定至该RI范围内。

[0084] 在各方面,本公开提供了一种式(I)的氟硅共聚物:



(I),

其中n为0至约500的整数;m为1至约500的整数;R^1、R^2、R3、R4、R^5、R^6、R^7、R^8、R^9和R^{10}各自独立地是氢、被取代或未被取代的烷基、被取代或未被取代的杂烷基、被取代或未被取代的环烷基、被取代或未被取代的杂环烷基、被取代或未被取代的芳基或被取代或未被取代的杂芳基;其中R^1、R^2、R^3、R^4、R^5、R^6、R^7、R^8、R^9和R^{10}中的至少一者被氟取代。在各方面,R^1、R^2、R^3、R^4、R^5、R^6、R^7、R^8、R^9和R^{10}各自独立地是氢、被取代或未被取代的烷基、被取代或未被取

代的杂烷基、被取代或未被取代的芳基或被取代或未被取代的杂芳基，其中R^1、R^2、R^3、R^4、R^5、R^6、R^7、R^8、R^9和R^{10}中的至少一者被氟取代。在各方面，R^1、R^2、R^3、R^4、R^5、R^6、R^7、R^8、R^9和R^{10}各自独立地是氢、烷基、烯基或芳基、它们的被任选取代的类似物，或其他合适的饱和或不饱和官能团。在各方面，R^4、R^5、R^6和R^7中的至少一者被氟取代。n和m是指定重复硅氧烷单元的整数，其中独立地选择n和m以实现所得共聚物的所需分子量和/或选择n和m以实现n和m对应的特定硅氧烷聚合物单元的所需比率。在各方面，m和n都是至少1。本文所述的共聚物可以是无规、嵌段或交替的。共聚物可以是直链或支链的。在各方面，共聚物是无规和直链的。

[0085] 在实施方案中，R^1和/或R^{10}是氢。在各方面，R^1和R^{10}独立地是烷基或被任选取代的烷基。在各方面，R^1和R^{10}独立地是芳基或其被任选取代的类似物。在各方面，R^1和R^{10}独立地是烯基或被任选取代的烯基。在各方面，R^1和/或R^{10}是反应性官能团(例如，不饱和烯基)，该官能团被配置成耦合(例如，通过交联反应)到另一种聚合物的反应性基团，该聚合物还可包含式(A)的共聚物。在各方面，R^1和/或R^{10}是乙烯基、除乙烯基之外的反应性末端基团或不参与聚合的非反应性基团。在各方面，R^1和/或R^{10}包括甲基氢硅氧烷-二甲基硅共聚物。

[0086] 在实施方案中，每个R^2、R^3、R^8和R^9独立地是烷基、芳基或它们的被任选取代的类似物。在各方面，每个R^2、R^3、R^8和R^9独立地是烷基或被任选取代的烷基。在各方面，每个R^2、R^3、R^8和R^9是甲基。

[0087] 在实施方案中，R^4和R^5独立地是烷基、芳基或它们的被任选取代的类似物。在各方面，R^4和R^5独立地是烷基或被任选取代的烷基。在各方面，R^4和/或R^5是甲基。在各方面，R^6和R^7独立地是烷基、芳基或它们的被取代的类似物。在各方面，R^6和R^7独立地是芳基或被任选取代的芳基。在各方面，R^6和/或R^7是苯基。在各方面，R^6是烷基并且R^7是芳基。在各方面，R^6是甲基并且R^7是苯基。

[0088] 在实施方案中，R^1和R^{10}是乙烯基；R^2、R^3、R^4、R^5、R^8和R^9是甲基；并且R^6和R^7是苯基。在各方面，R^1和R^{10}是乙烯基；R^2、R^3、R^4、R^5、R^6、R^8和R^9是甲基；并且R^7是苯基。

[0089] 在各方面，R^1、R2、R3、R8、R9和R10各自独立地是氢、被取代(例如被至少一个取代基、大小限制的取代基或低级取代基取代)或未被取代的烷基(例如C_1-C_8、C_1-C_6、C_1-C_4或C_1-C_2)、被取代(例如被至少一个取代基、大小限制的取代基或低级取代基取代)或未被取代的杂烷基(例如2至8元、2至6元、4至6元、2至3元或4至5元)、被取代(例如被至少一个取代基、大小限制的取代基或低级取代基取代)或未被取代的芳基(例如C_6-C_{10}或苯基)或被取代(例如被至少一个取代基、大小限制的取代基或低级取代基取代)或未被取代的杂芳基(例如5至10元、5至9元或5至6元)。

[0090] 在各方面，R^1是氢。在各方面，R^1是未被取代的C_1-C_6烷基。在各方面，R^1是未被取代的甲基。在各方面，R^1是未被取代的乙基。在各方面，R^1是未被取代的丙基。在各方面，R^1是未被取代的丁基。在各方面，R^1是被至少一个氟取代的C_1-C_6烷基。在各方面，R^1是被至少一个氟取代的甲基。在各方面，R^1是$-CF_3$。在各方面，R^1是$-CHF_2$。在各方面，R^1是$-CH_2F$。在各方面，R^1是被至少一个氟取代的乙基。在各方面，R^1是被至少一个氟取代的丙基。在各方面，R^1是被至少一个氟取代的丁基。在各方面，R^1是被取代或未被取代的烯基。在各方面，R^1是被取代或未被取代的C_2-C_6烯基。在各方面，R^1是被取代或未被取代的乙烯基。

[0091] 在各方面，R^2是氢。在各方面，R^2是未被取代的C_1-C_6烷基。在各方面，R^2是未被取代的甲基。在各方面，R^2是未被取代的乙基。在各方面，R^2是未被取代的丙基。在各方面，R^2是未

被取代的丁基。在各方面，R^2是被至少一个氟取代的C_1-C_6烷基。在各方面，R^2是被至少一个氟取代的甲基。在各方面，R^2是-CF_3。在各方面，R^2是-CHF_2。在各方面，R^2是-CH_2F。在各方面，R^2是被至少一个氟取代的乙基。在各方面，R^2是被至少一个氟取代的丙基。在各方面，R^2是被至少一个氟取代的丁基。在各方面，R^2是被取代或未被取代的烯基。在各方面，R^2是被取代或未被取代的C_2-C_6烯基。在各方面，R^2是被取代或未被取代的乙烯基。

[0092] 在各方面，R^3是氢。在各方面，R^3是未被取代的C_1-C_6烷基。在各方面，R^3是未被取代的甲基。在各方面，R^3是未被取代的乙基。在各方面，R^3是未被取代的丙基。在各方面，R^3是未被取代的丁基。在各方面，R^3是被至少一个氟取代的C_1-C_6烷基。在各方面，R^3是被至少一个氟取代的甲基。在各方面，R^3是-CF_3。在各方面，R^3是-CHF_2。在各方面，R^3是-CH_2F。在各方面，R^3是被至少一个氟取代的乙基。在各方面，R^3是被至少一个氟取代的丙基。在各方面，R^3是被至少一个氟取代的丁基。在各方面，R^3是被取代或未被取代的烯基。在各方面，R^3是被取代或未被取代的C_2-C_6烯基。在各方面，R^3是被取代或未被取代的乙烯基。

[0093] 在各方面，R^8是氢。在各方面，R^8是未被取代的C_1-C_6烷基。在各方面，R^8是未被取代的甲基。在各方面，R^8是未被取代的乙基。在各方面，R^8是未被取代的丙基。在各方面，R^8是未被取代的丁基。在各方面，R^8是被至少一个氟取代的C_1-C_6烷基。在各方面，R^8是被至少一个氟取代的甲基。在各方面，R^8是-CF_3。在各方面，R^8是-CHF_2。在各方面，R^8是-CH_2F。在各方面，R^8是被至少一个氟取代的乙基。在各方面，R^8是被至少一个氟取代的丙基。在各方面，R^8是被至少一个氟取代的丁基。在各方面，R^8是被取代或未被取代的烯基。在各方面，R^8是被取代或未被取代的C_2-C_6烯基。在各方面，R^8是被取代或未被取代的乙烯基。

[0094] 在各方面，R^9是氢。在各方面，R^9是未被取代的C_1-C_6烷基。在各方面，R^9是未被取代的甲基。在各方面，R^9是未被取代的乙基。在各方面，R^9是未被取代的丙基。在各方面，R^9是未被取代的丁基。在各方面，R^9是被至少一个氟取代的C_1-C_6烷基。在各方面，R^9是被至少一个氟取代的甲基。在各方面，R^9是-CF_3。在各方面，R^9是-CHF_2。在各方面，R^9是-CH_2F。在各方面，R^9是被至少一个氟取代的乙基。在各方面，R^9是被至少一个氟取代的丙基。在各方面，R^9是被至少一个氟取代的丁基。在各方面，R^9是被取代或未被取代的烯基。在各方面，R^9是被取代或未被取代的C_2-C_6烯基。在各方面，R^9是被取代或未被取代的乙烯基。

[0095] 在各方面，R^{10}是氢。在各方面，R^{10}是未被取代的C_1-C_6烷基。在各方面，R^{10}是未被取代的甲基。在各方面，R^{10}是未被取代的乙基。在各方面，R^{10}是未被取代的丙基。在各方面，R^{10}是未被取代的丁基。在各方面，R^{10}是被至少一个氟取代的C_1-C_6烷基。在各方面，R^{10}是被至少一个氟取代的甲基。在各方面，R^{10}是-CF_3。在各方面，R^{10}是-CHF_2。在各方面，R^{10}是-CH_2F。在各方面，R^{10}是被至少一个氟取代的乙基。在各方面，R^{10}是被至少一个氟取代的丙基。在各方面，R^{10}是被至少一个氟取代的丁基。在各方面，R^{10}是被取代或未被取代的烯基。在各方面，R^{10}是被取代或未被取代的C_2-C_6烯基。在各方面，R^{10}是被取代或未被取代的乙烯基。

[0096] 在各方面，R^4、R^5、R^6和R^7各自独立地是氢、被取代(例如被至少一个取代基、大小限制的取代基或低级取代基取代)或未被取代的烷基(例如C1-C_8、C_1-C_6、C_1-C_4或C_1-C_2)、被取代(例如被至少一个取代基、大小限制的取代基或低级取代基取代)或未被取代的杂烷基(例如2至8元、2至6元、4至6元、2至3元或4至5元)、被取代(例如被至少一个取代基、大小限制的取代基或低级取代基取代)或未被取代的芳基(例如C_6-C_{10}或苯基)或被取代(例如被至少一个取代基、大小限制的取代基或低级取代基取代)或未被取代的杂芳基(例如5至10元、

5至9元或5至6元)。

[0097] 在各方面,R^4独立地是氢。在各方面,R^4独立地是被取代或未被取代的C_1-C_6烷基。在各方面,R^4独立地是未被取代的C_1-C_6烷基。在各方面,R^4独立地是未被取代的甲基。在各方面,R^4独立地是未被取代的乙基。在各方面,R^4独立地是未被取代的丙基。在各方面,R^4独立地是未被取代的丙基。在各方面,R^4独立地是未被取代的丁基。在各方面,R^4独立地是未被取代的丁基。在各方面,R^4独立地是被取代或未被取代的烯基。在各方面,R^4独立地是被取代或未被取代的C_2-C_6烯基。在各方面,R^4独立地是被取代或未被取代的乙烯基。在各方面,R^4独立地是被取代或未被取代的芳基。在各方面,R^4独立地是被取代或未被取代的苯基。在各方面,R^4独立地是甲苯甲酰基。在各方面,R^4独立地是二甲苯基。在各方面,R^4独立地是未被取代的苯基。在各方面,R^4独立地是被取代或未被取代的萘基。在各方面,R^4独立地是未被取代的萘基。

[0098] 在各方面,R^5独立地是氢。在各方面,R^5独立地是被取代或未被取代的C_1-C_6烷基。在各方面,R^5独立地是被取代或未被取代的C_1-C_6烷基。在各方面,R^5独立地是被取代或未被取代的甲基。在各方面,R^5独立地是被取代或未被取代的乙基。在各方面,R^5独立地是被取代或未被取代的丙基。在各方面,R^5独立地是被取代或未被取代的丁基。在各方面,R^5独立地是被取代或未被取代的烯基。在各方面,R^5独立地是被取代或未被取代的C_2-C_6烯基。在各方面,R^5独立地是被取代或未被取代的乙烯基。在各方面,R^5独立地是被取代或未被取代的芳基。在各方面,R^5独立地是被取代或未被取代的苯基。在各方面,R^5独立地是被至少一个氟取代的甲苯甲酰基。在各方面,R^5独立地是被至少一个氟取代的二甲苯基。在各方面,R^5独立地是被至少一个氟取代的苯基。在各方面,R^5独立地是被至少一个氟取代的萘基。

[0099] 在各方面,R^6独立地是氢。在各方面,R^6独立地是被取代或未被取代的C_1-C_6烷基。在各方面,R^6独立地是未被取代的C_1-C_6烷基。在各方面,R^6独立地是未被取代的甲基。在各方面,R^6独立地是未被取代的乙基。在各方面,R^6独立地是未被取代的丙基。在各方面,R^6独立地是未被取代的丁基。在各方面,R^6独立地是被取代或未被取代的烯基。在各方面,R^6独立地是被取代或未被取代的C_2-C_6烯基。在各方面,R^6独立地是被取代或未被取代的乙烯基。在各方面,R^6独立地是被取代或未被取代的芳基。在各方面,R^6独立地是被取代或未被取代的苯基。在各方面,R^6独立地是甲苯甲酰基。在各方面,R^6独立地是二甲苯基。在各方面,R^6独立地是未被取代的苯基。在各方面,R^6独立地是被取代或未被取代的萘基。在各方面,R^6独立地是未被取代的萘基。

[0100] 在各方面,R^7独立地是氢。在各方面,R^7独立地是被取代或未被取代的C_1-C_6烷基。在各方面,R^7独立地是未被取代的C_1-C_6烷基。在各方面,R^7独立地是未被取代的甲基。在各方面,R^7独立地是未被取代的乙基。在各方面,R^7独立地是未被取代的丙基。在各方面,R^7独立地是未被取代的丁基。在各方面,R^7独立地是被取代或未被取代的烯基。在各方面,R^7独立地是被取代或未被取代的C_2-C_6烯基。在各方面,R^7独立地是被取代或未被取代的乙烯基。在各方面,R^7独立地是被取代或未被取代的芳基。在各方面,R^7独立地是被取代或未被取代的苯基。在各方面,R^7独立地是甲苯甲酰基。在各方面,R^7独立地是二甲苯基。在各方面,R^7独立地是未被取代的苯基。在各方面,R^7独立地是被取代或未被取代的萘基。在各方面,R^7独立地是未被取代的萘基。

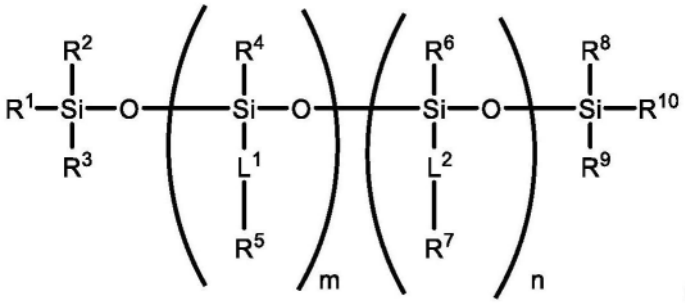
[0101] m和n为1至约1,000的整数。在各方面,m和n为1至约500的整数。在各方面,m和n为1

至约400的整数。在各方面,m和n为1至约300的整数。在各方面,m和n为1至约200的整数。在各方面,m和n为1至约100的整数。在各方面,m和n为1至约90的整数。在各方面,m和n为1至约80的整数。在各方面,m和n为1至约70的整数。在各方面,m和n为1至约60的整数。在各方面,m和n为1至约50的整数。在各方面,m和n为1至约40的整数。在各方面,m和n为1至约30的整数。在各方面,m和n为1至约25的整数。在各方面,m和n为1至约20的整数。在各方面,m和n为1至约15的整数。在各方面,m和n为1至约10的整数。在各方面,m和n为5至约20的整数。在各方面,m和n为5至约15的整数。

[0102] 在实施方案中,m:n的比率为约10:90至约90:10。在各方面,m:n的比率为约20:80至约80:20。在各方面,m:n的比率为约25:75至约75:25。在各方面,m:n的比率为约30:70至约70:30。在各方面,m:n的比率为约40:60至约60:40。在各方面,m:n的比率为约40:60至约50:50。在各方面,m:n的比率为约45:55至约55:45。在各方面,m:n的比率为约45:55。在各方面,m:n的比率为约40:60。在各方面,m:n的比率为约50:50。在各方面,m:n的比率为约55:45。

[0103] 在实施方案中,共聚物的数均分子量为约100至约25,000。在各方面,共聚物的数均分子量为约100至约20,000。在各方面,共聚物的数均分子量为约100至约15,000。在各方面,共聚物的数均分子量为约500至约10,000。在各方面,共聚物的数均分子量为约1,000至约6,000。在各方面,共聚物的数均分子量为约2,000至约5,000。在各方面,共聚物的数均分子量为约3,000至约4,000。在各方面,共聚物的数均分子量为约3,500。

[0104] 在各方面,本公开提供一种式(A)的氟硅共聚物:



(A),

其中取代基如本文所定义。本文所述的共聚物可以是无规、嵌段或交替的。共聚物可以是直链或支链的。在各方面,共聚物是无规和直链的。

[0105] R^1、R^2、R^3、R^8、R^9和R^{10}是上文针对式(I)化合物所描述的相同定义。

[0106] 在各方面,R^1、R^2、R^3、R^8、R^9和R^{10}各自独立地是氢、被取代或未被取代的烷基、被取代或未被取代的杂烷基、被取代或未被取代的芳基或被取代或未被取代的杂芳基。在各方面,R^1、R^2、R^3、R^8、R^9和R^{10}各自独立地是氢或被取代或未被取代的烷基。在各方面,R^1、R^2、R^3、R^8、R^9和R^{10}各自独立地是氢或未被取代的烷基。在各方面,R^1、R^2、R^3、R^8、R^9和R^{10}各自独立地是氢或未被取代的C_{1-6}烷基。在各方面,R^1、R^2、R^3、R^8、R^9和R^{10}各自独立地是氢或未被取代的C_{1-4}烷基。在各方面,R^1、R^2、R^3、R^8、R^9和R^{10}各自独立地是氢或未被取代的C_{1-3}烷基。在各方面,R^1、R^2、R^3、R^8、R^9和R^{10}各自独立地是氢、甲基或乙基。在各方面,R^1、R^2、R^3、R^8、R^9和R^{10}各自独立地是氢或甲基。

[0107] 在各方面,R^1、R^2、R^3、R^8、R^9和R^{10}各自独立地是被至少一个氟取代的C_{1-6}烷基。在各方面,R^1、R^2、R^3、R^8、R^9和R^{10}各自独立地是被至少一个氟取代的C_{1-4}烷基。在各方面,R^1、R^2、R^3、

R^8、R^9和R^{10}各自独立地是被至少一个氟取代的C_{1-3}烷基。在各方面，R^1、R^2、R^3、R^8、R^9和R^{10}各自独立地是被至少一个氟取代的C_{1-2}烷基。在各方面，R^1、R^2、R^3、R^8、R^9和R^{10}各自独立地是被至少一个氟取代的丙基。在各方面，R^1、R^2、R^3、R^8、R^9和R^{10}各自独立地是被至少一个氟取代的乙基。在各方面，R^1、R^2、R^3、R^8、R^9和R^{10}各自独立地是被至少一个氟取代的甲基。在各方面，R^1、R^2、R^3、R^8、R^9和R^{10}各自是$-CF_3$。在各方面，R^1、R^2、R^3、R^8、R^9和R^{10}各自是$-CHF_2$。在各方面，R^1、R^2、R^3、R^8、R^9和R^{10}各自是$-CH_2F$。在各方面，“至少一个氟”是一个氟。在各方面，“至少一个氟”是两个氟。在各方面，“至少一个氟”是三个氟。在各方面，“至少一个氟”是四个氟。在各方面，“至少一个氟”是五个氟。

[0108] 在各方面，R^1、R^2、R^3、R^8、R^9和R^{10}各自独立地是被1至5个氟取代的6元芳基取代的C_{1-6}烷基。在各方面，R^1、R^2、R^3、R^8、R^9和R^{10}各自独立地是被1至5个氟取代的6元芳基取代的C_{1-4}烷基。在各方面，R^1、R^2、R^3、R^8、R^9和R^{10}各自独立地是被1至5个氟取代的6元芳基取代的C_{1-3}烷基。在各方面，R^1、R^2、R^3、R^8、R^9和R^{10}各自独立地是被1至5个氟取代的6元芳基取代的C_{1-2}烷基。在各方面，R^1、R^2、R^3、R^8、R^9和R^{10}各自独立地是被1至5个氟取代的6元芳基取代的丙基。在各方面，R^1、R^2、R^3、R^8、R^9和R^{10}各自独立地是被1至5个氟取代的6元芳基取代的乙基。在各方面，R^1、R^2、R^3、R^8、R^9和R^{10}各自独立地是被1至5个氟取代的6元芳基取代的甲基。在各方面，6元芳基被1个氟取代。在各方面，6元芳基被2个氟取代。在各方面，6元芳基被3个氟取代。在各方面，6元芳基被4个氟取代。在各方面，6元芳基被5个氟取代。在各方面，6元芳基是苯基。

[0109] 在各方面，R^1、R^2、R^3、R^8、R^9和R^{10}各自独立地是被1至5个氟取代的6元芳基。在各方面，R^1、R^2、R^3、R^8、R^9和R^{10}各自独立地是被1至5个氟取代的6元芳基。在各方面，R^1、R^2、R^3、R^8、R^9和R^{10}各自独立地是被1至5个氟取代的6元芳基。在各方面，R^1、R^2、R^3、R^8、R^9和R^{10}各自独立地是被1至5个氟取代的6元芳基。在各方面，R^1、R^2、R^3、R^8、R^9和R^{10}各自独立地是被1至5个氟取代的6元芳基。在各方面，R^1、R^2、R^3、R^8、R^9和R^{10}各自独立地是被1至5个氟取代的6元芳基。在各方面，6元芳基被1个氟取代。在各方面，6元芳基被2个氟取代。在各方面，6元芳基被3个氟取代。在各方面，6元芳基被4个氟取代。在各方面，6元芳基被5个氟取代。在各方面，6元芳基是苯基。

[0110] 在各方面，R^1、R^2、R^3、R^8、R^9和R^{10}各自独立地是$-M^1-N^1$，其中M^1是C_{1-6}亚烷基；并且N^1是氟或被1至5个氟取代的苯基、1至5个被至少一个氟取代的C_{1-4}烷基，或它们的组合，其中苯基含有不超过5个取代基。在各方面，M^1是亚丙基。在各方面，M^1是亚乙基。在各方面，M^1是亚甲基。在各方面，N^1是被1个氟取代的苯基。在各方面，N^1是被2个氟取代的苯基。在各方面，N^1是被3个氟取代的苯基。在各方面，N^1是被4个氟取代的苯基。在各方面，N^1是被5个氟取代的苯基。在各方面，N^1是被$-CF_3$取代的苯基。

[0111] R^4和R^6是上文针对式(I)化合物所描述的相同定义。

[0112] 在各方面，R^4和R^6各自独立地是氢、被取代或未被取代的烷基、被取代或未被取代的杂烷基、被取代或未被取代的芳基或被取代或未被取代的杂芳基。在各方面，R^4和R^6各自独立地是氢或被取代或未被取代的烷基。在各方面，R^4和R^6各自独立地是氢或未被取代的烷基。在各方面，R^4和R^6各自独立地是氢或未被取代的C_{1-6}烷基。在各方面，R^4和R^6各自独立地是氢或未被取代的C_{1-4}烷基。在各方面，R^4和R^6各自独立地是氢或未被取代的C_{1-3}烷基。在各方面，R^4和R^6各自独立地是氢、甲基或乙基。在各方面，R^4和R^6各自独立地是氢或甲基。

[0113] L^1和L^2各自独立地是键、-O-、-NH-、-S-、-S(O)$_2$-、-C(O)-、-NHC(O)-、-C(O)NH-、-OC(O)-、-C(O)O-、被取代(例如被至少一个取代基、大小限制的取代基或低级取代基取代)或未被取代的亚烷基(例如C1-C8、C_1-C_6、C_1-C_4或C_1-C_2)或被取代(例如被至少一个取代基、大小限制的取代基或低级取代基取代)或未被取代的亚杂烷基(例如2至8元、2至6元、4至6元、2至3元或4至5元)。在各方面,L^1独立地是被取代或未被取代的亚烯基。在各方面,L^1独立地是被取代或未被取代的C_1-C_6亚烯基。在各方面,L^2独立地是被取代或未被取代的亚烯基。在各方面,L2独立地是被取代或未被取代的C_1-C_6亚烯基。

[0114] 在各方面,L^1和L^2各自独立地是键、-O-、-NH-、-S-、-S(O)$_2$-、-C(O)-、-NHC(O)-、-C(O)NH-、-OC(O)-、-C(O)O-、被取代或未被取代的亚烷基或被取代或未被取代的亚杂烷基。在各方面,L^1和L^2各自独立地是键、被取代或未被取代的亚烷基或被取代或未被取代的亚杂烷基。在各方面,L^1和L^2各自独立地是键或被取代或未被取代的亚烷基。在各方面,L^1和L^2各自独立地是被取代或未被取代的亚烷基。在各方面,L^1和L^2各自独立地是未被取代的亚烷基。在各方面,L1和L^2各自独立地是被取代的亚烷基。在各方面,L^1和L^2各自独立地是未被取代的C_{1-6}亚烷基。在各方面,L^1和L^2各自独立地是未被取代的C_{1-4}亚烷基。在各方面,L^1和L^2各自独立地是未被取代的C_{1-3}亚烷基。在各方面,L^1和L^2各自独立地是未被取代的C_{1-2}亚烷基。在各方面,L^1和L^2各自独立地是未被取代的C_1亚烷基。在各方面,L^1和L^2各自独立地是未被取代的C_2亚烷基。在各方面,L^1和L^2各自独立地是未被取代的C_3亚烷基。在各方面,L^1和L^2各自独立地是未被取代的C_4亚烷基。在各方面,L^1和L^2各自独立地是被C_{1-4}烷基取代的C_{1-6}亚烷基。在各方面,L^1和L^2各自独立地是被C_{1-3}烷基取代的C_{1-4}亚烷基。在各方面,L^1和L^2各自独立地是被C_{1-2}烷基取代的C_{1-3}亚烷基。在各方面,L^1和L^2各自独立地是被甲基取代的C_{1-2}亚烷基。在各方面,L^1和L^2各自独立地是被甲基取代的C_1亚烷基。在各方面,L^1和L^2各自独立地是被甲基取代的C_2亚烷基。在各方面,L^1和L^2各自独立地是被甲基取代的C_3亚烷基。在各方面,L1和L^2各自独立地是被甲基取代的C_4亚烷基。

[0115] R^5是上文针对式(I)化合物所描述的相同定义。

[0116] 在各方面,R5独立地是R5A取代的芳基(例如C_6-C_{10}或苯基)、R^{5A}取代的杂芳基(例如5至10元、5至9元或5至6元)、R^{5A}取代的烷基(例如C_1-C_8、C_1-C_6、C_1-C_4或C_1-C_2)或R^{5A}取代的杂烷基(例如2至8元、2至6元、4至6元、2至3元或4至5元)。在各方面,R^5独立地是R^{5A}取代的芳基;其中R^{5A}独立地是氟或被至少一个氟取代的C_1-C_4烷基。在各方面,R^5独立地是R^{5A}取代的苯基。在各方面,R^5独立地是R^{5A}取代的萘基。在各方面,R^5独立地是R^{5A}取代的烷基;其中R^{5A}独立地是氟或被至少一个氟取代的C_1-C_4烷基。

[0117] 在各方面,R^{5A}独立地是氟、R^{5B}取代的烷基(例如C_1-C_8、C_1-C_6、C_1-C_4或C_1-C_2)或R^{5B}取代的杂烷基(例如2至8元、2至6元、4至6元、2至3元或4至5元);并且R^{5B}是氟。在各方面,R^{5A}独立地是R^{5B}取代的烯基;并且R^{5B}独立地是氟。

[0118] 在各方面,R^{5A}独立地是氟。在各方面,R^{5A}独立地是被至少一个氟取代的甲基。在各方面,R^{5A}独立地是-CF_3。在各方面,R^{5A}独立地是-CHF_2。在各方面,R^{5A}独立地是-CH_2F。在各方面,R^{5A}独立地是被至少一个氟取代的乙基。在各方面,R^{5A}独立地是被至少一个氟取代的丙基。在各方面,R^{5A}独立地是被至少一个氟取代的丁基。

[0119] 在各方面,R^5独立地是R^{5A}取代的芳基、R^{5A}取代的杂芳基、R^{5A}取代的烷基或R^{5A}取代的杂烷基;R^{5A}独立地是氟、R^{5B}取代的烷基、R^{5B}取代的杂烷基;R^{5B}独立地是氟。在各方面,R^5独

立地是R^{5A}取代的芳基;其中R^{5A}独立地是氟或被至少一个氟取代的C_1-C_4烷基。在各方面,R^5独立地是R^{5A}取代的5元芳基;其中R^{5A}独立地是氟或被至少一个氟取代的C_1-C_4烷基。在各方面,R^5独立地是R^{5A}取代的6元芳基;其中R^{5A}独立地是氟或被至少一个氟取代的C_1-C_4烷基。在各方面,R^5独立地是R^{5A}取代的芳基;其中R^{5A}独立地是氟或被至少一个氟取代的C_1-C_4烷基。在各方面,R^5独立地是R^{5A}取代的烷基;其中R^{5A}独立地是氟或被至少一个氟取代的C_1-C_4烷基。在各方面,R^{5A}独立地是R^{5B}取代的烷基。

[0120] R^7是上文针对式(I)化合物所描述的定义。

[0121] 在各方面,R^7独立地是未被取代或R^{7A}取代的烷基(例如C_1-C_8、C_1-C_6、C_1-C_4或C_1-C_2)、未被取代或R^{7A}取代的杂烷基(例如2至8元、2至6元、4至6元、2至3元或4至5元)、未被取代或R^{7A}取代的芳基(例如C_6-C_{10}或苯基)或未被取代或R^{7A}取代的杂芳基(例如5至10元、5至9元或5至6元)。在各方面,R^7独立地是未被取代或R^{7A}取代的烷基。在各方面,R^7独立地是R^{7A}取代的芳基;其中R^{7A}独立地是氟或被至少一个氟取代的C_1-C_4烷基。在各方面,R^7独立地是R^{7A}取代的苯基。在各方面,R^7独立地是R^{7A}取代的萘基。

[0122] 在各方面,R^{7A}独立地是氟、R^{7B}取代的烷基(例如C_1-C_8、C_1-C_6、C_1-C_4或C_1-C_2)或R^{7B}取代的杂烷基(例如2至8元、2至6元、4至6元、2至3元或4至5元);并且R^{7B}独立地是氟。在各方面,R^{7A}独立地是R7B取代的烯基;并且R^{7B}独立地是氟。

[0123] 在各方面,R^7独立地是未被取代或R^{7A}取代的烷基或未被取代或R^{7A}取代的芳基;其中R^{7A}独立地是氟或R^{7B}取代的烷基;其中R^{7B}独立地是氟。在各方面,R^{7A}独立地是氟。在各方面,R^{7A}独立地是R7B取代的烷基;并且R^{7B}独立地是氟。

[0124] 在各方面,R^{7A}独立地是被至少一个氟取代的C_{1-4}烷基。在各方面,R^{7A}独立地是被至少一个氟取代的甲基。在各方面,R^{7A}独立地是-CF_3。在各方面,R^{7A}独立地是-CHF_2。在各方面,R^{7A}独立地是-CH_2F。在各方面,R^{7A}独立地是被至少一个氟取代的乙基。在各方面,R^{7A}独立地是被至少一个氟取代的丙基。在各方面,R^{7A}独立地是被至少一个氟取代的丁基。

[0125] 在各方面,R^7独立地是未被取代或R^{7A}取代的烷基、未被取代或R^{7A}取代的杂烷基、未被取代或R^{7A}取代的芳基或未被取代或R^{7A}取代的杂芳基;R^{7A}独立地是氟、R^{7B}取代的烷基或R^{7B}取代的杂烷基;R^{7B}独立地是氟。在各方面,R^7独立地是未被取代或R^{7A}取代的烷基或未被取代或R7A取代的芳基;R7A独立地是氟、R^{7B}取代的烷基或R^{7B}取代的杂烷基;R^{7B}独立地是氟。在各方面,R^7独立地是苯基、未被取代的C_1-C_6烷基或被至少一个氟取代的C_1-C_6烷基。在各方面,R^7独立地是未被取代或R^{7A}取代的烷基或未被取代或R7A取代的芳基;其中R7A独立地是氟或R^{7B}取代的烷基;其中R^{7B}独立地是氟。在各方面,R^7独立地是未被取代或R^{7A}取代的烷基。在各方面,R^{7A}独立地是R^{7B}取代的C_1-C_6烷基。在各方面,R^{7A}独立地是R^{7B}取代的C_1-C_3烷基。

[0126] m和n是上文针对式(I)化合物所述的相同定义。

[0127] 在各方面,m和n为1至约100的整数。在各方面,m和n为1至约90的整数。在各方面,m和n为1至约80的整数。在各方面,m和n为1至约70的整数。在各方面,m和n为1至约60的整数。在各方面,m和n为1至约50的整数。在各方面,m和n为1至约40的整数。在各方面,m和n为1至约30的整数。在各方面,m和n为1至约25的整数。在各方面,m和n为1至约20的整数。在各方面,m和n为1至约15的整数。在各方面,m和n为1至约10的整数。在各方面,m和n为5至约20的整数。在各方面,m和n为5至约15的整数。

[0128] 在实施方案中,m:n的比率为约10:90至约90:10。在各方面,m:n的比率为约20:80

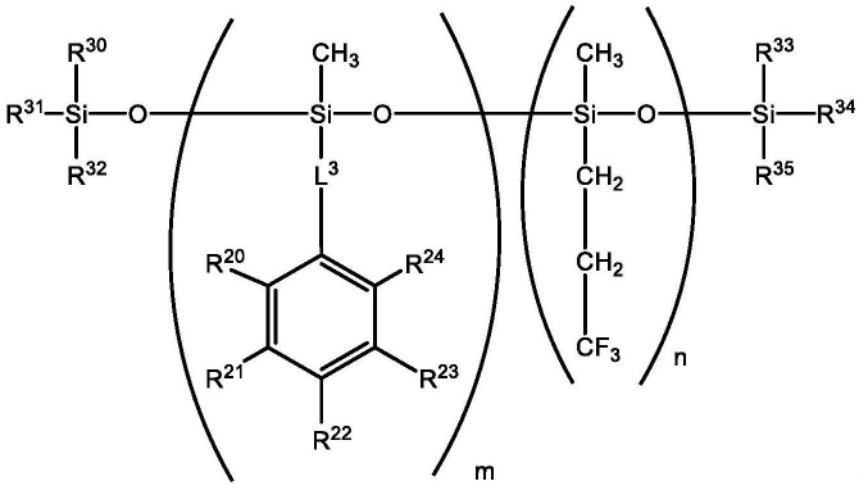
至约80:20。在各方面,m:n的比率为约25:75至约75:25。在各方面,m:n的比率为约30:70至约70:30。在各方面,m:n的比率为约40:60至约60:40。在各方面,m:n的比率为约40:60至约50:50。在各方面,m:n的比率为约45:55至约55:45。在各方面,m:n的比率为约45:55。在各方面,m:n的比率为约40:60。在各方面,m:n的比率为约50:50。在各方面,m:n的比率为约55:45。

实施方案中,共聚物具有如上文针对式(I)化合物所描述的数均分子量。在各方面,共聚物的数均分子量为约500至约10,000。在各方面,共聚物的数均分子量为约1,000至约6,000。在各方面,共聚物的数均分子量为约2,000至约5,000。在各方面,共聚物的数均分子量为约3,000至约4,000。在各方面,共聚物的数均分子量为约3,500。

[0129] 在各方面,R^1、R^2、R^3、R^8、R^9和R^{10}各自独立地为氢、未被取的代C_1-C_6烷基或被至少一个氟取代的C_1-C_6烷基;R^4和R^6各自独立地为氢、被取代或未被取代的C_1-C_6烷基或被取代或未被取代的苯基;L^1和L^2各自独立地是键或被取代或未被取代的C_1-C_6亚烷基;R^5是5或6元R^{5A}取代的芳基,其中R^{5A}为氟或被至少一个氟取代的C_1-C_4烷基;R^7是未被取代的苯基,被至少一个氟取代的苯基、未被取代的C_1-C_6烷基或被至少一个氟取代的C_1-C_6烷基;并且m和n各自独立地为1至约50的整数。

[0130] 在各方面,R^1、R^2、R^3、R^8、R^9和R^{10}各自独立地为氢、-CH_3或-CF_3;R^4独立地是氢或-CH_3;R^6独立地是氢、-CH_3或未被取代的苯基;L^1独立地是未被取代的亚甲基,亚甲基被C_{1-2}烷基取代,未被取代的亚乙基、被C_{1-2}烷基取代的乙烯、未被取代的亚丙基或被C_{1-2}烷基取代的亚甲基;L^2独立地是键、未被取代的亚甲基、未被取代的亚乙基或未被取代的亚丙基;R^5独立地是被1至5个氟取代的苯基;R^7独立地是被1至5个氟取代的苯基或被1至3个氟取代的甲基;并且m和n各自独立地为1至约25的整数。

[0131] 在实施方案中,本公开提供了一种式(B)的氟硅共聚物:



(B);

其中R^{20}、R^{21}、R^{22}、R^{23}和R^{24}各自独立地是氢、氟或被至少一个氟取代的C_1-C_4烷基;L^3独立地是-$(CH_2)_2$-或-$CH(CH_3)$-;R^{30}、R^{31}、R^{32}、R^{33}、R^{34}和R^{35}各自独立地是-CH_3或-CF_3;并且m和n各自独立地为1至20的整数,并且m:n的比率为约25:75至约75:25。本文所述的共聚物可以是无规、嵌段或交替的。共聚物可以是直链或支链的。在各方面,共聚物是无规和直链的。

[0132] 在各方面,L^3在1%至99%的m个单元中是-$(CH_2)_2$,并且L^3在99%至1%的m个单元中是-$CH(CH_3)$-。在各方面,L^3在5%至95%的m个单元中是-$(CH_2)_2$,并且L^3在95%至5%的m个

单元中是-CH(CH_3)-。在各方面，L^3在10％至90％的m个单元中是-(CH_2)$_2$，并且L^3在90％至10％的m个单元中是-CH(CH_3)-。在各方面，L^3在20％至80％的m个单元中是-(CH_2)$_2$，并且L^3在80％至20％的m个单元中是-CH(CH_3)-。在各方面，L^3在30％至80％的m个单元中是-(CH_2)$_2$，并且L^3在70％至20％的m个单元中是-CH(CH_3)-。在各方面，L^3在40％至80％的m个单元中是-(CH_2)$_2$，并且L^3在60％至20％的m个单元中是-CH(CH_3)-。在各方面，L^3在50％至80％的m个单元中是-(CH_2)$_2$，并且L^3在50％至20％的m个单元中是-CH(CH_3)-。在各方面，L^3是-(CH_2)$_2$-。在各方面，L^3是-CH(CH_3)-。

[0133] 在各方面，m和n各自独立地为2至18的整数。在各方面，m和n各自独立地为4至16的整数。在各方面，m和n各自独立地为5至15的整数。在各方面，m和n各自独立地为6至12的整数。在各方面，m:n的比率为约40:60至约60:40。在各方面，m:n的比率为约40:60至约50:50。在各方面，m:n的比率为约45:55。在各方面，m:n的比率为约40:60。在各方面，m:n的比率为约50:50。在各方面，m:n的比率为约55:45。

[0134] 在各方面，共聚物的数均分子量为约500至约8,000。在各方面，共聚物的数均分子量为约1,000至约6,000。在各方面，共聚物的数均分子量为约2,000至约5,000。在各方面，共聚物的数均分子量为约3,000至约4,000。在各方面，共聚物的数均分子量为约3,500。

[0135] 在各方面，R^{20}独立地是氢。在各方面，R^{20}独立地是氟。在各方面，R^{20}独立地是被至少一个氟取代的C_1-C_4烷基。在各方面，R^{20}独立地是被至少一个氟取代的甲基。在各方面，R^{20}独立地是-CF_3。在各方面，R^{20}独立地是-CHF_2。在各方面，R^{20}独立地是-CH_2F。在各方面，R^{20}独立地是被至少一个氟取代的乙基。在各方面，R^{20}独立地是被至少一个氟取代的丙基。在各方面，R^{20}独立地是被至少一个氟取代的丁基。

[0136] 在各方面，R^{21}独立地是氢。在各方面，R^{21}独立地是氟。在各方面，R^{21}独立地是被至少一个氟取代的C_1-C_4烷基。在各方面，R^{21}独立地是被至少一个氟取代的甲基。在各方面，R^{21}独立地是-CF_3。在各方面，R^{21}独立地是-CHF_2。在各方面，R^{21}独立地是-CH_2F。在各方面，R^{21}独立地是被至少一个氟取代的乙基。在各方面，R^{21}独立地是被至少一个氟取代的丙基。在各方面，R^{21}独立地是被至少一个氟取代的丁基。

[0137] 在各方面，R^{22}独立地是氢。在各方面，R^{22}独立地是氟。在各方面，R^{22}独立地是被至少一个氟取代的C_1-C_4烷基。在各方面，R^{22}独立地是被至少一个氟取代的甲基。在各方面，R^{22}独立地是-CF_3。在各方面，R^{22}独立地是-CHF_2。在各方面，R^{22}独立地是-CH_2F。在各方面，R^{22}独立地是被至少一个氟取代的乙基。在各方面，R^{22}独立地是被至少一个氟取代的丙基。在各方面，R^{22}独立地是被至少一个氟取代的丁基。

[0138] 在各方面，R^{23}独立地是氢。在各方面，R^{23}独立地是氟。在各方面，R^{23}独立地是被至少一个氟取代的C_1-C_4烷基。在各方面，R^{23}独立地是被至少一个氟取代的甲基。在各方面，R^{23}独立地是-CF_3。在各方面，R^{23}独立地是-CHF_2。在各方面，R^{23}独立地是-CH_2F。在各方面，R^{23}独立地是被至少一个氟取代的乙基。在各方面，R^{23}独立地是被至少一个氟取代的丙基。在各方面，R^{23}独立地是被至少一个氟取代的丁基。

[0139] 在各方面，R^{24}独立地是氢。在各方面，R^{24}独立地是氟。在各方面，R^{24}独立地是被至少一个氟取代的C_1-C_4烷基。在各方面，R^{24}独立地是被至少一个氟取代的甲基。在各方面，R^{24}独立地是-CF_3。在各方面，R^{24}独立地是-CHF_2。在各方面，R^{24}独立地是-CH_2F。在各方面，R^{24}独立地是被至少一个氟取代的乙基。在各方面，R^{24}独立地是被至少一个氟取代的正丙基。在各

方面,R^{24}独立地是被至少一个氟取代的丁基。

[0140] 在各方面,R^{20}和R^{24}是氢;并且R^{21}、R^{22}和R^{23}是氟。在各方面,R^{20}、R^{21}、R^{22}、R^{23}和R^{24}中的至少一者是氟或被至少一个氟取代的C_1-C_2烷基。在各方面,R^{20}、R^{21}、R^{22}、R^{23}和R^{24}各自独立地是氢、氟或被至少一个氟取代的甲基。在各方面,R^{20}、R^{21}、R^{22}、R^{23}和R^{24}中的至少一者是氟。在各方面,R^{20}、R^{21}、R^{22}、R^{23}和R^{24}中的至少一者是被至少一个氟取代的甲基。在各方面,R^{20}、R^{21}、R^{22}、R^{23}和R^{24}中的至少一者是被至少一个氟取代的乙基。在各方面,R^{20}、R^{21}和R^{24}是氢;并且R^{22}和R^{23}是氟。在各方面,R^{20}、R^{21}、R^{23}和R^{24}是氢,并且R^{22}是-CF_3。

[0141] 在各方面,R^{20}、R^{21}、R^{23}和R^{24}是氢并且R^{22}是氟。在各方面,R^{20}、R^{21}、R^{22}和R^{24}是氢并且R^{23}是氟。在各方面,R^{20}、R^{21}、R^{22}和R^{23}是氢并且R^{24}是氟。在各方面,R^{20}、R^{21}、R^{22}和R^{24}是氢,并且R^{23}是-CF_3。在各方面,R20、R^{21}、R^{22}和R^{23}是氢,并且R^{24}是-CF_3。

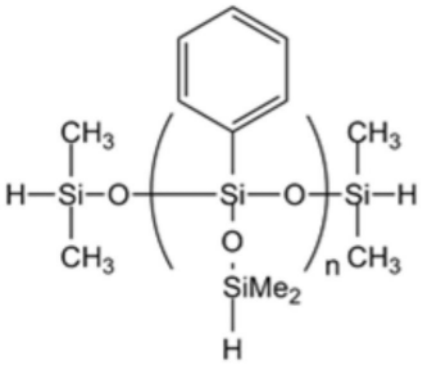
[0142] 在各方面,R^{20}、R^{21}和R^{24}是氢,并且R^{22}和R^{23}是氟。在各方面,R^{20}、R^{21}和R^{23}是氢,并且R^{22}和R^{24}是氟。在各方面,R^{20}、R^{22}和R^{24}是氢,并且R^{21}和R^{23}是氟。在各方面,R^{20}、R^{22}和R^{23}是氢,并且R^{21}和R^{24}是氟。在各方面,R^{20}、R^{22}和R^{24}是氢,并且R^{20}和R^{24}是氟。在各方面,R^{22}、R^{23}和R^{24}是氢,并且R^{20}和R^{21}是氟。

[0143] 在各方面,R^{20}和R^{21}是氢,并且R^{22}、R^{23}和R^{24}是氟。在各方面,R^{20}和R^{22}是氢,并且R^{21}、R^{23}和R^{24}是氟。在各方面,R^{21}和R^{22}是氢,并且R^{20}、R^{23}和R^{24}是氟。

[0144] 在各方面,R^{20}是氢,并且R^{21}、R^{22}、R^{23}和R^{24}是氟。在各方面,R^{21}是氢,并且R^{20}、R^{22}、R^{23}和R^{24}是氟。在各方面,R^{22}是氢,并且R^{20}、R^{21}、R^{23}和R^{24}是氟。

[0145] R^{30}、R^{31}、R^{32}、R^{33}、R^{34}和R^{35}各自独立地是-CH_3或-CF_3。在各方面,R^{30}、R^{31}、R^{32}、R^{33}、R^{34}和R^{35}各自是-CH_3。在各方面,R^{30}、R^{31}、R^{32}、R^{33}、R^{34}和R^{35}各自是-CF_3。

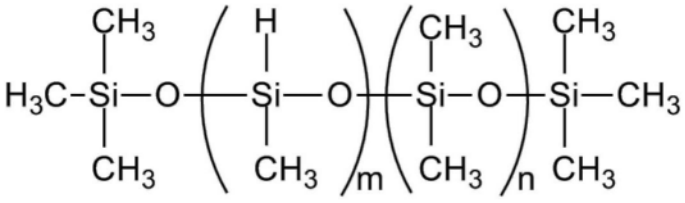
[0146] 在实施方案中,氟硅聚合物由基础聚合物合成,所述基础聚合物是式(II)的氢化物封端的聚苯基-(二甲基氢甲硅烷氧基)硅氧烷:



(II);

其中n如本文针对式(I)化合物所定义。在各方面,通过使式(II)化合物与式(III)化合物、式(E)化合物、式(D)化合物、式(D1)化合物、式(D2)化合物或式(D3)化合物反应来合成聚合物。

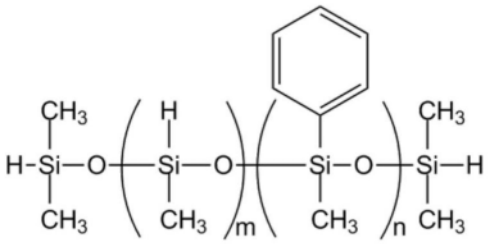
[0147] 在实施方案中,对称氟硅共聚物由以氢化物官能团封端的侧链的基础聚合物合成。一种氢化物链端封端的聚(二甲基硅氧烷),如甲基氢硅氧烷-二甲基硅氧烷共聚物、根据式(IV)的三甲基硅氧烷封端的(HMS-082)。各种含氟化合物可用于平衡折射率和溶解性质。



(IV)；

其中n如本文针对式(I)、式(A)和式(B)的化合物所定义。在各方面，通过使式(IV)化合物与式(III)化合物、式(E)化合物、式(D)化合物、式(D1)化合物、式(D2)化合物或式(D3)化合物反应来合成聚合物。

[0148] 在实施方案中，使用式(VII)化合物，并通过将氟官能团如稳定的短链氟烷烃添加到共氢化物-苯基的基础聚合物中进行改性来合成氟苯基共聚物。溶解性和折射性质可以通过共聚物的一个部分中的氟的量和整个聚合物的该部分的百分比来平衡。与其他方法一样，如果RI太高或太低，则可以调节官能团的氟含量，如果过于可溶，则可以改变基础聚合物的氢化物浓度，并且改变基础聚合物的分子量以调节粘度。



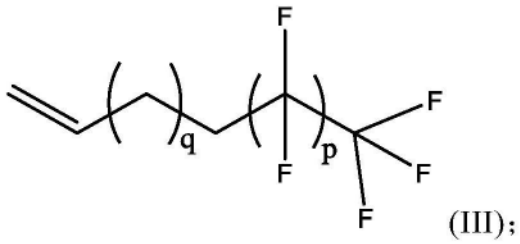
(VII)；

其中n如本文针对式(I)、式(A)和式(B)的化合物所定义。在各方面，通过使式(VII)化合物与式(III)化合物、式(E)化合物、式(D)化合物、式(D1)化合物、式(D2)化合物或式(D3)化合物反应来合成聚合物。

[0149] 在实施方案中，氟硅聚合物或共聚物具有纯烃官能团，但弹性体具有与光学性质相匹配的氟基和烃基的共混物，同时保持化学惰性。应当理解，液体光学材料不需要类似。液体光学材料可以是光学匹配的，并且在化学上不依赖于硅弹性体，例如丙二醇。

[0150] 可以添加多种稳定的短链氟烷烃中的任何一种，如式(III)或式(E)的化合物，以产生在每个重复单元内平衡折射率和溶解度参数的分子。可以调节官能团的氟含量以增加或降低最终产物的折射率。还可以改变基础聚合物的分子量以调节粘度。或者，可以添加根据式(D)、(D1)、(D2)或(D3)的氟官能化的环状芳族化合物以平衡折射率和溶解度参数。

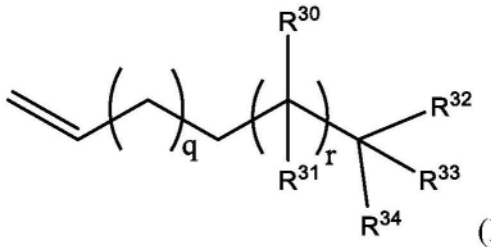
[0151] 式(III)化合物为：



(III)；

其中p和q各自独立地为1至5的整数。

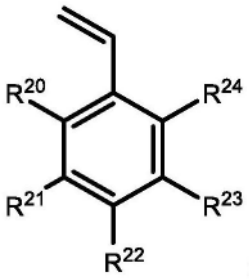
[0152] 式(E)化合物为：



(E);

其中,q和r各自独立地为0至6的整数;并且R^{30}、R^{31}、R^{32}、R^{33}和R^{34}各自独立地是氢、氟或被至少一个氟取代的C_1-C_4烷基;条件是R^{30}、R^{31}、R^{32}、R^{33}和R^{34}并不都是氢。

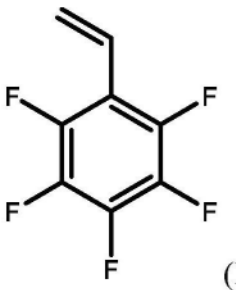
[0153] 式(D)化合物为:



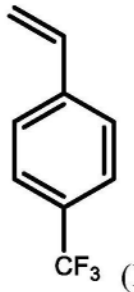
(D);

其中R^{20}、R^{21}、R^{22}、R^{23}和R^{24}如本文所定义。

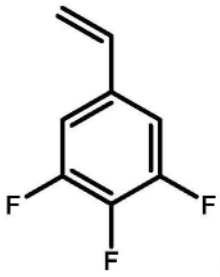
[0154] 式(D1)、(D2)和(D3)的化合物为:



(D1);

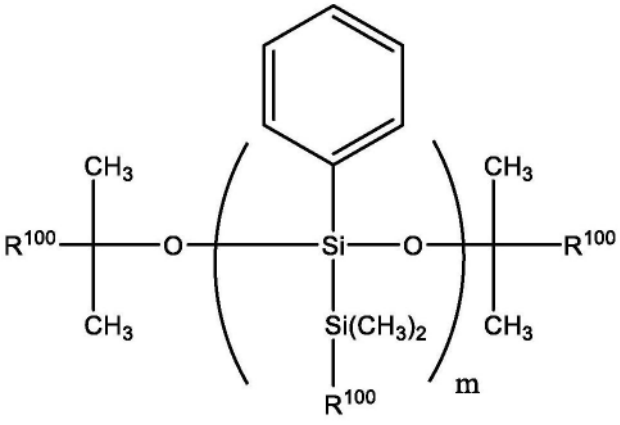


(D2);和



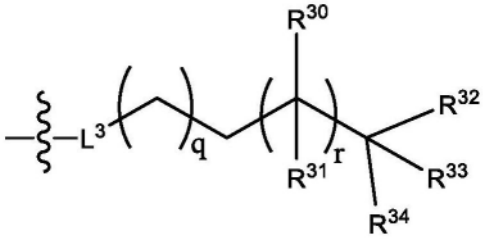
(D3)。

[0155] 在各方面,式(II)化合物与式(III)化合物或式(D)的化合物反应以产生式(VIII)的氟硅聚合物:

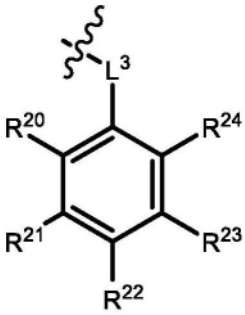


(VIII);

其中R^{100}是

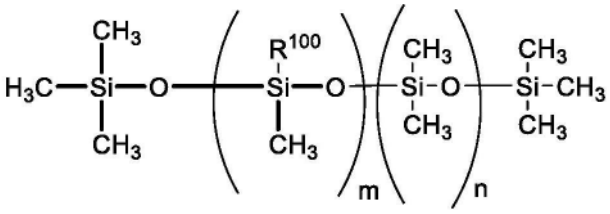


（当反应物是式（III）化合物时）或



(当反应物是式(D)化合物时)；其中L^3独立地是-$(CH_2)_2$-或-$CH(CH_3)$-，R^{30}、R^{31}、R^{32}、R^{33}、R^{34}、q、r、m、R^{20}、R^{21}、R^{22}、R^{23}、R^{24}如本文所定义。

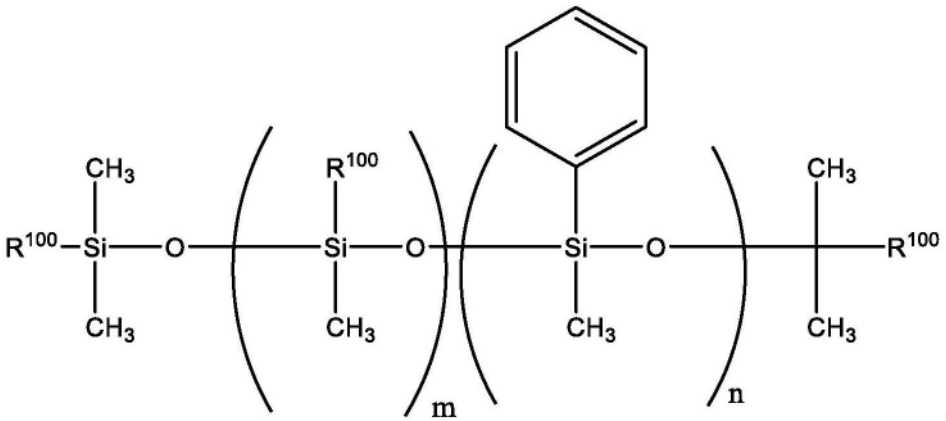
[0156] 在各方面，使式(IV)化合物与式(III)化合物或式(D)化合物反应以产生式(IX)的氟硅共聚物：



其中R^{100}、m和n如本文所定义。

(IX)，

[0157] 在各方面，使式(VII)化合物与式(III)化合物或式(D)化合物反应以产生式(X)的氟硅共聚物：



其中

(X)，

R^{100}、m和n如本文所定义。

[0158] 在各方面，液体光学材料是式(I)、式(A)或式(B)中任一者的硅共聚物，其中共聚物的m个单元被确定为“苯基”含量，并且共聚物的n个单元被确定为氟含量。在各方面，共聚物是具有大于20％的氟含量至高达约60％的氟含量以降低RI的硅油。在各方面，硅油的氟含量可以在30％至约50％之间。液体光学材料的氟含量的该范围可以提供相对于固体透镜部件的材料(例如，PDMS)的足够的化学不相似性。在各方面，液体光学材料还具有大于约1.0％至约10％的苯基含量，以提供与固体透镜部件的材料(例如，PDMS)的折射率匹配。在

各方面,硅油的苯基含量可以在约1.5%至约5%之间。在各方面,液体光学材料是具有大于20%的氟含量和大于1.5%的苯基含量的硅油。在各方面,液体光学材料是具有大于40%的氟含量和大于5%的苯基含量的硅油。

[0159] 在各方面,液体光学材料是具有大于约20%氟含量并具有大于约1%苯基含量、或大于约1.5%苯基含量、或大于约2%苯基含量、或大于约2.5%苯基含量、或大于约3%苯基含量、或大于约3.5%苯基含量、或大于约4%苯基含量、或大于约4.5%苯基含量、或大于约5%苯基含量、或大于约5.5%苯基含量、或大于约6%苯基含量、或大于约6.5%苯基含量、或大于约7%苯基含量、或大于约7.5%苯基含量、或大于约8%苯基含量、或大于约8.5%苯基含量、或大于约9%苯基含量、或大于约9.5%苯基含量、或大于约10%苯基含量、或大于约20%苯基含量、或大于约30%苯基含量、或大于约40%苯基含量或大于约50%苯基含量的硅油。

[0160] 在各方面,液体光学材料是具有大于约25%氟含量并具有大于约1%苯基含量、或大于约1.5%苯基含量、或大于约2%苯基含量、或大于约2.5%苯基含量、或大于约3%苯基含量、或大于约3.5%苯基含量、或大于约4%苯基含量、或大于约4.5%苯基含量、或大于约5%苯基含量、或大于约5.5%苯基含量、或大于约6%苯基含量、或大于约6.5%苯基含量、或大于约7%苯基含量、或大于约7.5%苯基含量、或大于约8%苯基含量、或大于约8.5%苯基含量、或大于约9%苯基含量、或大于约9.5%苯基含量、或大于约10%苯基含量、或大于约20%苯基含量、或大于约30%苯基含量、或大于约40%苯基含量或大于约50%苯基含量的硅油。

[0161] 在各方面,液体光学材料是具有大于约30%氟含量并具有大于约1%苯基含量、或大于约1.5%苯基含量、或大于约2%苯基含量、或大于约2.5%苯基含量、或大于约3%苯基含量、或大于约3.5%苯基含量、或大于约4%苯基含量、或大于约4.5%苯基含量、或大于约5%苯基含量、或大于约5.5%苯基含量、或大于约6%苯基含量、或大于约6.5%苯基含量、或大于约7%苯基含量、或大于约7.5%苯基含量、或大于约8%苯基含量、或大于约8.5%苯基含量、或大于约9%苯基含量、或大于约9.5%苯基含量、或大于约10%苯基含量、或大于约20%苯基含量、或大于约30%苯基含量、或大于约40%苯基含量或大于约50%苯基含量的硅油。

[0162] 在各方面,液体光学材料是具有大于约35%氟含量并具有大于约1%苯基含量、或大于约1.5%苯基含量、或大于约2%苯基含量、或大于约2.5%苯基含量、或大于约3%苯基含量、或大于约3.5%苯基含量、或大于约4%苯基含量、或大于约4.5%苯基含量、或大于约5%苯基含量、或大于约5.5%苯基含量、或大于约6%苯基含量、或大于约6.5%苯基含量、或大于约7%苯基含量、或大于约7.5%苯基含量、或大于约8%苯基含量、或大于约8.5%苯基含量、或大于约9%苯基含量、或大于约9.5%苯基含量、或大于约10%苯基含量、或大于约20%苯基含量、或大于约30%苯基含量、或大于约40%苯基含量或大于约50%苯基含量的硅油。

[0163] 在各方面,液体光学材料是具有大于约40%氟含量并具有大于约1%苯基含量、或大于约1.5%苯基含量、或大于约2%苯基含量、或大于约2.5%苯基含量、或大于约3%苯基含量、或大于约3.5%苯基含量、或大于约4%苯基含量、或大于约4.5%苯基含量、或大于约5%苯基含量、或大于约5.5%苯基含量、或大于约6%苯基含量、或大于约6.5%苯基含量、

或大于约7％苯基含量、或大于约7.5％苯基含量、或大于约8％苯基含量、或大于约8.5％苯基含量、或大于约9％苯基含量、或大于约9.5％苯基含量、或大于约10％苯基含量、或大于约20％苯基含量、或大于约30％苯基含量、或大于约40％苯基含量或大于约50％苯基含量的硅油。

[0164] 在各方面，液体光学材料是具有大于约45％氟含量并具有大于约1％苯基含量、或大于约1.5％苯基含量、或大于约2％苯基含量、或大于约2.5％苯基含量、或大于约3％苯基含量、或大于约3.5％苯基含量、或大于约4％苯基含量、或大于约4.5％苯基含量、或大于约5％苯基含量、或大于约5.5％苯基含量、或大于约6％苯基含量、或大于约6.5％苯基含量、或大于约7％苯基含量、或大于约7.5％苯基含量、或大于约8％苯基含量、或大于约8.5％苯基含量、或大于约9％苯基含量、或大于约9.5％苯基含量、或大于约10％苯基含量、或大于约20％苯基含量、或大于约30％苯基含量、或大于约40％苯基含量或大于约50％苯基含量的硅油。

[0165] 在各方面，液体光学材料是具有大于约50％氟含量并具有大于约1％苯基含量、或大于约1.5％苯基含量、或大于约2％苯基含量、或大于约2.5％苯基含量、或大于约3％苯基含量、或大于约3.5％苯基含量、或大于约4％苯基含量、或大于约4.5％苯基含量、或大于约5％苯基含量、或大于约5.5％苯基含量、或大于约6％苯基含量、或大于约6.5％苯基含量、或大于约7％苯基含量、或大于约7.5％苯基含量、或大于约8％苯基含量、或大于约8.5％苯基含量、或大于约9％苯基含量、或大于约9.5％苯基含量、或大于约10％苯基含量、或大于约20％苯基含量、或大于约30％苯基含量、或大于约40％苯基含量或大于约50％苯基含量的硅油。

[0166] 在各方面，液体光学材料是具有大于约55％氟含量并具有大于约1％苯基含量、或大于约1.5％苯基含量、或大于约2％苯基含量、或大于约2.5％苯基含量、或大于约3％苯基含量、或大于约3.5％苯基含量、或大于约4％苯基含量、或大于约4.5％苯基含量、或大于约5％苯基含量、或大于约5.5％苯基含量、或大于约6％苯基含量、或大于约6.5％苯基含量、或大于约7％苯基含量、或大于约7.5％苯基含量、或大于约8％苯基含量、或大于约8.5％苯基含量、或大于约9％苯基含量、或大于约9.5％苯基含量、或大于约10％苯基含量、或大于约20％苯基含量、或大于约30％苯基含量、或大于约40％苯基含量或大于约50％苯基含量的硅油。

[0167] 在各方面，液体光学材料是具有大于约60％氟含量并具有大于约1％苯基含量、或大于约1.5％苯基含量、或大于约2％苯基含量、或大于约2.5％苯基含量、或大于约3％苯基含量、或大于约3.5％苯基含量、或大于约4％苯基含量、或大于约4.5％苯基含量、或大于约5％苯基含量、或大于约5.5％苯基含量、或大于约6％苯基含量、或大于约6.5％苯基含量、或大于约7％苯基含量、或大于约7.5％苯基含量、或大于约8％苯基含量、或大于约8.5％苯基含量、或大于约9％苯基含量、或大于约9.5％苯基含量、或大于约10％苯基含量、或大于约20％苯基含量、或大于约30％苯基含量、或大于约40％苯基含量或大于约50％苯基含量的硅油。

[0168] 在各方面，液体光学材料是具有大于约65％氟含量并具有大于约1％苯基含量、或大于约1.5％苯基含量、或大于约2％苯基含量、或大于约2.5％苯基含量、或大于约3％苯基含量、或大于约3.5％苯基含量、或大于约4％苯基含量、或大于约4.5％苯基含量、或大于约

5%苯基含量、或大于约5.5%苯基含量、或大于约6%苯基含量、或大于约6.5%苯基含量、或大于约7%苯基含量、或大于约7.5%苯基含量、或大于约8%苯基含量、或大于约8.5%苯基含量、或大于约9%苯基含量、或大于约9.5%苯基含量、或大于约10%苯基含量、或大于约20%苯基含量、或大于约30%苯基含量、或大于约40%苯基含量或大于约50%苯基含量的硅油。在一些实施方案中,液体光学材料是具有大于约70%氟含量并具有大于约1%苯基含量、或大于约1.5%苯基含量、或大于约2%苯基含量、或大于约2.5%苯基含量、或大于约3%苯基含量、或大于约3.5%苯基含量、或大于约4%苯基含量、或大于约4.5%苯基含量、或大于约5%苯基含量、或大于约5.5%苯基含量、或大于约6%苯基含量、或大于约6.5%苯基含量、或大于约7%苯基含量、或大于约7.5%苯基含量、或大于约8%苯基含量、或大于约8.5%苯基含量、或大于约9%苯基含量、或大于约9.5%苯基含量、或大于约10%苯基含量、或大于约20%苯基含量、或大于约30%苯基含量、或大于约40%苯基含量或大于约50%苯基含量的硅油。

[0169] 在各方面,液体光学材料是具有大于约75%氟含量并具有大于约1%苯基含量、或大于约1.5%苯基含量、或大于约2%苯基含量、或大于约2.5%苯基含量、或大于约3%苯基含量、或大于约3.5%苯基含量、或大于约4%苯基含量、或大于约4.5%苯基含量、或大于约5%苯基含量、或大于约5.5%苯基含量、或大于约6%苯基含量、或大于约6.5%苯基含量、或大于约7%苯基含量、或大于约7.5%苯基含量、或大于约8%苯基含量、或大于约8.5%苯基含量、或大于约9%苯基含量、或大于约9.5%苯基含量、或大于约10%苯基含量、或大于约20%苯基含量、或大于约30%苯基含量、或大于约40%苯基含量或大于约50%苯基含量的硅油。

[0170] 在各方面,液体光学材料是具有大于约80%氟含量并具有大于约1%苯基含量、或大于约1.5%苯基含量、或大于约2%苯基含量、或大于约2.5%苯基含量、或大于约3%苯基含量、或大于约3.5%苯基含量、或大于约4%苯基含量、或大于约4.5%苯基含量、或大于约5%苯基含量、或大于约5.5%苯基含量、或大于约6%苯基含量、或大于约6.5%苯基含量、或大于约7%苯基含量、或大于约7.5%苯基含量、或大于约8%苯基含量、或大于约8.5%苯基含量、或大于约9%苯基含量、或大于约9.5%苯基含量、或大于约10%苯基含量、或大于约20%苯基含量、或大于约30%苯基含量、或大于约40%苯基含量或大于约50%苯基含量的硅油。

[0171] 在各方面,液体光学材料是具有大于约85%氟含量并具有大于约1%苯基含量、或大于约1.5%苯基含量、或大于约2%苯基含量、或大于约2.5%苯基含量、或大于约3%苯基含量、或大于约3.5%苯基含量、或大于约4%苯基含量、或大于约4.5%苯基含量、或大于约5%苯基含量、或大于约5.5%苯基含量、或大于约6%苯基含量、或大于约6.5%苯基含量、或大于约7%苯基含量、或大于约7.5%苯基含量、或大于约8%苯基含量、或大于约8.5%苯基含量、或大于约9%苯基含量、或大于约9.5%苯基含量、或大于约10%苯基含量、或大于约20%苯基含量、或大于约30%苯基含量、或大于约40%苯基含量或大于约50%苯基含量的硅油。

[0172] 在各方面,液体光学材料是具有大于约90%氟含量并具有大于约1%苯基含量、或大于约1.5%苯基含量、或大于约2%苯基含量、或大于约2.5%苯基含量、或大于约3%苯基含量、或大于约3.5%苯基含量、或大于约4%苯基含量、或大于约4.5%苯基含量、或大于约

5％苯基含量、或大于约5.5％苯基含量、或大于约6％苯基含量、或大于约6.5％苯基含量、或大于约7％苯基含量、或大于约7.5％苯基含量、或大于约8％苯基含量、或大于约8.5％苯基含量、或大于约9％苯基含量、或大于约9.5％苯基含量、或大于约10％苯基含量、或大于约20％苯基含量、或大于约30％苯基含量、或大于约40％苯基含量或大于约50％苯基含量的硅油。

[0173] 在各方面,液体光学材料是具有大于约95％氟含量并具有大于约1％苯基含量、或大于约1.5％苯基含量、或大于约2％苯基含量、或大于约2.5％苯基含量、或大于约3％苯基含量、或大于约3.5％苯基含量、或大于约4％苯基含量、或大于约4.5％苯基含量、或大于约5％苯基含量、或大于约5.5％苯基含量、或大于约6％苯基含量、或大于约6.5％苯基含量、或大于约7％苯基含量、或大于约7.5％苯基含量、或大于约8％苯基含量、或大于约8.5％苯基含量、或大于约9％苯基含量、或大于约9.5％苯基含量、或大于约10％苯基含量、或大于约20％苯基含量、或大于约30％苯基含量、或大于约40％苯基含量或大于约50％苯基含量的硅油。

[0174] 在各方面,液体光学材料是具有约100％氟含量并具有大于约1％苯基含量、或大于约1.5％苯基含量、或大于约2％苯基含量、或大于约2.5％苯基含量、或大于约3％苯基含量、或大于约3.5％苯基含量、或大于约4％苯基含量、或大于约4.5％苯基含量、或大于约5％苯基含量、或大于约5.5％苯基含量、或大于约6％苯基含量、或大于约6.5％苯基含量或大于约7％苯基含量、或大于约7.5％苯基含量、或大于约8％苯基含量、或大于约8.5％苯基含量、或大于约9％苯基含量、或大于约9.5％苯基含量、或大于约10％苯基含量、或大于约20％苯基含量、或大于约30％苯基含量、或大于约40％苯基含量或大于约50％苯基含量的硅油。

[0175] 组合物

[0176] 在一个方面,提供了一种液体光学材料。液体光学材料在本文中另选地称为“组合物”。液体光学材料包括本文所述的氟硅聚合物和/或共聚物。例如,组合物可包含多种式(I)、式(A)、式(B)的共聚物或式(VII)-(XVI)的聚合物或共聚物中的任何一种。在各方面,组合物包含多种式(I)的共聚物。在各方面,组合物包含多种式(A)的共聚物。在各方面,组合物包含多种式(B)的共聚物。

[0177] 出于本公开的目的,短语“包含多种式(I)的共聚物的组合物”等同于短语“包含式(I)的共聚物的组合物”。类似地,短语“包含多种式(A)的共聚物的组合物”等同于短语“包含式(A)的共聚物的组合物”。类似地,短语“包含多种式(B)的共聚物的组合物”等同于短语“包含式(B)的共聚物的组合物”。这种语言类似地适用于式(VII)至(XVI)的聚合物和共聚物。

[0178] 除了包含多种式(I)、式(A)、式(B)或式(VII)-(XVI)中任一者的共聚物,该组合物可还包含一种或多种杂质。“杂质”是在透镜中使用的组合物中存在的任何不希望的化合物。例如,杂质包括用于产生共聚物和/或反应产物(例如,落在预期产生的式(I)、式(A)、式(B)、或式(VII)-(XVI)中任一者的共聚物的范围外的任何聚合物或共聚物)的催化剂和/或反应物(例如,起始材料,诸如式(E)和(D)的化合物)。例如,杂质可以是分子量高于或低于式(I)、式(A)、式(B)或式(VII)-(XVI)中任一者的共聚物的所需分子量的共聚物(即,反应产物)。例如,分子量小于所需共聚物的分子量的化合物是杂质(即,不希望的),因为其可以

溶胀透镜的硅弹性体。分子量大于所需共聚物的分子量的化合物是杂质(即,不希望的),因为其可以增加组合物的粘度。

[0179] 在各方面,本公开提供了一种组合物,所述组合物包含式(I)的共聚物和一种或多种杂质。在各方面,本公开提供了一种组合物,所述组合物包含式(A)的共聚物和一种或多种杂质。在各方面,本公开提供了一种组合物,所述组合物包含式(B)的共聚物和一种或多种杂质。在各方面,本公开提供了一种组合物,所述组合物包含式(VII)-(XVI)中任一者的共聚物和一种或多种杂质。

[0180] 在组合物中存在杂质时,杂质以组合物总量的约25重量%或更少的量存在。在各方面,杂质以约20重量%或更少的量存在。在各方面,杂质以约15重量%或更少的量存在。在各方面,杂质以约10重量%或更少的量存在。在各方面,杂质以约9重量%或更少的量存在。在各方面,杂质以约8重量%或更少的量存在。在各方面,杂质以约7重量%或更少的量存在。在各方面,杂质以约6重量%或更少的量存在。在各方面,杂质以约5重量%或更少的量存在。在各方面,杂质以约4.5重量%或更少的量存在。在各方面,杂质以约4重量%或更少的量存在。在各方面,杂质以约3.5重量%或更少的量存在。在各方面,杂质以约3重量%或更少的量存在。在各方面,杂质以约2.5重量%或更少的量存在。在各方面,杂质以约2重量%或更少的量存在。在各方面,杂质以约1.5重量%或更少的量存在。在各方面,杂质以约1重量%或更少的量存在。在各方面,杂质以约0.5重量%或更少的量存在。在各方面,杂质以约0.1重量%或更少的量存在。

[0181] 液体光学材料基本上与固体光学部件折射率匹配。完全氟化的硅聚合物,如聚二全氟甲基硅或聚(二甲基硅氧烷)(PDMS)的折射率小于具有全烃官能团的有机硅链的折射率。PDMS的折射率为1.40并且苯基官能团增加折射率。在透镜主体的固体弹性体组分是PDMS的情况下,液体光学材料可以是具有用于化学性质的氟化官能团和用于光学性质的烃官能团两者的聚合物。

[0182] 液体光学材料的折射率优选是二苯基硅氧烷和氟硅的折射率之间的折射率。在各方面,液体光学材料的折射率为约1.40至约1.50。在各方面,液体光学材料的折射率为约1.41至约1.49。在各方面,液体光学材料的折射率为约1.41至约1.48。在各方面,液体光学材料的折射率为约1.41至约1.47。在各方面,液体光学材料的折射率为约1.41至约1.46。在各方面,液体光学材料的折射率为约1.42至约1.48。在各方面,液体光学材料的折射率为约1.43至约1.47。在各方面,液体光学材料的折射率为约1.43至约1.46。在各方面,液体光学材料的折射率为约1.43至约1.46。在各方面,液体光学材料的折射率为约1.43至约1.45。在各方面,液体光学材料的折射率为约1.44至约1.46。在各方面,液体光学材料的折射率在1.41与1.46之间。液体光学材料的折射率可以调节到1.41或1.46之间,或1.43至约1.45之间。在20℃下用折射仪测量折射率。如本文所用的调节意指将相关官能团修饰到例如乙烯基封端的和乙烯基官能化的硅聚合物上,产生具有所需折射率和/或溶解度的官能化的基于硅氧烷的聚合物。

[0183] 在各方面,液体光学材料在400nm至700nm的可见光范围内具有至少80%的透光率。在各方面,液体光学材料在400nm至700nm的可见光范围内具有至少85%的透光率。在各方面,液体光学材料在400nm至700nm的可见光范围内具有至少90%的透光率。在各方面,液体光学材料在400nm至700nm的可见光范围内具有至少91%的透光率。在各方面,液体光学

材料在400nm至700nm的可见光范围内具有至少92％的透光率。在各方面,液体光学材料在400nm至700nm的可见光范围内具有至少93％的透光率。在各方面,液体光学材料在400nm至700nm的可见光范围内具有至少94％的透光率。在各方面,液体光学材料在400nm至700nm的可见光范围内具有至少95％的透光率。在各方面,液体光学材料在400nm至700nm的可见光范围内具有至少96％的透光率。在各方面,液体光学材料在400nm至700nm的可见光范围内具有至少97％的透光率。在各方面,液体光学材料在400nm至700nm的可见光范围内具有至少98％的透光率。在各方面,液体光学材料在400nm至700nm的可见光范围内具有至少99％的透光率。在各方面,液体光学材料基本上不含散射颗粒。在各方面,液体光学材料在400-700nm的可见光内具有95％的透光率,并且基本上不含散射颗粒。用UV-Vis分光光度计测量透光率。

[0184] 在实施方案中,液体光学材料的粘度在10cP与50,000cP之间。在各方面,液体光学材料的粘度为约100cP至约20,000cP。在各方面,液体光学材料的粘度为约100cP至约10,000cP。在各方面,液体光学材料的粘度为约500cP至约5,000cP。在各方面,液体光学材料的粘度为约500cP至约4,000cP。在各方面,液体光学材料的粘度为约500cP至约3,000cP。在各方面,液体光学材料的粘度为约500cP至约2,500cP。在各方面,液体光学材料的粘度为约1,000cP至约2,000cP。在室温下例如用布氏粘度计测量粘度。在各方面,室温为约18℃至约22℃。在各方面,室温为20℃。

[0185] 液体光学材料不会使硅氧烷透镜(例如,PDMS或聚(二正戊基亚甲硅烷基))溶胀超过约5％。在各方面,液体光学材料不会使硅氧烷透镜溶胀超过约4％。在各方面,液体光学材料不会使硅氧烷透镜溶胀超过约3％。在各方面,液体光学材料不会使硅氧烷透镜溶胀超过约2％。在各方面,液体光学材料不会使硅氧烷透镜溶胀超过约1％。在各方面,液体光学材料不会使硅氧烷透镜溶胀超过0.5％。液体光学材料是非吸湿性的并且在含水环境中时保持一定体积。

[0186] 透镜

[0187] 本文提供了一种透镜,所述透镜包括:(i)前部,所述前部包括折射光学元件;(ii)后部;以及(iii)所述前部与所述后部之间的封闭腔,其中所述封闭腔包含本文所述的共聚物。在各方面,共聚物具有式(I)。在各方面,共聚物具有式(A)。在各方面,共聚物具有式(B)。在各方面,透镜是照相透镜(例如,相机透镜)。在各方面,透镜是放大透镜。示例性放大透镜包括眼镜镜片、隐形眼镜、相机透镜、成像透镜、显微镜透镜、望远镜透镜、单目透镜、双目透镜、投影透镜、点样镜透镜、望远镜瞄准镜透镜、经纬仪透镜、医疗设备透镜等。在各方面,透镜是隐形眼镜。在各方面,透镜是眼内透镜。在各方面,透镜是凹透镜。在各方面,透镜是凸透镜。在实施方案中,前部和后部包括硅弹性体。

[0188] 在一方面,提供了一种透镜,所述透镜包括:(i)前部,所述前部包括折射光学元件;(ii)后部;以及(iii)所述前部与所述后部之间的封闭腔,其中所述封闭腔包含本文所述的液体光学材料。在各方面,液体光学材料包括多种式(I)的共聚物。在各方面,液体光学材料包括多种式(A)的共聚物。在各方面,液体光学材料包括多种式(B)的共聚物。在各方面,透镜是照相透镜(例如,相机透镜)。在各方面,透镜是放大透镜。示例性放大透镜包括眼镜镜片、隐形眼镜、相机透镜、成像透镜、显微镜透镜、望远镜透镜、单目透镜、双目透镜、投影透镜、点样镜透镜、望远镜瞄准镜透镜、经纬仪透镜、医疗设备透镜等。在各方面,透镜是

隐形眼镜。在各方面,透镜是眼内透镜。在各方面,透镜是凹透镜。在各方面,透镜是凸透镜。在实施方案中,前部和后部包括硅弹性体。

[0189] 在实施方案中,眼内透镜具有在本公开的其他部分中详细描述的结构和/或部件。在每个实施方案或方面中,其中描述的透镜可以包含本文所述的液体光学材料。

[0190] 在一个方面,提供一种用于治疗有需要的患者眼睛的白内障的方法,所述方法包括将本文所述的眼内透镜插入所述患者的眼睛中。用于将在眼内透镜插入患者眼睛中的方法是本领域熟知的。

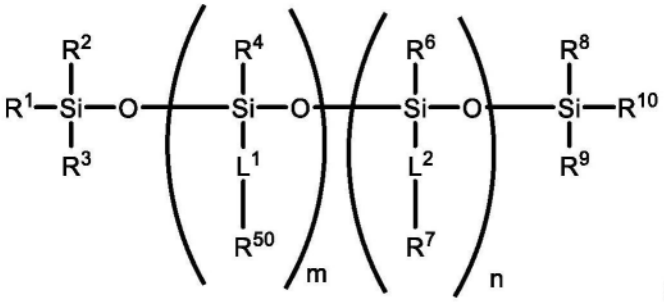
[0191] 制备共聚物的方法

[0192] 在一个方面是一种用于制备本文所述的聚合物或共聚物的方法,所述方法包括:(i)使R^{60}取代的烷基或R^{60}取代的芳基与式(C)的共聚物接触,以产生包含式(I)、(A)或(B)的共聚物的组合物;以及(ii)从所述组合物中除去杂质;从而产生式(I)、(A)或(B)的共聚物。

[0193] R^{60}独立地是氟、R^{61}取代的烷基(例如C_1-C8、C_1-C6、C1-C4或C_1-C2)、R^{61}取代的杂烷基(例如2至8元、2至6元、4至6元、2至3元或4至5元)、R^{61}取代的芳基(例如C_6-C_{10}或苯基)或R^{61}取代的杂芳基(例如5至10元、5至9元或5至6元);并且R^{61}独立地是氟。在各方面,R^{60}独立地是氟、R^{61}取代的烷基、R^{61}取代的杂烷基、R^{61}取代的芳基或R^{61}取代的杂芳基。R^{61}独立地是氟。在各方面,R^{60}独立地是R^{61}取代的烯基;并且R^{61}独立地是氟。

[0194] 在各方面,R^{60}独立地是氟。在各方面,R^{60}独立地是被至少一个氟取代的C_1-C_6烷基。在各方面,R^{60}独立地是被至少一个氟取代的甲基。在各方面,R^{60}独立地是-CF_3。在各方面,R^{60}独立地是-CHF_2。在各方面,R^{60}独立地是-CH_2F。在各方面,R^{60}独立地是被至少一个氟取代的乙基。在各方面,R^{60}独立地是被至少一个氟取代的丙基。在各方面,R^{60}独立地是被至少一个氟取代的丁基。

[0195] 式(C)的共聚物是:



(C),

其中R^1、R^2、R^3、R^4、R^6、R^7、R^8、R^9、R^{10}、L^1、L^2、m和n如本文针对式(I)和式(A)的化合物所描述。

[0196] R^{50}是氢、被取代或未被取代的烷基或被取代或未被取代的芳基。在各方面,R^{50}是氢、被取代或未被取代的烷基(例如,C_1-C_8、C_1-C_6、C_1-C_4或C_1-C_2)或被取代或未被取代的芳基(例如,C_6-C_{10}或苯基)。在各方面,R^{50}独立地是未被取代的甲基。在各方面,R^{50}独立地是未被取代的乙基。在各方面,R^{50}独立地是未被取代的丙基。在各方面,R^{50}独立地是未被取代的丙基。在各方面,R^{50}独立地是未被取代的丁基。在各方面,R^{50}独立地是未被取代的苯基。在各方面,R^{50}独立地是未被取代的萘基。

[0197] 使用有机溶剂或溶剂混合物从该组合物去除杂质,以将不需要的部分与所需的部分分离。杂质的去除和分离可以基于部分的化学组成(即官能团)或分子量。

[0198] 在各方面,从组合物中去除杂质包括用有机溶剂洗涤组合物以从组合物中去除杂质。在各方面,有机溶剂是二甲基亚砜(DMSO)、二甲基甲酰胺(DMF)、乙腈、二甲基乙酰胺(DMA)、丙酮、四氢呋喃、二噁烷、N-甲基-2-吡咯烷酮(NMP)、二乙醚、甲醇、乙醇、异丙醇、吡啶、乙酸、三乙胺(TEA)、二异丙基乙胺(DIPEA)、四氯化碳、氯仿、二氯甲烷、水、D_2O、己烷、环己烷、戊烷、2-甲基戊烷、3-甲基戊烷、2,3-二甲基丁烷、2,2-二甲基丁烷、庚烷、辛烷、二甲苯、苯、甲苯或它们的两种或更多种组合。在各方面,有机溶剂是己烷。在各方面,有机溶剂是二氯甲烷。在各方面,有机溶剂是己烷和二氯甲烷的混合物。在各方面,有机溶剂是己烷和DMSO的混合物。在各方面,有机溶剂是己烷和DMF的混合物。在各方面,有机溶剂是己烷和DMA的混合物。

[0199] 在各方面,从组合物中去除杂质包括用液态烃洗涤组合物以从组合物中去除杂质。在各方面,液态烃是己烷、环己烷、戊烷、2-甲基戊烷、3-甲基戊烷、2,3-二甲基丁烷、2,2-二甲基丁烷、庚烷、辛烷、二甲苯、苯或甲苯。在各方面,液态烃是己烷。在各方面,液态烃是环己烷。在各方面,液态烃是戊烷。在各方面,液态烃是2-甲基戊烷。在各方面,液态烃是3-甲基戊烷。在各方面,液态烃是2,3-二甲基丁烷。在各方面,液态烃是2,2-二甲基丁烷。在各方面,液态烃是庚烷。在各方面,液态烃是辛烷。在各方面,液态烃是二甲苯。在各方面,液态烃是苯。在各方面,液态烃是甲苯。

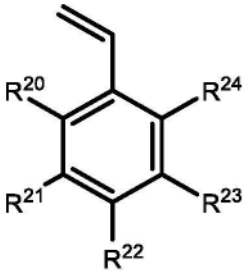
[0200] 在各方面,从组合物中去除杂质包括用超临界CO_2从组合物中萃取杂质。

[0201] 在各方面,该方法包括洗涤组合物至少一次。在各方面,该方法包括洗涤组合物至少2次。在各方面,该方法包括洗涤组合物至少3次。在各方面,该方法包括洗涤组合物至少4次。在各方面,该方法包括洗涤组合物至少5次。在各方面,该方法包括洗涤组合物至少6次。在各方面,该方法包括洗涤组合物至少7次。在各方面,该方法包括洗涤组合物至少8次。在各方面,该方法包括洗涤组合物至少9次。在各方面,该方法包括洗涤组合物至少10次。在各方面,该方法包括洗涤组合物至少11次。在各方面,该方法包括洗涤组合物至少12次。在各方面,该方法包括洗涤组合物至少13次。在各方面,该方法包括洗涤组合物至少14次。在各方面,该方法包括洗涤组合物至少15次。在各方面,该方法包括洗涤组合物至少16次。在各方面,该方法包括洗涤组合物至少17次。在各方面,该方法包括洗涤组合物至少18次。在各方面,该方法包括洗涤组合物至少19次。在各方面,该方法包括洗涤组合物至少20次。

[0202] 在各方面,从组合物中去除杂质包括使组合物与硅弹性体接触。在各方面,接触在约25℃至约300℃的温度下发生。在各方面,接触在约50℃至约250℃的温度下发生。在各方面,接触在约60℃至约125℃的温度下发生。在各方面,接触在约70℃至约110℃的温度下发生。在各方面,接触在约80℃至约100℃的温度下发生。在各方面,通过将组合物与硅弹性体接触放置约1分钟至约1小时来发生接触。硅弹性体可以是本领域熟知的。在各方面,硅弹性体是将用于形成其中封闭有组合物的透镜的相同硅弹性体。如全文所讨论,液体光学材料不与透镜的硅弹性体相互作用。因此,使组合物与硅弹性体接触将允许杂质(例如,低分子量的共聚物或反应物)与聚硅弹性体以形成共价键或非共价键,使得其可以在最终组合物用作透镜中的液体光学材料之前从该最终组合物中去除。在各方面,使组合物与硅弹性体接触的步骤在洗涤组合物的步骤之后进行。

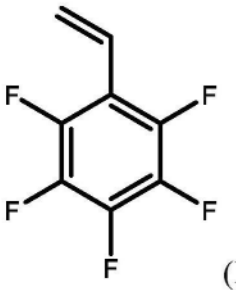
[0203] 在各方面,步骤(i)包括使R^{60}取代的芳基与式(C)的共聚物接触以产生包含式(I)、(A)或(B)的共聚物的组合物;其中R^{60}是氟或被至少一个氟取代的C_1-C_6烷基。

[0204] 在各方面,R^{60}取代的芳基是式(D)化合物:

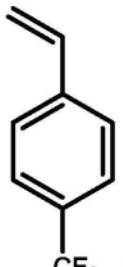


(IV)。R^{20}、R^{21}、R^{22}、R^{23}和R^{24}如本文所述。在各方面,R^{20}、R^{21}、R^{22}、R^{23}和R^{24}各自独立地是氢、氟或被至少一个氟取代的C_1-C_4烷基;条件是R^{20}、R^{21}、R^{22}、R^{23}和R^{24}并非都是氢。

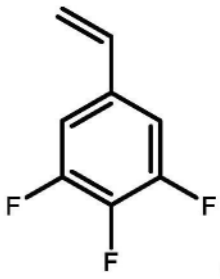
[0205] 在各方面,式(D)化合物是式(D1)、(D2)或(D3)的化合物:



(D1);



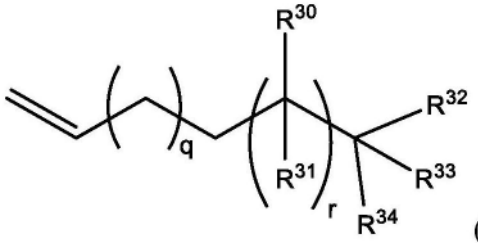
(D2)或



(D3)。

[0206] 在各方面,步骤(i)包括使R^{60}取代的烷基与式(C)的共聚物接触以产生包含式(I)、(A)或(B)的共聚物的组合物;其中R^{60}是氟或被至少一个氟取代的C_1-C_6烷基。

[0207] 在各方面,R^{60}取代的烷基是式(V)的化合物:



(V)。

[0208] q和r各自独立地为0至6的整数;并且R^{30}、R^{31}、R^{32}、R^{33}和R^{34}各自独立地是氢、氟或被至少一个氟取代C_1-C_4的烷基;条件是R^{30}、R^{31}、R^{32}、R^{33}和R^{34}并非都是氢。

[0209] 在各方面,R^{30}独立地是氢。在各方面,R^{30}独立地是氟。在各方面,R^{30}独立地是被至少一个氟取代的C_1-C_4烷基。在各方面,R^{30}独立地是被至少一个氟取代的甲基。在各方面,R^{30}独立地是-CF_3。在各方面,R^{30}独立地是-CHF_2。在各方面,R^{30}独立地是-CH_2F。在各方面,R^{30}独立地是被至少一个氟取代的乙基。在各方面,R^{30}独立地是被至少一个氟取代的正丙基。在各方面,R^{30}独立地是被至少一个氟取代的异丙基。在各方面,R^{30}独立地是被至少一个氟取代的正丁基。在各方面,R^{30}独立地是被至少一个氟取代的叔丁基。

[0210] 在各方面,R^{31}是氢。在各方面,R^{31}是氟。在各方面,R^{31}是被至少一个氟取代的C_1-C_4烷基。在各方面,R^{31}是被至少一个氟取代的甲基。在各方面,R^{31}是-CF_3。在各方面,R^{31}是-CHF_2。在各方面,R^{31}是-CH_2F。在各方面,R^{31}是被至少一个氟取代的乙基。在各方面,R^{31}是被至少一个氟取代的正丙基。在各方面,R^{31}是被至少一个氟取代的异丙基。在各方面,R^{31}是被至少一个氟取代的正丁基。在各方面,R^{31}是被至少一个氟取代的叔丁基。

[0211] 在各方面,R^{32}是氢。在各方面,R^{32}是氟。在各方面,R^{32}是被至少一个氟取代的C_1-C_4烷基。在各方面,R^{32}是被至少一个氟取代的甲基。在各方面,R^{32}是-CF_3。在各方面,R^{32}是-CHF_2。在各方面,R^{32}是-CH_2F。在各方面,R^{32}是被至少一个氟取代的乙基。在各方面,R^{32}是被至少一个氟取代的正丙基。在各方面,R^{32}是被至少一个氟取代的异丙基。在各方面,R^{32}是被至少一个氟取代的正丁基。在各方面,R^{32}是被至少一个氟取代的叔丁基。

[0212] 在各方面,R^{33}是氢。在各方面,R^{33}是氟。在各方面,R^{33}是被至少一个氟取代的C_1-C_4烷基。在各方面,R^{33}是被至少一个氟取代的甲基。在各方面,R^{33}是-CF_3。在各方面,R^{33}是-CHF_2。在各方面,R^{33}是-CH_2F。在各方面,R^{33}是被至少一个氟取代的乙基。在各方面,R^{33}是被至少一个氟取代的正丙基。在各方面,R^{33}是被至少一个氟取代的异丙基。在各方面,R^{33}是被至少一个氟取代的正丁基。在各方面,R^{33}是被至少一个氟取代的叔丁基。

[0213] 在各方面,R^{34}是氢。在各方面,R^{34}是氟。在各方面,R^{34}是被至少一个氟取代的C_1-C_4烷基。在各方面,R^{34}是被至少一个氟取代的甲基。在各方面,R^{34}是-CF_3。在各方面,R^{34}是-CHF_2。在各方面,R^{34}是-CH_2F。在各方面,R^{34}是被至少一个氟取代的乙基。在各方面,R^{34}是被至少一个氟取代的正丙基。在各方面,R^{34}是被至少一个氟取代的异丙基。在各方面,R^{34}是被至少一个氟取代的正丁基。在各方面,R^{34}是被至少一个氟取代的叔丁基。

[0214] 透镜

[0215] 本文所述的氟硅共聚物可以作为液体光学材料掺入透镜的流体室内。无论透镜的构造如何,液体光学材料和固体光学部件的组合可用于设计稳定的光学上优良的透镜。掺入液体光学材料的透镜可以在构造和植入位置方面变化。例如,透镜可以是非形状改变的IOL或透镜可以是形状改变的IOL。IOL可以被配置为用于完全或部分地植入囊袋内。IOL可以被配置为用于完全或部分地植入囊袋外部,例如睫状沟内。下文描述的是具有包含在固体光学部件内的液体光学材料的IOL的实例。然而,应当理解,本文考虑各种IOL系统中的任何一种。本文关于图4A-图4F、图5A-图5F和图6A-图6C描述的透镜是包含流体室的透镜的实例,所述流体室可以填充有多种液体光学材料中的任何一种,例如本文所述的那些材料,并且被配置为通过形状变化而调节。本文描述了IOL的实施方式,然而应当理解,氟硅共聚物可以掺入其他透镜类型,包括非调节型眼内透镜和放大透镜(例如眼镜镜片、隐形眼镜、相机透镜、成像透镜、显微镜透镜、望远镜透镜、单目透镜、双目透镜、投影透镜、点样镜透镜、望远镜瞄准镜透镜、经纬仪透镜、医疗设备透镜等)。

[0216] 现在转向图4A-图4F、图5A-图5F和图6A-图6C,透镜100通常包括固体光学部件和液体光学材料。固体光学部件可包括由包括前光学元件145和静态元件150的各种部件中的任一者形成的透镜主体105。透镜105限定由固定体积的液体光学材料156(有时在本文中称为光学流体)填充的密封的固定体积流体室155,并且包括本文详细描述的氟硅共聚物。透镜主体105的前光学元件145可包括由周边区域144围绕的中心动态膜或壁143。前光学元件145的动态膜143被配置为经受形状变化,而周边区域144可以被配置为抵抗或不经受形状变化。可以是静态透镜的静态元件150也可能不会经受形状变化。静态元件150可以是被配置为改变由透镜提供的整体光学元件的透镜,例如,其中前光学元件145的凸出相对不受控制。

[0217] 本文所用的术语“前”和“后”用于表示用于理解和清晰度的相对的参考系、位置、方向或取向。该术语的使用不旨在限制透镜的结构和/或植入。例如,眼睛内的透镜主体105

的取向可以变化,使得相对于眼睛解剖结构,前光学元件145可以沿着透镜100的光轴A向前定位并且静态元件150沿着透镜100的光轴A向后定位。然而,前光学元件145可以相对于眼睛解剖结构向后定位并且静态元件150向前定位。

[0218] 透镜主体105的中纬线区域108可包括至少一个形状变形膜140(如图4C和图5C中最佳示出)。前光学元件145、动态膜143、前光学元件145的周边区域144、形状变形膜140和静态元件150的内表面可以共同形成固定体积的流体室155。限定流体室155的部件可以是固体光学元件,而填充流体室155的固定体积的材料可以是液体光学材料156。形状变形膜140可以定位成邻近至少一个力平移臂115。如下面将更详细描述,力平移臂115的移动导致形状变形膜140的移动,从而使液体光学材料156和流体室155变形,以引起透镜主体105的动态膜143的形状变化。前光学元件145可以被模制为聚合物材料整体件,包括动态膜143、周边区域144、形状变形膜140和力平移臂115。因此,形状变形膜140和其相关的力平移臂115可以作为前光学元件145的整体部分模制在一起。各种透镜部件中的任何一种可以模制在一起作为整体件,或者可以例如用胶水或其他粘合材料粘合在一起。透镜可以具有最小的胶合或粘合的表面。在各方面,一个或多个透镜部件通过化学连接而不是使用胶水的非化学结合而耦合在一起。

[0219] 再次参见图4A和图5A,前光学元件145可以是由光学透明、低模量聚合物材料(例如硅氧烷、聚氨酯或柔性丙烯酸)形成的柔性光学元件。如上所提及,前光学元件145可包括围绕配置为向外弯曲的中心动态膜143的周边区域144。动态膜143可以相对于透镜主体105定位,使得透镜的光轴A延伸穿过动态膜143。前光学元件145可以具有恒定的厚度,使得其是平面元件。或者,前光学元件145可以具有可变厚度。例如,动态膜143可以具有与周边区域144相比减小的厚度。与周边区域144的横截面厚度相比,动态膜143的较薄横截面厚度可以使动态膜在其内表面上施加力时相对容易地递送。例如,在流体室155的变形期间对前光学元件145的内表面施加的力增加时,动态膜143可以沿着透镜100的光轴A并与该光轴同轴向外弯曲,同时周边区域144保持其形状。动态膜143可以被配置成由于由流体室155内的液体光学材料156施加到前光学元件145的内表面上的压力而下陷,从而引起外表面(例如,前表面)的向外弯曲。前光学元件145的外周区域144可以具有大于光学元件145的内部动态膜143的厚度,并且对在由液体光学材料156在流体室155中施加的这种内部压力下再成形可以更具有抵抗性。即使当内部动态膜143被再成形用于近视时,前光学元件145的外周区域144也可以提供远距视力矫正。动态膜143可以具有基本上恒定的厚度。或者,动态膜143可以具有可变厚度。例如,动态膜143可以具有线性梯度厚度、弯曲梯度厚度、2、3或更多个长包括圆角或直角的厚度。动态膜143还可包括多种材料,例如,被配置为在动态膜143的中心附近弯曲的材料和被配置成增强光学区并限制变形的其他材料。因此,前光学元件145的动态膜143可以由比外周区域144的材料相对更易受向外弯曲影响的材料形成。光学元件145的多个区域可以是注塑或压缩成型,以提供相对无缝和不间断的外表面。虽然动态膜143可以具有不同的刚度或弹性,但区域的材料可以是总体上一致的,这使得该动态膜比周边区域144向外弯曲得更远。

[0220] 前光学元件145可以被配置为具有变化的多焦点能力,以向本文所述的透镜的佩戴者提供在更宽范围的距离内增强的视力,例如,如美国公开号2009/0234449中所述,所述公开通过全文引用的方式并入本文。本文所用的“光学区”通常是指围绕透镜的光轴A并且

对于视觉是光学透明的透镜主体105的区域。本文所用的“调节区”通常是指能够经受用于聚焦的形状改变的透镜主体105的区域(例如动态膜143)。光学区被配置为具有矫正焦度,但整个光学区可能不具有相同的校正焦度。例如,前光学元件的动态膜143和周边区域144可以各自定位在光学区内。动态膜143可以具有矫正焦度,而周边区域144可能不具有矫正焦度。或者,例如,由动态膜143限定的直径可以具有光焦度,并且周边区域144可以具有比动态膜143的焦度更大或更小的焦度。动态膜143可以等于或小于可以产生多焦点透镜的整个光学区。透镜主体105的调节区可以等于或小于整个光学区。

[0221] 形状变形膜140可以沿着透镜主体105的中纬线区域108的弧长延伸。弧长可以单独或与其他形状变形膜140组合地足以在变形膜140向内(或向外)移动时引起动态膜143中的反应性形状变化。形状变形膜140在调节期间朝向透镜100的光轴A的大致向内的方向上移动可以引起动态膜143的向外弯曲或拱起,而不会影响任何轴的整体光学区直径。

[0222] 形状变形膜140可以具有柔性,使得其是可移动的并且可以相对于透镜主体105、静态元件150和前光学元件145经受移位。例如,形状变形膜140可以比透镜主体105的相邻区域更柔韧,使得其可相对于透镜主体105和前光学元件145的周边区域144选择性地移动。形状变形膜140可以具有静止位置。形状变形膜140的静止位置可以变化。在各方面,静止位置是当形状变形膜140大致垂直于平行于前光学元件145的平面时定位,使得其具有垂直定向、平行于光轴A的横截面轮廓。形状变形膜140的静止位置也可以相对于透镜主体105的光轴A成角度。一个或多个侧变形膜140的形状和相对布置为透镜提供低力、低移动、高调节功能。

[0223] 形状变形膜140的移动可以是压缩、塌陷、压痕、拉伸、变形、偏转、移位、铰接或其他类型的移动,使得其在形状变形膜140上施加力时在第一方向(例如通常朝向透镜105的光轴A)上移动。

[0224] 形状变形膜140与相应的力平移臂115邻近或与相应的力平移臂耦合或与相应的力平移臂模制成一体。一个或多个力平移臂115被配置为利用一个或多个睫状结构的移动,使得其相对于透镜105是双向移动的,以实现透镜主体105的调节性形状变化。例如,并且在不将本公开限制到任何特定理论或操作模式的情况下,睫状肌18是基本上环形的结构或括约肌。在自然环境中,当眼睛在远处观察物体时,睫状体内的睫状肌18松弛并且睫状肌18的内径变得更大。睫状突拉动小带20,该小带又绕其中纬线拉动晶状体囊22。这使得天然晶状体变平或变得较不凸起,这称为不调节。在调节期间,睫状肌18收缩并且由睫状肌18形成的环的内径(睫状环直径,CRD)变得更小。睫状突释放对小带20的张力,使得天然晶状体将回弹到其天然、更凸出的形状,并且眼睛可以在近距离聚焦。可以通过力平移臂115利用睫状肌18(或一个或多个睫状结构)的向内/向前移动以引起透镜主体105的形状变化。

[0225] 在各方面,当力平移臂115由于睫状肌收缩而向透镜100的光轴A向内移动时,力平移臂115邻接形状变形膜140的外表面并对该外表面施加力。因此,形状变形膜140与力平移臂115之间的接触可以是可逆接触,使得在睫状肌收缩时,力平移臂115被推压抵靠向外表面,从而推动膜140并将其向内推动。在睫状肌松弛时,形状变形膜140返回到其静止位置并且力平移臂115返回到其静止位置。可移动部件(即动态膜和/或形状变形膜)的弹性体性质可以使得力平移臂115返回到其静止位置。在方面中并如图4C和图5C中最佳所示,形状变形膜140与其相应的力平移臂115耦合或与其成一体。与其他方面一样,在睫状肌收缩时,力平

移臂115和形状变形膜140从静止位置一致地移动到大致向内位移的位置,引起动态膜143的形状变化。力平移臂115和相关形状变形膜140的位移对流体室施加压缩力,并且又使腔室变形,从而引起动态膜143向外凸起。

[0226] 力平移臂115和相关形状变形膜140的向内移动可以与基本上正交或垂直于光轴A的轴同轴。有意义的是,移动轴与光轴之间的角度可以是90度加上或减去约1度、2度、3度、4度、高达约5度。应当理解,诸如通过睫状结构施加到力平移臂115的压缩力可以导致径向向内的移动,该移动与光轴A不完全正交,并且本文考虑一定程度大于或小于90度。变形膜140的移动轴与光轴A之间的角度也可以是基本上非正交或非垂直的。例如,变形膜140可以沿着与光轴A非正交的轴被压缩。

[0227] 每个变形膜140的数量和弧长可以变化并且可以取决于装置的外直径和厚度、内部体积、材料的折射率等。通常,透镜主体对于透镜具有足够的刚性和体积,使得其可以在植入期间被处理和操纵,同时变形膜140足够柔韧以使力平移臂改变流体室155的形状。根据透镜100的外直径和厚度,形状变形膜140的弧长可以是至少约2mm至约8mm。在各方面,透镜具有弧长在约2mm至约8mm之间的单一形状变形膜140。单一形状变形膜140可以设计成在施加低至约0.1克力(gf)的力时在约10μm与约100μm之间移动,以在动态膜143中实现至少1D、或1.5D、或2D、或2.5D或3D的变化。在各方面,IOL可以具有两个相对的形状变形膜140,每个形状变形膜具有约3mm与约5mm之间的弧长。形状变形膜140可以设计成各自在施加约0.25g力至1.0g力时在约25μm与约100μm之间移动,以在动态膜143中实现至少1D的变化。

[0228] 在施加一定程度的压缩力时,形状变形膜140可以相对于透镜主体的其余部分移动或塌陷。通常,IOL被设计成使得非常低的力(包括朝向光轴A的压缩力的施加以及压缩力的释放)足以导致微米移动以引起足够的屈光度变化并具有可靠的光学元件。所施加的用于实现透镜主体105的动态膜143的向外移动来实现调节的压缩力可以低至约0.1克力(gf)。在各方面,所施加的压缩力可以在约0.1gf至约5.0gf之间或约0.25gf至约1.0gf之间或约1.0gf至约1.5gf之间。透镜主体105的可变形区域(例如,形状变形膜140)响应于施加以实现调节的压缩力而相对于透镜主体105的中心部分(例如动态膜143)的移动可以小于至约50μm。透镜主体的形状变形膜140响应于所施加的压缩力相对于动态膜143的移动可以在约50μm至约500μm之间、在约50μm至约100μm之间、在约50μm至约150μm之间或在约100μm至约150μm之间。导致形状变形膜140在这些范围(例如,50μm-100μm)内移动的所施加的压缩力范围(例如约0.1gf至约1gf)可以为本文所述的装置提供在大于至少±1D和优选地约±3屈光度(D)的动态范围内的调节能力。在各方面,对于约100-150μm的移动,焦度在±4D与±6D之间。本文所述的装置可以具有调节范围,该调节范围对于形状变形膜140的约100μm移动和在朝向光轴的基本上向内的方向上施加到形状变形膜140的约至少0.25gf的压缩力是至少±1D。在各方面,装置对于约50μm移动和至少约1.0gf可以具有至少±1D的调节范围。在各方面,装置对于约100μm移动和至少约1.0gf可以具有至少±3D的调节范围。在各方面,装置对于约50μm移动和至少约0.1gf可以具有至少±3D的调节范围。

[0229] 本文所述的微米移动可以是不对称的微米移动(例如,从装置的一侧),或者可以是从装置的相对侧或相对于光轴围绕装置均匀分布的对称微米移动。无论微米移动是不对称的还是对称的,所实现的动态膜143的向外弯曲是基本上球形的。本文所述的微米移动也可以是形状变形膜140的整体同时移动。因此,如果透镜100包括单一形状变形膜140,则单

一膜使所需的微米移动(例如50μm-100μm)能够实现所需的屈光度变化(例如至少1D至约3D变化)。如果透镜100包括两个形状变形膜140,则膜一起使得实现50μm-100μm的移动能够实现至少1D屈光度变化。由本文所述的装置实现的屈光度变化可以是至少约1D至约5D或6D的变化。在各方面,屈光度变化可以在7D与10D之间,例如对于患有黄斑变性的患者。

[0230] 如上所述并且仍然相对于图4A-图4F和图5A-图5F,透镜主体105可包括静态元件150。静态元件150和前光学元件145可以沿着透镜100的光轴A彼此相对地定位。静态元件150可以定位在透镜主体105的外部,使得平坦表面151形成面向透镜主体105的流体室155的内表面,并且弯曲表面152与眼睛的流体接触。或者,静态元件150可以定位在透镜主体105的内部,使得平坦表面151与眼睛的流体接触,并且弯曲表面152形成面向透镜主体105的流体室155的内表面。

[0231] 静态元件150可以是光学透明的并提供支撑功能而不影响透镜100的光学元件。因此,静态元件150可以具有零焦度并且可以形成透镜主体105的后部支撑件。静态元件150可以由硅氧烷、氨基甲酸酯、丙烯酸材料、低模量弹性体或它们的组合形成。静态元件150可以是或包括用于校正到正视状态的静态光学元件,或者可以具有用于无晶状体患者的适当焦度(通常为±10D至±30D)。因此,静态元件150可以不具有高达约±30D的光焦度。如果透镜100与单独的囊状透镜(例如作为"背驮式"透镜)结合使用,则焦度可以在约-5D至约+5D的范围内,以校正眼睛的光学系统中的残余折射或其他光学像差。静态元件150可以是平凸、凸平、凸凸、凹凸或任何其他组合。静态元件150(或向后定位的透镜)可以是复曲面透镜、球面透镜、非球面透镜、衍射透镜或两者的任何组合,例如以便减小或补偿与柔性透镜相关联的任何像差。静态元件150和围绕其的流体(无论是眼睛的流体还是流体室155内的液体光学材料156)的相对折射率将确定静态元件150对于任何给定形状的焦度。

[0232] 透镜100可包括增强件和/或支撑件的各种组合中的任一者,以向组装透镜100提供机械稳定性。例如,增强件可以在前透镜145和/或静态元件150的周边区域中。增强件可以是光学透明的或不透明的。增强结构可以由刚性聚合物形成,包括但不限于硅氧烷、聚氨酯、PMMA、PVDF、PDMS、聚酰胺、聚酰亚胺、聚丙烯、聚碳酸酯等或它们的组合。透镜100的其他区域也可包括一个或多个增强件或支撑件。在各方面,一个或多个支撑件可以定位在流体室155外部,使得支撑件围绕透镜主体105的至少外部部分。例如,外部支撑件可以是围绕透镜主体105的周边延伸的大致环形元件,并且具有中心开口,前光学元件145的至少动态膜143通过该中心开口对准,使得动态膜143可用于向外变形。

[0233] 在各方面,透镜100包括位于透镜100内的一个或多个内部支撑件110,例如在透镜主体105的流体室155内或面向该透镜主体的流体室和/或嵌入在固体光学部件的一个或多个区域内。一个或多个内部支撑件110可以是前光学元件145的周边区域144的内侧上的加厚部分。一个或多个内部支撑件110也可以是耦合到透镜或处于透镜内的分开的部件。一个或多个内部支撑件110可以耦合到前光学元件145的周边区域144和/或嵌入前光学元件的周边区域内部。内部支撑件110可以是不可移动的特征(意指不涉及调节的特征),所述特征被配置为机械地隔离透镜主体105的光学部件,从而防止或减轻透镜100的移动部分(例如力平移臂115、形状变形膜140和/或动态膜143)的移动期间的光学变形。内部支撑件110可以由比形状变形膜140或前光学元件145的动态膜143更硬、更厚和/或更刚性的一种或多种材料形成,以防止装置的移动部件的无意移动。或者,内部支撑件110可以由与形状变形膜

140或前光学元件145的动态膜143相同的材料制成,并且由于支撑结构的几何形状而实现机械隔离功能。支撑件110可以由刚性聚合物形成,包括但不限于硅氧烷、聚氨酯、PMMA、PVDF、PDMS、聚酰胺、聚酰亚胺、聚丙烯、聚碳酸酯等或它们的组合。例如,内部支撑件110可以是多种硅氧烷或硅氧烷与刚性或半刚性骨架插入物的组合。

[0234] 透镜主体可包括多个内部支撑件110。内部支撑件110可以是大致平行于透镜100的中心纵向平面放置的相对平坦的元件。每个支撑件110的外部区域可以定位成邻近透镜主体105的中纬线区域108,并且朝向前光学元件145的动态膜143向内延伸。支撑件110的外部区域可以与透镜主体105的中纬线区域108耦合或与其成一体,或者支撑件110的外部区域可以远离中纬线区域108间隔开。支撑件110可以在变形膜140沿着中纬线区域108的弧长延伸的位置附近与中纬线区域108间隔开。这种远离变形膜140的间隔提供容差,使得变形膜140在向内调节移动期间不会过早地抵靠或接触支撑件110。

[0235] 一个或多个内部支撑件110相对于形状变形膜140的分布和间隔可以使其与透镜的移动部件的接触最小化,无论是在透镜主体105的周边区域附近还是在透镜主体105的中心区域附近。内部支撑件110的形状还可以最小化或限制内部支撑件110与形状变形膜140之间的接触。例如,支撑件110的外部区域可以在支撑件耦合到中纬线区域108的位置附近倾斜,使得该倾斜允许形状变形膜140向内移动,同时避免膜140与支撑件的外周之间的接触。斜面可以是角度在约10-80度之间的一个斜面。应当理解,一个或多个支撑件的外部区域不需要包括斜面。除了结合斜面以外,可以以其他方式避免形状变形膜140与一个或多个内部支撑件110之间的接触。例如,一个或多个支撑件110可以与形状变形膜140(例如沿着周边和/或远离周边)间隔开一定距离以避免接触。内部支撑件110也可以在外部区域与其内部区域之间具有一定长度,使得其朝向透镜主体的中心延伸一定距离,从而提供稳定性和支撑,但通常停止在前光学元件145的中心动态膜143附近。因此,围绕透镜主体105分布的内部支撑件110可以有助于从前光学元件145的外周边区域144到前光学元件145的动态膜143产生厚度的中心降压。

[0236] 透镜主体105可包括密封的固定体积的流体室155,所述流体室由形状变形膜140、前光学元件145和静态元件150的面向内的表面共同形成,并由固定体积的液体光学材料156填充。周边区域144的一个或多个内部支撑件110的面向内的表面和前光学元件145的动态膜143的面向内的表面也形成流体室155的一部分。因此,一个或多个支撑件110的分布、尺寸、形状和数量影响流体室155的整体形状。

[0237] 填充流体室155的液体光学材料156可以是不可压缩液体光学材料,并且流体室155的体积可以与液体光学材料156的体积基本相同。因此,当没有显著外力施加到透镜100时,填充腔室155的液体光学材料156在静止状态下不会引起动态膜143或变形膜140的显著向外弯曲。在各方面,流体室155可以用液体光学材料156略微过量填充,使得动态膜143在静止时具有一些向外弯曲。动态膜143中的小程度静止向外弯曲可以减少透镜中的光学伪像。然而,无论动态膜143中存在多少静止的向外弯曲,在对形状变形膜140施加压缩力时,膜143仍然可以经受额外的向外弯曲以提供调节。流体室155内部的压力可以基本上等于流体室155外部的压力。因为流体室155中的液体光学材料156是不可压缩的,所以其形状与腔室155的形状一起变形。腔室155在一个位置的变形(例如形状变形膜140的微米向内移动)使得包含在固定体积的流体室155内的不可压缩液体光学材料156压靠在形成流体室155的

面向内的表面。流体室155的反应性变形发生在第二位置以产生足够的调节变化。与前光学元件145的其他部件如周边区域144相比,前光学元件145的动态膜143被配置为在施加力时(例如,由于相对厚度和/或弹性)向外弯曲。因此,形状变形膜140的向内移动促使液体光学材料156与腔室155一起变形,并压靠在前光学元件145的面向内的表面。这导致动态膜143的外表面向外弯曲和再成形,以使光学区的调节部分变得更加凸起,从而增加透镜100的焦度。内部支撑件110为透镜主体105提供足够的稳定性,使得对形状变形膜140施加压缩力导致微米移动,同时使光学元件的变形最小。

[0238] 包含在透镜主体105的流体室155内的液体光学材料156在未调节的静止状态和调节期间在静止期间基本上保持在光学区内。液体光学材料156保持在透镜主体105内,并且可以通过随着流体室155的形状变形而变形来有助于动态膜143的调节性形状变化。应当理解,动态膜143的这种形状变化可以在没有液体光学材料156在流体室155内例如,从腔室的一部分到另一个部分的实际流动的情况下发生。相反,对形状变形膜140施加的力使流体室155在第一区域中变形,这可以引起流体室155在至少第二区域中的反应性变形。流体室155具有固定体积并且是可变形的。填充流体室155的液体光学材料156随着或根据流体室155的形状而改变形状。腔室155的一个或多个部分的向内变形,例如,形状变形膜140在透镜主体105的周边区域附近的移动,可以导致腔室155的另一个部分的反应性向外变形,例如前光学元件145的动态膜143的向外凸出,由于流体室155内部的不可压缩液体光学材料156压靠在其内表面。液体光学材料156不需要在IOL的分开的腔室之间流动,而液体光学材料156可以随着改变流体室155的形状一起改变形状,以使前光学元件145的光学区的调节部分向外弯曲并增加IOL 100的焦度。如本文其他地方所述,力平移臂115(或在不对称机制的情况下的单个力平移臂115)的极小的移动导致形状变形膜140中的立即、较小的移动,以改变动态膜143的形状和足够的屈光度变化。无论这些极小的移动是由于至少一对相对的力平移臂115而对称还是由于单个力平移臂115而不对称,所实现的动态膜143的向外弯曲是球形和对称的。形状变形膜140对透镜主体105施加的小力敏感。这可用于在睫状肌运动时提供调节改变。然而,如果液体光学材料156从流体室155迁移到例如周围的固体光学部件153中,这可能导致具有不期望的光学结果的焦度变化。如本文其他地方所讨论,优选的是,液体光学材料156是在化学上足够不同的,以防止与其接触的固体光学部件153的混溶性。例如,如果液体光学材料156是硅油并且密封室155由固体光学部件153限定,所述固体光学部件由化学相似的硅弹性体如聚二甲基硅氧烷(PDMS)形成,则硅油和硅弹性体是可混溶的。该油倾向于进入硅弹性体,导致透镜中的意外光焦度变化。透镜主体的表面曲率将减小(较少凸出或更多凹入),从而降低透镜的焦度并且向患者提供不足的光焦度。这也降低了透镜在调节时在必要时经受充足的形状变化的能力。甚至内部压力的微小变化也会导致透镜的光焦度的显著不期望的变化。

[0239] 关于流体室155所述的液体光学材料156可包括本文所述的各种氟硅共聚物中的任何一种。本文所述的液体光学材料可以与具有流体室155的各种透镜中的任何一种结合。透镜不需要包括关于图4A-图4F或图5A-图5F或图6A-图6C所述的特定部件和特征。例如,具有填充有液体光学材料156的流体室155的透镜可包括刚性壁而不是能够在施加压缩力时变形的壁。具有流体室155的透镜可以但不必包含力平移臂115、动态膜143、形状变形膜140、触觉件160、后光学元件152等。

[0240] 再次参见图4A-图4F和图5A-图5F,透镜100可包括一个或多个力平移臂115,所述力平移臂被配置为相对于透镜105来回移动,以引起本文其他地方所述的屈光度变化。本文所述的透镜特别适合将直接施加到抵靠睫状结构定位的力平移臂115上的睫状体的运动用于透镜的形状变化。力平移臂115被配置为利用由睫状结构施加的力并将其转化为上述透镜主体105的可移动部分的形状变化。每个力平移臂115可包括可操作地耦合到透镜主体105的周边或中纬线区域的外部接触部分135和内部区域137。每个力平移臂115的内部区域137可以定位成与形状变形膜140接触或邻近所述形状变形膜,使得力平移臂115可以相对于松弛的形状变形膜140移动。例如,力平移臂115可以在静止期间与膜140间隔开,在调节期间向内移动以抵靠膜140,从而向内推动膜140,然后在不调节期间释放力时远离膜140移动,以从向内变形力释放膜140。因此,力平移臂115的内部区域137可以根据周围的眼部组织是否施加调节力而与形状变形膜140可逆接触。或者,每个力平移臂115的内部区域137可以与形状变形膜140物理地耦合或与其成一体,使得力平移臂115和膜140彼此一致地移动。

[0241] 在各方面,力平移臂115的内部区域137可以具有沿着透镜主体105的前表面与透镜主体105的后表面之间的平面截取的横截面厚度,该横截面厚度比沿着同一平面截取的透镜主体105的中纬线区域108的横截面厚度窄。这可以允许力平移臂115的内部区域137使变形膜140向内移动一定距离,而不抵靠在中纬线区域108的不打算变形的区域。力平移臂110的内部区域137的横截面厚度也可以允许臂115向内移动而不与邻近可变形膜140定位的内部支撑件110接触。然而,应当理解,力平移臂115的内部区域137的横截面厚度不需要较窄。力平移臂115的外部接触部分135可以但不必具有比内部区域137更大的横截面厚度。然而,应当理解,力平移臂115的外部接触部分135也可具有与内部区域137相同的横截面厚度。外部接触部分135也可具有圆形或弯曲的轮廓。

[0242] 力平移臂115的接触部分135可包含改善其与一个或多个睫状结构的连接而不会造成损坏的特征。通常,接触部分135避免刺穿睫状结构或对睫状结构造成创伤。在各方面,接触部分135可能干扰睫状结构,同时提供无损伤表面,以接合相邻眼组织,使得移动可以在不对组织本身造成创伤的情况下被转移。外部接触部分135也可以被模制成具有一个或多个凹陷、凹痕、凹槽、齿状物、梳状物或其他表面特征,以改善例如与眼组织如睫状突或小带突的接触和/或交错接合。

[0243] 透镜100可被植入,使得力平移臂115的接触部分135在睫状肌18收缩时与睫状结构(即小带、睫状突、睫状肌和/或睫状体)中的至少一个静止接触或准备接触以在调节和不调节期间驱动光学元件的形状变化。在一个优选实施方案中,透镜100被植入使得力平移臂115的接触部分135与睫状体顶点处于静止接触或准备接触。在另一个优选实施方案中,透镜100被植入使得力平移臂115的接触部分135与睫状体处于静止接触或准备接触。在各方面,透镜100被设定尺寸,使得其相对于睫状结构通常是过大的。这可以确保调节期间力平移臂115与睫状结构之间的接触。在各方面,该透镜尺寸过大了至少约0.80mm、0.75mm、0.70mm、0.65mm、0.60mm、0.55mm或0.05mm,以保证睫状体与力平移臂115接触。应当理解,透镜不必过大,并且在某些情况下,可避免透镜尺寸过大。例如,可以依赖透镜平面处的睫状直径的精确测量,以确保透镜的配合对于特定患者是合适的和优化的。

[0244] 本文所述的力平移臂115可以具有固定长度。固定长度的力平移臂115可具有基于术前测量而选择的适合于每个患者的尺寸。或者,力平移臂115的长度可以是可调节的。力

平移臂115长度的调节可以在插入眼睛之前、插入眼睛期间或插入眼睛之后的任何时间进行。随着力平移臂115的长度的调节,力平移臂115相对于一个或多个睫状结构的位置可以变化。在各方面,力平移臂115可大致平行于透镜100的平面延伸或者可以相对于透镜100的平面成角度。

[0245] 睫状肌的收缩和一个或多个睫状结构朝向透镜100的光轴A的向内/向前移动对力平移臂115的接触部分135施加力。力平移臂115相对于变形膜140足够刚性以传递由眼睛的一个或多个移动部分(例如一个或多个睫状结构)施加的力,以引起变形膜140的向内移动。在各方面,力平移臂115可以是刚性聚合物,例如硅氧烷、聚氨酯、PMMA、PVDF、PDMS、聚酰胺、聚酰亚胺、聚丙烯、聚碳酸酯等或它们的组合。在各方面,力平移臂115可以是用刚性材料增强的元件。例如,力平移臂115可具有内部刚性元件,例如硅弹性体、聚氨酯、PMMA、PVDF、PDMS、聚酰胺、聚酰亚胺、聚丙烯、聚碳酸酯等,所述元件被如硅弹性体、聚氨酯或疏水或亲水的柔性丙烯酸材料的较软材料覆盖。在硅氧烷、聚氨酯、PMMA、PVDF、PDMS、聚酰胺、聚酰亚胺、聚丙烯、聚碳酸酯中,力平移臂115可包括在外部接触部分135与内部接触部分137之间延伸的内部刚性元件。在硅氧烷、聚氨酯、PMMA、PVDF、PDMS、聚酰胺、聚酰亚胺、聚丙烯、聚碳酸酯中,内部刚性元件仅在外部部分135与内部部分137之间沿着力平移臂115的部分长度延伸。例如,内部刚性元件不需要明显延伸到外部接触部分135,其中力平移臂115与睫状结构接触以提供更柔软和无损伤表面,以便不会损坏睫状结构。内部刚性元件也不需要明显延伸到内部接触部分137,使得在力平移臂115使形状变形膜140向内移动时,力平移臂115的内部刚性元件保持在透镜主体105外部。通常,力平移臂115由一种材料形成和/或以当由睫状结构向其施加力时保持其形状并且其在转移该力以移动形状变形膜140时不会塌陷或变形的方式设定尺寸。如上所述,形状变形膜140的移动引起流体室155的形状变化,这改变填充流体室155的液体光学材料的形状。当液体光学材料压靠透镜主体105的内表面时,这在前光学元件145的动态膜143中引起向外弯曲。这种向外弯曲导致更球面或凸起的透镜主体105形状,从而增加适用于近视聚焦的透镜的焦度。

[0246] 力平移臂115和形状变形膜140的数量可以变化。如图4C和图5C中所示,透镜100可以包括两个力平移臂115,该力平移臂被定位在该装置的位于邻近两个形状变形膜片140的相对侧上。或者,透镜100可以包括单个力平移臂115,该力平移臂可以足以改变前光学元件145的动态膜143的形状的方式移动以实现所需的屈光度变化。透镜100还可以包括两个以上的臂,例如围绕透镜主体105分布的三个、四个或更多个力平移臂115。力平移臂115可以对称方式围绕透镜100的周边分布或以不对称的方式分布。应当理解,力平移臂115的数量不需要与形状变形膜140的数量匹配。例如,透镜100可以包括沿着透镜主体105的中纬线区域108的弧长延伸的单一形状变形膜140,和被配置为与单一形状变形膜140的不同区域接触或耦合到不同区域的多于一个力平移臂115。

[0247] 透镜100还可以包括稳定系统120。稳定系统120可以被配置为在装置被植入和经历形状变化的情况下保持装置的光学元件的对准并且抵抗装置的移动。与力平移臂115不同,稳定系统120不会引起透镜100的调节。并且因为力平移臂115独立于稳定系统120并且不需要将透镜100固定、集中、稳定和/或保持在眼睛内的适当位置,所以本文所述的透镜100可以包含足以提供动态膜的屈光度变化的单个不对称力平移臂115。

[0248] 稳定系统120可以耦合到装置100的周边区域,例如,作为透镜主体105的一部分粘

合、耦合或模制,或者粘合、耦合或模制到外部支撑件(如果存在)。在硅氧烷、聚氨酯、PMMA、PVDF、PDMS、聚酰胺、聚酰亚胺、聚丙烯、聚碳酸酯中,稳定系统120可以耦合到装置的后部区域100,使得其能够提供稳定和与囊袋的一部分如与前囊的接合。

[0249] 稳定系统120可以变化。在硅氧烷、聚氨酯、PMMA、PVDF、PDMS、聚酰胺、聚酰亚胺、聚丙烯、聚碳酸酯中,稳定系统120包括一个或多个稳定触觉件、静态触觉件、环状元件、凸缘元件或翼或其他稳定特征。在硅氧烷、聚氨酯、PMMA、PVDF、PDMS、聚酰胺、聚酰亚胺、聚丙烯、聚碳酸酯中,稳定系统120可以包括环状结构171,该环状结构具有从环状结构171的一个区域例如后端向外延伸的翼172(参见,例如图4A-图4F)。环状结构171的前端可耦合到静态元件150的外周连接环,使得在其后端的翼172向后延伸到透镜主体105。例如,环状结构171的外径可以被设定尺寸以被容纳在静态元件150的外周连接环的内径内。然而,应当理解,本文考虑稳定系统120与透镜主体105之间的其他耦合布置。环状结构171和翼172可以耦合到透镜主体105的其他部分或与其成为一体,而不必耦合到静态元件150。通常,稳定系统120与透镜主体105的耦合使得翼172定位在相对于透镜主体105和沿着透镜100的光轴A的力平移臂115的后部位置中。另外,稳定系统120和其部件如翼172以不干扰力转换臂115和形状变形膜140的移动的方式耦合到透镜主体105。例如,如图4A中所示,稳定环171可以包括在力平移臂115的位置之间从透镜主体105的周边向外延伸的一对翼172。在硅氧烷、聚氨酯、PMMA、PVDF、PDMS、聚酰胺、聚酰亚胺、聚丙烯、聚碳酸酯中,翼172可以具有外部海拔,但因为其相对于力平移臂115定位成90度,可以提供稳定性,而不干扰臂115的调节移动。施加到翼172或环状结构171的力不会以引起流体室155变形或动态膜143形状变化的方式被稳定系统120转移到透镜100。翼172可以相对于透镜主体105和力平移臂115定位在后部位置中。翼172的前表面也可以与力平移臂115在同一平面上。翼172越靠前,可以在向后方向上拉动透镜主体105的翼172就越大。

[0250] 稳定系统120的环状结构171的形状可以是大致圆柱形,并且翼172可具有大致卵形或椭圆形的外径,使得翼172在沿着透镜主体105的周边的至少两个区域中延伸超出环状结构171的外径。环状结构171的前端可耦合到静态元件150的外周连接环,并且翼172的尺寸可以被设计为在后端上保持在透镜主体105外部并在至少两个区域处延伸超出透镜主体105的外径。其中翼172延伸超出透镜主体105的外径的至少两个区域可以相对于透镜主体105定向,使得翼172相对于力平移臂115提供稳定支撑。例如,如果透镜100包括一对相对的力平移臂115,则翼172可以相对于透镜主体105布置,使得翼172在相对的力平移臂115的位置之间从透镜主体105向外延伸(参见,例如图4A)。应当理解,翼172可以具有除卵形和椭圆形以外的其他形状。例如,翼172也可以是圆柱形的并且具有外径,该外径被配置为沿着360度向外延伸超出环状结构171和透镜主体105的外径。或者,翼172可以具有多于两个位置,其中其延伸超出透镜主体105的外径,例如三个、四个、五个或更多个位置。环状结构171和翼172可以向透镜100提供360度支撑和稳定。

[0251] 如上所述,环状结构171可以包含一对翼172,该翼位于力平移臂115的位置之间或相对于该力平移臂的位置旋转90度。翼172的最外边缘可以向前突出,使得通道或凹槽174形成在翼172的内部区域附近(参见图4A-图4B)。当环状结构171定位在囊袋内时,翼172的这种外部凸起可以与囊袋的面向后的内表面接合,以帮助在相对于袋的向后方向上推动透镜100。另外,可以在凹槽174内容纳并保持撕囊术的边缘。在各方面,可以在翼172的凹槽

174与透镜主体105的面向后的边缘之间捕集边缘。

[0252] 如本文其他地方所述,力平移臂115被配置为在囊袋22的外部延伸以与睫状结构接合,使得来自睫状肌收缩的生理力可以不依赖于囊状机构或囊袋22的移动的方式引起透镜的光焦度变化。从透镜主体105的后端区域向外延伸的翼172可以保持在囊袋22内,而通常从透镜主体105的中纬线区域108或前端区域延伸的力平移臂115在囊袋22的外部延伸以与睫状结构接合。翼172可以布置成与由前囊膜撕囊术形成的囊袋22的边缘的面向后的表面接合,以改善透镜100在眼睛内的固定。由撕囊术形成的囊袋22的边缘可以容纳在形成在透镜元件105的后表面与翼172的前表面之间的凹槽174内。因此,撕囊术可以有助于固定透镜位置。

[0253] 翼172可以具有在处理过程中提供柔性的中断,并且允许外科医生接近透镜100和翼172后面的囊袋22的部分。这在外科医生需要清洁囊袋,去除粘弹性,调节透镜的位置,或者外科医生使用工具操纵透镜后的环境的任何其他程序的情况下可能是优选的。在各方面,中断可以包括延伸穿过翼172的区域的一个或多个孔175(参见图4A、图4D)。中断还可以包括在翼172的外周边处的一个或多个凹痕或凹槽或其他特征。凹痕可以允许易于插入眼睛中,并且允许使用套管或本领域已知的其他工具从囊袋22内部去除粘弹性。

[0254] 图6A-图6C示出了包括稳定系统的透镜100的实施方式,该稳定系统被配置成插入眼睛的囊袋内,同时调节透镜的部件(例如,力平移臂115和动态膜143)可以延伸到囊袋外部。稳定系统可以包括位于透镜100的后侧的环形稳定结构171。稳定结构171可以包括中心开口173和从环形稳定结构171向外突出的一对翼172。在各方面,透镜100可以包含两个力平移臂115和两个翼172。翼172可以相对于臂115围绕透镜100的圆周旋转90度,使得其位于两个力平移臂115之间。这种布置防止翼172的外部凸起干扰力平移臂115的移动。图6B显示了透镜100的侧视图,示出了朝向力平移臂115的平面向上延伸的翼172的外部凸起的平面。

[0255] 稳定结构171可以被设定尺寸并且成形为与透镜主体105的相应表面(例如后部元件150的面向后的表面)接合。应当理解,稳定结构171可以被模制成透镜主体105的整体部分,并且不需要是单独的部件。因此,在部件表面被描述为彼此接合或彼此粘合的情况下,应当理解,这可以包括以整体件形式模制在一起。

[0256] 稳定结构171相对于透镜体105的几何形状可以通过捕集撕囊术的边缘来改善透镜100在囊袋内的固定。翼172的内部区域178可以与透镜主体105的面向后的边缘分开一定距离,从而在透镜主体105与翼172的内部区域178之间形成凹槽174(参见图6B)。当翼172植入囊袋中,使得翼172的外部凸起接合囊袋的前部,撕囊术的边缘可以容纳并保持在凹槽174内。

[0257] 稳定结构171相对于透镜105的几何形状还可以允许流体流过透镜100。例如,稳定结构171与透镜主体105之间的耦合可以是不连续的,使得允许陷在透镜100后面的流体逸出囊袋。凹槽174附近的透镜主体105可以另外包含延伸穿过透镜主体105的侧壁的一个或多个孔、狭槽或切口177。在各方面,透镜主体105的侧壁中的第一切口177可以定位在第一翼172的内部区域178上,并且透镜主体105的侧壁中的第二切口177可以定位在第二翼172的内部区域178上。切口177在透镜100的后侧上从囊袋内,在稳定结构171与后部元件150之间通过切口177形成流体通道(例如,针对囊袋内的粘弹性),并且在透镜100的前侧上形成为前腔室。因此,防止透镜100与囊袋完全密封。切口177的尺寸可以变化。在各方面,切口

177的宽度接近翼172的内部区域的宽度。切口177允许流体不受阻碍地流过透镜100,而不会在调节移动期间影响透镜100的稳定性。翼172还可以另外包括如上所述的一个或多个中断或孔175。

[0258] 在各方面,稳定系统120包括一个或多个稳定触觉件160(参见,例如图5A-图5F)。稳定触觉件160可以远离至少一个形状变形膜140的位置或以不干扰形状变形膜140的移动的方式耦合到透镜主体105或与该透镜主体成为一体。例如,透镜100可以包括两个相对的形状变形膜140并且稳定系统120可以包含一对稳定触觉件160,该稳定触觉件在两个形状变形膜140之间的位置处定位于透镜主体105上或耦合到该透镜主体。因此,在植入时施加到稳定系统120的触觉件160的力不会以引起流体室155的变形或动态膜143的形状变化的方式被稳定系统120转移到透镜100。触觉件160的内部部分161可以耦合到透镜主体105或与该透镜主体成一体,使得触觉件160从中纬线区域108延伸。或者,触觉件160的内部部分161可以耦合到沿着透镜的光轴更向前或更向后定位的透镜主体105的区域或与该区域成一体。稳定触觉件160可以定位在囊袋内,而调节元件(例如,力平移臂115)延伸到囊袋外部。或者,如上所述,触觉件160可以与静态元件150连接或与该静态元件成一体。在各方面,触觉件160相对于透镜主体105定位,使得其在通常比力平移臂115更向后定位的位置处从透镜主体105向外延伸。在这方面,一个或多个稳定触觉件160可以在囊袋22内定位并接合,以在力平移臂115的移动期间保持装置100的稳定性,以防止和/或限制装置的向前、向后、旋转移动。在各方面,触觉件160相对于透镜主体105定位,使得其在通常比力平移臂115更向前定位的位置处从透镜主体105向外延伸(参见图5A)。在这方面,一个或多个稳定触觉件160可以在睫状沟内定位并接合,以在力平移臂115的移动期间保持装置100的稳定性,以防止装置的向前和在各方面,每个稳定触觉件160相对于力平移臂115布置,使得触觉件160的内部区域161在第一力平移臂115的第一侧附近耦合,并且其末端162围绕透镜100的圆周远离第一力平移臂115的第一侧朝向另一个力平移臂115延伸(参见图5A)。在各方面,每个稳定触觉件160相对于力平移臂115布置,使得内部区域161在第一力平移臂115的第一侧附近耦合,并且其末端162在力平移臂115上从第一侧朝向同一力平移臂115的相对位置延伸。具有末端162的透镜100定位成使得其在力平移臂115上延伸减小透镜100的宽度,从而使透镜100更容易地插入和操纵到眼睛的位置中。在各方面,稳定触觉件160可以相对于力平移臂115的平面向前成角度,使得当透镜100至少部分地定位在囊袋内时,其末端162可以接合睫状沟。然后,稳定触觉件160可以在向后方向将透镜100进一步推动到囊袋中。无论稳定触觉件160的末端162是否在与力平移臂115相同的象限上或象限内延伸,还是在力平移臂115之间延伸,触觉件160有助于通过对透镜100施加后向压力来防止力平移臂115与虹膜接触。

[0259] 每个触觉件160可以沿着曲线环绕,使得触觉件160被配置为沿着眼组织整体长度的更大部分接合眼组织。触觉件160可以与力平移臂115同轴或共面。触觉件160也可以沿着与力平移臂115不同的轴定位,例如,从力平移臂115偏移或相对于力平移臂115成角度。在各方面,触觉件160可以相对于力平移臂115以0-20度的范围内的角度或其他度角度定位。每个触觉件160可以远离透镜的平面成角度,使得每个触觉件160的末端162位于与触觉件160的内部区域161不同的平面上,接近该触觉件耦合到透镜主体105的位置。例如,透镜的实施方式可以具有两个触觉件160和两个相对的力平移臂115。该实施方式中的力平移臂115相对于透镜主体105大致居中地耦合,使得内部接触部分137与外部接触部分135之间的

每个力平移臂115大致沿着透镜的中心平面设置。在该方面,两个触觉件160中的每一个耦合到两个力平移臂115之间的透镜主体105的区域。每个触觉件160的内部区域161在前表面与后表面之间略微在透镜主体105的中心平面后方的位置处被定位或耦合到透镜主体105。每个触觉件160从内部区域161朝向末端162弯曲,使得每个触觉件160的末端162定位在触觉件160的内部区域161的平面后方的平面上。这导致力平移臂115的接触部分135相比于触觉件160的末端162更向前布置,使得其可以植入眼内的不同解剖学位置。例如,力平移臂115的接触部分135可被定位在眼睛中,使得其与睫状体顶点18或睫状沟接触,并且触觉件160可以比力平移臂115更向后延伸,例如到囊袋22中。然而,应当理解,一个或多个触觉件160可被定位在与力平移臂115相同的平面中。或者,触觉件160可以向前成角度以试图将透镜偏置在后部位置(参见图5A-图5F)。为了使与虹膜的接触最小化,触觉件160可用于保持透镜主体105和力平移臂115相对于可放置在沟或囊袋中的末端162向后。

[0260] 本文所述的任何稳定系统可以被布置成与力平移臂115同轴或共面或沿与平移臂定位115不同的轴定位,使得稳定系统120从力平移臂115偏移或相对于上文关于触觉件160所述的力平移臂成角度。类似地,稳定系统120可以相对于力平移臂115成角度,使得稳定系统120的至少一部分远离透镜的平面成角度,使得稳定系统的至少一部分位于与稳定系统的另一部分不同的平面上。

[0261] 应当理解,本文所述的任何稳定系统可以由硅弹性体、聚氨酯、PMMA、PVDF、PDMS、聚酰胺、聚酰亚胺、聚丙烯、聚碳酸酯或疏水性或亲水性的柔性丙烯酸材料或这些材料的任何组合形成。稳定系统可以具有用更刚性的结构增强的较软主体,以便提供其稳定功能,同时保持用于插入和操纵的柔性。

[0262] 本文所述的稳定系统120的一个或多个部分可以结合咬合元件以改善在眼内的固定。在各方面,稳定系统120包括触觉件160并且咬合元件可以在其末端162附近定位以改善触觉件160在眼睛内的固定。触觉件160可以是多种触觉件设计中的任一种或触觉件设计的组合,包括但不限于开环、闭环、板式、板环、整体板式、j环、c环、改进的j环、多片、单片、成角、平面、偏移等。本文考虑的触觉件160可包括Rayner设计的触觉件(Rayner Intraocular Lenses Ltd,East Sussex,UK)、NuLens设计的触觉件(NuLens Ltd.,Israel)、Staar透镜设计(Staar Surgical,Monrovia,CA)等。在各方面,无论包括一个或多个触觉件160还是360度翼172的稳定系统120可由生物相容的聚合物,如硅氧烷、聚氨酯、PMMA、PVDF、PDMS、聚酰胺、聚酰亚胺、聚丙烯、聚碳酸酯、PEEK等或这些材料的组合形成。稳定系统120可以由材料形成或被配置为可折叠的。在各方面,稳定系统120由形状记忆材料形成。

[0263] 。本文所述的透镜在内部和/或外部具有改善的机械稳定性,这导致更有效的形状变化。该形状改变是更有效的,因为其仅在所希望的地方(即,在形状变形膜140和动态膜143处)发生,而不会在装置中的其他地方引起将远离所希望的形状改变的变形或凸出。形状变化的效率部分是由于移动部件的机械隔离。如将在下面更详细地描述,一个或多个内部支撑件110为透镜100提供足够的刚度,以机械地隔离移动部件,从而有效地和效率高地实现形状改变,而不会在装置的其他部件中无意地凸出或变形。本文所述的透镜100的面向内的区域可以具有减小的角度、圆化边缘和更少的死区来提高所实现的形状改变的效率。

[0264] 图4A-图4F和图5A-图5F示出了具有内部支撑件110的透镜的实施方式。内部支撑件110可以用于将光学元件(前部和后部)与由稳定系统120施加的应力机械隔离以限制光

学变形。如图4D和图5D中最佳示出,内部支撑件110可以是限定中心孔113的环状元件。孔113可具有设定尺寸以容纳穿过其的静态透镜元件150的至少一部分的内径。如本文其他地方所述,静态元件150可以具有在第一侧上的平坦表面151、在相对的第二侧上的弯曲表面152,以及具有密封表面154的外周连接环。静态元件150的外周密封表面154可以抵靠并密封围绕内部支撑件110的孔113的后向的大致平坦的表面。静态元件150的外周连接环可以通过中心孔113的内径接合。因此,静态元件150可以由内部支撑件110的孔113和可通过孔朝向透镜100的后侧得到的弯曲表面152保持。前光学元件145的周边区域144可定位在围绕孔113的内部支撑件110的平坦的面向前的表面。同样,围绕孔113的内部支撑件110的平面部分被捕获在前光学元件的周边区域144与静态元件150的密封表面154之间。内部支撑件110可以具有与透镜主体105的外周大致匹配的外周。透镜主体105耦合到内部支撑件110的外周(参见图4B和图5B)。内部支撑件110的外周可在周边膜140的内部间隔一定距离,使得在力平移臂115移动时,周边膜140可被向内推动一定距离以引起调节形状变化。因此,透镜主体105可在内部支撑件110的前表面上的第一位置处耦合,并且透镜主体105可在内部支撑件110的后表面上的第二位置处耦合,使得周边膜140跨越第一位置与第二位置之间的距离(参看图4C和图5C)。第一位置与第二位置之间的距离由外周附近的楔形特征117的宽度限定。这些特征117的存在限制了力平移臂115的移动并且降低了在植入眼睛中(例如通过注射)期间撕裂的风险。特征117可以具有大致楔形的形状,使得该特征117的较厚部分被定位成更沿周边面向周边膜140并且朝向中心孔113逐渐变窄。特征117的面向外的表面可以是凹形的或以其他方式向内成角度,以确保周边膜140在力平移臂115的移动过程中避免与特征117接触。应当理解,特征117不必是楔形的。例如,内部支撑件110可以包括多个特征117,该特征在横截面上是更方形或矩形的,使得其不会朝向中心孔113逐渐变窄。

[0265] 通常,内部支撑件110的材料具有足够的刚性,以机械隔离光学元件,特别是当透镜100被放置在由稳定触觉件160施加的应力下时。图5A-图5F示出了具有内部支撑件110的透镜100的实施方式,该内部支撑件被配置为将装置的光学部分与由稳定触觉件160施加的应力机械隔离。内部支撑件110被配置为即使在稳定触觉件160的移动期间也防止中心区域的光学变形,使得稳定触觉件160不会使装置的光学部分如动态膜143或前光学元件143发生形状变化。内部支撑件110相对于透镜100的其他部分(例如形状变形膜140和动态膜143)的强度在透镜插入期间的操纵和处理期间提供了增加的耐久性。

[0266] 无论构造如何,内部支撑件110可以限制除了需要调节移动的区域之外的透镜100的区域中的效率降低的透镜移动。内部支撑件110用于将所有睫状诱导的压力集中到中心动态膜143。内部支撑件110机械地隔离透镜100的动态区域并且在结构上增强透镜100的非动态区域,从而仅在期望通过在流体填充室155内从增加的压力移动力平移臂115和动态膜143来调节侧变形膜140的情况下集中形状变化。内部支撑件110的几何形状和刚性用于机械地防止其他透镜区域在流体填充的囊的增加的内部压力下变形。内部支撑件110可以由多种材料中的任何一种或多种材料的组合形成,该材料可以是不透明的或透明的,但总体上比透镜100的可移动部分更刚性。在各方面,透镜100的每个固体部件由相同的材料形成,这从制造观点提供了优点各种固体部件的材料可以是相同的(即硅氧烷),但是各种固体部件的机械性能可以是独特的,这取决于该部件对于透镜执行的功能(即,形状改变或力转移或定心和稳定)。透镜的一个固体部件可以比透镜的另一个部件(例如,与周边膜140相比的

内部支撑件110)更刚性,但是两个固体部件可以是相同材料。刚性更大的固体部件可以是更刚性的,因为与刚性较小的固体部件相比,该部件的几何形状和尺寸有差异。同样,内部支撑件110和膜140、143可以由相同的硅氧烷材料形成,但是因为膜140、143与内部支撑件110相比具有显著减小的厚度,所以膜140、143在施加压缩力时容易变形,而内部支撑件110不易变形。在一些实施方式中,内部支撑件110可以是硅弹性体(例如硅氧烷PDMS 70-90shoreA)并且膜140、143可以是硅弹性体(例如硅氧烷PDMS20-50shoreA)。另外,内部支撑件110可以包括赋予相对于膜140、143更高的硬度和刚度的几何形状。

[0267] 本文所述的透镜的各种部件和特征可以多种组合中的任何一种的方式并入。同样,关于特定附图所示的特定特征的描述并非旨在进行限制,因为该特征可以并入本文所述的透镜的另一个实施方式中。例如,本文所述的透镜可以包括包含本文所述的稳定系统的一个或多个特征的稳定系统。此外,例如,具有稳定系统特征的透镜可以与关于力平移臂115或形状变形膜140描述的各种特征中的任一种组合。

[0268] 全文提供了用于制备本文公开的装置的各种固体光学部件的合适的材料或材料的组合。应当理解,考虑其他合适的材料。美国专利公开号2009/0234449、2009/0292355和2012/0253459提供适合于形成本文所述的装置的某些部件的其他材料的进一步实施例,所述专利各自通过全文引用的方式并入本文。透镜主体105的一个或多个固体光学部件可以彼此为一体,因为其由相同的材料形成。例如,内部支撑件110可以是前光学元件145的周边区域144的增厚区域。类似地,形状变形膜140可以彼此为一体,具有某些物理性质例如厚度或柔性,以提供所需的功能。或者,透镜主体105的一个或多个固体光学部件可以通过本领域已知的技术耦合在一起。同样,透镜主体105的一个或多个固体光学部件可以由相同材料或不同材料形成。支撑件110、周边区域144、动态膜145和形状变形膜140中的一者或多者可以由诸如硅氧烷、聚氨基甲酸酯、柔性丙烯酸的光学透明的低模量弹性体或柔性非弹性膜如聚乙烯以及卤化弹性体如氟硅弹性体形成。在各方面,填充流体室155的液体光学材料是式(I)的共聚物并且形成流体室155的固体光学部件(例如,形状变形膜140、静态元件150、内部支撑件110、前光学元件145的周边区域144和动态膜143的面向内的表面)由硅弹性体形成。在各方面,填充流体室155的液体光学材料是式(A)的共聚物并且形成流体室155的固体光学部件(例如,形状变形膜140、静态元件150、内部支撑件110、前光学元件145的周边区域144和动态膜143的面向内的表面)由硅弹性体形成。在各方面,填充流体室155的液体光学材料是式(B)的共聚物并且形成流体室155的固体光学部件(例如,形状变形膜140、静态元件150、内部支撑件110、前光学元件145的周边区域144和动态膜143的面向内的表面)由硅弹性体形成。在各方面,填充流体室155的液体光学材料可以是氟硅油并且形成流体室155的固体光学部件(例如,形状变形膜140、静态元件150、内部支撑件110、前光学元件145的周边区域144和动态膜143的面向内的表面)由硅弹性体形成。在各方面,填充流体室155的液体光学材料是硅油并且形成流体室155的固体光学部件由氟硅弹性体形成。在各方面,填充流体室155的液体光学材料是芳族或苯基取代的油,例如苯基硅氧烷油,并且形成流体室155的固体光学部件由卤化硅弹性体如氟硅弹性体形成。选择材料的组合以优化透镜的稳定性,防止溶胀和保持最佳折射率。上文更详细地描述液体光学材料。

[0269] 在各方面,力平移臂115可以是由硅氧烷、聚氨酯、PMMA、PVDF、PDMS、聚酰胺、聚酰亚胺、聚丙烯、聚碳酸酯等或它们的组合形成的刚性聚合物。在一些实施方式中,力平移臂

115可以是用PMMA增强的元件。在各方面,透镜由包括后部静态元件150和力平移臂115的所有硅氧烷材料形成。稳定系统120可以由更刚性的硅氧烷形成或可以由聚酰亚胺形成或包含聚酰亚胺。例如,稳定触觉件160和翼172可以是聚酰亚胺。

[0270] 本文所述的透镜可通过与通常由天然晶状体(诸如睫状体、睫状突和小带)使用的眼组织机械和功能地相互作用而在从远至近的整个调节范围内提供聚焦能力,以实现调节和不调节。本文所述的装置可包括调节机构,该调节机构包括一个或多个力平移臂,所述力转移臂被配置为定位在眼睛中,使得其利用一个或多个睫状结构的运动并将该运动转化为功能力以驱动透镜主体的形状变化,从而以独立于囊袋运动的方式调节和不调节。本文所述的透镜可以实现在1屈光度(1D)至3D直至约5D或6D的范围内的光焦度变化。由这些组织产生的力在功能上被转移到本文所述的装置,引起焦度变化以更有效地调节。本文所述的透镜还可包括与调节机构分开的稳定系统,该稳定系统被配置为例如定位在囊袋内。本文所述的装置避免了由于上述囊纤维化而倾向于发生的已知问题。应当理解,本文所述的装置可以被配置为利用睫状结构的一种或组合的运动,该睫状结构包括但不限于睫状肌、睫状体、睫状突和小带。为了简洁起见,术语"睫状结构"在本文中可用于指一个或多个睫状结构中的任一个,对于所述睫状结构,运动可被力平移臂利用以实现透镜主体的调节。

[0271] 本文所述的装置可以植入眼睛中以替换患病的天然晶状体。装置可作为天然晶状体(有晶状体患者)或眼内透镜的补充物植入患者的囊袋内(人工晶状体患者)。本文所述的透镜可以与US2009/0234449、US2009/0292355、US2012/0253459、WO 2015/148673和WO 2018/081595中描述的眼内透镜组合使用,所述申请均以全文引用的方式并入本文。因此,本文所述的透镜可以独立地使用或作为所谓的"背驮式"透镜使用。背驮式透镜可用于矫正有晶状体眼或人工晶状体眼中的残留屈光不正。用于替换天然晶状体的主透镜通常较厚,并且通常具有可以在±10D至±25D范围内的焦度。较厚、较大焦度的透镜通常不会调节。相比之下,补充调节不需要为系统提供显着的光焦度。与主透镜相比,补充透镜可以相对较薄,并且可以经受更多的调节。相对于厚的主透镜,通常更容易实现较薄透镜的形状变化和移动。本文所述的透镜可以独立地使用,并且不需要作为背驮式透镜与天然透镜或植入透镜组合使用。本文所述的透镜的一个或多个部件可以被配置为定位在沟16中,抵靠睫状突,在囊袋22内或它们的组合内。

[0272] 本文所述的装置和系统可以包含各种特征中的任一者。本文描述的装置和系统的一种实施方式的元素或特征可以另选地或与本文所述的装置和系统的另一种实施方式的元素或特征,以及US2009/0234449、US2009/0292355、US2012/0253459、WO 2015/148673和WO 2018/081595中所述的各种植入物和特征组合并入,所述申请各自通过全文引用的方式并入本文。为了简洁起见,可以省略对这些组合中的每一者的明确描述,尽管本文将考虑各种组合。可以根据各种不同的方法和使用各种不同的设备和系统来植入、定位并调整各种装置等。可以在植入之前、期间以及之后的任何时间调节各种装置。提供了如何植入和定位各种装置的一些代表性描述,然而,为了简洁起见,可以省略关于每个植入物或系统的每种方法的明确描述。

[0273] 包含由本文所述的液体光学材料填充的流体室的透镜不需要是调节透镜,并且不需要被配置为植入眼睛。透镜还不需要包含关于附图描述的示例性透镜的每个特征。透镜可以是眼镜镜片、单目透镜、双目镜头、望远镜透镜、点样镜透镜、望远镜瞄准镜透镜、经纬

仪透镜、显微镜透镜、相机透镜、成像透镜或其他医疗设备透镜。

[0274] 在各方面,参考附图进行描述。然而,某些方面可以在没有这些特定细节中的一者或多者的情况下实施,或与其他已知方法和配置组合实施。在说明书中,阐述了许多具体细节,例如具体配置、尺寸和过程,以便提供对实现方式的彻底理解。在其他情况下,尚未描述了众所周知的过程和制造技术,特别是拘留,以便不必要地模糊描述。在其他情况下,没有特别详细地描述众所周知的方法和制造技术以免不必要地模糊描述。在整个说明书中对“一个实施例”、“一实施例”、“方面”,“一个方面”、“一个实施方式”、“实施方式”等的引用意指所描述的特定特征、结构、配置或特性描述包括在至少一个实施方案、方面或实施方式中。因此,贯穿本说明书的各处出现的短语“一个实施方案”、“实施方案”、“一个方面”、“方面”、“一个实施方式”、“实施方式”等不一定指同一实施方案、方面或实施方式。此外,在一个或多个实施方式中,特定特征、结构、配置或特性可以任何合适的方式组合。

[0275] 在整个说明书中使用相对术语可以表示相对位置或方向或取向,并且不旨在是限制性的。例如,“远端”可以指示远离参考点的第一方向。类似地,“近端”可以指示与第一方向相反的第二方向上的位置。使用术语“前面”、“侧面”和“背面”以及“前”、“后”、“尾侧”、“向头侧”等或用于建立相对的参考框架,并且不旨在限制在各种实现方式中在此描述的任何装置的使用或取向。

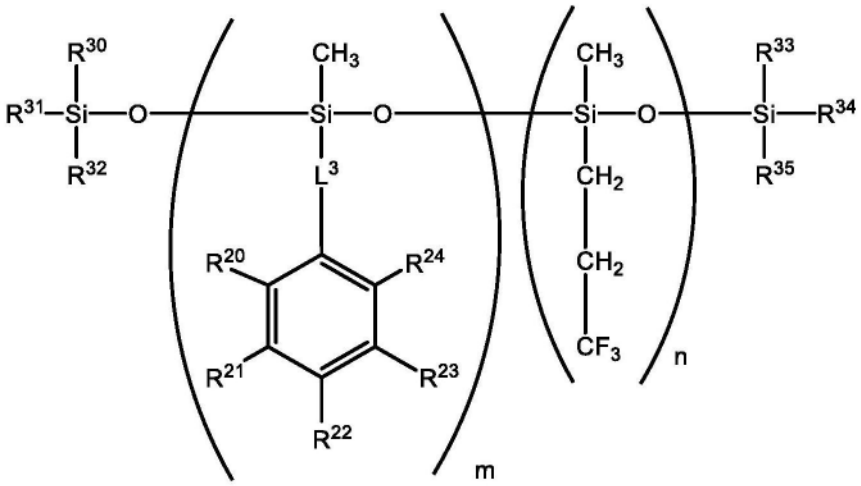
[0276] 虽然这类规范包含许多细节,但这些规范不应被解释为对所要求保护的范围或可能要求保护的范围的限制,而是作为特定实施方案的特定特征的描述。在单独实施方案的上下文中的本说明书中所述的某些特征也可以在单个实施方案中组合地实现。相反,在单个实施方案的上下文中所述的各种特征也可以在多个实施方案中单独或以任何合适的子组合来实现。此外,尽管上文可以将特征描述为在某些组合中起作用,并且甚至初始地如此要求保护,但是在一些情况下,来自要求保护的组合的一个或多个特征可以从该组合中去除,并且要求保护的组合可以涉及子组合或者子组合的变型形式。类似地,虽然以特定顺序在附图中描绘操作,但不应将其理解为需要以所示特定顺序或以连续顺序执行此类操作,或执行所有所示操作以实现所需结果。仅公开了少数实例、实施方案、方面和实施方式。可以基于所公开的内容来进行对所描述的实例和实施方式和其他实施方式的变型形式、修改和增强。

[0277] 在以上描述中和权利要求书中,如“…中至少一个”或“…中一个或多个”的短语可以出现在元素或特征的组合列表之前。术语“和/或”还可以出现在两个或多个元素或特征的列表中。除非另有隐含或明确地与使用其的上下文相矛盾,否则此短语旨在意指单独列出的任何元素或特征,或与其它列举的元素或特征相结合的任何元素或特征。例如,短语“A和B中的至少一个”;“A和B中的一个或多个”;和“A和/或B”分别旨在意指“单独A、单独B或A和B一起”。类似的解释还适用于包含三个或更多个项目的列表。例如,短语“A、B和C中的至少一个”;“A、B和C中的一个或多个”和“A、B和/或C”分别旨在意指“单独A、单独B、单独C、A和B一起、A和C一起、B和C一起或A和B和C一起。”

[0278] 上文和在权利要求中术语“基于”的使用旨在意指“至少部分地基于”,使得还允许未指定的特征或元素。

[0279] 1至50.

[0280] 实施方案1.一种式(B)的共聚物:



(B);

其中:R^{20}、R^{21}、R^{22}、R^{23}和R^{24}各自独立地是氢、氟或被至少一个氟取代的C_{1-4}烷基;L^3独立地是-$(CH_2)_2$-或-CH(CH_3)-;R^{30}、R^{31}、R^{32}、R^{33}、R^{34}和R^{35}独立地是-CH_3或-CF_3;并且m和n各自独立地为1至20的整数,其中m:n的比率为约25:75至约75:25。

[0281] 实施方案2.如实施方案1所述的共聚物,其中R^{20}和R^{24}各自独立地是氢;并且R^{21}、R^{22}和R^{23}各自独立地是氟。

[0282] 实施方案3.如实施方案1所述的共聚物,其中R^{20}、R^{21}、R^{22}、R^{23}和R^{24}中的至少一者是氟或被至少一个氟取代的C_1-C_2烷基。

[0283] 实施方案4.如实施方案1所述的共聚物,其中R^{20}、R^{21}、R^{22}、R^{23}和R^{24}各自独立地是氢、氟或被至少一个氟取代的甲基。

[0284] 实施方案5.如实施方案1所述的共聚物,其中R^{20}、R^{21}和R^{24}各自独立地是氢;并且R^{22}和R^{23}各自独立地是氟。

[0285] 实施方案6.如实施方案1所述的共聚物,其中R^{20}、R^{21}、R^{23}和R^{24}各自独立地是氢,并且R^{22}是-CF_3。

[0286] 实施方案7.如实施方案1至6中任一项所述的共聚物,其中R^{30}、R^{31}、R^{32}、R^{33}、R^{34}和R^{35}是-CH_3。

[0287] 实施方案8.如实施方案1至6中任一项所述的共聚物,其中R^{30}、R^{31}、R^{32}、R^{33}、R^{34}和R^{35}是-CF_3。

[0288] 实施方案9.如实施方案1至8中任一项所述的共聚物,其中m和n各自独立地为5至15的整数。

[0289] 实施方案10.如实施方案1至9中任一项所述的共聚物,其中m:n的比率为约40:60至约50:50。

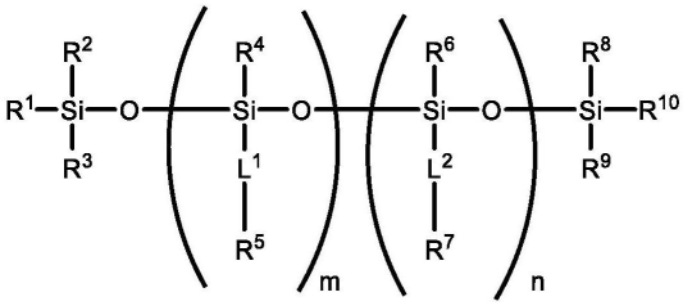
[0290] 实施方案11.如实施方案10所述的共聚物,其中m:n的比率为约45:55。

[0291] 实施方案12.如实施方案1至11中任一项所述的共聚物,所述共聚物的数均分子量为约2,000至约5,000。

[0292] 实施方案13.如实施方案12所述的共聚物,所述共聚物的数均分子量为约3,000至约4,000。

[0293] 实施方案14.如实施方案13所述的共聚物,所述共聚物的数均分子量为约3,500。

[0294] 实施方案15.一种式(A)的共聚物:



(A);

其中:R^1、R^2、R^3、R^8、R^9和R^{10}各自独立地是氢、氟、被取代或未被取代的烷基、被取代或未被取代的杂烷基、被取代或未被取代的芳基或被取代或未被取代的杂芳基;R4和R6各自独立地是氢、被取代或未被取代的烷基、被取代或未被取代的杂烷基、被取代或未被取代的芳基或被取代或未被取代的杂芳基;L^1和L^2各自独立地是键、被取代或未被取代的亚烷基或被取代或未被取代的亚杂烷基;R^5独立地是R^{5A}取代的芳基、R^{5A}取代的再杂芳基、R^{5A}取代的烷基或R^{5A}取代的杂烷基;其中R^{5A}独立地是氟、R^{5B}取代的烷基或R^{5B}取代的杂烷基;其中R^{5B}是氟;R^7独立地是未被取代或R^{7A}取代的烷基、未被取代或R^{7A}取代的杂烷基、未被取代或R^{7A}取代的芳基或未被取代或R^{7A}取代的杂芳基;其中R^{7A}独立地是氟、R^{7B}取代的烷基或R^{7B}取代的杂烷基;其中R^{7B}是氟;并且m和n各自独立地为1至约100的整数。

[0295] 实施方案16.如实施方案15所述的共聚物,其中R^5是R^{5A}取代的芳基;其中R^{5A}独立地是氟或被至少一个氟取代的C_1-C_4烷基。

[0296] 实施方案17.如实施方案15所述的共聚物,其中R^5是R^{5A}取代的烷基;其中R^{5A}独立地是氟或被至少一个氟取代的C_1-C_4烷基。

[0297] 实施方案18.如实施方案15所述的共聚物,其中R^{5A}是R^{5B}取代的烷基。

[0298] 实施方案19.如实施方案15至18中任一项所述的共聚物,其中R^7独立地是未被取代或R^{7A}取代的烷基或未被取代或R^{7A}取代的芳基;其中R^{7A}独立地是氟或R^{7B}取代的烷基;其中R^{7B}是氟。

[0299] 实施方案20.如实施方案15至18中任一项所述的共聚物,其中R^7独立地是未被取代或R^{7A}取代的烷基。

[0300] 实施方案21.如实施方案15至18中任一项所述的共聚物,其中R^{7A}是R^{7B}取代的烷基。

[0301] 实施方案22.如实施方案15所述的共聚物,其中R^1、R^2、R^3、R^8、R^9和R^{10}各自独立地是氢、未被取代的C_1-C_6烷基、被至少一个氟取代的C_1-C_6烷基、被至少一个氟取代的6元芳基取代的C_1-C_6芳基或被至少一个氟取代的6元芳基;R^4和R^6各自独立地是氢、被取代或未被取代的C_1-C_6烷基或被取代或未被取代的苯基;L^1和L^2各自独立地是键或被取代或未被取代的C_1-C_6烷基;R^5是5或6元R^{5A}取代的芳基,其中R^{5A}独立地是氟或被至少一个氟取代的C_1-C_4烷基;R^7独立地是苯基、未被取代的C_1-C_6烷基或被至少一个氟取代的C_1-C_6烷基;并且m和n各自独立地为1至约50的整数。

[0302] 实施方案23.如实施方案15所述的共聚物,其中:R^1、R^2、R^3、R^8、R^9或R^{10}各自独立地是氢、未被取代的甲基或-CF_3;R^4独立地是氢或未被取代的甲基;R6独立地是氢、未被取代的甲基或未被取代的苯基;L^1独立地是未被取代的亚甲基、被甲基取代的亚甲基、未被取代的亚乙基、被甲基取代的亚乙基、未被取代的亚丙基或被甲基取代的亚丙基;L^2独立地是键、

未被取代的亚甲基、未被取代的亚乙基或未被取代的亚丙基;R^5是被1至5个氟取代的苯基;R^7是被1至5个氟取代的苯基或被1至3个氟取代的甲基;并且m和n各自独立地为1至约25的整数。

[0303] 实施方案24.如实施方案15至23中任一项所述的共聚物,其中m:n的比率为约10:90至约90:10。

[0304] 实施方案25.如实施方案24所述的共聚物,其中m:n的比率为约20:80至约80:20。

[0305] 实施方案26.如实施方案25所述的共聚物,其中m:n的比例为约30:70至约70:30。

[0306] 实施方案27.如实施方案26所述的共聚物,其中m:n的比率为约40:60至约60:40。

[0307] 实施方案28.如实施方案15至27中任一项所述的共聚物,其中所述共聚物的数均分子量为约500至约10,000。

[0308] 实施方案29.如实施方案28所述的共聚物,其中所述共聚物的数均分子量为约1,000至约6,000。

[0309] 实施方案30.如实施方案29所述的共聚物,其中所述共聚物的数均分子量为约2,000至约5,000。

[0310] 实施方案31.一种组合物,所述组合物包含多种如实施方案1至30中任一项所述的共聚物。

[0311] 实施方案32.如实施方案31所述的组合物,所述组合物的粘度为约500cP至约10,000cP。

[0312] 实施方案33.如实施方案32所述的组合物,所述组合物的粘度为约1,000cP至约2,000cP。

[0313] 实施方案34.如实施方案31至33中任一项所述的组合物,所述组合物的折射率为约1.40至约1.50。

[0314] 实施方案35.如实施方案34所述的组合物,所述组合物的折射率为约1.43至约1.46。

[0315] 实施方案36.如实施方案31至35中任一项所述的组合物,所述组合物在400nm至700nm的可见光范围内具有至少95%的透光率。

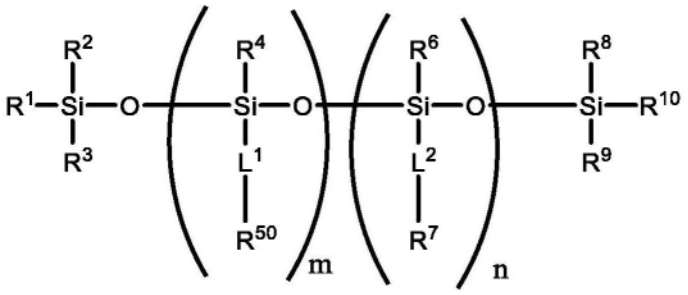
[0316] 实施方案37.一种透镜,所述透镜包括:(i)前部,所述前部包括折射光学元件;(ii)后部;以及(iii)所述前部与所述后部之间的封闭腔,其中所述封闭腔包含如实施方案1至30中任一项所述的共聚物或如实施方案31至36中任一项所述的组合物。

[0317] 实施方案38.如实施方案37所述的透镜,其中所述前部和所述后部包括硅弹性体。

[0318] 实施方案39.如实施方案37或38所述的透镜,其中所述透镜是眼内透镜。

[0319] 实施方案40.一种治疗有需要的患者眼睛的白内障的方法,所述方法包括将如实施方案39所述的眼内透镜植入所述患者的眼睛。

[0320] 实施方案41.一种用于生产如实施方案1至30中任一项所述的共聚物的方法,所述方法包括:(i)使R^{60}取代的烷基或R^{60}取代的芳基与式(C)的共聚物接触,以产生包含所述式(A)或(B)的共聚物的组合物;以及(ii)从所述组合物中去除杂质;从而产生式(A)或(B)的共聚物;其中R^{60}是氟、R^{61}取代的烷基、R^{61}取代的杂烷基、R^{61}取代的芳基或R^{61}取代的杂芳基;其中R^{61}是氟;其中式(C)的共聚物是:



(C)；

其中R^{50}是氢、被取代或未被取代的烷基或被取代或未被取代的芳基。

[0321] 实施方案42.如实施方案41所述的方法，其中R^{50}是未被取代的甲基。

[0322] 实施方案43.如实施方案41或42所述的方法，其中从所述组合物去除杂质包括用有机溶剂洗涤组合物以从所述组合物中去除杂质。

[0323] 实施方案44.如实施方案43所述的方法，其中所述有机溶剂是二甲基亚砜、二甲基甲酰胺、乙腈、二甲基乙酰胺、丙酮、四氢呋喃、二噁烷、N-甲基-2-吡咯烷酮、二乙醚、甲醇、乙醇、异丙醇、吡啶、乙酸、三乙胺、二异丙基乙胺、四氯化碳、氯仿、二氯甲烷、水、D_2O、己烷、环己烷、戊烷、2-甲基戊烷、3-甲基戊烷、2,3-二甲基丁烷、2,2-二甲基丁烷、庚烷、辛烷、二甲苯、苯、甲苯或它们的两种或更多种组合。

[0324] 实施方案45.如实施方案44所述的方法，其中所述有机溶剂是己烷、二氯甲烷或己烷和二氯甲烷的混合物。

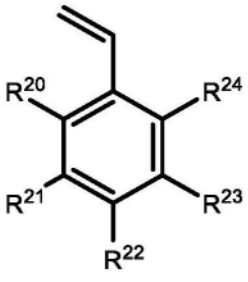
[0325] 实施方案46.如实施方案43至45中任一项所述的方法，所述方法包括用液态烃洗涤组合物至少10次以从所述组合物中去除杂质。

[0326] 实施方案47.如实施方案41或42所述的方法，其中从所述组合物中去除杂质包括用超临界CO_2从所述组合物中萃取杂质。

[0327] 实施方案48.如实施方案41至47中任一项所述的方法，其中去除杂质包括使所述组合物与硅弹性体接触。

[0328] 实施方案49.如实施方案41至48中任一项所述的方法，其中步骤(i)包括使R^{60}取代的芳基与式(C)的共聚物接触以产生包含所述式(A)或(B)的共聚物的组合物；其中R^{60}是氟或被至少一个氟的C_1-C_6烷基。

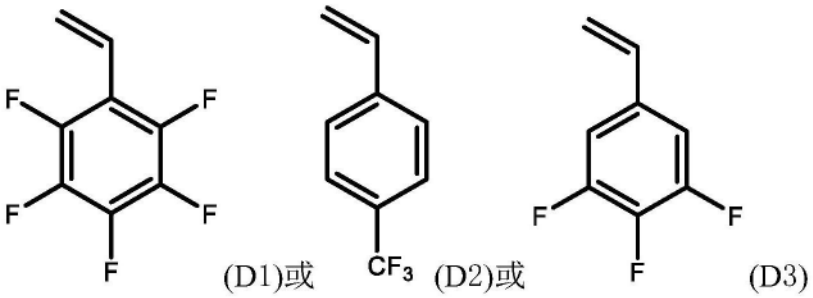
[0329] 实施方案50.如实施方案49所述的方法，其中R^{60}取代的芳基是式(D)的共聚物：



(D)；

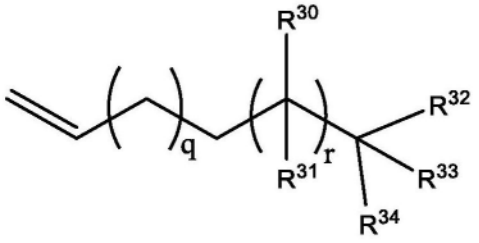
其中R^{20}、R^{21}、R^{22}、R^{23}和R^{24}各自独立地是氢、氟或被至少一个氟取代的C_1-C_4烷基；条件是R^{20}、R^{21}、R^{22}、R^{23}和R^{24}并非都是氢。

[0330] 实施方案51.如实施方案50所述的方法，其中所述式(D)化合物是式(D1)或(D2)或(D3)的化合物：



[0331] 实施方案52.如实施方案41至48中任一项所述的方法,其中步骤(i)包括使R^{60}取代的烷基与式(C)的共聚物接触以产生包含所述式(A)或(B)的共聚物的组合物;其中R^{60}是氟或被至少一个氟取代的C_1-C_6烷基。

[0332] 实施方案53.如实施方案52所述的方法,其中R^{60}取代的烷基是式(E)化合物:



(E);

其中q和r各自独立地为0至6的整数;并且

R^{30}、R^{31}、R^{32}、R^{33}和R^{34}各自独立地是氢、氟或被至少一个氟取代的C_1-C_4烷基;条件是R^{30}、R^{31}、R^{32}、R^{33}和R^{34}并非都是氢。

实施例

[0333] 以下实施例仅出于说明的目的,并且不意图限制本公开和权利要求的精神或范围。

[0334] 实施例1

[0335] 用于制备和改性聚合物的方法在本领域是众所周知的。在本公开中,氟硅聚合物和共聚物由本文所述的方法制备。用搅拌棒向RBF中装入甲苯(2mL)和聚(硅烷)(对映体过量,HDP-111,HMS-301,HMS-501,HPM-502,全部由Gelest,Inc.,Morrisville,PA生产)(3g,约2.86mmol,约18.9mmol Si-H)。向其中添加无抑制剂的4-氟苯乙烯(3.3g,18.9mmol,约1.0当量/Si-H)。无抑制剂的4-氟苯乙烯通过使市售苯乙烯通过中性氧化铝塞制备并立即使用。此后,Karstedt催化剂用作甲苯(约2%Pt)溶液(50μL),并置于50℃油浴中。反应物保持流体和淡黄色。

[0336] 在三小时内,通过旋转蒸发去除挥发性溶剂。^{1}H NMR用于监测乙烯基和硅烷质子。反应没有显示任何来自苯乙烯亚单元的残余乙烯基质子。如果剩余残余的硅烷质子,则添加额外当量的基于苯乙烯的单元以消耗残余硅烷,接着额外加热3小时(例如,3-5小时)。如果剩余残余乙烯基质子并且没有剩余硅烷质子,则停止反应并且在减压下去除挥发物。如果存在残余乙烯基和硅烷质子,则添加额外等份的Karstedt催化剂,并将反应物放回在油浴中另外3-5小时。监测反应直至完成。

[0337] 用二氯甲烷稀释反应物并添加木炭。搅拌或超声处理15-30分钟。通过硅藻土塞过滤并通过旋转蒸发浓缩样品。

[0338] 尽管该实施例是指无抑制剂的4-氟苯乙烯作为起始产品,本领域技术人员将理解,在以下实施例中使用其他反应产物,例如4-(三氟甲基)苯乙烯、2,3,4,5,6-五氟苯乙

烯。其他氟硅共聚物可以按照本文所述的方法使用其他起始材料例如3-氟苯乙烯、2-氟苯乙烯、2,6-二氟苯乙烯、3-(三氟甲基)苯乙烯、2-(三氟甲基)苯乙烯等制备。

[0339] 实施例2

[0340] 发明人设计了一种不对称的均匀聚合物,以聚苯基-(二甲基氢硅氧基)硅氧烷、氢化物封端的50-80Cst作为基础,并添加各种氟烷烃以产生平衡每个重复单元内的折射率和溶解度参数的分子。特别地,使式(II)化合物,即Gelest,Inc.的HDP-111与式(D)或(E)的化合物按照实施例1中所述的方法反应,以产生式(VIII)的氟硅聚合物,如本文所述。如果所得聚合物的折射率过低或过高,则式(D)或(E)的化合物的氟含量变化。另外,改变式(II)化合物的分子量以调节粘度。

[0341] 当式(D)化合物是单氟苯乙烯时,所得聚合物的溶解度不足。当式(D)化合物是三氟苯乙烯或五氟苯乙烯时,材料不是液体。当使用式(E)化合物时,所得聚合物是固体。假设由式(II)化合物和式(D)或(E)的化合物的组合产生的聚合物太大而无法提供氟硅油所需的所期望的特性。

[0342] 实施例3

[0343] 本发明人设计并合成了以基于氢化物的共聚物为基础的共聚物,并且添加官能团以产生达到最终产品规格所需的溶解度和折射性能。特别地,使式(IV)化合物,即Gelest,Inc.的HMS-501或HMS-301与式(D)或(E)的化合物按照实施例1中所述的方法反应以产生式(IX)的氟硅共聚物,如本文所述。

[0344] 如果所得聚合物的折射率过低,则式(D)或(E)的化合物的氟含量变化。如果所得共聚物太可溶,则改变式(IV)的共聚物的氢化物浓度。另外,改变式(II)化合物的分子量以调节粘度。

[0345] 当式(D)化合物是单氟苯乙烯时,所得共聚物的溶解度不足。当式(D)化合物是三氟苯乙烯时,所得共聚物具有良好的折射率和良好的溶解度。当式(D)化合物是五氟苯乙烯时,所得共聚物是部分固体。当使用式(E)化合物时,所得共聚物是固体并且折射率过低。50/50氢化物/二甲基需要溶解到适当的水平。

[0346] 实施例4

[0347] 本发明人设计并合成了一种氟-苯基共聚物,其中溶解度和折射性能通过共聚物的一部分中的氟的量和整个共聚物的该部分的百分比平衡。特别地,使式(VII)化合物,即Gelest,Inc.的HPM-502与式(D)化合物按照实施例1中所述的方法反应,以产生式(X)的氟硅共聚物,如本文所述。

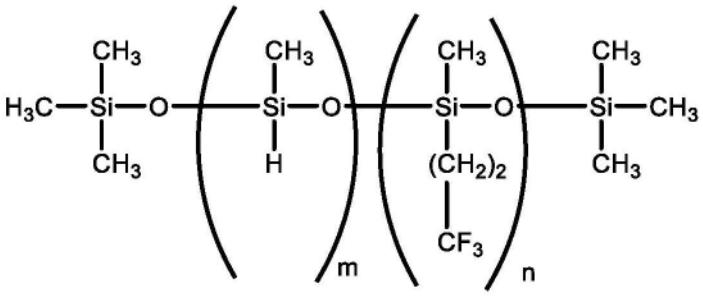
[0348] 如果所得聚合物的折射率过低或过高,则式(D)化合物的氟含量变化。如果所得共聚物太可溶,则改变式(VII)的共聚物的氢化物浓度。另外,改变式(VII)化合物的分子量以调节粘度。

[0349] 如果式(D)化合物是单氟苯乙烯、三氟苯乙烯或五氟苯乙烯,则所得共聚物是固体。

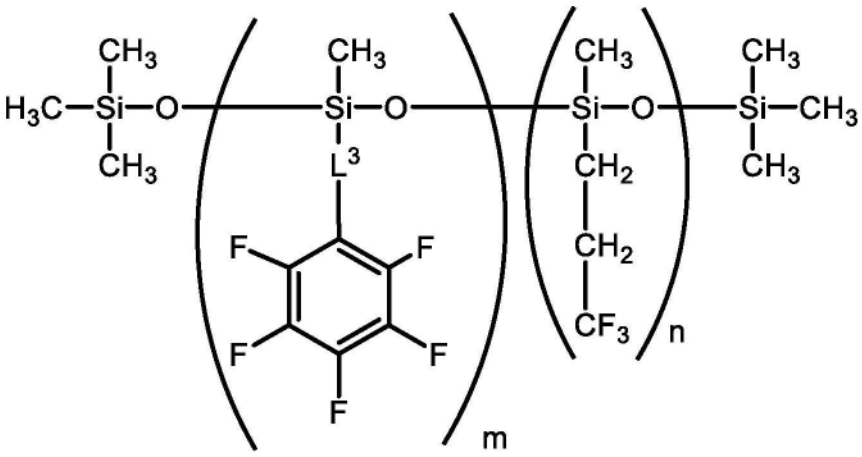
[0350] 实施例5

[0351] 本发明人设计并合成了基于氢化物的共聚物作为基础,而共聚物的其他部分是三氟丙基硅氧烷。在反应中添加的官能团包含达到最终产品规格所需的溶解度和折射性能。

[0352] 特别地,具有以下结构的基础共聚物(可自Gelest,Inc.购得):

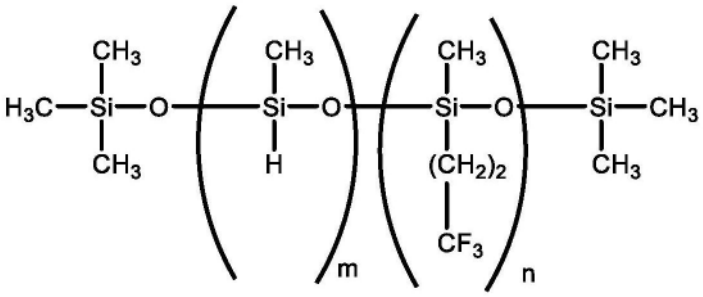


其中氢化物:三氟丙基(例如,m:n)的摩尔比为18:82或38:62;与式(D1)化合物按照实施例1中所述的方法反应以产生以下共聚物:

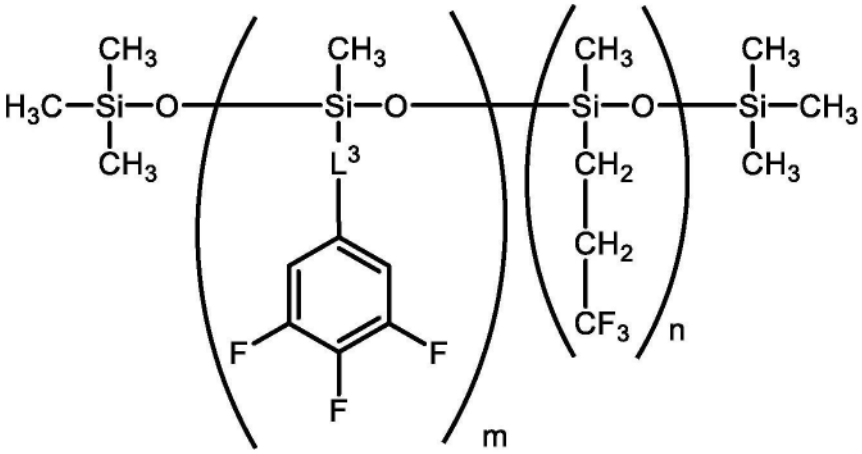


其中L^3独立地是-$(CH_2)_2$-或-$CH(CH_3)$-。

[0353] 具有以下结构的基础共聚物(可自Gelest,Inc.购得):

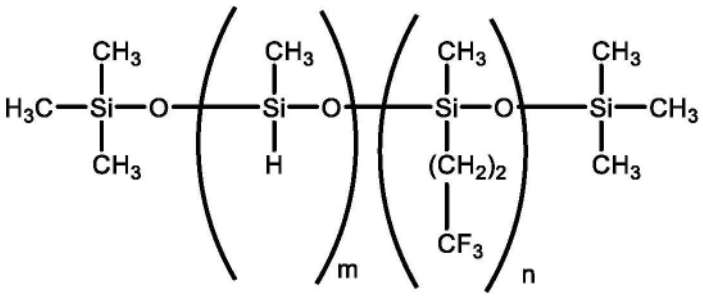


其中氢化物:三氟丙基(例如,m:n)的摩尔比为18:82或38:62;与式(D2)化合物按照实施例1中所述的方法反应以产生以下共聚物:

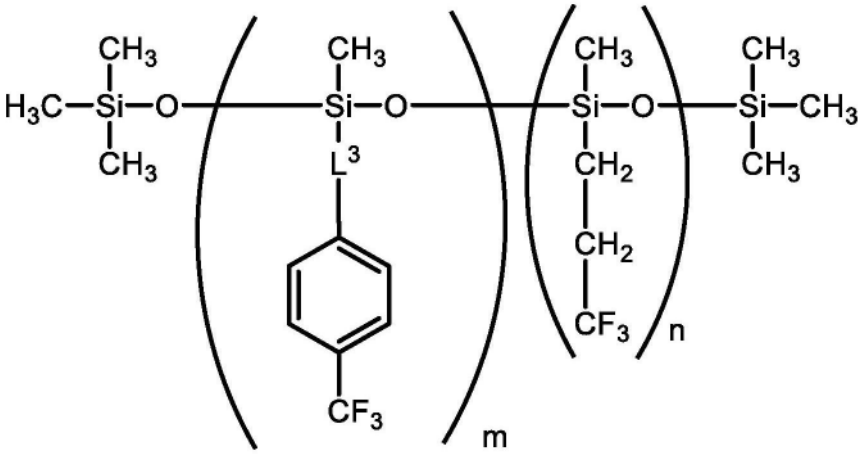


其中L^3独立地是-$(CH_2)_2$-或-CH(CH_3)-；

[0354] 具有以下结构的基础共聚物(可自Gelest,Inc.购得)：



其中氢化物:三氟丙基(例如,m:n)的摩尔比为18:82或38:62;与式(D3)化合物按照实施例1中所述的方法反应以产生以下共聚物：



其中L^3独立地是-$(CH_2)_2$-或-CH(CH_3)-。

[0355] 如果所得聚合物的折射率过低,则式(D)化合物的氟含量变化。如果所得共聚物太可溶,则改变上述基础共聚物的氢化物浓度。另外,改变基础共聚物的分子量以调节粘度。

[0356] 当基础共聚物与D1反应时,所得共聚物是部分固体。当基础共聚物与D2或D3反应时,折射率和溶解度优异。

[0357] 纯化所得共聚物。特别地,通过活性炭萃取程序处理材料,以去除任何残留催化剂(例如,通过聚合或氢化硅烷化)。材料还通过已烷萃取程序进行十次以故意去除可能迁移到硅氧烷中的任何材料。

[0358] 应理解,本文所述的实例和方面仅是出于说明性目的,且根据其的各种修改或变化将由本领域的技术人员想到且包括在本申请的精神和范围以及所附权利要求书的范围内。本文所引用的所有出版物、专利和专利申请均出于所有目的特此以全文引用的方式并入。

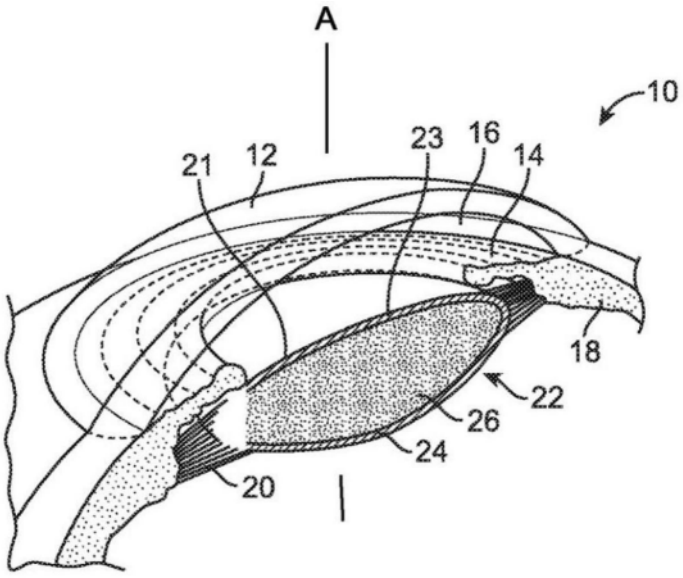


图1A

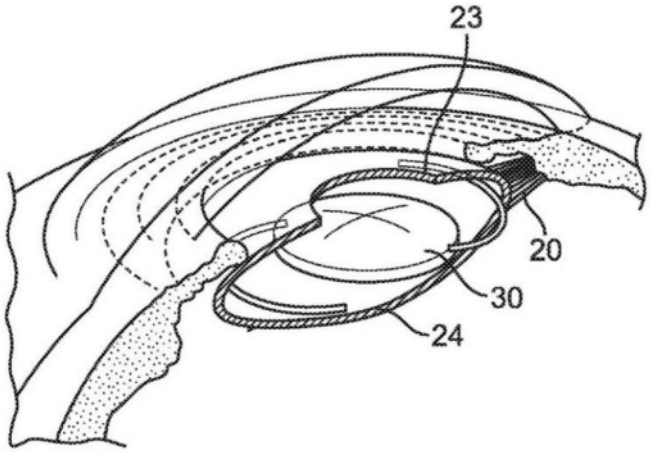


图1B

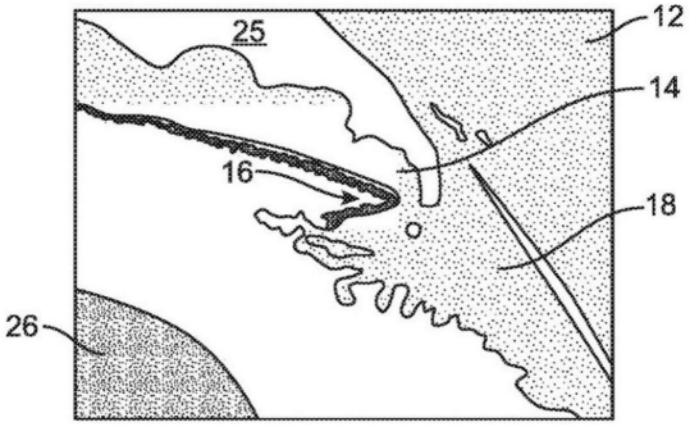


图1C

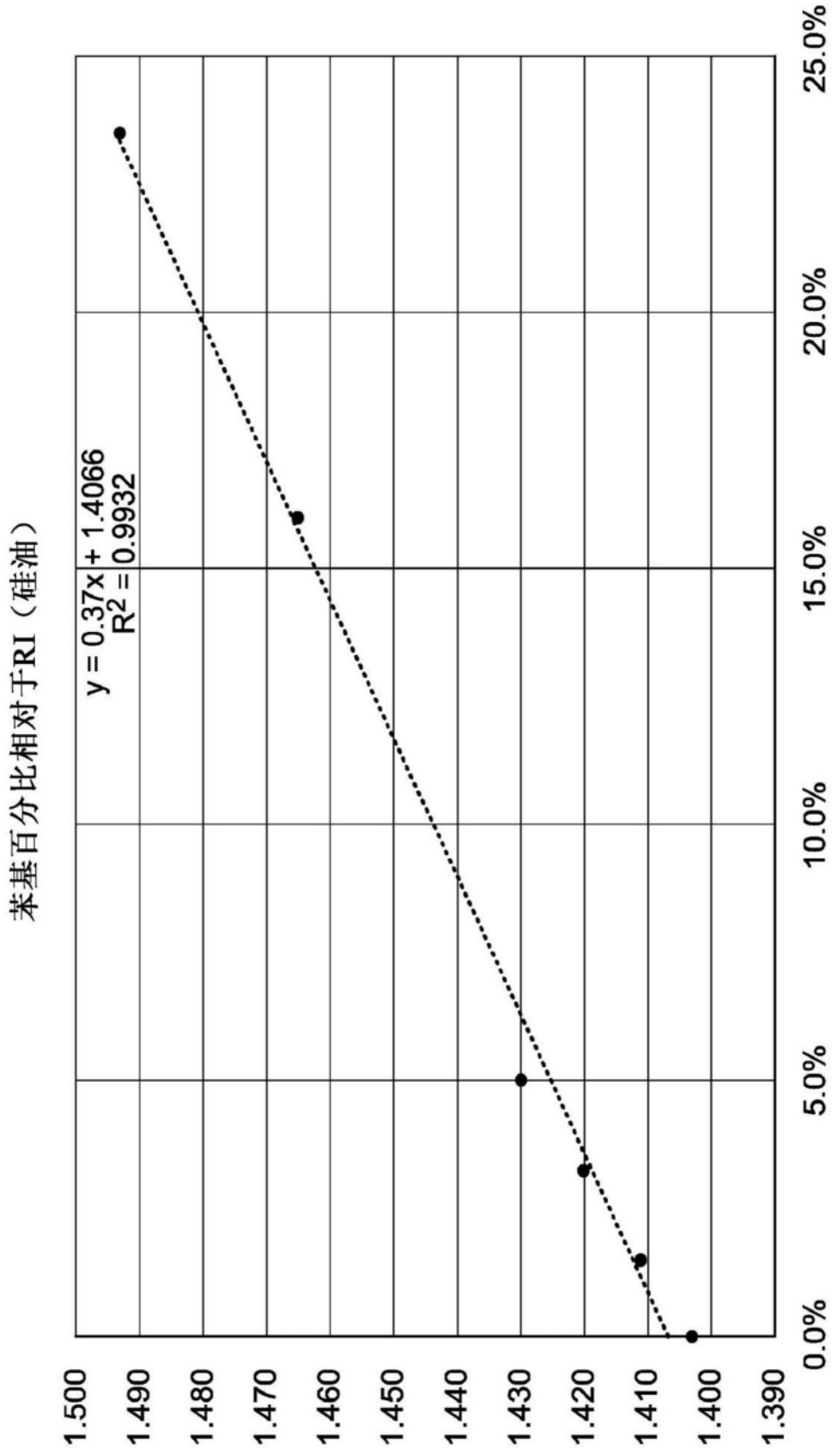

苯基百分比相对于RI（硅油）
y = 0.37x + 1.4066
R2 = 0.9932
1.500
1.490
1.480
1.470
1.460
1.450
1.440
1.430
1.420
1.410
1.400
1.390
0.0%
5.0%
10.0%
15.0%
20.0%
25.0%

图2A

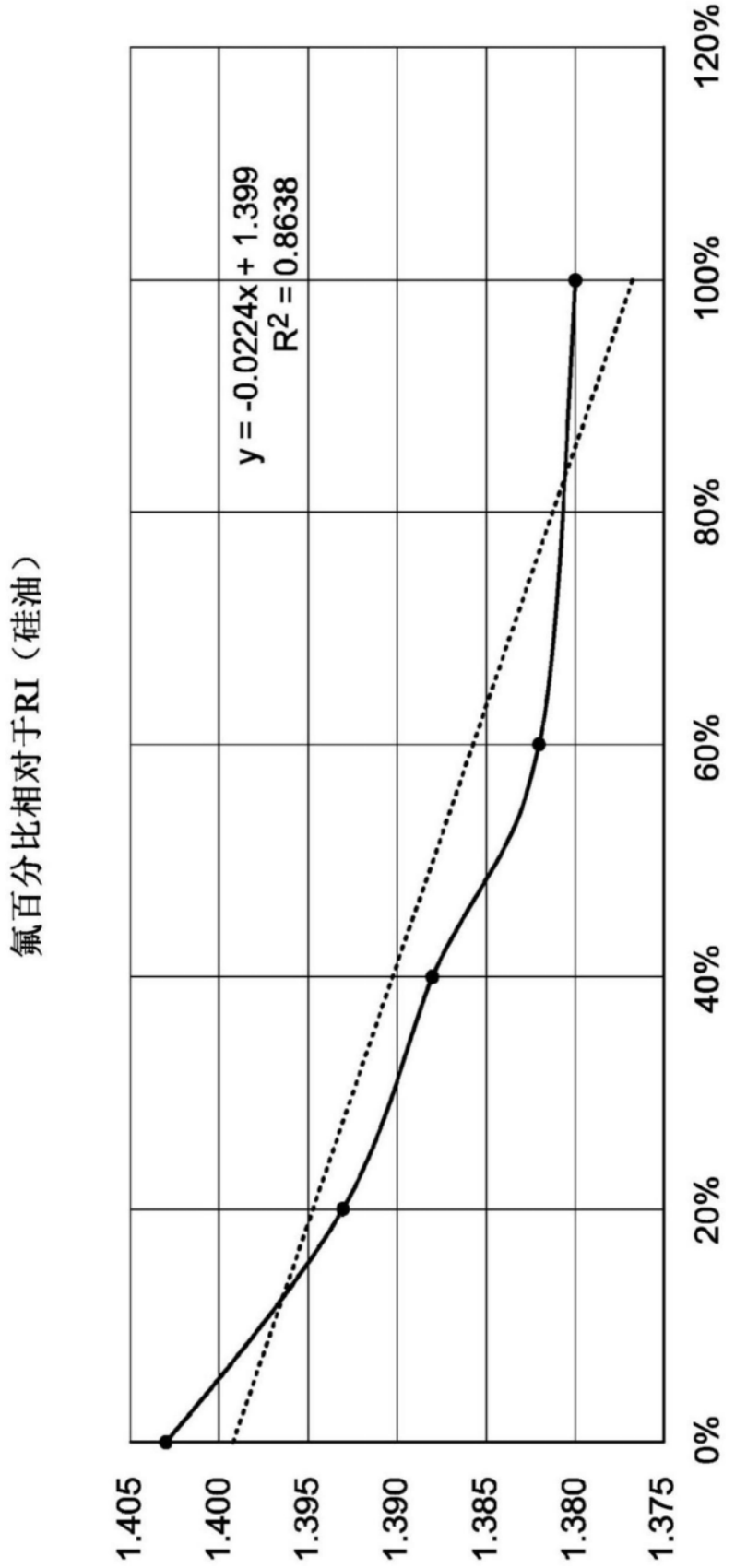

氟百分比相对于RI（硅油）
y = -0.0224x + 1.399
R2 = 0.8638
1.405
1.400
1.395
1.390
1.385
1.380
1.375
0%
20%
40%
60%
80%
100%
120%

图2B

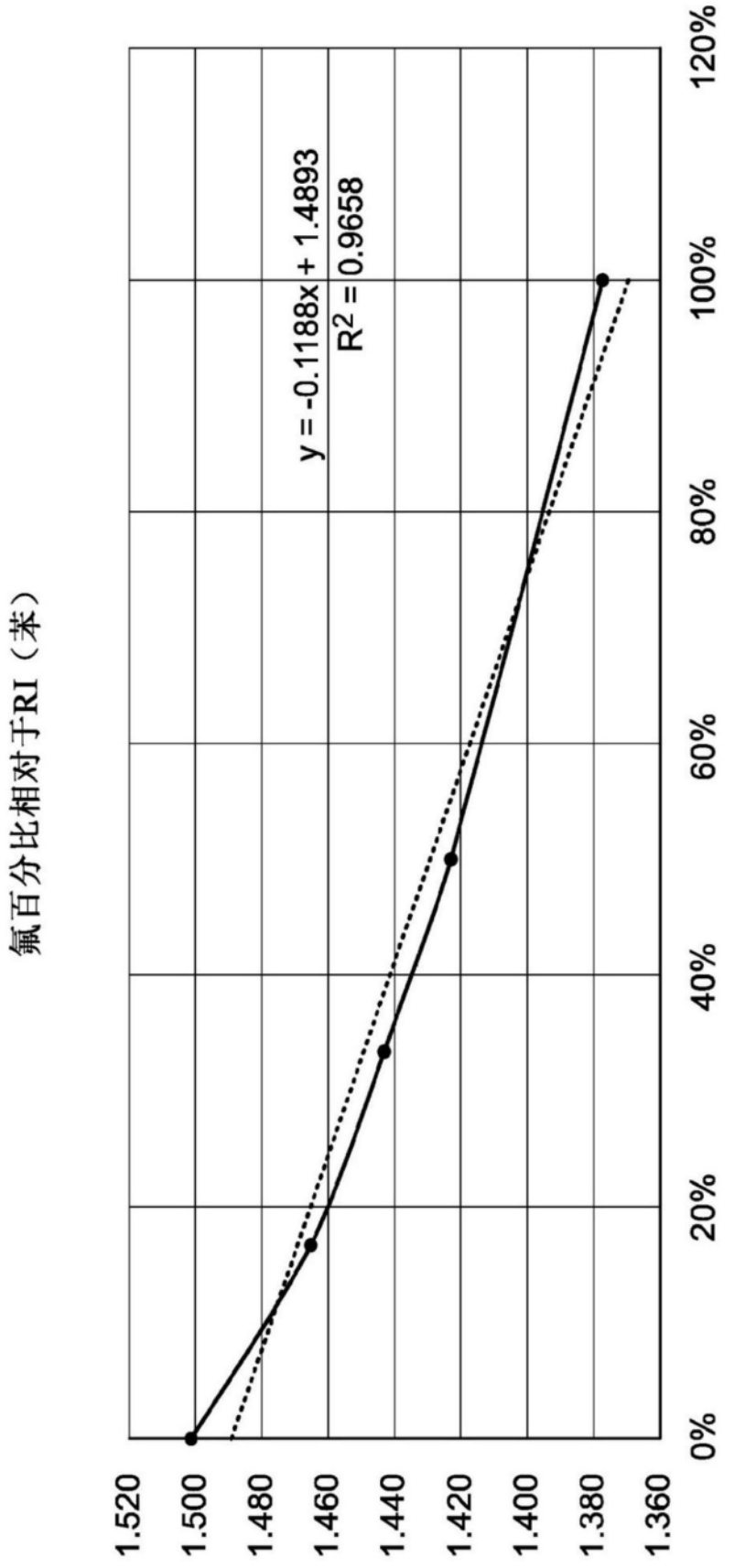

氟百分比相对于RI（苯）
y = -0.1188x + 1.4893
R2 = 0.9658
1.520
1.500
1.480
1.460
1.440
1.420
1.400
1.380
1.360
0%
20%
40%
60%
80%
100%
120%

图2C

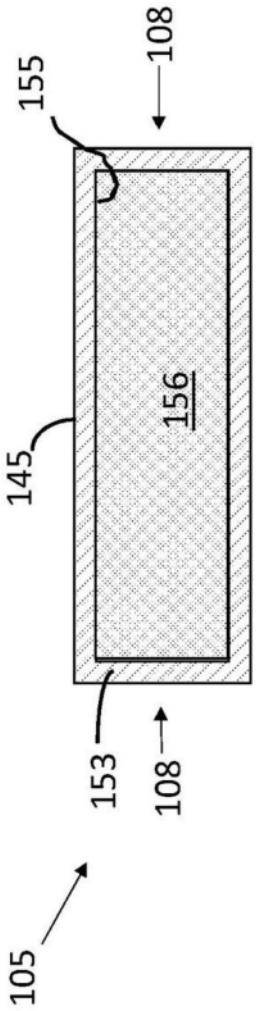


图3A

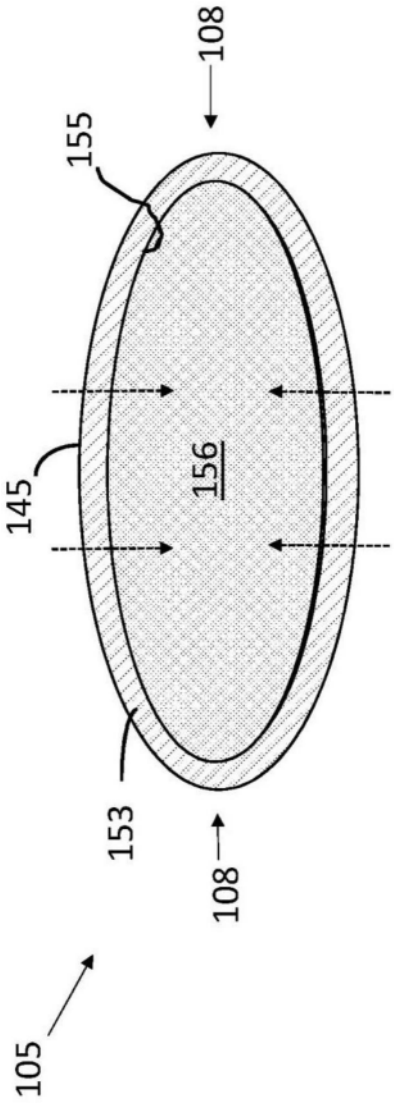


图3B

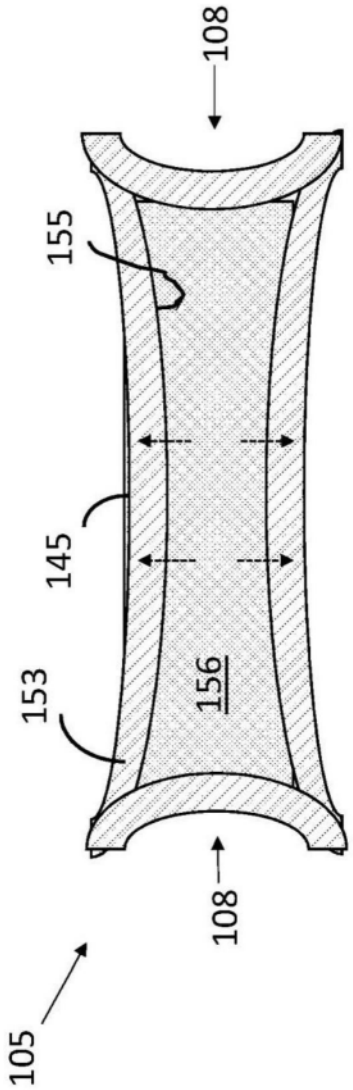


图3C

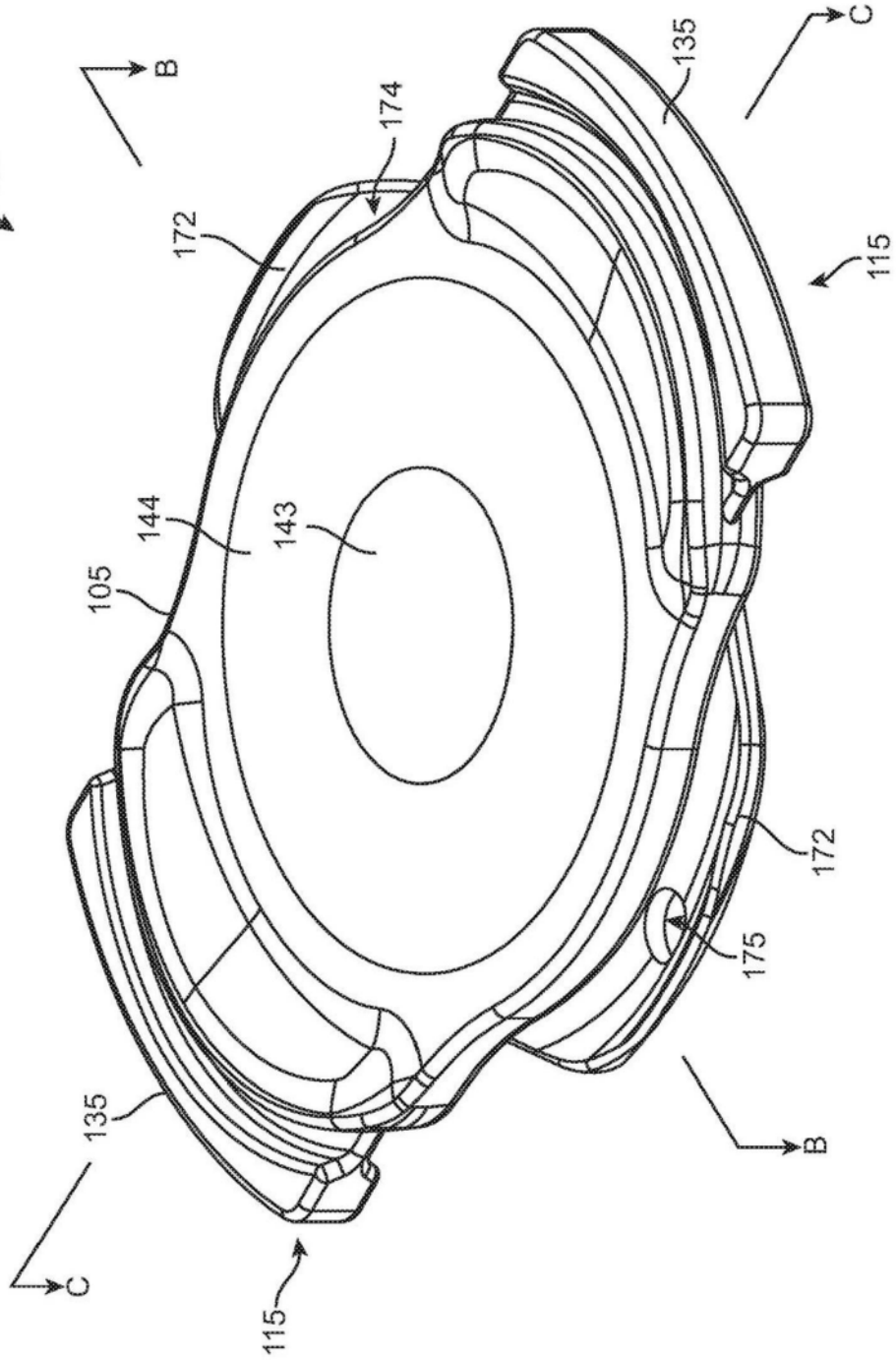


图4A

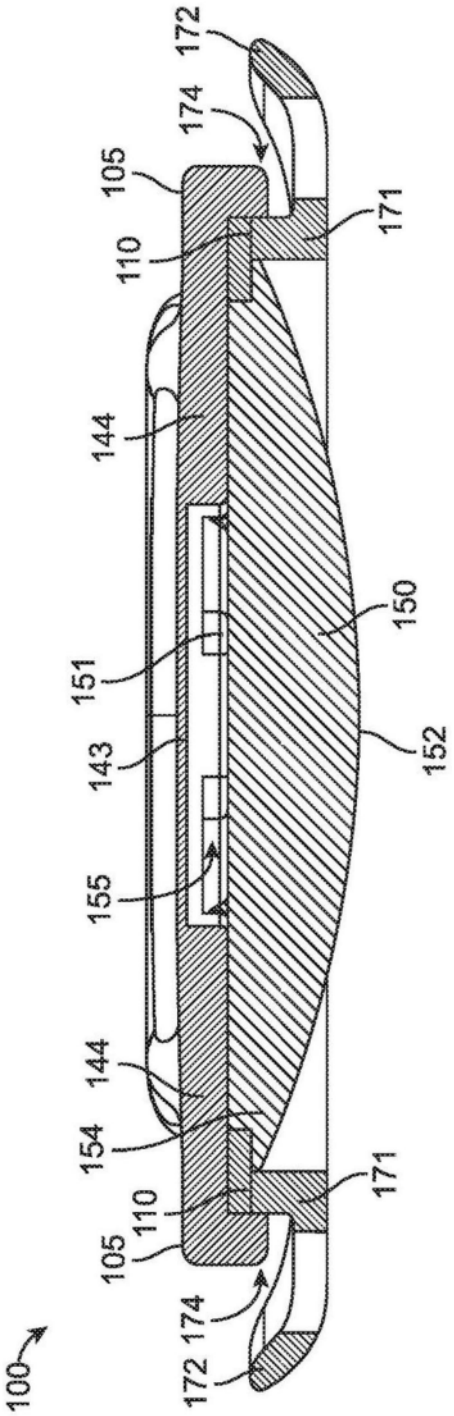

172
174
105
110
171
144
150
151
143
152
155
144
154
171
110
105
174
172
100

图4B

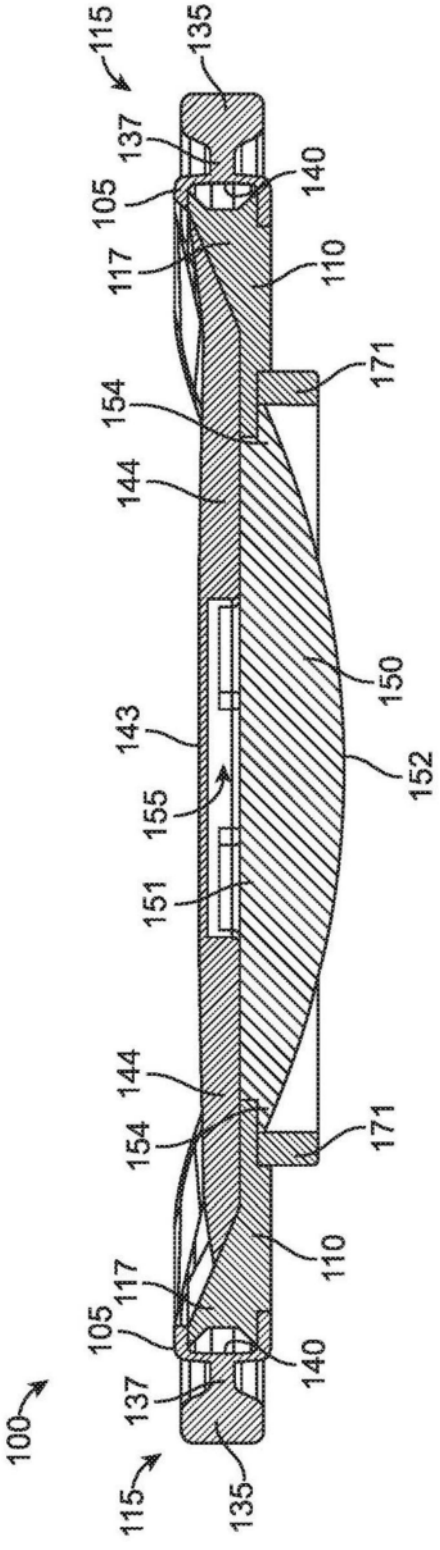

115
135
137
140
105
117
110
171
154
144
150
143
152
155
151
144
154
171
110
117
105
140
137
100
115
135

图4C

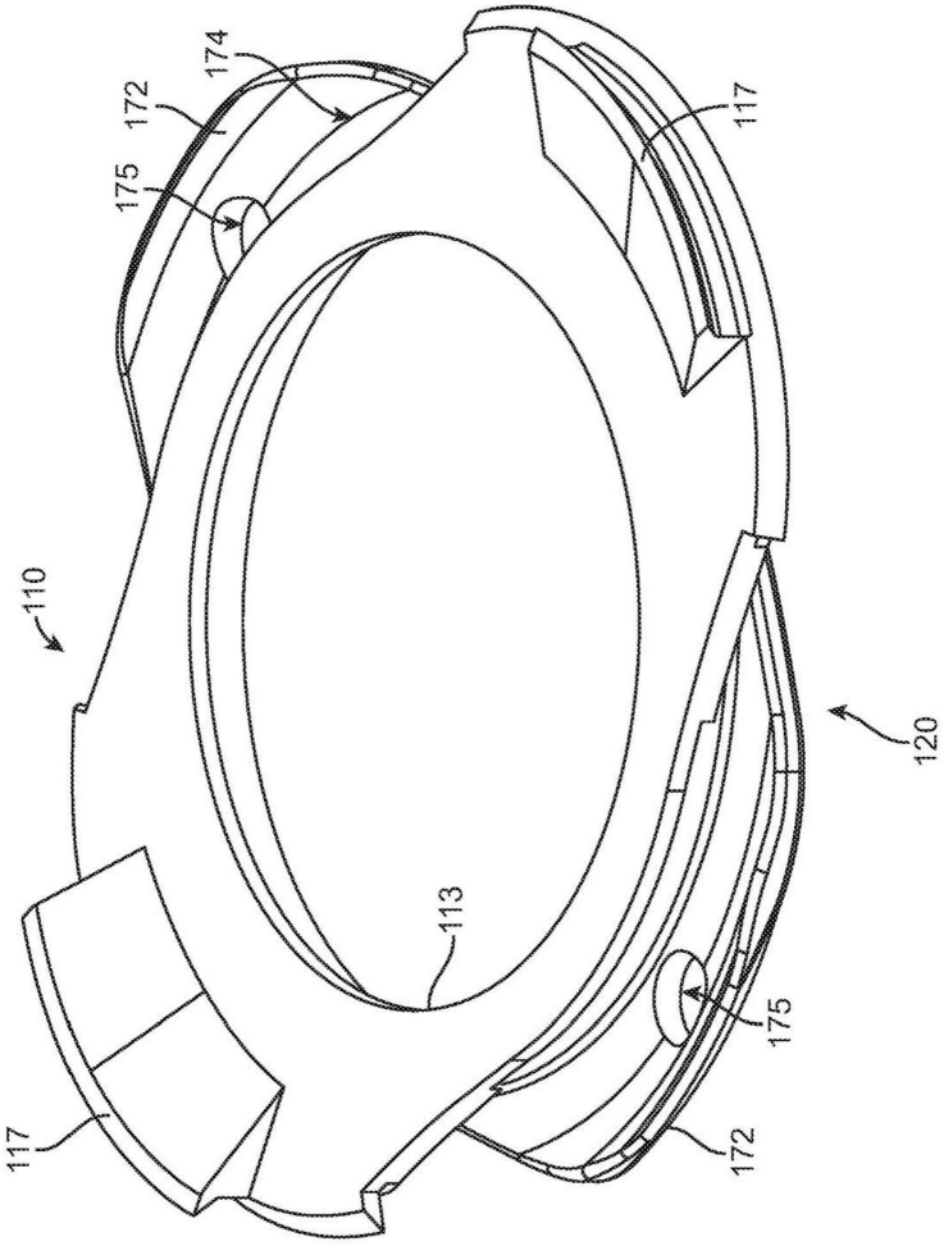


图4D

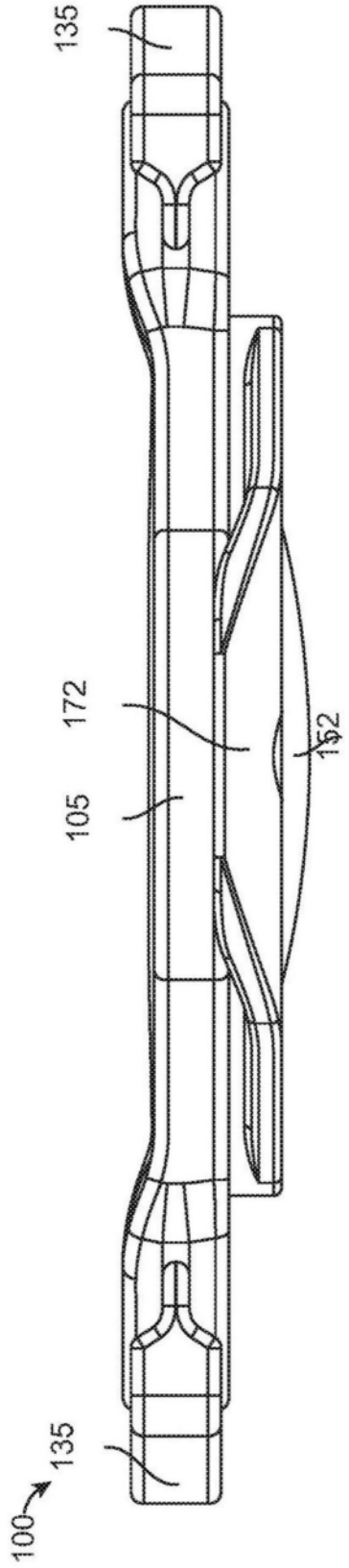


图4E

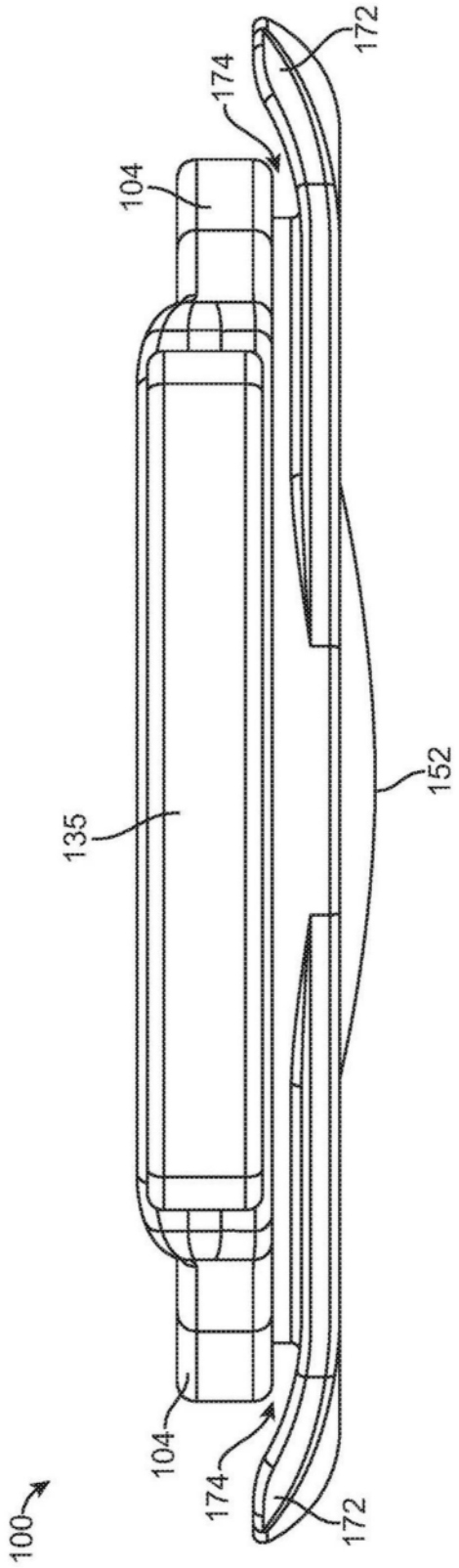


图4F

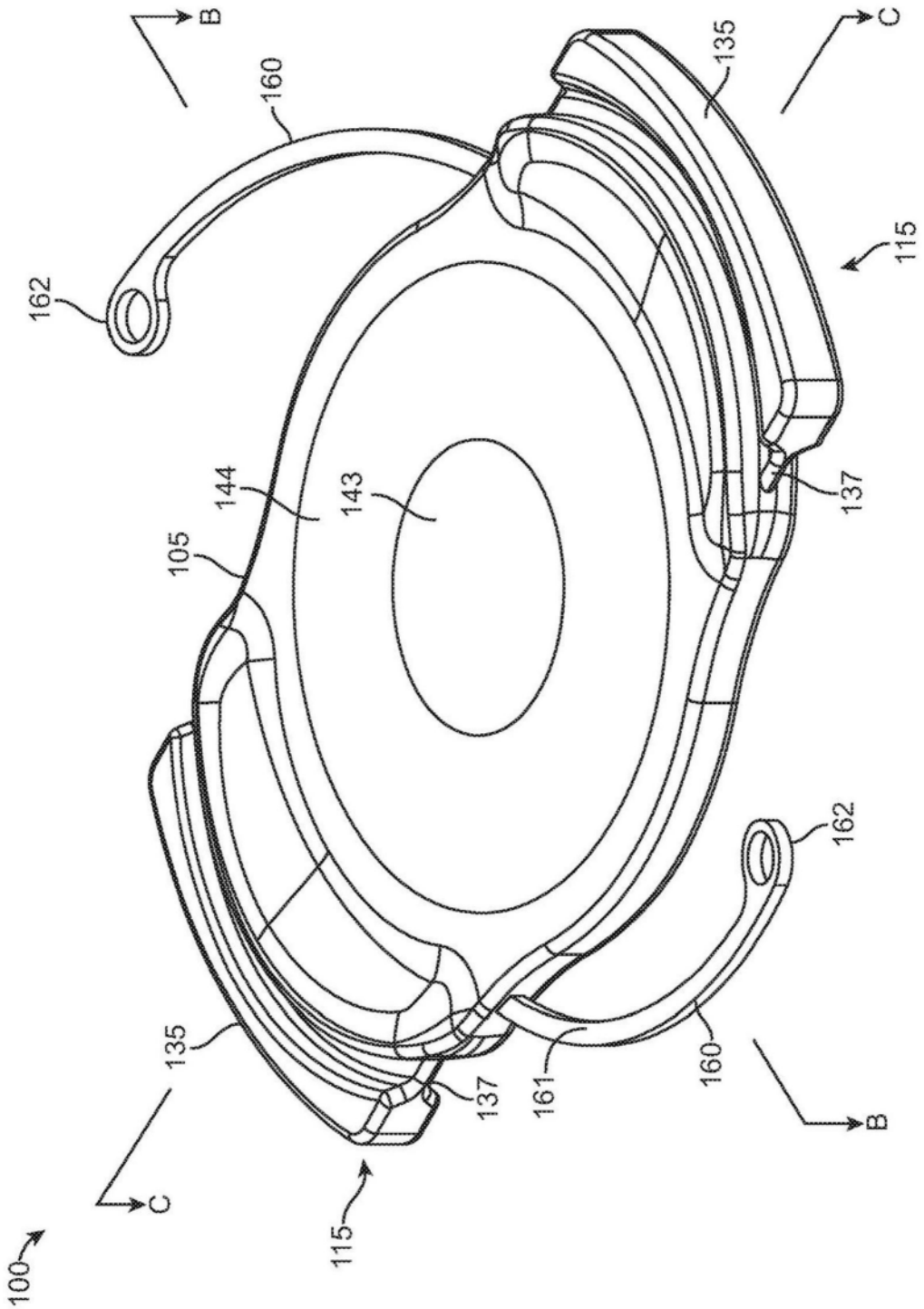


图5A

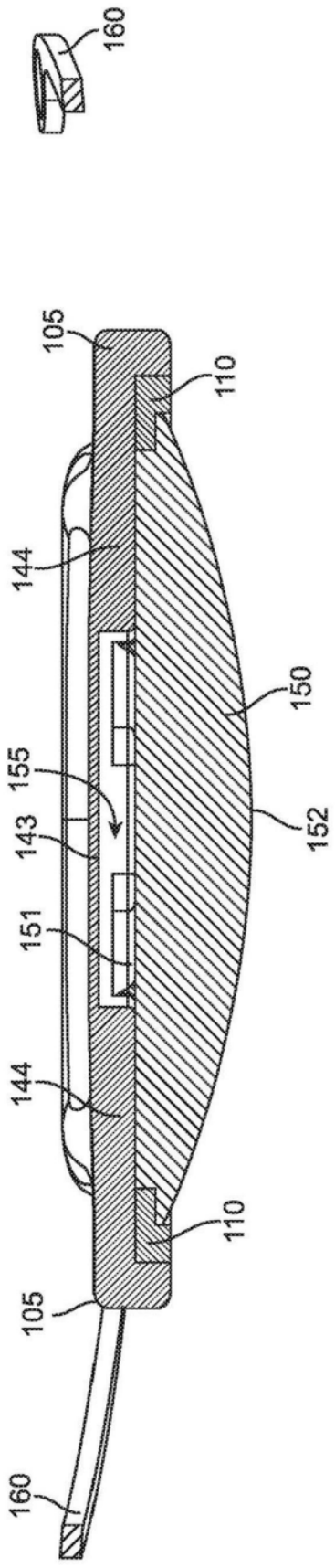


图5B

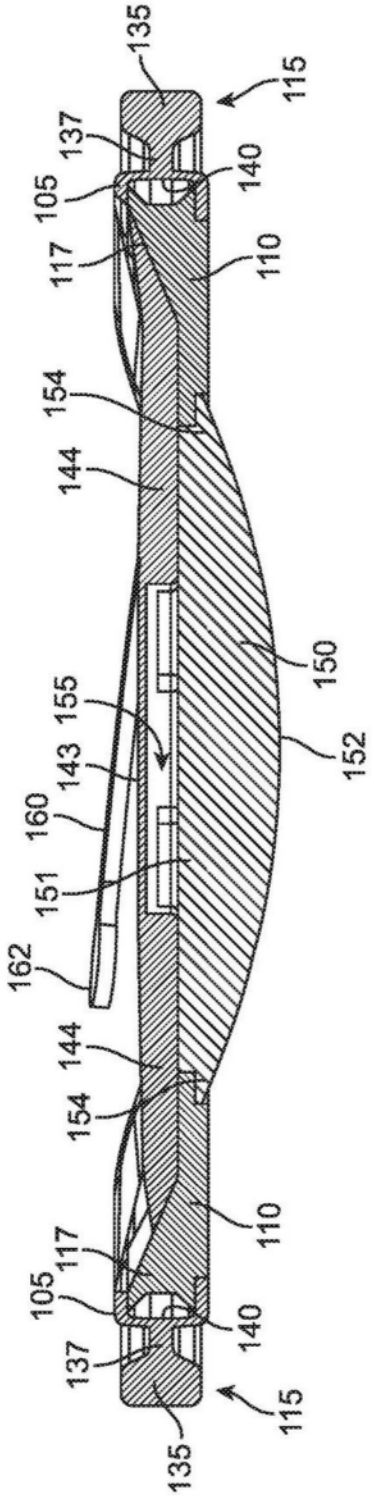

135
115
137
140
105
117
110
154
144
150
155
152
143
160
151
162
144
154
110
117
105
140
137
115
135

图5C

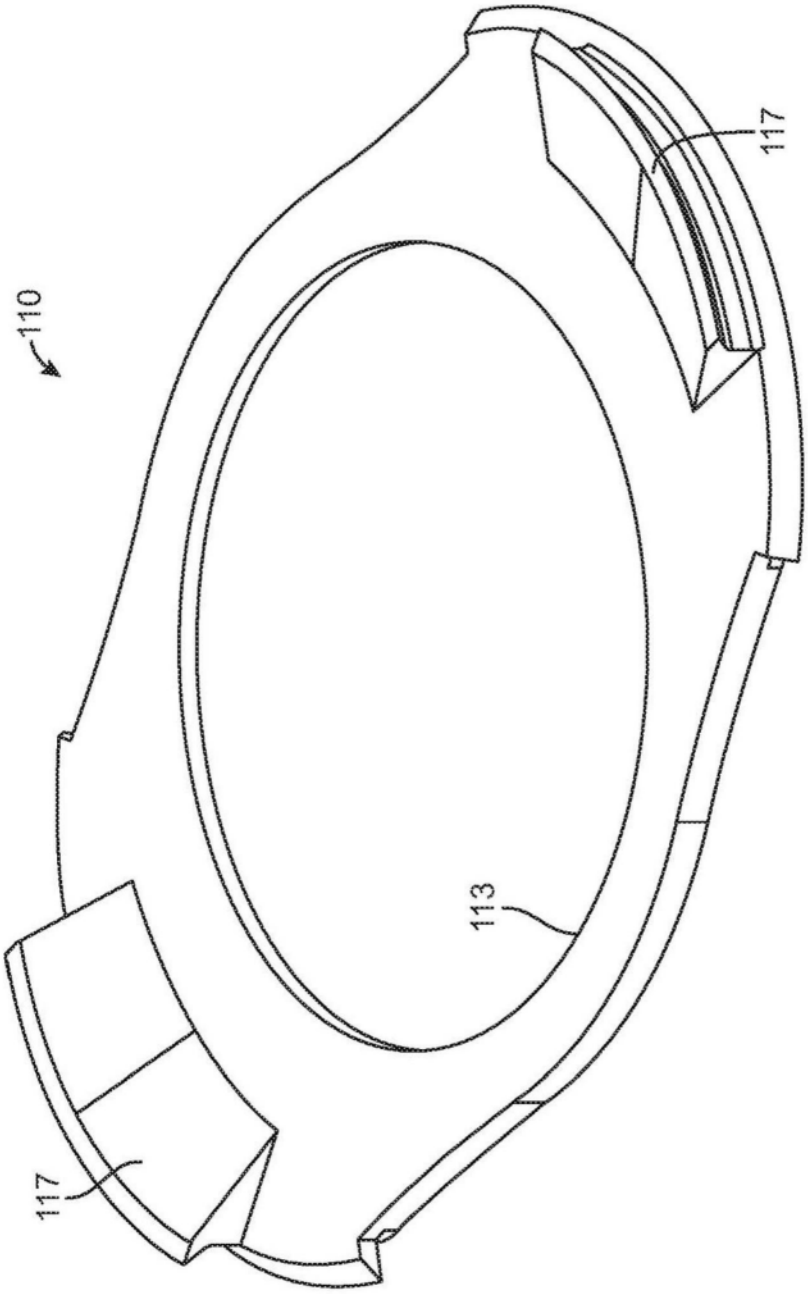


图5D

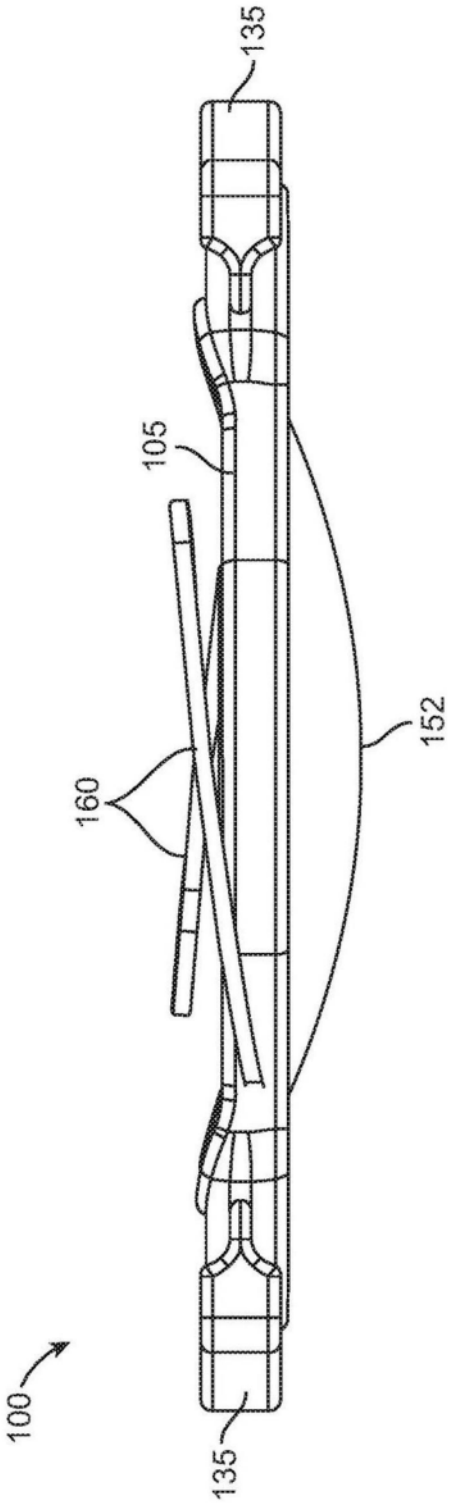


图5E

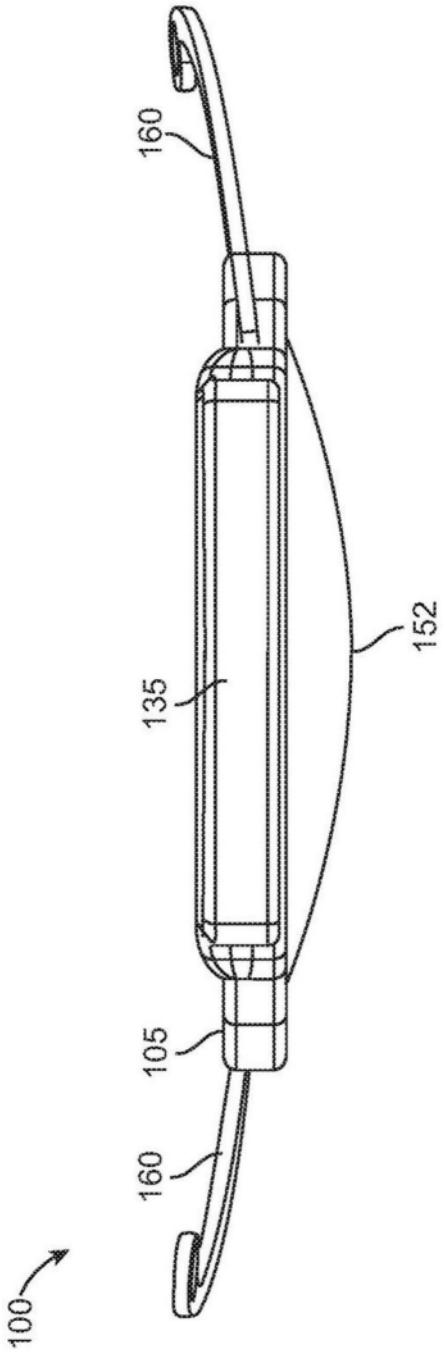


图5F

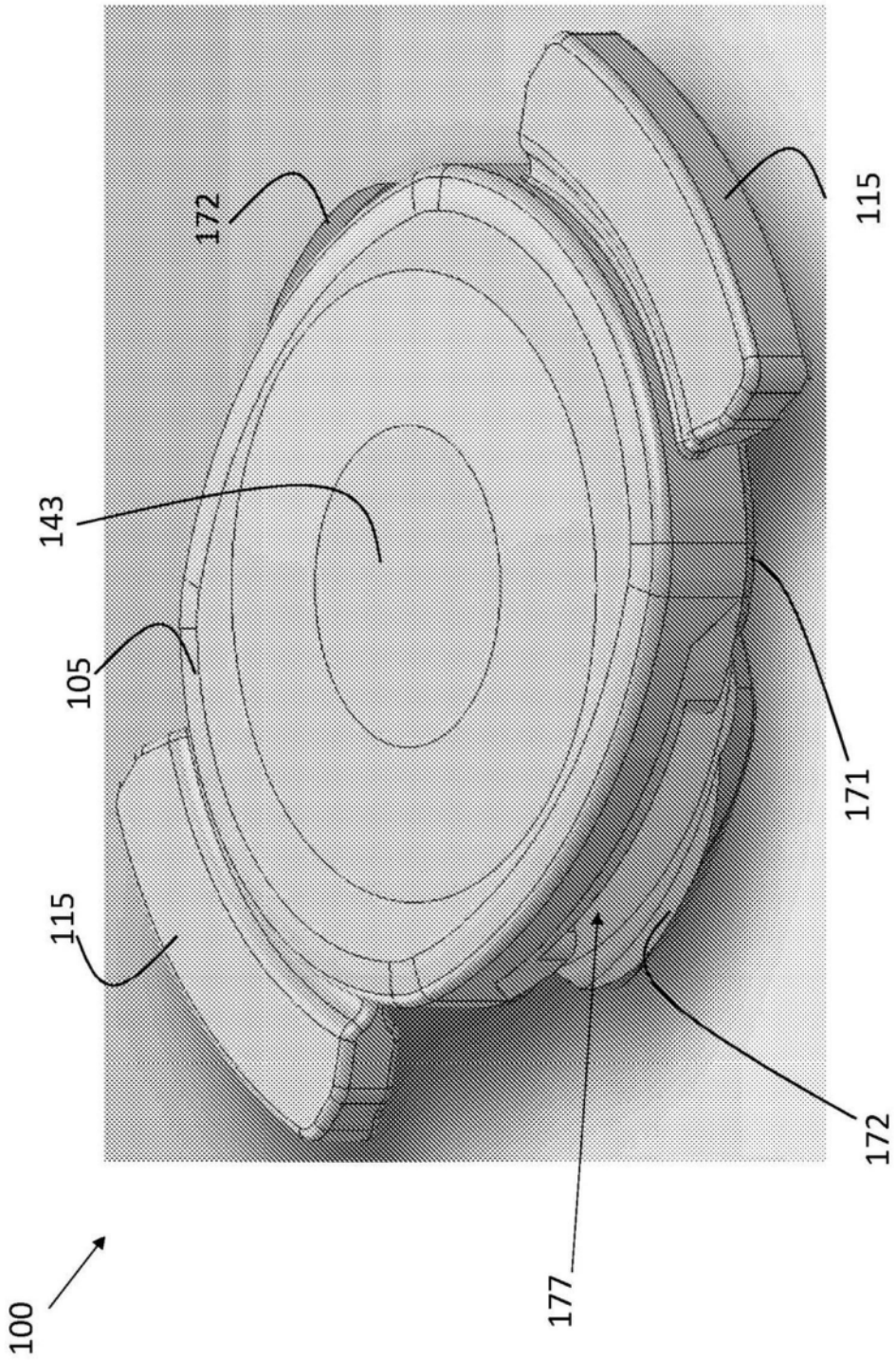


图6A

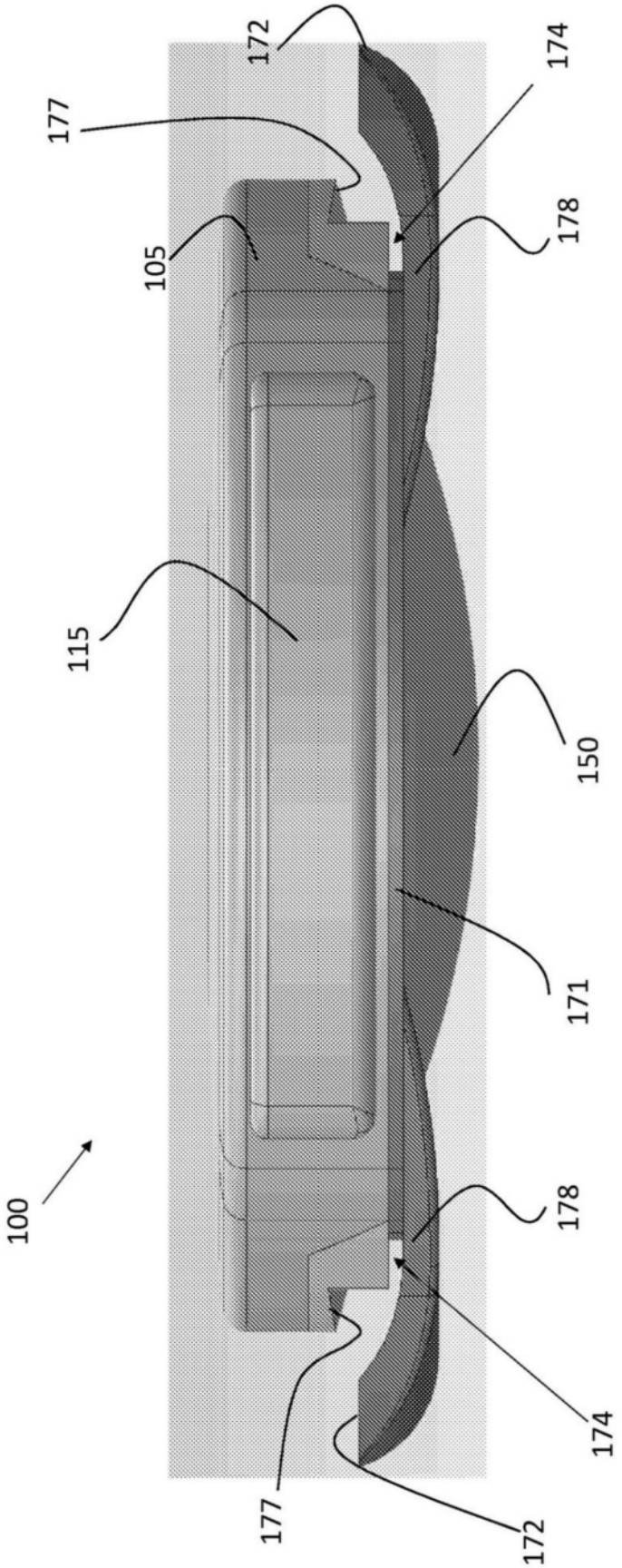


图6B

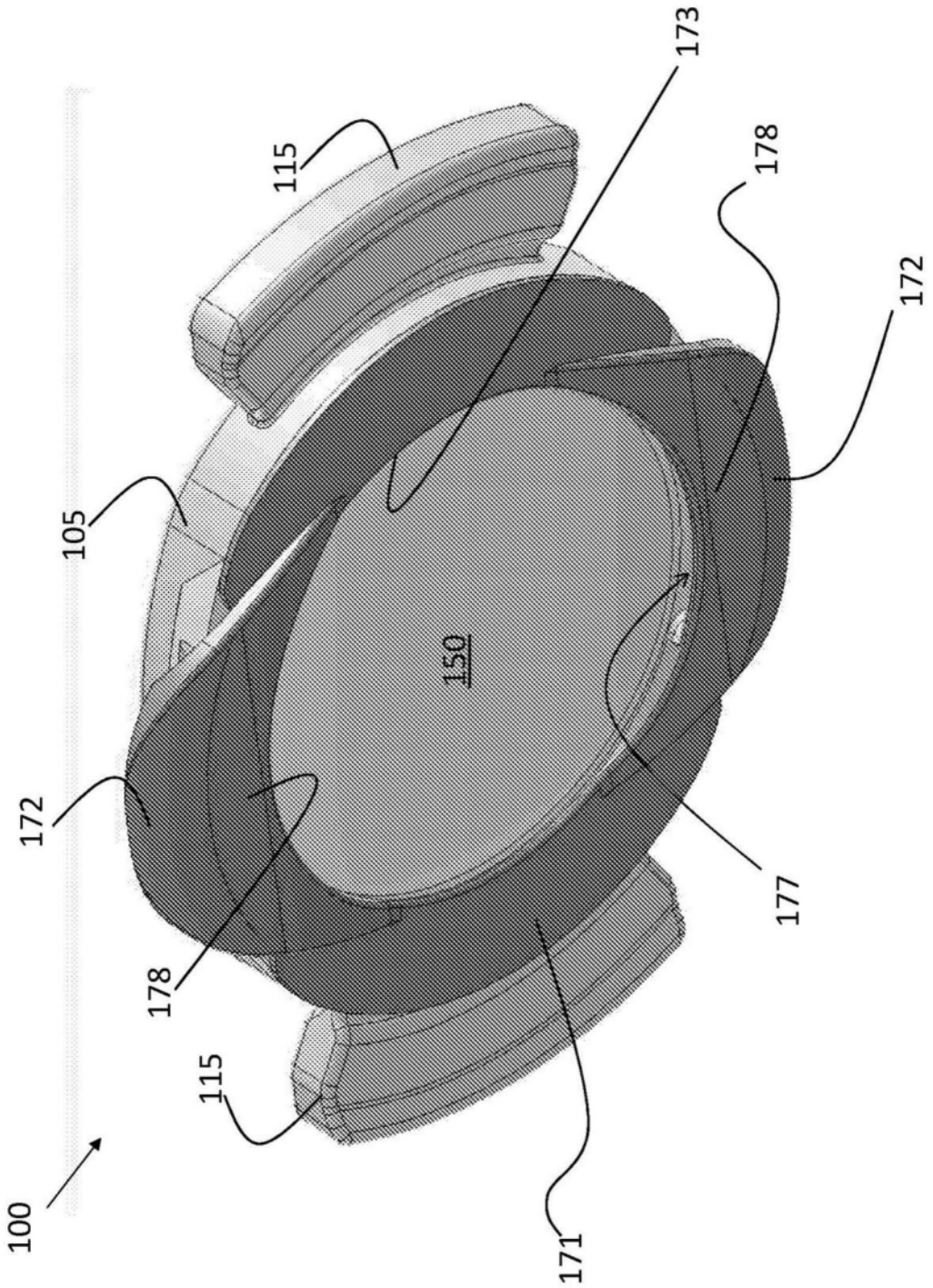


图6C