



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103558654 B

(45) 授权公告日 2015. 09. 09

(21) 申请号 201310419470. 7

(22) 申请日 2013. 09. 13

(30) 优先权数据

13159696. 7 2013. 03. 18 EP

(73) 专利权人 珀莱特公司

地址 挪威霍滕

(72) 发明人 拉尔斯·亨里克森

(74) 专利代理机构 上海旭诚知识产权代理有限公司 31220

代理人 郑立 王萍萍

(51) Int. Cl.

G02B 3/14(2006. 01)

G02B 26/02(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 103087642 A, 2013. 05. 08, 说明书第 18-34 段, 权利要求 1.

US 2011149409 A1, 2011. 06. 23, 全文.

审查员 余晶莹

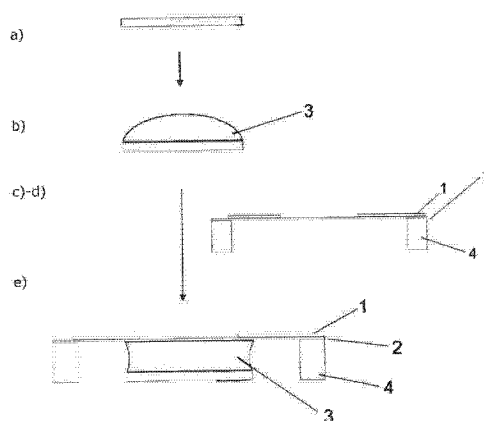
权利要求书2页 说明书15页 附图7页

(54) 发明名称

透明光学装置元件

(57) 摘要

本发明涉及一种包括可变形透镜体的透明光学装置元件以及一种改变可变形透镜体折射率(RI)的方法。本发明的可变形透镜体具有作为光学透镜的改良的机械稳定性、高折射率、最优化的刚度和剪切模量。



1. 一种透明光学装置元件,包括:
 - 至少一种可变形透镜体;
 - 可弯曲透明盖部件,其附着于所述至少一种可变形透镜体的表面从而为所述至少一种可变形透镜体提供机械稳定性;
 - 致动器,用来将所述可弯曲透明盖部件塑造成所需形状,所述致动器位于所述可弯曲透明盖部件的上表面,所述所需形状由所述致动器的配置图案以及施加于致动器的所述配置图案的各自的电压幅值限定,其中所述至少一种可变形透镜体具有
 - (a) 大于 300Pa 的弹性模量,从而避免了由于正常操作所述透明光学装置元件中的引力而引起的变形;
 - (b) 1.35 以上的折射率;
 - (c) 所述可变形透镜体在可见光区的吸收率,为每毫米厚度小于 10%;并且所述可变形透镜体包含交联或部分交联聚合物的聚合物网状物;并进一步包含混合油或结合油,从而提高了所述交联或部分交联聚合物的聚合物网状物的折射率。
2. 根据权利要求 1 所述的透明光学装置元件,其中所述交联或部分交联聚合物的聚合物网状物是交联或部分交联聚硅氧烷的聚合物网状物。
3. 根据权利要求 1 或 2 所述的透明光学装置元件,其中所述油或结合油具有低于 1000g/mol 的分子量。
4. 根据权利要求 1 或 2 所述的透明光学装置元件,其中所述至少一种可变形透镜体具有低于 100KPa 的剪切模量。
5. 根据权利要求 1 或 2 所述的透明光学装置元件,其中所述交联或部分交联聚合物的透明聚合物网状物和所述油或结合油之间的折射率之比在 0.8 和 1 之间。
6. 根据权利要求 1 或 2 所述的透明光学装置元件,其中所述交联或部分交联聚合物的透明聚合物网状物和所述油或结合油之间的折射率之比的差异在 0.01 和 0.30 之间。
7. 根据权利要求 1 或 2 所述的透明光学装置元件,其中所述油或结合油具有的折射率比所述交联或部分交联聚合物的透明聚合物网状物的折射率至少高 0.02 个单位。
8. 根据权利要求 1 或 2 所述的透明光学装置元件,其中所述交联或部分交联聚合物的透明聚合物网状物和所述油或结合油是在同一液相中。
9. 根据权利要求 1 或 2 所述的透明光学装置元件,其中所述油或结合油被包含在所述交联或部分交联聚合物的透明聚合物网状物中。
10. 根据权利要求 1 或 2 所述的透明光学装置元件,其中所述油或结合油的量在所述交联或部分交联聚合物的透明聚合物网状物的 0.1-90% vol/vol 的范围内。
11. 根据权利要求 1 或 2 所述的透明光学装置元件,其中所述油或结合油在海平面大气压下的沸点高于 200℃。
12. 根据权利要求 1 或 2 所述的透明光学装置元件,其中所述油或结合油选自于低聚或聚合硅氧烷的组。
13. 一种改变可变形透镜体折射率的方法,所述方法包括:
 - 将油或结合油加入到透明聚合物网状物中;通过将所述透明聚合物网状物和油或结合油在 50℃ -180℃ 之间或更高温度下暴露

1-20h 来固化所述透明聚合物网状物和油或结合油,从而提供包含所述油或结合油的交联或部分交联聚合物的透明聚合物网状物。

14. 一种改变透明光学装置元件折射率的方法,所述透明光学装置元件包括:

- 至少一种可变形透镜体;
- 可弯曲透明盖部件,其附着于所述至少一种可变形透镜体的表面从而为所述至少一种可变形透镜体提供机械稳定性;
- 致动器,用来将所述可弯曲透明盖部件塑造成所需形状,所述致动器位于所述可弯曲透明盖部件的上表面,所述所需形状由所述致动器的配置图案以及施加于致动器的所述配置图案的各自的电压幅值限定,

其中所述至少一种可变形透镜体具有

(a) 大于 300Pa 的弹性模量,从而避免了由于正常操作所述透明光学装置元件中的引力而引起的变形;

(b) 1.35 以上的折射率;

(c) 所述可变形透镜体在可见光区的吸收率,为每毫米厚度小于 10%;

并且所述可变形透镜体包含交联或部分交联聚合物的聚合物网状物;

所述方法包括:

- 将油或结合油加入到所述聚合物网状物中;
- 固化所述透明聚合物网状物和油或结合油。

15. 根据权利要求 13 或 14 所述的方法,其中所述油或结合油的量在所述交联或部分交联聚合物的透明聚合物网状物的 0.1-90% vol/vol 的范围内。

透明光学装置元件

技术领域

[0001] 本发明涉及包含可变形透镜体的透明光学装置元件。另外，本发明涉及用于制备该透明光学装置元件的聚合物或预聚物混合物。本发明也涉及用于制备如可调式光学透镜的透明光学装置元件的聚合物或预聚物混合物的用途。本发明也涉及一种改变可变形透镜体的折射率 (RI) 的方法以及一种制备透明光学装置元件的方法。

背景技术

[0002] 在不断增长的大量的应用领域中如在移动电话、便携式电脑和网络摄像头等中，对低成本、高容量的微型透镜的需求逐渐增长。仅移动电话中的摄像头的普遍使用就提供了数以百万计的透镜市场。另外，市场上对该微型透镜方案的需求不断增长，因此对于提供如快速自动聚焦或变焦的先进功能的可调透镜的需求不断增长。本发明涉及在研究具有先进功能的可调透镜中产生的问题的解决方案。

[0003] US20110038625 公开了一种相当复杂的自适应透镜，其包括至少一个致动器和一个透镜，该透镜和致动器机械地耦合以便致动器增能调节透镜的焦点。致动器可能包括多层堆叠的机电聚合物 (EMP) 层，该层具有电极，该电极配置成施加穿过每一个 EMP 层的电场。致动器可能是可操作的以移动透镜和 / 或使透镜变形，为的是调节透镜的聚焦性能。在一些实施例中，致动器为环状，其支撑环的内径内的透镜。在其他的实施例中，致动器可能被以直接的方式或通过透镜结构的另一元件机械地耦合到可变形透镜的表面。这种可调透镜组件似乎相当复杂，其包括数个由不同材料组成的活动部件。透镜体或透镜结构本身据说是通过使用模具成型制备的，在模具中它能够被固化。当固化后，将透镜结构从模具中取出并将致动器安装在透镜结构的一侧或两侧。

[0004] 像在 US20110038625 中，在聚合物透镜的制造中使用复制品通过热固化或 UV 固化成型是很常见的，其中透镜体以单片制成并随后从模具中取出用以安装于所需装置内，通常通过使用某种固化剂。这被认为是不方便的和劳动密集型的技术方法且不利于数以百万计的可调微型透镜的快速生产。

[0005] 当必须将一种新材料引入透镜组件内，同时保持透镜组件的光学和机械特性，通过使用固定剂或粘合剂如胶水时遇到若干个技术问题。通过实施例的方法固定剂必须具有与透镜折射率相匹配的折射率以避免光扰动。此外，固定剂必须与透镜组件的其他部件和材料在化学方面、光学方面和机械方面相容。保持透镜体和可调透镜组件的其他部件的弹性和柔韧性也是必要的，并且相应地固定剂与组件的其他柔性部件必须一样柔软和柔韧。如果不符合这些要求，透镜组件的不同部件之间的张力将会增加，如固定剂、玻璃表面、致动器和 / 或透镜体之间，即具有非理想刚度的所有部件之间。

[0006] 通过使用固定剂还面临的另一个问题是另一组分的热膨胀，当透镜组件暴露于不同温度时引起透镜组件内会的张力，固定剂通常会具有与透镜组件的其他组分不同的热膨胀系数。众所周知特别是由诸如玻璃、硅、聚合物和金属这样的具有大的热膨胀差异的材料组合而成的杂化材料，由于不同材料间热膨胀差异大，因而在操作过程中和制造过程中

(其中使用高温特别是在将透镜组件安装于最终装置内的过程中)都将面临问题。相应地,引入另外的元件将会增大该问题。在这方面,值得一提的是 W02010/005315 公开了用于降低紧凑型可调光学透镜中的热效应的方法和装置。

[0007] 如果要引入诸如固定剂的另一组分,这将需要使工艺更加复杂并可能更慢的另外的加工步骤。另外,必须控制硬化和固化时间以获得具有理想光学和机械性能的合格的透镜组件。

[0008] 因此,需要不使用固定剂的透镜组件工艺。

[0009] 已经开发出了不同的其他类型的改良的可调透镜并在例如以下的专利申请中: N020064271、W02010/005315、W02008/100154 和 W02008/044937 进行了描述。

[0010] 根据 W02010/005315 的紧凑型可调透镜被认为是特别有吸引力的透镜。这种可调光学透镜包括被限制于空腔内的可变形透镜体,该空腔被由刚性侧壁和附加的透明底板支撑的柔性玻璃表面限定。此外,在侧壁和透明底板边缘之间有开口,并且透镜体和侧壁四周有相应的开口。另外致动器被设置于柔性玻璃表面上以使透镜体变形,因此能够调节焦距。

[0011] 上述的透镜设计需要一种被空气(与腔体的侧壁没有实体接触)部分包围的柔性聚合物。当制造该透镜时所面临的另一问题是如何使这样一个(平的)柱面形状的可变形聚合物成形。

[0012] 与可调光学透镜及其制造相关的许多问题有待解决,其中与构成透镜体的柔软聚合物表面相邻的致动器层结构使柔软的聚合物变形。特别地,制造的透镜必须满足特定的与光学和机械性能相关的严格要求。由于与光学性能相关的任何种类的各向异性将导致透镜在透镜体的不同方向上具有不同的光学性能,首要地,透镜体在所有方向上必须是相同的,即是各向同性的。因此,各向同性的透镜体将会具有单一的光学性能,诸如贯穿整个透镜体的折射率和透光率。各向异性,如双折射,是高度不理想的,因其导致所捕获的图像的光学品质差。因此,在透镜体中无结构缺陷是被期待的。此外,透镜体必须是清晰且高度透明的,允许光通过透镜传导。必须避免与透镜材料相比具有不同折射率的各种杂质,包括气泡。

[0013] 在操作过程中装置如相机将要被暴露的不同温度下,光学和机械性能保持相对稳定同样重要。如果变化发生在一个温度范围内,没有突然的、不可逆的或不可预见的变化是重要的。因此,包含聚合物体的透镜不仅在制造过程中必须能耐高温,而且在更低温度下必须起作用,因为透镜也可能在 -25-80°C 或者更宽的范围内操作。

[0014] 有待解决与这种可调透镜组件的大规模生产相关的另外的困难,如加工速度。为了实现每年数以百万计透镜的大规模生产,在价格足够低且可用于相对低成本的电子产品情况下,制造过程中因此加入了相当严格的限制。

[0015] 因此,包含具有改良的机械稳定性的可变形透镜体的透明光学装置元件是有优势的,并且特别是具有高折射率、最优刚度和剪切模量的可变透镜体是有优势的。

[0016] 发明目的

[0017] 本发明的一个目的是公开包含可变形聚合物材料的透明光学装置元件,该可变形聚合物材料具有前述用于可调透镜组件中的光学和机械性能的理想结合。

[0018] 本发明的另一个目的是通过提供一种本身具有粘合性而无需使用任何固定剂的透镜体,来避免使用非必需组分如固定剂。

[0019] 本发明的又一个目的是提供一种制造可调光学透镜组件的工艺。

[0020] 本发明的一个目的是提供一种改变可变形透镜折射率的方法。

[0021] 特别的,可被视为本发明的一个目的是提供具有改良机械稳定性、高折射率、最优刚度和剪切模量的用于光学透镜的可变形透镜体,其解决了现有技术中的上述问题。

[0022] 本发明的另一个目的提供现有技术的一种替代方案。

发明内容

[0023] 上述目的以及若干个其他目的是通过提供一种透明光学装置元件在本发明的第一个方面得以实现,该透明光学装置元件包括:至少一种可变形透镜体,一种附着于所述至少一种可变形透镜体的可弯曲透明盖部件从而为所述至少一种可变形透镜体提供机械稳定性;

[0024] - 用于将可弯曲透明盖部件塑造成所需形状的致动器,该致动器位于可弯曲透明盖部件的上表面,所需形状由致动器的配置图案以及施加于致动器的所述配置图案的各自的电压幅值限定,其中所述至少一种可变形透镜体具有 (a) 大于 300Pa 的弹性模量,从而避免了正常操作所述透明光学装置元件中的引力引起的变形;(b) 1.35 以上的折射率;(c) 所述可变形透镜体在可见光区的吸收率为每毫米厚度小于 10%;并且所述可变形透镜体包含交联或部分交联聚合物的聚合物网状物;并进一步包含混合油或结合油,从而提高了交联或部分交联聚合物的聚合物网状物的折射率。

[0025] 本发明特别地,但不限于,有利于获得具有所需机械稳定性的透明光学装置元件。为了被用作透镜体交联或部分交联聚合物的聚合物网状物必须具有一定的机械稳定性。通常机械稳定性由聚合物网状物的化学结构通过引入具有理想化学组成的聚合物或预聚物提供并且因此一旦固化的化学结构提供了理想的机械稳定性。因此通常聚合物本身向透镜体提供了理想的机械稳定性。与此相反,本发明的方案源自于使用没有特定的机械稳定性的交联或部分交联聚合物的聚合物网状物,但是透明光学元件的所需的机械稳定性通过可弯曲透明盖部件的存在而提供。

[0026] 因此,本发明的方案是结合可变形透镜体与可弯曲透明盖部件,这种结合提供了所需的机械稳定性。

[0027] 致动器具有将可弯曲透明盖部件塑造成理想形状的功能。可弯曲透明盖部件被弯曲成理想形状是由于位于所述可弯曲透明盖部件上表面的致动器的图案和配置并且通过各自的施加电压幅值。可弯曲透明盖部件的形状间接地改变附着的可变形透镜体的形状。

[0028] 本发明涉及一种透明光学装置元件,其中对致动器的反应被最优化,以便对最小的刺激提供快速的反应,如最小的施加电压和功率消耗。

[0029] 当使用现代数码相机拍照时,自动对焦系统通常通过改变焦点和分析图像清晰度的重复循环进行操作,直到理想的图片区域呈现在焦距内。基于一系列的形成的图像提供图像处理功能也是一个不断增长的趋势,例如插补成一幅图片。

[0030] 在这一过程中的相关时间尺度是所称的相机的帧速率,即每秒捕捉图像的数量。为了获得尽可能快的自动对焦(或图像处理),变焦所需的时间实际上比单帧的持续时间短是至关重要的。对于现代相机,可能达到每秒 25-100 帧的帧速率。因此,致动器的反应时间小于 10 毫秒是优选的,即使低于 1 毫秒的反应时间是有益的。为了能够频繁且快速地

改变焦距,需要低能耗以使不会太快地用完电池。功耗低于 1mW 的致动器被认为是具有最小功耗的低功率致动器。

[0031] 可弯曲透明盖部件可能是由透明材料制成,为可变形透镜体提供机械和结构增强,其中可弯曲透明盖部件附着于可变形透镜体附着。

[0032] 可弯曲透明盖部件由透明材料制成,该透明材料选自于由玻璃、无机氧化物和诸如碳酸酯、丙烯酸酯和环氧树脂的刚性聚合物材料组成的组。

[0033] 在一些具体实施方式中,可弯曲透明盖部件由玻璃制成并具有 10 到 50 μm 的厚度。

[0034] 关于机械性能,如机械稳定性,为了使透镜容易改变其焦距,透镜体必须具有理想的刚度/柔软度。

[0035] 刚度是物体抵抗回应外加力引起的变形的刚性程度。在弹性或粘弹性材料中,在弹性范围内的硬度被称为刚度。硬度是当施加外力时,对有抵抗力的固体物质如何永久形状改变的衡量。硬度与诸如延展性、弹性劲度、粘性、应变、强度、韧性、粘弹性和黏性这些参数相关。

[0036] 如果透镜体太硬,由致动器提供的透明盖部件的弯曲程度将会降低。一定的降低是可接受的。然而,尽可能将致动器移动中弯曲程度的降低减少至最低程度是高度理想的。利用致动器的最大潜在弯曲强度将为获得给定的光功率变化所需的力减至最小。对于在装置的生产过程中成本 and 环境影响以及降低自动聚焦相机的功耗,这将是高度有益的。为了量化致动器强度的降低程度,从实际的角度来看,超过 25% 的损失可以说是不可接受的。

[0037] 如果只有将致动器强度的降低减至最小程度是重要的,选择几乎没有刚度的可变形透镜体是高度有利的。液体是自然的选择,现有技术中,已经存在是液体的透镜体。然而,在小的光学装置中使用液体有一些弊端,与装置的寿命和适用性都相关,并且由于液体必须盛放于密封腔内,所以生产工艺会繁琐。本发明的方案是使用可变形透镜体,其时固体。固体物质在本文中指其具有非零塑性或弹性模量,意味着当暴露于给定的压力下其将抵抗变形。具有低的或零塑性变形,对于相关的变形程度弹性行为是理想的。

[0038] 聚合材料通常是粘弹性的,也就是当暴露于压力下,该聚合物材料抑制弹性和粘性行为。当施加压力时,粘性材料随时间线性抵抗剪切流和应变。当被拉伸时,弹性材料即刻应变,一旦压力撤除快速恢复原始状态。粘性材料具有这两个性能的元素,如表现出随时间变化的应变

[0039] 为了具有弹性变形和几乎没有塑性变形,本发明使用由物理或化学交联的聚合物分子的三维网状物制成的弹性材料,该聚合物分子在变形时呈现高度流动性。弹性体通常具有远低于预期操作温度范围的玻璃化温度,提供所需的柔软度或弹性,同时交联使得材料在变形后恢复其形状。

[0040] 粘弹性可以通过使用动态力学分析获得,例如施加小的振荡应力并测量产生的应变。

[0041] 纯弹性材料具有同步地应力和应变,因此,其中一个对另一个引起的反应是即时的。

[0042] 在纯的粘性材料中,应变滞后于 90 度相位滞后引起的应力。

[0043] 粘弹性材料表现出处于这两种类型的材料之间的某些特性,表现出一定的应变滞

后。

[0044] 复杂动态模量是在振动条件下应力与应变的比,如从自由或受迫振动测试获得的数据算的,在剪切,即剪切模量 G 和能够用来代表振荡应力和变力之间的关系: $G=G' + iG''$

[0045] 其中 $i^2=-1$, G' 是储能模量,其取决于弹性模量,如杨氏模量,而 G'' 是损耗模量,其更多的取决于可变粘度 η 。

[0046] 粘度 η 是流体阻力的量度,其中流体是由于剪应力或拉应力而变形的。

[0047] 杨氏模量,最常见的弹性模量,也被叫做拉伸模量或弹性模量,是刚度和弹性材料的量度。它被定义为单轴应力与单轴应变在应力范围内的比。在固体力学中,应力-应变曲线在任何一点的斜率被称为切线模量。应力-应变曲线初始直线部分的切线模量被称为杨氏模量 (E)。它可以由应力-应变曲线的斜率实验性确定,该应力-应变曲线形成于对样品材料进行的拉伸试验过程中。

[0048] 由于可变形透镜体对于透镜的焦距必须是可调的,因此它必须能够从由外部刺激(触发器)引起的变形状态(临时形状)恢复为它原始(永久)形状。因此,当在应力和应变下,可变形透镜体不能永久变形。

[0049] 对于聚合物材料,剪切模量 G 通常被用来作为相关量度。剪切模量是当施加剪切力时物体或物质倾向于变形的数学描述,并被定义为剪切应力和剪切应变的比。

[0050] 因此,透镜体的刚度/柔软度可以由 G 限定。

[0051] 对于均匀的、各向同性的材料,杨氏(弹性)模量 (E)、剪切模量 (G) 和泊松比 (ν) 之间的关系是: $E=2G(1+\nu)$ 。

[0052] 对于弹性聚合物, ν 通常接近 0.5,其给出了简单关系: $E=3G$ 。

[0053] 对于聚合物作为可调透镜组件中的可变形透镜体的应用,已经发现它需要具有低于 100kPa 的剪切模量。具有低于 50kPa 的剪切模量是更加理想的,或者甚至低至 10kPa。

[0054] 对于可变形透镜体在可调自动对焦相机透镜中的应用,将会有有一个最低要求的刚度或模量。由于在自动对焦相机使用期间可能出现重力和引力,装置必须承受巨大的变形。发明人已经发现需要大于 100Pa 的剪切模量。

[0055] 因此,弹性模量应当在最小理想值 300Pa 以上,从而避免因透明光学装置元件在正常操作中的引力产生的变形。根据上述的关系,剪切模量的优选范围在 100Pa 和 100KPa 之间,提供了弹性模量的优选范围在 300Pa 和 300KPa 之间。

[0056] 简而言之,可能会说如果聚合物太软在正常操作中其结构将会坍塌,并且如果聚合物太硬透镜将不可调。

[0057] 为降低聚合物网状物的硬度和刚度,常规方案可以是在聚合物链中引入变化以致获得具有降低的剪切模量的聚合物网状物。然而,由于可调透镜是自动对焦系统的一部分,其中对焦速度是一个重要的参数,依赖于时间的粘弹性能变得很重要。通过在聚合物内建立松散网状物结构来降低聚合物体系的刚度和模量的方法,通常发生储能模量的降低会伴随着更高的损耗模量,也就是对于快速降低的剪切力聚合物可能呈现慢反应,相应的获得了慢反应的可调透镜。

[0058] 因此,在一些具体实施方式中所述的至少一种可变形透镜体具有低于 100KPa 的剪切模量。

[0059] 低于 100KPa 的剪切模量（用振荡平行板流变仪在 1-100Hz 测得）可通过数种方法实现：

[0060] - 通过在网状物中引入大量的悬挂端通过：

[0061] a. 使用具有大量单官能预聚物或单体的接枝共聚物；

[0062] b. 使用长支链的预聚物；

[0063] c. 使用反应基团之间的非化学计量比；

[0064] 这些方案的以前的方案具有不足之处：制造的弹性材料呈现出低储能模量，但相对高损耗模量，因此提供的粘弹性材料在暴露于快速变化的应力时反应相当慢。

[0065] 本发明的方案通过向聚合物网状物中加入油减小剪切模量。这种油通常被叫做增塑剂。本发明的方案不同于其他方案在于通过引入与网状物（0 到 90wt% 原则上是可行的）混溶的且不共价键合的低分子量油或膨润剂（ $M_w < 10000$ ）获得低于 100Kpa 的剪切模量中。用这种方法，降低储能模量的同时并没有实质上增加损耗模量，因此使得包含油或结合油的聚合物网状物具有用于透镜体的理想的柔软度，同时保持对快速变化应力的快速反应。

[0066] 剪切模量的理想值允许本发明作为透镜体应用，如相机透镜体，当应用快速施加的小作用力时其具有快速的反应时间。

[0067] 贯穿本发明，通过引入油或结合油于聚合物网状物中获得这种效果，为的是获得剪切模量的理想值，因此提供了对于非常小的作用力的应用具有非常快速反应的透镜体。

[0068] 因此本发明的方案获得了包含油的聚合物网状物，该聚合物网状物通常具有低剪切模量，或者低动态储能模量，但是同时具有更低的损耗模量以致对于快速变化的外部刺激或应力具有快速的反应。然而，低模量可能在使用聚合物网状物如作为透镜体时产生问题。通常透镜体需要具有硬度和刚度为的是能够在机械上耐受作为透镜的应用。在将透镜整合到相机中时以及在装置的正常操作过程中，透镜必须承受制造和组装过程中施加的作用力，。同样地，透镜表面的刮痕、粉尘颗粒的粘附及类似情况可能会严重影响包含这种透镜的相机拍出的照片的质量。因此需要高度的机械稳定性。然而，通过在聚合物网状物中引入油或结合油来降低透镜体的模量，材料可能变得太软以致其结构无法在机械上耐受作为透镜的应用。换言之，在研究最大化对外部刺激的反应速度中，可能生产不适合作为这种透镜的聚合物材料。

[0069] 本发明的方案因此提供了一种光学装置元件，其进一步包含附着于至少一种可变形透镜体表面的可弯曲透明盖部件。可弯曲透明盖部件将会对损坏提供机械刚性和稳定性，所述损坏是由于变形、撞击、触摸、刮痕和粉尘颗粒。

[0070] 本发明的方案也解决了如何使用缺乏用作透镜体所需的机械稳定性的聚合物网状物的问题，网状物，通过使用附着于可变形透镜体表面的可弯曲透明盖部件，如板，如玻璃或聚合物板向聚合物提供必要的机械稳定性。用这种方式透镜体的机械稳定性不是由透镜体本身提供，而是与透镜体接触的可弯曲透明盖部件提供。

[0071] 本发明因此提供了由于其组成而具有对改变其形状的作用力的应用最优化反应的透镜体。这种组成将不能够被用作透镜体，因其低模量而不能满足对于透镜的机械稳定性的需求。然而，通过可弯曲透明盖部件对透镜体提供支撑已经解决了该问题，该可弯曲透明盖部件向位于其表面的透镜体提供机械稳定性。

[0072] 根据一个具体实施方式，本发明因此提供了一种透镜体，该透镜体应该是清晰且

高度透明的、各向同性的、非常柔软且具有低于 100kPa 的剪切模量 (G)、热稳定的以及具有符合要求的长期稳定性和抗老化性能。这些是透镜体的最终聚合物的特性。

[0073] 在第二方面,本发明涉及本发明中预聚体混合物的用途,该预聚体用来制备包含透明的、热稳定的、柔软的、可变形的且剪切模量低于 100kPa 的聚合物的可调光学组件。本发明的第三方面涉及本发明中预聚体混合物的用途,该预聚体用来制备包含透明的、热稳定的、柔软的、可变形的且剪切模量低于 100kPa 的聚合物的具有夹层结构的可调光学透镜。

[0074] 本发明的第四方面涉及一种依照本发明制备的具有夹层结构的可调光学透镜,其包含限制在透明可弯曲盖上的柔软的可变形透镜体,该透明可弯曲盖包含致动器,该致动器位于由侧壁(致动器片)支撑的薄的玻璃表面上,其中构成空腔底部的第二表面像附着在透镜体上的透明板那样排布使得在侧壁和透明板的边缘之间有开口,其中所述可变形透镜体具有等于或小于 100kPa 的剪切模量。

[0075] 由于按照定义透镜是折射光线,从而例如改变通过透镜的光线的焦点。具有可控折射率是至关重要的。与透镜以及可调透镜的几何尺寸都有关,为了获得更有效的光折射以使在透镜的不同位置的折射具有大的变化,具有高的折射率是非常有利的。柔韧的透镜体具有高折射率是有利的,因为对于给定刺激获得折射程度上的更大的变化。

[0076] 然而具有更高折射率的聚合物可能不具有用于透镜所需的机械性能。

[0077] 在一些具体实施方式中,交联或部分交联聚合物的透明聚合物网状物和所述油或结合油之间的折射率之比在 0.8 和 1 之间。

[0078] 在一些另外的具体实施方式中,其中所述交联或部分交联聚合物的透明聚合物网状物和所述油或结合油之间在折射率之比的差异在 0.01 和 0.30 之间。

[0079] 在一些更加进一步的具体实施方式中,其中所述油或结合油具有的折射率至少比所述交联或部分交联聚合物的透明聚合物网状物的折射率高 0.02 个单位。

[0080] 这里的透明被定义为具有高透射率,或者具有低吸收率,如在电磁频谱的可见光范围内每 mm 低于 10%。可见光范围可能包括近红外(N. I. R.)和至少部分紫外光谱。

[0081] 本发明特别地,但不限于,有利于获得具有高折射率,RI 的透明光学装置元件。

[0082] 折射率是相对于真空中光的速度的材料中光的速度的量度-例如 1.5 的折射率等于是说在那种材料中光的速度比真空中低 50%。折射率是一个具有实际作用的重要的物理参数,特别是在光学中,其中例如折射和反射的影响都取决于材料的折射率以及这些材料的界面。折射率理论上与材料的介电性能相关。介电性能跟化合物的极性以及材料的混溶性也非常相关。

[0083] 通常透镜体的折射率受用来制备透镜体的 RI 聚合物限制,因此具有高 RI 的聚合物是理想的。然而这些聚合物通常不具有理想的性能以致不符合用于可调光学透镜的透镜体的需求。本发明的方案是提高透镜体的 RI,如聚合物透镜或用于透镜的聚合物组分,通过加入油或结合油,因此,根据以下公式增加所述聚合物的折射率:

[0084]
$$n = x_{\text{聚合物网状物}} n_{\text{聚合物网状物}} + x_{\text{油}} n_{\text{油}} \quad (1)$$

[0085] 其中 x 是重量分数, n 是折射率。

[0086] 向交联或部分交联的聚合物的聚合物网状物中引入油或结合油也具有提高所使用的聚合物网状物的折射率的优势。

[0087] 优选地,所述透镜体应当具有尽可能高的折射率,如在 1.35-1.90 的范围内。相应地,透镜体的折射率应当至少为 1.35,如在 1.35-1.75 之间的范围内,如在 1.35-1.55 之间的范围内。

[0088] 令人非常惊讶地,发现包含折射率非常不同的油是可能的。形成折射率不同的两组分的均匀的、透明的混合物是并非是无意义的,特别是组分中的一种或两种是聚合材料时。在一些实施例中,当将增塑剂或油加入到膨胀的聚合物网状物中时,选择与将组成三维网状物的官能化组分尽可能相似的非官能化聚合物或油。在一些实施例中,选择适当的官能化聚合物以及非官能化聚合的或低聚的油,因此膨胀的交联聚合物的折射率提高了多达 0.05 个单元,对于这种材料在棱镜或透镜中的应用,相当于在折射方面提高了 15%。

[0089] 在一些具体实施方式中油或结合油具有低于 1000g/mol 的分子量。

[0090] 具有低于 1000g/mol 的分子量的特定聚合物的使用具有允许加入易混油或结合油的优势,该易混油或结合油与具有高于 1000g/mol 的分子量的特定聚合物相比在折射率上有所不同。因此本发明的方案根据线性的加法规则使得透镜体的折射率增幅更高。

[0091] 交联或部分交联聚合物的聚合物网状物以及油或结合油可能同一液相。

[0092] 在一些具体实施方式中油或结合油与聚合物具有高度的相溶性。本发明提供了混合油和聚合物的结合为的是获得理想的 RI。

[0093] 混溶性是液体以不同比例混合形成均一溶液的性能。

[0094] 因此混合油定义为以给定的混合比在宽泛的温度范围内能够与聚合物混合形成均匀的、稳定的油和聚合物体系的油。完全混溶性可能发生在混合比从 0 到 100% 或者对于二元或三元体系可以有一个混溶性范围,超过它发生相分离。在本文中,混合油或油的混合物被定义为与聚合物以及交联聚合物在给定的 0.1-10% 到 0.1-90% 混溶性范围内形成均一溶液。优选的,混合比为 20-80%vol/vol。

[0095] 通过混合聚合物或向聚合三维网状物中引入油 / 溶剂 / 增塑剂,是重要的。即使当考虑聚合物混合物的热力学的几个理论方面,基于化合物的偶极矩、表面张力、溶解度参数和其它参数,混溶性的预测可能成功性差。

[0096] 在一些具体实施方式中,油或结合油包含在交联或部分交联聚合物的透明聚合物网状物中。

[0097] 这里的包含定义为被包括在聚合物网状物中,聚合物和油或结合油可能是凝胶形式。

[0098] 在一些具体实施方式中油或结合油的量相对于所述交联或部分交联聚合物的透明聚合物网状物在 0.1 和 90%vol/vol 之间的范围内,如在 10 和 80%vol/vol 之间的范围,如在 20 和 70%vol/vol 之间的范围内。

[0099] 在一些具体实施方式中油或结合油构成可变形透镜体体积的约 80%。

[0100] 在一些进一步的实施方式中,油或结合油在海平面的大气压下具有高于 200°C 的沸点。

[0101] 包含具有可变形透镜体的可调透镜的相机装置的操作温度能够宽至 -40-100°C。特别为了在更高的温度范围承受更长时间,在这些温度下可变形透镜体必须具有杰出的稳定性。不管是透明度,还是刚度,还是透镜体的总质量在暴露于 100°C 长达 1000 小时时,都不能发生超过 5% 的变化。当低分子量油,如低于 1000gr/mol,构成了这些透镜体的重要部

分,这些油在相关温度下必须具有高沸点和低蒸气压。

[0102] 聚合物

[0103] 在一些具体实施方式中交联或部分交联聚合物的聚合物网状物是交联或部分交联聚硅氧烷的聚合物网状物。

[0104] 从大量的聚合物中某些聚硅氧烷已经显示出对柔性可变形透镜体及其制造是有益的。聚硅氧烷,通常被称为聚硅酮,是部分有机化合物,但是,不像大多数聚合物,聚硅氧烷具有不含碳原子的主链,相反聚硅氧烷是由交替的硅原子和氧原子组成。在大多数聚硅氧烷中,到每一个硅原子上连接两种有机基团,这两种有机基团通常是甲基或苯基。聚硅氧烷通常是异常稳定和惰性的。由于可得性以及相当明确的结构,当制备弹性聚硅酮网状物时,通常使用乙烯基封端的硅氧烷。对于“乙烯基封端”,通常是指在线性聚合分子的每一端都有一个乙烯基团。具有分子量从 200 到超过 200000 的范围的这些聚硅氧烷可以从不同的生产商获得。来自于 Gelest Inc. 的 DMS-V00 到 -V52 系列表明容易获得的乙烯基封端的聚二甲基硅氧烷的跨度。含苯基的类似物也可以从 Gelest Inc. 获得 (PDV 和 PMV 系列),并且二甲基的和二乙基的硅氧烷共聚物也存在 (EDV-2025)。除了乙烯基封端的聚硅氧烷,还存在共聚-(乙烯基甲基二甲基)硅氧烷,聚乙烯基甲基硅氧烷,长链分支的乙烯基-官能化聚硅氧烷和有多多个乙烯基封端基团的倍半硅氧烷。

[0105] 对于本发明,含乙烯基的聚硅氧烷每个分子包含两个或多个乙烯基基团是优选的。更加优选地,可以使用每个分子包含 2-5 个乙烯基基团的含乙烯基的聚硅氧烷。这样的含乙烯基的聚硅氧烷较优地能选自聚二甲基硅氧烷、聚(甲基苯基)硅氧烷、共聚-(二甲基二苯基)硅氧烷、三聚-(二甲基二苯基甲基苯基)硅氧烷的组。

[0106] 通过实施例的方法,聚二甲基硅氧烷 (PDMS) 的化学式是 $\text{CH}_3[\text{Si}(\text{CH}_3)_2\text{O}]_n\text{Si}(\text{CH}_3)_3$, 其中 n 是重复单体 $[\text{SiO}(\text{CH}_3)_2]$ 单元的数目。PDMS 是光学上清晰的,并且,被认为是惰性的、无毒的且不易燃的。

[0107] 一般而言,由于 Si-H 基团在如 Karstedt 催化剂的过渡金属催化下易与乙烯基基团反应,任何一个每分子包含两个或更多个 Si-H 基团的化合物可以作为本发明的交联剂,用于形成三维聚硅酮网状物。使用聚合交联剂通常是理想的-例如为了降低挥发度。市场上可得到的适合的系统是具有不同结构和分子量的共聚-(甲基二甲基)硅氧烷;如来自于 Gelest Inc. 的 HMS-031、HMS-064、HMS-301。另外,聚甲基氢化硅氧烷的均聚物也是可应用的,如来自 Gelest Inc. 的 HMS-991。含有其他侧基(如乙基、苯基)的等效交联剂也可以作为氢化甲硅烷基官能化共聚物和均聚物存在。例如来自 Gelest Inc. 的 HES-992、HDP-111、HPM-502。也可以使用非聚合交联剂,如某些已知的含有 3 和 4 个氢化甲硅烷基基团的分子,其用作交联剂。一些四官能化的 SiH 交联剂的例子为四(二甲基硅氧烷基)硅烷、四(二苯基硅氧烷基)硅烷以及四(二乙基硅氧烷基)硅烷。三官能化的交联剂为,如甲基三(二甲基硅氧烷基)硅烷、苯基三(二甲基硅氧烷基)硅烷。

[0108] 在本发明中使用的具有氢化物功能的交联剂是含有氢化硅烷的短链聚合物,如平均每分子中含有 2 个或多个氢化甲硅烷基基团的聚硅氧烷。更优选地,这种含氢化甲硅烷基的聚硅氧烷可以选自聚甲基硅氧烷、聚甲基苯基硅氧烷和共聚-(二甲基二苯基)硅氧烷的组,该聚硅氧烷每分子平均含 2 个或多个氢化甲硅烷基基团。甚至更优选地,含氢化甲硅烷基的聚硅氧烷可以选自聚甲基硅氧烷、聚甲基苯基硅氧烷和共聚-(二甲基二苯基)

硅氧烷的组,该聚硅氧烷每分子平均含 3-15 个氢化甲硅烷基基团。

[0109] 这种含氢化甲硅烷基的聚硅氧烷应该具有从 300 到 100000 的数均分子量,优选地从 300 到 40000,更优选地从 300-20000 并且最优选的从 320-10000。聚合物的多分散性 (M_w/M_n) 应当在从 1 到 5 的范围内,优选从 1 到 3。

[0110] 对于获得质量良好的透镜聚合物的另一个重要因素是含乙烯基聚硅氧烷和含氢化甲硅烷基-交联剂的比例,因为这个比例对聚合物的交联是决定性的,并且将因此影响透镜的柔软度和弹性。

[0111] 为了避免活性官能团(如乙烯基或氢化甲硅烷基)出现在固化的聚合物中,当形成聚合物时使用化学计量的量的反应物通常是优选的。然而非常意外的,在这个的反应中,使用非化学计量的量的反应物具有优势,并且优选地使用过量的乙烯基基团。优选地,氢化甲硅烷基和乙烯基基团之间的化学计量比为 0.3-0.9,更优选地,在预聚物混合物中为 0.3-0.7。反应速率通常或多或少与进行反应的反应物的浓度成比例。两个官能团中任一个过量会增大交联的速率,这就缩短了生产透镜的时间。令人惊讶的是,在组合的可调透镜的大量的可靠性测试时,我们没有发现过量的乙烯基基团的任何不利影响。

[0112] 通常,含乙烯基聚硅氧烷和含氢化物交联剂的交联,如氢化硅烷化,是使用热催化剂进行的。一个用于与乙烯基基团的氢化硅烷化反应的著名催化剂是 Karstedt 催化剂 $Pt_2\{[(CH_2=CH)Me_2Si]_2O\}_3$,具有不同的配体的这种催化剂也是可以得到的。为了影响和改变不同温度下的反应速率,这些变化是合乎要求的。当在本文中考虑使用传统的 Karstedt 催化剂时,一个缺点是 Karstedt 催化剂通常在 5-100ppmPt 的范围内使用,这个范围是理想的交联速率和最终聚合物的变色之间典型的最优化,因为较高的催化剂浓度能通过自身产生固有吸收,并且能在升高的温度下引起热降解。在快速且可再生产的过程中,当想要控制具有特定性能的可变形聚合物的形成时,不受控制的变色自然是一个问题。

[0113] 为快速的聚合和组装过程做准备,在单线的制造过程开始前,准备好预聚物混合物是有利的。对于通过氢化硅烷化制备交联的聚硅酮聚合物,已经混合好的如乙烯基封端的聚硅氧烷的预聚物混合物,原则上由至少一种含乙烯基的聚硅氧烷(每分子优选具有 2 个或更多个乙烯基),一种含氢化甲硅烷基的交联剂如含氢化甲硅烷基的聚硅氧烷(每分子优选具有 2 个或更多个 H-Si 基团)以及在一种引发氢化硅烷化反应发生的合适的过渡金属催化剂组成。此外,预聚物混合物可能含有添加剂,如非官能化的硅氧烷(0-90%)、稳定助剂(UV 稳定剂、热稳定剂、抗菌化合物)、填充料(无机或有机颗粒)、染料/着色剂等。

[0114] 在特定的情况下,混合两种或更多种含乙烯基聚硅氧烷,和/或两种或更多种含氢化甲硅烷基的化合物也可能是有益的。一个实施例是使用 2-官能化氢化甲硅烷基化合物为增链剂,同时使用 3-或更多官能化氢化甲硅烷基作为交联剂,这将使可能形成低粘度的预聚物混合物。

[0115] 当混合三个必须组分(乙烯基、氢化甲硅烷基和催化剂)时,交联反应将开始并且在连续的聚合物网状物形成之前是一个时间问题。因此,预聚物混合物被认为是处于伪稳态或准稳态。在用于可调透镜的柔软聚合物的实际应用中,预聚物混合物需要以交联是可控的这一方式制备。预聚物混合物具有合理的长的贮放时间是理想的,即在相关的组分混合之后预聚物混合物能够在一个相当长的时间范围被使用,然而同时在升高的温度下短时间内固化成弹性固体。事实上,目前的预聚物混合物通常具有超过 6 小时的贮存稳定性。在

混合预聚物混合物的组分时,充分混合所有组分是很重要的。

[0116] 预聚物混合物在混合后必须具有稳定的、低的粘度。事实上,为了能容易且快速处理,预聚物混合物应该具有小于 5000cst 的粘度,对于低分子量的原料这是可以实现的。这样的低粘度对于快速定位 / 沉积以及将液滴分散到底板上是有利的。

[0117] 另外,当聚合被引发时,对于发生的快速反应,预聚物混合物必须具有高浓度的活性基团。反应速率 (r) 取决于反应物浓度,例如与含氢化甲硅烷基的交联剂 ($C_{\text{含氢化甲硅烷基}}$) 的浓度和含乙烯基硅氧烷的浓度 $C_{\text{乙烯基}}$ 以及反应常数是成比例的 : $k:r=k \cdot C_{\text{含氢化甲硅烷基}} \cdot C_{\text{乙烯基}}$ 。

[0118] 因此本发明的一个方面涉及用于制备如可调光学透镜的可调光学组件的预聚物混合物,其中所述预聚物混合物包含每分子含有 2 个或更多个氢化甲硅烷基基团的含氢化甲硅烷基交联剂、每分子含有 2 个或更多个乙烯基基团的含乙烯基聚硅氧烷以及过渡金属催化剂。

[0119] 在一个具体实施方式中,本发明涉及预聚物混合物,该预聚物混合物包含每分子平均含有 2 个或更多个氢化甲硅烷基基团的含氢化甲硅烷基交联剂、每分子含有 2-5 个乙烯基基团的含乙烯基聚硅氧烷以及铂催化剂。

[0120] 在另一个具体实施方式中,预聚物混合物包含每分子平均含有 2 个或更多个氢化甲硅烷基基团的含氢甲硅烷基交联剂、每分子含有 2-5 个乙烯基基团的含乙烯基聚硅氧烷以及铂催化剂,其中含氢化甲硅烷基交联剂选自聚甲基硅氧烷、聚甲基苯基硅氧烷以及共聚 (二甲基二苯基) 硅氧烷的组,含乙烯基的硅氧烷选自聚二甲基硅氧烷、聚 (甲基苯基) 硅氧烷、共聚 (二甲基二苯基) 硅氧烷、三聚 - (二甲基二苯基甲基苯基) 硅氧烷的组。

[0121] 在另一个具体实施方式中,预聚物混合物包含每分子平均含有 3-15 个氢化甲硅烷基基团的含氢化甲硅烷基交联剂、每分子含有 2-5 个乙烯基基团的含乙烯基聚硅氧烷以及铂催化剂,其中含氢化甲硅烷基交联剂选自聚甲基硅氧烷、聚甲基苯基硅氧烷以及共聚 (二甲基二苯基) 硅氧烷的组,含乙烯基的硅氧烷选自聚二甲基硅氧烷、聚 (甲基苯基) 硅氧烷、共聚 (二甲基二苯基) 硅氧烷、三聚 - (二甲基二苯基甲基苯基) 硅氧烷的组。

[0122] 在另一个具体实施方式中,所述含乙烯基聚硅氧烷为乙烯基封端的聚硅氧烷,且每分子包含 2-5 个之间乙烯基团,选自于聚二甲基硅氧烷、聚 (甲基苯基) 硅氧烷、共聚 - (二甲基二苯基) 硅氧烷、三聚 - (二甲基二苯基甲基苯基) 硅氧烷的组。

[0123] 在另一个具体实施方式中,每分子含有 3-15 个氢化甲硅烷基基团的含氢化甲硅烷基聚硅氧烷,也是氢化甲硅烷基封端的聚硅氧烷。

[0124] 在本发明的另一个具体实施方式中,在预聚物混合物中使用非化学计量的量的乙烯基和氢化甲硅烷基,优选地使用过量的乙烯基。优选地,氢化甲硅烷基和乙烯基基团之间的化学计量比为 0.3-0.9,更优选地在预聚物混合物中为 0.3-0.7。

[0125] 但在本发明的另一个具体实施方式中,在室温下预聚物的贮放时间大约是 6 小时。

[0126] 通过在任何温度下,例如从 50°C -180°C 或更高温度,将可调透镜组件放置在烤箱中 1-20 小时 (取决于聚合物的形成),可以获得固化预聚物。

[0127] 每个透镜只使用预聚物混合物的一滴液滴,并且使用 1 升预聚物混合物可以制备大约 500,000 至 1,000,000 个透镜。因此,为了制备 1 百万个透镜,只需要大约 1-2kg 的预

聚物混合物。

[0128] 油

[0129] 本发明涉及在交联聚合物中包含油。本发明的油在任何温度下可与交联聚合物混溶,需要使用设备来产生均匀的热力学稳定的混合。相关的油可能选自各种有机和无机酸的脂肪族和芳香族酯,如邻苯二甲酸酯、磷酸酯、马来酸酯、延胡索酸酯、硬脂酸酯;芳香族或脂肪族烃;聚合的或低聚的酯或聚酯;芳香醚;不同配体的低聚的或聚合的硅氧烷,配体如甲基、苯基、萘基和甚至取代的芳香配体,特别是如溴或碘的重原子取代的芳香配体;包含如 Ti、Zr、Zn、Ge、As 重金属原子的金属有机油。

[0130] 因此,在一些具体实施方式中,油或结合油选自低聚的或聚合的硅氧烷的组。

[0131] 纳米颗粒

[0132] 在一些具体实施方式中,可变形透镜体进一步包含无机或金属有机纳米颗粒,其有利于提高可变形透镜体的折射率,这些纳米颗粒包含在透明油中或聚合网状物中,在那里原位产生金属有机相或无机相,这些纳米颗粒要么作为分散的颗粒,或者作为杂化材料。

[0133] 纳米颗粒可能具有的平均粒径在小于 10nm 的范围内。

[0134] 纳米颗粒可能选自于二氧化钛、氧化锆、氧化锡、氧化锌等的组。

[0135] 纳米颗粒可能构成可变形透镜体体积的 0-50%。

[0136] 催化剂

[0137] 在一些具体实施方式中,组成可变形透镜体的交联或部分交联聚硅氧烷的聚合物网状物是由液态预聚物混合物制得,该预聚物混合物的粘度小于 5000cSt,包含选自于聚甲基硅氧烷、聚甲基苯基硅氧烷和共聚-(二甲基二苯基)硅氧烷的组的含氢化甲硅烷基交联剂,该交联剂每分子平均含 3-15 个氢化甲硅烷基基团并具有 10-25 个单体单元;选自聚二甲基硅氧烷、聚(甲基苯基)硅氧烷、共聚(二甲基二苯基)硅氧烷、三聚-(二甲基二苯基甲基苯基)硅氧烷的组的含乙烯基的硅氧烷,该硅氧烷每分子含有 2-5 个乙烯基基团并具有 10-40 个重复单体单元,氢化甲硅烷基和乙烯基基团之间的化学计量比为 0.3-0.9;以及过渡金属催化剂。

[0138] 在一些其他的具体实施方式中,过渡金属催化剂是二(乙酰丙酮)铂(II)。在一些另外的具体实施方式中,过渡金属催化剂是 Karstedt 催化剂,如 1,3-二乙烯基-1,1,3,3-四甲基二硅氧烷铂。

[0139] 在一些具体实施方式中,交联速率减速剂是包括在形成过程中的,如抑制剂、延缓剂。这些减速剂可选自于一系列的,这些给电子化合物含有一个或更多个基团如乙烯基、烯丙基、羰基等。

[0140] 透明光学装置元件可用作相机模块中的透镜,如手机相机、内窥镜、汽车相机、便携式电脑、工业应用以及更多。

[0141] 用作透镜,本发明具有形成以下设想的优势:简单的自动对焦技术、在自动化或半自动大规模生产设备上生产、采用晶片级 MEMS 或半导体设备以及先进的装配和封装技术、能够以极低的成本进行大规模生产。

[0142] 本发明可以大规模地生产可调透镜,例如用于能够在很短的时间内改变焦距的自动对焦相机,甚至在 1ms 内完成改变,并且这样做消耗很少的电能,延长了手提式的、移动的装置如相机和便携式电脑的电池寿命。

- [0143] 在发明的第五个方面提供一种改变可变形透镜体折射率的方法，该方法包括：
- [0144] - 将油或结合油加入到透明聚合物网状物中。
- [0145] 改变可变形透镜体的折射率可以理解为改变透明光学装置元件的折射率。
- [0146] 变化可能是 RI 的降低或增加。例如通过结合 RI 低于油或结合油的聚合物网状物，或通过结合 RI 高于油或结合油的聚合物网状物可获得不同的 IR。
- [0147] 根据本发明的第五个方面所述的方法，该方法可能进一步包括：
- [0148] - 固化透明聚合物网状物以及油或结合油，从而提供包含油或结合油的交联或部分交联聚合物的透明聚合物网状物。
- [0149] 在一些具体实施方式中，根据本发明第五个方面所述的方法使用了根据本发明第五个方面所述的油或结合油。
- [0150] 本发明的另一方面涉及一种依照本发明制备的具有夹层结构的可调光学透镜，其包含限制在空腔内的柔软的可变形透镜体 (3)，该空腔由第一表面限定，该可变形透镜体包含位于由侧壁 (4) 支撑的薄玻璃表面 (2) 上的致动器 (1)，其中构成空腔底部的第二表面像附着的透明板 (5) 在透镜体上那样排布，这样在侧壁和透明板的边缘之间有开口，其中可变形透镜体 (3) 具有等于或小于 100kPa 的剪切模量。
- [0151] 本发明的第一、第二和第三以及其他方面或具体实施方式可能与任何其他方面和具体实施方式结合。参考下文中描述的具体实施方式，本发明的这些以及其它方面将是显而易见的和并明确的。
- [0152] 下面将结合附图对根据本发明的透明光学装置元件进行更加详细的描述。附图显示了实施本发明的一种方式，但是不能被解释为对落在所附的权利要求书的范围内的其它可能的具体实施方式的限制。

附图说明

- [0153] 图 1 显示了透明光学装置元件和根据本发明的一个方面生产透明光学装置元件的不同步骤。
- [0154] 图 2 显示了通过引入具有更高折射率的油对交联聚二甲基硅氧烷的折射率的提高。
- [0155] 图 3 显示了通过引入具有更高折射率的油对交联共聚-(二苯基二甲基)硅氧烷的折射率的提高。
- [0156] 图 4 显示了通过混入具有更高折射率的油对交联共聚-(二苯基二甲基)硅氧烷的折射率的提高。
- [0157] 图 5 显示了通过混入高折射率的油对市售光学聚硅酮的的折射率的提高。
- [0158] 图 6 显示了另一种市售的来自 Dow Corning 的聚硅酮 -OE-6450，其折射率为 1.546，根据说明混合并加入不同量的折射率为 1.58 的 1,1,3,5,5-五苯基,1,3,5-三甲基-三硅氧烷。
- [0159] 图 7 显示了损耗角正切 ($\tan \delta$) 作为使用动态流变仪测量的剪切模量的函数。

具体实施方式

- [0160] 图 1 显示了透明光学装置元件和根据本发明的一个方面生产透明光学装置元件

的不同步骤 (a-e)。

[0161] 图 1 中说明的透明光学装置元件包括可变形透镜体 3, 设置在由连续的或半连续的刚性的侧壁 4 支撑的薄的、柔性的玻璃表面 2 上的致动器 1。

[0162] 实施例 1 聚二甲基硅氧烷网状物

[0163] 图 2 显示了通过引入具有更高折射率的油对交联聚二甲基硅氧烷的折射率的提高。

[0164] 三维网状物由与四(二甲基硅氧烷基)硅烷交联的乙烯基封端的聚二甲基硅氧烷(PDMS)组成,并得到 1.404 的折射率。油是(灰色的)折射率为 1.55 的 1,1,5,5-四苯基、1,3,3,5-四甲基-三硅氧烷,(多变的)折射率为 1.66 的 2-溴萘、(开环)折射率为 1.48 的低分子量聚(苯甲基)硅氧烷(来自 Gelest 的 PMM-0011,分子量为 350-450,根据生产商)。只有两种更高分子量油的大约 5% 与三维 PDMS 网状物相容,但是根据线性加法法则仍然提高了折射率。在此水平之上,由于油和聚合物网状物的相分离,获得的聚合物或者无法固化成固体(溴代萘),或者产生不透明的固体。然而,折射率为 1.48 的聚(苯甲基)硅氧烷(PMM-0011)在 0-100% 的整个范围内与 PDMS 混溶。在 >80% 的油时,聚合物变得太松散地交联,产生半固态的或甚至是液态的物质。

[0165] 为证明分子量在非官能化的低聚物/聚合物与聚硅酮网状物的混溶性上的重要性,引入另一种比折射率为 1.48 的具有更高分子量的聚(苯甲基)硅氧烷(来自于 Gelest Inc. 的 PMM-0021)。根据生产商,这种聚合物折射率为 1.52,分子量为 700-900。在 PDMS 网状物中使用少至 1% 的油,获得的聚合物是不透明的,并且在光学应用中是无用的。

[0166] 向聚二甲基硅氧烷网状物中只加入 5% 的折射率为 1.58 的 1,1,3,5,5-五苯基、1,3,5-三甲基-三硅氧烷得到不透明的固体聚合物。通过以 1:9 的比例混合以上这一种油以及折射率为 1.48 的聚(苯甲基)硅氧烷这两种油,向聚二甲基硅氧烷网状物中填入超过 50% 是可能的。折射率是 1.448 的聚合物,只具有 50% 的 PMM-0011,就能获得 1.440 的折射率。这表明,通过仔细选择最优的油或油的混合物,调整和获得比单纯的聚合物网状物具有更高折射率的混溶的聚合物网状物是可能的。

[0167] 实施例 2 共聚-(二甲基二苯基)硅氧烷网状物

[0168] 图 3 显示了通过引入具有更高折射率的油对交联共聚-(二苯基二甲基)硅氧烷的折射率的提高。

[0169] 三维网状物由与四(二甲基硅氧烷基)硅烷交联的乙烯基封端的共聚-(二苯基,二甲基)硅氧烷(约 16mol% 联苯)组成,并得到 1.46 的折射率。油是(开环)折射率为 1.58 的 1,1,3,5,5-五苯基、1,3,5-三甲基-三硅氧烷,(多变的)折射率为 1.55 的 1,1,5,5-四苯基-1,3,3,5-四甲基-三硅氧烷。大约 20% 的高分子量油能与三维 PDMS 网状物相溶。在此水平上,由于油和聚合物网状物的相分离,获得的聚合物产生不透明的固体。然而,折射率为 1.55 的油与聚硅酮在 0-100% 的整个范围内混溶。在 >80% 的油时,聚合物变得太松散地交联,产生半固态的或甚至是液态的物质。

[0170] 实施例 3 共聚-(二苯基二甲基)硅氧烷网状物 (II)

[0171] 图 4 显示了通过混入具有更高折射率的油对交联共聚-(二苯基二甲基)硅氧烷的折射率的提高。

[0172] 三维网状物由与四(二甲基硅氧烷基)硅烷交联的乙烯基封端的共聚-(二甲基,

二苯基)硅氧烷(约 20mole% 联苯)组成,并得到 1.50 的折射率。油是(开环)折射率为 1.58 的 1,1,3,5,5-五苯基、1,3,5-三甲基-三硅氧烷、(多变的)折射率为 1.66 的溴代萘。然而,折射率为 1.58 的油与聚硅酮在 0-100% 的整个范围内混溶。在 >80% 的油时,聚合物变得太松散地交联,产生半固态的或甚至是液态的物质。折射率的提高遵循简单的加法法则。聚合物网状物与加入的 20% 溴代萘混溶,在此水平之上聚合物不完全固化但保持透明。折射率以与线性加法法则一致的水平增加。

[0173] 实施例 4 将高折射率的油混入到市售的聚硅酮中

[0174] 图 5 显示了通过混入高折射率的油对市售光学聚硅酮的的折射率的提高。

[0175] 依据标准混合市售的来自 Nusil 的聚硅酮 -LS-6257,并加入不同量的折射率为 1.58 的 1,1,3,5,5-五苯基、1,3,5-三甲基-三硅氧烷。在油浓度高达 55% 时,固化后的聚合物是透明的、柔软以及稳定的。油浓度 60% 时,固化的聚合物变得稍微不透明,致使其不适合应用于光学应用中。在折射率为 1.58 的油的浓度为 55% 时,折射率从 1.55 提高到 1.567。这符合线性加法法则。

[0176] 图 6 显示了另一种市售的来自 Dow Corning 的聚硅酮 -OE-6450,其折射率为 1.546,根据说明混合,并加入不同量的折射率为 1.58 的 1,1,3,5,5-五苯基、1,3,5-三甲基-三硅氧烷。在油浓度高达 55% 时,固化后得到的聚合物通常会逐渐地越来越软,然而透明且稳定的。油浓度 60% 时,聚合物不固化并保持液态。油浓度 50% 时,折射率从 1.546 增加到 1.563,符合线性加法法则。

[0177] 通过向混合物中加入 OE-64501% 的四(二甲基硅氧烷基)硅烷,使用多达 80% 的油,可以制备固体的、稳定的且透明的聚合物,得到 1.753 的折射率。

[0178] 实施例 5 具有不同模量的弹性体的动态粘弹行为

[0179] 图 7 显示了损耗角正切 ($\tan \delta$) 作为使用动态流变仪测量的剪切模量的函数。所有的聚合物是通过混合乙烯基封端的聚二甲基硅氧烷、共聚(-二甲基甲基)硅氧烷(来自 Gelest 的 DMS-V22 和 HMS-151)以及少量的 Pt 催化剂来制备的。在乙烯基和氢化物之间具有“非化学计量”比的聚合物制备时都使用过量的 HMS-151 重量的 3-10% 的乙烯基基团。产生的剪切模量从 0.2 到 210kPa 之间变化。具有添加的油的聚合物以 HMS-151 与 DMS-V22 的比为 1:9 制备,加入重量上 0 到 89% 的线形聚二甲基硅氧烷油。产生的剪切模量从 3 到 200kPa 之间变化。通过损耗角正切 ($\tan \delta$) vs 剪切模量绘图,可以清楚的看到特别是当剪切模量降低到低于 100kPa 时,具有油的聚合物的损耗角正切变得明显低于当通过向弹性体网状物中仅仅引入悬挂聚合物的末端降低剪切模量时的损耗角正切。高损耗角正切将直接转化为包含聚合物的透镜更慢的驱动。

[0180] 虽然本发明已经用与之相关的具体实施方式进行过描述,但它不应该被解释为以任何方式受所提出的实施例的限制。本发明的范围由所附的权利要求限定。在权利要求的上下文中,术语“包含”或者“包含”不排除其他可能的元素或步骤。同时,如“一个”或“一个”等的引用不应该理解为不包含多个。权利要求中关于表示附图中元素的参考标记的使用也不应该解释为限制本发明的范围。进一步地,在不同权利要求中提到的特别特征可能是被有利地结合的,以及在权利要求中提到的这些特征不排除特征的结合是不可能的且不利的。

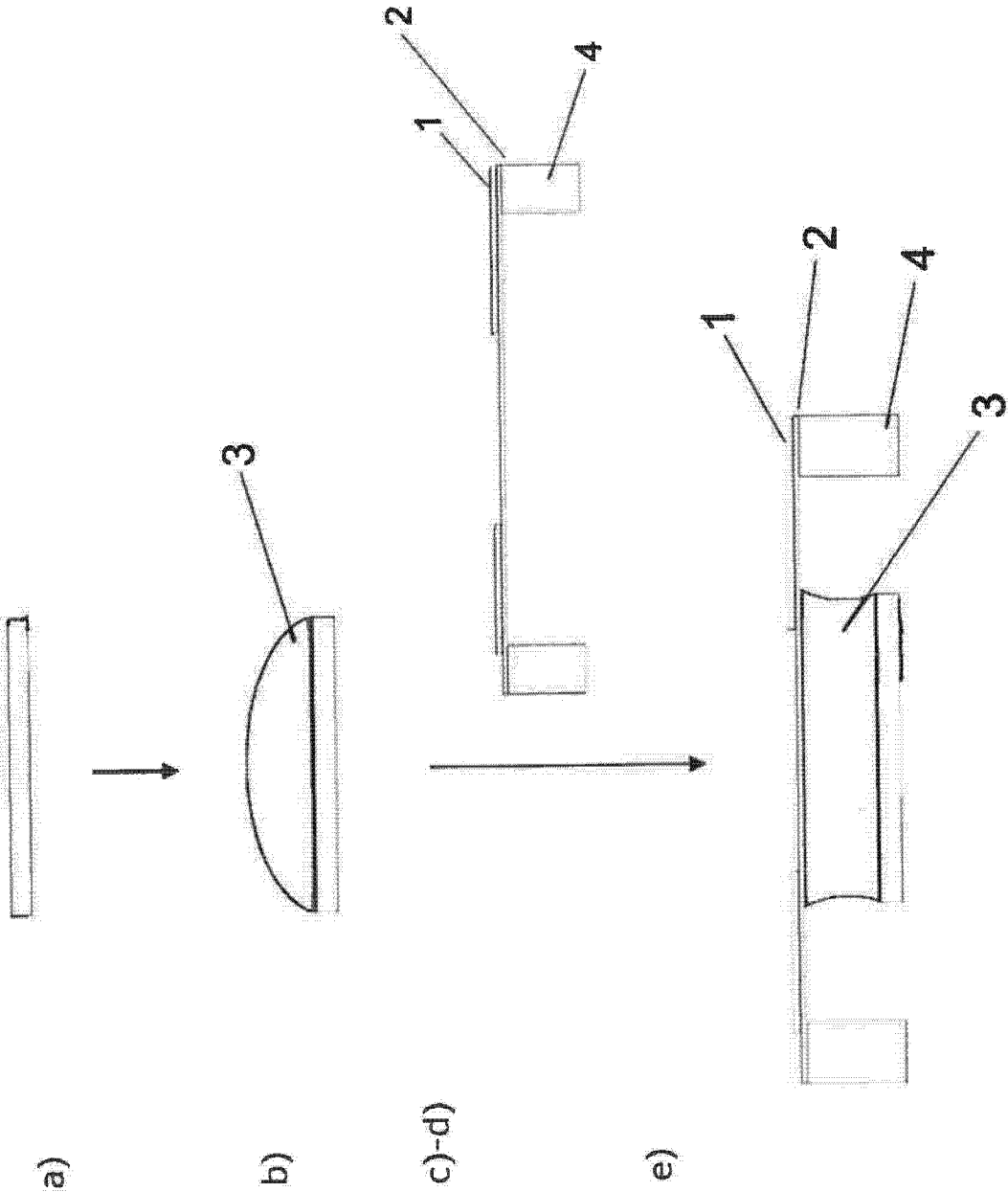


图 1

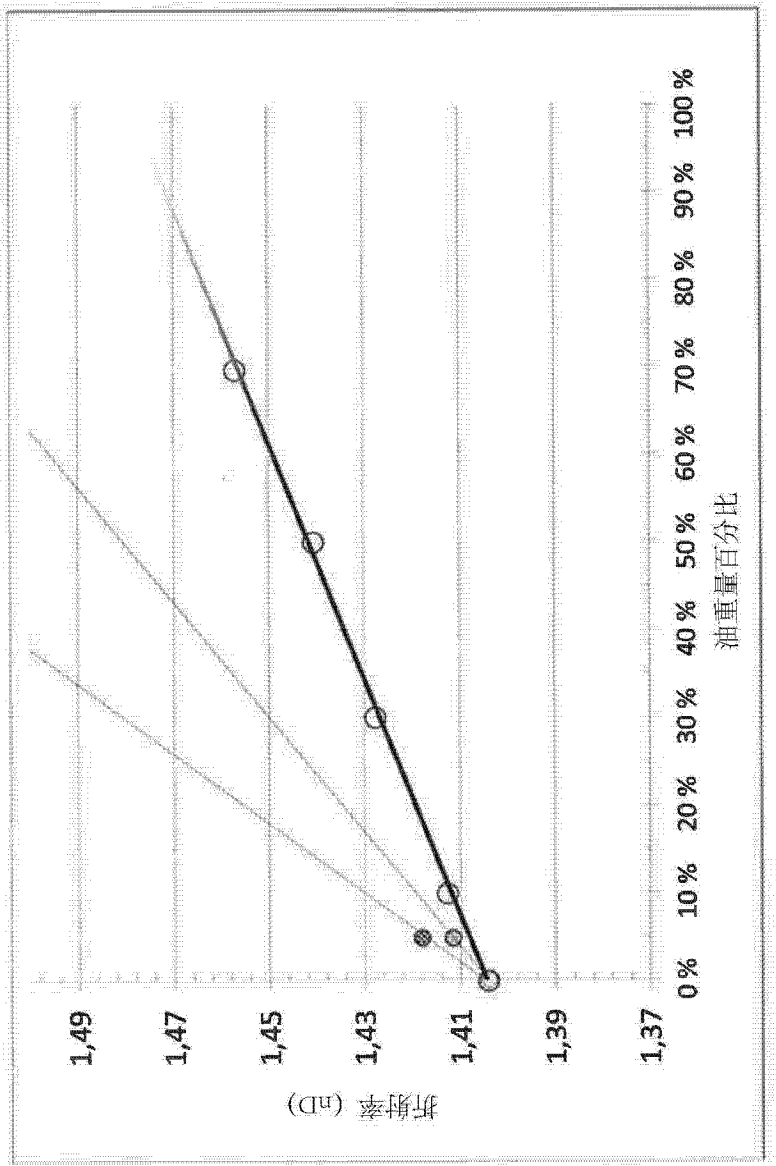


图 2

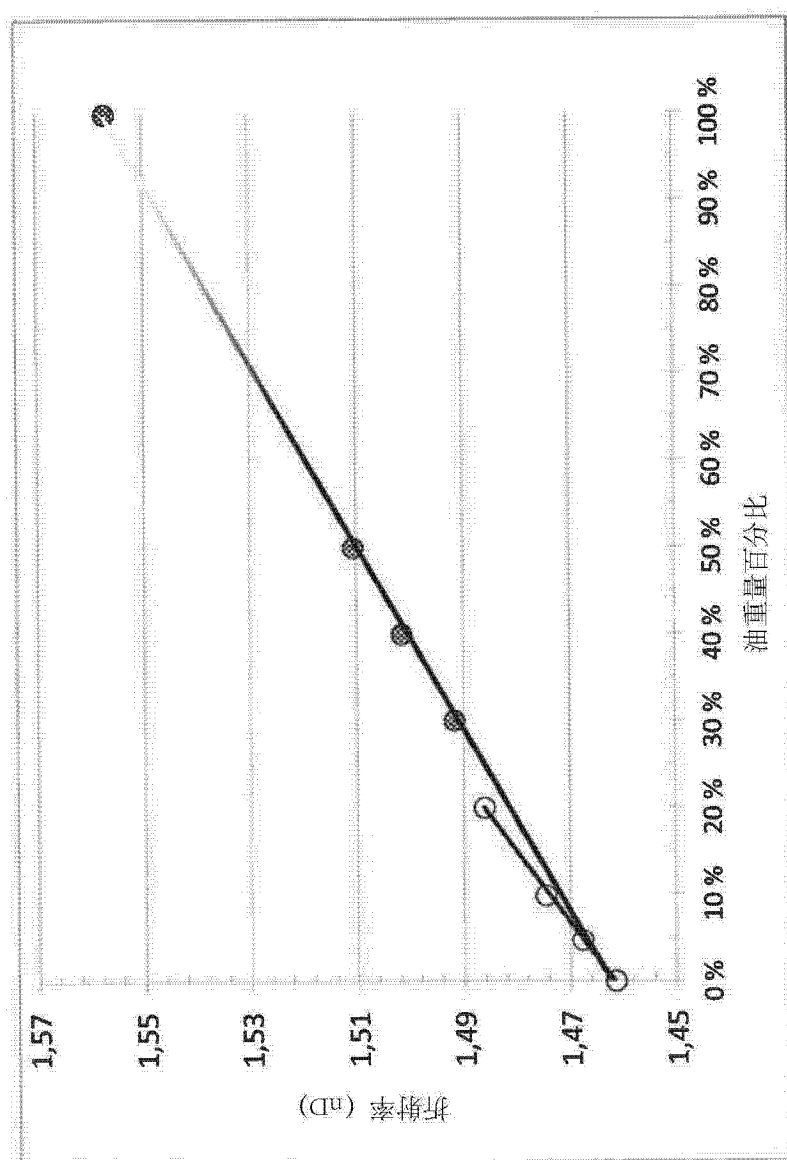


图 3

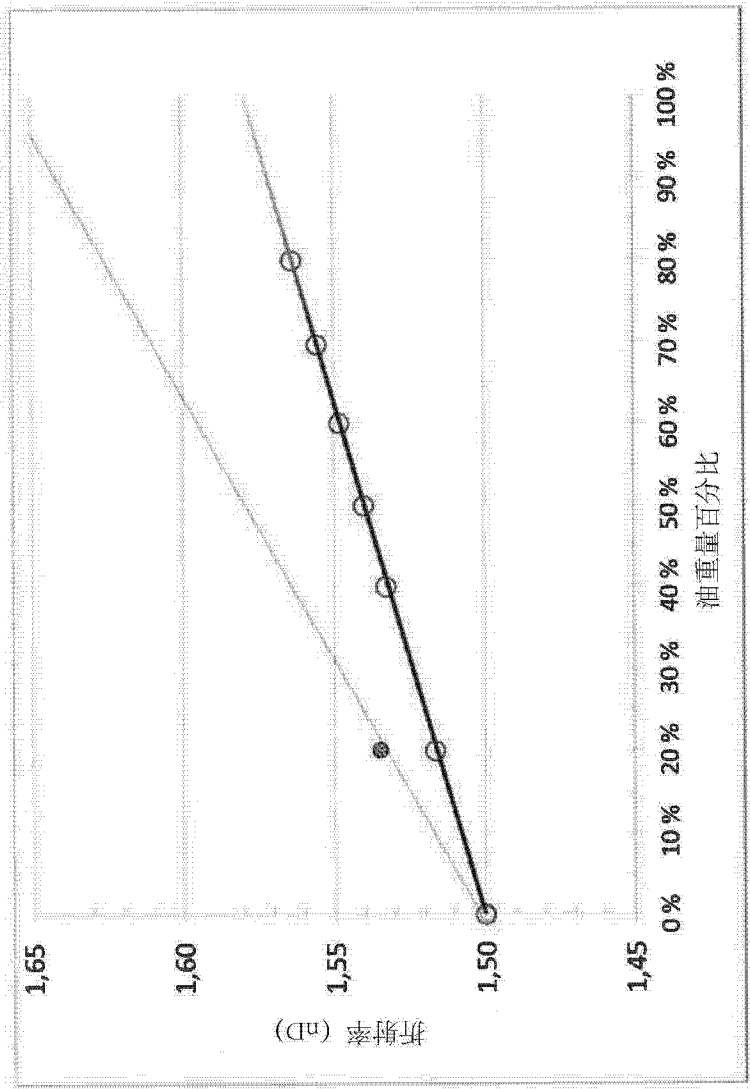


图 4

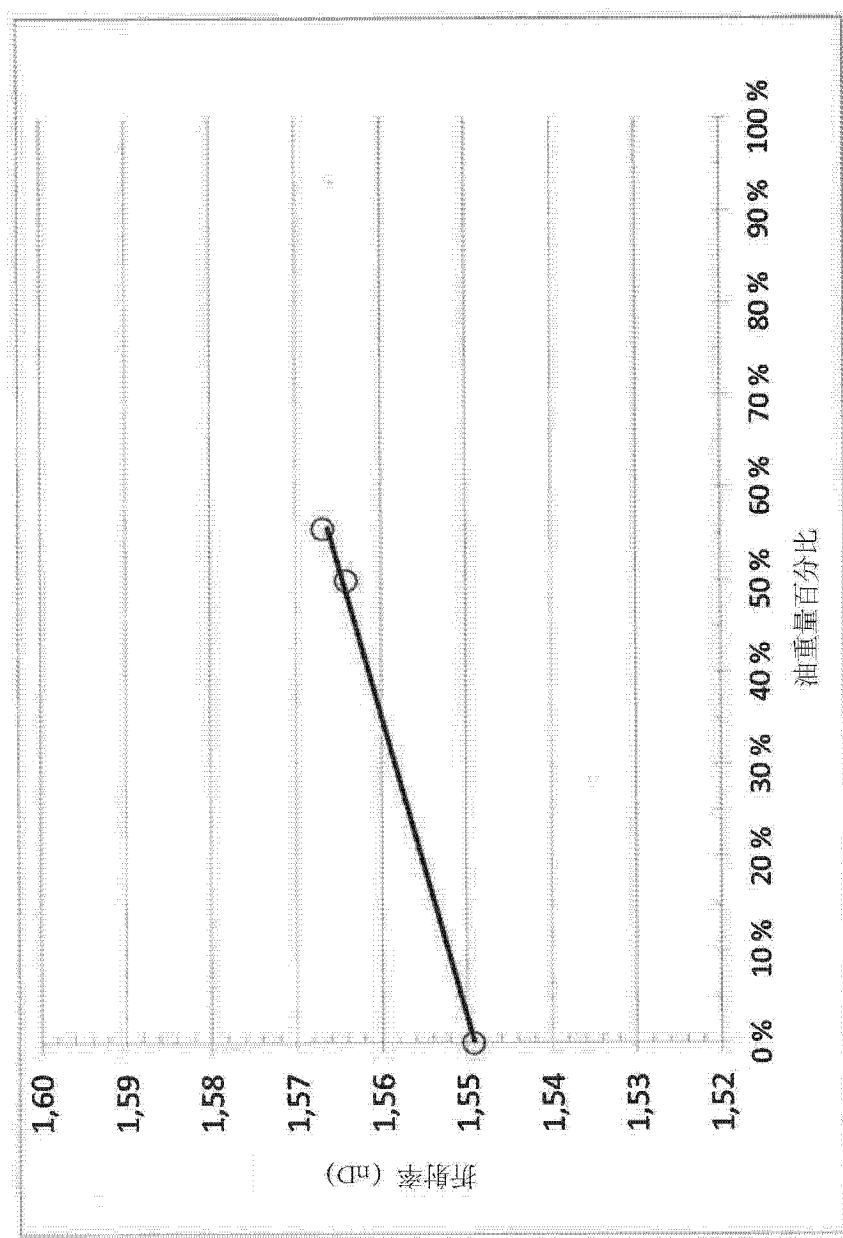


图 5

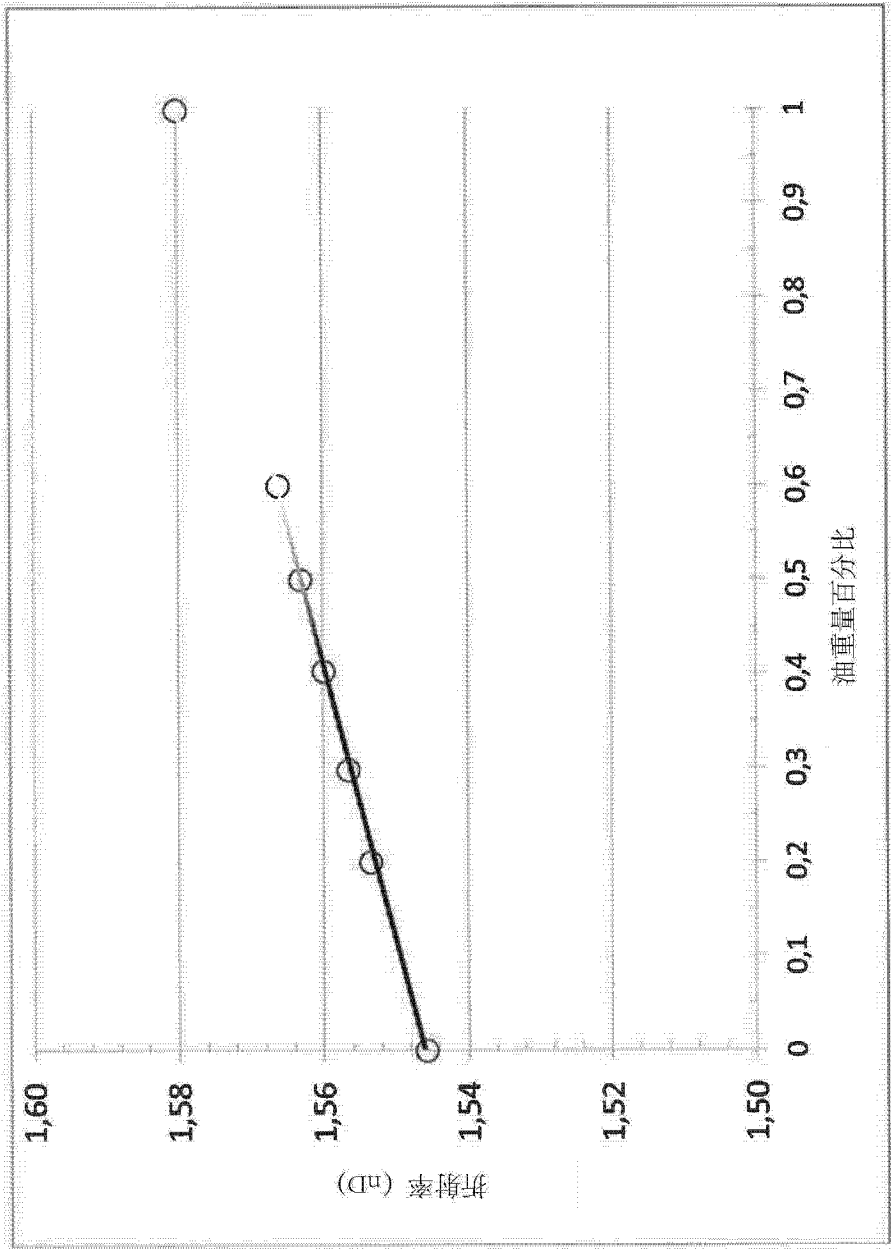


图 6

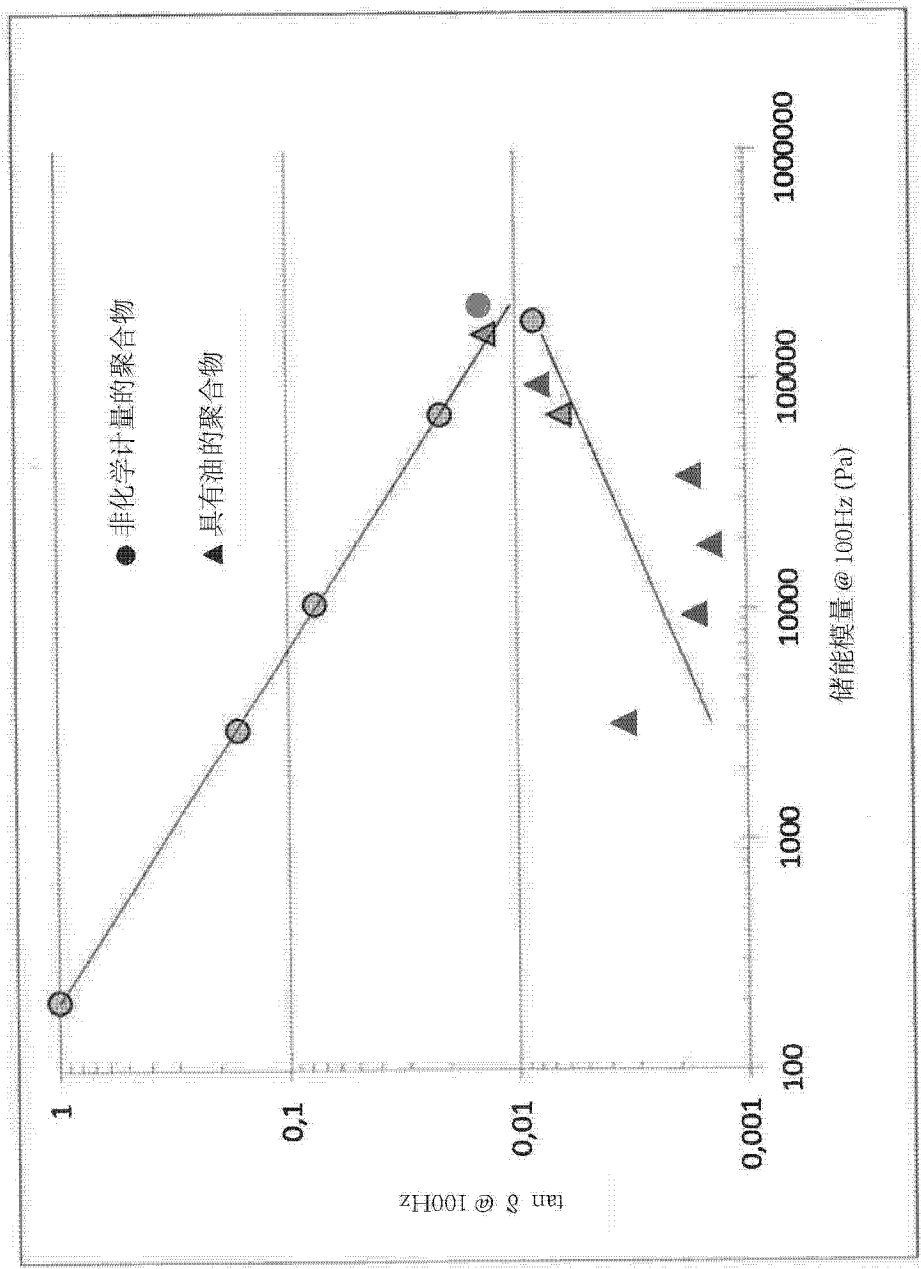


图 7