



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111247456 B

(45) 授权公告日 2022.02.25

(21) 申请号 201880068278.9

(22) 申请日 2018.10.03

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 111247456 A

(43) 申请公布日 2020.06.05

(30) 优先权数据  
62/574,921 2017.10.20 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2020.04.20

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/US2018/054162 2018.10.03

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02019/079033 EN 2019.04.25

(73) 专利权人 3M创新有限公司  
地址 美国明尼苏达州

(72) 发明人 格雷格·A·安布尔  
本杰明·G·桑内克 乔·A·埃特  
蒂莫西·L·翁 托马斯·P·克伦  
理查德·J·波科尔尼  
本杰明·R·库恩斯

道格拉斯·S·邓恩

亨利·A·科斯塔利克四世

克里斯托夫·S·德格劳

约翰·R·雅各布森 张春杰

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理  
有限公司 11112

代理人 孙微 孙进华

(51) Int.Cl.  
G02B 1/10 (2015.01)  
B29D 11/00 (2006.01)

(56) 对比文件  
JP 2015205410 A, 2015.11.19  
CN 205139462 U, 2016.04.06  
CN 1170382 A, 1998.01.14  
US 2002111390 A1, 2002.08.15  
CN 1344944 A, 2002.04.17  
CN 102859711 A, 2013.01.02  
JP H06258604 A, 1994.09.16  
JP 2015113414 A, 2015.06.22  
CN 1675139 A, 2005.09.28

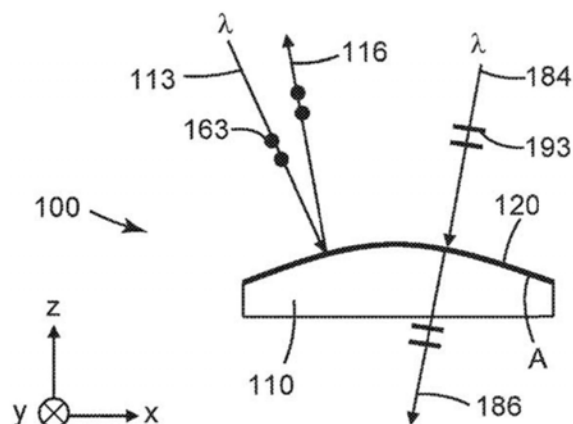
审查员 王鑫

权利要求书3页 说明书23页 附图17页

(54) 发明名称  
光学组件

(57) 摘要

本发明提供了一种光学组件,该光学组件包括直接插入成型到光学叠堆上的光学元件。该光学叠堆包括光学膜,并且可以包括衬里,其中该光学膜设置在该光学元件与该衬里之间。该衬里(如果包括的话)能够从该光学膜上移除而对该光学膜没有实质性损坏。该光学膜的最外层可以扩散结合至该光学元件的主表面。



1. 一种光学组件,所述光学组件包括直接插入成型到光学叠堆上的光学元件,所述光学叠堆包括光学膜和衬里,所述光学膜设置在所述光学元件与所述衬里之间,所述光学膜包括多个交替的聚合物层,该多个交替的聚合物层主要通过光学干涉来反射或透射光,所述光学膜与所述光学元件的结合比所述光学膜中至少一对紧邻的层之间的层间结合强,

其中所述衬里能够从所述光学膜上移除而对所述光学膜没有实质性损坏。

2. 根据权利要求1所述的光学组件,其中占所述光学膜的总面积的至少80%的每个位置对于具有相同预定波长和相同第一偏振态的垂直入射光具有大于80%的反射率。

3. 根据权利要求1所述的光学组件,其中所述光学元件被直接注射插入成型到所述光学叠堆上。

4. 根据权利要求3所述的光学组件,其中所述光学元件的熔融温度显著大于所述光学膜的玻璃化转变温度。

5. 根据权利要求3所述的光学组件,其中所述光学元件的熔融温度与所述光学膜的熔融温度大致相同。

6. 根据权利要求1所述的光学组件,其中在所述光学膜上设置有保护涂层,该保护涂层位于所述光学膜与所述衬里之间,其中所述保护涂层包含至少部分固化的组合物,所述至少部分固化的组合物包含:

a) 基于组分a)至d)的总重量计70重量%至90重量%的氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯化合物,所述氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯化合物具有3至9的平均(甲基)丙烯酸酯官能度;

b) 基于组分a)至d)的总重量计5重量%至20重量%的(甲基)丙烯酸酯单体,所述(甲基)丙烯酸酯单体具有1至2的(甲基)丙烯酸酯官能度,其中所述(甲基)丙烯酸酯单体不是氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯化合物;

c) 基于组分a)至d)的总重量计0.5重量%至2重量%的有机硅(甲基)丙烯酸酯;以及

d) 任选的有效量的光引发剂。

7. 一种光学组件,所述光学组件包括:

一体成形的多层光学膜;以及

第一光学元件,所述第一光学元件被直接注射插入成型到所述光学膜上,所述光学膜包括多个交替的聚合物层,所述多个交替的聚合物层主要通过光学干涉来反射或透射光,占所述光学膜的总面积的至少80%的每个位置对于具有相同预定波长和相同第一偏振态的垂直入射光具有大于80%的反射率,所述光学膜与所述第一光学元件的结合比所述光学膜中至少一对紧邻的层之间的层间结合强,

其中所述第一光学元件的熔融温度显著大于所述光学膜的玻璃化转变温度,并且其中所述第一光学元件的熔融温度与所述光学膜的熔融温度之差小于10℃。

8. 根据权利要求7所述的光学组件,其中所述第一光学元件的熔融温度比所述光学膜的玻璃化转变温度大至少50℃。

9. 一种光学组件,所述光学组件包括:

一体成形的多层光学膜,所述光学膜包括多个交替的聚合物层,所述多个交替的聚合物层主要通过光学干涉来反射或透射光;以及

光学元件,所述光学元件被直接插入成型到所述光学膜上,所述光学膜被扩散结合至所述光学元件,

其中所述光学膜与所述光学元件的结合比所述光学膜中至少一对紧邻的层之间的层间结合强。

10. 一种光学组件, 所述光学组件包括:

一体成形的多层光学膜, 所述光学膜包括多个交替的聚合物层, 所述多个交替的聚合物层主要通过光学干涉来反射或透射光, 占所述光学膜的总面积的至少90%的每个位置对于具有相同预定波长和相同第一偏振态的垂直入射光具有大于90%的反射率; 以及

光学元件, 所述光学元件被直接插入成型到所述光学膜上, 所述光学膜被扩散结合至所述光学元件, 所述光学膜与所述光学元件的结合比所述光学膜中至少一对紧邻的层之间的层间结合强。

11. 一种光学组件, 所述光学组件包括:

光学膜, 所述光学膜包括多个交替的聚合物层, 所述多个交替的聚合物层主要通过光学干涉来反射或透射光, 占所述光学膜的总面积的至少90%的每个位置对于具有相同预定波长和相同第一偏振态的垂直入射光具有大于90%的反射率; 以及

透镜, 所述透镜被直接插入成型到所述光学膜上, 所述透镜的沿着第一方向上的最大侧向尺寸的光学延迟变化较大, 而沿着正交的第二方向上的最大侧向尺寸的光学延迟变化较小, 所述透镜上的每个位置处的所述光学延迟不超过10nm, 所述光学膜与所述透镜的结合比所述光学膜中至少一对紧邻的层之间的层间结合强。

12. 一种光学组件, 所述光学组件包括:

透镜; 以及

多层光学膜, 所述多层光学膜具有相对的第一主表面和第二主表面, 所述第一主表面设置在所述透镜的第一侧的第一部分上, 占所述多层光学膜的总面积的至少80%的每个位置对于具有相同预定波长和相同第一偏振态的垂直入射光具有大于80%的反射率, 所述光学膜与所述透镜的结合比所述光学膜中至少一对紧邻的层之间的层间结合强, 其中所述透镜的所述第一侧的第二部分与所述多层光学膜的所述第二主表面基本上齐平。

13. 一种光学组件, 所述光学组件包括:

透镜; 以及

光学叠堆, 所述光学叠堆设置在所述透镜的主表面上, 所述光学叠堆包括多层光学膜, 所述光学膜与所述透镜的结合比所述光学膜中至少一对紧邻的层之间的层间结合强,

其中所述透镜至少部分地包裹在所述光学叠堆的边缘周围。

14. 一种光学组件, 所述光学组件包括:

透镜, 所述透镜具有在其中限定有弯曲凹槽的第一主表面; 以及

多层光学膜, 所述多层光学膜粘附至所述弯曲凹槽并且适形于所述弯曲凹槽, 所述光学膜与所述透镜的结合比所述光学膜中至少一对紧邻的层之间的层间结合强。

15. 一种光学组件, 所述光学组件包括:

光学膜, 占所述光学膜的总面积的至少80%的每个位置对于具有相同预定波长和相同第一偏振态的垂直入射光具有大于80%的反射率, 所述光学膜包括多个交替的聚合物层; 以及

透镜, 所述透镜被直接注射成型到所述光学膜上, 所述透镜在占所述透镜的主表面的至少80%的每个位置处具有不超过10nm的光学延迟, 第一透镜位置处的透镜厚度比第二透

镜位置处的透镜厚度大至少20%，所述光学膜与所述透镜的结合比所述光学膜中至少一对紧邻的层之间的层间结合强。

## 光学组件

### 背景技术

[0001] 在各种应用中,光学膜可以设置在光学元件上。

### 发明内容

[0002] 在本说明书的一些方面,提供了一种光学组件,该光学组件包括直接插入成型到光学叠堆上的光学元件。光学叠堆包括光学膜和衬里,光学膜设置在光学元件与衬里之间。衬里可从光学膜上移除而对光学膜没有实质性损坏。

[0003] 在本说明书的一些方面,提供了一种光学组件,该光学组件包括一体成形的多层光学膜和直接注射插入成型到光学膜上的第一光学元件。光学膜包括多个交替的聚合物层,该多个交替的聚合物层主要通过光学干涉来反射或透射光。占光学膜的总面积的至少80%的每个位置对于具有相同预定波长和相同第一偏振态的垂直入射光具有大于约80%的反射率。第一光学元件的熔融温度显著大于光学膜的玻璃化转变温度。

[0004] 在本说明书的一些方面,提供了一种光学组件,该光学组件包括一体成形的多层光学膜和直接插入成型到光学膜上的光学元件。光学膜包括多个交替的聚合物层,该多个交替的聚合物层主要通过光学干涉来反射或透射光。光学膜被扩散结合至光学元件。光学膜与光学元件的结合比光学膜中至少一对紧邻的层之间的层间结合强。

[0005] 在本说明书的一些方面,提供了一种光学组件,该光学组件包括一体成形的多层光学膜和直接插入成型到光学膜上的光学元件。光学膜被扩散结合至光学元件。光学膜包括多个交替的聚合物层,该多个交替的聚合物层主要通过光学干涉来反射或透射光。占光学膜的总面积的至少90%的每个位置对于具有相同预定波长和相同第一偏振态的垂直入射光具有大于约90%的反射率。

[0006] 在本说明书的一些方面,提供了一种光学组件,该光学组件包括光学膜和直接插入成型到光学膜上的透镜。光学膜包括多个交替的聚合物层,该多个交替的聚合物层主要通过光学干涉来反射或透射光。占光学膜的总面积的至少90%的每个位置对于具有相同预定波长和相同第一偏振态的垂直入射光具有大于90%的反射率。透镜的沿着第一方向上的最大侧向尺寸的光学延迟变化较大,而沿着正交的第二方向上的最大侧向尺寸的光学延迟变化较小。透镜上的每个位置处的光学延迟不超过约10nm。

[0007] 在本说明书的一些方面,提供了一种光学组件,该光学组件包括透镜和多层光学膜,该多层光学膜具有相对的第一主表面和第二主表面,其中第一主表面设置在透镜的第一侧的第一部分上。占多层光学膜的总面积的至少80%的每个位置对于具有相同预定波长和相同第一偏振态的垂直入射光具有大于约80%的反射率。透镜的第一侧的第二部分与多层光学膜的第二主表面基本上齐平。

[0008] 在本说明书的一些方面,提供了一种光学组件,该光学组件包括透镜和光学叠堆,该光学叠堆设置在透镜的主表面上。透镜至少部分地包裹在光学叠堆的边缘周围。

[0009] 在本说明书的一些方面,光学组件包括透镜和多层光学膜,该透镜具有在其中限定有弯曲凹槽的第一主表面,该多层光学膜粘附至弯曲凹槽并且适形于该弯曲凹槽。

[0010] 在本说明书的一些方面,提供了一种光学组件,该光学组件包括光学膜和直接注射成型到光学膜上的透镜。占光学膜的总面积的至少80%的每个位置对于具有相同预定波长和相同第一偏振态的垂直入射光具有大于约80%的反射率。透镜在占透镜的主表面的至少80%的每个位置处具有不超过约10nm的光学延迟。第一透镜位置处的透镜厚度比第二透镜位置处的透镜厚度大至少约20%。

## 附图说明

- [0011] 图1A至图1B是光学组件的示意性截面视图;
- [0012] 图1C是光学元件的示意性截面视图;
- [0013] 图2是光学叠堆的示意性截面视图;
- [0014] 图3是光学膜的示意性截面视图;
- [0015] 图4A是光学叠堆的示意性截面视图;
- [0016] 图4B是图4A的光学叠堆的示意性仰视图;
- [0017] 图4C至图4D是光学叠堆的示意性截面视图;
- [0018] 图5A至图5B是光学组件的示意性截面视图;
- [0019] 图5C是透镜的示意性截面视图;
- [0020] 图5D是图5C的透镜的示意性俯视图;
- [0021] 图6A至图6B是光学组件的示意性截面视图;
- [0022] 图7A至图7E示出了用于将光学元件注射插入成型到光学膜上的工艺;
- [0023] 图8A至图8C是光学组件的示意性截面视图;
- [0024] 图9是光学元件的示意性截面视图;并且
- [0025] 图10是透镜的示意性俯视平面图。

## 具体实施方式

[0026] 在以下说明中参考附图,该附图形成本发明的一部分并且其中以举例说明的方式示出各种实施方案。附图未必按比例绘制。应当理解,在不脱离本说明书的范围或实质的情况下,可设想并进行其他实施方案。因此,以下具体实施方式不应被视为具有限制意义。

[0027] 存在期望将光学膜设置在光学元件上的各种应用。例如,显示器可以利用偏振分束器(PBS),其中光学膜设置在棱镜的斜边上。光学膜可以是主要通过光学干涉来反射或透射光的多层聚合物光学膜。作为另一示例,显示系统可以利用折叠光学系统,该折叠光学系统包括部分反射器和反射偏振器,该部分反射器和反射偏振器彼此相邻并且彼此间隔开地设置,例如如美国专利9,557,568(Ouderkirk等人)所述的。在一些情况下,期望将反射偏振器设置在透镜的主表面上。

[0028] 本说明书的光学组件通常包括设置在光学元件(诸如光学透镜)上的光学膜(诸如一体成形的多层光学膜)。例如,光学膜可以设置在双凸透镜、平凸透镜、正弯月透镜、负弯月透镜、平凹透镜或双凹透镜的任一主表面上。在一些实施方案中,光学元件被注射成型到光学膜上,使得扩散结合形成在光学膜与光学元件之间。在一些实施方案中,扩散结合比光学膜中的相邻层之间的层间结合强。在一些实施方案中,由插入成型工艺产生的光学元件具有小于10nm的光学双折射,并且在一些实施方案中,光学双折射沿一个方向比沿正交方

向的变化更大。

[0029] 图1A是包括光学元件110和光学叠堆120的光学组件100的示意性截面视图。在一些实施方案中,光学元件110被直接插入成型到光学叠堆120上。通过将光学叠堆插入模具中,并且然后将光学元件成型到光学叠堆上,可以将光学元件插入成型到光学叠堆上。插入成型可以是注射插入成型、压缩插入成型或一些其他形式的插入成型。通常优选的是,形成光学元件110的材料在其接触光学叠堆120时是熔融的,使得该材料与光学叠堆120形成合适的结合而不包括任何附加的粘合剂层。在一些实施方案中,形成光学元件110的材料和形成光学叠堆120的最外表面的材料被选择成彼此相容,使得合适的扩散结合形成在光学叠堆120与光学元件110之间。例如,在一些实施方案中,类似的聚合物或以其他方式相容的(例如,部分可混溶的)聚合物被用于形成光学元件110的材料和形成光学叠堆120的面向光学元件110的最外表面的材料。例如,类似或相容的聚合物可以具有近似相等的熔点(例如,在50℃以内、或在30℃以内、或在20℃以内、或在10℃以内)。在一些实施方案中,光学叠堆120包括光学膜,该光学膜包括多个交替的聚合物层,并且光学膜与光学元件110的结合比光学膜中至少一对紧邻的层之间的层间结合强。

[0030] 在一些实施方案中,光学元件110是透镜。在一些实施方案中,透镜在至少一个方向上具有屈光力。例如,光学元件110可以是在一个方向(例如,x方向)上具有屈光度的柱面透镜,或者在两个方向(例如,x方向和y方向)上具有屈光度的球面或非球面透镜。在一些实施方案中,可以使用其他类型的光学元件。例如,光学元件可以是棱镜,并且光学叠堆120可以设置在棱镜的面(例如,弯曲的或基本上平坦的斜边)上。

[0031] 在一些实施方案中,光学叠堆120设置在光学元件110的弯曲主表面上,并且在一些实施方案中,光学叠堆120设置在光学元件110的基本上平坦的主表面上。光学叠堆120可以设置在光学元件110的弯曲主表面上,使得光学元件110的第一弯曲主表面上的至少一个位置在两个相互正交的方向(例如,x方向和y方向)中的每个方向上具有在约6mm至约1000mm范围内的曲率半径。如果最佳拟合球面具有大于约2000mm的半径,则表面可以被描述为基本上平坦的。

[0032] 光学叠堆120可以是或可以包括光学膜。在一些实施方案中,光学膜是镜膜,并且在一些实施方案中,光学膜是反射偏振器。反射偏振器的示例包括多层聚合物膜反射偏振器和线栅偏振器,该线栅偏振器可以包括通常在反射偏振器的阻挡轴上延伸并且设置在可以是聚合物基底的基底上的线。在一些实施方案中,光学叠堆120是一体成形的多层光学膜,该光学膜包括多个交替的聚合物层,该多个交替的聚合物层主要通过光学干涉来反射或透射光。在一些实施方案中,光学叠堆120包括一体成形的多层光学膜和与多层光学膜不成一体的至少一个附加层。如本文所用,第一元件与第二元件“一体成形”意指第一元件和第二元件被制造在一起而不是单独制造并且然后随后被接合。一体成形包括制造第一元件,然后在第一元件上制造第二元件。如果将多个层制造在一起(例如,以熔体流的形式组合,并且然后浇铸到冷却辊上以形成具有多个层中的每个层的流延膜,并且然后定向流延膜)而不是单独制造并且然后随后被接合,则包括多个层的光学膜(例如,反射偏振器)一体成形。不与一体成形的多层光学膜成一体的附加层意指附加层不与多层光学膜一体成形。例如,附加层可以单独形成,并且然后随后将附加层粘附(例如,使用光学透明的粘合剂层压)到多层光学膜。

[0033] 在一些实施方案中,光学叠堆或包括在光学叠堆中的光学膜是镜膜(例如,可视镜或红外镜)或反射偏振膜。图1A的光学叠堆120被描绘为反射偏振器,并且图1B的光学叠堆120b被描绘为镜。在一些实施方案中,光学叠堆120或包括在光学叠堆120中的占光学膜的总面积的至少约80%、或至少约90%、或至少约95%、或全部的每个位置对于具有相同预定波长和相同第一偏振态的垂直入射光具有大于约80%、或大于约90%、或大于约95%的反射率。预定波长可以是预定波长范围内的任何或所有波长。预定波长范围可以是可见范围(400nm至700nm)和/或可以包括红外和/或紫外波长。在一些实施方案中,预定波长是约550nm。

[0034] 在一些实施方案中,光学叠堆120或包括在光学叠堆120中的占光学膜的总面积的至少约80%、或至少约90%、或至少约95%、或全部的每个位置对于具有相同预定波长和正交于第一偏振态的第二偏振态的垂直入射光具有大于约80%、或大于约90%、或大于约95%的反射率。

[0035] 偏振态可以通过电场矢量的方向来表征,对于垂直入射光,该电场矢量的方向定义与光学膜相切的轴线。如果在光学膜上的两个不同位置处沿垂直入射光的电场与光学膜或光学叠堆相切的轴线处于平行平面(每个平面沿曲线与光学膜相交),则可以将偏振态视为是相同的。如果在光学膜上的两个不同位置处与光学膜或光学叠堆相切并且与垂直入射光的电场垂直的轴线处于平行平面(每个平面沿曲线与光学膜相交),则也可以将偏振态视为是相同的。例如,平行于负z方向行进并且入射在光学叠堆120的顶点(具有最大z坐标的点)上的光可以具有带有沿y方向的电场的第一偏振态和带有沿x方向的电场的第二偏振态。光线113的第一偏振态163与入射在顶点处的光的第一偏振态相同,这是因为在两种情况下,入射点处的电场矢量处于平行于y-z平面的平面中。光线184的第二偏振态193与入射在顶点处的光的第二偏振态相同,这是因为在两种情况下,入射点处的电场矢量正交于与光学膜相切并且位于平行于y-z平面的平面中的轴线(平行于y轴)。

[0036] 在一些实施方案中,光学叠堆120包括光学膜,其中光学膜是反射偏振器,该反射偏振器基本上反射具有预定波长和阻挡偏振态的垂直入射光并且基本上透射具有预定波长和正交通过偏振态的垂直入射光。基本上反射可以理解为意指至少60%的反射率,并且基本上透射可以理解为意指至少60%的透射率。可以将反射偏振器的阻挡偏振态描述为具有通过反射偏振器的最低透射率的偏振态,并且通过偏振态是正交偏振态。反射偏振器的中心处的阻挡偏振态可以是第一偏振态。由于例如通过将光学膜热成形为弯曲形状而引起的变化,阻挡偏振态可以相对于远离中心位置的第一偏振态而变化(例如,阻挡轴线在平面图中可以变化小于约5度或小于约2度)。

[0037] 具有预定波长 $\lambda$ 的光线113以第一偏振态163近似垂直入射在光学叠堆120上,并且作为反射光线116从光学叠堆120反射。为了便于说明,示出了小的非零入射角。在这种情况下,光线116被示意性地示出为从光学叠堆120全反射(反射率为100%,并且透射率为0%),但是光学叠堆120可以具有小于100%的反射率并且可以具有透射通过光学叠堆120的第一偏振态163的一些光。具有预定波长 $\lambda$ 的光线184以第二偏振态193近似垂直入射在光学叠堆120上,并且作为透射光线186透射通过光学叠堆120。在这种情况下,光线184被示意性地示出为从光学叠堆120完全透射(透射率为100%,并且反射率为0%),但是光学叠堆120可以具有小于100%的透射率,并且可以具有从光学叠堆120反射(例如,由于菲涅耳反射)的第



二偏振态193的一些光。第一偏振态163可以是或可以近似(例如,在平面图中在与第一偏振态163的轴线成2度以内的阻挡轴线)是光学叠堆120中的反射偏振器的阻挡偏振态。第二偏振态193可以是或可以近似(例如,在平面图中在与第二偏振态的轴线成2度以内的通过轴线)是光学叠堆120中的反射偏振器的通过偏振态。

[0038] 在其他实施方案中,光学叠堆120包括基本上反射第一偏振态163和第二偏振态193两者的镜膜。这在图1B中示出,示出了类似于光学组件100的光学组件100b,不同之处在于光学叠堆120已被光学叠堆120b代替。光学组件100b可以具有针对光学组件100描述的特性,不同之处在于第二偏振态193的反射和透射特性。在图1B的情况下,示意性地示出了光线184从光学叠堆120b全反射(反射率为100%,并且透射率为0%),但是光学叠堆120b可以具有小于100%的反射率并且可以具有透射通过光学叠堆120b的第二偏振态193的一些光。光学叠堆120和120b可以包括光学膜,该光学膜基本上确定相应光学叠堆的反射率和透射率。

[0039] 可以在面积A上指定反射率和/或透射率,该面积是光学叠堆或光学膜的总面积的某些指定分数。例如,面积A可以是总面积的至少约80%,并且可以例如排除光学叠堆的周边附近的总面积的20%。在一些实施方案中,面积A是光学叠堆120或120b的总面积或包括在光学叠堆中的光学膜的总面积。

[0040] 光学组件100还可以包括第二光学元件(图1A至图1B中未示出),该第二光学元件设置在光学叠堆120上且与光学元件110相对。例如,光学元件110可以是第一透镜,并且第二光学元件可以是第二透镜。

[0041] 图1C是光学元件110的示意性截面视图,其示出了最大厚度 $h_1$ 和最小厚度 $h_2$ 。光学元件的位置处的厚度可以被描述为穿过该位置和穿过光学元件的相对主表面的最短距离。在一些实施方案中,光学元件110是透镜。在一些实施方案中,透镜具有随位置变化不超过约50% ( $(H_2-H_1)/H_1 \times 100\%$  不超过约50%)、或不超过约30%、或不超过约20%、或不超过约10%的透镜厚度。在一些实施方案中,透镜具有随位置变化至少约20% ( $(H_2-H_1)/H_1 \times 100\%$  为至少约20%)、或至少约30%、或至少约40%、或至少约50%、或至少约60%、或至少约75%、或至少约100%、或至少约150%、或至少约200%的透镜厚度。随位置变化至少指定百分比的透镜厚度将具有至少一个第一透镜位置,该至少一个第一透镜位置至少比至少一个第二透镜位置处的透镜厚度大至少指定百分比。例如,如果 $H_2$ 是 $H_1$ 的至少1.5倍,则透镜厚度随位置变化至少50%,并且中心位置处的厚度 $H_2$ 比边缘位置处的厚度 $H_1$ 大至少50%。

[0042] 图2是光学叠堆220的示意性截面视图,该光学叠堆包括一体成形的多层光学膜222和通过任选的粘合剂层232结合至光学膜222的附加膜或层230。光学膜222包括多个干涉层224以及非干涉层226a和226b。多个干涉层224包括交替的第一聚合物层221和第二聚合物层223。

[0043] 多个干涉层224主要通过光学干涉来反射或透射光。当干涉层的反射率和透射率可以通过光学干涉合理地描述或由于光学干涉而合理地精确建模时,干涉层可以被描述为主要通过光学干涉来反射或透射光。例如,此类干涉层在美国专利5,882,774 (Jonza等人) 和美国专利6,609,795 (Weber等人) 中进行描述,并且可以通过将具有交替的聚合物层的熔体流共挤出,浇铸熔体流以形成流延膜,并且然后定向(对于镜膜是双轴的,对于反射偏振膜是基本上单轴的)流延膜以产生双折射层(例如,干涉层中的每个其他层可以是双折射

的,而每个其他层保持基本上各向同性)来制备,如本领域已知的。当相邻的成对的具有不同折射率的干涉层具有光波长的 $1/2$ 的组合光学厚度(折射率乘以物理厚度)时,相邻的成对干涉层反射光。干涉层通常具有小于约200纳米的物理厚度。非干涉层的光学厚度太大,无法经由干涉来反射可见光。通常,非干涉层的物理厚度为至少1微米、或为预定波长的至少3倍、或为预定范围内的最大波长的至少3倍。在一些实施方案中,包括多于一个非干涉层。在一些实施方案中,至少一个非干涉层(在所示实施方案中为非干涉层226a和226b)与多个干涉层224一体成形,并且不主要通过光学干涉来反射或透射光。

[0044] 在一些实施方案中,附加层230是可释放地结合至光学膜222的衬里。结合至光学膜但是可以从光学膜干净地移除而基本上不损坏光学膜的衬里可以被描述为可释放地结合至光学膜。在一些实施方案中,可释放地结合至光学膜的衬里可以从光学膜上移除而对光学膜没有可见的损坏。在一些实施方案中,当在不对光学膜造成实质性损坏的情况下将衬里从光学膜上移除时,对于占光学膜的总面积的至少80%的每个位置,在移除衬里之前和之后,光学膜在该位置处的反射率之间的差小于约5%(例如,移除衬里之前和之后的反射率的差的绝对值除以移除衬里之后的反射率乘以100%可以小于5%)、或小于约2%、或小于约1%。例如,在一些实施方案中,光学膜包括多个交替的聚合物层,该多个交替的聚合物层主要通过光学干涉来反射或透射光,并且占光学膜的总面积的至少80%的每个位置对于具有相同预定波长和相同第一偏振态的垂直入射光具有大于约80%的反射率,并且将衬里可释放地结合至光学膜,使得在移除衬里之前和之后,光学膜在该位置处的反射率之间的差小于约5%、或小于约2%、或小于约1%。可释放地结合的衬里可以包括具有粘合剂层的基底,该粘合剂层牢固地结合至基底但较弱地结合至光学膜。例如,衬里可以包括施加到基底的低粘性粘合剂薄层,其中衬里的表面经过处理以增加其与粘合剂的结合。其他合适的衬里包括例如如美国专利6,991,695(Tait等人)描述的静电结合至光学膜的那些。合适的衬里的一个示例是购自山樱化研公司(Sun A Kaken Co,Ltd)的0CPET NSA33T。

[0045] 在一些实施方案中,光学叠堆220形成为弯曲形状,并且然后将光学部件插入成型到与附加层230相对的光学叠堆上。在一些实施方案中,附加层230是在将光学叠堆220形成为弯曲形状之前附接到光学膜222的衬里,并且在将光学元件插入成型到光学叠堆220上之后,衬里可从所得的光学组件移除而不会对光学膜222造成实质性损坏。

[0046] 在一些实施方案中,附加层230是光学透明的。在一些实施方案中,附加层230是保护层,该保护层可以是光学透明的保护层。如果层(例如,粘合剂层或硬涂层)具有在透射下小于10%的雾度,则该层可以被描述为光学透明的。雾度可以根据ASTM D1003-13测试标准来确定。用于测量雾度的合适的仪器是Haze-Gard Plus雾度计(马里兰哥伦比亚的毕克-加特纳公司(BYK Gardner,Columbia,Maryland))。

[0047] 图3是光学膜322的示意图,该光学膜可以任选地用于光学叠堆中(例如,代替光学叠堆220中的光学膜222)。光学膜322包括被非干涉层326b分开的干涉层的第一包224-1和第二包224-2。光学膜322还包括外部非干涉层326a和326c。光学膜322可以一体成形。第一包224-1和第二包224-2可以利用重叠的厚度范围,如于2017年3月6日提交的题为“高对比度光学膜以及包括其的器件(High Contrast Optical Film and Devices Including the Same)”的美国临时专利申请62/467712所述的,以例如提供一种具有高对比度(通过态透射率与阻挡态透射率的比率)的反射偏振器或具有低泄漏的镜。在一些实施方案中,利用具有

重叠的厚度范围的包的反射偏振器具有例如至少99%、或至少99.5%、或至少99.8%的阻挡态反射率。

[0048] 在一些实施方案中,光学膜222或322对于具有预定波长和相同第一偏振态的垂直入射光具有大于约80%的反射率。在一些实施方案中,即使在光学膜或光学叠堆(例如,光学叠堆220)被热成形为弯曲形状并且光学元件被成型到光学膜或叠堆上之后,光学膜222或322或本说明书的其他光学膜也仍然具有高反射率。例如,在一些实施方案中,占光学膜的总面积的至少约80%、或至少约90%、或全部的每个位置对于具有相同预定波长和相同第一偏振态的垂直入射光具有大于约80%或大于约90%的反射率。即使在形成光学膜并将光学元件成型到光学膜上之后,光学膜也可以具有低渗漏。例如,在一些实施方案中,占光学膜的总面积的至少约80%、或至少约90%、或全部的每个位置对于具有相同预定波长和相同第一偏振态的垂直入射光具有小于约5%、或小于约2%、或小于约1%、或小于约0.6%、或小于约0.5%的透射率。在一些实施方案中,光学膜是反射偏振器,该反射偏振器基本上反射具有预定波长和阻挡偏振态的垂直入射光并且基本上透射具有预定波长和正交通过偏振态的垂直入射光。在一些实施方案中,占反射偏振器的总面积的至少约80%、或至少约90%、或全部的每个位置对于具有预定波长和阻挡偏振态的垂直入射光具有小于约5%、或小于约2%、或小于约1%、或小于约0.6%、或小于约0.5%的透射率。

[0049] 在一些实施方案中,光学叠堆包括光学膜和延伸超出光学膜的周边的附加层。例如,附加层可以沿光学膜的周边在与光学膜相切的所有方向上延伸。图4A至图4B是包括光学膜422和附加层430的光学叠堆420的示意性侧视图和仰视图。在一些实施方案中,光学膜422是一体成形的多层光学膜,如本文中其他地方进一步描述的(例如,光学膜422可以与光学膜222或322相对应)。在一些实施方案中,附加层430是保护层(例如,光学透明的硬涂层)或衬里。在一些实施方案中,附加层430是可释放地结合至光学膜422的衬里。光学膜422具有周边425,并且附加层430完全覆盖光学膜422,并且延伸超出光学膜422的周边425。在一些实施方案中,附加层430与光学膜422之间的界面428是光学光滑的。在其他实施方案中,界面428是有纹理的。如果表面足够光滑使得基本上没有由于表面粗糙度引起的散射,则该表面是光学光滑的。例如,如果表面粗糙度参数Ra明显小于可见光的波长(例如,小于50nm),则可以忽略来自表面粗糙度的光学效应,并且可以将表面描述为光学光滑的。有纹理的表面通常包括具有足够大的振幅以使该表面不是光学光滑的纹理。

[0050] 在一些实施方案中,附加层430或本文其他地方描述的其他附加层是保护层(例如,通过固化涂层形成的层)或保护膜(例如,具有保护涂层的膜)。在一些实施方案中,保护涂层包含至少部分固化的组合物,该至少部分固化的组合物包含:

[0051] a) 基于组分a)至d)的总重量计70重量%至90重量%的氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯化合物,该氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯化合物具有3至9的平均(甲基)丙烯酸酯官能度;

[0052] b) 基于组分a)至d)的总重量计5重量%至20重量%的(甲基)丙烯酸酯单体,该(甲基)丙烯酸酯单体具有1至2的(甲基)丙烯酸酯官能度,其中(甲基)丙烯酸酯单体不是氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯化合物;

[0053] c) 基于组分a)至d)的总重量计0.5重量%至2重量%的有机硅(甲基)丙烯酸酯;以及

[0054] d) 任选的有效量的光引发剂。

[0055] 此类保护涂层被进一步描述在于2016年12月16日提交的题为“红外反射光学透明组件及其制备方法 (Infrared-Reflecting Optically Transparent Assembly and Method of Making the Same)”的美国临时专利申请62/549082中,并且在不与本说明书矛盾的程度据以此以引用方式并入本文。可以将组合物涂覆到光学膜上,并且然后在将光学膜形成(例如热成形)为期望形状之前固化。

[0056] 前缀“(甲基)丙烯酸酯基”是指甲基丙烯酸酯基和/或丙烯酸酯基。“氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯化合物”意指具有至少一个(优选地至少2、3、4或更多个)氨基甲酸酯基团(即,  $-NHC(=O)O-$ )和至少一个(甲基)丙烯酸酯基基团的化合物。按照定义,组合物中的成分的总的重量百分比不能超过100重量%。

[0057] 具有3至9的平均(甲基)丙烯酸酯官能度的示例性氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯化合物购自商业来源,和/或可以根据已知方法制备。可商购获得的氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯化合物包括EBECRYL 264脂族氨基甲酸酯三丙烯酸酯、EBECRYL 265脂族氨基甲酸酯三丙烯酸酯、EBECRYL 1258脂族氨基甲酸酯三丙烯酸酯、EBECRYL 4100脂族氨基甲酸酯三丙烯酸酯、EBECRYL 4101脂族氨基甲酸酯三丙烯酸酯、EBECRYL 8412脂族氨基甲酸酯丙烯酸酯(三官能)、EBECRYL 4654脂族氨基甲酸酯三丙烯酸酯、EBECRYL 4666脂族氨基甲酸酯三丙烯酸酯、EBECRYL 4738脂族脲基甲酸酯氨基甲酸酯三丙烯酸酯、EBECRYL 4740脂族脲基甲酸酯氨基甲酸酯三丙烯酸酯、EBECRYL 8405脂族氨基甲酸酯四丙烯酸酯、EBECRYL 8604脂族氨基甲酸酯四丙烯酸酯、EBECRYL 4500芳族氨基甲酸酯四丙烯酸酯、EBECRYL 4501芳族氨基甲酸酯四丙烯酸酯、EBECRYL 4200脂族氨基甲酸酯四丙烯酸酯、EBECRYL 4201脂族氨基甲酸酯四丙烯酸酯、EBECRYL 8702脂族氨基甲酸酯六丙烯酸酯、EBECRYL 220芳族氨基甲酸酯六丙烯酸酯、EBECRYL 221芳族氨基甲酸酯六丙烯酸酯、EBECRYL 2221芳族氨基甲酸酯六丙烯酸酯、EBECRYL 5129脂族氨基甲酸酯六丙烯酸酯、EBECRYL 1290脂族氨基甲酸酯六丙烯酸酯、EBECRYL 1291脂族氨基甲酸酯六丙烯酸酯、EBECRYL 8301-R脂族氨基甲酸酯六丙烯酸酯、EBECRYL 8602脂族氨基甲酸酯丙烯酸酯(非官能),全部来自比利时布鲁塞尔的湛新公司(Allnex, Brussels, Belgium);以及来自宾夕法尼亚州埃克斯顿的沙多玛公司(Sartomer Co., Exton, Pennsylvania)的CN929三官能氨基甲酸酯丙烯酸酯和CN9006脂族氨基甲酸酯丙烯酸酯(六官能)。在一些实施方案中,氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯化合物可通过使聚异氰酸酯化合物与羟基官能(甲基)丙烯酸酯化合物反应来合成。多种聚异氰酸酯可用于制备氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯化合物。如本文所用,术语“聚异氰酸酯”意指在单个分子中具有两个或更多个反应性异氰酸酯( $-NCO$ )基团的任何有机化合物,诸如例如二异氰酸酯、三异氰酸酯、四异氰酸酯以及它们的混合物。为了改善的耐风化性和减少的黄化,本文采用的一种或多种氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯化合物优选地为脂族的,并且因此衍生自脂族聚异氰酸酯。

[0058] 按以下方式计算平均(甲基)丙烯酸酯官能度。首先计算每种化合物的添加的丙烯酸酯的官能度。例如,组合物可以包含1.0当量的DESN100(DESMODUR N100缩二脲基六亚甲基二异氰酸酯低聚物,100%固体,22.0重量% $NCO$ ,191g/当量,购自宾夕法尼亚州匹兹堡的科思创公司(Covestro LLC, Pittsburgh, Pennsylvania))、0.25当量的HEA(丙烯酸2-羟乙酯,购自马萨诸塞州图克斯伯里的阿法埃莎公司(Alfa Aesar, Tewksbury, Massachusetts))和0.75当量的PET3A(季戊四醇三丙烯酸酯,以商品名SR444C购自宾夕法

尼亚州埃克斯顿的沙多玛公司(Sartomer Co.,Exton,Pennsylvania))。这意指化合物是以下各项的反应产物:1当量的异氰酸酯基团(以商品名DESN100)和0.25羟基当量的丙烯酸羟乙酯以及0.75羟基当量的PET3A.HEA的每个羟基基团具有1个丙烯酸酯基团,并且PET3A的每个羟基基团具有3个丙烯酸酯基团。这种化合物的添加的丙烯酸酯的官能度则为 $(0.25*1)+(0.75*3)$ 或2.5。通过将每种化合物的添加的丙烯酸酯的官能度乘以聚异氰酸酯的平均官能度得到平均(甲基)丙烯酸酯官能度。根据科思创公司(Covestro),DESN100的平均官能度为3.6,因此化合物的平均(甲基)丙烯酸酯官能度为 $2.5*3.6$ 或9。其它针对DESN3300、DESN3800和DESZ4470BA估计的聚异氰酸酯的平均官能度分别为3.5、3.0和3.3。

[0059] 在一些实施方案中,可以使聚异氰酸酯上的异氰酸酯基团中的一些与多元醇反应,该多元醇诸如例如为以商品名Polyol 4800购自瑞典的Perstorp Holding AB(Perstorp Holding AB,Sweden)的烷氧基化多元醇。此类多元醇可具有500mg KOH/g至1000mg KOH/g的羟基值和至少在200g/mole或250g/mole至多500g/mole范围内的分子量。

[0060] 在一些实施方案中,聚异氰酸酯上的异氰酸酯基团中的一些可与多元醇,诸如1,6-己二醇反应。

[0061] 对用于使聚异氰酸酯与(甲基)丙烯酸酯化醇反应的反应条件的选择、以及对催化剂(如果有的话)的选择对于本领域的技术人员而言将是显而易见的。

[0062] 可用的(甲基)丙烯酸酯单体(其优选地为非氨基甲酸酯,并且优选地为非有机硅,但是这并非必需的)具有1至2的(甲基)丙烯酸酯官能度。例如,这些单体可用作稀释剂或溶剂,用作降粘剂,在固化时用作粘结剂,并且用作交联剂。可用的(甲基)丙烯酸酯的示例包括单(甲基)丙烯酸酯诸如(甲基)丙烯酸辛酯、壬基酚乙氧基化(甲基)丙烯酸酯、(甲基)丙烯酸异壬酯、(甲基)丙烯酸异冰片酯、(甲基)丙烯酸2-(2-乙氧基乙氧基)乙酯、(甲基)丙烯酸2-乙基己酯、(甲基)丙烯酸月桂酯、(甲基)丙烯酸 $\beta$ -羧乙酯、(甲基)丙烯酸异丁酯、(甲基)丙烯酸2-羟乙酯、(甲基)丙烯酸异癸酯、(甲基)丙烯酸十二烷基酯、(甲基)丙烯酸正丁酯、(甲基)丙烯酸甲酯、(甲基)丙烯酸己酯、(甲基)丙烯酸、(甲基)丙烯酸硬脂基酯、羟基官能己内酯(甲基)丙烯酸酯、(甲基)丙烯酸异辛酯、(甲基)丙烯酸羟甲酯、(甲基)丙烯酸羟丙酯、(甲基)丙烯酸羟基异丙酯、(甲基)丙烯酸羟丁酯、(甲基)丙烯酸羟基异丁酯、(甲基)丙烯酸四氢糠酯和以上(甲基)丙烯酸酯单体的烷氧基化型式,诸如烷氧基化的(甲基)丙烯酸四氢糠酯以及它们的组合。在一些实施方案中,(甲基)丙烯酸四氢糠酯是优选的;二(甲基)丙烯酸酯,诸如1,6-己二醇二(甲基)丙烯酸酯、聚(乙二醇)二(甲基)丙烯酸酯、聚丁二烯二(甲基)丙烯酸酯、聚氨酯二(甲基)丙烯酸酯、乙二醇二(甲基)丙烯酸酯、己二醇二(甲基)丙烯酸酯、二乙二醇二(甲基)丙烯酸酯、三乙二醇二(甲基)丙烯酸酯、四乙二醇二(甲基)丙烯酸酯、新戊二醇二(甲基)丙烯酸酯、以上二(甲基)丙烯酸酯的烷氧基化型式以及它们的组合。在这些当中,在一些实施方案中,1,6-己二醇二丙烯酸酯是优选的。具有1或2的官能度的(甲基)丙烯酸酯单体(例如,如上所列)广泛地可商购获得。

[0063] 示例性的可用的有机硅(甲基)丙烯酸酯包括单和多官能有机硅(甲基)丙烯酸酯。在这些当中,有机硅聚(甲基)丙烯酸酯是优选的,因为通常降低了固化之后未结合的有机硅(甲基)丙烯酸酯的可能性。示例性有机硅(甲基)丙烯酸酯包括来自湛新公司(Allnex)的EBECRYL 350有机硅二丙烯酸酯和EBECRYL 1360有机硅六丙烯酸酯、来自沙多玛公司(Sartomer Co.)的CN9800脂族有机硅丙烯酸酯和CN990硅化氨基甲酸酯丙烯酸酯化合物以

及来自新泽西州帕西帕尼的赢创工业公司 (Evonik Industries, Parsippany, New Jersey) 的 TEGO RAD 2100、TEGO RAD 2250 和 TEGO RAD 2500 有机硅聚醚丙烯酸酯。

[0064] 可固化组合物可任选地但优选地还包含有效量的光引发剂。所谓术语“有效量”意指量至少足以引起可固化组合物在环境条件下的固化的量。将认识到,即使留有可聚合的(甲基)丙烯酸酯基团,固化也可以是完全的。

[0065] 示例性光引发剂包括 $\alpha$ -裂解光引发剂,诸如苯偶姻及其衍生物,诸如 $\alpha$ -甲基苯偶姻; $\alpha$ -苄基苯偶姻; $\alpha$ -烯丙基苯偶姻; $\alpha$ -苄基苯偶姻;苯偶姻醚,诸如苯偶酰二甲基缩酮(以商品名 IRGACURE 651 购自纽约塔里敦的汽巴精化公司 (Ciba Specialty Chemicals, Tarrytown, New York))、苯偶姻甲基醚、苯偶姻乙基醚、苯偶姻正丁基醚;苯乙酮及其衍生物,诸如2-羟基-2-甲基-1-苯基-1-丙酮(以商品名 DAROCUR 1173 购自汽巴精化公司 (Ciba Specialty Chemicals)) 和1-羟基环己基苯基酮(以商品名 IRGACURE 184 购自汽巴精化公司 (Ciba Specialty Chemicals));2-甲基-1-[4-(甲硫基)苯基]-2-(4-吗啉基)-1-丙酮(以商品名 IRGACURE 907 购自汽巴精化公司 (Ciba Specialty Chemicals));2-苄基-2-(二甲基氨基)-1-[4-(4-吗啉基)苯基]-1-丁酮(以商品名 IRGACURE 369 购自汽巴精化公司 (Ciba Specialty Chemicals));钛络合物,诸如双( $\eta^5$ -2,4-环戊二烯-1-基)双[2,6-二氟-3-(1H-吡咯-1-基)苯基]钛(以商品名 CGI 784DC 购自汽巴精化公司 (Ciba Specialty Chemicals));以及单和双酰基膦(以商品名 IRGACURE 1700、IRGACURE 1800、IRGACURE 1850 和 DAROCUR 4265 购自汽巴精化公司 (Ciba Specialty Chemicals))。一种可用的光引发剂即双官能 $\alpha$ 羟基酮以商品名 ESACURE ONE 购自意大利阿尔比扎泰的宁柏迪公司 (Lamberti S.p.A, Albizzate, Italy)。

[0066] 图4C示出了另选实施方案,其中光学叠堆420c包括除了光学膜422之外的第一层430c和第二层430b。第一层430c延伸超出光学膜422的周边425,但是第二层430b不延伸超出光学膜的周边。在一些实施方案中,第二层430b是保护层(例如,硬涂层),并且第一层430c是衬里。

[0067] 在一些实施方案中,光学叠堆包括光学膜,该光学膜具有在衬里的第一主表面与光学膜的最外主表面之间的界面。界面可以是光学光滑的或可以是有纹理的。可能期望界面在一些应用中是光学光滑(例如,提供镜面反射),而在其他应用中则有纹理(例如,在其他镜面反射中增加一定程度的漫反射特征)。图4D是光学叠堆420d的示意性截面视图,该光学叠堆包括衬里430d、光学膜422d和它们之间的有纹理的界面428d。光学膜通常从光学光滑的表面开始,但是在随后的膜处理中该表面可能会变得有纹理。界面可以例如由于成形工艺而被纹理化。在一些实施方案中,光学膜可以例如在热成形工艺中形成为期望的形状,并且可以将来自热成形工艺中使用的模具的纹理施加到光学膜的随后被衬里覆盖的外表面。例如,模具中的纹理可以被设计到模具中,或者可以是如何制备模具的人工制品。在其他实施方案中,在热成形之前将衬里(其可以与随后的插入成型工艺中使用的衬里相同或可以与其不同)施加到光学膜,并且不将来自模具的任何纹理施加到光学膜。

[0068] 图5A是光学组件500的示意性截面视图,该光学组件包括具有相对的第一主表面515和第二主表面517的透镜以及设置在透镜510上的光学叠堆520。第一主表面515包括第一部分512和第二部分514。光学叠堆包括光学膜522和任选的附加膜或层530。附加层530也可以被称为第一层。可以包括多于一个附加层530。例如,附加层可以包括设置在光学膜522

上的第一层和设置在第一层上且与透镜510相对的第二层(例如,第一层可以是硬涂层,而第二层可以是衬里)。光学膜522可以是如本文其他地方进一步描述的多层光学膜,其具有第一主表面527和第二主表面529。光学膜522的第一主表面527设置在透镜510的第一主表面515的第一部分512上。光学膜522设置在透镜510与附加层530之间,该附加层例如可以是衬里或保护层。在一些实施方案中,光学膜522是一体成形的多层光学膜,并且附加层530不与光学膜522成一体。

[0069] 第二主表面529与第一主表面515的第二部分514基本上齐平。如果膜或层的主表面与另一表面之间的间隔不超过膜或层的厚度的约30%,则该主表面可以被描述为与另一表面基本上齐平(或另一表面与膜或层的主表面基本上齐平)。在一些实施方案中,膜或层的主表面与另一表面之间的间隔不超过膜或层的厚度的20%、或不超过10%。

[0070] 第一主表面515的第二部分514可以从第一主表面515的第一部分512竖直地延伸,如图5A中示意性示出的,第二部分514可以从第一部分512以一定角度延伸。当将透镜插入成型到光学叠堆520上时,精确角度可以由光学膜522的边缘的形状确定。边缘的形状可以取决于如何从较大的膜(例如,光学膜的卷)切出光学膜522。

[0071] 在一些实施方案中,不包括附加层530。在一些实施方案中,光学组件500形成有附加层530,该附加层是随后被移除的衬里。图5B是光学组件500b的示意图,其可以例如通过从光学组件500移除附加层530而形成。

[0072] 图5C是没有在第一主表面515上设置一个或多个光学膜的透镜510的示意性截面图,并且图5D是透镜510的示意性俯视图。第一主表面515可以被描述为限定有弯曲凹槽519。在所示的实施方案中,弯曲凹槽519在第一主表面515的第一部分512上延伸并且由第一主表面515的第二部分514界定。

[0073] 在图5A所示的实施方案中,透镜510可以被描述为至少部分地包裹在光学叠堆520的边缘周围。光学叠堆520的边缘包括光学膜522的边缘551a和附加层530的边缘551b。在所示的实施方案中,透镜510至少部分地包裹在光学叠堆520的光学膜522部分的边缘551a周围以与光学膜522齐平。其他光学元件(诸如例如棱镜)可以成型到光学膜上,并且可以至少部分地包裹在光学膜的边缘周围,并且任选地与光学膜齐平。

[0074] 在其他实施方案中,透镜还可至少部分地包裹在附加层的边缘周围。图6A是光学组件600的示意性截面视图,该光学组件包括设置在透镜610的第一主表面615的第一部分612上的光学叠堆620。透镜610具有与第一主表面615相对的第二主表面617。光学叠堆620包括多层光学膜622和设置在多层光学膜622上的附加层或膜630。透镜610至少部分地包裹在光学叠堆620的边缘周围。在所示的实施方案中,透镜610包裹在光学膜622的边缘周围并且至少部分地包裹在附加膜630的边缘周围。在一些实施方案中,透镜610至少部分地包裹在附加膜630的边缘周围以与附加膜630齐平。例如,附加膜630的与第一部分612相对的最外主表面可以与第一主表面615的第二部分614齐平。

[0075] 多层光学膜622包括设置在第一部分612上的第一主表面627,并且包括相对的第二主表面629。在一些实施方案中,透镜完全包裹在多层光学膜622的边缘周围,并且在透镜610的第一主表面615的中心处在与透镜610的法线653平行的方向上延伸超过多层光学膜622的第二主表面629。

[0076] 在一些实施方案中,附加膜630是保护膜(例如,硬涂层)。在一些实施方案中,附加

膜630是可释放地附接的衬里。图6B是与光学组件600相对应的光学组件600b的示意性截面视图,不同之处在于附加层630已被移除。

[0077] 在一些实施方案中,透镜具有在其中限定有弯曲凹槽的第一主表面,并且多层光学膜粘附至弯曲凹槽并且与该弯曲凹槽相符。例如,图5A至图5B和图6A至图6B所示的实施方案中的任一个可以被描述为具有与由第一主表面限定的弯曲凹槽相符的光学膜。光学膜可以通过例如经由扩散结合而扩散结合至透镜而粘附至弯曲凹槽,如本文中其他地方进一步所述。另选地,例如,透镜可以单独形成,并且光学膜通过光学透明的粘合剂结合至弯曲凹槽。

[0078] 在一些实施方案中,设置在光学元件上的光学膜朝向光学元件凸出。在一些实施方案中,设置在光学元件上的光学膜朝向光学元件凹进。在一些实施方案中,光学膜粘附至凸表面(例如,弯曲凹槽的凸表面)并与该凸表面相符。在一些实施方案中,光学膜粘附至凹表面(例如,弯曲凹槽的凹表面)并与该凹表面相符。在一些实施方案中,光学膜粘附至平坦表面并与该平坦表面相符。

[0079] 图7A至图7C示意性地示出了制造光学组件的方法。该方法包括提供具有第一弯曲模具表面462的第一模具460(图7A),以及将成型的光学膜或光学叠堆720放置在第一弯曲模具表面462上(图7B至图7C)。光学叠堆优选地被成型(例如,经由热成形)为期望的形状,该期望的形状基本上与第一弯曲模具表面462的形状匹配。膜或光学叠堆的热成形可以通过加热膜或光学叠堆,使光学叠堆与弯曲模具接触,同时拉伸光学叠堆来进行,如例如美国专利9,557,568(Ouderkirk等人)和6,788,463(Merrill等人)总体所述的。接下来,第二模具470被设置成使得第二模具470的第二模具表面472与第一弯曲模具表面462间隔开并且与该第一弯曲模具表面对准。如图所示,第二模具表面472可以是弯曲的或基本上平坦的。第一模具表面462和第二模具表面472在它们之间限定模具腔480(图7B)。接下来,用可流动材料483(图7C)填充或基本上填充模具腔480,然后该可流动材料固化以形成结合至光学叠堆720的固体光学元件(参见例如光学组件100的光学元件110)。可流动材料483可以经由浇口481被引入模具腔480中。可以移除第一模具460和第二模具470,并且移除任何多余的材料(例如,来自浇口481的流道材料)。基本上填充模具腔可被理解为意指将模具腔填充到大于50体积%。在一些实施方案中,将模具腔填充到至少80体积%、或至少90体积%、或至少95体积%。在一些实施方案中,除了由光学叠堆720占据的体积之外,模具腔480完全填充有可流动材料483。

[0080] 在一些实施方案中,当可流动材料483流入腔体480中时,可流动材料483的温度大于光学叠堆720的玻璃化转变温度。在一些实施方案中,将第一模具460和第二模具470保持在低于可流动材料483的熔点的温度下,以便使可流动材料483固化。在一些实施方案中,当可流动材料483流入腔体480中时,第一模具460和第二模具470的温度也低于光学叠堆720的玻璃化转变温度。例如,当可流动材料483被引入腔体480中时,该可流动材料可具有在250℃至300℃范围内的温度,第一模具和第二模具可具有在75℃至100℃范围内的温度,并且光学叠堆720可具有在105℃至130℃范围内的玻璃化转变温度。在一些实施方案中,光学叠堆720具有多个层,并且当可流动材料483流入腔体480中时,可流动材料483的温度大于光学叠堆720的每个层的玻璃化转变温度。在一些实施方案中,光学叠堆720具有多个层,并且当可流动材料483流入腔体480中时,可流动材料483的温度大于光学叠堆720的至少一个



层的玻璃化转变温度。在一些实施方案中,光学叠堆720具有多个层,并且当可流动材料483流入腔体480中并且接触光学叠堆720时,可流动材料483的温度大于光学叠堆720的紧邻可流动材料483的层的玻璃化转变温度。例如,该层可以是包括在光学叠堆720中的一体形成的光学膜的表层。在一些实施方案中,光学叠堆720包括多个层,该多个层包括双折射聚合物层,并且当可流动材料483流入腔体480中时,可流动材料483的温度大于双折射聚合物层的玻璃化转变温度。

[0081] 在一些实施方案中,所形成的光学元件的熔融温度显著大于光学膜或光学叠堆的玻璃化转变温度(玻璃化转变温度可以是上述玻璃化转变温度中的任一个)。除非另外不同地指出,否则显著大于的温度是指大超过10℃的温度。在一些实施方案中,光学元件的熔融温度比光学膜的玻璃化转变温度大至少约50℃或大至少约80℃。在一些实施方案中,光学元件的熔融温度与光学膜的熔融温度之间的差的绝对值小于约50℃、或小于约30℃、或小于约20℃、或小于约10℃。在一些实施方案中,光学元件的熔融温度与光学膜的熔融温度大致相同。除非另外不同地指出,否则大致相同的温度是指相差小于10℃的温度。光学膜的熔融温度可以是针对玻璃化转变温度描述的层中的任一个的熔融温度。例如,熔融温度可以是当可流动材料483流入腔体480中并且接触光学膜时光学膜的紧邻可流动材料483的层。

[0082] 在一些实施方案中,光学叠堆720包括如本文其他地方所述的衬里。在一些实施方案中,衬里具有大于约50℃或大于约80℃的玻璃化转变温度。

[0083] 如测试标准ASTM E1356-08 (2014) “通过差示扫描量热法指定玻璃化转变温度的标准测试方法 (Standard Test Method for Assignment of the Glass Transition Temperatures by Differential Scanning Calorimetry)” 中所述,可以通过差示扫描量热法确定各个膜或层的玻璃化转变温度。

[0084] 在一些实施方案中,第一模具460为被构造为放置在模具基座中的第一模具插入件。类似地,在一些实施方案中,第二模具470为被构造为放置在模具基座中的第二模具插入件。

[0085] 第一弯曲模具表面462具有最佳拟合球面第一曲率半径R,在一些实施方案中,该曲率半径在约30mm至约1000mm的范围内。第一弯曲模具表面462具有垂度S。在一些实施方案中,垂度S与最佳拟合球面第一曲率半径R的比率在约0.02至约0.2的范围内、或在约0.02至约0.15的范围内、或在约0.02至约0.12的范围内、或在约0.03至约0.12的范围内、或在约0.04至约0.12的范围内。在一些实施方案中,光学叠堆720具有在这些范围中的任一个内的垂度与半径的比率。

[0086] 图7D是设置在第一模具460的第一弯曲模具表面462上的另选光学叠堆720d的示意性截面视图。在这种情况下,光学叠堆720d不延伸到第一弯曲模具表面462的边缘。通过将透镜注射成型到光学叠堆720d而得到的光学组件可以是例如如针对光学组件600所述的。

[0087] 图7E是设置在第一模具460的第一弯曲模具表面462上的另选光学叠堆720e的示意性截面视图。在这种情况下,光学叠堆720e包括不延伸到第一弯曲模具表面462的边缘的光学膜722e和附加层730e(例如,可释放地附接到光学膜722e的衬里)。通过将透镜注射成型到光学叠堆720e而得到的光学组件可以是例如如针对光学组件500所述的。

[0088] 可以使用注射成型到光学膜上的第一光学元件作为用于第二插入成型工艺的插

入件来重复插入成型工艺,该插入件在光学膜上形成与第一光学元件相对的第二光学元件。

[0089] 图8A是光学组件800的示意性截面视图,该光学组件包括光学叠堆或光学膜820;第一光学元件810a,该第一光学元件可以被直接注射插入成型到光学膜820上;以及第二光学元件810b,该第二光学元件设置在光学膜820上且与第一光学元件810a相对。可以将第二光学元件810b直接注射插入成型到光学膜820上且与第一光学元件810a相对。在一些实施方案中,第一光学元件810a和第二光学元件810b是第一透镜和第二透镜。在一些实施方案中,第一透镜和第二透镜中的每一者上的每个位置具有不超过约10nm的光学延迟。

[0090] 在一些实施方案中,具有第二光学元件810b的形状的透镜被成型到光学膜820上而不包括第一光学元件810a。图8B是包括光学膜820和光学元件810b的光学组件800b的示意性截面视图,该光学元件可以直接注射插入成型到光学膜820上。

[0091] 图8C中示出了另一个实施方案,其是光学组件800c的示意性截面视图,该光学组件包括光学叠堆或光学膜820c以及插入成型到光学叠堆或光学膜820c上的光学元件810c。在这种情况下,光学叠堆或光学膜820c设置在光学元件810c的基本上平坦的表面上。

[0092] 光学元件(诸如透镜)上某个位置的光学延迟是透射通过光学元件的光的相位延迟,该光通过该位置并且具有通过光学元件的最短路径。例如,图9示意性地示出了两条光线988和989,它们在位置987处入射在光学元件910上并且透射通过光学元件910。相对于光线989指定光学延迟,因为对于通过位置987的光线来说,它具有通过光学元件910的最短路径。当光学元件910的相对主表面大致平行时,近似垂直入射的光具有通过光学元件的最短路径。当相对的主表面不平行时,最短路径可能用于非垂直入射光。相位延迟是通过该位置的两个正交偏振光线的最大相位差。除非另外不同指出,否则入射光线的波长为约550nm。光学元件的光学延迟可以通过光学元件的主表面上的位置来表征。在一些实施方案中,诸如透镜的光学元件具有低光学延迟。在一些实施方案中,在占光学元件的主表面的至少80%或至少90%(按表面积计)的每个位置处,光学延迟不超过约10nm。在一些实施方案中,光学元件上的每个位置处的光学延迟不超过约10nm或不超过约7nm。在一些实施方案中,光学元件是在透镜的中心处具有不超过约5nm的光学延迟的透镜。

[0093] 在一些实施方案中,即使当透镜具有明显的厚度变化时,光学延迟也是低的(例如,在上述范围中的任一个中)。例如,在一些实施方案中,透镜在占透镜的主表面的至少80%的每个位置处具有不超过约10nm的光学延迟,并且在第一透镜位置处的透镜厚度比第二透镜位置处的透镜厚度大至少约20%、或大至少约30%、或大至少约40%、或大至少约50%、或大至少约75%、或大至少约100%、或大至少约150%、或大至少约200%。

[0094] 通过在制备光学元件时使用低延迟材料作为可流动材料483和/或通过在用可流动材料483填充模具腔480之后使可流动材料483保持在高温下足够长的时间以使双折射基本上松弛,可以使光学元件的光学延迟低(例如,小于10nm)。可以用于可流动材料483的合适材料包括聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)、聚碳酸酯、聚苯乙烯、环烯烃和聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)。提供低双折射的合适的PMMA是例如购自三菱瓦斯化学公司(Mitsubishi Gas Chemical Company, Inc.)的Optimas 7500。已经发现,当透镜或光学元件的熔点高于光学膜的玻璃化转变温度但小于光学膜的熔融温度时,即使当允许光学元件松弛到低双折射时,具有多个交替的聚合物层的光学膜仍可为至少一个偏振态提供高反射率。

[0095] 即使当允许双折射松弛到较低的值时,尽管光学延迟可能是低的(例如,不超过10nm),但是仍然可能存在残余的双折射和光学延迟。在一些实施方案中,光学延迟通过光学元件表现出一些空间变化,同时保持不超过约10nm。在一些实施方案中,光学元件(其可以是透镜)在更靠近光学元件的边缘的至少一个位置处的光学延迟大于光学元件在更靠近光学元件的中心的至少一个位置处的光学延迟。

[0096] 图10是透镜1010的示意性俯视平面图,该透镜沿D1的第一方向(平行于x方向)具有最大侧向尺寸,并且沿D2的正交的第二方向(平行于y方向)具有最大侧向尺寸。D1可以大于、小于或大致等于D2。在一些实施方案中,透镜1010具有光学延迟,该沿着第一方向D1上的最大侧向尺寸的光学延迟变化较大,而沿着正交的第二方向D2上的最大侧向尺寸的光学延迟变化较小,并且在透镜1010上的每个位置处不超过约10nm。在一些情况下,光学延迟的变化是由于用于制备透镜1010的注射插入成型工艺而引起的,其中光学延迟在浇口附近较高而在其他地方较低。例如,第一边缘位置1094可以是浇口附近的边缘位置,并且可以具有比中心位置1095更高的光学延迟。在一些实施方案中,第一边缘位置1094的光学延迟高于中心位置1095处的光学延迟,并且高于第二边缘位置1096处的光学延迟。在一些实施方案中,第三边缘位置1097和第四边缘位置1098的光学延迟在中心位置1095处的光学延迟的R1以内,并且第一边缘位置1094的光学延迟大于R2加上中心位置1095处的光学延迟,其中 $R2 > R1$ 。例如,R2可以是2.5nm,R1可以是1.5nm,中心位置1095处的光学延迟可以为4nm,第二边缘位置1096、第三边缘位置1097和第四边缘位置1098中的每一者处的光学延迟可以各自为约5nm,并且第一边缘位置1094处的光学延迟可以为约7nm。在一些实施方案中,最高光学延迟发生在第一边缘位置1094处(浇口附近),而最低光学延迟发生在中心位置1095处。

[0097] 边缘和中心位置分别是指更靠近透镜1010的边缘或中心的位置。透镜1010的中心可以是指第一方向和第二方向相交的平面图中的中心。在一些实施方案中,中心位置在透镜1010的中心的D1和D2中的较小者的10%以内,并且边缘位置在透镜1010的边缘的D1和D2中的较小者的10%以内。

[0098] 在一些实施方案中,透镜1010被成型到光学膜或包括光学膜的光学叠堆上,其中光学膜是反射偏振器,反射偏振器上的每个位置基本上反射具有预定波长和阻挡偏振态的垂直入射光,并且基本上透射具有预定波长和正交通过偏振态的垂直入射光。在一些实施方案中,第一方向基本上平行于反射偏振器的中心处的阻挡偏振态。在一些实施方案中,第一方向基本上平行于反射偏振器的中心处的通过偏振态。在一些实施方案中,第一方向与反射偏振器的中心处的阻挡偏振态成倾斜角。例如,反射偏振器的中心处的反射偏振器的阻挡轴线可以沿轴线1099且与沿D1的第一方向成角度 $\alpha$ 。在一些实施方案中,该角度 $\alpha$ 小于10度。

[0099] 本领域的普通技术人员将在本说明书中使用和描述的上下文中理解术语诸如“约”或“基本上”。如果本领域的普通技术人员在本说明书中使用和描述的上下文中对“约”应用于表达特征尺寸、数量和物理特性的量的使用不清楚,则“约”将被理解为意指在指定值的10%以内。给定为约指定值的量可精确地为指定值。例如,如果本领域的普通技术人员在本说明书中使用和描述的上下文中对其不清楚,则具有约1的值的量意指该量具有介于0.9和1.1之间的值,并且该值可为1。

[0100] 以下为本说明书的示例性实施方案的列表。

[0101] 实施方案1为一种光学组件,所述光学组件包括直接插入成型到光学叠堆上的光学元件,所述光学叠堆包括光学膜和衬里,所述光学膜设置在所述光学元件与所述衬里之间,

[0102] 其中所述衬里能够从所述光学膜上移除而对所述光学膜没有实质性损坏。

[0103] 实施方案2为根据实施方案1所述的光学组件,其中占所述光学膜的总面积的至少约80%的每个位置对于具有相同预定波长和相同第一偏振态的垂直入射光具有大于约80%的反射率。

[0104] 实施方案3为根据实施方案2所述的光学组件,其中占所述光学膜的总面积的至少约80%的每个位置对于具有所述预定波长和与所述第一偏振态正交的相同第二偏振态的垂直入射光具有大于约80%的反射率。

[0105] 实施方案4为根据实施方案2所述的光学组件,其中占所述光学膜的总面积的至少约80%的每个位置对于具有所述预定波长和与所述第一偏振态正交的相同第二偏振态的垂直入射光具有大于约80%的透射率。

[0106] 实施方案5为根据实施方案2所述的光学组件,其中占所述光学膜的总面积的至少约80%的每个位置对于具有所述预定波长和所述第一偏振态的垂直入射光具有小于约5%的透射率。

[0107] 实施方案6为根据实施方案1至5中任一项所述的光学组件,其中所述光学膜包括多个交替的聚合物层,所述多个交替的聚合物层主要通过光学干涉来反射或透射光。

[0108] 实施方案7为根据实施方案1所述的光学组件,其中所述光学元件被直接注射插入成型到所述光学叠堆上。

[0109] 实施方案8为根据实施方案7所述的光学组件,其中所述光学元件的熔融温度显著大于所述光学膜的玻璃化转变温度。

[0110] 实施方案9为根据实施方案7所述的光学组件,其中所述光学元件的熔融温度与所述光学膜的熔融温度大致相同。

[0111] 实施方案10为根据实施方案1所述的光学组件,其中所述衬里具有大于约50℃的玻璃化转变温度。

[0112] 实施方案11为根据实施方案1所述的光学组件,其中所述衬里完全覆盖所述光学膜并且延伸超出所述光学膜的周边。

[0113] 实施方案12为根据实施方案1至11中任一项所述的光学组件,其中所述光学元件是透镜。

[0114] 实施方案13为根据实施方案1至12中任一项所述的光学组件,其中所述光学元件在所述光学元件上的每个位置处具有不超过约10nm的光学延迟。

[0115] 实施方案14为根据实施方案1至13中任一项所述的光学组件,其中所述光学元件在更靠近所述光学元件的边缘的至少一个位置处的光学延迟大于所述光学元件在更靠近所述光学元件的中心的至少一个位置处的光学延迟。

[0116] 实施方案15为根据实施方案1所述的光学组件,其中所述衬里的第一主表面与所述光学膜的最外主表面之间的界面是光学光滑的。

[0117] 实施方案16为根据实施方案1所述的光学组件,其中所述衬里的第一主表面与所述光学膜的最外主表面之间的界面是有纹理的。

[0118] 实施方案17为根据实施方案1所述的光学组件,其中在所述光学膜上设置有保护涂层,该保护涂层位于所述光学膜与所述衬里之间。

[0119] 实施方案18为根据实施方案1所述的光学组件,其中所述光学膜包括多个干涉层和最外非干涉层。

[0120] 实施方案19为根据实施方案18所述的光学组件,其中所述最外非干涉层包括保护涂层。

[0121] 实施方案20为根据实施方案17或19所述的光学组件,其中所述保护涂层是硬涂层。

[0122] 实施方案21为根据实施方案17、19或20所述的光学组件,其中所述保护涂层包含至少部分固化的组合物,所述至少部分固化的组合物包含:

[0123] a) 基于组分a)至d)的总重量计70重量%至90重量%的氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯化合物,所述氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯化合物具有3至9的平均(甲基)丙烯酸酯官能度;

[0124] b) 基于组分a)至d)的总重量计5重量%至20重量%的(甲基)丙烯酸酯单体,所述(甲基)丙烯酸酯单体具有1至2的(甲基)丙烯酸酯官能度,其中所述(甲基)丙烯酸酯单体不是氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯化合物;

[0125] c) 基于组分a)至d)的总重量计0.5重量%至2重量%的有机硅(甲基)丙烯酸酯;以及

[0126] d) 任选的有效量的光引发剂。

[0127] 实施方案22为根据实施方案1所述的光学组件,其中所述光学元件至少部分地包裹在所述光学叠堆的边缘周围。

[0128] 实施方案23为根据实施方案1所述的光学组件,其中所述光学元件至少部分地包裹在所述光学膜的边缘周围以与所述光学膜基本上齐平。

[0129] 实施方案24为一种光学组件,所述光学组件包括:

[0130] 一体成形的多层光学膜;以及

[0131] 第一光学元件,所述第一光学元件被直接注射插入成型到所述光学膜上,所述光学膜包括多个交替的聚合物层,所述多个交替的聚合物层主要通过光学干涉来反射或透射光,占所述光学膜的总面积的至少80%的每个位置对于具有相同预定波长和相同第一偏振态的垂直入射光具有大于约80%的反射率,

[0132] 其中所述第一光学元件的熔融温度显著大于所述光学膜的玻璃化转变温度。

[0133] 实施方案25为根据实施方案24所述的光学组件,其中所述第一光学元件的熔融温度比所述光学膜的玻璃化转变温度大至少约50℃。

[0134] 实施方案26为根据实施方案24所述的光学组件,所述光学组件一体成形。

[0135] 实施方案27为根据实施方案24所述的光学组件,其中所述光学膜的最外层被扩散结合至所述第一光学元件的主表面。

[0136] 实施方案28为根据实施方案27所述的光学组件,其中所述光学膜与所述光学元件的结合比所述光学膜中至少一对紧邻的层之间的层间结合强。

[0137] 实施方案29为根据实施方案24所述的光学组件,其中所述第一光学元件是透镜。

[0138] 实施方案30为根据实施方案24所述的光学组件,其中所述第一光学元件的熔融温

度与所述光学膜的熔融温度之间的差的绝对值小于50℃。

[0139] 实施方案31为根据实施方案24所述的光学组件,其中所述第一光学元件的沿着第一方向上的最大侧向尺寸的光学延迟变化较大,而沿着正交的第二方向上沿最大侧向尺寸的光学延迟变化较小。

[0140] 实施方案32为根据实施方案31所述的光学组件,其中所述光学膜是反射偏振器,所述反射偏振器上的每个位置基本上反射具有所述预定波长和阻挡偏振态的垂直入射光,并且基本上透射具有所述预定波长和正交通过偏振态的垂直入射光,所述第一方向基本上平行于所述反射偏振器的中心处的所述阻挡偏振态。

[0141] 实施方案33为一种光学组件,所述光学组件包括:

[0142] 一体成形的多层光学膜,所述光学膜包括多个交替的聚合物层,所述多个交替的聚合物层主要通过光学干涉来反射或透射光;以及

[0143] 光学元件,所述光学元件被直接插入成型到所述光学膜上,所述光学膜被扩散结合至所述光学元件,

[0144] 其中所述光学膜与所述光学元件的结合比所述光学膜中至少一对紧邻的层之间的层间结合强。

[0145] 实施方案34为根据实施方案33所述的光学组件,其中所述光学膜上的每个位置对于具有相同预定波长和相同第一偏振态的垂直入射光具有大于约80%的反射率。

[0146] 实施方案35为根据实施方案34所述的光学组件,其中所述光学膜上的每个位置对于具有所述预定波长和与所述第一偏振态正交的相同第二偏振态的垂直入射光具有大于约80%的反射率。

[0147] 实施方案36为根据实施方案34所述的光学组件,其中所述光学膜上的每个位置对于具有所述预定波长和与所述第一偏振态正交的相同第二偏振态的垂直入射光具有大于约80%的透射率。

[0148] 实施方案37为根据实施方案33所述的光学组件,其中所述光学元件被直接注射插入成型到所述光学膜上,并且第一光学元件的熔融温度比所述光学膜的玻璃化转变温度大至少约50℃。

[0149] 实施方案38为一种光学组件,所述光学组件包括:

[0150] 一体成形的多层光学膜,所述光学膜包括多个交替的聚合物层,所述多个交替的聚合物层主要通过光学干涉来反射或透射光,占所述光学膜的总面积的至少90%的每个位置对于具有相同预定波长和相同第一偏振态的垂直入射光具有大于约90%的反射率;以及

[0151] 光学元件,所述光学元件被直接插入成型到所述光学膜上,所述光学膜被扩散结合至所述光学元件。

[0152] 实施方案39为根据实施方案38所述的光学组件,其中所述光学元件的熔融温度显著大于所述光学膜的玻璃化转变温度。

[0153] 实施方案40为根据实施方案38所述的光学组件,其中所述光学元件的熔融温度比所述光学膜的玻璃化转变温度大至少约50℃。

[0154] 实施方案41为根据实施方案38所述的光学组件,其中所述第一光学元件的熔融温度与所述光学膜的熔融温度之间的差的绝对值小于约50℃。

[0155] 实施方案42为根据实施方案38所述的光学组件,其中所述光学膜与所述光学元件

的结合比所述光学膜中至少一对紧邻的层之间的层间结合强。

[0156] 实施方案43为根据实施方案38所述的光学组件,其中所述光学膜是反射偏振器,所述反射偏振器上的每个位置基本上反射具有所述预定波长和阻挡偏振态的垂直入射光,并且基本上透射具有所述预定波长和正交通过偏振态的垂直入射光,所述第一偏振态是所述反射偏振器的中心处的所述阻挡偏振态。

[0157] 实施方案44为根据实施方案43所述的光学组件,其中所述光学膜上的每个位置对于具有所述预定波长和所述阻挡偏振态的垂直入射光具有小于约1%的透射率。

[0158] 实施方案45为一种光学组件,所述光学组件包括:

[0159] 光学膜,所述光学膜包括多个交替的聚合物层,所述多个交替的聚合物层主要通过光学干涉来反射或透射光,占所述光学膜的总面积的至少90%的每个位置对于具有相同预定波长和相同第一偏振态的垂直入射光具有大于90%的反射率;以及透镜,所述透镜被直接插入成型到所述光学膜上,所述透镜的沿着第一方向上的最大侧向尺寸的光学延迟变化较大,而沿着正交的第二方向上沿最大侧向尺寸的光学延迟变化较小,所述透镜上的每个位置处的所述光学延迟不超过约10nm。

[0160] 实施方案46为根据实施方案45所述的光学组件,其中所述光学膜是反射偏振器,所述反射偏振器上的每个位置基本上反射具有所述预定波长和阻挡偏振态的垂直入射光,并且基本上透射具有所述预定波长和正交通过偏振态的垂直入射光。

[0161] 实施方案47为根据实施方案45所述的光学组件,其中所述光学膜上的每个位置对于具有所述预定波长和所述第一偏振态的垂直入射光具有小于约5%的透射率。

[0162] 实施方案48为根据实施方案45所述的光学组件,其中所述透镜至少部分地包裹在所述光学膜的边缘周围以与所述光学膜基本上齐平。

[0163] 实施方案49为根据实施方案45所述的光学组件,其中所述光学膜被扩散结合至所述透镜,使得所述光学膜与所述透镜的结合比所述光学膜中至少一对紧邻的层之间的层间结合强。

[0164] 实施方案50为一种光学组件,所述光学组件包括:

[0165] 透镜;以及

[0166] 多层光学膜,所述多层光学膜具有相对的第一主表面和第二主表面,所述第一主表面设置在所述透镜的第一侧的第一部分上,占所述多层光学膜的总面积的至少80%的每个位置对于具有相同预定波长和相同第一偏振态的垂直入射光具有大于约80%的反射率,

[0167] 其中所述透镜的所述第一侧的第二部分与所述多层光学膜的所述第二主表面基本上齐平。

[0168] 实施方案51为根据实施方案50所述的光学组件,其中所述透镜被直接注射成型到所述多层光学膜上。

[0169] 实施方案52为根据实施方案50所述的光学组件,其中所述透镜被直接注射成型到包括所述多层光学膜的光学叠堆上。

[0170] 实施方案53为根据实施方案52所述的光学组件,其中所述光学叠堆还包括不与所述多层光学膜成体的第一层,所述多层光学膜设置在所述透镜与所述第一层之间。

[0171] 实施方案54为根据实施方案53所述的光学组件,其中所述第一层延伸跨过所述光学膜和所述透镜的所述第一侧的所述第二部分。

- [0172] 实施方案55为根据实施方案53或54所述的光学组件,其中所述第一层是保护层。
- [0173] 实施方案56为根据实施方案55所述的光学组件,其中所述保护层包含至少部分固化的组合物,所述至少部分固化的组合物包含:
- [0174] a) 基于组分a)至d)的总重量计70重量%至90重量%的氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯化合物,所述氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯化合物具有3至9的平均(甲基)丙烯酸酯官能度;
- [0175] b) 基于组分a)至d)的总重量计5重量%至20重量%的(甲基)丙烯酸酯单体,所述(甲基)丙烯酸酯单体具有1至2的(甲基)丙烯酸酯官能度,其中所述(甲基)丙烯酸酯单体不是氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯化合物;
- [0176] c) 基于组分a)至d)的总重量计0.5重量%至2重量%的有机硅(甲基)丙烯酸酯;以及
- [0177] d) 任选的有效量的光引发剂。
- [0178] 实施方案57为根据实施方案53或54所述的光学组件,其中所述第一层是能够释放地附接到所述多层光学膜的衬里。
- [0179] 实施方案58为根据实施方案50所述的光学组件,其中所述透镜的所述第一侧的所述第二部分基本上包围所述透镜的所述第一侧的所述第一部分的周边。
- [0180] 实施方案59为根据实施方案50所述的光学组件,其中所述光学膜被扩散结合至所述透镜,使得所述光学膜与所述透镜的结合比所述光学膜中至少一对紧邻的层之间的层间结合强。
- [0181] 实施方案60为一种光学组件,所述光学组件包括:
- [0182] 透镜;以及
- [0183] 光学叠堆,所述光学叠堆设置在所述透镜的主表面上,
- [0184] 其中所述透镜至少部分地包裹在所述光学叠堆的边缘周围。
- [0185] 实施方案61为根据实施方案60所述的光学组件,其中所述光学叠堆包括多层光学膜,所述多层光学膜包括多个交替的聚合物层,所述多个交替的聚合物层主要通过光学干涉来反射或透射光。
- [0186] 实施方案62为根据实施方案61所述的光学组件,其中所述透镜至少部分地包裹在所述多层光学膜的边缘周围。
- [0187] 实施方案63为根据实施方案62所述的光学组件,其中所述透镜至少部分地包裹在所述多层光学膜的边缘周围以与所述多层光学膜齐平。
- [0188] 实施方案64为根据实施方案61所述的光学组件,其中所述光学叠堆还包括不与所述多层光学膜成一体附加膜。
- [0189] 实施方案65为根据实施方案64所述的光学组件,其中所述多层光学膜设置在所述附加膜与所述透镜之间。
- [0190] 实施方案66为根据实施方案64或65所述的光学组件,其中所述透镜不包裹在所述附加膜的边缘周围。
- [0191] 实施方案67为根据实施方案64或65所述的光学组件,其中所述透镜至少部分地包裹在所述附加膜的边缘周围。
- [0192] 实施方案68为根据实施方案64或65所述的光学组件,其中所述透镜至少部分地包



裹在所述附加膜的边缘周围以与所述附加膜齐平。

[0193] 实施方案69为一种光学组件,所述光学组件包括:

[0194] 透镜,所述透镜具有在其中限定有弯曲凹槽的第一主表面;以及

[0195] 多层光学膜,所述多层光学膜粘附至所述弯曲凹槽并且适形于所述弯曲凹槽。

[0196] 实施方案70为根据实施方案69所述的光学组件,其中所述多层光学膜包括相对最外的第一主表面和第二主表面,所述多层光学膜的所述第一主表面粘附至所述弯曲凹槽,所述透镜的所述第一主表面的一部分与所述多层光学膜的所述第二主表面齐平。

[0197] 实施方案71为根据实施方案69所述的光学组件,其中所述多层光学膜包括相对的最外第一主表面和第二主表面,所述多层光学膜的所述第一主表面粘附至所述弯曲凹槽,所述透镜的所述第一主表面的一部分包裹在所述多层光学膜的边缘周围并在所述透镜的所述第一主表面的中心处在平行于所述透镜的法线的方向上延伸超过所述多层光学膜的所述第二主表面。

[0198] 实施方案72为根据实施方案71所述的光学组件,所述光学组件还包括设置在所述多层光学膜上且与所述透镜相对的附加层,所述附加层不与所述多层光学膜成一体,所述透镜的所述第一主表面的所述部分与所述附加层的和所述多层光学膜相对的最外主表面齐平。

[0199] 实施方案73为根据实施方案69所述的光学组件,其中所述光学膜被扩散结合至所述透镜,使得所述光学膜与所述透镜的结合比所述光学膜中至少一对紧邻的层之间的层间结合强。

[0200] 实施方案74为根据实施方案69所述的光学组件,其中占所述多层光学膜的总面积的至少80%的每个位置对于具有相同预定波长和相同第一偏振态的垂直入射光具有大于约80%的反射率。

[0201] 实施方案75为一种光学组件,所述光学组件包括:

[0202] 光学膜,占所述光学膜的总面积的至少80%的每个位置对于具有相同预定波长和相同第一偏振态的垂直入射光具有大于约80%的反射率;以及

[0203] 透镜,所述透镜被直接注射成型到所述光学膜上,所述透镜在占所述透镜的主表面的至少80%的每个位置处具有不超过约10nm的光学延迟,第一透镜位置处的透镜厚度比第二透镜位置处的透镜厚度大至少约20%。

[0204] 实施方案76为根据实施方案75所述的光学组件,其中所述光学膜包括多个交替的聚合物层,所述光学膜被扩散结合至所述透镜,使得所述光学膜与所述透镜的结合比所述多个交替的聚合物层中至少一对紧邻的层之间的层间结合强。

[0205] 实施例

[0206] 实施例1:将透镜插入成型到APF上

[0207] 将多层光学膜反射偏振器(购自明尼苏达州圣保罗的3M公司(3M Company, St. Paul, MN)的高级偏振膜(Advanced Polarizing film (APF)))热成形为8基座透镜形状,如美国专利9,557,568 (Ouderkirk等人)总体所述的。

[0208] 使用8基座透镜坯料注射成型工具在Krauss Maffei 65吨注射成型机上进行光学膜的插入成型。将热成形的光学膜修整到正确的尺寸以适配在注射成型工具中,并且然后将其放置在成型工具的凸侧上。接下来,使用PMMA成型材料(Optimas 7500,三菱瓦斯化学

公司(Mitsubishi Gas Chemical Company, Inc))在276℃的温度下将其注入99℃的成型工具腔中进行注射成型工艺。在66秒的总注射成型循环时间之后,将所得的光学组件从注射成型机移除。在热成形和成型工艺之前和之后对膜进行目视检查,示出反射率没有明显变化。

[0209] 使用划格法(cross hatch tape pull test)来测试膜与透镜的结合强度。这是通过以下完成的:以划格的方式划痕穿过透镜表面上的插入成型膜,将带粘附在划痕的划格膜表面上,然后将带从表面拉出。已经发现,多层光学膜被分开,其中光学膜的一部分被带移除,而另一部分保留在透镜上。结论是,PMMA成型材料牢固地结合至APF膜的外层,该APF膜是聚碳酸酯和共聚酯(PC:coPET)的共混物。为了比较,将环状烯烃树脂以类似的工艺注射成型到热成形的APF上,并如上所述测试粘附性。发现APF被带完全移除,在透镜上没有光学膜。

[0210] 为了确定通过注射成型制备的透镜的延迟,如上所述形成没有光学膜的透镜,并且使用Axometrics AxoScan™Muller矩阵旋光仪(购自阿拉巴马州亨茨维尔的Axometrics公司(Axometrics, Inc., Huntsville, AL))测量该延迟。透镜具有约2mm的近似恒定的厚度、36mm的曲率半径和70mm的直径。表1示出了延迟(以nm计)与极角和方位角的关系(使用球面坐标,其中极角是从透镜的顶点测量的)。使用550nm的波长,并且在20次扫描中对结果取平均值。测量重复点以确定结果的可重复性(例如,极角为48度并且方位角为0度,等效于极角为负48度并且方位角为180度)。延迟在从浇口侧(约-48度的极角和约0度的方位角)到透镜的相对侧的方向上变化较大,而在正交方向上变化较小。在浇口附近的小区域中,延迟大于10nm,并且占透镜的至少80%,延迟小于10nm。据信较长的退火时间将减小浇口附近的延迟,使得整个透镜的延迟将小于10nm。

[0211] 表1:延迟(nm)

方位角(度)	极角(度)								
	-48	-36	-24	-12	0	12	24	36	48
0	30	6.4	2	1.7	1.4	1	0.66	1	5.8
30	17	4.2	2.3	1.7	1.4	1	0.9	0.9	4.3
60	9.3	2.3	2.4	1.7	1.3	1.3	1.5	1.2	3.5
90	5.5	1.4	2.2	1.6	1.4	1.5	2	1.5	4.97
120	3.4	1.3	1.7	1.3	1.4	1.6	2.2	2.1	8.3
150	4.2	1.2	1	1.1	1.3	1.7	2.1	3.5	14.7
180	5.6	1.3	0.7	1	1.4	1.6	1.9	5.3	28.4

[0213] 实施例2:将透镜插入成型到APF和衬里的光学叠堆上

[0214] 将光学叠堆热成形为8基座透镜形状,如美国专利9,557,568(Ouderkirk等人)总体所述的。光学叠堆是具有设置在APF的每个主表面上的保护膜衬里(OCPET NSA33T,山樱化研公司(Sun A Kaken Co, Ltd))的多层光学膜反射偏振器(APF)。衬里与APF对准,并且没有延伸超过APF的边缘。

[0215] 光学叠堆插入成型是使用8基座透镜坯料注射成型工具在KraussMaffei 65吨注射成型机上完成的。将热成形的光学叠堆修整到正确的尺寸以适配在注射成型工具中,并且移除这些衬里中的一个衬里。然后将热成形的光学叠堆放置在成型工具的凸侧上,其中

剩余的衬里远离模具腔。接下来,使用PMMA成型材料(Optimas 7500,三菱瓦斯化学公司(Mitsubishi Gas Chemical Company, Inc))在268℃的温度下将其注入82℃的成型工具腔中进行注射成型工艺。在66秒的总注射成型循环时间之后,将所得的光学组件从注射成型机移除。

[0216] 如实施例1测试膜与透镜的结合强度。已经发现,多层光学膜被分开,其中光学膜的一部分被带移除,而另一部分保留在透镜上。

[0217] 除非另外指明,否则针对附图中元件的描述应被理解为同样应用于其它附图中的对应元件。虽然本文已经例示并描述了具体实施方案,但本领域的普通技术人员将会知道,在不脱离本公开范围的情况下,可用多种另选的和/或等同形式的具体实施来代替所示出和所描述的具体实施方案。本申请旨在涵盖本文所讨论的具体实施方案的任何改型或变型。因此,本公开旨在仅受权利要求及其等同形式的限制。

[0218] 上述引用的所有参考文献、专利和专利申请在此以一致的方式全文以引用方式并入本文。在并入的参考文献部分与本申请之间存在不一致或矛盾的情况下,应以前述说明中的信息为准。

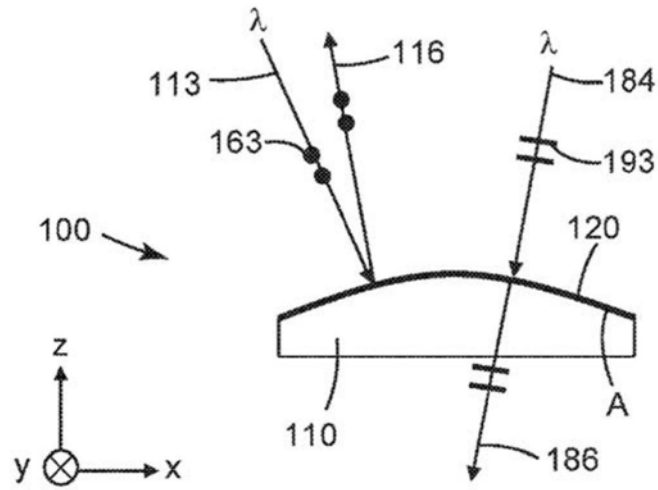


图1A

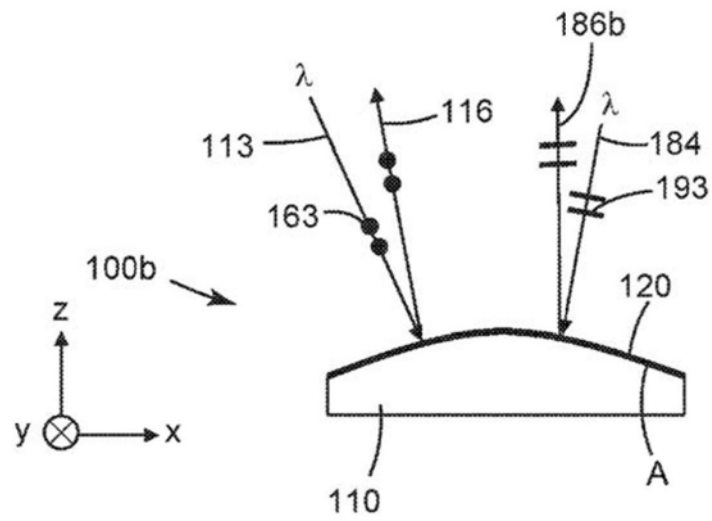


图1B

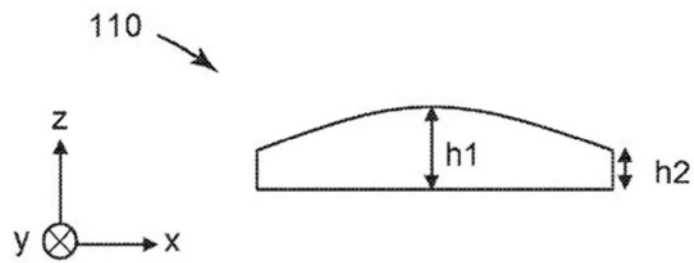


图1C

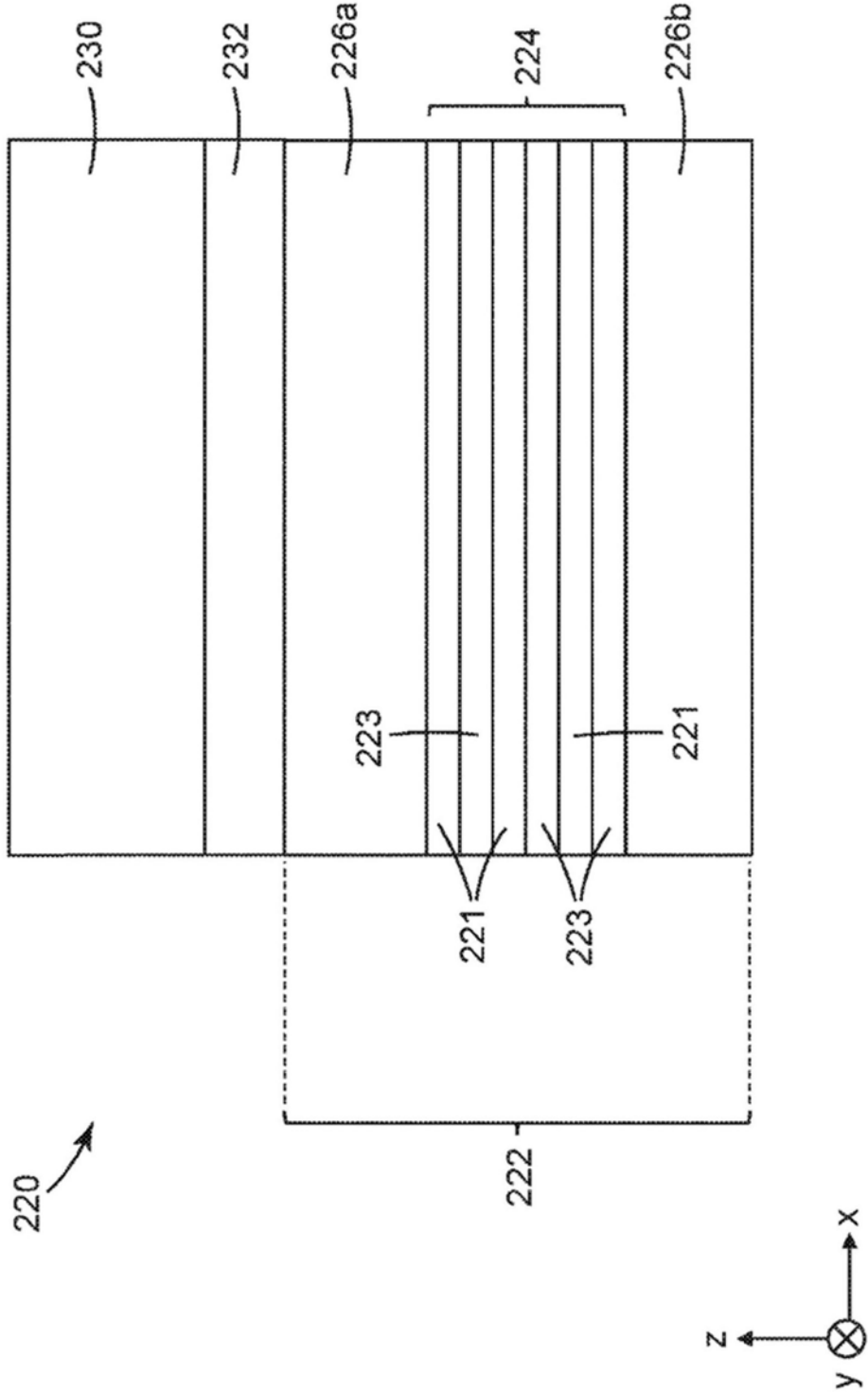


图2

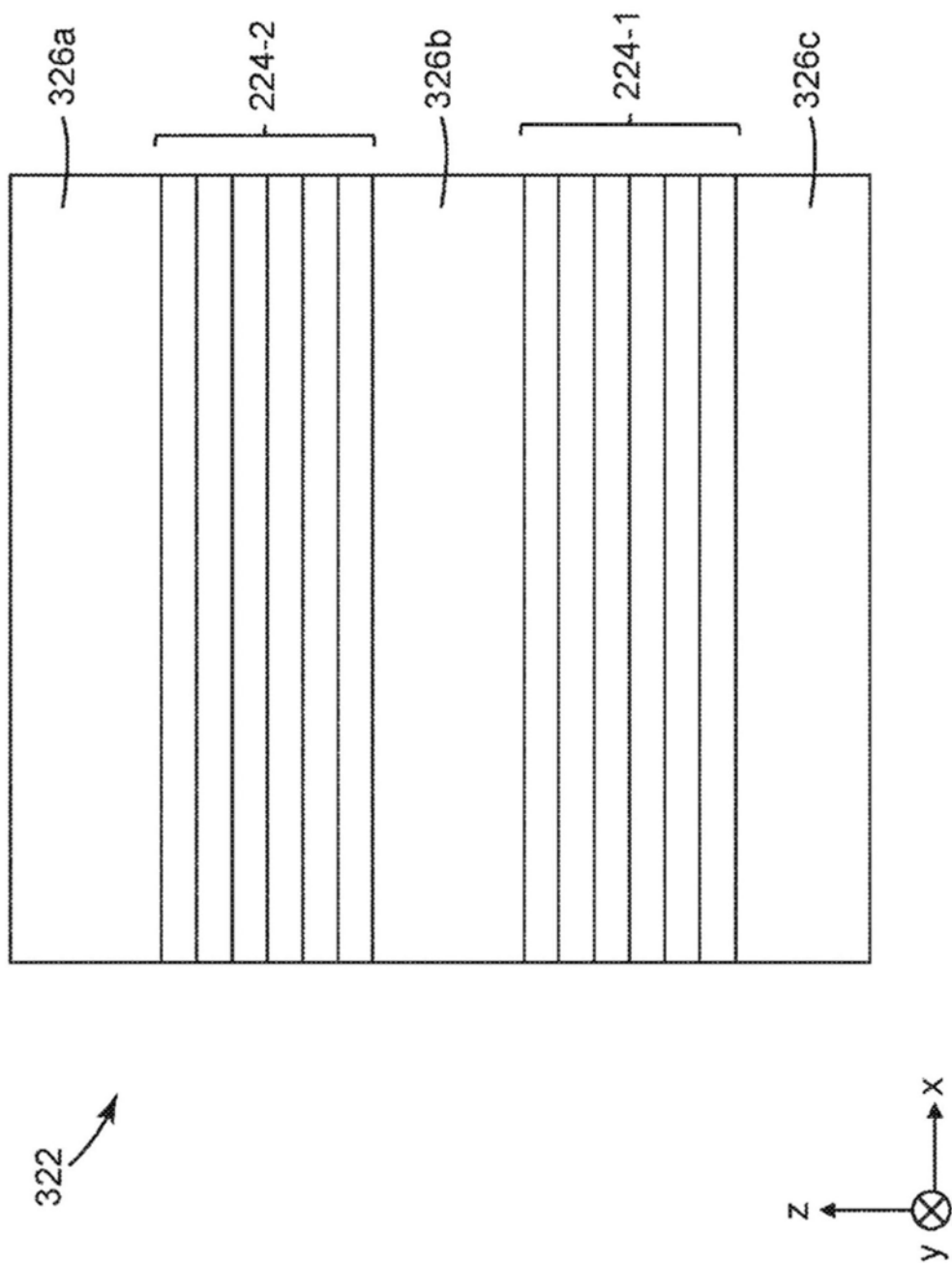


图3

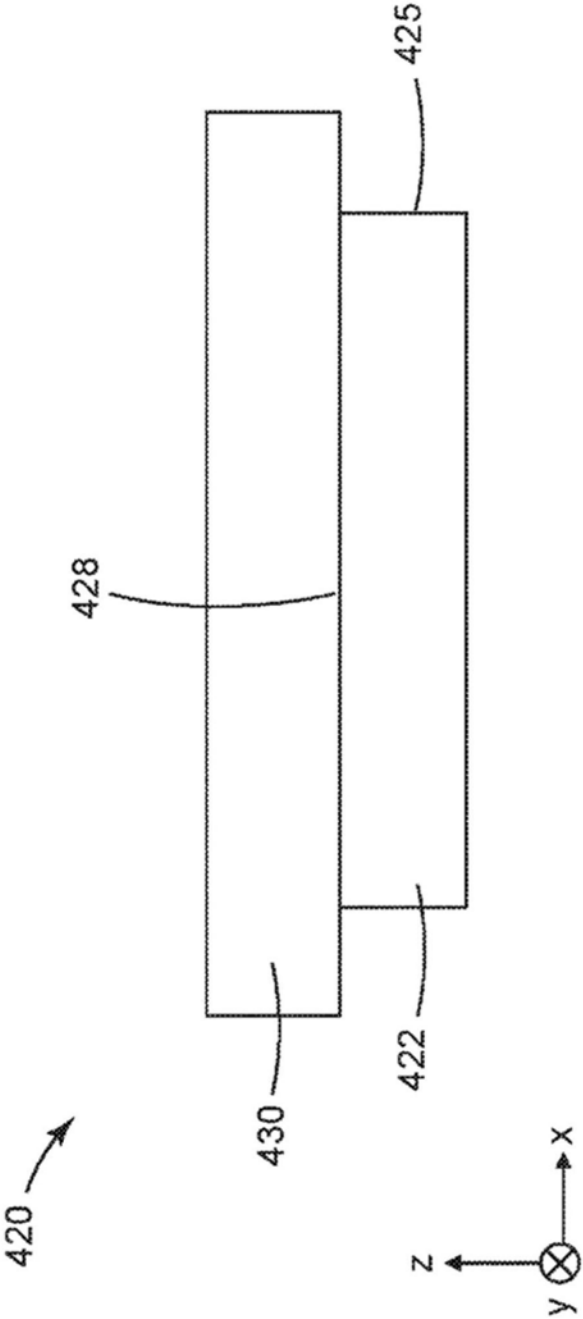


图4A

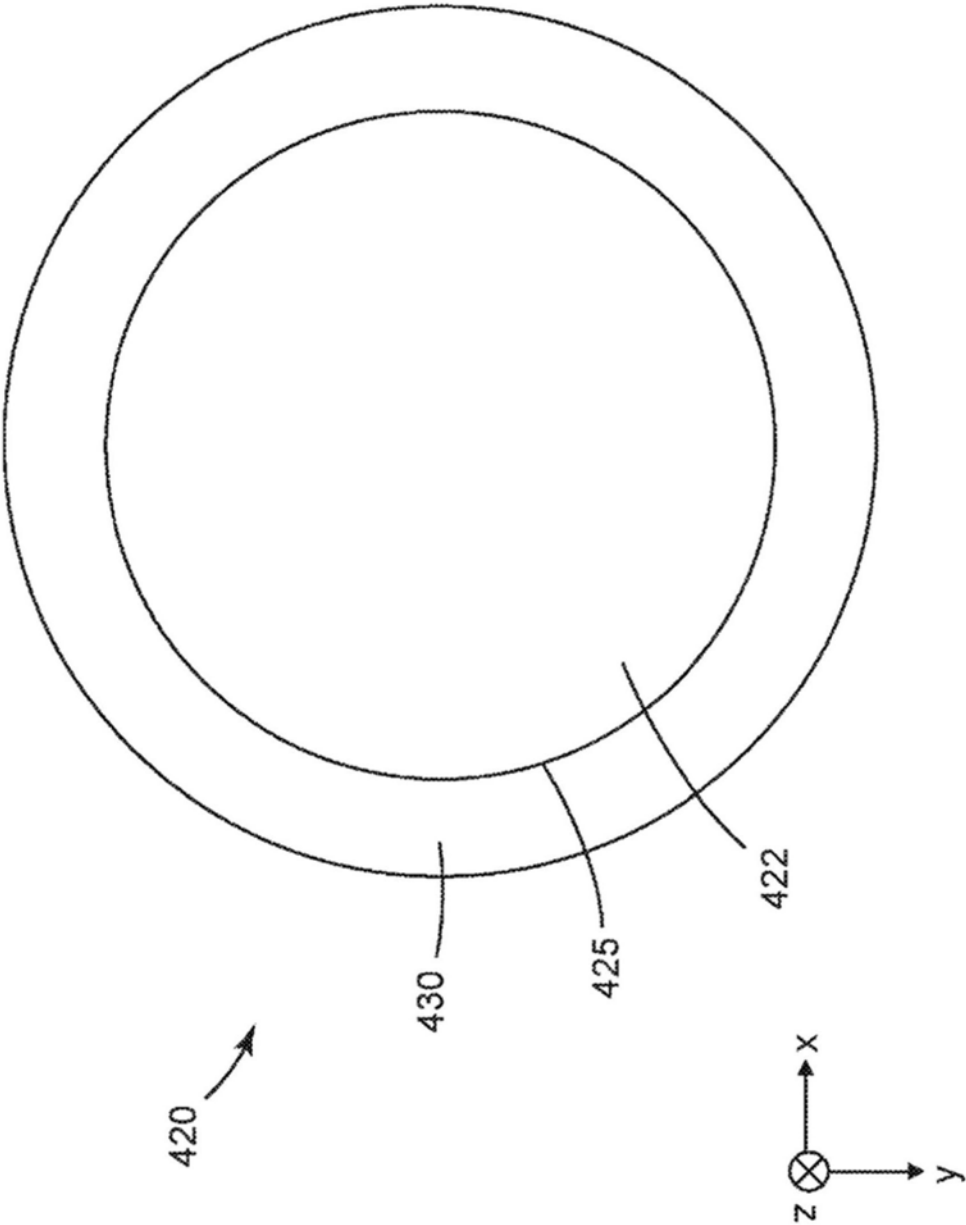


图4B



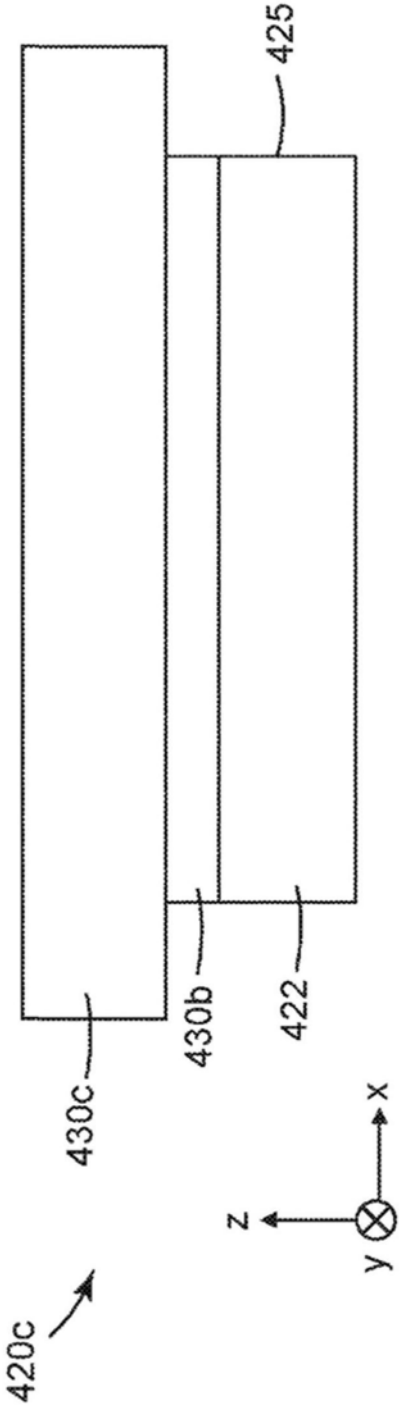


图4C

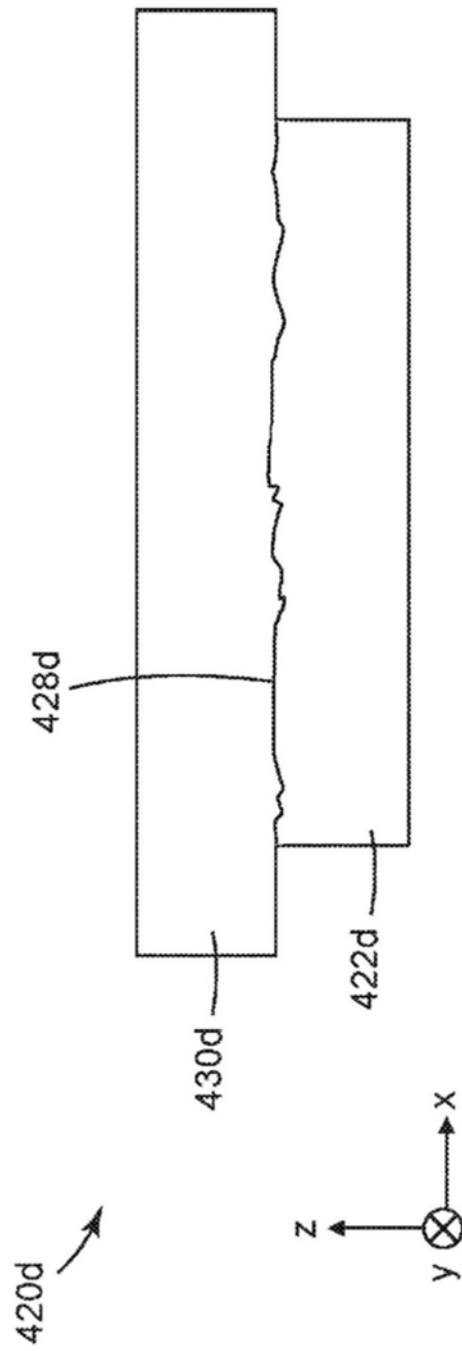


图4D

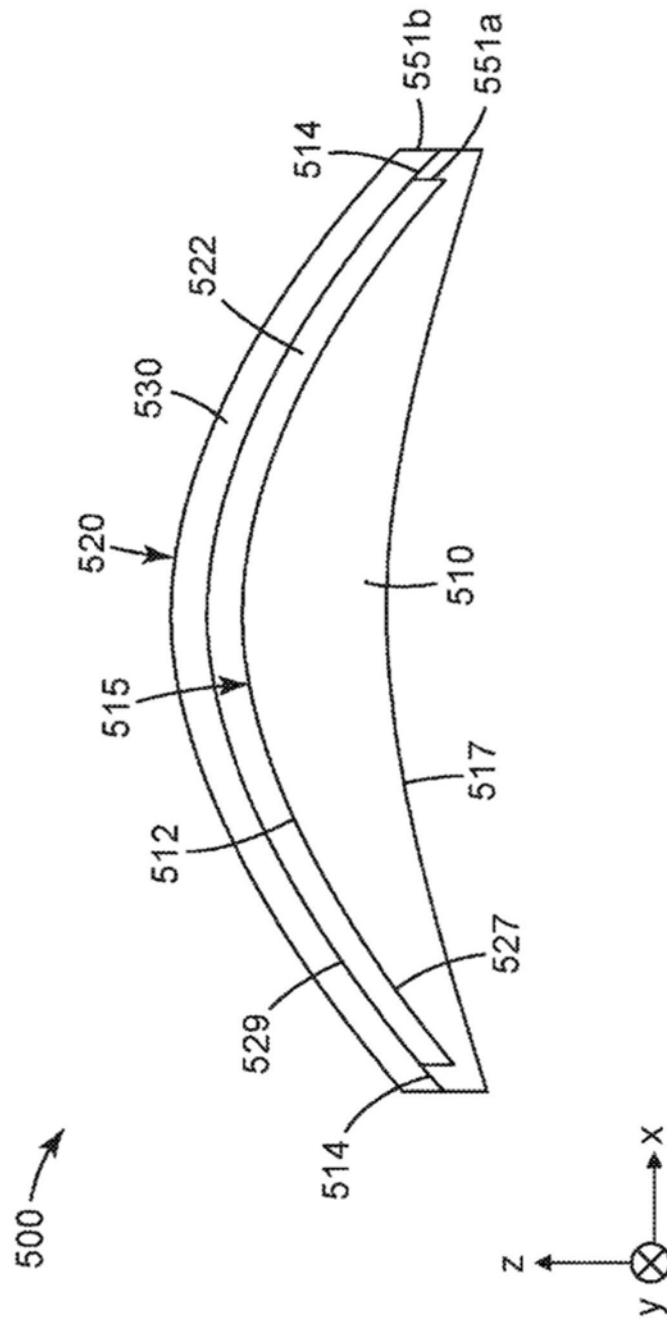


图5A

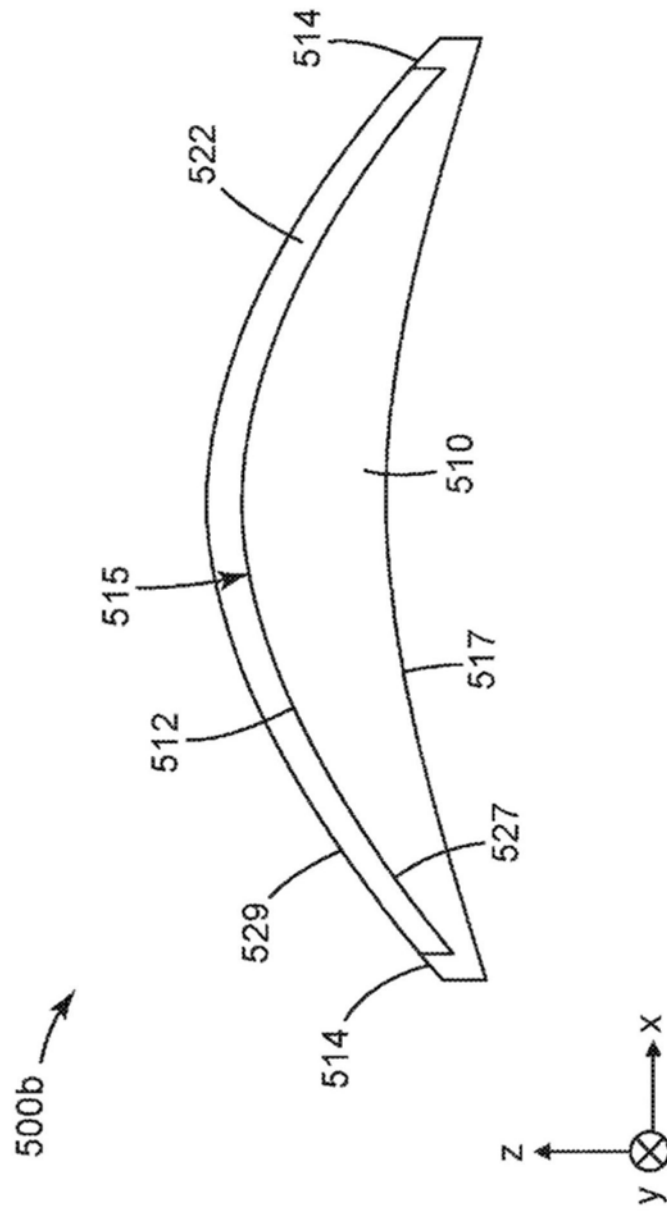


图5B

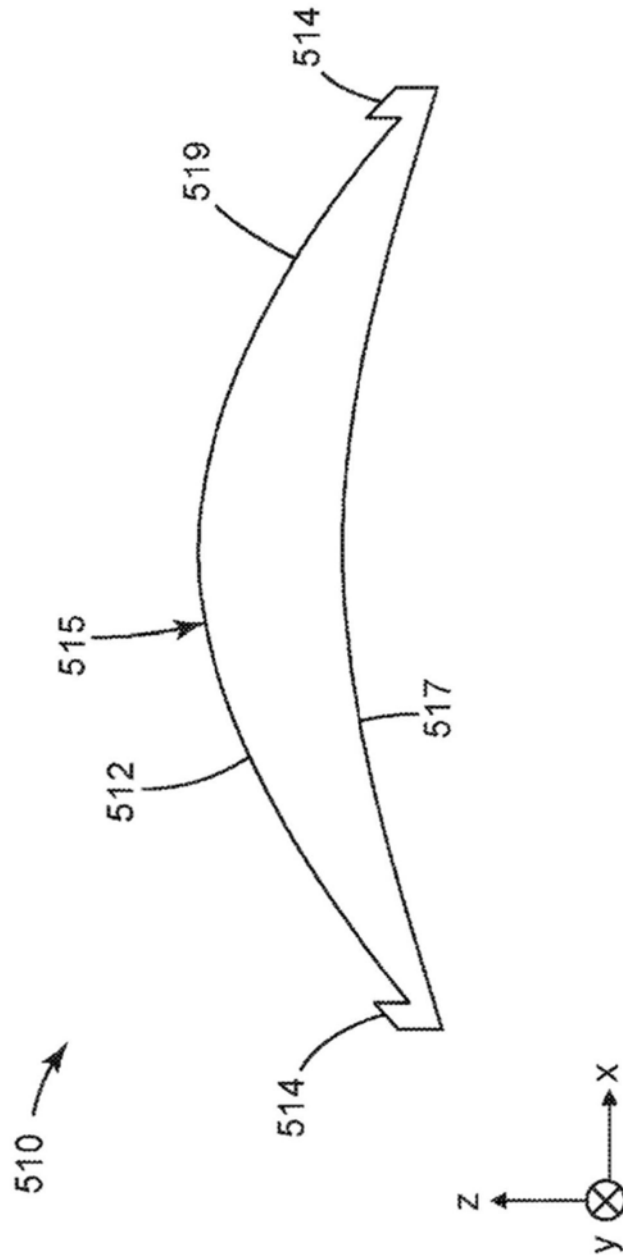


图5C

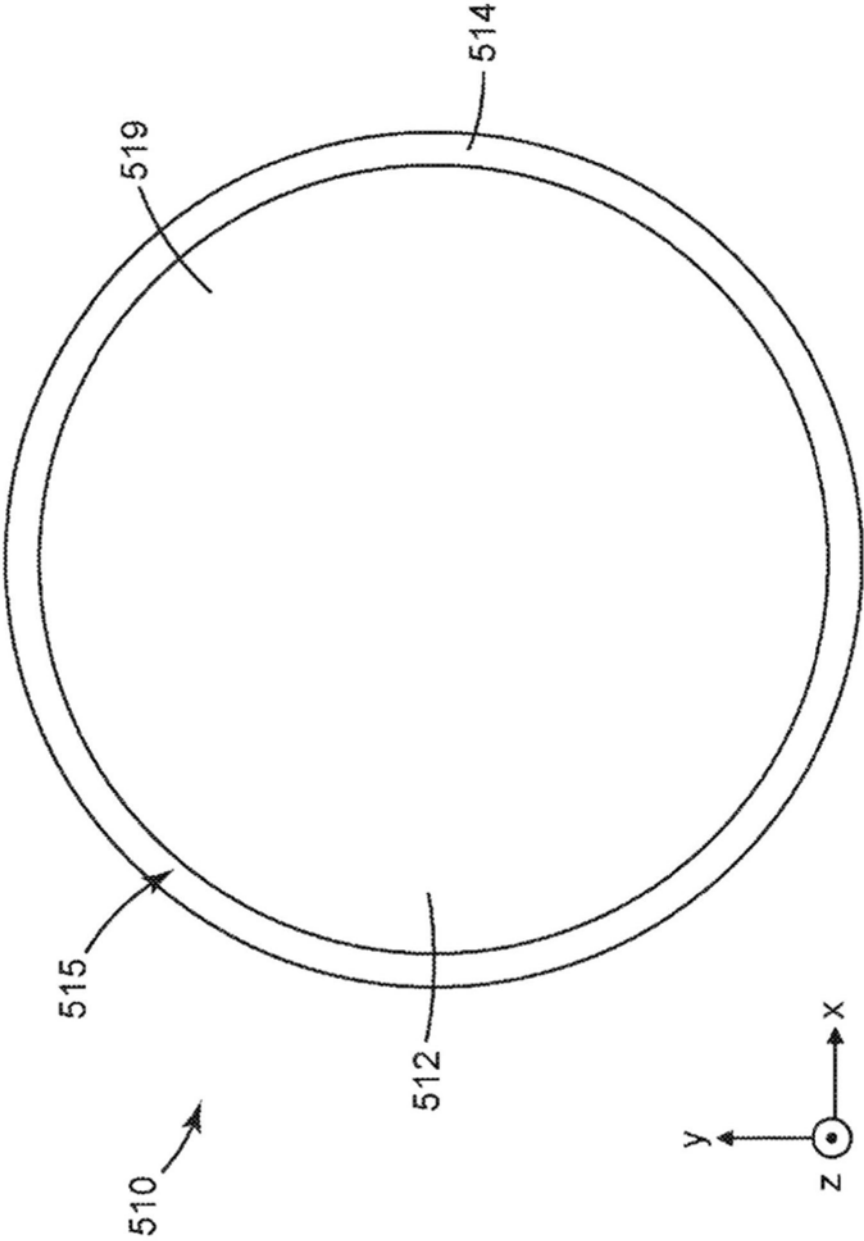


图5D

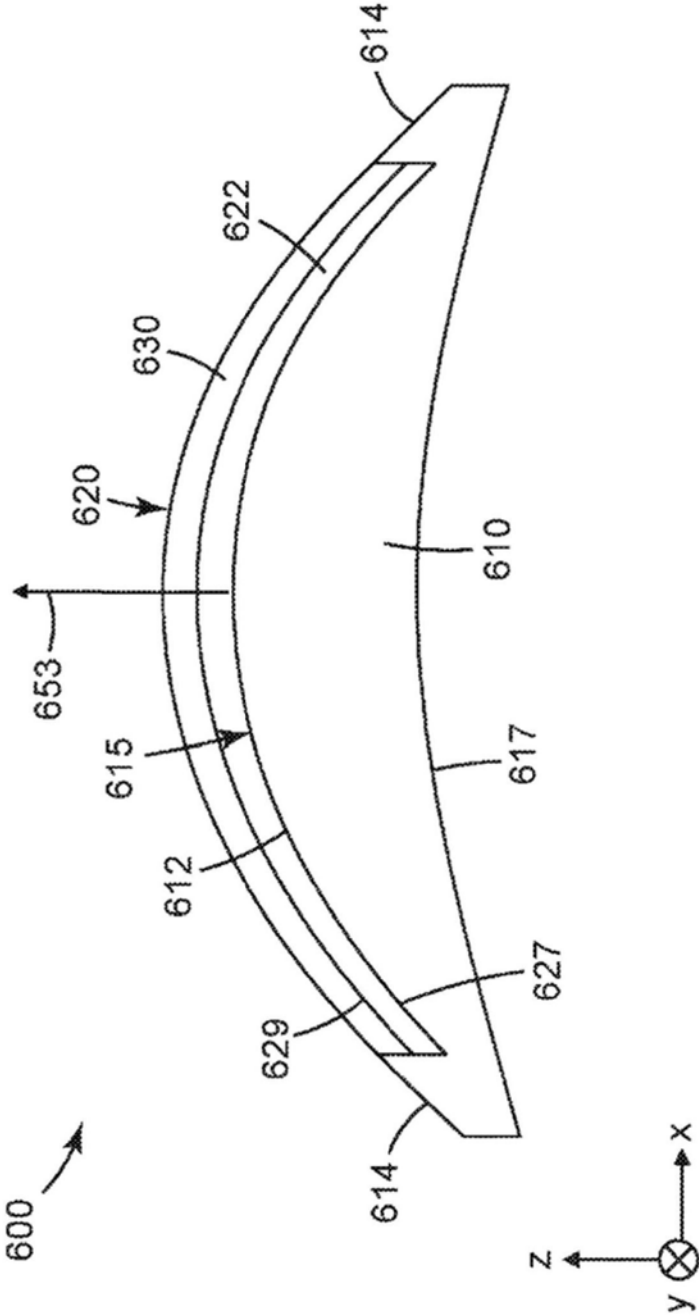


图6A

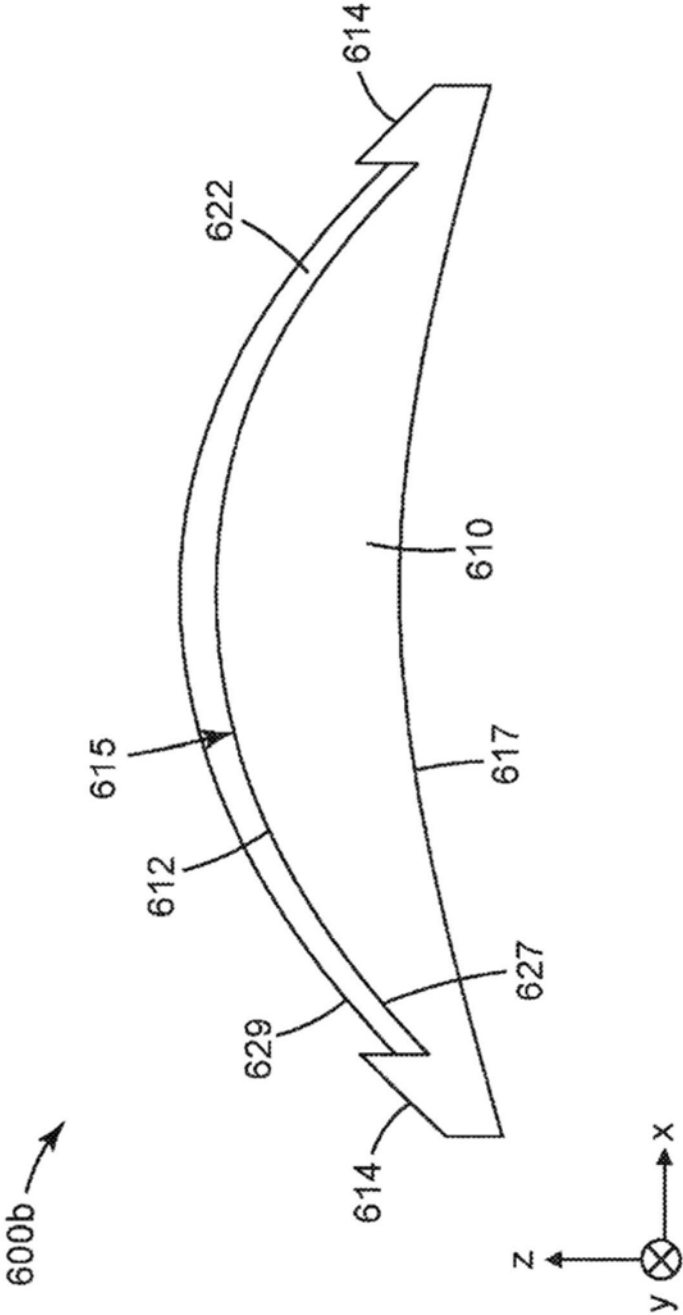


图6B



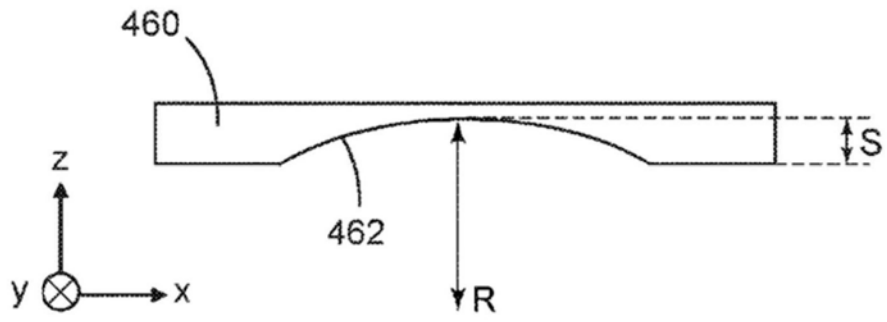


图7A

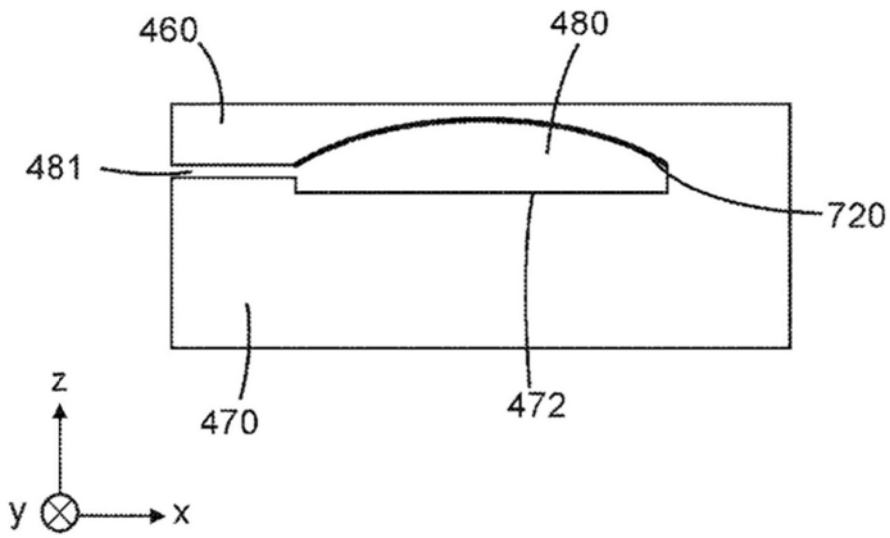


图7B

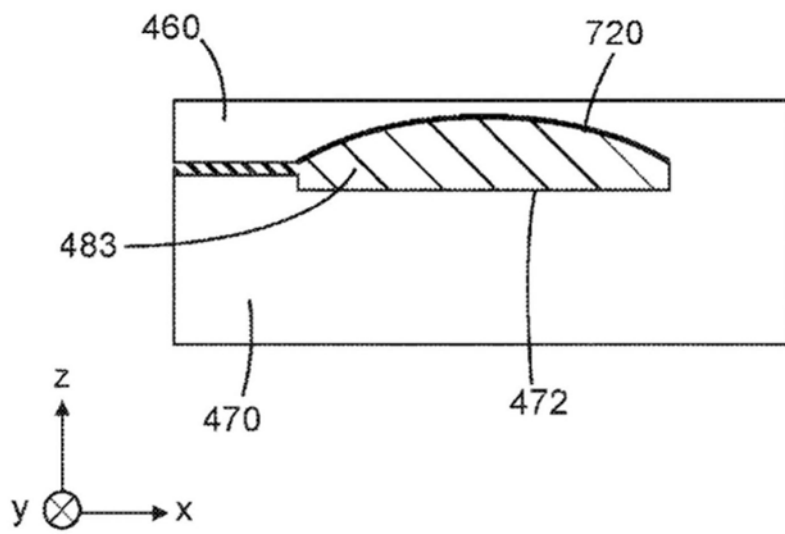


图7C

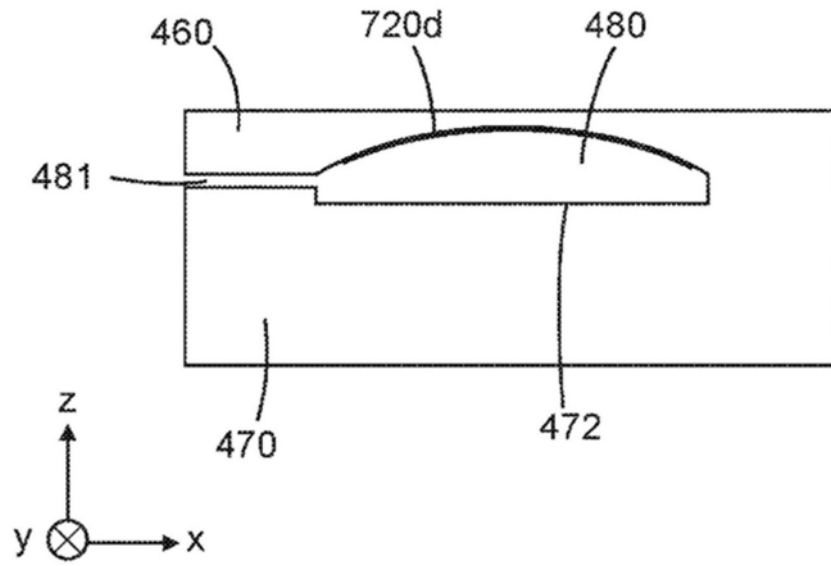


图7D

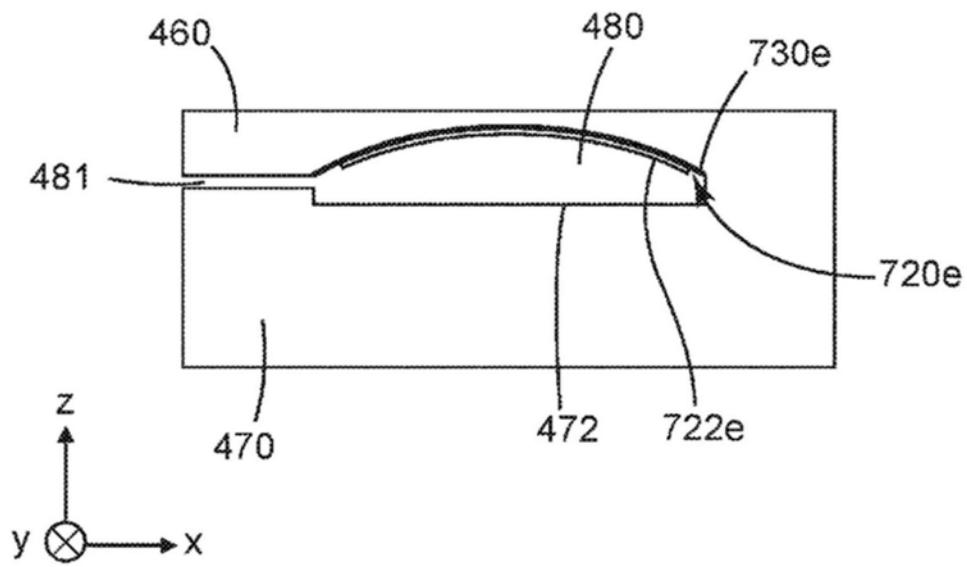


图7E

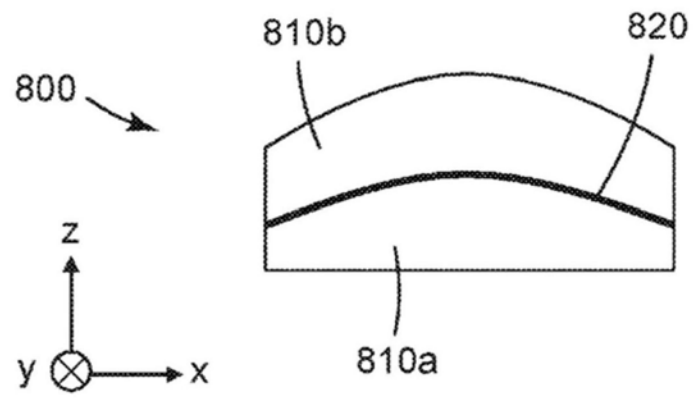


图8A

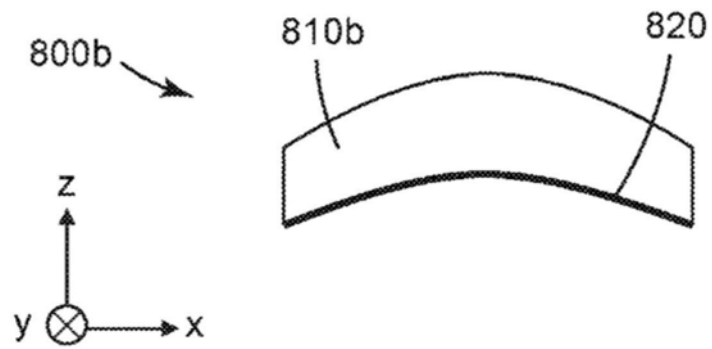


图8B

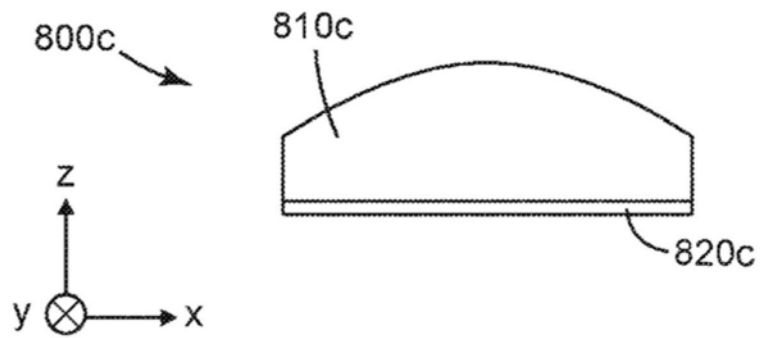


图8C

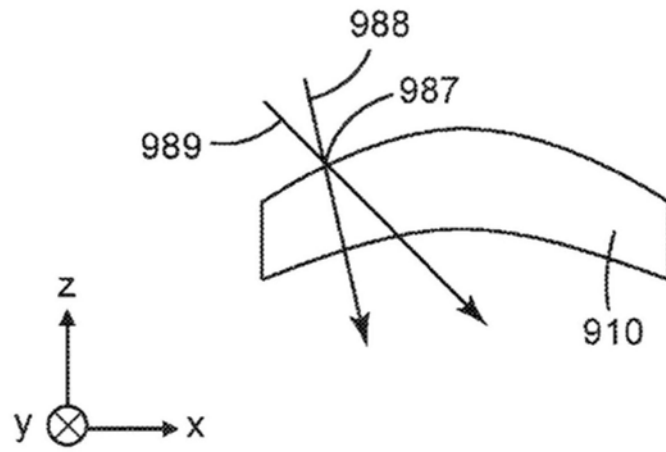


图9

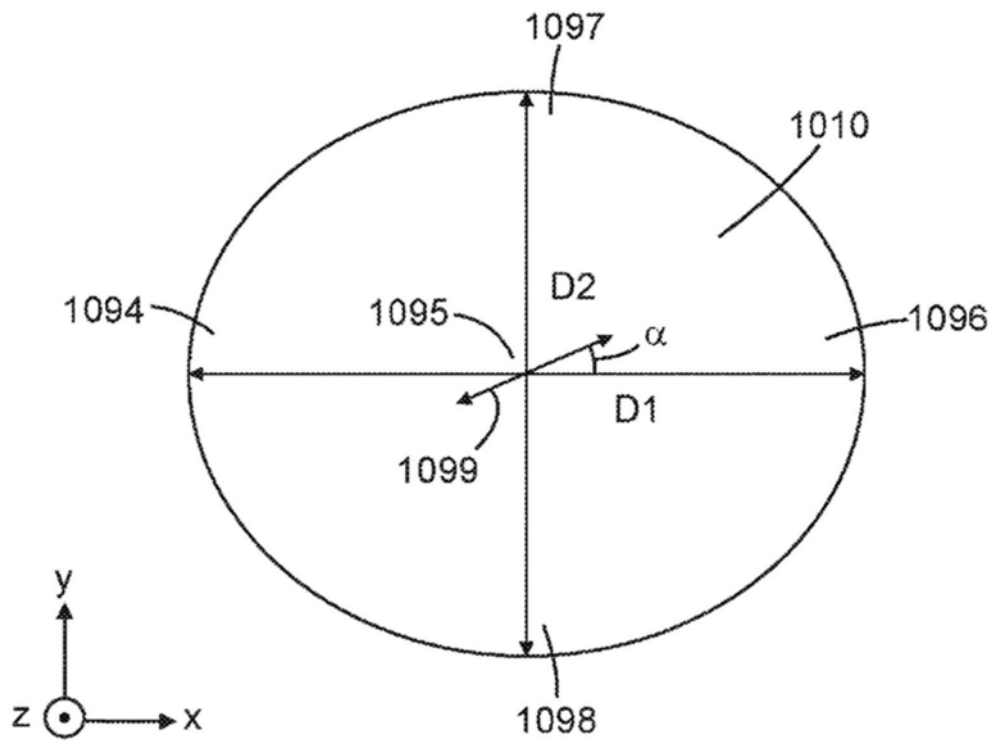


图10