



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106575037 A

(43)申请公布日 2017.04.19

(21)申请号 201580043081.6

(22)申请日 2015.08.11

(30)优先权数据

62/036,972 2014.08.13 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2017.02.10

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2015/044594 2015.08.11

(87)PCT国际申请的公布数据

W02016/025443 EN 2016.02.18

(71)申请人 3M创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

(72)发明人 吉勒·让-巴普蒂斯特·伯努瓦

安德鲁·J·欧德科克

埃林·A·麦克道尔

布赖恩·K·里德尔

肯尼思·安德鲁·彭纳·迈尔

(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 顾红霞 张芸

(51)Int.Cl.

G02B 27/01(2006.01)

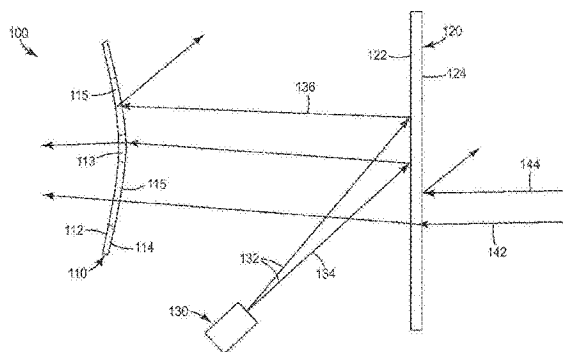
权利要求书2页 说明书22页 附图13页

(54)发明名称

头戴式显示系统和部件

(57)摘要

本发明提供了一种头戴式显示系统,所述头戴式显示系统包括具有第一区域和与所述第一区域相邻的第二区域的接触透镜,具有面向所述接触透镜的内表面的眼镜透镜,以及被配置为产生指向所述眼镜透镜的所述内表面的成像光输出的照明器。由所述照明器产生的第一成像光线入射在所述内表面上并且由所述眼镜透镜反射到所述第一区域。所述第一区域被配置为透射所述第一成像光线,并且所述第二区域被配置为反射或吸收由所述照明器产生并从所述眼镜透镜反射的第二成像光线。所述眼镜透镜被配置为将环境光线透射到所述第二区域,并且所述第二区域被配置为透射所述环境光线。



1. 一种显示系统,包括:
接触透镜,所述接触透镜具有第一区域和与所述第一区域相邻的第二区域;
眼镜透镜,所述眼镜透镜具有面向所述接触透镜的内表面并且具有与所述内表面相反的外表面;以及
照明器,所述照明器被配置为产生指向所述眼镜透镜的所述内表面的成像光输出,
其中所述眼镜透镜靠近所述接触透镜并且靠近所述照明器设置,使得由所述照明器产生的第一成像光线入射在所述内表面上并且由所述眼镜透镜反射到所述第一区域,所述第一区域被配置为透射所述第一成像光线,所述第二区域被配置为反射或吸收由所述照明器产生并从所述眼镜透镜反射的第二成像光线,所述眼镜透镜被配置为将入射在所述外表面上的环境光线透射到所述第二区域,并且所述第二区域被配置为透射所述环境光线。
2. 根据权利要求1所述的显示系统,其中所述第一区域包括设置成聚焦来自所述照明器的光的光学元件。
3. 根据权利要求2所述的显示系统,其中所述接触透镜包括聚合物基底并且所述光学元件嵌入所述聚合物基底中。
4. 一种接触透镜,包括透镜基底,所述透镜基底结合有微穿孔的第一多层双折射聚合物光学膜。
5. 根据权利要求4所述的接触透镜,其中所述接触透镜包括环形区域和中心区域,并且所述第一多层双折射聚合物光学膜设置在所述环形区域中并且不延伸到所述中心区域中。
6. 根据权利要求5所述的接触透镜,其中所述接触透镜包括所述中心区域中的第二多层双折射聚合物光学膜。
7. 一种接触透镜,包括透镜基底并且具有如下部分:所述部分被配置为将入射在所述接触透镜的所述部分上的光引导到使用者的瞳孔中,所述部分包括第一区域和围绕所述第一区域的第二区域,其中所述第一区域结合有一个或多个光学元件,所述一个或多个光学元件不延伸到所述第二区域中,所述一个或多个光学元件包括折射率大于1.8的玻璃。
8. 一种接触透镜,包括第一区域和与所述第一区域相邻的第二区域,其中所述第一区域不是简单地连接,并且所述第一区域由所述第二区域界定,或者所述第二区域由所述第一区域界定,并且所述第二区域结合有跨越所述第二区域的至少一个光学膜,所述至少一个光学膜不延伸到所述第一区域中。
9. 根据权利要求8所述的接触透镜,其中所述第一区域包括由所述第二区域围绕的多个离散区。
10. 根据权利要求8所述的接触透镜,其中所述第一区域包括具有外部边界的连续区域,并且所述第二区域的至少一个断开部分设置在所述外部边界内。
11. 一种接触透镜,包括第一区域和与所述第一区域不同的第二区域,其中所述第一区域结合有第一多层双折射聚合物光学膜,并且所述第二区域结合有与所述第一多层双折射聚合物光学膜不同的第二多层双折射聚合物光学膜。
12. 一种接触透镜,所述接触透镜包括第一区域和第二区域并且结合有多层光学膜,所述多层光学膜具有连续延伸穿过所述第一区域和所述第二区域的多个层,其中在所述第一区域中,所述多个层提供第一反射特性,并且在所述第二区域中,所述多个层提供与所述第一反射特性不同的第二反射特性。

13.一种眼镜透镜,包括反射偏振片,其中所述眼镜透镜具有被配置成面向使用者的内表面和与所述内表面相反的外表面,并且所述反射偏振片包括微结构,所述微结构被配置为将以在约10度至约80度范围内的偏离法线角度入射在所述眼镜透镜的所述内表面上的光的至少一部分反射到基本上垂直于所述眼镜透镜的方向。

14.一种眼镜透镜,包括漫反射圆偏振片,其中所述眼镜透镜具有被配置为面向使用者的内主表面以及与所述内主表面相反的外主表面,并且所述漫反射圆偏振片漫反射入射在所述内主表面上的具有第一圆偏振的光。

15.一种眼镜透镜,包括结合有提供波长选择性反射的纳米粒子的层,所述波长选择性反射包括具有小于约150nm的FWHM带宽的第一反射带。

16.一种结合有陷波反射偏振片的透镜,其中所述透镜为接触透镜或眼镜透镜。

17.根据权利要求16所述的透镜,其中所述陷波反射偏振片反射处于具有不大于约60nm的FWHM带宽的第一反射带中的具有第一偏振的光。

18.根据权利要求17所述的透镜,其中所述陷波反射偏振片反射处于具有不大于约60nm的FWHM带宽的第二反射带中的具有所述第一偏振的光,所述第二反射带不与所述第一反射带重叠。

头戴式显示系统和部件

背景技术

[0001] 头戴式显示器是佩戴在头上或头周围的显示器。头戴式显示器可结合有向观察者显示图像的光学系统,其中图像叠加在真实世界视图上。常规头戴式显示器具有各种缺点,包括为观察者提供宽视野和舒适的眼睛距系统距离所需的此类系统的尺寸和外观。因此,需要改善的头戴式显示器。

发明内容

[0002] 在本发明的一些方面,提供了显示系统,其包括具有第一区域和与第一区域相邻的第二区域的接触透镜,具有面向接触透镜的内表面并且具有与内表面相反的外表面的眼镜透镜,以及被配置为产生指向眼镜透镜的内表面的成像光输出的照明器。眼镜透镜靠近接触透镜并且靠近照明器设置,使得由照明器产生的第一成像光线入射在内表面上并且由眼镜透镜反射到第一区域。第一区域被配置为透射第一成像光线,并且第二区域被配置为反射或吸收由照明器产生并从眼镜透镜反射的第二成像光线。眼镜透镜被配置为将入射在外表面上的环境光线透射到第二区域,并且第二区域被配置为透射环境光线。

[0003] 在本发明的一些方面,提供了接触透镜,其包括结合有微穿孔多层双折射聚合物光学膜的透镜基底。

[0004] 在本发明的一些方面,提供了接触透镜,其包括透镜基底并且具有如下部分:该部分被配置为将入射在接触透镜的部分上的光引导到使用者的瞳孔中。该部分包括第一区域和围绕第一区域的第二区域。第一区域结合有一个或多个光学元件,并且所述一个或多个光学元件不延伸到第二区域中。一个或多个光学元件包括折射率大于1.8的玻璃。

[0005] 在本发明的一些方面,提供了接触透镜,其包括第一区域和与第一区域相邻的第二区域。第一区域不是简单地连接,并且第一区域由第二区域界定,或者第二区域由第一区域界定。第二区域结合有跨越第二区域但不延伸到第一区域中的至少一个光学膜。

[0006] 在本发明的一些方面,提供了接触透镜,其包括第一区域和与第一区域不同的第二区域。第一区域结合有第一多层双折射聚合物光学膜,并且第二区域结合有与第一多层双折射聚合物光学膜不同的第二多层双折射聚合物光学膜。

[0007] 在本发明的一些方面,提供了接触透镜,其包括第一区域和第二区域并且结合有多层光学膜,该多层光学膜具有连续延伸穿过第一区域和第二区域的多个层。在第一区域中,多个层提供第一反射特性,并且在第二区域中,多个层提供与第一反射特性不同的第二反射特性。

[0008] 在本发明的一些方面,提供了包括反射偏振片的眼镜透镜。眼镜透镜具有被配置为面向使用者的内表面和与内表面相反的外表面。反射偏振片包括微结构,该微结构被配置为将以在约10度至约80度范围内的偏离法线角度入射在眼镜透镜的内表面上的光的至少一部分反射到基本上垂直于眼镜透镜的方向。

[0009] 在本发明的一些方面,提供了包括漫反射圆偏振片的眼镜透镜。眼镜透镜具有被配置为面向使用者的内主表面和与内主表面相反的外主表面。漫反射圆偏振片漫反射入射

在眼镜透镜的内主表面上的具有第一圆偏振的光。

[0010] 在本发明的一些方面,提供了眼镜透镜,其包括结合有提供波长选择性反射的纳米粒子的层。波长选择性反射包括具有小于约150nm的FWHM带宽的第一反射带。

[0011] 在本发明的一些方面,提供了包括陷波反射偏振片的接触透镜。

[0012] 在本发明的一些方面,提供了包括陷波反射偏振片的眼镜透镜。

[0013] 在本发明的一些方面,提供了包括层的眼镜透镜,所述层结合有被配置为提供波长带中的发射的多个量子点的层。

附图说明

[0014] 图1A为显示系统的示意性剖视图;

[0015] 图1B为接触透镜的前视图;

[0016] 图2为接触透镜的剖视图;

[0017] 图3A-图3C为接触透镜的部分的剖视图;

[0018] 图3D为可包括在接触透镜中的部件的剖视图;

[0019] 图4A-图5D为接触透镜的部分的剖视图;

[0020] 图5E为可包括在接触透镜中的光学膜的剖视图;

[0021] 图6A为接触透镜的前视图;

[0022] 图6B为接触透镜的一部分的侧视图;

[0023] 图7A-图9为接触透镜的前视图;

[0024] 图10为微穿孔光学膜的示意性前视图;

[0025] 图11-图12为眼镜透镜的剖视图;

[0026] 图13A-图13B为可包括在眼镜透镜中的光学膜的剖视图;

[0027] 图14为眼镜透镜的剖视图;

[0028] 图15A为可包括在眼镜透镜中的光学膜的剖视图;

[0029] 图15B为从光学膜反射的光的示意性侧视图;

[0030] 图16A为可包括在眼镜透镜中的光学膜的剖视图;

[0031] 图16B为图16A的光学膜的示意性前视图;

[0032] 图16C为从光学膜反射的光的示意性侧视图;

[0033] 图17为纳米粒子的剖视图;并且

[0034] 图18是具有阻挡绿色可见光的一部分的反射带的多层光学膜的测量外部透射光谱的图。

具体实施方式

[0035] 在以下说明中参考附图,该附图形成本说明的一部分并且其中通过举例说明的方式示出。除非另外指明,否则图中元件的描述应被理解为同样应用到其他图中的对应元件。附图未必按比例绘制。应当理解,在不脱离本公开的范围或实质的情况下,可设想并进行其他实施方案。因此,以下详细说明不被认为具有限制性意义。

[0036] 如本文所用,层、部件或元件可被描述为彼此相邻。层、部件或元件可通过直接接触、通过一种或多种其他部件连接或通过与其他相邻部件保持在一起或彼此附接而彼此相邻。

直接接触的层、部件或元件可描述为彼此紧邻。

[0037] 常规头戴式显示器具有各种缺点,包括为观察者提供宽视野和舒适的眼睛距系统距离所需的此类系统的尺寸和外观。通过需要观察者佩戴接触透镜的头戴式显示器提供了各种改善。然而,这种类型的已知系统需要将显示面板直接放置在观察者的眼睛前面,并且这可能妨碍真实世界视图。根据本说明书,已经发现,可在无需将显示面板定位在观察者的眼睛前面的情况下制造改善的头戴式显示器,其包括接触透镜和眼镜透镜(例如,被配置为安装在眼镜框架中的透镜),这两者都包括光学元件诸如光学滤光片(例如,偏振片和/或光谱滤光片)。特别地,在本发明的一些方面,已经发现,可以设置投影仪以将光从包括光学滤光片的眼镜透镜投射出来,该光学滤光片将投射光的至少一部分反射到接近眼镜透镜的法线并且朝向观察者的眼睛的方向。眼镜透镜将环境光的至少一部分朝向观察者的眼睛透射。接触透镜包括透射从眼镜透镜反射的成像光的第一区域和具有光学滤光片的第二区域,该光学滤光片透射环境光但阻挡(即,反射或吸收)反射到第二区域中的投射光。第一区域与眼睛的瞳孔相比可为小的,并且可包括将来自投影仪的光聚焦到眼睛的视网膜上的聚焦元件。

[0038] 图1A示出显示系统100的示意性剖视图,该显示系统包括具有第一区域113和第二区域115的接触透镜110,具有面向接触透镜110的内表面122并且具有与内表面122相反的外表面124的眼镜透镜120,以及被配置为产生指向眼镜透镜120的内表面122的成像光输出132的照明器130。眼镜透镜120靠近接触透镜110并且靠近照明器130设置,使得由照明器130产生的第一成像光线134入射在内表面122上并且由眼镜透镜120反射到第一区域113。第一区域113被配置为透射第一成像光线134。第二区域115被配置为(例如,通过包括适当的光学滤光片)反射或吸收由照明器130产生并从眼镜透镜120反射的第二成像光线136。眼镜透镜120被配置为将入射在外表面124上的第一环境光线142透射到第二区域115。第二区域115被配置为透射第一环境光线142。眼镜透镜120可反射或吸收第二环境光线144。接触透镜110具有被配置为面向佩戴接触透镜110的人的眼睛的内主表面112和与内主表面112相反且面向眼镜透镜120的外主表面114。

[0039] 在图1A中,眼镜透镜120示意性地示为平坦片材。应当理解,眼镜透镜120可具有与许多常规眼镜透镜的情况一样的曲率。例如,眼镜透镜120可为处方透镜并且可具有与处方强度相关联的曲率。另选地,接触透镜110可为处方透镜。

[0040] 照明器130可为安装到眼镜框架的投影仪。在一些实施方案中,照明器130被配置为产生具有第一偏振的偏振光输出,并且眼镜透镜120被配置为在基本上不改变偏振态的情况下反射偏振光输出。第一区域113可包括传递第一偏振并且反射或吸收基本上正交于第一偏振的第二偏振的偏振片。另选地,第一区域113可为光学透明的,并且可包括将成像光聚焦到佩戴接触透镜的人的视网膜上的透镜元件。在一些实施方案中,第一区域113包括透镜元件和偏振片两者。第二区域115可包括反射或吸收具有第一偏振的光的偏振片。在一些实施方案中,第一偏振是第一线性偏振,并且第二偏振是可与第一线性偏振正交的第二线性偏振。在一些实施方案中,第一偏振是第一圆偏振,并且第二偏振是第二圆偏振。例如,第一偏振可为右圆偏振,并且第二偏振可为左圆偏振。

[0041] 在一些实施方案中,第二区域包括被配置为基于偏振、光谱或两者来区分环境光和成像光的光学滤光片。在一些实施方案中,照明器130产生具有在光谱的红色、绿色和蓝

色部分中达到峰值的光谱分布的光。例如,此类分布可源于使用具有硅基液晶(LCoS)显示面板的红色、绿色和蓝色发光二极管(LED)。此类分布也可源于使用有机发光二极管(OLED)显示器作为照明器130。第二区域115可包括陷波滤光片(即,阻挡窄波长带中的光的光谱选择性滤光片),该陷波滤光片阻挡由照明器130产生的红色、绿色和蓝色光谱中的光,但是传递这些区域之外的光。在一些实施方案中,使用一个、两个、三个或四个(或更多个)LED或OLED颜色,并且相应地,陷波滤光片阻挡一个、两个、三个或四个(或更多个)带。陷波滤光片可通过吸收光,反射光或通过光的吸收和反射的组合来阻挡波长带中的光。

[0042] 在一些实施方案中,接触透镜110和/或眼镜透镜120包括陷波(notch)反射偏振片,即,光谱选择性反射偏振片,其反射在可见波长光谱(例如,在约400nm和约700nm之间的波长)中的离散光谱带中具有第一偏振的光并且传递剩余的可见光。陷波反射偏振片可包括多层双折射聚合物膜。在一些实施方案中,第二区域115包括为陷波反射偏振片的多层双折射聚合物膜。类似地,在一些实施方案中,眼镜透镜120包括为陷波反射偏振片的多层双折射聚合物膜。与使用宽带反射偏振片相比,使用陷波反射偏振片允许更大部分的环境光到达眼睛。合适的陷波反射偏振片可以使用美国专利6,157,490(Wheatley等人)和6,531,230(Weber等人)中描述的技术由交替双折射聚合物层制成。在一些实施方案中,包括在眼镜透镜中或包括在接触透镜中的陷波反射偏振片反射一个或多个不同带中的第一偏振,该第一偏振的半峰全宽(FWHM)不大于约60nm,或不大于约50nm,或不大于约35nm,或不大于约20nm。在一些实施方案中,每个不同的带具有大于约10nm的带宽。具有例如10nm至60nm范围内的反射带宽可用于反射来自照明器中的LED的光并且用于透射该范围之外的光。此类陷波反射偏振片允许来自照明器的成像光被阻挡以免进入第二区域115并且/或者从眼镜透镜120反射,同时允许环境光以最小损失透射穿过第二区域115和/或眼镜透镜120。在一些实施方案中,一个或多个带包括各自具有不大于60nm的带宽的一个、两个、三个或四个非重叠的带。在一些实施方案中,接触透镜110包括第二区域115中的陷波反射偏振片并且该陷波反射偏振片不延伸到第一区域113中。

[0043] 还可包括吸收或部分吸收偏振片以减少或基本上消除来自接触透镜或眼镜透镜的炫光。例如,眼镜透镜120可包括与眼镜透镜120的基底相邻的反射偏振片并且可包括与反射偏振片相邻且面向外表面124的吸收偏振片。类似地,接触透镜110的第二区域115可包括反射偏振片并且可包括与反射偏振片相邻且面向眼镜透镜120的吸收偏振片。

[0044] 本发明的偏振片中的任一者可为线性偏振片或者可为圆偏振片,该圆偏振片可由四分之一波长层和线性偏振片构成。在一些实施方案中,第一区域113和第二区域115中的一者或两者包括偏振片。偏振片可包括反射偏振片并且可包括与反射偏振片相邻的吸收偏振片(例如,二色性偏振片),如例如美国专利申请公布2006/0262400(Ouderkirk等人)中所述。偏振片可为反射圆偏振片,该反射圆偏振片可包括面向眼镜透镜120的四分之一波长层和与眼镜透镜120相反的邻近四分之一波长层的线性偏振片。偏振片可包括面向眼镜透镜120的四分之一波长层,与眼镜透镜120相反的邻近四分之一波长层的吸收偏振片,以及与四分之一波长层相反的邻近吸收偏振片的线性反射偏振片。四分之一波长层可被取向为使得四分之一波长层的快轴相对于线性反射偏振片的透光轴成约45度的角度,使得四分之一波长层和线性偏振片的组合反射具有第一圆偏振的光并且透射或吸收具有第二圆偏振的光。

[0045] 四分之一波长层可为与反射偏振片相邻设置的单独的膜,或者可为可施加到反射偏振片的涂层。合适的涂层包括来自瑞士ROLIC研究公司(ROLIC Research Ltd., Switzerland)的线性光聚合(LPP)材料,如“Photo-aligned anisotropic optical thin films”,Seiberle et al.,Journal of the SID,12/1(2004)(光对准非单折射光学薄膜,Seiberle等人,《SID杂志》,2004年12月1日)中所述。一旦将涂层施加到第一膜或层,则该涂层可被描述为第二膜或层。LPP材料允许形成被图案化或空间定制的延迟器。在一些实施方案中,接触透镜110包括由LPP材料形成的层,该层在整个第一区域113和第二区域115中延伸并且被空间定制以在第一区域113中提供第一延迟,并且在第二区域115中提供第二延迟。例如,LPP层可提供其中快轴沿着第一区域113中的第一方向(例如,相对于反射偏振片的透光轴成约45度的角度)的四分之一波长延迟,并且可提供其中快轴在第二区域中相对于第一方向旋转约90度的四分之一波长延迟。这样的层可与线性偏振片组合以制造例如在第一区域中具有右圆偏振片并且在第二区域中具有左圆偏振片的接触透镜。

[0046] 用于在本发明的接触透镜或眼镜透镜中使用的合适的多层双折射聚合物光学膜可通过连续工艺制造,该连续工艺可涉及共挤出交替的聚合物材料并拉伸所得的多层聚合物幅材,例如,如美国专利5,882,774(Jonza等人)、6,531,230(Weber等人)和6,783,349(Neavin等人)中所述。

[0047] 合适的反射偏振片还包括胆甾型反射偏振片和线栅偏振片,其可用于接触透镜或眼镜透镜中。当用于眼镜透镜中时,线栅偏振片可被设计成散射具有由偏振片反射的偏振的光。合适的线栅偏振片在美国专利申请公布2010/0134719(Johns等人)中有所描述。线栅偏振片适用于接触透镜中,因为线栅偏振片对气体(诸如氧气和二氧化碳)提供高渗透性,并且因此可提供保持角膜健康的舒适接触透镜。

[0048] 在一些实施方案中,由照明器130产生的至少约2%、或至少约5%、或至少约10%、以及小于约35%、或小于约50%的成像光输出132透射穿过接触透镜110。

[0049] 图1B示出接触透镜110的前视图。在示出的实施方案中,第一区域113是第二区域115的中心附近的基本上圆形的区域,该第二区域以环形形状的区域包围第一区域113。在其他实施方案中,第一区域113具有椭圆形或其他几何形状,并且可不居中在第二区域115中。接触透镜110还包括从第二区域115延伸到接触透镜110的边缘的第三区域117。在其他实施方案中,第二区域115延伸到接触透镜110的边缘。

[0050] 在一些实施方案中,接触透镜包括第一部分101,其具有以下特性:入射到接触透镜的第一部分101上的至少一些光被透射到佩戴接触透镜的人的瞳孔中。第一部分101可包括第一区域113和第二区域115的全部或一部分。在示于图1B的实施方案中,第一部分101包括由线118界定的基本上圆形区域。这包括第一区域113的全部和第二区域115的主要部分。在一些实施方案中,接触透镜包括第二部分,该第二部分包括第三区域117。入射在第二部分上的光不会透射到佩戴接触透镜的人的瞳孔中。可包括第二部分以使得接触透镜更舒适地适合眼睛。

[0051] 在本发明的一些方面,提供了接触透镜110,其包括透镜基底并且具有被配置为将入射在接触透镜110的第一部分101上的光引导到使用者的瞳孔中的第一部分101,其中第一部分101包括第一区域113以及包括围绕第一区域113的第二区域115的部分或全部的附加区域111。在图1B中,附加区域111是在线118之内并且在第一区域113之外的区域。第一区

域113可结合有不延伸到第二区域中的一个或多个光学元件。一个或多个光学元件可至少部分地嵌入透镜基底,或者可设置在基底的外主表面114上,如别处所述。一个或多个光学元件可包括具有高折射率的玻璃。例如,玻璃可具有高于约1.8,或高于约1.8,或高于约2,或高于约2.1的折射率。如本文所用,除非另外指明,否则折射率是指在25℃以及大气压力下使用532nm波长的光测量的折射率。合适的高折射率玻璃例如在美国专利2,870,030 (Stradley等人)中有所描述。

[0052] 一个或多个光学元件可为单片透镜,其可具有与透镜基底的折射率不同的折射率。单片透镜可为相对厚的折射透镜或相对薄的衍射透镜。另选地,一个或多个光学元件可为离散单片透镜的阵列。透镜可将入射在第一区域上的光聚焦到佩戴接触透镜的人的眼睛的视网膜上。一个或多个单片透镜可为平凸的,或双凸透镜,或者可以使用其他类型的透镜。一个或多个透镜可由具有高折射率的玻璃制成,如别处所述。使用由高折射率玻璃制成的透镜在透镜和可用于基底中的聚合物材料之间提供大的折射率差。

[0053] 在一些实施方案中,第一区域包括一个或多个单片透镜并且第二区域包括陷波滤光片。在一些实施方案中,陷波滤光片通过包括在用于制造接触透镜的聚合材料中的一个或多个窄波长带中吸收的一种或多种颜料而形成。接触透镜可使用模制工艺制造,其中将一个或多个透镜模制到第一区域中,使得第一区域比第二区域包含少得多的聚合物材料,并且因此包含少得多的颜料。在一些实施方案中,颜料包括金属酞菁诸如铜酞菁。

[0054] 在一些实施方案中,一个或多个光学元件可包括多层双折射聚合物光学膜,反射偏振片,多层双折射聚合物反射偏振片以及与多层双折射聚合物反射偏振片相邻且面向接触透镜110的外主表面114的吸收偏振片中的至少一个。在一些实施方案中,包括第二区域115的部分或全部的附加区域111结合有多层双折射聚合物光学膜,该多层双折射聚合物光学膜可为反射偏振片并且可在整个第二区域115上延伸。附加区域111还可结合有与反射偏振片相邻的四分之一波长层。四分之一波长层可面向外主表面114。多层双折射聚合物光学膜可包括一组交替的双折射聚合物层,并且可包括与该组交替的双折射聚合物层相邻的吸收偏振片。在一些实施方案中,附加区域111结合有透射具有第一圆偏振的光并且反射具有第二圆偏振的光的第一反射圆偏振片,并且一个或多个光学元件包括透射具有第二圆偏振的光并且反射具有第一圆偏振的光的第二反射偏振片。

[0055] 图2是接触透镜210的剖视图,该接触透镜包括第一区域213、第二区域215以及设置在接触透镜210的与内主表面212相反的外主表面214上的光学元件219。光学元件219可为将入射在第一区域213上的光聚焦到焦点上的透镜,该焦点可为佩戴接触透镜210的眼睛的视网膜上的点。另选地,光学元件219可至少部分地嵌入第一区域213中的透镜基底内。如果光学元件219至少部分地嵌入透镜基底内,则光学元件219可延伸穿过外主表面214,穿过内主表面212或者穿过主表面212和214两者。光学元件219可使用常规的眼科质量插入模制工艺至少部分地嵌入透镜基底内。

[0056] 图3A示出接触透镜310A的靠近第二区域315A的外边缘的一部分。接触透镜310A包括基底352A,该基底可为可围绕如图3A所示的部件355使用例如常规的眼科质量插入模制工艺而形成的聚合物基底。部件355可为光学元件,诸如反射偏振片、吸收偏振片、多层双折射聚合物光学膜中的一种或多种。部件355的另选位置在图3B-图3C中示出。

[0057] 图3B示出接触透镜310B的靠近第二区域315B的外边缘的一部分。接触透镜310B包

括设置在基底352B上的部件355。接触透镜310B可使用常规插入模制工艺来制造。图3C示出接触透镜310C的靠近第二区域315C的外边缘的一部分。接触透镜310C包括设置在基底352C上的部件355,其中部件355的主表面与基底352C的主表面齐平。接触透镜310C可使用常规插入模制工艺来制造。接触透镜310B或310C的接触部件355的主表面可为接触透镜的内表面或外表面。

[0058] 在一些实施方案中,部件355可包括多于一个层。这在图3D中示出,其示出具有反射线性偏振片357、吸收线性偏振片358和可面向眼镜透镜设置的四分之一波长层359的部件355D。部件355D是圆偏振片,其透射第一圆偏振并吸收或部分地吸收且部分地反射基本上正交于第一圆偏振的第二圆偏振。

[0059] 图4A示出接触透镜410A在第一区域413A中的一部分。接触透镜410A包括基底452A,该基底可为可围绕如图4A所示的部件456使用例如常规插入模制工艺而形成的聚合物基底。在示于图4A中的接触透镜410A的部分中,基底452A具有在部件456下方的下部部分和在部件456上方的上部部分。靠近接触透镜410A的边缘,基底452A的两部分可合并在一起。部件456可为光学元件,诸如反射偏振片、吸收偏振片、多层双折射聚合物光学膜和透镜中的一种或多种。在一些实施方案中,部件456是嵌入透镜基底452A内的透镜。

[0060] 图4B示出接触透镜410B在第一区域413B中的一部分。接触透镜410B包括设置在基底452B上的部件456。接触透镜410B可使用常规插入模制工艺来制造。接触透镜410B的接触部件456的主表面可为接触透镜的内表面或外表面。

[0061] 如在别处进一步讨论,第一区域可包括多个离散区。图4C示出接触透镜410C的一部分,该接触透镜包括具有离散区的第一区域413C。接触透镜410C包括基底452C,该基底可为可围绕如图4C所示的多个部件456C使用例如常规插入模制工艺而形成的聚合物基底。在示于图4C中的接触透镜410C的一部分中,基底452C具有在多个部件456C下方的下部部分和在多个部件456C上方的上部部分。靠近接触透镜410C的边缘,基底452C的两部分可合并在一起。多个部件456C可为多个光学元件,并且每个光学元件可为反射偏振片、吸收偏振片、多层双折射聚合物光学膜和透镜中的一种或多种。在一些实施方案中,多个部件456C为嵌入透镜基底452C内的多个透镜。

[0062] 图5A示出接触透镜510A的靠近第一区域513A和第二区域515A相交处的一部分。第一区域513A包括嵌入基底552A中的第一部件556,并且第二区域515A包括嵌入基底552A中的第二部件555。代替将第一部件和第二部件嵌入基底中,第一部件和/或第二部件可仅部分地嵌入基底中或者可设置在基底的主表面上。图5B示出接触透镜510B的靠近第一区域513B和第二区域515B相交处的一部分。第一区域513B包括设置在基底552B的主表面上的第一部件556,并且第二区域515B包括设置在基底552B的主表面上的第二部件555。在一些实施方案中,第一部件和第二部件与基底的主表面齐平,如图5C所示,其示出接触透镜510C的靠近第一区域513C和第二区域515C相交处的一部分。第一区域513C包括设置在基底552C的主表面上的第一部件556,并且第二区域515C包括设置在基底552C的主表面上的第二部件555。接触透镜510A、510B和510C中的任一者可使用常规插入模制技术制造。

[0063] 使用单独的部件555和556的替代方案是在第一区域和第二区域中使用具有不同特性的单个部件。图5D示出接触透镜510D的靠近第一区域513D和第二区域515D相交处的一部分。第一区域513D包括嵌入基底552D中的光学膜557D的第一部分556D和嵌入基底552D中

的第二部分555D。使光学膜557D至少部分地嵌入基底552D中的替代方案是将光学膜557D设置在基底的主表面上。在别处描述了用于空间定制光学膜诸如多层双折射聚合物光学膜或四分之一波长层的方法。光学膜557D可为多层光学膜,如图5E所示,其示出包含布置成光学重复单元599的微层598的多层光学膜557E。

[0064] 在一些实施方案中,第一区域包括由第二区域围绕的多个离散区。这在图6A中示出,其示出包括第一区域613A和第二区域615A的接触透镜610A的前视图。第一区域613A包括多个离散区643A以使得第一区域613A不连接。第一区域613A包括中心区域和多个同心环。第一区域613A由第二区域615A界定。如本文所用,如果界定第一区域的每条内部线也是第二区域的边界的一部分,则接触透镜的第一区域由第二区域界定。在接触透镜610A中,界定第一区域613A的每条线是第二区域615A的边界的一部分。可使用任何数量的离散区643A,并且离散区643A可以任何图案布置。在一些实施方案中,每个离散区643A包括单片透镜。在一些实施方案中,接触透镜610A包括光学元件的阵列,诸如单片透镜的阵列或光学膜的离散部分的阵列。光学膜的离散部分的阵列可例如通过从多层双折射聚合物光学膜冲模切割或激光切割部分或通过空间定制多层光学膜来制备,如别处所述。

[0065] 在一些实施方案中,第一区域613A包括菲涅耳透镜。这在图6B中示出,其示出接触透镜610B的对应于接触透镜610A的中心区域的一部分。第一区域613B结合有不延伸到第二区域615B中的菲涅耳透镜元件619B。在示出的实施方案中,透镜元件619B通过设置在透镜基底652B的外主表面614B上而结合有第一区域613B中。在其他实施方案中,透镜元件619B至少部分地嵌入透镜基底652B内。

[0066] 替代几何形状示于图7A中,其示出包括第一区域713A和第二区域715A的接触透镜710A的前视图。第一区域713A包括多个离散区743,并且第一区域713A由第二区域715A界定。另一种几何形状示于图7B中,其示出包括第一区域713B和第二区域715B的接触透镜710B的前视图。第一区域713B包括多个离散区743,并且第一区域713B由第二区域715B界定。如在别处进一步讨论,已经发现使用诸如743A或743B的多个离散区与使用单个连续的第一区域相比提供各种益处,诸如增加的视野,改善的对比度和改善的图像质量。在一些实施方案中,第二区域715A或715B结合有至少一个光学膜,该光学膜跨越第二区域715A或715B并且分别不延伸到第一区域713A或713B中。至少一个光学膜可为多层双折射聚合物光学膜、反射偏振片、吸收偏振片和陷波滤光片中的一种或多种。

[0067] 第一区域613A、613B、713A和713B不连接,并且因此不是简单连接的。在一些实施方案中,第一区域是连续的连接区域并且是路径连接的(即,在第一区域内存在连接第一区域的任何两个点的路径),但不是简单连接(即,在第一区域内不是在第一区域的两个端点之间的每条路径都可连续地转换成两个端点之间的任何其他路径,同时保留端点)。这在图8A-图9中示出。

[0068] 图8A示出包括第一区域813A和第二区域815A的接触透镜810A的前视图。第二区域815A由第一区域813A界定。即,界定第二区域815A的每条内部线是第一区域813A的边界的一部分。第一区域813A是连接且路径连接的,并且第一区域813A不是简单连接的。可选实施方案示于图8B中,其中第一区域和第二区域延伸到接触透镜810B的外边缘。第二区域815B由第一区域813B界定,因为界定第二区域815B的每条内部线是第一区域813B的边界的一部分。由于在这种情况下第二区域815B延伸到接触透镜810B的边界,所以接触透镜的外部边

界是第二区域815B的边界的一部分。在这种情况下,第一区域813B不连接,并且因此不是简单连接的。

[0069] 图9示出包括第一区域913和第二区域915的接触透镜910的前视图。第一区域913是连续的连接区或者不是简单连接的区域。第一区域913由第二区域915界定。第一区域913具有外部边界947。第二区域915包括外部边界947之外的外部区域961并且包括设置在外部边界947内的内部区域963。内部区域963包括第二区域的至少一个断开部分965。在图9中所示的实施方案中,内部区域963包括四个断开部分965。

[0070] 图6A-图9中所示的实施方案的第二区域可包括至少一个光学膜。至少一个光学膜可包括多层双折射聚合物光学膜。在一些实施方案中,第一区域(例如,613A,613B,713A,713B,813A,813B,913)包括与至少一个光学膜不同的第一光学膜。在一些实施方案中,至少一个光学膜包括被配置为透射具有第一偏振的光的第一反射偏振片。在一些实施方案中,第一区域包括被配置为反射或吸收具有第一偏振的光的第二偏振片。在一些实施方案中,至少一个光学膜包括多层双折射聚合物反射偏振片并且第一区域是基本上光学透明的。在一些实施方案中,至少一个光学膜包括多个层,其中至少一个层包括光致变色材料,该光致变色材料可包括在分布在层中的纳米粒子中,如本文在别处所述。在一些实施方案中,至少一个光学膜包括微穿孔多层双折射聚合物光学膜。在一些实施方案中,至少一个光学膜包括连续延伸穿过第一区域和第二区域的多个层,其中在第一区域中,多个层提供第一反射特性,并且在第二区域中,多个层提供与第一反射特性不同的第二反射特性,如别处所述。

[0071] 例如,第二区域915包括至少一个光学膜。断开部分965可包括与外部区域961相同的光学膜的部分,或者可包括不同的光学膜。接触透镜910(或接触透镜610A、610B、710A、710B、810A或810B)可通过从光学膜中冲模切割或激光切割部分或者通过使用空间定制的光学膜来制备,如别处所述。

[0072] 已经发现使用非简单连接的第一区域(诸如图6A-图9中所示的那些)与使用简单连接的第一区域相比提供了若干优点。例如,可改善视野,因为使偏离中心的元件指向偏轴有助于收集更多的偏轴光。还可改善对比率,因为第一区域的尺寸相对于单个简单连接的区域可增加而不显著地牺牲真实世界视图,并且这可导致由照明器产生的虚拟图像的改善亮度。可通过将第一区域分布在接触透镜的较大区域上来改善环境图像的图像质量,因为这导致对来自第一区域的环境视图的较低局部扰动。还可改善虚拟图像的图像质量,因为可包括在第一区域中的多个元件无需是相同的,并且可被设计成例如通过减小散光和失真以及/或者通过改善显示系统对未对准/位置偏移的容差来提高图像质量。

[0073] 在一些实施方案中,第一区域(例如,213,613A,613B,713A,713B,813A,813B,913)包括设置在第一区域的外表面上或在第一区域中至少部分地嵌入接触透镜的基底中的聚焦元件(例如,图2的元件219或图6B的元件619B)。聚焦元件可为被冲模切割成例如具有与第一区域的形状对应的形状的透镜。另选地,聚焦元件可为设置在第一区域的外表面上或者在第一区域中至少部分地嵌入接触透镜的基底中的透镜的阵列。可包括聚焦元件以将从眼镜透镜漫散射到第一区域中的光聚焦到佩戴接触透镜的人的眼睛的视网膜上。

[0074] 通常期望接触透镜允许气体(例如,氧气和二氧化碳)扩散通过透镜材料,以便使透镜在佩戴时感觉舒适并保持角膜的健康。接触透镜的透气性或气体渗透性可受到包含在

接触透镜中的任何光学膜中所使用的材料的选择的影响。在一些实施方案中,多层双折射聚合物光学膜包含在接触透镜中,其中多层双折射聚合物光学膜包括双折射聚合物和有机硅的交替层。对于层中的一个使用有机硅可改善光学膜的透气性。结合有本发明的接触透镜中的任何光学膜或部件都可为微穿孔的。这在图10中示出,其示出具有微穿孔1060的光学部件1055的前视图。光学部件1055可为可结合有接触透镜中的在别处描述的光学部件中的任一种。例如,光学部件1055可为多层双折射聚合物光学膜并且可为反射偏振片。在一些实施方案中,在部件1055的区域中设置较大的孔,使得部件1055在结合有接触透镜中时不延伸到第一区域中。

[0075] 使光学膜穿孔改善了膜的透气性,这有助于保持角膜健康并提高结合有光学膜的透镜的舒适度。例如,可使用激光切割产生穿孔。合适的激光器包括准分子激光器。使用COMPexPro™ 110F准分子激光器(可得自加利福尼亚州圣克拉拉的COHERENT公司(COHERENT, Inc., Santa Clara, CA))穿透多层光学膜,其中设置为每个图案位置300个脉冲,50Hz, 600mJ/cm²的重复速率,以及248nm的波长。另选地,径迹蚀刻技术可以用于制造小的(例如,小于1微米)直径的穿孔,如Track etching technique in membrane technology”,Apel, Radiation Measurements 34 (2001) 559–566 (膜技术中的径迹蚀刻技术,Apel,《辐射测量》,第34卷,2001年,第559–566页)中所述。使用小穿孔允许对膜的光学特性的最小影响。在一些实施方案中,光学膜包括孔,该孔的直径大于约10nm,大于约0.1微米,大于约0.5微米,大于约1微米,大于约5微米,大于约10微米,或大于约15微米并且小于约100微米,或小于约150微米,或小于约200微米,或小于约300微米。直径大于约300微米的孔可使光学膜的光学特性退化,并且使用激光切割或径迹蚀刻技术可能难以制造直径小于约10nm的孔。在一些实施方案中,光学膜的总穿孔开口面积大于约0.1%,或大于约0.2%,或大于约0.5%,或大于约1%,或大于约2%,并且小于约5%,或小于约8%,或小于约10%,或小于约15%。已经发现这提供足够的透气性而基本上不损害膜的光学特性。

[0076] 在本发明的一些方面,提供了接触透镜,其包括结合有微穿孔多层双折射聚合物光学膜的透镜基底。如本文所用,微穿孔是指具有小于1mm的尺寸(例如,直径)的穿孔,并且可包括具有纳米级(小于1微米)直径的穿孔。多层双折射聚合物光学膜可为反射偏振片并且可包括陷波滤光片。多层双折射聚合物光学膜可包括至少一个层,该层包括可结合有纳米粒子中的光致变色材料,如别处所述。例如,多层双折射聚合物光学膜可如图3A所示的实施方案嵌入透镜基底中。接触透镜可具有第一区域和第二区域,并且微穿孔光学膜可包含在第一区域和第二区域中的一者或两者中。接触透镜可包括环形区域(对应于图1B所示的实施方案中的第二区域115)和中心区域(对应于图1B所示的实施方案中的第一区域113)。环形区域可包括不延伸到中心区域中的第一多层双折射聚合物光学膜,并且中心区域可包括第二多层双折射聚合物光学膜。

[0077] 在一些实施方案中,透镜基底结合有色盲矫正光学滤光片,其中光学滤光片包括微穿孔光学膜。合适的色盲矫正光学滤光片在WO 2014/110101 (Wold等人)中有所描述。此类滤光片可包括设置在多层双折射聚合物光学膜的侧面上(例如,在面向接触透镜的内表面或面向佩戴接触透镜的使用者的侧面上)的吸收性品红层,其中吸收性品红层选择性地吸收绿光。合适的品红层可通过将染料涂覆到透明载体膜上来制备,如WO 2014/110101 (Wold等人)中所述。合适的染料包括由新泽西州纽瓦克市的依普林公司(Epolin, Inc.,

Newark, NJ) 销售的Epolight™ 5391可见光染料。

[0078] 色盲矫正光学滤光片可包括多层双折射聚合物光学膜,其在550nm处或附近具有强但窄的阻带,但是对于其他可见波长具有相对高的透射率。因此,例如,在设计入射角(例如,法向入射角)下,多层光学膜在420-680nm的范围内可具有至少50%或至少60%的平均内部透射率。多层光学膜在设计入射角下在包括550nm的10nm宽波长范围内还可具有10%或更小、或者5%或更小、或者2%或更小、或者1%或更小的平均内部透射率,该减小的透射率与具有60nm或更小、或者50nm或更小、或者在20nm至50nm或20nm至40nm的范围内的宽度(半峰全宽(FWHM))的反射带相关联。多层光学膜的光学特性有时在法向入射角下指定,或在所关注的不同入射方向上指定,原因在于多层光学膜的透射特性与反射特征可作为光的入射方向的函数而显著变化。多层双折射聚合物光学膜在法向入射角下从420到680nm可具有至少50%的平均内部透射率,并且在法向入射角下在10nm宽的波长范围内可具有10%或更小的平均内部透射率,该波长范围包括550nm并且与具有60nm或更小的宽度(FWHM)的反射带相关联。

[0079] 在一种情况下,适用于色盲矫正光学滤光片中的多层光学膜由223个单独微层的堆叠制成,微层在聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)聚合物材料和共聚甲基丙烯酸甲酯(coPMMA)聚合物材料之间交替。此叠堆的层厚度分布被定制成在光谱的红外区域中产生一阶反射带。IR反射带的三阶谐波位于550nm处或附近的可见区域中。该膜在法向入射角下在400nm至700nm的范围内的所测得的外部透射率被示为图18中的曲线1801。该膜的可见光反射带1801a在图中可被容易地识别出来。反射带1801a的FWHM带宽为约50nm。

[0080] 在一些实施方案中,光学膜在整个第一区域和第二区域内延伸,并且光学膜的光学特性在第一区域和第二区域中不同。示于图1B和图6A-图9中的接触透镜可通过使用延伸穿过其中第一区域中的光学膜的部分已经被修改的第一区域和第二区域的光学膜而制成。例如,参见图5D,光学膜557D是延伸穿过第一区域513D和第二区域515D的连续膜。第一区域513D中的光学膜557D的第一部分556D被修改,使得其具有与第二区域515D中的光学膜557D的第二部分555D不同的光学特性。

[0081] 在一些实施方案中,接触透镜包括透镜基底,该透镜基底具有第一区域和第二区域,并且并结合有多层光学膜,该多层光学膜具有连续延伸穿过第一区域和第二区域的多个层。在第一区域中,多个层提供第一反射特性,并且在第二区域中,多个层提供与第一反射特性不同的第二反射特性。这样的多层光学膜可通过以下方式制备:从多层双折射聚合物光学膜开始,并且选择性地加热对应于接触透镜的第一区域的膜的区域以减少或基本上消除该区域中的双折射。在这种情况下,第一反射特性可包括具有第一偏振的光的反射和具有第二偏振的光的透射,并且第二反射特性可包括第一偏振和第二偏振的显著透射。此类空间定制光学膜及其制造方法在美国专利申请公布2011/0255163(Merrill等人)中有所描述。

[0082] 在一些实施方案中,至少部分地通过将光或其他辐射能量选择性地递送至膜的第一区域来实现选择性加热。光可包括紫外光、可见光、或红外波长的光、或它们的组合。被递送的光中的至少一些被膜吸收,从而得到所需的加热,其中所吸收光的量取决于强度、持续时间、和被递送的光的波长分布、以及膜的吸收特性。这种用于使多层光学膜内部图案化的技术与已知高强度光源和电子可寻址光束控制系统相容,从而允许仅通过适当地控制光束

(无需专用硬件,例如图像专用压印板或光掩模)在膜中产生事实上任何所需的图案或图像。在一些实施方案中,多层光学膜在一个或多个组成层中可包括一种或多种吸收剂,以促进图案化工序期间的加热。

[0083] 合适的多层光学膜557E示于图5E中。在一些实施方案中,多层光学膜557E的多个层包括布置成光学重复单元599的微层598的至少一个堆叠,每个光学重复单元599包括在第二区域中是双折射的且在第一区域中是较小双折射或单折射的第一微层。在一些实施方案中,多层光学膜557E透射入射在第二区域上的具有第一偏振态的光,反射入射到第二区域的具有第二偏振态的光,并且透射入射在第一区域上的具有第一偏振态或第二偏振态的光。在一些实施方案中,第二区域在围绕第一区域的环形区域中,如例如图1B所示。在一些实施方案中,多层光学膜是微穿孔的,如别处所述。

[0084] 眼镜透镜可包括漫反射偏振片。此类偏振片可包括设置在连续聚合物中的聚合物粒子的分散相。偏振片可为可在一个或多个方向上通过拉伸取向的膜。可选择分散相粒子的大小和形状、分散相的体积分数、膜厚度和取向的量,以在所得的膜中获得对所需波长的电磁辐射的所需程度的漫反射和总透射。合适的漫反射聚合物线性偏振片在美国专利5,825,543 (Ouderkirk等人)和5,867,316 (Carlson等人)中有所描述。

[0085] 合适的漫反射偏振片还包括镜面反射偏振片,其中与镜面反射偏振片相邻的漫射层面向成像光源。合适的漫射层包括聚合物分散的液晶(PDLC)层。弱漫射体和镜面反射偏振片的组合可允许具有低雾度的高反射性和透射的高透明度。

[0086] 在一些实施方案中,偏振片通过拉伸PDLC层以产生漫反射聚合物线性偏振片而获得,如例如“Optomechanical Properties of Stretched Polymer Dispersed Liquid Crystal Films for Scattering Polarizer Applications”,Amimori et al., J.Appl.Phys.93,3248 (2003) (用于散射偏振片应用的拉伸聚合物分散液晶膜的光学机械特性,Amimori等人,《应用物理杂志》,第93卷,第3248页,2003年)中所述。

[0087] 在显示系统的眼镜透镜中使用漫反射偏振片的适用性使用投影仪、线性偏振片膜和漫反射偏振片来测试。漫反射偏振片是具有设置在连续聚合物内的聚合物粒子的分散相的膜,如美国专利5,825,543 (Ouderkirk等人)中所述。投影仪用于将内容透射到投影屏上。将偏振片膜放置在来自投影仪的输出的前面,并且将漫反射偏振片放置在偏振片膜和投影屏之间。以偏离法线角度观察漫反射偏振片。当线性偏振片膜的透光轴与漫反射偏振片的反射轴对准时,投射的图像在漫反射偏振片上清晰可见。当线性偏振片膜的透光轴与漫反射偏振片的透光轴对准时,投影屏上的内容通过漫反射偏振片清晰可见。这表明漫反射偏振片适合用于眼镜透镜中,以用于将来自照明器的成像光散射到观察者并且用于将环境光透射到观察者。

[0088] 在一些实施方案中,可包括设置在连续聚合物内的聚合物粒子的分散相或者可包括PDLC反射偏振片的漫反射偏振片与吸收偏振片组合。吸收偏振片可被设置为面向眼镜透镜的外表面,并且漫反射偏振片可被设置为面向眼镜透镜的内表面。漫反射偏振片提供来自照明器的光的所需散射,并且吸收偏振片防止眼镜透镜具有来自外表面的可能令人讨厌的反射。

[0089] 图11示出眼镜透镜1120,该眼镜透镜包括第一基底1170以及与第一基底1170相邻的一个或多个光学膜1172。眼镜透镜1120包括内主表面1174和相反的外主表面1176。在示

出的实施方案中,一个或多个光学膜1172不覆盖第一基底1170的全部,并且因此,内主表面1174包括一个或多个光学膜1172的主表面1175和第一基底1170的主表面的一部分。主表面1175面向眼镜透镜的内主表面1174。在其他实施方案中,一个或多个光学膜1172覆盖第一基底1170的全部或基本上全部。第一基底1170邻近与内主表面1174相反的一个或多个光学膜1172。

[0090] 图12示出眼镜透镜1220,该眼镜透镜包括第一基底1270、第二基底1271,以及设置在第一基底1270和第二基底1271之间的一个或多个光学膜1272。眼镜透镜1220包括内主表面1274和相反的外主表面1276。一个或多个光学膜1272包括面向眼镜透镜1220的内主表面1274的主表面1275。第一基底1270邻近与内主表面1274相反的一个或多个光学膜1272,并且第二基底1271邻近与第一基底1270相反的一个或多个光学膜1272。

[0091] 一个或多个光学膜1172或1272可为漫反射线性偏振片,或者可为可包括一个或多个膜或层的漫反射圆偏振片。入射在主表面1175或1275上的具有第一偏振的光由漫反射圆偏振片漫反射。一个或多个光学膜可包括四分之一波长层和线性偏振片。线性偏振片可为反射线性偏振片、吸收线性偏振片、或反射线性偏振片和吸收线性偏振片的组合。图13A示出示例性的一个或多个光学膜1372,其包括四分之一波长层1381,与四分之一波长层1381相邻的反射线性偏振片1383以及与四分之一波长层1381相反的邻近反射线性偏振片1383的偏振片1385。反射线性偏振片1383可为漫反射线性偏振片以使得一个或多个光学膜1372为漫反射圆偏振片。一个或多个光学膜1372可设置在眼镜透镜中,使得四分之一波长层1381面向眼镜透镜的内主表面,并且偏振片1385面向眼镜透镜的外主表面。偏振片1385可为吸收线性偏振片并且可被包括在内以使得眼镜透镜对于眼镜透镜外的观察者来说看起来暗而不是发亮。偏振片1385可包括一个或多个反射偏振片以及一个或多个吸收偏振片。这在图13B中示出,其示出包括吸收偏振片1386和与吸收偏振片1386相邻的反射偏振片1387的偏振片1385B。当用于眼镜透镜中时,反射偏振片1387邻近与眼镜透镜的外主表面相反的吸收偏振片1386。换句话讲,吸收偏振片1386面向眼镜透镜的外主表面。反射偏振片1387可为包括交替的双折射聚合物层的多层双折射聚合物光学膜。

[0092] 在一些实施方案中,包含在眼镜透镜中的一个或多个光学膜可以不是邻接的,而是可以由透镜基底分离,如图14所示。图14示出眼镜透镜1420的剖视图,该眼镜透镜包括基底1470、第一组一个或多个光学膜1472和第二组一个或多个光学膜1473。眼镜透镜1420包括内主表面1474和与内主表面1474相反的外主表面1476,该内主表面被配置为在佩戴时面向使用者。在一些实施方案中,一个或多个光学膜1472包括与外主表面1476相反的邻近基底1470的漫反射线性偏振片并且包括与基底1470相反的邻近漫反射线性偏振片的四分之一波长层。在一些实施方案中,一个或多个光学膜1473包括与内主表面1474相反的邻近基底1470的吸收线性偏振片。在一些实施方案中,一个或多个光学膜1473还包括与基底1470相反的邻近吸收线性偏振片的硬质涂膜层。

[0093] 在一些实施方案中,眼镜透镜包括反射偏振片,该反射偏振片包括将以偏离法线角度入射的光的一部分反射到基本上垂直于眼镜透镜的方向的结构。该结构可为微结构,并且可包括如图15A所示的菲涅耳透镜,或者可包括如图16A所示的衍射结构。在一些实施方案中,反射偏振片被形成(热成形)为使得反射偏振片被结构化。在一些实施方案中,反射偏振片包括具有结构化界面的两个膜。在一些实施方案中,镜面反射偏振片可设置有随机

纹理(例如,通过火焰压花),以提供将以偏离法线角度入射的光的一部分反射到基本上垂直于眼镜透镜的方向所需的结构。纹理可浸没在透镜中(或者用于将反射偏振片附接到透镜基底的光学透明的粘合剂涂覆或填充),以便使环境视图的失真最小化。

[0094] 图15A示出被结构化(例如,微结构化)以包括菲涅耳镜1578的一个或多个光学膜1572的剖视图,该菲涅耳镜可为二维菲涅耳结构(例如,圆形菲涅耳镜),或者可为沿某个方向延伸的线性元件。一个或多个光学膜1572可包括可为多层光学膜的反射偏振片。反射偏振片可为镜面反射偏振片或漫反射偏振片。反射偏振片可为陷波反射偏振片。菲涅耳镜1578可通过使反射偏振片热成形而制成。反射偏振片反射具有第一偏振的光并且透射具有第二偏振的光。具有第一偏振并入射在反射偏振片上的光沿由菲涅耳镜1578确定的非镜面方向反射。具有第二偏振并入射在反射偏振片上的光透射通过反射偏振片,而不受菲涅耳镜1578的显著影响。

[0095] 一个或多个光学膜1572可包括在具有内表面和外表面的眼镜透镜中。眼镜透镜可包括与内表面相反的邻近一个或多个光学膜1572的第一基底,并且可包括与第一基底相反的邻近一个或多个光学膜1572的第二基底。第一基底和第二基底可使用光学透明的粘合剂附接到一个或多个光学膜1572。光学透明的粘合剂可填充由菲涅耳镜提供的结构,并且这可减少环境视图的失真。

[0096] 在一些实施方案中,一个或多个光学膜1572包括反射圆偏振片,该反射圆偏振片可包括四分之一波长层以及与眼镜透镜的内表面相反的邻近四分之一波长层的线性偏振片。在一些实施方案中,一个或多个光学膜1572包括结构化线性反射偏振片,该结构化线性反射偏振片包括菲涅耳镜1578、与眼镜透镜的内表面相反的邻近线性反射偏振片的吸收偏振片,以及与反射偏振片相反的邻近吸收偏振片的四分之一波长层。四分之一波长层和/或吸收偏振片层可与线性反射偏振片一起热成形,使得所有层被结构化(例如,一个或多个光学膜1372可被热成形(或以其他方式形成)以产生一个或多个光学膜1572)。另选地,线性反射偏振片可被结构化,而四分之一波长层和吸收偏振片中的一者或两者为与线性反射偏振片相邻设置的非结构化层。

[0097] 图15B示出以偏离法线角度 θ 入射在一个或多个光学膜1572的结构化表面上的光束1534。偏离法线角度 θ 可在约10度或约20度至约70度或约80度的范围内。光束1534的至少一部分被反射到基本上垂直于眼镜透镜的方向中。法线方向1590示于图15B中。

[0098] 在一些实施方案中,在基底上提供浸没的微结构,该基底填充有平坦化材料并且使微结构平坦化,该浸没的微结构可为具有棱镜沿着其延伸的轴线或方向的线性棱镜,或者可为菲涅耳透镜。如果菲涅耳透镜用作微结构,则菲涅耳透镜可为二维菲涅耳结构(例如,圆形菲涅耳透镜),或者可为沿着轴线延伸的线性元件。在一些实施方案中,微结构(例如,线性棱镜)可被金属涂覆以形成散射线栅偏振片,如别处所述。这可增加透镜的散射效率。微结构的形状可被优化以将光从照明器提供的入射角朝向佩戴具有包含微结构的透镜的眼镜的人的眼睛散射。基底可为双折射的,并且平面化材料可沿着微结构的轴线折射率匹配。在一些实施方案中,具有第一偏振的光(例如,来自照射器的光)被微结构散射,而具有可正交于第一偏振的第二偏振的光(例如,环境光)将穿过而不从微结构散射。

[0099] 图16A-图16B分别示出一个或多个光学膜1672的剖视图和前视图,该光学膜包括第一可选光学膜1681,其可为四分之一波长层;具有微结构1678的微结构化层1677,其可包

括衍射特征结构;平坦化层1686;以及第二可选光学膜1685,其可为吸收偏振片。一个或多个光学膜1672可包括在眼镜透镜中,其平坦化层1686面向眼镜透镜的内表面。眼镜透镜可包括与眼镜透镜的内表面相反的邻近一个或多个光学膜1672的第一基底,并且可包括与第一基底相反的邻近一个或多个光学膜1672的第二基底。第一基底和第二基底可使用光学透明的粘合剂附接到一个或多个光学膜1672。

[0100] 微结构化层1677可为双折射层并且平坦化层1686可在微结构1678沿着其延伸的方向1679上折射率匹配。微结构化层1677可通过例如挤出和拉伸聚酯层来形成。另选地,微结构化层1677可通过机加工双折射聚合物层而制成。平坦化层1686可通过用可辐射固化树脂涂覆微结构层,然后固化树脂来形成。平坦化层1686和微结构化层1677形成反射偏振片1683。入射在反射偏振片1683上并且具有使得电场不沿着方向1679的偏振的光将被散射并且至少部分地由反射偏振片1683反射。入射在反射偏振片1683上并且具有使得电场基本上沿着方向1679的偏振的光将通过反射偏振片1683而基本上不被散射。

[0101] 在图16A-图16B中,微结构化层1677被示意性地示为在微结构1678之间具有单个间距,但是应当理解,微结构化层1677可包括具有多于一个间距的衍射特征结构。在一些实施方案中,微结构化层1677包括具有三个不同间距的衍射特征结构或微结构1678,一个间距用于由照明器产生的红色、绿色和蓝色光中的每种。具有多个间距的衍射特征结构可在单个层中,或者各自具有单个间距的多个层可堆叠在一起以提供在多个不同带中的散射。

[0102] 图16C示出以偏离法线角度 θ 入射在一个或多个光学膜1672C(对应于一个或多个光学膜1672,没有任选的光学膜1681和1685)的微结构化表面上的光束1634。偏离法线角度 θ 可在别处所述的范围内。例如,偏离法线角度 θ 可在约10度至约80度的范围内。光束1634被反射到基本上垂直于包括一个或多个光学膜1672C的眼镜透镜的方向。法线方向1690示于图16C中。法线方向1690垂直于一个或多个光学膜1672的主体形状,并且不一定垂直于单独微结构。微结构1678可为衍射特征结构,该衍射特征结构被选择为使得来自微结构1678的光束1634的衍射在基本上垂直于结合有一个或多个光学膜1672C的眼镜透镜的方向上产生反射峰。

[0103] 在一些实施方案中,提供了眼镜透镜,其在对应于由照明器产生的波长的窄波长带中反射。窄反射带的示例示于图18中。在一些实施方案中,眼镜透镜包括含有被选择为在窄波长带中反射的纳米粒子的膜或涂层。合适的纳米粒子包括银纳米粒子和二氧化硅芯银壳纳米粒子,如“Transparent displays enabled by resonant nanoparticle scattering”,Hsu et al.,Nat. Commun. 5:3152doi:10.1038/ncomms4152(2014)(由共振纳米粒子散射实现的透明显示,Hsu等人,《自然通讯》,第5卷,第3152页,doi:10.1038/ncomms4152,2014年)中所述。可选择几何形状(直径和/或壳厚度)以产生所需反射带。来自包含此类纳米粒子的膜的反射是漫射的,使得以非垂直角度入射在膜上的光的一部分被散射到基本上法线方向。反射带的FWHM带宽可小于约150nm,或小于约120nm,或小于约100nm,或小于约75nm。反射带的FWHM带宽可大于约20nm或大于约30nm。

[0104] 适用于含纳米粒子层中的纳米粒子1705示于图17中。纳米粒子1705包括芯1707,其可为二氧化硅芯;并且包括壳1709,其可为金属壳诸如银壳。芯1707的半径可在约1nm至约40nm的范围内,并且壳厚度可在约5nm至约40nm的范围内。在一些实施方案中,纳米粒子包括在第一反射带中提供反射的第一多个纳米粒子,在不同于第一反射带的第二反射带中

提供反射的第二多个纳米粒子,以及在不同于第一反射带和第二反射带的第三反射带中提供反射的第三多个纳米粒子。在一些实施方案中,第一反射带、第二反射带和第三反射带中的每个的FWHM带宽小于约150nm,或小于约120nm,或小于约100nm,或小于约75nm。

[0105] 本发明的眼镜透镜可包括偏振选择性滤光片(例如,在别处描述的偏振片)并且/或者可包括颜色选择性滤光片(例如,窄带散射层,诸如具有纳米粒子的适当分布的层或具有如在别处描述的适当衍射图案的一个或多个层)。在一些实施方案中,眼镜透镜可包括偏振选择性和颜色选择性的一个或多个滤光片(例如,如别处所述的陷波反射偏振片)。

[0106] 本发明的接触透镜或眼镜透镜中的任一者可包括设置在接触透镜或眼镜透镜的至少一个层中的光致变色材料。此类层可通过将光致变色化合物涂覆到接触透镜或眼镜透镜的另一层的表面上来形成。另选地,包含光致变色化合物的纳米粒子可被结合有包含在接触透镜或眼镜透镜中的膜或涂层中。合适的纳米粒子和涂层在美国专利申请公布2014/0128608 (Endle等人) 和2013/0001830 (Endle等人) 中有所描述。

[0107] 在一些实施方案中,显示系统可包括用于右眼的第一照明器、第一眼镜透镜和第一接触透镜,以及用于左眼的第二照明器、第二眼镜透镜和第二接触透镜。通过向每只眼睛提供略微不同的图像,这样的显示系统可用于向观察者提供三维(3-D)图像。

[0108] 在一些实施方案中,眼镜透镜包括设置在透镜的层中的多个量子点。当用来自照明器的成像光照射时,量子点可用于产生漫射成像光。漫射成像光的一部分入射在接触透镜的第一区域上,并且可由接触透镜聚焦到佩戴接触透镜的人的视网膜上。在一些实施方案中,照明器产生蓝光或紫外光,所述光被量子点下转换到可见光范围内的波长。在一些实施方案中,显示的图像是单色的。在一些实施方案中,照明器在一个、两个、三个、四个或更多个带中产生光,并且对于每个带存在包括在眼镜透镜中的对应多个量子点。在一些实施方案中,在第一波长带中提供发射的第一多个量子点被包括在眼镜透镜的第一层中,并且在不同于第一波长带的第二波长带中提供发射的第二多个量子点被包括在第一层中,或与第一层相邻设置的第二层中。在任何数量的不同带中提供发射的任何数量的不同多个量子点可结合有眼镜透镜的任何数量的层中。在一些实施方案中,量子点在一个或多个不同的、非重叠的波长带中提供发射,每个波长带具有小于约60nm或小于约50nm的带宽。

[0109] 以下为根据本发明的一些方面的示例性实施方案的列表。

[0110] 项目1.一种显示系统,包括:

[0111] 具有第一区域和与第一区域相邻的第二区域的接触透镜;

[0112] 具有面向接触透镜的内表面并且具有与内表面相反的外表面的眼镜透镜;以及

[0113] 被配置为产生指向眼镜透镜的内表面的成像光输出的照明器,

[0114] 其中眼镜透镜靠近接触透镜并且靠近照明器设置,使得由照明器产生的第一成像光线入射在内表面上并且由眼镜透镜反射到第一区域,第一区域被配置为透射第一成像光线,第二区域被配置为反射或吸收由照明器产生并从眼镜透镜反射的第二成像光线,眼镜透镜被配置为将入射在外表面上的环境光线透射到第二区域,并且第二区域被配置为透射环境光线。

[0115] 项目2.项目1的显示系统,其中第二区域被配置为基于偏振、光谱或两者来区分环境光和成像光。

[0116] 项目3.项目1的显示系统,其中成像光输出是圆偏振的。

- [0117] 项目4.项目1的显示系统,其中成像光输出是线性偏振的。
- [0118] 项目5.项目1的显示系统,其中眼镜透镜包括与眼镜透镜的基底相邻的偏振片。
- [0119] 项目6.项目5的显示系统,其中偏振片包括反射偏振片。
- [0120] 项目7.项目6的显示系统,其中偏振片包括与反射偏振片相邻的吸收偏振片,其中吸收偏振片面向外表面。
- [0121] 项目8.项目6的显示系统,其中反射偏振片是陷波反射偏振片。
- [0122] 项目9.项目6的显示系统,其中反射偏振片是线性反射偏振片。
- [0123] 项目10.项目6的显示系统,其中反射偏振片是反射圆偏振片。
- [0124] 项目11.项目10的显示系统,其中反射圆偏振片包括与眼镜透镜的主表面相邻的线性反射偏振片和与主表面相反的邻近线性反射偏振片的四分之一波长层。
- [0125] 项目12.项目11的显示系统,其中线性反射偏振片是漫反射聚合物线性偏振片。
- [0126] 项目13.项目1的显示系统,其中第一区域包括设置成聚焦来自照明器的光的光学元件。
- [0127] 项目14.项目13的显示系统,其中接触透镜包括聚合物基底并且光学元件嵌入聚合物基底中。
- [0128] 项目15.项目1的显示系统,其中第一区域或第二区域包括偏振片。
- [0129] 项目16.项目15的显示系统,其中偏振片包括反射偏振片。
- [0130] 项目17.项目16的显示系统,其中偏振片包括与反射偏振片相邻的吸收偏振片,其中吸收偏振片面向眼镜透镜。
- [0131] 项目18.项目16的显示系统,其中反射偏振片是线性反射偏振片。
- [0132] 项目19.项目18的显示系统,其中偏振片还包括面向眼镜透镜的四分之一波长层,以及与眼镜透镜相反的邻近四分之一波长层的吸收偏振片,并且线性反射偏振片邻近与四分之一波长层相反的吸收偏振片。
- [0133] 项目20.项目16的显示系统,其中反射偏振片是陷波反射偏振片。
- [0134] 项目21.项目1的显示系统,其中第一区域或第二区域包括多层双折射聚合物光学膜。
- [0135] 项目22.项目21的显示系统,其中多层双折射聚合物光学膜是微穿孔的。
- [0136] 项目23.项目1的显示系统,其中第一区域或第二区域包括具有交替双折射聚合物层的反射偏振片并且包括与反射偏振片相邻且面向眼镜透镜的吸收偏振片。
- [0137] 项目24.项目1的显示系统,其中第一区域包括透射具有第一偏振的光的第一偏振片,并且第二区域包括反射或吸收具有第一偏振的光的第二偏振片,第一偏振片包括第一多层双折射聚合物光学膜并且第二偏振片包括第二多层双折射聚合物光学膜。
- [0138] 项目25.项目1的显示系统,其中第二区域是围绕第一区域的环形区域。
- [0139] 项目26.项目25的显示系统,其中成像光是圆偏振的,接触透镜包括在环形区域中结合有第一反射圆偏振片的接触透镜基底,并且眼镜透镜包括与眼镜透镜基底相邻的第二反射圆偏振片。
- [0140] 项目27.项目1的显示系统,其中由照明器产生的约5%至约50%的成像光输出透射穿过接触透镜。
- [0141] 项目28.一种接触透镜,包括透镜基底,该透镜基底结合有微穿孔的第一多层双折

射聚合物光学膜。

[0142] 项目29.项目28的接触透镜,其中第一多层双折射聚合物光学膜是反射偏振片。

[0143] 项目30.项目28的接触透镜,其中第一多层双折射聚合物光学膜包括陷波滤光片。

[0144] 项目31.项目28的接触透镜,其中接触透镜包括环形区域和中心区域,并且第一多层双折射聚合物光学膜设置在环形区域中并且不延伸到中心区域中。

[0145] 项目32.项目31的接触透镜,其中接触透镜包括中心区域中的第二多层双折射聚合物光学膜。

[0146] 项目33.项目28的接触透镜,其中透镜基底结合有色盲矫正光学滤光片,该色盲矫正光学滤光片包括微穿孔的第一多层双折射聚合物光学膜。

[0147] 项目34.项目33的接触透镜,其中色盲矫正光学滤光片包括设置在第一多层双折射聚合物光学膜的侧面上的吸收性品红层,该吸收性品红层选择性地吸收绿光。

[0148] 项目35.项目34的接触透镜,其中第一多层双折射聚合物光学膜在法向入射角下从420到680nm具有至少50%的平均内部透射率,并且在法向入射角下在10nm宽的波长范围内具有10%或更小的平均内部透射率,该波长范围包括550nm并且与具有60nm或更小的宽度(FWHM)的反射带相关联。

[0149] 项目36.项目28的接触透镜,其中微穿孔的第一多层双折射聚合物光学膜的总穿孔开口面积在第一多层双折射聚合物光学膜的主表面的面积的约0.1%至约10%的范围内。

[0150] 项目37.项目28的接触透镜,其中微穿孔的第一多层双折射聚合物光学膜包括直径在约10nm至约150微米范围内的孔。

[0151] 项目38.项目28的接触透镜,其中第一多层双折射聚合物光学膜包括具有光致变色材料的至少一个层。

[0152] 项目39.项目28的接触透镜,其中第一多层双折射聚合物光学膜嵌入透镜基底中。

[0153] 项目40.一种接触透镜,包括透镜基底并且具有如下部分:该部分被配置为将入射在接触透镜的该部分上的光引导到使用者的瞳孔中,所述部分包括第一区域和围绕第一区域的第二区域,其中第一区域结合有一个或多个光学元件,一个或多个光学元件不延伸到第二区域中,一个或多个光学元件包括折射率大于1.8的玻璃。

[0154] 项目41.项目40的接触透镜,其中一个或多个光学元件是单片透镜。

[0155] 项目42.项目40的接触透镜,其中一个或多个光学元件是离散单片透镜的阵列。

[0156] 项目43.项目40的接触透镜,其中一个或多个光学元件至少部分地嵌入透镜基底内。

[0157] 项目44.项目40的接触透镜,其中一个或多个光学元件包括多层双折射聚合物光学膜。

[0158] 项目45.项目40的接触透镜,其中一个或多个光学元件包括反射偏振片。

[0159] 项目46.项目40的接触透镜,其中一个或多个光学元件包括多层双折射聚合物反射偏振片以及与多层双折射聚合物反射偏振片相邻并且面向接触透镜的外表面的吸收偏振片。

[0160] 项目47.项目40的接触透镜,其中第二区域结合有多层双折射聚合物光学膜。

[0161] 项目48.项目47的接触透镜,其中多层双折射聚合物光学膜是反射偏振片。

[0162] 项目49.项目48的接触透镜,其中第二区域结合有与反射偏振片相邻的四分之一波长层。

[0163] 项目50.项目48的接触透镜,其中多层双折射聚合物光学膜包括一组交替的双折射聚合物层并且包括与该组交替的双折射聚合物层相邻的吸收偏振片。

[0164] 项目51.项目40的接触透镜,其中第二区域结合有透射具有第一偏振的光并且反射具有第二偏振的光的第一反射偏振片,并且一个或多个光学元件包括透射具有第二偏振的光并且反射具有第一偏振的光的第二反射偏振片。

[0165] 项目52.一种接触透镜,包括第一区域和与第一区域相邻的第二区域,其中第一区域不是简单地连接,并且第一区域由第二区域界定,或者第二区域由第一区域界定,并且第二区域结合有跨越第二区域的至少一个光学膜,至少一个光学膜不延伸到第一区域中。

[0166] 项目53.项目52的接触透镜,其中第一区域包括由第二区域围绕的多个离散区。

[0167] 项目54.项目52的接触透镜,其中第一区域包括具有外部边界的连续区域,并且第二区域的至少一个断开部分设置在外边界内。

[0168] 项目55.项目52的接触透镜,其中至少一个光学膜包括多层双折射聚合物光学膜。

[0169] 项目56.项目52的接触透镜,其中第一区域包括与至少一个光学膜不同的第一光学膜。

[0170] 项目57.项目52的接触透镜,其中至少一个光学膜包括被配置为透射具有第一偏振的光的第一反射偏振片。

[0171] 项目58.项目57的接触透镜,其中第一区域包括被配置为反射或吸收具有第一偏振的光的第二偏振片。

[0172] 项目59.项目52的接触透镜,其中至少一个光学膜包括多层双折射聚合物反射偏振片并且第一区域是基本上光学透明的。

[0173] 项目60.项目52的接触透镜,其中至少一个光学膜包括多个层,至少一个层包含光致变色材料。

[0174] 项目61.项目52的接触透镜,其中至少一个光学膜包括微穿孔多层双折射聚合物光学膜。

[0175] 项目62.一种接触透镜,包括第一区域和与第一区域不同的第二区域,其中第一区域结合有第一多层双折射聚合物光学膜,并且第二区域结合有与第一多层双折射聚合物光学膜不同的第二多层双折射聚合物光学膜。

[0176] 项目63.项目62的接触透镜,其中第一多层双折射聚合物光学膜是反射具有第一偏振的光的第一反射偏振片。

[0177] 项目64.项目63的接触透镜,其中第二多层双折射聚合物光学膜是透射具有第一偏振的光的第二反射偏振片。

[0178] 项目65.项目63的接触透镜,其中第一偏振是圆偏振。

[0179] 项目66.项目63的接触透镜,其中第一偏振是线性偏振。

[0180] 项目67.项目62的接触透镜,其中第二区域是围绕第一区域的环形形状的区域。

[0181] 项目68.项目62的接触透镜,其中第一多层双折射聚合物光学膜和第二多层双折射聚合物光学膜中的至少一者是微穿孔的。

[0182] 项目69.一种接触透镜,包括第一区域和第二区域并且结合有多层光学膜,该多层

光学膜具有连续延伸穿过第一区域和第二区域的多个层,其中在第一区域中,多个层提供第一反射特性,并且在第二区域中,多个层提供与第一反射特性不同的第二反射特性。

[0183] 项目70.项目69的接触透镜,其中多个层包括布置成光学重复单元的微层的至少一个堆叠,每个光学重复单元包括在第二区域中是双折射的并且在第一区域中是较小双折射或单折射的第一微层。

[0184] 项目71.项目69的接触透镜,其中多层光学膜透射入射在第二区域上的具有第一偏振态的光,反射入射到第二区域的具有第二偏振态的光,并且透射入射在第一区域上的具有第一偏振态或第二偏振态的光。

[0185] 项目72.项目69的接触透镜,其中第二区域是围绕第一区域的环形区域。

[0186] 项目73.项目69的接触透镜,其中第一区域不是简单地连接,并且第一区域由第二区域界定,或者第二区域由第一区域界定。

[0187] 项目74.项目69的接触透镜,其中多层光学膜是微穿孔的。

[0188] 项目75.一种眼镜透镜,包括反射偏振片,其中眼镜透镜具有被配置成面向使用者的内表面和与内表面相反的外表面,并且反射偏振片包括微结构,该微结构被配置为将在约10度至约80度范围内的偏离法线角度入射在眼镜透镜的内表面上的光的至少一部分反射到基本上垂直于眼镜透镜的方向。

[0189] 项目76.项目75的眼镜透镜,其中微结构包括衍射特征结构或菲涅耳镜。

[0190] 项目77.项目75的眼镜透镜,其中反射偏振片是反射圆偏振片。

[0191] 项目78.项目77的眼镜透镜,其中反射圆偏振片包括四分之一波长层以及与内表面相反的邻近四分之一波长层的第一线性偏振片。

[0192] 项目79.项目75的眼镜透镜,还包括与内表面相反的邻近反射偏振片的吸收偏振片。

[0193] 项目80.项目75的眼镜透镜,还包括与内表面相反的邻近反射偏振片的第一基底。

[0194] 项目81.项目80的眼镜透镜,还包括与第一基底相反的邻近反射偏振片的第二基底。

[0195] 项目82.项目75的眼镜透镜,还包括设置在眼镜透镜的至少一个层中的光致变色材料。

[0196] 项目83.一种眼镜透镜,包括漫反射圆偏振片,其中眼镜透镜具有被配置为面向使用者的内主表面以及与内主表面相反的外主表面,并且漫反射圆偏振片漫反射入射在内主表面上的具有第一圆偏振的光。

[0197] 项目84.项目83的眼镜透镜,其中漫反射圆偏振片包括线性反射偏振片以及与外主表面相反的邻近线性反射偏振片的四分之一波长层。

[0198] 项目85.项目84的眼镜透镜,其中线性反射偏振片是漫反射聚合物线性偏振片。

[0199] 项目86.项目83的眼镜透镜,还包括与内表面相反的邻近漫反射圆偏振片的第一基底。

[0200] 项目87.项目86的眼镜透镜,还包括与第一基底相反的邻近漫反射圆偏振片的第二基底。

[0201] 项目88.项目83的眼镜透镜,还包括与内主表面相反的邻近漫反射圆偏振片的线性偏振片。

- [0202] 项目89.项目88的眼镜透镜,其中线性偏振片包括吸收偏振片。
- [0203] 项目90.项目89的眼镜透镜,其中线性偏振片包括与外主表面相反的邻近吸收偏振片的反射偏振片,该反射偏振片包括交替双折射聚合物层。
- [0204] 项目91.项目83的眼镜透镜,还包括设置在眼镜透镜的至少一个层中的光致变色材料。
- [0205] 项目92.一种眼镜透镜,包括结合有提供波长选择性反射的纳米粒子的层,该波长选择性反射包括具有小于约150nm的FWHM带宽的第一反射带。
- [0206] 项目93.项目92的眼镜透镜,其中纳米粒子是银或包括银壳。
- [0207] 项目94.项目92的眼镜透镜,其中纳米粒子包括在第一反射带中提供反射的第一多个纳米粒子,在不同于第一反射带的第二反射带中提供反射的第二多个纳米粒子,以及在不同于第一反射带和第二反射带的第三反射带中提供反射的第三多个纳米粒子。
- [0208] 项目95.一种结合有陷波反射偏振片的接触透镜。
- [0209] 项目96.项目95的接触透镜,其中陷波反射偏振片反射处于具有不大于约60nm的FWHM带宽的第一反射带中的具有第一偏振的光。
- [0210] 项目97.项目96的接触透镜,其中陷波反射偏振片反射处于具有不大于约60nm的FWHM带宽的第二反射带中的具有第一偏振的光,第二反射带不与第一反射带重叠。
- [0211] 项目98.项目97的接触透镜,其中陷波反射偏振片反射处于具有不大于约60nm的FWHM带宽的第三反射带中的具有第一偏振的光,第三反射带不与第一反射带或第二反射带重叠。
- [0212] 项目99.项目95的接触透镜,其中陷波反射偏振片包括多层双折射聚合物膜。
- [0213] 项目100.项目95的接触透镜,其中接触透镜包括具有第一区域和与第一区域相邻的第二区域的基底,并且基底结合有第二区域中的陷波反射偏振片,该陷波反射偏振片不延伸到第一区域中。
- [0214] 项目101.一种结合有陷波反射偏振片的接触透镜。
- [0215] 项目102.项目101的眼镜透镜,其中陷波反射偏振片反射处于具有不大于约60nm的FWHM带宽的第一反射带中的具有第一偏振的光。
- [0216] 项目103.项目102的眼镜透镜,其中陷波反射偏振片反射处于具有不大于约60nm的FWHM带宽的第二反射带中的具有第一偏振的光,第二反射带不与第一反射带重叠。
- [0217] 项目104.项目103的眼镜透镜,其中陷波反射偏振片反射处于具有不大于约60nm的FWHM带宽的第三反射带中的具有第一偏振的光,第三反射带不与第一反射带或第二反射带重叠。
- [0218] 项目105.项目103的眼镜透镜,其中陷波反射偏振片包括多层双折射聚合物膜。
- [0219] 项目106.项目101的眼镜透镜,其中陷波反射偏振片包括微结构。
- [0220] 项目107.一种眼镜透镜,包括结合有被配置为在第一波长带中提供发射的第一多个量子点的层。
- [0221] 项目108.项目107的眼镜透镜,其中第一波长带具有小于约50nm的带宽。
- [0222] 项目109.项目107的眼镜透镜,其中层结合有被配置为在与第一波长带不同的第二波长带中提供发射的第二多个量子点。
- [0223] 项目110.项目109的眼镜透镜,其中第一波长带具有小于约50nm的第一带宽,并且

第二波长带具有小于约50nm的第二带宽,并且第一波长带和第二波长带不重叠。

[0224] 虽然本文已经举例说明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,在不脱离本公开的范围的情况下,可用多种另选和/或等同形式的具体实施来代替所示出的和所描述的具体实施方案。本专利申请旨在涵盖本文所讨论的具体实施方案的任何调整或变型。因此,本公开旨在仅受权利要求书及其等同形式的内容限制。

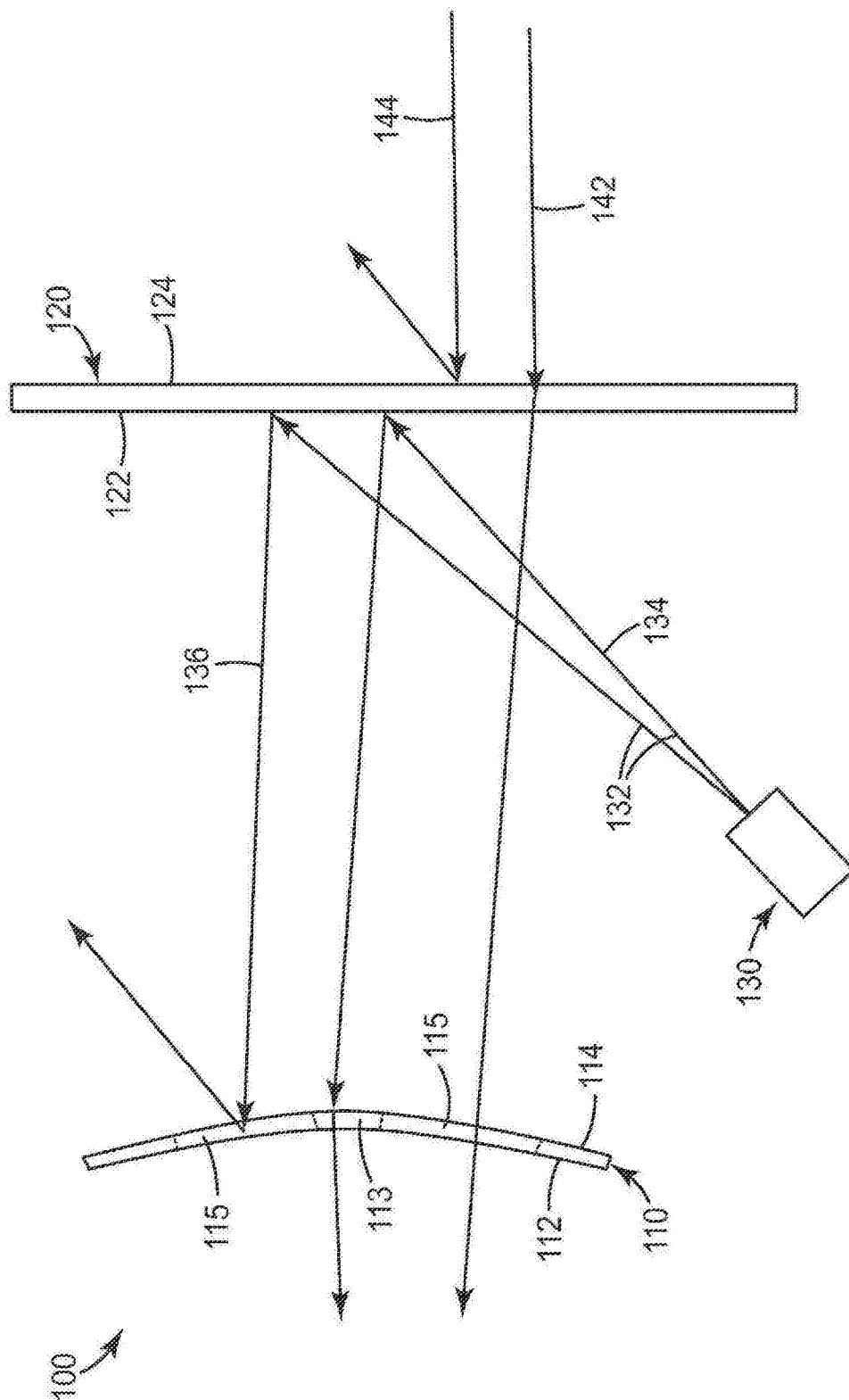


图1A

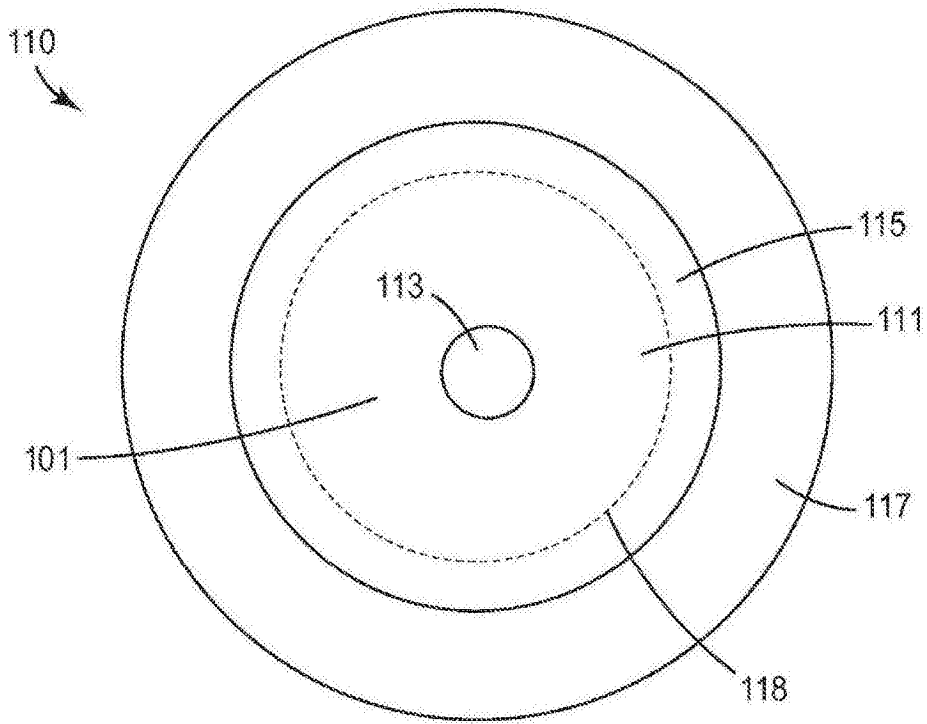


图1B

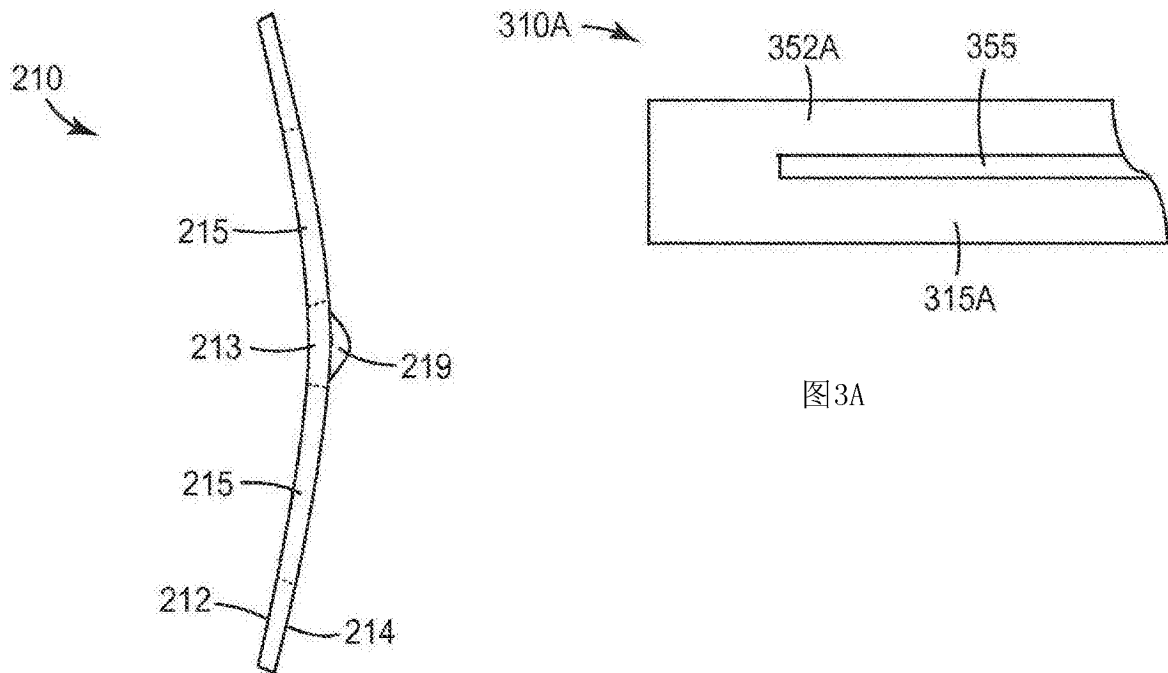


图3A

图2

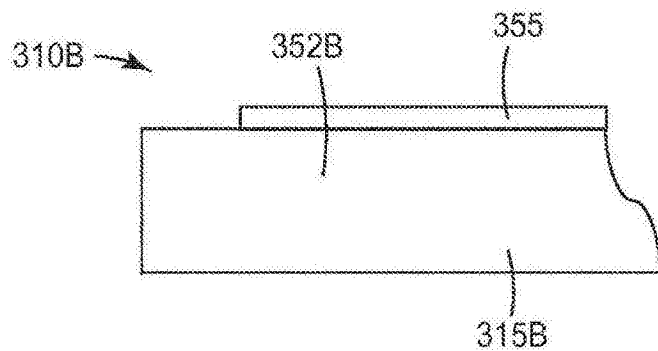


图3B

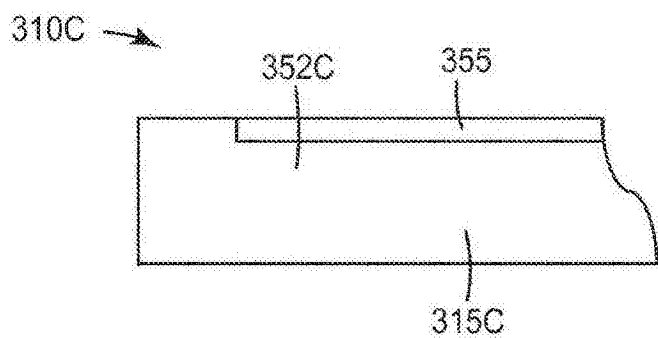


图3C

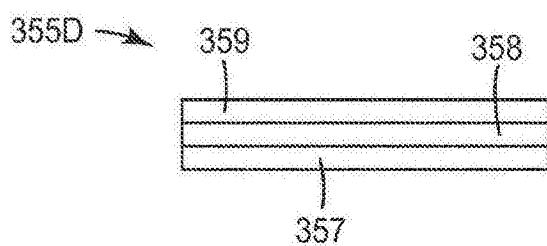


图3D

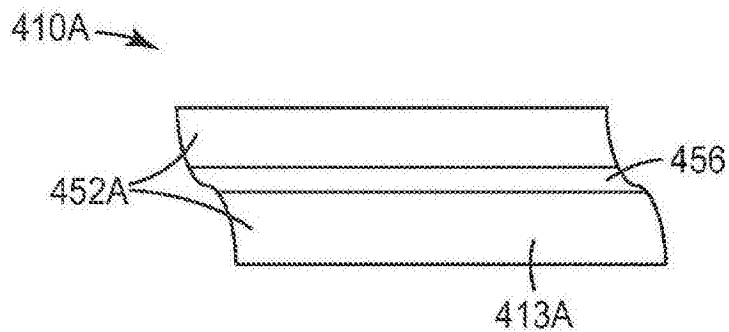


图4A

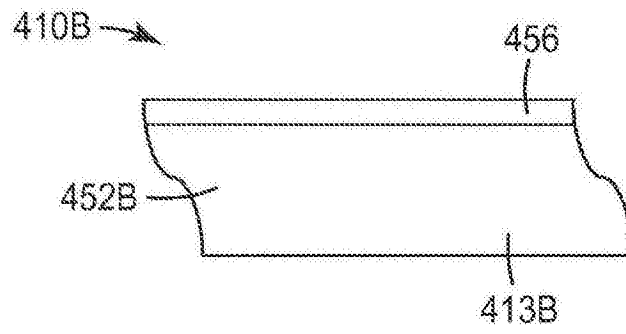


图4B

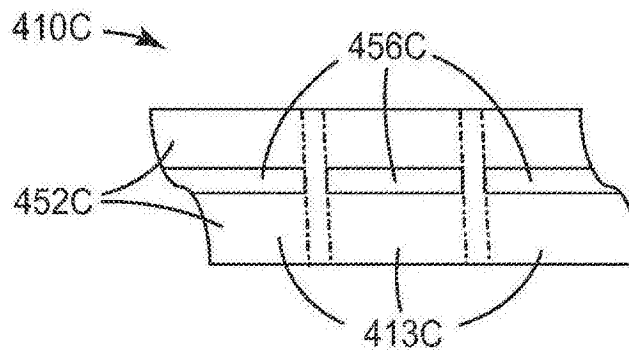


图4C

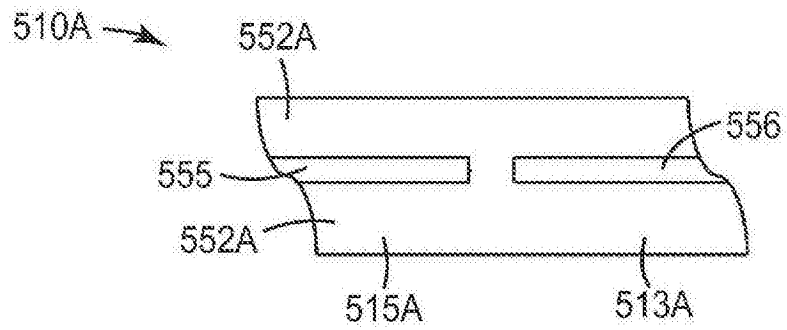


图5A

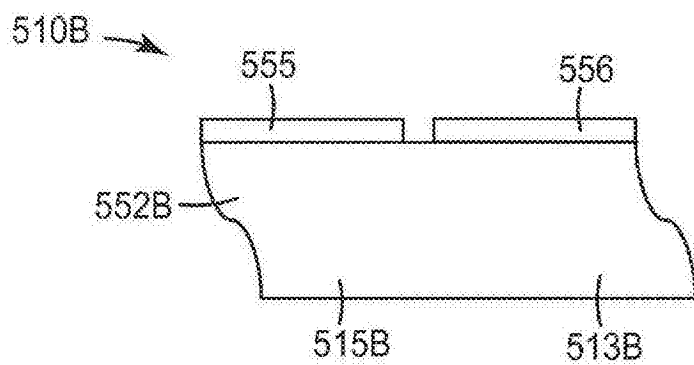


图5B

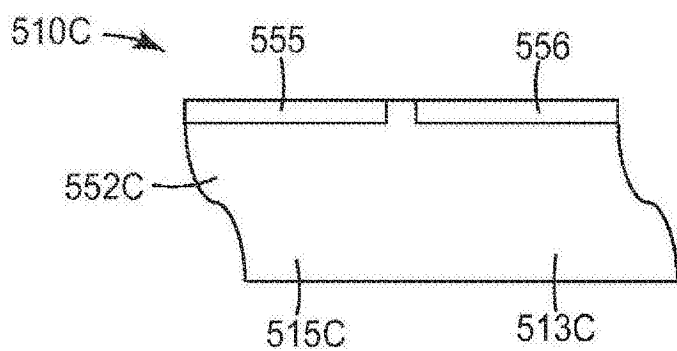


图5C

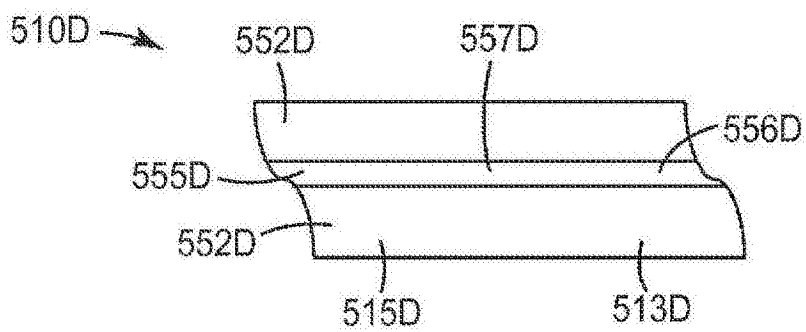


图5D

557E →

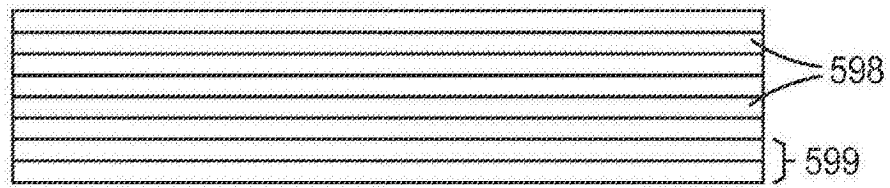


图5E

610A →

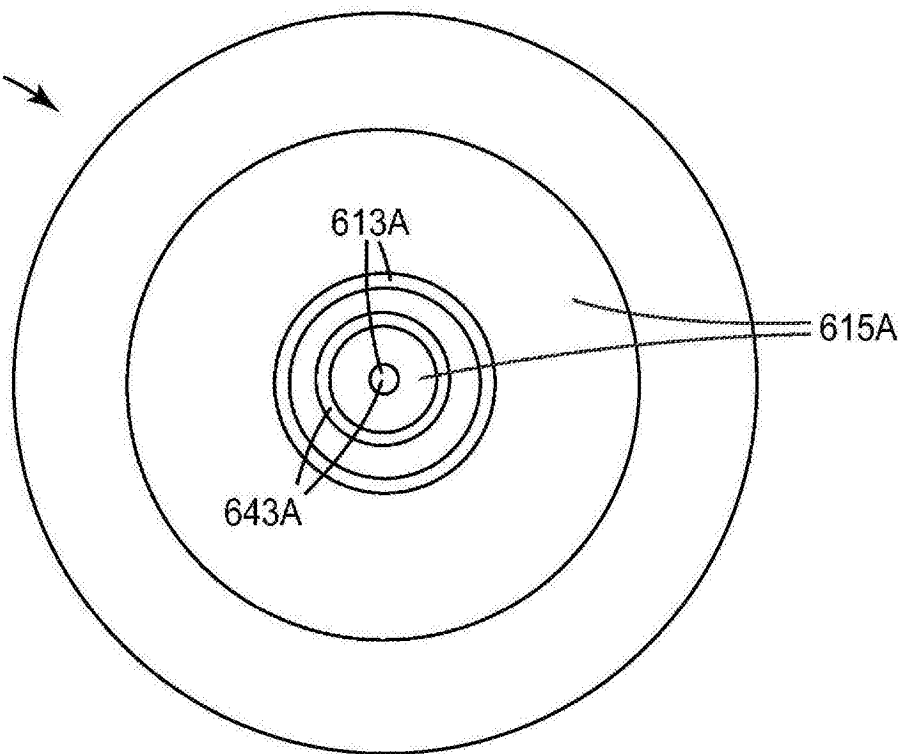


图6A

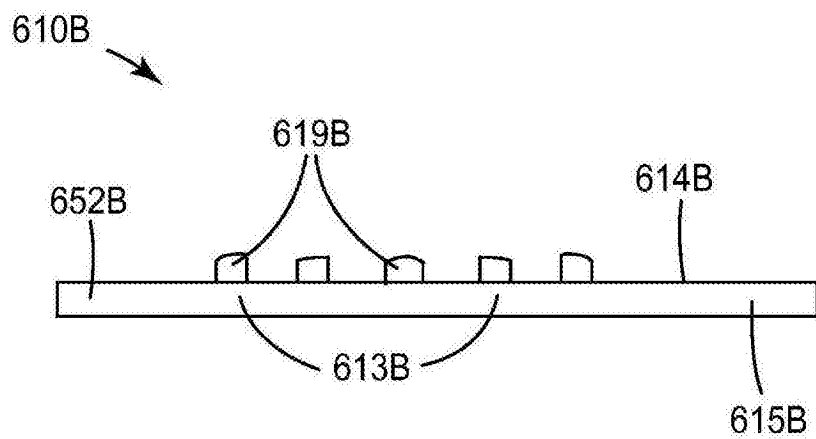


图6B

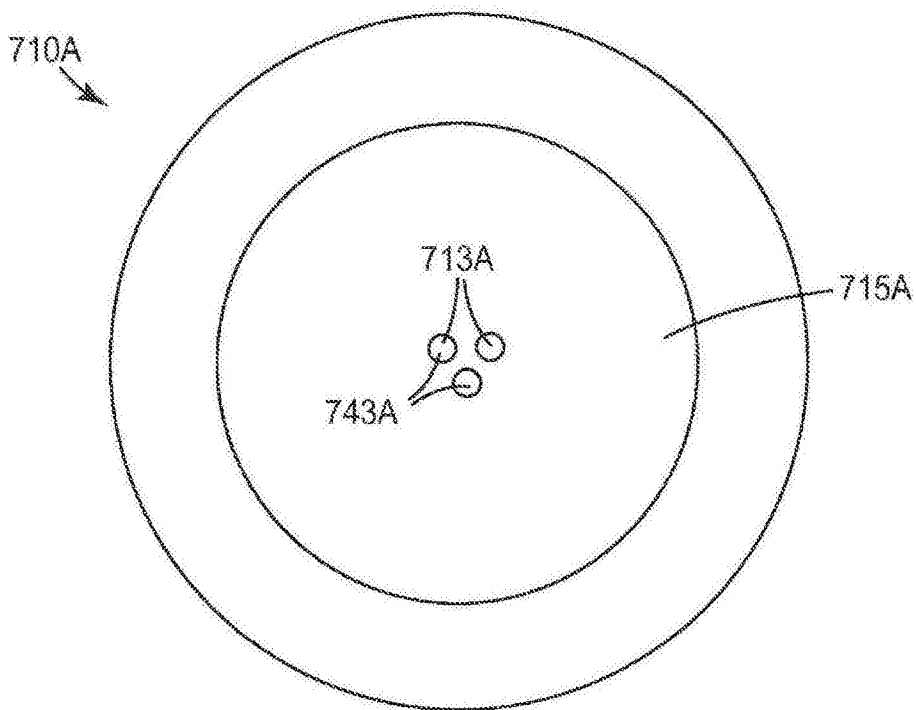


图7A

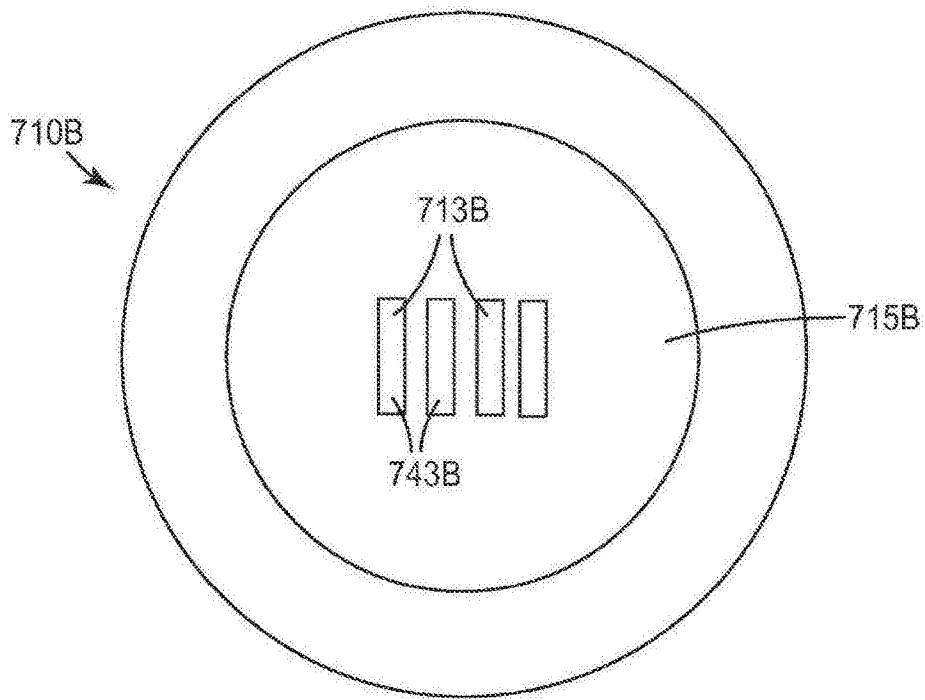


图7B

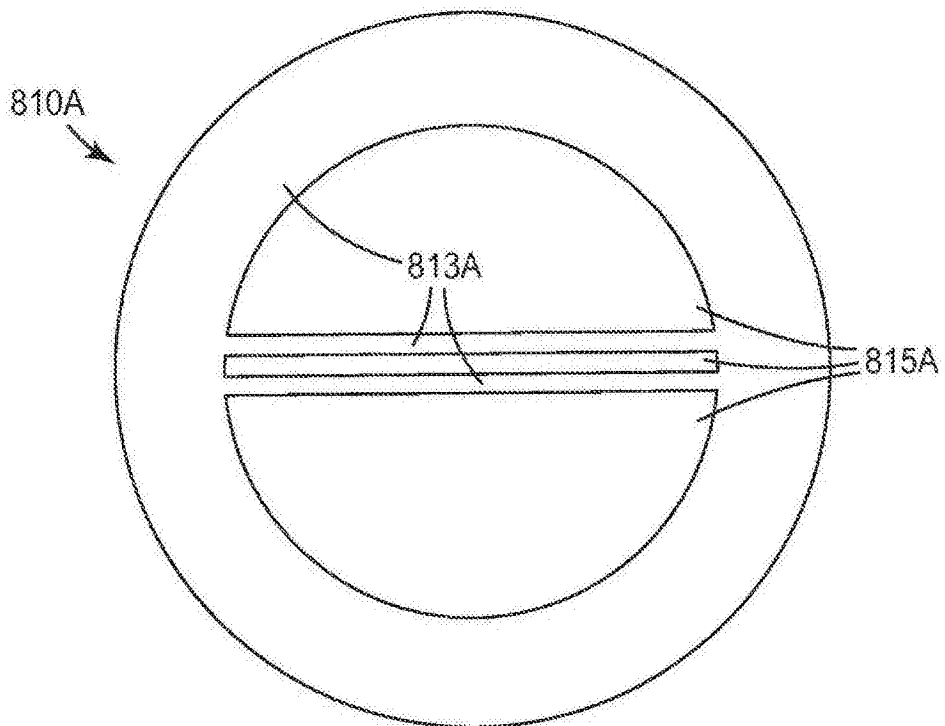


图8A

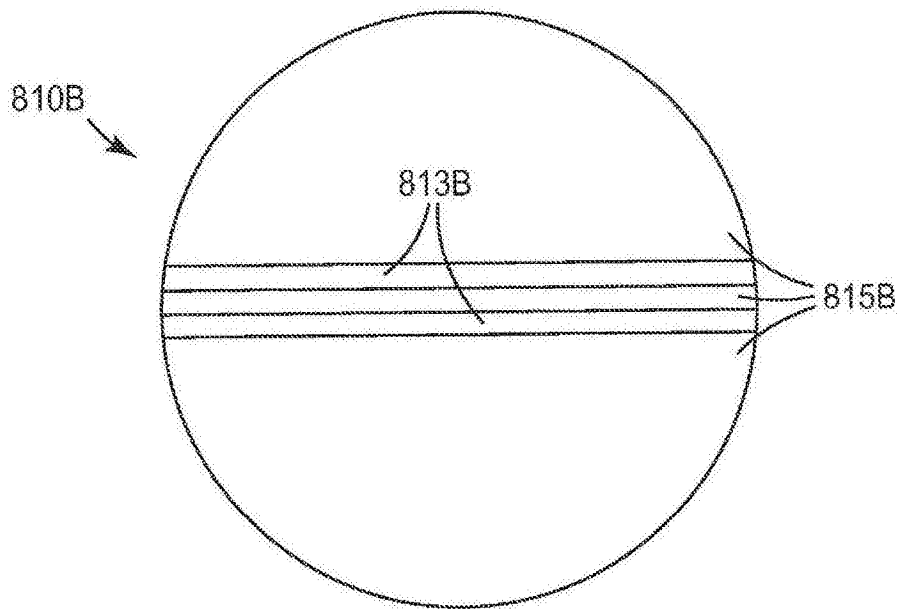


图8B

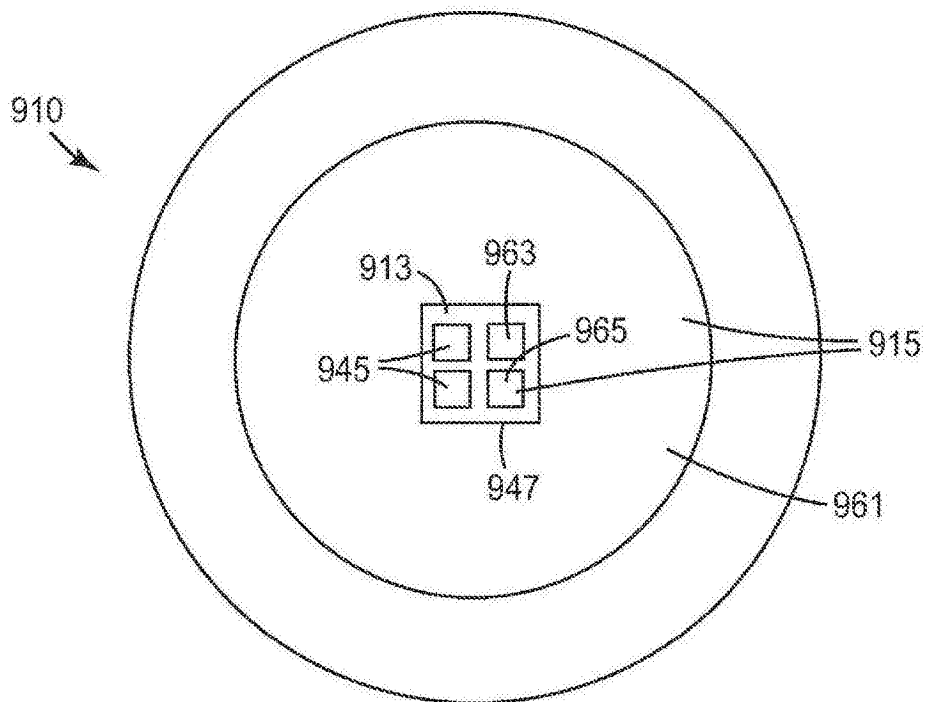


图9

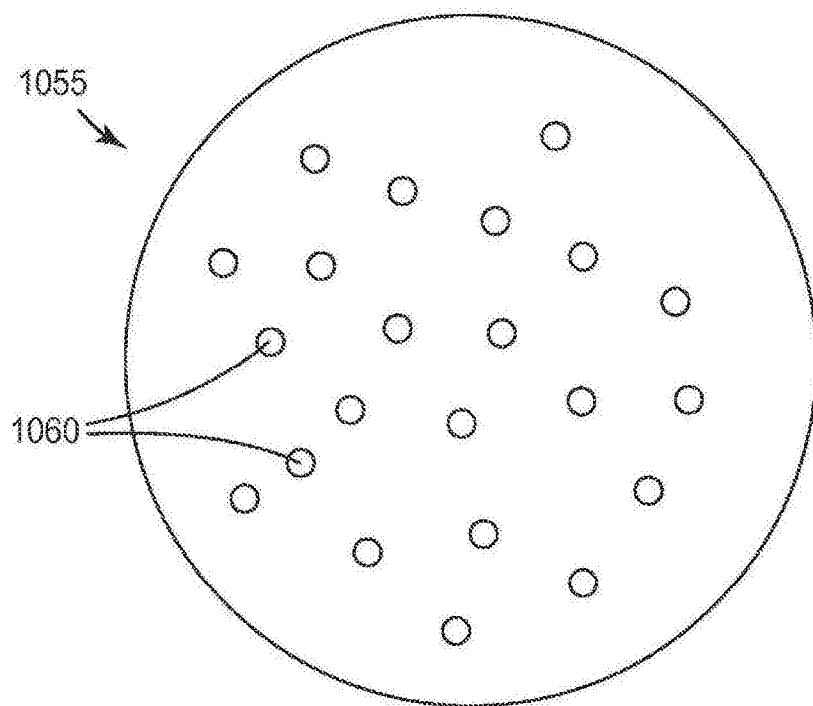


图10

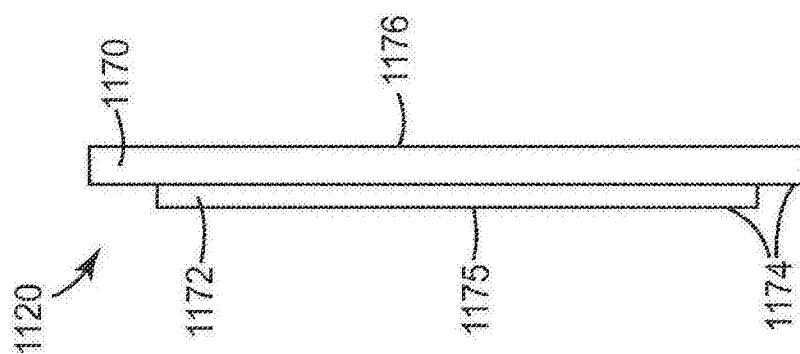


图11

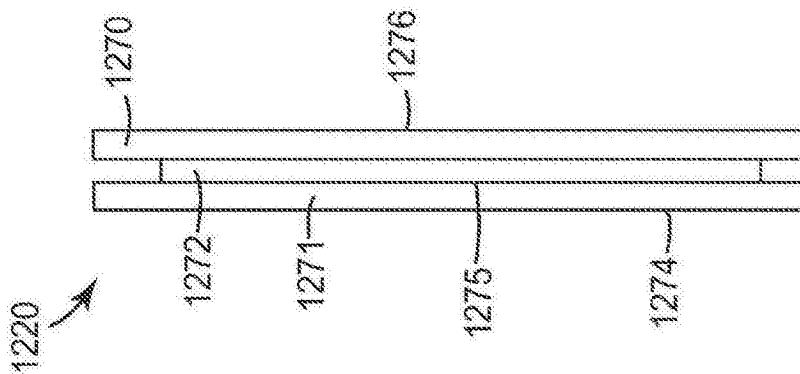


图12

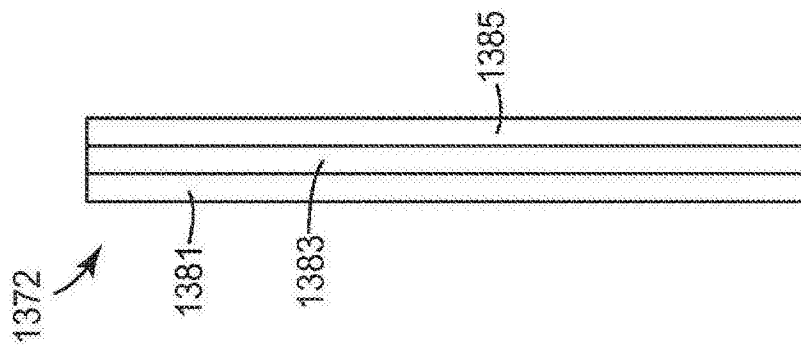


图13A

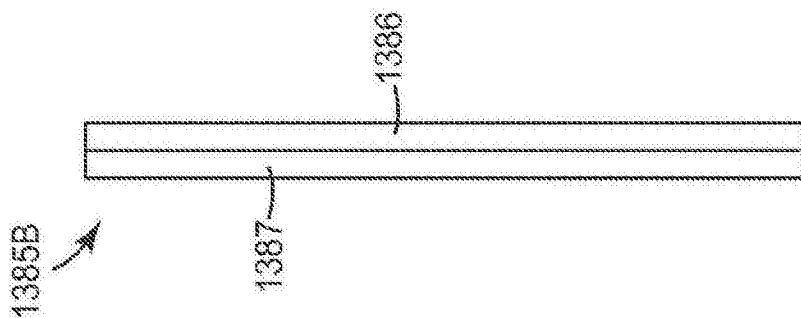


图13B

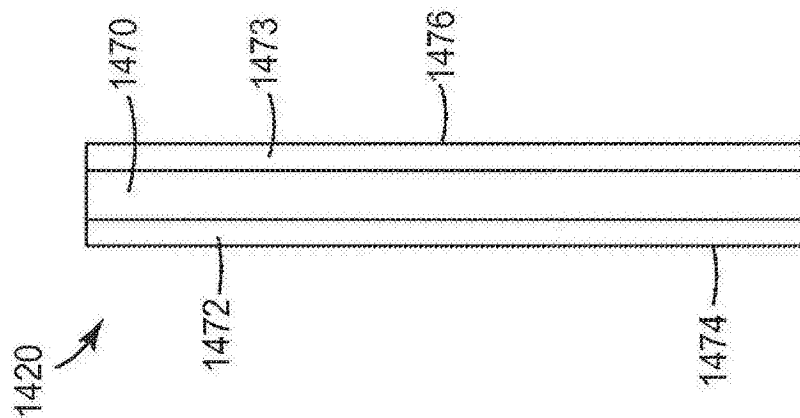


图14

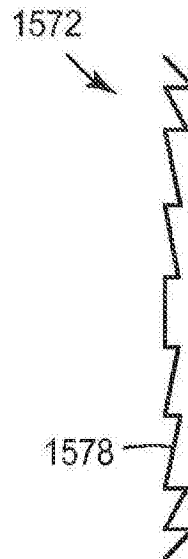


图15A

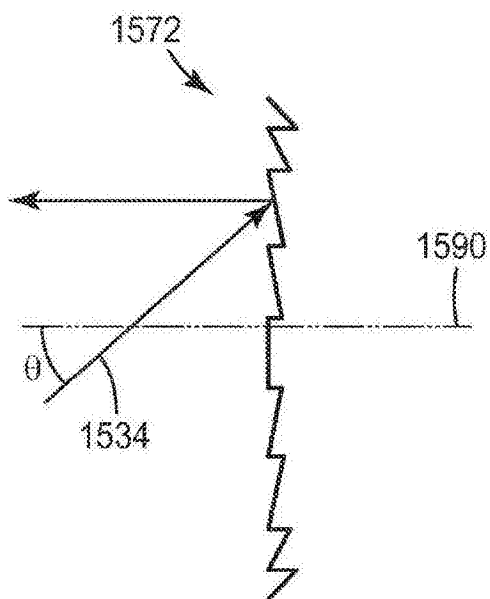


图15B

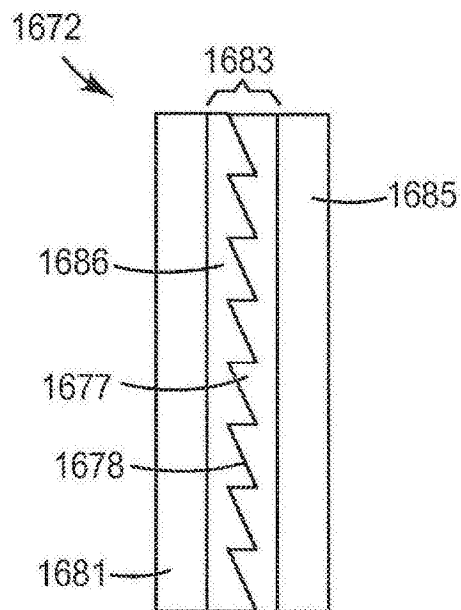


图16A

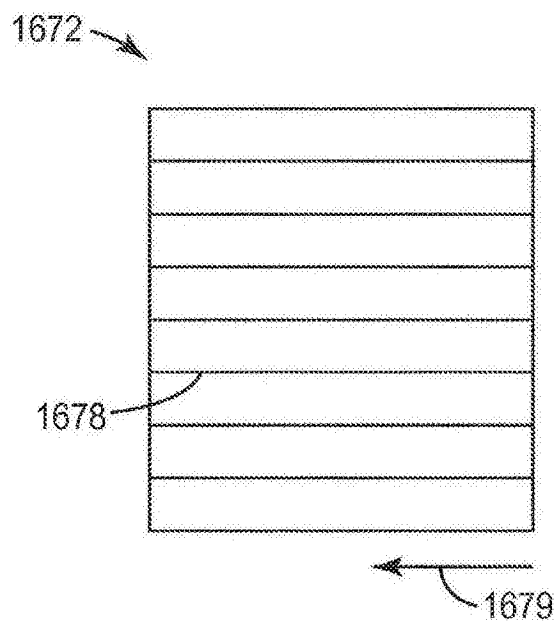


图16B

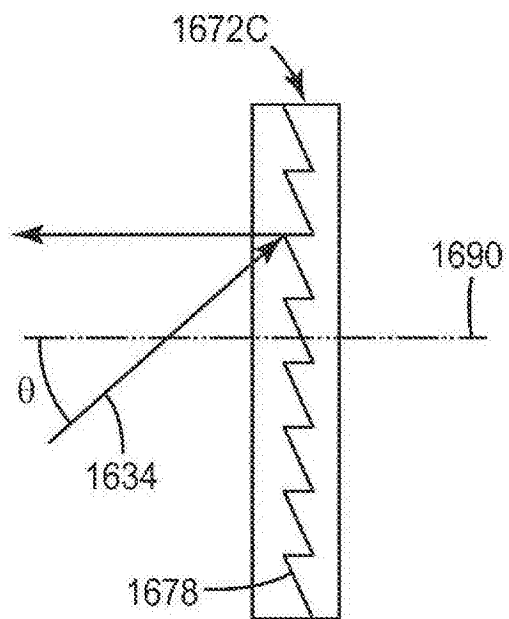


图16C

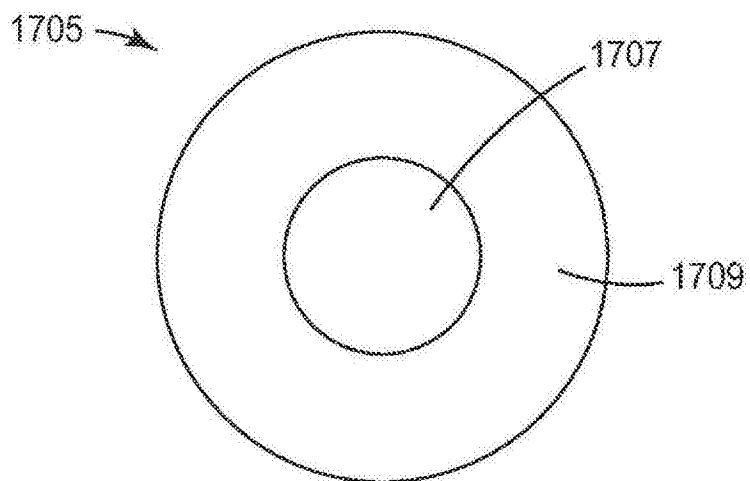


图17

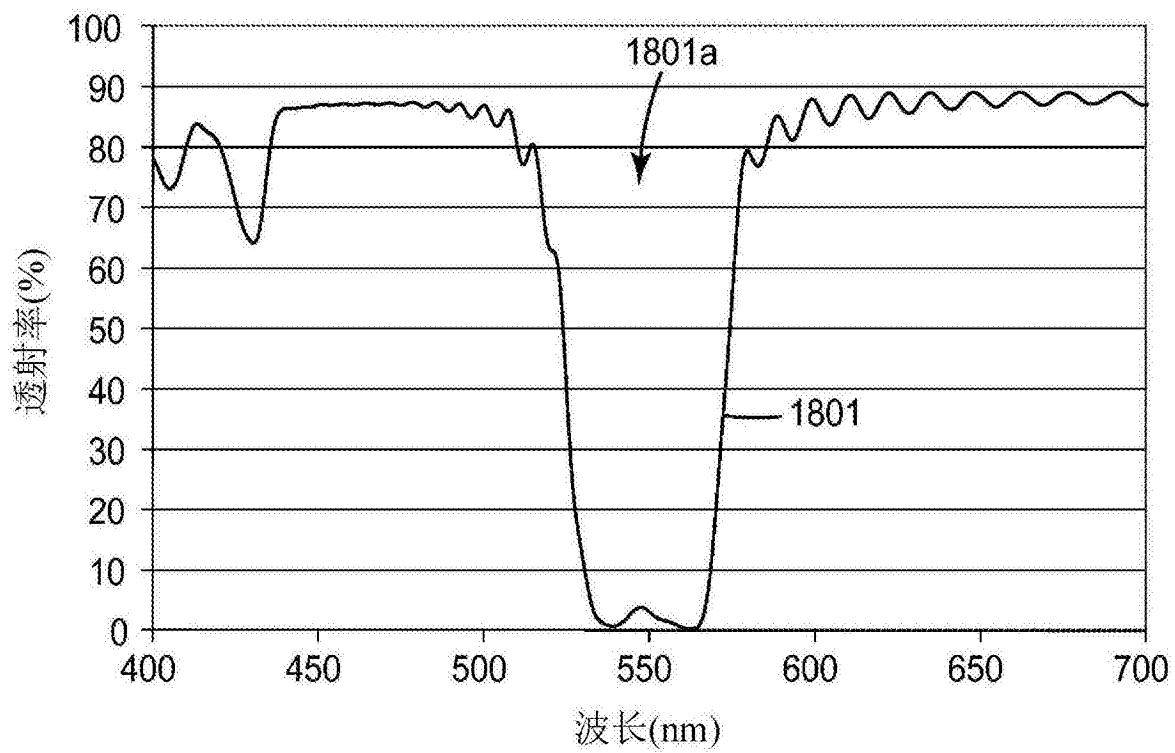


图18