(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 110383123 B
(45)授权公告日 2022.05.27

(21)申请号 201880016559.X
(22)申请日 2018.02.26
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110383123 A
(43)申请公布日 2019.10.25
(30)优先权数据
62/467,712 2017.03.06 US
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2019.09.06
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/IB2018/051186 2018.02.26
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2018/163009 EN 2018.09.13
(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 亚当·D·哈格
蒂莫西·J·内维特
卡尔·A·斯托弗
安德鲁·J·欧德科克
罗伯特·D·泰勒 杨朝晖
(74)专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理有限公司 11112
专利代理师 顾红霞 李赛
(51)Int.Cl.
G02B 5/30(2006.01)
G02B 27/28(2006.01)
G02F 1/1335(2006.01)
(56)对比文件
CN 106062597 A,2016.10.26
US 2009079909 A1,2009.03.26
WO 9701774 A1,1997.01.16
审查员 黎代维

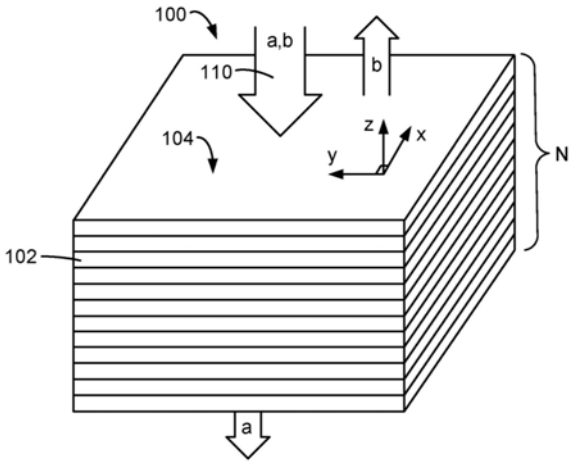
权利要求书2页 说明书44页 附图11页

(54)发明名称

高对比度光学膜和包括该光学膜的设备

(57)摘要

本发明公开了包括多个干涉层的光学膜。每个干涉层主要通过光学干涉来反射或透射光。干涉层的总数小于约1000。对于在预定波长范围内的基本上法向入射的光,所述多个干涉层具有对第一偏振态的大于约85%的平均光学透射率、对正交的第二偏振态的大于约80%的平均光学反射率、以及对所述第二偏振态的小于约0.2%的平均光学透射率。



CN 110383123 B

1.一种光学膜,包括:

多个干涉层,每个干涉层主要通过光学干涉来反射或透射光,所述干涉层的总数小于约1000,使得对于在预定波长范围内的基本上法向入射的光,所述多个干涉层具有对第一偏振态的大于约95%的平均光学透射率、对正交的第二偏振态的大于约80%的平均光学反射率、以及对所述第二偏振态的小于约0.2%的平均光学透射率。

2.一种光学膜,所述光学膜包括多个干涉层,每个干涉层主要通过光学干涉来反射或透射光,所述干涉层的总数小于约1000,使得对于在预定波长范围内的基本上法向入射的光,所述光学膜具有对第一偏振态的平均光学透射率T_a和平均光学反射率R_a、以及对正交的第二偏振态的平均光学透射率T_b和平均光学反射率R_b,T_b/R_b小于约0.002并且R_a/T_a小于约0.17,其中T_a大于约95%。

3.一种光学膜,包括:

N个顺序编号的层,N是大于200且小于1000的整数,每层具有小于约200nm的平均厚度,应用于层厚度分布的最佳拟合回归作为拟合曲线,所述层厚度分布将每层的厚度绘制为层编号的函数,其中所述拟合曲线在从第一层延伸到第N层的区域中的平均斜率小于约0.2nm/层,使得对于在预定波长范围内的基本上法向入射的光,所述光学膜具有对第一偏振态的大于约95%的平均光学透射率以及对正交的第二偏振态的大于约80%的平均光学反射率。

4.一种光学膜,包括:

从一到N顺序编号的多个层,其中N是大于50且小于1000的整数,所述光学膜透射在预定波长范围内具有第一偏振态的光的至少95%并且反射在所述预定波长范围内具有正交的第二偏振态的光的至少80%,应用于所述光学膜的作为层编号的函数的层厚度的最佳拟合回归是拟合曲线,使得在从第一层延伸到第N层的区域中,所述拟合曲线的最大斜率和最小斜率之间的差小于约0.70nm/层,其中对由25至50个相邻层组成的任何群组分别计算所述最大斜率和所述最小斜率。

5.一种光学膜,所述光学膜透射在预定波长范围内具有第一偏振态的光的至少95%并且反射在所述预定波长范围内具有正交的第二偏振态的光的至少80%,所述光学膜包括:

N个层的叠堆,其中N是大于50且小于1000的整数,使得对于所述N个层的叠堆中的由顺序排列的层组成的多个不重叠群组,每个群组中的所述层从一到m编号,m大于25,对于每个不重叠群组,应用于所述群组的作为层编号的函数的层厚度的最佳拟合回归是拟合曲线,其中在从所述群组中的第一层延伸到所述群组中的第m层的区域中,所述拟合曲线具有平均斜率,使得所述拟合曲线在所述多个不重叠群组中的所述平均斜率之间的最大差小于0.70nm/层。

6.根据权利要求1所述的光学膜,其中所述预定波长范围是约400nm至约700nm的可见光范围。

7.根据权利要求1所述的光学膜,其中所述基本上法向入射的光以小于约10度的入射角入射。

8.根据权利要求2所述的光学膜,其中所述预定波长范围是约400nm至约700nm的可见光范围。

9.根据权利要求2所述的光学膜,其中所述基本上法向入射的光以小于约10度的入射

角入射。

10.根据权利要求2所述的光学膜,其中T_b/R_b小于约0.001并且R_a/T_a小于约0.14。

11.根据权利要求3所述的光学膜,其中所述预定波长范围是约400nm至约700nm的可见光范围。

12.根据权利要求3所述的光学膜,其中所述基本上法向入射的光以小于约10度的入射角入射。

13.根据权利要求4所述的光学膜,其中所述预定波长范围是约400nm至约700nm的可见光范围。

14.根据权利要求5所述的光学膜,其中所述预定波长范围是约400nm至约700nm的可见光范围。

高对比度光学膜和包括该光学膜的设备

技术领域

[0001] 本发明涉及一种反射偏振膜,其可用于液晶显示器中。

背景技术

[0002] 光学显示器广泛用于膝上型计算机、手持式计算器、数字手表等等。熟悉的液晶显示器(LCD)是此类光学显示器的常见示例。在LCD显示器中,液晶的部分通过应用电场来使它们的光学状态改变。这一过程生成显示信息的“像素”所需的对比度。在一些示例中,LCD显示器可以包括各种光学膜(包括反射偏振器)的组合以改变显器组件的光性质。

[0003] 可以基于照明类型对LCD显示器进行分类。“反射型”显示器被从“前面”进入显示器的环境光照亮。通常,拉绒铝反射器放置在LCD组件“后面”。另一个常见的示例是在环境光强度不足以观察的应用中结合用于反射拉绒铝表面的“背光”组件。典型的背光组件包括光学腔和灯或产生光的其他结构。预期在环境光和背光条件两者下观看的显示器称为“透射反射型”。透射反射型显示器的一个问题是典型的背光源不如传统的拉绒铝表面那样有效。另外,背光源趋于使光的偏振随机化并进一步减少可用于照亮LCD显示器的光量。因此,向LCD显示器添加背光源通常使得显示器当在环境光下观看时不那么明亮。

发明内容

[0004] 在一些示例中,本公开描述了一种光学膜,其包括多个干涉层,每个干涉层主要通过光学干涉来反射或透射光,干涉层的总数小于约1000,使得对于在预定波长范围内的基本上法向入射的光,所述多个干涉层对第一偏振态的大于约85%的平均光学透射率、对正交的第二偏振态的大于约80%的平均光学反射率、以及对第二偏振态的小于约0.2%的平均光学透射率。

[0005] 在一些示例中,本公开描述了一种光学膜,其包括多个干涉层,每个干涉层主要通过光学干涉来反射或透射光,干涉层的总数小于约1000,使得对于在预定波长范围内的基本上法向入射的光,光学膜具有对第一偏振态(a)的平均光学透射率(T_a)和平均光学反射率(R_a)、以及对正交的第二偏振态(b)的平均光学透射率(T_b)和平均光学反射率(R_b),T_b/R_b小于约0.002并且R_a/T_a小于约0.17。

[0006] 在一些示例中,本发明描述了一种光学膜,其包括(N)个顺序编号的层,(N)是大于200且小于1000的整数,每层的平均厚度小于约200nm,应用于层厚度分布的最佳拟合回归作为拟合曲线,其将每层的厚度绘制为层编号的函数,其中拟合曲线在从第一层延伸到第(N)层的区域中的平均斜率小于约0.2nm/层,使得对于在预定波长范围内的基本上法向入射的光,光学膜对第一偏振态的大于约85%的平均光学透射率以及对正交的第二偏振态的大于约80%的平均光学反射率。

[0007] 在一些示例中,本公开描述了一种光学膜,其包括(N)个顺序编号的层,(N)是大于200的整数,层的少于10%具有大于约200nm的厚度,应用于该光学膜的层厚度(作为层编号的函数)的最佳拟合回归是拟合曲线,该拟合曲线在从第一层延伸到第(N)层的区域中的平

均斜率小于约0.2nm。

[0008] 在一些示例中，本公开描述了一种光学膜，其包括从一到(N)顺序编号的多个层，其中(N)是大于50且小于1000的整数，该光学膜透射在预定波长范围内具有第一偏振态的光的至少80％并且反射在预定波长范围内具有正交的第二偏振态的光的至少80％，应用于该光学膜的层厚度(作为层编号的函数)的最佳拟合回归是拟合曲线，使得在从第一层延伸到第(N)层的区域中，拟合曲线的最大斜率和最小斜率之间的差小于约0.70nm/层，其中对由25至50个相邻层组成的任何群组分别计算最大斜率和最小斜率。

[0009] 在一些示例中，本公开描述了一种光学膜，其透射在预定波长范围内具有第一偏振态的光的至少80％并且反射在预定波长范围内具有正交的第二偏振态的光的至少80％，该光学膜包括(N)个层的叠堆，其中(N)是大于50且小于1000的整数，使得对于该(N)层叠堆中的由顺序排列的层组成的多个不重叠群组，每个群组中的层具有从一到(m)的编号，(m)大于25，对于每个不重叠群组，应用于该群组的层厚度(作为层编号的函数)的最佳拟合回归是拟合曲线，其中在从该群组中的第一层延伸到该群组中的第(m)层的区域中，该拟合曲线具有平均斜率，使得拟合曲线在这多个不重叠群组中的平均斜率之间的最大差小于0.70nm/层。

[0010] 在一些示例中，本公开描述了一种光学膜，其包括多个交替的第一层和第二层，每个第一层和每个第二层主要通过光学干涉来反射或透射光，第一层和第二层中的每一者的总数小于400且大于100，对于每对相邻的第一层和第二层：在第一层的平面中，第一层沿x方向具有最大折射率$n1_x$，第二层沿x方向具有折射率$n2_x$，$n1_x$和$n2_x$之间的差值大于约0.24，并且第一层的x方向的最大角度范围小于约2度。

[0011] 在一些示例中，本公开描述了一种光学膜，其包括多个交替的较高折射率和较低折射率干涉层，每个干涉层主要通过光学干涉来反射或透射光，干涉层的总数大于300，该光学膜每干涉层屈光度大于约0.7。

[0012] 在一些示例中，本公开描述了一种光学膜，其包括多个交替的较高折射率和较低折射率干涉层，每个干涉层主要通过光学干涉来反射或透射光，这多个干涉层的每干涉层屈光度大于(-0.0012*N+1.46)，其中(N)是交替的较高折射率和较低折射率干涉层的总数，(N)大于100且小于1000。

[0013] 在一些示例中，本公开描述了一种光学膜，其包括主要通过光学干涉来反射和透射光的多个干涉层，使得对于在预定波长范围内的基本上法向入射的光，所述多个干涉层透射具有第一偏振态的光的至少80％，反射具有正交的第二偏振态的光的至少80％，并且具有大于约2.5的平均光密度，所述多个干涉层被分成多个光学叠堆，每对相邻的光学叠堆由不是主要通过光学干涉来反射或透射光的一个或多个间隔层隔开，每个光学叠堆透射在预定波长范围内具有第一偏振态的光的至少50％并反射在预定波长范围内具有第二偏振态的光的至少50％，每个光学叠堆中的干涉层顺序编号，每个光学叠堆具有将光学叠堆的厚度与干涉层编号相关联的最佳拟合线性方程，该线性方程在从叠堆中的第一个干涉层延伸到该叠堆中的最后一个干涉层的区域中具有平均斜率，线性方程在多个光学叠堆中的平均斜率之间的最大差小于约20％。

[0014] 在一些示例中，本公开描述了一种光学膜，其透射在预定波长范围内具有第一偏振态的光的至少80％并且反射在预定波长范围内具有正交的第二偏振态的光的至少80％，

该光学膜包括:不少于200个且不多于400个顺序排列的单元格,每个单元格包括较低折射率第一层和相邻的较高折射率第二层,每个单元格的较高折射率和较低折射率之间的差值大于约0.24,每个单元格的总光学厚度等于预定波长范围内的不同中心波长的一半,使得对于顺序排列的单元格中的多对相邻单元格中的至少80%的每对,相邻单元格的中心波长的差值与相邻单元格的中心波长的平均值之比小于约2%。

[0015] 在一些示例中,本公开描述了一种光学膜,其包括主要通过光学干涉来反射或透射在预定波长范围内的光的多个干涉层,干涉层的折射率之间的最大差值为Δn,应用于光学膜的层厚度(作为层编号的函数)的最佳拟合回归是拟合曲线,该拟合曲线在延伸跨过所述多个干涉层的区域中具有平均斜率K,Δn/K大于约1.2。

[0016] 在一些示例中,本公开描述了一种光学膜,其包括:(M_a)个顺序排列的第一单元格,其被优化以透射或反射在第一而非第二预定波长范围内的光,第一单元格中的每个包括第一高折射率层和第二低折射率层;以及(M_b)个顺序排列的第二单元格,其被优化以透射或反射在第二而非第一预定波长范围内的光,第二单元格中的每个包括第三高折射率层和第四低折射率层;使得:对于所述(M_a)个顺序排列的第一单元格,第一高折射率层的折射率的平均值与第二低折射率层的折射率的平均值之比乘以(M_a)大于约300,并且对于所述(M_b)个顺序排列的第二单元格,第三高折射率层的折射率的平均值与第四低折射率层的折射率的平均值之比乘以(M_b)大于约300,其中对于具有在第一和第二预定波长范围内的任何波长的以从约零度至约30度的任何入射角入射到光学膜上的光,该光学膜对第一偏振态的平均光学透射率(T_a)与该光学膜对正交的第二偏振态的平均光学透射率(T_b)之比不小于约1000:1。

[0017] 在一些示例中,本公开描述了一种显示器组件,其包括光源、液晶显示器组件,以及设置在液晶显示组件和光源之间的先前描述的光学膜中的一个。

[0018] 在一些示例中,本公开描述了一种显示器组件,其包括:光源;液晶层,该液晶层被构造为由光源照射;一个或多个增亮膜,该一个或多个增亮膜设置在光源和液晶层之间,其用于增加显示器组件的轴向亮度;和反射偏振器,该反射偏振器设置在一个或多个增亮膜和液晶层之间,并且被构造成基本上透射具有第一偏振态的光并且基本上反射具有正交的第二偏振态的光,该反射偏振器对第二偏振态的平均光学透射率小于约0.2%,其中在光源和液晶层之间没有设置吸收偏振器,并且其中该显示器组件的对比度系数是比较显示器组件的对比度系数的至少两倍,比较显示器组件具有相同结构,不同的是比较显示器组件的反射偏振器对第二偏振态的平均透射率大于约1.0%。

[0019] 在一些示例中,本公开描述了一种显示器组件,其包括:光源;液晶层,该液晶层被构造为由光源照射;一个或多个增亮膜,该一个或多个增亮膜设置在光源和液晶层之间,其用于增加显示器组件的轴向亮度;和反射偏振器,该反射偏振器设置在一个或多个增亮膜和液晶层之间,并且包括主要通过光学干涉来透射或反射光的多个干涉层,使得对于在预定波长范围内的基本上法向入射的光,所述多个干涉层透射具有第一偏振态的光的至少80%并且透射具有正交的第二偏振态的光的少于约0.2%,其中在光源和液晶层之间没有设置吸收偏振器。

[0020] 在一些示例中,本公开描述了一种包括反射偏振器和吸收偏振器的光学叠堆,所述反射偏振器包括多个干涉层,每个干涉层主要通过光学干涉来反射或透射光,对于具有

预定波长的基本上法向入射的光，所述多个干涉层对第一偏振态的大于约85％的平均光学透射率、对正交的第二偏振态的大于约80％的平均光学反射率、以及对第二偏振态的小于约0.2％的平均光学透射率；所述吸收偏振器结合到所述反射偏振器并与其基本上共同延伸，对于具有预定波长的基本上法向入射的光，吸收偏振器具有对第一偏振态的第一光学透射率、对第二偏振态的大于约50％的光学吸收率、以及对第二偏振态的第二光学透射率，第二光学透射率与第一光学透射率之比大于约0.001。

[0021] 在一些示例中，本公开描述了一种光学系统，其用于向对中在光轴上的观察者显示对象并且包括：具有非零屈光度的至少一个光学透镜；反射偏振器，其设置在光学透镜的第一主表面上并适形于该第一主表面，该反射偏振器基本上透射具有第一偏振态的光并且基本上反射具有正交的第二偏振态的光；和部分反射器，其设置在光学透镜的不同的第二主表面上并与适形于该第二主表面，该部分反射器对预定波长范围具有至少30％的平均光学反射率，使得所述光学系统对沿光轴的具有第二偏振态的入射光的平均光学透射率小于约0.1％。

[0022] 在一些示例中，本公开描述了一种偏振分束器(PBS)，其包括：第一棱镜和第二棱镜；反射偏振器，其设置在第一棱镜和第二棱镜之间并附着到第一棱镜和第二棱镜上，该反射偏振器基本上反射具有第一偏振态的偏振光并且基本上透射具有正交的第二偏振态的偏振光，使得当具有预定波长的入射光从PBS的输入侧进入PBS并在遇到反射偏振器至少一次后从PBS的输出侧退出PBS时，出射光的平均强度与入射光的平均强度之比为：当入射光具有第一偏振态时，大于约90％；当入射光具有第二偏振态时，小于约0.2％。

[0023] 在一些示例中，本公开描述了一种液晶显示器投影系统，其包括如本文所述的光学膜。

[0024] 在一些示例中，本公开描述了一种显示器组件，其包括：光源；液晶层，其被构造为由光源照射；和包括第1至126条中任一条的光学膜的反射偏振器，该反射偏振器设置在液晶层附近。

[0025] 在附图和下文的说明中将示出一个或多个示例的详情。根据具体实施方式和附图以及根据权利要求书，本发明的其他特征、目的和优点将显而易见。

附图说明

[0026] 图1是示例性光学膜，其包括具有1至(N)的顺序编号的多个干涉层。

[0027] 图2是图1的光学膜的一部分的示意性透视图，示出了交替的干涉层。

[0028] 图3是图1的光学膜的示例性厚度分布的曲线图。

[0029] 图4A示出了可以形成以表现出本文所述的一种或多种光学性质的光学膜的另一个示例。

[0030] 图4B是图4A的光学膜的示例性厚度分布的曲线图。

[0031] 图4C是图4A的光学膜的示例性厚度分布的一对曲线图。

[0032] 图5A和5B是根据本公开的示例性光学膜的代表性透射率曲线图。

[0033] 图6示出了可以形成以表现出本文所述的一种或多种光学性质的光学膜的另一个示例。

[0034] 图7是包括反射偏振器光学膜、液晶显示器组件和光源的示例性显示器组件的图。

[0035] 图8是图7的显示器组件的示例性亮度分布。

[0036] 图9是示出实施例1的层剖面的曲线图。

[0037] 图10是包括反射偏振器形式的光学膜的示例性光学系统的示意性剖视图。

[0038] 图11是包括反射偏振器形式的光学膜的示例性偏振分束器的示意性剖视图。

[0039] 图12是如本文所述的示例性反射偏振器膜与常规反射偏振器膜相比的示例性厚度分布(层厚度与层编号)的曲线图。

[0040] 图13示出了实施例7的光学膜的层厚度分布曲线图。

[0041] 图14示出了实施例6的膜在375nm至850nm波长范围内的阻光状态透射率(T_b)的曲线图。

[0042] 图15示出了与表6的对照例相比,根据本发明制备的实施例1和4的非限制性光学膜的每层屈光度与层数的关系。

具体实施方式

[0043] 本文所述的光学膜可用于显示器组件中,以在环境光下观察显示器组件时增强显示器的亮度,减小显示器组件的总厚度,或提供其它有用的优点。在一些示例中,本文所述的光学膜可用作反射偏振器,其表现出与以正交的反射偏振态透射穿过该光学膜的光相比,在所需波长范围内、在透光偏振态内透射穿过该膜的入射光的相对高对比度系数。在一些示例中,所述光学膜可以表现出至少1000:1的对比度系数,同时使用相对少量的总光学层(例如,总共不超过1000层)。在一些示例中,本文所述的光学膜的性质和构造可以提供表现出高对比度系数同时具有保持显著低的总厚度(例如,小于约100μm)的反射偏振器。

[0044] 本文所述的光学膜可以表征为具有多个光学层(例如,干涉层)的多层光学膜,所述多个光学层被构造为选择性地透射和反射在预定波长范围内的光。在一些此类示例中,所述光学膜可以用作反射偏振器或RP,其选择性地透射和反射不同偏振态的光。例如,图1是多层光学膜100的示例的示意性透视图,该多层光学膜包括沿中心轴线定位的多个干涉层102,以形成具有总共(N)个干涉层102的光学膜100。该图包括定义X、Y和Z方向的坐标系,这些方向在光学膜100的感知中参考。

[0045] 在使用期间,由入射光110所示的入射在光学膜100的主表面(例如,膜表面104)上的光可以进入光学膜100的第一层并且传播通过多个干涉层102,经历光学干涉进行的选择性反射或透射,具体取决于入射光110的偏振状态。入射光110可以包括彼此相互正交的第一偏振态(a)和第二偏振态(b)。第一偏振态(a)可以被认为是“透光”状态,而第二偏振态(b)可以被认为是“反射”状态。当入射光110传播通过多个干涉层102时,第二偏振态(b)的一部分光将被对由光学膜100反射的第二偏振态(b)求和的层反射,同时第一偏振态(a)的一部分共同通过光学膜100。

[0046] 在一些示例中,光学膜100的特征在于其对第一偏振态(a)和第二偏振态(b)的入射光110的反射率和透射率。例如,透射穿过光学膜100的预定波长的入射光110的量可以表示为第一偏振态(a)的光学透射率(T_a)和与T_a正交的第二偏振态(b)的光学透射率(T_b)的百分比。由光学膜100反射的预定波长的入射光110的量可以表示为第一偏振态(a)的光学反射率(R_a)和与T_a正交的第二偏振态(b)的光学反射率(R_b)的百分比。对于给定的光学膜,由于例如吸收引起的透射率、反射率和损耗之和对于在预定波长范围内的光将达到100%。在

本公开中，光学膜100对于在预定波长范围内的光可以具有相对低的吸光度。在一些示例中，光学膜100对入射光110的相对低的吸光度可以导致光学膜100内产生较少热量，并且导致整体更有效的反射膜。

[0047] 预定波长范围可以是任何合适的波长范围，包括例如可见光(例如，约400至700nm)、近红外(例如，约800至1300nm)、基于液晶显示器背光源的输出的范围(425至675nm)等。在一些示例中，光学膜100可以被构造为透射和反射在多于一个预定波长范围(例如，可见光和近红外)内的不同偏振态的光。例如，预定波长范围可以包括从约430nm到约465nm的第一范围，从约490nm到约555nm的第二范围，以及从约600nm到约665nm的第三范围。在一些此类示例中，光学膜100可以包括多个叠堆/分组，如下面参考图4进一步描述的，每个叠堆包括多个干涉层，其中每个叠堆/分组可以涉及不同的预定波长范围。

[0048] 在一些示例中，如下面进一步描述的，干涉层可以表征为一系列双层单元格。每个单元格的厚度可以构造成反射在预定波长范围内的目标波长。在一些示例中，单元格反射率的中心波长对应于两层单元格的光学厚度的两倍。因此，为了反射预定波长范围(例如，400至1000nm)，叠堆/分组内的单元格将具有不同的厚度以覆盖左侧波段边缘、右侧波段边缘和其间的波长。

[0049] 在一些非限制性示例中，光学膜100可包括少于约1000(N)个干涉层102，每个干涉层102主要通过光学干涉来反射或透射入射光110。虽然提供具有总共少于1000(N)个干涉层102的光学膜100作为示例，但是在一些示例中，光学膜100可以包括总共多于1000个干涉层102并且仍然获得一些所述的光学性质。在其他示例中，可能期望使用更少的总层来实现期望的光学性能，以便减小膜的总厚度，因为在可能的应用中减小显示器组件(例如，LCD显示器)的总厚度是优选的。附加地或另选地，干涉层102较少总数可以降低制造过程的复杂性，并且降低在成品光学膜中引入可变性(例如，阻光或透光状态的光谱可变性)或生产错误的可能性(例如，由于层之间的去偏振、减少的透光状态透射率等导致的阻光状态透射率增加)。在一些示例中，光学膜100可以包括总共少于900(N)个层，或者在其他层中总共少于800(N)个层。

[0050] 在一些此类示例中，使用总工少于约1000(N)个干涉层102，对于在预定波长范围内的基本上法向入射的光110，光学膜可具有对第一偏振态(a)大于约85％的平均光学透射率(T_a)、对正交的第二偏振态(b)大于约80％的平均光学反射率(R_b)，对第二偏振态(b)的小于约0.2％的平均光学透射率(T_b)。

[0051] 在一些示例中，光学膜100的特征可在于膜的光学透射率或反射率。在一些示例中，使用总共不超过1000(N)个干涉层102，对于在预定波长范围内的入射光110(例如，从空气进入光学膜100)，光学膜100对第一/透光偏振态(a)的平均光学透射率(T_a)可以大于约85％，在一些示例中大于87％，并且在一些示例中大于89％。在一些示例中，使用总共不超过1000(N)个干涉层102，对于在预定波长范围内的入射光110，光学膜100对第二/反射偏振态(b)的平均光学透射率(T_b)可以小于约0.15％，并且在一些示例中，小于0.10％。

[0052] 在一些示例中，光学膜100的特征在于通过所述多个干涉层102的光学透射率(例如，忽略与空气-膜界面处的反射相关的任何损失)。在一些示例中，使用总共少于1000(N)个干涉层102，对于在预定波长范围内的入射光110，通过多个干涉层102的第一/透光偏振态(a)的平均光学透射率(T_a)可以大于约90％，在一些示例中大于95％，并且在一些示例中

大于98％。

[0053] 光学膜100的特性和构造可以为该膜提供相对高的对比度系数。对比度系数可以被定义为对于特定波长范围以第一偏振态(a)(例如,“透光”状态)透射通过光学膜100的法向轴入射光110除以以第二正交的偏振态(b)(例如,“反射”状态)透射通过光学膜100透射的法向轴入射光110之间的比率。

[0054] 在一些示例中,光学膜100的透射和反射程度可以根据给定偏振态的透射率与反射率之比来表征。例如,对在预定波长范围内的入射光110的第一偏振态(a)的光学透射百分比与光学反射百分比的比率可以表示为(R_a/T_a),对在预定波长范围内的入射光110的第二偏振态(b)的光学透射百分比与光学反射百分比的比率可以表示为(T_b/R_b)。在一些示例中,R_a/T_a比可以相对低,例如小于约0.17,并且T_b/R_b比可以相对低,例如小于约0.002。

[0055] 在一些非限制性示例中,光学膜100包括总共(N)小于约1000个干涉层102,其主要通过光学干涉来反射或透射光,使得对于在预定波长范围内的基本上法向入射的光110,光学膜100的T_b/R_b比小于约0.002(例如,小于0.001)并且R_a/T_a小于约0.017(例如,小于0.14),其中T_a和R_a分别是对第一偏振态(a)(例如,“透光”状态)的平均光学透射率和反射率,并且T_b和R_b分别是对第二偏振态(b)(例如,“阻光”状态)的平均光学透射率和反射率,这些透射率和反射率均针对在预定波长范围内的入射光110。

[0056] 在一些示例中,光学膜100的特征可在于对第一(a)偏振态和第二(b)偏振态的光学透射百分比之间的比率。例如,表示光学膜100对第一(a)偏振态和第二(b)偏振态的光学透射率的比率T_a/T_b可以大于约425。

[0057] 附加地或另选地,光学膜100的特征在于第二(b)偏振态和第一(a)偏振态的光学反射百分比之间的比率。例如,表示光学膜100对第二(b)偏振态和第一(a)偏振态的光学反射率的比率R_b/R_a可以大于约6.7。

[0058] 在一些示例中,光学膜100的透射和反射特性可以表征为针对在预定波长范围内的入射光,其在表面104上的入射角在小于约30°的设定角内,例如小于约20°,或小于约10°,相对于表面104的法向来测量入射角,0°表示法向。例如,在一些非限制性示例中,在预定波长范围(例如,约400nm至约700nm的可见光)内以小于约10°的入射角入射在光学膜100的表面104上的光可经历对第一偏振态(a)的大于约85％的平均光学透射率(T_a)、对第二偏振态(b)的大于约80％的平均光学反射率(R_b)、以及对第二偏振态(b)的小于约0.2％的平均光学透射率(T_b)。

[0059] 在一些示例中,光学膜100的干涉层102可以包括表现出不同折射率特性的两种不同聚合物材料的交替层(例如,A和B)。例如,图2是光学膜100的一段的示意性透视图,示出了交替的干涉层102a和102b。图2包括定义X、Y和Z轴的坐标系,以帮助描述光学膜100的光学性质。

[0060] 如图2所示,光学膜100包括在整个附图和描述中被称为材料“(A)”和材料“(B)”的不同光学材料的交替层(例如,ABABA...)。如下文进一步所述,这两种不同材料的各种层可以通过挤出/层压工艺形成,其中层被一起挤出以形成粘附在一起的多个光学层102(ABABA...)。

[0061] 在一些示例中,在挤出过程中,可以拉伸光学层102以赋予膜的各种干涉特性。例如,A和B光学材料的层可以沿着一个轴(例如,X轴)拉伸(例如,以5:1的比率或6:1的比率),

并且不会沿着正交轴(例如,Y轴)明显地拉伸(1:1)。X轴被称为“拉伸”方向,而Y轴被称为“横向”方向。

[0062] 可以选择用于形成A和B层的光学材料的选择可被选择为通过拉伸过程赋予膜特定的光学特性。例如,形成光学层102b的(B)材料可具有标称折射率(例如,n2=1.64),其基本上不会被拉伸过程改变。因此,在拉伸过程之后,“B”层102b在x和y方向上的折射率($n2_x$和$n2_y$)对于这两个方向可以基本上相同。相比之下,形成光学层102a的(A)材料可具有被拉伸过程改变的折射率。例如,(A)材料的单向拉伸层102a可以在X轴或拉伸方向120上具有更高的折射率(例如,$n1_x$=1.88),并且具有与Y轴或未拉伸的方向122相关联的不同折射率(例如,$n1_y$=1.64)。由于在拉伸方向上折射率增加,包括材料(A)的层102a可以被认为是高折射率(HIR)层102a,而包括材料(B)的干涉层102b可以被认为是低折射率(LIR)层102b。在一些示例中,交替的AB层的折射率可以通过合理的材料选择和处理条件来控制。在一些示例中,层102的光学特性可以使光学膜100充当反射偏振器,其将基本上透射在相对于非拉伸轴122取向的在预定波长范围内的入射光110的第一偏振态(a)分量,同时拉伸轴120将对应于反射轴,在预定波长范围内的入射光110的第二偏振态(b)分量将在该反射轴上通过光学干涉基本上反射。

[0063] 在一些示例中,光学膜100的特征可在于交替的HIR层102a和LIR层102b之间沿拉伸轴120的折射率之间的差值(即,$\Delta n_x = n1_x - n2_x$)。在一些此类示例中,交替的HIR层102a和LIR层102b沿非拉伸轴方向122的折射率可以基本上相同,使得非拉伸轴方向122上的折射率之间的差值(即,$\Delta n_y = n1_y - n2_y$)为为0.0。在一些示例中,与具有较低Δn_x来提供相同屈光度的光学膜相比,增加HIR层102a和LIR层102b之间的Δn_x可以允许使用较少总数的干涉层来是实现对给定波长范围的偏振光的足够的透射/反射。

[0064] 优选地,每个干涉层102的拉伸轴方向将基本上对齐(例如,对齐或几乎对齐),使得每个相应层102的X轴表示用于获得每层在XY平面内的最大折射率的方向(图2)。然而,由于机器公差和干涉层102的数量,每个干涉层的拉伸轴120(例如,表示获得该层的最大折射率的方向)可以在约±2°的差异内对齐。

[0065] 在一些非限制性示例中,光学膜100可包括总共大于200且小于1000(N)的第一层102a和第二层102b,其主要通过光学干涉来反射或透射光。例如,光学膜100可包括小于400且大于100个第一层102a以及小于400且大于100个第二层102b。在一些此类示例中,对于每对相邻的第一层102a和第二层102b,这些层可以限定拉伸轴,该拉伸轴表示为该相应层获得的最大折射率的方向(例如,X轴/方向120对应于两层的折射率$n1_x$和$n2_x$)。对于主轴,第一层102a和第二层102b之间的折射率差值(例如,$\Delta n_x = n1_x - n2_x$)可以大于约0.24。在一些此类示例中,第一光学层102a和第二光学层102b中的每个的相应拉伸轴方向可以基本上对齐,使得干涉层102将相应拉伸轴方向的最大角度范围限定为小于约2度。

[0066] 可以使用任何合适的技术形成包括多个干涉层102的光学膜100。例如,可以使用共挤出、铸造和定向工艺来制造分别包括光学材料A和B的层102a和102b,以形成数十至数百个干涉层102的叠堆/分组,然后拉伸或以其他方式将挤出层定向以形成干涉层102的叠堆/分组。每个叠堆/分组可包括总共约200至1000个干涉层,具体取决于光学膜100的期望特性。如本文所用,“叠堆/分组”用于指代连续的一组交替干涉层102a、102b,不存在在该叠堆/分组内形成的任何间隔物或非干涉层(例如,顺序地排列)。在一些示例中,可以将间隔

物、非干涉层或其他层添加到给定叠堆/分组的外部，从而形成膜的外层而不破坏该叠堆/分组内的干涉层102的交替图案。

[0067] 在一些示例中，光学膜100可以通过共挤出制造。制造方法可包括：(a)提供至少第一树脂流和第二树脂流，该至少第一树脂流和第二树脂流与待用于成品膜中的第一聚合物和第二聚合物对应；(b)使用合适的送料区块将第一流和第二流分成多个层，诸如这样的一个进料区块，该进料区块包括(i)梯度板，该梯度板具有第一流动通道和第二流动通道，其中第一通道的横截区沿该流动通道从第一位置变化到第二位置，(ii)进料管板，该进料管板具有与第一流动通道流体连通的第一多个导管和与第二流动通道流体连通的第二多个导管，每个导管向其自身的相应狭槽模具进料，每个导管具有第一端部第二端部，导管的第一端部与流动通道流体连通，并且导管的第二端部与狭槽模具流体连通，以及(iii)任选的被定位为邻近导管的轴向棒形加热器；(c)使复合材料流穿过挤出模具以形成多层辐材，其中每个层通常平行于相邻层的主表面；以及(d)将多层辐材浇注到冷却辊(有时称为浇注轮或浇注鼓)上，以形成浇注的多层膜。该浇注膜可具有与成品膜相同数量的层，但是浇注膜的层通常比成品膜的那些厚很多。

[0068] 在冷却后，可将多层料片再次加热并拉延或拉伸以生成接近成品的多层光学膜；拉延或拉伸实现两个目标：其使层薄化到其所需的最终厚度分布；其使层取向，使得层中的至少一些变成双折射的层。取向或拉伸可沿横维方向(例如，经由拉幅机)、沿纵维方向(例如，经由长度取向机)或它们的任何组合(无论同时还是依次进行)而实现。如果仅沿一个方向拉伸，则该拉伸可为“无约束的”(其中允许膜在垂直于拉伸方向的面内方向在尺寸上松弛)或“受约束的”(其中膜受到约束并因而不允许在垂直于拉伸方向的面内方向在尺寸上松弛)。如果沿两个平面内方向拉伸，则该拉伸可为对称的(即沿正交的平面内方向相等)或非对称的拉伸。或者，膜可以通过批量方法进行拉伸。在任何情况下，也都可将后续或同时发生的拉延减小、应力或应变平衡、热定形、和其它处理操作应用至膜。

[0069] 优选的是，选择各种层的聚合物，使之具有类似的流变性(例如熔体粘度)，使得它们可共挤出而无显著的流体扰动。可选择挤出条件以便以连续稳定的方式将有关聚合物充分地给料、熔融、混合并作为进料流或熔融流泵送。用于形成和保持每一熔融流的温度可以选定为在下述范围内，所述范围能避免在该温度范围的低端处出现冻结、结晶、或不当的高压下降、并且能避免在该范围的高端处出现材料降解。

[0070] 适用于光学膜102的示例性(A)材料可包括例如聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)、含有PEN和聚酯的共聚物(例如聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)或二苯甲酸)、二醇改性的聚对苯二甲酸乙二醇酯等。适用于光学膜102的示例性(B)材料可包括例如基于PEN的共聚酯、基于PET的共聚酯、聚碳酸酯(PC)，或这三类材料的共混物等。为了通过适当数量的层来获得高的反射率，除了下述的厚度分布之外，相邻微层可表现出对沿x轴偏振的光的至少0.2的折射率差值(Δn_x)。

[0071] 在一些示例中，多个干涉层102中的每个相应HIR层102a和LIR层102b的拉伸轴122(例如，图2的Y轴)可以彼此基本上对齐(例如，平行或几乎平行地对齐)。在一些示例中，由于制造公差，拉伸轴122的对齐可包括最多2°的差异。

[0072] 虽然在一些示例中光学膜100可以描述为具有总共不超过1000(N)个干涉层102，但是应当理解，总层数(N)的下限可以是被配置为获得所述光学性质的任何合适的量。在一

些示例中，可以在所获得的光学性质与所得膜的总层数(N)/厚度之间进行权衡。例如，虽然在一些示例中，通常可以通过增加光学膜100中包括的干涉层102的总数来增加膜的对比度系数，而没有如先前所讨论的任何制造难题，但膜的厚度也将随着层数的增大而增大。在一些示例中，诸如在现代薄型光学显示设备中，膜的总厚度可能是限制因素，因为这种光学显示单元中的空间可用性是有限的。在一些示例中，与其他膜构造(例如，在一些传统显示器单元中使用的组合的吸收偏振器和反射偏振器)相比，光学膜100可以提供一个或多个光学性质(例如，对比度系数)的显著增加，同时具有显著减小的膜厚度(例如，是其一半)。此外，由于传播通过膜的透光状态光的去偏振，膜的过大厚度会带来降低整体对比度系数的风险。

[0073] 在一些示例中，光学膜100可具有总共约200至约1000个干涉层102，光学膜100的总厚度小于约100μm(包括任何可选的非干涉或保护层)。在一些示例中，光学膜100可以在光学膜100的所有层上具有小于约100μm(例如，小于60μm)的总厚度。

[0074] 在一些示例中，各个干涉层102的厚度可以相对较薄，使得少于30％的干涉层102具有大于约200nm的厚度(例如，小于5％的干涉层102具有大于200nm的厚度，或者所有干涉层102具有小于约200nm的厚度)，但是可以根据在光学膜100内的位置而变化。例如，各个干涉层102的厚度可以变化，使得各个干涉层102的厚度通常从第一层编号移动到第N层编号增加(例如，局部波动之外增加的厚度)。在一些示例中，光学膜100可以根据膜的厚度分布来表征。例如，图3是光学膜100的示例性厚度分布的曲线图，其示出了作为层编号的函数的各个干涉层102的相对厚度(例如，绘制层编号1至N，使得层的厚度通常从第1层到第N层增大)。拟合曲线300可以被设置为从第一层延伸到第N层的区域(例如，不包括任何非干涉层、间隔层或不形成叠堆/分组的其他可选光学层)，而且适合曲线300表示应用于光学膜100的层厚度分布的最佳拟合回归。在一些示例中，拟合曲线300可表示第二、第三、第四或第五阶多项式回归分析、指数回归分析等。

[0075] 如图3所示，拟合曲线300被表示为具有平均斜率，该平均斜率表示作为层编号函数的光学膜100各个干涉层102的层厚度分布。具体地讲，x轴表示顺序编号的干涉层102的层编号，编号为1到N，y轴表示给定层编号的平均厚度(例如，图1的整个XY平面的平均厚度)。如本文所用，“顺序编号的”干涉层102用于指代在特定方向上顺序编号的干涉层102(例如，沿图1中的Z轴移动)。在一些示例中，干涉层102可以顺序地排列以形成单个叠堆/分组，如图1所示。在其他示例中，顺序编号的干涉层102可以包括一个或多个间隔层(例如，可能更厚的非干涉层，诸如下面图4中描述的非干涉层408)，其不通过光学干涉起作用并且其编号不为顺序编号的干涉层102的一部分。例如，在一些示例中，编号为1到N的顺序编号的干涉层102可以表示干涉层的两个叠堆/分组，其中每个叠堆/分组包括由间隔层分开的顺序排列的干涉层102(例如，第一叠堆包括第1层至第m层，第二叠堆包括第(m+1)层至第N层)。因此，间隔层不算作构成图3中所示的厚度分布的层。

[0076] 在一些非限制性示例中，拟合曲线300的斜率可以是正斜率(例如，大于零)并且在光学薄膜100的顺序编号为1至N的干涉层102上平均小于约0.2nm每层，其中N大于200，少于30％的干涉层102具有大于约200nm的厚度。例如，干涉层102的少于10％可具有大于约200nm的厚度；在一些示例中，少于5％的干涉层102可以具有大于约200nm的厚度；并且在一些示例中，顺序编号为1到N的所有干涉层102可以具有小于约200nm的厚度。

[0077] 在一些非限制性示例中，光学膜100可以包括N个顺序编号的干涉层102，其中N是大于200且小于1000的整数，其中每个层102具有小于约200nm的平均厚度。在一些此类示例中，拟合曲线300表示应用于绘出各个光学层102的相应厚度的厚度分布(作为层编号的函数)的最佳拟合回归，其可以定义从第一层到第N层测量的小于约0.2nm/层的平均斜率。在一些此类示例中，由于光学膜100的厚度分布，对于在预定波长范围内的法向入射光110，该膜可以限定对第一偏振态(a)的大于约85％的平均光学透射率(T_a)、以及对正交的第二偏振态(b)的大于约80％的平均光学反射率(T_b)。

[0078] 在一些示例中，所有干涉层102上的斜率可以基本相同，表示层与层之间的厚度的连续且恒定的变化。在一些此类示例中，平均斜率可以表征为在相邻干涉层202之间具有接近恒定的层厚度的阶跃变化。例如，如果斜率基本上恒定在约0.2nm，则层编号x可以具有tnm的厚度，而层编号(x+1)可以具有(t+0.2nm)的厚度。

[0079] 在一些示例中，相邻干涉层102之间的层厚度的相对变化可以作为在光学膜100内的位置的函数而变化，使得拟合曲线300的斜率在所有干涉层102上可以不基本上相同。在一些此类示例中，拟合曲线300的斜率可以根据最大和最小斜率来表征。例如，光学膜100可以包括N个顺序编号的干涉层102，其中N是大于50且小于1000的整数。表示最佳拟合回归的拟合曲线300可以应用于绘制各个干涉层102的相应厚度的厚度分布(作为层编号的函数)，可以定义作为层编号的函数的最大斜率和最小斜率。在一些此类示例中，最大斜率和最小斜率之间的差值可以小于约0.70nm/层(例如，小于约0.57nm/层)，其中对由25至50个相邻干涉层102组成的群组分别计算最大斜率和最小斜率。在一些此类示例中，由于光学膜100的厚度分布，对于在预定波长范围内的法向入射光110，该膜可以限定对第一偏振态(a)的大于约80％的平均光学透射率(T_a)以及对正交的第二偏振态(b)的大于约80％的平均光学反射率(T_b)。

[0080] 在一些示例中，光学膜100的特征可以在于多个干涉层102的折射率之间的最大差值(例如，干涉层102a和102b之间的最大Δn_x)与拟合曲线300的平均斜率之间的比率，例如，$\Delta n_x/K$，其中K表示拟合曲线300的平均斜率。较低的平均斜率可以改善光学膜100之间的光学干涉。在一些示例中，设计光学膜100以增加$\Delta n_x/K$比以使得其相对较大(例如，大于1)可以导致更高的对比度系数。

[0081] 在一些非限制性示例中，光学膜100可以限定大于约1.2的$\Delta n_x/K$。在一些此类示例中，光学膜可以限定对于预定波长范围大于约1.4、大于1.6、大于1.8、大于2.0或大于约3.0的光密度。如本文所用，“光密度”被计算为在感兴趣的波长范围(例如400至700nm)上平均的$-\log(T_b)$。在一些示例中，光密度越高，光学膜的对比度系数越高。

[0082] 在一些此类示例中，拟合曲线300的斜率302可以表示在干涉层102的子组上的平均斜率。例如，多个干涉层102可以被划分为光学膜100内的由顺序排列的干涉层102组成的多个不重叠群组。如本文所用，“顺序排列的”干涉层102意味着干涉层彼此直接相邻并且不包括设置在顺序排列的层中任何两个相邻干涉层102之间的任何间隔层(例如，下面在图4中描述的非干涉层408)。对于每组顺序排列的干涉层102，这些层可以从一到m顺序编号，其中m大于25但小于N，其中N表示光学膜100内的干涉层102的总数(例如，在50和1000之间)。可以将拟合曲线300应用于干涉层102的作为层编号的函数的整个厚度分布。可以为每个m个层的子组确定所得的平均斜率302(例如，每m个层编号的厚度变化)。在一些此类示例中，

所有子组的平均斜率之间的最大差值(例如,从一组测量的最大斜率与从不同组测量的最小斜率之间的差值)可小于0.70nm/层。

[0083] 考虑到光学膜100的厚度分布,可以理解,至少一些不同干涉层102的相对厚度将在光学膜100中的干涉层102的整个叠堆/分组中不同。在一些示例中,多个干涉层102的厚度差异可以通过一些干涉层102的平均厚度的差值来表征。例如,光学膜100可以包括至少一个干涉层102,其限定小于约50nm的平均厚度(例如,层编号1),并且干涉层102中的至少另一层的平均厚度可以大于约100nm(例如,层编号N)。在一些示例中,光学膜100可以包括至少两个干涉层102,其平均厚度的差异为至少约30%(例如,层编号1限定的平均厚度比层编号N的平均厚度小至少30%)。

[0084] 在一些示例中,干涉层102的相对厚度可以根据单元格106a、106b的光学厚度来描述。如本文所用,"单元格"用来指代顺序排列的一个HIR层102a和一个LIR层102b组成的一对,并且通常称为单元格106。在图2中,仅示出了两个相应的单元格106(例如,单元格106a和单元格106b),然而光学膜100可包括数十至数百个单元格106。在一些示例中,单元格106可以顺序地排列或被一个或多个间隔层分成不同的叠堆/分组。

[0085] 单元格106的"光学厚度"(τ)可以被定义为该单元格的相应HIR层102a的厚度(d_{HIR})乘以HIR层在拉伸方向上在感兴趣波长的折射率(例如,$n1_x$),加上该单元格的相应LIR层102b的厚度(d_{LIR})乘以LIR层在拉伸方向在相同波长的折射率(例如,$n2_x$)。每个单元格106的尺寸可以设定成使得该单元格限定等于预定波长范围内的不同相应中心波长的约一半的相应光学厚度。例如,单元格106a可以对应于中心波长(λ_a),从而限定($\tau_a=\lambda_a/2=d_{HIR}*n1_x+d_{LIR}*n2_x$)的光学厚度($\tau_a$)。光学膜100内的每个相应单元格106可以对应于在预定波长范围内的不同中心波长,以为该膜提供在预定波长范围内所需的透射和反射特性。

[0086] 在一些示例中,可以控制单元格106的光学厚度(τ),使得给定单元格的固有带宽与相邻单元格的固有带宽重叠。通过使相邻单元格106的固有带宽重叠,由干涉层102获得的相长干涉保持很高。一种改善在光学膜100中获得的相长干涉的方法是保持相邻单元格106的光学厚度(τ)的相对较小差值以产生足量的固有带宽重叠。在一些示例中,可以控制单元格106的光学厚度(τ),使得相邻单元格的少于10%具有大于1%的光学厚度(τ)差异。例如,下面进一步描述的实施例1的光学膜,少于6%的相邻单元格具有大于1%的光学厚度(τ)差异,并且小于1.2%的相邻单元格具有大于1.5%的光学厚度(τ)差异。

[0087] 在一些示例中,相邻单元格(例如,单元格106a和单元格106b)之间的光学厚度的变化可以相对较小,以获得期望的光学性质。例如,在一些非限制性示例中,光学膜100可以包括介于约100和约400个顺序排列的单元格106,每个单元格具有一个HIR层102a和一个LIR层102b,它们具有至少约0.24的折射率差值(例如,Δn_x)。每个单元格106限定相应的光学厚度(τ),其等于预定波长范围内的相应且不同的中心波长的约一半(例如,λ/2)。在一些此类示例中,对于多对相邻单元格(例如,单元格106a和单元格106b形成一对相邻单元格108)中的至少80%,相邻单元格106a、106b的中心波长的差值与相邻单元格106a、106b的中心波长的平均值的比率小于约2%(例如,$abs([\lambda_{a(n)}-\lambda_{a(n+1)}]/[(\lambda_{a(n)}-\lambda_{a(n+1)})/2])<2\%$)。

[0088] 在一些示例中,光学膜100可以根据干涉层102的屈光度来表征。"屈光度"可以被定义为阻光偏振态(b)在感兴趣区域上的1/(波长)空间中的光密度的积分。在一些示例中,较高的屈光度可以对应于感兴趣区域中的较高对比度系数。取决于光学膜100的预期应用,

可能需要光学膜具有一定量的屈光度。然而，每个干涉层的屈光度通常将与干涉层的总数负相关，使得每层的屈光度将随着总层数的增加而减小。因此，增加干涉层的总数同时可用于获得其他光学性质(例如，预定波长范围的充分覆盖)可导致每层的屈光度普遍下降。对于给定数量的干涉层，本文所述的光学膜可以为每层提供比使用常规反射偏振器膜获得的更高的屈光度。

[0089] 在一些非限制性示例中，光学膜100可以包括约100到约1000个交替的HIR 102a层和LIR 102b层，每个相应的干涉层102主要通过光学干涉来反射或透射光。在一些此类示例中，光学膜可以限定光学膜100的大于约(-0.0012*N+1.46)的每干涉层102的屈光度，其中N表示干涉层102的总数(例如，N在约100至约1000之间)。

[0090] 附加地或另选地，在一些非限制性示例中，光学膜100可以包括至少300个交替的HIR 102a层和LIR 102b层，每个相应的干涉层102主要通过光学干涉来反射或透射光，使得光学膜100限定大于约0.7的每干涉层102的屈光度。

[0091] 下面进一步描述的图15示出了根据本公开制备的实施例1的非限制性光学膜的每层屈光度与层数的关系。图15中还包括可商购或在文献中描述(参见表6)的常规反射偏振器膜的几个对照例。如图15和表6所示，实施例1的光学膜包括总共650个干涉层并且限定约0.74的每层屈光度。

[0092] 在一些示例中，光学膜100的多个干涉层102可以顺序地排列，使得每个干涉层102与邻居干涉层直接相邻，以形成至多1000个单独层的光学叠堆/分组。在其他示例中，光学膜100可以被分成多于一个干涉层102叠堆/分组，这些叠堆/分组由用作间隔层的相对厚的非干涉层分开(例如，不主要通过光学干涉来反射或透射光的光学层)。例如，图4A示出了光学膜400的另一个示例，该光学膜可以形成为表现出上述光学膜100的一种或多种光学性质。如图4A所示，光学膜400包括分成两个光学叠堆/分组406a、406b的多个干涉层402，每个叠堆/分组包括多个干涉层402。光学叠堆/分组406a、406b由相对较厚(例如，与单独的干涉层402相比较厚)的间隔层408分开。

[0093] 与光学膜100一样，光学膜400可以包括在光学叠堆/分组406a、406b之间划分的数十至数百个干涉层402。第一光学叠堆/分组406a包括总共(N_a)个干涉层402，并且第二叠堆/分组406b包括总共(N_b)个干涉层402，使得光学膜400包括总共($N=N_a+N_b$)个顺序编号的干涉层402。

[0094] 每个干涉层402可以与关于图1和图2描述的干涉层102基本上相同。例如，干涉层402包括交替的HIR层(例如，类似于HIR层102a)和LIR层(例如，类似于LIR层102a)。另外，与光学膜100一样，在一些示例中，光学膜400的光学叠堆/分组406a、406b中的干涉层402的总数(例如，N)可以如上所述小于1000，或者小于800。

[0095] 在一些示例中，光学叠堆/分组406a、406b可以包括基本上相同(例如，相同或几乎相同)的干涉层402总数。例如，光学叠堆/分组406a、406b可以各自独立地包括介于约50和约400个之间的干涉层402，每个光学叠堆/分组406a、406b内的干涉层402的总数相同(例如，$N_a=N_b$)。在一些示例中，单个光学叠堆/分组406a、406b内的干涉层402的总数可以为约325层。在其他示例中，光学叠堆/分组406a、406b可以包括不同总数的干涉层402(例如，$N_a\neq N_b$)。

[0096] 间隔层408可包括不主要通过光学干涉来反射或透射光的任何合适的光学材料

(例如,非干涉层)。在一些示例中,间隔层408可包括聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)、含有PEN和聚酯的共聚物(例如,聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)或二苯甲酸)、二醇改性的聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚碳酸酯(PC),或这四类材料的共混物等。在一些示例中,间隔层408可以通过共挤出或层压形成,从而将光学叠堆/分组406a、406b与间隔层408层压在两个叠堆/分组之间。附加地或另选地,间隔层408可以光学耦合到光学叠堆/分组406a、406b(例如,粘附到相应的叠堆/分组406a、406b,使得光透射进入并穿过间隔层408而不经历显著的反射或折射)。

[0097] 与单独的干涉层402相比,间隔层408可以相对较厚。例如,间隔层408可具有大于约500nm的平均厚度。附加地或另选地,间隔层408的平均厚度可以是预定波长范围中的最大波长的至少10倍。例如,如果预定波长范围包括可见光(例如,约400至700nm),则间隔层408的厚度可以大于7,000nm。在一些示例中,间隔层408的平均厚度可以是预定波长范围中的最大波长的至少50倍。在一些示例中,间隔层408可以帮助减少在形成多层光学叠堆/分组406a、406b的共挤出过程期间可能发生的流扰动。

[0098] 在一些示例中,光学叠堆/分组406a、406b可以被独立地优化以透射或反射不同预定波长范围的光。因此,光学膜400可以被构造为根据光在多个离散波长范围内的偏振状态来透射和反射此光。例如,第一光学叠堆/分组406a可以被构造为透射和反射可见光谱内的光(例如,大约400至700nm),而第二光学叠堆/分组406b可以被构造为透射和反射近红外光谱内的光(例如,约800至1300nm)。

[0099] 在一些示例中,两个光学叠堆/分组406a、406b可以被构造为使得光学膜400在连续的预定波长范围(例如,约400至1300nm)上根据光的偏振状态透射和反射光。例如,光学叠堆/分组406a、406b可以被构造为使得相应的叠堆/分组406a、406b的预定波长范围彼此邻接或重叠以获得基本上连续(例如,连续或接近连续)的预定波长范围。

[0100] 在一些示例中,第一光学叠堆/分组406a可以包括顺序排列的干涉层402,这些层包括编号为1到(N_a)的交替的HIR和LIR层,被构造为透射或反射第一预定波长范围内的不同偏振态的光。这样直接邻近HIR和LIR干涉层402的对可以被表征为单元格405,使得第一光学叠堆/分组406a具有总共约($M_a=N_a/2$)个单元格405。同样,第二光学叠堆/分组406b可以包括顺序排列的干涉层402,这些层包括编号为1到(N_b)的交替的HIR和LIR层,或者约($M_b=N_b/2$)个单元格405,其被构造为透射或反射第二预定波长范围内的不同偏振态的光。形成相应单元格405的相应HIR和LIR干涉层402的特征可在于HIR层的平均折射率与LIR层的平均折射率之间的比率,例如($n1_x/n2_x$)。

[0101] 在一些示例中,HIR(例如,$n1_x$)和LIR(例如,$n2_x$)干涉层402的折射率以及相应光学叠堆/分组406内的单元格405的总数(例如,M)可以被选择为使得光学叠堆/分组表现出相对高的对比度系数(例如,大于1000:1)以用于反射和透射在预定波长范围内的光。在一些示例中,相应的光学叠堆/分组406可以被构造为适合公式:[($n1_x/n2_x$)*M>300]。

[0102] 在一些非限制性示例中,光学膜400可以包括交替的第一HIR和第二LIR干涉层402的M_a个顺序排列的第一单元格405。可以优化第一单元格405以透射或反射第一预定波长范围(例如,约400至700nm)但不是第二预定波长范围(例如,约800至1300nm)中的光。在一些此类示例中,交替的第一HIR和第二LIR干涉层402可以分别限定平均折射率($n1_x$)和($n2_x$),使得第一HIR层的平均折射率($n1_x$)与第二LIR层的平均折射率($n2_x$)的比率乘以第一单元格

405的总数(M_a)大于约300。另外，光学膜可以包括交替的第三HIR和第四LIR干涉层402的M_b个顺序排列的第二单元格405。可以优化第二单元格405以透射或反射第二预定波长范围(例如，约400至700nm)但不是第一预定波长范围(例如，约800至1300nm)中的光。交替的第三HIR和第四LIR干涉层402可以分别限定平均折射率($n3_x$)和($n4_x$)，使得第三HIR层的平均折射率($n3_x$)与第四LIR层的平均折射率($n4_x$)的比率乘以第二单元格405的总数(M_b)大于约300。在一些此类示例中，具有在第一和第二预定波长范围内的任何波长的以小于约30度的任何入射角入射在光学膜400上的光可以经历对第一偏振态(a)的平均光学透射率(例如，T_a)和对第二偏振态(b)的平均光透射率(例如，T_b)，使得(T_a)与(T_b)的比率大于约1000:1。

[0103] 在一些此类示例中，与例如仅包括被构造为反射和透射相同连续在预定波长范围内的光的单个干涉层分组的光学膜相比，由于总层数的减少和形成大的单个叠堆的复杂性，光学膜400的多个叠堆/分组406设计可以提供更有效的制造膜的过程。

[0104] 与光学膜100一样，在一些示例中，光学膜400对预定波长范围(例如，可见光或约400至700nm)内的基本上法向入射(例如，垂直于或接近垂直于表面404)的光110的透射和反射度可被表征为具有对第一/透光偏振态(a)的平均光学透射率(T_a)和光学反射率(R_a)、以及对第二/反射偏振态(a)的平均光学透射率(T_b)和光学反射率(R_b)。光学膜400的光学透射率和反射率值可以基本上类似于上面关于光学膜100所讨论的值。例如，光学膜400对第一/透光偏振态(a)的平均光学透射率(T_a)可以大于约80％，对正交的第二/反射偏振态(b)的平均光学反射率(R_b)大于约80％，并且对正交的第二反射偏振态(b)的平均光透射率(T_b)小于约0.2％。在一些示例中，每个光学叠堆/分组406a、406b可以被表征为透射在预定波长范围内具有第一偏振态(a)的法向入射光110的至少50％并且反射在预定波长范围内具有第二偏振态(b)的法向入射光110的至少50％。

[0105] 图4B是光学膜400的示例性厚度分布图，其示出了每个单独的干涉层402的作为层编号的函数的厚度，其中多个干涉层402顺序编号为1到N，其中N代表光学膜400中的干涉层402总数(例如，$N=N_a+N_b$)。如图4B所示，间隔层408被排除在光学膜400的厚度分布图之外。

[0106] 光学膜400的厚度分布可以通过两条拟合曲线410、412来表征，每条曲线分别对应于相应光学叠堆/分组406a、406b的厚度分布。拟合曲线410、412表示基于相应叠堆/分组内的干涉层402应用于光学膜400的层厚度分布的最佳拟合回归。例如，拟合曲线410表示第一叠堆/分组406a的厚度分布，表示了顺序编号为1到N_a的干涉层402，拟合曲线412表示第二叠堆/分组406a的厚度分布，表示了顺序编号为(N_a+1)至(N_a+N_b)的干涉层402(例如，对应于第二叠堆/分组406b的顺序编号为1至N_b的干扰层402)。

[0107] 如图4B所示，每个光学叠堆/分组406a和406b可以包括限定相应斜率的层厚度分布(例如，绘制单个层厚度与层编号的关系图)。在一些示例中，对于相应光学叠堆/分组406a、406b内的干涉层402，拟合曲线410、412的平均斜率可小于0.2nm/层编号。光学膜400的每个光学叠堆/分组406a、406b可包括总共少于约400个干涉层402，相应干涉层402的每个单独层厚度相对较薄(例如，具有小于约200nm的平均厚度)。

[0108] 在一些示例中，拟合曲线410、412的平均斜率可表示相应光学叠堆/分组406a、406b内的干涉层402子组上的平均斜率。例如，第一光学叠堆/分组406a内的干涉层402可以被划分为由顺序排列的干涉层402组成的多个不重叠群组。对于每个群组顺序排列的干涉层402，这些层可以从一到m顺序编号，其中m大于N_a/10但小于N_a，N_a表示第一光学叠堆/分组

406a内的干涉层402的总数。可以将拟合曲线410应用于每组层的厚度分布(作为层编号的函数),为每组层确定每组的合成平均斜率(例如,每m个层编号的厚度变化)。所有组的平均斜率之间的最大差值(例如,从一组测量的最大斜率与从不同组测量的最小斜率之间的差值)可小于0.70(例如,小于0.57nm/层),其中对由25至50个相邻层组成的任何群组分别计算最大斜率和最小斜率。

[0109] 在一些示例中,光学膜400的层厚度分布可以通过应用于每个光学叠堆/分组406a、406b的厚度分布(作为层编号的函数)的最佳拟合线性方程来表征。例如,图4C是光学膜400的示例性厚度分布的一对曲线图,其示出了作为干涉层编号的函数的第一和第二光学叠堆/分组406a、406b的厚度。如图所示,第一光学叠堆/分组406a包括编号为1到N_a的顺序编号的干涉层402,第二光学叠堆/分组406b包括编号为1到N_b的顺序编号的干涉层402。可以将最佳拟合线性回归420、422应用于每个曲线图(例如,线性最小二乘回归),来提供每个相关联的最佳拟合回归的相应平均斜率。在一些示例中,最佳拟合线性回归420、422在光学膜400内的所有光学叠堆/分组406a、406b中的平均斜率之间的最大差可小于约20%。例如,如下面关于非限制性实施例1和图9的光学膜所述,形成实施例1的光学膜的分组1和分组2的斜率分别表现出0.17nm/层和0.18nm/层的平均斜率,导致约6%的斜率差异。

[0110] 在一些示例中,第一和第二光学叠堆/分组406a、406b可以包括在区域424和426内拼接。拼接描述了这样一种光学设计,其中存在至少两个分组,在与每个分组相关联的反射波段之间仅存在少量重叠。这允许在各个分组中使用较低的斜率,从而增加了与每层相关联的屈光度。图13示出了拼接层设计的示例。在此类示例中,相应光学叠堆/分组406a、406b中与层408相邻的层的层厚度变化(例如,与给定叠堆/分组中的间隔层408相邻的前30个干涉层402)可以相对于光学叠堆/分组406a、406b内的其他干涉层402的厚度/层的变化增加。该变化在图4的区域424和426中被示出为层厚度分布在厚度分布的端部处具有轻微的卷曲,其中光学叠堆/分组406a、406b具有抵靠间隔层408的邻居侧面。

[0111] 在一些非限制性示例中,光学膜400可包括主要通过光学干涉来反射和透射光的多个干涉层402,使得对于在预定波长范围内的基本上法向入射的光,多个干涉层402透射具有第一偏振态(例如,T_a)的光的至少80%,反射具有正交的第二偏振态(例如,T_b)的光的至少80%。多个干涉层402可以被分成多个光学叠堆/分组406a、406b,每对相邻的光学叠堆/分组406a、406b被一个或多个间隔层408分开,间隔层不主要通过光学干涉来反射或透射光,并且每个光学叠堆/分组406a、406b透射在预定波长范围内具有第一偏振态(a)的光的至少50%并且反射在预定波长范围具有第二偏振态(b)的光的至少50%。在每个光学叠堆/分组406a、406b内,干涉层402可以被顺序地编号(例如,N_a或N_b),每个光学叠堆/分组406a、406b具有最佳拟合线性方程(例如,拟合线420、422),其将光学叠堆/分组406a、406b的厚度与干涉层编号相关,该线性方程(例如,应用于第一光学叠堆/分组406a的层编号1到N_a的线420)在从叠堆/分组中的第一个干涉层402延伸到该叠堆/分组中的最后一个干涉层的区域中具有平均斜率(例如,叠堆厚度/层编号),最佳拟合线性方程在光学膜400内的多个光学叠堆/分组406a、406b中的平均斜率之间的最大差小于约20%。在一些此类示例中,光学膜400可具有大于约2.5的平均光密度。

[0112] 图5A和5B是根据本公开的示例性光学膜(例如,光学膜400)的代表性透射图,示出了在对应于可见光谱的400至700nm特定波长范围内的法向入射光110的第一偏振态和第二

偏振态(例如,分别是透光偏振态和反射偏振态)的透射百分比。图5B示出了第二偏振态(b)(例如,反射偏振态)的透射百分比的对数图。测试的代表性光学膜400包括两个光学叠堆(例如,406a、406b),每个光学叠堆具有325个干涉层402,每个干涉层具有用Lambda900光谱仪(Perkin Elmer)测量的第一和第二偏振态的透射光谱。如图所示,整个可见光谱范围上的第二偏振态(b)总透射率(例如,反射轴,T_b)显著低于0.1%。

[0113] 在一些示例中,光学膜100、400可以包括一个或多个非干涉层或者与一个或多个非干涉层组合,非干涉层可以用于分离和/或保护干涉层102、402的一个或多个叠堆/分组。例如,图6示出了光学膜600的另一个示例,该光学膜可以形成为表现出上述光学膜100、400的一种或多种性质。如图6所示,光学膜600包括多个干涉层602,这些干涉层被分成层压在相对厚的非干涉层608之间的两个光学叠堆/分组606a、606b。如图6所示,第一光学叠堆/分组606a设置在非干涉层608a和608b之间,而第二光学叠堆/分组606b设置在非干涉层608c和608d之间,使得非干涉层608b和608c彼此直接相邻,并且充当第一光学叠堆/分组606a和第二光学叠堆/分组606b之间的间隔层。在一些示例中,由于它们的相对厚度,光学叠堆/分组606a、606b外部的非干涉层608a和608d可以帮助保护相应的叠堆/分组免受无意的损坏(例如,刮擦)。在一些示例中,非干涉层608a和608b可以限定约1.57的折射率。

[0114] 附加地或另选地,一个或多个非干涉层608可以包括涂层,诸如硬涂层(抗刮擦涂层)、扩散涂层、抗反射涂层或防眩光涂层。

[0115] 图7是包括反射偏振器光学膜702、液晶显示器(LCD)组件710和光源720的示例性显示器组件700的图。如图所示,LCD组件710由光学膜702提供的偏振光和光源720照射。LCD组件710可以包括具有外吸收偏振膜712、一个或多个玻璃层714以及一个液晶层716的多层布置。

[0116] 图7示出了通过显示器组件700传输的两种类型的光。环境光730表示入射在显示表面711上的光,其穿过LCD组件710、光学膜702,撞击光源720的漫反射表面,在那里它被反射回光学膜702。光还可以源自光源720的背光组件。例如,光源720可以包括侧光式背光源,其包括反射式灯罩724中的灯722。来自灯722的光耦合到光导726,在那里它传播直到它遇到漫反射结构诸如斑点728(例如,氧化钛着色材料的不连续层)。这种不连续的斑点阵列被布置成提取灯光并将其引向LCD组件710。进入光源720的环境光730可以撞击一个斑点,或者它可以通过斑点之间的间隙区域从光导退出。漫反射层729(例如,氧化钛着色材料层)可以位于光导726下方以拦截和反射这些光线。一般来讲,从光源720朝向LCD组件710出射的所有光线可以被示为光线束732。该光线束入射在光学膜702上,光学膜透射具有被称为“(a)”的第一偏振态的光,并有效地反射具有正交的偏振态(b)的光。光学膜702可以对应于上述光学膜100、400、600中的任何一个。

[0117] 在一些示例中,LCD显示器组件可包括在光源720和LCD组件710之间的吸收偏振器膜和反射偏振器膜(AP/RP膜)。在此类示例中,AP膜通常可以用于为显示器组件创建足够的对比度,而与只有AP膜的系统相比,包括RP膜将改善AP/RP膜组合的亮度,特别是在高环境光环境或高眩光条件下。令人惊奇的是,已经发现AP/RP膜可以用如本文所述的高对比度反射偏振器(RP)光学膜702代替,即使在高环境光环境(例如,外部条件)下也不会明显降低显示器组件700的亮度或对比度。例如,虽然理论上认为在没有后AP膜的情况下在显示器组件700中仅包括光学膜702将导致环境光不期望地从光学膜702反射而产生高水平的眩光,实

际上观察到的眩光的增加可忽略不计或相对较小。

[0118] 在一些示例中，与包括AP/RP膜的类似显示器组件相比，包括光学膜702的显示器组件700可以表现出约10％至15％的增强亮度。

[0119] 在一些示例中，显示器组件700可以包括设置在光源720和光学膜702之间的一个或多个增亮膜740，其用于增加显示器组件700的轴向亮度。示例性增亮膜740可以包括例如转向膜、棱镜膜等。

[0120] 在一些非限制性示例中，显示器组件700可包括光源720，被构造成由光源720照射的LCD组件710，设置在光源720和LCD组件710之间、用于增加显示器组件700的轴向亮度的一个或多个增亮膜740，以及光学膜702(例如，RP)，该光学膜设置在一个或多个增亮膜740和LCD组件710之间并被构造成基本上透射具有第一偏振态(a)的光并且基本上反射具有正交的第二偏振态(b)的光。在没有在光源720和LCD组件710之间设置吸收偏振器(AP)的情况下，光学膜702可以限定对第二偏振态的小于约0.2％的平均光学透射率(例如，T_b)。在一些此类示例中，显示器组件700可以将对比度系数限定为对照显示器组件的对比度系数的至少两倍，对照显示器组件具有相同构造，不同的是其RP对第二偏振态(b)的平均透射率大于约1.0％。

[0121] 附加地或另选地，在一些非限制性示例中，显示器组件700可包括光源720，被构造成由光源720照射的LCD组件710，设置在光源720和LCD组件710之间、用于增加显示器组件700的轴向亮度的一个或多个增亮膜740，以及设置在一个或多个增亮膜740和LCD组件710之间的光学膜702(例如，RP)。光学膜702可以包括主要通过光学干涉来透射或反射光的多个干涉层，使得在没有在光源720和LCD组件710之间设置吸收偏振器(AP)的情况下，对于在预定波长范围内的基本上法向入射的光，多个干涉层透射具有第一偏振态的光的至少80％(例如，T_a)，并透射具有正交的第二偏振态的光小于约0.2％(例如，T_b)。

[0122] 图8是显示器组件700的作为视角的函数的示例性亮度分布，与具有AP/RP膜的显示器组件相比，该显示器组件包括光学膜702。曲线800表示包括光学膜702的显示器组件700的亮度分布，而曲线802表示包括AP/RP膜(例如，可从Nitto Denko Corp(Tokyo)获得的APCF)的可比较显示器组件的亮度分布。如图所示，光学膜702提供了正常视角(例如±20°)下的对比观察亮度分布，同时提供离轴观察位置(例如，>50°)的轻微改善的亮度分布。

[0123] 在一些此类示例中，与传统AP/RP膜相比，使用光学膜702可以导致LCD显示器组件的总厚度显著减小，因为本文所述的高对比度RP光学膜可以形成为传统AP/RP膜的厚度的大约一半。虽然在显示器组件700中仅使用光学膜702而不是AP/RP膜，但是可以产生与显示器组件厚度减小相关的益处，在一些示例中，可以可选地在LCD组件710和光学膜702(未示出)之间包括吸收偏振器膜。在一些此类示例中，与传统的AP/RP膜相比，吸收偏振器/光学膜702组合可以提供改善的亮度和/或对比度系数。

[0124] 在一些示例中，显示器组件700的光学膜702可以用作高对比度RP以基本上透射具有第一偏振态(a)的光并且基本上反射具有正交的第二偏振态(b)的光。在一些示例中，光学膜702可以限定对第二偏振态(b)的小于约0.2％的平均光学透射率，其中在光源720和液晶层716之间没有设置吸收偏振器，并且其中显示器组件700的对比度系数是对照显示器组件的至少两倍，对照显示器组件具有相同结构，不同的是其反射偏振器对第二偏振态的平均透射率大于约1.0％。

[0125] 在一些示例中，本文所述的光学膜100、200、400、600中的一个或多个可以结合到设计用于向对中在光轴上的观察者显示对象的光学系统(例如，虚拟现实显示系统)中。这样的光学系统可以包括具有非零屈光度的一个或多个光学透镜，其中反射偏振器(例如，光学膜100、200、400、600)设置在一个或多个光学透镜的第一主表面上并适形于该第一主表面，部分反射器设置在一个或多个光学透镜的第二主表面上并适形于该第二主表面。在一些示例中，透镜和反射偏振器可以关于一个或两个正交的轴线凸出并且设置在光阑表面(例如，出射光瞳或入射光瞳)和图像表面(例如，显示面板的表面或图像记录器的表面)之间以产生具有高视场、高对比度、低色差、低失真和/或高效率的系统，其具有紧凑构造，可用在包括头戴式显示器的各种设备中，诸如虚拟现实显示器，以及用在相机中，诸如包括在蜂窝电话中的相机。

[0126] 图10是示例性光学系统1000(例如，虚拟现实显示系统)的示意性剖视图，其包括图像表面1030、光阑表面1035和设置在图像表面1030和光阑表面1035之间的光学叠堆1010。图10中提供了x-y-z坐标系。图像表面1030可以是图像形成设备的输出表面，诸如发射偏振或非偏振光的显示面板，而光阑表面1035可以是光学系统1000的出射光瞳并且可以适于与第二光学系统的入射光瞳重叠，例如，可以是观察者的眼睛或相机。

[0127] 在一些示例中，光学叠堆1010可包括具有第一主表面1014和第二主表面1016的光学透镜1012，设置在第一主表面1014上的反射偏振器1027(例如光学膜100、200、400、600)，以及设置在光学透镜1012的第二主表面1016上的部分反射器1017。在一些示例中，光学叠堆1010还可以包括设置在相应的第一主表面1014和第二主表面1016上的一个或多个四分之一波长延迟器1015、1025。

[0128] 如图10所示，光学叠堆1010可以沿着与第一和/或第二轴(例如，分别为x轴和y轴)正交地朝向图像表面1030凸出。可以通过首先形成反射偏振器1027，其可选的第一四分之一波长延迟器1025涂覆或层压到反射偏振器1027，然后将所得到的膜热成型为所需形状以对应于光学透镜1012，来制备光学叠堆1010。可以通过以下步骤来制备部分反射器1017和可选的第二四分之一波长延迟器1015：将四分之一波长延迟器涂覆到部分反射器膜上，将部分反射器涂层涂覆到四分之一波长延迟膜上，将部分反射器膜和四分之一波长延迟膜层压在一起，或在膜嵌件成型工艺中首先形成透镜1012(其可以在包括反射偏振器1027的膜上形成)，然后在第二主表面1016上涂覆部分反射器1017。在一些示例中，可以通过在反射偏振器1027和部分反射器1017的第一膜和第二膜之间注塑成型透镜1012来形成透镜1012。第一膜和第二膜可在注塑步骤之前热成形。

[0129] 图像源1031包括图像表面1030，并且光阑表面1035是光学系统1000的出射光瞳。在一些示例中，图像源1031可以是显示面板。在其他示例中，可以不存在显示面板，而是，图像表面1030是适于接收从光学系统1000外部的物体反射的光的孔口。

[0130] 在一些示例中，具有入射光瞳1034的第二光学系统1033可以设置在光学系统1000附近，使光阑表面1035与入射光瞳1034重叠。第二光学系统1033可以是相机，例如，适于记录通过图像表面637透射的图像。在一些示例中，第二光学系统1033是观察者的眼睛，并且入射光瞳1034是观察者眼睛的瞳孔。在此类示例中，光学系统1000可以适于在头戴式显示器中使用。

[0131] 反射偏振器1027可以是本文所述的光学膜100、200、400、600中的任何一个。例如，

反射偏振器可以包括至少50个顺序编号的干涉层，每个层可以相对较薄(例如，具有小于约200nm的平均厚度)，其中应用于反射偏振器1027的层厚度分布(作为层编号的函数)的最佳拟合回归是拟合曲线(例如，图3的曲线300)，该拟合曲线在从第一层延伸到第N层的区域中的平均斜率小于约0.2nm/层。反射偏振器1027基本上透射具有第一偏振态(a)的光(例如，在第一方向上线性偏振)并且基本上反射具有正交的第二偏振态(b)的光(例如，在与第一方向正交的第二方向上线性偏振)。

[0132] 部分反射器1017在预定波长范围内具有至少30％的平均光反射率和至少30％的光学透射率，预定波长范围可以是本文其他地方所述的任何波长范围。可以使用任何合适的部分反射器。例如，在一些示例中，部分反射器1017可以是半反射镜。在一些示例中，部分反射器1017可通过在透明基板上涂覆薄金属层(例如，银或铝)来构造。附加地或另选地，部分反射器1017也可通过例如将薄膜电介质涂层沉积到透镜的表面上，或者通过将金属和电介质涂层的组合沉积在透镜表面上来形成。在一些示例中，部分反射器1017本身可以是反射偏振器。

[0133] 可选的第一四分之一波长延迟器1015和第二四分之一波长延迟器1025可以是由包括例如以下专利中所述的线性可光致聚合的聚合物(LPP)材料和液晶聚合物(LPP)材料的任何合适材料形成的涂层或膜：美国专利申请公布US 2002/0180916(Schadt等人)、US 2003/028048(Cherkaoui等人)、以及US 2005/0072959(Moia等人)。合适的LPP材料包括ROP-131EXP 306LPP，并且合适的LCP材料包括ROF-5185EXP 410LCP，这两者均可得自瑞士奥什维尔落利刻新材料公司(Rolic Technologies，Allschwil，Switzerland)。在一些示例中，四分之一波长延迟器1015、1025可以是在预定波长范围中的至少一个波长处的四分之一波长延迟器。

[0134] 在光学系统1000的操作期间，光线1037和1038各自透射通过图像表面1030和光阑表面1035。光线1037和1038可以各自从图像表面1030透射到光阑表面1035(例如在头戴式显示器应用中)，或者光线1037和1038可以从光阑表面1035透射到图像表面1030(例如在相机应用中)。光线1038可以是中心光线，其光路限定用于光学系统1000的折叠光轴1040，该光学系统可以在折叠光轴1040上对中。光线1038可以穿过光学叠堆1010而不会明显偏离光轴1040。

[0135] 光线1037的路径可以因光学叠堆1010而偏转。光线1037通过部分反射器1017(包括可选的第二四分之一波长延迟器1015)透射到透镜1012中并通过该透镜。在第一次通过透镜1012之后，该光线穿过可选的第一四分之一波长延迟器1025并从反射偏振器1027反射。在两个四分之一波长延迟器1015、1025结合到光学叠堆1010中的示例中，四分之一波长延迟器1015、1025可以设置在透镜1012的两侧上，使得四分之一波长延迟器1015、1025位于反射偏振器1027和图像源1031之间。在一些此类示例中，图像源1031可以适于发射具有沿着反射偏振器1027的透射轴(a)的偏振的光，使得在穿过四分之一波长延迟器1015、1025之后，该光变为沿着反射偏振器1027的阻光轴偏振，因此在首次入射到膜上时从反射偏振器1027反射。在光线1037最初从反射偏振器1027反射之后，它通过第一四分之一波长延迟器1025返回，然后从部分反射器1017(未示出的其他光线通过部分反射器1017)往回反射通过透镜1012和第一四分之一波长延迟器1025，然后再次入射在反射偏振器1027上。在通过第一四分之一波长延迟器1025，从部分反射器1017反射并往回通过第一四分之一波长延迟器

1025之后，光线1037具有沿着反射偏振器1027的透光轴(a)的偏振。光线1037因此透射通过反射偏振器1027，然后透射通过光阑表面1035进入第二光学系统1033中。

[0136] 单个集成光学叠堆1010的设计可以在紧凑系统中提供高视场。透射通过图像表面1030的外边缘的光线1037是以视角θ在折叠光轴1040处与光阑表面1035相交的主光线，该视角可以是例如至少40度、至少45度或者至少50度。光阑表面1035处的视场是2θ，其可以是例如至少80度、至少90度或至少100度。

[0137] 在一些非限制性示例中，光学系统1000可包括一个或多个具有非零屈光度的光学透镜1012，设置在一个或多个光学透镜1012的第一主表面1014上并适形于该第一主表面的反射偏振器1027，以及设置在一个或多个光学透镜1012的不同的第二主表面1016上并适形于该第二主表面的部分反射器1017。反射偏振器1027可以基本上透射具有第一偏振态(a)的光1037并且基本上反射具有正交的第二偏振态(b)的光，其中部分反射器1017对预定波长范围具有至少30％的平均光学反射率，使得光学系统1000对沿着光轴1040具有第二偏振态(b)的入射光1037的平均光学透射率小于约0.1％。

[0138] 在美国专利申请序列号14/865,017中公开和描述了用于向对中在光轴上的观察者显示对象的、包括一个或多个反射偏振器的光学系统的附加示例，该专利申请全文以引用方式并入本文。本文所述的一个或多个光学膜100、200、400、600可在此类系统中用作如该专利申请中所述的反射偏振器。

[0139] 在一些示例中，本文所述的一个或多个光学膜100、200、400、600可以作为反射偏振器并入偏振分束器(PBS)中。PBS可用于有效地将非偏振光分成两种偏振态。PBS系统可以用在半导体、光子仪器或其他光学系统中，以基本上透射第一偏振态(a)的光，同时基本上反射第二正交的偏振态(b)的偏振光。在一些示例中，PBS系统可以被设计为接收0°或45°入射角的光，同时以分离间隔为约90°的输出偏振光束。

[0140] 图11是示例性PBS 1100的示意性剖视图，其包括第一棱镜1102、第二棱镜1104、反射偏振器1110和光源1150。第一棱镜1102包括用于接收来自光源1150的入射光的输入面1112，输出面1114和第一斜边1116。在一些示例中，输入面1112和输出面114可以进一步成形为具有用于将光接收和透射通过第一棱镜1102的有效区域。第二棱镜1104包括输出表面1118和第二斜边1120。

[0141] 反射偏振器1110设置在相应的第一棱镜1102和第二棱镜1104的第一斜边1116和第二斜边1120之间。反射偏振器1110可包括本文所述的光学膜100、200、400、600中的任何一个。例如，反射偏振器1110可以包括至少50个顺序编号的干涉层，每个层可以相对较薄(例如，具有小于约200nm的平均厚度)，其中应用于反射偏振器1110的层厚度分布(作为层编号的函数)的最佳拟合回归是拟合曲线(例如，图3的曲线300)，该拟合曲线在从第一层延伸到第N层的区域中的平均斜率小于约0.2nm/层。

[0142] 第一棱镜1102和第二棱镜1104可包括玻璃或聚合物材料。用于第一棱镜1102和第二棱镜1104的合适的聚合物材料包括例如透明的光学聚合物，诸如丙烯酸聚合物(例如，聚甲基丙烯酸甲酯)、环烯烃共聚物、聚碳酸酯及其组合。在一些示例中，第一棱镜1102和第二棱镜1104可以通过使用热塑性丙烯酸聚合物注塑成型，所述热塑性丙烯酸聚合物诸如可以商品名“OPTOREZ OZ-1330”系列聚合物从日本东京的日立化工有限公司(Hitachi Chemical Company,Ltd)商购获得的丙烯酸聚合物。在一些示例中，可能期望使用相同的聚

合物材料形成第一棱镜1102和第二棱镜1104以减少两个棱镜之间的光学变化，然而在其他示例中，第一棱镜1102和第二棱镜1104可以用不同的材料形成。在一些示例中，第一棱镜1102和第二棱镜1104的尺寸可以相似，而在其他示例中，第一棱镜1102的体积可以小于第二棱镜1104的体积。在一些示例中，第一棱镜1102的体积可以不大于第二棱镜1104的体积的约一半(或不大于约60％，或不大于约40％)。对第一棱镜1102的可以去除的部分的选择可以部分地取决于源自包络1152内的入射、透射和反射光的光路。

[0143] 在操作期间，光源1150产生具有包络1152的光束，其包括中心光线1154。来自光源1150的光可以是具有预定波长范围的非偏振光。中心光线1154通过输入表面1112进入第一棱镜1102，然后透射通过棱镜并以约45°的入射角入射到反射偏振器1110上。在这里，中心光线1154然后根据光的偏振态透射通过和反射离开反射偏振器1110。例如，对应于第一偏振态(a)(例如，透光状态)的光作为具有第一偏振态(a)的透射光线1156穿过反射偏振器1110并继续穿过第二棱镜1104，在第二棱镜处到达输出表面1118。对应于第二正交的偏振态(b)(例如，阻光/反射)的光将作为具有第二正交的偏振态(b)的反射光线1158从反射偏振器1110反射离开。由于光线1154和反射偏振器1110之间的入射角，反射光线1158将在输出面1114的方向上从反射偏振器1110反射离开。在一些示例中，透射光线1156和反射光线1158将以彼此成90°的方式前进。

[0144] PBS 1100可以包括附接到第一棱镜1102和第二棱镜1104的一个或多个输出面或其他面的附加部件(未示出)。附加地或另选地，PBS 1100可以结合在不同的光学系统中。各种部件或PBS 1100或附接于PBS 1100的那些部件可以直接接触或通过光学透明粘合剂附接。在一些示例中，使用光学透明粘合剂层将反射偏振器1110附接至第一棱镜1102和第二棱镜1104中的一者或两者。PBS设计和结合PBS系统的光学系统的其他示例在美国专利申请序列号14/865,017中公开和描述，该专利申请全文以引用方式并入本文。

[0145] 在一些非限制性示例中，PBS 1100可以包括第一棱镜1102和第二棱镜1104以及设置在第一棱镜1102和第二棱镜1104之间并且附着到该第一棱镜和该第二棱镜(例如，沿着第一斜边1116和第二斜边1120)的反射偏振器1110。在此类示例中，反射偏振器1110可以基本上反射具有第一偏振态(a)的偏振光并且基本上透射具有正交的第二偏振态(b)的偏振光，使得当具有预定波长的入射光(例如，光线1154)从PBS 1100的输入面1112进入PBS 1100并且在遇到反射偏振器1110至少一次之后通过PBS 1110的输出面(例如，输出面1118或1114)退出时，出射光的平均强度(例如，射光线1156或反射光线1158)与入射光的平均强度(例如，光线1154)的比率在入射光具有第一偏振态(a)时大于约90％，并且在入射光具有第二偏振态(b)时小于约0.2％。

[0146] 实施例

[0147] 实施例1-如下制备了双折射反射偏振器光学膜。共挤出了两个多层光分组，每个分组包括325个聚萘二甲酸乙二醇酯PEN交替层和一个低折射率各向同性层，该层由聚碳酸酯和共聚酯的共混物(PC:coPET)构成，使得折射率为约1.57并在单轴取向时保持大体各向同性，其中PC:coPET摩尔比为大约42.5摩尔％PC和57.5摩尔％coPET，并且Tg为105摄氏度。选择这种各向同性材料，使得在拉伸之后，其在两个非拉伸方向上的折射率与双折射材料在非拉伸方向上的折射率基本上保持匹配，而在拉伸方向上，双折射层和非双折射层折射率之间基本上不匹配。将PEN和PC/coPET聚合物从单独的挤出机进料到多层共挤出进料区

块中，在该进料区块中，这些聚合物被组装成具有325个交替的光学层的分组(“分组1”和“分组2”)，加上在叠堆光分组的外侧上较厚的PC/coPET保护边界层，总共652层。

[0148] 用于实施例1的高对比度反射偏振器(HCRP)光学膜的这种层剖面示于图9中，标出了分组1和分组2。使用最小二乘线性回归，分组1的平均斜率约为0.17nm/层，分组2的平均斜率约为0.18nm/层，表现出两个分组的约6％的相应斜率差异。实施例1的膜具有如通过电容规测得的所得厚度，大约为63.2μm。

[0149] 为了估计实施例1的多个干涉层的对准，针对入射在该膜的每个相应主表面上的线性偏振光确定了该膜的光轴。膜的光轴对应于膜平面内的入射偏振光的允许最小量的线性偏振光通过该膜的取向(例如，与图2的拉伸轴120对准)。在理想的场景下，无论偏振光进入膜的表面如何，膜的光轴都是相同的。然而，由于制造工艺的变化或多个干涉层的各个光轴的不对准，膜的光轴可取决于偏振光进入哪个表面。在一些示例中，多个层之间的不对准程度越大，光学轴的差异可以越大。在一些示例中，膜的两个表面的光轴之间的差异可以用作计算多个干涉层之间的对准的度量。使用线性偏振光测量了实施例1的膜的两个表面的两个光轴。偏振光直接投射在该膜的第一主表面上，然后旋转该膜，直到最小量的偏振光通过该膜。然后将第一主表面的光轴标记为与偏振光的偏振轴平行。对膜的第二主表面重复该过程。将实施例1的膜的第一主表面和第二主表面的光轴之间的差异确定为小于0.1度，表明多个干涉层之间的强对准。

[0150] 实施例2-用与实施例1的膜相同的过程条件制备了双折射反射偏振器光学膜，不同的是该光学膜被制备为具有约66.7μm的总厚度(如电容规所测量的)。

[0151] 实施例3-如下制备了双折射反射偏振器光学膜。共挤出了两个多层光学分组，每个光学分组包括325个交替的90/10coPEN层(例如，90摩尔％聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)和10摩尔％聚对苯二甲酸乙二醇酯(PEN))和一个低折射率各向同性PC/coPET层，如上文实施例1中所述。将90/10coPEN和PC/coPET聚合物从单独的挤出机进料到多层共挤出进料区块中，在该进料区块中，这些聚合物被组装成具有325个交替的光学层的分组，加上在叠堆光分组的外侧上较厚的PC:coPET保护边界层，总共652层。该膜具有如通过电容规测得的所得物理总厚度，大约为63.2μm。

[0152] 下面的表1提供了对于实施例1至3的光学膜，在450至650nm的可见光谱范围内的第一偏振态(a)和第二偏振态(b)(例如，透光轴和阻光轴)的对比性平均透射率分布，将其与可商购获得的吸收偏振器(AP)和反射偏振器(RP)以及文献中提到的那些进行比较。

[0153] 表1

[0154]

膜样品	T_a (%)	T_b (%)	对比度系数	光密度
示例性 AP	85.1	0.007	13,092:1	4.16
示例性商业 RP 1 (3M, St. Paul, MN)	89.9	4.633	26:1	1.40
示例性商业 RP 2 (3M, St. Paul, MN)	87.6	4.988	21:1	1.34
示例性商业 RP 3 (3M, St. Paul, MN)	87.7	2.020	50:1	1.73
示例性文献 RP	90.4	2.035	48:1	1.71
实施例 1 (HCRP)	90.0	0.015	11,207:1	3.97
实施例 2 (HCRP)	90.0	0.069	4,060:1	3.49
实施例 3 (HCRP)	89.5	0.059	2,659:1	3.37

[0155] 下面的表2表示基于表1中的值，为实施例膜1至3计算的第一偏振态(a)和正交的第二偏振态(b)下的透射率和反射率值。假设与膜层吸收相关的光能损失可忽略不计，计算出这些值。

[0156] 表2

[0157]

膜样品	T_a (%)	T_b (%)	R_a (%)	R_b (%)	T_b/R_b	R_a/T_a	Δn_x ($n1_x - n2_x$)*	($n1_x$:$n2_x$)*
实施例 1 (HCRP)	90	0.015	10	99.985	0.00015	0.11111	0.25	1.16
实施例 2 (HCRP)	90	0.069	10	99.931	0.00069	0.11111	0.25	1.16
实施例 3 (HCRP)	89.5	0.059	10.5	99.941	0.00059	0.11732	0.25	1.16
*根据 633nm 进行确定。								

[0158] 图12是如这里所述的示例性反射偏振器膜与常规反射偏振器相比的示例性厚度分布(层厚度与层编号)的曲线图。这些膜描述于下表3中。膜1206和1208代表可从美国明尼苏达州圣保罗的3M公司(3M,Saint Paul,MN)商购获得的市售多层反射偏振器膜。膜1210是代表性的常规偏振膜，其具有275层，最大厚度与最小厚度比为2.2，其中厚度如该专利中所述连续变化。线1202和1204分别对应于HCPR示例1的第一和第二光学叠堆/分组。使用原子力显微镜(AFM)测量了层厚度分布。

[0159] 表3

[0160]

膜样品	平均斜率（nm/层）	平均光密度（450至650nm）
实施例 1 (HCRP)（分组 1 - 1202）	0.18	3.37
实施例 1 (HCRP)（分组 2 - 1204）	0.17	3.37
示例性商业 RP 2 (3M, St. Paul, MN) -膜 1208	0.226	1.40
示例性商业 RP 3 (3M, St. Paul, MN) -膜 1206	0.211	1.73
示例性常规 RP -膜 1210	0.24	1.83

[0161] 下面的表4表示图12中所示的每个膜/分组1202至1208的最高斜率区域和最低斜率区域之间的计算差值。使用25层范围内的最小二乘线性回归确定了给定区域的相应斜率。

[0162] 表4

[0163]

膜样品	最大斜率和最小斜率之间的差值(nm/层)
实施例1(HCRP)(分组1-1202)	0.48
实施例1(HCRP)(分组2-1204)	0.24
示例性商业RP 2(3M,St.Paul,MN)-膜1208	1.47
示例性商业RP 3(3M,St.Paul,MN)-膜1206	0.75

[0164] 实施例4-使用与实施例1、2和3中所述类似的制造工艺制备了光学膜。实现了交替的层厚度分布,其使用比实施例1、2和3更低的斜率/层剖面。具体地讲,共挤出了两个多层光学叠堆/分组,每个包括325个交替的聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)HIR层和一个LIR各向同性层,该层用20重量%PETg(美国田纳西州诺克斯维尔的伊士曼化工公司(Eastman Chemicals,Knoxville,Tn))和80重量%Xylex(美国得克萨斯州休斯顿的Sabic(Sabic,Houston,TX))的共混物制成,Xylex是聚碳酸酯和共聚酯的合成物。LIR层的折射率约为1.57,并且在单轴取向时保持基本上各向同性。选择这种各向同性材料使得在拉伸之后其在拉伸方向上的折射率保持基本上不变,并且类似于HIR层在非拉伸方向上的折射率,而HIR层在拉伸方向上的折射率与LIR层在相同方向上的折射率具有显著的不匹配。用于HIR层和LIR层的材料从分开的挤出机进料,挤出机供应多层共挤出进料区块,在该进料区块中,它们被组装成两个分组,每个包括325个交替的光学层,以及在每个分组的每一侧上的较厚各向同性LIR材料保护边界层,总共653层,其中光学和机械地堆叠的光学分组之间的间隔层被认为是单层。第一分组(例如,“分组1”)由相对较薄的交替HIR/LIR层组成,而第二分组(例如,“分组2”)由相对较厚的交替HIR/LIR层组成,以分别对应于大约390nm至620nm和600nm至900nm的预定波长范围。如美国专利6,916,440中所述,将该膜在抛物面拉幅机中拉伸,该专利全文以引用方式并入本文。将该膜在约316℉(例如158℃)的温度下拉伸。膜在横向上以大约6:1的比例拉伸,在纵向上以大约0.46:1的比例拉伸,即膜在纵向上松弛。

[0165] 图13示出了通过AFM获得的实施例4的光学膜的层厚度分布图。使用最小二乘线性回归,计算分组1的平均斜率为大约0.104nm/层,并且计算分组2的平均斜率为大约0.141nm/层。实施例4的膜具有如通过电容规测得的所得厚度,大约为65.7μm。在450至650nm的波长范围内,计算平均透光状态透射率(T_a)约为89.1%,平均阻光/反射状态透射率(T_b)约为0.057%。

[0166] 图14示出了实施例4的膜在375至850nm波长范围内的阻光状态透射率(T_b)的曲线图。

[0167] 实施例5-下面的表5显示了与示例性商业RP 2和RP 3相比,上述实施例1和4的光学膜的$\Delta n_x/K$比率。如图所示,实施例1和4的光学膜的每个相应分组显示出大于1.2的$\Delta n_x/K$比率,而示例性商业RP 2和RP 3具有小于1的$\Delta n_x/K$比率。

[0168] 表5

[0169]

膜样品	Δn_x	K	$\Delta n_x/K$
实施例1(HCRP)(分组1)	0.25	0.172	1.45
实施例1(HCRP)(分组2)	0.25	0.177	1.41
实施例4(HCRP)(第一分组)	0.25	0.141	1.77
实施例4(HCRP)(第二分组)	0.25	0.103	2.43

[0170]

示例性商业 RP 2 (3M, St. Paul, MN)	0.22	0.227	0.97
示例性商业 RP 3 (3M, St. Paul, MN)	0.2	0.247	0.81

[0171] 实施例6-下表5显示了实施例1的光学膜的光密度、屈光度和其他光学性质。表5中还包括针对常规反射偏振器膜的24个对比样品获得的结果。对比样品对应于商业上获得的各种偏振膜或使用文献中公开的技术制备的偏振膜。每层的屈光度与表6中列出的膜的总层数的关系绘制在图15中。如图15所示，实施例1和4的光学膜各自显示出大于(-0.0012*N+1.46)的每层屈光度(由线表示)。

[0172] 表6

[0173]

膜样品	总层数	T_a(%)	T_b(%)	光密度	左频带边缘(nm)	右频带边缘(nm)	光学功率	屈光度/层
实施例 1 (HCRP)	650	90.5	0.02	3.70	420	924	480	0.74
实施例 4 (HCRP)	650	90.1	0.01	3.90	420	924	509	0.78
比较样品 1	274	32	0.5	2.30	420	924	299	1.09
比较样品 2	275	36	1.4	1.85	420	924	241	0.88
比较样品 3	275	90	1	2.00	420	924	260	0.94
比较样品 4	825	89	0.5	2.30	420	924	299	0.36
比较样品 5	550	89.9	0.4	2.40	420	924	311	0.57
比较样品 6	550	89.7	0.4	2.40	420	924	311	0.57
比较样品 7	550	89.9	0.5	2.30	420	924	299	0.54
比较样品 8	550	89.9	0.4	2.40	420	924	311	0.57
比较样品 9	825	89.9	0.2	2.70	420	924	351	0.42
比较样品 10	550	89.9	0.4	2.40	420	924	311	0.57
比较样品 11	275	89.2	1	2.00	420	924	260	0.94
比较样品 12	275	89.2	0.5	2.30	420	924	299	1.09
比较样品 13	275	89.2	1	2.00	420	924	260	0.94
比较样品 14	550	89.2	0.7	2.15	420	924	280	0.51
比较样品 15	550	89.8	0.5	2.30	420	924	299	0.54
比较样品 16	550	89.8	0.4	2.40	420	924	311	0.57
比较样品 17	550	90.3	0.2	2.70	420	924	351	0.64
比较样品 18	550	89.2	0.3	2.52	420	924	328	0.60
比较样品 19	550	89.2	0.4	2.40	420	924	311	0.57
比较样品 20	550	89.2	0.7	2.15	420	924	280	0.51
比较样品 21	550	89.2	0.7	2.15	420	924	280	0.51
比较样品 22	825	89.2	0.5	2.30	420	924	299	0.36
比较样品 23	275	89.2	0.9	2.05	420	924	266	0.97
比较样品 24	275	89.2	1	2.00	420	924	260	0.94

[0174]

[0175] 实施例7-使用iPad4(美国加利福利亚州库比蒂诺的(Apple Computer,Cuppertino,CA))的LCD显示器进行比较性显示器组件研究。在显示器组件中测试了三个反射偏振器作为后反射偏振器(例如，显示器组件700中的光学膜702的位置)。所测试的反射偏振器包括层压到聚乙烯醇类型的吸附偏振器(“对比AP/RP膜”)的iPad4的原装RP膜；iPad4的不存在RP的原装RP膜(“对比RP膜”)；和实施例1的高对比度反射偏振器光学膜。用

于将偏振器光学膜粘附到LCD显示器上的粘性粘合剂是透明OCA 8171,其可从美国明尼苏达州圣保罗的3M公司(3M Company,St.Paul,MN)获得。用于测试的光源是与iPad4设备一起提供的具有亮度增强膜(例如,棱镜膜/棱镜膜/漫射板)的原装背光源。

[0176] 使用商业锥光偏振仪ELDIM L80(法国Hérouville-Saint-Clair的ELDIM SA(ELDIM SA,Hérouville-Saint-Clair,France))检查了三个不同的显示器组件的光学性能。显示器组件的亮度和对比度结果示于表7中,其值相对于对比AP/RP膜归一化。如结果中所示。与对比AP/RP和RP膜相比,实施例1的光学膜显示出优异的亮度。另外,实施例1的光学膜显示出的对比度远远大于原装对比RP膜的对比度,并且尽管在该显示器组件中没有后AP层,但仍然与对比AP/RP的对比度相当。

[0177] 表7

[0178]

显示器测试中的膜样品	亮度*	对比度系数
对比 AP/RP 膜	100%	1000:1
对比 RP 膜	102%	25:1
实施例 1 (HCRP)	112%	580:1
*值相对于比较例 AP/RP 膜归一化		

[0179] 第1条:在一个示例中,一种光学膜包括多个干涉层,每个干涉层主要通过光学干涉来反射或透射光,干涉层的总数小于约1000,使得对于在预定波长范围内的基本上法向入射的光,所述多个干涉层具有对第一偏振态的大于约85%的平均光学透射率、对正交的第二偏振态的大于约80%的平均光学反射率、以及并且对第二偏振态的小于约0.2%的平均光学透射率。

[0180] 第2条:在第1条的光学膜的一些示例中,所述多个干涉层具有对在预定波长范围内的第一偏振态的大于约90%的平均光学透射率。

[0181] 第3条:在第1条的光学膜的一些示例中,所述多个干涉层具有对在预定波长范围内的第一偏振态的大于约95%的平均光学透射率。

[0182] 第4条:在第1条的光学膜的一些示例中,所述多个干涉层具有对在预定波长范围内的第一偏振态的大于约98%的平均光学透射率。

[0183] 第5条:在前述条中任一条的光学膜的一些示例中,所述多个干涉层具有对在预定波长范围内的第二偏振态的小于约0.15%的平均光学透射率。

[0184] 第6条:在前述条中任一条的光学膜的一些示例中,所述多个干涉层具有对在预定波长范围内的第二偏振态的小于约0.10%的平均光学透射率。

[0185] 第7条:在前述条中任一条的光学膜的一些示例中,使得对于在预定波长范围内以约10度的入射角入射在该光学膜上的光,所述多个干涉层具有对第一偏振态的大于约85%的平均光学透射率、对第二偏振态的大于约80%的平均光学反射率、以及对第二偏振态的小于约0.2%的平均光学透射率。

[0186] 第8条:在前述条中任一条的光学膜的一些示例中,使得对于在预定波长范围内以约20度的入射角入射在该光学膜上的光,所述多个干涉层具有对第一偏振态的大于约85%的平均光学透射率、对第二偏振态的大于约80%的平均光学反射率、以及对第二偏振态的小于约0.2%的平均光学透射率。

[0187] 第9条:在第1条的光学膜的一些示例中,使得对于在预定波长范围内以约30度的

入射角入射在该光学膜上的光，所述多个干涉层具有对第一偏振态的大于约85％的平均光学透射率、对第二偏振态的大于约80％的平均光学反射率、以及对第二偏振态的小于约0.2％的平均光学透射率。

[0188] 第10条：在一个示例中，一种光学膜包括多个干涉层，每个干涉层主要通过光学干涉来反射或透射光，干涉层的总数小于约1000，使得对于在预定波长范围内的基本上法向入射的光，光学膜具有对第一偏振态的平均光学透射率T_a和平均光学反射率R_a、以及对正交的第二偏振态的平均光学透射率T_b和平均光学反射率R_b，T_b/R_b小于约0.002并且R_a/T_a小于约0.17。

[0189] 第11条：在第10条的光学膜的一些示例中，T_a/T_b大于约425。

[0190] 第12条：在第10条或第11条的光学膜的一些示例中，R_b/R_a大于约6.7。

[0191] 第13条：在第10条至第12条中任一条的光学膜的一些示例中，所述多个干涉层在所述预定波长范围内的T_a大于约90％。

[0192] 第14条：在第10条至第13条中任一条的光学膜的一些示例中，所述多个干涉层在所述预定波长范围内的T_a大于约95％。

[0193] 第15条：在第10条至第14条中任一条的光学膜的一些示例中，所述多个干涉层在所述预定波长范围内的T_a大于约98％。

[0194] 第16条：在第10条至第15条中任一条的光学膜的一些示例中，在预定波长范围内的T_b小于约0.15％。

[0195] 第17条：在第10条至第16条中任一条的光学膜的一些示例中，在预定波长范围内的T_b小于约0.10％。

[0196] 第18条：在第10条至第17条中任一条的光学膜的一些示例中，使得对于在预定波长范围内以约10度的入射角入射在光学膜上的光，T_a大于约85％，R_b大于约80％，且T_b小于约0.2％。

[0197] 第19条：在第10条至第18条中任一条的光学膜的一些示例中，使得对于在预定波长范围内以约20度的入射角入射在光学膜上的光，T_a大于约85％，R_b大于约80％，且T_b小于约0.2％。

[0198] 第20条：在第10条至第19条中任一条的光学膜的一些示例中，使得对于在预定波长范围内以约30度的入射角入射在光学膜上的光，T_a大于约85％，R_b大于约80％，且T_b小于约0.2％。

[0199] 第21条：在前述条中任一条的光学膜的一些示例中，光学膜包括设置在两个干涉层之间的至少一个非干涉层，所述至少一个非干涉层中的每个不主要通过光学干涉来反射或透射光。

[0200] 第22条：在第21条的光学膜的一些示例中，所述至少一个非干涉层中的每个的平均厚度为预定波长范围内的最大波长的至少10倍。

[0201] 第23条：在第21条的光学膜的一些示例中，所述至少一个非干涉层中的每个的平均厚度为预定波长范围内的最大波长的至少50倍。

[0202] 第24条：在前述条中任一条的光学膜的一些示例中，预定波长范围为约400nm至约700nm。

[0203] 第25条：在前述条中任一条的光学膜的一些示例中，预定波长范围为约400nm至约

700nm和约800nm至约1300nm。

[0204] 第26条:在前述条中任一条的光学膜的一些示例中,干涉层的总数小于约900。

[0205] 第27条:在前述条中任一条的光学膜的一些示例中,干涉层的总数小于约800。

[0206] 第28条:在前述条中任一条的光学膜的一些示例中,光学膜具有小于约60μm的厚度。

[0207] 第29条:在前述条中任一条的光学膜的一些示例中,所述多个干涉层包括多个交替的较高折射率第一层和较低折射率第二层。

[0208] 第30条:在一个示例中,一种光学膜包括N个顺序编号的层,N是大于200且小于1000的整数,每层的平均厚度小于约200nm,应用于层厚度分布的最佳拟合回归作为拟合曲线,其将每层的厚度绘制为层编号的函数,其中拟合曲线在从第一层延伸到第N层的区域中的平均斜率小于约0.2nm/层,使得对于在预定波长范围内的基本上法向入射的光,光学膜具有对第一偏振态的大于约85%的平均光学透射率以及对正交的第二偏振态的大于约80%的平均光学反射率。

[0209] 第31条:在一个示例中,光学膜包括N个顺序编号的层,N是大于200的整数,层的少于10%具有大于约200纳米(nm)的厚度,应用于该光学膜的层厚度(作为层编号的函数)的最佳拟合回归是拟合曲线,该拟合曲线在从第一层延伸到第N层的区域中的平均斜率小于约0.2nm。

[0210] 第32条:在第31条的光学膜的一些示例中,其中N个顺序编号的层中的至少一个编号层的平均厚度比这N个顺序编号层中的至少一个其他编号层的平均厚度小至少30%。

[0211] 第33条:在第30条或第32条的光学膜的一些示例中,最佳拟合回归是最佳拟合线性回归、最佳拟合非线性回归、最佳拟合多项式回归和最佳拟合指数回归中的一种或多种。

[0212] 第34条:在第30条至第33条中任一条的光学膜的一些示例中,光学膜包括至少一个间隔层,所述至少一个间隔层设置在所述N个顺序编号的层中的两个顺序编号的层之间,所述至少一个间隔层中的每个间隔层具有大于约500nm的平均厚度。

[0213] 第35条:在第30条至第34条中任一条的光学膜的一些示例中,光学膜包括至少一个间隔层,所述至少一个间隔层设置在所述N个顺序编号的层中的两个顺序编号的层之间,所述至少一个间隔层中的每个间隔层的平均厚度是预定波长范围中的最大波长的至少10倍。

[0214] 第36条:在第30条至第35条中任一条的光学膜的一些示例中,光学膜包括至少一个间隔层,所述至少一个间隔层设置在所述N个顺序编号的层中的两个顺序编号的层之间,所述至少一个间隔层中的每个间隔层的平均厚度是预定波长范围中的最大波长的至少50倍。

[0215] 第37条:在第30条至第36条中任一条的光学膜的一些示例中,所述N个顺序编号的层中的至少一个层的平均厚度小于约50nm,并且所述N个顺序编号的层中的至少一个其他层的平均厚度大于约100nm。

[0216] 第38条:在第30条至第37条中任一条的光学膜的一些示例中,所述N个顺序编号的层顺序排列。

[0217] 第39条:在第30条至第38条中任一条的光学膜的一些示例中,最佳拟合回归是最佳拟合线性回归、最佳拟合非线性回归、最佳拟合多项式回归和最佳拟合指数回归中的一

种或多种。

[0218] 第40条:在第30条至第39条中任一条的光学膜的一些示例中,所述N个顺序编号的层包括多个交替的较高折射率第一层和较低折射率第二层。

[0219] 第41条:在一个示例中,一种光学膜包括从一到N顺序编号的多个层,其中N是大于50且小于1000的整数,该光学膜透射在预定波长范围内具有第一偏振态的光的至少80%并且反射在预定波长范围内具有正交的第二偏振态的光的至少80%,应用于该光学膜的层厚度(作为层编号的函数)的最佳拟合回归是拟合曲线,使得在从第一层延伸到第N层的区域中,拟合曲线的最大斜率和最小斜率之间的差小于约0.70nm/层,其中对由25至50个相邻层组成的任何群组分别计算最大斜率和最小斜率。

[0220] 第42条:在第41条的光学膜的一些示例中,所述多个层中的每层具有小于约200nm的平均厚度。

[0221] 第43条:在第41条或第42条的光学膜的一些示例中,所述多个层中的编号层顺序排列。

[0222] 第44条:在第41条至第43条中任一条的光学膜的一些示例中,拟合曲线在从第一层延伸到第N层的区域中的平均斜率小于约0.2nm,使得对于在预定波长范围内的基本上法向入射的光。

[0223] 第45条:在第41条至第44条中任一条的光学膜的一些示例中,最佳拟合回归是最佳拟合线性回归、最佳拟合非线性回归、最佳拟合多项式回归和最佳拟合指数回归中的一种或多种。

[0224] 第46条:在第41条至第45条中任一条的光学膜的一些示例中,光学膜包括设置在从一到N顺序编号的所述多个层中的两个顺序编号层之间的间隔层,所述间隔层的平均厚度是预定波长范围内的最大波长的至少10倍。

[0225] 第47条:在第46条的光学膜的一些示例中,间隔层的平均厚度是预定波长范围内的最大波长的至少50倍。

[0226] 第48条:在第41条至第47条中任一条的光学膜的一些示例中,从一到N顺序编号的所述多个层中的至少一个层的平均厚度小于约50nm,并且从一到N顺序编号的所述多个层中的至少一个其他层的平均厚度大于约100纳米。

[0227] 第49条:在第41条至第48条中任一条的光学膜的一些示例中,所述N个顺序编号的层包括多个交替的较高折射率第一层和较低折射率第二层。

[0228] 第50条:在一个示例中,一种光学膜透射在预定波长范围内具有第一偏振态的光的至少80%并且反射在预定波长范围内具有正交的第二偏振态的光的至少80%,该光学膜包括N个层的叠堆,其中N是大于50且小于1000的整数,使得对于该N个层的叠堆中的由顺序排列的层组成的多个不重叠群组,每个群组中的层从一到m编号,m大于25,对于每个不重叠群组,应用于该群组的层厚度(作为层编号的函数)的最佳拟合回归是拟合曲线,其中在从该群组中的第一层延伸到该群组中的第m层的区域中,该拟合曲线具有平均斜率,使得拟合曲线在这多个不重叠群组中的平均斜率之间的最大差小于0.70nm/层。

[0229] 第51条:在第51条的光学膜的一些示例中,N个层的叠堆中的至少一层的平均厚度比该N个层的叠堆中的至少一个其他层的平均厚度小至少30%。

[0230] 第52条:在第51条或第52条的光学膜的一些示例中,最佳拟合回归是最佳拟合线

性回归、最佳拟合非线性回归、最佳拟合多项式回归和最佳拟合指数回归中的一种或多种。

[0231] 第53条:在第50条至第52条中任一条的光学膜的一些示例中,所述N个层的叠堆中的至少一个层的平均厚度小于约50nm,并且所述N个层的叠堆中的至少一个其他层的平均厚度大于约100nm。

[0232] 第54条:在一个示例中,一种光学膜包括多个交替的第一层和第二层,每个第一层和每个第二层主要通过光学干涉来反射或透射光,第一层和第二层中的每一者的总数小于400且大于100,对于每对相邻的第一层和第二层:在第一层的平面中,第一层沿x方向具有最大折射率$n1_x$,第二层沿x方向具有折射率$n2_x$,$n1_x$和$n2_x$之间的差值大于约0.24,并且第一层的x方向的最大角度范围小于约2度。

[0233] 第55条:在第54条的光学膜的一些示例中,所述多个交替的第一层和第二层顺序排列。

[0234] 第56条:在第54条或第55条的光学膜的一些示例中,所述多个交替的第一层和第二层包括总共N个顺序排列的层,该光学膜透射在预定波长范围内具有第一偏振态的光的至少80%并反射在预定波长范围内具有正交的第二偏振态的光的至少80%,应用于该光学膜的层厚度(作为层编号的函数)的最佳拟合回归是拟合曲线,使得在从第一层延伸到第N层的区域中包括小于约0.2nm/层编号的斜率。

[0235] 第57条:在第54条至第56条中任一条的光学膜的一些示例中,最佳拟合回归是最佳拟合线性回归、最佳拟合非线性回归、最佳拟合多项式回归和最佳拟合指数回归中的一种或多种。

[0236] 第58条:在第54条至第57条中任一条的光学膜的一些示例中,所述多个交替的第一层和第二层中的每层具有小于约200nm的平均厚度。

[0237] 第59条:在第54条至第58条中任一条的光学膜的一些示例中,所述多个交替的第一层和第二层包括至少两个叠堆,每个叠堆包括所述多个交替的第一层和第二层中的至少一些,所述光学膜还包括设置在这两个叠堆之间的间隔层,所述间隔层的平均厚度是预定波长范围内最大波长的至少10倍。

[0238] 第60条:在第59条的光学膜的一些示例中,间隔层的平均厚度是预定波长范围内的最大波长的至少50倍。

[0239] 第61条:在第54条至第60条中任一条的光学膜的一些示例中,所述多个交替的第一层和第二层中的至少一个层的平均厚度小于约50nm,并且所述多个交替的第一层和第二层中的至少一个其他层的平均厚度大于约100nm。

[0240] 第62条:在一个示例中,一种光学膜包括多个交替的较高折射率干涉层和较低折射率干涉层,每个干涉层主要通过光学干涉来反射或透射光,干涉层的总数大于300,该光学膜的每干涉层屈光度大于约0.7。

[0241] 第63条:在第62条的光学膜的一些示例中,较高折射率干涉层和较低折射率干涉层的总数小于1000。

[0242] 第64条:在第62条或第63条的光学膜的一些示例中,所述较高折射率干涉层和较低折射率干涉层包括至少两个叠堆,每个叠堆包括所述较高折射率干涉层和较低折射率干涉层中的至少一些,所述光学膜还包括设置在这两个叠堆之间的间隔层,所述间隔层的平均厚度是预定波长范围内最大波长的至少10倍。

[0243] 第65条:在第62条至第64条中任一条的光学膜的一些示例中,间隔层的平均厚度是预定波长范围内的最大波长的至少50倍。

[0244] 第66条:在第62条至第65条中任一条的光学膜的一些示例中,所述多个交替的较高折射率干涉层和较低折射率干涉层中的至少一个层的平均厚度小于约50nm,并且所述多个交替的较高折射率干涉层和较低折射率干涉层中的至少一个其他层的平均厚度大于约100nm。

[0245] 第67条:在一个示例中,一种光学膜包括多个交替的较高折射率干涉层和较低折射率干涉层,每个干涉层主要通过光学干涉来反射或透射光,这多个干涉层的每干涉层屈光度大于(-0.0012*N+1.46),其中N是交替的较高折射率干涉层和较低折射率干涉层的总数,N大于100且小于1000。

[0246] 第68条:在第67条的光学膜的一些示例中,较高折射率干涉层和较低折射率干涉层的总数小于1000。

[0247] 第69条:在第67条或第68条的光学膜的一些示例中,所述较高折射率干涉层和较低折射率干涉层包括至少两个叠堆,每个叠堆包括所述较高折射率干涉层和较低折射率干涉层中的至少一些,所述光学膜还包括设置在这两个叠堆之间的间隔层,所述间隔层的平均厚度是预定波长范围内最大波长的至少10倍。

[0248] 第70条:在第69条的光学膜的一些示例中,间隔层的平均厚度是预定波长范围内的最大波长的至少50倍。

[0249] 第71条:在第67条至第70条中任一条的光学膜的一些示例中,所述多个交替的较高折射率干涉层和较低折射率干涉层中的至少一个层的平均厚度小于约50nm,并且所述多个交替的较高折射率干涉层和较低折射率干涉层中的至少一个其他层的平均厚度大于约100nm。

[0250] 第72条:在一个示例中,一种光学膜包括主要通过光学干涉来反射和透射光的多个干涉层,使得对于在预定波长范围内的基本上法向入射的光,所述多个干涉层透射具有第一偏振态的光的至少80%,反射具有正交的第二偏振态的光的至少80%,并且具有大于约2.5的平均光密度,所述多个干涉层被分成多个光学叠堆,每对相邻的光学叠堆由不是主要通过光学干涉来反射或透射光的一个或多个间隔层隔开,每个光学叠堆透射在预定波长范围内具有第一偏振态的光的至少50%并反射在预定波长范围内具有第二偏振态的光的至少50%,每个光学叠堆中的干涉层顺序编号,每个光学叠堆具有将光学叠堆的厚度与干涉层编号相关联的最佳拟合线性方程,该线性方程在从叠堆中的第一个干涉层延伸到该叠堆中的最后一个干涉层的区域中具有平均斜率,所述线性方程在所述多个光学叠堆中的平均斜率之间的最大差小于约20%。

[0251] 第73条:在第72条的光学膜的一些示例中,每个光学叠堆包括所述多个干涉层中的至少50个干涉层。

[0252] 第74条:在第72条或第73条的光学膜的一些示例中,光学膜包括所述多个干涉层中的少于1000个干涉层。

[0253] 第75条:在第72条至第74条中任一条的光学膜的一些示例中,所述一个或多个间隔层的平均厚度是预定波长范围内的最大波长的至少10倍。

[0254] 第76条:在第72条至第75条中任一条的光学膜的一些示例中,所述一个或多个间

隔层的平均厚度是预定波长范围内的最大波长的至少50倍。

[0255] 第77条:在第72条至第76条中任一条的光学膜的一些示例中,所述多个干涉层中的至少一个层的平均厚度小于约50nm,并且所述多个干涉层中的至少一个其他层的平均厚度大于约100nm。

[0256] 第78条:在一个示例中,一种光学膜透射在预定波长范围内具有第一偏振态的光的至少80%并且反射在预定波长范围内具有正交的第二偏振态的光的至少80%,该光学膜包括:不少于100个且不多于400个顺序排列的单元格,每个单元格包括较低折射率第一层和相邻的较高折射率第二层,每个单元格的较高折射率和较低折射率之间的差值大于约0.24,每个单元格的总光学厚度等于预定波长范围内的不同中心波长的一半,使得对于顺序排列的单元格中的多对相邻单元格中的至少80%的每对,相邻单元格的中心波长的差值与相邻单元格的中心波长的平均值之比小于约2%。

[0257] 第79条:在第78条的光学膜的一些示例中,顺序排列的所述单元格中的至少一层的平均厚度比顺序排列的所述单元格中的至少一个其他层的平均厚度小至少30%。

[0258] 第80条:在第78条或第79条的光学膜的一些示例中,顺序排列的所述单元格包括总共N个顺序排列的层,所述N个顺序排列的层中的每层具有小于约200nm的平均厚度,应用于该光学膜的层厚度(作为层编号的函数)的最佳拟合回归是拟合曲线,其中该拟合曲线在从第一层延伸到第N层的区域中的平均斜率小于约0.2nm,使得对于在预定波长范围内的基本上法向入射的光,光学膜对第一偏振态的平均光学透射率大于约80%,对正交的第二偏振态的平均光学反射率大于约80%。

[0259] 第81条:在第78条至第80条中任一条的光学膜的一些示例中,最佳拟合回归是最佳拟合线性回归、最佳拟合非线性回归、最佳拟合多项式回归和最佳拟合指数回归中的一种或多种。

[0260] 第82条:在第78条至第81条中任一条的光学膜的一些示例中,所述N个顺序排列层的叠堆中的至少一个层的平均厚度小于约50nm,并且所述N个顺序排列层的叠堆中的至少一个其他层的平均厚度大于约100nm。

[0261] 第83条:在一个示例中,一种光学膜包括主要通过光学干涉来反射或透射在预定波长范围内的光的多个干涉层,干涉层的折射率之间的最大差值为Δn,应用于光学膜的层厚度(作为层编号的函数)的最佳拟合回归是拟合曲线,该拟合曲线在延伸跨过所述多个干涉层的区域中具有平均斜率K,Δn/K大于约1.2。

[0262] 第84条:在第83条的光学膜的一些示例中,Δn/K大于约1.5。

[0263] 第85条:在第83条或第84条的光学膜的一些示例中,在所述预定波长范围内具有大于约2.0的光密度。

[0264] 第86条:在第83条至第85条中任一条的光学膜的一些示例中,在所述预定波长范围内具有大于约3.0的光密度。

[0265] 第87条:在第83条至第86条中任一条的光学膜的一些示例中,在所述预定波长范围内具有大于约3.0的光密度。

[0266] 第88条:在第83条至第87条的光学膜的一些示例中,Δn大于约0.24。

[0267] 第89条:在第83条至第88条中任一条的光学膜的一些示例中,所述多个干涉层包括总共N个顺序排列的层,N小于约1000,所述N个顺序排列的层中的每层具有小于约200nm

的平均厚度，应用于该光学膜的层厚度(作为层编号的函数)的最佳拟合回归是拟合曲线，其中该拟合曲线在从第一层延伸到第N层的区域中的平均斜率小于约0.2nm，使得对于在预定波长范围内的基本上法向入射的光，光学膜对第一偏振态的平均光学透射率大于约80％，对正交的第二偏振态的平均光学反射率大于约80％。

[0268] 第90条：在第89条的光学膜的一些示例中，最佳拟合回归是最佳拟合线性回归、最佳拟合非线性回归、最佳拟合多项式回归和最佳拟合指数回归中的一种或多种。

[0269] 第91条：在第89条或第90条的光学膜的一些示例中，其中所述N个顺序排列的层中的至少一个层的平均厚度小于约50nm，并且所述N个顺序排列的层中的至少一个其他层的平均厚度大于约100nm。

[0270] 第92条：在第83条至第91条中任一条的光学膜的一些示例中，光学膜包括设置在所述多个干涉层中的两个层之间的间隔层，所述间隔层的平均厚度是预定波长范围内的最大波长的至少10倍。

[0271] 第93条：在第92条的光学膜的一些示例中，间隔层的平均厚度是预定波长范围内的最大波长的至少50倍。

[0272] 第94条：在一个示例中，一种光学膜包括M_a个顺序排列的第一单元格，其被优化以透射或反射在第一而非第二预定波长范围内的光，第一单元格中的每个包括第一高折射率层和第二低折射率层；和M_b个顺序排列的第二单元格，其被优化以透射或反射在第二而非第一预定波长范围内的光，第二单元格中的每个包括第三高折射率层和第四低折射率层，使得：对于M_a个顺序排列的所述第一单元格，第一高折射率层的折射率的平均值与第二低折射率层的折射率的平均值之比乘以M_a大于约300；和

[0273] 对于M_b个顺序排列的所述第二单元格，第三高折射率层的折射率的平均值与第四低折射率层的折射率的平均值之比乘以M_b大于约300，其中对于具有在第一和第二预定波长范围内的任何波长的以从约零度至约30度的任何入射角入射到光学膜上的光，该光学膜对第一偏振态的平均光学透射率T_a与该光学膜对正交的第二偏振态的平均光学透射率T_b之比不小于约1000:1。

[0274] 第95条：在第94条的光学膜的一些示例中，第一预定波长范围和第二预定波长范围分别在电磁光谱的可见和红外范围内。

[0275] 第96条：在第94条或第95条的光学膜的一些示例中，第一预定波长范围为约400nm至约700nm。

[0276] 第97条：在第94条至第96条中任一条的光学膜的一些示例中，第二预定波长范围为约800nm至约1300nm。

[0277] 第98条：在第94条至第97条中任一条的光学膜的一些示例中，M_a个顺序排列的所述第一单元格和M_b个顺序排列的所述第二单元格各自包括总共少于约400个干涉层，每个干涉层具有小于约200nm的平均厚度，应用于M_a个顺序排列的第一单元格的层厚度(作为层编号的函数)的最佳拟合回归是拟合曲线，该拟合曲线在从第一干涉层延伸到第(2*Ma)层的区域中的平均斜率小于约0.2nm/层编号，使得对于第一预定波长范围内的基本上法向入射的光，该光学膜具有对第一偏振态的大于约80％的平均光学透射率，以及对正交的第二偏振态的大于约80％的平均光学反射率。

[0278] 第99条：在第94条至第98条中任一条的光学膜的一些示例中，最佳拟合回归是最

佳拟合线性回归、最佳拟合非线性回归、最佳拟合多项式回归和最佳拟合指数回归中的一种或多种。

[0279] 第100条:在第94条至第99条中任一条的光学膜的一些示例中,其中M_a个顺序排列的所述第一单元格中的至少一个干涉层的平均厚度小于约50nm,并且M_a个顺序排列的所述第一单元格中的至少一个其他干涉层的平均厚度大于约100nm。

[0280] 第101条:在第94条至第100条中任一条的光学膜的一些示例中,光学膜包括设置在M_a个顺序排列的第一单元格和M_b个顺序排列的第二单元格之间的间隔层,该间隔层的平均厚度是第一预定波长范围和第二预定波长范围中最大波长的至少10倍。

[0281] 第102条:在第101条的光学膜的一些示例中,间隔层的平均厚度是第一预定波长范围和第二预定波长范围内的最大波长的至少50倍。

[0282] 第103条:在第30条至第100条中任一条的光学膜的一些示例中,其中,对于在预定波长范围内的基本上法向入射的光,该光学膜具有对第一偏振态的平均光学透射率T_a和平均光学反射率R_a、以及对正交的第二偏振态的平均光学透射率T_b和平均光学反射率R_b,T_b/R_b小于约0.002并且R_a/T_a小于约0.17。

[0283] 第104条:在第103条的光学膜的一些示例中,T_a/T_b大于约425。

[0284] 第105条:在第103条或第104条的光学膜的一些示例中,R_b/R_a大于约6.7。

[0285] 第106条:在第103条至第105条中任一条的光学膜的一些示例中,预定波长范围为约400nm至约700nm。

[0286] 第107条:在第103条至第106条中任一条的光学膜的一些示例中,预定波长范围为约400nm至约700nm和约800nm至约1300nm。

[0287] 第108条:在第103条至第107条中任一条的光学膜的一些示例中,所述层在预定波长范围内的T_a大于约90%。

[0288] 第109条:在第103条至第108条中任一条的光学膜的一些示例中,所述层在预定波长范围内的T_a大于约95%。

[0289] 第110条:在第103条至第109条中任一条的光学膜的一些示例中,所述层在预定波长范围内的T_a大于约98%。

[0290] 第111条:在第103条至第110条中任一条的光学膜的一些示例中,在预定波长范围内的T_b小于约0.15%。

[0291] 第112条:在第103条至第111条中任一条的光学膜的一些示例中,在预定波长范围内的T_b小于约0.10%。

[0292] 第113条:在第103条至第112条中任一条的光学膜的一些示例中,使得对于在预定波长范围内以约10度的入射角入射在光学膜上的光,T_a大于约85%,R_b大于约80%,T_b小于约0.2%。

[0293] 第114条:在第103条至第113条中任一条的光学膜的一些示例中,使得对于在预定波长范围内以约20度的入射角入射在光学膜上的光,T_a大于约85%,R_b大于约80%,T_b小于约0.2%。

[0294] 第115条:在第103条至第114条中任一条的光学膜的一些示例中,使得对于在预定波长范围内以约30度的入射角入射在光学膜上的光,T_a大于约85%,R_b大于约80%,T_b小于约0.2%。

[0295] 第116条:在第30条至第115条中任一条的光学膜的一些示例中,光学膜具有小于约60μm的厚度。

[0296] 第117条:在第30条至第116条中任一条的光学膜的一些示例中,所述层包括多个交替的较高折射率第一层和较低折射率第二层。

[0297] 第118条:在第30条至第117条中任一条的光学膜的一些示例中,层的总数小于约900。

[0298] 第119条:在第30条至第118条中任一条的光学膜的一些示例中,层的总数小于约800。

[0299] 第120条:在前述条中任一条的光学膜的一些示例中,光学膜具有大于1000:1的对比度系数。

[0300] 第121条:在前述条中任一条的光学膜的一些示例中,光学膜在预定波长范围内具有大于约2.0的光密度。

[0301] 第122条:在前述条中任一条的光学膜的一些示例中,光学膜具有大于约0.7的每干涉层屈光度。

[0302] 第123条:在前述条中任一条的光学膜的一些示例中,预定波长范围包括从约430nm至约465nm、约490nm至约555nm,以及约600nm至约665nm的三个预定波长范围。

[0303] 第124条:在前述条中任一条的光学膜的一些示例中,其中交替的较所述高折射率第一层和所述较低折射率第二层限定了针对对应于第一偏振态的轴的大于约0.24的折射率差值。

[0304] 第125条:在第124条的光学膜的一些示例中,其中交替的所述较高折射率第一层和所述较低折射率第二层之间的最大折射率差值是Δn,应用于该光学膜的层厚度(作为层编号的函数)的最佳拟合回归是拟合曲线,该拟合曲线在横跨多个干涉层延伸的区域中具有平均斜率K,Δn/K大于约1.2。

[0305] 第126条:在第125条的光学膜的一些示例中,其中Δn/K大于约1.5。

[0306] 第127条:在一个示例中,一种显示器组件包括光源;

[0307] 液晶显示器组件;以及设置在液晶显示器组件和光源之间的前述条中任一条的光学膜。

[0308] 第128条:在第127条的显示器组件的一些示例中,光源包括被构造为将光导向光学膜的光导,其中液晶显示器组件包括:液晶层;以及吸收偏振器,其中液晶层设置在光学膜和吸收偏振器之间。

[0309] 第129条:在第127条或第128条的显示器组件的一些示例中,显示器组件不包括在液晶层和光学膜之间的吸收偏振器膜。

[0310] 第130条:在第127条或第128条的显示器组件的一些示例中,显示器组件还包括设置在液晶层和光学膜之间的吸收偏振器。

[0311] 第131条:在一个示例中,一种显示器组件包括:光源;液晶层,其被构造为由光源照射;设置在光源和液晶层之间以增加显示器组件的轴向亮度的一个或多个增亮膜;以及设置在一个或多个增亮膜和液晶层之间、用于基本上透射具有第一偏振态的光并基本上反射具有正交的第二偏振态的光的反射偏振器,该反射偏振器具有对第二偏振态的小于约0.2%的平均光学透射率,其中在光源和液晶层之间没有设置吸收偏振器,并且该显示器组

件的对比度系数是比较显示器组件的对比度系数的至少两倍，比较显示器组件具有相同构造，不同的是比较显示器组件的反射偏振器对第二偏振态的平均透射率大于约1.0％。

[0312] 第132条：在第131条的显示器组件的一些示例中，反射偏振器包括第1条至第126条中任一条的光学膜。

[0313] 第133条：在一个示例中，一种显示器组件包括光源；

[0314] 液晶层，其被构造为由光源照射；设置在光源和液晶层之间以增加显示器组件的轴向亮度的一个或多个增亮膜；以及设置在所述一个或多个增亮膜和液晶层之间并且包括多个干涉层的反射偏振器，所述多个干涉层主要通过光学干涉来透射或反射光，使得对于在预定波长范围内的基本上法向入射的光，所述多个干涉层透射具有第一偏振态的光的至少80％并且透射具有正交的第二偏振态的光的少于约0.2％，其中在光源和液晶层之间没有设置吸收偏振器。

[0315] 第134条：在第133条的显示器组件的一些示例中，反射偏振器包括第1条至第126条中任一条的光学膜。

[0316] 第135条：在一个示例中，一种光学叠堆包括反射偏振器和吸收偏振器，所述反射偏振器包括多个干涉层，每个干涉层主要通过光学干涉来反射或透射光，对于具有预定波长的基本上法向入射的光，所述多个干涉层具有对第一偏振态的大于约85％的光学透射率、对正交的第二偏振态的大于约80％的平均光学反射率，以及对第二偏振态的小于约0.1％的光学透射率；所述吸收偏振器结合到所述反射偏振器并与其基本上共同延伸，对于具有预定波长的基本上法向入射的光，吸收偏振器具有对第一偏振态的第一光学透射率、对第二偏振态的大于约50％的光学吸收率、以及对第二偏振态的第二光学透射率，第二光学透射率与第一光学透射率之比大于约0.001。

[0317] 第136条：在第135条的光学叠堆的一些示例中，第二光学透射率与第一光学透射率之比大于约0.01。

[0318] 第137条：在第135条或第136条的光学叠堆的一些示例中，第二光学透射率与第一光学透射率之比大于约0.1。

[0319] 第138条：在第135条至第137条中任一条的光学叠堆的一些示例中，预定波长为约550nm。

[0320] 第139条：在第135条至第138条中任一条的光学叠堆的一些示例中，反射偏振器包括第1条至第126条中任一条的光学膜。

[0321] 第140条：在一个示例中，一种光学系统用于向对中在光轴上的观察者显示对象并且包括：具有非零屈光度的至少一个光学透镜；反射偏振器，其设置在光学透镜的第一主表面上并适形于该第一主表面，该反射偏振器基本上透射具有第一偏振态的光并且基本上反射具有正交的第二偏振态的光；以及部分反射器，其设置在光学透镜的不同的第二主表面上并与适形于该第二主表面，该部分反射器对预定波长范围具有至少30％的平均光学反射率，使得所述光学系统对沿光轴的具有第二偏振态的入射光的平均光学透射率小于约0.1％。

[0322] 第141条：在第140条的光学系统的一些示例中，反射偏振器包括N个顺序编号的干涉层，其中N是大于50的整数，每个层具有小于约200nm的平均厚度，应用于层厚度分布的最佳拟合回归作为拟合曲线，层厚度分布将每个层的厚度绘制为层编号的函数，其中该拟合

曲线在从第一层延伸到第N层的区域中的平均斜率小于约0.2nm/层。

[0323] 第142条:在第140条或第141条的光学系统的一些示例中,反射偏振器包括第1条至第126条中任一条的光学膜。

[0324] 第143条:在第140条至第142条中任一条的光学系统的一些示例中,所述至少一个光学透镜的第一主表面沿至少第一方向弯曲。

[0325] 第144条:在第140条至第143条中任一条的光学系统的一些示例中,所述至少一个光学透镜的第二主表面沿至少第一方向弯曲。

[0326] 第145条:在第140条至第144条中任一条的光学系统的一些示例中,第一主表面和第二主表面中的每个沿两个互相正交的方向弯曲。

[0327] 第146条:在一个示例中,一种偏振分束器(PBS)包括:第一棱镜和第二棱镜;和反射偏振器,其设置在第一棱镜和第二棱镜之间并附着到第一棱镜和第二棱镜上,该反射偏振器基本上反射具有第一偏振态的偏振光并且基本上透射具有正交的第二偏振态的偏振光,使得当具有预定波长的入射光从PBS的输入侧进入PBS并在遇到反射偏振器至少一次后从PBS的输出侧退出PBS时,出射光的平均强度与入射光的平均强度之比为:当入射光具有第一偏振态时,大于约90%;当入射光具有第二偏振态时,小于约0.2%。

[0328] 第147条:在第146条的PBS的一些示例中,反射偏振器包括N个顺序编号的干涉层,其中N是大于50的整数,每个层具有小于约200nm的平均厚度,应用于层厚度分布的最佳拟合回归作为拟合曲线,层厚度分布将每个层的厚度绘制为层编号的函数,其中该拟合曲线在从第一层延伸到第N层的区域中的平均斜率小于约0.2nm/层。

[0329] 第148条:在第146条或第147条的PBS的一些示例中,反射偏振器包括第1条至第126条中任一条的光学膜。

[0330] 第149条:在第146条至第148条中任一条的PBS的一些示例中,第一棱镜和第二棱镜中的至少一个是聚合物。

[0331] 第150条:在第146条至第149条中任一条的PBS的一些示例中,预定波长在约400nm至约700nm的范围内。

[0332] 第151条:在一个示例中,一种包括根据第1条至第126条中任一条的光学膜的液晶显示器投影系统。

[0333] 第152条:在第151条的液晶显示器投影系统的一些示例中,该系统包括一个或多个位于光学膜旁边的光波延迟器层,该一个或多个光波延迟器层被构造为修改入射光的偏振态。

[0334] 第153条:在第152条的液晶显示器投影系统的一些示例中,光波延迟层中的至少一个直接光学耦合到光学膜。

[0335] 第154条:在第152条或第153条的液晶显示器投影系统的一些示例中,光波延迟层中的至少一个与光学膜间隔开。

[0336] 第155条:在一个示例中,一种显示器组件包括:光源;液晶层,其被构造为由光源照射;和包括第1至126条中任一条的光学膜的反射偏振器,该反射偏振器设置在液晶层附近。

[0337] 第156条:在一个示例中,一种光学膜包括多个干涉层,每个干涉层主要通过光学干涉来反射或透射光,干涉层的总数小于约800,使得对于在预定波长范围内的基本上法向

入射的光，所述多个干涉层具有对第一偏振态的大于约85％的平均光学透射率、对正交的第二偏振态的大于约80％的平均光学反射率、以及对第二偏振态的小于约0.2％的平均光学透射率。

[0338] 第157条：在第156条的光学膜的一些示例中，光学膜还包括设置在两个干涉层之间的至少一个非干涉层，所述至少一个非干涉层中的每个不主要通过光学干涉来反射或透射光。

[0339] 第158条：在第157条的光学膜的一些示例中，所述至少一个非干涉层中的每个的平均厚度为预定波长范围内的最大波长的至少10倍。

[0340] 第159条：在第157条的光学膜的一些示例中，所述至少一个非干涉层中的每个的平均厚度为预定波长范围内的最大波长的至少50倍。

[0341] 第160条：在第156条的光学膜的一些示例中，预定波长范围为约400nm至约700nm。

[0342] 第161条：在第156条的光学膜的一些示例中，预定波长范围为约400nm至约700nm和约800nm至约1300nm。

[0343] 第162条：在第156条的光学膜的一些示例中，所述多个干涉层包括多个交替的较高折射率第一层和较低折射率第二层。

[0344] 第163条：在第156条的光学膜的一些示例中，所述多个干涉层具有对在预定波长范围内的第一偏振态的大于约90％的平均光学透射率。

[0345] 第164条：在第156条的光学膜的一些示例中，所述多个干涉层具有对在预定波长范围内的第一偏振态的大于约95％的平均光学透射率。

[0346] 第165条：在第156条的光学膜的一些示例中，所述多个干涉层具有对在预定波长范围内的第一偏振态的大于约98％的平均光学透射率。

[0347] 第166条：在第156条的光学膜的一些示例中，所述多个干涉层具有对在预定波长范围内的第二偏振态的小于约0.15％的平均光学透射率。

[0348] 第167条：在第156条的光学膜的一些示例中，所述多个干涉层具有对在预定波长范围内的第二偏振态的小于约0.10％的平均光学透射率。

[0349] 第168条：在第156条的光学膜的一些示例中，光学膜使得对于在预定波长范围内以约10度的入射角入射在该光学膜上的光，所述多个干涉层具有对第一偏振态的大于约85％的平均光学透射率、对第二偏振态的大于约80％的平均光学反射率、以及对第二偏振态的小于约0.2％的平均光学透射率。

[0350] 第169条：在第156条的光学膜的一些示例中，光学膜使得对于在预定波长范围内以约20度的入射角入射在该光学膜上的光，所述多个干涉层具有对第一偏振态的大于约85％的平均光学透射率、对第二偏振态的大于约80％的平均光学反射率、以及对第二偏振态的小于约0.2％的平均光学透射率。

[0351] 第170条：在第156条的光学膜的一些示例中，光学膜使得对于在预定波长范围内以约30度的入射角入射在该光学膜上的光，所述多个干涉层具有对第一偏振态的大于约85％的平均光学透射率、对第二偏振态的大于约80％的平均光学反射率、以及对第二偏振态的小于约0.2％的平均光学透射率。

[0352] 第171条：在一个示例中，一种光学膜包括多个干涉层，每个干涉层主要通过光学干涉来反射或透射光，干涉层的总数小于约800，使得对于在预定波长范围内的基本上法向

入射的光，光学膜具有对第一偏振态的平均光学透射率T_a和平均光学反射率R_a、以及对正交的第二偏振态的平均光学透射率T_b和平均光学反射率R_b，T_b/R_b小于约0.002并且R_a/T_a小于约0.17。

[0353] 第172条：在第171条的光学膜的一些示例中，所述多个干涉层顺序排列。

[0354] 第173条：在第171条的光学膜的一些示例中，光学膜还包括设置在所述多个干涉层中的两个干涉层之间的至少一个非干涉层，所述至少一个非干涉层中的每个不主要通过光学干涉来反射或透射光。

[0355] 第174条：在第171条的光学膜的一些示例中，T_a/T_b大于约425。

[0356] 第175条：在第171条的光学膜的一些示例中，R_b/R_a大于约6.7。

[0357] 第176条：在一个示例中，一种光学膜包括N个顺序编号的层，N是大于200且小于800的整数，每层的平均厚度小于约200nm，应用于光学膜的厚度(作为层编号的函数)的最佳拟合回归是拟合曲线，该拟合曲线在从第一层延伸到第N层的区域中的平均斜率小于约0.2nm，使得对于在预定波长范围内的基本上法向入射的光，光学膜具有对第一偏振态的大于约85％的平均光学透射率以及对正交的第二偏振态的大于约80％平均光学反射率。

[0358] 第177条：在第176条的光学膜的一些示例中，所述N个顺序编号的层顺序排列。

[0359] 第178条：在第176条的光学膜的一些示例中，最佳拟合回归是最佳拟合线性回归、最佳拟合非线性回归、最佳拟合多项式回归和最佳拟合指数回归中的一种或多种。

[0360] 第179条：在第176条的光学膜的一些示例中，光学膜还包括设置在所述N个顺序编号的层中的两个顺序编号层之间的间隔层，所述间隔层的平均厚度是预定波长范围内的最大波长的至少10倍。

[0361] 第180条：在第176条的光学膜的一些示例中，所述N个顺序编号的层中的至少一个层的平均厚度小于约50nm，并且所述N个顺序编号的层中的至少一个其他层的平均厚度大于约100nm。

[0362] 第181条：在一个示例中，一种光学膜包括N个顺序编号的层，N是大于200的整数，每个层具有小于约200nm的平均厚度，应用于该光学膜的厚度(作为层编号的函数)的最佳拟合回归是拟合曲线，该拟合曲线在从第一层延伸到第N层的区域中的平均斜率小于约0.2nm。

[0363] 第182条：在第181条的光学膜的一些示例中，光学膜还包括至少一个间隔层，所述间隔层设置在所述N个顺序编号的层中的两个顺序编号的层之间，所述至少一个间隔层中的每个间隔层具有大于约500nm的平均厚度。

[0364] 第183条：在第181条的光学膜的一些示例中，所述N个顺序编号的层顺序排列。

[0365] 第184条：在第181条的光学膜的一些示例中，所述N个顺序编号的层中的至少一个编号层的平均厚度比这N个顺序编号层中的至少一个其他编号层的平均厚度小至少30％。

[0366] 第185条：在一个示例中，一种光学膜包括从一到N顺序编号的多个层，N是大于50且小于800的整数，该光学膜透射在预定波长范围内具有第一偏振态的光的至少80％并且反射在预定波长范围内具有正交的第二偏振态的光的至少80％，应用于该光学膜的厚度(作为层编号的函数)的最佳拟合回归是拟合曲线，使得在从第一层延伸到第N层的区域中，该拟合曲线的最大斜率和最小斜率之间的差小于约0.70nm/层。

[0367] 第186条：在第185条的光学膜的一些示例中，所述多个层中的每层具有小于约

200nm的平均厚度。

[0368] 第187条:在第181条的光学膜的一些示例中,所述多个层中的编号层顺序排列。

[0369] 第188条:在一个示例中,一种光学膜透射在预定波长范围内具有第一偏振态的光的至少80%并且反射在预定波长范围内具有正交的第二偏振态的光的至少80%,该光学膜包括N个层的叠堆,N是大于50且小于800的整数,使得对于该N个层的叠堆中的由顺序排列的层组成的多个不重叠群组,每个群组中的层从一到m编号,m大于N/10,对于每个群组:应用于该群组的厚度(作为层编号的函数)的最佳拟合回归是拟合曲线;其中在从该群组中的第一层延伸到该群组中的第m层的区域中,该拟合曲线具有平均斜率,使得拟合曲线在这多个不重叠群组中的平均斜率之间的最大差小于0.70nm/层。

[0370] 第189条:在一个示例中,一种光学膜包括多个交替的第一层和第二层,每个第一层和每个第二层主要通过光学干涉来反射或透射光,第一层和第二层中的每一者的总数小于400且大于100,对于每对相邻的第一层和第二层:在第一层的平面中,第一层沿x方向具有最大折射率$n1_x$;第二层沿x方向具有折射率$n2_x$;$n1_x$和$n2_x$之间的差值大于约0.24;并且第一层在x方向的最大角度范围小于约2度。

[0371] 第190条:在第189条的光学膜的一些示例中,所述多个交替的第一层和第二层顺序排列。

[0372] 第191条:在一个示例中,一种光学膜包括多个交替的较高折射率干涉层和较低折射率干涉层,每个干涉层主要通过光学干涉来反射或透射光,层的总数大于300,该光学膜的每干涉层屈光度大于约0.7。

[0373] 第192条:在第191条的光学膜的一些示例中,干涉层的总数小于800。

[0374] 第193条:在一个示例中,一种光学膜包括多个交替的较高折射率干涉层和较低折射率干涉层,每个干涉层主要通过光学干涉来反射或透射光,这多个干涉层的每干涉层屈光度大于-0.0012*N+1.5,其中N是干涉层的总数,N大于100且小于1000。

[0375] 第194条:在一些示例中,一种光学膜包括主要通过光学干涉来反射和透射光的多个干涉层,使得对于在预定波长范围内的基本上法向入射的光,所述多个干涉层透射具有第一偏振态的光的至少80%,反射具有正交的第二偏振态的光的至少80%,并且具有大于约2.5的平均光密度,所述多个干涉层被分成多个光学叠堆,每对相邻的光学叠堆由不是主要通过光学干涉来反射或透射光的一个或多个间隔层隔开,每个光学叠堆透射在预定波长范围内具有第一偏振态的光的至少50%并反射在预定波长范围内具有第二偏振态的光的至少50%,每个光学叠堆中的干涉层顺序编号,每个光学叠堆具有将光学叠堆的厚度与干涉层编号相关联的最佳拟合线性方程,该线性方程在从叠堆中的第一个干涉层延伸到该叠堆中的最后一个干涉层的区域中具有平均斜率,所述线性方程在所述多个光学叠堆中的平均斜率之间的最大差小于约20%。

[0376] 第195条:在第194条的光学膜的一些示例中,每个光学叠堆包括所述多个干涉层中的至少50个干涉层。

[0377] 第196条:在一个示例中,一种显示系统包括:光源;液晶层,其被构造为由光源照射;设置在光源和液晶层之间以增加显示系统的轴向亮度的一个或多个增亮膜;以及设置在一个或多个增亮膜和液晶层之间以用于基本上透射具有第一偏振态的光并基本上反射具有正交的第二偏振态的光的反射偏振器,该反射偏振器具有对第二偏振态的小于约

0.2%的平均光学透射率,其中在光源和液晶层之间没有设置吸收偏振器,并且该显示系统的对比度系数是对比显示系统的对比度系数的至少两倍,对比显示系统具有相同构造,不同的是对比显示系统的反射偏振器对第二偏振态的平均透射率大于约1.0%。

[0378] 第197条:在一个示例中,一种显示系统包括:光源;液晶层,其被构造为由光源照射;设置在光源和液晶层之间以增加显示系统的轴向亮度的一个或多个增亮膜;以及设置在所述一个或多个增亮膜和液晶层之间并且包括多个干涉层的反射偏振器,所述多个干涉层主要通过光学干涉来透射或反射光,使得对于在预定波长范围内的基本上法向入射的光,所述多个干涉层透射具有第一偏振态的光的至少80%并且透射具有正交的第二偏振态的光的少于约0.2%,其中在光源和液晶层之间没有设置吸收偏振器。

[0379] 第198条:在一个示例中,一种光学膜透射在预定波长范围内具有第一偏振态的光的至少80%并且反射在预定波长范围内具有正交的第二偏振态的光的至少80%,该光学膜包括:不少于200个且不多于400个顺序排列的单元格,每个单元格包括较低折射率第一层和相邻的较高折射率第二层,每个单元格的较高折射率和较低折射率之间的差值大于约0.24,每个单元格的总光学厚度等于预定波长范围内的不同中心波长的一半,使得对于顺序排列的单元格中的多对相邻单元格中的至少80%的每对,单元格的中心波长的差值与单元格的中心波长的平均值之比小于约2%。

[0380] 第199条:在一个示例中,一种光学膜包括主要通过光学干涉来反射或透射在预定波长范围内的光的多个干涉层,干涉层的折射率之间的最大差值为Δn,应用于光学膜的厚度(作为层编号的函数)的最佳拟合回归是拟合曲线,该拟合曲线在延伸跨过所述多个干涉层的区域中具有平均斜率K,Δn/K大于约1.2。

[0381] 第200条:在第199条的光学膜的一些示例中,Δn/K大于约1.5。

[0382] 第201条:在第199条的光学膜的一些示例中,在所述预定波长范围内具有大于约2.0的光密度。

[0383] 第202条:在第199条的光学膜的一些示例中,在所述预定波长范围内具有大于约3.0的光密度。

[0384] 第203条:在一个示例中,光学薄膜包括M个顺序排列的第一单元格,其被优化以透射或反射在第一而非第二预定波长范围内的光,以及N个顺序排列的第二单元格,其被优化以透射或反射在第二而非第一预定波长范围内的光,第一单元格和第二单元格中的每个包括较低折射率层和相邻的较高折射率层,使得:对于M个顺序排列的第一单元格,第一层的折射率的平均值与第二层的折射率的平均值之比乘以M大于约300;并且对于所述N个顺序排列的第二单元格,第一层的折射率的平均值与第二层的折射率的平均值之比乘以N大于约300,其中对于具有在第一和第二预定波长范围内的任何波长的以从约零度至约30度的任何入射角入射到光学膜上的光,该光学膜对第一偏振态的平均光学透射率T_a与该光学膜对正交的第二偏振态的平均光学透射率T_b之比不小于约1000。

[0385] 第204条:在第203条的光学膜的一些示例中,第一预定波长范围和第二预定波长范围分别在电磁光谱的可见和红外范围内。

[0386] 第205条:在一个示例中,一种偏振分束器(PBS)包括反射偏振器,其设置在第一棱镜和第二棱镜之间并附着到第一棱镜和第二棱镜上,该反射偏振器基本上反射具有第一偏振态的偏振光并且基本上透射具有相反的第二偏振态的偏振光,使得当具有预定波长的入

射光从PBS的输入侧进入PBS并在遇到反射偏振器至少一次后从PBS的输出侧退出PBS时，出射光的平均强度与入射光的平均强度之比为：当入射光具有第一偏振态时，大于约90％；并且当入射光具有第二偏振态时，小于约0.2％。

[0387] 第206条：在第205条的PBS的一些示例中，第一棱镜和第二棱镜中的至少一个是聚合物。

[0388] 第207条：在第205条的PBS的一些示例中，反射偏振器包括N个顺序编号的层，N是大于50的整数，每个层具有小于约200nm的平均厚度，应用于该光学膜的厚度(作为层编号的函数)的最佳拟合回归是拟合曲线，该拟合曲线在从第一层延伸到第N层的区域中的平均斜率小于约0.2nm。

[0389] 第208条：在第205条的PBS的一些示例中，预定波长在约400nm至约700nm的范围内。

[0390] 第209条：在第205条的PBS的一些示例中，反射偏振器包括如前述条中任一条所述的光学膜。

[0391] 第210条：在一个示例中，一种光学系统用于向对中在光轴上的观察者显示对象并且包括：具有非零屈光度的一个或多个光学透镜；反射偏振器，所述反射偏振器设置在所述一个或多个光学透镜的第一表面上并适形于所述第一表面，所述反射偏振器基本上透射具有第一偏振态的光并且基本上反射具有正交的第二偏振态的光；以及部分反射器，所述部分反射器设置在该光学透镜的不同的第二表面上并与适形于该第二表面，该部分反射器对预定波长范围具有至少30％的平均光学反射率，使得所述光学系统对沿光轴的具有第二偏振态的入射光的平均光学透射率小于约0.1％。

[0392] 第211条：在第210条的光学系统的一些示例中，反射偏振器包括N个顺序编号的层，N是大于50的整数，每个层具有小于约200nm的平均厚度，应用于该光学膜的厚度(作为层编号的函数)的最佳拟合回归是拟合回归，该拟合曲线在从第一层延伸到第N层的区域中的平均斜率小于约0.2nm。

[0393] 第212条：在第210条的光学系统的一些示例中，所述一个或多个光学透镜的第一表面沿至少第一方向弯曲。

[0394] 第213条：在第210条的光学系统的一些示例中，所述一个或多个光学透镜的第二表面沿至少第一方向弯曲。

[0395] 第214条：在第210条的光学系统的一些示例中，第一表面和第二表面中的每个沿两个互相正交的方向弯曲。

[0396] 第215条：在第210条的光学系统的一些示例中，反射偏振器包括如前述条中任一条所述的光学膜。

[0397] 第216条：在一个示例中，一种光学叠堆包括反射偏振器和吸收偏振器，所述反射偏振器包括多个干涉层，每个干涉层主要通过光学干涉来反射或透射光，对于具有预定波长的基本上法向入射的光，所述多个干涉层具有对第一偏振态的大于约85％的光学透射率、对正交的第二偏振态的大于约80％的平均光学反射率、以及对第二偏振态的小于约0.1％的光学透射率；所述吸收偏振器结合到所述反射偏振器并与其基本上共同延伸，对于具有预定波长的基本上法向入射的光，吸收偏振器具有对第一偏振态的第一光学透射率、对第二偏振态的大于约50％的光学吸收率、以及对第二偏振态的第二光学透射率，第二光

学透射率与第一光学透射率之比大于约0.001。

[0398] 第217条:在第216条的光学叠堆的一些示例中,预定波长为约550nm。

[0399] 第218条:在前述条中任一条的光学膜的一些示例中,光学膜的预定波长范围为从约430nm至约465nm、约490nm至约555nm,以及约600nm至约665nm。

[0400] 第219条:在前述条中任一条的光学膜的一些示例中,光学膜的预定波长范围为从约400nm至约430nm、约450nm至约500nm,以及约550nm至约600nm。

[0401] 已描述了各种示例。这些示例以及其它示例均在如下权利要求书的范围内。

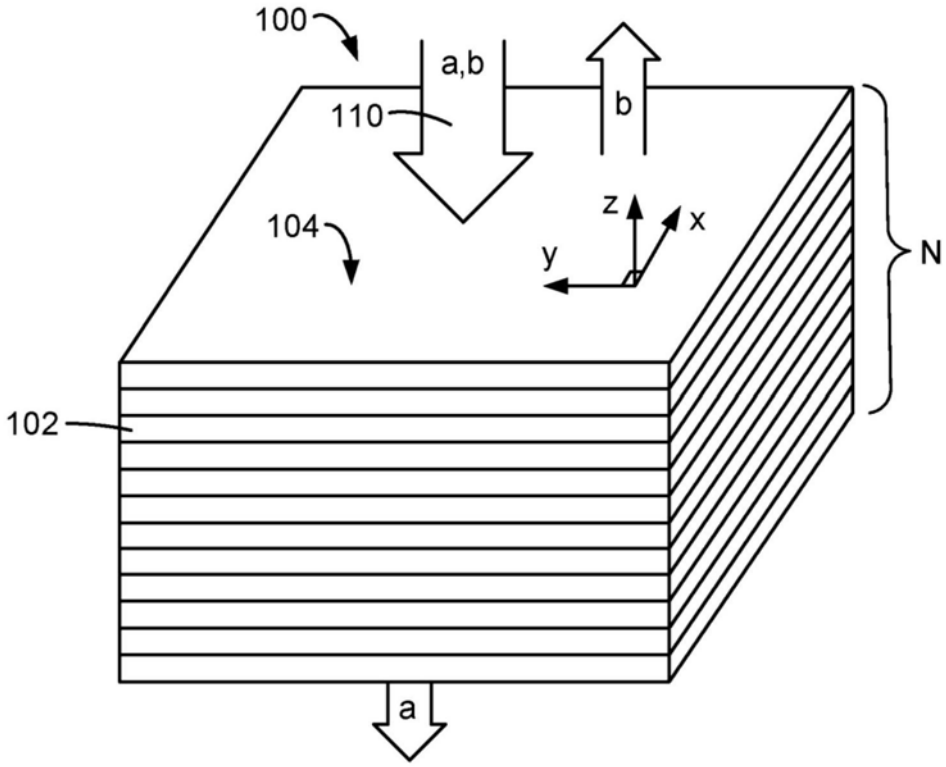


图1

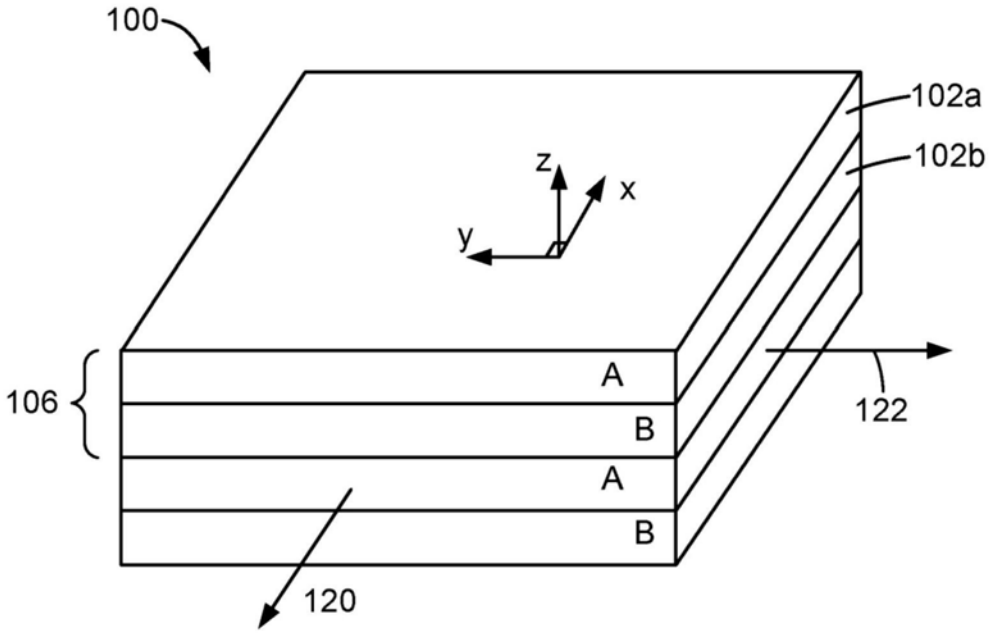


图2

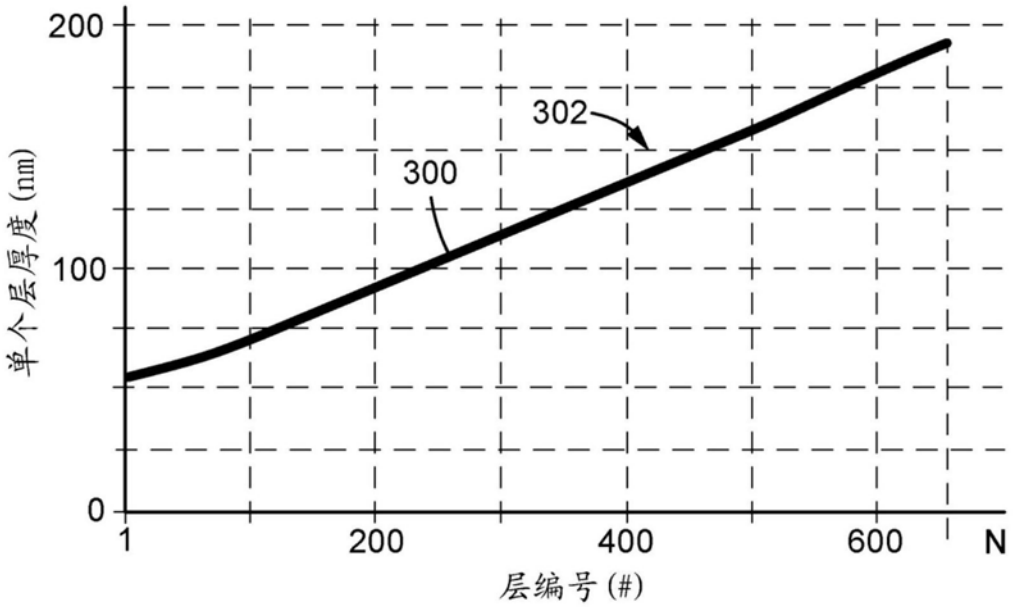

200
100
0
1
200
400
600
N
单个层厚度(nm)
层编号(#)
300
302

图3

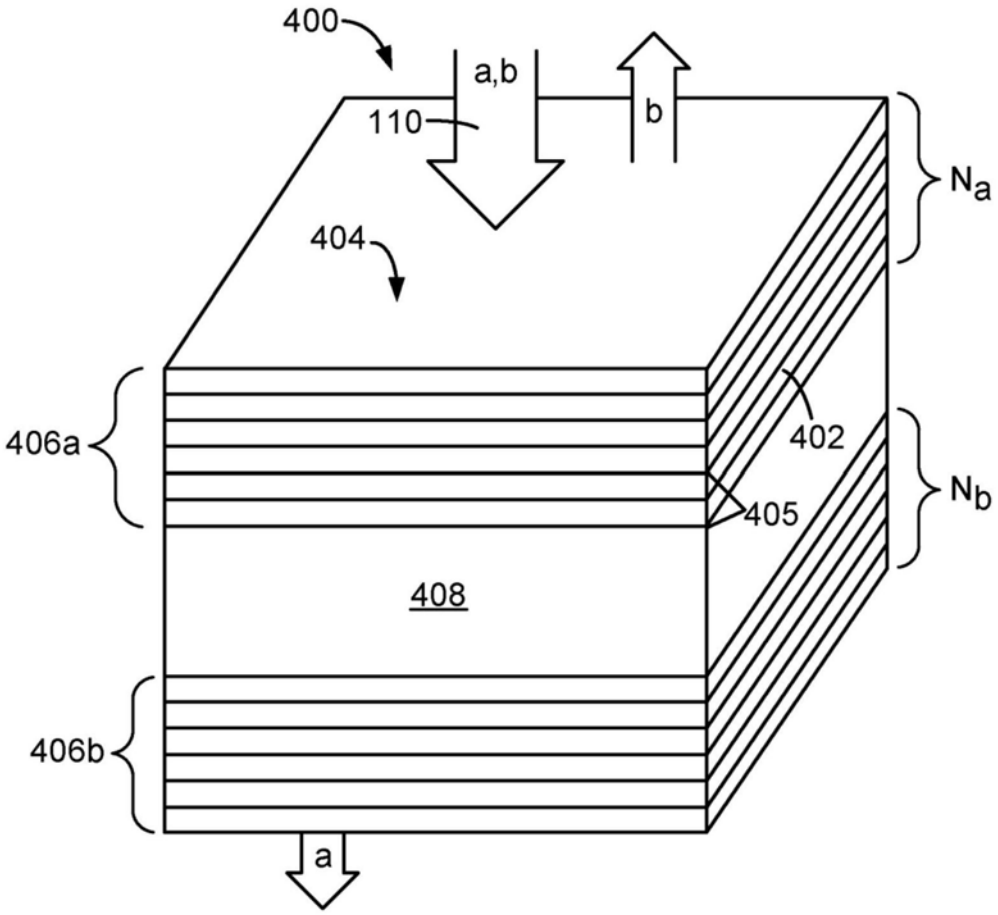

400
a,b
110
b
404
Na
406a
402
405
Nb
408
406b
a

图4A

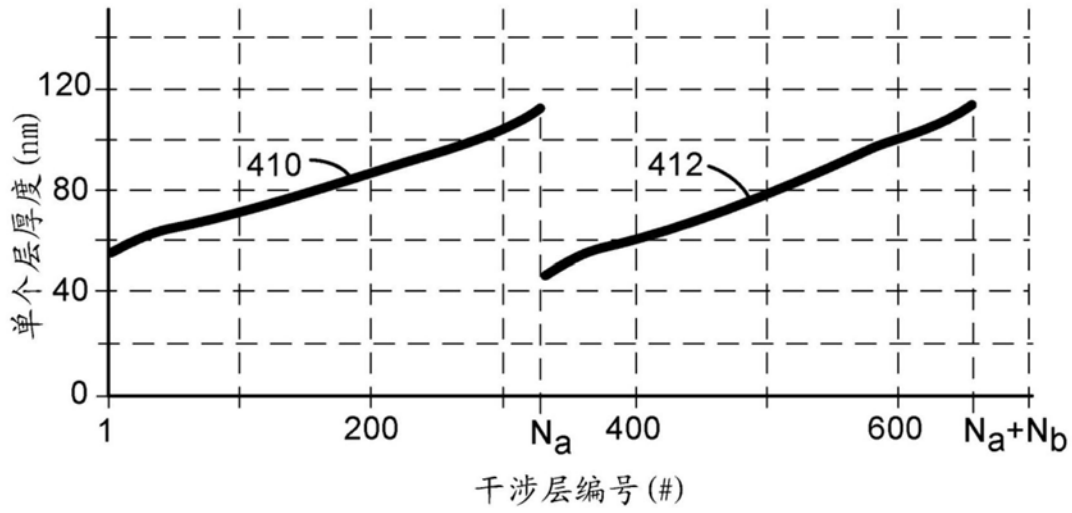


图4B

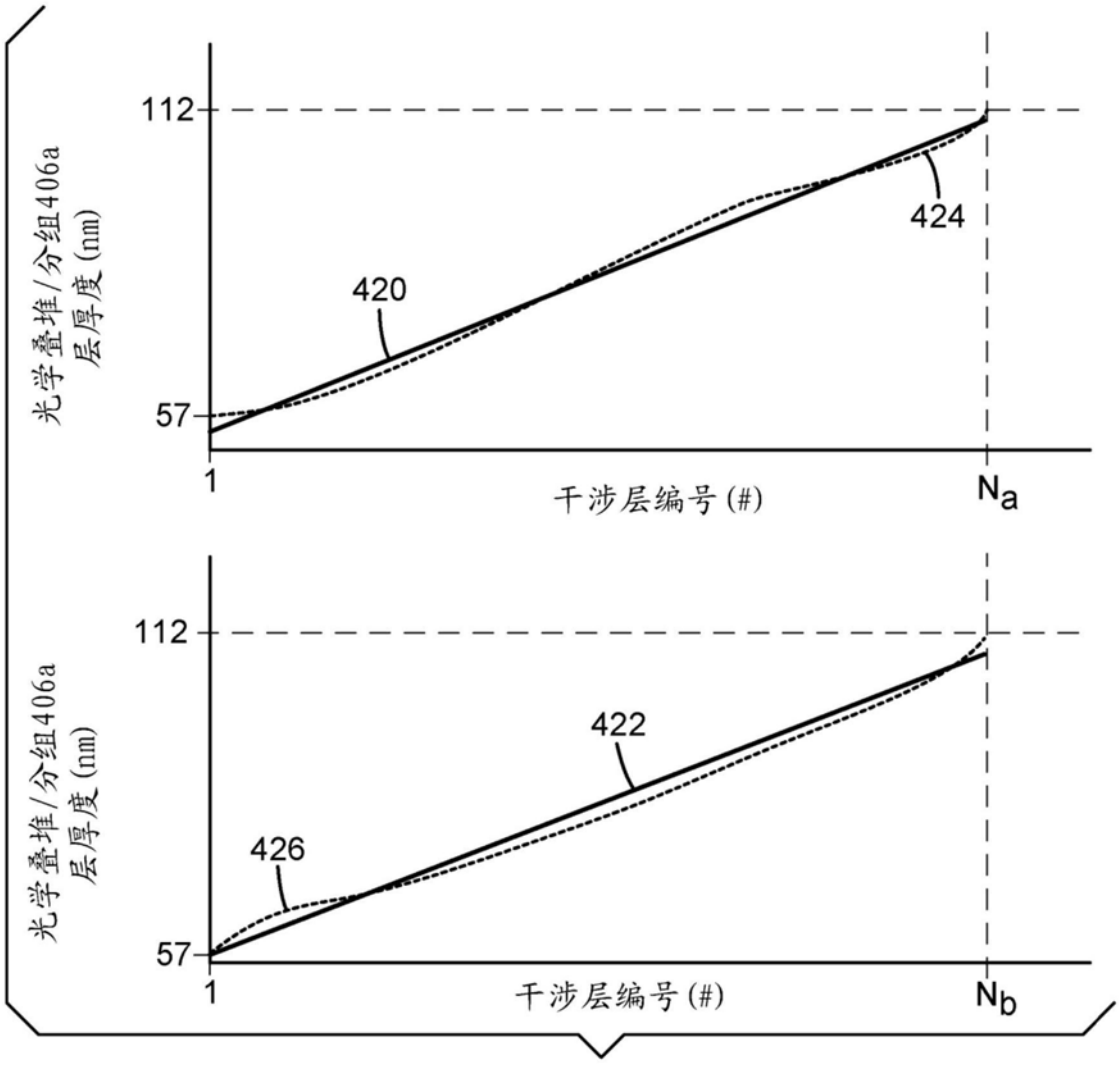

光学叠堆/分组406a
层厚度(nm)
112
57
1
420
424
干涉层编号(#)
N_a
光学叠堆/分组406a
层厚度(nm)
112
57
1
422
426
干涉层编号(#)
N_b

图4C

图4C

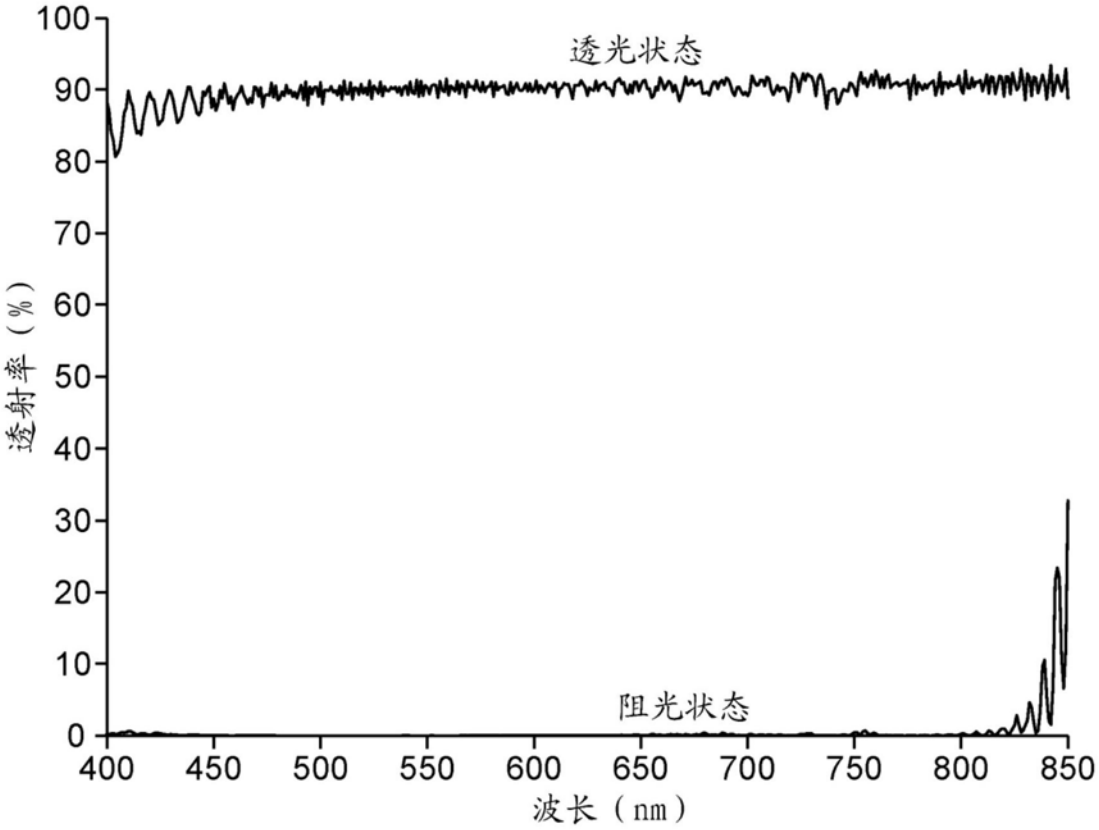

透光状态
阻光状态
透射率（%）
波长（nm）
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
400
450
500
550
600
650
700
750
800
850

图5A

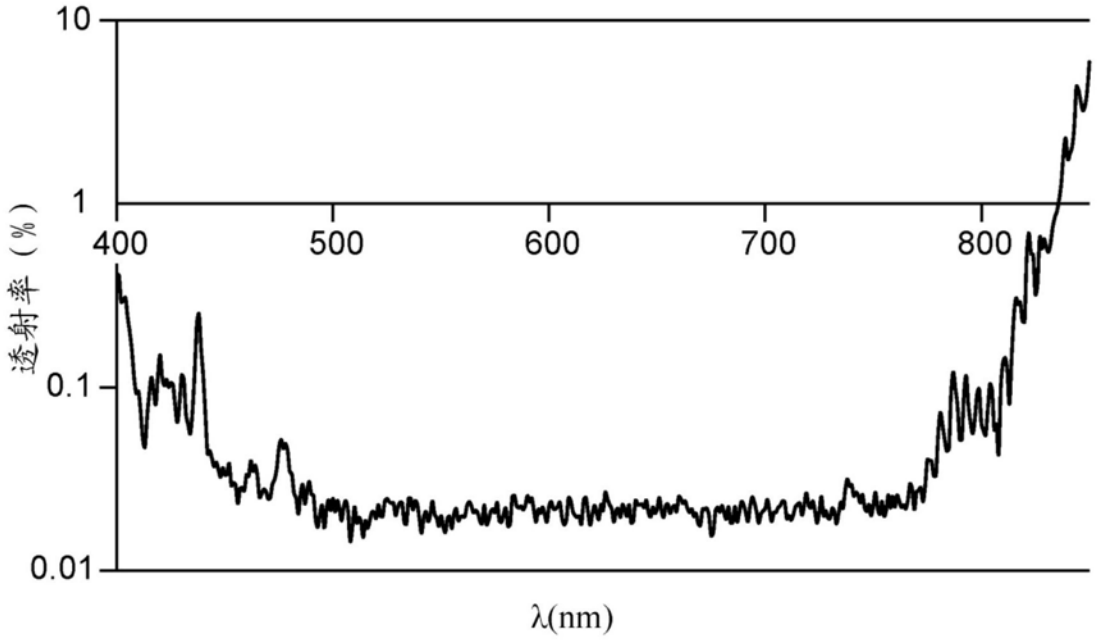

10
1
0.1
0.01
400
500
600
700
800
透射率（%）
λ(nm)

图5B

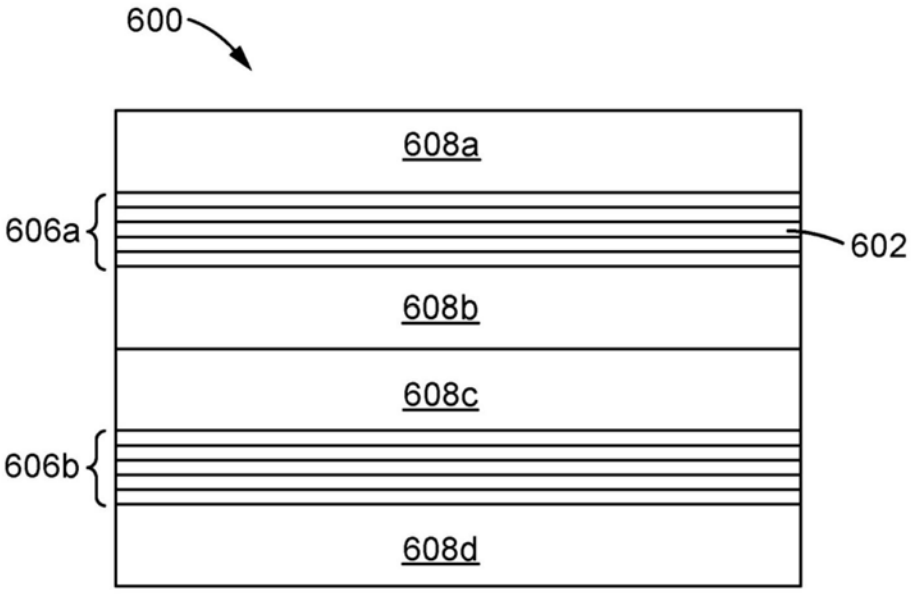

600
608a
606a
602
608b
608c
606b
608d

图6

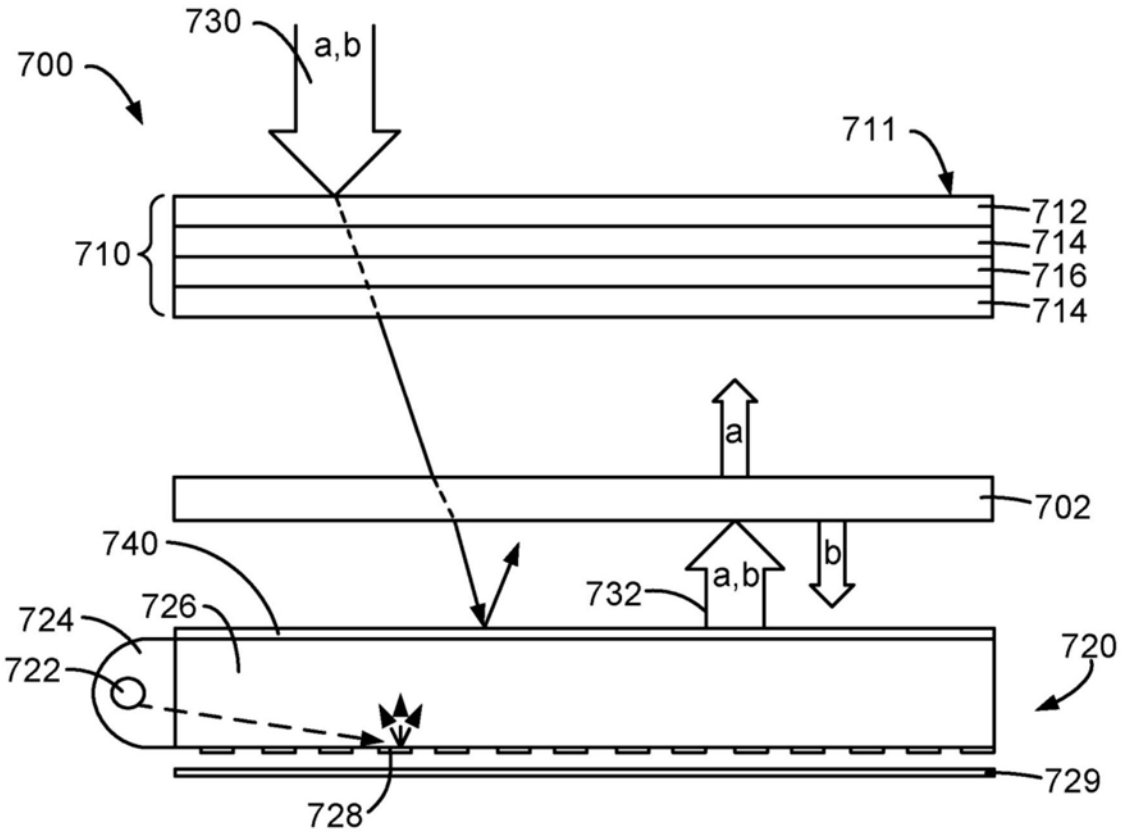

730
a,b
700
711
710
712
714
716
714
a
702
740
726
724
722
732
a,b
b
720
729
728

图7

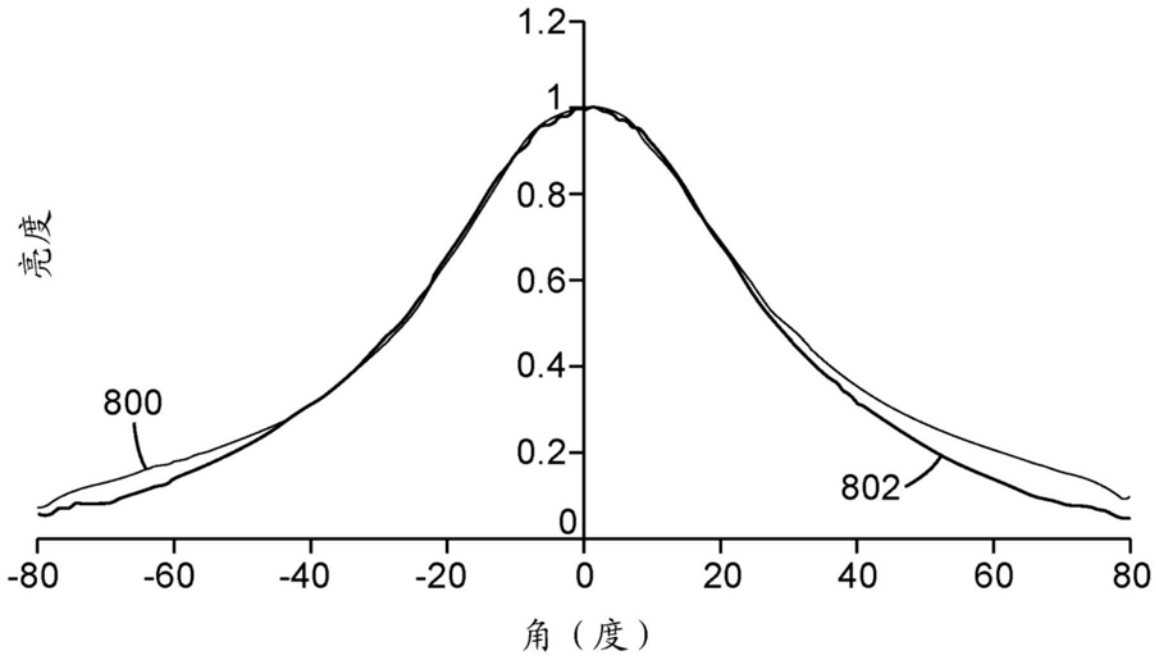

1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
亮度
800
802
-80
-60
-40
-20
0
20
40
60
80
角（度）

图8

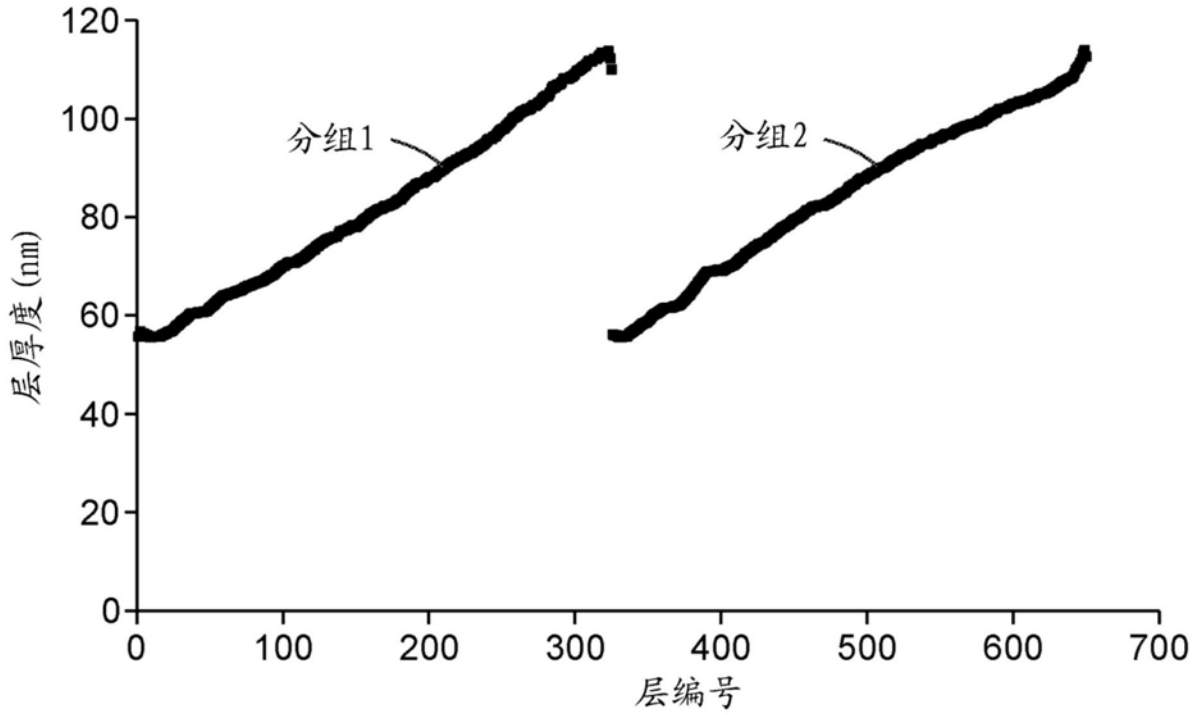

120
100
80
60
40
20
0
层厚度(nm)
分组1
分组2
0
100
200
300
400
500
600
700
层编号

图9

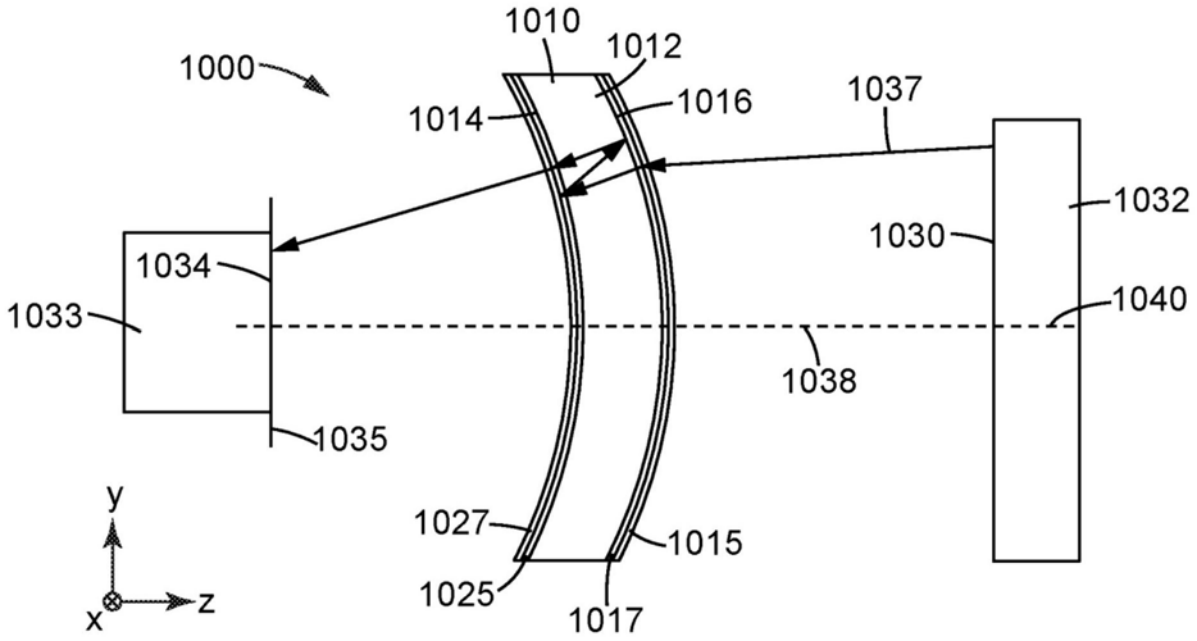

1000
1010
1012
1014
1016
1037
1032
1030
1034
1033
1040
1038
1035
y
z
x
1027
1015
1025
1017

图10

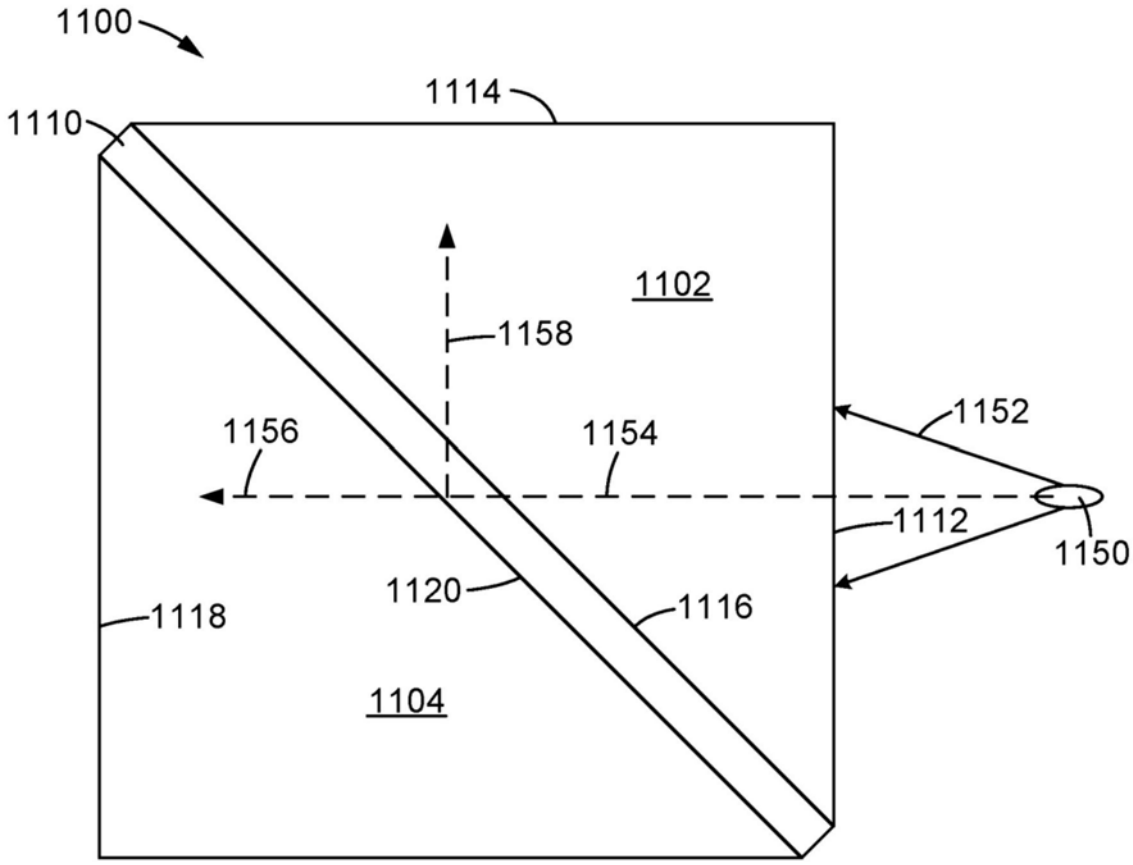

1100
1114
1110
1102
1158
1152
1156
1154
1112
1150
1120
1116
1118
1104

图11

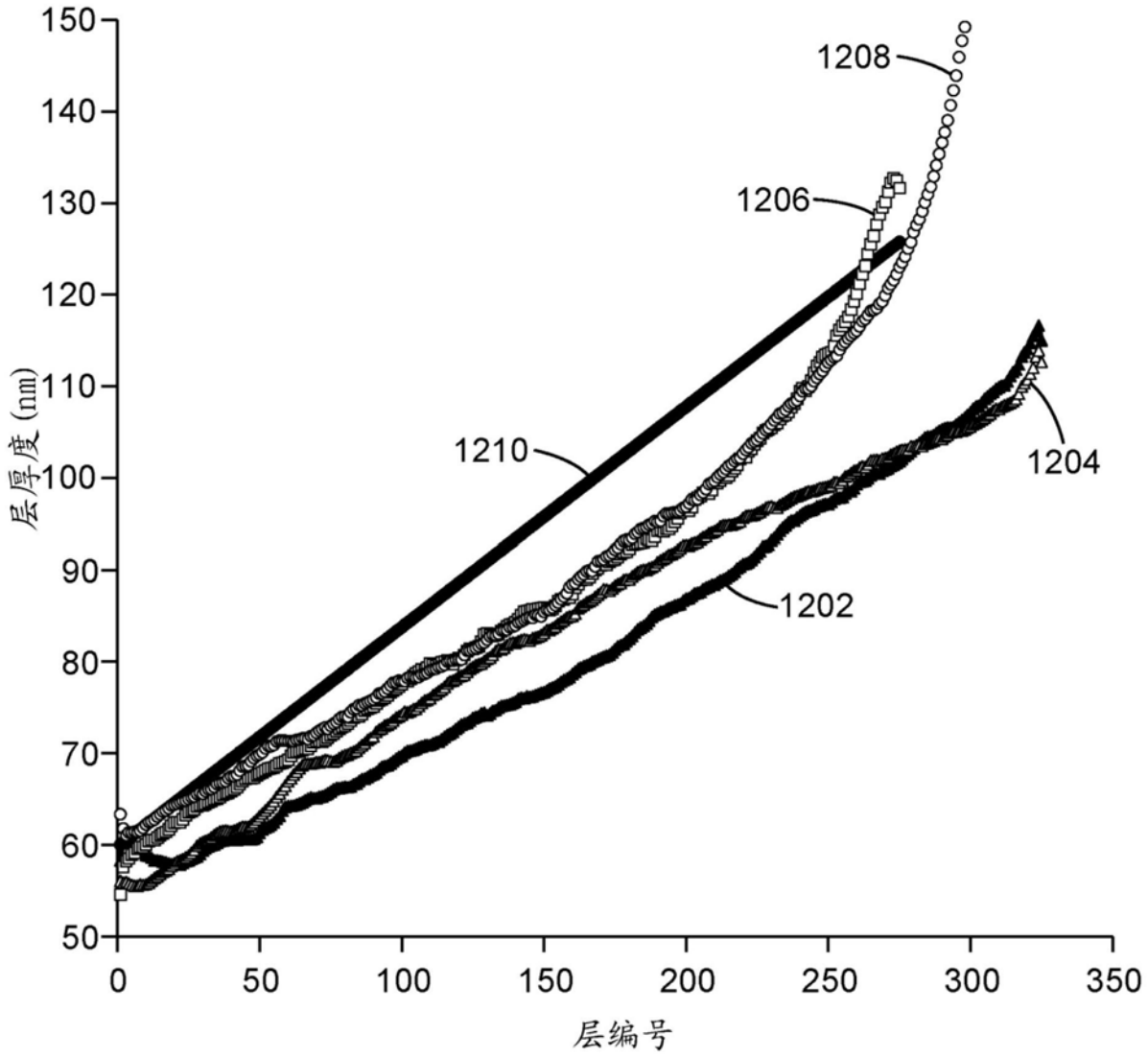

150
140
130
120
110
100
90
80
70
60
50
层厚度(nm)
0
50
100
150
200
250
300
350
层编号
1208
1206
1210
1204
1202

图12

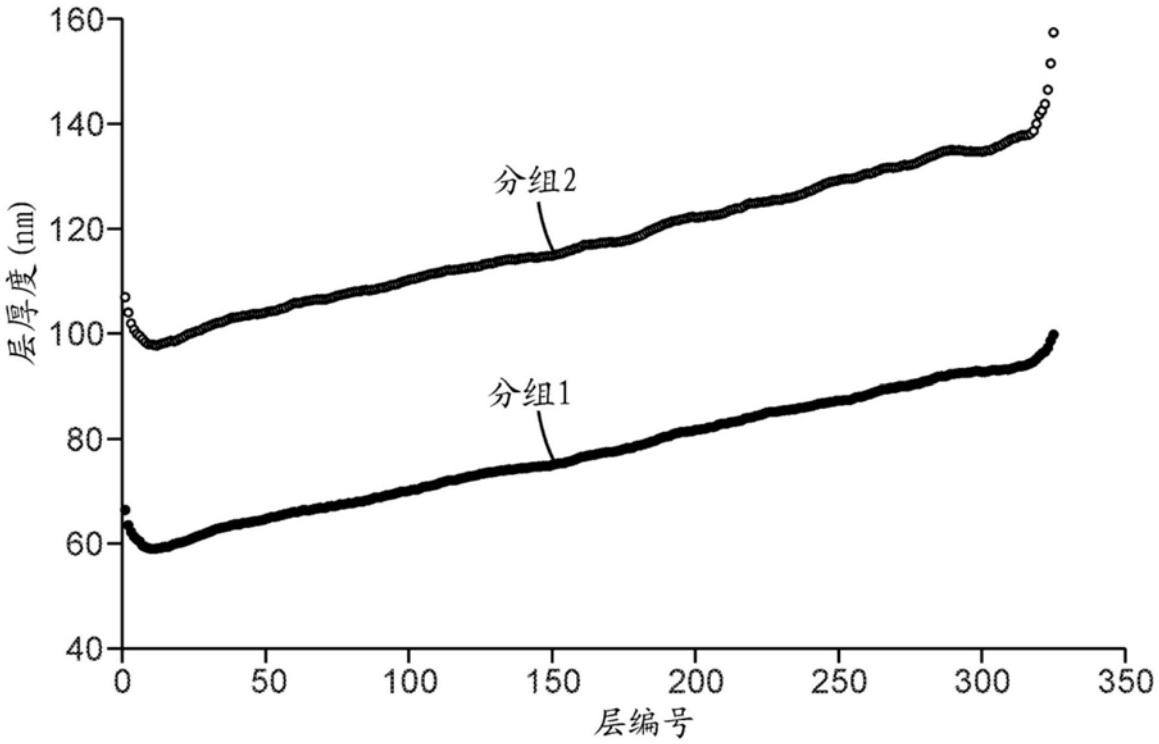

160
140
120
100
80
60
40
层厚度(nm)
分组2
分组1
0
50
100
150
200
250
300
350
层编号

图13

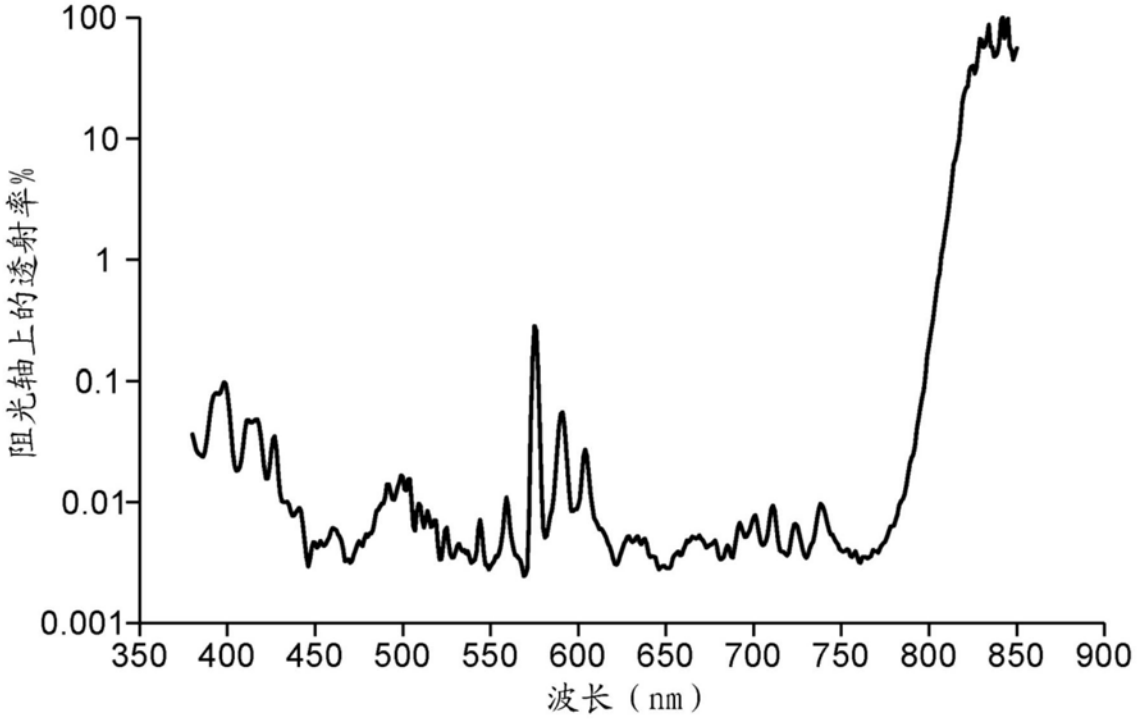

100
10
1
0.1
0.01
0.001
阻光轴上的透射率%
350
400
450
500
550
600
650
700
750
800
850
900
波长（nm）

图14

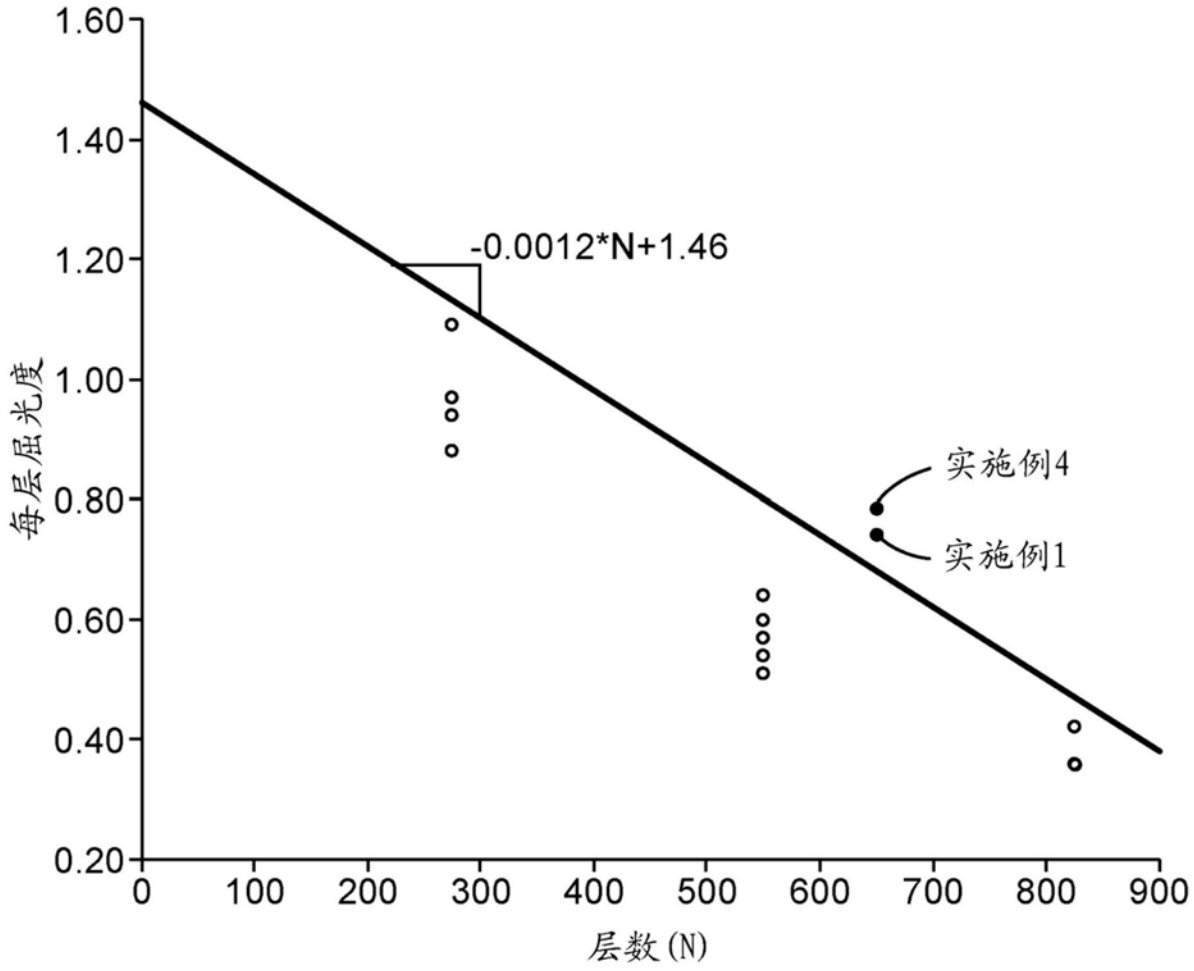

1.60
1.40
1.20
1.00
0.80
0.60
0.40
0.20
每层屈光度
-0.0012*N+1.46
实施例4
实施例1
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
层数(N)

图15