



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109477920 B

(45) 授权公告日 2022.02.08

(21) 申请号 201780043208.3

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理

(22) 申请日 2017.06.30

有限公司 11112

(65) 同一申请的已公布的文献号

代理人 顾红霞 李赛

申请公布号 CN 109477920 A

(51) Int.CI.

(43) 申请公布日 2019.03.15

G02B 5/26 (2006.01)

(30) 优先权数据

G02B 5/22 (2006.01)

62/361,246 2016.07.12 US

(56) 对比文件

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

CN 1201157 A, 1998.12.09

2019.01.11

CN 1285922 A, 2001.02.28

(86) PCT国际申请的申请数据

CN 1285922 A, 2001.02.28

PCT/US2017/040290 2017.06.30

CN 1283800 A, 2001.02.14

(87) PCT国际申请的公布数据

US 2016109628 A1, 2016.04.21

W02018/013363 EN 2018.01.18

WO 2015134255 A1, 2015.09.11

(73) 专利权人 3M创新有限公司

WO 2015080908 A1, 2015.06.04

地址 美国明尼苏达州

CN 1745320 A, 2006.03.08

(72) 发明人 约翰·A·惠特利 堡光磊

CN 1293613 A, 2001.05.02

吉勒·J·伯努瓦

CN 104919342 A, 2015.09.16

罗尔夫·W·比尔纳特

CN 1088511 A, 1994.06.29

克里斯托夫·A·麦克劳克林

CN 104412133 A, 2015.03.11

谢莉·A·克里斯蒂

审查员 张敬

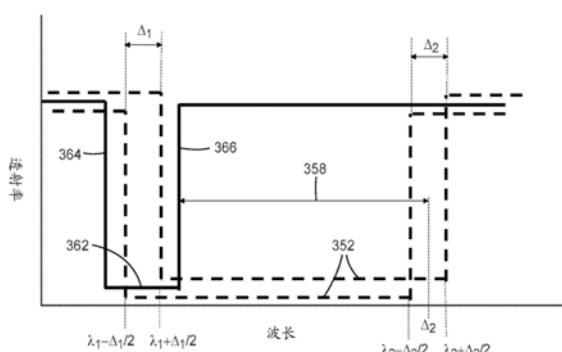
(54) 发明名称

权利要求书3页 说明书18页 附图26页

光学叠堆

(57) 摘要

本发明公开一种光学叠堆，光学叠堆包括取向聚合物多层光学膜和非双折射光学滤光器。取向聚合物多层光学膜具有第一反射带，第一反射带具有第一带缘，并且非双折射光学滤光器具有第一阻挡带。在一些情况下，第一阻挡带包括第一带缘，并且第一阻挡带提供光学叠堆的总体阻挡带的带缘的变化减少。



1.一种光学叠堆,包括:

取向聚合物多层光学膜,所述取向聚合物多层光学膜具有带有第一带缘的第一反射带,所述第一反射带具有跨过所述多层光学膜的长度或宽度的变化,所述第一带缘在法向入射下具有设计波长 λ 和关于所述设计波长的特性偏差 Δ ;以及

第一非双折射光学滤光器,所述第一非双折射光学滤光器设置为与所述多层光学膜相邻并且具有第一阻挡带,所述第一阻挡带在法向入射下包括在 $\lambda - \Delta / 2$ 和 $\lambda + \Delta / 2$ 之间的波长,

其中,在法向入射下,所述第一反射带包括在所述第一阻挡带之外的具有至少 Δ 的宽度的波长范围,

其中所述第一反射带和所述第一阻挡带在法向入射下重叠并且在倾斜入射角下不重叠从而在所述第一反射带和所述第一阻挡带之间形成通带,并且

其中所述第一反射带的所述第一带缘和所述第一阻挡带的带缘之间的相对偏移被选择,使得所述第一反射带和所述第一阻挡带之间的所述通带随着递增的入射角而变宽。

2.根据权利要求1所述的光学叠堆,其中所述第一非双折射光学滤光器是非双折射反射器并且所述第一阻挡带是反射带。

3.根据权利要求1所述的光学叠堆,其中所述第一阻挡带是吸收带。

4.根据权利要求1所述的光学叠堆,其中所述第一阻挡带是第二反射带。

5.根据权利要求1所述的光学叠堆,所述光学叠堆还包括第二非双折射光学滤光器,所述第一反射带具有第二带缘,所述第二带缘在法向入射下具有第二设计波长,所述第二非双折射光学滤光器具有包括所述第二设计波长的第二阻挡带。

6.一种光学叠堆,包括:

取向聚合物多层光学膜,所述取向聚合物多层光学膜具有第一反射带,所述第一反射带在法向入射下具有处于不希望的带缘波长的第一带缘;以及

第一非双折射光学滤光器,所述第一非双折射光学滤光器与所述多层光学膜相邻并且具有第一阻挡带,所述第一阻挡带在法向入射下包括所述不希望的带缘波长并且具有处于希望的第一带缘波长的第二带缘,

其中所述第一反射带和所述第一阻挡带在法向入射下重叠并且在倾斜入射角下不重叠从而在所述第一反射带和所述第一阻挡带之间形成通带,并且

其中所述第一反射带的所述第一带缘和所述第一阻挡带的所述第二带缘之间的相对偏移被选择,使得所述第一反射带和所述第一阻挡带之间的所述通带随着递增的入射角而变宽。

7.根据权利要求6所述的光学叠堆,所述光学叠堆还包括具有第二阻挡带的第二非双折射光学滤光器,所述第一反射带在法向入射下具有处于不希望的第二带缘波长的第三带缘,所述第二阻挡带包括所述不希望的第二波长并且具有处于希望的第二带缘波长的第四带缘。

8.根据权利要求6所述的光学叠堆,所述光学叠堆还包括与所述取向聚合物多层光学膜以及所述第一非双折射光学滤光器光学连通的标记物。

9.一种光学叠堆,包括:

取向聚合物多层光学膜,所述取向聚合物多层光学膜具有第一反射带,所述第一反射

带在法向入射下具有第一带宽并且具有第一带缘，所述第一带缘具有在法向入射和60度入射角之间的第一偏移；以及

第一非双折射光学滤光器，所述第一非双折射光学滤光器设置为与所述取向聚合物多层光学膜相邻并且具有第一阻挡带，所述第一阻挡带在法向入射下具有第二带宽并且具有第二带缘，所述第二带缘具有在法向入射和60度入射角之间的第二偏移，

其中所述第一偏移与所述第二偏移不同，

其中所述第一反射带和所述第一阻挡带在法向入射下重叠并且在倾斜入射角下不重叠从而在所述第一反射带和所述第一阻挡带之间形成通带，并且

其中所述第一反射带的所述第一带缘和所述第一阻挡带的所述第二带缘之间的相对偏移被选择，使得所述第一反射带和所述第一阻挡带之间的所述通带随着递增的入射角而变宽。

10. 根据权利要求9所述的光学叠堆，其中所述第一带宽大于所述第二带宽。

11. 根据权利要求9所述的光学叠堆，其中所述第一偏移小于所述第二偏移。

12. 根据权利要求9所述的光学叠堆，其中所述第一偏移大于所述第二偏移。

13. 根据权利要求9所述的光学叠堆，其中所述第一带缘在法向入射下处于第一波长，并且所述第一阻挡带在法向入射下包括所述第一波长。

14. 根据权利要求9所述的光学叠堆，其中所述第一非双折射光学滤光器是非双折射反射器，并且所述光学叠堆具有由所述第一反射带和所述第一阻挡带产生的总体反射带，所述总体反射带在法向入射下具有第三带宽并且具有第三带缘，所述第三带缘具有在法向入射和60度入射角之间的第三偏移，所述第三带宽大于所述第一带宽，所述第三偏移等于所述第二偏移。

15. 一种光学系统，包括根据权利要求1至14中任一项所述的光学叠堆并且还包括与所述光学叠堆光学连通的光源和传感器中的一者或两者。

16. 根据权利要求15所述的光学系统，所述光学系统包括所述光源，其中所述光源被构造为产生在输出带中的光，所述输出带具有不大于40nm的半高全宽。

17. 根据权利要求16所述的光学系统，其中所述第一反射带与所述输出带在法向入射下重叠但是在倾斜入射角下不重叠。

18. 根据权利要求16所述的光学系统，其中所述第一反射带与所述输出带在倾斜入射角下重叠但是在法向入射下不重叠。

19. 一种修改取向聚合物多层光学膜的第一反射带的方法，所述方法包括：

提供具有所述第一反射带的所述取向聚合物多层光学膜，所述第一反射带在法向入射下具有处于第一波长的带缘；

确定希望的法向入射带缘波长；

选择具有第一阻挡带的非双折射光学滤光器，所述第一阻挡带具有所述希望的法向入射带缘波长并且在法向入射下包括所述第一波长；以及

将所述非双折射光学滤光器定位成与所述取向聚合物多层光学膜光学连通，

其中所述第一反射带和所述第一阻挡带在法向入射下重叠并且在倾斜入射角下不重叠从而在所述第一反射带和所述第一阻挡带之间形成通带，并且

其中选择所述第一反射带的所述带缘和所述第一阻挡带的带缘之间的相对偏移，使得

所述第一反射带和所述第一阻挡带之间的所述通带随着递增的入射角而变宽。

光学叠堆

背景技术

[0001] 光学滤光器可用于选择性地透射不同波长或不同偏振的光。光学滤光器可用于多种光学系统，诸如检测器系统。

发明内容

[0002] 在本说明书的一些方面中，提供一种光学叠堆，该光学叠堆包括取向聚合物多层光学膜和设置为与多层光学膜相邻的第一非双折射光学滤光器。取向聚合物多层光学膜具有带有第一带缘的第一反射带，第一反射带具有跨过多层光学膜的长度或宽度的变化。第一带缘在法向入射下具有设计波长 λ 和关于设计波长的特性偏差 Δ 。第一非双折射光学滤光器具有第一阻挡带，第一阻挡带在法向入射下包括在 $\lambda - \Delta / 2$ 和 $\lambda + \Delta / 2$ 之间的波长。在法向入射下，第一反射带包括在第一阻挡带之外的具有至少 Δ 的宽度的波长范围。

[0003] 在本说明书的一些方面中，提供一种光学叠堆，该光学叠堆包括取向聚合物多层光学膜和设置为与多层光学膜相邻的第一非双折射光学滤光器。取向聚合物多层光学膜具有第一反射带，第一反射带在法向入射下具有处于不希望的带缘波长的第一带缘。第一非双折射光学滤光器具有第一阻挡带，第一阻挡带在法向入射下包括不希望的带缘波长并且具有处于希望的第一带缘波长的第二带缘。

[0004] 在本说明书的一些方面中，提供一种光学叠堆，该光学叠堆包括取向聚合物多层光学膜和设置为与多层光学膜相邻的第一非双折射光学滤光器。取向聚合物多层光学膜具有第一反射带，第一反射带在法向入射下具有第一带宽并且具有第一带缘，第一带缘具有在法向入射和60度入射角之间的第一偏移。第一非双折射光学滤光器具有第一阻挡带，第一阻挡带在法向入射下具有第二带宽并且具有第二带缘，第二带缘具有在法向入射和60度入射角之间的第二偏移。第一偏移与第二偏移不同。

[0005] 在本说明书的一些方面中，提供一种包括光学叠堆的光学系统。光学系统包括与光学叠堆光学连通的光源和传感器中的一者或两者。

[0006] 在本说明书的一些方面中，提供一种光学系统，光学系统包括：取向聚合物多层光学膜，取向聚合物多层光学膜具有带有第一带缘的第一反射带；和与取向聚合物多层光学膜光学连通的光源。光源被构造为产生在输出带中的光。在一些情况下，第一反射带与输出带在法向入射下重叠但是在倾斜入射角下不重叠。在一些情况下，第一反射带与输出带在倾斜入射角下重叠但是在法向入射下不重叠。

[0007] 在本说明书的一些方面中，提供一种光学系统，光学系统包括：取向聚合物多层光学膜，取向聚合物多层光学膜具有带有第一带缘的第一反射带；和与取向聚合物多层光学膜光学连通的传感器。传感器被构造为接收在输入带中的光。在一些情况下，第一反射带与输入带在法向入射下重叠但是在倾斜入射角下不重叠。在一些情况下，第一反射带与输入带在倾斜入射角下重叠但是在法向入射下不重叠。

[0008] 在本说明书的一些方面中，提供一种修改取向聚合物多层光学膜的第一反射带的方法。该方法包括以下步骤：提供具有第一反射带的取向聚合物多层光学膜，第一反射带在

法向入射下具有处于第一波长的带缘；确定希望的法向入射带缘波长；选择具有第一阻挡带的非双折射光学滤光器，第一阻挡带具有希望的法向入射带缘波长并且在法向入射下包括第一波长；以及将非双折射反射器定位成与取向聚合物多层光学膜光学连通。

附图说明

- [0009] 图1A-1D是光学叠堆的示意性剖视图；
- [0010] 图2是具有在空间上变化的层的光学叠堆的示意性剖视图；
- [0011] 图3A是在法向入射穿过取向聚合物多层光学膜随着波长变化的曲线图；
- [0012] 图3B是在法向入射下穿过图3A的取向聚合物多层光学膜并且穿过非双折射光学滤光器的透射率随着波长变化的曲线图；
- [0013] 图3C是在法向入射下穿过图3A的取向聚合物多层光学膜并且穿过一个或两个非双折射光学滤光器的透射率随着波长变化的曲线图；
- [0014] 图3D是光学叠堆在法向入射下的总体阻挡带的示意图；
- [0015] 图4A-7B是光学叠堆的反射带和吸收带的透射率随着波长变化的曲线图；
- [0016] 图8是示出半高全宽的概念的图；
- [0017] 图9是光学滤光器的示意性剖视图；
- [0018] 图10A-10C是光学系统的示意图；以及
- [0019] 图11-18是光学滤光器的透射百分比对波长的曲线图。

具体实施方式

[0020] 在以下说明中参考附图，该附图形成本发明的一部分并且其中通过举例说明的方式示出各种实施方案。附图未必按比例绘制。应当理解，在不脱离本公开的范围或实质的情况下，能够设想并做出其它实施方案。因此，以下具体实施方式不应被视为具有限制意义。

[0021] 取向聚合物多层光学膜可用于多种应用，诸如背光系统中的反射偏振器或反射镜以及检测器系统中的光学滤光器。根据预期应用，此类膜可被设计成具有在多种波长范围内的反射带。

[0022] 具有反射带的取向聚合物多层光学膜经常表现出在反射带的一个或两个带缘中的变化。这种变化在一些应用中可能是令人反感的。根据本说明书，已发现，利用包括取向（并且因此是双折射的）聚合物多层光学膜和非双折射光学滤光器两者的光学叠堆可以提供相比于单独取向聚合物多层光学膜大幅减少的（例如，至少60%、或至少70%、或至少80%）带缘变化，同时提供在单独非双折射光学滤光器的情况下无法容易获得的宽的阻挡带（例如，反射带）。

[0023] 取向聚合物多层光学膜和非双折射光学滤光器的组合物产生光学叠堆的总体阻挡带。取向聚合物多层光学膜通常是两种正交偏振状态中的一者或两者的反射器。非双折射光学滤光器具有阻挡带，阻挡带可以是反射带（例如，利用交替的具有不同折射率的非双折射层）或吸收带（例如，利用在希望的波长范围内吸收的染料或颜料）。在一些实施方案中，非双折射光学滤光器具有反射性且总体阻挡带是反射带，并且在一些实施方案中，非双折射光学滤光器具有吸收性且总体阻挡带在一些波长内具有吸收性且在其他波长下具有反射性。

[0024] 在一些实施方案中,本说明书的光学叠堆具有总体阻挡带,该总体阻挡带具有设计的随入射角的偏移。此类光学叠堆可以形成针对某些波长的角度选择性元件,从而可用于例如提供针对传感器的角度有限的接受区、提供针对光源的有限发射角或提供针对标记物的有限视角。

[0025] 本说明书的光学叠堆还提供一种在不带来生产定制设计的取向聚合物多层光学膜的费用的情况下生产定制阻挡带的方式。非双折射滤光器(或滤光器)可被选择成具有一种阻挡带,该阻挡带与取向聚合物多层光学膜的反射带的一个带缘(或两个带缘)重叠并且延伸到希望的带缘中以提供定制阻挡带。

[0026] 图1A为光学叠堆100的示意性剖视图,光学叠堆100包括第一层110和第二层114。第一层110和第二层114中的一者是取向聚合物多层光学膜,并且第一层110和第二层114中的另一者是非双折射光学滤光器。光140在法向入射下入射在第一层110和第二层114上,而光142在倾斜入射角 α (光线和第一层110的法向向量之间的角)下入射在第一层110上。光140或142可以首先透射穿过取向聚合物多层光学膜,然后穿过非双折射光学滤光器,或者光140或142可以首先透射穿过非双折射光学滤光器,然后穿过取向聚合物多层光学膜。第一层110和第二层114可以紧邻彼此设置,如图1A所示,或者可以在第一层和第二层之间设置气隙或中间层,分别如图1B和图1C所示。

[0027] 干涉滤光器的反射带或阻挡带的带缘波长通常取决于入射角 α 并且通常随着递增的入射角偏移至较低波长。入射角(incidence angle或angle of incidence)是指入射光线和光线入射在其上的表面的法向之间的角(例如,光142的倾斜入射角 α)。法向入射是指零入射角。反射带或阻挡带的性质,诸如带缘波长,可以在法向入射下或在倾斜入射角下指定。例如,在比较反射带或阻挡带与在法向入射下对应带的偏移时使用的倾斜入射角可以选择为45度或60度。

[0028] 例如,取向聚合物多层光学膜可以是镜膜或反射偏振膜。取向聚合物多层光学膜具有第一反射带,第一反射带具有第一带缘(例如,左带缘)并且还可以具有第二带缘(例如,右带缘)。取向聚合物多层光学膜还可以具有第二反射带(例如,第一反射带的高阶谐波)。在一些实施方案中,取向聚合物多层光学膜是具有多个反射带的梳状滤光器,其中在反射带之间具有通带。取向聚合物多层光学膜和非双折射光学滤光器可以使用本文其它地方所述的任何技术制成。

[0029] 非双折射光学滤光器可以是其中光学活性层具有各向同性折射率的任何滤光器。示例包括具有多个交替的不同各向同性折射率层的干涉滤光器,如本文其它地方进一步描述,并且包括具有带有各向同性复合折射率的吸收层(例如,染料或颜料层)的滤光器。各向同性染料或颜料可被视为非双折射光学滤光器,即使染料或颜料被设置在取向基板上或中。非各向同性染料或颜料,诸如碘染色的聚乙烯醇吸收型偏振器中的碘层,不是非双折射光学滤光器,如本文所用,因为碘分子是取向的并且提供在x方向和y方向(参见图1A的x-y-z坐标系)上不同的双折射复合折射率。

[0030] 反射带和阻挡带的波长范围可基于预期应用进行选择。在一些实施方案中,将一个或所有带缘在法向入射下定位在300nm或400nm至2500nm、或2000nm、或1200nm、或900nm、或700nm的范围内。

[0031] 图1B为光学叠堆100b的示意性剖视图,光学叠堆100b包括第一层110b和第二层

114b，在第一层110b和第二层114b之间具有气隙。第一层110b和第二层114b中的一者是取向聚合物多层光学膜，并且第一层110b和第二层114b中的另一者是第一非双折射光学滤光器。

[0032] 图1C为光学叠堆100c的示意性剖视图，光学叠堆100c包括第一层110c、第二层114c和第三层116c。第一层110c、第二层114c和第三层116c中的一者是取向聚合物多层光学膜，并且第一层110c、第二层114c和第三层116c中的不同一者是第一非双折射光学滤光器。剩余的层可以是例如粘合剂层并且/或者可以是第二非双折射光学滤光器(例如，染色的粘合剂层)。在一些实施方案中，第一层110c是取向聚合物多层光学膜，第二层114c是第一非双折射光学滤光器，并且第三层116c是中间层。在一些实施方案中，中间层是粘合剂层，并且在一些实施方案中，中间层包括一种或多种染料或颜料，这一种或多种染料或颜料可包括一种或多种偏振染料或颜料。在一些实施方案中，中间层是取向聚合物层，诸如取向聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)。

[0033] 图1D为光学叠堆100d的示意性剖视图，光学叠堆100d包括第一层110d和第二层114d。第一层110d和第二层114d中的一者是取向聚合物多层光学膜，并且第一层110d和第二层114d中的另一者是第一非双折射光学滤光器。光学叠堆100d围绕一个轴(x轴)或围绕两个正交轴(x轴和y轴)弯曲。光学叠堆100d可以使用热成形工艺或模内成形工艺成形。在一些实施方案中，第一层100d和第二层114d成形为单独层，这些单独层后续被成形(例如，热成形)为图1D所示的弯曲形状。在一些实施方案中，使用模内工艺，在模内工艺中，制备出取向聚合物多层光学膜并且被放置成处于模具中，并且将以波长选择性染料或颜料的材料注射到模具中以成形非双折射光学滤光器。可以在取向聚合物多层光学膜和非双折射光学滤光器之间成形附加层。在一些实施方案中，模内成形产生围绕至少一个轴弯曲(例如，围绕两个正交轴弯曲)的取向聚合物多层光学膜。在其它实施方案中，模内成形产生平坦的取向聚合物多层光学膜。

[0034] 图2为光学叠堆200的示意性剖视图，光学叠堆200包括第一层210和第二层214。第一层210和第二层214中的一者是取向聚合物多层光学膜，并且第一层210和第二层214中的另一者是非双折射光学滤光器。第一层210是部分变化的并且包括孔或中断部分218。在一些实施方案中，第一层210是取向聚合物多层光学膜，并且孔或中断部分218是穿过取向聚合物多层光学膜的孔，取向聚合物多层光学膜可以例如通过模切成形。在一些实施方案中，第一层210是非双折射光学滤光器，并且孔或中断部分218是可以在沉积非双折射光学滤光器时通过使用掩模成形的中断部分。例如，非双折射光学滤光器可以通过将吸收材料或将交替层的反射性叠堆沉积到基材上或直接沉积到取向聚合物多层光学膜上来成形。沉积可以通过掩模进行，产生图案化的非双折射光学滤光器。例如，沉积可包括印刷或喷涂吸收材料，或溅射或蒸汽沉积交替层的反射性叠堆。在一些实施方案中，第一层210是跨过非双折射光学滤光器的长度或宽度中断的非双折射光学滤光器。

[0035] 在一些实施方案中，光学叠堆包括：取向聚合物多层光学膜，该取向聚合物多层光学膜具有反射带，该反射带具有跨过多层光学膜的长度或宽度变化的第一带缘；和第一非双折射光学滤光器，该第一非双折射光学滤光器具有阻挡带并且设置为与多层光学膜相邻。此类反射带和阻挡带示意性地示出于图3A-3D。

[0036] 图3A是在法向入射下穿过取向聚合物多层光学膜的透射率随着波长变化的曲线

图并且提供取向聚合物多层光学膜的第一反射带352的示意图。第一反射带352表现出附图中由虚线指示的跨过多层光学膜的长度或宽度(例如,膜的长度可以是沿着y方向的维度,并且膜的宽度可以是沿着x方向的维度,参见图1A-2所示的x-y-z坐标系)的变化。第一反射带352具有第一带缘354和第二带缘356,第一带缘354和第二带缘356分别具有设计或标称波长 λ_1 和 λ_2 并且分别具有关于设计波长的特性偏差 Δ_1 和 Δ_2 。除非以不同方式规定,否则特性偏差 Δ_1 和 Δ_2 是指分别第一带缘波长和第二带缘波长关于分别设计或标称波长 λ_1 和 λ_2 的标准偏差。

[0037] 图3B是在法向入射下穿过图3A的取向聚合物多层光学膜并且穿过非双折射光学滤光器的透射率随着波长变化的曲线图并且提供非双折射光学滤光器的第一阻挡带362的示意图。第一阻挡带362可以是吸收带或反射带,分别具有第一带缘364和第二带缘366。第一带缘364处于低于 $\lambda_1 - \Delta_1/2$ 的波长,并且第二带缘366处于高于 $\lambda_1 + \Delta_1/2$ 的波长。第一反射带352包括波长范围358,波长范围358具有在第一阻挡带362之外的至少 Δ_1 的宽度。图3B所识别的波长范围358从第二带缘366延伸到设计或标称波长 λ_2 。

[0038] 图3C是在法向入射下穿过图3A的取向聚合物多层光学膜并且穿过一个或两个非双折射光学滤光器的透射率随着波长变化的曲线图,并且提供这一个或两个非双折射光学滤光器的第一阻挡带362a和第二阻挡带362b的示意图。在一些实施方案中,使用两个不同的非双折射光学滤光器,其中一个滤光器提供第一阻挡带362a并且另一个滤光器用于提供第二阻挡带362b。在一些实施方案中,光学叠堆中包括多于两个非双折射光学滤光器。例如,在一些应用中,可能期望阻挡在一个或多个在带352、362a和362b中任一者的范围之外的波长范围内的光。在一些实施方案中,使用具有两个或多个阻挡带的单个非双折射光学滤光器提供第一阻挡带362a和第二阻挡带362b两者。例如,第一阻挡带362a和第二阻挡带362b可以是作为交替的非双折射第一层和第二层提供的不同阶谐波的反射带。例如,第二阻挡带362b可以是一级反射带,并且第一阻挡带362a可以是第二阻挡带362b的第二阶谐波。

[0039] 图3D是通过第一反射带352与图3C所示的第一阻挡带362a和第二阻挡带362b的组合所提供的总体阻挡带367的示意图。在一些实施方案中,光学滤光器包括第一阻挡带362a和第二阻挡带362b中的一者但不限于两者。在一些实施方案中,第一非双折射光学滤光器是非双折射反射器,并且总体阻挡带367是总体反射带。总体阻挡带367在法向入射下具有第三带宽368,第三带宽368大于在法向入射下第一反射带352的第一带宽($\lambda_2 - \lambda_1$)。在一些实施方案中,总体阻挡带367在法向入射下具有第三带宽368,第三带宽368比在法向入射下第一反射带352的第一带宽($\lambda_2 - \lambda_1$)大至少1.3或至少1.5倍。总体阻挡带367具有主要由第一阻挡带362a的第一带缘364a和第二阻挡带362b的第二带缘366b建立的第一带缘364d和第二带缘366d。如本文其它地方进一步描述,在一些实施方案中,第一带缘364d和第二带缘366d中的一者或两者具有在法向入射和倾斜入射角(例如,45度或60度)之间的偏移,该偏移等于第一带缘364a或第二带缘366b中的对应偏移。第一带缘364d和第二带缘366d中的一者或两者在法向入射和倾斜入射角之间的偏移可以与第一反射带352的第一带缘354和第二带缘356中的对应偏移不同。

[0040] 在一些实施方案中,光学叠堆包括:取向聚合物多层光学膜,该取向聚合物多层光学膜具有带有第一带缘(例如,带缘354或带缘356)的第一反射带(例如,反射带352),该第

一反射带具有跨过多层光学膜的长度或宽度的变化;和第一非双折射光学滤光器,该第一非双折射光学滤光器设置为与多层光学膜相邻。第一带缘在法向入射下具有设计波长 λ (例如,图3A所描绘的波长 λ_1 或 λ_2)和关于设计波长的特性偏差 Δ (例如,图3A所描绘的波长 Δ_1 或 Δ_2)。第一非双折射光学滤光器具有第一阻挡带(例如,图3B所描绘的阻挡带362或图3C所描绘的阻挡带362b),第一阻挡带在法向入射下包括在 $\lambda - \Delta / 2$ 和 $\lambda + \Delta / 2$ 之间的波长。在法向入射下,第一反射带包括具有在第一阻挡带之外的至少 Δ 的宽度(例如,图3B所描绘的波长范围358的宽度)的波长范围。

[0041] 图4A是均在法向入射下的取向聚合物多层光学膜的第一反射带452和非双折射光学滤光器的第一阻挡带462的示意图。第一反射带452在法向入射下具有分别在 λ_1 和 λ_2 的波长下的第一带缘454和第二带缘456,并且第一阻挡带在法向入射下具有分别在 λ_3 和 λ_4 的第一带缘464和第二带缘466。

[0042] 在一些情况下,带缘454处于不希望的波长,并且阻挡带462用于将光学叠堆阻挡的波长延伸到对应于第一带缘464的希望的带缘波长。在一些实施方案中,光学叠堆包括取向聚合物多层光学膜(例如,第一层110)和与多层光学膜相邻的第一非双折射光学滤光器(例如,第二层114)。取向聚合物多层光学膜具有第一反射带452,第一反射带452在法向入射下具有处于不希望的带缘波长 λ_1 的第一带缘454。第一非双折射光学滤光器具有第一阻挡带462,第一阻挡带462在法向入射下包括不希望的带缘波长 λ_1 并且具有处于希望的第一带缘波长 λ_3 的第二带缘466。

[0043] 在一些实施方案中,提供一种修改取向聚合物多层光学膜的第一反射带的方法。该方法包括以下步骤:提供具有第一反射带452的取向聚合物多层光学膜(例如,第一层110),第一反射带452在法向入射下具有处于第一波长 λ_1 的带缘454;确定希望的法向入射带缘波长 λ_3 ;选择具有第一阻挡带462的非双折射光学滤光器(例如,第二层114),第一阻挡带462具有希望的法向入射带缘波长 λ_3 并且在法向入射下包括第一波长 λ_1 ;以及将非双折射反射器定位成与取向聚合物多层光学膜光学连通。如应用于两个对象的术语“光学连通”意指光可以从一个对象直接地或使用光学方法(例如,反射、衍射、折射)间接地透射到另一个对象。

[0044] 反射带和阻挡带的带缘的偏移取决于光学叠堆的构造(例如,如本文其它地方进一步描述的非双折射光学滤光器的折射率使用)。图4B和图4C示出提供图4A所示的法向入射反射带和阻挡带的两个不同实施方案在倾斜入射角下的反射带和阻挡带。

[0045] 图4B是在倾斜入射角下第一反射带452b(对应于第一反射带452)和第一阻挡带462b(对应于第一阻挡带462)的示意图。第一反射带452b的第一带缘454b和第二带缘456b分别从波长 λ_1 和 λ_2 偏移到波长 λ'_1 和 λ'_2 ,并且第一阻挡带462b的第一带缘464b和第二带缘466b分别从波长 λ_3 和 λ_4 偏移到波长 λ'_3 和 λ'_4 。从 λ_i 到 λ'_i 的偏移(即, λ_i 和 λ'_i 的差值的绝对值)(任一*i*为1至4)可以与任一其它偏移相同或不同(例如,偏移可以相差至少1.3或至少1.5倍)。

[0046] 图4C是在法向入射下分别具有图4A所示的反射带452和阻挡带462的光学叠堆的实施方案中在倾斜入射角下的第一反射带452c(对应于第一反射带452)和第一阻挡带462c(对应于第一阻挡带462)的示意图,但是具有与图4B的实施方案不同的偏移。第一反射带452c的第一带缘454c和第二带缘456c分别从波长 λ_1 和 λ_2 偏移到波长 λ''_1 和 λ''_2 ,并且第一阻

挡带462c的第一带缘464c和第二带缘466c分别从波长 λ_3 和 λ_4 偏移到波长 λ''_3 和 λ''_4 。通常在 λ''_4 和 λ''_1 之间打开。在图4B所示的实施方案中,第一反射带452b和第一阻挡带462b在法向入射和倾斜入射下均重叠,而在图4C所示的实施方案中,第一反射带452c和第一阻挡带462c在法向入射下重叠,但在倾斜入射角下不重叠。在其它实施方案中,第一反射带和第一阻挡带在倾斜入射角下重叠,但在法向入射下不重叠。

[0047] 带缘随着入射角的偏移可通过选择取向聚合物多层光学膜和非双折射光学滤光器中所用的材料来控制。例如,取向聚合物多层光学膜中交替层的折射率可被调整成调整多层光学膜的反射带的带缘随着入射角偏移的速度。较高的折射率导致较低的带缘偏移,这是由于折射使光线弯曲得更接近法向方向,从而导致较短的穿过层的路径长度。在一些实施方案中,非双折射光学滤光器包括多个交替层(例如,形式为.....ABABABA.....),如本文其它地方进一步描述。交替层可以是交替无机层(A和B均是无机层)、交替的聚合物层(A和B均是聚合物层)或与无机层交替的聚合物层(A和B中的一者是无机层,并且另一者是聚合物层)。在一些实施方案中,与取向聚合物多层光学膜相比,非双折射光学滤光器使用较低折射率材料,并且与取向聚合物多层光学膜的反射带相比,非双折射光学滤光器随着入射角偏移得更快。与通常可用于取向聚合物层的材料相比,对A和B中的至少一者利用无机材料允许使用较高折射率材料。这允许构非双折射光学滤光器,与取向聚合物多层光学膜的带偏移相比,非双折射光学滤光器具有较小的带偏移。

[0048] 在一些实施方案中,光学叠堆包括取向聚合物多层光学膜,取向聚合物多层光学膜具有第一反射带(例如,反射带452或453b),第一反射带在法向入射下具有第一带宽($\lambda_2 - \lambda_1$)并且具有第一带缘(例如,带缘454或454b),第一带缘在法向入射和60度入射角之间具有第一偏移(例如, $\lambda_1 - \lambda'_1$)。光学叠堆还包括第一非双折射光学滤光器,第一非双折射光学滤光器具有第一阻挡带(例如,阻挡带462或462b),第一阻挡带在法向入射下具有第二带宽($\lambda_4 - \lambda_3$)并且具有第二带缘(例如,带缘464或464b),第二带缘在法向入射和60度入射角之间具有第二偏移(例如, $\lambda_3 - \lambda'_3$)。在一些实施方案中,第一带宽与第二带宽不同,并且第一偏移与第二偏移不同。例如,第一带宽可以大于第二带宽,并且第一偏移可以大于第二偏移。在这种情况下,光学叠堆可以例如提供取向聚合物多层光学膜的宽带宽与非双折射干涉滤光器提供的带缘随着入射角的低偏移。在一些实施方案中,第一带宽是第二带宽的至少1.3或1.5倍。在一些实施方案中,第一偏移是第二偏移的至少1.3或1.5倍。在一些实施方案中,第一阻挡带是具有随着入射角极小或没有偏移的吸收带。

[0049] 在一些实施方案中,非双折射阻挡滤光器包括两个阻挡带,或者提供两个非双折射阻挡滤光器,每个非双折射阻挡滤光器均包括阻挡带。阻挡带中的一者或两者可以与在法向入射下取向聚合物多层光学膜的带缘重叠。这在图5中示出,图5是所有均在法向入射下的取向聚合物多层光学膜的第一反射带552和一个或两个非双折射光学滤光器的第一阻挡带562a与第二阻挡带562b的示意图。在一些实施方案中,第一反射带552以及第一阻挡带562a和第二阻挡带562b随着入射角偏移,使得第一阻挡带562a和第二阻挡带562b两者均与第一反射带552的带缘在倾斜入射角(例如,45或60度)下重叠。在其它实施方案中,第一反射带552以及第一阻挡带562a和第二阻挡带562b随着入射角偏移,使得第一阻挡带562a和第二阻挡带562b中的一者或两者不与第一反射带552的带缘在倾斜入射角(例如,45或60度)下重叠。在其它实施方案中,第一阻挡带562a和第二阻挡带562b中的一者或两者不与第

一反射带552的带缘在法向入射下重叠，但是与第一反射带552的带缘在倾斜入射角下重叠。

[0050] 图6A-6B示意性地示出第一反射带652和第一阻挡带662，第一反射带652和第一阻挡带662在法向入射下重叠(图6A所示)并且在倾斜入射角下不重叠(图6B所示)。第一反射带652分别在法向入射下具有处于 λ_1 和 λ_2 的带缘并且在倾斜入射角下具有处于 λ'_1 和 λ'_2 的带缘。第一阻挡带662分别在法向入射下具有处于 λ_3 和 λ_4 的带缘并且在倾斜入射角下具有处于 λ'_3 和 λ'_4 的带缘。在倾斜入射角下在 λ'_2 和 λ'_3 之间存在通带。倾斜入射角可以是例如45度或60度。

[0051] 图7A-7B示意性地示出第一反射带752和第一阻挡带762，第一反射带752和第一阻挡带762在法向入射下不重叠(图7A所示)并且在倾斜入射角下重叠(图7B所示)。第一反射带752分别在法向入射下具有处于 λ_1 和 λ_2 的带缘并且在倾斜入射角下具有处于 λ'_1 和 λ'_2 的带缘。第一阻挡带762分别在法向入射下具有处于 λ_3 和 λ_4 的带缘并且在倾斜入射角下具有处于 λ'_3 和 λ'_4 的带缘。在法向入射下在 λ_4 和 λ_1 之间存在通带，在倾斜入射角下不存在通带。倾斜入射角可以是例如45度或60度。

[0052] 与图6A-7B所示不同的通带偏移图案也是可能的。在一些实施方案中，阻挡带与反射带在法向入射下部分重叠并且延伸到在法向入射下反射带的右侧带缘的右侧。在这种情况下，带缘的相对偏移可以被选择，使得光学叠堆的所得总体阻挡带的带宽随着递增的入射角而变窄。在一些实施方案中，阻挡带与反射带在法向入射下部分重叠并且延伸到在法向入射下反射带的左侧带缘的左侧。在这种情况下，带缘的相对偏移可以被选择，使得光学叠堆的所得总体阻挡带的带宽随着入射角变宽并且/或者打开通带(例如，图4C中存在的在 λ''_4 和 λ''_1 之间的通带)。在一些实施方案中，阻挡带与反射带在法向入射下至少部分地重叠并且不延伸超过在法向入射下的反射带。在这种情况下，带缘的相对偏移可以被选择，使得总体阻挡带延伸并且/或者打开通带(例如，图6B描绘的从 λ'_2 至 λ'_3 的波长范围是允许透射的通带；这条通带不存在于图6A中)。在一些实施方案中，阻挡带不与反射带在法向入射下重叠并且被定位到反射带的左侧带缘的左侧。在这种情况下，带缘的相对偏移可以被选择，使得总体阻挡带变窄并且/或者通带变窄或关闭(例如，图7A描绘的从 λ_4 至 λ_1 的波长范围是允许透射的通带；这条通带在图7B中是关闭的)。在一些实施方案中，阻挡带不与反射带在法向入射下重叠并且被定位到反射带的右侧带缘的右侧。在这种情况下，带缘的相对偏移可以被选择，使得在反射带和阻挡带之间的通带随着递增的入射角而变宽。

[0053] 在一些实施方案中，取向聚合物多层光学膜具有多个反射带。在一些实施方案中，取向聚合物多层光学膜是在相邻反射带之间具有多个通带的梳状滤光器。在一些实施方案中，在入射角变化时，至少一些通带在阻挡带下偏移或从阻挡带下偏移出。

[0054] 图8是示出半高全宽(“FWHM”)的概念的图。曲线850表示随着波长的变化，该着随波长的变化可对应于例如透射率、1-透射率、吸光度、反射率、光源的输出光谱或传感器的输入光谱。为了量化曲线850的相关特征，图8中识别曲线850的基线值B、曲线850的峰值P和曲线850的中间值H(在P和B之间的一半)。曲线850与点p1和p2处的值H相交，点p1和p2的波长值分别等于带869的短波长带缘 λ_a 和长波长带缘 λ_b 。短波长带缘和长波长带缘可用于计算感兴趣的两个其它参数：带869的宽度(半高全宽或“FWHM”)，该宽度等于 $\lambda_b - \lambda_a$ ；和带869的中心波长，该中心波长等于 $(\lambda_a + \lambda_b) / 2$ 。需注意，中心波长可与带869的峰值波长(点p3)相

同或不同,这取决于曲线850的对称或不对称程度。

[0055] 在一些实施方案中,曲线850表示1-穿过非双折射光学滤光器或穿过取向聚合物多层光学膜的透射率。在一些实施方案中,曲线850表示光源的输出带。在一些实施方案中,曲线850表示传感器的输入带。在曲线850表示1-阻挡带或反射带的透射率的实施方案中,值H可以大于0.6(透射率不大于0.4或40%)、大于0.7(透射率不大于0.3或30%)、大于0.8(透射率不大于0.2或20%)或大于0.9(透射率不大于0.1或10%)。值P可以大于0.7(透射率不大于0.3或30%)、大于0.8(透射率不大于0.2或20%)或大于0.9(透射率不大于0.1或10%)。值B可以小于0.5(透射率为至少0.5或50%)、小于0.4(透射率为至少0.6或60%)、小于0.3(透射率为至少0.7或70%)或小于0.2(透射率为至少0.8或80%)。

[0056] 图9是滤光器913的剖视图,滤光器913包括多个交替的第一层957和第二层959。滤光器913可以是取向聚合物多层光学膜或非双折射光学滤光器,这取决于第一层957和第二层959的选择。在一些实施方案中,交替的第一层957和第二层959是交替的具有不同折射率的聚合物层。

[0057] 在一些实施方案中,交替的第一层957和第二层959是交替的聚合物层,其中第一层957和第二层959中的至少一者是取向聚合物层。此类聚合物滤光器(例如,镜面或反射偏振器)通常描述于例如美国专利5,882,774(Jonza等人)、5,962,114(Jonza等人)、5,965,247(Jonza等人)、6,939,499(Merrill等人)、6,916,440(Jackson等人)、6,949,212(Merrill等人)、和6,936,209(Jackson等人)中,每个专利各自在不与本说明书矛盾的程度下以引用方式并入本文。简而言之,聚合物多层光学膜可以通过以下制成:共挤出多个交替的聚合物层(例如,数百层);在偏振器的情况下单向或实质上单向拉伸挤出的膜(例如,在线性或抛物线形拉幅机中)以取向膜或在镜面的情况下双轴拉伸膜以取向膜。

[0058] 在一些实施方案中,光学叠堆中使用的非双折射光学滤光器通过将吸收材料沉积(例如,通过将吸收材料印刷、喷涂和层压中的一者或者)到单独的基材上或直接沉积到取向聚合物多层光学膜上来形成。如果使用单独的基材,那么在将非双折射光学滤光器沉积到基材上之后,基材可以任选地被层压到取向聚合物多层光学膜。

[0059] 在一些实施方案中,交替的第一层957和第二层959是交替非双折射层。交替的非双折射层可以被沉积到基材上并且基材被定位成与取向聚合物多层光学膜相邻(并且任选地被层压到取向聚合物多层光学膜)以形成光学叠堆,或者交替的非双折射可以被直接沉积到取向聚合物多层光学膜上以形成光学叠堆。在一些实施方案中,交替的非双折射层使用原子层沉积、溅射、化学气相沉积和层-层自组装中的一者或者进行沉积。

[0060] 在一些实施方案中,交替的第一层957和第二层959是交替的无机层。在这种情况下,滤光器913可以被称为电介质镜。此类电介质镜可以通过使用本领域中已知的薄膜沉积技术沉积交替的低和高折射率无机材料层来制成。例如,可以将交替的 TiO_2 和 SiO_2 层蒸发到基材或取向多层光学膜上以提供反射非双折射光学滤光器。也可以使用其它氧化物或金属掺杂型氧化物,包括例如氧化锌或金属掺杂型氧化锌和金属掺杂型氧化硅。例如,可以将Al掺杂型ZnO或Al掺杂型 SiO_x 用作无机层。

[0061] 在其它实施方案中,交替的第一层957和第二层959中的一者是聚合物层,并且交替的第一层957和第二层959中另一者是无机层。例如,可以将无机第二层959气相沉积或溅射到聚合物第一层957上,然后可以将另一聚合物第一层957涂布到无机第二层959上。然后

可以将另一无机第二层959沉积到涂布聚合物的第一层957上，并且重复这个过程直到形成希望数目的层。聚合物第一层可以使用与美国专利5,440,446 (Shaw等人) 和美国专利7,018,713 (Padiyath等人) 所述的涂布机类似的真空涂布机沉积单体层并且通过暴露在光化辐射(例如，紫外光辐射)来固化单体层来形成，这两个专利以不与本说明书矛盾的程度以引用方式并入本文。例如，可以使用交替的固化丙烯酸酯聚合物层(例如，具有在1.4至1.6的范围内的折射率)和氧化物层(例如，具有在1.8至3.0的范围内的折射率的金属氧化物)的叠堆提供反射非双折射光学滤光器。氧化物可以是金属掺杂型氧化物，诸如Al掺杂型ZnO。折射率可以指例如在希望的反射带的中心的波长下或在诸如550nm的标准固定波长下确定的折射率。

[0062] 在其它实施方案中，具有交替的无机层的滤光器913和不同的具有交替的取向聚合物层的滤光器913被放置成彼此相邻以形成本说明书的光学叠堆。两个滤光器可以通过粘合剂层来层压在一起，或者无机滤光器可以例如使用美国专利公布2015/0285956 (Schmidt等人) 的层-层自组装方法来层-层沉积到聚合物滤光器上，这个专利以不与本说明书矛盾的程度以引用方式并入本文。

[0063] 不管使用聚合物层还是无机层，当一对相邻层(光学重复单元)具有一半波长的总光学厚度(层的物理厚度乘以层的折射率)时，提供反射。通过调整整个层叠堆的层厚度，可以提供希望的一个或多个反射带。

[0064] 图10A是光学系统1001a的示意图，光学系统1001a包括光源1022和光学滤光器1000a。光线1040a由光源1022发射并且透射穿过光学滤光器1000a。光学滤光器1000a可以是本说明书的任一光学叠堆或者可以是具有带有第一带缘的第一反射带的取向聚合物多层光学膜。图10B是光学系统1001b的示意图，光学系统1001b包括光源1024和光学滤光器1000b。光线1040b透射穿过光学滤光器1000b并且由传感器1024接收。光学滤光器1000b可以是本说明书的任一光学叠堆或者可以是具有带有第一带缘的第一反射带的取向聚合物多层光学膜。光学滤光器1000b可被构造成将透射到传感器1024中的光限制于传感器1024的希望的输入带。在一些实施方案中，光学系统包括光源和传感器。例如，被设置成提供光线1040b的光学系统1001b中可包括光源，光线1040b可以被标记物(例如，白色T恤、反射胶带、招牌中的标记物、汽车牌照诸如回射汽车牌照等)反射，之后穿过光学滤光器1000b，或者例如，光学系统1000a中可包括传感器以直接接收光线1040a或在光线1040a被标记物反射之后接收光线1040a。在一些实施方案中，本说明书的光学叠堆用于提供穿过滤光器的角度限制。例如，光学叠堆可以阻挡光源在法向入射下发射的光，并且透射在倾斜入射角下相同波长的光。又如，光学叠堆可以透射光源在法向入射下发射的光，并且阻挡在倾斜入射角下相同波长的光。

[0065] 图10C是光学系统1001c的示意图，光学系统1001c包括参考图10A-B所述的光学系统1001a和1001b并且还包括与光源1022和传感器1024光学连通的标记物1030。标记物1030包括反射器1032和层1034。反射器1032可以是或可包括镜面反射器、漫反射器、半镜面反射器和回射器中的一者或者两者。层1034可以是例如适用于给定应用的光学滤光器。在一些实施方案中，层1034是本说明书的光学叠堆，其可例如用作标记物1030的角度限制滤光器。在其它实施方案中，省略了层1034。

[0066] 光学滤光器在光学系统中的其它用途描述于共同未决的美国专利申请62/347776

(Wheatley等人),该专利提交于2016年6月9日并且以不与本说明书矛盾的程度以引用方式并入本文。

[0067] 在一些实施方案中,提供一种光学系统,该光学系统包括光学滤光器并且还包括与光学滤光器光学连通的光源和传感器中的一者或两者。光学滤光器可以是本说明书的任一光学叠堆或者可以是具有第一带缘的第一反射带的取向聚合物多层光学膜。在一些实施方案中,光学系统包括光源,该光源可被构造为产生在输出带中的光。在一些实施方案中,输出带是狭窄带(例如,具有不大于40nm的半高全宽的带)。在一些实施方案中,光源是例如发光二极管(LED)、激光或激光二极管。在一些实施方案中,光学系统包括传感器,该传感器可被构造为接收在输入带中的光。在一些实施方案中,输入带是狭窄带(例如,具有不大于40nm的半高全宽的带),该带可以由设置在传感器的入口处的光学带通滤光器建立。在一些实施方案中,光学叠堆的第一反射带与输出带和/或输入带在法向入射下重叠但是在倾斜入射角(例如,45或60度)下不重叠。例如,第一反射带可对应于反射带652,并且输出带和/或输入带可以在图6A描绘的 λ_3 至 λ_4 的波长范围内。在法向入射下, λ_3 至 λ_4 的范围与 λ_1 至 λ_2 的范围重叠,并且在倾斜入射角下, λ_3 至 λ_4 的范围不与 λ'_1 至 λ'_2 的范围重叠。在其它实施方案中,第一反射带与输出带和/或输入带在倾斜入射角(例如,45或60度)下重叠但是在法向入射下不重叠。例如,第一反射带可对应于反射带752,并且输出带和/或输入带可以在图7A描绘的 λ_3 至 λ_4 的波长范围内。在法向入射下, λ_3 至 λ_4 的范围不与 λ_1 至 λ_2 的范围重叠,并且在倾斜入射角下, λ_3 至 λ_4 的范围与 λ'_1 至 λ'_2 的范围重叠。在一些实施方案中,光学系统包括光源和传感器两者,其中传感器、光源和光学叠堆如本文其它地方所述彼此光学连通。

[0068] 实施例

[0069] 以下实施例说明光学叠堆的制造手段和测试结果,光学叠堆包括共挤出的取向聚合物多层光学膜和非双折射光学滤光器,非双折射光学滤光器被设计成与聚合物多层光学膜的至少一个带缘在法向入射下重叠。

[0070] 测试方法

[0071] 使用珀金埃尔默(Perkin Elmer) Lambda 900UV/VIS分光光度计测量光学光谱。

[0072] 制备实施例1

[0073] 大体上如美国专利5,882,774(Jonza等人)所述制备取向聚合物多层光学膜。膜包括单个多层光分组,多层光分组由550个高折射率聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)层和低折射率聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)层的交替层组成,并且在每个侧面包括PEN保护性表层,共计552个层。将膜挤出并且双轴拉伸,以产生在法向入射下具有图11所示的光学光谱的取向聚合物多层光学膜。图11所示的光学光谱包括从重叠以说明工艺变化的结果的膜的多个部分取得的数据。在该实施例中,光学带缘处于约700nm,并且横维变化为大约50nm。

[0074] 制备实施例2

[0075] 大体上如制备实施例1所述制备取向聚合物多层光学膜。将膜挤出并且双轴拉伸,以产生具有图12所示的光学光谱的取向聚合物多层光学膜。图12所示的光谱包括在多个位置处取得的膜数据,这些位置被重叠以说明工艺变化的结果。标记为C1、C3、C8、C11、C17和C24的曲线对应于跨过膜离膜的端部2.8英寸、4.7英寸、13.8英寸、19.3英寸、30.3英寸和43.2英寸的横维位置。在该实施例中,光学带缘处于约800nm,并且横维变化为大约50nm。

[0076] 实施例1

[0077] 使用大体上如美国专利7,018,713(Padiyath等人)所述的真空沉积过程沉积以混合有机/无机干涉滤光器的形式的非双折射带边缘校正滤光器。出于该实施例的目的,将混合滤光器沉积到PET膜基材上,并且随后层压到如制备实施例1所述的多层光学膜叠堆上以产生光学叠堆。另选地,可以将混合过滤器直接涂布到制备实施例1的多层光学膜叠堆上。

[0078] 混合滤光器是一种非双折射光学滤波器,被设计为12层叠堆,其中在98.3nm厚度下的高折射率(在681nm下,n=1.983)无机层(ZnO:Al)与在114.4nm厚度下的低折射率(在681nm下,n=1.488)有机聚合物层交替。这种混合非双折射校正滤光器的光学光谱示于图13。

[0079] 在将该实施例的混合滤光器层压到制备实施例1的取向聚合物多层光学膜上之后,测量所得光学光谱,结果显示于图14。所得带缘波长偏移到在约660nm下混合滤光器的带缘波长,横维变化从约50nm减少到小于5nm。

[0080] 实施例2

[0081] 将在实施例1中使用的在PET上形成的相同混合滤光器层压到制备实施例2的取向聚合物多层光学膜上以产生光学叠堆。测量所得光学光谱,结果显示于图15。标记为L1、L3、L8、L11、L17和L24的曲线分别对应于图12的C1、C3、C8、C11、C17和C24。所得测量显示带缘波长偏移到在约660nm下混合滤光器的带缘波长,横维变化从约50nm减少到小于5nm。

[0082] 实施例3

[0083] 该实施例说明使用吸收性染料层提供对多层光学膜的带缘的校正。取向聚合物多层光学膜如制备实施例1而产生并且具有图16所示的光谱(并且还显示为图18的曲线1882)。对于该实施例,将1/8"厚的Acrylite257-0GP Red(Cyro公司)的样本用作非双折射光学滤光器。该材料在丙烯酸基质中含有光谱上明显的吸收染料,如图17的透射光谱(还显示为图18的曲线1884)所示。它在大约610nm以下吸收很多,并且在较高波长下具有向高透射的明显转变。

[0084] 将Acrylite 257-0GP Red层放置成与取向聚合物多层光学膜相邻以产生光学叠堆,该光学叠堆在法向入射下是陷波滤光器,其中通带1860在约640nm下具有峰值透射,半高全宽为约55nm,如图18所示。因为吸收体带缘不随着入射角而偏移,并且取向聚合物多层光学膜干涉滤光器随着递增的入射角而偏移到较低波长,所以透射陷波随着角度的变化而快速关闭。当入射角从法向变为约30度时,观察到穿过光学叠堆的透射从红色偏移为黑色。

[0085] 以下为本说明书的示例性实施方案的列表:

[0086] 实施方案1为一种光学叠堆,该光学叠堆包括:

[0087] 取向聚合物多层光学膜,该取向聚合物多层光学膜具有带有第一带缘的第一反射带,该第一反射带具有跨过该多层光学膜的长度或宽度的变化,该第一带缘在法向入射下具有设计波长 λ 和关于该设计波长的特性偏差 Δ ;

[0088] 第一非双折射光学滤光器,该第一非双折射光学滤光器设置为与该多层光学膜相邻并且具有第一阻挡带,该第一阻挡带在法向入射下包括在 $\lambda - \Delta / 2$ 和 $\lambda + \Delta / 2$ 之间的波长,

[0089] 其中,在法向入射下,该第一反射带包括在该第一阻挡带之外的具有至少 Δ 的宽度的波长范围。

[0090] 实施方案2为实施方案1的光学叠堆,其中该第一非双折射光学滤光器是非双折射反射器并且该第一阻挡带是反射带。

- [0091] 实施方案3为实施方案2的光学叠堆,其中该非双折射反射器包括多个交替的第一层和第二层。
- [0092] 实施方案4为实施方案3的光学叠堆,其中该第一层和该第二层是无机层。
- [0093] 实施方案5为实施方案4的光学叠堆,其中该第一层是无机层并且该第二层是有机层。
- [0094] 实施方案6为实施方案1的光学叠堆,其中该阻挡带是吸收带。
- [0095] 实施方案7为实施方案1的光学叠堆,其中该阻挡带是第二反射带。
- [0096] 实施方案8为实施方案1的光学叠堆,该光学叠堆还包括第二非双折射光学滤光器,该第一反射带具有第二带缘,该第二带缘在法向入射下具有第二设计波长,该第二非双折射光学滤光器具有包括该第二设计波长的第二阻挡带。
- [0097] 实施方案9为实施方案1的光学叠堆,其中该第一非双折射光学滤光器直接设置在该多层光学膜上。
- [0098] 实施方案10为实施方案1的光学叠堆,其中中间层将该非双折射光学滤光器和该多层光学膜分开。
- [0099] 实施方案11为实施方案10的光学叠堆,其中该中间层是粘合剂层。
- [0100] 实施方案12为实施方案10的光学叠堆,其中该中间层包括一种或多种染料或颜料。
- [0101] 实施方案13为实施方案12的光学叠堆,其中该一种或多种染料或颜料包括一种或多种偏振染料或颜料。
- [0102] 实施方案14为实施方案1的光学叠堆,其中气隙将该非双折射光学滤光器和该多层光学膜分开。
- [0103] 实施方案15为实施方案1的光学叠堆,该光学叠堆是实质上平坦的。
- [0104] 实施方案16为实施方案1的光学叠堆,该光学叠堆是围绕至少一个轴弯曲的。
- [0105] 实施方案17为实施方案16的光学叠堆,该光学叠堆是围绕两个正交轴弯曲的。
- [0106] 实施方案18为实施方案1的光学叠堆,其中该第一非双折射光学滤光器具有第二阻挡带。
- [0107] 实施方案19为实施方案18的光学叠堆,其中该第一阻挡带和该第二阻挡带中的一者是第一阶反射带并且该第一阻挡带和该第二阻挡带中的另一者是第二阶反射带。
- [0108] 实施方案20为实施方案1的光学叠堆,其中该取向聚合物多层光学膜是反射偏振器。
- [0109] 实施方案21为实施方案1的光学叠堆,其中该取向聚合物多层光学膜是镜膜。
- [0110] 实施方案22为实施方案1的光学叠堆,其中该取向聚合物多层光学膜是梳状滤光器。
- [0111] 实施方案23为实施方案1的光学叠堆,该光学叠堆还包括与该取向聚合物多层光学膜以及该第一非双折射光学滤光器光学连通的标记物。
- [0112] 实施方案24为实施方案23的光学叠堆,其中该标记物包括镜面反射器、漫反射器或半镜面反射器。
- [0113] 实施方案25为实施方案23的光学叠堆,其中该标记物包括回射器。
- [0114] 实施方案26为一种光学叠堆,该光学叠堆包括:

[0115] 取向聚合物多层光学膜，该取向聚合物多层光学膜具有第一反射带，该第一反射带在法向入射下具有处于不希望的带缘波长的第一带缘；

[0116] 第一非双折射光学滤光器，该第一非双折射光学滤光器与该多层光学膜相邻并且具有第一阻挡带，该第一阻挡带在法向入射下包括该不希望的带缘波长并且具有处于希望的第一带缘波长的第二带缘。

[0117] 实施方案27为实施方案26的光学叠堆，该光学叠堆还包括具有第二阻挡带的第二非双折射光学滤光器，该第一反射带在法向入射下具有处于不希望的第二带缘波长的第三带缘，该第二阻挡带包括该不希望的第二波长并且具有处于希望的第二带缘波长的第四带缘。

[0118] 实施方案28为实施方案27的光学叠堆，其中该第一非双折射光学滤光器和该第二非双折射光学滤光器中的一者是吸收的并且一者是反射的。

[0119] 实施方案29为实施方案26的光学叠堆，其中该非双折射光学滤光器和该取向聚合物多层光学膜中的至少一者是空间上变化的。

[0120] 实施方案30为实施方案29的光学叠堆，其中该取向聚合物多层光学膜包括一个或多个穿过其中的孔。

[0121] 实施方案31为实施方案29的光学叠堆，其中该非双折射光学滤光器跨过该非双折射光学滤光器的长度或宽度是中断的。

[0122] 实施方案32为实施方案26的光学叠堆，其中该第一非双折射光学滤光器直接设置在该多层光学膜上。

[0123] 实施方案33为实施方案26的光学叠堆，其中中间层将该非双折射光学滤光器和该多层光学膜分开。

[0124] 实施方案34为实施方案26的光学叠堆，其中气隙将该非双折射光学滤光器和该多层光学膜分开。

[0125] 实施方案35为实施方案26的光学叠堆，该光学叠堆是实质上平坦的。

[0126] 实施方案36为实施方案26的光学叠堆，该光学叠堆是围绕至少一个轴弯曲的。

[0127] 实施方案37为实施方案36的光学叠堆，该光学叠堆是围绕两个正交轴弯曲的。

[0128] 实施方案38为实施方案26的光学叠堆，其中该阻挡带是吸收带。

[0129] 实施方案39为实施方案26的光学叠堆，其中该阻挡带是第二反射带。

[0130] 实施方案40为实施方案26的光学叠堆，其中该取向聚合物多层光学膜是反射偏振器。

[0131] 实施方案41为实施方案26的光学叠堆，其中该取向聚合物多层光学膜是镜膜。

[0132] 实施方案42为实施方案26的光学叠堆，其中该取向聚合物多层光学膜是梳状滤光器。

[0133] 实施方案43为实施方案26的光学叠堆，该光学叠堆还包括与该取向聚合物多层光学膜以及该第一非双折射光学滤光器光学连通的标记物。

[0134] 实施方案44为实施方案43的光学叠堆，其中该标记物包括镜面反射器、漫反射器或半镜面反射器。

[0135] 实施方案45为实施方案43的光学叠堆，其中该标记物包括回射器。

[0136] 实施方案46为一种光学叠堆，该光学叠堆包括：

[0137] 取向聚合物多层光学膜，该取向聚合物多层光学膜具有第一反射带，该第一反射带在法向入射下具有第一带宽并且具有第一带缘，该第一带缘具有在法向入射和60度入射角之间的第一偏移；

[0138] 第一非双折射光学滤光器，该第一非双折射光学滤光器设置为与该取向聚合物多层光学膜相邻并且具有第一阻挡带，该第一阻挡带在法向入射下具有第二带宽并且具有第二带缘，该第二带缘具有在法向入射和60度入射角之间的第二偏移，

[0139] 其中该第一偏移与该第二偏移不同。

[0140] 实施方案47为实施方案46的光学叠堆，其中该第一带宽大于该第二带宽。

[0141] 实施方案48为实施方案46的光学叠堆，其中该第一带宽为该第二带宽的至少1.3倍。

[0142] 实施方案49为实施方案46的光学叠堆，其中该第一带宽为该第二带宽的至少1.5倍。

[0143] 实施方案50为实施方案46的光学叠堆，其中该第一偏移小于该第二偏移。

[0144] 实施方案51为实施方案46的光学叠堆，其中该第一偏移大于该第二偏移。

[0145] 实施方案52为实施方案46的光学叠堆，其中该第一偏移为该第二偏移的至少1.3倍。

[0146] 实施方案53为实施方案46的光学叠堆，其中该第一偏移为该第二偏移的至少1.5倍。

[0147] 实施方案54为实施方案46的光学叠堆，其中该第一带缘在法向入射下处于第一波长，并且该第一阻挡带在法向入射下包括该第一波长。

[0148] 实施方案55为实施方案46的光学叠堆，其中该第一非双折射光学滤光器是非双折射反射器，并且该光学叠堆具有由该第一反射带和该第一阻挡带产生的总体反射带，该总体反射带在法向入射下具有第三带宽并且具有第三带缘，该第三带缘具有在法向入射和60度入射角之间的第三偏移，该第三带宽大于该第一带宽，该第三偏移等于该第二偏移。

[0149] 实施方案56为实施方案46的光学叠堆，其中该第一阻挡带在法向入射下完全包含在该第一反射带中并且在倾斜入射角下不是完全包含在该第一反射带中。

[0150] 实施方案57为实施方案56的光学叠堆，其中该倾斜入射角是60度。

[0151] 实施方案58为实施方案56的光学叠堆，其中该阻挡带在倾斜入射角下延伸到该第一反射带的左边。

[0152] 实施方案59为实施方案56的光学叠堆，其中该阻挡带在倾斜入射角下延伸到该第一反射带的右边。

[0153] 实施方案60为实施方案46的光学叠堆，其中该第一反射带和该第一阻挡带在法向入射下不重叠并且在倾斜入射角下重叠。

[0154] 实施方案61为实施方案60的光学叠堆，其中该倾斜入射角是60度。

[0155] 实施方案62为实施方案60的光学叠堆，其中在该倾斜入射角下，该第一阻挡带与该第一反射带的左边带缘重叠。

[0156] 实施方案63为实施方案60的光学叠堆，其中在该倾斜入射角下，该第一阻挡带与该第一反射带的右边带缘重叠。

[0157] 实施方案64为实施方案46的光学叠堆，其中该第一反射带和该第一阻挡带在法向

入射下重叠并且在倾斜入射角下不重叠。

[0158] 实施方案65为实施方案64的光学叠堆,其中该倾斜入射角是60度。

[0159] 实施方案66为实施方案46的光学叠堆,其中该取向聚合物多层光学膜是反射偏振器。

[0160] 实施方案67为实施方案46的光学叠堆,其中该取向聚合物多层光学膜是镜膜。

[0161] 实施方案68为实施方案46的光学叠堆,其中该取向聚合物多层光学膜是梳状滤光器。

[0162] 实施方案69为实施方案46的光学叠堆,该光学叠堆还包括与该取向聚合物多层光学膜以及该第一非双折射光学滤光器光学连通的标记物。

[0163] 实施方案70为实施方案69的光学叠堆,其中该标记物包括镜面反射器、漫反射器或半镜面反射器。

[0164] 实施方案71为实施方案69的光学叠堆,其中该标记物包括回射器。

[0165] 实施方案72为一种光学系统,该光学系统包括先前涉及光学叠堆的实施方案中任一项的光学叠堆并且还包括与该光学叠堆光学连通的光源和传感器中的一者或两者。

[0166] 实施方案73为实施方案72的光学系统,该光学系统包括该光源。

[0167] 实施方案74为实施方案73的光学系统,其中该光源被构造为产生在输出带中的光,该输出带具有不大于40nm的半高全宽。

[0168] 实施方案75为实施方案74的光学系统,其中该第一反射带与该输出带在法向入射下重叠但是在倾斜入射角下不重叠。

[0169] 实施方案76为实施方案74的光学系统,其中该第一反射带与该输出带在倾斜入射角下重叠但是在法向入射下不重叠。

[0170] 实施方案77为实施方案73的光学系统,该光学系统还包括该传感器,其中该传感器、该光源和该光学叠堆彼此光学连通。

[0171] 实施方案78为一种光学系统,该光学系统包括:

[0172] 取向聚合物多层光学膜,该取向聚合物多层光学膜具有第一反射带,该第一反射带具有第一带缘以及

[0173] 光源,该光源被构造为产生在输出带中的光,该光源与该取向聚合物多层光学膜光学连通,

[0174] 其中,该第一反射带与该输出带在法向入射下重叠但是在倾斜入射角下不重叠。

[0175] 实施方案79为一种光学系统,该光学系统包括:

[0176] 取向聚合物多层光学膜,该取向聚合物多层光学膜具有第一反射带,该第一反射带具有第一带缘以及

[0177] 光源,该光源被构造为产生在输出带中的光,该光源与该取向聚合物多层光学膜光学连通,

[0178] 其中,该第一反射带与该输出带在倾斜入射角下重叠但是在法向入射下不重叠。

[0179] 实施方案80为实施方案78或79的光学系统,其中该倾斜入射角是60度。

[0180] 实施方案81是实施方案78或79的光学系统,其中该输出带具有不大于40nm的半高全宽。

[0181] 实施方案82为实施方案78或79的光学系统,该光学系统还包括与该取向聚合物多

层光学膜以及该光源光学连通的传感器。

[0182] 实施方案83为一种光学系统,该光学系统包括:

[0183] 取向聚合物多层光学膜,该取向聚合物多层光学膜具有第一反射带,该第一反射带具有第一带缘以及

[0184] 传感器,该传感器被构造为接收在输入带中的光,该传感器与该取向聚合物多层光学膜光学连通,

[0185] 其中,该第一反射带与该输入带在法向入射下重叠但是在倾斜入射角下不重叠。

[0186] 实施方案84为一种光学系统,该光学系统包括:

[0187] 取向聚合物多层光学膜,该取向聚合物多层光学膜具有第一反射带,该第一反射带具有第一带缘以及

[0188] 传感器,该传感器被构造为接收在输入带中的光,该传感器与该取向聚合物多层光学膜光学连通,

[0189] 其中,该第一反射带与该输入带在倾斜入射角下重叠但是在法向入射下不重叠。

[0190] 实施方案85为实施方案83或84的光学系统,其中该倾斜入射角是60度。

[0191] 实施方案86是实施方案83或84的光学系统,其中该输出带具有不大于40nm的半高全宽。

[0192] 实施方案87为实施方案83或84的光学系统,该光学系统还包括与该取向聚合物多层光学膜以及该传感器光学连通的光源。

[0193] 实施方案88为实施方案87的光学系统,其中该光源被构造为产生在输出带中的光,该输出带具有不大于40nm的半高全宽。

[0194] 实施方案89为实施方案83或84的光学系统,其中该传感器包括光学滤光器,该光学滤光器将该透射到该传感器中的光限于该输入带。

[0195] 实施方案90为一种修改取向聚合物多层光学膜的第一反射带的方法,该方法包括:

[0196] 提供具有该第一反射带的该取向聚合物多层光学膜,该第一反射带在法向入射下具有处于第一波长的带缘;

[0197] 确定希望的法向入射带缘波长;

[0198] 选择具有第一阻挡带的非双折射光学滤光器,该第一阻挡带具有该希望的法向入射带缘波长并且在法向入射下包括该第一波长;以及

[0199] 将该非双折射反射器定位成与该取向聚合物多层光学膜光学连通。

[0200] 实施方案91为实施方案90的方法,其中该非双折射光学滤光器是非双折射反射器,并且该第一阻挡带是第二反射带,并且其中选择该非双折射光学滤光器包括选择不同的第一材料和第二材料,使得交替的该第一材料层和该第二材料层的叠堆提供该第二反射带。

[0201] 实施方案92为实施方案91的方法,其中该定位步骤包括将交替层的该叠堆直接沉积到该取向聚合物多层光学膜上。

[0202] 实施方案93为实施方案92的方法,其中该沉积步骤包括通过掩模沉积该叠堆,产生空间上变化的非双折射反射器。

[0203] 实施方案94为实施方案91的方法,其中定位步骤包括将交替层的该叠堆沉积到基

材上以形成该非双折射反射器，并且将该形成的非双折射反射器定位成与该取向聚合物多层光学膜相邻。

[0204] 实施方案95为实施方案92至94中任一项的方法，其中该沉积步骤包括原子层沉积、溅射、化学气相沉积和层-层自组装中的一者或多者。

[0205] 实施方案96是实施方案94的方法，该方法还包括将该形成的非双折射反射器层压到该取向聚合物多层光学膜上。

[0206] 实施方案97为实施方案94的方法，其中该形成的非双折射反射器被定位成与该取向聚合物多层光学膜相邻，在该形成的非双折射反射器和该取向聚合物多层光学膜之间有间隙。

[0207] 实施方案98为实施方案90的方法，该方法还包括切割出取向聚合物多层光学膜的部分以形成空间上变化的多层光学膜。

[0208] 实施方案99为实施方案90的方法，其中该定位步骤包括模内成形该非双折射光学滤光器，该非双折射光学滤光器与该取向聚合物多层光学膜相邻。

[0209] 实施方案100为实施方案99的方法，其中该模内成形产生平坦的取向聚合物多层光学膜。

[0210] 实施方案101为实施方案99的方法，其中该模内成形产生围绕至少一个轴弯曲的取向聚合物多层光学膜。

[0211] 实施方案102为实施方案101的方法，其中该模内成形的取向聚合物多层光学膜围绕两个正交轴弯曲。

[0212] 实施方案103为实施方案90的方法，其中该定位步骤包括执行以下动作中的一者或多者：将吸收材料印刷、喷涂和层压到基材上，并且将该基材设置成与该取向聚合物多层光学膜相邻。

[0213] 实施方案104为实施方案90的方法，其中该定位步骤包括执行以下动作中的一者或多者：将吸收材料印刷、喷涂和层压到该取向聚合物多层光学膜上。

[0214] 实施方案105为包括光源的光学系统的先前实施方案中任一项的光学系统，该光学系统还包括与该光源光学连通的标记物。

[0215] 实施方案106为包括传感器的光学系统的先前涉及的实施方案中任一项的光学系统，该光学系统还包括与该传感器光学连通的标记物。

[0216] 实施方案107为实施方案105或实施方案106的光学系统，其中该标记物包括根据先前涉及光学叠堆的实施方案中任一项的光学叠堆。

[0217] 实施方案108为实施方案105或实施方案106的光学系统，其中该标记物包括镜面反射器、漫反射器或半镜面反射器。

[0218] 实施方案109为实施方案105或实施方案106的光学系统，其中该标记物包括回射器。

[0219] 除非另外指明，否则针对附图中元件的描述应被理解为同样应用于其它附图中的对应元件。虽然本文已经例示并描述了具体实施方案，但本领域的普通技术人员将会知道，在不脱离本公开范围的情况下，可用多种另选的和/或等同形式的具体实施来代替所示出和所描述的具体实施方案。本申请旨在涵盖本文所讨论的具体实施方案的任何改型或变型。因此，本公开旨在仅受权利要求及其等同形式的限制。

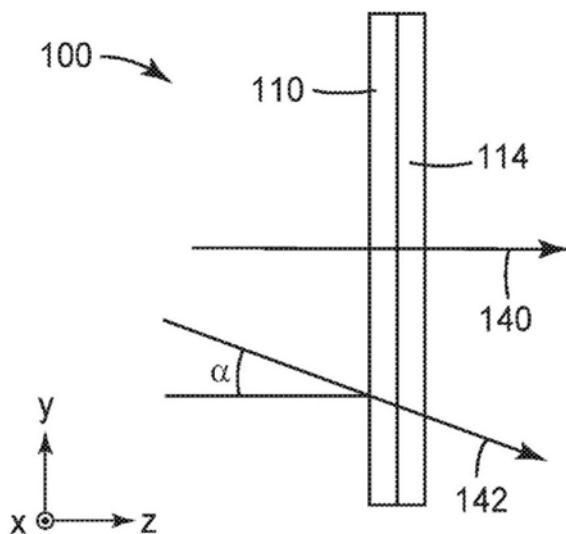


图1A

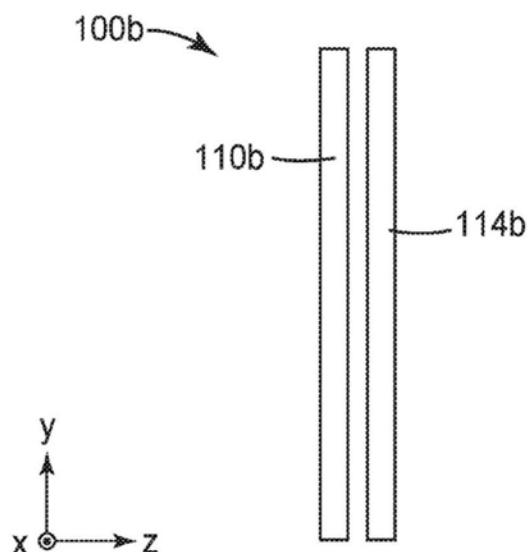


图1B

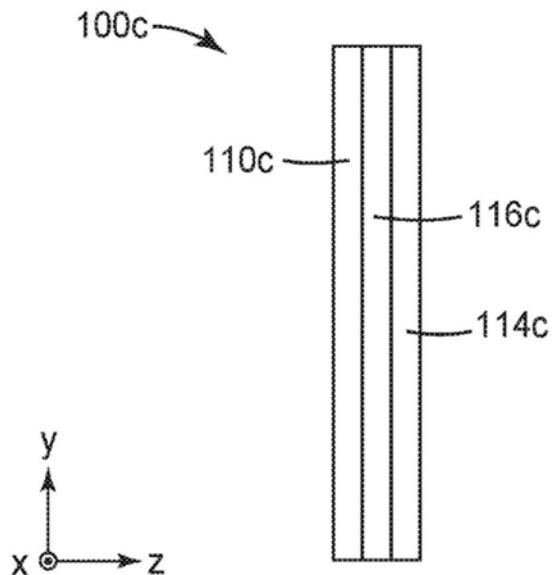


图1C

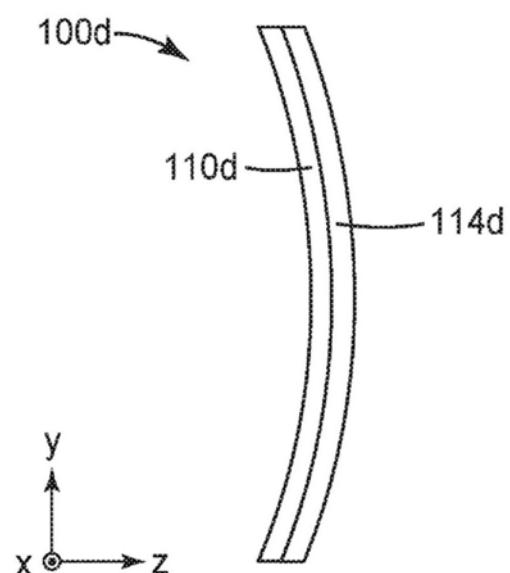


图1D

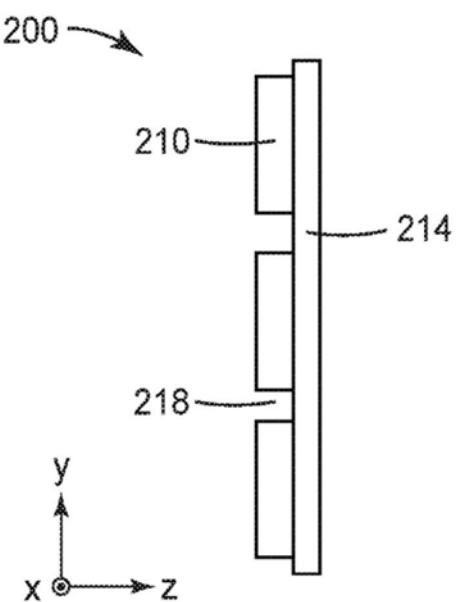


图2

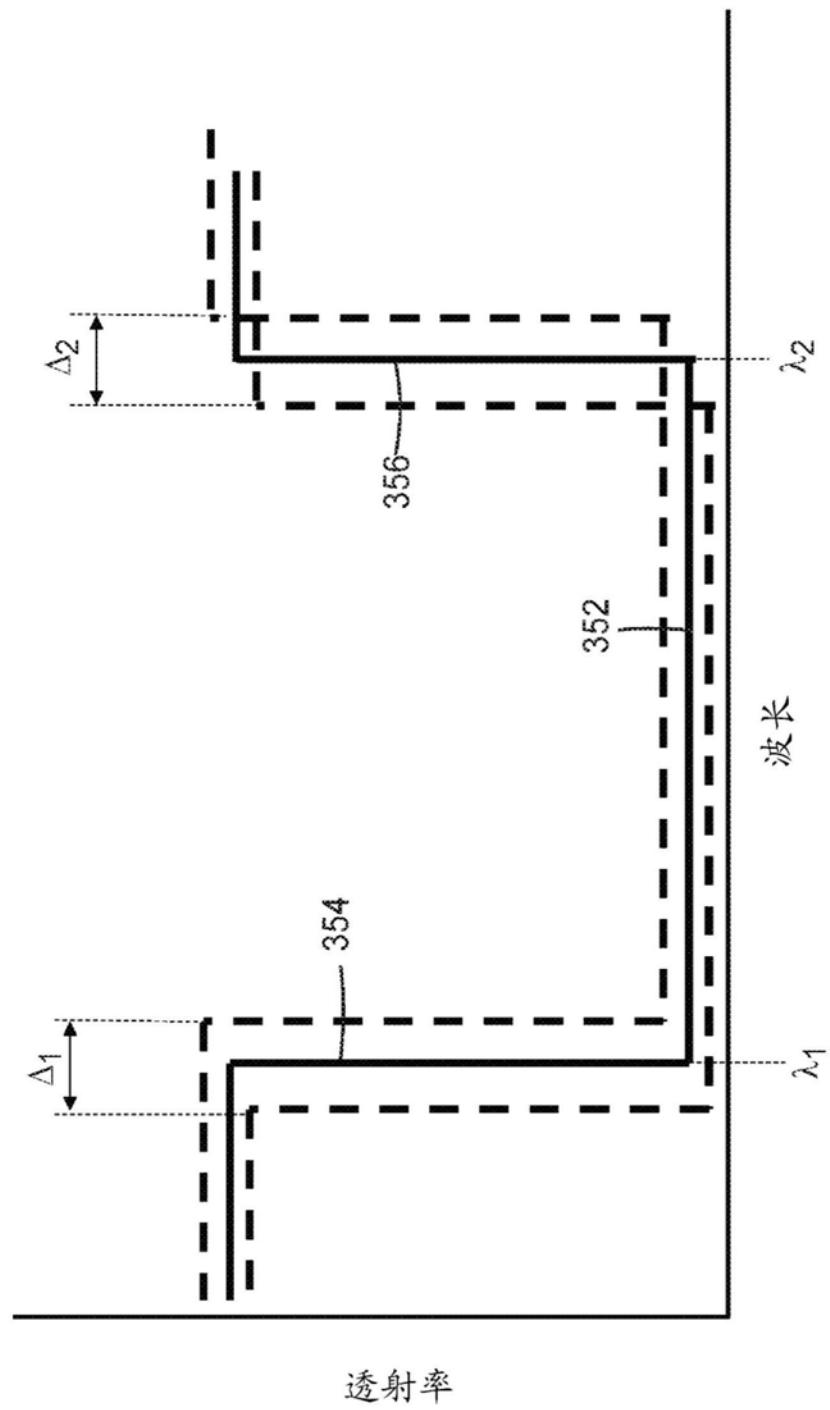


图3A

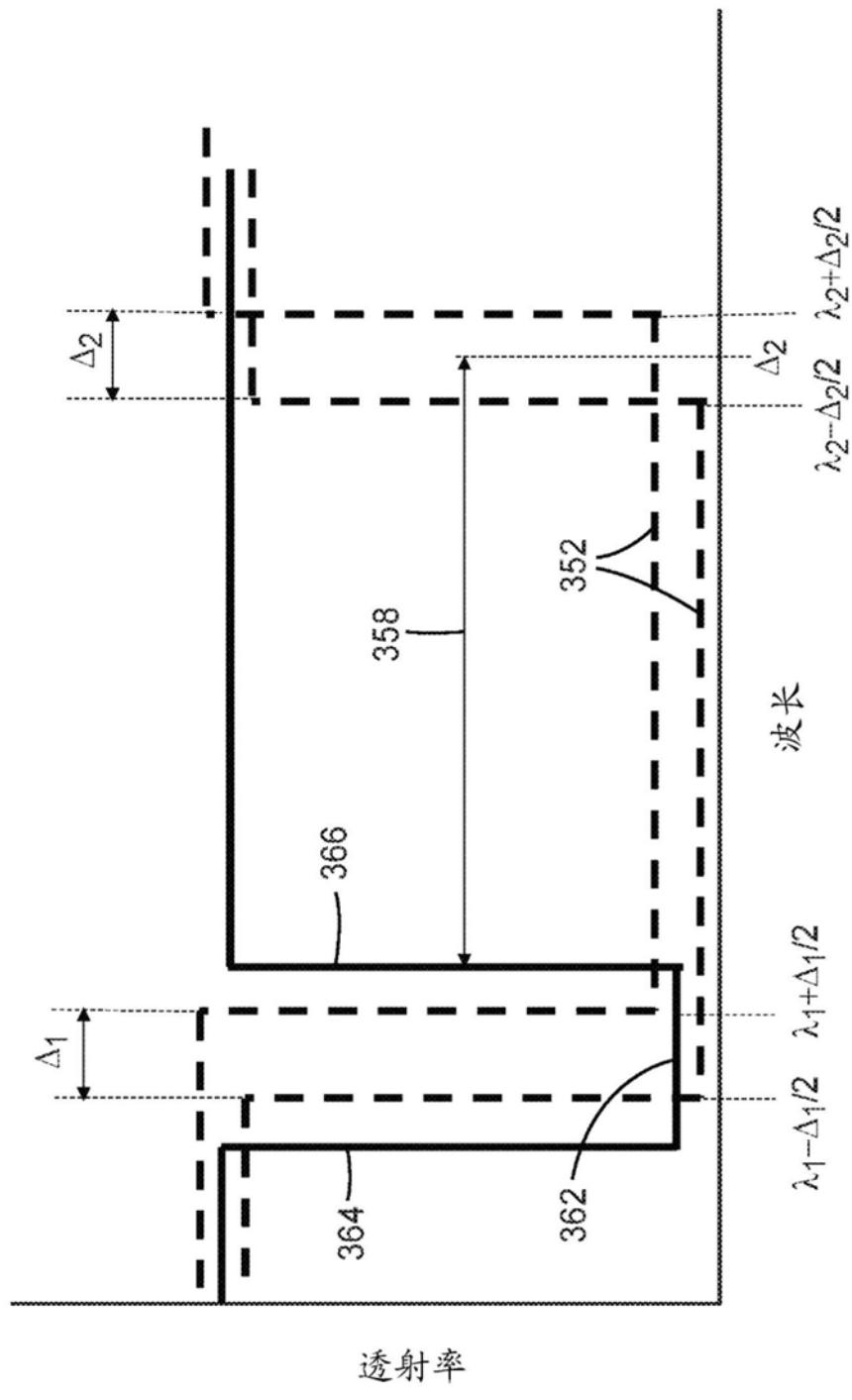


图3B

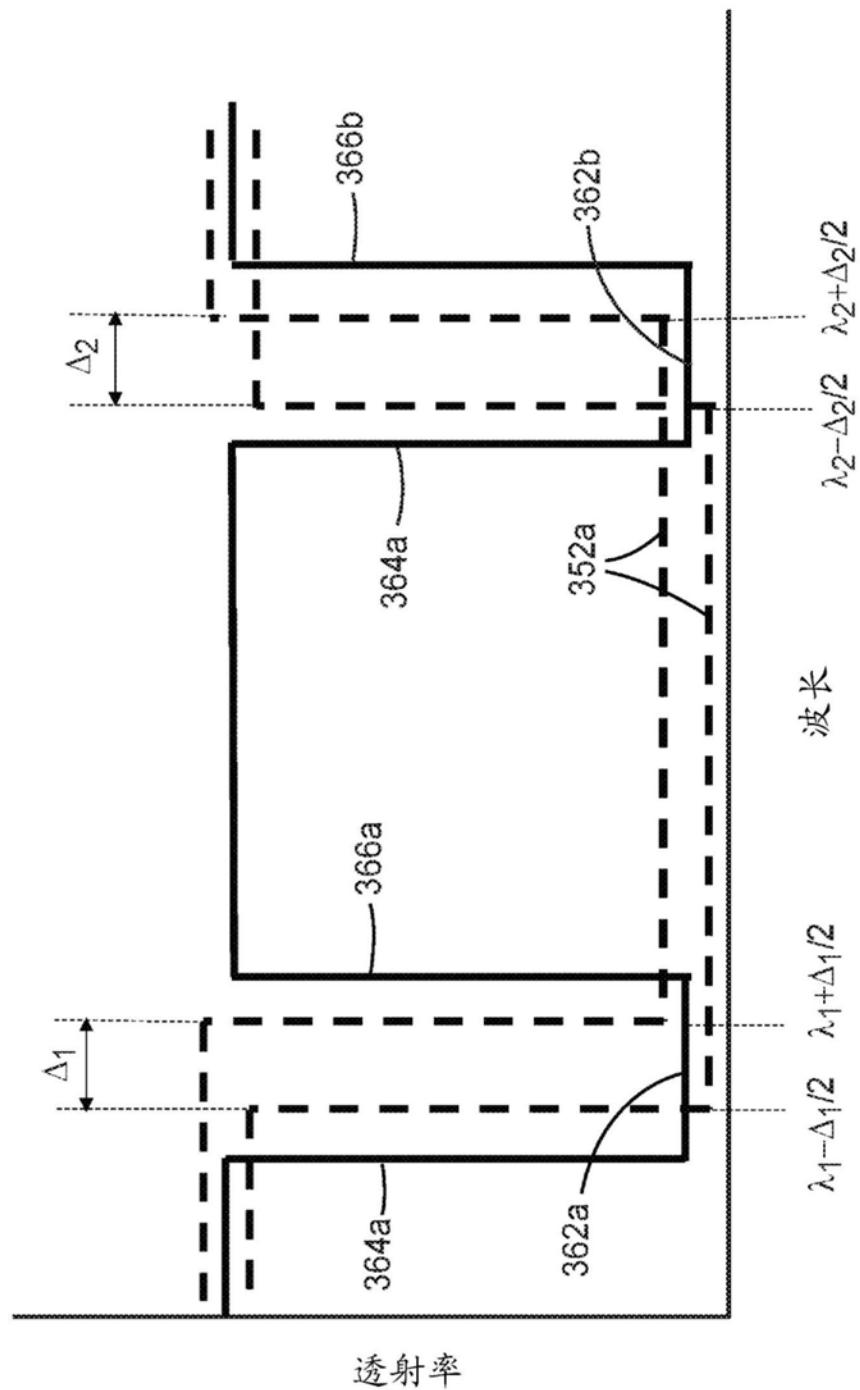


图3C

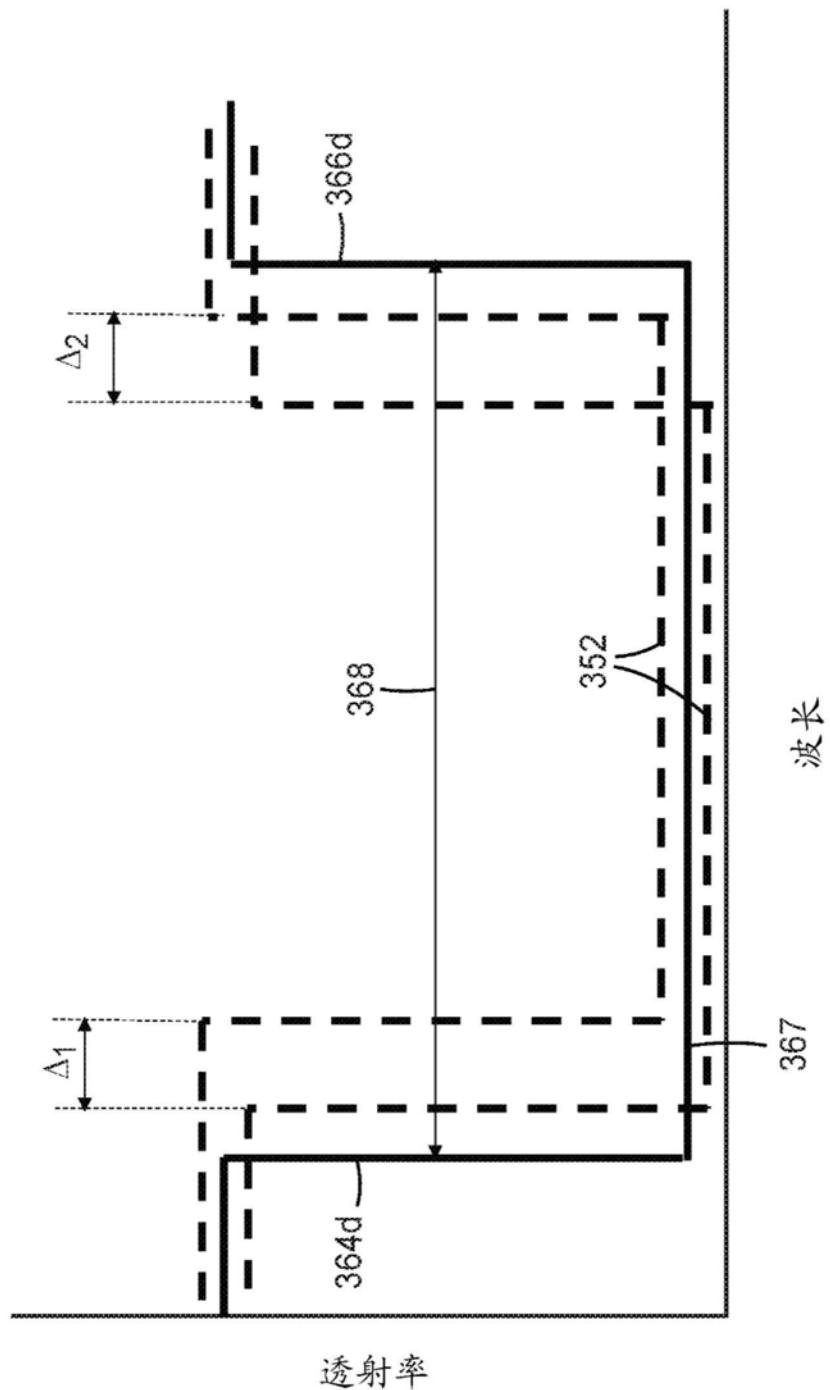


图3D

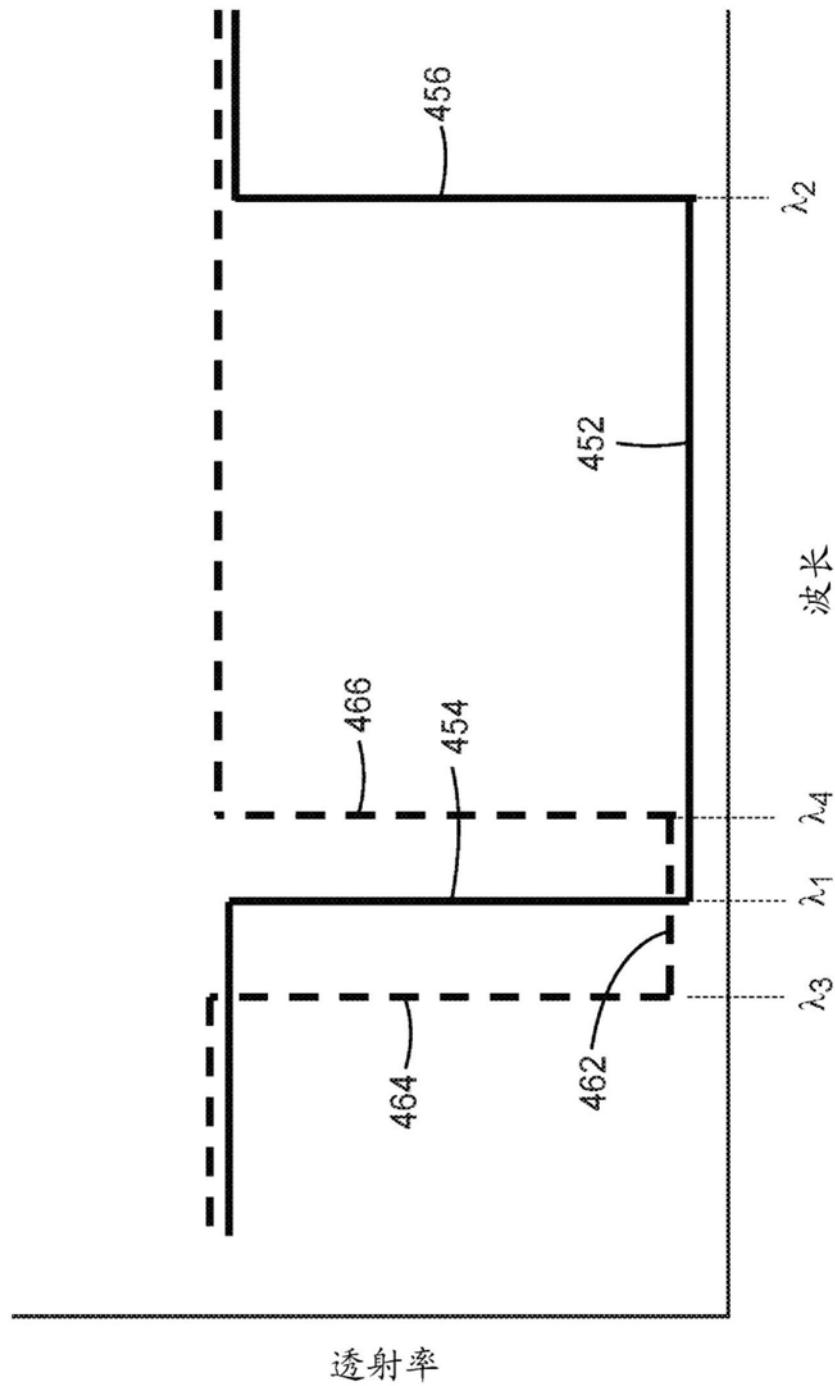


图4A

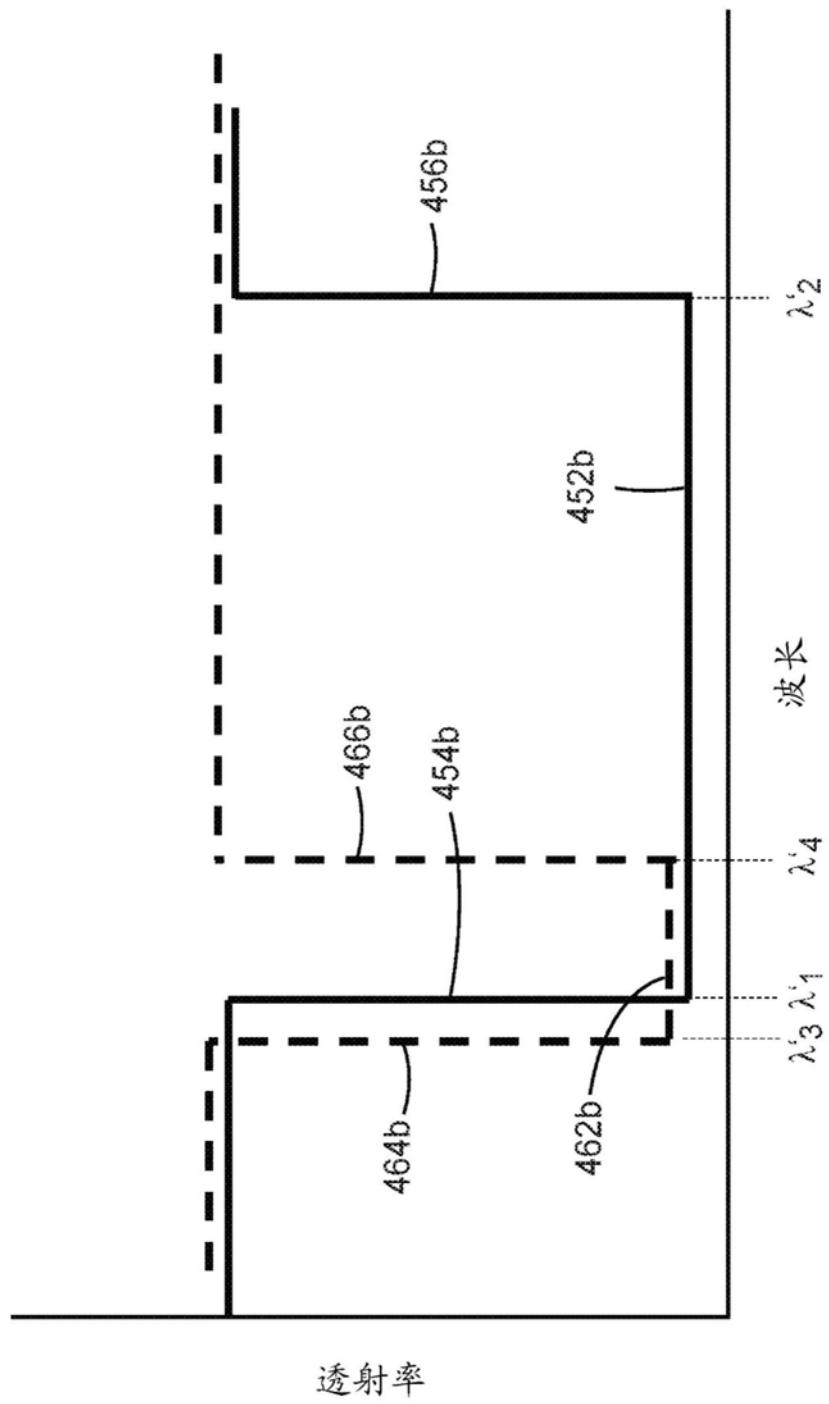


图4B

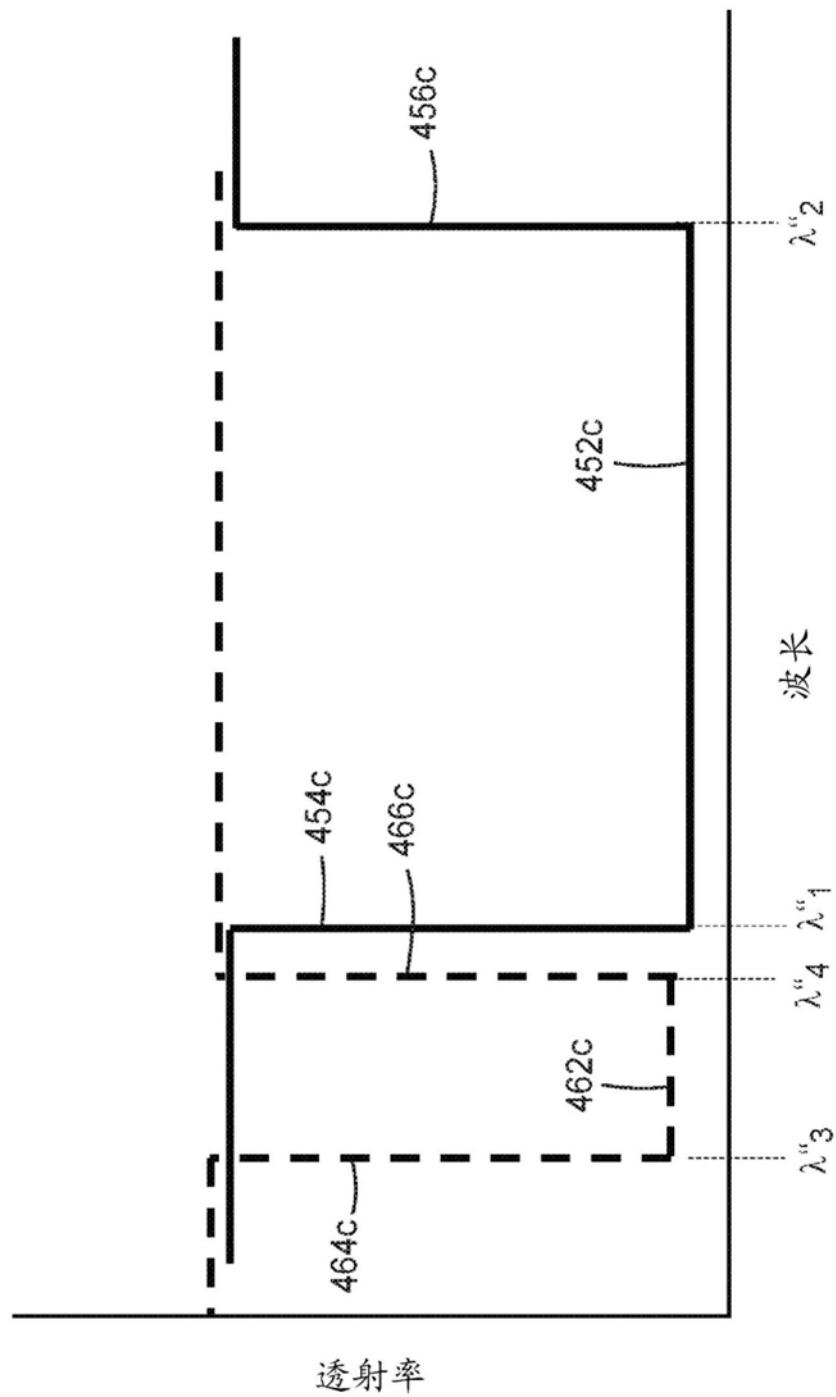


图4C

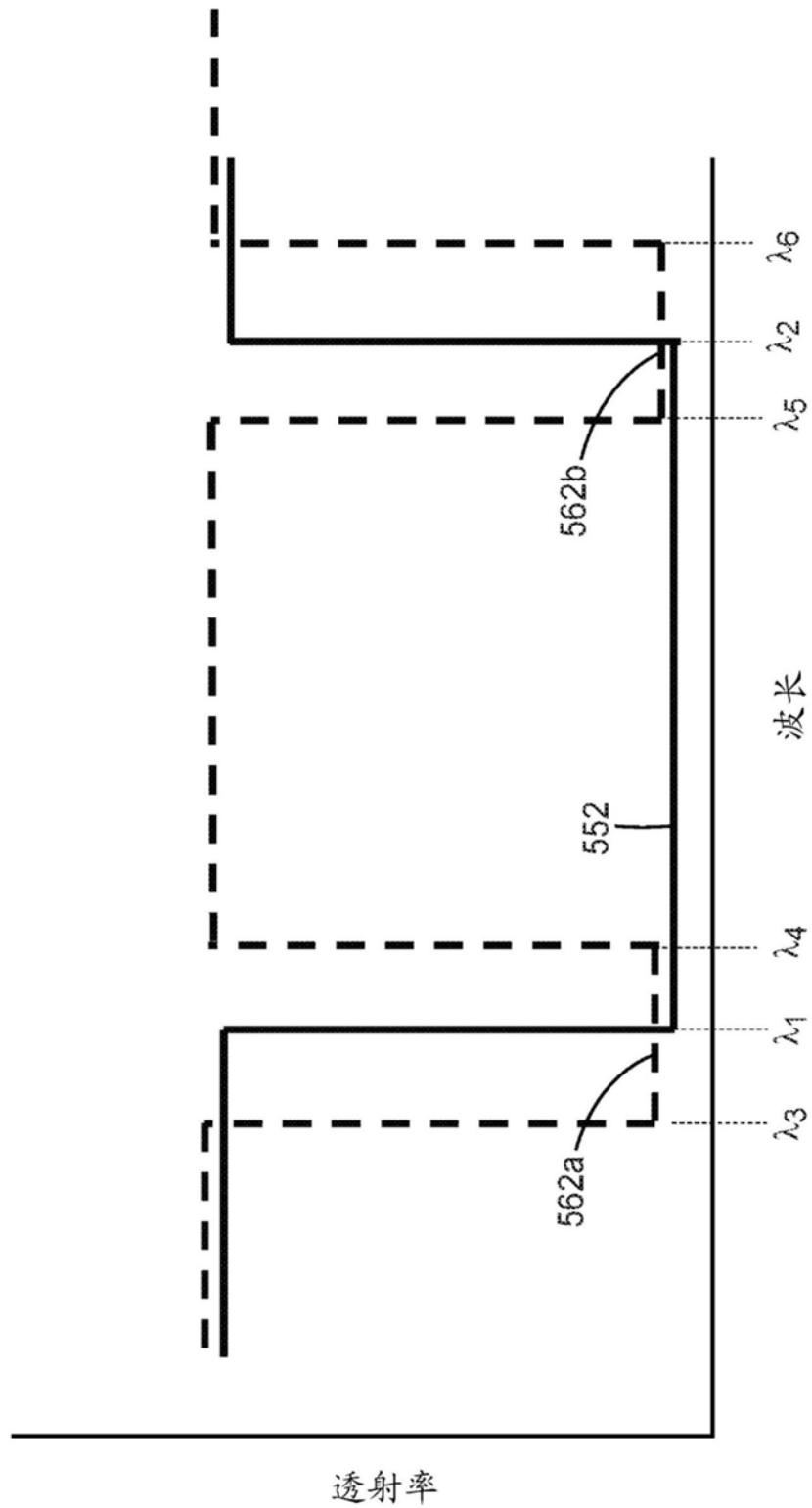


图5

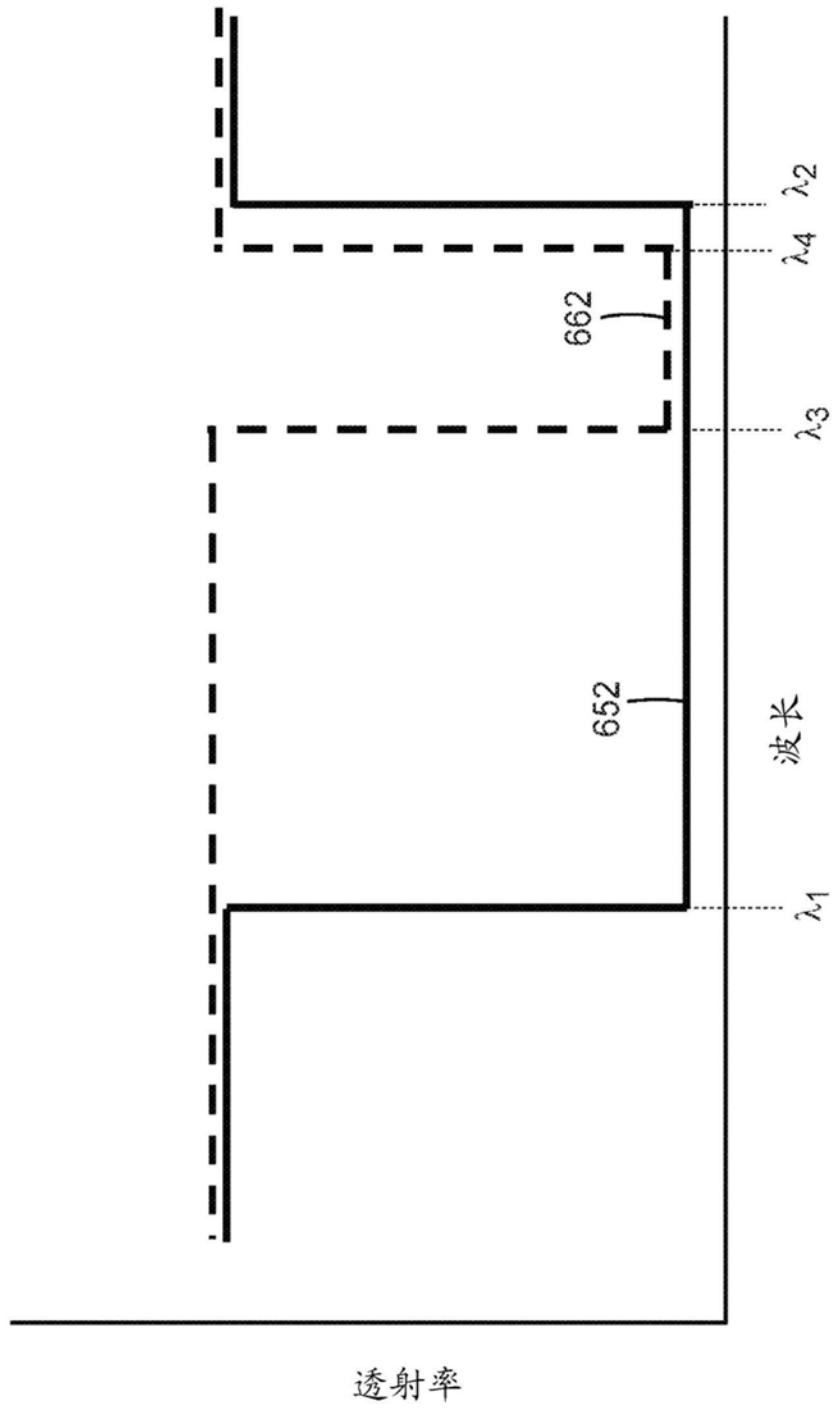


图6A

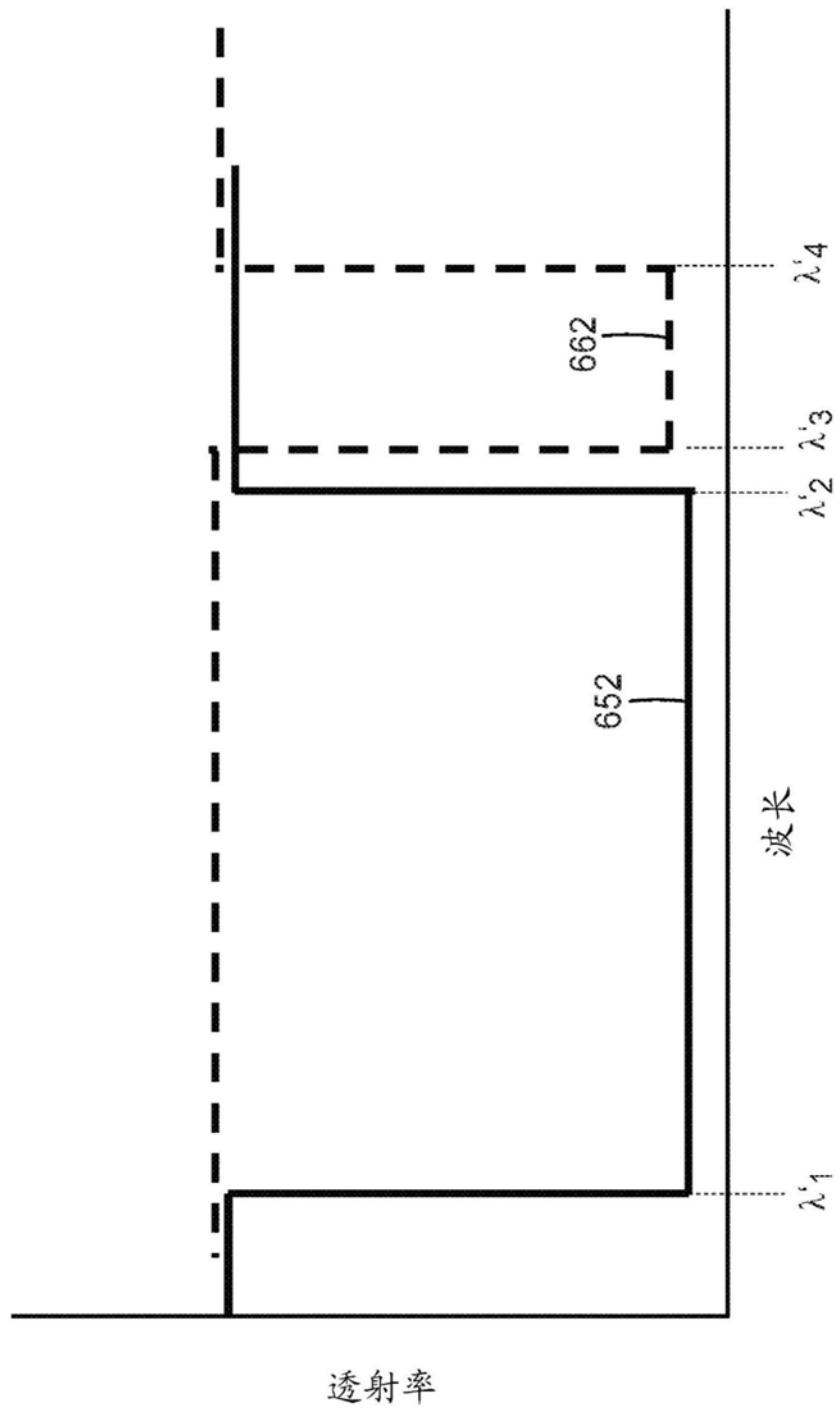


图6B

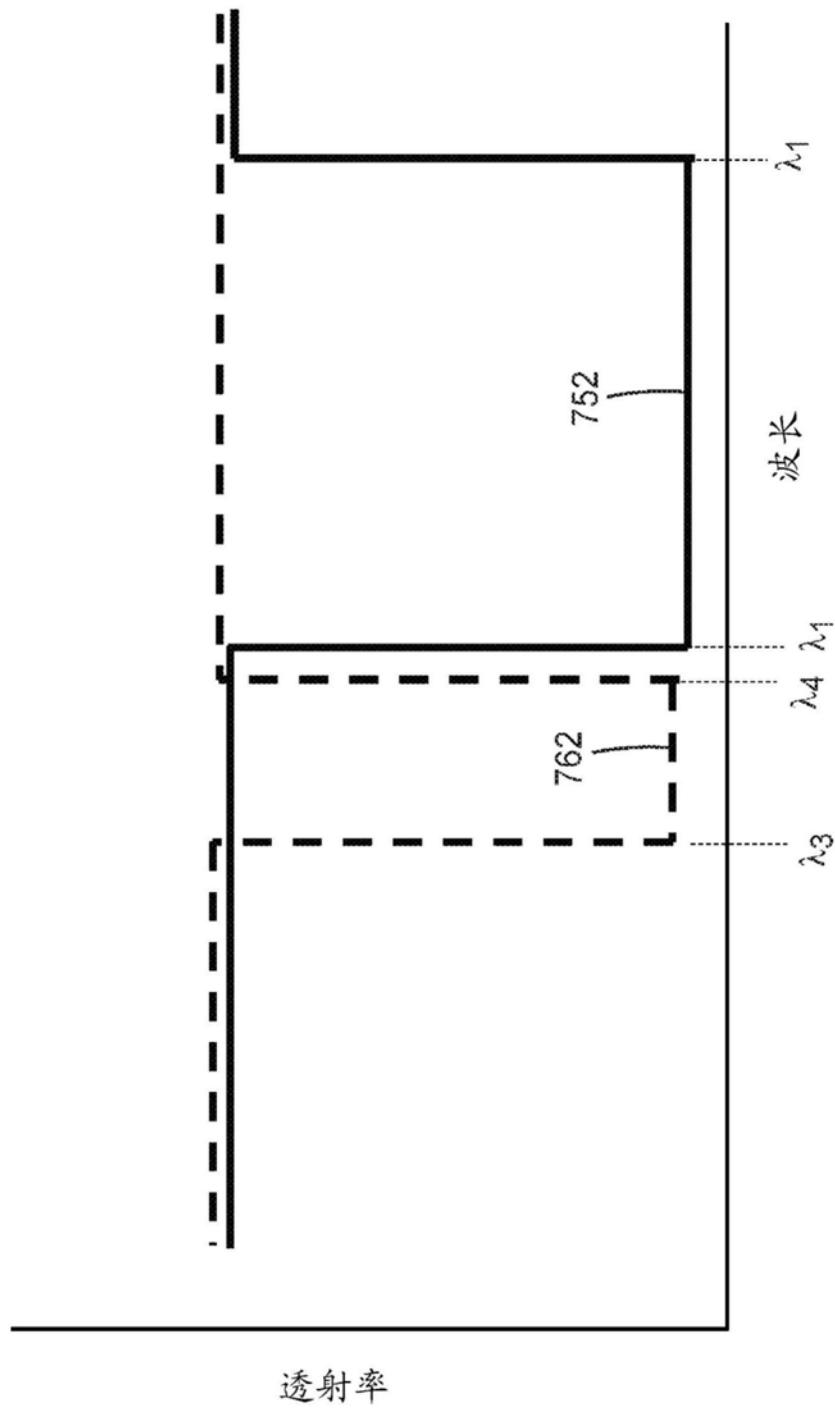


图7A

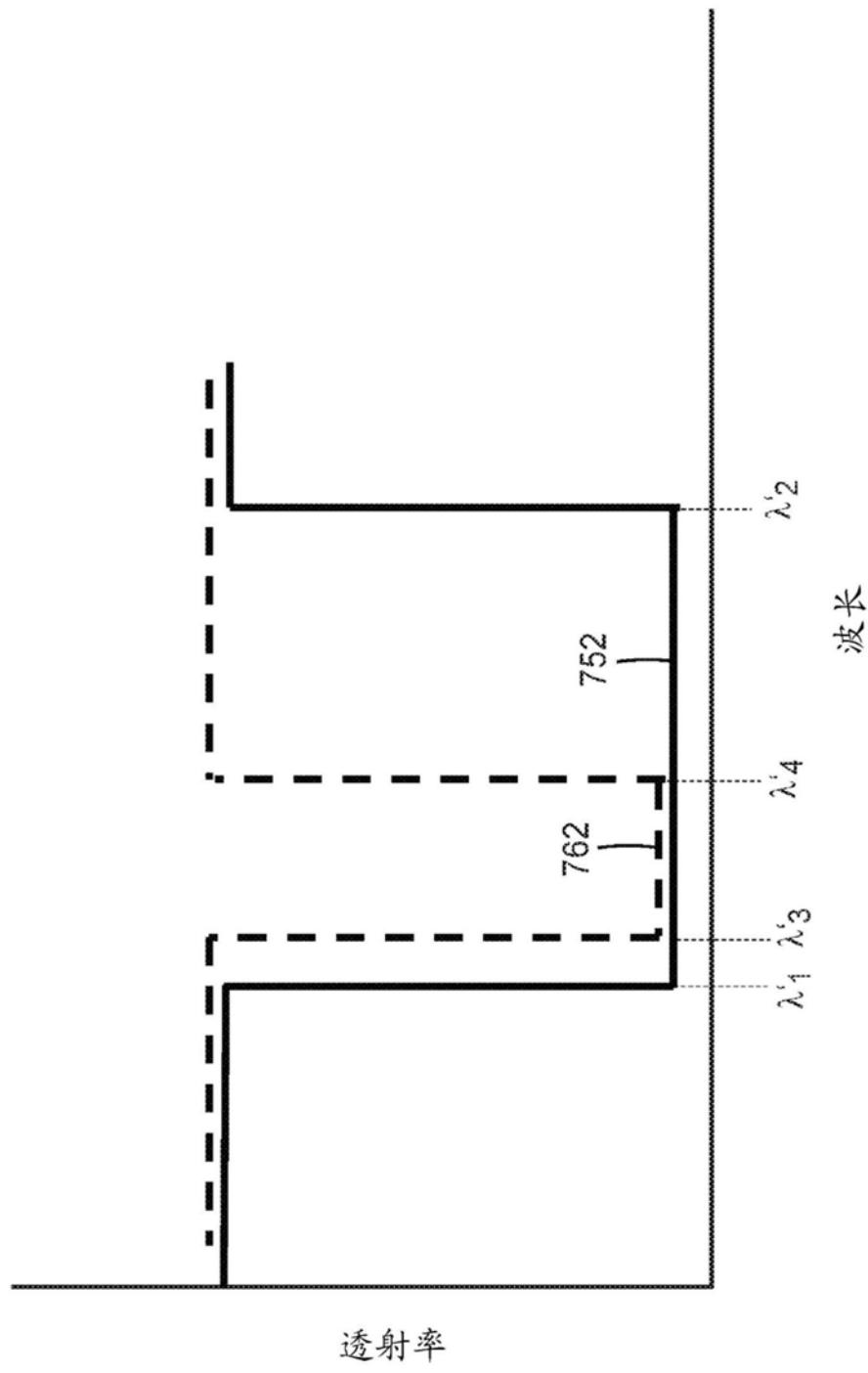
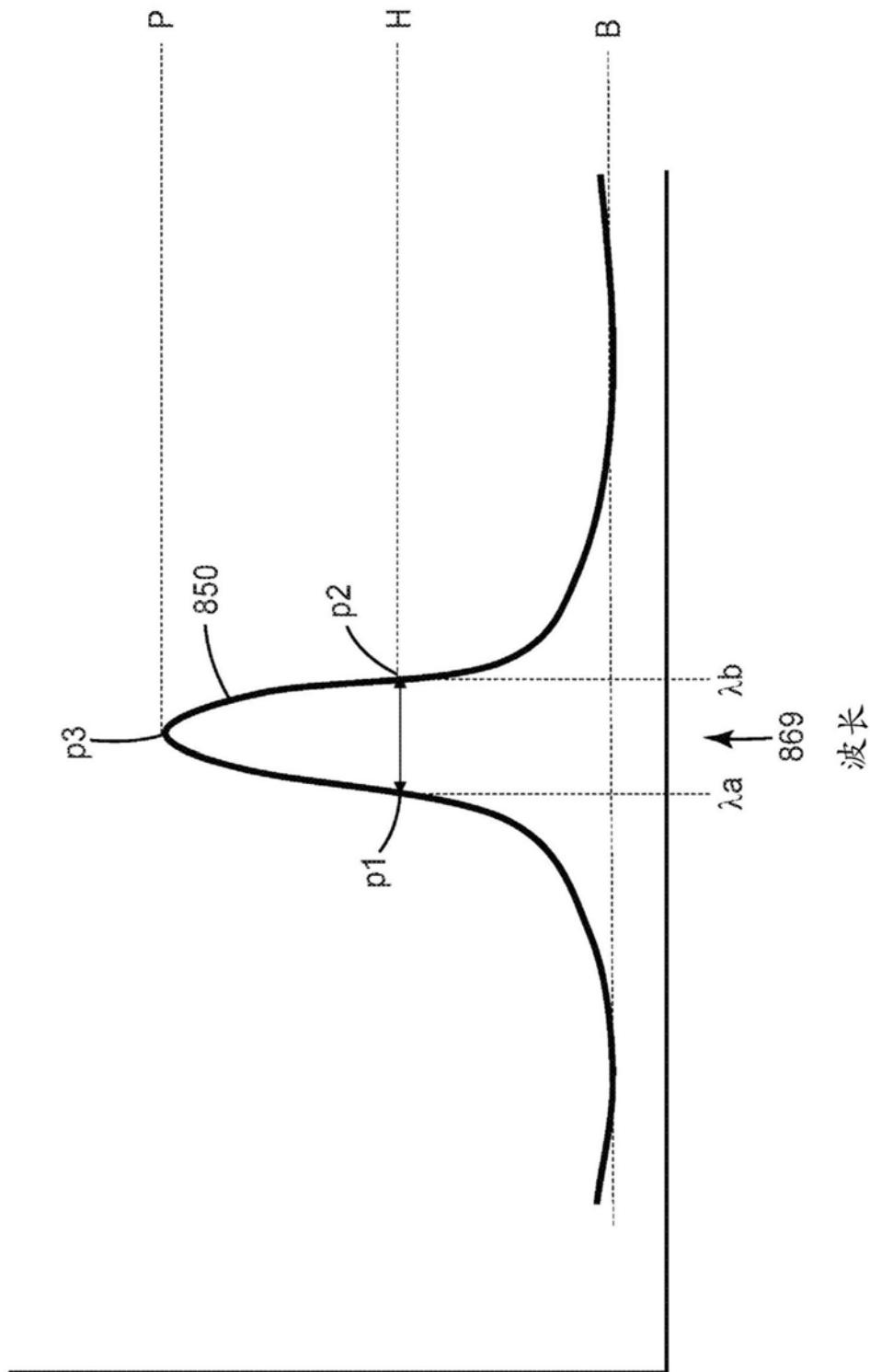


图7B



随着波长的变化

图8

913→

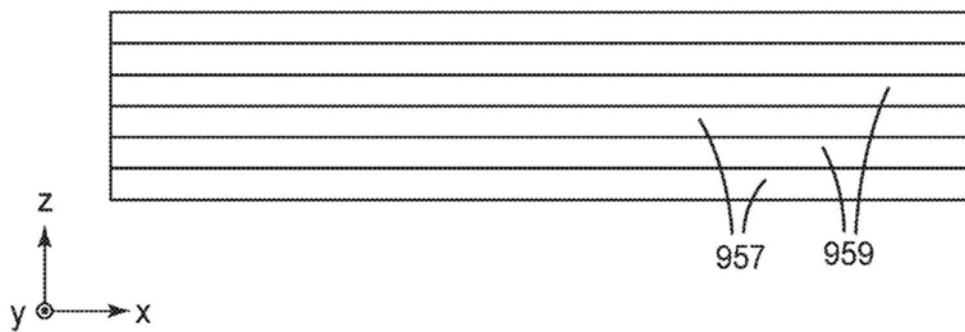


图9

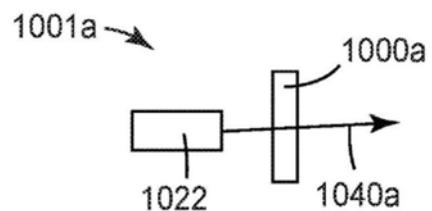


图10A

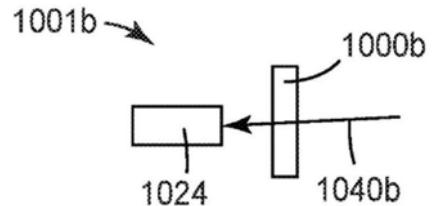


图10B

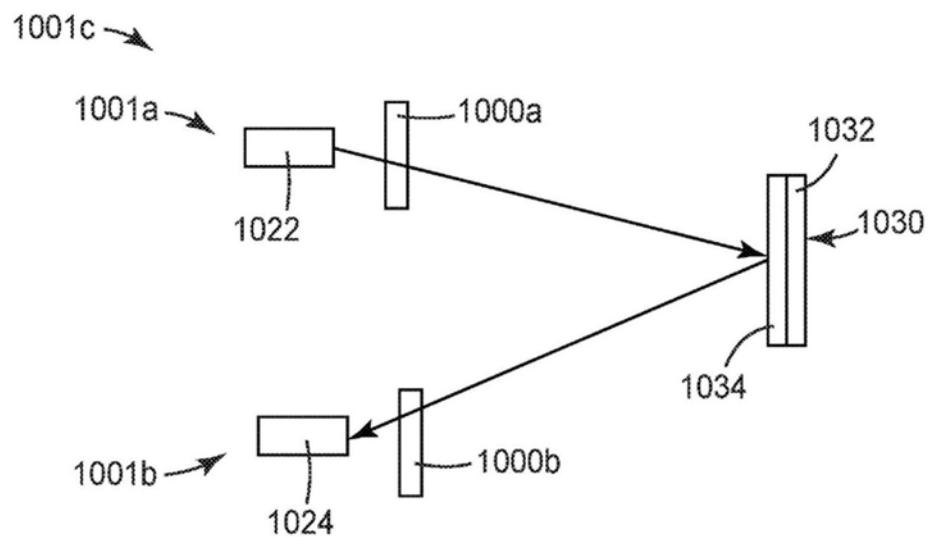


图10C

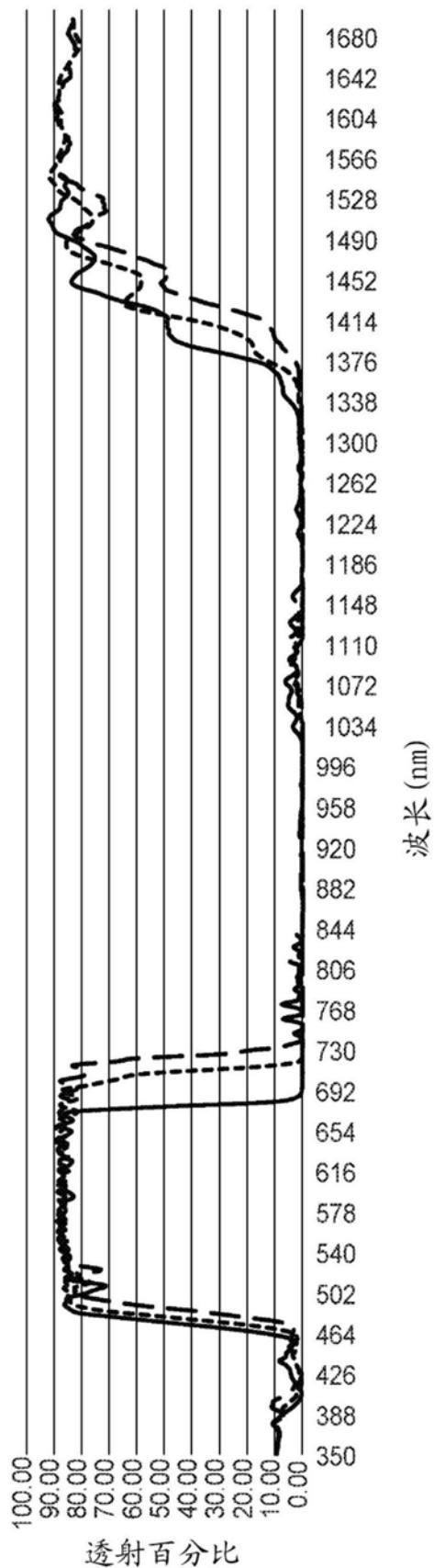


图11

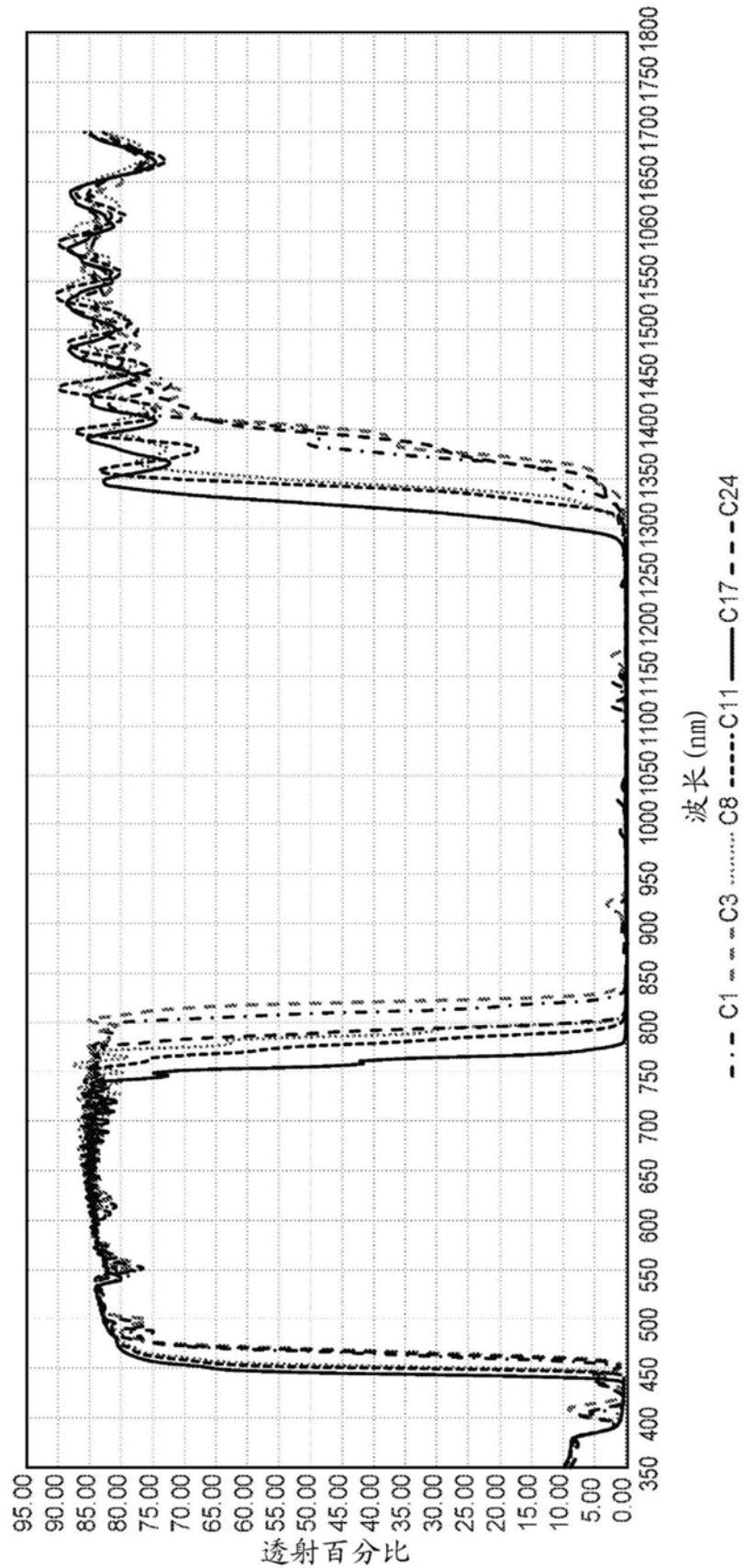


图12

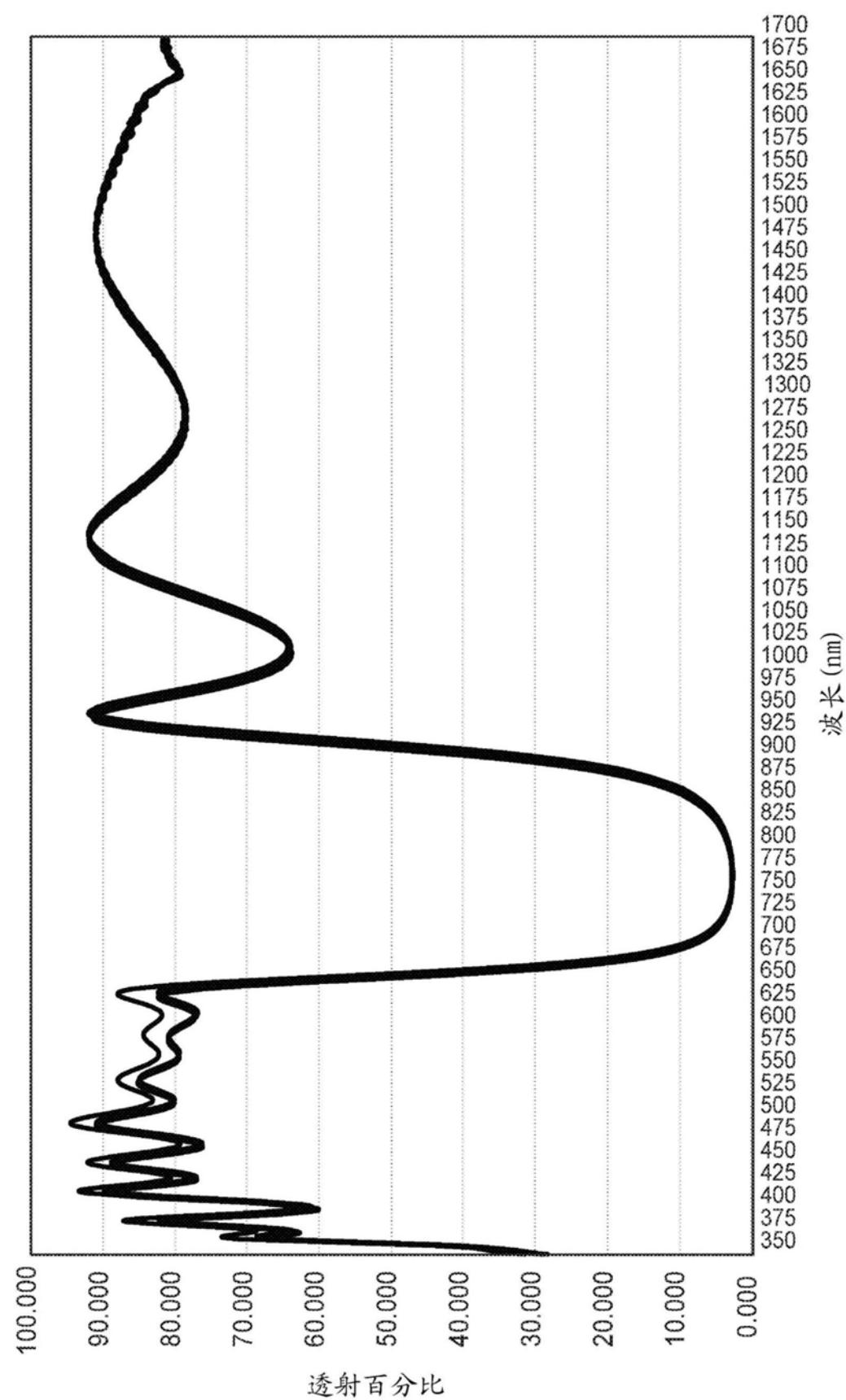


图13

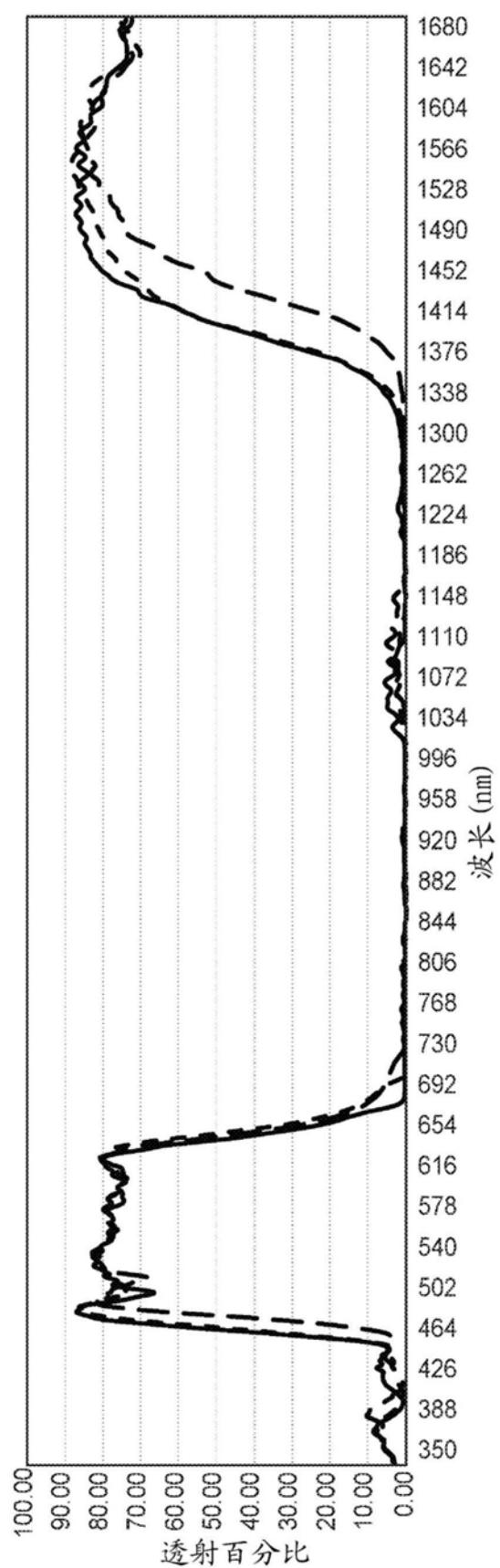


图14

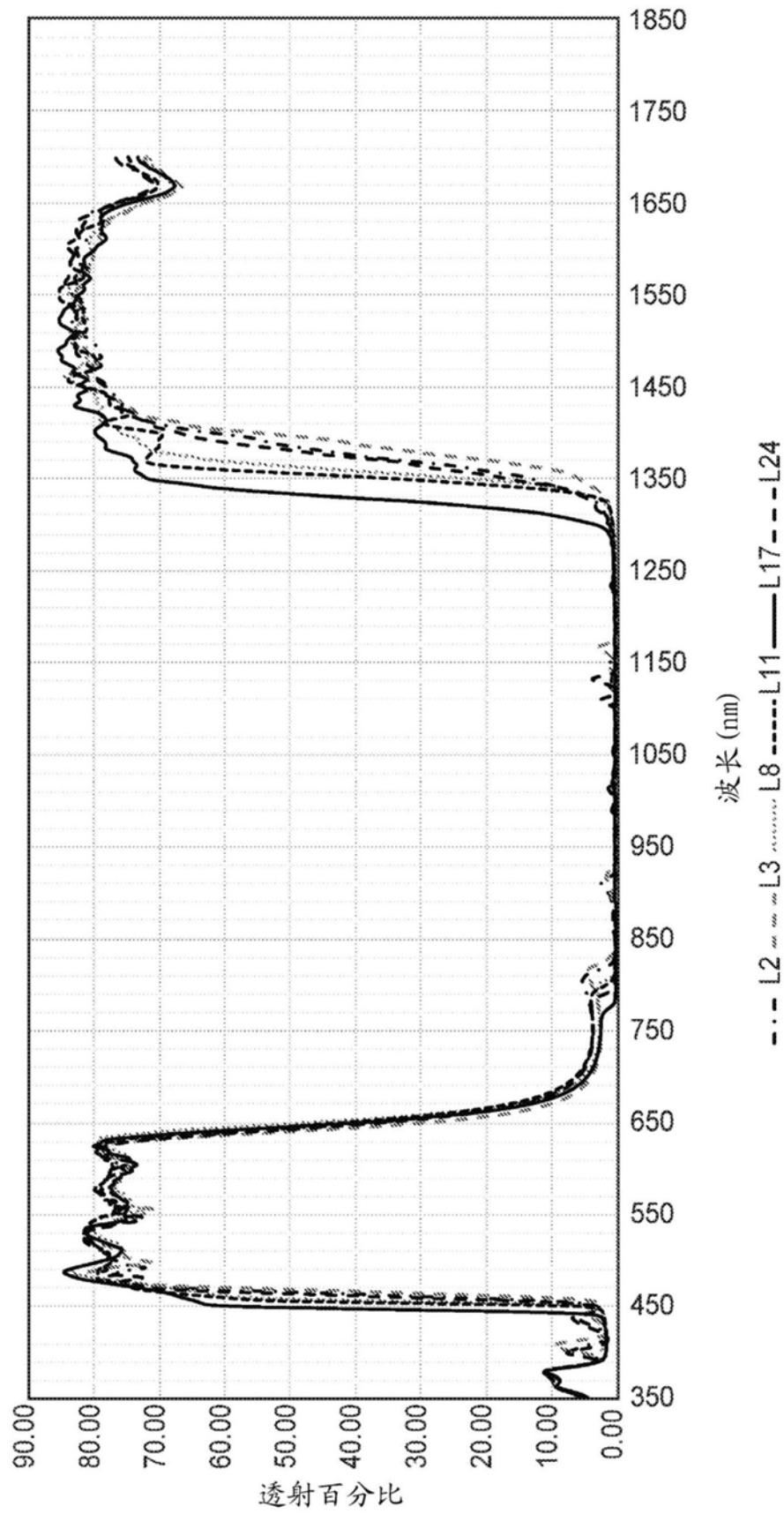


图15

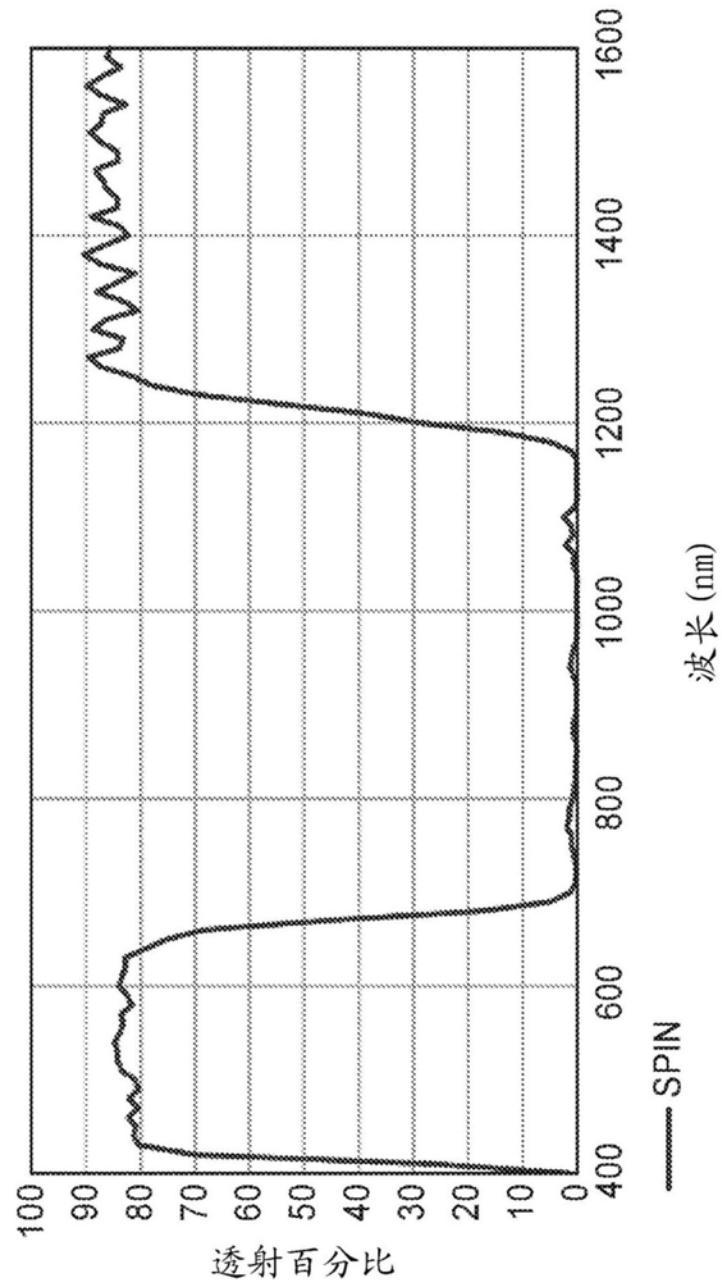


图16

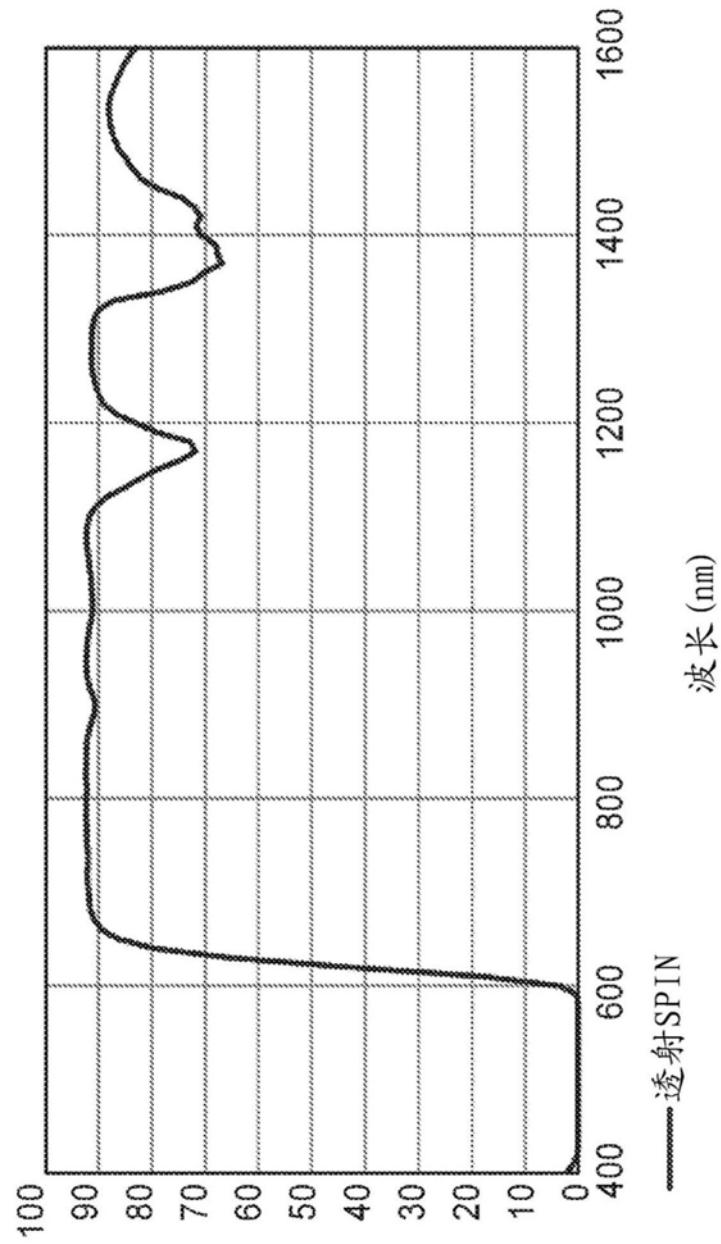


图17

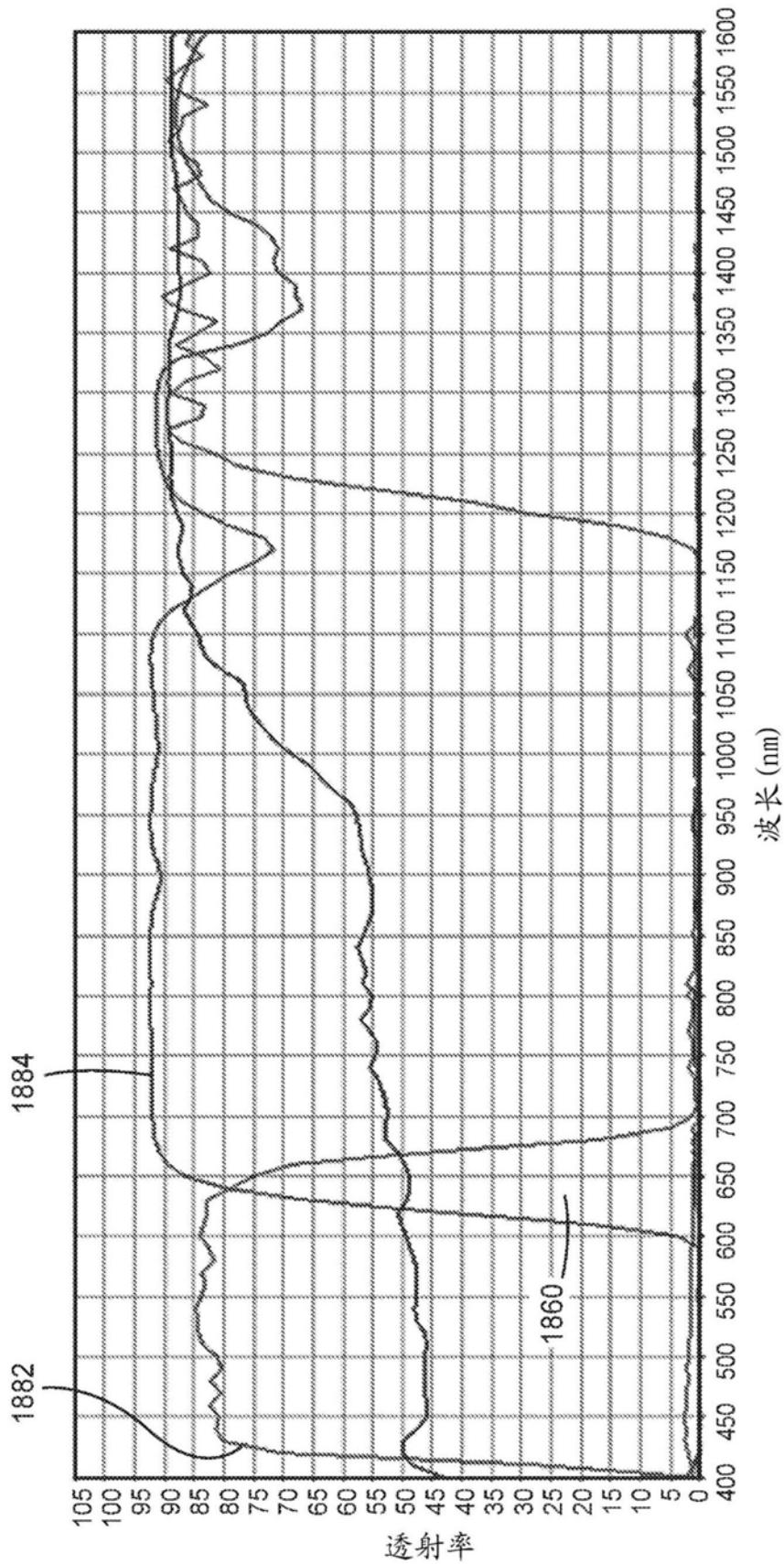


图18