



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108351554 B

(45) 授权公告日 2021.08.20

(21) 申请号 201680066985.5

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理

(22) 申请日 2016.11.16

有限公司 11112

(65) 同一申请的已公布的文献号

代理人 顾红霞 龙涛峰

申请公布号 CN 108351554 A

(51) Int.CI.

(43) 申请公布日 2018.07.31

G02F 1/1335 (2006.01)

(续)

(30) 优先权数据

(56) 对比文件

62/255,599 2015.11.16 US

CN 104871035 A, 2015.08.26

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

CN 102576113 A, 2012.07.11

2018.05.16

CN 104950507 A, 2015.09.30

(86) PCT国际申请的申请数据

CN 1170382 A, 1998.01.14

PCT/US2016/062237 2016.11.16

US 2005122587 A1, 2005.06.09

(87) PCT国际申请的公布数据

US 2011102891 A1, 2011.05.05

W02017/087493 EN 2017.05.26

CN 101479105 A, 2009.07.08

(73) 专利权人 3M创新有限公司

Lee Dong Hyo.A Reconfigurable

地址 美国明尼苏达州

Circularly Polarized Microstrip Antenna

(72) 发明人 卡尔·A·斯托弗

Based on Alternating Stub-Slot

克里斯托弗·J·德克斯 (续)

Perturbation.《Journal of Satellite,

Information and Communications》.2015,121-126. (续)

审查员 何月娣

权利要求书2页 说明书18页 附图11页

## (54) 发明名称

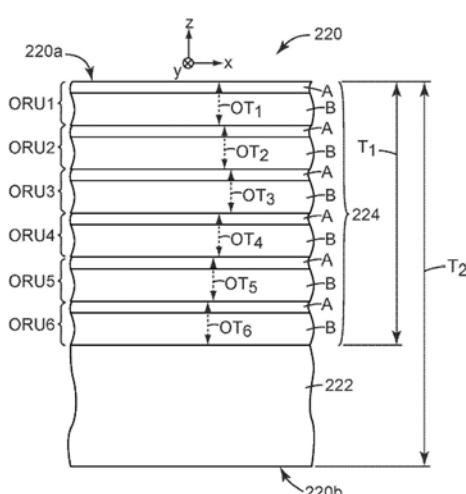
用并结合到液晶显示器等中,使得在垂直入射和倾斜入射直到60度的极角时均具有足够的颜色性能。

具有单包双轴双折射反射型偏振器的显示器层合件

## (57) 摘要

CN 108351554 B

一种先前被认为具有太多偏轴颜色的多层光学膜反射偏振器可以在LC显示器中提供足够的性能,而在所述显示器的所述反射偏振器与后吸收偏振器之间不需要任何高雾度光漫射层或气隙。所述反射偏振器仅具有一组微层,并且使用标准拉幅机进行取向,使得所述膜中的双折射微层是双轴双折射的。所述包中的所述微层具有层厚度分布,所述层厚度分布被适当设计为避免垂直和倾斜角度处的过度感知颜色。可以使用通过将这类反射偏振器与吸收偏振器组合而制成的层合件,并且在所述偏振器之间没有气隙或任何高雾度光漫射层或光漫射结构,并且可将其使



[转续页]

[接上页]

(72) 发明人 蒂莫西·J·内维特  
吉勒·J·伯努瓦

(51) Int.Cl.  
*G02B 5/30* (2006.01)

(56) 对比文件

Larraquert J I. Reflective and  
transmissive broadband coating polarizers  
in a spectral range centered at 121.6 nm.  
《Journal of Optics》.2014,16.

1. 一种层合件，所述层合件包括：

反射偏振器，所述反射偏振器仅具有一组微层，所述一组微层通过光学干涉反射并透射光，所述微层被构造成限定第一透光轴、第一阻光轴和垂直于所述第一透光轴和所述第一阻光轴的第一厚度轴；以及

吸收偏振器，所述吸收偏振器具有第二透光轴和第二阻光轴，所述吸收偏振器附接到所述反射偏振器而在所述吸收偏振器和所述反射偏振器之间没有气隙，并且使得所述第一透光轴和所述第二透光轴基本上对准，

其中所述一组微层括交替的第一微层和第二微层，所述第一微层是双轴双折射的，

其中对于在包括所述第一透光轴和所述第一厚度轴的基准平面中以60度的极角入射的p偏振光，隔离的所述反射偏振器由光谱透射率来表征，其中

(a) 对于从450nm至700nm的至少一些波长，所述光谱透射率具有从70%至90%范围内的值；以及

(b) 在从400nm至700nm的波长范围内的高频光谱变化率 $\Delta$ 小于0.08。

2. 根据权利要求1所述的层合件，其中在所述反射偏振器与所述吸收偏振器之间没有设置光漫射层或光漫射结构。

3. 根据权利要求1所述的层合件，其中所述层合件没有任何光漫射层或光漫射结构。

4. 根据权利要求1所述的层合件，还包括设置在所述反射偏振器与所述吸收偏振器之间的光漫射层或光漫射结构，所述光漫射层或光漫射结构具有小于30%的雾度。

5. 根据权利要求1所述的层合件，其中所述层合件还包括玻璃层，所述吸收偏振器设置在所述反射偏振器与所述玻璃层之间的所述层合件内。

6. 根据权利要求5所述的层合件，其中所述玻璃层是液晶显示器(LCD)面板的部分。

7. 根据权利要求1所述的层合件，其中所述高频光谱变化率 $\Delta$ 是所述光谱透射率相对于形式为 $a_0+a_1\lambda+a_2\lambda^2+a_3\lambda^3$ 的最佳拟合曲线的标准偏差。

8. 根据权利要求1所述的层合件，其中在从400nm至700nm的波长范围内的 $\Delta$ 小于0.05。

9. 根据权利要求8所述的层合件，其中在从400nm至700nm的波长范围内的 $\Delta$ 为至少0.01。

10. 根据权利要求1所述的层合件，其中对于在所述基准平面中以60度极角入射的p偏振光在从400nm至500nm的整个波长范围内的所述光谱透射率小于90%。

11. 根据权利要求1所述的层合件，其中所述反射偏振器为反射偏振器幅材的中心部分。

12. 根据权利要求1所述的层合件，其中所述反射偏振器为反射偏振器幅材的边缘部分。

13. 根据权利要求1所述的层合件，其中所述第一微层中的至少一些具有分别沿所述第一阻光轴、所述第一透光轴和所述第一厚度轴的折射率 $n_x$ 、 $n_y$ 、 $n_z$ ，并且其中 $|n_y-n_z|>0.05$ ，并且其中 $|n_x-n_y|>0.08$ 。

14. 根据权利要求1所述的层合件，其中所述反射偏振器具有小于50微米的物理厚度。

15. 根据权利要求14所述的层合件，其中所述反射偏振器的所述物理厚度在从20微米至40微米的范围内。

16. 根据权利要求1所述的层合件，其中所述层合件基本上由所述反射偏振器、所述吸

收偏振器和粘合剂层组成,所述粘合剂层将所述反射偏振器粘结到所述吸收偏振器。

## 具有单包双轴双折射反射型偏振器的显示器层合件

### 技术领域

[0001] 本发明整体涉及反射型偏振膜，具体地讲涉及形成具有至少吸收偏振器的层合件的此类膜。本发明还涉及相关的制品、系统、和方法。

### 背景技术

[0002] 反射偏振器通常用于增强液晶(LC)显示器和显示系统的亮度。LC显示系统通常包括LC面板，在LC面板后面设置有照明组件或背光源以向LC面板提供光。作为光再循环过程的结果，由反射偏振器提供亮度增强：对显示输出没有帮助(由于其偏振态)的光被反射偏振器反射回背光源中，其中一些光被再次以不同的偏振态朝向反射偏振器反射，这可以有助于显示输出并且穿过反射偏振器朝向用户或观察者。

[0003] LC面板包括设置在玻璃面板之间的液晶材料层。此外，LC面板置于两个吸收偏振器膜之间：附接到LC面板的前玻璃板的前吸收偏振器以及附接到后玻璃板的后吸收偏振器。增亮反射偏振器设置在LC面板后面的某个位置，并且在后吸收偏振器后面。

[0004] 在实施过程中，反射偏振器的设计细节正好影响反射偏振器可以放置在显示系统中的位置，以提供最佳或至少可接受的光学性能。一些类型的反射偏振器可被直接层合到后吸收偏振器的暴露的后表面上。本领域的普通技术人员认为对于垂直入射(光沿显示系统的光轴传播)和高度倾斜入射时的偏振通过状态，这些类型的反射偏振器应当具有非常低的感知颜色。由于反射偏振器附接到后吸收偏振器，并且后吸收偏振器继而通常附接到LC面板的后玻璃板，所以这被称为反射偏振器的“玻璃上”构造。目前用于玻璃上构造的一种反射偏振器是抛物线拉伸反射偏振器，将在下文进一步讨论。另一种用于玻璃上构造的反射偏振器是多包反射偏振器，也将在下文进行讨论。

[0005] 本领域普通技术人员认为对于斜入射光的偏振通过状态具有过度感知颜色的其他类型的反射偏振器未被层合到显示器的后吸收偏振器，因为用户能够通过吸收偏振器和LC显示器看到与反射偏振器相关联的(不期望的)颜色。相反，这些后一类型的反射偏振器用于显示系统中作为隔离的膜，其通过至少一个气隙与后吸收偏振器分离，并且附接到设置在反射偏振器与后吸收偏振器之间的光漫射膜或层。光漫射层具有显著的雾度值，以便有效地组合以不同的方向穿过反射偏振器的光线，以从用户或观察者的角度减少或消除与反射偏振器相关联的颜色。

### 发明内容

[0006] 广义而言，隔离的和玻璃上构造相对于彼此具有某些实际的优点和缺点。通过气隙将其与后吸收偏振器和LC面板分离的隔离的反射偏振器的一个优点是反射偏振器与LC面板机械分离，从而减少或消除了反射偏振器与LC面板之间的机械作用。这些相互作用可包括例如：在升高的环境测试条件下由面板引起的反射偏振器的弯曲或褶皱；以及层合缺陷或反射偏振器膜中的缺陷，这可能需要对LC面板进行返工。玻璃上构造的缺点是反射偏振器的成本相对较高，在一些情况下，这是由于抛物线拉伸反射偏振器的低产量(在下文进

行讨论),并且在其他情况下,这是由于多包反射偏振器产品的高材料成本(也在下文进行讨论)。然而,玻璃上构造的优点在于具有单个偏振器产品的简易和方便,该偏振器产品在一个层合膜产品中包括后吸收偏振器和反射偏振器两者。

[0007] 我们已经发现,先前被认为具有太多偏轴颜色的某些多层光学膜反射偏振器待用于玻璃上构造,因此,先前被认为在显示系统中被限制为具有附接的高雾度光漫射层并且通过气隙与后吸收偏振器间隔开以减少不期望的颜色效果的隔离的构造—实际上可以在LC显示器中提供可接受的性能,而不需要任何此类气隙或高雾度光漫射层。因此,通过将此类反射偏振器与吸收偏振器组合而制成的层合体,其中没有气隙并且在反射偏振器与吸收偏振器之间没有高雾度光漫射层或光漫射结构(并且在一些情况下没有任何显著的光漫射层或光漫射结构)可以成功地使用并结合到液晶显示器等中。这种结构中的反射偏振器是交替聚合物层的多层光学膜,其中仅存在一组微层,已使用标准拉幅机对多层光学膜进行取向,使得膜的双折射层为双轴双折射。包中的微层设置有层厚度分布,该层厚度分布被适当设计为避免垂直和倾斜角度处的过度感知颜色。下文将进一步讨论此类多层光学膜反射偏振器。

[0008] 因此,我们在此特别描述了包括反射偏振器和吸收偏振器的光学膜层合件。反射偏振器仅具有一组微层,一组微层通过光学干涉反射并透射光,微层被构造成限定第一透光轴、第一阻光轴和垂直于第一透光轴和第一阻光轴的第一厚度轴。吸收偏振器具有第二透光轴和第二阻光轴,并且在其间附接到反射偏振器而在所述吸收偏振器和所述反射偏振器之间没有气隙,第一透光轴和第二透光轴基本上对准。微层包括交替的第一微层和第二微层,并且至少第一微层是双轴双折射的。对于在包括第一透光轴和第一厚度轴的基准平面中以60度的极角入射的p偏振光,隔离的反射偏振器由光谱透射率来表征,其中(a)对于从450nm至700nm范围内的至少一些波长,光谱透射率具有在从70%至90%或70%至85%范围内的值;和(b)在从400nm至700nm的波长范围内的高频谱范围变化率 $\Delta$ (希腊字母 $\delta$ )小于0.08或小于0.05。

[0009] 本文还讨论了相关的方法、系统和制品。

[0010] 本申请的这些方面和其他方面通过下文的具体实施方式将显而易见。然而,在任何情况下都不应将上述发明内容理解为是对要求保护的主题的限制,该主题仅由如在审查期间可以进行修改的所附权利要求书限定。

## 附图说明

- [0011] 图1是液晶显示器系统的示意性侧视图或剖视图;
- [0012] 图2是被构造成反射偏振器的单包多层光学膜的示意性侧视图或剖视图;
- [0013] 图3是光学膜片的透视图;
- [0014] 图4是与笛卡尔坐标系有关的光学膜或层合件的透视图;
- [0015] 图5是用于说明最佳拟合曲线的概念的光谱透射率的图,其可以用于计算高频谱范围变化率参数 $\Delta$ ;
- [0016] 图6是设置在吸收偏振器之后并与其间隔开的多层光学膜反射偏振器的示意性透视图,该反射偏振器设置有光漫射层以减少观察到的颜色的量;
- [0017] 图7是不具有光漫射层的多层光学膜反射偏振器与吸收偏振器的层合件的示意性

透视图；

[0018] 图8是类似于图7的层合件的示意性透视图,但该层合件还包括来自液晶面板的玻璃层,吸收偏振器设置在反射偏振器与玻璃层之间;

[0019] 图9是四种多层光学膜反射偏振器样本针对垂直入射的沿阻光轴偏振的光的光谱透射率的图,每个样本从其相应膜幅材的中心部分获得;

[0020] 图10是与图9的针对四种反射偏振器样本的图类似的图,但是针对沿透光轴偏振的垂直入射光;

[0021] 图11是与图10的针对四种反射偏振器样本的图类似的图,但是其中光在包括透光轴和法向轴的平面内以60度极角入射,光在此类入射平面内被p偏振;

[0022] 图12是与图11的针对从其相应膜幅材的第一边缘部分取得的四种反射偏振器样本的图类似的图,但是另外分别对应于图11的四种反射偏振器样本;

[0023] 图13是与图11和图12的针对从其相应膜幅材的第二边缘部分取得的四种反射偏振器样本的图类似的图,但是另外分别对应于图11和图12的四种反射偏振器样本;并且

[0024] 图14是来自图11的反射偏振器样本之一的光谱透射率以及层合到吸收偏振器的该反射偏振器样本的光谱透射率的图,在两种情况下,都针对在包括透光轴和法向轴的平面中以60度极角入射的光,光在此类入射平面内被p偏振。

[0025] 在这些附图中,类似的附图标号指示类似的元件。

## 具体实施方式

[0026] 如上所述,我们已经发现,先前被认为具有太多偏轴颜色的某些类型的多层光学膜反射偏振器实际上可以在液晶显示器中提供足够的性能,并且在LC显示器的反射偏振器与后吸收偏振器之间不需要任何气隙或高雾度光漫射层(并且在一些情况下完全不需要光漫射层或光漫射结构)。所讨论的此类反射偏振器仅具有一组微层,并且使用标准拉幅机进行取向,使得膜中的双折射微层是双轴双折射的。此外,单包中的微层具有适当设计的层厚度分布。此前,人们认为此类反射偏振器需要高雾度光漫射层,并且需要通过气隙与后吸收偏振器分离,以从显示器的用户或观察者的角度避免不期望的颜色效果。我们已经发现,可以使用通过将此类反射偏振器与吸收偏振器组合而制成的层合件,并且在偏振器之间没有气隙或任何高雾度光漫射层或光漫射结构,并且可将其使用并结合到液晶显示器等中,使得在垂直入射和倾斜入射直到至少60度的极角时均具有足够的颜色性能。

[0027] 一般来讲,如果给出未指定设计的多层光学膜反射偏振器,那么该反射偏振器在LC显示器系统中的适当放置是反射偏振器的颜色特性等的函数,尤其是光传播的高偏轴(倾斜)角度处的颜色特性。此类颜色特性又是制造膜的方式以及膜的最终物理和光学特征的函数。

[0028] 例如,已知制造反射偏振器的方法是通过模具共挤出数十个、数百个或数千个交替的聚合物层,任选地通过在层倍增器设备中分离和再堆叠流动流使层的数量增加一倍或三倍,在浇铸轮上冷却挤出物,并且定向(拉伸)浇铸膜以降低膜厚度,使得各个聚合物层形成光学薄微层,并且在至少一些微层中引起双折射。在完成的多层光学膜中,微层通过光学干涉反射和透射光,作为相邻微层之间的折射率差值、相邻微层对的光学厚度以及此类层对沿膜的厚度方向或轴的堆叠的厚度分布的函数。为了制作反射偏振器,主要沿一个面内

方向进行取向或拉伸,使得微层的折射率限定高反射率的阻光轴、低反射率(和高透射率)的透光轴以及垂直于透光轴和阻光轴的厚度轴。例如,参见美国专利5,882,774(Jonza等人)。

[0029] 提供图1以供参考,以说明可包括在典型LC显示系统100中的各种部件、层和膜。显示系统100包括显示面板150和照明组件101,该照明组件定位在面板150后面以提供到面板的光。显示面板150可以包括任何合适类型的显示器。在图示实施方案中,显示面板150包括或者是LC面板(在下文中称为LC面板150)。LC面板150通常包括设置在面板154a,154b(统称为154)之间的液晶(LC)层152。板154通常由玻璃构成,并且其内表面上可以包括电极结构和对齐层,用以控制LC层152中液晶的取向。这些电极结构通常被布置成限定LC面板像素,即可以隔离于相邻区域控制液晶取向的LC层区域。彩色滤光器也可包括在一个或多个板152中,用于在LC层的子像素元件上,并且因此在由LC面板150显示的图像上附加期望的颜色,诸如红色、绿色和蓝色。

[0030] LC面板150定位在前(或上)吸收偏振器156与后(或下)吸收偏振器158之间。在图示实施方案中,前吸收偏振器和后吸收偏振器156,158位于LC面板150外部。通常利用合适的透明粘合剂将吸收偏振器(156或158)层合到其相邻玻璃面板(分别为154a或154b)的主要表面。吸收偏振器156,158组合LC面板150控制从背光源110发出通过显示系统100到达观察者的光的透射。例如,可将吸收偏振器156,158布置为其透光轴(透射轴)彼此垂直。例如,通过控制器104选择性激活LC层152的不同像素,使得光在期望的特定位置处从显示系统100发出,从而形成观察者看到的图像。控制器104可包括例如计算机或接收并显示电视图像的电视控制器。

[0031] 可接近前吸收偏振器156设置一个或多个任选层157,例如,以为显示器表面提供机械和/或环境保护。例如,层157可包括位于前吸收偏振器156上方的硬质涂膜。

[0032] 照明组件101包括背光源110以及布置140中的一个或多个光管理膜,布置140定位在背光源110与LC面板150之间。背光源110可以是或者包括任何已知的合适设计的背光源。例如,背光源内的一个或多个光源可被定位成使得背光源是侧光式或直下式背光源。

[0033] 光管理膜的布置140(也称为光管理单元)定位在背光源110与LC面板150之间。光管理膜影响从背光源110传播的照明光。在一些情况下,背光源110可以被认为包括布置140中的一个、一些或全部光管理膜。

[0034] 光管理膜的布置140可包括扩散片148。扩散片148用于散射或扩散从背光源110接收到的光。扩散片148可以是任何合适的扩散膜或扩散板。例如,扩散片148可以包括任何合适的扩散材料或多种材料。在一些实施方案中,扩散片148可包括聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)的聚合物基质,其具有包括玻璃、聚苯乙烯小珠和CaCO<sub>3</sub>粒子的多种分散相。扩散片148还可以是或者包括可得自美国明尼苏达州圣保罗市的3M公司(3M Company, St. Paul, Minnesota, USA)的3635-30型、3635-70型以及3635-100型3M<sup>TM</sup> Scotchcal<sup>TM</sup>扩散膜。用于光管理膜布置诸如布置140的扩散片148通常具有相对较高的雾度,例如至少40%,如根据诸如ASTM D1003中描述的合适的程序使用来自马里兰州银泉市的BYK-加特纳公司(BYK-Gardiner, Silver Springs, MD)的Haze Gard Plus雾度计测量的那样。

[0035] 光管理单元140还包括反射偏振器142。虽然在一般意义上反射偏振器142可以是任何合适的设计—例如,多层光学膜、诸如连续相/分散相偏振器的漫反射偏振膜(DRPF)、

线栅反射偏振器或胆甾型反射偏振器一出于本申请的目的,我们感兴趣的是反射偏振器是特定类型的多层光学膜的情况,如本文其他地方所讨论的那样。例如,反射偏振器可以是交替聚合物层的多层光学膜,其中仅存在一组微层,已使用标准拉幅机对多层光学膜进行取向,使得膜的双折射层(包括双折射微层)为双轴双折射。本领域的普通技术人员已将此类反射偏振器视为具有太多偏轴颜色,以致于认为反射偏振器142与后吸收偏振器158之间需要高雾度扩散片和气隙以保持显示系统100的总体感知颜色处于或合理地接近中性白色。

[0036] 在一些实施方案中,可在扩散片148与反射偏振器142之间设置偏振控制层144,诸如四分之一波阻滞层。偏振控制层144可用于改变从反射偏振器142反射的光的偏振,使得更多的循环光穿过反射偏振器142透射。

[0037] 光管理膜的布置140也可包括一个或多个增亮层。增亮层可以将偏轴光重新导向到靠近显示器的轴的方向上。这样能增加通过LC层152在轴上传播的光量,从而增加观察者所看到图像的亮度。增亮层的一个示例为棱镜增亮层,该棱镜增亮层具有多个棱镜脊,通过折射和反射重新导向照明光。在图1中,第一棱镜增亮层146a提供了一维的光学增益,第二棱镜增亮层146b具有与层146a的棱镜结构正交取向的棱镜结构,使得层146a,146b的组合在两个正交维度中增加了显示系统100的光学增益。在一些实施方案中,增亮层146a,146b可定位在背光源110与反射偏振器142之间。

[0038] 光管理单元140中不同的层相对彼此可以是自立式的。另选地,光管理单元140中的两个或更多个层可彼此层合。

[0039] 用于LC显示系统的多层光学膜反射偏振器的两个设计方面与本申请特别相关:拉伸挤塑膜的方式—这实际上确定了双折射微层是单轴双折射还是双轴双折射—以及在制造期间是否使用层倍增器设备,或者完成的多层光学膜是否具有多于一个不同的微层叠层。

[0040] 我们首先讨论拉伸或定向挤塑膜的方式。在第一种已知技术中,聚合物膜的长度或幅材连续前进通过标准拉幅机装置。在标准拉幅机中,膜通过附接到膜的相对边缘上的多组夹子而被绷紧地保持,并且夹子组在链传动等的作用下沿轨道向前移动。在拉幅机的部分中,轨道的直线部分彼此分开,使得当夹子通常沿顺维方向(也称为纵向方向)向前运送膜时,夹子沿横维方向(也称为横向方向)拉伸膜。这主要在横维方向上定向膜。标准拉幅机中的夹子保持恒定夹间距,并且在直轨道部分的整个长度上以恒定速度移动,这防止了膜沿顺维方向松弛。由于在定向期间膜的这种顺维约束,由此类标准拉幅机提供的拉伸有时被称为约束拉伸。作为约束的结果,在拉伸条件下成为双折射的膜内的层通常沿膜的三个主要方向(横维或x方向、顺维或y方向和厚度或z方向)产生三个不同的折射率。如果我们沿主x、y和z方向将此类层的折射率表示为 $n_x$ 、 $n_y$ 和 $n_z$ ,则 $n_x \neq n_y$ , $n_y \neq n_z$ ,并且 $n_z \neq n_x$ 。(材料呈现色散的程度,其中给定折射率n作为光学波长的函数在一定程度上改变,折射率可理解为在特定可见波长上指定,诸如550nm(绿色)或632.8nm(氦氖激光,红色),或者折射率可理解为在可见波长范围内的平均值,例如400nm-700nm。)据信,具有这种双折射的材料是双轴双折射的。

[0041] 在其中双折射微层与各向同性微层交替的反射偏振器中,双折射微层为双轴双折射的结果是沿y方向和沿z方向的层间折射率差值不能同时为零。对于在包括y轴(即,偏振器的透光轴)和z轴的基准平面中传播的p偏振光而言,这继而导致剩余反射率和(当在显示

器中使用时)针对以相对于垂直于膜的光轴的高倾斜角度传播的光的感知颜色。

[0042] 在第二种已知技术中,膜或幅材前进穿过特别设计为允许幅材或膜在定向过程期间沿顺维方向完全松弛的拉伸装置。例如,在一些实施方案中,拉伸装置利用沿抛物线形轨道移动的多组夹子。参见例如美国专利6,949,212(Merrill等人)。通过允许膜沿顺维方向(以及厚度方向)上松弛,在拉伸条件下变成双折射的膜内的层通常沿膜的三个主要方向仅产生两个不同的折射率。换句话说,对于此类双折射层,沿z方向的折射率等于或基本上等于沿y方向的折射率,但是这些折射率基本上不同于沿x方向的折射率(拉伸方向)。使用 $n_x$ 、 $n_y$ 、 $n_z$ 符号, $n_y = n_z$ ,但是 $n_x \neq n_y$ 并且 $n_x \neq n_z$ 。(在一些情况下, $n_y$ 和 $n_z$ 可能并不完全相等,但是它们的差值非常小,如下所述。因此, $n_y \approx n_z$ )。据信,具有这种双折射的材料是单轴双折射的。在其中双折射微层与各向同性微层交替的反射偏振器中,双折射微层为单轴双折射的结果是沿y方向和沿z方向的层间折射率差值可以为零或基本上为零,而沿x方向的折射率差值不为零并且大小较大。这导致在高倾斜角时很少或没有显著的反射率,并且当膜用作显示器中的反射偏振器时,在此类角度处很少或没有感知到的颜色。

[0043] 因此,关于显示器中的偏轴颜色,其双折射微层是单轴双折射的多层次反射偏振器(例如,使用抛物线拉伸装置制作的偏振器)相对于其双折射微层是双轴双折射的偏振器(例如,使用传统的拉幅机制制作的偏振器)具有固有优势。然而,在实施过程中,在所有其他因素相同的情况下,单轴双折射偏振器的制造成本比双轴双折射偏振器的成本更高,至少部分是由于与标准拉幅机相比,专用抛物线拉伸装置的产量明显较低。

[0044] 可用于制造本文所公开的反射偏振器的光学材料可以选自己知材料,优选地透明聚合物材料,其材料特性允许在相同温度下和通用供料区块中共挤出此类材料。在示例性实施方案中,使用交替的热塑性聚合物(ABABAB……)层,并且选择其中一种聚合物成为双折射,并且选择另一种聚合物在拉伸条件下保持光学各向同性。合适的聚合物可明智地选自例如聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚对苯二甲酸丁二醇酯(PBT)、它们的共聚物以及它们的共混物。另外,呈现出双折射并且可用于此目的的其他类型的聚合物是聚苯乙烯(包括间规聚苯乙烯)、聚酰胺(包括尼龙6)和液晶聚合物。

[0045] 关于上述与单轴和双轴双折射以及涉及 $n_x$ 、 $n_y$ 和 $n_z$ 的等式和不等式相关的讨论,我们认识到两个折射率之间的完全相等可能难以实现或测量,并且从实际观点来看,小的差异可能与完全相等无法区分。因此,出于本文献的目的,如果一对折射率基本上相同(例如,如果它们相差小于0.05),而其余折射率对不是基本相同的话(例如,如果它们相差至少0.05),则我们认为材料是单轴双折射的。同样,如果材料的每一对主折射率不是基本上相同的(例如,如果它们相差至少0.05),则认为材料是双轴双折射的。

[0046] 通常,就多层次光学膜反射偏振器而言,在此类偏振器中的双轴双折射层可例如具有满足关系 $|n_y - n_z| \geq 0.05$ 且 $|n_x - n_y| > 0.06$ 或0.08的折射率 $n_x$ 、 $n_y$ 、 $n_z$ 。相比之下,在此类偏振器中的单轴双折射层可例如具有满足关系 $|n_y - n_z| < 0.05$ 且 $|n_x - n_y| > 0.06$ 或0.08的折射率 $n_x$ 、 $n_y$ 、 $n_z$ 。

[0047] 与本申请特别相关的另一设计方面是存在于完成的多层次反射偏振器中的微层的不同堆叠的数量,其通常与在层的制造期间是否使用层倍增器设备相关。在描述这个特征时,现在参考图2,其示意性地描绘了被构造为反射偏振器220的单包多层次光学膜。

[0048] 多层次光学膜或偏振器220具有两个相对的外主表面220a,220b,在它们之间是多个

不同的聚合物层。可用于通过共挤出和拉伸制作此类膜的聚合物材料和膜制作设备是已知的,参见例如美国专利5,882,774 (Jonza等人) 和6,783,349 (Neavin等人) 以及专利申请公开US 2011/0102891 (Derks等人)。相邻的聚合物层沿主x、y或z轴中的至少一个具有基本上不同的折射率,使得一些光(根据光的传播方向和偏振态)在层之间的界面处反射。偏振器220的一些聚合物层是足够薄的(“光学薄”),使得在多个界面处反射的光经受相长干涉或相消干涉作用,以便赋予多层光学膜以期望的反射或透射特性。这些层在这里被称为微层,并且在图2中被标记为“A”和“B”。对于被设计为反射可见光的反射偏振片而言,各微层一般具有小于约1微米的光学厚度(即,物理厚度乘以其折射率)。如本领域已知的,较厚的层,诸如表层或保护性界面层(PBL),也可存在于偏振器中,如图2的层222所示。此类“光学厚”层具有至少1微米的光学厚度,并且通常远大于1微米,并且不被认为是微层。(贯穿本文献,当术语“厚度”在没有修饰词“光学”的情况下使用时,厚度是指物理厚度,除非上下文另有说明。)

[0049] 本文将微层的抱合分组称为微层的包或微层。如图所示,偏振器220仅包括一组微层224。如图所示,包224具有(物理)厚度 $T_1$ ,并且偏振器220具有总厚度 $T_2$ 。仅用一组微层224构造多层光学膜简化了制造过程(假定所需的微层数量不会过多)并且允许更好地控制微层的厚度和厚度分布,这继而允许更好地控制反射偏振器的光谱反射率和光谱透射特性。在图2中,相邻微层对形成光学重复单元(ORU)、标记为ORU1至ORU6,每个ORU具有等于其组成微层的光学厚度之和的光学厚度(OT1、OT2……OT6)。尽管只示出了6个ORU(12个微层),但读者应当理解,典型的单包反射偏振器将包括更多的微层和ORU,以便在可见光谱上提供足够的反射率。例如,单包反射偏振器中的微层的总数可小于500、或小于400、或小于350、或在从200至500的范围内,或在从200至400的范围内,或在从200至350的范围内或在从225至325的范围内。ORU的光学厚度确定了ORU呈现峰值反射率的波长。根据期望的层厚度分布仔细控制ORU的厚度,其中ORU的光学厚度从包的一侧(例如,靠近主表面220a)到包的相对侧(例如,靠近厚层222)逐渐增加,允许微层提供在可见光谱上和在期望范围的观察角度上的宽反射率,只要包中存在足够数量的ORU即可。

[0050] 为了更容易地实现期望的光学性能目标,另一种方法是将多层光学膜反射偏振器设计成具有比实际上可以结合到单个包膜中的微层更多的微层。出于这个原因(或者出于其他原因),反射偏振器被制作为其中微层被分成或分离成两个或更多个可区分微层,其中至少一个光学厚聚合物材料分离相邻的包。此类多包反射偏振器可以以各种方式制造。例如,可以使用多个送料区块(对应于多个包)并且在聚合物材料仍然是液体时组合来自这些送料区块的包,而不是仅使用一个送料区块来制作反射偏振器。参见例如专利申请公开US 2011/272849 (Neavin等人)。另选地,可以使用层倍增器设备来制作反射偏振器,例如,如美国专利5,882,774 (Jonza等人) 或6,025,897 (Weber等人) 中所讨论的那样。层倍增器设备可例如使微层和ORU的数量增加一倍或三倍,从而在完成的反射偏振器中(分别)产生两倍或三倍的包数量。在又一种方法中,可以通过将两个或更多个多层光学膜反射偏振器层合在一起制作多包反射偏振器,所述多层光学膜反射偏振器各自由例如单个送料区块制成。

[0051] 多包反射偏振器的缺点往往包括:(a)由于大量的层而使制造成本增加,并且导致高材料成本,以及(b)相对大的总体物理厚度,这在一些显示应用中可能是显著的缺点。(本发明所公开的反射偏振器有利地具有小于50微米、或小于40微米、或者在从25微米至50微

米或从25微米至40微米范围内的厚度。)然而,即使当使用标准拉幅机将此类偏振器定向时,也就是说即使当此类反射偏振器中的双折射微层为双轴双折射时,更多数量的微层使得多包反射偏振器能够实现显示品质的光学性能目标。这是因为如专利申请公布US 2013/0063818 (Weber等人)所述,多个包可产生光谱平滑,从而导致离轴颜色的量减少。单包反射偏振器不能利用这种光谱平滑技术的优点,并且相对于层厚度变化率具有较小的误差范围。

[0052] 当讨论通过送料区块/模头共挤出多层交替聚合物材料并通过拉伸操作将膜定向而制成的多层光学膜以及此类膜在视觉显示应用中的适用性时,普通技术人员实际感兴趣的膜的一个方面是所制造的膜在空间上均匀的程度。膜的这一方面受到关注是因为它涉及在预期应用中可以使用多少制造的膜,而不是必须处理多少膜。这继而会影响制造产量和制造成本,并且它也可以对要从给定膜片上获得或切割多大片才适合大型显示系统的尺寸施加限制。就用于LC显示器中的光学膜而言,期望高度的空间均匀性,使得在显示的图像中与膜相关的伪影不明显。

[0053] 光学膜片320示意性地示于图3中。膜320在膜生产线上进行制造,并从拉幅机或其他拉伸设备中送出,所述拉伸设备作为元件309示意性地示出。膜320具有平行于y轴的纵向或顺维方向,如图所示。膜320还具有平行于x轴的横向或横维方向,如图所示。两个相对的纵向边缘320a,320b限定膜320的纵向边界。靠近这些边缘的是来自拉幅机或专用拉伸设备的夹具组,所述夹具组在先前的定向步骤期间夹持膜,之后将膜320修剪至边缘320a,320b。旨在用作显示应用或其他期望应用中的反射偏振器的三个膜样品示于图中:靠近膜边缘320a的膜样品321a、靠近膜边缘320b的膜样品321b以及位于膜320的中央部分(相对于横向)的膜样品321c。这些膜样品或片是使用刀、切割器或其他合适的切割工具从较大的幅材或膜320切割下来的。作为反射偏振器,光学膜320和每个膜样品321a,321b,321c具有平行于x轴的阻光轴和平行于y轴的透光轴。

[0054] 在理想情况下,膜样品321a,321b,321c都将具有相同的光学特征和性能。然而,在实施过程中,膜320表现出一定量的空间变化率。结果,膜320边缘附近的微层的层厚度分布(及其相应的光谱透射和反射特征)与膜的中心部分的层厚度分布(以及相应的光谱透射和反射特征)略有不同。对于本申请所关注的多层光学膜的类型,即仅具有一组微层并使用标准拉幅机定向使得膜中的双折射微层为双轴双折射的反射偏振器,膜的中心和边缘之间的光谱特征变化量特别显著。显著的空间变化有助于其他人相信这些膜将不适用于如上所述的玻璃上构造。

[0055] 在本文档中的别处,我们讨论了光学性能,例如某些偏振膜和层合件在特定角度和偏振态下的透射和反射。图4用于帮助读者理解相关的方向、平面和角度。在该图中,以笛卡尔x-y-z坐标系的背景示出光学主体412,其例如可以是或包括被构造为反射偏振器的多层光学膜或者层合至吸收偏振器和/或另一光学膜或主体的此类膜。作为偏振器,光学主体412具有分别对应于相互垂直的y轴和x轴的透光轴413和阻光轴414。z轴对应于主体412的厚度方向,即垂直于主体412的平面的轴线。垂直入射到主体412上的光平行于z轴传播。如果这种光具有平行于透光轴413的线性偏振分量,则此类光基本上被主体412透射,如果光具有平行于阻光轴414的线性偏振分量,则光基本上被阻挡(在反射偏振器的情况下被反射,在吸收偏振器的情况下被吸收)。

[0056] 由于缺乏替代术语,本文使用“入射平面”表示包含表面法向和光传播方向的基准平面,这既包括光线入射到膜上的情形,也包括光没有入射到膜上而是从膜中离开的情形。同样,“入射角”用来表示表面法向和光传播方向之间的角度,这既包括光线入射到膜上的情形,也包括光从膜中离开的情形。

[0057] 两个基准入射平面416和418包括在图中:基准平面416包含阻光轴414和z轴;并且基准平面418包含透光轴413和z轴。两条斜入射的光线415,417示于图中。光线415位于平面416中,并且光线417位于平面418中。光线415,417倾斜入射,因为它们的传播方向各自形成相对于z轴的非零极角 $\theta$ 。对于每条光线415,417,光线的偏振状态可以分解为两个正交分量,在图中表示为一对正交的双头箭头:其偏振态在入射平面中的分量称为“p偏振”,并且其偏振态垂直于入射平面的分量称为“s偏振”。通过观察该图可知,倾斜光线415的p偏振光的偏振方向与倾斜光线417的p偏振光的偏振方向不同(并且不平行)。倾斜光线415的s偏振光的偏振方向与倾斜光线417的s偏振光的偏振方向不同(并且不平行)。同样显而易见的是,光线415的p偏振分量垂直于透光轴413并与阻光轴414局部对齐,而光线415的s偏振分量则平行于透光轴413。光线417的p偏振分量垂直于阻光轴414并与透光轴413局部对齐,而光线417的s偏振分量则平行于阻光轴414。由此可知,根据入射的方向,p偏振光可以在一些情况下垂直于透光轴,另一些情况下垂直于阻光轴;s偏振光可以在一些情况下平行于透光轴,另一些情况下平行于阻光轴。

[0058] 量化与给定透射(或反射)光谱相关的颜色的一种方法涉及计算一定可见光波长范围内的光谱的高频光谱变化率。我们将计算出的高频光谱变化率称为 $\Delta$ ,即希腊字母 $\delta$ 。有助于说明这种方法的曲线示于图5的透射率与波长曲线图中。在曲线图中,曲线501是在给定照明几何条件下给定偏振器的透射率与波长的任意曲线。曲线501在可见光波长范围内表现出一些变化率,我们可以假设其从400nm延伸至700nm,但也可使用其他合理的端点波长。当用白光照亮膜时,对于用户或观看者,曲线501的变化率表现为彩色(非白色)外观。特别关注的是由于作为波长的函数的相对高频变化率而引起的任何颜色。例如,具有约20nm或更短周期的光谱变化率可导致在空间和角度上快速变化的观察颜色。

[0059] 为了量化高频变化率 $\Delta$ ,并且因此量化与此类变化率相关的颜色,我们首先定义用于比较曲线501的平滑化光谱。该平滑化光谱应当是曲线501的最佳拟合曲线,例如在最小二乘或加权最小二乘意义上的最佳拟合曲线,并且平滑化光谱应当是低阶多项式,这样比较中仅包括更高阶一对对应于更高频的变化率。优选的是,平滑化光谱是波长的三阶最佳拟合曲线,即如下三阶多项式:

$$[0060] \quad a_0 + a_1\lambda + a_2\lambda^2 + a_3\lambda^3,$$

[0061] 其中根据最小二乘法选择系数 $a_0$ 、 $a_1$ 、 $a_2$ 和 $a_3$ 。针对曲线501计算这样的最佳拟合三阶光谱,结果是曲线502。然后可通过从曲线501减去曲线502,将实际透射率(曲线501)与最佳拟合光谱(曲线502)进行比较,结果是比较曲线503。需注意,比较曲线503在其包含负透射率值时不具有物理意义。然而,曲线503可用于为曲线501的高频变化率元素得出物理上有意义的值。为此,我们计算比较曲线503在相同可见光谱(例如,从400nm至700nm)上的统计标准偏差。对于图5中示出的曲线503,此标准偏差等于9.18%或0.0918。因此,曲线501的高频变化率 $\Delta$ 可以说是9.18%或0.0918。该高频变化率数的单位与曲线501,502和503的单位相同。因此,如果曲线501等的单位以透射率百分比(最小0%,最大100%)给出,那么高频

变化率的单位也是透射率百分比或百分比。但如果曲线501等的单位仅以透射率(最小0.0,最大1.0)给出,那么高频变化率的单位 $\Delta$ 也只是透射率,而不带百分号。

[0062] 现在转到图6,我们在此看到示意性地示出的LC显示系统600的选定元件。所示出的选定元件是后吸收偏振器658(其可以与图1中的后吸收偏振器158相同或相似)、多层光学膜反射偏振器620(其可以与图1的反射偏振器142或图2的反射偏振器220相同或相似)以及设置在反射偏振器620的前主表面上的光漫射层625。为简单起见,图中省略了包括在LC显示系统中的其他部件,例如LC面板、前吸收偏振器和背光源。光学膜大致位于或平行于x-y平面。第一用户或观看者608位于系统600的前面,并且沿平行于z轴的系统光轴以垂直入射角观看显示器。第二用户或观看者609也位于系统600的前面,但以倾斜角度观看显示器。

[0063] 后吸收偏振器658因其适用于LC显示器,被假定为本领域中已知的任一吸收偏振器。偏振器658具有透光轴和阻光轴(图6中未示出),偏振器被定向为使得透光轴平行于y轴,并且阻光轴平行于x轴。

[0064] 假定反射偏振器620是交替聚合物层的多层光学膜,其中仅有一组微层。进一步假定偏振器620已使用标准拉幅机进行定向,使得偏振器620的双折射层是双轴双折射的。图6描绘了在隔离的构造中的偏振器620,这与其他人相信这类反射偏振器620由于偏振器620的过度离轴颜色而不适用于玻璃上构造的观点相符。因此,反射偏振器620通过气隙605与吸收偏振器658分隔开。此外,反射偏振器620在其一个主表面上设置有光漫射层625,该漫射层625设置在反射偏振器620与吸收偏振器658之间。光漫射层625将光散射成如图中入射光线606和散射光线607所示的锥形或角度分布。散射有效地混合通过反射偏振器620在不同方向上传播的光线,以减少或消除与反射偏振器620相关的颜色。假定漫射层625具有相对高的雾度,例如至少40%,如使用Haze Guard Plus雾度计所测量。漫射层625可以是任何已知的类型或设计,例如,其可包括浸入具有不同折射率的基质中的玻璃或陶瓷珠或其他颗粒,也可在聚合物/空气或聚合物/聚合物界面处包括纹理化的、有小平面的或换句话讲非光滑的主表面。

[0065] 如已提到的那样,我们已通过调查和测试发现,与普遍观点相反,单包双轴双折射反射偏振器可以在玻璃上构造中提供可接受的光学性能,即,当层合至后吸收偏振器时(在其间不具有漫射层或结构,但在一些情况下,可包括具有相对低雾度例如小于30%、或小于20%、或小于10%雾度的此类层或结构)。玻璃上构造的两个示例示于图7和图8中。

[0066] 在图7的示意图中,示出了层合件730或光学主体,其中多层光学膜反射偏振器720通过透明粘合剂层726附接到后吸收偏振器758。反射偏振器720、后吸收偏振器758和粘合剂层726均彼此同延,并且在反射偏振器720与吸收偏振器758之间不存在气隙。层合件730的观看者侧在正z方向上,因此后吸收偏振器758可被认为在反射偏振器720的前面。反射偏振器720可与如上所述的反射偏振器620相同或相似。因此,反射偏振器720是通过交替聚合物层的共挤出制成的单包多层光学膜,由于偏振器720已在常规拉幅机上受到约束拉伸,因此该具有双折射微层的膜是双轴双折射的。反射偏振器720可以是反射偏振器幅材的中心部分,参见例如图3中的膜样品321c,或者它可以是边缘部分,参见例如膜样品321a,321b。

[0067] 反射偏振器720具有大致平行于y轴的透光轴713a和大致平行于x轴的阻光轴714a。单个微层中ORU的数量以及这些ORU的厚度分布为反射偏振器720提供了对于平行于透光轴713a偏振的垂直入射可见光的高透射率,以及对于平行于阻光轴714a偏振的垂直入

射可见光的低透射率(和高反射率,因为对于这些低吸收多层光学膜,透射率+反射率约等于100%)。例如,平行于透光轴713a偏振的垂直入射可见光的透射率在可见波长范围内平均时可为至少60%、或至少70%、或至少80%,并且平行于阻光轴714a偏振的垂直入射可见光在可见光波长范围内平均时可小于30%、或小于20%、或小于10%。入射在包含z轴和透光轴713a的基准平面中的倾斜p偏振光的反射偏振器720的光学性能受到由膜中的双折射微层的双轴双折射性质产生的不可避免的层间折射率失配的影响。对于在60度的入射极角下的此类倾斜光,在从450nm至700nm的至少一些波长处反射偏振器720的透射率值在从70%至90%或从70%至85%的范围内;在一些情况下,在从400nm至500nm的波长范围内,此类倾斜光的透射率可小于90%。

[0068] 反射偏振器720的总厚度可小于50微米或小于40微米,或者其可以在从20微米至50微米的范围内、或在从20微米至40微米的范围内、或在从25微米至40微米的范围内。偏振器720的微层中ORU的层厚度分布可被设计为使得对于倾斜60度p偏振光,偏振器的透射率的高频光谱变化率 $\Delta$ 小于0.08(即,小于8%)或小于0.05(即,小于5%),如相对于具有波长的三阶多项式的最佳拟合曲线在从400nm至700nm的波长范围内所计算。

[0069] 具有透光轴713b和阻光轴714b的后吸收偏振器758可以与上述后吸收偏振器658相同或相似。吸收偏振器758相对于反射偏振器720进行定向,使得透光轴713a,713b基本上对齐,并且阻光轴714a,714b也基本上对齐。例如,两个这样基本上对齐的轴的特征可在小于1度或小于0.1度的角度偏差。

[0070] 透明粘合剂层726可以是任何合适的光学粘合剂,例如得自美国明尼苏达州圣保罗市的3M公司(3M Company, St. Paul, Minnesota)的任何光学透明粘合剂(Optically Clear Adhesive)产品。期望粘合剂层726的折射率合理地接近吸收偏振器758的折射率和反射偏振器720的折射率,以避免在这些膜的聚合物/粘合剂界面处的菲涅耳反射。粘合剂层726优选地在吸收偏振器758与反射偏振器720之间提供持久粘结。

[0071] 层合件730可以(仅)由或者可以基本上由反射偏振器720、吸收偏振器758和粘合层726组成。在一些实施方案中,层合件730以及这三个组件中的每一个不包含任何显著的可识别光漫射层或光漫射结构,诸如具有不同折射率的珠或其他颗粒、或者纹理化或其他非光滑主表面。因此,层合件730可不具有任何此类光漫射层或光漫射结构。然而,在层合件730确实包括此类漫射层或结构的情况下,通常期望至少确保在反射偏振器720与吸收偏振器758之间未设置这样的漫射层或结构。前面的陈述是在认识到即使是理想的平坦光学膜和具有出色光学透明度的层也可能表现出微小但可测量的光散射或漫射量的情况下进行的。因此,为清楚起见,我们可以建立一个最小阈值,在该阈值以下,从实际的观点来看并且为了本文档的目的,所讨论的层或结构可被视为没有光漫射。我们根据如ASTM D1003中所述的合适过程,将该最小光漫射阈值设定为5%、或4%、或3%、或2%、或1%的雾度值,如使用得自美国马里兰州银泉市的BYK-加特纳公司(BYK-Gardiner, Silver Springs, MD)的Haze Guard Plus雾度计所测量。

[0072] 光学膜通常以在两侧上具有临时聚合物剥离衬垫的形式出售和/或运输,以保护膜的主表面免受划伤或其他损坏。此类剥离衬垫可通过剥离容易地从产品上移除。剥离衬垫可包含染料、颜料或其他试剂,包括光漫射剂,因此用户可以很容易地看到或检测到剥离衬垫。此类临时剥离衬垫也可应用于层合件730的外表面上。然而,此类剥离衬垫可以与层

合件730区分开来，并且不需要被认为 是其的部分。因此，就此类剥离衬垫存在于层合件730上(或本文所公开的其他层合件上，包括下面的层合件830)并且具有显著的光漫射性质而言，仍可以正确地说层合件不包含任何显著的光漫射层或光漫射结构。

[0073] 然而，读者应当注意的是，在一些情况下，可能期望在反射偏振器720与吸收偏振器758之间包括一个或多个中等漫射层或结构，这样的中等漫射层或具有显著量的雾度，即，大于上述最小光漫射阈值，但小于通常存在于隔离的构造(例如，图6的构造)中的高雾度漫射器。例如可以在反射偏振器720与吸收偏振器758之间包括漫反射层或结构，其具有相对低的雾度，例如小于30%、或小于20%、或小于10%的雾度。

[0074] 在本发明所公开的双轴双折射反射偏振器中使用的层厚度分布证明了一些其他论述。如已提到的那样，微层中的微层被组织成光学重复单元(ORU)，并且ORU(和微层)的光学厚度被设计成对于整个可见光谱的光，在期望的入射角和方向范围内，提供阻光偏振的光的高宽带反射率，以及透光偏振的光的高宽带透射率(低反射率)。这通常通过将沿膜的厚度方向(z轴)的ORU的厚度分布调整为单调或近似单调的函数来实现，其中较薄的ORU通常位于包的一侧(在此称为薄侧)并且较厚的ORU通常位于包的相对侧(在此称为厚侧)。为了减少本发明所公开的膜的不期望的所感知的离轴透射颜色，在至少一些实施例中可能有用的是(a)将反射偏振器定向成使得微层的厚侧面向观察者(或吸收偏振器或LC面板)，并且微层的薄侧面向背光源，并且(b)将ORU厚度分布调整成平滑地变化，使得对于透光偏振态的高倾斜入射光，膜的光谱透射率同样在可见光谱内平滑地变化，并且(c)以这样一种方式调整ORU厚度分布，以避免包的厚端的过多数量的ORU超过在倾斜极限角下ORU在650nm处具有共振反射率峰值的点，尽管此类调整可以在倾斜极限角下或其附近入射的透光偏振态光的反射偏振器透射光谱中产生变化率。

[0075] 另一个层合件830或光学主体示于图8中。层合件830可以与如上所述的层合件730相同或相似，不同的是添加了两个附加层。因此，层合件830包括后吸收偏振器858、多层光学膜反射偏振器820以及将吸收偏振器858粘结到反射偏振器820的粘合剂层826。这些元件可以与层合件730的对应元件相同或相似，并且它们形成光学主体或结构830'，因此该光学主体或结构可以与层合件730相同或相似，不同的是结构830'的前部被附接到其他层。具体地讲，后反射偏振器858的前主表面通过粘合剂层828粘结到玻璃层854。粘合剂层828可以与粘合剂层826相同或相似。玻璃层可以是液晶面板的背面板或后面板，诸如LC面板150的面板154b，如上所述。

[0076] 层合件830可以(仅)由或者可以基本上由如上所述的元件820、826、858、828和854组成。类似于层合件730，层合件830及其每个组件优选不包含任何显著的可识别光漫射层或光漫射结构，诸如具有不同折射率的珠或其他颗粒、或者纹理化或其他非光滑主表面。因此，层合件830可不具有任何此类光漫射层或光漫射结构。然而，在层合件830确实包括此类漫射层或结构的情况下，通常期望至少确保在反射偏振器820与吸收偏振器858之间未设置此类漫射层或结构。如上所述，即使是理想的平坦光学膜和具有出色光学透明度的层也可能表现出可测量的光学散射，并且我们可以建立一个最小阈值，在该阈值以下，所讨论的层或结构可被视为没有光漫射以用于本文档的目的。上面给出了合适的阈值。此外，在一些情况下，可能期望在反射偏振器820与吸收偏振器858之间包括一个或多个漫射层或结构，所述漫射层或结构具有小但显著的雾度量，例如小于30%、或小于20%、或小于10%的雾度。

[0077] 实施例：

[0078] 制备并测试若干反射偏振器和使用此类偏振器的层合件。所有反射偏振器都是通过使用送料区块和模头共挤出多层两种交替聚合物材料，然后使用拉伸操作将膜定向以形成多层光学膜反射偏振器来制备。对于每个膜，其中一种聚合物材料在拉伸条件下变成双折射的，而另一种聚合物材料保持基本上各向同性。

[0079] 简而言之，反射偏振器之一“实施例1”是未使用层倍增器设备制造的，并且仅具有一组微层。此外，使用标准拉幅机将实施例1偏振器定向，使得膜中的双折射微层是双轴双折射的。另一个反射偏振器“比较例1”在设计和构造上与实施例1偏振器类似，但微层中ORU的层厚度分布比实施例1偏振器受到的控制更少，因此光谱可见波长上的光谱透射变化率更大。另一个反射偏振器“比较例2”是使用可在膜中形成三个不同微层的层倍增器设备制备的。类似于实施例1和对比例1，使用标准拉幅机将比较例2偏振器定向，从而形成双轴双折射微层。另一种反射偏振器“比较例3”仅由一组微层制成，但使用抛物线拉伸装置进行定向，从而形成单轴双折射微层。这些反射偏振器的样品从它们各自的膜片的中心部分和边缘部分获得，如下所述。实施例1、比较例2和比较例3的反射偏振器代表已在美国出售超过一年的反射偏振器产品。然而，申请人并不知道实施例1反射式偏振器曾经以玻璃上构造的形式（例如，以具有吸收偏振器的层合件形式）出售或使用。

[0080] 实施例1.

[0081] 在用于制造实施例1偏振器的两种交替聚合物材料中，双折射聚合物是由90摩尔% 萘二甲酸酯和10摩尔% 对苯二甲酸二甲酯组成的共聚酯（在此称为90/10coPEN），其中100% 二醇是乙二醇。各向同性聚合物是58重量% 的PETg GN071（得自田纳西州金斯波特的伊士曼化工公司（Eastman Chemical Company, Kingsport, TN））和42重量% 的90/10coPEN的共混物。对于633nm的光，该共聚物具有约1.593的各向同性折射率。使用275层送料区块和制膜设备共挤出这两种聚合物材料，所用设备与美国专利6,783,349（Neavin等人）中所描述的类似，不同的是没有使用层倍增器设备。使用设置在送料区块内的轴杆加热器来控制275层（约137个ORU）的层厚度分布，使其与目标单调光学厚度分布基本匹配，共挤出过程中沿其长度动态调节加热器的温度分布，以使目标层厚度分布几乎没有误差。本文称为实施例1偏振器的最终偏振膜包括位于微层的正面和背面的由PETg GN071构成的光学上厚的表层，该表层形成暴露于空气中的膜的最外层。将实施例1偏振器在如上所述的标准拉幅机中以约6:1的横向拉伸比和1:1的机器方向（纵向）拉伸比，并以约60%/秒的速率定向。对于这种膜，预热区（在其中膜在进行基本拉伸之前被加热）的温度为312°F，拉伸区（在其中膜被拉伸）的温度为287°F，热定形区（在其中膜在拉伸区之后仍然被拉幅夹夹持）的温度为290°F。在热定形区中，膜在横向上松弛0.3%，机器方向上的长度无变化。

[0082] 实施例1的偏振器具有约30微米的成品膜厚度，其中每个外表层具有约1微米的厚度。

[0083] 比较例1.

[0084] 比较例1偏振器以与实施例1偏振器相同的方式制备，不同的是：(a) 各向同性聚合物是上述的PETg GN071材料（其对于633nm光的折射率为1.563，低于实施例1的各向同性聚合物），并且 (b) 轴杆加热器的温度分布未按照与实施例1相同的方式进行调整。这导致275层（约137个ORU）的层厚度分布曲线未被优化以基本上匹配实施例1的目标单调光学厚度分

布,这进而导致更加高度变动的透射光谱,以及在倾斜角下的更多彩的外观。比较例1偏振膜在标准拉幅机中被定向成在横向为约6:1,在机器方向(纵向)上为约1:1。

[0085] 比较例1的偏振器具有约32微米的成品膜厚度,其中每个外表层具有约1微米的厚度。

[0086] 比较例2.

[0087] 在用于制造比较例2的偏振器的两种交替的聚合物材料中,双折射聚合物为聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)。各向同性聚合物是由55摩尔%萘二甲酸酯和45摩尔%对苯二甲酸二甲酯组成的共聚酯(在此称为coPEN 55/45HD),其中96摩尔%的二醇是乙二醇,8摩尔%的二醇是己二醇。将这两种聚合物材料共挤出成具有总共275层的交替层布置,并将挤出物送入3:1层倍增器装置,该装置将挤出物分开并将三个挤出物组分(包)彼此层叠在一起。通过使用轴杆加热器系统来管理各个包的层厚度分布,以避免在特定厚度处过多数量的微层或ORU,从而避免对于任何特定波长具有反射率峰值。将所得的浇铸幅材在标准拉幅机中进一步加工并拉伸至约6:1的横向拉伸比以及1:1的机器方向(纵向)拉伸比。这产生了具有约825个总微层的反射偏振膜,分成三个各自具有275个微层(约137个ORU)的不同微层,其间具有如上所述的光学厚保护边界层(PBL),以及由外主表面处的PETg GN071材料构成的光学厚表层。

[0088] 比较例2的偏振器具有约94微米的成品膜厚度,其中每个外表层具有约7微米的厚度,并且每个PBL具有约4微米的厚度。

[0089] 比较例3.

[0090] 在用于制造比较例3的偏振器的两种交替聚合物材料中,双折射聚合物为90/10coPEN。各向同性聚合物是由可得自位于沙特阿拉伯利雅得(Riyadh, Saudi Arabia)的沙特基础工业公司(SABIC)的85重量%的Xylex EXXX0282和得自伊士曼化工公司(Eastman Chemical Co.)的15重量%的PETg GN071组成的共聚物。这两种聚合物材料以交替层布置共挤出,共275个层,在单包成品膜中成为275个微层(约137个ORU)。使用设置在送料区块内的轴杆加热器来控制275层的层厚度分布,使其与目标单调光学厚度分布基本匹配,共挤出过程中沿其长度动态调节加热器的温度分布,以使目标层厚度分布几乎没有误差。如美国专利6,949,212(Merrill等人)中所述,将该浇铸幅材进一步加工并用抛物线拉伸设备拉伸,其横向拉伸比约为6:1,并且机器方向(纵向)拉伸比约为0.5:1(即,在机器方向上减小到其长度的1/2),以产生具有275个总微层的成品反射偏振膜,所述总微层被布置成在外主表面处具有光学厚表层的单个微层。正如在‘212Merrill等人的专利中所述,对于这些多层材料和这种类型的变形,在相邻双折射微层和各向同性微层之间沿y方向和z方向的折射率有很接近的匹配,因此对于任何入射角度的p偏振透光态光,由多层次叠件产生的反射率很小。

[0091] 然后从它们相应的膜幅材上的不同位置取得这四种反射偏振膜的样本,例如,如图3所提出的,并测试这些样本。图9至图14显示了一些测试结果。

[0092] 图9显示了平行于每个反射偏振器样本的阻光轴偏振的垂直入射光的测得透射率。这些测量结果是针对从每个相应膜幅材的中心部分取得的反射偏振膜样本。曲线900是实施例1的反射偏振器的样本的测得透射率。曲线901,902和903分别是比较例1、比较例2和比较例3的反射偏振器的样本的测得透射率。

[0093] 图10是与图9的针对相同的四种反射偏振器样本的曲线图类似的曲线图,但是针对平行于每个此类偏振器的透光轴而偏振的垂直入射光。因此,曲线1000是实施例1的样本的测得透射率,并且曲线1001,1002和1003分别是比较例1、比较例2和比较例3的样本的测得透射率。

[0094] 垂直入射时也通过视觉观察来评价偏振膜。来自图9和图10的四种反射偏振器样本中的每一种使用白光照明在垂直入射时观察(其从相应膜幅材的中心部分取得),并且这些偏振器样本中的每一种在透射中呈现出很少颜色或没有颜色。也就是说,当在白光源和观察者的眼睛之间放置给定的偏振器样本时,在垂直入射时,偏振器样本基本上不改变光源的白色外观。对于从每种相应膜幅材的边缘部分取得的实施例1的反射偏振器、比较例1的反射偏振器、比较例2的反射偏振器和比较例3的反射偏振器的样本,发现也是如此。

[0095] 就其感知颜色而言,反射偏振器的更困难的测试是反射偏振器在显著斜角下的外观。在倾斜的观察角度下,厚度方向(z方向)上微层之间的任何折射率差异变得显著,并且还会发生透射光谱向较短波长的漂移。图11、图12和图13示出了在以下观察或照明几何条件下测量的四种测试的反射偏振器的各种样本的透射光谱:在60度极角下,对于包含膜的z轴和y轴(透光轴)的入射平面(基准平面)中的光,测试每个样本的光谱透射率,该光在该入射平面内被偏振(即p偏振)。(此外,在每种情况下,测试的膜被取向成使得其微层的厚侧面朝向分光光度计的光源。)通过这种几何形状,膜外部聚合物/空气界面处的菲涅耳反射很小或可以忽略不计。

[0096] 图11示出了对于在图9和图10中使用的每个反射偏振膜样本,即从相应膜幅材的中心部分取得的膜样本(参见,例如图3中的膜样本321c)的如上所述的60度p偏振透射光谱。因此,曲线1100是针对来自实施例1的反射偏振器的此类样本,曲线1101是针对来自比较例1的反射偏振器的此类样本,曲线1102是针对来自比较例2的反射偏振器的此类样本,并且曲线1103是针对来自比较例3的反射偏振器的此类样本。

[0097] 比较例3的样本(曲线1103)显示出非常高的透射率,其由于在y方向和z方向上均有层间折射率匹配(通过单轴双折射微层实现)以及控制良好的层厚度分布而具有少量变异。实施例1的样本(曲线1100)和比较例2的样本(曲线1102)在整个可见光区域显示出较低的透射率,这可以通过在制造这些膜时使用标准拉幅机,从而产生双轴双折射和z方向上显著的层间折射率差异来解释。然而,曲线1100和1102的相对小的光谱变化率表明这些样品的微层中的微层和ORU具有良好的层厚度控制和良好定制的层厚度分布。比较例1的样本(曲线1101)由于膜中使用的较低折射率的各向同性聚合物而具有比其他样品低的平均透射率,但除此之外,曲线1101在可见波长区域内变化率很大,这指示高感知颜色。

[0098] 对于从400nm至700nm的至少一些波长,曲线1100在从70%至85%透射率的范围内。曲线1100在从400nm至500nm的整个波长范围内也小于90%。

[0099] 计算曲线1100至1103的高频变化率值 $\Delta$ ,其中三次多项式在每种情况下被用作最佳拟合曲线,并且其中计算在从400nm至700nm的波长范围内进行。结果如下:曲线1100、1101、1102和1103的 $\Delta$ 分别是0.0118、0.0515、0.0216和0.0043。这些结果与膜样本在60度几何形状下的视觉观察一致:比较例3的样本呈现出最少量的颜色,实施例1和比较例2的样本呈现出比比较例3更多的颜色,但仍然有一定量的在某些显示应用中可以接受的颜色,而比较例1呈现出最多的颜色。注意,实施例1的样本(曲线1100)的 $\Delta$ 小于0.08,并且小于

0.05,但是至少为0.01。

[0100] 为了研究在膜幅材的不同区域处的空间变化的影响,还对取自相应膜幅材的边缘的反射偏振器的样本进行测量。

[0101] 图12是在与图11相同的测量条件下测得的光谱透射率的曲线图,但在图12中,膜样本从相应膜幅材的第一边缘部分取得,参见例如图3中的膜样本321a。因此,曲线1200是针对来自实施例1的反射偏振器的此类样本,曲线1201是针对来自比较例1的反射偏振器的此类样本,曲线1202是针对来自比较例2的反射偏振器的此类样本,并且曲线1203是针对来自比较例3的反射偏振器的此类样本。

[0102] 图13是在与图11和图12相同的测量条件下测得的光谱透射率的曲线图,但在图13中,膜样本从相应膜幅材的第二边缘部分取得,参见例如图3中的膜样本321b。因此,曲线1300是针对来自实施例1的反射偏振器的此类样本,曲线1301是针对来自比较例1的反射偏振器的此类样本,曲线1302是针对来自比较例2的反射偏振器的此类样本,并且曲线1303是针对来自比较例3的反射偏振器的此类样本。

[0103] 图12和图13的曲线图遵循类似于图11的趋势。因此,对于从膜幅材的边缘取得的样本,比较例3在可见波长范围内仍然表现出最高和最平滑的透射率。比较例1仍然表现出最低的平均透射率和最大的光谱变化率,并因此表现出颜色。并且实施例1和比较例2仍然显示出中间透射率,其在可见区域内的光谱变化率大于比较例3的光谱变化率,但小于比较例1的光谱变化率。

[0104] 图12和图13中的曲线的高频变化率 $\Delta$ 以与上面结合图11所述相同的方式计算。结果如下:曲线1200、1201、1202和1203的 $\Delta$ 分别是0.0383、0.0918、0.0421和0.0049,并且曲线1300、1301、1302和1303的 $\Delta$ 分别是0.0516、0.0607、0.0339和0.0059。这些结果与这些边缘附近膜样本在60度几何形状下的视觉观察一致:比较例3的样本呈现出最少量的颜色,实施例1和比较例2的样本呈现出比比较例3更多的颜色,但仍然有一定量的在某些显示应用中可以接受的颜色,而比较例1呈现出最多的颜色。

[0105] 还通过使用透明光学粘合剂层将反射偏振器粘结到吸收偏振器来制造各种反射偏振膜的层合件,例如,如图7中示意性示出的。吸收偏振器是得自日本东京三立株式会社(Sanritz (Tokyo, Japan))的HL C2-5618S。光学粘合剂与得自三立株式会社(Sanritz)的HL C2-5618S偏振器一起提供。在吸收偏振器和反射偏振器之间没有气隙,并且这些偏振器被取向使得它们的透光轴基本上对准,并且使得它们的阻光轴也基本上对准。在反射偏振器与吸收偏振器之间没有设置光漫射层或光漫射结构,并且在层合件中完全没有包括光漫射层。用从反射偏振器幅材的中心部分取得的反射偏振器样本和从幅材的边缘部分取得的样本制作此类层合件。

[0106] 在这些层合件中,吸收偏振器对于通过反射偏振器本身观察到的透射光谱具有相对较小的影响,并且对此类光谱的变化率具有相对较小的影响。这在图14中示出。在图中,曲线1401是对于在包括z轴和y轴(透光轴)的平面中以60度极角入射的p偏振光,从膜幅材的中心部分取得的比较例1反射偏振器的样本的透射光谱。使用这种反射偏振器和吸收偏振器来制造如之前段落所述的层合件。测量此类层合件的透射光谱,并且其如曲线1401a所示。

[0107] 目视检查各种层合件,包括观察在y-z平面中以60度极角入射的p偏振光的透射中

的层合件,得出的结论与反射偏振膜本身的观察结果一致。具体地讲,就实施例1的反射偏振器中所用的层合件而言,该层合件呈现出比用比较例3的反射偏振器制成的层合件更多的颜色,但是就某些显示应用而言,此类层合件的颜色量仍处于可接受的水平。

[0108] 制造第二层合件,该层合件不仅包括反射偏振器和吸收偏振器,而且包括玻璃层,如图8中示意性示出的那样。在这些第二层合件中,玻璃层是取自由美国加利福利亚州库比蒂诺的苹果电脑公司(Apple, Inc., Cupertino, CA)制造的iPad4设备的LC面板的背面板。而且,在这些第二层合件中:吸收偏振器和反射偏振器之间没有气隙;偏振器被取向成使得它们的透光轴基本上对准,并且使得它们的阻光轴也基本上对准;在反射偏振器与吸收偏振器之间没有设置光漫射层或光漫射结构,并且在层合件中完全没有包括光漫射层。

[0109] 目视检查第二层合件,包括观察在y-z平面中以60度极角入射的p偏振光的透射中的层合件,并且在整个显示器设置为白色输出颜色的操作iPad4设备中观察该膜,得出的结论与反射偏振膜本身的观察结果一致。具体地讲,就实施例1的反射偏振器中所用的第二层合件而言,该层合件呈现出比用比较例3的反射偏振器制成的第二层合件更多的颜色,但是就某些玻璃上显示应用而言,此类第二层合件的颜色量仍处于可接受的水平。

[0110] 以下为本公开的实施方案的非全面列表。

[0111] 项目1为一种层合件,包括:

[0112] 仅具有一组微层的反射偏振器,一组微层通过光学干涉反射并透射光,微层被构成限定第一透光轴、第一阻光轴和垂直于第一透光轴和第一阻光轴的第一厚度轴;以及

[0113] 具有第二透光轴和第二阻光轴的吸收偏振器,该吸收偏振器附接到反射偏振器而在所述吸收偏振器和所述反射偏振器之间没有气隙,并且使得第一透光轴和第二透光轴基本上对准;

[0114] 其中微层包括交替的第一微层和第二微层,第一微层是双轴双折射的;

[0115] 其中对于在包括第一透光轴和第一厚度轴的基准平面中以60度的极角入射的p偏振光,隔离的反射偏振器由光谱透射率来表征,其中

[0116] (a) 对于从450nm至700nm的至少一些波长,光谱透射率具有从70%至90%范围内的值;以及

[0117] (b) 在从400nm至700nm的波长范围内的高频光谱变化率 $\Delta$ 小于0.08。

[0118] 项目2为根据项目1所述的层合件,其中在反射偏振器与吸收偏振器之间没有设置光漫射层或光漫射结构。

[0119] 项目3为根据项目1所述的层合件,其中层合件没有任何光漫射层或光漫射结构。

[0120] 项目4为根据项目1所述的层合件,还包括设置在反射偏振器与吸收偏振器之间的光漫射层或光漫射结构,该光漫射层或光漫射结构具有小于30%的雾度。

[0121] 项目5为根据项目1所述的层合件,其中该层合件还包括玻璃层,吸收偏振器设置在反射偏振器与玻璃层之间的层合件内。

[0122] 项目6为根据项目5所述的层合件,其中玻璃层是液晶显示器(LCD)面板的部分。

[0123] 项目7为根据项目1所述的层合件,其中高频光谱变化率 $\Delta$ 是光谱透射率相对于形式为 $a_0+a_1\lambda+a_2\lambda^2+a_3\lambda^3$ 的最佳拟合曲线的标准偏差。

[0124] 项目8为根据项目1所述的层合件,其中在从400nm至700nm的波长范围内的 $\Delta$ 小于0.05。

[0125] 项目9为根据项目8所述的层合件,其中在从400nm至700nm的波长范围内的 $\Delta$ 为至少0.01。

[0126] 项目10为根据项目1所述的层合件,其中对于在基准平面中以60度极角入射的p偏振光在从400nm至500nm的整个波长范围内的光谱透射率小于90%。

[0127] 项目11为根据项目1所述的层合件,其中反射偏振器为反射偏振器幅材的中心部分。

[0128] 项目12为根据项目1所述的层合件,其中反射偏振器为反射偏振器幅材的边缘部分。

[0129] 项目13为根据项目1所述的层合件,其中第一微层中的至少一些具有分别沿第一阻光轴、第一透光轴和第一厚度轴的折射率 $n_x, n_y, n_z$ ,并且其中 $|n_y - n_z| > 0.05$ ,并且其中 $|n_x - n_y| > 0.08$ 。

[0130] 项目14为根据项目1所述的层合件,其中反射偏振器具有小于50微米的物理厚度。

[0131] 项目15为根据项目14所述的层合件,其中反射偏振器的物理厚度在从20微米至40微米的范围内。

[0132] 项目16为根据项目1所述的层合件,其中该层合件基本上由反射偏振器、吸收偏振器和粘合剂层组成,所述粘合剂层将反射偏振器粘结到吸收偏振器。

[0133] 除非另外指明,否则本说明书和权利要求书中用来表示数量、特性量度等的所有数值都应当理解为由术语“约”修饰。因此,除非有相反的指示,否则本说明书和权利要求书中列出的数值参数均为近似值,这些近似值可以根据本领域内的技术人员利用本专利申请的教导内容想要获得的所需特性而改变。并非旨在将等同原则的应用限制在权利要求书范围内,至少应该根据所记录的有效数位的数目且通过应用惯常的四舍五入法来理解每个数值参数。虽然给出本发明宽范围的数值范围和参数是近似值,但就任何数值均在本文所述的具体示例中列出来来说,这些近似值都是按尽量合理的精确程度记录的。然而,任何数值可包括与测试或测量限制相关联的误差。

[0134] 在不脱离本发明的实质和范围的前提下,对本发明进行的各种修改和更改对于本领域的技术人员来说将显而易见,并且应当理解,本发明不应当限于本文示出的例示性实施方案。除非另外指明,否则读者应该假设一个公开的实施方案的特征也可应用于所有其它公开的实施方案。应该理解,所有本文引用的美国专利、专利申请公布及其他专利和非专利文档都以其不与上述公开抵触的程度通过引用的方式并入。

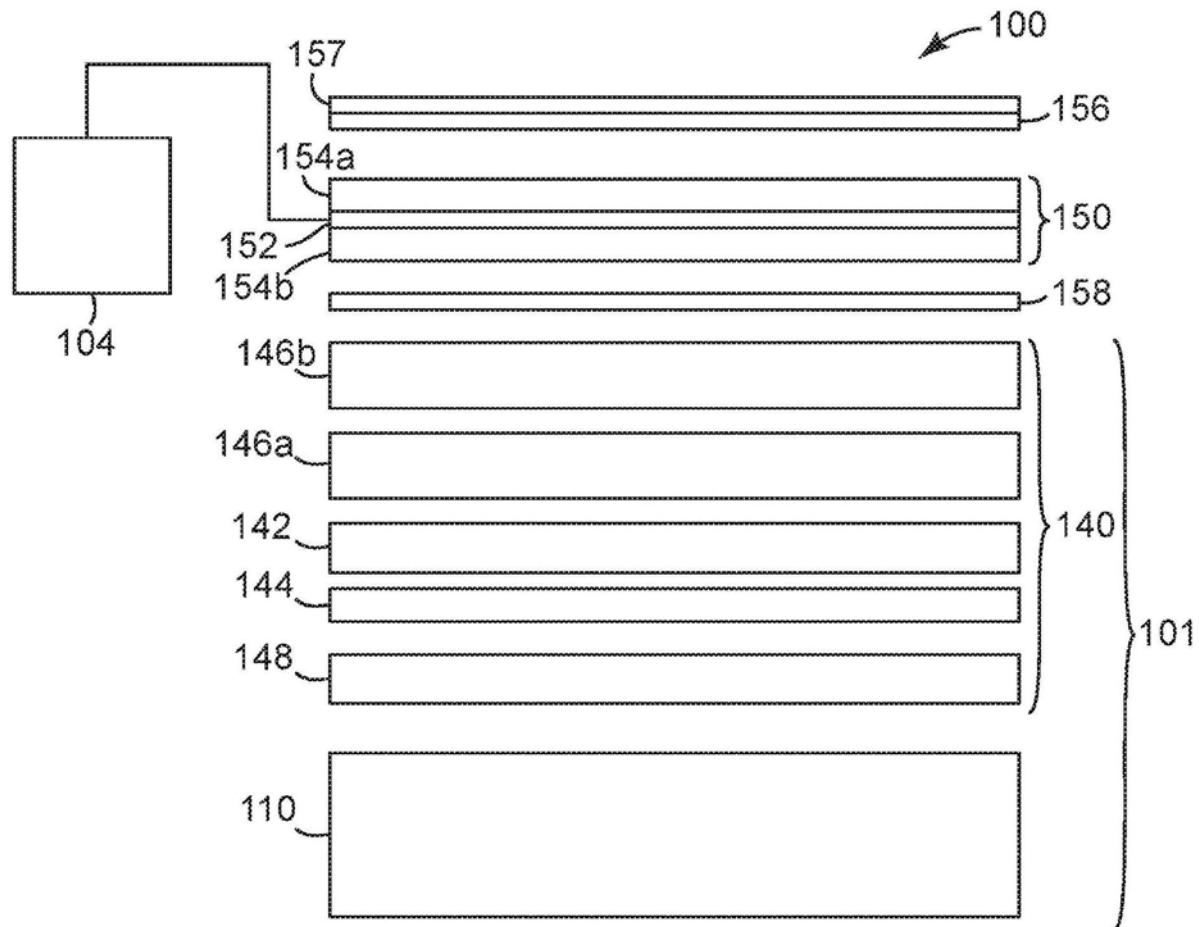


图1

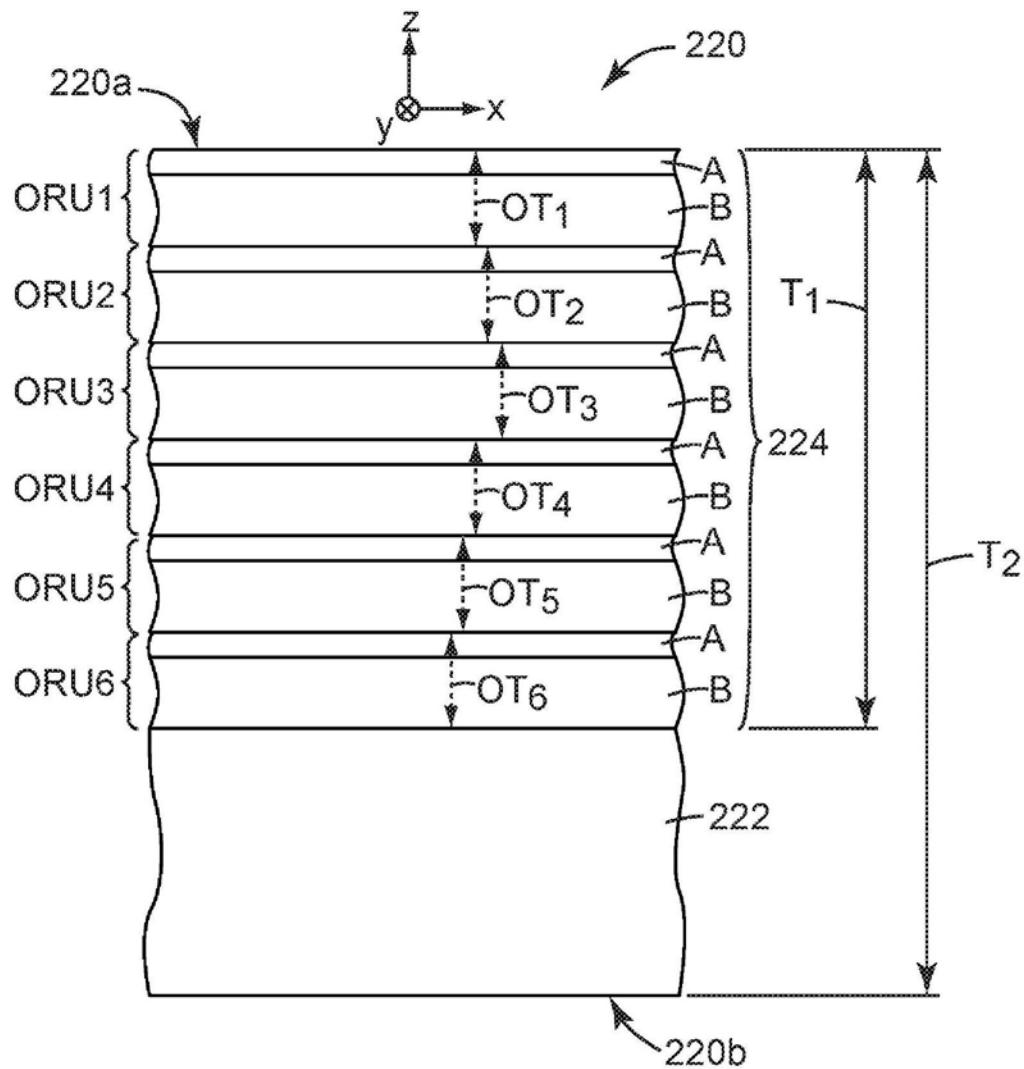


图2

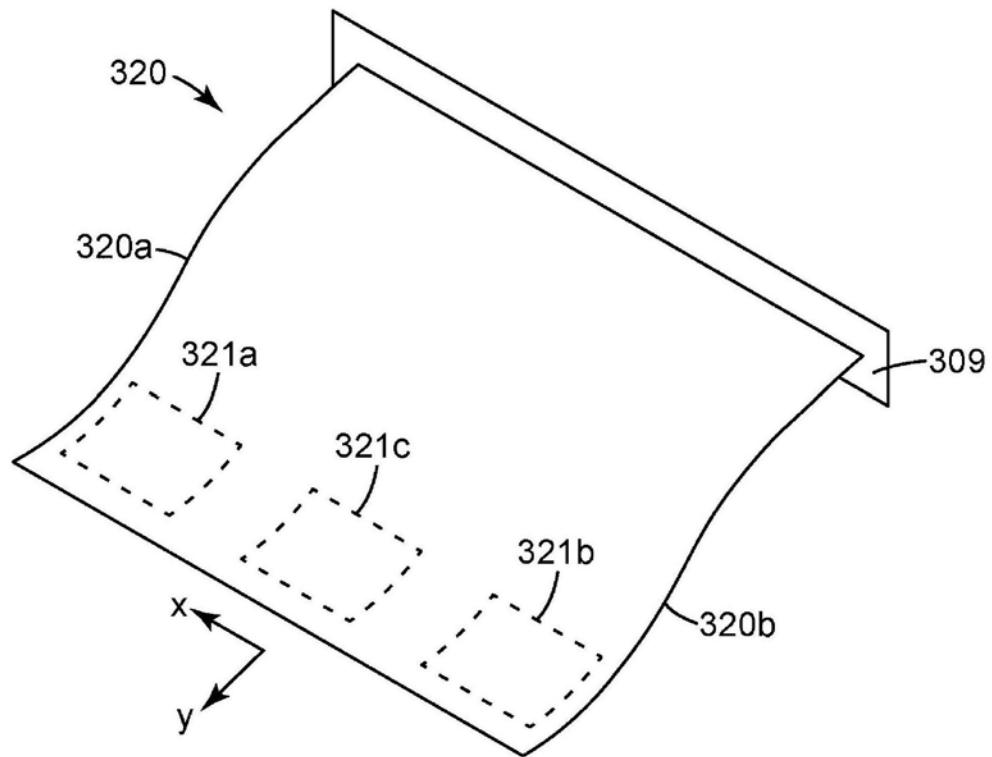


图3

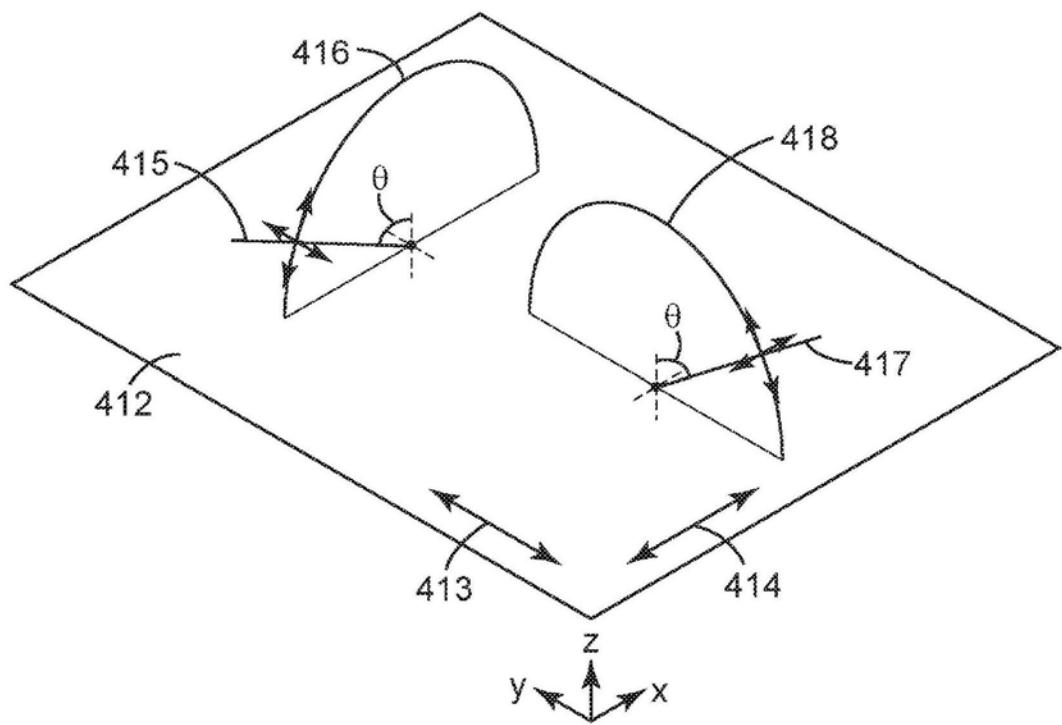


图4

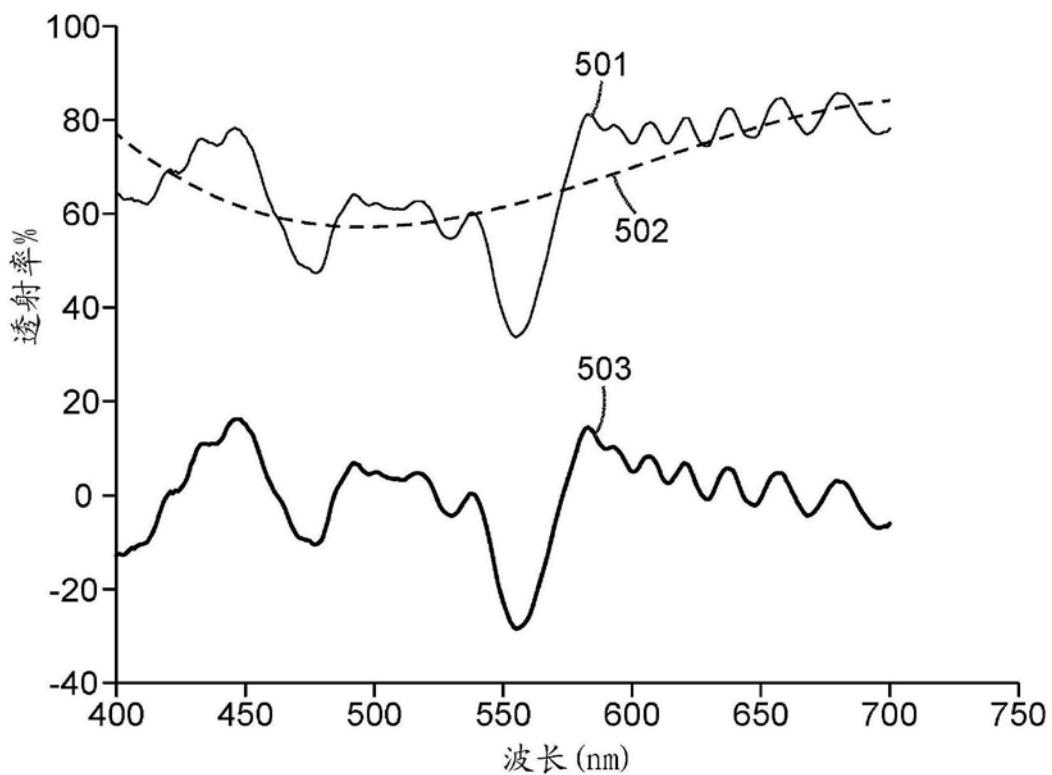


图5

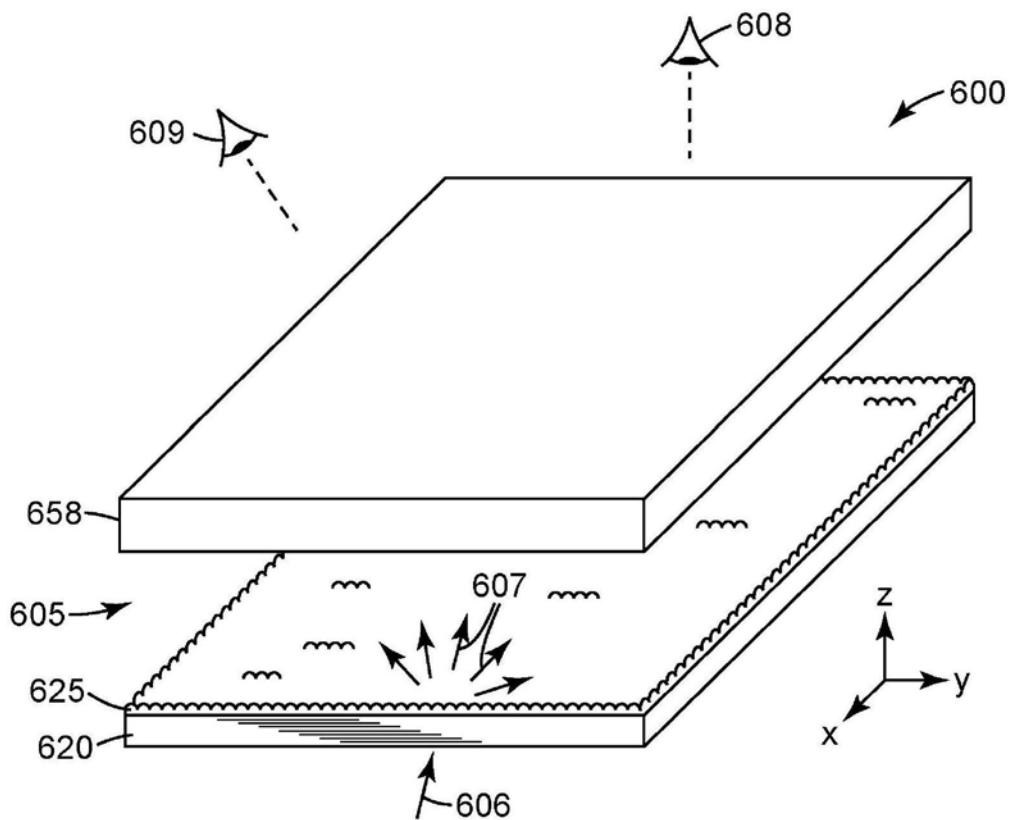


图6

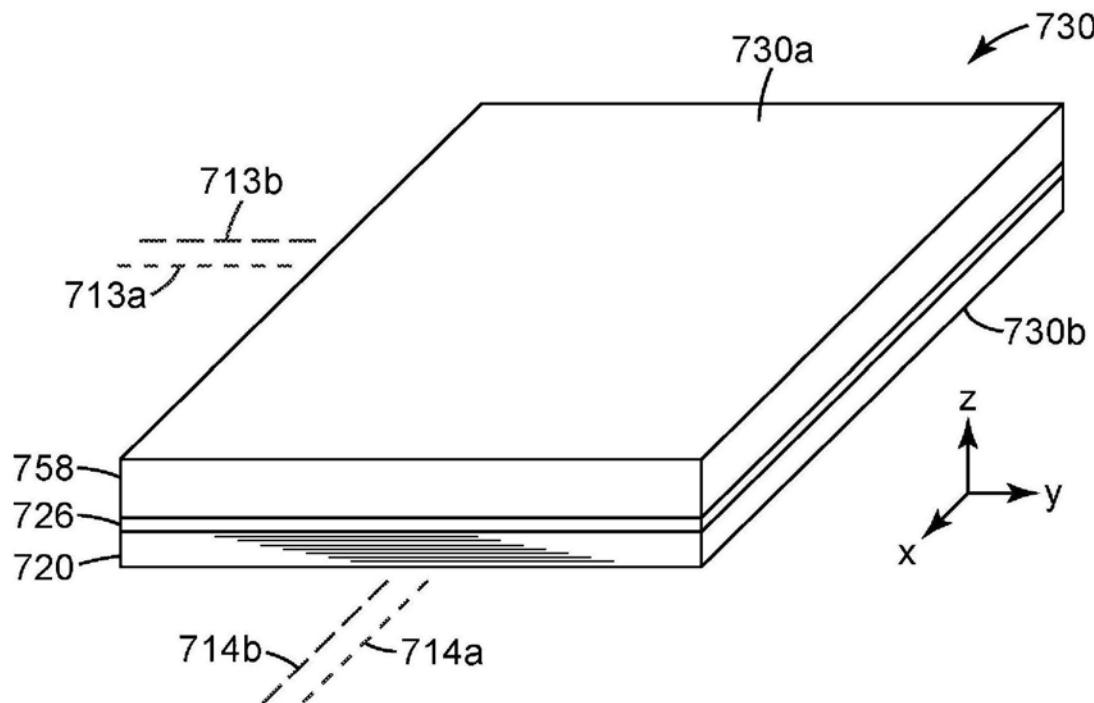


图7

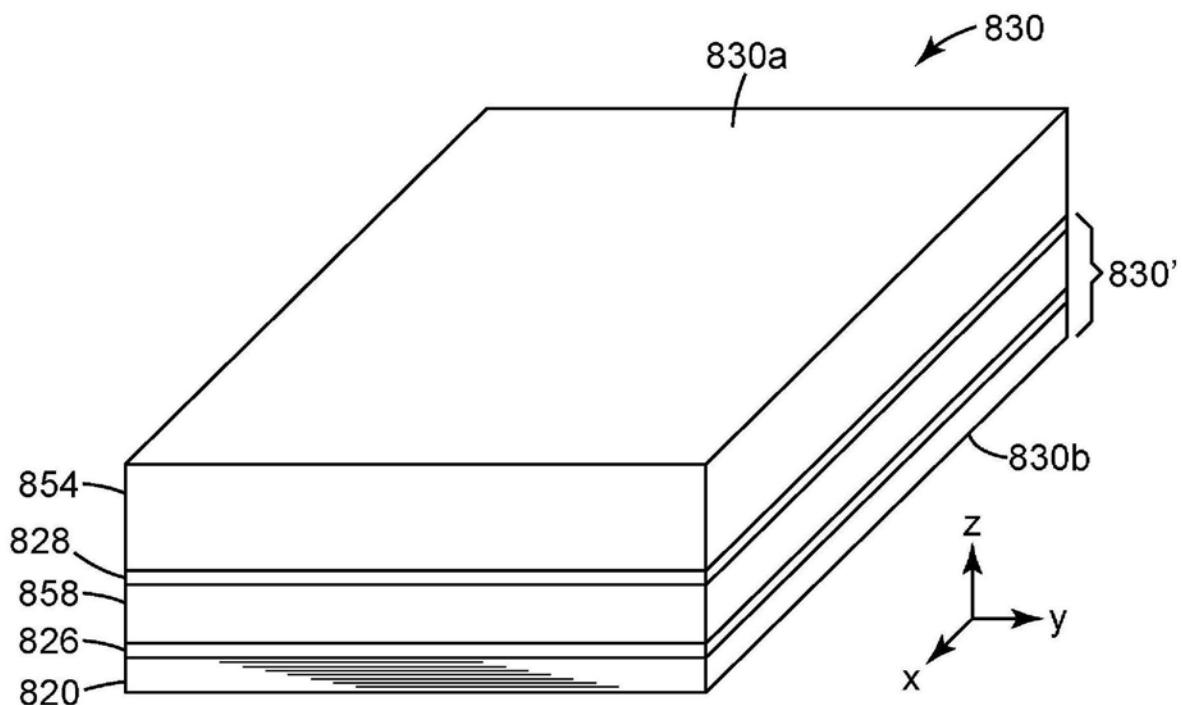


图8

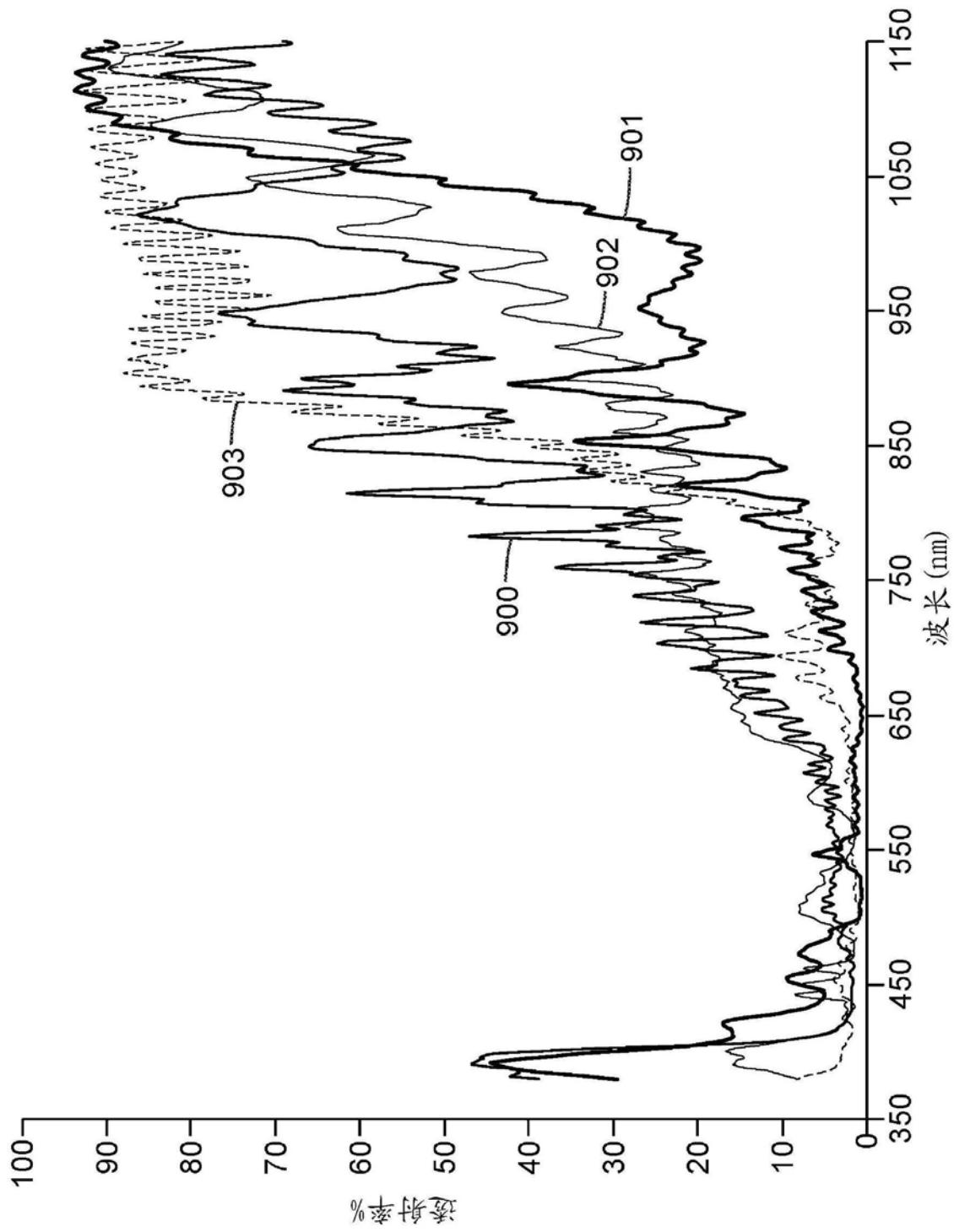


图9

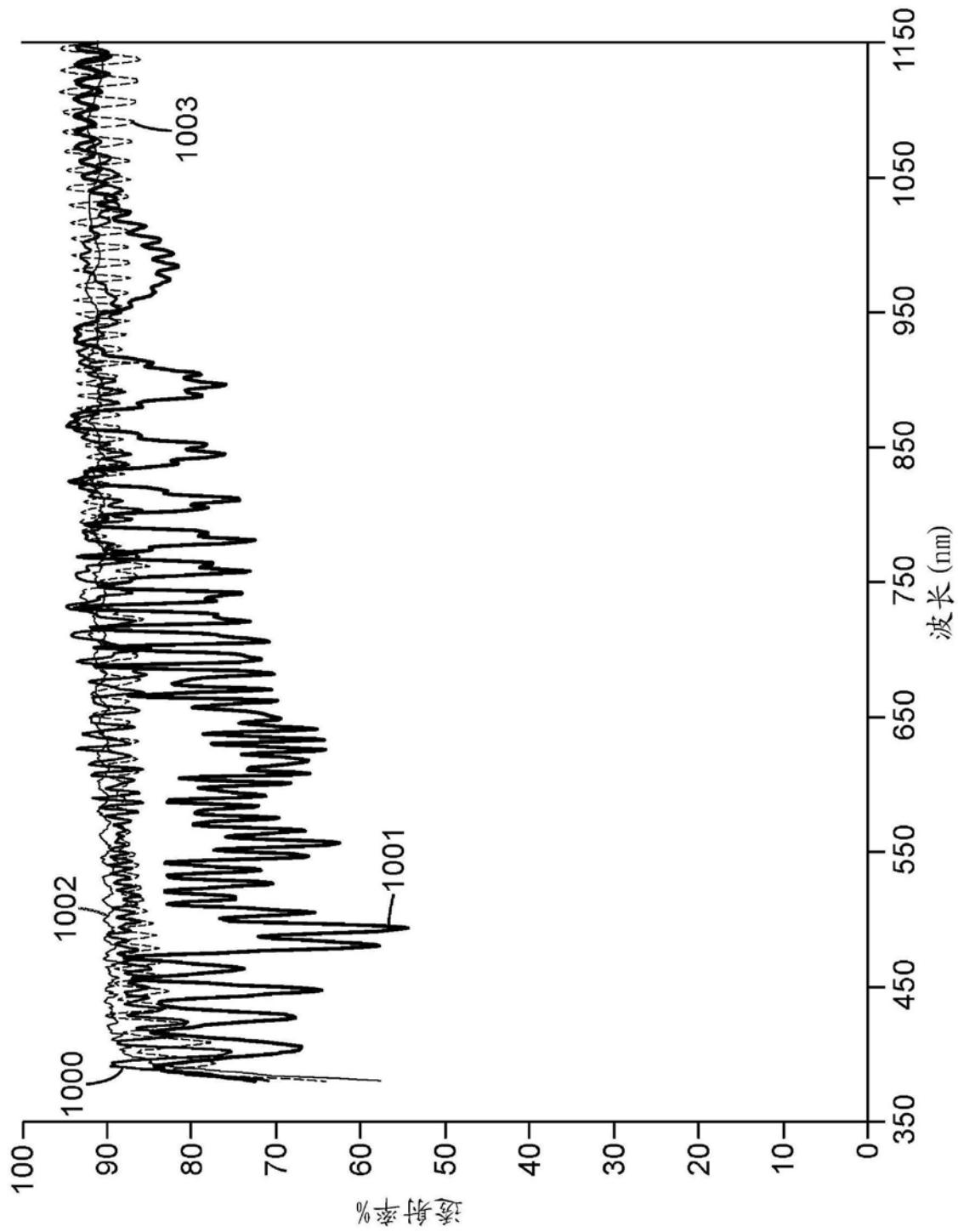


图10

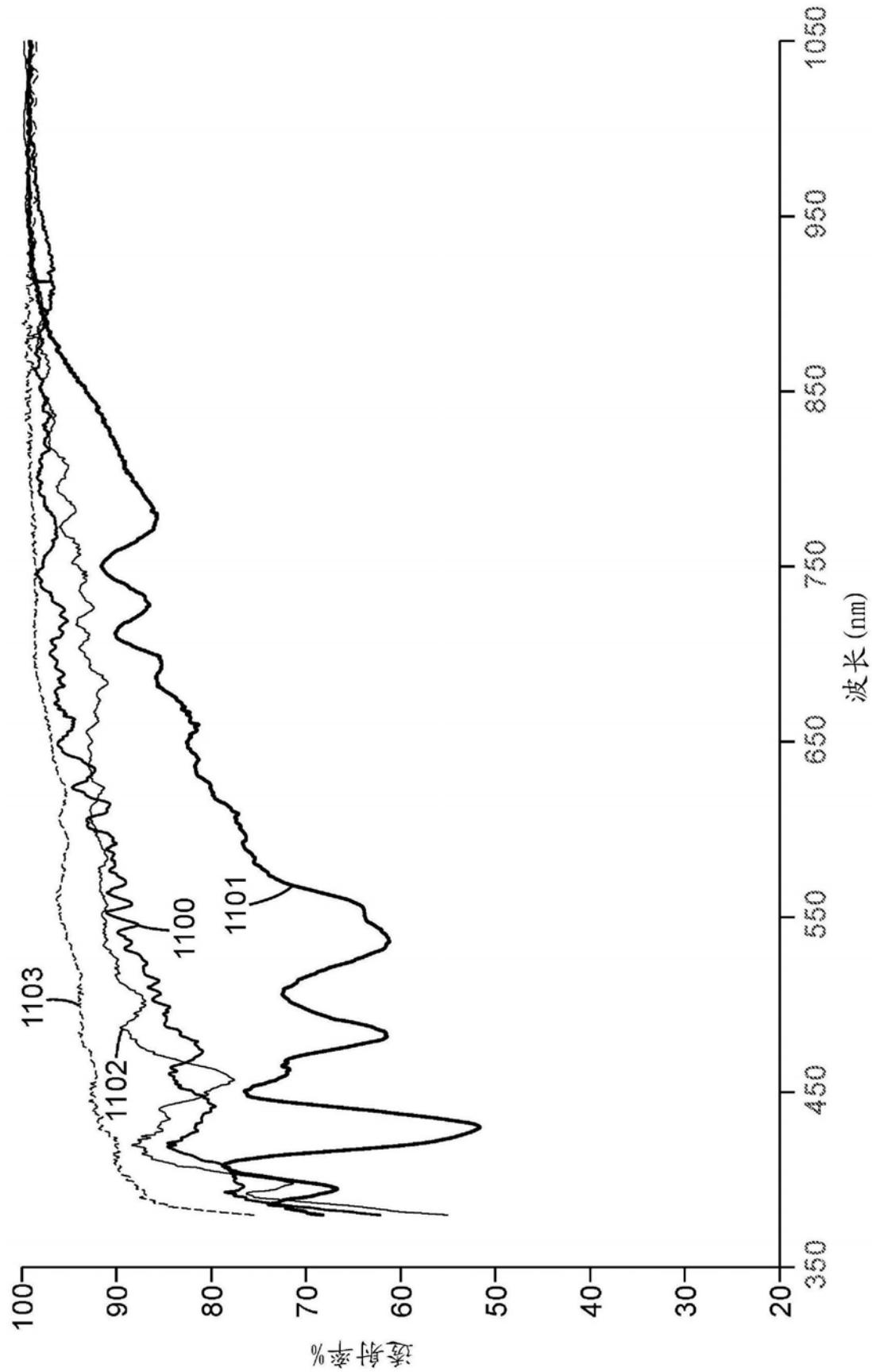


图11

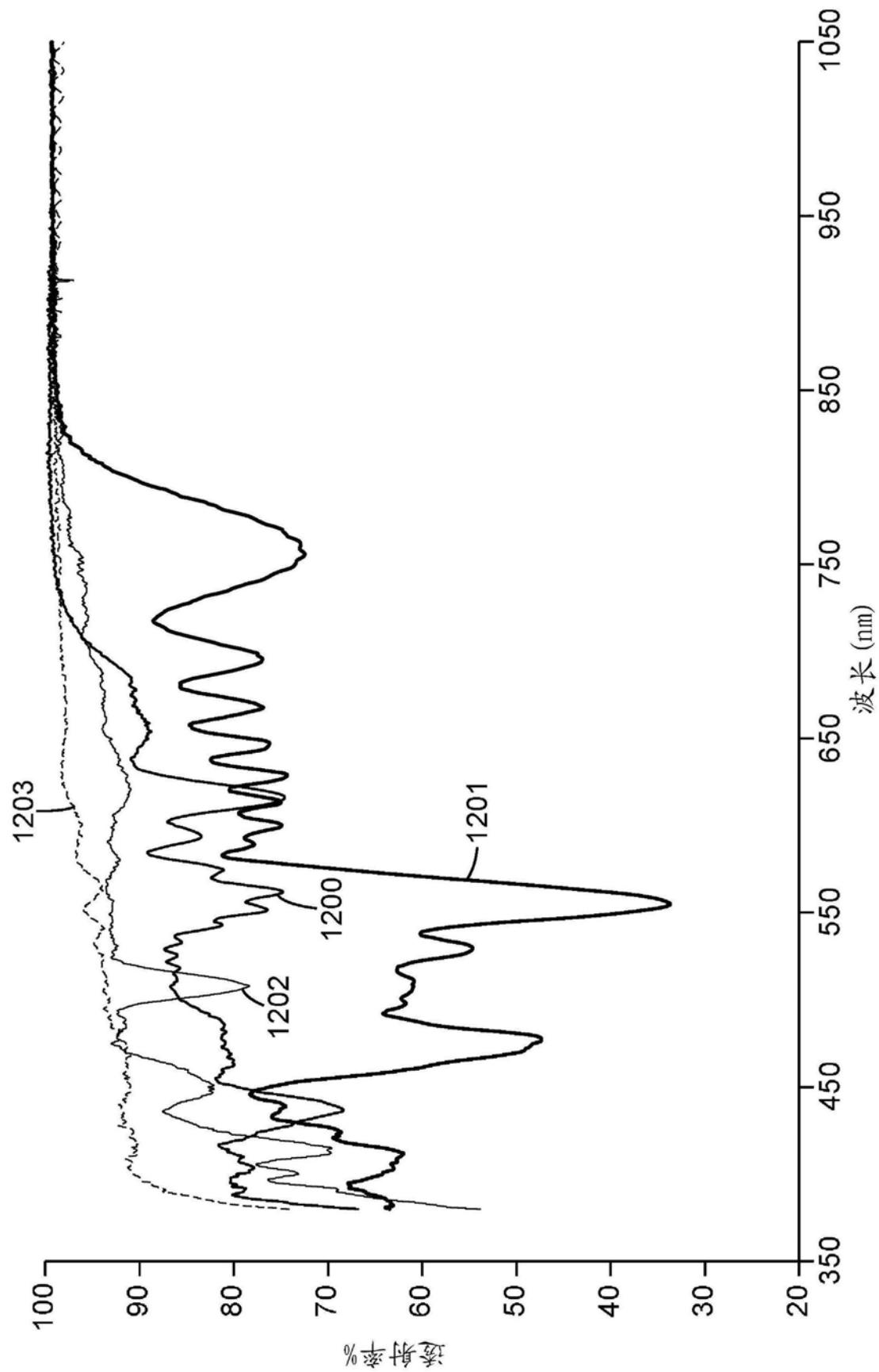


图12

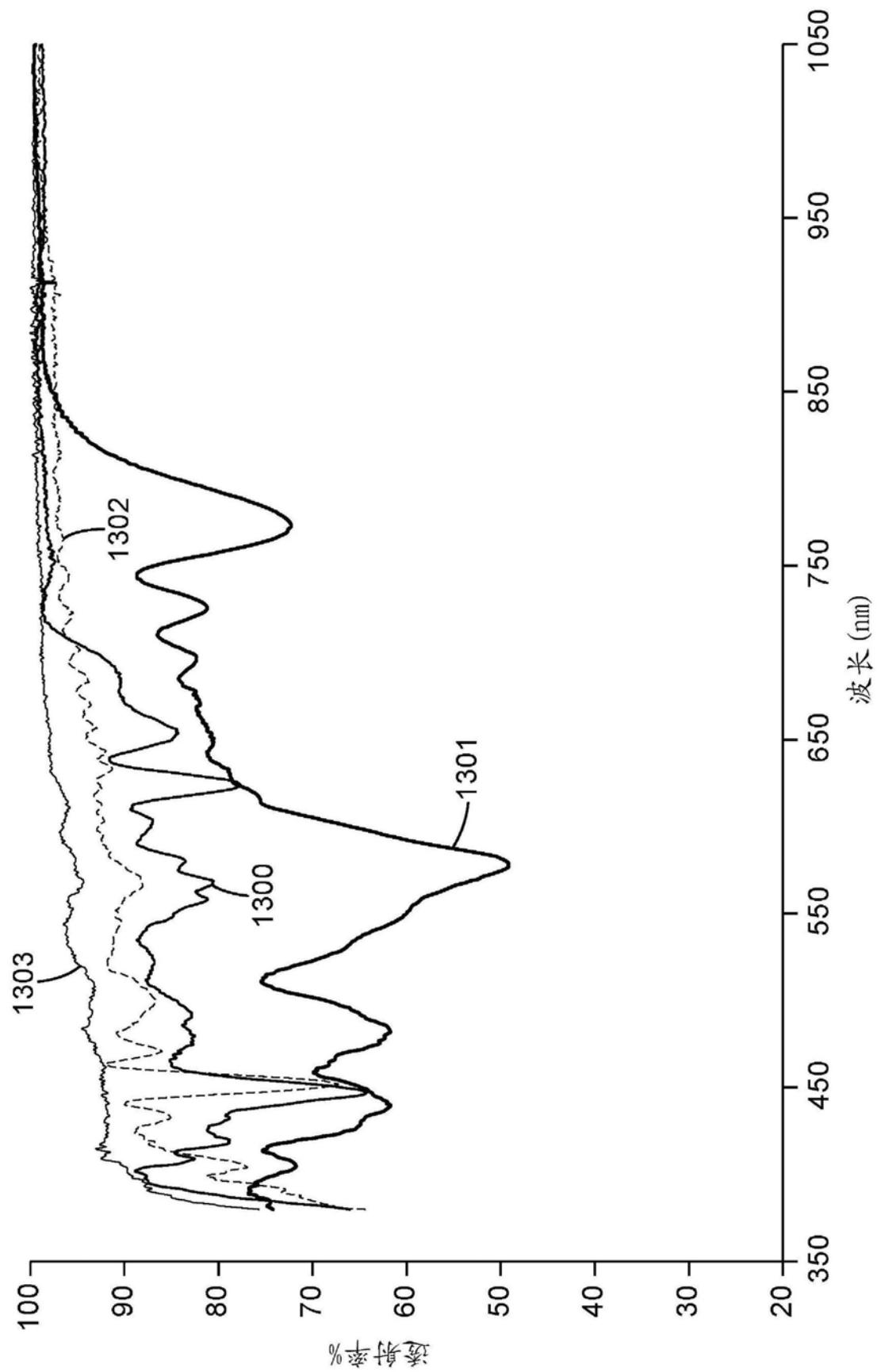


图13

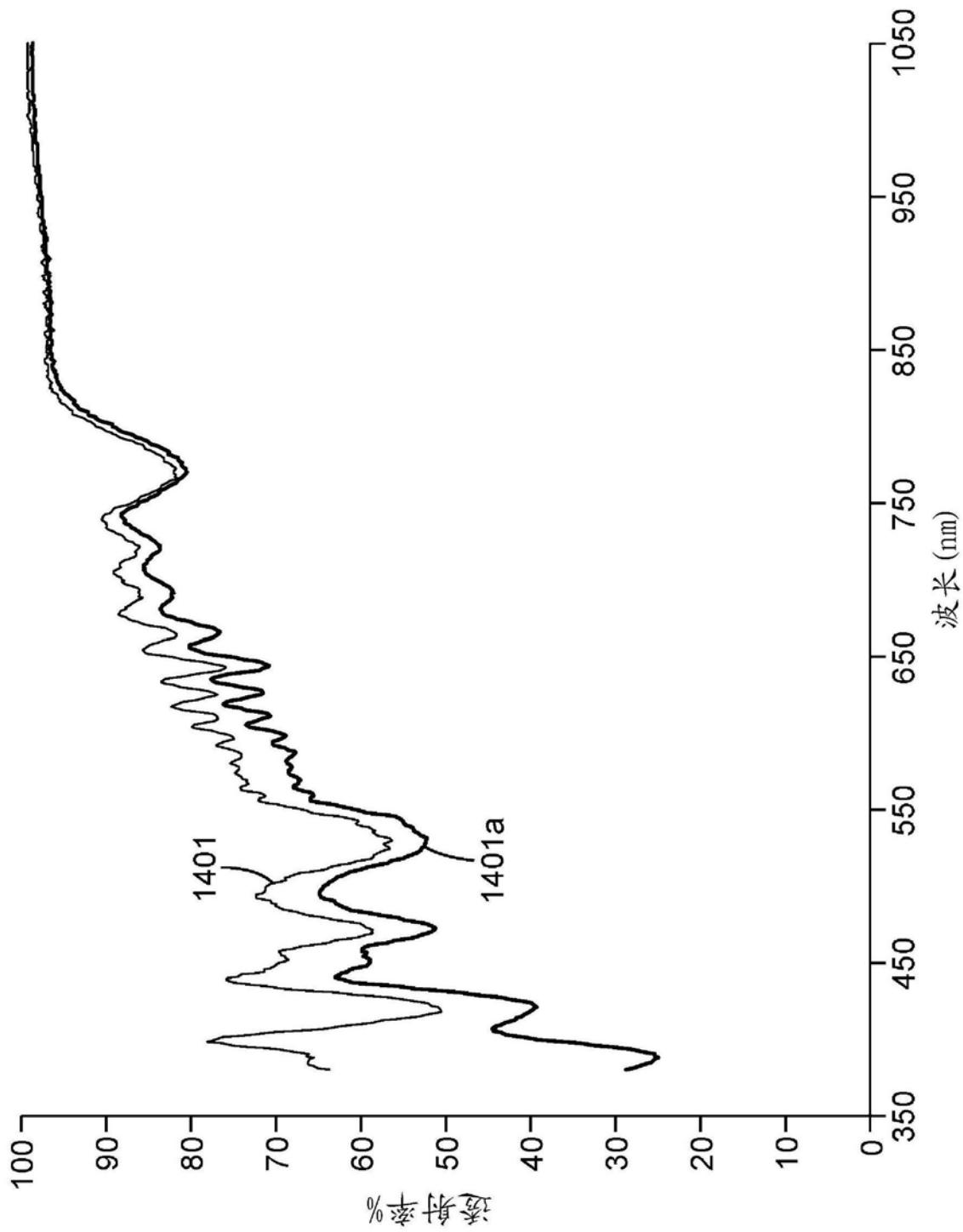


图14