

[19]中华人民共和国专利局

[51]Int.Cl⁶

G02B 5/30

G02F 1/1335



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 96195829.4

[43]公开日 1998 年 8 月 26 日

[11] 公开号 CN 1191610A

[22]申请日 96.5.16

[30]优先权

[32]95.6.26 [33]US[31]08/494,978

[86]国际申请 PCT/US96/07080 96.5.16

[87]国际公布 WO97/01780 英 97.1.16

[85]进入国家阶段日期 98.1.24

[71]申请人 美国3M公司

地址 美国明尼苏达州

[72]发明人 斯蒂芬J·威利特 迈克尔F·韦伯

安德鲁J·乌德科克 詹姆斯M·琼扎

[74]专利代理机构 上海专利商标事务所

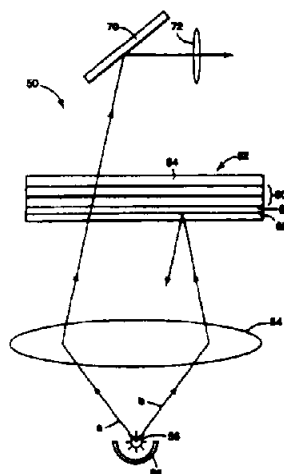
代理人 张政权

权利要求书 3 页 说明书 10 页 附图页数 7 页

[54]发明名称 采用多层光学薄膜偏振片的液晶显示投影系统

[57]摘要

一种液晶显示 (LCD) 投影系统 (50), 包括投影面板 (52)、光源 (56) 和反射器 (58)。投影面板包括 LCD (60) 以及在 LCD 一侧上的偏振片 (64) 和在另一侧上的反射偏振片 (62)。反射偏振片是一种相邻材料层 (41, 43) 的对 (44) 的多层叠层。每一个层对在反射偏振片平面内的第一方向上在相邻的层之间显现折射率差, 在反射偏振片平面内的与第一方向正交的第二方向上在相邻的层之间基本不显现折射率差。将四分之一波片 (66) 固定到反射偏振片上。来自光源的光线根据其偏振特性或是穿过反射偏振片到达 LCD 上, 或是被返回到光源。被反射偏振片反射的光被反射器反射, 再次返回到 LCD。利用四分之一波片和反射器有助于使通常被看作是被浪费掉的光重复循环, 同时降低 LCD 中的热积累。



权 利 要 求 书

1.一种液晶显示投影系统(10), 包括:

投影面板(12), 所述面板包括:

液晶显示体(20);

一对二向色性偏振片(22, 24), 其特征在于: 邻近所述显示体每个侧面设置一个偏振片;

把光照在所述面板上的光源(16); 及

设置在光源与面向光源的二向色性偏振片之间的由多层光学薄膜(36)组成的反射预偏振片(26), 所述的薄膜包括相邻材料层的对(44)的多层叠层, 每一个层对在反射偏振片平面内的第一方向上在相邻的层(41, 43)之间显现折射率差, 在反射偏振片平面内的与第一方向正交的第二方向上在相邻的层之间基本不显现折射率差。

2.如权利要求1所述的液晶显示投影系统, 其特征在于: 所述的薄膜包括半晶萘二羧酸聚酯与另一种聚合物交替层叠的多层膜。

3. 如权利要求1所述的液晶显示投影系统, 其特征在于: 进一步包括:

设置在光源与反射预偏振片之间的四分之一波片(28); 及

设置在光源的与面板相对一侧面上的反射器(18)。

4. 如权利要求1所述的液晶显示投影系统, 其特征在于: 进一步包括: 设置在液晶显示体与液晶显示体与光源相对一侧上的二向色性偏振片之间的反射偏振片, 所述的反射偏振片包括一由相邻材料层的对(44)多层层叠组成的多层光学薄膜(36), 每一个层对在反射偏振片平面内的第一方向上在相邻的层(41, 43)之间显现折射率差, 在反射偏振片平面内的与第一方向正交的第二方向上在相邻的层之间基本不显现折射率差。

5.一种液晶显示投影系统(50), 包括:

投影面板(52), 所述面板包括:

液晶显示体(60);

在所述显示体一个侧面上设置的第一偏振片(64);

在所述显示体另一个侧面上设置的第二偏振片(62), 它是一个反射偏振片, 其特征在于: 第二偏振片包括一由相邻材料层的对(44)多层叠层组成的多层

光学薄膜(36)，每一个层对在反射偏振片平面内的第一方向上在相邻的层(41，43)之间显现折射率差，在反射偏振片平面内的与第一方向正交的第二方向上在相邻的层之间基本不显现折射率差；及

把光照在第二偏振片的光源(56)。

6. 如权利要求 5 所述的液晶显示投影系统，其特征在于：进一步包括设置在第一偏振片与液晶显示体之间的第三偏振片，它是一种反射偏振片，所述的第三偏振片包括相邻材料层的对(44)的多层叠层，每一个层对在反射偏振片平面内的第一方向上在相邻的层(41，43)之间显现折射率差，在反射偏振片平面内的与第一方向正交的第二方向上在相邻的层之间基本不显现折射率差。

7. 如权利要求 5 所述的液晶显示投影系统，其特征在于：所述的第一偏振片是一种包括相邻材料层的对(44)的多层叠层的反射偏振片，每一个层对在反射偏振片平面内的第一方向上在相邻的层(41，43)之间显现折射率差，在反射偏振片平面内的与第一方向正交的第二方向上在相邻的层之间基本不显现折射率差。

8. 如权利要求 7 所述的液晶显示投影系统，其特征在于：进一步包括：

设置在光源与第二偏振片之间的四分之一波片(66)；及

设置在光源的与面板相对一侧面上的反射器(58)。

9. 一种液晶面板，包括：

液晶显示体(60)；

固定到该显示体一侧上的第一偏振片(64)；

固定到该显示体另一侧上的第二偏振片(62)；它是一种反射偏振片，其特征在于：所述的第二偏振片包括一由相邻材料层的对(44)多层叠层组成的多层光学薄膜(36)，每一个层对在反射偏振片平面内的第一方向上在相邻的层(41，43)之间显现折射率差，在反射偏振片平面内的与第一方向正交的第二方向上在相邻的层之间基本不显现折射率差；及

固定到所述第二偏振片上的四分之一波片(66)。

10. 一种架空投影器(132)，其特征在于它依次包括：

投影灯(122)；

会聚透镜(124)；

固定到所述会聚透镜上的四分之一波片(126)；及

固定到所述四分之一波片上的反射偏振片(128)，所述的反射偏振片包括一由

相邻材料层的对(44)多层叠层组成的多层光学薄膜(36), 每一个层对在反射偏振片平面内的第一方向上在相邻的层(41, 43)之间显现折射率差, 在反射偏振片平面内的与第一方向正交的第二方向上在相邻的层之间基本不显现折射率差。

11.一种液晶显示投影系统(140), 其特征在于它依次包括:

架空投影器(142);

设置在所述投影器上的接合器面板(150), 所述接合器面板包括四分之一波片(144)和反射偏振片(146), 所述的反射偏振片包括一由相邻材料层的对(44)多层叠层组成的多层光学薄膜(36), 每一个层对在反射偏振片平面内的第一方向上在相邻的层(41, 43)之间显现折射率差, 在反射偏振片平面内的与第一方向正交的第二方向上在相邻的层之间基本不显现折射率差; 及

设置在所述接合器面板上的液晶显示投影面板(148), 所述的投影面板包括一液晶显示体和设置在所述显示体相对两侧上的一对二向色性偏振片。

说明书

采用多层光学薄膜偏振片的液晶显示投影系统

发明领域

本发明总的涉及液晶显示投影系统，更具体地涉及含有多层光学薄膜偏振片的液晶显示投影系统。

发明背景

液晶显示(LCD)投影系统与其竞争的技术相比，具有图象面积大、结构紧凑、易于安装、重量轻、成本低等优点。LCD是由数千个小图象元，即像素组成的，这些像素或是“开”、“关”、或是“部分地开”。通过对各个像素作适当处理，通常是施加电场，由LCD显示图象。在扭转向列(TN)LCD的情况下，如果一个特定像素是“开”的，那么，当线偏振光线在穿过该像素时，其相位和偏振保持不变。然而，如果该像素是“关”的，那么，该光线被旋转，即相位被调整，使其偏振角改变 90° 。如果该像素是“部分地开”，那么光线的旋转将小于 90° 。可以把“开”的像素指定为代表黑或是白。如果“开”的像素被指定为代表黑，那么“关”的像素被指定为代表白，反之亦然。“部分开”的像素代表灰的阴影。在LCD上设置偏振片，使穿过像素的光的偏振状态转变成适量透射(黑、白、或灰)。

在超扭转向列(STN)LCD的情况下，光学效应是由“开”、“关”、或是“部分开”的像素各具有一种特征双折射颜色的双折射效应产生的。如果采用“蓝色的模式”，“关”的像素将具有蓝色，而“开”的像素将是奶白色。如果采用“黄色的模式”，“关”的像素是黄色，“开”的像素是蓝灰色。可在STN LCD与其一个偏振片之间增加一薄膜，使显示的彩色中性化，即把彩色显示转变为黑白显示。

目前的LCD投影系统通常采用强制空气或液体进行冷却，以保护对温度敏感的液晶材料。即使在利用“热”或“冷”的反射镜从照明中基本去除红外成分时，被两个传统二向色性偏振片中第一个偏振片所吸收的约55-60%可见光也会对层叠在其上的LCD加热。在把灯、LCD、电子电路和投影光学系统装入一个

紧凑单元中的许多 LCD 投影器中，为了降低 LCD 的导热，不把第一个偏振片层叠在 LCD 上，但是必须对偏振片本身进行致冷。此外，所有的 LCD 投影系统都存在光利用率低(彩色 LCD 通常 3-5 % 是透射的)的不足，因此，常常需要用更亮的灯来传送良好的屏幕照明。然而，更亮的灯不仅增加成本和功耗，而且加重上述的加热问题。

发明概要

于是，本发明提供一种带有显示面板的液晶显示投影系统，它更易于进行致冷、提高照明度、并能接受比现行系统更宽的光线角度。该系统包括在 LCD 两个侧面上设置二向色性偏振片的投影面板。在邻近一个二向色性偏振片处设置一反射预偏振片。使光线指向反射预偏振片并穿过 LCD 和二向色性偏振片。在一个实施例中，在光源与反射预偏振片之间设置一四分之一波片，在光源之后设置一反射器。

反射预偏振片较佳地是一种具有几对交替层叠的多层光学聚合物薄膜。每一个层对，在反射偏振片平面内的第一方向上在相邻的层之间显现折射率差，在反射偏振片平面内的与第一方向正交的第二方向上在相邻的层之间基本不显现折射率差。这样一种薄膜具有若干个由半晶萘二羧酸聚酯与另一种聚合物交替层叠的层。二向色性偏振片较佳地被固定到显示器上。反射预偏振片较佳地被固定到一个二向色性偏振片上。在反射预偏振片与光源之间设置一聚光透镜，如菲涅耳透镜。

本发明的另一个实施例提供一种包括投影面板、光源和反射器的 LCD 投影系统。投影面板包括带有偏振片(例如在一侧上的二向色性偏振片和在面向光源一侧上的反射偏振片)的 LCD。将一个四分之一波片固定到类似于上述反射预偏振片的反射偏振片上。

本发明还提供一种在 LCD 的一个侧面上有一偏振片，在另一个侧面上有反射偏振片的 LCD 面板。

本发明的还有一个目标是对准包括投影灯、菲涅耳透镜、固定到该菲涅耳透镜上的四分之一波片、以及固定到该四分之一波片上的反射偏振片(如上所述)的架空投影器。这使人们能够接受本发明的好处同时采用标准的 LCD 面板进行投影。

在另一实施例中，本发明的目标是对准包括架空投影器、置于该投影器上的接合器面板、以及置于该接合器面板上的 LCD 面板的 LCD 投影系统。接合器面板包括上述的四分之一波片和反射偏振片。接合器面板使人们能够接受本发明的好处同时采用标准的投影器和标准的 LCD 面板。

附图简述

图 1 是本发明一实施例的侧视图。

图 2 是本发明另一实施例的侧视图。

图 3-4 是本发明又一些实施例的侧视图。

图 5 是表明如何测量本发明显示亮度的侧视图。

图 6 是表明图 5 所示系统的宽接受角度范围的光学模型所产生的图。

图 7 是本发明所用反射偏振片的透视图。

图 8 示出例 1 中所述的反射偏振片的光学性能。

图 9 和 10 分别示出例 3 和 4 中所述的反射偏振片的光学性能。

详细描述

图 1 示出本发明的液晶显示投影系统。系统 10 包括面板 12、会聚透镜 14、光源 16、任选的反射器 18、任选的平面反射镜 30、和投影透镜 32。面板 12 包括液晶显示(LCD)20、第一二向色性偏振片 22、第二二向色性偏振片 24、反射预偏振片 26、和任选的四分之一波片 28。二向色性偏振片 22 和 24 设置在 LCD20 的相对两侧。预偏振片 26 位于第一二向色性偏振片 22 与光源 16 之间，任选的四分之一波片 28 位于反射预偏振片 26 与光源之间。让 **a** 代表穿过第一二向色性偏振片 22 的偏振状态。反射预偏振片 26 也被对准，从而它也通过 **a**-偏振光。

由会聚透镜 14 对光源 16 发射的发散光线进行会聚。具有偏振 **a** 的光线穿过反射预偏振片 26 和第一二向色性偏振片 22，接着被 LCD20 中的像素所调整，即改变相位，然后被第二二向色性偏振片 24 透射，达到 LCD 中的相位变化所能达到的极度。以后光线被反射镜 30 反射，穿过投影透镜 32，进入观看屏幕(未示出)。具有与偏振 **a** 相垂直的偏振 **b** 的光线被反射预偏振片 26 部分反射。

如果反射预偏振片 26 是一个“理想”的偏振片，那么，它将 100 % 地反射 **b**

偏振的光线，因此，无需第一偏振片 22。然而，反射预偏振片 26 的偏振效率通常低于理想偏振片的效率，例如，约为 80 %。即使反射预偏振片 26 比理想情况差到偏振效率大于 0 的程度，但是，通过降低第一偏振片 22 的吸收光量(通过在 **b** 偏振光到达第一偏振片前反射一部分 **b** 偏振光)，反射预偏振片 26 对降低面板 12 内的热积累也起到作用。

上述配置的好处在于能够降低被第一偏振片 22，也就是面板 12 吸收的热量。尽管穿过反射预偏振片 26 的光线不是相互平行的，而是会聚的，情况也是如此。因此，只需要一个会聚透镜。在另一个实施例中，在二向色性偏振片 24 与 LCD 20 之间设置一个第二反射偏振片(未示出)。

然而，如上所述，被反射预偏振片 26 反射的光线可能被浪费。通过在邻近反射预偏振片 26 的与 LCD 20 相对一侧处放置一四分之一波片($1/4\lambda$)28，以及在光源 16 的与面板相对一侧处设置一反射器 18，可以使这些光线“重新循环”， $1/4\lambda$ 波片 28 的光轴在 45° 角度下指向预偏振片 26 的光轴。在这种情况下，被反射预偏振片 26 反射的 **b**-偏振光在通过 $1/4\lambda$ 波片 28 后变为右或左(手型性)的圆偏振光。当这个圆偏振光被反射器 18 反射时，它变为反向旋转的圆偏振光。当它以正向再次通过 $1/4\lambda$ 波片 28 时，它变为 **a**-偏振线偏振光，因此，穿过反射预偏振片 26 和第一二向色性偏振片 22，对增大系统 10 的亮度起到作用。

图 2 示出本发明的液晶显示投影系统的另一实施例。系统 50 包括面板 52、会聚透镜 54、光源 56、任选的反射器 58、任选的平面反射镜 70、和投影透镜 72。面板 52 包括 LCD 60、二向色性偏振片 64、反射偏振片 62、和任选的四分之一波片 66。二向色性偏振片 64 和反射偏振片 62 设置在 LCD 60 的相对两侧。四分之一波片 66 位于反射偏振片 62 与光源 56 之间， $1/4\lambda$ 波片 66 的光轴在 45° 角度下指向反射偏振片 62 的光轴。

由会聚透镜 54 对光源 56 发射的发散光线进行会聚。具有偏振 **a** 的光线穿过四分之一波片 66 和反射偏振片 62，接着，被 LCD 60 中的像素所调整，即改变相位，然后被二向色性偏振片 64 透射，达到 LCD 中相位变化所能达到的极度。以后，光线被反射镜 70 反射，穿过投影透镜 72，进入观看屏幕(未示出)。

具有与偏振 **a** 相垂直的偏振 **b** 光线被反射偏振片 62 所反射，在通过 $1/4\lambda$ 波片 66 后变为右或左手型性的圆偏振光。如上所述，当这个圆偏振光被反射器 58 反射时，它变为反向旋转的圆偏振光。当它以正向再次通过 $1/4\lambda$ 波片 66 时，它

变为 a-偏振线偏振光，因此，穿过反射偏振片 62，对增大系统 50 的亮度产生作用。

在另一个实施例中，在二向色性偏振片 64 与 LCD 60 之间可以设置一个第二反射偏振片(未示出)。在另一个实施例中，二向色性偏振片 64 可以被反射偏振片所替代。

图 3 示出本发明的投影系统 120 的第三个实施例。系统 120 由 LCD 面板 130(它包括 LCD 每一个侧面上的二向色性偏振片)和架空投影器 132 构成。投影器 132 包括投影灯 122、反射器 132、会聚透镜 124、四分之一波片 126、和反射偏振片 128，如图 3 所示。反射偏振片 128 与 LCD 面板 130 的取向应当这样，即反射偏振片的偏振轴与 LCD 面板中面向反射偏振片的二向色性偏振片的偏振轴是平行的。反射偏振片 128 与四分之一波片 126 的取向应当这样，即它们的偏振轴相差 45° 。

系统 120 的优点在于它允许标准 LCD 面板与依照本发明制造的投影器一起使用。当把一个传统的透明片(替代 LCD 面板)放在投影器台上时，投影器提供的光透射比比具有内置的二向色性偏振片的投影器有所提高。

图 4 示出本发明的实施例 4 的投影系统 140。该系统 140 是由架空投影器 142、接合器面板 150 和 LCD 面板 148(它包括在 LCD 每一个侧面上的二向色性偏振片)组成的。接合器面板 150 是由四分之一波片 144 和反射偏振片 146 构成的，如图 4 所示，它们的光轴相互间相差 45° 。反射偏振片 146、LCD 面板 148 和四分之一波片 144 应当以上述的系统 120 的方式来定向。系统 140 的优点在于，由于使用了本发明的接合器面板，它允许标准的 LCD 面板与标准的投影器一起使用。

在以上的实施例中，LCD 可以是任何一种依赖于偏振的液晶显示器，它可以包括两个坚固的或柔性的基底，如塑料或玻璃。偏振片 22、24 和 64、以及在 LCD 面板 130 和 148 中所含的偏振片较佳地是吸收染料型二向色性偏振片，相互间的取向应当使液晶显示器 20 或 60 以所需模式(通常白或通常黑)工作。会聚透镜 14、54 和 124 较佳地是诸如乙酸丁酸纤维素、聚碳酸酯或丙烯酸一类光学塑料的菲涅耳透镜。架空投影器 142 最好装有会聚透镜。

光源 16、56 和 122、以及在架空投影器 142 中使用的光源可以采用通常使用的白炽灯或气体放电光源。反射器 18 和 58 以及反射镜 30 和 70 可以采用通常

使用的金属或多层电介质一类材料。反射器 18 和 58 可以是球面或椭球面。投影透镜 32 和 72 和四分之一波片 28、66、126 和 144 也是标准的。

图 7 是供本发明反射偏振片使用的较佳反射偏振片 36 的分割的透视图。图 7 包括一限定 x,y 和 z 方向的坐标系 38。反射偏振片 36 是由两种不同材料交替层叠的多层。在图和说明书中,把这两种材料称为材料“A”和材料“B”。材料 A 和材料 B 的相邻两层 41 和 43 包括一个示范层对 44。层对 44 显示,在 x 方向上相邻的层 41 和 43 之间有折射率差,而在 y 方向上相邻的层 41 和 43 之间基本没有折射率差。

在本发明装置的较佳实施例中,反射偏振片各包括材料 A 和 B 交替层叠的多层板,其中每一层的平均厚度小于 0.5 微米。与材料 B 层相邻的材料 A 层包括一种层对。层对的数目较佳地在约 10 至 2000 的范围,约为 200 至 1000 更好。

多层板是通过把材料 A 和 B 共同挤压到一个板中,接着在 x 方向上单轴拉伸而形成的。拉伸比定义为拉伸后的尺寸除以拉伸前的尺寸。拉伸比较佳地在 2:1 至 10:1 的范围,3:1 至 8:1 则更好,4:1 至 7:1,如 6:1 则最好。在 y 方向上未对板作适当拉伸。材料 A 是一种应力感应双折射或折射率随拉伸而变化的聚合物材料。例如,材料 A 的单轴拉伸板在拉伸方向具有折射率 n_{Ax} (例如 $n_{Ax} = 1.88$),在横向方向具有不同折射率 n_{Ay} (例如 $n_{Ay}=1.64$)。材料 A 在拉伸方向与横向方向之间折射率差($n_{Ax}-n_{Ay}$)至少 0.05,较佳地至少 0.10,更好地至少 0.20。材料 B 是一种多层膜在拉伸后其折射率 n_{By} 基本等于 n_{Ay} 的材料。在拉伸时, n_{Bx} 的值较佳地应降低。

在拉伸后,这个实施例的多层板显示,在拉伸方向相邻的层之间折射率差(定义为 $\Delta n_x = n_{Ax} - n_{Bx}$)大。然而,在横向方向相邻的层之间折射率差(定义 $\Delta n_y = n_{Ay} - n_{By}$)基本为 0。这些光学特性会引起多层的叠板起一个反射偏振片的作用,它将使随机偏振的光中平行于图 7 所示透射光轴 40 的偏振成分透射。被反射偏振片 36 透射的部分光称作为具有偏振状态 **a**。未穿过反射偏振片 36 的部分光具有偏振状态 **b**,它与图 7 中所示的消光光轴 42 相对应。消光光轴 42 与拉伸方向 x 平行。因此,**b**-偏振的光会产生折射率差 Δn_x ,这导致其反射。反射偏振片对 **b**-偏振光的反射较佳地至少 50%,更好地至少 90%。第三折射率差, Δn_z ,对控制反射偏振片的离轴反射率是重要的。对于 **b**-偏振光的高消光比和 **a**-偏振光的高透射比,在大入射角度下, $\Delta n_z = n_{Az} - n_{Bz} < 0.5 \Delta n_x$ 是较佳的,小于 $0.2 \Delta n_x$ 则更好,小于

0.01 Δn_x 则最好。

在 1995 年 3 月 10 日申请的题目为“光学薄膜”的申请号为 08/402041 的申请中更详细地描述了这种反射偏振片的光学特性和设计。

一般的专业人员能够选择适于获得所需折射率关系的材料。通常，材料 A 可以在半结晶聚合物材料，如半结晶萘二羧酸聚酯或聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)及其同分异构体(例如，2,6-, 1,4-, 1,5-, 2,7-, 和 2,3-PEN)，中选择；也可以其它半结晶聚合物材料，例如聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚间苯二甲酸乙二醇酯(PEI)、以及 PEN、PET 和 PEI 的共聚物中选择。正如这里使用的，coPEN 包括 PEN 的共聚物，coPET 包括 PET 的共聚物。材料 B 可以是一种半晶或非晶的聚合物材料，如间同(立构)聚苯乙烯(sPS)，以及共聚物，如 coPEN、coPET、和 Eastar 的共聚物，Eastar 是 Eastman 化学公司提供的聚对苯二甲酸环己烷二甲酯商品。上述的 coPEN 也可以是至少一种成分是基于萘二羧酸的聚合物，其它成分是其它聚酯或聚碳酸酯，如 PET、PEN 或 co-PEN，的颗粒掺合物。材料 A 和 B 较佳地选为具有相似的流变特性(如熔体粘度)，以使它们能够被共同挤压。

通过将材料 A 和材料 B 共同挤压，形成一多层膜，然后在所选温度下基本在一个方向上(单轴地)拉伸使薄膜定向，接着任选地在所选温度下加热，可制备出反射偏振片。可允许薄膜在横向拉伸方向(与拉伸方向正交)作尺寸松弛，其范围在横向-拉伸中的尺寸的自然减小(等于拉伸比的平方根)至在横向拉伸中的尺寸没有减小(对应于完全约束)。薄膜可以在机器方向上被拉伸，如用长度定向器时，或者在宽度方向上被拉伸，如用拉幅机时。

显然，一般的专业人员可选择一组工艺变量，如拉伸温度、拉伸比、加热温度和横向-拉伸方向的松弛，来产生具有所需折射率关系的反射偏振片。

在特定的较佳实施例中，多层板包括上述材料 A 和 B 各层对的叠层，其中，叠层被分为一段或多段的层对。把每个段设计成具有对给定带宽的光具有最大反射率的层对，而这种层对的每一个的组合厚度约为带宽中心波长的二分之一。具有不同层对厚度的段的组合，使反射偏振片能够反射较大带宽的光。

例如，多层的板可以包括具有层对的组合厚度在 100nm 至 200nm 之间的十个段。每个段可以包括 10 至 50 个层对。这种偏振片能够反射波长 400-800nm 范围的光。或者，层对的厚度可以连续地从 100 递增到 200nm。

现在参考下列非限定性的例子来描述本发明。所有的测量是近似的。

例 1

通过构造图 5 所示意的系统 100，测量本发明的再循环特性，由此获得亮度增益。系统 100 是由投影器 102、设置在投影器台上的四分之一波片 104、反射偏振片 106、以及二向色性偏振片 108 组成的，如图 5 所示。

四分之一波片 104 是美国宝丽来公司的 $30 \times 30\text{cm}$ 、厚 140 nm 的阻滞薄膜（即， 560nm 的四分之一波片）。二向色性偏振片 108 是美国宝丽来公司的 $30 \times 30\text{cm}$ HN42 型偏振片，投影器 102 是美国 3M 公司的标准透射式架空投影器（3M2150 型）。

反射偏振片 106 包含 601 层，是通过对料片进行拉伸，两天后在拉幅机上使薄膜定向而制成的。在每小时 34 千克的速率下，由一挤压机输送特性粘度为 0.5dl/g （60 重量 % 苯酚/140 重量 % 二氯苯）的聚萘二甲酸乙二醇酯（PEN），在每小时 30 千克的速率下，由另一挤压机输送特性粘度为 0.55dl/g （60 重量 % 苯酚/140 重量 % 二氯苯）的 CoPEN（70 摩尔 %，2,6 NDC（萘二羧酸），30 摩尔 % DMT（对苯二甲酸二甲酯））。PEN 在表层上，它们作为厚的外层通过同一供料头被共挤压并被倍增器所折叠，既作内层由作外层。内外表层包括偏振片总厚度的 8 %。采用这种供料头方法产生 151 层，使其穿过两个倍增器，产生 601 层的压出物。美国第 3565985 号专利描述了类似的共挤压倍增器。所有的拉伸是在拉幅机中完成的。在大约 20 秒内使薄膜预热到约 140°C ，在每秒约 6 % 的速率下从横向方向上拉伸，拉伸率约为 4.4。然后，在加热炉中在 240°C 温度下使薄膜松弛至最大宽度的约 2 %。完成的薄膜的厚度为 46 微米。

图 8 示出薄膜的透射比。曲线 a 表示法向入射下的 a-偏振光的透射比，曲线 b 表示在 60° 入射下的 a-偏振光的透射比，曲线 c 表示在法向入射下的 b-偏振光的透射比。注意：在法向和 60° 入射下的 a-偏振光的透射比是不均匀的，还要注意：在曲线 c 所示的可见光范围（400-700nm）内 b-偏振光的消光是不均匀的。

二向色性偏振片 108 和反射偏振片 106 被取向成使它们的偏振轴呈平行，并被置于四分之一波片 104 之上，它们的光轴与其偏振轴成 45° 。用一个光度计测量投射到屏幕（未示出光学系统和屏幕）上的光。

当四分之一波片位于上述位置时，测得此时的屏幕强度比从系统 100 中取走 $\lambda/4$ 波片 104 时的强度高 15 %。换句话说，插入 $\lambda/4$ 波片同反射偏振片允许利用在未采用反射偏振片时所损失的 15 % 偏振光。这比利用微结构 MacNeille 偏振片

作为反射偏振片的系统所报道的增加 7 % 要更好。见 1993 年 12 月 15 日公布的欧洲专利申请号为 0573905 A1 的专利，转让给 3M 公司。预计更精密的照明系统会增大这个 15 % 再循环率。同样，提高反射偏振片的性能，如在例 3 和例 4 中，也会增大再循环率。

例 2

图 5 中所示的配置用以说明两种不同反射偏振片：多层光学薄膜和微结构 MacNeille 偏振片对入射光的角度依赖关系的光学模拟。

光学模拟的结果示于图 6 中的曲线图 160。在入射光从 -45° 至 $+45^\circ$ 的宽角度范围中，多层光学薄膜的所需偏振的透射比大于 90 % (见图 6 中曲线 162)。相反，在 -5° 至 $+5^\circ$ 的窄的角度范围以外，MacNeille 偏振片的所需偏振的透射比降低到 90 % 以下(见图 6 中曲线 164)。

例 3

构造了本发明用的另一个反射偏振片。反射偏振片包含 603 层，是通过共挤压工艺在一个连续的平面薄膜制备生产线上制造的。在每小时 38 千克的速率下，由一挤压机输送特性粘度为 0.47dl/g 的聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)(60 重量 % 苯酚加 40 重量 % 二氯苯)，在每小时 34 千克的速率下，由另一挤压机输送 CoPEN。CoPEN 是 70 摩尔 % 的 2,6-萘二羧酸二甲酯、15 摩尔 % DMT 和 15 摩尔 % 间苯二甲酸二甲酯与乙二醇的共聚物。设计的供料头可产生 PEN1.22 和 CoPEN1.22 的光学层厚度比率梯度分布的层。这种光学叠层被两个连续的倍增器倍增。倍增器的额定倍增率分别为 1.2 和 1.4。在最后的倍增器与模头之间，加入由上述的相同 CoPEN 组成的表面层，在每小时 48 千克的总速率下由第三个挤压机输送。接着用大约 30 秒时间使薄膜预热到 150°C ，在每秒约 20 % 的初始速率下从横向方向拉伸，拉伸率约为 6。完成的薄膜厚度约为 89 微米。

图 9 示出这种反射偏振片的光学性能。曲线 a 表示法向入射的在非拉伸方向上偏振的光的透射比，曲线 b 表示在 50° 入射角下在入射平面上和偏振面平行于非拉伸方向的光的透射比，曲线 c 表示在法向入射下在拉伸方向上偏振的光的透射比。注意：在非拉伸方向上偏振的光的透射比非常高。曲线 a 在 400-700nm 范围内的平均透射比为 87 %。还要注意：曲线 c 所示的可见光范围(400-700nm)内在拉伸方向上偏振的光的消光非常高。在 400 至 700nm 之间，对于曲线 c，薄膜的平均透射比为 2.5 %。对于曲线 b，%RMS 彩色为 5 %，% RMS 彩色是指在

所关心的波长范围内的透射率的均方根。

例 4

构造了本发明用的又一个反射偏振片。反射偏振片是由 481 层经共挤压的薄膜所构成的，是通过在一次操作中使铸造料片挤压，然后在实验室薄膜拉伸装置中使薄膜定向而制成的。采用供料头的方法，其中使用一个 61 层供料头和三个(2x)倍增器。在最后的倍增器与模头之间加入厚的表面层。在每小时 11.4 千克的速率下，由一挤压机把特性粘度为 0.47dl/g 的聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)(60 重量 % 苯酚加 40 重量 % 二氯苯)输送到供料头。在每小时 11.4 千克的速率下，由另一挤压机输送经乙二醇改性的聚对苯二甲酸亚乙基环己烷二甲酯(Eastman 公司的 PCTG5445)。在 11.4 千克速率下，把上述挤压机的另一个 PEN 流加入作为表面层。铸造料片的厚 0.2mm、宽 30cm。利用实验室拉伸装置使料片单轴定向，该装置在均匀的速率下利用一缩放仪紧夹一部分薄膜并使之在一个方向上拉伸，而在其它方向上允许自由松弛。在缩放仪的两个夹爪之间，被装载的料片样品宽约 5.40cm(非约束方向)、长约 7.45cm。在约 100 °C 下把料片装载到拉伸器中，并使之加热到 135 °C 约 45 秒。然后，在每秒 20 % (基于原始尺寸)下开始拉伸，直至样品被拉伸到约 6:1(基于抓爪-抓爪的测量结果)为止。拉伸后立即通过对其吹室温空气使样品冷却。在中心，发现样品松弛 2.0 倍。

图 10 示出这种多层薄膜的透射比，曲线 **a** 表示法向入射下的在非拉伸方向上偏振的光的透射比，曲线 **b** 表示在 60°入射角(p-偏振光)下的在入射平面内的光和偏振面平行于非拉伸方向的光的透射比，曲线 **c** 表示在法向入射下的在拉伸方向上偏振的光的透射比。在 400-700nm 内曲线 **a** 的平均透射比为 89.7 %；在 400-700nm 内曲线 **b** 的平均透射比为 96.9 %；在 400-700nm 内曲线 **c** 的平均透射比为 4.0 %。曲线 **a** 的 % RMS 彩色为 1.05 %，曲线 **b** 的 % RMS 彩色为 1.44 %。

尽管已经参考在投影器与屏幕之间设置的 LCD 面板对本发明作了描述，但是，专业人员应将本发明理解为还包括采用额外的 LCD 面板，如为获得全彩色共采用三个面板。

说明书附图

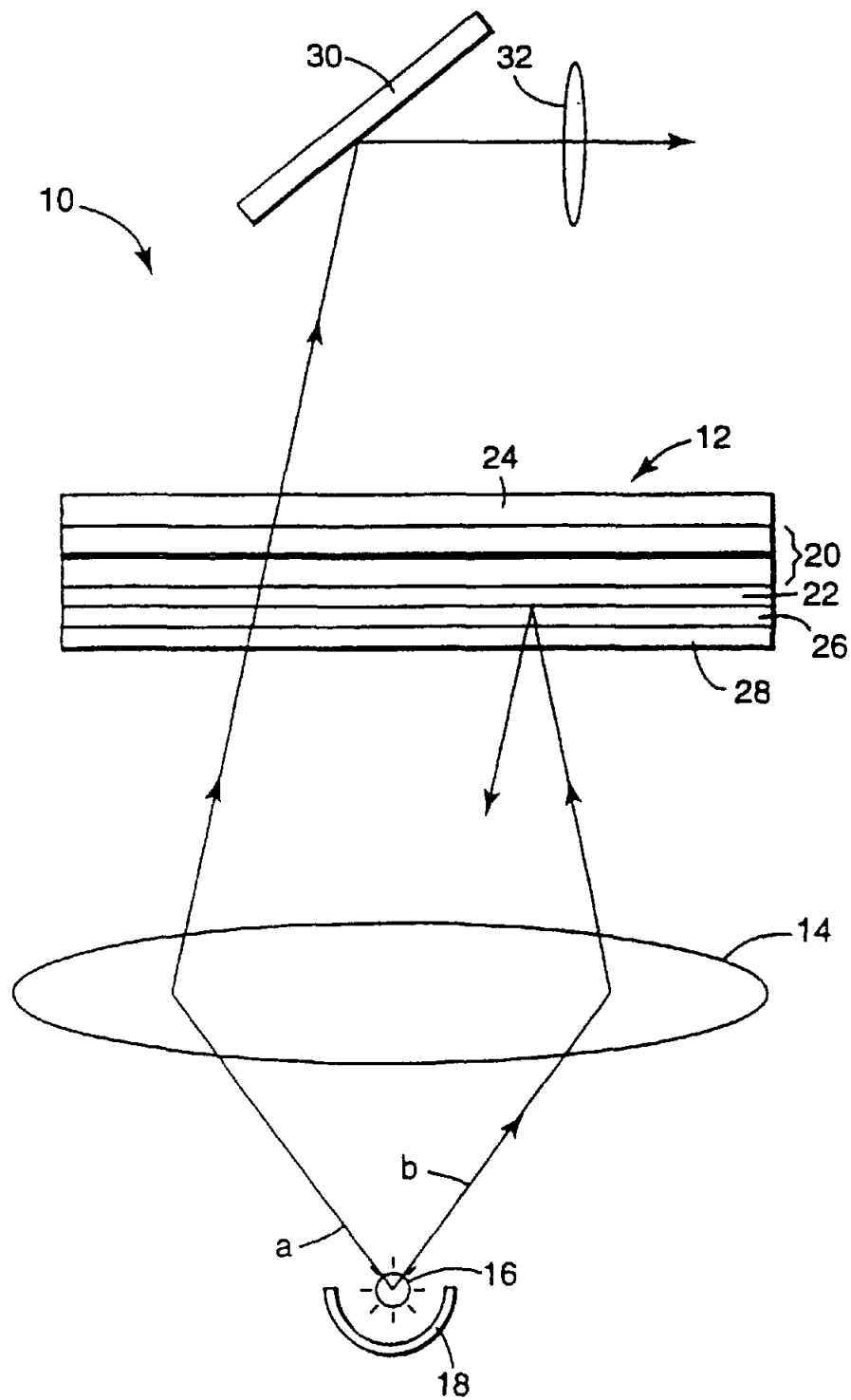


图 1

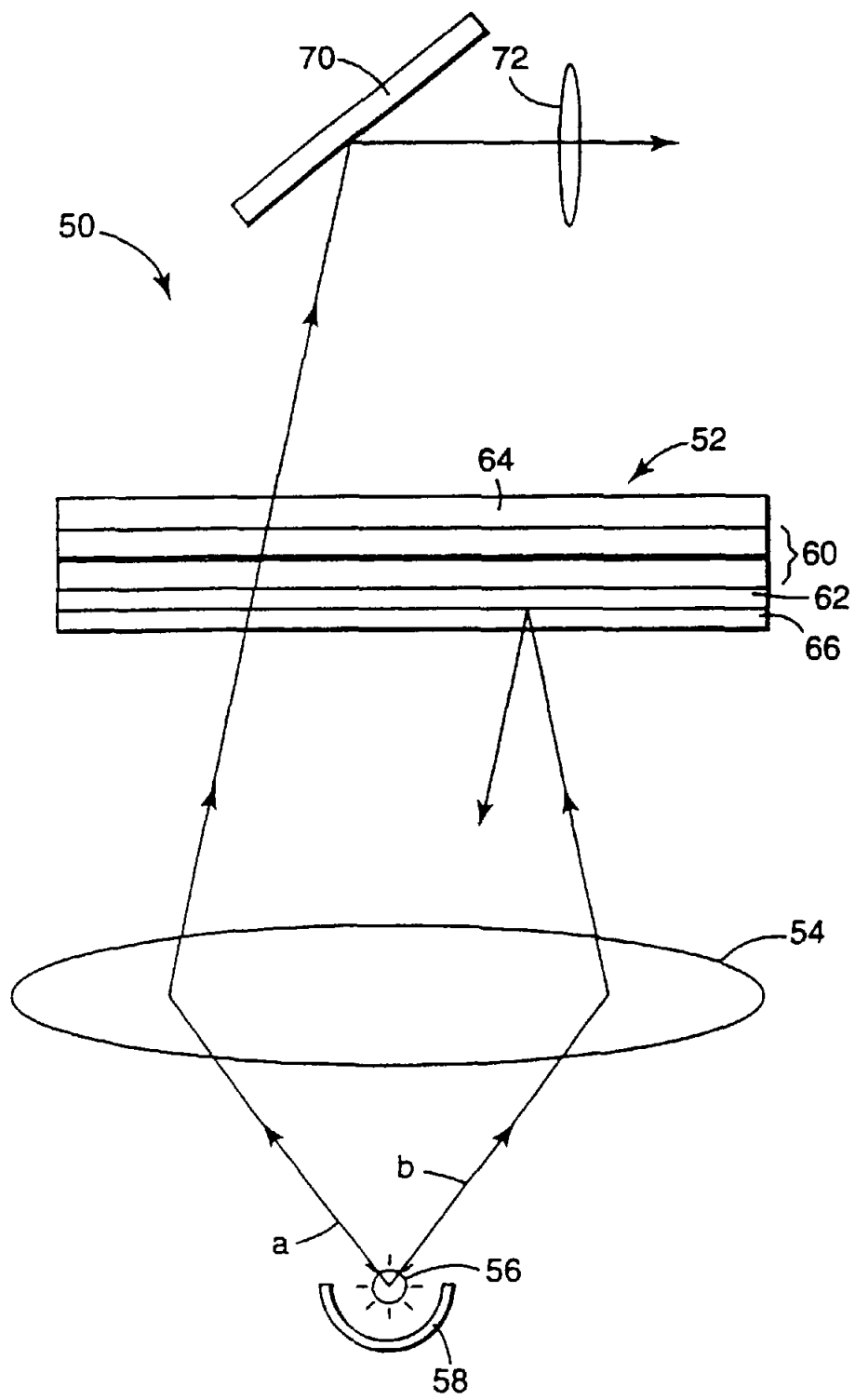


图 2

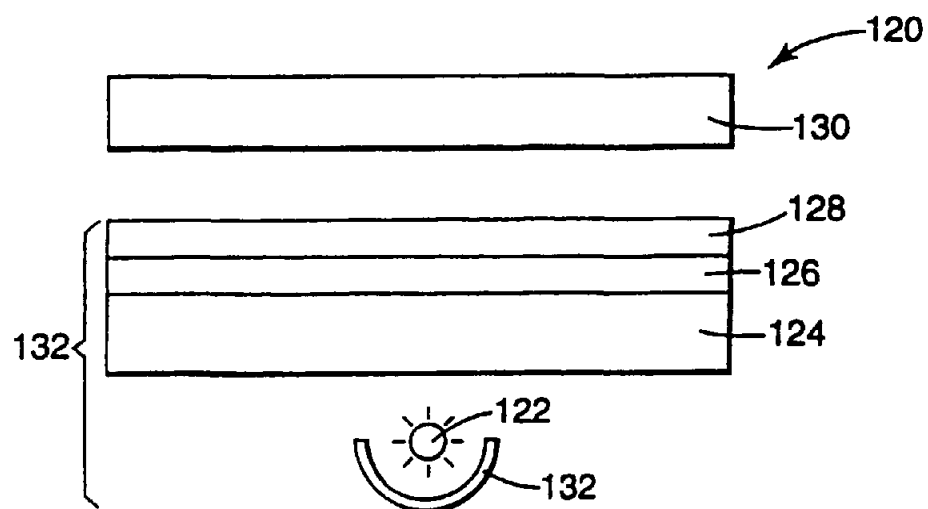


图 3

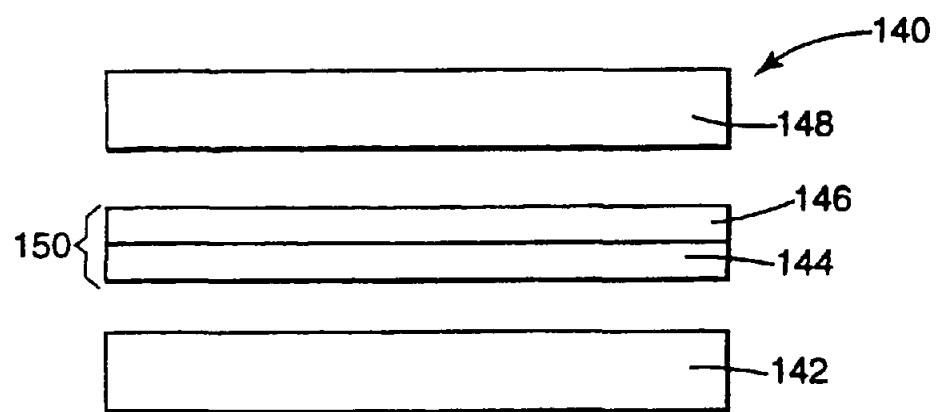


图 4

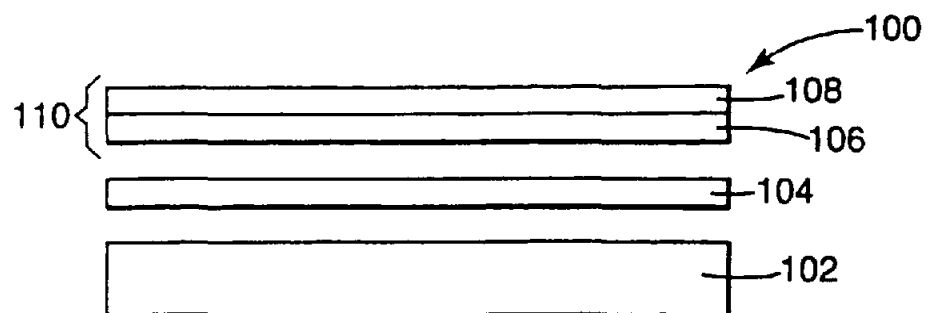


图 5

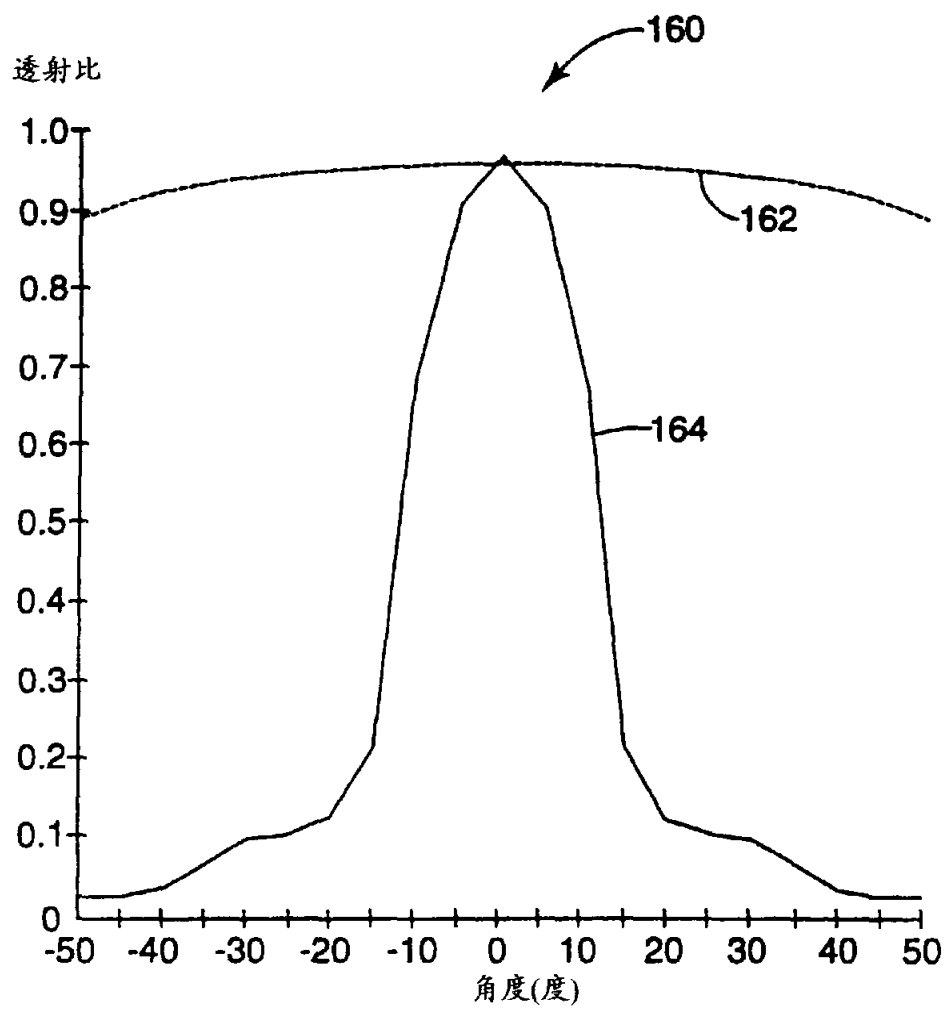


图 6

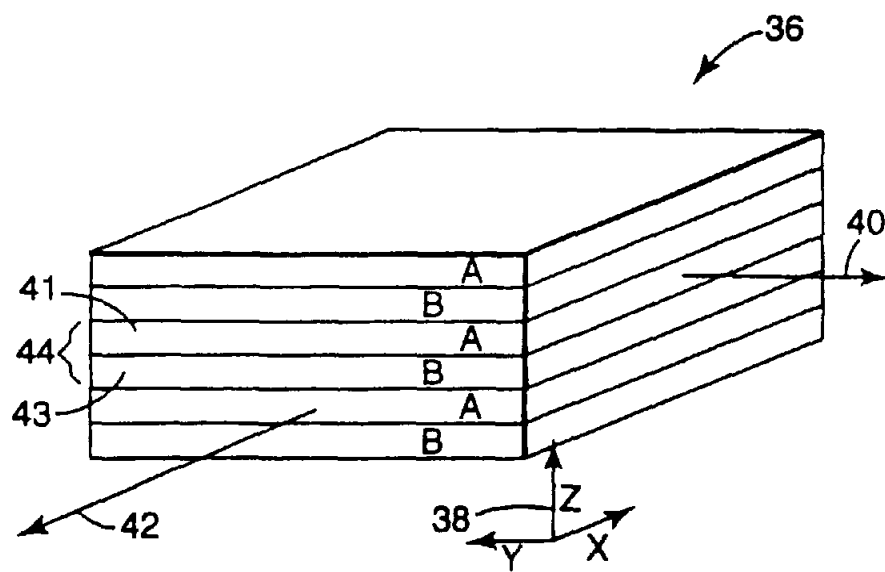


图 7

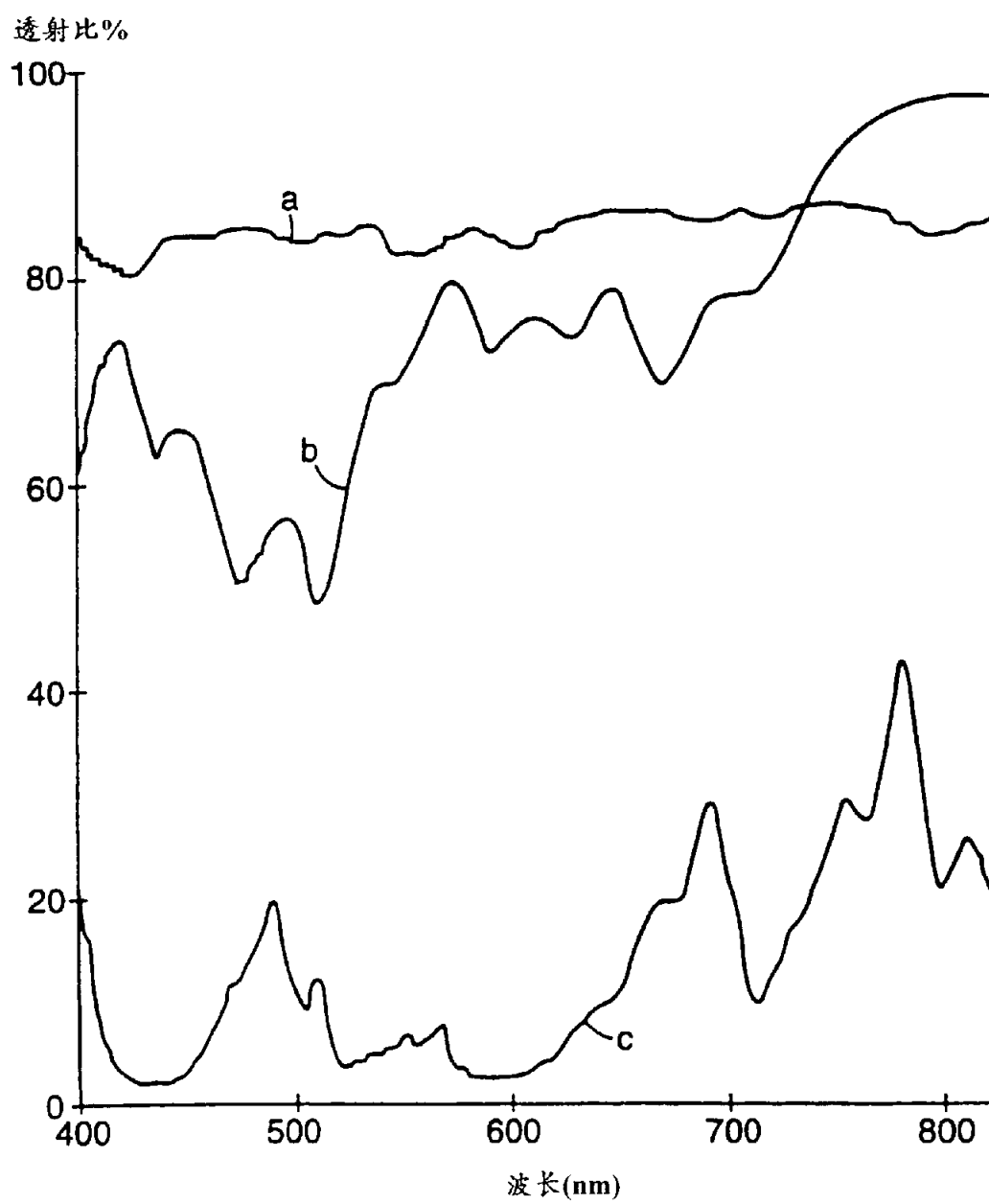


图 8

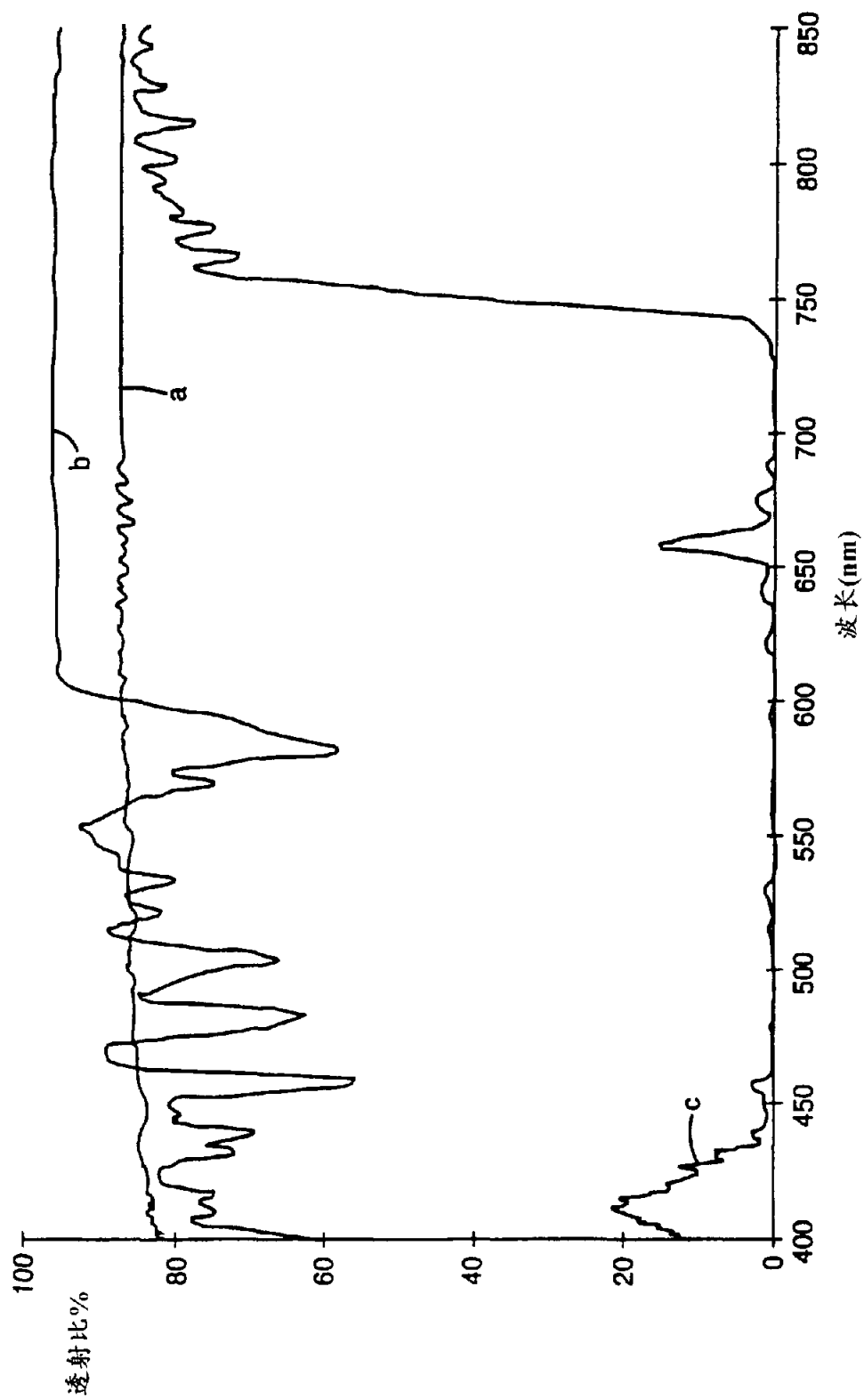


图 9

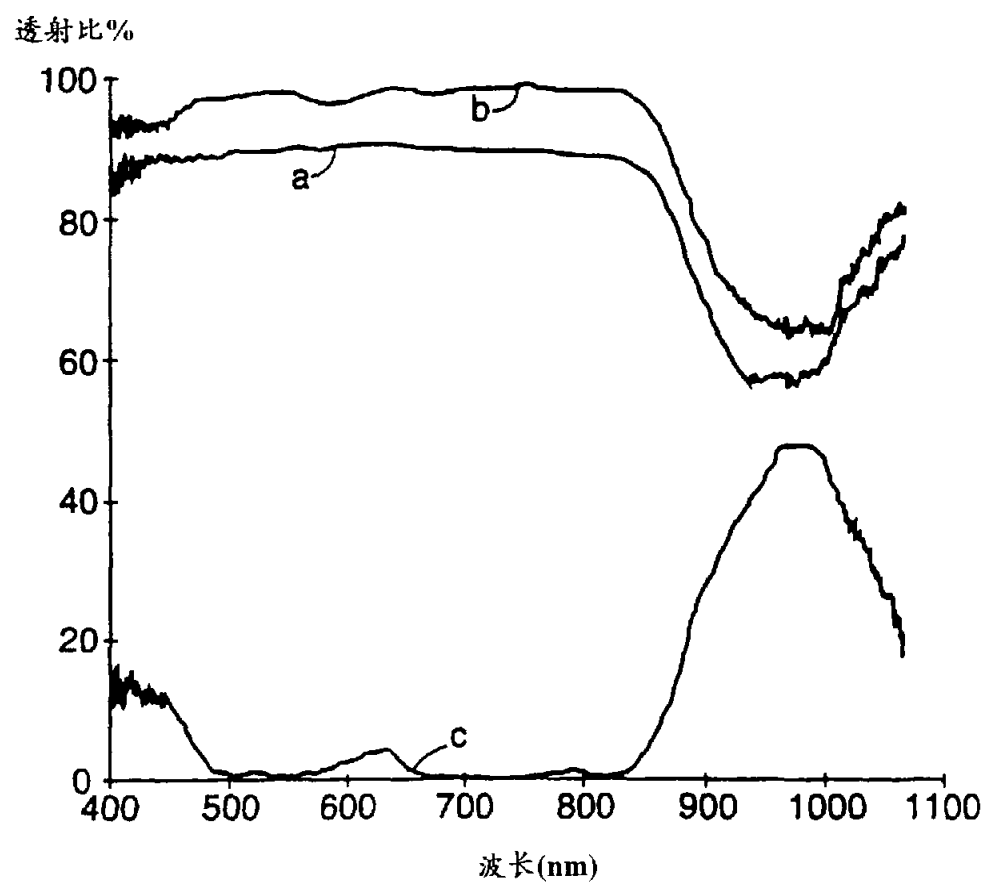


图 10