

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G02B 5/30

G02F 1/1335



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02818936.1

[43] 公开日 2004 年 12 月 29 日

[11] 公开号 CN 1559013A

[22] 申请日 2002.8.16 [21] 申请号 02818936.1

[30] 优先权

[32] 2001.9.27 [33] US [31] 09/965,417

[86] 国际申请 PCT/US2002/026234 2002.8.16

[87] 国际公布 WO2003/027731 英 2003.4.3

[85] 进入国家阶段日期 2004.3.26

[71] 申请人 3M 创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

[72] 发明人 R·C·艾伦 C·C·保利

S·J·潘克兰茨 P·E·沃特森

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所

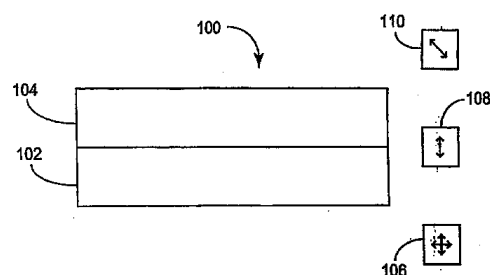
代理人 周承泽

权利要求书 3 页 说明书 26 页 附图 4 页

[54] 发明名称 制造偏振旋光片的含该偏振旋光片的器件的方法

[57] 摘要

偏振旋光片可以制成，它包括(i)偏振片元件或其它旋光偏振面的元件，(ii)单独的偏振旋光元件。可以制成包含偏振旋光片的器件。



ISSN 1008-4274

1. 制造一种器件的方法，包括：
在起偏元件的表面上形成第一排列层；
5 在第一排列层上设置液晶材料；
由液晶材料形成排列的液晶层，制成偏振旋光元件。
2. 如权利要求 1 所述的方法，其特征为：形成第一排列层包括从起偏元件的一部分形成的。
3. 如权利要求 2 所述的方法，其特征为：形成第一排列层是拉伸起偏元件的
10 至少一部分，形成排列表面。
4. 如权利要求 1 所述的方法，其特征为：形成第一排列层是在起偏元件上形成的。
5. 如权利要求 1 所述的方法，其特征为所述方法还包括：在液晶材料上设置第二排列层。
- 15 6. 如权利要求 5 所述的方法，其特征为：设置第二排列层包括在液晶材料上形成第二排列层。
7. 如权利要求 5 所述的方法，其特征为：设置第二排列层包括在基底上形成第二排列层并将第二排列层和基底设置在液晶材料上。
8. 如权利要求 7 所述的方法，其特征还包括：在第二排列层上设置液晶材料，
20 并将第二排列层上的液晶材料与第一排列层上的液晶材料接触
9. 如权利要求 7 所述的方法，其特征为：在基底上形成第二排列层是在包含第二起偏元件的基底上形成的。
10. 如权利要求 9 所述的方法，其特征为：形成排列液晶层包括由液晶材料形成排列液晶层，其中排列液晶层的构型与排布能使得正面入射在排列液晶层上光的偏振面从起偏元件的偏振轴旋光到至少相差 5° 的第二起偏元件的偏振轴。
25 光的偏振面旋光至少 5° 。
11. 如权利要求 10 所述的方法，其特征为：形成排列液晶层包括形成具有扭曲角的排列液晶层，该角显著小于排列液晶层的相位延迟。
12. 如权利要求 1 所述的方法，其特征为：形成排列液晶层包括由液晶材料形成排列液晶层，其中排列液晶层的构型与排布能使得正面入射在排列液晶层上的
30 光的偏振面旋光至少 5° 。
13. 如权利要求 12 所述的方法，其特征为：形成排列液晶层包括形成具有扭

曲角的排列液晶层，该角显著小于排列液晶层的相位延迟。

14. 如权利要求 12 所述的方法，其特征为：形成排列液晶层包括采用仅为单一排列层来形成排列液晶层。

15. 制造一种器件的方法，包括：

5 在起偏元件的表面上形成第一排列层；

在第一排列层上设置液晶材料；

在液晶材料上设置至少额外一层；

将光导向通过该至少一层的额外层到液晶材料上，使液晶材料固化形成排列液晶层，而制成偏振旋光元件。

10 16. 如权利要求 15 所述的方法，其特征为：设置至少一层额外层是在液晶材料上涂布第二排列层。

17. 如权利要求 16 所述的方法，其特征为：设置第二排列层是在基底上形成第二排列层并在液晶材料上设置第二排列层和基底。

18. 如权利要求 16 所述的方法，其中设置第二排列层和导光包括：

15 在液晶材料上设置可光取向的材料；

将某取向方向的偏振光导向通过该可光取向的材料至液晶材料上，使液晶材料固化且使可光取向的材料取向于该取向方向，形成第二排列层，并使液晶材料固化形成排列液晶层，而制成偏振旋光元件。

19. 如权利要求 16 所述的方法，其中形成第一排列层，设置第二排列层以及
20 导光包括：

在起偏元件的表面上设置第一可光取向的材料；

在液晶材料上设置第二可光取向的材料；

将某取向的偏振光导向通过第二可光取向的材料至液晶材料和第一可光取向的材料上， a) 使某取向方向的第一可光取向的材料固化并取向，形成第一排列层，

25 b) 使某取向方向的第二可光取向的材料固化并取向，形成第二排列层， c) 使液晶材料固化，形成排列液晶层而制成偏振旋光元件。

20. 如权利要求 15 所述的方法，其中导光包括：将紫外光导向通过至少一层额外层到液晶材料，使液晶材料固化，形成排列液晶层而制成偏振旋光元件。

21. 制造一种器件的方法，包括

30 将包含起偏元件的第一膜从卷材上解卷开来；

在起偏元件的表面上形成第一排列层；

- 在第一排列层上设置液晶材料；
将第二膜从卷材上解卷开来；
在第二膜的表面上形成第二排列层；
将第一膜与第二膜贴在一起，使得液晶材料设置在第一与第二排列层之间；
5 由液晶材料形成排列液晶层，制成偏振旋光元件。
22. 如权利要求 21 所述的方法，还包括将第一与第二膜贴在一起之前，在第二排列层上形成液晶材料。
23. 如权利要求 21 所述的方法，其中形成排列液晶层包括：
将光导向通过第二膜和第二排列层至液晶材料上，使液晶材料固化，形成排
10 列液晶层而制成偏振旋光元件。

制造偏振旋光片和含该偏振旋光片的器件的方法

5

发明领域

本发明涉及制造偏振旋光片，以及包含偏振旋光片的器件的方法。此外，本发明还涉及制造包括偏振旋光片元件和其它能改变偏振方向的元件，诸如偏振片元件的器件的方法。

10

发明背景

光学薄膜的开发用于各种各样用途，例如视镜，建筑物玻璃窗与车窗的处理，以及显示器等。在许多这些用途中，要求获得偏振光，并能对其进行控制。例如，偏振光可以用来减少眩光。

15

液晶显示器（LCD）是利用偏振光的又一例子。图 1A 和 1B 以示意地显示一种简单扭曲向列型（TN）液晶显示器装置利用背光照相的 E 模式透射与正常白光操作的一个例子。可以明白，还有各种各样其它类型 LCD 装置与其它操作模式，以及利用周围光线或利用背光与周围光线组合照明的显示器。这里讨论的本发明可以直接用于这些显示器类型与操作模式。

20

图 1A 与 1B 的液晶显示器 50，包括液晶盒 52，偏振片 54，检偏片 56 以及背光源 58。偏振片 54 和检偏片 56 上的箭头 55、57 分别表示透过该元件的光的偏振面。箭头 51、53 分别表示射入与射出液晶盒 52 的线偏振光的偏振面。此外，含有箭头 51、53 的液晶盒 52 的平面一般包含透明电极。来自背光源 58 的光经偏振片 54 成为线偏振光。在图 1A 所示的实施方式中，在液晶盒上来施加电压的情况下，指向矢基本上位于显示器平面中，在光沿该液晶盒的长度上均匀扭转 90°。偏振光通过液晶盒 52 时，其偏振方向理想地旋光 90°。液晶的指向矢如箭头 51、53 所示。然后，这种光通过检偏片 56。

30

在液晶盒 52 的前后两端附近的电极（图中未示）上施加电压，从而在液晶盒内建立电场。在液晶材料具有正介质各向异性情况下，指向矢基本上按电场电力线方向排列，只要在两个电极上施加的电压足够大的话。而在这种情况下，液晶盒中央的指向矢的取向垂直于显示面的方向。射入液晶盒的线偏振光不再发生通过检偏片所需要的 90 角旋光。图 1B 所示的实施方式中，偏振光在其离

开液晶盒 52 时, 其偏振面 (如箭头 53' 所示) 并未改变原有取向 (如箭头 51 所示)。由于离开液晶盒 52 的光的偏振面不正确, 因而离开液晶盒的光不能通过检偏片。获取显示灰色等级的方法之一, 就是在上述两种构型之间的液晶上施以足够强的电压, 使液晶的指向矢部分取向。此外, 还应认识到, 例如采用

5 滤色片可形成带色彩的显示器。

一般说来, 偏振片 54 和检偏片 56 是利用吸光型偏振片制造的, 因为这类偏振片对不需要的偏振光具有显著的消光作用。然而, 这样也会造成的大量的光损失, 这是因为背光源通常发出的是非偏振光。不需要的偏振光被偏振片吸收。作为另一种构型 (如图 1C 所示), 在偏振片 54 与背光源 58 之间, 放置一

10 块反射型偏振片 60。反射型偏振片将不需要的偏振光再反射给背光源。采用背光源后面的反射镜 62 可将反射光汇集, 绝大部分反射光可重新利用。

制造反射型偏振片的一个方法用的是聚合物材料的一些交替层, 其中至少有一层具有如 US Pat.No.5,882,774 和 5,965,247 所述的双折射效应。这些偏振片可利用拉伸聚合物材料引起双折射, 从而使该聚合物排列而制造。

15 制造反射型偏振片第二种方法为一层或多层含有连续分散相聚合物材料, 其中至少有一种聚合物材料具有如 US Pat.No.5,783,120 和 5,825,543 所述的双折射效应。

这两种制造反射型偏振片的方法, 通常都要对聚合物带材上的反射型偏振片进行拉伸, 使其在纵向 (0°) 或横向 (90°) 上取向, 或两者兼而有之。然而,

20 许多扭转向列型液晶显示器的偏振片与检偏片的透射光轴相对于垂直显示方向成 $\pm 45^\circ$ 角。因此反射型偏振片必须相对于带材 45° 角进行斜切, 才能获得液晶显示器所用的偏振轴合适取向的光膜。这样会造成由于斜切引起的大量材料损失。

制造反射型偏振片的第三种方法包括如 US Pat.No.5,506,704 和 6,099,758 所述的利用胆甾醇型液晶和四分之一波长延迟器。胆甾反射型偏振片透射圆偏振光的一个螺旋性, 而反射其它螺旋性。四分之一波长延迟将圆偏振光转变成线偏振光。圆偏振片在同一笛卡儿坐标本征空间中不起线偏振片的作用。是四分之一波长延迟器的光轴决定了线偏振光偏振面的角度取向。四分之一波长延迟器常是使双折射膜取向制造的。圆偏振光通过四分之一波长延迟器后, 转变成线偏振光, 其偏振轴与四分之一波长延迟器的光轴呈 $+45^\circ$ 或 -45° , 方向则由具体的圆偏振的状态所定。四分之一波长延迟器常是使膜取向制成, 其光轴或平行

25 或垂直于膜卷的方向。因此, 这种结构的输出光与膜卷方向或成 45° 或成 135° 。

30

- 经常还包括一层层压在胆甾醇型偏振片结构上的常规吸收偏振片，为的是通过清除任何由胆甾型偏振片组合件浅漏的不需要的偏振光，保证有较高的对比度。然而，卷材形式的常规吸收式偏振片的光轴通常沿卷材方向，也可以垂直于卷材方向。另外，或者胆甾型偏振片结构，或者二向色偏振片必须是 45°斜切的，
- 5 使两元件同向排列。

上述制造反射型线偏振片通常方法的各种都涉及聚合物带材的拉伸取向，或沿纵向（0°）或沿横向（90°）。为了获得 45°角偏振方向，聚合物带材以 45°角斜切下来，这样会产生大量碎料。

10 发明概述

- 一般说来，本发明涉及制造偏振旋光片以及含有偏振旋光片器件的方法。此外，本发明还涉及制造包括偏振旋光片元件和其它能改变偏振方向的元件，诸如偏振片元件的器件的方法。一个实施方式是制造器件的方法。在起偏元件表面上形成第一排列层。在第一排列层上设置一种液晶材料。由液晶材料形成
- 15 排列的液晶层，制成偏振旋光元件。还可以带有基底或不带基底的第二排列层设置在液晶材料上。在一些情况下，不采用第二排列层。

- 另一个实施方式是制造器件的另一种方法。在起偏元件表面上形成第一排列层。其上设置液晶材料。在液晶材料上至少还有一层额外层。光透过这至少一层额外层到达液晶材料，使液晶材料固化形成排列的液晶层，而制成偏振旋
- 20 光元件。此至少一层额外层可以是有基底或无基底的第二排列层。

- 还有另一实施方式是制造器件的又一方法。用作起偏元件的第一条膜被解卷出来。在该起偏元件表面上设置第一排列层。在该第一排列层上设置液晶材料。将第二条膜解卷出来。在此第二膜表面上形成第二排列层。将第一与第二膜贴在一起使得第一排列层与第二排列层之间有液晶材料。由液晶材料形成排
- 25 列液晶层，从而制成偏振旋光元件。

本发明上面综述并不打算描述本发明每一个公开的实施方式或每一个实施细节。下面的附图和详细说明将具体例示这些实施方式。

附图简要说明

- 30 本发明各种实施方式下面的详细描述连同下面附图可以提供对本发明更完整的理解。

图 1A 为扭曲向列型液晶显示器一个实施方式的透视图。

图 1B 为图 1A 液晶显示器 (LCD) 的透视图, 其中 LCD 的液晶盒两端施加电压。

图 1C 为 LCD 第二实施方式的透视图。

5 图 2 为本发明含有偏振旋光片薄膜的一个实施方式截面示意图。

图 3 为本发明含有偏振旋光片薄膜的第二个实施方式截面示意图。

图 4 为本发明含有偏振旋光片薄膜的第三个实施方式截面示意图。

图 5 为本发明含有偏振旋光片薄膜的第四个实施方式截面示意图。

图 6 为本发明含有偏振旋光片薄膜的第五个实施方式截面示意图。

10 图 7 为本发明含有偏振旋光片薄膜的第六个实施方式截面示意图。

图 8 为本发明含有偏振旋光片薄膜的第七个实施方式截面示意图。

图 9 为本发明含有偏振旋光片薄膜的第八个实施方式截面示意图。

图 10 为本发明液晶显示器一个实施方式的透视图。

虽然对本发明可以进行各种修改与变换, 其具体情况以附图表示, 并将加以详细描述, 然而应该理解, 本发明并不限于这里所述的具体实施方式。相反, 15 本发明包含所有各种修改与等价内容以及符合本发明精神与范围的各种改变。

较佳实施方式详细说明

本发明被认为可用于偏振旋光片和含偏振旋光片的器件, 以及制造与使用 20 偏振旋光片与器件的方法。本发明具体是涉及一种器件, 诸如薄膜, 它包括 a) 起偏元件或其它能改变偏振面的元件, 以及 b) 偏振旋光元件和这类器件的制造与使用方法。本发明不受限制于上述的, 通过下述一些例子的讨论可更好理解本发明的一些内容。

作为一个例子, 可以提供一偏振旋光元件其光学旋光的角度, 合适使第一 25 光学装置的光轴基本上与第二光学装置的光轴配合。取而代之式添加的是偏振旋光元件还可以用卷对卷或其他的方法, 制成包括有第一光轴的上述第一光学装置、偏振旋光元件和有第二光轴的第二光学装置的层压物结构。在另一个例子中, 有第一光轴的第一光学装置连同偏振旋光元件一起可从卷材上部分切割下来, 同时切割损耗较低。

30 本发明的器件通常包括偏振旋光元件和有一个光轴的光学元件。该光学元件可以为偏振片, 补偿膜, 布拉斯特型偏振片, 偏振光导器, 或反射镜。光学

元件也可以是双凸折射光学透镜，如旋光透镜，亮度增强膜（如 US Pat.No. 5, 917, 664 所述），或圆柱形透镜组。为叙述方便，这里许多讨论集中在偏振旋光元件与偏振片或折射元件的组合。可以理解，偏振片或折射元件可由其它光学元件或器件取代。偏振旋光元件和能改变偏振面的元件组合成单一薄膜或其它器件具有一定优点。作为一个例子，线偏振片用于液晶显示器（LCD）。许多 LCD 采用至少一块吸光性偏振片，它通常附着在液晶盒的玻璃基底上。根据显示器的液晶光电扭曲模式以及所需的图像彩色性和对称性，选择偏振片透射光轴相对于显示器平面的垂直与水平方向的取向。对于扭曲向列型（TN）LCD，该取向一般相对于 LCD 的垂直轴呈 45° 夹角。在偏振片与显示器玻璃片之间放置 45° 光学旋光片就能使部件从带材上最佳地切割下来，消除了与角度切割相关的产率损失。

LCD 中采用的线偏振片的另一例子为某种类型的反射型偏振片。当各向同性的光束入射在反射型偏振片上，其中一个偏振面的光基本透射，而其它偏振面的光基本反射。一旦放置在 LCD 的背光腔内，则被阻挡的偏振光被反射汇集到背光中。反射型偏振片，除了用于 LCD 的吸光型偏振片或代替吸光型偏振片 qh，还可用于有些类型的 LCD 中。使用于反射型偏振片吸光型偏振片以外的情况中，如图 1C 所示，且如前所讨论的，由反射型偏振片透射的光进入两个偏振片之间的液晶盒。为了达到最高效率，由反射型偏振片透射的光应该具有与 LCD 偏振片透射光轴相同的偏振面。还有，对于扭曲向列型 LCD，它通常与 LCD 的垂直轴成 45° 夹角。

制造反射型偏振片的一个方法，是采用不同聚合物材料的交替层，其中至少一层聚合物材料正如 US Pat.No.5,882,774 和 5,965,247 所述是双折射的。这种偏振片的制造可将聚合物材料拉伸，使其取向并产生双折射效应。

制造反射型偏振片的第二个方法，是形成不同聚合物材料的连续分散相，其中至少有一相如 US Pat.No.5,783,120 和 5,825,543 所述是双折射的。

制造既是吸光型又是反射型线偏振片，通常包括将聚合物带材上的偏振片拉伸并使其取向，取向方向为纵向或（ 0° ）或横向（ 90° ）。这会造成透射光的偏振面取向于纵向或横向。然而，许多扭曲向列型 LCD 具有的偏振器与检偏片的透射光轴与显示器法线方向成 $\pm 45^\circ$ 角。因此，反射型偏振片必须相对带材斜切 45° 角，这样获得的薄膜具有适合用于 LCD 的偏振轴的取向。这会由于斜切造成材料的大量损耗。

作为一种替换方法，将 45°偏振旋光片置于反射型偏振片与 LCD 偏振片之间。如这里所述，制备具有反射偏振得元件，以及偏振旋光元件的薄或其他的器件优点在于节省空间，这是厚度降低，且反射型偏振片元件与偏振旋光元件之间预先进行了排列取向之故。

- 5 图 2 所示说明具有偏振片元件 102 和偏振旋光元件 104 的薄膜 100 的一个实施方式。非偏振光可以考虑为它由偏振面相互正交的等量线偏振光组成，且薄膜平面的电矢量朝向透射偏振光（如小方框 108 所示的方向）的偏振片元件 102。偏振旋光元件 104 使光的偏振面旋光（如小方框 110 所示）。在所示例中，旋光了 45°。然而可以理解，任何旋光角是可选的。应该认为，形成的器件中，
- 10 偏振片元件还可以被其它能改变偏振面的元件取代。

偏振旋光元件可用来降低多功能光学薄膜产率损失，诸如那些将吸光型与反射型偏振片功能结合于一身的光学薄膜。由于复合材料的本质，以及多功能薄膜的较高性能，要求消除角度切割造成的这类薄膜产率损失。

- 偏振旋光元件的优点是使得采用 1 个或多个光学薄膜以卷材形式制成光学
- 15 装置成为可能。许多具有复合功能的光学膜是将具有次要功能的光学薄膜直接压层而制成。这类例子包括椭圆偏振膜和圆偏振膜，它们由延迟膜与吸光型偏振片，以及复合有反射型偏振片与吸光型偏振片的薄膜层压而制成。

- 制备反射型偏振片的第三种方法，采用如 US Pat.No.5,506,704 和 6,099,758 所述的胆甾醇型液晶和四分之一波长延迟器。胆甾醇型反射型偏振片透射圆偏
- 20 振光的一个螺旋性，而反射其它螺旋性。四分之一波长延迟器将圆偏振光转变成线偏振光。圆偏振片在同一笛卡儿坐标本征空间中不起线偏振片的作用。所以是四分之一波长延迟器的光轴决定了由该结构透射的线偏振光偏振面的角度取向。四分之一波长延迟器可将双折射膜进行取向来制造。圆偏振光通过四分之一波长延迟器后转变成线偏振光，其偏振轴与四分之一波长延迟器的光轴呈
- 25 +45°或-45°，方向则由具体圆偏振的状态所定。四分之一波长延迟器常是使膜取向制成，其光轴或平行或垂直于膜卷的取向。因此，这种结构的输出光与膜卷方向或呈 45°或呈 135°。经常还包括一层层压在胆甾型偏振片结构上的常规吸光型偏振片，为的是通过清除任何由胆甾型偏振片组合件浅漏的不需要的偏振光，而保证有较高的对比度。然而，卷材形式的常规吸光型偏振片的光轴通常
- 30 沿卷材方向，也可以选用垂直于卷材方向。还有，或者胆甾醇型偏振片结构或者吸光型偏振片必须是 45°斜切的，为的是使两元件同向排列。因此，为了采用

连续或卷对卷式工艺或这两者结合的工艺制造具有胆甾醇型液晶、四分之一波长延迟器、以及常规吸光型偏振片的层压物结构，需要将偏振旋光片放置在四分之一波长延迟器与吸光型偏振片之间。此外，还需要在液晶盒附近的吸光型偏振片一侧采用一辅助偏光旋光片来降低角度切割造成的材料损耗。

- 5 多种材料可用来形成偏振旋光元件，包括例如有机与无机双折射材料以及多层结构的双折射材料。形成偏振旋光元件也可以采用液晶材料，诸如向列型和手性向列型液晶材料，通常还伴有一层或多层排列层。图3说明某一器件200的一个实施方式，它包括偏振片元件202（或其它能改变偏振的元件），偏振旋光元件204，可用的排列层206，208，以及基底210（它也可以是诸如偏振片或
- 10 补偿膜之类的光学元件）。如下所述的另一实施方式中，排列层可以为偏振片元件或基底的一部分。

偏振旋光片通常将表征偏振光的椭圆偏振面的主轴旋光一个选定的角度，理想状态下偏振光的椭圆率并无多大改变。偏振旋光片通常将光的偏振面旋光至少 5° ， 10° ， 25° 或以上。可以预料，偏振旋光片的几个有用旋光角度范围在

15 40° - 50° 之间（如 45° 左右）和在 85° - 95° （如 90° 左右）。旋光角度通常是下列参数的函数，例如偏振旋光元件的折射率、偏振旋光元件的厚度、用作偏振旋光元件的材料、光的波长、以及偏振旋光片相对于输入椭圆偏振面的方位角的偏振旋光片双折射层的光轴的取向。

- 偏振旋光元件通常由双折射材料形成。合适的双折射材料的例子包括取向
- 20 聚合物膜，取向聚合物膜的层压结构，以及有机或无机多层双折射涂层。其它实例包括液晶材料，它们的指向矢是可控的。向列型液晶通常由许多棒状分子组成，其分子长轴大致互相平行排列。在介质中任意一点可以定义一个矢量，代表该点近邻分子的较佳取向。该矢量通常称之为指向矢。合适的液晶材料包括亲液性的向列型胆甾醇型液晶材料。其例子中E7，BL036，5CB和RM257，
- 25 是Merck公司的产品；C6M，76，296，495和716，是荷兰阿姆斯特丹的Koninklijke Philips Electronics N.V.公司的产品；Paliocolor LC242和Paliocolor CM649，是巴斯夫公司产品（德国路德维希堡）；以及LCP-CB483，是Vantico公司的产品（卢森堡）。其它一些合适材料有如US Pat.No. 5,793,455，5,978,055和5,206,752
- 30 所述的材料。液晶材料可以是聚合物或单体材料。合适的单体材料包括那些经反应能形成聚合物液晶材料的材料。

对于有些实施方式，较佳为扭曲向列型LC结构。在这些实施方式中，指

向矢相对于偏振旋光片表面法线呈现均匀螺旋状扭曲。扭曲角度与最初取向可以通过使用一个或多个排列层进行选择。

在另一实施方式中，液晶结构的局部指向矢相对于其扭曲或旋光的光轴与 LC 材料所在的基底表面不是垂直的。在这一实施方式中，向列相液晶的导向分子处于偏振片元件或能改变偏振方向的元件的平面之外。相对于基底表面，局部指向矢所处或相对于其扭曲的角度被定义为前倾角 α 。螺距为常数，或沿光轴有变化（即增加或缩小）。扭曲角度与取向可通过使用一层或多层可用的排列层来进行选择。

至少有些液晶材料，如手性向列型液晶（如胆甾醇型液晶）包括一个手性成分，它能形成液晶材料的指向矢自然地围绕垂直于指向矢的光轴进行旋光的结构。手性向列型液晶的螺距与获得指向矢 360° 角旋光所需的材料厚度对应。至少有些非手性向列型液晶可通过添加手性化合物制成手性材料。通过改变手性对非手性材料的比例可达到改变材料螺距的目的。

诸如向列型液晶之类的单轴双折射材料以有两个主折射率 n_o 与 n_e 为特征。寻常折射率 n_o 影响其电场极化矢量垂直于双折射介质光学对称轴的光的成分。非寻常折射率 n_e 则影响其电场极化矢量平行于双折射介质光学对称轴（例如，在正介质各向异性向列型液晶情况下平行于指向矢）的光的成分。

介质的双折射 Δn 由 n_o 和 n_e 定义为：

$$\Delta n = n_e - n_o$$

入射在双折射介质上的偏振光作为寻常光线成分与非寻常光线成分传播。由于各自折射率不同，这两个成分的相速度有差异。光的总相差或光的总延迟取决于介质的双折射与介质的厚度。

合适偏振旋光元件的一个实施方式对应于一个具有二分之一波长延迟器厚度的薄层，其光轴偏离入射线偏振光的偏振面某一方位角 ϕ 。该偏振旋光元件的光轴位于平行于非寻常光线的一个平面上，而与寻常光线平面垂直。二分之一波长延迟器将入射的线偏振光旋光 2ϕ 角度。例如， 45° 偏振旋光元件的光轴偏离入射线偏振光的偏振方向为 22.5° 。“二分之一波长延迟器”这个术语表示偏振旋光元件厚度为 d ， $\Delta n d = (2m+1)\lambda/2$ ，其中 λ 为光的波长， m 为整数，0, 1, 2,。对于其它波长的光，该偏振旋光片会提供不同旋光值。此实施方式只对满足前面所述要求的波长来说起相当完美旋光片的作用。

还有另外一个例子，采用液晶材料可以形成一个偏振旋光元件，该液晶材

料的指向矢沿偏振旋光元件厚度轴旋光一个扭曲 Φ , 该扭曲角大大小于偏振旋光元件的相延迟角 Γ 。

$$\Gamma = 2\pi\Delta n d/\lambda$$

对于一特殊光的波长或波长范围, 当 $\Phi \ll \Gamma$ 时, 入射在偏振旋光元件一面的线偏振光, 它射出时会以该波长的光的扭曲角 ϕ 作相同角度的旋光。这种效应在当偏振旋光元件包含具有扭曲向列型结构的液晶材料时可以显现。采用手性向列型液晶材料或者在偏振旋光元件的相背两面采用可用的排列层(如图3所示), 其中二层之间的排列方向相差一个要求的扭曲角, 或由这两个方法的组合可以获得扭曲的向列型结构。

偏振旋光元件也可以设计成利用扭曲角或延迟手段来改变入射光的偏振方向和椭圆度。作为一个例子, 考虑线偏振光的一束输入光束, 它的电场矢量与扭曲向列型结构的指向矢平行。根据琼斯阵列法(参见 Pochi Yeh 和 Claire Gu 撰写于 1999 年由 John Wiley 父子出版社发行的《液晶显示器光学》(“Optics of Liquid Crystal Displays” 一书), 射出光的椭圆度和排列角由下式给出:

$$e = \tan\left(\frac{1}{2}\sin^{-1}\left[\frac{\Gamma\phi}{X^2}\sin^2 X\right]\right)$$

$$\tan 2\psi = \frac{2\phi X \tan X}{\left(\phi^2 - \frac{\Gamma^2}{4}\right)\tan^2 X - X^2}$$

其中 ψ 为椭圆偏振面主轴与射出面局部指向矢轴的夹角。这里 ϕ 为扭曲向列型结构的扭曲角。 Γ 为如上定义的相延迟角, 则上式中的 X 为:

$$X = \sqrt{\phi^2 + \left(\frac{\Gamma}{2}\right)^2}.$$

例如, 对于波长为 550nm 的光, 具有双折射为 0.12, 厚度为 1.62 μm , 扭曲角为 64°的偏振旋光元件可将线偏振光的偏振方向改变成椭圆度为-1的光。

偏振旋光元件可采用 1 层或多层不同材料层(如涂层)制成。例如, 多层材料层可在一特定基底或偏振片元件上沉积而成, 或可加上溶剂去除步骤, 然后可以对沉积层之间的沉积物进行部分或全部固化处理。如果基底或偏振片元件对温度、湿度或这两者都敏感的话, 则这一步骤特别有用。材料的多次施涂可以降低去除溶剂以及进行材料固化处理所需的温度与时间。如又一个例子, 偏振旋光元件的材料层可以形成在不同基底或偏振片元件上, 然后将这两层结

合在一起。这种方法可将各个层结合（如层压）成单一器件。还可以用高温退火步骤，用以促进或二层或多层偏振旋光片材料之间扩散、偶合或排列。

液晶材料可选择那些含有能使材料交联的反应活性官能团的材料。在用来形成偏振旋光元件的组合物中也可以加入交联剂或玻璃陶化剂，除液晶材料外。

- 5 液晶材料可按要求排列（例如在向列相、扭曲向列相、或手性向列相中），然后交联或以其他方式玻璃化保持排列。这类交联过程可以通过各种工艺完成，例如，光引发，电子束处理或热固化等。

- 偏振旋光元件或用来形成偏振旋光元件的组合物中可以加入其它材料。例如，如果需要的话，可加入漫射或散射材料使偏振旋光元件引起光的漫射或散射。另一例子中，如果需要添加某种颜色或消除某种颜色，则可以加入，能吸收特定波长的光的吸光材料。合适的吸光材料的例子如染料与颜料。在一些实施方式中，采用的是二向色性染料（如能优先吸收某一偏振光的材料）。特别是那些在偏振旋光元件内可以排列的二向色性染料更为理想。合适的二向染料，包括碘，以及蒽醌，偶氮，重氮，三氮，四氮，五氮以及 Mericyanine，刚果红
15 （二苯代-对- α -萘胺磺酸钠），亚甲蓝，芪基染料（色指数（CI）=620），1,1'-二乙基-2,2'-花青氯（CI=374（橘红）或 CI=518（蓝）），2-苯偶氮噻唑，2-苯偶氮苯噻唑，4,4'-对（芳偶氮）芪和芪的化合物，4-8—二羟基蒽醌，后者可有 2-苯基或 2-甲氧苯基这些取代基，4,8-二氨基-1,5-萘醌染料，和聚酯染料，如 Palanil™ 蓝 BGS 和 BG（德国路德维希堡的巴士夫公司）。这些染料的性质及其制备方法在 E.H.Land 所著胶体化学（Colloid Chemistry）1946 年出版的一书中有述。其它一些二向色性染料及其制备方法在 Kirk Othmer 的化学技术百科全书 Vol.8, pp652-661（1993 年第四版）中有述，这里予以参考结合。
- 20

其它添加剂有油类，增塑剂，抗氧化剂，抗臭氧剂，紫外稳定剂，固化剂，以及交联剂。这些材料可以或不与液晶材料反应。

- 25 在一个实施方式中，偏振旋光元件/偏振片元件采用的是液晶材料的扭曲向列型结构，该结构可以包含随液晶材料取向的吸光分子。在一个实施例中，吸光分子按液晶材料的方向排列。偏振面与液晶材料指向矢平行的偏振光被吸收，而垂直于液晶材料指向矢的偏振光则透过。本例中偏振旋光元件也起偏振片作用。这种特殊偏振旋光元件可以是置于反射型偏光元件之后的“清除作用”偏振片，以强化非偏振状态的光的消光作用。
- 30

偏振旋光元件中采用的任何材料的光学特性，包括折射率等均与波长有关。

例如对于某一波长的二分之一波长延迟器的厚度可以产生对于另一波长小于二分之一波长的延迟效果。至少在一些实施方式中，特别是显示应用，要求降低或最大程度地减少某一波长范围内，如在可见光区域内（即波长在 380-800nm 之间区域）的上述差异。降低偏振旋光元件对波长依赖性（即降低色度性）的方法之一是形成两层或多层的不同材料层，并使这两层或多层排列，使它们的光轴呈某一特定角度。例如，使它们的光轴互呈 90°。要选用材料使制得的偏振旋光元件，其中 $\Delta n d / \lambda$ 对所需求波长范围基本上为一常数（即变化不超过 10% 或 5%）。例如，聚丙烯层可以横向置于聚碳酸酯层上（或反过来），这样得到的元件在整个可见光区域基本上呈均匀一致的光学延迟作用。透过两层膜的光学距离与波长依赖性的差别在所感兴趣波长区域中应基本上均匀一致。各层膜的相对厚度可进行调整，改变该多层膜对波长的依赖性。

排列层可以用于偏振旋光元件，用来规定偏振旋光元件表面的光轴取向。此光轴可以与平行于排列层的表面成某一角度。此外，至少一些情况下，排列层可以使得该光轴与排列层表面呈一定的倾斜角。排列层对液晶材料特别有用，它可规定偏振旋光元件表面液晶的指向矢的取向。液晶材料（如偏振旋光元件）相背的两个面上都可提供排列层。一种办法是采用一个排列层，而是依赖偏振旋光元件的螺距与厚度决定另一面的排列。

排列层可以是分开形成的层，也可以是一层或多层其它膜的其他一个或多个光学元件的一部分。例如，偏振片元件也可以起排列层作用。还可以在排列之后对液晶材料进行交联以维持该排列。也可以在液晶材料交联或玻璃化之后，从装置中去除一个或多个排列层。

许多制备排列层的方法是已知的，因为排列层一直用于包括液晶盒在内的其它器件中。通常制备排列层的一种已知技术涉及机械或物理排列方法，另一种涉及化学与光学排列技术。

通常制备排列层采用的机械方法，就是对聚合物（如聚乙烯醇或聚酰胺）按所需排列方向进行摩擦。另一种物理方法为拉伸或其他方式使聚合物膜（如聚乙烯醇）在排列之后上取向。许多种取向聚合物膜具有液晶材料的排列特征，包括聚烯烃（如聚丙烯）、聚脂（如聚对苯二甲酸乙二醇酯与聚萘二甲酸乙二醇酯）、以及聚苯乙烯（如无规立构，顺式立构，或反式立构的聚苯乙烯）等聚合物排列。聚合物可以是均聚物或共聚物，也可以是二种或多种聚合物的混合物。起排列层作用的聚合物膜可以有一层或多层。起排列层作用的取向聚合物

膜也可以有连续相与分散相。另一种物理方法，即按排列方法以斜向溅射一层诸如 SiO_x , TiO_2 , MgF_2 , ZnO_2 , Au 和 Al 等材料在基底表面上。另一种机械方法是使用微槽的表面，如 US Pat.No.4,521,080, 5,946,064, 和 6,153,272 所述的方法。

排列层也可以采用光化学方法形成。如 US Pat.No.4,974,941, 5,032,009, 5 和 5,958,293 所述，可光取向的聚合物可以形成排列层，对分散在介质中或基底上的各向异性吸光分子用线偏振的光（如紫外光）按排列方向辐照而成。合适的可光取向的聚合物有聚酰胺，如含有取代 1,4-苯二胺的聚酰胺。

另一类可光学取向材料，通常为聚合物，可用来形成排列层。这些聚合物在偏振紫外光或沿该偏振紫外光的电场矢量方向或垂直于该电场矢量方向下发生反应，反应后该聚合物即可使液晶材料呈排列排列。这些材料的例子，如 US 10 Pat.No.5,389,698, 5,602,661 和 5,838,407 中所述。合适的光聚合材料有聚肉桂酸乙烯酯，以及其它如 US Pat.No.5,389,698, 5,602,661 和 5,838,407 所公开的聚合物。如 US Pat.No.6,001,277 和 6,061,113 所述感光异构化合物，如偶氮苯衍生物也适合于光感排列。

15 此外，有些亲液液晶材料也可用作排列层。这类材料当剪切涂布在基底上时，对热改变液晶材料能起强烈的排列排列作用。这类合适材料的例子如美国专利申请序列号 09/708,752 所述。

除使用排列层外，偏振旋光片的液晶材料可在电场或磁场中进行排列。使液晶材料排列的另一种方法是通过剪切或拉伸的流动场，如涂覆或挤压过程中的流动场。液晶材料然后交联或玻璃化保持这种排列。此外，在已排列基底上， 20 诸如聚对苯二甲酸乙二醇酯或聚萘二甲酸乙烯酯一类已排列的聚脂基底上可以产生排列。

可以采用各种不同的偏振片元件。一种偏振片元件类型为反射型偏振片元件。反射型偏振片元件有各种形式。合适反射型偏振片元件为那些在交替层中或在连续相内作为分散相的具有不同折射率的二种或多种不同材料。多层聚合物反射型偏振片如 US Pat.No.5,882,774, 5,965,247, 以及 PCT 专利申请号为 WO 25 95/17303 ; WO95/17691 ; WO95/17692 ; WO95/17699 ; WO96/19347 ; 和 WO99/36262 中所述。市场上有售的多层反射型偏振片有明尼苏达州圣保罗的 3M 公司产的双光度增强膜 (DBEF)。多层无机反射型偏振片在 H.A.Macleod 30 所著由迈克米兰出版公司于 1986 年发行的《薄膜光学滤片》(第二版)和由 A.Thelan 所著由麦克格罗-希尔公司于 1989 年出版的《光学干涉滤片的设计》

等书中有述。漫反射型偏振片包括在 US Pat.No.5,825,543 中所述的连续/分散相反射型偏振片，以及在 US Pat.No.5,867,316 中所述的漫反射型多层偏振片。US Pat.No.5,751,388 和 5,940,211 叙述了其它一些反射型偏振片。

5 另一类反射型偏振片的例子是采用胆甾醇型液晶材料形成的。胆甾醇型液晶偏振片元件在相应于胆甾醇型液晶螺距的光学长度的波长处能透射左旋或右旋圆偏振光。不被透射的光被反射，而在反螺旋性内圆偏振化。在 US Pat.No.5,793,456, 5,506,704, 5,691,789, 以及欧洲专利公开号 EP940 705 中介绍了胆甾醇型液晶反射型偏振片。由于液晶显示器要求输入线偏振光，胆甾醇型反射型偏振片通常提供有四分之一波长延迟器，将透射的圆偏振光转变成线
10 偏振光。合适的胆甾醇型反射型偏振片在市场上有售，商品名为 TRANSMAX™，由默克（Merck）公司生产和 NIPOCS™ 由 Nitto Denko 公司生产。

另一种偏振片元件为吸光型偏振片元件。通常它由取向的且能吸收一定偏振面的光的材料制成。这类偏振片元件的例子有取向聚合物层，它用二向色性染料如碘或金属螯合物染色。这类结构的例子有拉伸的，然后用碘染色的聚乙烯醇层。US Pat. No.4,166,871、4,133,775、4,591,512 和 6,096,375 中有关于合适
15 吸光型偏振片的讨论。

另一种吸光型偏振片包括一种取向聚合物，它可以不需另外染色，它们为能选择性地吸收光的聚合物材料的段，块或接枝的衍生物。一个关于不染色的吸光型偏振片的例子为一取向共聚物，它包含聚乙烯醇和聚乙烯的块，其中聚
20 乙烯块由聚乙烯醇分子脱水而成。US Pat.No.3,914,017 和 5,666,223 有关于不染色的偏振片制造的讨论。

如果需要的话，上述吸光型偏振片元件的取向聚合物膜可起偏振旋光元件的排列层作用。在一个实施方式中，反射型起偏振片元件之上覆盖一层取向聚乙烯醇吸光型偏振片元件（如参见 US Pat.No.6,096,375）。该取向聚乙烯醇吸
25 光型偏振片元件对吸光偏振片元件上液晶材料而形成的偏振旋光元件来说，起排列层的作用。

如上面指出的，可以使用另一个能改变偏振面的元件来代替偏振片元件（图 3 所示的元件 202）。这样一种元件包括例如补偿膜。它能改变光的偏振面，提供不同的椭圆或圆偏振。这样的显示器就具有较宽的水平视角，垂直视角，或
30 这两种视角。

薄膜可以具有一层以上偏振片元件或能改变偏振面的其它元件。例如，偏

振旋光元件可以放置在二个偏振片元件之间。而且，这层膜可以包含多个偏振旋光元件。此外，其它光学元件也可以包含在膜中，如 US Pat.No.5,932,626 和 6,044,196 所述的微结构棱镜膜，漫射层，散射层，以及波长可选的吸收层和透射层。膜中还可加入其它层，它们基本上不会改变器件的光学特性，例如胶粘剂层和基底。

5 可用的基底只不过是个层它提供在其上沉积或形成其它各层的基片。取而代之或添加的是，基底可以是制造、使用或这两种情况下的结构支撑物。在有些情况下，基底不起其它作用。有时基底是可去除或弃去的一层保护性衬底。除非要去除基底，通常基底在偏振旋光片工作波长范围内为透明的，并且具有或无双折射效应。这些实施方式的基底包括三醋酸纤维素（日本东京柯尼卡公司与富士胶卷公司，以及纽约州罗切斯特的伊士曼柯达公司有售），Sollx™(麻省匹兹菲尔特的通用电气塑料制品公司有售)，以及聚丙烯或聚乙烯膜。

10 在至少一些情况下，基底在光学上是各向同性的。另外，基底是个 c 片（即面内处折射率相同，但沿其纵深方向折射率各不相同），且最好为负的 c 片，它起改善同型向性（homeotropic）排列显示盒中离轴的延迟效应。这类实施方式的合适基底包括日本专利申请公开号 2000/154,261A 和美国专利 5,196,953 所介绍的那些。

在另一些实施方式中，基底还起一个或多个光学功能的作用。例如，基底可以是偏振片元件或补偿膜，或含有一种吸光材料，给膜增色或减色。

20 可以构建各种不同器件，可以各种不同方式构建这些器件。除了这里所述方法之外，在美国临时申请专利序列号为_____，题为“偏振旋光片，含有偏振旋光片的器件以及其制造与使用方法”，备案号为 55871US002，并同一天提交的专利中也有描述。特别是该器件的各个元件可以分别先后或同时制造。例如，二层或多层元件（如偏振片元件和排列层）可以共挤压或可以同时涂覆在一可去除的基底上。在另一实施例中，一个元件（如偏振旋光元件）可以涂覆或以其他方式设置在先前形成的层（如排列层，偏振片元件或基底）上。或者，各个元件可以先分开形成，然后层压在一起。薄膜可采用这些方法的组合制造。例如，偏振片元件与排列层可以共挤压形成；偏振旋光元件可涂覆在排列层上。然后将第二个排列层与基底层压到偏振旋光元件上形成器件。

30 器件的各个元件通过各种方法整合成一器件，所用方法通常取决于诸如被整合的各元件层的类别，各个元件层的形成方法，以及各元件层的材料。可以

理解，有多种不同方法用来形成一个膜（如偏振片元件与排列层可以先共挤压形成，然后将偏振旋光元件层压在排列层上）。整合各元件的方法有共挤压，涂布胶粘剂层压，热层压，高温扩散，二个元件反应基团的反应耦合，以及交联。当采用粘接剂时，最好该粘接剂在感兴趣的波长区域内为透明的，除非粘
5 接剂也用作膜内光学层。

下面是膜结构的一个例子。可以理解其它组合可以通过对所述膜的各元件添加、去除或替代等形成。此外，还可以理解图中所示排列层只是可用的，也可以不用。其它元件（如偏振片元件）可起排列层作用，采用电场或磁场进行取向排列，或者在偏振元件交联或玻璃化之后，去除一层或多层排列层。作为
10 一种替换，可以使用单一排列层，在其相背的两个面上的排列通常或部分由偏振旋光元件的材料的厚度与螺距决定。

图3所示的构型可以用来说明各种不同实施方式。一个实施方式中，膜200包括偏振片元件202（如吸光型偏振片元件或反射型偏振片元件，或兼具此两性质，还可包含四分之一波长延迟器），偏振旋光元件204，基底210和两层可用的排列层208，206。这两个排列层可采用上述技术形成。这类膜的制造方法之一包括在偏振片元件202上与基底210上分别形成排列层206与排列层208。偏振旋光元件204的液晶材料可涂布在排列层206，208之一或两者之上。然后将这两种分离的结构合并在一起，形成偏振旋光元件204，再可以对偏振旋光元件的液晶材料进行固化处理，使偏振旋光元件204的排列定型。偏振旋光元件的
20 构型使得射出偏振片元件的光旋光一个所需的角度的。这种膜可以接受非偏振光，透射的偏振光是其偏振面经偏振片元件202偏振轴旋光所需角度的光。作为一个例子，在纵向(0°)或横向(90°)取向的反射型偏振片元件可以与45°偏振旋光元件组合形成一个器件。这种器件可用于图1C的液晶显示器，它可以避免以45°角斜切反射型偏振片时产生的废料。

25 在另一实施方式中，基底210为另一个偏振片元件，它具有的偏振方向不同于偏振片元件202的偏振方向。偏振旋光元件设计成将光的偏振方向从偏振片元件202的偏振轴旋光到与该第一偏振片元件210的偏振轴重合，尽管在有些情况下，偏振旋光元件可以不完全与光重合（如偏振旋光元件将偏振面旋光30°，而两个偏振片元件的偏振光光轴差45°角）。作为一个例子，偏振片元件
30 202可以是个反射型偏振片元件（它的偏振光轴为0°），而另一个偏振片元件210是个吸光型偏振片元件（它的偏振光轴为90°）。偏振旋光元件204被选择

用来将经由偏振片元件 202 透射的光的偏振面旋光 90° 角（遇需要，可旋光其它某个角度），使光能通过该另一偏振片元件 210（如果旋光角度与 90° 差别很大，则仅部分通过）。

在另一实施方式中，基底 210 是另一种能改变偏振面的元件，如补偿膜（例如 US Pat.No.6,064,457 所述的补偿膜）。还有一个实施方式，偏振片元件 202 是反射型偏振片元件，且排列层 206 是二向色性染料染色的聚乙烯醇排列层，或由聚乙烯醇分子脱水而成的聚乙烯块而形成的取向层。这样制得的吸光型偏振片元件可以为偏振旋光元件 204 在聚乙烯醇取向方向上起排列层作用。

图 4 显示一种膜的构型，它利用的是反射/吸光偏振片元件组合。膜 300 包括一层反射型偏振片元件 302，一层吸光型偏振片元件 303，一层偏振旋光元件 304，基底 310，以及两层可用的排列层 306、308。这些薄层按前面讨论的形成与构建。在另一实施方式中，膜 300 包括一层偏振片元件 302，一层漫射元件 303，一层偏振旋光元件 304，基底 310，以及两层可用的排列层 306、308。

图 5 显示一种配以诸如第二偏振片元件或补偿膜等其它光学元件的膜构型。膜 400 包含一层偏振片元件 402（如反射型偏振片元件，吸光型偏振片元件，或它们的组合），偏振旋光元件 404，以及两层可用的排列层 406、408，和另一种光学元件 412（如偏振片元件或补偿膜）。合适补偿膜包括商购补偿膜，如斜型 O 片补偿膜（瑞士 Allschwil 的 Rolic 技术有限公司产），以及由富士胶卷公司（日本东京）产的喷涂 discotic 膜。偏振旋光元件可附加改变离开补偿膜的偏振光的椭圆度。通过选择偏振旋光元件的材料，折射率，厚度，偏振旋光元件可设计成使得特殊补偿膜的操作最佳，且处于膜 400 之内。

图 6 显示不另需基底的膜的构型。膜 500 包含一层反射型偏振片元件 502，一层偏振旋光元件 504，排列层 506，以及可用的第二排列层 508，它也为制造或使用提供足够的支撑。例如，第二排列层 508 可以是聚乙烯醇或其他聚合物的排列层。另外，第二排列层 508 也可以是由取向聚乙烯醇和二向色性组分制成的吸光型偏振片元件。

图 7 显示利用胆甾醇型偏振片元件的膜的构型。膜 600 包含胆甾醇型偏振片元件 602，四分之一波长延迟器，偏振旋光元件 606，偏振片元件 608（反射型或吸光型偏振片或它们的组合），以及可用的排列层 610，612，614。胆甾醇型偏振片元件 602 透射圆偏振光，四分之一波长延迟器 604 将圆偏振光转变成线偏振光。偏振旋光元件 606 将离开四分之一波长延迟器 604 的光的偏振面旋

光到与偏振片元件 608 的偏振轴重合（如要求的话）。在另一替换方式中，四分之一波长元件可以与膜的垂直光轴取向相同，在这种情况下产生的线偏振光与垂直光轴呈 45° 角射出。

图 8 显示配以两层偏振轴不同的偏振片元件与两层偏振旋光元件的膜，能让那些偏振方向不同于这两个偏振片元件的偏振光光轴取向的偏振光透射。膜 700 包括第一偏振片元件 702，第一偏振旋光元件 704，第二偏振片元件 706，第二偏振旋光元件 708，可用的基底 710，以及可用的排列层 712，714，716 和 718。第一偏振旋光元件 704 将第一偏振元件 702 透射的光的偏振面旋光到与第二偏振片元件 706 的偏振轴重合（如要求的话）。第二偏振旋光元件 708 将由第二偏振片元件透射的光偏振面旋光到所需的偏振方向（例如，当从装置主面或平面的法线方向观察，与膜 700 的垂直光轴呈 45° ）。

图 9 显示不需要第二排列层的膜的构型。膜 800 包括一层偏振片元件 802，一层偏振旋光元件 804，排列层 806。由周围条件（如大气）或由膜层的厚度提供偏振旋光元件其他表面的排列。

在其它实施方式中，偏振片元件与偏振旋光元件设置在一光导上（如光导板或光导纤维）。或是偏振片元件或是偏振旋光元件放置在邻近光导的位置。上述各种膜都可用于这些实施方式。有些光导器由于其本质上原因，可以优先将一特定的偏振面相对于直角偏振面分离出来。

在本发明一个特殊实施方式中，偏振旋光元件将线偏振光的偏振面旋光某一角度，使它与液晶显示器底部偏振片的光轴共线。

本发明薄膜可以用于各种应用，包括电子显示，眼罩，窗处理，特定照明，电子或光学开关，信号发送，通讯，航空电子设备等。一种特定用途为液晶显示。图 10 说明液晶显示器的一个实施方式。应该承认，其它液晶显示器的构型已为人们所知，且薄膜可用于那些显示器构型之中。图 10 的构型仅作为例子加以说明薄膜的利用。

液晶显示器 900 包括液晶盒 902，偏振片 904，检偏片 906，背光源与光导器 908，反射型偏振片 910，以及反射片 912。本发明的薄膜可以与液晶显示器上各种元件联合使用，如反射型偏振片 910，偏振片 904，以及检偏片 906 等。本发明薄膜还可以用作反射型偏振片 910。这一类膜还可以包括反射型偏振片元件和偏振旋光元件，后者将由反射型偏振片元件透射的光的偏振面旋光到可以被偏振片 904 透射的方向。在此实施方式中，膜的反射型偏振片元件与偏振片

904 不必具有同一方向的偏振轴。因此，膜的反射型偏振片元件的偏振轴为 0° 或 90° ，而偏振片的偏振轴为 45° 。

在另一实施方式中，该膜可用作偏振片 904。在本实施方式中的偏振片 904 包括偏振片元件与偏振旋光元件。在一种构型中，偏振旋光元件将离开反射型偏振片 910 的光的偏振面旋光，使其被偏振片 904 的偏振片元件透射。在另一构型中，偏振旋光元件将离开偏振片元件的光的偏振面旋光，使其在最靠近液晶盒 902 表面处平行或正交于液晶的指向矢。

还有一个实施方式，该膜可用作检偏片 906。该实施方式的检偏片 906 包括偏振片元件和偏振旋光元件。在一个构型中，偏振旋光元件将由液晶盒 902 透射的光的偏振面旋光一个角度。

该膜还可以用于反射型和透射反射型显示器。例如，检偏片可以包括偏振片元件与偏振旋光片，后者将透射到 LC 盒的光的偏振面旋光一个角度。该膜还可以用来替代 LC 盒偏振片或置于 LC 盒偏振片后面的反射型偏振片，如同背光式显示器的相同的方式。

除了这些实施方式外，该膜的其它用途也是可以想象的。例如，薄膜可以包括补偿膜元件，可取代 LCD 内的商购补偿膜。

薄膜可以构建成具有多重域或像素域。例如，膜的排列层可构建成使其具有不同排列的区域。顶层与底层排列层的排列，可使某些区域呈现偏振面的旋光角度，而其它区域呈现偏振面的另一个旋光角度。例如，该膜在某些区域内可分成 90° 偏振旋光的像素，而另一些区域基本上不呈现任何偏振面的旋光。这可以通过对排列层表面选择性地排列而实现。例如，只有部分排列层的表面被摩擦或曝光（对可光排列的层）。作为另一个例子，排列层表面的不同部位可以通过不同方向的摩擦或对排列层的不同部位以不同偏振角的光曝光而呈不同方向排列。这类构型可用来提供离轴图像均匀性的显示器。

下面一些实施例将描述本发明器件的制造。应该理解，这些实施例仅为叙述性的，不应理解成是对本发明范围的限定。

下面所述是根据本发明一些形成光学器件的实施例。应该认为采用已知技术，其它制造上述光学器件的方法也是可行的。下面所述是制备光学器件的一些新技术。

这里提供的是前面所述的偏振元件，如吸光型偏振片，多层反射式偏振片，分散相/连续相反射型偏振片，或胆甾醇型反射型偏振片，或任何其它能改变偏

振面的元件。在偏振片或能改变偏振面的元件表面上形成排列层。在一个实施方式中，偏振片或能改变偏振面的元件包括一个排列层。例如，偏振片与能改变偏振面的元件包括一层或多层拉伸的聚合物层，形成拉伸排列表面，它起排列层作用。这类偏振元件包含各种多层反射型偏振片，它们被拉伸能诱导多层反射型偏振片至少有些层内的双折射效应。其它例子包括例如二向色性染料染色的聚乙烯醇的吸光性偏振片，或聚乙烯醇分子脱水而成的聚乙烯块的吸光型偏振片。拉伸聚乙烯醇使聚合物取向。聚乙烯醇层可以放置在另一元件上，如多层反射型偏振片上，且起复合反射型/吸光型偏振元件用的排列层作用。

在其它实施方式中，在偏振片或能改变偏振面的元件上形成一先已制成的排列层。如果偏振片或能改变偏振面元件不包括排列层，如果偏振片或能改变偏振面元件表面的排列方向发生错误，如果偏振片或能改变偏振面的元件与偏振旋光元件之间还有其它层（如扩散层或粘结层），或者如果偏振片或能改变偏振面的元件与偏振旋光元件的材料互不兼容，则这类构型很有用。

许多制备排列层的方法是已知的，因为排列层曾用于包括液晶盒在内的其它器件。通常制备排列层的已知技术涉及机械或物理排列方法，以及涉及化学与光学排列技术的另一类方法。

通常制备排列层采用的机械方法，就是对聚合物（如聚乙烯醇或聚酰胺）按所需排列方向进行摩擦。另一种物理方法为拉伸或其他方式使聚合物膜（如聚乙烯醇）在排列之后上取向。许多种取向聚合物膜具有液晶材料的排列特征，包括聚烯烃（如聚丙烯）、聚脂（如聚对苯二甲酸乙二醇酯与聚萘二甲酸乙烯酯）、以及聚苯乙烯（如无规立构，顺式立构，或反式立构的聚苯乙烯）等聚合物排列。聚合物可以是均聚物或共聚物，也可以是二种或多种聚合物的混合物。起排列层作用的聚合物膜可以有一层或多层。起排列层作用的取向聚合物膜也可以有连续相与分散相。另一种物理方法，即按排列方法以斜向溅射一层诸如 SiO_x , TiO_2 , MgF_2 , ZnO_2 , Au 和 Al 等材料在基底表面上。另一种机械方法是使用微槽的表面，如 US Pat.No.4,521,080, 5,946,064, 和 6,153,272 所述的方法。

排列层也可以采用光化学方法形成。如 US Pat.No.4,974,941, 5,032,009, 和 5,958,293 所述，可光取向的聚合物可以形成排列层，对分散在介质中或基底上的各向异性吸光分子用线偏振的光（如紫外光）按排列方向辐照而成。合适的可光取向的聚合物有聚酰胺，如含有取代 1,4-苯二胺的聚酰胺。

另一类可光学取向材料，通常为聚合物，可用来形成排列层。这些聚合物

在偏振紫外光或沿该偏振紫外光的电场矢量方向或垂直于该电场矢量方向下发生反应，反应后该聚合物即可使液晶材料呈排列排列。这些材料的例子，如 US Pat.No.5,389,698, 5,602,661 和 5,838,407 中所述。合适的光聚合材料有聚肉桂酸乙烯酯，以及其它如 US Pat.No.5,389,698, 5,602,661 和 5,838,407 所公开的聚合物。如 US Pat.No.6,001,277 和 6,061,113 所述感光异构化合物，如偶氮苯衍生物也适合于光感排列。

此外，有些亲液液晶材料也可用作排列层。这类材料当剪切涂布在基底上时，对热改变液晶材料能起强烈的排列排列作用。这类合适材料的例子如美国专利申请序列号 09/708,752 所述。

10 除使用排列层外，偏振旋光片的液晶材料可在电场或磁场中进行排列。使液晶材料排列的另一种方法是通过剪切或拉伸的流动场，如涂覆或挤压过程中的流动场。液晶材料然后交联或玻璃化保持这种排列。此外，在已排列基底上，诸如聚对苯二甲酸乙二醇酯或聚萘二甲酸乙烯酯一类已排列的聚脂基底上可以产生排列。

15 上面讨论的有些排列层经偏振紫外光曝光排列可以在排列层上设置偏振旋光元件的液晶材料之前或之后进行。偏振紫外光曝光可以在与偏振片或能改变偏振面的元件相背的一侧进行。如果偏振片或能改变偏振面的元件的偏振轴与排列方向一致或对紫外光完全透明（如该元件仅使见光偏振），可在另一侧进行曝光。另外，也可以同时或从两侧先后进行曝光。

20 偏振旋光元件的液晶材料设置在排列层上面。该液晶材料可以为单体材料，它可以随后聚合形成液晶材料、部分聚合的材料，聚合物材料，或聚合物与单体材料的组合。液晶材料也可以包含溶剂，它能促进液晶材料在排列层的设置。在其它实施方式中，至少一部分液晶材料起溶剂作用，或液晶材料在一分散剂内分散成悬浊液或乳浊液。在一些实施方式中，液晶材料包含单体材料或其它组分，使由液晶材料形成的液晶层具有粘结性能。这类粘结性能可促使液晶层与其它邻近层，如排列层的结合。这类单体材料与其它组分包括丙烯酸酯单体，25 甲基丙烯酸酯单体，乙烯基单体，或芳族乙烯基单体等。

液晶材料可以包含其它组分，如前所述包含漫射颗粒，染料，颜料之类。在一些实施方式中，液晶材料还可包含隔离物。隔离物通常为实心体，在邻近于液晶材料的层之间提供均匀的间隔。通常，隔离物为圆形，柱状或椭圆形，30 其直径或短径尺寸对应所需的由液晶材料形成的液晶层的厚度。隔离物通常由

那些如玻璃或诸如聚苯乙烯或聚丙烯一类聚合物，不与液晶材料起反应的惰性材料制成。

有各种方法将液晶材料设置在排列层上，例如涂布，挤压（如与排列层或者与排列层和偏振片或能改变偏振面元件一起共挤压），喷涂，升华，或凝聚技术等。通常液晶材料的厚度是可控的，以达到所需的光学特性。在一些实施方式中，液晶材料设置在排列层上作为二层或多层连续层。如果底层（如排列层或偏振片或能改变偏振面的层）是热敏性的，则当加热去除溶剂或分散剂时遇热会遭破坏（如性能下降）情况下，特别有用。

设置了液晶材料后，有一些工艺可供选用。在一些实施方式中，不使用第二排列层。在这些实施方式中，偏振旋光元件的光学特性通过控制用于制造偏振旋光元件材料的厚度实现。例如，液晶材料可设置在排列层上形成偏振旋光元件，它的厚度（溶剂被去除，液晶材料聚合后的厚度）正好形成二分之一波长延迟器，或四分之一波长延迟器。作为另一个例子，液晶材料可包含手性向列型液晶材料，它具有固有螺距。也可以借助周围环境（如空气）来控制偏振旋光元件曝光面的排列。

在其它实施方式中，在液晶材料上设置第二排列层，此第二排列层的排列可以相同于或更经常不同于第一排列层的排列。第二排列层设置在液晶材料上可以采用各种方法。在一些实施方式中，第二排列层是设置并配接（如层压）在液晶材料上完整结构的一个部分。这种完整结构包括设置在基底上的第二排列层，它可以是例如偏振片或补偿膜之类光学元件，且在基底与第二排列层之间还有诸如胶粘剂层或扩散层之类的中间层。可以采用上述各种技术将第二排列层设置在基底上形成在偏振片或能改变偏振面的层上的排列层。

在其它一些实施方式中，液晶材料设置在第二排列层上，然后将该结构的液晶材料再与设置在排列层/偏振片或能改变偏振面的元件结构的液晶材料紧密接触。这二种液晶材料可以相同，也可以不同，允许其相互扩散，使二种结构配接成单一器件。这种相互扩散能在将这两种结构配接在一起时的温度下，或这种扩散在加热如在退火工序中产生或得到加强时的温度下发生。在一些实施方式中，液晶材料随后再聚合，将两种液晶材料进一步配接成排列液晶层。加热工序也能促进此两个排列层进行排列。

还有一些实施方式，第二排列层直接形成在液晶材料上。例如，采用涂覆，共挤压，溅射，化学气相沉积或物理气相沉积工艺，或其他在偏振片或能改变

偏振面的元件上形成排列层的技术在液晶材料上设置第二排列层。在一个实施方式中，第二排列层与液晶材料采用共挤法。如果在形成液晶材料与第二排列层中使用了溶剂或分散剂，则该溶剂或分散剂可以不兼容，不溶解，或稍有溶解以维持其各自的完整性，且阻止或禁止两层之间的相互扩散。

- 5 液晶材料可以先于或更经常的是随形成第二排列层之后（如果采用的话）形成液晶层。通常，液晶材料是由光化学，热，或电子束诱发可聚合的或交联的材料。液晶材料通常含有可聚合的单体或聚合物或交联剂或两者都有。液晶材料的聚合或交联通常在液晶材料采用一层或多层排列层进行了排列之后进行。或者采用电场或磁场进行排列。液晶材料的聚合与交联会造成液晶材料固
- 10 定在该排列构型中。如需要的话，也可将任一排列层随后除去。

如果需要的话，在形成第二排列层之前进行部分的聚合或交联。如果采用光化学（如紫外光）或电子束进行聚合或交联，则光束或电子束 a)可直接辐照液晶材料；b)通过基底或第二排列层辐照；c)如果无基底，则通过第二排列层辐照；或 d)如果光束或电子束足以能够穿透到液晶材料的话，通过偏振片或能改变偏振面的元件辐照。如果元件对用于液晶材料聚合或交联的光完全透明的话

15 或如果可以使用偏振光的话，则光对偏振片能改变偏振面元件的穿透得以加强。

这些操作可以重复进行或同时进行，以制得光学器件中的任何其它偏振旋光元件。此外，光学器件中还可以包括或添加其它层。这些层可以通过已知方法，如层压（如胶粘或热层压），涂覆，或挤压（包括共挤压）等配接到前面

20 所述的其他层上。

上述工艺可在一个个器件上，成批地或在连续带上进行。特别是这些工艺可以采用卷对卷的技术进行。作为一个例子，偏振片或能改变偏振面的元件，如反射型偏振片的薄膜从卷材上解卷下来。排列层通过涂覆或其它方式将可光排列的材料通常连同溶剂或分散剂一起涂到膜上制成。

- 25 涂覆可分一次或多次进行。可光排列的材料经干燥，至少部分（最好全部）去除溶剂或分散剂。可光排列的材料经所需排列要求的偏振紫外光固化处理后，形成排列层。按如下所述，在先于或在排列层上设置液晶材料之后再进行固化处理。可光排列的材料的涂覆与排列而成排列层的替代方法，包括采用偏振片或能改变偏振面的元件连同排列表面；涂覆或以其他方式设置排列层，然后再
- 30 拉伸，摩擦或其他方式采用机械取向，或在膜上进行材料的斜角溅射形成排列层。

然后，在排列层上涂覆液晶材料，通常用溶剂或分散剂。涂覆可以按一次或多次涂覆。液晶材料可再经干燥，至少部分（最好全部）去除溶剂或分散剂。在一个工艺中，排列层或液晶材料可采用共挤压在起偏振片或能改变偏振面的元件上同时形成。

- 5 此外，将基底膜诸如三醋酸纤维素膜或其它光学薄膜，诸如偏振片（如反射型偏振片或吸光型偏振片）或补偿膜解卷下来，然后将排列层采用相同方式形成在该膜上。这道操作可以在偏振片或能改变偏振面的元件上形成排列层和液晶材料的同时，或之前，或之后进行。在一种替代的实施方式中，基底/排列层结构上涂覆以液晶材料。在另一种替代的实施方式中，液晶材料涂覆或其他方式设置在基底/排列层结构上，而不是在偏振片或能改变偏振面的元件/排列层结构上。

- 10 随后将涂覆了偏振片或能改变偏振面的元件与基底结合（如层压）在一起，使这两层膜之间为液晶材料。液晶材料经光活化，加热或电子束固化后形成偏振旋光元件。光活化或电子束的固化通常是在穿透基底情况下进行。最后将复合层卷绕成卷。液晶材料的固化较好将膜结构配接在一起。

- 15 在另一实施例中，偏振片或能改变偏振面的膜，如反射式偏振片从一卷上解卷下来。通过将常伴有溶剂或分散剂的可光排列材料涂覆在膜上，在膜上形成排列层。涂覆可一次或多次涂覆。可光排列材料可以经干燥，至少部分（最好全部）去除溶剂或分散剂。可光排列材料经所需排列方向的偏振紫外光固化处理后，形成排列层。也可以采用前面所述的方法。

20 排列层上涂布以液晶材料，常用溶剂或分散剂。涂覆可以一次或多次涂覆。液晶材料以经干燥，至少部分（最好全部）去除溶剂或分散剂。在一替代工艺中，排列层或液晶材料可采用共挤压在偏振压或能改变偏振面的元件上同时涂布。

- 25 也可以在液晶材料上设置第二排列层，此时常用溶剂或分散剂。如果液晶材料按如上所述能提供所需的扭曲角，这第二排列层可以不需要。如果采用第二排列层，则第二排列层以经干燥，至少部分（最好全部）去除溶剂或分散剂。在一个实施方式中，第二排列层包括一种可光排列的材料，该材料用沿所需排列方向偏振的紫外光进行固化。

- 30 在其他实施方式中，第二排列层的形成，例如是将具有排列表面的偏振片或能改变偏振面的元件设置在液晶材料上；涂覆或以其它方式在液晶材料上设

置第二排列层，然后再拉伸，摩擦或其他方式采用机械取向；或在膜上进行材料的斜角溅射形成排列层。

液晶材料经光活化，加热，或电子束进行固化处理。光活化或电子束固化通常透过第二排列层形成偏振旋光元件。这种固化可以随同第二排列层（或甚至随同第一排列层或这两种排列层）同时进行，或在第二排列层固化之后进行。最后将复合物卷绕成卷。

下面实施例将说明本发明器件的制造。可以理解，这些实施例仅为说明性的，不应该把其理解为对本发明范围的限制。

10

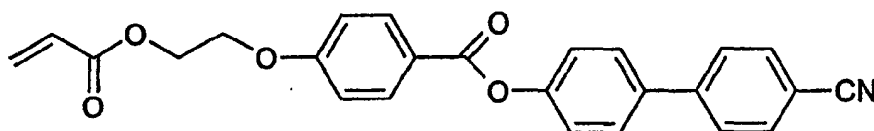
实施例

除非另行指出，实施例中提到的所有化学试剂都购自威斯康星州米尔沃基的 Aldrich 化学公司。

实施例 1

将含有 9 重量% Airvol 107 聚乙烯醇（宾夕法尼亚州艾灵顿的 Air Products 公司），1 重量% WB54（明尼苏达州圣保罗 3M 公司的磺化聚酯），3 重量% N-甲替吡咯烷酮，以及 0.1 重量% Triton X100（康乃狄克州 Danbury 的联合碳化物公司）的水性分散液，涂覆在电晕处理过的聚酯浇注带材上。采用导向板涂覆机，涂成厚度为 64 μm 的湿涂层。该涂层在 105 下干燥 1 分钟。将此 PVA 涂覆的浇注带材在拉幅机炉内 150 下，单轴方向拉伸至原来宽度的六倍。最终膜厚为 175 μm 。

一种热塑性液晶材料化合物 A 按欧洲专利申请公开号 834754 方法制备。配成化合物 A 在四氢呋喃（THF）中 15 重量% 的溶液。



用 18#Mayer 线涂棒（纽约州韦伯斯特的 R.D.精细化工厂有售）将上述该溶液涂覆在有 PVA 的聚酯基底上。湿状态下的标准厚度为 45 μm 。基底一经涂覆液晶材料后，立即在 110 下干燥 10 分钟，去除 THF 溶剂。然后用 3M 公司层压机，1147 型（明尼苏达州圣保罗 3M 公司产）在 120 $^{\circ}\text{C}$ 将经涂覆的基底层压到有同样液晶涂层的基底上。两片涂覆的单轴取向的基底的取向互成 90 $^{\circ}$ 角。然

后将该构造物在 110 下退火 20 分钟。

实施例 2

取 79 重量份实施例 1 中采用的化合物 A，添加 12 重量份内消旋二丙烯酸酯单体（LC242，德国路德维希堡的巴士夫公司产）与 2 重量份光引发剂（Darocur1173，瑞士巴塞尔的 Ciba 精细化学品公司产），形成含固量达 18 重量%的溶液。按照实施例 1 所述对基底进行涂覆、干燥和层压。层压后，该构造物在 400W 汞弧灯下辐照 3 分钟，使液晶材料发生交联反应。

5

实施例 3

取 69 重量份实施例 1 中采用的化合物 A，添加 31 重量份低分子量液晶（E7，纽约州 Hawthorne 的 EM 工业公司产）。最后的四呋喃溶液含固量达 20%。按实施例 1 所述，对基底进行涂覆、干燥和层压。

10

实施例 4

取 62 重量份实施例 1 中采用的化合物 A，添加 14 重量份内消旋二丙烯酸酯单体（LC242）。5 重量份光引发剂（Darocur1173），和 19 重量份低分子量液晶（E7，纽约州 Hawthorne 的 EM 工业公司产）。最后的四呋喃溶液的含固量达 20%。按实施例 1 所述，对基底进行涂覆、干燥和层压。

15

实施例 5

配制 20 重量%反应活性液晶材料（LC242）的甲基乙基酮（MEK）溶液。光引发剂（Darocur1173）的加入量相当于 3.5 重量%的反应活性液晶材料与光引发剂的混合物的总量。采用 22" Mayer 线涂棒按实施例 1 所述方法进行溶液涂覆。按实施例 1 所述对涂覆基底进行层压。此后，该构造物按实施例 2 所述进行辐照。

20

实施例 6

本实施例说明制备仅有一个排列层的偏振旋光膜的方法。

25

配制 30 重量%液晶单体的甲基乙基酮（MEK）溶液。该液晶单体混合物含有的 LC242 和 LC756（德国路德维希堡的巴士夫公司产），以及 Irgacure369（瑞

士巴塞尔的 Ciba 精细化学品公司产)按 96.4/0.1/3.5 的比率混合。该溶液经搅拌，直至固体完全溶于 MEK 时止。

采用 15cm 宽实验室用微凹版印刷机，按实施例 1 所述，将液晶混合物涂覆在实施例所述的聚酯基底上。印刷速率比为 0.66，即印刷辊的角速度为线速度的 0.66 倍。线速度为 4.57 米/分。该涂层在 80 下干燥，随后用 600W 紫外灯（D 型灯管，Fusion UV 系统，由马里兰州的 Gaithersburg 产）在惰性气氛中在 100 % 功率下固化。

液晶聚合物涂层的光学旋光度用 RPA2000 偏振分析器检测（加拿大安大略省渥太华的仪器系统公司产）。每个样品用偏振准直的 633nm 波长，已知椭圆度 0.0°（即为线偏振光），椭圆偏振方位取向的灯辐照。透射光的椭圆度与椭圆偏振的方位角取向经测量分别为 25.2°与 76.6°。

实施例 7-9

按实施例 6 所述实施实施例 7-9,不同的是微凹版印刷轮对线速度之比改变。结果列于下表。

实施例	印刷速率比	椭圆度 [°]	方位角放置 [°]
7	1	18.2	84.60
8	1.33	20.2	82.80
9	2	7.0	89.20

本发明不应该被认为受上述实施例的限制，而应该认为本发明包含权利要求所限定的所有范围。对那些本领域技术人员来说，本发明的各种修改，等效工艺以及各种结构都可以适用。

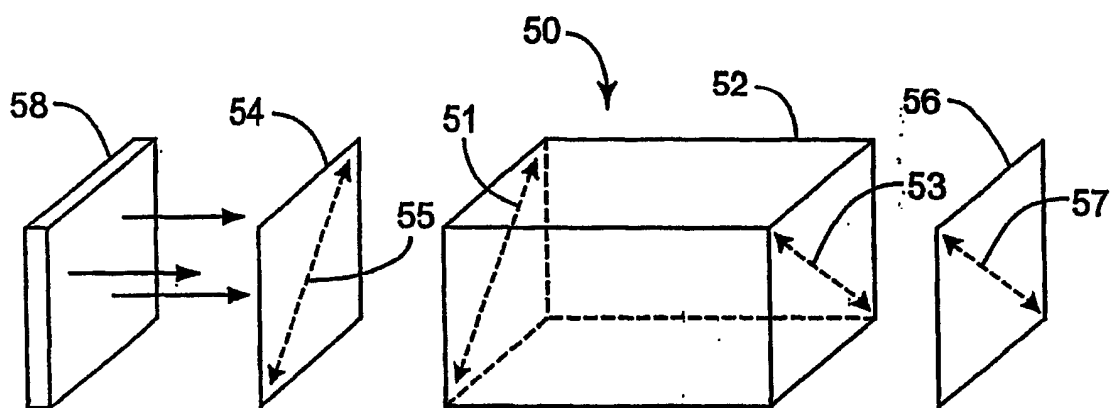


图 1A

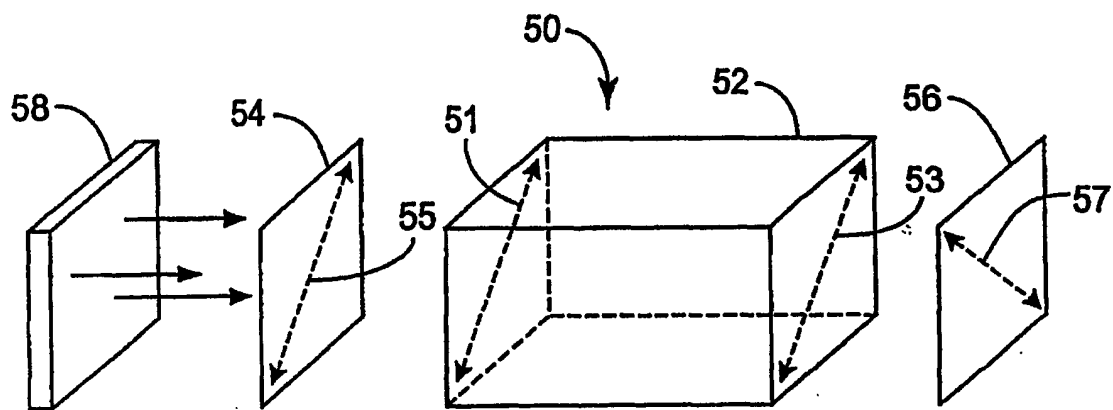


图 1B

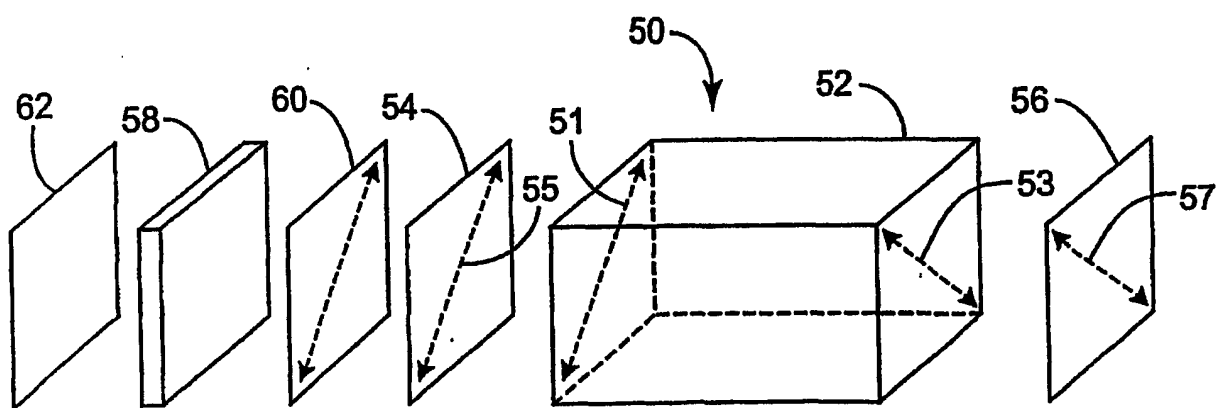


图 1C

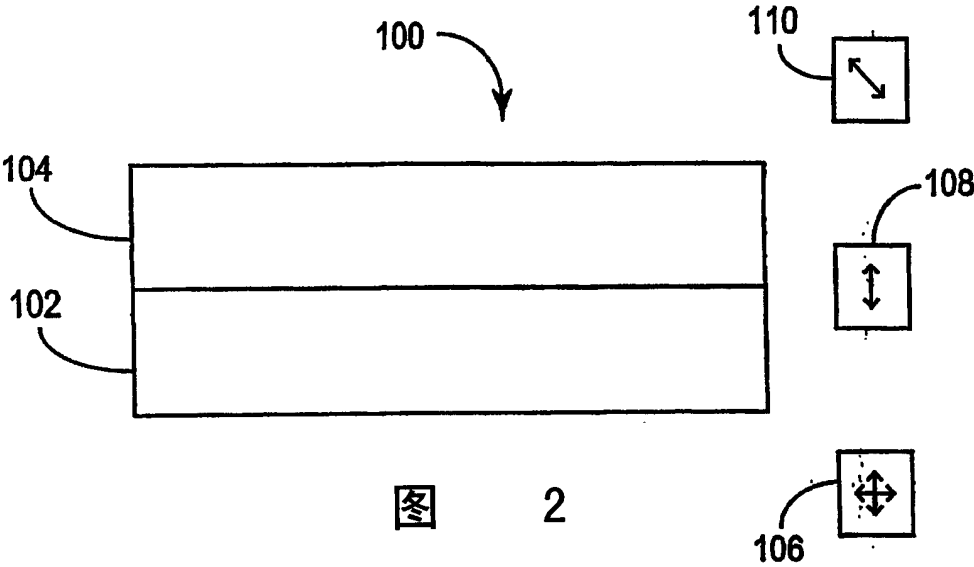


图 2

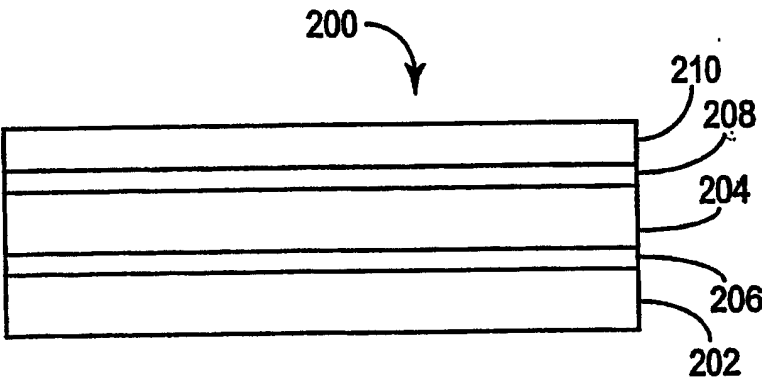


图 3

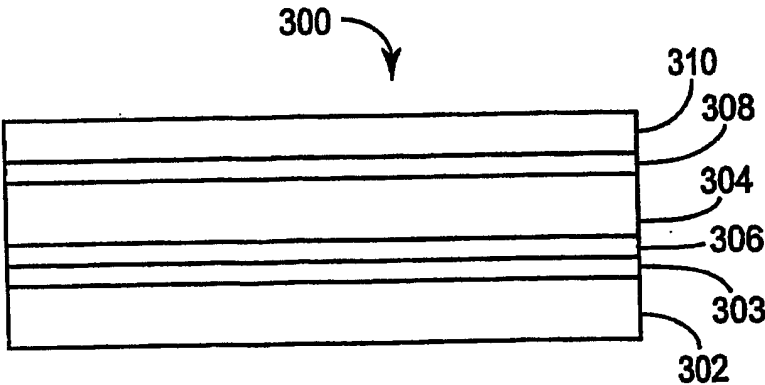
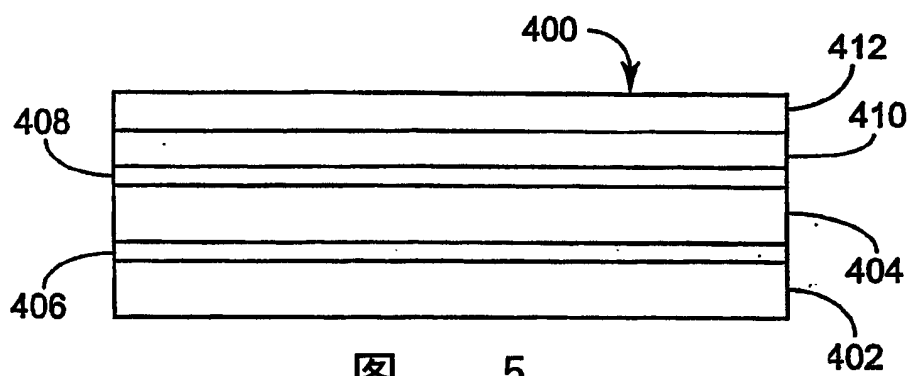
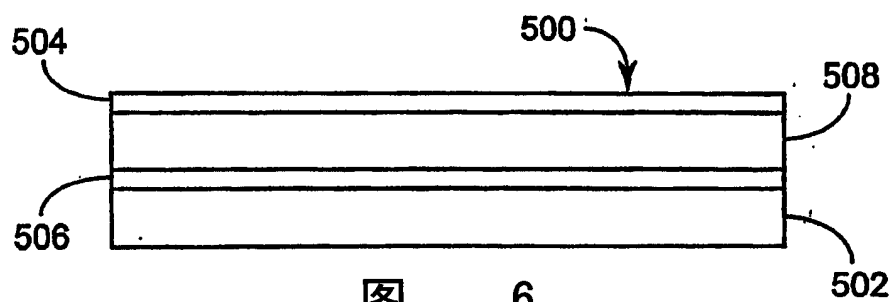


图 4



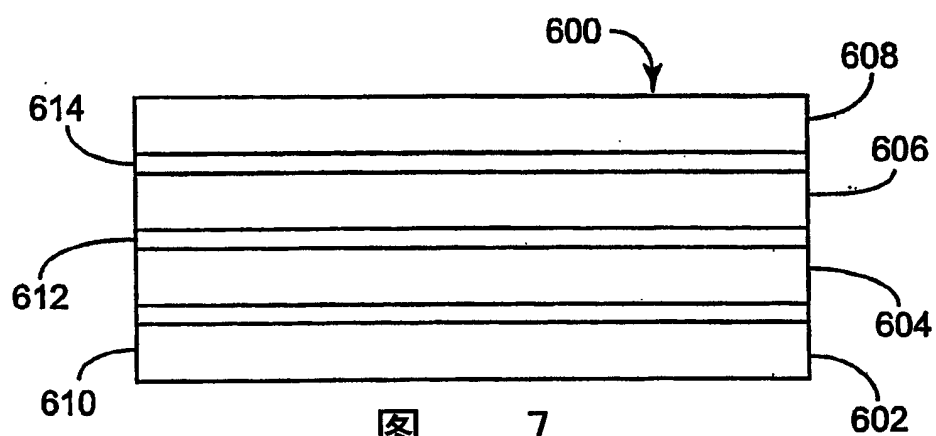
图

5



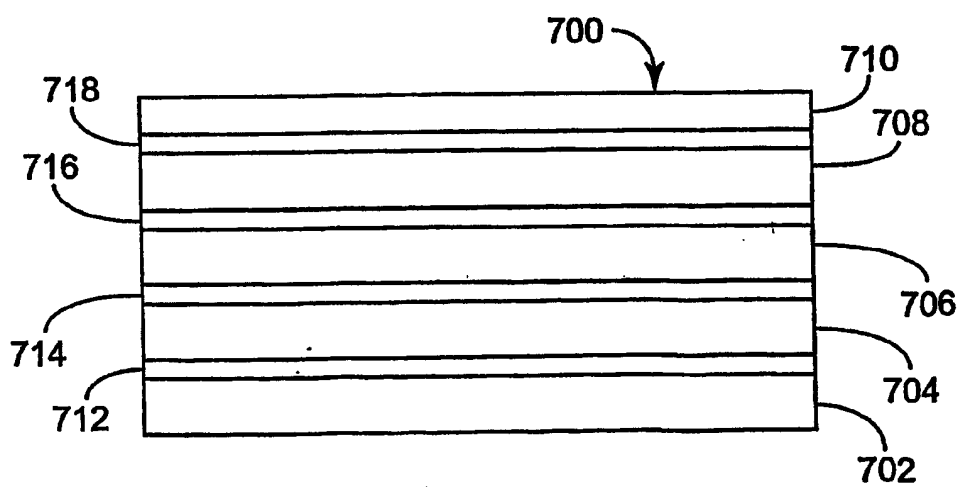
图

6



图

7



图

8

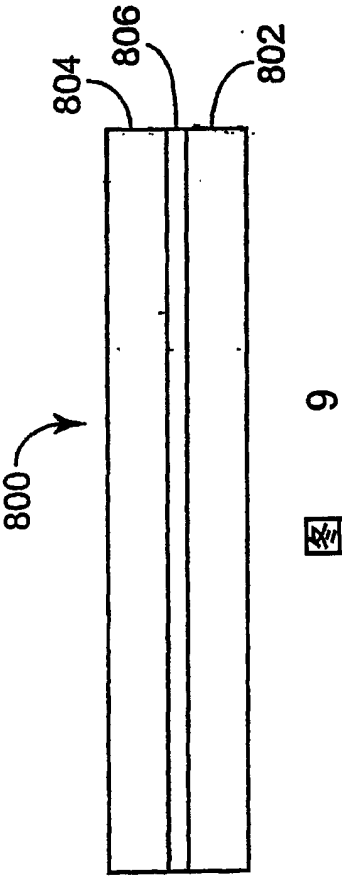


图 9

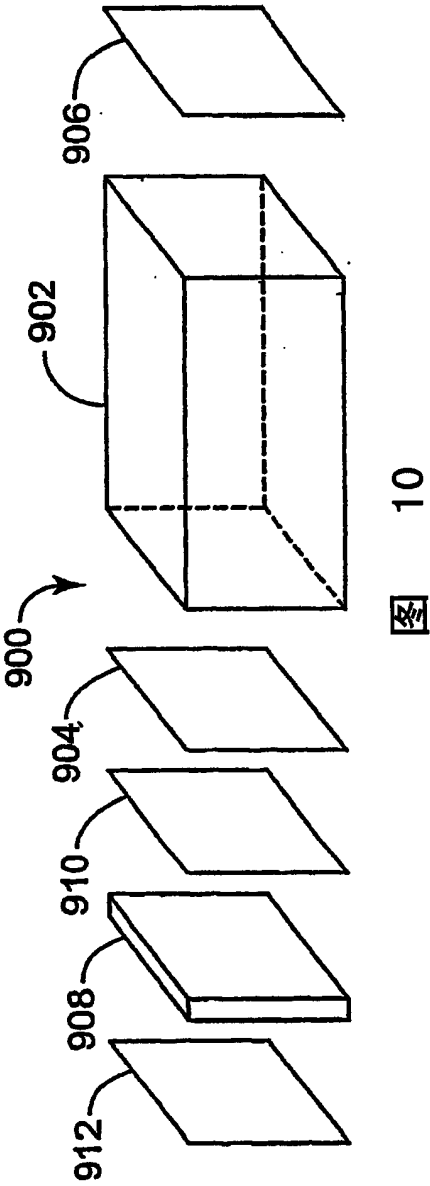


图 10