

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G02B 1/04 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200480014057.1

[43] 公开日 2006 年 6 月 28 日

[11] 公开号 CN 1795399A

[22] 申请日 2004.5.7

[21] 申请号 200480014057.1

[30] 优先权

[32] 2003.5.22 [33] US [31] 10/443,387

[86] 国际申请 PCT/US2004/014349 2004.5.7

[87] 国际公布 WO2004/106988 英 2004.12.9

[85] 进入国家阶段日期 2005.11.22

[71] 申请人 伊斯曼柯达公司

地址 美国纽约州

[72] 发明人 C·J·卡明斯基

R·P·布尔德莱斯

G·C·小欧文

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 范 赤 段晓玲

权利要求书 2 页 说明书 27 页

[54] 发明名称

含纳米颗粒的光学元件

[57] 摘要

本发明公开一种光学元件,它包含表面上有表面特征的基体,该表面特征的 Ra 为 3~200 μm,含颗粒尺寸小于 100nm 的细颗粒的分散体。

1. 一种光学元件, 包含其表面上具有热塑性表面特征的基体, 表面特征的 Ra 为 3~200 μm , 含颗粒尺寸小于 100 nm 的细颗粒的分散体。
2. 权利要求 1 的光学元件, 其中细颗粒的颗粒尺寸小于 15 nm。
- 5 3. 权利要求 1 的光学元件, 其中细颗粒的颗粒尺寸分布小于 25%。
4. 权利要求 1 的光学元件, 其中表面特征的 Ra 为 5~100 μm 。
5. 权利要求 1 的光学元件, 其中表面特征的 Ra 为 25~75 μm 。
6. 权利要求 1 的光学元件, 其中表面特征包含聚合物珠。
7. 权利要求 1 的光学元件, 其中表面特征包含曲面。
- 10 8. 权利要求 1 的光学元件, 其中表面特征包含复合透镜。
9. 权利要求 1 的光学元件, 其中表面特征包含凹陷或凸起。
10. 权利要求 1 的光学元件, 其中表面特征包含线性阵列棱镜。
11. 权利要求 1 的光学元件, 其中表面特征包含棱锥体。
12. 权利要求 1 的光学元件, 其中表面特征包含菲涅耳透镜。
- 15 13. 权利要求 1 的光学元件, 其中表面特征包含微槽。
14. 权利要求 1 的光学元件, 其中细颗粒包含无机氧化物。
15. 权利要求 1 的光学元件, 其中细颗粒包含金属硫化物。
16. 权利要求 1 的光学元件, 其中细颗粒的折射率至少为 2.0。
17. 权利要求 1 的光学元件, 其中细颗粒包含表面官能度。
- 20 18. 权利要求 1 的光学元件, 其中表面特征包含纳米粘土。
19. 权利要求 1 的光学元件, 其中表面特征的浊度至少为 70%。
20. 权利要求 1 的光学元件, 其中表面特征的增益至少为 1.2。
21. 权利要求 1 的光学元件, 其中来自背光的透射率和来自环境光的反射率之和大于 105%。
- 25 22. 权利要求 1 的光学元件, 其中该光学元件还包含表面活性剂或分散剂。
23. 权利要求 1 的光学元件, 其中该光学元件与基础聚合物的折射率之差至少为 0.02。
24. 权利要求 1 的光学元件, 其中表面特征含有直径小于 100 nm 的纳米颜料。
- 30 25. 权利要求 1 的光学元件, 其中表面特征包含聚酯和聚碳酸酯的混合物。

26. 权利要求 1 的光学元件, 其中基体是一种透光率至少 85% 的聚合物。

27. 权利要求 1 的光学元件, 其中基体的非特征部分含颗粒尺寸小于 100 nm 的细颗粒的分散体。

5 28. 权利要求 1 的光学元件, 其中基体衍射光。

29. 权利要求 1 的光学元件, 其中基体含尺寸小于 100 nm 的纳米颜料。

30. 权利要求 1 的光学元件, 其包含含有颗粒尺寸小于 100 nm 的细颗粒分散体的表皮层。

10 31. 权利要求 1 的光学元件, 其包含带表面特征的附加层, 其中, 所述附加层和表面特征与相邻层的折射率之差至少为 0.05。

32. 权利要求 1 的光学元件, 其还包含压敏粘合剂层。

33. 权利要求 1 的光学元件, 其中光学特征作为基体整体的一部分存在。

15 34. 权利要求 1 的光学元件, 其中光学特征作为与基体分离的层存在。

35. 一种光改向薄膜, 包括具有形状确定的分离光学元件的薄光学透明基体, 所述光学元件把通过该基体的光再分配到垂直于基体的方向上, 至少某些光学元件有至少一个曲面和至少一个平面, 以把光再分配到两个不同的轴向上, 至少某些光学元件彼此重叠, 其含有颗粒尺寸小于 100 nm 的细颗粒的分散体。

20 36. 一种光改向薄膜, 包括具有形状确定的分离光学元件的薄光学透明基体, 所述光学元件把通过基体的光再分配到垂直于基体的方向上, 至少某些光学元件包含具有至少一个曲面和至少一个平面的非棱镜元件, 以把光再分配到两个不同的轴向上, 所述光学元件含有颗粒尺寸小于 100 nm 的细颗粒的分散体。

25 37. 一种光改向薄膜, 包括具有形状确定的分离光学元件的薄光学透明基体, 所述光学元件把通过该基体的光再分配到垂直于基体的方向上, 至少某些光学元件在至少下列特征之一上有所变化: 倾角、密度、位置、取向、高度、深度、形状或尺寸, 以使薄膜适合于不同背光的光线输出分布, 所述光学元件含有颗粒尺寸小于 100 nm 的细颗粒的分散体。

含纳米颗粒的光学元件

发明领域

- 5 本发明涉及一种光管理薄膜。在一个优选形式中，本发明涉及一种适用于背光显示器应用的含细颗粒分散体的光管理薄膜。

发明背景

- 10 光学材料和光学制品对控制光的流动和强度非常有用。有用光学产品的实例包括光学透镜如菲涅耳透镜、光学纤维、光管、包括全内反射膜在内的光学膜、反光板，和微观复制产品如增亮膜(BEF)和安全产品。增亮膜在当今许多电子产品中，对提高背光平板显示器如液晶显示器(LCD)、电致发光板、膝上计算机显示器、文字处理器、台式监控器、电视、录象机和汽车、航空电子显示器等的亮度非常有用。

- 15 具体地就增亮膜而论，组成表面特征的材料折射率与增亮膜产生的亮度增益有关。增益是增亮膜使显示器增亮程度的量度，是光学材料的一个性质，也是增亮膜几何形状的性质。对于增亮膜，最好具有高增益，因为提高的增益能有效地提高背光显示器的亮度。

- 20 亮度提高意味着电子产品可以用较低的功率点亮显示器而效率更高。功耗的减小又会减少热量的产生，因此意味着部件寿命延长。所以，鉴于这些优点，一直需要寻找在光学特征中具有更高折射率的光学产品。

光学产品可以用高折射率材料，包括单体如高折射率(甲基)丙烯酸酯单体、卤代单体和本领域内已知的折射率如此高的其它单体制造。

- 25 美国公开申请 2002/0123589(Olson 等)公开了一种用于光学薄膜的高折射率可聚合组合物。虽然该材料的确把高折射率传递给了光学元件，但是，UV 固化在该材料所能生产的表面特征的尺寸和性质上受到限制。UV 固化在该材料所能生产的特征的深度或高度上受到限制，这样就限制了它在某些光学应用中的用途。而且，UV 固化不能用其它工
30 艺如热塑性浇注和压花所能用的聚合物从而聚合物的性能(如模量、耐刮性)的范围。

聚合物可用于折射率比某些光学应用所要求折射率低的光学薄膜

中, 如果通过部分原子的取代, 如用溴或硫取代聚合物中的氢或氧进行改性。这类取代聚合物一般都具有提高的折射率, 但也常带上不应有的颜色且缺乏热和光化学稳定性。因此, 这类取代聚合物不可能是某些光学应用的最佳选择。

- 5 提高聚合物折射率的另一种方法是将纳米颗粒与聚合物进行组合。聚合物/纳米颗粒共混物的折射率部分地依赖于加进聚合物基体的纳米颗粒的折射率。聚合物/纳米颗粒共混物的理论折射率是纳米颗粒和聚合物折射率的体积加权平均值。因此, 最好用折射率高的金属氧化物颗粒来制备共混物。但是, 在水中形成的金属氧化物颗粒难以转移进有机液体而不发生颗粒团聚和伴随的水的转移。

- 10 US 专利 6,329,058(Arney 等)公开了纳米尺度金属氧化物颗粒在聚合物基体中形成透明共混物及其制造方法。尽管该专利宣称金属氧化物/聚合物共混物中的聚合物是任何可固化的材料, 但实施例和专利教导使用 UV 可固化的聚合物而非热塑性材料。UV 可固化体系中的纳米颗粒/聚合物共混物的制造不同于热塑性体系。该专利中教导的分散剂很可能在热塑性挤出所用的温度下会降解, 从而造成纳米颗粒的团聚和分散剂的分解。而且, 专利中教导的纳米颗粒要在溶剂体系中生产, 然后分散进 UV 化学并交联成共混物。热塑性挤出要求干聚合物, 因此纳米颗粒必须经干燥然后再分散进熔融聚合物, 与专利 058 教导的工艺非常不同。虽然该专利公开了表面结构中的金属氧化物/聚合物共混物, 但优选的 $1/10 \sim 10 \text{ mm}$ 范围比本发明带有表面特征的光学薄膜的理想范围大了一个数量级。

本发明要解决的问题

- 25 目前仍需要改进的光管理薄膜以便为背光显示器提供效率更高的光整形特性。

发明概述

- 30 本发明提供一种光学元件, 它包含基体, 在该基体的表面上具有表面特征, 表面特征的 Ra 为 $3 \sim 200 \text{ }\mu\text{m}$, 含颗粒尺寸小于 100 nm 的细颗粒的分散体。

本发明的优点

本发明提供更为有效地整形光的改进的光管理介质，从而提供更亮的背光显示器。

5 发明详述

本发明具有许多超过本领域先有实践的优点。由于纳米颗粒昂贵，因此在表面特征中而不是在光学元件整体中包含纳米颗粒/聚合物共混物，就节约了资金，同时又赋予了同样的光学结果。

10 热塑性塑料作为纳米颗粒/聚合物共混物的一部分能使光学元件具有诸多物理与光学性质，且容易制备。例如，聚乙烯可作为一种透明的低玻璃化转变温度树脂用来成形光学特征，它们柔软，因而不会刮伤其它薄膜。热塑性塑料比 UV 固化聚合物有更宽范围的物理与光学性质，这使它们能用于许多应用中。

15 纳米颗粒能改变聚合物共混物的折射率，从而使光学元件具有更多的功效。纳米颗粒/热塑性聚合物共混物也具有更高的力学特性，如更高的模量、耐刮性和硬度。纳米颗粒也影响熔点和玻璃化转变温度，这能提高聚合物熔体加工条件。近来的研究已发现，当纳米颗粒掺入基体中而颗粒与基体之间没有良好界面时会使不同的性质，即不同的力学性质在 T_g 等下降。纳米颗粒也能提高光学元件的可印刷性。光管
20 理薄膜强度和刚度的提高对于通过印刷系统和处理都是重要的。少量加入时，加进热塑性树脂的纳米颗粒对透射或光整形特性的影响不明显，因为颗粒小于光的波长，因此不散射光。从下文的详述中，上述优点与其它优点将更加明显。

25 术语“表面特征 (surface feature)”是指当光通过它或从它反射出来时决定光向的任何结构。例如，使光准直的棱镜结构或使光无序发射的漫射器都包含光整形元件。光的定向或偏转可以是微观或宏观量级的。“平均粗糙度”或 R_a 是指光整形元件的峰至谷的平均量度。

“小于 100 nm 的颗粒尺寸”是指至少有一维尺寸小于 100 nm 的任何颗粒。满足该描述的颗粒称为“纳米颗粒”。这意味着直径为 1-10 nm
30 而长度为 100 nm ~ 50 μm 的碳纳米管都可看成是“纳米颗粒”，因为它们至少有一维尺寸小于 100 nm。

术语“LCD”是指用液晶形成图象的任何背投显示器。术语“漫

射器”是指能把镜面反射光(有一个主方向的光)弥散成漫射光(具有无序光向的光)的任何材料。术语“光漫射元件”是指能将镜面反射光(有一个主方向的光)弥散为漫射光(具有无序光向的光)的任何元件。术语“光”是指可见光。术语“总透光率”是指透过样品的波长为 500 nm 的光与光源发出的 500 nm 光的总量之比。它同时包括光的光谱透射和漫射透射。术语“浊度”是指漫射透过的 500 nm 光与 500 nm 总透射光之比乘以一个因子 100。“透明”是指薄膜对 500 nm 光的总透光率达 80%或更高。术语“光整形效率”是指整形或定向光与入射到光整形元件表面的光量的百分比。

10 术语“聚合物薄膜”是指包含聚合物的薄膜。术语“聚合物”是指均聚物或共聚物。术语“平均”，对于透镜尺寸和频率，是指对整个薄膜表面积的代数平均。术语“花样”是指任何预定的排列，不论有规或无规。术语“基本圆形”是指长轴不超过短轴 2 倍的几何形状。光学梯度是光学性质如透射率、反射率和浊度随离开起点的距离的变化。

15 在本发明的一个实施方案中，漫射膜在至少一面有织构表面，其形式是许多无规微透镜或小透镜。术语“小透镜”是指小的透镜，但为本讨论的目的，可把术语透镜与小透镜看作同义词。小透镜重叠起来形成复合透镜。“复合透镜”是指主透镜表面上有多个次透镜。“主透镜”是指较大的小透镜，次透镜无序地形成在其上面。“次透镜”是指在主透镜上形成的比主透镜更小的透镜。术语“凹”是指象球面那样弯曲且球的外表面靠薄膜表面最近。术语“凸”是指象球面那样弯曲，且球的内表面靠薄膜表面最近。

20 光通过透镜的发散可表达为“不对称”，它表示在水平方向上的发散不同于垂直方向上的发散。发散曲线不对称是指最大透光的方向不在 $\theta=0^\circ$ 的方向上，而是在一个与表面不垂直的方向上。“孔”在本文中用来指缺少加入的固体或液态物质的位置，但很可能“孔”含有气体。

25 表面特征可以与基体是整体的，也可以是涂布在基体上的分离层。当表面特征与基体是整体时，则薄膜的光整形效率是高的，因为整个薄膜的折射率没有变化不会造成反射。当表面特征是涂布在基体上的，如挤涂，则可以用较宽范围的材料。例如，可以用一种取向聚

酯基来赋予薄膜强度,然后再在该聚酯基上涂布纳米颗粒填充的另一种聚合物成为表面特征。用作基体和表面特征的两种聚合物可以是同一聚合物,也可以是折射率匹配的两种不同聚合物(在这些层的一层或多层内加入纳米颗粒可改变折射率)。当表面特征与基体是整体时,因
5 脱层引起的变化比用两层(基体和表面特征法)时少。

细颗粒的颗粒尺寸优选小于 55 nm。颗粒尺寸小于 50 nm 的那些颗粒不会明显散射光,因此不会明显影响光学元件的散射特性。更优选细颗粒的颗粒尺寸小于 15 nm,因为这样的颗粒远小于可见光的波长,所以它们不会造成光的散射,因此能用来改变材料的折射率而不会明
10 显影响材料的散射、光透射和光反射特性。该尺寸范围有利于颗粒分散进聚合物基体。而且,由于颗粒非常小,所以即使颗粒聚结成 2 或 3 个颗粒的粒簇(起一个颗粒的作用),也因团聚颗粒的颗粒尺寸仍很小而不会明显影响光学元件的透射性。为了使小初级颗粒尺寸适用于透明性要求,必须具有高质量的分散,其中分散质量是指初级颗粒团聚的
15 存在程度。高质量的分散是指只有少数初级颗粒团聚和小的团聚体,因而在给出理想折射率特性的同时,对透射性只有较小的影响。

如果表面特征的平均粗糙度小于 3 μm ,则表面特征不能有效地整形光。优选表面结构的平均粗糙度至少为 5 μm 。已经证明,当表面特征平均为 5 μm 或更高时,该表面特征能以多种几何形状非常有效地整
20 形光。优选表面特征的表面粗糙度小于 225 μm ,因为对于某些应用(如光学薄膜),这会使含基体和表面特征的光学元件变得非常厚,从而增加显示器和光学元件的重量和材料成本。更优选表面特征的 R_a 小于 100 μm ,以减轻光学元件的重量并降低成本。已经证明,最优选 R_a 为 25 ~ 75 μm ,因为已证明该范围允许各种各样的表面特征几何和光学
25 功能。

优选表面特征的平均高径比(aspect ratio)为 0.1 ~ 7.0。当表面特征的高径比小于 0.07 时,曲率或斜率太低,不足以整形透射或反射光。当漫射元件的高径比大于 9.2 时,又变得难以用挤出辊塑法或其它压花技术来生产这些元件。

30 在本发明的一个实施方案中,优选表面特征是复合透镜。复合透镜是一些透镜在另一些透镜之上的透镜。已经证明它们能提供非常有效的光漫射和高的透明度,从而能成为一种还能使显示器更亮的有效

漫射器。漫射量很易通过改变复合透镜的复杂性、几何形状、尺寸或频率得以改变,以实现所需要的漫射。

所有不同尺寸与形状的很多个透镜互相重叠形成,以产生象菜花一样的复合透镜特征。小透镜和由小透镜形成的复合透镜可以凹进薄膜或凸出薄膜。

本发明的一个实施方案可比喻为月亮上坑坑洼洼的表面。撞击到月亮上的小行星在其它坑之外又形成坑,或与另一坑局部重叠,或在另一坑内形成,或吞没另一个坑。当刻出的坑越来越多时,月亮表面就变成复杂的坑坑洼洼,犹如薄膜表面形成的复合透镜。

复合透镜在尺寸、形状、与光轴的偏离和焦距上都可以不同。结构的曲率、深度、尺寸、间距、材料(它决定聚合物薄膜和基体的基本折射率)和小透镜的位置决定漫射程度,而这些参数是在按照本发明制造期间形成的。

每个小透镜的表面都是球的局部,它起一个微型透镜的作用,改变通过透镜的能量的光径。每个小透镜的形状是“半球状”,这是指每个小透镜的表面是球体的一部分,但未必是一个半球。其曲面有相对于与透明聚合物薄膜平行的第一轴(x)测量的曲率半径和相对于与透明聚合物薄膜平行且与第一轴(x)正交的第二轴(y)的曲率半径。阵列薄膜中的透镜不必在 x 和 y 方向上有相等的尺寸。透镜的尺寸,例如,在 x 或 y 方向上的长度,一般都远小于薄膜的长度或宽度。

“高/径比”是指复合透镜的高度与复合透镜的直径之比。“直径”是指复合透镜在 x 和 y 平面内的最大尺寸。高/径比值是每个复合透镜产生的光传播或漫射量的主要原因之一。小高/径比表示透镜的直径远大于高度,从而产生一种较平坦、较宽的复合透镜。较大的高/径值表示一种较高、较细的复合透镜。

使用具有光轴偏离各透镜中心的透镜的漫射膜的结果导致以不对称方式从薄膜漫射光。但应该理解,透镜表面可以成形到使光轴在 x 方向和 y 方向上都偏离透镜中心。

优选凹或凸透镜在任何方向上的平均频率都是 5~250 个复合透镜/mm。当薄膜含有平均 285 复合透镜/mm 时,透镜宽度接近于光的波长。透镜将会使通过透镜的光带色并使透射光和反射光带不应有的颜色。每毫米少于 4 个透镜时,透镜太大,因此以较低的效率漫射光。

更优选凹或凸透镜在任何方向上的平均频率为 22~66 个复合透镜/mm。已经证明, 介于 22~66 个复合透镜的平均频率提供有效的光漫射并能用压在无序刻花辊上的浇注涂布聚合物有效地制造。

表面特征优选凹或凸透镜在 x 和 y 方向上的平均宽度为 3~60 μm 。当透镜尺寸小于 1 μm 时, 透镜使通过的光发生色漂移, 因为透镜尺寸与光波长处于同一数量级, 并使透射与反射光带上不应有的颜色。当透镜在 x 或 y 方向上的平均宽度大于 68 μm 时, 透镜就会因太大而不能有效地漫射光。更优选凹或凸透镜在 x 和 y 方向上的平均宽度在 15~40 μm 之间。已经证明该尺寸的透镜能产生最有效的漫射和高的透射率。

凹或凸复合透镜包含次透镜, 其中较小的透镜在 x 和 y 方向上的宽度优选在 2~20 μm 之间。当次透镜的尺寸小于 1 μm 时, 透镜使通过的光发生色漂移, 因为这样的透镜尺寸与光的波长处于同一数量级, 并使光线带不应有的颜色。当次透镜的尺寸大于 25 μm 时, 漫射效率降低, 因为透镜的复杂性降低了。更优选次透镜在 x 和 y 方向上的宽度在 3~8 μm 之间。已经证明该范围产生最有效的漫射。

每个主透镜上的次透镜数目优选为 2~60 个。当主透镜含有一个或没有次透镜时, 其复杂性降低并因此而不能有效地漫射。当主透镜上所含的次透镜多于 70 个时, 某些次透镜的宽度接近于光的波长, 使透射光带色。最优选每个主透镜有 5~18 个次透镜。已经证明该范围产生最有效的漫射。

优选凹或凸透镜是半球形的, 这是指每个小透镜的表面是球的一部分, 但未必是半球。这样能在整个 x-y 平面内提供很好的均匀漫射。半球状透镜均匀地散射入射光, 这对于显示区需要被均匀漫射的显示器应用是理想的。

每个小透镜表面是一个局部球段, 它起微型透镜的作用, 改变通过透镜的能量的光径。每个小透镜的形状是“半球状”, 意思是指每个小透镜的表面是球体的一部分, 但未必是半球。其曲面有一个相对于与透明聚合物薄膜平行的第一轴(x)测量的曲率半径和一个相对于与透明聚合物薄膜平行且与第一轴(x)正交的第二轴(y)的曲率半径。阵列薄膜中的透镜不必在 x 和 y 方向上有相等的尺寸。透镜的尺寸, 例如在 x 或 y 方向上的长度一般都远小于薄膜的长度或宽度。

优选表面特征呈微槽状。微槽是槽的宽度、长度或高度都在 1~1000 μm 之间的任何槽或沟。纳米颗粒和聚合物形成槽结构(槽壁和槽底), 实际槽或沟未被填充。槽或沟可以在第二次操作中以不同的化学法填充而获得多种用途。例如, 被涂布材料可以是 UV 可固化材料或溶剂涂布材料, 也可以是对导电材料的毒性传感器。形成槽壁和槽底的纳米颗粒的功效是增加槽形式的强度, 改变槽结构(用于光导)的折射率或提高力学与加工性能。

10 优选表面特征包含表面漫射器。表面漫射器利用其暴露于空气的粗糙表面, 使漫射器材料与周围介质之间具有尽可能大的折射率之差, 因此, 对入射光于最大的角传播以及非常有效的漫射。

优选包含表面微观结构的表面特征。表面微观结构在表面结构设计中很容易改变, 也可用热和/或压力改变, 以使薄膜在取向前实现宏观光整形效率的变化。对于不同的光整形和传播效率以及它们要传播多少光, 可以调节微观结构。微观结构的实例是简单或复合透镜、棱镜、棱锥和立方体。微观结构的形状、几何和尺寸都可以改变, 以实现理想的光整形。光整形元件能形成特征如下的增亮制品: 一层柔软而透明的基层和两个分离的表面, 每个表面都有一个被设计到能控制自背光显示器发射光的出射角度的表面形貌。这种制品可以采取数种形式。增亮膜, 或 BEF, 可以是带尖顶、钝顶或圆顶的线性阵列棱镜。BEF 的主要功能是增高来自 LCD 内背光的光的同轴亮度。实现这一点的办法是把以非常浅的角度进入薄膜的光循环回薄膜(否则这种光就会在它通过液晶时被浪费掉)。BEF 还能由可以是, 例如, 部分球体、棱镜、棱锥和立方体的分离光学元件构成。光学元件可以是无序或有序的, 分离或重叠的。侧面可以是斜的、弯曲的或直的, 或以上三种的任意组合。光整形元件也可以是反光结构, 一般用于道路和结构信号或为准直光所设计的菲涅耳透镜。具有填充了纳米颗粒的表面结构能改变表面结构的折射率, 以提高它们的性能。例如, 有较高折射率的菲涅耳透镜将有利于透镜更有效地准直光, 从而使字幕投影仪更亮。表面特征可以在拉伸后形成以改变表面特征的形状。拉伸时, 纳米颗粒一般不产生孔, 因为颗粒很小。优选在浇注热塑性塑料之后进行拉伸, 因为这样可使聚合物取向, 提高薄膜的强度与模量。而且, 使表面特征取向能改变表面特征的几何形状, 以增加功效。

15

20

25

30

拉伸浇注薄膜对于从表面特征所得到的拉伸获得光学性能也是理想的。例如，当将线性阵列沿线性阵列轴向拉伸时，该阵列就会变得更平坦且伸长。如果阵列受拉时未拉伸方向上受限，则阵列的宽度不会有明显的改变，但如果在不受限的条件下拉伸，则薄膜会出现细颈且阵列变窄。用逆向工程来决定浇注期间需要压印在薄膜上的表面特征的几何形状，以在拉伸后获得理想的表面特征形状。薄膜可以相继或同时在横向和/或机器方向上拉伸。最好先产生表面特征然后拉伸薄膜，因为一旦薄膜被拉伸，许多聚合物(如 PET、PEN)就会取向且对拉伸薄膜压花所需的热量和压力会大大增加。

10 在本发明的另一个实施方案中，表面特征包含粘结剂和分散在该粘结剂中的光整形剂。光整形元件优选是聚合物珠。聚合物珠一般可见于聚合物粘结剂中，而且其尺寸、分布和密度控制光整形的量。珠可以是球状或非球状的。珠上涂布的聚合物有多厚能改变光整形的量。用这类光整形元件和粘结剂，很容易定制光整形的量和通过投射薄膜投射到视屏上的投影区(当用漫射膜和投影系统时)有多暗。粘结剂中的珠也能定制背光显示器如 LCD 内的光漫射特性。聚合物珠、粘结剂或二者都可以含纳米颗粒。

关于粘结剂或聚合物珠的树脂，可以包括热固性树脂，如由丙烯酸多元醇和异氰酸酯预聚体组成的热固性聚氨酯树脂、酚醛树脂、环氧树脂、不饱和聚酯树脂等以及热塑性树脂如聚碳酸酯、热塑性丙烯酸树脂或乙烯-醋酸乙烯酯共聚物树脂。

关于光整形层中所含的光整形元件，可以单独或组合使用合成树脂珠如聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)珠，硅氧烷珠或苯乙烯珠。

25 珠的颗粒尺寸，根据相对于粘结剂的厚度适当确定，可以是 1~30 μm 的平均颗粒尺寸，优选具有窄分布。聚合物珠，当用来漫射时，光的可漫射性至少被凸出光整形元件表面的部分颗粒提高。平均颗粒尺寸的范围应使部分颗粒能凸出光学整形元件的表面。

30 在本发明的另一个优选实施方案中，表面特征包含曲面，不论是单个或线性阵列。已知曲面能聚焦并改变透射光的方向。在曲面中加入纳米颗粒会提高曲面的硬度并提供更高的光漫射或准直作用。

本发明的另一个实施方案是表面特征有凸出表面的凸起(post)花样，在凸起和平板表面相交处的柱基周围能留住液体。凹陷(pit)也

是优选的，因为它们的光学特性以及它们能被其它物质所填充。凹陷和凸起具有光学功效，对光学元件上的其它涂层也耐磨和耐擦。

5 优选光学元件上的表面特征是形状确定的离散分离光学元件，用来折射入射光分布，使从薄膜出来的光分布在一个更垂直于薄膜表面的方向上。这些分离的光学元件可以由薄膜出射表面上的凹陷或凸起形成，并包括一个或多个斜面，以便将入射光朝垂直于出射表面的方向折射。这些斜面可以包括，例如，平面与曲面的组合，使光线改向到所需要的视角内。而且，这分离光学元件的表面曲率或曲面面积与平面面积之比以及曲面与平面的周边形状都可以改变，以定制薄膜的光输出分布，定制与薄膜联用的显示设备的视角。此外，分离光学元件表面的曲率或曲面面积与平面面积之比都可以改变，以使在平行于棱镜或双凸槽薄膜的槽的平面内传播的光或多或少改向。分离光学元件的尺寸及数量以及分离光学元件的表面曲率都可以加以选择，以产生或多或少的漫射输出或使来自光源的输入光分布无序化，由此形成较柔和的更弥散的光输出分布，同时又把光输出分布保持在约与薄膜垂直的方向上的特定角区内。

20 薄膜出射表面上的表面特征(如分离的光学元件)优选其无序化的方式会消除对液晶显示器像素间距的任何干扰。这种无序化可包括光学元件的尺寸、形状、位置、深度、取向、角度或密度。这样就不需要漫射器层来消除莫阿效应和类似效应了。同时，至少部分分离光学元件可以在薄膜的整个出射表面上成组排列，每一组中至少部分光学元件具有不同的尺寸或形状特征，它们集合起来使每组产生平均尺寸或形状特性，它们在整个薄膜上变化，从而获得超过任何单个光学元件机加公差的平均特征值并消除莫阿效应以及对液晶显示器像素间距的干扰作用。此外，至少部分分离光学元件可以按彼此相对的不同角度取向，以定制薄膜重新定向/改向两个不同轴上光线的能力。

25 分离光学元件的光改向表面与薄膜光出射表面之间形成的夹角也可以在液晶显示器的整个显示区内变化，以定制薄膜对光源表面上不均匀光输入分布的改向功能。

30 光改向薄膜的分离光学元件最好也彼此以锯齿、互锁和/或交错构型重叠，以产生具有优良表面覆盖率的光学结构。此外，分离光学元件可以成组排列，使某些分离光学元件沿一个轴取向，而其它分离光

学元件沿另一个轴取向。而且各组内分离光学元件的取向也可以改变。更进一步，光线再定向薄膜的分离光学元件的尺寸、形状、位置和/或取向都可以改变以适应光源发射光分布的变化。

光改向薄膜上光学元件的性能和花样也可以定制到使光改向薄膜对发射不同光分布的不同类型的光源最优化，例如，一种花样用于单波壳膝上计算机显示器，另一种花样用于双波壳平板显示器等等。

进一步，要提供光改向薄膜系统，其中光改向薄膜上分离光学元件的取向、尺寸、位置和/或形状要针对背光或其它光源的光输出分布进行定制，从而把来自背光的入射光更多地再取向或改向到所希望的视角内。同时背光也可以包括使光线准直地沿一个轴的分离光学变形以及光改向薄膜可包括使光线准直地沿垂直于该轴的另一个轴的分离光学元件。

对于所有的分离光学元件，纳米颗粒会增加分离光学元件的折射率并提高元件的性能，同时又不会明显影响光学元件的透射或折射。聚合物/纳米颗粒共混物的透明性部分取决于其中所含纳米颗粒的尺寸和折射率。如果纳米颗粒的平均直径大，则聚合物/纳米颗粒共混物的透明性可能会消失。定向到含大颗粒共混物上的光会被反射回光源或偏向一旁，从而降低共混物的表观透明度。而且，共混物的透明度也会在加入非常小的纳米颗粒时消失，如果颗粒在聚合物内团聚。这类颗粒团聚体起较大颗粒散射或反射光的作用。对于一种透明共混物，初级纳米颗粒必须被高度分散(非团聚的)在聚合物中才能避免光散射。

优选表面特征包含聚合物。聚合物容易加工，一般价廉且能用成卷制造，耐撕裂且具有优良的贴合性、良好的耐化学性和高强度。优选聚合物是因为它们强而柔。优选热塑性聚合物是因为它们的成本一般都比玻璃表面特征低，具有优良的光学性能且能用已知的方法如熔体挤出、真空成型和注塑成型有效地形成透镜。为形成复合透镜优选的聚合物包括聚烯烃、聚酯、聚酰胺、聚碳酸酯、纤维素酯、聚苯乙烯、聚乙烯基树脂、聚磺酰胺、聚醚、聚酰亚胺、聚偏二氟乙烯、聚氨酯、聚苯硫醚、聚四氟乙烯、聚缩醛、聚磺酸酯、聚酯离聚物、以及聚烯烃离聚物。可以用上述聚合物的共聚物和/或混合物来提高力学与光学性能。用作透明复合透镜的优选聚酰胺包括尼龙 6、尼龙 66 和

它们的混合物。聚酰胺的共聚物也是适用的连续相聚合物。适用聚碳酸酯的一个实例是双酚-A 聚碳酸酯。宜作复合透镜连续相聚合物的纤维素酯包括硝酸纤维素、三乙酸纤维素、二乙酸纤维素、乙酸丙酸纤维素、乙酸丁酸纤维素以及它们的混合物或共聚物。优选聚乙烯基树脂包括聚氯乙烯、聚乙烯醇缩醛和它们的混合物。也能用乙烯基树脂的共聚物。本发明的优选聚酯包括由含 4~20 个碳原子的芳族、脂族或脂环族二羧酸与含 2~24 个碳原子的脂族或脂环族二元醇制造的那些。适用二元羧酸的实例包括对苯二甲酸、间苯二甲酸、邻苯二甲酸、萘二羧酸、丁二酸、戊二酸、己二酸、壬二酸、癸二酸、富马酸、马来酸、衣康酸、1,4-环己二羧酸、钠代磺基间苯二甲酸和它们的混合物。适用二元醇的实施包括乙二醇、丙二醇、丁二醇、戊二醇、己二醇、1,4-环己二甲醇、二甘醇、其它聚乙二醇以及它们的混合物。

优选细颗粒包含无机氧化物，更优选金属氧化物。本发明的无机氧化物颗粒最好基本上是球状、尺寸较均匀(尺寸分布基本上为单分散)或由共混两种或多种基本上单分散分布所获得的多峰分布。更优选无机氧化物颗粒是且基本保持是非团聚的(基本离散的)，因为团聚会导致散射光的大颗粒，降低光学透明度。

很多胶体无机氧化物颗粒都可用于在本发明的光学元件中。代表性实例包括二氧化硅、氧化钛、氧化铝、氧化锆、氧化钒、氧化铬、氧化铁、氧化镁、氧化铋、氧化锌、氧化锡、钛酸盐(钙或钡)和它们的混合物。无机氧化物可主要包含单一氧化物，如二氧化硅；氧化物组合，如二氧化硅与氧化铝；或一种氧化物芯(或一种不是金属氧化物的材料的芯)上沉积另一种氧化物。

优选金属氧化物是因为纳米尺寸的金属氧化物容易购得商品且它们一般都具有高折射率。此外，许多金属氧化物都是白色粉末，能在较高重量%填充量时对可见光有高的透明性。

优选细颗粒是金属硫化物。优选金属硫化物是因为它们具有高折射率且容易加工。PbS、ZnS、CdS 是感兴趣的代表性金属硫化物。金属硫化物之所以感兴趣，是因为它们具有随直径变化的电子带隙。正确选择这些直径/带隙可用来通过从来自背光的紫外波长的吸收收集光并重新发射有用的可见波长光，从而提高光强度等。而且，这类材料是稳定的，不象有些有机荧光性材料那样容易光褪色。此外，可以选

择某些金属氧化物来吸收 UV 波长的光，获得象金属硫化物一样的优点。纳米颗粒可选来有效地吸收感兴趣的染料。因超细颗粒的平均尺寸所产生的超高表面积，用充当染料接收层的纳米颗粒能有效地进行吸收。

- 5 纳米颗粒可以各色各样的组合加入，以在光学元件表面实现不同的颜色。金属氧化物或硫化物纳米颗粒在尺寸足够小和颗粒尺寸分布窄时能给出强着色作用。此外，改变一种纳米颗粒的尺寸在尺寸足够小时可以产生不同的着色效果。

- 10 这类纳米颗粒可具有不同的形貌，包括球状、棒状、立方状、板状、不规则状或其它基本的几何形状。适当选择形貌可有助于在光学元件表面内的分散和光管理。颗粒尺寸分布优选是窄的，即颗粒直径在平均值的下面和上面的极限值在 $\pm 25\%$ ，更优选 $\pm 10\%$ 以内。窄颗粒尺寸分布有利于加工，而且有利于光管理性能，特别有利于非球状形貌的材料在结构中按有利于窄颗粒尺寸分布排列的方式排列。

- 15 纳米颗粒在聚合物基体中的优化填充量取决于所选择的纳米颗粒/聚合物体系。取决于所选的纳米颗粒及其本身的折射率以及聚合物基体及其折射率，为了达到理想效果可接受的折射率之差，填充量可能要高达 75 重量%。优选地，少于 50 重量%的填充量最理想，因为容易加工且聚合物/纳米颗粒复合材料所获得的光学和力学性质更好。

- 20 优选细颗粒包含表面官能度。表面官能度有助于颗粒与聚合物之间的相容性，使颗粒没有明显的团聚倾向。为官能度进行的一种表面处理包含含有至少一个可水解硅烷部分和至少一个可固化的非硅烷部分的部的可固化硅烷组分。使颗粒表面带电或涂布颗粒的表面也可产生表面官能度。

- 25 优选光学元件还可包含表面活性剂或分散剂。表面活性剂/分散剂能有利于纳米颗粒的处理，从而使团聚最小化。正确选择，例如，阴离子、阳离子、中性或两性稳定剂也会有利于增加聚合物-颗粒的相互作用，从而改善在聚合物基体内的分散性和分散的容易程度。优选表面活性剂/分散剂的重量%填充量是纳米颗粒重量的 0.1~100 重量%，
30 更优选 0.1~10 重量%。

虽然胶体无机氧化物纳米颗粒和纳米粘土都是以上定义的纳米颗粒，但它们具有不同性质。胶体无机氧化物纳米颗粒一般都有很高的

折射率并因此用来提高聚合物表面特征的折射率。由此提高某些表面特征如为准直光所设计的表面特征的效率。另一方面，纳米粘土在使用时，一般都有低于大多数聚合物的折射率，且被用来降低表面特征的折射率。这可用以减少表面特征的反射。纳米粘土必须分散和插层或剥层才能得到纳米粘土，且一般都有某一维的尺寸小于 100 nm 的范围，因而形成板状结构。胶体无机氧化物纳米颗粒必须要分散，且一般在三维上都有类似的尺寸。某些这样的颗粒能归类为具有不规则球状，且通常在所有三维方向上都小于 100 nm。胶体无机氧化物纳米颗粒和纳米粘土都能改变它们分散在其中的聚合物的力学与加工性能。

5 胶体无机氧化物纳米颗粒和纳米粘土能一起使用在表面特征中，以增加功效。已经证明，胶体无机氧化物纳米颗粒实际上能进入插层的粘土层之间。

“纳米复合材料”是指一种复合材料，其中至少一种组分包含一个无机相如绿土，该无机相至少有一维的尺寸在 0.1 ~ 100 nm 范围内。

15 “板状”是指在二维上具有相同尺寸等级且远大于第三维尺寸的颗粒。这时，颗粒的长度与宽度尺寸相当，但比颗粒的厚度大几个数量级。

“层状材料”是指一种无机材料，如绿土，其形式是很多层相邻结合层。“小片”是指层状材料中的一层层分离层。“插层”是指一种或多种外来分子或外来分子的局部插在层状材料的小片之间，通常用 X-射线衍射技术检测，如 US 专利 5,891,611(5 列 10 行 ~ 7 列 23 行)所述。

20

“插层剂”是指插在前述层状材料小片之间的前述外来分子。“剥层”或“脱层”是指一片片小片分离成无序结构而无任何叠序。“插层的”是指已至少部分经历插层和/或剥层的层状材料。“有机粘土”是指用有机分子改性的粘土材料。

25

表面特征优选含纳米粘土。适用于本发明的层状细颗粒材料，也称为纳米粘土，其层厚尺寸在 0.1 ~ 100 nm 范围内，且一般都是 0.5 ~ 10 nm。平均基面间距最好在 0.5 ~ 10 nm 范围内，优选为 1 ~ 9 nm，一般为 2 ~ 5 nm。纳米粘土能改变表面特征的物理性质及光学特性。纳米粘土是非常有效的漫射器且可以通过改变浓度与化学定制到有宽阔范围的透射率和浊度。

30

适用于本发明的层状材料可包含任何无机相，无机相最好包含高径比很大的板形层状材料。但是按照本发明，高径比大的其它形状也是有利的。适用于本发明的层状材料包括页硅酸盐，如蒙脱土，特别是钠蒙脱土、镁蒙脱土、和/或钙蒙脱土、绿脱石、贝得石、铬铃石、
5 锂蒙脱石、皂石、铍蒙脱石、sobockite、斯皂石、svinfordite、蛭石、天然水玻璃、水羟硅钠石、滑石、云母、高岭土以及它们的混合物。适用的其它层状材料包括伊利石、混合层状伊利石/绿土材料，如三八面体伊利石以及伊利石与上述名称的粘土矿的混合物。适用的其它层状材料，特别适用于阴离子聚合物的是层状双氢氧化物或水滑石，如
10 $\text{Mg}_6\text{Al}_{3.4}(\text{OH})_{18.8}(\text{CO}_3)_{1.7}\text{H}_2\text{O}$ ，它含有正电荷层以及层间空间内的可交换阴离子。层上带很少的或不带电荷的其它层状材料也适用，只要它们能用扩张它们层间间距的膨胀剂被插层即可。这类材料包括氯化物如 FeCl_3 、 FeOCl ；硫属元素化合物，如 TiS_2 、 MoS_2 和 MoS_3 ；氰化物如 $\text{Ni}(\text{CN})_2$ ；和氧化物如 $\text{H}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ 、 V_6O_{13} 、 HTiNbO_5 、 $\text{Cr}_{0.5}\text{V}_{0.5}\text{S}_2$ 、 V_2O_5 、
15 Ag 掺杂 V_2O_5 、 $\text{W}_{0.2}\text{V}_{2.8}\text{O}_7$ 、 Cr_3O_8 、 $\text{MoO}_3(\text{OH})_2$ 、 $\text{VOPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{CaPO}_4\text{CH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{MnHAsO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 和 $\text{Ag}_6\text{Mo}_{10}\text{O}_{33}$ 。优选的层状材料是可膨胀的，这样，其它试剂，通常是有机离子或分子，就能插层和/或剥层该层状材料，导致无机相的理想分散。这类可膨胀层状材料包括 2:1 型页硅酸盐，如粘土文献中所定义(参考，例如，H. van Olphen, "An
20 introduction to clay colloid chemistry", John Wiley & Sons Publishers)。优选每 100 g 具有 50 ~ 300 毫当量离子交换能力的典型页硅酸盐。适用于本发明的优选层状材料包括绿土 (smectite clay)，如蒙脱土、绿脱石、贝得石、铬铃石、锂蒙脱石、皂石、铍蒙脱石、sobockite、斯皂石、svinfordite、埃洛石、天然水玻璃、水羟硅钠石、蛭石以及层
25 状双氢氧化物或水滑石，最优选的绿土包括蒙脱土、锂蒙脱石和水滑石，因为这些材料在市场上可购得。

颗粒在本发明光学元件中的浓度可按需而变；但优选低于粘结剂的 10 重量%。过量太多的粘土会因使光学部件变脆而降低光学部件的物理性质且难以加工。另一方面，过低的粘土浓度无法实现所需要的光学效应。优选粘土浓度维持在 1 ~ 10% 之间，为获得最佳结果，更优
30 选 1.5 ~ 5%。

优选光学元件的浊度大于 70%。大于 70% 的浊度值提供有效的光

漫射并已证明大大降低由有序表面特征如线性棱镜所造成的不应有的光学花样。浊度值为 70% 的光学元件能漫射背光源，同时仍具有高的透光率。

5 优选光学元件在被 LCD 显示器内的背光照明时，增益 (gain) 至少为 1.2。增益定义为垂直于有光定向聚合物薄膜的显示器的光输出与垂直于没有光定向聚合物薄膜的显示器的光输出之比。具有至少 1.2 的增益产生更亮的显示器或能用较少电池能的显示器。更优选增益为 1.5。棱锥体结构，即线性阵列棱锥和许多其它表面特征几何都能通过准直进入光学元件的光在显示器内产生增益。

10 优选表面特征的百分透射率与反射率大于 105。这一点是通过下述方式导向光而实现的：将来自一个方向的入射光以所述光的最小损耗和最小改向传播，同时以最低损耗反射来自相反方向的光。一个实施方案看上去象一个线性阵列棱锥体，其中棱锥体具有大的高径比且棱锥体之间的空间内填充有折射率不同的反射材料。这种光学元件起转
15 射器的作用，是一种能用于显示设备中的元件，它既能用于透射模式又能用于反射模式。

优选细颗粒的折射率大于 2.0。当在聚合物基体中加入折射率大于 2.0(一般折射率为 1.4 ~ 1.6) 的细颗粒时，良好分散的聚合物基体的折射率增大。许多光学特征如漫射器和准直薄膜依靠聚合物表面特征与空
20 气的折射率之差起作用，因此当聚合物基体的折射率增大时，工作效率更高。纳米颗粒在提高折射率方面有优越性，因为它们能影响折射率而不会明显改变光学元件的散射性。优选光学元件的折射率由基体聚合物改变至少 0.02。折射率的增大会提高光学元件的性能，甚至折射率增大 0.02 也会产生光学效益。更优选光学元件由基体聚合物改变
25 至少 0.1。已经证明在某些准直薄膜中折射率增加 0.1 就能使增益提高 4%，因此能延长显示器内电池的寿命。

优选基体是透光率至少 85% 的聚合物。85% 的透光率可以使背光设备延长电池寿命并增加视屏亮度。最优选的基体透光率是大于 92%。92% 的透光率允许背光透射并最大化液晶设备的亮度，从而大大
30 改进显示器亮度必须和自然阳光竞争的室外背光设备的图象质量。

优选基体是含孔聚合物。优选微孔基体是因为孔能提供不透明性而不必用 TiO_2 。它们在打印期间也起缓冲作用。微孔复合材料取向板

的传统制造方法是：共挤出芯和表面层，接着进行双轴取向，这时在芯层内所含孔引发材料的周围形成许多孔。含孔聚合物基体能在透射或反射中漫射光。这类复合材料板已公开在，例如，US 专利 4,377,616; 4,758,462 和 4,632,869 中。含孔聚合物基体能用孔引发颗粒成孔，也能

5 发泡成孔。

优选光学元件两面都有表面特征。通过在不止一面带有表面特征，可以实现更多的光整形，因为光将通过两个具有表面特征的界面。例如，面朝光源的表面上可以有一种散射织构如复合透镜结构以漫射光线，而远离光源的那一面可以有起准直光线作用的表面特征，如棱

10 镜阵列或棱锥形。在一个实施方案中，两面的表面特征要对准。每一面的表面特征如曲率、深度、尺寸、间距和几何形状以及高径比都可以改变。

优选基体含颗粒尺寸小于 100 nm 的细颗粒的分散体。纳米颗粒能改变基体的折射率而不会明显影响基体的散射作用。而且，在基体中

15 加入纳米颗粒能增加基体的可印刷性并提高基体的力学特性，如硬度和玻璃化转变温度。此外，在基体中加入纳米颗粒时，可以对基体定制表面特征的折射率，使基体与表面特征之间的界面上没有菲涅耳损耗。

优选基体能衍射光。基体可以是全息的或含许多薄层。这样可把

20 全息图象加进光学元件，以获得更有趣的视觉效果。也可以通过衍射大部分可见光而造成镜面效应。含全息基体的光学元件可用在表或钟内的 LC 显示器中，还能定制。基体也可以含不混溶聚合物的共混物。

优选热使表面特征的尺寸至少改变 5%。表面特征也可以用热与压力的组合或仅用压力来改变。方法是用热和/或压力以梯度或花样方式

25 来改变表面特征的形状。当在特征上施热和/或压力时，特征将部分或全部熔化、流动并冷却成一种局部或全部特征已平坦化的新结构。热和/或压力是选择性地关闭薄膜上光学性能的一种方法，并能以非常精确的方式施加，由此在光定向薄膜内产生点、线、花样和织构。该方法可用来定制漫射和镜面透射量以满足液晶设备背光输出的需求。

30 优选用电阻加热头或激光加热系统来施加热和/或压力。电阻加热头如热印机中可见的印刷头，用热和压力来熔化表面特征。优选该方法是因为它具有精确的分辨率，能在表面特征熔化的同时上色，而且

用热和压力能熔化一系列聚合物。优选颜色要加在改性区。加入的色料优选是染料，因为染料是透明的，所以着色区显得光亮而带色。而且，用升华的染料和热印机，容易在产生镜面区的同时加进染料。这一点具有优越性，因为在着色区(有染料)与改性表面特征区之间不存在定位问题，因为它们是用价廉且已受印刷工业支持的印刷技术同时生成的。

光整形元件优选包含直径小于 100 nm 的纳米颜料。纳米尺寸颜料的优点在于，为实现相同的色饱和度所需要的颜料比微米量级或较大颜料颗粒时少，因为颜料颗粒非常小，对着色更有效。而且，由于所有的颜料都集中在表面特征内，要达到相同着色效果所需的颜料量比光学元件整体内都有纳米颜料时的少，因为颜料集中在薄层(表面特征)内更有效。由于纳米颜料比光的波长小，所以纳米颜料对光的散射不如较大颗粒颜料的那么严重。优选基体含小于 100 nm 的纳米颜料，因为这类颜料能更均匀地分布在薄膜的整个幅宽内，而如果表面特征是大的且包含纳米颜料，则可能会出现色差。任何其它着色剂如染料也可以用在基体或表面特征内。

优选光学元件内存在压敏粘合剂。压敏粘合剂可以是永久性或可重新定位的。压敏粘合剂用来把薄膜粘结到物体，如 ID 牌上，显示部分，或粘结在其它薄膜上。优选粘合剂涂布或施加在基体上。优选的压敏粘合剂是丙烯酸-基粘合剂。已经证明丙烯酸粘合剂能在塑料之间产生优良的粘结性。优选粘合剂材料可以用本技术领域内已知的许多方法涂布，以产生薄而一致的粘合剂涂层。实例包括凹版涂、棒涂、逆向辊涂和漏斗涂。在显示器介质内，压敏粘合剂用来把光学薄膜粘结到波导、偏振器或其它薄膜上。由此就减少了光学薄膜因在设备周围的滑动或弓曲而导致光学缺陷的机会。也使显示器制造厂的装配变得更简便。

优选的衬里材料或可剥离背料是聚合物的取向板。优选衬里是取向聚合物是因为在取向过程中提高了强度和韧性，而且粉尘与起毛量较少，而如果用纸衬里则会引进粉尘和起毛。用作衬里基体的优选聚合物包括聚烯烃、聚酯和尼龙。优选的聚烯烃聚合物包括聚丙烯、聚乙烯、聚甲基戊烯、聚苯乙烯、聚丁烯、和它们的混合物。包括丙烯与乙烯的共聚物，如己烯、丁烯和辛烯在内的聚烯烃共聚物也有用。

最优选聚酯，因为它具有在高速贴标签设备内有效输运标签或光学薄膜衬里所需要的理想强度和韧性。

5 优选在光学元件上附加表皮层以实现附加功效。优选表皮层含有颗粒尺寸小于 100 nm 的细颗粒的分散体。纳米颗粒能改变表皮层的折射率而不会明显影响基体的散射。而且，在基体中加入纳米颗粒能提高可印刷性并提高整个光学元件的力学特性如硬度、玻璃化转变温度和可加工性。为获得相同的物理或光学性质，在表皮层内加入细颗粒，相对于在基体中加入，所需用量较少，因为细颗粒在高浓度表皮层内能更有效地发挥作用。

10 优选光学元件包含附加层，附加层与表面特征之间的折射率之差至少为 0.05。如果元件平面内的折射率之一与附加层相同，而垂直于第一轴的折射率相差 0.05 以上，则可产生反射偏振器。附加层也可以形成消反射元件或提高光学元件的光学性能。

表皮层还可含有浅色抗静电材料或不同的成孔材料以产生具有独特性能的板材。可以把光学元件制成带有能提供更好的粘结性的表面层。本发明的附加物可以是一个光学增亮器。光学增亮器基本上是无色的荧光性有机化合物，它吸收紫外光并把它以可见蓝光发射出来。实例包括，但不限于，4,4'-二氨基芪-2,2'-二磺酸的衍生物；香豆素衍生物，如 4-甲基-7-二乙基氨基香豆素、1,4-双(邻-氟基苯乙烯基)苯和 2-氨基-4-甲基苯酚。光学增亮器可用于表皮层，导致更有效地利用光学增亮器。

25 光学元件可在共挤出和取向工艺之后或在浇注和完全取向之间用任意层数可用来改进板材性能包括可印刷性在内的涂层进行涂布或处理，以提供蒸气阻隔性、使它们可热封或改进粘结性。其实例是为获得可印刷性的丙烯酸涂层、为获得热封性的聚偏二氯乙烯涂层。其它实例包括为提高可印刷性或粘结性的火焰、等离子体或电晕放电处理。

30 本发明的光学元件可与由透明聚合物制成的薄膜或板材组合使用。这类聚合物的实例是聚酯，如聚碳酸酯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸丁二醇酯和聚萘二甲酸乙二醇酯；丙烯酸聚合物如聚甲基丙烯酸甲酯；以及聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、聚氯乙烯、聚醚砜、聚砜、聚丙烯酸酯和三乙酰基纤维素。投影介质可安装在一块玻璃板

支座上。在另一方面，本发明的光学元件也可以包括一层或多层光学涂层，以改进通过薄膜的透光率。为了提高光管理薄膜的效率，涂布一层消反射(AR)涂层也常是理想的。

5 本发明的光学元件可以在不降低光学特性的范围内加进添加剂或润滑剂等，例如，为改进薄膜可拉伸性和表面滑溜性的二氧化硅，目的是改变一定入射角的光散射或整形性。这类添加剂的实例是有机溶剂，如二甲苯、醇或酮，细颗粒丙烯酸树脂、硅树脂或 Δ 金属氧化物或填料。

10 本发明的光学元件也可与光漫射器，例如，体漫射器、双凸层、含珠层、表面漫射器、全息漫射器、微观结构漫射器、另一个透镜阵列或它们的各种组合联用。光学元件也可以与堆叠的不止一块光学管理薄膜板或任何其它光学薄膜，包括增亮膜、反光膜、波导和漫射器等一起用于某种应用。

15 在本发明的一个优选实施方案中，表面特征是有序的。通过提供一种有序表面特征，可以由本发明的光学元件实现光定向和光导。在本发明的另一个实施方案中，表面特征是无规的。通过提供一种无规表面特征，可以由本发明的光元件实现光漫射。更进一步，已经证明，无规表面特征会减少不应有的光学花样，例如由有序表面特征可能产生的莫阿花样。

20 在优选的实施方案中，本发明的表面特征包含棱镜。棱镜结构是周知的且能通过排斥斜入射到表面的光能而有效地增加透射光的亮度。在另一个优选实施方案中，本发明的表面特征包含一个角立方体。角立方体表面特征是周知的且能减轻不应有的环境光的闪光。

25 在本发明的另一个实施方案中，光学元件含有光学垫片，以提供空气间隙、规范的焦距和耐刮性和耐冲击性。优选含平均粗糙度等于至少 5 μm 的粗糙表面的光学元件，其中粗糙表面含至少两组粗糙度，其中，优选所述至少两组的粗糙度之差至少为 8 μm 。含两组粗糙度的光学元件提供至少一个功能光学表面，如光漫射器或光导，而另一组在由不止一个光学部件组成的光学系统内提供间距。通过提供至少一
30 组比其它更高的粗糙度，较高粗糙度的那一组提供与其它光学部件的光学接触，而另一组粗糙度提供光学功效，如光定向或光漫射。而且，优选这两组粗糙度之差至少为 8 μm ，因为小于 5 μm 的间距会导致不

应有的光干涉花样。

精确控制本发明的光学元件与其它光学部件之间的空气间隙能大大提高光学系统内光学元件的效率和可变性。一个实例是含整体光学垫片的可见光漫射薄膜。通过在表面漫射器与其它光学部件之间提供一个光学垫片，漫射光进入其它光学部件的传播可以通过光学垫片与光漫射元件的相对高度来规范和控制。镜面光源如激光，在不用垫片时，可以被表面漫射进一个窄锥体，而在用了比漫射元件大 5~20 倍的垫片时，可以被漫射进一个宽锥体。窄的光漫射锥体倾向于在 LC 设备内提供窄视角，而宽锥体将提供较大的视角。窄锥与宽锥漫射器都有用，取决于光漫射的应用。

优选本发明的光学元件包含一个几何形状的垫片。高度大于功能光学元件的几何垫片，在与其它光学部件如增亮薄膜和偏振薄膜组合使用时，提供精确的空气间隙。几何形状同时为反射和透射光能量提供力学和光学功效。在本发明的一个优选实施方案中，适用于本发明的几何垫片包含圆柱。圆柱提供镜面光透射且耐冲击。而且，当本发明的光学元件要与其它光学部件组合使用时，圆柱的端面提供优良的接触点。

优选弹性模量大于 500 MPa 的表面特征。大于 500 MPa 的弹性模量允许表面特征与压敏粘合剂层合以便与其它光学网状材料组合。进一步，因为表面特征是力学韧性的，所以，与现有技术中易损和难以装配的浇注漫射薄膜相比，本光漫射器更能承受装配工艺中的严格要求。

优选光整形元件包含 UV 荧光剂。该荧光剂吸收 UV 光并发射可见光。这是提高背光显示器亮度的一种方法，该方法不是从背光源吸收 UV 光，而是靠荧光剂把 UV 光转化为可见光。通过有层在 UV 光照射下会发光，或有一定的延迟因而使荧光剂在暴露于 UV 光后不断发出荧光，所以在黑暗中发光的薄膜，也使光管理薄膜的视觉效果更好。

优选表面特征可接收至少 0.5 的染料密度。这能使表面特征被直接印刷上以产生带表面织构和颜色的光管理薄膜。光整形元件可接收染料密度而不改变形状，或者能部分或全部塌陷而产生镜面反射或透射区。优选能接收染料的这一层能接收至少 1.5 的染料密度。已经证明，能接收至少 1.5 染料密度的 DRL 能复制大部分 Pantone® 色空间并产生

真实和饱和的颜色。优选 DRL 使着色有效地被转移并媒染进光学元件。DRL 必须与拟成象的着色剂相容才能产生理想的色域和密度。DRL 可以是，例如，热染料接收层、油墨接收层、调色剂接收层等。

已建议将聚碳酸酯(本文所用的术语“聚碳酸酯”是指碳酸与二元醇或二酚的产物)和聚酯用于热印的图象接收层。已发现聚碳酸酯(如 US 专利 4,740,497 和 4,927,803 公开)在用于热染料转印时，具有良好的吸染性和理想的低褪色性。正如美国专利 4,695,286 所述，已经发现数均分子量至少约 25,000 的双酚-A 聚碳酸酯是特别理想的，因为它们也使热印期间可能会出现的面变形最小化。

另一方面，聚酯很容易用相对无毒的化学起始材料以不用溶剂的熔体缩聚进行合成和加工。由芳族二酯形成的聚酯(如 US 专利 4,897,377 所公开)在用于热染料转印时，一般都有良好的染料吸收性。由脂环族二酯形成的聚酯公开在 US 专利 5,387,571(Daly)中，以及聚酯和聚碳酸酯的共混物公开在 US 专利 5,302,574(Lawrence 等)中，这些专利的公开包括于此供参考。

聚合物可以经共混用于染料接收层内，以获得各聚合物的优点并最优化组合效应。例如，US 专利 4,695,286 中所述的那种较价廉的未改性双酚-A 型聚碳酸酯可以与 US 专利 4,927,803 中所述的那种改性聚碳酸酯共混，以获得更耐热印期间可能出现的表面形变以及印刷后可能出现的光褪色且成本介于两者之间的接收层。但是，如果聚合物不能彼此完全混溶，则用这类聚合物共混物会带来问题，因为这类共混物会表现出一定的浊度。虽然浊度一般是不希望的，尤其有损于透明接收器。不完全相容的共混物也会导致可变的染料接收，不良的图像稳定性和与染料给体可变的粘结性。

在本发明的一个优选实施方案中，二元羧酸衍生单元与二元醇衍生单元的脂环族环含 4~10 个环碳原子。在一个特别优选的实施方案中，脂环族环含 6 个环碳原子。

优选用于热染料转印的染料-接收元件包含一种未改性双酚-A 聚碳酸酯和一种聚酯的混溶性共混物，所述聚碳酸酯的数均分子量至少约 25,000，所述聚酯包含重复的二元酸衍生单元与二元醇衍生单元，优选至少 50 mol%二元酸衍生单元包含在相应二元羧酸中各羧基的 2 个碳原子之间有一个脂环族环的二元羧酸衍生单元，以及至少 30 mol%

二元醇衍生单元包含一个与相应二元醇中每个羟基不直接邻接的芳环或一个脂环族环。该聚合物共混物具有优良的染料吸收性和图像染料稳定性，而且它基本上没有浊度。它提供一种具有更高抗指纹性和耐转写性的接收器，而且能在热印机内以大大减少的热头压力和印行时间被有效地印刷。意外的是，已发现这些脂环族聚酯与高分子量聚碳酸酯是相容的。

数均分子量至少约 25,000 的未改性双酚-A 聚碳酸酯的实例包括 US 专利 4,695,286 所公开的那些。具体实例包括 Makrolon 5700(Bayer AG)和 LEXAN 141(通用电气公司)聚碳酸酯。

10 在本发明的又一个优选实施方案中，未改性双酚-A 聚碳酸酯与聚酯聚合物要按某重量比共混，以使最终共混物具有理想的 Tg 并成本最低。传统上，聚碳酸酯与聚酯聚合物可以按约 75:25 ~ 25:75，更优选约 60:40 ~ 约 40:60 的重量比进行共混。

15 对于本发明的共混物，聚酯所必要特性如下：它们不含芳族二酯如对苯二甲酸酯；以及它们与聚碳酸酯在感兴趣的组成混合下是相容的。优选聚酯的 Tg 为约 40℃ ~ 约 100℃，聚碳酸酯的 Tg 为约 100℃ ~ 约 200℃。优选聚酯的 Tg 比聚碳酸酯的低，并对聚碳酸酯起增塑剂的作用。优选最终聚酯/聚碳酸酯共混物的 Tg 在 40℃ ~ 100℃之间。Tg 较高的聚酯和聚碳酸酯可以添加增塑剂后使用。

20 由于本发明的光学元件一般都用于投影或显示系统，所以优选弹性模量高于 500 MPa 的光学元件。优选抗冲击性高于 0.6 GPa 的光学元件。高于 0.6 GPa 的抗冲击性可以使光学元件耐刮和耐机械变形。

25 优选采用聚合物挤涂工艺来产生表面特征。产生表面上有一涂层树脂且树脂具有表面织构的聚合物薄膜的方法是已知的。让表面上有熔体树脂的聚合物薄膜与带有表面花样(与薄膜上所需花样相反)的花样辊接触。在该工艺期间，花样辊表面上的表面织构被压印进涂有树脂的聚合物薄膜中。因此花样辊上的表面花样对于在所得光学元件的树脂内产生的表面是非常重要的。花样辊的表面也能用任何方法在辊上产生所需要的花样，如金刚钻切割、激光蚀刻或光刻，以产生所需表面特征花样的反转花样。

30 类似地，光学元件也可以用共挤出法形成。挤出和共挤出技术是本领域内周知的，且在，例如，Encyclopedia of Polymer Science and

Engineering, Vol.3, John Wiley, New York, 1985, p.563 和 Encyclopedia of Polymer Science and Engineering, Vol.6, John Wiley, New York, 1986, p.608 中已有所述, 其中的公开内容包括于此供参考。

优选溶剂涂布法形成表面特征。涂料可以用传统的预计量或后
5 计量溶剂涂布法, 如刮涂、空气刀涂、棒涂、辊涂等方法, 施加在基体的一面或两面。涂布方法的选择取决于操作成本, 涂布方法又确定了配方规范, 如涂料固体、粘度和速度。涂布工艺能在连续操作机上进行, 在其中, 在底基上涂布一层或多层。溶剂涂布是优选的, 因为这种方法成卷进行, 且一次能在聚合物上涂布多达 15 层的不同涂层。

10 本发明的光学元件还可以用围绕花样的真空成型法、注塑法或在聚合物网上压花等方法制造。

光学元件能转变为反射薄膜或转射薄膜, 方法是在本发明拟用作
交通信号反光膜的薄膜上涂布一层由金属膜等组成的反射膜。它可以适用于汽车、自行车、人等的状态使用。光学元件的表面还能部分金
15 属化, 由此产生转射器, 即 LCD 中的光学膜, 这样 LCD 就既能用于反射模式又能用于透射模式。本发明的光学元件可通过层合一层由氧化铟组成的以 ITO 膜为代表的透明导电层作电极用。

光学元件的另一项应用是背投视屏, 这时一般都希望把图象从光源投射到大面积视屏上。电视机的视角一般在垂直方向上比水平方向
20 上小, 因此在整个显示器上可变的漫射能控制整个显示器的视角和亮度。

本说明书中所提及的专利和其它出版物的全部内容都包括在此供参考。

25 实施例

在本实施例中, 模拟化将说明在聚合物表面特征中加入细颗粒时, 准直来自背光光的光学元件的光学性能得到了提高。

模拟薄膜是一个带表面特征的基体, 表面特征的形式是线性阵列三角棱镜。整个薄膜厚 155 μm , 其中, 基体厚为 105 μm , 棱镜高为 50
30 μm 。模拟的基体是折射率为 1.50 的取向聚酯。每个棱镜的棱角为 90°, 节距(pitch)为 50 μm 。该薄膜一般用来准直液晶显示器的背光。其性能用增益来量度(薄膜与同轴背光的亮度除以只有同轴背光的亮度)。棱镜

起准直来自背光的光线并以高角度反射回(用全内反射)入射到薄膜上的光线。当线性阵列棱镜具有较高折射率时,增益提高,从而显示器更亮。

- 5 为提高表面特征内聚合物的折射率,要在聚合物基体中加入高折射率的纳米颗粒。将分散良好的金红石 TiO_2 、 ZnS 和 Fe_2O_3 纳米颗粒与聚碳酸酯的共混物进行模塑,以决定细颗粒对共混物的作用。模塑的颗粒是全都良好分散在聚碳酸酯中的 10 纳米颗粒尺寸(颗粒尺寸分布约 22%)的金红石 TiO_2 、 ZnS 和 Fe_2O_3 的混合物。

- 10 颗粒可以用单螺杆或双螺杆挤出机进行分散。颗粒可以具有表面官能度(例如处理到带有表面电荷)或分散剂,以保持颗粒免于团聚。分散剂必须能起作用并在挤出温度(例如, 315°C)下不降解。

金红石 TiO_2 的折射率=2.62

聚碳酸酯的折射率=1.586

15

金红石 TiO_2 重量%	TiO_2 体积分数	聚碳酸酯 体积分数	折射率
0	0.000	1.000	1.586
1	0.003	0.997	1.589
2	0.006	0.994	1.592
3	0.009	0.991	1.595
4	0.012	0.988	1.598
5	0.015	0.985	1.601
10	0.030	0.970	1.617
20	0.066	0.934	1.654
25	0.086	0.914	1.675
30	0.108	0.892	1.697
40	0.158	0.842	1.749
60	0.297	0.703	1.893

ZnS 的折射率=2.37

聚碳酸酯的折射率=1.586

重量% ZnS	ZnS 体积分数	聚碳酸酯 体积分数	折射率
0	0.000	1.000	1.586
1	0.003	0.997	1.588
2	0.006	0.994	1.591
3	0.009	0.991	1.593
4	0.012	0.988	1.596
5	0.016	0.984	1.598
10	0.032	0.968	1.611
20	0.070	0.930	1.641
25	0.091	0.909	1.657
30	0.114	0.886	1.675
40	0.167	0.833	1.717
60	0.310	0.690	1.829

5

Fe₂O₃ 的折射率=2.63

聚碳酸酯的折射率=1.586

重量% Fe ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ 体积分数	聚碳酸酯 体积分数	折射率
0	0.000	1.000	1.586
1	0.003	0.997	1.589
2	0.006	0.994	1.592
3	0.009	0.991	1.595
4	0.012	0.988	1.598
5	0.015	0.985	1.601
10	0.030	0.970	1.617
20	0.066	0.934	1.654
25	0.086	0.914	1.675
30	0.108	0.892	1.697
40	0.158	0.842	1.749
60	0.297	0.703	1.893

用 Light Tool, 即购自 Optical Research 协会的一个商用序列线踪软件包、上述线性阵列, 并用上表的折射率作为表面特征的折射率建立一个模型。发现当表面结构的折射率从 1.59 到 1.69 增加 0.1 时, 导致光学薄膜的增益提高 4.8%。

- 5 为了使聚碳酸酯的折射率提高 0.1, 必须在表面特征(折射率约 1.59)中加入约 28 重量%TiO₂ 或 Fe₂O₃ 或 35 重量%ZnS。即使在表面特征聚合物内加进少得多的纳米颗粒量, 也仍会提高光学薄膜的增益并为显示器的设计者和用户提供效益。

- 10 由于所用的纳米颗粒很昂贵, 在表面特征中而不是在光学元件整个体积内含纳米颗粒聚合物共混物, 就节约了资金, 同时也给出了同样的光学结果。

纳米颗粒/热塑性聚合物共混物也具有更高了力学特性, 如更高的模量和耐刮性。纳米颗粒也影响熔点和玻璃化转变温度, 这会提高聚合物熔体加工条件。纳米颗粒也提高光学元件的可印刷性。

- 15 虽然本实施例用来提高准直薄膜的增益, 且因此用了高折射率的纳米颗粒, 但也能用本实施例重点介绍以外的其它纳米颗粒, 且可以用同样的原理来产生折射率较低的聚合物/纳米颗粒共混物, 以作消反射涂层之类的应用。

- 20 本说明书中提到的专利和其它出版物的全部内容都包括于此供参考。