

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G02B 5/04 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200580020135.3

[43] 公开日 2008 年 10 月 15 日

[11] 公开号 CN 101288004A

[22] 申请日 2005.6.16

[21] 申请号 200580020135.3

[30] 优先权

[32] 2004. 6. 17 [33] US [31] 10/870,366

[32] 2004. 9. 10 [33] US [31] 10/939,184

[32] 2004. 9. 10 [33] US [31] 10/938,006

[32] 2005. 3. 11 [33] US [31] 11/078,145

[86] 国际申请 PCT/US2005/021351 2005.6.16

[87] 国际公布 WO2006/028543 英 2006.3.16

[85] 进入国家阶段日期 2006.12.18

[71] 申请人 3M 创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

[72] 发明人 克林顿·L·琼斯

布兰特·U·科尔布

戴维·B·奥尔森

埃米莉·S·根纳

尚德恩·D·哈特

迈克尔·S·格勒斯

约翰·T·考厄尔

[74] 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理有限公司

代理人 丁业平 张天舒

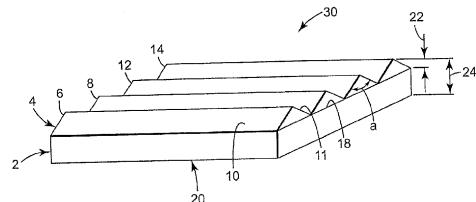
权利要求书 7 页 说明书 39 页 附图 4 页

[54] 发明名称

光学膜、组件和显示装置

[57] 摘要

本发明公开了微结构化光学膜、包含至少一片所述微结构化光学膜的薄膜组件、以及包含单一一片所述微结构化光学膜或单一一个所述组件的显示装置(如被照明的显示装置)。



1. 一种具有微结构化表面的光学膜，该光学膜包含可透光的聚合物材料，其中，所述的膜是单片相对增益为至少 1.78 的基本上非偏振的膜。
2. 根据权利要求 1 所述的光学膜，其中，至少所述微结构化表面包含可聚合树脂的反应产物，其中所述可聚合树脂的折射指数为至少 1.61。
3. 根据权利要求 1 所述的光学膜，其中，所述微结构化表面具有由按线型排列的棱柱构成的重复图案。
4. 根据权利要求 3 所述的光学膜，其中，所述棱柱具有尖锐的、圆形的、或平截的顶峰。
5. 根据权利要求 3 所述的光学膜，其中，所述棱柱的顶角在 80 度到 100 度的范围内。
6. 根据权利要求 3 所述的光学膜，其中，所述棱柱的顶角为约 90 度，相邻顶峰之间的平均距离为约 50 微米，并且所述棱柱具有基本上相同的高度或不同的高度。
7. 根据权利要求 1 所述的光学膜，其中，至少所述微结构化表面包含可聚合组合物的反应产物，其中所述可聚合组合物对波长为 450 nm 的光的吸光度小于 2.5，对波长为约 575 nm 到 800 nm 的光的吸光度小于 1。
8. 根据权利要求 1 所述的光学膜，其中，至少所述微结构化表面包含可聚合组合物，所述可聚合组合物包含完全凝聚的经过表面改

性的无机纳米颗粒。

9. 根据权利要求 8 所述的光学膜，其中，所述无机纳米颗粒包括氧化锆。

10. 根据权利要求 1 所述的光学膜，其中，所述的膜具有与所述微结构化表面结合的底层。

11. 根据权利要求 10 所述的光学膜，其中，所述底层具有高折射指数轴，并且，所述微结构化表面包含平行棱柱，所述平行棱柱排列为与所述底层的高折射指数轴成 90 度 +/-20 度的角度。

12. 根据权利要求 10 所述的光学膜，其中，所述底层包括苯乙烯-丙烯腈聚合物、三乙酸纤维素、聚甲基丙烯酸甲酯、聚酯、聚碳酸酯、聚萘二甲酸乙二醇酯、萘二羧酸共聚物、降冰片烯聚合物、或其混合物。

13. 一种组件，该组件包含权利要求 1 所述的微结构化光学膜，该微结构化光学膜与第二光学膜靠近。

14. 根据权利要求 13 所述的组件，其中，所述第二光学膜为转向膜、偏振膜、扩散膜或其组合。

15. 一种组件，该组件包含第一微结构化光学膜，该第一微结构化光学膜与非结构化的反射偏振膜靠近，并且由所述第一膜和所述偏振膜构成的组件所具有的增益为至少 2.59。

16. 根据权利要求 15 所述的组件，其中，所述第一微结构化光学膜具有由基本上平行的棱柱构成的图案，所述反射偏振膜具有透光轴，并且所述微结构化光学膜的所述棱柱与所述反射偏振膜的所述透

光轴垂直。

17. 一种组件，该组件包含第一基本上非偏振的微结构化光学膜，该第一基本上非偏振的微结构化光学膜与第二基本上非偏振的微结构化光学膜靠近，其中，由所述第一膜和所述第二膜构成的所述组件的相对增益为至少 2.80。

18. 根据权利要求 17 所述的组件，其中，所述光学膜各自具有非结构化的表面，并且，所述第二膜的微结构化表面与所述第一膜的非结构化表面靠近。

19. 根据权利要求 18 所述的组件，其中，所述的膜各自的所述微结构化表面均具有由基本上平行的棱柱构成的图案，并且，所述第二膜被布置为使得所述第二膜片的所述棱柱与所述第一膜的所述棱柱不平行。

20. 根据权利要求 19 所述的组件，其中，所述第二膜的所述棱柱被布置为与所述第一膜的所述棱柱成 90 度 +/-20 度的角度。

21. 根据权利要求 17 所述的光学膜组件，其中，所述第一微结构化光学膜与所述第二微结构化光学膜相同或不同。

22. 根据权利要求 17 所述的组件，所述组件还包含第三光学膜，该第三光学膜与所述第一光学膜或所述第二光学膜靠近。

23. 根据权利要求 22 所述的组件，其中，所述第三光学膜为非结构化反射偏振片。

24. 根据权利要求 23 所述的组件，其中，由所述第一光学膜、所述第二光学膜和所述第三光学膜构成的所述组件的相对增益为至

少 3.40。

25. 根据权利要求 19 所述的组件，所述组件还包含具有透光轴的非结构化反射偏振片，该非结构化反射偏振片被布置在由所述基本上非偏振的微结构化光学膜构成的所述组件上，其中，与所述非结构化反射偏振片相邻的那片非偏振的微结构化光学膜的所述棱柱与所述反射偏振膜的所述透光轴垂直。

26. 一种具有微结构化表面的光学膜，该光学膜包含可透光的聚合物材料，其中，所述的膜是单片相对增益为至少 2.46 的反射偏振膜。

27. 根据权利要求 26 所述的光学膜，其中，所述微结构化表面具有由基本上平行的棱柱构成的图案，所述棱柱与具有透光轴的反射偏振底层结合在一起，其中，所述棱柱与所述反射偏振膜的所述透光轴垂直。

28. 一种组件，该组件包含权利要求 26 所述的微结构化光学膜，该微结构化光学膜与第二光学膜靠近。

29. 根据权利要求 28 所述的组件，其中，所述第二光学膜为转向膜、偏振膜、扩散膜或其组合。

30. 一种组件，该组件包含微结构化反射偏振膜，该微结构化反射偏振膜与基本上非偏振的微结构化光学膜靠近，并且，所述第一膜和所述第二膜的相对增益为至少 3.33。

31. 一种光学膜组件，该组件包含具有微结构化表面的第一光学膜，该第一光学膜由包含至少 10 重量%无机纳米颗粒的可透光的聚合物材料构成，其中，所述第一膜与第二光学膜靠近。

32. 根据权利要求 31 所述的组件，其中，所述第二膜选自：基本上非偏振的光学膜、微结构化反射偏振膜、非结构化反射偏振膜、吸收偏振片、转向膜、扩散膜、及其组合。

33. 一种具有微结构化表面的光学膜，该光学膜包含可透光的聚合物材料，其中，所述的膜包含可聚合组合物的反应产物，该可聚合组合物包含一种或多种烯键式不饱和单体和至少 10 重量% 的无机纳米颗粒，其中所述可聚合组合物对波长为 450 nm 的光的吸光度小于 2.5，并且对波长为约 575 nm 到 800 nm 的光的吸光度小于 1。

34. 一种具有微结构化表面的光学膜，该光学膜包含可透光的聚合物材料，其中，所述的膜包含可聚合组合物的反应产物，该可聚合组合物的折射指数为至少 1.61，并且对波长为 450 nm 的光的吸光度小于 2.5，对波长为约 575 nm 到 800 nm 的光的吸光度小于 1。

35. 一种装置，该装置具有：

(a) 照明设备，该照明设备具有发光表面；和
(b) 由权利要求 1-12、26-27、33 或 34 中的任意一项权利要求所述的光学膜，该光学膜被布置为与所述发光表面靠近。

36. 根据权利要求 35 所述的装置，其中，所述照明装置为背光显示装置。

37. 根据权利要求 35 所述的装置，其中，所述照明装置为背光液晶显示装置。

38. 根据权利要求 35 所述的装置，其中，所述装置为手持装置、计算机显示器或电视机。

39. 根据权利要求 35 所述的装置，其中，所述装置包含具有透光轴的吸收偏振片，该吸收偏振片与微结构化光学膜靠近，所述微结构化光学膜具有由基本上平行的棱柱构成的图案，并且所述棱柱与所述吸收偏振片的所述透光轴基本上垂直。

40. 一种装置，该装置具有：

(a) 照明设备，该照明设备具有发光表面；和
(b) 由权利要求 13-25 或 28-32 中的任意一项权利要求所述的光学膜组件，该组件被布置为与所述发光表面靠近。

41. 根据权利要求 40 所述的装置，其中，所述照明装置为背光显示装置。

42. 根据权利要求 40 所述的装置，其中，所述照明装置为背光液晶显示装置。

43. 根据权利要求 40 所述的装置，其中，所述装置为手持装置、计算机显示器或电视机。

44. 根据权利要求 40 所述的装置，其中，所述装置包含具有透光轴的吸收偏振片，该吸收偏振片与微结构化光学膜靠近，所述微结构化光学膜具有由基本上平行的棱柱构成的图案，并且所述棱柱与所述吸收偏振片的所述透光轴基本上垂直。

45. 一种装置，该装置具有：

(a) 照明设备，该照明设备具有发光表面；
(b) 反射片，该反射片位于导光片后面；和
权利要求 1 所述的光学膜或者权利要求 17 所述的组件，该光学膜或该组件被布置在所述发光表面的前面。

46. 根据权利要求 45 所述的装置，其中，所述发光表面为边缘
照明的导光片。

47. 根据权利要求 45 所述的装置，其中，所述导光片为楔形的。

48. 根据权利要求 45 所述的装置，其中，所述反射片为多层的
聚合物镜面反射片。

光学膜、组件和显示装置

相关申请

本申请为：2004年6月17日提交的美国专利申请 No. 10/870366 的部分继续申请；2004年9月10日提交的美国专利申请 No. 10/939184 的部分继续申请；2004年9月10日提交的美国专利申请 No. 10/938006 的部分继续申请；以及2005年3月11日提交的美国专利申请 No. 11/078145 的部分继续申请。

背景技术

某些微复制型的光学产品（例如，如美国专利 No. 5,175,030 和 5,183,597 所描述的）通常被称为“增亮膜”。许多电子产品利用增亮膜来提高背光平板显示器的亮度，其中背光平板显示器可为例如液晶显示器(LCD)，包括在电致发光板、膝上型计算机显示器、文字处理器、台式监视器、电视机、摄像机以及汽车和航空显示器中所用的那些。

增亮膜有利地表现出特定的光学性能和物理性能，这些性能包括与所产生的亮度增益（即“增益”）具有相关性的增亮膜折射指数。所提高的亮度可以使电子产品更有效地工作，这通过在显示器照明中使用更低的功率、从而减少耗电、并使电子产品的部件产生较低的热负荷并且延长产品的使用寿命的方式来实现。

例如，如美国专利 No. 5,908,874、5,932,626、6,107,364、6,280,063、6,355,754 以及专利文献 EP 1 014113 和 WO 03/076528 所述，已经由折射指数高的经固化或聚合的单体制成了增亮膜。

虽然有多种增亮膜是已知的，但是本行业还是会受益于性能得到改善（例如增益较高）的光学膜（例如增亮膜）、以及包含至少一片所述光学膜的组件。这种薄膜和组件可用于显示装置中。

发明概述

本发明描述的是具有微结构化表面（如具有由按线型排列的棱柱构成的重复图案的微结构化表面）的、包含可透光的聚合物材料的光学膜（如适合用于引导光的光学膜）。

在一个实施方案中，所述的膜为其单片相对增益为至少 1.78 的基本上非偏振的薄膜。

在另一个实施方案中，所述的膜为其单片相对增益为至少 2.46 的反射偏振膜。所述的微结构化表面可以具有由基本上平行的、并且与反射性偏振底层薄膜的透光轴(*pass axis*)垂直的棱柱所构成的图案。

在其它实施方案中，本发明涉及组件，其中该组件包含与第二光学膜靠近的第一微结构化光学膜。

在其它实施方案中，本发明涉及显示装置，其中该显示装置具有经上述实施方案制成的光学膜或经上述实施方案制成的组件，该光学膜或该组件与发光表面靠近。

在一个方面中，所述组件包含与非结构化的反射偏振膜靠近的第一微结构化光学膜，并且由所述第一薄膜和所述偏振膜构成的组件所具有的增益为至少 2.59。在这种组件中，微结构化光学膜的棱柱优选与反射偏振膜的透光轴垂直。

在另一个方面中，所述组件包含与第二基本上非偏振的微结构化光学膜靠近的第一基本上非偏振的微结构化光学膜，其中，由所述第一薄膜和所述第二薄膜构成的组件所具有的相对增益为至少 2.80。所述第二薄膜被布置为使得其所含的棱柱与所述第一薄膜所含的棱柱不平行（如成 90 度 ± 20 度的角度）。这种组件还可以包含第三光学膜（例如非结构化的反射偏振片），该第三光学膜位于所述组件的第一光学膜和第二光学膜之间，或者与所述组件的第一光学膜或第二光学膜靠近。这种由三片薄膜构成的组件可以具有至少 3.40 的相对增益。

在另一个方面中，所述组件包含与基本上非偏振的微结构化光学膜靠近的微结构化反射偏振膜，并且由所述第一薄膜和所述第二薄

膜构成的所述组件的相对增益为至少 3.33。

在又一个方面中，光学膜组件被描述为：其包含与第二光学膜靠近的具有微结构化表面的第一光学膜，该第一光学膜由包含至少 10 重量% 无机纳米颗粒的可透光的聚合物材料构成。

在这些实施方案中的每一个实施方案中，微结构化表面均优选为包含折射指数为至少 1.61 的这类可聚合树脂的反应产物。另外，所述可聚合树脂优选具有低的吸光度。微结构化表面通常包含这样的可聚合组合物的反应产物，所述可聚合组合物包含至少一种烯键式不饱和单体、可任选的至少一种烯键式不饱和低聚物和至少 10 重量% 的无机纳米颗粒。氧化锆是优选的无机纳米颗粒。所述无机纳米颗粒优选为完全凝聚的经过表面改性的无机纳米颗粒。

本发明的光学膜可以具有与所述微结构化表面结合的底层。在这样的实施方案中，光学膜的底层具有高折射指数轴，并且，该光学膜的微结构化表面包含平行棱柱，优选的是，所述棱柱被排列为与所述底层的高折射指数轴成 90 度 +/-20 度。

附图简要说明

图 1 为本发明的具有微结构的示例性光学产品的立体图。

图 2 为含有本发明的增亮膜的示例性背光液晶显示器的示意图。

图 3 为两种不同的可聚合组合物的吸光度作为波长的函数的示例性关系图。

图 4 是液晶显示器的光亮度的示例性锥光干涉图。

发明详述

本发明涉及微结构化光学膜、包含至少一片所述微结构化光学膜的膜组件、以及包含单一一片所述微结构化光学膜或单一一个所述组件的显示装置（如被照明的显示装置）。

通常，光学膜为可透光的薄膜。许多光学膜被设计用来改变波矢量，并从而改变光通过薄膜的光线路径。这可以通过例如引入微结构化表面、无光泽的表面、镜面、以及体扩散性能而实现。

本文所使用的术语“膜或薄膜”是指其厚度通常明显小于其宽度和长度（例如，比宽度和长度小至少 10 倍）的大体平面结构。光学膜的厚度通常为至少 25 微米。虽然光学膜的厚度可以大到例如 3 cm，但通常小于 2 mm，更通常小于 800 微米。

优选类型的光学膜具有微结构化表面（如在薄膜表面上具有多个棱柱），使得该薄膜可以用于通过反射和折射而使光（如漫射光源的光）改变方向。这种薄膜通常被称为增亮膜和光控制薄膜。

典型的增亮膜具有这样的微结构化表面，该微结构化表面具有由对称的顶棱和沟槽构成的规则重复图案。沟槽图案的其它例子包括这样的图案，其中顶棱和沟槽不对称，并且顶棱和沟槽的大小、取向或距离也不一致。

参考图 1，微结构化光学膜 30 可以具有底层 2 和微结构化光学层 4。可供选用的另一种方式是，微结构化光学膜可以是整体式的，其中底层和光学层由相同的材料构成。整体式微结构化光学膜可以通过已知的方法制备，如通过将熔融热塑性树脂挤出而制成。光学层 4 具有由规则的直角棱柱（图中标示为棱柱 6、8、12 和 14）构成的线型排列。所述棱柱的高度通常为约 1 微米到约 75 微米。每个棱柱（如棱柱 6）均具有第一棱面 10 和第二棱面 11。棱柱 6、8、12 和 14 在底层 2 上形成，底层 2 具有在其上形成有所述棱柱的第一表面 18、以及基本平坦或呈平面的并与第一表面 18 相背的第二表面 20。直角棱柱是指顶角 α 一般约为 90 度的棱柱。但是，该角度可以为 70 度到 120 度，并且可以为 80 度到 100 度。另外，这些顶峰可以为尖锐的、圆形的、平坦的或平截的。顶峰为圆形的棱柱其顶角可以由（如平坦的）棱面相交所成的角度来近似表示。各个棱面不必一定相同，并且棱柱可以彼此相对倾斜。所述排列中的棱柱高度可以基本上相同，也可以不同。光学制品的总厚度 24 与棱柱高度 22 之间的关系可以变化。然而，通常希望使用具有明确的棱面的相对较薄的光学层。棱柱高度 22 与总厚度 24 的典型比值通常为 25/125 到 2/125。

假如光学膜的功能是使光改变方向，那么光学膜的多个表面结构物可以具有不同的间距、形成不同的交叉沟槽和/或具有不同的棱

柱角。例如，光学膜的多个表面结构物可以形成伪随机的棱柱起伏，如在美国专利 No. 6,322,236 中所描述的。表面结构物可以具有多于三个的面，因此表面结构物还具有其它形状，如棱锥形。另外，表面结构物所具有的面可以是球面，以及/或者是具有其它的非三角形形状的面。根据所述的面的形状，表面结构物可以为非棱柱状的。

有多种聚合物材料可用作底层材料和/或微结构化光学层。合适的材料具有足够的光学透明性并且结构足够结实，以便被组装到或用于具体的光学产品中。优选的是，选择对温度和老化具有足够耐受性的底层材料，使得光学产品的性能不随时间而下降。

底层材料和/或微结构化光学层的具体的化学构成和厚度可取决于要构造的特定光学产品的要求。也就是说，在强度、透明度、耐温性、表面能、对光学层的粘附性等要求之间进行平衡。底层的厚度通常为至少约 0.025 毫米(mm)，更通常为至少约 0.125 mm。另外，底层的厚度通常至多为约 1 mm。

可用的底层材料和/或微结构化光学层材料包括玻璃和多种聚合物材料，所述聚合物材料包括乙酸丁酸纤维素、乙酸丙酸纤维素、三乙酸纤维素、聚醚砜、聚甲基丙烯酸甲酯、聚氨酯、聚酯、聚碳酸酯、聚氯乙烯、间规聚苯乙烯、聚萘二甲酸乙二醇酯、降冰片烯聚合物、基于萘二羧酸的共聚物或共混物。可任选的是，底层材料可以包含上述这些材料的混合物或组合物。例如，底层可能是多层的，或者底层可能包含悬浮或分散在连续相中的分散相。示例性的底层材料包括聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)和聚碳酸酯。可用的 PET 膜的例子包括照相级(photograde)聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)和商品名为“Melinex”的 PET (可购自位于美国特拉华州 Wilmington 市的 DuPont Films 公司)。

由这类底层材料制成的薄膜通常具有由薄膜生产方法所产生的一定的双折射性。虽然由这类底层材料制备的微结构化光学膜也具有这种双折射性，但是通常不将这种薄膜称为偏振膜，因为这种光学膜不能在被照明的显示器（如 LCD）中用作偏振片。在本文中，“基本上非偏振的光学膜”是指作为偏振的函数、其漫反射率的变化小于

0.5 的光学膜。另外，这种薄膜（如在生产过程中受到拉伸的薄膜），通常还具有这样的特征：其某一个轴（如加工方向）上的折射指数比其它轴（如横维方向）上的折射指数高。

与此不同的是，“反射偏振光学膜”是指作为偏振的函数、其漫反射率的变化为至少 0.05 的光学膜。反射偏振光学膜通常对某一种偏振模式的反射率明显高于其对另一种偏振模式的反射率。随着偏振模式的变化，其漫反射率的变化通常为至少 0.1，更通常为至少 0.2。

微结构化反射偏振光学膜可以由具有光学活性并可发挥偏振材料的作用的底层材料制成。已知许多底层材料可以用作偏振材料。光偏振还可以通过引入无机材料（例如配向的云母片）或通过分散在连续膜中的非连续相（例如分散在连续膜中的成滴状的光调制液晶）来实现。作为可供选用的另一种方式，可以由不同材料的微薄层制成薄膜。例如可以通过采用诸如拉伸薄膜、施加电场或磁场以及涂敷技术的方法使薄膜中的偏振材料在偏振方向上配向。

偏振膜的例子包括在美国专利 No. 5,825,543 和 5,783,120 中描述的那些。多层偏振膜由位于美国明尼苏达州 St. Paul 市的 3M 公司以商品名 DBEF（反射式偏光增亮膜(Dual Brightness Enhancement)）出售。这种多层偏振光学膜在增亮膜中的应用已经在美国专利 No. 5,828,488 中有所描述，将该专利以引用的方式并入本文中。偏振膜的其它例子在美国专利 No. 5,882,774、5,965,247、6,025,897 中有所描述。其它偏振膜和非偏振膜也可以用作本发明的增亮膜的底层，例如美国专利 No. 5,612,820 和 5,486,949 等所描述。

在一些实施方案中，非结构化的偏振膜和基本上非偏振的薄膜可以用作微结构化光学膜的底层。在其它实施方案中，非结构化的偏振膜和基本上非偏振的薄膜与至少一片微结构化光学膜结合应用于组件中。在本文中，“非结构化的偏振膜”是指没有（如棱柱状）表面结构物的薄膜。非结构化的偏振膜可以具有光滑的、无光泽的、或粗糙的表面。

增亮膜主要提高照明装置的轴上发光亮度（在本文中称为“亮度”）。当微结构化光学膜应用于（例如）膝上型计算机、计时装置

等的光学显示器中时，该微结构化光学膜可以通过如下方式来提高光学显示器的亮度：将从显示器中逃逸出的光限制在一对平面内，该对平面被设置成与通过光学显示器的法线轴成所需的角度。结果，从显示器射出的超出容许范围的那些光被反射回到显示器中，其中所述反射光中的一部分光可以“再循环”并且以一定的角度返回到微结构化膜中，使得该角度的光可以从显示器中逃逸出来。这种再循环是有用的，因为它可以降低为显示器提供期望的亮度水平所需的功耗。

测量这种光线再循环的有效性的常见方法是测量光学膜的增益。在本文中，“相对增益”被定义为：在将光学膜（或光学膜组件）置于光箱上时，按照实施例中描述的试验方法所测得的轴上光亮度与在光箱上没有光学膜时所测得的轴上光亮度之比。该定义可以被概括为以下关系：

相对增益=（在有光学膜的情况下所测得的光亮度）/（在没有光学膜的情况下所测得的光亮度）

本发明描述的是表现出较高的相对增益的光学膜和光学膜组件。

在一个实施方案中，描述了这样一种光学膜，该光学膜具有微结构化表面，并且包含透光的聚合物材料（如固化的聚合物材料）。该光学膜为基本上非偏振的薄膜，并且其单片相对增益(single sheet relative gain)为至少 1.78；而且，其相对单片增益通常不大于 2.05。因此，该光学膜的单片相对增益也可以为包括如下相对增益数值的数值组中的任何数值：1.80、1.82、1.84、1.86、1.88、1.90、1.92、1.94、1.96、1.98、2.00 和 2.02。

在另一个实施方案中，描述了具有微结构化表面的反射偏振光学膜，其中，该薄膜包含透光的聚合物材料（如固化的聚合物材料），并且该薄膜的单片相对增益为至少 2.46；而且，其相对单片增益通常小于 3.02。因此，该光学膜的单片相对增益也可以为包括如下相对增益数值的数值组中的任何数值：2.48、2.50、2.52、2.54、2.56、2.58、2.60、2.62、2.64、2.66、2.68、2.70、2.72、2.74、2.76、2.78、2.80、2.82、2.84、2.86、2.88、2.90、2.92、2.94、2.96、2.98 和 3.00。在

反射偏振膜用作微结构化光学膜（如棱柱状微结构化光学膜）的底层时，优选的是，（如按线型排列的）棱柱或沟槽在与反射偏振膜的透光轴基本上垂直的方向上排列成行。

在其它实施方案中，本发明涉及包含两片或多片薄膜的多种组件，或者由两片或多片薄膜构成的多种组件。各种组件均包含与第二（如微结构化或非结构化的）光学膜靠近的第一微结构化光学膜。

所述靠近是指充分地接近。靠近的方式可以包括第一微结构化光学膜与第二光学膜接触，例如仅仅将这些薄膜层叠在一起，或者可以通过多种方法将这些薄膜连接在一起。可以通过机械方法、化学方法、热方法、或其组合使这些薄膜连接在一起。化学方法包括各种压敏粘合剂、溶剂基粘合剂、热熔性粘合剂、以及在暴露于热、水汽、或辐射时发生交联的可固化的双组分粘合剂组合物。热方法包括例如加热的压印辊、射频(RF)焊接和超声波焊接。可以横穿（例如连续横穿）光学膜的整个平面（或者只在所选的点上、或者只在其边缘上）将光学膜连接在一起。可供选用的另一种方式是，可以用空气界面将靠近的光学膜彼此分隔开。空气界面可以通过增加两片靠近的光学膜中的任意一者或二者的周边厚度（例如通过施加粘合剂）来产生。在光学膜被层叠而不是层压在一起时，光学膜之间的空气界面可能只有几微米。

在一些实施方案中，第一微结构化光学膜与第二微结构化光学膜靠近。在这种组件中，底薄膜的微结构化表面优选被布置为与顶薄膜的非结构化表面靠近。对于采用棱柱状微结构化膜的实施方案，薄膜的棱柱通常在一个主要方向上平行排列，这些棱柱通过沟槽分隔开。通常优选的是，将膜堆中的第二（如底部的）微结构化光学膜的棱柱（或沟槽）排列成：使得所述棱柱与第一（如顶部的）薄膜的棱柱基本上垂直。然而，也可以采用其它的排列方式。例如，可以将第二光学膜的棱柱相对于第一光学膜的棱柱设置成：使得这两片光学膜的沟槽或棱柱交叉成约 70 度到约 120 度的角度。

在一个实施方案的组件中，第一基本上非偏振的微结构化光学膜与第二基本上非偏振的微结构化光学膜靠近。这种组件的增益为至

少 2.80。第一光学膜与第二光学膜可以相同，也可以不同。例如，第二薄膜可以含有不同的底层组合物，可以含有不同的微结构化表面组合物，并且/或者可以具有不同的表面微结构。这种组件的相对增益通常小于 3.32。因此，这种组件的相对增益也可以为包括如下相对增益数值的数值组中的任何数值：2.81、2.82、2.84、2.86、2.88、2.90、2.92、2.94、2.96、2.98、3.00、3.02、3.04、3.06、3.08、3.10、3.12、3.14、3.16、3.18、3.20、3.22、3.24、3.26、3.28 和 3.30。

可以将反射偏振光学膜与其它光学膜组合成各种组件。这样组合对于提高漫射光源的特定光线方向和特定偏振模式的输出特别有用，并且对于提高液晶装置的亮度也特别有用。

在一个实施方案的组件中，第一基本上非偏振的微结构化（如棱柱状）光学膜与非结构化的反射偏振膜靠近。这种组件的增益为至少 2.59。这种组件的相对增益通常小于 2.86。因此，这种组件的相对增益也可以为包括如下相对增益数值的数值组中的任何数值：2.60、2.62、2.64、2.66、2.68、2.70、2.72、2.74、2.76、2.78、2.80、2.82 和 2.84。在这种组件中，优选的是，将具有棱柱状微结构的薄膜的棱柱或沟槽排列成与非结构化的反射偏振膜的透光轴基本上垂直。

在另一个实施方案的组件中，第一基本上非偏振的微结构化光学膜与微结构化反射偏振膜靠近。这种组件的相对增益通常为至少 3.33。另外，这种组件的相对增益通常小于 4.20。因此，这种组件的相对增益也可以为包括如下相对增益数值的数值组中的任何数值：3.34、3.36、3.38、3.40、3.42、3.44、3.46、3.48、3.50、3.52、3.54、3.56、3.58、3.60、3.62、3.64、3.66、3.68、3.70、3.72、3.74、3.76、3.78、3.80、3.82、3.84、3.86、3.88、3.90、3.92、3.94、3.96、3.98、4.00、4.02、4.04、4.06、4.08、4.10、4.12、4.14、4.16 和 4.18。

由微结构化光学膜构成的各种组件还可以与第三光学膜组合。然而，通常这种组件所包含的彼此靠近的具有棱柱状结构的微结构化膜不超过两片。一种优选的组件包含相互靠近的第一基本上非偏振的微结构化光学膜和第二基本上非偏振的微结构化光学膜以及非结构化的反射偏振光学膜。反射偏振膜通常与由非反射偏振膜构成的组件

相邻地设置。在使用过程中，将膜堆布置在显示装置中，使得反射偏振膜离光源较远。这种三层膜堆的相对增益通常为至少 3.40，并且通常不大于 3.72。然而，可供选用的其它方式是，非结构化的反射偏振光学膜可以布置在第一基本上非偏振的微结构化膜和第二基本上非偏振的微结构化膜之间，或者可以布置在第一基本上非偏振的微结构化膜和第二基本上非偏振的微结构化膜的下面。

从电磁理论已知，折射指数和轴向增益通常是有直接关系的。因此，有多项专利涉及将折射指数较高的材料用于增亮膜中。然而，本发明人发现，单独的高折射指数材料未必一定能够提供较高的增益，特别是对于组件而言更是如此。本发明描述的是由可聚合树脂(其具有足够的折射指数和低吸光性的协同增效性)制备的光学膜、以及由两片或多片所述光学膜构成的组件。

使用 Fischer Scientific 公司的 6208 型折射计进行测定，可聚合组合物中的有机成分的折射指数可以为至少 1.48、1.49、1.50、1.51、1.52、1.53、1.54、1.55、1.56、1.57、1.58、1.59、1.60、1.61 或 1.62。可聚合组合物(如可任选地包含颗粒的可聚合组合物)的折射指数可以高达 1.70。可聚合组合物的折射指数为至少 1.58、1.59、1.60、1.61、1.62、1.63、1.64、1.65、1.66、1.67、1.68 或 1.69。通常，树脂的折射指数在固化时可以升高约 0.01 到 0.03。固化的折射指数可以通过本领域中已知的多种技术(如椭偏测量术)进行测量。

图 3 为代表性可聚合树脂组合物(即实施例中的可聚合树脂组合物 12 和 13)的吸光度(是根据实施例中所述的试验方法测量的)作为波长的函数的关系图，其中可聚合树脂组合物 12 和 13 分别用于制备相对增益值(即单片相对增益值)各自为 1.793 和 1.829 的基本上非偏振的微结构化光学膜。因此，可聚合组合物 12 是适用于制备相对增益值(即单片相对增益值)接近最小的优选值 1.78 的微结构化光学膜的这种组合物的代表。

从图 3 可以看出，这些可聚合树脂组合物在约 575 nm 到 800 nm 的波长范围内的吸光度均小于 1。在 450 nm 处的吸光度小于 2.5(如小于 2.25)。在约 500 nm 处的吸光度不大于 1.75。在 550 nm 处的

吸光度小于 1.5 (如小于 1.25)。

将由代表性的可聚合树脂 12 和 13 制成的基本上非偏振的微结构化光学膜制备为各自具有膜堆(其由两片相同的薄膜构成)的组件，其中底薄膜的棱柱状微结构化表面接触顶薄膜的底层，并使得底薄膜的棱柱与顶薄膜的棱柱垂直。从可聚合树脂 12 制成的组件的相对增益为 2.652；而由可聚合树脂 13 制成的组件的相对增益为 2.807。

虽然可聚合树脂 12 的吸光度足够低，可以获得增益值高的单一一片微结构化光学膜，但是在组合为组件时，由可聚合树脂所贡献的吸光性被复合。因此，在本发明的组件中，代表性的可聚合树脂 12 具有过高的吸光性；而可聚合树脂 13 为这样一种代表性组合物，其吸光度与适合于生产具有至少 2.80 的优选增益值的组件（即没有反射偏振膜的组件）的吸光度值中的最大值接近。

因此，用于组件的优选的可聚合树脂组合物在 450 nm 波长处的吸光度小于 2。在 450 nm 波长处的吸光度优选小于 1.5，更优选小于 1，甚至更优选小于 0.75。在约 500 nm 处的吸光度优选小于 1.5，更优选小于 1.0，更优选小于 0.5。在约 550 nm 的波长处，可聚合树脂的吸光度优选小于 1，更优选小于 0.5。在 500 nm 到 800 nm 之间的波长处，可聚合树脂的吸光度优选小于 0.5。在约 600 nm 到 800 nm 的波长范围内吸光度优选小于 0.25。

吸光度对相对增益的影响在某种程度上可以通过利用折射指数较高(如 1.64)的可聚合树脂组合物来加以补偿。在这种实施方案中，可容许的吸光度数值可以更高。

本文所述的各种微结构化光学膜和组件可以有利地用于各种显示器中，包括（例如）直接照明的背光装置、边缘照明的背光装置、发光二极管(LED)背光照明的 LCD、CCFL 背光显示显示器、场序制的显示器、扫描背光装置。通常引入微结构化光学膜或组件来提高亮度和/或降低功耗。微结构化光学膜或组件与显示装置中的其它部件靠近。示例性的背光液晶显示器的示意图被概括显示在图 2 的 110 处。在实际的显示器中，各种所示的部件通常与增亮膜相接触。本发明的增亮膜 111 通常位于导光片 118 和液晶显示板 114 之间。液晶显示板

通常在其两面上都具有（例如，吸收）偏振片。因此，这种（例如，吸收）偏振片处于与本发明的增亮膜相邻的位置。在该显示装置中，与偏振片（例如吸收偏振片）最靠近的棱柱片中的棱柱或沟槽优选排列为与相邻的吸收偏振片的透光轴基本上垂直。另外，当光学膜或组件包含反射偏振片时，使该反射偏振片的透光轴与显示装置中的吸收偏振片的透光轴对准。背光液晶显示器还可以包含光源 116（例如荧光灯）和白光反射器 120（也用于使光线向液晶显示板反射）。增亮膜 111 校准从导光片 118 发出的光线，由此提高液晶显示板 114 的亮度。亮度的提高使得液晶显示板产生更为清晰的图像，并且能降低光源 116 用来产生所选亮度的功率。背光液晶显示器可用于由附图标号 121 所代表的设备中，例如计算机显示器（膝上型显示器和电脑监视器）、电视机、录像机、移动通信装置、手持装置（即手机、个人数字助理（PDA））、汽车和航空装置显示器等。

显示器还可以在增亮膜和液晶显示板 114 之间包含另外的光学膜 112。所述的另外的光学膜可包括（例如）漫射膜、反射偏振片或第二增亮膜。如本领域所知，其它光学膜可以位于光学膜 112 和液晶显示板 114 之间或位于增亮膜 111 和导光片 118 之间。另外，转向膜可位于导光片和光学膜之间。可供选用的另一种方式为，增亮膜可为转向膜。转向膜通常具有在输入表面上形成的棱柱结构，并且输入表面布置为与导光片相邻。光线以掠射角(通常小于 30 度)离开导光片并传播到输出表面，在此照射到棱柱结构上。光线被棱柱结构的第一表面折射并且被棱柱结构的第二表面反射，使得光线被转向透镜或转向膜引导到期望的方向上（如基本与显示器的观看轴平行的方向上）。

仅由 111 和 112 构成的组合或者由它们与第三光学膜构成的组合可以为本文所述的光学膜组件中的任意一种。如果引入这些附加的光学膜作为增亮膜的底层，则该底层的厚度可能比前述的厚度大得多。

在一个优选的方面中，已经发现，非偏振的微结构化膜或包含这种薄膜的组件提高了某些背光装置的轴上光亮度。并且还发现，离轴光亮度峰在具有镜面背反射片的边缘照明型背光显示器中是常见

的，特别是在具有楔形导光片的这种显示器中更是如此。

本文所述的光学膜可以包含聚合结构，该聚合结构含有机成分的反应产物，所述有机成分可任选地包含多个纳米颗粒（如经过表面改性的纳米颗粒）。聚合结构可以为由底层和光学层构成的光学元件或光学产品。底层和光学层可以由相同或不同的聚合物材料形成。

如 Lu 的专利（美国专利 No. 5,183,597）和 Lu 等人的专利（美国专利 No. 5,175,030）中所述，具有微结构的制品（如增亮膜）可以通过包括以下步骤的方法制备：(a) 制备可聚合组合物（即，本发明的可聚合组合物）；(b) 以刚好够填满母模空腔的量将可聚合组合物沉积到母模的微结构化的凹模表面上；(c) 通过在预成型的底层和母模（其中至少一者是挠性的）之间使所述可聚合组合物的融珠移动，来填充空腔；以及(d) 使组合物固化。母模可以是金属的（例如镍、镀镍的铜或黄铜）或者可以是这样的热塑性材料，其在聚合条件下稳定并优选具有可以使经聚合的材料从母模干净地除去的表面能。底膜的一个或多个表面可任选地被涂上底漆或者被处理，以促进光学层和底层的粘合。

合适的聚合方法包括本领域已知的溶液聚合法、悬浮聚合法、乳液聚合法和本体聚合法。合适的方法包括在自由基引发剂的存在下加热，以及在光引发剂的存在下用电磁辐射（例如紫外光或可见光）进行照射。在可聚合组合物的合成中常常使用抑制剂（例如氢醌、4-甲氧基苯酚和受阻胺硝基氧(hindered amine nitroxide)抑制剂，用量为 50 至 1000ppm），以免在合成、运输和储存过程中使树脂发生过早聚合。其它的抑制剂种类及/或用量可以如本领域技术人员所公知的那样来使用。本发明的组合物可优选通过在光引发剂的存在下辐照紫外光或可见光而聚合。

可聚合组合物或其中的有机成分优选为基本上无溶剂的可聚合组合物。“基本上无溶剂”是指可聚合组合物中的溶剂(如有机溶剂)含量低于 5 重量%、低于 4 重量%、低于 3 重量%、低于 2 重量%、低于 1 重量%、低于 0.5 重量%。溶剂的含量可以通过诸如气相色谱法之类的已知方法进行测定。溶剂含量优选为小于 0.5 重量%。

有机成分可为固体或包含固体成分，条件是可聚合组合物的熔点低于涂布温度。有机成分在环境温度下可为液体。

优选的是，对有机成分的组成进行选择，使得有机成分具有低的粘度，例如在 180°F 下低于 1000 cps。通常，本发明的有机成分的粘度基本低于在此以前所采用的组合物中的有机成分的粘度。本发明的有机成分的粘度低于 1000 cps，通常低于 900 cps。有机成分在涂布温度下的粘度可低于 800 cps、低于 450 cps、低于 600 cps、或低于 500 cps。在本文中，采用动态应力流变仪用 25 mm 的平行板（剪切速率最高为 1000 秒⁻¹）测量粘度。另外，本发明的有机成分在涂布温度下的粘度通常为至少 10 cps，更通常为至少 50 cps，甚至更通常为至少 100 cps，最通常为至少 200 cps。涂布温度通常为环境温度（即 25°C）到 180°F (82°C)。涂布温度可低于 170°F (77°C)、低于 160°F (71°C)、低于 150°F (66°C)、低于 140°F (60°C)、低于 130°F (54°C)、或低于 120°F (49°C)。

可聚合组合物包含一种或多种烯键式不饱和单体。可聚合组合物可包括(甲基)丙烯酸改性聚氨酯低聚物、(甲基)丙烯酸改性聚酯低聚物、(甲基)丙烯酸改性酚醛树脂低聚物、(甲基)丙烯酸改性丙烯酸低聚物、及其混合物。然而，在一些实施方案中，有机成分不含聚氨酯键，因此该有机成分由不含(甲基)丙烯酸改性聚氨酯的可聚合组合物的反应产物制得。含有(甲基)丙烯酸改性聚氨酯的可聚合组合物往往具有较高的粘度。

在一些实施方案中，可聚合组合物可含有至少一种数均分子量大于 450 g/摩尔的低聚的烯键式不饱和单体，所述的低聚的烯键式不饱和单体与反应性稀释剂和/或交联剂组合在一起。在其它实施方案中，可聚合组合物可含有一种或多种烯键式不饱和单体，其中有机相不含数均分子量大于 450 g/摩尔的低聚的单体。

对于采用具有足够的可聚合活性基团的表面改性纳米颗粒的实施方案而言，不必一定使用交联剂。在优选实施方案中，可聚合组合物及其成分只具有丙烯酸酯官能性，因此基本上不含甲基丙烯酸酯官能团。

本文所述的可聚合组合物包含无机氧化物颗粒(如经过表面改性的无机氧化物颗粒)。选择这种颗粒的大小以避免发生显著的可见光散射。可能期望采用多种无机氧化物颗粒的混合物，来优化光学性能或材料性能、并且使组合物的总成本降低。由无机纳米颗粒和有机树脂形成的杂化聚合物易于获得仅由常规有机树脂所不能得到的耐久性。引入无机纳米颗粒可以改善由此形成的制品(如增亮膜)的耐久性。

虽然可以有效地采用没有经过赋予其可聚合性这种表面改性的无机纳米颗粒，但是无机纳米颗粒优选经过表面改性，使得纳米颗粒可与有机成分聚合。在聚合结构中，经表面改性的(如胶态的)纳米颗粒的量可以为使得制品或光学元件的耐久性有效增强和/或使得其折射指数有效增大的量。本文所述的经表面改性的胶态纳米颗粒可具有许多合乎需要的特性，包括(例如)：纳米颗粒与树脂体系的相容性，使得纳米颗粒在树脂体系内形成稳定的分散状态；表面改性可以使纳米颗粒具有与树脂体系反应的能力，使得复合材料更耐久；加入到树脂体系中的经过适当表面改性的纳米颗粒对未固化的组合物的粘度产生较小的影响。可使用表面改性剂的组合来控制固化前和固化后的组合物的性能。经过适当表面改性的纳米颗粒可以改善光学元件的光学性能和物理性能，诸如例如，改善树脂的机械强度，使粘度变化最小化、同时使树脂体系的固体添加量增大，并且在使树脂体系的固体添加量增大的同时还保持光学透明性。

经表面改性的胶态纳米颗粒可为其初级粒径或缔合颗粒的粒径大于1 nm而小于100 nm的氧化物颗粒。纳米颗粒优选为未缔合的。可基于透射电子显微镜方法(TEM)对纳米颗粒进行测量。纳米颗粒可包括金属氧化物，诸如例如，氧化铝、氧化锡、氧化锑、二氧化硅、氧化锆、二氧化钛、其混合物、或其混合氧化物。经表面改性的胶态纳米颗粒可以是基本上被完全凝聚的。

不含二氧化硅的完全凝聚的纳米颗粒通常具有大于55%的结晶度(用分离的金属氧化物颗粒测得)，优选大于60%，更优选大于70%。例如，结晶度可高达约86%或更大。结晶度可通过X射线衍射技术进

行测定。凝聚的晶态纳米颗粒(如氧化锆纳米颗粒)具有高的折射指数,而无定形的纳米颗粒通常具有较低的折射指数。

二氧化硅纳米颗粒的粒径可以为 5-75 nm、或 10-30 nm、或 20 nm。在耐久性制品或光学元件中, 二氧化硅纳米颗粒的量可以为 10-60 重量%、或 10-40 重量%。用于本发明的原料中的二氧化硅可购自位于美国伊利诺伊州 Naperville 市的 Nalco Chemical 公司, 商品名为“Nalco Collodial Silicas”, 如产品 1040、1042、1050、1060、2327 和 2329。合适的气相法二氧化硅包括(例如)可购自 DeGussa AG 公司(位于德国 Hanau 市)的商品名为“Aerosil series OX-50”的产品, 以及产品号为-130、-150 和-200 的产品。气相法二氧化硅还可购自位于美国伊利诺伊州 Tuscola 市的 Cabot 公司(商品名为“CAB-O-SPERSE 2095”、“CAB-O-SPERSE A105”和“CAB-O-SIL M5”)。

氧化锆纳米颗粒的粒径可以为 5-50 nm、或 5-15 nm、或 10 nm。在耐久性制品或光学元件中, 氧化锆纳米颗粒的量可以为 10-70 重量%、或 30-60 重量%。用于本发明的组合物和制品中的氧化锆可购自 Nalco Chemical 公司(商品名为“Nalco OOSS008”)和位于瑞士 Uzwil 市的 Buhler AG 公司(商品名为“Buhler zirconia Z-WO sol”)。氧化锆纳米颗粒也可如美国专利申请 No. 11/027426 (2004 年 12 月 30 日提交) 和美国专利 No. 6,376,590 中所述制备而成。

二氧化钛、氧化锑、氧化铝、氧化锡、和/或混合金属氧化物纳米颗粒的粒径或缔合颗粒的粒径可以为 5-50 nm、或 5-15 nm、或 10 nm。在耐久性制品或光学元件中, 二氧化钛、氧化锑、氧化铝、氧化锡、和/或混合金属氧化物纳米颗粒的量可以为 10-70 重量%、或 30-60 重量%。用于本发明的原料中的混合金属氧化物可购自位于日本川崎市的 Catalysts & Chemical Industries 株式会社(商品名为“Optolake 3”)。

对纳米级颗粒进行表面处理可以使其在聚合物树脂中形成稳定的分散状态。优选的是, 通过表面处理来稳定纳米颗粒, 使得颗粒良好地分散在可聚合树脂中, 并且产生基本上均质的组合物。此外, 可以用表面处理剂对纳米颗粒的至少一部分表面进行改性, 使得被稳定

的颗粒可以在固化过程中与可聚合树脂共聚或反应。

优选用表面处理剂对本发明的纳米颗粒进行处理。通常，表面处理剂具有：第一端基，其将与颗粒表面连接(这通过共价键、离子键、或通过强烈的物理吸附实现)；和第二端基，其使得颗粒与树脂具有相容性并且/或者在固化过程中与树脂反应。表面处理剂的例子包括醇类、胺类、羧酸类、磺酸类、膦酸类、硅烷和钛酸酯。优选的处理剂类型部分地由金属氧化物表面的化学性质决定。对于二氧化硅和其他含硅的填料来说，优选硅烷。对于金属氧化物（如氧化锆），则优选硅烷和羧酸类。可以在颗粒与单体混合后立即进行表面改性，或者在二者混合一段时间后再进行表面改性。在硅烷的情况下，优选在把颗粒或纳米颗粒结合到树脂中之前，使硅烷与颗粒表面或纳米颗粒的表面反应。表面改性剂的需求量取决于几个因素，如粒径、颗粒类型、改性剂分子量和改性剂类型。通常，优选的是，使近似单层的改性剂与颗粒表面连接。所需的连接方法或反应条件也取决于所使用的表面改性剂。对于硅烷，优选在酸性或碱性条件下进行约 1-24 小时的高温表面处理。诸如羧酸之类的表面处理剂可以不需要高温或长时间。

适合于本发明的组合物的表面处理剂的代表性实施方案包括诸如以下的化合物，例如异辛基三甲氧基硅烷、N-(3-三乙氧基甲硅烷基丙基)氨基甲酸甲氧基乙氧基乙氧基乙酯、N-(3-三乙氧基甲硅烷基丙基)氨基甲酸甲氧基乙氧基乙氧基乙酯、3-(甲基丙烯酰氧基)丙基三甲氧基硅烷、3-丙烯酰氧基丙基三甲氧基硅烷、3-(甲基丙烯酰氧基)丙基三乙氧基硅烷、3-(甲基丙烯酰氧基)丙基甲基二甲氧基硅烷、3-(丙烯酰氧基丙基)甲基二甲氧基硅烷、3-(甲基丙烯酰氧基)丙基二甲基乙氧基硅烷、3-(甲基丙烯酰氧基)丙基二甲基乙氧基硅烷、乙烯基二甲基乙氧基硅烷、苯基三甲氧基硅烷、正辛基三甲氧基硅烷、十二烷基三甲氧基硅烷、十八烷基三甲氧基硅烷、丙基三甲氧基硅烷、己基三甲氧基硅烷、乙烯基甲基二乙酰氧基硅烷、乙烯基甲基二乙氧基硅烷、乙烯基三乙酰氧基硅烷、乙烯基三乙氧基硅烷、乙烯基三异丙氧基硅烷、乙烯基三甲氧基硅烷、乙烯基三苯氧基硅烷、乙烯基三叔丁氧基硅烷、乙烯基三异丁氧基硅烷、乙烯基三异丙烯氧基硅烷、乙烯基三

(2-甲氧基乙氧基)硅烷、苯乙烯基乙基三甲氧基硅烷、巯丙基三甲氧基硅烷、3-缩水甘油氧基丙基三甲氧基硅烷、丙烯酸、甲基丙烯酸、油酸、硬脂酸、十二烷酸、2-[2-(2-甲氧基乙氧基)乙氧基]乙酸(MEEAA)、丙烯酸β-羧乙酯(BCEA)、2-(2-甲氧基乙氧基)乙酸、甲氧基苯基乙酸、及其混合物。另外，已经发现可购自位于美国西弗吉尼亚州 South Charleston 市的 Crompton-OSI Specialties 公司的专卖的硅烷表面改性剂（商品名为“Silquest A1230”）特别合适。

可以通过许多方法来实现对胶态分散体中的颗粒进行表面改性的操作。该操作涉及无机分散体与表面改性剂的混合物。可任选的是，这时可以加入共溶剂，诸如例如，1-甲氧基-2-丙醇、乙醇、异丙醇、乙二醇、N,N-二甲基乙酰胺和 1-甲基-2-吡咯烷酮。共溶剂可以增强表面改性剂以及被表面改性的颗粒的溶解性。随后使包含无机溶胶和表面改性剂的混合物在室温或高温下在搅拌或不搅拌的条件下反应。在优选的方法中，混合物可以在约 85°C 下反应约 24 小时，最后得到经过表面改性的溶胶。在优选的方法中，在对金属氧化物进行表面改性时，优选的是，金属氧化物的表面处理可以包括将酸性分子吸附在颗粒表面上的步骤。重金属氧化物的表面改性可以在室温下进行。

可以在酸性条件或碱性条件下用硅烷对 ZrO₂ 进行表面改性。在一个优选的方案中，优选在酸性条件下将硅烷加热适当的一段时间。这时，将分散体与氨水(或其它碱)混合在一起。该方法可以从 ZrO₂ 的表面除去酸平衡离子并且可以除去这些酸平衡离子与硅烷的反应。在优选的方法中，使颗粒从分散体中沉淀并且从液相中分离出来。

然后可通过多种方法将经过表面改性的颗粒结合到可固化的树脂中。一个优选的方面是采用溶剂交换法，其中，将树脂加入到经表面改性的溶胶中，随后通过蒸发而除去水和共溶剂(如果使用了共溶剂的话)，从而使颗粒分散在可聚合树脂中。可以通过(例如)蒸馏、旋转蒸发或烘干来完成蒸发步骤。

在另一个方面中，可以用与水不混溶的溶剂提取经过表面改性的颗粒，随后进行溶剂交换(如果需要这样的话)。

用于将经过表面改性的纳米颗粒结合到可聚合树脂中的可供选

用的另一种方法包括：将改性颗粒干燥成粉末，随后加入分散颗粒的树脂材料。这种方法中的干燥步骤可通过适合于该体系的常规方法（如烘干或喷雾干燥）来完成。

可使用表面改性剂的组合，其中至少一种试剂具有可以与固化型树脂共聚的官能团。表面改性剂的组合可产生较低的粘度。例如，聚合基团可为烯键式不饱和基团或易于开环聚合的环状官能团。烯键式不饱和聚合基团可为（例如）丙烯酸酯基团或甲基丙烯酸酯基团或乙烯基基团。易于开环聚合的环状官能团通常含有杂原子（如氧、硫或氮），并且优选为含氧的三元环（如环氧基）。

表面改性剂的优选组合包含：至少第一种表面改性剂和不同于第一种改性剂的第二种改性剂，其中所述的第一种表面改性剂具有可与固化型树脂(固化型树脂中的有机成分)共聚的官能团。可任选的是，第二种改性剂可以与可聚合组合物的有机成分共聚。第二种改性剂可具有低的折射指数(即小于 1.52 或小于 1.50)。优选的是，第二种改性剂为可任选地可以与可聚合组合物的有机成分共聚的含聚氧化烯烃的改性剂。

有多种烯键式不饱和单体可用于可聚合组合物的有机成分中。

合适的低聚的(甲基)丙烯酸改性芳香族环氧低聚物可购自：沙多玛公司（商品名为“CN104”、“CN116”、“CN120”、“CN121”和“CN136”）、Cognis 公司（商品名为“Photomer 3016”）和 UCB 公司（商品名为“3200”、“3201”、“3211”和“3212”）。

合适的聚氨酯(甲基)丙烯酸酯可购自：沙多玛公司（商品名为“CN965”、“CN968”、“CN981”、“CN983”、“CN984”、“CN972”和“CN978”）、Cognis 公司（商品名为“Photomer 6210”、“Photomer 6217”、“Photomer 6230”、“Photomer 6623”、“Photomer 6891”和“Photomer 6892”）和 UCB 公司（商品名为“Ebecryl 1290”、“Ebecryl 2001”和“Ebecryl 4842”）。

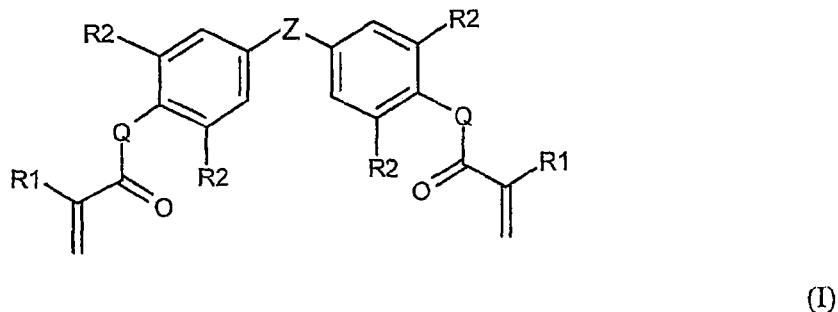
合适的聚酯(甲基)丙烯酸酯可购自：沙多玛公司（商品名为“CN292”）、Cognis 公司（商品名为“Photomer 5010”、“Photomer 5429”、“Photomer 5430”、“Photomer 5432”、“Photomer 5662”、“Photomer 5806”

和“Photomer 5920”）和 UCB 公司（商品名为“Ebecryl 80”、“Ebecryl 81”、“Ebecryl 83”、“Ebecryl 450”、“Ebecryl 524”、“Ebecryl 525”、“Ebecryl 585”、“Ebecryl 588”、“Ebecryl 810”和“Ebecryl 2047”）。

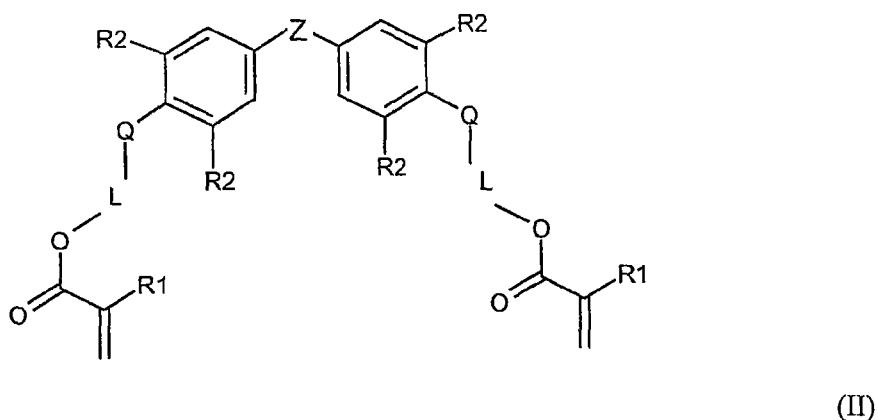
合适的酚醛树脂(甲基)丙烯酸酯可购自：沙多玛公司（商品名为“SR601”和“SR602”）和 Cognis 公司（商品名为“Photomer 4025”和“Photomer 4028”）。

合适的(甲基)丙烯酸改性丙烯酸低聚物也是市售可得的，或者可通过本领域中已知的方法制成。

可聚合组合物可以包含第一单体，该第一单体具有由以下通式结构 I 或 II 表示的主要部分：



或



在结构 I 和 II 的各自情况中，R1 各自独立地为氢或甲基。R2 各自独立地为氢或溴。Z 各自独立地为-C(CH₃)₂-、-CH₂-、-C(O)-、-S-、-S(O)-或-S(O)₂-；并且 Q 各自独立地为 O 或 S。通常，R1 基团是相同的。通常，R2 基团也是彼此相同的。在结构 II 中，L 为连接基团。L 可独立地包括支链 C₂-C₁₂ 烷基或直链 C₂-C₁₂ 烷基；该烷基的碳链可任选

地被一个或多个氨基取代。另外，该烷基的碳原子可任选地被一个或多个羟基取代。例如，L 可为-CH₂CH(OH)CH₂-。通常，所述连接基团是相同的。优选的是，所述烷基包含至多 8 个碳原子，更优选包含至多 6 个碳原子。也可采用 I 和 II 的混合物。

第一单体可以是合成的或是购得的。在此所用的术语“主要部分”是指所述的特定结构占该单体的至少 60 重量% 至 70 重量%。通常理解的是，其它反应产物通常也会作为合成这类单体的副产物而存在。

第一单体优选为四溴双酚 A 二缩水甘油醚和丙烯酸的反应产物。第一单体可以得自位于美国乔治亚州 Smyrna 市的 UCB 公司，商品名为“RDX-51027”。这种材料包含的主要部分为：2-丙烯酸(1-甲基亚乙基)双[(2,6-二溴-4,1-亚苯基)氧基(2-羟基-3,1-丙二基)]酯。

虽然还可以适当地采用这类第一单体的混合物，但是为了便于生产，在仍然能获得具有合适增益的增亮膜的前提下，采用的不同单体的种类尽可能少是优选的。为了满足该目标，优选的是，增亮膜包含上述这些第一单体（特别是四溴双酚 A 二缩水甘油醚和丙烯酸的反应产物）中的单一一种的反应产物。

可聚合组合物可包含至少一种(甲基)丙烯酸改性芳香族环氧低聚物。有多种(甲基)丙烯酸改性芳香族环氧低聚物是市售可得的。例如，(甲基)丙烯酸改性芳香族环氧树脂(被描述为改性环氧丙烯酸酯)可得自位于美国宾夕法尼亚州 Exton 市的沙多玛公司，商品名为“CN118”、“CN115”和“CN112C60”。(甲基)丙烯酸改性芳香族环氧低聚物(被描述为环氧丙烯酸酯低聚物)可得自沙多玛公司，商品名为“CN2204”。进一步而言，(甲基)丙烯酸改性芳香族环氧低聚物(被描述为其中掺有 40% 的三羟甲基丙烷三丙烯酸酯的环氧酚醛丙烯酸酯(epoxy novolak acrylate)) 可得自沙多玛公司，商品名为“CN112C60”。

在一些实施方案中，诸如式 II 所表示的那些芳香族环氧丙烯酸酯均衍生自双酚 A。然而，在其它实施方案中，芳香族环氧丙烯酸酯可衍生自不同于双酚 A 的单体。

可聚合组合物成分可包含芳香族环氧丙烯酸酯、至少一种交联剂、至少一种反应性稀释剂和至少一种其它烯键式不饱和单体。可供

选用的另一种方式为，可聚合组合物的有机成分可以仅包含芳香族环氧丙烯酸酯和交联剂、或芳香族环氧丙烯酸酯和反应性稀释剂，其中，所述的每一种方式都含有光引发剂。如果在可聚合组合物中采用芳香族环氧丙烯酸酯，则芳香族环氧丙烯酸酯可为单官能的，条件是可聚合组合物包含至少一种具有至少两个烯键式不饱和可聚合基团的成分。芳香族环氧丙烯酸酯可具有三个或多个(甲基)丙烯酸酯基团。芳香族环氧(甲基)丙烯酸酯可为被卤代的，其折射指数通常大于 1.56。在其它方面中，芳香族环氧(甲基)丙烯酸酯的折射指数可小于 1.56。芳香族环氧(甲基)丙烯酸酯的粘度在 65°C 下可大于 2150 cps。可采用低于 30 重量% 的芳香族环氧(甲基)丙烯酸酯，例如将其与反应性稀释剂组合在一起。在其它实施方案中，芳香族环氧(甲基)丙烯酸酯的粘度在 65°C 下可小于 2150 cps，并且可不用稀释剂。有机成分中可以采用大于 30 重量% 的芳香族环氧(甲基)丙烯酸酯。

在可聚合组合物中，第一单体和/或芳香族环氧(甲基)丙烯酸酯的量优选为至少约 15 重量%（例如，20 重量%、30 重量%、35 重量%、40 重量%、45 重量% 和 50 重量%、以及其间的任何量）。通常，第一单体和/或芳香族环氧(甲基)丙烯酸酯的量不超过约 60 重量%。

本发明的可聚合组合物除了包含第一单体和/或芳香族环氧(甲基)丙烯酸酯之外，还可任选地包含至少一种交联剂，并且优选为仅包含一种交联剂。可以将多官能的单体用作交联剂，以提高由可聚合组合物聚合而成的聚合物的玻璃化转变温度。玻璃化转变温度可以通过本领域已知的方法（例如差示扫描量热法(DSC)、调制 DSC 或动态力学分析法）进行测量。优选的是，使可聚合组合物充分交联以使得玻璃化转变温度大于 45°C。

交联剂具有至少两个(甲基)丙烯酸酯官能团，优选具有至少三个(甲基)丙烯酸酯官能团。合适的交联剂包括（例如）二丙烯酸己二醇酯(HDDA)、三(甲基)丙烯酸季戊四醇酯、四(甲基)丙烯酸季戊四醇酯、三羟甲基丙烷三(甲基)丙烯酸酯、五(甲基)丙烯酸二季戊四醇酯、六(甲基)丙烯酸二季戊四醇酯、乙氧基化三羟甲基丙烷三(甲基)丙烯酸酯、三(甲基)丙烯酸甘油酯、三(甲基)丙烯酸丙氧基化季戊四醇酯和

二(三羟甲基丙烷)四(甲基)丙烯酸酯。可采用任何一种交联剂或多种交联剂的组合。

交联剂优选为以至少约 2 重量% 的量存在于可聚合组合物中。通常，交联剂的量不超过约 25 重量%。交联剂的量可以是约 5 重量% 到约 15 重量% 之间的任何值。

优选的交联剂包括二丙烯酸己二醇酯(HDDA)、三(甲基)丙烯酸季戊四醇酯、四(甲基)丙烯酸季戊四醇酯、五(甲基)丙烯酸二季戊四醇酯、三羟甲基丙烷三(甲基)丙烯酸酯、二(三羟甲基丙烷)四(甲基)丙烯酸酯、及其混合物。三丙烯酸季戊四醇酯 (PETA) 和五丙烯酸二季戊四醇酯可购自：位于美国宾夕法尼亚州 Exton 市的沙多玛公司（商品名分别为“SR444”和“SR399LV”）、位于日本大阪市的大阪有机化学工业株式会社（商品名为“Viscoat #300”）、位于日本东京市的东亚合成株式会社（商品名为“Aronix M-305”）和位于台湾高雄市的长兴化工股份有限公司（商品名为“Etermer 235”）。三羟甲基丙烷三丙烯酸酯(TMPTA)和二(三羟甲基丙烷)四丙烯酸酯(di-TMPTA)可购自沙多玛公司（商品名为“SR351”和“SR355”）。TMPTA 还可购自东亚合成株式会社（商品名为“Aronix M-309”）。另外，乙氧基化三羟甲基丙烷三丙烯酸酯和乙氧基化季戊四醇三丙烯酸酯可购自沙多玛公司（商品名分别为“SR454”和“SR494”）。

在本文所述的各个实施方案中，可聚合树脂组合物可任选地、但又是优选地包含高达约 35 重量%（例如 1-35 之间的整数重量%）的反应性稀释剂，以降低可聚合树脂组合物的粘度和改善该组合物的加工性能。反应性稀释剂为单烯键式不饱和单体，如(甲基)丙烯酸酯或 N-取代的或 N,N-二取代的单体形式的(甲基)丙烯酰胺（特别是丙烯酰胺）。这些反应性稀释剂包括 N-烷基丙烯酰胺和 N,N-二烷基丙烯酰胺，特别是其中含有 C₁₋₄ 烷基的那些。其例子是 N-异丙基丙烯酰胺、N-叔丁基丙烯酰胺、N,N-二甲基丙烯酰胺、N,N-二乙基丙烯酰胺、N-乙烯基吡咯烷酮和 N-乙烯基己内酰胺。

优选的稀释剂的折射指数可大于 1.50 (如大于 1.55)。这种反应性稀释剂可以是被卤代的或非卤代的(如非溴代的)。合适的单体的数

均分子量通常不大于 450 g/摩尔，包括

合适的反应性稀释剂包括例如(甲基)丙烯酸苯氧乙酯、(甲基)丙烯酸苯氧基-2-甲基乙酯、(甲基)丙烯酸苯氧基乙氧基乙酯、(甲基)丙烯酸 3-羟基-2-羟丙酯、(甲基)丙烯酸苯甲酯、(甲基)丙烯酸 4-(1-甲基-1-苯乙基)苯氧乙酯、丙烯酸苯硫乙酯、丙烯酸 2-萘硫乙酯；丙烯酸 1-萘硫乙酯；丙烯酸 2,4,6-三溴苯氧基乙酯；丙烯酸 2,4-二溴苯氧基乙酯；丙烯酸 2-溴苯氧基乙酯；丙烯酸 1-萘氧乙酯；丙烯酸 2-萘氧乙酯；丙烯酸苯氧基 2-甲基乙酯；丙烯酸苯氧基乙氧基乙酯；丙烯酸 3-苯氧基-2-羟基丙酯；丙烯酸 2-苯基苯氧基乙酯；丙烯酸 4-苯基苯氧基乙酯；丙烯酸 2,4-二溴-6-仲丁基苯酯；丙烯酸 2,4-二溴-6-异丙基苯酯；丙烯酸苄酯；丙烯酸苯酯；丙烯酸 2,4,6-三溴苯酯。也可采用其它折射指数高的单体，如丙烯酸五溴苄酯和丙烯酸五溴苯酯。

只包含单一一种稀释剂是优选的，以便于生产。优选的稀释剂是(甲基)丙烯酸苯氧乙酯，特别是丙烯酸苯氧乙酯（PEA）。丙烯酸苯氧乙酯可购自一个以上的地方，包括沙多玛公司（商品名为“SR339”）、长兴化工股份有限公司（商品名为“Etermer 210”）和东亚合成株式会社（商品名为“TO-1166”）。丙烯酸苯甲酯可购自位于美国马萨诸塞州 Ward Hill 市的 AlfaAeser 公司。

折射指数高的可任选的单体可为被卤代的(例如被溴代的)。一种示例性的折射指数高的可任选的单体为(甲基)丙烯酸 2,4,6-三溴苯氧基乙酯（可购自位于日本京都的第一工业制药株式会社，商品名为“BR-31”）。

在可聚合组合物中，这种可任选的单体的量可以为至少约 5 重量%。可任选的单体的总量通常占可聚合组合物的至多约 50 重量%。在一些实施方案中，折射指数高的可任选的单体的总量为约 30 重量%到约 45 重量%(包括 30-45 之间的整数重量%)。

可 UV 固化的可聚合组合物包含至少一种光引发剂。在本发明的增亮膜中可以使用单一一种光引发剂或使用光引发剂的混合物。通常，光引发剂至少部分可溶（例如，在树脂的加工温度下部分可溶），并且在聚合后基本上无色。光引发剂可以是有颜色的（如黄色），条件

是该光引发剂在经过 UV 光源照射之后基本上成为无色。

合适的光引发剂包括单酰基氧化膦和双酰基氧化膦。市售的单酰基氧化膦或双酰基氧化膦光引发剂包括：可购自 BASF 公司（位于美国北卡罗莱纳州 Charlotte 市）的 2,4,6-三甲基苯甲酰基二苯基氧化膦，商品名为“Lucirin TPO”；也可购自 BASF 公司的乙基-2,4,6-三甲基苯甲酰基苯次磷酸酯 (ethyl-2,4,6-trimethylbenzoylphenyl phosphinate)，商品名为“Lucirin TPO-L”；以及可购自汽巴精化公司的双(2,4,6-三甲基苯甲酰基)-苯基氧化膦，商品名为“Irgacure 819”。其它合适的光引发剂包括可购自汽巴精化公司的 2-羟基-2-甲基-1-苯基-丙-1-酮（商品名为“Darocur 1173”）以及其它可购自汽巴精化公司的光引发剂，商品名为“Darocur 4265”、“Irgacure 651”、“Irgacure 1800”、“Irgacure 369”、“Irgacure 1700”和“Irgacure 907”。

可以约 0.1 重量%至约 10 重量%的浓度使用光引发剂。更优选的是，以约 0.5 重量%至约 5 重量%的浓度使用光引发剂。浓度超过 5 重量%通常是不利的，因为这样会使增亮膜变黄。如可由本领域普通技术人员确定的那样，也可以适当地使用其它的一种或多种光引发剂。

在可聚合组合物中可任选地包含表面活性剂（例如含氟表面活性剂和有机硅系表面活性剂），以降低表面张力、改善润湿性、使得涂层更光滑、使涂层缺陷更少等。

可聚合组合物可以在能量作用下固化，固化时间长短优选为小于 5 分钟，例如对于 75 微米厚的增亮膜的情况是这样。优选的是，可聚合组合物充分交联，使得玻璃化转变温度通常高于 45°C。玻璃化转变温度可以通过本领域中已知的方法（例如差示扫描量热法(DSC)、调制 DSC 或动态力学分析法）进行测量。可聚合组合物可通过常规的自由基聚合法进行聚合。

本文所述的可聚合组合物对于其它光学材料（例如具有微结构的光学制品(例如，膜)）可以是有利的。示例性的光学材料包括：光学制品，例如透镜薄膜、LED 密封材料、无支撑透镜、非结构化薄膜（例如平膜（flat film））、多层膜、逆向反射板、光学光纤或光学管、以及挠性模子（如适合于生产等离子体显示面板用障肋的挠性模子）等。

对本说明书中使用的术语说明如下：

“折射率”或“折射指数”是指材料（例如，单体）的绝对折射率，其含义为电磁辐射在真空中的速度与该辐射在那种材料中的速度之比。可以采用已知方法、并且通常使用阿贝折射计（例如，可购自位于美国宾夕法尼亚州匹兹堡市的 Fisher Instruments 公司）在可见光区测量折射率。通常理解的是，折射率测量值会随着仪器的变化而在一定范围内变化。

“(甲基)丙烯酸酯”既指丙烯酸酯化合物，也指甲基丙烯酸酯化合物。

“可聚合组合物”是指包含有机成分(其包含至少一种可聚合单体)和可任选的无机纳米颗粒的总的组合物。

“有机成分”是指组合物中除了无机纳米颗粒和纳米颗粒表面改性剂之外的所有组分。对于其中可聚合组合物不含无机纳米颗粒的实施方案而言，有机成分和可聚合组合物是相同的。

术语“纳米颗粒”在本文中是指平均粒径小于约 100 nm 的颗粒(初级颗粒或缔合在一起的初级颗粒)。

“经过表面改性的胶态纳米颗粒”是指每个纳米颗粒的表面都经过改性，使得该纳米颗粒能形成稳定的分散状态。

“聚集”是指初级颗粒之间的强烈的缔合作用，这些初级颗粒可彼此之间发生化学键合。聚集体很难被分开而形成较小的颗粒。

“团聚”是指初级颗粒之间的弱的缔合作用，这些初级颗粒可通过电荷或极性而保持在一起，并且可以被分开而形成较小的个体。

“初级粒径”是指单个颗粒(非聚集体、非团聚体)的平均直径。

由端点表示的数值范围包括该范围内的所有数字（如，达到趋近于数值端点的精确程度）。例如，大于 1.78 且小于 2.05 的相对增益包括 1.79、1.80、1.81、1.82 等，最大为 2.04。

本文所引用的每一份专利都以引用方式全文并入本文。

以下例子进一步说明了本发明的优点，但是在这些例子中所叙述的具体材料及其用量、以及其它条件和细节，不应被认为是对本发明的过度限定。除非另有说明，本文所用的所有的百分数和比例都是以

重量来计的。

实施例

折射指数 使用 Fischer Scientific 公司的 6208 型折射计测定可聚合组合物的折射指数。

增益试验方法

使用得自位于美国加利福尼亚州 Chatsworth 市的 Photo Research 公司的具有 MS-75 透镜的 SpectraScan™ PR-650 分光光度计 (SpectraColorimeter) 测量薄膜的光学性能。将薄膜置于漫透射的中空光箱上。光箱的漫透射和漫反射可以描述为朗伯模式(Lambertian)。该光箱为六面的中空立方体，并且由约 6mm 厚的漫射 PTFE 板制成，该光箱的大小为约 12.5cm×12.5cm×11.5cm (L×W×H)。选择该光箱的一面作为样品表面。在该中空光箱的样品表面上测得的漫反射率为约 0.83 (在 400-700 nm 波长范围上平均为约 83%，测量方法如下所述)。在增益试验过程中，该光箱通过箱底部 (所述底部与样品表面相对) 的约 1 cm 的圆孔从内部照明(从内部将光引导到样品表面)。使用稳定的宽带白炽光源提供这种照明，其中该光源与用于引导光的光纤束 (得自位于美国马萨诸塞州 Marlborough 市和美国纽约州 Auburn 市的 Schott-Fostec LLC 公司的用直径约 1 cm 的光纤束延长的 Fostec DCR-II) 连接。将标准的线性吸收偏振片 (例如 Melles Griot 03 FPG 007) 置于样品箱和相机之间。相机聚焦在离相机镜头约 34cm 处的光箱的样品表面上，并且将吸收偏振片布置在离相机镜头约 2.5cm 的距离处。在有偏振片而没有样品膜的情况下测得被照明的光箱的光亮度为 $>150 \text{ cd/m}^2$ 。在样品薄膜与所述箱的样品表面平行地放置 (样品薄膜通常接触光箱) 时，用 PR-650 测量垂直入射到所述箱的样品表面的平面上的样品光亮度。通过将该样品光亮度与以相同的方式从单独的光箱所测得的光亮度相比来计算相对增益。所有的测量都在暗室中进行，以除去杂散光源。另外，当对包含反射偏振片的薄膜组件的相对增益进行试验时，使该反射偏振片的透光轴与试验系

统的吸收偏振片的透光轴对准。具有棱柱状微结构的薄膜的相对增益记录值通常是在如下条件下得到的：与吸收偏振片最靠近的薄膜中的棱柱沟槽与该吸收偏振片的透光轴垂直地排列。

使用 15.25 cm (6 英寸) 直径的涂有 Spectralon 的积分球、稳定的宽带卤素光源和该光源的电源(所有这些都由 Labsphere 公司(位于美国新罕布什尔州 Sutton 市)提供)，测量光箱的漫反射率。该积分球具有三个开口：一个开口用于输入光 (直径为 2.5cm)；一个开口在 90 度的沿着第二轴的方向上，作为探测器口 (直径为 2.5 cm)；第三个开口在 90 度的沿着第三轴(即与前两个轴都垂直的轴)方向上，作为样品口 (直径为 5cm)。将 PR-650 分光光度计 (与上述的相同) 聚焦在约 38cm 的距离处的探测器口上。使用得自 Labsphere 公司的具有约 99%漫反射率的校准用反射率标准片(SRT-99-050)，计算积分球的反射效率。该标准片由 Labsphere 公司校准，并且可查询美国国家标准规范 (NIST 标准(SRS-99-020-REFL-51))。如下计算积分球的反射效率：

$$\text{球体亮度比} = 1/(1 - R_{\text{球}} \times R_{\text{标准}})$$

在这种情况下，球体亮度比是用参考样品覆盖样品口时在探测器口所测得的光亮度除以没有样品覆盖样品口时在探测器口所测得的光亮度的比值。知道该亮度比和校准用标准片的反射率 ($R_{\text{标准}}$)，则可以计算出积分球的反射效率 $R_{\text{球}}$ 。然后，在类似的方程中再使用该数值来测定样品的反射率，在这种情况下，PTFE 光箱：

$$\text{球体亮度比} = 1/(1 - R_{\text{球}} * R_{\text{样品}})$$

这时，所测量的球体亮度比是在样品置于样品口时在探测器口所测得的光亮度除以没有样品时所测得的光亮度的比值。因为 $R_{\text{球}}$ 从上述试验中已经得知，所以可以计算出 $R_{\text{样品}}$ 。每隔 4 nm 的波长计算一次反射率，并且记录这些反射率在 400-700 nm 波长范围的平均值。

ZrO₂ 溶胶

根据在 2005 年 3 月 14 日提交的美国专利申请 No. 11/079832 中所描述的方法制备 ZrO₂ 溶胶，该专利申请要求了在 2005 年 3 月 11

日提交的美国专利申请 No. 11/078468 的优先权。如美国专利申请 No. 11/079832 和 11/078468 中所述，通过光子相关谱法(PCS)、X 射线衍射法和热重分析法来评价所得到的 ZrO₂ 溶胶。用于例子中的 ZrO₂ 溶胶具有下述范围的性能：

分散指数	PCS 数据		
	强度平均粒径 (nm)	体积平均粒径 (nm)	(强度平均粒径) / (体积平均粒径)
1.0-2.4	23.0-37.0	8.0-18.8	1.84-2.97

相对强度		表观结晶尺寸(nm)					
立方晶/ 四方晶	单斜晶	(C,T) (1 1 1)	M (-1 1 1)	M (1 1 1)	M 平均 尺寸	C/T %	重量平均 XRD 尺寸
100	6-12	7.0-8.5	3.0-6.0	4.0-11.0	4.5-8.3	89%-94%	7.0-8.4

可聚合树脂组合物 1

将 ZrO₂ 溶胶 (100.0 g)、甲氧基丙醇 (100.0 g)、得自位于美国乔治亚州 Smyrna 市的 Cytec Surface Specialties 公司的 BCEA(2.50 g)、得自位于美国威斯康星州 Milwaukee 市的 Sigma-Aldrich 公司的 2-[2-(2-甲氧基乙氧基)乙氧基]乙酸 (“MEEAA”) (5.23 g)、丙烯酸苯硫乙酯 (得自 Bimax 公司的 “PTEA”) 和 BR-31 的 50/50 重量百分比的共混物 (20.78 g)、以及得自 Ciba Giegy 公司的 “Prostab 5198”的 5%溶液 (0.1 g) 加入到 500mL 圆底烧瓶中。通过旋转蒸除去水和醇，如此得到的制剂在固化前的折射指数为 1.6855，并且，该制剂包含 57.5%的 ZrO₂。

可聚合树脂组合物 2

将 10.03 g 的可聚合组合物 1 和 0.04 g 的 Lucirin TPO-L 加入到 25 mL 的琥珀色小瓶中。将该小瓶置于辊上进行加热和混合，直到样品达到均质。经过混合的样品在固化前的折射指数为 1.6835。

可聚合树脂组合物 3

将 10.05 g 的可聚合树脂组合物 1 和 2.39 g 的 50/50 重量百分比的 PTEA/BR-31 的混合物加入到 25 mL 的琥珀色小瓶中。接下来，向该小瓶中加入 0.07 g 的 Lucirin TPO-L。然后，将该小瓶置于辊上进行加热和混合，直到样品达到均质。经过混合的样品在固化前的折射指数为 1.6425。

可聚合树脂组合物 4

将 10.07 g 的可聚合树脂组合物 1 和 6.32 g 的 50/50 重量百分比的 PTEA/BR-31 的混合物加入到 25 mL 的琥珀色小瓶中。接下来，向该小瓶中加入 0.11 g 的 Lucirin TPO-L。然后，将该小瓶置于辊上进行加热和混合，直到样品达到均质。经过混合的样品在固化前的折射指数为 1.617。

可聚合树脂组合物 5

将 ZrO₂ 溶胶（100.00 重量份(pbw)）、MEEAA（4.44 pbw）、BCEA（2.13 pbw）、1-甲氧基-2-丙醇（115 pbw）、SR-339/BR31 的 50/50 的混合物(29.78 pbw)和 Prostab 5198 的 5 重量%的水溶液(0.12 g) 加入到圆底烧瓶中。通过真空蒸馏除去醇和水，如此得到的树脂含有约 53.3 重量%的氧化锆，并且所述树脂在固化前的折射指数为 1.6525。向该混合物加入 Lucirin TPO-L，得到包含 0.47 重量%的 Lucirin TPO-L 的组合物。

可聚合树脂组合物 6

将 10.06 g 的可聚合树脂组合物 5 和 2.72 g 的 50/50 重量百分比的丙烯酸苯氧乙酯（得自沙多玛公司，商品名为 SR 339）/BR-31 的混合物加入到 25 mL 的琥珀色小瓶中。接下来，向该小瓶中加入 0.02 g 的 Lucirin TPO-L。然后，将该小瓶置于辊上进行加热和混合，直到样品达到均质。经过混合的样品在固化前的折射指数为 1.617。

可聚合树脂组合物 7

将 10.18 g 的可聚合树脂组合物 5 和 6.8 g 的 50/50 重量百分比的 SR 339/BR-31 的混合物加入到 25 mL 的琥珀色小瓶中。接下来，向该小瓶中加入 0.02 g 的 Lucirin TPO-L。然后将该小瓶置于辊上进行加热和混合，直到样品达到均质。经过混合的样品在固化前的折射指数为 1.597。

可聚合树脂组合物 8 (对照)

US 6,355,754 的表 1 中的例 1。（重量比为 30/20/37.5/12.5/0.3 的 RDX51027/EB 220/BR31/PEA/FC430 和 1 (pph) 的 Darocure 1173）。该树脂在固化前的折射指数为 1.562。

可聚合树脂组合物 9

将 50.5 g 的可聚合树脂组合物 5 和 3.15 g 的 50/50 重量百分比的 SR 339/BR-31 的混合物加入到 25 mL 的琥珀色小瓶中。然后将该小瓶置于辊上进行加热和混合，直到样品达到均质。经过混合的样品在固化前的折射指数为 1.640。

可聚合树脂组合物 10

将 50.25 g 的可聚合树脂组合物 5 和 6.12 g 的 50/50 重量百分比的 SR 339/BR-31 的混合物加入到 25 mL 的琥珀色小瓶中。然后将该小瓶置于辊上进行加热和混合，直到样品达到均质。经过混合的样品在固化前的折射指数为 1.633。

可聚合树脂组合物 11

将 50.42 g 的可聚合树脂组合物 5 和 9.27 g 的 50/50 重量百分比的 SR 339/BR-31 的混合物加入到 25 mL 的琥珀色小瓶中。然后将该小瓶置于辊上进行加热和混合，直到样品达到均质。经过混合的样品在固化前的折射指数为 1.623。

将每种树脂组合物均制备成多种不同的微结构化光学膜和光学膜组件。下文中的表 1-9 记录了所述多种不同的薄膜和组件的相对增

益值。

薄膜制备 A-基本上非偏振的棱柱状微结构化光学膜

将 8 英寸×11 英寸的金属母模置于加热板上并加热到 140°F，该金属母模由标称节距间隔为 50 微米的、按线型排列的 90 度棱柱构成，所述按线型排列的棱柱与 Vikuiti BEF II（可购自位于美国明尼苏达州 St. Paul 市的 3M 公司）上所具有的棱柱的几何形状图案相似。使用一次性移液管将 4 ml 可聚合树脂融珠（如表中所列）施加到母模具上。然后，将得自 Dupont Teijin Film 株式会社的 MELINEX 623 的规格为 500 的 PET 置于树脂融珠和母模具上。将 PET 薄膜定向成使得所述的按线型排列的棱柱与薄膜的高增益轴近似垂直（90 度 +/-20 度）地取向。然后使母模具、树脂和 PET 在足够的作用力下通过 160°F 的加热压料辊，以便使树脂完全填满母模具，同时除去任何携入的空气。然后使所述被填满的母模具暴露于“D 型灯”（得自位于美国马里兰州 Gaithersburg 市的 Fusion UV Systems 公司，采用 P150 的电源）的紫外线辐射下，并以 50 fpm 的线速度通过两遍。然后用手将 PET 薄膜从母模具上移走。在 PET 薄膜上形成的棱柱状涂层的最终涂敷厚度为约 25 微米。

薄膜制备 B-棱柱状微结构化的反射偏振光学膜

以与薄膜制备 B 中所述相同的方式制备光学膜，不同之处在于：将 PET 薄膜替换为 2005 年 4 月 6 日提交的美国专利申请 No. 60/668873 的例 3 中所述的使用 Sahara SA 115 保护性界面层的反射偏振片薄膜，该专利申请以引用方式并入本文中。

薄膜制备 C

以与薄膜制备 B 中所述相同的方式制备光学膜，不同之处在于：母模具所具有的棱柱图案由标称节距间隔为 50 微米的、按线型排列的 90 度棱柱构成，其中这些按线型排列的棱柱被设计成具有伪随机起伏的顶峰高度，并且与 Vikuiti BEF III（可购自位于美国明尼苏达州 St. Paul 市的 3M 公司）上所具有的棱柱的几何形状图案相似。

州 St. Paul 市的 3M 公司) 上所具有的棱柱的几何形状图案相似。

表 1-微结构化的非偏振光学膜（薄膜制备 A）的单片相对增益

微结构化光学膜的例子	可聚合树脂组合物	单片相对增益
实施例 1	例 2	1.969
实施例 2	例 3	1.932
实施例 3	例 4	1.873
实施例 4	例 6	1.876
实施例 5	例 7	1.831
实施例 6	例 5	1.925
对比例 7	对比例 8	1.748

关于下表 2，制备组件，其中，将表 1 中的棱柱状微结构化光学膜各自与非结构化的反射偏振膜层叠，使得所述反射偏振膜的透光轴与所述棱柱垂直。所采用的反射偏振膜与薄膜制备 B 中所述的底层基片相同。

表 2-由微结构化的非偏振光学膜和非结构化的反射偏振膜构成的组件所具有的相对增益

微结构化光学膜的例子	可聚合树脂组合物	组件的相对增益
实施例 8	例 2	2.751
实施例 9	例 3	2.724
实施例 10	例 4	2.654
实施例 11	例 6	2.663
实施例 12	例 7	2.616
实施例 13	例 5	2.707
对比例 14	对比例 8	2.544

关于下表 3，制备组件，其中将表 1 中的棱柱状微结构化光学膜各自与第二片相同的薄膜层叠。底薄膜的棱柱状微结构化表面与顶薄膜的底层基片接触，使得该底薄膜的棱柱与该顶薄膜的棱柱垂直。

表 3-由一对相同的微结构化的非偏振光学膜构成的组件所具有的相对增益

组件的例子	可聚合树脂组合物	单膜片的例子	组件的相对增益
实施例 15	例 2	实施例 1	3.191
实施例 16	例 3	实施例 2	3.138
实施例 17	例 4	实施例 3	2.947
实施例 18	例 6	实施例 4	3.035
实施例 19	例 7	实施例 5	2.937
实施例 20	例 5	实施例 6	3.120
对比例 21	对比例 8	对比例 7	2.762

关于下表 4，将非结构化的反射偏振膜层叠在表 3 中的组件上，使得该反射偏振膜的透光轴与该组件中的顶膜片的棱柱垂直。所采用的反射偏振膜与薄膜制备 B 中所述的底层基片相同。

表 4-由一对相同的微结构化的非偏振光学膜和一片非结构化的反射偏振光学膜构成的组件所具有的相对增益

组件的例子	可聚合树脂组合物	单膜片的例子	组件的相对增益
实施例 22	例 2	实施例 1	3.576
实施例 23	例 3	实施例 2	3.618
实施例 24	例 4	实施例 3	3.475
实施例 25	例 6	实施例 4	3.549
实施例 26	例 7	实施例 5	3.481
实施例 27	例 5	实施例 6	3.580
对比例 28	对比例 8	对比例 7	3.330

表 5-微结构化的反射偏振光学膜（实施例 29 和实施例 30，薄膜制备 B）的单片相对增益

微结构化光学膜的例子	可聚合树脂组合物	单片相对增益
实施例 29	例 5	2.492
实施例 30	例 2	2.904
例 31: BEF-RP 90/24 (可购自 3M 公司)		2.415

关于下表 6, 制备组件, 其中将表 1 中的棱柱状微结构化光学膜各自与表 5 中的棱柱状微结构化膜层叠。将底薄膜的棱柱状微结构化表面与顶薄膜的底层基片接触, 使得该底薄膜的棱柱与该顶薄膜的棱柱垂直。

表 6-由微结构化的非偏振光学膜和微结构化的反射偏振光学膜构成的组件所具有的相对增益

组件的例子	底薄膜的例子	顶薄膜的例子	相对增益
实施例 32	实施例 1	实施例 29	3.350
实施例 33	实施例 2	实施例 29	3.373
实施例 34	实施例 3	实施例 29	3.322
实施例 35	实施例 4	实施例 29	3.373
实施例 36	实施例 5	实施例 29	3.359
实施例 37	实施例 6	实施例 29	3.369
实施例 38	对比例 7	实施例 29	3.307
实施例 39	实施例 1	实施例 30	4.023
实施例 40	实施例 2	实施例 30	4.027
实施例 41	实施例 3	实施例 30	3.945
实施例 42	实施例 4	实施例 30	4.006
实施例 43	实施例 5	实施例 30	3.990
实施例 44	实施例 6	实施例 30	4.039
实施例 45	对比例 7	实施例 30	3.900
对比例 46	实施例 6	例 31	3.399
对比例 47	对比例 7	例 31	3.258

表 7-微结构化的非偏振光学膜 (薄膜制备 C) 的单片相对增益

薄膜的例子	可聚合树脂的例子	单片相对增益
实施例 48	例 5	1.918
实施例 49	例 9	1.892
实施例 50	例 10	1.875
实施例 51	例 11	1.860
对比例 52	对比例 8	1.741

关于下表 8, 制备组件, 其中将表 7 中的棱柱状微结构化光学膜各自与第二片相同的薄膜层叠。将底薄膜的棱柱状微结构化表面与顶薄膜的底层基片接触, 使得该底薄膜的棱柱与该顶薄膜的棱柱垂直。

表 8-由一对相同的微结构化的非偏振光学膜构成的组件所具有的相对增益

组件的例子	可聚合树脂的例子	组件的相对增益
实施例 53	例 5	2.927
实施例 54	例 9	2.906
实施例 55	例 10	2.867
实施例 56	例 11	2.833
对比例 57	对比例 8	2.636

关于下表 9, 制备组件, 其中将表中所示的底薄膜的棱柱状微结构化表面与表中所示的顶薄膜的底层基片接触, 使得该底薄膜的棱柱与该顶薄膜的棱柱垂直。

表 9-由一对不同的微结构化的非偏振光学膜构成的组件所具有的相对增益

组件的实施例	底薄膜的实施例	顶薄膜的实施例	相对增益
实施例 58	实施例 6	实施例 48	3.006
实施例 59	实施例 48	实施例 6	2.977
实施例 60	实施例 4	实施例 6	3.060

表 9 说明, 在将基本上非偏振的微结构化光学膜与第二片相对增益(即单片相对增益)与之不同的基本上非偏振的微结构化光学膜组合时, 优选的是, 将单片增益较高(如吸光度较低)的微结构化光学膜布置在该膜堆组件的顶部。

可聚合树脂组合物 12

将 ZrO_2 溶胶透析(可得自 VWR 公司的 Spetra/Por Membrane MWCO 12-14,000)约 4.5 小时, 得到稳定的溶胶, 该溶胶含有 36.395% 的 ZrO_2 。将透析过的 ZrO_2 溶胶(220.0 g)、MEEAA(5.71 g)、BCEA

(4.10 g)、1-甲氧基-2-丙醇 (300 g)、丙烯酸 2-(1-萘氧基)-1-乙酯 NOEA (29.98 g)、TMPTA (12.85 g)、BR31 (64.25 g) 和 Prostab 5198 的 5%水溶液 (0.86 g) 加入到圆底烧瓶中，并且通过旋转蒸除去醇和水。该含 ZrO₂ 的树脂含有 39.86 %的 ZrO₂，所述树脂的折射指数为 1.64。向该含 ZrO₂ 的树脂中加入 0.6 重量%的 TPO-L 并将其混合在一起。

可聚合树脂组合物 13

将可聚合树脂组合物 5 用 BR-31/SR339 的 50/50 比例的混合物稀释，直到该混合物的折射指数为 1.64 为止。

使用 Hewlett Packard 8453 分光光度计和 UV VIS Chem Station Rev. A. 02. 05 分析软件，测量可聚合树脂组合物 12 和 13 的吸光度。在光程长为 1 cm 的石英比色皿中对液态可聚合树脂进行试验。对固体含量为 100%的所述树脂进行试验，该树脂没有用溶剂进行稀释。使用空的石英比色皿进行样品空白值测定。这些结果示于图 3 中。

根据薄膜制备 A 将可聚合树脂组合物 12 和 13 制成微结构化光学膜。

	可聚合树脂组合物	相对增益
实施例 61	12	1.793
实施例 62	13	1.829

制备组件，其中将实施例 61 和 62 的棱柱状微结构化光学膜各自与第二片相同的薄膜层叠。将底薄膜的棱柱状微结构化表面与顶薄膜的底层基片接触，使得该底薄膜的棱柱与该顶薄膜的棱柱垂直。

	可聚合树脂组合物	相对增益
实施例 63	12	2.652
实施例 64	13	2.807

显示装置实施例 65

在 LCD 显示器中, 将实施例 20 的组件(即, 由折射指数为 1.6525 的可聚合树脂制备的基本上非偏振的微结构化光学膜构成的交叉膜片对)与可购自位于美国明尼苏达州 St. Paul 市的 3M 公司的商品名为“Vikuiti BEF-II 90/50”的增亮膜构成的交叉膜片对进行比较。

LCD 模块包括 CCFL 光源、具有点提取图案的楔形导光片、位于该导光片后面的多层的聚合物镜面背反射片(由位于美国明尼苏达州 St. Paul 市的 3M 公司销售, 商品名为 ESR [增强型镜面反射片])、位于该导光片前面的扩散膜、位于该扩散膜前面的由交叉的增亮膜片构成的组件、位于 BEF II 片前面的扩散保护片、以及最后是其外表面上具有吸收偏振片的扭曲向列液晶面板。除了 ESR 和增亮膜之外, 所有的显示部件都是市售可得的 Dell Latitude D800 笔记本电脑系统所具有的日立 4074C 型的 15.4 英寸 LCD 模块的原件。将增亮光学膜片定向为使得一个膜片上的棱柱与另一个膜片上的棱柱相互垂直, 并且与 CCFL 光源平行/垂直。

用由位于德国 Karlsruhe 市的 Autronic-Melchers 有限公司生产的 Autronic 锥光偏振仪来表征从 LCD 模块透射的光。锥光偏振测量设备提供在垂直平面和水平平面上的光亮度与视角的关系图。图 4 包括实施例 20 的组件以及用于对照的由市售可得的薄膜构成的组件这二者的光亮度与垂直极角的关系图。该图表明, 本发明的薄膜和组件提高了光折射能力。这种较大的折射能力的一个作用是, 引导光产生轴上亮度峰。其中具有实施例 20 的组件的显示器所具有的峰值光亮度表现出基本上接近零的垂直极角。通过把与 LCD 的后部吸收偏振片最接近的微结构化膜中的棱柱沟槽布置为使得这些棱柱沟槽与该吸收偏振片的透光轴基本上垂直, 使得显示器的亮度达到最大化。该优点源于几何光学原理, 并且对标准的具有棱柱状微结构的薄膜和本发明的薄膜都施加优选的棱柱取向。

此外, 使用白色漫射背反射片代替镜面背反射片并与本发明的薄膜一起使用, 对这种显示装置进行试验。另外, 在该装置中有和没有市售可得的反射偏振片(Vikuiti DBEF-P2, 可得自 3M 公司)的情况下, 对本发明的薄膜进行试验, 并且还对其与上述两种背反射片的

多种组合进行试验。在所有的情况下，与使用标准薄膜（如市售可得的 Vikuiti BEF-II）相比，使用本发明的薄膜时该装置的亮度表现出可测量的增加。

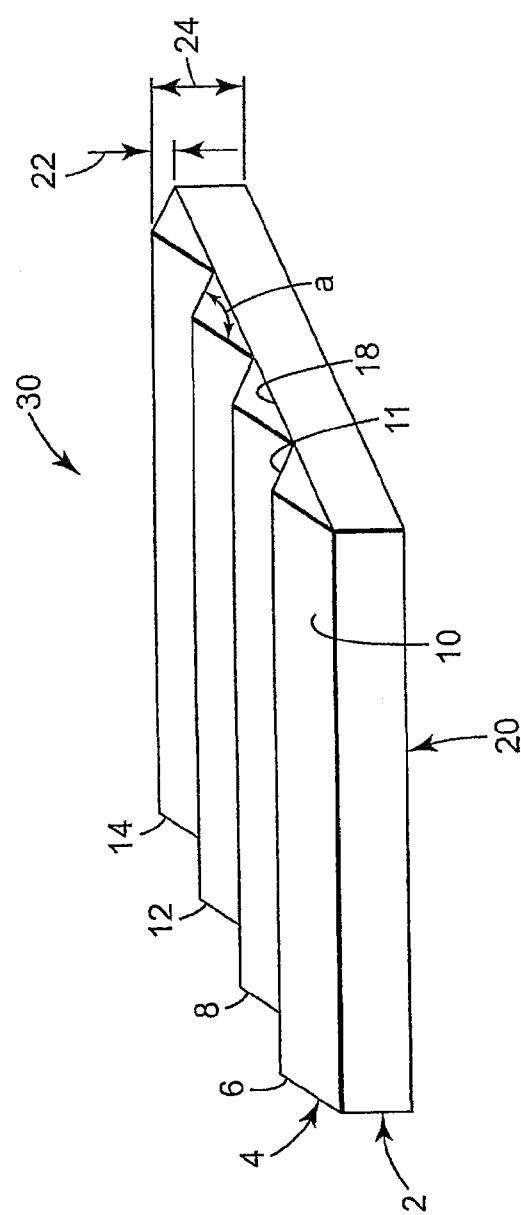


图 1

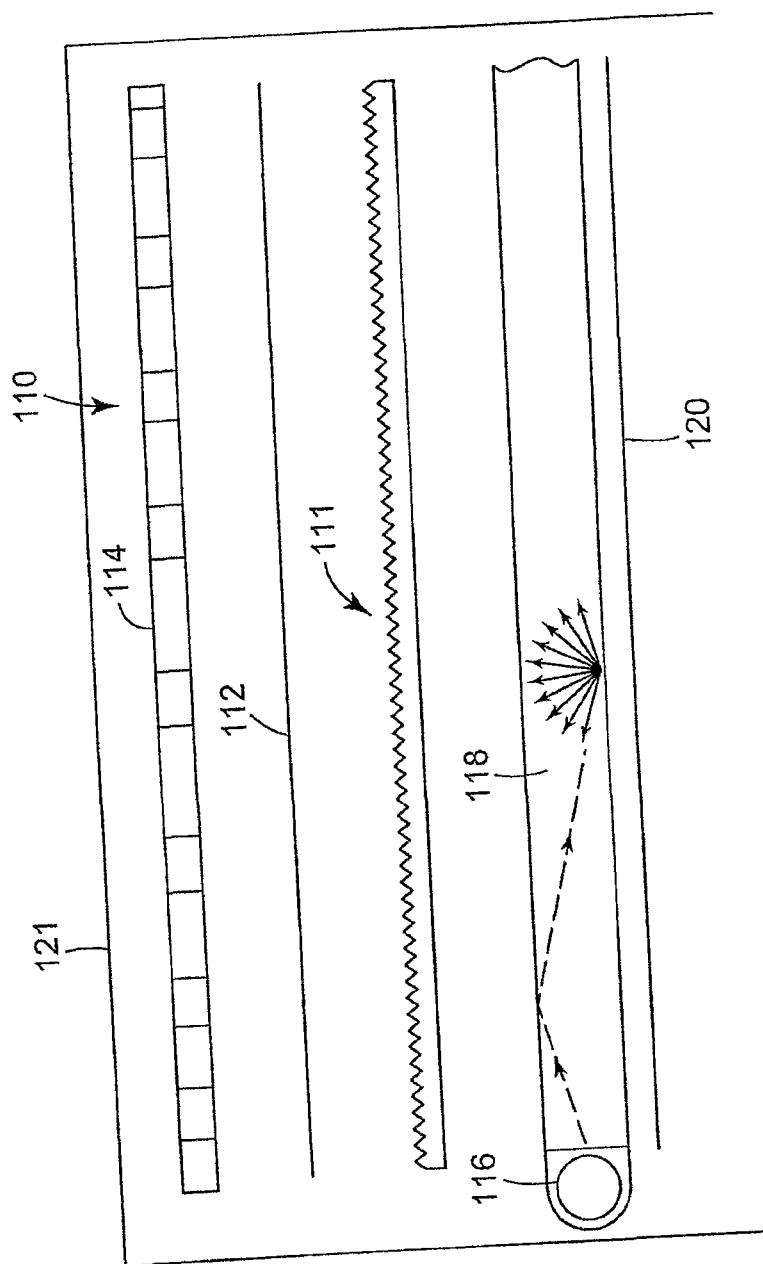


图 2

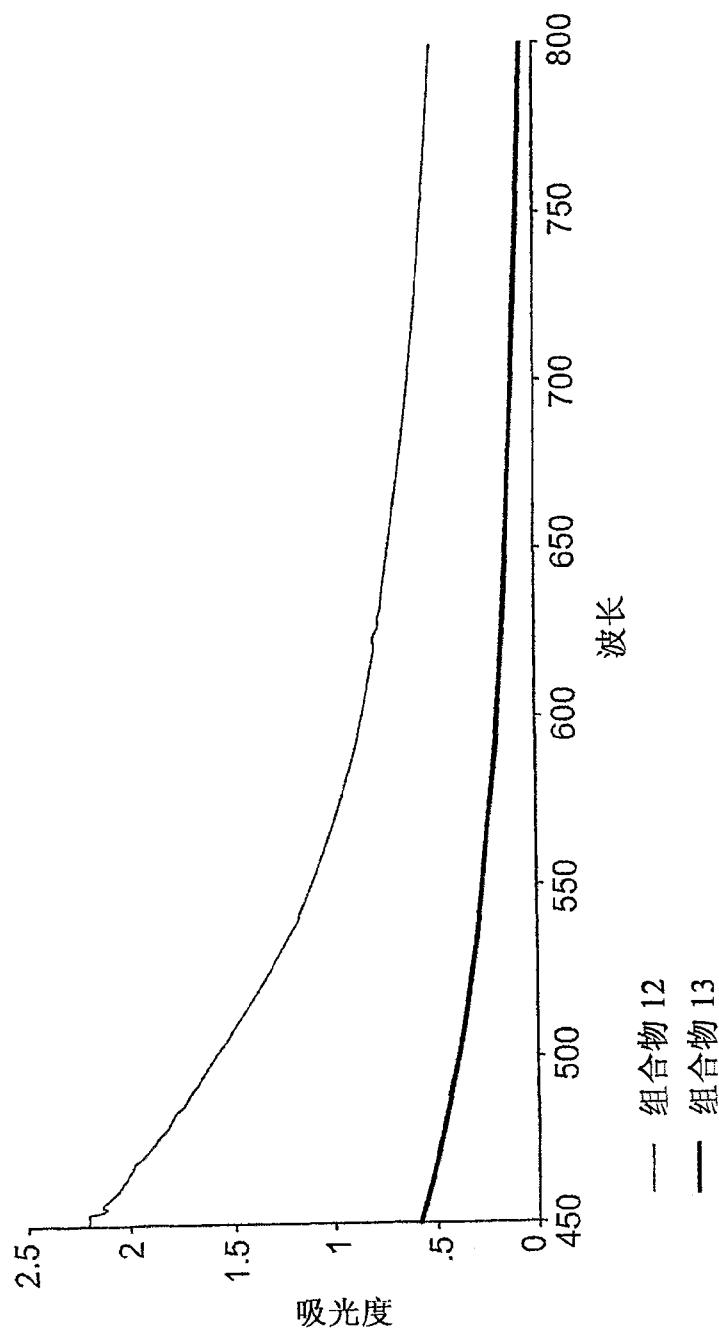


图 3

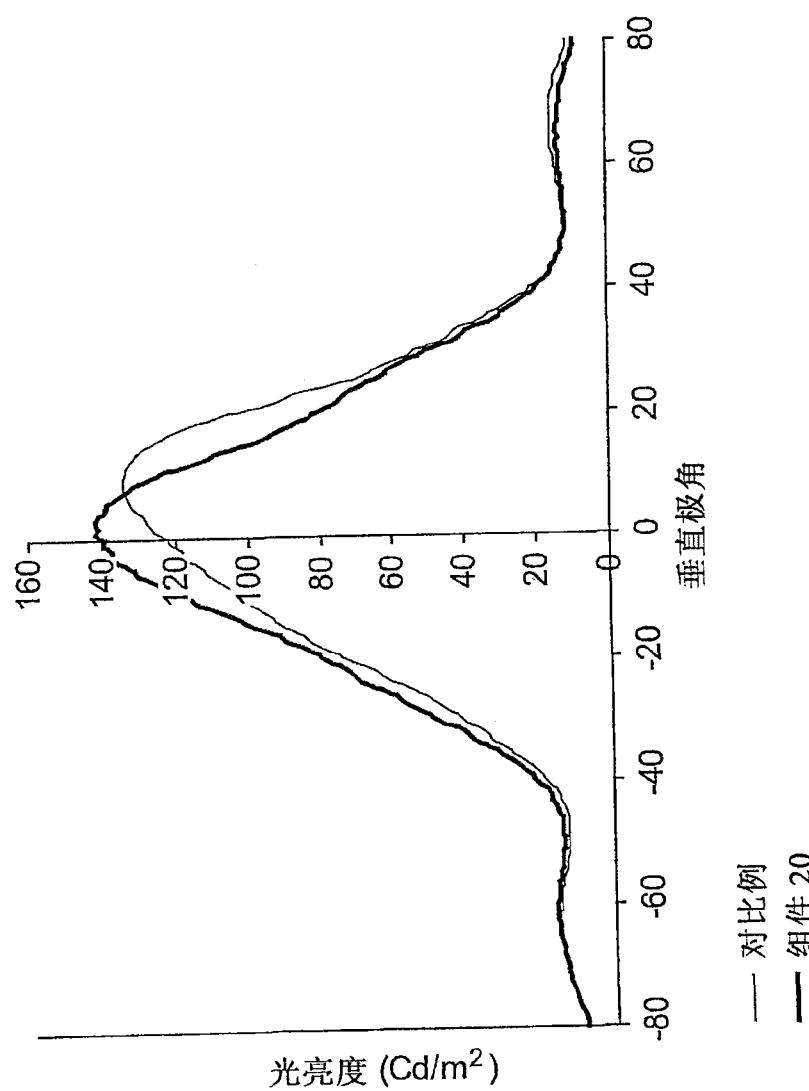


图 4