

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200680007883.2

[51] Int. Cl.

C08K 3/36 (2006.01)

C08K 9/06 (2006.01)

G02B 1/04 (2006.01)

G02B 5/04 (2006.01)

C08G 18/67 (2006.01)

G02F 1/13357 (2006.01)

[43] 公开日 2008 年 3 月 5 日

[11] 公开号 CN 101137706A

[51] Int. Cl. (续)

C08J 5/18 (2006.01)

[22] 申请日 2006.3.10

[21] 申请号 200680007883.2

[30] 优先权

[32] 2005.3.11 [33] US [31] 60/660,962

[86] 国际申请 PCT/US2006/009037 2006.3.10

[87] 国际公布 WO2006/099375 英 2006.9.21

[85] 进入国家阶段日期 2007.9.11

[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

[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

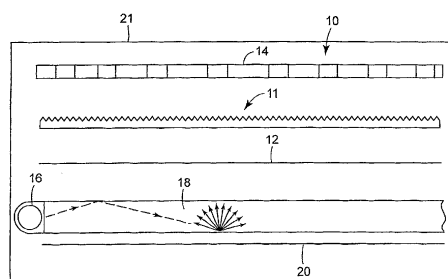
权利要求书 4 页 说明书 29 页 附图 6 页

[54] 发明名称

包含纳米颗粒的低聚聚氨酯可聚合组合物

[57] 摘要

本发明描述了一种微结构化制品，例如增亮膜或光学转向膜。该微结构化制品包含增亮型聚合结构，该聚合结构包含组合物的反应产物，其中所述组合物包含含有至少一种低聚聚氨酯(甲基)丙烯酸酯的有机组分和经表面改性的二氧化硅纳米颗粒。



1. 一种增亮膜，该增亮膜包含：

增亮型聚合结构，该聚合结构包含组合物的反应产物，其中所述组合物包含含有至少一种低聚聚氨酯(甲基)丙烯酸酯的有机组分和经表面改性的二氧化硅纳米颗粒。

2. 根据权利要求1所述的增亮膜，其中所述的聚合结构具有多条沿第一表面延伸的棱脊。

3. 根据权利要求1所述的增亮膜，其中所述的二氧化硅纳米颗粒的初级粒径大于1 nm而小于100 nm。

4. 根据权利要求1所述的增亮膜，其中所述的二氧化硅纳米颗粒的初级粒径为5 nm到75 nm。

5. 根据权利要求1所述的增亮膜，其中所述的二氧化硅纳米颗粒的初级粒径为10 nm到30 nm。

6. 根据权利要求1所述的增亮膜，其中所述的二氧化硅占所述聚合结构的10重量%到60重量%。

7. 根据权利要求1所述的增亮膜，其中所述的二氧化硅占所述聚合结构的10重量%到40重量%。

8. 根据权利要求1所述的增亮膜，其中所述的组合物还包含选自以下物质的纳米颗粒，所述物质为氧化锆、二氧化钛、氧化锑、氧化铝、氧化锡、其混合金属氧化物、或它们的混合物。

9. 根据权利要求1所述的增亮膜，其中所述的经表面改性的纳

米颗粒可与所述的有机组分聚合。

10. 根据权利要求 1 所述的增亮膜，其中所述的组合物包含光引发剂。

11. 根据权利要求 1 所述的增亮膜，其中所述的低聚聚氨酯(甲基)丙烯酸酯为低聚的多(甲基)丙烯酸酯。

12. 根据权利要求 1 所述的增亮膜制品，其中所述的低聚聚氨酯(甲基)丙烯酸酯为 2,2,4-三甲基己烷 1,6-二异氰酸酯、聚己内酯二醇和甲基丙烯酸-2-羟乙酯。

13. 根据权利要求 1 所述的增亮膜，其中所述的有机组分包含至少一种选自以下的单体：(甲基)丙烯酸酯单体、苯乙烯类单体和烯键式不饱和含氮杂环单体。

14. 根据权利要求 13 所述的增亮膜，其中所述的单体为多元醇多(甲基)丙烯酸酯。

15. 根据权利要求 14 所述的增亮膜，其中所述的多元醇多(甲基)丙烯酸酯为己二醇二丙烯酸酯。

16. 根据权利要求 1 所述的增亮膜，其中所述的有机组分包含约 30 重量%至 100 重量%的低聚聚氨酯多(甲基)丙烯酸酯。

17. 根据权利要求 1 所述的增亮膜，该增亮膜还具有与所述的聚合结构光学耦合的底层。

18. 根据权利要求 17 所述的增亮膜，其中所述的底层包括苯乙烯-丙烯腈、三醋酸纤维素、聚甲基丙烯酸甲酯、聚酯、聚碳酸酯、

聚萘二甲酸乙二醇酯、萘二甲酸的共聚物或它们的混合物。

19. 根据权利要求 17 所述的增亮膜,其中所述的底层为偏振层。

20. 根据权利要求 19 所述的增亮膜,其中所述的底层为反射偏振层。

21. 一种装置,该装置包含:

(a) 具有发光表面的照明器件; 和

(b) 权利要求 1 所述的增亮膜,该增亮膜与所述发光表面基本平行设置。

22. 根据权利要求 21 所述的装置,其中所述的照明器件为背光显示器或液晶显示器。

23. 根据权利要求 21 所述的装置,其中所述的装置选自手持装置、计算机显示器和电视机。

24. 一种光学转向膜,该光学转向膜包含聚合结构,该聚合结构包含组合物的反应产物,其中所述组合物包含含有至少一种低聚聚氨酯(甲基)丙烯酸酯的有机组分和经表面改性的二氧化硅纳米颗粒。

25. 一种照亮装置,该照亮装置具有:

(a) 具有导光片的光源,该导光片具有发光表面; 以及

(b) 权利要求 24 所述的光学转向膜,该转向膜与所述导光片基本平行设置,并且该转向膜具有第一表面和第二表面以及在所述第一表面上形成的棱柱阵列,该转向膜的所述第一表面相对于所述导光片的所述发光表面设置,从而使得离开所述发光表面的光线入射到所述的棱柱阵列上,并被该棱柱阵列反射和折射,由此使得所述光线以基本沿着所

需的角度方向由所述的第二表面离开所述转向膜，

其中所述的棱柱阵列包含多个第一棱柱和多个第二棱柱，所述多个第一棱柱中的每一个都具有第一棱柱结构，所述多个第二棱柱中的每一个都具有不同于所述第一棱柱结构的第二棱柱结构，所述第一棱柱结构和所述第二棱柱结构被构造成使得离开所述第二表面的光线相当于是对进入所述导光片的光线进行基本均匀地取样而得到的光。

26. 一种微结构化制品，该微结构化制品包含聚合结构，该聚合结构包含组合物的反应产物，其中所述组合物包含含有至少一种低聚聚氨酯(甲基)丙烯酸酯的有机组分和经表面改性的二氧化硅纳米颗粒。

27. 根据权利要求 26 所述的微结构化制品，其中所述的制品为逆向反射的。

28. 根据权利要求 26 所述的微结构化制品，其中所述制品是挠性模具，该挠性模具适合用于制造等离子体显示面板所用的隔肋。

29. 根据权利要求 1 所述的增亮膜，其中所述膜包含多条具有顶峰的棱脊。

30. 根据权利要求 29 所述的增亮膜，其中所述的顶峰为半径为 4 微米到 15 微米的圆顶状。

31. 根据权利要求 24 所述的转向膜，其中所述的转向膜包含多条具有顶峰的棱脊。

32. 根据权利要求 31 所述的转向膜，其中所述的顶峰为半径为 0.5 微米到 10 微米的圆顶状。

包含纳米颗粒的低聚聚氨酯可聚合组合物

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例如为液晶显示器（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。

虽然适合用于制造增亮膜的多种可聚合组合物是已知的，但是本行业还是会受益于可供选择的其它组合物。

发明概述

本发明描述了一种微结构化制品（例如，增亮膜或光学转向膜）。该微结构化制品包含增亮型聚合结构，该聚合结构包含组合物的反应产物，其中所述组合物包含含有至少一种低聚聚氨酯(甲基)丙烯酸酯的有机组分和经表面改性的二氧化硅纳米颗粒。

附图简要说明

通过以下结合附图对本发明的多个实施方案所做的详细描述，

可以更完全地理解本发明，其中：

图 1 是位于背光液晶显示器中的、示意性的本发明微结构化制品的示意图；

图 2 为具有微结构化表面的示意性聚合结构的立体图；

图 3 为具有不同高度的棱柱元件的、示意性微结构化制品的剖视图；

图 4 为具有不同高度的棱柱元件的、示意性微结构化制品的剖视图；

图 5 为示意性微结构化制品的剖视图；

图 6 为示意性微结构化制品的剖视图，其中多个棱柱元件具有不同的高度并且它们的底部在不同的平面上；

图 7 为示意性微结构化制品的剖视图；

图 8 为示意性微结构化制品的剖视图；

图 9 为示意性微结构化制品的剖视图；

图 10 为具有转向膜的照亮装置的示意图；

图 11 为转向膜的剖视图；

图 12 为另一转向膜的剖视图。

虽然本发明可具有各种变化形式和替代形式，但是本发明的细节已经以举例的方式显示在附图中，并且将对其加以详细描述。然而，应该理解其目的并不是将本发明限定于所描述的具体实施方案。相反，其目的在于涵盖落入本发明的精神实质和范围内的所有的变化形式、等同形式和可供选择的形式。

发明详述

本文中使用的术语“微结构”如美国专利 No. 4,576,850 中所定义和说明的那样。由此，“微结构”是指表面的形貌，其描绘或刻画出带有所述微结构的制品所具有的预定的所需用途或功能。从剖面来看，在所述制品表面上形成的诸如凸起和凹陷之类的不连续物会偏离穿过微结构所绘制的平均中心线，使得中心线上方的表面轮廓所包围的总面积等于中心线下方的总面积，其中所述中心线基本平行于制品

的标称表面（具有微结构）。使用光学或电子显微镜，对该表面上的代表性的特征长度（例如，1 cm 到 30 cm）进行测量，结果所述偏离的高度通常为约 ± 0.005 微米到 ± 750 微米。所述的平均中心线可为钢琴线、凹线、凸线、非球面线或它们的组合。其中所述偏离的程度较低（例如， ± 0.005 微米至 ± 0.1 微米、或者优选为 ± 0.005 微米至 ± 0.05 微米）、并且所述偏离出现的频率低或次数少（即，表面没有任何显著的不连续物）的制品是微结构表面基本上为“平坦的”或“光滑的”表面的那些，这种制品可用于（例如）精密光学元件或具有精密光学界面的元件（例如，验眼透镜）。其中所述偏离的程度较低并且频繁出现的制品包括具有减反射微结构的那些。具有如下特点的制品是诸如逆向反射立方角膜片、线性菲涅耳透镜、光盘及增亮膜之类的制品，所述特点为：所述偏离的程度较高（例如， ± 0.1 微米到 ± 750 微米），并且该偏离归属于包含多个有效的不连续物的微结构，其中多个不连续物是相同的或不同的，并以随机或有序的方式分开或相连。具有微结构的表面可以既包含所述的偏离程度较低的有效的不连续物，又包含所述的偏离程度较高的有效的不连续物。具有微结构的表面可以包含额外的或无效的不连续物，只要这些不连续物的数量或种类不会对所述制品的预定的所需用途造成实质性的干扰或产生不利的影响即可。

增亮膜主要提高照明器件的轴向亮度（在本文中称为“亮度”）。增亮膜可以是微结构化的透光性薄膜。该微结构化形貌可以是位于薄膜表面上的多个棱柱，从而使得该薄膜可通过光反射和折射来改变光的方向。棱柱的高度通常为约 1 到 75 微米。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。

逆向反射膜通常能够反射大量的入射角相对较大的入射光，而与该膜片绕垂直于其主表面的轴的旋转定向无关。立方角逆向反射膜可包含主体部分和结构化表面，其中该主体部分通常具有基本平坦的底表面，并且该结构化表面含有多个与该底表面相背的立方角元件。每个立方角元件可具有三个彼此基本垂直的光学表面，这三个光学表面通常相交于一个基准点或顶点。立方角元件的底部发挥孔径的作用，光线可通过此孔径进入立方角元件。如美国专利 No. 5,898,523 所述，在使用过程中，入射到膜片底表面上的光在该膜片的底表面发生折射，透过被设置于膜片上的各个立方角元件的底部，由三个互相垂直的立方角光学表面中的每一个表面反射，从而将光改向至光源方向。

对于以下所定义的术语，除非在权利要求书或本说明书中的其它位置给出不同的定义，否则将使用以下定义。

术语“聚合物”应被理解为包括聚合物、共聚物（例如，由两种或多种不同单体形成的聚合物）、低聚物、和它们的组合，以及可通过（例如）共挤出或反应（包括酯交换反应）以可混溶的共混物形式形成的聚合物、低聚物或共聚物。除非另作说明，否则嵌段共聚物和无规共聚物也包括在其中。

术语“折射指数”在本文中被定义为某一种材料的绝对折射指数，该绝对折射指数应被理解为电磁波辐射在真空中的速度与该辐射在该材料中的速度的比值。折射指数可用已知方法测量，通常使用阿贝折射计在可见光区进行测量。

术语“纳米颗粒”在本文中被定义为直径小于约 100 nm 的颗粒（初级颗粒或缔合的初级颗粒）。

本文中使用的术语“缔合颗粒”是指两个或多个初级颗粒发生聚集和/或团聚而形成的集合。

本文中使用的术语“聚集”是描述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。聚集体很难被分开成较小的颗粒。

本文中使用的术语“团聚”是描述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。

术语“初级粒径”在本文中被定义为未缔合的单个颗粒的尺寸。

术语“溶胶”在本文中被定义为胶体颗粒在液相中形成的分散体或悬浮体。

术语“稳定的分散体”在本文中被定义为这样一种分散体，在环境条件（例如，室温（约 20-22℃）、大气压并且没有过高的电磁力的条件）下，将该分散体静置一段时间（例如，大约 24 小时）后，其中的胶态纳米颗粒不发生团聚。

术语“增益”在本文中被定义为由增亮膜引起的显示器亮度改善情况的量度，它是光学材料的特性，也是增亮膜的几何特性。通常，视角随增益的增加而减小。高的增益是增亮膜所需的，这是因为得到改善的增益能使背光显示器的亮度有效地增加。

由端值表示的数值范围包括该范围内的所有数值（例如，1 到 5 包括 1、1.5、2、2.75、3、3.80、4 和 5）。

在本说明书和所附权利要求书中，某一名词前所用的单数形式“一种”、“该”和“所述”包括所指对象多于一个的情况，除非所述内容清楚地表示为其它含义。因此，例如，包含“化合物”的组合物包括两种或多种化合物的混合物。在本说明书和所附权利要求书中，使用术语“或”时通常包括“和/或”的意思，除非所述内容清楚地表示不是这样。

除非另外说明，否则在本说明书和权利要求书中所用的表示成分的量 and 性质测定值的所有数字，在所有情况下都应理解为以词语“大约”来修饰。

本发明描述了一种微结构化制品，其中微结构化表面层由可聚合组合物的反应产物形成，所述可聚合组合物包含含有至少一种低聚聚氨酯（也称为(甲基)丙烯酸改性聚氨酯低聚物）的有机组分和二氧化硅纳米颗粒。所述的可聚合组合物优选为基本上无溶剂的且填充有无机物的辐射固化型有机复合物。该有机组分可为固态的或包含固态组分，只要其熔点低于涂覆温度即可。该有机组分在环境温度下可为液

态。对于大多数产品应用而言,有机组分的折射指数通常为至少 1.47;然而,转向膜中的有机组分的折射指数可低至 1.44。在可见光光谱中具有高透射性通常也是优选的。加入二氧化硅颗粒可以改善耐久性。耐久性制品可具有聚合结构,该聚合结构具有多个经表面改性的胶态纳米颗粒。耐久性制品可以由底层和光学层构成的光学元件或光学产品。底层和光学层可由相同或不同的聚合物材料形成。具有多个经表面改性的胶态纳米颗粒的聚合结构具有可在无溶剂体系中形成的优势。

优选的是,耐久性光学膜包含具有微结构化表面且划痕对比率值(根据 2004 年 9 月 10 日提交的美国专利申请 No. 10/938006 中所描述的测试方法测定)为 1.0 至 1.15、或 1.0 至 1.12、或 1.0 至 1.10、或 1.0 至 1.05 的聚合光学膜结构。在具有圆顶状棱柱顶峰(例如,半径为约 0.5 微米至 15 微米)的情况下,划痕对比率值可为 1.0 至 1.65、或 1.0 至 1.4、或 1.0 至 1.10。

固化制品优选展示出与不高于 5%的值相对应的雾度等级,该雾度值是根据 ASTM 方法 D1003 在被置于双酚 A 型聚碳酸酯基底上的 3.2 mm 厚的平膜上测量的。其它优选的性能为磨耗等级(通过落沙磨耗试验(ASTM 方法 D968)测定)不高于 20、优选不高于 10,以及对双酚 A 型聚碳酸酯的附着力等级为 5B(通过划格法附着力试验(ASTM 方法 D3359)测定)。

有机相和/或可聚合树脂优选为充分交联的,从而使其在固化后的玻璃化转变温度(T_g)为至少 35°C、优选为至少 40°C,更优选为至少 45°C。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。可聚合组合物可以通过常规的自由基聚合法进行聚合。

固化组合物的其它性能包括拉伸强度为约 70 kg/cm²-700 kg/cm²、弹性模量为约 140 kg/cm²-14,000 kg/cm²、断裂伸长率为约 5%-300 %、光学均匀性为至少约 91%的透射率、雾度值低于约 5%、双折射率低于约 0.002 和/或动态拉伸模量 E' 落入美国专利 No. 6,833,176 图 2 中的区域 A-B-C-D 的边界范围内。在约 20°C 下的动态拉伸模量通常为

约 4×10^7 Pa 至约 1×10^9 Pa。此外，在约 60°C 下的动态拉伸模量通常为约 3×10^6 Pa 至约 5×10^8 Pa。此外，在约 100°C 下的动态拉伸模量通常为约 1×10^6 Pa 至约 1×10^8 Pa。

本文中所描述的制品由可聚合组合物的反应产物形成，其中所述的可聚合组合物包含至少一种低聚聚氨酯(甲基)丙烯酸酯。通常，低聚聚氨酯(甲基)丙烯酸酯为多(甲基)丙烯酸酯。术语“(甲基)丙烯酸酯”用于指丙烯酸酯和甲基丙烯酸酯，“多(甲基)丙烯酸酯”是指含有多于一个(甲基)丙烯酸基团的分子，其与通常意指(甲基)丙烯酸酯聚合物的“聚(甲基)丙烯酸酯”意思是不同的。通常，多(甲基)丙烯酸酯为二(甲基)丙烯酸酯，但是也考虑使用三(甲基)丙烯酸酯、四(甲基)丙烯酸酯等。

低聚聚氨酯多(甲基)丙烯酸酯是市售可得的，例如，得自 Sartomer 公司，商品名为“Photomer 6000 系列”（例如，“Photomer 6010”和“Photomer 6020”）以及商品名为“CN 900 系列”（例如，“CN966B85”、“CN964”和“CN972”）。低聚聚氨酯(甲基)丙烯酸酯也可得自 Surface Specialties 公司，例如，商品名为“Ebecryl 8402”、“Ebecryl 8807”和“Ebecryl 4827”。低聚聚氨酯(甲基)丙烯酸酯也可通过由化学式为 $\text{OCN-R}^3\text{-NCO}$ 的亚烷基二异氰酸酯或芳香族二异氰酸酯与多元醇的初级反应制得。通常，所述的多元醇为化学式为 $\text{HO-R}^4\text{-OH}$ 的二醇，在所述的化学式中， R^3 为 C_{2-100} 的亚烷基基团或亚芳基， R^4 为 C_{2-100} 的亚烷基。这样，中间产物为聚氨酯二醇二异氰酸酯，该中间产物随后可与(甲基)丙烯酸羟烷酯发生反应。合适的二异氰酸酯包括 2,2,4-三甲基亚己基二异氰酸酯和甲苯二异氰酸酯；通常优选亚烷基二异氰酸酯。可由 2,2,4-三甲基亚己基二异氰酸酯、聚(己内酯)二醇和甲基丙烯酸-2-羟乙基酯制备此类尤其优选的化合物。在至少一些实施方案中，聚氨酯(甲基)丙烯酸酯优选为脂肪族的。

形成本发明制品的辐射固化型组合物还可包含至少一种其它单体（即，除了低聚聚氨酯(甲基)丙烯酸酯以外）。所述的其它单体可降低粘度和/或改善热力学性能和/或增大折射指数。具有这些特性的

单体包括丙烯酸类单体（即，丙烯酸酯和甲基丙烯酸酯、丙烯酰胺和甲基丙烯酰胺）、苯乙烯类单体和烯键式不饱和含氮杂环。

合适的丙烯酸类单体包括单体形式的(甲基)丙烯酸酯。它们包括(甲基)丙烯酸烷醇酯，例如，丙烯酸甲酯、丙烯酸乙酯、丙烯酸 1-丙酯、甲基丙烯酸甲酯和丙烯酸叔丁酯。

具有其它官能团的(甲基)丙烯酸酯也包括在内。此类化合物举例如下：(甲基)丙烯酸 2-(N-丁基氨基甲酰基)乙酯、丙烯酸 2,4-二氯苯酯、丙烯酸 2,4,6-三溴苯酯、丙烯酸三溴苯氧基乙酯、丙烯酸叔丁基苯酯、丙烯酸苯酯、硫代丙烯酸苯酯、丙烯酸苯硫基乙酯、烷氧基化丙烯酸苯酯、丙烯酸异冰片酯和丙烯酸苯氧基乙酯。四溴双酚 A 型双环氧化合物与(甲基)丙烯酸的反应产物也是合适的。

其它单体也可以是单体形式的 N-取代或 N,N-双取代的(甲基)丙烯酰胺，尤其是丙烯酰胺。这些单体包括 N-烷基丙烯酰胺和 N,N-二烷基丙烯酰胺，尤其是包含 C₁₋₄ 烷基的那些。其例子为 N-异丙基丙烯酰胺、N-叔丁基丙烯酰胺、N,N-二甲基丙烯酰胺和 N,N-二乙基丙烯酰胺。

其它单体还可以是多元醇多(甲基)丙烯酸酯。此类化合物通常由含 2-10 个碳原子的脂肪族二醇、三醇和/或四醇制得。合适的多(甲基)丙烯酸酯的例子为二丙烯酸乙二醇酯、二丙烯酸 1,6-己二醇酯、三丙烯酸 2-乙基-2-羟甲基-1,3-丙二醇酯（三羟甲基丙烷三丙烯酸酯）、二(三羟甲基丙烷)四丙烯酸酯、四丙烯酸季戊四醇酯、所述多元醇的烷氧基化（通常为乙氧基化）衍生物的相应的甲基丙烯酸酯和(甲基)丙烯酸酯。具有两个或多个烯键式不饱和基团的单体可用作交联剂。

适于用做其它单体的苯乙烯类化合物包括苯乙烯、二氯苯乙烯、2,4,6-三氯苯乙烯、2,4,6-三溴苯乙烯、4-甲基苯乙烯和 4-苯氧基苯乙烯。烯键式不饱和含氮杂环类化合物包括 N-乙烯基吡咯烷酮和乙烯基吡啶。

在本发明的辐射固化型制品中，成分的比例可以改变。通常，有机组分可包含约 30-100%的低聚聚氨酯多(甲基)丙烯酸酯，余量为其它的具有烯键式不饱和基团的(甲基)丙烯酸酯单体。

可聚合组合物包含二氧化硅颗粒。通常将二氧化硅颗粒的尺寸选择为避免发生显著的可见光散射。经表面改性的二氧化硅纳米颗粒具有大于 1 nm 而小于 100 nm 的粒径或缔合粒径（用透射电子显微镜 (TEM) 测量）。经表面改性的（例如，胶态）二氧化硅纳米颗粒优选为基本上是完全凝聚的。

通常，完全凝聚的纳米颗粒（例如，本文中使用的胶态二氧化硅）在其内部基本上不具有羟基。

不含二氧化硅的完全凝聚的纳米颗粒通常具有大于 55%、优选大于 60%、更优选大于 70% 的结晶度（以分开的金属氧化物颗粒进行测量）。例如，结晶度可以高达约 86%。可通过 X 射线衍射技术测量结晶度。凝聚后，晶态（例如，氧化锆）纳米颗粒的折射指数较高，而无定形的纳米颗粒的折射指数通常较低。

二氧化硅纳米颗粒的粒径可为 5 nm 到 75 nm 或 10 nm 到 30 nm。二氧化硅纳米颗粒的量通常为 10 重量%到 60 重量%。通常，二氧化硅的量少于 40 重量%。

合适的二氧化硅可购自 Nalco Chemical 公司（位于美国伊利诺伊州 Naperville 市），商品名为“NALCO COLLOIDAL SILICAS”。例如，这些二氧化硅包括 NALCO 商品名的产品 1040、1042、1050、1060、2327 和 2329。合适的气相法二氧化硅包括（例如）可得自 DeGussa AG 公司（位于德国 Hanau 市）的以商品名 AEROSIL series OX-50、-130、-150 和 -200 出售的产品，以及可得自 Cabot 公司（位于美国伊利诺伊州 Tuscola 市）的 CAB-O-SPERSE 2095、CAB-O-SPERSE A105 和 CAB-O-SIL M5。

可聚合组合物可包含二氧化硅作为唯一的无机纳米颗粒。或者，二氧化硅可与其它无机氧化物颗粒（包括(但不限于)氧化锆、二氧化钛、氧化锑、氧化铝、氧化锡和/或混合金属氧化物的纳米颗粒）组合使用。这些可任选的（非二氧化硅）无机氧化物颗粒的粒径或缔合粒径为 5 nm 到 50 nm、或 5 nm 到 15 nm、或 10 nm。这些可任选的（非二氧化硅）无机氧化物纳米颗粒的量可为 10 重量%到 70 重量%、或 30 重量%到 50 重量%。合适的混合金属氧化物可购自 Catalysts &

Chemical Industries 株式会社（位于日本川崎市），商品名为 Optolake 3。合适的氧化锆可购自 Nalco Chemical 公司（位于美国伊利诺伊州 Naperville 市），商品名为 NALCO OOSOO8。

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体。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，并且产生基本上均匀的组合物。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。

优选使用表面处理剂对纳米颗粒进行处理。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。对于二氧化硅和其它含硅的填料来说，优选硅烷。对于金属氧化物（如氧化锆）来说，则优选硅烷和羧酸。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。在硅烷的情况中，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，使近似为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不需要高温或长时间。

适于耐久性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（PEG3TES）、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（PEG2TES）、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、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。在一种方法中，混合物可以在约 85℃ 下反应约 24 小时，最后得到经过表面改性的溶胶。在另一种方法中，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优选在室温下进行。

可以在酸性条件或碱性条件下用硅烷对 ZrO_2 进行表面改性。在一种情况下，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 ZrO_2 的表面除去酸平衡离子并且可以排除这些酸平衡离子与硅烷的反应。在一种方法中，使颗粒从分散体中沉淀并且从液相中分离出来。

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。例如，聚合基团可为烯键式不饱和官能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：至少一种具有可以与固化型树脂（其有机组分）共聚的官能团的表面改性剂，和不同于该改性剂的另一种改性剂。可任选的是，另一种改性剂可以与可聚合组合物中的有机组分共聚。另一种改性剂可以具有较低的折射指数（即，小于 1.52 或者小于 1.50）。另一种改性剂优选为含有聚环氧烷烃的改性剂，并且可任选的是，其可以与可聚合组合物中的有机组分共聚。

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，随后加入用于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。

本文所述的可聚合组合物还可以包含一种或多种本领域已知的其它有用的添加剂，其包括（但不限于）表面活性剂、颜料、填料、阻聚剂、抗氧剂、抗静电剂和其它可含的成分。

本发明的辐射固化型制品可以通过以下方法制备：简单地将所述制品的组分掺合在一起，并使其充分混合从而形成均匀的混合物，然后除去在制备所述各组分的过程中所使用的任何溶剂。可以通过施加真空等除去气泡，并且温和地加热（如果混合物是粘性的话），以及在所需的表面上通过流延或其它方式由所得的共混物形成膜。接

着, 可以将所得到的膜放入具有待复制的微结构的模具中, 并通过将其暴露于紫外辐射而使其聚合, 从而生产出具有上述特性的本发明的固化的光学树脂制品。如果光学树脂制品是在不同于待使用表面的表面上进行聚合的, 那么可以将该光学树脂制品转移到另一个表面上。

这种聚合方法使得该方法本身可以在没有不利的环境影响的条件下快速、大量地生产制品, 这是因为在该聚合过程中没有或仅有少量的溶剂或其它挥发物释放出来。这种方法还使得其本身可以复制具有微结构(其包括诸如凸起和凹陷之类的有效的不连续物)的制品, 其中所述制品可以容易地从模具上脱离而不会丢失模具的细节, 并且在使用过程中的多种条件下能够保留这些细节的复制物。所形成的制品可以具有多种所需的性能, 例如, 韧性、挠性、光学透明性和均匀性以及普通溶剂的耐受能力, 所述制品的微结构具有优异的热尺寸稳定性、耐磨性和抗冲击性、以及甚至在弯折制品时仍保持为整体的性质。

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以免在合成、运输和储存过程中树脂发生过早聚合。合适的抑制剂包括氢醌、4-甲氧基苯酚和受阻胺硝基氧(hindered amine nitroxide)抑制剂, 其用量为 50 ppm 至 1000ppm。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。

辐射(例如, UV)固化型的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的。

合适的光引发剂包括单酰基氧化膦和双酰基氧化膦。市售可得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磷, 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基次磷酸酯 (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)-苯基氧化磷, 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掺入表面活性剂(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。

如 Lu 和 Lu 等人所述, 具有微结构的制品(例如, 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。

由于粘度太高而不能用于刚刚所述的方法中的组合物可任选地采用挤出方法来制成增亮膜, 这在本领域内是已知的。

光学层可直接与底层接触或者与底层光学对准, 并且光学层可具有使得该光学层能够引导或会聚光线流的尺寸、形状和厚度。光学

层可具有结构化的或微结构化的表面,其中该结构化的或微结构化的表面可具有如附图所描绘和展示出的多种可用图案中的任何一种。所述的微结构化表面可以是多个沿膜的长度方向或宽度方向延伸的平行的纵向棱脊。该棱脊可由多条棱柱顶峰形成。这些顶峰可以为尖的、圆的、平坦的或截平的。比如,所述棱脊可以是半径为4微米至7微米至15微米的圆顶状。

包括规则或无规的棱柱状图案在内的那些微结构可以是环状的棱柱状图案、立方角图案或任何其它的透镜状微结构。一种有用的微结构是这样一种规则的棱柱状图案,其可发挥用作增亮膜的全内反射膜的作用。另一种有用的微结构是这样一种立方角棱柱状图案,其可发挥用作反射膜的逆向反射膜或逆向反射元件的作用。另一种有用的微结构是这样一种棱柱状图案,其可发挥用于光学显示器中的光学元件的作用。另一种有用的微结构是这样一种棱柱状图案,其可发挥用于光学显示器中的光学转向膜或光学转向元件的作用。

底层可以是适合用于光学产品(即,被设计成用于控制光线流的产品)中的天然物和组合物。几乎任何材料都可被用作底层材料,只要该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。可以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。

用于任意光学产品的底层材料所具有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。

可用的底层材料包括(例如)苯乙烯-丙烯腈、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、聚苯乙烯、聚萘二甲酸乙二醇酯、基于萘二羧酸的共聚物或共混物、多环烯烃、聚酰亚胺和玻璃。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。在一个实施方案中,底层可以是多层的,或者底层可以包含悬浮或分散在连续相中的分散相。

对于一些光学产品(例如,具有微结构的产品(如,增亮膜))而

言, 优选的底层材料的例子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和 MELINEX™ PET (可得自位于美国特拉华州 Wilmington 市的 DuPont Films 公司)。

有一些底层材料可具有光学活性, 并且可发挥偏振材料的作用。在光学产品领域中, 已知有多种底层材料 (在本文中也称为薄膜或基底) 可用作偏振材料。可通过 (例如) 向薄膜材料中引入二向色性偏振器 (可选择性地吸收透过的光) 来使透过薄膜的光发生偏振。光偏振也可通过引入无机材料 (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沿偏振方向取向。

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。美国专利 No. 6,111,696 中描述了这些偏振膜与增亮膜相结合的使用。

可用作底层的偏振膜的第二个例子是美国专利 No. 5,882,774 中所描述的那些薄膜。市售可得的薄膜是由 3M 公司以商品名 DBEF (反射式偏光增亮膜 (Dual Brightness Enhancement)) 出售的多层膜。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。

底层材料的上述列举物并没有列出全部, 正如本领域的技术人员所理解的那样, 其它偏振膜和非偏振膜也都可用作本发明的光学产品的底层。这些底层材料可与任何数量的其它薄膜 (包括 (例如) 偏振膜) 结合使用来形成多层结构。其它底层材料的一小部分列举物可包括在美国专利 No. 5,612,820 和 5,486,949 等中所描述的那些薄膜。此外, 具体的底层的厚度会取决于如上文所述的对光学产品的要求。

具有微结构的耐久性制品可被构造成各种形式, 包括具有一系列交替的顶棱和沟槽、从而足以制成全内反射膜的那些。该薄膜的一个例子是具有由对称的顶棱和沟槽构成的规则重复图案的增亮膜; 其

它例子则具有顶棱和沟槽不对称的图案。可用作增亮膜的具有微结构的制品的例子在美国专利 No. 5,175,030 和 5,183,597 中有所描述。

根据这些专利，具有微结构的制品可以通过包括以下步骤的方法制备：（a）制备可聚合组合物；（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负模表面上；（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的方式来填充空腔；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使得经聚合的材料可以从母模干净地脱除这样的表面能。本文中所描述的用于形成微结构形貌的具体方法可以与美国专利 No. 5,691,846 中描述的模制工艺相类似。根据本发明的微结构制品可通过连续工艺制成任意所需的长度，例如 5 米、10 米、100 米、1000 米或更长。

这种耐久性制品可以用于需要微结构化的耐久性薄膜（包括(例如)增亮膜）的应用中。这些耐久性增亮膜的结构可包括种类广泛的微结构化薄膜，例如，美国专利 No. 5,771,328、美国专利 No. 5,917,664、美国专利 No. 5,919,551、美国专利 No. 6,280,063 和美国专利 No. 6,356,391 中所描述的那些。

在图 1 中，背光液晶显示器（以附图标记 10 概括示出）具有本发明的增亮膜 11，该增亮膜可被设置于漫射片 12 和液晶显示板 14 之间。背光液晶显示器还可以具有：光源 16，例如荧光灯；导光片 18，用于传播光线使之反射向液晶显示板 14；和白反射器 20，也用于使光线反射向液晶显示板。增亮膜 11 校准从导光片 18 发出的光线，由此提高液晶显示板 14 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 16 用来产生所选亮度的功率。背光液晶显示器中的增亮膜 11 可用于由附图标记 21 所代表的设备中，所述设备例如为计算机显示器（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、PDA）、汽车和航空装置显示器等。

如图 2 所示，增亮膜 11 包含一个由棱柱 22、24、26 和 28 代表的棱柱所构成的阵列。每一个棱柱（例如棱柱 22）均具有第一棱面

30 和第二棱面 32。棱柱 22、24、26 和 28 可以在主体部分 34 上形成，主体部分 34 具有在其上形成有所述棱柱的第一表面 36、以及基本平坦或呈平面的并与所述第一表面相背的第二表面 38。

由规则的直角棱柱构成的线型阵列既可提供光学性能，又可以使制造简便。直角棱柱是指顶角 θ 为约 90° 的棱柱，但是该角度也可以为约 70° 到 120° ，或者为约 80° 到 100° 。各个棱面不必一定相同，并且棱柱可以彼此相对倾斜。此外，薄膜厚度 40 与棱柱高度 42 之间的关系并不严格，但希望使用具有明确的棱面的相对较薄的薄膜。棱面与该棱面投影于其上的表面 38 之间所形成的角度可以为 45° 。但是，该角度会随着棱面的节距或者顶角 θ 的变化而变化。

图 3-9 示出光学元件的构造方式的代表性实施方案。应注意的是，这些附图并不是按比例绘制的，尤其是，为了达到示意的目的，结构化表面的尺寸被放大了许多。光学元件的构造方式可包括两个或多个下述实施方案的组合。

参见图 3，其示出光学元件或导光膜的一个实施方案的一部分的代表性横截面。薄膜 130 具有第一表面 132 和与之相背的结构化表面 134，该结构化表面具有多个基本呈线性延伸的棱柱元件 136。每一个棱柱元件 136 均具有第一侧面 138 和第二侧面 138'，其中第一侧面 138 和第二侧面 138'的上边缘相交，形成了棱柱元件 136 的峰或顶峰 142。相邻的棱柱元件 136 的侧面 138 的下边缘与侧面 138'的下边缘相交，从而在棱柱元件之间形成了呈线性延伸的沟槽 144。在图 3 所示的实施方案中，由棱柱顶峰 142 限定的二面角为约 90° ，但是应该理解的是，在本实施方案和其它实施方案中，二面角的确切角度可随着所需的光学参数的变化而变化。

薄膜 130 的结构化表面 134 可被描述成具有由棱柱元件形成的多个交替的区域，其中这些棱柱元件具有与公共参考平面相距不同距离的顶峰。可任意选择所述的公共参考平面。公共参考平面的一个合适的例子是包含第一表面 132 的平面；另一个例子是由位于结构化表面最低处的沟槽的底部所限定的平面（如虚线 139 所示）。在图 3 所示的实施方案中，从虚线 139 开始测量，较低的棱柱元件为约 50

微米宽、约 25 微米高，较高的棱柱元件为约 50 微米宽、约 26 微米高。包含较高的棱柱元件的区域可具有约 1 微米到 300 微米的宽度。包含较低的棱柱元件的区域的宽度并不严格，该宽度可在 200 微米到 4000 微米之间。在任意给出的实施方案中，由较低棱柱元件构成的区域可以至少与由较高棱柱元件构成的区域一样宽。本领域的普通技术人员应该理解的是，图 3 所示的制品仅为示例性的，而无意于限定本发明的范围。例如，棱柱元件的高度或宽度可在实际可行的界限范围内变化——实际可行的是，加工其延伸范围在约 1 微米至约 200 微米之内的精确的棱柱。此外，可以改变二面角或者可以使棱柱的轴倾斜以便取得所需的光学效果。

第一区域的宽度可以小于约 200 微米至 300 微米。在正常观看的情况下，人的眼睛难以区分在宽度小于约 200 微米至 300 微米的区域内发生的光强度的微小变化。因此，当第一区域的宽度被降低至小于约 200 微米到 300 微米时，在正常观看的情况下，人的眼睛不能察觉到在这一区域内可能发生的任何光学耦合现象。

还可以通过改变一个或多个棱柱元件沿其线性长度方向的高度来形成高度不同的结构化表面，从而制造出包含这样的棱柱元件部分的交替区域，其中这些棱柱元件具有位于公共参考平面之上的、高度不同的峰。

图 4 示出了光学元件的另一种实施方案，该光学元件类似于图 3 所示的光学元件，不同之处在于薄膜 150 具有这样一种结构化表面 152，该结构化表面具有由包含单一一个较高棱柱元件 156 的区域所分隔开的、由相对较低的棱柱元件 154 形成的区域。与图 3 所示的实施方案非常类似的是，较高的棱柱元件限制了第二片薄膜与结构化表面 152 的物理接近程度，从而减少了发生可见浸润现象的可能性。已经确定，人的眼睛对于导光膜的棱面高度的变化是敏感的，并且由较高棱柱元件构成的相对较宽的区域在薄膜的表面上会成为可见的线。虽然这些情况不会实质性地影响薄膜的光学性能，但是在某些商业环境中，这些线可能是不合需要的。降低由较高棱柱元件形成的区域的宽度会相应地降低人的眼睛察觉出薄膜中由较高棱柱元件形成的线

的能力。

图 5 是光学元件的另一种实施方案的代表性例子，在该光学元件中，棱柱元件具有大致相同的尺寸，但是它们排列成重复的阶梯状或斜坡状的图案。图 5 所示的薄膜 160 具有第一表面 162 和与之相背的结构化表面 164，该结构化表面具有多个基本呈线性排列的棱柱元件 166。每个棱柱元件均具有相对的侧面 168 和 168'，侧面 168 和 168' 在它们的上边缘处相交，从而限定棱柱顶峰 170。由相对的侧面 168 和 168' 所限定的二面角为约 90 度。在本实施方案中，最高的棱柱可以被认为第一区域，相邻的棱柱可以被认为第二区域。同样，第一区域的尺寸可以为小于约 200 微米至 300 微米。

图 6 示出了光学元件的另一种实施方案。图 6 所公开的薄膜 180 具有第一表面 182 和与之相背的结构化表面 184。该薄膜可被表征为：包含相对较低的棱柱元件的第二区域具有高度不同的棱柱元件。图 6 所示的结构化表面具有以下额外的优点：该结构化表面可以显著地降低人的眼睛对薄膜表面上由棱柱元件的高度变化所形成的线的可见性。

图 7 示出了另一种用于提供软截止（soft cutoff）的光学元件的实施方案。图 7 示出了根据本发明的增亮膜（概括标记为 240）。增亮膜 240 包含基底 242 和结构化表面材料 244。基底 242 通常可以为聚酯材料，结构化表面材料 244 可以为本文中讨论的紫外固化的丙烯酸类聚合物或其它聚合物材料。基底 242 的外表面优选为平坦的，但是该外表面也可以具有结构物。此外，也可使用其它可供选择的基底。

结构化表面材料 244 有多个形成于其上的诸如棱柱 246、248 和 250 的棱柱。棱柱 246、248 和 250 分别具有峰 252、254 和 256。所有的峰 252、254 和 256 的峰角或棱柱角都优选为 90 度，但是它们的夹角在 60 度到 120 度的范围内。棱柱 246 和棱柱 248 之间是谷 258。棱柱 248 和棱柱 250 之间是谷 260。谷 258 可以被认为与棱柱 246 相关的谷，且谷角为 70 度；谷 260 可以被认为与棱柱 248 相关的谷，且谷角为 110 度，但是谷角也可以采用其它值。与现有技术的增亮膜类似的是，增亮膜 240 通过反射而使一部分光再循环并折射剩余

的光，从而有效地增加背光的表观轴向亮度，不同之处在于增亮膜 240 中的棱柱以交替的方向倾斜。棱柱倾斜的效果是增大出射光锥的尺寸。

图 8 显示了光学元件的另一种实施方案，该光学元件具有圆顶状的棱柱顶峰。增亮制品 330 的特点是具有挠性的底层 332，底层 332 具有一对相背的表面 334 和 336，这两个表面与底层 332 一体形成。表面 334 的特点是具有一系列凸出的光漫射元件 338。这些元件可以是位于由与层 332 相同的材料制成的表面中的“隆起”的形式。表面 336 的特点是具有线性棱柱的阵列，这些棱柱具有与底层 332 一体形成的、非尖状的或圆顶状的峰 340。这些峰可通过以下参数来表征：弦宽 342、横截面节距宽度 344、曲率半径 346 和根锥角 348，其中弦宽为横截面节距宽度的约 20%到 40%，并且曲率半径为横截面节距宽度的约 20%到 50%。根锥角为约 70 度到 110 度、或约 85 度到 95 度，并且优选为约 90 度。选择棱柱在阵列中的排布方式以便使所需的光学性能最佳。

具有圆顶状的棱柱顶峰的增亮制品通常其增益会降低。但是，添加高折射指数的、表面改性的纳米颗粒可弥补因增亮制品具有圆顶状的棱柱顶峰而造成的增益损失。

图 9 显示了光学元件的另一种实施方案，该光学元件具有平坦的或平面状的棱柱顶峰。增量制品 430 的特点是具有挠性的底层 432，底层 432 具有一对相背的表面 434 和 436，这两个表面与底层 432 一体形成。表面 434 的特点是具有一系列凸出的光漫射元件 438。这些元件可以是位于由与层 432 相同的材料制成的表面中的“平坦的隆起”的形式。表面 436 的特点是具有一个线性棱柱的阵列，这些棱柱具有与底层 432 一体形成的、平坦的或平面状的峰 440。这些峰可通过平坦宽度 442 和横截面节距宽度 444 来表征，其中平坦宽度可以为横截面节距宽度的约 0%到 30%。

另一种通过导光片来提取光的方法是使用受抑全内反射(TIR)。在一种形式的受抑 TIR 中，导光片呈楔形，并且入射在导光片的较厚一端的光线发生全内反射，直到达到临界角（其与导光片的上表面

和下表面相关)为止。然后,那些处于亚临界角的光线以与出射表面成掠射角的角度被提取出来,或者更简单的是,以与出射表面成掠射角的角度从导光片折射出来。为了可用于照亮显示装置,所述光线随后必须被转向为基本平行于显示装置的观看轴、或出射轴。这种转向通常通过使用转向透镜或转向膜来实现。

图 10-12 示出了具有转向膜的照亮装置。转向膜可包含本文所公开的用于形成耐久性转向膜的创造性材料。转向透镜或转向膜通常包含在入射表面上形成的棱柱结构,并且该入射表面被设置成与导光片相邻。以掠射角(通常与出射表面成小于 30 度的角)从导光片射出的光线会入射到棱柱结构上。这些光线被棱柱结构的第一表面折射,并被该棱柱结构的第二表面反射,从而使得这些光线被转向透镜或转向膜导向所需的方向,例如,与显示器的观看轴基本平行的方向。转向膜可以具有半径为(例如)至少 0.5 微米且通常不超过 10 微米的圆顶状的顶峰。

参见图 10,照亮系统 510 具有:光学耦合的光源 512;光源反射器 514;导光片 516,其具有出射表面 518、后表面 520、入射表面 521、端部表面 522;与后表面 520 相邻的反射器 524;第一光改向元件 526,其具有入射表面 528 和出射表面 530;第二光改向元件 532;以及反射偏振器 534。导光片 516 可以为楔形或其变体。如所公知的那样,导光片的作用是使得由光源 512 发出的光均匀分布在比光源 512 的面积大得多的面积上(更具体地说,基本上是在由出射表面 518 形成的整个区域上)。进一步优选的是,导光片 516 以紧凑而薄的组件的形式实现上述功能。

光源 512 可以是与导光片 516 的入射表面 521 边缘耦合的 CCFL,并且光源反射器 514 可以是包围在光源 512 的周围以形成灯腔的反射膜。反射器 524 位于导光片 516 的后方,并且可以是高效背反射器,例如朗伯薄膜(lambertian film)、镜面薄膜或它们的组合。

边缘耦合的光以 TIR 限定的方式由入射表面 521 向端部表面 522 传播。该光线通过受抑 TIR 从导光片 516 中提取出来。由于导光片呈楔形角度,所以,被限定于导光片 516 中的光线每发生一次 TIR

反射, 该光线相对于上壁平面和下壁平面的入射角都会增大。从而, 当光线不再参与 TIR 时, 其最终分别由出射表面 518 和后表面 520 折射出来。从后表面 520 折射出来的光被反射器 524 以镜面反射或漫反射的方式反射至导光片 516, 并大部分透过导光片 516。第一光改向元件 526 被排布成这样的方式: 使得离开出射表面 518 的光线被改向成基本与优选的观看方向平行。优选的观看方向可垂直于出射表面 518, 但更通常的是与出射表面 518 成一定的角度。

如图 11 所示, 第一光改向元件 526 为透光性光学膜, 其出射表面 530 基本上是平坦的并且其入射表面 528 形成有由棱柱 538、540 和 542 构成的阵列 536。第二光改向元件 532 也可以是透光性薄膜, 例如增亮膜 (例如, 3M 增亮膜产品(以商品名 BEFIII 出售), 可得自位于美国明尼苏达州 St. Paul 市的 3M 公司)。反射偏振器 534 可以为无机物型、聚合物型或胆甾型液晶反射偏振器或薄膜。一种合适的薄膜为 3M 漫射反射偏振膜产品 (以商品名 DRPF 出售) 或镜面反射偏振膜产品 (以商品名 DBEF 出售), 上述这两种产品均可得自 Minnesota Mining and Manufacturing 公司。

在阵列 536 中, 各个棱柱 538、540 和 542 均可形成有与它们各自相邻的棱柱不同的侧角。也就是说, 棱柱 540 可以形成有与棱柱 538 (具有角 A 和角 B) 和棱柱 542 (具有角 E 和角 F) 不同的侧角 (角 C 和角 D)。如图所示, 棱柱 538 具有等于角 A 和角 B 之和的棱柱角 (即, 夹角)。类似的是, 棱柱 540 具有等于角 C 和角 D 之和的棱柱角, 而棱柱 542 具有等于角 E 和角 F 之和的棱柱角。虽然所示的阵列 536 具有三种不同的基于不同棱柱角的棱柱结构, 但是, 应该理解的是实际上可以使用任何数量的不同的棱柱。

棱柱 538、540 和 542 还可以形成有相同的、但是棱柱取向不同的棱柱角。图 11 中示出了棱柱 538 的棱轴 " ℓ "。棱轴 ℓ 可与出射表面 530 垂直排布 (如针对棱柱 538 所示的那样), 或者以朝向光源或离开光源的方式与出射表面成一定的角度 (分别如棱柱 540 的假想轴 " ℓ^+ " 和棱柱 542 的假想轴 " ℓ^- " 所示)。

在图 11 所示的阵列 536 中, 棱柱 538、540 和 542 可以以规则的

重复图案或棱柱群 543 的方式排布, 尽管在所示的阵列 536 中没有相似的棱柱与相似的棱柱相邻排布的情况, 但是这种结构也可以被采用。此外, 在阵列 536 中, 棱柱 538、540 和 542 可以连续地从第一棱柱结构(例如, 棱柱结构 538)变为第二棱柱结构(例如, 棱柱结构 540), 依次类推。比如, 棱柱结构可以以渐变的方式从第一棱柱结构变为第二棱柱结构。或者, 与图 11 中所示的结构相类似, 棱柱可以以逐步变化的方式改变。在每个棱柱群 543 中, 棱柱之间具有棱柱节距, 其中选择该节距使其小于空间波动频率。同样, 棱柱群之间也可以具有规则的棱柱群节距。棱柱阵列可以为对称的(如图 11 所示), 或者棱柱阵列可以为不对称的。

尽管图 11 所示的阵列 536 具有呈对称构造的棱柱, 但是也可以使用诸如在光改向元件 526' 中形成的阵列 536' (如图 12 所示) 之类的棱柱阵列。接着参见图 12, 在阵列 536' 中, 比如, 棱柱 538' 的角 A' 不等于角 B'。类似的是, 在棱柱 540' 和 542' 中, 角 C' 不等于角 A' 和角 D', 且角 E' 不等于角 A'、角 C' 或角 F' 中的任意一者。有利的是, 阵列 536' 可使用具有预定角度的金刚石切削工具来形成, 并且在每次切削时都使该工具倾斜, 以制成具有不同棱柱角和对称性的棱柱。但是, 应该理解的是, 在使用单一一种切削工具的条件下, 棱柱角是相等的, 即, $A+B=C+D=E+F$ 。

虽然预计可以仅使用两种不同的棱柱结构, 并将其排布成阵列 536 中的棱柱群的形式, 但是可以按需使用多种棱柱尺寸来调节导光片 516 的出射特征。使棱柱侧角变化的一个目的是对第一光改向元件 526 赋予并增加可变量的光焦度。棱柱 538、540 和 542 所具有的不同结构起到对导光片的入射孔径进行基本均匀地取样的作用, 这样就使得从导光片 516 中提取的光的不均匀程度最小化。最终的结果是有效地降低了尤其是在导光片 516 的入口端 521 附近发生的波纹效应。

本发明不应被理解为受限于本文所述的具体例子, 而是应该理解为涵盖所附权利要求书中清楚阐述的本发明的所有方面。可适用于本发明的各种变化形式、等同形式、以及多种结构对于本发明所属领域

的技术人员来说，在阅览本发明的说明书之后都是显而易见的。

除非另有说明，否则例子中所示的所有比率均为重量百分率。

例 1-低聚聚氨酯(甲基)丙烯酸酯

向配备有加料漏斗、温度传感器和机械搅拌器的三颈烧瓶中加入 31.2 ml 的 2,2,4-三甲基己烷-1,6-二异氰酸酯和 50 mg 的二月桂酸二丁基锡。向加料漏斗中加入 39.75 g 温热的聚己内酯二醇 (Mn. 530)，该温热的聚己内酯二醇随后被加入所述烧瓶中处于 55-60℃的内容物中。将所得混合物在 65℃下搅拌 14 个小时。随后将所述烧瓶冷却至 55℃，并在使其温度保持在 54-58℃的范围内的同时，加入由 18.7 ml 的甲基丙烯酸-2-羟乙酯和 100 mg 的对苯二酚单甲醚构成的混合物。将所得混合物在 55℃下搅拌 10-12 个小时，直至反应完全，从而生成低聚聚氨酯二甲基丙烯酸酯，该低聚聚氨酯二甲基丙烯酸酯经红外光谱证实。

例 2-胶态二氧化硅分散体

向 1 升 Ehrlenmeyer 烧瓶中加入 Nalco 2327 (400.00 g)。将 1-甲氧基-2-丙醇 (450.0 g)、硅烷 A174 (18.54 g) 和 PEG2TES (9.11 g) 混合在一起，并将所得混合物在搅拌条件下加入到胶态分散体中。将所述烧瓶中的内容物倒入三个 32 盎司的密封广口瓶中。将这些广口瓶在 80℃下加热 16 个小时。此操作生成了透明且粘度低的经表面改性的胶态二氧化硅纳米颗粒的分散体“胶态二氧化硅”（固含量为 20.8%）。

“PEG2TES”是指 N-(3-三乙氧基甲硅烷基丙基) 氨基甲酸甲氧基乙氧基乙酯。其通过以下方法制备：在配备有磁力搅拌棒的 250 ml 圆底烧瓶中加入 35 g 二甘醇甲醚和 77 g 甲乙酮，然后对该溶剂混合物的主体部分进行旋转蒸发以除去水。向所述烧瓶中加入 3-(三乙氧基甲硅烷基)丙基异氰酸酯 (68.60 g)。向其中再加入二月桂酸二丁基锡 (约 3 毫克) 并搅拌所得的混合物。反应过程伴随有温和的放热效应。反应进行约 16 个小时，此时红外光谱分析显示没有异氰酸酯存在。通过在 90℃下进行旋转蒸发来除去溶剂和醇的残余物，从而获得 104.46 g 为微粘性液体的 PEG2TES。

例 3-14

可以把由 49.5 份的低聚聚酯聚氨酯二丙烯酸酯（可购自 Sartomer 公司，商品名为“CN-985B88”）和适量的例 2 所得物形成的混合物进行配混，从而提供含有以下成分的可聚合组合物：含有 5 重量%的二氧化硅（例 3）、含有 10 重量%的二氧化硅（例 4）、含有 15 重量%的二氧化硅（例 5）、含有 20 重量%的二氧化硅（例 6）、含有 25 重量%的二氧化硅（例 7）、含有 30 重量%的二氧化硅（例 8）、含有 35 重量%的二氧化硅（例 9）、含有 40 重量%的二氧化硅（例 10）、含有 45 重量%的二氧化硅（例 11）、含有 50 重量%的二氧化硅（例 12）、含有 55 重量%的二氧化硅（例 13）和含有 60 重量%的二氧化硅（例 14）。对这些含二氧化硅的可聚合组合物进行真空脱除并加入 0.5 份的“Darocur 4265”（以 10%的 1-甲氧基-2-丙醇溶液的形式加入）。所得的组合物可以从 1-甲氧基-2-丙醇中被旋涂于双酚 A 型聚碳酸酯基板上，并通过暴露于由单一的“H”型灯发射出的紫外线辐射下而被固化。

例 15-21

可由适量的例 1 制备的二甲基丙烯酸酯低聚物、例 2 制备的二氧化硅纳米颗粒分散体、作为光引发剂的“Darocur 4265”（0.5 %）和己二醇二丙烯酸酯（“HDDA”）在丙二醇甲醚醋酸酯中制得多种组合物。除去溶剂和水后，所得组合物具有下表 I 所示的量。

表 I

例子	15	16	17	18	19	20	21
HDDA, 重量%	0	67.5	45	0	12.5	0	6.25
例 1, 重量%	90	22.5	45	50	37.5	25	18.75
例 2, 重量%	10	10	10	50	50	75	75

例 17-例 17 如下制备：

向 500 ml 烧瓶中加入 23.70 g 例 1 制备的二丙烯酸酯低聚物、4.1 g HDDA、20 g 甲氧基丙醇和 71 g 例 2 制备的胶态二氧化硅。通过旋转蒸发除去溶剂和水。向 30 ml 指管中加入 5.001 g 上述所得物、7.37 g HDDA、5.07 g 由例 1 制得的二丙烯酸酯低聚物和 0.151 g TPO-L。

将例 17 的可聚合组合物制成与下列专利文献中所述的微结构化增亮膜相似的增亮膜，所述专利文献为美国专利 No. 5,175,030 和 5,183,597 或于 2003 年 5 月 12 日提交的共同转让的美国专利申请 No. 10/436377 和 2003 年 9 月 12 日提交的美国专利申请 No. 10/662,085。

本发明的微棱柱状结构的顶角（由棱柱侧面的倾斜程度限定）为 90°，并且相邻顶峰间的平均距离为约 50 微米。棱柱的顶部或顶峰为尖状的，并且具有与可购自 3M 公司的 Vikuity BEF III 90/50 相似的棱柱状图案。

使用可得自位于美国加利福尼亚州 Chatsworth 市 Photo Research 公司的 SpectraScan™ PR-650 分光色度计测量所得到的微结构化增亮膜的增益。为了测量单片的增益，将膜样品切下并放置在特氟隆光立方体（Teflon light cube）上，该特氟隆光立方体是用 Foster DCR II 型光源通过光管来照亮的，使得棱柱的沟槽与特氟隆光立方体的前表面平行。由例 17 的可聚合组合物制得的薄膜的单片增益为 1.524。

例 22-24

下表 II 中的例 22-34 为所制备的其它低聚聚氨酯(甲基)丙烯酸酯系组合物。例 35 和例 36 举例说明了其它可制备的合适的配方。

例 22-34 中的每种低聚聚氨酯(甲基)丙烯酸酯组合物都可与适量的例 2 制备的二氧化硅分散体配混，以提供含有以下成分的可聚合组合物：含有 5 重量%的二氧化硅、含有 10 重量%的二氧化硅、含有 15 重量%的二氧化硅、含有 20 重量%的二氧化硅、含有 25 重量%的二氧化硅、含有 30 重量%的二氧化硅、含有 35 重量%的二氧化硅、含有 40 重量%的二氧化硅、含有 45 重量%的二氧化硅、含有 50 重量%的二氧化硅、含有 55 重量%的二氧化硅和含有 60 重量%的二氧化硅。可将 5 重

量%到 30 重量%的反应性稀释剂（例如，丙烯酸四氢糠酯(THFA)、丙烯酸苯氧乙酯和丙烯酸异冰片酯(IBOA)）加入任何含二氧化硅的低聚聚氨酯(甲基)丙烯酸酯组合物中，以便（特别是）降低其粘度，从而使得所得组合物适合于之前所述的 Lu 和 Lu 等人的方法。

所述的可聚合组合物（即，具有合适粘度的可聚合组合物）可以被制成与下述专利文献中所描述的微结构化增亮膜相似的增亮膜，所述专利文献为美国专利 No. 5,175,030 和 5,183,597 或于 2003 年 5 月 12 日提交的共同转让的美国专利申请 No. 10/436377 和 2003 年 9 月 12 日提交的美国专利申请 No. 10/662,085。

本发明的微棱柱状结构的顶角（由棱柱侧面的倾斜程度限定）可为 90°，并且相邻顶峰间的平均距离为约 50 微米。棱柱的顶部或顶峰可形成有半径为 7 微米的圆弧，或者这些顶峰可以为尖状的，并且具有与可购自 3M 公司的 Vikuity BEF III 90/50 的增亮膜相似的棱柱状图案。

所得到的微结构化增亮膜可根据之前所述的划痕对比率进行评价。

所得到的微结构化增亮膜的增益可根据例 17 中所描述的测试方法进行测量。

表 II

例子	重量 %	低聚物	供应商	重量 %	交联剂	交联剂	pph	光引发剂
22	40	Photomer 6010	Cognis	60	SR-351	TMPTA	0.5	Lucirin TPO-L
23	47	Photomer 6010	Cognis	53	SR-351	TMPTA	1	Lucirin TPO-L
24	35	Photomer 6010	Cognis	65	SR-351	TMPTA	1	Lucirin TPO-L
25	25	Photomer 6010	Cognis	75	SR-351	TMPTA	1	Lucirin TPO-L
26	48	Photomer 6010	Cognis	52	SR-444	PETA	0.5	Lucirin TPO-L
27	50	Photomer 6010	Cognis	50	SR-355	二-TMPTA	0.5	Lucirin TPO-L
28	40	Photomer 6010	Cognis	60	SR-355	二-TMPTA	0.5	Lucirin TPO-L
29	45	Photomer 6010	Cognis	55	SR-355	二-TMPTA	0.5	Lucirin TPO-L
30	85	Photomer 6210	Cognis	15	SR-351	TMPTA	1	Lucirin TPO-L
31	87	Ebecryl 8402	Surface Specialties	13	SR-351	TMPTA	1	Lucirin TPO-L
32	57	Ebecryl 8807	Surface Specialties	43	SR-351	TMPTA	1	Lucirin TPO-L
33	100	CN 966B85*	Sartomer				1	Lucirin TPO-L
34	40	CN 964	Sartomer	60	SR-351	TMPTA	1	Lucirin TPO-L
35	50	CN 972	Sartomer	50	SR-351	TMPTA	1	Lucirin TPO-L
36	50	Ebecryl 4827	Surface Specialties	50	HDODA	HDODA	1	Lucirin TPO-L

* CN966 与 15% 的己二醇二丙烯酸酯 (HDODA) 混合

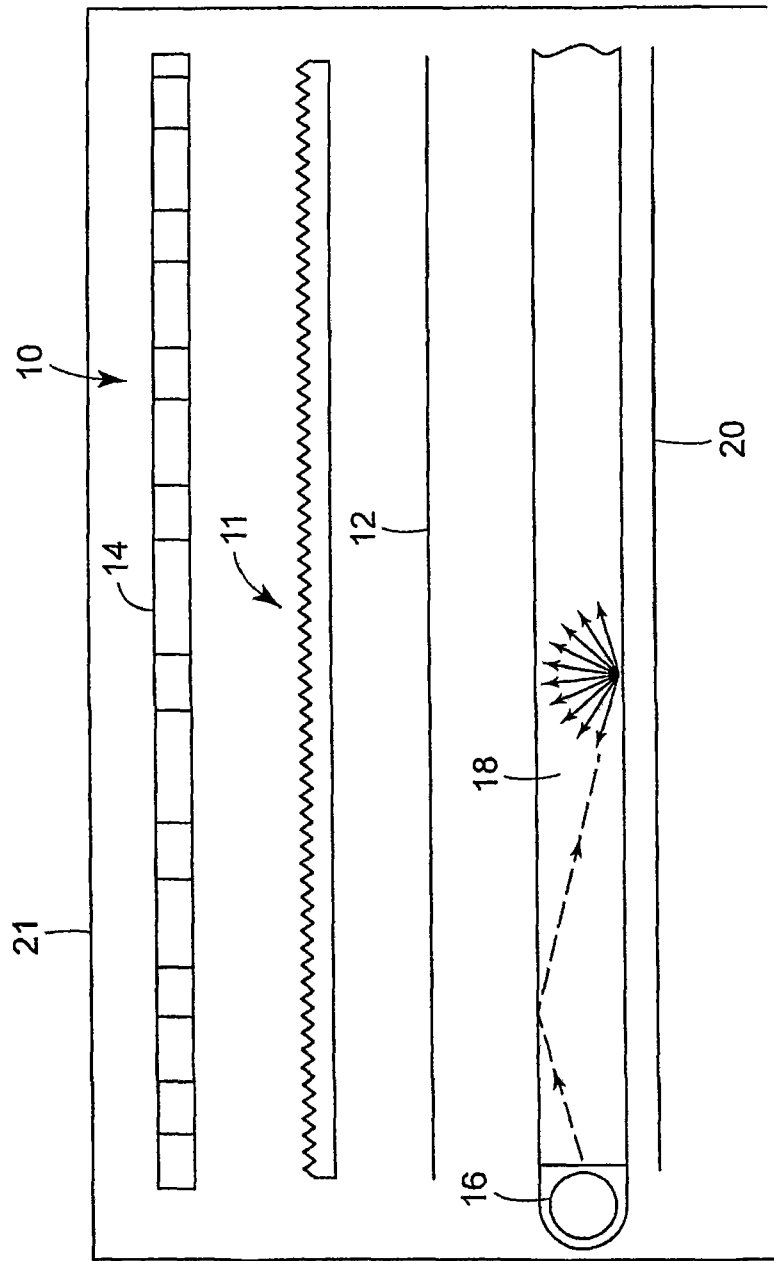


图 1

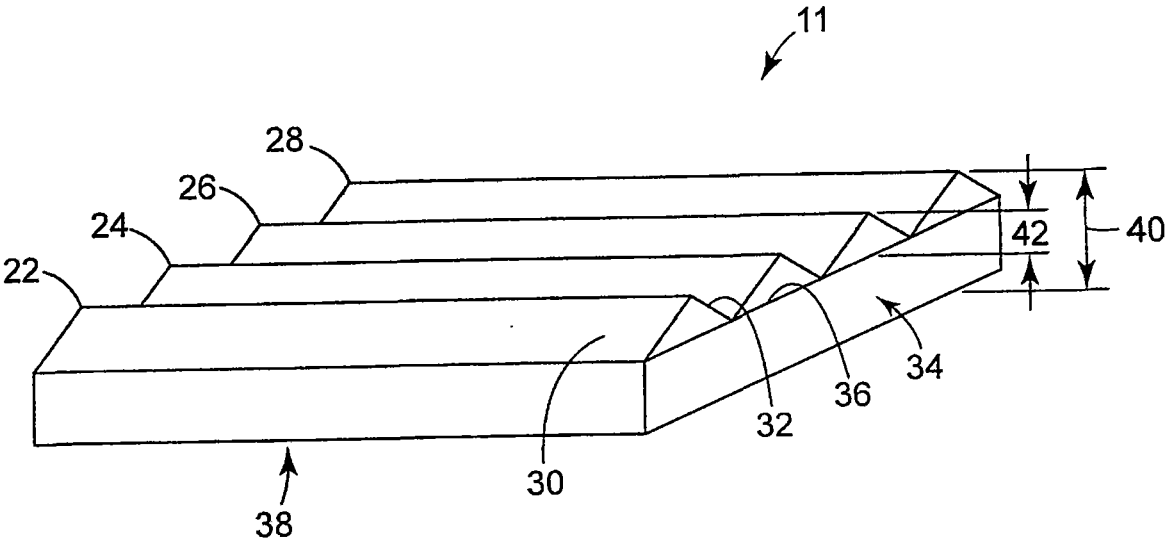


图 2

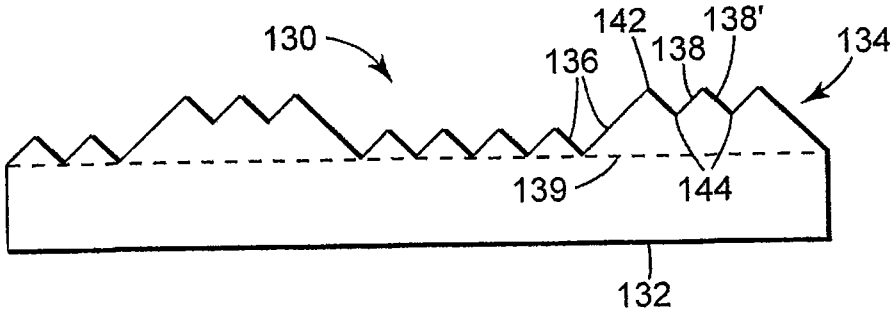


图 3

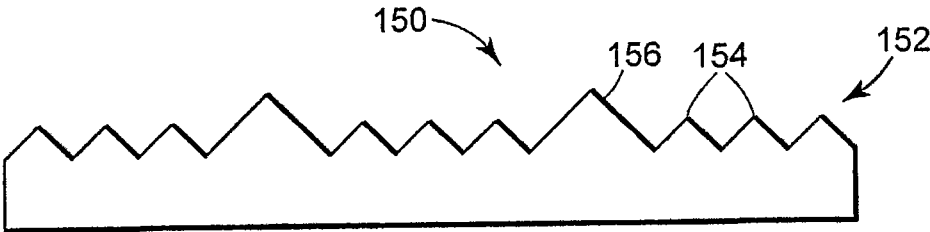


图 4

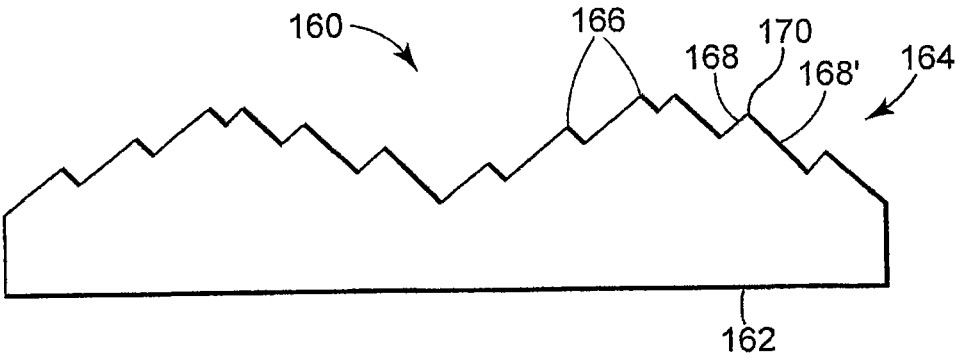


图 5

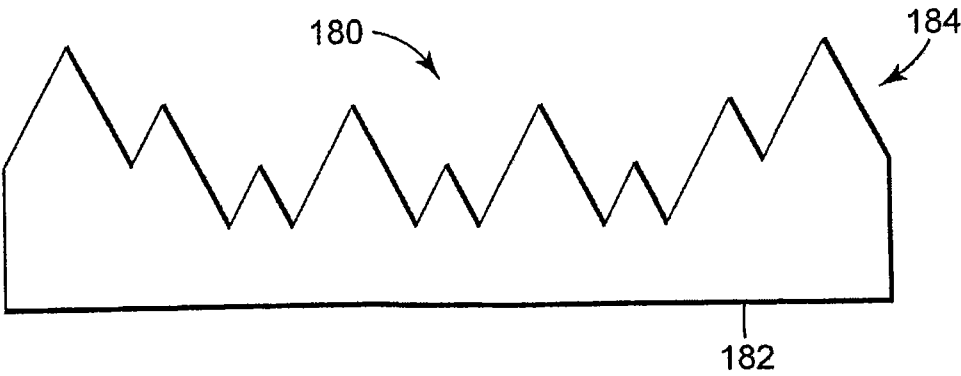


图 6

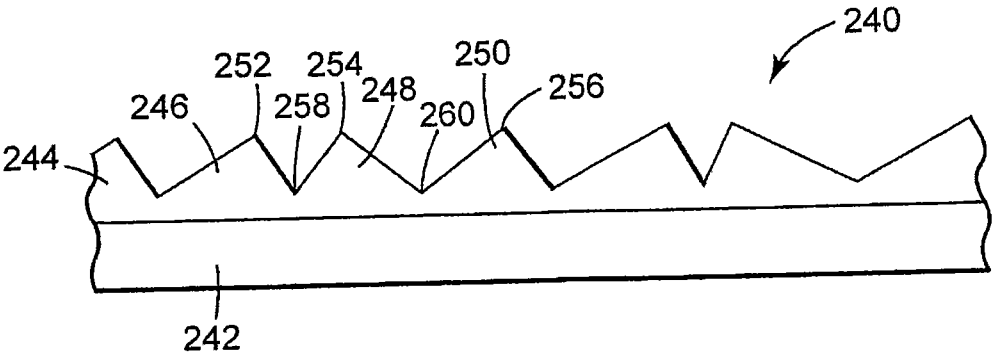


图 7

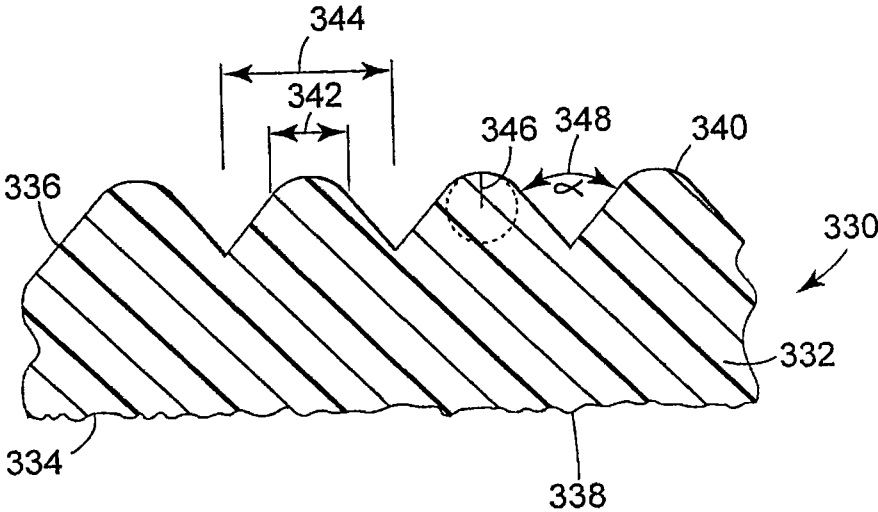


图 8

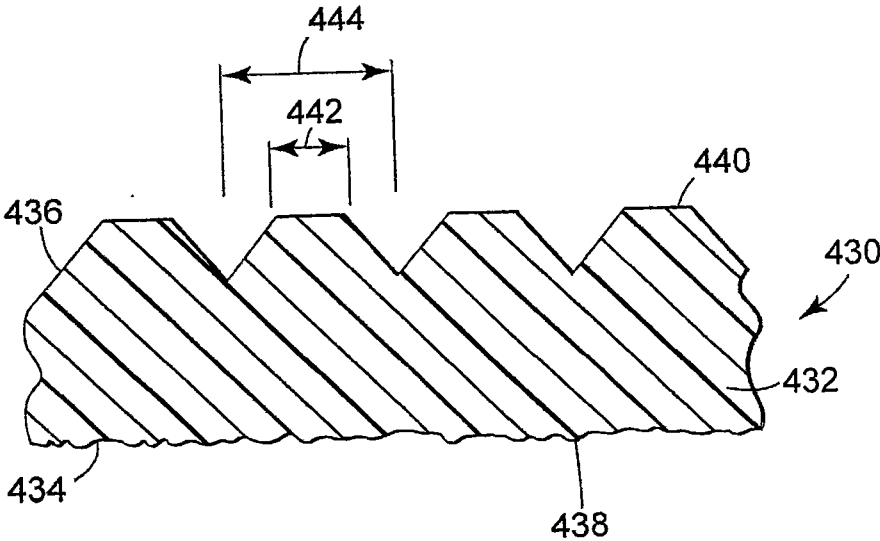


图 9

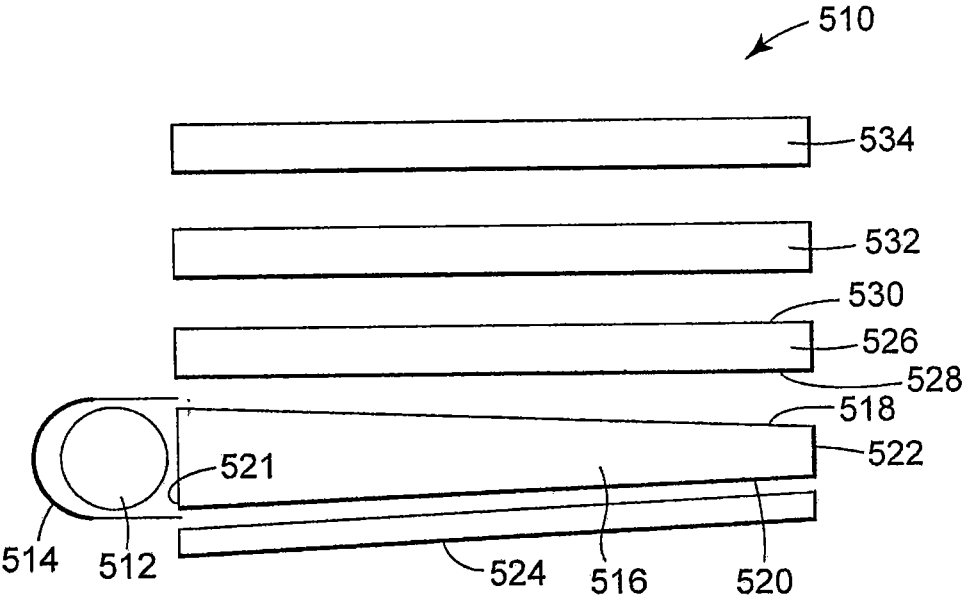


图 10

