

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G02F 1/1335

G02F 1/13357

C08L 69/00

C08K 7/16



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03825473.5

[43] 公开日 2005 年 11 月 30 日

[11] 公开号 CN 1703651A

[22] 申请日 2003.7.29 [21] 申请号 03825473.5

[30] 优先权

[32] 2002.10.3 [33] US [31] 10/065,319

[86] 国际申请 PCT/US2003/024843 2003.7.29

[87] 国际公布 WO2004/034136 英 2004.4.22

[85] 进入国家阶段日期 2005.5.27

[71] 申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

[72] 发明人 约翰·F·格拉夫

尤金·G·奥尔克扎克 格兰特·海

拉米什·哈里哈兰 菲利普·肖特兰

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

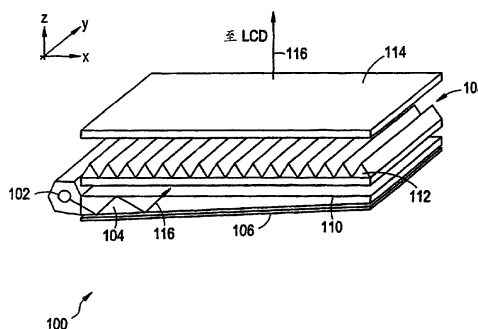
代理人 巫肖南 封新琴

权利要求书 3 页 说明书 7 页 附图 10 页

[54] 发明名称 用于平板显示的体漫射体

[57] 摘要

本发明的特征在于一种体光漫射体材料。该体光漫射体材料可以是片或薄膜，其基于聚碳酸酯和光漫射颗粒(128)的总重量，包含大约 95wt% 至大约 99.8wt% 的聚碳酸酯，以及大约 0.2wt% 至大约 2.5wt% 的光漫射颗粒。根据美国测试和材料学会 (ASTM) 的标准 D 1003 的测量，该片材具有至少 70% 的透过率百分数和至少 10% 的雾度。



ISSN 1008-4274

1. 一种体光漫射体材料, 包括:

5 基于聚碳酸酯和光漫射颗粒(128)的总重量, 大约 95wt%至大约 99.8 wt%的聚碳酸酯, 和大约 0.2 wt%至大约 5 wt%的光漫射颗粒(128);

其中, 根据 ASTM 标准 D1003-00 测量, 该体光漫射体材料具有至少 70%的透过率百分数和至少 10%的雾度。

10 2. 如权利要求 1 的体光漫射体材料, 其中光漫射颗粒(128)包含聚丙烯酸酯类、聚甲基丙烯酸烷基酯、聚四氟乙烯、有机硅、锌、锑、钛、钡, 或其混合物, 其中所述烷基具有 1 至约 12 个碳原子。

3. 如权利要求 1 的体光漫射体材料, 其中光漫射颗粒(128)包含聚丙烯酸酯类、聚甲基丙烯酸烷基酯、聚四氟乙烯、有机硅, 或其混合物, 其中所述烷基具有 1 至约 12 个碳原子。

15 4. 如权利要求 2 的体光漫射体材料, 其中聚甲基丙烯酸烷基酯包含聚甲基丙烯酸甲酯。

5. 如权利要求 2 的体光漫射体材料, 其中有机硅包含水解的聚(烷基三烷氧基硅烷)。

6. 如权利要求 1 的体光漫射体材料, 其中光漫射颗粒(128)包含锌、锑、钛、钡, 或其混合物。

20 7. 如权利要求 1 的体光漫射体材料, 其中光漫射颗粒(128)包含锌、锑、钛、钡、或其氧化物、或其硫化物。

8. 如权利要求 3 的体光漫射体材料, 其中光漫射颗粒(128)的平均粒度为大约 1.0 微米至大约 10.0 微米。

25 9. 如权利要求 3 的体光漫射体材料, 其中光漫射颗粒(128)的存在量为大约 2.2%至大约 2.5%。

10. 如权利要求 1 的体光漫射体材料, 其中该体光漫射体材料为薄膜或片的形式。

11. 如权利要求 10 的体光漫射体材料, 其中该薄膜或片材的厚度为大约 0.025mm 至大约 0.5mm。

30 12. 如权利要求 3 的体光漫射体材料, 其中根据 ASTM 标准 D523, 光漫射颗粒(128)的光泽度值小于约 50。

13. 权利要求 3 的体光漫射体材料, 其中根据 ASTM 标准 D523, 光漫射颗粒(128)的光泽度值大于约 90。
14. 一种背光显示装置(100), 包含:
产生光(116)的光源(102);
- 5 沿其中引导光(116)的光导(104);
沿光导(104)设置的反射装置(106), 用于反射光(116)使之离开光导(104); 和
能接收来自光导(104)的光(116)的体光漫射体材料, 该体光漫射体材料包括:
- 10 基于聚碳酸酯和光漫射颗粒(128)的总重量, 大约 95wt%至大约 99.8 wt%的聚碳酸酯, 和大约 0.2 wt%至大约 5 wt%的光漫射颗粒(128);
其中, 根据 ASTM 标准 D 1003-00 测量, 该体光漫射体材料具有至少 70%的透过率百分数和至少 10%的雾度。
15. 如权利要求 14 的背光显示装置(100), 其中光漫射颗粒(128)包含聚
15 丙烯酸酯类、聚甲基丙烯酸烷基酯、聚四氟乙烯、有机硅、锌、铈、钛、钡, 或其混合物, 其中所述烷基具有 1 至约 12 个碳原子。
16. 如权利要求 14 的背光显示装置(100), 其中光漫射颗粒(128)包含聚
丙烯酸酯类、聚甲基丙烯酸烷基酯、聚四氟乙烯、有机硅, 或其混合物,
其中所述烷基具有 1 至约 12 个碳原子。
- 20 17. 如权利要求 15 的背光显示装置(100), 其中聚甲基丙烯酸烷基酯包
含聚甲基丙烯酸甲酯。
18. 如权利要求 15 的背光显示装置(100), 其中有机硅包含水解的聚(烷
基三烷氧基硅烷)。
19. 如权利要求 14 的背光显示装置(100), 其中光漫射颗粒(128)包含锌、
25 铈、钛、钡, 或其混合物。
20. 如权利要求 14 的背光显示装置(100), 其中光漫射颗粒(128)包含锌、
铈、钛、钡、或其氧化物、或其硫化物。
21. 如权利要求 16 的背光显示装置(100), 其中光漫射颗粒(128)的平均
粒度为大约 1.0 微米至大约 10.0 微米。
- 30 22. 如权利要求 16 的背光显示装置(100), 其中光漫射颗粒(128)的存在
的量为大约 2.2%至大约 2.5%。

23. 如权利要求 14 的背光显示装置(100), 其中体光漫射体材料为薄膜或片的形式。
24. 如权利要求 23 的背光显示装置(100), 其中薄膜或片材的厚度为大约 0.025mm 至大约 0.5mm。
- 5 25. 如权利要求 16 的背光显示装置(100), 其中根据 ASTM 标准 D523, 光漫射颗粒(128)的光泽度值小于约 50。
26. 如权利要求 16 的背光显示装置(100), 其中根据 ASTM 标准 D523, 光漫射颗粒(128)的光泽度值大于约 90。
- 10 27. 如权利要求 23 的背光显示装置(100), 其中薄膜或薄片包括棱柱曲面(112)。
28. 如权利要求 23 的背光显示装置(100), 其中薄膜或薄片包括平坦面(110)。
29. 如权利要求 27 的背光显示装置(100), 其中棱柱曲面(112)包括具有顶角 α 、高度 h 、间距 p 和长度 l 的棱柱结构。
- 15 30. 如权利要求 29 的背光显示装置(100), 其中棱柱结构至少在顶角 α 、高度 h 、间距 p 和长度 l 上是伪随机的。

用于平板显示的体漫射体

5 发明背景

本发明涉及光学片材，更具体地，本发明涉及以光的体扩散(bulk diffusion)为特征的这样的片材。

在背光(backlight)计算机显示器或其它显示系统中，常常使用光学薄膜或片材以直射(direct)光、漫射光，或者使光偏振化。例如，在背光显示器中，
10 增亮薄膜在其表面采用棱柱结构沿着观察轴(即正交于显示器的轴)直射光线。这提高了显示器使用者观察到的光的亮度，并使得系统在产生所需等级的同轴照明度(on-axis illumination)中消耗较少的功率。这样的薄膜也可以使用在广泛的其它光学构造中，例如在投影显示器、交通信号和照明标志中使用。

15 在目前的显示器系统中，例如在液晶显示器(LCD)中，希望有漫射部件。漫射部件效用的例子包括(但不限于)：屏蔽假影(artifact)，例如观察位于漫射体薄膜后面的电子部件，提高照明均一性和增加视角。在典型的 LCD 显示器中，通过加入由非漫射基片构成的单独薄膜(即叠加体)将光漫射引入背光组件中，向该基片施加或附加高度不规则的漫射表面处理物。因此，需
20 要产生漫射光而不增加该单独膜的成本

发明内容

本发明的特征在于体光漫射体材料(bulk light diffuser)。该体光漫射体材料包括：基于聚碳酸酯和光漫射颗粒(light diffusing particle)的总重量，大
25 约 95wt%至大约 99.8 wt%的聚碳酸酯，和大约 0.2 wt%至大约 2.5 wt%的光漫射颗粒。根据美国测试和材料学会(ASTM)标准 D1003 的测量，片材具有至少 70%的透过率百分数(percent transmittance)和至少 10%的雾度(haze)。

本发明的另一方面，为背光显示装置，包括：产生光的光源；沿其中引导光的光导(light guide)，其包含用于反射光使之离开光导的反射面；和
30 作为片材能接收来自反射面的光的上述体光漫射体材料。

附图说明

图 1 是包括光学基片和光学片材的背光显示装置的剖面图。

图 2 是引入到光学基片和光学片材中的光漫射颗粒的两种粒度分布的示意图。

5 图 3 是与现有技术的聚碳酸酯薄膜相比较, 通过聚碳酸酯薄膜或光学片材的光的理论透过率与散射角度的关系示意图, 在该聚碳酸酯薄膜或光学片材中引入了与图 2 的粒度分布相对应的漫射体颗粒。

图 4 是能接收光并漫射由其发出的光的光学基片或光学片材的剖面图。

10 图 5 是对于在聚碳酸酯薄膜或光学片材中分布的 TOSPEARL®和 PMMA 颗粒, 预计的光的透过率对测量的光的透过率的实验结果的示意图。

图 6 是对于在聚碳酸酯薄膜或光学片材中分布的 TOSPEARL®和 PMMA 颗粒, 预计的雾度对测量的雾度的实验结果的示意图。

15 图 7 是对于在聚碳酸酯薄膜或光学片材中分布的无光表面和抛光表面的 PMMA 和抛光表面的 TOSPEARL®颗粒, 测量的光的透过率百分数对测量的雾度百分数的示意图。

图 8 是其表面具有棱柱形结构的光学基片的剖面图。

图 9 是对于在聚碳酸酯薄膜或光学片材中分布的 PMMA 和 TOSPEARL®颗粒, 根据颗粒浓度和平均直径, 测量的光的透过率百分数对测量的雾度百分数的示意图。

20 图 10 是包括光学基片叠加体(stack)的背光显示装置的三维图。

图 11 是定向的光学基片的三维图, 该基片的定向使得其上的棱柱曲面(prismatic surface)的方向彼此处于一定角度。

具体实施方式

25 在图 1 中示出了背光显示装置 100 的透视图。背光显示装置 100 包括产生光 116 的光源 102。通过全内反射(total internal reflection)沿其中引导光 116 的光导 104。沿光导(104)设置的反射装置 106 反射光 116, 使之离开光导 104。位于光导(104)上方的第一光学基片 108 能接收来自光导 104 的光 116。第一光学基片 108 包含: 其一侧上的平坦面 110, 其相对的(opposing)
30 第二侧上的棱柱曲面 112(图 8), 或者可以包含相对的两平坦面 110 或相对的两棱柱曲面 112。相对的表面还可以包括消光(matte polish), 例如由喷砂

处理、激光加工、碾磨或放电机械加工控制(milled or electric discharged machine master)复制的表面,以及平坦面和棱柱曲面。第一光学基片 108 能接收光 116 并且将光 116 转到沿所示的 Z 方向与第一光学基片 108 基本上垂直的方向。然后光 116 直射至位于第一光学基片 108 上方的第二光学基片 114, 提供光 116 的漫射。作为片材的第二光学基片 114 可接收来自第一光学基片 108 的光 116。光 116 从第二光学基片 114 到达液晶显示器(LCD)130(图 10)。显然第二光学基片也可以包含前述的平坦面 110 和棱柱曲面 112。

正如从图 10 中能很好理解的一样,背光显示装置 100 可以包括以所示叠加体布置的多个光学基片 108、114。另外,可以对光学基片 108 的棱柱曲面 112 进行定向,使得棱柱曲面 112 的方向彼此处于一定角度,例如 90 度(图 11)。此外,还可以理解光学基片 108 的棱柱曲面 112 具有顶角(peak angle) α 、高度 h 、间距(pitch) p 和长度 l , 它们可以为设定值,或者可以为随机或至少伪随机(pseudo-randomized)设定的值。

雾度是指光通过透明材料时光的散射或漫射。雾度可以是材料的固有性质、形成或成型加工的结果,或者是表面纹理(例如棱柱曲面)的结果。通过向第二光学基片 114 加入基准尺寸为大约 1~10 微米的光漫射颗粒 128(图 4),可以改善从中发出的光的漫射。光漫射颗粒 128 在形状上可以为圆形的或不规则形的,且具有不同于第二光学基片 114 的折射率。光漫射颗粒 128 通常的折射率为大约 1.4~大约 1.7,而第二光学基片的折射率为大约 1.45~大约 1.65。光漫射颗粒可以随机或至少伪随机分布或定向在光学基片 114 中,或者可以以某些确定方式排列(aligned)在光学基片 114 中。

合适的光漫射颗粒可以包含有机或无机材料,或它们的混合物,并且不会对聚碳酸酯需要的物理性质(例如冲击强度和拉伸强度)有显著不利影响。合适的光漫射有机材料的实例包括聚丙烯酸酯类、聚甲基丙烯酸烷基酯例如聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)、聚四氟乙烯(PTFE)、有机硅,如得自 GE Silicones 的商品名为 TOSPEARLO 的水解的聚(烷基三烷氧基硅烷),和包含至少一种上述有机材料的混合物,其中烷基具有大约 1~大约 12 个碳原子。合适的光漫射无机材料的实例包括含有铟、钛、钡和锌的材料,例如上述的氧化物或硫化物,如氧化锌、氧化铟和包含至少一种上述无机材料的混合物。

图 2 示出了两种光漫射粒度分布 118a、118b，其中光漫射颗粒的频率 (frequency) 是粒度 (或某些基准尺寸) 的函数。在第一光漫射粒度分布 118a 中，平均粒度为 2.4 微米，标准偏差为 500。在第二光漫射粒度分布 118b 中，平均粒度为 4.5 微米，标准偏差为 500。

5 图 3 示出了：与通过两个现有技术的聚碳酸酯薄膜的光 124、126 的实际透过率相比较，在 560nm 下通过 0.127mm 厚的含有光漫射颗粒的聚碳酸酯薄膜的光 120、122 的理论透过率 (以 Cd/m^2 计的亮度) 与散射角度的关系示意图，依照图 2 的粒度分布引入其中的光漫射颗粒的折射率为 1.49，浓度为 1.8% (122) 和 1.5% (120)。如图 3 所示，通过选择合适的折射率、平均
10 粒径和颗粒浓度，可以得到基本上遵循实际透过率的透过率。

表 1 显示了悬浮在折射率为 1.59、厚度为 0.178mm 的聚碳酸酯薄膜中的两种类型的光漫射颗粒的数据。通常薄膜的厚度为 0.025 ~ 0.5mm，但在应用需要时，可以更厚或更薄。第一种光漫射颗粒是含有聚甲基丙烯酸甲酯的聚合物，而第二种是含有水解的聚(烷基三烷氧基硅烷)的聚合物，或它们的混合物，其中“烷基”定义为 C_1C_{12} 烷基，优选甲基。不加入光漫射颗粒的聚碳酸酯薄膜的累积 (integrated) 反射率为 9.7%，累积透过率为 88.4%。如
15 表 1 所示，在第一个示例性的粒度和浓度中，通过保持恒定的平均粒径 (2.4 微米)、标准偏差 (0.24 微米) 和颗粒浓度 (0.2%)，同时光漫射颗粒的折射率从 1.49 改变至 1.43，累积反射率从 9.8% 增加到 9.9%，累积透过率从 88.3% 减少到 87.8%。在第二示例性粒度和浓度中，通过维持恒定的平均粒径 (2.4 微米)、标准偏差 (0.24 微米) 和颗粒浓度 (2.2%)，同时光漫射颗粒的折射率从
20 1.49 改变至 1.43，累积反射率从 11.0% 增加到 16.5%，累积透过率从 86.3% 减少到 78.9%。因此，相对于折射率为 1.59 的聚碳酸酯，加入的颗粒物质的折射率从 1.49 降低为 1.43，则通过聚碳酸酯薄膜的光的透过率降低而反射率增加。
25

同样如表 1 所示，对于给定的颗粒类型，通过将光漫射颗粒的浓度从 0.2% 增加到 2.2%，而光漫射的折射率是恒定的，PMMA 的雾度从 34% 增加到 98%，同时对于 TOSPEARL®，雾度从 44% 增加到 99%。因此，增加光漫射颗粒的浓度增加了聚碳酸酯膜的雾度。总之，表 1 说明 PMMA 作为
30 加入的光漫射颗粒是良好的候选物，因为它加入聚碳酸酯薄膜后，累积透过率下降最少，从 88.4% 变为 86.3%，同时获得了 98% 的雾度百分数值。

表 1

光漫射材料	折射率(<i>n</i>)	粒度(以微米计的直径)	颗粒浓度(重量%)	累积反射率(%)	累积透过率(%)	雾度(%)
无	1.59		0.0%	9.7%	88.4%	0%
PMMA	1.49	2.4	0.2%	9.8%	88.3%	34%
PMMA	1.49	2.4	2.2%	11.0%	86.3%	98%
TOSPEARL®	1.43	2.4	0.2%	9.9%	87.8%	44%
TOSPEARL®	1.43	2.4	2.2%	16.5%	78.9%	99%

现参照图 5 和 6, 示出了预计的实验结果对测量的透过率百分数和雾度百分数。在图 5 中, PMMA 颗粒(Δ)和 TOSPEARL®颗粒(\circ)在测量的透过率值和预计的透过率值之间显示出相当好的等值性(equivalence)。

在图 6 中, 测量的雾度百分数和预计的雾度百分数由下式计算:

$$\% \text{雾度} = 100 \times \frac{\text{总漫射透过率}}{\text{总透过率}} \quad (1)$$

其中总透过率是累积透过率, 且漫射透过率是根据 ASTM D 1003 确定的由薄膜散射的光的透过率。如图 6 所示, PMMA 颗粒(Δ)在测量的雾度百分数值和预计的雾度百分数值之间显示出相当好的等值性, 而 TOSPEARL®颗粒(\circ)在测量的雾度百分数值和预计的雾度百分数值之间显示出非常接近的或显著的等值性。但是, 正如上面的表 1 所看到的, 对于两种粒度分布 TOSPEARL®颗粒(\circ)都显示出比 PMMA 更高的累积反射率。因此, 对于要求较高反射率的应用, 可优选 TOSPEARL®。

图 7 是对于在聚碳酸酯薄膜中分布的无光表面(Δ)、抛光表面(\blacksquare)PMMA 颗粒和抛光表面(\circ)TOSPEARL®颗粒, 实验测量的通过聚碳酸酯薄膜的光的透过率百分数对它们测量的雾度百分数的示意图。聚碳酸酯薄膜和 PMMA 颗粒之间的折射率差为大约 0.1, 该折射率差对于高雾度和高透过率值是最适宜的。但是聚碳酸酯薄膜和 TOSPEARL®颗粒之间的折射率差为大约 0.16, 高于聚碳酸酯薄膜和 PMMA 颗粒之间的折射率差, 使得高雾度样品的透过率较低。在图 7 中, 通过控制颗粒浓度, 一些 PMMA 颗粒(无光表面和抛光表面二者)显示出高于 90%的透过率和高于 80%的雾度, 而即使

通过控制颗粒浓度，即使颗粒的雾度高于 80%，也没有 TOSPEARL®颗粒的透过率高于 90%。图 7 还显示一些数据，这些数据指示 PMMA 抛光的颗粒和有机硅抛光的颗粒的透过率大约为 91%，且雾度大约为 15%。上述无光表面和抛光表面是根据 ASTM 标准 D523 用光泽度(gloss)值来确定的，
5 其中抛光表面的光泽度值大于 90，而无光表面的光泽度值小于 50。

图 9 是对于在聚碳酸酯薄膜或光学片材中分布的 PMMA 和 TOSPEARL®颗粒，根据颗粒浓度和平均直径，测量的通过 0.178mm 厚的聚碳酸酯薄膜的光的透过率百分数对测量的雾度百分数的示意图。在图 9 中，对于 PMMA 颗粒，通过颗粒浓度从 0.2%增加至 2.2%，同时保持平均
10 粒度在 2.4 微米或 5.0 微米，随着雾度增加，透过率增加，或仅仅略有下降。特别是，浓度为 2.2%且平均粒度为 2.4 微米的 PMMA 颗粒(●)，或者浓度为 2.2%且平均粒度为 5.0 微米的 PMMA 颗粒(▲)，测量的雾度大于 80%，而测量的透过率大于 90%。相反，对于 TOSPEARL®颗粒，通过颗粒浓度从 0.2%增加至 2.2%，同时保持平均粒度在 2.0 微米或 4.5 微米，即使雾度增加，
15 透过率也下降。但是，浓度为 2.2%且平均粒度为 4.5 微米的 TOSPEARL®颗粒(◆)，尽管测量的透过率仍大于 89%，但测量的雾度大于 80%。在图 9 中还可以看到，数据表明 TOSPEARL®浓度为大约 0.2%且粒径为 4.5 微米的雾度大约为 15%，透过率大约为 91%，以及 PMMA 浓度为大约 0.2%且粒径为 5.0 微米的雾度大约为 17%，透过率大约为 91%。

20 因此，图 7 和图 9 显示，为了在显示装置中获得需要的光漫射性能，所选颗粒浓度约 2.2%且平均粒度为 2.4 微米或 5.0 微米的悬浮在聚碳酸酯薄膜中的 PMMA 颗粒(具有无光表面和抛光表面二者)是良好的候选物。

这样，根据上述说明，描述了作为聚碳酸酯薄膜或光学片材或光学基片的体光漫射体，基于聚碳酸酯和光漫射颗粒的总重量，其含有大约 95 ~
25 大约 98 重量百分数的聚碳酸酯，以及大约 0.2 ~ 大约 0.5 重量百分数的光漫射颗粒。在聚碳酸酯组合物中可以存在少量的其它组分，只要这些组分对组合物的物理性质没有不利影响，该体光漫射体基本上由聚碳酸酯和光漫射颗粒构成。优选光漫射颗粒包含选自聚甲基丙烯酸甲酯、水解的聚甲基三烷氧基硅烷，及其混合物的聚合物。根据 ASTM 标准 D 1003-00 的测量，
30 该片材具有至少 70%的透过率百分数和至少 10%的雾度。

在此本发明的描述披露了聚合物颗粒浓度 p 、片材厚度 t 和平均粒度 s ，

以便对于聚合物如聚丙烯酸酯、聚甲基丙烯酸烷基酯、水解的聚烷基三烷氧基硅烷，或其混合物(其中烷基定义为 C₁-C₁₂ 烷基)，且颗粒悬浮在聚碳酸酯中，获得具有至少 70%透过率和至少 10%雾度的光学性质的片材，优选的片材具有至少 90%透过率和至少 80%雾度的光学性质，更优选的片材具有至少 90%透过率和至少 90%雾度的光学性质。然而，本领域技术人员应该理解可以单独或组合控制前述颗粒浓度 p、片材厚度 t 和平均粒度 s，以便获得优选、更优选和最优选的透过率和雾度。

关于背光显示器等，已经描述了作为聚碳酸酯薄膜或光学片材的体光漫射体材料的实施方式。该体扩散也可以通过在 LCD 中向含有液晶材料的上部或下部基片，或者两者中加入光漫射颗粒而获得。这能够引起从像素边界的视角增加和假影下降。光的体扩散也可以通过在边缘照明的(edge-lit)背光或面光(frontlight)组件中向沿光导 104 设置的反射面 106 或光导 104 加入光漫射颗粒而完成。光学片材可以替代现有背光装置中的表面纹理类型的漫射体，或者可包含在该漫射体中，以及包含在增亮薄膜或光转向(light turning)薄膜中。

除非另有说明，任何提及第一、第二等，或者前和后、左和右、顶和底、上和下、水平和垂直，或者其它任何相似类型的指定表示两个或多个量或目的物之间的相对位置，其意指为了便于描述，而非将本发明或其组件限制在任一位置或空间定向。在附图中，组件的所有尺寸都可以随着实施方案的潜在构思和意指的用途而改变，而不偏离本发明的范围。

虽然参考其一些实施方案已经描述了本发明，但本领域的普通技术人员应认识到，在不偏离本发明的范围下可以进行各种改变并用等同物代替其要素。此外，可以进行多种改进以使特定的场合或材料适应本发明的教导，而不偏离本发明的本质范围。因此，它意指本发明并非受限于作为预期实施本发明的最好模式所披露的特定的实施方案，而是指本发明包括属于权利要求范围的所有实施方案。

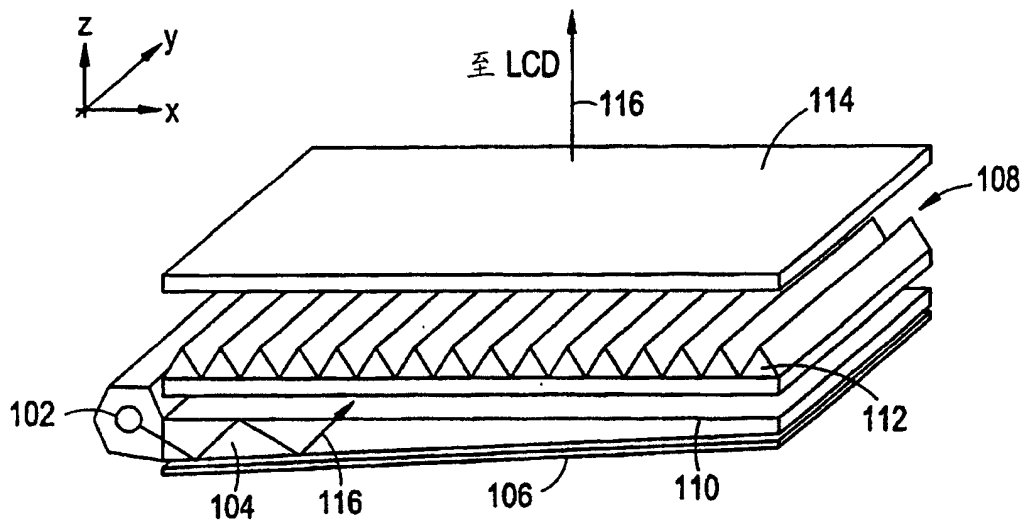


图 1

100

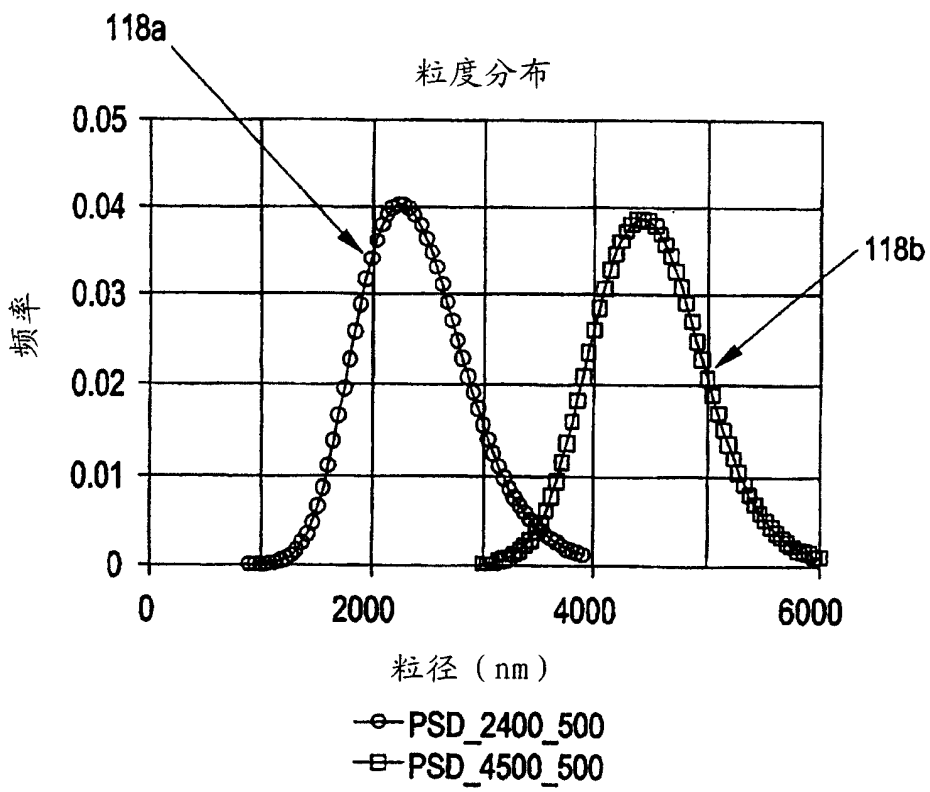


图 2

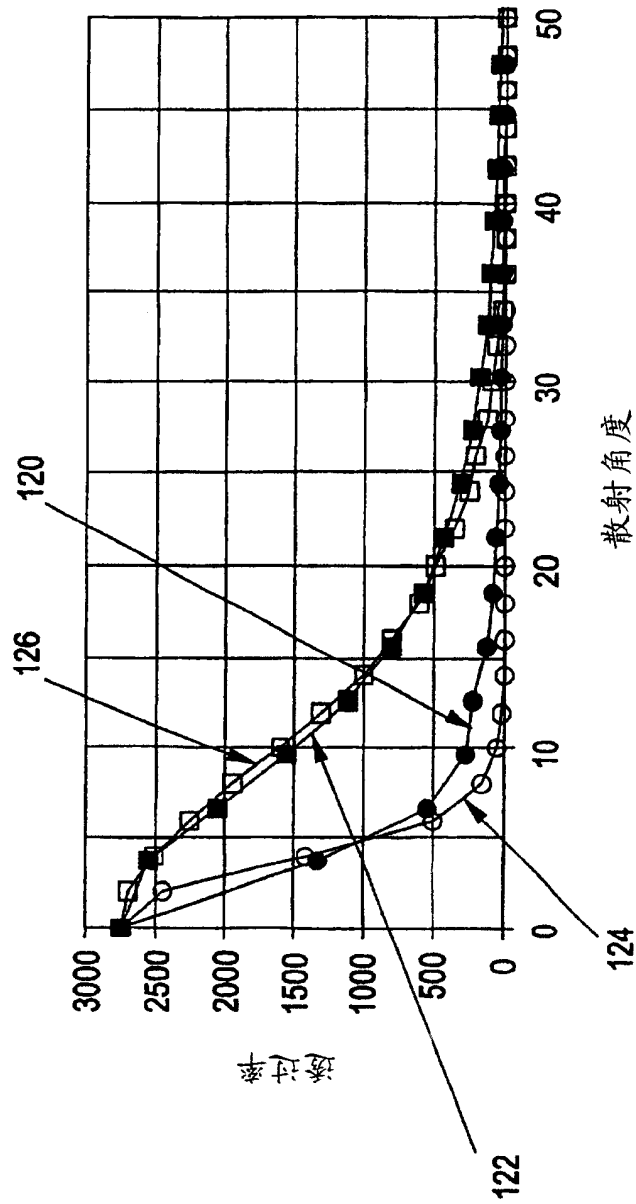


图 3

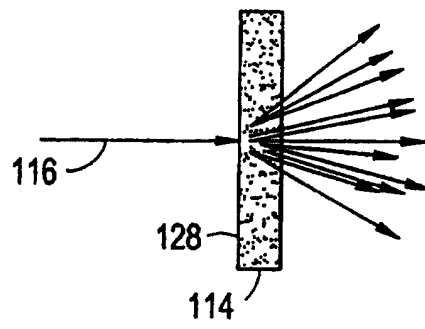


图 4

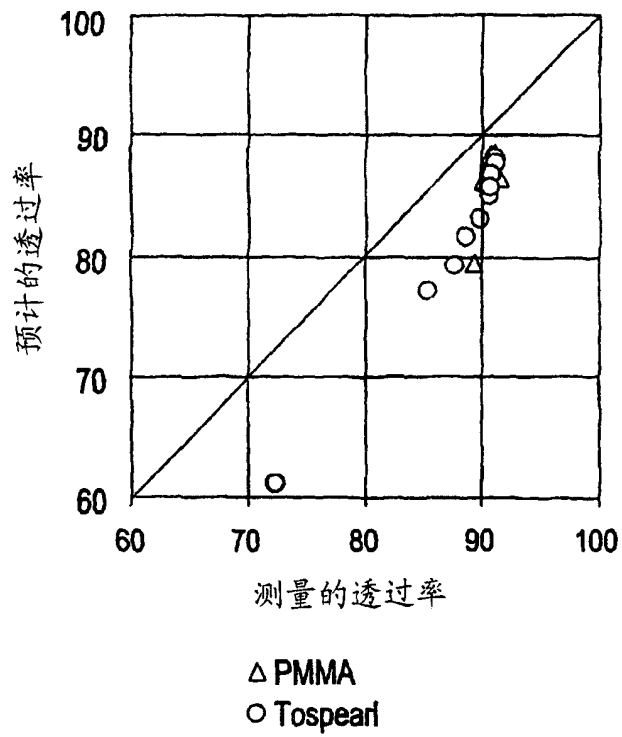


图 5

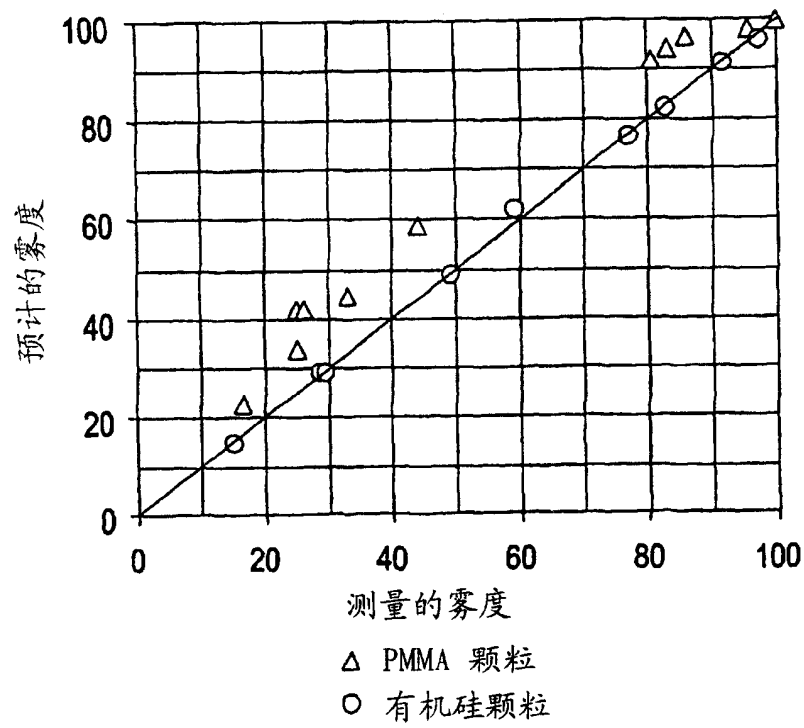


图 6

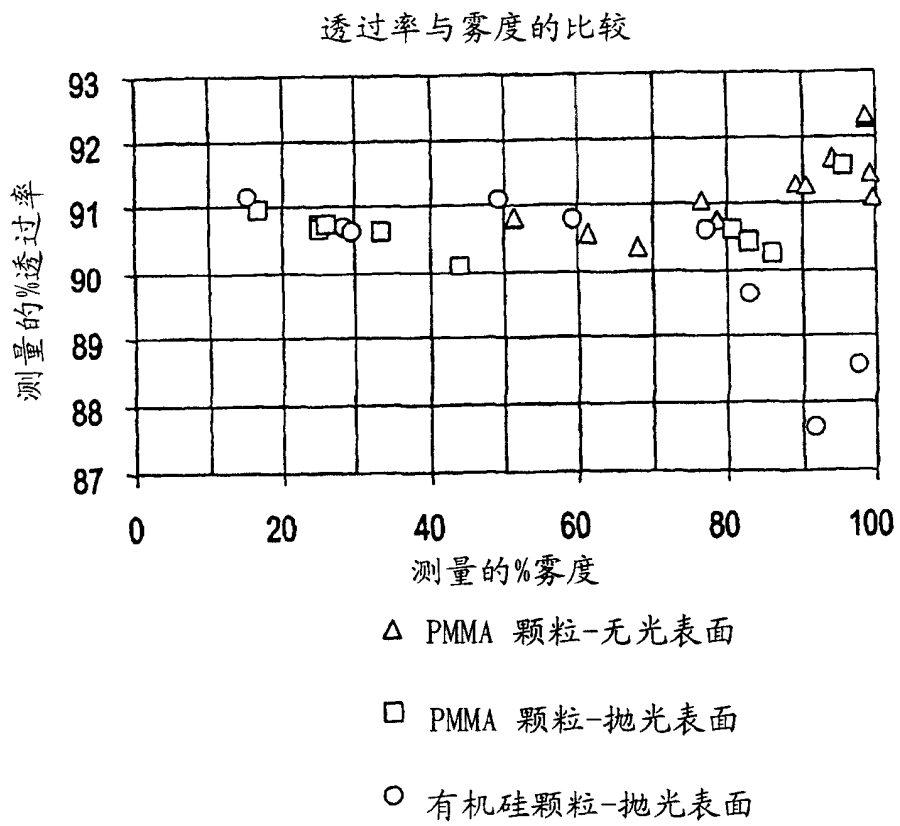


图 7

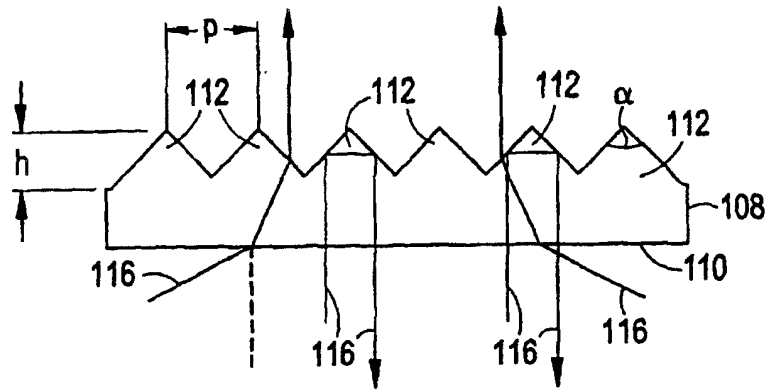
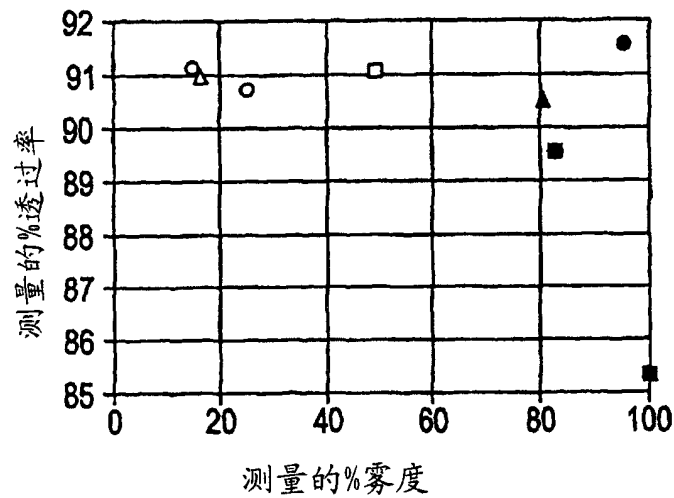


图 8



- 0.2% 2.4 微米 PMMA
- 2.2% 2.4 微米 PMMA
- △ 0.2% 5 微米 PMMA
- ▲ 2.2% 5 微米 PMMA
- 0.2% 2 微米 Tospearl
- 2.2% 2 微米 Tospearl
- ◇ 0.2% 4.5 微米 Tospearl
- 2.2% 4.5 微米 Tospearl

图 9

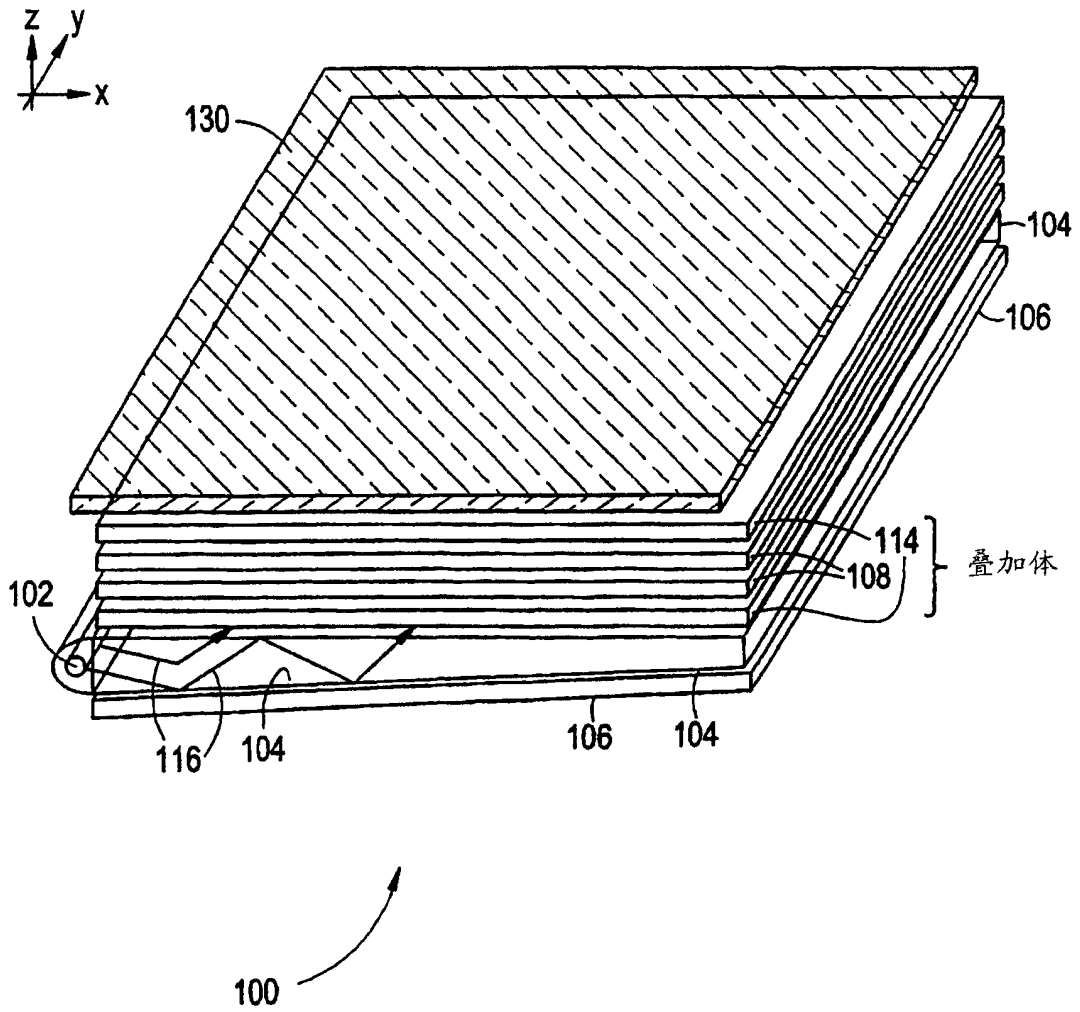


图 10

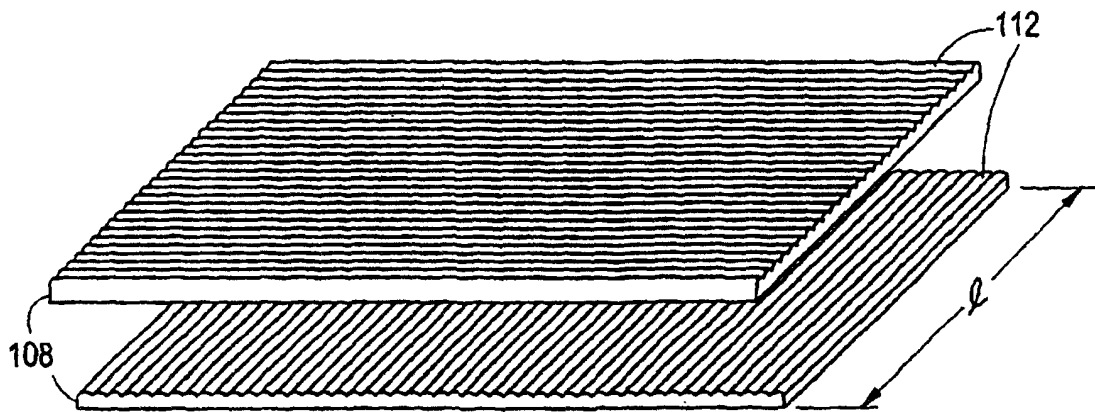


图 11