



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102648427 A

(43) 申请公布日 2012. 08. 22

(21) 申请号 201080055553. 7

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2010. 12. 01

G02B 6/00 (2006. 01)

(30) 优先权数据

61/267, 631 2009. 12. 08 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2012. 06. 07

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2010/058526 2010. 12. 01

(87) PCT申请的公布数据

W02011/071728 EN 2011. 06. 16

(71) 申请人 3M 创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

(72) 发明人 约翰·A·惠特利 刘涛 郝恩才

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理

有限公司 11112

代理人 顾红霞 彭会

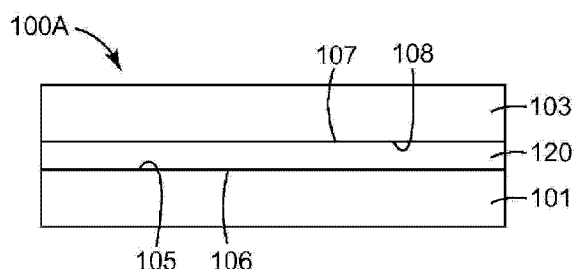
权利要求书 1 页 说明书 30 页 附图 25 页

(54) 发明名称

采用光导和低折射率膜的光学构造

(57) 摘要

本发明公开了光学构造,所述光学构造利用低折射率层(120)来增加将光限制到所述光学构造的所述低吸收区域的程度,所述低折射率层(120)设置在低吸收层(101)和高吸收层(103)之间。低折射率层可在光学构造中使用,所述光学构造具有多层光限制。在这些构造中,当光在低折射率光学膜的表面处被反射时,形成第一层反射,所述低折射率光学膜被直接或间接设置在光导(110)上。在光重定向膜的表面处,形成第二层反射,所述光重定向膜具有适当取向的折射结构。



1. 一种光学构造,包括:

至少一个光导,所述至少一个光导具有第一表面和第二表面并且折射率为 N_1 ,所述第二表面为所述光导的主要出光表面;

低折射率层,所述低折射率层的折射率为 N_{ul1} ,其中 N_{ul1} 为小于 N_1 ;和

光重定向膜,其中所述光学构造中的两个相邻光重定向膜中的每一个光重定向膜的大部分都彼此物理接触。

2. 根据权利要求 1 所述的光学构造,还包括高吸收层,所述高吸收层在所述低折射率层和所述光重定向膜之间,其中所述高吸收层的吸收率为所述光导的吸收率的约两倍。

3. 根据权利要求 2 所述的光学构造,其中:

所述光导包括光提取结构;并且

与不具有所述低折射率层的光学构造相比,所述低折射率层被构造为在光被所述光提取结构提取之前减少进入所述高吸收层的光的量。

4. 根据权利要求 2 所述的光学构造,其中所述高吸收层包括反射型偏振器。

5. 根据权利要求 1 所述的光学构造,其中所述光重定向膜具有第一表面和第二表面,所述光重定向膜的所述第二表面具有设置在其上的折射结构,其中所述光重定向膜的所述第二表面远离所述光导设置。

6. 根据权利要求 1 所述的光学构造,还包括高吸收层,其中所述光导的吸收率为 A_1 ,并且所述高吸收层的吸收率为 A_2 ,其中 A_2 为大于 A_1 。

7. 根据权利要求 1 所述的光学构造,还包括降频转换元件。

8. 根据权利要求 1 所述的光学构造,其中 N_{ul1} 为在约 1.10 至约 1.35 的范围内。

9. 根据权利要求 1 所述的光学构造,其中所述低折射率层的厚度为不小于约 2 微米。

10. 根据权利要求 1 所述的光学构造,其中所述低折射率层包含互连的多个空隙,其中所述多个空隙的体积分率为不小于约 40%,并且其中所述多个空隙的局部体积分率沿着所述低折射率层的厚度方向变化。

采用光导和低折射率膜的光学构造

[0001] 相关专利申请

[0002] 本专利申请涉及以下美国专利申请,所有专利申请均以引用方式全文并入本文:“Optical Film”(光学膜)(代理人案卷号 No. 65062US002),提交于 2009 年 4 月 15 日,序列号为 61/169466;“Optical Construction and Display System Incorporating Same”(光学构造和采用所述光学构造的显示系统)(代理人案卷号 65354US002),提交于 2009 年 4 月 15 日,序列号为 61/169521;“Retroreflecting Optical Construction”(回射光学构造)(代理人案卷号 65355US002),提交于 2009 年 4 月 15 日,序列号为 61/169532;“Optical Film for Preventing Optical Coupling”(用于防止光学耦合的光学膜)(代理人案卷号 65356US002),提交于 2009 年 4 月 15 日,序列号为 61/169549;“Backlight and Display System Incorporating Same”(背光源和采用所述背光源的显示系统)(代理人案卷号 65357US002),提交于 2009 年 4 月 15 日,序列号为 61/169555;“Process and Apparatus for Coating with Reduced Defects”(用于减少缺陷的涂布涂布方法和设备)(代理人案卷号 65185US002),提交于 2009 年 4 月 15 日,序列号为 61/169427;“Process and Apparatus for A Nanovoided Article”(用于具有纳米空隙的制品的方法和设备)(代理人案卷号 65046US002),提交于 2009 年 4 月 15 日,序列号为 61/169429;以及“Optical Construction and Method of Making the Same”(光学构造和制备所述光学构造的方法)(代理人案卷号 65619US002),提交于 2009 年 10 月 22 日,序列号为 61/254,243。

[0003] 本专利申请还涉及以下美国专利申请,所有专利申请均提交于 2009 年 10 月 24 日并以引用方式全文并入本文:“Light Source and Display System Incorporating Same”(光源和采用所述光源的显示系统)(代理人案卷号 65782US002),序列号为 61/254672;“Gradient Low Index Article and Method”(低梯度折射率制品和方法)(代理人案卷号 65716US002),序列号为 61/254673;“Process for Gradient Nanovoided Article”(用于具有梯度纳米空隙的制品的方法)(代理人案卷号 65766US002),序列号为 61/254674;“Immersed Reflective Polarizer with High Off-Axis Reflectivity”(具有高离轴反射率的浸没式反射型偏振器)(代理人案卷号 65809US002),序列号为 61/254691;“Immersed Reflective Polarizer With Angular Confinement in Selected Planes of Incidence”(在选定入射平面内具有角限制的浸没式反射型偏振器)(代理人案卷号 65900US002);以及“Voided Diffuser”(具有空隙的扩散片)(代理人案卷号 65822US002),序列号为 61/254676。

技术领域

[0004] 本发明整体涉及光学构造以及涉及光源和 / 或采用此类光学构造的显示系统。

背景技术

[0005] 光学显示器(例如,液晶显示器(LCD))正日益普及,并应用于多种应用中,例如移动电话、手持式计算机设备(从个人数字助理(PDA)到电子游戏机到较大设备(例如膝上型

计算机))、LCD 监视器和电视屏幕。LCD 通常包括一个或多个用于提高显示性能的亮照管理膜,所述显示性能包括输出亮度、照明均匀度、视角和整体系统效率。示例性的亮照管理膜包括棱镜形结构化膜、反射型偏振器、吸收型偏振器和扩散膜。

[0006] 显示器行业中的主要趋势包括降低光源的成本、减少光源中的元件数量,以及使光源更薄、效率更高。

发明内容

[0007] 一些实施例描述了包括低折射率层的光学构造,其中低折射率层的折射率 N_{ul} 为不大于约 1.35。该光学构造还包括高吸收层和光重定向膜。该光学构造中的两个相邻光重定向膜中的每一个的大部分都彼此物理接触。

[0008] 一些实施例示出了包括光导的光学构造,其中光导具有第一表面和第二表面,第二表面构成光导的主要出光表面。光学构造还包括光重定向膜。低折射率层设置在光导与光重定向膜之间,低折射率层的折射率为不大于 1.35。低折射率层可以附接到光导的第二表面以及附接到光重定向膜。

[0009] 另一个实施例示出了包括至少一个光导和低折射率层的光学构造,其中光导的折射率为 N_1 ,低折射率层的折射率为 N_{ul} ,其中 N_{ul} 为小于 N_1 。光学构造包括光重定向膜,其中该光学构造中的两个相邻光重定向膜中的每一个的大部分都彼此物理接触。

[0010] 又一个实施例示出了包括光导和低折射率层的光学构造,其中光导具有第一主表面和第二主表面并且折射率为 N_1 ,低折射率层具有第一主表面和第二主表面并且折射率为 N_{ul} ,其中 N_{ul} 为小于 N_1 ,其中低折射率层的第一主表面的相当大一部分物理接触光导的第二主表面。光学构造还包括具有第一主表面和第二主表面的高吸收层,其中高吸收层的第一主表面的相当大一部分物理接触低折射率层的第二主表面。光学构造还包括具有第一主表面和第二主表面的棱镜膜,其中第一主表面包括线性棱镜,并且光重定向膜的第一主表面的相当大一部分物理接触高吸收层的第二主表面。低折射率层反射从光导以第一组出射角出射的光,并且光重定向膜被构造为反射从光导以第二组出射角出射的光。

附图说明

[0011] 结合附图对本发明的各种实施例所做的以下详细描述将有利于更完整地理解和体会本发明的各种实施例,其中:

[0012] 图 1A-1J 为根据本发明实施例的组装了低折射率层的光学构造的示意性侧视图;

[0013] 图 2 为示意图,示出了根据本发明实施例的光学构造中双层反射的操作;

[0014] 图 3A 为根据本发明实施例的低折射率光学膜的示意性侧视图;

[0015] 图 3B-3G 为根据本发明实施例的低梯度折射率光学膜的示意性侧视图;

[0016] 图 4A 为根据本发明实施例的交错式光学构造的示意图;

[0017] 图 4B 为根据本发明实施例的平铺式光学构造的示意图;

[0018] 图 4C 为具有多个槽的光导的示意图,其中 LED 光源嵌入槽中;

[0019] 图 4D 示出了具有表面特征的光导,所述表面特征将从光导表面入射的光重新导向为光导 TIR 范围内的角度。

[0020] 图 5-7 为根据本发明实施例的多孔低折射率光学膜的光学显微图;

- [0021] 图 8A 为低梯度折射率光学膜的显微剖视图；
- [0022] 图 8B 为比图 8A 放大倍率更高的显微图；
- [0023] 图 9A 为实例 1 中所测试的光学构造的示意性侧视图；
- [0024] 图 9B 为对实例 1 的光学构造的边缘拍摄的照片，该照片示出了镜厅效应；
- [0025] 图 10A 为实例 2a 中所测试的光学构造的示意性侧视图；
- [0026] 图 10B 为测得的实例 2a 光学构造的亮度随视角变化的灰度图像；
- [0027] 图 10C 为测得的实例 2a 光学构造的亮度随水平方向视角变化的曲线图；
- [0028] 图 10D 为测得的实例 2a 光学构造的亮度随垂直方向视角变化的曲线图；
- [0029] 图 11A 为实例 2b 的光学构造的示意性侧视图；
- [0030] 图 11B 为测得的实例 2b 光学构造的亮度随视角变化的灰度图像；
- [0031] 图 11C 为测得的实例 2b 光学构造的亮度随水平方向视角变化的曲线图；
- [0032] 图 11D 为测得的实例 2b 光学构造的亮度随垂直方向视角变化的曲线图；
- [0033] 图 12A 为实例 3 的光学构造的示意性侧视图；
- [0034] 图 12B 为对实例 3 的光学构造的边缘拍摄的照片，该照片示出了镜厅效应；
- [0035] 图 13A 为实例 4 的光学构造的示意性侧视图；
- [0036] 图 13B 为测得的实例 4 光学构造的亮度随视角变化的灰度图像；
- [0037] 图 13C 为测得的实例 4 光学构造的亮度随水平方向视角变化的曲线图；
- [0038] 图 13D 为测得的实例 4 光学构造的亮度随垂直方向视角变化的曲线图；
- [0039] 图 14 示出了实例 5 的构造和光线跟踪建模结果；
- [0040] 图 15 示出了实例 6 的构造和光线跟踪建模结果；
- [0041] 图 16 示出了实例 7 的构造和光线跟踪建模结果；
- [0042] 图 17 示出了实例 8 的构造和光线跟踪建模结果；
- [0043] 图 18 示出了实例 9 的构造和光线跟踪建模结果；
- [0044] 图 19 示出了实例 10 的构造和光线跟踪建模结果；
- [0045] 图 20A 为在具有低折射率膜但没有光重定向层的光学构造中引导的光量的曲线图；
- [0046] 图 20B 为在具有低折射率膜和光重定向层的光学构造中引导的光量的曲线图，其中棱镜垂直于光传播的方向；
- [0047] 图 20C 为在具有低折射率膜和光重定向层的光学构造中引导的光量的曲线图，其中棱镜平行于光传播的方向；
- [0048] 图 21A 为实例 12 中所测试的光学构造的示意性侧视图；
- [0049] 图 21B 示出了 32 “和 52”背光源的高吸收区域所吸收的光量按低折射率层的折射率所绘制的曲线图。

具体实施方式

[0050] 本发明的多个实施例涉及包括低折射率光学膜的光学构造，所述低折射率光学膜能够支持在低吸收光学层（例如光导）的出射表面处的全内反射。低折射率光学膜可以设置在光导与光重定向膜之间，从而得到双层内反射。低折射率光学膜可以设置在低吸收层与高吸收层之间，从而提高对低吸收层内的光的光限制。

[0051] 将本发明所公开的光学构造结合到多种光学系统或显示系统(例如,液晶显示器系统)中的方法可以提高系统耐久性、降低制造成本、提高效率和/或减小系统的总厚度。本文所讨论的光学构造可以用于显示器、手持式应用(例如手机和个人数据助理(PDA))、笔记本电脑和台式电脑显示器、标牌、灯具、投影系统和/或其他应用。

[0052] 本文所述的实施例对以下应用进行了说明:用一个或多个具有低折射率的光学膜降低光对高吸收材料的暴露和/或用多层反射降低过早的光提取。

[0053] 在某些构造中,低折射率膜设置在高吸收层与低吸收层(如光导)之间,以提高对低吸收材料内的光的限制并降低光中的大部分对较高吸收层的暴露。光从光导边缘传送时,光主要暴露于光导的低吸收材料,并且在以较短路径长度和接近垂直于表面的角度提取光之前不会发生光对高吸收材料的暴露。提高对低吸收材料的光限制的步骤降低光对高吸收材料的暴露,从而提高系统效率。

[0054] 在某些构造中,具有低折射率的膜设置在光导的主出射表面上,从而得到光导内的第一层全内反射(TIR)。在这些构造中,光导中的光中的一些还是会在提取(如通过光导提取结构进行提取)之前从光导中逸出(泄漏)。漏光的程度取决于光导的折射率与低折射率膜的折射率的差值。根据斯涅耳定律,与较低折射率光导相比,较高折射率的光导使边缘入射的光更准直(通过折射)。如果光不够准直,它就不会在TIR限制范围内,并且会从光导的主表面漏出。

[0055] 本文所述的一些光学构造示出了多层TIR方法,该方法可以在光导提取结构提取光之前增强光学构造内容纳的光量。如下文所详述,当光在直接或间接设置在光导上的低折射率光学膜表面处反射时,提供第一层TIR。第二层TIR发生在具有适当取向的折射结构的光重定向膜的表面处。通过组装额外的层还可以提供额外层的TIR。

[0056] 图1A示出了根据本发明实施例的光学构造100A的横截面示意图。光学构造100A包括具有吸收率A1和折射率N1的低吸收层101。低吸收层101可以包括(例如)光导。光学构造100A包括高吸收层103。高吸收层103可以包括(例如)偏振器、结构化膜和/或光重定向膜,并具有吸收率A3和折射率N3。高吸收层103的吸收率大于低吸收层101的吸收率。在一些实施例中,高吸收层103的吸收率为低吸收层101的吸收率的约两倍。高吸收层103可以包括吸收蓝光或紫外线的风化吸收装置、吸收型偏振器、反射型偏振器、荧光体、用于结构化表面的微复制树脂、多层膜和/或其他层。特别是对于标牌和图形应用而言,高吸收层可以包括包含染料、颜料和散射材料(例如钛钽氧化物(TiO₂))的印刷油墨和涂料。

[0057] 设置在低吸收层101与高吸收层103之间的是低折射率光学膜120。低折射率光学膜120具有吸收率A2和折射率N2,其中 $N2 < N1$ 。在一些实施例中,N2为在约1.10和N1之间。在一些实施例中,N2为小于约1.35。光学构造100A中两个相邻主表面的大部分彼此物理接触。例如,各自相邻的层101与120的相邻主表面105和106的大部分彼此物理接触。作为另外一种选择或除此之外,各自相邻的层120和103的相邻主表面107和108的大部分彼此物理接触。短语“大部分物理接触”或“基本上物理接触”是指相邻主表面的至少50%、或至少60%、或至少70%、或至少80%、或至少90%、或至少95%彼此物理接触。

[0058] 在一些情况下,低折射率光学膜120直接形成或涂覆在低吸收层101上。在一些情况下,光学膜120直接形成或涂覆在高吸收层103上。在一些情况下,一个或多个层(如粘合剂层)可以设置在低吸收层101与光学膜120之间和/或高吸收层103与光学膜120

之间。在这些构造中,光学构造中两个相邻主表面的大部分彼此物理接触。例如,在具有设置在光导 101 与低折射率光学膜 120 之间的粘合剂层的光学构造中,粘合剂层的第一主表面与光导 101 的表面 105 基本上物理接触和 / 或粘合剂层的第二主表面与低折射率光学膜 120 的表面 106 基本上物理接触。在一些情况下,扩散层可以设置在低折射率层 120 与高吸收层 103 之间。扩散层可以是任何类型的基质中包含散射粒子的扩散片或具有多个空隙的扩散层,例如标题为“Optical Film”(光学膜)(代理人案卷号 65062US002)、提交于 2009 年 4 月 15 日、序列号为 61/169466 的共同待审的专利申请中所述。

[0059] 图 1B 示出了根据本发明实施例的光学构造 100B 的横截面示意图。光学构造 100B 包括光导 110 和设置在光导 110 上的低折射率光学膜 120。光重定向膜 130 设置在低折射率光学膜 120 上。光导 110 的折射率为 N_1 ,低折射率光学膜 120 的折射率为 N_2 ,其中 $N_2 < N_1$,或者例如, N_2 为小于 1.35、或小于 1.30、或小于 1.25、或小于 1.20、或小于 1.15,或为在约 1.10 和 N_1 之间。光学构造 100B 中两个相邻主表面的大部分彼此物理接触。例如,在一个实施例中,相邻的层 110 和 120 的相邻主表面 112 和 121 的大部分彼此物理接触和 / 或相邻的层 120 和 130 的相邻主表面 122 和 131 的大部分彼此物理接触。

[0060] 在一些情况下,低折射率光学膜 120 直接形成或涂覆在光导 110 上。在一些情况下,低折射率光学膜 120 直接形成或涂覆在光重定向膜 130 上。在一些情况下,光重定向膜 130 的吸收率为大于光导 110 的吸收率并且折射率为在(例如)约 1.5 和 1.8 之间。

[0061] 在一些实施例中,可以存在一个或多个设置在光导 110 与低折射率光学膜 120 之间的额外的层,如图 1C 中的光学构造 100C 的横截面示意图所示。在该实例中,低折射率光学膜 120 通过粘合剂层 115 附接到光导 110。低折射率光学膜 120 通过粘合剂层 125 附接到光重定向膜 130。光学构造 100C 中相邻层的相邻主表面的大部分彼此物理接触。

[0062] 在光学构造 100C 中,光导 110 的主表面 112 基本上物理接触粘合剂层 115 的主表面 113,粘合剂层 115 的主表面 114 基本上物理接触低折射率膜 120 的主表面 121,低折射率膜 120 的表面 122 基本上物理接触粘合剂层 125 的表面 123,粘合剂层 125 的表面 124 基本上物理接触光重定向膜 130 的表面 131。

[0063] 图 1D 示出了光学构造 100D,它包括一个或多个设置在低折射率光学膜 120 与光重定向膜 130 之间的高吸收层 160。高吸收层 160 可以包括(例如)吸收型偏振器、反射型偏振器、吸收蓝光或紫外线的风化吸收装置、荧光体、包含具有结构化表面的微复制树脂的层。高吸收层 160 还可以包括包含染料、颜料和散射材料(例如 TiO_2)的印刷油墨和涂料。这些类型的吸收层在标牌和图形应用中尤为重要。光学构造 100C 可以包括具有可移除的背衬层(未示出)的粘合剂层,所述粘合剂层粘附到低折射率层 120 的表面 121,从而在移除粘合剂背衬后得到随时可以粘附于光导的亮照管理层叠件。在一些情况下,低折射率光学膜 120 可以在高吸收层 160 上形成,并且在一些情况下,低折射率光学膜 120 可以粘附于高吸收层 160。

[0064] 图 1E 示出了光学构造 100E,它包括设置在光导 110 上的图 1D 中所示的光学构造 100D。光导 110 的吸收率为 A_1 ,高吸收层 160 的吸收率为 A_3 ,其中 A_1 小于 A_3 。在一些情况下, A_3 为 A_1 的约两倍。

[0065] 如果反射型偏振器用作高吸收层 160,则反射型偏振器 160 基本上反射具有第一偏振态的光并基本上透射具有第二偏振态的光,其中这两个偏振态互相垂直。例如,反射型

偏振器 160 对可基本上被反射型偏振器 160 反射的偏振态的可见光的平均反射率为至少约 50%、或至少约 60%、或至少约 70%、或至少约 80%、或至少约 90%、或至少约 95%。又如,反射型偏振器 160 对可基本上被反射型偏振器 160 透射的偏振态的可见光的平均透射率为至少约 50%、或至少约 60%、或至少约 70%、或至少约 80%、或至少约 90%、或至少约 95%、或至少约 97%、或至少约 98%、或至少约 99%。在一些情况下,反射型偏振器 160 基本上反射具有第一线性偏振态的光(例如,沿着 x 方向)并基本上透射具有第二线性偏振态的光(例如,沿着 y 方向)。

[0066] 任何合适类型的反射型偏振器都可用于反射型偏振器层 160,例如为:多层光学膜(MOF)反射型偏振器;具有连续相和分散相的漫反射偏振膜(DRPF),例如得自 3M 公司(St. Paul, Minnesota)的 Vikuiti™ 漫反射偏振膜(“DRPF”);线栅反射型偏振器,例如美国专利 No. 6, 719, 426 中所述;纤维、共混物或胆甾型反射型偏振器。

[0067] 在一些情况下,反射型偏振器 160 可以是或包括由交替的不同聚合物材料层形成的 MOF 反射型偏振器,其中交替的层组中的一者由双折射材料形成,其中不同材料的折射率与以一个线性偏振态偏振的光匹配,且与以垂直的线性偏振态偏振的光不匹配。在此类情况下,匹配偏振态的入射光基本上透过反射型偏振器 160,而不匹配偏振态的入射光基本上被反射型偏振器层 160 反射。MOF 可以包括准直或非准直偏振器并可以是扩展波段偏振器。在一些情况下,MOF 反射型偏振器 160 可以包括无机介电层叠堆。

[0068] 又如,反射型偏振器 160 可以是或包括具有传递状态的中间轴向平均反射率的部分反射层。例如,部分反射层对沿着 x 方向偏振的可见光的轴向平均反射率可以为至少约 90%,而对沿着 y 方向在第二平面中偏振的可见光的轴向平均反射率可以为在约 25% 至约 90% 的范围内。此类部分反射层在(例如)美国专利公布 No. 2008/064133 中有所描述,该专利的公开内容全文以引用方式并入本文中。

[0069] 在一些情况下,反射型偏振器 160 可以是或包括圆形反射型偏振器,其中以一种方向圆形偏振的光(可以是顺时针或逆时针方向(也称为右旋或左旋圆形偏振))优先透射,以相反方向偏振的光优先反射。一类圆形偏振器包括胆甾型液晶偏振器。

[0070] 在一些情况下,反射型偏振器 160 可以通过光学干涉作用反射或透射光的多层光学膜,例如以下文献中所述的那些:提交于 2009 年 11 月 19 日的美国临时专利申请 No. 61/116132;提交于 2008 年 11 月 19 日的美国临时专利申请 No. 61/116291;提交于 2008 年 11 月 19 日的美国临时专利申请 No. 61/116294;提交于 2008 年 11 月 19 日的美国临时专利申请 No. 61/116295;提交于 2008 年 11 月 19 日的美国临时专利申请 No. 61/116295;和提交于 2008 年 5 月 19 日的国际专利申请 No. PCT/US 2008/064115,其要求提交于 2007 年 5 月 20 日的美国临时专利申请 No. 60/939085 的优先权;“Light Source and Display System Incorporating Same”(光源和采用所述光源的显示系统),代理人案卷号 65782US002,提交于 2009 年 10 月 24 日;“Gradient Low Index Article and Method”(低梯度折射率制品和方法),代理人案卷号 65716US002,提交于 2009 年 10 月 24 日;“Process for Gradient Nanovoided Article”(用于具有梯度纳米空隙的制品的工艺),代理人案卷号 65766US002,提交于 2009 年 10 月 24 日;“Immersed Reflective Polarizer with High Off-Axis Reflectivity”(具有高离轴反射率的浸没式反射型偏振器),代理人案卷号 65809US002,提交于 2009 年 10 月 24 日;“Immersed Reflective Polarizer With Angular Confinement

in Selected Planes of Incidence”(在选定入射平面内具有角限制的浸没式反射型偏振器)(代理人案卷号 65900US002,提交于 2009 年 10 月 24 日);以及“Voided Diffuser”(具有空隙的扩散片),代理人案卷号 65822US002,提交于 2009 年 10 月 24 日,以上所有专利均全文以引用方式并入本文中。

[0071] 光学构造 100D 和 100E 中相邻主表面的大部分彼此物理接触。在一些情况下,低折射率光学膜 120 直接涂覆在高吸收层 160 的表面 144 上,或者低折射率光学膜 120 可以涂覆或形成在光导 110 上。

[0072] 在构造 1E 中,可以有一个或多个另外的层设置在高吸收层 160 与低吸收光学膜 120 之间和/或光导 110 与低吸收光学膜 120 之间。例如,图 1F 为光学构造 100F 的示意性侧视图,它包括设置在光学膜 120 与高吸收层 160 (如偏振层)之间、用于将光学膜 120 粘附到偏振器层 160 的光学粘合剂层 162。图 1F 还示出了设置在光重定向膜 130 与高吸收层 160 之间的光学粘合剂 166 和设置在光导 110 与低折射率光学膜 120 之间的光学粘合剂 115。光学构造 100F 的各自的相邻层的相邻主表面的大部分彼此物理接触。不需要将所有粘合剂层 115、162 和 166 都用于光学构造。

[0073] 光学粘合剂层 115、162、166 (图 1F)和 125 (图 1C)可以包括应用中可能理想的和/或可用的任何光学粘合剂。示例性的光学粘合剂包括压敏粘合剂 (PSA)、热敏粘合剂、溶剂易挥发的粘合剂和 UV 固化粘合剂(例如得自 Norland Products, Inc 的 UV 固化光学粘合剂)。示例性的 PSA 包括基于天然橡胶、合成橡胶、苯乙烯嵌段共聚物、(甲基)丙烯酸嵌段共聚物、聚乙烯醚、聚烯烃和聚(甲基)丙烯酸酯的那些。如本文所用,(甲基)丙烯酸(或丙烯酸酯)类是指丙烯酸和甲基丙烯酸类。其他示例性的 PSA 包括(甲基)丙烯酸酯、橡胶、热塑性弹性体、硅树脂、聚氨酯以及它们的组合。在一些情况下,PSA 基于(甲基)丙烯酸 PSA 或至少一种聚(甲基)丙烯酸酯。示例性的硅树脂 PSA 包括聚合物或树胶以及任选的增粘树脂。其他示例性的硅树脂 PSA 包括聚二有机硅氧烷-聚乙二酰胺和任选的增粘剂。粘合剂可以是或包括可重复使用的和/或可再贴的粘合剂,例如在(例如)美国专利 No. 6, 197, 397、美国专利公布 No. 2007/0000606 和 PCT 公开 No. WO 00/56556 中所述的那些,所述专利的公开内容均全文以引用方式并入本文中。用于将膜粘附到基底的短语“可重复使用的粘合剂”或“可再贴的粘合剂”是指此类粘合剂:(a) 可将膜暂时、牢靠地粘附到基底,同时还可以方便地手动将膜从基底上取下,而不会损坏基底或不会使过多粘合剂从膜转移到基底;并且(b) 随后还可以将膜重新用于(例如)另一个基底上。例如,如果粘合剂 115 为可再贴的粘合剂,那么低折射率膜 120 是可再贴的,因为可以将低折射率膜 120 重新设置在光导 110 上。

[0074] 图 1G 中示出了光学构造 100G。光学构造 100G 包括光导 110,光导 110 具有直接或间接通过一个或多个另外的中间层(图 1G 中未示出)设置在光导 110 上的光学膜 120。光学构造 100G 的各自的相邻层的相邻主表面的大部分彼此物理接触。光由一个或多个光源 192 产生,其可以取向为靠近如图 1G 中所示的光导 110 的输入边缘 173,或者可以远离光导 110 并通过输送部件(例如光纤或空腔)将光输送至光导 110。光线在输入边缘 173 处进入光导 110,并通过全内反射 (TIR) 沿着光传播方向 175 传播。输入边缘 173 可以包括平的输入边缘、结构化表面和/或可以包括用于光源的凹槽。

[0075] 光导 110 的主表面 111、112 可以大致平行,如图 1G 中所示,或者光导 110 可以是楔形的。光导 110 可以是平的或弯曲的。

[0076] 例如,背光源可以包括一个或多个光学构造,例如光学构造 100G。背光源 100G 可以为设置在光学构造 100G 的光重定向膜上的液晶显示器 (LCD) 面板提供光。

[0077] 背光源可以包括一个或多个光导和 / 或一个或多个光源和 / 或可以包括控制系统,该控制系统可共同或单独控制光源和 / 或其他背光源元件的操作。

[0078] 例如,背光源可以是有利于动态背光照明的平铺式系统,其可以提高对比度和能量效率。平铺式背光源可以具有重叠的光导平铺部分。每一个光导或光导组都可以与单独可控的光源配对。可以用扩散片调整在重叠平铺部分界面处的不连续。

[0079] 又如,背光源可以包括场序系统,其中背光源按顺序发出红色、绿色、蓝色脉冲,并且 LCD 像素快门与背光源的脉动同步打开和关闭。从背光源发出的给定颜色的脉冲时,打开的像素取决于显示的图像。

[0080] 再如,背光源可以是分区系统。分区系统有选择地使背光源的一部分变暗,从而得到节电和对比度提高的两种效果。这种变暗的步骤称为分区,因为是在空间区域中控制背光源,而不是控制一个大面板的光。区可以是一维的或二维的。一维区通常为在整个背光源上水平穿行的条纹。

[0081] 光导 110 具有一个主要的光发射表面,然而,在一些实施例中,光导可以从(例如)全部两个主表面发光,从而得到用于双面显示器的光。可以用反射材料覆盖光导 110 的发光表面的一部分。一部分反射光被传送(循环)返回到光导 110 中,并通过未被覆盖反射材料的光导 110 的部分发出,从而提高了该部分的亮度。另外,一个或多个光导边缘可以具有靠近或附接到光导 110 边缘的反射器,以使从边缘发射出的光返回到光导 110 中。光导 110 可以具有一个或多个有利于嵌套的斜边缘,这可用于(例如)前面提到的平铺系统中。

[0082] 光导的组成可以包括以下材料:例如丙烯酸类树脂、聚碳酸酯、环烯烃聚合物或它们的共聚物。光导可以包括粘合剂光导。光提取结构 199 可以设置在光导 110 的一个或两个主表面上。当光被光提取结构 199 以小于 TIR 临界角的角度反射时发生光提取,从而允许光从光导表面逸出。光提取结构 199 可以包括(例如)结构化特征、着色特征、印刷特征、蚀刻特征和 / 或激光制成的特征。可以将选择性吸收剂结合到光导 110 的任何元件之中或之上,例如 UV 吸收剂、抗静电剂和 / 或氧气清除剂。

[0083] 图 1G 中所示的光源 192 可以与本文所述的光学构造中的任何者结合使用。为了简便起见,图 1G 中只示出了一个光源,但可以使用多个光源。例如,可以仅使用一个将光递送至仅一个光导边缘的光源,可以使用多个将光递送至仅一个光导边缘的光源,可以仅使用一个将光递送至多个光导边缘中的每一个的光源,或者可以使用多个将光递送至多个光导边缘的光源。例如,矩形光导具有两个主表面和四个边缘。四个边缘中的任何一个或全部都可以用作输入边缘。

[0084] 与光导边缘不同,光可以从光导区域注入光导中。图 4C 示出了包括多个槽 520 的光导 510。侧发光 LED 530 嵌入槽 520 中,并在输入区域 550 处将光 540 射入光导 510 内部中。

[0085] 在另一种实施方式中,可以用光导上的一个或多个浮雕形状重新导向从光导表面注入的光,如图 4D 所示。在该实例中,LED 630 向前发光,光导 620 的顶面 611 包括浮雕形状 620。浮雕形状 620 将从底面 612 注入的光重新导向至 TIR 角度之内。发生在表面浮雕形状 620 处的这种重定向反射可以由 TIR 选择运行,或者,可以用反射涂层(例如银)涂覆表

面浮雕形状 620。

[0086] 返回图 1G, 光源 192 可以是任何合适类型的光源, 并可以包括一个或多个冷阴极荧光灯 (CCFL) 和 / 或一个或多个发光二极管 (LED), 包括发出以下光的 LED: 红色、绿色、蓝色 (RGB) 光; 红色、绿色、蓝色、青色、黄色 (RGBCY) 光; 降频转换的光 (如降频转换的 UV)、蓝色或紫色光。光源 192 可以包括一个或多个具有或没有降频转换器的 II-VI 族发光器件、激光二极管, 包括垂直腔面发射激光器 (VCSEL)、激光器、光子晶格结构。光源 192 可以包括多种类型的光源, 如, 连接到光导 110 和 / 或嵌入光导 110 内的 LED 光源。

[0087] 可以将荧光体结合到光源 192 中和 / 或可以包括荧光体作为光导 110 的进光区域或出光区域附近的远程元件。可以将一个或多个光传感器连同控制系统使用, 以共同或独立地控制由一个或多个光源 192 发出的光, 如发出的光的强度。

[0088] 反射器 109 可以沿着光导 110 的表面和 / 或一个或多个边缘设置。凡是使用多个光源的, 可以将反射器 109 设置在多个光源之间, 例如多个设置在输入边缘附近的光源之间。反射器可以是镜面、半镜面反射器或漫反射器。在一些情况下, 光导 110 附接到反射器 109。如果这样的话, 可以使用增强型镜面反射器 (ESR)。为了控制反射镜漏光损失, 可以用光导 110 与反射器 109 之间的低折射率层将 ESR 附接到光导 110。在一些情况下, 可以将反射器 / 光导构造整合到笔记本电脑或其他装置的底座中, 这可以提供良好的结构稳定性并防止光学构造和 / 或其他显示元件发生热翘曲。

[0089] 光学构造 100G 包括具有结构化特征 171 的光重定向膜 170, 在该实例中结构化特征 171 被描述为具有背离光导 110 取向的峰的线性棱镜 (棱镜向上)。所述结构化特征可以是任何促进 TIR 的复制表面结构, 包括棱镜和 / 或透镜。这些表面结构可以是连续的、分段连续的, 并且特征的尺寸可以具有无规变化。尽管主要使用线性结构, 但也可以施加面内螺旋线型变型和 / 或沿着峰 172 或从线性结构的峰到峰的高度变化。结构化特征 171 被取向为使得它们反射以一定角度离开光导的光线, 该角度小于逸出光导所需的临界角, 但大于在光重定向层 170 的结构化表面处发生 TIR 的临界角。这些光线不会从光重定向膜 170 的自由表面射出, 但会受到光学构造 100G 中的第二层反射。就线性棱镜而言, 可提供第二层 TIR 的结构化特征的取向大致平行于光导 110 内的光传播方向 175。

[0090] 具有背离光导 110 的主出射表面 112 取向的棱镜的光学膜可以用作可提高所需光出射角度范围内的光源亮度的光再循环膜。线性棱镜 171 的峰 172 的幅度可以随不同棱镜而变化, 或者可以沿着具体棱镜 171 的峰 172 而变化。在一些实例中, 第一组峰 172 的高度可以大于第二组峰 172 的高度。这些变化对于减少视觉缺陷是理想的, 例如润湿度或波纹效应。

[0091] 光重定向层 170 可以由合适的聚合物材料制成, 例如丙烯酸类树脂、聚碳酸酯、UV 固化丙烯酸酯等。可以将体扩散材料掺入到光重定向层 170 中, 但在多种情况下, 这会降低光学膜的性能。可以使用一体的丙烯酸类树脂和聚碳酸酯挤出层。或者, 光重定向层可以是两部分构造, 其中相应的结构化表面浇铸或固化在基底上。例如, 可以使用浇铸在聚酯基底上的紫外线固化的丙烯酸类树脂。聚对苯二甲酸乙二醇酯 (“PET”) 可以用作在上面固化结构化特征的基底。由于双轴取向的 PET 具有机械和光学性质, 所以其通常是优选的。可用作基底的平滑聚酯膜可以商品名 MELINEX 617 从 ICI Americas Inc. (Hopewell, Va.) 商购获得。可以施加在膜上以用作基底的糙面精整涂层可以商品名 MARNOT. 75GU 从 Tekra

Corporation (New Berlin, Wis.) 商购获得。使用糙面精整涂层会影响用本文所述的技术可获得的亮度增强效果,然而,对于某些应用而言,需要以其它方式进行糙面精整。可以通过改变层的组成来调节光重定向层 170 的折射率。

[0092] 如前所述,一个或多个中间层(包括一个或多个光重定向层)可以设置在光重定向膜 170 与低折射率光学膜 120 之间。

[0093] 图 1H 示出了光学构造 100H,其中光重定向膜 180 包括朝向光导 110 的主要出光表面 112 取向的结构化特征 181 (棱镜向下)。光学构造 100H 的各自的相邻层的相邻主表面的大部分彼此物理接触。具有朝向光导 110 的主出射表面 112 取向的棱镜的光学膜可以用作使从光导 110 发出的光准直的转向薄膜。结构化特征(如线性棱镜 181)基本上垂直于光传播轴 175 排列。在光学构造 100H 中,光学膜 120 的材料设置在转向薄膜 180 的棱镜之间并具有平表面 182,平表面 182 直接设置在光导 110 的主出射表面 112 上,也可以通过一个或多个中间层(图 1H 中未示出)间接设置在光导 110 的主表面 112 上。

[0094] 图 1I 示出了光学构造 100I,其中第二低折射率膜 150 设置在光重定向膜 130 的表面上。光学构造 100I 包括光导 110、第一低折射率光学膜 120 和光重定向膜 130。一个或多个另外的层可以设置在光学构造 100I 的层之间,如高吸收层可以设置在第一低折射率光学膜 120 与光重定向膜 130 之间和 / 或一个或多个粘合剂层可以设置在光导 110 与第一低折射率光学膜 120 之间和 / 或第一低折射率光学膜 120 与光重定向膜 130 之间。第二低折射率光学膜 150 设置在光重定向膜的结构化特征 171 之间并可使光学构造 100I 的表面平面化。光学构造 100I 具有降低粉尘敏感性和减少高角度光的优点。另外,低折射率膜 150 允许构造直接连接到(例如手机的) LCD 面板。可以用该构造提供紧凑的、薄的、自备式照明 / 图像生成模块。

[0095] 在一些实施例中,如双面显示器或标牌,光导可以从全部两个主表面发光,如图 1J 所示。光学构造 100J 包括具有两个主要发光表面 197、196 的光导 198。低折射率膜 120A、120B 分别直接或间接设置在光导 198 的两个主要发光表面 197、196 上。例如,双面光导的提取结构可以包括在全部两个表面 197、198 上的模糊的低折射率涂层。高吸收层和 / 或光重定向膜 130A、130B 直接或间接设置在低折射率膜 120A、120B 上。光学构造 100J 的各自的相邻层的相邻主表面的大部分彼此物理接触。光学构造 100J 可用于提供(如双面标牌或显示器的)双面照明。任选地在图 1J 所示的光学构造 100J 的一个或多个层之间使用光学粘合剂层,以将相邻的层粘合在一起。

[0096] 图 2 示出了根据本发明实施例的光学构造中发生的双层光反射。光由光源 290 发出,并在光输入边缘 212 处耦合到光导 210 中。光导 210 具有折射率 N_1 和吸收率 A_1 。

[0097] 光学构造 200 包括直接或间接设置在光导 210 上的低折射率光学膜 220,其具有折射率 N_2 和吸收率 A_2 ,其中 $N_2 < N_1$ 。例如,在一些具体实施中,光导 210 为丙烯酸类树脂,其折射率为 1.49。低折射率光学膜 220 的折射率可以为小于 1.49,例如,小于 1.35,或在约 1.10 至约 1.35 的范围内。反射型偏振器 240 直接或间接设置在低折射率光学膜 220 上。反射型偏振器 240 的吸收率 A_3 大于光导 210 的吸收率 A_1 和低折射率光学膜 220 的吸收率 A_2 。光重定向膜 230 直接或间接设置在反射型偏振器 240 上。光学构造 200 中相邻层的相邻主表面的大部分彼此物理接触。

[0098] 光学构造 200 提供可减少从光源泄漏的光的两层光反射,从而提高效率并减少光

学缺陷。第一层反射发生在光导 210 的主要出光表面 213 处。低折射率光学膜 220 的折射率 N_2 小于光导 210 的折射率 N_1 。由于折射率 N_1 、 N_2 之间的差值,进入光导 210 的光中的大部分通过在光导表面 213 处发生的 TIR 在光导 210 内传播。然而,耦合到光导 210 中的光可以小于 TIR 临界角的入射角传播至表面 213。这种光不会在表面 213 处反射,并会过早地(即,在其被光提取结构 211 提取之前)从光导漏出。如果让其从光学构造 200 逸出,则过早提取的光会产生视觉人工痕迹和不均匀度。人工痕迹和不均匀度的严重程度应当取决于光导 210 的折射率与低折射率光学膜 220 的折射率之间的差值。然而,通过由光重定向膜 230 提供的第二层 TIR 减轻了这一潜在的问题。

[0099] 第一层 TIR 用在输入边缘 212 处进入光导的光线 281 的路径进行说明。因为光线 281 在光导 210 的主要出光表面 213 处的初始入射角 θ_0 大于 TIR 的临界角,因此根据斯涅尔定律光线 281 在表面 213 处被反射。反射之后,光线 281 继续透过光导 210 传播,直到照到提取结构 211。光线 281 被提取结构 211 反射并再次遇到主要出光表面 213。然而,被提取结构 212 反射之后,光线 281 在表面 213 处的入射角小于临界角,从而允许光线 281 从光导 210 逸出。当光线 281 离开光学构造 200 时,可以被光重定向膜 230 折射。

[0100] 第二层 TIR 用光线 282 的路径进行说明。光线 282 在光导 210 的表面 213 处的初始入射角小于 TIR 的临界角,从而允许光线 282 从光导 210 漏出。光线 282 穿过低折射率膜 220 和偏振器 240 继续行进并进入光重定向膜 230。光重定向膜 230 的结构化特征被取向为使得其反射以小于在光重定向层 130 的结构化表面处的临界角的角度从光导泄漏的光。光线 282 在光重定向层的折射结构上的入射角小于在光重定向膜 230 表面处的 TIR 临界角,光线 282 被光重定向膜 230 反射,从而重新进入光导 210 并继续传播,直到其遇到提取结构 211,然后以不会被光重定向膜 230 全内反射的角度离开光导 210。

[0101] 尽管图 2 中示出了双层光反射,但应当理解,通过添加一个或多个另外的层可以实现一个或多个额外层的光反射。

[0102] 图 3 示出了低折射率膜的更详细的视图。由于低折射率膜 300A 内存在空隙 320 的网,所以低折射率膜 300A 具有多孔的内部。低折射率膜 300A 也可以包括多个分散在粘结剂 310 内的粒子 340。通常,低折射率膜 300A 可以包括一个或多个互连的孔或空隙的网。例如,空隙 320 的网可以被视为包括互连的空隙或孔 320A-320C。空隙 320 可以通过中空隧道或类似中空隧道的通道彼此连接。空隙 320 不一定不含所有物质和/或颗粒。例如,在一些情况下,空隙可以包含一个或多个小的纤维状或线丝状物体,所述物体包括(例如)粘结剂和/或纳米粒子。在某些构造中,低折射率膜 300A 包括大量互连的空隙或多个空隙网,其中大量空隙或网中的空隙是互连的。在一些情况下,除了大量互连的空隙,低折射率膜 300A 还包括多个封闭或不相连的空隙,即所述空隙不通过隧道与其他空隙相连。

[0103] 低折射率光学膜 300A 由于包括多个空隙,因此支持全内反射(TIR)。当在光学透明的非多孔介质中行进的光入射到具有高孔隙度的层上时,倾斜角度的入射光的反射率比垂直入射光的反射率高得多。就无雾度或低雾度的有空隙的膜而言,大于临界角的倾斜角度的反射率接近约 100%。在这种情况下,入射光经受全内反射(TIR)。

[0104] 低折射率光学膜中的空隙具有折射率 n_v 和介电常数 ϵ_v ,其中 $n_v^2 = \epsilon_v$,粘结剂具有折射率 n_b 和介电常数 ϵ_b ,其中 $n_b^2 = \epsilon_b$ 。通常,光学膜与光(例如入射到光学膜上或在光学膜中传播的光)的相互作用取决于多种膜特性,例如为,膜厚度、粘结剂折射率、空隙或孔折

射率、孔形状和尺寸、孔的空间分布,以及光的波长。在一些情况下,入射到光学膜上或在光学膜内传播的光“经历”有效介电常数 $\epsilon_{\text{有效}}$ 和有效折射率 $n_{\text{有效}}$,其中 $n_{\text{有效}}$ 可以用空隙折射率 n_v 、粘结剂折射率 n_b 和膜孔隙度或空隙体积分率“f”表示。在这种情况下,光学膜足够厚,并且空隙足够小,以使得光无法分辨单个或孤立空隙的形状和特征。在这种情况下,至少大多数空隙(例如至少 60% 或 70% 或 80% 或 90% 的空隙)的尺寸为不大于约 $\lambda/5$ 、或不大于约 $\lambda/6$ 、或不大于约 $\lambda/8$ 、或不大于约 $\lambda/10$ 、或不大于约 $\lambda/20$,其中 λ 为光的波长。

[0105] 在一些情况下,入射到光学膜上的光是可见光,即光的波长在电磁光谱的可见区内。在这种情况下,可见光的波长为在约 380nm 至约 750nm、或约 400nm 至约 700nm、或约 420nm 至约 680nm 的范围内。在这种情况下,如果至少大多数空隙(如至少 60% 或 70% 或 80% 或 90% 的空隙)的尺寸为不大于约 70nm、或不大于约 60nm、或不大于约 50nm、或不大于约 40nm、或不大于约 30nm、或不大于约 20nm、或不大于约 10nm,可以适当指定光学膜的有效折射率。

[0106] 在一些情况下,低折射率光学膜足够厚,以使得光学膜可以合理地具有可以用空隙折射率、粘结剂折射率以及空隙或孔体积分率或孔隙度表示的有效折射率。在这种情况下,低折射率光学膜的厚度为不小于约 100nm、或不小于约 200nm、或不小于约 500nm、或不小于约 700nm、或不小于约 1000nm。

[0107] 当低折射率光学膜中的空隙足够小并且光学膜足够厚时,该光学膜具有有效介电常数 $\epsilon_{\text{有效}}$,该介电常数可表示为:

$$[0108] \quad \epsilon_{\text{有效}} = f \epsilon_v + (1-f) \epsilon_b \quad (1)$$

[0109] 在此类情况下,该光学膜的有效折射率 $n_{\text{有效}}$ 可表示为:

$$[0110] \quad n_{\text{有效}}^2 = f n_v^2 + (1-f) n_b^2 \quad (2)$$

[0111] 在一些情况下,例如当孔与粘结剂的折射率差值足够小时,光学膜的有效折射率可以大致表示为:

$$[0112] \quad n_{\text{有效}} = f n_v + (1-f) n_b \quad (3)$$

[0113] 在这种情况下,低折射率光学膜的有效折射率为空隙和粘结剂折射率的体积加权平均值。例如,光学膜的有效折射率为约 1.25,所述光学膜的空隙体积分率为约 50% 且粘结剂折射率为约 1.5。

[0114] 在一些情况下,低折射率光学膜 300A 的光学雾度为不大于约 5%、或不大于约 4%、或不大于约 3.5%、或不大于约 4%、或不大于约 3%、或不大于约 2.5%、或不大于约 2%、或不大于约 1.5%、或不大于约 1%。在这种情况下,低折射率光学膜的有效折射率为不大于约 1.35、或不大于约 1.3、或不大于约 1.25、或不大于约 1.2、或不大于约 1.15、或不大于约 1.1、或不大于约 1.05。在这种情况下,低折射率光学膜 300A 的厚度为不小于约 100nm、或不小于约 200nm、或不小于约 500nm、或不小于约 700nm、或不小于约 1,000nm、或不小于约 1500nm、或不小于约 2000nm。

[0115] 互连空隙的局部体积分率,例如互连空隙 370A 的第一局部体积分率与互连空隙 375A 的第二局部体积分率可以沿着低折射率光学膜 300A 内的厚度 t_1 方向变化。互连空隙的局部体积分率和空隙尺寸分布可以沿着厚度方向以若干方式变化,如图 3B-3G 中所示以及其他地方所述。在一些情况下,梯度光学膜为多孔膜,即空隙 320 的网分别在第一主表面 330 和第二主表面 332 之间形成一个或多个通道。

[0116] 空隙 320 的网可被视为包括多个互连空隙。空隙中的一些可以位于光学膜 300A 的表面处并可被视为表面空隙。例如,在示例性的光学膜 300A 中,空隙 320D 和 320E 位于低折射率光学膜的第二主表面 332 处,并可被视为表面空隙 320D 和 320E,空隙 320F 和 320G 位于光学膜 300A 的第一主表面 330 处,并可被视为表面空隙 320F 和 320G。空隙中的一些(例如空隙 320B 和 320C)位于光学膜的内部内并远离光学膜的外表面,可以将其视为内部空隙 320B 和 320C,即使内部空隙可以通过(例如)其他空隙连接到主表面。

[0117] 空隙 320 具有尺寸 d_1 , 该尺寸通常可以通过选择合适的组成和制造技术(例如涂布、干燥和固化条件)来进行控制。通常, d_1 可以是任何所需值范围内的任何所需值。例如,在一些情况下,至少大多数空隙(例如至少 60% 或 70% 或 80% 或 90% 或 95% 的空隙)具有所需范围内的尺寸。例如,在一些情况下,至少大多数空隙(例如至少 60% 或 70% 或 80% 或 90% 或 95% 的空隙)的尺寸为不大于约 10 微米、或不大于约 7 微米、或不大于约 5 微米、或不大于约 4 微米、或不大于约 3 微米、或不大于约 2 微米、或不大于约 1 微米、或不大于约 0.7 微米、或不大于约 0.5 微米。

[0118] 在一些情况下,多个互连空隙 320 的平均空隙或孔尺寸为不大于约 5 微米、或不大于约 4 微米、或不大于约 3 微米、或不大于约 2 微米、或不大于约 1 微米、或不大于约 0.7 微米、或不大于约 0.5 微米。

[0119] 在一些情况下,一些空隙可足够小,以使得其主要光学效应为降低有效折射率,而一些其他空隙可降低有效折射率并散射光,同时还有一些其他空隙可足够大,以使得其主要光学效应为散射光。

[0120] 粒子 340 具有尺寸 d_2 , 该尺寸可以是任何所需值范围内的任何所需值。例如,在一些情况下,至少大多数粒子(例如至少 60% 或 70% 或 80% 或 90% 或 95% 的粒子)具有所需范围内的尺寸。例如,在一些情况下,至少大多数粒子(例如至少 60% 或 70% 或 80% 或 90% 或 95% 的粒子)的尺寸为不大于约 5 微米、或不大于约 3 微米、或不大于约 2 微米、或不大于约 1 微米、或不大于约 700nm、或不大于约 500nm、或不大于约 200nm、或不大于约 100nm、或不大于约 50nm。

[0121] 在一些情况下,多个粒子 340 的平均粒度为不大于约 5 微米、或不大于约 3 微米、或不大于约 2 微米、或不大于约 1 微米、或不大于约 700nm、或不大于约 500nm、或不大于约 200nm、或不大于约 100nm、或不大于约 50nm。

[0122] 在一些情况下,粒子中的一些可足够小,以使得它们主要影响有效折射率,而一些其他粒子可影响有效折射率并散射光,同时还有一些其他粒子可足够大,以使得其主要光学效应为散射光。

[0123] 在一些情况下, d_1 和 / 或 d_2 足够小,以使得空隙和粒子的主要光学效应为影响低折射率光学膜 300A 的有效折射率。例如,在这种情况下, d_1 和 / 或 d_2 为不大于约 $\lambda/5$ 、或不大于约 $\lambda/6$ 、或不大于约 $\lambda/8$ 、或不大于约 $\lambda/10$ 、或不大于约 $\lambda/20$, 其中 λ 为光的波长。又如,在这种情况下, d_1 和 d_2 为不大于约 70nm、或不大于约 60nm、或不大于约 50nm、或不大于约 40nm、或不大于约 30nm、或不大于约 20nm、或不大于约 10nm。在这种情况下,空隙和粒子还可以散射光,但空隙和粒子的主要光学效应是限定具有有效折射率的光学膜的有效介质。有效折射率部分地取决于空隙、粘结剂和粒子的折射率。在一些情况下,有效折射率为降低的有效折射率,即有效折射率小于粘结剂的折射率和粒子的折射率。

[0124] 在空隙和 / 或粒子的主要光学效应是影响折射率的情况下, d_1 和 d_2 足够小, 以使得大部分 (例如至少约 60%、或至少约 70%、或至少约 80%、或至少约 90%、或至少约 95%) 空隙 320 和粒子 340 具有降低有效折射率的主要光学效应。在这种情况下, 大部分 (例如至少约 60%、或至少约 70%、或至少约 80%、或至少约 90%、或至少约 95%) 空隙和 / 或粒子的尺寸为在约 1nm 至约 200nm、或约 1nm 至约 150nm、或约 1nm 至约 100nm、或约 1nm 至约 50nm、或约 1nm 至约 20nm 的范围内。

[0125] 在一些情况下, 粒子 340 的折射率 n_1 可以足够接近粘结剂 310 的折射率 n_b , 以使得有效折射率不依赖或几乎不依赖粒子的折射率。在这种情况下, n_1 与 n_b 之间的差值为不大于约 0.01、或不大于约 0.007、或不大于约 0.005、或不大于约 0.003、或不大于约 0.002、或不大于约 0.001。在一些情况下, 粒子 340 足够小, 而且它们的折射率足够接近粘结剂的折射率, 以使得粒子不会主要散射光或影响折射率。在这种情况下, 粒子的主要效应可以 (例如) 是提高低折射率膜 300A 的强度。在一些情况下, 粒子 340 可以改善低折射率光学膜的制备工艺, 但制备低折射率光学膜 300A 时可能不会用到粒子。

[0126] 在空隙 320 和粒子 340 的网的主要光学效应是影响有效折射率并且不会 (例如) 散射光的情况下, 由于存在空隙 320 和粒子 340, 而使低折射率光学膜 300A 的光学雾度为不大于约 5%、或不大于约 4%、或不大于约 3.5%、或不大于约 4%、或不大于约 3%、或不大于约 2.5%、或不大于约 2%、或不大于约 1.5%、或不大于约 1%。在这种情况下, 低折射率光学膜 300A 的有效介质的有效折射率为不大于约 1.35、或不大于约 1.3、或不大于约 1.25、或不大于约 1.2、或不大于约 1.15、或不大于约 1.1、或不大于约 1.05。

[0127] 低折射率光学膜的厚度可以为不小于约 100nm、或不小于约 200nm、或不小于约 500nm、或不小于约 700nm、或不小于约 1,000nm、或不小于约 1500nm、或不小于约 2000nm。

[0128] 对于垂直入射到低折射率光学膜 300A 上的光而言, 如本文所用, 光学雾度被定义为偏离法向 4 度以上的透射光与全部透射光的比率。用 Haze-guard Plus 雾度计 (BYK-Gardiner (Silver Springs, Md.)) 根据 ASTM D1003 中所述的步骤测量本文所公开的雾度值。

[0129] 低折射率膜 300A 足够厚, 以使得在低折射率膜 300A 表面处经受全内反射的光线的消逝尾不会在低折射率膜的整个厚度上光学耦合或几乎不会光学耦合。在这种情况下, 低折射率膜 300A 的厚度 t_1 为不小于约 1 微米、或不小于约 1.1 微米、或不小于约 1.2 微米、或不小于约 1.3 微米、或不小于约 1.4 微米、或不小于约 1.5 微米、或不小于约 1.7 微米、或不小于约 2 微米。足够厚的低折射率光学膜 300A 可防止或减小在低折射率光学膜整个厚度上发生的光学模式的消逝尾的不利光学耦合。

[0130] 通常, 低折射率膜 300A 可以具有应用中可能需要的任何孔隙度或空隙体积分率。在一些情况下, 低折射率光学膜 300A 中多个空隙 320 的体积分率为不小于约 20%、或不小于约 30%、或不小于约 40%、或不小于约 50%、或不小于约 60%、或不小于约 70%、或不小于约 80%、或不小于约 90%。

[0131] 在一些情况下, 低折射率膜 300A 包括多个分散在粘结剂 310 中的粒子 340。粒子 340 可以具有应用中可能需要的任何粒度。例如, 在一些情况下, 至少大多数粒子 (如至少 60% 或 70% 或 80% 或 90% 或 95% 的粒子) 具有所需范围内的粒度。例如, 在一些情况下, 至少大多数粒子 (例如至少 60% 或 70% 或 80% 或 90% 或 95% 的粒子) 的粒度为不大于约 5 微米、

或不大于约 3 微米、或不大于约 2 微米、或不大于约 1 微米、或不大于约 700nm、或不大于约 500nm、或不大于约 200nm、或不大于约 100nm、或不大于约 50nm。

[0132] 在一些情况下,多个粒子 340 的平均粒度为不大于约 5 微米、或不大于约 3 微米、或不大于约 2 微米、或不大于约 1 微米、或不大于约 700nm、或不大于约 500nm、或不大于约 200nm、或不大于约 100nm、或不大于约 50nm。

[0133] 在一些情况下,粒子 340 足够小,以使得粒子的主要光学效应是影响低折射率膜 300A 的有效折射率。例如,在这种情况下,粒子的平均粒度为不大于约 $\lambda/5$ 、或不大于约 $\lambda/6$ 、或不大于约 $\lambda/8$ 、或不大于约 $\lambda/10$ 、或不大于约 $\lambda/20$,其中 λ 为光的波长。又如,平均粒度为不大于约 70nm、或不大于约 60nm、或不大于约 50nm、或不大于约 40nm、或不大于约 30nm、或不大于约 20nm、或不大于约 10nm。

[0134] 在示例性的低折射率膜 300A 中,粒子 340 (如粒子 340A 和 340B)为实心粒子。在一些情况下,低折射率光学膜 300A 可以(作为另外一种选择或除此之外)包括多个中空或多孔粒子 350。

[0135] 粒子 340 可以是应用中可能需要的任何类型的粒子。例如,粒子 340 可以是有机或无机粒子。例如,粒子 340 可以是二氧化硅、氧化锆或氧化铝粒子。

[0136] 粒子 340 可以具有应用中可能需要或可以用到的任何形状。例如,粒子 340 可以具有规则或不规则形状。例如,粒子 340 可以是大致球形的。又如,粒子 340 可以是细长的。在这种情况下,低折射率光学膜 300A 包括多个细长粒子 320。在一些情况下,细长粒子的平均纵横比为不小于约 1.5、或不小于约 2、或不小于约 2.5、或不小于约 3、或不小于约 3.5、或不小于约 4、或不小于约 4.5、或不小于约 5。在一些情况下,粒子 340 可以是珠串(例如得自 Nissan Chemical (Houston, TX) 的 Snowtex-PS 粒子)或球形或无定形粒子聚集链(例如热解法二氧化硅)的形式或形状。

[0137] 粒子 340 可能是或可能不是官能化的。在一些情况下,粒子 340 不是官能化的。在一些情况下,粒子 340 是官能化的,以使得可以将它们分散在所需的溶剂或粘结剂 310 中,而没有或只有极少的结块。在一些情况下,粒子 340 可以进一步官能化,以化学键合到粘结剂 310。例如,粒子 340 (例如粒子 340A)可以是表面改性的,并具有化学键合到粘结剂 310 的反应性官能团或基团 360。在这种情况下,至少大部分粒子 340 化学键合到粘结剂。在一些情况下,粒子 340 没有化学键合到粘结剂 310 的反应性官能团。在这种情况下,粒子 340 可以物理结合到粘结剂 310,或粘结剂 310 可以包封粒子 340。

[0138] 在一些情况下,粒子 340 中的一些具有反应性基团,另一些不具有反应性基团。例如,在一些情况下,约 10%的粒子具有反应性基团,而约 90%的粒子不具有反应性基团;或约 15%的粒子具有反应性基团,而约 85%的粒子不具有反应性基团;或约 20%的粒子具有反应性基团,而约 80%的粒子不具有反应性基团;或约 25%的粒子具有反应性基团,而约 75%的粒子不具有反应性基团;或约 30%的粒子具有反应性基团,而约 60%的粒子不具有反应性基团;或约 35%的粒子具有反应性基团,而约 65%的粒子不具有反应性基团;或约 40%的粒子具有反应性基团,而约 60%的粒子不具有反应性基团;或约 45%的粒子具有反应性基团,而约 55%的粒子不具有反应性基团;或约 50%的粒子具有反应性基团,而约 50%的粒子不具有反应性基团;或约 55%的粒子具有反应性基团,而约 45%的粒子不具有反应性基团;或约 60%的粒子具有反应性基团,而约 40%的粒子不具有反应性基团;或约 65%的粒子具有反应

性基团,而约 35% 的粒子不具有反应性基团;或约 70% 的粒子具有反应性基团,而约 30% 的粒子不具有反应性基团;或约 75% 的粒子具有反应性基团,而约 25% 的粒子不具有反应性基团;或约 80% 的粒子具有反应性基团,而约 20% 的粒子不具有反应性基团;或约 85% 的粒子具有反应性基团,而约 15% 的粒子不具有反应性基团;或约 90% 的粒子具有反应性基团,而约 10% 的粒子不具有反应性基团。

[0139] 在一些情况下,粒子中的一些可利用反应性基团和非反应性基团在相同粒子上进行官能化。

[0140] 粒子的集合可包括粒度、反应性和非反应性粒子和不同类型粒子的混合物,例如有机粒子,包括聚合物粒子,例如丙烯酸类、聚碳酸酯、聚苯乙烯、有机硅等;或无机粒子,例如玻璃或陶瓷,包括(例如)二氧化硅和氧化锆等等。

[0141] 粘结剂 310 可以是或包括应用中可能需要的任何材料。例如,粘结剂 310 可以是形成聚合物(例如交联聚合物)的可固化材料。通常,粘结剂 310 可以是任何可聚合材料,例如辐射固化可聚合材料,例如 UV 固化型材料。

[0142] 通常,粘结剂 310 与多个粒子 340 的重量比可以是应用中可能需要的任何比率。在一些情况下,粘结剂与多个粒子的重量比为不小于约 1:1、或不小于约 1.5:1、或不小于约 2:1、或不小于约 2.5:1、或不小于约 3:1、或不小于约 3.5:1、或不小于约 4:1。

[0143] 在一些情况下,低折射率光学膜 300A 包括粘结剂、热解金属氧化物(例如热解法二氧化硅或氧化铝)和多个互连空隙或互连空隙的网。在这种情况下,热解金属氧化物与粘结剂的重量比为在约 2:1 至约 6:1 的范围内、或约 2:1 至约 4:1 的范围内。在一些情况下,热解金属氧化物与粘结剂的重量比为不小于约 2:1、或不小于约 3:1。在一些情况下,热解金属氧化物与粘结剂的重量比为不大于约 8:1、或不大于约 7:1、或不大于约 6:1。

[0144] 在一些情况下,低折射率光学膜 300A 可以是或包括多孔聚丙烯和/或聚乙烯薄膜,例如得自 Celanese Separation Products(Charlotte, N. C.) 的 CELGARD 膜。例如,低折射率光学膜 300A 可以是或包括厚度为约 25 微米和孔隙度为 55% 的 CELGARD 2500 膜。又如,低折射率光学膜 300A 可以是或包括厚度为约 12 微米和孔隙度为 38% 的 CELGARD M824 膜。图 5 为 CELGARD 膜的示例性光学图像。

[0145] 在一些情况下,低折射率光学膜 300A 可以是或包括通过热致相分离(TIPS)制成的多孔膜,例如根据美国专利 No. 4,539,256 和 No. 5,120,594 的教导所制备的那些。TIPS 膜可以具有宽范围的微观孔径。图 6 为 TIPS 膜的示例性光学图像。

[0146] 在一些情况下,低折射率光学膜 300A 可以是或包括通过溶剂诱导相分离(SIPS)制成的多孔膜,图 7 中示出了 SIPS 膜的示例性光学显微图。在一些情况下,光学膜 120 可以是或包括聚偏二氟乙烯(PVDF)多孔膜。

[0147] 低折射率光学膜 300A 可以包括以下共同待审的专利申请中所述的光学膜“Optical Film”(光学膜)(代理人案卷号 65062US002,序列号 61/169466,2009 年 4 月 15 日提交;“Gradient Low Index Article and Method”(低梯度折射率制品和方法)(代理人案卷号 65716US002),提交于 2009 年 10 月 24 日,序列号为 61/254673;“Retroreflecting Optical Construction”(回射光学构造)(代理人案卷号 65355US002),提交于 2009 年 4 月 15 日;上述专利均以引用方式并入本文中。

[0148] 低折射率光学膜 300A 可以用应用中可能需要的任何方法制备。在一些情况下,光

学膜 300A 可以用以下共同待审的专利申请中所述的方法制备：“PROCESS AND APPARATUS FOR A NANOVOIDED ARTICLE”（用于具有纳米空隙的制品的方法和设备），代理人案卷号 65046US002，提交于 2009 年 4 月 15 日；“PROCESS AND APPARATUS FOR COATING WITH REDUCED DEFECTS”（用于减少缺陷的涂布方法和设备），代理人案卷号 65185US002，提交于 2009 年 4 月 15 日；和“PROCESS FOR GRADIENT NANOVOIDED ARTICLE”（用于具有梯度纳米空隙的制品的方法），代理人案卷号 65766US002，提交于 2009 年 10 月 24 日；所述专利的公开内容均全文以引用方式并入本文中。

[0149] 例如，低折射率光学膜可以包括凝胶型膜，如“Optical Film”（光学膜）（代理人案卷号 65062US002，用代理人案卷号为 65046US002 的“PROCESS AND APPARATUS FOR A NANOVOIDED ARTICLE”（用于具有纳米空隙的制品的方法和设备）中所述的方法制备）中所述。低折射率光学膜可以包括“Retroreflecting Optical Construction”（回射光学构造）（代理人案卷号 65355US002）中所述的热解法二氧化硅膜。

[0150] 一般来讲，在一种方法中，首先制备包括多个粒子（例如纳米粒子）的溶液，并将可聚合材料溶解在溶剂中，其中可聚合材料可以包括（例如）一种或多种类型的单体。然后，通过（例如）施加热量或光使可聚合材料聚合，以在溶剂中形成不溶解的聚合物基质。在一个具体实施例中，聚合反应发生在表面中的一个的附近具有高氧气含量的环境中，从而抑制该表面附近的聚合反应，以形成梯度光学膜。在一个具体实施例中，在表面中的一个的附近的光引发剂浓度比另一个表面高，以形成梯度光学膜。

[0151] 在一些情况下，在聚合反应步骤之后，溶剂仍可以包括可聚合材料中的一些，但浓度较低。然后，通过干燥或蒸发溶液除去溶剂，从而得到包括分散在聚合物粘结剂 310 中的空隙 320 的网或多个空隙 320 的低折射率光学膜 300A。梯度光学膜还包括分散在聚合物中的多个粒子 340。粒子结合到粘结剂，其中所述结合的步骤可以是物理粘结或化学键合，或者可以被粘结剂包封。

[0152] 除了粘结剂 310 和粒子 340，低折射率光学膜 300A 还可以具有其他材料。例如，低折射率光学膜 300A 可以包括一种或多种有助于润湿在其上面形成梯度光学膜的基底的表面的添加剂，例如为，偶联剂。又如，低折射率光学膜 300A 可以包括一种或多种用于赋予低折射率光学膜 300A 颜色（例如黑色）的着色剂，例如炭黑。低折射率光学膜 300A 中的其他示例性的材料包括引发剂，例如一种或多种光引发剂、抗静电剂、UV 吸收剂和脱模剂。在一些情况下，低折射率光学膜 300A 可以包括能够吸收光并重发射较长波长光的降频转换材料。示例性的降频转换材料包括磷光体。

[0153] 通常，低折射率光学膜 300A 可以具有粘结剂 310 与多个粒子 340 的任何重量比所需的孔隙度。因此，通常所述重量比可以是应用中可能需要的任何值。在一些情况下，粘结剂 310 与多个粒子 340 的重量比为不小于约 1:2.5、或不小于约 1:2.3、或不小于约 1:2、或不小于约 1:1、或不小于约 1.5:1、或不小于约 2:1、或不小于约 2.5:1、或不小于约 3:1、或不小于约 3.5:1、或不小于约 4:1、或不小于约 5:1。在一些情况下，所述重量比为在约 1:2.3 至约 4:1 的范围内。

[0154] 在一些情况下，可以对低折射率光学膜 300A 的顶部主表面 332 进行处理，以（例如）提高低折射率光学膜对另一个层的粘附力。例如，顶部表面可以进行电晕处理。

[0155] 在一些实施例中，低折射率光学膜沿着厚度方向具有基本上恒定的孔隙度。在其

他实施例中,低折射率光学膜具有沿着低折射率光学膜的厚度方向变化的局部孔隙度。局部孔隙度沿着厚度方向变化的光学膜在本文中被表示为梯度膜或低梯度折射率膜。在一些情况下,局部孔隙度可以用局部空隙体积分率或局部孔尺寸分布描述。例如,梯度光学膜可以具有第一局部体积分率和第二局部体积分率,其中多个空隙的第二体积分率为小于第一体积分率的 50%、20%、10% 或 1%。

[0156] 图 3B-3G 分别为根据本公开不同方面的低梯度折射率膜 300B-300G 的示意性侧视图。为清楚起见,图 3B-3G 中未示出图 3A 所述的数字表示的元件 310-360 和尺寸 d_1 - d_3 ; 然而,对图 3A 的低折射率光学膜 300A 描述中的每一个也都分别适用于图 3B-3G 的梯度光学膜 300B-300G。用于形成梯度光学膜 300B-300G 的技术在(例如)标题为“PROCESS FOR GRADIENT NANOVOIDED ARTICLE”(用于具有梯度纳米空隙的制品的方法)、代理人案卷号为 65766US002 的共同待审的专利申请中有所描述。

[0157] 在图 3B 中,低梯度折射率光学膜 300B 包括局部体积分率沿着厚度方向(例如)以所示单调方式变化的互连空隙 390B。在一个具体实施例中,靠近低梯度折射率光学膜 300B 的第一表面 330B 的互连空隙 370B 的第一局部体积分率低于靠近低梯度折射率光学膜 300B 的第二表面 332B 的互连空隙 375B 的第二局部体积分率。

[0158] 低梯度折射率光学膜 300B 可以别处所述的多种技术制备。在一个具体实施例中,低梯度折射率光学膜 300B 可以(例如)使用基于吸光度的技术制备,其中聚合光的强度从第一表面 330B 向第二表面 332B 降低。

[0159] 在图 3C 中,低梯度折射率光学膜 300C 包括局部体积分率沿着厚度方向(例如)以所示步进方式变化的互连空隙 390C。在一个具体实施例中,靠近梯度光学膜 300C 的第一表面 330C 的互连空隙 370C 的第一局部体积分率低于靠近梯度光学膜 300C 的第二表面 332C 的互连空隙 375C 的第二局部体积分率。在一些情况下,例如,如图 1C 所示,第一局部体积分率的互连空隙 370C 急剧(即,步进式)转变成第二局部体积分率的互连空隙 375C。在一些情况下,第二体积分率的互连空隙 375C 的厚度 t_2 可以为总厚度 t_1 的较小百分比,例如,总厚度 t_1 的约 1% 至约 5%、或至约 10%、或至约 20%、或至约 30% 或更高。

[0160] 低梯度折射率光学膜 300C 可以用如别处所述的多种技术制备。在一个具体实施例中,可以(例如)通过使用靠近第一表面和第二表面(330C、332C)的聚合反应引发剂浓度差值或聚合反应抑制剂浓度差值来制备低梯度折射率光学膜 300C。

[0161] 在图 3D 中,低梯度折射率光学膜 300D 包括局部体积分率沿着厚度方向变化的互连空隙 390D,例如,具有如图所示的最小局部体积分率的互连空隙 377D。在一个具体实施例中,靠近梯度光学膜 300D 的第一表面 330D 的第一局部体积分率的互连空隙 370D 与靠近低梯度折射率光学膜 300D 的第二表面 332D 的第二局部体积分率的互连空隙 375D 大致相同。在一些情况下,如图 3D 所示,第一局部体积分率的互连空隙 370D 急剧(即,步进式)转变成最小局部体积分率的互连空隙 377D。在一些情况下,最小体积分率的互连空隙 377D 的厚度 t_2 可以为总厚度 t_1 的较小百分比,例如,总厚度 t_1 的约 1% 至约 5%、或至约 10%、或至约 20%、或至约 30% 或更高。在一些情况下,最小局部体积分率的互连空隙 377D 的相对位置可以位于梯度光学膜 300D 内的任何地方,例如,在与第一表面 330D 的距离为厚度 t_3 处。

[0162] 低梯度折射率光学膜 300D 可以用如别处所述的多种技术制备。在一个具体实施例中,可以(例如)通过将一对图 3C 所示的梯度光学膜 300C 沿着第二表面 332C 彼此层合在

一起制备梯度光学膜 300D。

[0163] 在图 3E 中,低梯度折射率光学膜 300E 包括局部体积分率沿着厚度方向变化的互连空隙 390E,例如,具有所示靠近第一表面 330E 和第二表面 332E 的局部体积分率步进变化的互连空隙。在一个具体实施例中,靠近梯度光学膜 300E 的第一表面 330E 的第一局部体积分率的互连空隙 370E 与靠近梯度光学膜 300E 的第二表面 332E 的第二局部体积分率的互连空隙 375E 大致相同。在一些情况下,如图 3E 所示,第一局部体积分率的互连空隙 370E 急剧(即,步进式)转变成最大局部体积分率的互连空隙 377E。在一些情况下,第一局部体积分率的互连空隙 370E 的厚度 t_2 和第二局部体积分率的互连空隙 375E 的厚度 t_3 可以分别为总厚度 t_1 的较小百分比,例如,总厚度 t_1 为约 1% 至约 5%、或至约 10%、或至约 20%、或至约 30% 或更高。在一些情况下,第一局部体积分率的互连空隙 370E 和第二局部体积分率的互连空隙 375E 中的每一个都可以具有非步进式转变(未示出,但类似于图 3B 中所示的单调变化)。

[0164] 低梯度折射率光学膜 300E 可以用如别处所述的多种技术制备。在一个具体实施例中,可以(例如)通过将一对图 3C 中所示的梯度光学膜 300C 沿着第一表面 330C 彼此层合在一起制备梯度光学膜 300E。

[0165] 在图 3F 中,低梯度折射率光学膜 300F 包括局部体积分率沿着厚度方向变化的互连空隙 390F,例如,具有所示梯度最小局部体积分率的互连空隙 377F。在一个具体实施例中,靠近梯度光学膜 300F 的第一表面 330F 的第一局部体积分率的互连空隙 370F 与靠近梯度光学膜 300F 的第二表面 332F 的第二局部体积分率的互连空隙 375F 大致相同。在一些情况下,如图 3F 所示,第一局部体积分率的互连空隙 370F 逐渐(即,以单调梯度)转变成最小局部体积分率的互连空隙 377F,并再逐渐转变成第二体积分率的互连空隙 375F。

[0166] 低梯度折射率光学膜 300F 可以用如别处所述的多种技术制备。在一个具体实施例中,可以(例如)通过将一对图 3B 中所示的梯度光学膜 300B 沿着第二表面 332B 彼此层合在一起制备梯度光学膜 300F。

[0167] 在图 3G 中,低梯度折射率光学膜 300G 包括局部体积分率沿着厚度方向变化的互连空隙 390G,例如,具有所示的一对局部体积分率步进变化的互连空隙 377G、378G。在一个具体实施例中,靠近梯度光学膜 300G 的第一表面 330G 的第一局部体积分率的互连空隙 370G 与靠近梯度光学膜 300G 的第二表面 332G 的第二局部体积分率的互连空隙 375G 大致相同。在一些情况下,如图 3G 所示,第一局部体积分率的互连空隙 370G 急剧(即,步进式)转变成最小局部体积分率的互连空隙 377G,再急剧转变成最大局部体积分率的互连空隙 380G,再急剧转变成最小局部体积分率的互连空隙 378G,并且最后再急剧转变成第二局部体积分率的互连空隙 375G。在一些情况下,局部体积分率的互连空隙中的每一个都可以具有非步进式转变(未示出,但类似于图 3B 中所示的单调变化)。

[0168] 低梯度折射率光学膜 300G 可以用如别处所述的多种技术制备。在一个具体实施例中,可以(例如)用多层涂布技术制备梯度光学膜 300G,其中可以在对应最小局部空隙体积分率的层(377G、378G)和对应最大局部空隙体积分率 390G 的层中使用不同的光引发剂浓度。

[0169] 图 8A 为根据本公开一个方面的涂覆在基底 810 上的低梯度折射率光学膜 800 的显微剖视图。梯度光学膜 800 包括邻近基底 810 的第一主表面 830 和靠近第一主表面 830

的第一局部体积分率的互连空隙 870。梯度光学膜还包括第二主表面 832 和靠近第二主表面 832 的致密的第二局部体积分率的互连空隙 875。图 8B 为图 8A 的放大显微图,其更清楚地显示第一局部体积分率的互连空隙 870 大于致密的第二体积分率的互连空隙 875。

[0170] 本文所述的光学构造可用于显示器背光源,如用于 LCD 显示器。将光限制到背光源内的区的步骤是一些应用中的重要性能。这样做能够进行动态调光,其中背光源根据显示内容主动地局部降低亮度。这具有显著降低显示器功率的优点,并且可以提高对比度。另外,场序系统可以得益于分区,并且用恰当的像素转换速度能够提供图像模糊度有所降低的快速运动图像。

[0171] 可以将本文所述的光学构造布置成 10s 至 100s 的光导阵列形式的元件,以形成分区系统。阵列的每一个元件都可以包括一个或多个光源、光导和一个或多个光学层,如低折射率光学膜、偏振器和光重定向膜。在这些构造中,可以单独控制每一个元件的亮度。在一些情况下,通过嵌套和 / 或铺设光导以使得 LED 和部分光导设置在相邻的光导下面来提高均匀度。这种交错或锯齿形式在整个显示器内重复。下面的图 4A 和图 4B 示出了两种方案。这些实施方式中所用的光导的尺寸可以较小,对角线尺寸为大约一至若干厘米,或者对于每一个元件都可以是电视大小的大型显示墙而言,所述尺寸可以是几百厘米。

[0172] 图 4A 示出了嵌套式光学构造 410、415。光学构造 410、411 中的每一个都包括光导 411、416,光源 490、491,和一个或多个光学层 412、417,所述光学层可以包括低折射率膜、光重定向膜和 / 或偏振器。液晶显示器 (LCD) 面板 480 设置在嵌套式光学构造 410、415 上方。

[0173] 如图 4A 所示,光源 491 和光导 416 的一部分设置在相邻光学构造 410 下方。将光源 491 和光导 416 设置在相邻光导 411 下方的步骤包括一起滑动平铺的元件,以使得平铺元件之间几乎没有或没有间隙。可以将防护物(例如反光条)设置在光源 490、491 的正上方,以限制任何光直接朝 LCD 面板 480 泄漏。

[0174] 图 4B 示出了平铺式光学构造 420、425、430。光学构造 420、425、430 中的每一个都包括光导 421、426、431,光源 492、493、494,和一个或多个光学层 422、427、432,所述光学层可以包括低折射率膜、光重定向膜和 / 或偏振器。

[0175] 实例

[0176] 1. 实例制备过程中使用的材料及其首字母缩写词。

[0177] 10 密耳聚碳酸酯上的棱镜膜(本文表示为 PC-BEF):在 10 密耳聚碳酸酯基底上涂覆并固化具有线性棱镜结构化表面的固化层。未固化的材料的折射率为大于 1.55。线性棱镜结构的夹角为 90° 、间距为 50 微米和齿顶圆角半径为 7 微米。如 US 6,280,063 中所述在 10 密耳聚碳酸酯膜上制备棱镜膜。

[0178] 粘合剂(本文表示为 PSA):将 0.1% 双酰胺交联剂加入 SK Dyne2003K 湿粘合剂中,该粘合剂得自 Soken Chemicals(Tokyo, Japan),并使用常规狭槽冲模将该混合物涂布到 2 密耳聚酯硅树脂剥离衬垫(T50,得自 CP Films(St. Louis, MO))上并且使溶剂干燥,从而留下厚度为 1 密耳的粘合剂涂层。将第二剥离衬垫层合到干燥粘合剂的表面:具有有差异的剥离度的 2 密耳聚酯硅树脂剥离衬垫(T10,也得自 CP Films)。

[0179] 反射型偏振器 A(本文表示为 DBEF-Q):DBEF-Q 为反射型偏振器(以商品名 Vikuiti DBEF-Q 得自 3M 公司(St. Paul, Minnesota))。DBEF-Q 的厚度为约 93 微米。

[0180] 2 密耳 PET 上的低折射率膜 (ULI) :在装配有冷凝器和温度计的 2 升三颈烧瓶中,混合 960 克 IPA-ST-UP 有机硅细长粒子(得自 Nissan Chemical Inc. (Houston, TX))、19.2 克去离子水和 350 克 1- 甲氧基 -2- 丙醇,同时迅速搅动。所述细长粒子的直径为在约 9nm 至约 15nm 的范围内和长度为在约 40nm 至约 100nm 的范围内。将粒子分散在 15.2 重量 % 的 IPA 中。然后,将 22.8 克 Silquest A-174 硅烷(得自 GE Advanced Materials(Wilton, CT))加入烧瓶中。将所得的混合物搅拌 30 分钟。将混合物在 81℃ 下保持 16 小时。然后,让溶液冷却至室温。然后,用旋转蒸发仪在 40℃ 水浴下去除溶液中的约 950 克溶剂,从而得到溶于 1- 甲氧基 -2- 丙醇中的 42.1 重量 % 的 A-174 改性的细长二氧化硅透明分散体。然后,将 47.5 克该透明分散体、16 克 SR 444 (得自 Sartomer 公司 (Exton, PA))、4 克 CN2261 (得自 Sartomer 公司 (Exton, PA))、30 克异丙醇、30 克乙酸乙酯、0.6 克光引发剂 Irgacure184 和 0.1 克光引发剂 Irgacure 819 (均得自 Ciba Specialty Chemicals 公司 (High Point NC))混合在一起并搅拌,从而得到具有 31.3 重量 % 固体的均匀涂布溶液。然后,用如下所述的涂布方法将涂布溶液涂覆到厚度为 2 密耳 (0.051mm) 的 PET 基底上。用注射泵将涂布溶液以 6cc/min 的速率送入宽度为 20.3cm (8 英寸) 的槽式涂布头中。槽式涂布头将宽度为 20.3cm 的涂层均匀分布到以 10 英尺 / 分钟 (152 厘米 / 分钟) 移动的基底上。然后,通过让被涂覆的基底穿过包括允许紫外线辐射通过的石英窗的 UV-LED 固化室而使涂层聚合。UV-LED 组合包括 352 个 UV-LED 的矩形阵列,16 个纵向幅材 × 22 个横向幅材 (大约覆盖 20.3cm × 20.3cm 的面积)。UV-LED 设置在两个水冷散热器上。LED (得自 Cree, Inc. (Durham NC)) 在 395nm 的标称波长下工作,并在 45 伏特和 13 安培下运行,从而产生 0.1352 焦耳 / 平方厘米的 UVA 剂量。TENMA 72-6910 (42V/10A) 电源 (得自 Tenma (Springboro OH)) 给 UV-LED 阵列供电并提供风扇冷却。

[0181] UV-LED 设置在固化室石英窗口上方距离基底大约 2.54cm 的位置。向 UV-LED 固化室提供流速为 46.7 升 / 分钟 (100 立方英尺 / 小时) 的氮气流,使固化室中的氧气浓度为大约 150ppm。

[0182] 用 UV-LED 进行聚合后,通过将涂层以 10 英尺 / 分钟的卷速传送到在 150° F 下工作的干燥烘箱中干燥 2 分钟以除去固化涂层中的溶剂。然后,用配置有 H 灯泡的 I300P 型 Fusion 系统 (得自 Fusion UV Systems (Gaithersburg MD)) 对干燥的涂层进行后固化。

[0183] 向 UV Fusion 室提供氮气流,使室内的氧气浓度为大约 50ppm。所得的光学膜的总光学透射比为约 94.9%、光学雾度为 1.1%、折射率为 1.155 和厚度为约 6 微米。

[0184] 反射型偏振器 B (2XTOP) :根据如 PCT 专利申请 W02009/123928 中所述制备多层反射型偏振器。

[0185] 厚度为 29 微米。根据 W02009/123928 制备多层反射型偏振器。反射谱带从 400nm 延伸到 1200nm。用 PSA 粘合剂将两层片这种膜层合在一起,以形成 2XTOP 构造。

[0186] 光导板 (LGP) :LGP 可购自 Coretronic 公司 (Hsinchu, Taiwan 300), 型号为 AUT1982T32。LGP 由聚 (甲基丙烯酸甲酯) 制成,底面上具有白色打印点,厚 6mm,宽 385mm,长 306mm。

[0187] 白色后反射器 (WBR) :WBR 可得自 Viewsonic 22 英寸显示器 (型号 :VLED221wm, 得自 Viewsonic 公司 (Walnut, CA, USA))。

[0188] 背光源 :将 22" Viewsonic 显示器 (型号 :VLED221wm) 拆开,使背光源与面板分离。

背光源的尺寸为大约 473mm 宽 × 306mm 长。它沿着背光源的每一个 473mm 边缘都包括一行 78 个 LED, LED 的间距为约 6mm, 后壁用 WBR 加衬里。对于实例而言, 每一个边缘上都只使用 63 个 LED。

[0189] 实例 1 至 4 包括层合到 LGP 的多层反射型偏振器, 其中反射型偏振器的透光轴与 385mm 长度对准。然后将偏光 LGP 设置到 WBR 顶部上的背光源中, 使得多层反射型偏振器的透光轴平行于 LED 的行。

[0190] 出于实验的简单、材料的可获得性以及说明的方便, 实验实例 1-4 使用的构造包括较高数量的层。制备实验构造时应确保在所有实例中施用相同的低折射率膜涂层, 并在必要时改变棱镜的取向。制备的光学构造可以没有 PET 层和 PET 所需的额外的粘合剂层。另外, 可以将棱镜直接浇铸在 MOF 上, 从而消除了棱镜基底。可以将低折射率涂层和棱镜直接涂覆到 MOF 上而无需层合, 从而形成简单且实用的构造。

[0191] 在所有实验实例 1 至 4 中, MOF 被布置为使得它们的透光轴平行于安装光引擎的实心 LGP 的长边。

[0192] 实例 1 (实验): 制备并测试具有 PC-BEF (棱镜垂直于 LGP 中的光传播方向)、DBEF-Q 和透明低折射率膜涂层 (称为 ULI) 的光学构造 900 (参见图 9A), 其中 LGP 上具有单独的白色后反射器和常规的提取结构。该实例显示, 即使使用低折射率光学涂层, 由于一定量的光未通过 LGP 表面处的全内反射 (TIR) 被引导, 所以使棱镜垂直于 LGP 中的光传播方向的概念显示出多重 LED 图像的镜厅效应, 并且 PC-BEF 的取向没有提供足够的第二层 TIR。

[0193] 图 9A 示出了光学构造 900 的示意性侧视图。该光学构造包括 WBR、LGP、LED 灯、棱镜膜、DBEF-Q 和低折射率光学涂层 (ULI)。63 个 LED 设置在 LGP 的每一个边缘附近, 并沿着 LGP 的宽度 (385mm) 整齐地排列。

[0194] 用数字照相机 (Canon S550) 以与光学构造表面的法向成大约 60 度的角度拍摄具有被通电的 LED 的光学构造 900 的照片。该照片示于图 9B 中。多重 LED 图像的外观 (镜厅) 是由垂直于 LGP 中的光传播方向的棱镜造成的。

[0195] 实例 2a (实验): 制备并测试使用 PC-BEF (棱镜方向平行于 LGP 中的光传播方向)、DBEF-Q 和透明低折射率膜涂层 (ULI) 的光学构造 1000 (图 10A), 其具有单独的白色后反射器和常规的提取结构。在该实例中, 镜厅 (多重 LED 图像) 几乎完全消除。

[0196] 图 10A 示出了实例 2a 中测试的光学构造 1000 的示意性侧视图。光学构造 1000 与实例 1 的光学构造 900 类似, 不同的是光学构造 1000 的棱镜平行于 LGP 中的光传播方向。

[0197] 用 Autronic Conoscope Conostage 3 (得自 Autronic-Melchers GmbH (Karlsruhe, Germany)) 测量随视角变化的光学构造的亮度。进行测量之前, 将线性吸收型偏振器 (图 10A 中未清楚示出) 设置在光学构造的顶部上, 使其透光轴平行于 LGP 的长边。图 10B 为测得的亮度随视角变化的灰度图像, 图 10C 为测得的亮度随水平方向视角变化的曲线图。图 10D 为测得的亮度随垂直方向视角变化的曲线图。将 PC-BEF 选作光重定向膜, 因为它不会显著使光去偏振。

[0198] 该实例证明背光源应用的若干改善: (1) 显著减少镜厅效应; (2) 用棱镜膜使光准直; (3) 偏光输出。

[0199] 实例 2b (实验): 制备并测试使用 PC-BEF (棱镜平行于 LGP 中的光传播方向)、2XTOP 和透明低折射率膜涂层 (ULI) 的光学构造 1100 (图 11A), 其具有单独的白色后反射器 (WBR)

和常规的提取结构。

[0200] 光学构造 1100 与实例 2a 的光学构造 1000 类似,不同的是 DBEF 被 2XTOP 代替。图 11A 示出了光学构造 1100 的示意性侧视图。图 11B 为测得的亮度随视角变化的灰度图像,图 11C 为测得的亮度随水平方向视角变化的曲线图。图 11D 为测得的亮度随垂直方向视角变化的曲线图。与光学构造 1000 (实例 2a) 中的 DBEF-Q 相比较,光学构造 1100 的 2XTOP 显示出更佳的准直效果。

[0201] 实例 3 (实验):制备并测试使用 PC-BEF (棱镜垂直于 LGP 中的光传播方向) 和 DBEF-Q 的光学构造 1200 (图 12A),其具有单独的白色后反射器和常规的提取结构。

[0202] 该实例说明,具有垂直于 LGP 中的光传播方向的棱镜的光学构造 1200 会产生由未通过 LGP 中的全内反射引导的光形成的镜厅效应(多重 LED 图像)。

[0203] 制备光学构造 1200,图 12A 中示出了它的示意性侧视图。实例 3 中的光学构造 1200 与实例 1 中的光学构造 900 类似,不同的是 PET 上未使用低折射率光学涂层 (ULI)。图 12B 中示出了用数字照相机 (Canon S550) 以与表面法线成大约 60 度的角度拍摄的具有被通电的 LED 的光学构造 1200 的照片,该图示出了多重 LED 图像(镜厅)。

[0204] 实例 4 (实验):制备并测试使用 PC-BEF (棱镜平行于 LGP 中的光传播方向) 和 DBEF-Q 的光学构造 1300 (图 13A),其具有单独的白色后反射器和常规的提取结构。没有低折射率涂层,棱镜膜不能有效地使光准直。

[0205] 进行与实例 2a 中所述类似的测量,图 13B 示出了测得的亮度随视角变化的灰度图像。图 13C 和图 13D 中分别示出了沿着水平和垂直方向的横截面。

[0206] 实例 5-12 是基于模拟的。用 LightTools 6.0 (从 Optical Research Associates (CA, USA) 商购获得的光线追踪软件) 进行模拟 5-12。

[0207] 实例 5 (建模):模拟的光学构造包括取向为使棱镜垂直于 LGP 中的光传播方向的光重定向层、折射率 (RI) 为 1.0 的低折射率膜 (ULI) 和没有提取器的 LGP。

[0208] 将 9 个具有朗伯发射分布、高 3mm、宽 3mm、间距 10mm 的 LED 靠近折射率 (RI) 为 1.49 (PMMA) 的固体光导板 (LGP) 的左边缘设置。LGP 的厚度为 6mm (y 方向)、宽度为 90mm (z 方向)、长度为 300mm (x 方向)。将 RI 为 1.567 且夹角为 90° 的棱镜膜附接到 LGP 的顶面,其之间具有低折射率涂层。棱镜取向为垂直于 LGP 中的光传播方向。图 14 示出了实例 5 的构造和光线跟踪建模结果。在该建模中,从 LED 共射出 100 条光线。因为低折射率膜的 RI 为 1.0,与空气相对应,所以从 LED 射出并从左边缘进入 LGP 的光都在 LGP 底部与 LGP/低折射率界面之间通过全内反射 (TIR) 引导。

[0209] 实例 6 (建模):模拟的光学构造包括取向为使棱镜垂直于 LGP 中的光传播方向的光重定向层、折射率 (RI) 为 1.109 的低折射率膜 (ULI) 和没有提取器的 LGP。

[0210] 该构造与实例 5 相同,不同的是低折射率膜 RI 提高至 1.109,所以从 LED 射出并从左边缘进入 LGP 的光都在 LGP 底部与 LGP/低折射率界面之间通过 TIR 引导。根据模拟,低折射率膜 RI 大于 1.109 会使光通过 LGP/低折射率膜界面泄漏。图 15 示出了实例 6 的构造和光线跟踪建模结果。

[0211] 实例 7 (建模):模拟的光学构造包括取向为使棱镜垂直于 LGP 中的光传播方向的光重定向层、折射率 (RI) 为 1.20 的低折射率膜 (ULI) 和没有提取器的 LGP。

[0212] 该构造与实例 5 相同,不同的是低折射率膜的 RI 提高至 1.2,所以由 LED 射出并从

左边缘进入 LGP 的光中的大部分都在 LGP 底部与 LGP/ 低折射率膜界面之间通过 TIR 引导；约 5% 的光通过 LGP/ 低折射率膜界面漏出，不是通过 TIR 引导，如图 16 所示，这是镜厅（多重 LED 图像）的原因。图 16 示出了实例 7 的构造和光线跟踪建模结果。

[0213] 实例 8（建模）：模拟的光学构造包括取向为使棱镜平行于 LGP 中的光传播方向的光重定向膜、折射率 (RI) 为 1.0 的低折射率膜 (ULI) 和没有提取器的 LGP。

[0214] 该构造与实例 5 相同，不同的是光重定向膜取向为使棱镜平行于 LGP 中的光传播方向，所以所有由 LED 射出并从左边缘进入 LGP 的光都在 LGP 底部与 LGP/ 低折射率膜界面之间通过 TIR 引导。图 17 示出了实例 8 的光学构造和光线跟踪建模结果。

[0215] 实例 9（建模）：模拟的光学构造包括取向为使棱镜平行于光导中的光传播方向的光重定向膜、折射率 (RI) 为 1.109 的低折射率膜 (ULI) 和没有提取器的 LGP。

[0216] 该构造与实例 8 相同，不同的是低折射率膜的 RI 提高至 1.109，所以所有由 LED 射出并从左边缘进入 LGP 的光都在 LGP 底部与 LGP/ 低折射率膜界面之间通过 TIR 引导。建模显示，1.109 的低折射率膜 RI 超过光开始通过 LGP/ 低折射率膜界面泄漏的 RI 值。图 18 示出了实例 9 的构造和光线跟踪建模结果。

[0217] 实例 10（建模）：模拟的光学构造包括取向为使棱镜平行于 LGP 中的光传播方向的光重定向膜、折射率 (RI) 为 1.20 的低折射率膜 (ULI) 和没有提取器的 LGP。

[0218] 该构造与实例 8 相同，不同的是低折射率膜的 RI 提高至 1.2，所以由 LED 射出并从左边缘进入 LGP 的光中的大部分都在 LGP 底部与 LGP/ 低折射率膜界面之间通过 TIR 引导；约 5% 的光通过 LGP/ 低折射率膜界面漏出，并再次被光重定向膜的顶面通过 TIR 反射回来，如图 19 所示。

[0219] 实例 11（建模）：确定低折射率膜折射率 (ULI RI) 与具有和没有光重定向棱镜膜的光传输的关系，以及一组不同 LGP 折射率曲线。用模拟预测低折射率膜 RI 和 LGP RI 对光学构造中的光传输的影响。

[0220] 构建与实例 5 类似的光学构造模型，不同的是去除了光重定向棱镜膜。低折射率膜 RI 从 1.0（空气）变化到 1.5；LGP RI 从 1.49 (PMMA) 变化到 1.60（聚碳酸酯）。在 LGP/ 低折射率膜界面与 LGP 底部之间引导的光的量绘制在图 20A 中。

[0221] 图 20A 中示出了三个点 A、B 和 C。如果 LGP 由 RI 为 1.49 的 PMMA 制成并与 RI 为 1.25 的低折射率膜结合，那么全部光的大约 90% 是通过 TIR 引导的，其他的 10% 不是，如点 A 所示。如果 LGP 由 RI 为 1.60 的聚碳酸酯制成，那么即使具有 RI 为 1.25 的低折射率膜，100% 的光亦可通过 TIR 引导，如点 B 所示。对于由 PMMA (RI 1.49) 制成的 LGP 而言，为了使所有光通过 TIR 引导，低折射率膜的 RI 必须为低至 1.10，如点 C 所示。

[0222] 构建与实例 5 类似的光学构造（包括光重定向膜）的模型。低折射率膜折射率 (ULI RI) 从 1.0（空气）变化到 1.5。LGP RI 从 1.49 (PMMA) 变化到 1.6（聚碳酸酯）。图 20B 中绘出了在光重定向膜顶面与 LGP 底部之间引导的光的量。与图 20A 的结果相比，该实例显示，具有垂直于 LGP 中的光传播方向的棱镜的光重定向膜对由 TIR 引导的光的量几乎没有影响。

[0223] 构建与实例 8 类似的光学构造模型。低折射率膜折射率 (ULI RI) 从 1.0（空气）变化到 1.5；LGP RI 从 1.49 (PMMA) 变化到 1.60（聚碳酸酯）。图 20C 中绘出了在棱镜顶面与 LGP 底部之间引导的光的量。该实例显示，使用棱镜平行于 LGP 中的光传播方向的光重定

向膜,大部分光可以通过 TIR 引导,而与低折射率膜 RI 和 LGP RI 相对无关。然而,在 LGP/低折射率膜界面处与棱镜/空气界面处引导的光的比例取决于 LGP RI 和低折射率膜 RI,如图 19A 所示。

[0224] 实例 12 (建模):低吸收区域 (LGP) 与高吸收区域(顶部膜)之间的低折射率光学层减少光中的大部分对较高吸收层的暴露。MOF 的吸收率通常比 LGP 高;因此,希望在提取光之前减少光对 MOF 的暴露,这可以使光以接近表面法线的角度短距离横穿 MOF,从而最大限度地提高系统效率。该实例证明了将高吸收区域附接到 LGP 时,多大的低折射率膜 RI 可以影响系统效率。

[0225] 图 21A 中示出了模拟的结构。将具有朗伯发射分布、高 3mm 的 LED 靠近 RI 为 1.49 的 LGP 的照明边缘设置。LGP 的厚度为 6mm,宽度为 90mm,长度为 300mm (从照明边缘到远侧边缘)。用于模拟光学膜(例如 DBEF-Q)的吸收区域设置在 LGP 的上方,其之间具有低折射率膜 (ULI)。吸收区域的厚度为 0.05mm,透射率为 95%/mm,并均匀地分离入射光(50% 反射,50% 透射)。直径为 0.75mm、朗伯反射率为 100% 的圆点设置在 LGP 的底面上,以用于光提取。

[0226] 用 LightTools 6.0 提供的贝塞尔布置方式改变点的密度,以便实现适当的空间均匀度。将 LGP 的前边缘和后边缘设置为完美的镜面。白色后反射器布置在 LGP 下方;所述反射器的朗伯反射率为 100%。首先用长度为 300mm 的 LGP 计算提取效率和高吸收区域的吸收率,然后放大成 32" (16"×27.7") 和 52" 对角 (26"×45") 的背光源。图 21B 示出了 32" 和 52" 背光源高吸收区域吸收的光量与低折射率 RI 的关系曲线。对于每一种尺寸,都计算和绘制了光从长边缘或短边缘注入的两种情况。对于 LED 布置在短边缘(通常为左边缘和右边缘)上的 52"TV 而言,如果使用 RI 为 1.47 的光学层,那么高吸收区域的吸收率为 55%,如点 A 所示。如果使用 RI 为 1.2 的低折射率层,那么吸收率仅为 14%,如点 B 所示。

[0227] 项 1 为光学构造,包括:

[0228] 光导,所述光导具有第一表面和第二表面,所述第二表面构成光导的主要出光表面;

[0229] 光重定向膜;和

[0230] 低折射率层,所述低折射率层设置在所述光导和所述光重定向膜之间,所述低折射率层的折射率为不大于 1.35,所述低折射率层附接到所述光导的所述第二表面并附接到所述光重定向膜。

[0231] 项 2 为根据项 1 所述的光学构造,其中通过粘合剂层将所述低折射率层的所述第一表面附接到所述光导的所述主要出光表面。

[0232] 项 3 为根据项 1 所述的光学构造,其中通过在所述光导的所述主要出光表面上形成所述低折射率层将所述低折射率层的所述第一表面附接到所述光导的所述主要出光表面。

[0233] 项 4 为根据项 1 所述的光学构造,其中通过一个或多个设置在所述低折射率层和所述光导之间的中间层将所述低折射率层附接到所述光导的所述主要出光表面。

[0234] 项 5 为根据项 1 所述的光学构造,其中所述低折射率层通过粘合剂层附接到所述光重定向膜。

[0235] 项 6 为根据项 1 所述的光学构造,其中通过在所述光重定向膜上形成所述低折射

率层将所述低折射率层附接到所述光重定向膜。

[0236] 项 7 为根据项 1 所述的光学构造,其中通过一个或多个设置在所述低折射率层和所述光导之间的中间层将所述低折射率层附接到所述光重定向膜。

[0237] 项 8 为根据项 7 所述的光学构造,其中所述一个或多个中间层包括高吸收层。

[0238] 项 9 为根据项 7 所述的光学构造,其中所述一个或多个中间层包括偏振器。

[0239] 项 10 为根据项 7 所述的光学构造,其中所述一个或多个中间层包括扩散片。

[0240] 项 11 为根据项 10 所述的光学构造,其中所述扩散片包括多个空隙。

[0241] 项 12 为根据项 1 所述的光学构造,其中所述光重定向膜具有第一表面和第二表面,所述第二表面具有结构化特征。

[0242] 项 13 为根据项 12 所述的光学构造,其中所述光重定向膜的所述第二表面为背离所述光导取向的。

[0243] 项 14 为根据项 12 所述的光学构造,其中所述光重定向膜的所述第二表面为朝向光导取向的。

[0244] 项 15 为根据项 1 所述的光学构造,其中:

[0245] 所述光导的吸收率为 A_1 ;并且

[0246] 所述光重定向膜的吸收率为大于 A_1 。

[0247] 项 16 为根据项 1 所述的光学构造,还包括设置在所述低折射率层和所述光重定向膜之间的高吸收层,所述高吸收层的吸收率大于所述光导的吸收率。

[0248] 项 17 为根据项 1 所述的光学构造,其中所述光重定向膜的吸收率大于所述光导的吸收率。

[0249] 项 18 为根据项 1 所述的光学构造,其中所述低折射率层是可再贴的层。

[0250] 项 19 为光学构造,包括:

[0251] 低折射率层,所述低折射率层的折射率为 N_{ul} ,其中 N_{ul} 为不大于约 1.35;

[0252] 高吸收层;和

[0253] 光重定向膜,其中所述光学构造中的两个相邻光重定向膜中的每一个光重定向膜的大部分都彼此物理接触。

[0254] 项 20 为根据项 19 所述的光学构造,其中所述低折射率层的折射率为不大于约 1.2。

[0255] 项 21 为根据项 19 所述的光学构造,其中所述低折射率层的折射率为不大于约 1.1。

[0256] 项 22 为根据项 19 所述的光学构造,其中所述低折射率层的雾度为小于约 5%。

[0257] 项 23 为根据项 19 所述的光学构造,其中所述高吸收层包括多层光学膜。

[0258] 项 24 为根据项 19 所述的光学构造,其中所述低折射率层的厚度为不小于约 2 微米。

[0259] 项 25 为根据项 19 所述的光学构造,其中所述低折射率层的厚度为不小于约 1 微米。

[0260] 项 26 为根据项 19 所述的光学构造,其中所述低折射率层包含多个空隙。

[0261] 项 27 为根据项 26 所述的光学构造,其中所述空隙是互连的。

[0262] 项 28 为根据项 26 所述的光学构造,其中所述多个空隙的体积分率为不小于约

20%。

[0263] 项 29 为根据项 26 所述的光学构造,其中所述多个空隙的体积分率为不小于约 40%。

[0264] 项 30 为根据项 26 所述的光学构造,其中所述多个空隙的局部体积分率沿着所述低折射率层的厚度方向变化。

[0265] 项 31 为根据项 26 所述的光学构造,其中在所述低折射率层的第一表面处的所述多个空隙的第一局部体积分率大于在所述低折射率层的第二表面处的所述多个空隙的第二局部体积分率。

[0266] 项 32 为根据项 26 所述的光学构造,其中所述低折射率层还包含:

[0267] 粘结剂;和

[0268] 多个粒子,其中所述粘结剂与所述多个空隙的重量比为不小于约 1:2。

[0269] 项 33 为根据项 32 所述的光学构造,其中所述多个粒子的平均粒度为小于约 100nm。

[0270] 项 34 为根据项 19 所述的光学构造,其中所述光学构造中的两个相邻膜中的每一个的 50% 以上都彼此物理接触。

[0271] 项 35 为根据项 19 所述的光学构造,其中所述高吸收层包括反射型偏振器。

[0272] 项 36 为光学构造,包括:

[0273] 至少一个光导,所述至少一个光导具有第一表面、第二表面和折射率 N_1 ,所述第二表面为所述光导的主要出光表面;

[0274] 低折射率层,所述低折射率层的折射率为 N_{ul} ,其中 N_{ul} 为小于 N_1 ;和

[0275] 光重定向膜,其中所述光学构造中的两个相邻光重定向膜中的每一个光重定向膜的大部分都彼此物理接触。

[0276] 项 37 为根据项 36 所述的光学构造,其中所述低折射率层增加对在所述光导中传播的光的光限制。

[0277] 项 38 为根据项 36 所述的光学构造,还包括在所述低折射率层和所述光重定向膜之间的高吸收层,其中所述高吸收层的吸收率为所述光导的吸收率的约两倍。

[0278] 项 39 为根据项 38 所述的光学构造,其中:

[0279] 所述光导包括光提取结构;并且

[0280] 与不具有所述低折射率层的光学构造相比,所述低折射率层被构造为在光被光提取结构提取之前减少进入所述高吸收层的所述光的量。

[0281] 项 40 为根据项 38 所述的光学构造,其中所述高吸收层包括反射型偏振器。

[0282] 项 41 为根据项 36 所述的光学构造,其中所述光重定向膜具有第一表面和第二表面,所述光定向膜的所述第二表面具有设置在其上的折射结构,其中所述光重定向膜的所述第二表面远离所述光导设置。

[0283] 项 42 为根据项 36 所述的光学构造,其中所述光重定向膜具有第一表面和第二表面,所述光定向膜的所述第二表面具有设置在其上的折射结构,其中所述光重定向膜的所述第二表面朝向所述光导设置,所述低折射率层至少部分地填充所述折射结构之间的空间。

[0284] 项 43 为根据项 36 所述的光学构造,其中所述低折射率层用粘合剂附接到所述光

导的所述主出射表面。

[0285] 项 44 为根据项 36 所述的光学构造,其中所述光导包括提取结构,所述提取结构在所述光导的所述第一表面上。

[0286] 项 45 为根据项 36 所述的光学构造,其中:

[0287] 所述光导沿着光传送轴传送光;并且

[0288] 所述光重定向膜具有折射结构,所述折射结构为大致平行于所述光传送轴取向的。

[0289] 项 46 为根据项 45 所述的光学构造,其中所述折射结构包括棱镜、线性棱镜、分段线性棱镜和透镜状结构中的一者或多者。

[0290] 项 47 为根据项 36 所述的光学构造,还包括高吸收层,其中所述光导的吸收率为 A_1 ,所述高吸收层的吸收率为 A_2 ,其中 A_2 为大于 A_1 。

[0291] 项 48 为根据项 36 所述的光学构造,其中所述光导包括多个光导。

[0292] 项 49 为根据项 48 所述的光学构造,其中所述多个光导是平铺设置的。

[0293] 项 50 为根据项 48 所述的光学构造,其中所述多个光导以阵列的方式布置。

[0294] 项 51 为根据项 48 所述的光学构造,还包括多个光源,所述多个光源分别与所述多个光导相连。

[0295] 项 52 为根据项 48 所述的光学构造,还包括多个光源,其中来自所述多个光源的光输出是单独可控制的。

[0296] 项 53 为根据项 48 所述的光学构造,还包括多个光源,所述多个光源分别与所述多个光导相连,其中与具体光导相连的光源设置在相邻光导的下方。

[0297] 项 54 为根据项 36 所述的光学构造,还包括降频转换元件。

[0298] 项 55 为根据项 36 所述的光学构造,其中所述光导具有输入区域,所述输入区域包括平坦的输入边缘、结构化表面和槽中的一者或多者。

[0299] 项 56 为根据项 36 所述的光学构造,还包括光提取结构,所述光提取结构设置在所述光导的所述第一表面上。

[0300] 项 57 为根据项 36 所述的光学构造,其中所述低折射率层被构造为反射以第一组出射角从所述光导出射的光,并且所述光重定向膜被构造为反射以第二组出射角从所述光导出射的光。

[0301] 项 58 为根据项 36 所述的光学构造,还包括镜面反射器、半镜面反射器、增强型镜面反射器、扩展带增强型镜面反射器和漫反射器中的一者或多者。

[0302] 项 59 为根据项 36 所述的光学构造,其中 N_1 为约 1.49。

[0303] 项 60 为根据项 36 所述的光学构造,其中 N_{ul} 为在约 1.10 至约 1.35 的范围内。

[0304] 项 61 为根据项 36 所述的光学构造,其中所述低折射率层的雾度为不大于 1%。

[0305] 项 62 为根据项 36 所述的光学构造,其中所述低折射率层的雾度为高达约 10%。

[0306] 项 63 为根据项 36 所述的光学构造,其中所述低折射率层含有凝胶或热解法二氧化硅。

[0307] 项 64 为根据项 36 所述的光学构造,其中所述低折射率层的厚度为不小于约 2 微米。

[0308] 项 65 为根据项 36 所述的光学构造,其中所述低折射率层的厚度为不小于约 1 微

米。

[0309] 项 66 为根据项 36 所述的光学构造,其中所述低折射率层包含多个空隙。

[0310] 项 67 为根据项 66 所述的光学构造,其中所述空隙是互连的。

[0311] 项 68 为根据项 66 所述的光学构造,其中所述多个空隙的体积分率为不小于约 20%。

[0312] 项 69 为根据项 66 所述的光学构造,其中所述多个空隙的体积分率为不小于约 40%。

[0313] 项 70 为根据项 66 所述的光学构造,其中所述多个空隙的局部体积分率沿着所述低折射率层的厚度方向变化。

[0314] 项 71 为根据项 66 所述的光学构造,其中在所述低折射率层的第一表面处的所述多个空隙的第一局部体积分率大于在所述低折射率层的第二表面处的所述多个空隙的第二局部体积分率。

[0315] 项 72 为根据项 66 所述的光学构造,其中所述低折射率层还包含:

[0316] 粘结剂;和

[0317] 多个粒子,其中所述粘结剂与所述多个空隙的重量比为不小于约 1:2。

[0318] 项 73 为根据项 36 所述的光学构造,其中偏振器设置在所述光重定向膜和所述低折射率层之间。

[0319] 项 74 为根据项 73 所述的光学构造,其中所述偏振器包括多层光学膜(MOF)。

[0320] 项 75 为根据项 74 所述的光学构造,其中所述 MOF 包括扩展带反射型偏振器。

[0321] 项 76 为根据项 36 所述的光学构造,其中所述光重定向膜包括第一组棱镜和第二组棱镜,所述第一组棱镜具有第一高度,所述第二组棱镜具有不同于所述第一高度的第二高度。

[0322] 项 77 为根据项 36 所述的光学构造,其中所述光重定向膜包括一个或多个线性或分段线性棱镜,所述线性或分段线性棱镜的高度沿着所述一个或多个棱镜的长度为可变的。

[0323] 项 78 为根据项 36 所述的光学构造,其中所述光重定向膜的折射率为在约 1.5 至约 1.8 的范围内。

[0324] 项 79 为光学构造,包括:

[0325] 光导,所述光导具有第一主表面和第二主表面并且折射率为 N_1 ;

[0326] 低折射率层,所述低折射率层具有第一主表面和第二主表面并且折射率为 N_{ul1} ,其中 N_{ul1} 为小于 N_1 ,所述低折射率层的所述第一主表面的大部分物理接触所述光导的所述第二主表面;

[0327] 高吸收层,所述高吸收层具有第一主表面和第二主表面,所述高吸收层的所述第一主表面的大部分物理接触所述低折射率层的所述第二主表面;和

[0328] 棱镜膜,所述棱镜膜具有第一主表面和第二主表面,所述第一主表面包含线性棱镜,并且所述光重定向膜的所述第一主表面的大部分物理接触所述高吸收层的所述第二主表面,其中所述低折射率层反射以第一组出射角从所述光导出射的光,并且所述光重定向膜被构造为反射以第二组出射角从所述光导出射的光。

[0329] 以上引用的所有的专利、专利申请以及其他出版物均以如同全文复制的方式引入

本文以供参考。尽管上文详细描述的本发明的具体实施例和实例有助于解释本发明的多个方面,但应当理解,其目的并非将本发明局限于实例的具体细节。相反,其目的在于涵盖在如所附权利要求书所限定的本发明的范围之内的所有修改形式、实施例和替代形式。

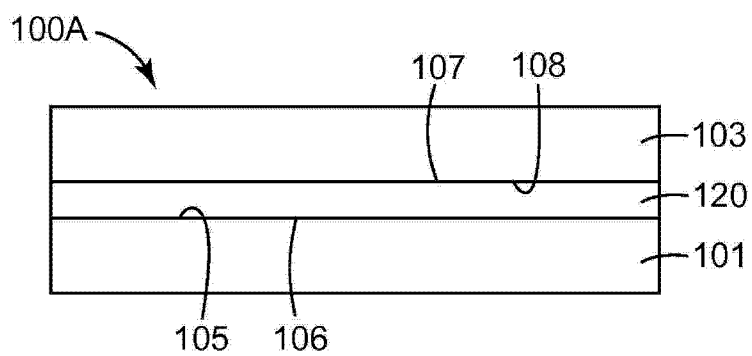


图 1A

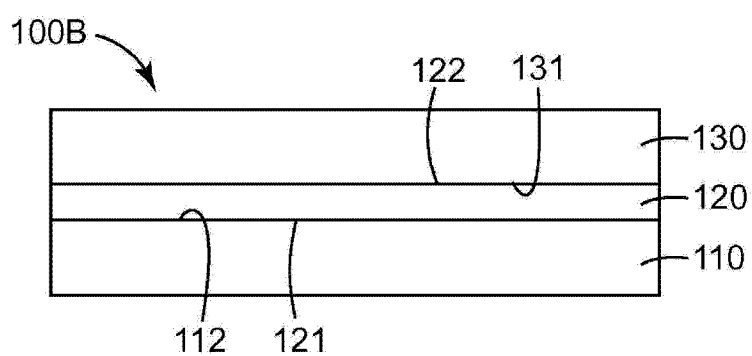


图 1B

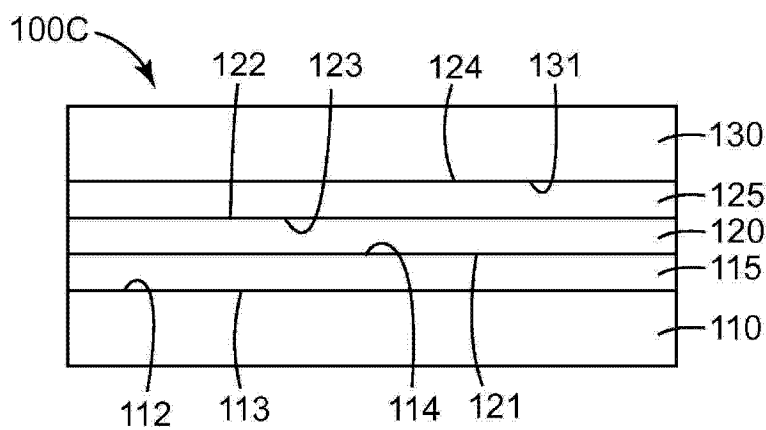


图 1C

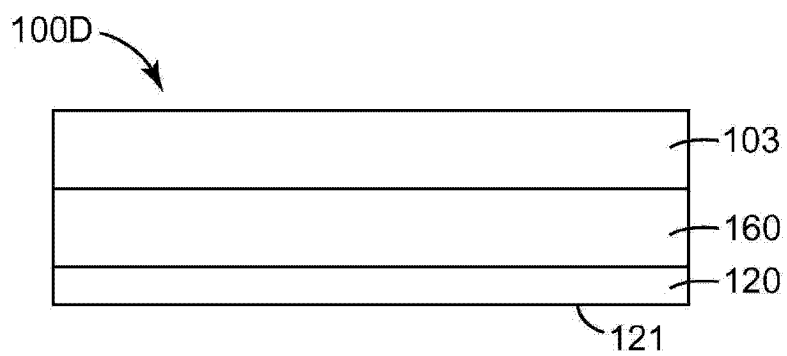


图 1D

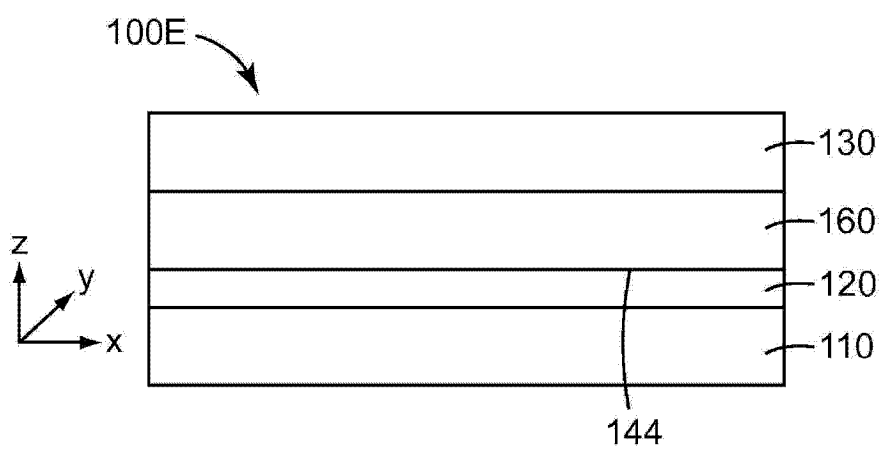


图 1E

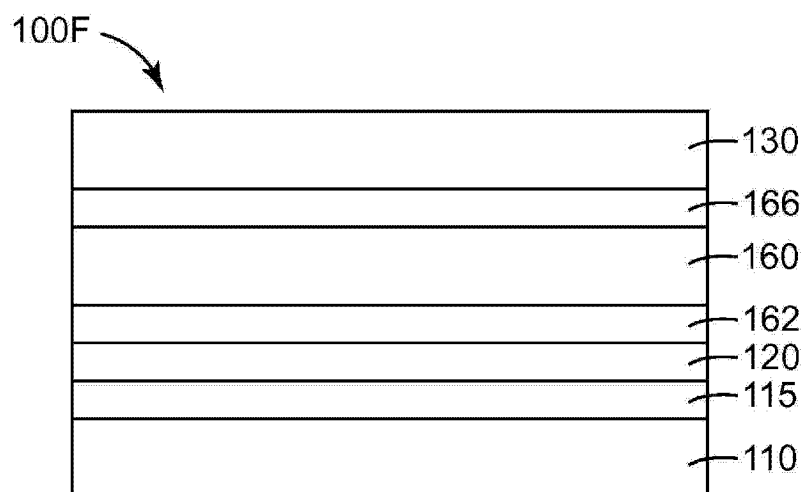


图 1F

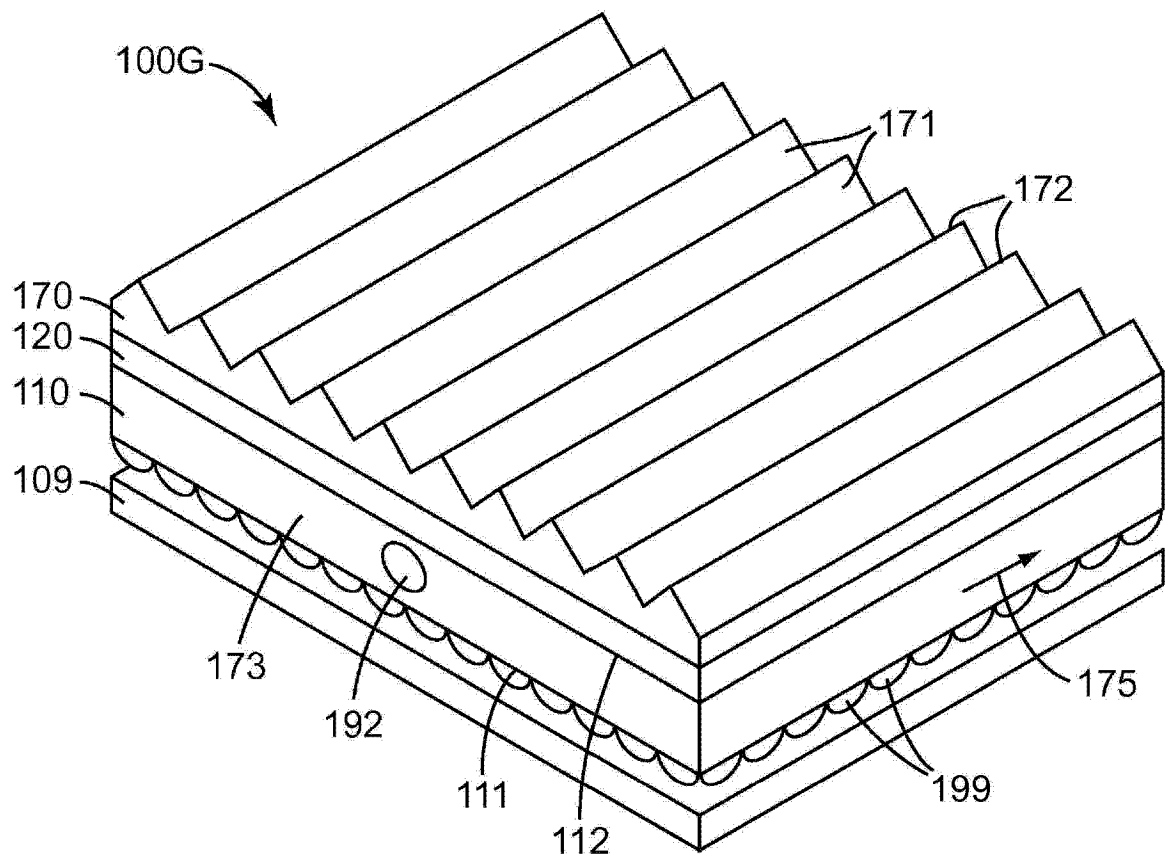


图 1G

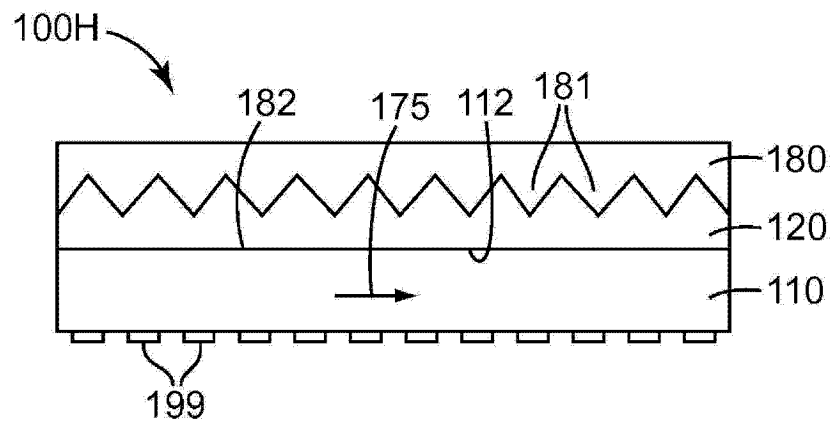


图 1H

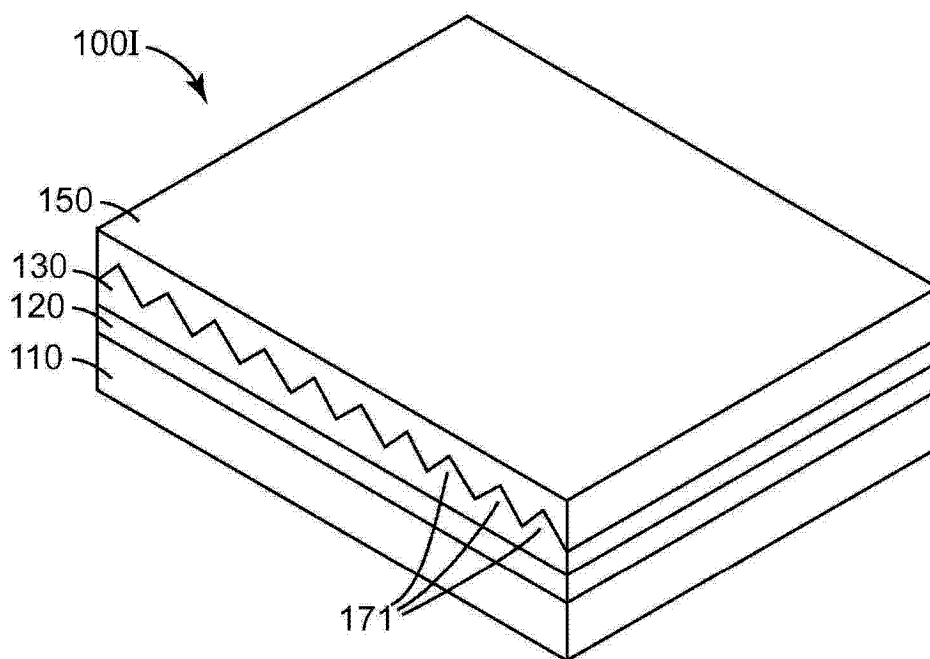


图 1T

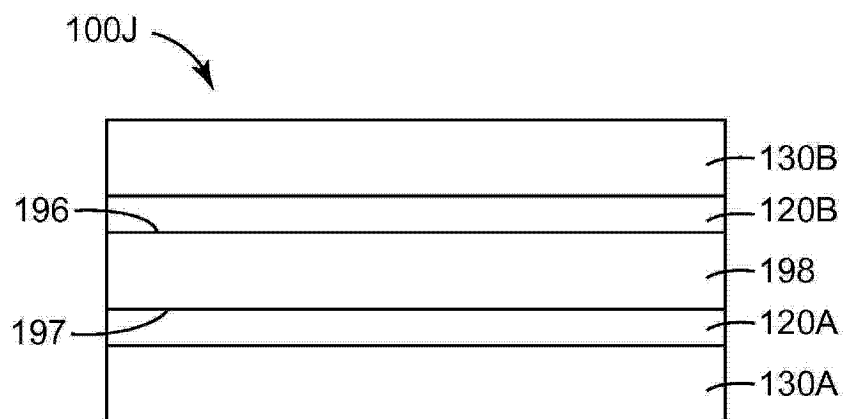


图 1J

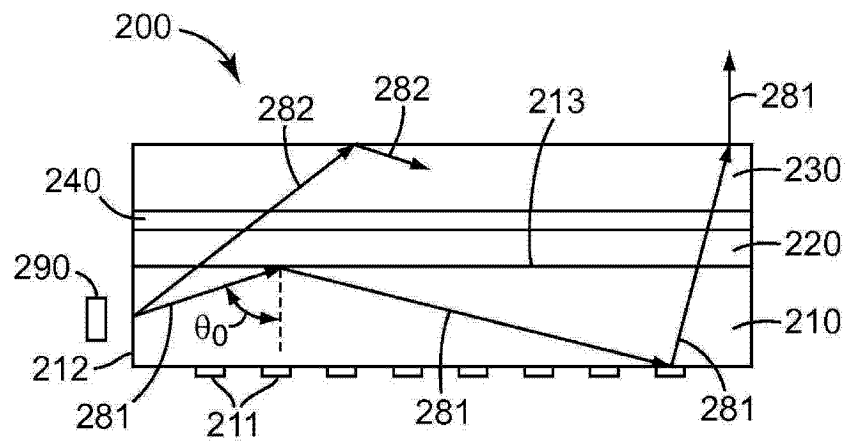


图 2

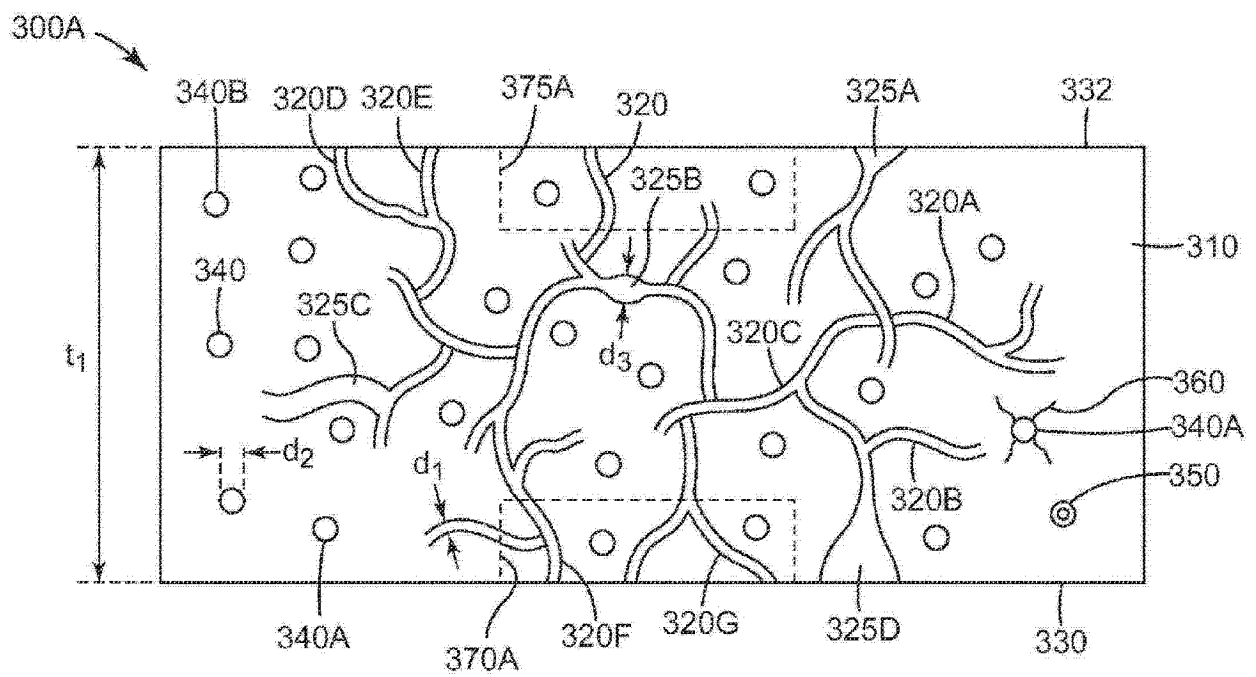


图 3A

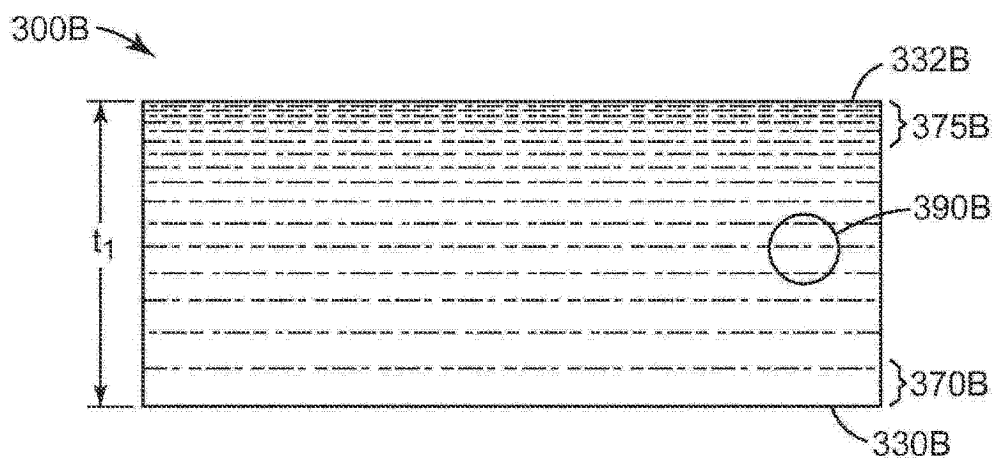


图 3B

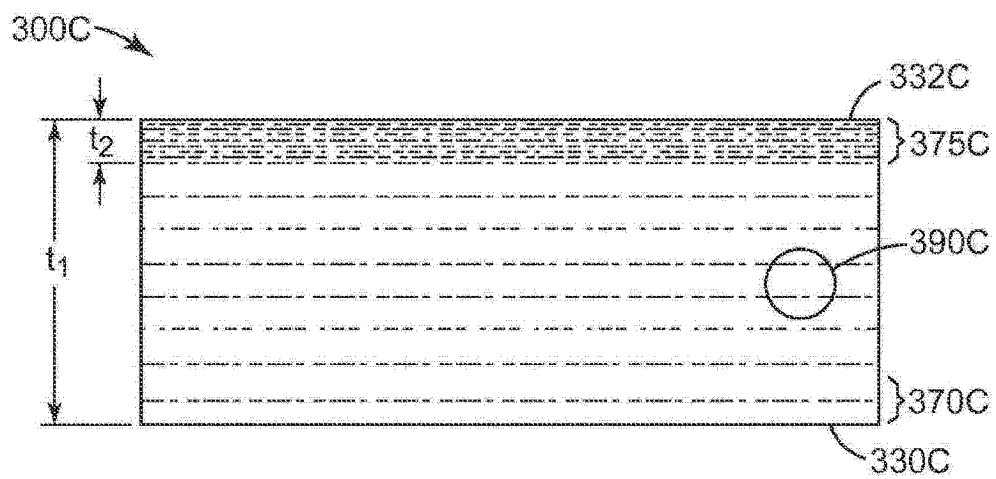


图 3C

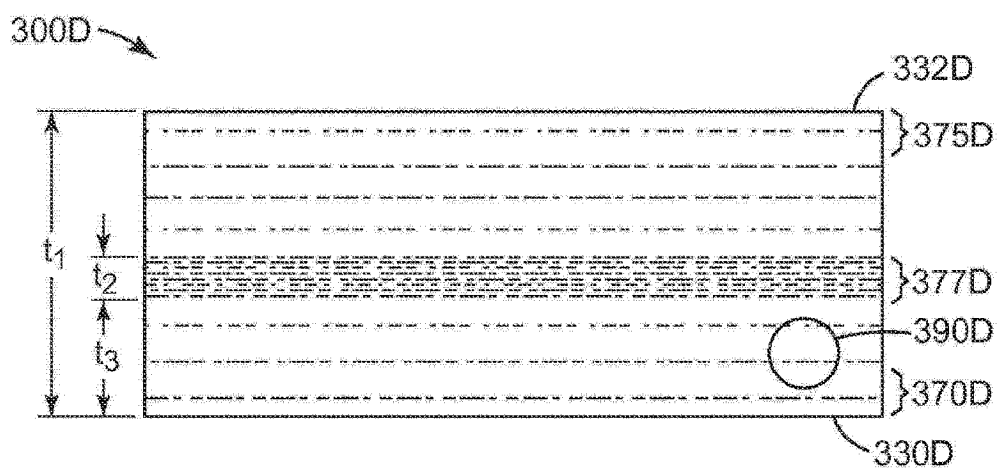


图 3D

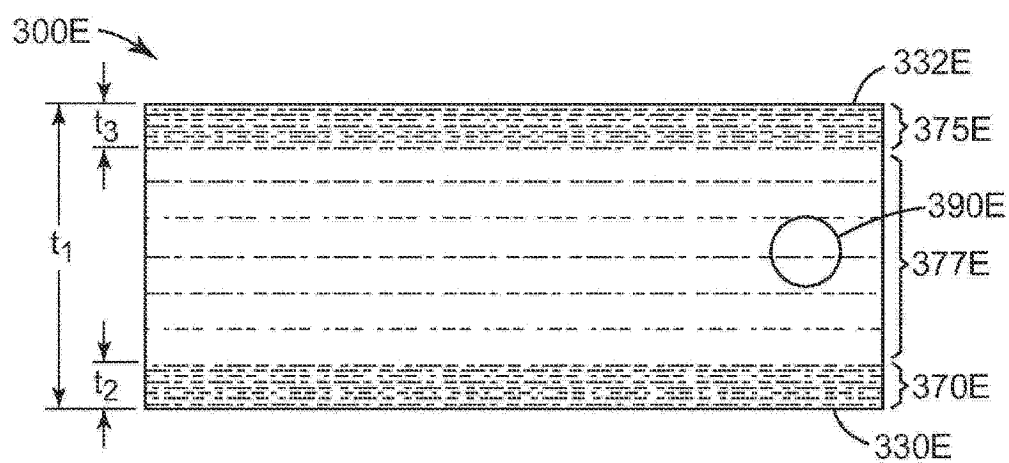


图 3E

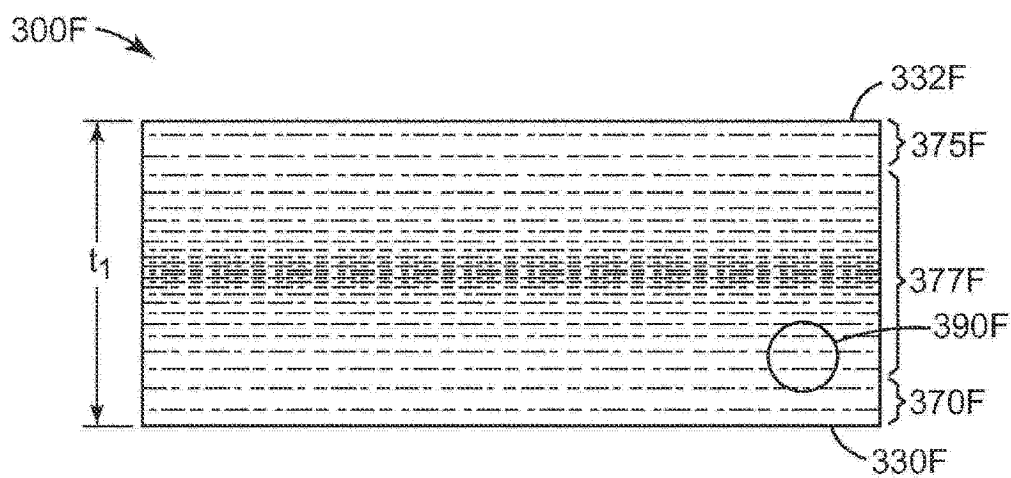


图 3F

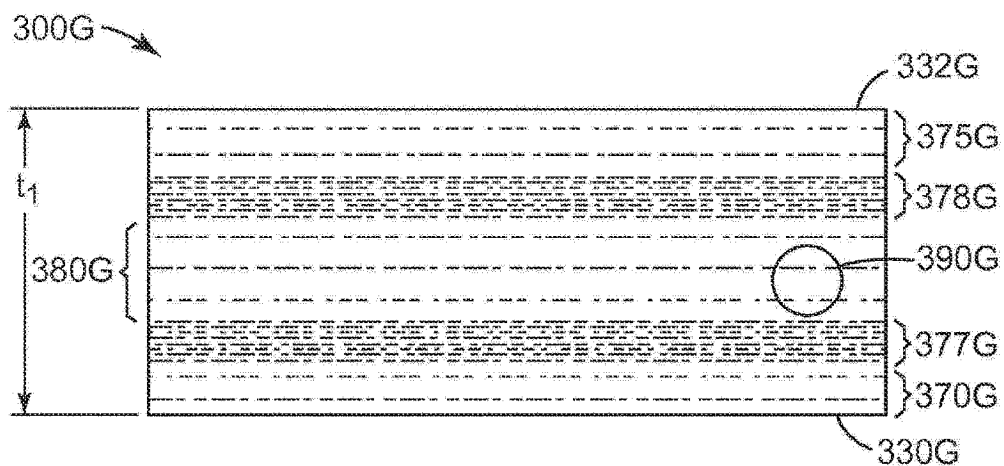


图 3G

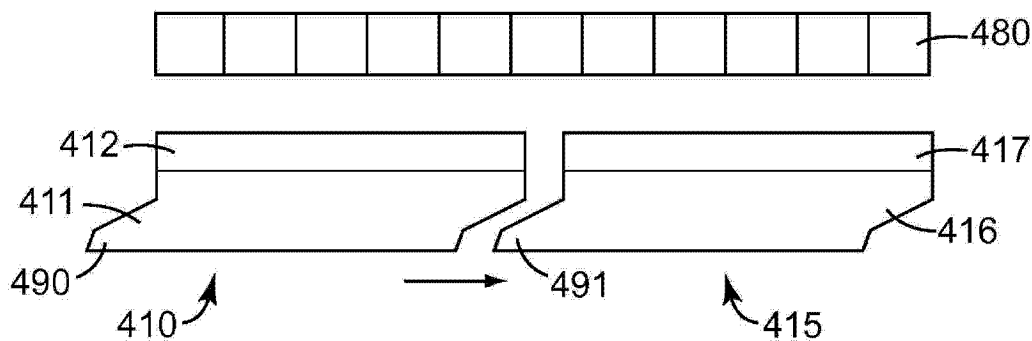


图 4A

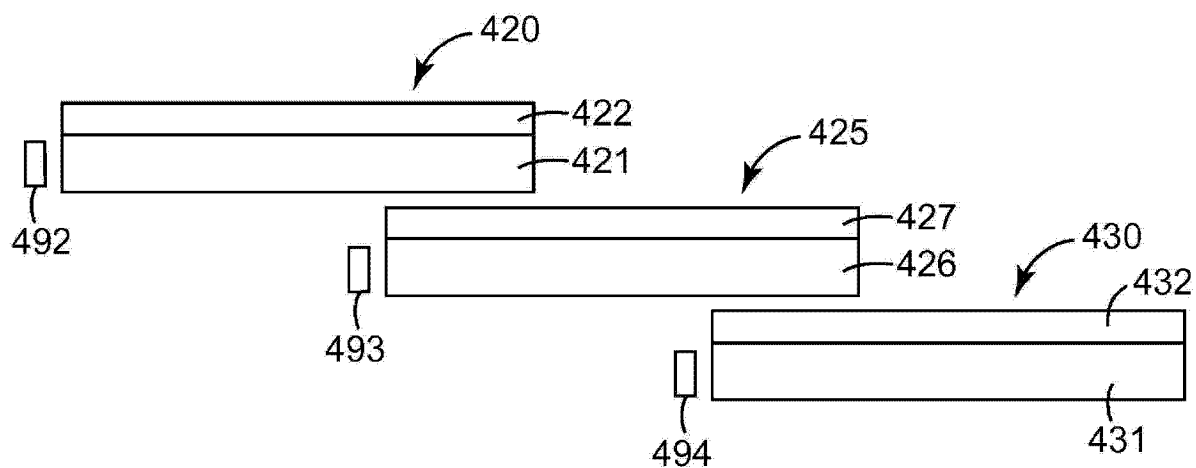


图 4B

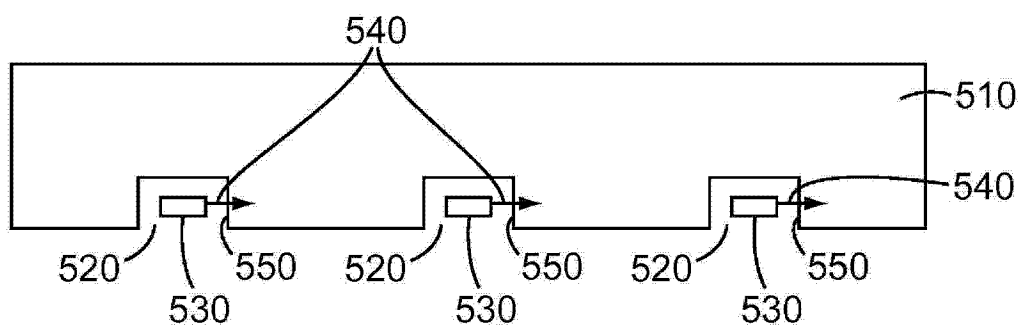


图 4C

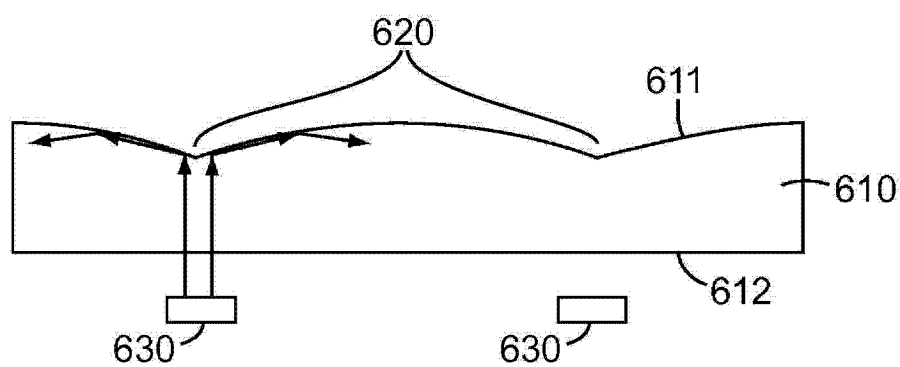


图 4D

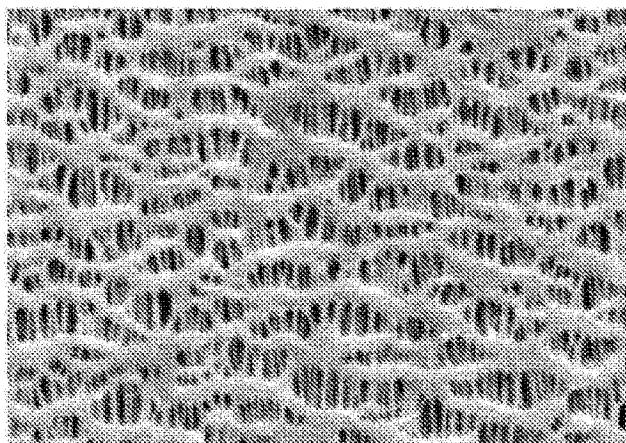


图 5

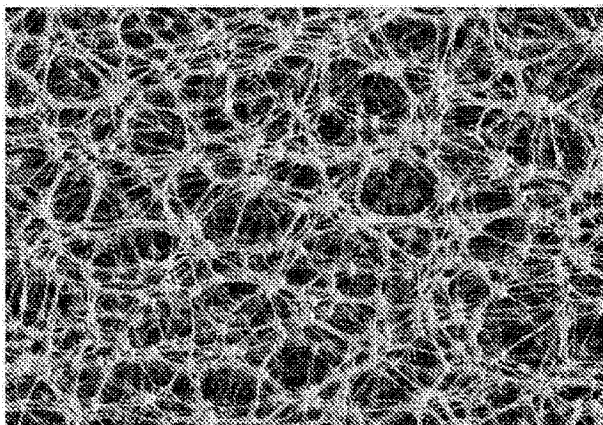


图 6

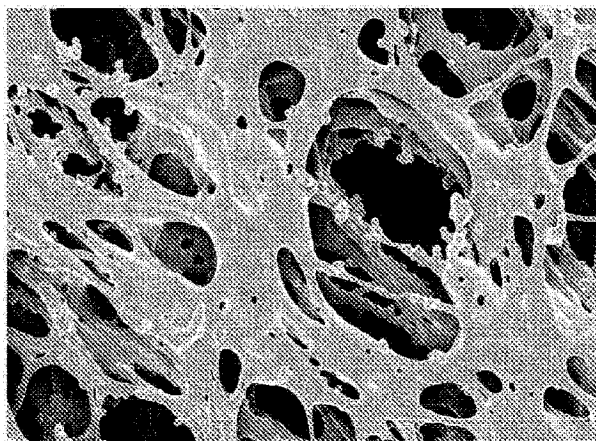


图 7



图 8A

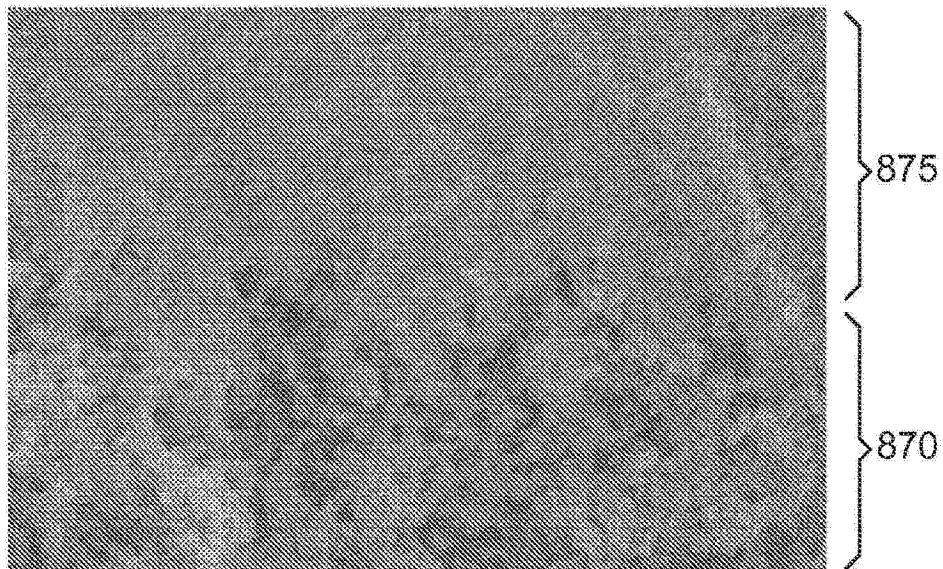


图 8B

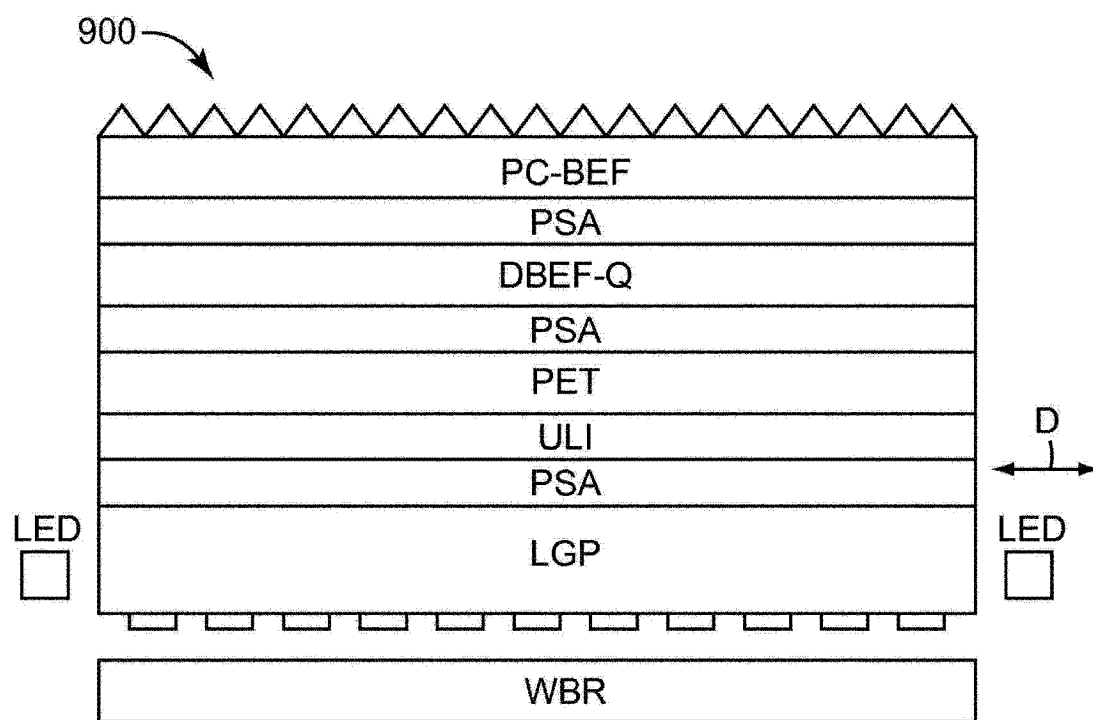


图 9A

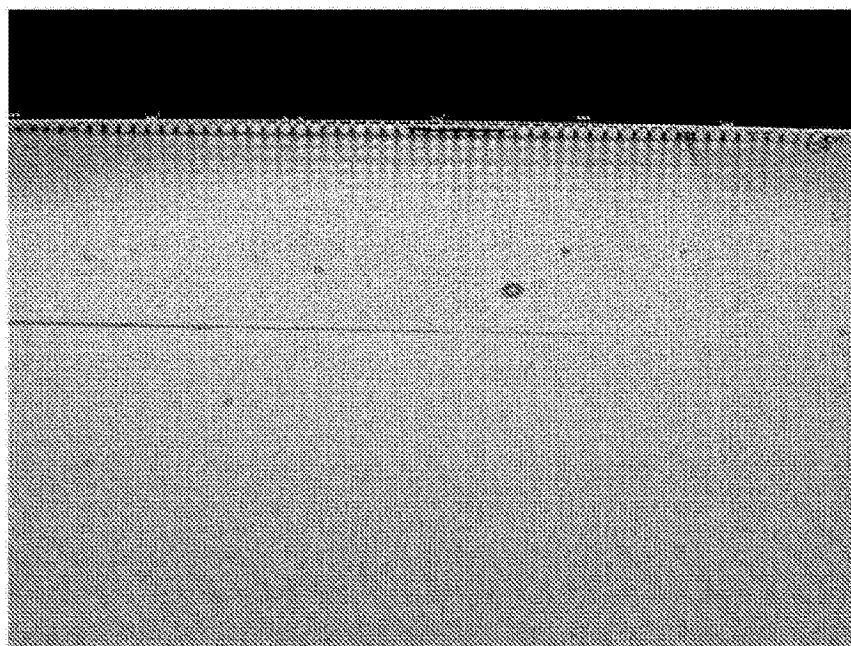


图 9B

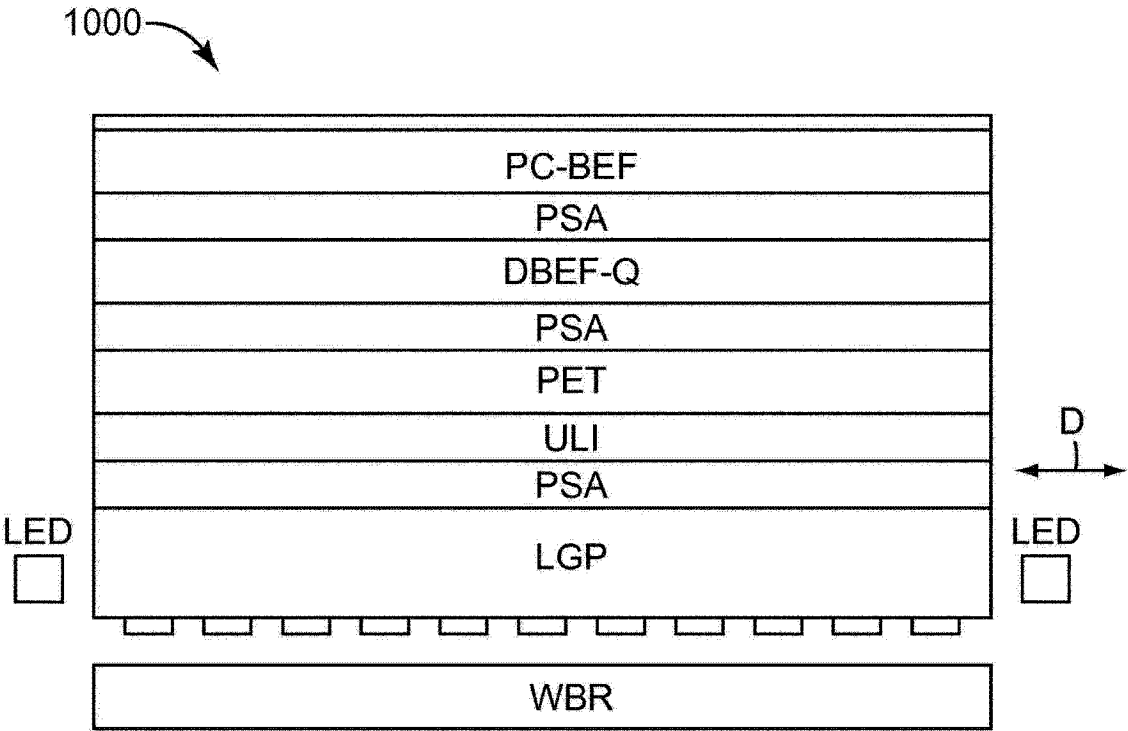


图 10A

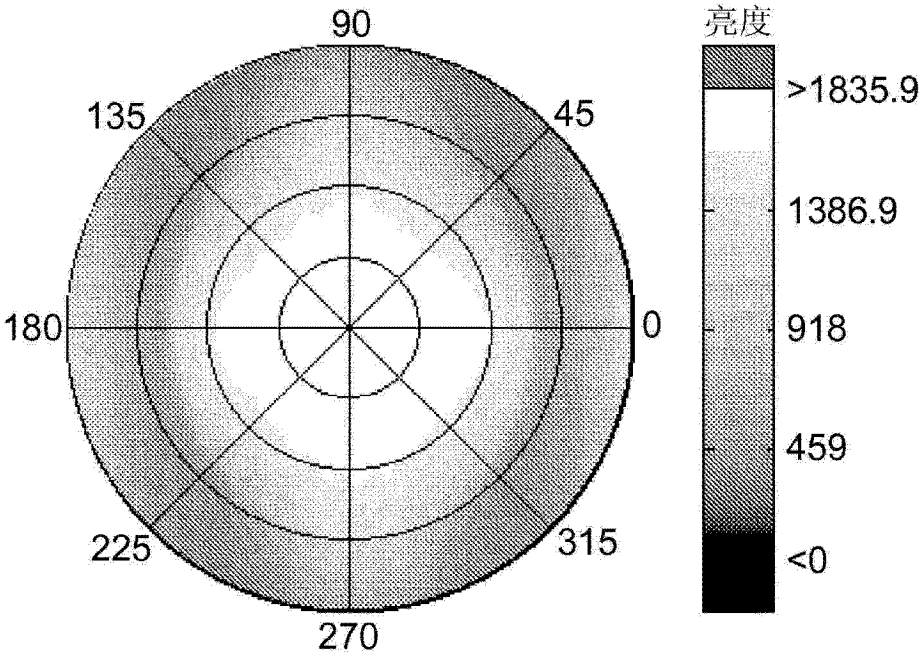


图 10B

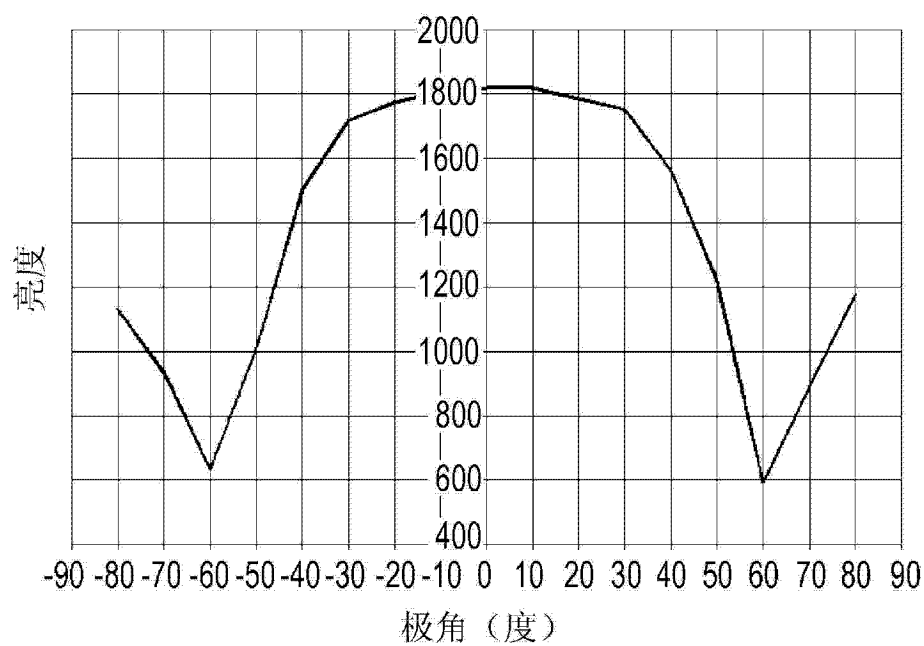


图 10C

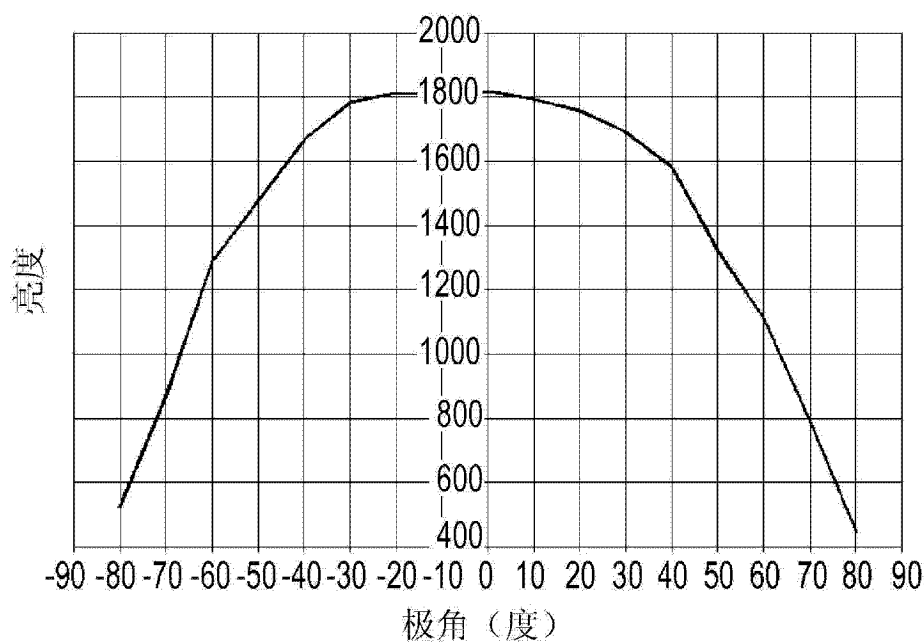


图 10D

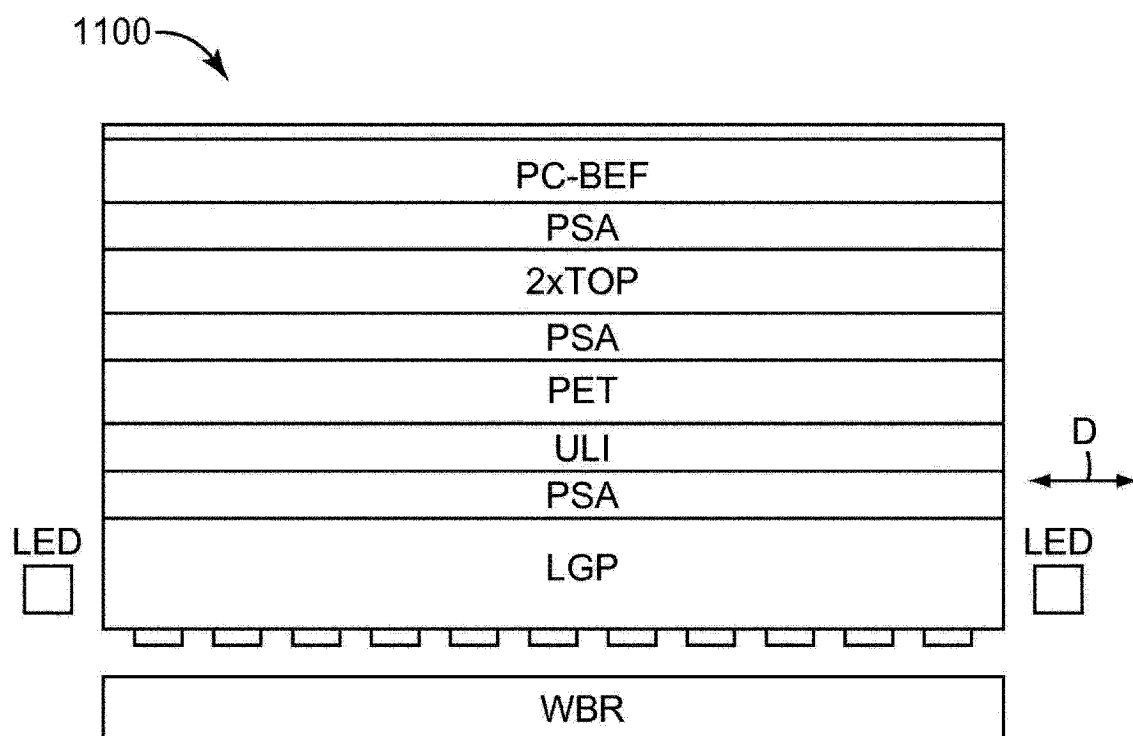


图 11A

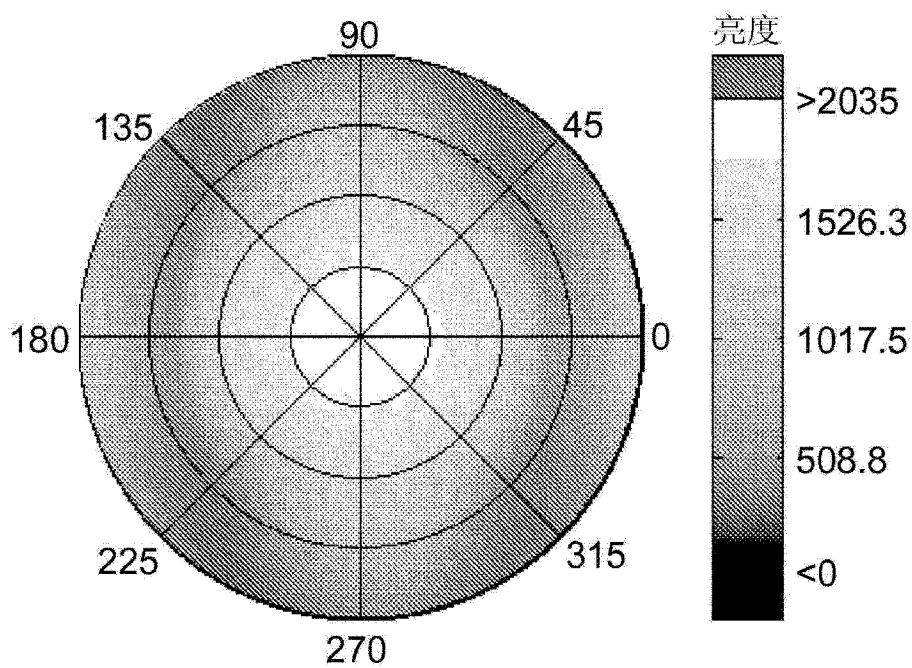


图 11B

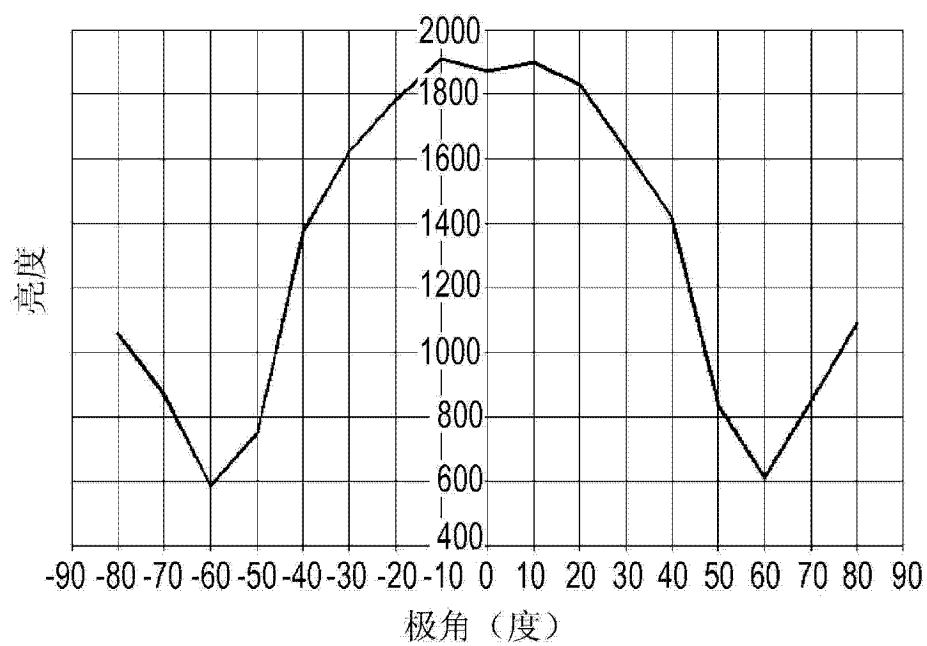


图 11C

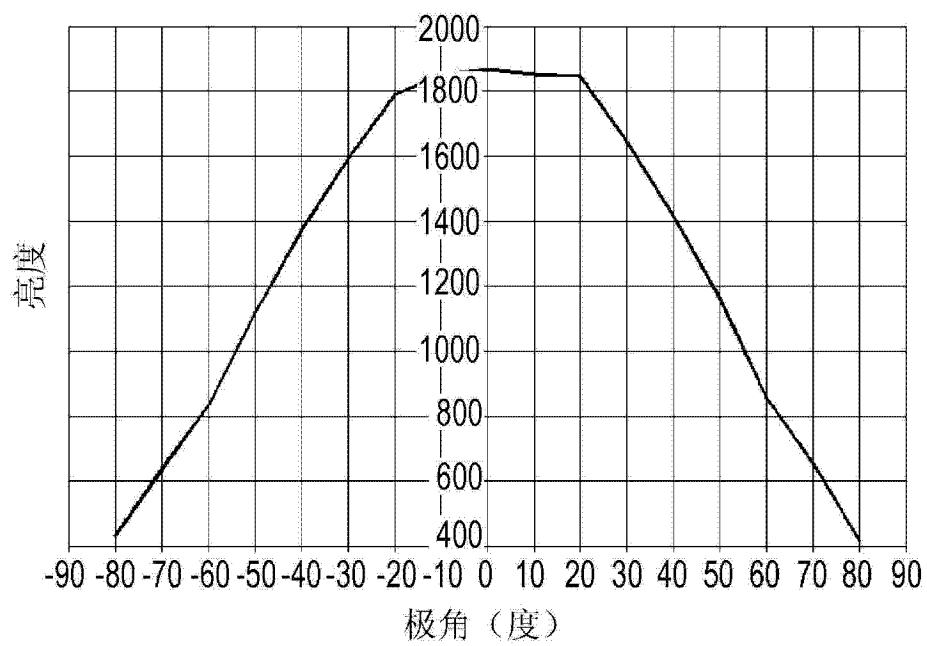


图 11D

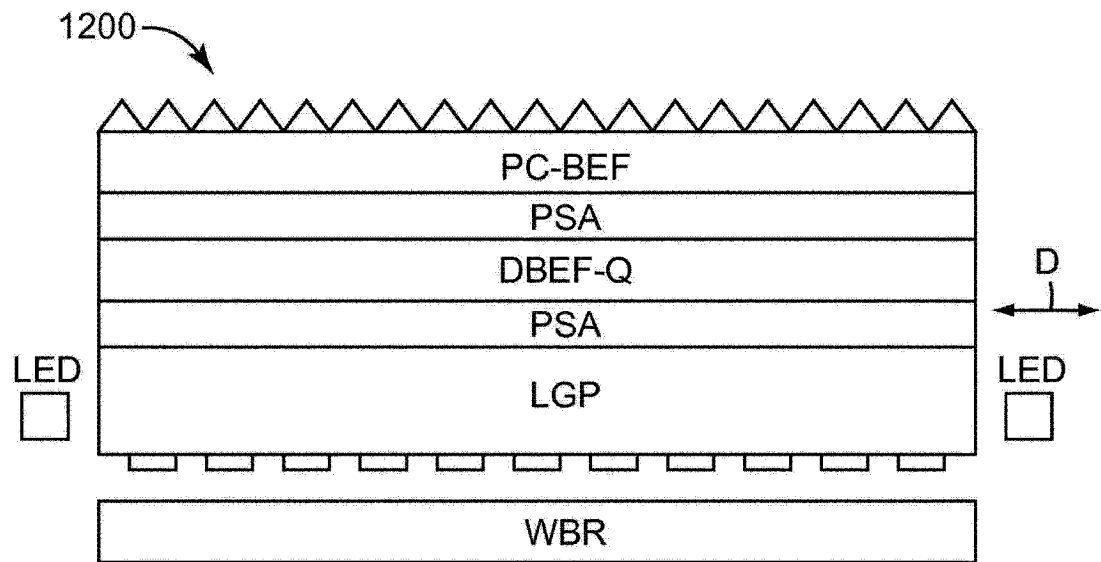


图 12A

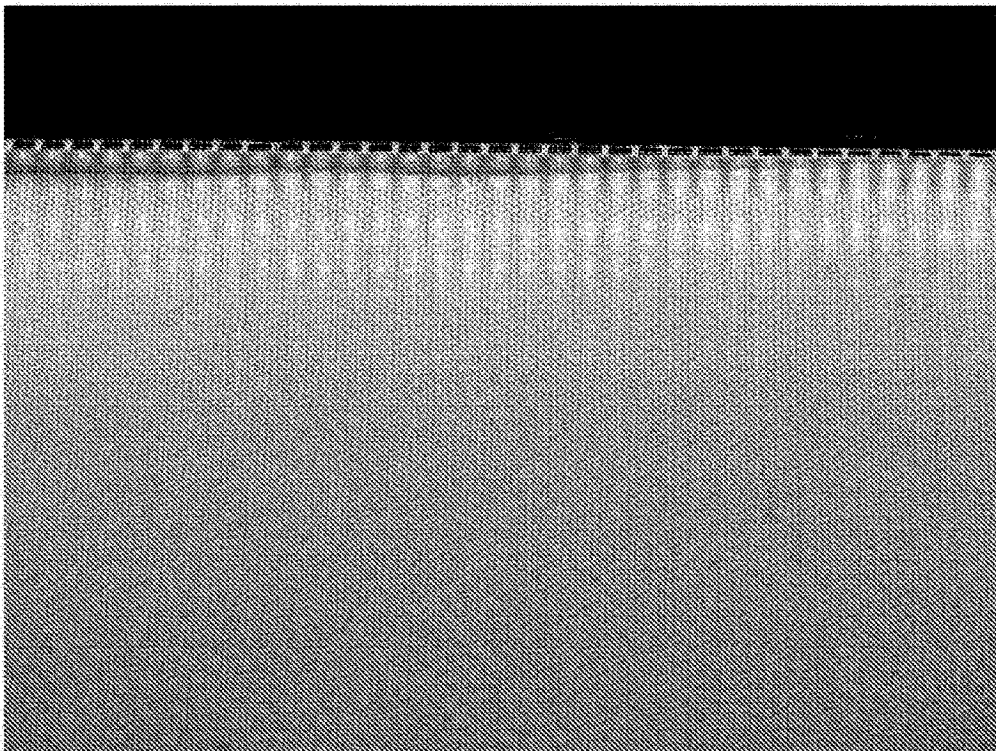


图 12B

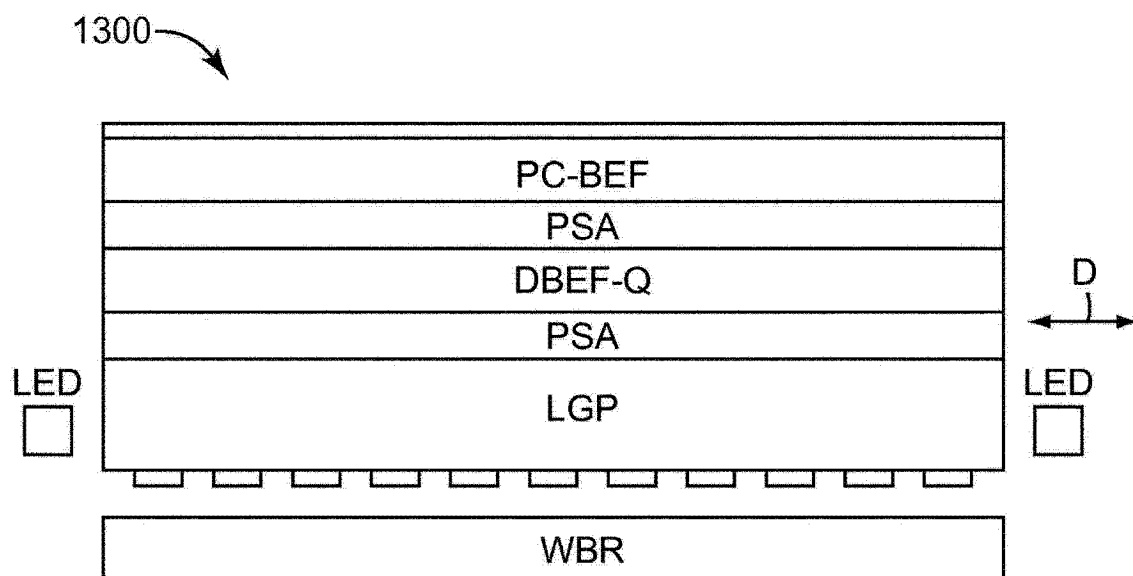


图 13A

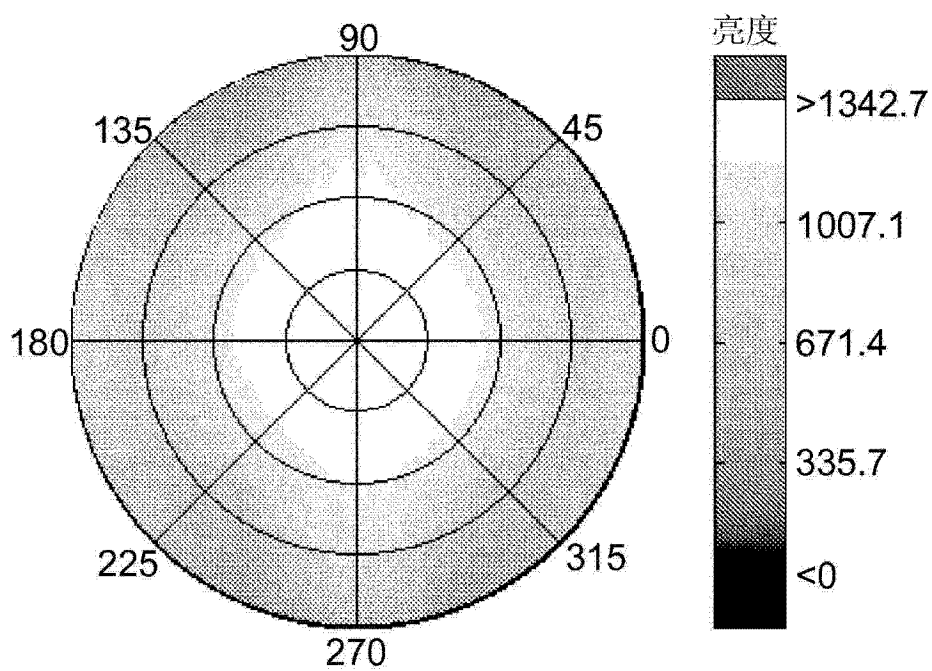


图 13B

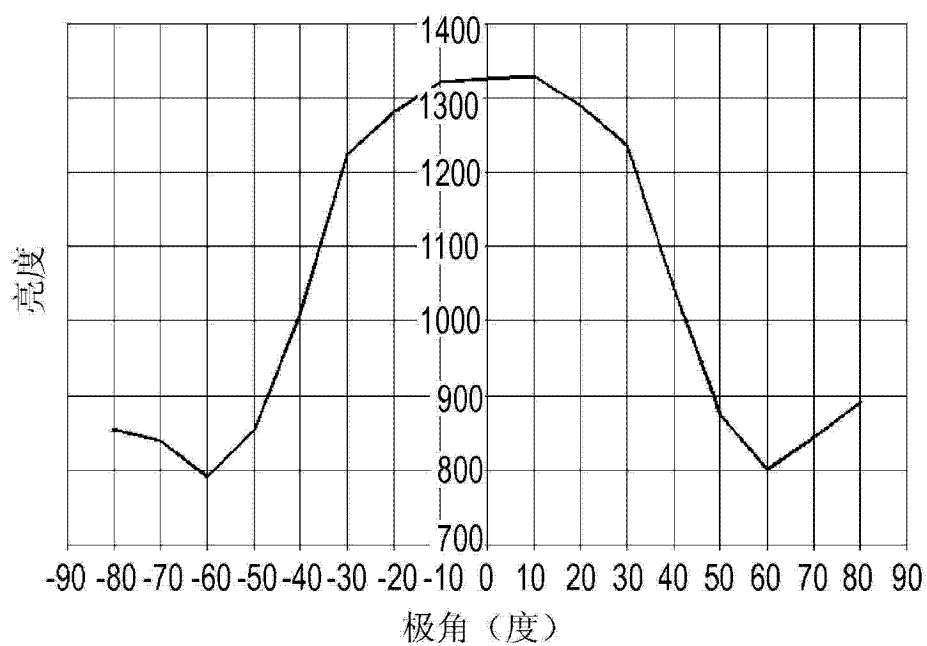


图 13C

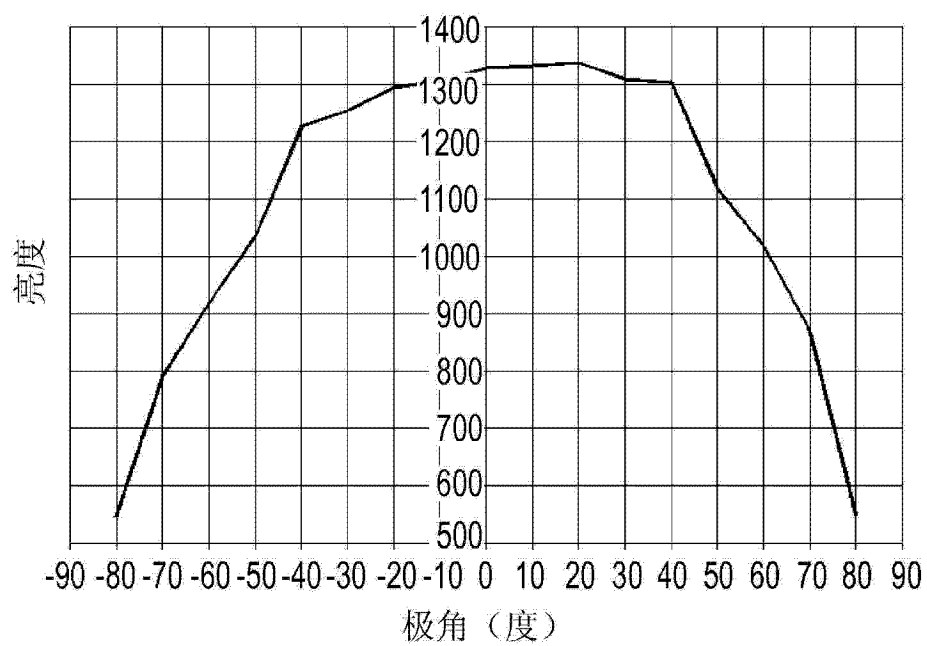


图 13D

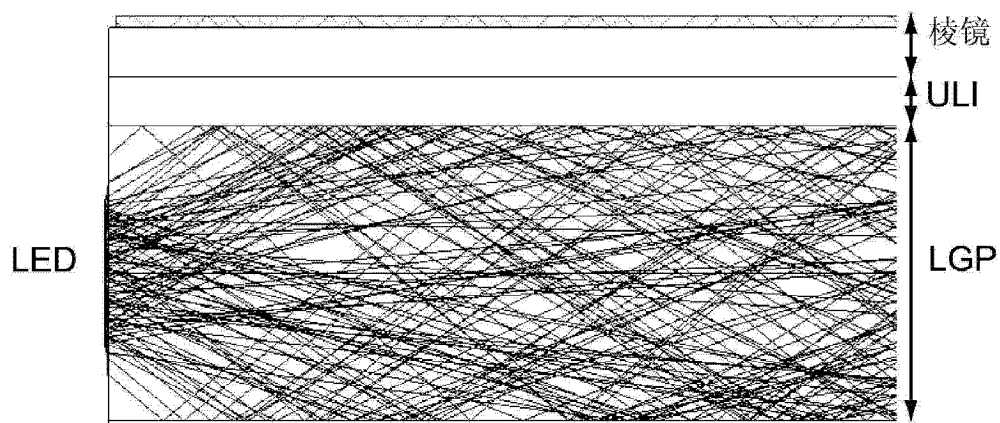


图 14

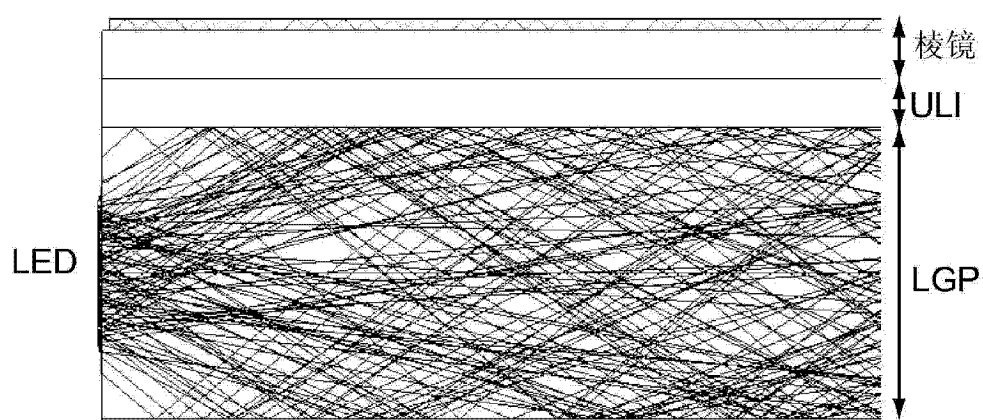


图 15

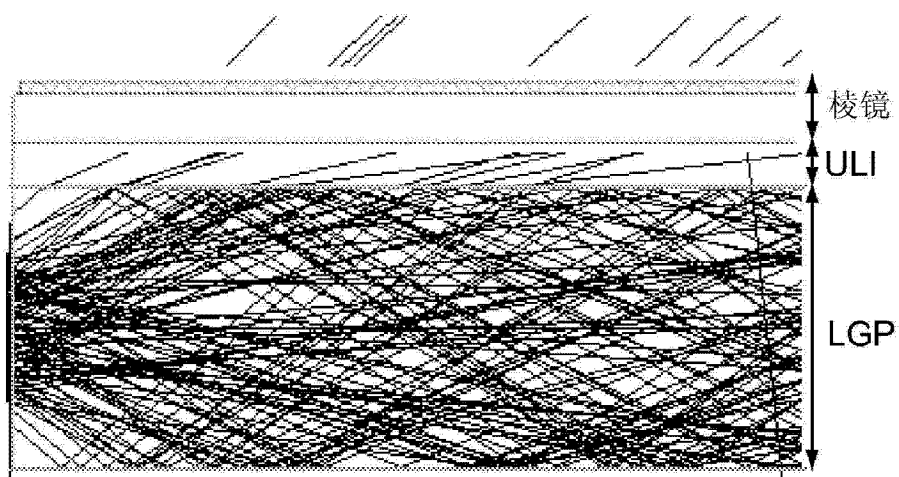


图 16

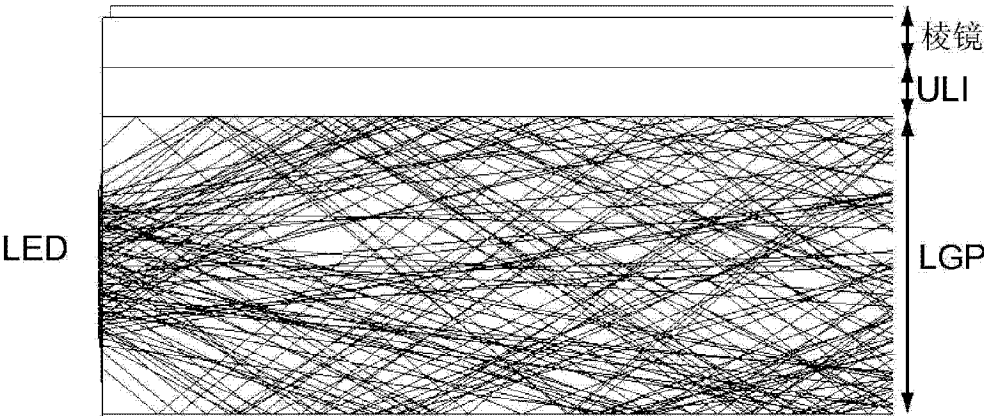


图 17

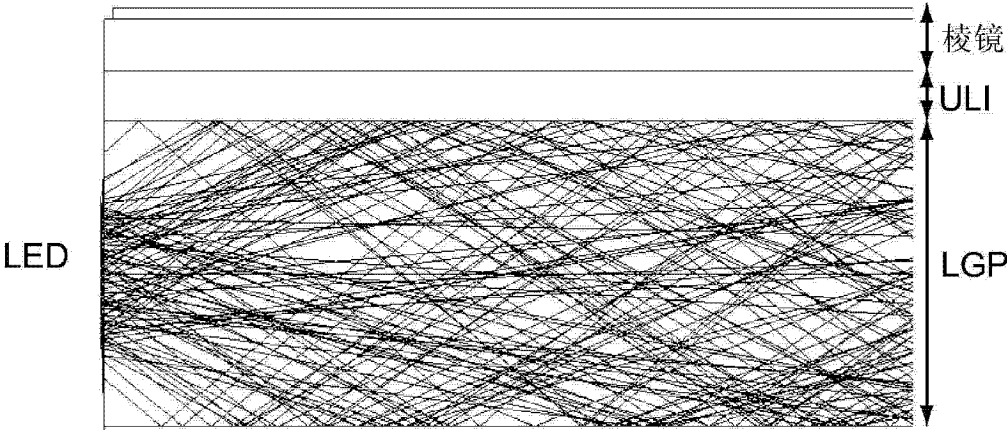


图 18

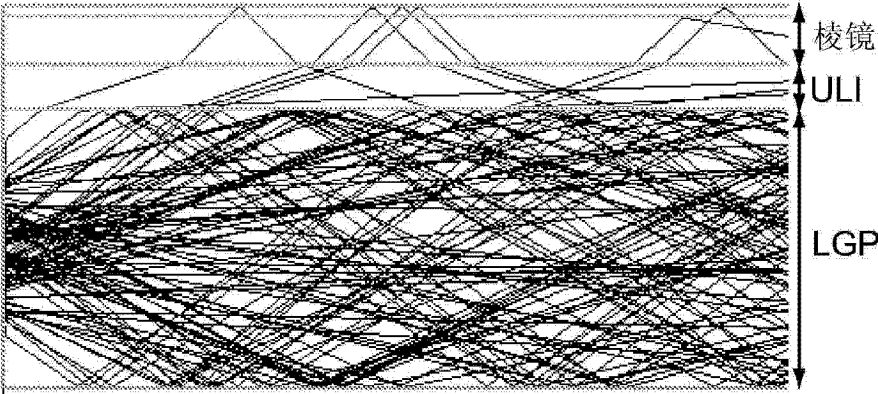


图 19

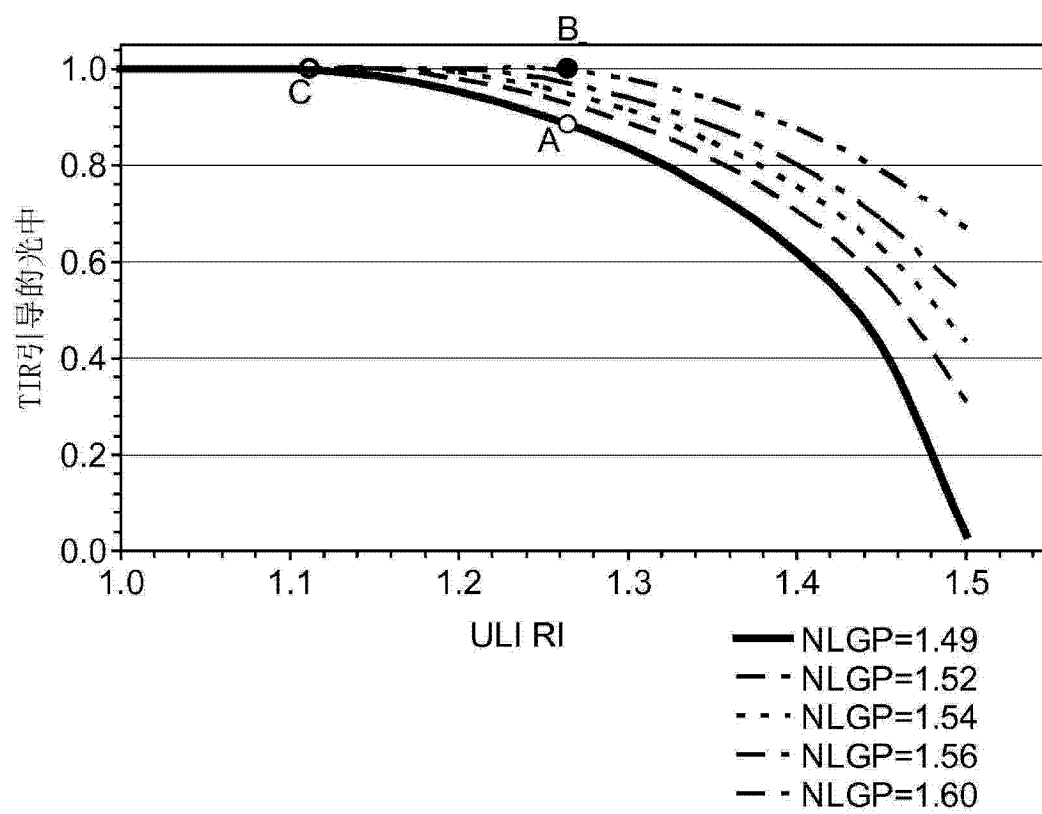


图 20A

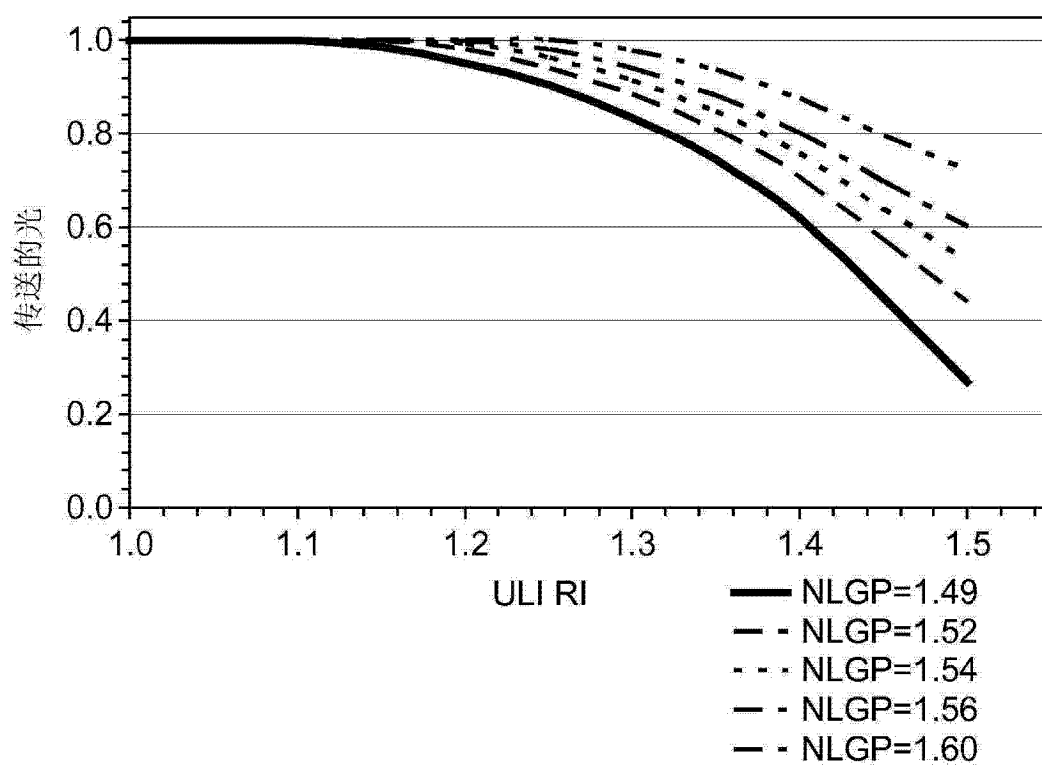


图 20B

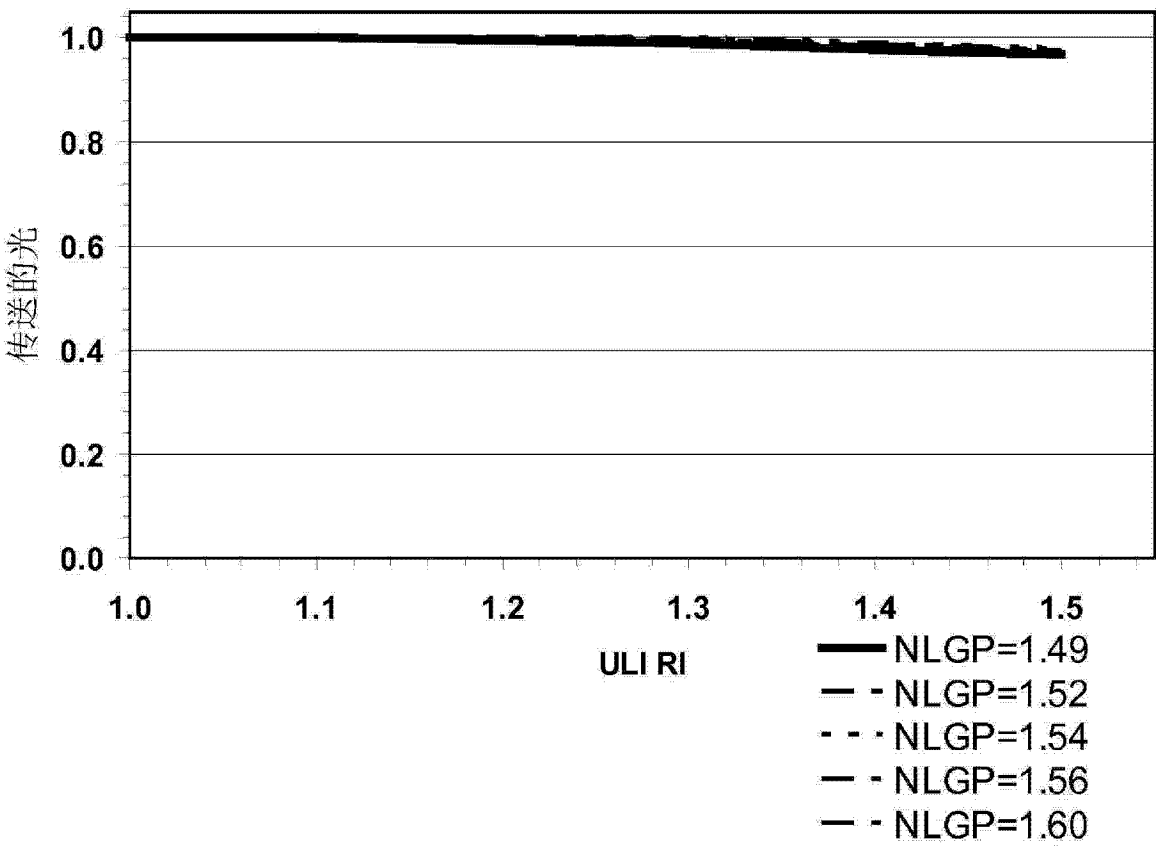


图 20C

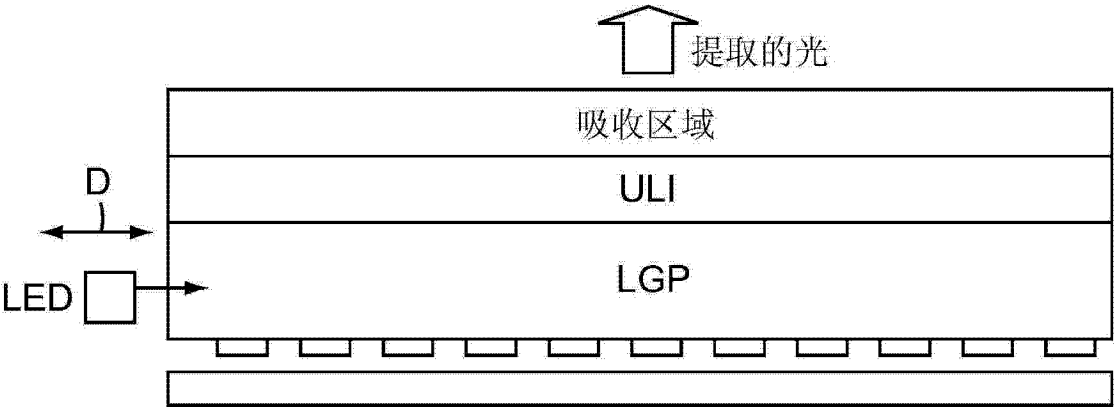


图 21A

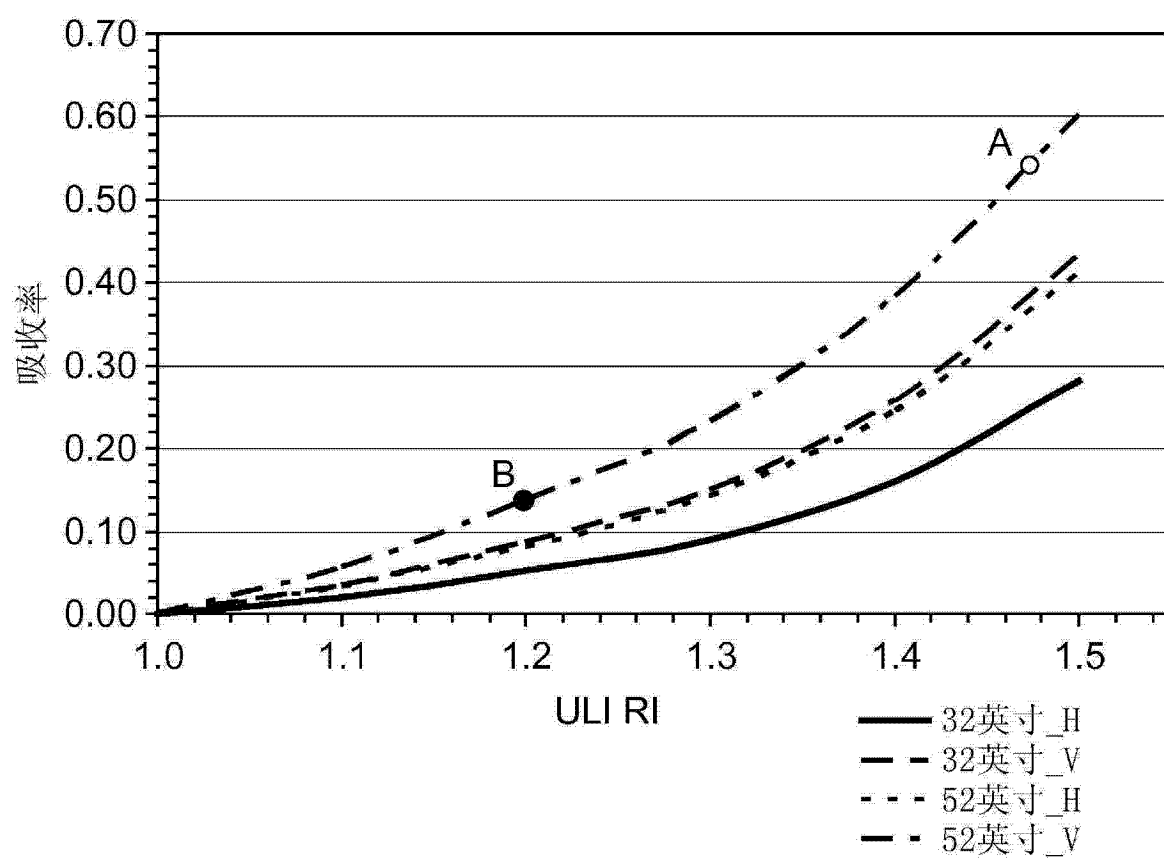


图 21B