



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119002124 A

(43) 申请公布日 2024. 11. 22

(21) 申请号 202410638976.5

(22) 申请日 2024.05.22

(30) 优先权数据

63/503,517 2023.05.22 US

18/418,311 2024.01.21 US

PCT/US2024/29010 2024.05.11 US

(71) 申请人 亮视技术公司

地址 美国

(72) 发明人 K·L·沃克 M·K·蒲波

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所

有限公司 11038

专利代理师 周阳君

(51) Int. Cl.

G02F 1/13357 (2006.01)

G02F 1/1335 (2006.01)

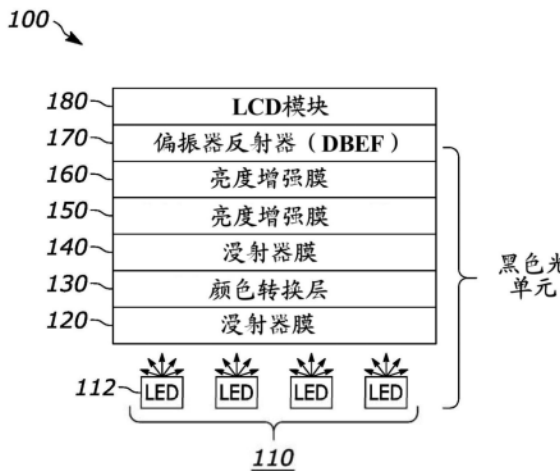
权利要求书2页 说明书14页 附图29页

(54) 发明名称

用于背光显示器的背光单元

(57) 摘要

本公开涉及用于背光显示器的背光单元。BLU包括LED的2D阵列,产生具有围绕中心标称 ± 90 度的角度分布的光。透明固体材料层定位成其底表面在LED的2D阵列之上并且被配置为将由2D阵列产生的光转换成在透明固体材料层的顶表面周围具有标称小于 ± 90 度的角度分布的光。漫射器膜定位在透明固体材料层的顶表面之上,被配置为提供大于60度的FWHM并且被配置为漫射在透明固体材料层的顶表面处产生的光以在漫射膜的顶表面处产生漫射光。BEF定位在漫射器膜的顶表面之上并且包括多个棱镜微结构,其中至少一些棱镜微结构具有近似九十度的顶角。BEF被配置为使在漫射器膜的顶表面处产生的漫射光的角度光学分布变窄,从而提供从背光单元输出的均匀且高亮度的光。



1. 一种背光单元,其特征在于,所述背光单元包括:
 - a) 发光二极管LED的二维阵列,该LED的二维阵列中的至少一个LED产生围绕所述至少一个LED的中心具有标称 ± 90 度的角度分布的光;
 - b) 透明固体材料层,定位为底表面位于LED的二维阵列之上,
该透明固体材料层被配置为将由LED的二维阵列产生的光变换成在透明固体材料层的顶表面处围绕所述至少一个LED的中心的具有标称小于 ± 90 度的角度分布的光;
 - c) 漫射器膜,定位在透明固体材料层的顶表面之上,该漫射器膜被配置为提供大于 60 度的半峰全宽,并且被配置为漫射在透明固体材料层的顶表面处产生的光以在漫射器膜的顶表面处产生漫射光;以及
 - d) 亮度增强膜,定位在漫射器膜的顶表面之上,并且在至少一个表面上包括多个棱镜微结构,至少一些棱镜微结构具有九十度的顶角;亮度增强膜被配置为使得在漫射器膜的顶表面处产生的漫射光的角度光学分布变窄,
其中第二漫射器膜位于漫射器膜和亮度增强膜之间。
2. 如权利要求1所述的背光单元,其特征在于,LED的二维阵列包括 8mm 的行间距和 8mm 的列间距。
3. 如权利要求1所述的背光单元,其特征在于,LED的二维阵列包括十行以及八列。
4. 如权利要求1所述的背光单元,其特征在于,LED的二维阵列包括小于或等于十五的行以及大于或等于十五的列。
5. 如权利要求1所述的背光单元,其特征在于,LED的二维阵列包括小于或等于十的行以及大于或等于十的列。
6. 如权利要求1所述的背光单元,其特征在于,透明固体材料包括聚甲基丙烯酸甲酯材料。
7. 如权利要求1所述的背光单元,其特征在于,透明固体材料包括聚碳酸酯材料。
8. 如权利要求1所述的背光单元,其特征在于,透明固体材料包括折射率为 1.75 的材料。
9. 如权利要求1所述的背光单元,其特征在于,透明固体材料层的厚度大于或等于从LED的二维阵列的顶表面到背光单元的顶表面测得的厚度的一半。
10. 如权利要求1所述的背光单元,其特征在于,透明固体材料层的厚度大于或等于从LED的二维阵列的顶表面到背光单元的顶表面测得的厚度的 0.7 倍。
11. 如权利要求1所述的背光单元,其特征在于,漫射器膜包括大于 80 度的半峰全宽。
12. 如权利要求1所述的背光单元,其特征在于,漫射器膜包括大于 100 度的半峰全宽。
13. 如权利要求1所述的背光单元,其特征在于,所述背光单元包括定位在亮度增强膜上方的至少一个附加膜。
14. 如权利要求13所述的背光单元,其特征在于,所述至少一个附加膜被配置为进一步整形来自所述亮度增强膜的光。
15. 如权利要求13所述的背光单元,其特征在于,所述至少一个附加膜被配置为重新引导来自所述亮度增强膜的光。
16. 如权利要求1所述的背光单元,其特征在于,所述背光单元包括定位在亮度增强膜之上的偏振器反射器膜。

17. 如权利要求1所述的背光单元,其特征在于,所述背光单元包括定位在亮度增强膜之上的第二亮度增强膜。

18. 如权利要求17所述的背光单元,其特征在于,所述背光单元包括定位在第二亮度增强膜之上的偏振器反射器膜。

19. 如权利要求18所述的背光单元,其特征在于,所述背光单元包括定位在偏振器反射器膜上方的至少一个附加膜。

20. 如权利要求19所述的背光单元,其特征在于,所述至少一个附加膜被配置为进一步整形来自所述亮度增强膜的光。

21. 如权利要求19所述的背光单元,其特征在于,所述至少一个附加膜被配置为重新引导来自所述亮度增强膜的光。

22. 一种背光单元,其特征在于,所述背光单元包括:

a) 发光二极管LED的二维阵列,其中该二维阵列中的行数小于该二维阵列中的列数,该二维阵列中的至少一个LED产生围绕所述至少一个LED的中心的具有标称 ± 90 度的角度分布的光;

b) 透明固体材料层,定位为底表面位于LED的二维阵列之上,

该透明固体材料层被配置为将由LED的二维阵列产生的光变换成在透明固体材料层的顶表面处围绕所述至少一个LED的中心的具有标称小于 ± 90 度的角度分布的光;

c) 漫射器膜,定位在透明固体材料层的顶表面之上,该漫射器膜被配置为提供大于 60 度的半峰全宽,并且被配置为漫射在透明固体材料层的顶表面处产生的光以在漫射器膜的顶表面处产生漫射光;

d) 一对交叉亮度增强膜,定位在漫射器膜的顶表面之上,并且

包括位于至少一个表面上的多个棱镜微结构,至少一些棱镜微结构具有九十度的顶角;以及

e) 偏振器反射器膜,定位在所述一对交叉亮度增强膜之上,并且被配置为透射一种偏振并反射另一种偏振,

其中第二漫射器膜位于漫射器膜和所述一对交叉亮度增强膜之间。

23. 如权利要求22所述的背光单元,还包括棱镜角度弯曲膜,该棱镜角度弯曲膜定位在偏振器反射器膜之上并且被配置为使来自背光单元的输出的光分布倾斜。

24. 如权利要求22所述的背光单元,还包括椭圆形漫射器膜,该椭圆形漫射器膜定位在偏振器反射器膜之上并且被配置为在一个方向上展宽背光单元的输出的光分布。

25. 如权利要求22所述的背光单元,其中该二维阵列中的行数小于或等于十五。

用于背光显示器的背光单元

[0001] 本文中使用的章节标题仅用于组织目的并且不应当被解释为以任何方式限制本申请中描述的主题。

[0002] 相关申请的交叉引用

[0003] 本申请基于2023年5月22日提交的、名称为“Back Light Unit for Backlit Displays”的美国临时专利申请63/503,517并且要求其优先权；本申请基于2024年1月21日提交的、名称为“Back Light Unit for Backlit Displays”的美国非临时专利申请18/418,311并且要求其优先权；本申请还基于2024年5月11日提交的、名称为“Back Light Unit for Backlit Displays”的PCT申请PCT/US24/29010并要求其优先权。美国临时专利申请63/503,517、美国非临时专利申请18/418,311以及PCT申请PCT/US24/29010在此通过引用被并入。

技术领域

[0004] 本教导一般而言涉及用在背光显示器中的背光单元的技术。

背景技术

[0005] 显示技术正在迅速发展,努力改进显示图像质量。特别地,液晶显示器(LCD)越来越多地采用背光单元体系架构来提高图像质量。非常期望有用于这个应用和其它应用的改进的背光单元。例如,迷你LED正在成为包括监视器、移动电话和平板电脑的新型高动态范围(HDR)LCD显示器的重要背光技术。这些显示器和相关联背光单元(BLU)的优点是局部调光,其中BLU中的各个LED可以打开和关闭,以创建支持HDR所需的更高对比度比率,例如与侧光式LED相比。例如,与OLED显示器相比,此类系统提供局部调光,实现更丰富的对比度和更暗的黑色、更低的功率、超高亮度、高可靠性以及无烧屏。这些显示器的应用包括例如汽车显示器、膝上型计算机、台式机、平板电脑以及专业和自定义显示器。

附图说明

[0006] 在下面结合附图的详细描述中更具体地描述根据优选和示例性实施例的本教导及其进一步的优点。本领域技术人员将理解,下面描述的附图仅用于说明目的。附图不一定按比例绘制;代替地,重点一般放在说明教导的原理上。附图无意以任何方式限制申请人的教导的范围。

[0007] 图1A图示了背光单元体系架构的实施例的示意图,该背光单元体系架构包括用于本教导的液晶显示器(LCD)的发光二极管(LED)的阵列。

[0008] 图1B图示了背光单元体系架构的另一个实施例的示意图,该背光单元体系架构包括用于本教导的液晶显示器(LCD)的发光二极管(LED)的阵列。

[0009] 图2A图示了如由测角光度计测得的作为角度的函数的由已知LED生成的光分布的三维图;

[0010] 图2B图示了结合图2A描述的以二维表示的照明图案的测得的光分布。

- [0011] 图3图示了可以在本教导的窄背光单元的实施例中使用的LED的二维阵列的示意图。
- [0012] 图4A图示了与根据本教导的包括单面涂层的漫射器层的实施例相关的表格。
- [0013] 图4B图示了与根据本教导的包括双面涂层的漫射器层的实施例相关的表格。
- [0014] 图4C图示了与包括具有强隐藏或LED平滑特性的体积漫射器层的漫射器层的实施例相关的表格。
- [0015] 图5图示了本教导的高隐藏微结构双面漫射器层的实施例的测得的角强度分布的曲线图。
- [0016] 图6A图示了本教导的具有双面漫射器层和气隙的背光单元的实施例的层结构的示意图。
- [0017] 图6B图示了具有双面漫射器层和小气隙厚度的图6A的背光单元的实施例的视觉图像。
- [0018] 图6C图示了具有双面漫射器层和较大气隙厚度的图6A的背光单元的实施例的视觉图像。
- [0019] 图7A图示了根据本教导的具有双面漫射器层、第二漫射器层和透明材料层的背光单元的实施例的层结构的示意图。
- [0020] 图7B图示了具有双面漫射器层和小透明材料层厚度的图7A的背光单元的实施例的视觉图像。
- [0021] 图7C图示了本教导的具有双面漫射器层和较大透明材料层厚度的背光单元的实施例的层结构的示意图。
- [0022] 图7D图示了图7C的背光单元的实施例的视觉图像。
- [0023] 图7E图示了本教导的具有双面漫射器层和甚至更大的透明材料层厚度的背光单元的实施例的层结构的示意图。
- [0024] 图7F图示了图7E的背光单元的实施例的视觉图像。
- [0025] 图7G图示了在20mm厚的透明材料层之上具有双面漫射器层的背光单元的实施例的视觉图像。
- [0026] 图7H图示了在24mm厚的透明材料层之上具有双面漫射器层的背光单元的实施例的视觉图像。
- [0027] 图7I图示了在28mm厚的透明材料层之上具有双面漫射器层的背光单元的实施例的视觉图像。
- [0028] 图8A图示了背光单元的实施例的层结构的示意图,该背光单元具有气隙之上的双面漫射器层以及双面漫射器层之上的一对附加的高折射率交叉亮度增强膜和偏振器反射器膜。
- [0029] 图8B图示了具有6mm气隙厚度的图8A的背光单元的实施例的视觉图像。
- [0030] 图8C图示了具有7mm气隙厚度的图8A的背光单元的实施例的视觉图像。
- [0031] 图9A图示了根据本教导的背光单元的实施例的层结构的示意图,该背光单元具有双面漫射器层、第二漫射器层、透明材料层、一对高折射率交叉亮度增强膜和偏振器反射器膜。
- [0032] 图9B图示了图9A的背光单元的实施例的视觉图像。

[0033] 图9C图示了背光单元的实施层的结构示意图,该背光单元具有气隙之上的双面漫射器层以及双面漫射器层之上的一对附加的高折射率交叉亮度增强膜和偏振器反射器膜。

[0034] 图9D图示了图9C的背光单元的实施层的视觉图像。

[0035] 图10图示了用于本教导的背光单元的实施层的单个LED的点扩散函数的曲线图。

[0036] 图11A图示了背光单元的实施层的结构示意图,该背光单元具有透明材料层之上的双面漫射器层以及双面漫射器层之上的一对附加的高折射率交叉亮度增强膜。

[0037] 图11B图示了图11A的背光单元的实施层的视觉图像。

[0038] 图11C图示了背光单元的实施层的结构示意图,该背光单元具有位于气隙之上的双面漫射器层以及双面漫射器层之上的一对附加的高折射率交叉亮度增强膜。

[0039] 图11D图示了图11C的背光单元的实施层的视觉图像。

[0040] 图12A图示了背光单元的实施层的结构示意图,该背光单元具有透明材料层之上的体积漫射器层以及体积漫射器层之上的一对附加的高折射率交叉亮度增强膜。

[0041] 图12B图示了图12A的背光单元的实施层的视觉图像。

[0042] 图12C图示了背光单元的实施层的结构示意图,该背光单元具有气隙之上的体积漫射器层以及体积漫射器层之上的一对附加的高折射率交叉亮度增强膜。

[0043] 图12D图示了图12C的背光单元的实施层的视觉图像。

[0044] 图13A图示了背光单元的实施层的结构示意图,该背光单元具有透明材料层之上的体积漫射器层、第二体积漫射器层、以及第二体积漫射器层之上的附加的高折射率交叉亮度增强膜和偏振器反射器层。

[0045] 图13B图示了图13A的背光单元的实施层的视觉图像。

[0046] 图13C图示了背光单元的实施层的结构示意图,该背光单元具有气隙之上的体积漫射器层以及体积漫射器层之上的一对附加的高折射率交叉亮度增强膜和偏振器反射器膜。

[0047] 图13D图示了图13C的背光单元的实施层的视觉图像。

[0048] 图14A图示了由已知LED生成的穿过本教导的实施层中使用的一对高折射率交叉亮度增强膜和偏振器反射器膜的光强度对水平发散角的曲线图和光强度对垂直发散角的曲线图。

[0049] 图14A-1图示了由已知LED生成的穿过本教导的实施层中使用的一对高折射率交叉亮度增强膜和偏振器反射器膜的光分布的三维图以及光分布的三维图的投影。

[0050] 图14B图示了由已知LED生成的穿过本教导的实施层中使用的单个高折射率交叉亮度增强膜和偏振器反射器膜的光强度对水平发散角的曲线图以及光强度对垂直发散角的曲线图。

[0051] 图14B-1图示了由已知LED生成的穿过本教导的实施层中使用的单个高折射率交叉亮度增强膜和偏振器反射器膜的光分布的三维图以及光分布的三维图的投影。

具体实施方式

[0052] 现在将参考附图中所示的本教导的示例性实施层来更详细地描述本教导。虽然结合各种实施层和示例描述了本教导,但并不旨在将本教导限制到此类实施层。相反,如本领

域技术人员将认识到的,本教导涵盖各种替代方案、修改和等同形式。能够获得本文的教导的本领域普通技术人员将认识到在本文描述的本公开的范围内的附加实施方式、修改和实施例以及其它使用领域。

[0053] 本说明书中对“一个实施例”或“实施例”的引用意味着结合该实施例描述的特定特征、结构或特点被包括在本教导的至少一个实施例中。说明书中各个地方短语“在一个实施例中”的出现不一定都指同一个实施例。

[0054] 应当理解的是,本教导的方法的各个步骤可以以任何次序和/或同时执行,只要本教导保持可操作即可。此外,应当理解的是,本教导的装置和方法可以包括任何数量或所有描述的实施例,只要本教导保持可操作即可。

[0055] 为了追求改进的图像质量,包括例如液晶显示器的各种薄型显示器越来越多地使用背光单元体系架构。本教导涉及用于具有发光二极管(LED)光源的二维阵列的背光显示器的背光单元。图1A和1B示出了用于液晶显示器(LCD)的包括LED阵列的背光单元的示意图。图1A图示了包括用于本教导的LCD的LED阵列的背光单元体系架构的实施例的示意图。

[0056] 参考图1A,背光单元体系架构100可以包括各个LED 112的阵列110,LED例如可以是蓝色LED、白色LED和/或红-绿-蓝LED集群。任何种类的已知LED都可以与本教导结合使用。图2A图示了如由测角光度计测得的根据角度的由已知LED生成的光分布的三维图。图2B图示了结合图2A描述的以二维表示的照明图案的测得的光分布。图2A和2B图示了由测角光度计测得的根据角度的从单个LED发射的光的典型强度分布。如图所示,LED源近似Lambertian源。对于Lambertian源,我们是指发射相对于最低点基本上对称的光分布的源。这对应于最高光强度处于最低点处。一般而言,Lambertian源的光发射角是180度,或者绕中心 ± 90 度。

[0057] 再次返回到图1A,一系列膜(也称为层)可以被用于扩散或漫射从LED 112发射的光,使得背光单元体系架构100可以向包含位于背光单元上方的液晶的LCD模块180递送更均匀的光。本教导的背光单元的一些实施例不使用LCD模块180。本教导的一些实施例使用不同的照明模块来代替LCD模块180。在一些实施例中,背光单元体系架构100包括漫射器膜120。可以使用各种已知的漫射器膜120。漫射器膜120也可以被称为漫射器层或漫射器。例如,漫射器膜120可以是单面漫射器层、双面漫射器层、体积漫射器层和/或圆形漫射器层。例如,如果LED 112发射蓝光,那么能够使用颜色转换层130。颜色转换层130可以使用量子点或者磷光体材料,以例如将由LED 112发射的蓝光中的一些转换成绿光和红光。第二漫射器膜140,例如,其可以是由随机纹理化的表面产生的体积漫射器或圆形漫射器,被配置为扩散或漫射离开颜色转换层130的光。有位于第二漫射器膜140之上的两个亮度增强膜(BEF)150、160。在一些实施例中,仅使用一个亮度增强膜150、160。在一些实施例中,两个亮度增强膜150、160是相对于彼此旋转近似90度的两个棱镜膜。这两个90度旋转的棱镜膜放在一起也称为一对交叉亮度增强膜。也称为DBEF的偏振器反射器170定位在亮度增强膜150、160之上。在一些实施例中,背光单元体系架构100中可以存在附加的膜(未示出),这些膜被用于改进递送到LCD面板的光的整体均匀性和亮度。

[0058] 在一些实施例中,DBEF 170(反射偏振器)膜与LCD模块180结合或者作为单独的膜位于LCD模块180下方。在一些背光单元中,可以在没有颜色转换层130的情况下使用白色LED。通过使用LED 110的阵列,可以通过调整各个LED 112的亮度来实现更好的对比度比

率,这常常被称为局部调光。

[0059] 一般而言,消费者更喜欢包括LCD的电子设备变得越来越薄。因此,此类显示器的背光单元也需要变得越来越薄。这就提出了要求以有效的方式管理由LED发射的光的挑战以确保在更薄的背光单元中的均匀性和亮度。

[0060] 图1B图示了背光单元体系架构190的另一个实施例的示意图,该背光单元体系架构包括用于本教导的液晶显示器(LCD)的发光二极管(LED)的阵列。例如,参考具有图1B的背光单元体系架构190的LCD显示器的实施例,当漫射器膜120放置在LED 112的阵列110之上时,由LED发射的各个光点被漫射,使得来自相邻LED 112的具有较小强度的光开始重叠以在LED 112之间创建具有更高强度的光的区域。例如,如果增加漫射器膜120的厚度,这对于更薄的背光单元来说可能是不期望的,那么各个光点可以进一步扩散并提供更好的光均匀性,但仍然可以具有更亮和更暗的区域。

[0061] 在一个实施例中,LED 112是在阵列110中形成的蓝色LED,并且本教导的背光单元将明亮且均匀的光递送到阵列110与模块180之间的层的薄剖面中的LCD模块180。这些层可以包括放置在漫射器膜120之上的一对交叉的亮度增强膜150、160,以及放置在该对交叉的亮度增强膜150、160之上的偏振器反射器170。当从背光单元体系架构190的模块180侧查看时,这个层结构有效地隐藏了各个(individual)LED 112,并且提供了比结合图1A描述的背光单元体系架构100更薄的背光单元剖面。如本文进一步描述的,本教导的各种层结构,包括不同的层类型、层厚度和层位置,可以被用于提供一个或多个显示性能目标。这些性能目标包括在维持期望的背光单元厚度的同时例如产生明亮、均匀的光、隐藏各个和/或支持与显示器具有更好对比度比率的调光操作。

[0062] LED 112可以布置在阵列110中。图3图示了可以在本教导的窄背光单元的实施例中使用的LED 302的二维阵列300的示意图。阵列300的LED元件302在一维上以标称均匀的间距X 304并且在第二维上以标称均匀的间距Y 306定位。LED间距X 304与Y 306可以相同或可以不同。在本教导的LED阵列300的一些实施例中,LED间距X 304是8mm并且LED间距Y 306是8mm。也可以使用其它LED间距。间距X 304也可以被称为列间距,并且间距Y 306可以被称为行间距。阵列300的实施例具有七行和七列。行的数量和列的数量也可以在各种配置中变化。行数可以与列数相同,如阵列300中所示。在一些实施例中,一维具有比第二维更少的LED元件。例如,背光单元的窄维度可以配置有少于15个LED行或者甚至少于10个LED行。例如,更宽的维度可以具有比行数更多的列数。

[0063] 参考图1A、图1b和图3中的所有,当LED 112、302被配置在阵列110、300中时,期望隐藏各个LED 112、302并向LCD模块180呈现明亮且均匀的光。如上所述,实现这一目标的一种方法是在背光单元100、190中包括一个或多个漫射器膜120、140以漫射、扩散或模糊由LED 112、302发射的光束。在一些实施例中,期望保持背光单元体系架构100、190尽可能薄并且使用一系列MLA膜。

[0064] 在一些其它实施例中,背光单元的厚度不是显著的约束,并且背光单元层厚度可以与LED间距304、306相当或者比LED间距304、306更厚。在这些实施例中,问题可以与基于LED的照明所面临的问题有些相似。常常可以在LED上方使用单个漫射器膜,并在其下方留有气隙。作为示例,下面结合图4A-C描述的表格400、430、450提供了关于气隙与LED间距的相对尺寸的指导,其对于具有更厚背光单元维度的这些实施例实现均匀的光分布。这些表

格400、430、450涉及由本申请的受让人Brightview Technologies生产的各种商业漫射器层。

[0065] 本教导的背光单元的一个特征是能够从薄的、高效的且成本有效的LED阵列创建高度均匀的光输出。本教导的一些实施例不是使用依靠光散射的常规漫射器膜,而是使用微透镜阵列或MLA漫射器膜来提供改进的性能。MLA不是依靠散射,而是依靠折射和全内反射来管理光学器件,从而带来许多优势,包括更好的光均匀性和局部调光性能、更薄的膜堆叠、改进的效率以及与颜色转换薄膜配合使用以最小化串扰的能力。

[0066] 在本教导的实施例中使用的漫射器膜可以包括可以使用本领域中已知的许多技术创建的表面微结构。例如,在一些实施例中,本教导的漫射器膜可以通过使用合适的母模和热固化聚合物或紫外(UV)光固化聚合物浇铸到基板上的具有期望形状的分光微结构来制造。微结构形状也可以通过压缩模制或其它模制被压印到热塑性基板中。该形状也可以使用挤出压花或注塑成型与基板同时创建。微结构可以通过复制母版来生产。例如,光学膜可以通过复制包含期望形状的母版来制造,如Rinehart等人的标题为“Systems and Methods for Fabricating Optical Microstructures Using a Cylindrical Platform and a Rastered Radiation Beam”的美国专利No.7,190,387B2;Freese等人的标题为“Methods for Mastering Microstructs Through a Substrate using Negative Photoresist”的美国专利No.7,867,695B2;以及Wood等人的标题为“Methods for Fabricating Microstruuctions by Imaging a Radiation Sensitive Layer Sandwiched Between Outer Layers”的美国专利No.7,192,692B2中所述,这些专利受让给本发明的受让人,所有这些专利的公开内容都通过引用整体并入本文。母版本身可以使用这些专利中描述的激光扫描技术来制造,并且还可以使用这些专利中描述的复制技术来复制以提供微结构。

[0067] 在一些实施例中,可以使用投影或接触光刻,诸如用在半导体、显示器、电路板中的技术以及本领域中已知的其它常见技术,将微结构曝光到感光材料中。在一些实施例中,或者使用掩模或者使用聚焦和调制的激光束的激光烧蚀可以被用于在材料中创建包括标记的微结构。在一些实施例中,微机械加工(特别是金刚石微机械加工)可以被用于从固体材料创建期望的微结构。在一些实施例中,增材制造(诸如3D打印)可以被用于在固体材料中创建期望的微结构。

[0068] 本教导的一些实施例中的漫射器膜还可以是体积漫射器,其中一定浓度的颗粒嵌入在不同折射率的基质中。

[0069] 漫射器膜可以特征在于所谓的半峰全宽(FWHM)。FWHM是在被准直波束照亮时离开膜的光分布的扩散的测量。FWHM可以被表达为以度为单位的角度。具有较大FWHM的漫射器是比具有较小FWHM的漫射器更强的漫射器。本教导的一些实施例利用具有大于六十度的FWHM的漫射器膜。

[0070] 图4A图示了与根据本教导的包括单面涂层的漫射器层的实施例相关的表格400。表格400指示实现均匀空间强度和角度分布所需的LED间距与LED阵列的顶部和漫射器层的底表面之间的间隙的近似比率。朝着这个表格400的顶部的漫射器具有相对弱的隐藏或LED平滑并且要求更大的间隙来实现平滑均匀的辉度(luminance)。当要求利用更小间隙来牢固、平滑地隐藏LED源时,使用朝着这个表格400的底部的漫射器。

[0071] 图4B图示了与根据本教导的包括双面涂层的漫射器层的实施例相关的表格430。表格430指示LED间距与气隙的近似比率,以实现均匀的空间强度和角度分布。漫射器层的一些实施例包括双面涂层,其赋予它们更强的LED隐藏并且可以提供比结合图4A描述的漫射器层的实施例更高的效率。朝着这个表格430顶部的漫射器层具有相对弱的隐藏或LED平滑并且要求更大的气隙来实现平滑均匀的辉度。当期望利用更小的气隙来牢固、平滑地隐藏LED源时,使用朝着这个表格430的底部的漫射器层。漫射强度的增加通过更小的气隙来产生更多的LED隐藏。

[0072] 图4C图示了与包括具有强隐藏或LED平滑特性的体积漫射器层的漫射器层的实施例相关的表格450。表格450指示LED间距与气隙的近似比率,以实现均匀的空间强度和角度分布。表格450中所示的体积漫射器膜提供具有小气隙的平滑均匀的辉度。

[0073] 图5图示了本教导的高隐藏微结构双面漫射器层的实施例的测得的角强度分布的曲线图500。所谓强隐藏或高隐藏是指从多个LED产生均匀的输出,该均匀的输出使得在输出端无法看到单个LED元件。较低的隐藏度仍会使输出端处的光线更加平滑和均匀,但从背光单元的顶面或输出端观察时,LED中心处的光线与LED中心附近区域的光线相比会有更多的变化。经受测量的双面漫射器层是与结合图4B的描述所描述的表格430中的最后条目相关联的漫射器。那是漫射器产品编号C-HH90,其具有实现完全LED隐藏的距离,LED间距与空气间隙的比率是1:0.85。

[0074] 在本教导的背光单元的一些实施例中,LED通常具有几百微米至大于一毫米的发射面积。为了用相对少量的LED实现高亮度,大发射面积是必要的。与已知的照明应用类似,期望本教导的背光单元在最大化亮度的同时实现强度和角度分布的均匀性。在使用迷你LED阵列的实施例中,还期望最小化来自单个LED的光的点扩散函数以促进局部调光。

[0075] 本文实施例的各种描述涉及双面漫射器层的使用。但是,可以使用不同的漫射器层,包括例如单面漫射器层、体积漫射器层和圆形漫射器层。

[0076] 图6A图示了本教导的具有双面漫射器层和气隙的背光单元的实施例的层结构600的示意图。漫射器膜602定位在LED阵列604之上,LED阵列604包括以间距 x 605隔开的各个LED 612。在LED阵列604的顶部与膜602的底部之间形成气隙606。气隙具有厚度 d 607。光从LED 612的顶部射出,具有以角度608为特征的角度分布。来自LED 612的分布可以是进入空气的Lambertian分布,其具有等于180度(± 90 度)的扩散角608的角度分布。可以看出,对于表征从LED发出的光的固定角度608,气隙的厚度越大,漫射器膜602的底表面处的光分布的尺寸越大,并且因此膜602需要更少的隐藏或LED平滑以从层结构600的顶表面产生平滑均匀的辉度。

[0077] 图6B图示了具有双面漫射器层和小气隙厚度的图6A的背光单元的实施例的视觉图像630。具体而言,图6B是间隔8mm的 $\sim 8 \times 8$ 的LED阵列的视觉图像630,其中200微米厚的HH90漫射器放置在LED上方8mm处,并且在LED与HH90漫射器之间具有气隙。因此, $x = 8\text{mm}$ 并且 $d = 8\text{mm}$ 。本文对HH90的引用是指具有产品编号C-HH90的漫射器,如图4B的表格430中所示。

[0078] 图6C图示了具有双面漫射器层和较大气隙厚度的图6A的背光单元的实施例的视觉图像650。具体而言,图6C是间隔8mm的 $\sim 8 \times 10$ LED阵列的视觉图像650,其中200微米厚的HH90漫射器放置在LED上方12mm处($d = 12\text{mm}$),并且在LED与HH90漫射器之间具有气隙。当使

用相同的漫射器膜602时由气隙606的较大厚度 d_{607} 造成的照明的附加平滑是明显的。参考图6B和6C两者,从图6B的视觉图像630可以看出,以8mm的气隙,存在强度上的一些显著的空间不均匀性,但是对于12mm的气隙,如图6C的视觉图像650中所示,强度非常均匀。因此,通过在阵列与漫射器层之间使用特定的气隙厚度以及特定的阵列间距比率,本发明的背光单元的实施例可以提供所需的均匀性和/或单个LED的隐藏性。

[0079] 图7A图示了根据本教导的具有双面漫射器层、第二漫射器层和透明材料层的背光单元的实施例的层结构的示意图。第一漫射器膜702定位在LED阵列704之上,LED阵列704包括以间距 x_{705} 间隔开的各个LED。在一个实施例中,第一漫射器膜702包括顶面漫射器层、底面漫射器层以及位于顶面漫射器层和底面漫射器层之间的薄透明材料层。这种薄膜有时被称为双面漫射器层。在某些配置中,第二漫射器膜702'位于第一扩散膜702的上方。

[0080] 具有厚度 d_{707} 的透明材料的层706定位在LED阵列704与漫射器膜702之间。在各种实施例中,透明材料层706包括占据从LED阵列704的顶部到漫射器膜702的底部的区域的一个或多个膜。透明材料层706一般具有比空气高的折射率。在一些实施例中,透明材料层706是一个或多个聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)膜。光以Lambertian分布从阵列704中的LED的顶部射出,该Lambertian分布被变换为以透明材料层706中的角度708为特征的较窄角度分布。表征透明材料层706中的光的角度分布的角度708小于结合图6A描述的气隙606中的光的角度608,因为折射率大于一。该变换由Snell定律描述,如下文进一步描述的。例如,从LED发射到折射率为1.5的材料中的Lambertian分布产生具有角度708的角度分布,其中角度708等于 $79.2^\circ (\pm 39.6^\circ)$ 。一般而言,透明材料层706将从裸露LED发射到空气中的光分布的角度变换为围绕中心小于 $\pm 90^\circ$ 的角度。

[0081] 图7B图示了具有双面漫射器层和小透明材料层厚度的图7A的背光单元的实施例的视觉图像710。具体而言,图7B是间隔开8mm的 $\sim 8 \times 10$ LED阵列的视觉图像710,其中200微米厚的HH90漫射器放置在LED上方8mm处,并且在LED与HH90漫射器之间有两层4mm厚的PMMA。

[0082] 图7C图示了本教导的具有双面漫射器层和较大透明材料层厚度的背光单元的实施例的层结构720的示意图。漫射器膜722定位在LED阵列724之上,LED阵列724包括以间距 x_{725} 间隔开的各个LED。具有厚度 d_{727} 的透明材料层726定位在LED阵列724与漫射器膜722之间。光从阵列724中的LED的顶部射出,具有由角度728表征的角度分布。

[0083] 图7D图示了图7C的背光单元的实施例的视觉图像730。具体而言,视觉图像730来自间隔开8mm的 $\sim 8 \times 10$ LED阵列,200微米厚的HH90漫射器放置在LED上方12mm处,LED与HH90漫射器之间有三层4mm厚的PMMA。例如,与结合图7B描述的视觉图像710相比,由较厚的透明材料层造成的来自阵列中各个LED的照明的更加平滑从这个视觉图像730中是显然的。

[0084] 图7E图示了本教导的具有双面漫射器层和甚至更大的透明材料层厚度的背光单元的实施例的层结构740的示意图。与结合图7A和7C描述的层结构700、720类似,这个层结构740也具有漫射器层742、具有间距 x_{745} 的LED阵列744、透明材料层746和角度分布角度748。与层结构700、720相比,层结构740中的厚度 d_{747} 更大。对于相同的漫射器膜742特点,更厚的透明材料层746导致阵列744中各个LED的更好隐藏。

[0085] 图7F图示了图7E的背光单元的实施例的视觉图像750。具体而言,视觉图像750来自间隔开8mm的 $\sim 8 \times 10$ LED阵列,200微米厚的HH90漫射器放置在LED上方16mm处,LED与

HH90漫射器之间有四层4mm厚的PMMA。更厚的透明材料层的更好隐藏是显然的。

[0086] 图7G图示了在20mm厚的透明材料层之上具有双面漫射器层的背光单元的实施例的视觉图像760。具体而言,视觉图像760来自间隔开8mm的 $\sim 8 \times 10$ LED阵列,200微米厚的HH90漫射器放置在LED上方20mm处,LED和HH90漫射器之间有5层4mm厚的PMMA。这个视觉图像760还示出了直接来自没有膜的LED阵列的一些LED的照明。随着透明材料层厚度的增加,更好的隐藏是显然的。

[0087] 图7H图示了在24mm厚的透明材料层之上具有双面漫射器层的背光单元的实施例的视觉图像770。具体而言,视觉图像770来自间隔开8mm的 $\sim 8 \times 10$ LED阵列,200微米厚的HH90漫射器放置在LED上方24mm处,LED与HH90漫射器之间有6层4mm厚的PMMA。随着透明材料层厚度的增加,更好的隐藏是显然的。

[0088] 图7I图示了在28mm厚的透明材料层之上具有双面漫射器层的背光单元的实施例的视觉图像780。具体而言,视觉图像780来自间隔开8mm的 $\sim 8 \times 10$ LED阵列的视觉图像780,200微米厚的HH90漫射器放置在LED上方28毫米处,LED与HH90漫射器之间有7层4mm厚的PMMA。随着透明材料层厚度的增加,更好的隐藏是显然的。图7A-I中的示例说明了本教导的背光单元的实施例如何通过使用特定比率的阵列间距、阵列与漫射器层之间的特定透明材料层厚度来提供所需的均匀性和/或单个LED的隐藏。透明层的折射率也可以作为参数来选择,以提供所需的均匀度。

[0089] 将结合图6A-C描述的背光单元实施例与结合图7A-I描述的背光单元实施例进行比较,显然,如果用折射率为1.5的PMMA代替气隙,那么如果气隙厚度与透明材料层厚度相同或相似,那么视觉均匀性会差得多。例如,将图6C的视觉图像650与图7D的视觉图像730进行比较,可以看出,12mm的空气产生出色的均匀性,而12mm的PMMA则具有非常差的均匀性,其中图6C的视觉图像650在漫射器与LED之间具有12mm的空气,而图7D的视觉图像730在漫射器与LED之间具有12mm的PMMA。事实上,对于包括PMMA的透明材料层,可以看出,要求24至28mm的厚度来实现出色的均匀性,如图7H中所示的视觉图像770和图7I中所示的视觉图像780中显然的。

[0090] LED阵列与漫射器层的底部之间的空间中的较高折射率材料的这种较大厚度要求是预期的,因为在空气中,Lambertian分布具有从-90到+90度的光线,这允许光在横向方向上快速扩散。相比之下,一旦来自LED的Lambertian分布进入例如由PMMA制成的透明材料层,由于Snell等式 $n_1 \sin(\Theta_1) = n_2 \sin(\Theta_2)$,它就被限制在 ± 41.8 度之间,其中对于空气, $n_1 = 1$,对于PMMA, $n_2 = 1.5$ 。对于具有较高折射率1.57的聚碳酸酯材料,光将被限制在 ± 39.6 度之间。如果LED与漫射器之间的材料的折射率是1.75,那么光被限制在 ± 34.8 度之间。例如,一些聚合物材料可以具有高折射率。当在LED与漫射器之间使用PMMA或其它高折射率透明材料时,由于厚度、重量和材料的显著增加,大厚度会是不利的。因此,本教导的背光单元的一些实施例在背光单元的层结构体系架构中使用附加层,如下文进一步描述的。

[0091] 例如,本教导的一些实施例使用背光单元体系架构,该体系架构包括一对大致彼此垂直定向的亮度增强膜(例如,使用 ~ 90 度顶角棱镜)以及是反射偏振片的DBEF膜。交叉的亮度增强膜缩小了光学分布,从而增强了轴上亮度。DBEF膜还通过仅传输一种偏振并回收另一种偏振来增强LCD模块的亮度。

[0092] 图8A图示了背光单元的实施例的层结构800的示意图,该背光单元具有气隙806之

上的双面漫射器层802以及双面漫射器层802之上的一对附加的高折射率交叉亮度增强膜810、812和偏振器反射器膜814。漫射器膜802定位在LED阵列804之上,LED阵列804包括以间距 x 805间隔开的各个LED。气隙806在LED阵列804的顶部与膜802的底部之间形成。气隙具有厚度 d 807。光从阵列804中的LED的顶部射出,具有以角度808表征的角度分布。一对亮度增强膜810、812定位在漫射器膜802之上,并且偏振器反射器(DBEF)膜814定位在亮度增强膜对810、812之上。

[0093] 图8B图示了具有6mm气隙厚度的图8A的背光单元的实施例的视觉图像820。具体而言,视觉图像820来自间隔开8mm的 $\sim 8 \times 10$ 的LED阵列,其中200微米厚的HH90漫射器放置在LED上方6mm处,LED与HH90漫射器之间有空气。在这个实施例中,在HH90漫射器上方有一对附加的高折射率交叉亮度增强膜和DBEF膜,每个膜的厚度大约为200微米。

[0094] 图8C图示了具有7mm气隙厚度的图8A的背光单元的实施例的视觉图像840。具体而言,视觉图像840来自间隔开8mm的 $\sim 8 \times 10$ 的LED阵列,其中200微米厚的HH90漫射器放置在LED上方7mm处,LED与HH90漫射器之间有空气。在这个实施例中,在HH90漫射器上方有一对附加的高折射率交叉亮度增强膜和DBEF膜,每个膜的厚度大约为200微米。

[0095] 比较图6A-C与图8A-C说明了在漫射器膜802和气隙806之上包括两个亮度增强膜810、812和偏振器反射器814的益处。如果使用附加的膜,那么通过相对小的气隙提供均匀的照明。图8C的视觉图像840示出了利用近似7mm的气隙实现了非常好的均匀性。这与10或12mm的值更接近但HH90漫射器上方没有三层附加膜的情况进行比较。例如,对于图6A中所示的在漫射器膜602上方不具有附加膜的体系架构层结构600,图6C的视觉图像650示出了具有12mm气隙的高度均匀分布。

[0096] 图9A图示了根据本教导的背光单元的实施例的层结构900的示意图,该背光单元具有双面漫射器层902、第二漫射器层902'、透明材料层906、一对高折射率交叉亮度增强膜910、912以及偏振器反射器膜914。第一漫射器膜902位于一个或多个透明材料层906上。第一漫射器膜902可以是双面漫射器层,包括顶面漫射器层、底面漫射器层以及位于顶面漫射器层和底面漫射器层之间的薄透明材料层(未显示结构细节)。在其他实施例中,第一漫射器膜902是单面漫射器层。

[0097] 在一些配置中,第二漫射器层902'位于第一漫射器层902之上。具有 x 905的元件间距的LED阵列904定位在透明材料层906下方。透明材料层906具有厚度 d 907。各个LED具有由透明材料层906中的角度908表征的光的角度分布。一对高折射率交叉亮度增强膜910、912位于第二扩散膜902'的上方。偏振反射膜914位于双面漫射器层上方。

[0098] 图9B图示了图9A的背光单元的实施例的视觉图像920。具体而言,视觉图像920来自间隔开8mm的 $\sim 8 \times 10$ 的LED阵列,200微米厚的HH90漫射器放置在LED上方7mm处,LED与HH90漫射器之间有4mm和3mm PMMA层。在这个实施例中,在HH90漫射器902上方有一对附加的高折射率交叉BEF膜910、912和DBEF膜914,每个膜的厚度为大约200微米。

[0099] 图9C图示了背光单元的实施例的层结构930的示意图,该背光单元具有气隙936之上的双面漫射器层932以及双面漫射器层932之上的一对附加的高折射率交叉亮度增强膜940、942和偏振器反射器膜944。具有 x 935的元件间距的LED阵列934定位在气隙936下方。气隙935具有厚度 d 937。各个LED具有由角度938表征的光的角度分布。

[0100] 图9D图示了图9C的背光单元的实施例的视觉图像950。具体而言,视觉图像950来

自间隔开8mm的 $\sim 8 \times 10$ 的LED阵列,200微米厚的HH90漫射器放置在LED上方7mm处,LED与HH90漫射器之间有空气。在这个实施例中,在HH90漫射器上方有一对附加的高折射率交叉BEF膜940、942和DBEF 944膜,每个膜的厚度为大约200微米。

[0101] 令人惊讶的是,可以看出图9B的视觉图像920中所示的均匀性与图9D的视觉图像950相当或更好,其中图9B在HH90漫射器下具有4mm PMMA层和3mm PMMA层,而图9D在HH90漫射器下有7mm的气隙。这与需要24-28mm的PMMA而不需要三个额外的膜并且在具有相同厚度的气隙的情况下看到类似的均匀性相比较,如结合图7H和7I所讨论的。

[0102] 在一些实施例中,固体透明材料层的厚度大于或等于从二维LED阵列的顶部到背光单元的顶部测得的厚度的一半。因此,例如,并且参考在透明材料层之上包括三个膜的实施例,诸如图9A的实施例,透明材料层906的厚度 d_{907} 是从阵列904的顶部到偏振器反射器914的顶部测得的厚度的一半。这个厚度是厚度 d_{907} 加上漫射器膜902的厚度、加上亮度增强膜910的厚度、加上亮度增强膜912的厚度并加上偏振器反射器膜914的厚度的总和。在各种实施例中,这个厚度一般是透明材料层的厚度加上透明材料层顶部的任何附加层的厚度。在一些实施例中,固体透明材料层的厚度大于或等于从二维LED的阵列的顶部到背光单元的顶部测得的厚度的0.7倍。在各种实施例中,这个厚度是透明材料层的厚度加上透明材料层顶部的任何附加层的厚度。

[0103] 图10图示了用于本教导的背光单元的实施例的单个LED的点扩散函数的曲线图1000。点扩散函数可以被认为表征由光学系统产生的点源的图像的扩散程度。对于在LED与由HH90漫射器、一对交叉BEF膜和DBEF膜组成的膜堆叠之间存在7.5mm的PMMA(虚线)或空气(实线)的情况,当单个LED开启时,辉度分布作为位置(m)的函数在曲线图1000中示出。每个剖面已通过峰强度进行归一化。7.5mm的PMMA的情况具有比气隙的情况高67%的峰强度。而且,相应地,PMMA的情况在尾部具有相对小的辉度。对于在LED与膜堆叠之间的透明材料层中的固体材料(这种情况下是PMMA)的情况,这产生比气隙更好的点扩散函数。更好的点扩散函数促进局部调光(dimming)。翼部(wing)中较高的峰强度和较低的能量是由于与空气中的Lambertian分布相比,PMMA内的光限制更窄。在许多情况下,这进而导致总体更高的平均辉度。例如,在LED间距为8mm、窄方向上的总维度为 ~ 90 mm的情况下,平均辉度高出 $\sim 10\%$,这是非常期望的。

[0104] 图11A图示了背光单元的实施例的层结构1100的示意图,该背光单元具有透明材料层1106之上的双面漫射器层1102以及双面漫射器层1102之上的一对附加的高折射率交叉亮度增强膜1110、1112。具有 x_{1105} 的元件间距的LED阵列1104定位在透明材料层1106下方。透明材料层1106具有厚度 d_{1107} 。各个LED具有由角度1108表征的光的角度分布。

[0105] 图11B图示了图11A的背光单元的实施例的视觉图像1120。具体而言,视觉图像1120来自间隔开8mm的 $\sim 8 \times 10$ 的LED阵列,200微米厚的HH90漫射器放置在LED上方7mm处,LED与HH90漫射器1102之间有4mm和3mm的PMMA层。在这个实施例中,在HH90漫射器1102上方有一对附加的高折射率交叉亮度增强膜1110、1112,每个膜的厚度为大约200微米。

[0106] 图11C图示了背光单元的实施例的层结构1130的示意图,该背光单元具有位于气隙1136之上的双面漫射器层1132以及双面漫射器层1132之上的一对附加的高折射率交叉亮度增强膜1140、1142。具有 x_{1135} 的元件间距的LED阵列1134定位在气隙1136下方。气隙1136具有厚度 d_{1137} 。各个LED具有由角度1138表征的光的角度分布。

[0107] 图11D图示了图11C的背光单元的实施例的视觉图像1150。具体而言,视觉图像1150来自间隔开8mm的 $\sim 8 \times 10$ 的LED阵列,200微米厚的HH90漫射器1132放置在LED上方7mm处,LED与HH90漫射器1132之间有空气。在这个实施例中,存在一对附加的高折射率交叉亮度增强膜1140、1142,每个膜的厚度为大约200微米。

[0108] 除了DBEF已被移除之外,图11B和11D与图8B和8C对应。从图11B和11D中可以观察到,对于PMMA和气隙这两种情况,均匀性都较差。这是因为DBEF反射了 $\sim 50\%$ 的光,并且这种附加的再循环光改进了均匀性。没有DBEF时较差的均匀性可以通过增加漫射器的厚度或隐藏强度来补偿。例如,体积漫射器比双面漫射器具有更大的隐藏强度。

[0109] 本教导的一个特征是更强的隐藏强度的漫射器可以在非常薄的背光单元中提供均匀性和/或调光操作。例如,图12A-D图示了使用半最大全厚度(full thickness half-max)为105度的体积漫射器层的背光单元实施例。例如,与双面或单面漫射器层相比,体积漫射器层具有较高的隐藏强度。

[0110] 图12A图示了背光单元的实施例的层结构1200的示意图,该背光单元具有透明材料层1206之上的体积漫射器层1202以及体积漫射器层1202之上的一对附加的高折射率交叉亮度增强膜1210、1212。具有 x 1205的元件间距的LED阵列1204位于透明材料层1206下方。透明材料层1206具有厚度 d 1207。各个LED具有由角度1208表征的光的角度分布。

[0111] 图12B图示了图12A的背光单元的实施例的视觉图像1220。具体而言,视觉图像1220来自间隔开8mm的 $\sim 8 \times 10$ 的LED阵列,200微米厚的VH105漫射器1202放置在LED上方8mm处,在LED和VH105漫射器1202之间有4mm和4mm的PMMA层。在这个实施例中,在VH105漫射器1202上方有一对附加的高折射率交叉亮度增强膜1210、1212,每个膜的厚度为大约200微米。

[0112] 图12C图示了背光单元的实施例的层结构1230的示意图,该背光单元具有气隙1236之上的体积漫射器层1232以及体积漫射器层之上的一对附加的高折射率交叉亮度增强膜1240、1242。具有 x 1235的元件间距的LED阵列1234定位在气隙1236下方。气隙1236具有厚度 d 1237。各个LED具有由角度1238表征的光的角度分布。

[0113] 图12D图示了图12C的背光单元的实施例的视觉图像1250。具体而言,视觉图像1250来自间隔开8mm的 $\sim 8 \times 10$ 的LED阵列,其中200微米厚的VH105漫射器1232放置在LED上方8mm处,LED与VH105漫射器1232之间有空气。在这个实施例中,存在一对附加的高折射率交叉亮度增强膜1240、1242,每个膜的厚度为大约200微米。图12B的具有PMMA的视觉图像1220在视觉上比图12D的具有气隙的视觉图像1250更亮。

[0114] 在一些应用中,期望将一个BEF膜与DBEF膜结合使用,而不是两个交叉的BEF膜。这导致光在一个方向上更多的扩散,如结合图13A-D的描述所描述的。图13A图示了背光单元的实施例的层结构1300的示意图,该背光单元具有透明材料层1306之上的体积漫射器层1302、第二体积漫射器层1302' 以及第二体积漫射器层1302' 之上的附加的高折射率交叉亮度增强膜1310和偏振器反射器膜1314。具有 x 1305的元件间距的LED阵列1304定位在透明材料层1306下方。透明材料层1306具有厚度 d 1307。各个LED具有由角度1308表征的光的角度分布。

[0115] 图13B图示了图13A的背光单元的实施例的视觉图像1320。具体而言,视觉图像1320来自间隔开8mm的 $\sim 8 \times 10$ 的LED阵列,200微米厚的VH105漫射器1302放置在LED上方8mm

处,在LED与VH105漫射器1302之间有4mm和4mm的PMMA层。在这个实施例中,在VH105漫射器1302上方有附加的高折射率交叉亮度增强膜1310和DBEF膜1314,每个膜的厚度为大约200微米。

[0116] 图13C图示了背光单元的实施例的层结构1330的示意图,该背光单元具有气隙1336之上的体积漫射器层1332以及体积漫射器层1332之上的附加的高折射率交叉亮度增强膜1340和偏振器反射器膜1344。具有 x 1335的元件间距的LED阵列1334定位在气隙1336下方。气隙1336具有厚度 d 1337。各个LED具有由角度1338表征的光的角度分布。

[0117] 图13D图示了图13C的背光单元的实施例的视觉图像1350。具体而言,视觉图像1350来自间隔开8mm的 $\sim 8 \times 10$ 的LED阵列,其中200微米厚的VH105漫射器1332放置在LED上方8mm处,LED与VH105漫射器1332之间有空气。在这个实施例中,存在附加的高折射率交叉亮度增强膜1340和DBEF膜1344,每个膜的厚度为大约200微米。比较图12A-D与13A-D可以观察到,当用DBEF膜替换一个BEF膜时,均匀性仅稍差。

[0118] 图14A图示了由已知LED生成的穿过本教导的实施例中使用的一对高折射率交叉亮度增强膜和偏振器反射器膜的光强度对水平发散角的曲线图1400和光强度对垂直发散角的曲线图1410。

[0119] 图14A-1图示了由已知LED生成的穿过本教导的实施例中使用的一对高折射率交叉亮度增强膜和偏振器反射器膜的光分布的三维图1420以及光分布的三维图1430的投影。

[0120] 图14B图示了由已知LED生成的穿过本教导的实施例中使用的单个高折射率交叉亮度增强膜和偏振器反射器膜的光强度对水平发散角的曲线图1450和光强度对垂直发散角的曲线图1460。

[0121] 图14B-1图示了由已知LED生成的穿过本教导的实施例中使用的单个高折射率交叉亮度增强膜和偏振器反射器膜的光分布的三维图1470以及光分布的三维图1480的投影。

[0122] 本教导的特征在于,当窄方向上的LED的行数小于10或15时,与使用透明材料层相关的亮度的增加尤其显著。在一些情况下,可能期望倾斜光学分布或在一个方向上加宽光学分布。这可以通过在交叉的BEF膜上方使用棱柱角弯曲膜使分布倾斜或使用椭圆形漫射器,诸如BVT E40-01,在一个方向上加宽分布来实现。

[0123] 在一些显示应用中,厚度不是主要限制,但期望使用迷你LED阵列来实现更高的亮度并使用局部调光。一个选项是使用类似于照明的技术,其中在LED与强漫射器之间使用气隙以实现出色的均匀性。本教导的一个特征是认识到使用折射率在1.4和1.7之间的固体透明材料代替气隙是有利的。当与两个交叉的亮度增强膜(例如, ~ 90 度顶角棱镜,称为BEF)和DBEF膜(反射偏振器)结合使用时,背光单元对于局部调光结果具有出色的均匀性、亮度和良好的点扩散函数。

[0124] 在一些实施例中,背光单元包括以下:迷你LED阵列;透明固体材料层,诸如PMMA或聚碳酸酯;强漫射器(当使用 >60 度以及甚至更好的80或100度的准直光角度测量时,优选地具有半高全宽);以及一对高折射率交叉BEF膜和DBEF膜。在一些实施例中,固体透明材料表示从LED的顶部到BLU中的顶部膜的高度的至少50%,并且优选地 $>70\%$ 。在一些实施例中,在交叉BEF膜上方可以有附加膜以进一步成形或重定向波束。在一些实施例中,省略BEF膜或DBEF之一。而且,在一些实施例中,背光单元的窄维度可以由少于15个LED行或者甚至少于10个LED行组成。

[0125] 等同物

[0126] 虽然结合各种实施例描述了申请人的教导,但是申请人的教导并不旨在限于此类实施例。相反,如本领域技术人员将认识到的,申请人的教导涵盖可以在不脱离本教导的精神和范围的情况下做出的各种替代、修改和等同形式。

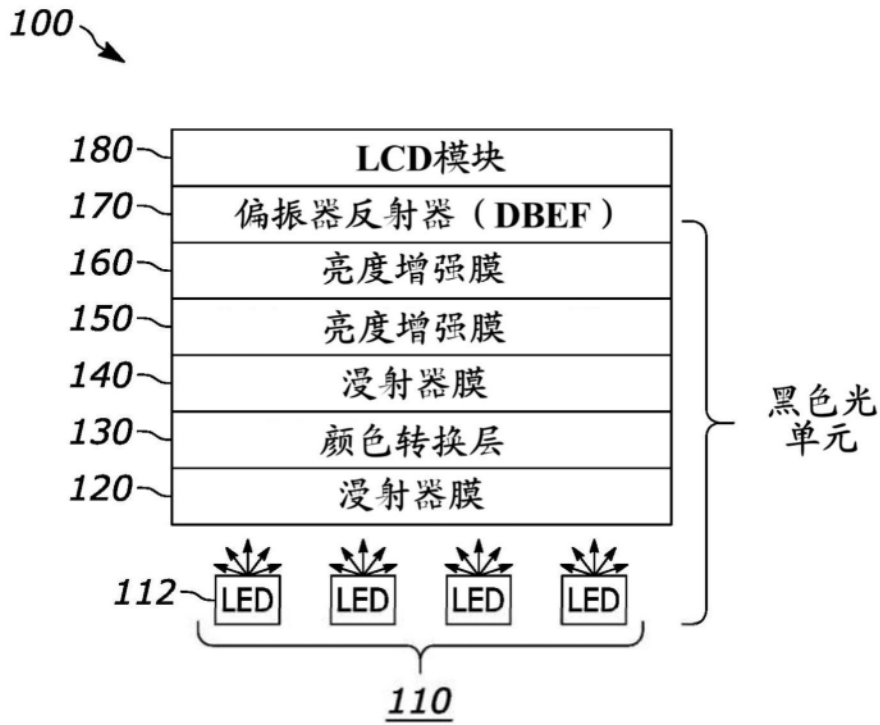


图1A

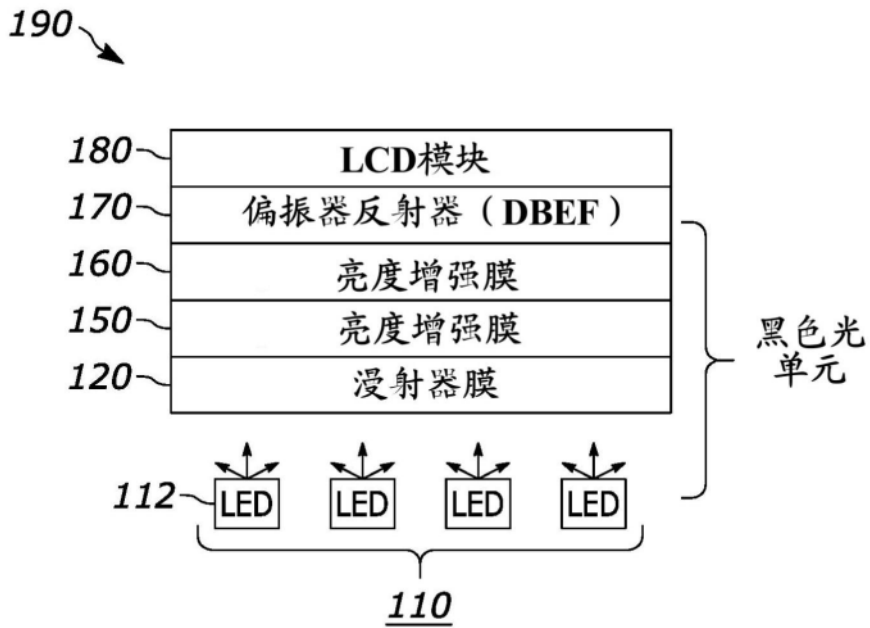


图1B

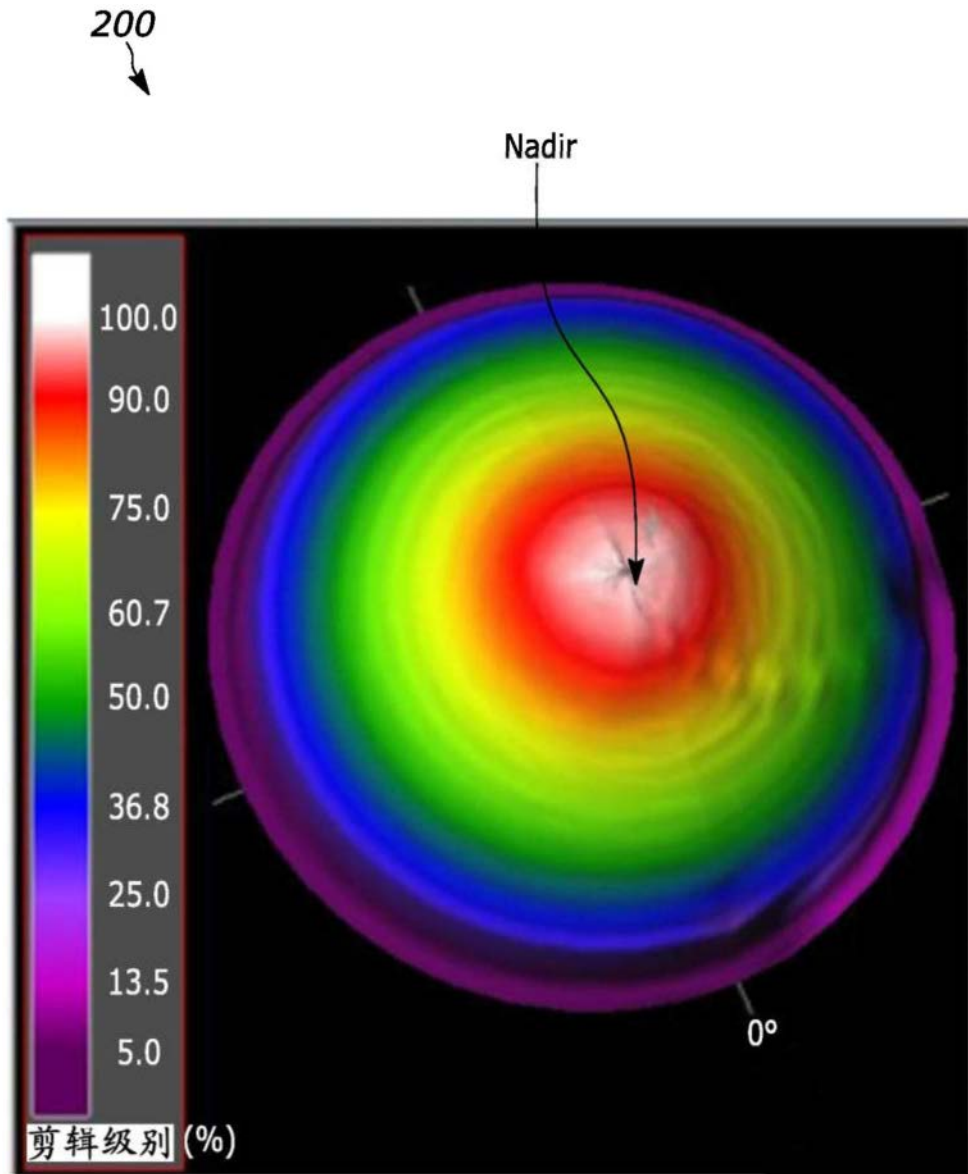


图2A

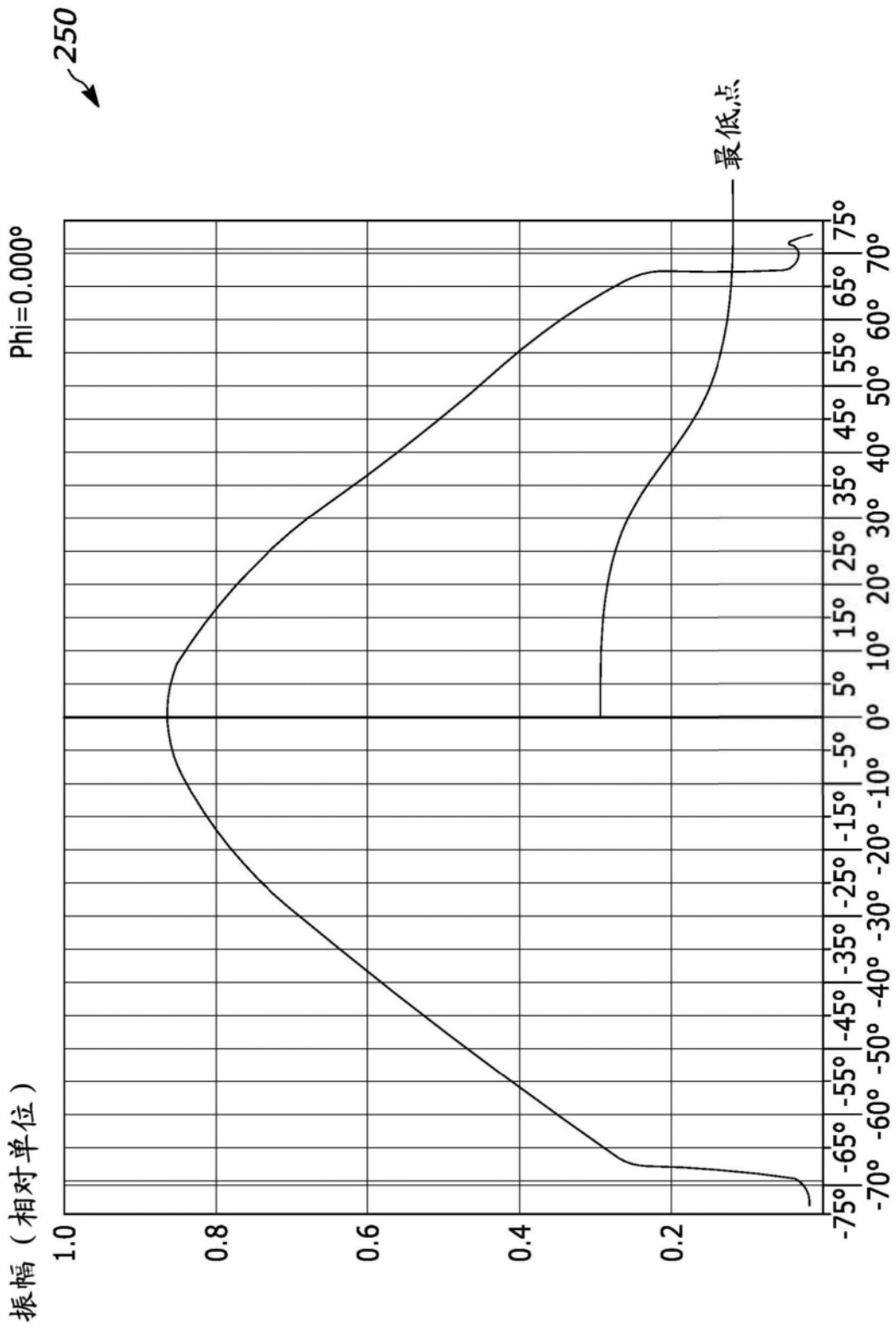


图2B

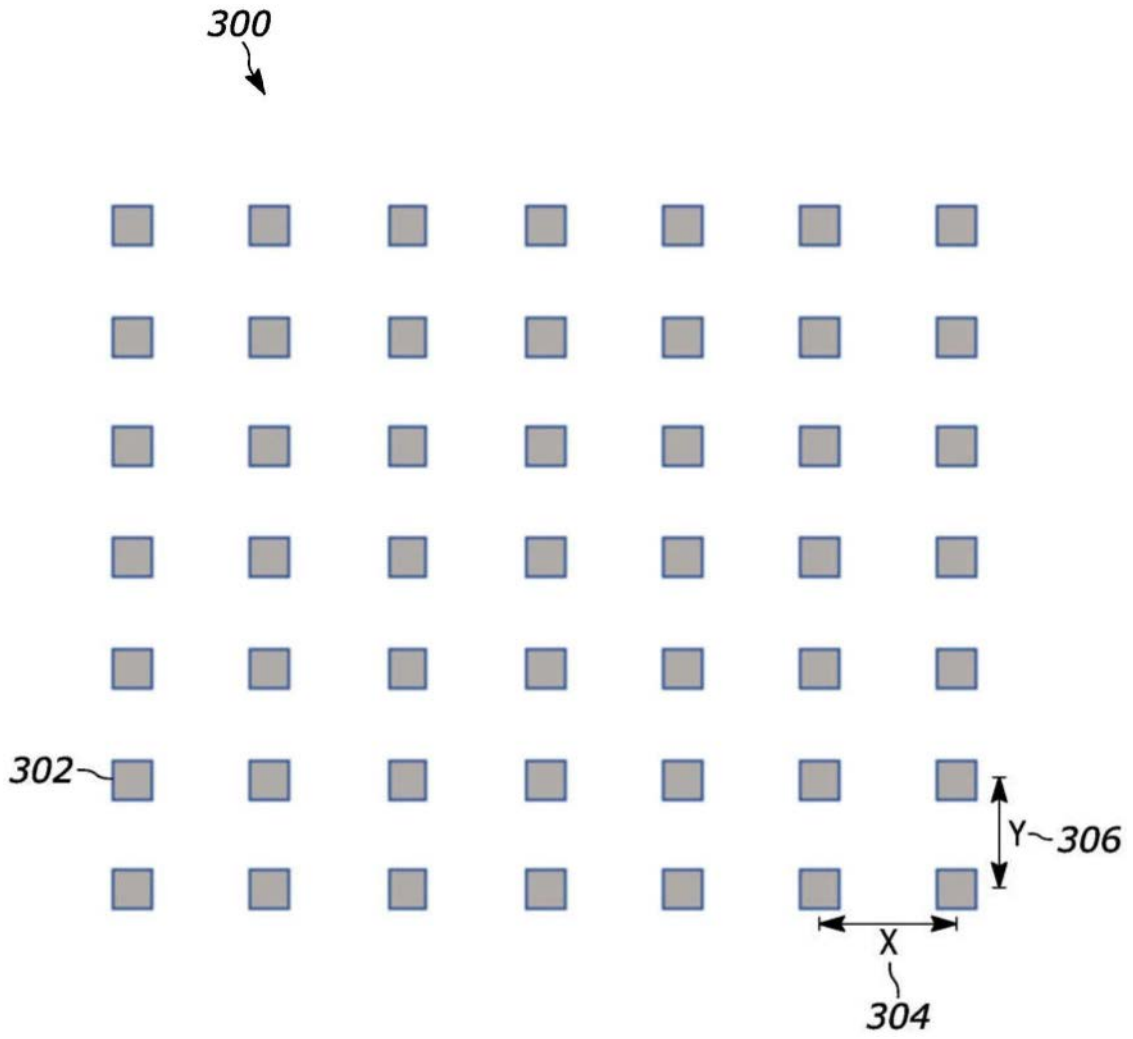


图3

400

产品编号	实现完全LED 隐藏的距离 (LED之间的 距离: 气隙)
C-HE15	1:4
C-HE20	1:3.5
C-HE30	1:2.5
C-HE40	1:2.3
C-HE55	1:2
C-HE80	1:1.5
C-HE90	1:1.3

图4A

430

产品编号	实现完全LED 隐藏的距离 (LED之间的 距离: 气隙)
C-HH20	1:2.5
C-HH30	1:2.3
C-HH40	1:2
C-HH55	1:1.5
C-HH80	1:1
C-HH90	1:0.85

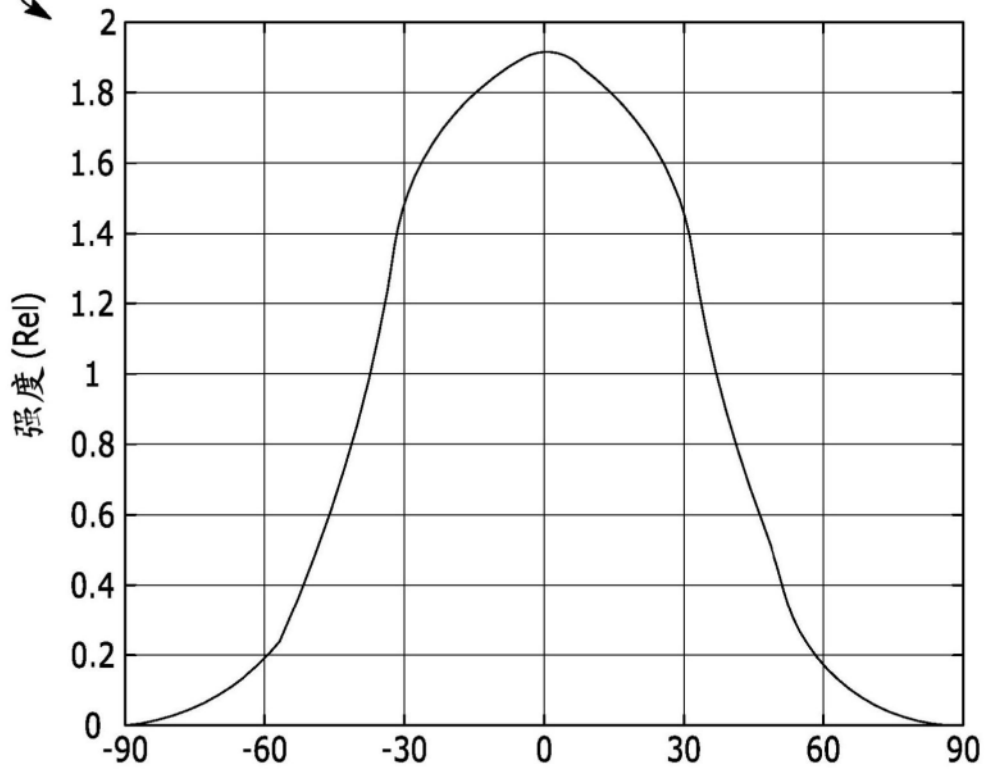
图4B

450 ↘

产品编号	实现完全LED 隐藏的距离 (LED之间的 距离: 气隙)
V-H080	1:0.90
V-H105	1:0.75

图4C

500 ↘



所有Phi上的平均散度(°)

图5

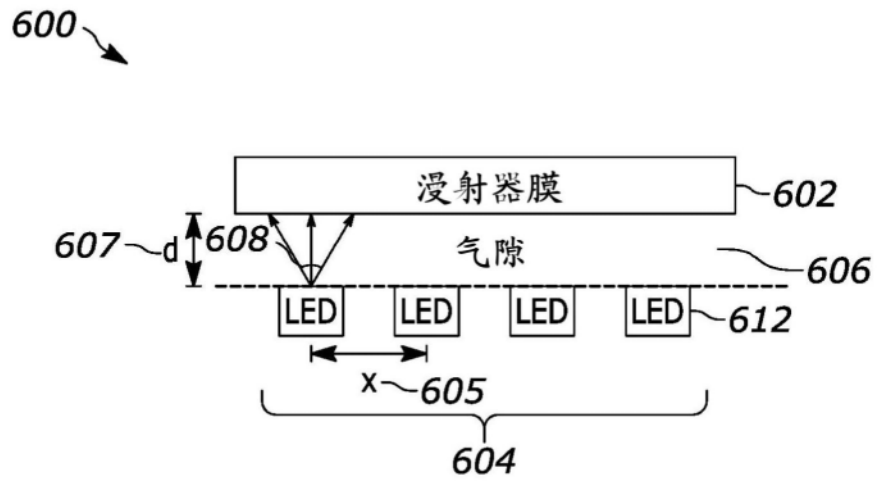


图6A

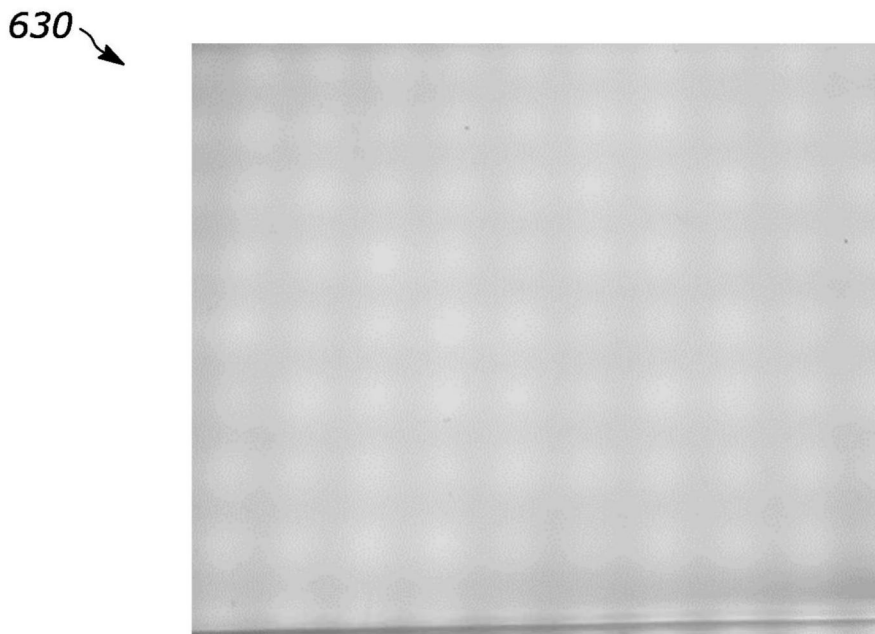


图6B



图6C

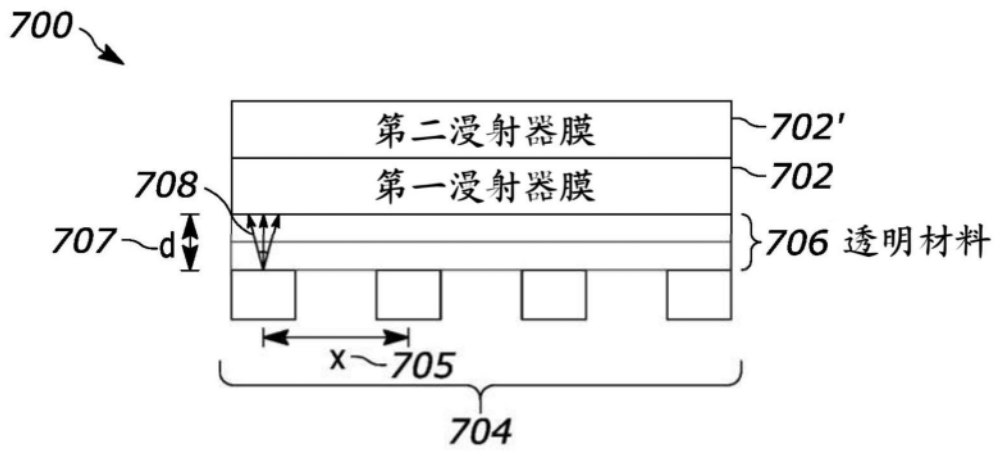


图7A

710
↓

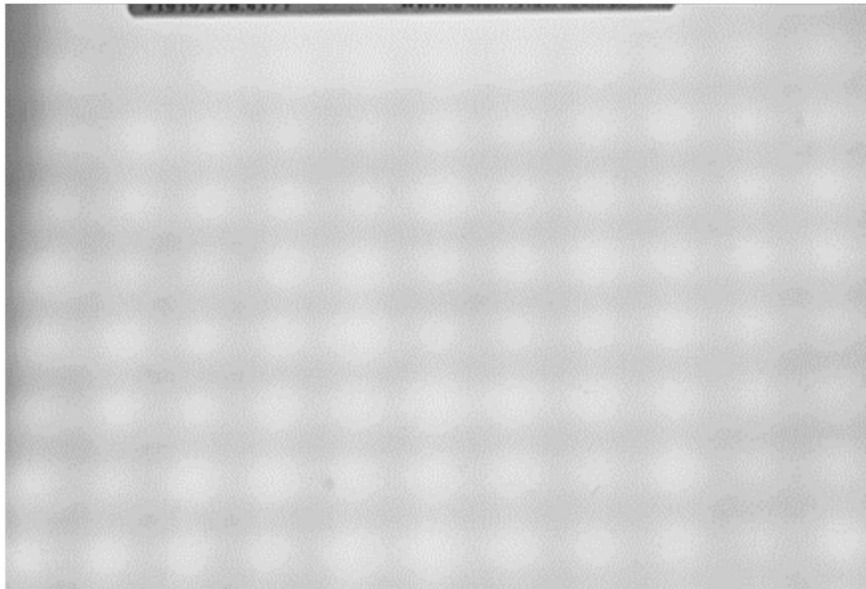


图7B

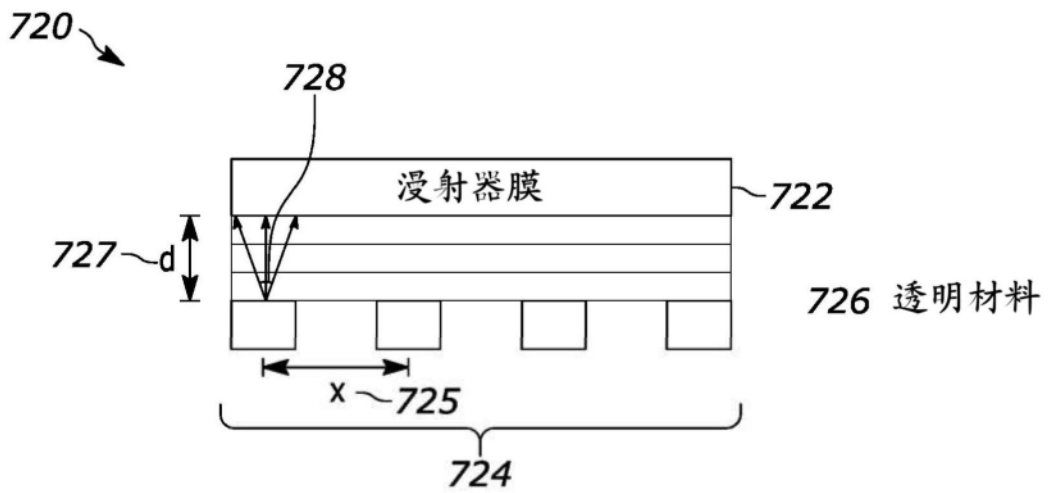


图7C

730
↓

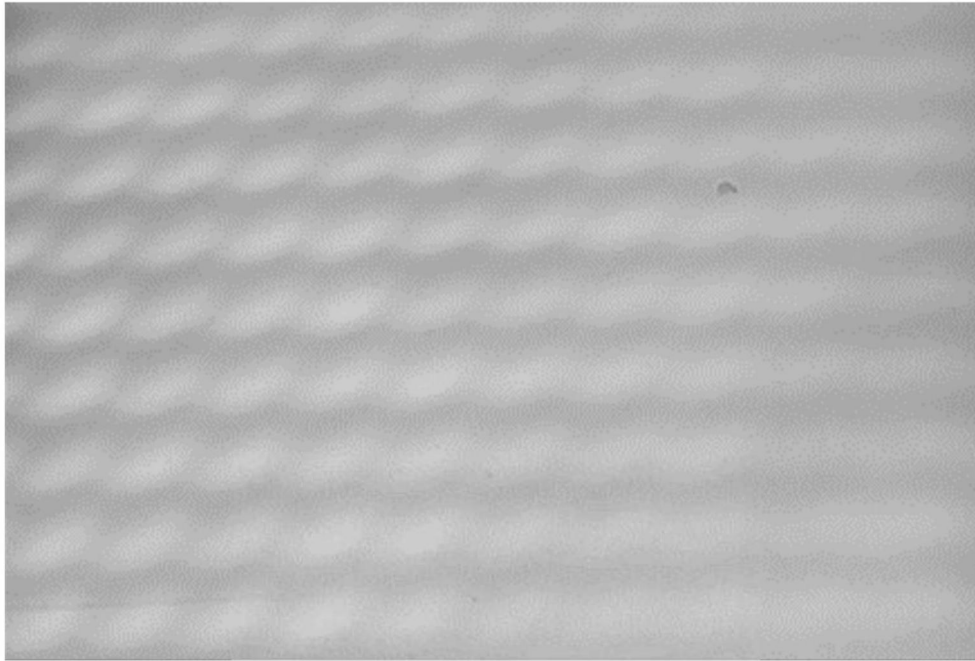


图7D

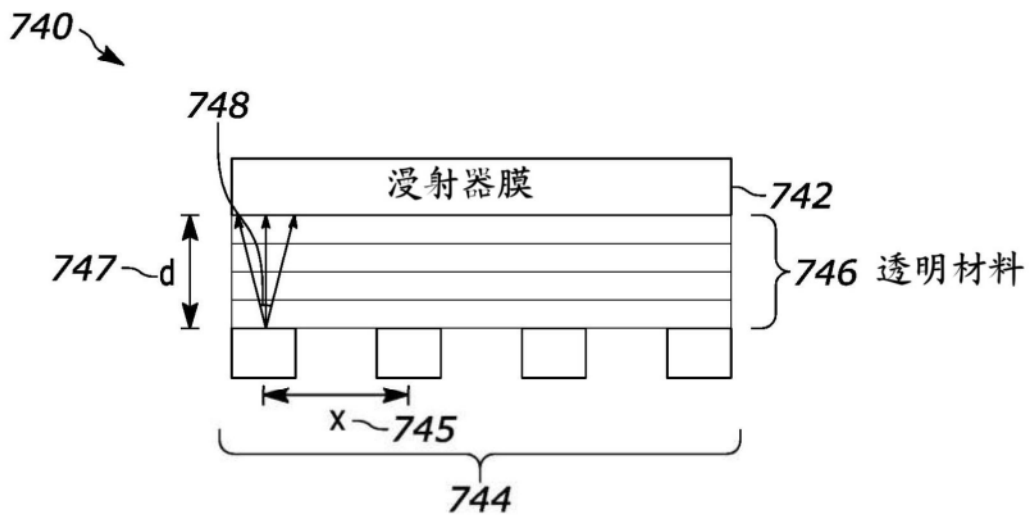


图7E

750

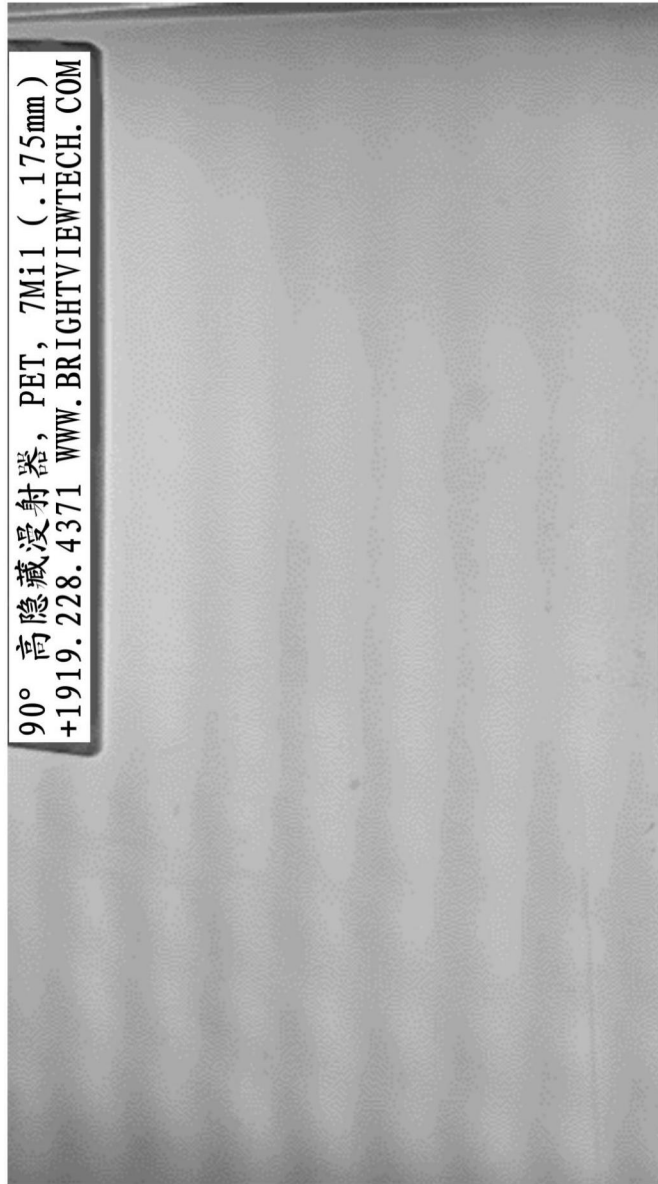


图7F

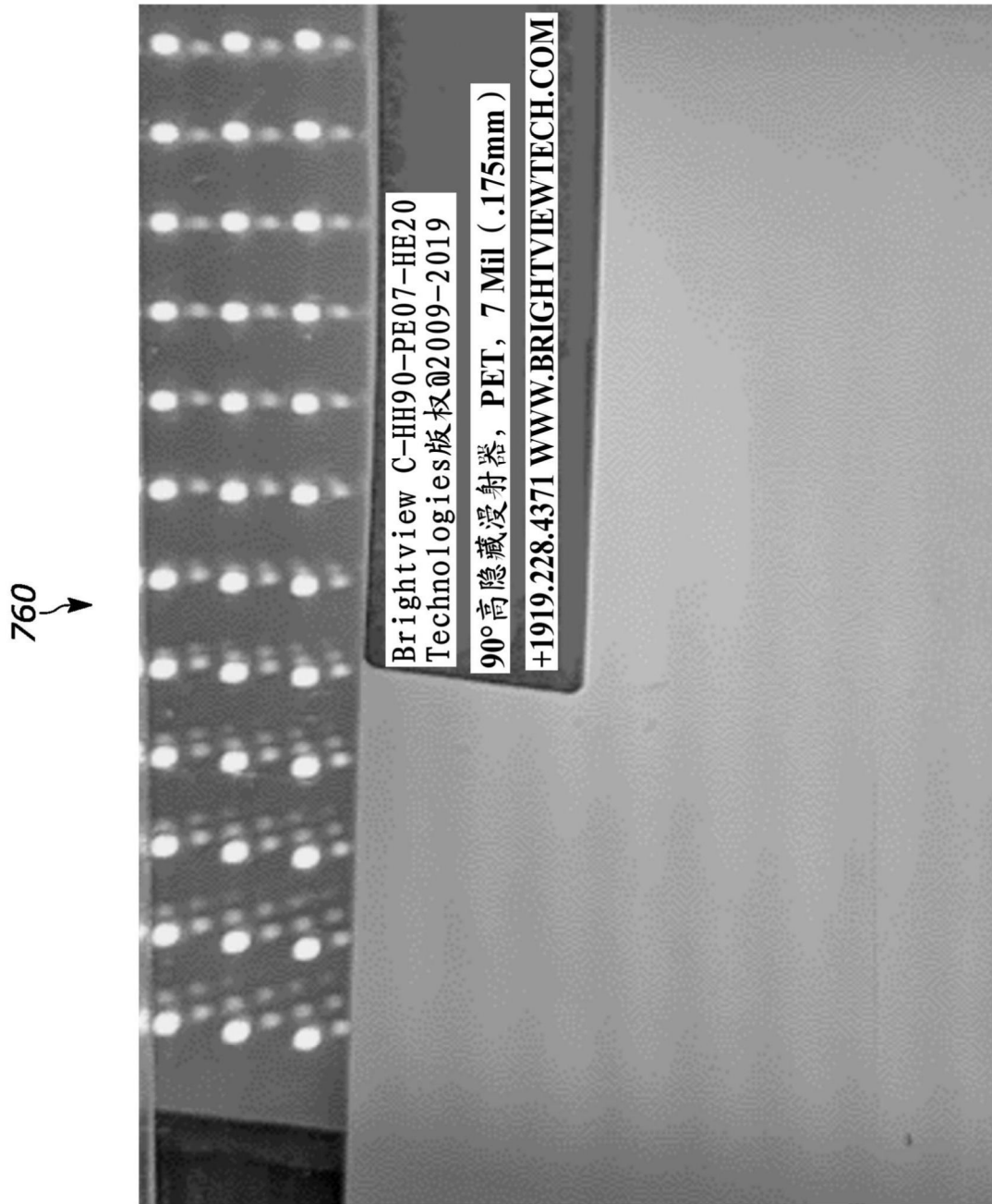


图7G

770

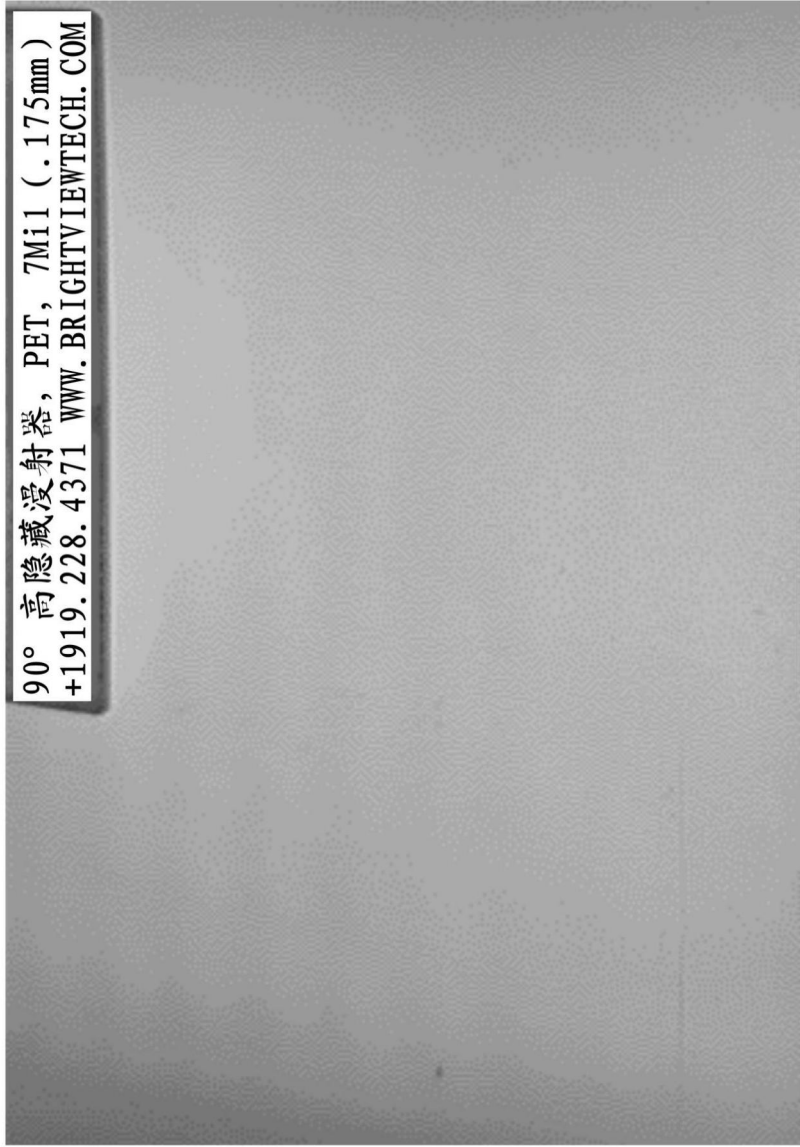


图7H

780

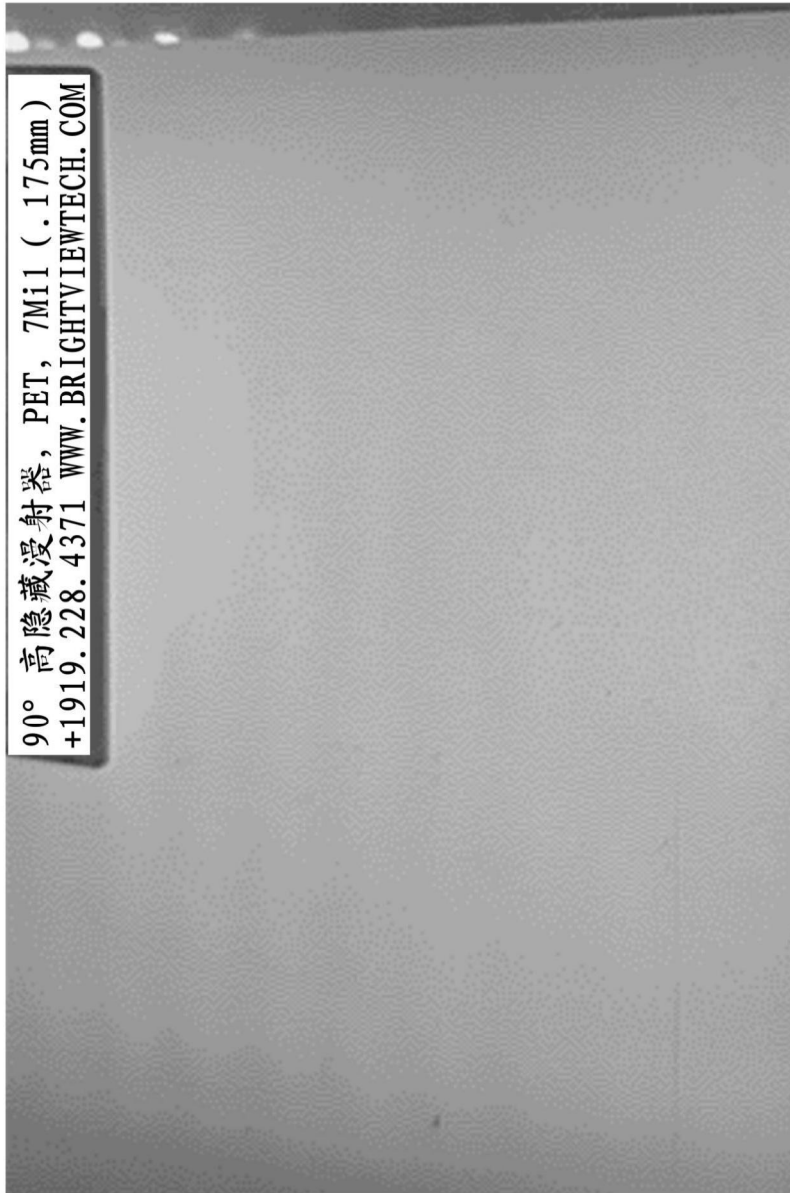


图7I

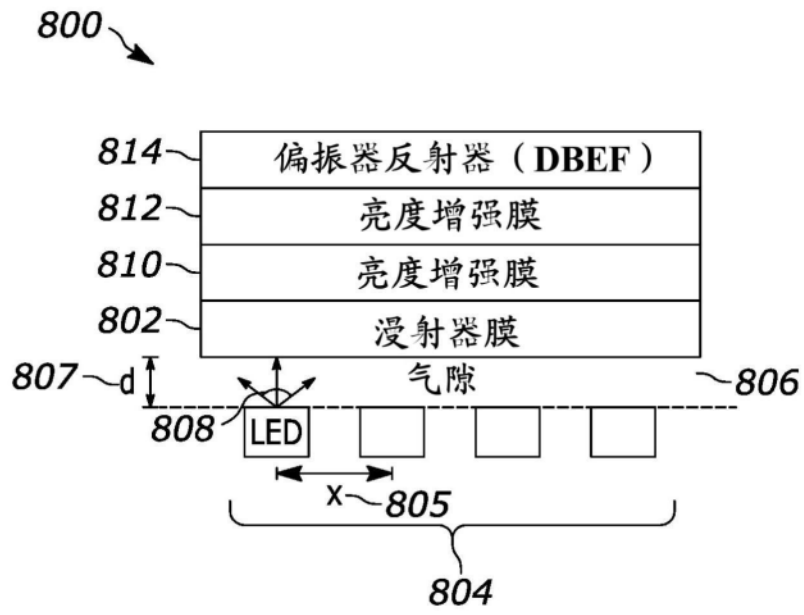


图8A

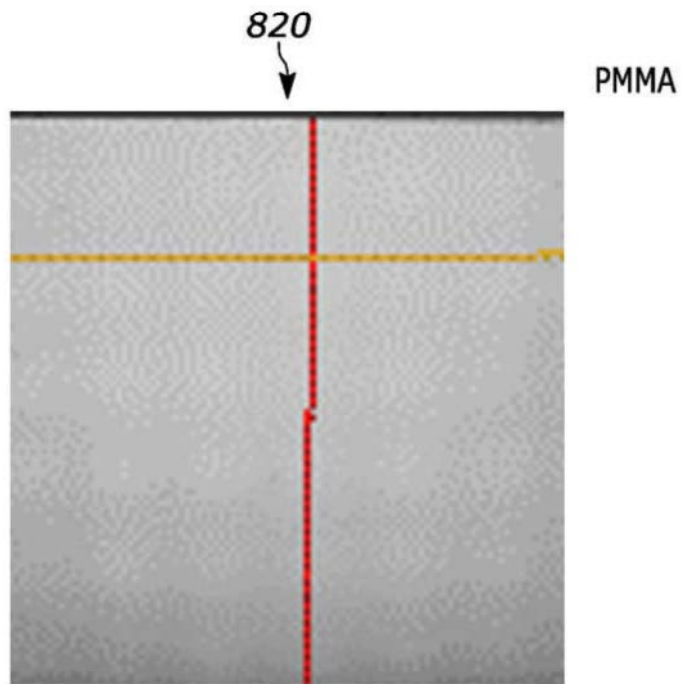


图8B

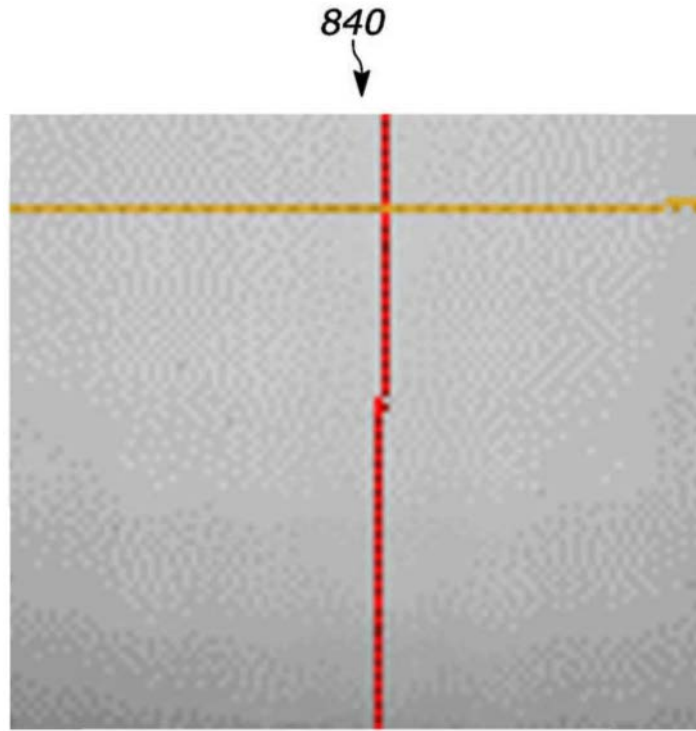


图8C

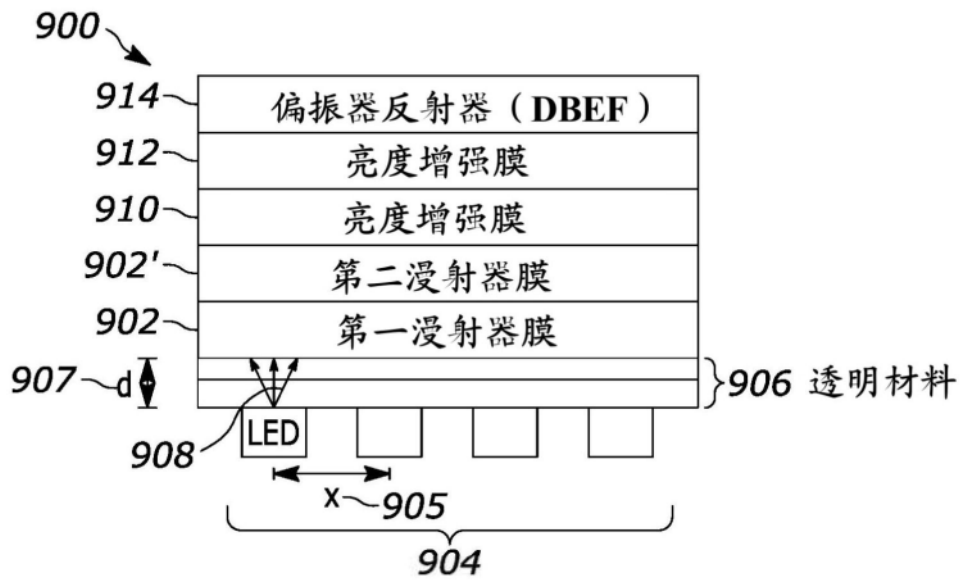


图9A

920
↓

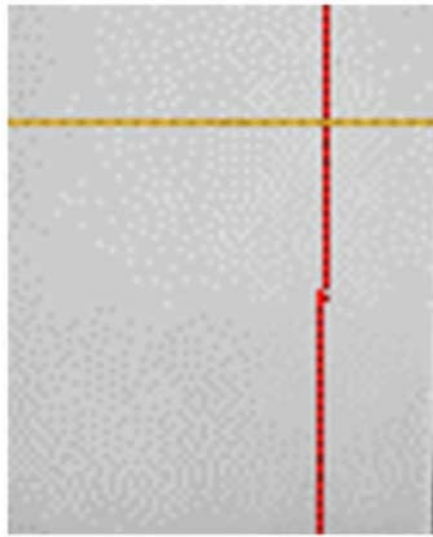


图9B

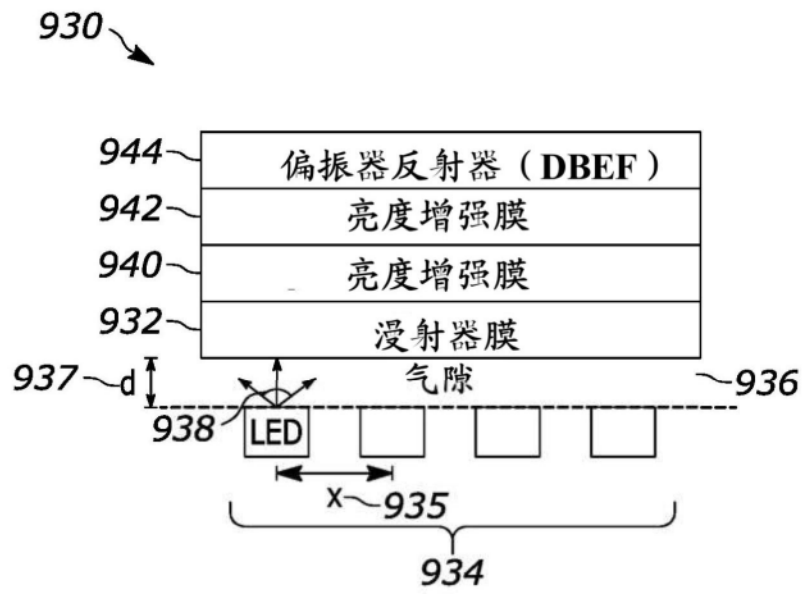


图9C

950
↓

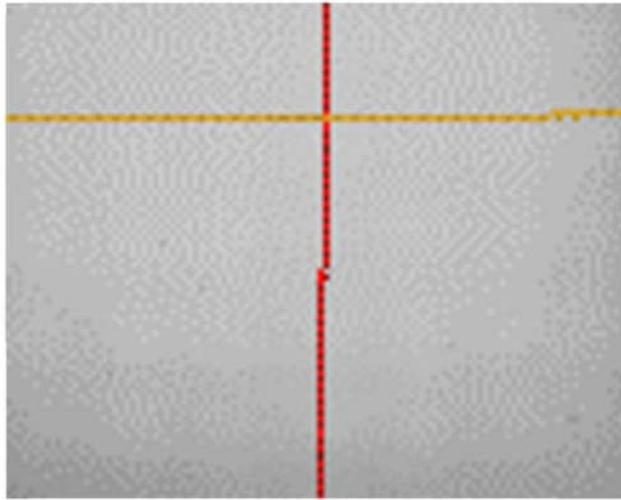


图9D

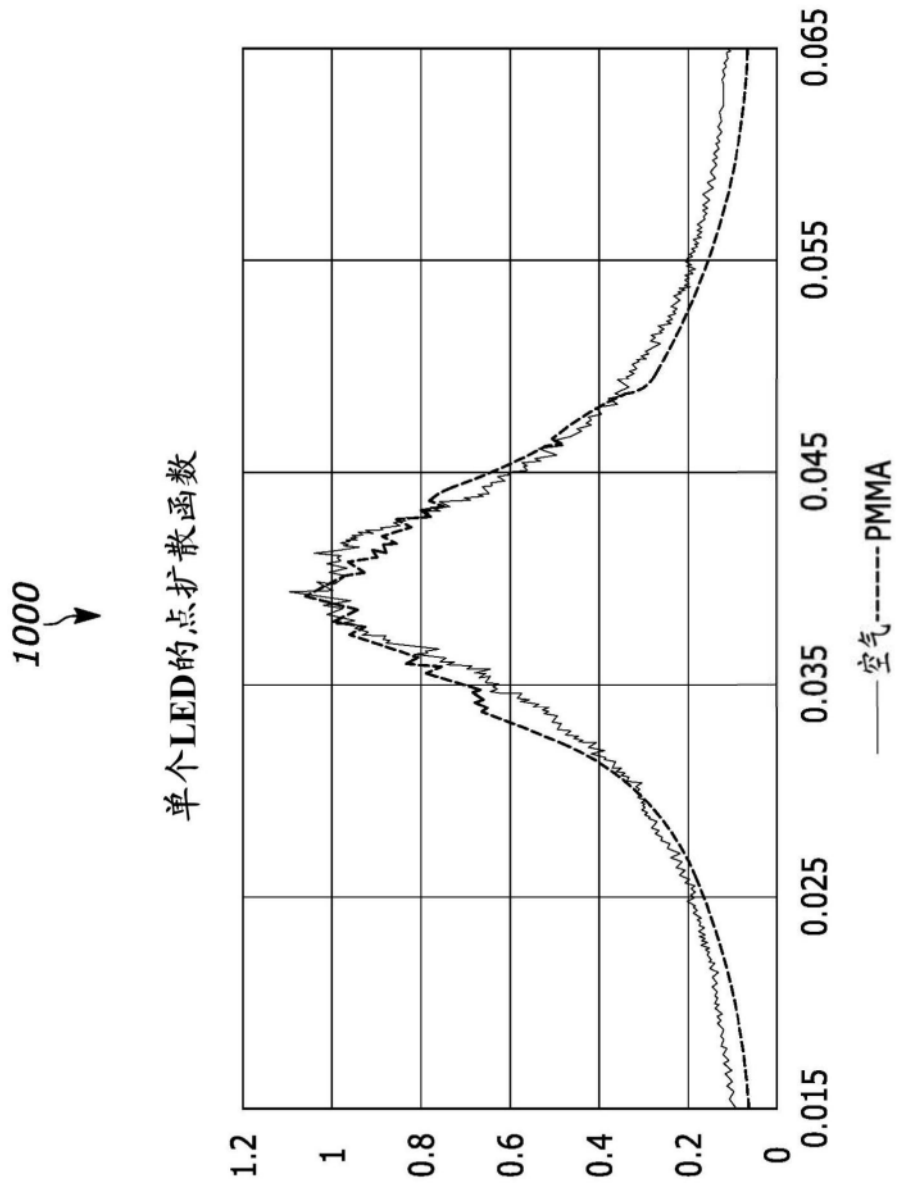


图10

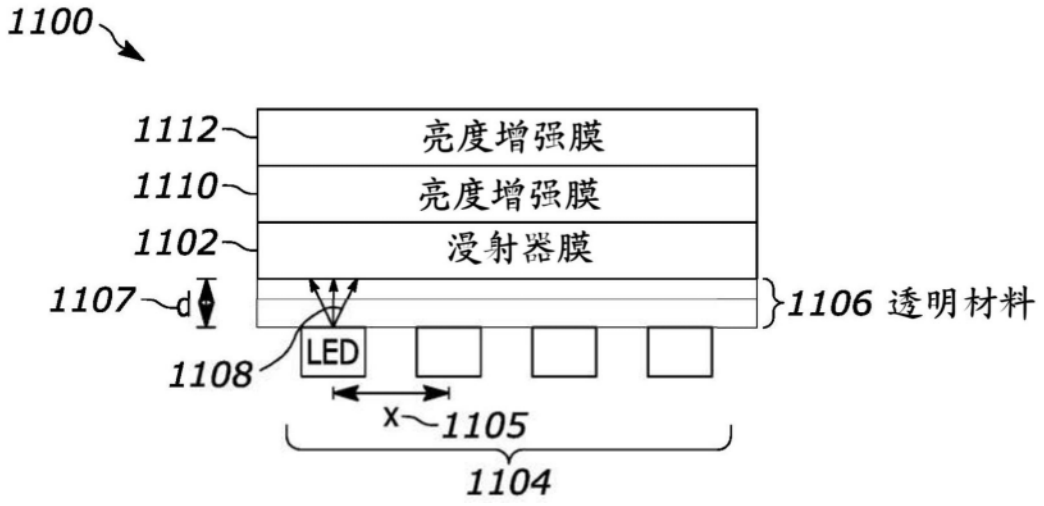


图11A

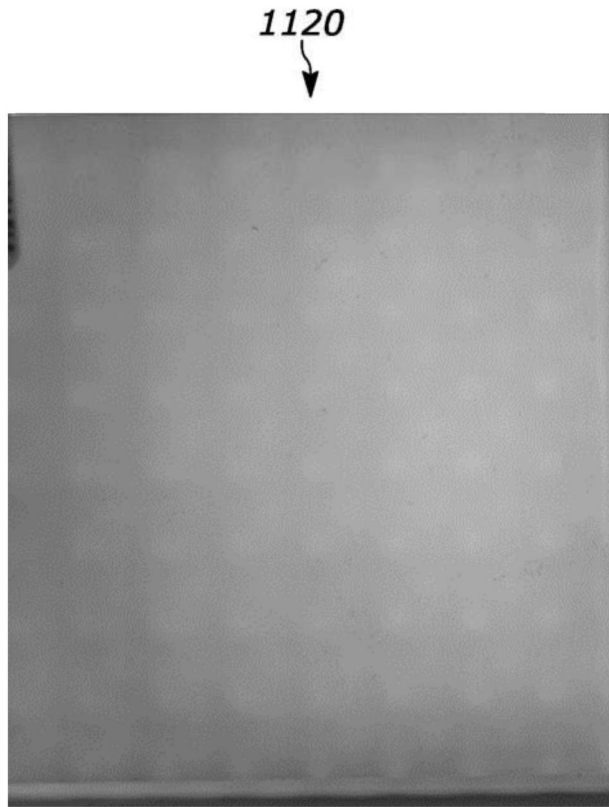


图11B

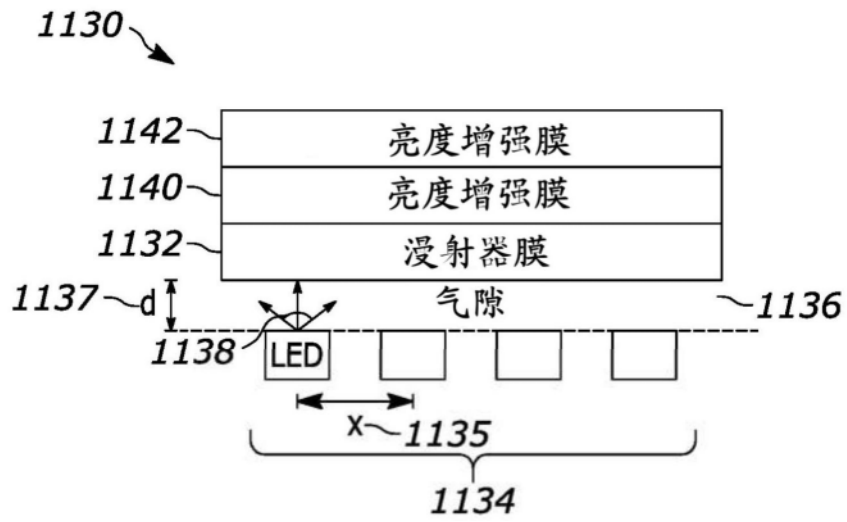


图11C

1150
↓

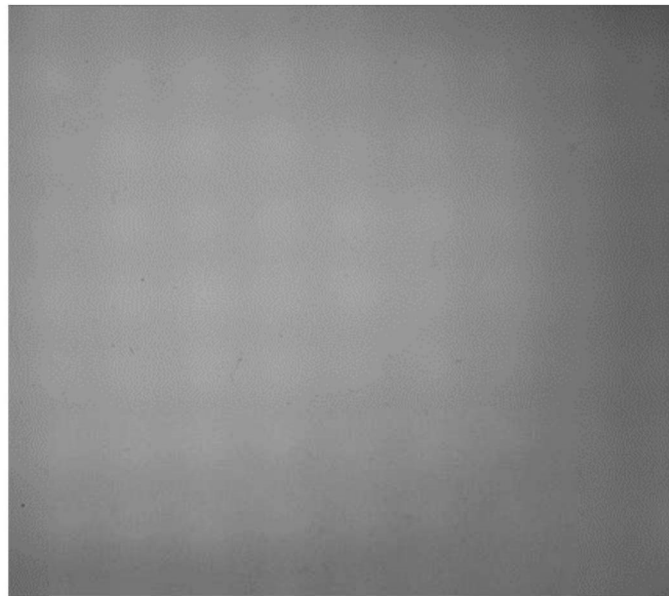


图11D

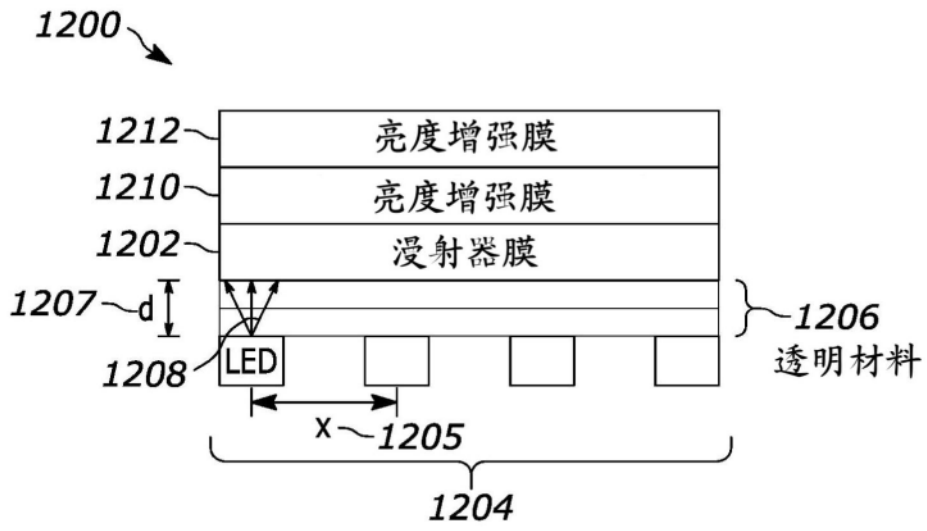


图12A

1220
↓



图12B

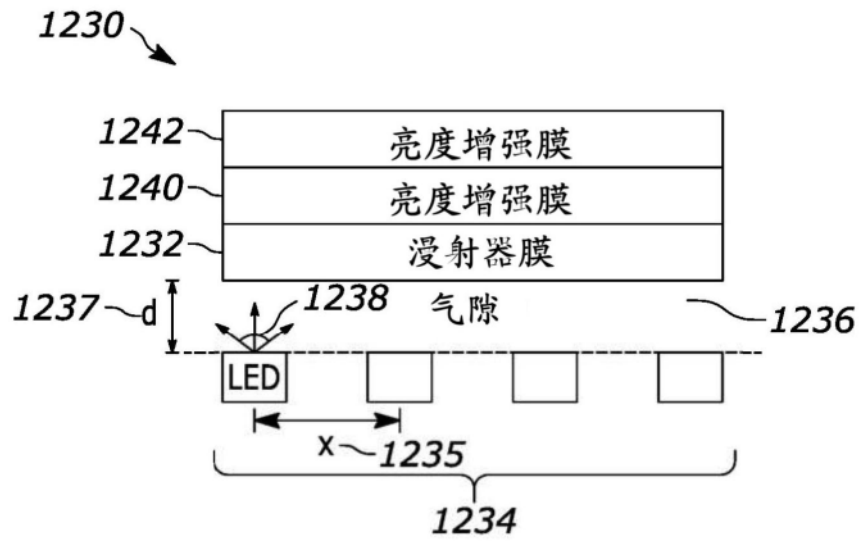


图12C



图12D

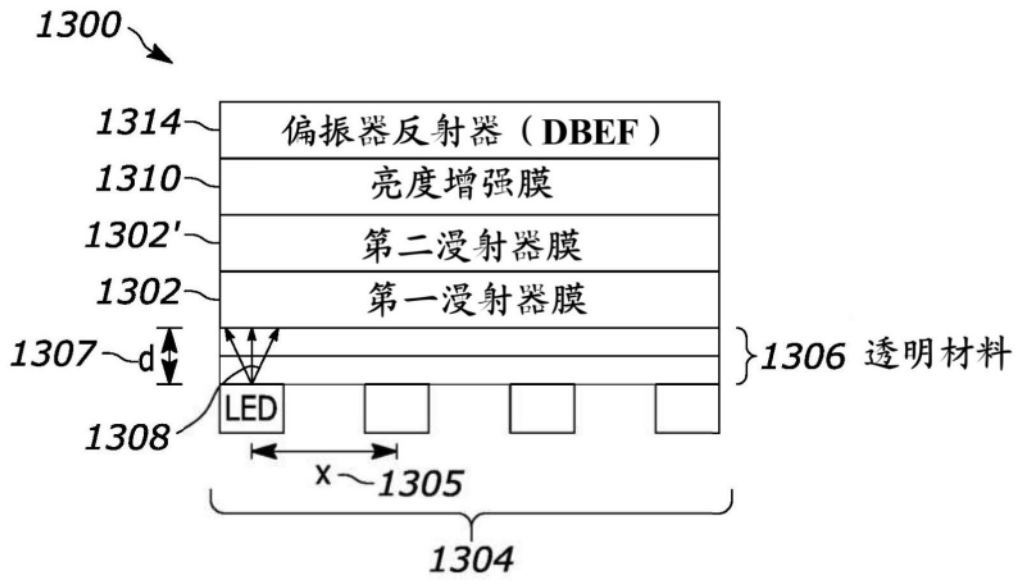


图13A

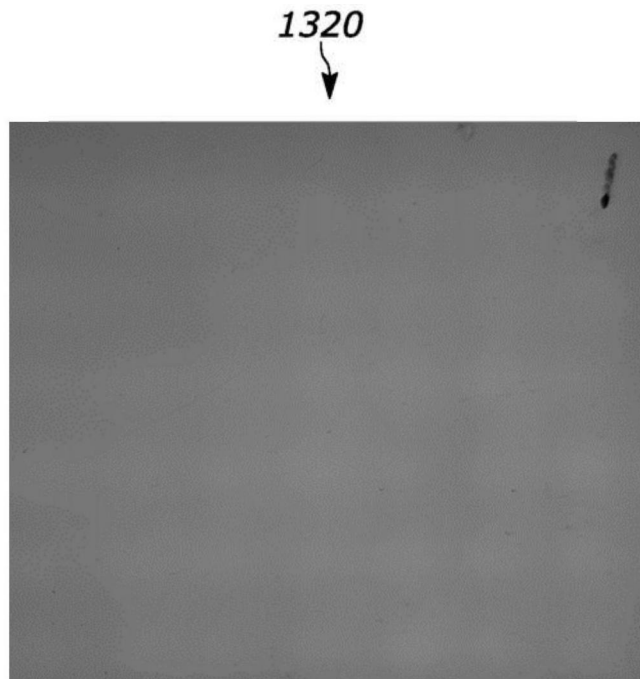


图13B

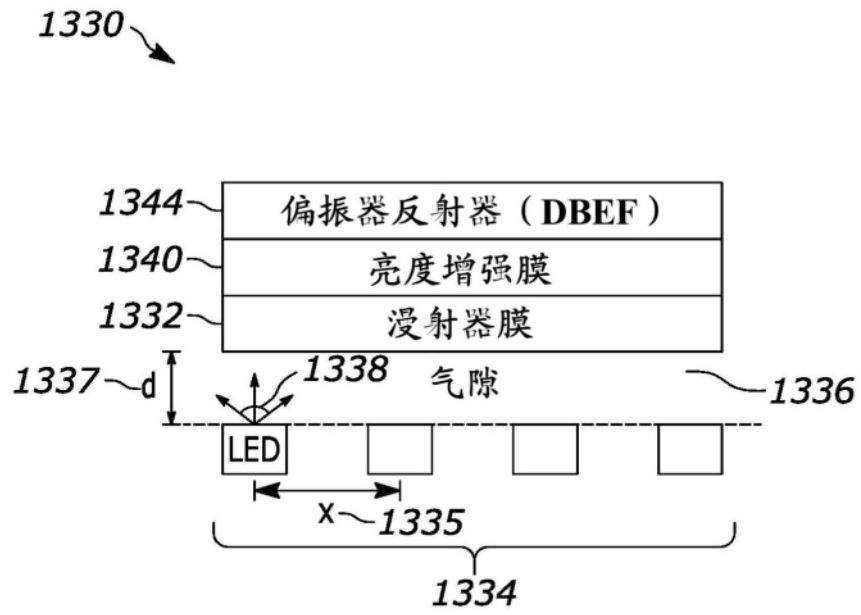


图13C

1350




图13D

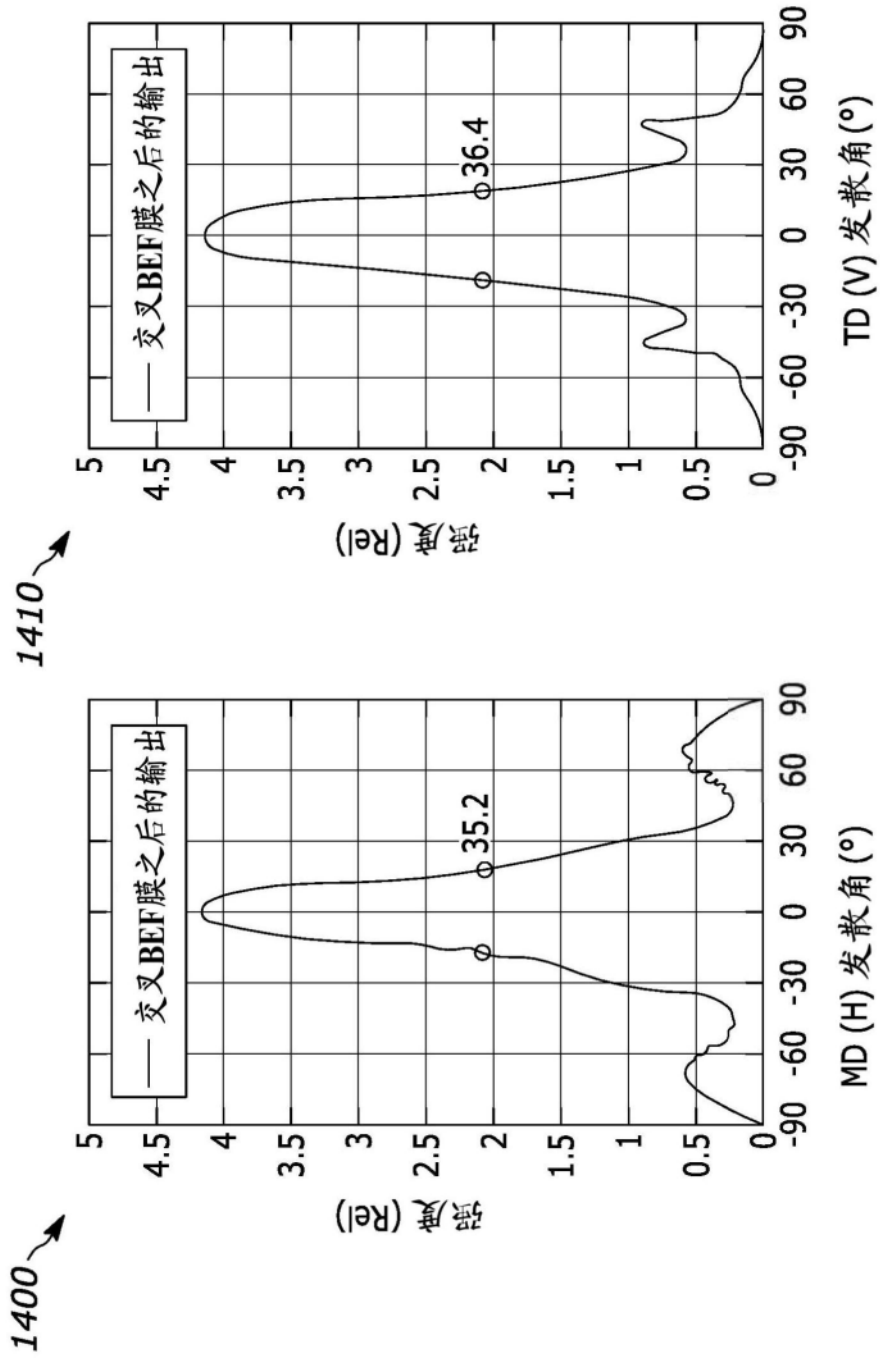


图14A

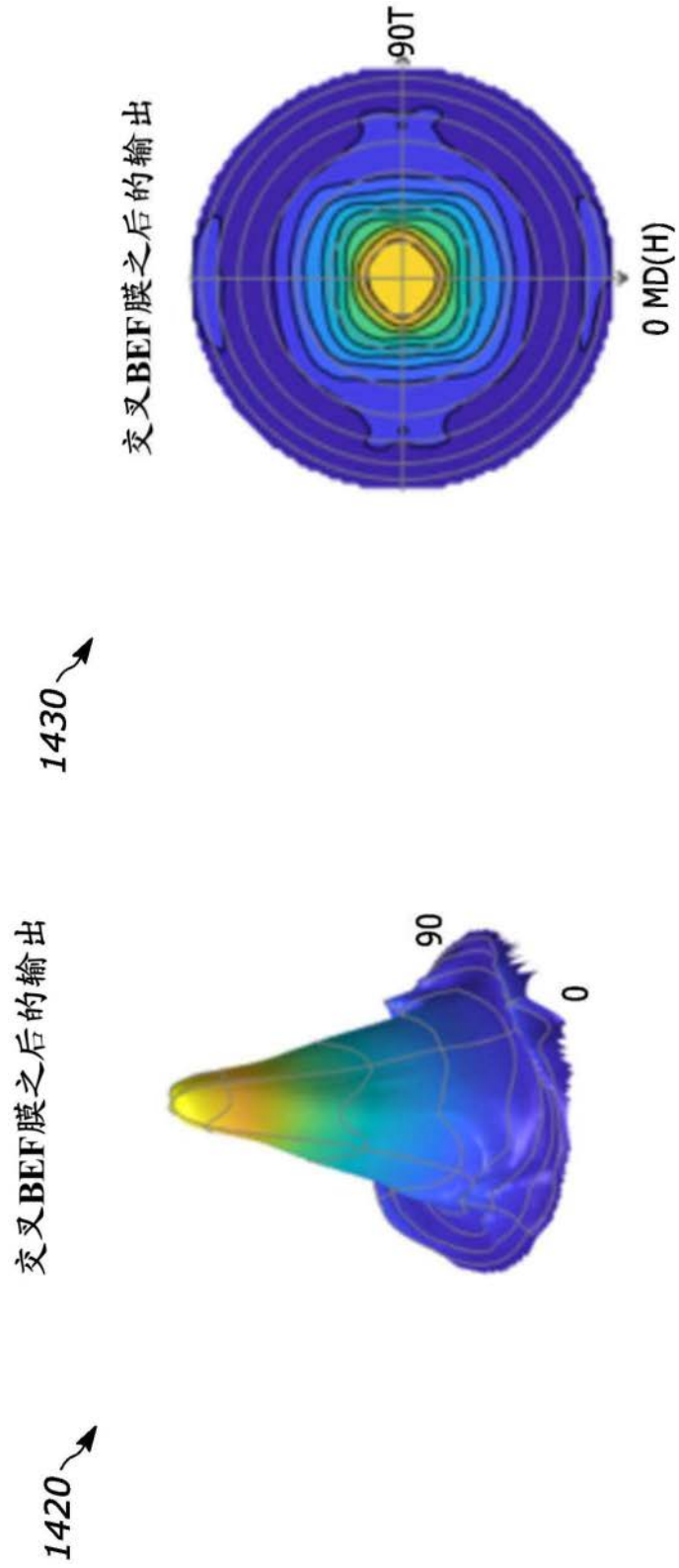


图14A-1

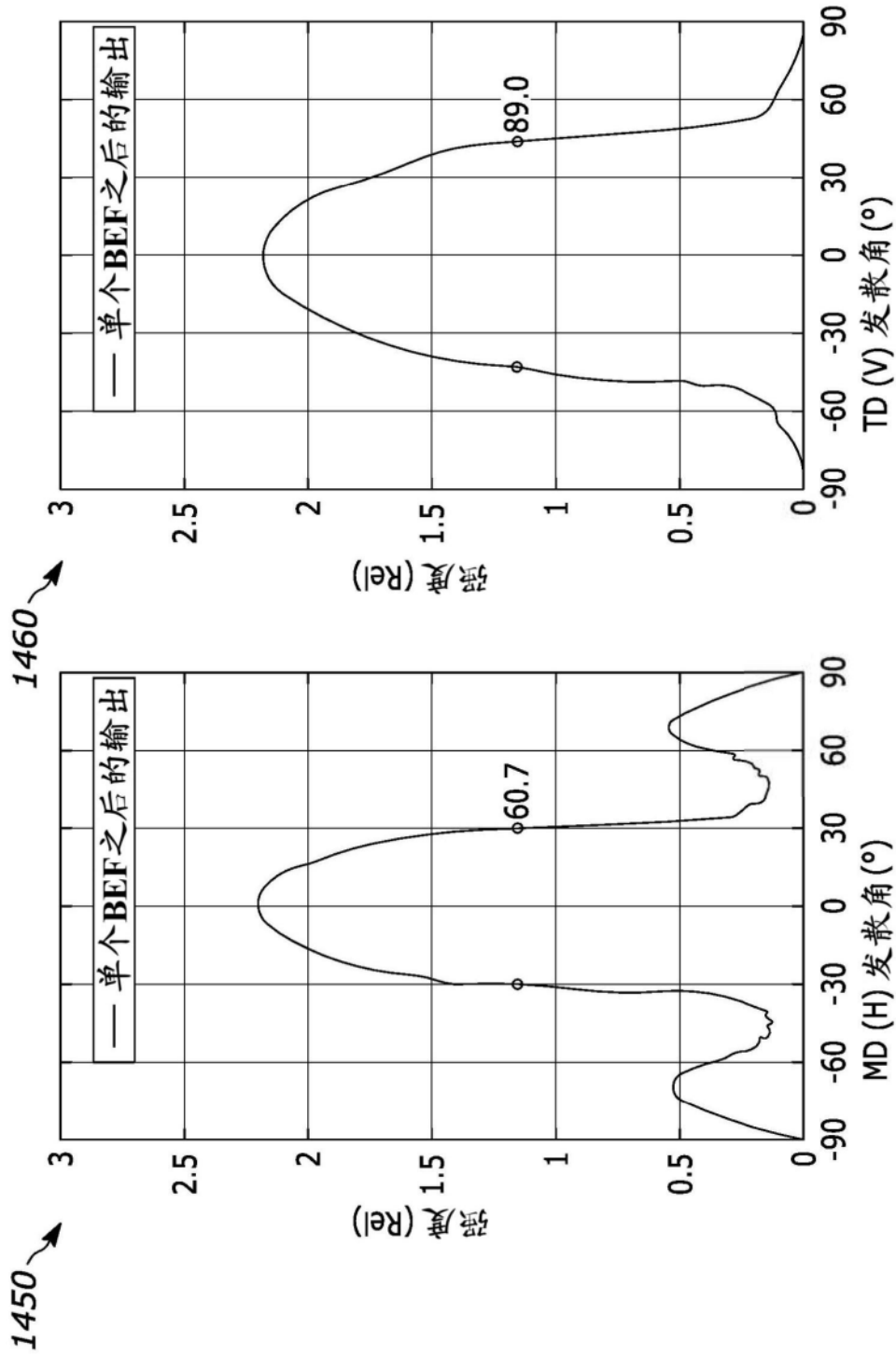


图14B

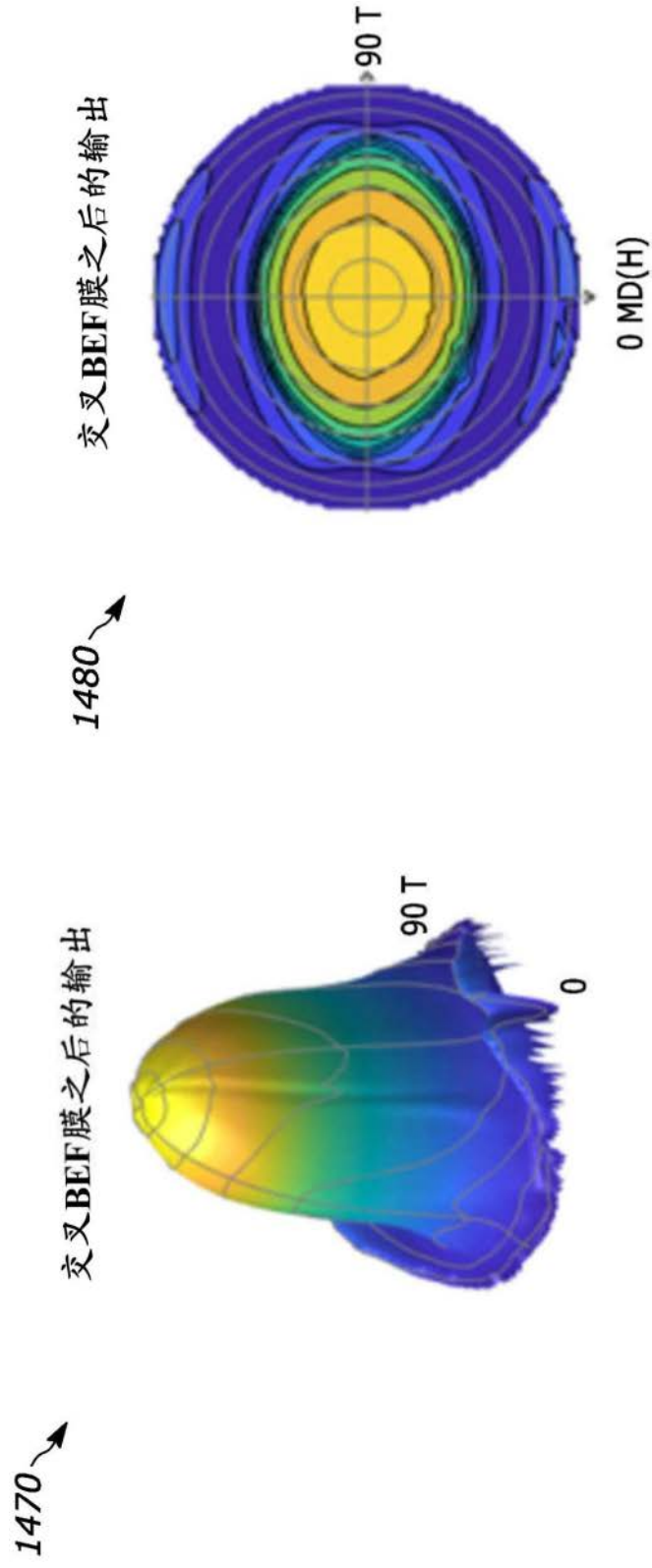


图14B-1