(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103982813 B
(45)授权公告日 2017.08.15

(21)申请号 201310051842.5

(22)申请日 2013.02.08

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 103982813 A

(43)申请公布日 2014.08.13

(73)专利权人 香港理工大学
地址 中国香港九龙红磡

(72)发明人 杜雪 王波 张家儁 李荣彬
李敏行 王文奎 黄卓明 郑伯龙
郑小虎 寇晓君 李力行 何熙

(74)专利代理机构 隆天知识产权代理有限公司 72003
代理人 聂慧荃 郑特强

(51)Int.Cl.
G02F 1/13357(2006.01)

(56)对比文件
CN 1949059 A,2007.04.18,
CN 2829098 Y,2006.10.18,
CN 1731250 A,2006.02.08,
CN 102141215 A,2011.08.03,
CN 1949059 A,2007.04.18,
JP 特开2012-216764 A,2012.11.08,
KR 10-2012-0058928 A,2012.06.08,

审查员 周梦颖

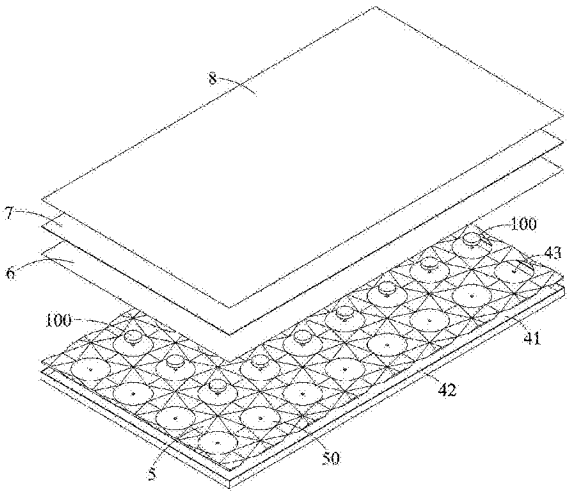
权利要求书2页 说明书7页 附图10页

(54)发明名称

超薄大尺寸直下式背光模块

(57)摘要

本发明提供一种超薄大尺寸直下式背光模块，包括：线路板、围框、底面反射片和扩散膜，线路板上具有若干个LED；围框固定于线路板的周侧；底面反射片固定于线路板，具有若干个安装通孔，且若干个安装通孔分别对应于若干个LED；若干个透镜安装于线路板上，并各自位于相应的安装通孔内，若干个透镜的顶面在同一平面上；扩散膜铺设于若干个透镜的顶面。本发明在出光均匀的基础上，大幅度降低了背光模块的厚度，故本发明的超薄大尺寸直下式背光模块厚度可以做得非常薄。同时，本发明可以使用较少数量的LED颗数和较少的扩散膜片数，有利于降低成本。



CN 103982813 B

1.一种超薄大尺寸直下式背光模块，包括：

线路板(41)，其上具有若干个LED(43)；

围框(42)，固定于所述线路板(41)的周侧；

底面反射片，固定于所述线路板(41)，具有若干个安装通孔(50)，且若干个安装通孔(50)分别对应于所述若干个LED(43)；

若干个透镜(100)，安装于所述线路板(41)上，并各自位于相应的安装通孔(50)内，所述若干个透镜(100)的顶面在同一平面上；

至少一片扩散膜(6)，铺设于所述若干个透镜(100)的顶面。

2.如权利要求1所述的超薄大尺寸直下式背光模块，其特征在于，还包括：

扩散板(7)，周侧安装固定于所述围框(42)上；

增亮片(8)，铺设于所述扩散板(7)的顶面。

3.如权利要求1所述的超薄大尺寸直下式背光模块，其特征在于，所述扩散膜(6)的较粗糙的一面贴覆于所述透镜(100)。

4.如权利要求1所述的超薄大尺寸直下式背光模块，其特征在于，所述透镜(100)包括：

第一透镜本体(1)，其具有底面(10)和由所述底面(10)向内凹的平滑曲面形状的入光面(11)，周侧表面为第一出光面(12)，且所述入光面(11)居中设置；

第二透镜本体(2)，呈柱体状，连接于所述第一透镜本体(1)的顶面，该第二透镜本体(2)的顶面为平滑曲面形状的全反射面(21)，周侧表面为平滑曲面形状的第二出光面(22)，所述全反射面(21)的中心对应于所述入光面(11)的中心(0)；

由所述入光面(11)射入所述透镜的入射光线分成两部分出射，第一部分由所述第一出光面(12)射出形成若干条第一出射光线；第二部分经第二透镜本体(2)和所述全反射面(21)反射后由所述第二出光面(22)射出形成若干条第二出射光线，所述若干条第一出射光线分别相对于该底面(10)向上倾斜0°～60°，所述若干条第二出射光线分别相对于该底面(10)向下倾斜0°～80°。

5.如权利要求4所述的超薄大尺寸直下式背光模块，其特征在于，所述若干条第一出射光线分别相对于该底面(10)向上倾斜0°～10°。

6.如权利要求4所述的超薄大尺寸直下式背光模块，其特征在于，所述若干条第二出射光线分别相对于该底面(10)向下倾斜0°～20°。

7.如权利要求4所述的超薄大尺寸直下式背光模块，其特征在于，在沿着所述第一透镜本体(1)的底面(10)向顶面方向，所述入光面(11)的中心点(0)到所述第一出光面(12)各点之间的距离逐渐变小。

8.如权利要求7所述的超薄大尺寸直下式背光模块，其特征在于，所述第一透镜本体(1)的顶面边缘与所述第二透镜本体(2)的顶面边缘在同一个以所述入光面(11)的中心(0)为顶点的锥筒侧壁上。

9.如权利要求8所述的超薄大尺寸直下式背光模块，其特征在于，所述锥筒是圆锥筒，且其锥角(β)为30°～160°，所述第二部分入射光线分布在该锥角(β)范围内，所述第一部分入射光线分布在所述圆锥筒的侧壁与所述第一透镜本体(1)的底面(10)之间的范围内。

10.如权利要求9所述的超薄大尺寸直下式背光模块，其特征在于，所述锥角(β)为80°～130°。

11.如权利要求4所述的超薄大尺寸直下式背光模块，其特征在于，所述第一透镜本体(1)与所述第二透镜本体(2)的材质相同，且为一体结构。

12.如权利要求4所述的超薄大尺寸直下式背光模块，其特征在于，所述第一透镜本体(1)与所述第二透镜本体(2)具有共同的中心对称线。

13.如权利要求4所述的超薄大尺寸直下式背光模块，其特征在于，所述全反射面(21)设有若干个波纹，相邻两个波纹之间交叉形成尖峰。

14.如权利要求4所述的超薄大尺寸直下式背光模块，其特征在于，所述入光面(11)为球面形状。

15.如权利要求4所述的超薄大尺寸直下式背光模块，其特征在于，所述第二出光面(22)的横截面呈圆形或椭圆形。

16.如权利要求4所述的超薄大尺寸直下式背光模块，其特征在于，所述第二出光面(22)的纵截面呈矩形或梯形。

17.如权利要求4所述的超薄大尺寸直下式背光模块，其特征在于，所述第二出光面(22)相对于所述第二透镜本体(2)的中心线向内凹入或向外凸出。

18.如权利要求4所述的超薄大尺寸直下式背光模块，其特征在于，所述第二出光面(22)的上半部分和/或下半部分具有多条环形波纹。

19.如权利要求4所述的超薄大尺寸直下式背光模块，其特征在于，所述透镜还包括设于所述全反射面(21)中心区域的反射膜(3)，该反射膜(3)用于遮掩热点。

20.如权利要求19所述的超薄大尺寸直下式背光模块，其特征在于，所述反射膜(3)在所述第一透镜本体(1)的底面(10)的投影面积是所述入光面(11)在所述第一透镜本体(1)底面(10)的投影面积的1～10倍。

21.如权利要求19所述的超薄大尺寸直下式背光模块，其特征在于，所述反射膜(3)在所述第一透镜本体(1)的底面(10)的投影面积是所述入光面(11)在所述第一透镜本体(1)底面(10)的投影面积的2～5倍。

22.如权利要求19所述的超薄大尺寸直下式背光模块，其特征在于，所述反射膜(3)是镀铝膜或镀银膜。

23.如权利要求1-22中任一项所述的超薄大尺寸直下式背光模块，其特征在于，所述底面反射片上具有若干个凸出部，且所述若干个凸出部与所述若干个LED(43)错开布置。

24.如权利要求23所述的超薄大尺寸直下式背光模块，其特征在于，所述底面反射片包括相互连接的若干片反射片单元(5)，每片所述反射片单元(5)中央具有一个所述凸出部。

25.如权利要求24所述的超薄大尺寸直下式背光模块，其特征在于，每片所述反射片单元(5)具有4个对称布置的凹入部(51)和与所述4个凹入部(51)间隔布置的4个连接部(52)，相邻的4个反射片单元(5)的4个相邻的凹入部(51)共同围成所述安装通孔(50)。

26.如权利要求25所述的超薄大尺寸直下式背光模块，其特征在于，每片所述反射片单元(5)的凸出部由所述凹入部(51)及所述连接部(52)向所述反射片单元(5)的中心方向倾斜向上延伸至凸点(P)而形成。

27.如权利要求23所述的超薄大尺寸直下式背光模块，其特征在于，所述凸出部的高度为所述透镜高度的0.5～1倍。

超薄大尺寸直下式背光模块

技术领域

[0001] 本发明涉及一种直下式背光模块，特别是一种适用于超薄大尺寸液晶显示器的超薄大尺寸直下式背光模块。

背景技术

[0002] LED(发光二极管)背光模块目前大致可以分为直下式和侧光式两种。直下式LED背光模块不需要导光板，LED阵列置于灯箱底部，从LED发出的光经过底面和侧面反射，再通过表面的扩散板和光学模组均匀射出。与侧光源相比，直下式背光源LED能够动态控制背光点亮区域，这样在表现某些黑暗场景的图像时，只需要调整必要的背光区域(在画面上表现为黑色或较暗的部分)的局部灯光，即能展现出明暗对比自然的高品质图像效果。但直下式LED背光源为了实现出光均匀，需要很多颗LED进行密布排列，成本较高，一般在高端机型上才有配备。并且为了实现出光均匀，需要很长的耦合距离进行混光，这样就使得体积较大，特别是厚度较厚。

[0003] 传统的直下式背光模块一般包括设有若干LED的线路板、若干个透镜、固定于线路板周侧的围框以及固定于围框的扩散板。其中，扩散板上贴覆有两到三片扩散膜和增亮片等。为了使光分布均匀，通常需要设置上百颗LED，并需要较大的光耦合距离。因此传统的直下式背光模块不但成本高，而且厚度也比较厚，目前厚度普遍大于25mm。另一方面，由于需要使用两到三片扩散膜来达以匀光效果，也增加了成本。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于克服上述现有技术的不足，提供一种结构简单、厚度薄、成本低的超薄大尺寸直下式背光模块。

[0005] 为实现上述目的，本发明采用如下技术方案：

[0006] 本发明提供一种超薄大尺寸直下式背光模块，超薄大尺寸直下式背光模块，包括：线路板、围框、底面反射片和至少一片扩散膜，线路板上具有若干个LED；围框固定于所述线路板的周侧；底面反射片固定于所述线路板，具有若干个安装通孔，且若干个安装通孔分别对应于所述若干个LED；若干个透镜安装于所述线路板上，并各自位于相应的安装通孔内，所述若干个透镜的顶面在同一平面上；至少一片扩散膜铺设于所述若干个透镜的顶面。

[0007] 根据本发明的一实施方式，其中还包括扩散板和增亮片，扩散板的周侧安装固定于所述围框上；增亮片铺设于所述扩散板的顶面。

[0008] 根据本发明的一实施方式，所述扩散膜的较粗糙的一面贴覆于所述透镜。

[0009] 根据本发明的一实施方式，所述透镜包括第一透镜本体和第二透镜本体。第一透镜本体具有底面和由所述底面向内凹的平滑曲面形状的入光面，其周侧表面为第一出光面，且所述入光面居中设置；第二透镜本体呈柱体状，连接于所述第一透镜本体的顶面，该第二透镜本体的顶面为平滑曲面形状的全反射面，周侧表面为平滑曲面形状的第二出光面，所述全反射面的中心对应于所述入光面的中心。由所述入光面射入所述透镜的入射光

线分成两部分出射，第一部分由所述第一出光面射出形成若干条第一出射光线；第二部分经第二透镜本体、所述反射膜和所述全反射面反射后由所述第二出光面射出形成若干条第二出射光线，所述若干条第一出射光线分别相对于该底面向上倾斜0°~60°，所述若干条第二出射光线分别相对于该底面向下倾斜0°~80°。优选地，所述若干条第一出射光线分别相对于该底面(10)向上倾斜0°~10°。优选地，所述若干条第二出射光线分别相对于该底面(10)向下倾斜0°~20°。

[0010] 根据本发明的一实施方式，在沿着所述第一透镜本体的底面向顶面方向，所述入光面的中心点到所述第一出光面各点之间的距离逐渐变小。

[0011] 根据本发明的一实施方式，所述第一透镜本体的顶面边缘与所述第二透镜本体的顶面边缘在同一个以所述入光面的中心为顶点的锥筒侧壁上。

[0012] 根据本发明的一实施方式，所述锥筒是圆锥筒，且其锥角为30°~160°，所述第二部分入射光线分布在该锥角范围内，所述第一部分入射光线分布在所述圆锥筒的侧壁与所述第一透镜本体的底面之间的范围内。优选地，所述锥角(β)为80°~130°。

[0013] 根据本发明的一实施方式，所述第一透镜本体与所述第二透镜本体的材质相同，且为一体结构。

[0014] 根据本发明的一实施方式，所述第一透镜本体与所述第二透镜本体具有共同的中心对称线。

[0015] 根据本发明的一实施方式，所述全反射面设有若干个波纹，相邻两个波纹之间交叉形成尖峰。

[0016] 根据本发明的一实施方式，所述入光面为球面形状。

[0017] 根据本发明的一实施方式，所述第二出光面的横截面呈圆形或椭圆形；根据本发明的一实施方式，所述第二出光面的纵截面呈矩形或梯形。

[0018] 根据本发明的一实施方式，所述第二出光面相对于所述第二透镜本体的中心线向内凹入或向外凸出。

[0019] 根据本发明的一实施方式，所述第二出光面的上半部分和/或下半部分具有多条环形波纹。

[0020] 根据本发明的一实施方式，所述透镜还包括设于所述全反射面中心区域的反射膜，该反射膜用于遮掩热点。

[0021] 根据本发明的一实施方式，所述反射膜在所述第一透镜本体的底面的投影面积是所述入光面在所述第一透镜本体底面的投影面积的1~10倍，优选为2~5倍。

[0022] 根据本发明的一实施方式，所述反射膜是镀铝膜或镀银膜。

[0023] 根据本发明的一实施方式，所述底面反射片上具有若干个凸出部，且所述若干个凸出部与所述若干个LED错开布置。

[0024] 根据本发明的一实施方式，所述底面反射片包括相互连接的若干片反射片单元，每片所述反射片单元中央具有一个所述凸出部。

[0025] 根据本发明的一实施方式，每片所述反射片单元具有4个对称布置的凹入部和与所述4个凹入部间隔布置的4个连接部，相邻的4个反射片单元的4个相邻的凹入部共同围成所述安装通孔。

[0026] 根据本发明的一实施方式，每片所述反射片单元的凸出部由所述凹入部及所述连

接部向所述反射片单元的中心方向倾斜向上延伸至凸点而形成。

[0027] 根据本发明的一实施方式，所述凸出部的高度为所述透镜高度的0.5~1倍。

[0028] 由上述技术方案可知，本发明的超薄大尺寸直下式背光模块的优点和积极效果在于：由于若干个透镜的顶面在同一平面上，因此，扩散膜能够直接铺设于所述若干个透镜的顶面，结构相对简单。由透镜透射出来的光线在中央区域的光强大于周围区域的光强，铺设于透镜上的扩散膜近距离地对这些不够均匀的光起到均匀化的作用，使光能在很短的距离下实现均匀化，故本发明的超薄大尺寸直下式背光模块在出光均匀的基础上，大幅度降低了背光模块的厚度，故本发明的超薄大尺寸直下式背光模块厚度可以做得非常薄。同时，本发明中可以仅使用一片扩散膜，有利于降低成本。

[0029] 通过以下参照附图对优选实施例的说明，本发明的上述以及其它目的、特征和优点将更加明显。

附图说明

[0030] 图1是本发明的超薄大尺寸直下式背光模块的分解结构示意图；

[0031] 图2是本发明的超薄大尺寸直下式背光模块的组装结构示意图；

[0032] 图3a表示本发明中的反射片单元与相对位置关系的立体结构示意图；

[0033] 图3b表示本发明中的反射片单元与相对位置关系的主视图；

[0034] 图3c是图3b的右视图；

[0035] 图3d是图3b的左视图；

[0036] 图3e是图3b的俯视图；

[0037] 图3f是图3b的仰视图；

[0038] 图3g是图3b的后视图；

[0039] 图4是本发明中的透镜的剖面结构示意图；

[0040] 图5是图4中的A部分放大图；

[0041] 图6是图4中A部分的全反射面的放大图，表示本发明中的全反射面中央部分的实际形状与设计形状差异的示意图；

[0042] 图7a至图7g表示本发明中的第二出光面各种形状的示意图；

[0043] 图8表示本发明中全反射面的局部放大图；

[0044] 图9表示本发明中的透镜的配光示意图；

[0045] 图10表示本发明中的透镜用于超薄大尺寸直下式背光模块的照度模拟线条图；

[0046] 图11表示本发明透镜用于超薄大尺寸直下式背光模块时透镜正上方的照度模拟光栅图；

[0047] 图12是本发明超薄大尺寸直下式背光模块实际的出光效果照片。

[0048] 下面将详细描述本发明的具体实施例。应当注意，这里描述的实施例只用于举例说明，并不用于限制本发明。

具体实施方式

[0049] 参见图1至图3。本发明的超薄大尺寸直下式背光模块，包括线路板41、围框42、底面反射片、若干个透镜100和至少一片扩散膜6。

[0050] 线路板41上设有若干个LED43。围框42固定于线路板41的周侧，与线路板41共同围成盒形。围框42的顶端部设有凹槽，该凹槽可用于嵌合液晶板或扩散板等结构。底面反射片固定于线路板41，底面反射片上具有若干个安装通孔50，若干个安装通孔50分别对应于所述若干个LED43，从而若干个LED43分别由若干个安装通孔50中露出。若干个透镜100均安装于线路板41上，并各自位于相应的安装通孔50内，分别对应于若干个LED43。本发明中，若干个透镜100的顶面在同一平面上。因此，扩散膜6能直接铺设于若干个透镜100的顶面，对光进行均匀化。优选地，将扩散膜6较粗糙的一面贴覆于透镜100上，较光滑的一面背对着透镜100，有利于增强扩散膜6的作用效果。当然不以此为限，反过来设置也是可行的。同时，在透镜上贴扩散膜，也利于提高光的均匀化效果。

[0051] 进一步地，本发明的超薄大尺寸直下式背光模块还包括扩散板7，扩散板7嵌合在围框42顶部的凹槽内。在扩散板7铺设增亮片8，增亮片8用于压缩视角以增加中间的亮度。

[0052] 本发明中，可以使用传统结构的透镜，将若干透镜的顶面设置于同一平面上，以便于铺设扩散膜。优选地，本发明使用一种优化设计的透镜结构，其不但能进一步提升直下式背光模块的出光均匀性，提高出光效率，而且能大幅度地减小直下式背光模块的厚度。详细说明如下：

[0053] 参见图4。本发明中的透镜，包括第一透镜本体1和第二透镜本体2，并可进一步包括反射膜3。

[0054] 第一透镜本体1具有底面10、与底面10相对的顶面以及连接顶面和底面的周侧表面。底面10中央位置向第一透镜本体1内凹入而形成平滑曲面形状的入光面11，周侧表面为第一出光面12，第一出光面12为平滑曲面形状。优选地，入光面11为球面形状，但不以此为限。

[0055] 第二透镜本体2呈柱体状，优选地，其径向尺寸大于轴向尺寸3～6倍，形成扁柱体形状，特别优选为扁圆柱体形状。该第二透镜本体2具有顶面、与顶面相对的底面23以及连接顶面和底面23的周侧表面。第二透镜本体2的底面23面积大于第一透镜本体1的顶面面积的1.5～5倍，且第二透镜本体2的底面23在中央位置连接于第一透镜本体1的顶面，二者可由同种材料一体成型制成，且具有共同的中心对称线。在沿着第一透镜本体1的底面10向顶面方向，入光面11的中心点0到第一出光面12各点之间的距离逐渐变小。

[0056] 参见图4和图7a至图7g。第二透镜本体2的顶面为全反射面21，全反射面21为自由曲面，光线到达此面会发生全反射。全反射面21的中心对应于入光面11的中心0。全反射面21的形状可以类似于母线略向内凹的圆锥面，当然不以此为限，只要能形成全反射面的其它平滑曲面形状也是可行的。第二透镜本体2的周侧表面为第二出光面22。第二出光面22的横截面（平行于底面23的平面）呈圆形、椭圆形或其它平滑曲线形状。第二出光面22的纵截面呈矩形（参见图4）或梯形（参见图7a、图7b）；或者第二出光面22相对于第二透镜本体2的中心线向内凹入（参见图7d）或向外凸出（参见图7c）；进一步地，第二出光面22的上半部分具有多条环形波纹（参见图7f），或下半部分具有多条环形波纹（参见图7g），或第二出光面22整体具有多条环形波纹（参见图7e）。总之，第二出光面22的形状可多种多样。

[0057] 参见图4、图5和图6。反射膜3通过真空镀等方式贴覆于全反射面21的中心区域。反射膜3在第一透镜本体1的底面10的投影面积是入光面11在第一透镜本体1底面10的投影面积的1~10倍。优选地，反射膜3在第一透镜本体1的底面10的投影面积是入光面11在第一透

镜本体1底面10的投影面积的2~5倍。反射膜3可以是镀铝膜或镀银膜或其具有反射功能的膜片。反射膜3的用于在于遮掩热点。

[0058] 参见图5和图6。设计中，在全反射面中央(即距离入光面11最近的位置)具有尖点M，理论上21′为全反射面形状，如图6中双点划线所示。入射光线由该理论上的全反射面21′反射，如图6中虚线所示。但是，由于透镜加工和注塑工艺等原因，没有办法做到实际结构与设计的理想结构保持一致，实际加工出来的透镜，在全反射面中央呈弧形，即实际的全反射面21的形状为弧形。因此，根据理论设计的全反射面形状，所有的入射光线均会被反射出去，而不易穿过全反射面；实际结构中，会存在一小部分入射光，特别是LED中央的入射光透过全反射面，如图6中细实线所示，LED中央光强最大，从而这部分透射的光线形成了中央热点。本发明中在全反射面的该中央区域设置反射膜3，从而遮掩了热点。

[0059] 参见图9。AB为LED发光芯片面光源，其发出的光入射光，入射光线由入光面11射入透镜后分成两部分出射，第一部分由第一出光面12射出形成若干条第一出射光线；第二部分经第二透镜本体2、反射膜3和全反射面21反射后由第二出光面22射出形成若干条第二出射光线。其中若干条第一出射光线分别相对于该底面10向上倾斜0°~60°，优选为，若干条第一出射光线分别相对于该底面10向上倾斜0°~10°，进一步优选为，0°~5°。若干条第二出射光线分别相对于该底面10向下倾斜0°~80°，优选为，若干条第二出射光线分别相对于该底面10向下倾斜0°~20°，进一步优选为，0°~10°。

[0060] 参见图9。第一透镜本体1的顶面边缘与第二透镜本体2的顶面边缘在同一个以入光面11的中心O为顶点的锥筒侧壁上，优选地，锥筒是圆锥筒，且其锥角β为30°~160°，优选的锥角β为80°~130°，第二部分入射光线分布在该锥角β范围内，第一部分入射光线分布在圆锥筒的侧壁与第一透镜本体1的底面10之间的范围内。

[0061] 本发明中的透镜包括两部分本体，并具有全反射面。进入透镜的入射光线分为两部分分别从第一透镜本体侧面的第一出光面和第二透镜本体侧面的第二出光面射出。而且两部分出射光线向居中的方向倾斜，即由第一出光面的出射光线向下倾斜，第二出光面的出射光线向上倾斜。因此经本发明中的透镜配光后光线均匀地分布于透镜侧面。特别是，由于在全反射面中央易形成热点位置设置了反射膜，避免热点出现，极大提升了出光均匀性，保证了透镜的质量。本发明中的透镜，综合运用光的波动特性和粒子特性，通过入光面、第一出光面、第二出光面以及全反射面的组合设计，实现了在很短耦合距离内，提供均匀的出光，特别适用于超薄大尺寸直下式背光模块。同时，本发明中的透镜，在保证均匀出光的基础上，最大程度地减少了光线的折射、反射次数，进而减少了透镜本体对能量的损耗。因此，本发明的超薄大尺寸下载下式背光模块中可以使用较少数量的LED颗数，例如32寸显示器，只使用32颗0.9W白光LED，从而本发明超薄大尺寸下载下式背光模块的功耗小于30W。

[0062] 再参见图9。LED发光芯片面光源AB都是有一定面积的。运用边界光线原理，针对扩展光源设计透镜。从B发出的光线，经全反射面21全反射后平行，经第一出光面12折射后平行；从O发出的光线，经全反射面21全反射和第二出光面22折射后，以-θ1的角度射出，经第一出光面12折射后以+θ3的角度射出；从A发出的光线，经全反射面21全反射和第二出光面22折射后，以-θ2的角度射出，经第一出光面12折射后以+θ4的角度射出。θ1、θ2、θ3和θ4的大小可由LED发光芯片大小、第一出光面12、透镜全反射面21和第二出光面22具体确定。针对扩展光源的设计，使得所有的光线都是经过透镜后，由侧边发出。

[0063] 参见图8和图9。实际加工出来的全反射面21客观上不可能是一条绝对平滑完美的曲面，如图8所示。全反射面21设有若干个波纹，相邻两个波纹之间交叉形成尖峰，这是加工全反射面21时形成的刀纹，这些刀纹形成了一个类似多缝衍射曲面光栅，d为光栅常数。整个曲面按光栅常数被分为N个部分，每个部分成为一个单缝夫琅禾费衍射。由于单缝衍射场之间是相干的，因此多缝夫琅禾费的复振幅是所有单缝的叠加。光栅常数d的确定由设计曲线在这点的切线和切削时刀的进给量来确定。设P为透镜前的一点，在P点的光强为：

[0064] $$I(P) = I_0\left(\frac{\sin\alpha}{\alpha}\right)^2\left(\frac{\sin\frac{N}{2}\delta}{\sin\frac{\delta}{2}}\right)^2 \quad (1)$$

[0065] $I_0=|A|^2 I_0=|A|^2$是单缝在P_0点产生的光强。上式中包含了两个因子：单缝衍射因子$\left(\frac{\sin\alpha}{\alpha}\right)^2$和多光束干涉因子$\left(\frac{\sin\frac{N}{2}\delta}{\sin\frac{\delta}{2}}\right)^2$，说明了多缝夫琅禾费衍射是衍射和干涉两种效应共同作用的结果。单缝衍射因子与单缝本身的性质有关，包括缝宽以致其引起的振幅和相位变化。而多光束干涉因子来源于狭缝的周期性排列。因此，他们的夫琅禾费衍射图样的强度分布，只要把单个衍射环的衍射因子求出来，再乘上多光束干涉因子就可以得到了。

[0066] 本发明中的透镜是一款运用光的波动特性设计的侧出式二次透镜，该透镜特别适用于超薄大尺寸直下式背光模块，能在很短的耦合距离下形成均匀的照射面。

[0067] 例如：具有本发明中的透镜的超薄大尺寸直下式背光模块中，透镜高度，即第一透镜本体1的底面10到第二透镜本体2的顶端面之间的垂直距离为7.5mm，透镜顶面（指第二透镜本体2顶面）到扩散板下表面的垂直距离，即耦合距离为5.5mm，则本发明超薄大尺寸直下式背光模块的总厚度为13mm。Lambertion LED发光芯片面光源发出的光线，其空间光强分布为：

[0068] $I_\theta=I_N\cos\theta$

[0069] I_N为正向发光面在法线方向的发光强度，即最大光强处。其光亮度在各个方向相同，在平面孔径角为U的立体角范围内发出的光通量为：

[0070] $$\emptyset = \pi L d A \sin^2 U \quad (2)$$

[0071] 经综合计算夫琅禾费衍射和全反射配光，LED发光芯片面光源发出的在锥角β为124°的锥筒范围内的光线经过全反射面21反射，由第二出光面22出射；其余入射光线由第一出光面12射出。加工时刀具半径为0.1mm～0.5mm，转速为1500rpm～2000rpm。模拟结果见如图10和图11，均匀度大于80％。

[0072] 参见图10和图11。图10和图11为上述例子的照度模拟效果图。图10中，浅色线条表示水平方向照度，深色线条表示垂直方向照度。从图10中可以看出：不管是水平方向还是垂直方向的照度均匀度（最小照度值与最大照度值的比值）都大于80％。图11表示在超薄大尺寸直下式背光模块的扩散板下表面的照度模拟光栅图。左边图的面积与扩散板的面积大致相当，图中用灰度来表示其照度的分布；右边的图表示不同灰度相对应的照度值。整个图11直观地显示出在扩散板下表面的照度分布非常均匀。

[0073] 另外，参见图1至图3。本发明的超薄大尺寸直下式背光模块中，底面反射片上具有若干个凸出部，且若干个凸出部与若干个LED43错开布置。如图1所示，若干个LED呈矩形阵列布置，若干个凸出部也呈矩形阵列布置，且若干个凸出部与若干个LED相互间隔开。凸出

部的高度(其凸点P到反射片底面之间的垂直距离)为透镜高度的0.7倍(见图3),或者二者等高(见图2)。一般情况下,凸出部的高度在透镜高度的0.5~1倍范围内均是可行的。凸出部的存增加了底面反射片的反射面积,从而增强了底面反射片的功能。

[0074] 底面反射片可以是一整体结构,也可是由若干片反射片单元5相互连接而形成。如图1和图3所示,每片反射片单元5中央具有一个凸出部。优选的反射片单元5具有4个对称布置的凹入部51和与4个凹入部51间隔布置的4个连接部52,相邻的4个反射片单元5的4个相邻的凹入部51共同围成安装通孔50。每片反射片单元5的凸出部由凹入部51及连接部52向反射片单元5的中心方向倾斜向上延伸至凸点P而形成。进一步优选地,每个凹入部51为四分之一圆周,这样若干个反射片单元5的结构完全相同,适于批量生产,利于降低制造成本。

[0075] 本发明超薄大尺寸直下式背光模块中,使用这种特殊设计的底面反射片,背光模块的发光效率和出光均匀性能够得到进一步提升。经测试,在使用上述特殊设计的透镜和底面反射片,本发明的超薄大尺寸直下式背光模块的出光效率高达92%。如图12所示,图12是本发明超薄大尺寸直下式背光模块实际的出光效果照片。从该照片可以看出整个屏幕亮度一致,出光均匀。

[0076] 虽然已参照几个典型实施例描述了本发明,但应当理解,所用的术语是说明和示例性、而非限制性的术语。由于本发明能够以多种形式具体实施而不脱离发明的精神或实质,所以应当理解,上述实施例不限于任何前述的细节,而应在随附权利要求所限定的精神和范围内广泛地解释,因此落入权利要求或其等效范围内的全部变化和改型都应为随附权利要求所涵盖。

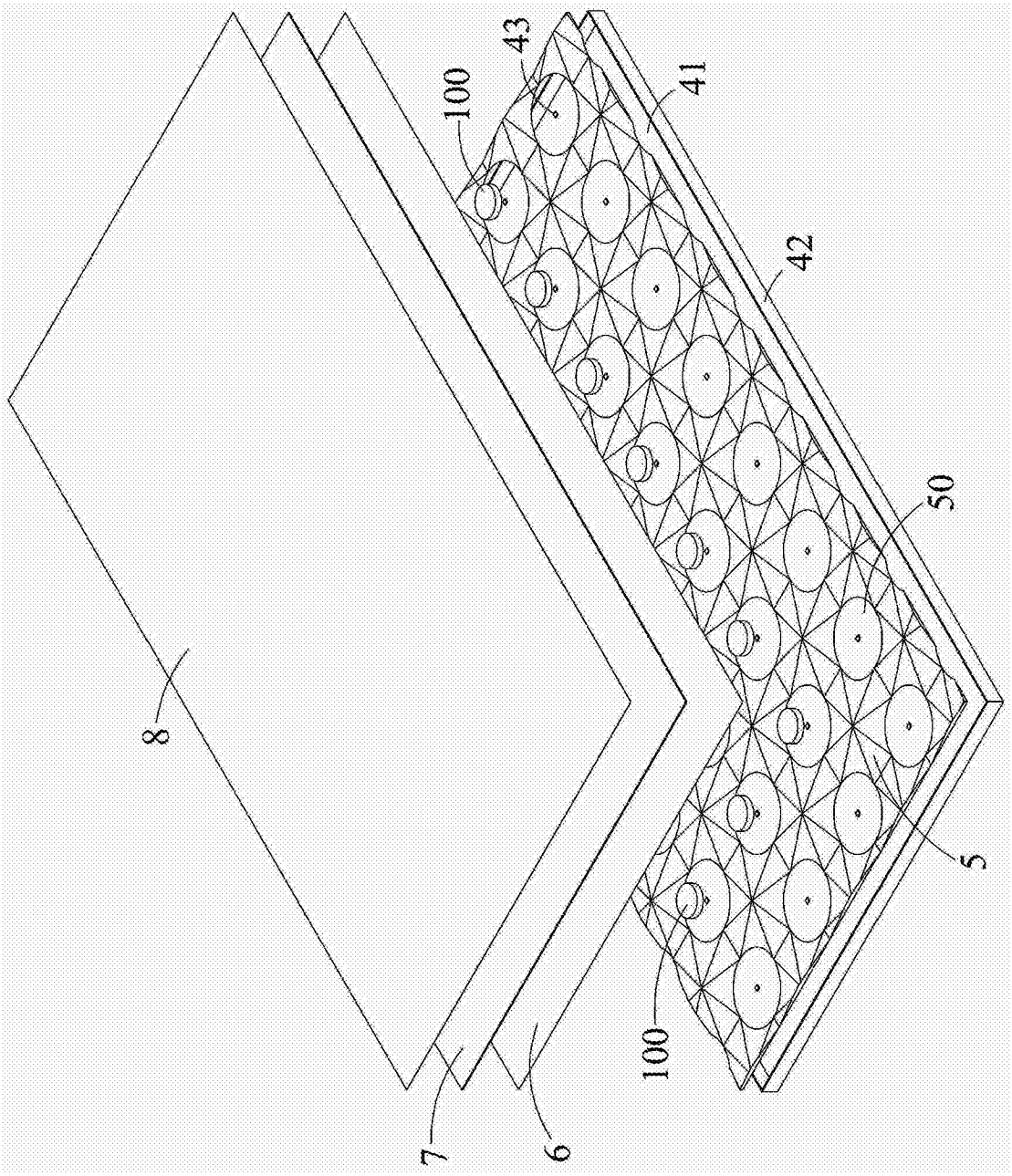


图1

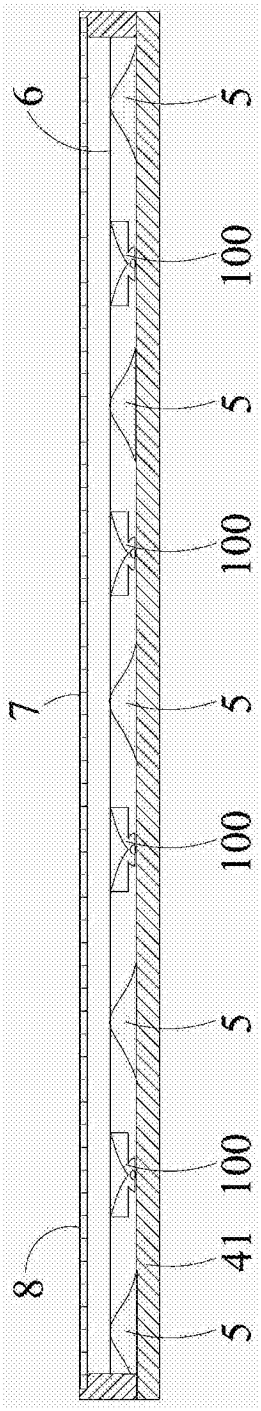


图2

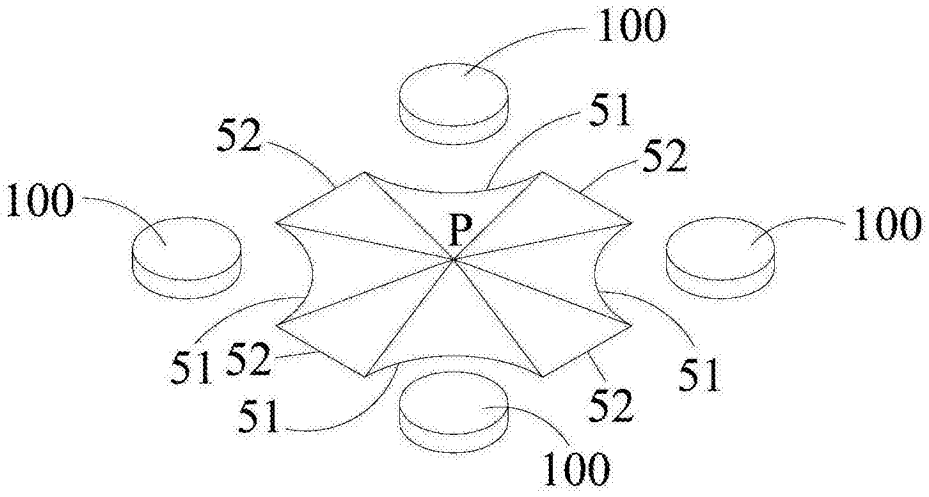

100
51
52
52
100
P
100
51
52
51
51
52
100

图3a

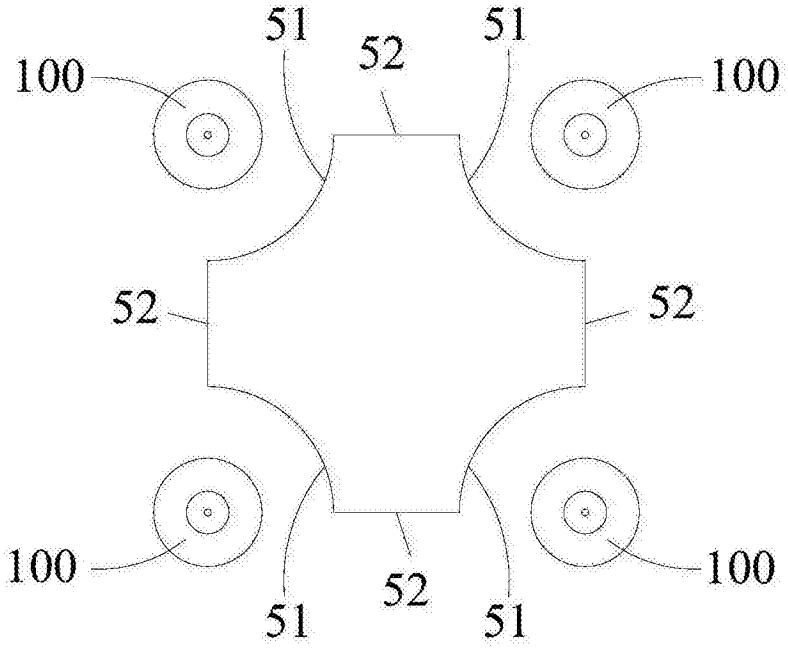

51
52
51
100
100
52
52
100
100
51
52
51

图3g

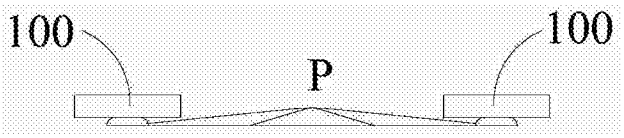
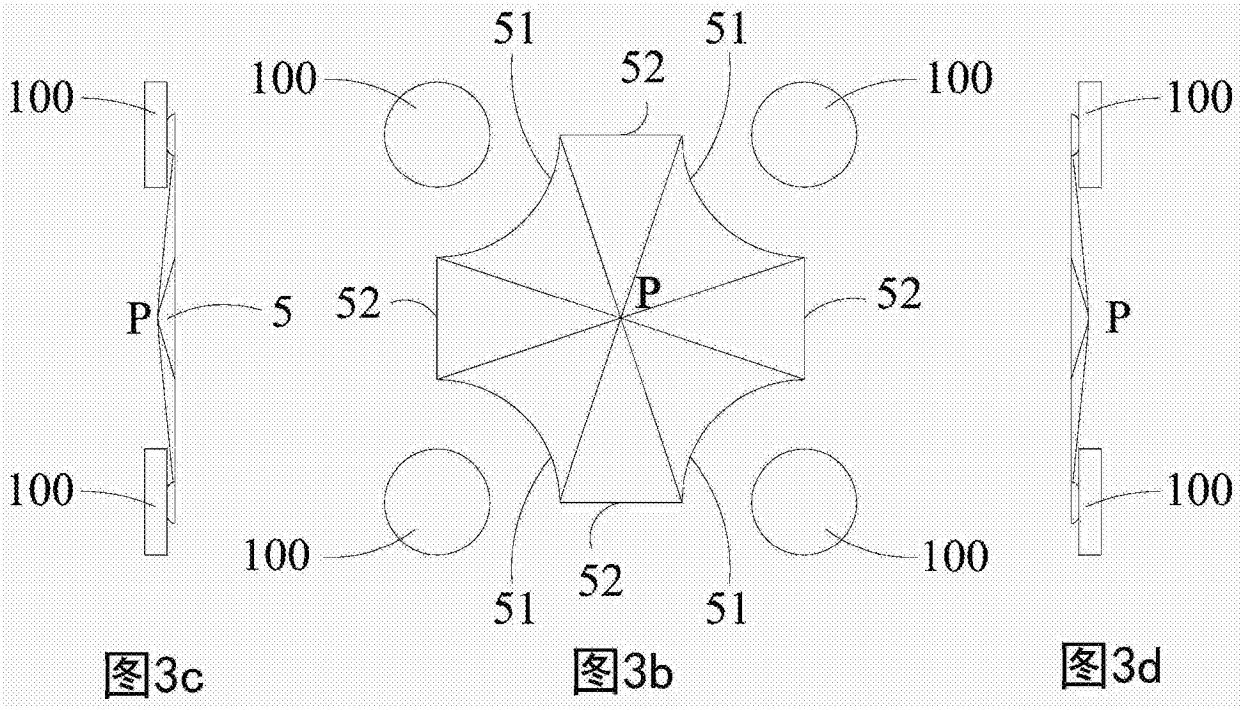

100
100
P

图3f


100
100
51
52
51
100
100
P
5
52
P
52
P
100
100
100
51
52
51
100
图3c
图3b
图3d

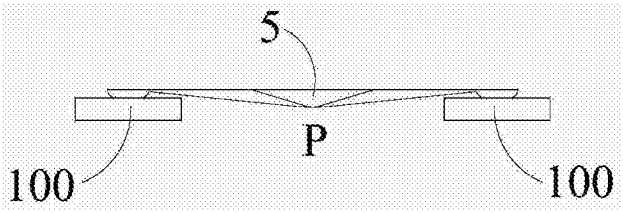

5
P
100
100

图3e

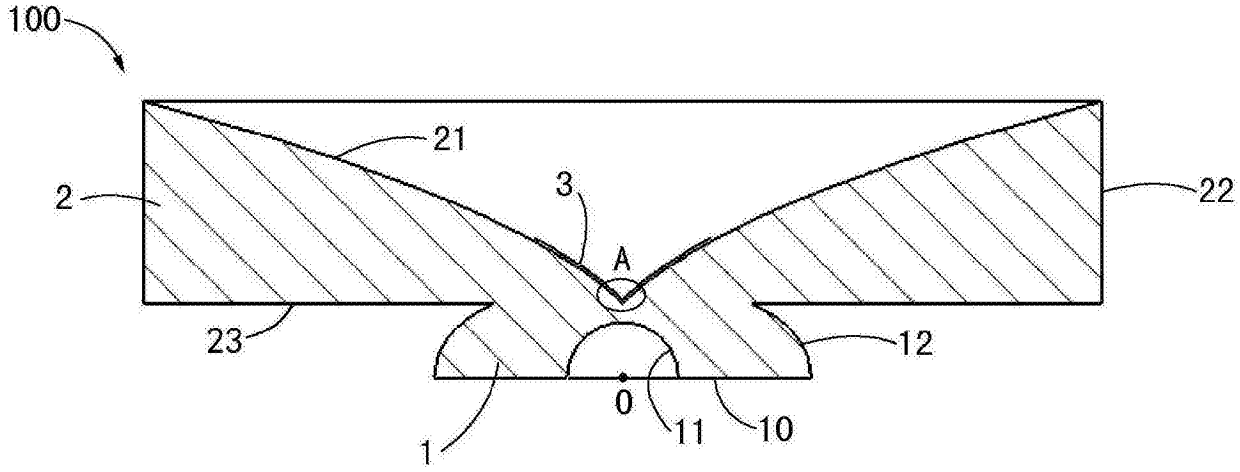

100
21
2
3
22
A
23
12
0
1
11
10

图4

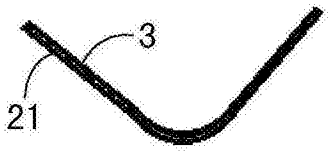


图5

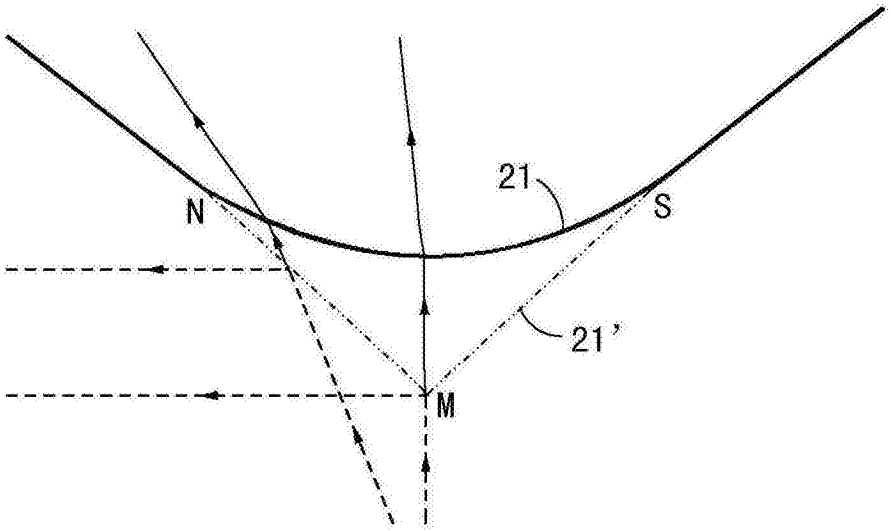


图6

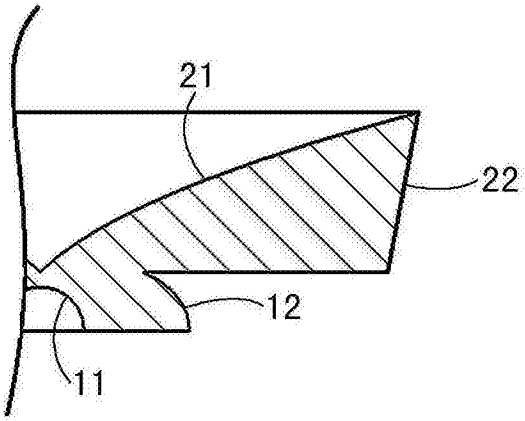


图7a

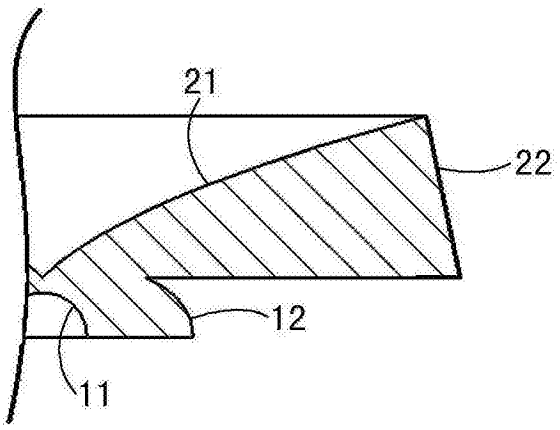


图7b

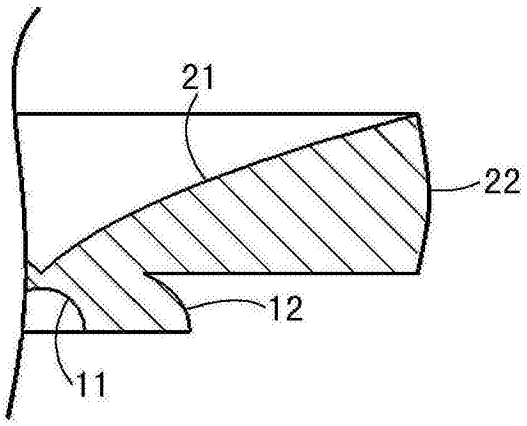


图7c

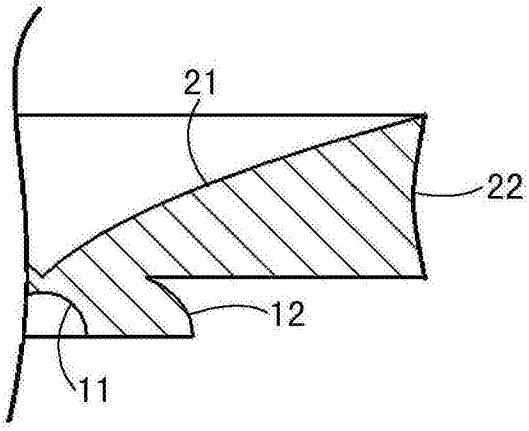


图7d

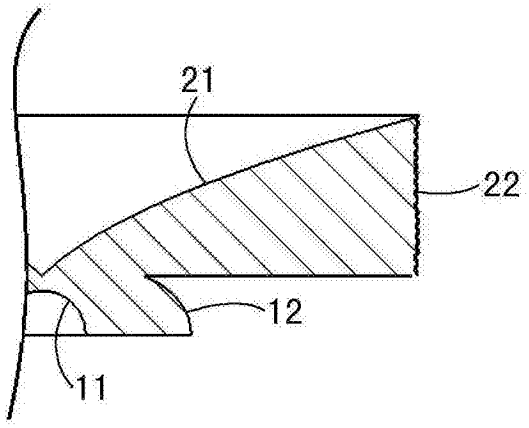


图7e

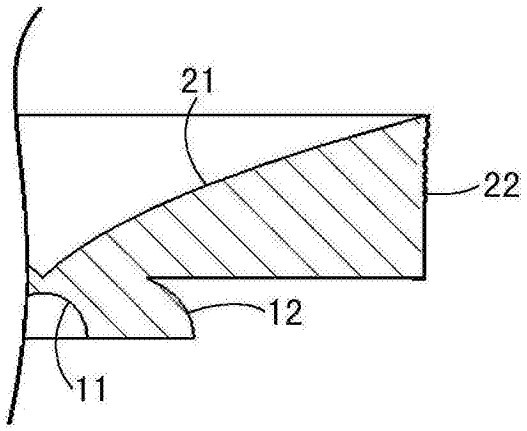


图7f

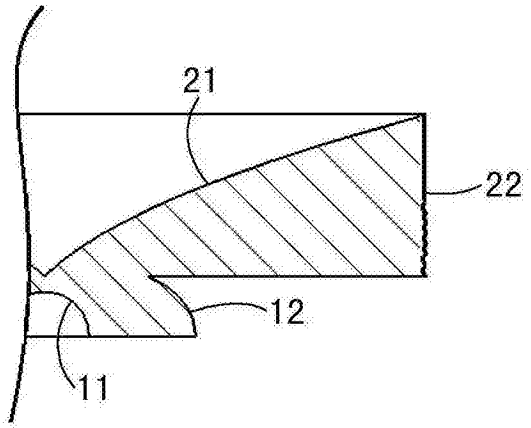


图7g

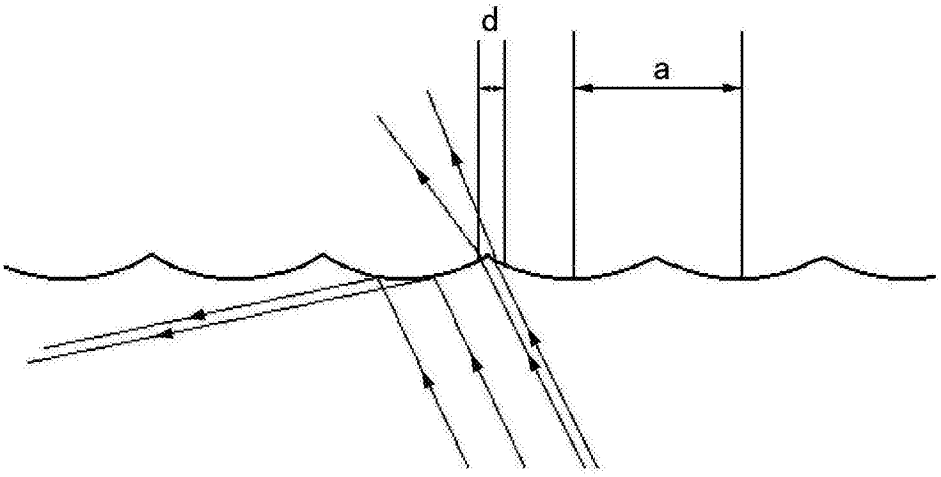


图8

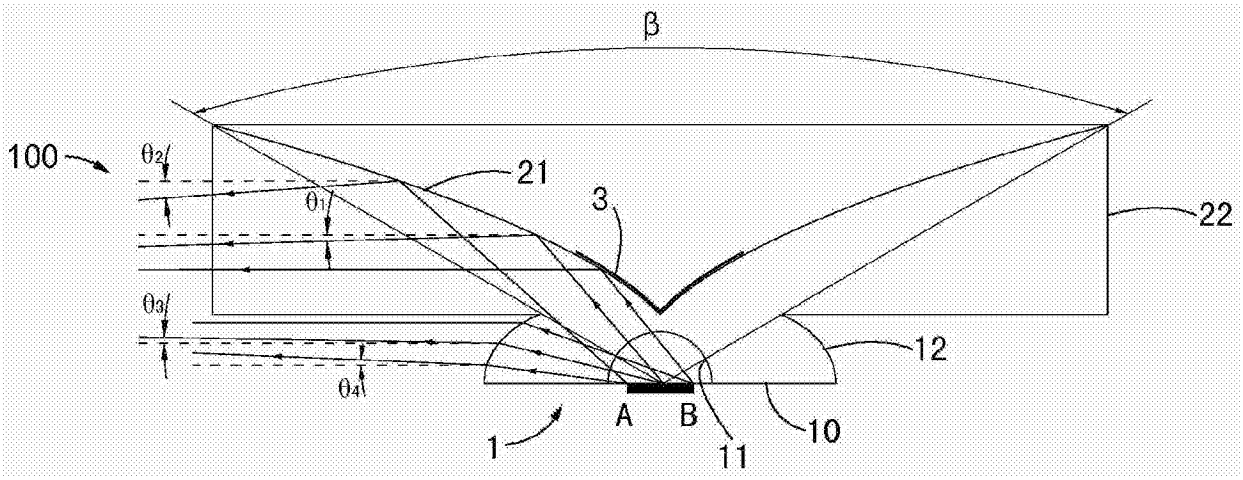


图9

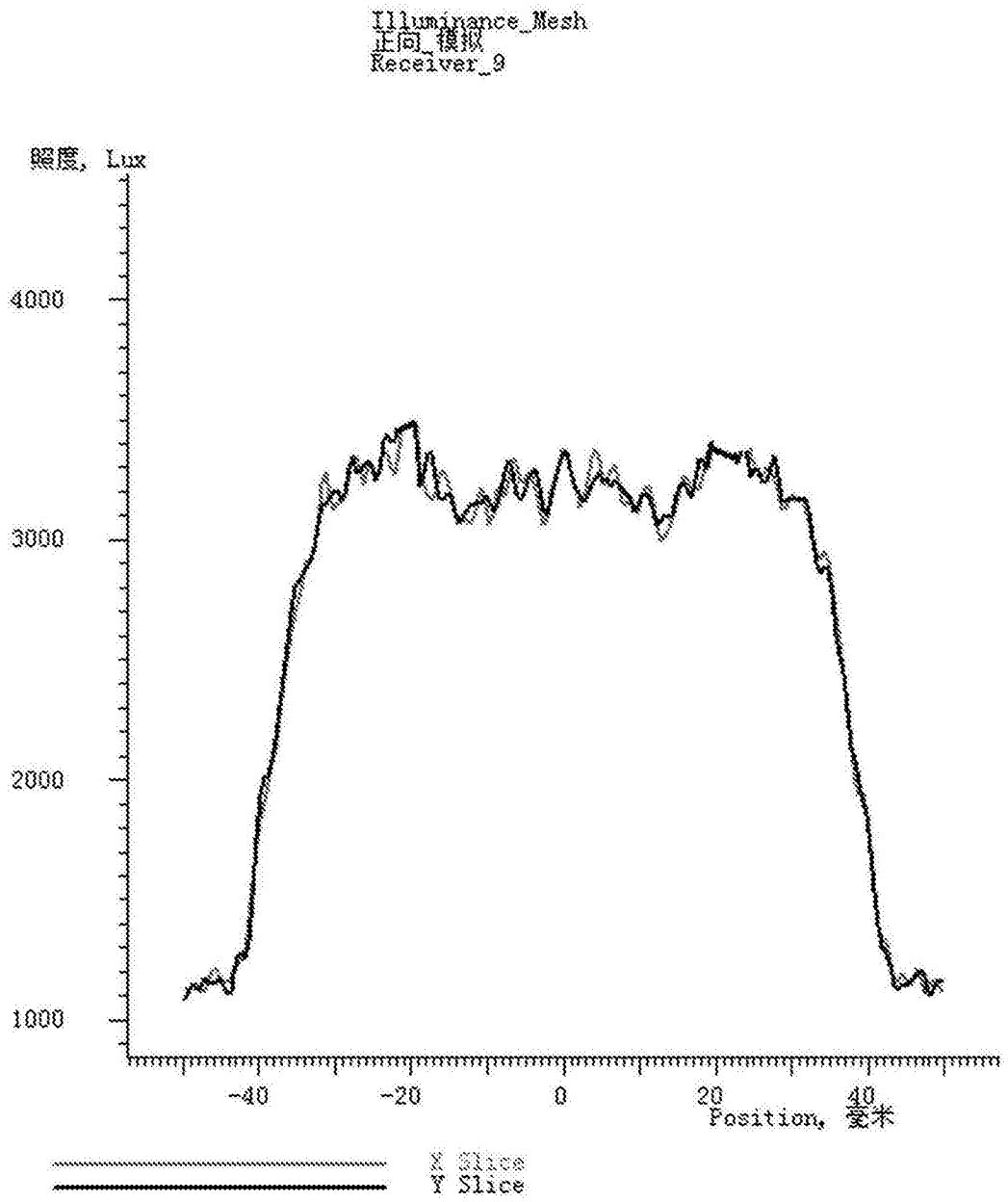

Illuminance_Mesh
正向_模拟
Receiver_9
照度, Lux
4000
3000
2000
1000
-40
-20
0
20
40
Position, 毫米
X Slice
Y Slice

图10

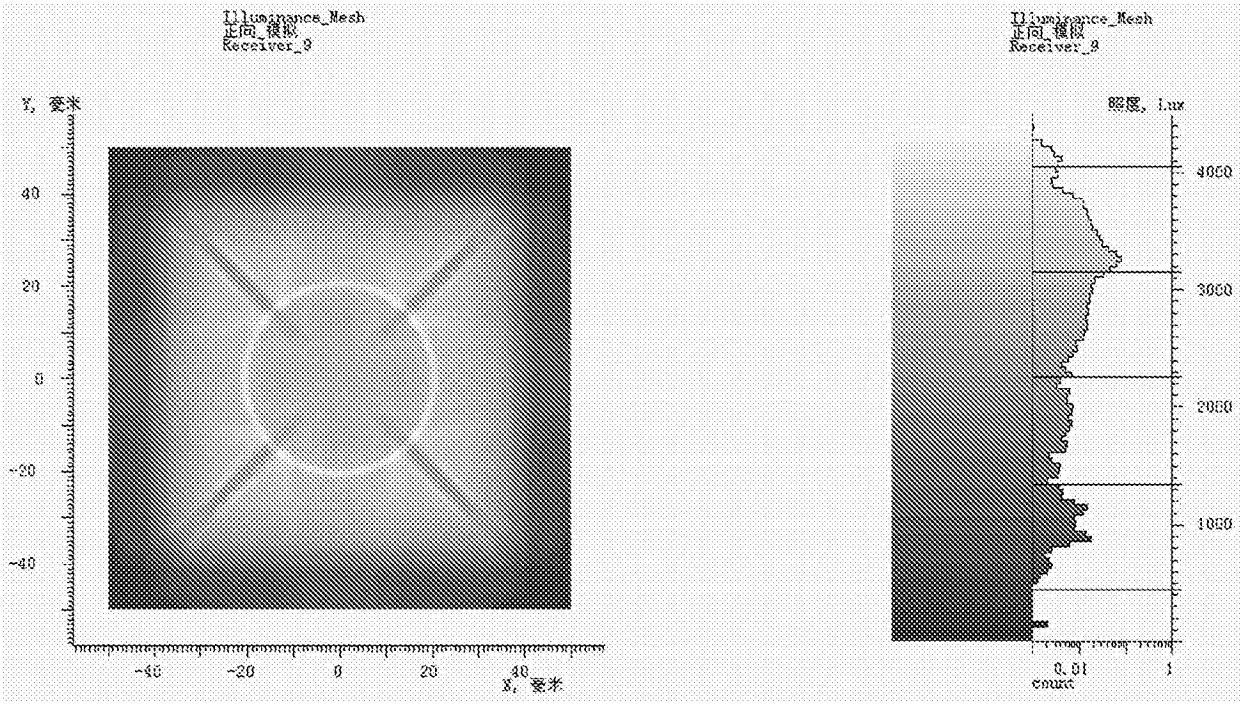

Illuminance_Mesh
正向_模拟
Receiver_9
Y, 毫米
40
20
0
-20
-40
-40
-20
0
20
40
X, 毫米
Illuminance_Mesh
正向_模拟
Receiver_9
照度, Lux
4000
3000
2000
1000
0.01
1
count

图11

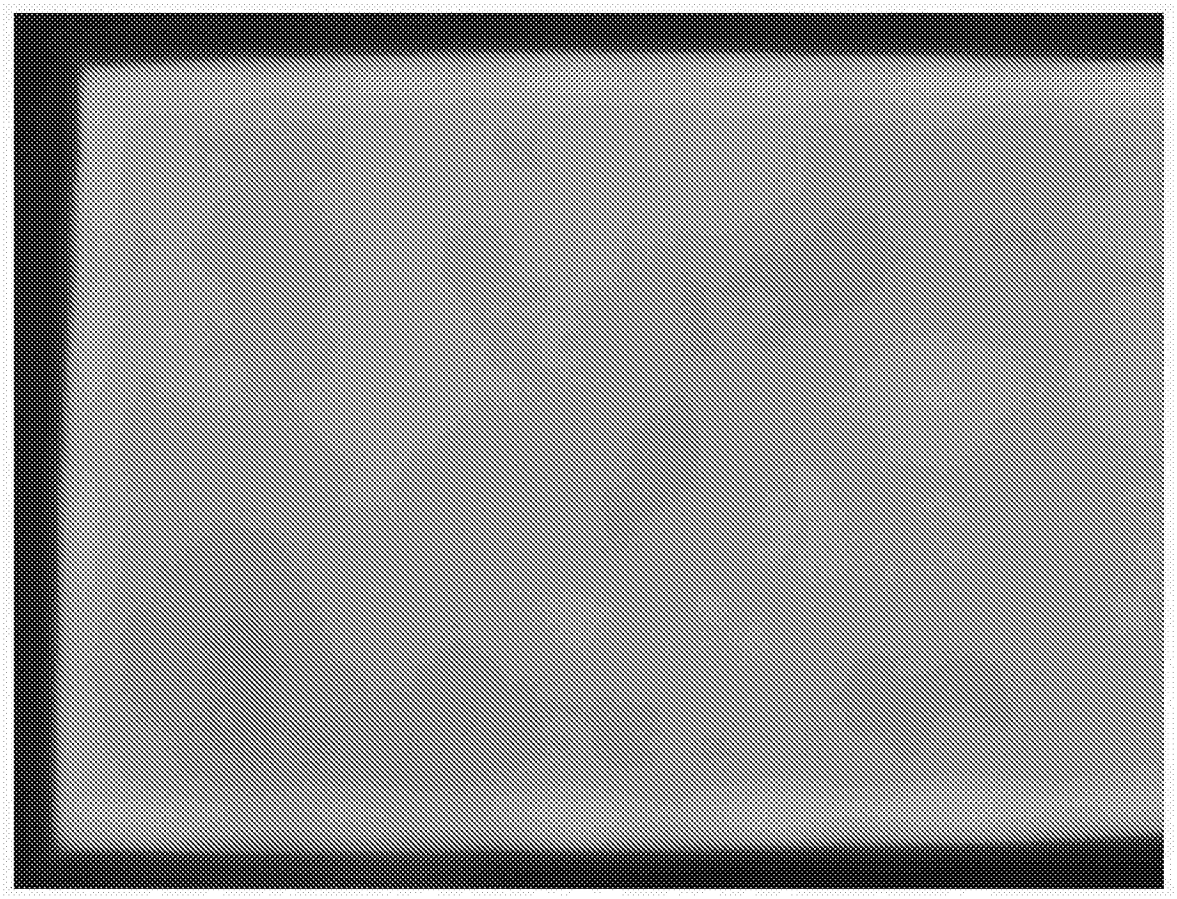


图12