



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114556201 A

(43) 申请公布日 2022. 05. 27

(21) 申请号 202080070555.7

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所  
有限公司 11038

(22) 申请日 2020.09.09

专利代理师 周阳君

(30) 优先权数据

62/898,693 2019.09.11 US

62/929,309 2019.11.01 US

63/023,618 2020.05.12 US

(51) Int.Cl.

G02F 1/1333 (2006.01)

G02B 5/02 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2022.04.07

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2020/049907 2020.09.09

(87) PCT国际申请的公布数据

W02021/050523 EN 2021.03.18

(71) 申请人 亮视技术公司

地址 美国北卡罗来纳

(72) 发明人 K·L·沃克 沈冰 M·K·蒲波

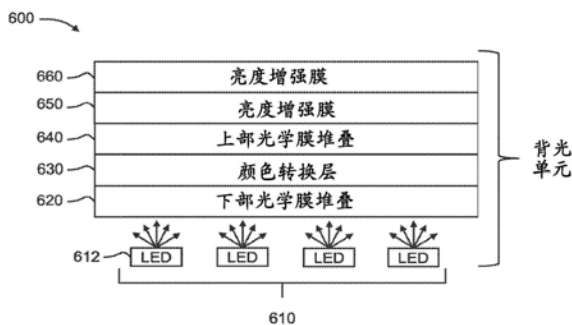
权利要求书3页 说明书12页 附图26页

(54) 发明名称

用于背光显示器的背光单元

(57) 摘要

背光单元包括发光二极管阵列、位于发光二极管阵列上方的至少两个光学膜、以及位于至少两个光学膜上方的一对亮度增强膜。光学膜的大部分为在其至少一个表面上具有多个分光微结构的分光光学膜。



1. 一种背光单元,包括:  
发光二极管阵列;  
位于发光二极管阵列上方的至少两个光学膜;以及  
位于所述至少两个光学膜上方的一对亮度增强膜,  
其中所述至少两个光学膜的大部分为其至少一个表面上具有多个分光微结构的分光光学膜。
2. 根据权利要求1所述的背光单元,其中所述至少两个光学膜全部在其至少一个表面上具有所述多个分光微结构。
3. 根据权利要求1所述的背光单元,还包括位于所述发光二极管阵列上方并且位于所述一对亮度增强膜下方的颜色转换层。
4. 根据权利要求3所述的背光单元,其中所述颜色转换层位于至少一个分光光学膜上方。
5. 根据权利要求4所述的背光单元,其中所述颜色转换层具有包括多个分光微结构的至少一个表面。
6. 根据权利要求4所述的背光单元,还包括位于所述颜色转换层上方和所述一对亮度增强膜下方的至少一个附加的分光光学膜。
7. 根据权利要求1所述的背光单元,其中所述至少两个光学膜包括第一分光光学膜,所述第一分光光学膜包括在其第一侧上沿着第一方向延伸的多个第一平行线性棱镜和在其第二侧上沿着第二方向延伸的多个第一椭圆柱状结构,所述第二方向与所述第一方向基本正交,其中所述第一侧面向所述发光二极管阵列。
8. 根据权利要求7所述的背光单元,其中所述至少两个光学膜包括位于所述第一分光光学膜上方的第二分光光学膜,所述第二分光光学膜包括在其第一侧上基本上沿着第一方向延伸的多个第二平行线性棱镜以及在其第二侧上沿着第二方向延伸的多个第二椭圆柱状结构,其中所述第二分光光学膜的第一侧面向所述第一分光光学膜的第二侧。
9. 根据权利要求8所述的背光单元,其中所述至少两个光学膜包括位于所述第二分光光学膜上方的第三分光光学膜,所述第三分光光学膜包括在其第一侧上基本上沿着第二方向延伸的多个第三平行线性棱镜。
10. 根据权利要求9所述的背光单元,其中所述第三分光膜还包括在其第二侧上的多个微结构。
11. 根据权利要求10所述的背光单元,其中所述第三分光光学膜的第二侧面向所述第二分光光学膜的第二侧。
12. 根据权利要求1所述的背光单元,其中所述光学膜中的至少一个是第一分光光学膜,所述第一分光光学膜包括在其第一侧上沿着第一方向延伸的多个第一平行线性棱镜和在其第二侧上沿着第一方向延伸的多个第二平行线性棱镜。
13. 根据权利要求12所述的背光单元,其中所述光学膜中的至少一个是第二分光光学膜,所述第二分光光学膜包括在其第一侧上沿着所述第一方向延伸的多个第一平行线性棱镜和在其第二侧上沿着所述第一方向延伸的多个第二平行线性棱镜。
14. 根据权利要求12所述的背光单元,其中所述光学膜中的至少一个是第二分光光学膜,所述第二分光光学膜包括在其第一侧上沿着与所述第一方向基本正交的第二方向延伸

的多个第一平行线性棱镜,以及在其第二侧上沿着所述第二方向延伸的多个第二平行线性棱镜。

15.根据权利要求1所述的背光单元,其中所述光学膜中的至少一个是第一分光光学膜,所述第一分光光学膜包括在其第一侧上沿着第一方向延伸的多个第一平行线性棱镜和在其第二侧上沿着与所述第一方向基本正交的第二方向延伸的多个第二平行线性棱镜。

16.根据权利要求1所述的背光单元,其中所述光学膜中的两个为分光光学膜,每个分光光学膜包括在其第一侧上的多个微结构以及在其第二侧上沿着第一方向延伸的多个平行线性棱镜,其中每个微结构具有四棱锥的形状。

17.根据权利要求1所述的背光单元,其中所述光学膜中的三个为分光光学膜,每个分光光学膜包括在其第一侧上的多个微结构以及在其第二侧上沿着第一方向延伸的多个平行线性棱镜,其中每个微结构具有四棱锥的形状。

18.一种背光单元,包括:

发光二极管阵列;

位于所述发光二极管阵列上方并且被配置为接收由所述发光二极管阵列发射的光的下部光学膜堆叠,所述下部光学膜堆叠包括

第一分光光学膜,所述第一分光光学膜包括在其面向发光二极管阵列的第一侧上的多个第一分光微结构,所述多个第一分光微结构被构造和布置为分离从所述发光二极管阵列接收到的光,以及

第二分光光学膜,所述第二分光光学膜位于所述第一分光光学膜上方并且在其面向所述第一分光光学膜的第一侧上包括多个第二分光微结构,所述多个第二分光微结构被构造和布置为分离从所述第一分光光学膜接收到的光;

位于所述下部光学膜堆叠上方并且被配置为接收来自所述下部光学膜堆叠的光的颜色转换层;

位于所述颜色转换层上方并且被配置为接收来自所述颜色转换层的光的上部光学膜堆叠;以及

位于所述上部光学膜堆叠上方并且被配置为接收来自所述上部光学膜堆叠的光的一对亮度增强膜。

19.根据权利要求18所述的背光单元,其中所述多个第一分光微结构包括多个第一平行线性棱镜,并且所述多个第二分光微结构包括正交于所述多个第一平行线性棱镜定向的多个第二平行线性棱镜。

20.根据权利要求19所述的背光单元,其中所述第一分光光学膜还包括在其第二侧上的多个第一随机粗糙微结构,并且所述第二分光光学膜还包括在其第二侧上的多个第二随机粗糙微结构。

21.根据权利要求18所述的背光单元,其中所述下部光学膜堆叠还包括位于所述第二分光光学膜上方的第三光学膜。

22.根据权利要求21所述的背光单元,其中所述第三光学膜包括面向所述第二分光光学膜的多个微结构。

23.根据权利要求22所述的背光单元,其中所述第三光学膜的所述多个微结构中的每一个通常具有四边棱锥的形状。

24. 根据权利要求18所述的背光单元,其中所述上部光学膜堆叠包括位于所述颜色转换层上方的第三分光光学膜。

25. 根据权利要求24所述的背光单元,其中所述上部光学膜堆叠还包括位于所述第三分光光学膜上方的第四分光光学膜。

26. 根据权利要求18所述的背光单元,其中所述颜色转换层具有包括多个分光微结构的至少一个表面。

## 用于背光显示器的背光单元

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2019年9月11日提交的美国临时专利申请序列No.62/898,693、2019年11月1日提交的美国临时专利申请序列No.62/929,309和2020年5月12日提交的美国临时专利申请序列No.63/023,618的优先权权益,其全部内容通过引用并入本文。

### 技术领域

[0003] 本发明一般而言涉及背光显示器的背光单元,特别是针对具有发光二极管(LED)光源的背光显示器。

### 背景技术

[0004] 在追求改进的图像质量的过程中,液晶显示器(LCD)越来越多地使用背光单元体系架构100,如图1中示意性示出的,其包括各个短波长(蓝色)LED 112的阵列110。图2A和2B图示了如由测角光度计测量的、从单个LED发射的光的根据角度的典型强度分布。如图所示,LED光源近似于朗伯(Lambertian)光源,其发射相对于最低点基本对称、在最低点具有最高光强度的光分布。

[0005] 回到图1,一系列膜可以用于散布或漫射从蓝色LED 112发射的光,使得背光单元100可以将更均匀的光输送到包含液晶位于背光单元100上方的LCD面板(未示出)。如图所示,背光单元100通常包括可以是体积漫射器或圆形漫射器的漫射膜120、使用例如量子点或磷光体材料将由LED 110发射到的一些蓝色光转换成绿色和红色光的颜色转换层130、可以是体积漫射器或由随机纹理化表面产生的圆形漫射器的被配置为散布或漫射离开颜色转换层130的光的漫射膜140,以及通常是两个相对于彼此旋转大约90度的棱镜膜的两个亮度增强膜(BEF) 150、160。在背光单元100中可以具有附加的膜,用于提高被输送到LCD面板的光的整体均匀性和亮度。在一些背光单元中,可以使用白色LED而没有颜色转换层。

[0006] 当LED 112布置为阵列时,诸如图3中所示的阵列110,期望隐藏各个LED 112并向LCD面板呈现明亮且均匀的光。如上所述,实现该目标的一种方法是在背光单元100中包括一个或多个漫射器,诸如漫射膜120,以漫射、散布或模糊由LED 112发射的光束。图4示意性地图示了由单个LED 112发射的光的这种漫射,其中较深的灰色阴影表示比较浅的灰色阴影更亮的光。这种漫射还可以降低光的平均能量。

[0007] 此外,包括LCD的电子设备变得越来越薄。因此,这种显示器的背光单元也变得越来越薄,这对以有效方式管理由LED 112发射的光提出了另一个挑战。例如,当漫射膜120放置在LED 112的阵列110上方时,如图5A在示意性示出的,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创建具有更高强度的光区域。如果增加漫射膜120的厚度,这对于较薄的背光单元100可能是非期望的,那么各个光点可能会散布得更远并提供更好的光均匀性,但仍然存在更亮和更暗的区域,如在图5B中示意性示出的。

[0008] 期望具有用于LCD显示器的背光单元100,该背光单元具有蓝色LED 112的阵列110

和薄轮廓,但仍向LCD面板输送明亮且均匀的光,同时有效地隐藏各个LED 112。

### 发明内容

[0009] 根据本发明的实施例,提供了一种背光单元,该背光单元包括发光二极管阵列、位于发光二极管阵列上方的至少两个光学膜,以及位于所述至少两个光学膜上方的一对亮度增强膜。所述至少两个光学膜的大部分为其至少一个表面上具有多个分光微结构的分光光学膜。

[0010] 在实施例中,所述至少两个光学膜全部在其至少一个表面上具有所述多个分光微结构。

[0011] 在实施例中,背光单元包括位于发光二极管阵列上方和所述一对亮度增强膜下方的颜色转换层。在实施例中,颜色转换层位于至少一个分光光学膜上方。在实施例中,颜色转换层具有至少一个表面,该表面包括多个分光微结构。

[0012] 在实施例中,背光单元包括位于颜色转换层上方和所述一对亮度增强膜下方的至少一个附加的分光光学膜。

[0013] 在实施例中,所述至少两个光学膜包括第一分光光学膜,其包括在其第一侧上沿着第一方向延伸的多个第一平行线性棱镜和在其第二侧上沿着第二方向延伸的多个第一椭圆柱状结构。第二方向与第一方向基本正交。第一侧面向发光二极管阵列。在实施例中,所述至少两个光学膜包括位于第一分光光学膜上方的第二分光光学膜。第二分光光学膜包括在其第一侧上基本上沿着第一方向延伸的多个第二平行线性棱镜和在其第二侧上沿着第二方向延伸的多个第二椭圆柱状结构。第二分光光学膜的第一侧面向第一分光光学膜的第二侧。

[0014] 在实施例中,所述至少两个光学膜包括位于第二分光光学膜上方的第三分光光学膜。第三分光光学膜包括在其第一侧上基本上沿着第二方向延伸的多个第三平行线性棱镜。在实施例中,第三分光器还包括在其第二侧上的多个微结构。在实施例中,第三分光光学膜的第二侧面向第二分光光学膜的第二侧。

[0015] 在实施例中,所述光学膜中的至少一个是第一分光光学膜,其包括在其第一侧上沿着第一方向延伸的多个第一平行线性棱镜和在其第二侧上沿着第一方向延伸的多个第二平行线性棱镜。在实施例中,所述光学膜中的至少一个是第二分光光学膜,其包括在其第一侧上沿着第一方向延伸的多个第一平行线性棱镜和在其第二侧上沿着第一方向延伸的多个第二平行线性棱镜。在实施例中,所述光学膜中的至少一个是第二分光光学膜,其包括在其第一侧上沿着基本上正交于第一方向的第二方向延伸的多个第一平行线性棱镜和在其第二侧上沿着第二方向延伸的多个第二平行线性棱镜。

[0016] 在实施例中,所述光学膜中的至少一个是第一分光光学膜,其包括在其第一侧上沿着第一方向延伸的多个第一平行线性棱镜和在其第二侧上沿着基本上正交于第一方向的第二方向延伸的多个第二平行线性棱镜。

[0017] 在实施例中,光学膜中的两个是分光光学膜。每个分光光学膜包括在其第一侧上的多个微结构和在其第二侧上沿着第一方向延伸的多个平行线性棱镜。每个微结构具有四棱锥的形状。

[0018] 在实施例中,光学膜中的三个是分光光学膜。每个分光光学膜包括在其第一侧上

的多个微结构和在其第二侧上沿着第一方向延伸的多个平行线性棱镜。每个微结构具有四棱锥的形状。

[0019] 根据本发明的一方面,提供了一种背光单元,该背光单元包括发光二极管阵列,以及位于发光二极管阵列上方并且被配置为接收由发光二极管阵列发射的光的下部光学膜堆叠。下部光学膜堆叠包括第一分光光学膜,该第一分光光学膜在其面向发光二极管阵列的第一侧上包括多个第一分光微结构,所述多个第一分光微结构被构造和布置为分离从发光二极管阵列接收到的光。下部光学膜堆叠包括位于第一分光光学膜上方的第二分光光学膜。第二分光光学膜在其面向第一分光光学膜的第一侧上包括多个第二分光微结构,所述多个第二分光微结构被构造和布置为分离从第一分光光学膜接收到的光。背光单元包括位于下部光学膜堆叠上方并且被配置为接收来自下部光学膜堆叠的光的颜色转换层、位于颜色转换层上方并且被配置为接收来自颜色转换层的光的上部光学膜堆叠,以及位于上部光学膜堆叠上方并且被配置为接收来自上部光学膜堆叠的光的一对亮度增强膜。

[0020] 在实施例中,所述多个第一分光微结构包括多个第一平行线性棱镜,并且所述多个第二分光微结构包括与所述多个第一平行线性棱镜正交定向的多个第二平行线性棱镜。

[0021] 在实施例中,第一分光光学膜还包括在其第二侧上的多个第一随机粗糙微结构,并且第二分光光学膜还包括在其第二侧上的多个第二随机粗糙微结构。

[0022] 在实施例中,下部光学膜堆叠还包括位于第二分光光学膜上方的第三光学膜。在实施例中,第三光学膜包括面向第二分光光学膜的多个微结构。在实施例中,第三光学膜的所述多个微结构中的每一个通常具有四棱锥的形状。

[0023] 在实施例中,上部光学膜堆叠包括位于颜色转换层上方的第三分光光学膜。在实施例中,上部光学膜堆叠还包括位于第三分光光学膜上方的第四分光光学膜。

[0024] 在实施例中,颜色转换层具有至少一个表面,该表面包括多个分光微结构。

[0025] 本发明的这些和其它方面、特征和特性,以及结构的相关元件的操作方法和功能以及部件的组合和制造的经济性,在考虑参考附图的以下描述和所附权利要求后将变得更加明显,所有这些构成本说明书的一部分。但是,应明确理解,附图仅用于说明和描述的目的,并不旨在作为对本发明的限制的定义。如在说明书和权利要求书中使用的,单数形式的“一”、“一个”和“该”包括复数指示物,除非上下文另有明确规定。

## 附图说明

[0026] 以下各图的组件被示出以强调本公开的一般原理并且不一定按比例绘制,但是至少一个图可能按比例绘制。为了一致性和清楚起见,在所有图中必要时重复指定对应组件的参考符号。

[0027] 图1是包括用于LCD显示器的LED阵列的典型背光单元的示意图;

[0028] 图2A是如由测角光度计测量的从LED输出的光作为角度函数的分布的三维图;

[0029] 图2B是图2A的以二维表示的测量光分布;

[0030] 图3是图1的背光单元的LED阵列的一部分的俯视示意图;

[0031] 图4是从单个LED输出的光在光穿过漫射膜之后的分布的俯视示意图;

[0032] 图5A是在由LED发射的光穿过漫射膜之后图3的LED阵列的俯视示意图;

[0033] 图5B是在由LED发射的光穿过厚度大于用于图5A的漫射膜的漫射膜之后图3的LED

阵列的示意图；

[0034] 图6是根据本发明的实施例的用于LCD显示器的背光单元的示意图；

[0035] 图7是根据本发明的实施例的图6的背光单元的下部光学膜堆叠的示意图；

[0036] 图8是根据本发明的实施例的图7的下部光学膜堆叠的两个分光光学膜的示意图；

[0037] 图9是如由测角光度计测量的从具有图2A的光分布的LED源输出的光在光穿过图8的两个分光光学膜之后的分布的三维图；

[0038] 图10是如由测角光度计测量的从具有图2A的光分布的LED源输出的光在光穿过图8的两个具有比具有图9的光分布的两个分光光学膜更高折射率的分光光学膜之后的分布的三维图；

[0039] 图11是图10的测量光分布和从具有图2A的光分布的LED源输出的光在光穿过圆形漫射器之后的测量分布的二维图；

[0040] 图12A是从单个LED输出的光在光穿过图8的两个分光光学膜之后的分布的俯视示意图；

[0041] 图12B是在LED发射的光穿过图8的分光光学膜之后图6的LED阵列的一部分的俯视示意图；

[0042] 图13是如由测角光度计测量的从具有图2A的光分布的LED源输出的光在光穿过具有图10的光分布的两个分光光学膜和提供适度漫射的圆形漫射器之后的分布的三维图；

[0043] 图14是如由测角光度计测量的从具有图10的光分布的LED源输出的光在光穿过具有图2A的光分布的两个分光光学膜和提供非常高的漫射的体积漫射器之后的分布的三维图；

[0044] 图15是图10、13和14的测量光分布的二维图；

[0045] 图16是根据本发明的实施例的图7的下部光学膜堆叠的第三光学膜的示意图；

[0046] 图17是如由测角光度计测量的从具有图2A的光分布的LED源输出的光在光穿过具有图10的光分布的两个分光光学膜和图16的第三光学膜之后的分布的三维图；

[0047] 图18是来自建模程序的输出图，该图示出了来自LED光源的光在光穿过具有高折射率两个分光光学膜和体积漫射器之后作为二维位置的函数的强度；

[0048] 图19是来自建模程序的输出图，该图示出了来自LED光源的光在光穿过具有高折射率两个分光光学膜和图16的第三光学膜之后作为二维位置的函数的强度；以及

[0049] 图20是来自建模程序的输出图，该图示出了来自LED光源的光在光穿过具有高折射率两个分光光学膜和图16的第三光学膜的另一个实施例之后作为二维位置的函数的强度；

[0050] 图21A是根据本发明的实施例的分光光学膜的第一侧的示意图；

[0051] 图21B是图21A的分光光学膜的第二侧的一部分的放大显微照片；

[0052] 图22A是如由测角光度计测量的从具有图2A的光分布的LED源输出的光在光穿过图21A和21B中所示的单个分光光学膜之后的分布的二维图；

[0053] 图22B是如由测角光度计测量的从具有图2A的光分布的LED源输出的光在光穿过根据本发明的实施例的单个分光光学膜之后的分布的二维图；

[0054] 图22C是如由测角光度计测量的从具有图2A的光分布的LED源输出的光在光穿过根据本发明的实施例的单个分光光学膜之后的分布的二维图；

- [0055] 图23是根据本发明的实施例的分光光学膜的示意图；  
[0056] 图24是根据本发明的实施例的分光光学膜的示意图；以及  
[0057] 图25是根据本发明的实施例的分光光学膜的示意图。

### 具体实施方式

[0058] 图6示意性地图示了根据本发明的实施例的背光单元600的一部分。如图所示，背光单元600包括：LED 612的阵列610，其可以是与上述相同的蓝色发光LED 112；下部光学膜堆叠620；在下部光学膜堆叠620上方的颜色转换层630；在颜色转换层630上方的上部光学膜堆叠640，其可以包括一个或多个漫射膜；在上部光学膜堆叠640上方的第一亮度增强膜（“BEF”）650；以及在第一BEF 650上方的第二亮度增强膜（“BEF”）660。第一BEF 650和第二BEF 660可以具有基本相同的结构，但是相对于彼此转动90°，如本领域已知的。颜色转换层630可以包括例如磷光体或量子点并且被配置为改变从LED 612发射的光的一部分的波长，诸如从蓝色波长改变为红色和绿色波长，如本领域已知的。

[0059] 图7是图6的下部光学膜堆叠620的更详细示意图。如图所示，作为位于LED 612和颜色转换层630之间的光学膜的下部光学膜堆叠620包括第一分光光学膜622、第二分光光学膜624和可选的第三光学膜626。第三光学膜626可以是例如体积漫射膜或另一个分光光学膜，如下面进一步详细描述。附加的光学膜可以用于下部光学膜堆叠620。所示实施例不旨在以任何方式进行限制。

[0060] 如本文所定义的，“光学膜”是聚合物膜。如本文所定义的，“分光光学膜”是在至少一个表面上包括多个分光微透镜或微结构的聚合物膜。如本文所定义的，“分光微结构”是这样一种微结构，当准直光束在轴线上被引导至微结构时，准直光束被分成两个或更多个光束，在轴线上具有较低相对强度的区域。

[0061] 例如，分光微结构可以是棱镜的形式并且将入射光束分成两束，两束之间的角度取决于棱镜角和棱镜材料的折射率。在实施例中，具有90度角和1.5折射率的棱镜可以将入射的同轴（on-axis）光束分成大约±25度的两个光束。在实施例中，分光微结构可以是三棱锥的形式并且将入射的同轴光束分成三个光束。在实施例中，分光微结构可以是四棱锥的形式并且将入射的同轴光束分成四个光束。在实施例中，分光微结构可以是锥形的形式并且将入射的同轴光束分成锥形环。

[0062] 可以使用本领域已知的许多技术来创建这种分光微结构。例如，在实施例中，可以使用合适的母模和热固化聚合物或紫外（UV）光固化聚合物将分光微结构的形状浇铸到基板上，或者可以通过压缩成型或其它成型将该形状压印到热塑性基板中，或者该形状可以使用挤压-压印或注塑成型与基板同时产生。可以通过复制母版来产生微结构。例如，光学膜可以通过复制包含期望形状的母版来制造，如已转让给本发明的受让人的授予Rinehart等人的标题“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；授予Freese等人的标题“Methods for Mastering Microstructures Through a Substrate Using Negative Photoresist”的美国专利No.7,867,695B2；和/或授予Wood等人的标题为“Methods for Fabricating Microstructures by Imaging a Radiation Sensitive Layer Sandwiched Between Outer Layers”的美国专利No.7,192,692B2中所

描述的,所有这些专利的公开内容均通过引用并入本文,如同在本文完全阐述一样。母版本身可以使用这些专利中描述的激光扫描技术制造,并且也可以使用这些专利中描述的复制技术复制以提供微结构。

[0063] 在实施例中,本领域已知的激光全息术可以用于产生在感光材料中产生期望微结构的全息图案。在实施例中,诸如用于半导体、显示器、电路板的投影或接触光刻和本领域已知的其它常见技术可以用于将微结构暴露到光敏材料中。在实施例中,使用掩模或使用聚焦和调制的激光束的激光烧蚀可以用于产生在材料中包括标记的微结构。在实施例中,本领域已知的微机械加工(也称为金刚石加工)可以用于从固体材料产生期望的微结构。在实施例中,本领域已知的增材制造(也称为3D打印)可以用于在固体材料中产生期望的微结构。

[0064] 图8示意性地图示了第一分光光学膜810和第二分光光学膜820的实施例,其可以用作图7的第一分光光学膜622和第二分光光学膜624。第一分光光学膜810被配置为接收由LED阵列610发射的单独光束并将每个光束分成两个光束。第二分光光学膜820被配置为接收来自第一分光光学膜810的光束并将每个光束分成两个光束,从而导致第一分光光学膜810接收到单独的光束在离开第二分光光学膜820时被分成四个光束。如图8中所示,第一分光光学膜810包括多个平行线性棱镜形式的分光微结构812,所述分光微结构812跨第一分光光学膜810的面向下(并且朝LED阵列,未示出)的一侧延伸。第一分光光学膜810在平行线性棱镜812的相对侧也包括多个随机粗糙微结构814。类似地,第二分光光学膜820包括多个平行线性棱镜形式的分光微结构822,所述分光微结构822跨第二分光光学膜820的面向下且朝第一分光光学膜810的一侧延伸,以及在平行线性棱镜822的相对侧的多个随机粗糙微结构824。

[0065] 第一分光光学膜810和第二分光光学膜820相对于彼此定向,使得第一分光光学膜810的多个分光微结构812相对于第二分光光学膜820的多个分光微结构822定向为 $90^\circ$ ,这允许来自单独LED的原始光束(参见图2A)被分成四个光束,如通过测角光度计测量并在图9中示出的。通过增加多个分光微结构812、822的折射率,来自单独LED的原始光束可以被分成四个光束并进一步传播,如通过测角光度计测量并在图10中示出的。

[0066] 图11是图10的测量光分布(由1100表示)和从具有图2A的光分布的LED源输出的光在光穿过圆形漫射器之后的测量分布(由1110表示)的二维图。如图所示,该对分光光学膜810、820将从LED接收到的光进行分光,并且比圆形漫射器更宽地传播光(即,远离 $0^\circ$ 的最低点),并且与圆形漫射器相比还抑制轴上(on-axis)(即,最低点)光。通过将轴上光朝LED反射回来抑制轴上光,这有助于隐藏LED,使其在该对分光光学膜810、820上方不被看到。

[0067] 与在图4中示意性图示的圆形漫射器对由单个LED 112发射的光的影响相比,图12A示意性地图示了两个分光光学膜810、820对由单个LED 612发射的光的影响。与图5A和图5B中示意性图示的圆形漫射器对LED 112的阵列110的影响对比,图12B示意性地图示了两个分光光学膜810、820对由LED 612的阵列610发射的光的影响。如所绘出的,由两个分光光学膜810、820输出的光通常比由圆形漫射器输出的光更亮且更均匀。

[0068] 为了研究进一步增强由该对分光光学膜810、820输出的光的均匀性,将提供适度漫射的圆形漫射器放置在具有较高折射率的该对分光光学膜810、820上方(输出如图10中所示),并用测角光度计测量穿过三个膜堆叠的光。结果在图13中示出,并且指示在光被该

对分光光学膜810、820分成四个之后高斯漫射似乎抑制了由该对分光光学膜810、820产生的光的大部分期望扩散。

[0069] 将提供非常高漫射的体积漫射器放置在具有较高折射率的该对分光光学膜810、820上方,并且用测角光度计测量穿过三个膜堆叠的光。结果在图14中示出,并且指示在光被该对分光光学膜810、820分成四个之后增加的漫射似乎进一步抑制了由该对分光光学膜810、820产生的光的期望扩散。

[0070] 图15是图10、13和14的测量光分布的二维图。更具体而言,图15图示了在离开具有较高折射率的该对分光光学膜810、820后(由1100表示)、在离开提供适度漫射的圆形漫射膜后(由1500表示)以及在离开提供非常高的漫射的体积漫射器后(由1510表示)光的二维光强度分布的比较,并且指示增加的漫射降低了由该对分光光学膜810、820提供的期望扩散。

[0071] 在颜色转换层630中也发现了与圆形漫射器和体积漫射器相似的效果。具体而言,已经发现磷光体膜也可以抑制由两个或更多个分光光学膜810、820产生的光的一些期望的扩散。因此,除了下部膜堆叠620之外,还可能期望在上部光学膜堆叠640中的颜色转换层630上方使用该对分光光学膜810、820(并且在一些实施例中,单个分光光学膜)和/或将分光微结构添加到颜色转换层630的一个或两个表面。

[0072] 图16示意性地图示了根据本发明的实施例的光学膜1600,其可以用作下部光学膜堆叠620中的第三光学膜626。如图所示,光学膜1600在其一侧包括以四(四边)棱锥形式的多个微结构1610。光学膜1600放置在具有较高折射率的该对分光光学膜810、820之上,多个微结构1610面向该对分光光学膜810、820,并且穿过三个膜堆叠810、820、1600的光用测角光度计进行测量。结果在图17中示出并且指示在光被该对分光光学膜810、820分成四个之后,具有以四棱锥形式的多个微结构1610的光学膜1600增加了由分光光学膜810、820在两个方向上提供的光传播的均匀性,这是所期望的。在实施例中,可以使用具有四棱锥形式的多个微结构1610的光学膜1600来代替该对分光光学膜810、820。

[0073] 为了进一步研究根据本发明的实施例的光学膜堆叠的效果,使用了Synopsis公司的LightTools照明设计软件来建模下部光学膜堆叠620中的三个光学膜622、624、626的各种堆叠在点扩散函数(“PSF”)上的效果,该函数是作为第三光学膜626之上的位置(在x-y坐标中)的函数的光的强度。图18图示了使用该对分光光学膜810、820和以提供非常高漫射的体积漫射器形式的第三膜的建模结果。与图14中用测角光度计测量的类似,图18图示了相对窄的点扩散函数(PSF)。

[0074] 图19图示了使用该对分光光学膜810、820和具有多个微结构1610的第三光学膜1600的结果。与图17中用测角光度计测量的类似,图19图示了与图18的体积漫射器结果相比,由多个微结构1610(四棱锥)维持高角度扩散。

[0075] 图20图示了当使用具有与上述该对分光光学膜810、820类似的高折射率但没有多个随机粗糙结构814、824的两个交叉棱镜膜和具有多个微结构1610的第三光学膜1600时的建模结果。如本文所定义的,“高折射率”是指例如大于1.65,诸如1.7的折射率。如图所示,与具有随机粗糙微结构814、824的该对分光光学膜810、820相比,在其一侧上具有棱镜没有随机粗糙微结构的交叉膜提供更少的均匀性,与较大的单点相比(图19),这导致四个不同点(图20)。

[0076] 示例

[0077] 为了测试背光单元600中不同膜组合的效果,将一系列光学膜组合用于下部光学膜堆叠620和上部光学膜堆叠640,其中相同的颜色转换层630(磷光体膜)在下部光学膜堆叠620和上部光学膜堆叠640之间。用于下部光学膜堆叠620和上部光学膜堆叠640的膜是一对各自具有多个微结构的分光光学膜和一对体积漫射器形式的漫射膜。使用了四种不同的组合,如下表I中所总结的。

[0078] 表I:光学膜堆叠的总结-示例1-4

示例	下部光学膜堆叠	颜色转换层	上部光学膜堆叠
1	2个体积漫射器	磷光体膜	2个体积漫射器
2	具有微结构的2个交叉分光光学膜	磷光体膜	2个体积漫射器
3	2个体积漫射器	磷光体膜	具有微结构的2个交叉分光光学膜
4	具有微结构的2个交叉分光光学膜	磷光体膜	具有微结构的2个交叉分光光学膜

[0080] 将每个示例1-4放置在包括间距为1.6mm的微型LED阵列的灯板上。当该对交叉(即,相对于彼此90°定向)的分光光学膜用于上部光学膜堆叠时,作为单元的该对交叉分光光学膜相对于相对于微型LED阵列顺时针旋转大约20°。测量每个堆叠的总厚度、从堆叠出现的相对平均能量和每个堆叠的范围/平均能量。结果总结在下表II中。

[0081] 表II:测试结果的总结-示例1-4

示例	总厚度 (mm)	相对平均能量	范围/平均能量 (%)
1	0.969	38.9	6.3
2	0.899	39.2	5.9
3	0.879	75.8	2.4
4	0.809	77.1	1.2

[0084] 较高的相对平均能量指示从背光单元600离开的光更亮,这是期望的,并且较低的范围/平均能量指示从背光单元600离开的光更均匀,这也是期望的。测试结果显示,与在上部堆叠中包括两个体积漫射器的背光单元600(示例1和2)相比,在上部光学膜堆叠640中包

括两个交叉分光光学膜的背光单元600(示例3和4)具有显著更大的离开堆叠的平均能量和显著更低的范围/平均能量。在下部光学膜堆叠620和上部光学膜堆叠640中都具有两个交叉分光光学膜的示例4具有最小的厚度、最高的平均能量和最低的范围/平均能量,这是期望的。

[0085] 制作了附加的样品以研究用于背光单元600中的下部膜堆叠620的其它组合,以及发光二极管612的阵列610的不同间距。对于示例5,三个分光光学膜的堆叠用于下部光学膜堆叠620。具有图21A和21B中所示结构且总厚度约为0.11mm的分光光学膜2100用作第一分光光学膜622。如图所示,分光光学膜2100包括在分光光学膜2100的第一侧2110(参见图21A)上沿着第一方向FD延伸的多个平行线性棱镜2112,并且在分光光学膜2100的第二侧2120(参见图21B)上提供了具有 $1^\circ$ 乘 $60^\circ$ 扩展并且在与第一方向FD基本正交的第二方向SD上延伸的多个椭圆柱状微结构2122。棱镜2112由具有大约1.7的折射率的材料制成。对于示例5的第二分光光学膜624,使用相同的分光光学膜2100,但总厚度约为0.2mm。与图8中所示的朝向相比,用于每个膜的多个平行线性棱镜2112在第一方向FD上基本上彼此平行地对齐,并且被定向为面向LED 612的阵列610。图22A图示了从LED 612输出的具有朗伯分布的光在光穿过具有面向LED 612的多个平行线性棱镜的图21A和21B的分光光学膜2100之后的分布的二维图。较浅的颜色指示较高的光强度。

[0086] 示例5还包括作为第三光学膜626的第三分光光学膜,其包括在面向第二分光光学膜624的第一侧上的多个随机圆锥微结构和在第三分光光学膜626的与第一侧相对的第二侧上的多个平行线性棱镜。棱镜由折射率为1.7的材料制成,并且第三分光光学膜626的厚度为0.2mm。

[0087] 对于示例6,四个分光光学膜用于下部光学膜堆叠620。这个实施例的第一分光光学膜622在面向LED 612的阵列610的底侧具有多个线性棱镜,以及在第一分光光学膜622的顶侧具有多个圆形分光微结构。这个实施例的第一分光光学膜622的厚度为0.17mm,并且棱镜由折射率约为1.7的材料制成。图22B图示了从LED 612输出的具有朗伯分布的光在光穿过具有面向LED 612的多个平行线性棱镜的这个实施例的第一分光光学膜之后的分布的二维图。较浅的颜色指示较高的光强度。

[0088] 这个实施例的第二分光光学膜624在面向LED 612的阵列610的底侧具有多个平行线性棱镜并且在第二分光光学膜624的顶侧具有多个随机圆锥微结构。这个实施例的第二分光光学膜624的厚度为0.12mm,并且棱镜由折射率约为1.7的材料制成。图22C图示了从LED 612输出的具有朗伯分布的光在光穿过具有面向LED 612的多个平行线性棱镜的这个实施例的第二分光光学膜之后的分布的二维图。较浅的颜色指示较高的光强度。

[0089] 第二分光光学膜624相对于第一分光光学膜622定向,使得第二分光光学膜624的多个平行线性棱镜与第一分光光学膜622的多个平行线性棱镜基本正交,类似于图8中所示的。

[0090] 这个示例6的第三分光光学膜626在面向第二分光光学膜624的底侧具有多个圆形分光微结构并且在第三分光光学膜626的顶侧具有多个平行线性棱镜。膜的厚度为0.11mm并且棱镜由折射率约为1.7的材料制成。第三分光光学膜的多个平行线性棱镜被定向为与第二分光光学膜624的多个平行线性棱镜平行。第四分光光学膜与第三分光光学膜626相同,但具有与第三分光光学膜626的多个平行线性棱镜基本正交定向的多个平行线性棱镜。

[0091] 示例5和6中还包括用于颜色转换层630并位于第三分光光学膜626上方的厚度为0.12mm的磷光体膜,以及一对交叉的亮度增强膜650、660,每个具有0.1mm的厚度,位于颜色转换层630上方。在颜色转换层630和该对亮度增强膜650、660之间没有使用上部光学膜堆叠640。用于示例5和6的分光光学膜的总结总结在下表III中。

[0092] 表III:下部光学膜堆叠的总结—示例5和6

示例	第一分光光学膜	第二分光光学膜	第三分光光学膜	第四分光光学膜
[0093] 5	椭圆透镜状结构(顶) 平行线性棱镜(底)	椭圆透镜状结构(顶) 平行线性棱镜(底)	平行线性棱镜(顶) 随机锥形微结构(底)	无
6	圆形分光微结构(顶) 平行线性棱镜(底)	随机锥形微结构(顶) 平行线性棱镜(底)	平行线性棱镜(顶) 圆形分光微结构(底)	平行线性棱镜(顶) 圆形分光微结构(底)

[0094] 示例5和6中的每一个被放置在包括具有2.4mm间距的微型LED阵列的灯板上。测量每个堆叠(包括颜色转换层和亮度增强膜)的总厚度、从堆叠出现的相对平均能量和每个堆叠的范围/平均能量。结果总结在下表IV中。

[0095] 表IV:测试结果的总结—示例5和示例6

示例	总厚度(mm)	相对平均能量	范围/平均能量(%)
[0096] 5	0.83	69.6	2.3
6	0.83	68.9	3.6

[0097] 示例5和6的测试结果显示,与在下部光学膜堆叠620中包括四个分光光学膜的背光单元600(示例6)相比,在下部光学膜堆叠620中包括三个分光光学膜的背光单元600(示例5)具有从堆叠离开的更大的平均能量(更大的亮度)和更低的范围/平均能量(更大的均匀性),即使两个下部光学膜堆叠具有相同的厚度。

[0098] 测试结果指示,在下部光学膜堆叠620中使用两个或更多个分光光学膜可能是有利的,该光学膜在其顶表面上具有椭圆透镜结构并且在其底表面上具有平行线性棱镜,其中两个膜的平行线性棱镜基本上在相同的方向上定向,即在30度内或理想地在15度内。虽然上述椭圆透镜结构具有1°乘60°扩展,但也可以使用其它形状。例如,根据本发明的实施例,可以使用具有1°乘40°或1°乘90°扩展的椭圆透镜结构。

[0099] 图23示意性地图示了分光光学膜2300的实施例,其可以用作图6和图7中所示的下部光学膜堆叠620中的一个或多个分光光学膜622、624。如图所示,分光光学膜2300包括在分光光学膜2300的第一侧2310上沿着第一方向FD延伸的多个平行线性棱镜2312,以及在分光光学膜2300的第二侧2320上同样沿着第一方向FD延伸的多个平行线性棱镜2322。在实施例中,当分光光学膜2300中的两个用作下部光学膜堆叠620的第一和第二分光光学膜622、

624时,两个膜2300的所有平行线性棱镜2312、2322可以在基本相同的方向,例如,在第一方向FD上对齐。

[0100] 在实施例中,当分光光学膜2300中的两个用作下部光学膜堆叠620的第一和第二分光光学膜622、624时,这两个分光光学膜2300中的一个可以被定向成使得一个膜的多个线性棱镜2312、2322与另一个膜的多个线性棱镜2312、2322基本上正交对齐。例如,一个膜2300可以使其多个线性棱镜2312、2322在第一方向FD上对齐,而另一个膜使其多个线性棱镜2312、2322在基本上正交于第一方向FD的第二方向SD上对齐。

[0101] 在实施例中,当分光光学膜2300中的两个用作下部光学膜堆叠620的第一和第二分光光学膜622、624时,这两个分光光学膜2300中的一个可以被定向成使得其多个线性棱镜2312、2322在第一方向FD上对齐,而另一个膜的多个线性棱镜2312、2322在相对于第一方向FD的任何方向上,例如在第一方向FD和第二方向SD之间的方向上对齐。

[0102] 图24示意性地图示了分光光学膜2400的实施例,其可以用作图6和图7中所示的下部光学膜堆叠620中的一个或多个分光光学膜622、624。如图所示,分光光学膜2400包括在分光光学膜2400的第一侧2410上沿着第一方向FD延伸的多个平行线性棱镜2412,以及在分光光学膜2400的第二侧2420上沿着基本上正交于第一方向FD的第二方向SD上延伸的多个平行线性棱镜2422。在实施例中,当分光光学膜2400中的两个用作下部光学膜堆叠620的第一和第二分光光学膜622、624时,膜2400的第一侧2410的所有平行线性棱镜2412可以在基本相同的方向上,例如在第一方向FD上对齐。

[0103] 在实施例中,当分光光学膜2400中的两个用作下部光学膜堆叠620的第一和第二分光光学膜622、624时,这两个分光光学膜2400中的一个可以被定向成使得其第一侧2410的多个线性棱镜2412基本上正交于另一个膜2400的第一侧2410的多个线性棱镜2412对齐,使得一个膜的多个线性棱镜2412在第一方向FD上对齐,而另一个膜的多个线性棱镜2412在基本上正交于第一方向FD的第二方向SD上对齐。

[0104] 在实施例中,当分光光学膜2400中的两个用作下部光学膜堆叠620的第一和第二分光光学膜622、624时,这两个分光光学膜2400中的一个可以被定向成使得其第一侧2410的多个线性棱镜2412在第一方向FD上对齐,而另一个膜使其第一侧2410的多个线性棱镜2412在相对于第一方向FD的任何方向上,例如在第一方向FD和第二方向SD之间的方向上对齐。

[0105] 图25示意性地图示了分光光学膜2500的实施例,其可以用作图6和图7中所示的下部光学膜堆叠620中的一个或多个分光光学膜622、624。如图所示,分光光学膜2500在分光光学膜2500的第一侧2510上包括以上关于图16描述的多个四(四边形)棱锥1610,以及在分光光学膜2500的第二侧2520上在第一方向FD上延伸的多个平行线性棱镜2522。在实施例中,当分光光学膜2500中的两个用作下部光学膜堆叠620的第一和第二分光光学膜622、624时,膜2500的第二侧2520的所有平行线性棱镜2522可以在基本相同的方向上,例如在第一方向FD上对齐。

[0106] 在实施例中,当分光光学膜2500中的两个用作下部光学膜堆叠620的第一和第二分光光学膜622、624时,这两个分光光学膜2500中的一个可以被定向成使得其第二侧2520的多个线性棱镜2522基本上正交于另一个膜2500的第二侧2520的多个线性棱镜2522对齐,使得一个膜的多个线性棱镜2522在第一方向FD上对齐,而另一个膜的多个线性棱镜2522在

基本上正交于第一方向FD的第二方向SD上对齐。

[0107] 在实施例中,图6和图7的下部光学膜堆叠620的第三光学膜626也可以是图25的分光光学膜2500,其中多个线性棱镜2522在第一方向FD或第二方向SD上对齐。

[0108] 本文描述的实施例表示许多可能的实施方式和示例,并且不旨在将本公开必然地限制到任何具体的实施例。而是,可以对这些实施例进行各种修改,并且本文描述的各种实施例的不同组合可以用作本发明的一部分,即使没有明确描述,如本领域普通技术人员将理解的。例如,分光光学膜和漫射光学膜可以包括与附图中描绘的微结构不同的微结构和微结构的不同组合,诸如例如国际专利申请公开No. W02019/152382中公开的微结构,该专利的全部内容并入本文。

[0109] 此外,上部光学膜堆叠640可以包括与下部光学膜堆叠620相同的膜组合或者可以包括不同的膜组合。在实施例中,位于亮度增强膜650、660下方的背光单元600的大部分膜可以具有被配置为将入射光束分成两个或更多个光束的微结构。在实施例中,背光单元600中的所有或几乎所有光学膜可以具有被配置为在其至少一个表面上将入射光束分成两个或更多个光束的微结构。可以通过在下部光学膜堆叠620中的各种光学膜上使用棱镜和微结构的不同组合来调节从下部光学膜堆叠620离开的光的结果亮度和均匀性。

[0110] 图示和上述实施例不旨在以任何方式进行限制,并且对本文描述的实施例的任何此类修改旨在包括在本公开的精神和范围内并受所附权利要求保护。

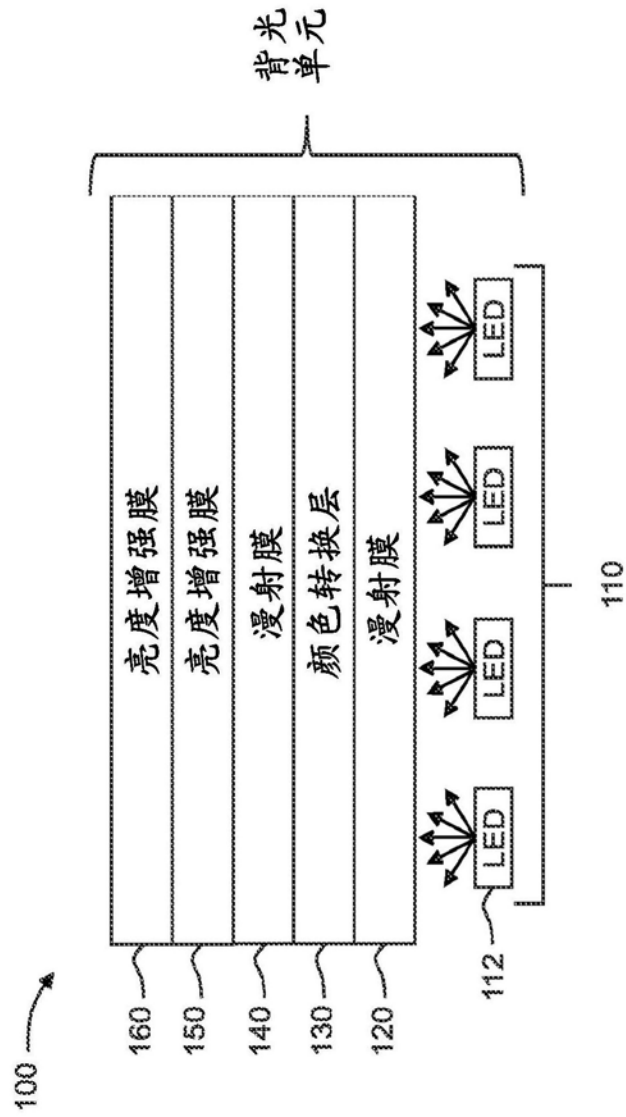


图1

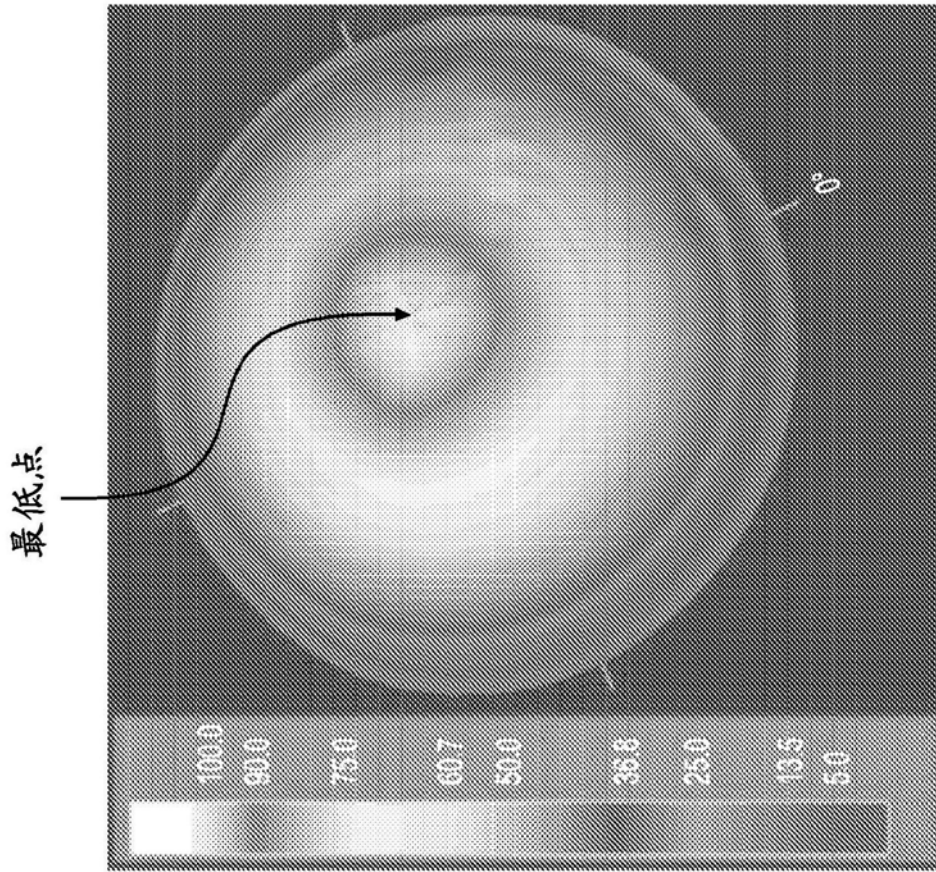


图2A

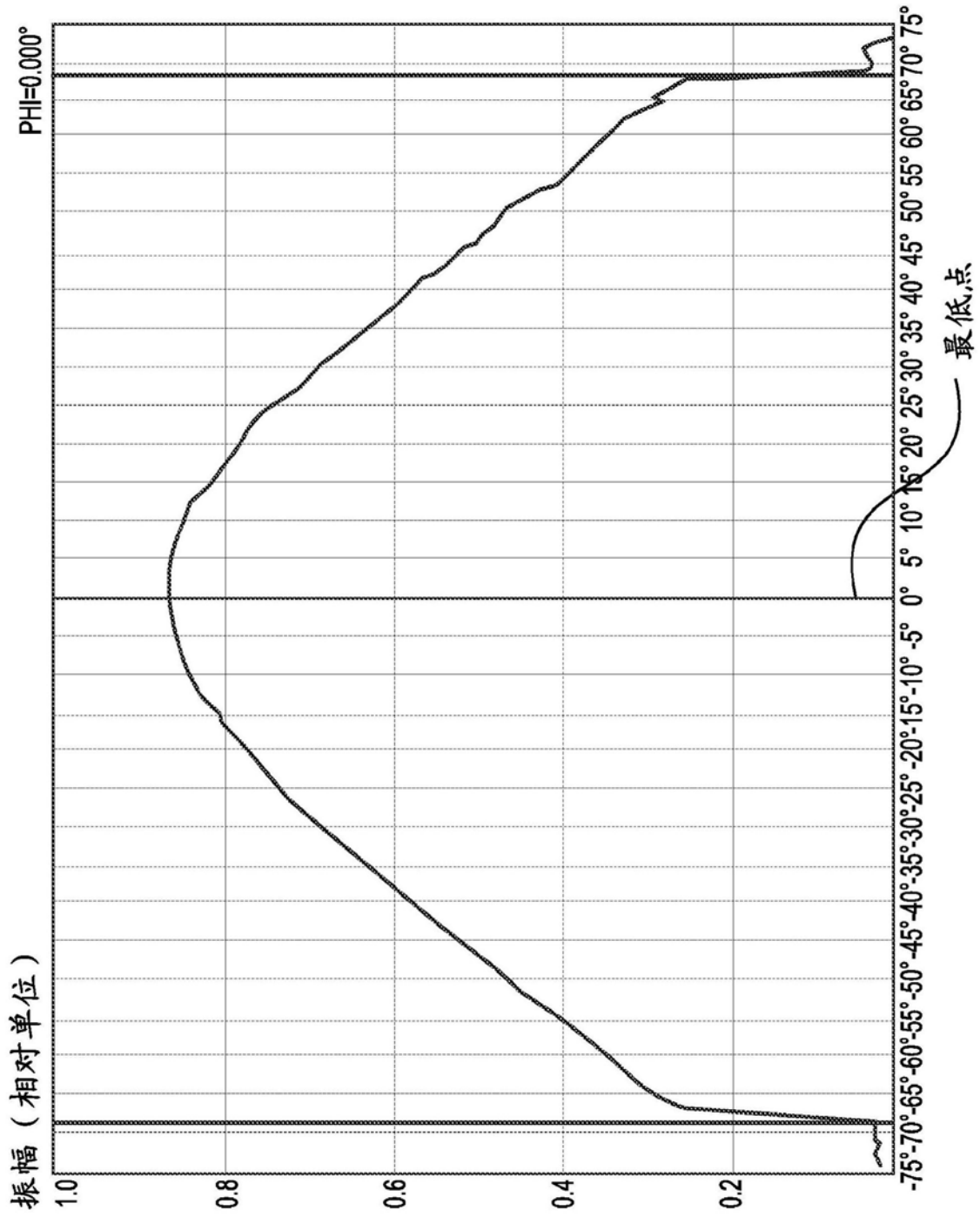


图2B

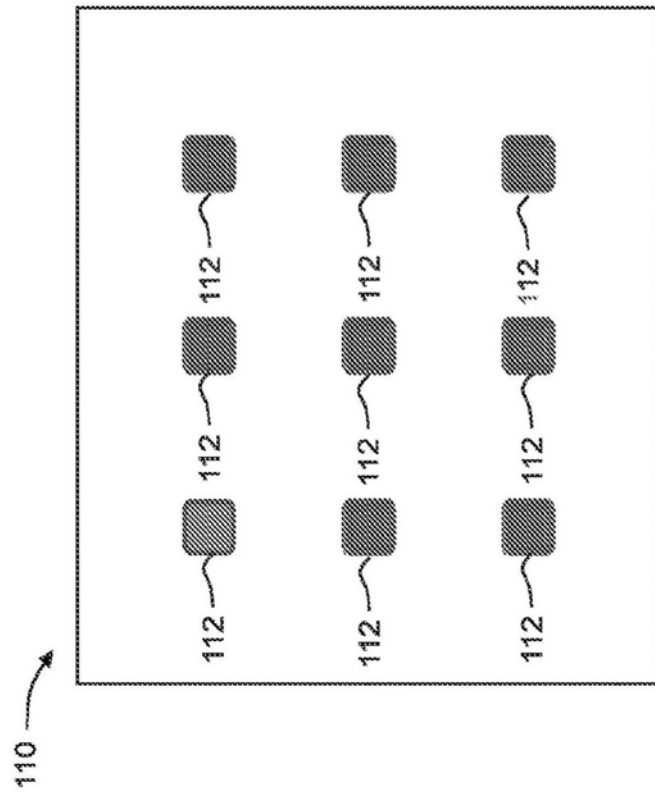


图3

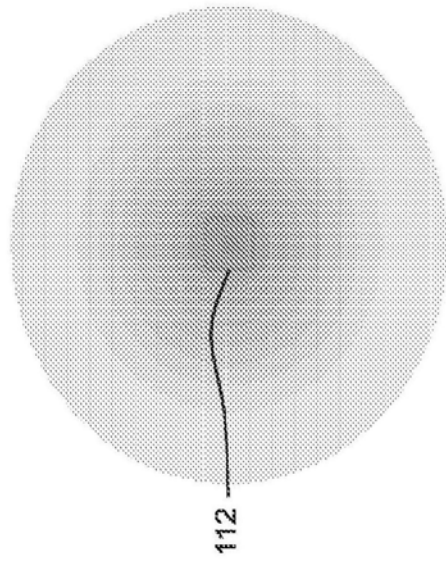


图4

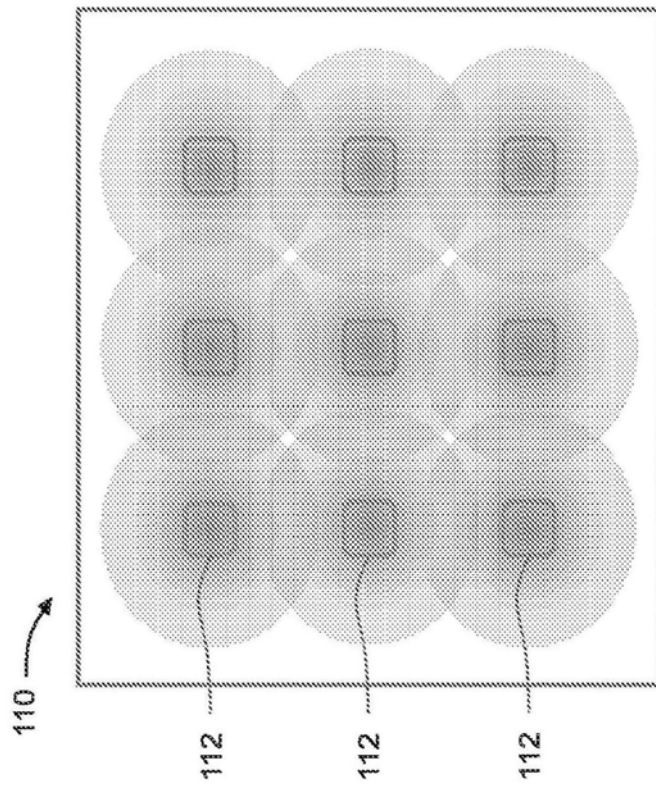


图5A

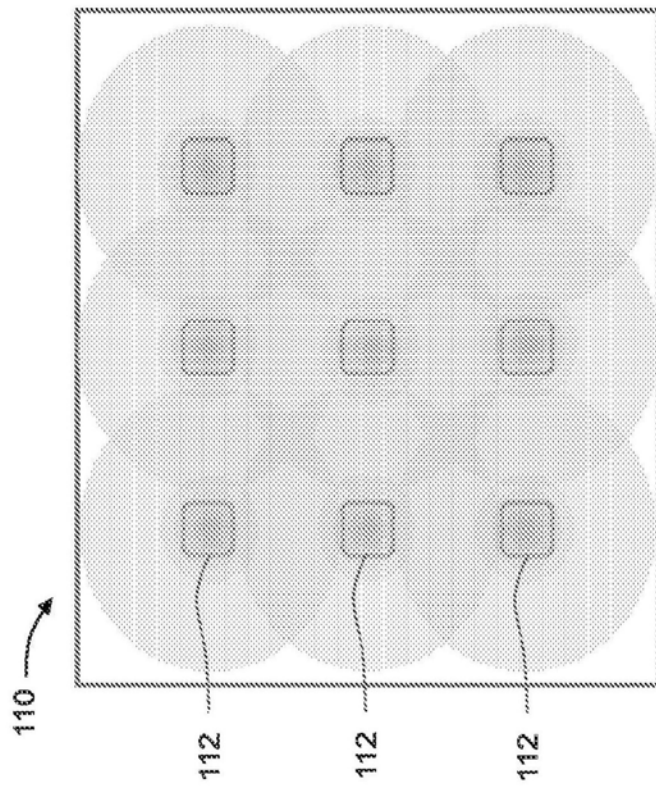


图5B

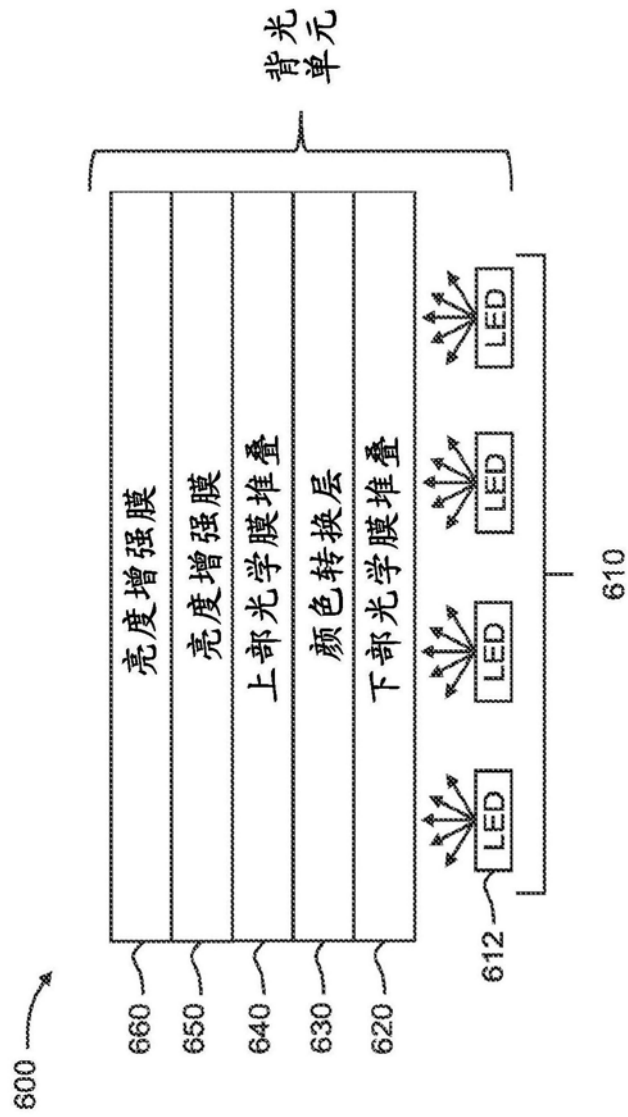


图6



图7

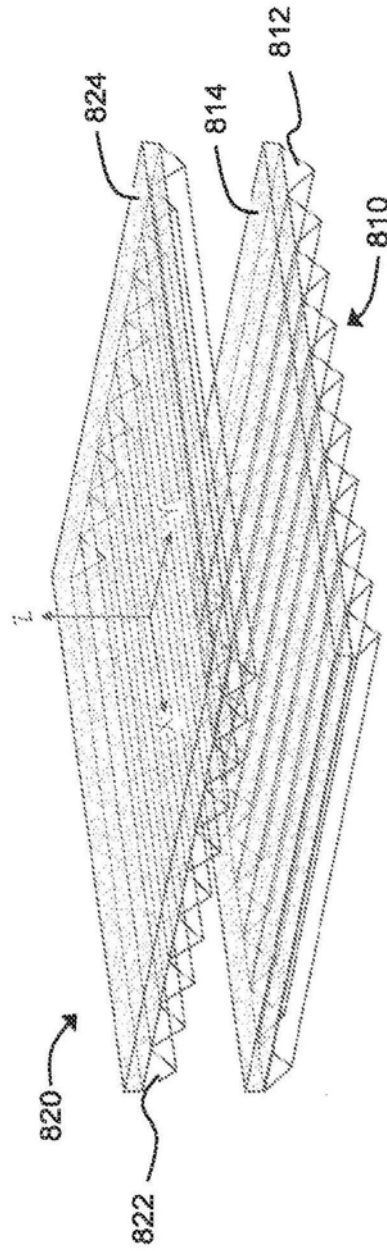


图8

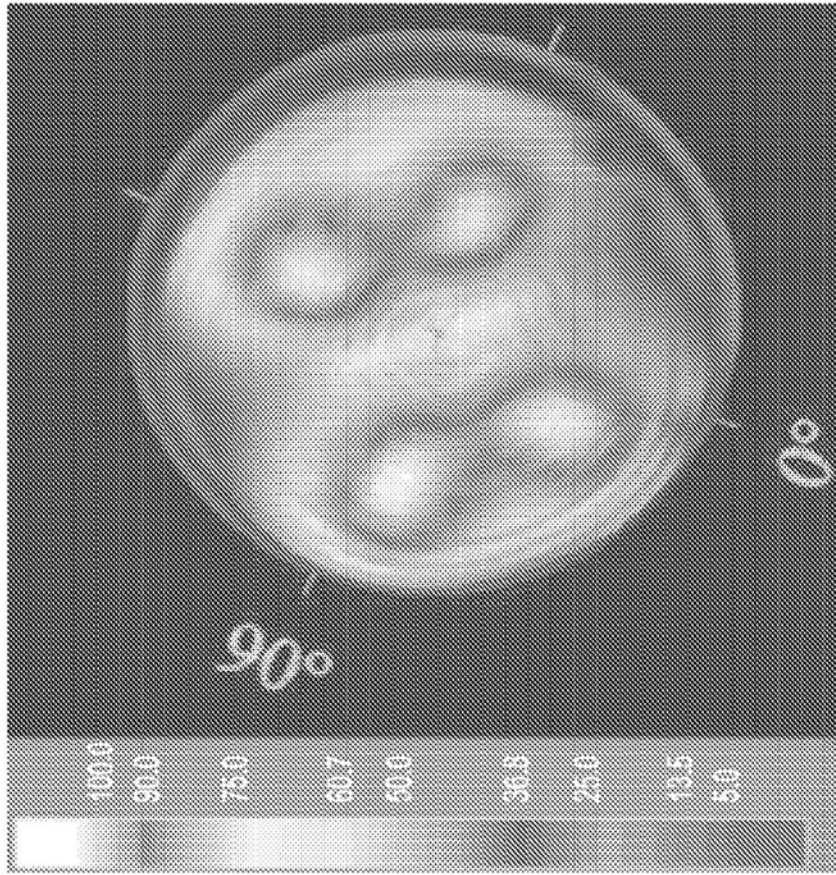


图9

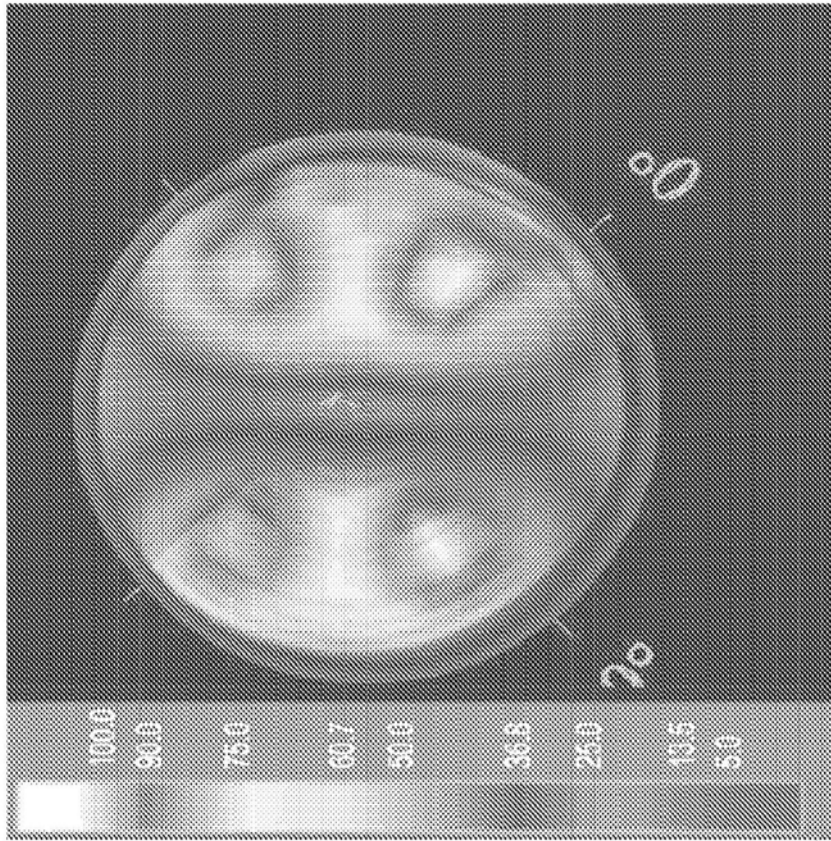


图10

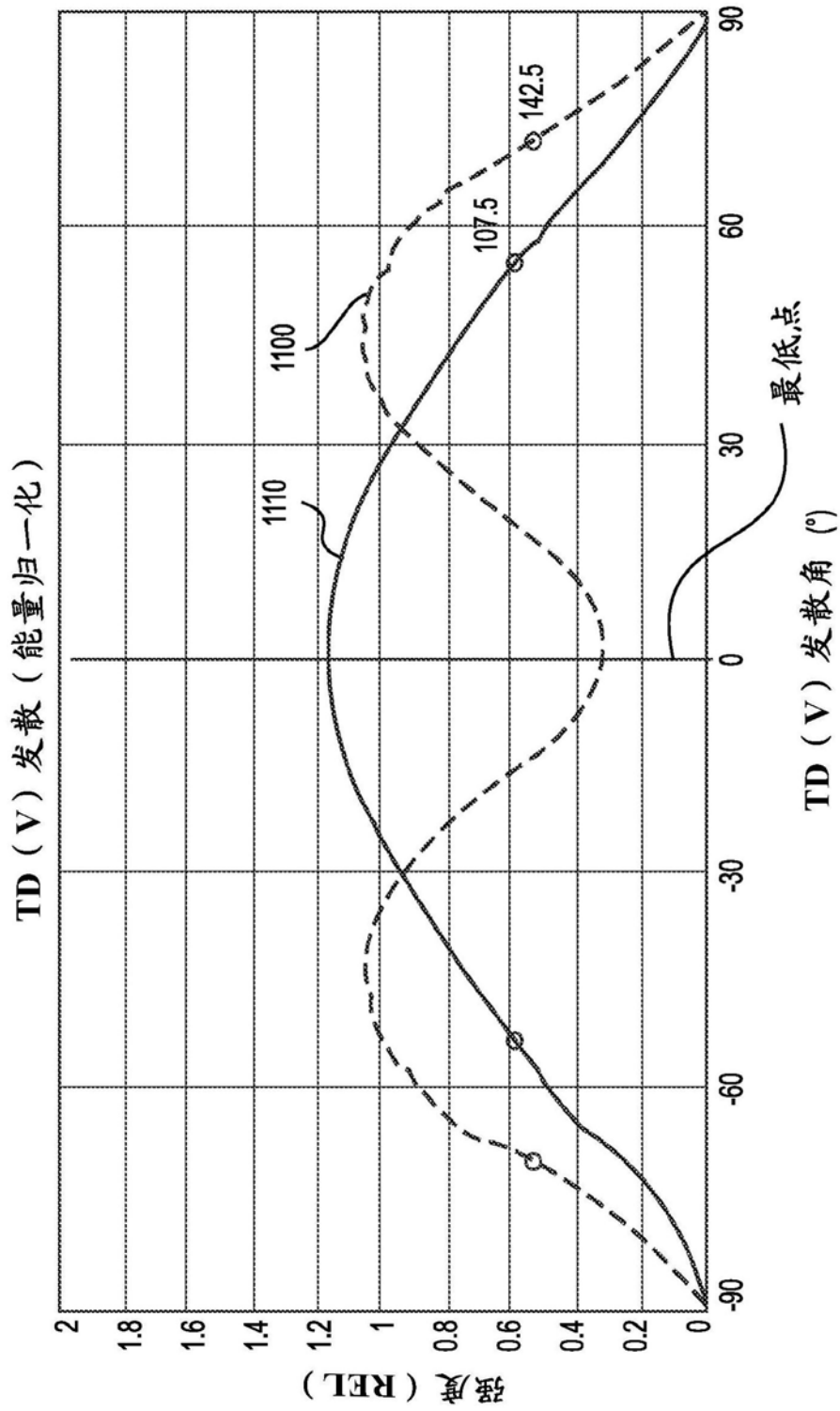


图11

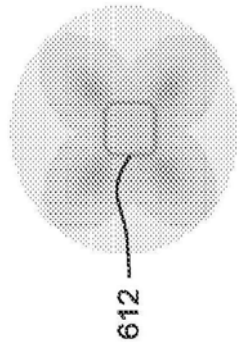


图12A

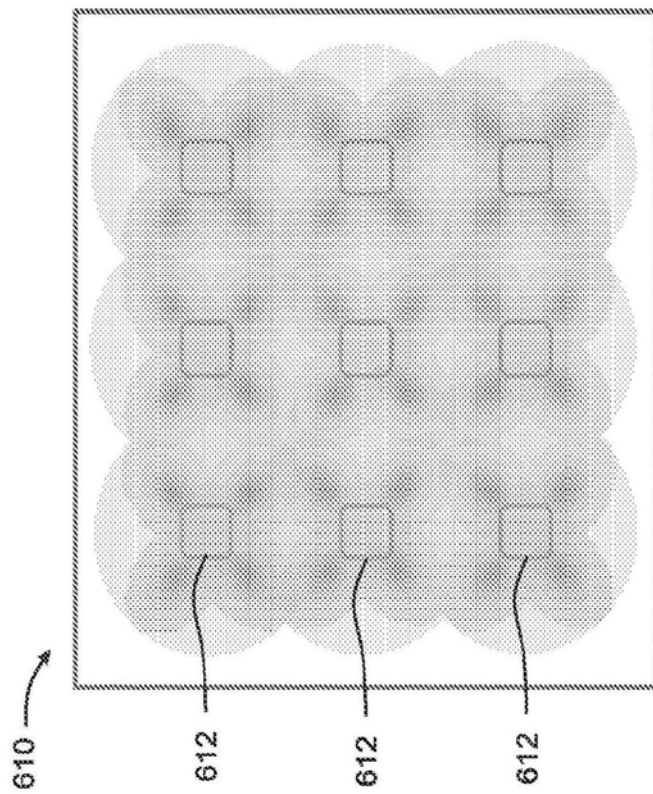


图12B

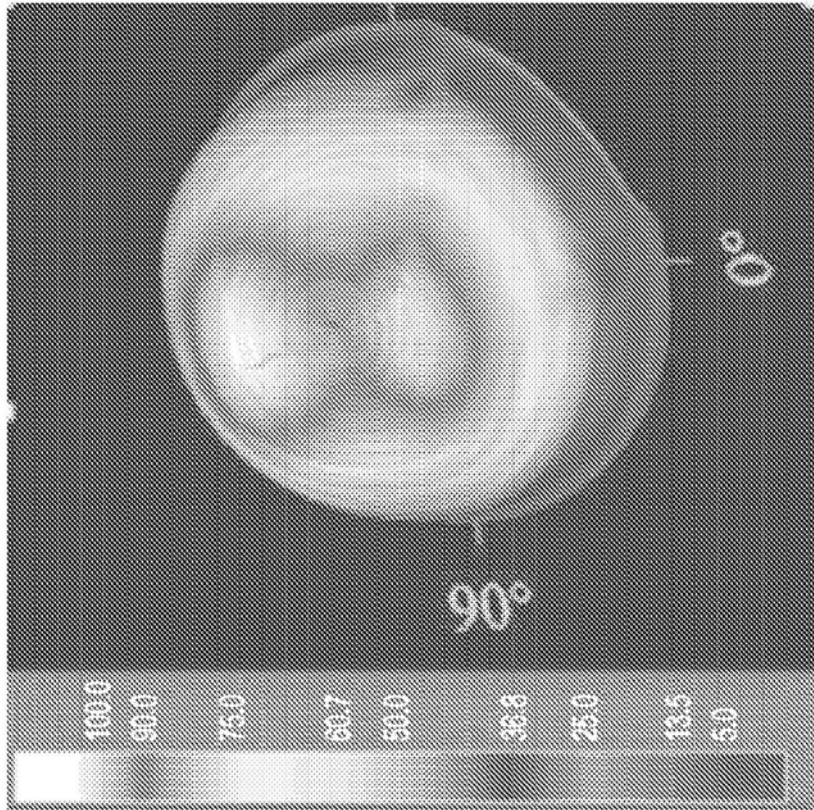


图13

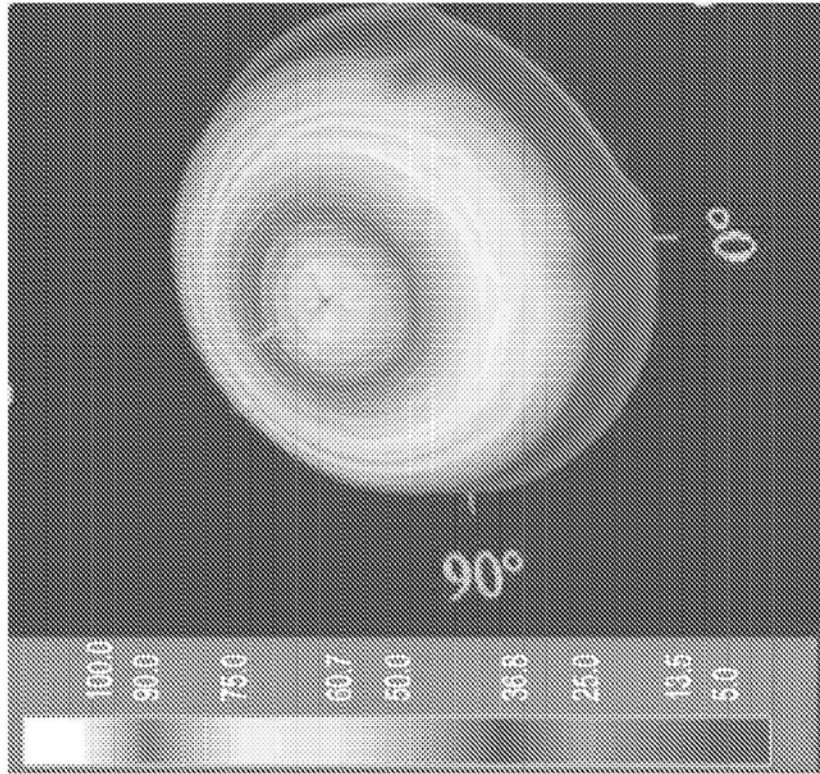


图14

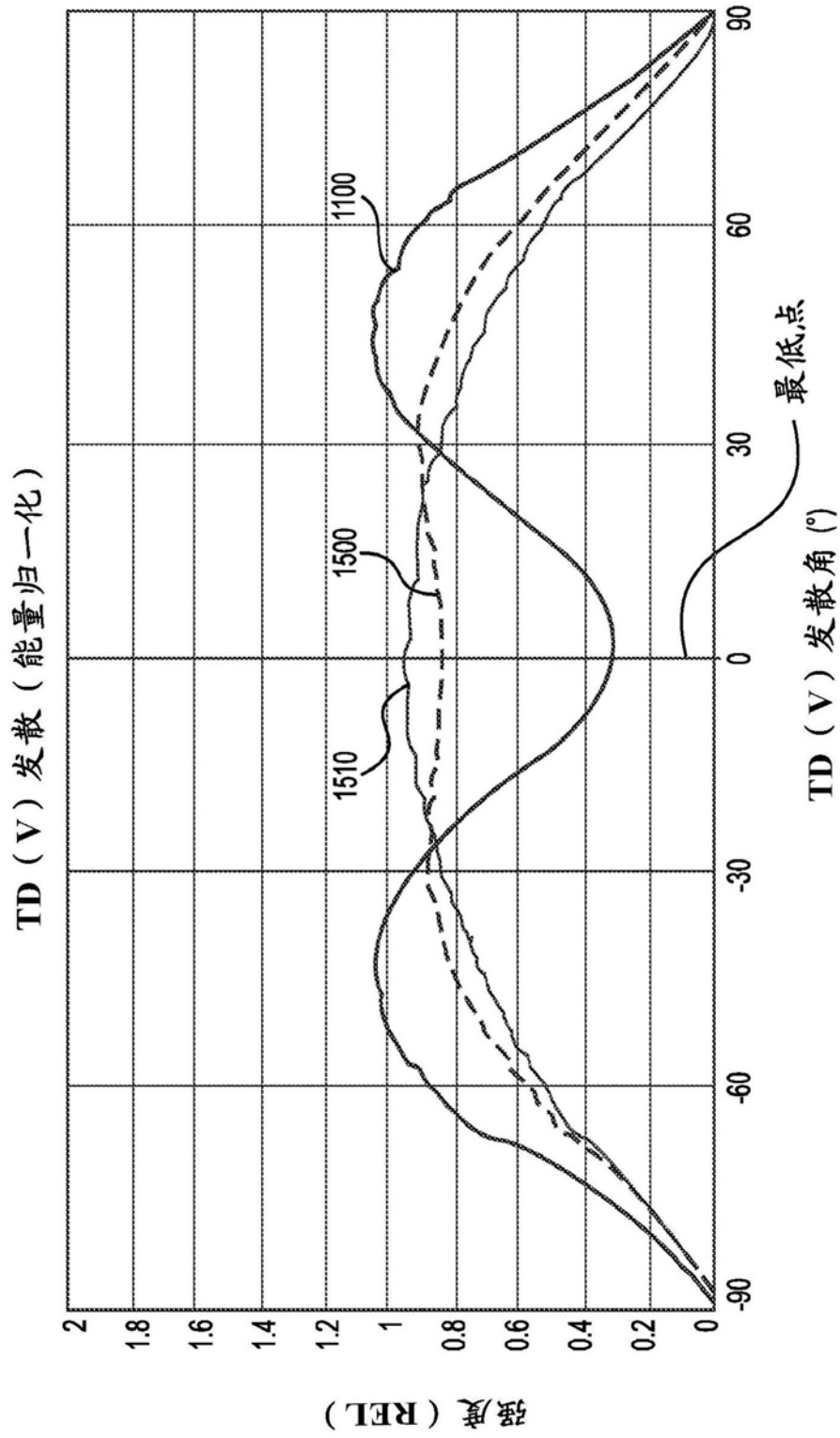


图15

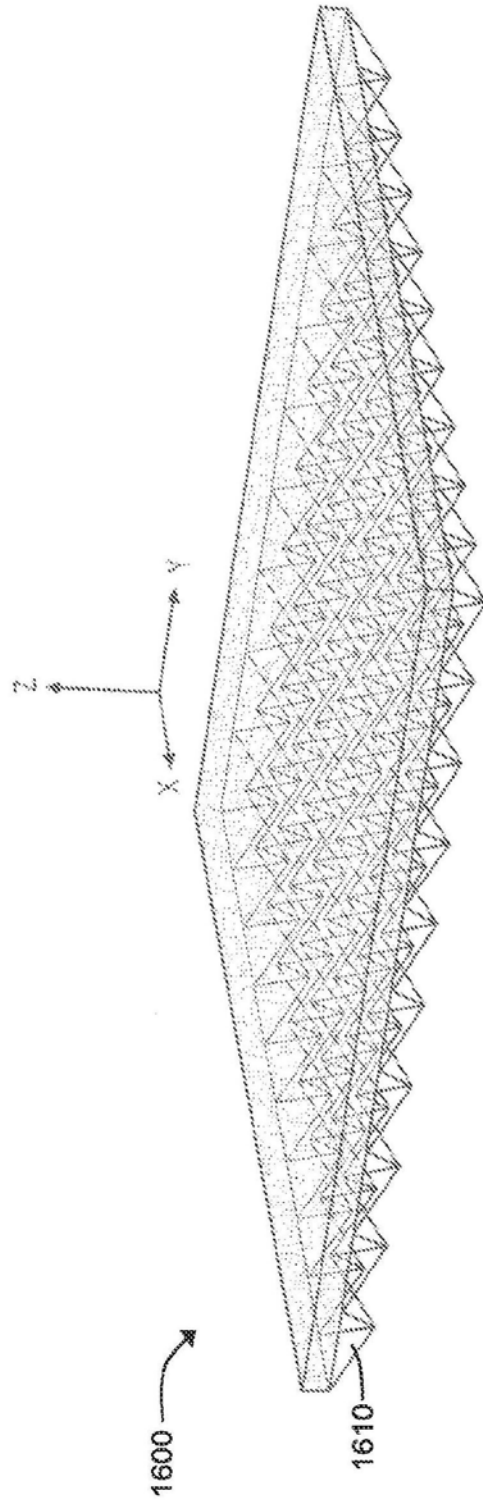


图16

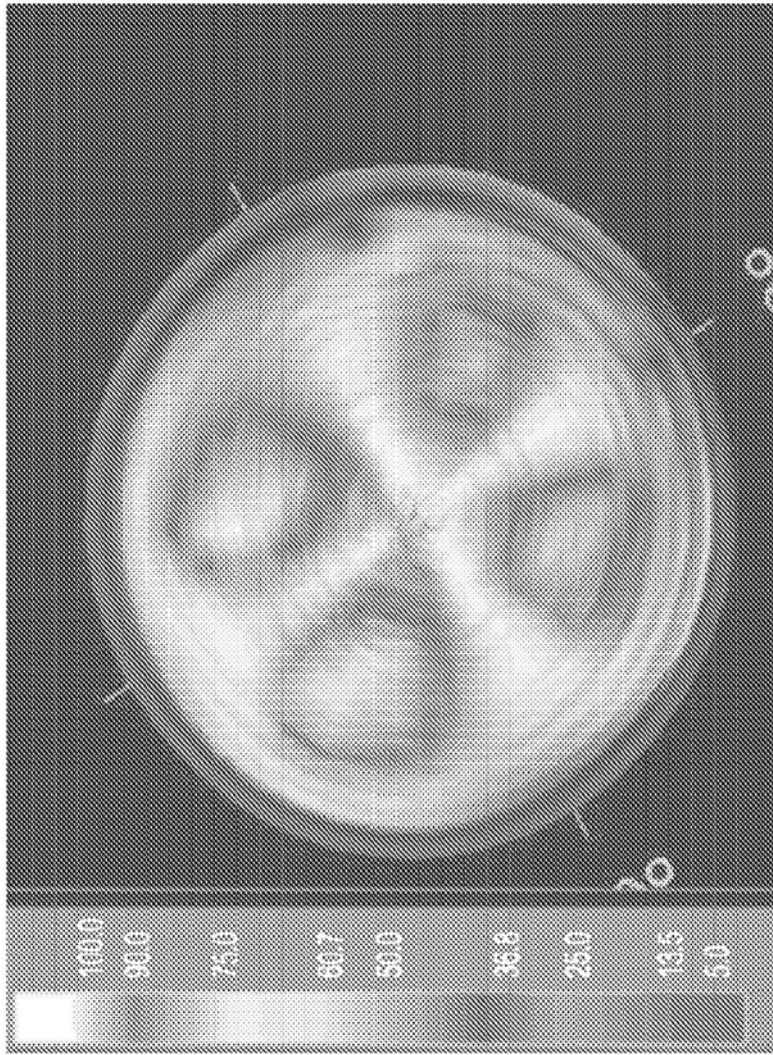


图17

BW BW WW (或 DP) .18 PSFDETECTOR0  
正向模拟照射度, W/mm<sup>2</sup>

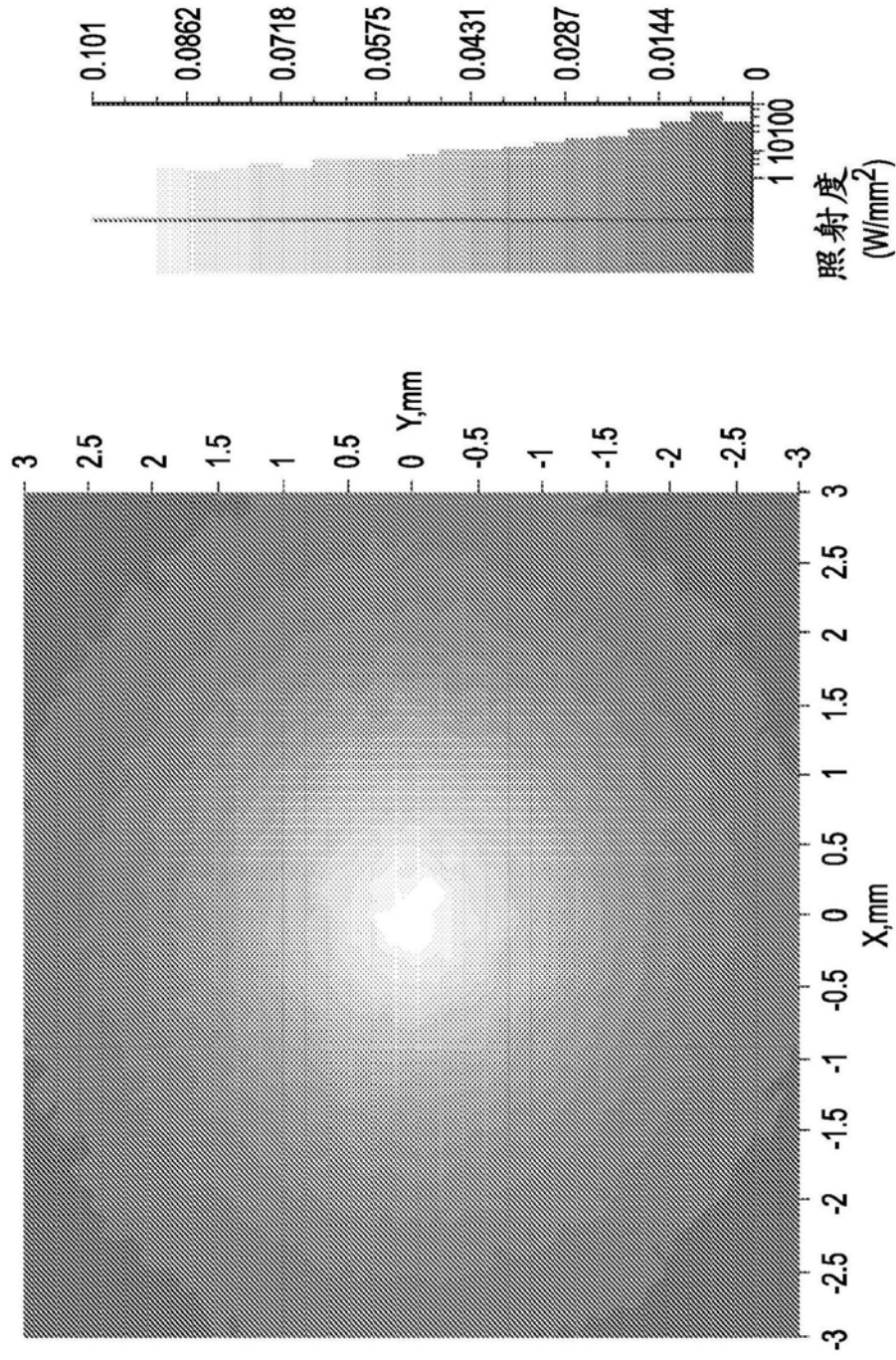


图18

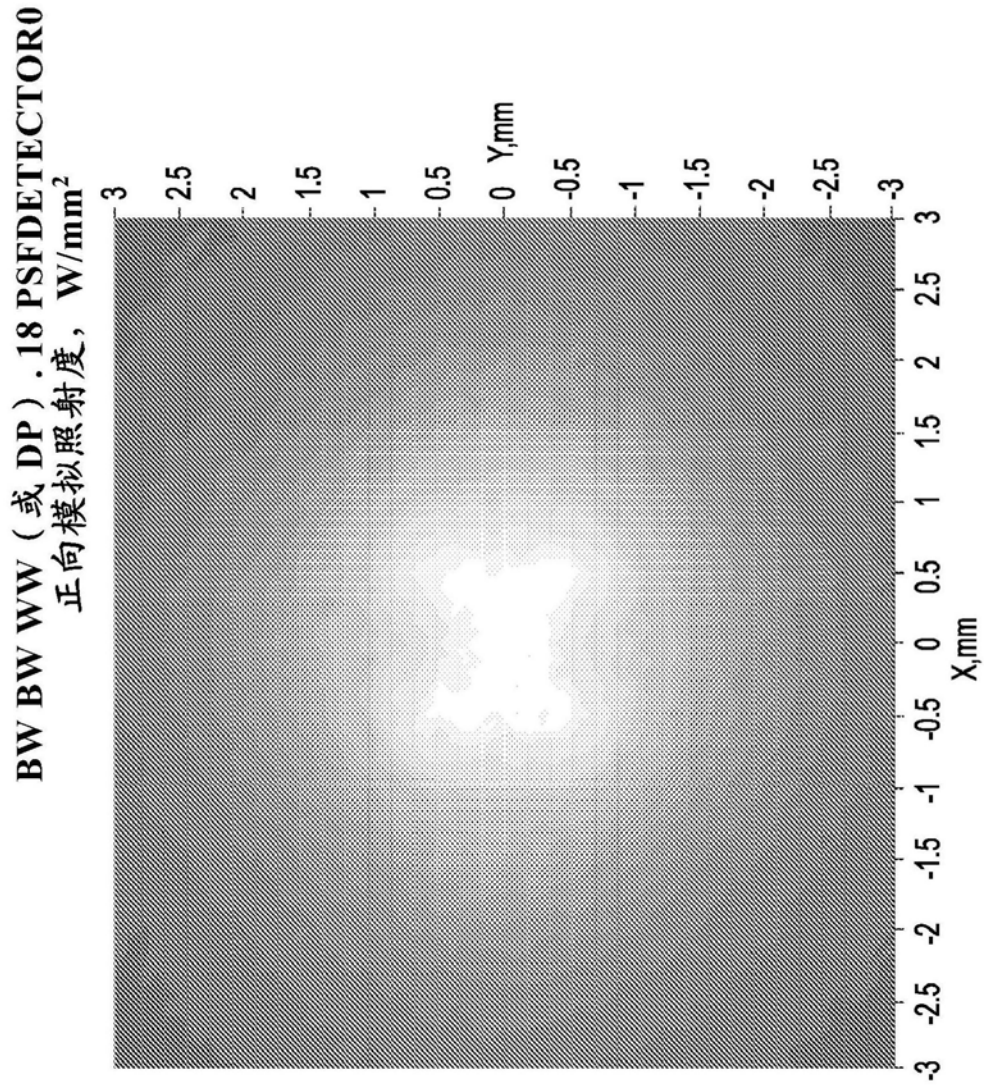


图19

**BW BW WW (或 DP) .18 PSFDETECTOR0**  
正向模拟照射度, W/mm<sup>2</sup>

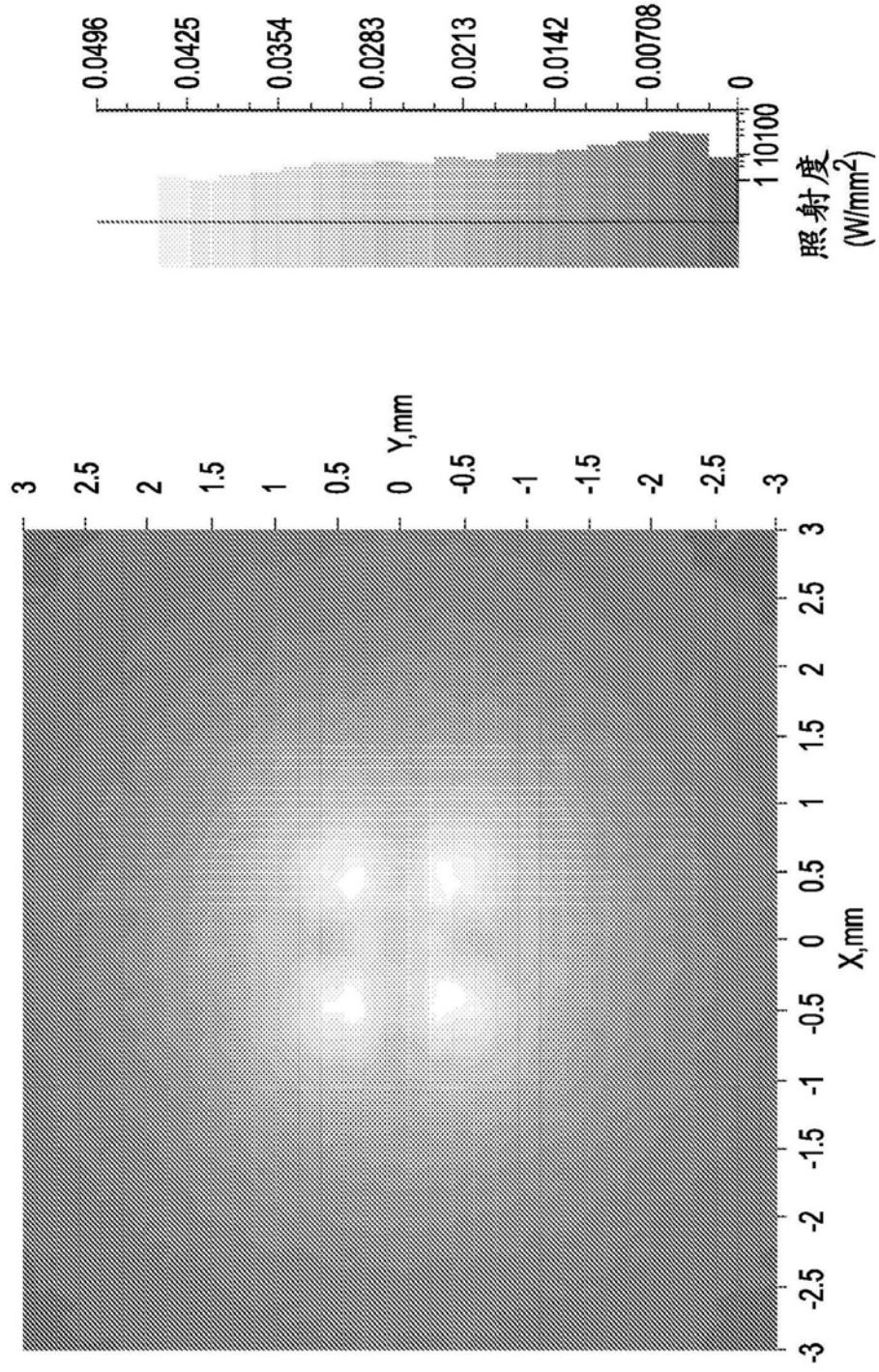


图20

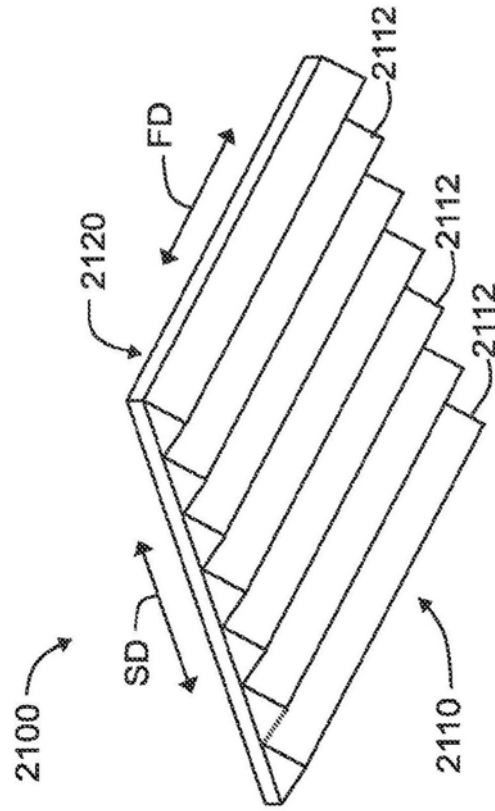


图21A

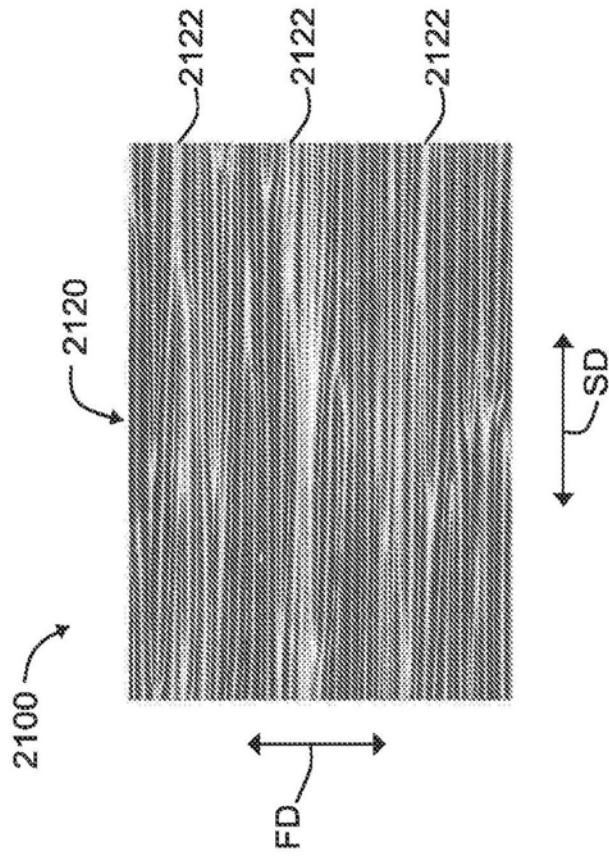


图21B

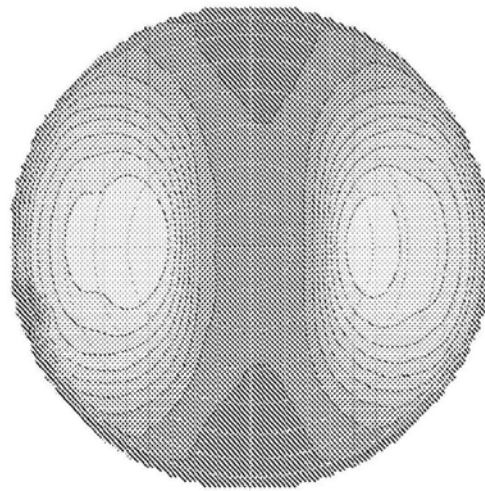


图22A

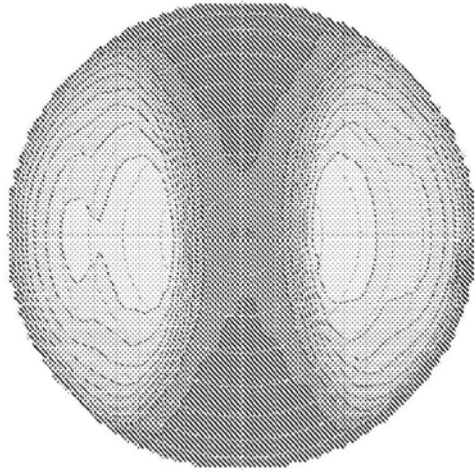


图22B

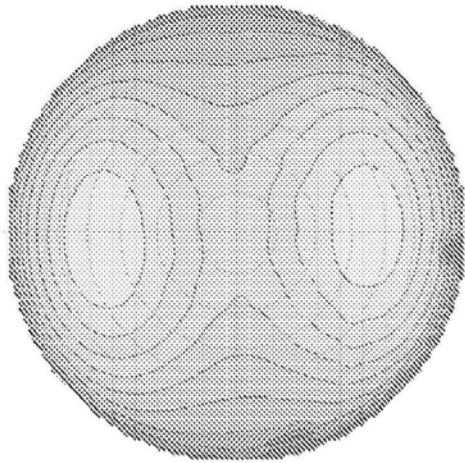


图22C

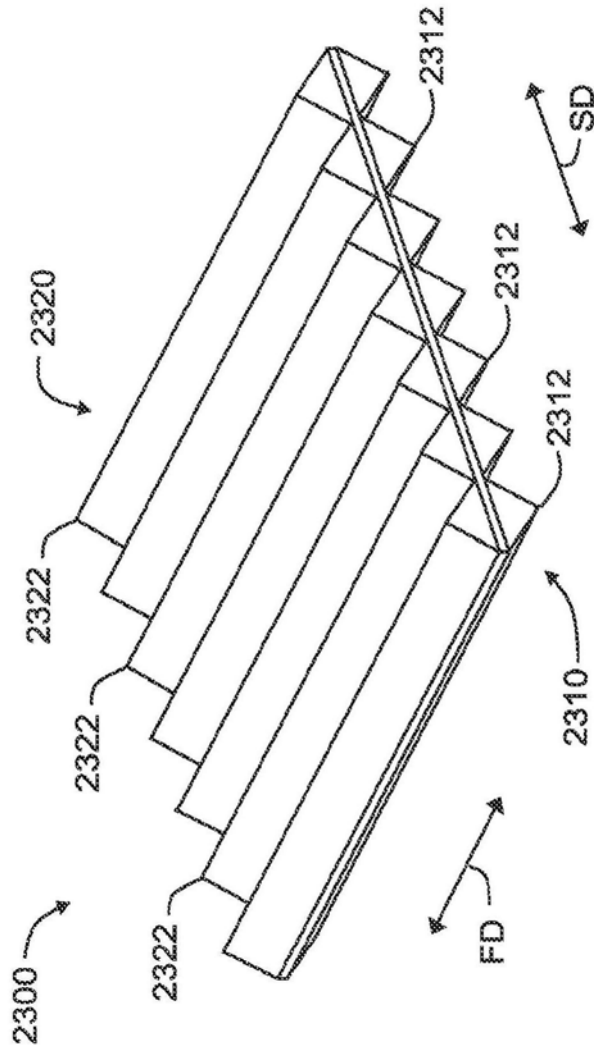


图23

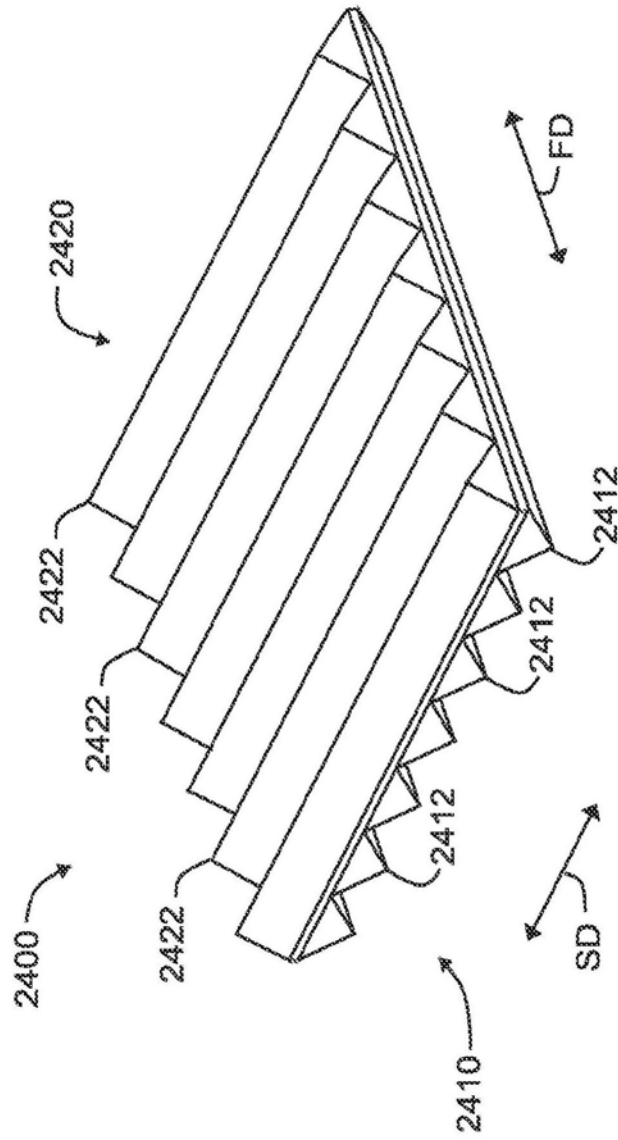


图24

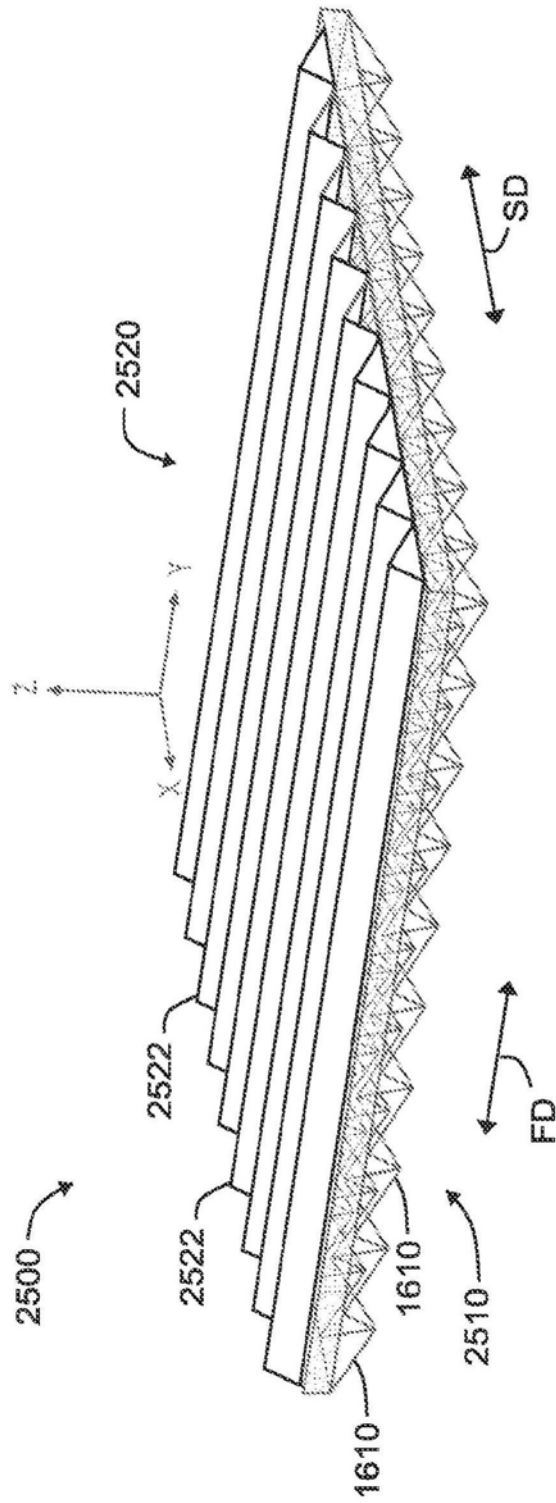


图25