



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119013796 A

(43) 申请公布日 2024. 11. 22

(21) 申请号 202380034084.8

(22) 申请日 2023.04.12

(30) 优先权数据

63/330,407 2022.04.13 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.10.14

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2023/018311 2023.04.12

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/200855 EN 2023.10.19

(71) 申请人 昭荣化学工业株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 S·查达 R·唐吉雷拉 I·黄

D·奥尔梅杰

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

专利代理师 王丹丹

(51) Int.Cl.

H01L 33/50 (2006.01)

H01L 33/56 (2006.01)

H01L 33/48 (2006.01)

H01L 25/075 (2006.01)

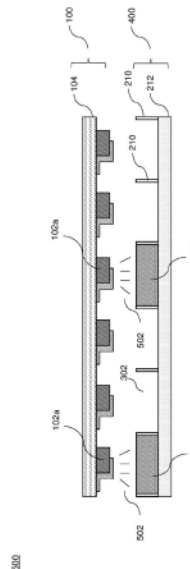
权利要求书4页 说明书11页 附图23页

(54) 发明名称

包含量子点颜色转换材料的发光器件及其
制造方法

(57) 摘要

一种形成发光器件的方法包括:提供含有包括第一通孔和第二通孔的基质材料的独立式支承件,在第一通孔中沉积包括悬浮在第一光固化性聚合物中的第一量子点的第一光固化性量子点墨,用来自LED阵列的第一LED的紫外辐射或蓝光照射第一光固化性量子点墨以使第一通孔中的第一光固化性聚合物材料交联,在第二通孔中沉积包括悬浮在第二光固化性聚合物材料中的第二量子点的第二光固化性量子点墨,用来自LED阵列的第二LED的紫外辐射或蓝光照射第二光固化性量子点墨以使第二通孔中的第二光固化性聚合物材料交联,以及在照射之后将独立式支承件附接到LED阵列。



1. 形成发光器件的方法, 包括:

提供独立式支承件, 所述独立式支承件包括含有第一通孔和第二通孔的基质材料;

在所述基质材料中的所述第一通孔中沉积第一光固化性量子点墨, 所述第一光固化性量子点墨包括悬浮在第一光固化性聚合物材料中的多个第一量子点;

用来自发光二极管阵列的第一发光二极管的紫外辐射或蓝光照射所述第一光固化性量子点墨, 以使所述第一通孔中的所述第一光固化性聚合物材料交联;

在所述基质材料中的所述第二通孔中沉积第二光固化性量子点墨, 所述第二光固化性量子点墨包括悬浮在第二光固化性聚合物材料中的多个第二量子点, 其中所述多个第二量子点被配置为发射与所述多个第一量子点不同的峰值波长的光;

用来自所述发光二极管阵列的第二发光二极管的紫外辐射或蓝光照射所述第二光固化性量子点墨, 以使所述第二通孔中的所述第二光固化性聚合物材料交联; 和

在照射所述第一光固化性量子点墨和所述第二光固化性量子点墨的步骤之后, 将所述独立式支承件附接到所述发光二极管阵列。

2. 根据权利要求1所述的方法, 其中所述基质材料还包括第三通孔。

3. 根据权利要求2所述的方法, 还包括:

在所述基质材料中的所述第三通孔中沉积第三光固化性量子点墨, 所述第三光固化性量子点墨包括悬浮在第三光固化性聚合物材料中的多个第三量子点, 其中所述多个第三量子点被配置为发射与所述多个第一量子点和所述多个第二量子点不同的峰值波长的光; 和

在所述附接的步骤之前, 用来自所述发光二极管阵列的第三发光二极管的紫外辐射或蓝光照射所述第三光固化性量子点墨, 以使所述第三通孔中的所述第三光固化性聚合物材料交联。

4. 根据权利要求3所述的方法, 还包括在单个通孔形成操作中形成所述第一通孔、所述第二通孔和所述第三通孔。

5. 根据权利要求4所述的方法, 其中包括所述第一通孔、所述第二通孔和所述第三通孔的所述基质材料通过注射成型形成, 并且其中所述基质材料包括聚合物材料。

6. 根据权利要求3所述的方法, 其中所述基质材料包括在第一基板上形成的正型光敏聚合物。

7. 根据权利要求6所述的方法, 还包括:

用所述发光二极管阵列的相应第一发光二极管、第二发光二极管和第三发光二极管选择性地照射所述正型光敏聚合物的第一部分、第二部分和第三部分, 以分别在所述基质材料的第一部分、第二部分和第三部分中形成未交联的聚合物材料; 和

分别移除第一部分、第二部分和第三部分中的所述未交联的聚合物材料, 以形成所述第一通孔、所述第二通孔和所述第三通孔。

8. 根据权利要求3所述的方法, 其中:

在所述基质材料中的所述第一通孔中沉积所述第一光固化性量子点墨的步骤包括选择性地仅在所述第一通孔中沉积所述第一光固化性量子点墨;

在所述基质材料中的所述第二通孔中沉积所述第二光固化性量子点墨的步骤包括在照射所述第一光固化性量子点墨的步骤之后选择性地仅在所述第二通孔中沉积所述第二光固化性量子点墨; 和

在所述基质材料中的所述第三通孔中沉积所述第三光固化性量子点墨的步骤包括在照射所述第二光固化性量子点墨的步骤之后选择性地仅在所述第三通孔中沉积所述第三光固化性量子点墨。

9. 根据权利要求3所述的方法, 其中:

在所述基质材料中的所述第一通孔中沉积所述第一光固化性量子点墨的步骤包括在所述第一通孔、所述第二通孔和所述第三通孔中非选择性地沉积所述第一光固化性量子点墨, 随后在照射第一光固化性量子点墨的步骤之后从第二和第三通孔中移除第一光固化性量子点墨的未交联部分;

在所述基质材料中的所述第二通孔中沉积所述第二光固化性量子点墨的步骤包括在所述第二通孔和所述第三通孔中非选择性地沉积所述第二光固化性量子点墨, 然后在照射所述第二光固化性量子点墨的步骤之后从所述第三通孔中移除第二光固化性量子点墨的未交联部分; 和

在所述基质材料中的所述第三通孔中沉积所述第三光固化性量子点墨的步骤包括在照射所述第三光固化性量子点墨的步骤之后, 在所述第三通孔中沉积所述第三光固化性量子点墨。

10. 根据权利要求1所述的方法, 还包括在所述颜色转换器件上方形成保护层。

11. 根据权利要求1所述的方法, 其中含有所述第一量子点和所述第二量子点的所述独立式支承件构成颜色转换器件。

12. 根据权利要求11所述的方法, 还包括:

在所述颜色转换器件和所述发光二极管阵列的至少一个的配合表面中形成突起;

在所述颜色转换器件和所述发光二极管阵列的至少一个的配合表面中形成凹部; 和

将所述颜色转换器件附接到所述发光二极管阵列, 使得所述突起被插入到相应凹槽中以形成互锁图案, 从而使所述颜色转换器件和所述发光二极管阵列对准。

13. 根据权利要求11所述的方法, 其中:

所述第一通孔和所述第二通孔部分地填充有交联的第一光固化性聚合物材料和第二光固化性聚合物材料以留下凹槽; 和

LED阵列包括突起, 所述突起插入相应的凹槽中以形成互锁图案, 从而使所述颜色转换器件和所述发光二极管阵列对准。

14. 形成发光器件的方法, 包括:

在基板上提供多个发光二极管, 使得所述多个发光二极管被配置为发射蓝光或紫外辐射入射光子;

提供颜色转换器件, 所述颜色转换器件包括在基质材料中的多个通孔中形成的颜色转换材料;

相对于所述多个发光二极管定位所述颜色转换器件, 使得所述多个通孔的每一个位于所述多个发光二极管中的对应的发光二极管上方, 其中所述多个通孔中的每一个中的所述颜色转换材料被配置为吸收来自所述多个发光二极管的对应的发光二极管的入射光子并生成具有比所述入射光子的峰值波长更长的峰值波长的转换光子; 和

调整所述颜色转换器件相对于所述多个发光二极管的位置, 从而最大化具有所述更长峰值波长的转换光子的强度。

15. 根据权利要求14所述的方法, 其中调整所述颜色转换器件相对于所述多个发光二极管的位置的步骤还包括:

确定转换光子的第一最大强度作为所述颜色转换器件相对于所述多个发光二极管沿平行于所述颜色转换器件和所述基板之间的界面的二维平面中的第一方向的位置的第一函数;

确定转换光子的第二最大强度作为所述颜色转换器件相对于所述多个发光二极管沿平行于所述颜色转换器件和所述基板之间的界面的二维平面中的第二方向的位置的第二函数; 和

确定转换光子的最大强度作为所述颜色转换器件相对于所述多个发光二极管在平行于所述颜色转换器件与所述基板之间的界面的二维平面中的取向角度的函数。

16. 发光器件, 包括:

基板:

多个发光二极管, 所述多个发光二极管位于所述基板上并且被配置为发射蓝色或紫外辐射入射光子; 和

颜色转换器件, 其包括位于基质材料中的多个通孔中的颜色转换材料,

其中所述多个通孔的每一个位于所述多个发光二极管的对应的发光二极管上方, 使得所述多个通孔的每一个中的所述颜色转换材料被配置为吸收来自所述多个发光二极管的对应的发光二极管的入射光子并生成具有比所述入射光子的峰值波长更长的峰值波长的转换光子, 和

其中所述颜色转换器件是附接在所述多个发光二极管上方的独立式结构。

17. 根据权利要求16所述的发光器件, 其中:

所述多个发光二极管的每一个包括10微米或更小的宽度, 并且相邻的发光二极管间隔1微米或更小的距离;

所述颜色转换材料包括量子点;

所述量子点被配置为吸收所述入射光子并发射具有红色、绿色或蓝色之一的颜色的转换光子; 和

所述基质材料中的所述多个通孔以有序的像素阵列布置, 其中每个像素包括红色子像素、绿色子像素和蓝色子像素, 使得相应子像素中的颜色转换材料被配置为分别产生红色、绿色和蓝色转换光子。

18. 根据权利要求16所述的发光器件, 其中:

所述颜色转换器件和所述多个发光二极管的至少一个在配合表面中包含突起;

所述颜色转换器件和所述多个发光二极管的至少一个在配合表面中包含凹槽; 和

所述突起插入相应的凹槽中以形成互锁图案, 从而使所述颜色转换器件和所述多个发光二极管对准。

19. 根据权利要求16所述的发光器件, 其中:

所述多个通孔部分地填充有所述颜色转换材料以留下凹槽; 和

多个LED包括突起, 所述突起插入相应的凹槽中以形成互锁图案, 从而使所述颜色转换器件和所述多个发光二极管对准。

20. 根据权利要求16所述的发光器件, 其中所述颜色转换器件和所述多个发光二极管

通过粘合剂或机械附接手段的至少一种保持在一起。

包含量子点颜色转换材料的发光器件及其制造方法

[0001] 相关申请

[0002] 本申请要求于2022年4月13日提交的美国临时专利申请序列号No.63/330,407的优先权权益,并且其全部内容通过引用并入本文。

技术领域

[0003] 本公开内容涉及发光器件,并且具体地涉及光学耦合有颜色转换材料的发光二极管及其制造方法。

背景技术

[0004] 发光二极管(LED)用于电子显示器中,例如膝上型电脑和电视中的液晶显示器中的背光,以及增强现实(AR)显示器中。这种AR显示器被设计成具有高分辨率和小尺寸的非常高的ppi(2000-8000)的显示器,其使用宽度为10微米或更小(例如1-2微米)的微型LED。

发明内容

[0005] 形成发光器件的方法实施方式包括提供独立式支承件,该独立式支承件包括含有第一通孔和第二通孔的基质材料;在基质材料中的第一通孔中沉积第一光固化性量子点墨,该第一光固化性量子点墨包括悬浮在第一光固化性聚合物材料中的多个第一量子点;用来自发光二极管阵列的第一发光二极管的紫外辐射或蓝光照射第一光固化性量子点墨以使第一通孔中的第一光固化性聚合物材料交联;在基质材料中的第二通孔中沉积第二光固化性量子点墨,该第二光固化性量子点墨包括悬浮在第二光固化性聚合物材料中的多个第二量子点,其中多个第二量子点被配置为发射与多个第一量子点不同峰值波长的光;用来自发光二极管阵列的第二发光二极管的紫外辐射或蓝光照射第二光固化性量子点墨以使第二通孔中的第二光固化性聚合物材料交联;以及在照射第一光固化性量子点墨和第二光固化性量子点墨的步骤之后,将独立式支承件附接到发光二极管阵列。

[0006] 形成发光器件的另一实施方式方法包括:在基板上提供多个发光二极管,使得多个发光二极管被配置为发射蓝光或紫外辐射入射光子,提供颜色转换器件,该颜色转换器件包括形成在基质材料中的多个通孔中的颜色转换材料,相对于多个发光二极管定位颜色转换器件,使得多个通孔中的每一个位于多个发光二极管中的对应的发光二极管上方,其中多个通孔中的每一个中的颜色转换材料被配置为吸收来自多个发光二极管中的对应的发光二极管的入射光子并生成具有比入射光子的峰值波长更长的峰值波长的转换光子;并且调整颜色转换器件相对于多个发光二极管的位置,从而最大化具有较长峰值波长的转换光子的强度。

[0007] 发光器件实施方式包括基板、位于基板上并且被配置为发射蓝色或紫外辐射入射光子的多个发光二极管、以及位于基质材料中的多个通孔中的包括颜色转换材料的颜色转换器件。多个通孔中的每一个位于多个发光二极管中的对应的发光二极管上方,使得多个通孔中的每一个中的颜色转换材料被配置为吸收来自多个发光二极管中的对应的发光二

极管的入射光子并生成具有比入射光子的峰值波长更长的峰值波长的转换光子,并且颜色转换器件是附接在多个发光二极管上方的独立式结构。

附图说明

- [0008] 图1是根据各种实施方式的可以在发光器件的形成中使用的中间结构的垂直截面图。
- [0009] 图2是根据各种实施方式的发光器件的垂直截面图。
- [0010] 图3是根据各种实施方式的可用于形成颜色转换器件的中间结构的垂直截面图。
- [0011] 图4是根据第一实施方式的可用于形成颜色转换器件的另一中间结构的垂直截面图。
- [0012] 图5是根据第一实施方式的可用于形成颜色转换器件的另一中间结构的垂直截面图。
- [0013] 图6是根据第一实施方式的可用于形成颜色转换器件的另一中间结构的垂直截面图。
- [0014] 图7是根据第一实施方式的可用于形成颜色转换器件的另一中间结构的垂直截面图。
- [0015] 图8是根据第一实施方式的可用于形成颜色转换器件的另一中间结构的垂直截面图。
- [0016] 图9是根据第一实施方式的可用于形成颜色转换器件的另一中间结构的垂直截面图。
- [0017] 图10是根据各种实施方式的颜色转换器件的垂直截面图。
- [0018] 图11是根据第二实施方式的可用于形成颜色转换器件的另一中间结构的垂直截面图。
- [0019] 图12是根据第二实施方式的可用于形成颜色转换器件的另一中间结构的垂直截面图。
- [0020] 图13是根据第二实施方式的可用于形成颜色转换器件的另一中间结构的垂直截面图。
- [0021] 图14是根据第二实施方式的可用于形成颜色转换器件的另一中间结构的垂直截面图。
- [0022] 图15是根据第二实施方式的可用于形成颜色转换器件的另一中间结构的垂直截面图。
- [0023] 图16是根据第二实施方式的可用于形成颜色转换器件的另一中间结构的垂直截面图。
- [0024] 图17是根据各种实施方式的可用于形成颜色转换器件的另一中间结构的垂直截面图。
- [0025] 图18是根据各种实施方式的可用于形成颜色转换器件的另一中间结构的垂直截面图。
- [0026] 图19是根据各种实施方式的第一构造中的发光器件的垂直截面图。
- [0027] 图20是根据各种实施方式的第二构造中的发光器件的另一垂直截面图。

- [0028] 图21是根据各种实施方式的第三构造中的发光器件的另一垂直截面图。
- [0029] 图22是根据各种实施方式的一种构造中的经封装的发光器件的垂直截面图。
- [0030] 图23是根据各种实施方式的另一构造中的经封装的发光器件的垂直截面图。

具体实施方式

[0031] 诸如直视显示器(例如,AR显示器)的显示器件可以由有序的像素阵列形成。每个像素可以包括发射相应峰值波长的光的一组子像素。例如,像素可以包括红色子像素、绿色子像素和蓝色子像素。每个子像素可以包括发射特定波长的光的一个或多个发光二极管。传统的布置是在每个像素内具有红色、绿色和蓝色(RGB)子像素。每个像素可以由背板电路驱动,使得可以在显示器上针对每个像素示出色域内的颜色的任何组合。显示器面板可通过如下工艺形成,其中将LED子像素焊接到或以其它方式电附接到位于背板上的焊盘(bond pad)的。焊盘可以由背板电路和其他驱动电子器件电驱动。

[0032] 各种实施方式提供了一种发光器件,其被构造为使用光子泵浦量子点(photonicly pumped quantum dots)从较短波长激发源产生高效的红色、绿色、蓝色和/或其他颜色像素化光。具有小于10微米例如1微米到2微米的长度及宽度的微米级发光二极管实施方式(微型LED)可用于AR显示器及其它直视显示器件中。这种新兴技术通过在显示器件的每个像素位置处使用单独的LED来提供高黑电平。此外,每个像素可以被配置为生成单个颜色的光。单独的LED可以附接在其上的背板可以包括具有薄膜晶体管(TFT)结构、硅CMOS或可以被配置为独立地向每个LED施加电压或电流的其他驱动器电路的基板(例如,塑料、玻璃、半导体等)。举例来说,背板可包含玻璃或塑料基板上的TFT,或块体硅(bulk silicon)基板上或绝缘体上硅(SOI)基板上的块体硅晶体管(例如,CMOS配置中的晶体管)。虽然在下文的实施方式中描述微型LED,但应注意,代替微型LED或除了微型LED之外,还可使用其它类型的LED(例如,纳米线或其它纳米结构LED)或具有大于10微米的尺寸(例如,宽度及长度)的宏观LED。

[0033] 在一些实施例中,每一微型LED的尺寸可小于用于特定显示器件(例如,直视式显示器件或另一显示器件)中的像素的间距。举例来说,2000到8000ppi AR显示器可具有间隔小于一微米(例如0.6到0.7微米)的相邻的微型LED。难以以高准确度将大量不同色彩的微型LED顺序地放置(例如,顺序地放置红色、绿色及蓝色发射LED)到背板上的相同像素的相邻RGB子像素区上。

[0034] 本公开内容的一些实施方式包含基于LED的光子发射器,所述LED具有与光子泵浦颜色转换材料耦合的未掺杂GaN有源区(例如,具有GaN发光有源层的微型LED)或低铟掺杂InGaN有源区(例如,具有低铟含量InGaN发光有源层的微型LED)。这样的LED可以发射紫外线(UV)辐射或蓝光,其具有在UV辐射或蓝光光谱区域(例如,370至460nm,如390至420nm,例如400至410nm)中的峰值发射波长。如本文中所用,蓝光光谱区包括人类观察者感知到的蓝色和紫色。

[0035] 在一种实施方式中,颜色转换材料可以包括量子点。量子点可以被配置为吸收由单色LED生成的光子并且根据量子点的性质(例如,量子点尺寸和材料成分)产生各种颜色的光(例如,红色、绿色和蓝色)。

[0036] 在用于增强现实(AR)显示器(例如,智能眼镜)和其他应用的尺寸范围(例如,尺寸

小于10微米)中,使用UV或蓝色发射LED和光子泵浦量子点来创建各种颜色可以提供在背板上具有更好均匀性的显示器件。通过将所有相邻的单色LED(例如,UV LED或蓝色LED)同时放置在背板上(例如,来自相同的生长基板),与通过将相邻的红色LED、绿色LED和蓝色LED顺序地放置到相同RGB像素的相邻子像素中相比,可以更容易地满足严格的公差。本公开内容的实施方式提供了允许通过使用单色LED阵列制造和对准子像素中的量子点来改进单色LED与每个颜色子像素中的相应量子点之间的对准的方法。

[0037] 图1是根据各种实施方式的可用于形成发光器件的中间结构100的垂直截面图。中间结构100可以包括位于基底104(诸如背板)上的多个LED 102。如上所述,LED 102可以具有在UV辐射范围中或在蓝色光谱区域中的峰值发射波长(例如,UV或蓝色发射LED,也称为UV或蓝色LED)。

[0038] 在一种实施方式中,LED 102可以具有位于LED的顶部上并且背离基板104的至少一个第一电极103。第一电极103可以被配置为阳极或阴极电极。在一种实施方式中,LED 102可以被配置为垂直LED,其中第二电极105位于基板104和LED 102的底部之间。例如,第二电极105可接合到基板104上的相应焊盘。在另一实施方式中,LED 102可以包含位于其发光侧(例如,图1中的顶侧)上方的公共透明第一电极103(例如,透明导电氧化物电极)和控制每个LED 102是打开还是关闭的单独的第二电极105。在另一实施方式中,LED可以被配置为横向LED,其中两个电极位于LED的同一侧上(例如,在LED的顶侧或底侧上)。

[0039] 基板104可为具有电路(例如,TFT和/或CMOS电路)的背板,所述电路经配置以经由第二电极105将电压和电流供应到LED 102以借此控制LED 102的光发射。背板可以是用于驱动LED的有源或无源矩阵背板基板。如本文中所使用,“背板基板”是指经配置以在其上固定多个器件的任何基板。在一种实施方式中,背板可包含基板,所述基板包含硅、玻璃、塑料和/或可向附接到其上的器件提供结构支撑的至少其它材料。在一种实施方式中,背板基板可以是无源背板基板,其中包括金属化线的金属互连结构(未示出)存在于例如交叉网格中,并且不存在用于每个LED的专用有源器件(例如,TFT)。在另一实施方式中,背板基板可为有源背板基板,其包含金属互连结构作为导电线交叉网格且进一步包含用于导电线的交叉网格的一或多个交叉点处的每一LED的专用有源器件(例如,CMOS晶体管或TFT)。

[0040] 图2是根据各种实施方式的发光器件200的垂直截面图。发光器件200可以包括中间结构100(例如,参见图1),中间结构100包括基板104和形成在基板104上的多个LED(102、102a、102b、102c)。为了清楚起见,图2中省略了第二电极105。如上所述,LED 102可以被配置为发射蓝色或紫外辐射入射光子204。发光器件200还可以包括颜色转换器件201。在一种实施方式中,颜色转换器件201是使用由中间结构100的LED 102发射的辐射制造的独立式器件。换句话说,颜色转换器件201不是逐层沉积在中间结构100上,而是与中间结构100分开形成,使得其不需要中间结构100用于支撑。随后使用粘合剂和/或机械附接将完成的颜色转换器件201附接到中间结构100以形成发光器件200。

[0041] 颜色转换器件201包含形成于基质材料中的多个通孔302中的颜色转换材料(202a、202b、202c)(如下文将关于图3所描述的)。如下文更详细地描述,颜色转换器件201可任选地包括基板212,所述基板212支撑由基质材料壁210界定的多个通孔302。基底212和壁210可以由不同的材料制成或者可以由相同的材料形成。颜色转换器件201还可以包括对入射光子204透明的任选的保护层214。保护层可以包括氧化铝或另一透明材料。

[0042] 发光器件200可以被配置为有序阵列。例如,第一颜色转换材料202a可以被配置为吸收入射光子204并生成具有第一颜色的转换光子206。类似地,第二颜色转换材料202b可以被配置成吸收入射光子204并生成具有第二颜色的转换光子206,并且第三颜色转换材料202c可以被配置成吸收入射光子204并生成具有第三颜色的转换光子206。入射光子204的特定部分可以被基板212反射,从而成为反射光子208。反射光子208可以在颜色转换材料(202a、202b、202c)中再循环,并且因此可以增加被颜色转换材料(202a、202b、202c)吸收并被转化成转换光子206的概率。有时被称为“光子再循环”的该过程可以增加器件的量子效率。

[0043] 在一种实施方式中,发光器件200可以被配置为像素的有序阵列,其中每个像素包括红色子像素、绿色子像素和蓝色子像素。例如,像素203可以包括具有第一LED 102a和对应的第一颜色(例如,红色)转换材料202a的第一(例如,红色)子像素、具有第二LED 102b和对应的第二颜色(例如,绿色)转换材料202b的第二(例如,绿色)子像素、以及具有第三LED 102c和第三颜色(例如,蓝色)转换材料202c的第三(例如,蓝色)子像素。以这种方式,相应子像素中的颜色转换材料(202a、202b、202c)可以被配置为分别产生红色、绿色和蓝色转换光子206。在另外的实施方式中,发光器件200可以各种其他方式组织。例如,任何数量的LED 102可以与产生单一颜色的颜色转换材料相关联。因此,每个像素可以在每个子像素中具有多个LED。此外,各种子像素可以不都具有相同数量的像素。在一种实施方式中,LED 102a、102b、102c可以发射相同峰值波长的辐射(例如,UV或蓝光)。如果LED 102a、102b、102c发射蓝光,则可以从蓝色子像素中省略第三颜色(例如,蓝色)转换材料202c。

[0044] 多个通孔302(参见图3)中的每一个可以位于多个LED(102a、102b、102c)中的相应的一个LED之上,使得多个通孔中的每一个中的颜色转换材料(202a、202b、202c)被配置为吸收来自多个LED 102中的相应的一个LED的入射光子204,并生成具有比入射光子204的峰值波长更长的峰值波长的转换光子206。基板212(如果存在)由辐射透明材料形成,使得转换光子206可以透射通过基板212。

[0045] 如图2所示,颜色转换器件201可以被配置为位于多个LED 102上方的单独(即,独立式)结构。此外,如下面参考图19至图21更详细地描述的,可以调整颜色转换器件201相对于多个LED的位置,使得具有较长峰值波长的转换光子206的强度最大化。此外,多个LED 102可以包括微型LED,每个微型LED具有10微米或更小的尺寸(即,长度和宽度),诸如从大约1微米到大约2微米。此外,相邻LED 102可以间隔1微米或更小的距离,诸如从大约0.6微米到大约0.7微米。

[0046] 颜色转换材料(202a、202b、202c)可以包括对应于各种不同颜色的量子点。在该示例中,颜色转换材料(202a、202b、202c)可以包括多个第一量子点202a、多个第二量子点202b和多个第三量子点202c,其可以被配置为将UV或蓝色入射光子204分别转换成具有第一、第二和第三颜色的光子。例如,第一颜色、第二颜色和第三颜色可以在红色、绿色和蓝色光谱范围内具有不同的峰值波长。量子点的直径可以在约1nm至约10nm的范围内,例如在2nm至8nm的范围内,并且可以是化合物半导体材料的纳米晶体,例如III-V族半导体材料(例如磷化铟,如美国专利号9,884,763B1中所述,其全部内容通过引用并入本文)、II-VI族半导体材料(例如,ZnSe、ZnS、ZnTe、CdS、CdSe等核-壳量子点,如美国专利申请公开US2017/0250322A1中所述,其全部内容通过引用并入本文),和/或I-III-VI族半导体材料(例如,

AgInGaS/AgGaS核-壳量子点,如美国专利号10,927,294B2中所述,其全部内容通过引用并入本文)。

[0047] 量子点可以根据它们的直径发射不同颜色的光(例如,红色、绿色或蓝色)。较大的量子点可以发射较长波长的光,而较小的点可以发射较短波长的光。量子点可以悬浮在具有与光提取材料110的折射率不同(例如,更高)的折射率的材料(例如,诸如聚酰亚胺的聚合物)中。例如,聚酰亚胺材料可以具有1.6至1.75的折射率,例如约1.7。如果使用蓝色LED 102,则可以省略发蓝光量子点。

[0048] LED 102中的每一个可以被配置为发射具有共同波长或在目标波长范围内的入射光子204。例如,基于GaN的LED 102可以发射具有在从大约370nm至大约430nm的范围内,如大约400nm至大约410nm(即,在电磁光谱的蓝色或近UV部分中)的波长的入射光子204。LED 102可以表现出高度的均匀性并且可以表现出高效率。

[0049] 图3是根据各种实施方式的可用于形成图2所示的颜色转换器件201的中间结构300的垂直截面图。中间结构300可以包括独立式支承件,该独立式支承件包括基板212和基质材料,该基质材料具有形成在其中的多个通孔302。通孔302可以由基质材料壁210界定。壁210和基底212可以由相同的材料形成。例如,中间结构300可以包括通过注射成型工艺形成的聚合物材料。在其他实施方式中,基质材料可以包括形成在基板212上方的正型光敏聚合物210L(例如,参见图17和下面的相关描述)。通孔302可以通过将正型光敏聚合物210L的部分选择性地暴露于蓝色或UV辐射(例如,参见图18和下面的相关描述)来形成,该蓝色或UV辐射用于产生可以用溶剂去除的未交联的聚合物材料部分。在本公开内容的范围内设想在基质材料中形成通孔302的各种其他方式。

[0050] 在图4-9所示的第一实施方式中,量子点墨选择性地沉积在相应通孔302中,然后进行照射。在图11-16所示的第二实施方案中,量子点墨非选择性地沉积在相应通孔302中,然后进行照射。

[0051] 图4是根据第一实施方式的可用于形成颜色转换器件201(例如,参见图2)的另一中间结构400的垂直截面图。在该实施方式中,第一量子点墨402a可被选择性地引入到旨在包含第一量子点202a的多个第一通孔302中。第一量子点墨402a可包括悬浮在光固化性聚合物材料中的具有第一尺寸和组成的量子点。可以各种方式沉积第一量子点墨402a。例如,可以通过喷墨印刷工艺来沉积第一量子点墨402a。第一量子点墨402a可以暴露于蓝光或UV辐射,从而使第一光固化性聚合物材料交联,如下面参考图5更详细地描述的。

[0052] 图5是根据第一实施方式的可用于形成颜色转换器件201(例如,参见图2)的另一中间结构500的垂直截面图。中间结构500可以包括位于图4的中间结构400上方的LED阵列(例如,图1的中间结构100)。虽然LED阵列被示出为定位在中间结构400上方以照射第一量子点墨402a,但是在替代性实施方式中,LED阵列可以定位在中间结构400的基板212下方以穿过基板212照射第一量子点墨402a。LED阵列可以用作制造工具以选择性地照射第一量子点墨402a。如所示出的,可以选择性地接通多个第一LED 102a以将第一量子点墨402a暴露于蓝光或UV辐射502。以这种方式,蓝光或UV辐射502可以使第一量子点墨402a交联,从而形成第一颜色转换材料202a。因此,第一LED 102a(例如,位于最终器件201中的红色子像素中的LED)可用于暴露第一量子点墨402a以在红色子像素中形成第一(例如,红色)颜色转换材料202a。

[0053] 图6是根据第一实施方式的可用于形成颜色转换器件201 (例如,参见图2) 的另一中间结构600的垂直截面图。第二量子点墨402b可被引入到多个第二通孔302中,如图所示。第二量子点墨402b可包括悬浮在光固化性聚合物材料中的具有与第一尺寸和/或组成不同的第二尺寸和组成的量子点。第二量子点墨402b可暴露于蓝光或UV辐射,从而使第二光固化性聚合物材料交联,如下面参考图7更详细地描述的。

[0054] 图7是根据第一实施方式的可用于形成颜色转换器件201 (例如,参见图2) 的另一中间结构700的垂直截面图。中间结构700可以包括位于图6的中间结构600上方或下方的LED阵列 (例如,图1的中间结构100)。如所示出的,可以选择性地接通多个第二LED 102b以将第二量子点墨402b暴露于蓝光或UV辐射502。以这种方式,蓝光或UV辐射502可以使第二量子点墨402b交联,从而形成第二颜色转换材料202b。因此,第二LED 102b (例如,位于最终器件201中的绿色子像素中的LED) 可用于暴露第二量子点墨402b以在绿色子像素中形成第二 (例如,绿色) 颜色转换材料202b。

[0055] 图8是根据第一实施方式的可用于形成颜色转换器件201 (例如,参见图2) 的另一中间结构800的垂直截面图。如果第三颜色转换材料202c存在于最终器件201中,则可以将第三量子点墨402c引入到多个第三通孔302中 (例如,参见图3), 如图所示。第三量子点墨402c可包括悬浮在光固化性聚合物材料中的具有与第一尺寸和/或组成和第二尺寸和/或组成不同的第三尺寸和组成的量子点。第三量子点墨402c可暴露于蓝光或UV辐射,从而使第三光固化性聚合物材料交联,如下文参考图9更详细地描述的。

[0056] 图9是根据第一实施方式的可用于形成颜色转换器件201 (例如,参见图2) 的另一中间结构900的垂直截面图。中间结构900可以包括位于图8的中间结构800上方或下方的LED阵列 (例如,图1的中间结构100)。如图所示,可以选择性地接通多个第三LED 102c以将第三量子点墨402c暴露于蓝光或UV辐射502。以这种方式,蓝光或UV辐射502可使第三量子点墨402c交联,从而形成第三颜色转换材料202c。因此,第三LED 102c (例如,位于最终器件201中的蓝色子像素中的LED) 可用于暴露第三量子点墨402c以在蓝色子像素中形成第三 (例如,蓝色) 颜色转换材料202c。可替代地,如果LED 102包括蓝色LED,则可以省略图8和图9的步骤。

[0057] 图10是根据各种实施方式的颜色转换器件201 (例如,参见图2) 的垂直截面图。如图所示,颜色转换器件201可进一步包括形成在颜色转换材料 (202a、202b、202c) 上方的保护层214。在一种实施方式中,保护层214可以是 Al_2O_3 的薄层,其可以使用原子层沉积 (ALD) 工艺来沉积。保护层214可以具有在从大约5nm到大约50nm的范围内的厚度。替代地,保护层214可以使用其他沉积工艺由各种其他材料形成,并且可以具有其他厚度。保护层214可以被配置为保护颜色转换材料 (202a、202b、202c), 同时允许入射光子204透射穿过保护层214 (例如,参见图2)。

[0058] 图11是根据第二实施方式的可用于形成颜色转换器件201 (例如,参见图2) 的另一中间结构1100的垂直截面图。在该实施方式中,旋涂工艺可用于将第一量子点墨402a非选择性地沉积在图3的中间结构300中的所有通孔302中。如上所述,第一量子点墨402a可包括悬浮在光固化性聚合物材料中的具有第一尺寸和组成的量子点。第一量子点墨402a可以暴露于蓝光或UV辐射,从而使第一光固化性聚合物材料交联,如下面参考图12更详细地描述的。

[0059] 图12是根据第二实施方式的可用于形成颜色转换器件201 (例如,参见图2)的另一中间结构1200的垂直截面图。中间结构1200可以包括位于图11的中间结构1100上方或下方的LED阵列 (例如,图1的中间结构100)。LED阵列可以用作制造工具以选择性地照射第一量子点墨402a。如图所示,可以选择性地接通多个第一LED 102a以将第一 (例如,红色) 量子点墨402a暴露于蓝光或UV辐射502。以此方式,蓝光或UV辐射502可致使一些通孔302中 (例如,位于红色子像素中的通孔中) 的第一量子点墨402a交联 (即,墨的光固化性聚合物材料变得交联),由此形成第一颜色转换材料202a。

[0060] 图13是根据第二实施方式的可用于形成颜色转换器件201 (例如,参见图2)的另一中间结构1300的垂直截面图。在这方面,可以选择性地移除中间结构1200 (例如,参见图12) 中未被照射的第一量子点墨402a的部分 (例如,位于绿色和蓝色子像素通孔302中的红色量子点墨),因为这些通孔302中的墨的光固化性聚合物材料未被照射而交联。

[0061] 然后可以使用旋涂工艺将第二 (例如,绿色) 量子点墨402b沉积在图12的中间结构1200中未被照射的多个通孔302中 (即,在尚未被第一颜色转换材料202a填充的通孔中)。如上所述,第二量子点墨402b可包括悬浮在光固化性聚合物材料中的具有与第一尺寸和/或组成不同的第二尺寸和组成的量子点。第二量子点墨402b可以暴露于蓝光或UV辐射,从而使第二光固化性聚合物材料交联,如下文参考图14更详细地描述的。

[0062] 图14是根据第二实施方式的可用于形成颜色转换器件201 (例如,参见图2)的另一中间结构1400的垂直截面图。中间结构1400可以包括位于图13的中间结构1300上方或下方的LED阵列 (例如,图1的中间结构100)。LED阵列可用作制造工具以选择性地照射第二量子点墨402b。如所示出的,可以选择性地接通多个第二LED 102b以将第二量子点墨402b暴露于蓝光或UV辐射502。以此方式,蓝光或UV辐射502可致使第二量子点墨402b交联,从而在相应的通孔302中 (例如,在位于绿色子像素中的通孔302中) 形成第二颜色转换材料202b。

[0063] 图15是根据第二实施方式的可用于形成颜色转换器件201 (例如,参见图2)的另一中间结构1500的垂直截面图。第二量子点墨402b的在中间结构1400 (例如,参见图14) 中未被照射 (并且未交联) 的部分可被选择性地移除。

[0064] 如果第三颜色转换材料202c包括在最终器件201中 (例如,如果LED 102是UV LED),则然后可以使用旋涂工艺将第三量子点墨402c沉积在图14的中间结构1400中未被照射的多个通孔302中 (即,在尚未被第一颜色转换材料202a和第二颜色转换材料202b填充的通孔302中)。如上所述,第三量子点墨402c可包括悬浮在光固化性聚合物材料中的具有与第一和第二尺寸和/或组成不同的第三尺寸和组成的量子点。第三量子点墨402c可暴露于蓝光或UV辐射,从而使第二光固化性聚合物材料交联,如下文参考图16更详细地描述的。

[0065] 图16是根据第二实施方式的可用于形成颜色转换器件201 (例如,参见图2)的另一中间结构1600的垂直截面图。中间结构1600可以包括定位在图15的中间结构1500上方的LED阵列 (例如,图1的中间结构100)。LED阵列可用作制造工具以选择性地照射第三量子点墨402c。如图所示,可以选择性地接通多个第三LED 102c以将第三量子点墨402c暴露于蓝光或UV辐射502。以此方式,蓝光或UV辐射502可致使第三量子点墨402c交联,由此形成第三颜色转换材料202c (例如,在位于蓝色子像素中的通孔302中)。

[0066] 如上所述,图3的中间结构300可以在相应的实施方式中以各种方式形成。例如,基板212和其中形成有通孔302的基质材料可以使用聚合物材料通过注射成型工艺形成。在下

文描述的其它实施方式中,基板和基质材料可以是不同的材料。

[0067] 图17是根据各种实施方式的可用于形成颜色转换器件201(例如,参见图2)的另一中间结构1700的垂直截面图。如图17所示,基质材料可以包括形成在基板212上方的正型光敏聚合物(即,基质材料)210L。基板212可以是透明聚合物材料,其具有足够的机械强度以支撑形成在其上的正型光敏聚合物210L。

[0068] 图18是根据各种实施方式的可用于形成颜色转换器件201(例如,参见图2)的另一中间结构1800的垂直截面图。在这方面,中间结构1800可以包括位于图17的中间结构1700上方或下方的LED阵列(例如,图1的中间结构100)。LED阵列可以用作制造工具以选择性地照射正型光敏聚合物210L的暴露部分210X。

[0069] 如图所示,可以接通所有LED 102以将暴露部分210X暴露于蓝光或UV辐射502。以这种方式,蓝光或UV辐射502可以使正性光敏聚合物210L的曝光部分210X交联。然后可以通过用溶剂溶解来去除暴露部分210X。在去除暴露部分210X之后可以保留多个未暴露部分210U。以这种方式,基质材料的未暴露部分210U变成图3的中间结构300的基质材料壁210。

[0070] 图19-21示出了LED阵列(例如,图1的中间结构100)和独立式颜色转换器件201之间的对准方法。根据各种实施例,图19是第一构造中的发光器件200的垂直截面图,图20是第二构造中的发光器件200的另一垂直截面图,并且图21是第三构造中的发光器件200的另一垂直截面图。发光器件200可以包括位于颜色转换器件201上方或下方的LED阵列(例如,图1的中间结构100),颜色转换器件201包括颜色转换材料(202a、202b、202c)。

[0071] 如图19所示,可以接通多个第一LED 102a以产生第一入射光子204a,第一入射光子204a可以被第一颜色转换材料202a吸收以产生具有第一颜色(例如,红色)的第一转换光子206a。可以利用光电检测器(例如,光谱仪)220检测第一转换光子206a,该光电检测器220被配置为测量第一转换光子206a的强度。

[0072] 根据一种实施方式,相对于LED阵列(例如,图1的中间结构100)定位颜色转换器件201的方法包括调整颜色转换器件201相对于LED 102a的位置,从而最大化第一转换光子206a的强度。该方法可以包括确定第一转换光子206a的第一最大强度作为颜色转换器件201相对于多个第一LED 102a沿平行于颜色转换器件201和基板104之间的界面(例如平行于保护层114的表面)的二维平面(例如x-z平面)中的第一方向(例如x方向)1602的位置的第一函数。该方法还可以包括确定第一转换光子206a的第二最大强度作为颜色转换器件201相对于多个第一LED 102a沿平行于颜色转换器件201与基板104之间的界面二维平面(例如,x-z平面)中的第二方向(例如,进入图19的平面的z方向)的位置的第二函数,该二维平面。

[0073] 如图20所示,可以接通多个第二LED 102b以产生第二入射光子204b,第二入射光子204b可以被第二颜色转换材料202b吸收以产生具有第二颜色的第二转换光子206b。可以利用光电检测器220检测第二转换光子206b,光电检测器220被配置为测量第二转换光子206b的强度。

[0074] 根据一种实施方式,相对于LED阵列定位颜色转换器件201的方法可以包括进一步调整颜色转换器件201相对于LED 102b的位置,从而最大化第二转换光子206b的强度。该方法可以包括确定第二转换光子206b的第三最大强度作为颜色转换器件201相对于多个第二LED 102b沿平行于颜色转换器件201和基板104之间的界面(例如,平行于保护层114的表

面)的二维平面中的第一方向1602的位置的第三函数。该方法还可以包括确定第二转换光子206b的第四最大强度作为颜色转换器件201相对于多个第二LED 102b沿平行于颜色转换器件201和基板104之间的界面的二维平面中的第二方向(例如,进入图20的平面)的位置的第二函数。

[0075] 如图21所示,可以接通多个第三LED 102c以产生第三入射光子204c,第三入射光子204c可以被第三颜色转换材料202c吸收以产生具有第三颜色的第三转换光子206c。可以利用被配置为测量第三转换光子206c的强度的检测器来检测第三转换光子206c。

[0076] 根据一种实施方式,相对于LED阵列定位颜色转换器件201的方法可以包括进一步调整颜色转换器件201相对于LED 102c的位置,从而最大化第三转换光子206c的强度。该方法可以包括确定第三转换光子206c的第五最大强度作为颜色转换器件201相对于多个第三LED 102c沿平行于颜色转换器件201和基板104之间的界面(例如,平行于保护层114的表面)的二维平面中的第一方向1602的位置的第三函数。该方法还可以包括确定第三转换光子206c的第六最大强度作为颜色转换器件201相对于多个第三LED 102c沿平行于颜色转换器件201和基板104之间的界面的二维平面中的第二方向(例如,进入图21的平面)的位置的第二函数。

[0077] 上述方法确定分别对应于第一最大强度、第二最大强度、第三最大强度、第四最大强度、第五最大强度和第六最大强度的第一位置、第二位置、第三位置、第四位置、第五位置和第六位置。然后可以对第一位置、第二位置、第三位置、第四位置、第五位置和第六位置求平均,以确定颜色转换器件201相对于LED阵列的最佳位置。

[0078] 可替代地,可以确定使第一颜色的强度最大化的第一位置,可以确定使第二颜色的强度最大化的第二位置,并且可以确定使第三颜色的强度最大化的第三位置。第一位置、第二位置和第三位置中的每一个可以表示颜色转换器件201相对于多个LED的相对二维位置。然后可以通过对第一位置、第二位置和第三位置求平均来确定颜色转换器件201的最佳位置。因此,沿针对每种颜色确定的平面中的两个垂直方向的两个位置可以用作使每种颜色的强度最大化的单个点的二维坐标。

[0079] 在另外的实施方式中,该方法还可以包括调整颜色转换器件201相对于LED阵列的取向角度(未示出)。例如,对于二维平面中的固定位置,颜色转换器件201可相对于平行于颜色转换器件201与基板104之间的界面的平面(例如,x-y平面)倾斜。可以确定使第一颜色的转换光子的强度最大化的第一定向角度,可以确定使第二颜色的转换光子的强度最大化的第二定向角度,并且可以确定使第三颜色的转换光子的强度最大化的第三定向角度。然后,可以基于第一取向角度、第二取向角度和第三取向角度来确定颜色转换器件201相对于LED阵列的最佳取向。

[0080] 在独立式颜色转换器件201相对于LED 102的阵列在最佳位置对准之后,使用粘合剂和/或机械附接手段(例如,夹具、支架、外壳等)将颜色转换器件201附接到LED 102的阵列。因此,独立式颜色转换器件201允许与LED 102的对准与如果颜色转换器件的层一个接一个地沉积在LED上方(这将阻止制造后对准步骤)的情况相比得到改善。

[0081] 图22是根据各种实施例的一种构造中的经封装的发光器件2200的垂直截面图。可以在LED 102之间形成光学透明的绝缘填充材料216,诸如氧化硅或聚合物。发光器件2200包括壳体(例如,封装)218,壳体218对可见光透明或在其上部具有对可见光透明的窗口。封

装218可以包括聚合物材料。封装218在上述光学对准步骤之后将独立式颜色转换器件201和LED阵列100保持在一起。

[0082] 在一种实施方式中,对准突起220可用于分配独立式颜色转换器件201和LED阵列100的对准。突起220可以位于LED阵列100的顶表面上,并且可以插入独立式颜色转换器件201的底表面中的相应凹槽中以形成互锁图案。可替代地,突起220可以位于独立式颜色转换器件201的顶表面上,并且可以插入LED阵列100的底表面中的相应凹槽中。可替代地,突起位于两个表面中并且插入相对表面中的相对凹槽中。突起220可以包括任何材料,例如绝缘、半导体或导电材料。例如,突出可以包括绝缘填充材料216的突出部分和/或保护层214中的突出部分。凹槽可以形成在保护层214中和/或绝缘填充材料216中。

[0083] 在图23所示的替代性实施方式的经封装的器件2300中,代替使用专用对准突起220和对应凹槽,LED 102本身可以通过装配到独立式颜色转换器件201中的凹槽中而用作对准特征。凹槽可以位于保护层214中和/或颜色转换材料202中。例如,颜色转换材料202可以底部填充在通孔302中,以在基质材料壁210之间的颜色转换材料202上方留下凹槽。保护层214可以部分地填充凹槽并且留下凹槽的剩余部分以被LED 102填充。因此,该实施方式中的凹槽包括上述通孔302的未填充部分。

[0084] 提供前述对所公开的実施方式的描述是为了使本领域普通技术人员能够制作或使用所公开的實施方式。对这些實施方式的各种修改对于本领域普通技术人员将是显而易见的,并且在不脱离本公开内容的精神或范围的情况下,本文定义的一般原理可以应用于其他實施方式。因此,本公开内容不意图限于本文中所示的實施方式,而是符合与所附权利要求和本文公开的原理和新颖特征一致的最宽范围。

100

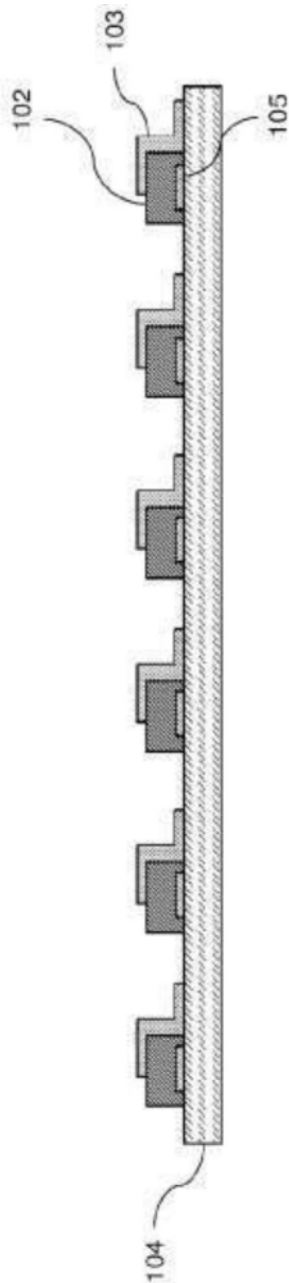


图1

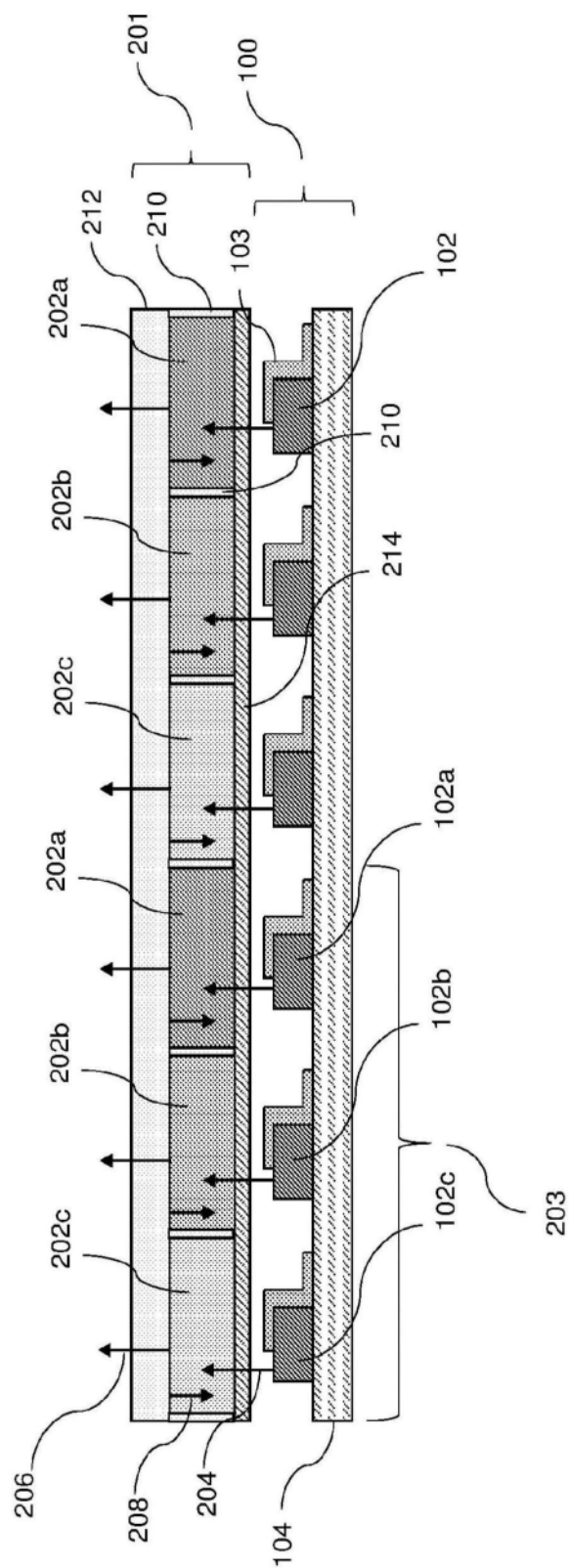
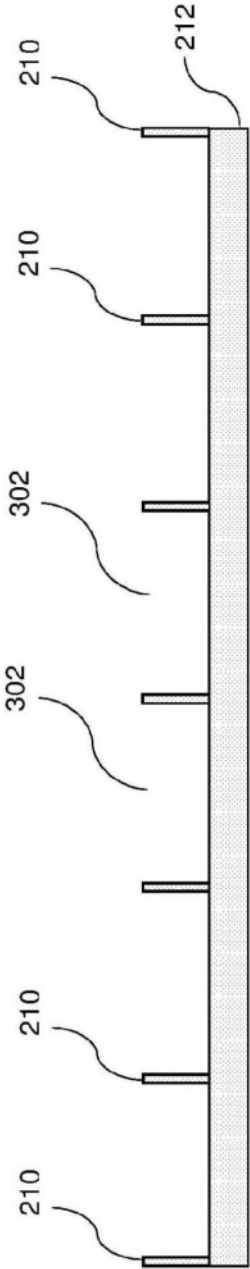


图2

300

图3



400

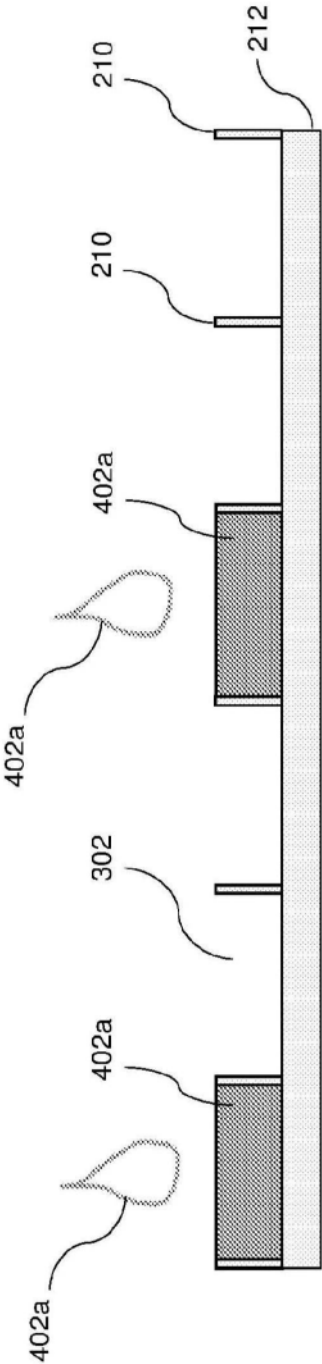


图4

500

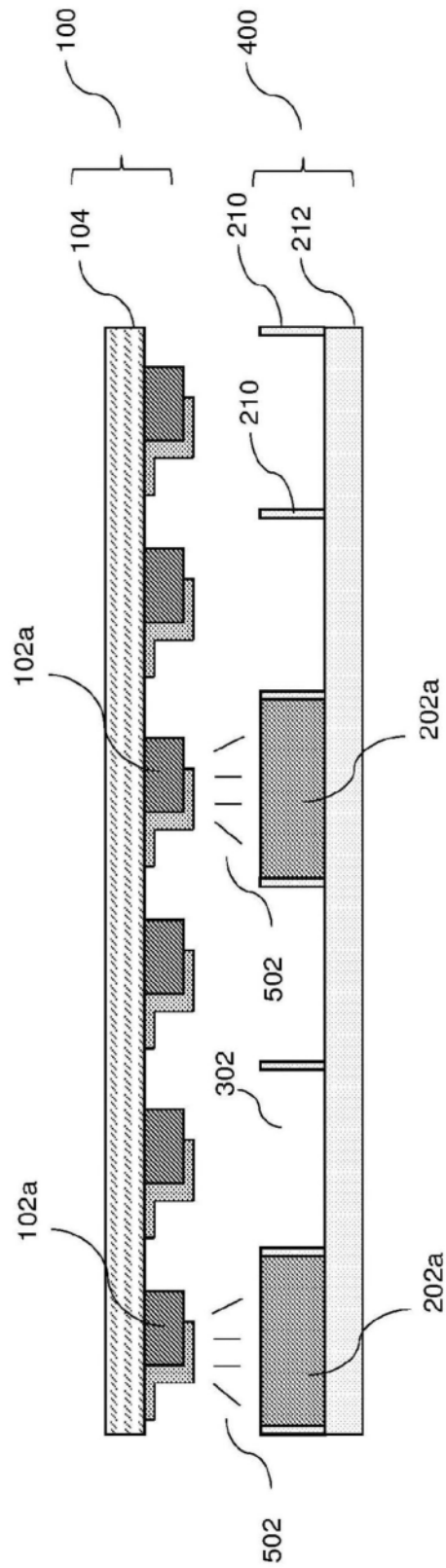


图5

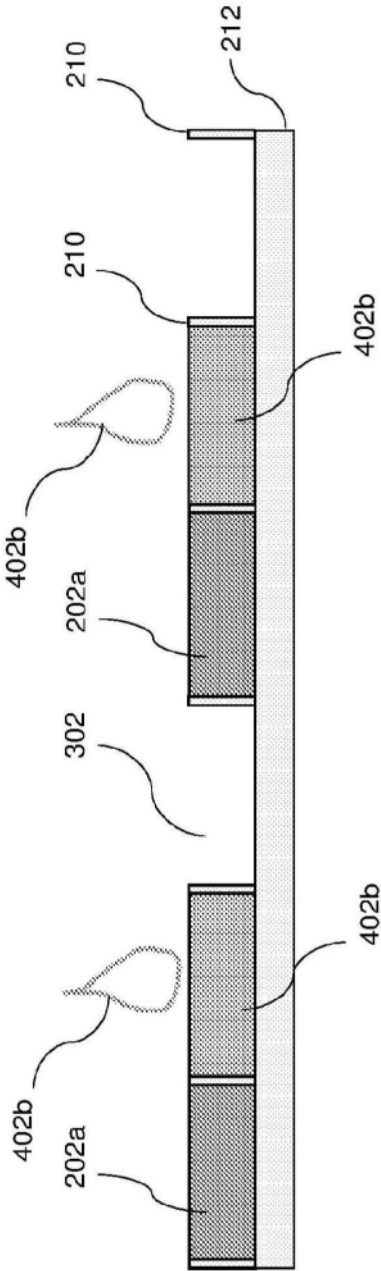


图6

600

700

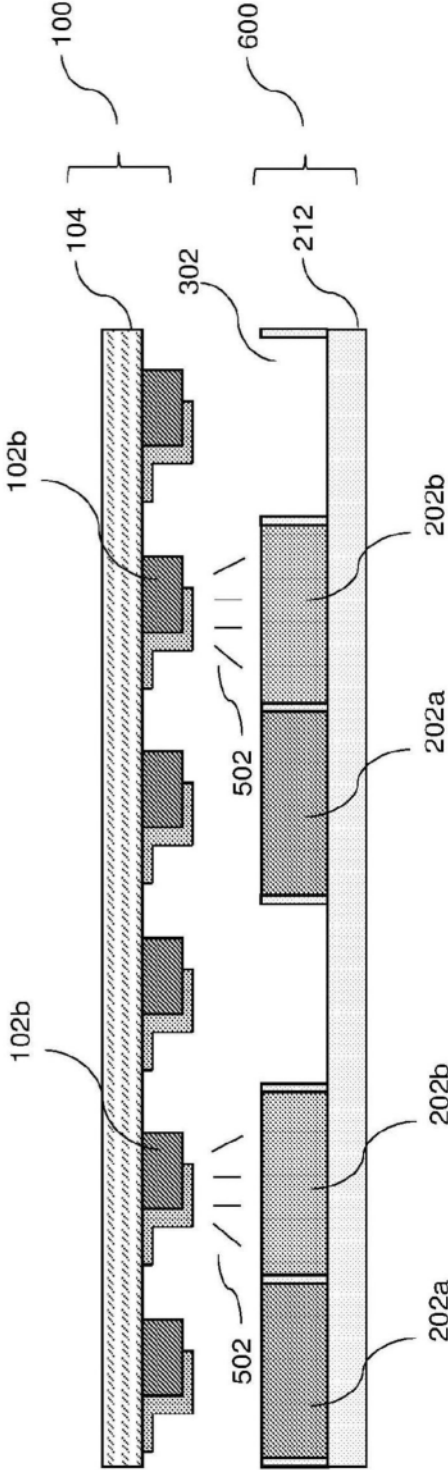


图7

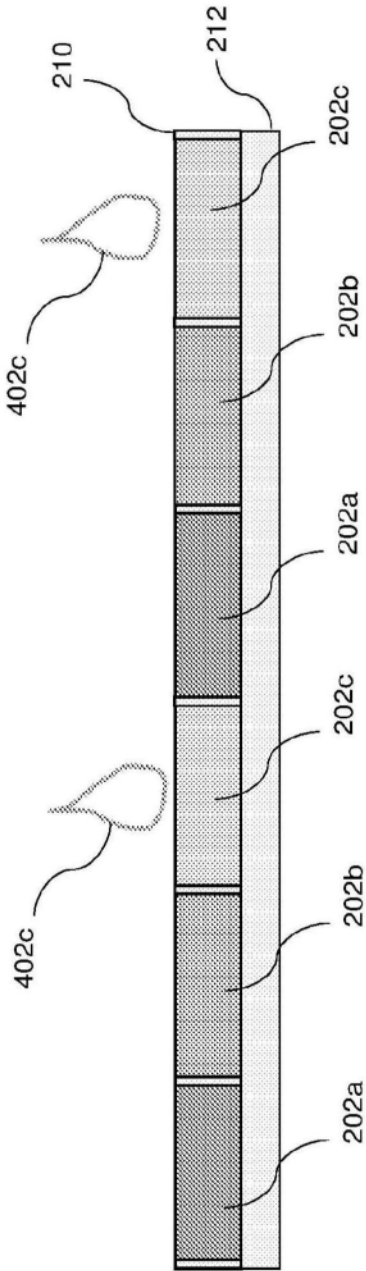


图8

800

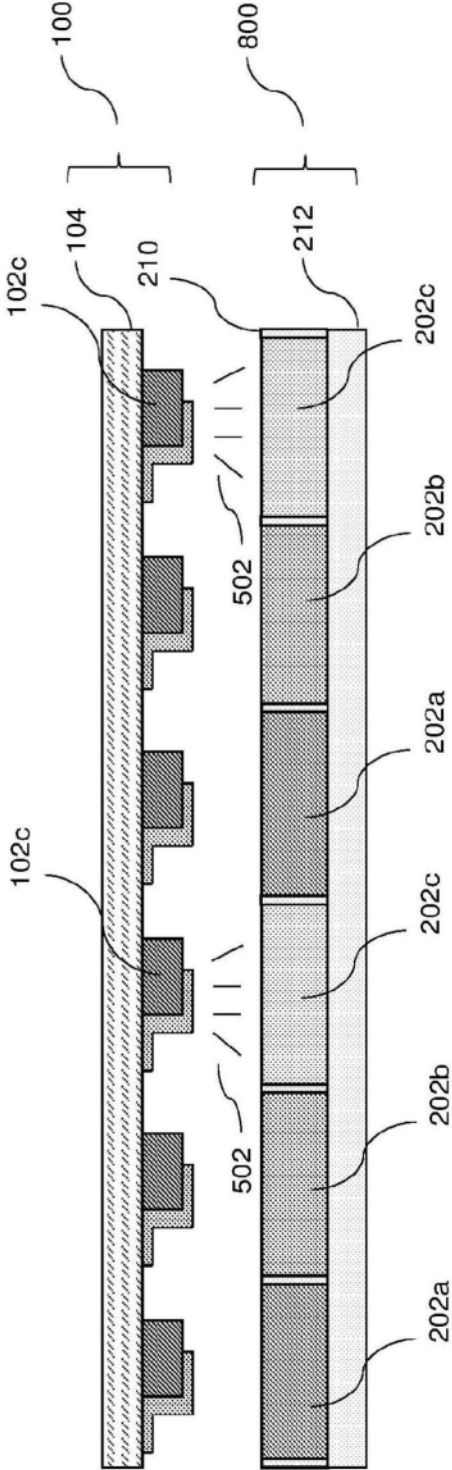


图9

900

201

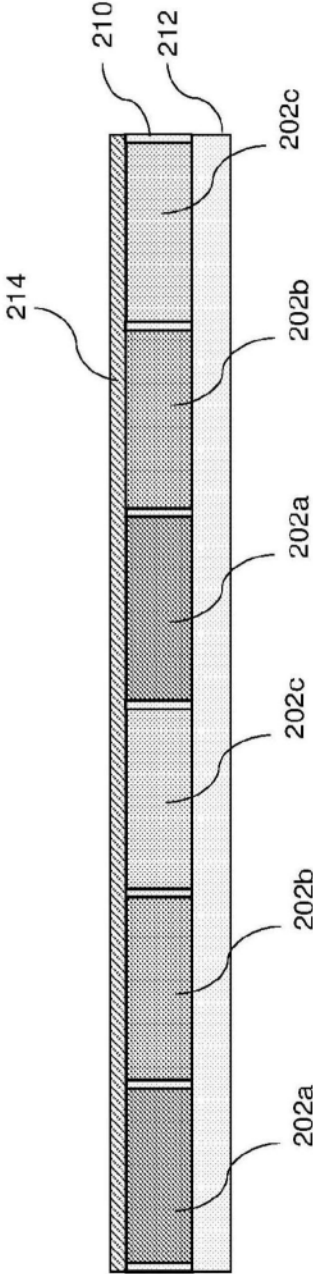


图10

1100

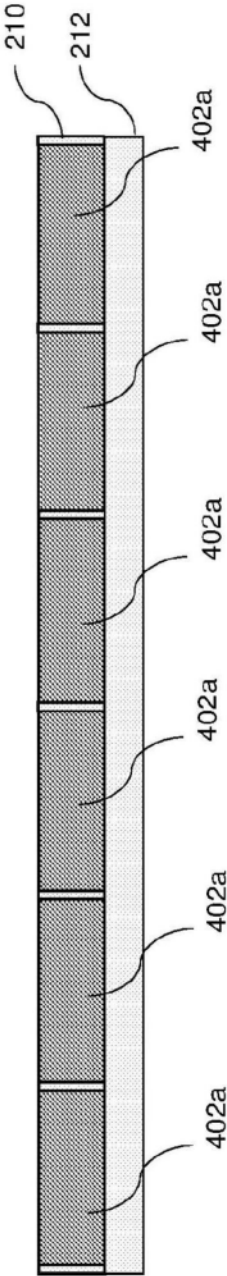


图11

1200

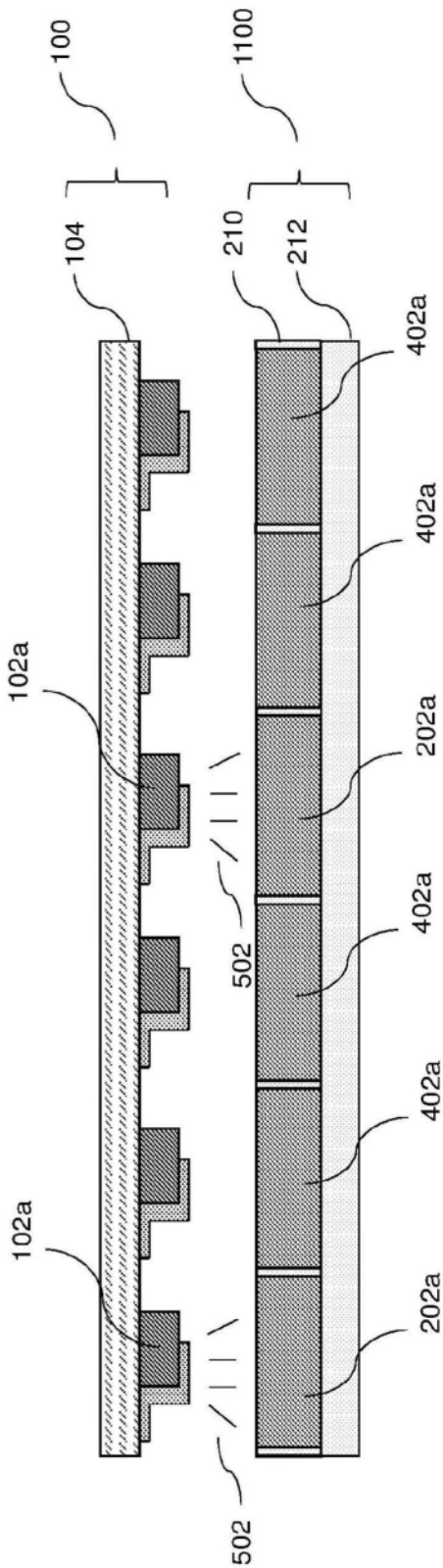
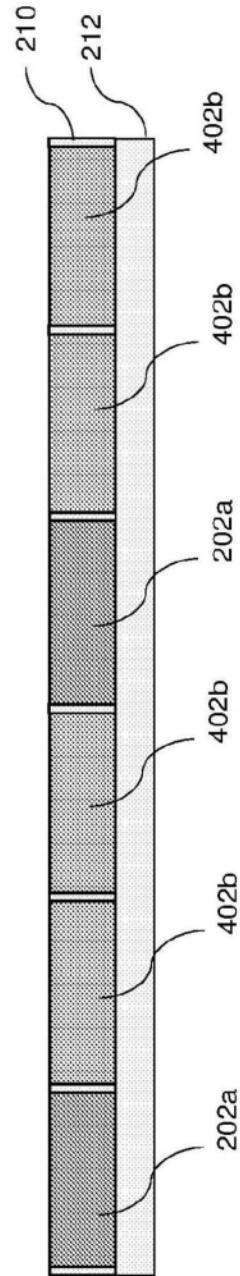


图12



1300

图13

1400

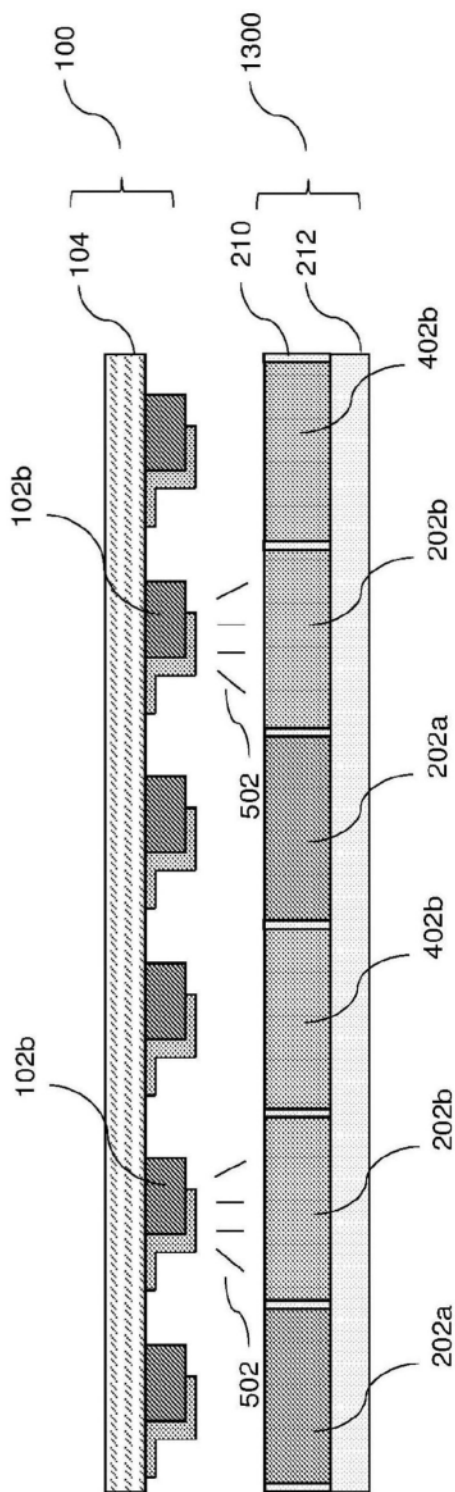


图14

1500

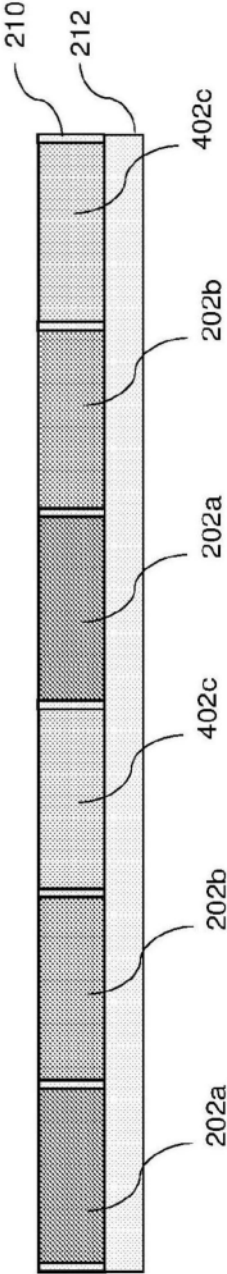


图15

1600

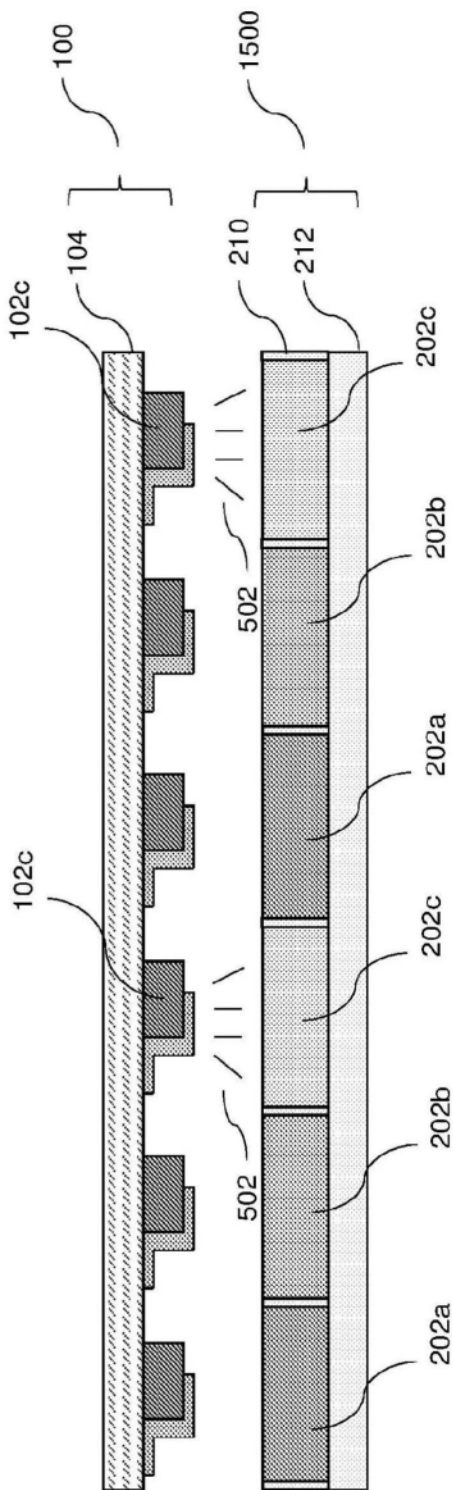


图16

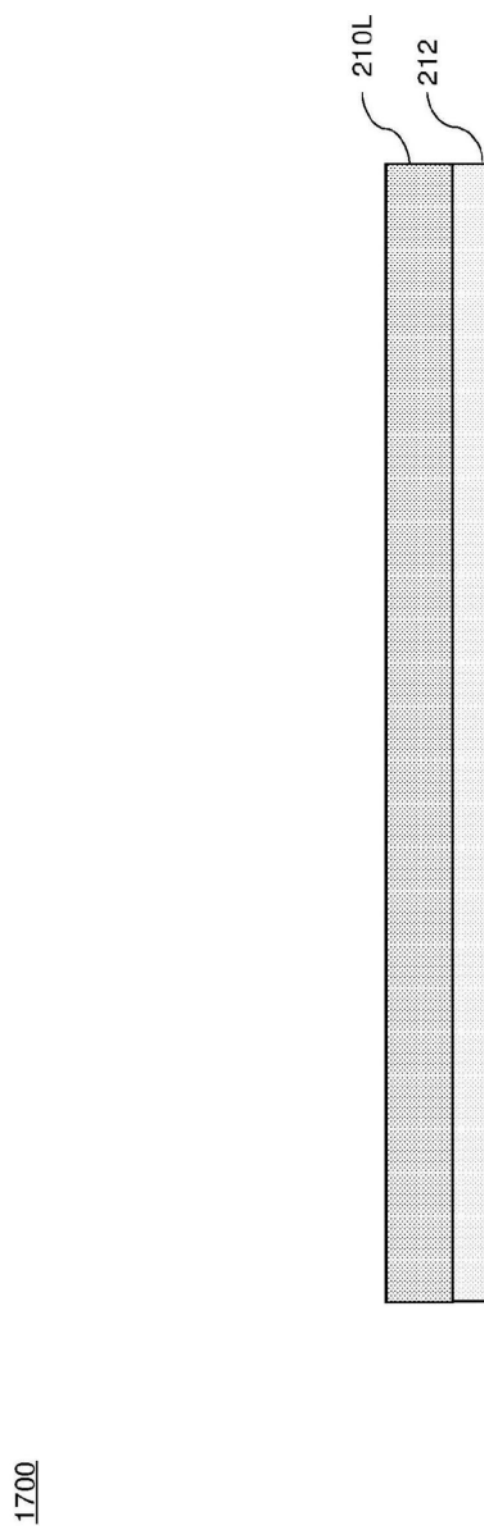


图17

1800

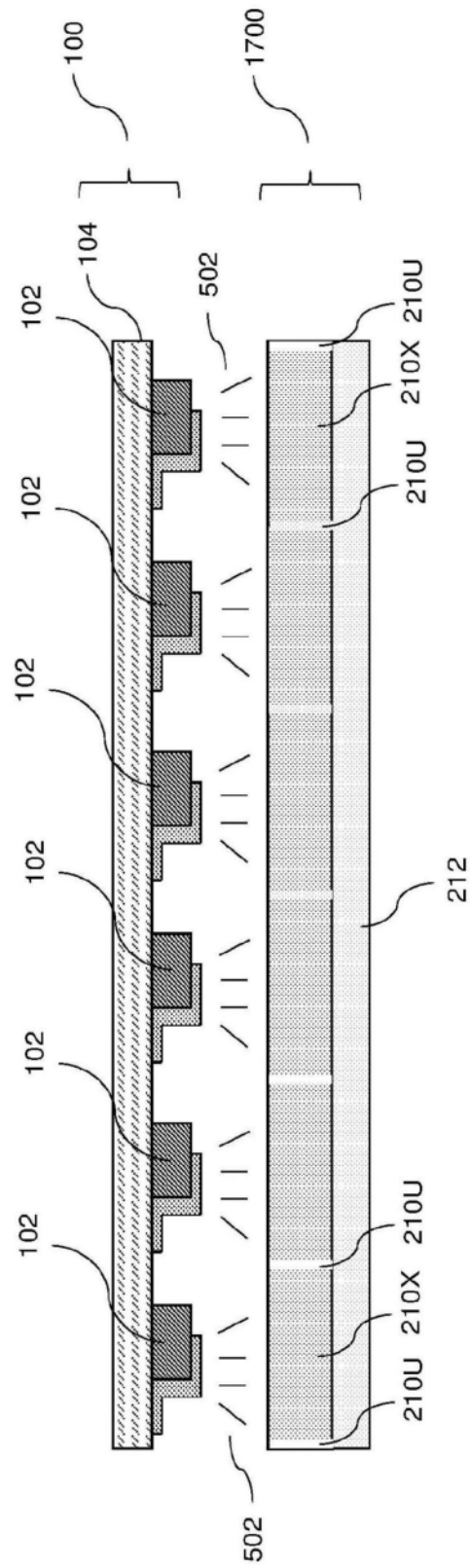


图18

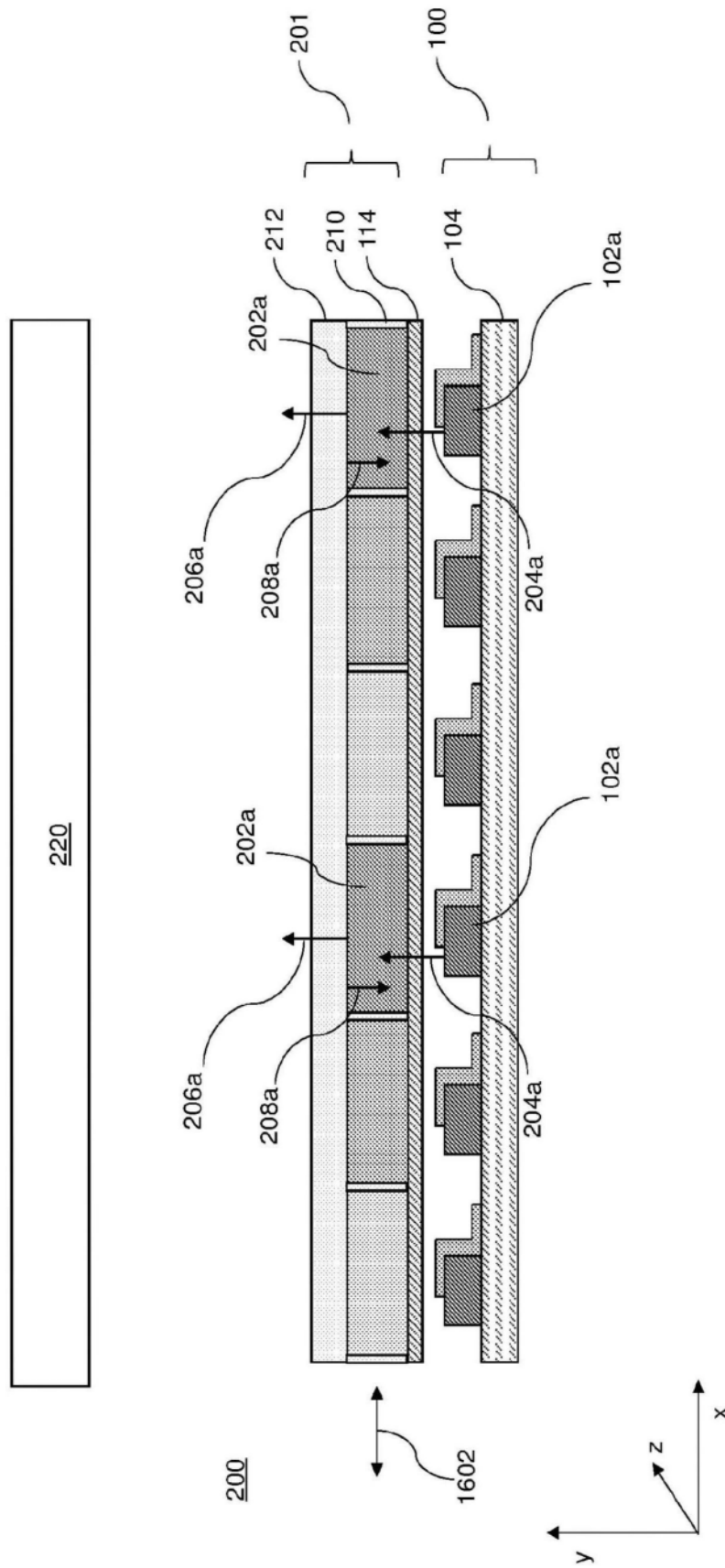


图19

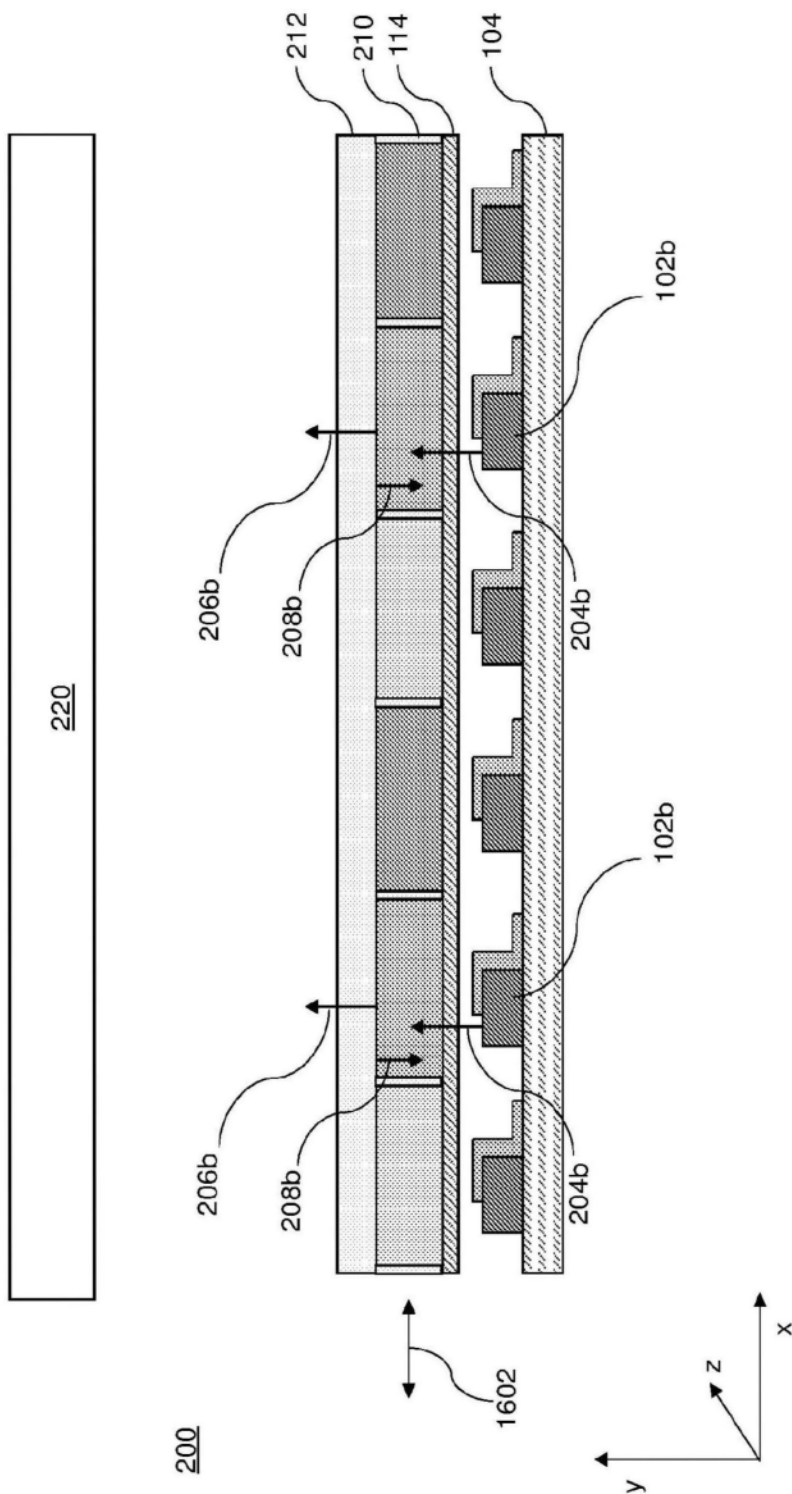


图20

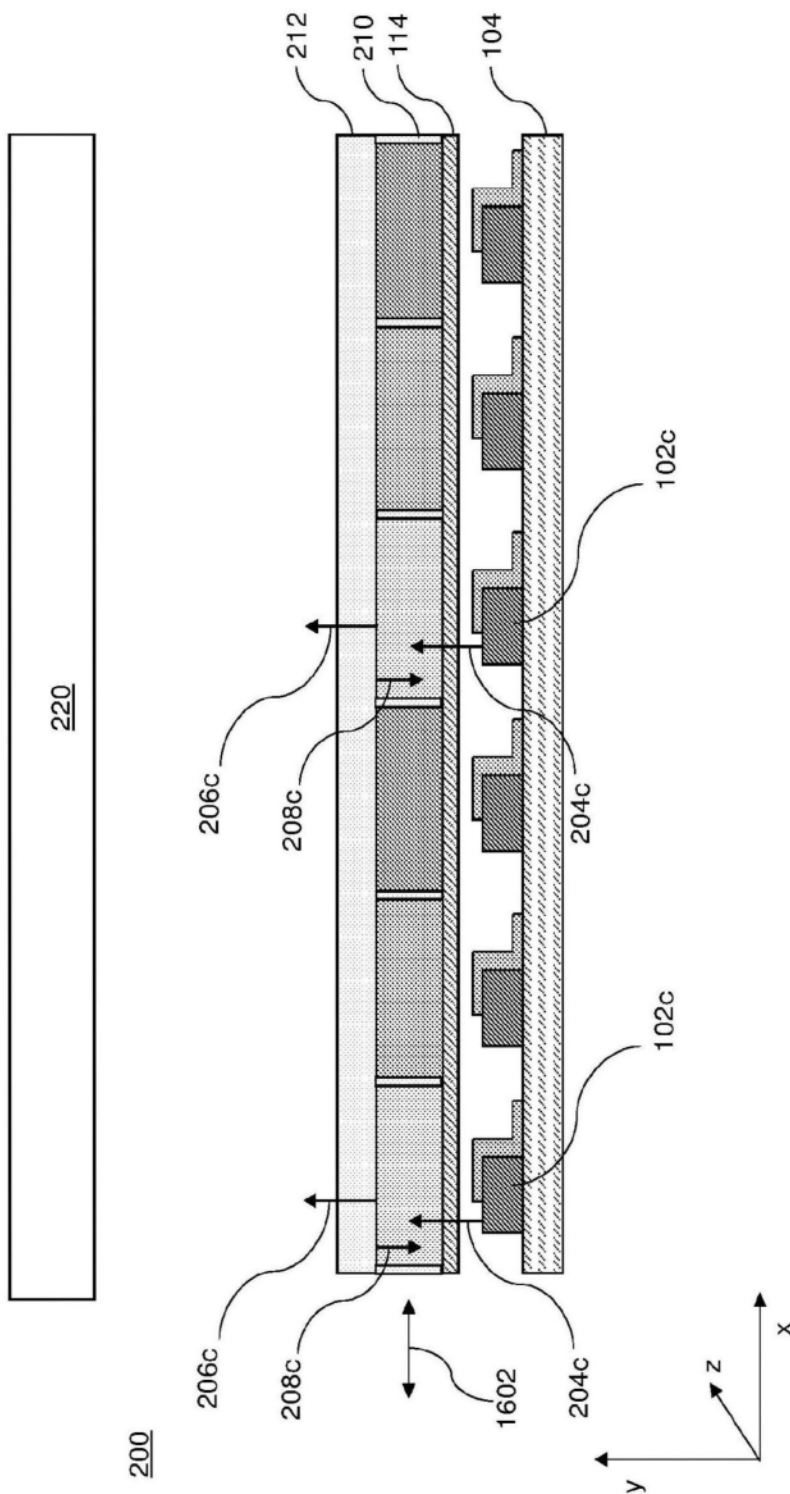


图21

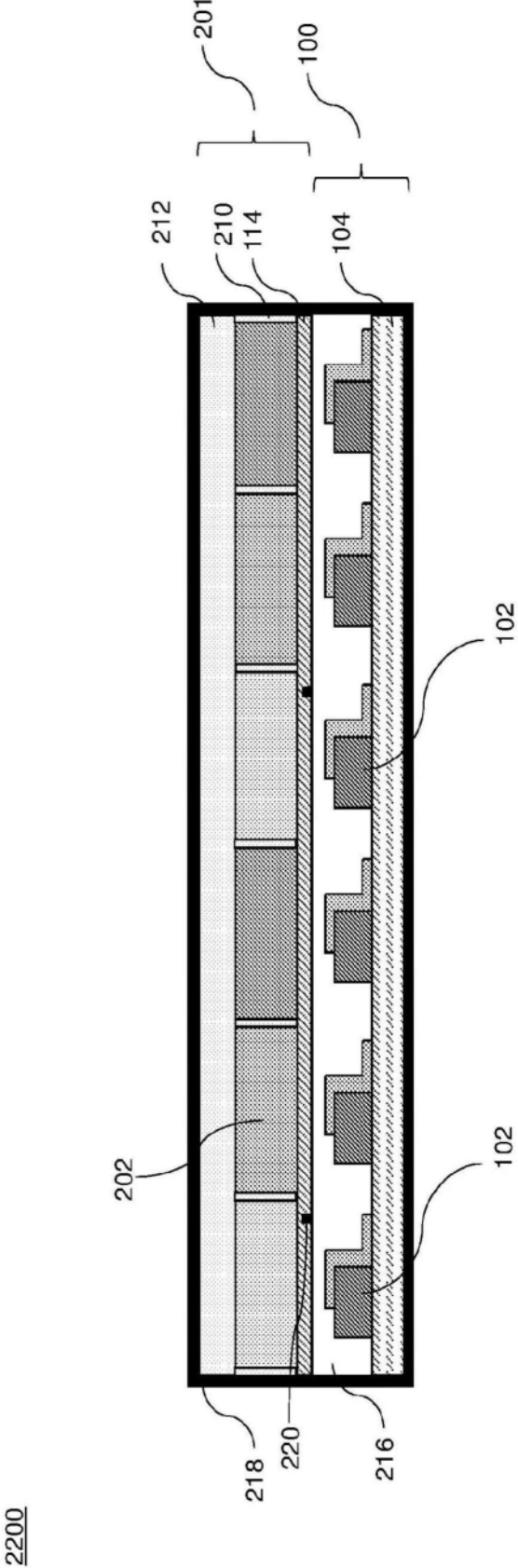


图22

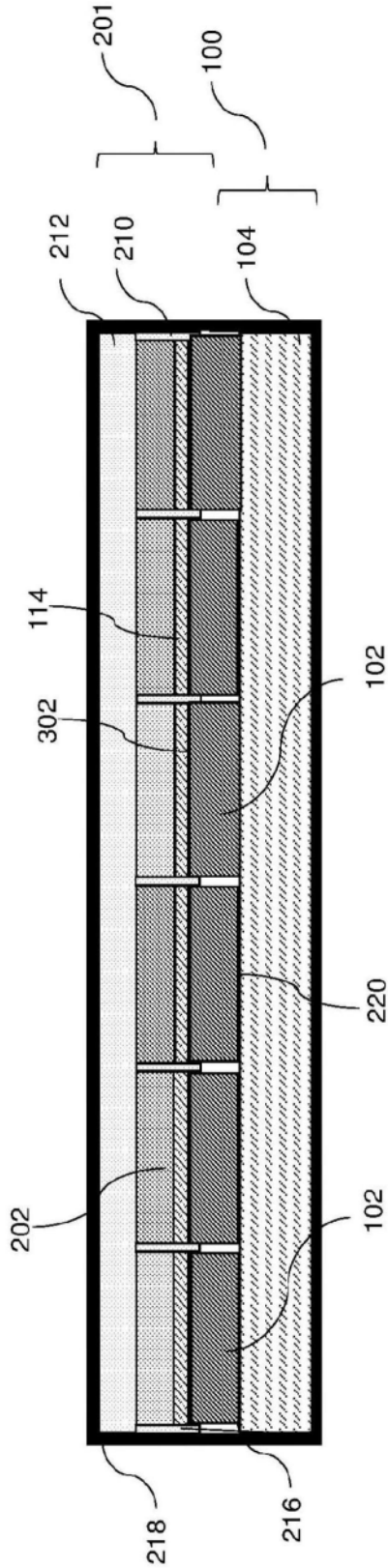


图23

2300