(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110462834 A
(43)申请公布日 2019.11.15

(21)申请号 201880018492.3

(22)申请日 2018.03.16

(30)优先权数据
62/472,121 2017.03.16 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2019.09.16

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2018/022785 2018.03.16

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2018/170352 EN 2018.09.20

(71)申请人 康宁股份有限公司
地址 美国纽约州

(72)发明人 T·J·奥斯雷

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100
代理人 乐洪咏 郭辉

(51)Int.Cl.
H01L 27/15(2006.01)
H01L 33/00(2006.01)
H01L 33/48(2006.01)

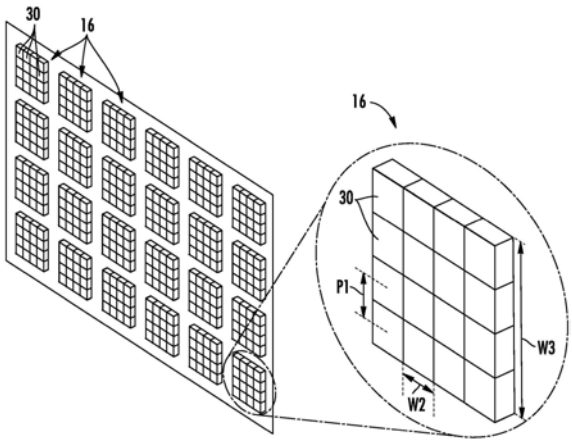
权利要求书3页 说明书8页 附图10页

(54)发明名称

大量转移微型LED的方法和工艺

(57)摘要

提供了一种形成微型LED器件或显示器的方法。所述方法包括将多个微型LED材料晶片转移到转运基片上。所述方法包括将所述多个微型LED的子组从转运基片转移到显示器背板。所转移的微型LED子组包括来自所述多个微型LED材料晶片中每个晶片的至少一个微型LED。转运基片周界限定的区域大于或等于显示器背板周界限定的区域。显示器所需微型LED总数中的较大百分比在单一步骤中被转移。在来自多个晶片的微型LED材料尚被转运基片支承时蚀刻微型LED材料，由此形成微型LED。



CN 110462834 A

1.一种形成微型LED显示器的方法,该方法包括:

将多个微型LED材料晶片转移到转运基片的第一主表面上,其中转运基片的第一主表面的周界限定第一区域,其中由所述微型LED材料晶片中的每个微型LED材料晶片形成多个微型LED;以及

将所述多个微型LED的子组从转运基片转移到显示器背板的第一主表面,所述显示器背板具有电触头,所述电触头连接到被转移的所述多个微型LED中的每个微型LED,其中所转移的微型LED的子组包括来自所述多个微型LED材料晶片中每个微型LED材料晶片的至少一个微型LED,其中所述第一区域等于或大于所述显示器背板的第一主表面的周界限定的第二区域。

2.根据权利要求1所述的方法,其中所述转运基片的第一区域大于微型LED材料晶片之一的周界限定的第三区域。

3.根据权利要求2所述的方法,其中所述转运基片的第一区域超过所述第三区域的10倍。

4.根据权利要求1所述的方法,其中所述微型LED的子组从转运基片转移到显示器背板还包括:

移动转运基片,使微型LED定位成与显示器背板的第一主表面相对;以及

在转运基片保持定位成使微型LED与显示器背板的第一主表面相对时,从转运基片释放n个非相邻微型LED到显示器背板的第一主表面上,其中n大于或等于受显示器背板支承的LED总数的5%。

5.根据权利要求1所述的方法,还包括在微型LED材料晶片受转运基片支承时蚀刻所有的微型LED材料晶片,以形成所述多个微型LED。

6.根据权利要求5所述的方法,其中蚀刻包括在微型LED材料晶片受转运基片的第一主表面支承时将光致抗蚀剂涂层施加到所有微型LED材料晶片上并图案化。

7.根据权利要求1所述的方法,其中转运基片是一片玻璃或玻璃陶瓷材料,所述第一区域至少为300cm^2。

8.根据权利要求1所述的方法,其中转运基片支承至少10个微型LED晶片。

9.根据权利要求1所述的方法,其中微型LED材料晶片定位在转运基片的第一主表面上,使得垂直取向间隙位于每个微型LED材料晶片与水平相邻的微型LED材料晶片之间,水平取向间隙位于每个微型LED材料晶片与垂直相邻的微型LED材料晶片之间。

10.根据权利要求9所述的方法,还包括:

将多个非相邻的间隔开的微型LED从第二转运基片转移到所述显示器背板的所述第一主表面上,进入显示器背板上所有垂直列内的区域;

将多个非相邻的间隔开的微型LED从第三转运基片转移到所述显示器背板的所述第一主表面上,进入显示器背板上所有水平行内的区域;

将多个非相邻的间隔开的微型LED从第四转运基片转移到所述显示器背板的所述第一主表面上,进入显示器背板上所有水平行与垂直列之间的交叉点内的区域。

11.根据权利要求10所述的方法,其中在从第二基片或第三基片将所述多个非相邻的间隔开的微型LED转移到显示器背板之前,将来自第四转运基片的所述多个非相邻的间隔开的微型LED转移到所述显示器背板的所述第一主表面,进入交叉点内的区域。

12.一种形成微型LED器件的方法,该方法包括:

将未蚀刻微型LED材料晶片结合到转运基片的第一主表面上,其中所述转运基片的第一主表面的长度和宽度中的至少一个大于微型LED材料晶片的长度和宽度,使得多个微型LED材料晶片位于单一转运基片上;以及

在微型LED材料晶片受转运基片支承时蚀刻微型LED材料晶片,以形成微型LED阵列。

13.根据权利要求12所述的方法,其中所述转运基片的第一主表面的长度和宽度均大于微型LED材料晶片的长度和宽度,其中至少10个微型LED晶片结合到所述转运基片的第一主表面上。

14.一种形成LED器件的方法,所述LED器件具有总数为m的微型LED,所述微型LED在选择性导电基片上设置成阵列,并具有平均间距p_2,所述方法包括:

将微型LED的密堆积阵列支承在非导电支承基片的第一主表面上,所述微型LED的密堆积阵列具有平均间距p_1,其中$p_2 \geq 10p_1$;

移动非导电支承基片,从而将所述微型LED的密堆积阵列定位成与选择性导电基片的第一主表面相对;以及

在非导电支承基片被定位成使所述微型LED的密堆积阵列与所述选择性导电基片的第一主表面相对定位的同时,将一组n个非相邻微型LED从支承基片的密堆积阵列释放到导电基片上,其中$n \geq 0.05m$。

15.根据权利要求14所述的方法,还包括形成微型LED的密堆积阵列,其中形成微型LED的密堆积阵列包括:

将至少10个微型LED晶片结合到非导电支承基片上,每个微型LED晶片具有微型LED材料层和生长基片;

在微型LED晶片结合到非导电支承基片上之后,从每个微型LED晶片去除生长基片;以及

在微型LED材料层受非导电支承基片支承时且在去除生长基片后,由结合的微型LED材料层形成微型LED密堆积阵列。

16.一种微型LED支承装置,包含:

玻璃或玻璃陶瓷基片,所述基片包含:

第一主表面;

与第一主表面相反的第二主表面;

至少50摩尔%的SiO_2;

大于200mm的宽度;以及

大于200mm的长度;以及

由至少10个微型LED材料层组成的阵列,该阵列结合到玻璃或玻璃陶瓷基片的第一主表面,每个微型LED材料层形成密堆积微型LED阵列,所述密堆积微型LED阵列具有:

小于或等于100μm的平均间距;以及

每个微型LED具有小于或等于100μm的宽度;

其中玻璃基板支承的微型LED的总数大于1千万。

17.根据权利要求16所述的微型LED支承装置,其中微型LED材料层的阵列包括至少30个结合到玻璃或玻璃陶瓷基片的第一主表面上的微型LED材料层,其中玻璃基片支承的微

型LED的总数大于8亿。

18.根据权利要求16所述的微型LED支承装置,其中所述玻璃或玻璃陶瓷在第一主表面与第二主表面之间具有0.25-1mm的平均厚度,其中所述玻璃或玻璃陶瓷基片包含67-70摩尔%的SiO_2。

19.根据权利要求16所述的微型LED支承装置,还包含:

位于每个微型LED材料层与水平相邻微型LED材料层之间的多个纵向取向的间隙;以及

位于每个微型LED材料层与垂直相邻微型LED材料层之间的多个横向取向的间隙。

20.根据权利要求16所述的微型LED支承装置,其中纵向取向的间隙和横向取向的间隙的宽度均为至少0.5mm。

大量转移微型LED的方法和工艺

[0001] 相关申请的交叉参考

[0002] 本申请根据35U.S.C.§119要求2017年3月16日提交的美国临时申请系列第62/472,121号的优先权,其内容作为本申请的基础并且通过参考完整地结合于此。

[0003] 背景

[0004] 本公开总体涉及微型LED器件制造领域,具体涉及将微型LED大量转移到诸如显示器背板这样的器件上的工艺。一般而言,微型LED材料生长在诸如蓝宝石这样的生长基片上。然后对微型LED材料进行蚀刻,通常是LED材料尚在生长基片上的时候进行,以形成微型LED。为了将微型LED用于各种应用,如显示器应用,要将微型LED转移到显示器背板上。由于蚀刻后微型LED紧密堆积,而在显示器背板上需要分散堆积,所以实践表明,微型LED的高效转移非常困难,尤其是对于大面积显示器而言。

[0005] 概述

[0006] 本公开的一个实施方式涉及形成微型LED显示器的方法。所述方法包括将多个微型LED材料晶片转移到转运基片的第一主表面上。转运基片的第一主表面的周界限定第一区域,每个微型LED材料晶片形成多个微型LED。所述方法包括将所述多个微型LED的子组从转运基片转移到显示器背板的第一主表面上,显示器背板有电触头连接到转移的所述多个微型LED中的每个微型LED。转移的微型LED的子组包括至少一个来自所述多个微型LED材料晶片中每个微型LED材料晶片的微型LED,所述第一区域等于或大于由显示器背板的第一主表面的周界限定的第二区域。

[0007] 本公开的另一实施方式涉及形成LED器件的方法,所述LED器件具有总数为m的微型LED,所述微型LED在选择性导电基片上设置成阵列,并具有平均间距p_2。所述方法包括将微型LED的密堆积阵列支承在非导电支承基片的第一主表面上。微型LED的密堆积阵列具有平均间距p_1,其中$p_2 \geq 10p_1$。所述方法包括移动非导电支承基片,从而将微型LED的密堆积阵列定位成与选择性导电基片的第一主表面相对。在非导电支承基片被定位成使微型LED的密堆积阵列与选择性导电基片的第一主表面相对定位的同时,所述方法包括将一组n个非相邻微型LED从支承基片的密堆积阵列释放到导电基片上,其中$n \geq 0.05m$。

[0008] 本公开的另一实施方式涉及微型LED支承装置。所述微型LED支承装置包括玻璃或玻璃陶瓷基板。玻璃或玻璃陶瓷基板包括第一主表面、与第一主表面相反的第二主表面、至少50摩尔%的SiO_2、大于200mm的宽度和大于200mm的长度。所述微型LED支承装置包括由至少10个微型LED材料层组成的阵列,该阵列结合到玻璃或玻璃陶瓷基片的第一主表面,并且每个微型LED材料层形成密堆积微型LED阵列。所述密堆积微型LED阵列具有小于或等于100μm的平均间距,每个微型LED具有小于或等于100μm的宽度。玻璃基板支承的微型LED的总数大于1千万。

[0009] 在以下的详细描述中给出了其他特征和优点,其中的部分特征和优点对本领域的技术人员而言,根据所作描述就容易看出,或者通过实施包括以下详细描述、权利要求书以及附图在内的本文所述的各种实施方式而被认识。

[0010] 应理解,前面的一般性描述和以下的详细描述都仅仅是示例性的,用来提供理解

权利要求的性质和特性的总体评述或框架。

[0011] 所附附图提供了对本发明的进一步理解,附图被结合在本说明书中并构成说明书的一部分。附图例示了一个或多个实施方式,并与说明书一起用来解释各种实施方式的原理和操作。

[0012] 附图简述

[0013] 图1是根据示例性实施方式正将微型LED晶片结合到转运基片上的示意图。

[0014] 图2是显示根据示例性实施方式在微型LED材料层结合到转运基片上之后从微型LED材料层释放生长基片的示意图。

[0015] 图3是根据示例性实施方式的转运基片的示意性透视图,该转运基片支承有来自蚀刻之前的多个晶片的微型LED材料层。

[0016] 图4是根据示例性实施方式仍支承在转运基片上的来自多个晶片的微型LED材料的示意性透视图,所述多个晶片已蚀刻成微型LED。

[0017] 图5是根据示例性实施方式的转运基片的示意性平面图,所述转运基片支承有从多个晶片材料蚀刻而来的微型LED。

[0018] 图6是根据示例性实施方式的图5所示转运基片的示意图,所述转运基片与显示器背板相邻定位。

[0019] 图7是根据示例性实施方式的示意图,其中选定的非相邻微型LED从转运基片释放,并结合到显示器背板上。

[0020] 图8是根据示例性实施方式释放选定的非相邻微型LED之后转运基片的示意性平面图。

[0021] 图9是根据示例性实施方式从转运基片接收选定的非相邻微型LED之后显示器背板的示意性平面图。

[0022] 图10是根据示例性实施方式的示意性平面图,其呈现了显示器背板上的间隙群。

[0023] 图11显示了根据示例性实施方式位于转运基片上的经蚀刻微型LED,其具有小间距。

[0024] 图12显示了根据示例性实施方式位于转运基片上的具有大间距的几组微型LED,每组具有三个微型LED。

[0025] 详细描述

[0026] 总体参考附图,呈现和描述了用于形成微型LED显示器背板的系统和方法的各种实施方式。在各种实施方式中,本文所讨论的系统和方法利用较少的步骤将所需的微型LED全部转移到显示器背板上,为微型LED背板提供布居(population)。微型LED一般这样形成:在沉积/生长的微型LED材料受生长基片(例如蓝宝石生长基片)支承的同时,将微型LED蚀刻成高密度阵列,从而形成各个微型LED。经蚀刻的微型LED非常小(例如尺寸小于100μm,有些小至12.5μm x 12.5μm或更小),并且相邻的初始形成状态的微型LED之间的间隔(即间距)也非常小(例如间距小于100μm,小于15μm或更小)。

[0027] 显示器背板上相邻微型LED之间的间隔通常比生长晶片上相邻的初始形成状态的微型LED之间的间隔大许多倍。在大面积微型LED器件或显示器的开发中,将微型LED从蚀刻后的密集态高效地转变为显示器背板上的分散态是主要挑战,因为申请人注意到的大多数现有转移方法需要数百个独立的转移步骤对大尺寸显示器背板进行布居(例如尺寸大于约

300mm x 300mm或更大的显示器)。

[0028] 如本文所讨论,本文所讨论的系统和方法以较少的转移步骤(例如20个或更少,在具体实施方式中为12个转移步骤,在其他实施方式中为4个转移步骤)完成了背板上的分散布居。如下文将更详细讨论,本文所讨论的高效背板布居系统和方法包括将微型LED材料从大量生长基片转移到大的转运基片上形成阵列(例如平铺),所述转运基片与显示器背板的尺寸一样大或更大。

[0029] 在来自多个晶片的微型LED材料受转运基片支承的同时,将微型LED材料蚀刻成微型LED阵列。申请人相信,通过在多个晶片的微型LED材料受背板支承的同时立即蚀刻来自多个晶片的微型LED,微型LED在整个转运基片上具有非常小的间距变化(至少相比于微型LED在生长基片上蚀刻并在蚀刻后转移到普通转运基片上)。此工艺设立转运基片来支承微型LED的密堆积阵列,所述转运基片与显示器背板一样大(或潜在更大)。

[0030] 接下来,将大的微型LED支承转运基片与显示器背板对齐,将大量非相邻微型LED从支承基片释放(例如通过激光释放)到显示器背板上。为了在显示器背板上提供分散微型LED布居,将来自转运基片的彼此间隔所需显示器背板间距的非相邻微型LED从转运基片释放,并结合到显示器背板上。

[0031] 因此,在此实施方式中,通过单一转移步骤将数量非常大的微型LED(例如用于显示器的微型LED总数的至少5%)沉积到显示器背板上。可以理解,大多数微型LED显示器在显示器背板的每个位置包括几组微型LED,其中包括红色微型LED、蓝色微型LED和绿色微型LED,在这样的实施方式中,形成完整布居的显示器背板经过至少一次转移,每种微型LED颜色来自不同的转运基片。

[0032] 在具体实施方式中,申请人相信,微型LED晶片可以这样的方式结合到转运基片上,使得转运基片上相邻基片之间形成空行和空列形式的间隔或间隙,这些间隙大于初始形成的微型LED间距。如下文将要讨论,在这样的实施方式中,本文所讨论的系统和方法包括使用布居有微型LED的附加转运基片,其用于将“间隙”布居在显示器背板上,这些“间隙”来自初始转运基片上晶片间的间隙行和列。不过,在这样的实施方式中,所需的LED转移步骤总数小于20,具体可为12:用于三种微型LED颜色中每种颜色的一次初始转移,用于三种微型LED颜色中每种颜色的一次行间隙填充转移,用于三种微型LED颜色中每种颜色的一次列间隙填充转移,以及用于三种微型LED颜色中每种颜色的一次交叉间隙填充转移。即使在造成转运基片上晶片间的间隙的实施方式中,相比于典型背板布居工艺的数百个转移步骤,显示器背板可通过少于20个步骤完成布居。

[0033] 参考图1-10,呈现和描述了对显示器背板进行高效布居的方法。如图1所示,将多个(例如至少10个、至少30个、至少100个)微型LED晶片10结合、附着或转移到转运基片12上。如图1所示,每个微型LED晶片10的外表面结合到转运基片12的第一主表面14上。在具体实施方式中,每个微型LED晶片10包括支承在生长基片18上的微型LED材料层16(例如用于蓝色和绿色微型LED的GaN,用于红色微型LED的InP)。在此实施方式中,每块晶片的微型LED材料层16结合到(例如通过粘合剂材料)转运基片的主表面14上。如图2所示,在结合到基片12上之后,释放每块生长基片18(例如借助于箭头19表示的激光释放工艺,或者借助于替代方法,如研磨和抛光),从每块晶片10上留下每个微型LED材料层16结合在转运基片12上。

[0034] 应当理解,出于图示目的,图1显示在一个步骤中将生长基片18从微型LED层16上

移除。但在一些实施方式中，每块生长基片18可在其微型LED层16附着到转运基片12上之后且在附接下一个相邻的微型LED层16之前移除。在这样的实施方式中，申请人相信，通过在附接相邻微型LED层16之前移除生长基片18，相邻微型LED层16之间形成的间隙可以非常小(约1mm)。

[0035] 在具体实施方式中，转运基片12具有粘合剂，所述粘合剂开始是未固化的，随后一旦微型LED材料层16与粘合剂接触则立即固化。在一个实施方式中，粘合剂是UV固化粘合剂，例如UV光穿过转运基片12固化粘合剂。下面会更详细讨论微型LED的选择去除。用激光温热粘合剂，使其在要释放微型LED的位置回到液体状态，这样可实现单个微型LED的选择性释放。来自激光的热也可用来加热显示器背板上的焊料(下文讨论)，焊料随后冷却并凝固，使微型LED结合到显示器背板上，并能从转运基片12上释放。

[0036] 参考图1-3，微型LED晶片10沿着宽度和长度维度(图中取向)结合，使得来自微型LED晶片10的LED材料16在转运基片12上形成阵列或平铺布置。从图3可以看得最清楚，在去除生长基片18后，来自晶片10的大量微型LED材料层16沿着转运基片12的主表面14布置成阵列或平铺图案。

[0037] 如图3所示，转运基片12具有宽度维度W1和长度L1。从图1和3可以看得最清楚，转运基片12显著大于晶片10，使得多块晶片10(和多块晶片10的微型LED材料层16)贴合在转运基片12的周界范围内。在这样的实施方式中，转运基片具有周长2W1+2L1。在具体实施方式中，2W1+2L1大于晶片10的最外周界的长度的3倍，具体大于其5倍，更具体大于其10倍。类似的，由图3可见，转运基片12的第一主表面14的面积比每个微型LED材料层16的面积大至少10倍。所述的这些尺寸差异使单块转运基片12能够支承来自多块晶片10的微型LED材料层16。举例而言，所述单块转运基片12是诸如单一材料的整体连续连接片材，或者一组这样的片材连接到一起形成单块转运基片。应当理解，出于图示目的，图3显示了20个微型LED材料层16结合到转运基片12上，而在许多应用中，在转运基片12构造成对大的显示器背板(例如50英寸显示器、65英寸显示器、75英寸显示器等)或多块显示器背板进行布居时，转运基片12与显示器背板一样大或者更大，包括足够多的微型LED材料层16来填充表面14的面积。

[0038] 在具体实施方式中，转运基片12所取尺寸适合通过少量微型LED转移步骤对较大的显示器背板进行布居。在具体实施方式中，W1和/或L1可以是至少200mm，至少300mm，至少700mm，至少1270mm，至少1650mm，至少1900mm，至少2200mm等。在这些实施方式中，转运基片12的主表面14的面积大于300cm^2，大于1000cm^2，大于5000cm^2，大于1000cm^2等。

[0039] 在具体实施方式中，转运基片12是非导电支承基片，它不包括用来给存在于显示器背板上的微型LED供电的电连接。在各种实施方式中，基片12是玻璃或玻璃陶瓷材料的片材。在一些这样的实施方式中，基片12的材料包含至少50摩尔％的SiO_2，在具体实施方式中包含67摩尔％至70摩尔％的SiO_2。在具体实施方式中，基片12可以是康宁股份有限公司生产的Eagle XG玻璃。

[0040] 在各种实施方式中，除了具有大的周长和面积外，基片12可较薄、较轻，以利于在本文所讨论的处理过程中转运。如图2所示，基片12具有与第一主表面14相反的第二主表面26。基片12具有表面14与表面26之间限定的厚度T1。在具体实施方式中，T1在0.25mm与1mm之间。

[0041] 如图3所示，在一些实施方式中，将微型LED晶片10布置到转运基片12上，产生多个

水平取向的间隙行20、多个垂直取向的间隙列22和位于行20与列22之间交叉处的多个交叉间隙24。在一些实施方式中，申请人相信，由于微型LED晶片10的尺寸和/或将微型LED材料层16结合到转运基片12的结合和释放过程所施加的约束，当微型LED晶片10附接到转运基片12时，微型LED晶片10之间相互靠近的程度可能也受到限制。这种限制导致微型LED材料层16的相邻区域之间的间隙20、22和24。

[0042] 由图3可见，间隙20、22和24与微型LED材料层16的尺寸相比相当大，与将要由微型LED材料层16形成的微型LED的尺寸相比非常大。在各种实施方式中，间隙20和22一般具有间隙尺寸，示为G1。在具体实施方式中，G1大于0.5mm，具体在0.5mm与1.5mm之间，更具体约为1mm。应当理解，为便于图示，间隙尺寸G1在图3中放大了。作为例子，微型LED材料层的尺寸通常在约100mm的量级上，在这样的实施方式中，转运基片12的表面积的至少90％、具体至少95％、更具体至少99％被微型LED材料层16占据。如下面将结合图10更详细解释，本文所讨论的各种显示器背板布居方法为每种颜色的微型LED使用三块附加转运基片，用来在显示器背板上布居对应于间隙20和22以及交叉点24的空间。

[0043] 如图4所示，一旦移除生长基片18，留下微型LED材料层16被支承在转运基片12上，就由位于基片12上的多个微型LED层16形成微型LED 30。如图4所示，多个微型LED材料层16在还受到转运基片12支承的时候形成微型LED 30。在具体实施方式中，所有微型LED材料层16在还受到转运基片12支承的时候形成所有微型LED 30。

[0044] 在特定实施方式中，微型LED 30这样形成：在微型LED材料层16还受到转运基片12支承时，蚀刻所有微型LED材料层16，形成多个微型LED 30。在一些实施方式中，蚀刻形成微型LED 30包括在微型LED材料层16还受到转运基片12的第一主表面14支承时，将光致抗蚀剂涂层施加到所有微型LED材料层16上。

[0045] 应当理解，为便于描绘，图4显示来自每块晶片10的微型LED材料层16被蚀刻成16个微型LED。虽然由每个微型LED材料层16形成的微型LED 30的确切数量将取决于晶片10的尺寸和每个微型LED 30的最终尺寸，但每个微型LED材料层16都形成大量微型LED。在具体实施方式中，每个微型LED材料层16形成超过1,000,000个微型LED 30，至少1千万个微型LED 30，至少3千万个微型LED 30，等等。因此，在各种实施方式中，每个转运基片12可支承超过1千万个微型LED，超过1亿个微型LED 30，超过5亿个微型LED，超过8亿个微型LED，等等。

[0046] 继续参考图4，由每个微型LED材料层16形成的微型LED 30的数量取决于每个微型LED 30的尺寸(示为W2)、每个微型LED层16的尺寸(示为W3)和每个微型LED材料层16中相邻微型LED 30之间的间隔或间距(示为P1)。在各种实施方式中，W2小于或等于100μm，P1小于或等于100μm。在各种实施方式中，W3在50mm与150mm之间，更具体约为100mm。在一些实施方式中，微型LED 30可以非常小，或者是密堆积微型LED。具体而言，在一些实施方式中，微型LED 30可为矩形，尺寸为约11.5x 11.5μm，在一些这样的实施方式中具有约12.5μm的间距P1。在一些实施方式中，W2可小至5μm。

[0047] 参考图5-9，显示了利用转运基片12对一块或多块显示器背板40进行布居。为了说明利用本文所讨论的系统和方法对显示器背板进行布居，图5显示转运基片12有更多区域的微型LED材料16被蚀刻成微型LED 30。为便于图示，图5将间隙行20和间隙列22显示为直线。

[0048] 一般而言，参考图6，显示为显示器背板40的选择性导电基片(如具有导电径迹的绝缘基片)是支承装置，其构造用来接收微型LED 30并在显示器应用中支承微型LED 30。在特定应用中，显示器背板40是支承装置，其包括一个或多个导电层/元件和电触头，它们将与转移至显示器背板40上的微型LED30连接。

[0049] 参考图6和图7，移动并定位转运基片12，使得微型LED 30面对显示器背板40的第一主表面42。应当理解，显示器背板40上所需的微型LED间距P2大于转运基片12上致密蚀刻状态的微型LED 30的蚀刻间距P1。参考图7，为了适应显示器背板40所需的较大微型LED间距P2，将微型LED 30的子组从转运基片12转移(例如通过选择性激光释放)至显示器背板40。如图7所示，显示器背板40所需的间距通过从基片12转移非相邻微型LED 44而得到适应，所述非相邻微型LED 44彼此间隔所需的背板间距P2。

[0050] 此外，为了减少所需转移步骤的数量或将其减至最少，转运基片12的表面14的面积大于或等于显示器背板40的表面42的面积。因此，由于基片12与显示器背板40一样大或比后者更大，在图6和7所示的面对面布置的情况下，基片12上的一个微型LED 30将面对显示器背板40上大部分或全部所需LED位置。因此，选择性释放彼此相隔显示器间距P2的各非相邻微型LED 30在显示器背板40上形成具有间距P2的转移微型LED 44。通过这种方式，大部分或全部显示器背板40在单一转移步骤中根据需要布居了微型LED 30。

[0051] 参考图7和图8，它们更详细地显示了微型LED 30从基片12的转移。从基片12释放子组微型LED 30形成部分去布居(depopulated)基片46，该部分去布居基片46具有空间48的有序图案，空间48原来被微型LED 30占据，这些微型LED 30释放后成为位于显示器背板40上的转移微型LED 44。如图9所示，显示器背板40上的转移微型LED 44是来自基片12的转移微型LED腾出来的空间48的镜像。

[0052] 此外，如图7-9所示，每个微型LED层16中至少有一个微型LED 30转移到显示器背板40上。在这样的实施方式中，由于仅有微型LED 30的子组从基片12转移来布居显示器背板40，基片12可用来布居多个显示器背板。例如，图7-9显示每个微型LED层16有25％的微型LED 30转移，因而该基片12可用来布居四块显示器背板40。然而，如上所述，每个微型LED层16通常包括数百万个微型LED 30，并且P2与P1之比非常大，在每个转移步骤中，来自基片12的LED总数中仅有一小部分(例如少于5％的微型LED 30，少于3％的微型LED 30，少于1％的微型LED 30，等等)会转移到背板40上。因此，每个基片12可在多个转移步骤中用于多块背板40，以布居大量显示器背板。

[0053] 应当理解，因为许多显示器背板40在每个LED位置包括3个微型LED(一个红色、一个蓝色和一个绿色)，所以就图7-9所讨论的过程将会用三块不同的基片重复进行，每块基片具有三种颜色中的一种颜色的微型LED。此外，在具体实施方式中，所述过程包括以一定方式对转运基片的去布居(depopulation)进行排序，该方式要考虑微型LED 30的大小和占据的空间。例如，在一个实施方式中，对于已经用蓝色微型LED布居的显示器背板40，具有绿色微型LED的完整转运基片12可能无法如图7所示的那样定位，因为完整基片12上的微型LED与已经存在于背板40上的蓝色微型LED之间存在干扰。因此，在这样的实施方式中，当蓝色微型LED 30已经存在于背板40上时，采用部分去布居的含绿色微型LED的基片12。因此，一些背板40可先用绿色微型LED布居，以提供部分去布居基片12，将其用于对事先接收了蓝色微型LED的背板40进行布居；而一些背板40可先用蓝色微型LED 30布居，以提供部分去布

居的蓝色基片12,将其用于对事先接收了绿色微型LED的基片进行布居。

[0054] 在一些实施方式中,红色微型LED由一种材料形成,该材料的厚度(例如基片12的高度)大于蓝色或绿色微型LED材料的高度。因此,在这样的实施方式中,由于这种更大的高度,无论首先还是其次用红色微型LED 30布居背板40,都将对随后用绿色或蓝色微型LED 30对背板进行布居造成干扰。因此,在这样的实施方式中,在本文所讨论的各种方法中,在所有绿色和蓝色微型LED 30已布居到背板40上之后,对红色微型LED 30进行布居。

[0055] 因此,参考图5-9,本文所讨论的过程能够形成LED器件,如显示器,其具有总数量为m的微型LED,这些微型LED在背板40上排布成阵列,具有平均间距P2。微型LED 30以密堆积阵列被支承在基片12上,具有平均间距P1。在各种实施方式中,P2大于P1的10倍,更具体地,P2大于P1的30倍。在这样的实施方式中,显示器背板40的m个微型LED总数中的大部分是在单步中完成转移的。在各种实施方式中,在每个释放步骤中释放n个微型LED 30,在背板40上形成释放的微型LED 44。在具体实施方式中,在单一转移步骤中转移的被转移微型LED 30的较大数目n遵循以下一个或多个关系:$n \geq 0.05m$,$n \geq 0.1m$,$n \geq 0.2m$,或者$n \geq 0.3m$。因此,可以看出,即使利用具有间隙20,22和24的基片,结合图5-9所述的过程允许每个转移步骤转移很大百分比的显示器背板40所需最终数量的LED。

[0056] 参考图10,在基片12包括间隙行20、间隙列22和间隙交叉点24的实施方式中,可能需要附加转移步骤来布居相应的间隙,使其形成在显示器背板40上。如图10所示,微型LED从基片12的转移在显示器背板40上产生间隙,所述间隙对应于基片12上存在的间隙行20、间隙列22和交叉点24。具体而言,自基片12初始转移后,显示器背板40包括对应于基片间隙行20的间隙行50,对应于基片间隙列22的间隙列52,以及对应于基片间隙交叉点24的间隙交叉点54。应当理解,因为基片12包括间隙20、22和24,当微型LED从基片12释放后,没有LED的间隙20、22和24的区域不能转移LED到显示器背板40的相对区段,产生对应的背板间隙50、52和54。

[0057] 如图10所示,间隙50、52和54的尺寸大于显示器背板40上所需的间距P2,并且间隙50、52和54的尺寸导致在填充间隙的转移步骤之前,在显示器背板40上形成微型LED 44的非均匀分布。为了消除这些间隙和非均匀性,提供三块附加转运基片,示为基片60、62和64。基片60、62和64以与上面讨论的基片12相同的方式形成,并具有相同的布置。不过,当基片60、62和64与显示器背板40对齐时(类似于图7所示方式),仅释放选定的间隔开的微型LED30,以填充间隙50、52和54。如图10所示,基片60是“交叉”基片,选定的微型LED(记为数字1)被释放到显示器背板40上,对显示器背板40上的所有交叉点54进行布居。基片62是“行”基片,选定的微型LED(记为数字2)被释放到显示器背板40上,对间隙行50进行布居。基片64是“列”基片,选定的微型LED(记为数字3)被释放到显示器背板40上,对列隙行52进行布居。在特定的实施方式中,在间隙行50或间隙列52之前填充交叉点54。

[0058] 因此,如图10所示,在此实施方式中,指定颜色的所有微型LED通过四次转移布居到显示器背板40上,一次从“交叉”基片60转移,一次从“行”基片62转移,一次从“列”基片64转移,一次从基片12转移。在具体实施方式中,显示器背板40通过最先从“交叉”基片60转移、最后从基片12转移来布居。在这样的实施方式中,总共需要12次转移来完整布居背板40,因为对三种微型LED颜色各重复四次转移。

[0059] 如上文所指出,为便于描绘,图5-10所示基片12、60、62和64上的间距P1仅为背板

40上的间距P2的一半。图11和12呈现了经蚀刻微型LED 30与显示器背板40之间典型的间距差的例子。在此实施方式中，基片12上微型LED 30的间距P1是12.5μm，显示器背板40上微型LED的间距P2是375μm。因此，在此示例中，每第30个微型LED 30将被从基片12转移到显示器背板40上，以提供375μm的显示器背板间距。

[0060] 此外，举例而言，图12显示了每个LED组70包括三个微型LED。在一个实施方式中，每个LED组70包括蓝色微型LED 72、绿色微型LED 74和红色微型LED 76。在另一个实施方式中，每个LED组70可包括三个相同颜色的LED，在这样的实施方式中，显示器背板40可结合颜色转换器件使用，以形成最终的显示器。

[0061] 除了上面讨论的转运和效率优点外，相对于其他微型LED蚀刻和转移方法，本文所述的方法可提供其他优点。例如，已有报道称，随着晶格不匹配产生的应力在生长基片上的蚀刻过程中被缓解，微型LED在从生长基片上被释放时产生横向偏移。申请人推测，通过如本文所讨论的那样在基片12上蚀刻微型LED 30而不是在生长基片上蚀刻，微型LED的横向偏移可减少或避免。

[0062] 除非另有表述，否则都不旨在将本文所述的任意方法理解为需要使其步骤以具体顺序进行。因此，当方法权利要求实际上没有陈述为其步骤遵循一定的顺序或者其没有在权利要求书或说明书中以任意其他方式具体表示步骤限于具体的顺序，都不旨在暗示该任意特定顺序。此外，如本文所用，冠词“一个/一种”意在包括一个或多个组分或要素，不能误解为仅有一个/一种。

[0063] 对本领域技术人员显而易见的是，在不背离所公开的实施方式的精神或范围的情况下，可以做出各种改进和变化。因为本领域的技术人员可以想到所述实施方式的融合了所公开实施方式的精神和实质的各种改良组合、子项组合和变化，应认为所公开的实施方式包括所附权利要求书范围内的全部内容及其等同内容。

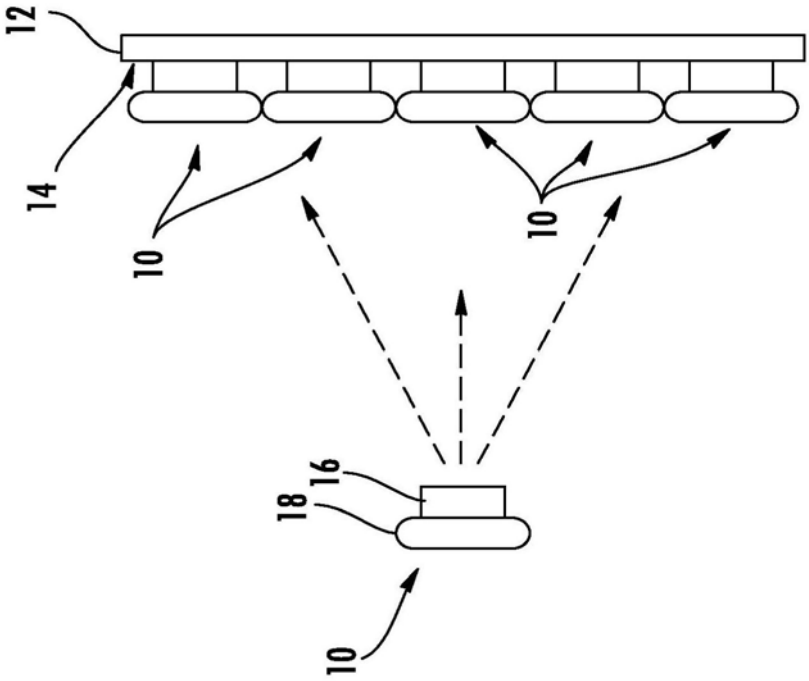


图1

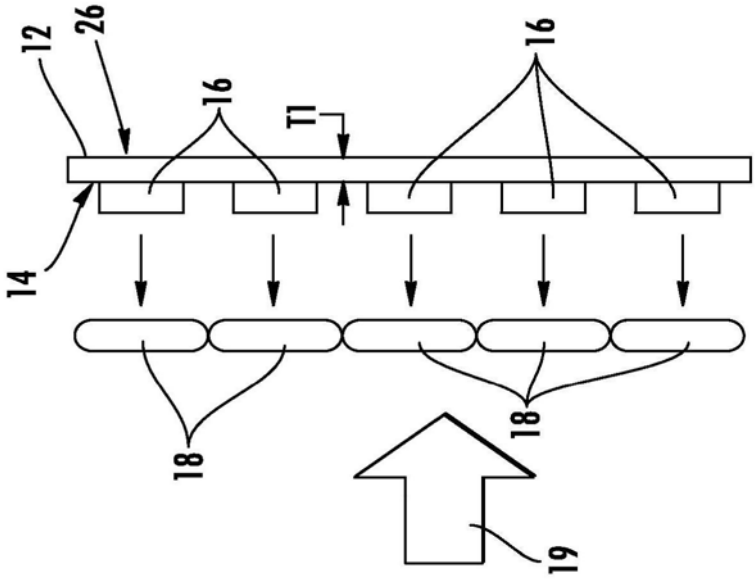


图2

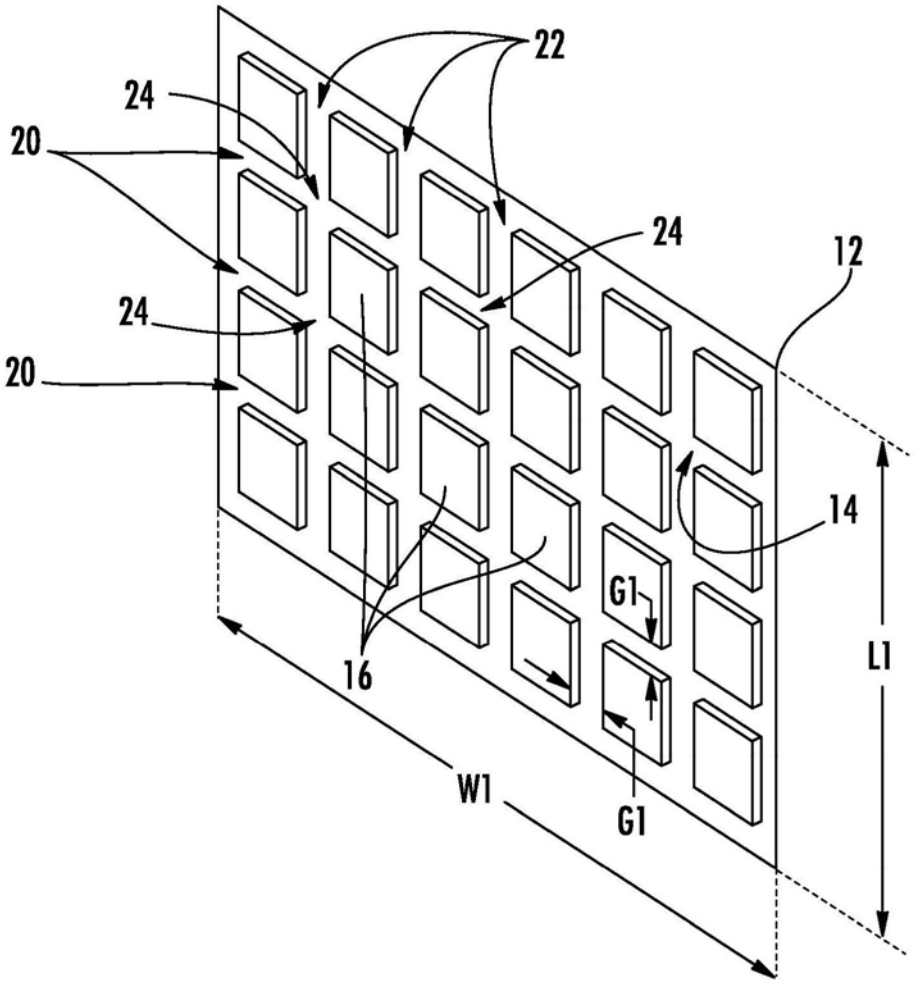


图3

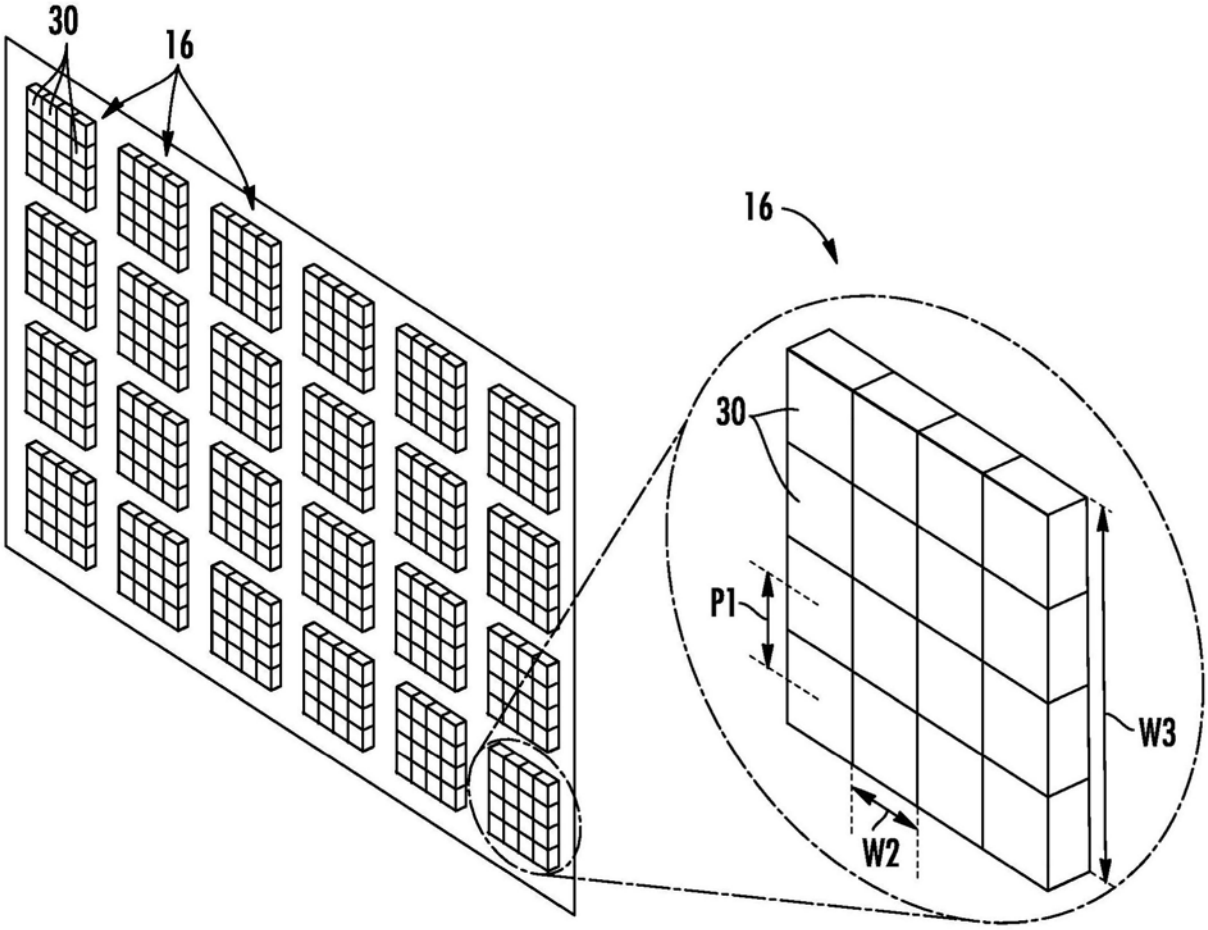


图4

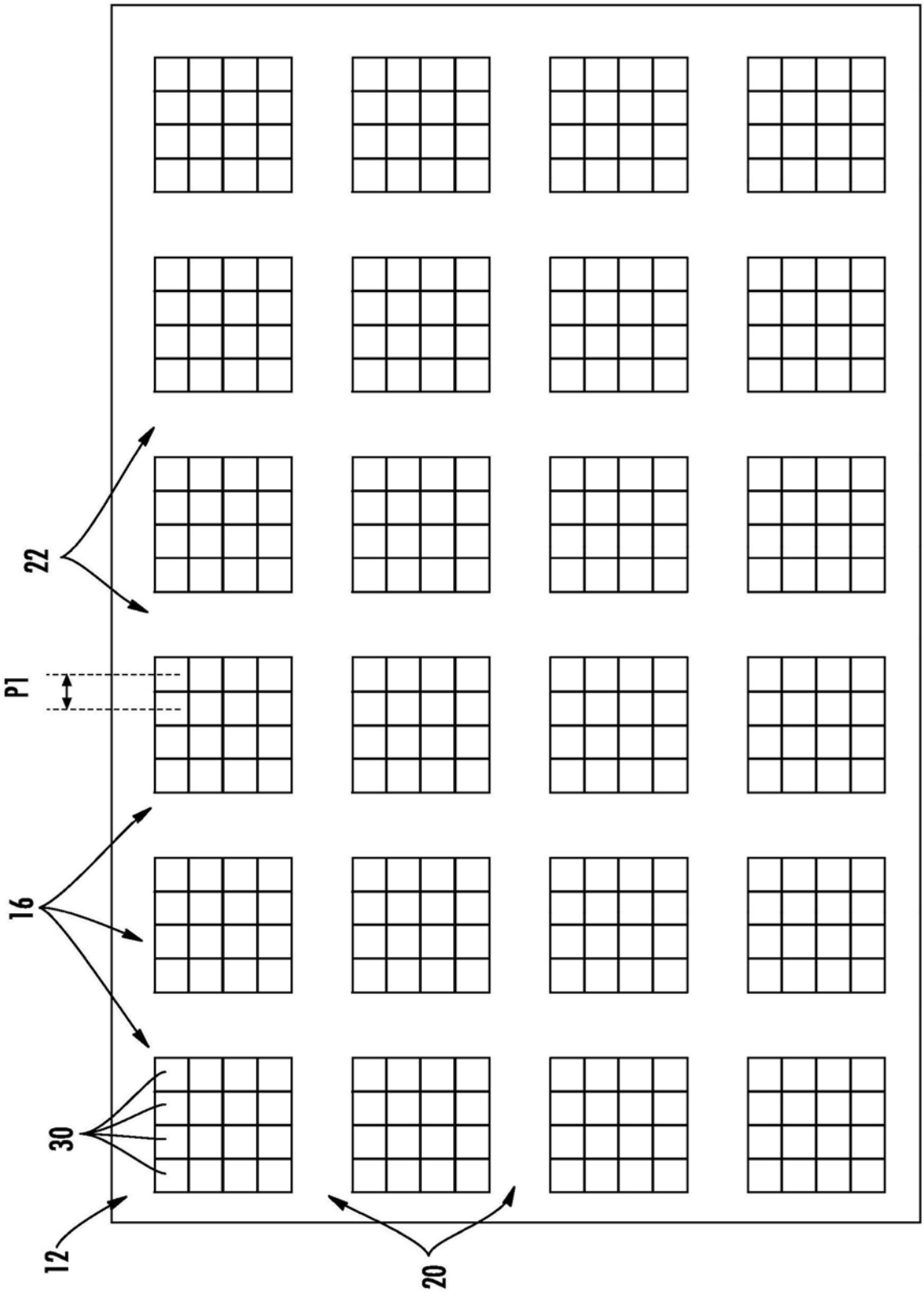


图5

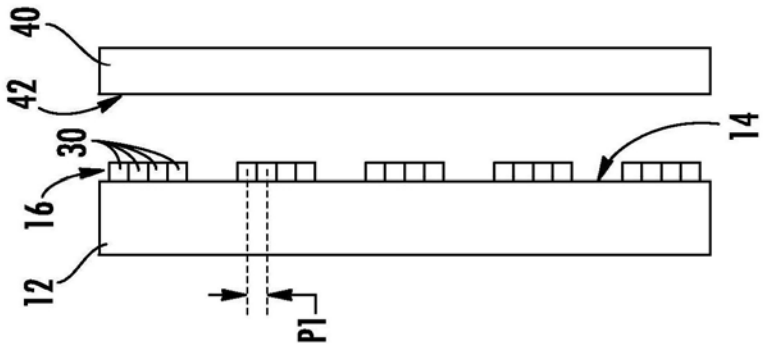


图6

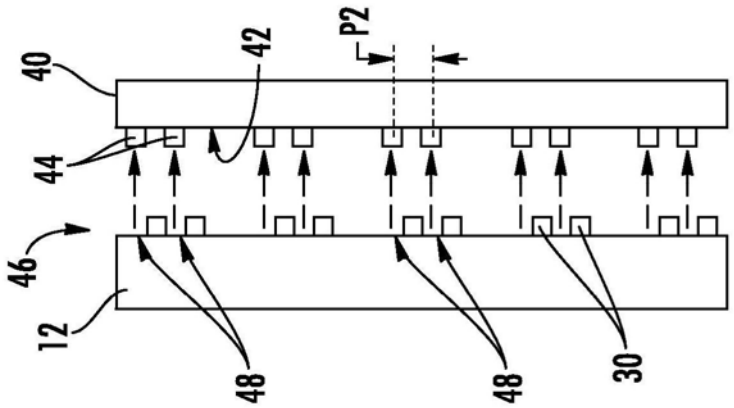


图7

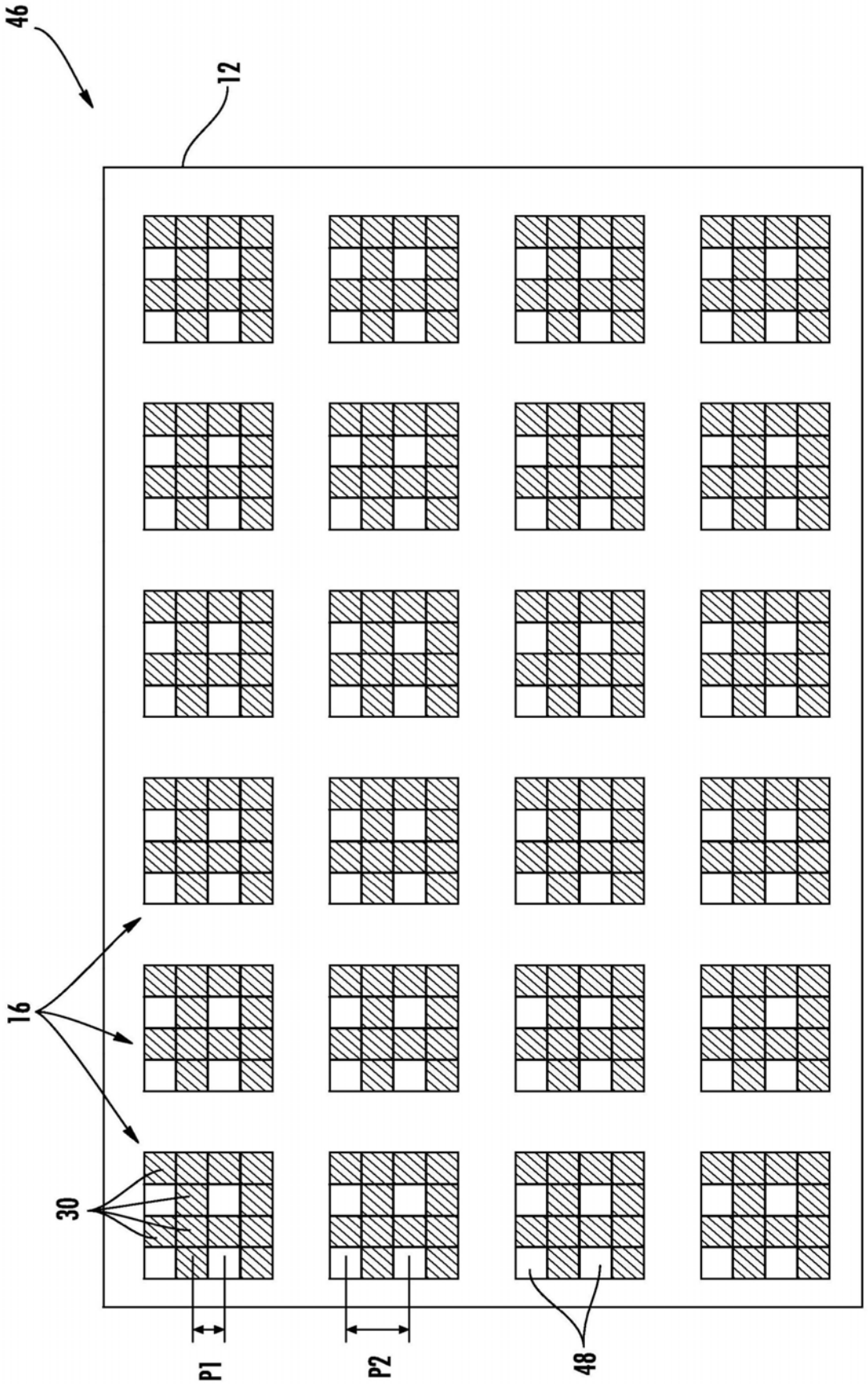


图8

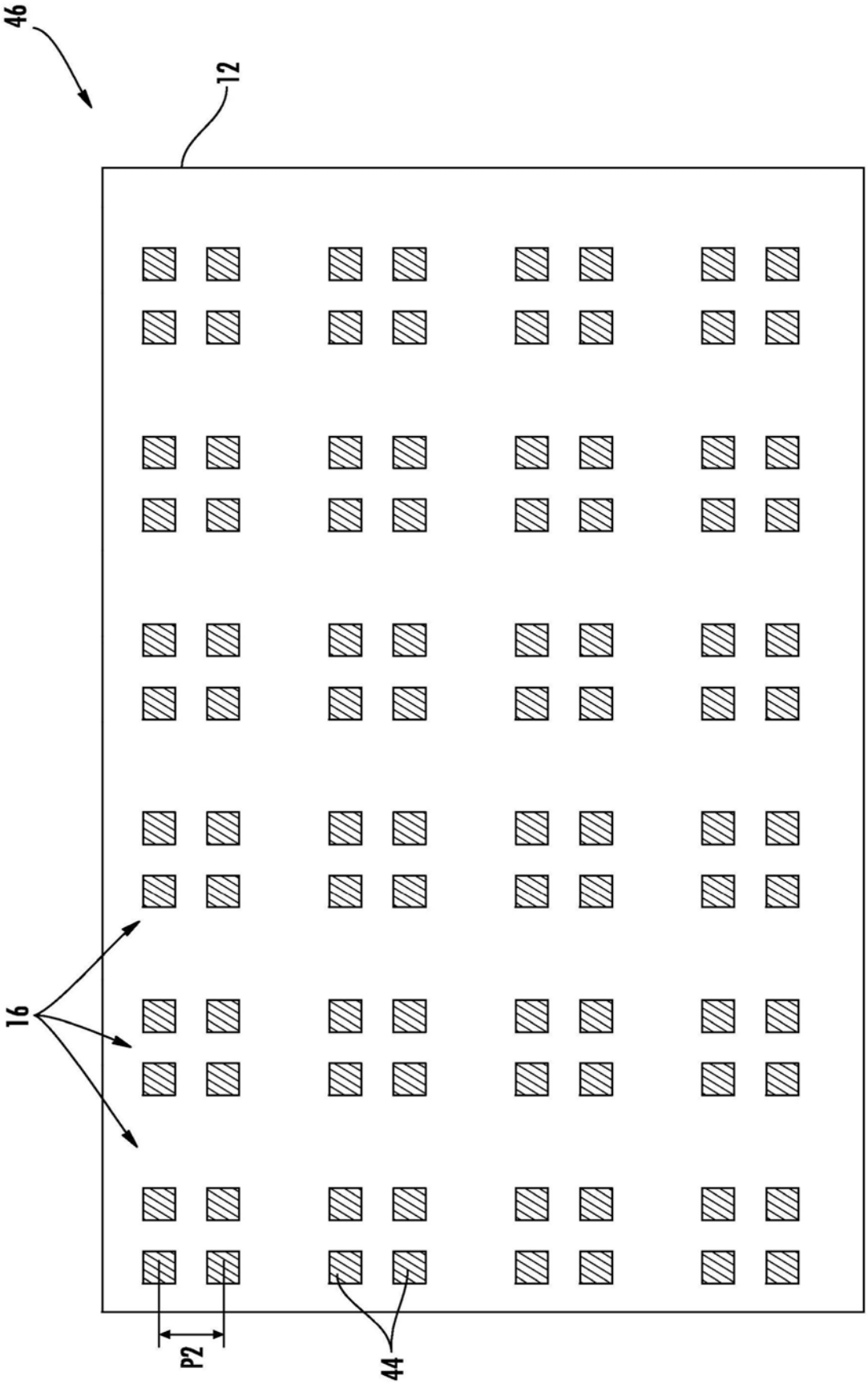


图9

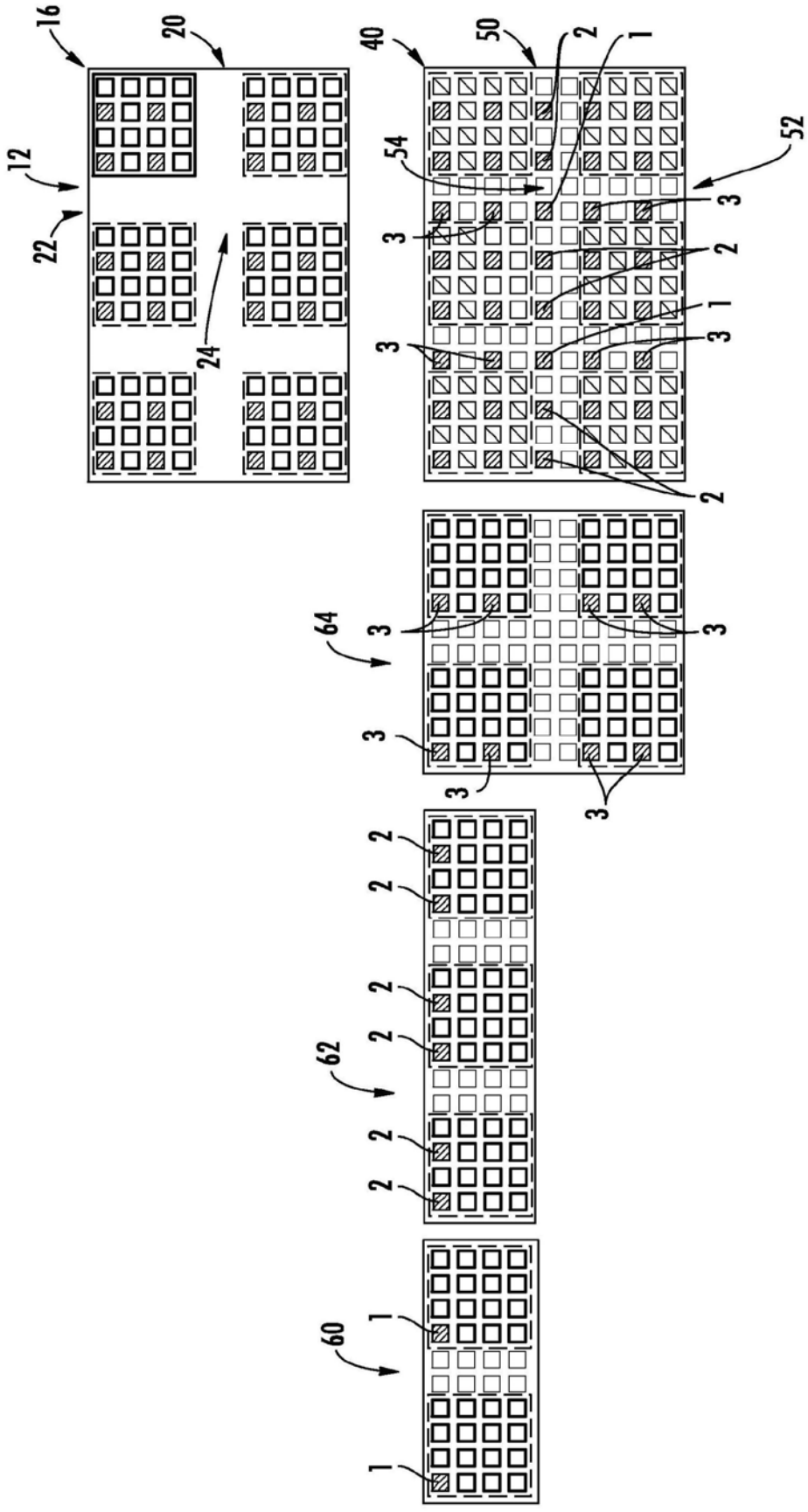


图10

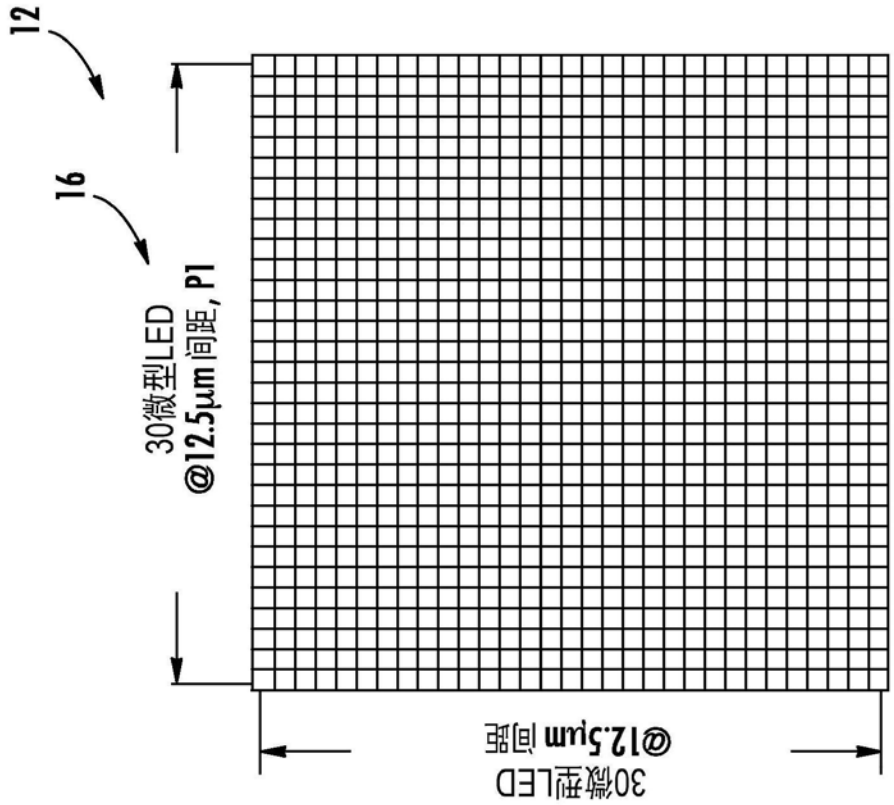


图11

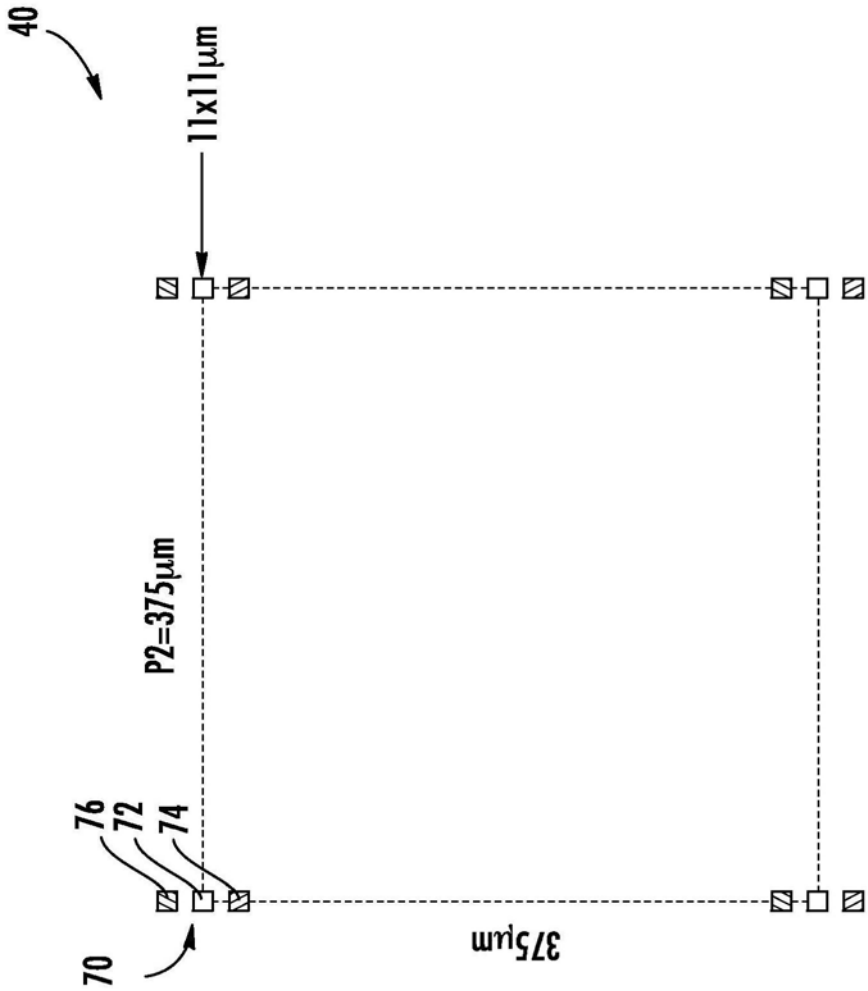
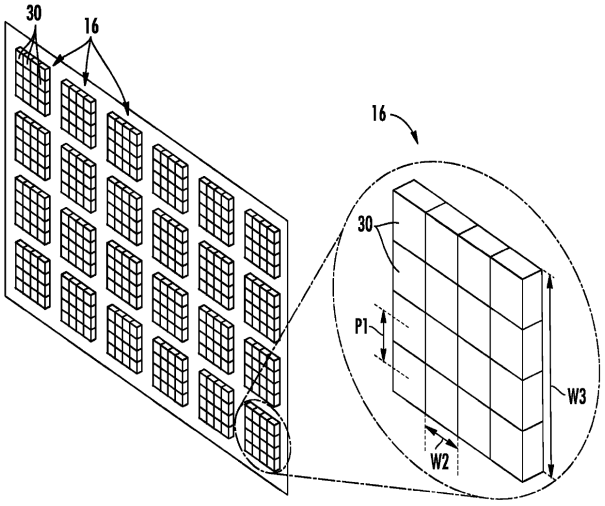


图12

专利名称(译)	大量转移微型LED的方法和工艺		
公开(公告)号	CN110462834A	公开(公告)日	2019-11-15
申请号	CN201880018492.3	申请日	2018-03-16
[标]申请(专利权)人(译)	康宁股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	康宁股份有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	康宁股份有限公司		
[标]发明人	TJ奥斯雷		
发明人	T·J·奥斯雷		
IPC分类号	H01L27/15 H01L33/00 H01L33/48		
CPC分类号	H01L25/0753 H01L33/0095		
代理人(译)	郭辉		
优先权	62/472121 2017-03-16 US		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

提供了一种形成微型LED器件或显示器的方法。所述方法包括将多个微型LED材料晶片转移到转运基片上。所述方法包括将所述多个微型LED的子组从转运基片转移到显示器背板。所转移的微型LED子组包括来自所述多个微型LED材料晶片中每个晶片的至少一个微型LED。转运基片周界限定的区域大于或等于显示器背板周界限定的区域。显示器所需微型LED总数中的较大百分比在单一步骤中被转移。在来自多个晶片的微型LED材料尚被转运基片支承时蚀刻微型LED材料，由此形成微型LED。