



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114361149 A

(43) 申请公布日 2022. 04. 15

(21) 申请号 202011092740.4

(22) 申请日 2020.10.13

(71) 申请人 吴伯仁

地址 中国台湾新北市

申请人 曾家彬

(72) 发明人 吴伯仁 曾家彬

(74) 专利代理机构 北京科龙寰宇知识产权代理  
有限责任公司 11139

代理人 李怀周

(51) Int. Cl.

H01L 25/16 (2006.01)

H01L 27/15 (2006.01)

H01L 33/50 (2010.01)

H01L 33/32 (2010.01)

G09F 9/33 (2006.01)

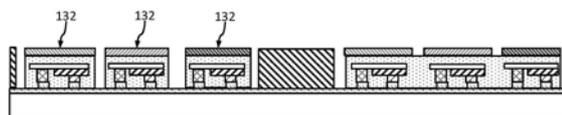
权利要求书2页 说明书18页 附图25页

(54) 发明名称

制造微发光二极管显示器的系统与方法

(57) 摘要

本发明公开了一种显示面板的结构与制作方式,通过使用逐个芯片的方式,主要是分离技术,微型发光二极管可以非常准确与高效率地制造。首先,在外延制程后,将发光二极管外延晶圆制造成微型发光二极管芯片。之后,为发光二极管外延晶圆提供具有驱动电路的接合衬底。然后,每个发光二极管芯片可以同时或依序逐个芯片固定到衬底,并且每个发光二极管芯片可以同时或依序使用分离技术进行转移。发光二极管外延晶圆本身也可以提供为发光二极管显示衬底。



1. 一种显示面板,其特征在于,包括:
  - 一接合衬底,具有驱动电路与多个成对的接合垫位于其上;
  - 多个氮化镓发光二极管芯片,电性固接于所述多个成对的接合垫上;
  - 一光转换层,图案化为多个区域适用于覆盖对应的所述多个氮化镓发光二极管芯片上;以及
  - 一图案化的色彩定义层,位于该光转换层上,且对准对应的所述多个氮化镓发光二极管芯片上。
2. 一种显示面板,其特征在于,包括:
  - 一蓝宝石衬底,具有多个氮化镓发光二极管芯片位于其上;
  - 一图案化的第一欧姆接触导电层,电性连接于所述多个氮化镓发光二极管芯片上的第一外延层;
  - 一图案化的钝化层,覆盖该图案化的第一欧姆接触导电层上与所述多个氮化镓发光二极管芯片上,并且暴露所述多个氮化镓发光二极管芯片上的第二外延层;以及
  - 一图案化的第二欧姆接触导电层,电性连接于所述多个氮化镓发光二极管芯片上的该第二外延层。
3. 如权利要求2所述的显示面板,其特征在于,其中上述的图案化的钝化层混有光转换材料。
4. 如权利要求3所述的显示面板,其特征在于,更包含一颜色定义层位于所述多个氮化镓发光二极管芯片上。
5. 如权利要求1或4所述的显示面板,其特征在于,其中上述的颜色定义层为一彩色滤镜,用以定义一像素的红绿蓝色。
6. 如权利要求2所述的显示面板,其特征在于,更包含:
  - 一第一金属线,位于该第一欧姆透明接触层上;以及
  - 一第二金属线,位于该第二欧姆透明接触层上。
7. 一种形成一显示器面板的方法,其特征在于,包含以下步骤:
  - 提供一蓝宝石衬底,其具有多个氮化镓发光二极管芯片位于其上,其中上述的多个氮化镓发光二极管芯片的每一个具有一第一电极与一第二电极;
  - 提供一接合衬底,其具有驱动电路与多个成对的接合垫于其上;
  - 转移所述多个氮化镓发光二极管芯片到所述多个成对的接合垫上;
  - 提供一光转换层,其位于对应的所述多个氮化镓发光二极管芯片;以及
  - 形成一图案化的颜色定义层,其位于该光转换层上,且对准于所述多个氮化镓发光二极管芯片。
8. 一种形成一显示器面板的方法,其特征在于,包含以下步骤:
  - 提供一蓝宝石衬底,其具有多个氮化镓发光二极管芯片于其上;
  - 形成一图案化第一欧姆接触透明导电层,其位于所述多个氮化镓发光二极管芯片的第一外延层;
  - 形成一图案化的钝化层,其位于该图案化第一欧姆接触透明导电层与所述多个氮化镓发光二极管芯片上,其中所述多个氮化镓发光二极管芯片的第一外延层暴露出;以及
  - 形成一图案化第二欧姆接触透明导电层,其位于所述多个氮化镓发光二极管芯片的第

二外延层。

9. 如权利要求8所述的方法,其特征在于,在该形成该图案化的钝化层步骤前更包含一步骤以混合一光转换材料于该钝化层中。

10. 如权利要求8所述的方法,其特征在于,在该形成该第二欧姆透明导电层的前,更包含一步骤以形成一颜色定义层,其位于所述多个氮化镓发光二极管芯片上。

11. 如权利要求7或10所述的方法,其特征在于,其中上述的颜色定义层为彩色滤镜,用以定义一像素中的红绿蓝色。

12. 如权利要求8所述的方法,其特征在于,更包含以下步骤:

在该形成该第一欧姆接触透明导电层步骤后,形成一图案化第一金属线,其位于该第一欧姆接触透明导电层上;

在该形成该第二欧姆接触透明导电层步骤后,形成一图案化第二金属线,其位于该第二欧姆接触透明导电层上。

## 制造微发光二极管显示器的系统与amp;方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种微型发光二极管 (MicroLED) 显示面板以及用于形成微型发光二极管显示面板的方法的技术;特别关于一种用于形成微型发光二极管面板的设备的的技术。

### 背景技术

[0002] 继传统的薄膜晶体管液晶显示器 (TFT LCD) 和有机发光二极管 (OLED) 显示器之后,微型发光二极管被认为是下一个高科技显示器。从传统发光二极管继承而来的微型发光二极管的优势包括低功耗、高亮度、反应时间短和使用寿命长。索尼 (SONY) 于2012年宣布并制造了由微型发光二极管组装而成的55英寸水晶发光二极管电视 (Crystal LED TV),其中超过600万个微型发光二极管被用作具有百万等级对比度的高分辨率像素,超过140%由美国国家电视系统委员会 (NTSC) 制定的彩色电视广播标准,与液晶显示器相比无反应时间问题,并且与有机发光二极管显示器相比没有寿命问题。微型发光二极管显示面板技术是将发光二极管芯片尺寸缩小到传统发光二极管芯片的1%,使单个微型发光二极管适用于高分辨率显示器,将两个微型发光二极管之间的间距从毫米缩小到微米等级,个别寻址 (address) 每个像素,并驱动微型发光二极管阵列中的每个单独的微型发光二极管。然而,对于每个单一的微型发光二极管,传统的制造过程不能用于量产,这是由于在一显示器中数百万个微型发光二极管难以有效率地从衬底转移到显示器上;这就是巨量转移 (mass transfer) 的议题。

[0003] 为了解决这个问题,已经提出了几种方法。Andreas Bibl等人提供的美国专利号 US8794501,描述了位于外延衬底上的所有微型发光二极管一次完全地转移到暂时或接合衬底 (bonding substrate) 上,然后每个单个微型发光二极管通过相位转移 (phase transition) 从接合衬底单独捡取到显示面板的接收衬底。巨量转移问题仍然存在,因其数百万微型发光二极管必须从接合衬底单独捡取到接收衬底;这很费时。其他一些解决方案,例如使用液体筛检或重力掉落,在产业上仍属不可行。

[0004] 因此,对于微型发光二极管的制造,有必要在巨量转移议题上提供一种产业与商业上可行的方案。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的是为微型发光二极管显示器制造方法、微型发光二极管显示器和制造微型发光二极管显示器的装置提供商业和工业上可行的解决方案。因此,本发明公开了一种形成显示面板的方法,其步骤包含提供一第一衬底,其上具有多个第一发光二极管芯片,对于多个第一发光二极管芯片中的每一个第一发光二极管芯片,一成对的欧姆电极形成于每一个第一发光二极管芯片上,其中每一个第一发光二极管芯片发射一第一波长光束;提供一第二衬底,其上具有驱动电路用于显示器面板以及具有多个成对的接合垫;翻转第一衬底将多个第一发光二极管芯片对齐并靠近多个成对的接合垫;从第一衬底分离多个第一发光二极管芯片;以及对第二衬底回焊使得多个第一发光二极管芯片固定在第二衬底

上。

[0006] 在一较佳实施例中,上述的第一衬底可以是蓝宝石或碳化硅,且多个第一发光二极管芯片包含三族氮化物用以发出紫外光、蓝光或绿光。如第一衬底为蓝宝石或碳化硅,分离步骤通过准分子激光来实行。在一较佳实施例中,上述第一衬底可为一膜(tape)且第一多发光二极管芯片包含三族砷化物或三族磷化物,用以发射红光。如果第一衬底为膜,分离的步骤由压制(pressing)第一衬底没有多个发光二极管芯片的前端。在一较佳实施例中,第二衬底可为印刷电路板、硅、碳化硅、或是陶瓷。陶瓷衬底可包含氮化铝或氧化铝。在一较佳实施例中,第二衬底可为砷化镓衬底,且包含多个第二发光二极管芯片,多个第二发光二极管芯片的每一个第二发光二极管芯片发射的光的波长比第一波长更长。在一较佳实施例中,驱动电路可为有源有源电路阵列或是无源电路阵列。有源电路包含多个晶体管用以驱动多个发光二极管芯片。在一较佳实施例中,在第一衬底上的多个第一发光二极管芯片的第一间距等于在第二衬底上多个成对接合垫的第二间距。翻转步骤的运作是将多个第一发光二极管芯片对准多个成对的欧姆电极。分离步骤的运作是在第一衬底上逐块(block-by-block)的将每一个第一发光二极管分离。在一较佳实施例中,在第一衬底上的多个第一发光二极管芯片的第一间距小于在第二衬底上多个成对接合垫的第二间距。翻转步骤的运作是将多个第一发光二极管芯片对准多个成对的欧姆电极其中之一,并且接续进行分离步骤。在一较佳实施例中,在发光二极管芯片转移到接合衬底之后,一荧光粉层形成于第一多发光二极管芯片上,用以提供第三波长的光,其比第一波长更长。在一较佳实施例中,具有第三波长的光与第一波长的光混合后成为白光。前述的方法,在回焊步骤之后,更包含提供一透明衬底于第二衬底上,其上具有彩色滤光镜。

[0007] 本发明同时提供一种显示器面板,包含一砷化镓衬底,其具有驱动电路于其上用于显示面板,以及其上具有多个成对的接合垫(bonding pad),砷化镓衬底包含多个红光发光二极管芯片;以及多个氮化镓发光二极管芯片电性上固定于多的成对的接合垫。

[0008] 本发明同时提供一种显示面板,包含一接合衬底,其上具有驱动电路与多个成对的接合垫;多个氮化镓发光二极管芯片电性地各自固定于多个成对的接合垫上;一荧光粉层,图案化后成为多个区域适用以各自覆盖住多个氮化镓发光二极管芯片;以及一透明衬底,其上具有一彩色滤光层且各自对齐于多个氮化镓发光二极管芯片。

[0009] 在一较佳实施例中,接合衬底可为印刷电路板、硅、碳化硅、或是陶瓷。陶瓷衬底可包含氮化铝或氧化铝。在一较佳实施例中,驱动电路可为有源电路阵列或是无源电路阵列。有源电路包含多个晶体管用以驱动多个发光二极管芯片。

[0010] 本发明同时提供一种形成一显示面板的方法,包含:提供一蓝宝石衬底,其上具有多个氮化镓发光二极管芯片,其中多个氮化镓发光二极管芯片的每一个具有一第一电极与一第二电极;提供一接合衬底,其上具有驱动电路与多个成对的接合垫;转移多个氮化镓发光二极管芯片到多个成对的接合垫上;提供一荧光粉层,其位于多个氮化镓发光二极管芯片上;以及安装一透明衬底,其上具有一彩色滤光镜于,于接合衬底上,使得彩色滤光镜与多个氮化镓发光二极管芯片对齐。

[0011] 在一较佳实施例中,接合衬底可为印刷电路板、硅、碳化硅、或是陶瓷。陶瓷衬底可包含氮化铝或氧化铝。在一较佳实施例中,驱动电路可为有源电路阵列或是无源电路阵列。有源电路包含多个晶体管用以驱动多个发光二极管芯片。

[0012] 本发明同时提供一种显示器面板,包含:一蓝宝石衬底,其上具有多个氮化镓发光二极管芯片,其中多个氮化镓发光二极管芯片的每一个具有一第一电极与一第二电极;一第一介电层位于蓝宝石衬底上,且暴露第一电极与第二电极;一第一透明导电层,图案化后为多个第一信号线,位于第一介电层上与多个氮化镓发光二极管芯片的第一电极的一列电性连接;一第二介电层位于第一介电层与第一透明导电层之上,且暴露第二电极;一第二透明导电层,图案化后为一第二多信号线,位于第二介电层上与多个氮化镓发光二极管芯片的第二电极的一行电性连接;一钝化层覆盖第二介电层与第二透明导电层;一荧光粉层位于钝化层上,经图案化后为多个区域适用覆盖多个氮化镓发光二极管芯片;以及一透明衬底,其上具有一彩色滤光镜以覆盖且对齐多个氮化镓发光二极管芯片。

[0013] 本发明同时提供一种形成一显示面板的方法,包含:提供一蓝宝石衬底,其上具有多个氮化镓发光二极管芯片,其中多个氮化镓发光二极管芯片的每一个具有一第一电极与一第二电极;形成一第一介电层,其位于蓝宝石衬底与多个氮化镓发光二极管芯片上;暴露第一电极与第二电极;形成一第一导电层,其位于第一介电层上;图案化第一导电层为多个第一信号线以电性的连接多个氮化镓发光二极管芯片的第一电极的一列;形成一第二介电层,其位于第一介电层与图案化的第一透明导电层上;暴露第二电极;形成一第二导电层,其位于第二介电层上;图案化第二导电层为多个第二信号线以电性的连接多个氮化镓发光二极管芯片的第二电极的一行;形成一钝化层(passivation layer)以覆盖图案化的第二透明导电层与第二介电层上;提供一荧光粉层,其位于钝化层上;以及对蓝宝石衬底安装一透明衬底,其上具有一彩色滤光层,使得彩色滤光层与多个氮化镓发光二极管芯片对齐。

[0014] 本发明同时提供一种装置,包含:一平台(platform)用以安装一第一衬底,其上具有多个发光二极管;一第一滑台(stage)用以提供一第一运动,运动具有两个互相正交的水平方向;一安装滑台位于第一滑台上,用以固定一第二衬底,其上具有一驱动电路以及多个成对的接合垫,其中多个发光二极管芯片面对多个成对的接合垫;用以从第一衬底分离多个发光二极管芯片的手段;以及一控制器用以控制平台、第一滑台、安装滑台、以及分离的手段,使得一显示面板得以形成。

[0015] 在一较佳实施例中,前述的装置更包含一第二滑台与第一滑台与安装滑台之间,用以提供一垂直运动。在一较佳实施例中,当第一衬底是蓝宝石或是碳化硅时,其中上述的分离手段为一准分子激光。在一较佳实施例中,当第一衬底是一膜时,其中上述的分离手段为按压装置用以将多个发光二极管芯片按压至多个成对的接合垫。

[0016] 本发明同时提供一种显示面板,包含:一接合衬底,具有驱动电路与多个成对的接合垫位于其上;多个氮化镓发光二极管芯片,电性固接于所述多个成对的接合垫上;一光转换层,图案化为多个区域适用于覆盖对应的所述多个氮化镓发光二极管芯片上;以及一图案化的色彩定义层,位于该光转换层上,且对准对应的所述多个氮化镓发光二极管芯片上。

[0017] 本发明同时提供一种显示面板,包含:一蓝宝石衬底,具有多个氮化镓发光二极管芯片位于其上;一图案化的第一欧姆接触导电层,电性连接于所述多个氮化镓发光二极管芯片上的第一外延层;一图案化的钝化层,覆盖该图案化的第一欧姆接触导电层上与所述多个氮化镓发光二极管芯片上,并且暴露所述多个氮化镓发光二极管芯片上的第二外延层;以及一图案化的第二欧姆接触导电层,电性连接于所述多个氮化镓发光二极管芯片上的该第二外延层。

[0018] 在一较佳实施例中,上述的图案化的钝化层混有光转换材料。在一较佳实施例中,本发明的显示面板更包含一颜色定义层位于所述多个氮化镓发光二极管芯片上。在一较佳实施例中,上述的颜色定义层为一彩色滤镜,用以定义一像素的红绿蓝色。在一较佳实施例中,本发明的显示面板更包含一第一金属线,位于该第一欧姆透明接触层上;以及一第二金属线,位于该第二欧姆透明接触层上。

[0019] 本发明同时提供一种形成一显示器面板的方法,包含的步骤为:提供一蓝宝石衬底,其具有多个氮化镓发光二极管芯片位于其上,其中上述的多个氮化镓发光二极管芯片的每一个具有一第一电极与一第二电极;提供一接合衬底,其具有驱动电路与多个成对的接合垫于其上;转移所述多个氮化镓发光二极管芯片到所述多个成对的接合垫上;提供一光转换层,其位于对应的所述多个氮化镓发光二极管芯片;以及形成一图案化的颜色定义层,其位于该光转换层上,且对准于所述多个氮化镓发光二极管芯片。

[0020] 本发明同时提供一种形成一显示器面板的方法,包含的步骤为:提供一蓝宝石衬底,其具有多个氮化镓发光二极管芯片于其上;形成一图案化第一欧姆接触透明导电层,其位于所述多个氮化镓发光二极管芯片的第一外延层;形成一图案化的钝化层,其位于该图案化第一欧姆接触透明导电层与所述多个氮化镓发光二极管芯片上,其中所述多个氮化镓发光二极管芯片的第一外延层暴露出;以及,形成一图案化第二欧姆接触透明导电层,其位于所述多个氮化镓发光二极管芯片的第二外延层。

[0021] 在一较佳实施例中,在该形成该图案化的钝化层步骤前更包含一步骤以混合一光转换材料于该钝化层中。在一较佳实施例中,在该形成该第二欧姆透明导电层的前,更包含一步骤以形成一颜色定义层,其位于所述多个氮化镓发光二极管芯片上。在一较佳实施例中,上述的颜色定义层为彩色滤镜,用以定义一像素中的红绿蓝色。在一较佳实施例中,本发明的方法更包含在该形成该第一欧姆接触透明导电层步骤后,形成一图案化第一金属线于该第一欧姆接触透明导电层上;在该形成该第二欧姆接触透明导电层步骤后,形成一图案化第二金属线于该第二欧姆接触透明导电层上。

## 附图说明

[0022] 图1A到图1D是根据本发明的一个实施例中在一外延衬底上形成发光二极管在各个阶段的结构示意图;

[0023] 图2A到图2B是根据本发明的一个实施例中从外延衬底将微型发光二极管准备转移到显示器的各个阶段的结构示意图;

[0024] 图3A到图3C是根据本发明的一个实施例中在激光剥离制程的各个阶段的结构示意图;

[0025] 图4A到图4B是根据本发明的一个实施例中在在外延衬底与接合衬底之间的分离过程在各个阶段的结构示意图;

[0026] 图5A到图5D是根据本发明的一个实施例中在另一个发光二极管芯片形成在接合衬底上的各个阶段的结构示意图;

[0027] 图6A到图6C是根据本发明的一个实施例中在发光二极管芯片上的荧光粉的结构示意图;

[0028] 图7A到图7G是根据本发明的一个实施例中在接合衬底上发光二极管芯片的形成

过程中各个阶段的结构示意图；

[0029] 图8A到图8E是根据本发明的一个实施例中发光二极管芯片转移到一暂时衬底的形成过程在各个阶段的结构示意图；

[0030] 图9是根据本发明的一个实施例中在接合衬底上形成红色发光二极管与驱动电路各步骤的流程图；

[0031] 图10A到图10M是根据本发明的另一个实施例中在红光发光二极管与驱动电路形成在接合衬底上以及蓝/绿光发光二极管转移到接合衬底在各个阶段的结构示意图；

[0032] 图11A与11B图是根据本发明的两个实施例中发光二极管显示器的结构示意图；

[0033] 图12A与12B图是根据本发明的两个实施例中发光二极管显示器的线路布局的结构示意图；

[0034] 图13A是根据本发明的一个实施例中在发光二极管芯片上使用彩色滤光镜与荧光粉的发光二极管显示器的剖面结构示意图；

[0035] 图13B是根据本发明的一个实施例中在透明衬底上使用彩色滤光镜与荧光粉的发光二极管显示器的剖面结构示意图；

[0036] 图13C是根据本发明的一个实施例中使用彩色滤光镜的发光二极管显示器的剖面结构示意图；

[0037] 图14A是根据本发明的一个实施例中使用彩色滤光镜的发光二极管显示器的俯视结构示意图；

[0038] 图14B是根据本发明的一个实施例中使用彩色滤光镜与黑矩阵的发光二极管显示器的俯视结构示意图；

[0039] 图15A到图15E是根据本发明的一个实施例中形成无源式氮化镓发光二极管显示器在具有涂布的荧光粉与彩色滤光镜的衬底上在各个阶段的结构示意图；

[0040] 图16是根据本发明的一个实施例中在具有微透镜的无源式氮化镓发光二极管显示器的剖面结构示意图；

[0041] 图17是根据本发明的一个实施例中形成发光二极管芯片在接合衬底的装置的结构示意图；

[0042] 图18是根据本发明的另一个实施例中形成发光二极管芯片在接合衬底的装置的结构示意图。

[0043] 图19A到图19E是根据本发明的一个实施例中形成氮化镓发光二极管显示器在具有涂布的荧光粉与彩色滤光镜的衬底上在各个阶段的结构示意图；

[0044] 图20A到图20H是根据本发明的一个实施例中形成氮化镓发光二极管显示器在具有涂布的荧光粉与色彩定义层的衬底上在各个阶段的结构示意图；

[0045] 图21A到图21G是根据本发明的一个实施例中形成氮化镓发光二极管显示器在具有涂布的荧光粉与色彩定义层的衬底上在各个阶段的结构示意图；

[0046] 图22A是根据本发明的一个简化的实施例中用以显示在一显示器上氮化镓发光二极管芯片在蓝宝石衬底上的剖面结构示意图；

[0047] 图22B是根据本发明在图22A中的一个实施例中用以显示在一显示器上氮化镓发光二极管芯片在蓝宝石衬底上具有一第一透明欧姆接触导电层的剖面结构示意图；

[0048] 图22C是根据本发明在图22B中的一个实施例中用以显示在一显示器上氮化镓发

光二极管芯片在蓝宝石衬底上具有第二透明欧姆接触导电层的剖面结构示意图；

[0049] 图23A是根据本发明在图22A中的一个实施例中用以显示在一显示器上氮化镓发光二极管芯片在蓝宝石衬底上俯视结构示意图；

[0050] 图23B是根据本发明在图23A中的一个实施例中用以显示在一显示器上氮化镓发光二极管芯片在蓝宝石衬底上具有第一透明欧姆接触导电层的俯视结构示意图；

[0051] 图23C是根据本发明在图23B中的一个实施例中用以显示在一显示器上氮化镓发光二极管芯片在蓝宝石衬底上具有第二透明欧姆接触导电层的俯视结构示意图；

[0052] 图24A是根据本发明的另一个实施例中用以显示在一显示器上氮化镓发光二极管芯片在蓝宝石衬底上的剖面结构示意图；

[0053] 图24B是根据本发明在图24A中的一个实施例中用以显示在一显示器上氮化镓发光二极管芯片在蓝宝石衬底上俯视结构示意图；

[0054] 图25A是根据本发明的另一个简化实施例中用以显示在一显示器上氮化镓发光二极管芯片在蓝宝石衬底上的剖面结构示意图；以及

[0055] 图25B是根据本发明在图25A中的一个实施例中用以显示在一显示器上氮化镓发光二极管芯片在蓝宝石衬底上俯视结构示意图。

[0056] 附图标记说明：10外延衬底；12n外延层；14n欧姆接触电极；16p外延层；18p欧姆接触电极；20芯片图案；22剥脱机；23蚀刻选择层；30固定；32逐一芯片激光暴露；34剥离；36回焊；40发光二极管芯片；45发光二极管芯片；50接合衬底；51砷化镓接合衬底；52接合垫；54穿透砷化镓透孔；60驱动电路；62具有驱动电路红色发光二极管外延层；4绝缘层；65第二绝缘层；66金属化；67金属化；68接触窗；70荧光粉；72荧光粉；80暂时衬底；81膜；90钝化层；100像素；102黑矩阵；104晶体管；106发光二极管组件；108发光二极管芯片；110控制信号；112亮度信号；120影像扫描线；122转换信号；130彩色滤光镜；132颜色定义层；200透明衬底；300x-y滑台；302z滑台；304静电吸盘；310x-y平台；320准分子激光；322敲击装置(Hitting device)；323撞击针；330控制器。

## 具体实施方式

[0057] 如本文所述，字词“衬底”通常是指由半导体或非半导体材料形成的板。这种半导体或非半导体材料的例子包括但不限于单晶硅、碳化硅、砷化镓、磷化铟、蓝宝石、陶瓷、玻璃和印刷电路板。这样的衬底通常可以在半导体制造设备中发现和/或处理。外延衬底是指在半导体制造设备中外延生长而提供的衬底。接合衬底是指其上具有电路和接合垫(bonding pad)以接收电子组件的衬底。

[0058] 对于衬底，可以在衬底上形成一层或多层的结构。许多不同类型的层在本领域中是已知的，并且本文所用的字词“衬底”旨在涵盖可以在其上形成所有类型的层的芯片。可以对在衬底上形成的一层或多层进行图案转移。例如，衬底可以包括多个晶粒/芯片，每个晶粒/芯片具有可重复的图案化特征。这样的材料层的形成和处理可以最终形成完整的半导体组件。这样，衬底可以包括未在其上形成完整半导体组件的所有层的板或者在其上已经形成完整半导体组件的所有层的衬底。衬底可以进一步包括至少一部分的集成电路(IC)或诸如发光二极管芯片的光电组件。

[0059] 字词“发光二极管”通常是指具有或不具有封装的发光二极管，可以通过驱动指定

的直流电而发出红色,绿色,蓝色或紫外光。字词“发光二极管芯片”通常是指在衬底上通过外延成长而形成的发光二极管,并具有成对的欧姆接触电极,不论是否从外延衬底上分离出来。本发明中,发光二极管芯片可以在外延衬底上形成,或接合至接合衬底。典型的发光二极管芯片的尺寸约为 $14 \times 14$ 平方密耳(mil),为 $355.6 \times 355.6$ 平方微米,而微型发光二极管芯片的尺寸范围通常小于 $100 \times 100$ 平方微米,较佳的尺寸范围小于 $50 \times 50$ 平方微米。

[0060] 在本发明中,字词“电路”可以包括电阻,二极管或晶体管。在本发明中,字词“指标(index)”是指外延衬底或接合衬底上的两个发光二极管芯片之间的间距。字词“彩色滤光器”用于过滤多个波段中的光。在本发明中,彩色滤光器是指使红色,绿色和蓝色的光分别通过对应的红色,绿色和蓝色滤光器。

[0061] 除非逻辑顺序是必要的,否则本发明中的处理流程的步骤通常是可交换的。本发明中的半导体的导电类型,例如半导体层中的负(n)型或正(p)型导电性,理应为可交换的。

[0062] 本发明中不同范例的实施例,在参考伴随的图示中将会有更完整的描述,其中显示了某一些发明的实施例。在不限制本发明保护范围的情况下,实施例的所有描述和图示将参考微型发光二极管显示器及其制造方法予以说明。然而,这些实施例不用于将本发明限制为微型发光二极管的转移方法。在图示中,为了清楚起见,可能夸大了每个部件以及每个部件之间的相对尺寸。在图示的以下描述中,相同或相似的图标标记指示代表相同或相似的组件或实体,并且仅描述相对于各个实施例的不同的处。

[0063] 因此,尽管本发明的范例实施例能够进行各种修改和替代形式,但是在图标中通过示例显示出了本发明的实施例,并且在此将其进行详细描述。然而,应理解,无意将本发明的示例实施例限制为所公开的特定形式,而是相反,本发明的示例实施例将覆盖落入本发明的范围内的所有修改,等同形式和替代形式。

[0064] 本发明提供了一种方法,其中可以将微型发光二极管芯片直接转移到接合衬底,其中,接合衬底不仅包括驱动电路,而且还提供用于显示。首先,对于III族氮化物为主的化合物,通过在蓝宝石(Sapphire)、碳化硅(SiC)、硅(Si)、氮化镓(GaN)或氧化锌(ZnO)衬底上进行外延生长来形成以氮化镓为主的化合物,以提供绿色、蓝色或紫外光。对于III族砷化物或III族磷化物,可通过在砷化镓(GaAs),锑化铟(GaSb),磷化镓(GaP)或磷化铟(InP)衬底上外延生长以提供红光来形成砷化镓为主或磷化铝镓铟(AlInGaP)化合物。在外延生长制程之后,以芯片图案化处理外延层,并且在p/n外延层上分别形成欧姆接触电极。提供具有驱动电路和在其上形成的接合垫(bonding pads)的接合衬底(bonding substrate)以容纳微型发光二极管芯片。可以使用激光剥离技术转移蓝宝石衬底上的III族氮化物微型发光二极管芯片,并且可以通过机械按压方式转移碳化硅,硅、氧化锌衬底上的III族砷化物,III族磷化物微型发光二极管芯片或III族氮化物微型发光二极管芯片。对于相同的指标(index),可以同时逐块(block-by-block)同时操作巨量转移(mass transfer);对于不相等的指标(index),可以逐个芯片(chip-by-chip)依次进行巨量转移;或是直接进行整个衬底的转移。然后,将具有转移的微型发光二极管芯片的接合衬底重新加热,使得可以通过使用共晶接合(eutectic bonding),软钎焊接合(soldering bonding)或银环氧树脂(silver epoxy,一般简称银胶)烘烤来接合(bonding)接合垫(bonding pads)和微型发光二极管芯片。因此,可以在工业和商业方面解决巨量转移。

[0065] 在一实施例中,显示器的一个像素可以包括蓝色微型发光二极管芯片、绿色微型

发光二极管芯片和红色微型发光二极管芯片。在另一实施例中,显示器的一个像素可以包括蓝色微型发光二极管芯片,其上涂覆(coating)有绿色荧光粉的蓝色微型发光二极管芯片以及其上涂覆有红色荧光粉的蓝色微型发光二极管芯片。在另一实施例中,显示器的一个像素可以包括蓝色微型发光二极管芯片,绿色微型发光二极管芯片和其上涂覆有红色荧光粉的蓝色微型发光二极管芯片。在另一实施例中,显示器的一个像素可以包括三个分别具有红色、绿色与蓝色荧光粉的紫外光微型发光二极管芯片。在另一实施例中,显示器的一个像素可以仅包括一个用于单色显示的蓝色微型发光二极管芯片。在一个实施例中,显示器的一个像素可以包括三个全部涂有黄色荧光粉的微型发光二极管芯片,并且其后的红色、绿色与蓝色彩色滤光片将白光过滤为全彩色图像。在该实施例中,红色、绿色与蓝色滤光器的功能将与薄膜晶体管液晶显示器中的功能相似。在该实施例中,为了实现广色域(wide color gamut),在该实施例中可以采用红色荧光粉或量子点(quantum dot)技术。红色荧光粉可以包括氮化物荧光粉。或者,具有增强的红光的白色荧光粉,例如通用电气(GE)开发的氟化物(KSF)荧光粉和TriGain荧光粉。夏普还开发了广色域(WCG)荧光粉,其中包括 $\beta$ -SiAlON绿色荧光粉和KSF荧光粉。

[0066] 在一个实施例中,接合衬底可以是砷化镓,并且红色微型发光二极管芯片以及驱动电路可以形成在砷化镓衬底上。因此,仅需要将蓝色和绿色的微型发光二极管芯片转移到接合衬底上。或者,将蓝色微型发光二极管芯片上的带有绿色荧光粉(例如硅酸盐荧光粉或 $\beta$ -SiAlON绿色荧光粉)的蓝色微型发光二极管芯片转移到接合衬底上。

[0067] 现在请参阅图示,值得注意本发明可通过图示更清楚地阐明。在图1A中,提供了用于外延生长的衬底10,其可以是硅,碳化硅、氧化锌、氮化镓、蓝宝石( $Al_2O_3$ )、砷化镓、铟化镓、磷化镓、或磷化铟。然而,在本发明的一个实施方案中,较佳的选择是砷化镓和蓝宝石作为外延衬底。对于III族氮化物,外延衬底10将是蓝宝石、碳化硅、硅、氧化锌或氮化镓,而对于III族砷化物,衬底10将是砷化镓、铟化镓、磷化镓或磷化铟。衬底10的晶格方向(orientation)选择可用于III-砷化物,III-磷化物或III-氮化物化合物的外延生长。在一实施例中,可将蓝宝石衬底图案化为蓝宝石衬底以增强亮度。

[0068] 在图1B中,提供一外延成长制程用以形成外延层。具有第一导电性的第一外延层12形成在外延衬底10上,并且具有第二导电性的第二外延层16形成在第一外延层12上。第二导电性与第一导电性相反。在较佳的实施方式中,第一导电性是n型,第二导电性是p型。通过使用传统技术,总是在第一外延层12和第二外延层16之间形成单量子阱(single quantum well)层或多量子阱层(图1B中未显示)。对于蓝宝石、碳化硅和硅外延衬底10,在形成第一外延层12的前先形成低温缓冲层22,以提升二维生长。在本发明中,III族氮化物可以发射绿色,蓝色或紫外光,而III族砷化物或III族磷化物可以发射红色。在一个实施例中,外延层12和16可以是 $Al_xGa_{(1-x)}As$ ,  $(Al_xGa_{(1-x)})_yIn_{(1-y)}P$ ,  $y \sim 0.5$ (与砷化镓晶格匹配)或 $Al_xIn_yGa_{(1-x-y)}N$ 。在一实施例中,第一外延层12和第二外延层16将发射蓝光。

[0069] 在图1C中,分别在第一外延层和第二外延层上形成两个电极。通过使用包括光刻步骤和蚀刻步骤的传统图案化方法去除第二外延层16的一部分,并且对于蚀刻步骤,较佳的方式是各向异性蚀刻方法。然后通过剥离(lift-off)方法在第一外延层12上形成第一欧姆接触电极14,或者在第一外延层12上沉积欧姆接触材料层,并通过使用传统方法去除欧姆接触层的不必要部分。图案转移方法,包括传统的光刻步骤和蚀刻步骤。第一欧姆接触电

极14的材料可以是锗(Ge)/金(Au)、钯(Pd)/锗(Ge)、铬(Cr)/金(Au)、铝化铬(CrAl)、钛(Ti)、氮化钛(TiN)、钛(Ti)/铝(Al)、钛(Ti)/铝(Al)/镍(Ni)/金(Au)、钽(Ta)/钛(Ti)/镍(Ni)/金(Au)、钒(V)/铝(Al)/钒(V)/金(Au)、钒(V)/钛(Ti)/金(Au)、钒(V)/铝(Al)/钒(V)/银(Ag)、氧化镉(ZnO)或氧化镉锡(ITO)分别用于III-氮化物、III-磷化物或III-砷化物。通过剥离法在第二外延层16上形成第二欧姆接触电极18,或者在第二外延层18上沉积欧姆接触材料层,并通过使用传统图案化去除欧姆接触层的不必要部分。蚀刻方法包括光刻方法和蚀刻方法的步骤。第二电极18的材料可以是高功函数金属,例如镍(Ni)、金(Au)、银(Ag)、钯(Pd)、铂(Pt)、铍化金(AuBe)、锌化金(AuZn)、铍化钯(PdBe)、铍化镍(NiBe)、锌化镍(NiZn)、锌化钯(PdZn)、锌化金(AuZn)、钌(Ru)/镍(Ni)/氧化镉锡(ITO)、镍(Ni)/银(Ag)/钌(Ru)/镍(Ni)/金(Au)、镍(Ni)/金(Au)或氧化镉锡(ITO)用于III-氮化物,III-磷化物或III-砷化物。在该实施例中的欧姆接触电极形成过程中的剥离方法包括以下步骤:首先在外延层12或16上沉积光阻层,以图案曝光和显影光阻层,在光阻层上沉积欧姆接触材料层。然后暴露外延层12或16,然后直接去除光阻层。光阻层上的欧姆接触材料层将同时被去除。剥离方法有着省略一个蚀刻步骤的优点。

[0070] 在图1D中,进行平台(mesa)蚀刻制程,并通过使用传统图案化蚀刻方法同时形成切割线(scribe line)20,以区分每个发光二极管芯片40。欧姆接触电极和平台的形成被称为芯片制程,并且在图1C中形成欧姆接触电极和在图1D中形成平台的过程和步骤顺序可以交换或反过来。可以在微型发光二极管芯片上形成具有用于第一/第二欧姆接触电极的开口的钝化层(passivation layer),以保护所有微型发光二极管芯片,尽管在图标中未示出该钝化层是为了不使本发明重点不突出。

[0071] 在图2A中,接合衬底50上设置有驱动电路60和成对的接合垫52。接合衬底50可以是印刷电路板,硅,碳化硅,氮化铝陶瓷或氧化铝( $Al_2O_3$ )陶瓷,玻璃或砷化镓。驱动电路60和成对的接合垫52的形成方法可以是任何传统技术。接合衬底50的背面较佳的方式为平坦的。如果稍后要进行激光剥离技术,则应抛光接合衬底50的背面。微型发光二极管芯片将被转移到接合衬底上。在图2B中,将图1D中的处理后的外延衬底10翻转并且将每个发光二极管芯片40对准每个成对的接合垫52,由于外延衬底上的指标与接合衬底上的指标相同。接合垫30可以包括共晶接合、接合软钎焊接合以及与具有银的环氧树脂(一般简称银胶)。

[0072] 然后,在图3A中引入了逐个芯片(chip-by-chip)的激光曝光。在此实施例中,一次仅传送一个芯片用于特定的发光二极管颜色。但是,如果在其他应用程序或实施例中所有发光二极管发出相同的颜色,则可以同时传输一个发光二极管区块(block)。通过对低温缓冲层22的激光曝光32来照射第一发光二极管芯片,使得氮化镓外延层12将与蓝宝石外延衬底10分离。因此,第一发光二极管芯片与外延衬底10分离。请注意,在图3A中,欧姆接触电极非常靠近成对的接合垫;但是他们没有完全接触。外延衬底10必须足够靠近接合衬底50,使得当第一发光二极管芯片暴露于激光时,第一发光二极管芯片将与外延衬底10分离并直接转移到接合衬底50。对于其他一些传统的激光剥离制程,首先将微型发光二极管芯片粘合到成对的接合垫上,然后通过激光曝光进行照明。在本发明中,首先进行激光曝光,使得可以将微型发光二极管芯片选择性地接合到接合衬底50。诸如波长,激光功率,光束大小和形状以及曝光时间的类的参数可以是任何传统技术。在一个实施例中,可以以248纳米的波长,大约3-10纳秒的脉冲和大约120-600微焦耳/平方公分的能量密度来施加KrF准分子激

光。在另一个实施例中,可以以355纳米的波长,大约20-50纳秒的脉冲,大约250-350微焦耳/平方公分的能量密度施加Nd:YAG激光。在该实施例中,即使使用了蓝宝石外延衬底,但是激光剥离也可以应用在碳化硅外延衬底上,并且细节可以参考Nakamura等发明人的美国专利号US7,825,006。

[0073] 在图3B中,第二发光二极管芯片通过激光曝光32照射到低温缓冲层22上。因此,第二发光二极管芯片与外延衬底10分离并掉落在接合衬底上。并且在图3C中,第三发光二极管芯片通过激光曝光32照射到低温缓冲层22。因此,第三发光二极管芯片与外延衬底10分离并转移到接合衬底上。需要注意,在图3A-图3C中,第一、第二和第三微型发光二极管芯片不是相邻的,因为其他一些可以发射来自其他外延衬底的光的微型发光二极管芯片可以粘结到该接合衬底上。在一个实施例中,第一、第二和第三微型发光二极管芯片可以发射蓝光,并且在其他可以发射绿光的外延衬底上的其他微型发光二极管芯片应该接合到该接合衬底上。如果接合衬底是砷化镓,则已经在接合衬底中已经形成红色发光二极管芯片。如果应将红色微型发光二极管芯片粘合到接合衬底上,而接合衬底本身不是砷化镓,则蓝色微型发光二极管芯片之间的间隔应增加到图3A-图3C的两倍。

[0074] 在通过激光曝光照射所有被选择的蓝色微型发光二极管芯片之后,将被选上的蓝色微型发光二极管芯片转移到接合衬底上。外延衬底上剩余的蓝色微型发光二极管芯片可以加工到下一个接合衬底。在图3A-图3C中,每个微型发光二极管芯片可以依次逐个芯片(chip-by-chip)或逐个区块(block-by-block)地传输。

[0075] 在图4A中,将外延衬底10移出34,同时将通过激光曝光照射的一些微型发光二极管芯片留在接合衬底50上,而将其他未受到激光曝光照射的发光二极管芯片保留在外延衬底上10。在图4B中,可以通过使用共晶接合、接合软钎焊接合或烘烤银胶来对接合衬底50进行再加热,从而将转移的微型发光二极管芯片接合到成对的接合垫上。当所有的微型发光二极管芯片已经被转移时,较佳的方式是要执行这个步骤。

[0076] 在图5A中,翻转具有其他微型发光二极管芯片45(例如绿色发光二极管芯片)的第二外延衬底10-1,并且所有微型发光二极管芯片45对准其余的成对接合垫。在该实施例中,外延衬底上的一些绿色微型发光二极管芯片45可能已经在另一接合衬底上转移过。然后,如图5B所示,将外延衬底10-1位于够靠近接合衬底50,但是外延衬底10-1与接合衬底50之间的距离,为了芯片间隙考虑,应大于芯片厚度,例如相隔几微米,并且通过激光曝光32照射一个发光二极管芯片45。在图5C中,通过激光曝光32再次将另一个发光二极管芯片45照射到低温缓冲层。因此,所有的微型发光二极管芯片都与外延衬底10-1分离,并逐个芯片地转移至接合衬底50。在图5D中,外延衬底10-1被移开并且所有发光二极管芯片被转移34。接合衬底50再次被再次加热。为了方便起见,应在所有微型发光二极管芯片都已转移到接合衬底上之后再加热步骤。

[0077] 如果接合衬底具有小尺寸或大尺寸,则可以在显示面板中合并,分离或分割接合衬底50。例如,如果接合衬底是二乘二英寸的衬底并且显示设备是六乘二英寸,则需要将三个接合衬底合并成单个显示面板。如果接合衬底是十乘十二英寸的衬底,并且显示器是六乘三英寸,则接合衬底需要被分离或分割成九个显示面板。

[0078] 如果所有发光二极管芯片都可以是紫外线发光二极管,则可以在微型发光二极管芯片的背面上形成红色荧光粉70,绿色荧光粉71和蓝色荧光粉72,如图6A所示。在图6B中,

仅提供蓝色发光二极管芯片,而在发光二极管芯片上形成或涂覆绿色荧光粉71和红色荧光粉70。荧光粉70可以通过喷涂(spray)、光刻(lithography)、贴合(taping)或印刷(print)形成。如图6C所示的另一实施例,如果提供蓝色和绿色的微型发光二极管芯片,则仅红色荧光粉70形成并涂覆在一些蓝色发光二极管芯片上。如此,制造出显示器。

[0079] 在另一个实施例中,如果外延衬底上的微型发光二极管芯片的指针不等于接合衬底上的指标,则外延衬底上的发光二极管芯片应该一个接一个地转移。首先,将外延衬底上的第一个微型发光二极管芯片对准特定的成对接合垫,如图7A所示。然后,在图7B中,将外延衬底移动到足够靠近接合衬底的位置。

[0080] 然后在图7C中,通过激光曝光32照射第一微型发光二极管芯片。因此,在图7D中,第一微型发光二极管芯片与外延衬底10分离并附着到接合衬底50上,另一个微型发光二极管芯片仍保留在外延衬底上。

[0081] 然后,在图7E中,移动外延衬底10和接合衬底,使得第二发光二极管芯片与另一个成对的接合垫对齐,并通过激光曝光32照射。在图7F中,第二发光二极管芯片转移到接合衬底50上。在图7G中,移动外延衬底10和接合衬底,使得第三发光二极管芯片与另一对接合的接合垫对准,并再次被激光曝光32所照射。因此,可以继续该制程,直到所有指定的微型发光二极管芯片都转移到接合衬底上为止。在该实施例中,外延衬底上的微型发光二极管芯片的指针小于接合衬底上的成对的接合垫的指标。

[0082] 在本发明中,可以通过使用激光剥离方法来分离蓝宝石衬底。但是,对于其他外延衬底,例如硅、碳化硅和砷化镓,通过激光剥离将外延衬底与外延层分离并不容易。因此,提供了另一种方法。在一个实施例中,可以在砷化镓衬底上形成红色微型发光二极管芯片,然后将红色微型发光二极管芯片转移到临时衬底上。通过使用选择性蚀刻方法移除砷化镓衬底,然后将所有的微型发光二极管芯片再次转移到作为衬底的膜(tape)上。因为膜是柔软的并且微型发光二极管芯片和膜之间的粘性不是那么紧密,所以可以通过使用尖端将微型发光二极管芯片直接压到接合衬底上。因此,以前的激光剥离方法现在可以用机械压制方法代替。膜的黏性是可被控制,使得转移的过程可以优化。

[0083] 为了解释该实施例,应该引入一些图示以清楚说明。在一个实施例中,首先提供砷化镓外延衬底10。然后,如图8A所示,通过使用传统的外延生长方法在砷化镓衬底上形成诸如砷化铝(AlAs)的蚀刻选择层23。然后,通过外延生长顺序地形成第一外延层12和第二外延层16,随后将形成单独的发光二极管芯片图案。通过蒸镀方法在第二外延层16上形成p欧姆接触层18。然后,通过使用特定的胶将外延衬底10的上端固定到临时衬底80,该特定的胶在被紫外线照射或加热到某个特定温度时会失去粘性,如图8B所示。

[0084] 接下来,通过蚀刻该蚀刻选择层23去除外延衬底10(该制程的详细过程可以参考美国公开号2006/0286694),并且具有n欧姆接触电极14和p欧姆接触电极18的发光二极管芯片是在外延层上形成,如图8C所示。翻转临时衬底80。然后,如图8D所示,将n欧姆接触电极14的上端固定至膜81。膜的粘性不能太粘,因此以后可以通过简单的机械加压将每个微型发光二极管芯片压落(pressing)下来。然后通过加热或用紫外线照射除去临时基底80,并如图8E所示,翻转带发光二极管芯片的膜。去除砷化镓衬底的另一实施例是利用直接形成在砷化镓衬底上的蚀刻停止层(例如砷化铝)上直接蚀刻砷化镓衬底。该实施例的处理过程与上面的描述相类似。

[0085] 对于其他外延衬底,例如硅、碳化硅、氮化镓、氧化锌、磷化镓和铋化镓,应在形成外延层的前形成相应的选择性蚀刻层,并且可以应用前一种方法。对于碳化硅外延衬底,过渡金属氮化物层适合作为选择性蚀刻层。

[0086] 外延衬底可以用作具有驱动电路的接合衬底,并且提供了生长在砷化镓衬底上的磷化铝镓红色发光二极管结构来说明该实施例。在图9中,提供了用于说明该实施例的处理流程。首先,如步骤S9-1所示,提供诸如砷化镓或磷化铟的衬底,用于外延生长红色微型发光二极管芯片结构,并作为用于蓝色/绿色微型发光二极管芯片的接合衬底。然后,作为可选的步骤S9-2,在衬底上形成用于反射红光的布拉格反射层(DBR layer),并且在布拉格反射层上外延生长红色发光二极管结构,如步骤S9-3。接下来,作为步骤S9-4,在布拉格反射层上制造红色的微型发光二极管芯片。然后,通过使用传统的离子植入和/或扩散,在步骤S9-5中将p阱形成在GaAs衬底中。在该实施例中,因为衬底是n型,所以形成p阱。如果较佳的实施例为p型的MISFET (metal-insulator-semiconductor field effect transistor; 金属-绝缘体-半导体场效应晶体管),则应在此步骤中形成n阱。然后,在p阱中形成多个隔离区,作为用于将随后形成的晶体管与成对的接合垫隔离,如步骤S9-6。隔离区可以是例如氮化硅、氧化硅、氧化铝或氮化铝。然后,在步骤S9-7中,在p阱中形成在该实施例中为金属-绝缘体-半导体场效应晶体管的晶体管。砷化镓衬底将提供为金属-绝缘体-半导体场效应晶体管中的半导体层。然后,形成欧姆接触阵列以欧姆接触微型发光二极管芯片,如步骤S9-8,并且在步骤S9-9,在隔离组件上形成成对的接合垫。然后,可以在步骤S9-10中将蓝色和绿色的微型发光二极管芯片转移到配对的接合垫上。在步骤S9-11中,在衬底上形成诸如氧化硅或氮化硅的内介电层(ILD layer; Inter-layer dielectric layer),并且在步骤S9-12中,在内介电层中形成多个接触窗。然后,在步骤S9-13中,然后在内介电层上形成金属层以电性连接到接触窗。在步骤S9-14中,形成诸如氧化硅或氮化硅的钝化层以覆盖所有晶体管、微型发光二极管芯片和金属层,并且在步骤S9-15中,可选择地将衬底的背面金属化。

[0087] 图9所示的处理流程的详细步骤可以参考图10A至图10M。首先,如图10A所示,提供砷化镓或磷化铟衬底51。可以在衬底51上形成用于增强红光提取的布拉格反射层53,然后,通过有机金属化学气相沉积(MOCVD)在布拉格反射层53上随后形成n外延层12和p外延层16。如图10B所示,通过使用传统的图案化和蚀刻制程,采用芯片制程在衬底51上形成单个红色微型发光二极管芯片47。为了形成驱动电路,通过使用传统的离子植入和/或扩散步骤来形成p阱55,如图10C所示。在该方法的一个实施方案中,掺杂剂(dopant)可以是镁或锌。然后,如图10D所示,在衬底51中形成几个隔离区56,用于将微型发光二极管芯片与晶体管电性隔离。隔离区可以是介电质,例如氧化硅,氮化硅,氧化铝或氮化铝。在该步骤中,隔离区的形成包括蚀刻制程并将介电层重新填充到蚀刻区域中。

[0088] 在图10E中,通过使用传统方法在p阱55内和之上形成n型金属-绝缘体-半导体场效应晶体管90。在一个实施例中,栅极介电层92和栅极93依序沉积在衬底51上,然后被蚀刻,然后,通过掺杂、注入或扩散硅在p阱55中形成源极/漏极区域91。栅极介电层92可以是氧化硅或氮化硅或其他介电材料,而栅极93可以是多晶硅,铝或合适的金属。然后可选择在栅极和红色微型发光二极管芯片47的侧壁上形成可以是氧化硅的间隙物(spacer) 94,以保护栅极和红色微型发光二极管芯片47,如图10F所示。间隙物94的形成包括在衬底51上沉积

共形层 (conformal layer) 并直接蚀刻该共形层。然后,在衬底51上形成透明欧姆接触层18,以与红色微型发光二极管芯片47电性接触,然后将蓝/绿色微型发光二极管芯片转移到晶体管上。透明欧姆接触层18可以是氧化铟锡 (ITO)、铟锌氧化物 (IZO)、铟镓氧化物 (IGO)、铝锌氧化物 (AZO) 或铟镓锌氧化物 (IGZO)。然后,如图10G所示,成对的接合垫52形成在隔离组件56上,并且电性连接到透明欧姆接触层18。然后,如图10H所示,将蓝色微型发光二极管芯片40和绿色微型发光二极管芯片45转移到成对的接合垫上。

[0089] 如图10I所示,通过使用传统的旋涂将内介电层64,例如氧化硅、正硅酸四乙酯 (TEOS)、环氧树脂 (epoxy) 或硅氧树脂 (silicone),沉积在衬底51上。然后,如图10J所示,在内介电层64中形成接触窗68以电性连接到晶体管90的n阱91。接触窗68的形成包括首先蚀刻内介电层64以形成接触孔,然后在接触孔内填充金属。然后,如图10K所示,通过使用传统方法在内介电层64上形成金属层62,并将其电性连接到接触窗68。金属层62通过晶体管90对微型发光二极管芯片40、45和47提供亮度信号,并且当对应的晶体管导通时,微型发光二极管芯片的一将发射预定的光亮度。然后形成钝化层65,例如环氧树脂,硅氧树脂或微机电 (MEMS) 材料,以覆盖晶体管90、微型发光二极管芯片和金属层62,如图10L所示。如图10M所示,可选地在衬底51的背面上形成金属层66,以使得微型发光二极管芯片的所有n个电极可以通过金属层66接地。对于红色微型发光二极管芯片47,n电极可以通过衬底51接地,而对于蓝色/绿色微型发光二极管芯片40/45,n电极可以通过衬底51中的通孔 (via) 接地。通孔的形成可以包括使用传统方法蚀刻穿过衬底51以形成通孔,并在内部填充金属。

[0090] 为了理解微型发光二极管显示器的像素设计,最好使用透视图来说明本发明。在图11A中,提供了微型发光二极管显示面板中的两个像素的有源电路图。像素100包括三个微型发光二极管芯片106和三个晶体管104。晶体管104的所有栅极连接到控制信号 (control signal) 110,晶体管104的所有源极 (source) 连接到亮度信号 (brightness signal) 112。控制信号110,通过对晶体管104开/关,将信号提供给某个微型发光二极管芯片106。亮度信号112将提供微型发光二极管芯片106应该具有特定亮度的信号。晶体管104的功能类似于液晶显示器面板中的膜晶体管 (TFT)。包围每个像素100的黑矩阵 (black matrix) 102可以增强对比度并减少所有像素100之间的干扰。微型发光二极管芯片106的p电极 (阳极) 连接到晶体管104的漏极,而微型发光二极管芯片的n电极 (阴极) 接地。

[0091] 在图11B中,提供了微型发光二极管显示器中的两个像素的无源电路图。在一个像素100中,仅提供三个微型发光二极管芯片106,并且微型发光二极管芯片106的所有p电极 (阳极) 连接到图像扫描信号120,并且微型发光二极管芯片106的所有n电极 (阴极) 连接到图像开关信号122。图像扫描信号120直接将图像信息提供给微型发光二极管芯片106,并且开关信号确定哪个微型发光二极管芯片106将被打开/关闭。如果开关信号是断路,则连接的微型发光二极管芯片将关闭。开关信号122将顺序地断路,使得图像信号120将向每个微型发光二极管芯片106提供正确的信号信息。微型发光二极管阵列可以通过交错 (interlace) 或非交错方法驱动以显示影像和动画。需要注意,砷化镓衬底不适用在该实施例中。

[0092] 在接合衬底上,在图11A中的有源电路图的一种像素设计布局可以参考图12A和图12B。在图12A中,红绿蓝布局是顺序的,也易于制造。区域108将容纳微型发光二极管芯片,并且提供了两个接合垫52。齐纳二极管也可以包括在驱动电路中作为保护电路。晶体管104

可以是N型金属-绝缘层-半导体 (MIS)、P型金属-绝缘层-半导体、互补型金属-绝缘层-半导体晶体管或双载子晶体管 (BJT)。在较佳实施例中,使用了N型金属-绝缘层-半导体晶体管。在该实施例中,可以选择共阴极电极。在图12B中,如果红绿蓝微型发光二极管芯片希望紧密设计以增强对比度,则可以在一个像素中提供另一种设计布局。

[0093] 在图13A中,提供了本发明用于微型发光二极管芯片的另一实施例。对于蓝色、绿色和红色发光二极管芯片,驱动电压和寿命可能因这些发光二极管的结构和材料而有所不同。一种较简单与容易的方式来制造微型发光二极管显示器包含只有使用蓝色微型发光二极管芯片并且在其上涂覆有荧光粉73。荧光粉73发射黄光,并且在黄光与来自微型发光二极管的蓝光混合之后可以提供白光。然后,在透明衬底200上设置彩色滤光器130和黑矩阵102。因此,当每个微型发光二极管芯片由图像信号驱动时,在彩色滤光器130之后,可以显示出图像。荧光粉73可以产生高的显色指数 (high color rendering index) 或色域 (gamut)。然后将具有彩色滤光器130和黑矩阵的衬底200装配或匹配到发光二极管芯片以形成发光二极管显示器,如图13C所示。在另一个实施例中,荧光粉73和彩色滤光器130可以先形成在透明衬底200上,如图13B所示。在该实施例中,然后将具有彩色滤光器130、荧光粉73和黑矩阵102的衬底200装配或匹配到发光二极管芯片,也如图13C所示。在另一个实施例中,荧光粉73可以一起发射绿色和红色。在另一个实施例中,微型发光二极管芯片可以发射紫外光,而荧光粉73将发射红绿蓝光。在该实施例中,彩色滤光器200的功能将类似于液晶显示器面板中的彩色滤光器,但是不再有液晶层。对于液晶显示器的显示面板,即使提供了完全暗的图像,由于液晶无法完全关闭背光,所以液晶显示器的面板中还会漏出一些白光。但是,对于本发明的发光二极管显示面板,可以完全关闭发光二极管,从而可以将暗图像与传统的冷阴极管 (CRT) 监视器或电浆显示器进行比较,并具有出色的质量。在图14A中,是透明衬底100的俯视图,以显示四个像素100。黑矩阵102可以围绕一个像素形成,如图14B所示。

[0094] 在本发明中,提供了另一实施方式,亦即在无源模式发光二极管显示面板中,所有发光二极管芯片均不被转移至接合衬底。请参考图15A,其中在蓝宝石衬底10上已经形成的发光二极管芯片40分别具有n/p欧姆接触电极14/18。在该实施例中,发光二极管芯片40发出蓝光。发光二极管芯片配置的形成应根据显示像素来定义,并且在该实施例中,左三个发光二极管芯片被分为一个像素,而右三个发光二极管芯片被分组为另一个像素。然后,形成介电层210以覆盖发光二极管芯片40,并且如图15B所示暴露n/p欧姆接触电极14/18。介电层210可以是氧化硅、氮化硅、四乙氧基硅烷 (TEOS), 环氧树脂 (epoxy) 或硅氧树脂 (silicone)。形成透明导电层,例如氧化铟锡 (ITO)、铟锌氧化物 (IZO)、铟镓氧化物 (IGO)、铝锌氧化物 (AZO) 或铟镓锌氧化物 (IGZO), 并将其图案化图像扫描信号线120,以分别电性连接每个p欧姆导电电极,如图15C所示。图像扫描信号线120也可以参考图11B。然后,形成另一介电层212,例如氧化硅、氮化硅、环氧树脂或硅氧树脂,以覆盖发光二极管芯片和图像扫描信号线120。在介电层212中形成几个孔以暴露每个n型欧姆接触。电极14和另一透明导电层,例如氧化铟锡 (ITO)、铟锌氧化物 (IZO)、铟镓氧化物 (IGO)、铝锌氧化物 (AZO) 或铟镓锌氧化物 (IGZO), 被填充在每个孔内,并且在介电层212上被图案化为开关信号线122,如图15D所示。开关信号线122也可以参考图11B。形成钝化层65以覆盖开关信号线122和具有高显色指数的荧光粉73,该荧光粉73发射黄光以与蓝色氮化镓发光二极管芯片40接合以产生

白光。如果发光二极管芯片40发射紫外光,则可以使用红绿蓝混合的荧光粉。如图15E所示,涂覆有彩色滤光器130和黑矩阵102的透明衬底200将微型发光二极管芯片40装配在外延衬底10上。因此,形成具有氮化镓发光二极管芯片的无源发光二极管显示器。

[0095] 本发明同时提供了无源发光二极管显示面板的另一个实施例。请参阅图16,其中形成具有发光二极管芯片的蓝宝石衬底10,并翻转到与配对接合垫52的接合衬底50上粘合。与的前的实施例类似,发光二极管芯片配置应根据显示器像素进行定义。然后,微型透镜阵列220形成在外延衬底10的背面,如图15B所示。微透镜可以是单层平面和一个球形凸面来折射光线的单一组件,或者具有两个平面和平行表面,对焦作用是通过透镜的折射系数(refractive index)的变化获得的,亦即渐变指数透镜(gradient-index lens)。微透镜阵列220的形成可以从主镜头阵列进行模具成型(moulding)或压印(embossing)。然后,一具有荧光粉73、彩色滤光镜130和黑矩阵102的透明衬底200依序形成于其上,以适于每个发光二极管芯片。

[0096] 在图17中,提供了用于制造微型发光二极管显示面板的装置。一x-y滑台(stage)300提供水平面上两个彼此正交的方向。x-y滑台300用于提供接合衬底沿x-y方向移动,以便要粘合的接合垫可以移动到特定位置。x-y滑台300上的z滑台(stage)302提供x-y平台垂直方向正交方向。提供z滑台302的目的是调整接合衬底高度,使激光能够以所需位置聚焦到外延衬底上。z滑台302上提供吸盘304,如静电吸盘(E chuck)或真空吸盘,用于固定接合衬底。然后,接合衬底50被维持在静电吸盘50上。x-y平台(platform)310,在水平方向上提供相似的两个正交方向,将在接合衬底50和激光320之间移动。外延衬底10安装在x-y平台310上,因此所需的发光二极管芯片可以移动到指定位置,以便发光二极管芯片可以通过激光320照射,并从外延衬底10分离到接合衬底50。x-y平台310对z滑台将保持相同的间距。准分子激光320用于在外延衬底上进行照射,以便发光二极管芯片或芯片可以从外延衬底10分离。控制器300,电气连接到x-y滑台300、z滑台302、吸盘304、x-y平台310和激光320。

[0097] 在图18中,对于当激光剥离不再适用时的实施例,提供发光二极管转移装置。尖头323的压制设备322取代了图14A-图14B中的准分子激光320。当膜上的微型发光二极管芯片应转移到接合衬底时,尖头将从压制装置322延伸或突出,将微型发光二极管芯片向下打击命中接合衬底。

[0098] 本发明更提供一种制造简易的显示面板的实施例。请参考图19A,在接合衬底50上设置有成对的接合垫52。不论是否具有有源组件,驱动电路60形成在接合衬底50上。接合衬底50,不论是刚性或软性的,可以是印刷电路板,硅,碳化硅,陶瓷,玻璃或聚酰亚胺,其可以是任何衬底,使得电路可以布线于其上。

[0099] 请参考图19B,利用上述的覆晶芯片技艺将多个氮化镓发光二极管芯片40对应地转移到成对的接合垫上。然后,如图19C所示,在接合衬底50上形成黑矩阵102。如果需要,可以形成黑矩阵102以隔离每个氮化镓发光二极管芯片40而不是像素。

[0100] 形成图案的光转换层72用以覆盖每个氮化镓发光二极管芯片以提供白光,其中不论光转换层72具有或不具有散光子(diffusor),如图19D所示。光转换层72可以包括荧光粉或量子点、黄色荧光粉(YAG或TAG)、红色荧光粉、氟化物(KSF)荧光粉、TriGain荧光粉、WCG荧光粉其包括 $\beta$ -SiAlON绿色荧光粉和KSF荧光粉。在一实施例中,光转换层74可覆盖三个氮化镓发光二极管芯片或形成在一个像素内。

[0101] 请参考图19E,在光转换层72或74上直接形成一颜色定义层132,例如彩色滤光片,用在一个像素中定义RGB的,并与每个氮化镓发光二极管芯片40对准。颜色定义层132,在一种一般技术中,通过对每种颜色使用三次图案化步骤来形成。

[0102] 在传统的液晶显示设备中,从背光模块发射的光强度将首先由液晶面板(例如,液晶,偏振器,配向膜等)所调控,而在本发明的实施例中,自氮化镓发光二极管芯片的光之后不需要被任何的调控。在这实施例中,光强度明显更高。

[0103] 在该实施例中,氮化镓发光二极管芯片从外延衬底转移到接合衬底,并且目前的巨量转移问题仍然存在。因此提供了另一个实施例以避免巨量转移的发生。

[0104] 请参考图20A,多个发光二极管芯片40形成在外延衬底10上,例如蓝宝石或碳化硅衬底。每个发光二极管芯片40包括n-外延层12,p-外延层16,n欧姆接触电极14和p欧姆接触电极18。n欧姆接触电极14和p欧姆接触电极18都是透明的。

[0105] 然后,如图20B所示,在外延衬底10上形成一第一绝缘层64,并形成多个接触孔以暴露出多个欧姆接触电极18。绝缘层64可以是氧化硅,氮化硅,氮氧化硅,硼磷硅玻璃(BPSG;borophosphosilicate glass),磷硅玻璃(PSG;phosphosilicate glass)或其他透明电介质材料。绝缘层64的形成可以是化学气相沉积或旋涂(spin-on coating),这取决于绝缘层64的材料。可以通过一般的图案化以蚀刻方法形成多个接触孔。

[0106] 请参考图20C,第一图案化透明导电层66形成在第一绝缘层64上并填入在多个接触孔的内部,使得每个欧姆接触电极18可以与第一透明导电层66电性接触。第一图案化透明导电层66在第一绝缘层上被图案化为第一多条信号线,以电性连接到多个氮化镓发光二极管芯片的第一电极的行(row)。在该实施例中,第一电极是欧姆接触电极18。第一透明导电层66的材料可以是铟锡氧化物(ITO)、铟锗氧化物(IGO)、铟锌氧化物(IZO)、铝锌氧化物(AZO),并且可以先通过溅镀(sputter)或蒸镀(evaporation)方法形成第一透明导电层66,然后再对其进行图案化。第一透明导电层66也可以通过剥离(lift-off)方法来图案化,该剥离方法比一般的图案化到蚀刻更简单。

[0107] 请参考图20D,形成第二绝缘层65以覆盖第一绝缘层64和第一透明导电层66。第二绝缘层65的材料和形成可以类似于第一绝缘层64。在本实施例中,第二绝缘层65通过共形涂层(conformal coating)形成。在一个简化的实施例中,第二绝缘层的形成与第一绝缘层64的形成相同。然后通过使用一般的图案化以蚀刻方法形成多个接触孔,然后形成第二透明导电层67。在第二绝缘层65上形成有n电极,并填充在多个接触孔68的内部,使得每个n欧姆接触电极14可以与第二透明导电层电性接触。第二透明导电层67在第二绝缘层上被图案化为第二多条信号线,以电性连接到多个氮化镓发光二极管的第二电极的列(column)。在该实施例中,第二电极是n个欧姆接触电极14。第二透明导电层67的材料和形成可以类似于第一透明导电层66。在简化的实施例中,第二透明导电层的形成67可以与第一透明导电层66相同。

[0108] 然后,如图20E所示,通过使用化学气相沉积法,蒸镀或旋涂法在第二绝缘层65和第二透明导电层67上形成钝化层90。钝化层90的材料可以是氧化硅,氮化硅,氧氮化硅。在该实施例中,钝化层90的顶表面是平坦的,这适用于以下步骤。然而,共形钝化层90在本发明中也是可接受的。

[0109] 请参考图20F,黑矩阵102形成在钝化层90上,用于定义每个像素并防止像素之间

的图像模糊。用于形成黑矩阵102的材料和形成可以参考液晶显示器领域中的一般工艺。本实施例中的黑矩阵层102是隔离像素。然而，黑矩阵层102可以形成为隔离每个氮化镓发光二极管芯片40。

[0110] 然后，在钝化层上形成与每个氮化镓发光二极管芯片40对准的图案化光转换层70，如图20G所示。在另一个实施例中，光转换层72形成在钝化层90上而不与每个氮化镓发光二极管芯片40对准。具有或不具有散光子的光转换层70或72与每个氮化镓发光二极管芯片40接合将提供白光。光转换层70或72可包括荧光粉或量子点、黄色石榴石荧光粉(YAG或TAG)、红色荧光粉、氟化物(KSF)荧光粉和TriGain荧光粉、WCG荧光粉其包括 $\beta$ -SiAlON绿色荧光粉和KSF荧光粉。在一个简化的实施例中，如果黑矩阵102和颜色定义层70或72是介电的或绝缘的，则没有必要形成钝化层90。在另一实施例中，荧光粉可以与环氧树脂或硅氧树脂混合并作为荧光粉一起作为钝化层90。因此，在形成钝化层90之后不必形成光转换层70或72。

[0111] 请参考图20H，通过使用诸如液晶显示器领域中的任何一般方法，图案化的颜色定义层130，例如滤光器，形成在颜色转换层70或72上，用以在每个像素中每一步定义一个像素的红绿蓝色。因此，提供了具有微型或微型发光二极管芯片的显示器。

[0112] 在另一个实施例中，在形成每个氮化镓发光二极管芯片之后，可以在蓝宝石衬底上形成黑矩阵。请参考图21A，在诸如蓝宝石或碳化硅的外延衬底10上形成有多个发光二极管芯片40。每个发光二极管芯片40包括n-外延层12，p外延层16，n欧姆接触电极14和p欧姆接触电极18。因此形成黑矩阵102以定义每个像素。

[0113] 请参考图21B，在第一外延衬底10上形成第一绝缘层64，并通过研磨法在每个氮化镓发光二极管芯片40上暴露出n欧姆接触电极14和p欧姆接触电极18。然后，在每个p欧姆接触电极18上形成第一透明导电层66，使得每个每个p欧姆接触电极18与第一透明导电层66电性接触，如图21C所示。

[0114] 请参考图21D，在第一绝缘层64和第一透明导电层66上形成第二绝缘层65，该绝缘层具有多个接触孔68以暴露每个n欧姆接触电极14。形成第二透明导电层67在第二绝缘层65上并且填入接触孔内，使得每个n欧姆接触电极14与第二透明导电层67电性接触。

[0115] 然后，如图21E所示，在第二绝缘层65和第二透明导电层67上形成钝化层90。颜色转换层70形成在钝化层90上并与每个氮化镓发光二极管芯片40对准。在另一个实施例中，颜色转换层72形成在钝化层90上而不使每个氮化镓发光二极管芯片40对准。如图21G所示，在颜色转换层70或72上形成颜色定义层130。

[0116] 用以显示在蓝宝石衬底上的氮化镓发光二极管芯片上的一种简化的实施例，可以参考图22A至图22C所示实施例的各个阶段的剖面图，而图23A至图23C根据图22A至图22C所示实施例的各个阶段的俯视图。如图22A和图23A所示，依次形成包括n外延层12和p外延层16的氮化镓发光二极管芯片。然后，在n-外延层12上形成图案化的n-欧姆接触透明导电层14，并且还将电性连接到同一列(column)中的其他氮化镓发光二极管芯片，如图22B和图23B所示。接下来，如图22C所示，在氮化镓发光二极管芯片和蓝宝石衬底10上形成图案化的共形钝化层64，并露出p-外延层18。在简化的实施例中，钝化层64可以是混合有或没有荧光粉的环氧树脂或硅氧树脂。然后，在p-外延层16上形成图案化的p-欧姆接触透明导电层18，并且还将电性连接到同一行(row)中的其他氮化镓发光二极管芯片，如图22C和图23C所示。

p欧姆接触透明导电层18的形成可以是剥离法或图案化以蚀刻。在该实施例中,n欧姆接触透明导电层14和p欧姆接触透明导电层18都可以是铟锡氧化物(ITO)、铟锗氧化物(IGO)、铟锌氧化物(IZO)、铝锌氧化物(AZO)或其组合。请注意,共形钝化层64在图23C中未显示出,用于显示出n欧姆接触透明导电层14和p欧姆接触透明导电层18之间的关系。

[0117] 用于显示出在蓝宝石衬底上的氮化镓发光二极管芯片的另一实施例可以参考图24A和图24B,其中图24A显示出了剖面图,而图24B显示出了图24A的俯视图。在该实施例中,n欧姆接触透明层14和p欧姆接触透明层18仅用于氮化镓发光二极管芯片。图案化的导电金属线68形成在n欧姆接触透明导电层14上,并将电性连接同一列中的氮化镓发光二极管芯片的其他n-外延层。另一方面,在p-欧姆接触透明导电层18上形成图案化的导电金属线67,并将其电性连接同一行中的氮化镓发光二极管芯片的其他p-外延层。在该实施例中,尽管形成两条导电金属线67和68以增加制造复杂度,但是可以提供更好的导电性。

[0118] 用于示出在蓝宝石衬底上的氮化镓发光二极管芯片的另一实施例可以参考图25A和图25B,其中图25A显示出了剖面图,而图25B显示出了图25A的俯视图。p欧姆接触透明层18形成在p外延层16上,并将电性连接至同一列中的其他氮化镓发光二极管芯片。接下来,形成图案化的共形钝化层64以覆盖蓝宝石衬底10,p外延层16和p欧姆透明导电层18,其中n外延层12被暴露。在简化的实施例中,钝化层64可以是混合有或没有荧光粉的环氧树脂或硅氧树脂。然后,形成n欧姆接触透明导电层14以电性接触n外延层12以覆盖共形钝化层64,并将电性连接到同一行中的其他氮化镓发光二极管芯片。n欧姆接触透明导电层的形成可以是剥离法或图案化以蚀刻。在该实施例中,n欧姆接触透明导电层14和p欧姆接触透明导电层18都可以是铟锡氧化物(ITO)、铟锗氧化物(IGO)、铟锌氧化物(IZO)、铝锌氧化物(AZO)或其组合。在本实施例中,n-欧姆接触透明导电层14和p-欧姆接触透明导电层18的形成顺序可以颠倒而不影响显示器的性能。如果颜色定义层是非导电的并且在钝化层64中没有混合荧光粉,则可以在n欧姆接触透明导电层14上直接形成颜色定义层130。

[0119] 对于上述实施例,该显示面板非常适合可穿戴显示设备。

[0120] 本发明提供的优点包括,首先是巨量转移微型发光二极管是工业和商业可行。所有微型发光二极管芯片都直接从外延衬底转移到接合衬底,因此产量可以增加。此外,微型发光二极管显示面板可以大规模生产。在本发明中,其结构和制造可适用荧光粉。此外、如果接合衬底为砷化镓,则可以直接在接合衬底上形成四元红色发光二极管芯片。如果彩色滤光片和荧光粉可以应用于发光二极管显示器,则仅需要将氮化镓发光二极管芯片配置为发光二极管显示器。对于某些特定结构,巨量转移是不需要的,因为在氮化镓发光二极管芯片和蓝宝石衬底上可以直接形成具有信号线的无源发光二极管显示器。在本发明中,也没有封装制程。

[0121] 以上所述的实施例仅为说明本发明的技术思想及特点,其目的在使本领域技术人员能够了解本发明的内容并据以实施,当不能以之限定本发明的专利范围,即大凡依本发明所揭示的精神所作的均等变化或修饰,仍应涵盖在本发明的专利范围内。

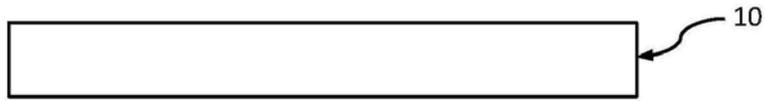


图1A



图1B

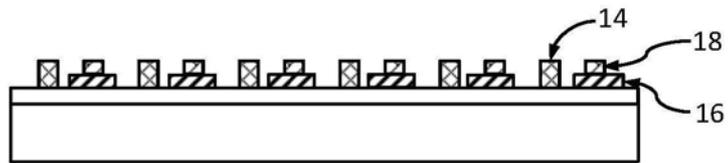


图1C

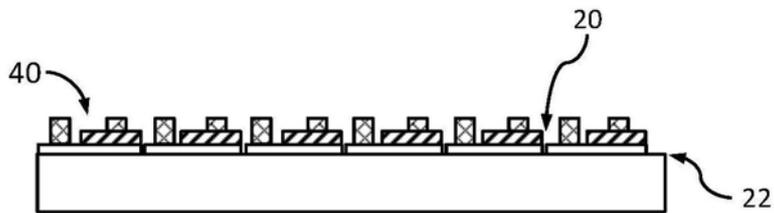


图1D

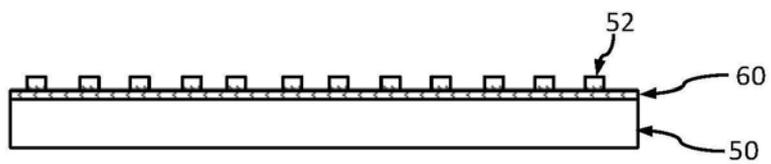


图2A

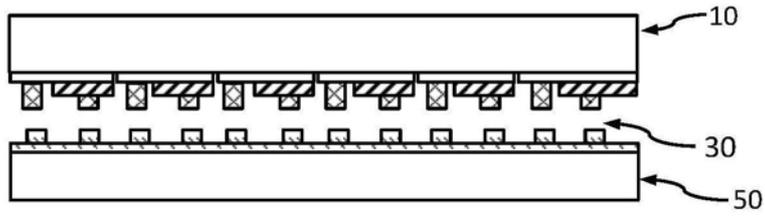


图2B

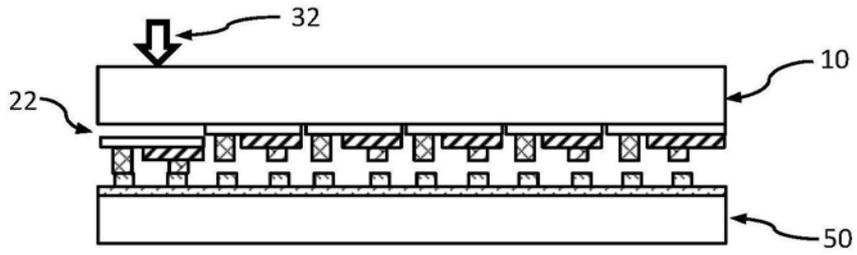


图3A

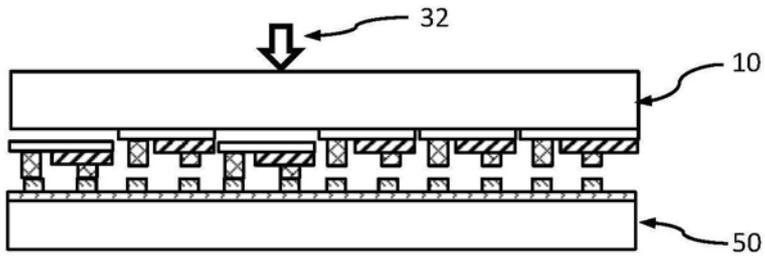


图3B

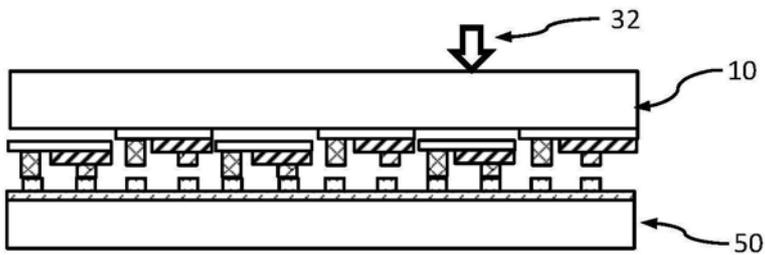


图3C

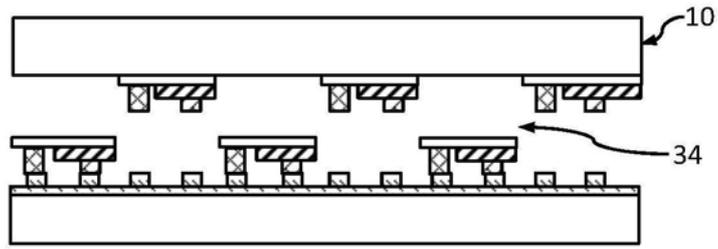


图4A

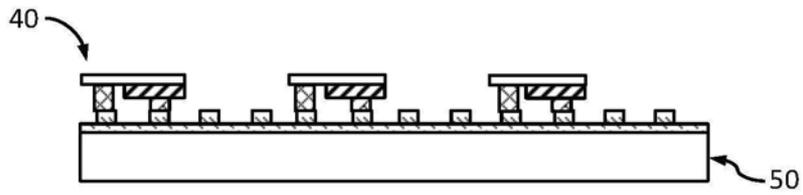


图4B

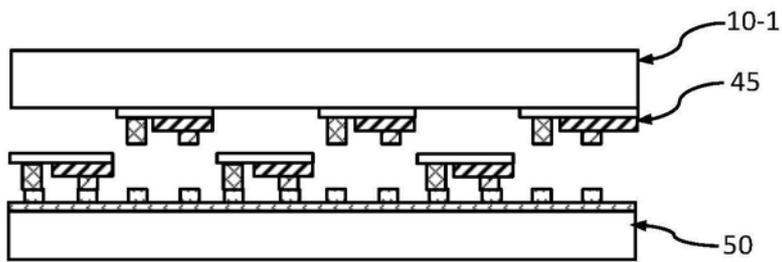


图5A

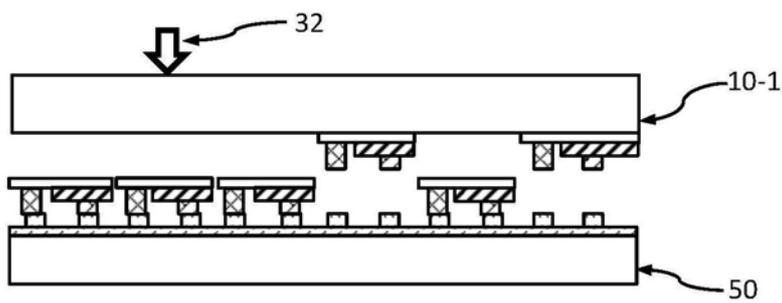


图5B

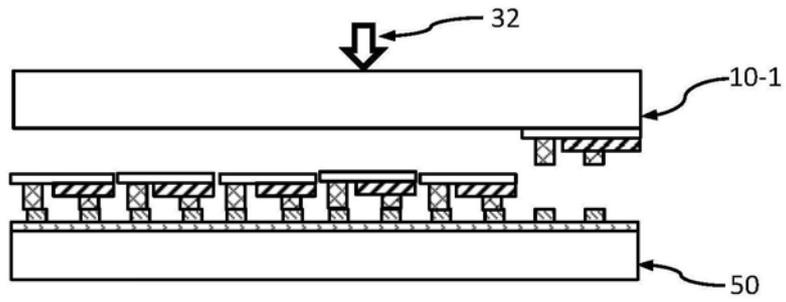


图5C

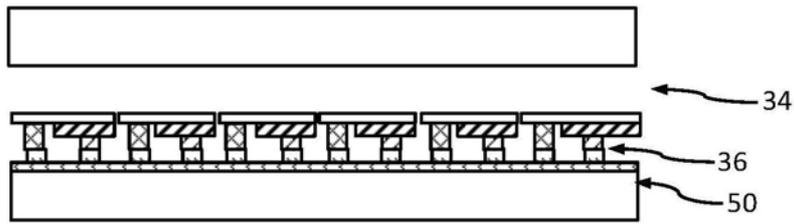


图5D

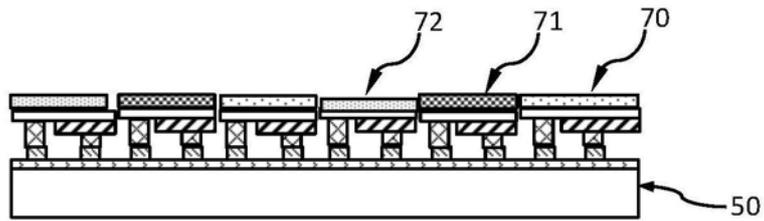


图6A

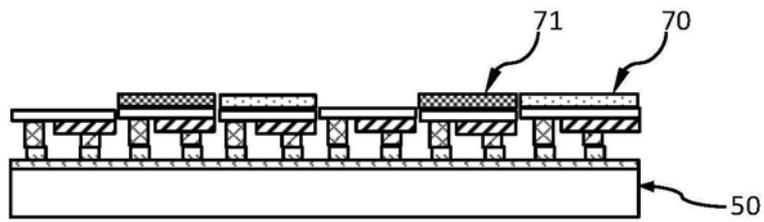


图6B

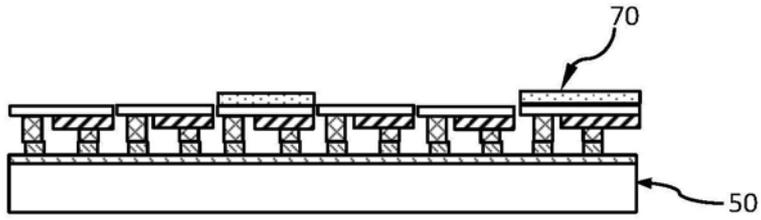


图6C

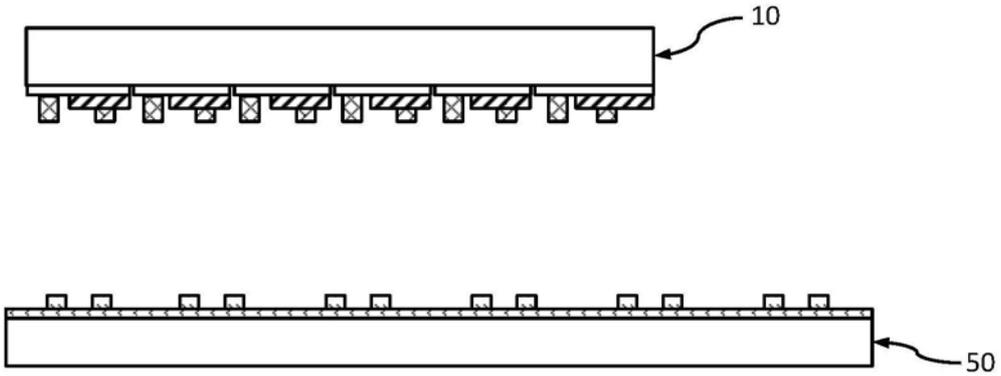


图7A

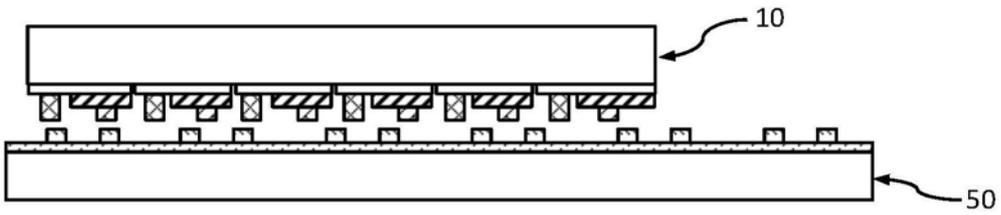


图7B

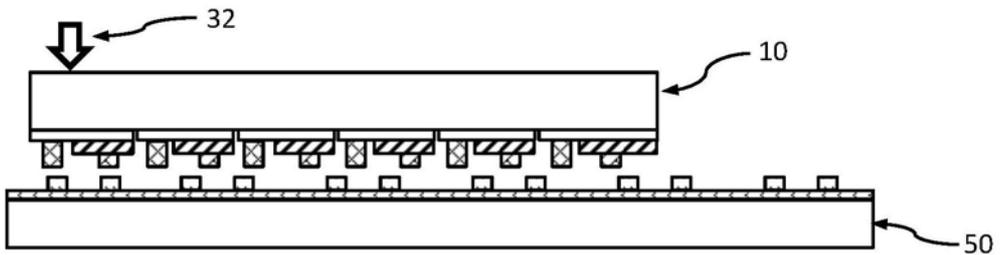


图7C

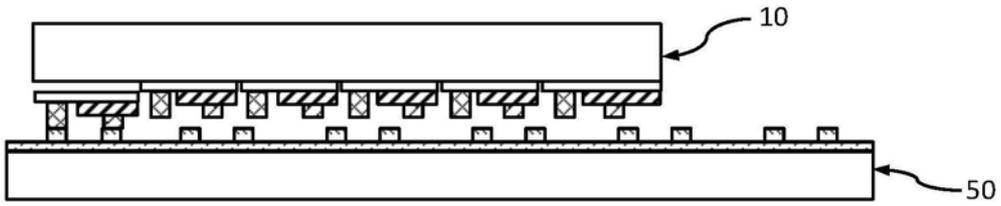


图7D

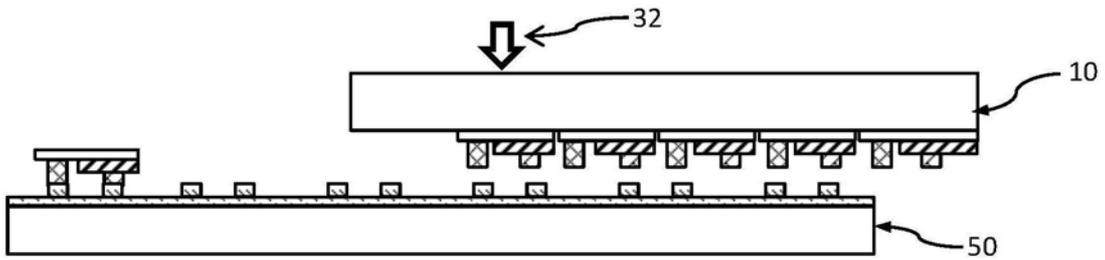


图7E

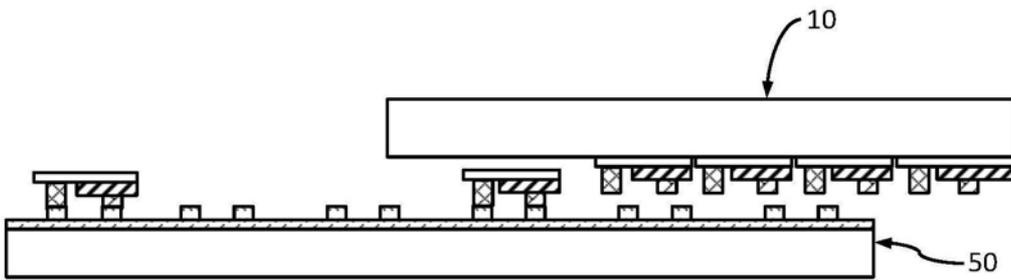


图7F

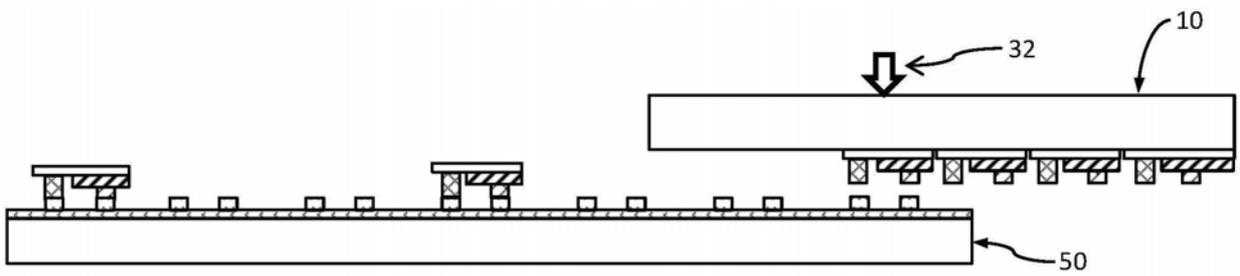


图7G

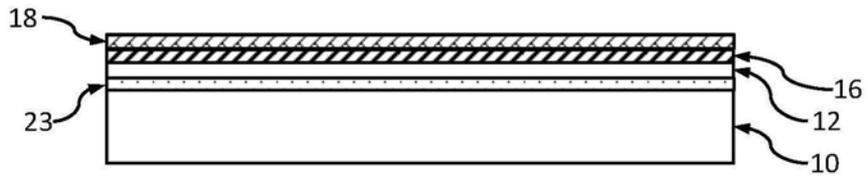


图8A

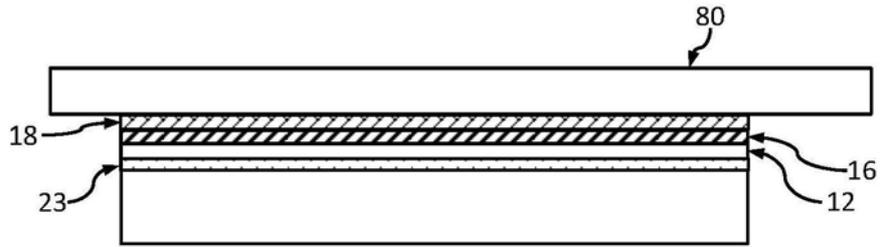


图8B

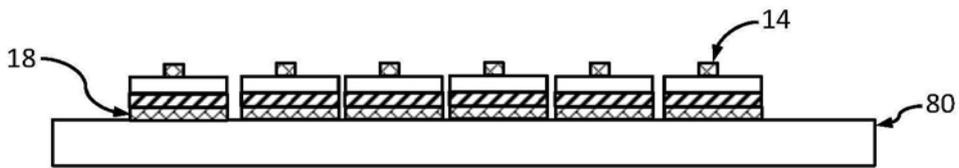


图8C

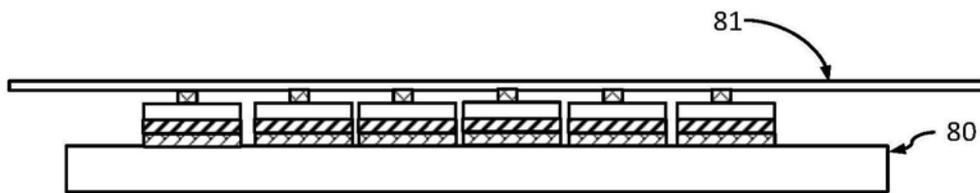


图8D

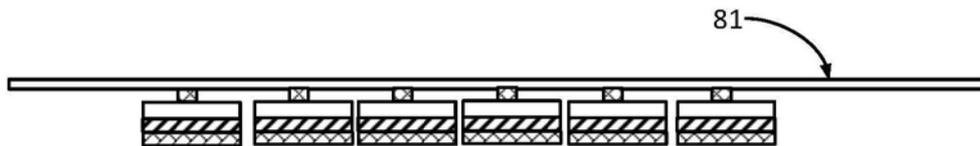


图8E

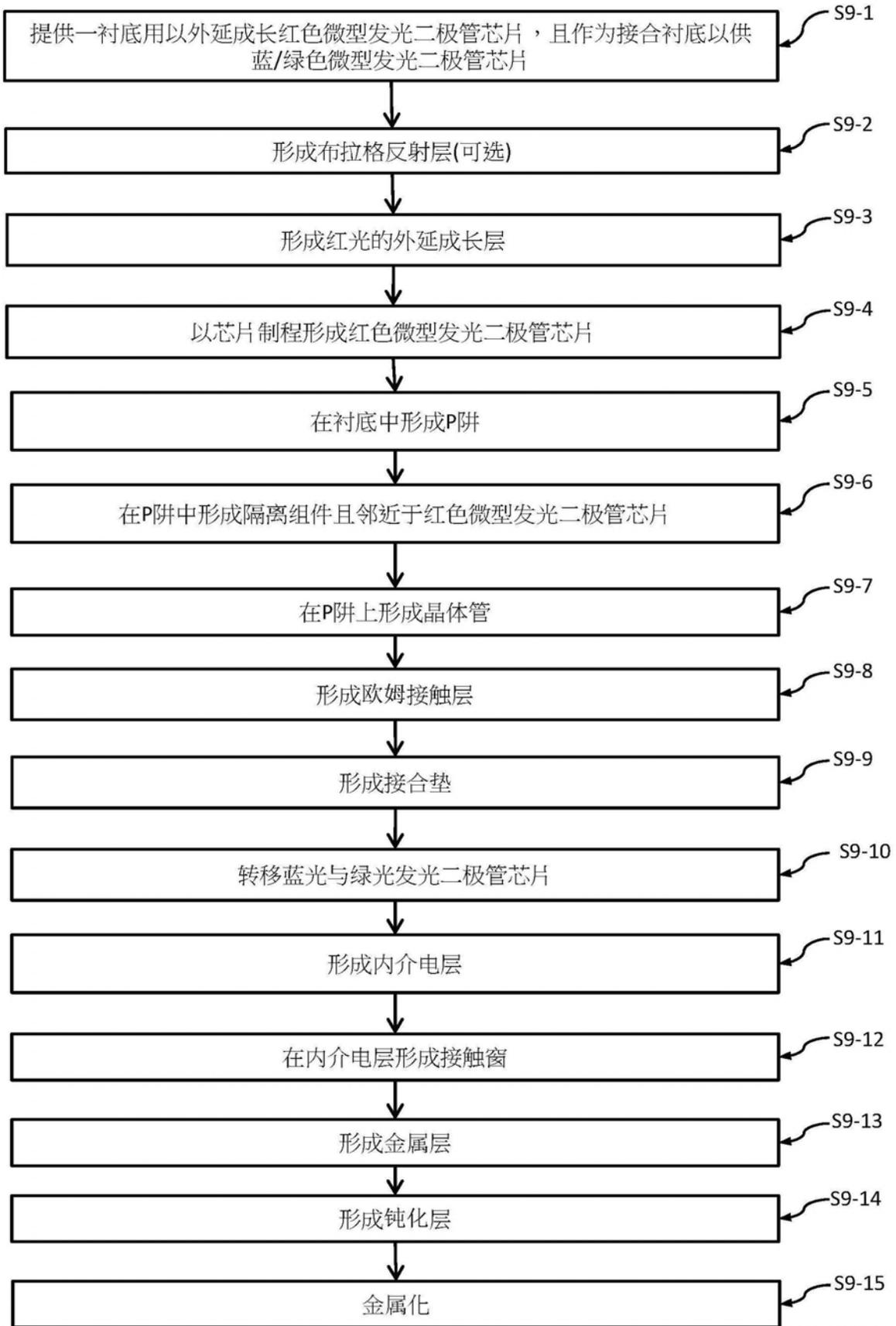


图9

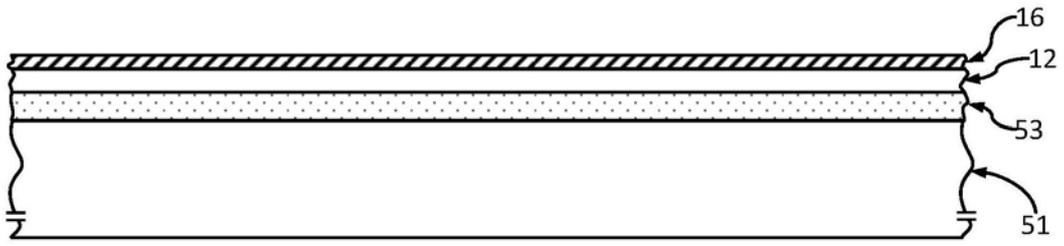


图10A

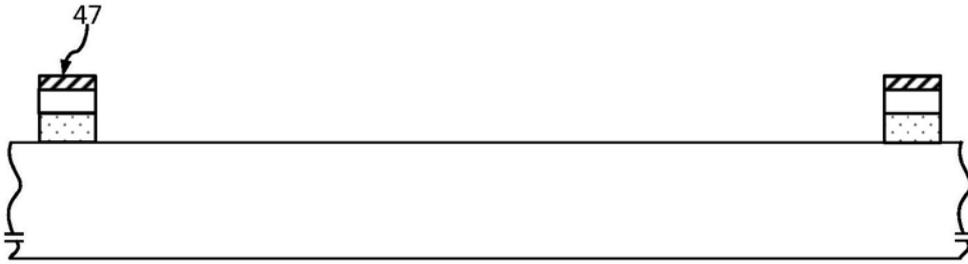


图10B

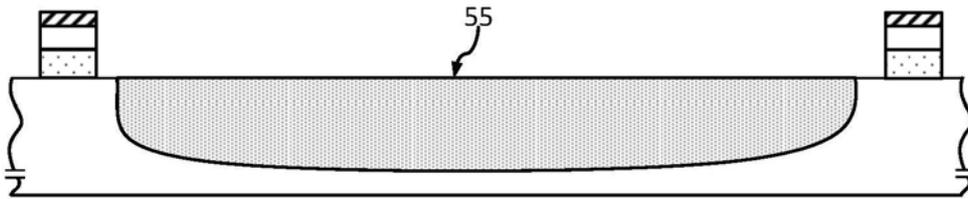


图10C

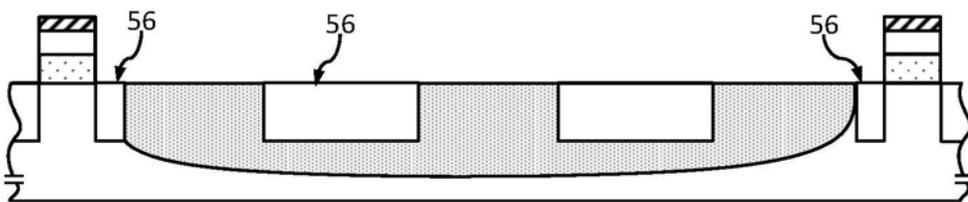


图10D

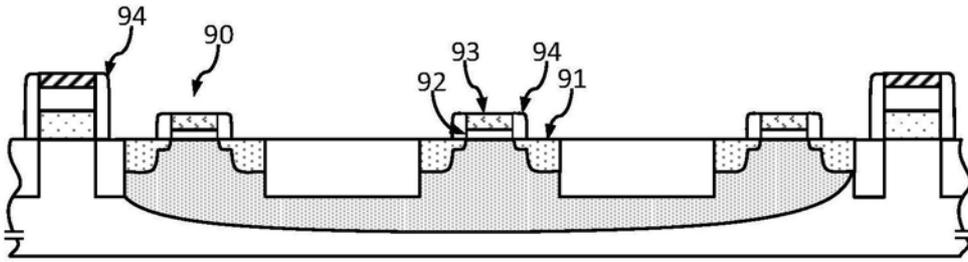


图10E

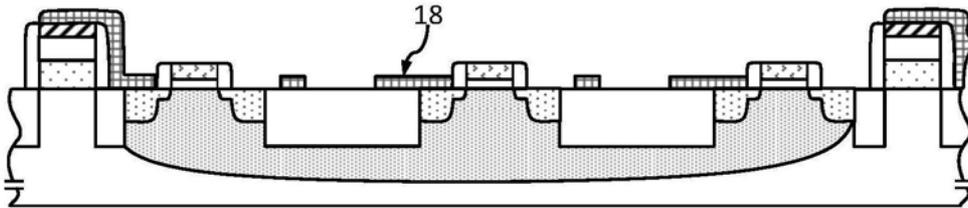


图10F

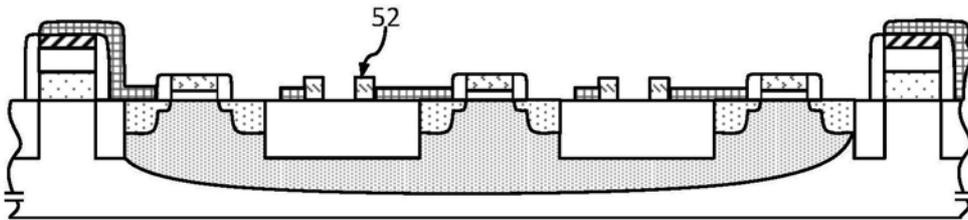


图10G

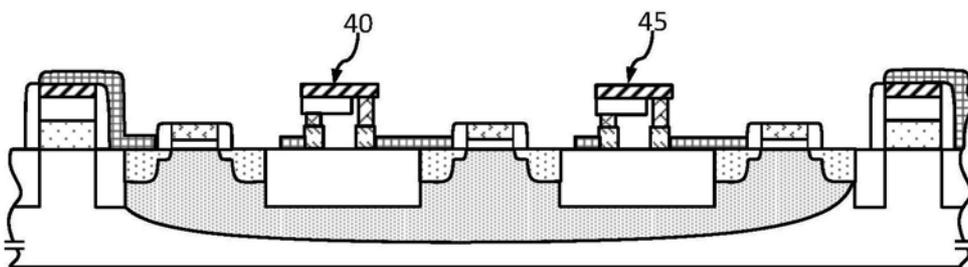


图10H

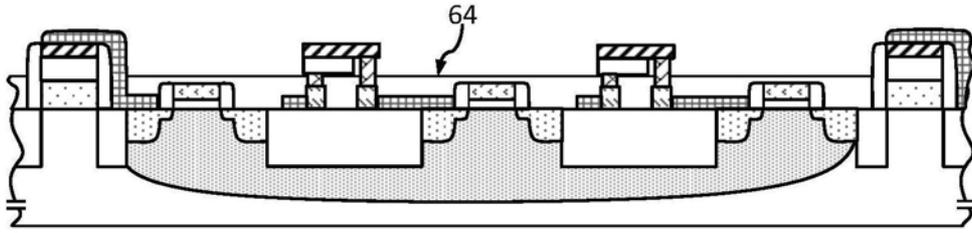


图10I

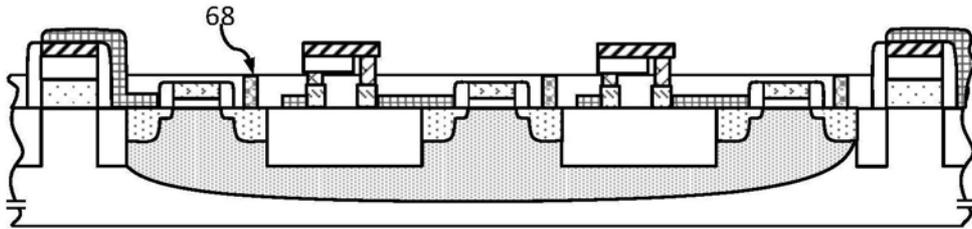


图10J

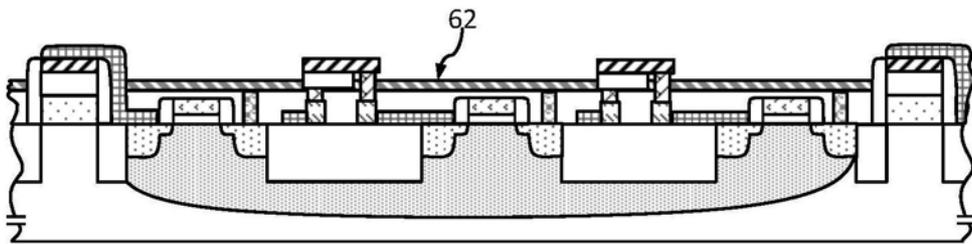


图10K

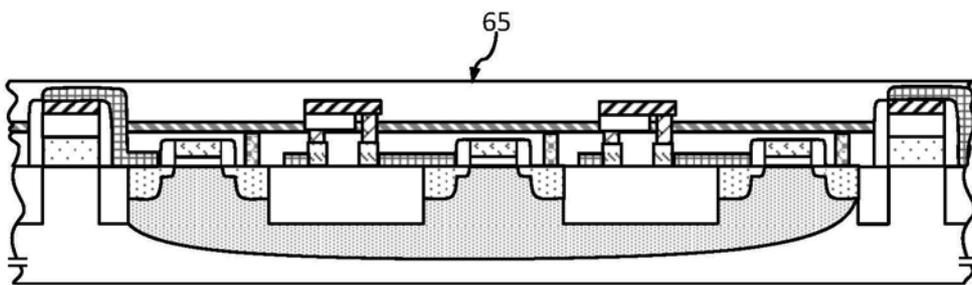


图10L

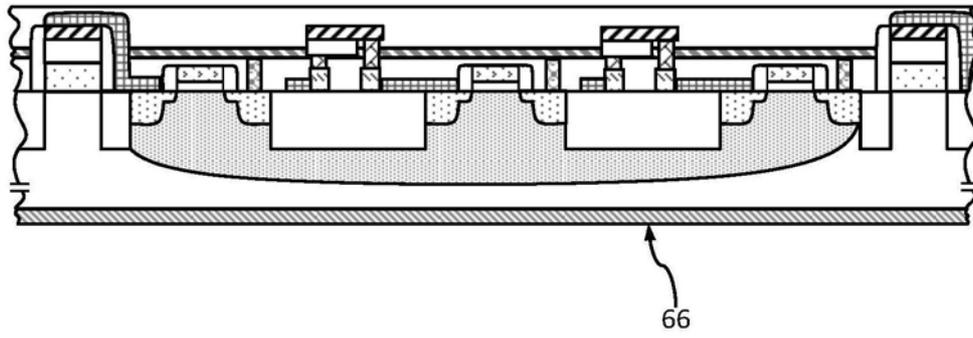


图10M

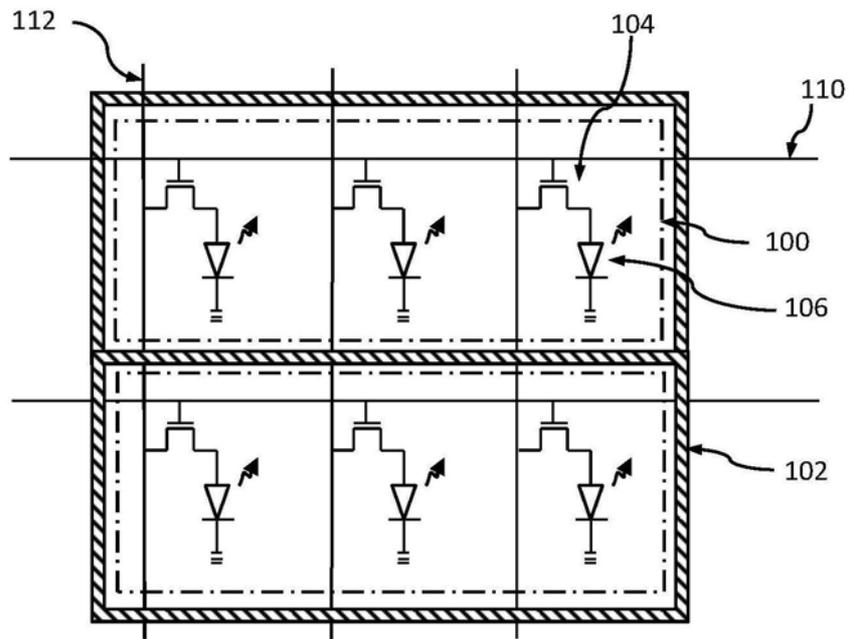


图11A

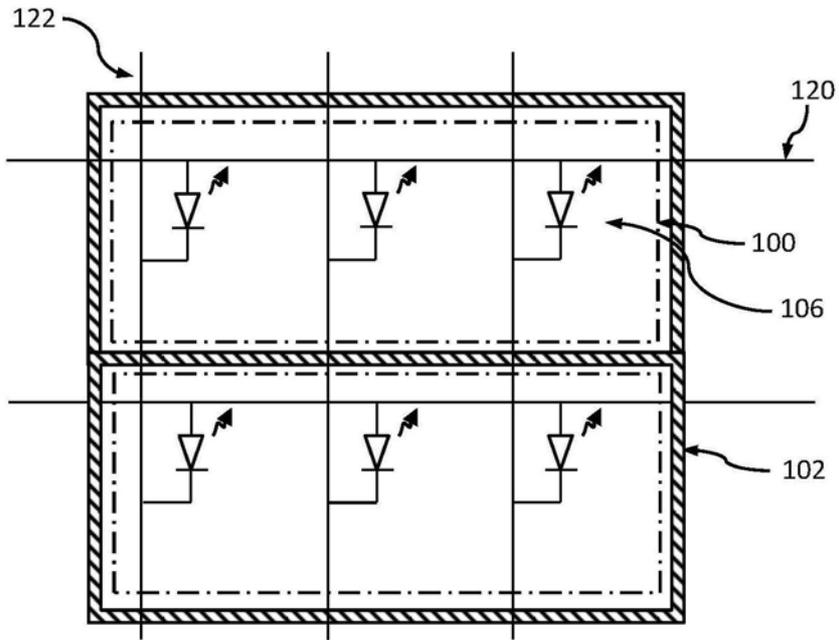


图11B

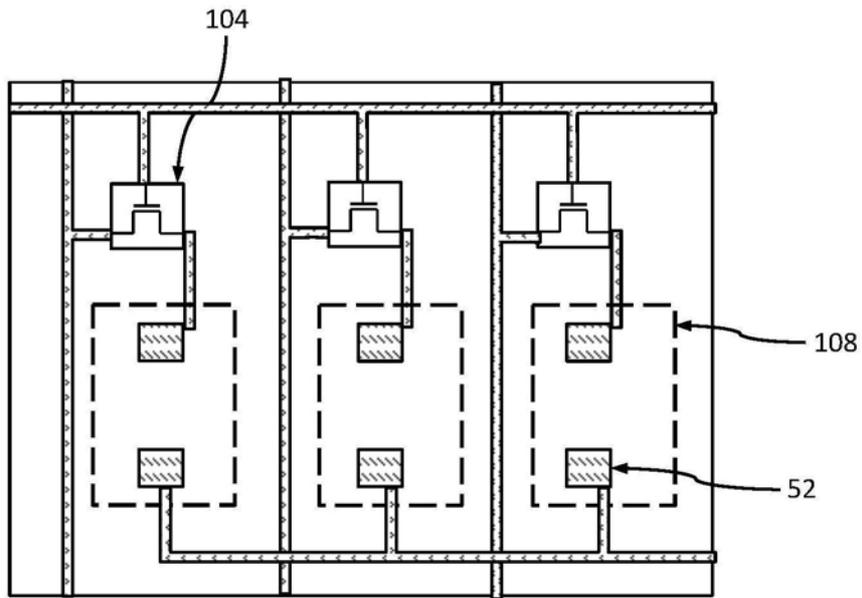


图12A

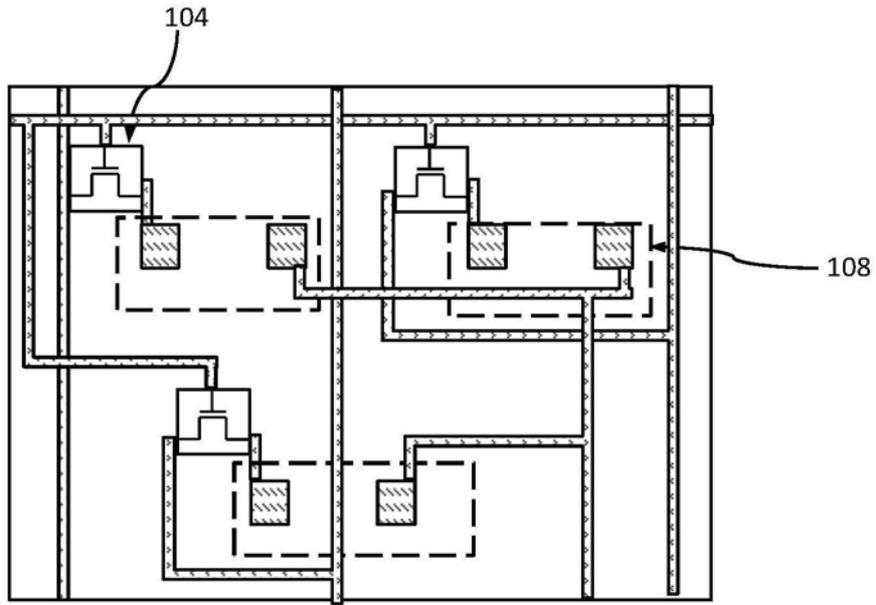


图12B

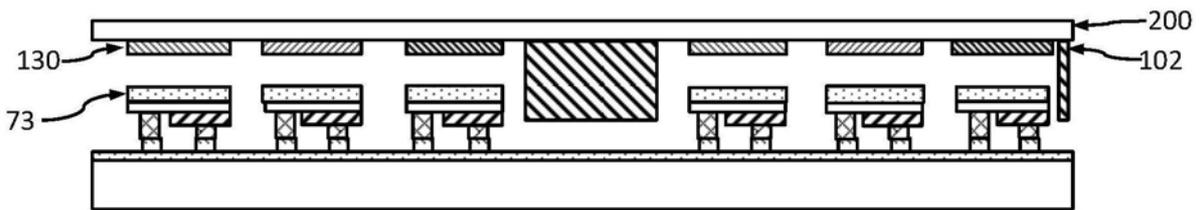


图13A

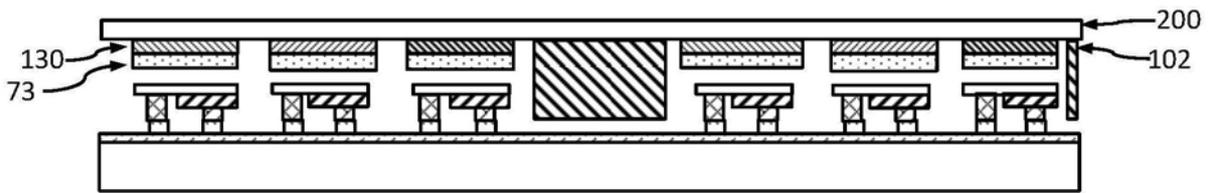


图13B

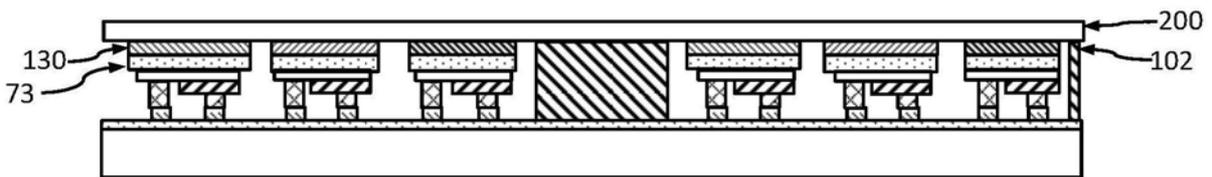


图13C

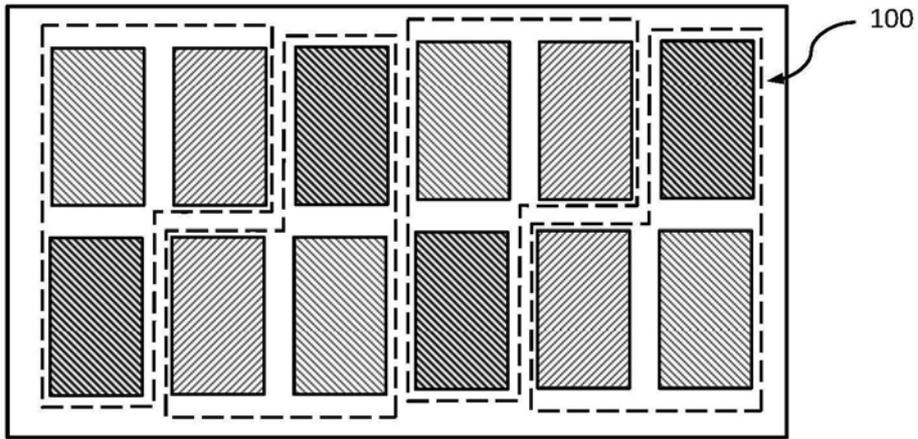


图14A

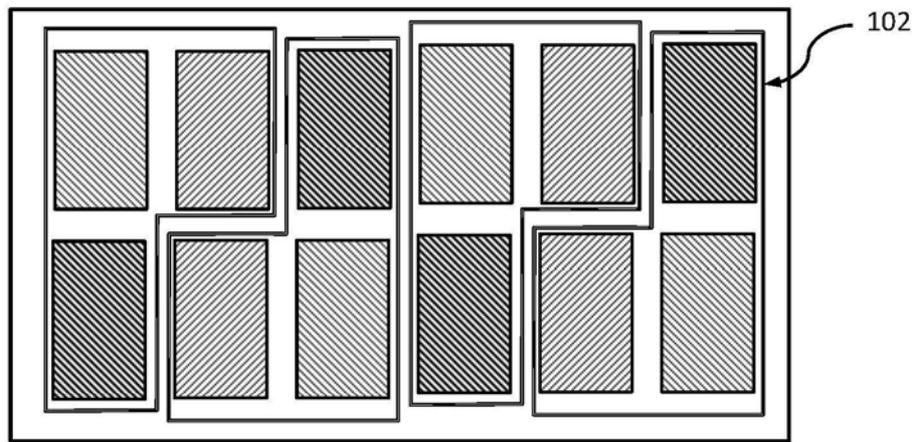


图14B

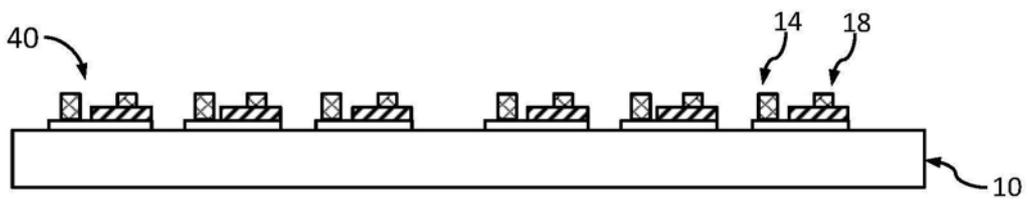


图15A

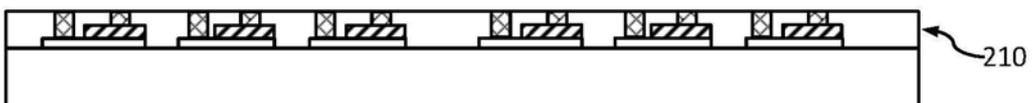


图15B

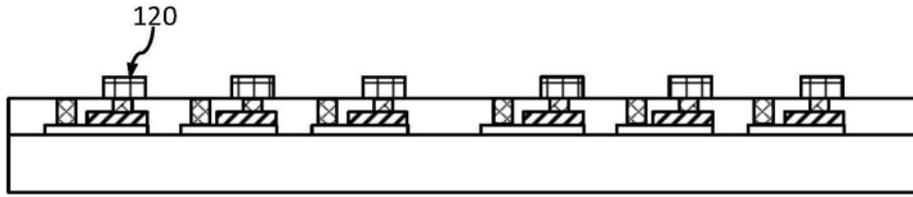


图15C

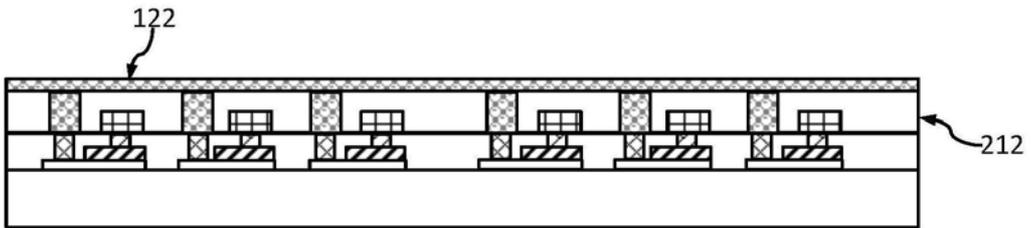


图15D

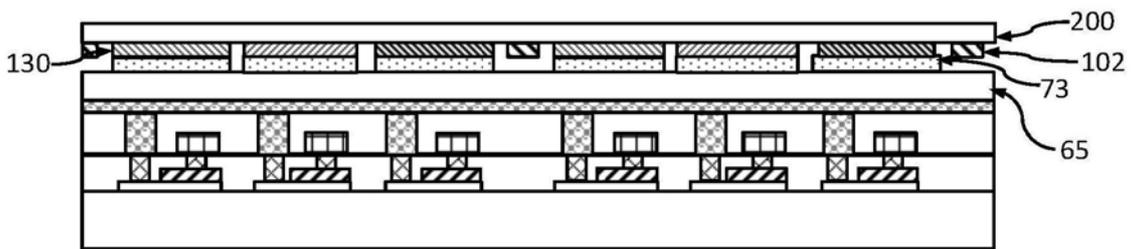


图15E

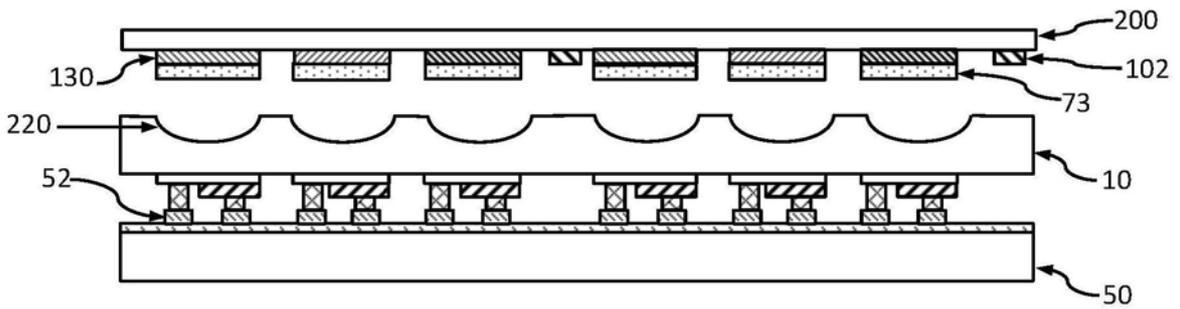


图16

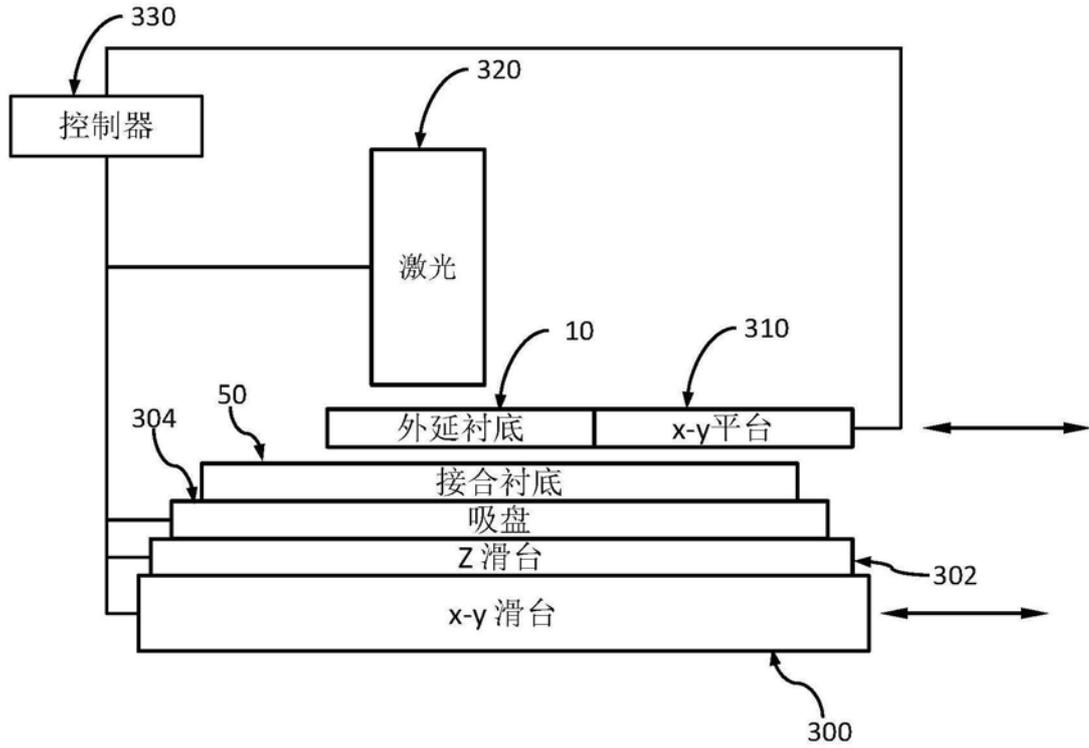


图17

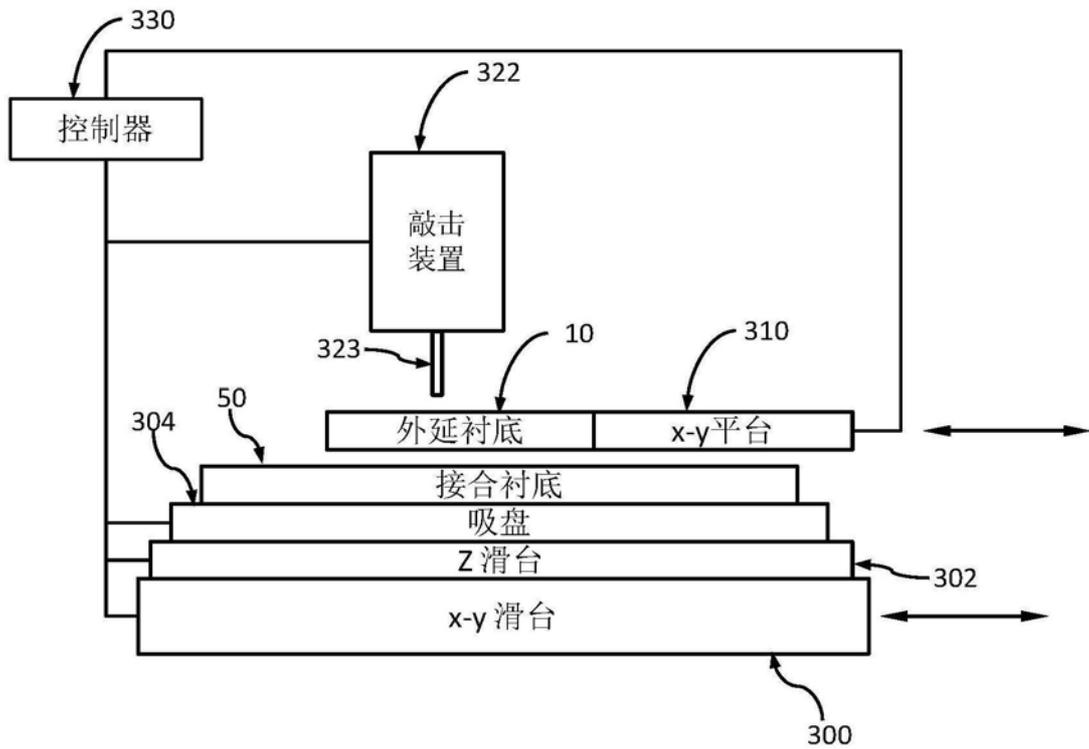


图18

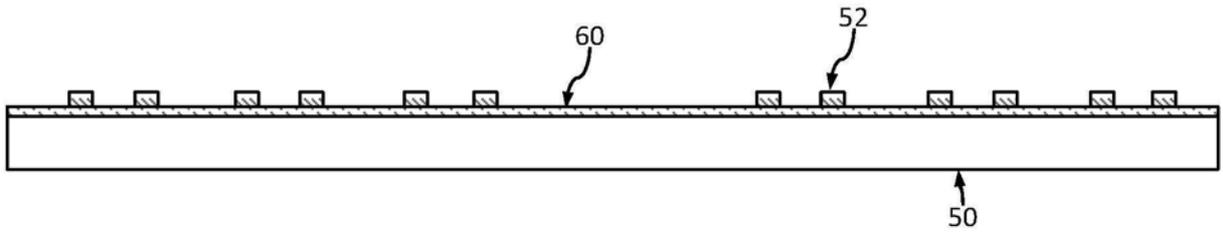


图19A

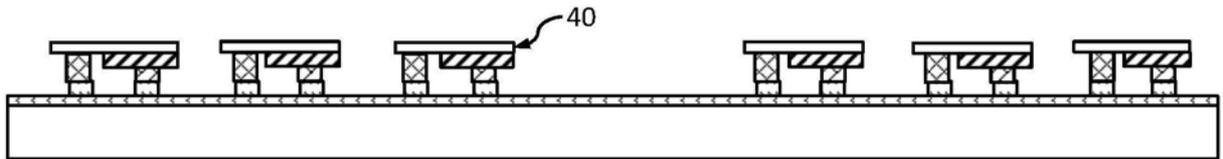


图19B

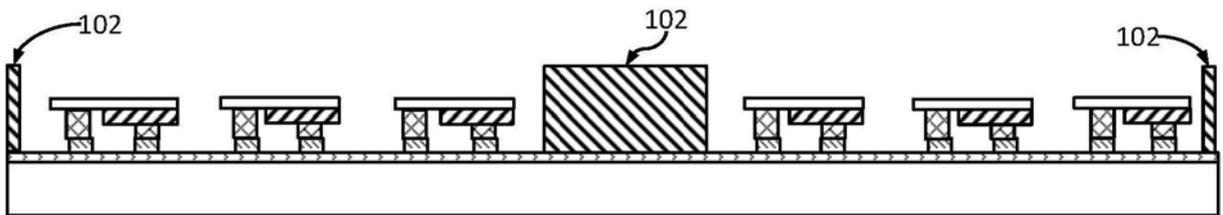


图19C

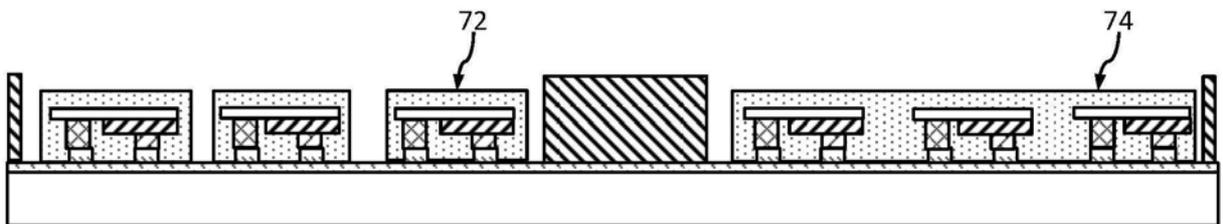


图19D

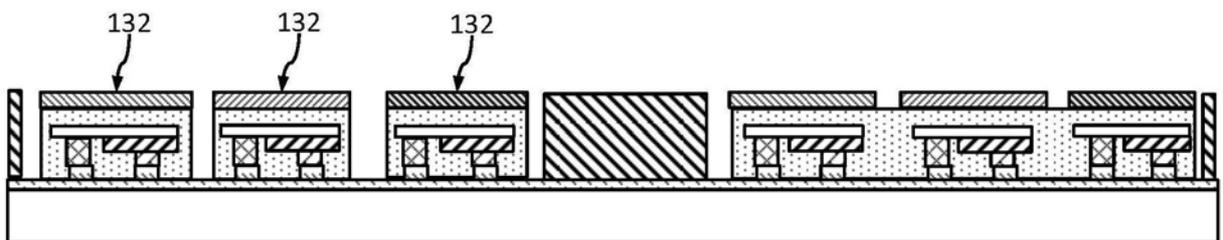


图19E

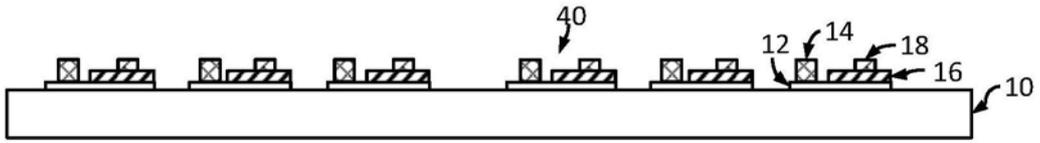


图20A

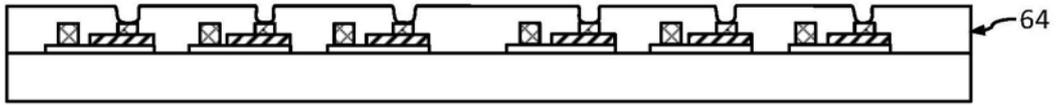


图20B

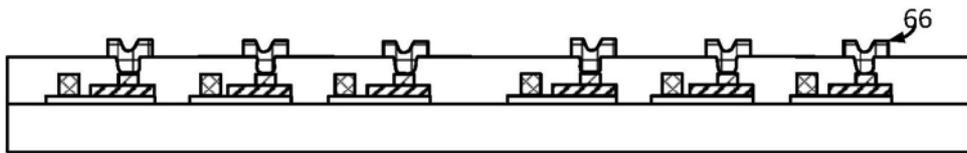


图20C

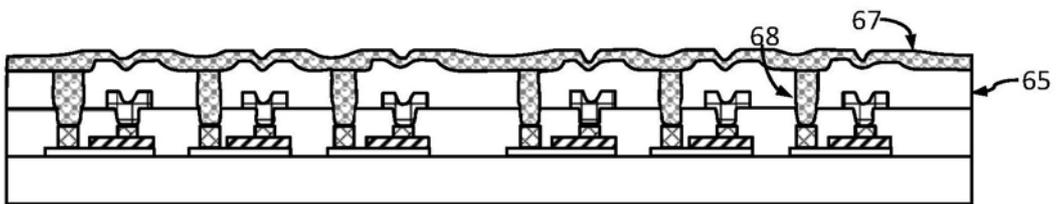


图20D

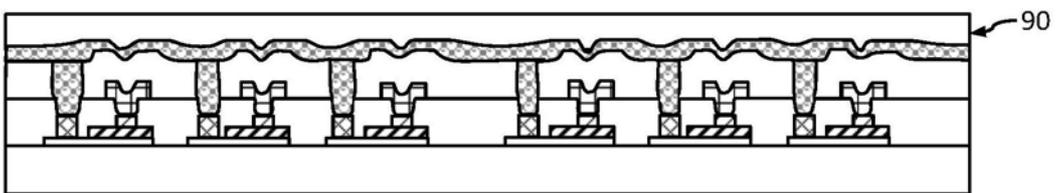


图20E

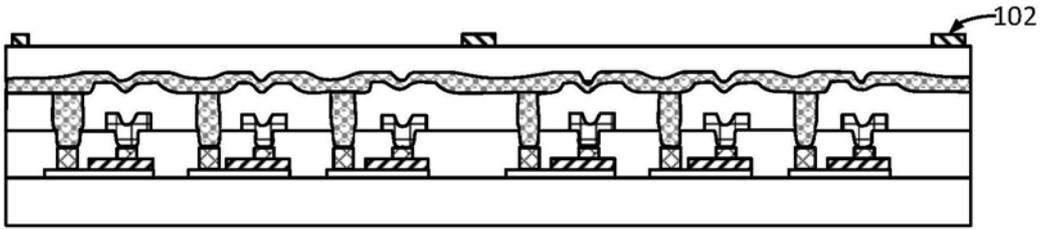


图20F

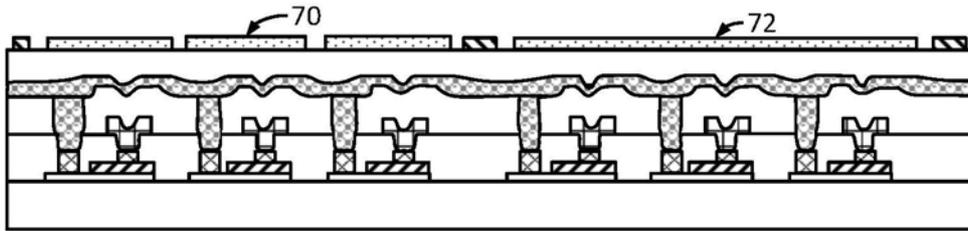


图20G

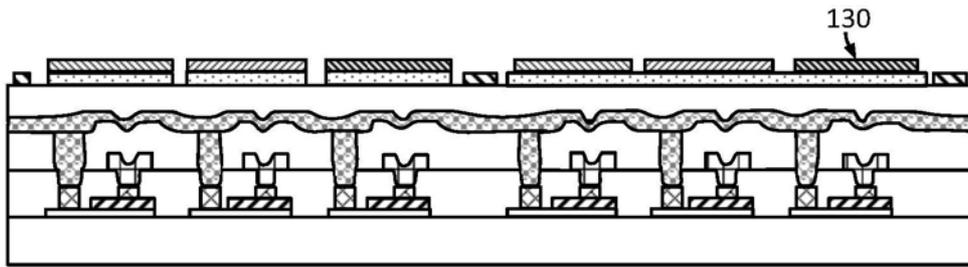


图20H

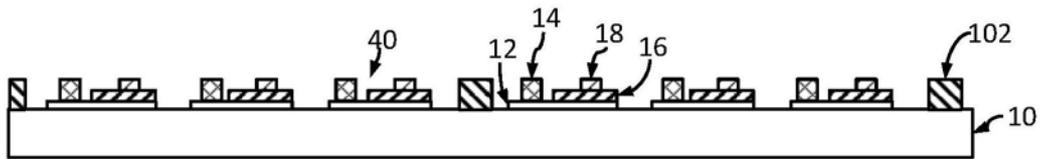


图21A



图21B

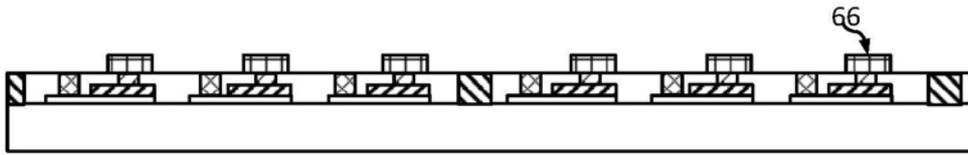


图21C

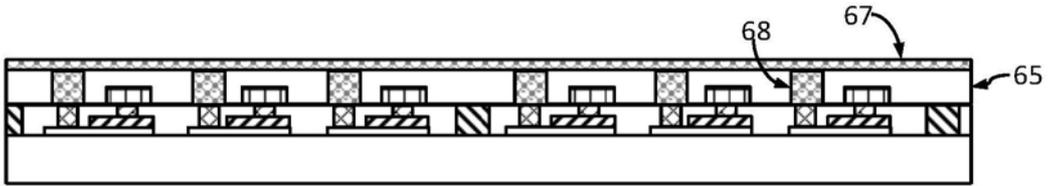


图21D

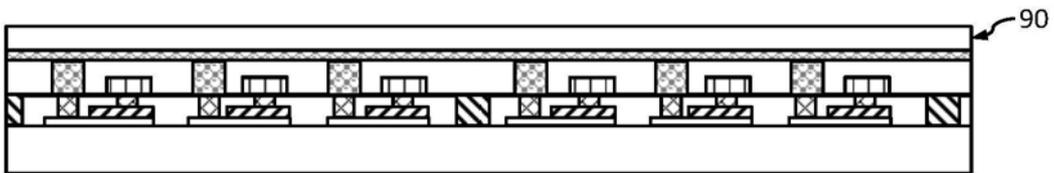


图21E

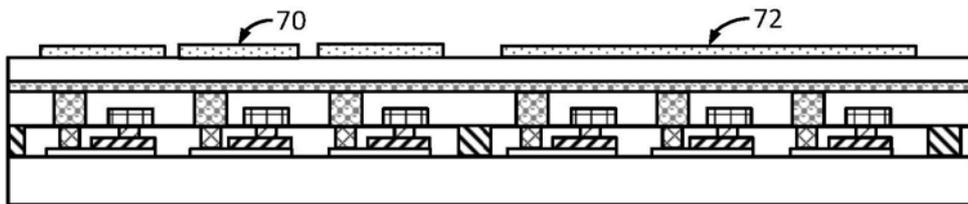


图21F

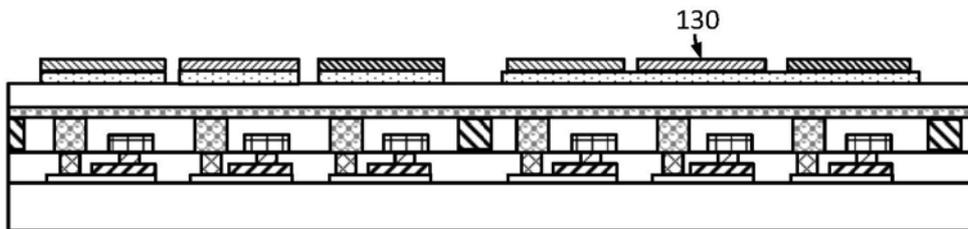


图21G

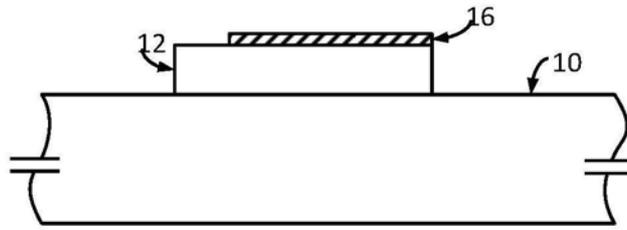


图22A

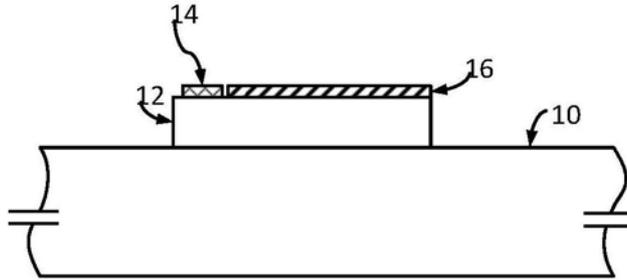


图22B

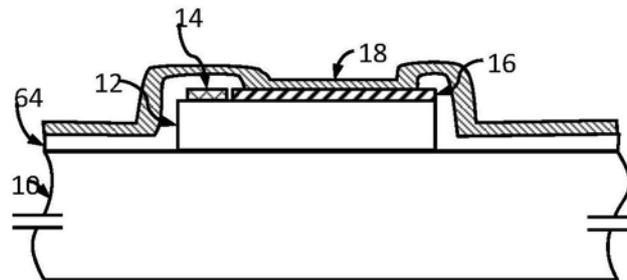


图22C

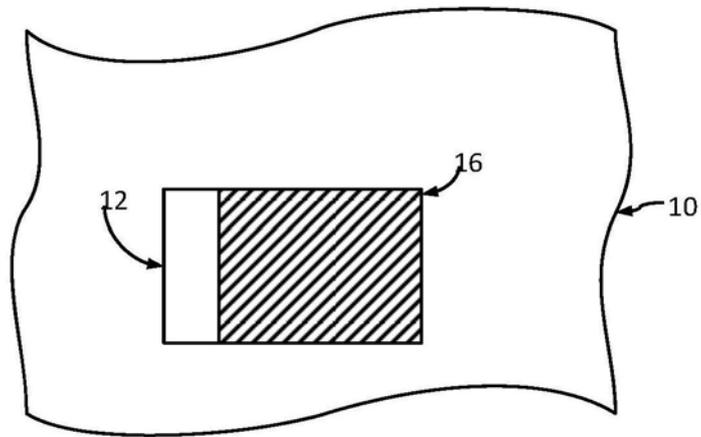


图23A

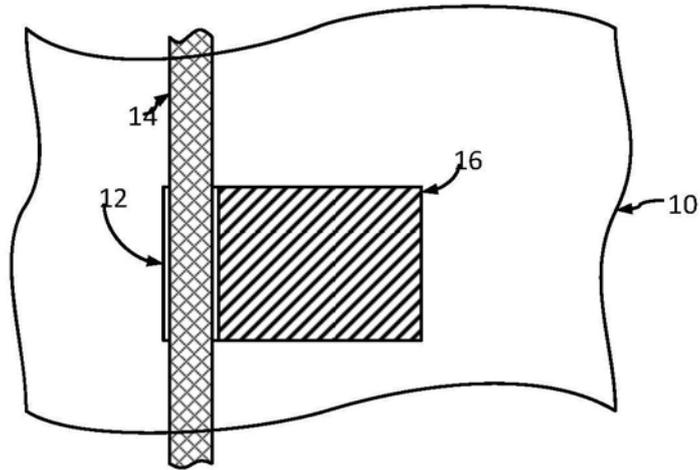


图23B

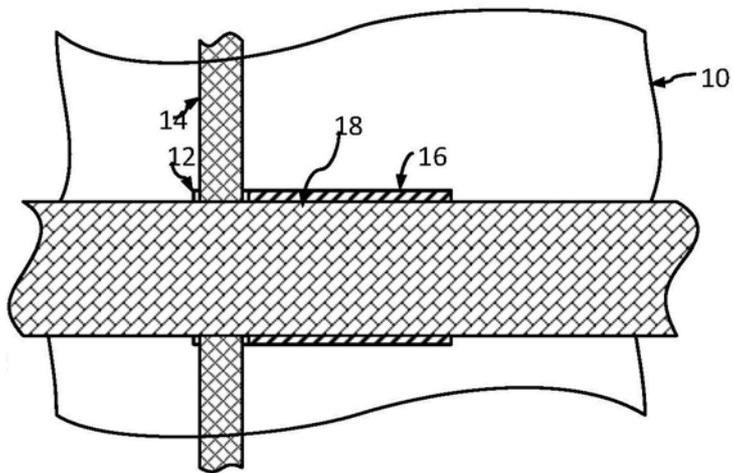


图23C

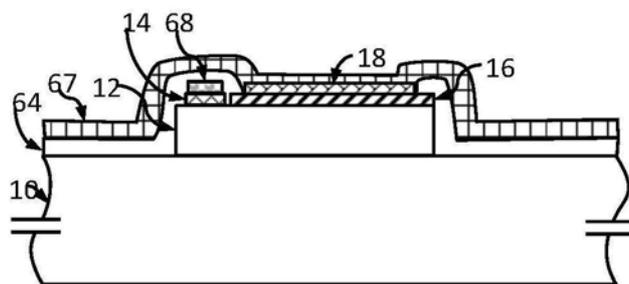


图24A

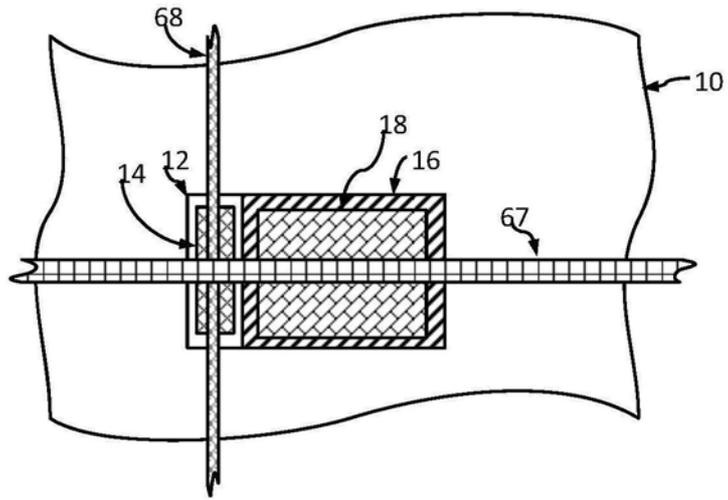


图24B

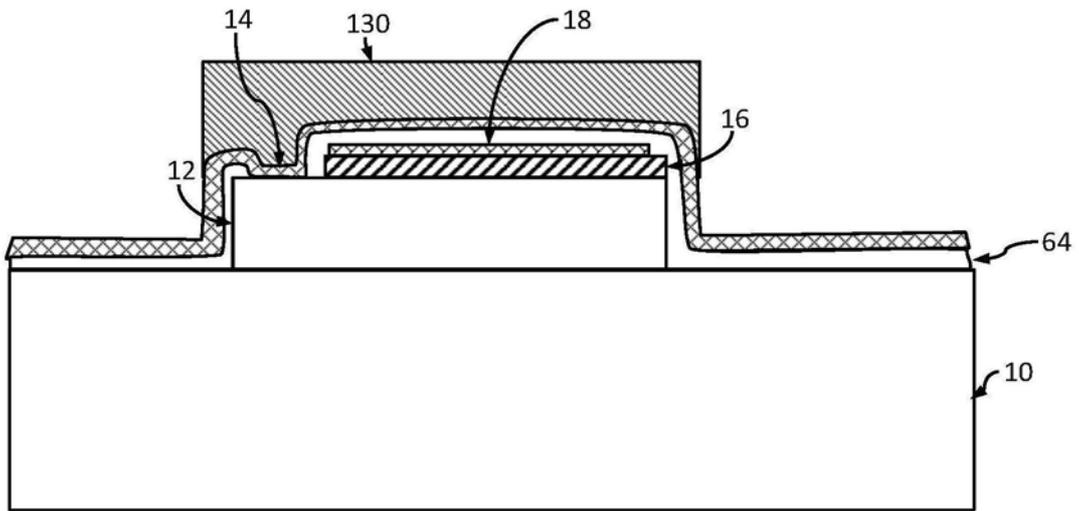


图25A

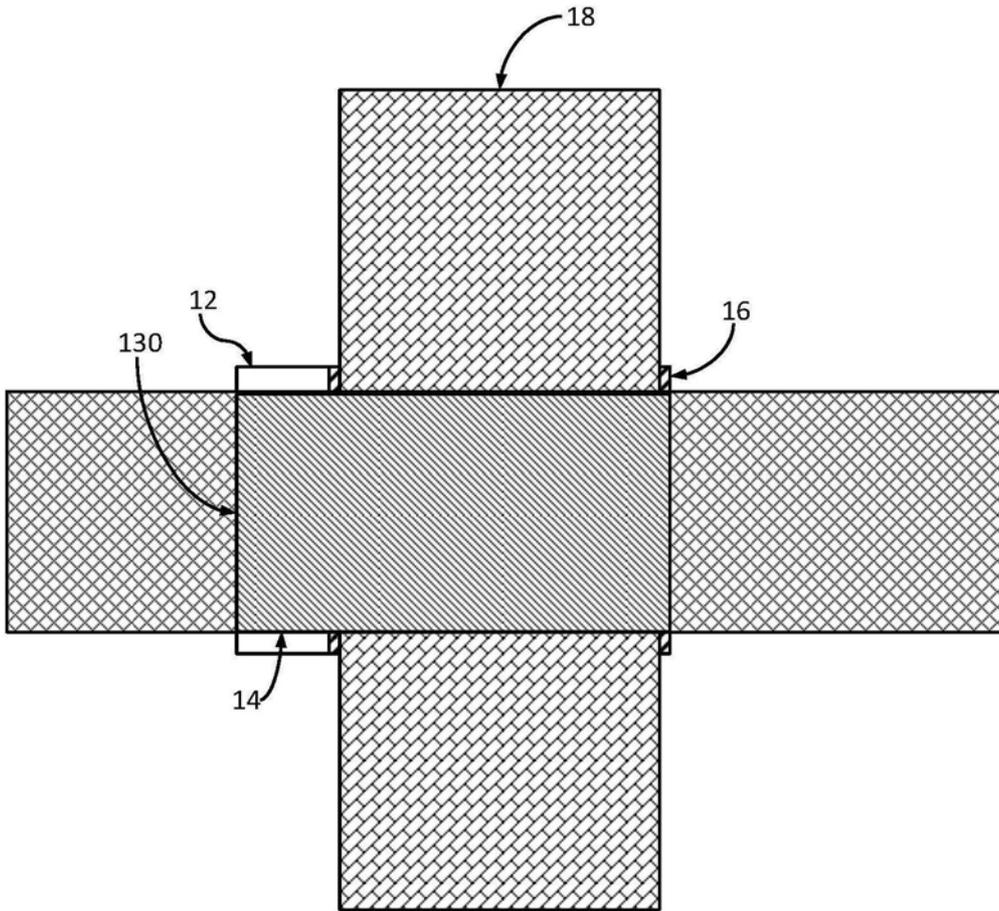


图25B