



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 209963061 U

(45)授权公告日 2020.01.17

(21)申请号 201920729339.3

(22)申请日 2019.05.20

(73)专利权人 刁鸿浩

地址 100055 北京市宣武区红居街10号院3
号楼1单元1504号

(72)发明人 刁鸿浩

(74)专利代理机构 北京金知睿知识产权代理事
务所(普通合伙) 11379

代理人 蔡民军 林俐

(51) Int. Cl.

H01L 27/15(2006.01)

H04N 13/31(2018.01)

H04N 13/346(2018.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

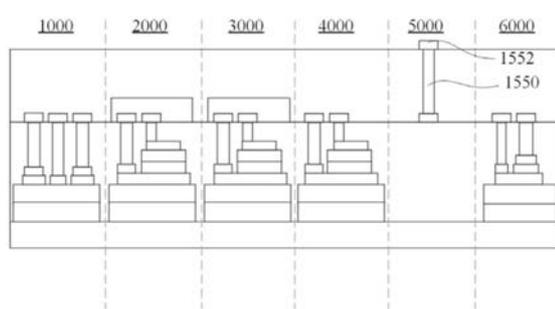
权利要求书2页 说明书11页 附图10页

(54)实用新型名称

单片集成的无机LED显示器件、显示系统、裸眼立体显示系统

(57)摘要

本实用新型提供一种单片集成的无机LED显示器件,包括单件式衬底;所述单片集成的无机LED显示器件包括在该单件式衬底上形成的多个微LED子像素层结构和多个III-V族电子器件层结构,每个微LED子像素层结构借助电导线电连接至相应的一个III-V族电子器件的层结构,其中所述显示器件包括驱动IC或与驱动IC电连接。本实用新型还提供显示系统和裸眼立体显示系统。本实用新型的无机LED显示器件及其制备方法克服了现有的用于制备Micro LED的工艺可能存在的一些问题。



1. 一种单片集成的无机LED显示器件,包括单件式衬底;其特征在于,所述单片集成的无机LED显示器件包括在该单件式衬底上形成的多个微LED子像素层结构和多个III-V族电子器件层结构,每个微LED子像素层结构借助电导线电连接至相应的一个III-V族电子器件的层结构,其中所述显示器件包括驱动IC或与驱动IC电连接。

2. 根据权利要求1所述的单片集成的无机LED显示器件,其特征在于,所述微LED子像素层结构包括沟道层、位于沟道层上的N型掺杂层、位于N型掺杂层上的多量子阱层、位于多量子阱层上的P型掺杂层以及分别连接至N型掺杂层和P型掺杂层上的一对电极。

3. 根据权利要求2所述的单片集成的无机LED显示器件,其特征在于,所述沟道层包括GaN层和位于GaN层上的AlGaN层。

4. 根据权利要求2所述的单片集成的无机LED显示器件,其特征在于,所述N型掺杂层为N型掺杂的GaN层和/或所述P型掺杂层为P型掺杂的GaN层。

5. 根据权利要求2至4之一所述的单片集成的无机LED显示器件,其特征在于,所述III-V族电子器件层结构为GaN基的高电子迁移率晶体管(HEMT)层结构,所述高电子迁移率晶体管(HEMT)层结构包括沟道层、位于沟道层上的一对N型掺杂层图案、连接至该对N型掺杂层图案上的一对电极和位于该对N型掺杂层图案之间的栅极。

6. 根据权利要求5所述的单片集成的无机LED显示器件,其特征在于,所述高电子迁移率晶体管(HEMT)的沟道层与微LED子像素层结构的沟道层具有大致相同的层状结构和/或材料和/或厚度以及/或者由相同的材料层形成。

7. 根据权利要求5所述的单片集成的无机LED显示器件,其特征在于,所述高电子迁移率晶体管(HEMT)的N型掺杂层图案与微LED子像素层结构的N型掺杂层具有大致相同的材料和/或厚度以及/或者由相同的材料层形成。

8. 根据权利要求1至4和6至7之一所述的单片集成的无机LED显示器件,其特征在于,所述单片集成的无机LED显示器件包括在该单件式衬底上形成的多个电容,每个电容借助电导线电连接至相应的一个III-V族电子器件层结构。

9. 根据权利要求1至4和6至7之一所述的单片集成的无机LED显示器件,其特征在于,所述单片集成的无机LED显示器件包括在该单件式衬底上集成的驱动IC。

10. 根据权利要求1至4和6至7之一所述的单片集成的无机LED显示器件,其特征在于,所述多个微LED子像素层结构和多个III-V族电子器件层结构与相邻的层结构之间形成有间隙,所述间隙以绝缘材料填充。

11. 根据权利要求1至4和6至7之一所述的单片集成的无机LED显示器件,其特征在于,在至少一些微LED子像素的层结构上还形成有颜色转换层。

12. 根据权利要求1至4和6至7之一所述的单片集成的无机LED显示器件,其特征在于,所述多个微LED子像素层结构形成能全彩显示的微LED像素阵列,或者所述多个微LED子像素层结构和所述多个III-V族电子器件层结构形成能全彩显示的混合阵列,所述微LED像素阵列或混合阵列具有下述的子像素布局之一:RGB(红-绿-蓝)、RGBW(红-绿-蓝-白)、RYYB(红-黄-黄-蓝)及RGBYC(红-绿-蓝-黄-青)。

13. 根据权利要求1至4和6至7之一所述的单片集成的无机LED显示器件,其特征在于,所述衬底为蓝宝石衬底。

14. 根据权利要求1至4和6至7之一所述的单片集成的无机LED显示器件,其特征在于,

所述无机LED显示器件为裸眼立体显示用的显示器件,包括贴附在表面上的棱镜光栅。

15. 一种显示系统,其特征在于,包括至少一个根据权利要求1至14之一所述的无机LED显示器件和驱动控制器。

16. 一种裸眼立体显示系统,其特征在于,包括多个相互拼接的根据权利要求14所述的无机LED显示器件和驱动控制器。

单片集成的无机LED显示器件、显示系统、裸眼立体显示系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及显示技术领域,尤其涉及单片集成的无机LED显示器件、显示系统、裸眼立体显示系统。

背景技术

[0002] 现有的显示器广泛采用具有薄膜晶体管(TFT)的玻璃衬底材料,以控制穿过液晶像素的背光。

[0003] 随着显示器技术在诸如移动电话、平板电脑、个人计算机、电视、VR/AR、可穿戴设备等消费者电子产品中的广泛使用

[0004] 近来,相关产品已经引入具有更高功效的显示器,诸如基于有机发光二极管(OLED)、尤其是有源矩阵有机发光二极管(AMOLED)的显示器,它们在显示黑色时允许每个像素完全不发光。AMOLED器件的制造工艺往往涉及有机材料蒸镀形成发光层的蒸镀工艺。因为蒸镀工艺的限制,难以大幅提高AMOLED显示器件中的像素密度。

[0005] 当前,已经提出在高分辨率显示器中采用基于无机半导体的微LED(Micro-LED)。与OLED相比,基于无机半导体的微LED可能更节能,并且具有实现超高分辨率或超精细显示的可能。

[0006] 然而,由于基于无机半导体的微LED的极小的像素尺寸,已提出了多种微LED的工艺。

[0007] US20180358343A1提出一种制造微LED显示模组的方法。微LED显示模组包括驱动芯片区块、LED区块、电路板和颜色层。驱动芯片区块具有多个像素电极,LED区块布置在驱动芯片区块上并具有两个半导体层和多个沟道,其中一个半导体层电连接于像素电极,另一个电连接于透光导电层。这些沟道限定出成阵列布置的多个微LED像素。每个沟道至少穿透发光层和其中一个半导体层。每个微LED像素对应于一个像素电极。电路板电连接驱动芯片区块,颜色层布置在透光导电层上。然而,在此方法中,驱动芯片区块与LED区块对贴的方式导致良品率不高,这造成了量产的瓶颈。

[0008] CN107425101A提出一种微型发光二极管芯片巨量转移的方法,包括:制作若干第一Micro LED芯片,第一Micro LED芯片的P型电极和N型电极同一侧为同名磁极;在驱动电路板上安装第一Micro LED芯片的位置上设置P型电极固定块和N型电极固定块,P型电极固定块和P型电极的相对侧为同名磁极,N型电极固定块和N型电极的相对侧为同名磁极;将驱动电路板和若干第一Micro LED芯片放入同一溶液中,第一Micro LED芯片在磁力的作用下固定安装在驱动电路板上。然而,Micro-LED的巨量转移工艺中,良品率与产能成为量产瓶颈。

[0009] 对此,行业中存在着改进LED显示器的微型器件集成技术的需求。

实用新型内容

[0010] 本实用新型提出了一种全新架构的Micro LED的显示器件方案,尤其是单片集成

的无机LED显示器件、显示系统、裸眼立体显示系统,其在一定程度上克服了现有的用于制备Micro LED的显示器件的驱动芯片模组与LED模组对贴工艺及巨量转移工艺可能存在的一些问题。

[0011] 在一个方面,提供了一种单片集成的无机LED显示器件,包括单件式衬底;其特征在于,所述单片集成的无机LED显示器件包括在该单件式衬底上形成的多个微LED子像素层结构和多个III-V族电子器件层结构,每个微LED子像素层结构借助电导线电连接至相应的一个III-V族电子器件的层结构,其中所述显示器件包括驱动IC或与驱动IC电连接。

[0012] 在一些实施例中,所述微LED子像素层结构包括沟道层、位于沟道层上的N型掺杂层、位于N型掺杂层上的多量子阱层、位于多量子阱层上的P型掺杂层以及分别连接至N型掺杂层和P型掺杂层上的一对电极。

[0013] 在一些实施例中,所述沟道层包括GaN层和位于GaN层上的AlGaN层。

[0014] 在一些实施例中,所述N型掺杂层为N型掺杂的GaN层和/或所述P型掺杂层为P型掺杂的GaN层。

[0015] 在一些实施例中,所述III-V族电子器件层结构为GaN基的高电子迁移率晶体管(HEMT)层结构,所述高电子迁移率晶体管(HEMT)层结构包括沟道层、位于沟道层上的一对N型掺杂层图案、连接至该对N型掺杂层图案上的一对电极和位于该对N型掺杂层图案之间的栅极。

[0016] 在一些实施例中,所述高电子迁移率晶体管(HEMT)的沟道层与微LED子像素层结构的沟道层具有大致相同的层状结构和/或材料和/或厚度以及/或者由相同的材料层形成。

[0017] 在一些实施例中,所述高电子迁移率晶体管(HEMT)的N型掺杂层图案与微LED子像素层结构的N型掺杂层具有大致相同的材料和/或厚度以及/或者由相同的材料层形成。

[0018] 在一些实施例中,所述单片集成的无机LED显示器件包括在该单件式衬底上形成的多个电容,每个电容借助电导线电连接至相应的一个III-V族电子器件层结构。

[0019] 在一些实施例中,所述单片集成的无机LED显示器件包括在该单件式衬底上集成的驱动IC。

[0020] 在一些实施例中,所述多个微LED子像素层结构和多个III-V族电子器件层结构与相邻的层结构之间形成有间隙,所述间隙以绝缘材料填充。

[0021] 在一些实施例中,在至少一些微LED子像素的层结构上还形成有颜色转换层。

[0022] 在一些实施例中,所述多个微LED子像素层结构形成能全彩显示的微LED像素阵列,或者所述多个微LED子像素层结构和所述多个III-V族电子器件层结构形成能全彩显示的混合阵列,所述微LED像素阵列或混合阵列具有下述的子像素布局之一:RGB(红-绿-蓝)、RGBW(红-绿-蓝-白)、RYYB(红-黄-黄-蓝)及RGBYC(红-绿-蓝-黄-青)。

[0023] 在一些实施例中,所述衬底为蓝宝石衬底。

[0024] 在一些实施例中,所述无机LED显示器件为裸眼立体显示用的显示器件,包括贴附在表面上的棱镜光栅。

[0025] 在另一方面,提供一种显示系统,包括至少一个根据本实用新型实施例所述的无机LED显示器件和驱动控制器。

[0026] 在另一方面,提供一种裸眼立体显示系统,包括多个相互拼接的根据本实用新型

实施例所述的无机LED显示器件和驱动控制器。

[0027] 借助于本实用新型提供一种能够简单实现且良品率高的微LED显示器件、显示系统及尤其是裸眼立体显示系统。

[0028] 本实用新型的优选特征部分在下文描述,部分可通过阅读本文而明白。

附图说明

[0029] 以下,结合附图来详细说明本公开的实施例,其中:

[0030] 图1为根据本实用新型实施例的包括微驱动器芯片和微LED阵列的显示器的示意性图示。

[0031] 图2为根据本实用新型实施例的微LED子像素的驱动电路图。

[0032] 图3至图15为根据本实用新型实施例的制造单件集成的LED显示器件的一个示例性工艺的横截面侧视图。

[0033] 图16为根据本实用新型实施例的单件集成的LED显示器件的示意性俯视图,示出了单片集成的微LED子像素阵列、HEMT阵列以及电容阵列。

[0034] 图17为根据本实用新型另一实施例的单件集成的LED显示器件的示意性俯视图,示出了由多个微LED子像素、HEMT以及电容形成的单片集成的混合阵列。

[0035] 图18为根据本实用新型的另一实施例的单件集成的LED显示器件的横截面侧视图。

[0036] 图19为根据本实用新型的另一实施例的单件集成的LED显示器件的横截面侧视图。

[0037] 图20为根据本实用新型的另一实施例的单件集成的LED显示器件的横截面侧视图。

具体实施方式

[0038] 为使本实用新型的目的、技术方案和优点更加清楚明白,下面结合具体实施方式和附图,对本实用新型做进一步详细说明。在此,本实用新型的示意性实施方式及其说明用于解释本实用新型,但并不作为对本实用新型的限定。

[0039] 定义

[0040] 在本文中,“微LED (Micro-LED)”或 μ LED具有本领域的常规含义,具体指微LED子像素具有微米级的平面尺寸,例如小于100微米的平面尺寸(长或宽或直径)。

[0041] 在本文中,“高电子迁移率晶体管 (HEMT)”具有本领域的常规含义,是一种异质结场效应晶体管,可称为调制掺杂场效应晶体管 (MODFET)、二维电子气场效应晶体管 (2-DEGFET)、选择掺杂异质结晶体管 (SDHT)。

[0042] 在本文中,“单片集成 (Monolithical Integration)”或其衍生词指至少LED(子)像素和相应的电子器件如晶体管以及可选地显示器件的其他功能部件、如电容和/或驱动IC在共同的衬底上直接形成,而非分别地形成像素和电子器件或其结构后转移至基板上。

[0043] 在本文中,“GaN基”或其衍生词具有本领域的常规含义,是指其至少部分功能层或材料由GaN和/或AlGaN制成。

[0044] 在本文中，“驱动IC”是指用于驱动LED显示器件、如多个LED(子)像素或者像素阵列的驱动集成电路，有时可称为驱动芯片，其可包括扫描驱动器和数据驱动器。

[0045] 在本文中，“驱动控制器”也可称为“发射控制器”，其配置成用于控制驱动IC、如扫描驱动器和数据驱动器或与其相通信，以便控制各(子)像素的显示。在本公开的实施例中，驱动IC(如扫描驱动器和数据驱动器)可以是或不是驱动控制器的部件。

[0046] 在本文中，“显示器件”具有本领域的常规含义，有时可称为显示器、显示单元、显示模组，包括但不限于可单独或拼接形成用于观看的显示器。在一些实施例中，显示器件或(单独或拼接)显示器可以连接至一个或多个发射控制器并与其通信，从而提供可接收信号以便显示的显示系统。

[0047] 结合参考图1和图2。图1示出了根据本实用新型实施例的包括微驱动器芯片和微LED阵列的有源驱动的无机LED显示器1的示意性图示。图2示出根据本实用新型实施例的单个微LED子像素10的驱动电路图。

[0048] 如图1所示，各微LED子像素10、尤其是微LED子像素阵列借助于其有源驱动的驱动电路分别连接至扫描线 S_1-S_N 和数据线 D_1-D_M 。所述扫描线 S_1-S_N 转而连接至扫描驱动器20，而数据线 D_1-D_M 转而连接至数据驱动器30。所述扫描驱动器20和数据驱动器30可以通讯连接至显示器或显示系统的发射控制器(未示出)，又可称为驱动控制器。

[0049] 在一些实施例中，发射控制器可以接收要在显示器显示的内容作为输入，例如，对应于图像信息的输入信号(例如，数据帧)。这是通过选择性地使微LED发射例如可见光实现的。在一些实施例中，发射控制器可接收数据信号(例如，用于将微LED关闭或打开的信号)。扫描驱动器和/或数据驱动器可为发射控制器的部件，或者与发射控制器连接。在所示的实施例中，扫描驱动器例如可允许发射控制器与微LED(子)像素或其电子器件的行通信并对其进行控制。数据驱动器可允许发射控制器与微LED(子)像素或其电子器件的列通信并对其进行控制。

[0050] 参考图2示出了示意性的微LED显示(子)像素的有源驱动电路(相应的电子器件)。在所示的实施例中，微LED(子)像素与第一晶体管T1、在所示的实施例可以为(第一)高电子迁移率晶体管(HEMT)和可选的电容串联，线路两端分别连接至VDD(电子器件的工作电压)和VSS(公共接地端电压)。还可选地设置第二晶体管T2、在所示的实施例可以为(第一)高电子迁移率晶体管(HEMT)，其两端电极分别连接至数据线和第一晶体管T1的栅极，扫描线连接至第二晶体管T2的栅极。

[0051] 作为示例性解释而非限制地，微LED(子)像素为电流器件，在子像素的驱动电路中，可选地提供一电容以便暂时存储电压，并可设置第一晶体管T1，在所示的实施例可以为高电子迁移率晶体管(HEMT)，以便将储存的电压转换为电流；由此，该晶体管、在此为HEMT在施加至其栅极的电压下转换为流经其的电流，而晶体管T1、在此为HEMT与LED器件为串联结构，即晶体管T1电流也就是微LED(子)像素工作时候的电流；在此，晶体管T1栅极电压可以选择性地为来自于数据线的电压。作为示例性解释而非限制地，还可提供第二晶体管T2、在此为HEMT，以便有选择性的将数据信号接入到晶体管T1的栅极，由此在相应的扫描线为开启信号时，数据信号可进入晶体管T1栅极，当在相应的扫描线为关闭信号的时候，因晶体管T2的存在，数据线上的数据信号与晶体管T1栅极电压无关，且此栅极电压被电容 C_s 保持。

[0052] 尽管图1和图2示了一种示意性的有源驱动的无机LED显示器及其驱动,但可以想到其他的驱动形式及驱动电路器件。例如但非限制地,可以针对每个子像素提供更多或更少的晶体管,或者作为高电子迁移率晶体管(HEMT)的替代补充,可以采用其他的单片集成的层状电子器件,例如其他的III-V族电子器件,包括但不限于异质结双极晶体管(HBT)和金属半导体FET(MESFET)或其他基于GaN的电子器件。

[0053] 根据本实用新型实施例的一个实施例,提供制造单片集成的无机LED显示器件的一个示例性工艺,包括如下步骤:

[0054] S1、提供多层材料,所述多层材料包括衬底、位于衬底上的沟道层、位于沟道层上的N型掺杂层、位于N型掺杂层上的多量子阱层和位于多量子阱层上的P型掺杂层,在所述多层材料中限定出多个微LED子像素区和相应的多个高电子迁移率晶体管(HEMT)区;

[0055] S2、借助于材料去除的方式在多个微LED子像素区中形成预定的多量子阱层图案和P型掺杂层图案;

[0056] S3、借助于材料去除的方式在多个微LED子像素区中形成预定的N型掺杂层图案和在多个高电子迁移率晶体管(HEMT)区中形成一对预定的N型掺杂层图案;

[0057] S4、在所述多个高电子迁移率晶体管(HEMT)区中的该对N型掺杂层图案之间形成栅极材料;

[0058] S5、在所述多个微LED子像素区和多个高电子迁移率晶体管(HEMT)区中形成电极;

[0059] S6、去除沟道层的材料以在相邻的多个微LED子像素区和多个高电子迁移率晶体管(HEMT)区之间形成间隙,从而形成分立的多个微LED子像素的层结构和多个高电子迁移率晶体管(HEMT)的层结构;

[0060] S7、用绝缘材料填充所述间隙;以及

[0061] S8、形成电连接多个微LED子像素的层结构和多个高电子迁移率晶体管(HEMT)的层结构的电路布线。

[0062] 在一些实施例中,在步骤S1中,优选地还可限定出另外的多个功能区。优选地在所述多层材料中还限定出多个电容区,在所述电容区中形成电容。优选地,可在所述多层材料中限定出至少一个驱动IC集成区。

[0063] 例如,如图3所示,在所述多层材料中限定出高电子迁移率晶体管(HEMT)区1000、多个微LED子像素区、如红色子像素区2000、绿色子像素区3000、蓝色子像素区4000、驱动IC集成区5000和电容区6000。

[0064] 在一些实施例中,在步骤S1中,提供的多层材料可以包括可选的附加的材料层。优选地,步骤S1中所述的多层材料是GaN基的多层材料,且各功能层可以具有单层或多层。

[0065] 例如在图3所示的实施例中,所述多层材料包括蓝宝石衬底300、位于衬底上的沟道层、位于沟道层上的N型掺杂层330、位于N型掺杂层330上的多量子阱层340和位于多量子阱层340上的P型掺杂层350。优选地所述沟道层包括GaN(沟道)层310和位于GaN(沟道)层320上的AlGaN(沟道)层330。优选地,所述N型掺杂层340为N型掺杂的GaN层340。优选地,所述P型掺杂层350为P型掺杂的GaN层350。

[0066] 在步骤S1中,提供多层材料可优选地包括:提供衬底、如蓝宝石衬底100和在蓝宝石衬底上布置或沉积多个材料层。例如,蓝宝石衬底300上连续外延生长GaN沟道层310,AlGaN沟道层320,N型掺杂的GaN层,多量子阱层340和P型掺杂的GaN层。但也可以想到采用

其他的布置或沉积工艺形成多个材料层,包括但不限于物理气相沉积(PVD)、化学气相沉积(CVD)、比如金属有机化学气相沉积(MOCVD),溅射或者原子层沉积(ALD)或各种外延生长技术、如分子束外延生长(MBE)。

[0067] 参考图4,在一些实施例中,步骤S2可包括通过材料去除去除子像素区2000-4000(即LED发光区域)之外的区域、即HEMT区1000、集成IC区5000和电容区6000的多量子阱层340和P型掺杂层350、如P型掺杂的GaN层,且可部分去除子像素区2000-4000中的上述材料层,以在所述子像素区2000-4000中形成预定的多量子阱层图案440和P型掺杂层图案450。在此,

[0068] 在一些实施例中,所述材料去除可包括刻蚀、例如等离子(ICP)刻蚀或,但可想到其他的材料去除手段。

[0069] 参考图5,在一些实施例中,步骤S3可包括通过材料去除集成IC区5000且可选地部分去除子像素区和HEMT区的N型掺杂层在子像素区2000-4000中形成预定的N型掺杂层图案530和在多个高电子迁移率晶体管(HEMT)区中形成一对预定的N型掺杂层图案532。在所示的实施例中,例如通过部分地去除电容区6000的N型掺杂层以在电容区中形成预定的N型掺杂层图案534。作为解释而非限制,N型掺杂层图案530、532可以用于器件传导,例如用于电连接电极(如下文所述)。作为解释而非限制,N型掺杂层图案534可以用于欧姆接触。

[0070] 参考图6,在一些实施例中,步骤S4可包括在所述HEMT区中的该对N型掺杂层图案532之间形成栅极材料660,所述栅极材料可由SiO₂制成。在所示的实施例中,还可选地在电容区6000中在N型掺杂层图案534上形成电容绝缘层图案662。所述电容绝缘层优选可由SiO₂制成。

[0071] 参考图7-图8,示出了一些实施例的步骤S5,即在微LED子像素区和HEMT区中形成电极。

[0072] 如图7所示,在一些实施例中,步骤S5可包括在子像素区2000-4000中在P型掺杂图案450上形成电极770、例如是Ni和/或Au电极、尤其是透明电极。在一些实施例中,还可包括在电容区6000中在绝缘层图案662上形成电极772、例如是Ni和/或Au电极、尤其是透明电极。可以采用多种方式形成电极,例如借助于电子束蒸发工艺,并通过光刻形成最终的电极图案。

[0073] 如图8所示,在一些实施例中,步骤S5可包括在子像素区2000-4000中在N型掺杂图案530上形成电极870、例如是Ti和/或Al电极、尤其是透明电极。步骤S5还可包括在HEMT区1000中在N型掺杂图案532上形成一对电极872、874、例如是Ti和/或Al电极、尤其是透明电极。这例如可作为HEMT的源极和漏极。在一些实施例中,还可包括在电容区6000中在N型掺杂层图案534上形成电极876、例如是Ti和/或Al电极、尤其是透明电极。可以采用多种方式形成电极,例如借助于电子束蒸发工艺,并可通过退火形成金属与半导体之间的欧姆接触。

[0074] 在所示实施例中所述的不同的电极材料或制备可以互换使用以获得新的实施例。

[0075] 参考图9,在一些实施例中,步骤S6可包括去除沟道层的材料以在HEMT区1000、相邻的微LED子像素区2000-4000、和电容区6000之间形成间隙900,从而形成分立的HEMT的层结构910、微LED子像素的层结构920-940和可选的电容(层结构)960。在所示的实施例中,所述步骤S6包括去除集成IC区中的所有沟道层材料、优选是除衬底外的所有材料。

[0076] 在本文所述的材料去除手段可以在可实现的情况下应用于不同的实施例和步骤

以获得新的实施例。

[0077] 参考图10,在一些实施例中,步骤S7可包括用绝缘材料(第一填充/施加材料1080)填充所述间隙900,优选地所述绝缘材料为SiO₂。所述填充手段可以采用本文所述或其他可行的多个落置或沉积手段。优选地,该第一填充材料可形成平状表面,优选地可以被抛光。在本实用新型的实施例中,可以采用多种抛光方式,例如化学机械抛光。

[0078] 参考图10,在一些实施例中,还可包括在第一填充材料1080中形成接触孔1082,其可通往电极(源极、漏极)和/或栅极。所述接触孔1082的形成例如借助于刻蚀、尤其是基于氟的反应离子刻蚀(RIE)形成。还可包括以导体、尤其是金属、特别是钨填充接触孔。所述钨例如通过沉积工艺布置,例如可包括先溅射TiN,然后以化学气相沉积沉积钨。

[0079] 参考图11,在一些实施例中,步骤S8还可包括形成电路布线,其例如连接HEMT层结构910、子像素层结构920-940和电容960。在所示的实施例中,形成电路布线可包括在各个区中形成多个端子1110、1112、1114、1120、1122、1130、1132、1140、1142、1150、1160、1162,这些端子的至少一部分可以与导体电接触。所述电路布线可以为金属走线,如多层金属走线、例如Ti/Al/Ti。所述电路布线、优选金属走线优选借助于沉积、如PVD和光刻工艺形成。

[0080] 参考图12-图13,在一些实施例中,还可包括步骤S9:在至少一些微LED子像素的层结构上形成颜色转换层。如图12所示,在所示的实施例中,可包括在子像素层结构920上形成颜色转换层1220,例如红色。优选地,颜色转换层1220包括红色量子点材料,或黄色荧光材料和红色滤光材料等,用于将蓝光转化为红光。如图12所示,在所示的实施例中,可包括在子像素层结构930上形成颜色转换层1330,例如绿色。优选地,颜色转换层1330包括绿色量子点材料,或黄色荧光材料和绿色滤光材料等,用于将蓝光转化为绿光。

[0081] 参考图14,在一些实施例中,还可在显示器件上覆盖第二绝缘材料1490(第二施加材料),其优选可由SiO₂制成。可选地,还可以对第二绝缘材料进行一次或多次抛光,如化学机械抛光。尽管未示出,可以可选地在第二绝缘材料中形成接触孔和如上所述地填充金属,例如TiN和钨填充。还可选地,在第二绝缘材料上形成电路布线,例如如前所述的光刻出连接的金属线路,进而形成多层互连的金属连线。

[0082] 参考图15,在一些实施例中,还可形成用导体、如金属填充的接触孔1550,并形成集成IC区5000中的压接端子1552。优选地,压接端子1552可与集成的驱动IC如柔性电路板(FPC)相连接。

[0083] 由此,可以形成根据本实用新型的实施例的单片集成的无机LED显示器件。

[0084] 在未示出的实施例中,还可以在该无机LED显示器件的表面上进一步贴附棱柱光栅,以便用于裸眼立体显示。

[0085] 参考图16,示出了根据本实用新型实施例的单片集成的LED显示器件的示意性俯视图。在所示的实施例中,该无机LED显示器件可在单片的衬底上分别形成HEMT阵列、微LED(子)像素阵列(如RGB子像素阵列)1620以及可选的电容阵列1660。换言之,在单片的衬底上限定出包括多个HEMT区1000的HEMT部段,其中布置有HEMT1612的阵列1610。单片的衬底上限定出包括多个LED子像素区2000-4000的微LED显示像素部段,其中布置有微LED(子)像素阵列1620(如RGB子像素1622(R)、1624(G)、1626(B))。单片的衬底上限定出包括多个电容区6000的电容部段,其中布置有电容1662的阵列1660。在图示的实施例中,还可以在单片的衬底上集成驱动IC1650。在此,单片的衬底上限定出驱动IC区,或者成驱动IC部段。

[0086] 图17示出了根据本实用新型另一实施例的单件集成的LED显示器件的示意性俯视图。其与图16的区别在于,在单片的衬底上由多个微LED子像素(如RGB子像素1722(R)、1724(G)、1726(B))、HEMT1710以及可选的电容1760形成的单件集成的混合阵列1710。同样,在图示的实施例中,还可以在单片的衬底上集成驱动IC1750。在此,单片的衬底上限定出驱动IC区,或者成驱动IC部段。换言之,单片的衬底上限定出包括多个HEMT区、微LED子像素区和可选的电容区的混合部段(或称功能器件部段)和驱动IC部段。

[0087] 图18为根据本实用新型的另一实施例的单件集成的LED显示器件的横截面侧视图。在所示的实施例中,其与图3-图15制成的LED显示器件的主要区别在于电容(区)并不是单件集成的,而例如为寄生电容。

[0088] 图19为根据本实用新型的另一实施例的单件集成的LED显示器件的横截面侧视图。在所示的实施例中,其与图3-图15制成的LED显示器件的主要区别在于驱动IC区并不是单件集成的。

[0089] 图20为根据本实用新型的另一实施例的单件集成的LED显示器件的横截面侧视图。在所示的实施例中,其驱动IC区和电容(区)不是单件集成的,且与前述图的LED显示器件的RGB(红-绿-蓝)子像素排布形式的主要区别在于,图20的实施例可设置每像素有四个子像素2000、3000、4000、7000的排布形式,例如为RGBW(红-绿-蓝-白)或RYIB(红-黄-黄-蓝)。尽管图示了每像素有三个子像素和4个子像素的排布形式,但可以想到其他的全彩色的子像素排布形式,例如RGBYC(红-绿-蓝-黄-青)。

[0090] 在本实用新型的多个实施例中,可以将子像素的排布形式的不同实施例与LED显示像素阵列的实施例相结合获得新的实施例。

[0091] 在本实用新型的一些实施例中,可提供一种显示系统,包括本实用新型实施例所述的无机LED显示器件和驱动控制器。在本实用新型的一些实施例中,可提供一种裸眼立体显示系统,可包括多个相互拼接的根据本实用新型实施例所述的贴附有棱镜光栅的无机LED显示器件和驱动控制器。

[0092] 在本实用新型的一些实施例中,可以提供如下技术方案及其组合。

[0093] 1、一种单件集成的无机LED显示器件的制备方法,包括如下步骤:

[0094] S1、提供多层材料,所述多层材料包括衬底、位于衬底上的沟道层、位于沟道层上的N型掺杂层、位于N型掺杂层上的多量子阱层和位于多量子阱层上的P型掺杂层,在所述多层材料中限定出多个微LED子像素区和相应的多个高电子迁移率晶体管(HEMT)区,优选地所述衬底为蓝宝石衬底,优选地所述沟道层包括GaN层和位于GaN层上的AlGaN层,优选地所述N型掺杂层为N型掺杂的GaN层,优选地所述P型掺杂层为P型掺杂的GaN层;

[0095] S2、借助于材料去除的方式在多个微LED子像素区中形成预定的多量子阱层图案和P型掺杂层图案;

[0096] S3、借助于材料去除的方式在多个微LED子像素区中形成预定的N型掺杂层图案和在多个HEMT区中形成一对预定的N型掺杂层图案;

[0097] S4、在所述多个HEMT区中的该对N型掺杂层图案之间形成栅极材料,优选地所述栅极材料为SiO₂;

[0098] S5、在所述多个微LED子像素区和多个HEMT区中形成电极;

[0099] S6、去除沟道层的材料以在相邻的多个微LED子像素区和多个HEMT区之间形成间

隙,从而形成分立的多个微LED子像素的层结构和多个HEMT的层结构;

[0100] S7、用绝缘材料填充所述间隙,优选地所述绝缘材料为SiO₂;以及

[0101] S8、形成电连接多个微LED子像素的层结构和多个HEMT的层结构的电导线布线。

[0102] 2、根据实施例1所述的单片集成的无机LED显示器件的制备方法,在所述多层材料中还限定出多个电容区,在所述电容区中形成电容。

[0103] 3、根据前述实施例之一所述的单片集成的无机LED显示器件的制备方法,所述步骤S3还包括借助于材料去除的方式在所述多个电容区中形成预定的N型掺杂层图案;所述步骤S6还包括借助于材料去除的方式使所述电容区与相邻的电容区、子像素区或HEMT区之间形成间隙,从而形成分立的多个电容。

[0104] 所述方法还包括:

[0105] 在所述电容区中在所述N型掺杂层图案上形成电容绝缘层图案;

[0106] 在所述绝缘层图案上形成电极;以及

[0107] 形成电连接所述多个电容和多个HEMT层结构的电路布线。

[0108] 4、根据前述实施例之一所述的单片集成的无机LED显示器件的制备方法,在所述多层材料中还限定出至少一个驱动IC集成区。

[0109] 5、根据前述实施例之一所述的单片集成的无机LED显示器件的制备方法,所述方法还包括:在所述至少一个驱动IC集成区中集成显示驱动器。

[0110] 6、根据前述实施例之一所述的单片集成的无机LED显示器件的制备方法,包括步骤S9:在至少一些微LED子像素的层结构上形成颜色转换层。

[0111] 7、根据前述实施例之一所述的单片集成的无机LED显示器件的制备方法,在所述多层材料中如此地限定出多个微LED子像素区和相应的多个HEMT区,从而所述多个微LED子像素层结构形成能全彩显示的微LED像素阵列,或者所述多个微LED子像素层结构和所述多个HEMT层结构形成能全彩显示的混合阵列,优选地,所述多个微LED子像素层结构具有下述布局之一:RGB(红-绿-蓝)、RGBW(红-绿-蓝-白)、RYYB(红-黄-黄-蓝)及RGBYC(红-绿-蓝-黄-青)。

[0112] 8、根据前述实施例之一所述的单片集成的无机LED显示器件的制备方法,还包括步骤S10:在表面上贴附棱镜光栅。

[0113] 9、一种根据前述实施例之一所述的制备方法制成的单片集成的无机LED显示器件。

[0114] 10、一种单片集成的无机LED显示器件,包括单件式衬底、位于所述衬底上的多个微LED子像素层结构和相应的多个HEMT层结构,所述微LED子像素层结构包括沟道层、位于沟道层上的N型掺杂层、位于N型掺杂层上的多量子阱层、位于多量子阱层上的P型掺杂层和分别连接至该N型掺杂层和P型掺杂层上的一对电极,所述HEMT层结构包括沟道层、位于沟道层上的一对N型掺杂层图案、连接至该对N型掺杂层图案上的一对电极和位于该对N型掺杂层图案之间的栅极,其中各微LED子像素层结构借助电导线电连接至相应的一个HEMT层结构,其中所述多个微LED子像素层结构和多个HEMT层结构与相邻的层结构通过间隙隔开,优选地所述优选地微LED子像素层结构和多个HEMT层结构的沟道层具有大致相同的层状结构和/或材料和/或厚度以及/或者由一个或多个相同的材料层制成,优选地所述优选地微LED子像素层结构和多个HEMT层结构的N型掺杂层具有大致相同的层状结构和/或材料和/

或厚度以及/或者由相同的材料层制成,优选地所述衬底为蓝宝石衬底,优选地所述沟道层包括GaN层和位于GaN层上的AlGaN层,优选地所述N型掺杂层为N型掺杂的GaN层,优选地所述P型掺杂层为P型掺杂的GaN层。

[0115] 11、根据实施例10所述的单片集成的无机LED显示器件,所述单片集成的无机LED显示器件包括在该单件式衬底上形成的多个分立的电容,每个电容借助电导线电连接至相应的一个HEMT层结构,优选地所述电容包括沟道层、位于沟道层上的N型掺杂层和位于N型掺杂层上的电容绝缘层和分别连接至N型掺杂层和电容绝缘层上的一对电极,优选地所述电容绝缘层为SiO₂材料。

[0116] 12、根据实施例10或11所述的单片集成的无机LED显示器件,所述单片集成的无机LED显示器件包括在该单件式衬底上集成的驱动IC。

[0117] 13、根据实施例10至12之一所述的单片集成的无机LED显示器件,包括分布在衬底不同区域上的微LED子像素层结构阵列和HEMT层结构阵列以及可选的电容阵列。

[0118] 14、根据实施例10至12之一所述的单片集成的无机LED显示器件,包括一混合阵列,所述混合阵列包括所述多个微LED子像素层结构阵列和所述多个HEMT层结构以及可选的多个电容。

[0119] 15、根据实施例10至14之一所述的单片集成的无机LED显示器件,所述多个微LED子像素层结构构造能全彩显示,优选地,所述微LED子像素层结构具有下述布局之一:RGB(红-绿-蓝)、RGBW(红-绿-蓝-白)、RYYB(红-黄-黄-蓝)及RGBYC(红-绿-蓝-黄-青)。

[0120] 16、根据实施例10至15之一所述的单片集成的无机LED显示器件,所述无机LED显示器件为裸眼立体显示用的显示器件,包括贴附在表面上的棱镜光栅。

[0121] 17、一种显示系统,包括至少一个根据实施例10至16之一所述的无机LED显示器件和驱动控制器。

[0122] 18、一种裸眼立体显示系统,包括多个相互拼接的根据实施例16所述的无机LED显示器件和驱动控制器。

[0123] 上述实施例阐明的显示器件、显示器和显示系统,可以应用于各种可能的实体或由其来实现。具体的,典型的应用或实现实体例如可以为带显示功能的电视如带裸眼立体显示功能的电视或智能电视、个人计算机、膝上型计算机、车载人机交互设备、蜂窝电话、相机电话、智能电话、个人数字助理、媒体播放器、导航设备、电子邮件设备、游戏机、平板电脑、可穿戴设备、物联网系统、智能家居、工业计算机或者这些设备中的组合。

[0124] 本领域技术人员应明白,本说明书的实施例可提供为方法、系统或计算机程序产品。因此,本说明书实施例可采用完全硬件实施例、完全软件实施例或结合软件和硬件方面的实施例的形式。

[0125] 除非明确指出,根据本实用新型实施例记载的方法、程序的动作或步骤并不必须按照特定的顺序来执行并且仍然可以实现期望的结果。在某些实施方式中,多任务处理和并行处理也是可以的或者可能是有利的。

[0126] 在本文中,针对本实用新型的多个实施例进行了描述,但为简明起见,各实施例的描述并不是详尽的,各个实施例之间相同相似的特征或部分可能会被省略。在本文中,“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”意指适用于根据本实用新型的至少一个实施例或示例中,而非所有实施例。且上述术语并不必然意味着指代相同的实

施例或示例。而且,各实施例的具体特征、结构、材料或者特点可以在任一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。此外,在不相互矛盾的情况下,本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同实施例或示例以及不同实施例或示例的特征进行结合和组合。

[0127] 在本文中,术语“包括”、“包含”或者其变体意在涵盖式,而非穷尽式,从而包括一系列要素的过程、方法、产品或者设备可包括这些要素,而不排除还可包括没有明确列出的其他要素。为了公开的目的且除非有它特别说明,“一”意味着“一个或多个”。就在本说明书和权利要求书中所使用的术语“包括”或“包括的”来说,它将是非遍举的,这一定程度上类似于“包含”,因为那些术语在用作过渡连接词时是解释性的。此外,就所用的术语“或”来说(例如A或B),它将意味着“A或B或这两者”。当申请人打算表明“仅A或B但非这两者”时,将会使用“仅A或B但非这两者”。因此,术语“或”的使用是包含的而非排他的。参见 Bryan.A.Garner的《现代法律用语词典》624页(2d.Ed.1995)。

[0128] 已参考上述实施例具体示出并描述了本实用新型的示例性系统及方法,其仅为实施本系统及方法的最佳模式的示例。本领域的技术人员可以理解的是可以在实施本系统及/或方法时对这里描述的系统及方法的实施例做各种改变而不脱离界定在所附权利要求中的本实用新型的精神及范围。所附权利要求意在界定本系统及方法的范围,故落入这些权利要求中及与其等同的系统及方法可被涵盖。对本系统及方法的以上描述应被理解为包括这里描述的全部的新的及非显而易见的元素的结合,而本申请或后续申请中可存在涉及任何新的及非显而易见的元素的结合的权利要求。此外,上述实施例是示例性的,对于在本申请或后续申请中可以要求保护的全部可能组合中,没有一个单一特征或元素是必不可少的。

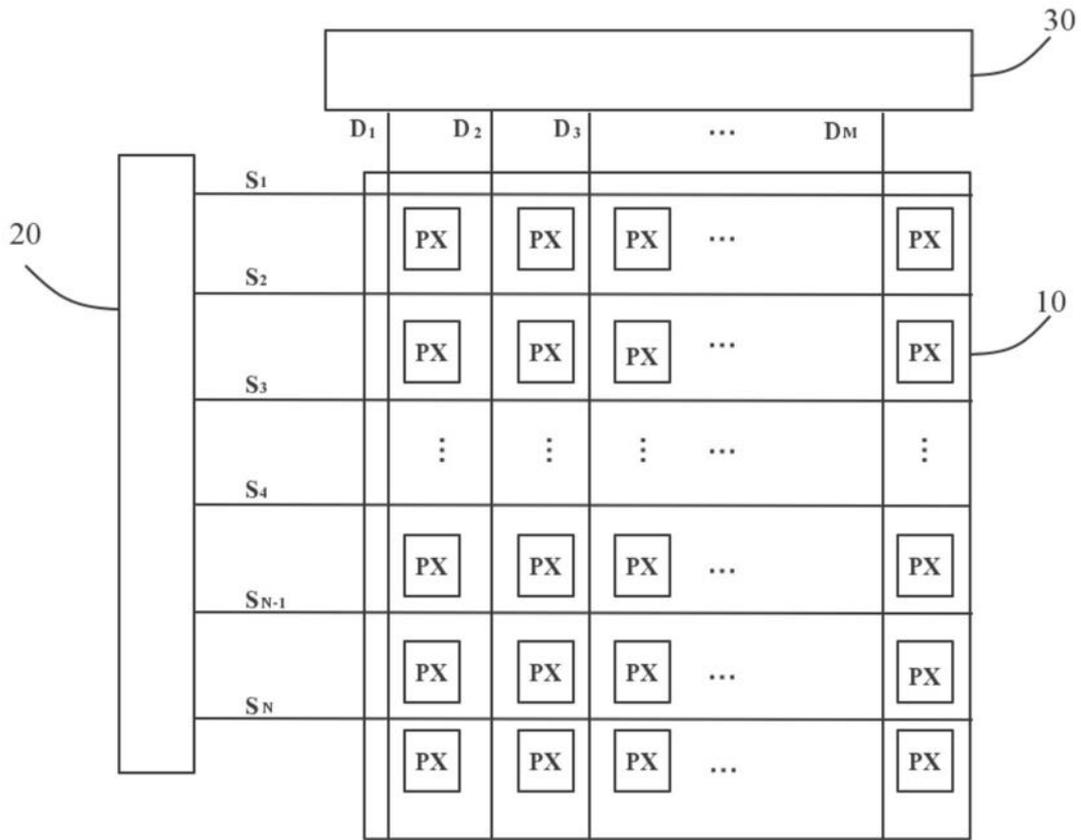


图1

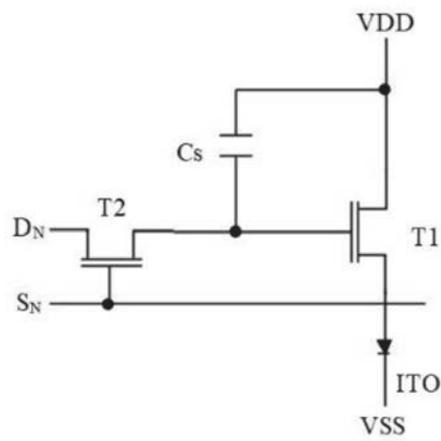


图2

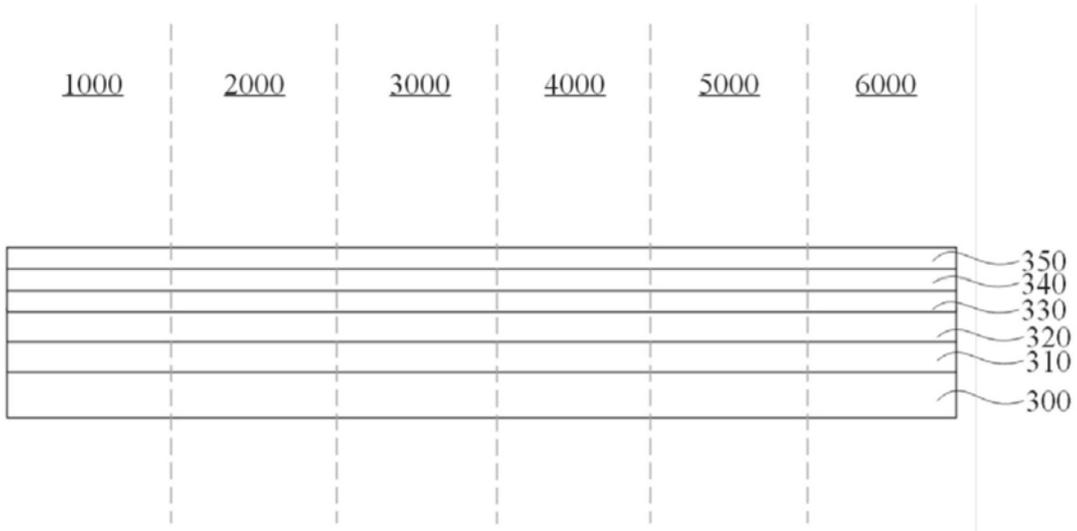


图3

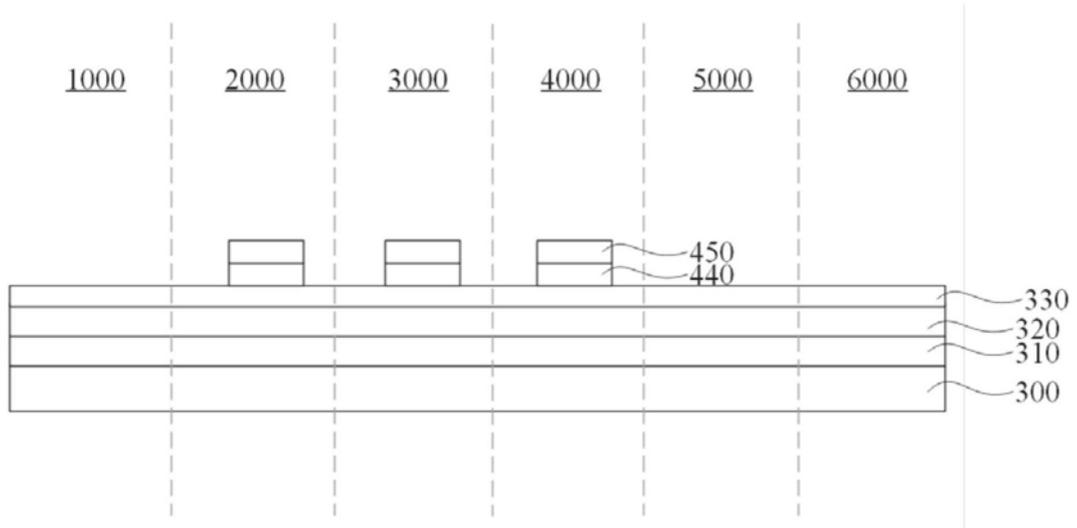


图4

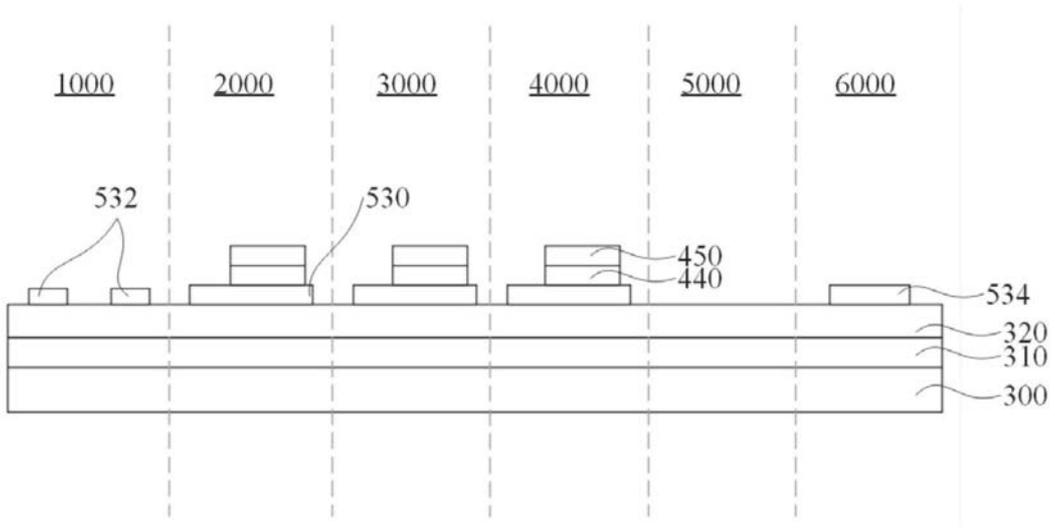


图5

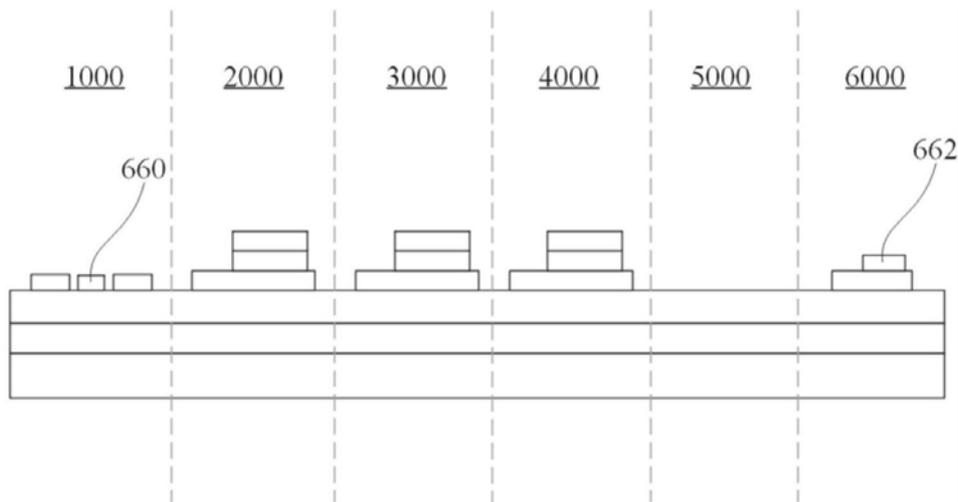


图6

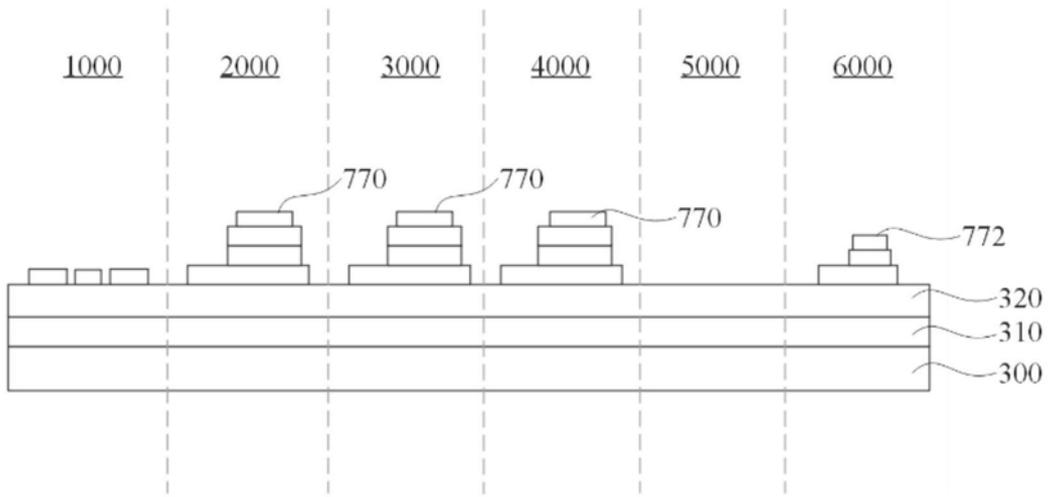


图7

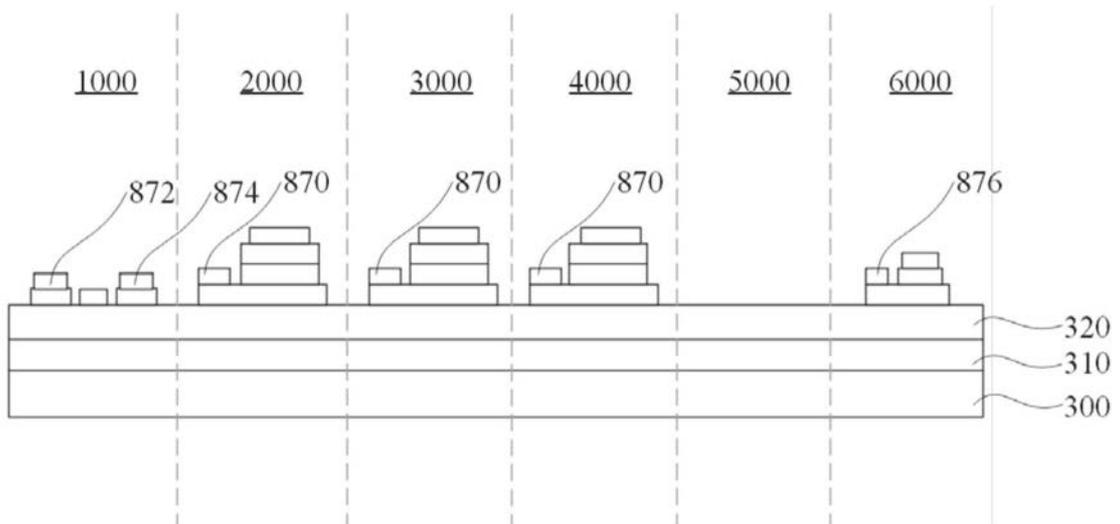


图8

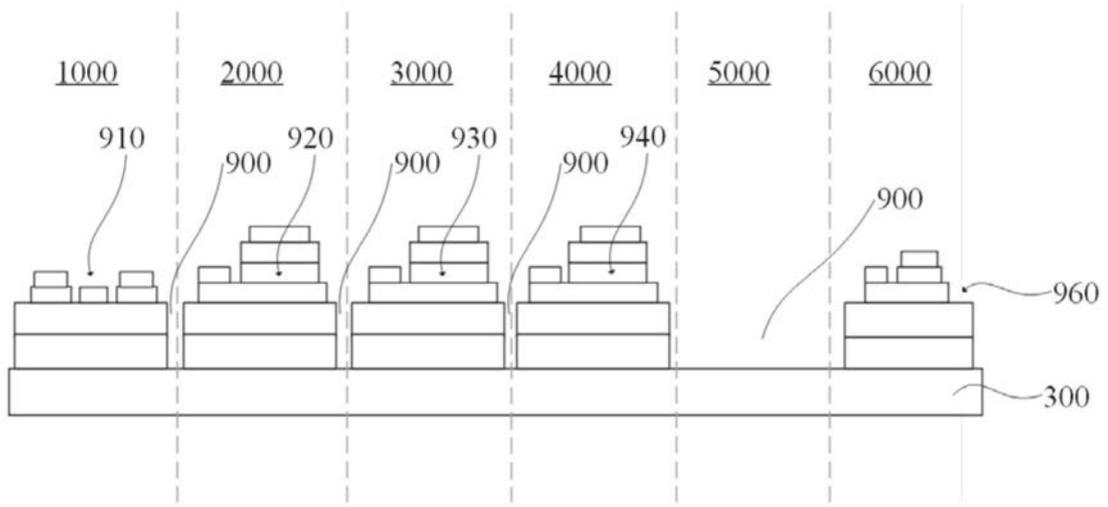


图9

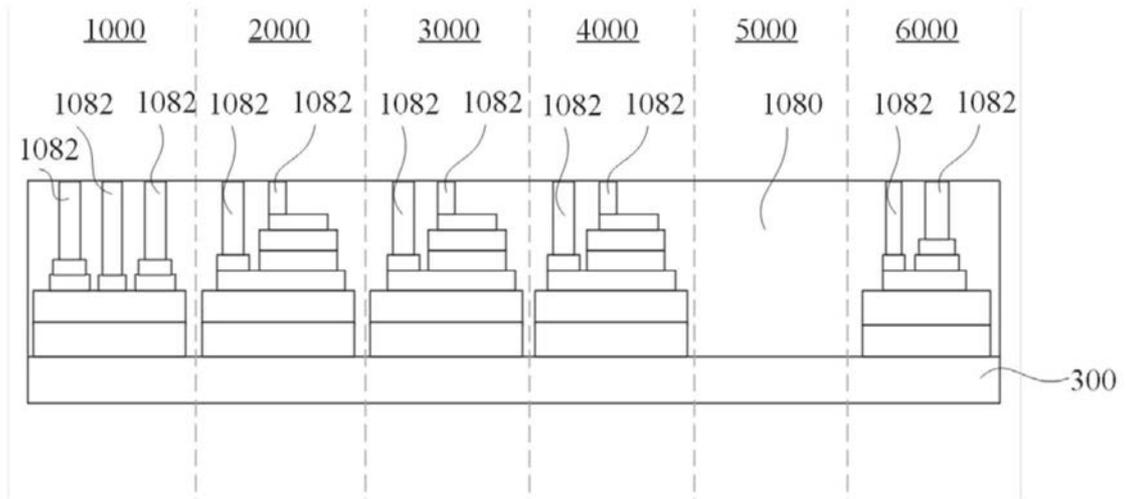


图10

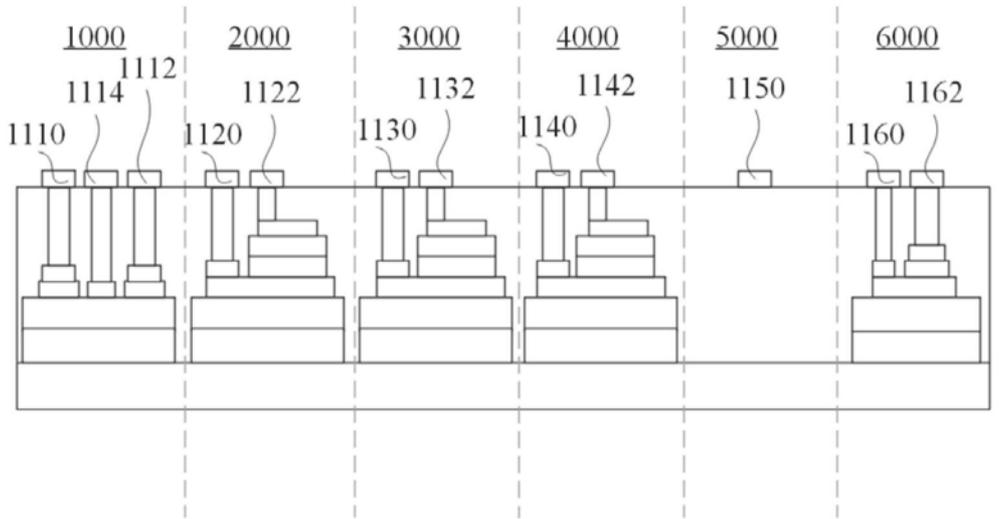


图11

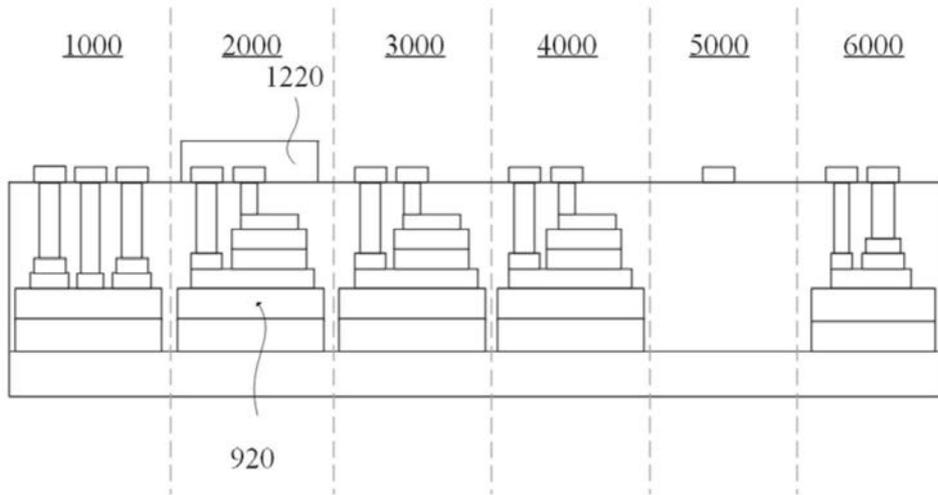


图12

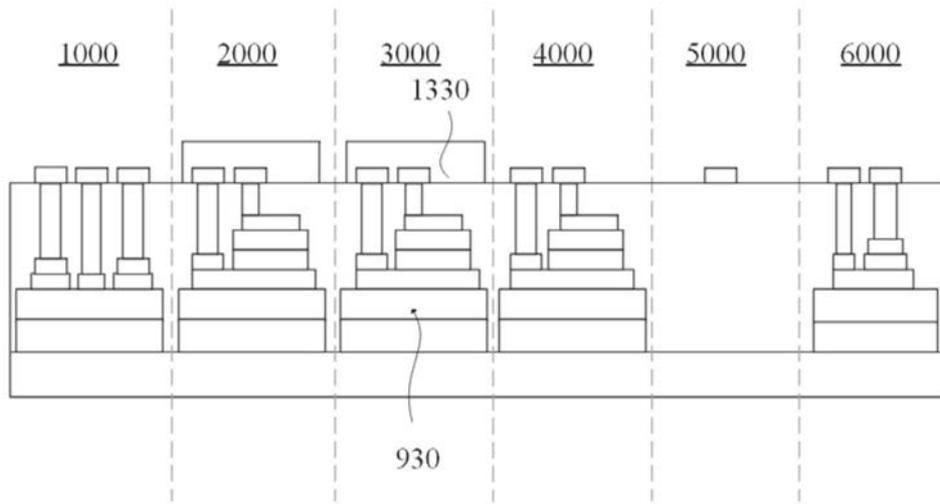


图13

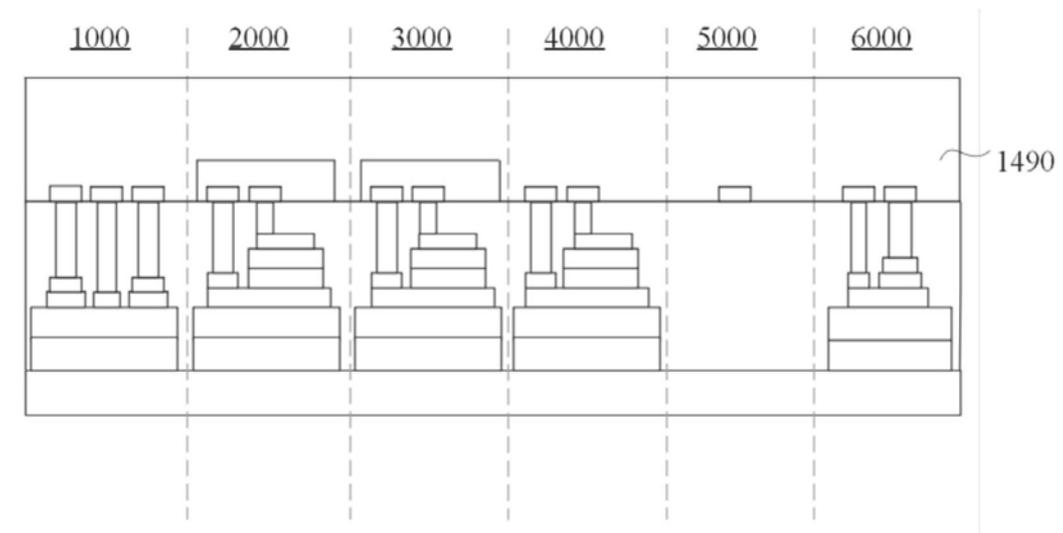


图14

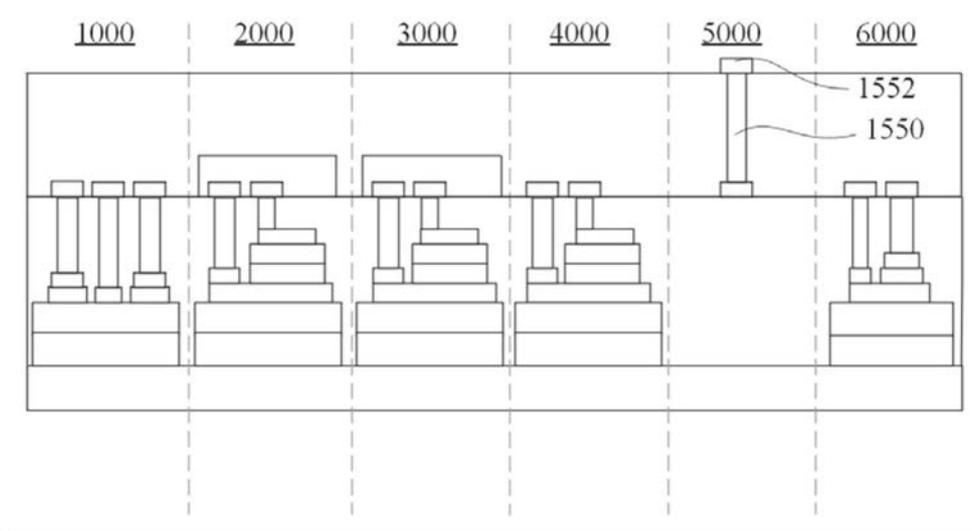


图15

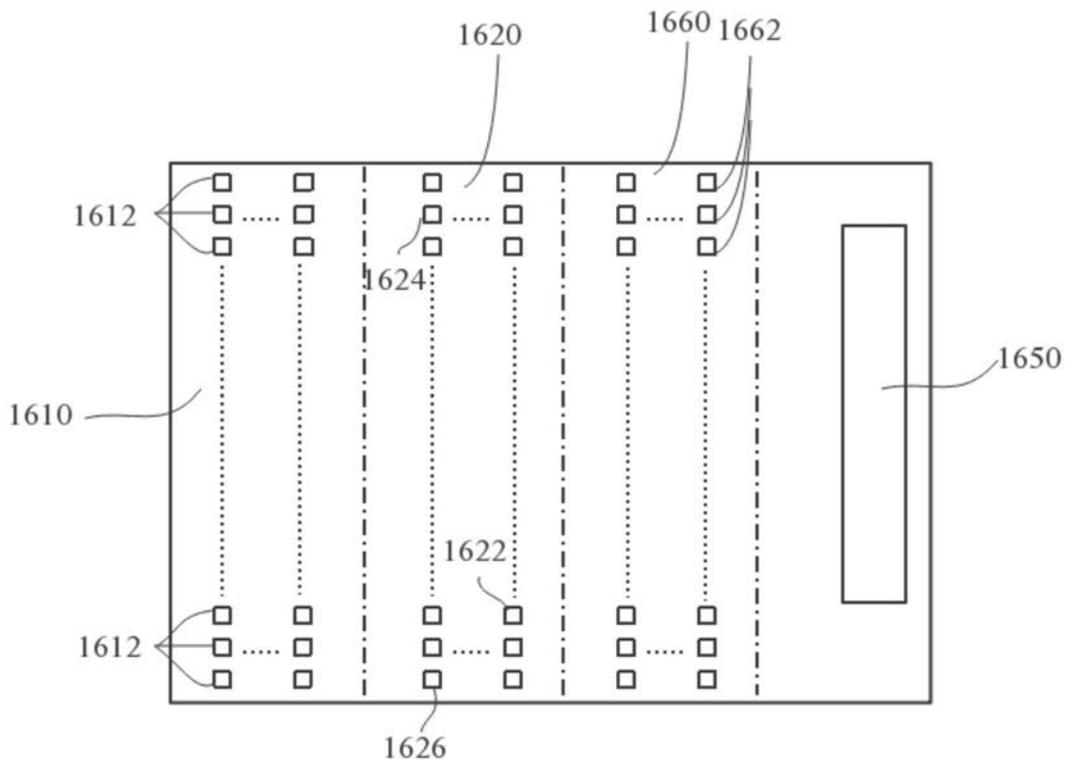


图16

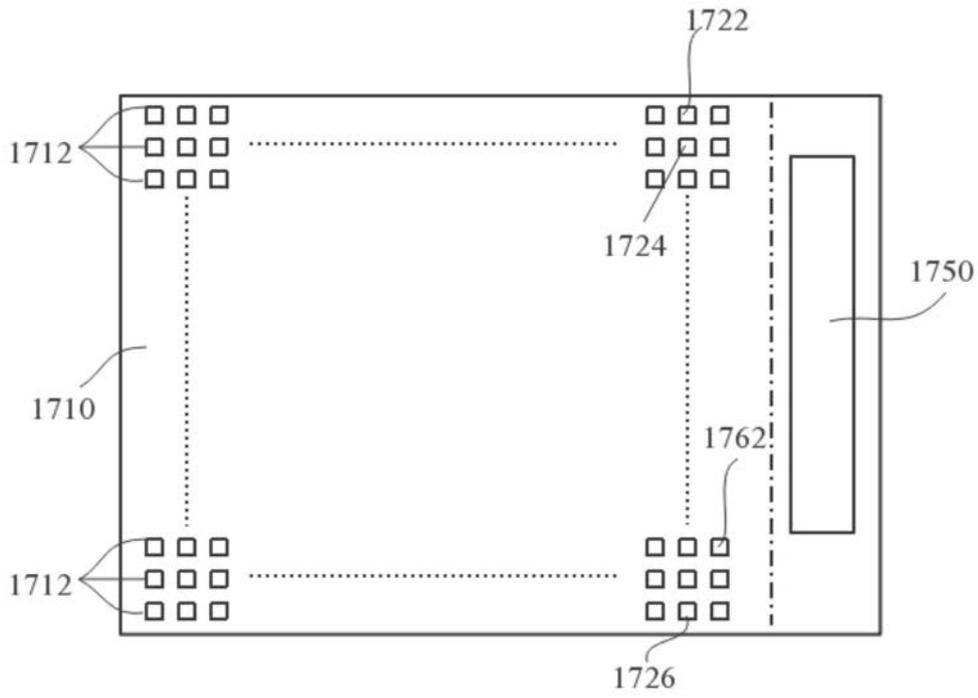


图17

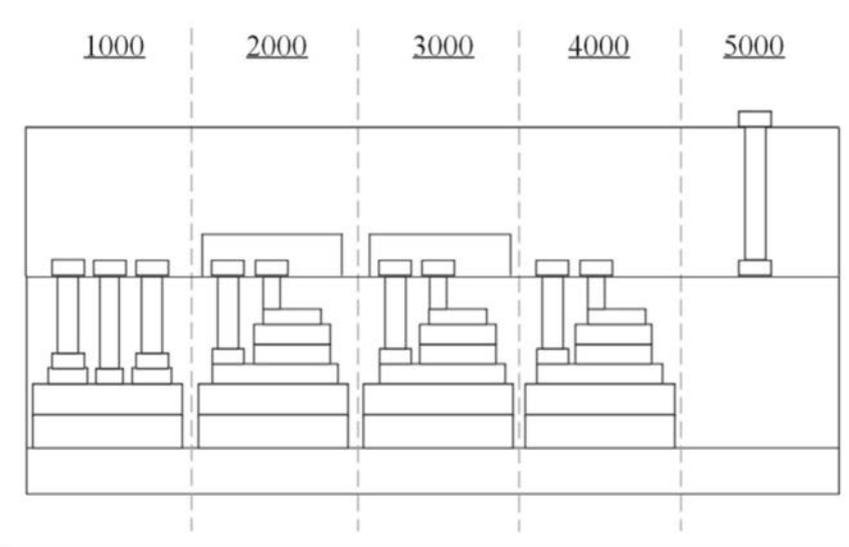


图18

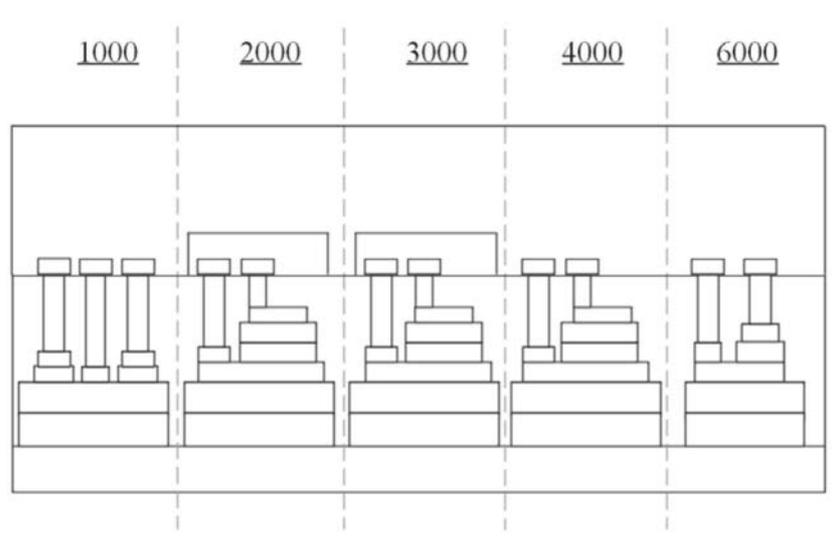


图19

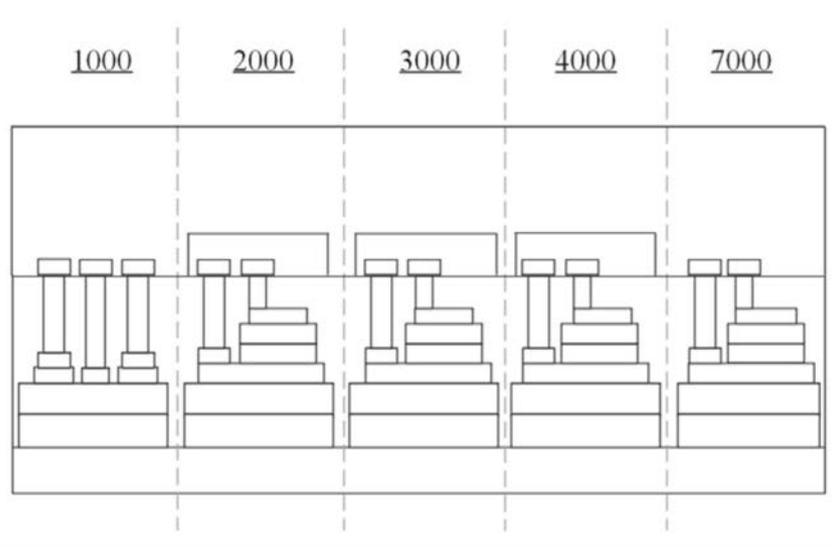


图20

专利名称(译)	单片集成的无机LED显示器件、显示系统、裸眼立体显示系统		
公开(公告)号	CN209963061U	公开(公告)日	2020-01-17
申请号	CN201920729339.3	申请日	2019-05-20
发明人	刁鸿浩		
IPC分类号	H01L27/15 H04N13/31 H04N13/346		
代理人(译)	林俐		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本实用新型提供一种单片集成的无机LED显示器件，包括单件式衬底；所述单片集成的无机LED显示器件包括在该单件式衬底上形成的多个微LED子像素层结构和多个III-V族电子器件层结构，每个微LED子像素层结构借助电导线电连接至相应的一个III-V族电子器件的层结构，其中所述显示器件包括驱动IC或与驱动IC电连接。本实用新型还提供显示系统和裸眼立体显示系统。本实用新型的无机LED显示器件及其制备方法克服了现有的用于制备Micro LED的工艺可能存在的一些问题。

