



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110707119 A

(43)申请公布日 2020.01.17

(21)申请号 201911029222.5

(22)申请日 2019.10.28

(30)优先权数据

62/864,517 2019.06.21 US

(71)申请人 鑫创显示科技股份有限公司

地址 中国台湾新竹科学园区苗栗县竹南镇
科西一路12号2楼

(72)发明人 李允立 林子旸 刘应苍 吴志凌

(74)专利代理机构 北京同立钧成知识产权代理
有限公司 11205

代理人 罗英 臧建明

(51)Int.Cl.

H01L 27/15(2006.01)

H01L 33/00(2010.01)

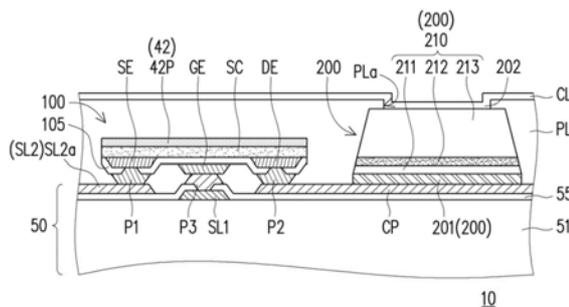
权利要求书2页 说明书9页 附图7页

(54)发明名称

半导体材料基板、微型发光二极管面板及其
制造方法

(57)摘要

本发明提供一种微型发光二极管面板的制造方法包括形成半导体材料基板、形成多个晶体管元件、将多个晶体管元件转移并接合至线路基板上以及将多个微型发光二极管元件自微型发光二极管元件基板转移至线路基板上。半导体材料基板包括载板、牺牲层、无机绝缘层以及半导体材料层。牺牲层位于载板与无机绝缘层之间，且半导体材料层通过无机绝缘层接合于牺牲层。半导体材料层的电子迁移率大于 $20\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ 。多个晶体管元件设置于牺牲层上。多个晶体管元件电性连接线路基板，且多个微型发光二极管元件电性连接这些晶体管元件。一种微型发光二极管面板亦被提出。



1. 一种微型发光二极管面板的制造方法,包括:

形成半导体材料基板,其中所述半导体材料基板包括载板、牺牲层、无机绝缘层以及半导体材料层,所述牺牲层位于所述载板与所述无机绝缘层之间,所述半导体材料层通过所述无机绝缘层接合于所述牺牲层,且所述半导体材料层的电子迁移率大于 $20\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$;

形成多个晶体管元件,其中所述多个晶体管元件设置于所述牺牲层上;

将所述多个晶体管元件转移并接合至线路基板上,且所述多个晶体管元件电性连接所述线路基板;以及

将多个微型发光二极管元件自微型发光二极管元件基板转移至所述线路基板上,其中所述多个微型发光二极管元件电性连接所述多个晶体管元件。

2. 根据权利要求1所述的微型发光二极管面板的制造方法,其中所述多个晶体管元件的转移步骤包括:

将所述多个晶体管元件转移至暂时基板上;以及

利用所述暂时基板将所述多个晶体管元件转移并接合于所述线路基板上。

3. 根据权利要求1所述的微型发光二极管面板的制造方法,其中所述多个晶体管元件的转移步骤包括:

移除所述牺牲层,使所述多个晶体管元件与所述载板分离开来。

4. 根据权利要求1所述的微型发光二极管面板的制造方法,其中形成所述晶体管元件的步骤包括:

移除部分所述半导体材料层以形成半导体图案。

5. 根据权利要求4所述的微型发光二极管面板的制造方法,其中形成所述晶体管元件的步骤还包括:

于所述半导体图案上形成源极与漏极、栅绝缘层以及栅极,所述源极与所述漏极分别电性连接所述半导体图案的不同两区,且所述栅绝缘层覆盖所述源极、所述漏极以及部分所述半导体图案。

6. 根据权利要求5所述的微型发光二极管面板的制造方法,其中在所述晶体管元件与所述线路基板接合后,所述源极、所述漏极与所述栅极位于所述半导体图案与所述线路基板之间。

7. 根据权利要求5所述的微型发光二极管面板的制造方法,其中形成所述晶体管元件的步骤还包括:

形成第一接垫与第二接垫,其中所述第一接垫与所述第二接垫分别电性连接所述源极与所述漏极,且所述晶体管元件通过所述第一接垫、所述第二接垫与所述栅极接合于所述线路基板上。

8. 根据权利要求7所述的微型发光二极管面板的制造方法,其中所述第一接垫、所述第二接垫与所述栅极是由同一膜层图案化形成。

9. 根据权利要求1所述的微型发光二极管面板的制造方法,还包括:

形成平坦层,以覆盖所述晶体管元件与所述微型发光二极管元件;以及

在所述平坦层上形成导电层,其中所述平坦层具有暴露出所述微型发光二极管元件的顶面的开口,且所述导电层通过所述开口以电性连接所述微型发光二极管元件。

10. 根据权利要求1所述的微型发光二极管面板的制造方法,还包括:

在所述多个晶体管元件转移至所述线路基板后,于所述线路基板上形成多个导电图案,其中所述多个导电图案的一部分分别电性连接所述多个晶体管元件,且所述多个微型发光二极管元件分别与所述多个导电图案的另一部分接合并电性连接。

11. 根据权利要求1所述的微型发光二极管面板的制造方法,其中形成所述晶体管元件的步骤包括:

移除部分所述无机绝缘层,以形成绝缘图案,其中所述绝缘图案重叠于所述晶体管元件。

12. 根据权利要求11所述的微型发光二极管面板的制造方法,其中在所述晶体管元件转移并接合至所述线路基板后,所述晶体管元件位于所述线路基板与所述绝缘图案之间。

13. 一种半导体材料基板,包括:

载板;

牺牲层,设置于所述载板上;

无机绝缘层,其中所述牺牲层位于所述载板与所述无机绝缘层之间;以及

半导体材料层,设置于所述无机绝缘层上,其中所述半导体材料层通过所述无机绝缘层接合于所述牺牲层,且所述半导体材料层的电子迁移率大于 $20\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ 。

14. 根据权利要求13所述的半导体材料基板,其中所述载板为蓝宝石基板。

15. 根据权利要求13所述的半导体材料基板,其中所述牺牲层为磊晶半导体层,所述无机绝缘层为氧化硅层。

16. 根据权利要求13所述的半导体材料基板,其中所述半导体材料层为单晶硅材料层。

17. 一种微型发光二极管面板,包括:

线路基板;

多个晶体管元件,设置于所述线路基板上,所述多个晶体管元件分别具有半导体图案、源极、漏极以及栅极,所述源极与所述漏极电性连接所述半导体图案,其中所述源极、所述漏极与所述栅极位于所述半导体图案与所述线路基板之间,且所述半导体图案的电子迁移率大于 $20\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$;以及

多个微型发光二极管元件,设置于所述线路基板上,且分别电性连接所述多个晶体管元件。

18. 根据权利要求17所述的微型发光二极管面板,其中所述线路基板具有多条信号线,且所述多个信号线分别电性连接所述多个晶体管元件的所述多个栅极、所述多个源极以及所述多个微型发光二极管元件。

19. 根据权利要求17所述的微型发光二极管面板,还包括:

平坦层,设置于所述线路基板上,且覆盖所述多个晶体管元件与所述多个微型发光二极管元件;以及

导电层,覆盖所述平坦层,其中所述平坦层具有重叠于所述多个微型发光二极管元件的多个开口,且所述导电层延伸入所述多个开口以电性连接所述多个微型发光二极管元件。

半导体材料基板、微型发光二极管面板及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种微型元件的转移技术,尤其涉及一种半导体材料基板、微型发光二极管面板及其制造方法。

背景技术

[0002] 近年来,在有机发光二极管(Organic light-emitting diode,OLED)显示面板的制造成本偏高及其使用寿命无法与现行的主流显示器相抗衡的情况下,微型发光二极管显示器(Micro LED Display)逐渐吸引各科技大厂的投资目光。微型发光二极管显示器具有与有机发光二极管显示技术相当的光学表现,例如高色彩饱和度、应答速度快及高对比,且具有低耗能及材料使用寿命长的优势。

[0003] 随着显示尺寸与解析度的逐渐增加,显示面板所采用的晶体管元件的操作电性,例如:电子迁移率(electron mobility),势必要有所提升。其中,低温多晶硅薄膜晶体管(low temperature poly-silicon thin film transistor,LTPS TFT)因具有较高的电子迁移率而广泛地应用于小尺寸且解析度高的显示面板。然而,此类晶体管的通道层通常是以准分子激光退火(excimer laser annealing,ELA)制程来形成多晶硅薄膜。因此,受限于制程设备的尺寸限制以及制程均匀性较难控制等因素,大尺寸的显示面板仍无法采用此类具有高迁移率的晶体管作为驱动开关。如何解决上述的问题已成为相关厂商的重要课题。

发明内容

[0004] 本发明提供一种半导体材料基板,具有较佳的微型发光二极管驱动能力。

[0005] 本发明提供一种微型发光二极管面板的制造方法,其生产成本较低且能增加产品的设计裕度。

[0006] 本发明提供一种微型发光二极管面板,兼具成本优势与较佳的操作电性。

[0007] 本发明的半导体材料基板,包括载板、牺牲层、无机绝缘层以及半导体材料层。牺牲层设置于载板上。牺牲层位于载板与无机绝缘层之间。半导体材料层设置于无机绝缘层上。半导体材料层通过无机绝缘层接合于牺牲层。半导体材料层的电子迁移率大于 $20\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ 。

[0008] 在本发明的一实施例中,上述的半导体材料基板的载板为蓝宝石基板。

[0009] 在本发明的一实施例中,上述的半导体材料基板的牺牲层为磊晶半导体层,无机绝缘层为氧化硅层。

[0010] 在本发明的一实施例中,上述的半导体材料基板的半导体材料层为单晶硅材料层。

[0011] 本发明的微型发光二极管面板的制造方法,包括形成半导体材料基板、形成多个晶体管元件、将多个晶体管元件转移并接合至线路基板上以及将多个微型发光二极管元件自微型发光二极管元件基板转移至线路基板上。半导体材料基板包括载板、牺牲层、无机绝缘层以及半导体材料层。牺牲层位于载板与无机绝缘层之间,半导体材料层通过无机绝缘

层接合于牺牲层,且半导体材料层的电子迁移率大于 $20\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ 。多个晶体管元件设置于牺牲层上。多个晶体管元件电性连接线路基板,且多个微型发光二极管元件电性连接这些晶体管元件。

[0012] 在本发明的一实施例中,上述的微型发光二极管面板的制造方法的多个晶体管元件的转移步骤包括将这些晶体管元件转移至暂时基板上以及利用暂时基板将这些晶体管元件转移并接合于线路基板上。

[0013] 在本发明的一实施例中,上述的微型发光二极管面板的制造方法的多个晶体管元件的转移步骤包括移除牺牲层,使这些晶体管元件与载板分离开来。

[0014] 在本发明的一实施例中,上述的微型发光二极管面板的制造方法,其形成晶体管元件的步骤包括移除部分半导体材料层以形成半导体图案。

[0015] 在本发明的一实施例中,上述的微型发光二极管面板的制造方法,其形成晶体管元件的步骤还包括于半导体图案上形成源极与漏极、栅绝缘层以及栅极。源极与漏极分别电性连接半导体图案的不同两区,且栅绝缘层覆盖源极、漏极以及部分半导体图案。

[0016] 在本发明的一实施例中,上述的微型发光二极管面板的制造方法,在晶体管元件与线路基板接合后,源极、漏极与栅极位于半导体图案与线路基板之间。

[0017] 在本发明的一实施例中,上述的微型发光二极管面板的制造方法,其形成晶体管元件的步骤还包括形成第一接垫与第二接垫。第一接垫与第二接垫分别电性连接源极与漏极,且晶体管元件通过第一接垫、第二接垫与栅极接合于线路基板上。

[0018] 在本发明的一实施例中,上述的微型发光二极管面板的制造方法的第一接垫、第二接垫与栅极是由同一膜层图案化形成。

[0019] 在本发明的一实施例中,上述的微型发光二极管面板的制造方法还包括形成平坦层以覆盖晶体管元件与微型发光二极管元件以及于平坦层上形成导电层。平坦层具有暴露出微型发光二极管元件的顶面的开口,且导电层通过开口以电性连接微型发光二极管元件。

[0020] 在本发明的一实施例中,上述的微型发光二极管面板的制造方法还包括在多个晶体管元件转移至线路基板后,于线路基板上形成多个导电图案。这些导电图案的一部分分别电性连接多个晶体管元件,且多个微型发光二极管元件分别与这些导电图案的另一部分接合并电性连接。

[0021] 在本发明的一实施例中,上述的微型发光二极管面板的制造方法,其形成晶体管元件的步骤包括移除部分无机绝缘层以形成绝缘图案。此绝缘图案重叠于晶体管元件。

[0022] 在本发明的一实施例中,上述的微型发光二极管面板的制造方法,在晶体管元件转移并接合至线路基板后,晶体管元件位于线路基板与绝缘图案之间。

[0023] 本发明的微型发光二极管面板,包括线路基板、多个晶体管元件以及多个微型发光二极管元件。多个晶体管元件设置于线路基板上,且分别具有半导体图案、源极、漏极以及栅极。源极与漏极电性连接半导体图案,且源极、漏极与栅极位于半导体图案与线路基板之间。半导体图案的电子迁移率大于 $20\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ 。多个微型发光二极管元件设置于线路基板上,且分别电性连接多个晶体管元件。

[0024] 在本发明的一实施例中,上述的微型发光二极管面板的线路基板具有多条信号线,且这些信号线分别电性连接多个晶体管元件的多个栅极、多个源极以及多个微型发光

二极管元件。

[0025] 在本发明的一实施例中,上述的微型发光二极管面板还包括平坦层与导电层。平坦层设置于线路基板上,且覆盖多个晶体管元件与多个微型发光二极管元件。导电层覆盖平坦层,且平坦层具有重叠于这些微型发光二极管元件的多个开口。导电层延伸入这些开口以电性连接多个微型发光二极管元件。

[0026] 基于上述,在本发明一实施例的微型发光二极管面板及其制造方法中,通过转移制程将预先形成在载板上的多个晶体管元件转移至线路基板上,可降低生产成本并增加产品的设计裕度。另一方面,由于半导体材料基板的半导体材料层具有较高的电子迁移率,使微型发光二极管面板具有较佳的操作电性。

附图说明

[0027] 图1是本发明的一实施例的微型发光二极管面板的上视示意图;

[0028] 图2A至图2K是图1的微型发光二极管面板的制造流程的剖视图;

[0029] 图3是图1的微型发光二极管面板的局部区域的剖视图;

[0030] 图4是本发明的另一实施例的微型发光二极管面板的剖视图;

[0031] 图5是本发明的又一实施例的微型发光二极管面板的剖视图。

[0032] 附图标记说明

[0033] 10、11、12:微型发光二极管面板

[0034] 30:磊晶基板

[0035] 31:载板

[0036] 32:牺牲层

[0037] 35:半导体材料基板

[0038] 40:硅晶圆

[0039] 41:单晶硅材料层

[0040] 41A:半导体材料层

[0041] 41d:氢掺杂晶硅材料层

[0042] 42:无机绝缘层

[0043] 42P:绝缘图案

[0044] 50、50A、50B:线路基板

[0045] 51:基板

[0046] 55、205:绝缘层

[0047] 70、80、80A:载板结构

[0048] 71:粘着层

[0049] 81、81A:转移部

[0050] 100、100A:晶体管元件

[0051] 105:栅绝缘层

[0052] 200、200A:微型发光二极管元件

[0053] 201、201A:第一电极

[0054] 202、202A:第二电极

- [0055] 210、210A: 磊晶结构
- [0056] 211、211A: 第一型半导体层
- [0057] 212、212A: 发光层
- [0058] 213、213A: 第二型半导体层
- [0059] CL: 导电层
- [0060] CP、CP-1、CP-2、CP-3、CP-4: 导电图案
- [0061] DE: 漏极
- [0062] GE: 栅极
- [0063] PL、PL-1: 平坦层
- [0064] PLa: 开口
- [0065] PR: 像素区
- [0066] P1、P2、P3: 接垫
- [0067] SC: 半导体图案
- [0068] SE: 源极
- [0069] SL1: 第一信号线
- [0070] SL2: 第二信号线
- [0071] SL3: 第三信号线
- [0072] SL2a: 凸出部

具体实施方式

[0073] 在附图中,为了清楚起见,放大了层、膜、面板、区域等的厚度。应当理解,当诸如层、膜、区域或基板的元件被称为在另一元件“上”或“连接到”另一元件时,其可以直接在另一元件上或与另一元件连接,或者中间元件可以也存在。相反,当元件被称为“直接在另一元件上”或“直接连接到”另一元件时,不存在中间元件。如本文所使用的,“连接”可以指物理及/或电性连接。再者,“电性连接”可为二元件间存在其它元件。

[0074] 现将详细地参考本发明的示范性实施例,示范性实施例的实例说明于所附附图中。只要有可能,相同元件符号在附图和描述中用来表示相同或相似部分。

[0075] 图1是本发明的一实施例的微型发光二极管面板的上视示意图。图2A至图2K是图1的微型发光二极管面板的制造流程的剖视图。图3是图1的微型发光二极管面板的局部区域的剖视图。特别说明的是,为清楚呈现起见,图1省略了图3的绝缘层55、接垫P3、平坦层PL以及导电层CL的示出。

[0076] 请参照图1及图3,微型发光二极管面板10包括线路基板50、多个晶体管元件100与多个微型发光二极管元件200。晶体管元件100与微型发光二极管元件200设置于线路基板50上,且各自与线路基板50电性连接。线路基板50可包括基板51以及设置于基板51上的多条信号线。在本实施例中,多条信号线例如是多条第一信号线SL1与多条第二信号线SL2,且彼此相交的这些第一信号线SL1与这些第二信号线SL2可定义出微型发光二极管面板10的多个像素区PR。多个微型发光二极管元件200分别设置于这些像素区PR内。需说明的是,本发明并不以附图揭示内容有限,在其他实施例中,位于像素区PR内的微型发光二极管元件200的配置数量也可根据实际的应用需求而调整两个以上。

[0077] 举例而言,第一信号线SL1与第二信号线SL2分别是扫描线(scan line)与电源线(power line),但本发明不以此为限。需说明的是,在本实施例中,微型发光二极管元件200所对应的晶体管元件100数量是以一个为例进行示范性的说明,但不以此为限。在其他实施例中,用以驱动微型发光二极管元件200的晶体管元件100数量也可根据实际的电路设计需求而调整为两个或三个以上;同时,线路基板还可包括与另一些晶体管元件电性连接的多条第三信号线,且第三信号线例如是感测信号线(sensing line)或数据线(data line)。在本实施例中,线路基板50还可选择性地包括多个导电图案CP,且导电图案CP电性连接于晶体管元件100与微型发光二极管元件200之间。

[0078] 进一步而言,晶体管元件100具有源极SE、漏极DE、栅极GE以及半导体图案SC,其中源极SE电性连接于半导体图案SC与第二信号线SL2的凸出部SL2a之间,漏极DE电性连接于半导体图案SC与对应的导电图案CP之间,而栅极GE电性连接于第一信号线SL1。特别一提的是,源极SE、漏极DE与栅极GE可位于半导体图案SC与线路基板50之间,但本发明不以此为限。在本实施例中,晶体管元件100还可选择性地具有接垫P1与接垫P2,且接垫P1与接垫P2贯穿晶体管元件100的栅绝缘层105以分别电性连接源极SE与漏极DE。另一方面,线路基板50也可选择性地设有接垫P3,且接垫P3贯穿绝缘层55以电性连接第一信号线SL1。具体而言,晶体管元件100通过接垫P1、接垫P2以及栅极GE分别与凸出部SL2a、导电图案CP以及接垫P3的连接关系而接合于线路基板50上,但本发明不以此为限。

[0079] 在本实施例中,由于半导体图案SC的材质可包括单晶硅(single crystalline silicon)材料,因此,晶体管元件100可具有较高的电子迁移率(electron mobility),例如电子迁移率高于 $100\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ 的晶体管元件,有助于提升微型发光二极管面板10的操作电性。然而,本发明不限于此,根据其他实施例,半导体图案SC的材质也可包括低温多晶硅(LTPS)或金属氧化物(metal oxide);也就是说,晶体管元件也可以是低温多晶硅薄膜晶体管(LTPS TFT)、微晶硅薄膜晶体管(micro-Si TFT)或金属氧化物晶体管(Metal Oxide Transistor)。更具体地说,在一实施例中,包含金属氧化物的晶体管元件,其电子迁移率可高于 $20\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ 。在另一实施例中,包含低温多晶硅的晶体管元件,其电子迁移率可高于 $50\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ 。

[0080] 另一方面,微型发光二极管元件200包括磊晶结构210、第一电极201与第二电极202。在本实施例中,第一电极201与第二电极202分别设置于磊晶结构210的相对两侧;也就是说,本实施例的微型发光二极管元件200为垂直式(vertical type)微型发光元件,但本发明不以此为限。进一步而言,磊晶结构210可包括第一型半导体层211、发光层212与第二型半导体层213,且第一电极201与第二电极202分别电性连接第一型半导体层211与第二型半导体层213。在本实施例中,第一型半导体层211与第二型半导体层213可分别为P型半导体与N型半导体,而发光层212可以是多重量子井(Multiple Quantum Well, MQW)结构,但本发明不以此为限。

[0081] 举例而言,在本实施例中,第一型半导体层211与第二型半导体层213在基板51的法线方向上也可具有不同的厚度,例如第二型半导体层213的垂直厚度大于第一型半导体层211的垂直厚度。也就是说,微型发光二极管元件200的发光层212可位于磊晶结构210较靠近第一电极201的区域(如图3所示),但本发明不以此为限。在其他实施例中,第一型半导体层211与第二型半导体层213在基板51的法线方向上具有大致上相同的厚度。亦即,发光

层212可选择性地地位于磊晶结构210的中间区域。

[0082] 在本实施例中,微型发光二极管面板10还包括平坦层PL与导电层CL。平坦层PL覆盖晶体管元件100、微型发光二极管元件200以及部分的线路基板50,且具有重叠于多个微型发光二极管元件200的多个开口PLa。导电层CL覆盖平坦层PL并延伸入这些开口PLa内以形成与多个微型发光二极管元件200电性接触的第二电极202。换句话说,本实施例的第二电极202是以共电极(common electrode)的形式来实施。举例而言,当微型发光二极管面板10被致能时,第一电极201可选择性地具有一高电位,第二电极202(或导电层CL)可选择性地具有一接地电位(Ground)或低电位,且通过两电极间的电位差所产生的电流,致能磊晶结构210使发光层212发出(可见)光束,以达到显示影像的效果。

[0083] 以下将针对微型发光二极管面板10的制造流程进行示例性地说明。请参照图2A及图2B,首先,形成半导体材料基板35。在本实施例中,半导体材料基板35包括载板31、牺牲层32、无机绝缘层42以及半导体材料层41A,牺牲层32位于载板31与无机绝缘层42之间,且无机绝缘层42位于牺牲层32与半导体材料层41A之间。举例而言,本实施例的半导体材料基板35是通过将硅晶圆(silicon wafer)40接合于磊晶基板(epitaxial substrate)30上来形成。

[0084] 详细而言,磊晶基板30包括载板31以及设置于载板31上的牺牲层32。硅晶圆40例如包括单晶硅材料层41、氢掺杂晶硅材料层41d与无机绝缘层42;亦即,硅晶圆40可以是多层半导体材料层与无机绝缘层42的多层堆叠结构。特别说明的是,氢掺杂晶硅材料层41d可选择性地地位于单晶硅材料层41较靠近无机绝缘层42的区域内。换句话说,单晶硅材料层41位于氢掺杂晶硅材料层41d与无机绝缘层42之间的部分可形成一单晶硅薄膜。

[0085] 进一步而言,在形成半导体材料基板35的过程中,硅晶圆40通过无机绝缘层42与牺牲层32的接合关系而连接于磊晶基板30。在硅晶圆40与磊晶基板30接合后,可进行一高温制程使氢掺杂晶硅材料层41d起泡(blistering)并剥离(peeling)致使单晶硅材料层41位于氢掺杂晶硅材料层41d相对两侧的两部分彼此分离开来。接着,可进一步将单晶硅材料层41仍连接于无机绝缘层42的部分进行一化学机械研磨(chemical mechanical polishing, CMP)制程以形成半导体材料基板35的半导体材料层41A。更详细来说,控制氢掺杂晶硅材料层41d的深度位置可初步控制单晶硅材料层41的厚度,再通过化学机械研磨较精准地控制半导体材料层41A的厚度。然而,本发明不限于此,根据其他实施例,半导体材料基板也可通过磊晶成膜的方式于磊晶基板上形成半导体材料层。

[0086] 在本实施例中,载板31例如是蓝宝石(sapphire)基板、玻璃基板、硅晶圆(silicon wafer)基板、碳化硅(silicon carbide)基板或高分子基板,但本发明不以此为限。在本实施例中,牺牲层32的材料可包括氮化镓(GaN)、氧化硅、或氮化硅。无机绝缘层42的材质包括氧化硅(SiO₂)、氮化硅(SiN_x)、氮氧化硅(SiO_xN_y; x>y)、氧氮化硅(SiN_xO_y; x>y)、或其他适合的无机绝缘材料。

[0087] 接着,在半导体材料基板35上形成多个晶体管元件100,如图2C所示。同时参照图2B、图2C及图3,举例而言,形成晶体管元件100的步骤可包括将半导体材料层41A与无机绝缘层42进行图案化制程以形成多个半导体图案SC与多个绝缘图案42P、形成源极SE与漏极DE、形成栅绝缘层105以及形成栅极GE。基于导电性的考量,源极SE、漏极DE与栅极GE的材料一般是使用金属材料。然而,本发明不限于此,根据其他的实施例,源极SE、漏极DE与栅极GE

也可使用其他导电材料,例如:合金、金属材料的氮化物、金属材料的氧化物、金属材料的氮氧化物、或其他合适的材料、或是金属材料与其他导电材料的堆叠层。

[0088] 在本实施例中,由于绝缘图案42P与半导体图案SC是在同一道微影蚀刻制程中所形成,绝缘图案42P在载板31的法线方向上可切齐半导体图案SC。亦即,绝缘图案42P可完全地重叠于半导体图案SC。然而,本发明不限于此,根据其他实施例,无机绝缘层42也可选择性地与栅绝缘层105同时进行微影蚀刻制程以形成多个绝缘图案。进一步而言,形成晶体管元件100的步骤还可包括形成多个接垫,例如接垫P1与接垫P2,其中接垫P1与接垫P2贯穿栅绝缘层105以分别电性连接源极SE与漏极DE,但本发明不以此为限,接垫也可在后续转移制程才制作。在本实施例中,接垫P1、接垫P2与栅极GE的材质可选择性地相同;也就是说,接垫P1、接垫P2与栅极GE可属于同一膜层,但本发明不以此为限。

[0089] 请参照图2D至图2H,在形成晶体管元件100后,可选择性地先将这些晶体管元件100自载板31转移至暂时基板,再利用此暂时基板将这些晶体管元件100转移并接合至线路基板50,但本发明不以此为限。在其他实施例中,晶体管元件100也可直接转移至线路基板50。在本实施例中,晶体管元件100是经过两次的转移制程转置到线路基板50上。

[0090] 详细而言,在晶体管元件100的第一次转移过程中,先利用具有粘着层71的载板结构70将晶体管元件100暂时性地固着于载板结构70。再利用可选择性转移的载板结构80的转移部81提取载板结构70上的晶体管元件100,且晶体管元件100通过绝缘图案42P与转移部81的粘接关系而固定于载板结构80上。在载板结构70脱离多个晶体管元件100后,载板结构80可选择性地翻转并将这些晶体管元件100转置到线路基板50上。此时,有别于晶体管元件100与绝缘图案42P于载板31上的配置方式(如图2C所示),晶体管元件100可选择性地位于线路基板50与绝缘图案42P之间,但本发明不以此为限。值得一提的是,由于晶体管元件100远离线路基板50的一侧设有绝缘图案42P,在后制程中,无需形成额外的绝缘层来避免其他导电膜层与晶体管元件100电性短路,有助于降低生产成本。

[0091] 举例而言,粘着层71的材质可包括粘性材料。黏性材料例如有机材料(例如苯并环丁烯(benzocyclobutene)、酚醛树脂(phenol formaldehyde resin)、环氧树脂(epoxy resin)、聚异戊二烯橡胶(polyisoprene rubber)或其组合)、无机材料(例如氧化硅、氮化硅、氮氧化硅、或其组合)、或热变质材料(例如冷脆材料、热熔性材料、光阻材料、或其组合)。特别是,粘性材料的粘性可随着不同温度而改变,例如温度越高,粘胶的粘性越大,但本发明不以此为限。换句话说,粘着层71可通过与晶体管元件100的粘着关系来转置(转移放置)晶体管元件100,但本发明不以此为限。在其他实施例中,微型元件的转置技术所使用的提取方式也可包括静电力(Electrostatic force)或凡德瓦力(Van Der Waals force)等方式。另外,在本实施例中,粘着层71是整层形成于载板结构70上,以将载板31上的晶体管元件100全数转置到载板结构70,但不以此为限。在其他实施例中,粘着层71也可以是图案化的膜层,以选择性地转置载板31上的晶体管元件100。

[0092] 特别一提的是,在载板结构70的粘着层71与多个晶体管元件100粘接后,可移除牺牲层32使这些晶体管元件100与载板31分离开来。举例而言,可采用激光剥离(laser lift off, LLO)的方式移除牺牲层32,但本发明不以此为限。在其他实施例中,也可于载板31上形成固定结构,此固定结构适于将多个晶体管元件100暂时性地固定于载板31上。在载板结构粘取晶体管元件后的抬升过程中,此固定结构可轻易地被破坏而致使晶体管元件脱离载板

31。

[0093] 请参照图1、图2I及图2J,在完成多个晶体管元件100的转移制程后,将多个微型发光二极管元件200自未示出的微型发光二极管元件基板转移至线路基板50上。举例而言,微型发光二极管元件200可通过载板结构80A的转移部81A而被转置到线路基板50上两相邻的晶体管元件100之间的区域。换句话说,多个晶体管元件100与多个微型发光二极管元件200可沿第二信号线SL2的延伸方向交替排列于线路基板50上,但本发明不以此为限。根据其他实施例,两相邻的晶体管元件100之间也可设有两个以上的微型发光二极管元件200。需说明的是,本发明并不以附图揭示内容而加以限制载板结构上的多个转移部的配置方式。在其他实施例中,载板结构的多个转移部的配置方式(例如排列周期或间距)也可根据实际产品的设计与制程需求而调整。

[0094] 值得一提的是,通过上述的转移制程将预先形成在载板31上的多个晶体管元件100转移至线路基板50上,可降低生产成本并增加产品的设计裕度。从另一观点来说,本实施例的晶体管元件100的半导体图案SC为一单晶硅薄膜。据此,相较于非晶硅半导体或金属氧化物半导体材料来说具有较佳的电子迁移率,且通过上述的转移制程使这类具有高电子迁移率的晶体管得以应用于大尺寸显示面板,有助于提升大尺寸显示面板的操作电性。

[0095] 请参照图2K,在多个微型发光二极管元件200转置到线路基板50上后,形成平坦层PL以覆盖晶体管元件100与微型发光二极管元件200,其中平坦层PL具有重叠于多个微型发光二极管元件200的多个开口PLa。在本实施例中,平坦层PL的材质可包括无机材料(例如:氧化硅、氮化硅、氮氧化硅、其它合适的材料、或上述至少两种材料的堆叠层)、有机材料、或其它合适的材料、或上述之组合。接着,于平坦层PL上形成导电层CL,其中导电层CL覆盖平坦层PL并延伸入平坦层PL的这些开口PLa以电性连接多个微型发光二极管元件200。于此,便完成本实施例的微型发光二极管面板10。

[0096] 特别说明的是,在本实施例的微型发光二极管面板10的制造流程中,采用转移技术的构件以晶体管元件100与微型发光二极管元件200为例进行示范地说明,并不表示本发明以此为限制。根据其他未示出的实施例,微型发光二极管面板也可进一步包括微型集成电路(micro integrated circuit)、微型传感器(micro sensor)、具有电路的微芯片(microchip)、或其他具可控制执行预定电子功能的微型半导体,且这些微型元件也可通过前述的转置方式进行转移。

[0097] 图4是本发明的另一实施例的微型发光二极管面板的剖视图。请参照图4,本实施例的微型发光二极管面板11与图3的微型发光二极管面板10的差异在于:微型发光二极管元件的种类以及线路基板的信号线配置不同。在本实施例中,微型发光二极管元件200A的第一电极201A与第二电极202A设置在磊晶结构210A的同一侧;也就是说,微型发光二极管元件200A为覆晶式(flip-chip type)微型发光元件。详细而言,微型发光二极管元件200A还包括绝缘层205,第一电极201A贯穿绝缘层205以电性连接第一型半导体层211A,而第二电极202A贯穿第一型半导体层211A、发光层212A与绝缘层205以电性连接第二型半导体层213A。

[0098] 另一方面,线路基板50A还包括第三信号线SL3,且微型发光二极管元件200A的第一电极201A与第二电极202A分别接合至线路基板50A的导电图案CP-1与第三信号线SL3。举例而言,当微型发光二极管面板11被致能时,第三信号线SL3可具有一接地电位(Ground)或

低电位。在本实施例中,由于微型发光二极管元件200A的两电极位于磊晶结构210A的同一侧,致使微型发光二极管元件200A在转移并接合至线路基板50A上后,可省去后制程中平坦层与导电层的制作,有助于进一步降低生产成本。

[0099] 图5是本发明的又一实施例的微型发光二极管面板的剖视图。请参照图5,本实施例的微型发光二极管面板12与图4的微型发光二极管面板11的主要差异在于:晶体管元件的组成与配置方式不同。在本实施例中,晶体管元件100A是由载板直接转移到线路基板50B上;也就是说,本实施例的晶体管元件100A的转移次数仅为一次。也因此,源极SE、漏极DE与栅极GE设置在半导体图案SC远离线路基板50B的一侧。另一方面,本实施例的晶体管元件100A不具有接垫。

[0100] 为了将源极SE、漏极DE与栅极GE电性连接于线路基板50B,于后制程中,需形成平坦层PL-1以覆盖晶体管元件100A与部分的线路基板50B。接着,在平坦层PL-1上进一步形成多个导电图案,例如导电图案CP-2、导电图案CP-3以及导电图案CP-4。导电图案CP-2与导电图案CP-3贯穿平坦层PL-1以分别电性连接晶体管元件100A的源极SE与漏极DE。微型发光二极管元件200A的第一电极201A与第二电极202A分别接合至导电图案CP-3与导电图案CP-4。特别说明的是,晶体管元件100A的栅极GE也可通过另一导电图案(未示出)而电性连接至线路基板50,而导电图案CP-2远离源极SE的一端可贯穿平坦层PL-1以电性连接线路基板50B,但本发明不以此为限。

[0101] 综上所述,在本发明一实施例的微型发光二极管面板及其制造方法中,通过转移制程将预先形成在载板上的多个晶体管元件转移至线路基板上,可降低生产成本并增加产品的设计裕度。另一方面,由于半导体材料基板的半导体材料层具有较高的电子迁移率,使微型发光二极管面板具有较佳的操作电性。

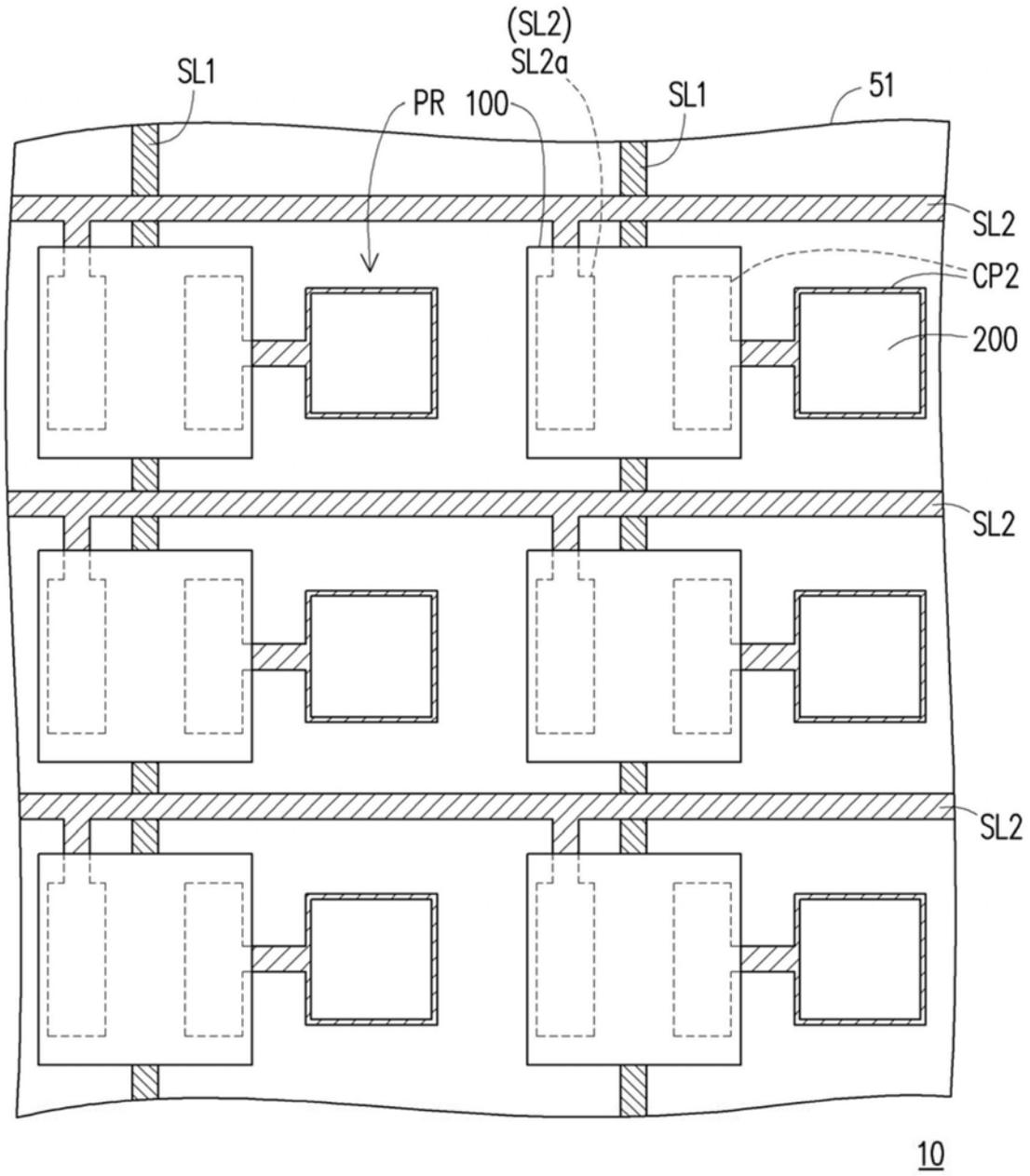


图1

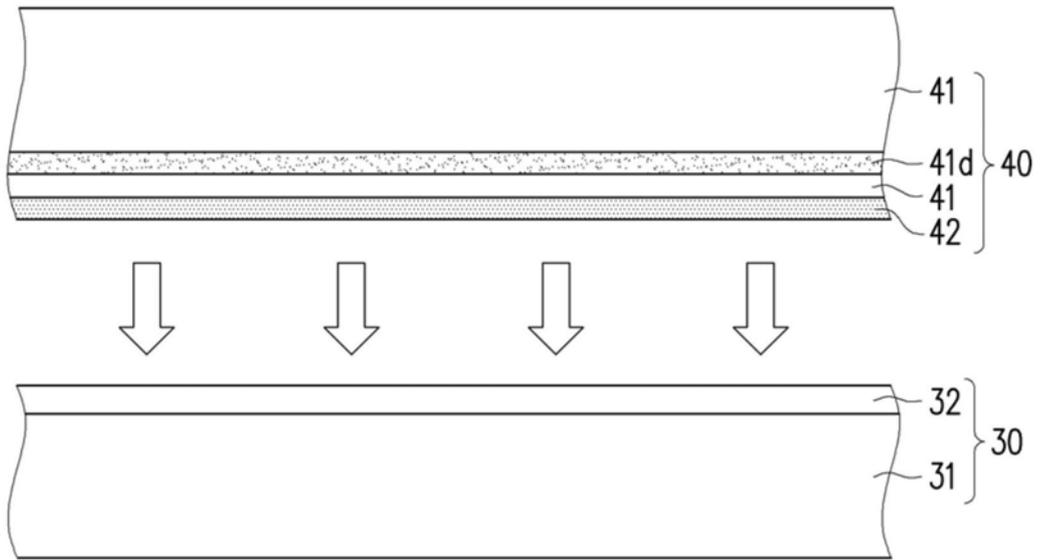


图2A

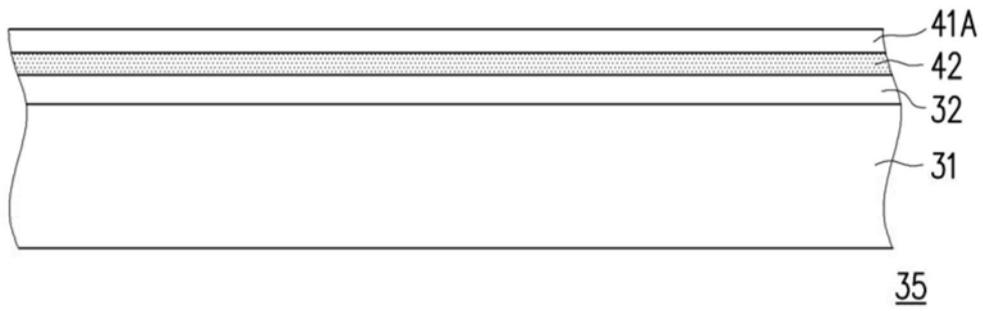


图2B

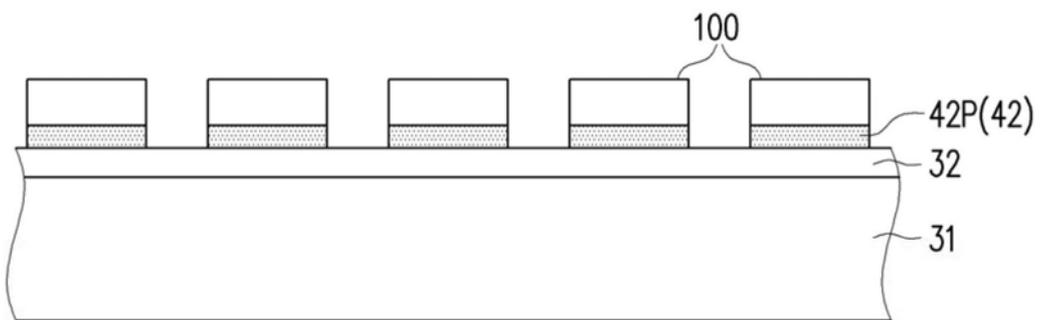


图2C

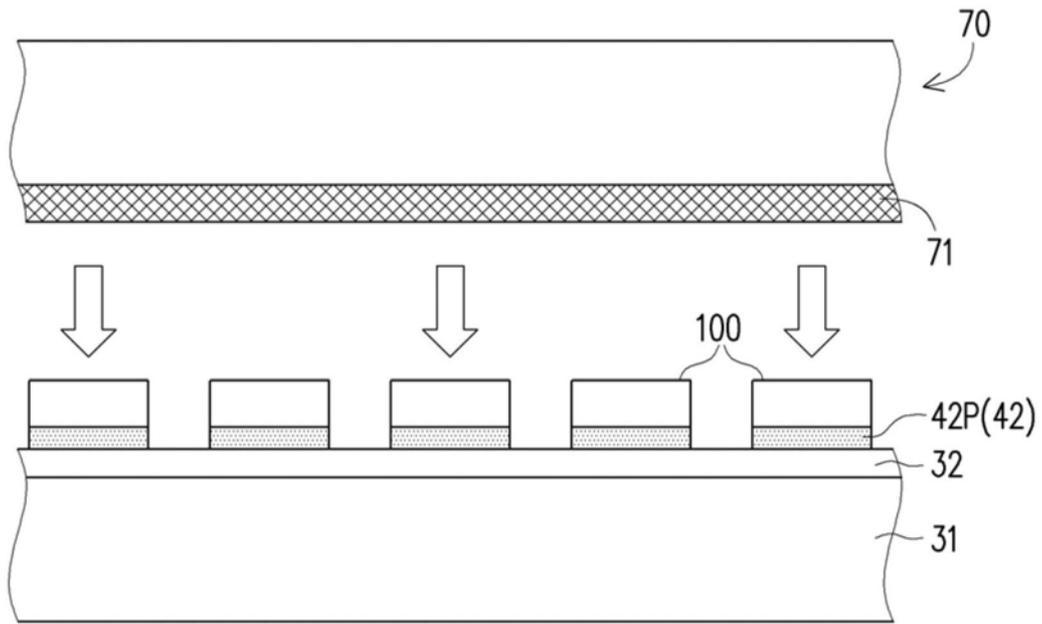


图2D

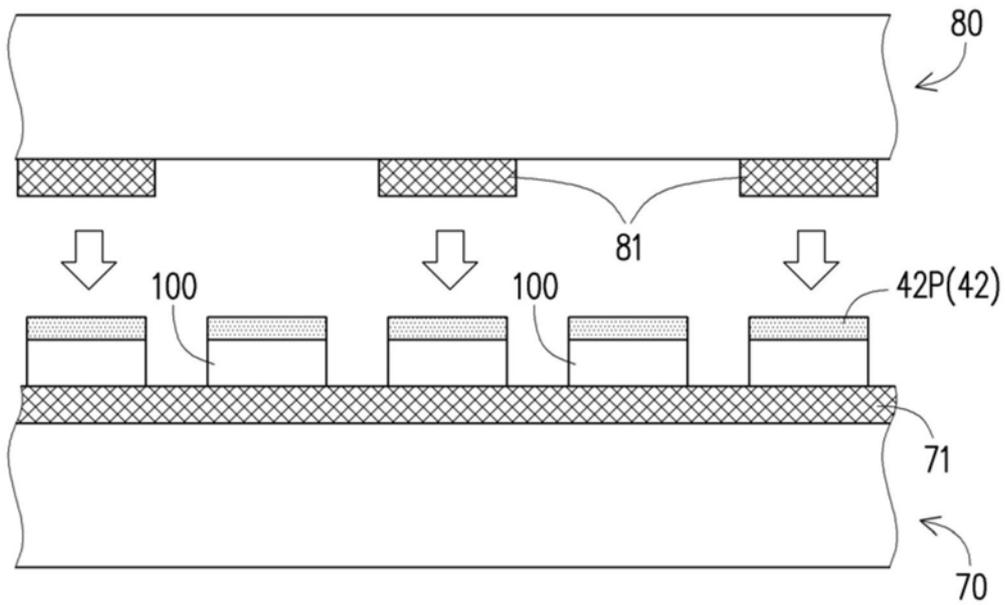


图2E

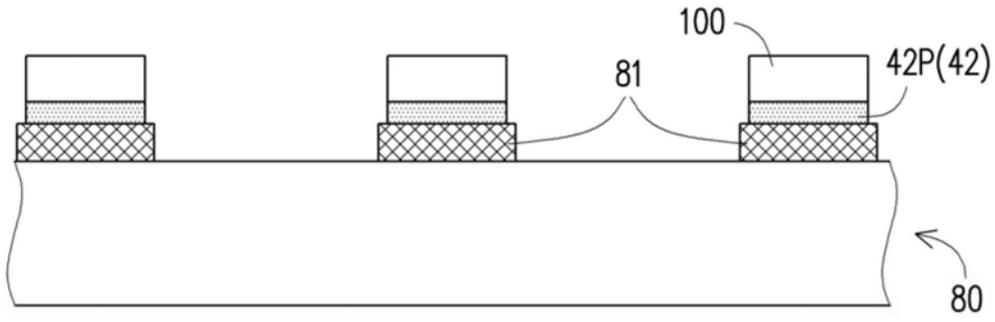


图2F

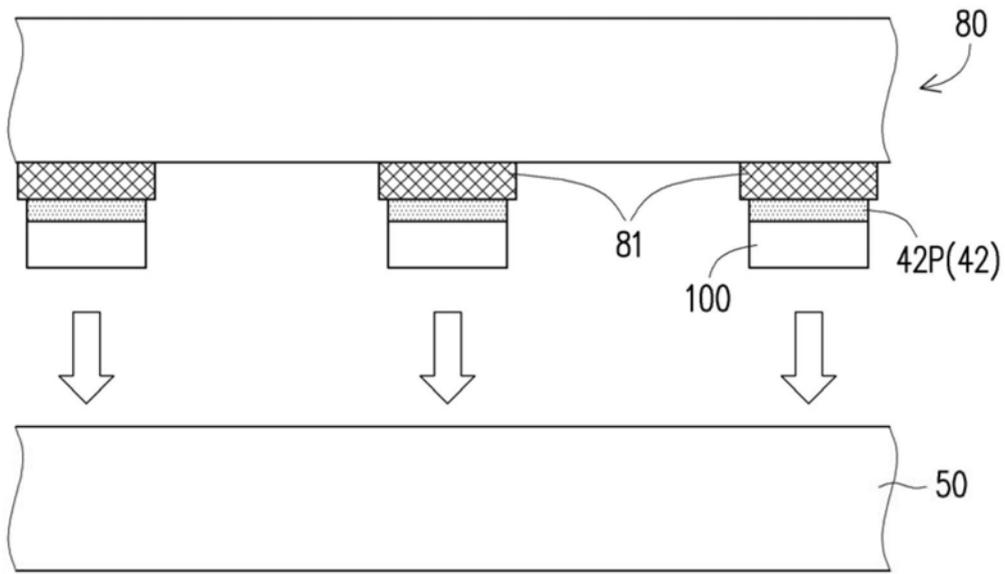


图2G

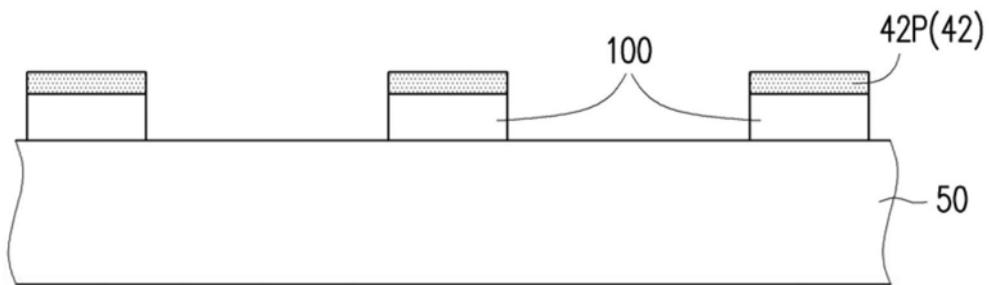


图2H

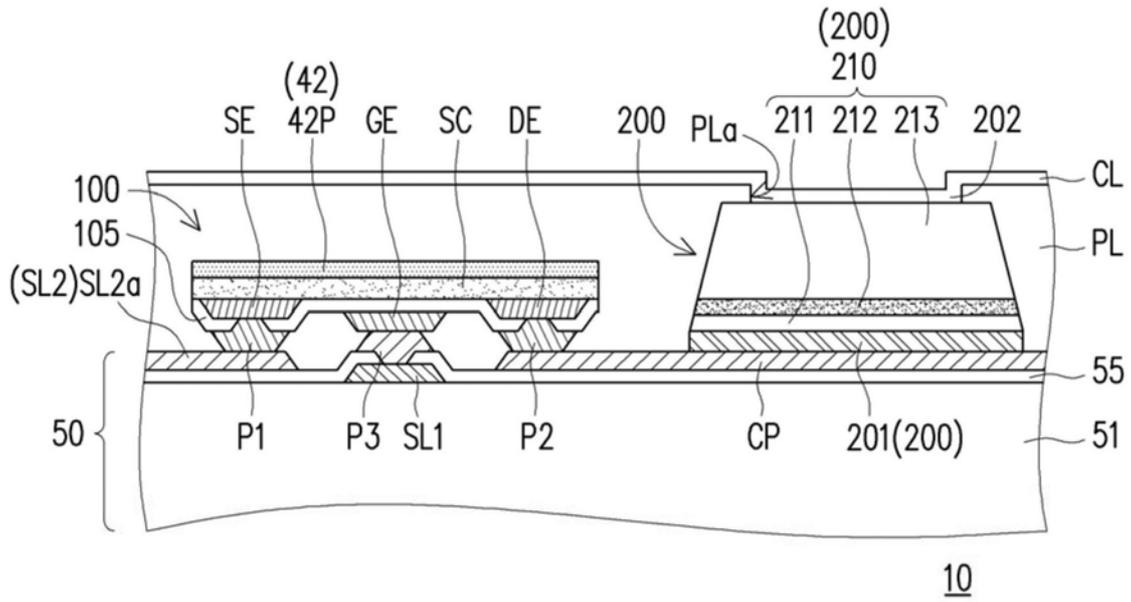


图3

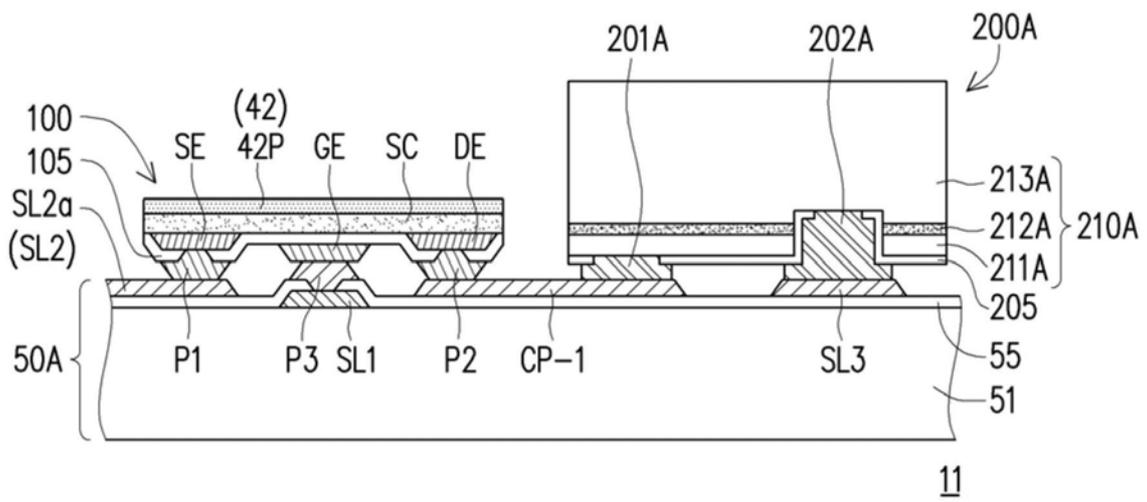


图4

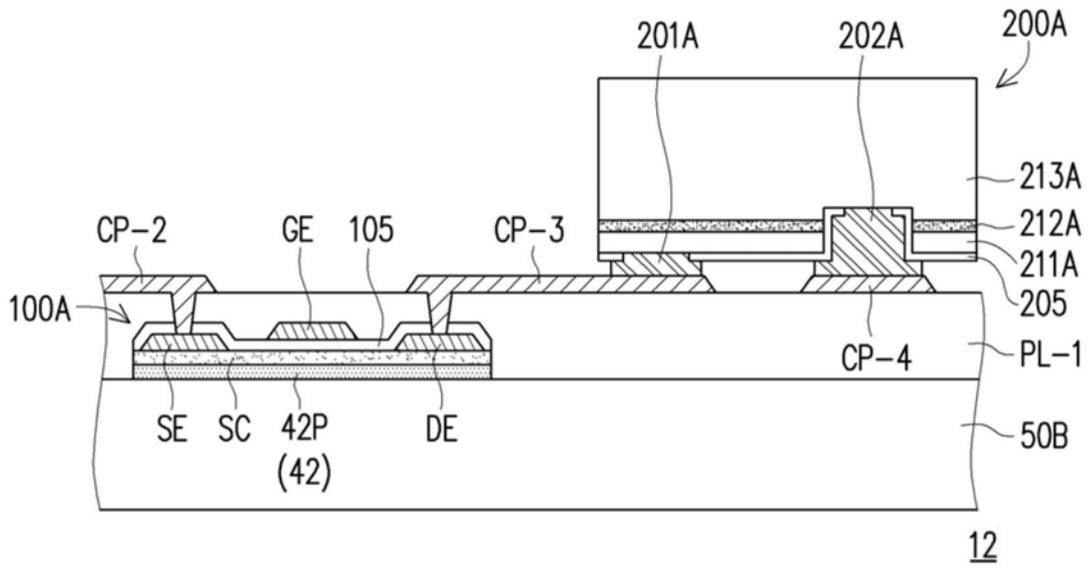


图5

专利名称(译)	半导体材料基板、微型发光二极管面板及其制造方法		
公开(公告)号	CN110707119A	公开(公告)日	2020-01-17
申请号	CN201911029222.5	申请日	2019-10-28
[标]发明人	李允立 林子暘 刘应苍 吴志凌		
发明人	李允立 林子暘 刘应苍 吴志凌		
IPC分类号	H01L27/15 H01L33/00		
CPC分类号	H01L27/156 H01L33/0095		
代理人(译)	罗英		
优先权	62/864517 2019-06-21 US		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供一种微型发光二极管面板的制造方法包括形成半导体材料基板、形成多个晶体管元件、将多个晶体管元件转移并接合至线路基板上以及将多个微型发光二极管元件自微型发光二极管元件基板转移至线路基板上。半导体材料基板包括载板、牺牲层、无机绝缘层以及半导体材料层。牺牲层位于载板与无机绝缘层之间，且半导体材料层通过无机绝缘层接合于牺牲层。半导体材料层的电子迁移率大于 $20\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ 。多个晶体管元件设置于牺牲层上。多个晶体管元件电性连接线路基板，且多个微型发光二极管元件电性连接这些晶体管元件。一种微型发光二极管面板亦被提出。

