



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107230685 A

(43)申请公布日 2017. 10. 03

(21)申请号 201710408598.1

(22)申请日 2017.06.02

(71)申请人 南京迈智芯微光电科技有限公司

地址 210006 江苏省南京市秦淮区牵牛巷
16号

(72)发明人 黄舒平 季渊 余云森

(74)专利代理机构 上海旭诚知识产权代理有限公司 31220

代理人 郑立

(51)Int.Cl.

H01L 27/15(2006.01)

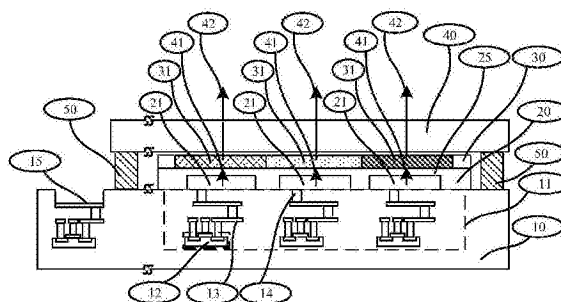
权利要求书2页 说明书10页 附图13页

(54)发明名称

一种全彩化的半导体发光微显示器及其制造工艺

(57)摘要

本发明公开了一种全彩化的半导体发光微显示器的结构及其制造工艺。全彩化的半导体发光微显示器包含硅基底、呈阵列排布的微发光二极管、透明平坦化层、滤色层以及透明基板；微发光二极管至少包含第一电极、多层非有机化合物和第二电极；透明平坦化层覆于微发光二极管表面，滤色层位于透明平坦化层上，透明基板位于滤色层上，微发光二极管由驱动电路提供的电流所驱动，且发射第一光线；滤色层包含若干滤色点，滤色点在垂直方向上覆盖微发光二极管，且将微发光二极管发射的第一光线转变为第二光线。本发明的全彩化的半导体发光微显示器相比现有技术制作工艺得到简化，器件一致性和良率得到提升。



1. 一种全彩化的半导体发光微显示器,其特征在于,至少包含硅基底、呈阵列排布的微发光二极管、透明平坦化层、滤色层以及透明基板,且:

所述硅基底包含驱动电路,所述驱动电路至少包含金属-氧化物半导体场效应晶体管、金属连接线和通孔;

所述微发光二极管至少包含第一电极、多层非有机化合物和第二电极;所述多层非有机化合物由Ga、As、In、Al、Se、Zn、Si、P、N或C元素构成且可掺杂;

所述透明平坦化层覆于微发光二极管表面,所述滤色层位于透明平坦化层上,所述透明基板位于滤色层上;

所述微发光二极管由所述驱动电路提供的电流所驱动,且发射第一光线;

所述滤色层包含若干滤色点,所述滤色点在垂直方向上覆盖所述微发光二极管,且将微发光二极管发射的第一光线转变为第二光线。

2. 如权利要求1所述的全彩化的半导体发光微显示器,其特征在于,所述微发光二极管之间的中心距离不大于 $20\mu\text{m}$ 且单个微发光二极管的电流不高于 $30\mu\text{A}$ 。

3. 如权利要求1所述的全彩化的半导体发光微显示器,其特征在于,所述透明平坦化层为透明有机物质或透明无机物质,厚度不超过 $10\mu\text{m}$ 。

4. 如权利要求1所述的全彩化的半导体发光微显示器,其特征在于,所述滤色点在垂直方向上完全覆盖所述微发光二极管,所述滤色点中心点位置距离所述微发光二极管中心点位置不大于 $1\mu\text{m}$ 。

5. 如权利要求1所述的全彩化的半导体发光微显示器,其特征在于,所述第一光线为白光或蓝光,且:

当第一光线为白光时,所述白光由所述微发光二极管中蓝光材料发出的蓝光及所述蓝光材料发出的蓝光激发荧光粉发出的光复合成,或由至少两种单色光材料发出的单色光复合成,所述滤色点将白光过滤成的第二光线为红光、绿光或蓝光;

当第一光线为蓝光时,所述滤色点将蓝光转换成的第二光线为红光、绿光或蓝光。

6. 如权利要求1或5所述的全彩化的半导体发光微显示器,其特征在于,所述滤色点的排布顺序为红绿蓝、红绿蓝绿或红绿蓝白。

7. 如权利要求1所述的全彩化的半导体发光微显示器,其特征在于,所述滤色点包括利用有机光敏材料制造的彩色抗蚀剂,所述滤色层厚度不超过 $3\mu\text{m}$ 。

8. 如权利要求1所述的全彩化的半导体发光微显示器,其特征在于,所述透明基板与滤色层之间为厚度不超过 $50\mu\text{m}$ 的胶水,胶水覆盖范围为透明基板的全部或四周。

9. 如权利要求1所述的全彩化的半导体发光微显示器,其特征在于,所述透明基板为厚度为 $0.4\sim 1.2\text{mm}$ 的无机玻璃,且所述透明基板上可选择地覆盖有抗反光涂膜。

10. 如权利要求1所述的全彩化的半导体发光微显示器,其特征在于,所述非有机微发光二极管为水平结构或垂直结构。

11. 如权利要求1或10所述的全彩化的半导体发光微显示器,其特征在于,所述微发光像素具有至少一个公共电极。

12. 一种全彩化的半导体发光微显示器的制造工艺,其特征在于,包含以下过程:

在硅基底上制作驱动电路,所述驱动电路至少包含金属-氧化物半导体场效应晶体管、金属连接线和通孔,所述制作包含薄膜制造工艺、图形转移工艺和/或掺杂工艺;

在制有驱动电路的硅基底上通过蒸发、溅射、剥离、刻蚀、CVD、键合、批量转移和/或打印工艺制作微发光像素,所述微发光二极管至少包含第一电极、多层非有机化合物和第二电极,所述多层非有机化合物由Ga、As、In、Al、Se、Zn、Si、P、N或C元素构成且可掺杂,所述微发光二极管由所述驱动电路提供的电流所驱动,且发射第一光线;

在制有所述微发光二极管的硅基底表面制作透明平坦化层,在所述透明平坦化层上制作滤色层,将透明基板贴合至具有滤色层的硅基底上,贴合覆盖范围为透明基板的全部或四周;

所述滤色层包含若干滤色点,所述滤色点在垂直方向上覆盖所述微发光二极管,且将微发光二极管发射的第一光线转变为第二光线。

13. 如权利要求12所述的制造工艺,其特征在于,所述第一光线为白光或蓝光,且,

当第一光线为白光时,所述制造工艺包含了蓝光材料的制作过程和荧光粉的制作过程,或包含了至少两种单色光材料的制作过程;

当第一光线为蓝光时,所述制造工艺包含了蓝光材料的制作过程。

14. 如权利要求12或13所述的制造工艺,其特征在于,所述透明平坦化层制作方法包括蒸发、溅射、旋涂、刻蚀、CVD、CMP。

15. 如权利要求12或13所述的制造工艺,其特征在于,所述滤色层制作方法包括蒸发、溅射、光刻、显影、刻蚀、烘烤、染色、电沉积、印刷、打印、喷墨、颜料分散、激光转印。

16. 如权利要求12或13所述的制造工艺,其特征在于,所述硅基底为硅晶圆片,所述制造工艺还包括将晶圆片切割为单芯片的过程。

17. 如权利要求16所述的制造工艺,其特征在于,所述贴合包含了透明基板通过胶水贴合于制有滤色层的硅基底上的过程,胶水覆盖范围为透明基板的全部或四周。

一种全彩化的半导体发光微显示器及其制造工艺

技术领域

[0001] 本发明涉及半导体发光微显示器的制造技术领域,特别是一种基于微发光二极管器件的结构及其制造工艺。

背景技术

[0002] 基于非有机发光材料的发光二极管(LED)显示技术已经广泛用于各行各业。现有LED多以蓝宝石为基底,单像素间距为100微米以上,主要用于中大尺寸屏幕。在穿戴式近眼显示和投影显示领域,希望采用物理面积更小、集成度更高、分辨率更大的显示器,尤其是全彩微LED显示器。以单晶硅为基底的LED微型显示器是较佳选择。然而目前大多数微LED显示器像素间距为30微米以上,且多为单色器件,不能满足全彩显示要求。现有全彩微LED显示器的工艺过程为,在同一个基板上接连制作红色发光器件、绿色发光器件和蓝色发光器件,需要经过三道微发光二极管器件的制造工艺,成本高且一致性不好,且红色发光器件、绿色发光器件和蓝色发光器件的制作流程不兼容,较多的工艺流程也降低了成品良率。

[0003] 因此,本领域的技术人员致力于开发一种更加有效的全彩化的半导体发光微显示器,简化生产流程,并使器件一致性和良率得到提升。

发明内容

[0004] 有鉴于现有技术的上述缺陷,本发明所要解决的技术问题是如何低成本地实现全彩微LED显示器,简化工艺,降低成本,并提升器件一致性和良率。

[0005] 为实现上述目的,本发明采用在硅基板上制作滤色层的方案,将滤色层制作于带有驱动电路和微发光二极管的硅基板表面,在制作滤色层之前,首先将制有微发光二极管的表面平坦化,然后将滤色层制作于平坦化层之上,最后将透明基板贴合于硅基底表面,形成全彩化的半导体发光微显示器。由于对于微发光二极管采用了相同的后端工艺流程,器件一致性和良率得到提升。本发明提供的全彩化的半导体发光微显示器,至少包含硅基底、呈阵列排布的微发光二极管、透明平坦化层、滤色层以及透明基板,且:

[0006] 所述硅基底包含驱动电路,所述驱动电路至少包含金属-氧化物半导体场效应晶体管、金属连接线和通孔;

[0007] 所述微发光二极管至少包含第一电极、多层非有机化合物和第二电极;所述多层非有机化合物由Ga、As、In、Al、Se、Zn、Si、P、N或C元素构成且可掺杂;

[0008] 所述透明平坦化层覆于微发光二极管表面,所述滤色层位于透明平坦化层上,所述透明基板位于滤色层上。

[0009] 所述微发光二极管由所述驱动电路提供的电流所驱动,且发射第一光线;

[0010] 所述滤色层包含若干滤色点,所述滤色点在垂直方向上覆盖所述微发光二极管,且将微发光二极管发射的第一光线转变为第二光线。

[0011] 进一步地,所述微发光二极管之间的中心距离不大于20 μm 且单个微发光二极管的电流不高于30 μA 。

- [0012] 进一步地,所述透明平坦化层为透明有机物质或无机物质,厚度不超过10 μm 。
- [0013] 进一步地,所述滤色点在垂直方向上完全覆盖所述微发光二极管,所述滤色点中心点位置距离所述微发光二极管中心点位置不大于1 μm 。
- [0014] 进一步地,所述第一光线为白光或蓝光,且,
- [0015] 当第一光线为白光时,所述白光由所述微发光二极管中蓝光材料发出的蓝光及所述蓝光材料发出的蓝光激发荧光粉发出的光复合成,或由至少两种单色光材料发出的单色光复合成,所述滤色点将白光过滤成的第二光线为红光、绿光或蓝光。
- [0016] 当第一光线为蓝光时,所述滤色点将蓝光转换成的第二光线为红光、绿光或蓝光。
- [0017] 进一步地,所述滤色点的排布顺序为红绿蓝、红绿蓝绿或红绿蓝白。
- [0018] 进一步地,所述滤色点包括利用有机光敏材料制造的彩色抗蚀剂,所述滤色层厚度不超过3 μm 。
- [0019] 进一步地,所述透明基板与滤色层之间为厚度不超过50 μm 的胶水,胶水覆盖范围为透明基板的全部或四周。
- [0020] 进一步地,所述透明基板为厚度为0.4~1.2mm的无机玻璃,且所述透明基板上可选择地覆盖有抗反光涂膜。
- [0021] 进一步地,所述非有机微发光二极管为水平结构或垂直结构。
- [0022] 进一步地,所述微发光像素具有至少一个公共电极。
- [0023] 本发明还提供了一种全彩化的半导体发光微显示器的制造工艺,包含以下过程:
- [0024] 在硅基底上制作驱动电路,所述驱动电路至少包含金属-氧化物半导体场效应晶体管、金属连接线和通孔,所述制作包含薄膜制造工艺、图形转移工艺和/或掺杂工艺;
- [0025] 在制有驱动电路的硅基底上通过蒸发、溅射、剥离、刻蚀、CVD、键合、批量转移和/或打印工艺制作微发光像素,所述微发光二极管至少包含第一电极、多层非有机化合物和第二电极,所述多层非有机化合物由Ga、As、In、Al、Se、Zn、Si、P、N或C元素构成且可掺杂,所述微发光二极管由所述驱动电路提供的电流所驱动,且发射第一光线;
- [0026] 在制有所述微发光二极管的硅基底表面制作透明平坦化层,在所述透明平坦化层上制作滤色层,将透明基板贴合至具有滤色层的硅基底上,贴合覆盖范围为透明基板的全部或四周。
- [0027] 所述滤色层包含若干滤色点,所述滤色点在垂直方向上覆盖所述微发光二极管,且将微发光二极管发射的第一光线转变为第二光线;
- [0028] 进一步地,所述第一光线为白光或蓝光,且,
- [0029] 当第一光线为白光时,所述制造工艺包含了蓝光材料的制作过程和荧光粉的制作过程,或包含了至少两种单色光材料的制作过程。
- [0030] 当第一光线为蓝光时,所述制造工艺包含了蓝光材料的制作过程。
- [0031] 进一步地,所述透明平坦化层制作方法包括蒸发、溅射、旋涂、刻蚀、CVD、CMP。
- [0032] 进一步地,所述滤色层制作方法包括蒸发、溅射、光刻、显影、刻蚀、烘烤、染色、电沉积、印刷、打印、喷墨、颜料分散、激光转印。
- [0033] 进一步地,所述硅基底为硅晶圆片,所述制造工艺还包括将晶圆片切割为单芯片的过程。
- [0034] 进一步地,所述贴合包含了透明基板通过胶水贴合于制有滤色层的硅基底上的过

程,胶水覆盖范围为透明基板的全部或四周。

[0035] 与现有技术相比,本发明提供的全彩化的半导体发光微显示器的结构以及制作工艺,尤其是一种平坦化层和滤色层的结构和工艺,使器件制作过程得到了简化,工艺兼容性得到提升,并且器件一致性和良率得到提高。第二,本发明提供了全彩化的半导体发光微显示器的像素排列方法,使像素排列更加有效。第三,本发明提供了全彩化的半导体发光微显示器中微发光二极管的不同器件结构,使之工艺兼容性更高。第四,本发明还提供公共电极的不同引接方法,可以分别调节不同颜色分量,使白光的合成更加方便。

[0036] 以下将结合附图对本发明的构思、具体结构及产生的技术效果作进一步说明,以充分地了解本发明的目的、特征和效果。

附图说明

[0037] 图1是本发明的一个较佳实施例的全彩化的半导体发光微显示器部分侧剖图;

[0038] 图2是本发明的一个较佳实施例的像素间距示意图;

[0039] 图3(a)是本发明的一个较佳实施例的第一光线和第二光线转换示意图;

[0040] 图3(b)是图3(a)中不同微发光二极管之间包括光隔离层的示意图;

[0041] 图4(a)是本发明的一个较佳实施例的滤色点排布图样;

[0042] 图4(b)是本发明另一个较佳实施例的滤色点排布图样;

[0043] 图4(c)是本发明再一个较佳实施例的滤色点排布图样;

[0044] 图4(d)是本发明又一个较佳实施例的滤色点排布图样;

[0045] 图4(e)是本发明又一个较佳实施例的滤色点排布图样;

[0046] 图4(f)是本发明又一个较佳实施例的滤色点排布图样;

[0047] 图4(g)是本发明又一个较佳实施例的滤色点排布图样;

[0048] 图4(h)是本发明又一个较佳实施例的滤色点排布图样;

[0049] 图4(i)是本发明又一个较佳实施例的滤色点排布图样;

[0050] 图5是本发明的一个较佳实施例的滤色点的侧剖图;

[0051] 图6(a)是本发明的一个较佳实施例的胶水贴合的侧剖图;

[0052] 图6(b)是本发明另一个较佳实施例的胶水贴合的侧剖图;

[0053] 图7是本发明的一个较佳实施例的透明基板的侧剖图;

[0054] 图8(a)是本发明的一个较佳实施例的水平结构的微发光二极管的侧剖图;

[0055] 图8(b)是本发明的一个较佳实施例的垂直结构的微发光二极管的侧剖图;

[0056] 图9是本发明的一个较佳实施例的全彩化的半导体发光微显示器的制造工艺;

[0057] 图10(a)是本发明的一个较佳实施例的全彩化的半导体发光微显示器的制造工艺;

[0058] 图10(b)是本发明另一个较佳实施例的全彩化的半导体发光微显示器的制造工艺;

[0059] 图10(c)是本发明再一个较佳实施例的全彩化的半导体发光微显示器的制造工艺。

具体实施方式

[0060] 以下参考说明书附图介绍本发明的多个优选实施例,使其技术内容更加清楚和便于理解。本发明可以通过许多不同形式的实施例来得以体现,本发明的保护范围并非仅限于文中提到的实施例。

[0061] 在附图中,结构相同的部件以相同数字标号表示,各处结构或功能相似的组件以相似数字标号表示。附图所示的每一组件的尺寸和厚度是任意示出的,本发明并没有限定每个组件的尺寸和厚度。为了使图示更清晰,附图中有些地方适当夸大了部件的厚度。

[0062] 实施例一:

[0063] 参见图1,所述全彩化的半导体发光微显示器特征在于,至少包含硅基底10、呈阵列排布的微发光二极管21、透明平坦化层20、滤色层30以及透明基板40,且:

[0064] 硅基底包含驱动电路11,驱动电路11至少包含金属-氧化物半导体场效应晶体管12、金属连接线13和通孔14,更具体的驱动电路11还包含接口15,所述接口15用于由外部引入信号和电源;

[0065] 微发光二极管21至少包含第一电极22、多层非有机化合物23和第二电极24(参见图8(a)-(b)),非有机化合物23由Ga、As、In、Al、Se、Zn、Si、P、N或C元素构成且可掺杂;进一步地,所述非有机化合物优选为GaAs、GaAsP、AlGaAs、AlGaInP、GaInN、AlGaP、AlGaN、GaP、ZnO、InGaN、GaN、GaP、ZnSe、Al₂O₃、ZnO、SiC、AlN中的一种多种,掺杂优选为Si、Mg、Zn、As、In、C离子掺杂;进一步地,微发光二极管21还包含量子点LED。

[0066] 所述透明平坦化层20覆于微发光二极管表面,所述滤色层30位于透明平坦化层20上,所述透明基板40位于滤色层30上。

[0067] 微发光二极管21由驱动电路11提供的电流所驱动,且发射第一光线41;

[0068] 滤色层30包含若干滤色点31,滤色点31在垂直方向上覆盖微发光二极管21,且将微发光二极管21发射的第一光线41转变为第二光线42。

[0069] 进一步地,所述微发光二极管21个数不少于 320×240 ,本实施例优选为 $800 \times 600 \times 3$ 以上,进一步选优为 $1920 \times 1080 \times 3$ 以上。

[0070] 实施例二:

[0071] 参见图2,本实施例与第一实施例基本相同,进一步地,微发光二极管21之间的中心距离80不大于 $20\mu\text{m}$,本实施例优选 $5 \sim 10\mu\text{m}$,单个微发光二极管21的电流不高于 $30\mu\text{A}$,本实施例优选 $1 \sim 5\mu\text{A}$,从而指定了本发明所述的全彩化的半导体发光微显示器的像素尺寸大小与像素电流范围,这明显小于常规以玻璃为基板的显示器,使本实施例非常适合于微型显示器。

[0072] 实施例三:

[0073] 本实施例与第一实施例基本相同,进一步地,所述透明平坦化层20为不导电有机物质或无机物质,包含SiO_x、SiN_x、光刻胶、其他有机物质,厚度不超过 $10\mu\text{m}$;进一步地,所述透明平坦化层20在微发光二极管21顶层的20部分25厚度不超过 $3\mu\text{m}$,优选为 $1\mu\text{m}$ 。

[0074] 实施例四:

[0075] 本实施例与第一实施例基本相同,进一步地,滤色点31在垂直方向上完全覆盖所述微发光二极管21且滤色点31中心点位置距离微发光二极管21中心点位置不大于 $1\mu\text{m}$,本实施例优选为 $0.5\mu\text{m}$,从而在可选的工艺偏差范围内,减小像素间距,增大像素开口率。

[0076] 实施例五:

[0077] 参见图3(a),在本实施例中,与第一实施例基本相同,进一步地,所述第一光线41为白光41a,更进一步地,以下列举了两种白光产生方法实施例:

[0078] 在一个实施例中,所述白光41a由微发光二极管21中的蓝光材料发出的蓝光及所述蓝光材料发出的蓝光激发荧光粉发出的光复合成,所述荧光粉优选为可将蓝色光转为黄绿光的荧光粉,蓝光材料发出的蓝光及所述蓝光材料发出的蓝光激发荧光粉发出黄绿光复合成白光41a。进一步地,所述荧光粉34位于微发光二极管21的上方。进一步地,不同微发光二极管21之间包括光隔离层35(参见图3(b)),所述光隔离层不使光线透过,从而隔离相邻微发光二极管21发射的光,减少串扰。

[0079] 在另一个实施例中,所述白光41a由微发光二极管21中至少两种单色光材料发射出的单色光复合成,优选为红光材料发射出的红光、绿光材料发射出的绿光和蓝光材料发射出的蓝光复合成白光41a。

[0080] 对于以上两种实例,滤色点31的优选方案为包含在一个方向上吸收除红光之外的光的材料或将其他光线转换为红光的材料、在一个方向上吸收除绿光之外的光的材料或将其他光线转换为绿光的材料、或在一个方向上吸收除蓝光之外的光的材料或将其他光线转换为蓝光的材料,由此获得的第二光线42为红光42a、绿光42b或蓝光42c。

[0081] 在另一个实施例中,与第一实施例基本相同,进一步地,所述第一光线41为蓝光,所述滤色点31为彩色转换层,所述彩色转换层具有从蓝色光转换到红色光、从蓝色光转换到绿色光、从蓝色光转换到蓝色光(非必须)的特点,由此获得的第二光线42为红光42a、绿光42b或蓝光42c。

[0082] 进一步地,所述白光的光谱范围380~780nm,所述红光42a的光谱范围610~750nm,所述绿光42b的光谱范围为480~570nm,所述蓝光42c的光谱范围为430~470nm。

[0083] 实施例六:

[0084] 本实施例与第一实施例与第五实施例基本相同,进一步地,滤色点31的排布方式为RGB(红绿蓝)、RGBG(红绿蓝绿)或RGBW(红绿蓝白),其中,R表示产生红色光的滤色点、G表示产生绿色光的滤色点、B表示产生蓝色光的滤色点、W表示产生白色光的滤色点或没有滤色点。具体而言,本实施例可列举的滤色点31的排布方式如图4(a)-(h)所示。在一个优选实例中,图4(a)示意了RGB水平条排布方式,滤色点水平宽度和垂直高度比例为1:2~1:4,优选为1:3,水平方向上相邻R/G/B三个滤色点形成一个全彩像素,R/G/B滤色点位置可以互换。在另一优选实例中,图4(b)示意了RGB垂直条排布方式,滤色点水平宽度和垂直高度比例为2:1~4:1,优选为3:1,垂直方向上相邻R/G/B三个滤色点形成一个全彩像素,R/G/B滤色点位置可以互换。在又一优选实例中,图4(c)示意了RGBG水平条排布方式,在一行中,R滤色点的水平宽度和G滤色点水平宽度之比为1.5:1~3:1,优选为2:1,垂直高度相等,在另一相邻行中,B滤色点的水平宽度和G滤色点水平宽度之比为1.5:1~3:1,优选为2:1,垂直高度相等,相邻R/G/B/G四个滤色点形成一个全彩像素,R/B滤色点位置可以互换。在又一优选实例中,图4(d)示意了RGBG垂直条排布方式,在一列中,R滤色点的垂直高度和G滤色点垂直高度之比为1.5:1~3:1,优选为2:1,水平宽度相等,在另一相邻列中,B滤色点的垂直高度和G滤色点垂直高度之比为1.5:1~3:1,优选为2:1,水平宽度相等,相邻R/G/B/G滤色点形成一个全彩像素,R/B滤色点位置可以互换。在又一优选实例中,图4(e)示意了RGBW排布方式,R滤色点、B滤色点、G滤色点和W滤色点呈矩阵排列,其中任意两个滤色点面积之比为0.8

~1.2, 优选为1, 相邻R/G/B/W滤色点形成一个全彩像素, R/G/B/W滤色点位置可以互换。在又一优选实例中, 图4(f)示意了另一种RGBW排布方式, R滤色点、B滤色点、G滤色点和W滤色点呈水平条排列(也可呈现垂直条排列), 滤色点水平宽度和垂直高度比例为1:3~1:5(或3:1~5:1), 优选为1:4(或4:1), 水平(或垂直)方向上相邻R/G/B/W四个滤色点形成一个全彩像素, R/G/B/W滤色点位置可以互换。在又一优选实例中, 图4(g)示意了另一种RGBG排布方式, R滤色点与G滤色点的水平宽度之比为1.5:1~3:1, 优选为2:1, 垂直高度相等, 每行顺序为RGBG……RGBG, 相邻RG滤色点等效一个像素, 相邻BG滤色点也等效一个像素, R/B位置可以互换。图4(h)示意了另一种RGBG排布方式, R滤色点与G滤色点的垂直高度之比为1.5:1~3:1, 优选为2:1, 水平宽度相等, 每列顺序为RGBG……RGBG, 相邻RG滤色点等效一个像素, 相邻BG滤色点也等效一个像素, R/B位置可以互换。图4(i)示意了另一种RGB排布方式, R滤色点、G滤色点和B滤色点中任意两个滤色点面积之比为0.8~1.2, 优选为1, 每个像素由一行的R滤色点(或G滤色点或B滤色点)和另一行的G/B滤色点(或R/B滤色点或R/G滤色点)构成, 相邻两行滤色点皆相差1/2个像素的水平宽度(或相邻两列滤色点皆相差1/2个像素的垂直高度), R/G/B位置可以互换。

[0085] 实施例七:

[0086] 参照图5, 本实施例与第一实施例基本相同, 进一步地, 所述滤色点31包括利用有机光敏材料制造的彩色抗蚀剂, 所述彩色抗蚀剂可以让特定波长范围的光通过而阻隔其他波范围长的光, 所述滤色层30厚度不超过3 μm , 优选为1 μm 。进一步地, 滤色层31的表面可覆盖透明保护层32, 所述透明保护层为SiN_x、SiO_x、光刻胶、或其他有机材料, 厚度优选为不超过1 μm 。

[0087] 实施例八:

[0088] 本实施例与第一实施例基本相同, 进一步地, 透明基板40与滤色层30之间为厚度不超过50 μm 的胶水50。

[0089] 在一个实例中, 参见图6(a), 胶水50的覆盖范围为透明基板40的全部, 胶水边缘距离透明基板边缘距离81不大于1mm。

[0090] 在另一个实例中, 参见图6(b), 胶水50的覆盖范围为透明基板40的四周, 胶水边缘距离透明基板边缘距离82不大于1mm, 胶水宽度不大于3mm, 优选为0.5mm。

[0091] 特别地, 胶水50为固态胶、液态胶、光敏胶、OCA光学胶。

[0092] 实施例九:

[0093] 参见图7, 本实施例与第一实施例基本相同, 进一步地, 透明基板40为厚度为0.4~1.2mm的无机玻璃, 透明基板40上覆盖有抗反光涂膜。

[0094] 实施例十:

[0095] 参见图8(a), 本实施例与第一实施例基本相同, 进一步地, 微发光二极管21为水平结构, 第一电极63和第二电极62在发光层同侧, 第一电极63通过通孔64连接至驱动电路11, 第二电极62通过通孔65连接至驱动电路11, 所述第一电极63与第二电极62为导电金属。进一步地, 多层非有机化合物层61优选为至少包含自下而上(或自上而下)的N型掺杂层(例如n-GaN)、MQW层(多重量子阱)、P型掺杂层(例如p-GaN), 或者包含更多层以优化性能。进一步地, 通孔64和通孔65的横向截面积为0.04至4 μm^2 , 优选为1 μm^2 。进一步地, 第一电极63和第二电极62其中一个连接至驱动电路11中晶体管的源极或漏极, 另一个连接至驱动电路11的公

共电极,所述公共电极通过引线引至驱动电路11外部。

[0096] 参见图8(b),在另一个优选例中,与实施例一基本相同,进一步地,微发光二极管21为垂直结构,第一电极63和第二电极62在发光层两侧,第一电极63位于多层非有机化合物61的下层且通过通孔64连接至驱动电路11,第二电极62位于多层非有机化合物层61的顶部,所述第一电极63与第二电极62为导电金属。进一步地,多层非有机化合物层61优选为至少包含自下而上(或自上而下)的N型掺杂层(例如n-GaN)、MQW层(多重量子阱)、P型掺杂层(例如p-GaN),或者包含更多层以优化性能。进一步地,通孔64的横向截面积为 0.04 至 $4\mu\text{m}^2$,优选为 $1\mu\text{m}^2$ 。进一步地,第一电极63和第二电极62中其中一个连接至驱动电路11中晶体管的源极或漏极,另一个连接至驱动电路11的公共电极,所述公共电极通过引线引至驱动电路11外部。

[0097] 实施例十一:

[0098] 本实施例与实施例一和实施例十基本相同,进一步地,微发光二极管11具有至少一个公共电极。

[0099] 在一个实例中,微发光二极管11具有一个公共电极,所有微发光二极管的11一端连接至所述公共电极,所述公共电极为第一电极63或第二电极62,且为微发光二极管11的阳极或阴极。

[0100] 在另一个实例中,微发光二极管11具有三个公共电极(第一公共电极、第二公共电极和第三公共电极),所有第二光线被转变为红色光的微发光二极管连接至第一公共电极、所有第二光线被转变为绿色光的微发光二极管连接至第二公共电极、所有第二光线被转变为蓝色光的微发光二极管连接至第三公共电极,所述的三个公共电极均为第一电极63或第二电极62,且为微发光二极管11的阳极或阴极。

[0101] 在另一个实例中,微发光二极管11具有四个公共电极(第一公共电极、第二公共电极、第三公共电极和第四公共电极),所有第二光线被转变为红色光的微发光二极管连接至第一公共电极、所有第二光线被转变为绿色光的微发光二极管连接至第二公共电极、所有第二光线被转变为蓝色光的微发光二极管连接至第三公共电极、所有第二光线被转变为白色光的微发光二极管连接至第四公共电极,所述的四个公共电极均为第一电极63或第二电极62,且为微发光二极管11的阳极或阴极。

[0102] 实施例十二:

[0103] 参见图9,本实例列举了一种全彩化的半导体发光微显示器的制造工艺,包含以下过程:

[0104] 在硅基底上制作驱动电路(步骤91),所述驱动电路至少包含金属-氧化物半导体场效应晶体管、金属连接线和通孔,所述制作包含薄膜制造工艺、图形转移工艺和/或掺杂工艺;进一步地,所述硅基底为包含特征尺寸为 0.6 微米以下的以硅为衬底的金属-氧化物-场效应晶体管大规模集成电路的硅晶圆片,所述薄膜制造工艺包括但不限于氧化工艺、薄膜沉积工艺、所述图形转移工艺包括但不限于光刻工艺、刻蚀工艺、所述掺杂工艺包括但不限于扩散工艺、离子注入工艺,所述硅晶圆片的直径为2英寸、3英寸、4英寸、6英寸、8英寸、12英寸。

[0105] 在制有所述驱动电路的硅基底上通过蒸发、溅射、刻蚀、CVD、剥离、键合、批量转移和/或打印工艺制作微发光像素(步骤92)。所述微发光二极管至少包含第一电极、多层非有

机化合物和第二电极,所述多层非有机化合物由Ga、As、In、Al、Se、Zn、Si、P、N或C元素构成且可掺杂,所述微发光二极管由所述驱动电路提供的电流所驱动,且发射第一光线。所述非有机化合物优选为GaAs、GaAsP、AlGaAs、AlGaInP、GaInN、AlGaP、AlGaN、GaP:ZnO、InGaN、GaN、GaP、ZnSe、Al₂O₃、ZnO、SiC、AlN中的一种多种,掺杂优选为Si、Mg、Zn、As、In、C离子掺杂;进一步地,微发光二极管21还包含量子点LED;进一步地,在步骤92中,所述刻蚀包含湿法或ICP、所述CVD包含LPCVD、PECVD、MOCVD;进一步地,在步骤92中,首先在LED基板(通常为蓝宝石衬底)上制作LED磊晶薄膜层,用ICP工艺形成微发光二极管,然后将带有LED磊晶薄膜层的LED基板键合于所述硅基底上;在另一个实例中,使用物理或化学机制剥离LED基板,以一暂时基板承载LED磊晶薄膜层,再利用ICP工艺形成微发光二极管,或者先利用ICP工艺形成微发光二极管,然后再使用物理或化学机制剥离LED基板,以一暂时基板承载LED磊晶薄膜层;最后,将然后将带有LED磊晶薄膜层的LED基板键合于所述硅基底上。

[0106] 在制有微发光二极管的硅基底表面制作透明平坦化层(步骤93);进一步地,透明平坦化层为透明有机物质或无机物质,厚度不超过10 μ m,透明平坦化层20在微发光二极管顶层的部分厚度不超过3 μ m,优选值为1 μ m。

[0107] 在透明平坦化层上制作滤色层(步骤94)。所述滤色层包含若干滤色点,所述滤色点在垂直方向上覆盖所述微发光二极管,且将微发光二极管发射的第一光线转变为第二光线;进一步地,滤色点的间距小于20 μ m。再进一步地,滤色点在垂直方向上完全覆盖所述微发光二极管,滤色点中心点位置距离微发光二极管中心点位置不大于1 μ m,本实施例优选为0.5 μ m。

[0108] 将透明基板贴合至具有滤色层的硅基底上(步骤95),进一步地,所述透明基板优选为厚度为0.4~1.2mm的无机玻璃;进一步地,在所述透明基板上覆盖有抗反光涂膜。

[0109] 实施例十三:

[0110] 本实施例与实施例十二基本相同,进一步地,所述第一光线为白光,所述微发光像素制造过程(步骤92)包含了蓝光材料的制作过程和荧光粉的制作过程,所述荧光粉优选为可将蓝色光转为黄绿光的荧光粉。

[0111] 在另一个实施例中,与实施例十二基本相同,进一步地,所述第一光线为白光,微发光像素制造过程(步骤92)包含了至少两种单色光材料的制作过程,优选为红光材料的制作过程、绿光材料的制作过程和蓝光材料的制作过程。

[0112] 对于以上两种实例,所述滤色点的优选方案为包含在一个方向上吸收除红光之外的光的材料或将其他光线转换为红光的材料、在一个方向上吸收除绿光之外的光的材料、或在一个方向上吸收除蓝光之外的光的材料,由此获得的第二光线为红光、绿光或蓝光。

[0113] 在另一个实施例中,与实施例十二基本相同,进一步地,所述第一光线为蓝光,微发光像素制造过程(步骤92)包含了蓝光材料的制作过程。所述滤色层的制作过程包含了彩色转换材料的制作过程,所述彩色转换层具有从蓝色光转换到红色光、从蓝色光转换到绿色光、从蓝色光转换到蓝色光(非必须)的特点,由此获得的第二光线为红光、绿光或蓝光。

[0114] 所述白光的光谱范围380~780nm,所述红光的光谱范围610~750nm,所述绿光的光谱范围为480~570nm,所述蓝光的光谱范围为430~470nm。

[0115] 实施例十四:

[0116] 本实施例与实施例十二或实施例十三基本相同,进一步地,所述透明平坦化层制

作方法(步骤93)包括蒸发、溅射、旋涂、刻蚀、CVD、CMP,所述透明平坦化层为有机材料或无机材料。

[0117] 实施例十五:

[0118] 本实施例与实施例十二或实施例十三基本相同,进一步地,所述滤色层制作过程(步骤94)包括蒸发、溅射、光刻、显影、刻蚀、烘烤、染色、电沉积、印刷、打印、喷墨或颜料分散、激光转印;进一步地,在滤色层的表面覆盖厚度不超过 $3\mu\text{m}$ 的透明保护层,所述透明保护层为 SiN_x 、 SiO_x 、光刻胶、或其他有机材料;进一步地,制作温度不高于 230°C 。

[0119] 实施例十六:

[0120] 本实施例与实施例十二或实施例十三基本相同,进一步地,所述硅基底为硅晶圆片,所述制造工艺还包括将晶圆片切割为单芯片的过程,所述切割为单芯片的过程在透明平坦化层上制作滤色层(步骤94)之前或制作之后进行,所述切割为机械切割或激光切割;所述贴合的过程(步骤95)在切割之前或切割之后进行,具体而言:

[0121] 在一个实施例中,参见图10(a),首先在硅基底上制作驱动电路(步骤91),然后在制有驱动电路的硅基底上制作微发光二极管(步骤92),然后在制有微发光二极管的硅基底表面制作透明平坦化层(步骤93),然后在透明平坦化层上制作滤色层(步骤94),然后将透明基板贴合至具有滤色层的硅基底上(步骤95),最后将贴有透明基板的硅基底切割为单芯片(步骤96),形成全彩化的半导体发光微显示器。

[0122] 在另一个实施例中,参见图10(b),首先在硅基底上制作驱动电路(步骤91),然后在制有驱动电路的硅基底上制作微发光二极管(步骤92),然后在制有微发光二极管的硅基底表面制作透明平坦化层(步骤93),然后在透明平坦化层上制作滤色层(步骤94),然后将制有透明平坦化层和滤色层硅基底切割为单芯片(步骤97);同时,将透明基板切割为单芯片(步骤98),最后将透明基板的单芯片贴合至硅基底单芯片上(步骤99),形成全彩化的半导体发光微显示器。

[0123] 在又一个实施例中,参见图10(c),首先在硅基底上制作驱动电路(步骤91),然后在制有驱动电路的硅基底上制作微发光二极管(步骤92),然后在制有微发光二极管的硅基底表面制作透明平坦化层(步骤93),然后在透明平坦化层上制作滤色层(步骤94);同时,将透明基板切割为单芯片(步骤98);然后,将透明基板的单芯片贴合至硅基底上(步骤100),最后将贴有透明基板的硅基底切割为单芯片(步骤101),形成全彩化的半导体发光微显示器。

[0124] 以上三个实例中,透明基板单芯片的面积小于制有透明平坦化层和滤色层的硅基底单芯片,并且露出引线区。

[0125] 实施例十七:

[0126] 本实施例与实施例十六基本相同,进一步地,所述贴合工艺包含了透明基板通过胶水贴合于硅基底上的过程,所述胶水为固态胶、液态胶、光敏胶、OCA光学胶。

[0127] 在一个实例中,所述胶水的覆盖范围为透明基板的全部,所述贴合工艺为全贴合工艺,胶水边缘距离透明基板边缘距离不大于 1mm ,优选值为 0.1mm 。

[0128] 在另一个实例中,所述胶水的覆盖范围为透明基板的四周,所述贴合工艺为框胶贴合工艺,胶水边缘距离透明基板边缘距离不大于 1mm ,优选值为 0.1mm ,胶水宽度不大于 3mm ,优选为 0.5mm 。

[0129] 以上详细描述了本发明的较佳具体实施例。应当理解,本领域的普通技术无需创造性劳动就可以根据本发明的构思作出诸多修改和变化。因此,凡本技术领域技术人员依本发明的构思在现有技术的基础上通过逻辑分析、推理或者有限的实验可以得到的技术方案,皆应在由权利要求书所确定的保护范围内。

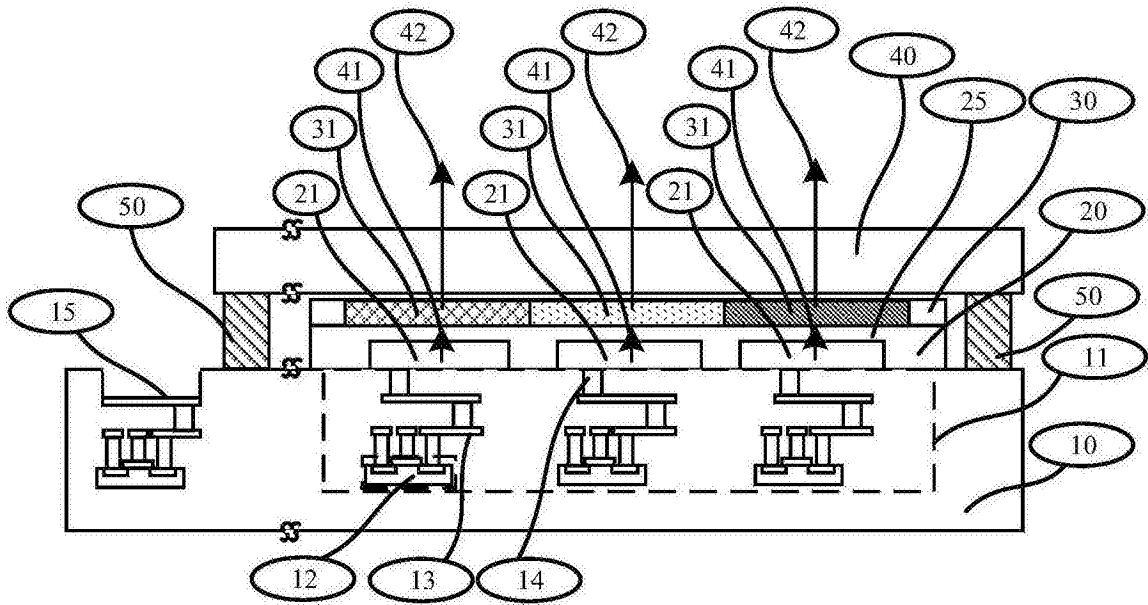


图1

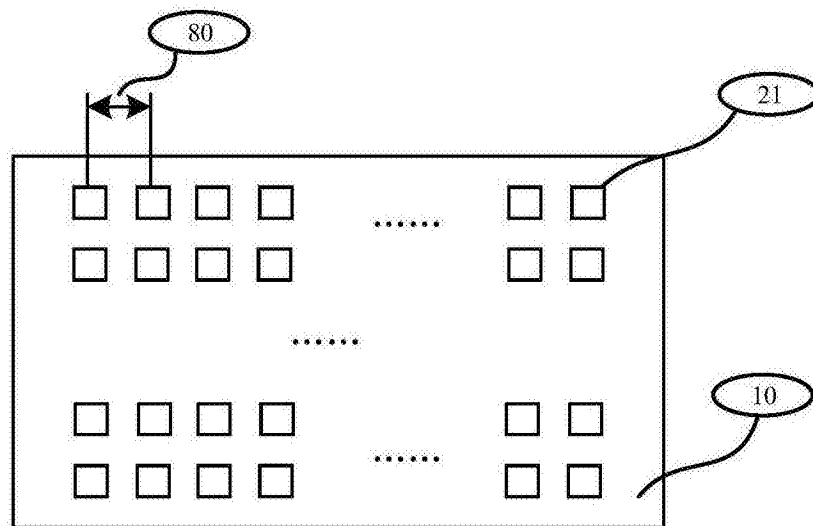


图2

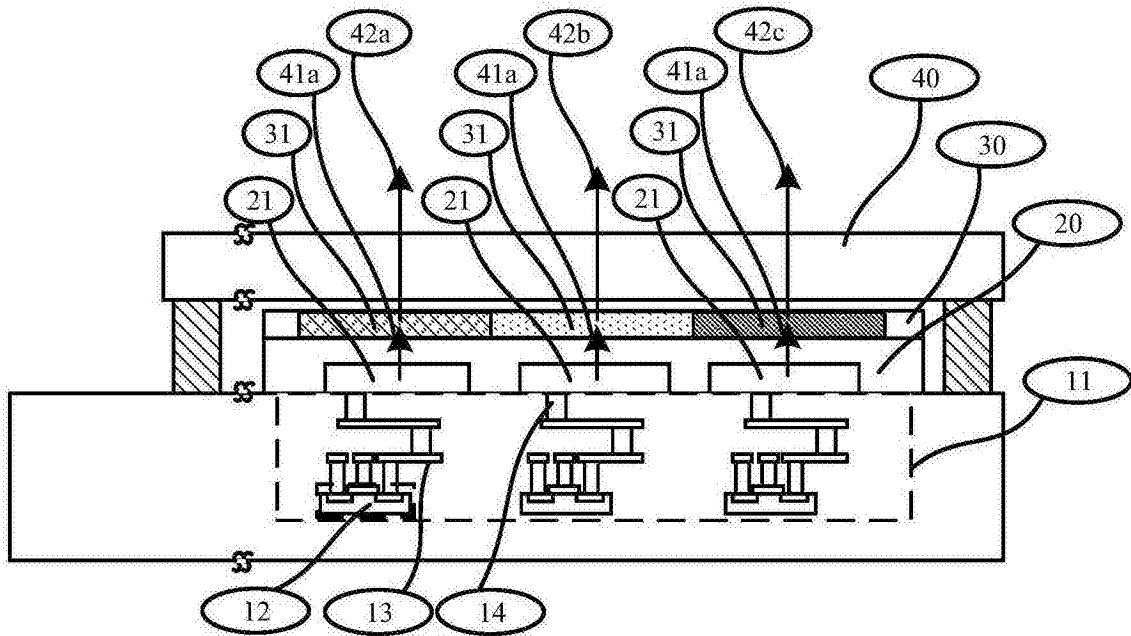


图3 (a)

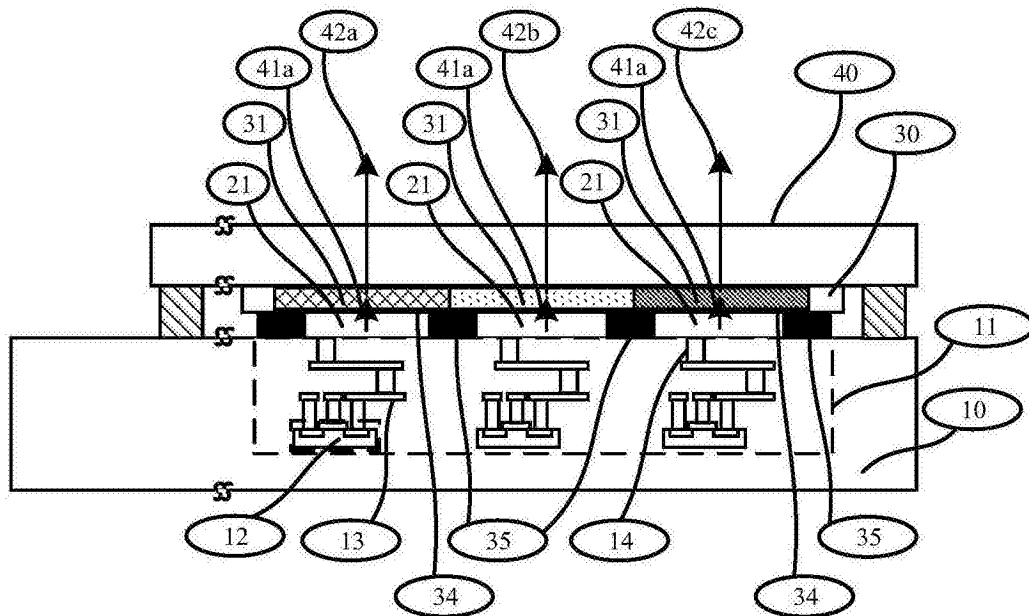


图3 (b)

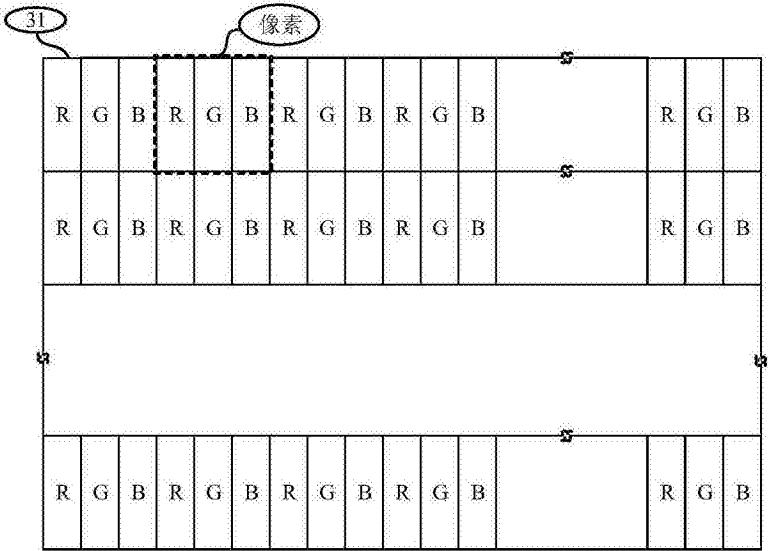


图4 (a)

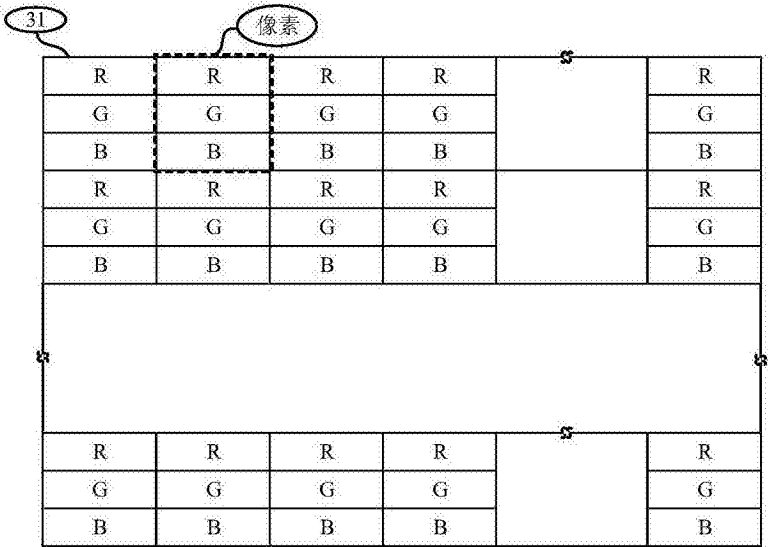


图4 (b)

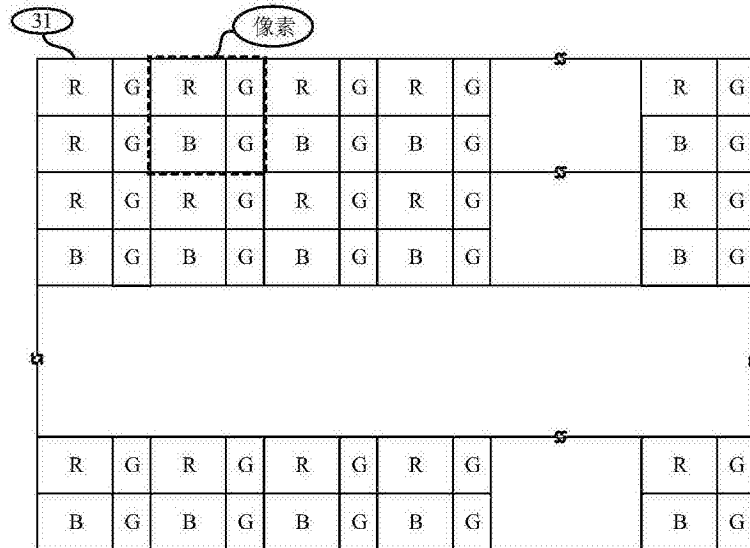


图4 (c)

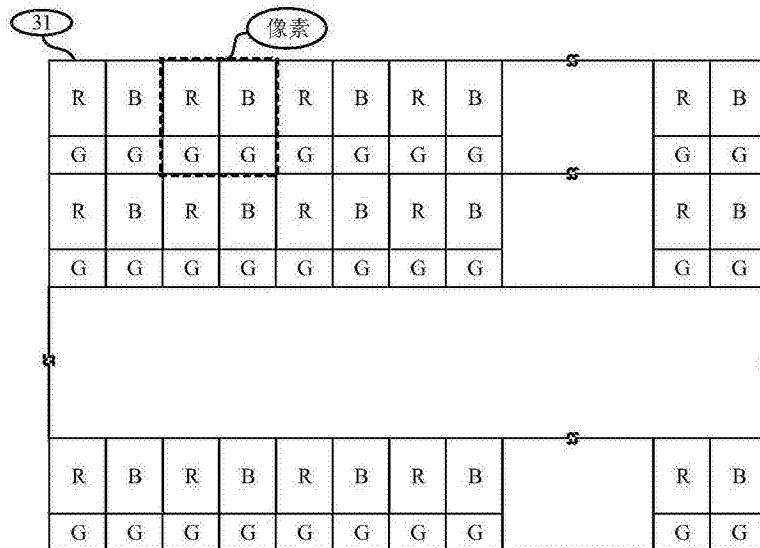


图4 (d)

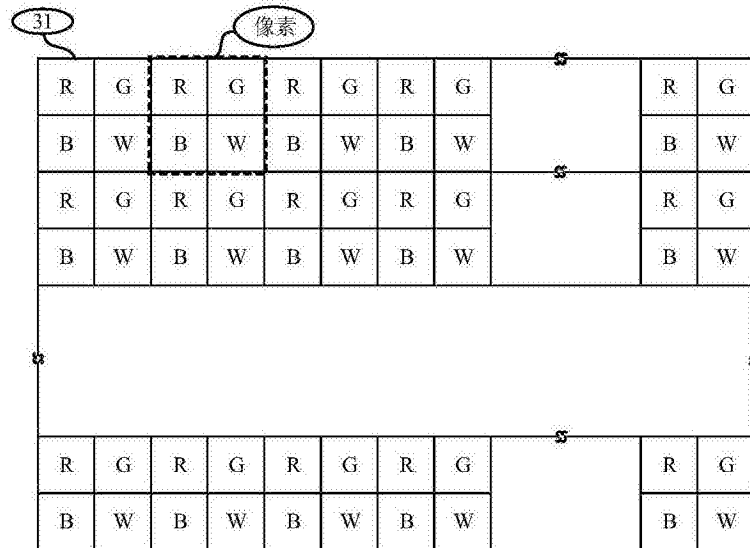


图4 (e)

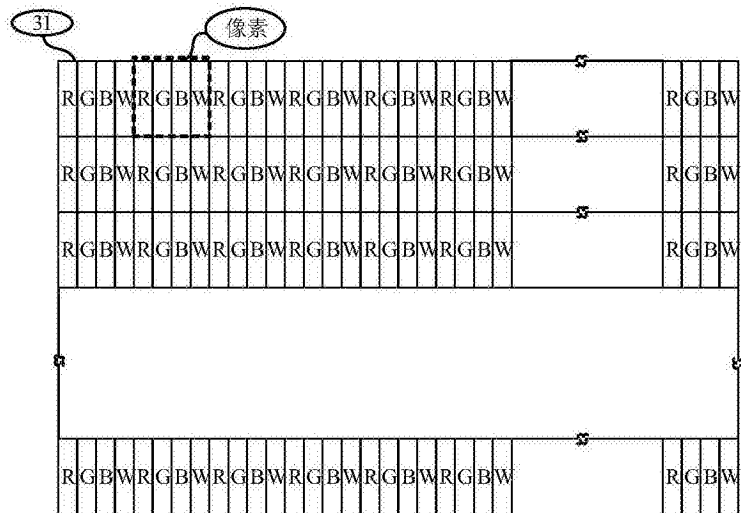


图4 (f)

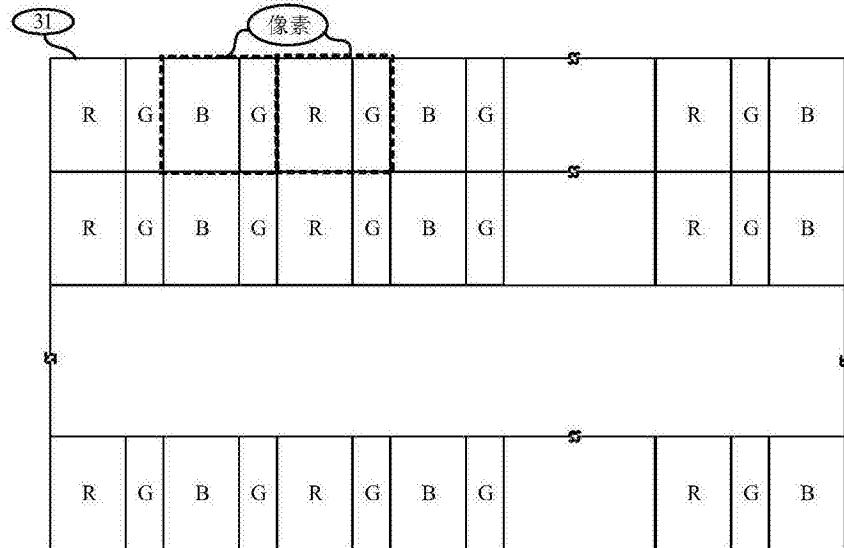


图4 (g)

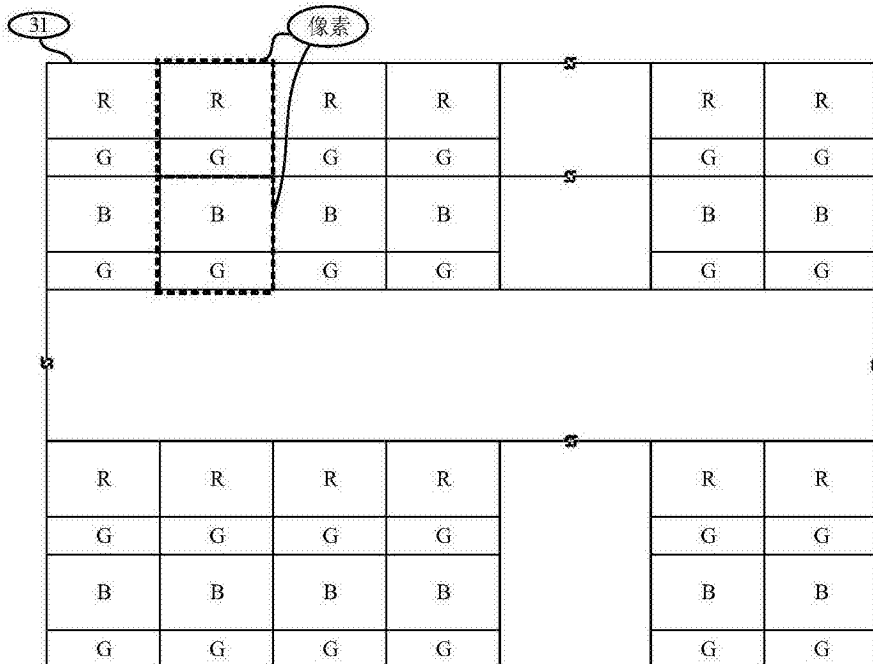


图4 (h)

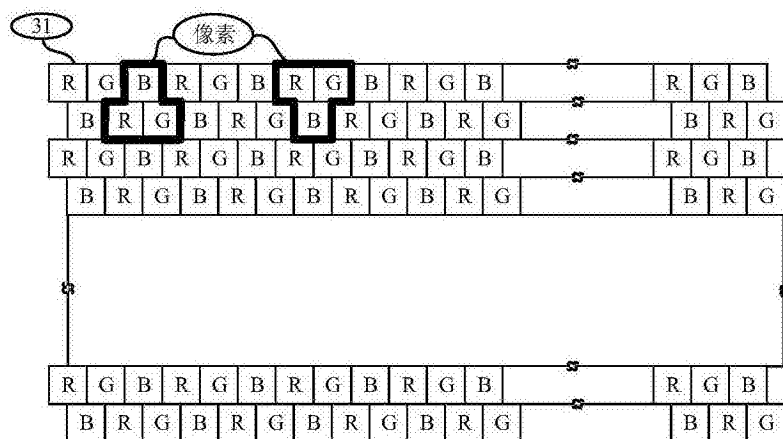


图4 (i)

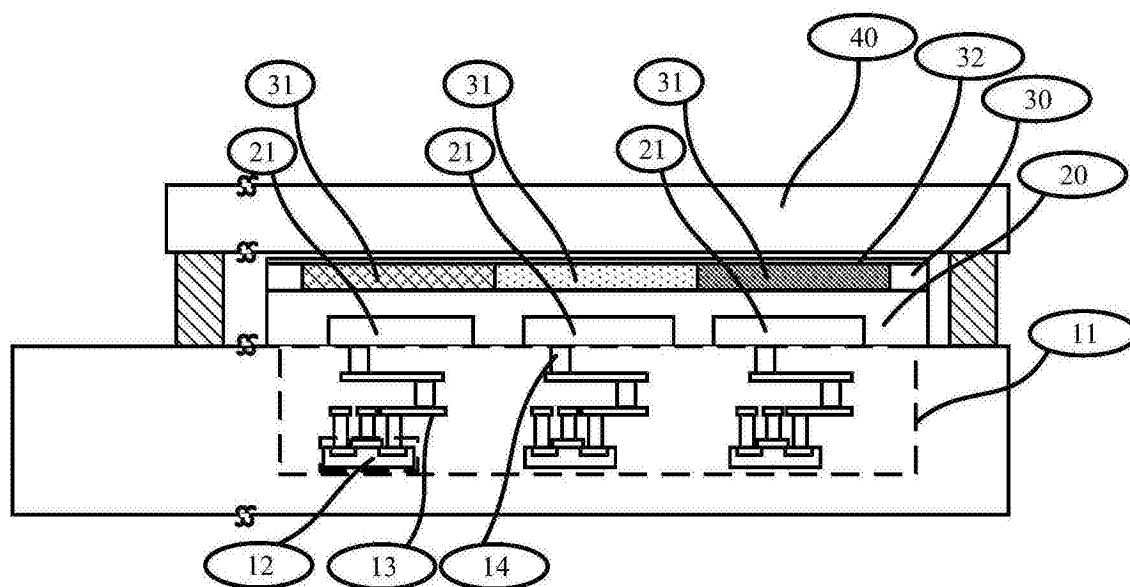


图5

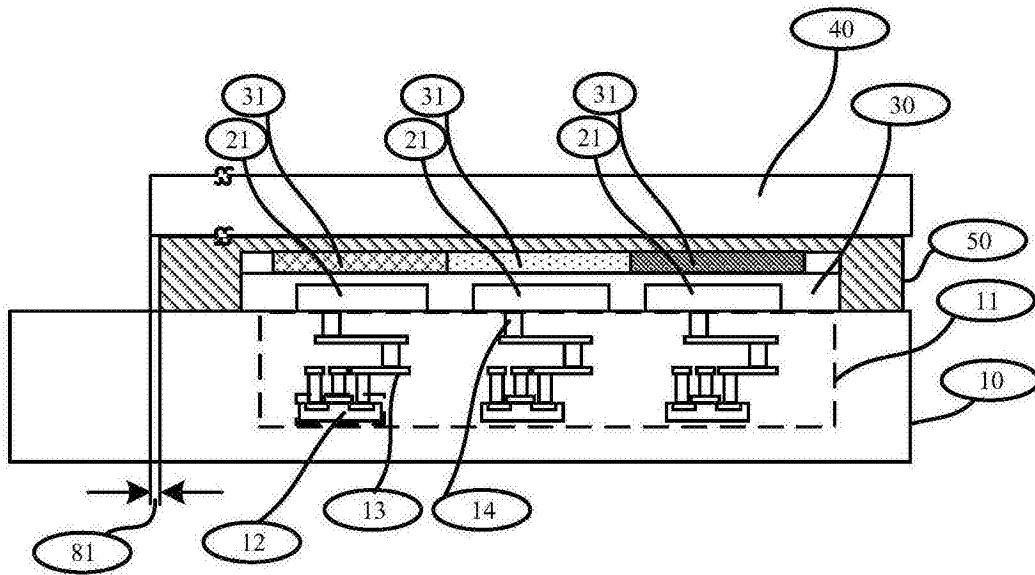


图6 (a)

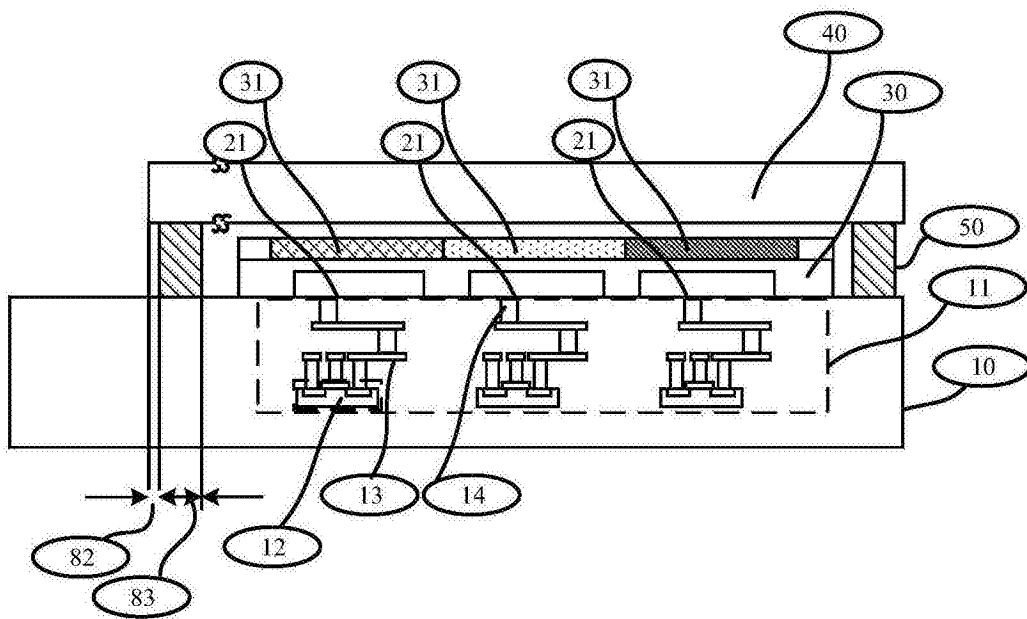


图6 (b)

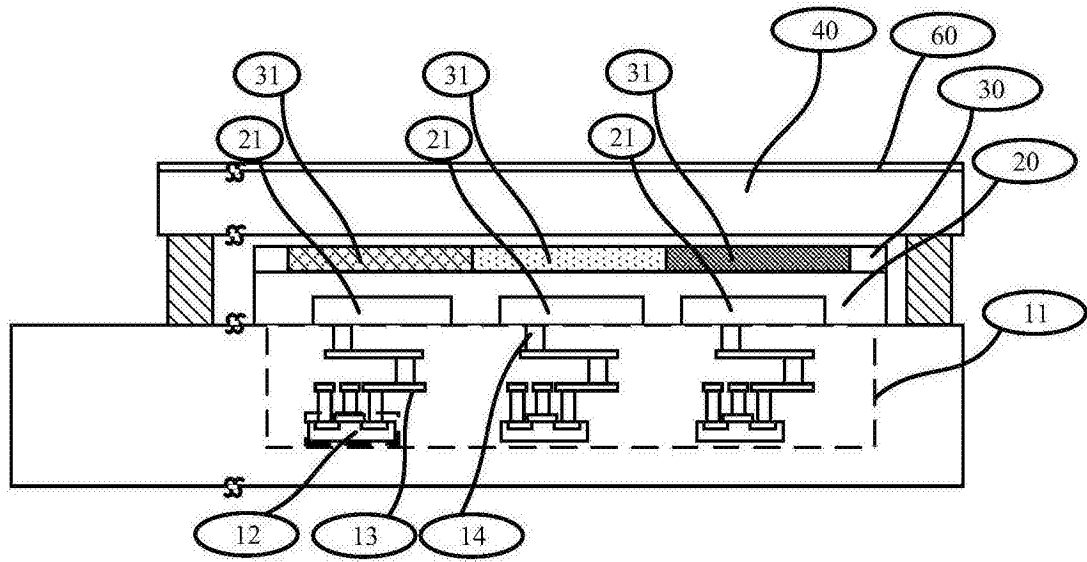


图7

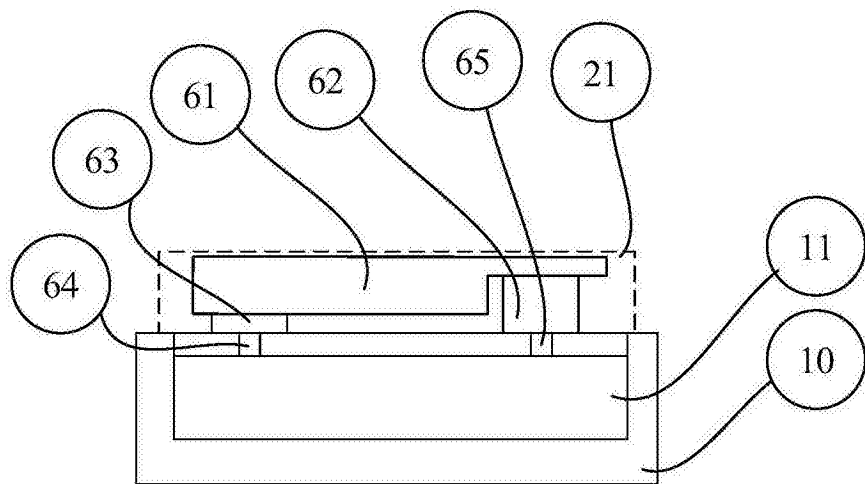


图8(a)

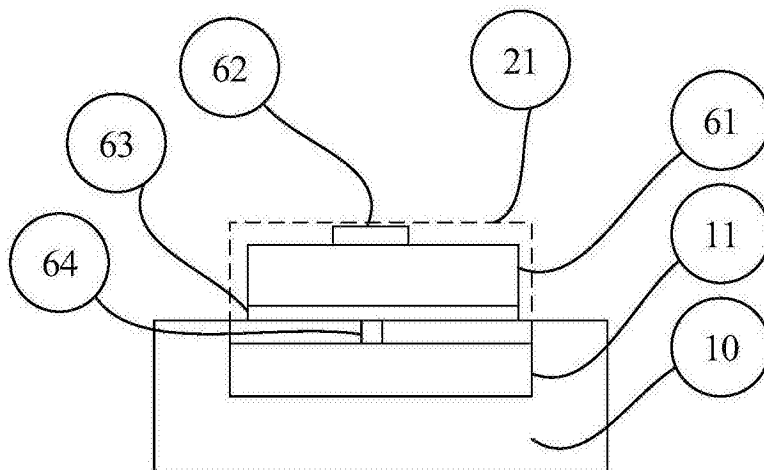


图8 (b)

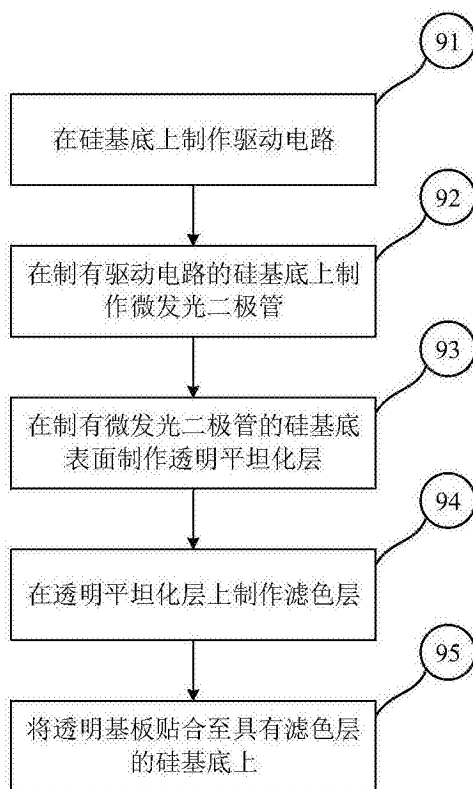


图9

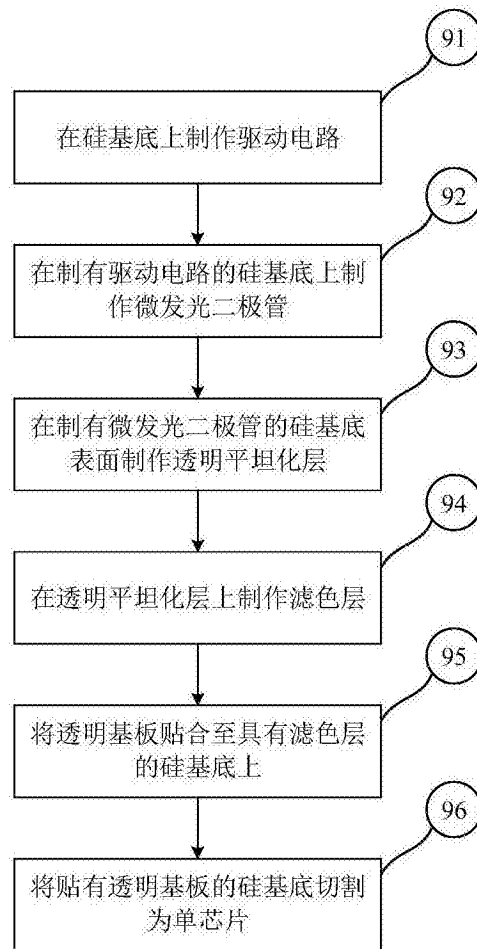


图10 (a)

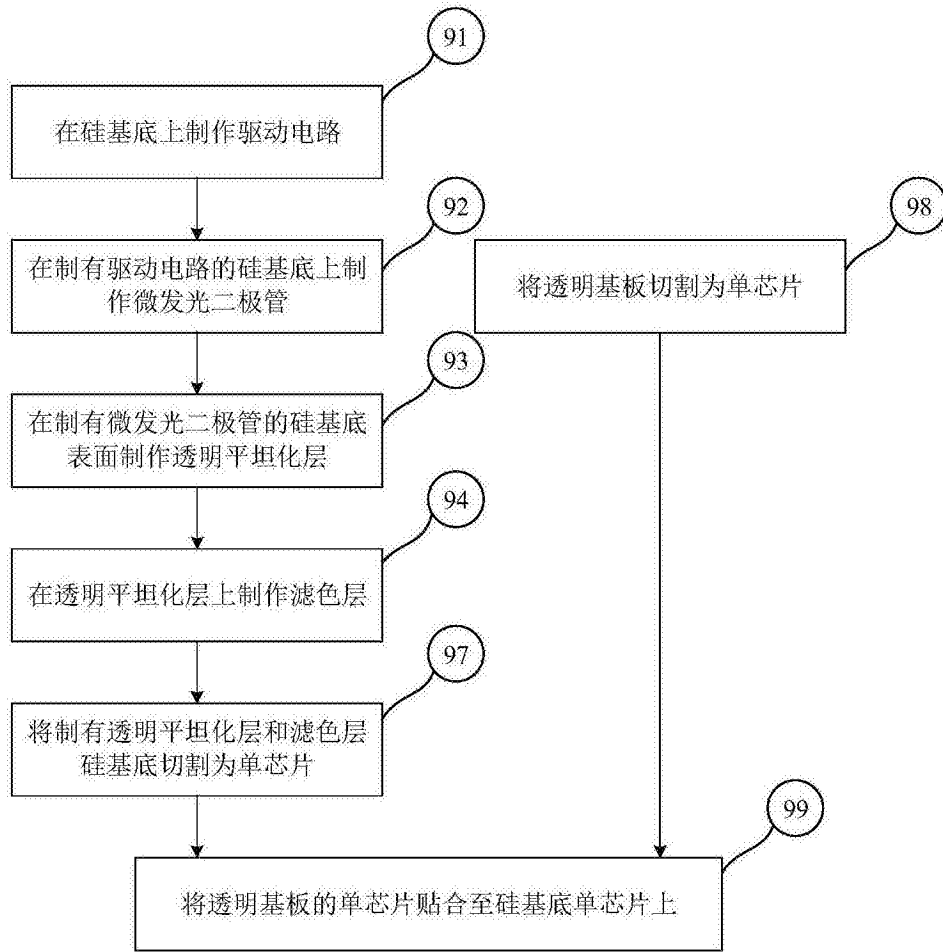


图10 (b)

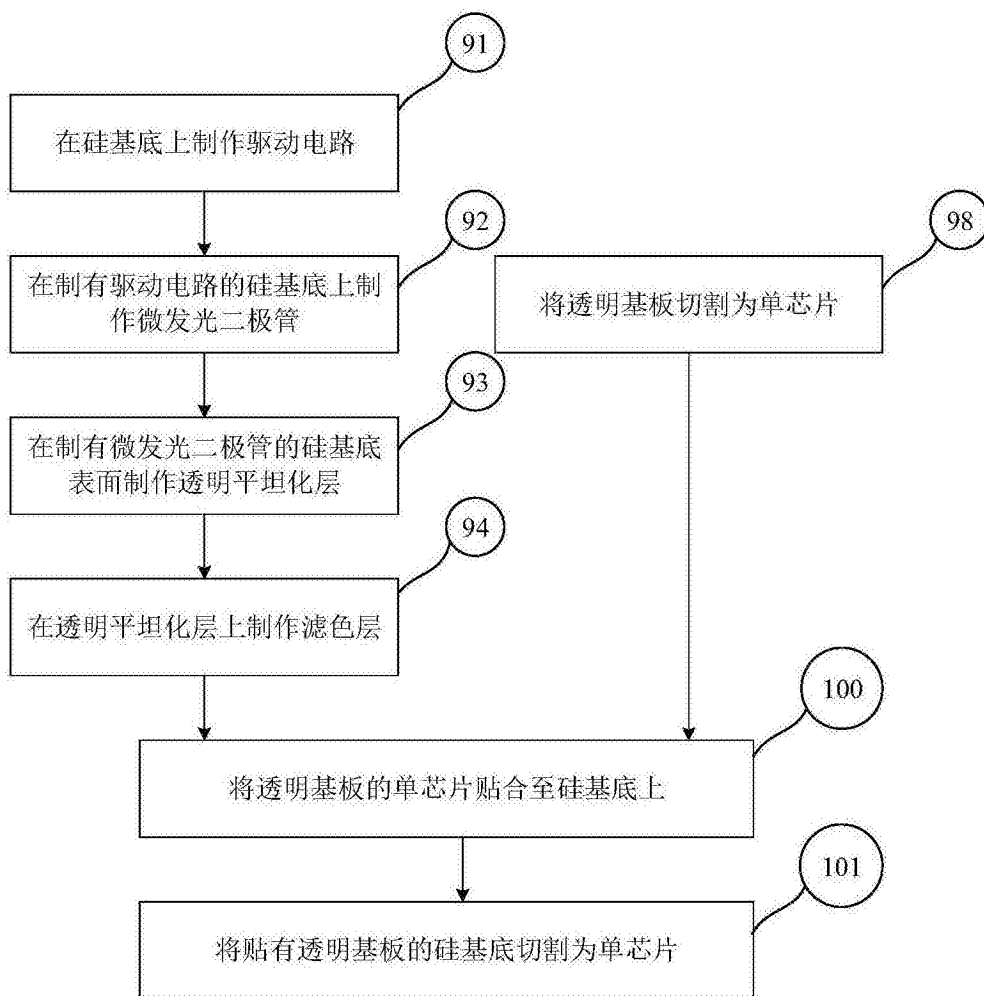


图10(c)

专利名称(译)	一种全彩化的半导体发光微显示器及其制造工艺		
公开(公告)号	CN107230685A	公开(公告)日	2017-10-03
申请号	CN2017110408598.1	申请日	2017-06-02
[标]申请(专利权)人(译)	南京迈智芯微光电科技有限公司		
申请(专利权)人(译)	南京迈智芯微光电科技有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	南京迈智芯微光电科技有限公司		
[标]发明人	黄舒平 季渊 余云森		
发明人	黄舒平 季渊 余云森		
IPC分类号	H01L27/15		
CPC分类号	H01L27/15		
代理人(译)	郑立		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种全彩化的半导体发光微显示器的结构及其制造工艺。全彩化的半导体发光微显示器包含硅基底、呈阵列排布的微发光二极管、透明平坦化层、滤色层以及透明基板；微发光二极管至少包含第一电极、多层非有机化合物和第二电极；透明平坦化层覆于微发光二极管表面，滤色层位于透明平坦化层上，透明基板位于滤色层上，微发光二极管由驱动电路提供的电流所驱动，且发射第一光线；滤色层包含若干滤色点，滤色点在垂直方向上覆盖微发光二极管，且将微发光二极管发射的第一光线转变为第二光线。本发明的全彩化的半导体发光微显示器相比现有技术制作工艺得到简化，器件一致性和良率得到提升。

