



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103928488 B

(45)授权公告日 2017.04.05

(21)申请号 201310245145.3

H01L 51/52(2006.01)

(22)申请日 2013.06.19

H01L 51/56(2006.01)

G01R 31/02(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103928488 A

(43)申请公布日 2014.07.16

(73)专利权人 上海天马微电子有限公司

地址 201201 上海市浦东新区龙东大道汇
庆路889号

专利权人 天马微电子股份有限公司

(56)对比文件

CN 1773720 A, 2006.05.17,

CN 101630689 A, 2010.01.20,

US 7696079 B2, 2010.04.13,

CN 1484323 A, 2004.03.24,

WO 2012/102218 A1, 2012.08.02,

审查员 王鹏飞

(72)发明人 顾寒昱 曾章和 钱栋 张通

(74)专利代理机构 北京品源专利代理有限公司

11332

代理人 孟金喆

(51)Int.Cl.

H01L 27/32(2006.01)

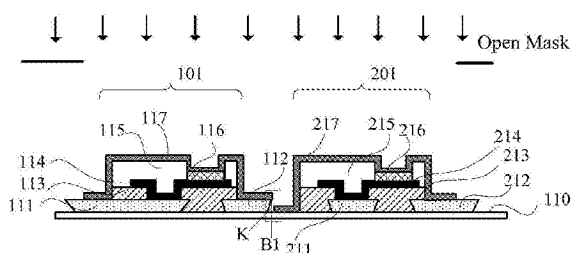
权利要求书3页 说明书12页 附图7页

(54)发明名称

有机发光面板和装置、及其制备、短路检测和
短路修复方法

(57)摘要

本发明公开了一种制备方法简单、成本较低的有机发光面板和装置、及其制备、短路检测和短路修复方法,该有机发光OLED面板包括至少两个发光单元、至少一个第三电极,其中第三电极包括一边缘,边缘包括延伸出第三电极底边的第一边缘,相邻发光单元的第二电极位于同一层并在第三电极边缘处断开。该有机发光面板中各个发光单元之间为串联设计,保证了整体亮度比较均匀,制备方法简单易行,并且第二电极的制备过程中采用的普通的Open Mask,从而保证了工艺过程中良率,且成本低,具备良好的可操作性,同时能够降低生产成本和提高生产效率。



1. 一种有机发光面板,包括显示区和非显示区,所述有机发光面板还包括:

一基板;

位于所述基板上的至少两个相邻的第一发光单元和第二发光单元,每一发光单元包括依次位于所述基板上的第一电极、有机发光层、第二电极;

包围每一所述发光单元的绝缘层;

位于所述第一发光单元和所述第二发光单元之间,与所述第一电极位于同一层的第三电极,所述第三电极包括一边缘,所述边缘包括延伸出所述第三电极底边的第一边缘;

贯穿所述第一发光单元和所述第二发光单元之间的绝缘层的第一开口,所述第一开口暴露出所述第三电极的第一边缘;

其中,所述第一发光单元的第二电极与所述第二发光单元的第二电极位于同一层并在所述第三电极的所述第一边缘处断开,所述第一发光单元的第二电极与所述第三电极连接,所述第三电极与所述第二发光单元的第一电极电连接。

2. 如权利要求1所述的有机发光面板,其特征在于,所述第三电极为多层结构,包括依次位于所述基板上的多层子电极,至少有一层子电极的边缘延伸出最底层子电极的边缘。

3. 如权利要求1所述的有机发光面板,其特征在于,所述第三电极为单层结构,包含一边缘侧边,所述第三电极的边缘侧边与其底边夹角大于90度。

4. 如权利要求1所述的有机发光面板,其特征在于,所述有机发光面板还包括,与所述第一电极位于同一层的连接线;所述连接线位于所述第一开口区域之外的绝缘层下,并连接所述第三电极和所述第二发光单元的第一电极。

5. 如权利要求4所述的有机发光面板,其特征在于,所述连接线经过非显示区。

6. 如权利要求1所述的有机发光面板,其特征在于,所述绝缘层包括第一绝缘层,所述第一绝缘层覆盖所述第一电极并局部覆盖所述第三电极。

7. 如权利要求6所述的有机发光面板,其特征在于,所述发光单元还包括,第四电极,设置于所述第一绝缘层和所述有机发光层之间,所述第四电极与所述第一电极连接,所述第四电极与所述有机发光层连接。

8. 如权利要求7所述的有机发光面板,其特征在于,所述绝缘层还包括第二绝缘层,所述第二绝缘层局部覆盖所述第四电极和所述第一绝缘层。

9. 如权利要求8所述的有机发光面板,其特征在于,所述有机发光层,局部覆盖所述第四电极;

所述第二电极覆盖所述有机发光层和所述第二绝缘层。

10. 如权利要求7所述的有机发光面板,其特征在于,所述第四电极的材料为透明导电氧化物材料或金属材料。

11. 一种有机发光装置,其特征在于,所述有机发光装置包括如权利要求1-10任一项所述有机发光面板。

12. 一种有机发光面板的制备方法,其特征在于,所述方法包括:

提供一基板;

依次在所述基板上形成第一导电层,图案化所述第一导电层形成至少两个相邻的第一电极,位于所述相邻第一电极之间的第三电极,以及连接所述第三电极和所述相邻第一电极中的一第一电极的连接线,所述第三电极包括一边缘,所述边缘包括延伸出所述第三电

极的底面边缘的第一边缘；

在所述第一导电层上形成绝缘层；

形成贯穿所述绝缘层并暴露出所述第三电极的第一边缘的第一开口，同时形成定义发光区域的第二开口；

在所述第二开口中沉积有机发光层；

沉积一第二导电层，所述第二导电层在所述第三电极第一边缘处断开。

13. 如权利要求12所述的有机发光面板的制备方法，其特征在于，所述方法还包括：

在所述第一导电层上形成第一绝缘层，所述第一绝缘层局部覆盖所述第一电极和第三电极，图案化所述第一绝缘层形成过孔；

在第一绝缘层上形成第三导电层，图案化所述第三导电层形成多个第四电极，所述第四电极通过所述过孔与所述第一电极连接；

形成覆盖所述第四电极和所述第一绝缘层的第二绝缘层，图案化所述第二绝缘层形成暴露出所述第四电极的所述第二开口。

14. 如权利要求12所述的有机发光面板的制备方法，其特征在于，所述第三电极为多层结构，包括依次位于所述基板上的多层子电极，至少有一层子电极的边缘延伸出最底层子电极的边缘。

15. 如权利要求12所述的有机发光面板的制备方法，其特征在于，所述第三电极为单层结构，包含一边缘侧边，所述第三电极的边缘侧边与其底边夹角大于90度；所述连接线位于所述第一开口区域之外的绝缘层下，并连接所述第三电极和第二发光单元的第一电极。

16. 如权利要求12所述的有机发光面板的制备方法，其特征在于，所述沉积一第二导电层的方法包括：采用开放式掩膜罩蒸镀一第二电极层。

17. 一种有机发光面板的短路检测方法，所述有机发光面板包括：包括显示区和非显示区，所述有机发光面板还包括：

一基板；

位于所述基板上的至少两个相邻的发光单元，每一所述发光单元包括依次位于所述基板上的第一电极、有机发光层、第二电极；

包围每一所述发光单元的绝缘层；

位于所述相邻发光单元之间，与所述第一电极位于同一层的第三电极，所述第三电极包括一边缘，所述边缘包括延伸出所述第三电极底边的第一边缘；

贯穿所述相邻发光单元之间的绝缘层的第一开口，所述第一开口暴露出所述第三电极的第一边缘；

其中，所述相邻发光单元包括第一发光单元和第二发光单元，所述第一发光单元的第二电极与所述第二发光单元的第二电极位于同一层，所述第一发光单元的第二电极与所述第三电极连接，所述第三电极与所述第二发光单元的第一电极电连接；

所述检测方法包括：

在任意两个发光单元的第二电极之间施加一测试电压，并使得所述两个发光单元的第二电极之间串联的有机发光层被施加反向电压。

18. 如权利要求17所述的有机发光面板的短路检测方法，其特征在于，所述方法还包括：

在第一发光单元的第二电极和与所述第一发光单元相邻的第二发光单元的第二电极上施加测试电压,并使得第二发光单元的有机发光层上被施加反向电压。

19.如权利要求18所述的有机发光面板的短路检测方法,其特征在于,所述方法还包括:

检测所述第一发光单元的第二电极和所述第二发光单元的第二电极之间是否有电流产生,以判断所述第一发光单元的第二电极和所述第二发光单元的第二电极是否在所述第三电极的所述第一边缘处断开。

20.一种有机发光面板的短路修复方法,所述有机发光面板包括:包括显示区和非显示区,所述有机发光面板还包括:

一基板;

位于所述基板上的至少两个相邻的发光单元,每一所述发光单元包括依次位于所述基板上的第一电极、有机发光层、第二电极;

包围每一所述发光单元的绝缘层;

位于所述相邻发光单元之间,与所述第一电极位于同一层的第三电极,所述第三电极包括一边缘,所述边缘包括延伸出所述第三电极底边的第一边缘;

贯穿所述相邻发光单元之间的绝缘层的第一开口,所述第一开口暴露出所述第三电极的第一边缘;

其中,所述相邻发光单元包括第一发光单元和第二发光单元,所述第一发光单元的第二电极与所述第二发光单元的第二电极位于同一层并在所述第三电极的所述第一边缘处未断开,所述第一发光单元的第二电极与所述第三电极连接,所述第三电极与所述第二发光单元的第一电极电连接;

所述短路修复方法包括:

在相邻的第一发光单元的第二电极和第二发光单元的第二电极之间施加一修复电压,并使得第二发光单元的有机发光层被施加反向电压,同时将所述第一发光单元的第二电极和所述第二发光单元的第二电极在所述第三电极第一边缘处烧毁断开。

21.如权利要求20所述有机发光面板的短路修复方法,其特征在于,所述修复电压由小至大逐渐增大。

有机发光面板和装置、及其制备、短路检测和短路修复方法

技术领域

[0001] 本发明涉及OLED(Organic Light-Emitting Diode)照明领域,尤其涉及一种有机发光面板及有机发光装置,以及有机发光面板的制备方法、短路检测方法和短路修复方法。

背景技术

[0002] 通常,有机发光二极管(OLED)发光装置的发光原理为,电子从电子注入电极(阴极)注入发光层(EML),而空穴从空穴注入电极(阳极)注入EML。注入到EML中的空穴和电子在EML中再结合产生能力并激发电子。因此,当电子从激发态跃迁至基态时,伴随着光的产生,使得OLED发光装置能够发光。目前来说,对于OLED发光装置的面板设计有两种方案,并联设计和串联设计。并联设计的等效电路图,见图1a,各个OLED器件并联在阳极PVDD和阴极PVEE上;串联设计的等效电路图,见图1b,各个OLED器件串联在阳极PVDD和阴极PVEE上。但在使用并联设计方案时,因为OLED器件特性有差异,电流 I_1 、 I_2 、 I_3 、 I_4 大小并不能保证相同,从而容易出现亮度不均匀的情况;而采用串联设计方案,则可以保证流过每个OLED器件的电流 I 都是相同的,从而使面板整体亮度比较均匀。故串联设计是一种较为理想的选择。

[0003] 对于采用串联设计的OLED发光装置,传统的制备方法,如图1c所示,包括:基板1、第一电极层(阳极或阴极)2、为第一绝缘层3、导电层(ITO氧化铟锡层、金属层)4、第二绝缘层5、有机发光层6、第二电极层(阴极或阳极)7。在蒸镀有机发光层的工艺过程中,需要采用精细金属掩膜罩FMM-1(FMM, fine metal mask);当蒸镀第二电极层时,依然需要采用精细金属掩膜罩FMM-2。由于精细金属掩膜罩的成本和工艺难度要远远大于普通的开放式掩膜罩(Open Mask),从而使得串联方式的OLED发光装置的工艺成本上升。随着OLED技术的发展,很多人提出了优化了串联OLED发光装置的制备方法的方案,如CN1972545A、US8247804B2中提出,制备隔离柱8以减少精细金属掩膜罩FMM的使用,具体方法如图1d所示,即在制备OLED发光装置的Array(阵列)过程中,增加1张掩膜罩(Mask),采用负性光阻胶做成隔离柱8,可以使在第二电极7(阴极或阳极)蒸镀时,隔断相邻的两个发光单元的第二电极7(阴极或阳极),减少一张FMM的使用。此改进方案中,少用了张FMM,但是同时存在的问题有:需要在Array过程中多增加一道制程,增加成本;并且Array制程其他的器件的形成是一般采用正性光阻胶,若混用负性光阻胶制备隔离柱8,容易造成产线被污染。

发明内容

[0004] 为解决在Array制程工艺中,混用负性光阻胶制备隔离柱,容易造成产线被污染的现象,本发明提供一种制备方法简单、成本较低的有机发光面板及装置、制备方法及其检测方法。

[0005] 根据本发明的一个示范性的实施例,提供一种有机发光面板,包括显示区和非显示区,所述有机发光面板还包括:

[0006] 一基板;

[0007] 位于所述基板上的至少两个相邻的发光单元,每一所述发光单元包括依次位于所

述基板上的第一电极、有机发光层、第二电极；

[0008] 包围每一所述发光单元的绝缘层；

[0009] 位于所述相邻发光单元之间，与所述第一电极位于同一层的第三电极，所述第三电极包括一边缘，所述边缘包括延伸出所述第三电极的底边的第一边缘；

[0010] 贯穿所述相邻发光单元之间的绝缘层的第一开口，所述第一开口暴露出所述第三电极的边缘，同时保证相邻的两个发光单元的第二电极相互断开；

[0011] 其中，所述相邻发光单元包括第一发光单元和第二发光单元，所述第一发光单元的第二电极与所述第二发光单元的第二电极位于同一层并在所述第三电极边缘处断开，所述第一发光单元的第二电极与所述第三电极连接，所述第三电极与所述第二发光单元的第一电极电连接。

[0012] 优选地，所述第三电极为多层结构，包括依次位于所述基板上的多层子电极，至少有一层子电极的边缘延伸出最底层子电极的边缘。

[0013] 优选地，所述第三电极为单层结构，包含一边缘侧边，所述第三电极的边缘侧边与其底边夹角大于90度。由于两者的夹角大于90度，那么在后续工艺蒸镀第二电极时，能够使得相邻的两个发光单元的第二电极相互断开。

[0014] 优选地，所述有机发光面板还包括，与所述第一电极位于同一层的连接线；所述连接线位于所述第一开口区域之外的绝缘层下，并连接所述第三电极和所述第二发光单元的第一电极。

[0015] 优选地，所述连接线经过非显示区。

[0016] 由于所述第三电极和所述第二发光单元的第一电极在显示区为非连续，相邻的发光单元(从剖面图可见)是独立结构，而相邻的发光单元为串联结构，相邻的发光单元，第三电极和所述第二发光单元的第一电极需要电连接，为了保证较高的开口率，故在此设置于所述第一电极位于同一层的连接线，其位置是位于非显示区的(俯视图可见)，从而实现连接第三电极和所述第二发光单元的第一电极在非显示区连接，形成通路，如此每每相邻的发光单元相互连接，从而形成所有的发光单元的串联。

[0017] 优选地，所述绝缘层包括第一绝缘层，所述第一绝缘层局部覆盖所述第一电极和所述第三电极，所述第一绝缘层可包含多个氧化硅层或氮化硅层。

[0018] 优选地，所述发光单元还包括，第四电极，设置于所述第一绝缘层和所述有机发光层之间，所述第四电极与所述第一电极连接，所述第四电极与所述有机发光层连接。

[0019] 优选地，所述绝缘层还包括第二绝缘层，所述第二绝缘层，局部覆盖所述第四电极和所述第一绝缘层，所述第二绝缘层可包含多个氧化硅层或氮化硅层。

[0020] 优选地，所述有机发光层，局部覆盖所述第四电极；所述第二电极覆盖所述有机发光层和所述第二绝缘层。

[0021] 优选地，所述第四电极的材料为透明导电氧化物材料或金属材料，例如，透明导电氧化物可以为ITO(氧化铟锡)、ZnO等。

[0022] 根据本发明的另一个示范性的实施例，提供一种有机发光装置，所述有机发光装置包括上述有机发光面板。

[0023] 根据本发明的一个示范性的实施例，本发明提供了一种有机发光面板的制备方法，该方法包括：

[0024] 提供一基板；

[0025] 依次在所述基板上形成第一导电层，图案化所述第一导电层形成至少两个相邻的第一电极，位于所述相邻第一电极之间的第三电极，以及连接所述第三电极和所述相邻第一电极中的一第一电极的连接线，所述第三电极包括一边缘，所述边缘包括延伸出所述第三电极的底边的第一边缘；

[0026] 在所述第一导电层上形成绝缘层；

[0027] 形成贯穿所述绝缘层并暴露出所述第三电极的边缘的第一开口，同时形成定义发光区域的第二开口；

[0028] 在所述第二开口中沉积有机发光层；

[0029] 沉积一第二导电层，所述第二导电层在所述第三电极第一边缘处断开，即形成每个发光单元的第二电极，且相互不连接；其中，所述第二导电层的一部分与第三电极连接，进而与其中一发光单元的有机发光层电连接；第二导电层的另一部分不与第三电极连接，但与另一发光单元的有机发光层电连接。

[0030] 优选地，所述方法还包括：在所述第一导电层上形成第一绝缘层，所述第一绝缘层局部覆盖所述第一电极和第三电极，图案化所述第一绝缘层形成过孔，所述第一绝缘层可包含多个氧化硅层或氮化硅层；

[0031] 在第一绝缘层上形成第三导电层，图案化所述第三导电层形成多个第四电极，所述第四电极局部覆盖所述第一绝缘层，所述第四电极通过所述过孔与第一电极连接；

[0032] 形成覆盖所述第四电极和所述第一绝缘层的第二绝缘层，图案化所述第二绝缘层形成暴露出所述第四电极的所述第二开口，所述第二绝缘层可包含多个氧化硅层或氮化硅层；

[0033] 其中，所述绝缘层包括所述第一绝缘层和所述第二绝缘层；所述有机发光层，局部覆盖所述第四电极。

[0034] 优选地，所述第三电极为多层结构，包括依次位于所述基板上的多层子电极，至少有一层子电极的边缘延伸出最底层子电极的边缘。

[0035] 优选地，所述第三电极为单层结构，包含一边缘侧边，所述第三电极的边缘侧边与其底边夹角大于90度。由于两者的夹角大于90度，那么在后续工艺蒸镀第二电极时，能够使得相邻的两个发光单元的第二电极相互断开。

[0036] 优选地，所述连接线位于所述第一开口区域之外的绝缘层下，并连接所述第三电极和所述第二发光单元的第一电极。

[0037] 优选地，所述第四电极的材料为透明导电氧化物材料或金属材料，例如，透明导电氧化物可以为ITO(氧化铟锡)、ZnO等。

[0038] 优选地，沉积一有机发光层，此沉积工艺中，采用精细金属掩膜罩FMM，蒸镀形成有机发光层。

[0039] 优选地，所述沉积一第二电极层的过程中，采用开放式掩膜罩(Open Mask)蒸镀形成，此蒸镀工艺中，采用的是普通的Open Mask，由于所述第三电极和所述第二发光单元的第一电极在显示区为非连续，相邻的发光单元(从剖面图可见)是独立结构，且第三电极的边缘侧边与其底边夹角大于90度，由于两者的夹角大于90度，由于两者的夹角大于90度，那么即使在使用Open Mask蒸镀第二电极层时，也能保证能够使得相邻的两个发光单元的第

二电极相互断开。此过程采用了普通的开放式掩膜罩(Open Mask)替代了现有技术中采用精细金属掩膜罩FMM,工艺成本上和产品的良率得到较大的提高。

[0040] 优选地,所述第二电极覆盖所述有机发光层和所述第二绝缘层。

[0041] 根据本发明的一个示范性的实施例,提供一种有机发光装置的制备方法,该方法包括上述发光面板的制备方法。

[0042] 根据以上的技术方案,当采用Open Mask蒸镀第二电极时,可能会使第三电极的边缘侧边会有第二发光单元的第二电极的残留,使得相邻的两个发光单元的第二电极在第三电极的边缘处相连接,如此会导致整个OLED发光装置的短路而不发光,对于出现此情况。本发明提供了一种解决此问题的方法。

[0043] 当,每个发光单元的第二电极是否在第三电极的边缘处断开,是未知道的情况,则需要去检测是否会出现短路情况,根据本发明的一个示范性的实施例,本发明提供了一种有机发光面板的短路检测以及修复方法,该检测方法包括:

[0044] 在任意两个发光单元的第二电极之间施加一测试电压,并使得所述两个发光单元的第二电极之间串联的有机发光层被施加反向电压。其中使得有机发光层是被施加反向电压,是由所施加的测试电压所带来的,即,当施加的测试电压与有机发光层的极性相反,而有机发光层本身具有反向截止电压的功能,这样对于有机发光层而言,就是相当于被施加了一反向电压。

[0045] 优选地,该检测方法可以为:在第一发光单元的第二电极和与所述第一发光单元相邻的第二发光单元的第二电极上施加测试电压,并使得第二发光单元的有机发光层上被施加一反向电压。检测所述第一发光单元的第二电极和所述第二发光单元的第二电极之间是否有电流产生,以判断所述第一发光单元的第二电极和所述第二发光单元的第二电极是否在所述第三电极的边缘处断开。若是检测到电流,说明第一发光单元的第二电极和所述第二发光单元的第二电极在所述第三电极的边缘处未断开;反之,若没有检测到电流,则说明两者在第三电极的边缘处断开。

[0046] 在本发明一优选实施例中,每个发光有机层的极性均为上部为阴极、下部为阳极结构,可以采用在发光有机层所属的发光单元的第二电极上施加一正电压,而在另一发光单元的第二电极上施加一负电压,使得两发光单元之间的有机发光层上都相当于被施加了反向电压。

[0047] 在本发明另一优选实施中,每个发光有机层的极性均为上部为阴极、下部为阳极结构,相邻的第一发光单元和第二发光单元,第一发光单元的第二电极与第三电极连接、第二发光单元的第二电极与另一第三电极连接,如此以来,可以采用在第一发光单元所连接的第三电极上施加一负电压、第二发光单元所连接的另一第三电极上施加一正电压,使得第二发光单元的有机发光层上相当于被施加了一反向电压。

[0048] 以上检测方法,当施加了测试电压后,观察是否形成通路;如形成通路,则判断,发光单元的第二电极在第三电极的边缘处未断开,其原因为第三电极的边缘侧边上留有相邻的发光单元的第二电极的残留部分,会形成存在短路;如不形成通路,则判断,发光单元的第二电极在第三电极的边缘处断开,各个串联的OLED器件相互间没有短路问题。

[0049] 如形成通路则说明,若发光单元的第二电极在第三电极的边缘处未断开,即第三电极的边缘侧边上留有相邻的发光单元的第二电极的残留部分,如此会导致整个OLED发光

装置的短路,继而进行相应的修复,具体方法包括:

[0050] 在相邻的第一发光单元的第二电极和第二发光单元的第二电极之间由小至大逐渐增大施加一修复电压,并使得第二发光单元的有机发光层被施加反向电压,同时将所述第二导电层在所述第三电极边缘处烧毁断开。其中修复电压不能过大,以免使得有机发光层被击穿。

[0051] 在本发明一优选实施例中,每个发光有机层的极性均为上部为阴极、下部为阳极结构,相邻的第一发光单元和第二发光单元,第一发光单元的第二电极与第三电极连接、第二发光单元的第二电极与另一第三电极连接,如此以来,可以采用在第一发光单元所连接的第三电极上施加一负电压、第二发光单元所连接的另一第三电极上施加一正电压,使得第二发光单元的有机发光层上相当于被施加了一反向电压;如此逐渐由小至大地增大负电压,使得第二导电层在第三电极边缘处断开,即使得第三电极的边缘侧边上留有相邻的第二发光单元的第二电极的残留部分完全烧毁,形成断路。

[0052] 根据本发明的一个示范性的实施例,本发明提供了一种有机发光装置的短路检测以及修复方法,该方法包括上述有机发光面板的短路检测以及修复方法。

[0053] 上述检测和修复的方法的原理为:因为OLED器件为二极管,反向截止电流,将相邻的两发光单元的第二电极上施加一电压,并使得两发光单元之间串联的有机发光层上被施加一反向电压,此时电流必然会从第三电极边缘侧边经过,而若第三电极的边缘侧边处有相邻的发光单元的第二电极的残留部分,此处则为是整个通路中电阻最大的位置,故逐渐增加电压直至烧毁此处的相邻的发光单元的第二电极的残留部分,使得整个电路处于断路状态,没有电流流过,从而保证了各个串联的OLED器件相互间没有短路问题。

[0054] 由经上述的技术方案可在,与现有技术相比,本发明公开了一种制备方法简单、成本较低的机发光面板和装置、及其制备、短路检测和短路修复方法,该有机发光面板包括至少两个发光单元、至少一个第三电极,其中第三电极包括一边缘,所述边缘包括延伸出所述第三电极底边的第一边缘,相邻发光单元的第二电极位于同一层并在第三电极边缘处断开。该有机发光装置中各个发光单元之间为串联设计,保证了整体亮度比较均匀,制备方法简单易行,并且第二电极的制备过程中采用的普通的Open Mask,从而保证了工艺过程中良率,且成本低,具备良好的可操作性,同时能够降低生产成本和提高生产效率。

附图说明

[0055] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0056] 图1a为OLED发光装置的并联设计的等效电路图;

[0057] 图1b为OLED发光装置的串联设计的等效电路图;

[0058] 图1c为现有技术中OLED发光装置的串联设计的制备流程示意图;

[0059] 图1d为现有技术中OLED发光装置的优化的串联设计的制备流程的示意图;

[0060] 图2a-2d为实施例一、二公开的一种OLED发光面板及其制备流程示意图;

[0061] 图2a' 为图2a平面俯视图;

- [0062] 图3a-3d为实施例三、四公开的另一种OLED发光面板及其制备流程示意图；
- [0063] 图3a' 为图3a平面俯视图；
- [0064] 图3e为图3d平面俯视图；
- [0065] 图4为实施例五公开的双层第三电极结构示意图；
- [0066] 图5为实施例六公开的OLED发光装置检测和修复方法示意图；
- [0067] 图6为实施例六公开的另一OLED发光装置检测示意图。

具体实施方式

[0068] 下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0069] 本发明公开了一种制备方法简单、成本较低的机发光面板和装置、及其制备、短路检测和短路修复方法，该有机发光OLED装置中有机发光面板包括至少两个发光单元、至少一个第三电极，其中第三电极包括一边缘，边缘包括延伸出第三电极底边的第一边缘，相邻发光单元的第二电极位于同一层并在第三电极边缘处断开。由于边缘包括延伸出第三电极底边的第一边缘，那么在后续工艺蒸镀第二电极时，能够使得相邻的两个发光单元的第二电极，在第三电极边缘处相互断开，第三电极和另一发光单元的第一电极在显示区为非连续，在非显示区电连接。该有机发光装置中各个发光单元之间为串联设计，保证了整体亮度比较均匀，制备方法简单易行，并且第二电极的制备过程中采用的普通的Open Mask，从而保证了工艺过程中良率，且成本低，具备良好的可操作性，同时能够降低生产成本和提高生产效率。

[0070] 实施例一

[0071] 如图2a-2d所示，本发明公开了一种有机发光OLED面板，包括：一基板10；以及位于基板10上的多个相邻的发光单元。图中以仅示出其中的两个相邻的发光单元，即第一发光单元11、第二发光单元22，其他发光单元未示出。该有机发光OLED面板还包括第三电极31，位于相邻的发光单元（即第一发光单元11、第二发光单元22）之间。当然，由于图中仅示出其中的两个相邻的发光单元，在第二发光单元和与之相邻的发光单元（图中未示出）之间还可以设置有第三电极。还包括用于连接第一发光单元11和第二发光单元22的连接线M。

[0072] 参考图2d，第一发光单元11包括依次位于基板上10的第一电极120、有机发光层130、第二电极140、包围第一发光单元11的绝缘层150。

[0073] 参考图2d，第二发光单元22包括依次位于基板上10的第一电极220、有机发光层230、第二电极240、包围第二发光单元22的绝缘层250。

[0074] 参考图2a、2b，位于所述相邻发光单元之间的第三电极31，与第一电极120、220位于同一层，第三电极31包括延伸出第三电极31底边N的第一边缘A1。

[0075] 参考图2a、2b，贯穿相邻发光单元之间的绝缘层的第一开口K1，第一开口K1（图中虚线框所示）暴露出第三电极31的第一边缘A1。

[0076] 参考图2d，第一发光单元11的第二电极140与第二发光单元22的第二电极240位于同一层并在第三电极31的边缘处断开，形成断裂区，见图2a'。第一发光单元11的第二电极

140与第三电极31连接,第三电极31与第二发光单元22的第一电极220电连接。

[0077] 参考图2a、2a',用于连接第一发光单元11和第二发光单元22的连接线M,连接线M和第一电极120、220位于同一层的;连接线M位于第一开口K1区域之外的绝缘层150、250下,连接线M经过非显示区DD,并连接第三电极31和第二发光单元22的第一电极220。

[0078] 实施例二

[0079] 在上述实施例的基础上,本发明实施例二公开了一种有机发光OLED面板的制备方法,其制备流程如图2a-2d所示。其具体的制备流程为:

[0080] 提供一基板10;

[0081] 如图2a、2a'所示,依次在基板10上形成第一导电层(图中未示出),图案化第一导电层形成至少两个相邻的第一电极120、220(本实施例中以仅以两个相邻的第二电极为例,但不限于此),位于相邻第一电极120、220之间的第三电极31,以及连接第三电极31和相邻第一电极120、220中的一第一电极的连接线M,第三电极包括延伸出所述第三电极31的底边N的第一边缘A1;

[0082] 如图2b所示,在所述第一导电层上形成绝缘层150、250;

[0083] 如图2b所示,形成贯穿绝缘150、250层并暴露出第三电极31的边缘的第一开口K1,同时形成定义发光区域的第二开口F;

[0084] 如图2c所示,在所述第二开口F中沉积有机发光层130、230;

[0085] 如图2d所示沉积一第二导电层,第二导电层在第三电极31边缘处断开,即形成每个发光单元的第二电极140、240,且相互不连接;其中,第二导电层在第三电极边31缘处断开,被分为两部分。第二导电层的一部分与第三电极31连接,进而与第一发光单元11的有机发光层130电连接;第二导电层的另一部分不与第三电极31连接,但与第二发光单元22的有机发光层230电连接。

[0086] 实施例三

[0087] 在上述实施例的基础上,本发明另公开了另一实施例,如图3a-3e所示,本发明公开了一种有机发光OLED面板,包括:一基板110;以及位于基板110上的多个相邻的发光单元。图中以仅示出其中的两个相邻的发光单元,即第一发光单元101、第二发光单元201,其他发光单元未示出。该有机发光OLED面板还包括第三电极112,位于相邻的发光单元(即第一发光单元101、第二发光单元201)之间。当然,由于图中仅示出其中的两个相邻的发光单元,在第二发光单元和与之相邻的发光单元(图中未示出)之间还可以设置有第三电极212。

[0088] 其中第一发光单元101包括:第一电极111,通常为金属材料;第一绝缘层113;第四电极114,其材料为透明导电氧化物材料或金属材料,例如,透明导电氧化物可以为ITO(氧化铟锡)、ZnO等;第二绝缘层115;有机发光层116;第二电极117。其中,第四电极114为第一发光单元的阳极/阴极;第二电极117为第一的发光单元的阴极/阳极。

[0089] 第二发光单元201包括:第一电极211,通常为金属材料;第一绝缘层213;第四电极214,其材料为透明导电氧化物材料或金属材料,例如,透明导电氧化物可以为ITO(氧化铟锡)、ZnO等;第二绝缘层215;有机发光层216;第二电极217。其中,第四电极214为第一发光单元的阳极,且为金属材料;第二电极217为第一的发光单元的阴极/阳极。

[0090] 如图3a、3a'所示,第一发光单元101、第二发光单元201、第三电极112、第三电极212(第三电极位于两个相邻的发光单元之间,单层)及用于连接第一发光单元101和第二发

光单元201的连接线L,设置于基板110上,其中第一发光单元101、第二发光单元201位于显示区AA,连接线L位于非显示区DD区。第一发光单元101包括第一电极111,第二发光单元包括第一电极211。第一电极111、第三电极112、第一电极211、第三电极212及连接线L位于同一层。

[0091] 继续参考图3a,第三电极112还包括延伸出第三电极底边D1的第一边缘A,同时,第三电极112包括一边缘侧边B1,边缘侧边B1与第三电极底边D1的夹角 θ 大于90度;第三电极212的边缘侧边B2与其底边D2的夹角 θ 大于90度,由于第三电极的边缘侧边与其底边的夹角 θ 大于90度,那么在后续工艺蒸镀第二电极时,能够使得相邻的两个发光单元的第二电极117和第二电极217在第三电极的边缘处相互断开。

[0092] 如图3b、3e(部分器件未示出)所示,相邻的两发光单元第一发光单元101、第二发光单元201。第三电极112和第二发光单元201的第一电极211在显示区AA为非连续,如图3a'所示,在显示区AA中,第一发光单元101和第二发光单元201会形成一断裂区;但在非显示区DD通过连接线L相互连接,连接线L连接第三电极112和第二发光单元201的第一电极211。从剖面图3b可知,相邻的发光单元的第一发光单元101和第二发光单元201各自是独立结构,由于相邻的发光单元为串联结构,故第三电极112需要与第二发光单元201的第一电极211电连接,以保证整个面板为通路。为了保证较高的开口率,具体方法为,例如,如图3a、3a'、3b、3e所示,将第三电极112和第二发光单元201的第一电极211在非显示区DD通过连接线L连接,形成通路,其中连接线L位于第一开口区K区域之外的绝缘层下,如图3a'所示。如此每每相邻的发光单元的相互连接,从而形成所有的发光单元的串联。

[0093] 如图3b所示,第一发光单元101包括:第一绝缘层113,局部覆盖第一电极111和第三电极112,第一绝缘层113可包含多个氧化硅层。

[0094] 第四电极114,设置在第一绝缘层113和有机发光层116之间,第四电极114以过孔与第一电极111电连接、与有机发光层116连接,第四电极114材料为透明导电氧化物ITO。

[0095] 第二绝缘层115,局部覆盖第四电极114和第一绝缘层113,第二绝缘层115包含多个氮化硅层。

[0096] 如图3c所示,有机发光层116,局部覆盖第四电极114。

[0097] 如图3b、图3d所示,第二电极117,覆盖有机发光层116、第二绝缘层115;第三电极112,局部覆盖第一电极111,第二电极112以第二开口H与有机发光层116连接。

[0098] 如图3b所示,第二发光单元201包括:第一绝缘层213,局部覆盖第一电极211和第三电极212,第一绝缘层213可包含多个氧化硅层。

[0099] 第四电极214,设置在第一绝缘层213和有机发光层216之间,第四电极214以过孔与第一电极211电连接,第四电极214材料为透明导电氧化物ITO。

[0100] 第二绝缘层215,局部覆盖第四电极214和第一绝缘层213,第二绝缘层215包含多个氮化硅层。

[0101] 如图3c所示,有机发光层216,局部覆盖第四电极214。

[0102] 如图3b、3d所示,第二电极217,覆盖有机发光层216、第二绝缘层215、第三电极212,局部覆盖第一电极211,第二电极212以第二开口H与有机发光层216连接。

[0103] 如图3b、3d的虚线部分所示,在第一发光单元101和第二发光单元201之间还存在,贯穿两发光单元之间的绝缘层的第一开口K,第一开口K暴露出第三电极112的边缘侧边B1,

其目的是为了保证相邻的两个发光单元的第二电极相互断开；其中，第一发光单元101的第二电极117与第二发光单元201的第二电极217位于同一层并在第三电极112边缘处断开，第一发光单元101的第二电极117与第三电极112连接。

[0104] 实施例四

[0105] 在上述实施例三的基础上，本发明另公开了另一实施例，即一种有机发光OLED面板的制备方法，其制备流程如图3a-3d所示。其具体的制备流程为：

[0106] 其中：以第一发光单元101的制备过程为例，第二发光单元201的制备与第一发光单元101是同步的，在此不再赘述。

[0107] 提供一基板110，

[0108] 依次在基板110上形成第一导电层(图中未示出)，图案化第一导电层形成至少两个相邻的第一电极(本实施中，仅列举两个相邻的发光单元为例)即第一发光单元101的第一电极111、相邻发光单元之间的第三电极112以及连接线L，其中连接线L位于第一开口K区域之外的绝缘层下，经过非显示区DD，并连接第三电极112和所述第二发光单元201的第一电极211；

[0109] 通过刻蚀，使得第三电极112包括延伸出第三电极底边D1的第一边缘A，并使得第三电极112的边缘侧边B1，与其底边D1夹角 θ 大于90度；

[0110] 在第一导电层上形成绝缘层，绝缘层包括第一绝缘层113和第二绝缘层115，具体制备过程为：依次在所述第一导电层上形成第一绝缘层113，第一绝缘层113局部覆盖第一电极111和第三电极112，图案化所述第一绝缘层113形成过孔，第一绝缘层113可包含多个氧化硅层或氮化硅层；

[0111] 形成贯穿所述绝缘层并暴露出第三电极112的第一边缘A的第一开口K，同时形成定义发光区域的第二开口H；

[0112] 在第一绝缘层113上形成第三导电层(图中未示出)，图案化第三导电层形成每一发光单元的第四电极114，第四电极114局部覆盖第一绝缘层113，第四电极114以过孔与第一电极111连接，其中第四电极114的材料为透明导电氧化物材料或金属材料，例如，透明导电氧化物可以为ITO(氧化铟锡)、ZnO等；

[0113] 在第四电极114上形成第二绝缘层115，图案化第二绝缘层115形成暴露出第四电极114的第二开口H，第二绝缘层115局部覆盖第四电极114和第一绝缘层113，第二绝缘层115可包含多个氧化硅层或氮化硅层；

[0114] 在第二开口H中蒸镀一有机发光层116，其局部覆盖所述第四电极114，此蒸镀工艺中，采用精细金属掩膜罩FMM，以形成有机发光层116；

[0115] 蒸镀一第二导电层，即为第二电极117。其中，第二导电层在第三电极的边缘处被分开两部分，一部分即第一发光单元的第二电极117与第三电极112连接，进而与有机发光层116电连接；第二导电层的另一部分即第二发光单元的第二电极217，进而与第二发光单元201的有机发光层216电连接，但不与第三电极112连接；

[0116] 其中，第二电极117，其覆盖有机发光层116和第二绝缘层115，此蒸镀第二电极117的过程中，采用开放式掩膜罩(Open Mask)，此蒸镀工艺中，采用的是普通的Open Mask，由于第三电极112和第二发光单元201的第一电极211在显示区AA为非连续，相邻的发光单元(从剖面图可见)是独立结构，且第三电极112的边缘侧边B1，与其底边D1夹角 θ 大于90度，由

于两者的夹角 θ 大于90度,那么即使在使用Open Mask蒸镀第二电极117时,也能保证能够使得相邻的两个发光单元的第二电极,在第三电极边缘处,相互断开。另外,此过程采用了普通的开放式掩膜罩(Open Mask)替代了现有技术中采用精细金属掩膜罩FMM,工艺成本上和产品的良率得到较大的提高;

[0117] 如图3d所示,通过上述步骤,进而形成贯穿相邻发光单元之间的绝缘层并暴露出第三电极112的第一边缘A的第一开口K,使得相邻发光单元,第二电极117与第二发光单元201的第二电极217位于同一层,并在第三电极112的边缘处断开,如图3a'所示,在显示区AA中,第一发光单元101和第二发光单元201会形成一断裂区;第三电极112与第二发光单元201的第一电极211连接。

[0118] 根据以上的技术方案,当采用Open Mask蒸镀第一发光单元101的第二电极117时,可能会使得第三电极112的边缘侧边B1上,会有第二电极层117的残留E,残留E可能会填堵第一开口K,如图5所示,如此会导致整个OLED发光装置的短路而不发光,对于出现此情况。

[0119] 实施例五

[0120] 在上述实施例一、三的基础上,本发明另公开了另一实施例,即一种有机发光OLED面板,与实施例一、三的有机发光OLED面板的结构不同之处在于:位于两个相邻的发光单元之间的第三电极,多层结构,包括依次位于基板上的多层子电极,至少有一层子电极的边缘延伸出最底层子电极的边缘。

[0121] 如图4(其他部件未示出)所示,本实施例以第三电极300,双层结构为例,其包括依次位于基板110上的双层子电极,第一子电极311、第二子电极312,其中第一子电极311的边缘延伸出,位于底层的第二子电极312的边缘。以使得第二导电层在第三电极300的第一子电极311的边缘处断开。

[0122] 实施例六

[0123] 在上述实施例的基础上,以实施例三为例,本发明的又一实施例中提供了一种解决上述短路问题的方法,即一种有机发光面板的短路检测和修复方法,如图5所示,其中,有机发光层116、216的极性均为上部为阴极(第二电极117相当于阴极)、下部为阳极结构(第四电极114相当于阳极),相邻的第一发光单元101和第二发光单元201,第一发光单元101的第二电极117与第三电极112连接、第二发光单元201的第二电极217与另一第三电极212连接,如此以来,在第一发光单元101的第二电极117与第二发光单元201的第二电极217之间施加电压,具体可以采用在第一发光单元101所连接的第三电极112上施加一负电压、第二发光单元201所连接的另一第三电极212上施加一正电压,使得第二发光单元201的有机发光层216上相当于被施加了一反向电压。

[0124] 其具体实施为方法:

[0125] 如图5所示,将第二发光单元201的第二电极213连接第一导线L1,连接正电压Test V+(初始的Test V+,十分小,为测试电压);

[0126] 将相邻两发光单元的第一电极之间的第三电极112连接第二导线L2,连接负电压Test V-(初始的Test V-,十分小,为测试电压),连接第三电极112和第二发光单元201的第二电极213;

[0127] 若如此连接第三电极112与第二发光单元201的第二电极213间,无法形成通路,说明第三电极112的边缘侧边B1上,不存在第二电极117的残留部分E,各个串联的OLED器件相

互间没有短路问题。

[0128] 如图5所示,检测是否短路时,正电压Test V+、负电压Test V-都是十分小的,即使为短路状态,也能够形成电路的暂时通路。

[0129] 如上述电路形成通路,则第三电极112的边缘侧边B1上,存在第二电极117的残留部分E,如此会导致整个OLED发光装置的短路,那么,具体的短路修复方法为:

[0130] 此时施加一修复电压,并使得第二发光单元的有机发光层被施加反向电压,具体可采用的方法为:将增大负电压Test V-,至第三电极112的边缘侧边B1上,不存在第二电极层117的残留部分E,完全烧毁,形成断路,即完成短路检测和修复。

[0131] 另外,做为本实施例一种较为优选的实施方式:当修复短路时,修复电压需要由小至大增加,以免电压过大会使得有机发光层被击穿,具体做法为:由小至大的增大负电压Test V-的绝对值,至第三电极112的边缘侧边B1上,不存在第二电极层117的残留部分E,完全烧毁,形成断路,即完成短路检测和修复。

[0132] 需要说明的是,本实施例中,第二发光单元201的第二电极213并非一定要施加正电压,第二发光单元201的第二电极213并非一定要施加负电压,只要第二发光单元201的第二电极213的电位比第二发光单元201的第二电极213的电位低,第二发光单元201的有机发光层216反向截止即可。

[0133] 以上实施方式的检测和修复短路中,是以有机发光层116、216的极性均为上部为阴极(第二电极117相当于阴极)、下部为阳极结构(第四电极114相当于阳极)为例而进行的。当出现相反情况时,即:有机发光层116、216的极性均为上部为阳极(第二电极117相当于阳极)、下部为阴极结构(第四电极114相当于阴极),此时检测方法和修复方式可为:可采用在第一发光单元101所连接的第三电极112上施加一正电压、第二发光单元201所连接的另一第三电极212上施加一负电压,使得第二发光单元201的有机发光层216上相当于被施加了一反向电压。其具体操作可以参照有机发光层的极性均为上部为阴极、下部为阳极结构而进行。

[0134] 由此可知,短路检测方法可为:在第一发光单元的第二电极和与相邻的第一发光单元相邻的第二发光单元的第二电极上施加测试电压,并使得第二发光单元的有机发光层上被施加一反向电压。检测第一发光单元的第二电极和第二发光单元的第二电极之间是否有电流产生,以判断第一发光单元的第二电极和第二发光单元的第二电极是否在第三电极的边缘处断开。若是检测到电流,说明第一发光单元的第二电极和第二发光单元的第二电极在第三电极的边缘处未断开;反之,若没有检测到电流,则说明两者在第三电极的边缘处断开。

[0135] 在上述实施例六的基础上,本发明还公开一另一种有机发光面板的短路检测方法,具体方法为:在任意两个发光单元的第二电极之间施加一测试电压,并使得所述两个发光单元的第二电极之间串联的有机发光层被施加反向电压。其中使得有机发光层是被施加反向电压,是由所施加的测试电压所带来的,即,当施加的测试电压与有机发光层的极性相反,而有机发光层本身具有反向截止电压的功能,这样对于有机发光层而言,就是相当于被施加了一反向电压。

[0136] 如图6所示,图中仅示出三个发光单元,第一发光单元101、第二发光单元201、第三发光单元301,但不限于此。

[0137] 本实施方式与实施例六中的检测短路方法不同之处在于：在第一发光单元101和第三发光单元301的第二电极之间施加一测试电压，并使得所述两个发光单元的第二电极之间串联的有机发光层被施加反向电压。

[0138] 上述测试和修复的方法的原理为：以实施例六为例，进行阐释。如图5所示，因为OLED器件为二极管，反向截止电流 I ，若将相关节点（第三电极）引出至非显示区DD后，针对第三电极112、212处，分别加一反向电压Test V^- 和一正向电压Test V^+ ，此时电流 I 必然会从第三电极112的边缘侧边B1经过，而若第三电极112的边缘侧边B1的第二电极117的残留部分E，此处则为是整个通路中电阻最大的位置，故逐渐增加电压Test V^- 直至烧毁此处的第二电极117的残留部分E，使得整个电路处于断路状态，没有电流流过，从而保证了各个串联的OLED器件相互间没有短路问题。

[0139] 本说明书中各个部分采用递进的方式描述，每个部分重点说明的都是与其他部分的不同之处，各个部分之间相同相似部分互相参见即可。

[0140] 对所公开的实施例的上述说明，使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的，本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下，在其它实施例中实现。因此，本发明将不会被限制于本文所示的实施例，而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

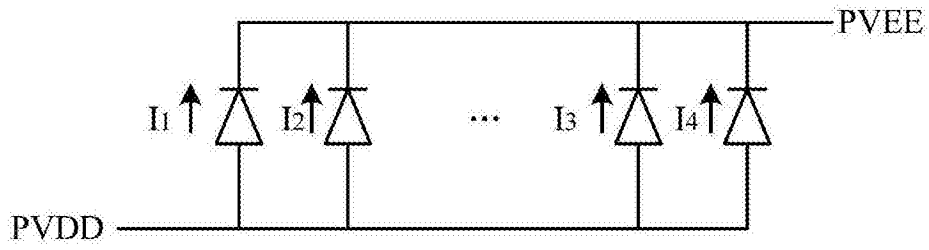


图1a

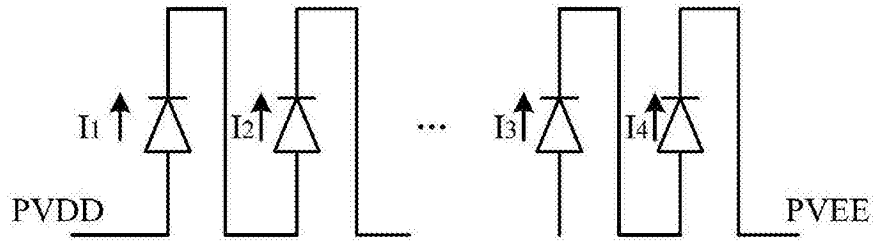


图1b

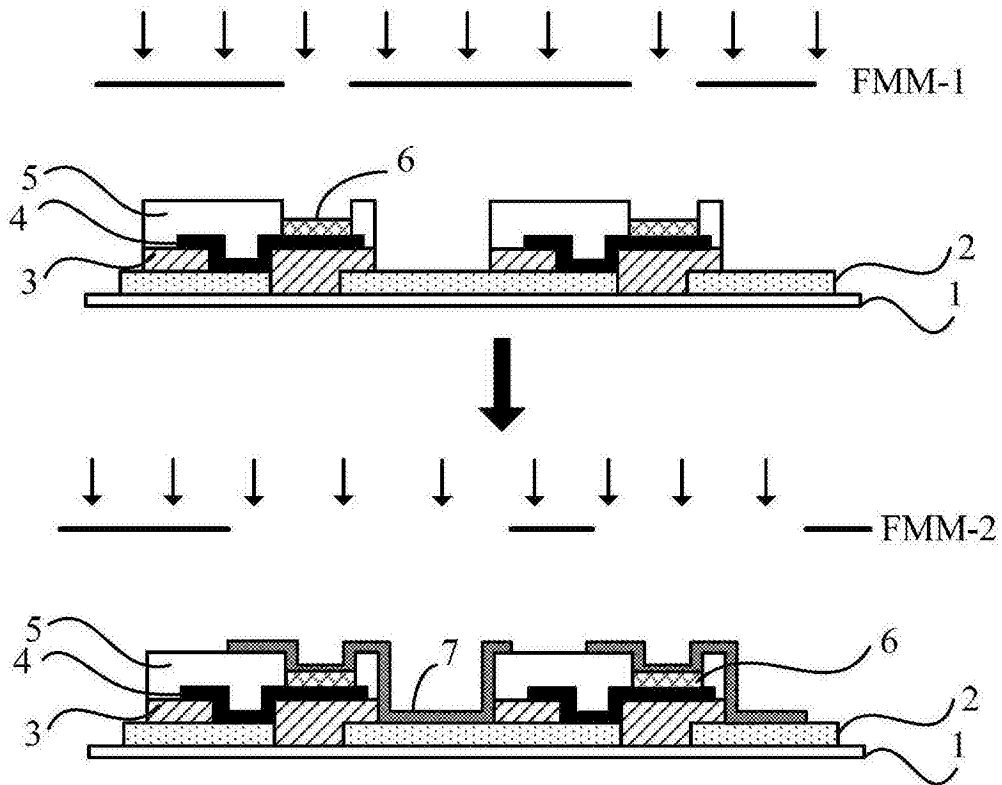


图1c

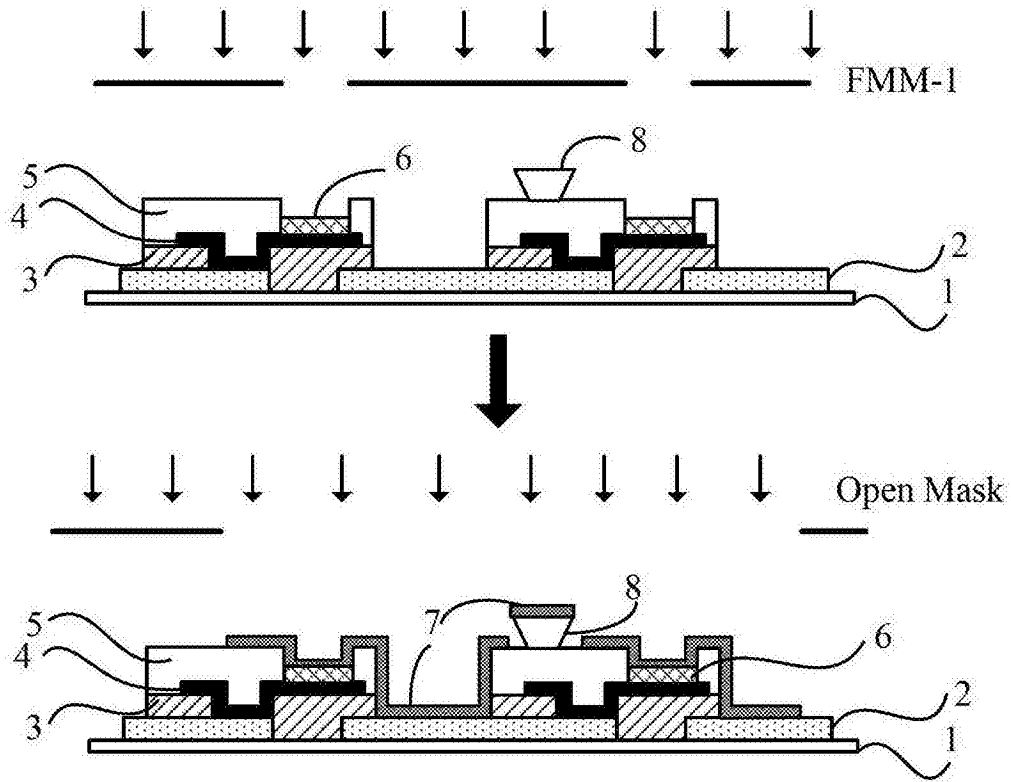


图1d

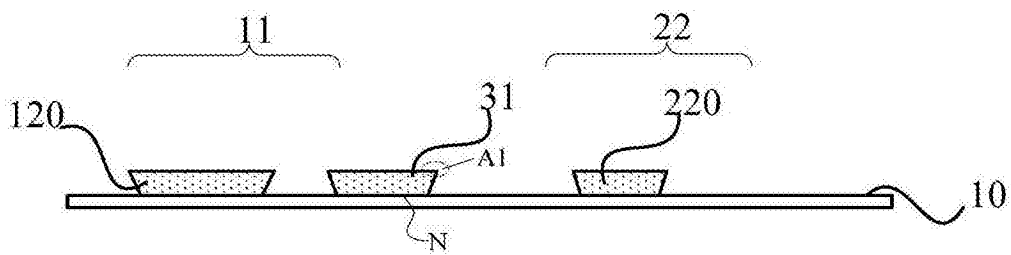


图2a

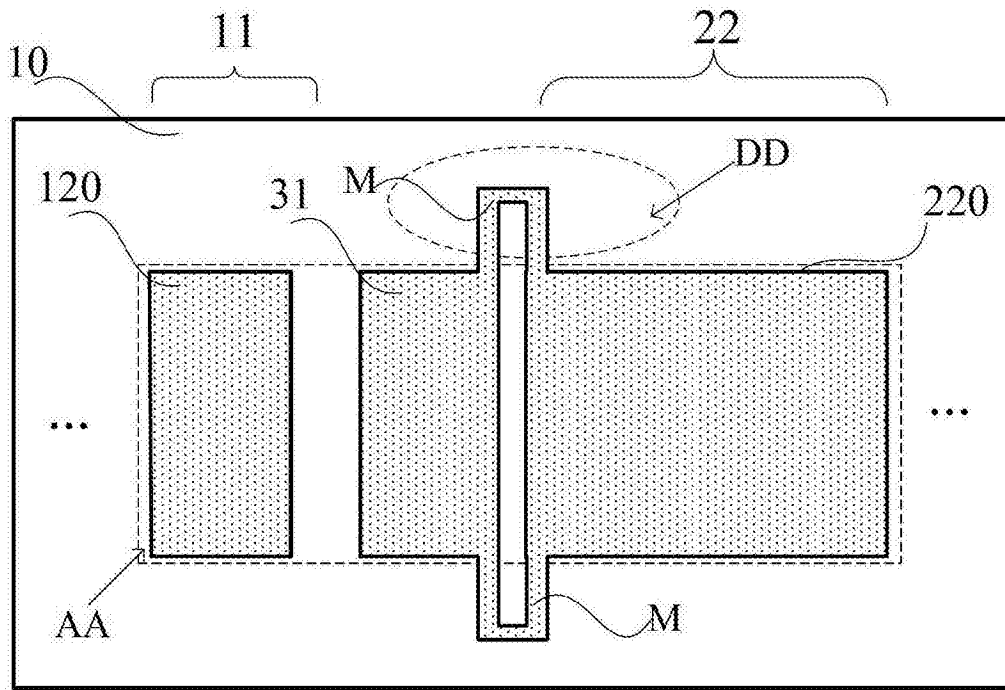


图2a'

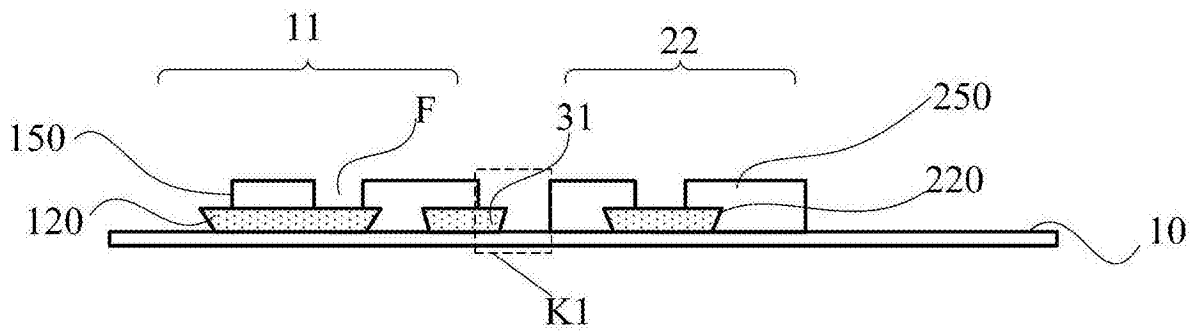


图2b

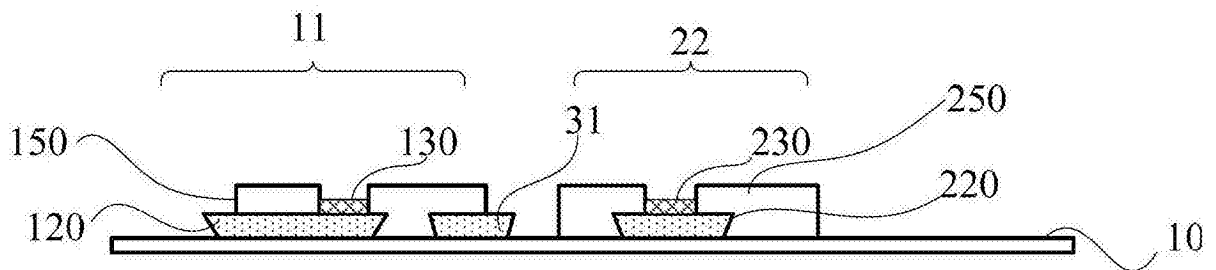


图2c

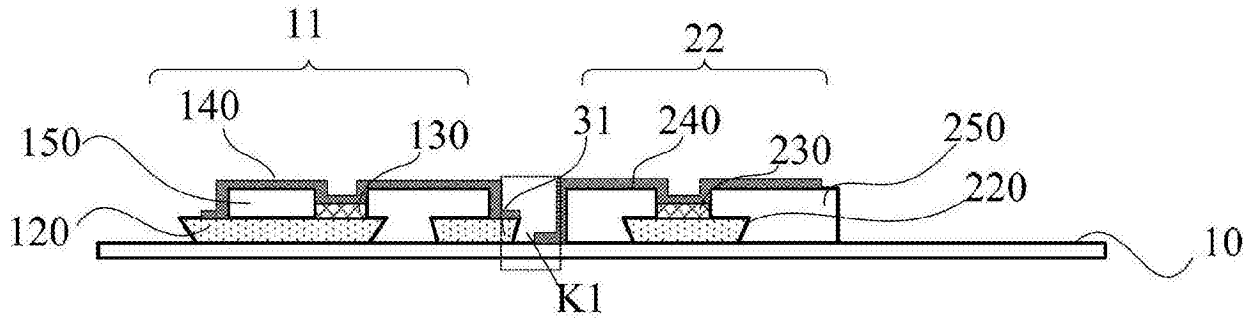


图2d

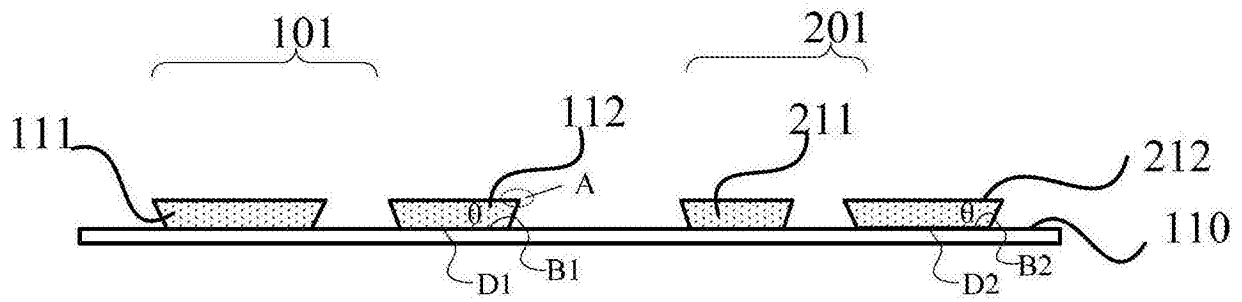


图3a

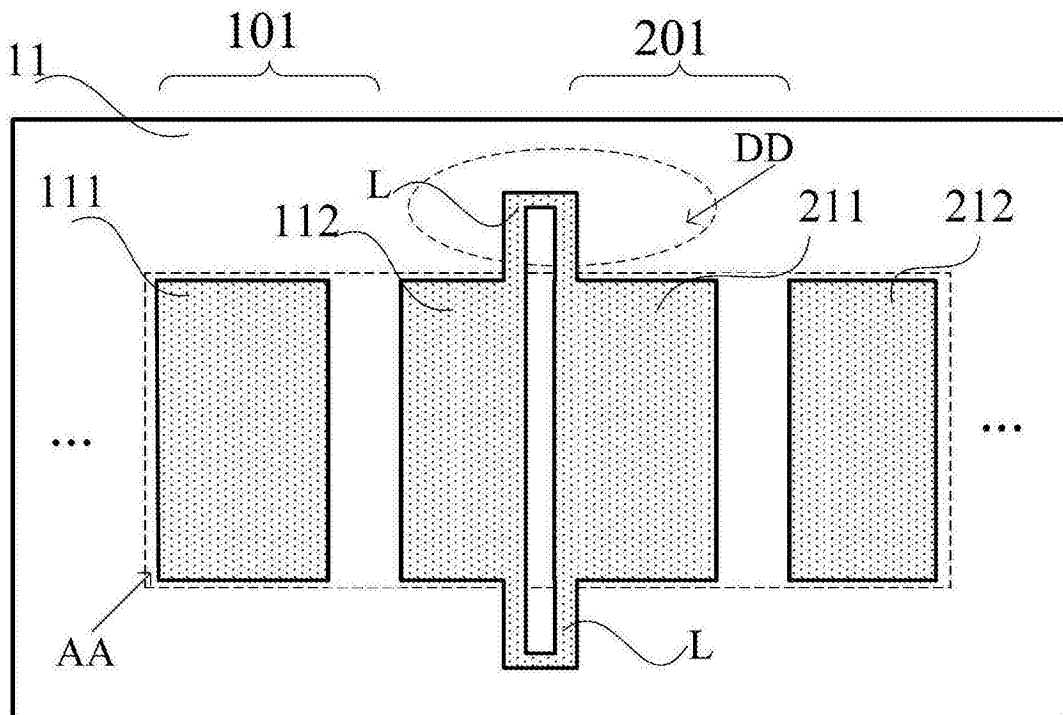


图3a'

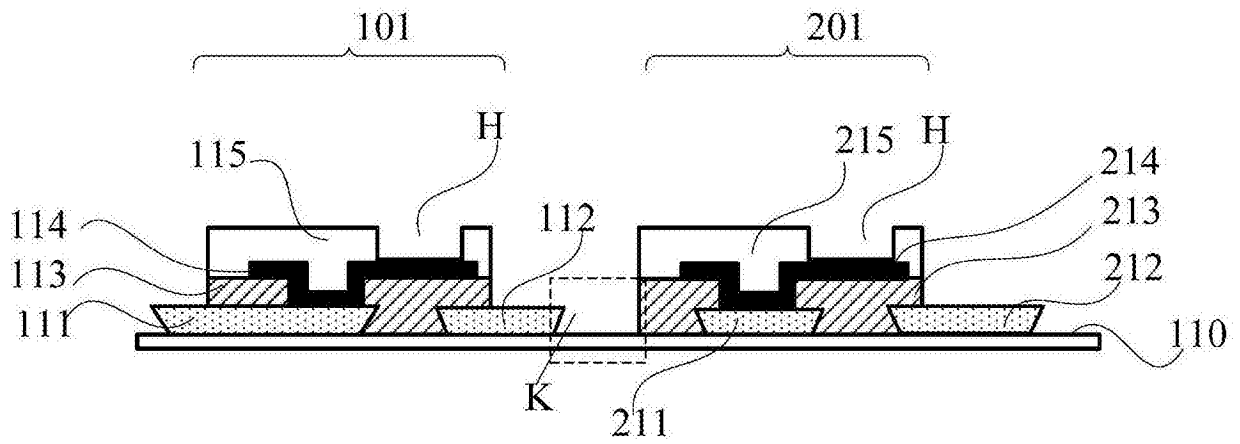


图3b

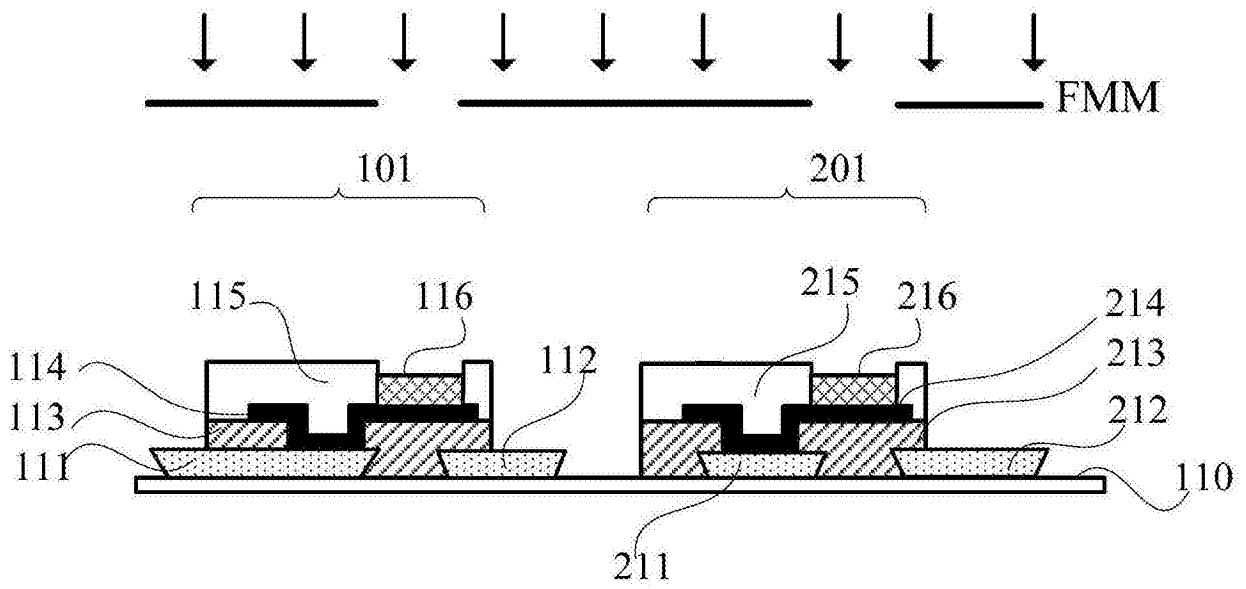


图3c

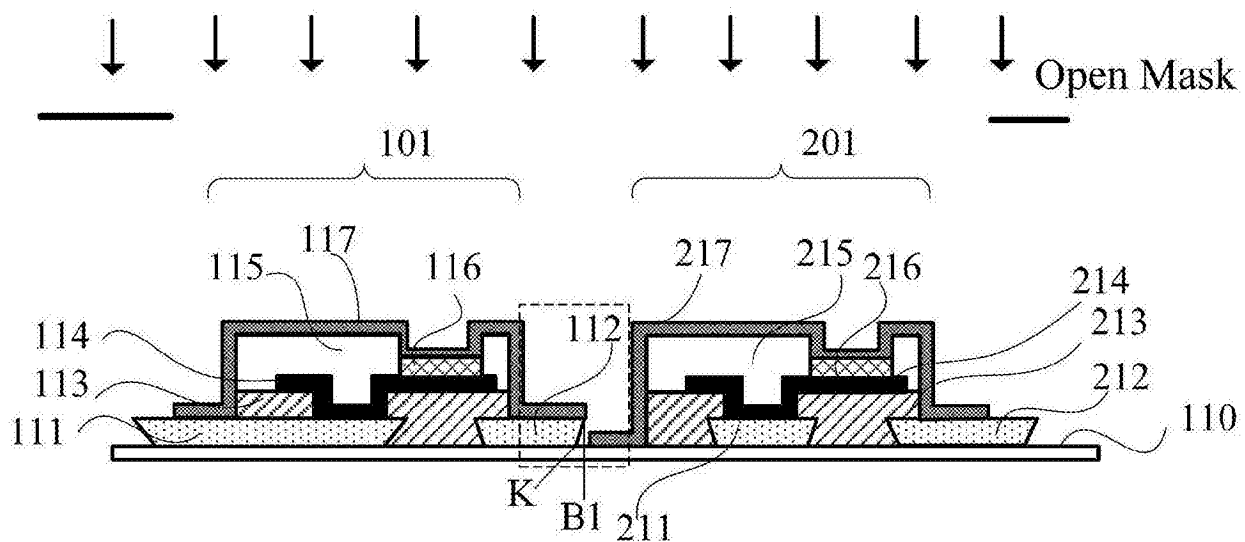


图3d

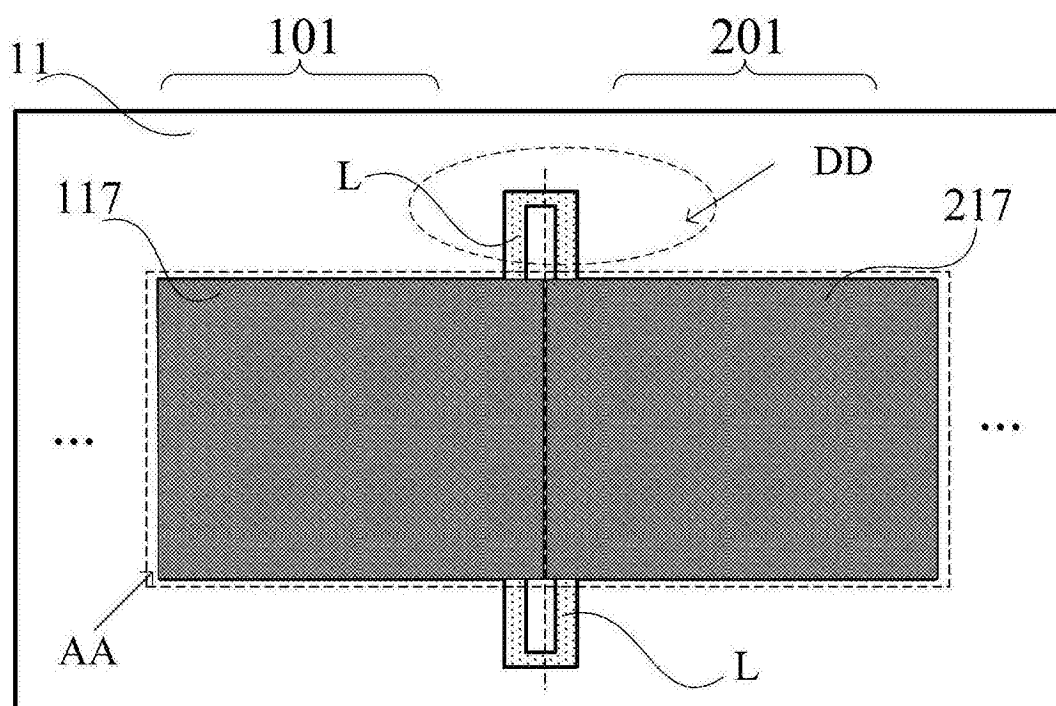


图3e

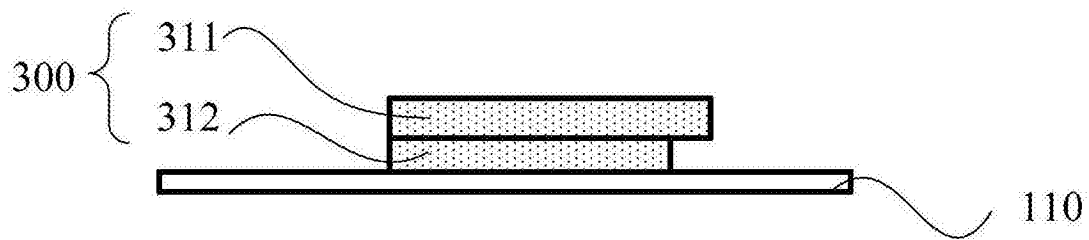


图4

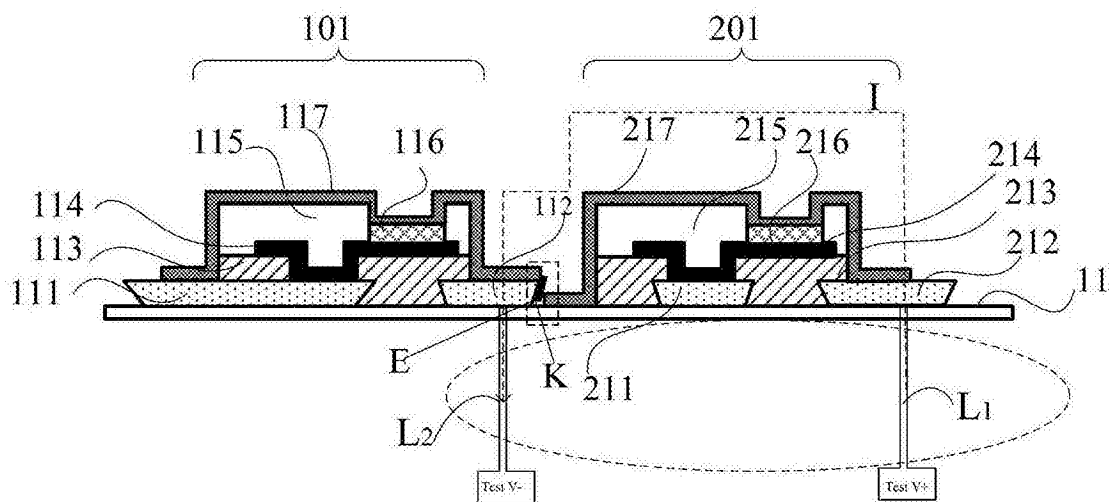


图5

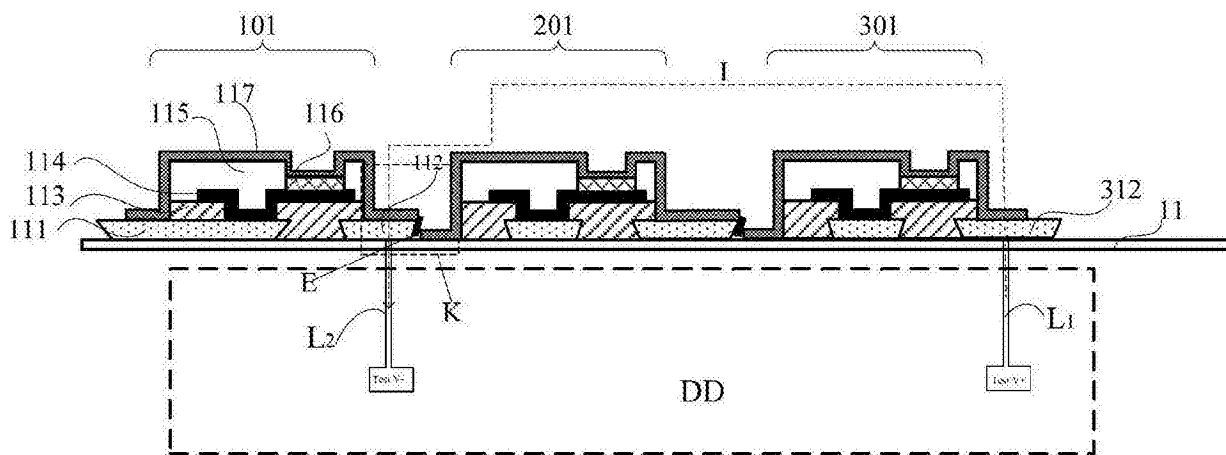


图6

专利名称(译)	有机发光面板和装置、及其制备、短路检测和短路修复方法		
公开(公告)号	CN103928488B	公开(公告)日	2017-04-05
申请号	CN201310245145.3	申请日	2013-06-19
[标]申请(专利权)人(译)	上海天马微电子有限公司 天马微电子股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	上海天马微电子有限公司 天马微电子股份有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	上海天马微电子有限公司 天马微电子股份有限公司		
[标]发明人	顾寒昱 曾章和 钱栋 张通		
发明人	顾寒昱 曾章和 钱栋 张通		
IPC分类号	H01L27/32 H01L51/52 H01L51/56 G01R31/02		
审查员(译)	王鹏飞		
其他公开文献	CN103928488A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种制备方法简单、成本较低的有机发光面板和装置、及其制备、短路检测和短路修复方法，该有机发光OLED面板包括至少两个发光单元、至少一个第三电极，其中第三电极包括一边缘，边缘包括延伸出第三电极底边的第一边缘，相邻发光单元的第二电极位于同一层并在第三电极边缘处断开。该有机发光面板中各个发光单元之间为串联设计，保证了整体亮度比较均匀，制备方法简单易行，并且第二电极的制备过程中采用的普通的Open Mask，从而保证了工艺过程中良率，且成本低，具备良好的可操作性，同时能够降低生产成本和提高生产效率。

