



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106784377 A

(43)申请公布日 2017. 05. 31

(21)申请号 201611238279.2

H01L 27/12(2006.01)

(22)申请日 2016.12.28

H01L 21/77(2017.01)

(71)申请人 上海天马有机发光显示技术有限公司

地址 200120 上海市浦东新区龙东大道
6111号1幢509室

申请人 天马微电子股份有限公司

(72)发明人 金健 苏聪艺

(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 胡彬

(51)Int. Cl.

H01L 51/52(2006.01)

H01L 51/56(2006.01)

H01L 27/32(2006.01)

权利要求书3页 说明书8页 附图10页

(54)发明名称

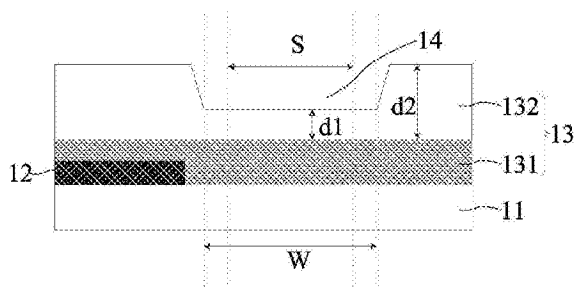
一种柔性显示面板、显示装置和柔性显示面板的制作方法

(57)摘要

本发明实施例公开了一种柔性显示面板、显示装置和柔性显示面板的制作方法。其中，柔性显示面板包括：柔性基板；有机发光层，位于所述柔性基板一侧；薄膜封装层，位于所述有机发光层背离所述柔性基板的一侧，所述薄膜封装层包括至少一个有机封装层和至少一个无机封装层；其中，所述柔性显示面板包括至少一个弯折区，所述弯折区内至少一有机封装层在远离所述有机发光层的一侧形成有至少一个凹陷部，且所述

凹陷部的底面宽度W取值为 $W \geq \frac{n}{180^\circ} \pi R$ ，其

中n为弯折区的最大弯折角度， $0^\circ < n \leq 180^\circ$ ，R为弯折区的弯折半径。本发明实施例提供的技术方案，有效减小了显示面板弯折时弯折区的应力，提高显示面板的弯曲性能。



1. 一种柔性显示面板,其特征在于,包括:
柔性基板;
有机发光层,位于所述柔性基板一侧;
薄膜封装层,位于所述有机发光层背离所述柔性基板的一侧,所述薄膜封装层包括至少一个有机封装层和至少一个无机封装层;
其中,所述柔性显示面板包括至少一个弯折区,所述弯折区内至少一有机封装层在远离所述有机发光层的一侧形成有至少一个凹陷部,且所述凹陷部的底面宽度 W 取值为 $W \geq \frac{n}{180^\circ} \pi R$,其中 n 为弯折区的最大弯折角度, $0^\circ < n \leq 180^\circ$, R 为弯折区的弯折半径。
2. 根据权利要求1所述的柔性显示面板,其特征在于,所述凹陷部的底面宽度 $W = \pi R$ 。
3. 根据权利要求1所述的柔性显示面板,其特征在于,所述 R 的取值范围大于或等于0.1mm。
4. 根据权利要求1所述的柔性显示面板,其特征在于,所述有机封装层包括第一有机封装子层和第二有机封装子层,所述第一有机封装子层连续设置,所述第二有机封装子层在所述弯折区断开以形成所述至少一个凹陷部,其中所述第二有机封装子层设置在所述第一有机封装子层远离所述有机发光层的一侧。
5. 根据权利要求1所述的柔性显示面板,其特征在于,所述有机封装层通过喷墨工艺形成。
6. 根据权利要求1所述的柔性显示面板,其特征在于,所述薄膜封装层包括第一无机封装层、第二无机封装层和位于所述第一无机封装层与所述第二无机封装层之间的第一有机封装层,且所述第一无机封装层设置在所述有机发光层和所述第一有机封装层之间,其中,所述第一有机封装层在所述弯折区内形成有至少一个凹陷部。
7. 根据权利要求1所述的柔性显示面板,其特征在于,所述薄膜封装层包括依次设置在所述有机发光层背离所述柔性基板一侧的第一无机封装层、第一有机封装层、第二无机封装层、第二有机封装层和第三无机封装层,所述第一有机封装层或所述第二有机封装层在所述弯折区内形成有至少一个凹陷部。
8. 根据权利要求1所述的柔性显示面板,其特征在于,形成所述凹陷部的有机封装层的厚度为2~40 μm ,所述凹陷部的厚度为1~20 μm 。
9. 根据权利要求1所述的柔性显示面板,其特征在于,所述凹陷部的底面与所述凹陷部侧面的连接处通过第一弧形线过渡,和/或,所述凹陷部的侧面与所述有机封装层的非凹陷部表面的连接处通过第二弧形线过渡。
10. 根据权利要求9所述的柔性显示面板,其特征在于,所述第一弧形线与所述凹陷部底面形成的夹角 α 取值为 $0^\circ < \alpha \leq 70^\circ$ 。
11. 根据权利要求10所述的柔性显示面板,其特征在于,所述第二弧形线与所述有机封装层的非凹陷部表面形成的夹角 β 取值为 $0^\circ < \beta \leq 60^\circ$ 。
12. 根据权利要求9所述的柔性显示面板,其特征在于,所述第一弧形线与所述凹陷部底面形成的夹角 α 取值为 $15^\circ < \alpha \leq 70^\circ$ 。
13. 根据权利要求12所述的柔性显示面板,其特征在于,所述第二弧形线与所述有机封装层的非凹陷部表面形成的夹角 β 取值为 $15^\circ < \beta \leq 45^\circ$ 。

14. 根据权利要求1所述的柔性显示面板,其特征在于,在同一所述弯折区包括多个凹陷部时,所述多个凹陷部沿其延伸方向平行设置。

15. 根据权利要求1所述的柔性显示面板,其特征在于,所述有机封装层的材料为亚克力、环氧树脂或有机硅材料中的任意一种。

16. 根据权利要求1-15任一所述的柔性显示面板,其特征在于,所述柔性显示面板包括显示区和围绕所述显示区的非显示区,在所述显示区和/或所述非显示区设置有所述弯折区。

17. 根据权利要求16所述的柔性显示面板,其特征在于,所述非显示区设置有周边电路,所述周边电路与所述弯折区在垂直于所述柔性基板的方向上至少部分重叠。

18. 根据权利要求16所述的柔性显示面板,其特征在于,所述显示区包括至少两个显示区域,所述弯折区设置在两个相邻的所述显示区域之间。

19. 根据权利要求18所述的柔性显示面板,其特征在于,所述显示区包括两个能够显示不同画面的显示区域,所述弯折区设置在所述两个能够显示不同画面的显示区域之间。

20. 根据权利要求16所述的柔性显示面板,其特征在于,所述凹陷部在所述有机发光层的投影位于相邻的两行或两列子像素之间。

21. 根据权利要求16所述的柔性显示面板,其特征在于,包括多个所述弯折区时,所述多个弯折区的凹陷部平行设置。

22. 根据权利要求16所述的柔性显示面板,其特征在于,所述凹陷部在其延伸方向上呈直线形或折线形设置。

23. 一种显示装置,其特征在于,包括权利要求1-22任一所述的柔性显示面板。

24. 一种柔性显示面板的制作方法,其特征在于,包括:

提供柔性基板;

在所述柔性基板上形成有机发光层;

在所述有机发光层背离所述基板的一侧上形成薄膜封装层,所述薄膜封装层包括至少一个有机封装层和至少一个无机封装层,其中所述柔性显示面板包括至少一个弯折区,所述弯折区内至少一有机封装层在远离所述有机发光层的一侧形成有至少一个凹陷部,且所述凹陷部的底面宽度 W 取值为 $W \geq \frac{n}{180^\circ} \pi R$,其中 n 为弯折区的最大弯折角度, $0^\circ < n \leq 180^\circ$, R 为弯折区的弯折半径。

25. 根据权利要求24所述的制作方法,其特征在于,所述凹陷部的底面宽度 $W = \pi R$ 。

26. 根据权利要求24所述的制作方法,其特征在于,所述有机封装层通过喷墨工艺制成。

27. 根据权利要求24或26所述的制作方法,其特征在于,形成所述有机封装层的步骤包括:

采用喷墨印刷的方式形成连续设置的第一有机封装子层,在所述第一有机封装子层背离所述基板的一侧采用喷墨印刷的方式形成第二有机封装子层,所述第二有机封装子层在所述弯折区断开以形成所述至少一个凹陷部。

28. 根据权利要求24所述的制作方法,其特征在于,形成所述有机封装层的步骤包括:

采用喷墨印刷的方式形成所述有机封装层,所述有机封装层在所述弯折区断开以形成

所述至少一个凹陷部。

一种柔性显示面板、显示装置和柔性显示面板的制作方法

技术领域

[0001] 本发明实施例涉及显示技术领域,尤其涉及一种柔性显示面板、显示装置和柔性显示面板的制作方法。

背景技术

[0002] 柔性显示技术作为显示领域的一种新技术受到了广泛的关注。现有柔性显示面板在弯曲时,由于显示面板厚度使得显示面板在弯折过程产生较大的弯折应力,较大的弯折应力容易造成显示面板的弯折区域出现裂纹,甚至发生断裂。

[0003] 图1是现有显示面板的一种结构示意图。参见图1,该显示面板包括:基板100,设置在基板100上的薄膜封晶体管层200、以及设置在薄膜晶体管层200上的有机发光层300。设置在有机发光层300上的封装层400、设置在封装层400上的偏振层500、以及设置在偏振层500上的覆盖窗。其中,薄膜封装层400包括第一封装层420和第二封装层440。第一封装层420由有机绝缘材料形成。第二封装层440可由树脂材料形成。第二封装层440在弯折区域的部分被去除,来减小弯折时的应力。但在弯折时,应力容易集中在600区域,不能有效地减小弯折区的应力,而且直接将第二封装层440在第二区域的部分去除,薄膜封装层的封装性能将明显降低。

发明内容

[0004] 本发明提供一种柔性显示面板、显示装置和柔性显示面板的制作方法,以有效减小显示面板弯折时弯折区的应力。

[0005] 第一方面,本发明实施例提供了一种柔性显示面板,包括:

[0006] 柔性基板;

[0007] 有机发光层,位于所述柔性基板一侧;

[0008] 薄膜封装层,位于所述有机发光层背离所述基板的一侧,所述薄膜封装层包括至少一个有机封装层和至少一个无机封装层;

[0009] 其中,所述柔性显示面板包括至少一个弯折区,所述弯折区内至少一有机封装层在远离所述有机发光层的一侧形成有至少一个凹陷部,且所述凹陷部的底面宽度W取值为

$W \geq \frac{n}{180^\circ} \pi R$,其中n为弯折区的最大弯折角度, $0^\circ < n \leq 180^\circ$,R为弯折区的弯折半径。

[0010] 第二方面,本发明实施例还提供了一种显示装置,该显示装置包括本发明任意实施例提供的柔性显示面板。

[0011] 第三方面,本发明实施例还提供了一种柔性显示面板的制作方法,该方法包括:

[0012] 提供柔性基板;

[0013] 在所述柔性基板上形成有机发光层;

[0014] 在所述有机发光层背离所述基板的一侧上形成薄膜封装层,所述薄膜封装层包括至少一个有机封装层和至少一个无机封装层,其中所述柔性显示面板包括至少一个弯折区,所述弯折区内至少一有机封装层在远离所述有机发光层的一侧形成有至少一个凹陷

部,且所述凹陷部的底面宽度W取值为 $W \geq \frac{n}{180^\circ} \pi R$,其中n为弯折区的最大弯折角度, $0^\circ < n \leq 180^\circ$,R为弯折区的弯折半径。

[0015] 本发明实施例提供的技术方案,由于弯折区内至少一有机封装层在远离有机发光层的一侧形成有至少一个凹陷部,凹陷部的形成,使得柔性显示面板在弯折区的厚度变薄,柔性显示面板的弯折区弯折时的应力减小。而且凹陷部的底面宽度W取值为 $W \geq \frac{n}{180^\circ} \pi R$,不会使弯折区弯折时产生的应力集中在凹陷部上,可以缓解应力集中程度,可释放凹槽部上的一部分应力。另外,本发明实施例相对于现有技术中将薄膜封装层中的一些膜层去除来减小应力,薄膜封装层的部分膜层适当做薄,不会被去除掉,可有效阻挡外界的水分和氧气透过薄膜封装层进入有机发光层,在减小弯折区的弯折应力的同时,保证薄膜封装层封装可靠。

附图说明

- [0016] 图1A是现有技术提供的一种显示面板的剖面示意图;
- [0017] 图1B是本发明实施提供的一种柔性显示面板的剖面示意图;
- [0018] 图1C是本发明实施提供的柔性显示面板一种弯折时的示意图;
- [0019] 图1D是本发明实施提供的柔性显示面板另一种弯折时的示意图;
- [0020] 图2A是本发明实施例提供的另一种柔性显示面板的剖面示意图;
- [0021] 图2B是本发明实施例提供的另一种柔性显示面板的剖面示意图;
- [0022] 图2C是本发明实施例提供的另一种柔性显示面板的剖面示意图;
- [0023] 图3A是本发明实施例提供的另一种柔性显示面板的剖面示意图;
- [0024] 图3B是本发明实施例提供的另一种柔性显示面板的俯视示意图;
- [0025] 图4A是本发明实施例提供的另一种柔性显示面板的剖面示意图;
- [0026] 图4B是本发明实施例提供的另一种柔性显示面板的剖面示意图;
- [0027] 图4C是本发明实施例提供的一种柔性显示面板的俯视示意图;
- [0028] 图4D是本发明实施例提供的另一种柔性显示面板的俯视示意图;
- [0029] 图5是本发明实施例提供的一种显示装置的结构示意图;
- [0030] 图6A是本发明实施例提供的一种柔性显示面板的制作方法的流程示意图;
- [0031] 图6B是本发明实施例提供柔性显示面板的制作方法各步骤对应的剖面示意图;
- [0032] 图6C是本发明实施例提供的另一种柔性显示面板的制作方法的流程示意图;
- [0033] 图6D是本发明实施例提供的另一种柔性显示面板的制作方法的流程示意图。

具体实施方式

[0034] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步的详细说明。可以理解的是,此处所描述的具体实施例仅仅用于解释本发明,而非对本发明的限定。另外还需要说明的是,为了便于描述,附图中仅示出了与本发明相关的部分而非全部结构。

[0035] 本发明实施例提供一种柔性显示面板,该柔性显示面板包括:

[0036] 柔性基板;

[0037] 有机发光层,位于柔性基板一侧;

[0038] 薄膜封装层,位于有机发光层背离柔性基板的一侧,薄膜封装层包括至少一个有机封装层和至少一个无机封装层;

[0039] 其中,柔性显示面板包括至少一个弯折区,弯折区内至少一有机封装层在远离有机发光层的一侧形成有至少一个凹陷部,且凹陷部的底面宽度 W 取值为 $W \geq \frac{n}{180^\circ} \pi R$,其中 n 为弯折区的最大弯折角度, $0^\circ < n \leq 180^\circ$, R 为弯折区的弯折半径。

[0040] 示例性地,参见图1B,图1B是本发明实施例提供的一种柔性显示面板的剖面示意图。该柔性显示面板包括:

[0041] 柔性基板11;

[0042] 有机发光层12,位于柔性基板11一侧;

[0043] 薄膜封装层13,位于有机发光层12背离基板11的一侧,薄膜封装层13包括无机封装层131和有机封装层132;

[0044] 其中,柔性显示面板包括至少一个弯折区 S ,弯折区 S 内的有机封装层132在远离有机发光层12的一侧形成有至少一个凹陷部14,且凹陷部14的底面宽度 W 取值为 $W \geq \frac{n}{180^\circ} \pi R$,其中 n 为弯折区 S 的最大弯折角度, $0^\circ < n \leq 180^\circ$, R 为弯折区 S 的弯折半径。本

发明实施例提供的技术方案,由于弯折区内至少一有机封装层在远离有机发光层的一侧形成有至少一个凹陷部,凹陷部的形成,使得柔性显示面板在弯折区的厚度变薄,柔性显示面板的弯折区弯折时的应力减小。而且凹陷部的底面宽度 W 取值为 $W \geq \frac{n}{180^\circ} \pi R$,不会使弯折区弯折时产生的应力集中在凹陷部上,可以缓解应力集中程度,可释放凹槽部上的一部分应力。另外,本发明实施例相对于现有技术中将薄膜封装层中的一些膜层去除来减小应力,薄膜封装层的部分膜层适当做薄,不会被去除掉,可有效阻挡外界的水分和氧气透过薄膜封装层进入有机发光层,在减小弯折区的弯折应力的同时,保证薄膜封装层封装可靠。

[0045] 在上述示例中,以薄膜封装层中设置一个无机封装层和一个有机封装层为例进行说明。在本发明实施例的其他实施方式中,薄膜封装层中无机封装层和有机封装层的个数均可大于1。

[0046] 在本发明实施例中,有机发光层12可包括多个呈阵列排布有机发光元件,有机发光元件可包括层叠的第一电极、有机发光层和第二电极。在有机发光层12和柔性基板11之间还可设置薄膜晶体管层,薄膜晶体管层可包括多个薄膜晶体管、存储电容、数据线、栅极线、电源电压线和接地线等。

[0047] 薄膜封装层13可用于封装有机发光层12中的有机发光元件和薄膜晶体管,防止外界的水分和氧气流动或者扩散至有机发光元件,用于保护有机发光元件。薄膜封装层13还可用于保护薄膜晶体管。

[0048] 在本发明实施例中,有机封装层132的材料为亚克力、环氧树脂或有机硅材料中的任意一种。有机封装层132可通过喷墨工艺形成,喷墨工艺简单可靠,形成有机封装层过程无需使用掩膜设备。无机封装层131可通过化学气相沉积(CVD)或原子层沉积(ALD)等工艺形成。

[0049] 参见图1C,图1C是图1B所示的柔性显示面板处于弯折时的一种示意图。该柔性显示面板包括三个区域,分别为第一区域 $A1$ 、弯折区 S 和第二区域 $A2$ 。弯折区 S 位于第一区域 $A1$

和第二区域A2之间,弯折区S和第一区域A1和第二区域A2相邻并接触,也就是说第一区域A1和第二区域A2可作为弯折区两侧的延伸区域。其中,弯折区S的弯折角度为弯折区S弯折后,第二区域A2相对于第一区域A1的弯折角度 α 。弯折半径R为弯折区S弯折后形成的圆心到凹陷部14底面的最短距离。其中,弯折半径R的取值范围大于或等于0.1mm,弯折半径R若小于0.1mm,柔性显示面板不易于弯折,而且弯折时将在弯折区产生较大的应力,增加柔性显示面板断裂的风险,弯折半径R的取值大于等于0.1mm时,柔性显示面板弯折时弯折区产生的应力相对较小,降低了柔性显示面板断裂的风险。

[0050] 参见图1D,图1D是图1A所示的柔性显示面板处于弯折时的另一种示意图。此时,柔性显示面板的弯折区的弯折角度为 180° 。由于有机封装层132上形成有凹陷部,该凹陷部与弯折区S对应设置,柔性显示面板在弯折区S的厚度变薄,柔性显示面板的弯折区S弯折时产生的应力减小。另外,由于凹陷部的底面宽度W取值为 $W \geq \frac{n}{180^\circ} \pi R$,此时, $W \geq \pi R$,第一爬坡位置201和第二爬坡位置202在弯折区S外侧,弯折区弯折时产生的应力不会集中于凹陷部的第一爬坡位置201和第二爬坡位置202,防止弯折区产生的弯折应力集中于凹陷部的爬坡位置,防止有机封装层132爬坡位置出现裂纹和断裂。弯折区S设置有有机封装层132,弯折区S位置设置的有机封装层132和无机封装层131共同在作用,有效阻隔水分和氧气,在减小弯折区S的弯折应力的同时,可以确保弯折区S的薄膜封装层的封装可靠性。

[0051] 进一步的,在本发明实施例中,凹陷部的底面宽度 $W = \pi R$ 。由于有机封装层形成有凹陷部,将凹陷部的底面宽度 $W = \pi R$ 时,即凹陷部的底面宽度和弯折区的宽度相等,在减小弯折区的弯折应力的同时,尽可能保证薄膜封装层的封装性能。

[0052] 继续参见图1B,在图1B所示的柔性显示面板中,形成凹陷部的有机封装层的厚度d2为 $2 \sim 40 \mu\text{m}$,凹陷部d1的厚度为 $1 \sim 20 \mu\text{m}$,有机封装层的作用是缓解无机层间的应力以及增加水氧扩散路径,但是有机层的厚度太厚会使中性面偏离有机发光层,弯折时容易使有机发光层受损,影响显示效果,且有机层的厚度太厚会使弯折半径增大。综合以上原因,可选地,本发明形成凹陷部的有机封装层的厚度d2为 $2 \sim 40 \mu\text{m}$,凹陷部d1的厚度为 $1 \sim 20 \mu\text{m}$ 。

[0053] 参见图2A,是本发明实施例提供的另一种柔性显示面板的剖面图。在图1A所示柔性显示面板的基础上,有机封装层132包括第一有机封装子层1321和第二有机封装子层1322,第一有机封装子层1321连续设置,第二有机封装子层1322在弯折区断开以形成至少一个凹陷部14。

[0054] 可选的,图2B是本发明实施例提供的另一种柔性显示面板的剖面图。参见图2B,该柔性显示面板包括柔性基板11,有机发光层12,位于柔性基板11一侧。薄膜封装层13,位于有机发光层12背离基板11的一侧,薄膜封装层13包括第一无机封装层131、第二无机封装层133和位于第一无机封装层131与第二无机封装层133之间的第一有机封装层132,且第一无机封装层131设置在有机发光层12和第一有机封装层132之间,其中,第一有机封装层132在弯折区内形成有至少一个凹陷部。由于无机封装层自身材料特性,在弯折时易产生裂纹。第一有机封装层132在弯折区内形成有至少一个凹陷部,减小了弯折时产生的应力,可以防止第一有机封装层132上的第二无机封装层133的弯折应力过大,导致第二无机封装层133产生裂纹,甚至断裂,保证薄膜封装层的封装可靠性。

[0055] 可选的,图2C是本发明实施例提供的另一种柔性显示面板的剖面图。参见图2C,该

柔性显示面板包括柔性基板11,有机发光层12,位于柔性基板11一侧。薄膜封装层13,位于有机发光层12背离基板11的一侧,薄膜封装层包括依次设置的第一无机封装层131、第一有机封装层132、第二无机封装层133、第二有机封装层134和第三无机封装层135,第一有机封装层132或第二有机封装层134在弯折区内形成有至少一个凹陷部14。第一有机封装层132或第二有机封装层134在弯折区内形成有至少一个凹陷部14,减小了弯折区弯折时产生的应力,可以防止第一有机封装层132上的第二无机封装层133和第二有机封装层134上的第二无机封装层135的弯折应力过大,导致第二无机封装层133和第二有机封装层134产生裂纹,甚至断裂。而且使用三层无机封装层和两层有机封装层,可保证薄膜封装层可靠封装,提高柔性显示面板的寿命。

[0056] 图3A是本发明实施例提供的另一种柔性显示面板的剖面图。参见图3A,本发明实施例提供的柔性显示面板,在图1A所示柔性显示面板的基础上,凹陷部的底面与凹陷部侧面的连接处通过第一弧形线151过渡,和/或,凹陷部的侧面与有机封装层132的非凹陷部表面的连接处通过第二弧形线152过渡。由于凹陷部的底面和凹陷部的侧面的连接处通过第一弧形线151过渡,凹陷部的底面和侧面过渡比较平滑,在弯折时,凹陷部的底面和侧面受到的应力会进一步减小,进而降低有机封装层产生裂纹的风险,提高柔性显示面板在弯曲时的弯曲性能。

[0057] 其中,第一弧形线151与凹陷部底面形成的夹角 α 取值为 $0^\circ < \alpha \leq 70^\circ$ 。可选地,第一弧形线151与凹陷部底面形成的夹角 α 取值为 $15^\circ < \alpha \leq 70^\circ$ 。当第一弧形线151与凹陷部底面形成的夹角 α 比较大时,例如大于 70° 小于等于 90° 度时,柔性显示面板弯折时,将在凹陷部上产生较大应力,弯折时产生的应力容易集中在凹陷部上,造成凹陷部产生裂纹甚至发生断裂。当第一弧形线151与凹陷部底面形成的夹角 α 比较小时,形成的凹陷部宽度较大,凹陷部会延伸到柔性显示面板的显示区域,造成显示区域发出的光产生折射、反射等,影响柔性显示面板的显示效果。因此,第一弧形线151与凹陷部底面形成的夹角 α 取值优选为 $15^\circ < \alpha \leq 70^\circ$ 。

[0058] 第二弧形线152与有机封装层的非凹陷部表面形成的夹角 β 取值为 $0^\circ < \beta \leq 60^\circ$ 。第二弧形线152与有机封装层的非凹陷部表面形成的夹角 β 取值为 $15^\circ < \beta \leq 70^\circ$,当第二弧形线152与有机封装层的非凹陷部表面形成的夹角 β 比较大时,例如大于 70° 小于等于 90° 度时,柔性显示面板弯折时,将在凹陷部上产生较大应力,弯折时产生的应力容易集中在凹陷部上,造成凹陷部产生裂纹甚至发生断裂。当第二弧形线152与有机封装层的非凹陷部表面形成的夹角 β 比较小时,形成的凹陷部宽度较大,凹陷部会延伸到柔性显示面板的显示区域,造成显示区域发出的光产生折射、反射等,影响柔性显示面板的显示效果。第二弧形线152与有机封装层的非凹陷部表面形成的夹角 β 取值优选为 $15^\circ < \beta \leq 45^\circ$ 。

[0059] 在本发明实施例中,在同一弯折区可包括多个凹陷部,在同一弯折区设置多个凹陷部时,多个凹陷部沿其延伸方向平行设置。示例性的,参见图3B,图3B是本发明实施例提供的一种柔性显示面板的俯视图。该柔性显示面板的同一弯折区包括两个凹陷部14,两个凹陷部沿其延伸方向Y平行设置。在本发明实施例中,柔性显示面板可包括显示区和围绕显示区的非显示区,在显示区和/或非显示区设置有弯折区。其中,显示区为显示图像的区域,非显示区为不显示图像的区域。

[0060] 进一步的,柔性显示面板的非显示区设置有周边电路,周边电路与弯折区在垂直

于柔性基板的方向上至少部分重叠。示例性的,参见图4A,图4A是本发明实施例提供的又一种柔性显示面板的剖面示意图。柔性显示面板的非显示区B2设置有周边电路16,周边电路16与弯折区S在垂直于柔性基板11的方向上部分重叠。如此,弯折区S无需单独占用柔性显示面板非显示区B2的空间,易于实现柔性显示面板的窄边框设计。周边电路可包括薄膜晶体管 and 金属走线等,也就是说,弯折区S可从显示区B1的边缘向下弯曲,弯折区S位于非显示区B2。在实际应用过程中,将弯折区S弯折之后,非显示区B2可以作为柔性显示面板的侧表面。当显示装置中使用该柔性显示面板时,可通过将弯折区弯折使非显示区B2弯折作为显示装置的侧表面,或者将非显示区B2弯折至非显示区域的背面,显示装置可以实现无边框设计,因此非显示区B2可被称为边缘区或者边框区。

[0061] 示例性的,参见图4B,图4B是本发明实施提供的又一种柔性显示面板的结构示意图。本发明实施例提供的柔性显示面板包括柔性基板11,有机发光层12,位于柔性基板11一侧。薄膜封装层13,位于有机发光层12背离基板11的一侧,薄膜封装层13包括第一无机封装层131、第二无机封装层133和位于第一无机封装层131与第二无机封装层133之间的第一有机封装层132,第一无机封装层131设置有机发光层12和第一有机封装层132之间,其中,第一有机封装层132在弯折区内形成有至少一个凹陷部14。该柔性显示面板还包括显示区,显示区包括第一显示区域A1和第二显示区域A2,第一显示区域A1和第二显示区域A2均与弯折区S相邻,弯折区S设置于第一显示区域A1和第二显示区域A2之间,也就是说弯折区S也位于显示区,但是位于显示区的非发光区域。具体地,凹陷部14在有机发光层的投影位于相邻的两行或两列子像素之间。凹陷部14设置在子像素之间,即沿垂直于柔性基板方向,子像素所在区域的薄膜封装层不设置凹陷部,子像素所在区域的薄膜封装层较为平坦,避免凹陷部14对子像素的光学特性造成影响。

[0062] 示例性的,参见图4B,本发明实施例提供的柔性显示面板包括柔性基板11,有机发光层12,位于柔性基板11一侧。薄膜封装层13,位于有机发光层12背离基板11的一侧,薄膜封装层13包括第一无机封装层131、第二无机封装层133和位于第一无机封装层131与第二无机封装层133之间的第一有机封装层132,第一无机封装层131设置在柔性基板11背离有机发光层12的一侧,其中,第一有机封装层132在弯折区内形成有至少一个凹陷部14。该柔性显示面板还包括第一显示区域A1和第二显示区域A2,第一显示区域A1和第二显示区域A2能够显示不同画面,弯折区S设置在第一显示区域A1和第二显示区域之间。也就是说,弯折区S可从第一显示区域A1的边缘向下弯曲,弯折区S作为非显示区域,第二显示区域A2为从弯折区S向外扩展的区域。在实际应用过程中,当显示装置中使用该柔性显示面板时,该柔性显示面板的第一显示区域A1和第二显示区域A2显示不同的画面,显示装置可作为双面显示装置。

[0063] 图4C是本发明实施例提供的一种柔性显示面板的俯视图。参见图4C,凹陷部14位于相邻的两列像素17之间,凹陷部14在其延伸方向上呈直线形设置。图4D是本发明实施例提供的另一种柔性显示面板的俯视图。图4D是本发明实施例提供的另一种柔性显示面板的俯视图。参见图4D,凹陷部14位于相邻的两列像素17之间,凹陷部14在其延伸方向上折线形设置。在本发明实施例中,凹陷部14可以根据子像素形状和排布方式,适应性设置。

[0064] 本发明实施例还提供的了一种显示装置,该显示装置包括本发明任意实施例提供的柔性显示面板。参见图5,图5是本发明实施提供的一种显示装置的结构示意图。该显示装

置51包括本发明任意实施例提供的柔性显示面板52。

[0065] 图6A是本发明实施例提供的一种柔性显示面板的制作方法的流程示意图,图6B是本发明实施例提供的柔性显示面板的制作方各步骤对应的结构的剖面示意图。可用于制作本发明任意实施例提供的柔性显示面板。参见图6A和图6B,该制作方法包括:

[0066] S610、提供柔性基板11。

[0067] S620、在柔性基板11上形成有机发光层12。

[0068] 例如,可通过溅射、蒸镀等工艺形成有机发光层12。具体可通过蒸镀或者溅射等工艺在柔性基板上形成有机发光层12中有机发光元件的第一电极,形成第一电极之后,可通过蒸镀或者溅射等工艺在第一电极背离衬底基板的一侧形成有机发光层和第二电极。其中,第一电极或者第二电极可以是透明电极、半透明电极或反射电极。

[0069] S630、在有机发光层12背离基板的一侧上形成薄膜封装层13,薄膜封装层13包括至少一个有机封装层132和至少一个无机封装层131,其中柔性显示面板包括至少一个弯折区,弯折区内至少一有机封装层132在远离有机发光层12的一侧形成有至少一个凹陷部,且凹陷部的底面宽度 W 取值为 $W \geq \frac{n}{180^\circ} \pi R$,其中 n 为弯折区的最大弯折角度, $0^\circ < n \leq 180^\circ$, R 为弯折区的弯折半径。

[0070] 其中,凹陷部的底面宽度 $W = \pi R$ 。

[0071] 在发明实施例中,有机封装层132可通过喷墨工艺制成,并且有机封装层132和其上的凹陷部可通过同一道喷墨工艺形成。无机封装层131可通过化学气相沉积或原子层沉积等工艺形成。

[0072] 具体地,图6C是本发明实施例提供的另一种柔性显示面板的制作方法的流程示意图。参见图6C,在图6A所示柔性显示面板的制作方法的基础上,该方法包括:

[0073] S611、提供柔性基板。

[0074] S612、在柔性基板上形成有机发光层。

[0075] S613、在有机发光层上沉积形成无机封装层。

[0076] S614、采用喷墨印刷的方式形成连续设置的第一有机封装子层,在第一有机封装子层背离基板的一侧采用喷墨印刷的方式形成第二有机封装子层,第二有机封装子层在弯折区断开以形成至少一个凹陷部。

[0077] 其中,形成的无机封装层位于有机发光层和第一有机封装子层之间。

[0078] 图6D是本发明实施例提供的另一种柔性显示面板的制作方法的流程示意图。参见图6D,在图6A所示柔性显示面板的制作方法的基础上,该方法包括:

[0079] S621、提供柔性基板。

[0080] S622、在柔性基板上形成有机发光层。

[0081] S623、在有机发光层上沉积形成无机封装层。

[0082] S624、采用喷墨印刷的方式形成有机封装层,有机封装层在弯折区断开以形成至少一个凹陷部。

[0083] 其中,形成的无机封装层位于有机发光层和有机封装层之间。通过喷墨印刷的方式形成有机封装层的同时形成至少一个凹陷部。

[0084] 注意,上述仅为本发明的较佳实施例及所运用技术原理。本领域技术人员会理解,

本发明不限于这里所述的特定实施例,对本领域技术人员来说能够进行各种明显的变化、重新调整和替代而不会脱离本发明的保护范围。因此,虽然通过以上实施例对本发明进行了较为详细的说明,但是本发明不仅仅限于以上实施例,在不脱离本发明构思的情况下,还可以包括更多其他等效实施例,而本发明的范围由所附的权利要求范围决定。

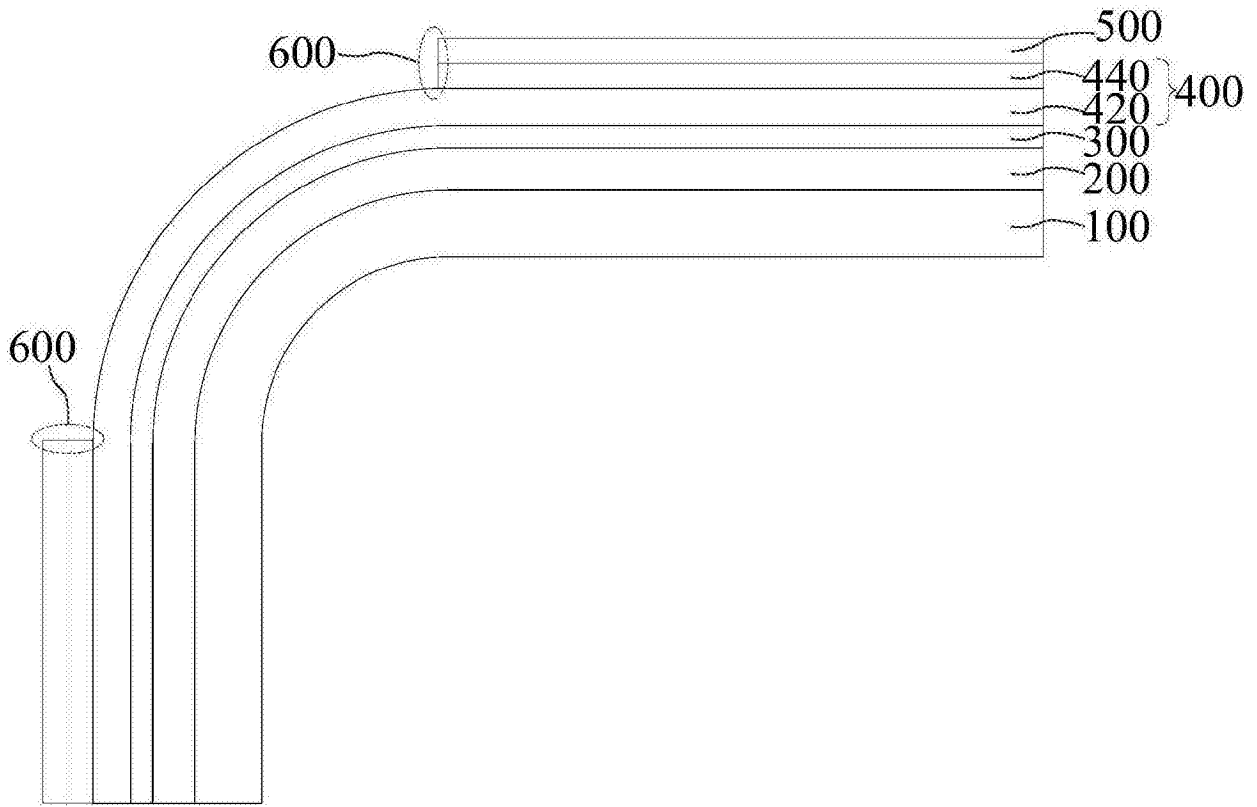


图1A

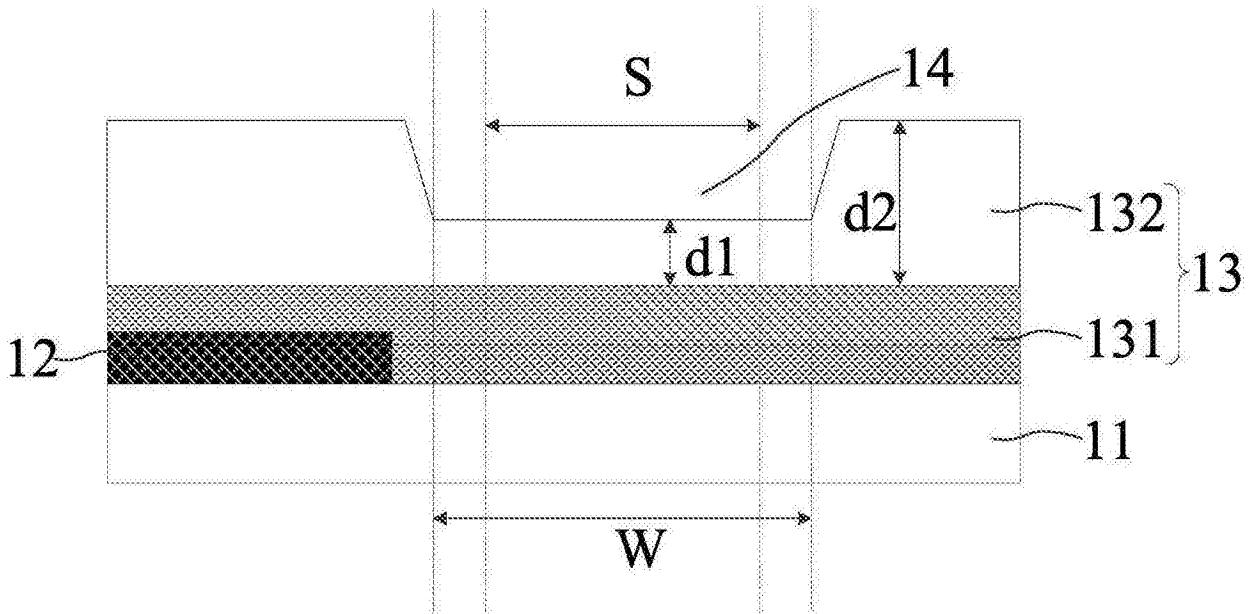


图1B

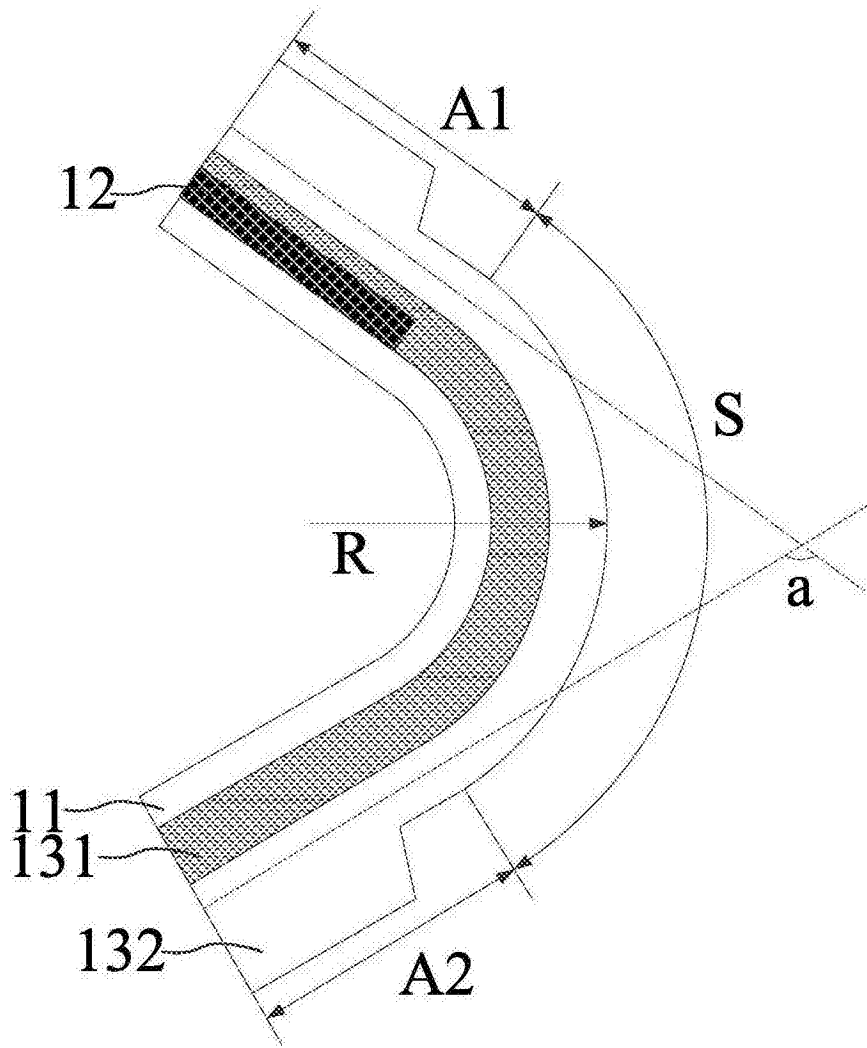


图1C

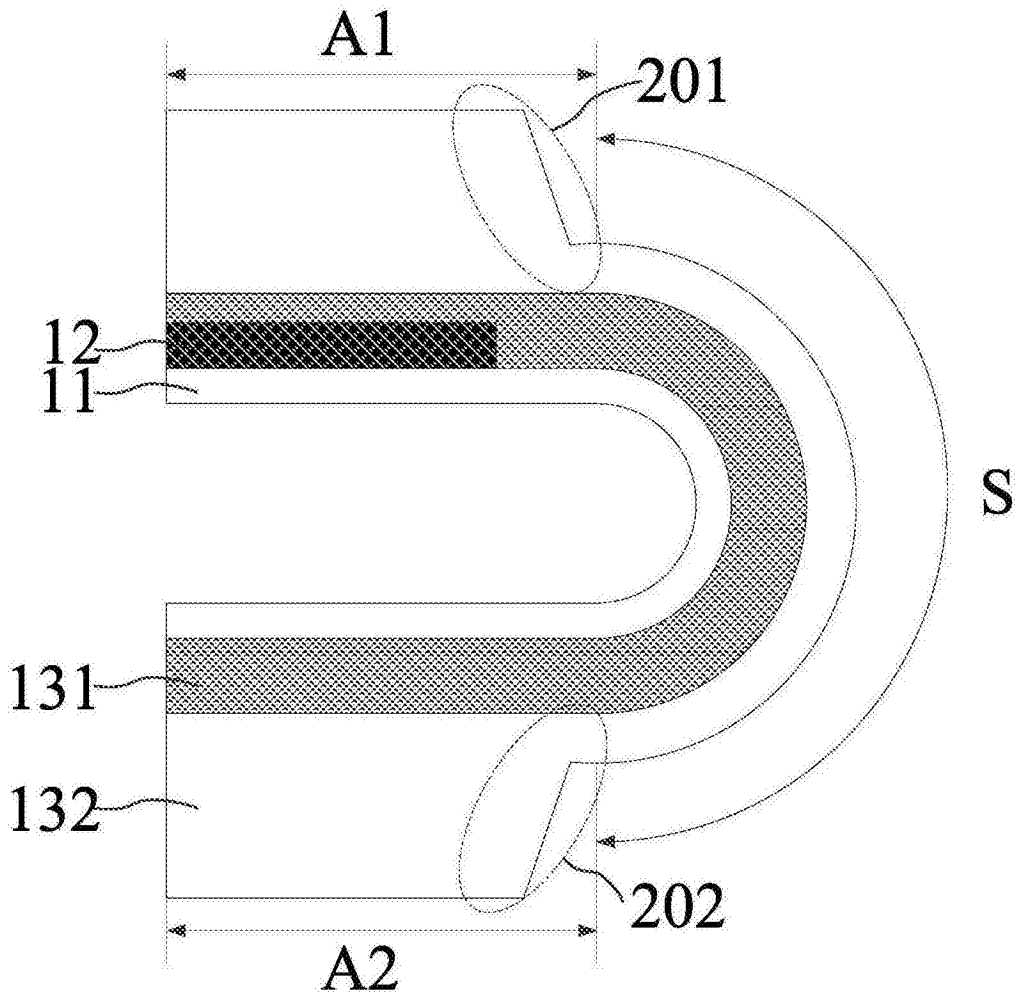


图1D

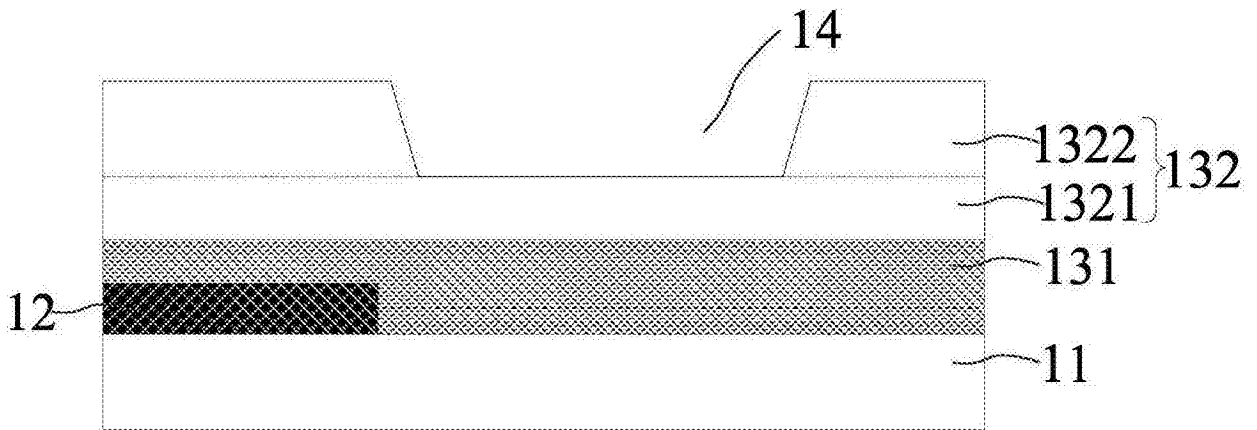


图2A

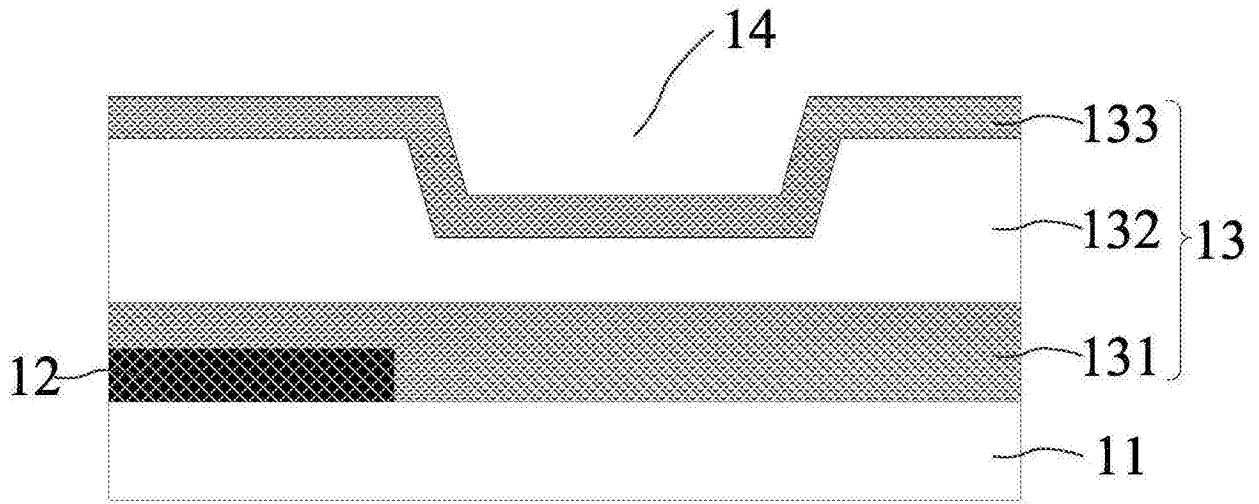


图2B

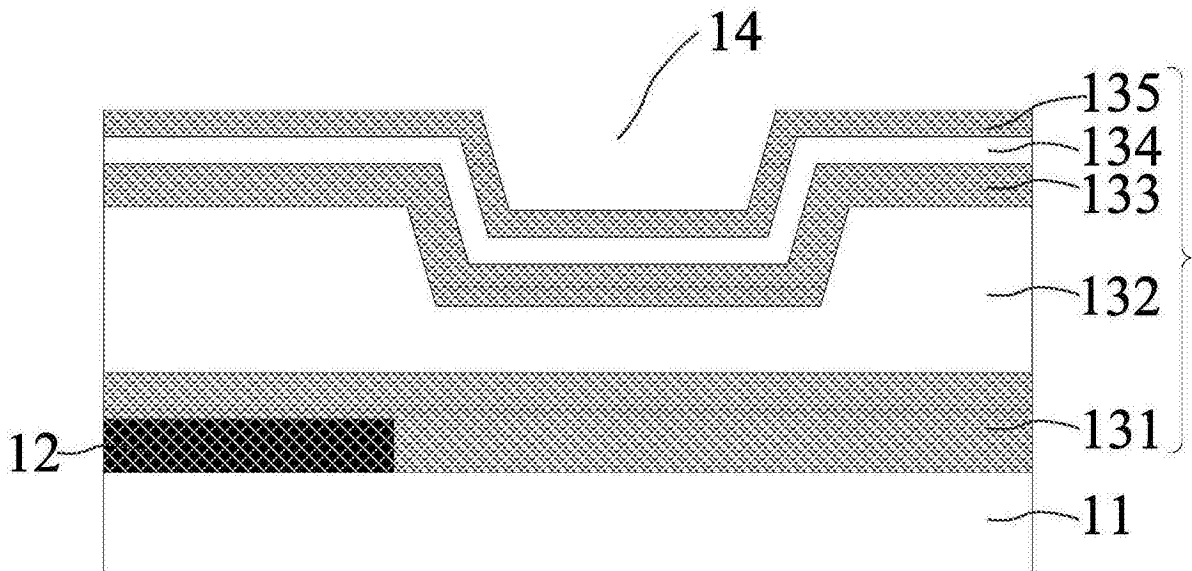


图2C

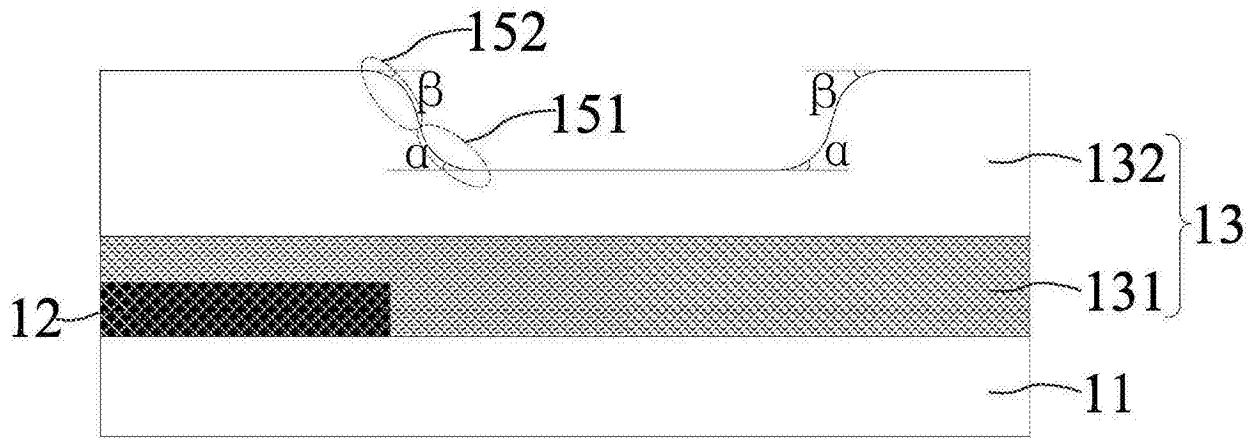


图3A

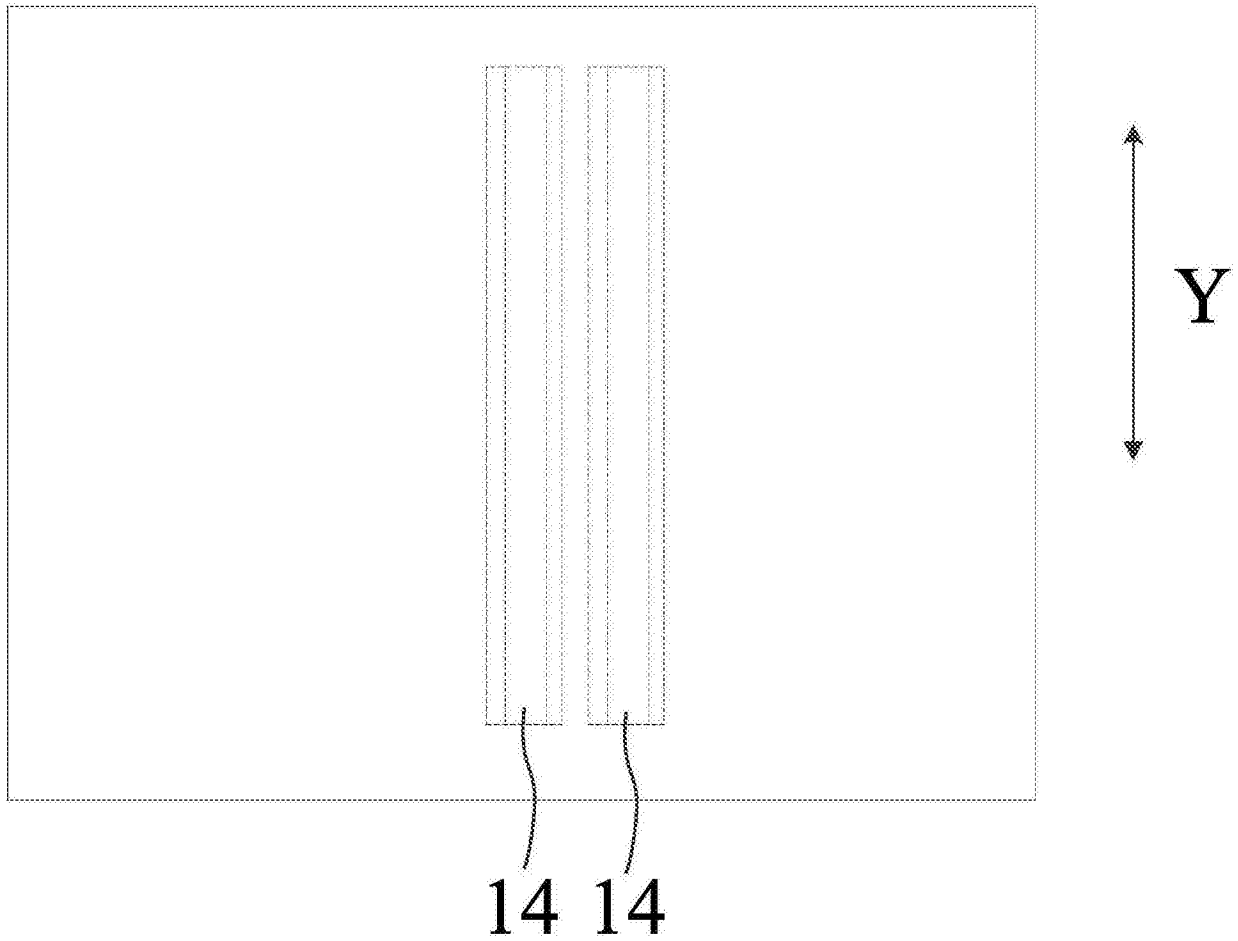


图3B

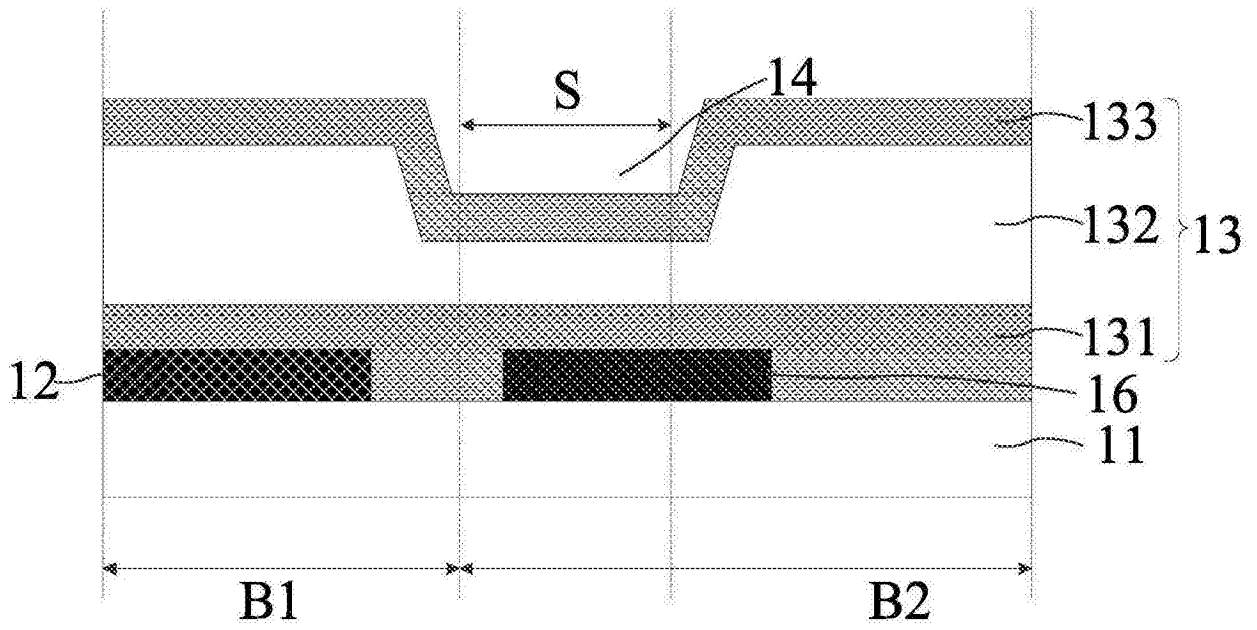


图4A

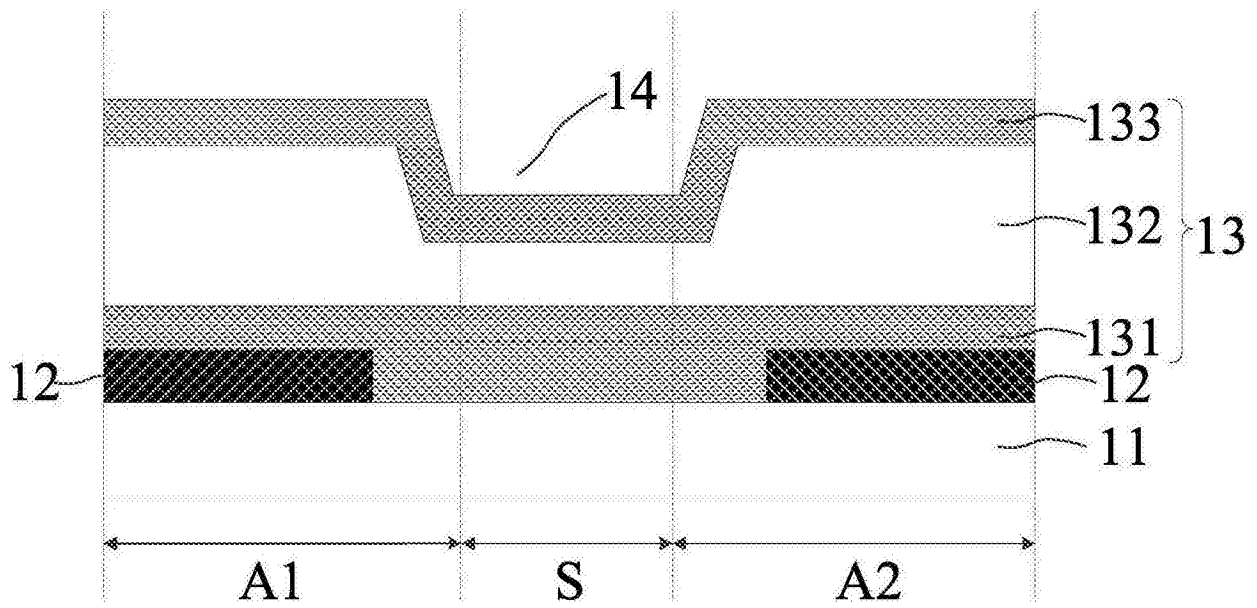


图4B

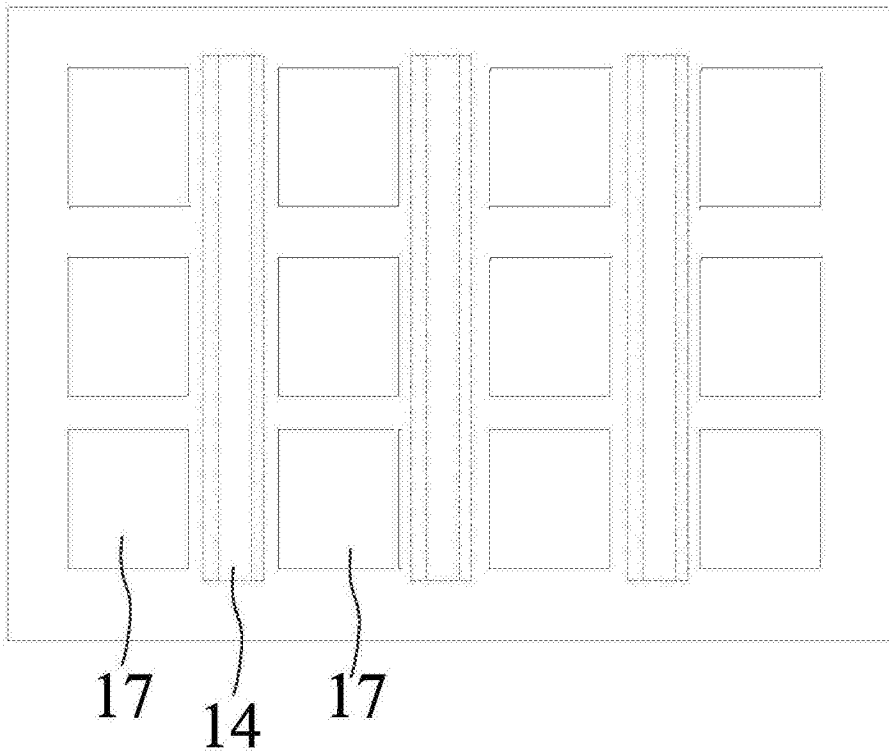


图4C

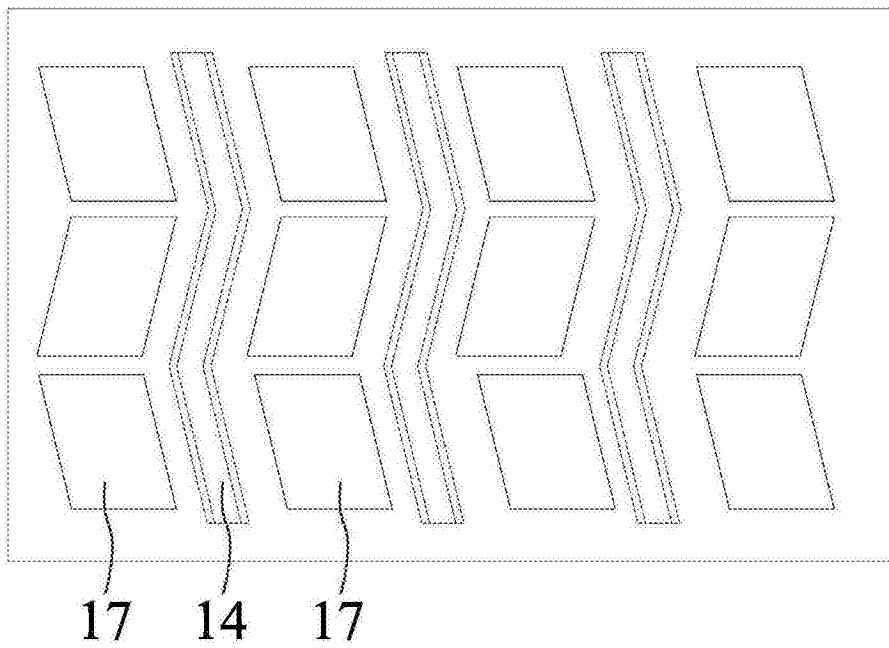


图4D

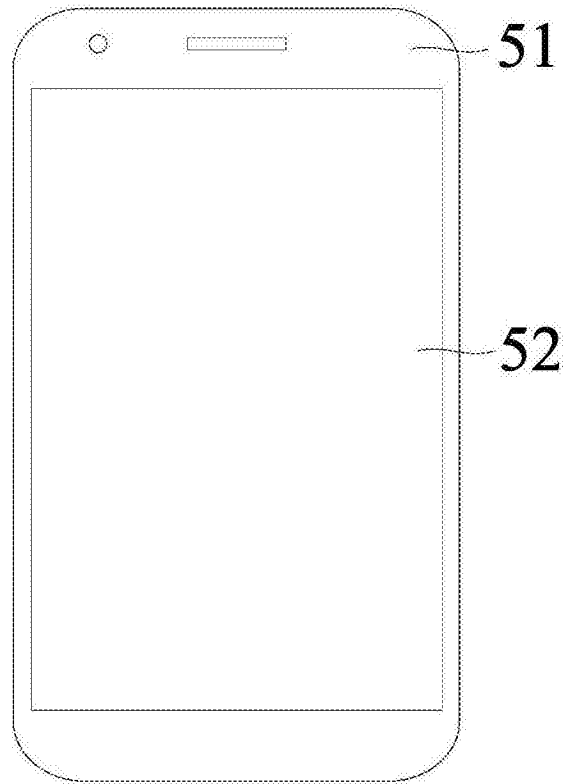


图5

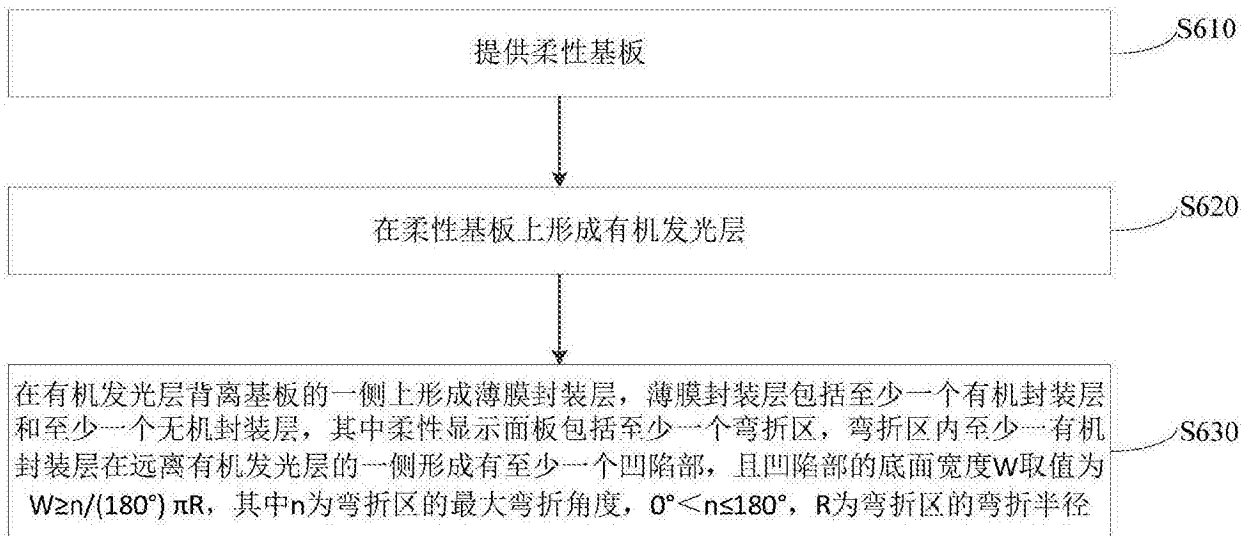


图6A

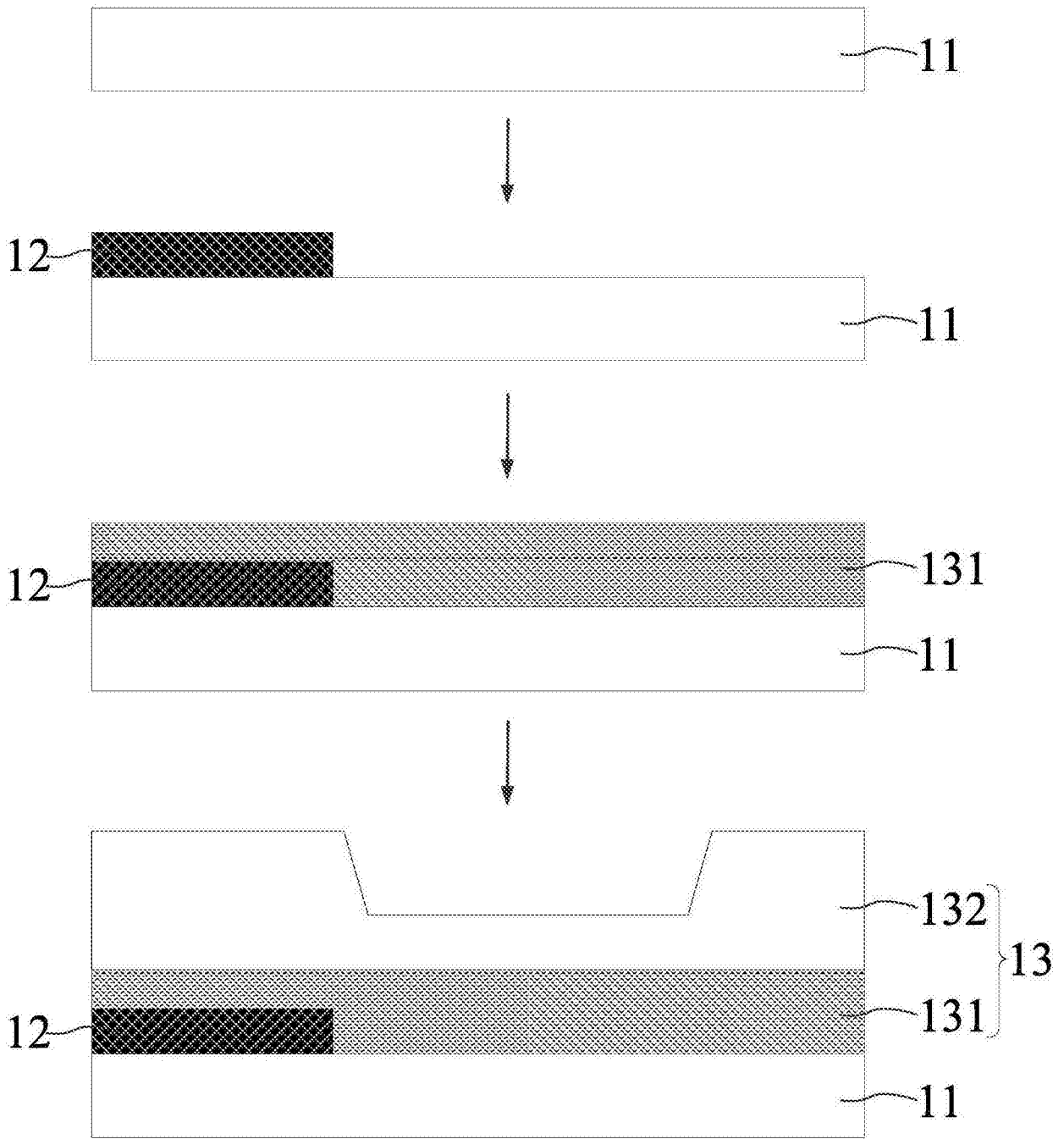


图6B

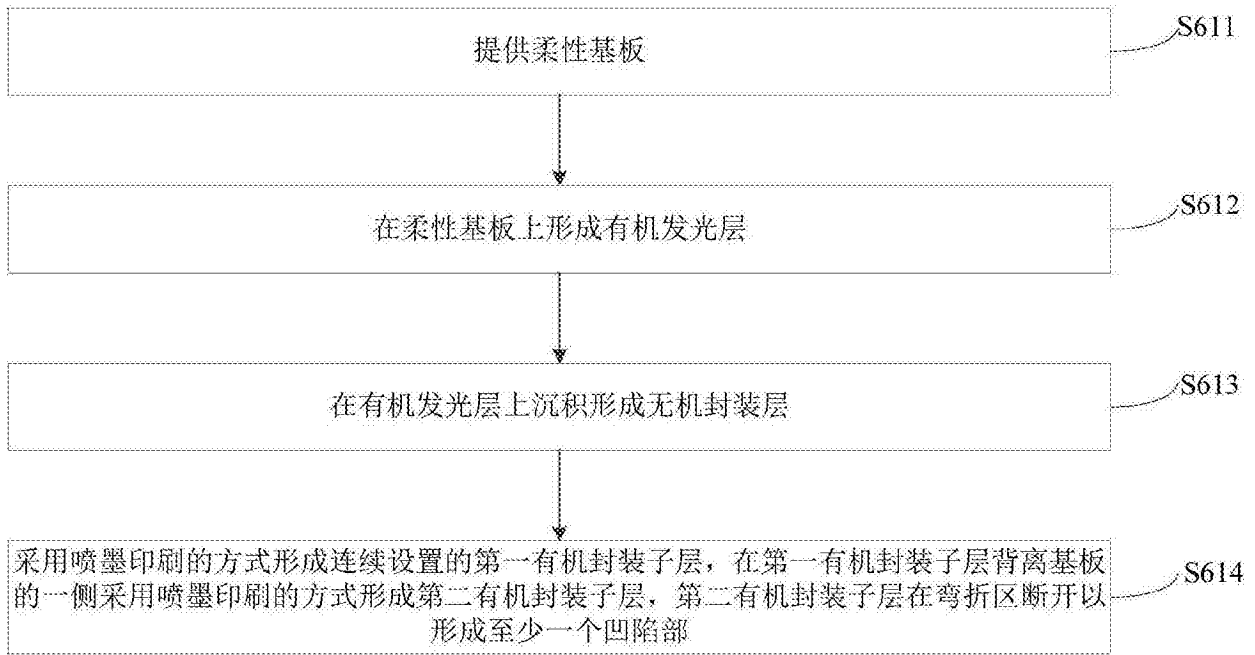


图6C

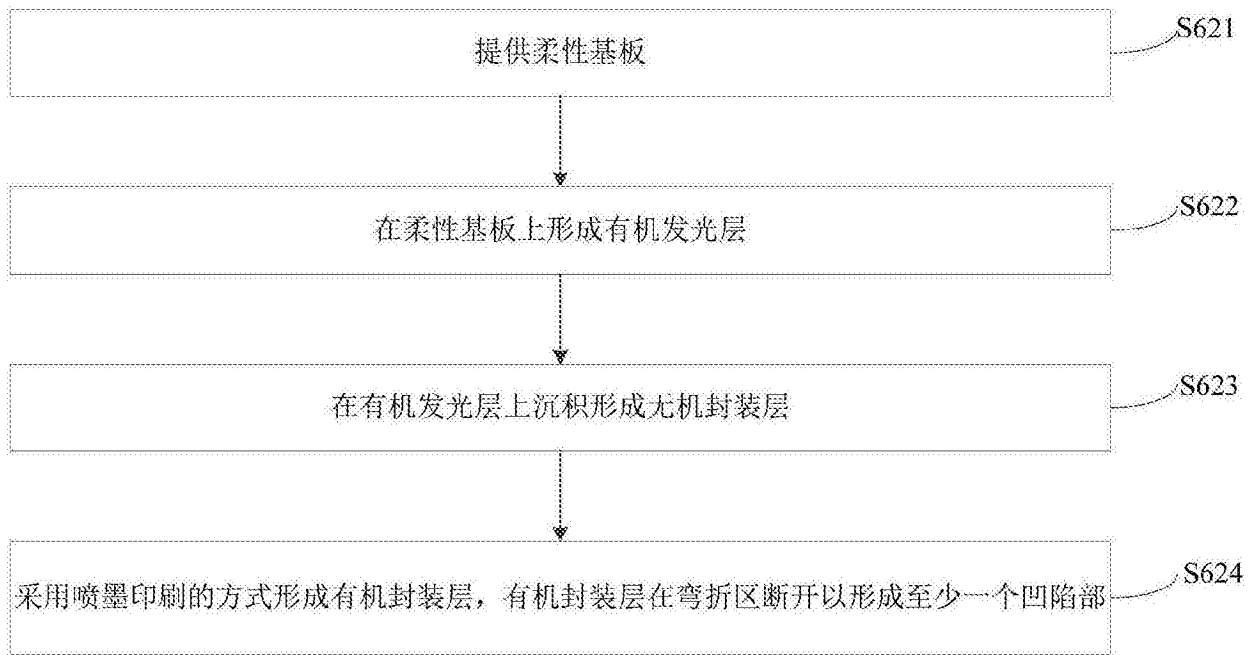


图6D

专利名称(译)	一种柔性显示面板、显示装置和柔性显示面板的制作方法		
公开(公告)号	CN106784377A	公开(公告)日	2017-05-31
申请号	CN201611238279.2	申请日	2016-12-28
[标]申请(专利权)人(译)	上海天马有机发光显示技术有限公司 天马微电子股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	上海天马有机发光显示技术有限公司 天马微电子股份有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	上海天马有机发光显示技术有限公司 天马微电子股份有限公司		
[标]发明人	金健 苏聪艺		
发明人	金健 苏聪艺		
IPC分类号	H01L51/52 H01L51/56 H01L27/32 H01L27/12 H01L21/77		
CPC分类号	H01L51/5246 H01L51/0097 H01L51/5256 H01L51/56 H01L2251/5338 Y02E10/549 H01L51/5237 H01L21/77 H01L27/12 H01L27/32		
代理人(译)	胡彬		
其他公开文献	CN106784377B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明实施例公开了一种柔性显示面板、显示装置和柔性显示面板的制作方法。其中，柔性显示面板包括：柔性基板；有机发光层，位于所述柔性基板一侧；薄膜封装层，位于所述有机发光层背离所述柔性基板的一侧，所述薄膜封装层包括至少一个有机封装层和至少一个无机封装层；其中，所述柔性显示面板包括至少一个弯折区，所述弯折区内至少一有机封装层在远离所述有机发光层的一侧形成有至少一个凹陷部，且所述凹陷部的底面宽度W取值为其中n为弯折区的最大弯折角度， $0^\circ < n \leq 180^\circ$ ，R为弯折区的弯折半径。本发明实施例提供的技术方案，有效减小了显示面板弯折时弯折区的应力，提高显示面板的弯曲性能。

