



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103943788 B

(45) 授权公告日 2016. 04. 06

(21) 申请号 201410131612. 4

CN 103474580 A, 2013. 12. 25,

(22) 申请日 2014. 04. 02

US 2006/0113656 A1, 2006. 06. 01,

(73) 专利权人 京东方科技集团股份有限公司
地址 100015 北京市朝阳区酒仙桥路 10 号

审查员 邢玉良

(72) 发明人 孙韬 周伟峰 高静

(74) 专利代理机构 北京中博世达专利商标代理
有限公司 11274

代理人 申健

(51) Int. Cl.

H01L 51/52(2006. 01)

H01L 27/32(2006. 01)

H01L 51/56(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 103150965 A, 2013. 06. 12,

CN 2929962 Y, 2007. 08. 01,

CN 2922126 Y, 2007. 07. 11,

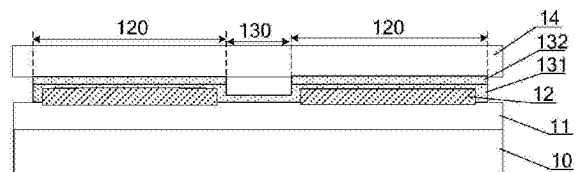
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

柔性显示装置及其封装方法

(57) 摘要

本发明实施例公开了一种柔性显示装置及其封装方法,涉及显示领域,能够解决现有封装膜层容易产生裂纹的问题,提高柔性显示装置的耐弯折性能。本发明的柔性显示装置,包括:OLED器件,设置在所述OLED器件的阴极之上的保护层,所述保护层包括水氧阻挡区和多功能区,所述多功能区具有水氧阻挡和应力阻断的双重功能,所述多功能区的膜层厚度小于所述水氧阻挡区的膜层厚度;或者,所述多功能区的膜质比所述水氧阻挡区的膜质疏松,或者,所述多功能区的膜层厚度小于所述水氧阻挡区的膜层厚度,同时所述多功能区的膜质比所述水氧阻挡区的膜质疏松。



1. 一种柔性显示装置,包括:OLED器件,覆盖在所述OLED器件的阴极之上的保护层,其特征在于,所述保护层包括水氧阻挡区和多功能区,所述多功能区具有水氧阻挡和应力阻断的双重功能,

所述多功能区的膜质比所述水氧阻挡区的膜质疏松,或者,

所述多功能区的膜层厚度小于所述水氧阻挡区的膜层厚度,同时所述多功能区的膜质比所述水氧阻挡区的膜质疏松。

2. 根据权利要求1所述的柔性显示装置,其特征在于,所述多功能区的位置对应于相邻像素之间的间隔区域。

3. 根据权利要求2所述的柔性显示装置,其特征在于,所述保护层包括:

膜质致密的第一膜层,分布于像素上方的对应区域;

膜质疏松的第二膜层,分布于所述第一膜层的间隙。

4. 根据权利要求3所述的柔性显示装置,其特征在于,

所述第一膜层为膜质致密的硅氮系材料或者为硅氧系材料;

所述第二膜层为膜质疏松的硅氮系材料或者为硅氧系材料。

5. 一种柔性显示装置的封装方法,其特征在于,在OLED器件的阴极完成后,该封装方法还包括:

形成包括水氧阻挡区和多功能区的保护层,所述多功能区具有水氧阻挡和应力阻断的双重功能;

所述多功能区的膜质比所述水氧阻挡区的膜质疏松,或者,

所述多功能区的膜层厚度小于所述水氧阻挡区的膜层厚度,同时所述多功能区的膜质比所述水氧阻挡区的膜质疏松。

6. 根据权利要求5所述的封装方法,其特征在于,所述形成包括水氧阻挡区和多功能区的保护层,具体包括:

在OLED器件的阴极之上,在像素上方的对应区域形成膜质致密的第一膜层;

在所述第一膜层的间隙形成膜质疏松的第二膜层。

柔性显示装置及其封装方法

技术领域

[0001] 本发明涉及显示领域,尤其涉及一种柔性显示装置及其封装方法。

背景技术

[0002] 传统的平板显示器件技术发展已日趋成熟,而柔性显示器件凭借其轻薄、可弯折、耐冲击的特性即将成为显示领域的主流。其中OLED(Organic Light Emitting Display,有机电激光显示)因具有响应速度快、视角宽、亮度高、低功耗以及为自发光器件,具有抗弯折特性等优异性能,近年来,成为柔性显示领域研究的热点之一。

[0003] OLED器件对水汽、氧气非常敏感,很容易发生衰减,有效的封装可以防止水汽和氧气的浸入,防止有机材料老化,延长OLED器件寿命。目前,柔性OLED主要有盖板封装和薄膜封装(TFE)两种封装方式,盖板封装使用预制盖板进行封装,主要有玻璃材料和膜材料,薄膜封装主要采用者单层薄膜或多层薄膜进行封装。

[0004] 如图1所示,为现有技术中对柔性显示装置进行封装的示意图。在柔性基板11上完成OLED器件12的阴极制造后,先制作一层用以覆盖OLED器件12阴极的保护层13,然后再在保护层13之上贴附防护膜14。其中,主要是保护层13起封装作用,防止水汽和氧气的浸入;防护膜14主要用于防止保护层13被划伤。发明人发现现有封装方法普遍存在如下问题:当柔性显示器件装置发生弯曲时,封装膜层(即保护层13)容易产生裂纹,柔性显示装置的耐弯折性能差。

发明内容

[0005] 本发明的实施例提供一种柔性显示装置及其封装方法,能够解决现有封装膜层容易产生裂纹的问题,提高柔性显示装置的耐弯折性能。

[0006] 为达到上述目的,本发明的实施例采用如下技术方案:

[0007] 一种柔性显示装置,包括:OLED器件,设置在所述OLED器件的阴极之上的保护层,所述保护层包括水氧阻挡区和多功能区,所述多功能区具有水氧阻挡和应力阻断的双重功能,所述多功能区的膜层厚度小于所述水氧阻挡区的膜层厚度;或者,所述多功能区的膜质比所述水氧阻挡区的膜质疏松,或者,所述多功能区的膜层厚度小于所述水氧阻挡区的膜层厚度,同时所述多功能区的膜质比所述水氧阻挡区的膜质疏松。

[0008] 优选地,所述多功能区的位置对应于相邻像素之间的间隔区域。

[0009] 可选地,所述保护层包括:连续分布的第一保护层和图案化的第二保护层;所述第一保护层覆盖所有OLED器件的阴极,所述第二保护层只分布在像素上方的对应区域。

[0010] 可选地,所述第一保护层的厚度为0.05~1 μ m。

[0011] 可选地,所述第一保护层和所述第二保护层其中之一的材质为硅氮系材料或者为硅氧系材料,或者,

[0012] 所述第一保护层和所述第二保护层的材质均为硅氮系材料或者均为硅氧系材料。

[0013] 可选地,所述保护层包括:膜质致密的第一膜层,分布于像素上方的对应区域;膜

质疏松的第二膜层,分布于所述第一膜层的间隙。

[0014] 可选地,所述第一膜层为膜质致密的硅氮系材料或者为硅氧系材料;所述第二膜层为膜质疏松的硅氮系材料或者为硅氧系材料。

[0015] 本发明实施例还提供一种柔性显示装置的封装方法,在OLED器件的阴极完成后,该封装方法还包括:

[0016] 形成包括水氧阻挡区和多功能区的保护层,所述多功能区具有水氧阻挡和应力阻断的双重功能,所述多功能区的膜层厚度小于所述水氧阻挡区的膜层厚度;或者,

[0017] 所述多功能区的膜质比所述水氧阻挡区的膜质疏松,或者,所述多功能区的膜层厚度小于所述水氧阻挡区的膜层厚度,同时所述多功能区的膜质比所述水氧阻挡区的膜质疏松。

[0018] 可选地,所述形成包括水氧阻挡区和多功能区的保护层,具体包括:在OLED器件的阴极之上,形成连续分布且覆盖所有OLED器件阴极的第一保护层;在所述第一保护层之上,形成只分布在像素上方对应区域的第二保护层。

[0019] 具体地,在所述第一保护层之上,通过使用掩模板在像素上方对应区域形成第二保护层。

[0020] 可选地,所述形成包括水氧阻挡区和多功能区的保护层,具体包括:在OLED器件的阴极之上,在像素上方的对应区域形成膜质致密的第一膜层;在所述第一膜层的间隙形成膜质疏松的第二膜层。

[0021] 本发明实施例提供的柔性显示装置及其封装方法,通过在保护层设置多功能区,切断膜层应力的扩展路径以及裂纹扩展的路径,解决现有封装膜层容易产生裂纹的问题,提高柔性显示装置的耐弯折性能。

附图说明

[0022] 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它的附图。

[0023] 图1为现有柔性显示装置的封装示意图;

[0024] 图2为本发明实施例一中保护层上多功能区的位置分布示意图;

[0025] 图3为本发明实施例一提供的柔性显示装置的封装示意图一;

[0026] 图4为本发明实施例一提供的柔性显示装置的封装示意图二;

[0027] 图5为本发明实施例二提供的柔性显示装置的封装方法示意图;

[0028] 图6为本发明实施例二提供的柔性显示装置的封装方法示意图。

[0029] 附图标记

[0030] 10-基板,11-柔性基板,12-OLED器件,13-保护层,14-防护膜,15-像素,

[0031] 120-水氧阻挡区,130-多功能区,131-第一保护层,132-第二保护层,

[0032] 134-第一膜层,135-第二膜层。

具体实施方式

[0033] 为防止水汽和氧气的浸入,达到有效封装,如图1所示,现有技术 OLED 器件 12 的阴极之上先覆盖一层薄膜作为保护层 13,然后再进行盖板封装或薄膜封装,但采用该种封装方法,存在耐弯折性能差的问题,在柔性显示装置发生弯曲时,封装膜层(即保护层 13,以下在本实施例中出现的封装膜层均可理解为保护层 13)容易产生裂纹。发明人对该问题进行了深入研究,发现:当器件发生弯曲时,由于封装膜层内存在的小洞以及封装膜层与所接触的膜层间应力匹配问题,容易使封装膜层沿着缺陷位置发生破裂。

[0034] 基于上述发现,本发明提供一种柔性显示装置,该柔性显示装置包括:OLED 器件,设置在 OLED 器件的阴极之上的保护层,所述保护层包括水氧阻挡区和多功能区,所述多功能区具有水氧阻挡和应力阻断的双重功能,所述多功能区的膜层厚度小于所述水氧阻挡区的膜层厚度;或者,所述多功能区的膜质比所述水氧阻挡区的膜质疏松,或者,所述多功能区的膜层厚度小于所述水氧阻挡区的膜层厚度,同时所述多功能区的膜质比所述水氧阻挡区的膜质疏松。

[0035] 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。

[0036] 实施例一

[0037] 本发明实施例提供一种柔性显示装置,该柔性显示装置包括:OLED 器件,设置在 OLED 器件的阴极之上的保护层,所述保护层包括水氧阻挡区和多功能区,所述多功能区具有水氧阻挡和应力阻断的双重功能,所述多功能区的膜层厚度小于所述水氧阻挡区的膜层厚度;或者,所述多功能区的膜质比所述水氧阻挡区的膜质疏松,或者,所述多功能区的膜层厚度小于所述水氧阻挡区的膜层厚度,同时所述多功能区的膜质比所述水氧阻挡区的膜质疏松。

[0038] 本实施例保护层设置有多功能区,除多功能区之外的其余区域均为水氧阻挡区,水氧阻挡区与现有保护膜层一样,设置目的主要是防止水汽和氧气的浸入,保护 OLED 器件的阴极;所述多功能区具有水氧阻挡和应力阻断的双重功能。相对水氧阻挡区而言,多功能区的膜层厚度薄或者膜质疏松(或者厚度既薄膜质又疏松),具体实施时形成本实施例所述保护层的方法很多,现仅举出几种作为示例:第一种方式,可以先形成保护层,然后再对多功能区预设位置的膜层进行刻蚀,刻蚀后膜的厚度变薄或者膜质变得疏松,对应形成多功能区;第二种方式,可以通过在多功能区设置单层膜,其余区域(水氧阻挡区)设置双层膜;第三种方式,可以通过在多功能区形成膜质疏松的第一膜层,其余区域形成致密的第二膜层。具体实施时,多功能区膜层的具体厚度或者膜质的具体疏松程度可以根据实际需要(耐弯折性能)、具体材料进行设置,本实施例对此不加限定。

[0039] 本发明保护层由水氧阻挡区和多功能区组成,在柔性显示装置发生弯曲时,膜层应力(膜层内因膜层弯曲而产生应力)在多功能区获得缓冲,即多功能区的存在可以切断膜层应力的扩展路径,因而可减少弯曲时产生微裂纹的可能性,同时,多功能区的存在还可阻断裂纹的扩展。

[0040] 综上,本实施例所述柔性显示装置,因保护层设置有多功能区,可以降低封装膜层产生裂纹的几率,提高器件耐弯折性能。

[0041] 需要说明的是,具体实施时,多功能区对应的膜层的厚度以及膜质的疏松程度,可以根据实际需要的耐弯折性能进行设计。除此之外,多功能区的大小、形状以及设置位置均

可以根据实际需要进行设置,本实施例对此不加限定。

[0042] 因多功能区130对应的膜层在材质、厚度、以及疏松程度上存在变化,影响透过率,因此优选地,如图2所示,多功能区130的位置对应于相邻像素之间的间隔区域,以避免柔性显示装置的视觉效果受到影响。图2所示仅为在保护层设置多功能区的一种方式,具体实施时只要能切断膜层应力扩展路径即可。

[0043] 为了本领域技术人员更好的理解本发明实施例,下面通过具体的实施例对本实施例提供的柔性显示装置进行详细说明

[0044] 如图3所示,为本实施例的第一种具体实现方式,基板10上为柔性基板11,柔性基板11上设置有OLED器件12以及驱动OLED器件12的电路,之上设置有用以封装的保护层,保护层上设置有防护膜14,防护膜14主要用于防止保护层13被划伤的。其中,保护层包括:连续分布的第一保护层131和图案化的第二保护层132;第一保护层131覆盖所有OLED器件12的阴极,防止水汽和氧气的浸入,第二保护层132只分布在像素上方的对应区域。

[0045] 如图3中所示,在像素上方的对应区域设置有第一保护层131和第二保护层132,膜层比较厚,为水氧阻挡区120;而在相邻像素之间的间隔区域只设置有第一保护层131,即相邻像素之间的间隔区域的膜层比较薄,形成多功能区130,弯曲时封装膜层内的应力及裂纹可在此处被阻断。

[0046] 可以理解的是,上述的第一保护层131的厚度越薄,其耐弯折性能就越好,但其相应的密封效果也会降低,因此上述的第一保护层131的厚度进一步优选为0.05~1 μ m。

[0047] 可选地,上述的第一保护层131和第二保护层132其中之一的材质为硅氮系材料(如氮化硅)或者为硅氧系材料(如氧化硅),或者,第一保护层131和第二保护层132的材质均为硅氮系材料或者均为硅氧系材料。其中,硅氮系材料如氮化硅等含硅、氧的材料,硅氧系材料如氧化硅等含硅、氮的材料。

[0048] 本实施例提供一种具体的保护层13的设置方式,可以降低封装膜层产生裂纹的几率,提高器件耐弯折性能;并且,不需要对现有制备流程进行改进,容易实现,保护层具体制备时,只要将原本单层膜结构的保护层分成两个步骤分别制作即可,即形成双层膜结构,第一层膜即第一保护层131连续分布,与现有制备方式相同;第二层膜即第二保护层132只在像素上方的对应区域分布,制备时需要使用掩模板进行遮挡或者使用光刻技术形成图形。

[0049] 图4所示为本实施例的第二种具体实现方式,其不同之处在于,本实施例所述保护层13包括:膜质致密的第一膜层134,分布于像素上方的对应区域;膜质疏松的第二膜层135,分布于第一膜层134的间隙。

[0050] 本实施例中的保护层由膜质致密的第一膜层134和膜质疏松的第二膜层135组成,其中,在第二膜层135的分布区域,因第二膜层135膜质疏松,并且与第一膜层134分别经分步骤镀膜形成,相互之间不连续,可切断应力扩散,因此封装膜层内的应力及裂纹在此处被阻断,第二膜层135的分布区域即为多功能区;第一膜层134膜质致密,其分布区域即为水氧阻挡区。需要注意的是,第二膜层135虽然膜质疏松,但还需能够为下方的OLED阴极提供基本的水氧阻挡功能。

[0051] 可选地,上述第一膜层134为膜质致密的硅氮化物或者为硅氧系材料;第二膜层135为膜质疏松的硅氮化物或者为硅氧系材料,或者其他多孔性材料。

[0052] 制备时,可通过使用掩模板遮挡或者光刻技术,获得需要的图形。另外需要注意的

是,上述的第一膜层134和第二膜层135可以是相同材料,也可以是不同材料。如果是相同材料,第一膜层134和第二膜层135应分别采用不同的工艺(或者工艺相同,工艺参数不同)制作,以满足不同膜质需求,并减少膜厚段差。

[0053] 本发明实施例提供的柔性显示装置,通过在保护层设置多功能区,切断膜层应力的扩展路径以及裂纹扩展的路径,解决现有封装膜层容易产生裂纹的问题,提高柔性显示装置的耐弯折性能。

[0054] 实施例二

[0055] 本发明实施例还提供一种柔性显示装置的封装方法,在OLED器件的阴极完成后,该封装方法还包括:形成包括水氧阻挡区和多功能区的保护层;所述多功能区具有水氧阻挡和应力阻断的双重功能,所述多功能区的膜层厚度小于所述水氧阻挡区的膜层厚度;或者,所述多功能区的膜质比所述水氧阻挡区的膜质疏松,或者,所述多功能区的膜层厚度小于所述水氧阻挡区的膜层厚度,同时所述多功能区的膜质比所述水氧阻挡区的膜质疏松。

[0056] 多功能区可切断膜层应力的扩展路径以及裂纹扩展的路径,因而,本发明实施例提供的封装方法,可解决现有封装膜层容易产生裂纹的问题,提高柔性显示装置的耐弯折性能。

[0057] 优选地,所述多功能区的位置对应于相邻像素之间的间隔区域。具体而言,如图5和图3所示,上述形成包括水氧阻挡区和多功能区的保护层,可通过下述方式在像素上方对应区域形成水氧阻挡区,在相邻像素之间的间隔区域形多功能区,具体包括:

[0058] 101、在OLED器件12的阴极之上,形成连续分布且覆盖所有OLED器件12阴极的第一保护层131;

[0059] 第一保护层131连续分布,与现有保护层的材质要求、制备方式均相同,不同之处在于第一保护层131的厚度比较薄,一般为0.05~1 μ m。一种具体的实施方式中,通过PECVD(等离子体化学气相沉积)的方法在OLED器件上镀SiN_x/SiO₂第一保护层131进行封装。

[0060] 102、在第一保护层131之上,形成只分布在像素上方对应区域的第二保护层132。

[0061] 第二保护层132只分布在像素上方对应区域,与现有保护层的材质要求相同,具体实施时,可通过使用掩模板遮挡的方式,只在像素上方对应区域形成第二保护层132;当然,除此之外,也可以通过光刻的方式,形成第二保护层132。

[0062] 上述的第一保护层131和第二保护层132其中之一的材质为硅氮化物或者为硅氧系材料,或者,第一保护层131和第二保护层132的材质均为硅氮化物或者均为硅氧系材料。

[0063] 本实施例提供一种柔性显示装置的具体封装方法,可以降低封装膜层产生裂纹的几率,提高器件耐弯折性能;并且,不需要对现有制备流程进行大的改进,容易实现,具体而言,只要将原本单层膜结构的保护层分成两个步骤分别制作形成双层膜即可,第一层膜即第一保护层131,与现有制备方式相同;第二层膜即第二保护层132图案化,制备时需要使用掩模板进行遮挡或者使用光刻技术形成图形。

[0064] 可选地,如图6和图4所示,上述形成包括水氧阻挡区和多功能区的保护层,还可采用下述方式,具体包括:

[0065] 201、在OLED器件12的阴极之上,在像素上方的对应区域形成膜质致密的第一膜层134;

[0066] 一种具体的实施方式中,通过PECVD镀一层膜质致密的SiN_x/SiO₂在OLED器件上,同

时采用掩模板遮挡进行图案化,将不需要覆盖第一膜层134的部分(对应所述多功能区),用掩模板遮挡起来。

[0067] 202、在第一膜层134的间隙形成膜质疏松的第二膜层135。

[0068] 为减少膜厚段差,将步骤201中掩模板遮挡的部分通过PECVD沉积一层膜质疏松的 $\text{SiN}_x/\text{SiO}_2$,起到应力阻断的同时还起到密封以及平坦化的作用。第二膜层135也可选材料也包括多孔性材料,包括具有吸湿功能的多孔性材料。

[0069] 可选地,上述第一膜层134为膜质致密的硅氮化物或者为硅氧系材料;第二膜层135为膜质疏松的硅氮化物或者为硅氧系材料。制备时,可通过使用掩模板遮挡或者光刻技术,获得需要的图形。另外需要注意的是,上述的第一膜层134和第二膜层135可以是相同材料,也可以是不同材料。如果是相同材料,第一膜层134和第二膜层135应分别采用不同的工艺(或者工艺相同,工艺参数不同)制作,以形成不同膜质需求,并减少膜厚段差。

[0070] 除此形成具有应力阻挡区的保护层之外,柔性显示装置的制备及封装流程与现有技术相同,本实施例不再详述。例如,制作完保护层之后,同样需要贴附防护膜进行保护,防止保护层划伤,贴附方式可以为硬贴硬、软贴硬形式,此处与现有技术大致相同,不再赘述。

[0071] 本发明实施例提供的柔性显示装置的封装方法,通过在保护层设置多功能区,切断膜层应力扩展路径,解决现有封装膜层容易产生裂纹的问题,提高柔性显示装置的耐弯折性能。

[0072] 为了便于清楚说明,在本发明中采用了第一、第二等字样对相似项进行类别区分,该第一、第二字样并不在数量上对本发明进行限制,只是对一种优选的方式的举例说明,本领域技术人员根据本发明公开的内容,想到的显而易见的相似变形或相关扩展均属于本发明的保护范围内。

[0073] 本说明书中的各个实施例均采用递进的方式描述,各个实施例之间相同相似的部分互相参见即可,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之

[0074] 处。尤其,对于制造方法实施例而言,其具体可参照由于其设备实施例,所以描述得比较简单,相关之处参见方法实施例的部分说明即可。

[0075] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应该以权利要求的保护范围为准。

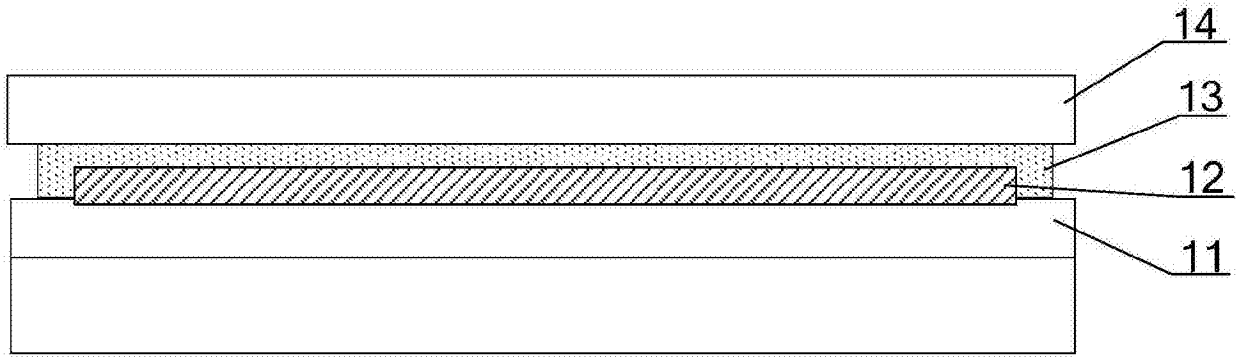


图1

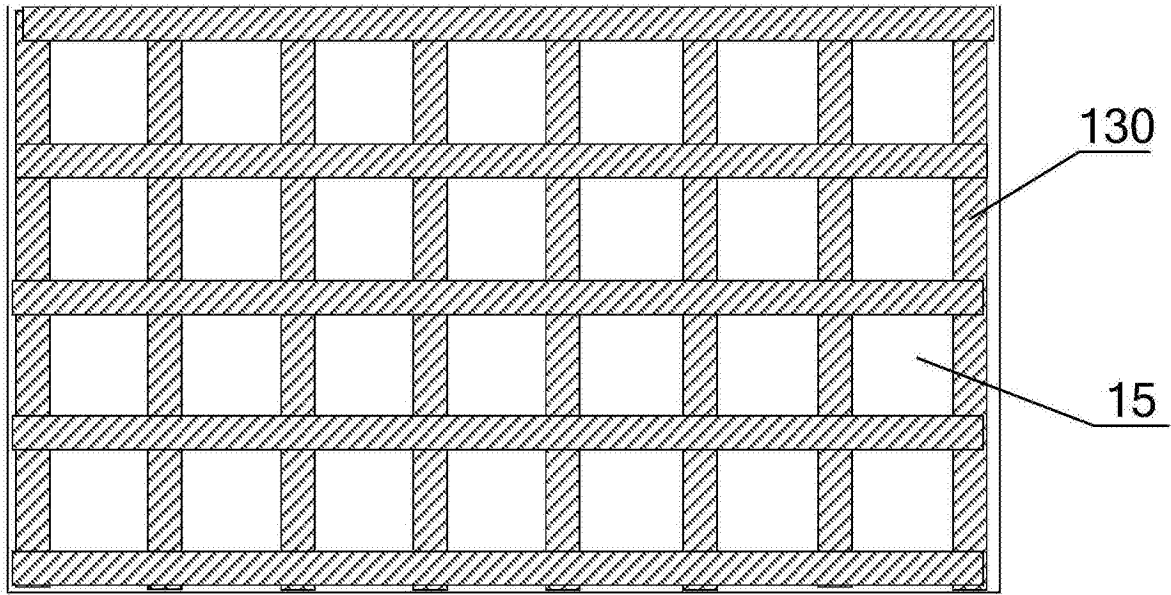


图2

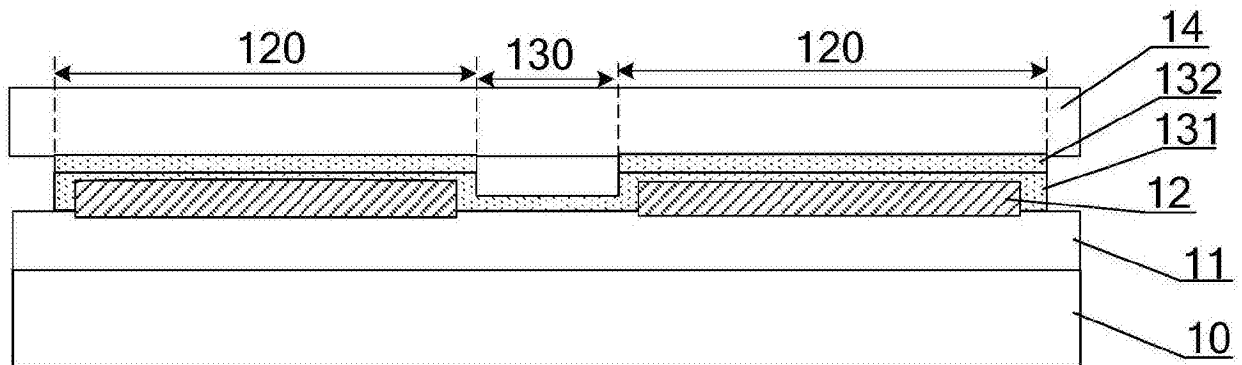


图3

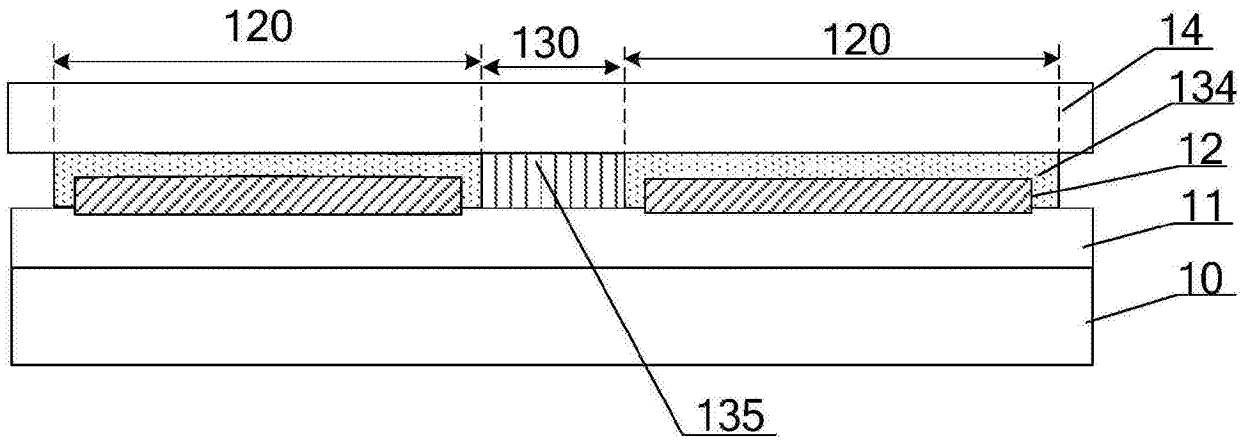


图4

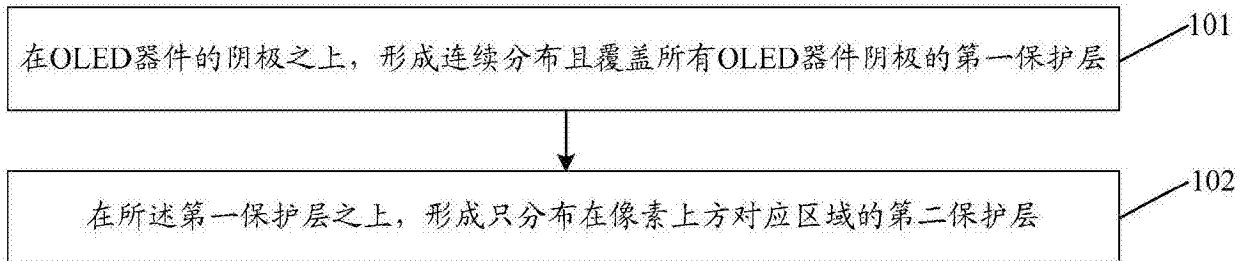


图5

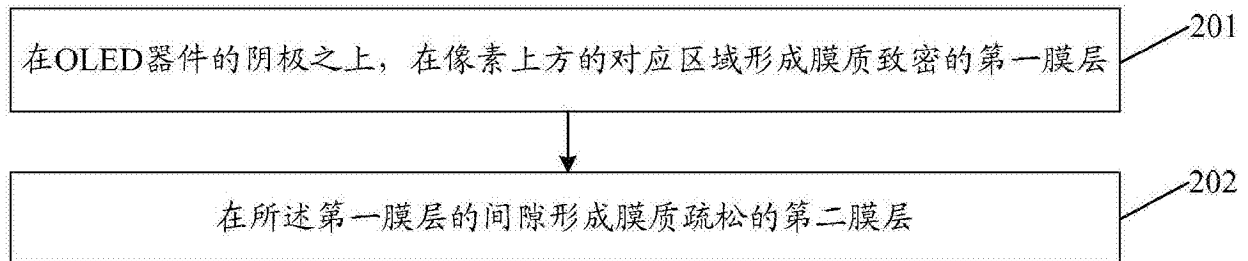


图6

专利名称(译)	柔性显示装置及其封装方法		
公开(公告)号	CN103943788B	公开(公告)日	2016-04-06
申请号	CN201410131612.4	申请日	2014-04-02
[标]申请(专利权)人(译)	京东方科技集团股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	京东方科技集团股份有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	京东方科技集团股份有限公司		
[标]发明人	孙韬 周伟峰 高静		
发明人	孙韬 周伟峰 高静		
IPC分类号	H01L51/52 H01L27/32 H01L51/56		
CPC分类号	H01L27/326 H01L51/5253 E21B7/00 E21B23/001 E21B33/12 E21B41/00 E21B43/11 E21B43/112 E21B43/14 H01L51/0097 H01L2251/5338 Y02E10/549 E21B4/04 E21B31/002 E21B2023/008 H01L51/5237 H01L51/56		
代理人(译)	申健		
审查员(译)	邢玉良		
其他公开文献	CN103943788A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明实施例公开了一种柔性显示装置及其封装方法，涉及显示领域，能够解决现有封装膜层容易产生裂纹的问题，提高柔性显示装置的耐弯折性能。本发明的柔性显示装置，包括：OLED器件，设置在所述OLED器件的阴极之上的保护层，所述保护层包括水氧阻挡区和多功能区，所述多功能区具有水氧阻挡和应力阻断的双重功能，所述多功能区的膜层厚度小于所述水氧阻挡区的膜层厚度；或者，所述多功能区的膜质比所述水氧阻挡区的膜质疏松，或者，所述多功能区的膜层厚度小于所述水氧阻挡区的膜层厚度，同时所述多功能区的膜质比所述水氧阻挡区的膜质疏松。

