



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106876602 A

(43)申请公布日 2017.06.20

(21)申请号 201611195482.6

(22)申请日 2016.12.22

(71)申请人 成都新柯力化工科技有限公司

地址 610091 四川省成都市青羊区蛟龙工
业港东海路4座

(72)发明人 陈庆 曾军堂 王镭迪

(51)Int.Cl.

H01L 51/52(2006.01)

权利要求书1页 说明书6页

(54)发明名称

一种柔性OLED显示屏薄膜封装方法

(57)摘要

本发明提供一种柔性OLED显示屏的薄膜封装方法,所述方法采用三甲基铝作为有机铝源,高纯臭氧作为反应气体,高纯氮气作为清除气体,在衬底上使用原子层沉积工艺制备 Al_2O_3 致密介质膜层,然后涂覆聚对二甲苯层,通过固化的方法聚合成高分子膜。本发明提供上述方法有效克服OLED器件封装保护层在折弯柔性显示装置时容易断裂,从而使得水氧阻隔能力大幅降低,影响显示效果,甚至可能导致OLED失效的技术缺陷,本发明提供上述方法过程中不需要加入干燥剂,制备的封装结构能够有效的阻隔水氧对显示屏的浸入,防止材料老化,延长了OLED器件寿命。

1. 一种柔性OLED显示屏的薄膜封装方法,其特征在于,所述方法采用三甲基铝作为有机铝源,高纯臭氧作为反应气体,高纯氮气作为清除气体在衬底上制备 Al_2O_3 介质致密膜层,然后涂覆聚对二甲苯层,包括以下步骤:

(1)清洗塑料衬底,获得清洁的塑料衬底;

(2)在所述清洁塑料衬底上,采用250-320℃的衬底温度,真空度下,采用三甲基铝作为铝源、高纯臭氧分子为反应气体,高纯氮气为清除气体,通过原子层沉积 Al_2O_3 介质致密膜层;

(3)对二甲苯二聚体进行140-180℃高温裂解产生双自由基二甲苯,再在 Al_2O_3 介质致密膜层表面冷凝并迅速聚合,得到均匀致密的聚对二甲苯薄膜,作为阻挡水汽和氧气的屏障;

(4)将所述塑料衬底粘帖在OLED的金属阴极层上,压紧后,周围涂上PMMA,完成器件封装。

2. 根据权利要求1所述的一种柔性OLED显示屏的薄膜封装方法,其特征在于,所述清洗塑料衬底包括以下步骤:

在乙醇溶液中超声清洗10-15分钟,去除塑料衬底表面的油脂,然后用去离子水冲洗,去除塑料衬底表面的盐,在40-50℃的氩气保护下烘干塑料衬底;

所述氩气为纯度为99.9%,氩气的环境气压为100-1000Pa。

3. 根据权利要求1所述的一种柔性OLED显示屏的薄膜封装方法,其特征在于,所述原子层沉积三甲基铝的流量为10-20sccm,高纯臭氧的流量为20-50sccm,高纯氮气的流量为50-100sccm。

4. 根据权利要求1所述的一种柔性OLED显示屏的薄膜封装方法,其特征在于,所述高纯臭氧的纯度为99.999%,高纯氮气的纯度为99.999%。

5. 根据权利要求1所述的一种柔性OLED显示屏的薄膜封装方法,其特征在于,在所述原子层沉积的时间为30-50分钟。

6. 根据权利要求1所述的一种柔性OLED显示屏的薄膜封装方法,其特征在于,所述 Al_2O_3 介质致密膜层的厚度为10-50nm。

7. 根据权利要求1所述的一种柔性OLED显示屏的薄膜封装方法,其特征在于,所述聚对二甲苯薄膜的沉积温度为40-60℃。

8. 根据权利要求1所述的一种柔性OLED显示屏的薄膜封装方法,其特征在于,所述聚对二甲苯薄膜的沉积厚度为20-120nm。

一种柔性OLED显示屏薄膜封装方法

技术领域

[0001] 本发明涉及显示技术领域,具体涉及一种柔性OLED显示屏的薄膜封装方法。

背景技术

[0002] 有机发光显示屏是一种应用有机发光二极管(OLED)作为发光器件的显示屏,相比现在的主流平板显示技术薄膜晶体管液晶显示器(TFT-LCD),有机发光显示屏具有高对比度、广视角、低功耗、体积更薄等优点,有望成为继LCD之后的下一代平板显示技术,是目前平板显示技术中受到关注最多的技术之一。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。大量科研人员围绕OLED相关技术进行研发,而作为OLED技术关键技术之一的封装技术也成为研究热点之一。

[0003] 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,薄膜封装主要采用单层薄膜或多层薄膜进行封装。但是由于封装盖多为脆性材料,多次弯折易产生裂纹,而且由于UV固化胶的水氧阻隔性不是很理想,再加上封装后器件厚重,不能满足现代对OLED器件轻巧、可曲折性的要求,因此,寻找适合的封装方法仍然是研究的热点方向。

[0004] 中国发明专利申请号201410727845.0公开了一种柔性OLED衬底及柔性OLED封装方法,所述柔性OLED衬底包括:聚合物层,金属箔片和绝缘胶材层。该柔性OLED衬底具有良好柔韧性和防水、氧渗透性能。该发明将衬底制备与封装过程结合在一起,简化了封装工艺,并且器件弯曲时与衬底之间产生的应力将由整个器件分担,提高了封装工艺的可靠性。但是,该发明使用的各层之间,尤其是金属箔片与绝缘胶材层之间,并没有化学键的键合作用,因此在柔性弯折多次后,容易劈裂,导致其安全隐患大。

[0005] 中国发明专利申请号201510700071.7公开了一种柔性OLED器件的封装结构。该柔性OLED封装结构,它由柔性导电性基板,功能性有机电子层,完整覆盖水氧封装层和柔性封盖薄膜组成的。其中完整地水氧封装层是使用一种或者多种封装树脂胶和密封剂对整体OLED进行全面性的液态覆盖封装工艺,建立一个高效的对水和氧渗透的屏障。但是,该方法使用的一种或者多种封装树脂胶和密封剂长期暴露在紫外光照或者雨淋的环境中时,树脂就会出现老化的情况,保护功能降低。

[0006] 中国发明专利申请号201610431035.X公开了一种柔性OLED器件及其封装方法。该发明设有第一阻隔层和第二阻隔层,还设有缓冲层,优化了阻隔薄膜结构,具体良好的水氧阻隔性能,使柔性OLED显示器更轻薄、弯折性能更好,而且延长了柔性OLED显示器的使用寿命。然而,该方案操作复杂,成本提高,而且OLED器件的厚度增加,重量增加,损失了它轻便的特点。

[0007] 综上所述,目前现有技术中对柔性显示装置进行封装的方法基本大同小异,都是在柔性基板上完成OLED器件的阴极制造后,先制作一层用以覆盖OLED器件阴极的保护层,然后再在保护层之上再铺上一层防护膜。其中,主要是保护层起封装作用,防止水汽和氧气

的浸入,而其上的防护膜主要用于防止保护层被划伤。然而,这样的保护层在折弯柔性显示装置时容易断裂,从而使得水氧阻隔能力大幅降低,影响显示效果,甚至可能导致OLED失效。如果将有机防护膜和无机介质膜组合对柔性OLED显示器件进行封装,将可能为上述问题的解决提供一种有效的途径。

发明内容

[0008] 针对目前现有技术中对柔性显示装置的封装方法基本相同,都是在OLED器件基本结构完成之后,先制作一层用以覆盖OLED器件阴极的保护层,然后再在保护层之上再铺上一层防护膜。其中,保护层起封装作用,防止水汽和氧气的浸入,而其上的防护膜主要用于防止保护层被划伤。然而,这样的保护层在折弯柔性显示装置时容易断裂,从而使得水氧阻隔能力大幅降低,影响显示效果,甚至可能导致OLED失效。本发明提出一种柔性OLED显示屏的薄膜封装方法,所述方法采用三甲基铝作为有机铝源,高纯臭氧作为反应气体,高纯氮气作为清除气体,在衬底上使用原子层沉积工艺制备 Al_2O_3 致密介质膜层,改善塑料衬底的表面情况,使之表面达到原子级别的光滑,然后在涂覆聚对二甲苯层,通过固化的方法聚合成高分子膜。本发明利用原子层沉积技术制备致密的 Al_2O_3 薄膜,改善塑料衬底表面的粗糙度,然后涂覆有机高分子膜更加致密,避免多次弯折开裂的情况,保证了水汽和氧气的阻隔作用,整个制备过程具有很好的工业基础,降低了工艺成本,在提升保护性的同时并没有破坏OLED自身的优势,具有很高的工业应用价值。

[0009] 本发明提供一种柔性OLED显示屏的薄膜封装方法,所述方法采用三甲基铝作为有机铝源,高纯臭氧作为反应气体,高纯氮气作为清除气体在衬底上制备 Al_2O_3 介质致密膜层,然后涂覆聚对二甲苯层,包括以下步骤:

(1)清洗塑料衬底,获得清洁的塑料衬底;

(2)在所述清洁塑料衬底上,采用250-320℃的衬底温度,真空度下,采用三甲基铝作为铝源、高纯臭氧分子为反应气体,高纯氮气为清除气体,通过原子层沉积 Al_2O_3 介质致密膜层;

(3)对二甲苯二聚体进行140-180℃高温裂解产生双自由基二甲苯,再在 Al_2O_3 介质致密膜层表面冷凝并迅速聚合,得到均匀致密的聚对二甲苯薄膜,作为阻挡水汽和氧气的屏障。

[0010] (4)将所述塑料衬底粘帖在OLED的金属阴极层上,压紧后,周围涂上PMMA,完成器件封装。

[0011] 优选的,所述清洗塑料衬底包括以下步骤:

在乙醇溶液中超声清洗10-15分钟,去除塑料衬底表面的油脂,然后用去离子水冲洗,去除塑料衬底表面的盐,在40-50℃的氩气保护下烘干塑料衬底;

所述氩气为纯度为99.9%,氩气的环境气压为100-1000Pa。

[0012] 优选的,所述原子层沉积三甲基铝的流量为10-20sccm,高纯臭氧的流量为20-50sccm,高纯氮气的流量为50-100sccm。

[0013] 优选的,所述高纯臭氧的纯度为99.999%,高纯氮气的纯度为99.999%。

[0014] 优选的,在所述原子层沉积的时间为30-50分钟。

[0015] 优选的,所述 Al_2O_3 介质致密膜层的厚度为10-50nm。

[0016] 优选的,所述聚对二甲苯薄膜的沉积温度为40-60℃。

[0017] 优选的,所述聚对二甲苯薄膜的沉积厚度为20-120nm。

[0018] 本发明一种柔性OLED显示屏的薄膜封装方法与传统封装方法的性能测试结果对比,如表1所示。

[0019] 表1:

性能指标	要求亮度 cd/m ²	电压 V	电流 mA	电流效率 cd/A	流明效率 lm/W	寿命 h
本发明	5000	6	6	7	5	20000
常规封装 OLED	5000	5	7	3	6	5000

本发明提出一种柔性OLED显示屏的薄膜封装方法,与现有技术相比,其突出的特点和优异的效果在于:

1、本发明采用无机致密Al₂O₃膜与有机高分子聚对二甲苯薄膜组合,这种软硬结合的致密结构具有一定的抗压能力,避免多次弯折开裂,保证了水汽和氧气的阻隔作用,非常高效地解决了弯折断裂失效问题。

[0020] 2、本发明采用带隙较大的无机介质致密膜层覆盖,减少了聚对二甲苯接触紫外线的概率,使有机高分子被保护,更加稳定。

[0021] 3、本发明采用了常用的原子层沉积工艺,工业基础强,对于显示屏行业来说,设备广泛成本低廉。

[0022] 4、本发明采用聚对二甲苯作为有机保护层,原料来源广泛。

具体实施方式

[0023] 以下通过具体实施方式对本发明作进一步的详细说明,但不应将此理解为本发明的范围仅限于以下的实例。在不脱离本发明上述方法思想的情况下,根据本领域普通技术知识和惯用手段做出的各种替换或变更,均应包含在本发明的范围内。

[0024] 实施例1

本实施例包括以下步骤:

(1) 在乙醇溶液中超声清洗10分钟,去除塑料衬底表面的油脂,然后用去离子水冲洗,去除塑料衬底表面的盐,在40℃的纯度为99.9%,环境气压为100Pa的氩气保护下烘干塑料衬底,获得清洁的塑料衬底;

(2) 在所述清洁塑料衬底上,采用250℃的衬底温度,10⁻²Pa的本底真空度下,采用三甲基铝作为铝源、高纯臭氧分子为反应气体,高纯氮气为清除气体,原子层沉积三甲基铝的流量为10sccm,高纯臭氧的流量为50sccm,纯度为99.999%,高纯氮气的流量为50sccm,纯度为99.999%,通过原子层沉积Al₂O₃介质致密膜层,原子层沉积的时间为30分钟,厚度为50nm;

(3) 然后对二甲苯二聚体进行140℃高温裂解产生双自由基二甲苯,再在Al₂O₃介质致

密膜层表面冷凝并迅速聚合,控制聚对二甲苯薄膜的沉积温度为40℃,得到厚度为20nm均匀致密的聚对二甲苯薄膜,作为阻挡水汽和氧气的屏障。

[0025] (4)将所述塑料衬底粘帖在OLED的金属阴极层上,压紧后,周围涂上PMMA,完成器件封装。

[0026] 通过测试,将柔性OLED显示屏通过实施例1中封装技术封装后测试的性能如表2所示。

[0027] 实施例2

本实施例包括以下步骤:

(1)在乙醇溶液中超声清洗10分钟,去除塑料衬底表面的油脂,然后用去离子水冲洗,去除塑料衬底表面的盐,在45℃的纯度为99.9%,环境气压为300Pa的氩气保护下烘干塑料衬底,获得清洁的塑料衬底;

(2)在所述清洁塑料衬底上,采用280℃的衬底温度, 10^{-2} Pa的本底真空度下,采用三甲基铝作为铝源、高纯臭氧分子为反应气体,高纯氮气为清除气体,原子层沉积三甲基铝的流量为12sccm,高纯臭氧的流量为40sccm,纯度为99.999%,高纯氮气的流量为60sccm,纯度为99.999%,通过原子层沉积 Al_2O_3 介质致密膜层,原子层沉积的时间为30分钟,厚度为10nm;

(3)然后对二甲苯二聚体进行150℃高温裂解产生双自由基二甲苯,再在 Al_2O_3 介质致密膜层表面冷凝并迅速聚合,控制聚对二甲苯薄膜的沉积温度为50℃,得到厚度为40nm均匀致密的聚对二甲苯薄膜,作为阻挡水汽和氧气的屏障。

[0028] (4)将所述塑料衬底粘帖在OLED的金属阴极层上,压紧后,周围涂上PMMA,完成器件封装。

[0029] 通过测试,将柔性OLED显示屏通过实施例2中封装技术封装后测试的性能如表2所示。

[0030] 实施例3

本实施例包括以下步骤:

(1)在乙醇溶液中超声清洗12分钟,去除塑料衬底表面的油脂,然后用去离子水冲洗,去除塑料衬底表面的盐,在45℃的纯度为99.9%,环境气压为300Pa的氩气保护下烘干塑料衬底,获得清洁的塑料衬底;

(2)在所述清洁塑料衬底上,采用290℃的衬底温度, 10^{-3} Pa的本底真空度下,采用三甲基铝作为铝源、高纯臭氧分子为反应气体,高纯氮气为清除气体,原子层沉积三甲基铝的流量为15sccm,高纯臭氧的流量为30sccm,纯度为99.999%,高纯氮气的流量为70sccm,纯度为99.999%,通过原子层沉积 Al_2O_3 介质致密膜层,原子层沉积的时间为50分钟,厚度为30nm;

(3)然后对二甲苯二聚体进行150℃高温裂解产生双自由基二甲苯,再在 Al_2O_3 介质致密膜层表面冷凝并迅速聚合,控制聚对二甲苯薄膜的沉积温度为45℃,得到厚度为35nm均匀致密的聚对二甲苯薄膜,作为阻挡水汽和氧气的屏障。

[0031] (4)将所述塑料衬底粘帖在OLED的金属阴极层上,压紧后,周围涂上PMMA,完成器件封装。

[0032] 通过测试,将柔性OLED显示屏通过实施例3中封装技术封装后测试的性能如表2所示。

[0033] 实施例4

本实施例包括以下步骤：

(1) 在乙醇溶液中超声清洗15分钟，去除塑料衬底表面的油脂，然后用去离子水冲洗，去除塑料衬底表面的盐，在50℃的纯度为99.9%，环境气压为500Pa的氩气保护下烘干塑料衬底，获得清洁的塑料衬底；

(2) 在所述清洁塑料衬底上，采用290℃的衬底温度， 10^{-3} Pa的本底真空度下，采用三甲基铝作为铝源、高纯臭氧分子为反应气体，高纯氮气为清除气体，原子层沉积三甲基铝的流量为20ccm，高纯臭氧的流量为20sccm，纯度为99.999%，高纯氮气的流量为80sccm，纯度为99.999%，通过原子层沉积 Al_2O_3 介质致密膜层，原子层沉积的时间为30分钟，厚度为20nm；

(3) 然后对二甲苯二聚体进行180℃高温裂解产生双自由基二甲苯，再在 Al_2O_3 介质致密膜层表面冷凝并迅速聚合，控制聚对二甲苯薄膜的沉积温度为50℃，得到厚度为80nm均匀致密的聚对二甲苯薄膜，作为阻挡水汽和氧气的屏障。

[0034] (4) 将所述塑料衬底粘帖在OLED的金属阴极层上，压紧后，周围涂上PMMA，完成器件封装。

[0035] 通过测试，将柔性OLED显示屏通过实施例4中封装技术封装后测试的性能如表2所示。

[0036] 实施例5

本实施例包括以下步骤：

(1) 在乙醇溶液中超声清洗10分钟，去除塑料衬底表面的油脂，然后用去离子水冲洗，去除塑料衬底表面的盐，在50℃的纯度为99.9%，环境气压为1000Pa的氩气保护下烘干塑料衬底，获得清洁的塑料衬底；

(2) 在所述清洁塑料衬底上，采用320℃的衬底温度， 10^{-3} Pa的本底真空度下，采用三甲基铝作为铝源、高纯臭氧分子为反应气体，高纯氮气为清除气体，原子层沉积三甲基铝的流量为10ccm，高纯臭氧的流量为10sccm，纯度为99.999%，高纯氮气的流量为100sccm，纯度为99.999%，通过原子层沉积 Al_2O_3 介质致密膜层，原子层沉积的时间为50分钟，厚度为50nm；

(3) 然后对二甲苯二聚体进行180℃高温裂解产生双自由基二甲苯，再在 Al_2O_3 介质致密膜层表面冷凝并迅速聚合，控制聚对二甲苯薄膜的沉积温度为60℃，得到厚度为120nm均匀致密的聚对二甲苯薄膜，作为阻挡水汽和氧气的屏障。

[0037] (4) 将所述塑料衬底粘帖在OLED的金属阴极层上，压紧后，周围涂上PMMA，完成器件封装。

[0038] 通过测试，将柔性OLED显示屏通过实施例5中封装技术封装后测试的性能如表2所示。

[0039] 表2

性能指标	要求亮度 cd/m ²	电压 V	电流 mA	电流效率 cd/A	流明效率 lm/W	寿命 h
实施例 1	5000	9	6	7	3	20000
实施例 2	5000	7	7	5	5	20000
实施例 3	5000	5	10	6	5	20000
实施例 4	5000	8	7	8	5	20000
实施例 5	5000	7	8	5	4	20000

专利名称(译)	一种柔性OLED显示屏薄膜封装方法		
公开(公告)号	CN106876602A	公开(公告)日	2017-06-20
申请号	CN201611195482.6	申请日	2016-12-22
[标]申请(专利权)人(译)	成都新柯力化工科技有限公司		
申请(专利权)人(译)	成都新柯力化工科技有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	成都新柯力化工科技有限公司		
[标]发明人	陈庆 曾军堂 王镭迪		
发明人	陈庆 曾军堂 王镭迪		
IPC分类号	H01L51/52		
CPC分类号	H01L51/5253		
其他公开文献	CN106876602B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供一种柔性OLED显示屏的薄膜封装方法，所述方法采用三甲基铝作为有机铝源，高纯臭氧作为反应气体，高纯氮气作为清除气体，在衬底上使用原子层沉积工艺制备Al₂O₃致密介质膜层，然后涂覆聚对二甲苯层，通过固化的方法聚合成高分子膜。本发明提供上述方法有效克服OLED器件封装保护层在折弯柔性显示装置时容易断裂，从而使得水氧阻隔能力大幅降低，影响显示效果，甚至可能导致OLED失效的技术缺陷，本发明提供上述方法过程中不需要加入干燥剂，制备的封装结构能够有效的阻隔水氧对显示屏的浸入，防止材料老化，延长了OLED器件寿命。

性能指标	要求亮度 cd/m ²	电压 V	电流 mA	电流效率 cd/A	流明效率 lm/W	寿命 h
实施例 1	5000	9	6	7	3	20000
实施例 2	5000	7	7	5	5	20000
实施例 3	5000	5	10	6	5	20000
实施例 4	5000	8	7	8	5	20000
实施例 5	5000	7	8	5	4	20000