



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111446382 A

(43)申请公布日 2020.07.24

(21)申请号 202010257280.X

(22)申请日 2020.04.03

(71)申请人 苏州星烁纳米科技有限公司  
地址 215123 江苏省苏州市工业园区金鸡湖大道99号纳米城NW06-403

(72)发明人 孙佳 王红琴 史横舟 王允军  
许金平 马金锁

(51)Int.Cl.

H01L 51/56(2006.01)

H01L 51/52(2006.01)

B82Y 30/00(2011.01)

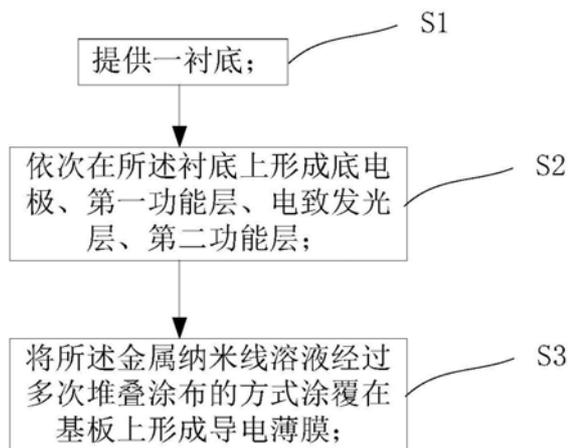
权利要求书1页 说明书9页 附图2页

(54)发明名称

一种电致发光器件及其制备方法、显示装置

(57)摘要

本发明公开了一种电致发光器件的制备方法,包括步骤:提供一衬底;依次在所述衬底上形成底电极、第一功能层、电致发光层、第二功能层;将金属纳米线溶液经过若干次涂布的方式涂覆在所述第二功能层上形成顶电极;每次涂布包括步骤:将所述金属纳米线溶液涂布于所述基板上;干燥所述金属纳米线溶液形成金属纳米线膜;对所述金属纳米线膜进行紫外光照射。从而使得电致发光器件的顶电极完全由金属纳米线构成,整个顶电极的面电阻非常小,使得制备得到的电致发光器件制作简便,降低了包含电致发光器件的显示装置的生产制造成本。



1. 一种电致发光器件的制备方法,其特征在于,包括步骤:  
提供一衬底;  
依次在所述衬底上形成底电极、第一功能层、电致发光层、第二功能层;  
将金属纳米线溶液经过若干次涂布的方式涂覆在所述第二功能层上形成顶电极;每次涂布包括步骤:  
将所述金属纳米线溶液涂布于所述第二功能层上;  
干燥所述金属纳米线溶液形成金属纳米线膜;  
对所述金属纳米线膜进行紫外光照射。
2. 根据权利要求1所述的电致发光器件的制作方法,其特征在于,对所述金属纳米线溶液进行干燥的方式包括真空干燥或热干燥。
3. 根据权利要求1所述的电致发光器件的制作方法,其特征在于,涂布的方式为湿法涂布;  
优选地,涂布方法包括喷涂、刮涂、线棒涂布、毛刷涂布、辊棒涂布、丝网印刷、凹版印刷、凸版印刷、旋涂印刷、喷墨打印中的至少一种。
4. 根据权利要求1所述的电致发光器件的制作方法,其特征在于,所述金属纳米线溶液包括金属纳米线和有机溶剂;  
优选地,所述金属纳米线溶液的浓度不大于10mg/mL。
5. 根据权利要求4所述的电致发光器件的制作方法,其特征在于,所述有机溶剂包括甲乙酮、丙酮、甲基异丁基酮、乙酰丙酮、乙酸乙酯、乙酸甲酯、乙酸异丙酯、乙酸丁酯、甲醇、乙醇、异丙醇、丁醇、异丁醇、二丙酮醇、甲苯、二甲苯中的至少一种。
6. 一种电致发光器件,其特征在于,由权利要求1-5任一所述的电致发光器件的制作方法制备得到。
7. 根据权利要求6所述的电致发光器件,其特征在于,所述顶电极的透光率为50%~99.9%。
8. 根据权利要求6所述的电致发光器件,其特征在于,所述顶电极的方阻小于 $50\ \Omega/\square$ 。
9. 根据权利要求6所述的电致发光器件,其特征在于,所述金属纳米线包括金纳米线、银纳米线、铜纳米线、铁纳米线、钴纳米线、镍纳米线中的至少一种。
10. 一种显示装置,其特征在于,包括权利要求6-9任一所述的电致发光器件。

## 一种电致发光器件及其制备方法、显示装置

### 技术领域

[0001] 本申请属于显示技术领域,特别涉及一种电致发光器件及其制备方法、显示装置。

### 背景技术

[0002] 电致发光器件如有机电致发光二极管(OLED)具有自发光、反应快、视角广、亮度高、轻薄等优点,量子点发光二极管(QLED)具有光色纯度高、发光量子效率高、发光颜色易调、使用寿命长等优点,是目前显示器件研究的两个主要方向。

[0003] 电致发光器件被应用于显示领域,其通常为层叠结构,至少包括基板、阴极、发光层和阳极,还包括用于空穴和电子传输的载流子传输层等。

[0004] 为了使得电致发光器件能够出射光线,通常需要至少一个电极(底电极或/和顶电极)是透明导电电极。透明导电电极在提供导电通路的同时,还允许光透过。当底电极为透明导电电极时,电致发光器件一般为底发光;当顶电极为透明导电电极时,电致发光器件一般为顶发光;底电极和顶电极都为透明导电电极时,电致发光器件一般为双面出光。

[0005] 最初透明导电电极一般采用Ag或MgAg(镁银)合金的作为电极,但是Ag或MgAg(镁银)合金电极一般为半透明,无法满足高光透过率、低面电阻的要求。

[0006] 目前普遍使用的透明导电电极为透明导电氧化物,一般为经过掺杂的氧化铟,例如ITO,ITO设置在玻璃衬底上,在一定厚度范围内其可见光透过率较好。

[0007] 然而,ITO涂层在应用上也有很多不足。具体说来,ITO涂层通常使用磁控溅射的方式在玻璃衬底上形成,当在电致发光器件的功能层上设置ITO涂层时,能量密集的高速粒子很容易对功能层造成严重破坏。这就导致ITO只能设置在玻璃衬底上,作为透明的底电极进行使用,而无法制作在功能层的顶电极进行使用。此外,ITO涂层易碎或易发生破裂,也对酸和碱敏感,并且不能满足未来对柔性特性的要求。

[0008] 现在为了克服ITO这些问题,会在透明导电氧化物电极上再嵌入一层纳米金属线(例如银纳米线)网络形成薄膜,可以在保持可见光透过率的基础上,进一步降低透明电极的面电阻。

[0009] 又或者,将纳米线嵌入透明的高分子材料(例如PMMA)中,制作成纳米线复合电极。例如,Sunho Kim等人发表的“High-Performance Transparent Quantum Dot Light-Emitting Diode with Patchable Transparent Electrodes”,该文献公开了将银纳米线(AgNWs)嵌入到PMMA中的技术方案。

[0010] 但上述制作工艺都非常繁琐,大大增加了成本,并且纳米线(例如银纳米线)导电性能也未能充分利用,亟需提供一种具有更透明,面电阻更小的纳米线电极的电致发光器件。

### 发明内容

[0011] 针对上述技术问题,本申请提供一种电致发光器件的制备方法,包括步骤:

[0012] 提供一衬底;

- [0013] 依次在所述衬底上形成底电极、第一功能层、电致发光层、第二功能层；
- [0014] 将金属纳米线溶液经过若干次涂布的方式涂覆在所述第二功能层上形成顶电极；每次涂布包括步骤：
- [0015] 将所述金属纳米线溶液涂布于所述第二功能层上；
- [0016] 干燥所述金属纳米线溶液形成金属纳米线膜；
- [0017] 对所述金属纳米线膜进行紫外光照射。
- [0018] 进一步地，对所述金属纳米线溶液进行干燥的方式包括真空干燥或热干燥。
- [0019] 进一步地，涂布的方式为湿法涂布；
- [0020] 优选地，涂布方法包括喷涂、刮涂、线棒涂布、毛刷涂布、辊棒涂布、丝网印刷、凹版印刷、凸版印刷、旋涂印刷、喷墨打印中的至少一种。
- [0021] 进一步地，所述金属纳米线溶液包括金属纳米线和有机溶剂；
- [0022] 优选地，所述金属纳米线溶液的浓度不大于10mg/mL。
- [0023] 进一步地，所述有机溶剂包括甲乙酮、丙酮、甲基异丁基酮、乙酰丙酮、乙酸乙酯、乙酸甲酯、乙酸异丙酯、乙酸丁酯、甲醇、乙醇、异丙醇、丁醇、异丁醇、二丙酮醇、甲苯、二甲苯中的至少一种。
- [0024] 本申请还提供一种电致发光器件，由上述的电致发光器件的制作方法制备得到。
- [0025] 进一步地，所述顶电极的透光率为50%~99.9%。
- [0026] 进一步地，所述顶电极的方阻小于50 Ω/□。
- [0027] 进一步地，所述金属纳米线包括金纳米线、银纳米线、铜纳米线、铁纳米线、钴纳米线、镍纳米线中的至少一种；
- [0028] 优选地，当将金属纳米线溶液经过多次涂布的方式涂覆在所述第二功能层上时，至少一组相邻的金属纳米线膜的金属纳米线的种类不同。
- [0029] 本申请还提供一种显示装置，包括上述的电致发光器件。
- [0030] 有益效果：
- [0031] 1、本申请的电致发光器件的顶电极通过将金属纳米线溶液经过若干次涂布，每次涂布后进行紫外光照射后形成，可以改善金属纳米线与下层材料的接触以及在金属纳米线之间实现有效搭接；
- [0032] 2、采用本申请的金属纳米线涂布方式制备的电致发光器件的顶电极，极大地降低了器件的启亮电压，同时改善了发光均一性，器件性能优于常规的金属电极；
- [0033] 3、现有技术是将金属纳米线嵌入有机基材中形成复合电极后，再涂布于功能层上；而本申请直接将包括金属纳米线设置于功能层上，形成金属纳米线网络状结构的顶电极，顶电极由金属纳米线互相搭接构成，例如银纳米线(AgNWs)，整个顶电极的面电阻非常小，增强了导电性；
- [0034] 4、顶电极中无有机基材混入，顶电极的透光度得到很大提高；
- [0035] 5、与现有技术中ITO通过磁控溅镀方式相比，本申请的顶电极可以直接形成于电致发光器件的第二功能层上，且不会对第二功能层造成破坏；
- [0036] 6、电致发光器件中金属纳米线网络状结构的顶电极对功能层的膜平整性无过多要求；
- [0037] 7、本申请的显示装置制作简便，重复性好，降低了电致发光器件的生产制造成本，

适合大规模量产。

### 附图说明

- [0038] 图1是本申请一实施方式中电致发光器件的制作方法流程图；  
[0039] 图2是本申请另一实施方式中顶电极的制作方法流程图；  
[0040] 图3是本申请又一实施方式中紫外光线照射金属纳米线膜示意图；  
[0041] 图4是本申请一实施方式中电致发光器件的结构示意图。

### 具体实施方式

[0042] 下面将结合本申请实施方式,对本申请实施例中的技术方案进行详细地描述。应注意的是,所描述的实施方式仅仅是本申请一部分实施方式,而不是全部实施方式。

[0043] 本文中使用的术语仅用于描述具体实施方式的目的且不意图为限制性的。如果未另外定义,说明书中的所有术语(包括技术和科学术语)可如本领域技术人员通常理解的那样定义。常用字典中定义的术语应被解释为具有与它们在相关领域的背景和本公开内容中的含义一致的含义,并且不可以理想方式或者过宽地解释,除非清楚地定义。此外,除非明确地相反描述,措辞“包括”和措辞“包含”当用于本说明书中时表明存在所陈述的特征、区域、整体、步骤、操作、要素、和/或组分,但是不排除存在或添加一个或多个其它特征、区域、整体、步骤、操作、要素、组分、和/或其集合。因此,以上措辞将被理解为意味着包括所陈述的要素,但不排除任何其它要素。

[0044] 将理解,尽管术语第一、第二、第三等可在本文中用于描述各种元件、组分、区域、层和/或部分,但这些元件、组分、区域、层和/或部分不应受这些术语限制。这些术语仅用于将一个元件、组分、区域、层或部分区别于另外的元件、组分、区域、层或部分。因而,在不背离本实施方式的教导的情况下,下面讨论的第一元件、组分、区域、层或部分可称为第二元件、组分、区域、层或部分。

[0045] 定义

[0046] 以下定义适用于关于本发明一些实施方式描述的一些方面,这些定义同样可以在本文得到扩展。

[0047] 除非上下文另做清楚规定,否则如本文使用的,单数形式“一个”和“所述”包括多个指代物。除非上下文另做清楚规定,否则提到一个对象可包括多个对象。

[0048] 如本文使用的,术语“邻近”是指接近或邻接。邻近的对象可彼此间隔开,或者可彼此实际或直接接触。在一些情况中,邻近的对象可彼此连接,或者可彼此整体的形成。

[0049] 如本文使用的,术语“连接”、是指操作性耦接或链接。链接的对象可彼此直接耦接,或者可经由另一组对象彼此间接地耦接。

[0050] 如本文使用的,相对性术语,例如“里边”、“内部”、“外面”、“外部”、“顶部”、“底部”、“正面”、“背面”、“后面”、“上部”、“下部”、“垂直”、“横向”、“在……之上”及“在……之下”是指例如根据附图,一组对象先对彼此的取向,但在制造或使用期间不要求这些对象的特定取向。

[0051] 如本文使用的,术语“纳米范围”或“nm范围”是指约1nm至约1 $\mu$ m的尺寸范围。

[0052] 如本文使用的,术语“纳米级”对象是指具有至少一个在纳米范围内的尺寸的对

象。纳米级对象可具有任何的各种各样的形状,并且可由各种各样的材料形成。纳米级对象的实例包括金属纳米线、纳米管、纳米片、纳米颗粒以及其他纳米结构。

[0053] 如本文使用的,术语“金属纳米线”是指细长的纳米级对象,其基本上是实心的。一般的,金属纳米线具有纳米范围内的横向尺寸(例如,以直径、宽度、或表示跨正交方向的平均值的宽度或直径形式的截面尺寸)。

[0054] 如图1所示,本申请一实施方式中电致发光器件的制备方法包括如下步骤:

[0055] 步骤S1:提供一衬底。

[0056] 在本实施方式中,衬底可以为刚性基板,也可以为柔性基板。其中,刚性基板包括但不限于玻璃、金属箔片或陶瓷材质中的一种或多种。

[0057] 柔性基板包括聚合物薄膜,聚合物薄膜包括聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PEN)、聚醚醚酮(PEEK)、聚苯乙烯(PS)、聚醚砜(PES)、聚碳酸酯(PC)、聚芳基酸酯(PAT)、聚芳酯(PAR)、聚酰亚胺(PI)、聚氯乙烯(PV)、聚乙烯(PE)、聚乙烯吡咯烷酮(PVP)、纺织纤维中的一种或多种。

[0058] 步骤S2:依次在所述衬底上形成底电极、第一功能层、电致发光层、第二功能层。

[0059] 在本实施方式中,底电极可以是不透明导电电极,也可以是透明导电电极,本申请不以此为限。例如底电极可以为镁铝电极或者ITO电极,也可以为金属纳米线网络状结构电极,进一步提高底电极的透光度和导电性能。在底电极上形成第一功能层时,金属纳米线堆叠排布的网络状结构中存在大量空隙,第一功能层会填充至金属纳米线间隙中,甚至第一功能层与底电极形成为一体结构。

[0060] 在本实施方式中,第一功能层、第二功能层根据底电极的性质确定具体结构,例如,当底电极为阳极时,第一功能层可以包括空穴注入层和空穴传输层,第二功能层包括电子传输层;当底电极为阴极时,第一功能层包括电子传输层,第二功能层可以包括空穴传输层。

[0061] 空穴注入层的材料包括但不限于聚(3,4-乙烯二氧噻吩)-聚苯乙烯磺酸(PEDOT:PSS)、酞菁铜(CuPc)、2,3,5,6-四氟-7,7',8,8'-四氰醌-二甲烷(F4-TCNQ)、2,3,6,7,10,11-六氰基-1,4,5,8,9,12-六氮杂苯并菲(HATCN)、掺杂聚(全氟乙烯-全氟醚磺酸)(PFSA)的聚噻吩并噻吩(PTT)、过渡金属氧化物、金属硫系化合物中的一种或多种,优选的,过渡金属氧化物包括MoO<sub>3</sub>、VO<sub>2</sub>、WO<sub>3</sub>、CrO<sub>3</sub>、CuO中的一种或多种,金属硫系化合物包括MoS<sub>2</sub>、MoSe<sub>2</sub>、WS<sub>2</sub>、WSe<sub>2</sub>、CuS中的一种或多种,但是本申请的示例性实施方式并不限于此。

[0062] 空穴传输层的材料可选自具有空穴传输能力的有机材料,包括但不限于聚(9,9-二辛基芴-CO-N-(4-丁基苯基)二苯胺)(TFB)、聚乙烯咔唑(PVK)、聚(N,N'双(4-丁基苯基)-N,N'-双(苯基)联苯胺)(poly-TPD)、聚(9,9-二辛基芴-共-双-N,N-苯基-1,4-苯二胺)(PFB)、4,4',4''-三(咔唑-9-基)三苯胺(TCTA)、4,4'-二(9-咔唑)联苯(CBP)、N,N'-二苯基-N,N'-二(3-甲基苯基)-1,1'-联苯-4,4'-二胺(TPD)、N,N'-二苯基-N,N'-(1-萘基)-1,1'-联苯-4,4'-二胺(NPB)、掺杂石墨烯、非掺杂石墨烯、C60中的一种或多种。空穴传输层还可选自具有空穴传输能力的无机材料,包括但不限于掺杂或非掺杂的MoO<sub>x</sub>、VO<sub>x</sub>、WO<sub>x</sub>、CrO<sub>x</sub>、CuO、MoS<sub>2</sub>、MoSe<sub>2</sub>、WS<sub>2</sub>、WSe<sub>2</sub>、CuS中的一种或多种,但是本申请的示例性实施方式并不限于此。

[0063] 电子传输层的材料包括但不限于由纳米粒子构成的传输层薄膜,电子传输层的材

料选自ZnO、TiO<sub>2</sub>、SnO<sub>2</sub>、Ta<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、InSnO、Alq<sub>3</sub>、Ca、Ba、CsF、LiF、CsCO<sub>3</sub>中的一种或多种,但是本申请的示例性实施方式并不限于此。优选地,电子传输材料为金属掺杂的ZnO纳米颗粒,例如Mg、Al、Li、W、Ti、Ni、Sn、MgO、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Li<sub>2</sub>O、W<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、TiO<sub>2</sub>、NiO、SnO<sub>2</sub>等掺杂的ZnO纳米颗粒。

[0064] 本申请实施方式中,电致发光层包括量子点发光材料或者有机发光材料。例如,量子点发光材料包括红光量子点、绿光量子点、蓝光量子点中的至少一种,可以为II-VIA族化合物、IV-VIA族化合物、III-VA族化合物、I-VIA族化合物中的至少一种。优选地,量子点为CdS、CdSe、CdSeS、CdZnSeS、CdS/ZnS、CdSe/ZnS、CdSe/CdS/ZnS、InP、InP/ZnS或者ZnSe/ZnS中的一种或多种,但是本申请的示例性实施方式并不限于此。此外,量子点的组成形式并不受限制,可以为掺杂或非掺杂的量子点。

[0065] 在电致发光器件中,形成各层的方式包括但不限于喷墨打印、喷涂、旋涂、印刷、刮涂、浸渍提拉、浸泡、滚涂或狭缝打印等,本申请并不以此为限。

[0066] 步骤S3:将金属纳米线溶液经过若干次涂布的方式涂覆在所述第二功能层上形成顶电极。

[0067] 本实施方式的金属纳米线溶液包含金属纳米线,涂布次数例如为1-10次,当涂布次数为多次时,金属纳米线溶液经过依次堆叠方式进行涂布。如图2所示,每次涂布金属纳米线溶液包括如下步骤:

[0068] 步骤S31:将所述金属纳米线溶液涂布于所述第二功能层上。

[0069] 在第二功能层上涂布金属纳米线溶液,使金属纳米线溶液在第二功能层上均匀铺展,从而形成的顶电极平整性更佳。

[0070] 步骤S32:干燥所述金属纳米线溶液形成金属纳米线膜。

[0071] 使金属纳米线溶液中的有机溶剂挥发从而使金属纳米线留置于第二功能层上形成金属纳米线膜,本申请的干燥方法包括但不限于常压风干、真空干燥或热干燥。

[0072] 步骤S33:对所述金属纳米线膜进行紫外光照射。

[0073] 对于干燥后的金属纳米线膜进行紫外光照射,如图3所示,基底10上的金属纳米线溶液经过干燥形成金属纳米线膜11,金属纳米线膜11经过紫外光线照射,使金属纳米线膜11与基底10结合更加紧密。

[0074] 本申请实施例的在步骤S33之后还可以包括步骤:

[0075] 步骤S34:对所述金属纳米线膜进行退火处理。

[0076] 本申请实施方式中的退火处理是将金属纳米线膜缓慢加热到一定温度,保持足够时间,然后以适宜速度冷却,以进一步促进金属纳米线膜中的有机溶剂的挥发,提高顶电极的导电率以及透光率。退火处理的控制温度可以为70-200℃,处理时间可以为1到30分钟,根据实际需要进行退火工艺参数的选用,本申请并不以此为限。

[0077] 本申请实施例的电致发光器件的制备方法通过对金属纳米线溶液进行若干次涂布,每次涂布后进行干燥、紫外光照射后形成顶电极,使形成的顶电极与第二功能层的结合更为紧密,改善顶电极与第二功能层的欧姆接触,顶电极中金属纳米线之间的搭接更优化,使顶电极的导电性能优异。

[0078] 需要说明的是,本申请实施例的紫外光波长、辐照强度和照射时长可以根据实际需要,参考常规使用条件进行搭配设计,例如照射的紫外光波长可以为200~400nm,辐照强度可以为10~200mW,照射时长为1~300s或采用频闪模式照射相同时间,本申请不以此为

限。

[0079] 本申请的一具体实施方式中,金属纳米线溶液包括金属纳米线和有机溶剂;金属纳米线均匀分散于有机溶剂中,形成金属纳米线溶液,具体可以为:金属纳米线包括配体,配体有助于金属纳米线直接分散在有机溶剂中。进一步地,金属纳米线溶液的浓度可以小于10mg/mL,例如金属纳米线溶液的浓度例如可以为1mg/mL、3mg/mL、5mg/mL、7mg/mL、8mg/mL、9mg/mL或者10mg/mL,采用低浓度的金属纳米线溶液使金属纳米线在基板上分散均匀,经过多次涂布后,顶电极的金属纳米线之间搭接形成网格状结构,使金属纳米线之间能够形成良好的导电通路。

[0080] 本申请的另一具体实施方式的电致发光器件的制备方法中,涂布方法包括喷涂、刮涂、线棒涂布、毛刷涂布、辊棒涂布、丝网印刷、凹版印刷、凸版印刷、旋涂印刷、喷墨打印中的至少一种,可以采用单一方式,也可以采用多种方式的组合,可以根据实际使用情况和场景选用不同方式的取向方式和涂布方法。例如一具体实施方式的顶电极通过刷涂金属纳米线溶液的方式形成。刷涂方式可以控制金属纳米线的铺展范围,另外,在刷涂的过程中,能够使得金属纳米线在刷涂方向上呈现一定的趋势排布。具体的,顶电极由金属纳米线溶液制得,金属纳米线溶液包括金属纳米线和挥发性溶剂,例如,金属纳米线为银纳米线(AgNWs),挥发性溶剂为乙醇。通过刷涂的方式将银纳米线溶液涂布在基板上,由于乙醇具有很强的挥发性,随着刷涂的过程,乙醇很快挥发掉,银纳米线沉淀堆叠,并附着在基板上。

[0081] 在本申请的再一具体实施方式中,有机溶剂可选自甲乙酮、丙酮、甲基异丁基酮、乙酰丙酮、乙酸乙酯、乙酸甲酯、乙酸异丙酯、乙酸丁酯、甲醇、乙醇、异丙醇、丁醇、异丁醇、二丙酮醇、甲苯、二甲苯中的至少一种,这些溶剂在干燥金属纳米线溶液后将会快速挥发,只在第二功能层上留下纳米银线。

[0082] 本申请还提供一种电致发光器件,如图4示,电致发光器件100包括衬底106、底电极105、第一功能层104、电致发光层103、第二功能层102和顶电极101,第一功能层104设置于所述底电极105上;电致发光层103设置于所述第一功能层104上;第二功能层102设置于所述电致发光层103上;顶电极101设置于所述第二功能层102上;其中,所述顶电极101包括金属纳米线。顶电极101中的金属纳米线互相堆叠搭接在一起,使得顶电极具有良好的导电性能和透光性能。

[0083] 在本申请的另一具体实施方式中,顶电极101的制备方法可以是直接形成在第二功能层102上,之前以金属纳米线制备电极时,都是将金属纳米线嵌入基材中形成复合电极,再应用于电致发光器件中。而本申请将含有金属纳米线的顶电极101直接设置于第二功能层102上,形成金属纳米线堆叠排布结构的顶电极101,顶电极101完全由金属纳米线构成,例如银纳米线(AgNWs),整个顶电极101的面电阻非常小,增强了导电性;其次,顶电极101中无基材混入,顶电极101的透光度得到提高;另外,与现有技术中ITO通过磁控溅镀方式相比,本实施方式的金属纳米线直接形成于电致发光器件100的第二功能层102上不会对第二功能层102造成破坏;另外,金属纳米线网络状结构的顶电极101对第二功能层102的膜平整性也无过多要求;最后,顶电极101的制作工艺简便,降低了电致发光器件100的生产制造成本。

[0084] 在本申请一实施方式中,衬底106和底电极105可以均为柔性材料,顶电极101为金属纳米线网络状结构,也是柔性结构,三者配合可以实现柔性显示,即通过将本实施方式中

的金属纳米线网络状结构的顶电极101与柔性的衬底106和底电极105组合,可以使得电致发光器件100能够弯曲发光,拓展了电致发光器件的应用场景。

[0085] 本申请另一实施方式中,电致发光器件中顶电极的透光率为50%~99.9%,当底电极也是透明电极时,电致发光器件可以使用在透明显示场景的电子设备中,以观看到电子设备另一侧的图像,例如可以作为展示橱窗上的设备的电极设备,既美观大方又实用。具体地,当底电极为透明导电电极ITO,顶电极为透明的金属纳米线电极时,本申请的电致发光器件可以实现两面发光,并且进一步可以实现透明显示,即电致发光器件能够自发光的情况下,还能够透过电致发光器件看到其后边的图像,对于观看者来说,电致发光器件是透明的。

[0086] 在本申请的另一个具体实施方式中,顶电极的方阻小于 $50\ \Omega/\square$ ,从而能够很好的保证顶电极在第二功能层上具有很好的导电性能。

[0087] 在本申请的又一个具体实施方式中,电致发光器件的顶电极中的金属纳米线包括但不限于金纳米线、银纳米线、铜纳米线、铁纳米线、钴纳米线、镍纳米线中的至少一种。多次涂布的金属纳米线溶液中的金属纳米线种类可以相同,也可以不同。优选地,当将金属纳米线溶液经过多次涂布的方式涂覆在所述第二功能层上时,至少一组相邻的金属纳米线膜的金属纳米线的种类不同。

[0088] 在本实施方式中,顶电极完全由金属纳米线构成,例如银纳米线(AgNWs),整个顶电极的面电阻非常小,增强了导电性;其次,顶电极101中无基材混入,顶电极的透光度得到提高;同时,金属纳米线通过刷涂的方式直接形成于电致发光器件的空穴注入层上,不会对空穴注入层造成破坏;另外,金属纳米线堆叠排布的网络状结构的顶电极对空穴注入层的膜平整性也无过多要求;最后,顶电极的制作工艺简便,降低了电致发光器件的生产制造成本。

[0089] 需要说明的是,本申请未对电致发光器件的结构进行限定。电致发光器件可以为正置型结构;也可以为倒置型结构,本申请中顶电极中的金属纳米线堆叠排布的网络状结构均适用。

[0090] 本申请还提供一种显示装置,包括上述电致发光器件,显示装置包括但不限于手机、电脑、车载显示器、AR显示器、VR显示器、智能手表、柔性显示屏、柔性显示面板等装置,本申请的电致发光器件可以为QLED器件、OLED器件、PLED器件、Micro-LED器件或Mini-LED器件。本申请的显示装置可以为顶发光显示装置,也可以为底发光显示装置,还可以为透明显示装置。

[0091] 以下更详细地描述根据本申请的一些示例性实施方式的电致发光器件结构;然而,本申请的示例性实施方式不限于此。

[0092] 实施例1

[0093] 透明QLED器件的制作:

[0094] S1、提供具有ITO导电层的玻璃衬底;

[0095] S2、在具有ITO导电层的玻璃衬底上涂布空穴注入层PEDOT:PSS;

[0096] S3、在空穴注入层PEDOT:PSS上涂布空穴传输层TFB;

[0097] S4、在空穴传输层TFB上涂布红光CdSe/ZnS量子点层;

[0098] S5、在红色CdSe/ZnS量子点层上涂布ZnO电子传输层;

[0099] S6、ZnO电子传输层上第一次刷涂金属纳米线溶液,其中,金属纳米线溶液浓度为5mg/mL;

[0100] S7、干燥所述金属纳米线溶液,形成第一金属纳米线膜;

[0101] S8、对第一金属纳米线膜进行UV照射30秒;

[0102] S9、在第一金属纳米线膜上第二次刷涂金属纳米线溶液,按照同样的刷涂方法,在第一金属纳米线膜上依次制备第二金属纳米线膜、第三金属纳米线膜、第四金属纳米线膜,形成方阻为 $12\ \Omega/\square$ 的顶电极。

[0103] 最后,制得红色量子点QLED器件,对红色CdSe/ZnS量子点QLED器件的进行通电,启动电压为1.8V,获得的发光均匀,调节电压直至维持红色CdSe/ZnS量子点QLED器件的发光亮度较亮且无变化后,分别对红色CdSe/ZnS量子点QLED器件的ITO侧和AgNWs侧的最大电流效率和最大外量子效率进行测量,测得ITO侧的最大电流效率为5.75cd/A,最大外量子效率为8.94%;AgNWs侧的最大电流效率为4.79cd/A,最大外量子效率为7.29%,红色CdSe/ZnS量子点QLED器件总计最大电流效率为10.54cd/A,总计最大外量子效率为16.23%。

[0104] 实施例2

[0105] 透明QLED器件的制作:

[0106] S1、提供具有ITO/Ag/ITO导电层的顶发射像素基板,像素大小 $32\times 120\ \mu\text{m}$ ;

[0107] S2、在像素基板上打印PEDOT:PSS,并进行干燥和退火处理;

[0108] S3、在像素基板上打印TFB,并进行干燥和退火处理;

[0109] S4、在像素基板上打印红光CdSe/ZnS量子点,并进行干燥和退火处理;

[0110] S5、在红色CdSe/ZnS量子点层上打印ZnO电子传输层,并进行干燥和退火处理;

[0111] S6、ZnO电子传输层上第一次刷涂金属纳米线溶液,其中,金属纳米线溶液浓度为5mg/mL;

[0112] S7、干燥所述金属纳米线溶液,形成第一金属纳米线膜;

[0113] S8、对第一金属纳米线膜进行UV照射30秒;

[0114] S9、在第一金属纳米线膜上第二次刷涂金属纳米线溶液,按照同样的刷涂方法,在第一金属纳米线膜上依次制备第二金属纳米线膜、第三金属纳米线膜、第四金属纳米线膜,形成方阻为 $12\ \Omega/\square$ 的顶电极。

[0115] 最后,制得红色量子点QLED器件,对红色CdSe/ZnS量子点QLED器件进行通电,启动电压为2.2V,外量子效率为4.63%,电流效率为2.93cd/A,发光均匀。

[0116] 实施例3

[0117] 透明QLED器件的制作:

[0118] S1、提供具有ITO导电层的玻璃衬底;

[0119] S2、在具有ITO导电层的玻璃衬底上涂布空穴注入层PEDOT:PSS;

[0120] S3、在空穴注入层PEDOT:PSS上涂布空穴传输层TFB;

[0121] S4、在空穴传输层TFB上涂布红光CdSe/ZnS量子点层;

[0122] S5、在红色CdSe/ZnS量子点层上涂布ZnO电子传输层;

[0123] S6、ZnO电子传输层上第一次刷涂金属纳米线溶液,其中,金属纳米线溶液浓度为5mg/mL;

[0124] S7、干燥所述金属纳米线溶液,形成第一金属纳米线膜;

[0125] S8、在第一金属纳米线膜上第二次刷涂金属纳米线溶液,按照同样的刷涂方法,在第一金属纳米线膜上依次制备第二金属纳米线膜、第三金属纳米线膜,形成方阻为 $15\ \Omega/\square$ 的顶电极。

[0126] S9、对顶电极进行 $100^\circ\text{C}$ 退火10分钟。

[0127] 最后,制得红色量子点QLED器件,对红色CdSe/ZnS量子点QLED器件进行通电,启动电压为1.8V,获得的发光均匀,调节电压直至维持红色CdSe/ZnS量子点QLED器件的发光亮度较亮且无变化后,分别对红色CdSe/ZnS量子点QLED器件的ITO侧和AgNWs侧的最大电流效率和最大外量子效率进行测量,测得ITO侧的最大电流效率为 $2.15\text{cd/A}$ ,最大外量子效率为 $3.31\%$ ;AgNWs侧的最大电流效率为 $1.95\text{cd/A}$ ,最大外量子效率为 $2.93\%$ ,红色CdSe/ZnS量子点QLED器件总计最大电流效率为 $4.1\text{cd/A}$ ,总计最大外量子效率为 $6.24\%$ 。

[0128] 由上可知,本申请实施例中通过刷涂银纳米线(AgNWs)形成顶电极,最终制得的量子点QLED均能点亮,并且当底电极为ITO时,银纳米线(AgNWs)侧与ITO侧的出光最大电流效率及最大外量子效率基本相同。本申请的QLED器件,发光均匀,外量子效率高,与目前银纳米线(AgNWs)嵌入到PI或PMMA中制作成复合电极不同,本发明直接将银纳米线(AgNWs)形成于氧化锌电子传输层上,顶电极完全由银纳米线构成,整个顶电极的面电阻非常小,增强了电致发光器件的导电性,并且大大简化制作工艺,降低了QLED器件的制造成本。

[0129] 与目前ITO的溅射方式相比,银纳米线(AgNWs)通过刷涂、UV光照射的方式形成于氧化锌电子传输层上,对氧化锌电子传输层基本上不造成破坏。

[0130] 尽管发明人已经对本申请的技术方案做了较详细的阐述和列举,应当理解,对于本领域技术人员来说,对上述实施例作出修改和/或变通或者采用等同的替代方案是显然的,都不能脱离本申请精神的实质,本申请中出现的术语用于对本申请技术方案的阐述和理解,并不能构成对本申请的限制。

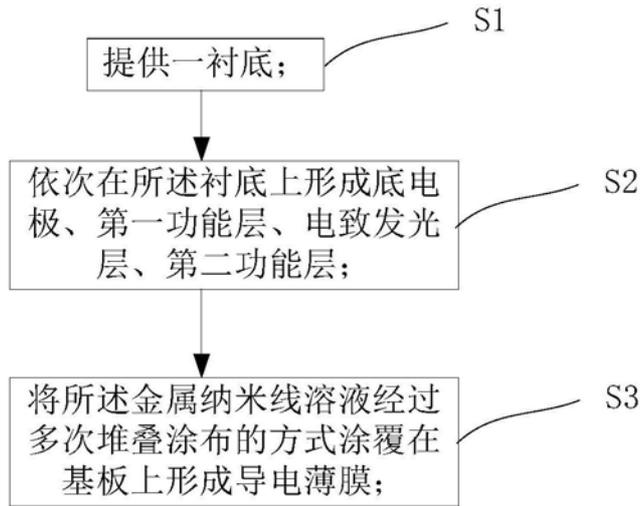


图1

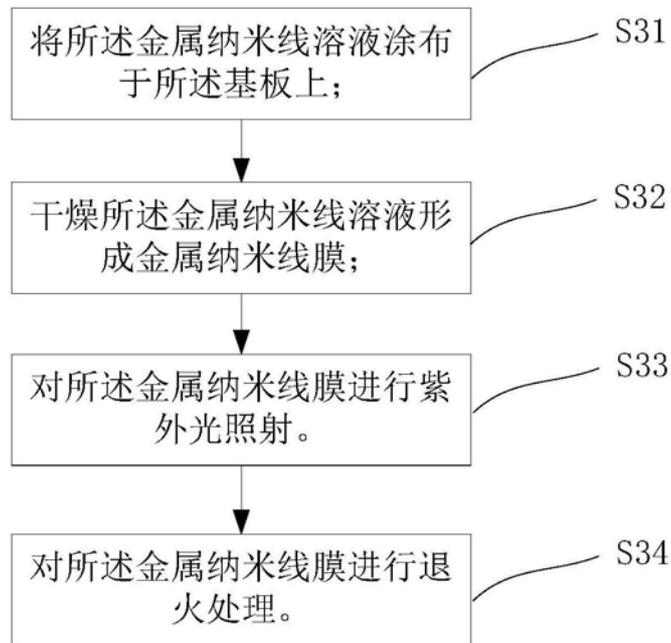


图2

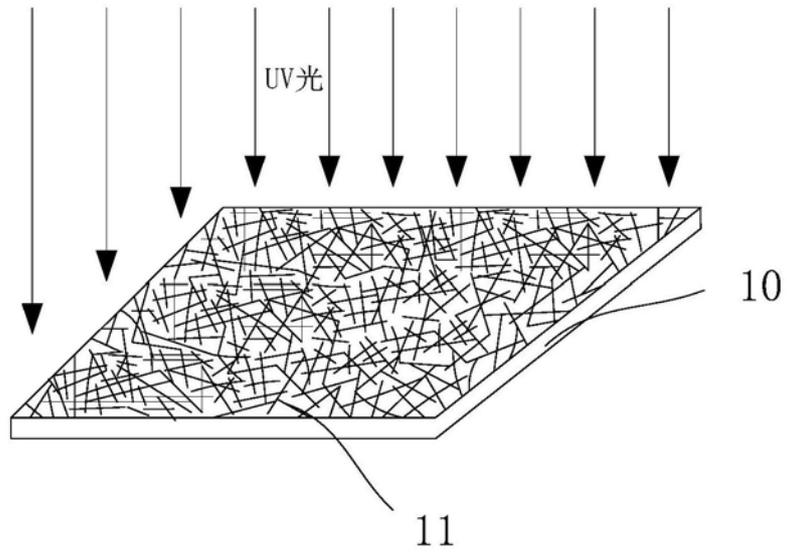


图3

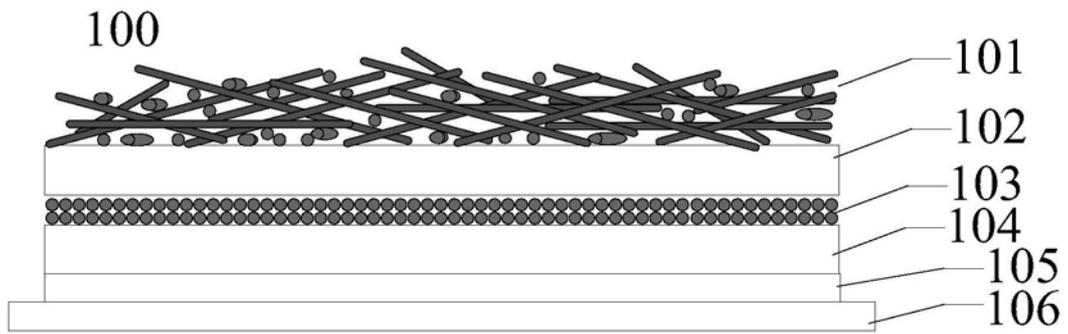


图4

专利名称(译)	一种电致发光器件及其制备方法、显示装置		
公开(公告)号	<a href="#">CN111446382A</a>	公开(公告)日	2020-07-24
申请号	CN202010257280.X	申请日	2020-04-03
[标]申请(专利权)人(译)	苏州星烁纳米科技有限公司		
申请(专利权)人(译)	苏州星烁纳米科技有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	苏州星烁纳米科技有限公司		
[标]发明人	孙佳 王红琴 史横舟 王允军 许金平 马金锁		
发明人	孙佳 王红琴 史横舟 王允军 许金平 马金锁		
IPC分类号	H01L51/56 H01L51/52 B82Y30/00		
外部链接	<a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

本发明公开了一种电致发光器件的制备方法，包括步骤：提供一衬底；依次在所述衬底上形成底电极、第一功能层、电致发光层、第二功能层；将金属纳米线溶液经过若干次涂布的方式涂覆在所述第二功能层上形成顶电极；每次涂布包括步骤：将所述金属纳米线溶液涂布于所述基板上；干燥所述金属纳米线溶液形成金属纳米线膜；对所述金属纳米线膜进行紫外光照射。从而使得电致发光器件的顶电极完全由金属纳米线构成，整个顶电极的面电阻非常小，使得制备得到的电致发光器件制作简便，降低了包含电致发光器件的显示装置的生产制造成本。

