



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110957434 A

(43)申请公布日 2020.04.03

(21)申请号 201911271455.6

(22)申请日 2019.12.12

(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 王红琴 孙佳 史横舟 马金锁
许金平 王允军

(51)Int.Cl.

H01L 51/52(2006.01)

H01L 51/56(2006.01)

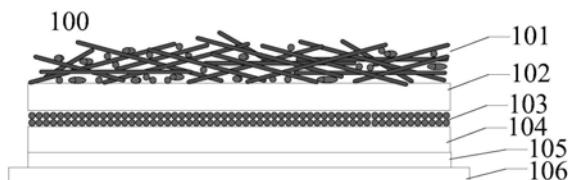
权利要求书2页 说明书17页 附图4页

(54)发明名称

一种电致发光元件、透明显示装置和电致发光元件的制作方法

(57)摘要

本发明公开了一种电致发光元件，包括底电极、第一功能层、电致发光层、第二功能层和顶电极，第一功能层设置于所述底电极上；电致发光层设置于所述第一功能层上；第二功能层设置于所述电致发光层上；顶电极设置于所述第二功能层上；其中，所述顶电极为透明导电电极，所述顶电极为金属纳米线网络状结构，从而使得电致发光元件能够实现顶出光，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，并且顶电极制作简便，降低了电致发光元件的生产制造成本。



1. 一种电致发光元件, 其特征在于, 包括:

底电极;

第一功能层, 设置于所述底电极上;

电致发光层, 设置于所述第一功能层上;

第二功能层, 设置于所述电致发光层上; 和

顶电极, 设置于所述第二功能层上;

其中, 所述顶电极为透明导电电极, 所述顶电极为金属纳米线网络状结构。

2. 根据权利要求1所述的电致发光元件, 其特征在于, 所述顶电极的方阻小于 $100 \Omega / \square$;

优选的, 所述金属纳米线为银纳米线 (AgNWs)。

3. 根据权利要求1所述的电致发光元件, 其特征在于, 所述金属纳米线部分地锚定在所述第二功能层上。

4. 根据权利要求1所述的电致发光元件, 其特征在于, 所述顶电极通过刷涂方式在所述第二功能层上形成;

优选的, 所述顶电极由金属纳米线溶液制得, 所述金属纳米线溶液包括金属纳米线和挥发溶剂;

优选的, 所述金属纳米线包括银纳米线, 所述挥发溶剂包括乙醇;

优选的, 所述金属纳米线的纵横比范围为 $10 \sim 10000$ 。

5. 根据权利要求1所述的电致发光元件, 其特征在于, 所述第二功能层包括电子传输层, 所述金属纳米线堆叠在所述电子传输层上; 或者,

所述第二功能层包括空穴注入层和空穴传输层, 所述金属纳米线堆叠在所述空穴注入层上。

6. 根据权利要求1所述的电致发光元件, 其特征在于, 所述电致发光层包括量子点发光材料或者有机发光材料。

7. 根据权利要求1所述的电致发光元件, 其特征在于, 所述第一功能层包括电子传输层; 或者,

所述第一功能层包括空穴传输层和空穴注入层。

8. 根据权利要求1所述的量子点发光元件, 其特征在于, 所述底电极为透明导电电极;

优选的, 所述底电极为金属纳米线堆叠结构;

优选的, 所述底电极包括氧化物材料、金属材料或氧化物与金属复合材料。

9. 一种制作如权利要求1~8所述的电致发光元件的方法, 其特征在于, 包括步骤:

提供一衬底, 所述衬底上设置有底电极;

在所述底电极上设置第一功能层;

在所述第一功能层上设置电致发光层;

在所述电致发光层上设置第二功能层;

在所述第二功能层上涂布金属纳米线溶液, 干燥所述金属纳米线溶液, 形成金属纳米线网络状结构的顶电极, 其中, 所述顶电极为透明导电电极。

10. 一种透明显示装置, 包括多个电致发光元件, 其特征在于, 所述电致发光元件包括:

底电极, 为透明导电电极;

第一功能层,设置于所述底电极上;
电致发光层,设置于所述第一功能层上;
第二功能层,设置于所述电致发光层上;和
顶电极,设置于所述第二功能层上;
其中,所述顶电极为透明导电电极,所述顶电极为金属纳米线网络状结构。

一种电致发光元件、透明显示装置和电致发光元件的制作方法

技术领域

[0001] 本申请属于显示领域,特别涉及一种电致发光元件(包括但不局限于OLED或QLED)和透明显示装置,以及电致发光元件的制作方法。

背景技术

[0002] 电致发光元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] 电致发光元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] 为了使得电致发光元件能够出射光线,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,电致发光元件一般为底发光;当顶电极为透明导电电极时,电致发光元件一般为顶发光;底电极和顶电极都为透明导电电极时,电致发光元件一般为双面出光。

[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,当在电致发光元件的功能层上设置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。

[0008] 此外,ITO涂层易碎或易发生破裂,不能满足对未来对柔性特性的要求,并且也可对酸和碱敏感。

[0009] 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。

[0010] 再或者,将银纳米线嵌入透明的高分子材料(例如PMMA)中,制作成银纳米线复合电极。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。

[0011] 但上述制作工艺都非常繁琐,大大增加了成本,并且银纳米线(AgNWs)导电性能也未能充分利用。

[0012] 因而,提供一种具有更透明,面电阻更小银纳米线电极的电致发光元件,就尤为重要。

发明内容

- [0013] 针对上述技术问题,本申请提供一种透明且导电优良的电致发光元件。
- [0014] 本申请一方面提供一种电致发光元件,包括底电极、第一功能层、电致发光层、第二功能层和顶电极,第一功能层设置于所述底电极上;电致发光层设置于所述第一功能层上;第二功能层设置于所述电致发光层上;顶电极设置于所述第二功能层上;其中,所述顶电极为透明导电电极,所述顶电极为金属纳米线网络状结构。
- [0015] 优选的,所述顶电极的方阻小于100 Ω/\square 。
- [0016] 优选的,所述金属纳米线为银纳米线(AgNWS)。
- [0017] 优选的,所述金属纳米线部分地锚定在所述第二功能层上。
- [0018] 优选的,所述顶电极通过刷涂方式在所述第二功能层上形成。
- [0019] 优选的,所述顶电极由金属纳米线溶液制得,所述金属纳米线溶液包括金属纳米线和挥发溶剂。
- [0020] 优选的,所述金属纳米线包括银纳米线,所述挥发溶剂包括乙醇。
- [0021] 优选的,所述金属纳米线的纵横比范围为10~10000。
- [0022] 优选的,所述第二功能层包括电子传输层,所述金属纳米线堆叠在所述电子传输层上;或者,所述第二功能层包括空穴注入层和空穴传输层,所述金属纳米线堆叠在所述空穴注入层上。
- [0023] 优选的,所述电致发光层包括量子点发光材料或者有机发光材料。
- [0024] 优选的,所述第一功能层包括电子传输层;或者,所述第一功能层包括空穴传输层和空穴注入层。
- [0025] 优选的,所述底电极为透明导电电极。
- [0026] 优选的,所述底电极为金属纳米线堆叠结构。
- [0027] 优选的,所述底电极包括氧化物材料、金属材料或氧化物与金属复合材料。
- [0028] 优选的,所述氧化物材料包括氧化铟锡(ITO)、氧化铟锌(IZO)、氧化锌(ZnO)、氧化铟镓(IGO)、氧化镓锌(GZO)、氧化铟镓锌(IGZO)、氧化铟(In₂O₃)、氧化铝锌(AZO)、镁掺杂氧化锌(MZO)、铝掺杂氧化镁(AMO)、锑掺杂氧化锡(ATO)、氟掺杂二氧化锡(FTO)、氟磷共掺杂二氧化锡(FPTO)中至少一种。
- [0029] 本申请另一方面提供一种制作上述电致发光元件的方法,包括步骤:
- [0030] 提供一衬底,所述衬底上设置有底电极;
- [0031] 在所述底电极上设置第一功能层;
- [0032] 在所述第一功能层上设置电致发光层;
- [0033] 在所述电致发光层上设置第二功能层;
- [0034] 在所述第二功能层上涂布金属纳米线溶液,干燥所述金属纳米线溶液,形成金属纳米线网络状结构的顶电极,其中,所述顶电极为透明导电电极。
- [0035] 本申请另一方面提供一种透明显示装置,包括多个电致发光元件,所述电致发光元件包括底电极、第一功能层、电致发光层、第二功能层和顶电极;底电极为透明导电电极;第一功能层设置于所述底电极上;电致发光层设置于所述第一功能层上;第二功能层设置于所述电致发光层上;顶电极设置于所述第二功能层上;其中,所述顶电极为透明导电电极,所述顶电极为金属纳米线网络状结构。

[0036] 有益效果：

[0037] 1、现有技术是将金属纳米线嵌入基材中形成复合电极后,再贴合于功能层上;而本申请直接将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;

[0038] 2、顶电极中无基材混入,顶电极的透光度得到提高;

[0039] 3、与现有技术中ITO通过磁控溅镀方式相比,本申请的金属纳米线可以直接形成于电致发光元件的功能层上,不会对功能层造成破坏;

[0040] 4、金属纳米线网络状结构的顶电极对功能层的膜平整性也无过多要求;

[0041] 5、本申请的顶电极制作简便,降低了电致发光元件的生产制造成本。

附图说明

[0042] 图1是本申请一实施方式中电致发光元件100的结构示意图;

[0043] 图2是本申请一实施方式中顶电极的俯视图;

[0044] 图3是本申请一实施方式中顶电极的侧视图;

[0045] 图4是本申请一具体实施方式中金属纳米线网络状结构在显微镜下的图像;

[0046] 图5是本申请另一实施方式中顶电极的侧视图;

[0047] 图6是本申请另一实施方式中电致发光元件200的结构示意图;

[0048] 图7是本申请另一实施方式中电致发光元件300的结构示意图;

[0049] 图8是本申请一实施方式中电致发光元件的制作方法流程图;

[0050] 图9是本申请一实施方式中透明显示装置500的结构示意图;

[0051] 图10是本申请一实施方式中透明显示装置的显示效果图。

具体实施方式

[0052] 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。

[0053] 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。

[0054] 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。

[0055] 定义

[0056] 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。

[0057] 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。

[0058] 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。

[0059] 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。

[0060] 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。

[0061] 如本文使用的,术语“纳米范围”或“nm范围”是指约1nm至约1μm的尺寸范围。

[0062] 如本文使用的,术语“纵横比”是指对象的最大尺寸或范围与所述对象的其余尺寸或范围的平均值的比,其中所述其余尺寸相对彼此且相对最大尺寸正交。在一些情况中,对象的其余尺寸可基本上相同,并且所述其余尺寸的平均值可基本上对应于所述其余尺寸中的任一项。例如,圆柱体的纵横比是指圆柱体的长度与圆柱体截面直径的比。

[0063] 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纳米线、纳米管、纳米片、纳米颗粒以及其他纳米结构。

[0064] 如本文使用的,术语“纳米线”是指细长的纳米级对象,其基本上是实心的。一般的,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)。

[0065] 如图1所示,为本申请一实施方式中电致发光元件100的结构示意图。电致发光元件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。底电极105设置于衬底106上,第一功能层104设置于底电极105上;电致发光层103设置于第一功能层104上;第二功能层102设置于电致发光层103上;顶电极101设置于第二功能层102上,顶电极101为透明导电电极,顶电极101为金属纳米线网络状结构,即顶电极101由金属纳米线相互叠加搭建成网络状结构。

[0066] 金属纳米线网络状排布结构中金属纳米线是规律的排布;也可以是整体上有一定趋势排布,例如大部分金属纳米线都在某一方向上呈现趋于一致的排布。

[0067] 可以理解的,金属纳米线整体上呈现一定趋势排布,光线透过金属纳米线后出光角度趋于一致,电致发光元件的出光雾度小,使得电致发光元件的出光效果较佳;相反的,金属纳米线排布杂乱无章,光线透过金属纳米线后的出光角度就会变大而四散,电致发光元件的出光雾度会增大,电致发光元件的出光效果降低。另外,本实施方式以金属纳米线堆叠搭建成网络状结构的顶电极101,金属纳米线之间互相堆叠而搭接在一起,能够形成良好的导电通路。

[0068] 如图2和3所示,为本申请一实施方式中电致发光元件100的顶电极101的俯视图和

侧视图。顶电极101由金属纳米线108堆叠搭建成的金属纳米线网络状,优选的,顶电极101的方阻小于 $100\Omega/\square$,以保证顶电极101的导电性能,从而能够很好的保证顶电极101在整个面上都有很好的导电性能。

[0069] 如图4所示,为本申请一具体实施方式中金属纳米线网络状结构在显微镜下的图像,图4中亮白色丝网状结构为顶电极101的金属纳米线网络状结构;图4中暗灰色背景为第二功能层,例如,本实施方式中第二功能层为氧化锌电子传输层。

[0070] 顶电极101中的金属纳米线108堆叠在第二功能层102上,并且能够贴合吸附(例如通过范德华力或静电吸附等)在第二功能层102上。在本申请一实施方式中,顶电极101中的金属纳米线108部分地锚定在第二功能层102上,即部分金属纳米线108一端嵌入到第二功能层102中,如图3中虚线圈内所示,金属纳米线108可以更稳定的贴合于第二功能层102上而不会出现脱落问题。

[0071] 另外,如图5所示,为本申请另一实施方式中顶电极的侧视图。金属纳米线108'堆叠排布在第二功能层102'上,第二功能层102'的膜面不平,第二功能层102'表面非常不适合形成电极,例如常规的铝电极,而本申请实施方式的金属纳米线108'可以很好的吸附贴合(例如通过范德华力或静电吸附等)在第二功能层102'上,并且第二功能层102'表面也非常适合金属纳米线108'锚定,进一步增加了金属纳米线108'贴合于第二功能层102'上稳固性。

[0072] 在本申请一实施方式中,顶电极101是通过刷涂方式在第二功能层102上形成,即通过刷涂方式在第二功能层102上涂布金属纳米线108。刷涂的方式可以控制金属纳米线108的铺展范围,另外,在刷涂的过程中,能够使得金属纳米线108在刷涂方向上呈现一定的趋势排布。

[0073] 具体的,在本申请一具体实施方式中,顶电极101由金属纳米线108溶液制得,金属纳米线108溶液包括金属纳米线108和挥发性溶剂,例如,金属纳米线108为银纳米线(AgNWs),挥发性溶剂为乙醇。通过刷涂的方式将金属纳米线108溶液涂布在第二功能层102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,金属纳米线108沉淀堆叠,并附着在第二功能层102上。为了保证金属纳米线108在第二功能层102上排布足够充足,可以进行两次或更多次刷涂。

[0074] 在本申请另一实施方式中,顶电极101可以通过滚涂的方式在第二功能层102上形成,即通过滚涂方式在第二功能层102上涂布金属纳米线108。另外,顶电极101还可以通过线棒涂布的方式在第二功能层102上形成,即通过线棒刮涂的方式在第二功能层102上涂布金属纳米线108。通过滚涂或线棒涂布的方式可以控制金属纳米线108的铺展范围,并且能够使得金属纳米线108在涂布方向上呈现一定的趋势排布。

[0075] 具体的,顶电极101由金属纳米线108溶液制得,金属纳米线108溶液包括金属纳米线108和挥发性溶剂,例如,金属纳米线108为银纳米线(AgNWs),挥发性溶剂为乙醇。通过滚涂或者线棒涂布的方式将金属纳米线108溶液涂布在第二功能层102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,金属纳米线108沉淀堆叠,并附着在第二功能层102上。为了保证金属纳米线108在第二功能层102上排布足够充足,可以进行两次或更多次刷涂。

[0076] 本实施方式中金属纳米线108横截面直径一般在纳米级,例如,金属纳米线108的

直径范围在1~100nm,优选的,金属纳米线108的直径范围在10~50nm。在本申请一实施方式中,金属纳米线108的长度范为10nm~100μm。优选的,金属纳米线108的长度范围为1μm~100μm。在本申请一实施方式中,金属纳米线108的纵横比范围为10~10000。优选的,金属纳米线108的纵横比为100~5000。

[0077] 目前以金属纳米线108作为电极时,都是将金属纳米线108嵌入基材中形成复合电极,再应用于电致发光元件中。与此相比,本申请将金属纳米线108直接设置于第二功能层102上,形成金属纳米线108堆叠排布结构的顶电极101,顶电极101完全由金属纳米线108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108直接形成于电致发光元件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,降低了电致发光元件100的生产制造成本。

[0078] 如图6所示,为本申请另一实施方式中电致发光元件200的结构示意图。电致发光元件200包括衬底207、底电极206、空穴注入层205、空穴传输层204、电致发光层203、电子传输层202和顶电极201。底电极206设置于衬底207上,空穴注入层205设置于底电极206上;空穴传输层204设置于空穴注入层205上,电致发光层203设置于空穴传输层204上;电子传输层202设置于电致发光层203上;顶电极201设置于电子传输层202上,顶电极201为透明导电电极,顶电极201为金属纳米线网络状结构。金属纳米线互相堆叠搭接在一起,使得顶电极201具有良好的导电性能。

[0079] 在本实施方式中,衬底207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。

[0080] 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。

[0081] 在本申请一实施方式中,衬底207和底电极206均为柔性材料,顶电极201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201与柔性的衬底207和底电极206组合,可以使得电致发光元件200能够弯曲发光,拓展了电致发光元件的性能。

[0082] 在本实施方式中,底电极206为阳极,底电极206包括氧化物材料、金属材料或氧化物与金属复合材料。优选的,所述氧化物材料包括但不限于氧化铟锡(ITO)、氧化铟锌(IZO)、氧化锌(ZnO)、氧化铟镓(IGO)、氧化镓锌(GZO)、氧化铟镓锌(IGZO)、氧化铟(In₂O₃)、氧化铝锌(AZO)、镁掺杂氧化锌(MZO)、铝掺杂氧化镁(AMO)、锑掺杂氧化锡(ATO)、氟掺杂二氧化锡(FTO)、氟磷共掺杂二氧化锡(FPTO)中至少一种或多种。

[0083] 另外,底电极206还可选自掺杂或非掺杂的金属氧化物之间夹着金属的复合电极,其中包括但不限于AZO/Ag/AZO、AZO/A1/AZO、ITO/Ag/ITO、ITO/A1/ITO、ZnO/Ag/ZnO、ZnO/A1/ZnO、TiO₂/Ag/TiO₂、TiO₂/Al/TiO₂、ZnS/Ag/ZnS、ZnS/A1/ZnS、TiO₂/Ag/TiO₂、TiO₂/Al/TiO₂中的一种或多种。

[0084] 另外,底电极206还可选自各种导电碳材料、金属材料中的一种或多种;其中导电碳材料包括但不限于掺杂或非掺杂碳纳米管、掺杂或非掺杂石墨烯、掺杂或非掺杂氧化石墨烯、C60、石墨、碳纤维、多孔碳中的一种或多种;金属材料包括但不限于Al、Ag、Cu、Mo、Au、或它们的合金;其中所述金属材料中,其形态包括但不限于致密薄膜、纳米线、纳米球、纳米棒、纳米锥、纳米空心球中的一种或多种。

[0085] 底电极206可以是不透明导电电极;底电极206也可以是透明导电电极,例如常用的ITO,本申请不以此为限。例如,底电极206为透明导电电极ITO,电致发光元件200可以实现两面发光,并且进一步可以实现透明显示,即电致发光元件200能够自发光的情况下,还能够透过电致发光元件200看到其后边的图像,对于观看者来说,电致发光元件200是透明的。

[0086] 底电极206也可以为金属纳米线网络状结构,可以进一步提高底电极206的透光度和导电性能。在底电极206上形成空穴注入层205时,金属纳米线堆叠排布的网络状结构中存在大量空隙,空穴注入层205会填充至金属纳米线间隙中,甚至空穴注入层205与底电极206形成为一体结构,底电极206的金属纳米线堆叠排布的网络状结构应该也不会对空穴注入层205的涂布成膜造成不利影响。

[0087] 在本实施方式中,电致发光元件200还包括空穴注入层205,空穴注入层205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)、2,3,6,7,10,11-六氟基-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)(PFFSA)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MoO₃、V₂O₅、W₂O₃、Cr₂O₃、CuO中的一种或多种,金属硫系化合物包括MoS₂、MoSe₂、WS₂、WSe₂、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。

[0088] 在本实施方式中,空穴传输层204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204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MoO₃、V₂O₅、W₂O₃、Cr₂O₃、CuO、MoS₂、MoSe₂、WS₂、WSe₂、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。

[0089] 在本实施方式中,电致发光层203包括量子点发光材料或者有机发光材料。

[0090] 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。

[0091] 在本实施方式中,电子传输层202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202的材料选自ZnO、TiO₂、SnO₂、Ta₂O₅、InSnO、Al₂O₃、Ca、Ba、CsF、LiF、CsCO₃

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、Al₂O₃、Li₂O、W₂O₃、TiO₂、NiO、SnO₂等掺杂的ZnO纳米颗粒。

[0092] 在本实施方式中,顶电极201设置于电子传输层202上,顶电极201为金属纳米线堆叠排布的网络状结构,金属纳米线堆叠在电子传输层202上,并且能够贴合吸附在电子传输层202上。优选的,电子传输层202包括氧化锌纳米颗粒。顶电极201的方阻小于100Ω/□,从而能够很好的保证顶电极201在整个面上都有很好的导电性能。

[0093] 在本实施方式中,顶电极201是通过刷涂方式在电子传输层202上形成,即通过刷涂方式在电子传输层202上涂布金属纳米线。刷涂的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201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。通过刷涂的方式将金属纳米线溶液涂布在电子传输层202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,金属纳米线沉淀堆叠,并附着在电子传输层202上。

[0094] 在本申请另一实施方式中,顶电极201可以通过滚涂的方式在电子传输层202上形成,即通过滚涂方式在电子传输层202上涂布金属纳米线。另外,顶电极201还可以通过线棒涂布的方式在电子传输层202上形成,即通过线棒刮涂的方式在电子传输层202上涂布金属纳米线。通过滚涂或线棒涂布的方式可以控制金属纳米线的铺展范围,并且能够使得金属纳米线在涂布方向上呈现一定的趋势排布。

[0095] 具体的,顶电极201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。通过滚涂或者线棒涂布的方式将金属纳米线溶液涂布在电子传输层202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,金属纳米线沉淀堆叠,并附着(包括但不限于范德华力等)在电子传输层202上。为了保证金属纳米线在电子传输层202上排布足够充足,可以进行两次或更多次刷涂。

[0096] 在本实施方式中,金属纳米线直接设置于电子传输层202上,形成金属纳米线堆叠排布的网络状结构的顶电极201,顶电极201完全由金属纳米线构成,例如银纳米线(AgNWs),整个顶电极201的面电阻非常小,增强了导电性;其次,顶电极201中无基材混入,顶电极201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元件200的电子传输层202上,不会对电子传输层202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201对电子传输层202的膜平整性也无过多要求;最后,顶电极201的制作工艺简便,降低了电致发光元件200的生产制造成本。

[0097] 如图7所示,为本申请另一实施方式中电致发光元件300的结构示意图。电致发光元件300包括衬底307、底电极306、电子传输层305、电致发光层304、空穴传输层303、空穴注入层302和顶电极301。底电极306设置于衬底307上,电子传输层305置于底电极306上;电致发光层304设置于电子传输层305上,空穴传输层303设置于电致发光层304上;空穴注入层302设置于空穴传输层303上;顶电极301设置于空穴注入层302上,顶电极301为透明导电电极,顶电极301为金属纳米线堆叠排布的网络状结构。金属纳米线互相堆叠搭接在一起,使得顶电极201具有良好的导电性能。

[0098] 在本实施方式中,衬底307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;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,但是本申请的示例性实施方式并不限于此。

[0099] 在本实施方式中,底电极306为阴极,底电极206包括氧化物材料、金属材料或氧化物与金属复合材料。优选的,所述氧化物材料包括但不限于氧化铟锡(ITO)、氧化铟锌(IZO)、氧化锌(ZnO)、氧化铟镓(IGO)、氧化镓锌(GZO)、氧化铟镓锌(IGZO)、氧化铟(In₂O₃)、氧化铝锌(AZO)、镁掺杂氧化锌(MZO)、铝掺杂氧化镁(AMO)、锑掺杂氧化锡(ATO)、氟掺杂二氧化锡(FTO)、氟磷共掺杂二氧化锡(FPTO)中至少一种或多种。

[0100] 另外,底电极306还可选自掺杂或非掺杂的金属氧化物之间夹着金属的复合电极,其中包括但不限于AZO/Ag/AZO、AZO/A1/AZO、ITO/Ag/ITO、ITO/A1/ITO、ZnO/Ag/ZnO、ZnO/A1/ZnO、TiO₂/Ag/TiO₂、TiO₂/A1/TiO₂、ZnS/Ag/ZnS、ZnS/A1/ZnS、TiO₂/Ag/TiO₂、TiO₂/A1/TiO₂中的一种或多种。

[0101] 另外,底电极306还可选自各种导电碳材料、金属材料中的一种或多种;其中导电碳材料包括但不限于掺杂或非掺杂碳纳米管、掺杂或非掺杂石墨烯、掺杂或非掺杂氧化石墨烯、C60、石墨、碳纤维、多孔碳中的一种或多种;金属材料包括但不限于Al、Ag、Cu、Mo、Au、或它们的合金;其中所述金属材料中,其形态包括但不限于致密薄膜、纳米线、纳米球、纳米棒、纳米锥、纳米空心球中的一种或多种。

[0102] 底电极306可以是不透明导电电极;底电极306也可以是透明导电电极,例如常用的ITO,本申请不以此为限。例如,底电极306为透明导电电极ITO,电致发光元件300可以实现两面发光,并且进一步可以实现透明显示,即电致发光元件300能够自发光的情况下,还能够透过电致发光元件300看到其后边的图像,对于观看者来说,电致发光元件300是透明的。

[0103] 底电极306也可以为金属纳米线堆叠排布的网络状结构,可以进一步提高底电极306的透光度和导电性能。在底电极306上形成电子传输层305时,金属纳米线堆叠排布的网络状结构中存在大量空隙,电子传输层305会填充至金属纳米线间隙中,甚至电子传输层305与底电极306形成一体结构,底电极306的金属纳米线堆叠排布的网络状结构应该也不会电子传输层305的涂布成膜造成不利影响。

[0104] 在本实施方式中,电子传输层305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202的材料选自ZnO、TiO₂、SnO₂、Ta₂O₃、InSnO、Al₂O₃、Ca、Ba、CsF、LiF、CsCO₃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、Al₂O₃、Li₂O、W₂O₃、TiO₂、NiO、SnO₂等掺杂的ZnO纳米颗粒。

[0105] 在本实施方式中,电致发光层304包括量子点发光材料或者有机发光材料。

[0106] 优选的,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。

[0107] 在本实施方式中,空穴传输层303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'-二(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204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Mo0x、V0x、W0x、Cr0x、Cu0、MoS2、MoSe2、WS2、WSe2、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。

[0108] 在本实施方式中,电致发光元件300还包括空穴注入层302,空穴注入层302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)(PFFSA)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Mo0₃、V0₂、W0₃、Cr0₃、Cu0中的一种或多种,金属硫系化合物包括MoS₂、MoSe₂、WS₂、WSe₂、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。

[0109] 在本实施方式中,顶电极301设置于空穴注入层302上,顶电极301为金属纳米线堆叠排布的网络状结构,金属纳米线堆叠在空穴注入层302上,并且能够贴合吸附在空穴注入层302上。优选的,空穴注入层302包括聚(3,4-乙烯二氧噻吩)-聚苯乙烯磺酸(PEDOT:PSS)。顶电极301的方阻小于100Ω/□,从而能够很好的保证顶电极301在整个面上都有很好的导电性能。

[0110] 在本实施方式中,顶电极301是通过刷涂方式在空穴注入层302上形成,即通过刷涂方式在空穴注入层302上涂布金属纳米线。刷涂的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301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。通过刷涂的方式将金属纳米线溶液涂布在空穴注入层302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,金属纳米线沉淀堆叠,并附着(包括但不限于范德华力或静电吸附等)在空穴注入层302上。

[0111] 在本申请另一实施方式中,顶电极301可以通过滚涂的方式在空穴注入层302上形成,即通过滚涂方式在空穴注入层302上涂布金属纳米线。另外,顶电极301还可以通过线棒涂布的方式在空穴注入层302上形成,即通过线棒刮涂的方式在空穴注入层302上涂布金属纳米线。通过滚涂或线棒涂布的方式可以控制金属纳米线的铺展范围,并且能够使得金属纳米线在涂布方向上呈现一定的趋势排布。

[0112] 具体的,顶电极301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。通过滚涂或者线棒涂布的方式将金属纳米线溶液涂布在空穴注入层302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,金属纳米线沉淀堆叠,并附着(包括但不限于范德华力或静电

吸附等)在空穴注入层302上。为了保证金属纳米线在空穴注入层302上排布足够充足,可以进行两次或更多次刷涂。

[0113] 在本实施方式中,金属纳米线直接设置于空穴注入层302上,形成金属纳米线堆叠排布的网络状结构的顶电极301,顶电极301完全由金属纳米线构成,例如银纳米线(AgNWS),整个顶电极301的面电阻非常小,增强了导电性;其次,顶电极301中无基材混入,顶电极301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元件300的空穴注入层302上,不会对空穴注入层302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301对空穴注入层302的膜平整性也无过多要求;最后,顶电极301的制作工艺简便,降低了电致发光元件300的生产制造成本。

[0114] 需要说明的是,本申请未对电致发光元件的结构进行限定。电致发光元件可以为正置型结构,例如,附图6所示的结构;也可以为倒置型结构,例如,附图5所示的结构,本申请中顶电极的金属纳米线堆叠排布的网络状结构均适用。

[0115] 在电致发光元件中,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,此处并不做限定。

[0116] 如图8所示,为本申请一实施方式中电致发光元件的制作方法流程图。本实施方式中电致发光元件的制作方法,包括以下步骤:

[0117] S401、提供一衬底,所述衬底上设置有底电极。

[0118] 在本实施方式中,衬底可以为刚性基板,也可以为柔性基板。

[0119] 例如,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。

[0120] 例如,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。

[0121] 在本申请一实施方式中,衬底和底电极均为柔性材料,顶电极为金属纳米线堆叠排布的网络状结构,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堆叠排布的网络状结构的顶电极与柔性的衬底和底电极组合,可以使得电致发光元件能够弯曲发光,拓展了电致发光元件的性能。

[0122] 衬底上设置有底电极,例如,衬底上溅射一层ITO底电极。底电极可选自氧化物材料、金属材料或氧化物与金属复合材料。优选的,所述氧化物材料包括但不限于氧化铟锡(ITO)、氧化铟锌(IZO)、氧化锌(ZnO)、氧化铟镓(IGO)、氧化镓锌(GZO)、氧化铟镓锌(IGZO)、氧化铟(In₂O₃)、氧化铝锌(AZO)、镁掺杂氧化锌(MZO)、铝掺杂氧化镁(AMO)、锑掺杂氧化锡(ATO)、氟掺杂二氧化锡(FTO)、氟磷共掺杂二氧化锡(FPTO)中至少一种或多种。

[0123] 另外,底电极还可选自掺杂或非掺杂的金属氧化物之间夹着金属的复合电极,其中包括但不限于AZO/Ag/AZO、AZO/A1/AZO、ITO/Ag/ITO、ITO/A1/ITO、ZnO/Ag/ZnO、ZnO/A1/ZnO、TiO₂/Ag/TiO₂、TiO₂/A1/TiO₂、ZnS/Ag/ZnS、ZnS/A1/ZnS、TiO₂/Ag/TiO₂、TiO₂/A1/TiO₂中的一种或多种。

[0124] 另外,底电极还可选自各种导电碳材料、金属材料中的一种或多种;其中导电碳材料包括但不限于掺杂或非掺杂碳纳米管、掺杂或非掺杂石墨烯、掺杂或非掺杂氧化石墨烯、C60、石墨、碳纤维、多孔碳中的一种或多种;金属材料包括但不限于A1、Ag、Cu、Mo、Au、或它

们的合金；其中所述金属材料中，其形态包括但不限于致密薄膜、纳米线、纳米球、纳米棒、纳米锥、纳米空心球中的一种或多种。

[0125] 底电极可以是不透明导电电极；底电极也可以是透明导电电极，例如常用的ITO，本申请不以此为限。例如，底电极为透明导电电极ITO，电致发光元件可以实现两面发光，并且进一步可以实现透明显示，即电致发光元件能够自发光的情况下，还能够透过电致发光元件看到其后边的图像，对于观看者来说，电致发光元件是透明的。底电极也可以为金属纳米线堆叠排布的网络状结构，可以进一步提高底电极的透光度和导电性能。

[0126] 需要说明的是，根据电致发光元件的结构，底电极可以是阳极也可以是阴极。例如，电致发光元件为倒置器件，底电极一般作为阳极使用；例如，电致发光元件为正置器件，底电极一般作为阴极使用。

[0127] S402、在所述底电极上设置第一功能层。

[0128] 在本申请一实施方式中，第一功能层包括空穴注入层和空穴传输层。空穴注入层和空穴传输层便于阳极空穴的注入与传输，降低电致发光元件的启动电压，提高电致发光元件的发光效率。

[0129] 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)(PFFSA)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MoO₃、VO₂、W₀₃、CrO₃、CuO中的一种或多种，金属硫系化合物包括MoS₂、MoSe₂、WS₂、WSe₂、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。

[0130] 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204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_x、VO_x、W₀_x、CrO_x、CuO、MoS₂、MoSe₂、WS₂、WSe₂、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。

[0131] 在本申请另一实施方式中，第一功能层包括电子传输层。电子传输层便于阴极电子的注入和传输，降低电致发光元件的启动电压，提高电致发光元件的发光效率。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202的材料选自ZnO、TiO₂、SnO₂、Ta₂O₃、InSnO、Al₂O₃、Ca、Ba、CsF、LiF、CsCO₃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、Al₂O₃、Li₂O、W₀₃、TiO₂、NiO、SnO₂等掺杂的ZnO纳米颗粒。

[0132] S403、在所述第一功能层上设置电致发光层；

[0133] 在本实施方式中，电致发光层203包括量子点发光材料或者有机发光材料。

[0134] 优选的，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。

[0135] S404、在所述电致发光层上设置第二功能层；

[0136] 在本实施方式中，第二功能层为电子传输层；在本申请另一实施方式中，第二功能层包括空穴传输层和空穴注入层。

[0137] S405、在所述第二功能层上涂布金属纳米线溶液，干燥所述金属纳米线溶液，形成金属纳米线堆叠的网络状结构的顶电极，其中，所述顶电极为透明导电电极。

[0138] 顶电极为透明导电电极，顶电极为金属纳米线堆叠排布的网络状结构，即顶电极由金属纳米线层层叠加搭建而成。金属纳米线堆叠排布的网络状结构中金属纳米线可以是规律的排布；也可以是整体上有一定趋势排布，例如大部分金属纳米线都在某一方向上呈现趋于一致的排布。本实施方式中金属纳米线堆叠搭建成网络状结构的顶电极，金属纳米线之间互相堆叠而搭接在一起，能够形成良好的导电通路。

[0139] 在本实施方式中，第二功能层为电子传输层；在本申请另一实施方式中，第二功能层包括空穴传输层和空穴注入层。

[0140] 第二功能层为电子传输层时，顶电极直接设置于电子传输层上，金属纳米线堆叠在电子传输层上，并且能够贴合吸附在电子传输层上。顶电极可以通过刷涂方式在电子传输层上形成，即通过刷涂方式在电子传输层上涂布金属纳米线。刷涂的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。通过刷涂的方式将金属纳米线溶液涂布在电子传输层上，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，金属纳米线沉淀堆叠，并附着在电子传输层上。

[0141] 在本申请另一实施方式中，第二功能层包括空穴传输层和空穴注入层。顶电极直接设置于空穴注入层上，金属纳米线堆叠在空穴注入层上，并且能够贴合吸附在空穴注入层上。顶电极可以通过刷涂方式在空穴注入层上形成，即通过刷涂方式在空穴注入层上涂布金属纳米线。刷涂的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。通过刷涂的方式将金属纳米线溶液涂布在空穴注入层上，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，金属纳米线沉淀堆叠，并附着在空穴注入层上。

[0142] 金属纳米线直接设置于第二功能层上，形成金属纳米线堆叠排布的网络状结构的顶电极，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元件的第二功能层上，不会对第二功能层造成破坏；另外，金属纳米线堆叠排布的网络状结构的顶电极对第二功能层的膜平整性也无过多要求；最后，顶电极的制作工艺简便，降低了电致发光元件的生产制造成本。

[0143] 如图9所示，为本申请一实施方式中透明显示装置500的结构示意图；透明显示装

置500,包括多个电致发光元件501,，透明显示装置500可以实现底部和顶部两侧发光。电致发光元件501包括底电极、第一功能层、电致发光层、第二功能层和顶电极；底电极为透明导电电极；第一功能层设置于所述底电极上；电致发光层设置于所述第一功能层上；第二功能层设置于所述电致发光层上；顶电极设置于所述第二功能层上；其中，所述顶电极为透明导电电极，所述顶电极为金属纳米线网络状结构。电致发光元件501的结构及制作方法已在上述各个实施方式中详细描述,在此不再一一赘述。

[0144] 透明显示装置500可以实现透明显示,即透明显示装置500在自发光的情况下,观看者还能够透过透明显示装置500看到其后边的物体,对于观看者来说,透明显示装置500是透明的,例如,如图10所示的本申请一实施方式的实验显示效果图。从图中可以看出,通过透明显示装置500,可以看到透明显示装置500后面的文字“星烁纳米mesolight”。

[0145] 以下将参考各个实施例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元件结构;然而,本申请的示例性实施方式不限于此。

[0146] 实施例1

[0147] 透明显示器件的制作:

[0148] S1、提供具有ITO导电层的玻璃衬底;

[0149] S2、在具有ITO导电层的玻璃衬底上涂布空穴注入层PEDOT:PSS;

[0150] S3、在空穴注入层PEDOT:PSS上涂布空穴传输层TFB;

[0151] S4、在空穴传输层TFB上涂布红光CdSe/ZnS量子点层;

[0152] S5、在红色CdSe/ZnS量子点层上涂布ZnO电子传输层;

[0153] S6、ZnO电子传输层上刷涂一次银纳米线(AgNWS)。

[0154] 最后,制得红色CdSe/ZnS量子点QLED器件,对红色CdSe/ZnS量子点QLED器件的进行通电,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4.82cd/A,最大外量子效率为4.03%;AgNWS侧的最大电流效率为4.81cd/A,最大外量子效率为3.98%,红色CdSe/ZnS量子点QLED器件总计最大电流效率为9.63cd/A,总计最大外量子效率为8.01%。

[0155] 实施例2

[0156] 与实施例1相同,透明显示器件的制作:

[0157] S1、提供具有ITO导电层的玻璃衬底;

[0158] S2、在具有ITO导电层的玻璃衬底上涂布空穴注入层PEDOT:PSS;

[0159] S3、在空穴注入层PEDOT:PSS上涂布空穴传输层TFB;

[0160] S4、在空穴传输层TFB上涂布红光CdSe/ZnS量子点层;

[0161] S5、在红色CdSe/ZnS量子点层上涂布ZnO电子传输层;

[0162] S6、ZnO电子传输层上刷涂一次银纳米线(AgNWS)。

[0163] 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,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4.37cd/A,最大外量子效率为3.72%;AgNWS侧的最大电流效率为5.03cd/A,最大外量子效率为4.27%,红色CdSe/ZnS量子点QLED器件总计最大电流

效率为9.4cd/A,总计最大外量子效率为7.99%。

[0164] 实施例3

[0165] 与实施例1不同之处在于AgNWs刷涂两层,透明显示器件的制作:

[0166] S1、提供具有ITO导电层的玻璃衬底;

[0167] S2、在具有ITO导电层的玻璃衬底上涂布空穴注入层PEDOT:PSS;

[0168] S3、在空穴注入层PEDOT:PSS上涂布空穴传输层TFB;

[0169] S4、在空穴传输层TFB上涂布红光CdSe/ZnS量子点层;

[0170] S5、在红色CdSe/ZnS量子点层上涂布ZnO电子传输层;

[0171] S6、ZnO电子传输层上刷涂二次银纳米线(AgNWs)。

[0172] 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,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3.43cd/A,最大外量子效率为2.92%;AgNWs侧的最大电流效率为5.36cd/A,最大外量子效率为4.46%,红色CdSe/ZnS量子点QLED器件总计最大电流效率为8.79cd/A,总计最大外量子效率为7.38%。

[0173] 实施例4

[0174] 与实施例1不同之处在于AgNWs刷涂两层,透明显示器件的制作:

[0175] S1、提供具有ITO导电层的玻璃衬底;

[0176] S2、在具有ITO导电层的玻璃衬底上涂布空穴注入层PEDOT:PSS;

[0177] S3、在空穴注入层PEDOT:PSS上涂布空穴传输层TFB;

[0178] S4、在空穴传输层TFB上涂布红光CdSe/ZnS量子点层;

[0179] S5、在红色CdSe/ZnS量子点层上涂布ZnO电子传输层;

[0180] S6、ZnO电子传输层上刷涂二次银纳米线(AgNWs)。

[0181] 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,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4.44cd/A,最大外量子效率为3.7%;AgNWs侧的最大电流效率为4.74cd/A,最大外量子效率为3.88%,红色CdSe/ZnS量子点QLED器件总计最大电流效率为9.18cd/A,总计最大外量子效率为7.58%。

[0182] 实施例5

[0183] 与实施例1不同之处在于AgNWs刷涂两层,透明显示器件的制作:

[0184] S1、提供具有ITO导电层的玻璃衬底;

[0185] S2、在具有ITO导电层的玻璃衬底上涂布空穴注入层PEDOT:PSS;

[0186] S3、在空穴注入层PEDOT:PSS上涂布空穴传输层TFB;

[0187] S4、在空穴传输层TFB上涂布红光CdSe/ZnS量子点层;

[0188] S5、在红色CdSe/ZnS量子点层上涂布ZnO电子传输层;

[0189] S6、ZnO电子传输层上刷涂二次银纳米线(AgNWs)。

[0190] 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,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8.26cd/A,最大外量子效率为7.17%;AgNWs侧的最大电流效率为9.61cd/A,最大外量子效率为8.3%,红色CdSe/ZnS量子点QLED器件总计最大电流效率为17.87cd/A,总计最大外量子效率为15.47%。

[0191] 测试结果对比如下表所示:

实施例	刷涂 次数	最大电流效率 (cd/A)			最大外量子效率 (%)		
		ITO 侧	AgNWs 侧	总计	ITO 侧	AgNWs 侧	总计
[0192]	实施例 1	单次	4.82	4.81	9.63	4.03	3.98
	实施例 2	单次	4.37	5.03	9.4	3.72	4.27
	实施例 3	双次	3.43	5.36	8.79	2.92	4.46
	实施例 4	双次	4.44	4.74	9.18	3.7	3.88
	实施例 5	双次	8.26	9.61	17.87	7.17	8.3
							15.47

[0193] 如上表格可知,5个实施例都是在氧化锌电子传输层上刷涂银纳米线(AgNWs)形成顶电极,最终制得的红色量子点QLED均能点亮,并且银纳米线(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,甚至银纳米线(AgNWs)侧的出光好于ITO的侧出光。

[0194] 实施例5整体都好于实施例1、2、3和4。经过初步分析,应该是银纳米线(AgNWs)的刷涂工艺不是很稳定,导致前4个实施例中的最大电流效率和最大外量子效率不是很好,在实施例5中制得红色量子点QLED的最大电流效率和最大外量子点效率明显要好很多,甚至是前4个实施例的一倍。

[0195] 另外,通过实例1/2与实例3/4的对比,银纳米线(AgNWs)刷涂一次或二次无明显区别,这是可以理解的,银纳米线(AgNWs)用作顶电极,银纳米线并不会对出光造成影响,因而无论刷涂一次还是两次,红色量子点QLED的最大电流效率和最大外量子效率无实质性变化。

[0196] 综上所述,通过刷涂的方式在氧化锌电子传输层上直接形成银纳米线网络状的顶电极是可行的。

[0197] 与目前顶电极为铝电极相比,使用银纳米线(AgNWs)作顶电极,能够保证量子点QLED的顶部正常出光。

[0198] 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,顶电极完全由银纳米线构成,整个顶电极的面电阻非常小,增强了导电性,并且制作工艺也大大简化,降低了QLED的制造成本。

[0199] 与目前ITO的溅射方式相比,银纳米线(AgNWs)通过刷涂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。

[0200] 最后,银纳米线(AgNWs)作为顶电极,可使得QLED用于柔性显示,拓展了QLED的应用特性。

[0201] 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。

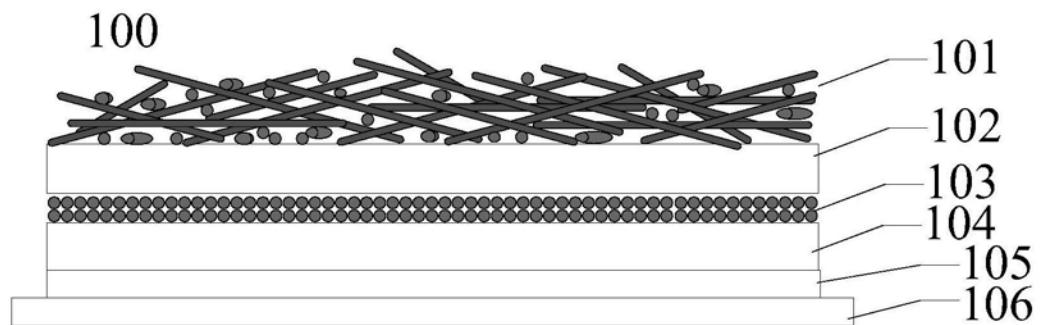


图1

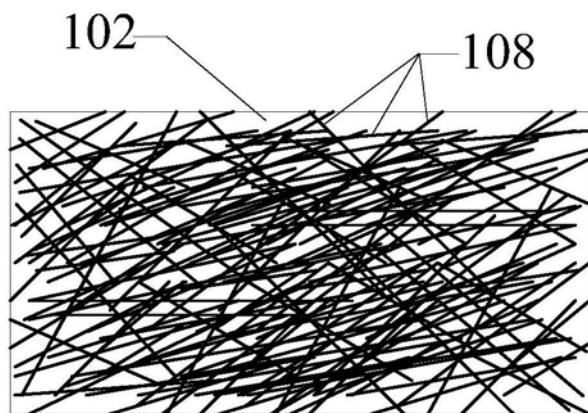


图2

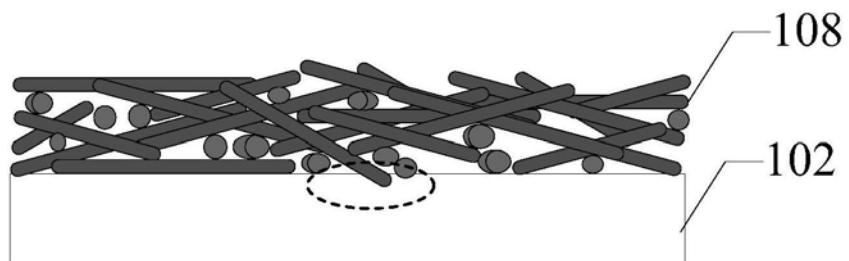


图3



图4

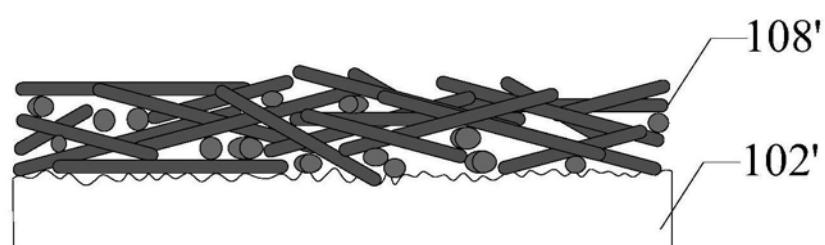


图5

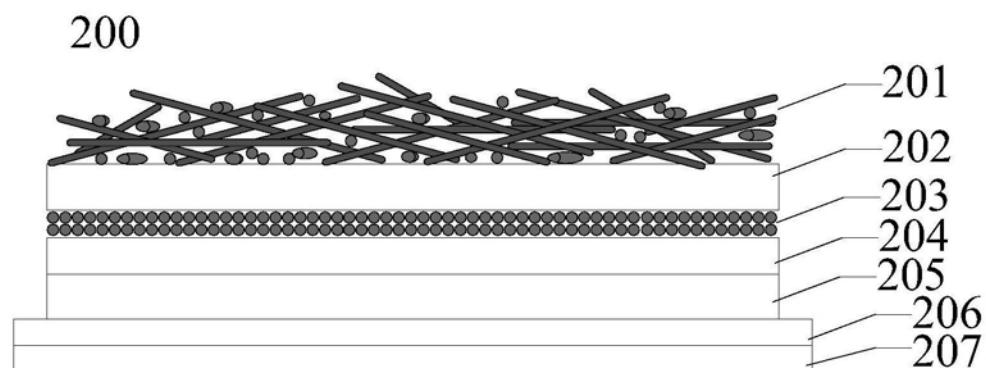


图6

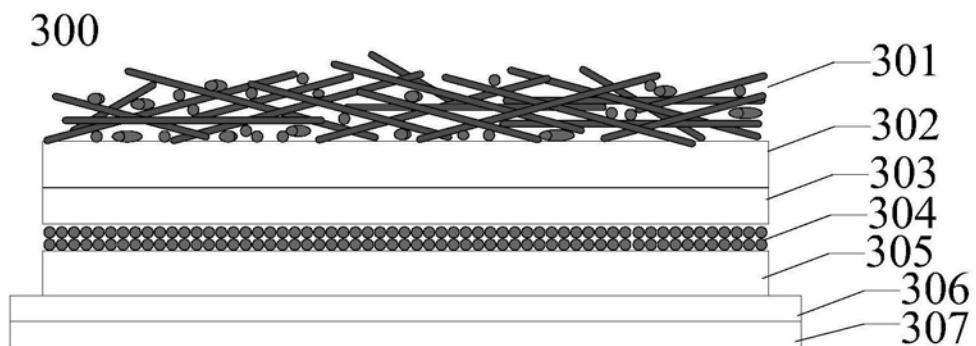


图7

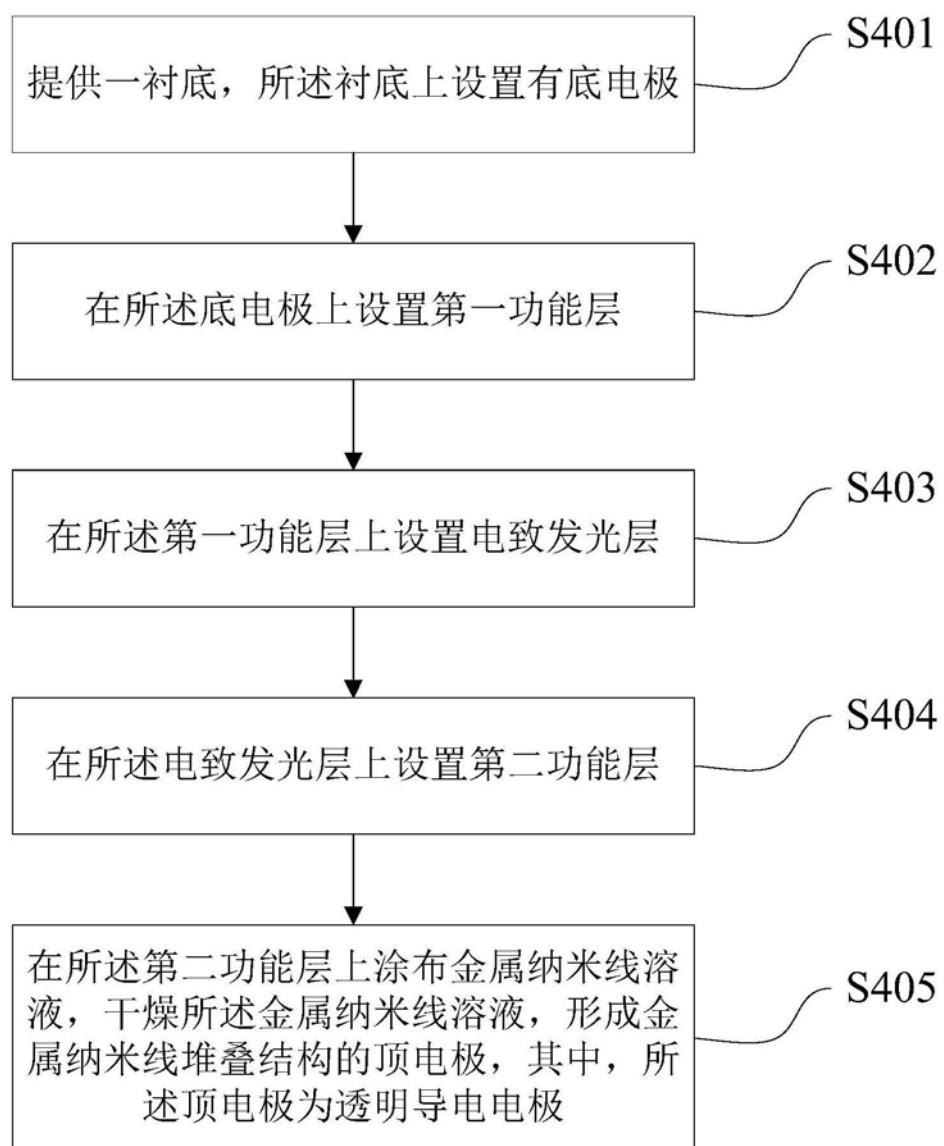


图8

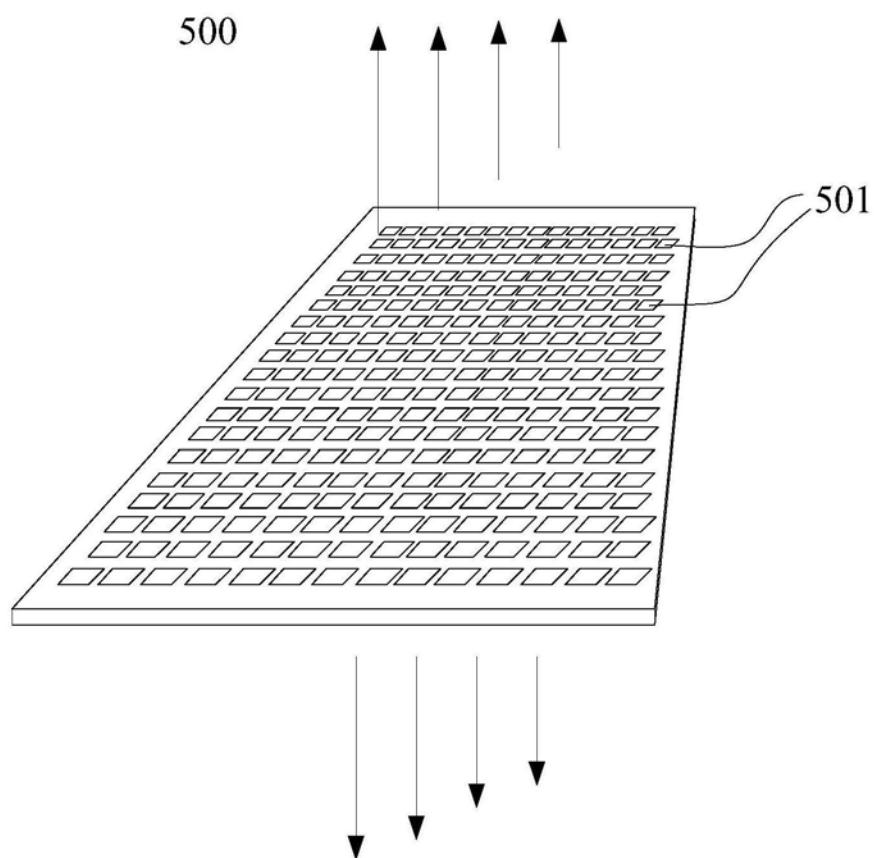


图9



图10

专利名称(译)	一种电致发光元件、透明显示装置和电致发光元件的制作方法		
公开(公告)号	CN110957434A	公开(公告)日	2020-04-03
申请号	CN201911271455.6	申请日	2019-12-12
[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	王红琴 孙佳 史横舟 马金锁 许金平 王允军		
发明人	王红琴 孙佳 史横舟 马金锁 许金平 王允军		
IPC分类号	H01L51/52 H01L51/56		
CPC分类号	H01L51/5203 H01L51/5206 H01L51/5234 H01L51/56		
外部链接	Espacenet Sipo		

摘要(译)

本发明公开了一种电致发光元件，包括底电极、第一功能层、电致发光层、第二功能层和顶电极，第一功能层设置于所述底电极上；电致发光层设置于所述第一功能层上；第二功能层设置于所述电致发光层上；顶电极设置于所述第二功能层上；其中，所述顶电极为透明导电电极，所述顶电极为金属纳米线网络状结构，从而使得电致发光元件能够实现顶出光，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，并且顶电极制作简便，降低了电致发光元件的生产制造成本。

