



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107221605 A

(43)申请公布日 2017.09.29

(21)申请号 201710443761.8

(22)申请日 2017.06.13

(71)申请人 上海天马有机发光显示技术有限公司

地址 201201 上海市浦东新区龙东大道  
6111号1幢509室

(72)发明人 滨田

(74)专利代理机构 北京汇思诚业知识产权代理有限公司 11444

代理人 王刚 龚敏

(51)Int.Cl.

H01L 51/50(2006.01)

H01L 27/32(2006.01)

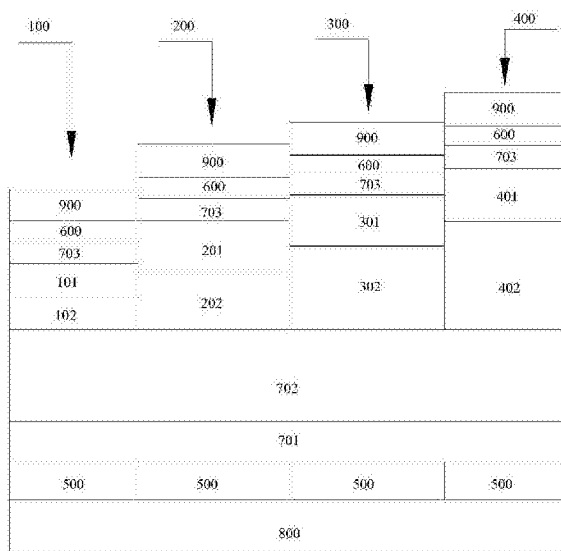
权利要求书2页 说明书14页 附图2页

(54)发明名称

有机发光结构以及显示装置

(57)摘要

本申请涉及显示技术领域,尤其涉及一种有机发光结构以及显示装置。有机发光结构,包括第一发光单元、第二发光单元、第三发光单元和第四发光单元,所述第一发光单元的发光波长、所述第二发光单元的发光波长、所述第三发光单元的发光波长以及所述第四发光单元的发光波长依次增大;所述第二发光单元的发光效率、所述第三发光单元的发光效率均大于所述第一发光单元的发光效率和所述第四发光单元的发光效率。本申请能够增加有机发光结构的色域范围,提高发光装置的色彩饱和度,和增加色彩的数量,从而更好地适应显示装置中颜色再现性的发展趋势。



1. 一种有机发光结构,其特征在于,包括第一发光单元、第二发光单元、第三发光单元和第四发光单元,

所述第一发光单元、所述第二发光单元、所述第三发光单元以及所述第四发光单元均包括第一电极、第二电极以及设置于所述第一电极与所述第二电极之间的有机叠层体;所述第一电极与所述第二电极中的一者为半透明的电极;

所述第一发光单元的发光波长、所述第二发光单元的发光波长、所述第三发光单元的发光波长以及所述第四发光单元的发光波长依次增大;

所述第二发光单元的发光效率、所述第三发光单元的发光效率均大于所述第一发光单元的发光效率和所述第四发光单元的发光效率。

2. 根据权利要求1所述的有机发光结构,其特征在于,所述有机叠层体包括发光部分;所述第二发光单元的所述发光部分的面积与所述第三发光单元的所述发光部分的面积之和,小于所述第一发光单元的所述发光部分的面积与所述第四发光单元的所述发光部分的面积之和。

3. 根据权利要求1所述的有机发光结构,其特征在于,所述第一发光单元为蓝光发光单元;所述第二发光单元为绿光发光单元;所述第三发光单元为黄光发光单元;所述第四发光单元为红光发光单元。

4. 根据权利要求3所述的有机发光结构,其特征在于,所述第一发光单元为荧光发光单元;所述第二发光单元、所述第三发光单元和所述第四发光单元均为磷光发光单元。

5. 根据权利要求3所述的有机发光结构,其特征在于,所述有机发光结构以下述方式中的至少一种显示白光:

第一种方式,所述第一发光单元、所述第二发光单元和所述第四发光单元同时发光;

第二种方式,所述第一发光单元和所述第三发光单元同时发光。

6. 根据权利要求3所述的有机发光结构,其特征在于,所述第二发光单元与所述第三发光单元之间,至少设置所述第一发光单元与所述第四发光单元中的一者。

7. 根据权利要求1所述的有机发光结构,其特征在于,

所述第一发光单元、所述第二发光单元、所述第三发光单元以及所述第四发光单元均还包括薄膜晶体管,所述薄膜晶体管用于控制所述第一发光单元、所述第二发光单元、所述第三发光单元以及所述第四发光单元的发光。

8. 根据权利要求1-7任一项所述的有机发光结构,其特征在于,

所述第一发光单元的所述有机叠层体、所述第二发光单元的所述有机叠层体、所述第三发光单元的所述有机叠层体以及所述第四发光单元的所述有机叠层体均为发射白光的有机叠层体;

所述第一发光单元、所述第二发光单元、所述第三发光单元以及所述第四发光单元均还包括滤光片,所述滤光片位于所述半透明的电极远离有机叠层体的一侧,且所述第一发光单元的所述滤光片、所述第二发光单元的所述滤光片、所述第三发光单元的所述滤光片以及所述第四发光单元的所述滤光片的颜色均不相同。

9. 根据权利要求8所述的有机发光结构,其特征在于,所述有机叠层体包括依次层叠设置的空穴注入层、第一空穴传输层、蓝色发光层、第一电子传输层、N型电荷发生层、P型电荷发生层、第二空穴传输层、橙色发光层、第二电子传输层、电子注入层,且所述空穴注入层较

所述电子注入层靠近所述第一电极。

10. 根据权利要求8所述的有机发光结构,其特征在于,所述第一发光单元的所述滤光片为第一滤光片,所述第二发光单元的所述滤光片为第二滤光片、所述第三发光单元的所述滤光片为第三滤光片,所述第四发光单元的所述滤光片为第四滤光片,所述第二滤光片的透光率、所述第三滤光片的透光率均大于所述第一滤光片的透光率、所述第四滤光片的透光率。

11. 根据权利要求1-7任一项所述的有机发光结构,其特征在于,有机叠层体包括依次层叠设置的公共空穴注入层、公共空穴传输层、单色空穴传输层、发光层以及公共电子传输层,所述公共空穴注入层较所述公共电子发生层靠近所述第一电极。

12. 根据权利要求11所述的有机发光结构,其特征在于,所述第一发光单元的所述单色空穴传输层为第一单色空穴传输层;所述第二发光单元的所述单色空穴传输层为第二单色空穴传输层;所述第三发光单元的所述单色空穴传输层为第三单色空穴传输层;所述第四发光单元的所述单色空穴传输层为第四单色空穴传输层;

所述第一单色空穴传输层的厚度、所述第二单色空穴传输层的厚度、所述第三单色空穴传输层的厚度、所述第四单色空穴传输层的厚度依次增大。

13. 根据权利要求11所述的有机发光结构,其特征在于,所述第一发光单元的所述发光层为第一发光层,所述第二发光单元的所述发光层为第二发光层,所述第三发光单元的所述发光层为第三发光层,所述第四发光单元的所述发光层为第四发光层;

所述第一发光层的厚度为18nm~22nm;所述第二发光层的厚度为31.5nm~38.5nm;所述第三发光层的厚度为31.5nm~38.5nm;所述第四发光层的厚度为36nm~44nm。

14. 一种显示装置,其特征在于,包括如权利要求1-13任一项所述的有机发光结构。

## 有机发光结构以及显示装置

### 技术领域

[0001] 本申请涉及显示技术领域,尤其涉及一种有机发光结构以及显示装置。

### 背景技术

[0002] 有机发光二极管(Organic Light-Emitting Diode,OLED)可以作为显示装置以及照明装置的发光来源,其具有广视场角、响应时间短、轻薄和能够实现任意角度的弯曲的优点。

[0003] OLED发光器件包括主动矩阵发光二极管(Active-matrix organic light emitting diode,AMOLED)和被动矩阵发光二极管(Passive-matrix organic light emitting diode),AMOLED相较于PMOLED,具有低能耗、高分辨率、快速响应和其它优良的光电特性,逐渐成为OLED显示的主流技术。

[0004] 传统的AMOLED发光装置都是以RGB三原色构成的,通过使用RGB三原色来实现全彩画面。然而RGB三原色的色域范围有限,造成AMOLED发光装置的色彩饱和度不够饱满,以及色彩数量较少,无法适应各种显示装置对颜色再现性的发展趋势。

### 发明内容

[0005] 本申请提供了一种有机发光结构以及显示装置,能够解决上述问题。

[0006] 本申请的第一方面提供了一种有机发光结构,包括第一发光单元、第二发光单元、第三发光单元和第四发光单元,

[0007] 所述第一发光单元、所述第二发光单元、所述第三发光单元以及所述第四发光单元均包括第一电极、第二电极以及设置于所述第一电极与所述第二电极之间的有机叠层体;所述第一电极与所述第二电极中的一者为半透明的电极;

[0008] 所述第一发光单元的发光波长、所述第二发光单元的发光波长、所述第三发光单元的发光波长以及所述第四发光单元的发光波长依次增大;

[0009] 所述第二发光单元的发光效率、所述第三发光单元的发光效率均大于所述第一发光单元的发光效率和所述第四发光单元的发光效率。

[0010] 本申请的第二方面提供了一种显示装置,包括如上任一项所述的有机发光结构。

[0011] 本申请提供的技术方案可以达到以下有益效果:

[0012] 本申请所提供的有机发光结构,设置四种发光单元,通过四种发光单元的各种组合,能够增加有机发光结构的色域范围,提高发光装置的色彩饱和度,和增加色彩的数量,从而更好地适应显示装置中颜色再现性的发展趋势;且,由于第一发光单元的发光波长、第二发光单元的发光波长、第三发光单元的发光波长以及第四发光单元的发光波长依次增大,通过使第二发光单元的发光效率和第三发光单元的发光效率均大于第一发光单元的发光效率和第四发光单元的发光效率,能够进一步提升显示装置的画面质量。

[0013] 应当理解的是,以上的一般描述和后文的细节描述仅是示例性的,并不能限制本申请。

**附图说明**

- [0014] 图1为本申请所提供的有机发光结构的一种具体实施例的结构示意图；
- [0015] 图2为本申请所提供的有机发光结构的另一种具体实施例的结构示意图；
- [0016] 图3为本申请所提供的有机发光结构的另一种具体实施例的局部结构示意图。
- [0017] 附图标记：
- [0018] 100-第一发光单元；
- [0019] 101-第一发光层；
- [0020] 102-第一单色空穴传输层；
- [0021] 200-第二发光单元；
- [0022] 201-第二发光层；
- [0023] 202-第二单色空穴传输层；
- [0024] 300-第三发光单元；
- [0025] 301-第三发光层；
- [0026] 302-第三单色空穴传输层；
- [0027] 400-第四发光单元；
- [0028] 401-第四发光层；
- [0029] 402-第四单色空穴传输层；
- [0030] 500-第一电极；
- [0031] 600-第二电极；
- [0032] 701-公共空穴注入层；
- [0033] 702-公共空穴传输层；
- [0034] 703-公共电子传输层；
- [0035] 704-空穴注入层；
- [0036] 705-第一空穴传输层；
- [0037] 706-蓝色发光层
- [0038] 707-第一电子传输层；
- [0039] 708-N型电荷发生层；
- [0040] 709-P型电荷发生层；
- [0041] 710-第二空穴传输层；
- [0042] 711-橙色发光层；
- [0043] 712-第二电子传输层；
- [0044] 713-电子注入层；
- [0045] 714-滤光片；
- [0046] 800-基板；
- [0047] 900-光取出层
- [0048] 150-薄膜晶体管；
- [0049] 151-有源层；
- [0050] 152-源极；

[0051] 153-漏极;

[0052] 154-栅极;

[0053] 155-第一绝缘膜;

[0054] 160-第二绝缘膜;

[0055] 170-第三绝缘膜;

[0056] 171-第四绝缘膜;

[0057] 180-第一平坦化膜;

[0058] 190-第二平坦化膜。

[0059] 此处的附图被并入说明书中并构成本说明书的一部分,示出了符合本申请的实施例,并与说明书一起用于解释本申请的原理。

### 具体实施方式

[0060] 下面通过具体的实施例并结合附图对本申请做进一步的详细描述。需要注意的是,本申请实施例所描述的“上”、“下”、“左”、“右”等方位词是以附图所示的角度来进行描述的,不应理解为对本申请实施例的限定。此外,在上下文中,还需要理解的是,当提到一个元件被形成在另一个元件“上”或者“下”时,其不仅能够直接形成在另一个元件“上”或者“下”,也可以通过中间元件间接形成在另一个元件“上”或者“下”。

[0061] 如图1所示,本申请实施例提供了一种有机发光结构,该发光结构可以应用于AMOLED。具体地,有机发光结构包括第一发光单元10、第二发光单元20、第三发光单元30和第四发光单元40,第一发光单元100、第二发光单元200、第三发光单元300以及第四发光单元400均包括第一电极500、第二电极600以及设置于第一电极500与第二电极600之间的有机叠层体,即第一电极500、有机叠层体以及第二电极600三者层叠设置,其中,第一电极500与第二电极600中的一者为半透明的电极,以便于光线能够从半透明的电极射出有机发光结构。

[0062] 进一步地,第一发光单元100的发光波长、第二发光单元200的发光波长、第三发光单元300的发光波长以及第四发光单元400的发光波长依次增大;且第二发光单元200的发光效率、第三发光单元300的发光效率均大于第一发光单元100的发光效率和第四发光单元400的发光效率。

[0063] 通常,现有设备中均采用RGB三原色,由于在自然界中以及人眼可识别的色彩中黄色占据了相当大的成分,传统的三原色是从红色、绿色和蓝色的光谱中提取出黄色,而本申请通过设置四个发光单元,其中一个可以单独发射黄光,因此,能够使黄色的色度更纯,以扩大色域,且该结构能够对蓝色有一定的提升作用,增加有机发光结构的色域范围,不仅能够增加颜色的丰富度,提高发光装置的色彩饱和度,和增加色彩的数量,从而更好地适应显示装置中颜色再现性的发展趋势,而且会大幅改善显示装置的基本性能。

[0064] 由于人眼对波长为555nm的光比较敏感,视感度较高,而绿光和黄光的波长靠近555nm,因此绿光和黄光的发光效率比较高;而蓝光和红光的视感度较低,发光效率相较于绿光和黄光就比较低,因此,第一发光单元100为蓝光发光单元;第二发光单元200为绿光发光单元;第三发光单元300为黄光发光单元;第四发光单元400为红光发光单元,这样,在第一发光单元100的发光波长、第二发光单元200的发光波长、第三发光单元300的发光波长以

及第四发光单元400的发光波长依次增大时,使第二发光单元200的发光效率和第三发光单元300的发光效率均大于第一发光单元100的发光效率和第四发光单元400的发光效率,能够使人眼的视感度较高,进一步提升显示装置的画面质量。也就是说,有机发光结构通过蓝光、绿光、黄光以及红光四种颜色的不同组合进行发光,在有机发光结构应用于显示装置时,能够通过蓝、绿、黄、红四色的不同组合,更好地展现出各种颜色,从而使色彩更丰富。

[0065] 一般地,有机发光结构还包括基板800,基板800可以为玻璃基板,第一发光单元100、第二发光单元200、第三发光单元300以及第四发光单元400中的第一电极500、有机叠层体、第二电极600依次设置于基板800的一侧。

[0066] 上述有机发光结构可以采用顶发射模式(Top emission)或者底发射模式(Bottom emission)。在底发射模式中,在基板800上,形成第一电极500,此时,第一电极500为阳极,且为半透明的电极,在第一电极500上远离基板800的一侧形成有机叠层体,最后在有机叠层体远离第一电极500的一侧制作第二电极600,第二电极600为阴极,且为没有透光性的电极,这种有机发光结构从阳极(即第一电极500)一侧取光。在顶发射模式中,在基板800上先形成第一电极500,此时,第一电极500也为阳极,然后在第一电极500远离基板800的一侧形成有机叠层体,接着在有机叠层体远离第一电极500的一侧形成第二电极600,此时,第二电极600为半透明的电极,这种有机发光结构从第二电极600的一侧取光。

[0067] 需要说明的是,在顶发射模式中,为了增加有机发光结构的发光效率,有机发光结构还包括反射膜,反射膜设置于第一电极500与基板800之间,以将有机叠层体射向基板800的光反射至第二电极600,通过第二电极600射出有机发光结构。如果反射膜的发射效率较小的话,有机发光结构的发光效率就会降低,考虑到人眼一般比较敏感的可见光波长在500nm附近,因此,优选反射膜对波长为500nm的光的反射率大于或者等于70%,如70%、75%、80%、85%、88%、90%等。以保证有足够的光线能够通过反射经第二电极600发射出去,从而保证有机发光结构的整体发光效率,反射膜的材质可以为银合金,其可以通过银靶材溅镀的方式形成,银合金材质的反射膜对波长500nm的光的反射率可以达到85%。可以理解地,由于反射膜反射的光经第一电极500、有机叠层体、第二电极600射出发光单元,因此,反射膜在远离基板800的一面为工作面,即该面为反射面,故为了减少对光线传输的阻碍,反射膜与第一电极500共界面,反射膜与基板800可以共界面或者不共界面,如在反射膜与基板800之间可以设置薄膜晶体管。

[0068] 不论有机发光结构采用哪种方式,由于第一电极500和第二电极600中有一者为半透明的电极,光在半透明的电极会发生透过和反射两种情况,这样会在发光单元的内部产生光干涉,形成微腔效应,因此,通过调整有机叠层体内的各膜层的厚度,能够使发光单元外部放出的光的强度达到最大化。

[0069] 在顶发射模式中,由于设置有反射膜,从有机层叠体中发出的光会分别通向反射膜和半透明的电极,通向反射膜的光经反射膜的反射会转向半透明的电极;通向半透明的电极的光有一部分会穿透半透明的电极释放到外部,另一部分则被半透明的电极的表面反射到反射膜,这三路光会在各发光单元(包括第一发光单元100、第二发光单元200、第三发光单元300和第四发光单元400)的内部发生干涉,从而使有机发光结构能够充分利用微腔效应,实现发光效率的提升,因此,有机发光结构优选采用顶发射模式。在上述各实施例中,第一发光单元100、第二发光单元200、第三发光单元300以及第四发光单元400可以分别为

荧光发光单元或者磷光发光单元。

[0070] 由于磷光发光单元的发光亮度较高,其发射绿光、黄光、红光的效率比较高,且能够获得高亮度,因此,第二发光单元200、第三发光单元300和第四发光单元400均选为磷光发光单元。而磷光材料中,发射蓝光材料比较少,甚至很难找到,因此,第一发光单元100选为荧光发光单元。通过上述设置,既能够提高有机发光结构的亮度,又便于材料的选取,同时,由于第一发光单元100为荧光发光单元,而荧光发光单元的发光效率较磷光发光单元的发光效率低,因此这种设置也会使第一发光单元100的发光效率低于第二发光单元200和第三发光单元300的发光效率;虽然第四发光单元400也为磷光发光单元,但是由于第四发光单元400同时为红光发光单元,而红光的可视度较黄光和绿光的可视度低,因此,这种设置也会使第四发光单元400的发光效率低于第二发光单元200和第三发光单元300的发光效率。其中,上述荧光发光单元指发光单元中发光部分的材料为荧光发光材料,荧光发光单元可以选用缩合多环芳香族材料制作;磷光发光单元指发光单元中发光部分的材料为磷光发光材料,如磷光发光单元可以选用铷化合物材料制作。

[0071] 在第一发光单元100为蓝光发光单元;第二发光单元200为绿光发光单元;第三发光单元300为黄光发光单元;第四发光单元400为红光发光单元时,有机发光结构可以采用下述方式显示白光:

[0072] 第一种方式,第一发光单元100、第二发光单元200和第四发光单元400同时发光,即蓝光发光单元、绿光发光单元以及红光发光单元同时工作,此时,有机发光结构表现白光。

[0073] 第二种方式,第一发光单元100和第三发光单元300同时发光,即蓝光发光单元与黄光发光单元同时工作,此时,有机发光结构也表现白光。

[0074] 第三种方式,第一发光单元100、第二发光单元200、第三发光单元300和第四发光单元400同时发光,即同时采用第一种方式与第二种方式,两种方式叠加,能够使白光增强,使有机发光结构的白光的亮度更高,使画面视觉感受更加明亮。

[0075] 需要注意的是,在第一种方式中,有机发光结构表现白光的关键是绿光发光单元,在第二种方式中,有机发光结构表现白光的关键是黄光发光单元,由于绿光发光单元和黄光发光单元的视感度比较优秀,人眼看起来会感觉比较明亮。因此,如果绿光发光单元与黄光发光单元相邻,例如按照第一发光单元100、第二发光单元200、第三发光单元300以及第四发光单元400的顺序排列,或者按照第四发光单元400、第一发光单元100、第二发光单元200和第三发光单元300的顺序排列,由于人眼的错觉,会只产生一个明亮点;如果绿光发光单元与黄光发光单元间隔设置,即二者不相邻,二者之间至少设置蓝光发光单元或者红光发光单元,如按照第四发光单元400、第二发光单元200、第一发光单元100、第三发光单元300的顺序排列,或者按照第二发光单元200、第一发光单元100、第四发光单元400、第三发光单元300的顺序排列,那么,由于绿光发光单元与黄光发光单元被蓝光发光单元或者蓝光发光单元与红光发光单元隔离开,人眼看起来会有两个明亮的地方,这种排列方式如果用于全彩色显示制造中,可以达到绿光发光单元与黄光发光单元相邻的解析度的二倍,当然,这是人眼产生的错觉,这样能够实现模拟高解析度的效果。故,优选地,第二发光单元200与第三发光单元300之间,至少设置第一发光单元100与第四发光单元400中的一者,以使绿光发光单元与黄光发光单元隔离,使人眼感知的解析度有所提高。

[0076] 此外,第一发光单元100、第二发光单元200、第三发光单元300以及第四发光单元400均还包括薄膜晶体管150,薄膜晶体管150用于控制第一发光单元100、第二发光单元200、第三发光单元300以及第四发光单元400的发光,通过设置薄膜晶体管150,能够便于对各发光单元的控制,以便于有机光结构实现不同的色彩。薄膜晶体管的材质可以为低温多晶硅、非晶硅或者氧化物半导体,其中,氧化物半导体可以为In-Ce-Zn, In-Y-Zn, In-Ga-Zn, In-Zr-Zn, In-La-Zn, In-Nd-Zn, In-Ga。一般地,如图2所示,薄膜晶体管150包括有源层151、源极152、漏极153以及栅极154,源极152、漏极153均与有源层151电连接,且栅极154与有源层151通过第一绝缘膜155隔离。

[0077] 上述结构中,有机叠层体包括发光部分,可选地,第二发光单元200的发光部分的面积与第三发光单元300的发光部分的面积之和,小于第一发光单元100的发光部分的面积与第四发光单元400的发光部分的面积之和,第二发光单元200的发光部分的面积、第三发光单元300的发光部分的面积可以小于与第一发光单元100的发光部分的面积、第四发光单元400的发光部分的面积,或者第二发光单元200的发光部分的面积、第三发光单元300的发光部分的面积中,一者小于第一发光单元100的发光部分的面积、第四发光单元400的发光部分的面积,另一者大于第一发光单元100的发光部分的面积、第四发光单元400的发光部分的面积,或者其他面积组合。采用上述设置,降低发光效率较高的发光单元的发光面积,使光强尽可能与发光效率较低的发光单元的光强接近,有利于调节白光的平衡,也就是说,通过缩小发光效率较高的发光单元的发光面积,增大发光效率较低的发光单元的面积,能够均衡各发光单元的亮度,以达到目标的亮度,从而,通过上述设置,能够使各发光单元的亮度控制在最小限度,以降低整个有机发光结构的功耗。可以理解地,第二发光单元200的发光部分的面积与第三发光单元300的发光部分的面积之和,也可以小于或者等于第一发光单元100和第四发光单元400的发光部分的面积之和。

[0078] 上述有机叠层体可以包括一组、两组或者多组膜层组,在包括多层膜层组时,各膜层组依次层叠设置,以通过多个膜层组的组合,提高各发光单元的发光效率。各膜层组可以包括发光层、空穴注入层、空穴传输层、电子传输层等,具体结构在下述各实施例中进行详细描述。

[0079] 可以理解地,上述发光部分可以为单层膜或者多层膜,不论是哪种结构,上述发光部分的面积均指沿垂直于基板800的方向发光部分的投影的面积,如在有机叠层体仅包括一组膜层组时,发光部分的面积指发光层的面积,如图1所示;在有机叠层体包括两组膜层组时,如图3所示,由于沿垂直于基板800的方向,两组膜层组中发光层的投影完全重合,因此,发光部分的面积等于单个发光层的面积。

[0080] 在上述各实施例中,第一发光单元100的有机叠层体、第二发光单元200的有机叠层体、第三发光单元300的有机叠层体以及第四发光单元400的有机叠层体可以结构相同,也可以结构不同。下面以顶发射模式为例对有机发光结构进行详细说明。

[0081] 各发光单元的有机叠层体的结构不同,如图1所示,各有机叠层体中的发光层发射不同颜色的光。有机叠层体包括一组有机膜层组,有机膜层组包括依次层叠设置的公共空穴注入层701、空穴传输层、发光层以及公共电子传输层703,公共空穴注入层701较公共电子传输层703靠近第一电极,即在第一发光单元100、第二发光单元200、第三发光单元300和第四发光单元400的任意一个中,第一电极500、公共空穴注入层701、公共空穴传输层702、

单色空穴传输层、公共电子传输层703以及第二电极600依次层叠设置。此时,发光部分即为发光层,一般地,各发光单元的光均来自于其有机叠层体中的发光层,定义第一发光单元100的发光层为第一发光层101,第二发光单元200的发光层为第二发光层201,第三发光单元300的发光层为第三发光层301,第四发光单元400的发光层为第四发光层401,则第一发光层101、第二发光层201、第三发光层301、第四发光层401可以其中的一个、两个、三个或者四个的材料为荧光发光材料,其余为磷光发光材料。通过设置至少一个发光层的材料为荧光发光材料,能够使各发光层的材料的种类更加丰富,从而便于取材。

[0082] 进一步地,在自然界中,由于磷光材料的发光效率较荧光材料的发光效率高,因此,第一发光单元100、第二发光单元200、第三发光单元300以及第四发光单元400中,至少一个为荧光发光单元,其余为磷光发光单元,即,第一发光单元100、第二发光单元200、第三发光单元300以及第四发光单元400中既有荧光发光单元,又有磷光发光单元,如第一发光单元100为荧光发光单元,第二发光单元200、第三发光单元300以及第四发光单元400为磷光发光单元,也就是说,第一发光层101的材质为荧光发光材料,以形成第一发光单元100为荧光发光单元,第二发光层201、第三发光层301、第四发光层401的材料为磷光发光材料,以形成第二发光单元200、第三发光单元300以及第四发光单元400为磷光发光单元,各发光层设置为磷光发光单元和荧光发光单元的效果在前述已进行描述,在此不再赘述。

[0083] 具体地,为了保证各发光单元发光效率的关系,以及使微腔效应达到最优,第一发光层101的厚度、第二发光层201的厚度、第三发光层301的厚度以及第四发光层401的厚度依次增大,在第一发光单元100、第二发光单元200、第三发光单元300、第四发光单元400沿基板800的延伸方向依次设置时,如图1所示,第一发光层101的厚度为18nm~22nm,如18nm、19nm、20nm、21nm、22nm;第二发光层201的厚度为31.5nm~38.5nm,如32.5nm、33nm、35nm、37nm、38nm、38.5nm;第三发光层301的厚度为31.5nm~38.5nm,如32.5nm、33nm、35nm、37nm、38nm、38.5nm;第四发光层401的厚度为36nm~44nm,如36nm、38nm、40nm、42nm、43nm、44nm,通过各发光单元的发光层的厚度不同,能够有效地控制各发光单元的光在微腔内的光程,从而使微腔效应达到最优,提高各发光单元的发光效率。

[0084] 正如前述分析,由于在各发光单元的内部有干涉效果的产生,因此,各发光单元可以依据光路长短(即光程)的选择来定义光的强度,也就是说,在光强度增大的同时,光程增大,故当波长增大时,由于第一发光单元100、第二发光单元200、第三发光单元300和第四发光单元各自发出的光的波长不同,因此,各发光单元的空穴传输层的厚度也不同,波长的调整可以通过调节单色空穴传输层的厚度实现。由于第一发光单元100的波长、第二发光单元200的发光波长、第三发光单元300的发光波长以及第四发光单元400的发光波长依次增大,因此,第一发光单元100的空穴传输层的厚度、第二发光单元200的空穴传输层的厚度、第三发光单元300的空穴传输层的厚度、第四发光单元400的空穴传输层的厚度依次增大。以通过调整有机叠层体内的各膜层厚度,调整各发光单元的光线在微腔内的光程,更好地适应不同发光单元的波长,能够使微腔效应发挥到最优,从而提高整个有机发光结构的发光效率。

[0085] 具体地,各发光单元的空穴传输层可以仅包括单色空穴传输层,此时,在各发光单元中,单色空穴传输层的厚度等于空穴传输层的厚度。由于发光层会漏出电子,这些电子会浸入与其接触的空穴传输层,而材料的空穴迁移率越高材料自身越容易分解,因此,为了尽

可能减小空穴传输层的分解,各发光单元的空穴传输层包括层叠设置的单色空穴传输层和公共空穴传输层702,公共空穴传输层702较单色空穴传输层远离发光层,如图1所示,公共空穴传输层702的材料与单色空穴传输层的材料不同,即第一发光单元100、第二发光单元200、第三发光单元300和第四发光单元400的有机叠层体均包括公共空穴传输层702和单色空穴传输层,由于单色空穴传输层与发光层相邻,因此,各公共空穴传输层702采用相同的材料,且采用常用的空穴传输材料;而各单色空穴传输层采用不同的材料,且均采用耐电子的材料,以避免发光层的电子浸入单色空穴传输层,从而避免单色空穴传输层的分解,进而延长有机发光结构的寿命;且采用这种方式,能够增加有机叠层体的空穴传输层的厚度,使各发光单元的载流子达到均衡,且避免内部产生颗粒等不良结构。

[0086] 具体地,单色空穴传输层用于为各发光单元传输空穴,以便于发光单元工作。发光层较单色空穴传输层靠近半透明的电极。可以定义第一发光单元100的单色空穴传输层为第一单色空穴传输层102;第二发光单元200的单色空穴传输层为第二单色空穴传输层202;第三发光单元300的单色空穴传输层为第三单色空穴传输层302;第四发光单元的单色空穴传输层为第四单色空穴传输层402,第一单色空穴传输层102、第二单色空穴传输层202、第三单色空穴传输层302、第四单色空穴传输层402通常分别制作。

[0087] 在这种方式中,各公共空穴传输层702的厚度相等,第一单色空穴传输层102的厚度、第二单色空穴传输层202的厚度、第三单色空穴传输层302的厚度、第四单色空穴传输层402的厚度依次增大,以通过调整单色空穴传输层的膜厚,进一步改变微腔内的光程,进而更好地发挥微腔效应。第一单色空穴传输层102的厚度、第二单色空穴传输层202的厚度、第三单色空穴传输层302的厚度、第四单色空穴传输层402的厚度任意相邻的两者之间的差值可以相等,也可以不相等,如在图1中,第一单色空穴传输层102的厚度为10nm,第二单色空穴传输层202的厚度为30nm,第三单色空穴传输层302的厚度为50nm,第四单色空穴传输层402的厚度为70nm,任意相邻的两者之间的差值为20nm,当然,第一单色空穴传输层102的厚度、第二单色空穴传输层202的厚度、第三单色空穴传输层302的厚度、第四单色空穴传输层402的厚度也可以为其它值。其中,如图1所示,各公共空穴传输层702可以一体制作,形成同一膜层,即各发光单元的公共空穴传输层702使用相同的材料进行制作。

[0088] 在这种方式中,为了使微腔效应达到最优,第一单色空穴传输层102、第二单色空穴传输层202、第三单色空穴传输层302、第四单色空穴传输层402各自也有最优膜厚,可选地,第一单色空穴传输层102的厚度范围为9nm~11nm,如9nm、10nm、10.5nm、11nm;第二单色空穴传输层202的厚度范围为27nm~33nm,如27nm、29nm、30nm、32nm、32.5nm、33nm;第三单色空穴传输层302的厚度范围为45nm~55nm,如45nm、48nm、50nm、53nm、54.5nm、55nm;第四单色空穴传输层402的厚度范围为63nm~77nm,如63nm、66nm、69nm、70nm、73nm、75nm、77nm。采用这种设置,能够使微腔效应最优,使发光强度最大化,从而保证有机发光结构的发光效率。可选地,公共空穴传输层702的厚度为117nm~143nm;公共空穴注入层701的厚度为9nm~11nm,如9nm、10nm、11nm;公共电子传输层的厚度为31.5nm~38.5nm,如31.5nm、33nm、35nm、37nm、38.5nm。进一步地,第一电极500的厚度为9nm~11nm,如9nm、10nm、11nm;第二电极600的厚度为12.6nm~15.4nm,如12.6nm、13nm、14nm、15nm、15.4nm。

[0089] 当然,有机叠层体也可以包括两组或者多组有机膜层组。

[0090] 在该实施例中,第一发光单元100、第二发光单元200、第三发光单元300和第四发

光单元400中的公共膜层,如第一电极500、第二电极600、公共空穴注入层701、公共空穴传输层702、公共电子传输层703均为四者的公共层,均可以一起制作;不同层如单色空穴传输层、发光层可以分别制作。

[0091] 在第一发光单元100为蓝光发光单元,第二发光单元200为绿光发光单元,第三发光单元300为黄光发光单元,第四发光单元400为红光发光单元,即第一发光层101的材质为蓝光发光材料,第二发光层201的材质为绿光发光材料,第三发光层301的材质为黄光发光材料,第四发光层401的材质为红光发光材料时,第二发光层201的材质为发射绿光的磷光发光材料,第三发光层301的材质为发射黄光的磷光发光材料,第四发光层401为发射红光的磷光发射材料。

[0092] 其中,磷光发光单元的发光层的材质可以为铷化合物或者白金化合物。进一步地,由于铷化合物在绿光到黄光的领域内有很多高效稳定的材料,且在绿光、黄光上可以展示出较高的发光效率,因此,第二发光层201的材质、第三发光层301的材质中均可以包括铷化合物,以进一步提升有机发光结构的效率和亮度,同时能够实现显示装置的低功耗。

[0093] 本实施例中的有机发光结构可以采用涂布方式制作,其中,第一发光单元100、第二发光单元200、第三发光单元300和第四发光单元400中的公共层如基板800、第一电极500、反射膜(在顶发射模式中)、公共空穴注入层701、公共空穴传输层702、公共电子传输层703、第二电极600以及光取出层900可以直接涂布制作,如使用公共材料采用整体蒸镀的方式制作;不同层如第一发光层101、第二发光层201、第三发光层301、第四发光层401、第一单色空穴传输层102、第二单色空穴传输层202、第三单色空穴传输层302、第四单色空穴传输层402可以通过精细掩膜版制作,在精细掩膜版上设置与各发光单元中的不同层相对应的开口。具体制作过程如下:

[0094] 首先,制作基板800,可以为玻璃基板,基板800上可以直接形成薄膜晶体管,薄膜晶体管的材质可以为低温多晶硅、非晶硅或者氧化物半导体,其中氧化物半导体可以为In-Ce-Zn, In-Y-Zn, In-Ga-Zn, In-Zr-Zn, In-La-Zn, In-Nd-Zn, In-Ga。

[0095] 可以事先在基板的薄膜晶体管上形成像素,可以四个子像素形成一个像素,四个子像素与第一发光单元100、第二发光单元200、第三发光单元300和第四发光单元400一一对应,四个子像素是分别独立的,通过管控薄膜晶体管来进行驱动。用银靶材通过溅镀方式在各子像素上形成100nm的反射膜,在氧化膜的上方形成10nm的第一电极500,当然,反射膜用银合金也可以。

[0096] 在这之上,通过真空蒸镀法来制作有机叠层体。其中,公共层通过相同的材料进行整体蒸镀形成;不同层运用精细掩膜版,对第一发光单元100、第二发光单元200、第三发光单元300和第四发光单元400中的不同层采用不同的材料进行分别蒸镀,此时,精细掩膜版需要在第一发光单元100、第二发光单元200、第三发光单元300和第四发光单元400中各自所对应的子像素处设置开口,通过这个开口区域来对各个发光颜色的所需材料进行选择蒸镀。具体操作如下:

[0097] 将作为公共空穴注入层701的化合物一以10nm的厚度进行蒸镀。之后,将作为公共空穴传输材料702的化合物二以130nm的厚度进行蒸镀。

[0098] 其次,运用不同材料来制作微腔。在蓝光发光单元中,以蓝光空穴传输材料化合物三、以10nm的厚度进行蒸镀,以形成第一单色空穴传输层102;在绿光发光单元中,以绿光空

穴传输材料化合物四、以30nm的厚度进行蒸镀,以形成第二单色空穴传输层202;在黄光发光单元中,以黄光空穴传输材料化合物四、以50nm的厚度进行蒸镀,以形成第三单色空穴传输层302;在红光发光单元中,以红光空穴传输材料化合物四、以70nm的厚度进行蒸镀,以形成第四单色空穴传输层402。

[0099] 然后,在上述各膜层的上面,运用精细掩模版分别制作第一发光层101、第二发光层201、第三发光层301、第四发光层401。在蓝光发光单元中,使用蓝光主发光材料化合物五,蓝光掺杂物化合物六共同蒸镀,以制作20nm厚的第一发光层101;在绿光发光单元中,使用绿光主发光材料化合物七,绿光掺杂物化合物八共同蒸镀,以制作35nm厚的第二发光层201;在黄光发光单元中,使用黄光主发光材料化合物九,黄光掺杂物化合物十共同蒸镀,以制作35nm厚的第一发光层301;在红光发光单元中,使用红光主发光材料化合物十一,红光掺杂物化合物十二共同蒸镀,以制作40nm厚的第四发光层401。

[0100] 接着,在各发光层上制作公共电子传输层703,将化合物十三和化合物十四按照一比一的比例共同蒸镀,以形成35nm厚的公共电子传输层703。

[0101] 紧接着,使用Mg、Ag(比例10:1)在公共电子传输层703的上面沉积14nm的半透明的阴极,以形成第二电极600。测量这个半透明的阴极,就可以得到其透过率为35%。半透明的阴极的透过率如果比较低,虽然发光效率会降低,但是为了维持整个有机发光结构的整体效率,优选透过率为20%以上。

[0102] 在第二电极600上,可以制作光取出层900,可以使用化合物十五以60nm的厚度进行共同蒸镀,形成光学调整公共有机层,即光取出层900。这个光学调整用的公共有机膜在500nm波长处的折射率为1.85。由于在微腔中需要调节光的干涉来调节发光强度、亮度以及效率,因此有机叠层体的折射率会受到限制,而光取出层900的折射率可以较有机叠层体的折射率高,从而使发出发光单元的光的亮度更大,尤其是在蓝光发光单元中表现的效果更明显,增加光取出层900较未设置光取出层900的亮度高10%。

[0103] 最后,可以在干燥的氮气环境中,盖上选定的封装玻璃,进行Frit(玻璃粉末运用激光焊接的方式)封装,以完成整个面板的制作。虽然采用紫外线硬化树脂也可以进行封装,但是使用玻璃粉末运用激光焊接的方式可以得到更好的封装效果。

[0104] 采用这种方式制作的有机发光结构的各参数如表1所示,其中Blue为第一发光单元100,Green为第二发光单元200,Yellow为第三发光单元300,Red为第四发光单元,ClE为相干红外能量。

[0105] 表1

[0106]

	效率(cd/A)	电压(V)	ClE	波长的峰值(nm)
Blue	4	3.9	0.13,0.05	463
Green	80	4.1	0.24,0.74	523
Yellow	75	4.1	0.48,0.53	561
Red	23	4.3	0.66,0.33	616

[0107] 表1是在施加10Ma/cm<sup>2</sup>电压条件下的数据,由表1可以看出,采用本申请的有机发光结构,第一发光层101的材质使用荧光发光材料,第二发光层201、第三发光层301、第四发光层401均使用磷光发光材料,能够使绿光和黄光的视感度比较好。各发光单元的发光效率

能得到有效的保证,同时通过四种发光单元的组合,能够使画面色彩更鲜明,表现更加优秀的画面质量。

[0108] 同时也可以说明,在有机发光结构中,为了获得良好的白平衡,各发光单元的发光面积的关系由发光效率的大小决定,也就是说,发光效率较大的发光单元,可以缩小面积来获得较高亮度。但是往往发光效率较小的发光单元,通过增加发光面积无法获得高亮度,相反,扩大发光效率较大的发光单元的发光面积,缩小发光效率较小的发光单元的发光面积,如果不以大电流来让发光效率较小的发光单元发光,就无法取得较好的白平衡,这样会引起功耗上升,发光寿命低下等等一系列弊害。因此,发光效率较大的发光单元的发光面积设置较小,为了扩大发光效率较小的发光单元的发光面积,采用第二发光单元200的发光部分面积和第三发光单元300的发光部分面积的和,必须小于第一发光单元100的发光部分面积和第四发光单元400的发光部分面积之和,这样,可以在以四种颜色来调整所需颜色的情况下,获得较好的白平衡,同时也不会引发功耗上升和寿命缩减等问题。

[0109] 可选的,各有机叠层体的结构可以相同,也就是说,第一发光单元100、第二发光单元200、第三发光单元300和第四发光单元400中的有机叠层体的结构相同,第一发光单元100的有机叠层体、第二发光单元200的有机叠层体、第三发光单元300的有机叠层体以及第四发光单元400的有机叠层体均为发射白光的有机叠层体,即各有机叠层体均包括发光层,且各发光层均为白色发光层。

[0110] 具体地,各有机叠层体包括依次层叠设置的空穴注入层704、第一空穴传输层705、蓝色发光层706、第一电子传输层707、N型电荷发生层708、P型电荷发生层709、第二空穴传输层710、橙色发光层711、第二电子传输层712、电子注入层713,且空穴注入层704较电子注入层713靠近第一电极500,通过这种设置,从而形成蓝色OLED和橙色OLED,使二者进行组合,最终发射白光,进而使各有机叠层体发射白光。另外,在串联结构中加入N型电荷发生层708和P型电荷发生层709,可以给两个OLED提供电子和空穴。空穴注入层704、第一空穴传输层705、蓝色发光层706、第一电子传输层707、N型电荷发生层708、P型电荷发生层709、第二空穴传输层710、橙色发光层711、第二电子传输层712、电子注入层713的结构,是由蓝色OLED侧提供电子,橙色OLED侧提供空穴。从而解决电荷注入不足的问题,保持较高的发光效率。

[0111] 可选地,空穴注入层704的厚度为45nm~55nm,如45nm、48nm、50nm、53nm、55nm;第一空穴传输层705的厚度为18nm~22nm,如18nm、19nm、20nm、21nm、22nm;蓝色发光层706的厚度为27nm~33nm,如27nm、29nm、30nm、32nm、33nm等;第一电子传输层707的厚度为13.5nm~16.5nm,如13.5nm、15nm、16.5nm;N型电荷发生层708的厚度为0.18nm~0.22nm,如0.18nm、0.2nm、0.22nm;P型电荷发生层709的厚度为54nm~66nm,如54nm、57nm、60nm、65nm、66nm;第二空穴传输层710的厚度为18nm~22nm,如18nm、20nm、22nm等;橙色发光层711的厚度为27nm~33nm,如27nm、29nm、30nm、32nm、33nm等;第二电子传输层712的厚度为13.5nm~16.5nm,如13.5nm、15nm、16.5nm;电子注入层713的厚度为0.18nm~0.22nm,如0.18nm、0.2nm、0.22nm。进一步地,此时第一电极500的厚度可以为72nm~88nm,如72nm、78nm、80nm、84nm、88nm;第二电极600的材质可以为铝,其厚度为90nm~110nm,如90nm、95nm、100nm、105nm、110nm。

[0112] 此外,本实施例中,有机发光结构采用白光与滤光片的组合方式形成,即第一发光

单元100、第二发光单元200、第三发光单元300以及第四发光单元400均还包括滤光片714，滤光片714位于半透明的电极远离有机叠层体的一侧，且第一发光单元100的滤光片714、第二发光单元200的滤光片714、第三发光单元300的滤光片714以及第四发光单元400的滤光片714的颜色均不相同。可以定义第一发光单元100的滤光片为第一滤光片，第二发光单元200的滤光片为第二滤光片，第三发光单元300的滤光片为第三滤光片，第四发光单元400的滤光片为第四滤光片，第二滤光片的透光率、第三滤光片的透光率均大于第一滤光片的透光率、第四滤光片的透光率，以在这种方式中，通过设置滤光片的不同透过率，调节各发光单元的发光强度，进而调整发光效率。在第一发光单元100为蓝光发光单元，第二发光单元200为绿光发光单元，第三发光单元300为黄光发光单元，第四发光单元400为红光发光单元时，第一滤光片为蓝光滤光片，第二滤光片为绿光滤光片，第三滤光片为黄光滤光片，第四滤光片为红光滤光片，则，在第一发光单元100中，通过有机叠层体与第一滤光片的组合，使第一发光单元100发射蓝光；在第二发光单元200中，通过有机叠层体与第二滤光片的组合，使第二发光单元200发射绿光；在第三发光单元300中，通过有机叠层体与第三滤光片的组合，使第三发光单元300发射黄光；在第四发光单元400中，通过有机叠层体与第四滤光片的组合，使第四发光单元400发射红光。

[0113] 在这种方式中，滤光片714是溶剂的湿式制程，但第一电极的材质为有机材料，若直接在第一电极上使用滤光片的话，会存在第一电极被溶剂溶解的问题，因此第一电极500与滤光片不共有界面，二者之间可以通过有机绝缘膜隔离(如图2中的第一平坦化膜180)。

[0114] 在该实施例中，没有反射膜，有机发光结构的结构图如图2所示，包括基板800，基板800上设有薄膜晶体管150，薄膜晶体管150的具体结构在前述已经描述，在此不再赘述。在基板800与有源层151之间设置有第二绝缘膜160，在薄膜晶体管150远离基板800的一侧依次设置有第三绝缘膜170、第四绝缘膜171、第一平坦化膜180和第二平坦化膜190，滤光片714设置于第一平坦化膜180与第四绝缘膜171之间，在第一平坦化膜180远离滤光片的一侧依次设置第一电极500、有机叠层体和第二电极600，其中有机叠层体的结构参照图3所示，其制备过程如下：

[0115] 首先，在第一电极500远离基板800的一侧，以化合物一进行蒸镀，形成50nm厚的空穴注入层704。之后，以化合物二进行蒸镀，以形成20nm厚的第一空穴传输层705。

[0116] 然后，在第一空穴传输层705上，以蓝光主发光材料化合物五，作为荧光蓝光掺杂物的化合物十六进行混合进行蒸镀，形成30nm后的蓝色发光层706，其中，荧光蓝光掺杂物的浓度为5%。

[0117] 接着，在蓝色发光层706上以化合物十七进行蒸镀，形成15nm后的第一电子传输层707。同理，以氧化锂形成0.2nm厚的N型电荷发生层708，以化合物一形成60nm厚的P型电荷发生层709(即p-CGL)，以化合物二，形成20nm厚的第二空穴传输层710。

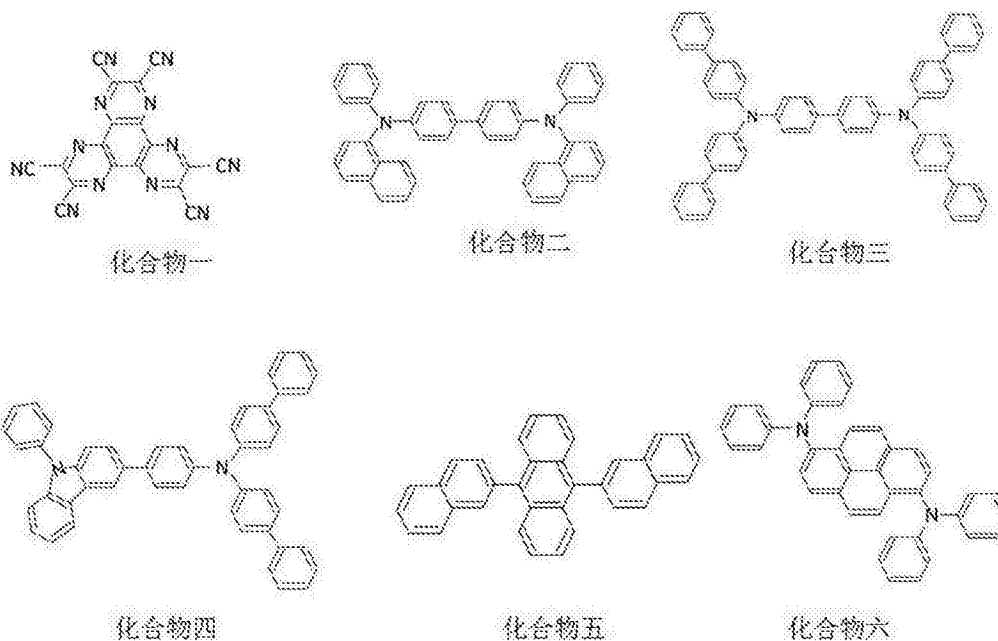
[0118] 再接着，以橙色主发光材料和磷光橙色掺杂物化合物九进行混合，形成30nm厚的橙色发光层711，其中，磷光橙色掺杂物的浓度为6%。接着在橙色发光层711的上面以化合物十七形成15nm的第二电子传输层712。

[0119] 最后，以铝形成100nm厚的第二电极600。

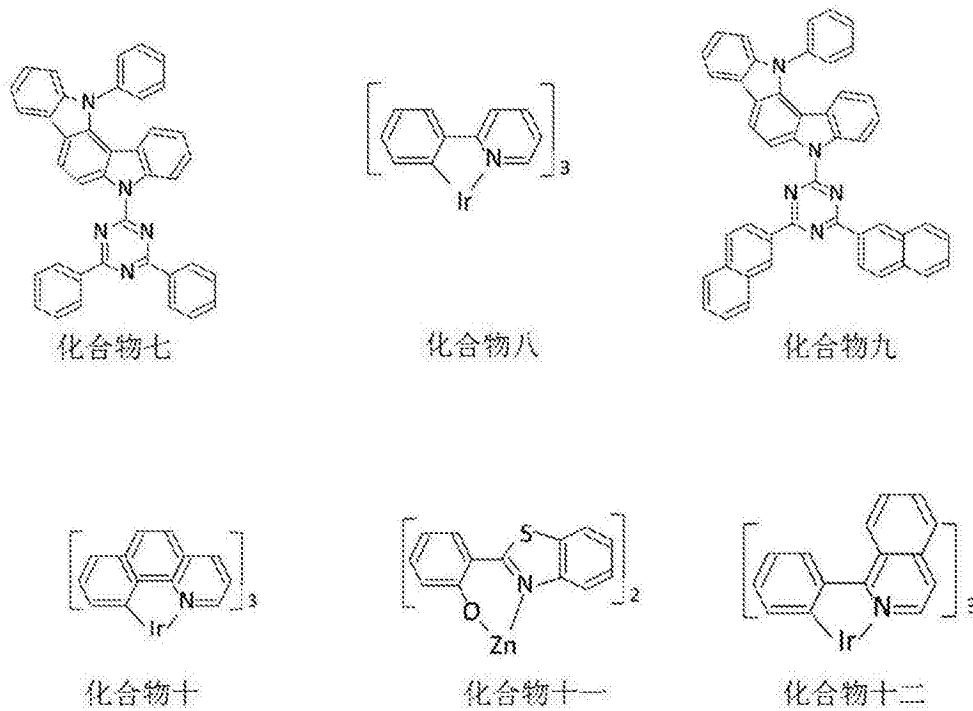
[0120] 上述过程中，第一电极500为阳极，第二电极600为阴极，从而形成底发射的有机发光结构。

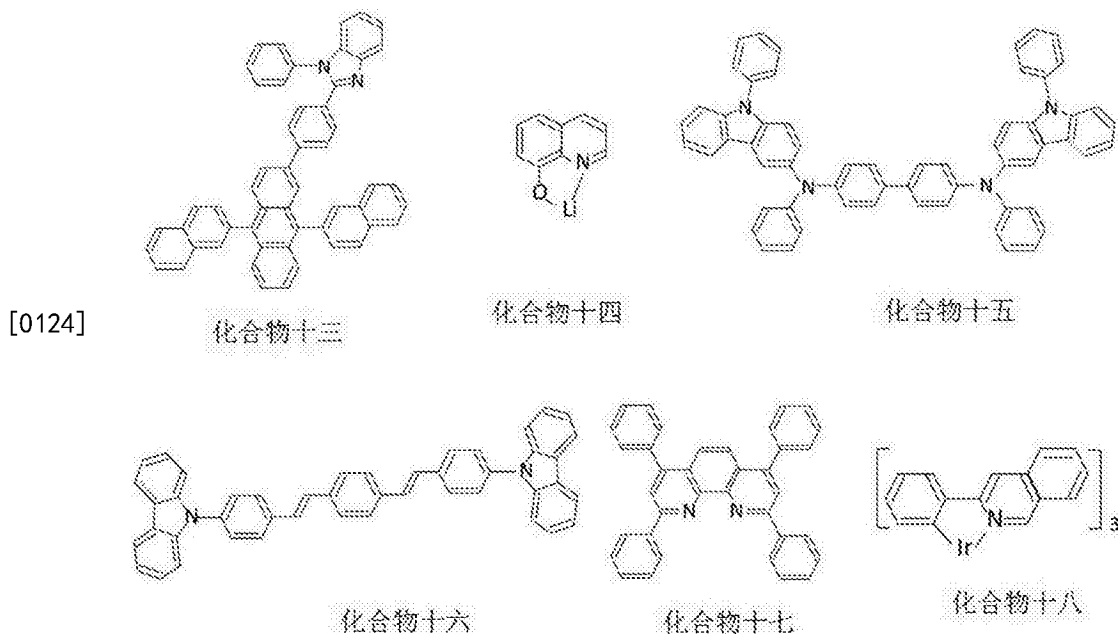
[0121] 如果给上述有机发光结构施加10mA/cm<sup>2</sup>的电流,驱动电压为8.9V,就可以获得发光效率40.2cd/A的暖色系白色发光。

[0122] 其中,上述化合物一-化合物十七的分子式如下:



[0123]





[0125] 上述结构中,第一实施例采用涂布方式制作,其形成的有机发光结构,能够利用微腔效应,有效提高各风光单元的发光效率;且在该实施例中,由于各发光单元的颜色分别独立显示,因此,能够提高各颜色的纯度,使NTSC再现率能够达到100%。第二实施例采用白光与滤光片的组合方式,无需使用掩膜版工艺,制造流程简单。

[0126] 此外,本申请还提供一种显示装置,包括如上任一项所述的有机发光结构。

[0127] 以上所述仅为本申请的优选实施例而已,并不用于限制本申请,对于本领域的技术人员来说,本申请可以有各种更改和变化。凡在本申请的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本申请的保护范围之内。

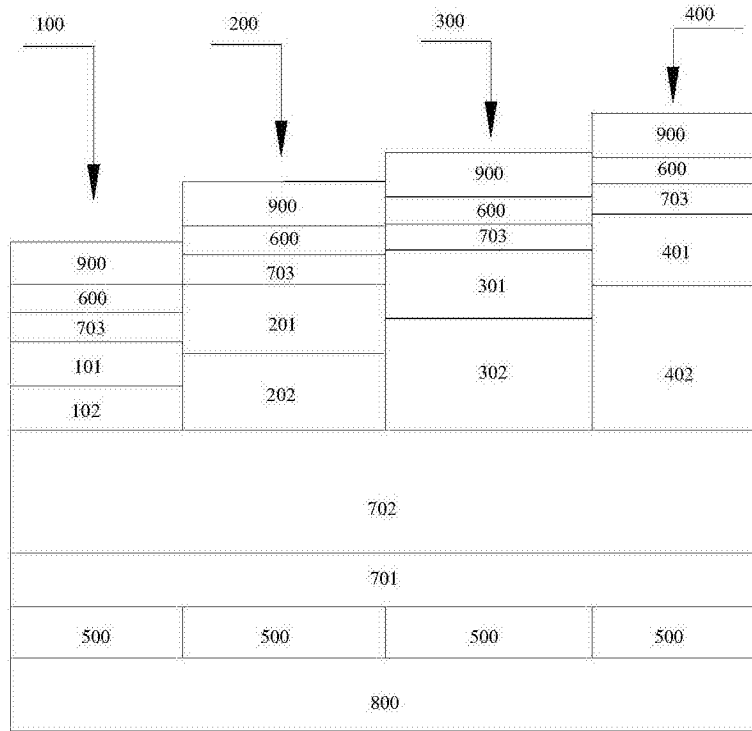


图1

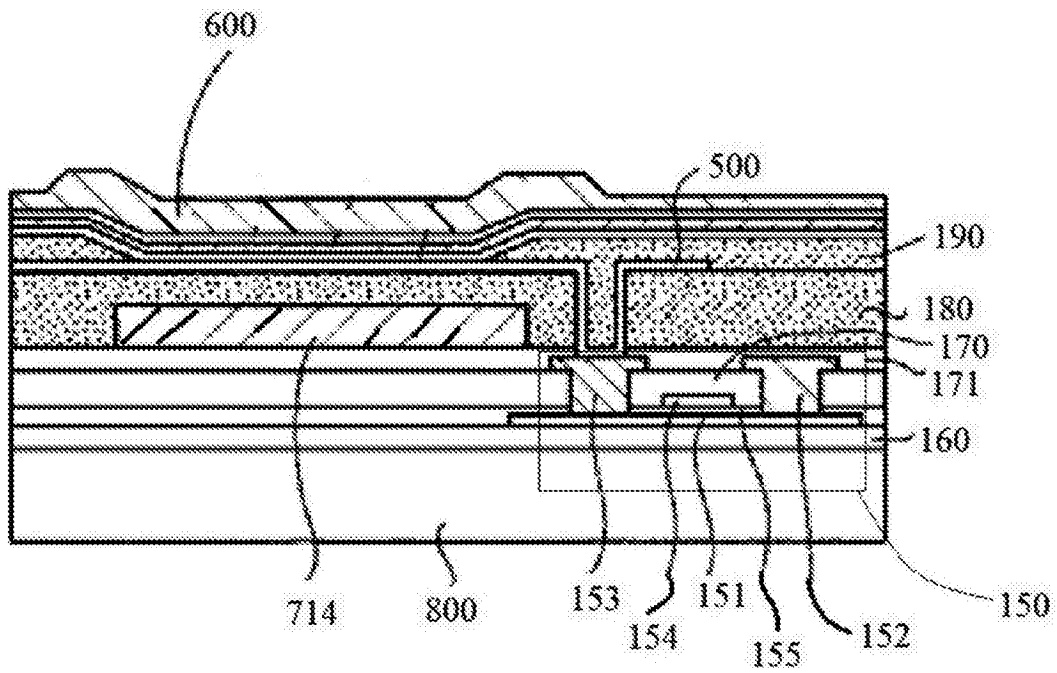


图2

600
713
712
711
710
709
708
707
706
705
704
500

图3

专利名称(译)	有机发光结构以及显示装置		
公开(公告)号	<a href="#">CN107221605A</a>	公开(公告)日	2017-09-29
申请号	CN201710443761.8	申请日	2017-06-13
[标]申请(专利权)人(译)	上海天马有机发光显示技术有限公司		
申请(专利权)人(译)	上海天马有机发光显示技术有限公司		
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		
[标]发明人	滨田		
发明人	滨田		
IPC分类号	H01L51/50 H01L27/32		
CPC分类号	H01L27/3213 H01L27/3216 H01L27/3218 H01L27/322 H01L27/3244 H01L27/3262 H01L51/5012 H01L51/5016 H01L51/504 H01L51/5044 H01L51/5056 H01L51/5206 H01L51/5234 H01L51/5265 H01L2251/558 H01L51/5036 H01L27/3206		
代理人(译)	王刚 龚敏		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

本申请涉及显示技术领域，尤其涉及一种有机发光结构以及显示装置。有机发光结构，包括第一发光单元、第二发光单元、第三发光单元和第四发光单元，所述第一发光单元的发光波长、所述第二发光单元的发光波长、所述第三发光单元的发光波长以及所述第四发光单元的发光波长依次增大；所述第二发光单元的发光效率、所述第三发光单元的发光效率均大于所述第一发光单元的发光效率和所述第四发光单元的发光效率。本申请能够增加有机发光结构的色域范围，提高发光装置的色彩饱和度，和增加色彩的数量，从而更好地适应显示装置中颜色再现性的发展趋势。

