



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106997889 B

(45)授权公告日 2019.10.15

(21)申请号 201610050325.X

H01L 51/50(2006.01)

(22)申请日 2016.01.26

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106997889 A

CN 101889480 A, 2010.11.17, 说明书第
[0047]-[0112]段, 说明书附图1-6.

(43)申请公布日 2017.08.01

TW 201600583 A, 2016.01.01, 说明书第4页
第3段-第58页第1段.

(73)专利权人 昆山工研院新型平板显示技术中
心有限公司

TW 201122653 A1, 2011.07.01, 说明书第7
页第3段-第16页第2段, 说明书附图2-8.

地址 215300 江苏省苏州市昆山市开发区
光电产业园富春江路320号

CN 104835916 A, 2015.08.12, 全文.

CN 105226184 A, 2016.01.06, 全文.

(72)发明人 闵超 李维维 赵菲 刘嵩

US 2013015432 A1, 2013.01.17, 全文.

(74)专利代理机构 北京汇泽知识产权代理有限
公司 11228

审查员 董蕴萱

代理人 张秋越

(51)Int.Cl.

H01L 27/32(2006.01)

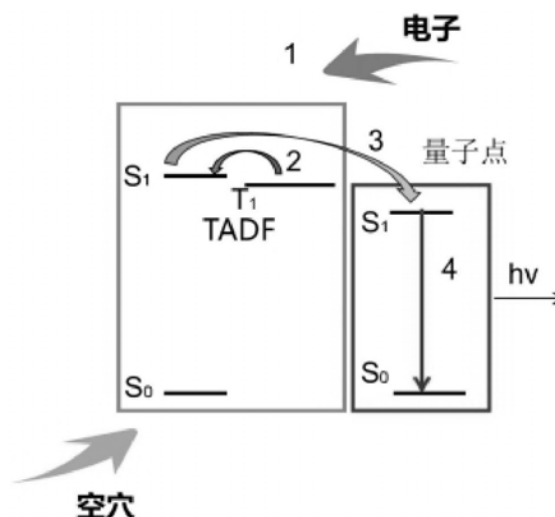
权利要求书2页 说明书16页 附图2页

(54)发明名称

一种基于量子点电致发光器件的RGB彩色显
示器件

(57)摘要

本发明公开了一种基于量子点电致发光器件的RGB彩色显示器件,其包括多个排列成阵列的红色发光量子点电致发光器件、绿色发光量子点电致发光器件和蓝色发光量子点电致发光器件,各量子点电致发光器件的发光层包括量子点材料以及对应的热活化延迟荧光材料。本发明的RGB彩色显示器件的量子点电致发光器件的发光层由红色、绿色或蓝色的量子点材料加上对应的TADF材料构成,可以将高效率、高色纯度的量子点电致发光器件用作显示,相比传统OLED显示,可以提高色域。



1. 一种基于量子点电致发光器件的RGB彩色显示器件,其包括多个排列成阵列的红色发光量子点电致发光器件、绿色发光量子点电致发光器件和蓝色发光量子点电致发光器件,其特征在于,

所述红色发光量子点电致发光器件的发光层包含红色发光的量子点材料和三线态能级在1.82-2.45eV的热活化延迟荧光材料,其中,各红色发光量子点电致发光器件的发光层包含的热活化延迟荧光材料的发光光谱与红色发光的量子点材料的吸收光谱在归一化后,波峰对应的波长之差在50 nm以内;

所述绿色发光量子点电致发光器件的发光层包含绿色发光的量子点材料和三线态能级在2.16-2.82eV的热活化延迟荧光材料,其中,各绿色发光量子点电致发光器件的发光层包含的热活化延迟荧光材料的发光光谱与绿色发光的量子点材料的吸收光谱在归一化后,波峰对应的波长之差在50 nm以内;

所述蓝色发光量子点电致发光器件的发光层包含蓝色发光的量子点材料和三线态能级在2.63-3.44eV的热活化延迟荧光材料,其中,各蓝色发光量子点电致发光器件的发光层包含的热活化延迟荧光材料的发光光谱与蓝色发光的量子点材料的吸收光谱在归一化后,波峰对应的波长之差在50 nm以内;

所述红色发光量子点电致发光器件、所述绿色发光量子点电致发光器件和所述蓝色发光量子点电致发光器件的发光层中还包括磷光主体材料。

2. 根据权利要求1所述的基于量子点电致发光器件的RGB彩色显示器件,其特征在于,红色发光量子点电致发光器件的发光层中红色发光的量子点材料为发光光谱波峰对应的波长在618-685nm的硫化锌、氧化锌、氮化镓、硒化锌、硫化镉、硒化镓、硒化镉、碲化锌、碲化镉、碲化镓、磷化铟和碲化铅中的一种或其组合,红色发光的量子点材料的粒径在5-8nm之间;绿色发光量子点电致发光器件的发光层中绿色发光的量子点材料为发光光谱波峰对应的波长在506-582nm的硫化锌、氧化锌、氮化镓、硒化锌、硫化镉、硒化镓、硒化镉、碲化锌、碲化镉、碲化镓、磷化铟和碲化铅中的一种或其组合,绿色发光的量子点材料的粒径在4-7nm之间;蓝色发光量子点电致发光器件的发光层中蓝色发光的量子点材料为发光光谱波峰对应的波长在408-492nm的硫化锌、氧化锌、氮化镓、硒化锌、硫化镉、硒化镓、硒化镉、碲化锌、碲化镉、碲化镓、磷化铟和碲化铅中的一种或其组合,蓝色发光的量子点材料的粒径在2-6nm之间。

3. 根据权利要求1或2所述的基于量子点电致发光器件的RGB彩色显示器件,其特征在于,量子点材料在其对应的发光层中所占的比例为不高于40wt%,热活化延迟荧光材料在其对应的发光层中所占的比例为不低于10wt %。

4. 根据权利要求1所述的基于量子点电致发光器件的RGB彩色显示器件,其特征在于,所述发光层中,磷光主体材料的三线态能级高于热活化延迟荧光材料的单线态能级。

5. 根据权利要求1所述的基于量子点电致发光器件的RGB彩色显示器件,其特征在于,所述磷光主体材料为CBP、CDBP、mCP、DCB、DCz, Ad-Cz、TCz1、CzSi、CBZ1-F2、SimCP、TCTEB、26DCzPPy、MP012、TCTA、TPBi、PVK、PSiFC6C6、P36EHF、ttbCBP、CFL、TFTPA、TSTC、BOBP3、T2N、TPBi、o-CzOXD、BUPH1、DBF、SPP01、MP012、P01、P06、35DCzPPy、4CZPBP、3CZPBP、CBF和TCTEB中的一种或其组合。

6. 根据权利要求1、2、4、5任一项所述的基于量子点电致发光器件的RGB彩色显示器件,

其特征在于,量子点材料在其对应的发光层中所占的比例为不高于40wt%,热活化延迟荧光材料在其对应的发光层中所占的比例为不低于10wt %,其余为磷光主体材料。

7.根据权利要求6所述的基于量子点电致发光器件的RGB彩色显示器件,其特征在于,量子点材料在其对应的发光层中所占的比例为5wt%-40wt%,热活化延迟荧光材料在其对应的发光层中所占的比例为10wt%- 95 wt %,其余为磷光主体材料。

8.根据权利要求1所述的基于量子点电致发光器件的RGB彩色显示器件,其特征在于,所述红色发光量子点电致发光器件、绿色发光量子点电致发光器件和蓝色发光量子点电致发光器件均包括在基板上依次层叠的阳极、空穴注入层、所述发光层、电子传输层、电子注入层及阴极。

9.根据权利要求8所述的基于量子点电致发光器件的RGB彩色显示器件,其特征在于,所述空穴注入层与所述发光层之间设有空穴传输层;优选地,所述空穴传输层与所述发光层之间设有电子阻挡层;所述发光层与所述电子传输层之间设有空穴阻挡层。

一种基于量子点电致发光器件的RGB彩色显示器件

技术领域

[0001] 本发明属于量子点电致发光领域,具体涉及一种基于量子点电致发光器件的RGB彩色显示器件。

背景技术

[0002] 量子点(quantum dot)是基于量子尺寸效应发明的新一代发光材料,发光光谱随尺寸变化而变化。由于其合成直径的可控和刚性结构的限制,发光光谱半峰宽较窄,色纯度高,非常适合作为高色纯度的发光材料。

[0003] 目前,普通的量子点电致发光二极管(QD-LED)效率较低,原因在于量子点的发光属于荧光,只能利用单线态激子,理论的内量子效率不超过25%,还有75%的三线态激子无法得到利用,所以电流效率较低。

[0004] 业界已有的解决方案为在量子点发光层中加入主体材料、磷光材料等增强能量的收集,电子和空穴在主体材料中复合,产生的单线态激子和三线态激子从主体材料、磷光材料传递给量子点,然后量子点发光,提高器件的电流效率:

[0005] 1) 通过在量子点发光层中加入主体材料,电子和空穴在主体材料中复合,产生的单线态激子从主体材料传递给量子点,然后量子点发光。与不添加主体材料相比,器件的外量子效率(EQE)提高了至少两倍。

[0006] 2) 通过在量子点发光层中加入主体材料和磷光染料,电子和空穴在主体材料中复合,产生的单线态激子和三线态激子分别从主体材料和磷光材料传递给量子点,然后量子点发光。将磷光染料的比例从0增加到10%左右后,发现器件的外量子效率(EQE)提高了约3倍。

[0007] 其中,在室温下,主体材料从三线激发态回到基态的电子跃迁非常少,其能量绝大部分以热的形式损失掉了,其主要单线态激子从主体材料传递给量子点。由于三线激发态产生的几率为单线激发态的三倍,因此相当于75%的能量没有被用于传递给量子点。充分利用这一能量,将有效地提高量子点电致发光器件的发光效率。

发明内容

[0008] 本发明要解决的技术问题是:现有技术中量子点电致发光二极管的效率不高,从而使得基于量子点电致发光器件的RGB彩色显示器件的色域和色纯度受限。

[0009] 为了解决上述技术问题,本发明提供了一种基于量子点电致发光器件的RGB彩色显示器件,通过在量子点发光层中添加TADF材料,TADF材料能够将三线态激子转换为单线态激子,然后通过Forster荧光共振能量转移将单线态激子传递给量子点,从而提高量子点电致发光二极管的电流效率,达到高效率和高色纯度的电致发光。本发明通过控制量子点的尺寸和材料,可以控制发光峰的范围,产生不同颜色的电致发光。将红绿蓝或红绿蓝黄等不同颜色的发光单元形成点阵,实现高色域的彩色显示。

[0010] 本发明中所述的发光光谱均是指归一化后的发光光谱,吸收光谱均是指归一化后

的吸收光谱。

[0011] 本发明提供的基于量子点电致发光器件的RGB彩色显示器件,其包括多个排列成阵列的红色发光量子点电致发光器件、绿色发光量子点电致发光器件和蓝色发光量子点电致发光器件,其特征在于,

[0012] 所述红色发光量子点电致发光器件的发光层包含红色发光的量子点材料和三线态能级在1.82-2.45eV的热活化延迟荧光材料,其中,各红色发光量子点电致发光器件的发光层包含的热活化延迟荧光材料的发光光谱与红色发光的量子点材料的吸收光谱在归一化后,波峰对应的波长之差在50 nm以内;

[0013] 所述绿色发光量子点电致发光器件的发光层包含绿色发光的量子点材料和三线态能级在2.16-2.82eV的热活化延迟荧光材料,其中,各绿色发光量子点电致发光器件的发光层包含的热活化延迟荧光材料的发光光谱与绿色发光的量子点材料的吸收光谱在归一化后,波峰对应的波长之差在50 nm以内;

[0014] 所述蓝色发光量子点电致发光器件的发光层包含蓝色发光的量子点材料和三线态能级在2.63-3.44eV的热活化延迟荧光材料,其中,各蓝色发光量子点电致发光器件的发光层包含的热活化延迟荧光材料的发光光谱与蓝色发光的量子点材料的吸收光谱在归一化后,波峰对应的波长之差在50 nm以内。

[0015] 其中,红色发光量子点电致发光器件的发光层中红色发光的量子点材料为发光光谱波峰对应的波长在618-685nm的硫化锌、氧化锌、氮化镓、硒化锌、硫化镉、硒化镓、硒化镉、碲化锌、碲化镉、砷化镓、磷化铟和碲化铅中的一种或其组合,红色发光的量子点材料的粒径在5-8nm之间;绿色发光量子点电致发光器件的发光层中绿色发光的量子点材料为发光光谱波峰对应的波长在506-582nm的硫化锌、氧化锌、氮化镓、硒化锌、硫化镉、硒化镓、硒化镉、碲化锌、碲化镉、砷化镓、磷化铟和碲化铅中的一种或其组合,绿色发光的量子点材料的粒径在4-7nm之间;蓝色发光量子点电致发光器件的发光层中蓝色发光的量子点材料为发光光谱波峰对应的波长在408-492nm的硫化锌、氧化锌、氮化镓、硒化锌、硫化镉、硒化镓、硒化镉、碲化锌、碲化镉、砷化镓、磷化铟和碲化铅中的一种或其组合,蓝色发光的量子点材料的粒径在2-6nm之间。

[0016] 优选地,量子点材料在其对应的发光层中所占的比例为不高于40wt%,热活化延迟荧光材料在其对应的发光层中所占的比例为不低于10wt %。

[0017] 优选地,所述红色发光量子点电致发光器件、所述绿色发光量子点电致发光器件和所述蓝色发光量子点电致发光器件的发光层中还包括磷光主体材料。

[0018] 所述发光层中,磷光主体材料的三线态能级高于热活化延迟荧光材料的单线态能级。

[0019] 优选地,所述磷光主体材料为CBP、CDBP、mCP、DCB、DCz, Ad-Cz、TCz1、CzSi、CBZ1-F2、SimCP、TCTEB、26DCzPPy、MP012、TCTA、TPBi、PVK、PSiFC6C6、P36EHF、ttbCBP、CFL、TFTPA、TSTC、B0BP3、T2N、TPBi、o-CzOXD、BUPH1、DBF、SPP01、MP012、P01、P06、35DCzPPy、4CZBPB、3CZBPB、CBF和TCTEB中的一种或其组合。

[0020] 优选地,量子点材料在其对应的发光层中所占的比例为不高于40wt%,热活化延迟荧光材料在其对应的发光层中所占的比例为不低于10wt%,其余为磷光主体材料。更优选地,量子点材料在其对应的发光层中所占的比例为5wt%-40wt%(更优选5~20 wt%),热活化

延迟荧光材料在其对应的发光层中所占的比例为10wt%- 95 wt % (更优选20- 95 wt %), 其余为磷光主体材料。

[0021] 其中,所述红色发光量子点电致发光器件、绿色发光量子点电致发光器件和蓝色发光量子点电致发光器件均包括在基板上依次层叠的阳极、空穴注入层、所述发光层、电子传输层、电子注入层及阴极。优选地,所述空穴注入层与所述发光层之间设有空穴传输层。更优选地,所述空穴传输层与所述发光层之间设有电子阻挡层;所述发光层与所述电子传输层之间设有空穴阻挡层。

[0022] 本发明能够达到以下技术效果:

[0023] 1、与现有技术相比,本发明的RGB彩色显示器件,其量子点电致发光器件的发光层加入了热活化延迟荧光材料。热活化延迟荧光材料 (TADF, Thermally Activated Delayed Fluorescence) 可以在室温下将三线态激子转化为单线态激子。如果将TADF材料作为辅助掺杂材料,添加在发光层中,TADF可以有效的将三线态激子转换为单线态激子,然后所有的单线态激子都通过荧光共振能量转移(FRET),将激子传递给量子点,然后量子点发光。TADF将本来不能发光的三线态激子转换为可以利用的单线态激子,内量子效率极限从25%提高到100%,有效的提高能量利用效率。

[0024] 2、本发明的RGB彩色显示器件的量子点电致发光器件的发光层由红色、绿色或蓝色的量子点材料加上对应的TADF材料构成,可以将高效率、高色纯度的量子点电致发光器件用作显示,相比传统OLED显示,可以提高色域。

[0025] 3、本发明的RGB彩色显示器件的量子点电致发光器件的发光层包含TADF材料和量子点材料这两种成份,实现高效率和高色纯度的量子点发光。

附图说明

[0026] 图1是本发明的RGB彩色显示器件的量子点电致发光器件的结构示意图。

[0027] 图2是本发明的RGB彩色显示器件的量子点电致发光器件的发光层的能量传输及发光示意图。

[0028] 图 3显示本发明的RGB彩色显示器件中的红、绿、蓝量子点电致发光器件的排列俯视图。

[0029] 图 4显示本发明的RGB彩色显示器件中的红、绿、蓝量子点电致发光器件的排列剖视图。

[0030] 图5为本发明的RGB彩色显示器件中的红、绿、蓝量子点电致发光器件的归一化的发光光谱图。

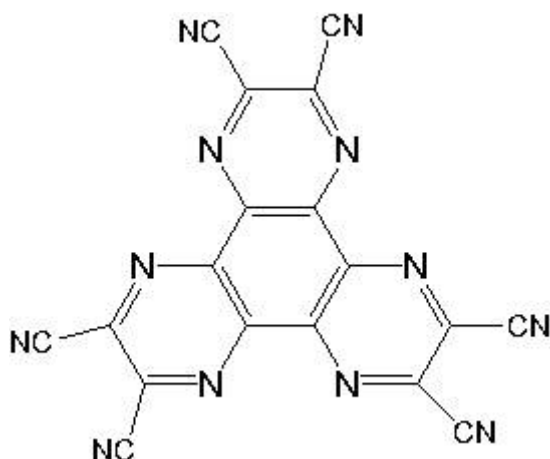
具体实施方式

[0031] 下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步说明,以使本领域的技术人员可以更好的理解本发明并能予以实施,但所举实施例不作为对本发明的限定。

[0032] 如图1所示,本发明的RGB彩色显示器件的量子点电致发光器件包括:阳极201、空穴注入层(HIL) 202、空穴传输层(HTL) 203、电子阻挡层(EBL) 204、发光层(EML) 205、空穴阻挡层(HBL) 206、电子传输层(ETL) 207、电子注入层(EIL) 208及阴极209。实验中以刻蚀好特定图形的ITO导电玻璃基片作为衬底,将基片放在含清洗液的去离子水中超声波清洗,洗液

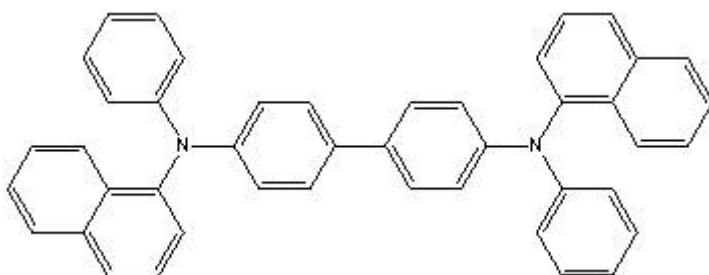
温度约为60℃,然后用红外烤灯将清洗完的基片烤干,放入蒸镀腔室中依次蒸镀空穴注入层202、空穴传输层203、电子阻挡层204,然后通过旋涂方式制备发光层205,然后再依次蒸镀空穴阻挡层206、电子传输层207、电子注入层208及阴极209。蒸镀过程中腔室压强低于 5.0×10^{-3} Pa,依次蒸镀10nm厚度的HATCN作为空穴注入层202,40 nm厚度的NPB作为空穴传输层203,20nm厚度的TCTA作为电子阻挡层204,然后旋涂一层包含量子点材料和热活化延迟荧光材料的发光层材料,以形成厚度为30nm的发光层205,然后依次蒸镀20nm厚度的BCP作为空穴阻挡层206,30nm厚度的Alq₃作为电子传输层207,1nm的LiF氟化锂作为电子注入层208,最后蒸镀150 nm的金属Al作为阴极209。

[0033]



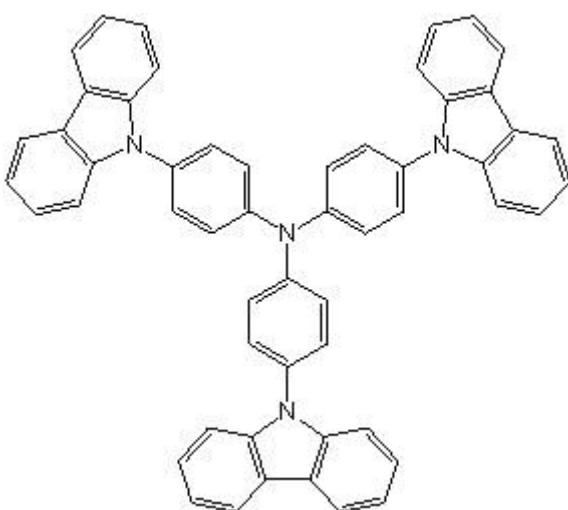
[0034] HATCN

[0035]



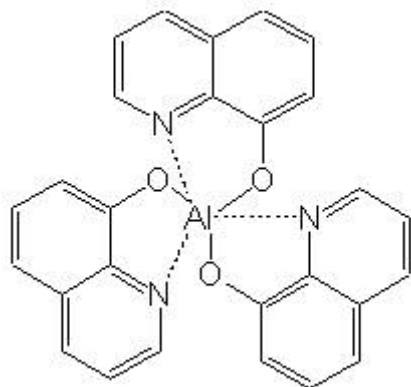
[0036] NPB

[0037]

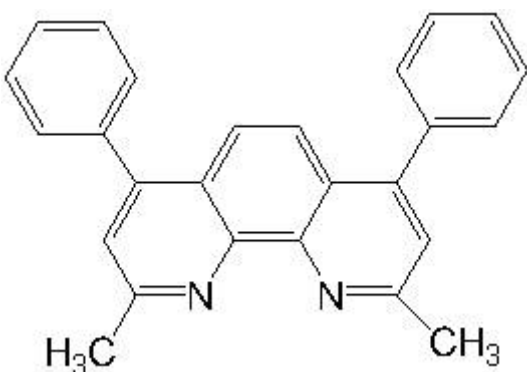


[0038] TCTA

[0039]

[0040] Alq₃

[0041]



[0042] BCP.

[0043] 本发明中的RGB彩色显示器件的量子点电致发光器件,通过在量子点发光层中添加TADF材料(热活化延迟荧光材料的发光光谱与量子点材料的吸收光谱重合),TADF材料能够将三线态激子转换为单线态激子,然后通过Forster荧光共振能量转移将激子传递给量子点,从而提高量子点电致发光二极管的电流效率。

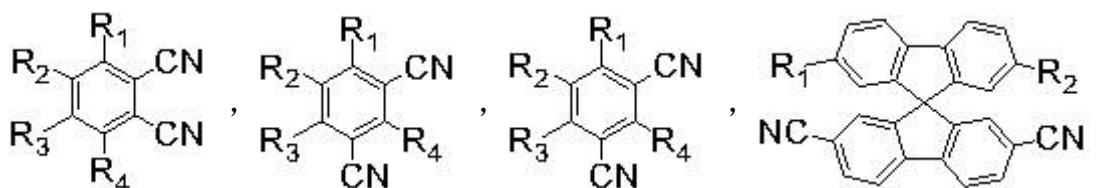
[0044] 具体地,如图2所示,器件的工作原理如下:1)电子和空穴分别注入到TADF材料中,然后发生复合,产生25%的单线态激子,75%的三线态激子;2)三线态激子吸收热能,通过系间窜越(ISC)转换为单线态激子;3)单线态激子通过Forster能量转移,转移到量子点上;4)量子点发光,产生高效率、高色纯度的光。

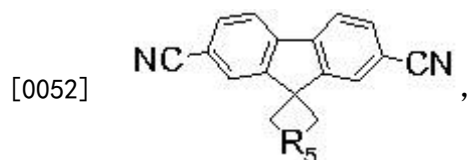
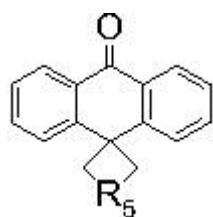
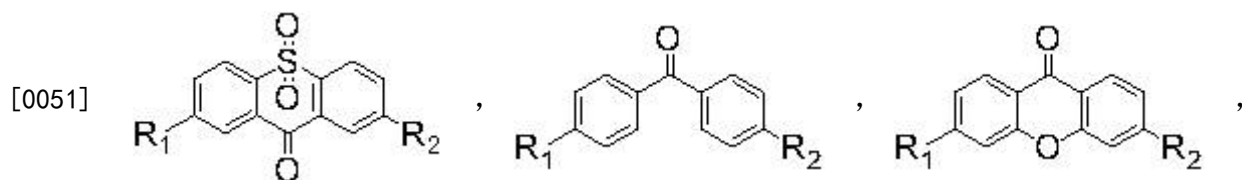
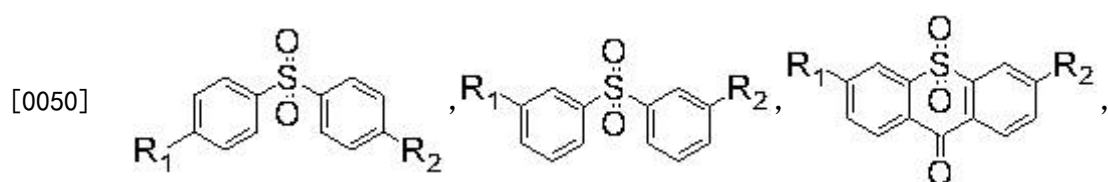
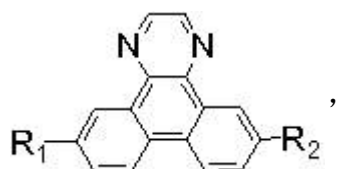
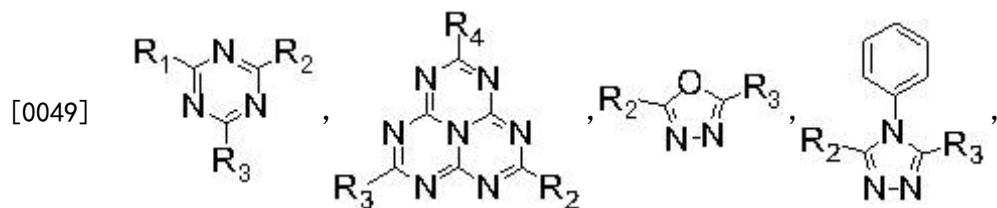
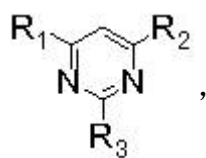
[0045] 如图3和图4,本发明的RGB彩色显示器件中的红色、绿色、蓝色的量子点电致发光器件的发光层分别使用红色、绿色、蓝色的量子点材料作为发光材料,并匹配不同能级的TADF材料,通过喷墨打印制作红色、绿色、蓝色的电致发光器件,将三种不同颜色的发光器件排列成阵列,形成RGB彩色显示。优点是显示的色域宽,效率高,寿命长。

[0046] 本发明中所用的热活化延迟荧光材料(TADF材料),其为CT激发态的三线态能级高于 $n-\pi$ 激发态的三线态能级,并且相差为0~0.3 eV之间的材料。

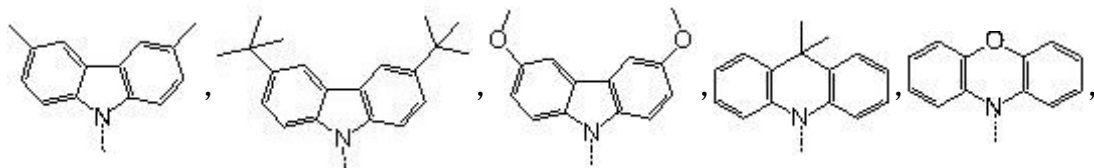
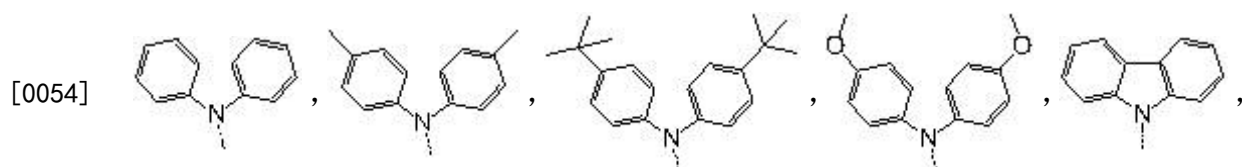
[0047] 例如,本发明的TADF材料选自但不限于具有如下通式结构的化合物中的一种或其组合:

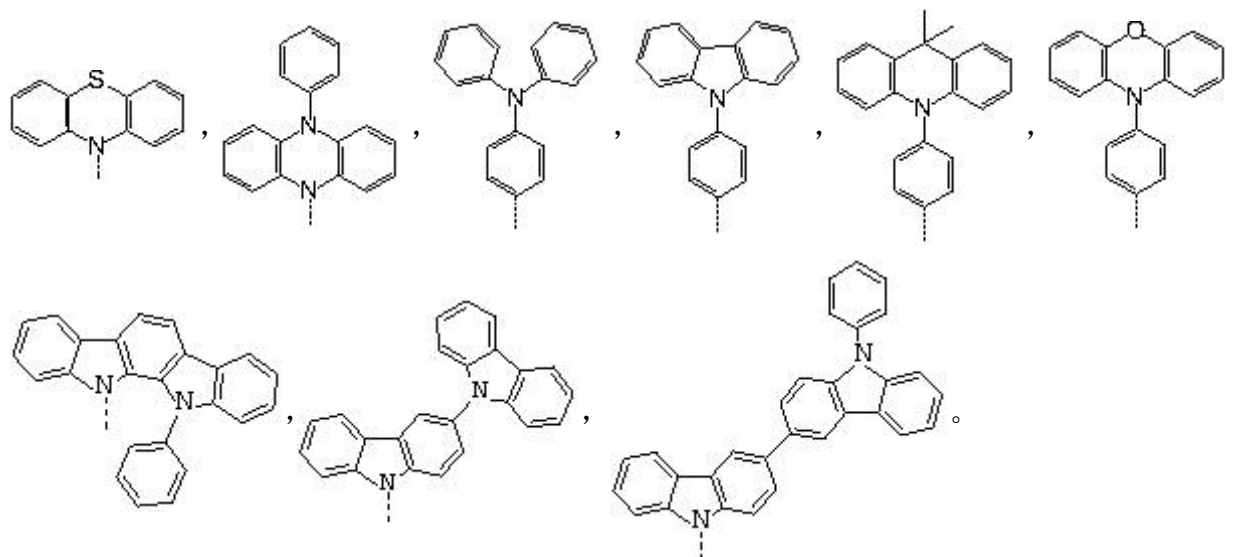
[0048]



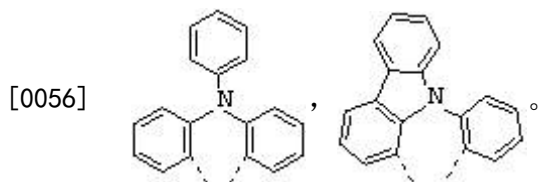


[0053] 其中, R_1 选自 H, Ph 或以下基团, R_2 、 R_3 、 R_4 选自以下基团:





[0055] R_5 选自以下基团:



[0057] 红色发光量子点电致发光器件的发光层中的热活化延迟荧光材料,选自上述化合物中三线态能级在1.82-2.45eV的化合物(具有三线态能级的TADF材料发红光),且红色发光量子点电致发光器件的发光层包含的热活化延迟荧光材料的发光光谱与红色发光的量子点材料的吸收光谱在归一化后,波峰对应的波长之差在50 nm以内;

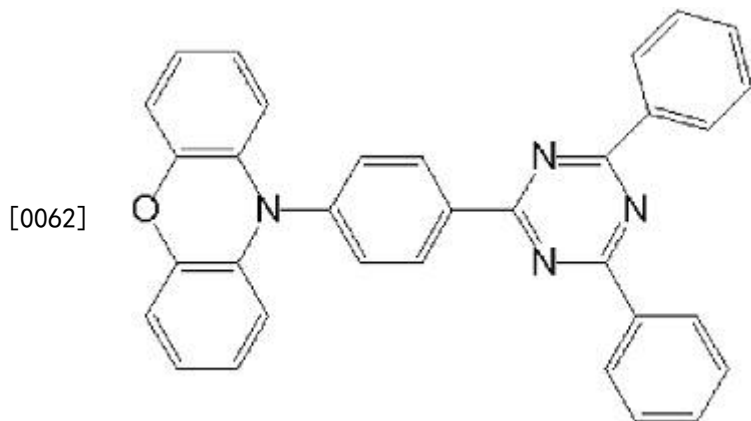
[0058] 绿色发光量子点电致发光器件的发光层的热活化延迟荧光材,选自上述化合物中三线态能级在2.16-2.82eV的化合物(具有三线态能级的TADF材料发绿光),且绿色发光量子点电致发光器件的发光层包含的热活化延迟荧光材料的发光光谱与绿色发光的量子点材料的吸收光谱在归一化后,波峰对应的波长之差在50 nm以内;

[0059] 蓝色发光量子点电致发光器件的发光层的热活化延迟荧光材,选自上述化合物中三线态能级在2.63-3.44eV的化合物(具有三线态能级的TADF材料发蓝光),且蓝色发光量子点电致发光器件的发光层包含的热活化延迟荧光材料的发光光谱与蓝色发光量子点材料的吸收光谱在归一化后,波峰对应的波长之差在50 nm以内。

[0060] 红色发光量子点电致发光器件的发光层中红色发光的量子点材料为发光光谱波峰对应的波长在618-685nm(发光光谱波峰对应的波长在此数值范围内的量子点发红光)的硫化锌、氧化锌、氮化镓、硒化锌、硫化镉、硒化镓、硒化镉、碲化锌、碲化镉、碲化镓、磷化铟和碲化铅中的一种或其组合,红色发光的量子点材料的粒径在5-8nm之间;绿色发光量子点电致发光器件的发光层中绿色发光的量子点材料为发光光谱波峰对应的波长在506-582nm(发光光谱波峰对应的波长在此数值范围内的量子点发绿光)的硫化锌、氧化锌、氮化镓、硒化锌、硫化镉、硒化镓、硒化镉、碲化锌、碲化镉、碲化镓、磷化铟和碲化铅中的一种或其组合,绿色发光的量子点材料的粒径在4-7nm之间;蓝色发光量子点电致发光器件的发光层中蓝色发光的量子点材料为发光光谱波峰对应的波长在408-492nm(发光光谱波峰对应的波长在此数值范围内的量子点发蓝光)的硫化锌、氧化锌、氮化镓、硒化锌、硫化镉、硒化镓、硒化镉、碲化锌、碲化镉、碲化镓、磷化铟和碲化铅中的一种或其组合,蓝色发光的量子点材料的粒径在2-4nm之间。

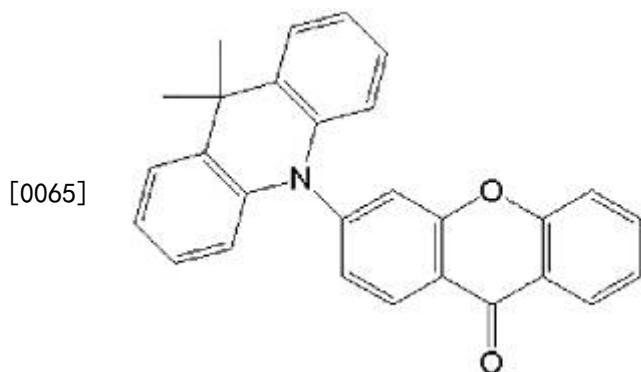
化镉、碲化锌、碲化镉、碲化镓、磷化铟和碲化铅中的一种或其组合,蓝色发光的量子点材料的粒径在2-6nm之间。

[0061] 具体地,红色发光量子点电致发光器件(其归一化后的发光光谱见图5)的发光层中红色发光的量子点材料可选直径为6.7nm、发光光谱波峰对应的波长为622nm的CdSe量子点,热活化延迟荧光材料可选三线态能级为2.30eV的PXZ-TRZ。



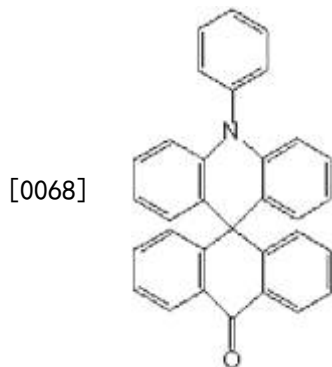
[0063] PXZ-TRZ。

[0064] 绿色发光量子点电致发光器件(其归一化后的发光光谱见图5)的发光层中绿色发光的量子点材料可选直径为5.5nm、发光光谱波峰对应的波长为526nm的CdSe量子点,热活化延迟荧光材料为三线态能级可选2.47eV的ACRXTN。



[0066] ACRXTN。

[0067] 蓝色发光量子点电致发光器件(其归一化后的发光光谱见图5)的发光层中蓝色发光的量子点材料可选直径为4.2nm、发光光谱波峰对应的波长为452nm的CdSe量子点,热活化延迟荧光材料可选三线态能级为2.57eV的ACRSA。

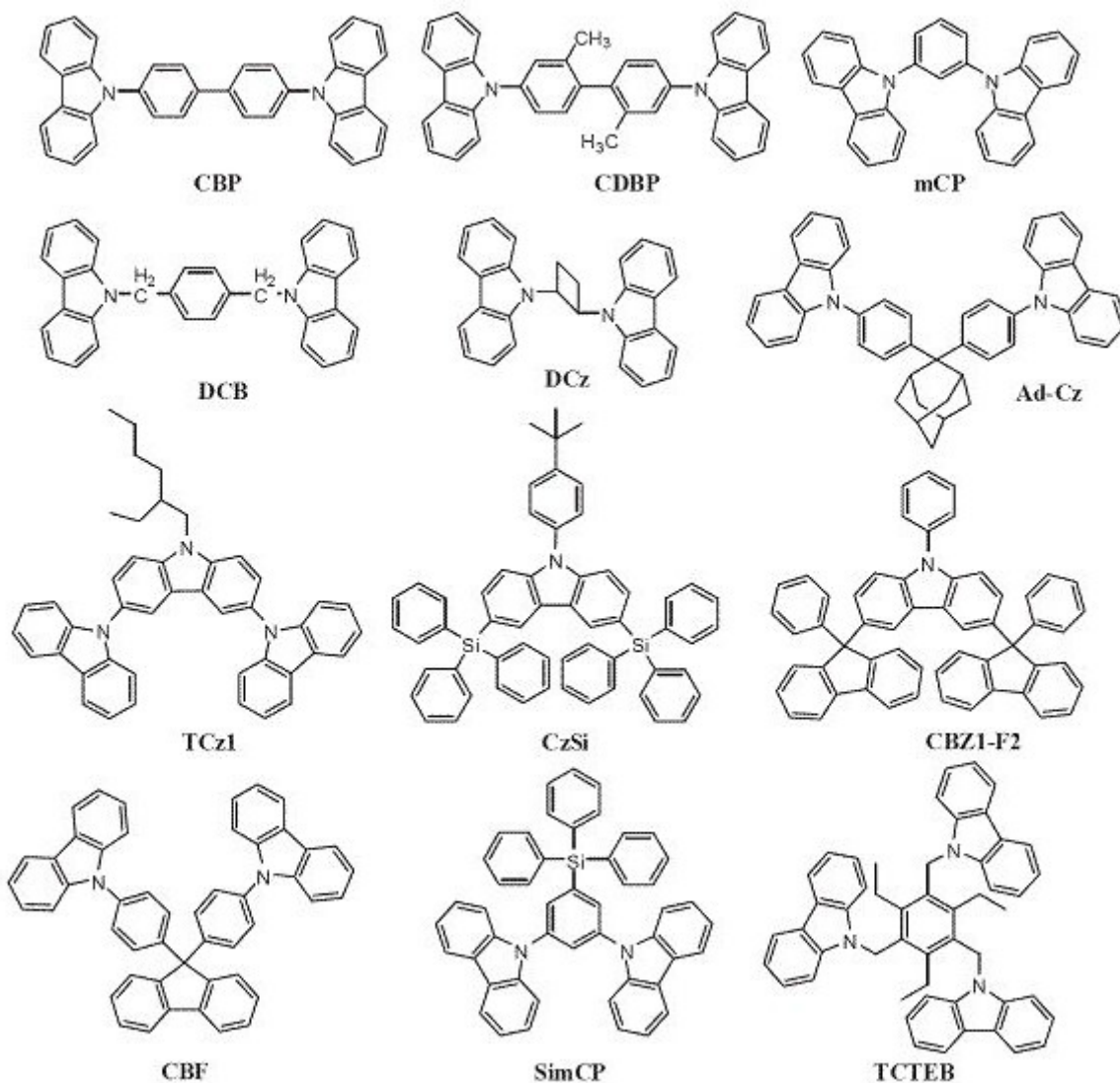


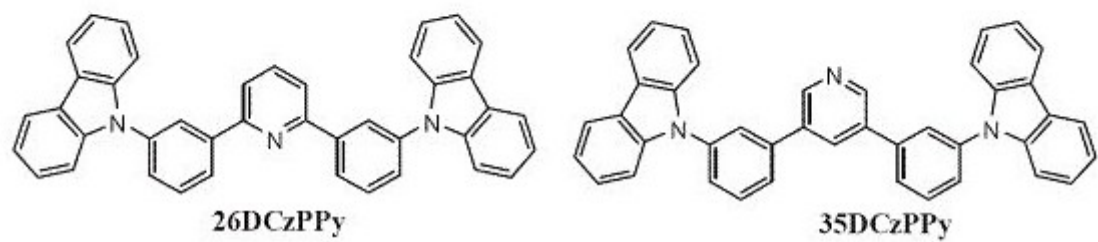
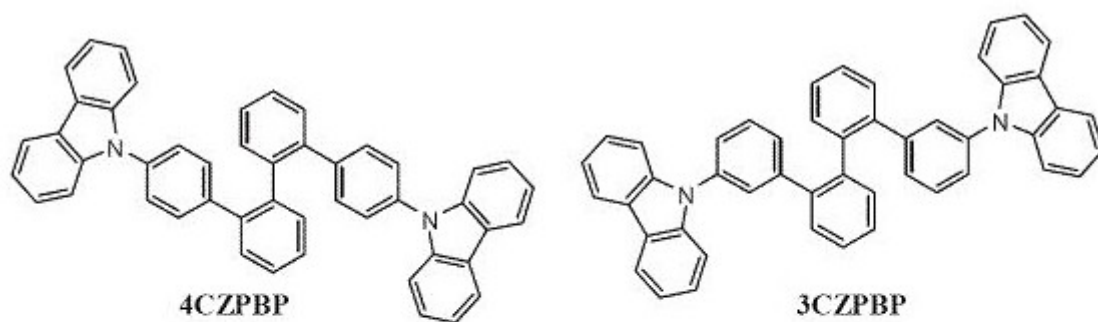
[0069] ACRSA。

[0070] 本发明红/绿/蓝量子点电致发光器件的发光层除了量子点材料和热活化延迟荧光材料之外,还可添加磷光主体材料。一般TADF材料的载流子迁移率较低,添加载流子迁移率较好的磷光主体材料,可以进一步提高器件性能。磷光主体材料的三线态能级高于所选择的热活化延迟荧光材料的单线态能级。

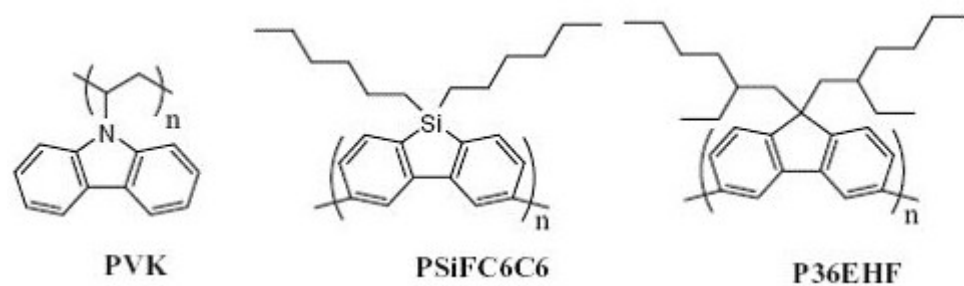
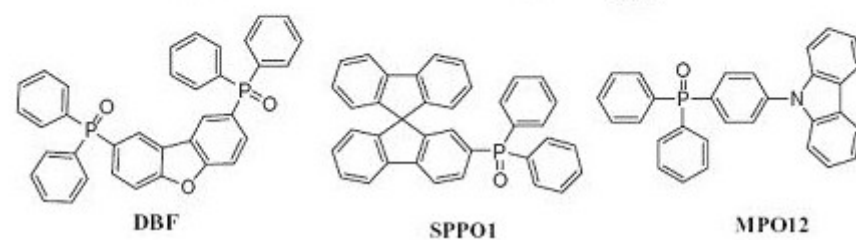
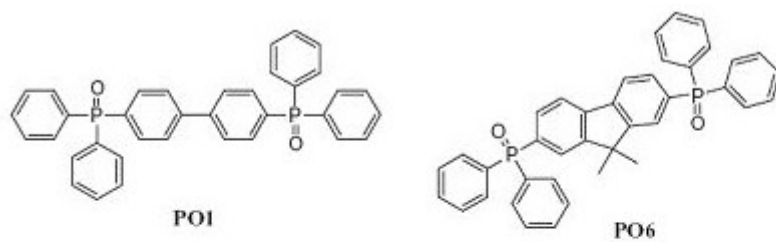
[0071] 磷光主体材料可包括如下材料中的一种或其组合:

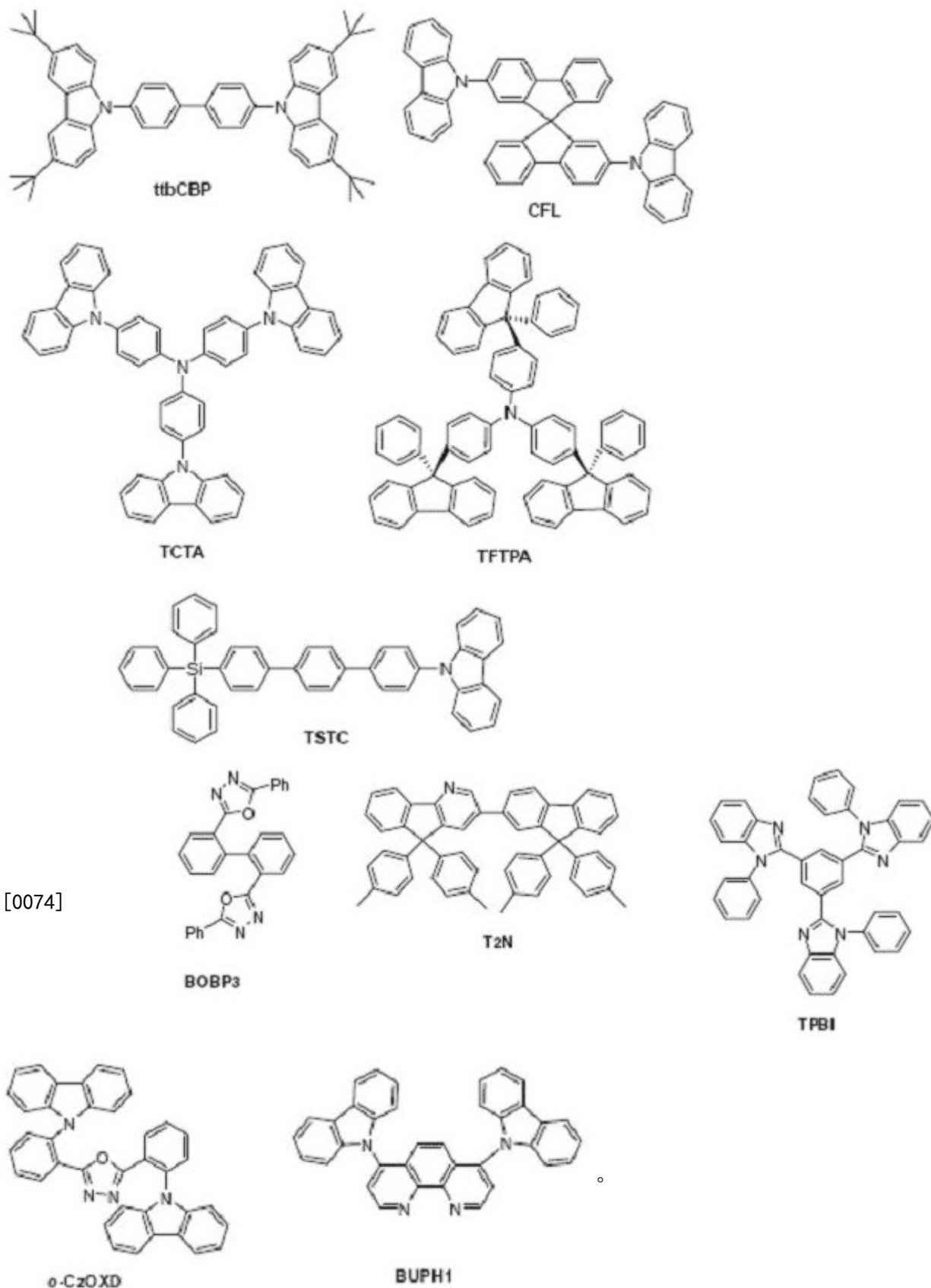
[0072]





[0073]





[0075] 量子点材料在其对应的发光层中所占的比例为不高于40wt%,热活化延迟荧光材料在其对应的发光层中所占的比例为不低于10wt %,其余为磷光主体材料。

[0076] 下述对比例及实施例中,各量子点电子发光器件的空穴注入层、空穴传输层、电子

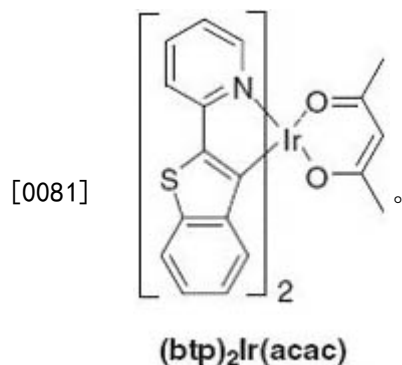
传输层、电子注入层、阴极等结构保持不变,只有发光层部分采用不同发光体系。

[0077] 对比例1

[0078] 本对比例的RGB彩色显示器件的普通磷光电致发光器件的结构中采用磷光主体与磷光染料构成发光层,二者的重量比为9:1。

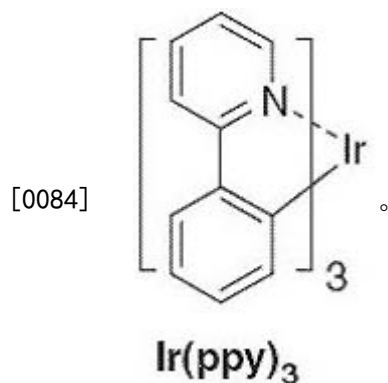
[0079] 红色磷光电致发光器件结构如下:

[0080] ITO/ HATCN (10nm) /NPB (40nm) /TCTA (20nm) /mCP (90 wt %) : (btp)₂Ir (acac) (10 wt %) (30nm) / BCP (20nm) /Alq₃ (30nm) /LiF (1nm) /Al (150nm)



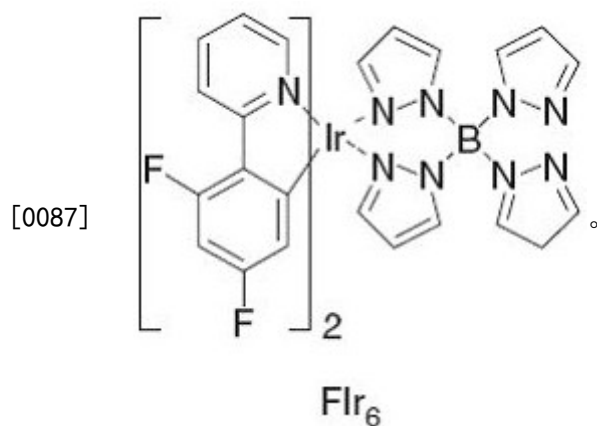
[0082] 绿色发光量子点电致发光器件结构如下:

[0083] ITO/ HATCN (10nm) /NPB (40nm) /TCTA (20nm) /mCP (90 wt %) : Ir (ppy)₃ (10 wt %) (30nm) / BCP (20nm) /Alq₃ (30nm) /LiF (1nm) /Al (150nm)



[0085] 蓝色发光量子点电致发光器件结构如下:

[0086] ITO/ HATCN (10nm) /NPB (40nm) /TCTA (20nm) /mCP (90 wt %) : FIr₆ (10 wt %) (30nm) / BCP (20nm) /Alq₃ (30nm) /LiF (1nm) /Al (150nm)。



[0088] 对比例2

[0089] 本对比例的RGB彩色显示器件的量子点电致发光器件的结构中采用量子点材料作为发光层。

[0090] 红色发光量子点电致发光器件结构如下：

[0091] ITO/ HATCN (10nm) /NPB (40nm) /TCTA (20nm) /直径为6.7nm的红色CdSe量子点 (30nm) / BCP (20nm) /Alq₃ (30nm) /LiF (1nm) /Al (150nm)

[0092] 绿色发光量子点电致发光器件结构如下：

[0093] ITO/ HATCN (10nm) /NPB (40nm) /TCTA (20nm) /直径为5.5nm的绿色CdSe量子点 (30nm) / BCP (20nm) /Alq₃ (30nm) /LiF (1nm) /Al (150nm)

[0094] 蓝色发光量子点电致发光器件结构如下：

[0095] ITO/ HATCN (10nm) /NPB (40nm) /TCTA (20nm) /直径为4.2nm的蓝色CdSe量子点 (30nm) / BCP (20nm) /Alq₃ (30nm) /LiF (1nm) /Al (150nm)。

[0096] 对比例3

[0097] 本对比例的RGB彩色显示器件的量子点电致发光器件的结构中,采用量子点材料与磷光主体CBP做发光层,二者重量比为20: 80。

[0098] 红色发光量子点电致发光器件结构如下：

[0099] ITO/ HATCN (10nm) /NPB (40nm) /TCTA (20nm) /直径为6.7nm的红色CdSe量子点:磷光主体mCP (30nm) / BCP (20nm) /Alq₃ (30nm) /LiF (1nm) /Al (150nm)

[0100] 绿色发光量子点电致发光器件结构如下：

[0101] ITO/ HATCN (10nm) /NPB (40nm) /TCTA (20nm) /直径为5.5nm的绿色CdSe量子点:磷光主体mCP (30nm) / BCP (20nm) /Alq₃ (30nm) /LiF (1nm) /Al (150nm)

[0102] 蓝色发光量子点电致发光器件结构如下：

[0103] ITO/ HATCN (10nm) /NPB (40nm) /TCTA (20nm) /直径为4.2nm的蓝色CdSe量子点:磷光主体mCP (30nm) / BCP (20nm) /Alq₃ (30nm) /LiF (1nm) /Al (150nm)。

[0104] 对比例4

[0105] 采用量子点材料+磷光主体mCP+磷光染料做发光层,本对比例的RGB彩色显示器件的量子点电致发光器件采用磷光主体mCP、磷光染料和量子点材料做发光层,三者的重量比为60:20:20。

[0106] 红色发光量子点电致发光器件结构如下：

[0107] ITO/ HATCN (10nm) /NPB (40nm) /TCTA (20nm) / mCP: (btp)₂Ir (acac): 直径为6.7nm的红色CdSe量子点 (60:20:20) (30nm) / BCP (20nm) /Alq₃ (30nm) /LiF (1nm) /Al (150nm)

[0108] 绿色发光量子点电致发光器件结构如下：

[0109] ITO/ HATCN (10nm) /NPB (40nm) /TCTA (20nm) / mCP:Ir (ppy)₃: 直径为5.5nm的绿色CdSe量子点 (30nm) / BCP (20nm) /Alq₃ (30nm) /LiF (1nm) /Al (150nm)

[0110] 蓝色发光量子点电致发光器件结构如下：

[0111] ITO/ HATCN (10nm) /NPB (40nm) /TCTA (20nm) / mCP: FIr₆: 直径为4.2nm的蓝色CdSe量子点 (30nm) / BCP (20nm) /Alq₃ (30nm) /LiF (1nm) /Al (150nm)。

[0112] 实施例1

[0113] 本实施例的RGB彩色显示器件的量子点电致发光器件的结构中采用量子点材料与TADF材料作为发光层,二者重量比为20: 80。其中红色发光量子点电致发光器件使用PXZ-TRZ作为TADF材料,绿色发光量子点电致发光器件使用ACRXTN作为TADF材料,蓝色发光量子点电致发光器件使用ACRSA作为TADF材料。

[0114] PXZ-TRZ、ACRXTN、ACRSA为已知的TADF材料,其CT激发态的三线态能级高于 $n-\pi$ 激发态的三线态能级,并且两者相差为0~0.3 eV之间。

[0115] 红色发光量子点电致发光器件结构如下:

[0116] ITO/ HATCN (10nm) /NPB (40nm) /TCTA (20nm) /直径为6.7nm的红色CdSe量子点: PXZ-TRZ (30nm) / BCP (20nm) /Alq₃ (30nm) /LiF (1nm) /Al (150nm)

[0117] 绿色发光量子点电致发光器件结构如下:

[0118] ITO/ HATCN (10nm) /NPB (40nm) /TCTA (20nm) /直径为5.5nm的绿色CdSe量子点: ACRXTN (30nm) / BCP (20nm) /Alq₃ (30nm) /LiF (1nm) /Al (150nm)

[0119] 蓝色发光量子点电致发光器件结构如下:

[0120] ITO/ HATCN (10nm) /NPB (40nm) /TCTA (20nm) /直径为4.2nm的蓝色CdSe量子点: ACRSA (30nm) / BCP (20nm) /Alq₃ (30nm) /LiF (1nm) /Al (150nm)。

[0121] 实施例2

[0122] 本实施例的RGB彩色显示器件的量子点电致发光器件的结构中采用磷光主体mCP、TADF材料(PXZ-TRZ、ACRXTN、ACRSA)和量子点材料作为发光层,三者重量比为60:20:20。

[0123] 红色发光量子点电致发光器件结构如下:

[0124] ITO/ HATCN (10nm) /NPB (40 nm) /TCTA (20nm) / mCP: PXZ-TRZ: 直径为6.7nm的红色CdSe量子点 (60:20:20) (30nm) /BCP (20nm) /Alq₃ (30nm) /LiF (1nm) /Al (150nm)

[0125] 绿色发光量子点电致发光器件结构如下:

[0126] ITO/ HATCN (10nm) /NPB (40nm) /TCTA (20nm) / mCP: ACRXTN: 直径为5.5nm的绿色CdSe量子点 (60:20:20) (30nm) /BCP (20nm) /Alq₃ (30nm) /LiF (1nm) /Al (150nm)

[0127] 蓝色发光量子点电致发光器件结构如下:

[0128] ITO/ HATCN (10nm) /NPB (40nm) /TCTA (20nm) / mCP: ACRSA: 直径为4.2nm的蓝色CdSe量子点 (60:20:20) (30nm) /BCP (20nm) /Alq₃ (30nm) /LiF (1nm) /Al (150nm)

[0129] 上述对比例及实施例的实验数据如下表所示:

[0130]

编号	器件颜色	1000nits 下外量子效率(%)	1000nits 下的驱动电压(V)	CIE-x	CIE-y	NTSC 色域
对比例 1	红	4.2	3.2	0.66	0.33	55%
	绿	12.3	3.7	0.31	0.63	
	蓝	8.5	4.3	0.16	0.26	
对比例 2	红	0.23	6.3	0.68	0.31	110%
	绿	0.12	6.8	0.20	0.73	
	蓝	0.06	8.9	0.14	0.06	
对比例 3	红	0.45	5.2	0.68	0.31	110%
	绿	0.33	5.8	0.20	0.73	
	蓝	0.19	6.5	0.14	0.06	
对比例 4	红	0.68	5.1	0.68	0.31	110%
	绿	0.64	5.4	0.20	0.73	
	蓝	0.45	5.8	0.14	0.06	
实施例 1	红	1.35	7.6	0.68	0.31	110%
	绿	0.95	9.2	0.20	0.73	
	蓝	0.75	11.8	0.14	0.06	
实施例 2	红	1.89	3.8	0.68	0.31	110%
	绿	1.67	4.6	0.20	0.73	
	蓝	1.20	5.2	0.14	0.06	

[0131] 通过上表可以看出：

[0132] 1) 使用量子点作为发光材料制作的显示器件的色域是使用磷光染料作为发光材料制作的显示器件的2倍多。

[0133] 2) 在量子点发光层中掺杂磷光主体材料,有利于提高空穴和电子在发光层中的传输和复合,提高量子点发光器件的效率;

[0134] 3) 如果在量子点和磷光主体材料组成的发光层中添加磷光染料,能够将三线态激子的能量通过Dexter能量转移传递给量子点,然而Dexter能量转移的作用距离短,大部分能量都无法传递,对器件效率的提升不够大;

[0135] 4) 如果在量子点和磷光主体材料组成的发光层中添加TADF材料,TADF材料能够将三线态激子转化为单线态激子,然后单线态激子通过Forster能量转移传递给量子点;与Dexter能量转移相比,Forster能量转移的作用距离大,能量传递的效率,能够大幅提高量子点发光器件的效率。

[0136] 实施例3到实施例7进一步对发光层中磷光主体材料、TADF材料和量子点材料的比例进行对比研究。

[0137] 实施例3到实施例7的RGB彩色显示器件的量子点电致发光器件的结构与实施例1的区别仅在于发光层。实施例3到实施例7的发光层的材料选择与实施例2相同,区别在于磷光主体材料:TADF材料:量子点材料的重量比不同。

[0138]

编号	颜色	磷光主体材料:TADF 材料: 量子点材料的重量比	1000nits 下外量子效率(%)	1000nits 下的驱动电压(V)	CIE-x	CIE-y	NTSC 色域
实施例 3	红	4:4:2	1.25	5.3	0.68	0.31	110%
	绿	4:4:2	1.18	5.7	0.20	0.73	
	蓝	4:4:2	0.86	6.8	0.14	0.06	
实施例 4	红	7:1:2	1.55	3.8	0.68	0.31	110%
	绿	7:1:2	1.49	4.5	0.20	0.73	
	蓝	7:1:2	1.23	5.2	0.14	0.06	
实施例 5	红	4:2:4	1.56	4.6	0.68	0.31	110%
	绿	4:2:4	1.49	5.1	0.20	0.73	
	蓝	4:2:4	1.37	5.7	0.14	0.06	
实施例 6	红	7:2:1	1.49	3.8	0.66	0.33	110%
	绿	7:2:1	1.33	4.5	0.31	0.63	
	蓝	7:2:1	0.98	5.3	0.16	0.26	
实施例 7	红	15:4:1	1.35	3.9	0.67	0.32	87%
	绿	15:4:1	1.26	4.5	0.31	0.67	
	蓝	15:4:1	0.87	5.6	0.13	0.08	

[0139] 通过上述实施例可以看出,该体系中掺杂TADF材料,在掺杂浓度为20%时具有较高的效率和较低的驱动电压。如果TADF材料的比例太低,三线态激子的能量不能得到充分利用,器件的电流效率低;如果TADF材料的比例过高,由于TADF材料的载流子迁移率太低,发光层中电子和空穴不能很好的传输,器件的电流效率低,而且工作电压高。量子点的浓度为20%具有较高的效率和较高的色纯度,如果体系中的量子点浓度太低,TADF材料未能将全部能量传递给量子点,产生TADF材料的自发光,降低器件发光的色纯度,减小显示器件的色域。

[0140] 以上所述实施例仅是为充分说明本发明而所举的较佳的实施例,本发明的保护范围不限于此。本技术领域的技术人员在本发明基础上所作的等同替代或变换,均在本发明的保护范围之内。本发明的保护范围以权利要求书为准。

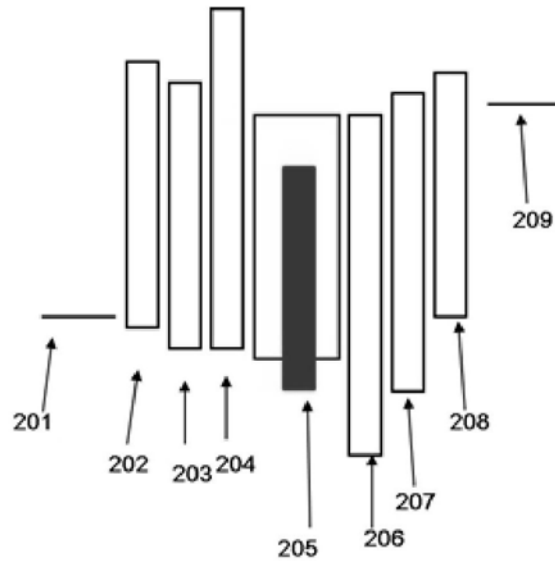


图 1

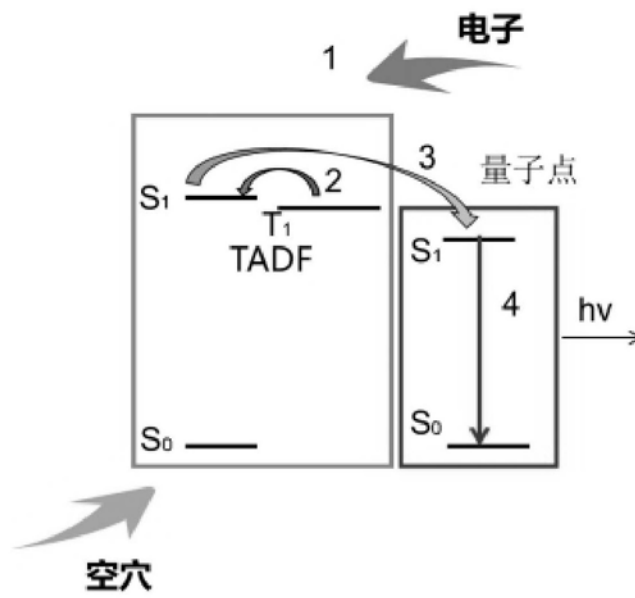


图 2

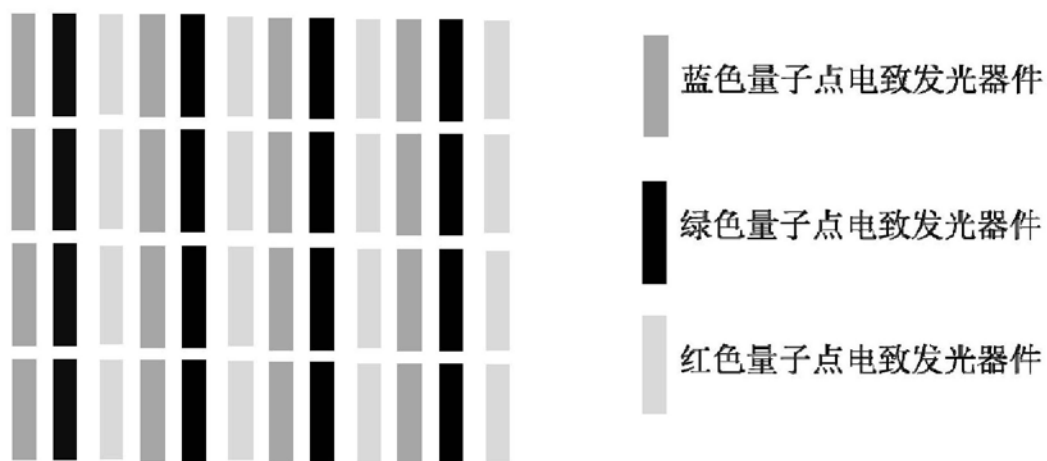


图 3



图 4

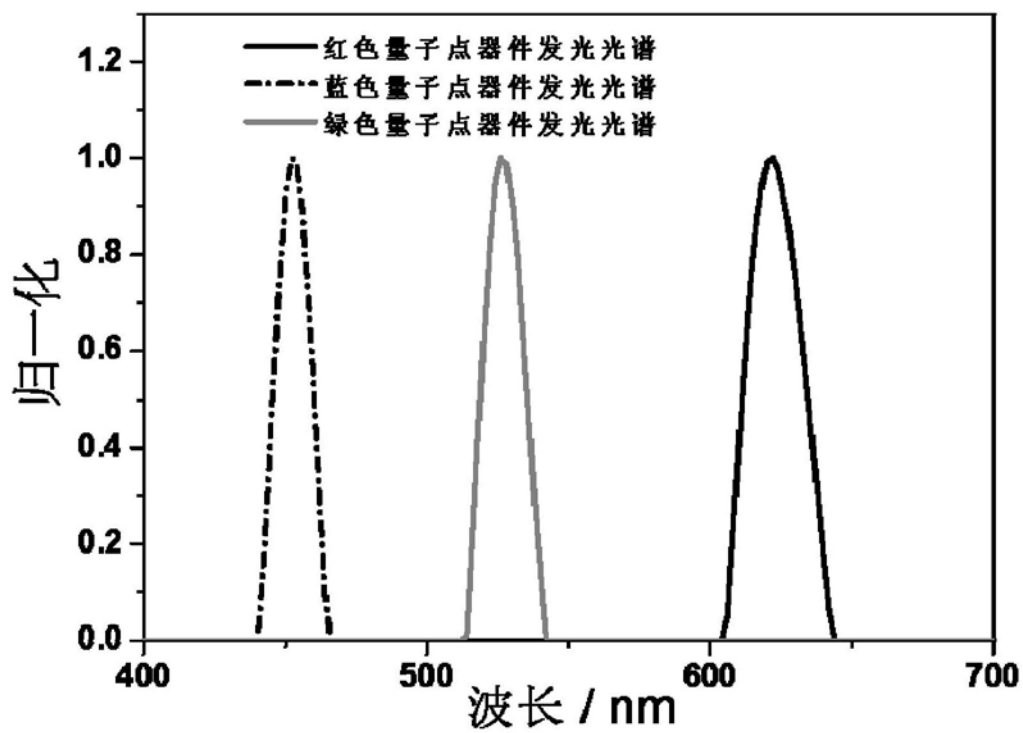


图 5

专利名称(译)	一种基于量子点电致发光器件的RGB彩色显示器件		
公开(公告)号	CN106997889B	公开(公告)日	2019-10-15
申请号	CN201610050325.X	申请日	2016-01-26
[标]申请(专利权)人(译)	昆山工研院新型平板显示技术中心有限公司		
申请(专利权)人(译)	昆山工研院新型平板显示技术中心有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	昆山工研院新型平板显示技术中心有限公司		
[标]发明人	闵超 李维维 赵菲 刘嵩		
发明人	闵超 李维维 赵菲 刘嵩		
IPC分类号	H01L27/32 H01L51/50		
代理人(译)	张秋越		
其他公开文献	CN106997889A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种基于量子点电致发光器件的RGB彩色显示器件，其包括多个排列成阵列的红色发光量子点电致发光器件、绿色发光量子点电致发光器件和蓝色发光量子点电致发光器件，各量子点电致发光器件的发光层包括量子点材料以及对应的热活化延迟荧光材料。本发明的RGB彩色显示器件的量子点电致发光器件的发光层由红色、绿色或蓝色的量子点材料加上对应的TADF材料构成，可以将高效率、高色纯度的量子点电致发光器件用作显示，相比传统OLED显示，可以提高色域。

