



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106997890 B

(45)授权公告日 2020.05.15

(21)申请号 201610050331.5

H01L 51/52(2006.01)

(22)申请日 2016.01.26

H01L 51/54(2006.01)

C09K 11/06(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106997890 A

(43)申请公布日 2017.08.01

(73)专利权人 昆山工研院新型平板显示技术中心有限公司

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

(72)发明人 闵超 李维维 赵菲 刘嵩

(74)专利代理机构 北京汇泽知识产权代理有限公司 11228

代理人 张秋越

(51)Int.Cl.

H01L 27/32(2006.01)

(56)对比文件

CN 104835916 A, 2015.08.12,

TW 201122653 A1, 2011.07.01,

CN 101889480 A, 2010.11.17,

CN 104377318 A, 2015.02.25,

TW 201600583 A, 2016.01.01,

审查员 张博

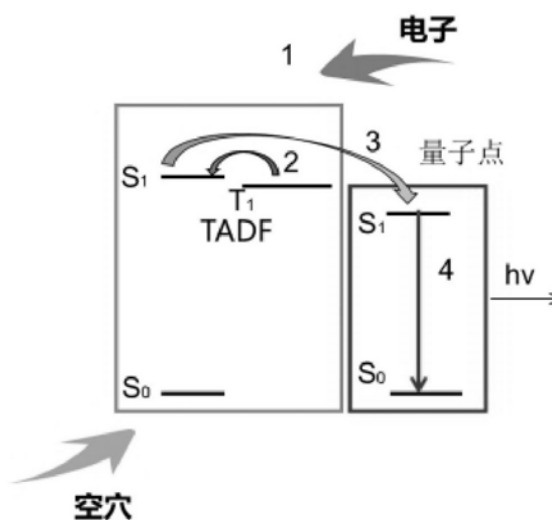
权利要求书3页 说明书16页 附图2页

(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彩色显示器件,其包括多个排列成阵列的量子点电致发光器件和彩色滤光片,所述量子点电致发光器件,包括发光层,所述发光层包含红色发光的量子点材料、绿色发光的量子点材料、蓝色发光的量子点材料和热活化延迟荧光材料,其中,红色发光的量子点材料、绿色发光的量子点材料和蓝色发光的量子点材料混合形成白光材料,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;以彩色滤光片对量子点电致发光器件的发光过滤,以实现彩色显示。本发明的彩色显示器件,工艺简单,制造成本低,其提高了量子点电致发光二极管的电流效率。



1. 一种基于量子点电致发光器件的彩色显示器件,其包括多个排列成阵列的量子点电致发光器件和彩色滤光片,所述量子点电致发光器件,包括发光层,其特征在于,所述发光层包含红色发光的量子点材料、绿色发光的量子点材料、蓝色发光的量子点材料和热活化延迟荧光材料、磷光主体材料,其中,红色发光的量子点材料、绿色发光的量子点材料和蓝色发光的量子点材料混合形成白光材料,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50nm以内;

以彩色滤光片对量子点电致发光器件的发光过滤,以实现彩色显示。

2. 根据权利要求1所述的基于量子点电致发光器件的彩色显示器件,其特征在于,红色发光的量子点材料、绿色发光的量子点材料和蓝色发光的量子点材料的总重量在所述发光层中所占的比例不高于40wt%,热活化延迟荧光材料在所述发光层中所占的比例不低于10wt%。

3. 根据权利要求1所述的基于量子点电致发光器件的彩色显示器件,其特征在于,所述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。

4. 根据权利要求1所述的基于量子点电致发光器件的彩色显示器件,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、TFTP A、TSTC、BOBP3、T2N、TPBi、o-CzOXD、BUPH1、DBF、SPP01、MP012、P01、P06、35DCzPPy、4CZBPB、3CZBPB、CBF和TCTEB中的一种或其组合。

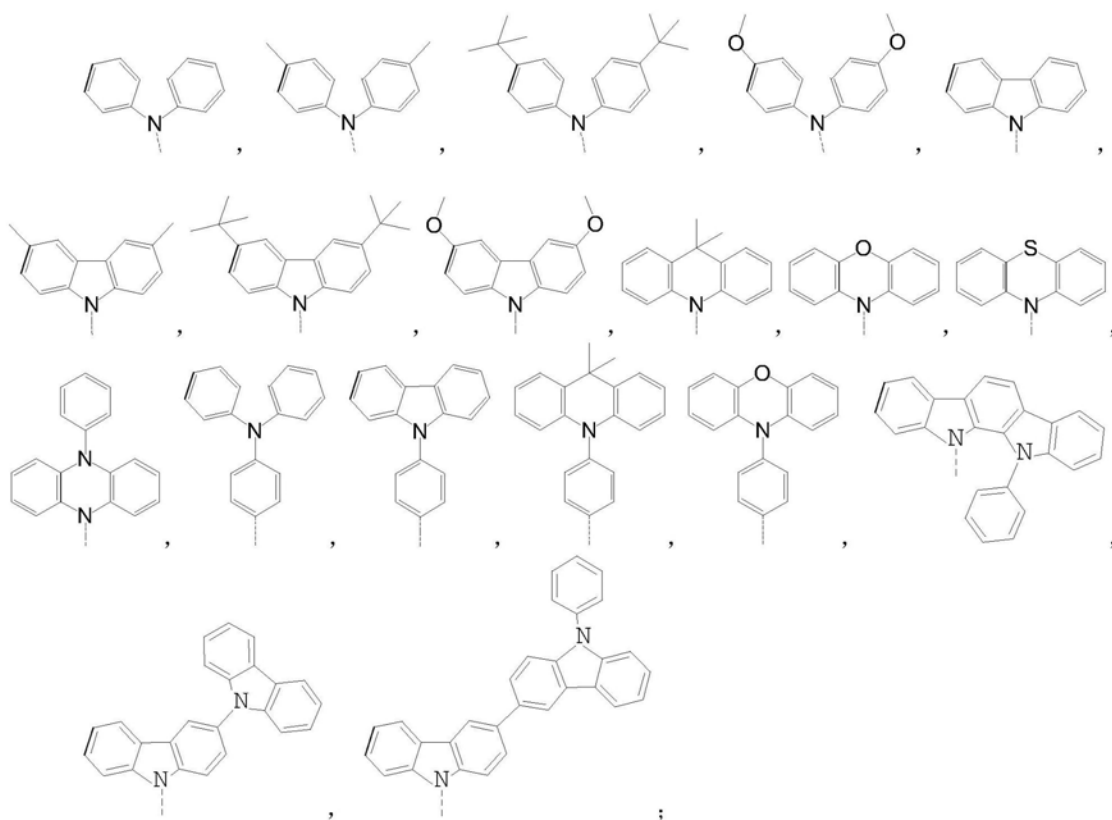
5. 根据权利要求1~4任一项所述的基于量子点电致发光器件的彩色显示器件,其特征在于,红色发光的量子点材料、绿色发光的量子点材料和蓝色发光的量子点材料的总重量在所述发光层中所占的比例为5-40wt%,热活化延迟荧光材料在所述发光层中所占的比例为10-95wt%,其余为磷光主体材料。

6. 根据权利要求1所述的基于量子点电致发光器件的彩色显示器件,其特征在于,所述热活化延迟荧光材料的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0~0.3eV之间。

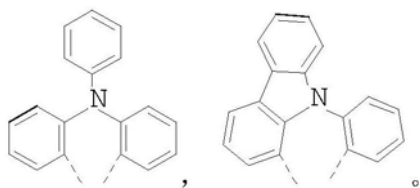
7. 根据权利要求1所述的基于量子点电致发光器件的彩色显示器件,其特征在于,所述红色发光的量子点材料为发光光谱波峰对应的波长在618-685nm的硫化锌、氧化锌、氮化镓、硒化锌、硫化镉、硒化镓、硒化镉、碲化锌、碲化镉、碲化镓、磷化铟和碲化铅中的一种或其组合,红色发光的量子点材料的粒径在5-8nm之间;绿色发光的量子点材料为发光光谱波峰对应的波长在506-582nm的硫化锌、氧化锌、氮化镓、硒化锌、硫化镉、硒化镓、硒化镉、碲化锌、碲化镉、碲化镓、磷化铟和碲化铅中的一种或其组合,绿色发光的量子点材料的粒径在4-7nm之间;蓝色发光的量子点材料为发光光谱波峰对应的波长在408-492nm的硫化锌、氧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

8. 根据权利要求1所述的基于量子点电致发光器件的彩色显示器件,其特征在于,所述热活化延迟荧光材料为具有如下通式结构的材料中的一种或其组合:





R<sub>5</sub>选自以下基团：



9. 根据权利要求1所述的基于量子点电致发光器件的彩色显示器件,其特征在于,所述量子点电致发光器件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,所述空穴注入层与所述发光层之间设有空穴传输层,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:现有技术中基于量子点电致发光器件的彩色显示器件,其量子点电致发光器件的效率不高,还有待进一步提升。

[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彩色显示器件,其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器件的电流效率。

[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] 本发明的基于量子点电致发光器件的彩色显示器件,其包括多个排列成阵列的量

子点电致发光器件和彩色滤光片,所述量子点电致发光器件,包括发光层,其特征在于,所述发光层包含红色发光的量子点材料、绿色发光的量子点材料、蓝色发光的量子点材料和热活化延迟荧光材料,其中,红色发光的量子点材料、绿色发光的量子点材料和蓝色发光的量子点材料混合形成白光材料,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;

[0012] 以彩色滤光片对量子点电致发光器件的发光过滤,以实现彩色显示。

[0013] 优选地,红色发光的量子点材料、绿色发光的量子点材料和蓝色发光的量子点材料的总重量在所述发光层中所占的比例不高于40wt%,热活化延迟荧光材料在所述发光层中所占的比例不低于10 wt%。

[0014] 优选地,所述发光层中还包括磷光主体材料。所述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。

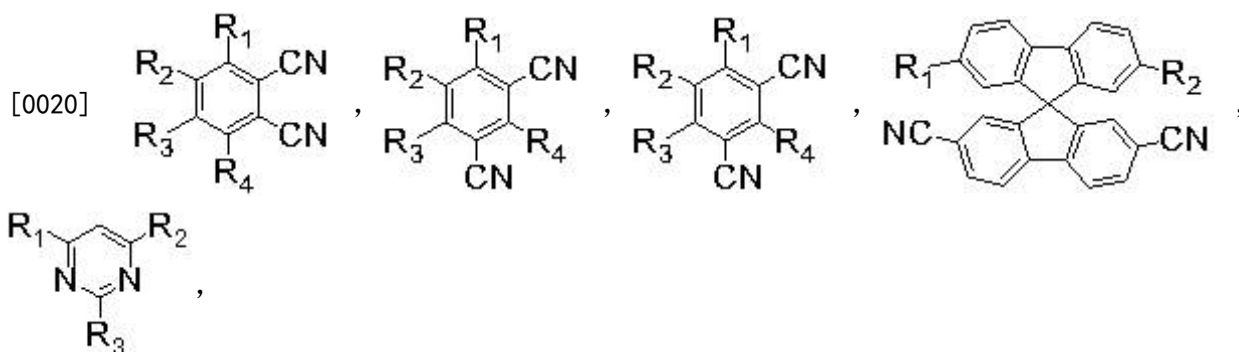
[0015] 优选地,所述磷光主体材料为CBP、CDBP、mCP、DCB、DCz, Ad-Cz、TCz1、CzSi、CBZ1-F2、SimCP、TCTEB、26DCzPPy、MP012、TCTA、TPBi、PVK、PSiFC6C6、P36EHF、ttbCBP、CFL、TFTPA、TSTC、B0BP3、T2N、TPBI、o-CzOXD、BUPH1、DBF、SPP01、MP012、P01、P06、35DCzPPy、4CZPBP、3CZPBP、CBF和TCTEB中的一种或其组合。

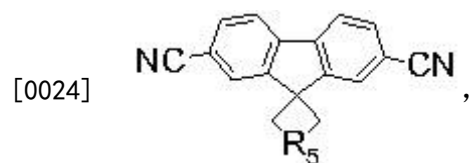
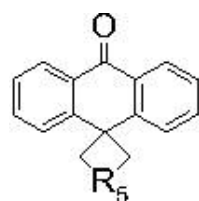
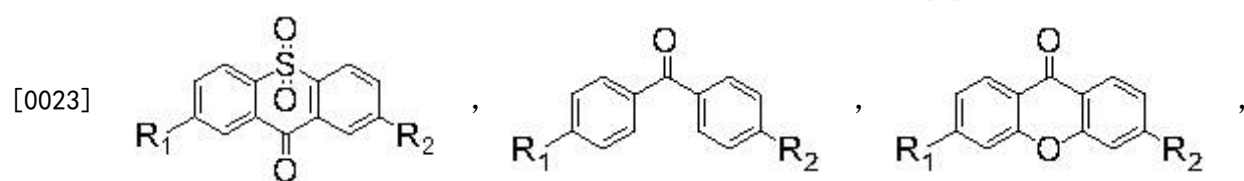
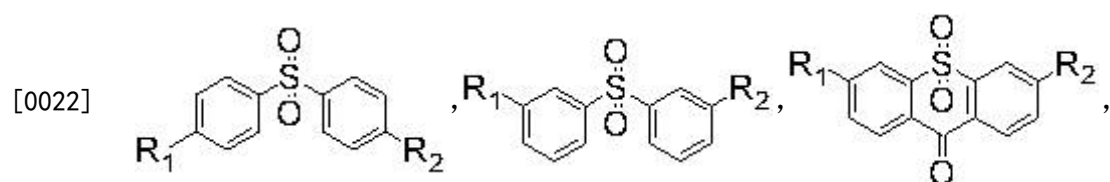
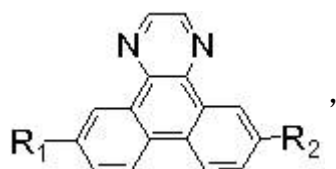
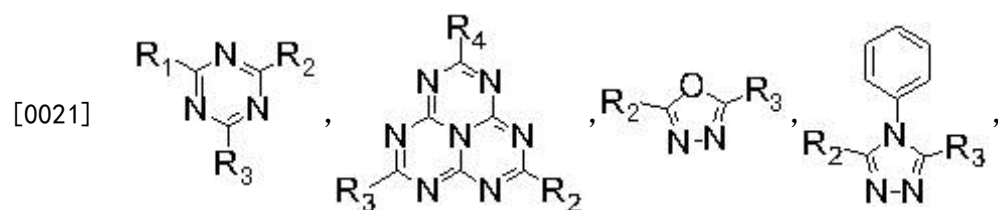
[0016] 优选地,红色发光的量子点材料、绿色发光的量子点材料和蓝色发光的量子点材料的总重量在所述发光层中所占的比例不高于40wt%,优选为5-40wt%,热活化延迟荧光材料在所述发光层中所占的比例不低于10 wt%,优选为10-95wt%,其余为磷光主体材料。

[0017] 所述热活化延迟荧光材料的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。

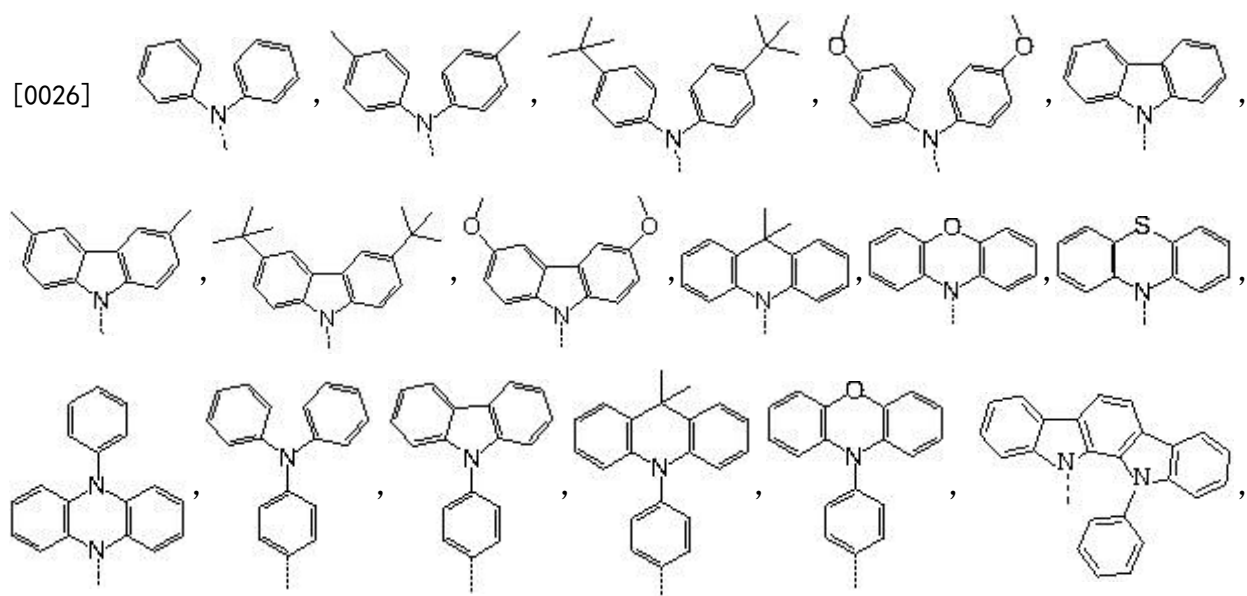
[0018] 其中,所述红色发光的量子点材料为发光光谱波峰对应的波长在618-685nm的硫化锌、氧化锌、氮化镓、硒化锌、硫化镉、硒化镓、硒化镉、碲化锌、碲化镉、碲化镓、磷化铟和碲化铅中的一种或其组合,红色发光的量子点材料的粒径在5-8nm之间;绿色发光的量子点材料为发光光谱波峰对应的波长在506-582nm的硫化锌、氧化锌、氮化镓、硒化锌、硫化镉、硒化镓、硒化镉、碲化锌、碲化镉、碲化镓、磷化铟和碲化铅中的一种或其组合,绿色发光的量子点材料的粒径在4-7nm之间;蓝色发光的量子点材料为发光光谱波峰对应的波长在408-492nm的硫化锌、氧化锌、氮化镓、硒化锌、硫化镉、硒化镓、硒化镉、碲化锌、碲化镉、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。

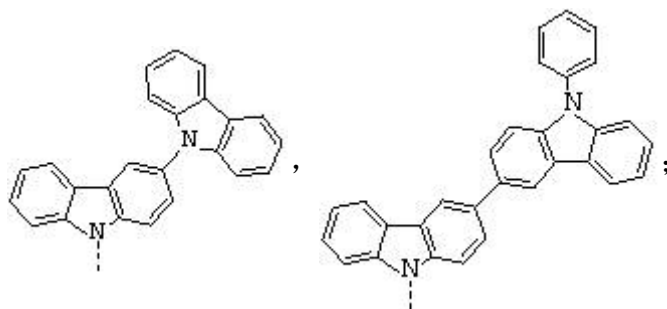
[0019] 优选地,所述热活化延迟荧光材料为具有如下通式结构的材料中的一种或其组合:



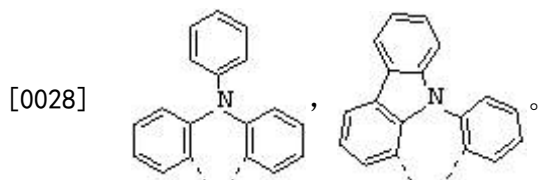


[0025] 其中, R<sub>1</sub>选自H, Ph或以下基团, R<sub>2</sub>、R<sub>3</sub>、R<sub>4</sub>选自以下基团:





[0027]  $R_5$ 选自以下基团：



[0029] 本发明的基于量子点电致发光器件的彩色显示器件中，所述量子点电致发光器件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，所述量子点电致发光器件的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，所述量子点电致发光器件的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。

[0030] 本发明能够达到以下技术效果：

[0031] 与现有技术相比，本发明的彩色显示器件，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)，将单线态激子传递传递给量子点，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。

[0032] 在本发明的量子点电致发光器件的发光层中TADF材料能够有效的将三线态激子转换为单线态激子，并通过Forster荧光共振能量转移将单线态激子传递到量子点上，激发量子点发光，提高量子点电致发光器件的电流效率。

[0033] 本发明的彩色显示器件采用白光加滤光片的方法，工艺简单，制造成本低，便于生产大尺寸显示面板。

## 附图说明

[0034] 图1是普通白光器件发光光谱、量子点白光器件发光光谱、红/绿/蓝光滤光片透射光谱示意图。

[0035] 图2是本发明的彩色显示器件的量子点电致发光器件的结构示意图。

[0036] 图3是本发明的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。

## 具体实施方式

[0037] 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。

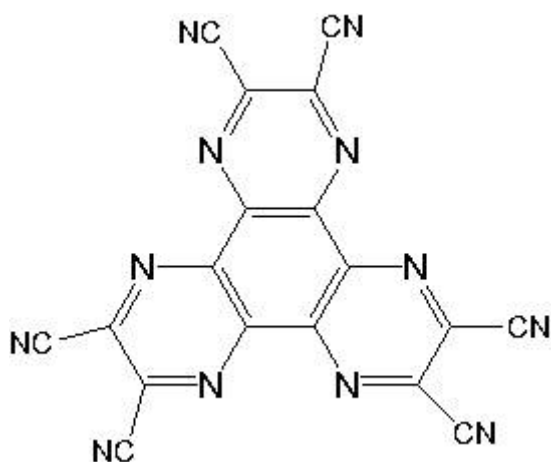
[0038] 目前实现电致发光器件实现彩色显示的方式主要有两种,一种是使用红绿蓝三基色的像素单元,一种是使用白光加滤光片。与前一种方法相比,白光加滤光片的方法工艺简单,制造成本低,便于生产大尺寸显示面板。但是由于普通白光器件中红绿蓝三种光谱的半峰宽较大,与对应颜色的滤光片的透射光谱不能完全吻合,因此普通白光器件所发射的白光光谱在经过滤光片时,存在较大的光损失,导致综合的光利用率较低。量子点的发光光谱的半峰宽较小,与对应颜色的滤光片的透射光谱完全吻合,因此使用量子点制备的白光发光器件的白光光谱在经过滤光片时,具有较少的光损失,综合的光利用率较高。如图1所示,在波长为500nm和580nm附近,普通白光器件依然具有较强的发光,然而量子点器件几乎没有发光,而红绿蓝三种颜色的滤光片在此两处的透射率均较低,因此普通白光器件在这两处的发光不能透过,即没有被利用。

[0039] 因此,本发明提供一种基于量子点电致发光器件的彩色显示器件,其包括多个排列成阵列的量子点电致发光器件和彩色滤光片,所述量子点电致发光器件,包括发光层,所述发光层包含红色发光的量子点材料、绿色发光的量子点材料、蓝色发光的量子点材料和热活化延迟荧光材料,其中,红色发光的量子点材料、绿色发光的量子点材料和蓝色发光的量子点材料混合形成白光材料,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;

[0040] 以彩色滤光片对量子点电致发光器件的发光过滤,以实现彩色显示。

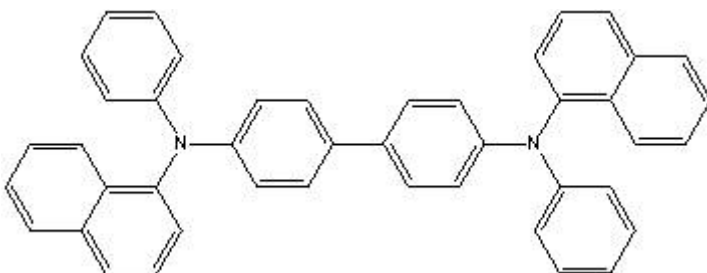
[0041] 如图2所示,本发明彩色显示器件的量子点电致发光器件包括:阳极201、空穴注入层(HIL)202、空穴传输层(HTL)203、电子阻挡层(EBL)204、发光层(EML)205、空穴阻挡层(HBL)206、电子传输层(ETL)207、电子注入层(EIL)208及阴极209。实验中以刻蚀好特定图形的ITO导电玻璃基片作为衬底,将基片放在含清洗液的去离子水中超声波清洗,洗液温度约为60℃,然后用红外烤灯将清洗完的基片烤干,放入蒸镀腔室中依次蒸镀空穴注入层202、空穴传输层203、电子阻挡层204,然后通过旋涂制备发光层205,然后再依次蒸镀空穴阻挡层206、电子传输层207、电子注入层208及阴极209。蒸镀过程中腔室压强低于 $5.0 \times 10^{-3}$  Pa,依次蒸镀10nm厚度的HATCN作为空穴注入层202,40nm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,使形成厚度为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Alq<sub>3</sub>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。

[0042]



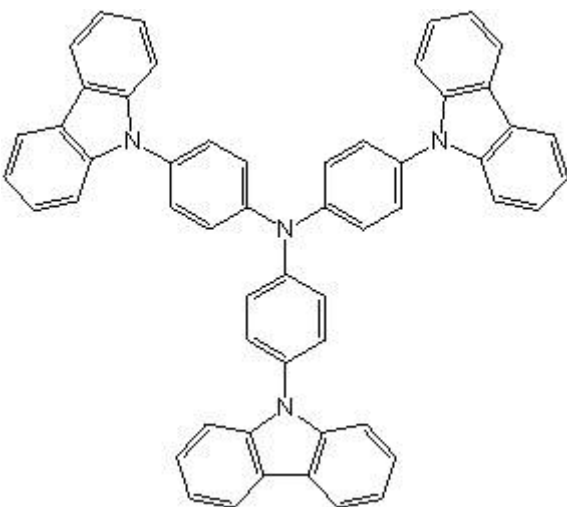
[0043] HATCN

[0044]



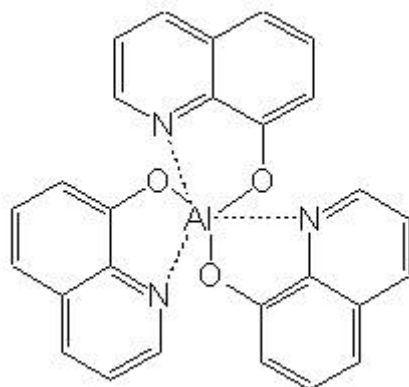
[0045] NPB

[0046]



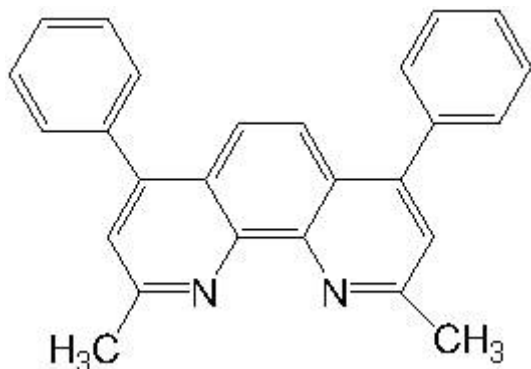
[0047] TCTA

[0048]



[0049] Alq<sub>3</sub>

[0050]



[0051] BCP。

[0052] 本发明的彩色显示器件的量子点电致发光器件,其发光层采用蓝色发光、绿色发光、红色发光的量子点一起与TADF材料混合(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,形成一个高效率的发出多种颜色的电致发光器件,然后通过CF过滤,可以实现高色域的彩色显示。

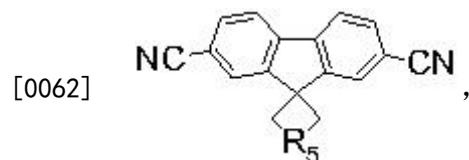
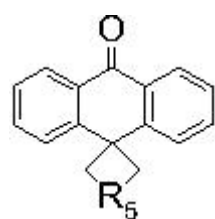
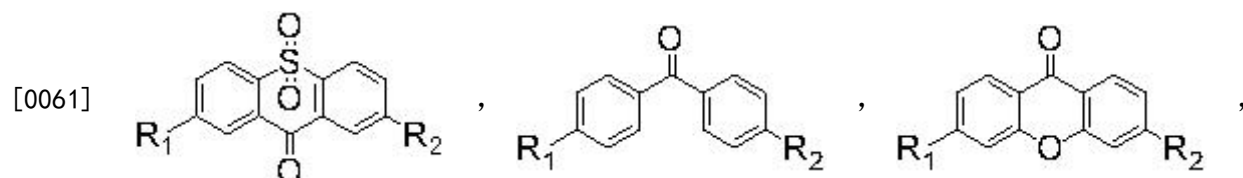
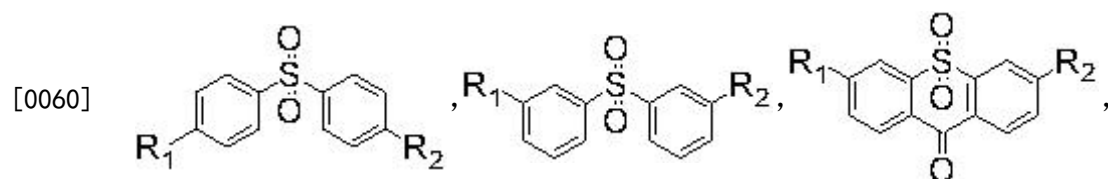
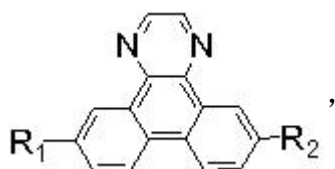
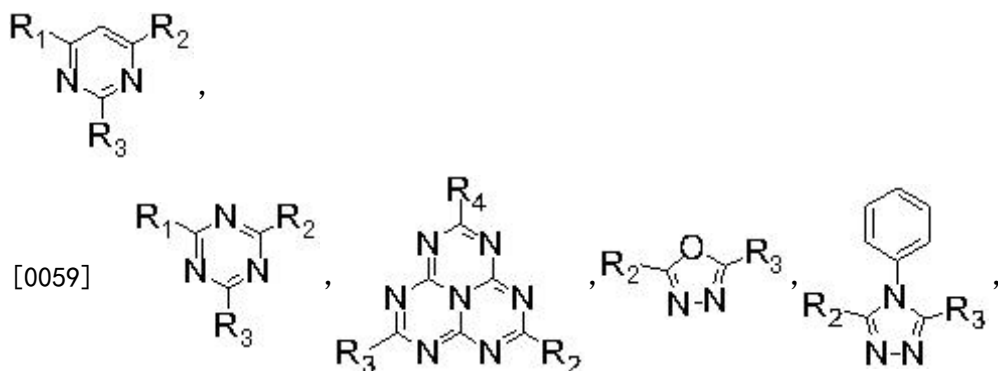
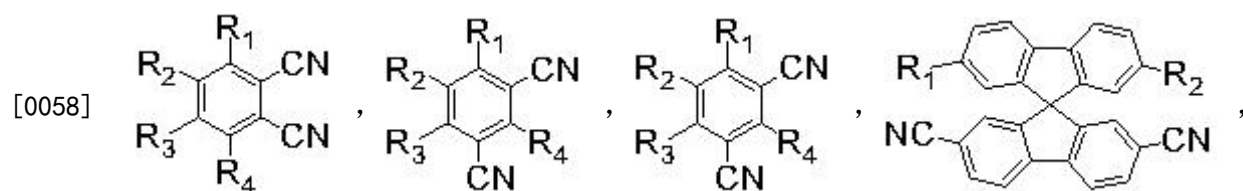
[0053] 具体地,如图3所示,器件的工作原理如下:1)电子和空穴分别注入到TADF材料中,然后发生复合,产生25%的单线态激子,75%的三线态激子;2)三线态激子吸收热能,通过系间窜越(ISC)转换为单线态激子;3)单线态激子通过Forster能量转移,转移到量子点上;4)量子点发光,产生高效率高色纯度的光。

[0054] 本发明的彩色显示器件中,量子点电致发光器件的发光层通过调节不同量子点的比例,可以实现多种不同颜色量子点同时发光。将蓝色发光的量子点、绿色发光的量子点和红色发光的量子点一起与TADF材料混合,可以通过slot等工艺制备一个发出多种颜色的电致发光器件,然后通过CF过滤,可以实现彩色显示。与传统白光OLED+CF相比,由于量子点的发光峰非常窄,经过CF过滤后,色纯度高,而且光的有效利用率比较高。

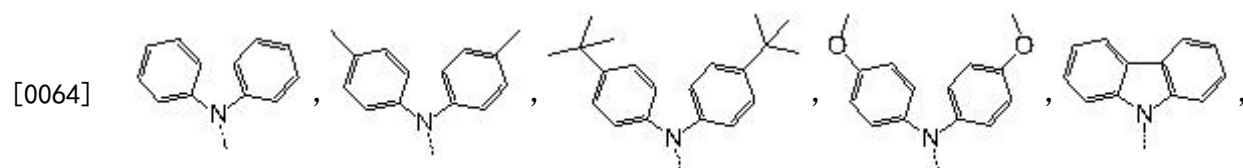
[0055] 红色发光量子点电致发光器件的发光层中红色发光的量子点材料为发光光谱波峰对应的波长在618-685nm(发光光谱波峰对应的波长在此数值范围内的量子点发红光)的硫化锌、氧化锌、氮化镓、硒化锌、硫化镉、硒化镓、硒化镉、碲化锌、碲化镉、碲化镓、磷化铟和碲化铅中的一种或其组合,红色发光的量子点材料的粒径在5-8nm之间;绿色发光量子点电致发光器件的发光层中绿色发光的量子点材料为发光光谱波峰对应的波长在506-582nm(发光光谱波峰对应的波长在此数值范围内的量子点发绿光)的硫化锌、氧化锌、氮化镓、硒化锌、硫化镉、硒化镓、硒化镉、碲化锌、碲化镉、碲化镓、磷化铟和碲化铅中的一种或其组合,绿色发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2-6nm之间。

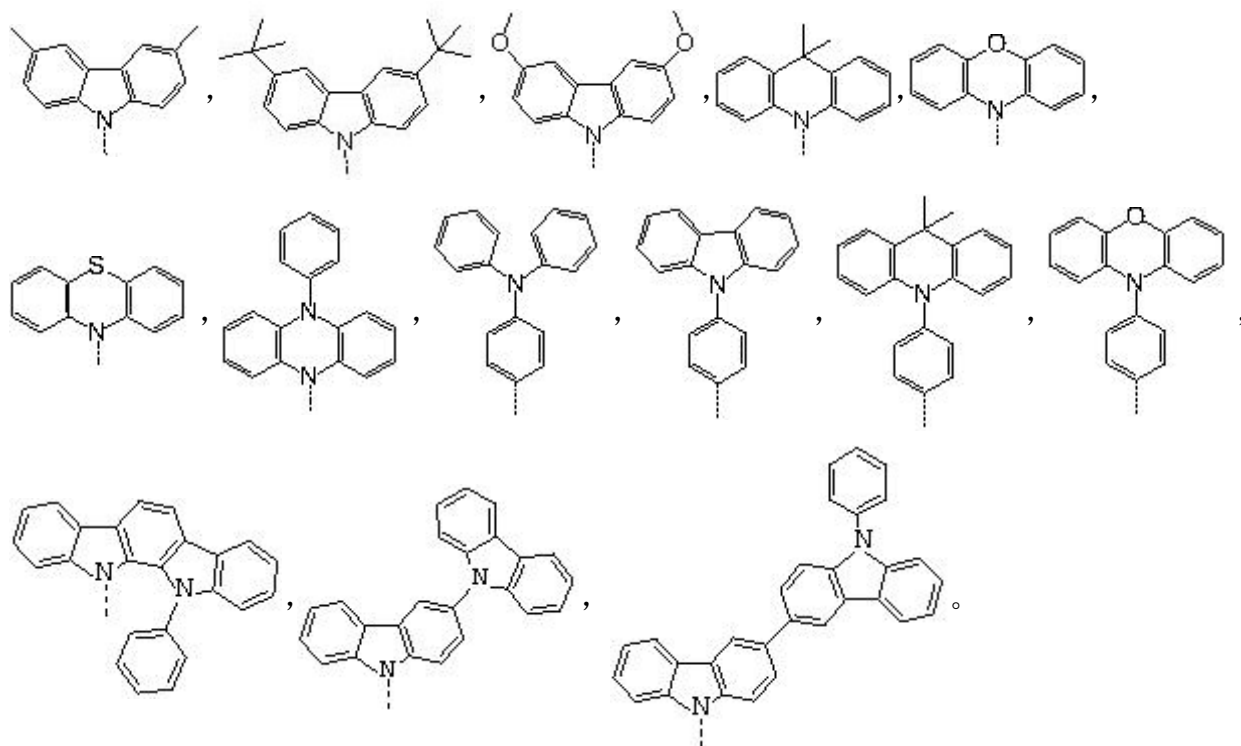
[0056] 本发明中热活化延迟荧光材料的CT激发态的三线态能级高于 $n-\pi$ 激发态的三线态能级,并且相差为0~0.3 eV之间。

[0057] 可用于本发明的TADF材料包括但不限于具有如下通式结构的化合物中的一种或其组合：

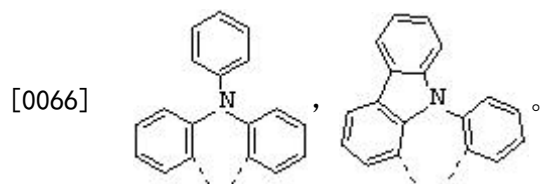


[0063] 其中, R<sub>1</sub>选自H, Ph或以下基团, R<sub>2</sub>、R<sub>3</sub>、R<sub>4</sub>选自以下基团：





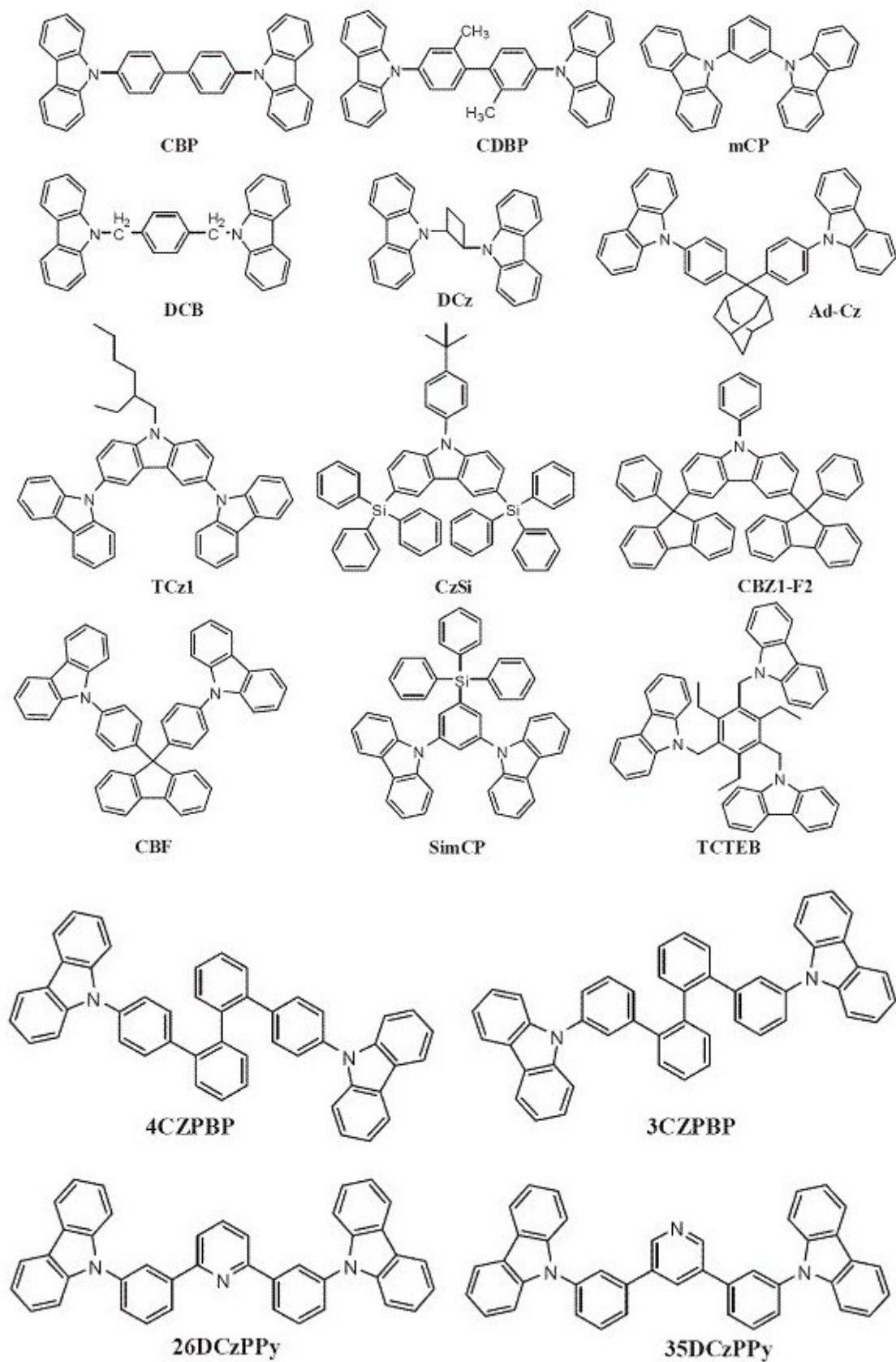
[0065]  $R_5$ 选自以下基团：



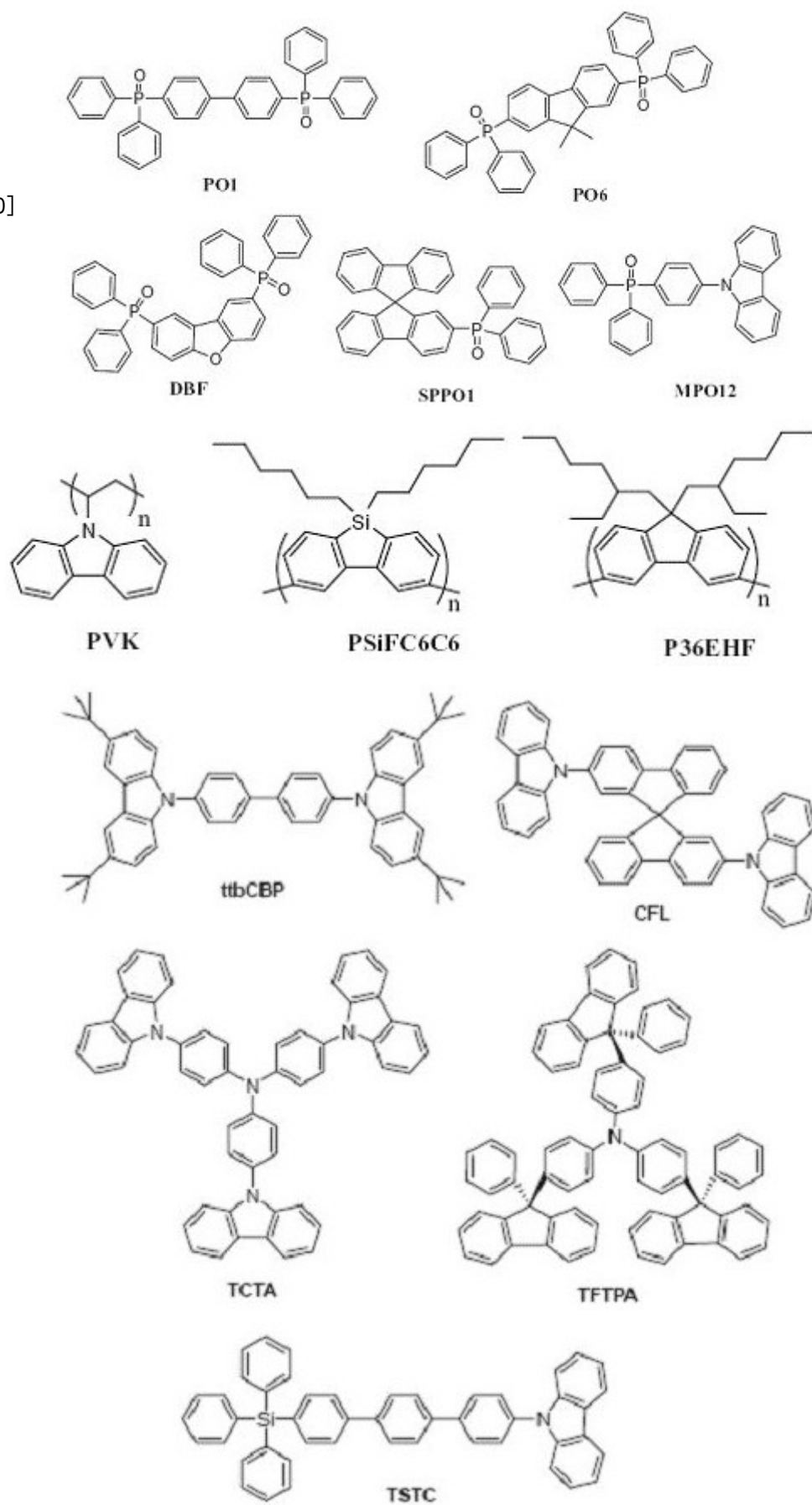
[0067] 本发明的彩色显示器件中,量子点电致发光器件的发光层除了量子点材料和热活化延迟荧光材料之外,还可添加磷光主体材料。一般TADF材料的载流子迁移率较低,添加载流子迁移率较好的磷光主体材料,可以进一步提高器件性能。在本发明的发光层中,磷光主体材料的三线态能级高于所选择的热活化延迟荧光材料的单线态能级。

[0068] 本发明的磷光主体材料可选自但不限于如下材料中的一种或其组合：

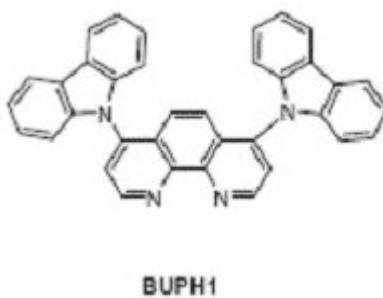
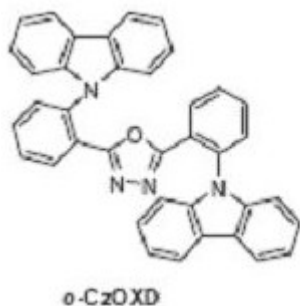
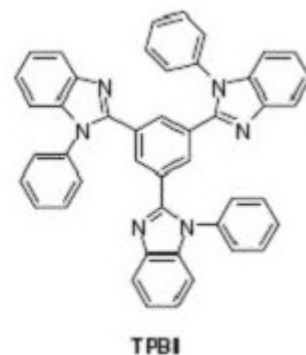
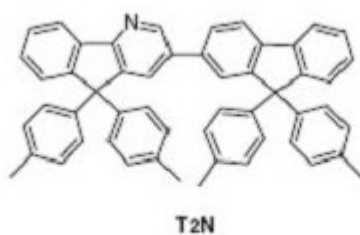
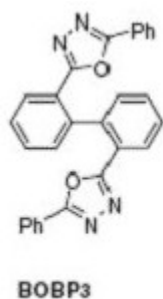
[0069]



[0070]



[0071]



[0072] 下述对比例及实施例中,量子点电致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。

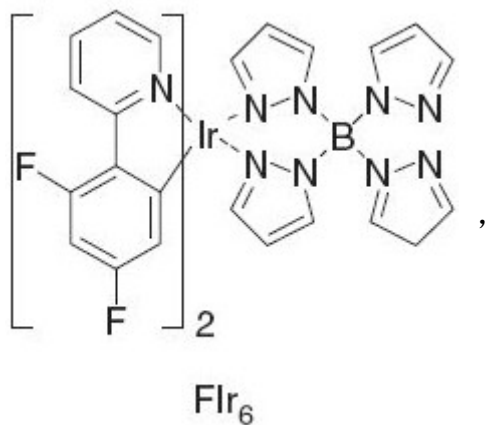
[0073] 对比例1

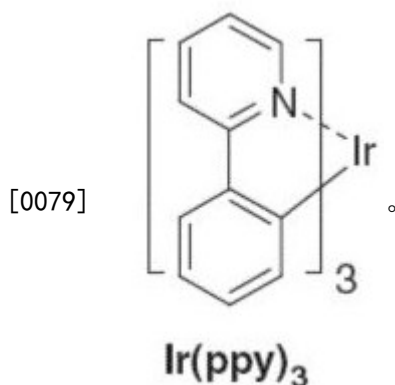
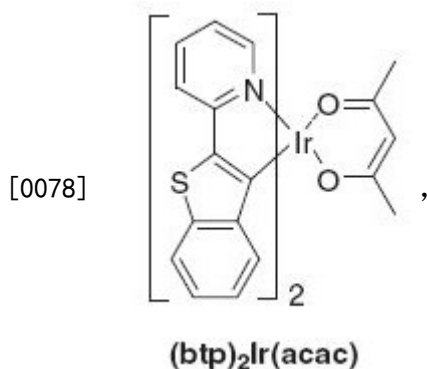
[0074] 采用磷光染料做发光层的普通白光器件。

[0075] 本对比例的磷光电致发光器件结构如下:

[0076] ITO/ HATCN (10nm) /NPB (40nm) /TCTA (20nm) /mCP:FIr<sub>6</sub>:Ir(ppy)<sub>3</sub>:(btp)<sub>2</sub>Ir(acac)=86:10:3:1 (30nm) / BCP (20nm) /Alq<sub>3</sub> (30nm) /LiF (1nm) /Al (150nm)。

[0077]





[0080] 即本对比例的发光层没有量子点材料,只有磷光主体和磷光染料,其中mCP 为磷光主体材料,在发光层中所占的比例为86wt%;FIr<sub>6</sub>为蓝光磷光染料,在发光层中所占的比例为10wt%;Ir (ppy)<sub>3</sub>为绿光磷光染料,在发光层中所占的比例为3wt%;(btp)<sub>2</sub>Ir (acac) 为红光磷光染料,在发光层中所占的比例为1wt%;

[0081] 对比例2

[0082] 采用量子做发光层的量子点白光器件。

[0083] 本对比例的量子点电致发光器件结构如下:

[0084] ITO/ HATCN (10nm) /NPB (40nm) /TCTA (20nm) /蓝色发光量子点:绿色发光量子点:红色发光量子点=1:1:1 (30nm) / BCP (20nm) /Alq<sub>3</sub> (30nm) /LiF (1nm) /Al (150nm)

[0085] 即本对比例的发光层只采用量子点材料,其中蓝色发光量子点为直径为4.2nm(发光光谱波峰对应的波长为452nm)的CdSe量子点,绿色发光量子点为直径为5.5nm(发光光谱波峰对应的波长为526nm)的CdSe量子点,红色发光量子点为直径为6.7nm(发光光谱波峰对应的波长为622nm)的CdSe量子点,三种不同尺寸的量子点材料的重量比为1:1:1,即三者各占发光层的33wt%。

[0086] 对比例3

[0087] 采用量子点材料与主体材料mCP作为发光层的量子点白光器件。

[0088] 本对比例的量子点电致发光器件结构如下:

[0089] ITO/ HATCN (10nm) /NPB (40nm) /TCTA (20nm) /mCP:蓝色发光量子点:绿色发光量子点:红色发光量子点=79:7:7:7 (30nm) /BCP (20nm) /Alq<sub>3</sub> (30nm) /LiF (1nm) /Al (150nm)

[0090] 即本对比例的发光层采用量子点材料加磷光主体材料mCP,其中磷光主体材料占发光层重量的79%,蓝色发光量子点为直径为4.2nm的CdSe量子点,绿色发光量子点为直径为5.5nm的CdSe量子点,红色发光量子点为直径为6.7nm的CdSe量子点,三种不同尺寸的量

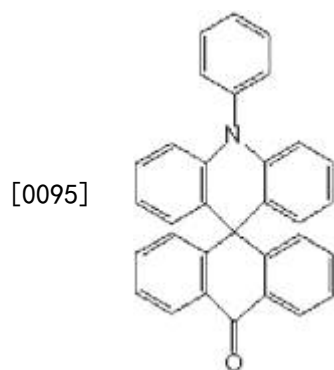
子点材料各占发光层的7wt%。

[0091] 实施例1

[0092] 本实施例采用量子点材料加入TADF材料 (ACRSA) 作为发光层,其中ACRSA占发光层的79wt%;蓝色量子点为直径为4.2nm的CdSe量子点,绿色量子点为直径为5.5nm的CdSe量子点,红色量子点为直径为6.7nm的CdSe量子点,三种不同尺寸的量子点材料各占发光层的7 wt %。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,并且相差为0~0.3 eV之间。

[0093] 本实施例的量子点电致发光器件结构如下:

[0094] ITO/ HATCN (10nm) /NPB (40nm) /TCTA (20nm) / ACRSA:蓝色量子点:绿色量子点:红色量子点=79:7:7:7 (30nm) (30nm) /BCP (20nm) /Alq<sub>3</sub> (30nm) /LiF (1nm) /Al (150nm)



[0096] ACRSA

[0097] 实施例2

[0098] 本实施例采用量子点材料加入磷光主体材料mCP和TADF材料 (ACRSA) 作为发光层,其中mCP占发光层的59 wt %, ACRSA占发光层的20 wt %;蓝色发光量子点为直径为4.2nm的CdSe量子点,绿色发光量子点为直径为5.5nm的CdSe量子点,红色发光量子点为直径为6.7nm的CdSe量子点,三种不同尺寸的量子点材料各占发光层的7 wt %。

[0099] 本实施例的量子点电致发光器件结构如下:

[0100] ITO/ HATCN (10nm) /NPB (40nm) /TCTA (20nm) /mCP: ACRSA:蓝色量子点:绿色量子点:红色量子点=59:20:7:7:7 (30nm) /BCP (20nm) /Alq<sub>3</sub> (30nm) /LiF (1nm) /Al (150nm)

[0101] 上述对比例及实施例的实验数据如下表所示:

[0102] 因为对比例及实施例颜色不完全一致,所以无法简单从电流效率方面加以对比,我们重点对比1000nits下外量子效率和对应的驱动电压,以选择最佳性能的器件。

[0103]

| 编号    | 没有彩色滤光片         |                    |                       | 经过彩色滤光片后各颜色光的利用率 |     |
|-------|-----------------|--------------------|-----------------------|------------------|-----|
|       | 5V 的亮度<br>(nit) | 1000nits 下外量子效率(%) | 1000nits 下驱动电压<br>(V) |                  |     |
| 对比例 1 | 3216            | 8.9                | 4.2                   | 蓝光               | 6%  |
|       |                 |                    |                       | 绿光               | 37% |
|       |                 |                    |                       | 红光               | 12% |
| 对比例 2 | 165             | 0.16               | 7.5                   | 蓝光               | 9%  |
|       |                 |                    |                       | 绿光               | 45% |
|       |                 |                    |                       | 红光               | 19% |
| 对比例 3 | 496             | 0.38               | 5.3                   | 蓝光               | 11% |
|       |                 |                    |                       | 绿光               | 47% |
|       |                 |                    |                       | 红光               | 21% |
| 实施例 1 | 1273            | 0.84               | 4.9                   | 蓝光               | 12% |
|       |                 |                    |                       | 绿光               | 49% |
|       |                 |                    |                       | 红光               | 22% |
| 实施例 2 | 5809            | 1.59               | 4.4                   | 蓝光               | 14% |
|       |                 |                    |                       | 绿光               | 52% |
|       |                 |                    |                       | 红光               | 21% |

[0104] 通过上表可以看出：

[0105] 1) 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,降低器件的工作电压;

[0106] 2) 在量子点发光层中掺杂热活化延迟荧光材料,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。

[0107] 3) 在量子点发光层中掺杂磷光主体材料和热活化延迟荧光材料,既可以提高空穴和电子在发光层中的传输和复合,降低器件的工作电压,又可以利用TADF材料增强能量转移,提高量子点发光器件的效率;

[0108] 4) 与使用磷光染料作为发光层的普通白光器件相比,使用量子点作为发光层的白光器件经过彩色滤光片后各颜色光的利用率更高。与对比例1相比,实施例2的蓝光利用率提高了2.5倍,绿光利用率提高了1.4倍,红光提高了1.8倍。

[0109] 实施例3~实施例7

[0110] 实施例3~实施例7的量子点电致发光器件结构如下:

[0111] ITO/ HATCN (10nm) /NPB (40nm) /TCTA (20nm) /mCP: ACRSA: 蓝色发光量子点:绿色发光量子点:红色发光量子点30nm) /BCP (20nm) /Alq<sub>3</sub> (30nm) /LiF (1nm) /Al (150nm)

[0112] 其发光层采用量子点材料加入磷光主体材料mCP和TADF材料 (ACRSA) 作为发光层;蓝色发光量子点为直径为4.2nm的CdSe量子点,绿色发光量子点为直径为5.5nm的CdSe量子点,红色发光量子点为直径为6.7nm的CdSe量子点。各实施例的比例不同。

| 编号    | mCP: ACRSA:蓝色量子点:绿色量子点:红色量子点的重量比 | 没有彩色滤光片      |                    | 经过彩色滤光片后各颜色光的利用率   |     |
|-------|----------------------------------|--------------|--------------------|--------------------|-----|
|       |                                  | 5V 的亮度 (nit) | 1000nits 下外量子效率(%) | 1000nits 下驱动电压 (V) |     |
| 实施例 3 | 0:94:2:2:2                       | 265          | 2.38               | 5.4                | 蓝光  |
|       |                                  |              |                    |                    | 12% |
|       |                                  |              |                    |                    | 绿光  |
| 实施例 4 | 84:10:2:2:2                      | 3521         | 1.17               | 4.1                | 31% |
|       |                                  |              |                    |                    | 红光  |
|       |                                  |              |                    |                    | 11% |
| 实施例 5 | 69:10:7:7:7                      | 4965         | 1.35               | 4.6                | 蓝光  |
|       |                                  |              |                    |                    | 13% |
|       |                                  |              |                    |                    | 绿光  |
| 实施例 6 | 39:40:7:7:7                      | 1090         | 1.53               | 4.9                | 48% |
|       |                                  |              |                    |                    | 红光  |
|       |                                  |              |                    |                    | 22% |
| 实施例 7 | 21:40:13:13:13                   | 896          | 1.72               | 5.2                | 蓝光  |
|       |                                  |              |                    |                    | 11% |
|       |                                  |              |                    |                    | 绿光  |
|       |                                  |              |                    |                    | 45% |
|       |                                  |              |                    |                    | 红光  |
|       |                                  |              |                    |                    | 18% |

[0114] 从上表可看出,当mCP的重量浓度很低时,器件中的载流子传输性能变差,此时器件的工作电压较高;通过降低ACRSA和量子点的浓度,提高mCP的重量浓度,能够改善器件的载流子传输性能,降低工作电压;然而此时,由于TADF和量子点的浓度被降低,器件的量子效率降低,发光性能变差;综合考虑各项影响因素,优选的条件为mCP的重量浓度为59-69 wt %,TADF的重量浓度为10-20%,红色、绿色、蓝色量子点的重量浓度各为7 wt %。

[0115] 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。

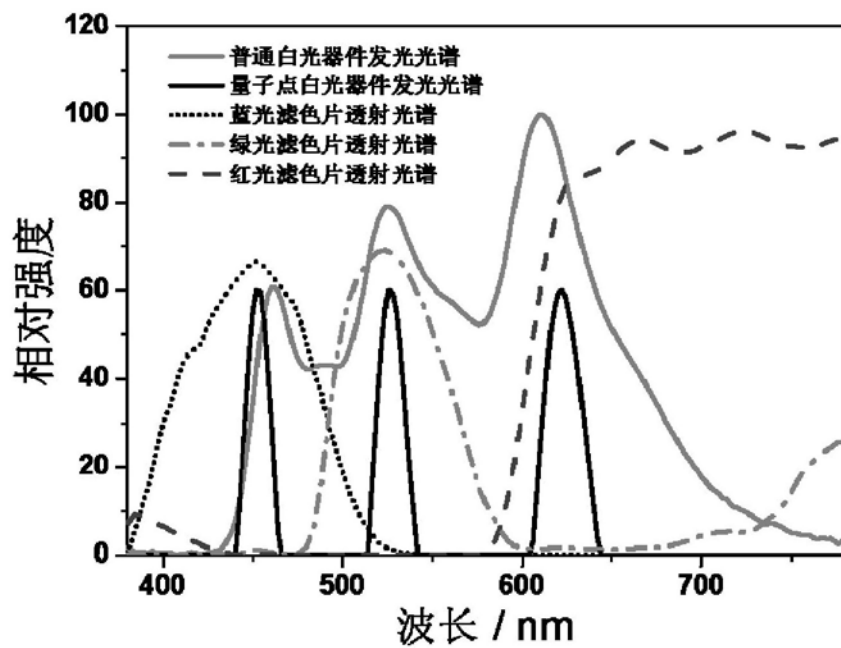


图 1

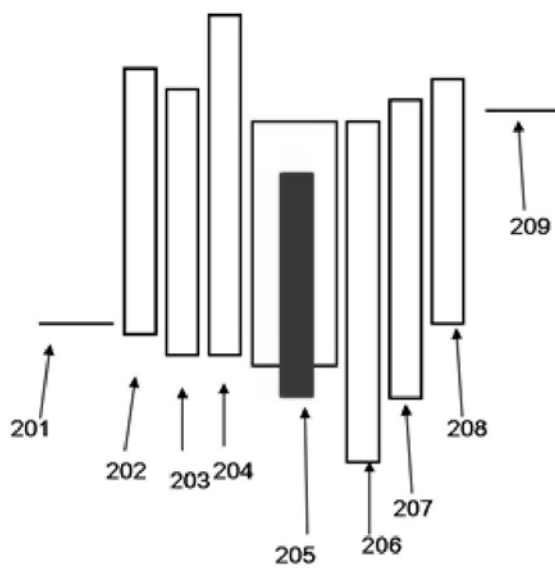


图 2

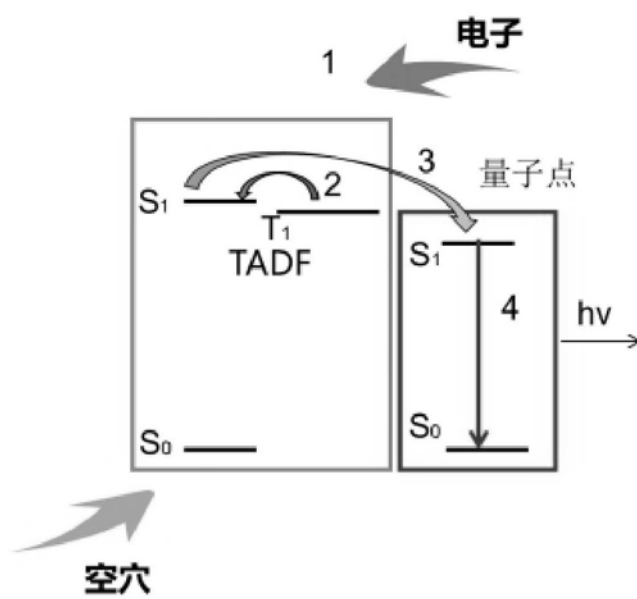


图 3

|                |                                                                    |         |            |
|----------------|--------------------------------------------------------------------|---------|------------|
| 专利名称(译)        | 一种基于量子点电致发光器件的彩色显示器件                                               |         |            |
| 公开(公告)号        | <a href="#">CN106997890B</a>                                       | 公开(公告)日 | 2020-05-15 |
| 申请号            | CN201610050331.5                                                   | 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<br>李维维<br>赵菲<br>刘嵩                                              |         |            |
| 发明人            | 闵超<br>李维维<br>赵菲<br>刘嵩                                              |         |            |
| IPC分类号         | H01L27/32 H01L51/52 H01L51/54 C09K11/06                            |         |            |
| CPC分类号         | C09K11/06 C09K2211/1029 H01L27/32 H01L51/0032 H01L51/52 Y02B20/181 |         |            |
| 代理人(译)         | 张秋越                                                                |         |            |
| 审查员(译)         | 张博                                                                 |         |            |
| 其他公开文献         | CN106997890A                                                       |         |            |
| 外部链接           | <a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>                     |         |            |

# 摘要(译)

本发明公开了一种基于量子点电致发光器件的彩色显示器件，其包括多个排列成阵列的量子点电致发光器件和彩色滤光片，所述量子点电致发光器件，包括发光层，所述发光层包含红色发光的量子点材料、绿色发光的量子点材料、蓝色发光的量子点材料和热活化延迟荧光材料，其中，红色发光的量子点材料、绿色发光的量子点材料和蓝色发光的量子点材料混合形成白光材料，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；以彩色滤光片对量子点电致发光器件的发光过滤，以实现彩色显示。本发明的彩色显示器件，工艺简单，制造成本低，其提高了量子点电致发光二极管的电流效率。

