



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103881068 B

(45)授权公告日 2018.09.21

(21)申请号 201310716595.6

(22)申请日 2013.12.23

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103881068 A

(43)申请公布日 2014.06.25

(30)优先权数据

1223283.1 2012.12.21 GB

(73)专利权人 剑桥显示技术有限公司

地址 英国剑桥

专利权人 住友化学株式会社

(72)发明人 A·斯托伊德尔 F·鲍塞特

K·坎特卡

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 王海宁

(51)Int.Cl.

C08G 61/12(2006.01)

C09K 11/06(2006.01)

H01L 51/54(2006.01)

(56)对比文件

JP 特开2008-24797 A,2008.02.07,

CN 102015820 A,2011.04.13,

Kai Zhang et al..Effective

Suppression of Intra- and Interchain

Triplet Energy Transfer to Polymer

Backbone from the Attached Phosphor for

Efficient Polymeric

Electrophosphorescence.《Chemistry of

Materials》.2009,第21卷(第14期),第3306-

3314页.

审查员 王欢

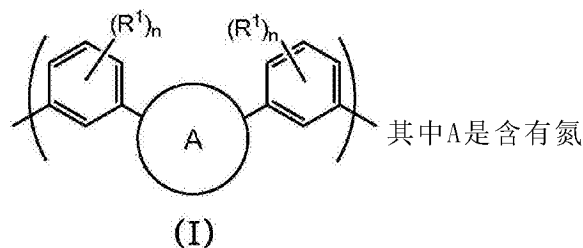
权利要求书3页 说明书34页 附图1页

(54)发明名称

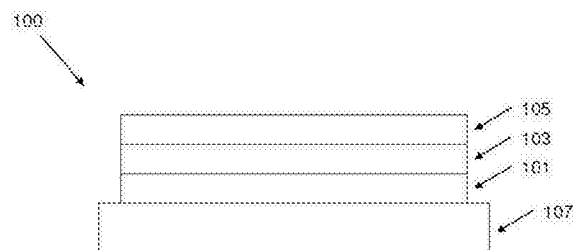
聚合物以及有机发光器件

(57)摘要

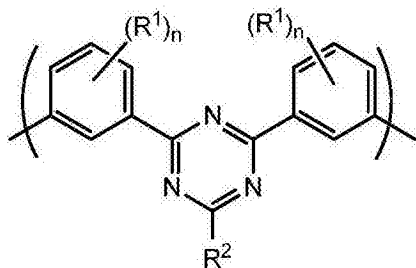
一种包含聚合物和磷光材料的组合物,其中所述聚合物包含式(I)的重复单元:



原子的杂芳基基团,并且A可以是未取代的或者取代有一个或多个取代基;R<sup>1</sup>在每次出现时独立地为取代基;并且n为0、1、2、3或4。



1. 一种包含聚合物和磷光材料的组合物,其中所述聚合物包含式(III)的重复单元:



(III)

其中 $R^1$ 在每次出现时独立地选自 $C_{1-40}$ 烷基、 $-OR^{11}$ 、 $-SR^{11}$ 、 $-NR^{11}_2$ 、和 $-SiR^{11}_3$ ,其中 $R^{11}$ 在每次出现时为 $C_{1-40}$ 烷基;

$R^2$ 是 $C_{1-40}$ 烷基;和

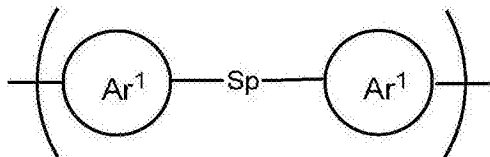
$n$ 为0、1、2、3或4。

2. 根据权利要求1所述的组合物,其中所述聚合物包含一种或多种共聚重复单元。

3. 根据权利要求2所述的组合物,其中所述聚合物包含亚芳基共聚重复单元,该亚芳基共聚重复单元可以是未取代的或取代有一个或多个取代基。

4. 根据权利要求2所述的组合物,其中所述一种或多种共聚重复单元包括共轭中断重复单元,所述共轭中断重复单元在与该共轭中断重复单元邻近的重复单元之间不提供任何共轭路径。

5. 根据权利要求4所述的组合物,其中所述一种或多种共聚重复单元包括式(II)的共聚重复单元:



(II)

其中:

$Ar^1$ 在每次出现时独立地表示芳基或杂芳基基团,所述芳基或杂芳基基团可以是未取代的或取代有一个或多个取代基;和

$Sp$ 表示间隔基团,该间隔基团包含至少一个碳或硅原子。

6. 根据权利要求1所述的组合物,其中所述磷光材料与所述聚合物混合。

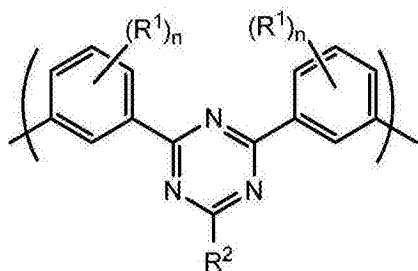
7. 根据权利要求1所述的组合物,其中所述磷光材料与所述聚合物共价结合。

8. 根据权利要求1所述的组合物,其中所述磷光材料的光致发光光谱具有在420-490nm范围内的峰。

9. 一种配制物,该配制物包含根据权利要求1-8任一项所述的组合物以及至少一种溶剂。

10. 一种有机发光器件,该器件包含阳极、阴极以及介于该阳极和阴极之间的发光层,其中该发光层包含根据权利要求1-8任一项所述的组合物。

11. 包含式(III)的重复单元的聚合物:



(III)

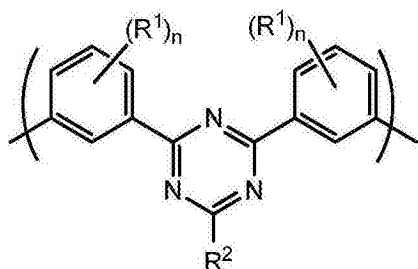
其中：

$R^2$ 是 $C_{1-40}$ 烷基；

$R^1$ 在每次出现时独立地选自 $C_{1-40}$ 烷基、 $-OR^{11}$ 、 $-SR^{11}$ 、 $-NR^{11}_2$ 、和 $-SiR^{11}_3$ ，其中 $R^{11}$ 在每次出现时为 $C_{1-40}$ 烷基；并且

$n$ 为0、1、2、3或4。

12. 包含式 (III) 的重复单元的聚合物，



(III)

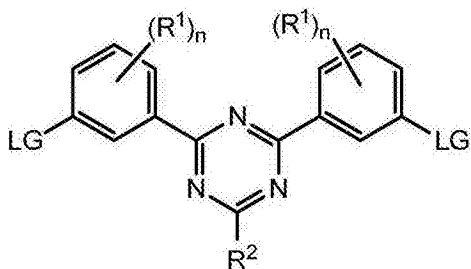
其中

$R^2$ 是芳族环或者芳族环的支化链或直链，其中每个环可以是未取代的或者取代有一个或多个取代基 $R^4$ ，其中每个 $R^4$ 独立地选自于 $C_{1-20}$ 烷基，其中该 $C_{1-20}$ 烷基的一个或多个非相邻C原子可以被O或S替换，并且该 $C_{1-20}$ 烷基的一个或多个H原子可以被F替换；

$R^1$ 在每次出现时独立地选自 $C_{1-40}$ 烷基、 $-OR^{11}$ 、 $-SR^{11}$ 、 $-NR^{11}_2$ 、和 $-SiR^{11}_3$ ，其中 $R^{11}$ 在每次出现时为 $C_{1-40}$ 烷基；并且

$n$ 为0、1、2、3或4。

13. 一种形成聚合物的方法，该方法包括将式 (IV) 的单体聚合的步骤：



(IV)

其中LG是离去基团，该离去基团能够在偶联反应中离去从而与芳族或杂芳族基团形成碳-碳键，并且其中

$R^1$ 、 $R^2$ 和 $n$ 如权利要求1中所定义。

14. 根据权利要求13的方法, 其中各个LG独立地选自如下: 卤素; 硼酸; 硼酸酯; 磺酸; 和磺酸酯。

15. 根据权利要求14的方法, 其中各个LG选自溴或碘。

16. 根据权利要求14的方法, 其中在金属催化剂的存在下进行所述聚合。

## 聚合物以及有机发光器件

### 背景技术

[0001] 对于在器件例如有机发光二极管(OLED)、有机光响应器件(特别是有机光伏器件和有机光传感器)、有机晶体管和存储器阵列器件中的应用,含有活性有机材料的电子器件正引起越来越多的关注。含有活性有机材料的器件提供诸如低重量、低功率消耗和柔性的益处。此外,可溶有机材料的使用允许在器件制造中利用溶液加工,例如喷墨印刷或者旋涂。

[0002] OLED可以包含带有阳极的基底、阴极以及介于阳极和阴极之间的一个或多个有机发光层。

[0003] 在器件工作期间空穴通过阳极被注入器件并且电子通过阴极被注入器件。发光材料的最高已占分子轨道(HOMO)中的空穴和最低未占分子轨道(LUMO)中的电子结合从而形成激子,所述激子以光的形式释放其能量。

[0004] 发光层可以包含导电主体材料和发光掺杂剂,其中能量从主体材料转移至发光掺杂剂。例如,J.Appl.Phys.65,3610,1989公开了用荧光发光掺杂剂掺杂的主体材料(即,其中通过单重态激子的衰变而发出光的发光材料)。

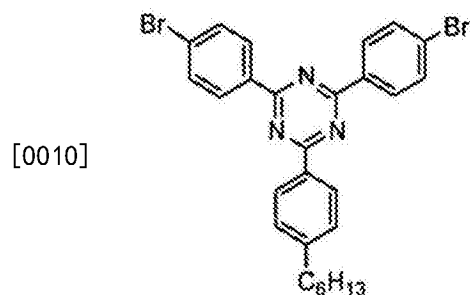
[0005] 磷光掺杂剂也是已知的(即,其中通过三重态激子的衰变而发出光的发光掺杂剂)。

[0006] 可在OLED的阳极和发光层之间提供空穴传输层。

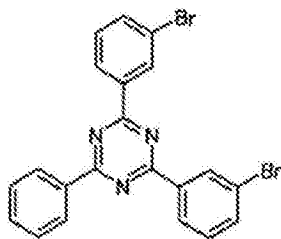
[0007] 合适的发光材料包括小分子、聚合物和树枝状分子(dendrimeric)材料。合适的发光聚合物包括聚(亚芳基亚乙烯基)例如聚(对亚苯基亚乙烯基)和包含亚芳基重复单元(例如茚重复单元)的聚合物。W097/05184中公开了发蓝光的茚均聚物。

[0008] W0 2010/085676公开了用于电致磷光器件的主体材料。公开了通过1,6-双(3-(4,4,5,5-四甲基-[1,3,2]-二氧杂环戊硼烷-2-基)苯氧基)己烷和2-(4-(3-(3,6-二溴咪唑-9-基)丙基)苯基)-4,6-二(3-甲基苯基)-1,3,5-三嗪的共聚形成的共聚物。

[0009] W0 2008/025997公开了用于制备聚合物主体的下列单体:



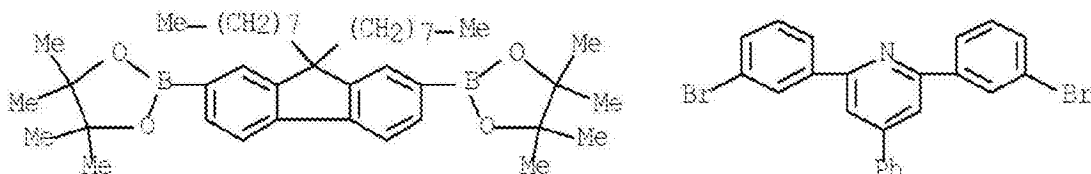
[0012]



[0013] Journal of Material Chemistry (2011), 21 (32), 11800-11814中公开了二苯并噻咯聚合物以及在有机电子器件中的应用。

[0014] Gaofenzi Xuebao (2009), (11), 1120-1125公开了包含下列单体的聚合物:

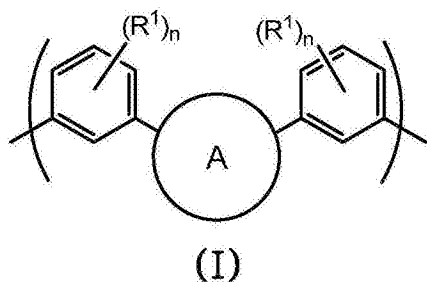
[0015]



## 发明内容

[0016] 在第一方面,本发明提供了一种包含聚合物和磷光材料的组合物,其中所述聚合物包含式(I)的重复单元:

[0017]



[0018] 其中A是含有氮原子的杂芳基基团,并且A可以是未取代的或者取代有一个或多个取代基;

[0019]  $R^1$ 在每次出现时独立地为取代基;并且

[0020]  $n$ 为0、1、2、3或4。

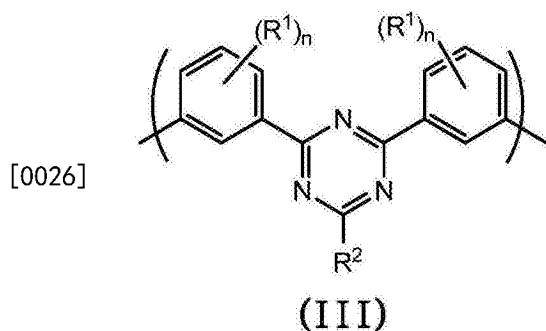
[0021] 在第二方面,本发明提供了一种配制物,该配制物包含根据所述第一方面的组合物以及至少一种溶剂。

[0022] 在第三方面,本发明提供了一种有机发光器件,该器件包含阳极、阴极以及介于阳极和阴极之间的发光层,其中该发光层包含根据第一方面的组合物。

[0023] 在第四方面,本发明提供了形成根据第三方面的有机发光器件的方法,该方法包括步骤:在阳极和阴极之一的上方形成发光层,和在该发光层的上方形成阳极和阴极中的另一个。

[0024] 任选地,根据第四方面,通过沉积根据第三方面的配制物并蒸发所述至少一种溶剂来形成所述发光层。

[0025] 在第五方面,本发明提供了一种包含式(III)重复单元的聚合物:



[0027] 其中：

[0028]  $R^2$ 是H或取代基；

[0029]  $R^1$ 在每次出现时独立地为取代基；并且

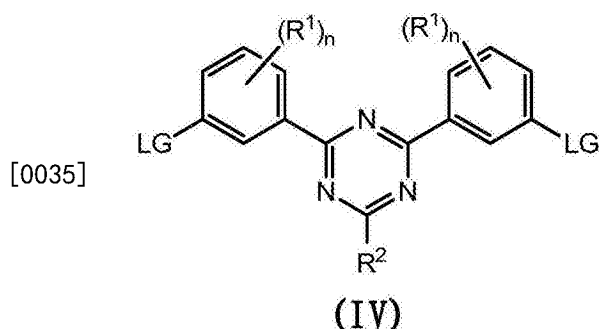
[0030]  $n$ 为0、1、2、3或4。

[0031] 任选地，根据第五方面， $R^2$ 为芳族环或者芳族环的支化链或直链，其中每个环可以是未取代的或者取代有一个或多个取代基 $R^4$ 。

[0032] 任选地，根据第五方面， $R^2$ 是苯基。

[0033] 任选地，根据第五方面，每个 $R^4$ 独立地选自于 $C_{1-20}$ 烷基，其中该 $C_{1-20}$ 烷基的一个或多个非相邻C原子可以被O或S替换，并且该 $C_{1-20}$ 烷基的一个或多个H原子可以被F替换。

[0034] 在第六方面，本发明提供了一种形成聚合物的方法，该方法包括将式(IV)的单体聚合的步骤：



[0036] 其中LG是离去基团，该离去基团能够在偶联反应中离去从而与芳族或杂芳族基团形成碳-碳键，并且其中 $R^1$ 、 $R^2$ 和 $n$ 如关于任一前述方面所述。

[0037] 在第七方面，本发明提供了一种配制物，该配制物包含根据第五方面的聚合物以及至少一种溶剂。

[0038] 在第八方面，本发明提供了一种有机发光器件，该器件包含阳极、阴极以及介于阳极和阴极之间的发光层，其中该发光层包含根据第五方面的聚合物。

[0039] 在第九方面，本发明提供了形成根据第八方面的有机发光器件的方法，该方法包括步骤：在阳极和阴极的一个上方形成发光层，以及在该发光层上方形成阳极和阴极中的另一个。

[0040] 任选地，根据第九方面，通过沉积根据第七方面的配制物并蒸发所述至少一种溶剂来形成所述发光层。

## 附图说明

[0041] 现将参考附图更详细地描述本发明，其中：

[0042] 图1示意性说明了根据本发明实施方案的OLED;和

[0043] 图2显示了根据本发明实施方案的主体聚合物材料和比较主体聚合物材料的光稳定性(photostability)。

### 具体实施方式

[0044] 图1说明了根据本发明实施方案的OLED 100,其包含阳极101、阴极105以及介于阳极和阴极之间的发光层103。该器件100承载在基底107上,例如玻璃或塑料基底。

[0045] 在阳极101和阴极105之间可提供一个或多个另外的层,例如空穴传输层、电子传输层、空穴阻挡层和电子阻挡层。该器件可包含多于一个发光层。

[0046] 优选的器件结构包括:

[0047] 阳极/空穴注入层/发光层/阴极

[0048] 阳极/空穴传输层/发光层/阴极

[0049] 阳极/空穴注入层/空穴传输层/发光层/阴极

[0050] 阳极/空穴注入层/空穴传输层/发光层/电子传输层/阴极。

[0051] 优选地,存在空穴传输层和空穴注入层中的至少一个。优选地,存在空穴注入层和空穴传输层两者。

[0052] 发光材料包括红色发光材料、绿色发光材料和蓝色发光材料。

[0053] 蓝色发光材料可具有峰值在不大于490nm范围内、任选地在420-480nm范围内的光致发光光谱。

[0054] 绿色发光材料可具有峰值在大于490nm直至580nm、任选地大于490nm直至540nm的范围内的光致发光光谱。

[0055] 红色发光材料可任选地在其光致发光光谱中具有大于580nm直至630nm、任选地在585-625nm内的峰值。

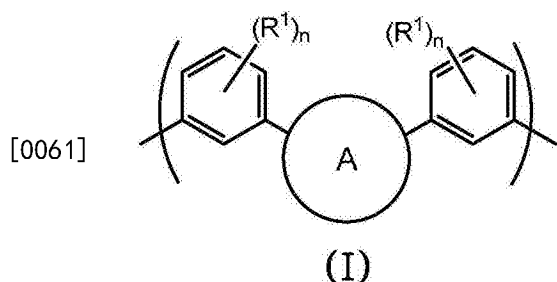
[0056] 发光层103含有本发明的聚合物以及一种或多种磷光材料,从而形成主体-掺杂剂体系。发光层103可以基本上由这些材料组成或者可以含有一种或多种另外的材料,例如一种或多种电荷传输材料或一种或多种另外的发光材料。该主体聚合物的三重态能级优选地低于该发光材料的三重态能级不超过0.1eV,且更优选地大致等于或者高于该发光材料的三重态能级,以避免来自发光掺杂剂的磷光的淬灭。任选地,所述主体聚合物的最低三重态能级是至少2.4eV或至少2.6eV。可以根据与所述主体一起使用的最短波长磷光材料来选择所述主体聚合物的三重态能级。例如,如果绿色磷光材料是最短波长材料,那么主体材料的三重态能级可以低于蓝色磷光材料的主体的三重态能级。

[0057] 在优选的实施方案中,发光层103包含本发明的组合物和聚合物以及绿色和蓝色磷光发光材料中的至少一种磷光发光材料。

[0058] 如果存在,邻近磷光发光层的电荷传输层优选地含有电荷传输材料,该电荷传输材料的T<sub>1</sub>激发态能级低于(优选地等同于或高于)本发明磷光发光材料的T<sub>1</sub>激发态能级不超过0.1eV,以避免从发光层迁移到电荷传输层中的三重态激子的淬灭。

[0059] 可从通过低温磷光光谱法测量的磷光光谱的能量初始值(onset)来测量三重态能级(Y.V.Romaovskii等人,Physical Review Letters,2000,85(5),第1027页,A.van Dijken等人,Journal of the American Chemical Society,2004,126,第7718页)。

[0060] 在第一方面,本发明提供了一种包含聚合物和磷光材料的组合物,其中该聚合物包含式(I)的重复单元:



[0062] 其中A是含有氮原子的杂芳基基团,并且其中A可以是未取代的或者取代有一个或多个取代基;

[0063]  $R^1$ 在每次出现时独立地为取代基;和

[0064]  $n$ 为0、1、2、3或4。

[0065] A可以选自三嗪、嘧啶、吡啶、三唑和噁二唑。

[0066] A可以取代有至少一个取代基 $R^2$ 。

[0067] 每个 $R^2$ 可独立地为 $C_{1-40}$ 烷基。

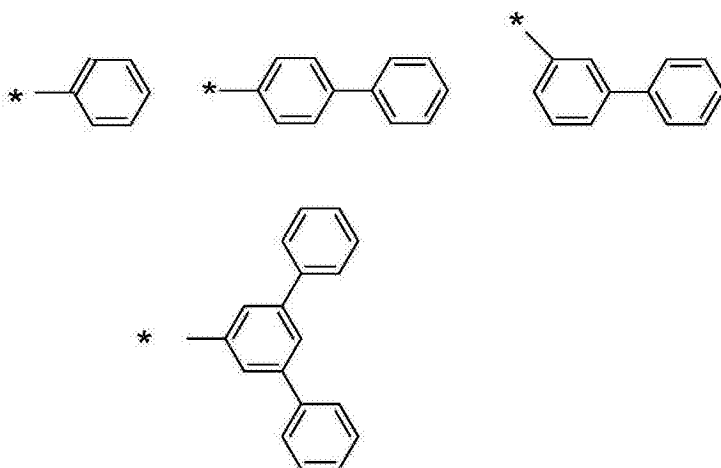
[0068] 示例性的 $C_{1-40}$ 烷基包括:烷基;芳基,优选苯基;或芳基基团的直链或支化链,优选为苯基基团的直链或支化链,所述基团可以是未取代的或取代有一个或多个取代基。示例性的烷基取代基包括下列:

[0069]  $-C_{1-20}$ 烷基

[0070]  $-$ 取代有一个或多个 $C_{1-20}$ 烷基的苯基

[0071]  $-$ 两个或更多个苯环的支化链或直链,所述环的每一个可以取代有一个或多个 $C_{1-20}$ 烷基,例如联苯基或3,5-二苯基苯。

[0072] 示例性的芳族烷基包括下列,其中每一个可以取代有一个或多个取代基:



[0073]

[0074] 示例性的基团 $R^1$ 包括 $C_{1-40}$ 烷基、 $-OR^{11}$ 、 $-SR^{11}$ 、 $-NR^{11}_2$ 、和 $-SiR^{11}_3$ ,其中 $R^{11}$ 在每次出现时为取代基,优选为 $C_{1-40}$ 烷基。

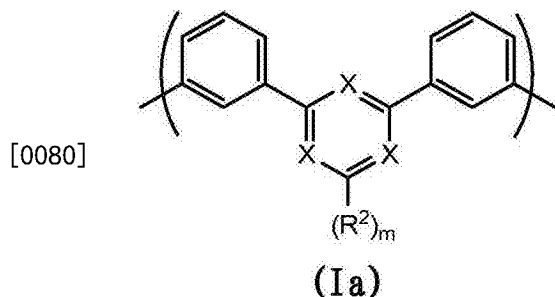
[0075] 示例性的烷基基团 $R^1$ 和 $R^{11}$ 包括: $C_{1-20}$ 烷基;未取代的苯基;取代有一个或多个 $C_{1-20}$ 烷基的苯基;以及苯基基团的支化链或直链,其中各苯基是未取代的或取代有一个或多个 $C_{1-20}$ 烷基。优选为 $C_{1-20}$ 烷基。

[0076]  $R^1$ 和(当存在时的) $R^2$ 的一个或多个非相邻C原子可独立地被-O-、-S-、-NR<sup>11</sup>-、-SiR<sup>11</sup><sub>2</sub>-、C(=O)或-COO-替换。

[0077] 任选地, $R^2$ 是含有两个或更多个芳基(优选两个或更多个苯基)的C<sub>12-40</sub>烷基。

[0078] 本文任何地方所述的烷基包括直链、支化链和环状烷基。在 $R^2$ 的情况下,C<sub>3-20</sub>支化链烷基(包括含一个或多个选自仲和叔碳原子的C原子的烷基)可提供比相应直链烷基更大的空间位阻并因此提供更大程度的扭曲。

[0079] 在一个实施方案中,式(I)的重复单元具有式(Ia):



[0081] 其中:

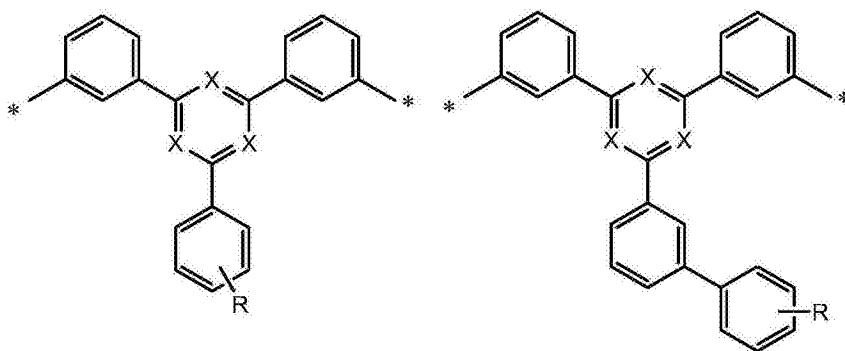
[0082] X在每次出现时独立地选自N和CR<sup>12</sup>,其中R<sup>12</sup>在每次出现时独立地为H或取代基,条件是至少一个X为N,

[0083] R<sup>2</sup>是如上所述的取代基,并且m为0或1。

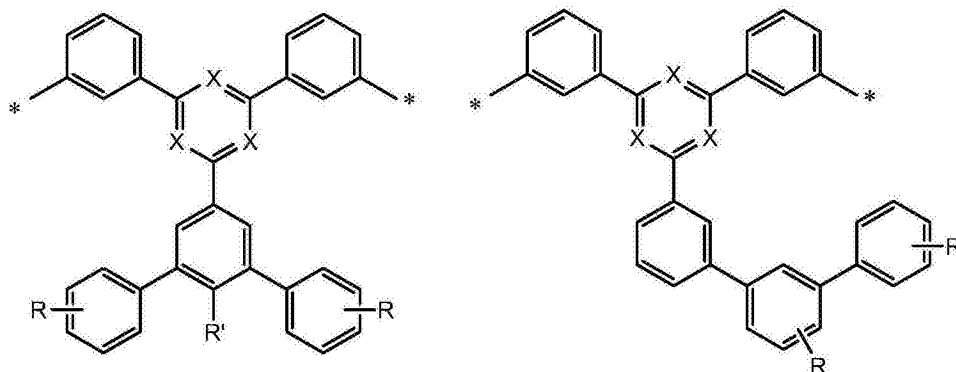
[0084] 式(Ia)重复单元的每个X优选为N。

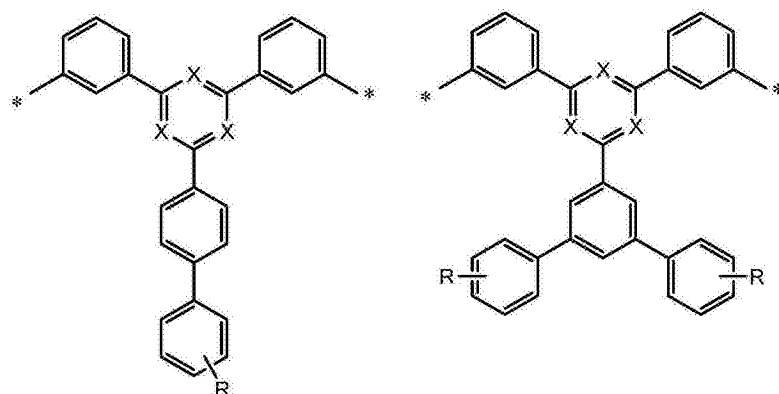
[0085] 每个R<sup>12</sup>优选地选自H和C<sub>1-20</sub>烷基。

[0086] 示例性的式(I)重复单元如下所示,其中R和R'在每次出现时为H或取代基,优选为C<sub>1-20</sub>烷基:

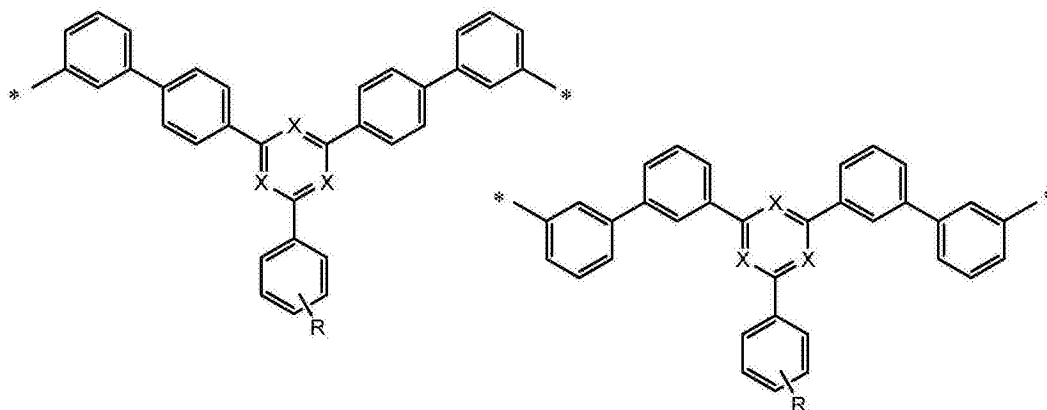


[0087]





[0088]



[0089] 取代基 $R^2$ 的共轭程度可能影响聚合物的三重态能级。在 $R^2$ 含有苯基链的情形中，苯基之间的对位连接可导致比间位连接更大的共轭程度。在一个实施方案中， $R^2$ 是苯基，其中该苯基的一个或两个间位位置取代有未取代的或取代的芳基或杂芳基，优选为苯基，该苯基可以是未取代的或取代有一个或多个 $C_{1-20}$ 烷基。

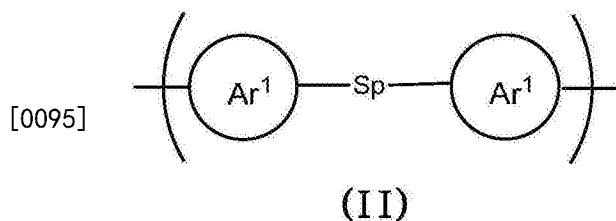
[0090] 在 $R^2$ 是进一步取代有一个或多个芳基或杂芳基的苯基集团的情形中，可以提供与上述一个或多个芳基或杂芳基取代基成邻位关系的取代基，以便在苯基与上述芳基或杂芳基取代基之间产生扭曲。在一种实施方案中， $R^2$ 是具有一个或两个苯基间位取代基、以及4-取代基的苯基从而在所述苯基和苯基间位取代基之间产生扭曲。任选地，该4-取代基选自 $C_{1-20}$ 烷基。

[0091] 在一种实施方案中，本发明组合物的聚合物是具有式(I)重复单元以及一种或多种共聚重复单元的共聚物。

[0092] 示例性的共聚重复单元包括亚芳基共聚重复单元，该亚芳基共聚重复单元可以是未取代的或取代有一个或多个取代基。优选的亚芳基共聚重复单元是亚苯基重复单元，该亚苯基重复单元可以是未取代的或取代有一个或多个取代基。

[0093] 在一种优选设置中，所述一种或多种共聚重复单元包括共轭中断重复单元，所述共轭中断重复单元是这样的重复单元：该共轭中断重复单元在与其邻近的重复单元之间不提供任何共轭路径。

[0094] 示例性的共轭中断共聚重复单元包括式(II)的共聚重复单元：



[0096] 其中：

[0097] Ar<sup>1</sup>在每次出现时独立地表示芳基或杂芳基基团，所述芳基或杂芳基基团可以是未取代的或取代有一个或多个取代基；和

[0098] Sp表示间隔基团，该间隔基团包含至少一个碳或硅原子。

[0099] 优选地，Ar<sup>1</sup>是芳基并且Ar<sup>1</sup>基团可以是相同的或不同的，更优选每个Ar<sup>1</sup>是苯基。

[0100] 任选地，每个Ar<sup>1</sup>是未取代的或者取代有如上关于R<sup>2</sup>所述的一个或多个C<sub>1-40</sub>烷基，所述烷基在每次出现时可以是相同的或不同的。

[0101] 示例性的基团Sp包括C<sub>1-20</sub>烷基链，其中该链的一个或多个非相邻C原子可以被O、S、-NR<sup>11</sup>-、-SiR<sup>11</sup><sub>2</sub>-、-C(=O)-或-COO-替换，并且其中R<sup>11</sup>在每次出现时为如上所述。

[0102] 根据本发明的组合物的磷光材料优选是金属络合物。

[0103] 在一种设置中，根据本发明的组合物的磷光材料与所述聚合物混合。

[0104] 在另一种设置中，根据本发明的组合物的磷光材料与聚合物共价结合。在这种设置中，磷光材料可被提供作为聚合物主链的主链重复单元、聚合物的端基或聚合物的侧基，所述侧基可直接结合到聚合物主链或者通过间隔基团（例如C<sub>1-20</sub>烷基）与聚合物主链间隔开。

[0105] 任选地，该磷光材料的光致发光光谱具有在不大于490nm波长处的峰，任选在420-575nm范围内，更优选420-480nm。

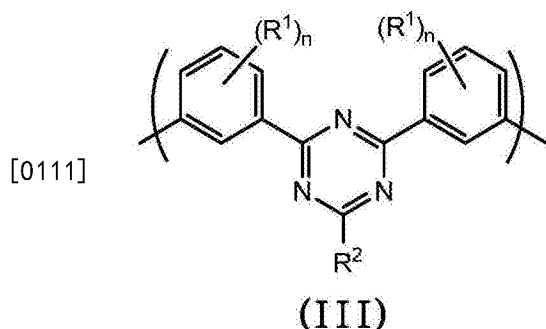
[0106] 在又一方面，本发明提供了一种配制物，该配制物包含根据本发明第一方面的组合物以及至少一种溶剂。

[0107] 在另一方面，本发明提供了一种有机发光器件，该器件包含阳极、阴极以及介于该阳极和阴极之间的发光层，其中该发光层包含根据本发明第一方面的组合物。

[0108] 本发明还提供了形成根据本发明的有机发光器件的方法，该方法包括步骤：在阳极和阴极之一的上方形成发光层，以及在所述发光层上方形成阳极和阴极中的另一个。

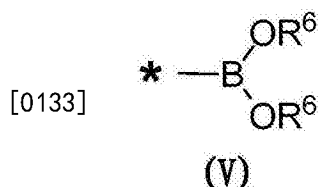
[0109] 任选地，通过如下方式形成所述发光层：沉积根据本发明的配制物，并且蒸发所述至少一种溶剂。

[0110] 在又一方面，本发明提供了包含式(III)重复单元的聚合物：

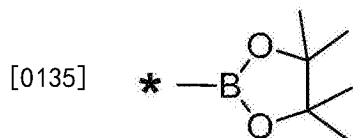


[0112] 其中：





[0134] 其中R<sup>6</sup>在每次出现时独立地为C<sub>1-20</sub>烷基,\*表示硼酸酯与单体芳族环的连接点,并且两个基团R<sup>6</sup>可连接从而形成环。在优选的实施方案中,两个基团R<sup>6</sup>连接从而形成硼酸的频那醇酯:



[0136] 本领域技术人员将理解,单体LG1-RU1-LG1将不会与另一单体LG1-RU1-LG1聚合以形成直接碳-碳键。单体LG2-RU2-LG2将不与另一单体LG2-RU2-LG2聚合以形成直接碳-碳键。

[0137] 优选地,LG1和LG2之一是溴或碘并且另一个是硼酸或硼酸酯。

[0138] 这种选择性意味着可控制聚合物主链中重复单元的排序使得所有或基本上所有由LG1-RU1-LG1聚合形成的RU1重复单元在两侧与RU2重复单元相邻。

[0139] 在上述方案1的实例中,通过两种单体以1:1的比例共聚而形成AB共聚物,然而将意识到在聚合中可使用多于两种单体,并且可使用任意的单体比例。

[0140] 所述碱可以是有机碱或无机碱。示例性的有机碱包括四烷基铵的氢氧化物、碳酸盐和碳酸氢盐。示例性的无机碱包括金属(例如碱金属或碱土金属)的氢氧化物、碳酸盐和碳酸氢盐。

[0141] 钯络合物催化剂可以是钯(0)或钯(II)化合物。

[0142] 特别优选的催化剂是四(三苯基膦)钯(0)以及与膦混合的乙酸钯(II)。

[0143] 可作为钯化合物催化剂的配体或者作为添加到聚合混合物中的单独化合物来提供膦。示例性膦包括三芳基膦,例如三苯基膦,其中各苯基可独立地是未取代的或取代有一个或多个取代基例如一个或多个C<sub>1-5</sub>烷基或C<sub>1-5</sub>烷氧基。

[0144] 特别优选的是三苯基膦和三(邻甲氧基三苯基)膦。

[0145] 聚合反应可发生在单一有机液体相中,其中反应混合物的所有组分是可溶的。该反应可发生在两相的水性-有机体系中,在该情况下,可使用相转移试剂。该反应可发生在通过将两相的水性-有机体系与乳化剂混合所形成的乳液中。

[0146] 通过添加封端反应物可使聚合物封端。合适的封端反应物是取代有一个离去基团的芳族或杂芳族材料。封端反应物可包括:用卤素取代的反应物(用于与硼酸或硼酸酯基团在聚合物链末端反应),以及用硼酸或硼酸酯取代的反应物(用于与卤素在聚合物链末端反应)。示例性的封端反应物为卤苯(例如溴苯)和苯基硼酸。可以在聚合反应期间或结束时添加封端反应物。

[0147] 非共轭重复单元

[0148] 式(II)的Ar<sup>1</sup>优选地为芳基,更优选为亚苯基。亚苯基Ar<sup>1</sup>可以是1,2-、1,3-或1,4-连接的亚苯基,优选为1,4-连接的亚苯基。

[0149] 式(II)的Sp可仅在两个基团Ar<sup>1</sup>之间包含单一非共轭原子,或者Sp可包含将两个基团Ar<sup>1</sup>分离的至少2原子的非共轭链。

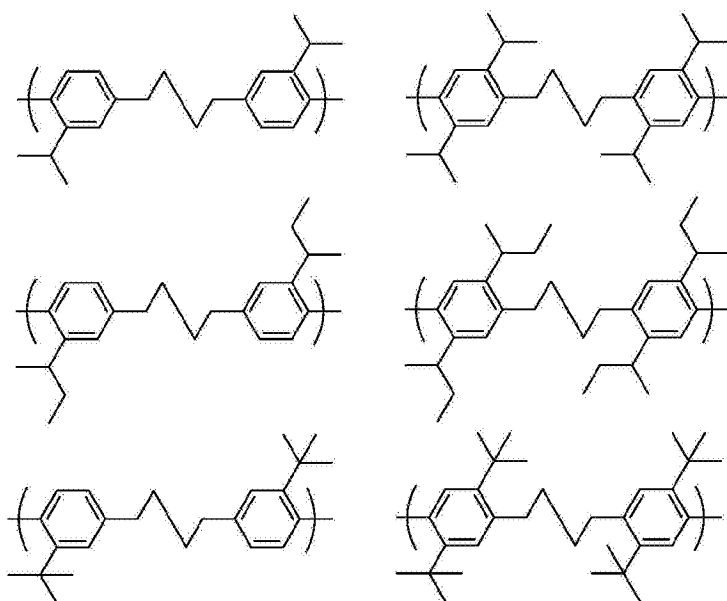
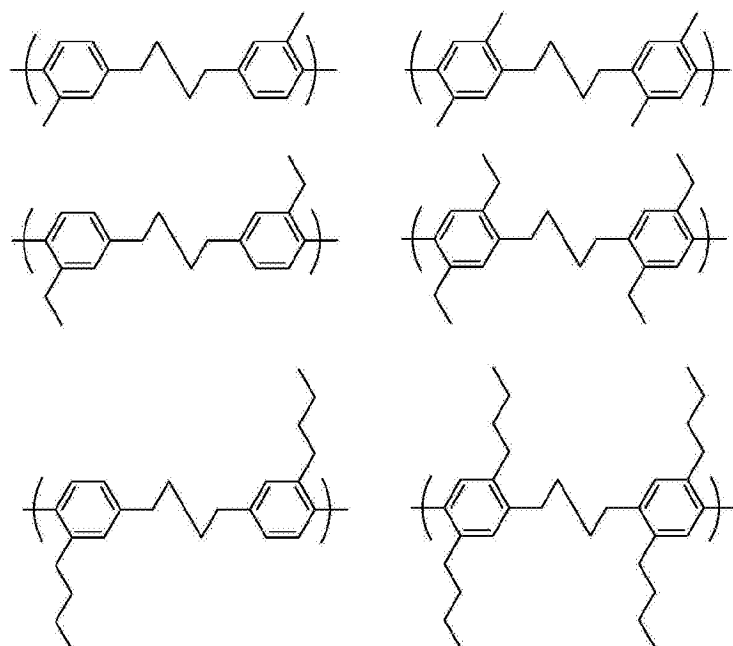
[0150] 非共轭原子可以为例如 $-\text{CR}^4_2-$ 或 $-\text{SiR}^4_2-$ , 其中 $\text{R}^4$ 在每次出现时为H或取代基, 任选为如上所述的取代基 $\text{R}^{11}$ , 例如 $\text{C}_{1-20}$ 烷基。

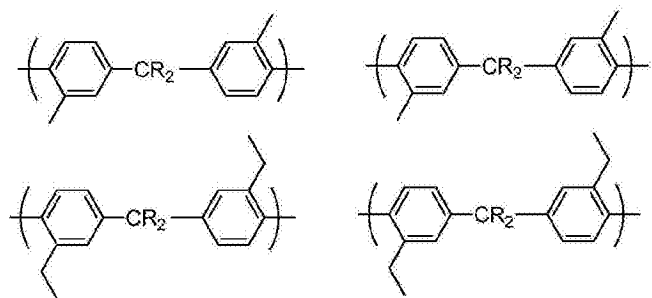
[0151] 间隔链Sp可包含两个或更多个原子从而将两个基团Ar<sup>1</sup>分离开,例如C<sub>1-20</sub>烷基链,其中该链的一个或多个非相邻C原子可被O、S、-NR<sub>11</sub>-、-SiR<sub>11</sub><sup>2</sup>-、-C(=O)-或-COO-替换。优选地,间隔链Sp包含至少一个sp<sup>3</sup>-杂化的碳原子从而将两个基团Ar<sup>1</sup>分离开。

[0152] 优选的基团Sp选自C<sub>1-20</sub>烷基,其中一个或多个非相邻C原子被O替换。可提供低聚醚链,例如式-O(CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>O)<sub>n</sub>-的链,其中n为1-5。

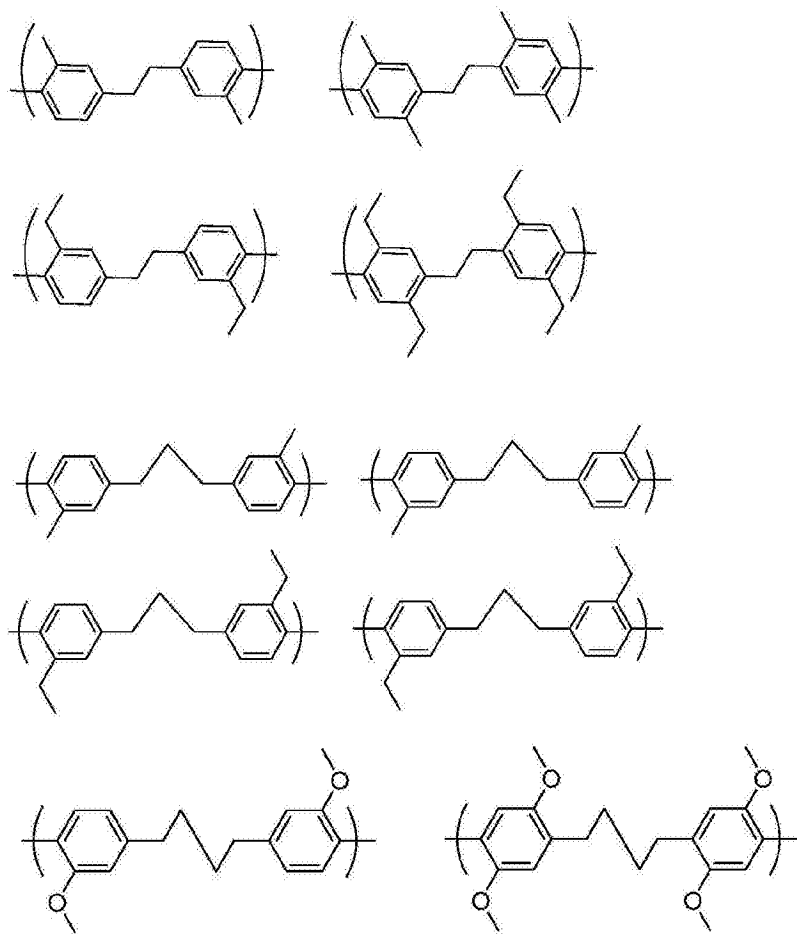
[0153] 可以按1-50摩尔%、任选地20-50摩尔%范围内的量提供式(II)重复单元。该聚合物可包含两个或更多个不同的式(II)重复单元。

[0154] 示例性的式(II)重复单元包括以下:

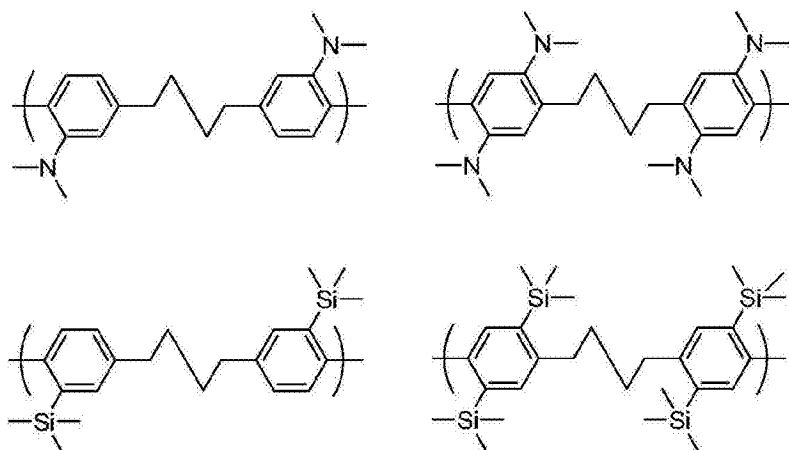


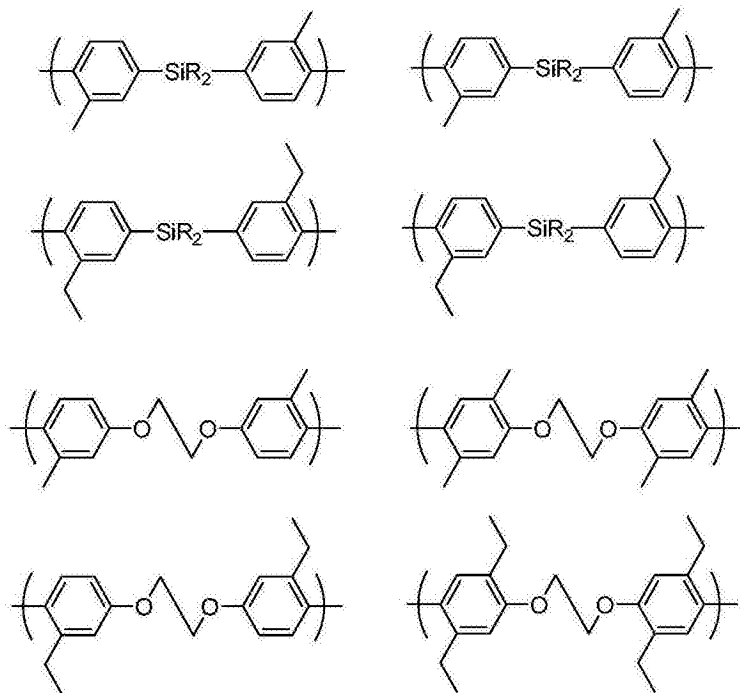


[0156]

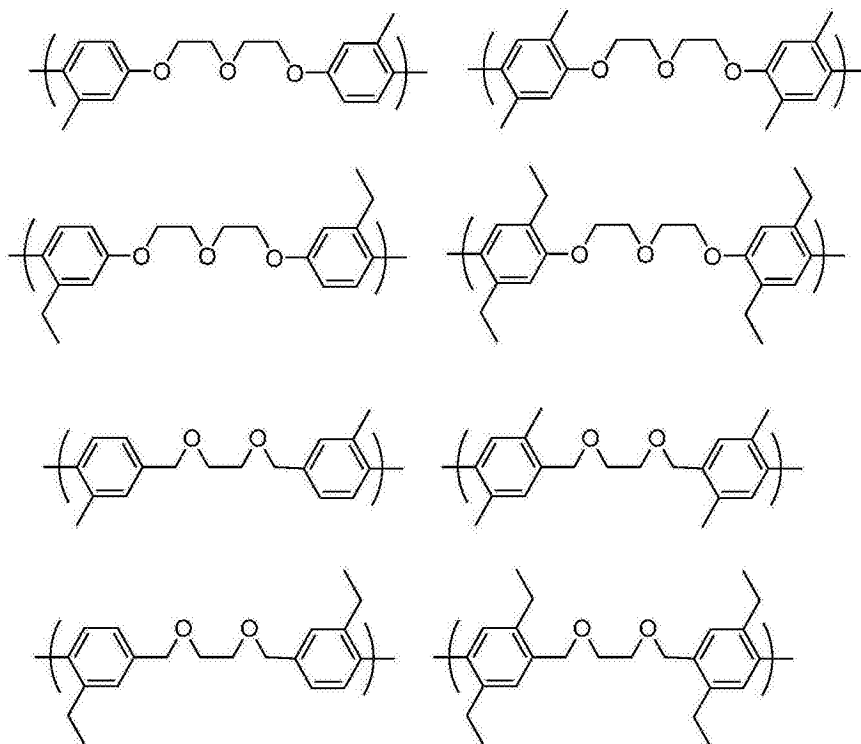


[0157]





[0158]

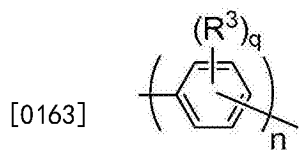


[0159] 亚芳基单元

[0160] 所述聚合物可含有：亚芳基或杂亚芳基重复单元，它们各自可以是未取代的或取代有一个或多个取代基；以及含芳族或杂芳族基团的电荷传输重复单元。

[0161] 示例性的亚芳基共聚重复单元包括亚芳基重复单元例如1,2-、1,3-和1,4-亚苯基重复单元，3,6-和2,7-连接的茱萸重复单元、茱萸并茱萸重复单元、茱萸重复单元、茱萸重复单元和菲重复单元，以及茱萸(stilbene)重复单元，它们各自可以是未取代的或取代有一个或多个取代基，例如一个或多个 $\text{C}_{1-30}$ 烷基取代基。

[0162] 一种优选类别的亚芳基重复单元是亚苯基重复单元,例如式(VI)的亚苯基重复单元:



(VI)

[0164] 其中q在每次出现时独立地为0、1、2、3或4,任选地为1或2;n为1、2或3;并且R<sup>3</sup>在每次出现时独立地为取代基。

[0165] 当存在时,各R<sup>3</sup>可独立地选自由以下构成的组:

[0166] -烷基,任选地C<sub>1-20</sub>烷基,其中一个或多个非相邻C原子可被任选取代的芳基或杂芳基、O、S、取代的N、C=O或-COO-替换,并且一个或多个H原子可被F替换;

[0167] -芳基和杂芳基基团,所述芳基和杂芳基基团可以是未取代的或取代有一个或多个取代基,优选为取代有一个或多个C<sub>1-20</sub>烷基的苯基;

[0168] -芳基或杂芳基基团的直链或支化链,每个所述基团可独立地被取代,例如式-(Ar<sup>3</sup>)<sub>r</sub>的基团,其中各Ar<sup>3</sup>独立地为芳基或杂芳基并且r为至少2,优选苯基的支化链或直链,每个基团可以是未取代的或取代有一个或多个C<sub>1-20</sub>烷基;和

[0169] -可交联基团,例如包含双键的基团如乙烯基或丙烯酸酯基团,或者苯并环丁烷基团。

[0170] 在R<sup>3</sup>包含芳基或杂芳基、或者芳基或杂芳基的直链或支化链的情况下,所述芳基或杂芳基或者每个芳基或杂芳基可取代有一个或多个选自以下的取代基R<sup>7</sup>:

[0171] 烷基,例如C<sub>1-20</sub>烷基,其中一个或多个非相邻C原子可被O、S、取代的N、C=O和-COO-替换,并且该烷基的一个或多个H原子可被F替换;

[0172] NR<sup>9</sup><sub>2</sub>、OR<sup>9</sup>、SR<sup>9</sup>、SiR<sup>9</sup><sub>3</sub>,和

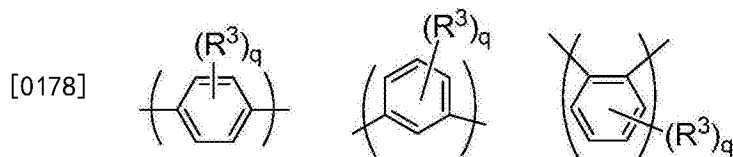
[0173] 氟,硝基和氰基;

[0174] 其中各R<sup>9</sup>独立地选自如下:烷基,优选C<sub>1-20</sub>烷基;和芳基或杂芳基,优选苯基,任选地取代有一个或多个C<sub>1-20</sub>烷基。

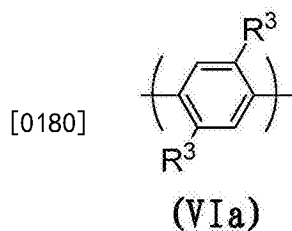
[0175] 取代的N,当存在时,可以为-NR<sup>9</sup>-,其中R<sup>9</sup>为如上所述。

[0176] 优选地,各个R<sup>3</sup>(当存在时)独立地选自C<sub>1-40</sub>烃基,并且更优选地选自:C<sub>1-20</sub>烷基;未取代的苯基;取代有一个或多个C<sub>1-20</sub>烷基的苯基;苯基的直链或支化链,其中各个苯基可以是未取代的或取代有一个或多个取代基;以及可交联基团。

[0177] 如果n为1,那么示例性的式(VI)重复单元包括如下:

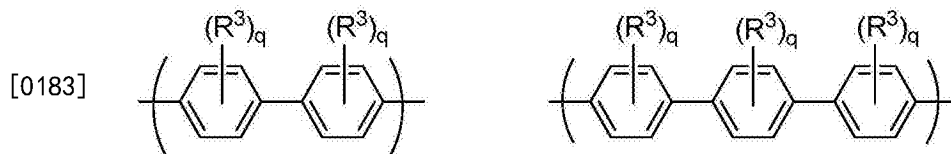


[0179] 特别优选的式(VI)重复单元具有式(VIa):

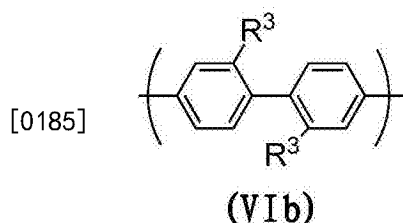


[0181] 式 (VIa) 的取代基  $R^3$  与该重复单元的连接位置邻近, 这可引起式 (VIa) 重复单元与邻近重复单元之间的空间位阻, 从而导致式 (VIa) 重复单元相对于一个或两个邻近重复单元扭曲到平面外。

[0182] 当  $n$  为 2 或 3 时的示例性重复单元包括以下:

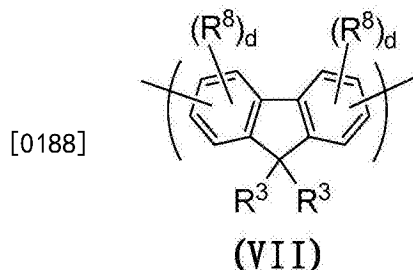


[0184] 优选的重复单元具有式 (VIb):



[0186] 式 (VIb) 的两个  $R^3$  基团可以在它们所结合的苯基环之间引起空间位阻, 从而导致两个苯基环相对于彼此扭曲。

[0187] 另一类型的亚芳基重复单元是任选取代的茈重复单元, 例如式 (VII) 的重复单元:



[0189] 其中  $R^3$  在每次出现时是相同的或不同的, 并且是如关于式 (VI) 所述的取代基, 并且其中两个基团  $R^3$  可以连接形成环;  $R^8$  为取代基; 以及  $d$  是 0、1、2 或 3。

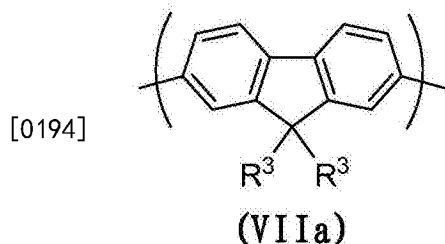
[0190] 茈重复单元的芳族碳原子可以是未取代的, 或可以取代有一个或多个取代基  $R^8$ 。示例性取代基  $R^8$  是烷基例如  $C_{1-20}$  烷基, 其中一个或多个非相邻 C 原子可以被如下替换: O、S、NH 或取代的 N、C=O 和 -C(=O)-、任选取代的芳基、任选取代的杂芳基、烷氧基、烷硫基 (alkylthio)、氟、氰基和芳基烷基。特别优选的取代基包括  $C_{1-20}$  烷基以及取代或未取代的芳基, 例如苯基。对于芳基而言, 任选的取代基包括一个或多个  $C_{1-20}$  烷基。

[0191] 取代的 N, 当存在时可以为:  $-NR^5-$ , 其中  $R^5$  为  $C_{1-20}$  烷基; 未取代的苯基; 或取代有一个或多个  $C_{1-20}$  烷基的苯基。

[0192] 可通过以下方式控制式 (VII) 重复单元与邻近重复单元的芳基或杂芳基的共轭程度: (a) 通过 3-和/或 6-位置连接重复单元以限制跨该重复单元的共轭程度, 和/或 (b) 在邻

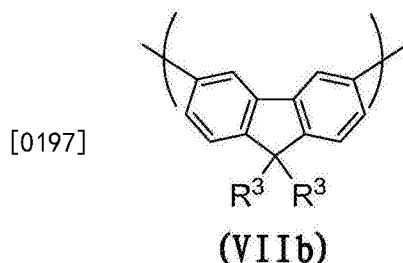
近该连接位置的一个或多个位置上用一个或多个取代基 $R^8$ 取代所述重复单元以产生与邻近的一个或多个重复单元的扭曲,例如在3-和6-位置之一或两者上带有 $C_{1-20}$ 烷基取代基的2,7-连接的芴。

[0193] 式(VII)重复单元可以为式(VIIa)的任选取代的2,7-连接的重复单元:



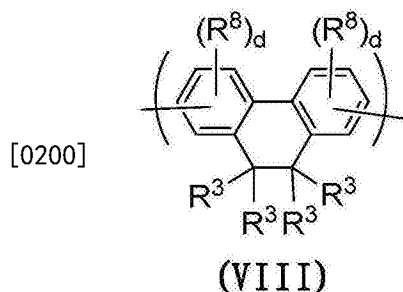
[0195] 任选地,式(VIIa)的重复单元在与2-或7-位置邻近的位置上未被取代。通过2-和7-位置的连接以及邻近这些连接位置不存在取代基提供了能够跨所述重复单元提供相对高的共轭程度的重复单元。

[0196] 式(VII)重复单元可以是式(VIIb)的任选取代的3,6-连接的重复单元:



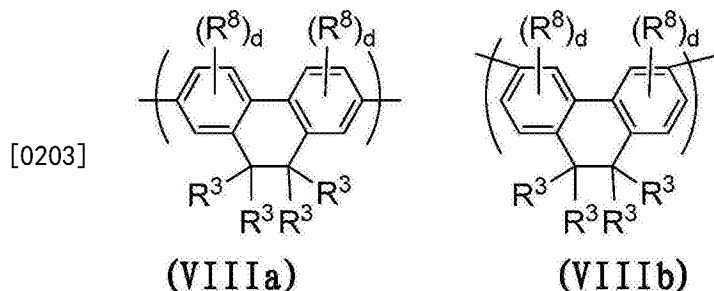
[0198] 与式(VIIa)重复单元相比,跨式(VIIb)重复单元的共轭程度可以是相对低的。

[0199] 另一种示例性的亚芳基重复单元具有式(VIII):



[0201] 其中 $R^3$ 、 $R^8$ 和 $d$ 如上文关于式(VI)和(VII)所述。 $R^3$ 基团中的任一个可连接到任何其它 $R^3$ 基团以形成环。如此形成的环可以是未取代的或者可以取代有一个或多个取代基,任选地为一个或多个 $C_{1-20}$ 烷基。

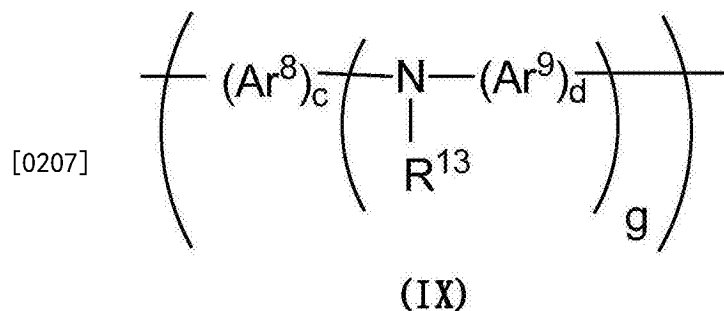
[0202] 式(VIII)重复单元可具有式(VIIIa)或(VIIIb):



[0204] 其它的亚芳基共聚重复单元包括：菲重复单元、萘重复单元、蒽重复单元和茈重复单元。这些亚芳基重复单元的每一个可通过这些单元中的任意两个芳族碳原子连接到邻近的重复单元。具体的示例性连接包括9,10-蒽、2,6-蒽、1,4-萘、2,6-萘、2,7-菲和2,5-茈。这些重复单元的每一个可以是取代的或未取代的，例如取代有一个或多个C<sub>1-40</sub>烷基。

[0205] 该聚合物可含有一个或多个空穴传输重复单元。示例性的空穴传输重复单元可以是电子亲和能为2.9eV或更低并且电离电势为5.8eV或更低、优选5.7eV或更低的材料的重复单元。

[0206] 优选的空穴传输重复单元是(杂)芳基胺重复单元，包括式(IX)的重复单元：



[0208] 其中Ar<sup>8</sup>和Ar<sup>9</sup>在每次出现时独立地选自取代或未取代的芳基或杂芳基，g大于或等于1，优选为1或2，R<sup>13</sup>是H或者取代基，优选为取代基，并且c和d各自独立地为1、2或3。

[0209] 当g>1时在每次出现时可以相同或不同的R<sup>13</sup>优选地选自烷基(例如C<sub>1-20</sub>烷基)、Ar<sup>10</sup>、Ar<sup>10</sup>基团的支化链或直链、或者直接结合到式(IX)的N原子或通过间隔基团从其间隔开的可交联单元，其中Ar<sup>10</sup>在每次出现时独立地为任选取代的芳基或杂芳基。示例性的间隔基团是C<sub>1-20</sub>烷基、苯基和苯基-C<sub>1-20</sub>烷基。

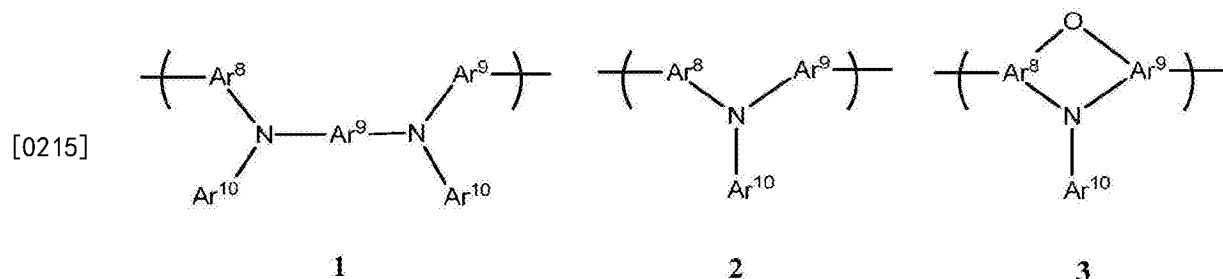
[0210] 在式(IX)的重复单元中Ar<sup>8</sup>、Ar<sup>9</sup>和(如果存在的)Ar<sup>10</sup>中的任何一个可以通过直接键或二价连接原子或基团连接至Ar<sup>8</sup>、Ar<sup>9</sup>和Ar<sup>10</sup>中的另一个。优选的二价连接原子和基团包括O、S、取代的N、以及取代的C。

[0211] Ar<sup>8</sup>、Ar<sup>9</sup>和(如果存在的)Ar<sup>10</sup>中的任何一个可以取代有一个或多个取代基。示例性的取代基是取代基R<sup>10</sup>，其中每个R<sup>10</sup>可以独立地选自由如下构成的组：

[0212] -取代或未取代的烷基，任选为C<sub>1-20</sub>烷基，其中一个或多个不相邻的C原子可以被任选取代的芳基或杂芳基、O、S、取代的N、C=O或-COO-替换，并且一个或多个H原子可以被F替换；以及

[0213] -直接连接到茈单元或者通过间隔基团从其间隔开的可交联基团，例如包含双键的基团如乙烯基或者丙烯酸酯基团，或者苯并环丁烷基团。

[0214] 优选的式(IX)重复单元具有式1-3：



[0216] 在一种优选设置中，R<sup>13</sup>为Ar<sup>10</sup>，并且Ar<sup>8</sup>、Ar<sup>9</sup>和Ar<sup>10</sup>各自独立地且任选地取代有一个

或多个C<sub>1-20</sub>烷基。Ar<sup>8</sup>、Ar<sup>9</sup>和Ar<sup>10</sup>优选为苯基。

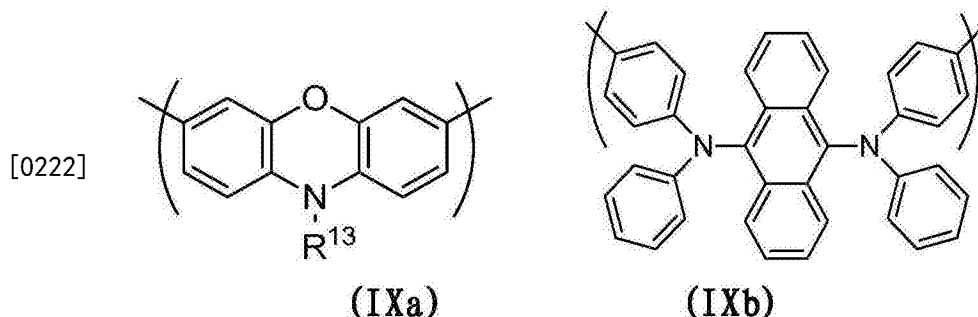
[0217] 在另一种优选设置中,连接到两个N原子的式(IX)的中心Ar<sup>9</sup>基团是多环芳族基团,其可以是未取代的或取代有一个或多个取代基R<sup>10</sup>。示例性的多环芳族基团是萘、蒽、蒽和茚。

[0218] 在另一种优选设置中,Ar<sup>8</sup>和Ar<sup>9</sup>是苯基,它们的每一个可取代有一个或多个C<sub>1-20</sub>烷基,并且R<sup>13</sup>是-(Ar<sup>10</sup>)<sub>r</sub>,其中r为至少2和其中基团-(Ar<sup>10</sup>)<sub>r</sub>形成芳族或杂芳族基团的直链或支化链,例如3,5-二苯基苯,其中各个苯基可取代有一个或多个C<sub>1-20</sub>烷基。在另一种优选设置中,c、d和g各自为1并且Ar<sup>8</sup>和Ar<sup>9</sup>是由氧原子连接的苯基从而形成吩噻嗪环。

[0219] 可以按约0.5摩尔%到至多约50摩尔%、任选地约1-25摩尔%、任选地约1-10摩尔%范围内的摩尔量提供胺重复单元。

[0220] 该聚合物可包含一种、两种或更多种不同的式(IX)重复单元。

[0221] 胺重复单元可提供空穴传输和/或发光功能。优选的发光胺重复单元包括式(IXa)的蓝色发光重复单元以及式(IXb)的绿色发光重复单元:



[0223] 式(IXa)的R<sup>13</sup>优选地为烷基,优选地为C<sub>1-20</sub>烷基,未取代的或取代有一个或多个C<sub>1-20</sub>烷基的苯基,或苯基的支化链或直链,其中每个所述苯基是未取代的或取代有一个或多个C<sub>1-20</sub>烷基。

[0224] 式(IXb)重复单元可以是未取代的或者式(IXb)重复单元的一个或多个环可取代有一个或多个取代基R<sup>15</sup>,优选为一个或多个C<sub>1-20</sub>烷基。

#### [0225] 发光层

[0226] OLED的发光层可以是未图案化的,或者可以被图案化的以形成离散的像素。每个像素可以进一步分为子像素。发光层可包含单一发光材料,例如对于单色显示器或其它单色器件,或者可包含发出不同颜色的材料,特别地对于全色显示器而言包含红色、绿色和蓝色发光材料。

[0227] 发光层可包含多于一种发光材料的混合物,例如一起提供白色发光的发光材料的混合物。

[0228] 发白光的OLED可包含单一的、白光发射层或者可包含发射不同颜色的两个或更多个层,这些不同颜色结合产生白光。可以由提供在单一发光层中或者分布在两个或更多个发光层内的红色、绿色和蓝色发光材料的组合产生白光。在一种优选设置中,该器件具有包含红色发光材料的发光层以及包含绿色发光材料和蓝色发光材料的发光层。

[0229] 由发白光的OLED发射的光可以具有与黑体在2500-9000K范围内的温度下发射的光相当的CIE x坐标以及在所述黑体发射光的CIE y坐标的0.05或0.025之内的CIE y坐标,任选地具有与黑体在2700-4500K范围内的温度下发射的光相当的CIE x坐标。

[0230] 示例性的磷光发光材料包括金属络合物, 该金属络合物包括取代或未取代的式(X)的络合物:

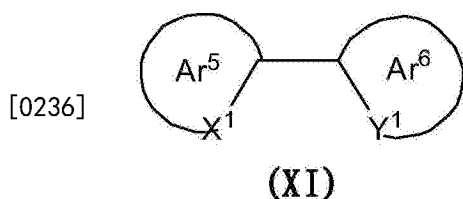


[0232] (X)

[0233] 其中M是金属; 各 $L^1$ 、 $L^2$ 和 $L^3$ 是配位基团; q为整数; r和s各自独立地为0或整数; 并且 $(a \cdot q) + (b \cdot r) + (c \cdot s)$ 的总和等于M上的可用配位点的数目, 其中a是 $L^1$ 上的配位点数目, b是 $L^2$ 上的配位点数目, 并且c是 $L^3$ 上的配位点数目。

[0234] 重元素M引发强烈的自旋轨道耦合从而允许快速的系统间蹿跃(crossing)以及从三重态或更高态的发射。合适的重金属M包括d-区金属, 特别是第2行和第3行中的那些金属, 即39到48号元素和72到80号元素, 特别是钪、铈、钇、镧、铪、铪、铪、铪、铪、铪和金。特别优选铱。

[0235] 示例性的配体 $L^1$ 、 $L^2$ 和 $L^3$ 包括碳或氮的供体, 例如卟啉或式(XI)的二齿配体:



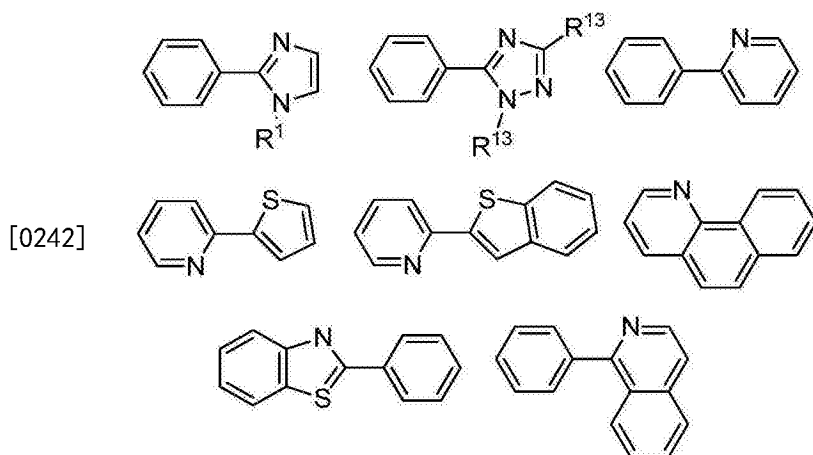
[0237] 其中 $Ar^5$ 和 $Ar^6$ 可以相同或不同, 并且独立地选自取代或未取代的芳基或杂芳基;  $X^1$ 和 $Y^1$ 可以相同或不同, 并且独立地选自碳或氮; 并且 $Ar^5$ 和 $Ar^6$ 可以稠合在一起。其中 $X^1$ 是碳并且 $Y^1$ 是氮的配体是优选的, 特别是其中 $Ar^5$ 为单环或仅为N和C原子的稠合杂芳族的配体, 例如吡啶基或异喹啉, 并且 $Ar^6$ 为单环或稠合芳族, 例如苯基或萘基。

[0238] 为实现红光发射,  $Ar^5$ 选自苯基、苄基、萘基。 $Ar^6$ 选自喹啉、异喹啉、噻吩、苯并噻吩。

[0239] 为实现绿光发射,  $Ar^5$ 选自苯基或苄基。 $Ar^6$ 选自吡啶。

[0240] 为实现蓝光发射,  $Ar^5$ 选自苯基。 $Ar^6$ 选自咪唑、三唑、四唑。

[0241] 二齿配体的实例如下所示:



[0243]  $Ar^5$ 和 $Ar^6$ 各自可带有一个或多个取代基。这些取代基中的两个或更多个可连接形成环, 例如芳族环。

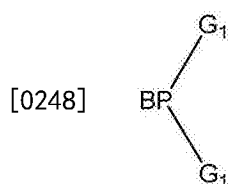
[0244] 适合与d区元素一起使用的其它配体包括二酮化物(diketonate), 特别是乙酰丙酮化物(acac)、三芳基膦和吡啶, 它们各自可以被取代。

[0245] 示例性取代基包括基团 $R^{13}$ , 如上文关于式(IX)所述。特别优选的取代基包括: 氟或

三氟甲基,它们可用于使络合物的发射蓝移,例如WO 02/45466、WO 02/44189、US 2002-117662和US 2002-182441中所公开的;烷基或烷氧基,例如C<sub>1-20</sub>烷基或烷氧基,其可以是如JP2002-324679中所公开的;唑,当用作发光材料时,其可用于辅助空穴传输到络合物,例如WO02/81448中所公开的;和树突(dendron),其可用于获得或增强金属络合物的溶液加工性,例如WO 02/66552中所公开的。

[0246] 发光的树枝状聚合物(dendrimer)典型地包含与一个或多个树突结合的发光核心,其中每个树突包含分支点和两个或更多个树枝状分支。优选地,树突至少部分地共轭,并且分支点和树枝状分支中的至少之一包含芳基或杂芳基基团,例如苯基基团。在一种设置中,分支点基团和分支基团都是苯基,并且每个苯基可独立地取代有一个或多个取代基,例如烷基或烷氧基。

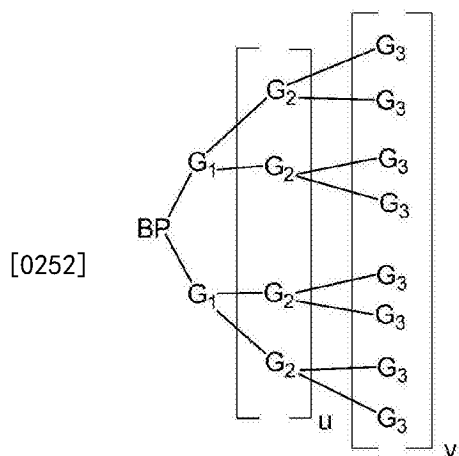
[0247] 树突可以具有任选取代的式(XII):



[0249] (XII)

[0250] 其中BP表示用于连接到核心的分支点,并且G<sub>1</sub>代表第一代分支基团。

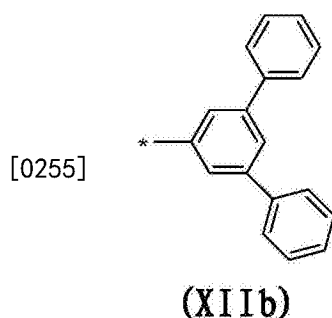
[0251] 树突可以是第一、第二、第三或更高代树突。G<sub>1</sub>可以被两个或更多个第二代分支基团G<sub>2</sub>取代,如此继续,正如在任选取代的式(XIIa)中:



(XIIa)

[0253] 其中u为0或1;如果u为0则v为0,或者如果u为1则v可以是0或1;BP表示用于连接到核心的分支点,并且G<sub>1</sub>、G<sub>2</sub>和G<sub>3</sub>代表第一代、第二代和第三代树突分支基团。在一个优选实施方案中,BP和G<sub>1</sub>、G<sub>2</sub>...G<sub>n</sub>各自为苯基,并且每个苯基BP、G<sub>1</sub>、G<sub>2</sub>...G<sub>n-1</sub>为3,5-连接的苯基。

[0254] 优选的树突是式(XIIb)的取代或未取代的树突:



[0256] 其中\*代表树突与核心的连接点。

[0257] BP和/或任何基团G可以取代有一个或多个取代基,例如一个或多个C<sub>1-20</sub>烷基或烷氧基基团。

[0258] 可以在具有主体材料的发光层中提供磷光发光材料。该主体材料可以是本发明的主体聚合物。

[0259] 该磷光发光材料可以与主体聚合物物理混合或可与其共价结合。磷光发光材料可被提供在该聚合物的侧链、主链或端基中。当在聚合物侧链中提供磷光材料时,该磷光材料可以直接结合到聚合物的主链或通过间隔基团与其间隔开,例如C<sub>1-20</sub>烷基间隔基团,其中一个或多个非相邻C原子可被O或S替换。因此将意识到本发明的组合物可由本发明的聚合物构成或可包含本发明的聚合物,所述聚合物包含式(I)重复单元且具有结合到该聚合物的磷光发光材料。

[0260] 在一种或多种磷光发光材料与主体材料混合的情况下,所述一种或多种磷光发光材料可构成主体/磷光发光材料组合物的约0.05重量%到至多约50重量%。

[0261] 在一种或多种磷光发光材料与主体材料例如主体聚合物结合的情况下,所述一种或多种磷光发光材料可构成该材料的约0.01-50摩尔%。

[0262] 如果将多于两种的具有不同颜色的磷光材料与单一主体材料一起使用,那么具有最高三重态能级的发光体的供应量可以大于其它发光体,例如其供应量是所述其它发光体各自的重量百分比的至少两倍或至少5倍。

[0263] 电荷传输和电荷阻挡的层

[0264] 在OLED的情况下,可在阳极和一个或多个发光层之间提供空穴传输层。同样地,可在阴极和一个或多个发光层之间提供电子传输层。

[0265] 类似地,可在阳极和发光层之间提供电子阻挡层,以及可在阴极和发光层之间提供空穴阻挡层。传输层和阻挡层可结合使用。根据其HOMO和LUMO能级,单一层可既传输空穴和电子之一,又阻挡空穴和电子中的另一者。

[0266] 电荷传输层或电荷阻挡层可以被交联,特别是如果从溶液来沉积覆盖该电荷传输或电荷阻挡层的层。用于这种交联的可交联基团可以是包含反应性双键的可交联基团例如乙烯基或丙烯酸酯基团,或者苯并环丁烷基团。

[0267] 如果存在,则位于阳极和发光层之间的空穴传输层的HOMO能级优选为小于或等于5.5eV,更优选为约4.8-5.5eV或5.1-5.3eV,通过循环伏安法测量。可选择空穴传输层的HOMO能级以便在邻近层(例如发光层)的0.2eV之内,任选地在0.1eV之内,以便在这些层之间提供对于空穴传输的小势垒。

[0268] 如果存在,则位于发光层和阴极之间的电子传输层的LUMO能级优选为约2.5-

3.5eV,通过循环伏安法测量。例如,在最接近阴极的发光层与阴极之间提供厚度在0.2-2nm范围内的一氧化硅或二氧化硅的层或其它薄介电层。可使用循环伏安法测量HOMO和LUMO能级。

[0269] 空穴传输层可包含含有如上所述的式(IX)重复单元的均聚物或共聚物,例如包含一种或多种式(IX)的胺重复单元和一种或多种亚芳基重复单元(例如一种或多种选自式(VI)、(VII)和(VIII)的亚芳基重复单元)的共聚物。

[0270] 电子传输层可含有包含任选取代的亚芳基重复单元的链(例如茈萘重复单元的链)的聚合物。

[0271] 如果空穴传输层或电子传输层邻近包含磷光材料的发光层,那么该层的材料的 $T_1$ 能级优选地高于所述邻近发光层中的磷光发光体的 $T_1$ 能级。

#### [0272] 空穴注入层

[0273] 可由导电性有机材料或无机材料形成的导电性空穴注入层,其可提供于如图1所示的OLED的阳极101和发光层103之间以辅助从阳极到一层或多层半导体聚合物中的空穴注入。掺杂的有机空穴注入材料的实例包括任选取代的、掺杂的聚(乙烯二氧噻吩)(PEDT),尤其是用下列掺杂的PEDT:电荷平衡聚酸(polyacid),如EP 0901176和EP0947123中所公开的聚苯乙烯磺酸酯(PSS)、聚丙烯酸或氟化磺酸,例如Nafion®;如US 5723873和US 5798170中公开的聚苯胺;和任选取代的聚噻吩或聚(噻吩并噻吩)。导电性无机材料的实例包括过渡金属氧化物,如Journal of Physics D:Applied Physics(1996),29(11),2750-2753中所公开的 $VO_x$ 、 $MoO_x$ 和 $RuO_x$ 。

#### [0274] 阴极

[0275] 阴极105选自于具有容许电子注入到OLED的发光层内的功函数的材料。其它因素会影响阴极的选择,例如在阴极与发光材料之间的有害相互作用的可能性。阴极可以由单一材料例如铝层构成。作为替代,其可以包含多种导电材料如金属,例如低功函数材料和高功函数材料的双层,例如WO 98/10621中公开的钙和铝。阴极可以包含单质钡,如在WO 98/57381、Appl.Phys.Lett.2002,81(4),634和W002/84759中所公开的。阴极可在器件的有机层与一个或多个导电阴极层之间包含金属化合物(特别是碱金属或碱土金属的氧化物或氟化物)的薄层,以协助电子注入,例如在WO 00/48258中公开的氟化锂;如在Appl.Phys.Lett.2001,79(5),2001中公开的氟化钡;以及氧化钡。为了提供电子向器件内的高效注入,阴极优选地具有小于3.5eV、更优选地小于3.2eV、最优选地小于3eV的功函数。金属的功函数可以参见例如Michaelson,J.Appl.Phys.48(11),4729,1977。

[0276] 阴极可以是不透明的或透明的。透明阴极对于有源矩阵器件是特别有利的,因为穿过此类器件中的透明阳极的发射光至少部分地被位于发光像素下方的驱动电路阻挡。透明阴极包含电子注入材料的层,该层足够薄以致是透明的。通常,该层的横向导电性由于其薄度(thinness)而将是低的。在这种情况下,电子注入材料层与透明导电材料例如铟锡氧化物的较厚层结合使用。

[0277] 将理解的是,透明阴极器件不需要具有透明阳极(当然,除非需要完全透明的器件),并且因此可以用反射材料层例如铝层替换或补充用于底部发光器件的透明阳极。在例如GB 2348316中公开了透明阴极器件的实例。

#### [0278] 封装

[0279] 有机光电子器件往往对水分和氧气敏感。因此,基底优选地具有用于防止水分和氧气侵入器件内的良好阻隔性。基底通常为玻璃,但是可以使用替代性的基底,特别是在器件的柔性为期望的情况下。例如,基底可以包含一个或多个塑料层,例如交替的塑料和电介质阻挡层的基底,或者薄玻璃和塑料的层叠体。

[0280] 可以用封装材料(未示出)封装器件以防止水分和氧气侵入。合适的封装材料包括玻璃片,具有合适的阻隔性质的膜,如二氧化硅、一氧化硅、氮化硅、或聚合物与介电材料的交替叠层,或气密性容器。在透明阴极器件的情况下,可沉积透明封装层如一氧化硅或二氧化硅达到微米级的厚度,但在一个优选的实施方案中,该层的厚度在20-300nm范围内。用于吸收可能渗透穿过基底或封装材料的任何大气水分和/或氧气的吸收材料可被设置在基底和封装材料之间。

#### [0281] 配制物加工

[0282] 适合用于形成电荷传输层或发光层的配制物可以从本发明的组合物或聚合物、该层的任何其它组分例如发光掺杂剂、以及一种或多种适宜的溶剂形成。

[0283] 配制物可以是所述组合物或聚合物以及任何其它组分在一种或多种溶剂中的溶液,或可以是在一种或多种溶剂(其中一种或多种组分不溶解)中的分散体。优选地,该配制物为溶液。

[0284] 适合用于溶解半导体聚合物(特别是包含烷基取代基的聚合物)的溶剂,包括用一个或多个C<sub>1-10</sub>烷基或C<sub>1-10</sub>烷氧基取代的苯,例如甲苯、二甲苯和甲基苯甲醚。

[0285] 特别优选的溶液沉积技术包括印刷和涂覆技术,例如旋涂和喷墨印刷。

[0286] 旋涂特别适合于其中发光层的图案化为不必要的器件—例如用于照明应用或简单的单色分段显示器。

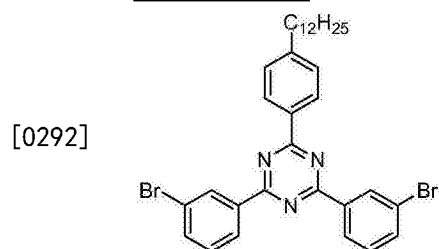
[0287] 喷墨印刷特别适合于高信息内容的显示器,尤其是全色显示器。可通过如下方式来喷墨印刷器件:在第一电极上方提供图案化的层,和限定用于印刷一种颜色(单色器件的情况)或多种颜色(多色的情况,尤其是全色器件)的凹坑(well)。图案化的层典型地是被图案化以限定凹坑的光刻胶层,例如EP 0880303中所述。

[0288] 作为凹坑的替代,可将墨印刷到图案化层内限定的沟道中。具体而言,可将光刻胶图案化以形成沟道,与凹坑不同的是,所述沟道在多个像素上方延伸并且可在沟道末端封闭或开放。

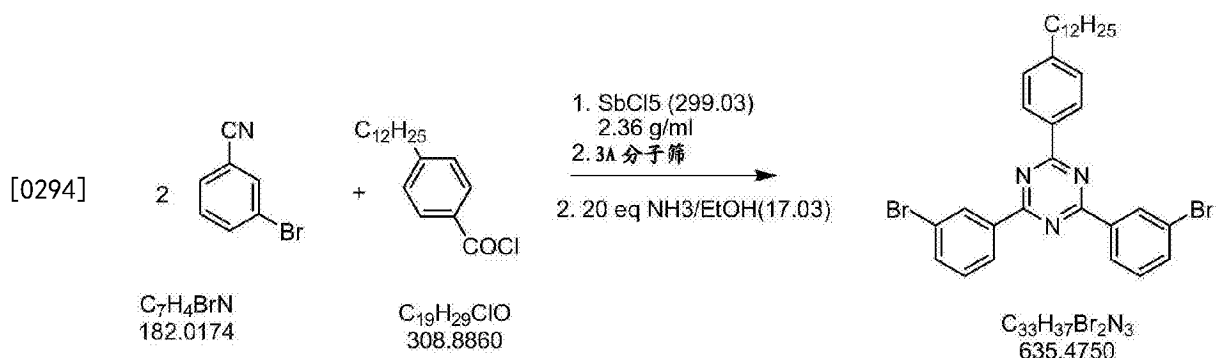
[0289] 其它溶液沉积技术包括浸涂、辊筒印刷和丝网印刷。

#### [0290] 实施例

##### [0291] 单体实施例1



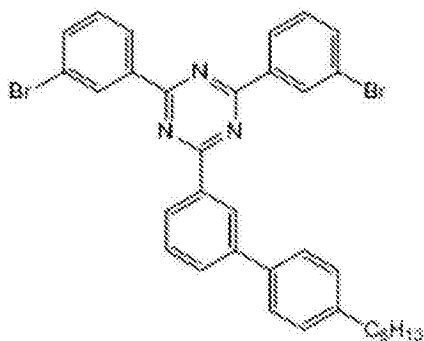
##### [0293] 单体实施例1的合成



[0295] 向配备有冷凝器、 $\text{N}_2$ 入口/鼓泡器和顶部搅拌器的1升3颈烧瓶中装入2,4-双(3-溴苯基)-6-氯-1,3,5-三嗪(15g, 35mmol)、3,5-双(4-叔辛基苯基)-4-甲基苯硼酸频那醇酯(7g, 12mmol)、甲苯(400mL)和乙醇(133mL)。用氮气对浆料脱气1小时,随后添加经脱气的碳酸钾水溶液(3.6g, 在133mL中)。脱气持续5分钟,随后添加四联三苯基膦(0.52g, 0.45mmol)并且将混合物加热到38℃(油浴温度)。在96小时之后,LCMS显示产物形成并且加入另外7g的在50mL脱气甲苯中的频那醇硼酸酯,随后是另外3.6g碱(以固体形式)和另外0.52g催化剂。通过HPLC监控反应并且加入另外部分的频那醇硼酸酯、碱和催化剂,以及将温度提高到50℃(油浴温度)直到反应不再进行。将反应冷却到室温,使层分离并且用甲苯( $2 \times 100\text{mL}$ )萃取水相。用水洗涤合并的有机相,用硫酸镁干燥,过滤并浓缩从而产生黄色油。使用Biotage Isolera LS闪蒸塔系统在氧化硅上对所述油进行柱析(column),使用15-35%的在己烷中的乙酸乙酯(v/v)并然后使用10-23%的在己烷中的DCM(v/v)进行洗脱。将含有产物的馏份合并以及从甲苯/IPA中再结晶从而产生白色粉末形式的产物(6.91g, 23%)。HPLC显示纯度为99.98%。

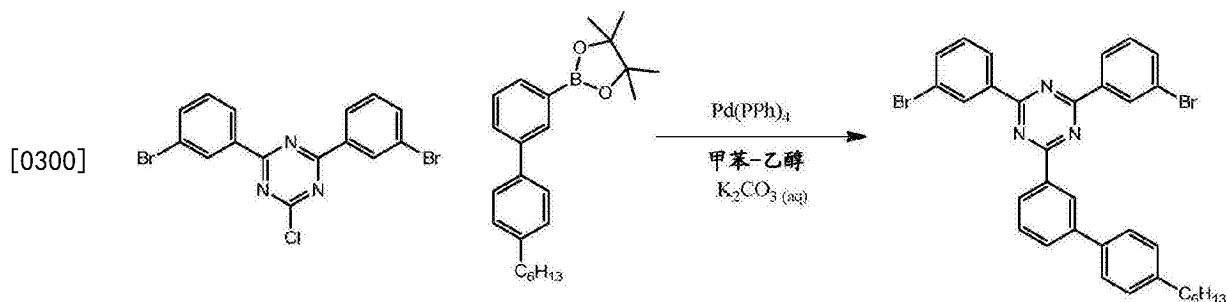
[0296]  $^1\text{H}$  NMR(参照7.26ppm时的 $\text{CDCl}_3$ 峰): 8.83 (2H, s), 8.66 (2H, d), 8.58 (2H, s), 7.72 (2H, d), 7.51 (4H, d), 7.43 (2H, t), 7.38 (4H, d), 2.16 (3H, s), 1.81 (4H, s), 1.47 (12H, s), 0.78 (18H, s)。

#### [0297] 单体实施例2



[0298]

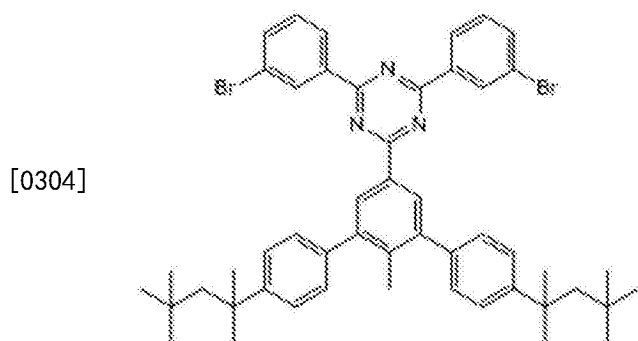
#### [0299] 单体实施例2的合成



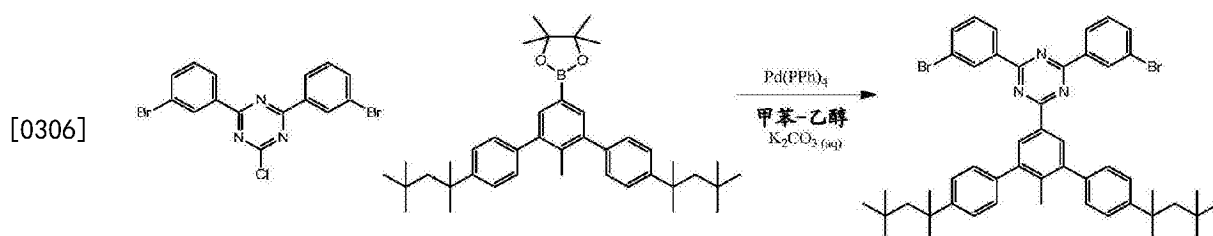
[0301] 向配备有冷凝器、N<sub>2</sub>入口/鼓泡器和顶部搅拌器的1升3颈烧瓶中装入2,4-双(3-溴苯基)-6-氯-1,3,5-三嗪(20g,47mmol)、3-(4-己基苯基)苯硼酸频那醇酯(5.7g,15.8mmol)、甲苯(400mL)和乙醇(133mL)。用氮气对浆料脱气1小时,随后添加经脱气的碳酸钾水溶液(5g,在133mL中)。脱气持续5分钟,随后添加四联三苯基膦(0.7g,0.6mmol)并且将混合物加热到36℃(油浴温度)。在48小时之后,GCMS显示产物形成并且加入另外5.7g的在60mL脱气甲苯中的频那醇硼酸酯并且将油浴温度提高到38℃。通过GCMS监控反应并且将油浴温度提到50℃。当GCMS指示>90%转变为产物时,将反应冷却到室温。使层分离并且用甲苯(2×100mL)萃取水相。用水洗涤合并的有机相,用硫酸镁干燥,过滤并浓缩从而产生黄色油。使用Biotage Isolera LS闪蒸塔系统在氧化硅上对所述油进行柱析(column),使用10-40%的在己烷中的DCM(v/v)进行洗脱。将含有产物的馏份合并以及从甲苯/IPA中再结晶从而产生白色粉末形式的产物(11.5g,59%)。HPLC显示纯度为99.8%。

[0302] <sup>1</sup>H NMR(参照7.26ppm时的CDC13峰):8.91(1H,s),8.90(2H,s),8.68(3H,d),7.80(1H,d),7.73(2H,d),7.61-7.65(3H,m),7.45(2H,t),7.33(2H,d),2.70(2H,t),1.67-1.71(2H,m),1.33-1.41(6H,m),0.91(3H,t)。

[0303] 单体实施例3



[0305] 单体实施例3的合成



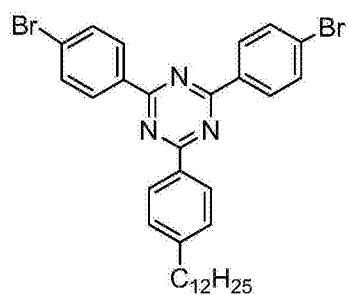
[0307] 向配备有冷凝器、N<sub>2</sub>入口/鼓泡器和顶部搅拌器的1升3颈烧瓶中装入2,4-双(3-溴苯基)-6-氯-1,3,5-三嗪(15g,35mmol)、3,5-双(4-叔辛基苯基)-4-甲基苯硼酸频那醇酯(7g,12mmol)、甲苯(400mL)和乙醇(133mL)。用氮气对浆料脱气1小时,随后添加经脱气的碳

酸钾水溶液 (3.6g, 在133mL中)。脱气持续5分钟, 随后添加四联三苯基膦 (0.52g, 0.45mmol) 并且将混合物加热到38℃ (油浴温度)。在96小时之后, LCMS显示产物形成并且加入另外7g 的在50mL脱气甲苯中的频那醇硼酸酯, 随后加入另外3.6g碱 (以固体形式) 和另外0.52g催化剂。通过HPLC监控反应, 并加入另外部分的频那醇硼酸酯、碱和催化剂并且将温度提到50℃ (油浴温度) 直到反应不再进行。将反应冷却到室温, 使层分离并且用甲苯 (2×100mL) 萃取水相。用水洗涤合并的有机相, 用硫酸镁干燥, 过滤并浓缩从而产生黄色油。使用Biotage Isolera LS闪蒸塔系统在氧化硅上对所述油进行柱析 (column), 使用15-35%的在己烷中的乙酸乙酯 (v/v) 且然后使用10-23%的在己烷中的DCM (v/v) 进行洗脱。将含有产物的馏份合并以及从甲苯/IPA中再结晶从而产生白色粉末形式的产物 (6.91g, 23%)。HPLC显示纯度为99.98%。

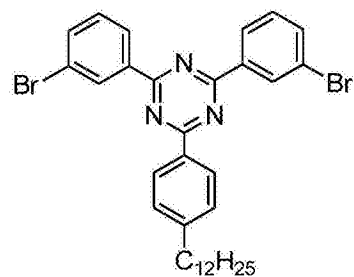
[0308] <sup>1</sup>H NMR (参照7.26ppm时的CDCl<sub>3</sub>峰) : 8.83 (2H, s), 8.66 (2H, d), 8.58 (2H, s), 7.72 (2H, d), 7.51 (4H, d), 7.43 (2H, t), 7.38 (4H, d), 2.16 (3H, s), 1.81 (4H, s), 1.47 (12H, s), 0.78 (18H, s)。

[0309] 聚合物实施例

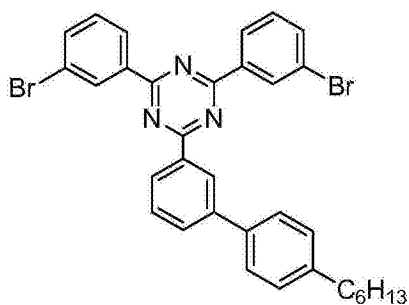
[0310] 按照W000/53656中所述通过Suzuki聚合以表1中所示量由下述单体制备聚合物。



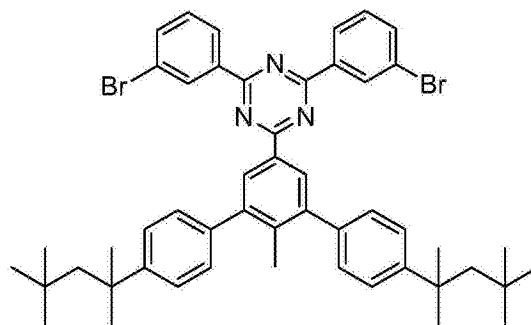
比较单体 1



单体实施例 1

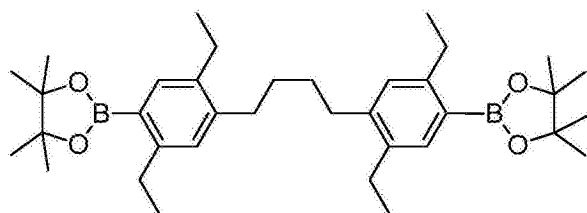


单体实施例 2

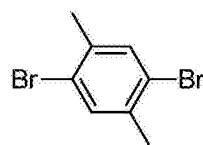


单体实施例 3

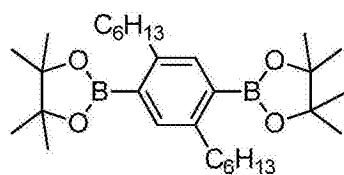
[0311]



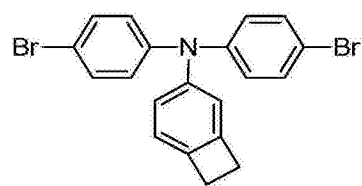
单体 A



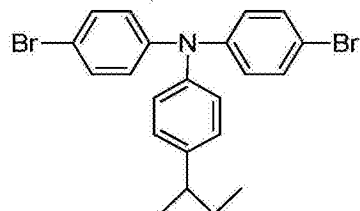
单体 B



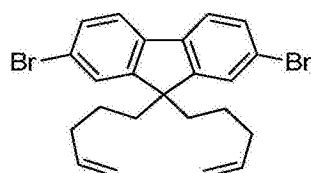
单体 C



单体 D

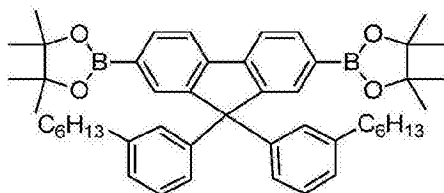


单体 E

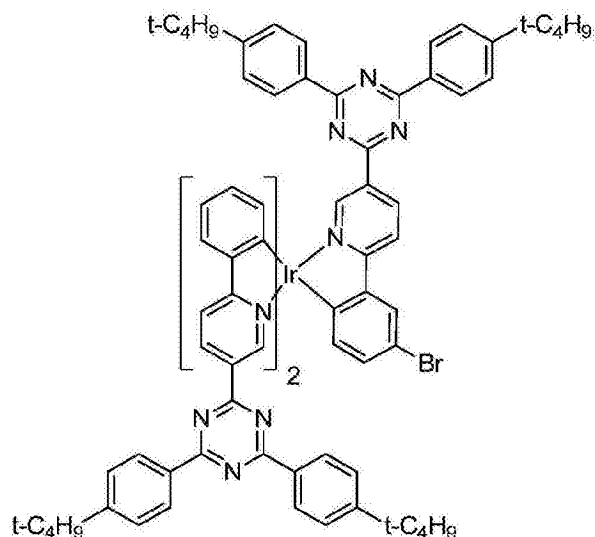


单体 F

[0312]



单体 G



单体 H

[0313] 表1

[0314]

| 聚合物      | 二酯单体<br>(mol %) | 二溴单体<br>(mol %)          | Mz      | Mw      | Mp      | Mn     | Pd    |
|----------|-----------------|--------------------------|---------|---------|---------|--------|-------|
| 比较聚合物 1  | A (50)          | B (5), 比较单体 1 (45)       | 404,000 | 207,000 | 245,000 | 17,500 | 11.82 |
| 聚合物实施例 1 | A (50)          | B (5), 单体实施例 1 (45)      | 229,000 | 105,000 | 142,000 | 10,000 | 11.07 |
| 聚合物实施例 2 | C (50)          | B (15), 单体实施例 1 (35)     | 639,000 | 310,000 | 381,000 | 13,000 | 23.15 |
| 聚合物实施例 3 | A (50)          | B (25), 单体实施例 1 (25)     | 342,000 | 161,000 | 242,000 | 6,500  | 24.91 |
| 聚合物实施例 4 | A (50)          | B (25.5), 单体实施例 2 (24.5) | 270,000 | 124,000 | 173,000 | 6,900  | 17.90 |
| 聚合物实施例 5 | A (50)          | B (16), 单体实施例 3 (34)     | 370,000 | 180,000 | 240,000 | 12,000 | 14.30 |

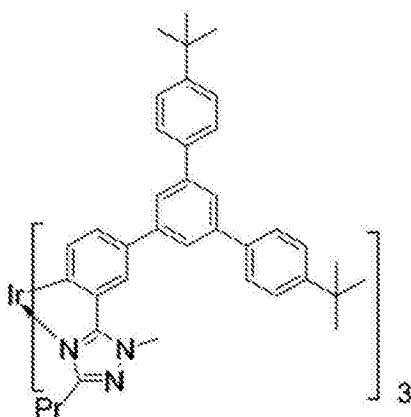
[0315] 调节聚合物实施例3-5中的单体实施例1、2和3的摩尔百分比以便提供恒定重量百分比的由这些单体衍生的重复单元。

[0316] 将意识到,聚合物实施例2的共轭程度大于聚合物实施例1的共轭程度,所述聚合物实施例1含有衍生自单体A的共轭中断重复单元。

[0317] 组合物实施例

[0318] 将包含如上所述的聚合物实施例1、聚合物实施例2或比较聚合物1与5重量%蓝色磷光发射体1(如下所示)的组合物溶解在邻二甲苯中用以通过旋涂流延为膜。

[0319]



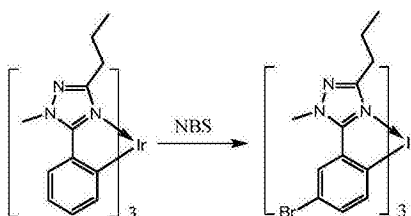
### 蓝色磷光发射体 1

[0320] 蓝色磷光发射体1的核心公开在W02004/101707中。树突的形成描述于W0 02/066552中。

[0321] 蓝色磷光发射体1的合成

[0322] 阶段1:

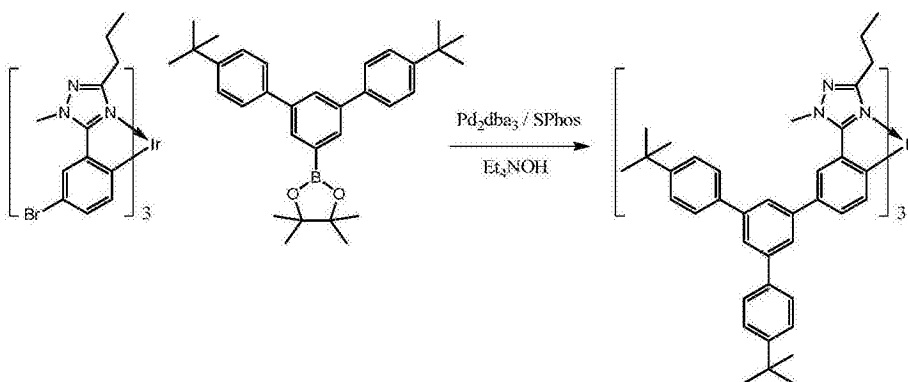
[0323]



[0324] 在氮气流下将面式-三(1-甲基-5-苯基-3-丙基-[1,2,4]三唑基)铱-(III) (1.1g) (Shih-ChunLo等人, Chem. Mater. 2006, 18, 5119-5129) (1.1g) 溶解在DCM (100mL) 中。以固体形式添加N-溴丁二酰亚胺 (0.93g) 并在室温下在避光下搅拌混合物。在24小时后, HPLC分析显示~94%产物和~6%二溴化物中间体。添加另外50mg的NBS并继续搅拌16小时。添加另外50mg的NBS并继续搅拌24小时。HPLC显示超过99%的产物。添加温水并搅拌0.5小时。使层分离并使有机层通过celite塞子, 用DCM洗脱。使滤液浓缩到~15mL并向DCM溶液添加己烷从而以黄色固体形式沉淀出产物, 收率为80%。

[0325] 阶段2:

[0326]



[0327] 将阶段1材料 (8.50g) 和3,5-双(4-叔丁基苯基) 苯基-1-硼酸频那醇酯 (15.50g) 溶解在甲苯 (230mL) 中。用氮气吹扫该溶液1小时, 然后使用10mL经氮气吹扫的甲苯添加2-二环己基膦基-2',6'-二甲氧基联苯 (66mg) 和三(二亚苄基) 二钯 (75mg)。一次性添加四乙基

氢氧化铵在水 (60mL) 中的20重量%溶液并且在将加热浴设置为105℃下将混合物搅拌20小时。T.L.C. 分析显示所有该阶段材料已经被消耗并且仅观察到一个荧光点。将反应混合物冷却并过滤到分液漏斗中。使层分离并用甲苯萃取水层。将有机萃物取用水洗涤、用硫酸镁干燥、过滤并浓缩从而产生黄色/橙色固体形式的粗制产物。通过柱层析法来获得纯的化合物,使用在己烷中的乙酸乙酯梯度洗脱,随后从DCM/甲醇中沉淀。HPLC显示纯度为99.75%并且收率为80% (11.32g)。

[0328]  $^1\text{H}$  NMR (以 $\text{CDCl}_3$ 为参照): 7.83 (3H, d)、7.76 (6H, s)、7.73 (3H, s)、7.63 (12H, d)、7.49 (12H, d)、7.21 (3H, dd)、6.88 (3H, d)、4.28 (9H, s)、2.25 (3H, m)、1.98 (3H, m)、1.4–1.5 (57H, m)、1.23 (3H, m)、0.74 (9H, t)

[0329] 表2中示出了上述组合物的薄膜的性质。所述薄膜的光致发光量子产率 (PLQY) 与含有聚合物实施例1和聚合物实施例2的组合物相当 (comparable), 而含比较聚合物1的组合物PLQY值显著较低。不希望受任何理论束缚, 认为比较聚合物1中的对位-连接的三苯基三嗪提供更加延伸的聚合物主链共轭, 这导致较低的三重态能级以及磷光的猝灭, 相比之下由间位-连接的三苯基三嗪提供的本发明聚合物具有增加的三重态能级。如通过时间分辨光致发光光谱所测量, 聚合物实施例1具有最低的三重态激发态能量 ( $T_1$ ) 值2.76eV, 而比较聚合物1的 $T_1$ 值为2.60eV。

[0330] 表2

[0331]

| 聚合物     | PLQY (%) | CIE x | CIE y |
|---------|----------|-------|-------|
| 聚合物实施例1 | 80       | 0.159 | 0.295 |
| 聚合物实施例2 | 83       | 0.157 | 0.293 |
| 比较聚合物1  | 66       | 0.160 | 0.310 |

[0332] 器件实施例1和2

[0333] 制备具有以下结构的有机发光器件:

[0334] ITO (147nm) /HIL (34nm) /HTL (22nm) /LE/阴极,

[0335] 其中ITO是铟-锡氧化物阳极;HIL是空穴注入层;HTL是空穴传输层;LE是发光层, 该发光层包含本发明的主体聚合物以及蓝色磷光掺杂剂;并且阴极包含与发光层接触的金属氟化物层以及在该金属氟化物层上方形成的铝层。

[0336] 包含聚合物实施例1和2作为主体聚合物的器件显示出大约双倍的半寿命 (在恒定电流下亮度下降至初始值50%所用的时间) 以及含比较聚合物1作为主体聚合物的器件类似的导电性。

[0337] 令人惊讶地, 发现导电性不受本发明聚合物的增加的三重态能级影响。含聚合物实施例1的器件实施例1在10mA/cm<sup>2</sup>的电流密度下的电压为5.91V, 而含比较聚合物1的比较器件1的电压为5.99V。

[0338] 器件实施例3–5

[0339] 制备具有以下结构的有机发光器件:

[0340] ITO (147nm) /HIL (34nm) /HTL (22nm) /LE/阴极,

[0341] 其中ITO是铟-锡氧化物阳极;HIL是空穴注入层;HTL是发红光的空穴传输层;LE是发光层, 该发光层包含本发明的主体聚合物;并且阴极包含与发光层接触的金属氟化物层

以及在该金属氟化物层上方形成的铝层。

[0342] 用紫外线/臭氧处理对带有ITO的玻璃基底进行清洁,并且通过旋涂形成获自Plextronics Inc的导电聚合物的层。

[0343] 通过如下方式形成空穴传输层:旋涂空穴传输聚合物1,随后使该聚合物交联。

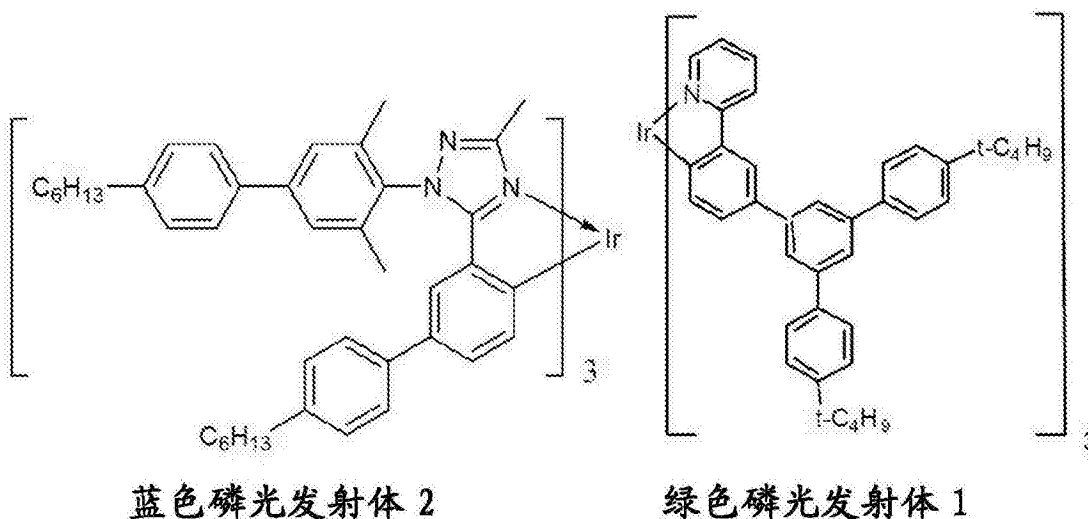
[0344] 通过如下方式形成发光层:旋涂含主体聚合物、蓝色磷光发射体2和绿色磷光发射体1的配制物,如表3所示。

[0345] 表3

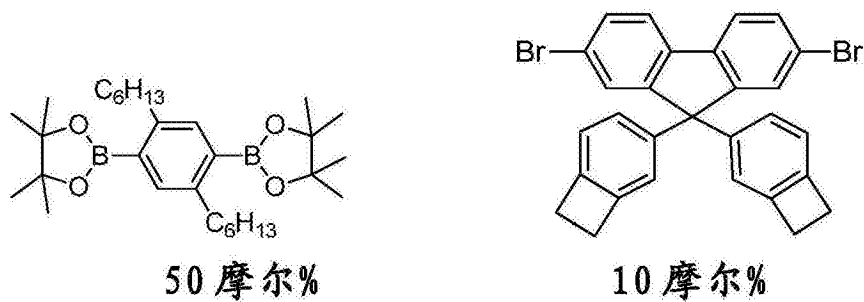
[0346]

| 器件实施例 | 主体<br>(重量%)      | 蓝色磷光发射体 2<br>(重量%) | 绿色磷光发射体 1<br>(重量%) |
|-------|------------------|--------------------|--------------------|
| 3A    | 聚合物实施例 3<br>(64) | 35                 | 1                  |
| 3B    | 聚合物实施例 3<br>(59) | 40                 | 1                  |
| 4A    | 聚合物实施例 4<br>(64) | 35                 | 1                  |
| 4B    | 聚合物实施例 4<br>(59) | 40                 | 1                  |
| 5A    | 聚合物实施例 5<br>(64) | 35                 | 1                  |
| 5B    | 聚合物实施例 5<br>(59) | 40                 | 1                  |

[0347]



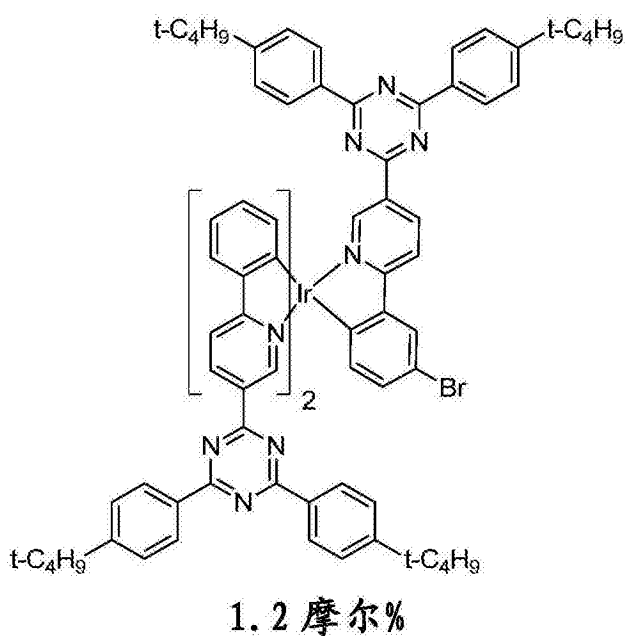
[0348] 通过如WO 00/53656中所述的Suzuki聚合由下列单体形成空穴传输聚合物1:



[0349]



[0350]



[0351] 表4-6中示出了器件性能。与含有衍生自单体1的重复单元的聚合物3相比,含有分别衍生自单体2和3的大体积(bulky)取代基的聚合物4和5产生较高的效率(表5)和较低的驱动电压和LT70(表6)。LT70是在恒定电流下亮度衰减到初始值的70%所用的时间。

[0352] 表4

[0353]

| 器件 | CIE (x) | CIE (y) | 效率 (lm/W) | CCT (K) | CRI   | DUV   |
|----|---------|---------|-----------|---------|-------|-------|
| 3A | 0.40    | 0.43    | 331.20    | 3758.87 | 73.90 | 0.02  |
| 4A | 0.44    | 0.43    | 329.20    | 3067.67 | 73.50 | 0.009 |
| 5A | 0.42    | 0.42    | 325.10    | 3342.76 | 73.80 | 0.010 |
| 3B | 0.41    | 0.40    | 308.00    | 3314.07 | 68.90 | 0.00  |
| 4B | 0.44    | 0.41    | 319.90    | 2988.02 | 71.90 | 0.005 |
| 5B | 0.419   | 0.41    | 315.4     | 3320.55 | 72.1  | 0.006 |

[0354] 表5

[0355]

| 器件 | 1kcd/m <sup>2</sup> 下的 V (V) | 1kcd/m <sup>2</sup> 下的 J (mA/cm <sup>2</sup> ) | 10ma/cm <sup>2</sup> 下的 V (V) | 1kcd/m <sup>2</sup> 下的 Lm/W 效率 | 1kcd/m <sup>2</sup> 下的 Cd/A 效率 | 1kcd/m <sup>2</sup> 下的 EQE (%) | 最大 EQE (%) |
|----|------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------|
| 3A | 4.95                         | 3.80                                           | 5.83                          | 16.91                          | 26.62                          | 11.53                          | 12.27      |
| 3B | 4.6                          | 3.60                                           | 5.46                          | 19.11                          | 28                             | 12.51                          | 12.86      |
| 4A | 4.51                         | 3.50                                           | 5.22                          | 19.69                          | 28.35                          | 12.68                          | 13.07      |
| 4B | 4.85                         | 4.70                                           | 5.56                          | 13.65                          | 21.2                           | 9.97                           | 11.03      |
| 5A | 4.5                          | 4.00                                           | 5.29                          | 17.61                          | 25.26                          | 11.51                          | 12.08      |
| 5B | 4.5                          | 3.60                                           | 532                           | 19.32                          | 27.77                          | 12.82                          | 13.22      |

[0356] 表6

[0357]

| 器件 | LT70 (小时) | J (mA/cm <sup>2</sup> ) | 亮度 (cd/m <sup>2</sup> ) | T70 时的 dV |
|----|-----------|-------------------------|-------------------------|-----------|
| 3A | 20.594    | 3.29                    | 1000.0                  | 0.39      |
| 4A | 30        | 3.12                    | 1000.0                  | 0.40      |
| 5A | 34.385    | 3.08                    | 1000.00                 | 0.39      |
| 3B | 15.342    | 4.24                    | 1000.0                  | 0.48      |
| 4B | 22.149    | 3.50                    | 1000.0                  | 0.35      |
| 5B | 35.4      | 3.14                    | 1000.00                 | 0.39      |

[0358] 光稳定性

[0359] 如图2所示,利用本发明的聚合物实现了光稳定性的改善。按如下所述测量主体聚合物(64重量%)和蓝色磷光发射体1(36重量%)的二元共混物的光稳定性:通过使用上述方法将该共混物直接沉积到玻璃基底上以形成厚度约75nm的膜来制备样品。然后在惰性气氛下包封所述膜。使用二极管激光器利用405nm的光对样品进行光激发,并且使用光纤耦合光谱仪以垂直入射(normal incidence)检测所产生的发射。激发光束的强度在样品之间变化使得发射光的初始通量大致相等。然后测量所述发射下降至其初始值的70%时所用的时间。不希望受任何理论束缚,认为本发明聚合物的改良稳定性源自于如下:由于这些聚合物的提高的三重态能级,从发射体到主体聚合物的三重态逆传递(back-transfer)。

[0360] 虽然关于具体的示例性实施方案描述了本发明,然而应意识到在不偏离下列权利要求所述的本发明范围的情况下,本文所公开的特征的各种修改、改变和/或组合对本领域技术人员而言将是明显的。

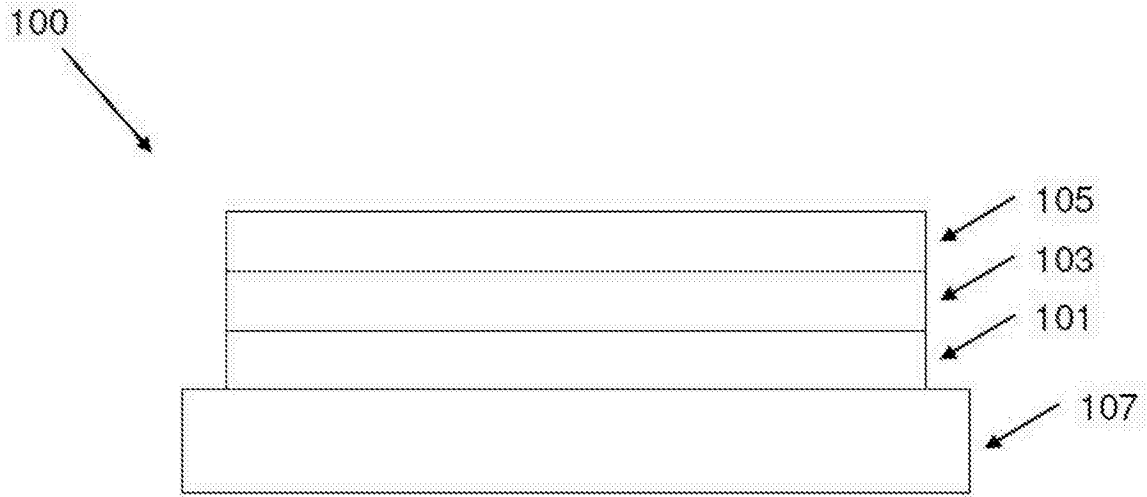


图1

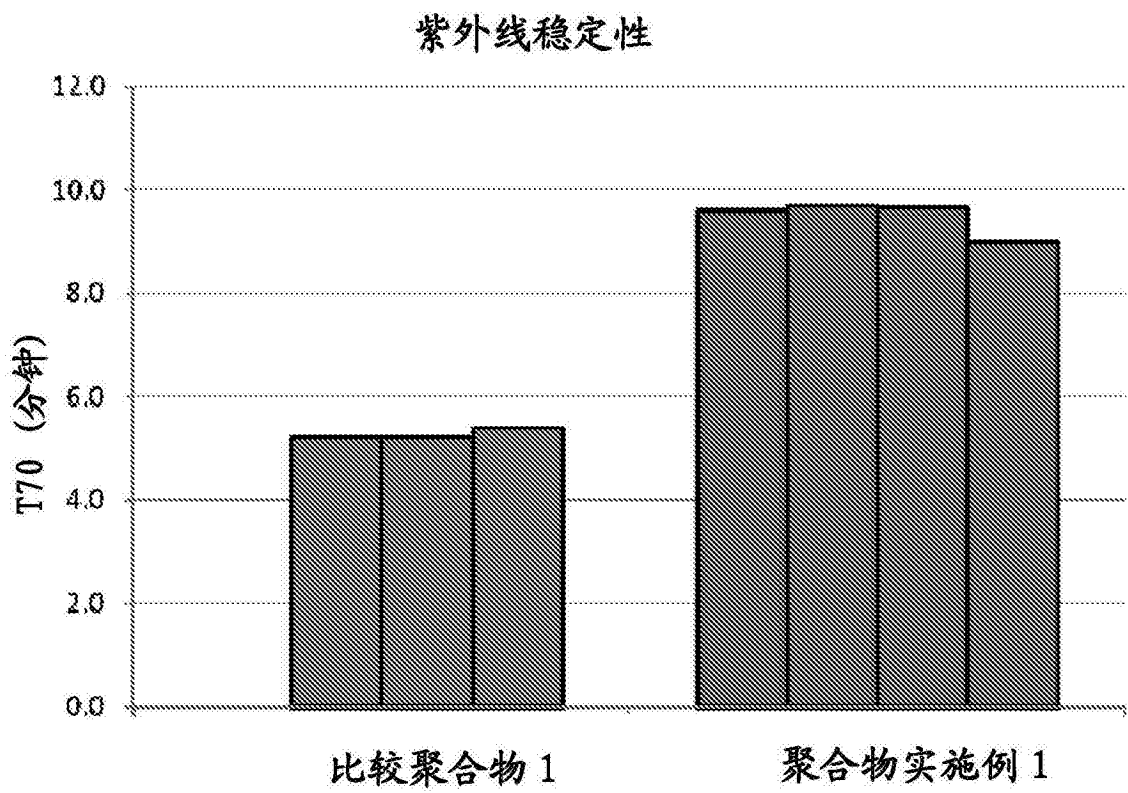


图2