

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
C08G 61/10 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200580035298.9

[43] 公开日 2008年6月18日

[11] 公开号 CN 101203538A

[22] 申请日 2005.10.14

[21] 申请号 200580035298.9

[30] 优先权

[32] 2004.10.15 [33] US [31] 10/966,370

[86] 国际申请 PCT/JP2005/019352 2005.10.14

[87] 国际公布 WO2006/041221 英 2006.4.20

[85] 进入国家阶段日期 2007.4.16

[71] 申请人 日立化成工业株式会社

地址 日本东京都

共同申请人 玛库斯德姆有限公司

[72] 发明人 森下芳伊 野村理行 津田义博

田井诚司 马太·L·梅洛可三世

法夏·J·摩塔米帝 王里升

梁永超

[74] 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司
代理人 雒纯丹

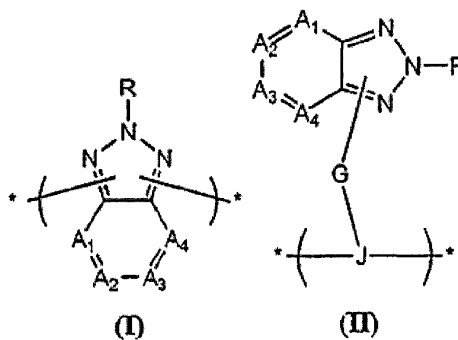
权利要求书 52 页 说明书 107 页

[54] 发明名称

新的发光化合物及其用途

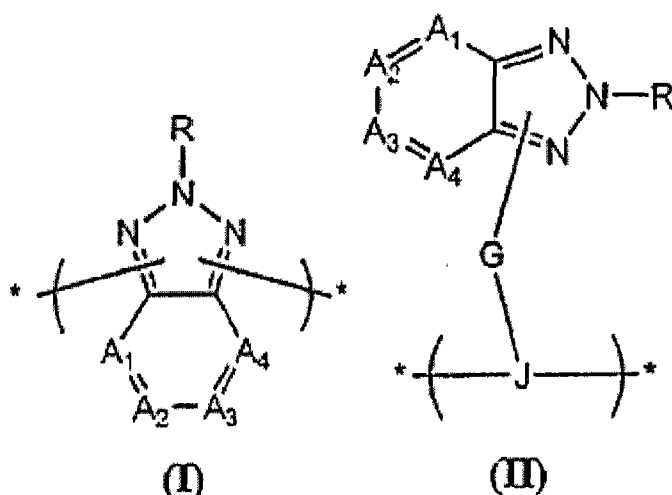
[57] 摘要

本发明发现包含苯并三唑重复单元及其衍生物的高量子产率的发光单体、低聚物以及聚合物，并且将它们用于光学装置及用于这些装置中的元件，包括电致发光装置、发光装置、光致发光装置、有机发光二极管(OLEDs)、OLED显示器、传感器等。



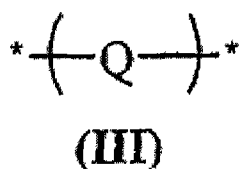
1. 一种聚合物或低聚物，其包含：

(a) 至少一种类型的重复结构单元，该重复结构单元的通式选自由如下通式 I 和通式 II 所组成的组，该重复结构单元具有苯并三唑型基团作为主链的部分或作为侧链，



； 以及

(b) 可选择的至少一种类型的如下通式 III 表示的重复结构单元：



；

其中

R 为 H、D、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、酚、2-羟基苯基、2-烷氧基苯基、2-芳氧基苯基、取代的 2-羟基苯基、取代的 2-烷氧基苯基、取代的 2-芳氧基苯基、氟烷基或氟芳基；

当该苯并三唑型基团是在 A₁ 上相连时 A₁ 为 C，或当该苯并三唑型基团不是在 A₁ 上相连时 A₁ 为 CH、CR₁ 或 N；

当该苯并三唑型基团是在 A₂ 上相连时 A₂ 为 C，或当该苯并三唑型基

团不是在 A_2 上相连时 A_2 为 CH、 CR_2 或 N;

当该苯并三唑型基团是在 A_3 上相连时 A_3 为 C, 或当该苯并三唑型基团不是在 A_3 上相连时 A_3 为 CH、 CR_3 或 N;

当该苯并三唑型基团不是在 A_4 上相连时 A_4 为 CH、 CR_4 或 N, 或当该苯并三唑型基团是在 A_4 上相连时 A_4 为 C;

J 为选自由 1, 2, 4-苯三基与 $>CR_6CR_7R_8$ - 所组成的组的三价部分;

G 不存在或选自由 -Ar-、-O-、-S-、- NR_1 -、- CR_2R_3 -、- $CR_1R_2CR_3R_4$ -、- $N=CR_1$ -、- $CR_1=CR_2$ -、- $N=N$ -、-(CO)-、 C_3 - C_{30} 烷二基及 C_3 - C_{30} 杂烷二基所组成的组;

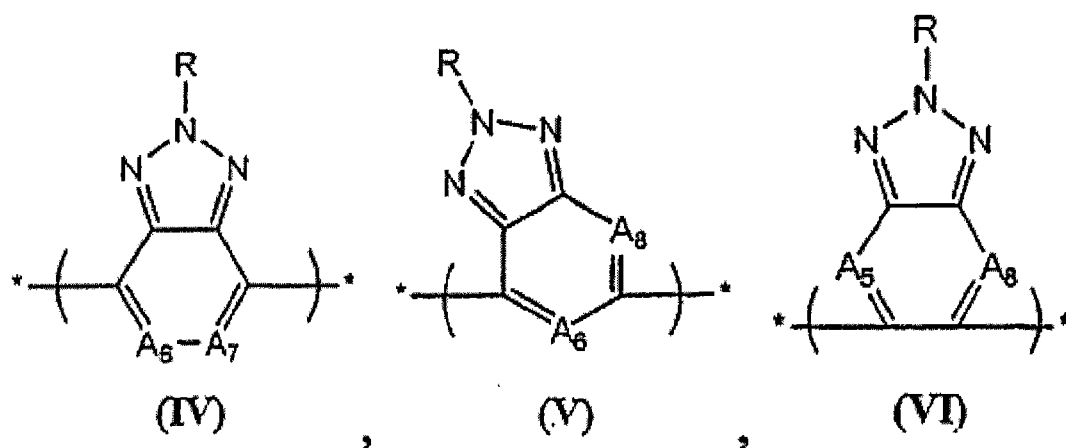
Q 选自由 -Ar-、-O-、-S-、- NR_1 -、- OCR_1R_2 -、- CR_1R_2 -、- $OCR_1R_2CR_3R_4$ -、- $CR_1R_2CR_3R_4$ -、- $N=CR_1$ -、- $CR_1=N$ -、- $CR_1=CR_2$ -、- $N=N$ -、及 -(CO)-、- BR_1 -、- SiR_1R_2 -、-(CO)-O-、-O-(CO)-、- NR_1 (CO)-及 -(CO)- NR_1 -、 C_3 - C_{30} 烷二基及 C_3 - C_{30} 杂烷二基所组成的组;

R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 各自独立地选自自由线形或树枝状 H、D、- NR_6R_7 、卤化物、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、酚、烷基酚、氟烷基、氟芳基、亚烷氧基、聚亚烷氧基及聚亚烷基所组成的组; 且任何两个相邻的 R_1 、 R_2 、 R_3 或 R_4 可选择地桥联, 或可与它们各自分别连接的两个碳连在一起形成芳环, 该芳环选自自由未取代或取代的苯、萘、蒽、噻吩、吡啶、联吡啶、吡嗪、嘧啶、噁二唑、噻二唑及苯并咪唑所组成的组;

R_6 、 R_7 或 R_8 各自独立地为取代或未取代的烷基或芳基; 任何两个相邻的 R_6 、 R_7 或 R_8 可选择地桥联;

以及 Ar 为未取代或取代的单环或多环、稠合或非稠合的芳族或杂芳族。

2. 如权利要求 1 所述的聚合物或低聚物, 其包含至少一种类型的重复结构单元, 该重复结构单元的通式选自自由如下通式 IV、通式 V 和通式 VI 组成的组:



其中

R 为 H、D、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、酚、2-羟基苯基、2-烷氧基苯基、2-芳氧基苯基、取代的 2-羟基苯基、取代的 2-烷氧基苯基、取代的 2-芳氧基苯基、氟烷基或氟芳基；

A₅ 为 CH、CR₁ 或 N；

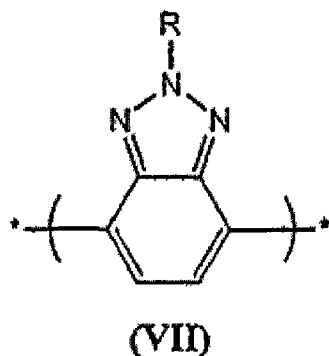
A₆ 为 CH、CR₂ 或 N；

A₇ 为 CH、CR₃ 或 N；

A₈ 为 CH、CR₄ 或 N；

R₁、R₂、R₃、R₄ 各自独立地选自由线形或树枝状 H、D、-NR₆R₇、卤化物、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、酚、烷基酚、氟烷基、氟芳基、亚烷氧基、聚亚烷氧基及聚亚烷基所组成的组；且任何两个相邻的 R₁、R₂、R₃ 或 R₄ 可选择地桥联，或可与它们各自分别连接的两个碳连在一起形成芳环，该芳环选自由未取代或取代的苯、萘、蒽、噻吩、吡啶、联吡啶、吡嗪、嘧啶、噁二唑、噻二唑及苯并呋喃所组成的组；以及 R₆ 与 R₇ 各自独立地为取代或未取代的烷基或芳基且可选择地桥联。

3. 如权利要求 2 所述的聚合物或低聚物，其包含至少一种类型如下通式 VII 表示的重复结构单元：

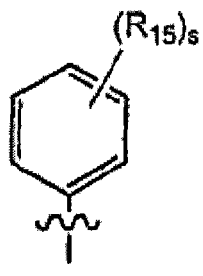


其中

R 为 H、D、烷基、芳基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、酚、2-羟基苯基、2-烷氧基苯基、2-芳氧基苯基、取代的 2-羟基苯基、取代的 2-烷氧基苯基、取代的 2-芳氧基苯基、氟烷基或氟芳基。

4. 如权利要求 3 所述的聚合物或低聚物，其中

R 为

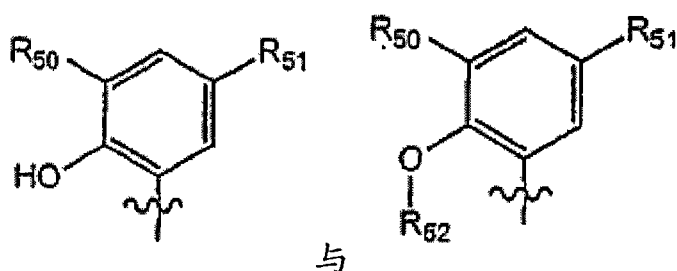


s 为 0-5;

R_{15} 选自由线形或树枝状 H、D、 $-NR_6R_7$ 、卤化物、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、酚、烷基酚、氟烷基、氟芳基、亚烷氧基、聚亚烷氧基及聚亚烷基所组成的组；且当 s 为 2-5 时，任何两个相邻的 R_{15} 可选择地桥联，或可与它们各自分别连接的两个碳连在一起形成芳环，该芳环选自由未取代或取代的苯、萘、蒽、噻吩、吡啶、联吡啶、吡嗪、嘧啶、噁二唑、噻二唑及苯并呋喃所组成的组；以及

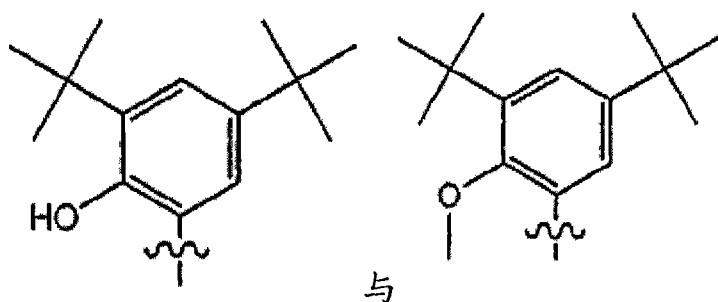
R_6 与 R_7 各自独立地为取代或未取代的烷基或芳基且可选择地桥联。

5. 如权利要求4所述的聚合物或低聚物，其中
R选自由下列各基团所组成的组：



R_{50} 与 R_{51} 各自独立地选自由 H、D、F、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、氟烷基、氟芳基、酰胺及酯所组成的组；以及
 R_{52} 选自由烷基、芳基、杂芳基、氟烷基及氟芳基所组成的组。

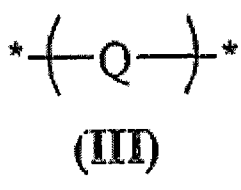
6. 如权利要求5所述的聚合物或低聚物，其中
R选自由下列各基团所组成的组：



7. 如权利要求3所述的聚合物或低聚物，其中 R 为烷基。

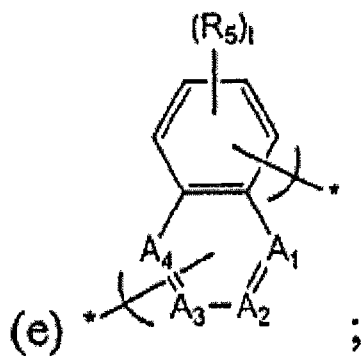
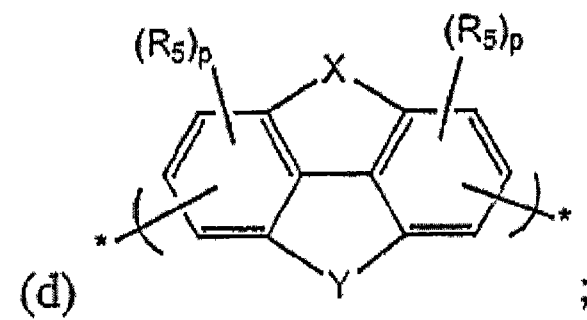
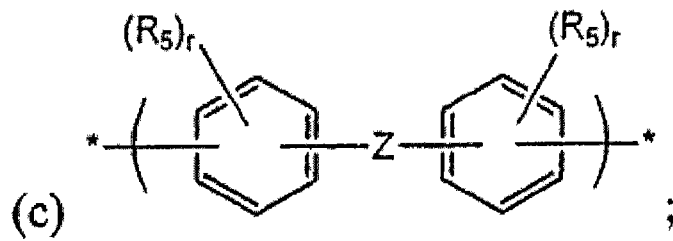
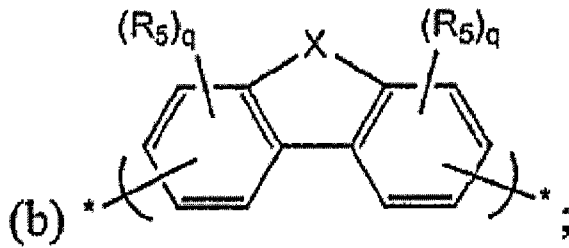
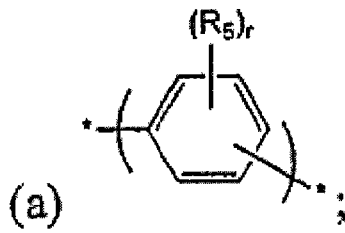
8. 如权利要求7所述的聚合物或低聚物，其中 R 为正己基。

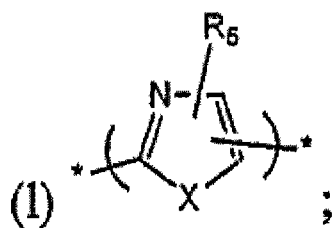
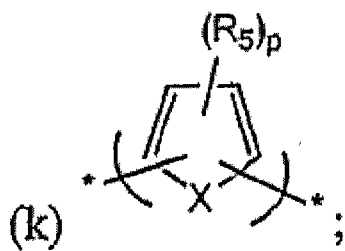
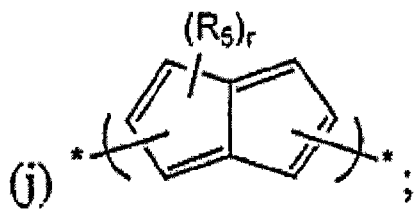
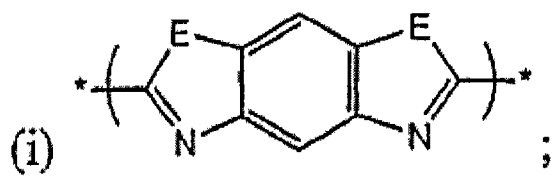
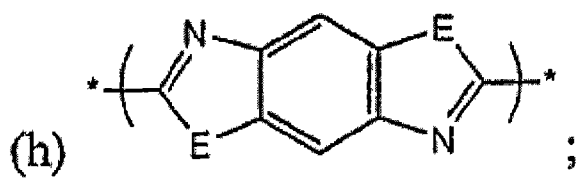
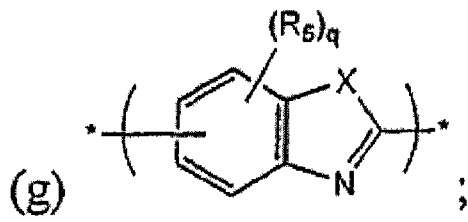
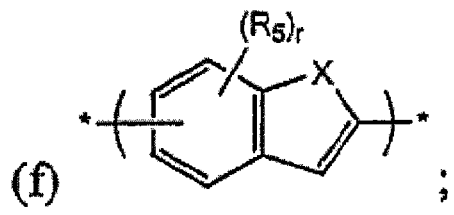
9. 如权利要求1所述的聚合物或低聚物，其含有至少一种类型如下通式III所示的重复结构单元：

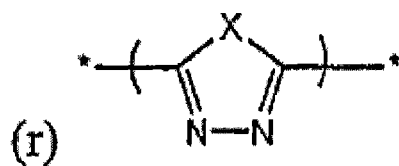
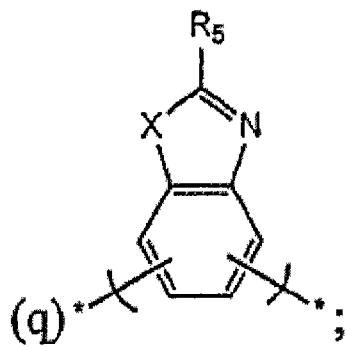
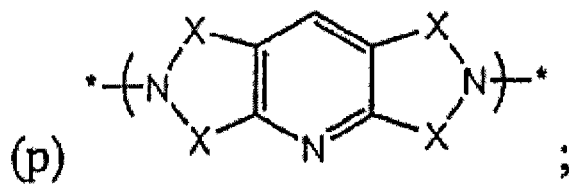
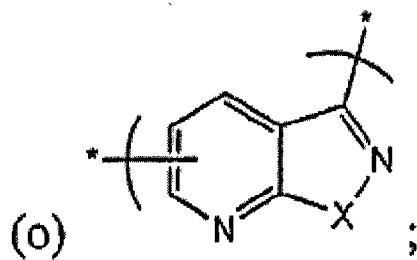
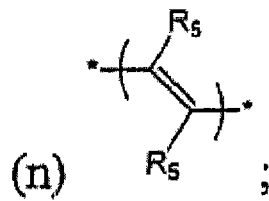
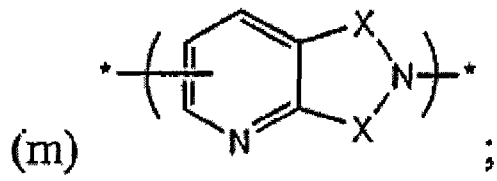


其中

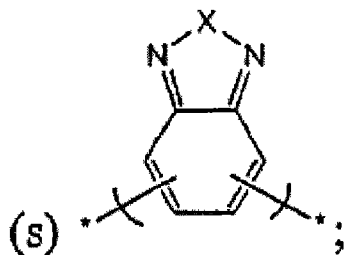
Q选自由下列各基团所组成的组：







以及



R_5 独立地选自由线形、树枝状或超分枝聚合性 H、D、F、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、氟烷基、氟芳基、聚亚烷氧基所组成的组，任何两个相邻的 R_5 基团可选择地桥联；

p 为 0-2；

q 为 0-3；

r 为 0-4；

s 为 0-5；

t 为 0-6；

X 及 Y 各自独立地选自由 -O-、-S-、-NR₆- 及 -CR₆R₇-、-CR₆R₇CR₈R₉-、-N=CR₆-、-CR₆=CR₇-、-N=N- 及 -(CO)- 所组成的组；

Z 选自由线形、树枝状或超分枝聚合性 -O-、-S-、-NR₆-、芳基、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、氟烷基、氟芳基、聚亚烷氧基、噁唑、噁二唑、噻唑、噻二唑、取代的三唑、四唑、四嗪、三嗪及取代的三嗪；以及 -CR₆R₇-、-CR₆R₇CR₈R₉-、-N=CR₆-、-CR₆=CR₇-、-N=N- 及 -(CO)- 所组成的组；

R_6 、 R_7 、 R_8 及 R_9 独立选自由线形或树枝状 H、D、F、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、亚烷氧基、聚亚烷氧基、烷氧基、芳氧基、氟烷基及氟芳基所组成的组，且任何两个相邻的 R_6 、 R_7 、 R_8 及 R_9 可选择地桥联；

E 选自由 O、NH 及 S 所组成的组；

当在 A_1 上连接基团时 A_1 为 C，或当不在 A_1 上连接基团时 A_1 为 CH、CR₁ 或 N；

当在 A_2 上连接基团时 A_2 为 C, 或当不在 A_2 上连接基团时 A_2 为 CH、 CR_2 或 N;

当在 A_3 上连接基团时 A_3 为 C, 或当不在 A_3 上连接基团时 A_3 为 CH、 CR_3 或 N; 以及

当在 A_4 上连接基团时 A_4 为 C, 或当不在 A_4 上连接基团时 A_4 为 CH、 CR_4 或 N.

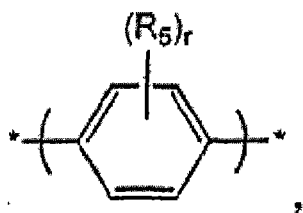
10. 如权利要求 1 所述的聚合物或低聚物, 其中, Q 选自由下列基团所组成的组: -O-, -S-, -C(O)-, -OC(O)-, -C(O)O-, -C(O)NH-, -CH₂-CH₂-

-CH₂CH₂O-, CH₂CH₂CH₂CH₂O-, CH₂CHCONH₂-, -CH₂CH(CN)-,
 -CH₂CH=CHCH₂-, -CONHCO-, -CH₂CH(OOCCH₃)-, -CH₂CHCl-, -CH₂CHOH-,
 -CH(OCH₂CH₃)CH₂-, -CH(OCH₂CH(CH₃)₂)CH₂-, -CH₂C(CH₃)(C(O)OCH₃)-, -
 CH₂C(CH₃)(C(O)OH-, -NHC(O)NH-, -OC(O)NH-, -C(S)-, -CH₂-, -CH₂CH₂-,
 -CH₂CH₂CH₂-, -CH₂CH₂CH₂CH₂-, -OCH₂-, -CH₂O-, -OCH₂CH₂-, -CH₂OCH₂-,
 -CH₂CH₂O-, -OCH₂CH₂CH₂-, -CH₂OCH₂CH₂-, -CH₂CH₂OCH₂-,
 -CH₂CH₂CH₂O-, -OCH₂CH₂CH₂CH₂-, -CH₂OCH₂CH₂CH₂-,
 -CH₂CH₂OCH₂CH₂-, -CH₃CH₂CH₂OCH₂-, -CH₂CH₂CH₂CH₂O-, -C(O)NHCH₂-,
 -C(O)NHCH₂CH₂-, -CH₂C(O)NHCH₂-, -CH₃CH₂C(O)NH-,
 -C(O)NHCH₂CH₂CH₂-, -CH₂C(O)NHCH₂CH₂-, -CH₂CH₂C(O)NHCH₂-,
 -CH₂CH₂CH₂C(O)NH-, -C(O)NHCH₂CH₂CH₂CH₂-, -CH₂C(O)NHCH₂CH₂CH₂-,
 -CH₂CH₂C(O)NHCH₂CH₂-, -CH₂CH₂CH₂C(O)NHCH₂-,
 -CH₂CH₂CH₂C(O)NHCH₂CH₂-, -CH₂CH₂CH₂CH₂C(O)NH-, -C(O)OCH₂-,
 -CH₂C(O)OCH₂-, -CH₂CH₂C(O)OCH₂-, -C(O)OCH₂CH₂-, -NHC(O)CH₂-,
 -CH₂NHC(O)CH₂-, -CH₂CH₂NHC(O)CH₂-, -NHC(O)CH₂CH₂-,
 -CH₂NHC(O)CH₂CH₂-, -CH₂CH₂NHC(O)CH₂CH₂-, -C(O)NHCH₂-, -
 C(O)NHCH₂CH₂-, -OC(O)NHCH₂-, -OC(O)NHCH₂CH₂-,
 -OC(O)NHCH₂CH₂CH₂-, -NHCH₂-, -NHCH₂CH₂-, -CH₂NHCH₂-, -
 CH₂CH₂NHCH₂-, -C(O)CH₂-, -C(O)CH₂-CH₂-, -CH₂C(O)CH₂-,
 -CH₂CH₂C(O)CH₂-, -CH₂CH₂C(O)CH₂CH₂-, -CH₂CH₂C(O)-,
 -CH₂CH₂CH₂C(O)NHCH₂CH₂NH-, -CH₂CH₂CH₂C(O)NHCH₂CH₂NHC(O)-,
 -CH₂CH₂CH₂C(O)NHCH₂CH₂NHC(O)CH₂-,

-CH₂CH₂CH₂C(O)NHCH₂CH₂NHC(O)CH₂CH₂-,
 -OC(O)NH(CH₂)₀₋₆(OCH₂CH₂)₀₋₂-, -C(O)NH(CH₂)₁₋₆NHC(O)-,
 -NHC(O)NH(CH₂)₁₋₆-NH-C(O)-, -OC(O)CH₂-, -O-C(O)CH₂CH₂-,

以及-OC(O)CH₂CH₂CH₂-。

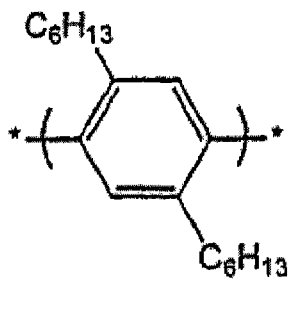
11. 如权利要求 9 所述的聚合物或低聚物, 其中 Q 为



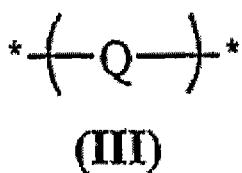
R₅ 独立地选自由线形、树枝状或超分枝聚合性 H、D、F、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、氟烷基、氟芳基及聚亚烷氧基所组成的组, 任何两个相邻的 R₅ 基团可选择地桥联;

r 为 0-4。

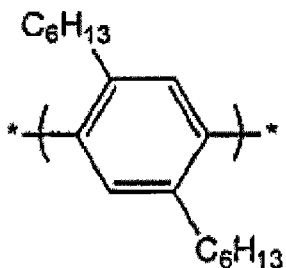
12. 如权利要求 11 所述的聚合物或低聚物, 其中 Q 为



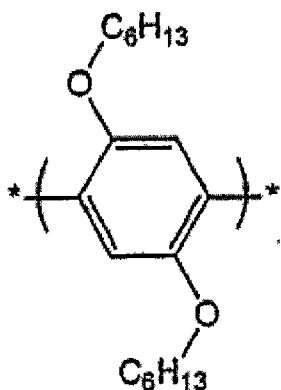
13. 如权利要求 6 或 8 所述的聚合物或低聚物, 其含有至少一种类型的如下通式 III 表示的重复结构单元:



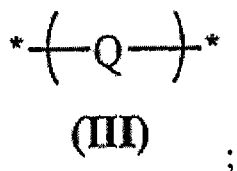
其中 Q 为



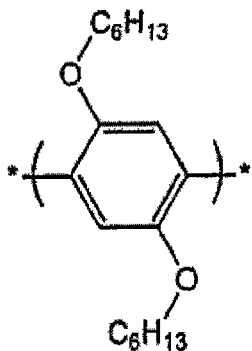
14. 如权利要求 11 所述的聚合物或低聚物, 其中 Q 为



15. 如权利要求 6 或 8 所述的聚合物或低聚物, 其包含至少一种如下通式 III 所示的重复结构单元:

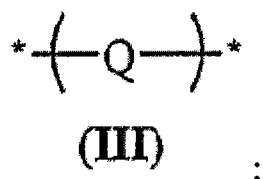


其中 Q 为

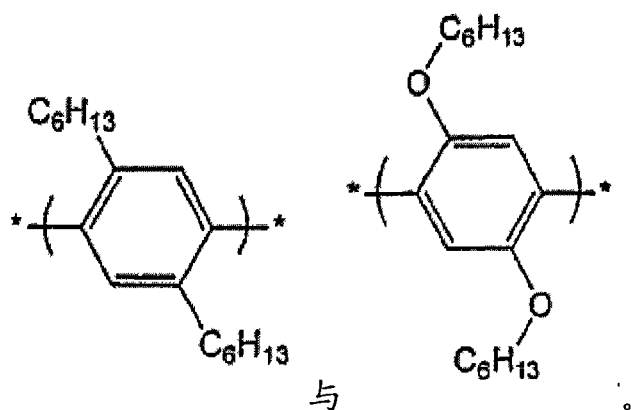


16. 如权利要求 6 或 8 所述的聚合物或低聚物, 其包含至少两种不同

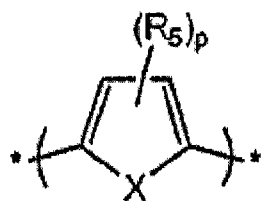
类型的如下通式III所示的重复结构单元:



其中这两种不同类型重复结构单元中至少一个选自由下列各基团所组成的组:



17. 如权利要求 9 所述的聚合物或低聚物, 其中 Q 为



其中

R_5 独立地选自由线形、树枝状或超分枝聚合性 H、D、F、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、氟烷基、氟芳基及聚亚烷氧基所组成的组, 任何两个相邻的 R_5 基团可选择地桥联;

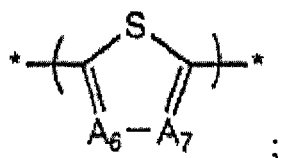
p 为 0-2;

X 选自由 -O-、-S-、- NR_6 - 及 - CR_6R_7 -、- $CR_6R_7CR_8R_9$ -、- $N=CR_6$ -、- $CR_6=CR_7$ -、- $N=N$ - 及 -(CO)- 所组成的组; 以及

R_6 、 R_7 、 R_8 及 R_9 独立地选自由线形或树枝状 H、D、F、烷基、烷芳

基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、亚烷氧基、聚亚烷氧基、烷氧基、芳氧基、氟烷基及氟芳基所组成的组，且任何两个相邻的 R_6 、 R_7 、 R_8 及 R_9 可选择地桥联。

18. 如权利要求 17 所述的聚合物或低聚物，其中 Q 为



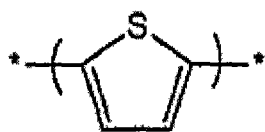
A_6 为 CH、 CR_2 或 N;

A_7 为 CH、 CR_3 或 N;

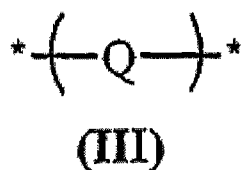
R_2 与 R_3 各自独立地选自由线形或树枝状 H、D、 $-NR_6R_7$ 、卤化物、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、酚、烷基酚、氟烷基、氟芳基、亚烷氧基、聚亚烷氧基及聚亚烷基所组成的组； R_2 与 R_3 可选择地桥联，或可与它们各自分别连接的两个碳连在一起形成芳环，该芳环选自由未取代或取代的苯、萘、蒽、噻吩、吡啶、联吡啶、吡嗪、嘧啶、噁二唑、噻二唑及苯并呋喃所组成的组；以及

R_6 与 R_7 各自独立地为取代或未取代的烷基或芳基且可选择地桥联。

19. 如权利要求 18 所述的聚合物或低聚物，其中 Q 为



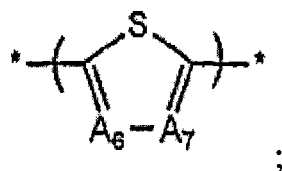
20. 如权利要求 6 或 8 所述的聚合物或低聚物，其包含至少一种类型的如下通式 III 所示的重复结构单元：



;

其中

Q 为



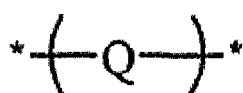
A₆ 为 CH、CR₂ 或 N;

A₇ 为 CH、CR₃ 或 N;

R₂ 与 R₃ 各自独立地选自由线形或树枝状 H、D、-NR₆R₇、卤化物、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、酚、烷基酚、氟烷基、氟芳基、亚烷氧基、聚亚烷氧基及聚亚烷基所组成的组; R₂ 与 R₃ 可选择地桥联, 或可与它们各自分别连接的两个碳连在一起形成芳环, 该芳环选自由未取代或取代的苯、萘、蒽、噻吩、吡啶、联吡啶、吡嗪、嘧啶、噁二唑、噻二唑及苯并呋喃所组成的组; 以及

R₆ 与 R₇ 各自独立地为取代或未取代的烷基或芳基且可选择地桥联。

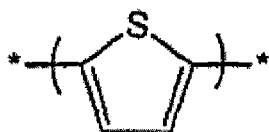
21. 如权利要求 6 或 8 所述的聚合物或低聚物, 其包含至少一种类型的如下通式 III 所示的重复结构单元:



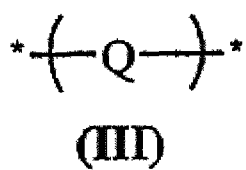
(III)

;

其中 Q 为

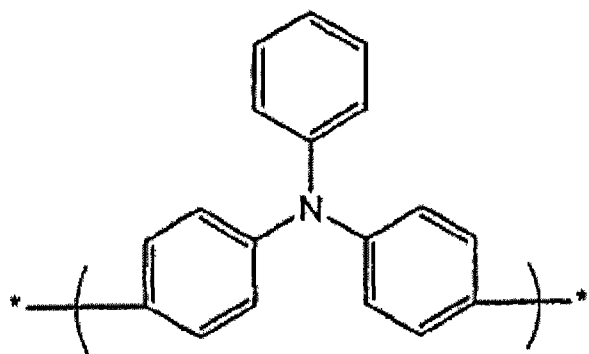
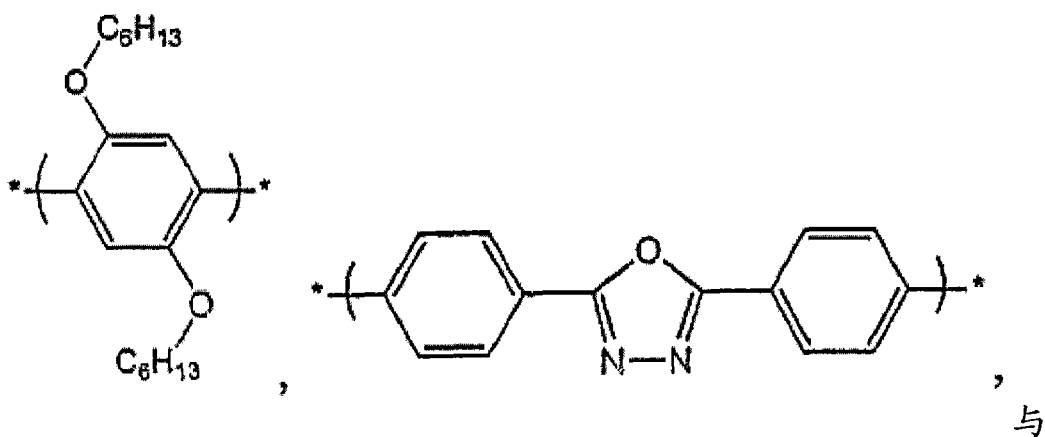


22. 如权利要求 21 所述的聚合物或低聚物, 其还包含至少三种不同类型的如下通式 III 所示的重复结构单元:

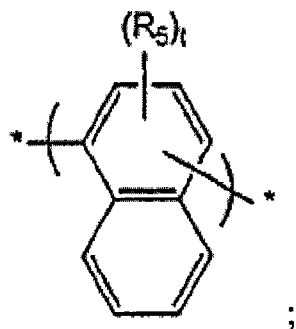


;

其中这三种不同类型的重复结构单元中的至少一个选自由下列各基团所组成的组:



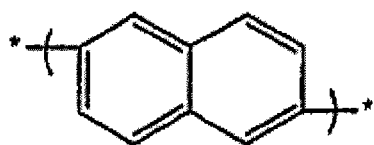
23. 如权利要求 9 所述的聚合物或低聚物, 其中 Q 为



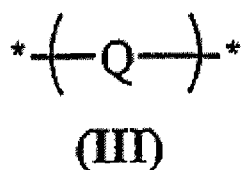
R_5 独立地选自由线形、树枝状或超分枝聚合性 H、D、F、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、氟烷基、氟芳基及聚亚烷氧基所组成的组，任何两个相邻的 R_5 基团可选择地桥联；

且 t 为 0-6。

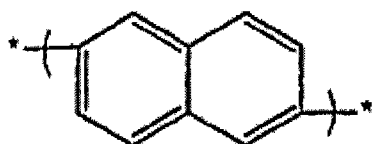
24. 如权利要求 23 所述的聚合物或低聚物，其中 Q 为



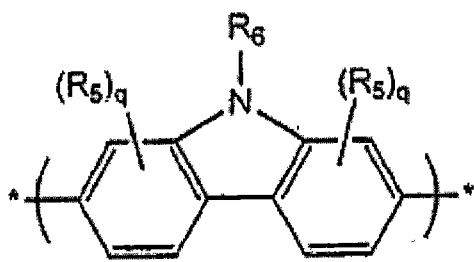
25. 如权利要求 6 或 8 所述的聚合物或低聚物，其包含至少一种类型的如下通式 III 所示的重复结构单元：



其中 Q 为



26. 如权利要求 9 所述的聚合物或低聚物，其中 Q 为



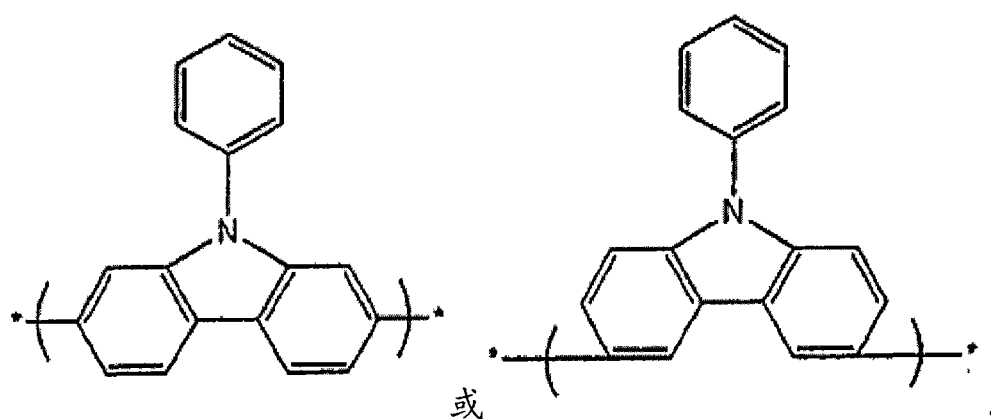
R_5 独立地选自由线形、树枝状或超分枝聚合性 H、D、F、烷氧基、芳

氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、氟烷基、氟芳基及聚亚烷氧基所组成的组，任何两个相邻的 R_5 基团可选择地桥联；

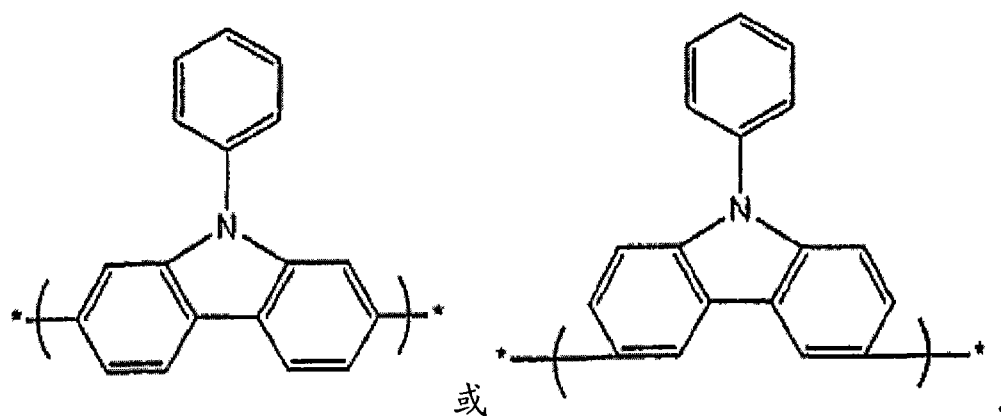
R_6 独立地选自由线形或树枝状 H、D、F、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、亚烷氧基、聚亚烷氧基、烷氧基、芳氧基、氟烷基及氟芳基所组成的组，

q 为 0-3。

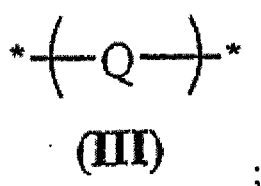
27. 如权利要求 26 所述的聚合物或低聚物，其中 Q 为



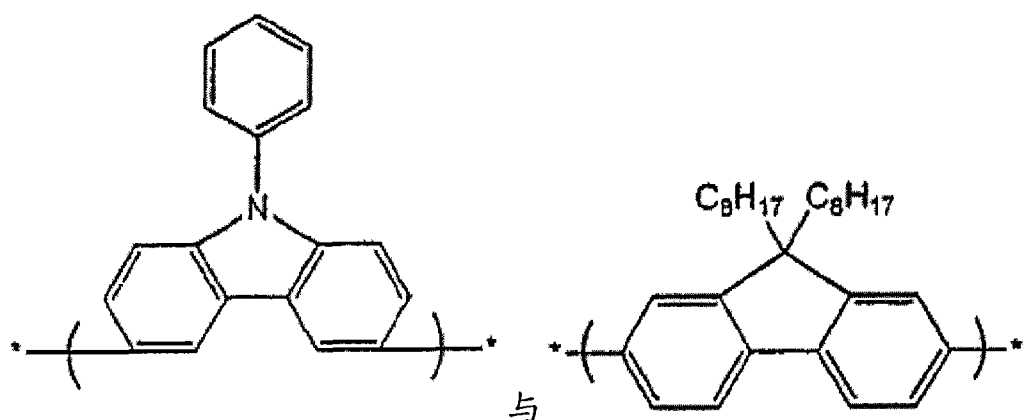
28. 如权利要求 6 或 8 所述的聚合物或低聚物，其中 Q 为



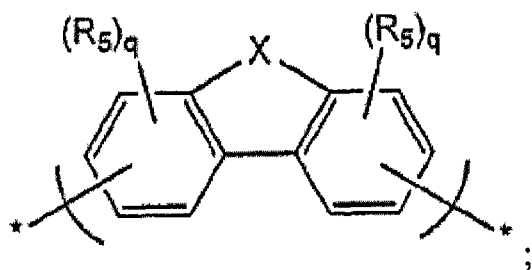
29. 如权利要求 6 或 8 所述的聚合物或低聚物，其包含至少两种类型的如下通式 III 所示的重复结构单元：



其中至少一种 Q 是选自由下列各基团所组成的组:



30. 如权利要求 9 所述的聚合物或低聚物, 其中 Q 为



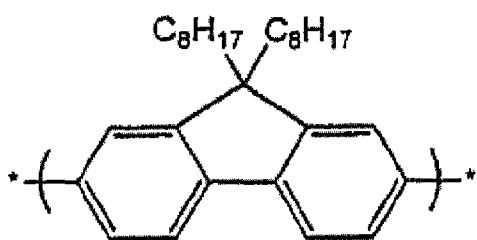
R_5 各自独立地选自由线形、树枝状或超分枝聚合性 H、D、F、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、氟烷基、氟芳基及聚亚烷氧基所组成的组, 任何两个相邻的 R_5 基团可选择地桥联;

p 为 0-3;

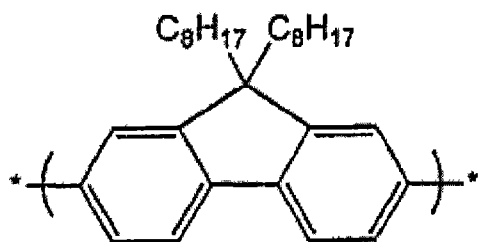
X 独立地选自由 -O-、-S-、-NR₆- 及 -CR₆R₇-、-CR₆R₇CR₈R₉-、-N=CR₆-、-CR₆=CR₇-、-N=N- 及 -(CO)- 所组成的组; 以及

R_6 、 R_7 、 R_8 及 R_9 各自独立地选自由线形或树枝状 H、D、F、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、亚烷氧基、聚亚烷氧基、烷氧基、芳氧基、氟烷基及氟芳基所组成的组, 且任何两个相邻的 R_6 、 R_7 、 R_8 及 R_9 可选择地桥联。

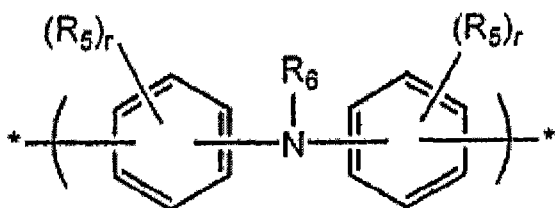
31. 如权利要求 30 所述的聚合物或低聚物, 其中 Q 为



32. 如权利要求 6 或 8 所述的聚合物或低聚物, 其中 Q 为



33. 如权利要求 9 所述的聚合物或低聚物, 其中 Q 为

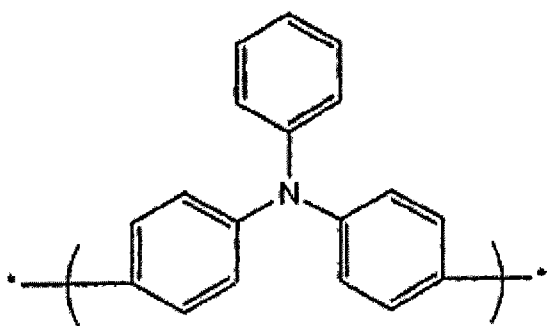


R_5 独立地选自自由线形、树枝状或超分枝聚合性 H、D、F、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、氟烷基、氟芳基、聚亚烷氧基所组成的组, 任何两个相邻的 R_5 基团可选择地桥联;

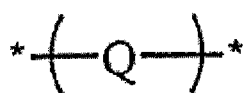
R_6 R_7 R_8 及 R_9 独立选自自由线形或树枝状 H、D、F、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、亚烷氧基、聚亚烷氧基、烷氧基、芳氧基、氟烷基、氟芳基所组成的组, 且任何两个相邻的 R_6 、 R_7 、 R_8 及 R_9 可选择地桥联;

r 为 0-4。

34. 如权利要求 33 所述的聚合物或低聚物, 其中 Q 为



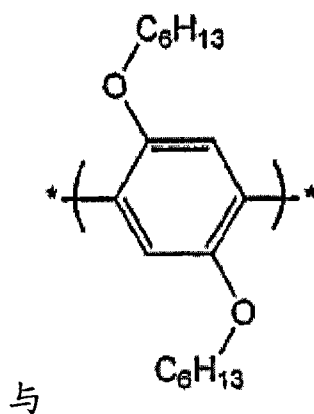
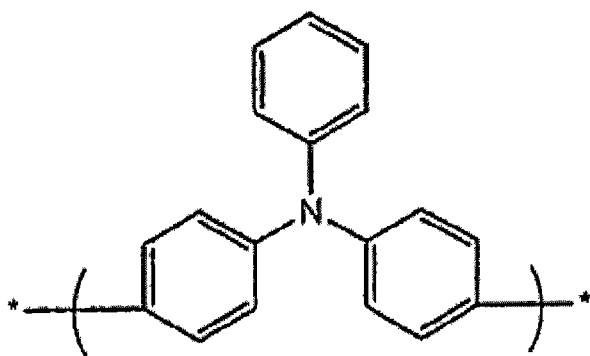
35. 如权利要求 6 或 8 所述的聚合物或低聚物，其包含至少两种如下通式 III 所示的重复结构单元：



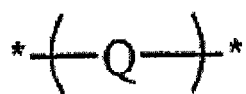
(III)

；

其中至少一种 Q 是选自由下列各基团所组成的组：



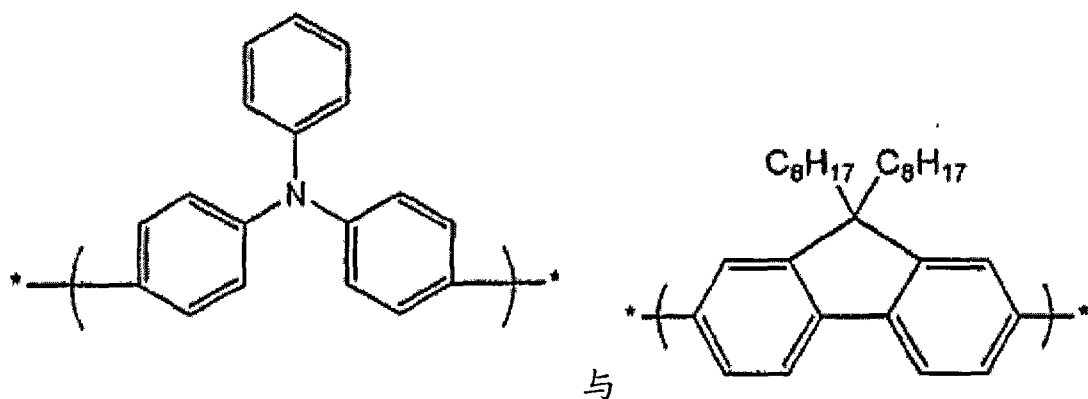
36. 如权利要求 6 或 8 所述的聚合物或低聚物，其包含至少两种类型的如下通式 III 所示的重复结构单元：



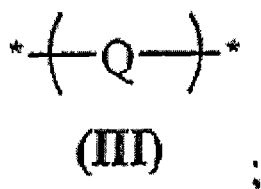
(III)

；

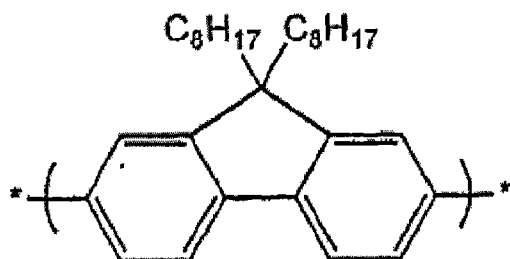
其中至少一种 Q 是选自由下列各基团所组成的组：



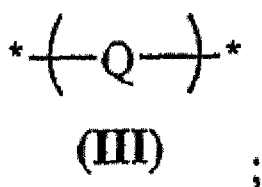
37. 如权利要求 6 或 8 所述的聚合物或低聚物, 其包含至少一种类型的如下通式 III 所示的重复结构单元:



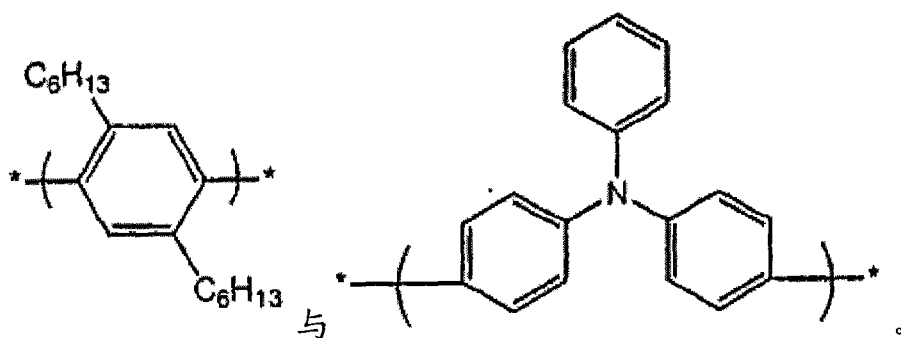
其中 Q 为:



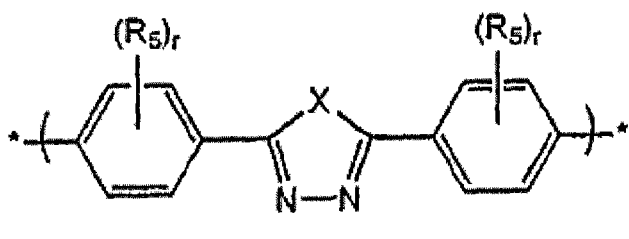
38. 如权利要求 6 或 8 所述的聚合物或低聚物, 其包含至少两种如下通式 III 所示的重复结构单元:



其中至少一种 Q 是选自由下列各基团所组成的组:



39. 如权利要求 9 所述的聚合物或低聚物, 其中
Q 为



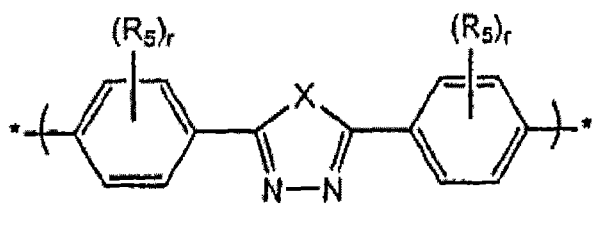
R_5 独立地选自由线形、树枝状或超分枝聚合性 H、D、F、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、氟烷基、氟芳基及聚亚烷氧基所组成的组, 任何两个相邻的 R_5 基团可选择地桥联;

r 为 0-4;

X 选自由 -O-、-S-、- NR_6 - 及 - CR_6R_7 -、- $CR_6R_7CR_8R_9$ -、- $N=CR_6$ -、- $CR_6=CR_7$ -、- $N=N$ - 及 -(CO)- 所组成的组; 以及

R_6 、 R_7 、 R_8 及 R_9 各自独立选自由线形或树枝状 H、D、F、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、亚烷氧基、聚亚烷氧基、烷氧基、芳氧基、氟烷基及氟芳基所组成的组, 且任何两个相邻的 R_6 、 R_7 、 R_8 及 R_9 可选择地桥联。

40. 如权利要求 6 或 8 所述的聚合物或低聚物, 其中 Q 为



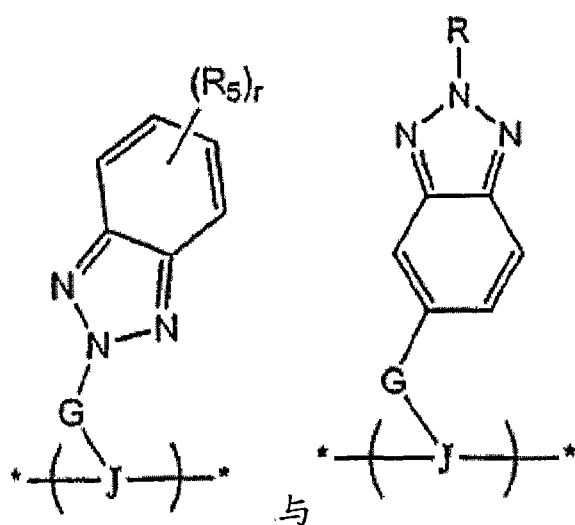
R_5 独立地选自自由线形、树枝状或超分枝聚合性 H、D、F、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、氟烷基、氟芳基及聚亚烷氧基所组成的组，任何两个相邻的 R_5 基团可选择地桥联；

r 为 0-4；

X 选自自由 -O-、-S-、-NR₆- 及 -CR₆R₇-、-CR₆R₇CR₈R₉-、-N=CR₆-、-CR₆=CR₇-、-N=N- 及 -(CO)- 所组成的组；以及

R_6 、 R_7 、 R_8 及 R_9 各自独立选自自由线形或树枝状 H、D、F、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、亚烷氧基、聚亚烷氧基、烷氧基、芳氧基、氟烷基及氟芳基所组成的组，且任何两个相邻的 R_6 、 R_7 、 R_8 及 R_9 可选择地桥联。

41. 如权利要求 1 所述的聚合物或低聚物，其中该聚合物或低聚物包含选自自由下列各结构单元所组成的组的重复结构单元：



其中

R_5 独立地选自自由线形、树枝状或超分枝聚合性 H、D、F、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、氟烷基、氟芳基及聚亚烷氧基所组成的组，任何两个相邻（偕位、连位或邻位）的 R_5 基团可选择地桥联；

J 为选自自由 1,2,4-苯三基与 $>CR_6CR_7R_8$ - 所组成的组的三价部分；

G 不存在或选自自由 -Ar-、-O-、-S-、-NR₁-、-CR₂R₃-、-CR₁R₂CR₃R₄-、

-N=CR₁-、-CR₁=CR₂-、-N=N-、-(CO)-、C₃-C₃₀ 烷二基及 C₃-C₃₀ 杂烷二基所组成的组；

R₁、R₂、R₃、R₄ 各自独立地选自由线形或树枝状 H、D、-NR₆R₇、卤化物、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、酚、烷基酚、氟烷基、氟芳基、亚烷氧基、聚亚烷氧基及聚亚烷基所组成的组；且任何两个相邻（偕位、连位或邻位）的 R₁、R₂、R₃ 或 R₄ 可选择地桥联，或可与它们各自分别连接的两个碳连在一起形成芳环，该芳环选自由未取代或取代的苯、萘、蒽、噻吩、吡啶、联吡啶、吡嗪、嘧啶、噁二唑、噻二唑及苯并咪唑所组成的组；

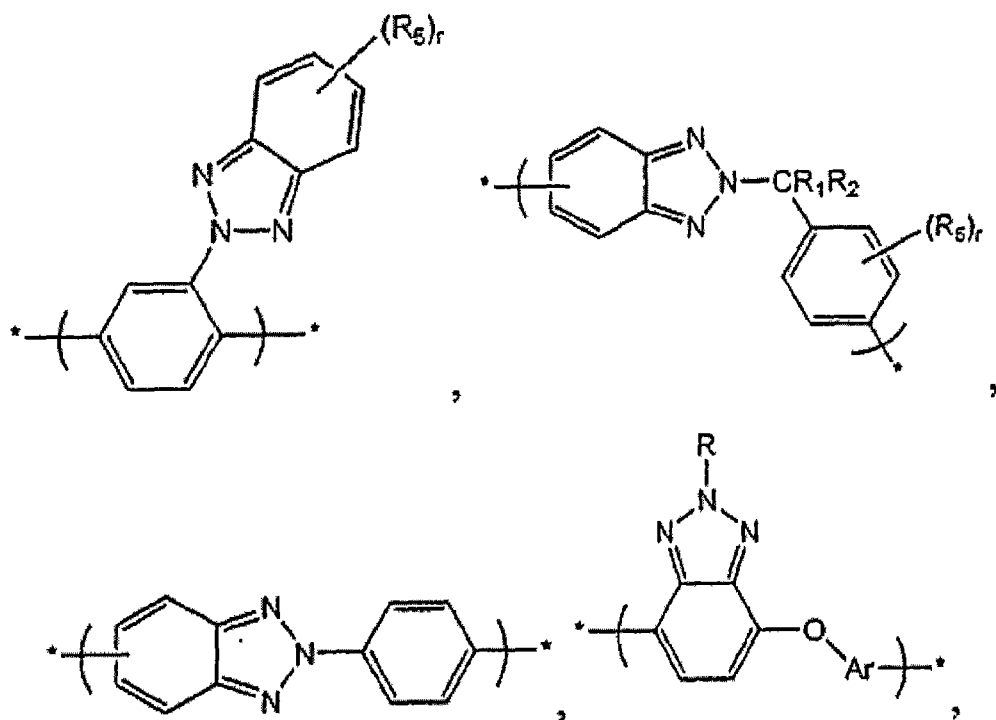
R₆、R₇ 或 R₈ 各自独立地为取代或未取代的烷基或芳基；且任何两个相邻的 R₆、R₇ 或 R₈ 可选择地桥联；

Ar 为未取代或取代的单环或多环、稠合或非稠合的芳族或杂芳族；以及

r 为 0-4。

42. 如权利要求 41 所述的聚合物或低聚物，其中 J 为 >CHCH₂-。

43. 如权利要求 1 所述的聚合物或低聚物，其中该聚合物或低聚物包含选自由下列各结构单元所组成的组的重复结构单元：



其中

R 为 H、D、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、酚、2-羟基苯基、2-烷氧基苯基、2-芳氧基苯基、取代的 2-羟基苯基、取代的 2-烷氧基苯基、取代的 2-芳氧基苯基、氟烷基或氟芳基；

R_1 与 R_2 各自独立地选自由线形或树枝状 H、D、 $-NR_6R_7$ 、卤化物、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、酚、烷基酚、氟烷基、氟芳基、亚烷氧基、聚亚烷氧基及聚亚烷基所组成的组；

R_5 独立地选自由线形、树枝状或超分枝聚合性 H、D、F、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、氟烷基、氟芳基及聚亚烷氧基所组成的组，任何两个相邻的 R_5 基团可选择地桥联；

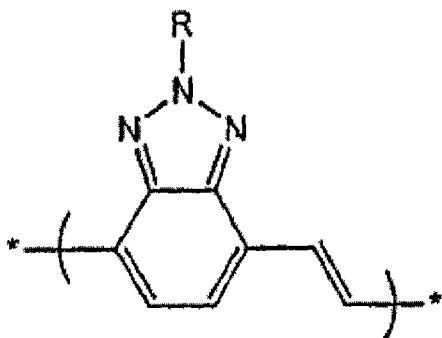
R_6 和 R_7 各自独立地为取代或未取代的烷基或芳基；且可选择地桥联；

Ar 为未取代或取代的单环或多环、稠合或非稠合的芳族或杂芳族；以

及

r 为 0-4。

44. 如权利要求 1 所述的聚合物或低聚物，其中该聚合物包含如下所示的重复结构单元：



45. 如权利要求 1-44 中任一项所述的聚合物或低聚物，其包含：

(a) 约 1-约 100 摩尔%的至少一种的选自由通式 I 与通式 II 所组成的组中的通式所示的重复结构单元；以及

(b) 约 0-约 99 摩尔%的至少一种的通式 III 所示的重复结构单元。

46. 如权利要求 1-44 中任一项所述的聚合物或低聚物，其包含：

(a) 约 25 摩尔%的至少一种的选自由通式 I 与通式 II 所组成的组中的通式所示的重复结构单元；以及

(b) 约 75 摩尔%的至少一种通式 III 所示的重复结构单元。

47. 如权利要求 1-44 中任一项所述的聚合物或低聚物，其包含：

(a) 约 20 摩尔%的至少一种选自由通式 I 与通式 II 所组成的组中的通式所示的重复结构单元；以及

(b) 约 80 摩尔%的至少一种通式 III 所示的重复结构单元。

48. 如权利要求 1-44 中任一项所述的聚合物或低聚物，其包含：

(a) 约 40 摩尔%的至少一种选自由通式 I 与通式 II 所组成的组中的通式所示的重复结构单元；以及

(b) 约 60 摩尔%的至少一种通式 III 所示的重复结构单元。

49. 如权利要求 1-44 中任一项所述的聚合物或低聚物，其包含：

(a) 约 50 摩尔%的至少一种的选自由通式 I 与通式 II 所组成的组中的通式所示的重复结构单元；以及

(b) 约 50 摩尔%的至少一种通式III所示的重复结构单元。

50. 如权利要求 1-44 中任一项所述的聚合物, 其中该聚合物具有至少约 15,000 道尔顿的平均分子量 M_w 。

51. 如权利要求 1-44 中任一项所述的聚合物, 其中该聚合物具有至少约 20,000 道尔顿的重均分子量 M_w 。

52. 如权利要求 1-44 中任一项所述的聚合物, 其中该聚合物具有至少约 40,000 道尔顿的重均分子量 M_w 。

53. 如权利要求 1-44 中任一项所述的聚合物, 其中该聚合物具有至少约 60,000 道尔顿的重均分子量 M_w 。

54. 如权利要求 1-44 中任一项所述的聚合物, 其中该聚合物具有至少约 80,000 道尔顿的重均分子量 M_w 。

55. 如权利要求 1-44 中任一项所述的聚合物, 其中该聚合物具有至少约 100,000 道尔顿的重均分子量 M_w 。

56. 如权利要求 1-44 中任一项所述的低聚物, 其中该聚合物具有约 200-约 15,000 道尔顿的重均分子量 M_w 。

57. 如权利要求 1 所述的聚合物, 其中该聚合物为共聚物。

58. 如权利要求 57 所述的聚合物, 其中该聚合物为嵌段共聚物。

59. 如权利要求 57 所述的聚合物, 其中该聚合物为无规共聚物。

60. 如权利要求 1 所述的聚合物, 其中该聚合物为交联聚合物。

61. 如权利要求 1 所述的聚合物, 其中该聚合物为超分枝聚合物。

62. 如权利要求 1 所述的聚合物, 其中该聚合物为星形聚合物。

63. 如权利要求 1-44 中任一项所述的聚合物, 其中该聚合物为光致发光聚合物和/或电致发光聚合物。

64. 如权利要求 63 所述的光致发光聚合物, 其中该光致发光聚合物适于在 UV、可见光或红外线范围内激发。

65. 如权利要求 63 所述的光致发光聚合物, 其中该光致发光聚合物能够发射波长在 350-750 纳米范围内的光。

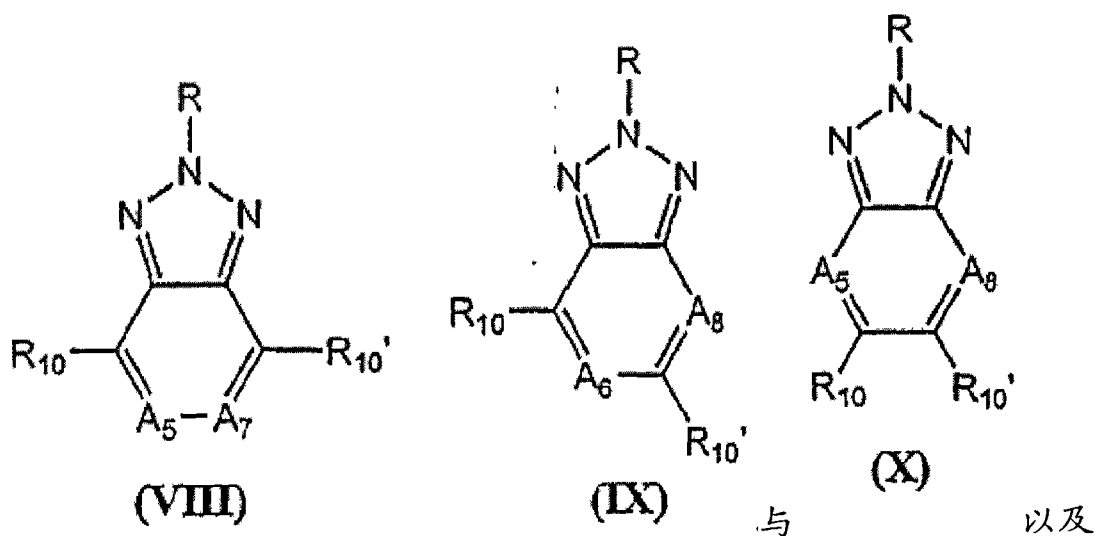
66. 如权利要求 63 所述的光致发光聚合物, 其中该光致发光聚合物能够发射波长在 450-700 纳米范围内的光。

67. 如权利要求 63 所述的光致发光聚合物, 其中该光致发光聚合物能够发射波长在 500-650 纳米范围内的光。

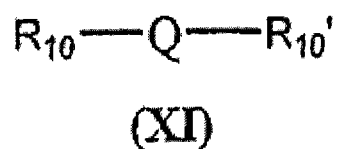
68. 一种制备聚合物或低聚物的方法, 其包括:

(a) 混合

(i) 至少一种选自由如下通式 VIII、通式 IX 及通式 X 所组成的组中的通式所示的化合物



(ii) 可选择的至少一种由如下通式 XI 所示的化合物:



;

其中

R 为 H、D、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、酚、2-羟基苯基、2-烷氧基苯基、2-芳氧基苯基、取代的 2-羟基苯基、取代的 2-烷氧基苯基、取代的 2-芳氧基苯基、氟烷基或氟芳基;

A₅ 为 CH、CR₁ 或 N;

A₆ 为 CH、CR₂ 或 N;

A₇ 为 CH、CR₃ 或 N;

A_8 为 CH、 CR_4 或 N;

R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 各自独立地选自由线形或树枝状 H、D、 $-NR_6R_7$ 、卤化物、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、酚、烷基酚、氟烷基、氟芳基、亚烷氧基、聚亚烷氧基及聚亚烷基所组成的组; 且任何两个相邻的 R_1 、 R_2 、 R_3 或 R_4 可选择地桥联, 或可与它们各自分别连接的两个碳连在一起形成芳环, 该芳环选自由未取代或取代的苯、萘、蒽、噻吩、吡啶、联吡啶、吡嗪、嘧啶、噁二唑、噻二唑及苯并咪唑所组成的组;

Q 选自由 $-Ar-$ 、 $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-NR_1-$ 、 $-OCR_1R_2-$ 、 $-CR_1R_2-$ 、 $-OCR_1R_2CR_3R_4-$ 、 $-CR_1R_2CR_3R_4-$ 、 $-N=CR_1-$ 、 $-CR_1=N-$ 、 $-CR_1=CR_2-$ 、 $-N=N-$ 、及 $-(CO)-$ 、 $-BR_1-$ 、 $-SiR_1R_2-$ 、 $-(CO)-O-$ 、 $-O-(CO)-$ 、 $-NR_1(CO)-$ 及 $-(CO)-NR_1-$ 、 C_3-C_{30} 烷二基及 C_3-C_{30} 杂烷二基所组成的组;

R_6 与 R_7 各自独立地为取代或未取代的烷基或芳基; 且 R_6 与 R_7 可选择地桥联;

Ar 为未取代或取代的单环或多环、稠合或非稠合的芳族或杂芳族; 以及

R_{10} 与 R_{10}' 各自独立地为能够参与芳基-芳基和/或芳基-烷基偶合反应的一个基团或多个基团; 以及

(b) 向该混合物中添加聚合反应催化剂及可选择的共反应物以引起:

(i) 聚合反应以形成碳碳键, 将至少一种选自由通式 VIII、通式 IX 及通式 X 所组成的组中的通式所示的化合物与至少一种选自由通式 VIII、通式 IX 及通式 X 所组成的组中的通式所示的其它化合物连接; 和/或

(ii) 聚合反应以形成碳碳键, 将至少一种选自由通式 VIII、通式 IX 及通式 X 所组成的组中的通式所示的化合物与至少一种由通式 XI 所示的化合物连接。

69. 如权利要求 68 所述的方法, 其中

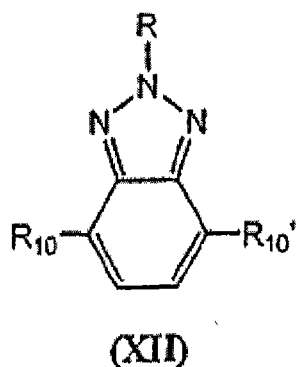
R_{10} 与 R_{10}' 各自独立地为选自由 H、D、卤化物、 $-Si(R_{11})_3$ 、 $-Sn(R_{11})_3$ 、 $-Cu$ 、 $-Cu(CN)Li$ 、 $-Li$ 、 $-MgBr$ 、 $-ZnCl$ 、 $-ZnBr$ 、 $-ZnI$ 、 $-MnBr$ 、 $-MnCl$ 、 $-MnI$ 、 $-HgCl$ 、 $-OTf$ 、 $-SH$ 、 $-SO_3CH_3$ 、 $-B(OR_{12})_2$ 所组成的组中的一个或多个基团;

R_{11} 各自独立地选自由卤化物、羟基、烷基及烷氧基所组成的组；以及
 R_{12} 各自独立地选自由 H、D、烷基及芳基所组成的组，或这两个 R_{12}
 与它们所连接的氧原子连接在一起形成环状硼酸酯。

70. 如权利要求 68 所述的方法，其中该芳基-芳基偶合反应选自由铃木、科朗、斯蒂勒及山本所组成的组。

71. 如权利要求 68 所述的方法，其包括混合

(i) 至少一种如下通式 XII 所示的化合物：

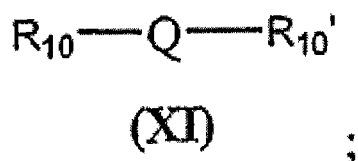


其中

R 为 H、D、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、酚、2-羟基苯基、2-烷氧基苯基、2-芳氧基苯基、取代的 2-羟基苯基、取代的 2-烷氧基苯基、取代的 2-芳氧基苯基、氟烷基或氟芳基；

R_{10} 与 R_{10}' 各自独立地为能够参与芳基-芳基和/或芳基-烷基偶合反应的一个或多个基团；与

(ii) 至少一种如下通式 XI 所示的化合物：



其中

Q 选自由 -Ar-、-O-、-S-、-NR₁-、-OCR₁R₂-、-CR₁R₂-、-OCR₁R₂CR₃R₄-、

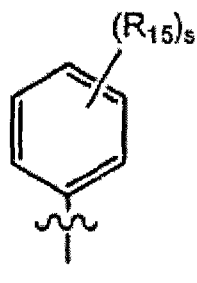
-CR₁R₂CR₃R₄-、-N=CR₁-、-CR₁=N-、-CR₁=CR₂-、-N=N-及-(CO)-、-BR₁-、-SiR₁R₂-、-(CO)-O-、-O-(CO)-、-NR₁(CO)-及-(CO)-NR₁-、C₃-C₃₀ 烷二基及 C₃-C₃₀ 杂烷二基所组成的组；

R₁、R₂、R₃、R₄各自独立地选自由线形或树枝状 H、D、-NR₆R₇、卤化物、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、酚、烷基酚、氟烷基、氟芳基、亚烷氧基、聚亚烷氧基及聚亚烷基所组成的组；且任何两个相邻的 R₁、R₂、R₃ 或 R₄ 可选择地桥联，或可与它们各自分别连接的两个碳连在一起形成芳环，该芳环选自由未取代或取代的苯、萘、蒽、噻吩、吡啶、联吡啶、吡嗪、嘧啶、噁二唑、噻二唑及苯并咪唑所组成的组；

Ar 为未取代或取代的单环或多环、稠合或非稠合的芳族或杂芳族。

72. 如权利要求 71 所述的方法，其中

R 为

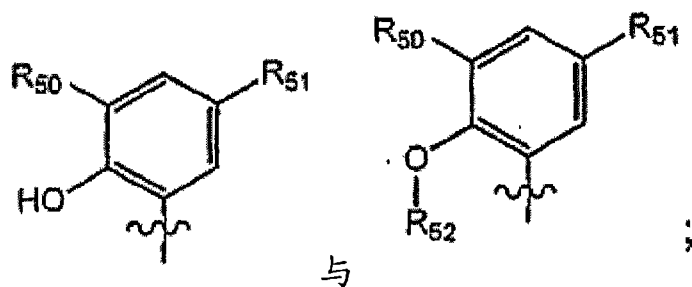


s 为 0-5；

R₁₅ 选自由线形或树枝状 H、D、-NR₆R₇、卤化物、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、酚、烷基酚、氟烷基、氟芳基、亚烷氧基、聚亚烷氧基及聚亚烷基所组成的组；且当 s 为 25 时任何两个相邻的 R₁₅ 可选择地桥联，或可与它们各自分别连接的两个碳连在一起形成芳环，该芳环选自由未取代或取代的苯、萘、蒽、噻吩、吡啶、联吡啶、吡嗪、嘧啶、噁二唑、噻二唑及苯并咪唑所组成的组；以及 R₆ 与 R₇ 各自独立地为取代或未取代的烷基或芳基且可选择地桥联。

73. 如权利要求 72 所述的方法，其中

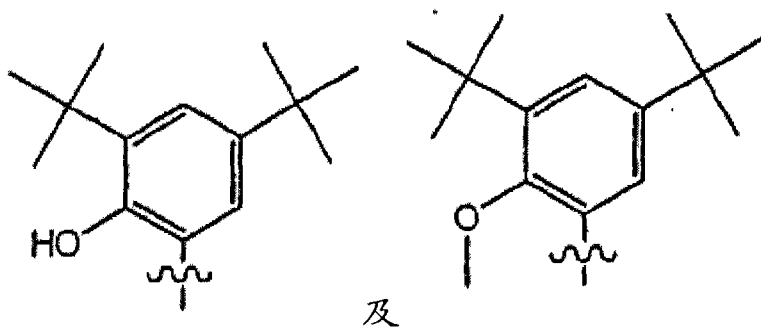
R 选自由下列各基团所组成的组:



R_{50} 及 R_{51} 各自独立地选自由 H、D、F、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、氟烷基、氟芳基、酰胺及酯所组成的组; 以及

R_{52} 选自由烷基、芳基、杂芳基、氟烷基及氟芳基所组成的组。

74. 如权利要求 73 所述的方法, 其中 R 选自由下列各基团所组成的组:



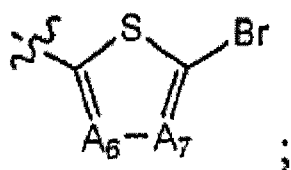
75. 如权利要求 71 所述的方法, 其中 R 为烷基。

76. 如权利要求 75 所述的方法, 其中 R 为正己基。

77. 如权利要求 71-76 中任一项所述的方法, 其中通式 X 中的 R_{10} 与 R_{10}' 各自独立地为卤化物。

78. 如权利要求 77 所述的制备聚合物或低聚物的方法, 其中通式 X 中的 R_{10} 与 R_{10}' 各自为溴化物。

79. 如权利要求 71-76 中任一项所述的方法, 其中通式 X 中的 R_{10} 与 R_{10}' 各自独立地为



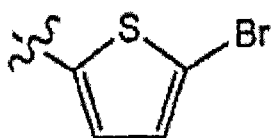
A_6 为 CH、 CR_2 或 N;

A_7 为 CH、 CR_3 或 N;

R_2 与 R_3 各自独立地选自由线形或树枝状 H、D、 $-NR_6R_7$ 、卤化物、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、酚、烷基酚、氟烷基、氟芳基、亚烷氧基、聚亚烷氧基及聚亚烷基所组成的组; R_2 与 R_3 可选择地桥联, 或可与它们各自分别连接的两个碳连在一起形成芳环, 该芳环选自由未取代或取代的苯、萘、蒽、噻吩、吡啶、联吡啶、吡嗪、嘧啶、噁二唑、噻二唑及苯并呋喃所组成的组; 以及

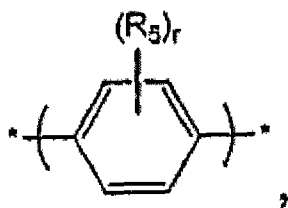
R_6 与 R_7 各自独立地为取代或未取代的烷基或芳基且可选择地桥联。

80. 如权利要求 79 所述的方法, 其中通式 X 中的 R_{10} 与 R_{10}' 各自为



81. 如权利要求 62-68 中任一项所述的方法, 其包括混合

(i) 至少一种通式 XI 所示的化合物, 其中通式 XI 中的 Q 为



其中

R_5 独立地选自由线形、树枝状或超分枝聚合性 H、D、F、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、氟烷基、氟芳基及聚亚烷氧基所组成的组, 任何两个相邻的 R_5 基团可选择地桥联;

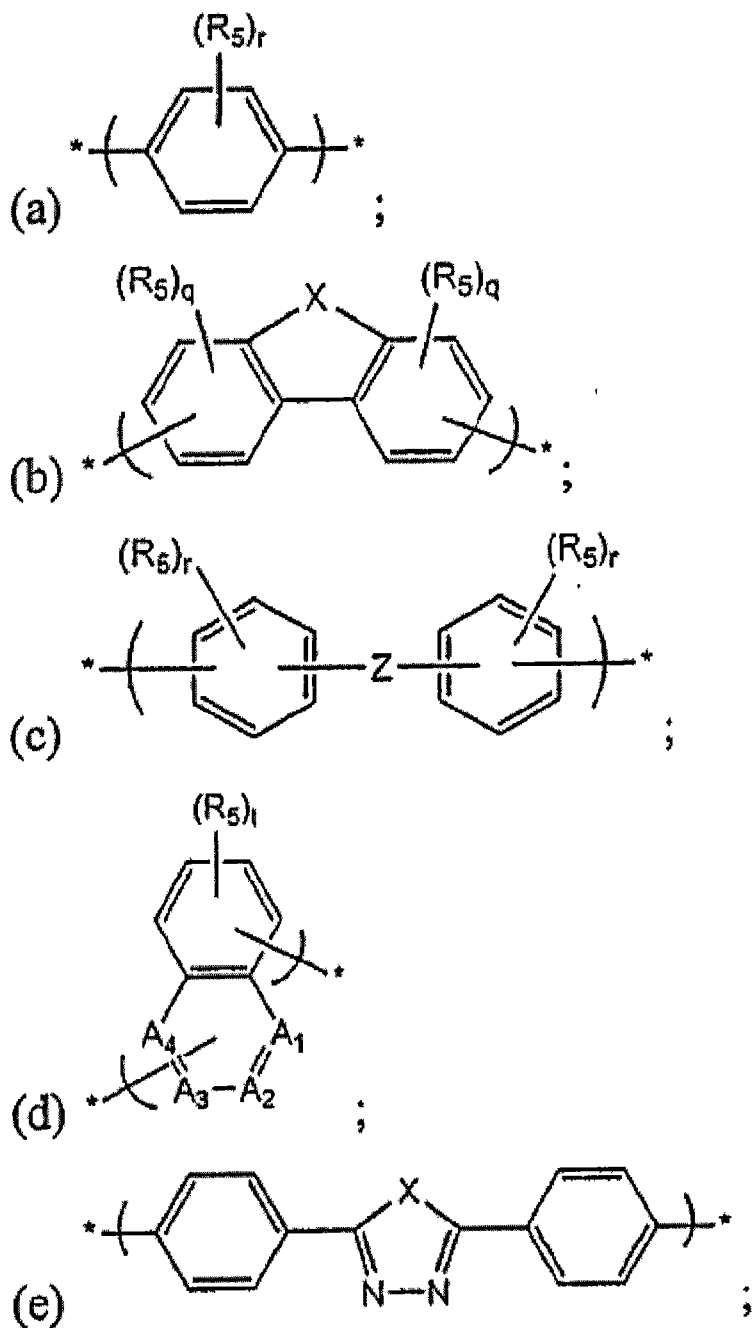
r 为 0-4;

通式 XI 中的 R_{10} 与 R_{10}' 各自独立地为 $-B(OR_{12})_2$;

R_{12} 各自独立地选自由 H、D、烷基及芳基所组成的组, 或两个 R_{12} 与

它们所连的氧原子连在一起形成环状硼酸酯；和/或

(ii) 至少一种通式XI表示的其它化合物，其中
通式XI中的Q选自由下列各基团所组成的组：



R_5 独立地选自由线形、树枝状或超分枝聚合性 H、D、F、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、氟烷基、氟芳基、聚亚烷氧基所组成的组，任何两个相邻的 R_5 基团可选择地桥联；

q 为 0-3;

r 为 0-4;

t 为 0-6;

X 选自由 -O-、-S-、-NR₆- 及 -CR₆R₇-、-CR₆R₇CR₈R₉-、-N=CR₆-、-CR₆=CR₇-、-N=N- 及 -(CO)- 所组成的组;

Z 选自由线形、树枝状或超分枝聚合性 -O-、-S-、-NR₆-、芳基、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、氟烷基、氟芳基、聚亚烷氧基、噁唑、噁二唑、噻唑、噻二唑、取代的三唑、四唑、四嗪、三嗪及取代的三嗪; 以及 -CR₆R₇-、-CR₆R₇CR₈R₉-、-N=CR₆-、-CR₆=CR₇-、-N=N- 及 -(CO)- 所组成的组;

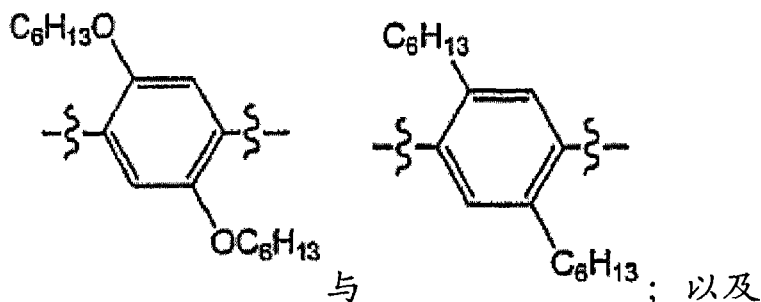
R₆、R₇、R₈ 及 R₉ 独立选自由线形或树枝状 H、D、F、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、亚烷氧基、聚亚烷氧基、烷氧基、芳氧基、氟烷基、氟芳基所组成的组, 且任何两个相邻的 R₆、R₇、R₈ 及 R₉ 可选择地桥联; 以及

通式 XI 中的 R₁₀ 与 R₁₀' 各自独立地为卤化物。

82. 如权利要求 81 所述的方法, 其中

在 (i) 中

通式 XI 中的 Q 选自由下列各基团所组成的组:

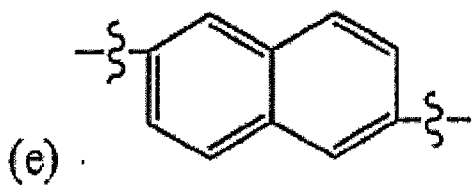
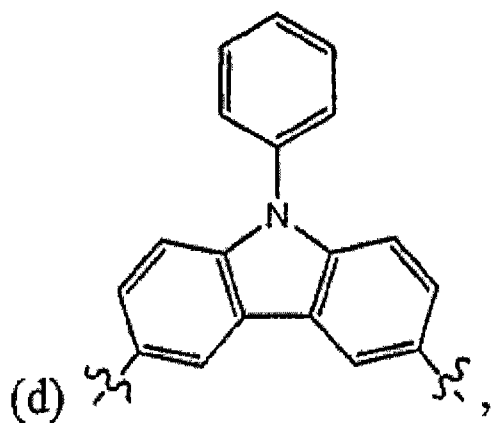
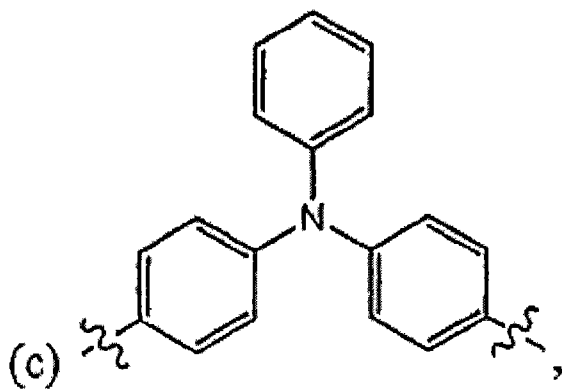
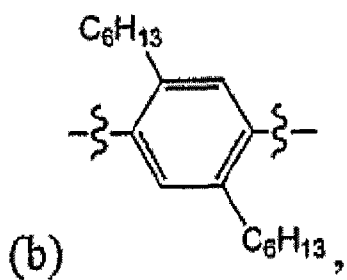
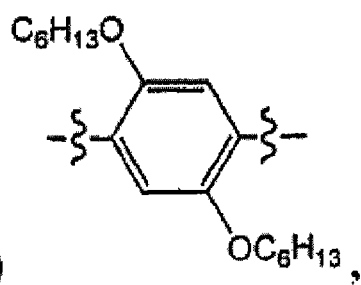


通式 XI 中的 R₁₀ 与 R₁₀' 各自独立地为 -B(OR₁₂)₂;

R₁₂ 各自独立地选自由 H、D、烷基及芳基所组成的组, 或两个 R₁₂ 与它们所连的氧原子连在一起形成环状硼酸酯; 以及

在 (ii) 中

通式 IX 中的 Q 选自由下列各基团所组成的组:

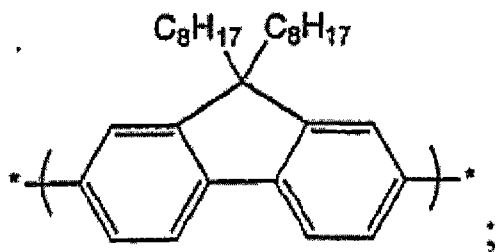


以及

通式XI中的 R_{10} 与 R_{10}' 各自独立地为溴化物。

83. 如权利要求 81 所述的方法, 其包括混合

(i) 至少一种该通式 XI 表示的化合物, 其中通式 XI 中的 Q 为

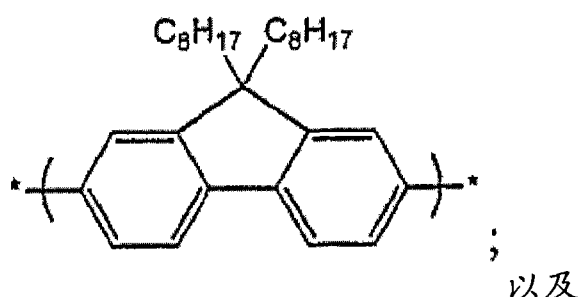


通式 XI 中的 R_{10} 与 R_{10}' 各自独立地为 $-B(OR_{12})_2$; 以及

R_{12} 各自独立地选自由 H、D、烷基及芳基所组成的组或两个 R_{12} 与它们所连的氧原子连在一起形成环状硼酸酯。

84. 如权利要求 83 所述的方法, 其包括还混合

(i) 至少一种该通式 XI 所示的化合物, 其中通式 XI 中的 Q 为



且 R_{10} 与 R_{10}' 各自为溴化物。

85. 如权利要求 68-84 中任一项所述的方法, 其中该聚合引发剂为选自由 $Pd(PPh_3)_4$ 、 $Pd(OAc)_2$ 、 $PdCl_2(dppd)$ 及 $Pd(dba)_2/PPh_3$ 所组成的组中的钯催化剂结合碱。

86. 如权利要求 85 所述的方法, 其中该碱选自由 Na_2CO_3 、 K_2CO_3 、 $NaHCO_3$ 、 $KHCO_3$ 、 $CsOH$ 、 $CsHCO_3$ 、 Cs_2CO_3 、 $Ba(OH)_2$ 、 KOH 及 $NaOH$ 所组成的组。

87. 一种电子装置或用于该装置的元件, 其包含:

(a) 阳极

(b) 阴极; 及

(c) 发光层, 用于从相邻层接受和结合正电荷及负电荷载流子以产生光; 及可选择地包含

- (d) 空穴注入层;
- (e) 一个或多个空穴传输层;
- (f) 一个或多个电子传输层;
- (g) 电子注入层; 以及
- (h) 缓冲层;

其中该发光层和/或该一个或多个空穴和/或电子传输层包含权利要求 1-67 中任一项所述的聚合物或低聚物。

88. 如权利要求 87 所述的电子装置, 其包含电致发光装置。

89. 一种发光装置, 其包含权利要求 1-67 中任一项所述的聚合物或低聚物。

90. 如权利要求 87 所述的装置, 其中该装置为电致发光装置。

91. 如权利要求 87 所述的装置, 其中该装置为光致发光装置。

92. 如权利要求 87 所述的装置, 其中该装置为有机发光二极管 (OLED)。

93. 如权利要求 87 所述的装置, 其中该装置为有机发光二极管 (OLED) 显示器。

94. 如权利要求 87 所述的装置, 其中该装置为传感器。

95 如权利要求 87 所述的装置, 其中该装置显示的光致发光性具有大于 10% 的量子效率。

96. 如权利要求 92 所述的装置, 其中该 OLED 具有小于约 5 伏特的启动电压。

97. 如权利要求 84 所述的装置, 其中该 OLED 具有约 3 伏特的启动电压。

98. 如权利要求 97 所述的装置, 其中该 OLED 具有在 7V 与 1000 烛光/平方米下至少 2.5 流明/瓦的发光效率。

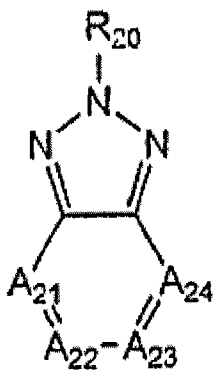
99. 如权利要求 97 所述的装置, 其中该 OLED 具有在 4V 与 1000 烛光/平方米下至少 4.0 流明/瓦的发光效率。

100. 如权利要求 97 所述的装置，其中该 OLED 具有在 10V 与 100 烛光/平方米下至少 0.2 流明/瓦的发光效率。

101. 一种电子装置或用于该装置的元件，其包含：

- (a) 阳极
- (b) 阴极；及
- (c) 发光层，用于从相邻层接受和结合正电荷及负电荷载流子以产生光；及可选择地包含
 - (d) 空穴注入层；
 - (e) 一或多个空穴传输层；
 - (f) 一或多个电子传输层；
 - (g) 电子注入层；以及
 - (h) 缓冲层；

其中该发光层和/或该一个或多个空穴和/或电子传输层包含如下通式所示的化合物：



其中

R_{20} 为 H、D、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、酚、2-羟基苯基、2-烷氧基苯基、2-芳氧基苯基、取代的 2-羟基苯基、取代的 2-烷氧基苯基、取代的 2-芳氧基苯基、氟烷基或氟芳基；

A_{21} 为 CH、 CR_{21} 或 N；

A_{22} 为 CH、 CR_{22} 或 N；

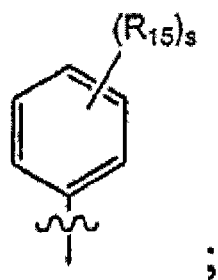
A_{23} 为 CH、 CR_{23} 或 N;

A_{24} 为 CH、 CR_{24} 或 N;

R_{21} 、 R_{22} 、 R_{23} 、 R_{24} 各自独立地选自由 H、D、 $-NR_6R_7$ 、卤化物、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、酚、烷基酚、氟烷基及氟芳基所组成的组; 或者 R_1 与 R_2 , 和/或 R_2 与 R_3 , 和/或 R_3 与 R_4 与它们各自分别连接的两个碳连在一起形成芳环, 该芳环选自由未取代或取代的苯、萘、蒽、噻吩、吡啶、联吡啶、吡嗪、嘧啶、噁二唑、噻二唑及苯并咪唑所组成的组。

102. 如权利要求 101 所述的电子装置, 其中

R_{20} 为



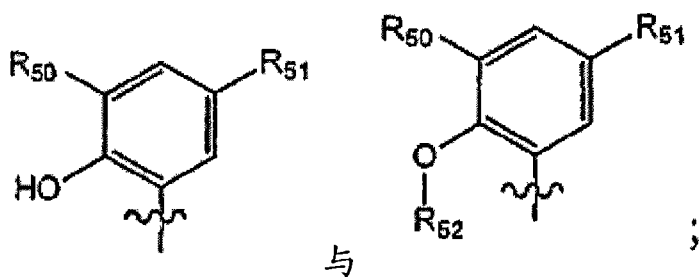
s 为 0-5;

R_{15} 各自独立地选自由线形或树枝状 H、D、 $-NR_6R_7$ 、卤化物、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、酚、烷基酚、氟烷基、氟芳基、亚烷氧基、聚亚烷氧基及聚亚烷基所组成的组; 当 s 为 2-5 时, 任何两个相邻的 R_{15} 可选择地桥联, 或可与它们各自分别连接的两个碳连在一起形成芳环, 该芳环选自由未取代或取代的苯、萘、蒽、噻吩、吡啶、联吡啶、吡嗪、嘧啶、噁二唑、噻二唑及苯并咪唑所组成的组; 以及

R_6 与 R_7 各自独立地为取代或未取代的烷基或芳基且可选择地桥联。

103. 如权利要求 102 所述的电子装置, 其中

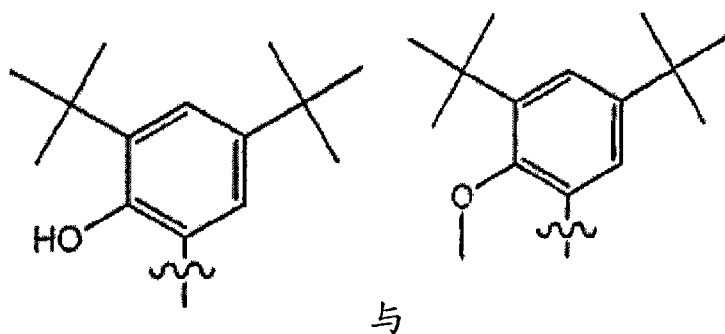
R_{20} 选自由下列各个基团所组成的组:



R_{50} 与 R_{51} 各自独立地选自由 H、D、F、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、氟烷基、氟芳基、酰胺及酯所组成的组；且

R_{52} 选自由烷基、芳基、杂芳基、氟烷基及氟芳基所组成的组。

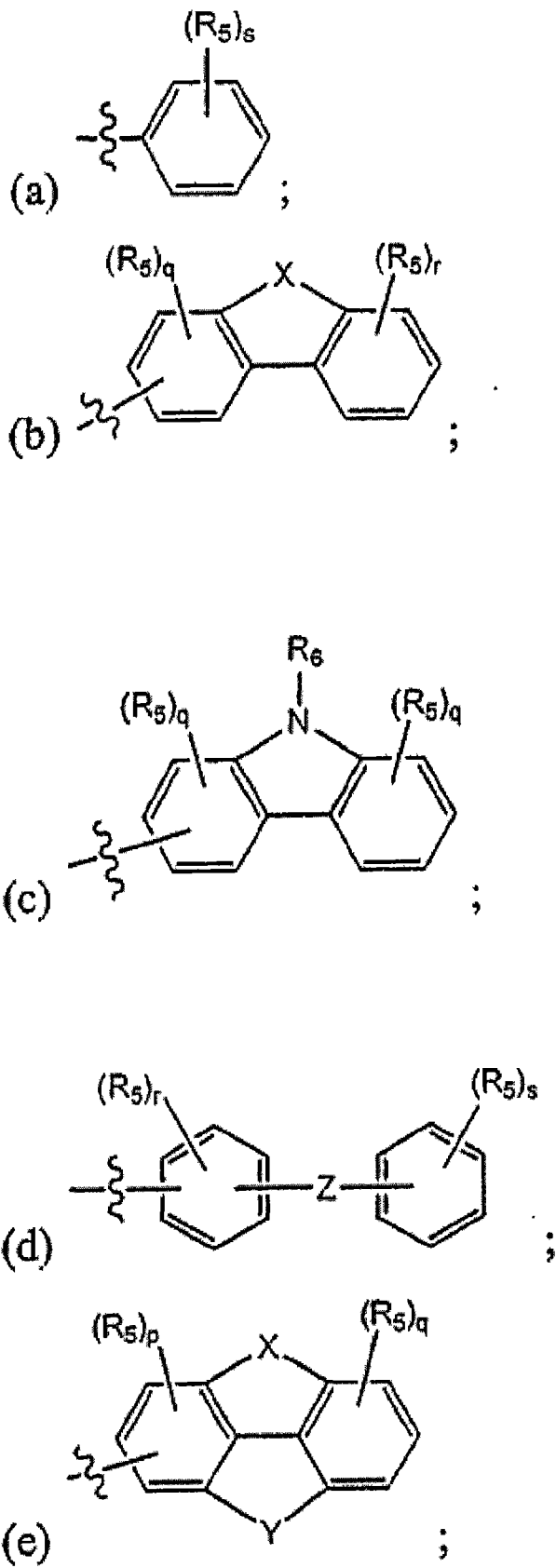
104. 如权利要求 103 所述的电子装置，其中 R_{20} 选自由下列各个基团所组成的组：

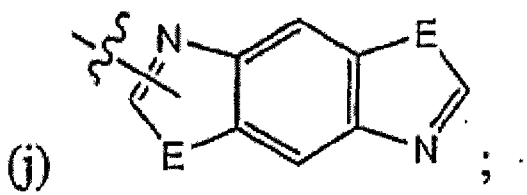
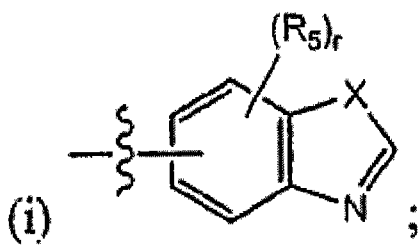
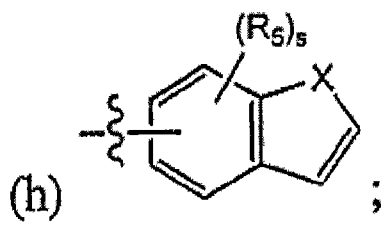
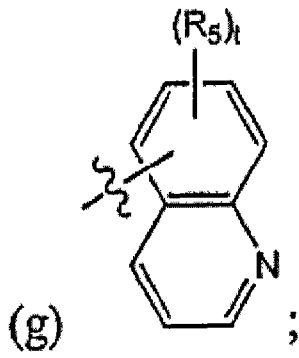
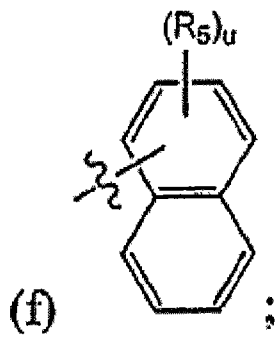


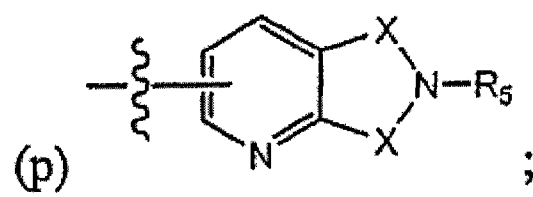
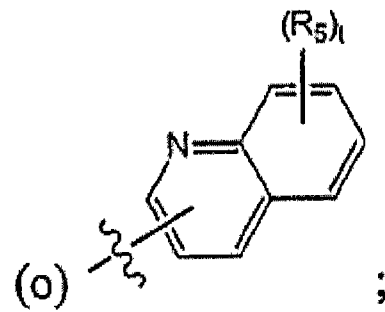
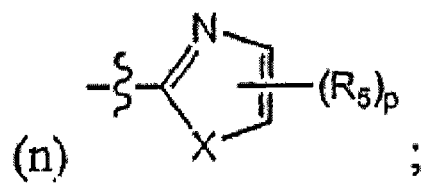
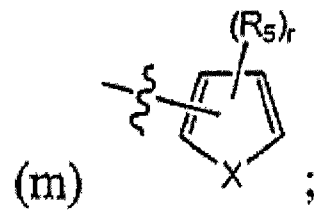
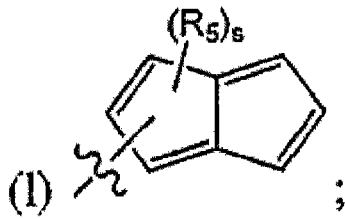
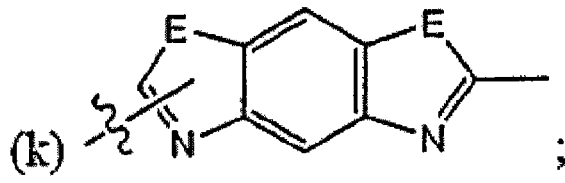
105. 如权利要求 101 所述的电子装置，其中 R_{20} 为烷基。

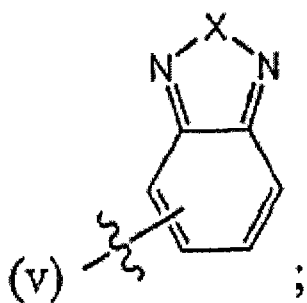
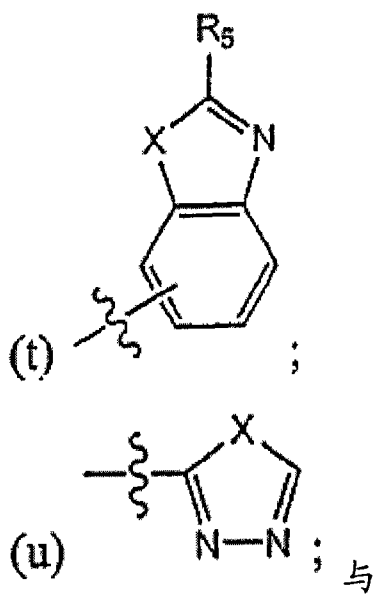
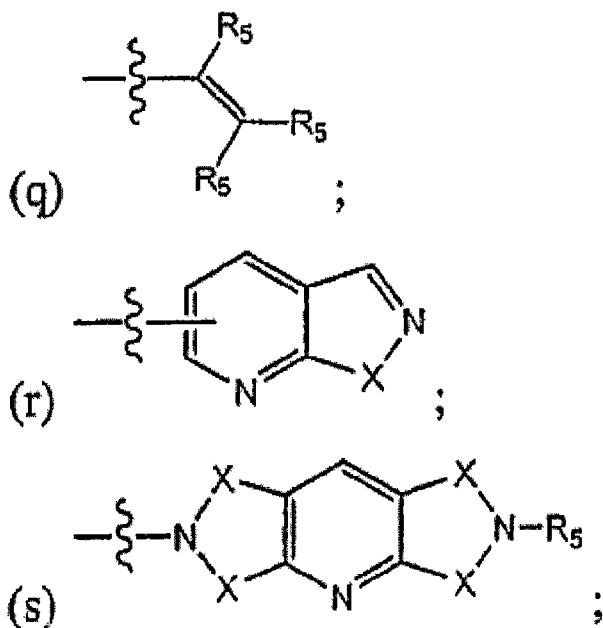
106. 如权利要求 105 所述的电子装置，其中 R_{20} 为正己基。

107. 如权利要求 101-106 中任一项所述的电子装置，其中 R_{21} 、 R_{22} 、 R_{23} 、 R_{24} 各自独立地选自由下列各基团所组成的组；









R_5 独立地选自由线形、树枝状或超分枝聚合性 H、D、F、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、

烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、氟烷基、氟芳基及聚亚烷氧基所组成的组，任何两个相邻的 R_5 基团可选择地桥联；

p 为 0-2；

q 为 0-3；

r 为 0-4；

s 为 0-5；

t 为 0-6；

X 与 Y 各自独立地选自由 -O-、-S-、-NR₆- 及 -CR₆R₇-、-CR₆R₇CR₈R₉-、-N=CR₆-、-CR₆=CR₇-、-N=N- 及 -(CO)- 所组成的组；

Z 选自由线形、树枝状或超分枝聚合性 -O-、-S-、-NR₆-、芳基、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、氟烷基、氟芳基、聚亚烷氧基、噁唑、噁二唑、噻唑、噻二唑、取代的三唑、四唑、四嗪、三嗪及取代的三嗪；以及 -CR₆R₇-、-CR₆R₇CR₈R₉-、-N=CR₆-、-CR₆=CR₇-、-N=N- 及 -(CO)- 所组成的组；

R₆、R₇、R₈ 及 R₉ 独立选自由线形或树枝状 H、D、F、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、亚烷氧基、聚亚烷氧基、烷氧基、芳氧基、氟烷基、氟芳基所组成的组，且任何两个相邻的 R₆、R₇、R₈ 及 R₉ 可选择地桥联；以及

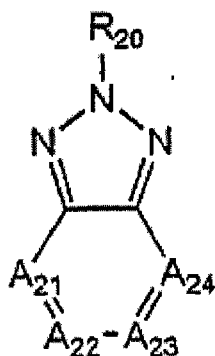
E 选自由 O、NH 及 S 所组成的组。

108. 如权利要求 101-106 中任一项所述的电子装置，其中 R₂₁、R₂₂、R₂₃、R₂₄ 各自独立地选自由：

4-(二甲基氨基)苯基、噻吩-2-基及 9,9-二己基-9H-芴-7-基所组成的组。

109. 如权利要求 101 所述的电子装置，其包含电致发光装置。

110. 一种传感器，其包含如下通式所示的化合物：



其中

R_{20} 为 H、D、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、酚、2-羟基苯基、2-烷氧基苯基、2-芳氧基苯基、取代的 2-羟基苯基、取代的 2-烷氧基苯基、取代的 2-芳氧基苯基、氟烷基或氟芳基；

A_{21} 为 CH、 CR_{21} 或 N；

A_{22} 为 CH、 CR_{22} 或 N；

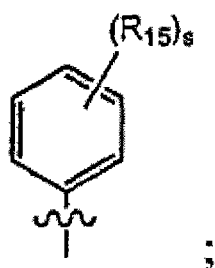
A_{23} 为 CH、 CR_{23} 或 N；

A_{24} 为 CH、 CR_{24} 或 N； 以及

R_{21} 、 R_{22} 、 R_{23} 、 R_{24} 各自独立地选自由 H、D、 $-NR_6R_7$ 、卤化物、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、酚、烷基酚、氟烷基及氟芳基组成的组；或者 R_{21} 与 R_{22} 、和/或 R_{22} 与 R_{23} 、和/或 R_{23} 与 R_{24} 与它们各自分别连接的两个碳连在一起形成芳环，该芳环选自由未取代或取代的苯、萘、蒽、噻吩、吡啶、联吡啶、吡嗪、嘧啶、噁二唑、噻二唑及苯并呋喃所组成的组。

111. 如权利要求 110 所述的传感器，其中

R_{20} 为



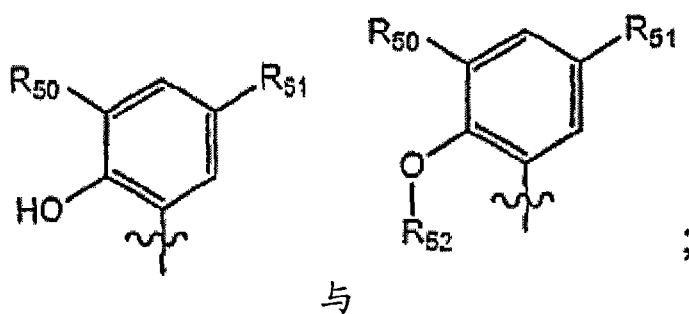
s 为 0-5;

R_{15} 各自独立地选自由线形或树枝状 H、D、 $-NR_6R_7$ 、卤化物、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、酚、烷基酚、氟烷基、氟芳基、亚烷氧基、聚亚烷氧基及聚亚烷基所组成的组; 且当 s 为 2-5 时, 任何两个相邻的 R_{15} 可选择地桥联, 或可与它们各自分别连接的两个碳连在一起形成芳环, 该芳环选自由未取代或取代的苯、萘、蒽、噻吩、吡啶、联吡啶、吡嗪、嘧啶、噁二唑、噻二唑及苯并呋喃所组成的组; 以及

R_6 与 R_7 各自独立地为取代或未取代的烷基或芳基且可选择地桥联。

112. 如权利要求 111 所述的传感器, 其中

R_{20} 选自由下列各基团所组成的组:



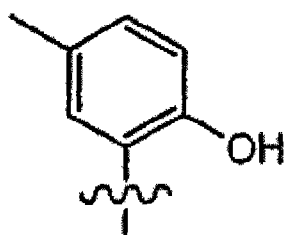
与

R_{50} 与 R_{51} 各自独立地选自由 H、D、F、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、氟烷基、氟芳基、酰胺及酯所组成的组; 以及

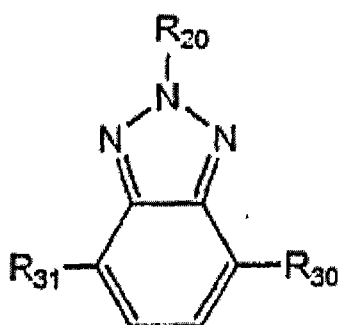
R_{52} 选自由烷基、芳基、杂芳基、氟烷基及氟芳基所组成的组。

113. 如权利要求 112 所述的电子装置, 其中

R_{20} 为



114. 一种化合物，具有以如下通式：

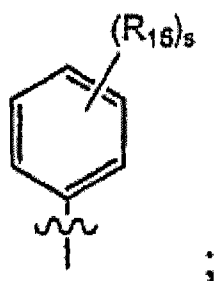


其中

R_{20} 选自由 H、D、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、酚、2-羟基苯基、2-烷氧基苯基、2-芳氧基苯基、取代的 2-羟基苯基、取代的 2-烷氧基苯基、取代的 2-芳氧基苯基、氟烷基或氟芳基所组成的组；例外情况为 R_{20} 不是甲基；以及

R_{30} 与 R_{31} 各自独立地为卤化物。

115. 如权利要求 114 所述的化合物，其中 R_{20} 为



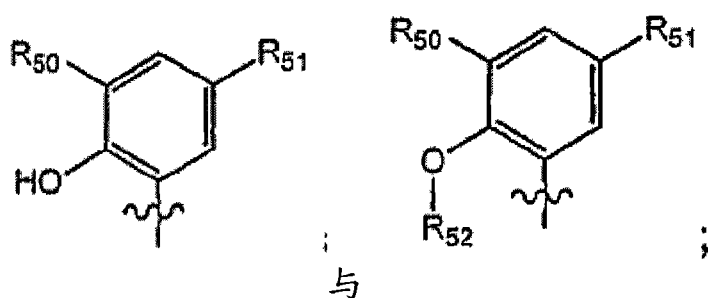
s 为 0-5；

R_{15} 独立地选自由线形或树枝状 H、D、 $-NR_6R_7$ 、卤化物、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、

烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、酚、烷基酚、氟烷基、氟芳基、亚烷氧基、聚亚烷氧基、聚亚烷基所组成的组；且当 s 为 2-5 时，任何两个相邻的 R_{15} 可选择地桥联，或可与它们各自分别连接的两个碳连在一起形成芳环，该芳环选自由未取代或取代的苯、萘、蒽、噻吩、吡啶、联吡啶、吡嗪、嘧啶、噁二唑、噻二唑及苯并呋喃所组成的组；以及

R_6 与 R_7 各自独立地为取代或未取代的烷基或芳基且可选择地桥联。

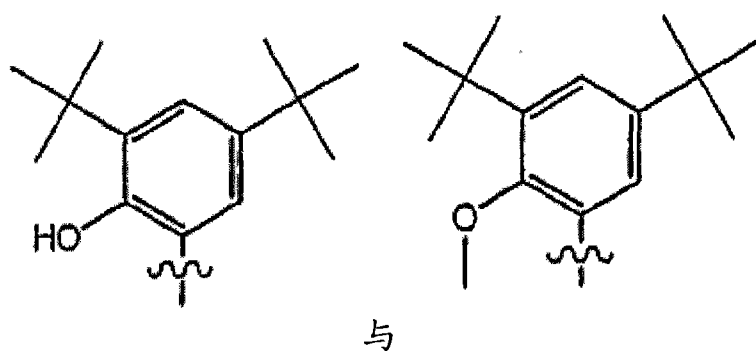
116. 如权利要求 115 所述的化合物，其中 R_{20} 选自由下列各基团所组成的组：



R_{50} 与 R_{51} 各自独立地选自由 H、D、F、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、氟烷基、氟芳基、酰胺及酯所组成的组；以及

R_{52} 选自由烷基、芳基、杂芳基、氟烷基及氟芳基所组成的组。

117. 如权利要求 116 所述的化合物，其中 R_{20} 选自由下列各基团所组成的组：



118. 如权利要求 114 所述的化合物，其中 R_{20} 为正己基。

119. 如权利要求 114-118 中任一项所述的化合物，其中 R_{30} 与 R_{31} 各自为溴化物。

120. 如权利要求 114 所述的化合物，其中该化合物选自由下述化合物所组成的组：

- (a) 4,7-二溴-2-己基-2H-苯并[d][1,2,3]三唑,
(b) 4,6-二溴-2-己基-2H-苯并[d][1,2,3]三唑,
(c) 5,6-二溴-2-己基-2H-苯并[d][1,2,3]三唑,
(d) 2,4-二叔丁基-6-(4,7-二溴-2H-苯并[d][1,2,3]三唑-2-基)酚,
(e) 2,4-二叔丁基-6-(4,6-二溴-2H-苯并[d][1,2,3]三唑-2-基)酚,
(f) 2,4-二叔丁基-6-(5,6-二溴-2H-苯并[d][1,2,3]三唑-2-基)酚,
(g) 2-(3,5-二叔丁基-2-甲氧基苯基)-4,7-二溴-2H-苯并[d][1,2,3]三唑,
(h) 2-(3,5-二叔丁基-2-甲氧基苯基)-4,6-二溴-2H-苯并[d][1,2,3]三唑,
以及 (i) 2-(3,5-二叔丁基-2-甲氧基苯基)-5,6-二溴-2H-苯并[d][1,2,3]三唑。

新的发光化合物及其用途

关于联邦赞助研发的声明

本发明由美国海军部授予的第 N00014-02-C-0461 号合同在美国政府支持下完成。美国政府享有对本发明的特定的权利。

技术领域

总的来说,本发明涉及有机/高分子化学。更详细的说,本发明涉及在受到光、电学和/或化学激活时发射强光的新颖发光化合物(聚合物、低聚物及单体);制备所述新颖发光化合物的方法;以及所述化合物在发光等相关应用中的用途,例如作为有机发光二极管(OLED)、OLED显示器、照明器的元件,作为传感器、UV稳定器等。

背景技术

利用有机物质(或有机小分子或聚合物)的有机发光装置在低价大尺寸全色显示器、激光器、光电装置、光生伏打装置、传感器、生物标签、照明器等中具有有利的应用前景,因此其需求量稳定增长。这些装置可发光(例如组成显示器的有机发光二极管 OLED)或响应辐射能(例如光电探测器)。与其它用于相似应用的工具比较,有机发光装置提供许多独特优点,例如它们重量轻、薄、具有柔性、颜色范围宽、对比度高、响应速率快、功耗低、亮度高且不需要背光。

有机发光装置根据其有机组分的分子量及制造方法而分类为:由低分子量化合物(有机小分子)制造的装置与使用大分子量化合物(聚合物)制造的装置。低分子量化合物可通过真空沉积来成层且可很容易高度提纯。此外,低分子量装置中很容易获得彩色像素。高分子量装置更容易通过浇铸、印刷、浸渍、喷雾、光刻(lithography)等方法来成层。

在有机发光装置中,两个电接触层(电极)之间通常夹着有机活性层。该电接触层的至少其中之一具有透光性以便光线可穿过。该有机活性层在响应穿过该透光性电接触层的光时可产生电信号,或在向该电接触层两端供电时可发

光穿过该透光性电接触层。

有机发光装置通过由两个电极注入双电荷 (double charge) 来工作, 意即将空穴自阳极注入到发光层分子的分子最高占有轨道 (HOMO—highest occupied molecular orbital) (或若存在空穴传输层则首先注入到空穴传输层分子, 接着注入到发光层分子), 且将电子自阴极注入到发光层的分子最低空轨道 (LUMO—lowest unoccupied molecular orbital) (或者若存在电子传输层则首先注入到电子传输层分子, 接着注入到发光层分子), 空穴与电子在该发光层中重新结合, 由此以光的形式释放能量。

两个电极之间的多个层可更有效地产生光 (Tang 等人, (1987) *Applied Physics Letters* 51: 913-915, 及 Burroughs 等人, (1990) *Nature* 347: 539)。这些多个层可包括一个或多个电子传输层及一个或多个空穴传输层。参见 Adachi 等人, (1988) *Japanese Journal of Applied Physics* 27: L269-L271, 以及 Mitschke 及 Bauerle (2000) *J. Mater. Chem.* 10: 1471-1507。

OLED 显示器可采用主动式矩阵寻址或被动式矩阵寻址。在被动式矩阵显示器中有用于寻址成列或成行排列的独立像素的电极接线阵列; 在特定列与行之间施加电压使具有相应地址的像素通电。根据主动式矩阵液晶显示器类推, 该聚合物电子装置 (显示器) 在各个像素处使用例如开关那种像素的薄膜晶体管 (TFT) 装置可进行寻址。

有机电致发光材料在发光二极管中作为活性材料的用途为人所熟知。已知诸如葱、噻二唑衍生物及香豆素衍生物的简单有机分子显示电致发光性。也使用半导体共轭聚合物作为电致发光材料, 这一点已揭示于例如 Friend 等人的美国专利第 5, 247, 190 号及 Heeger 等人的美国专利第 5, 408, 109 号中。有机材料经调节可提供各种波长的光发射。理论上而言, 有可能利用各种有机化合物发射包括红色至蓝色的任何颜色的光。

然而, 有机发光装置常常被大气气体, 尤其是氧气及水蒸气降解, 且此不稳定性会严重限制这些装置的工作寿命。此外, 当连续驱动包含传统有机物质的有机发光装置时, 发光量在短时间内减少且必须增加驱动电压。因此, 该行业中迫切需要改良有机电子装置中对环境要素敏感的诸层的化学稳定性/耐久性。也需要改良这些装置的耐久性及其寿命。此外, 提高初始发光强度/效率及

色纯度也会有益。

本发明人已发现具有高量子产率的新颖化合物、方法及装置，一般通过采用市售前躯体很容易制备本发明及改进本发明，有助于解决上述存在于该技术领域中某些缺陷。

发明内容

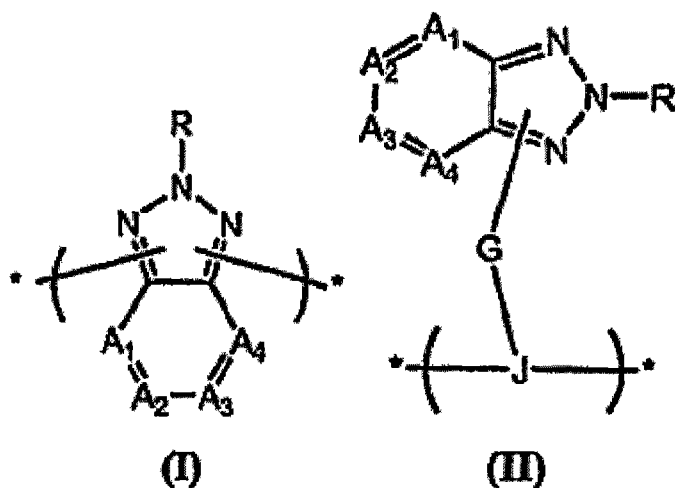
本发明已发现包含苯并三唑重复单元及其衍生物的高量子产率的发光聚合物、低聚物及单体且它们可由各种方法很容易地制备出来。

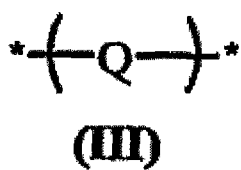
本发明还提供包含所述聚合物、低聚物及单体的光学装置及用于光学装置中的元件。这些装置包含：电致发光装置、发光装置、光致发光装置、有机发光二极管（OLEDs）、OLED 显示器、传感器等。

本发明的其它目的根据以下的详细说明是显而易见的。

具体实施方式

在本文所述本发明的一个实施方案中，新颖聚合物及低聚物由至少一种类型的选自由如下通式 I 和通式 II 所组成的组中的通式表示的重复结构单元（constitutional repeat unit）以及可选择的至少一种类型的如下通式 III 表示的重复结构单元组成：

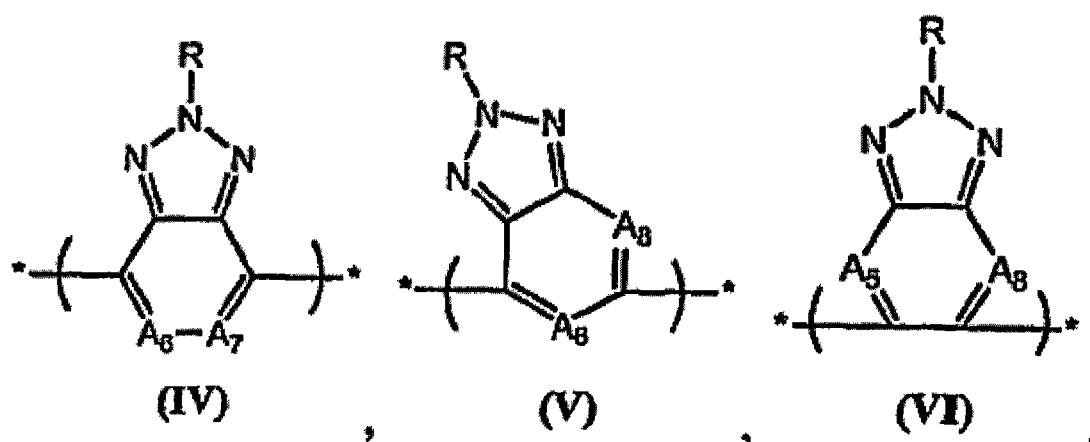




其中：R 为 H、D、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、酚、2-羟基苯基、2-烷氧基苯基、2-芳氧基苯基、取代的 2-羟基苯基、取代的 2-烷氧基苯基、取代的 2-芳氧基苯基、氟烷基或氟芳基；当该苯并三唑型基团是在 A₁ 上连接时 A₁ 为 C，或当该苯并三唑型基团不是在 A₁ 上连接时 A₁ 为 CH、CR₁ 或 N；当该苯并三唑型基团是在 A₂ 上连接时 A₂ 为 C，或当该苯并三唑型基团不是在 A₂ 上连接时 A₂ 为 CH、CR₂ 或 N；当该苯并三唑型基团是在 A₃ 上连接时 A₃ 为 C，或当该苯并三唑型基团不是在 A₃ 上连接时 A₃ 为 CH、CR₃ 或 N；当该苯并三唑型基团不是在 A₄ 上连接时 A₄ 为 CH、CR₄ 或 N，或当该苯并三唑型基团是在 A₄ 上连接时 A₄ 为 C；J 为选自由 1,2,4-苯三基(phenylenetriyl)及 >CR₆CR₇R₈- 所组成组中的三价部分；G 不存在或选自由 -Ar-、-O-、-S-、-NR₁-、CR₂R₃-、-CR₁R₂CR₃R₄-、N=CR₁-、CR₁=CR₂-、-N=N-、-(CO)-、C₃-C₃₀ 烷二基及 C₃-C₃₀ 杂烷二基所组成的组；Q 选自由 -Ar-、-O-、-S-、-NR₁-、-OCR₁R₂-、-CR₁R₂-、-OCR₁R₂CR₃R₄-、-CR₁R₂CR₃R₄-、-N=CR₁-、-CR₁=N-、-CR₁=CR₂-、-N=N-、及 -(CO)-、-BR₁-、SiR₁R₂-、-(CO)-O-、-O-(CO)-、-NR₁-(CO)-及 -(CO)-NR₁-、C₃-C₃₀ 烷二基及 C₃-C₃₀ 杂烷二基所组成的组；R₁、R₂、R₃ 或 R₄ 各自独立地选自由线形或树枝状 (dendritic) H、D、-NR₆R₇、卤化物、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、酚、烷基酚、氟烷基、氟芳基、亚烷氧基(alkyleneoxy)、聚亚烷氧基(polyalkyleneoxy)及聚亚烷基(polyalkylene)所组成的组；且任何两个相邻(偕位(geminal)、连位(vicinal)或邻位(ortho))的 R₁、R₂、R₃ 或 R₄ 可选择地桥联，或可以与它们各自分别连接的两个碳连在一起形成芳环，该芳环为选自由未取代或取代的苯、萘、蒽、噻吩、吡啶、联吡啶、吡嗪、嘧啶、噁二唑、噻二唑及苯并咪唑所组成的组的芳环；R₆、R₇ 及 R₈ 各自独立地为取代或未取代的烷基或芳基；且任意两个相邻(偕位、连位或邻位)的 R₆、R₇、R₈ 可选择地桥联；Ar 为未

取代或取代的单环或多环、稠合或非稠合芳族或杂芳族。该苯并三唑型部分可在原子价和稳定性允许的任何原子上连接，包括在 A_1 、 A_2 、 A_3 、 A_4 、任意 N 及 R 上。当该苯三唑型部分通过 2 位上的 N 连接时，该连接可取代 R 基团。当该苯并三唑型部分通过 R 连接时，该连接可取代 R 基团上的一个氢原子。

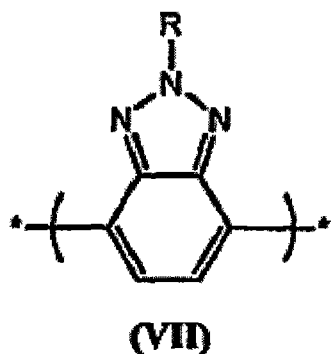
在该实施方案的一类中，新颖聚合物及低聚物由至少一种类型的选自由如下通式 IV、通式 V 及通式 VI 所组成的组中的通式表示的重复结构单元组成：



其中，R 为 H、D、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、酚、2-羟基苯基、2-烷氧基苯基、2-芳氧基苯基、取代的 2-羟基苯基、取代的 2-烷氧基苯基、取代的 2-芳氧基苯基、氟烷基或氟芳基； A_5 为 CH、 CR_1 或 N； A_6 为 CH、 CR_2 或 N； A_7 为 CH、 CR_3 或 N； A_8 为 CH、 CR_4 或 N； R_1 、 R_2 、 R_3 及 R_4 各自独立地选自由线形或树枝状 H、D、 $-NR_6R_7$ 、卤化物、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、酚、烷基酚、氟烷基、氟芳基、亚烷氧基、聚亚烷氧基及聚亚烷基所组成的组；且任何两个相邻（偕位、连位或邻位）的 R_1 、 R_2 、 R_3 或 R_4 可选择地桥联，或可以与它们各自分别连接的两个碳连在一起形成芳环，该芳环为选自由未取代或取代的苯、萘、蒽、噻吩、吡啶、联吡啶、吡嗪、嘧啶、噁二唑、噻二唑及苯并呋喃所组成的组的芳环；且 R_6 与 R_7 各自独立地为取代或未取代的烷基或芳基，且可选择地桥联。

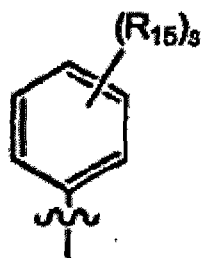
在本发明的该实施方案的一亚类中，聚合物及低聚物包含至少一种类型的

由如下通式VII所示的重复结构单元:



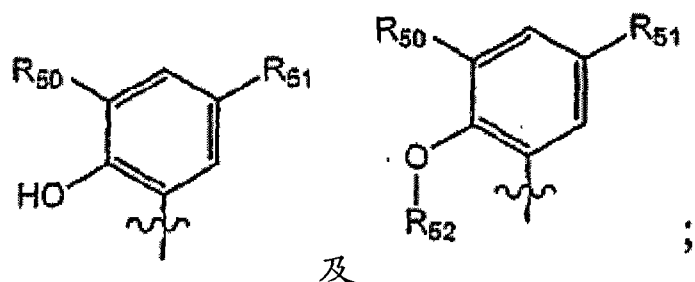
其中, R 为 H、D、烷基、芳基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、酚、2-羟基苯基、2-烷氧基苯基、2-芳氧基苯基、取代的 2-羟基苯基、取代的 2-烷氧基苯基、取代的 2-芳氧基苯基、氟烷基或氟芳基。

在该实施方案的另一亚类中, 聚合物及低聚物中的 R 为如下通式所示:

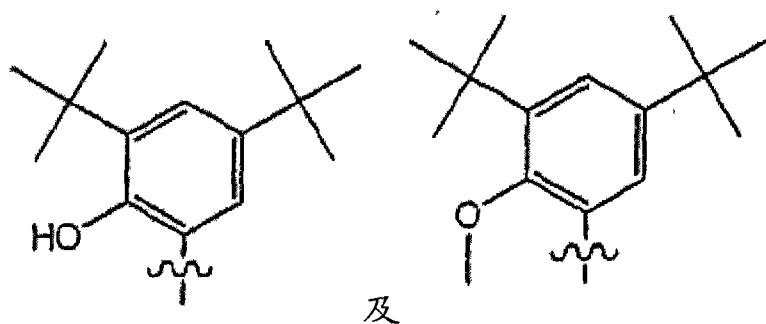


s 为 0-5; R_{15} 选自由线形或树枝状 H、D、 $-NR_6R_7$ 、卤化物、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、酚、烷基酚、氟烷基、氟芳基、亚烷氧基、聚亚烷氧基及聚亚烷基所组成的组; 且当 s 为 2-5 时, 任何两个相邻(偕位、连位或邻位)的 R_{15} 可选择地桥联, 或可与它们各自分别连接的两个碳连在一起形成芳环, 该芳环为选自由未取代或取代的苯、萘、蒽、噻吩、吡啶、联吡啶、吡嗪、嘧啶、噁二唑、噻二唑及苯并呋喃所组成的组的芳环; R_6 与 R_7 各自独立地为取代或未取代的烷基或芳基且可选择地桥联。

在该实施方案的另一亚类中, 聚合物及低聚物中的 R 选自下列两个基团组成的组,

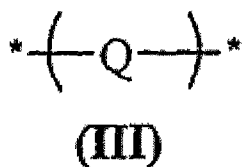


R_{50} 与 R_{51} 各自独立地选自由H、D、F、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、氟烷基、氟芳基、酰胺及酯所组成的组；且 R_{52} 选自由烷基、芳基、杂芳基、氟烷基及氟芳基所组成的组。特别地，R选自由下列两个基团所组成的组：

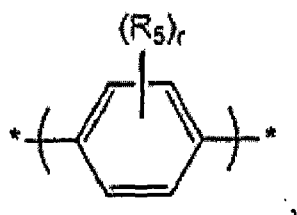


在该实施方案的另一亚类中，聚合物及低聚物中的R为烷基。在该类的一亚类中，聚合物及低聚物中的R为正己基。

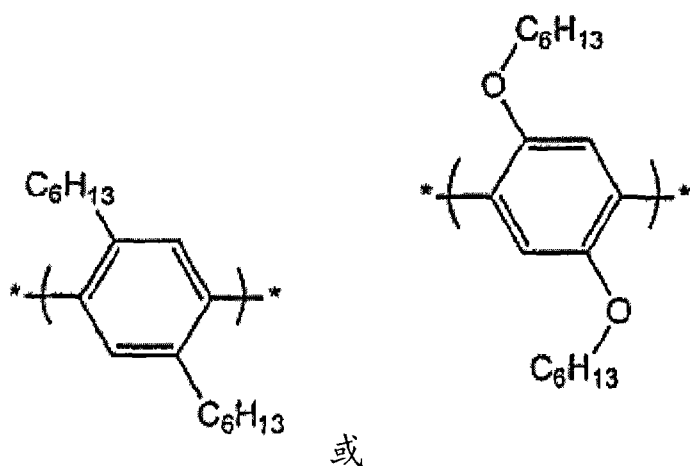
在一个例子中，所述聚合物及低聚物还包含除了至少一种类型的通式IV、V、VI及VII所示的重复结构单元以外)至少一种附加类型的如下通式III所示的重复结构单元：



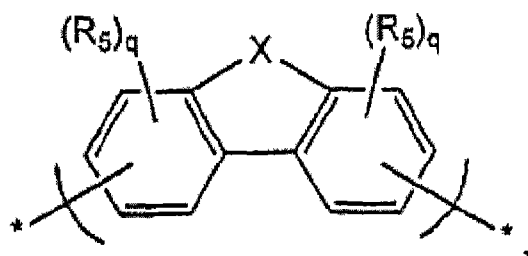
在该例子中，Q特别为：



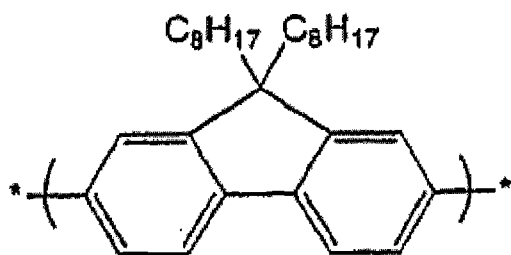
其中： R_5 独立地选自由线形、树枝状或超分枝（hyperbranched）聚合性 H、D、F、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、氟烷基、氟芳基及聚亚烷氧基所组成的组，任何两个相邻（偕位、连位或邻位）的 R_5 基团可选择地桥联；且 r 为 0-4。更特别而言， Q 为：



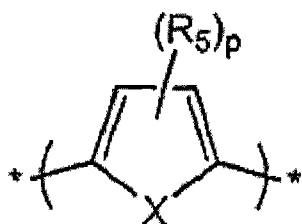
在另一例子中， Q 特别为：



其中： R_5 各自独立地选自由线形、树枝状或超分枝聚合性 H、D、F、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、氟烷基、氟芳基及聚亚烷氧基所组成的组，任何两个相邻（偕位、连位或邻位）的 R_5 基团可选择地桥联； q 为 0-3； X 选自由 -O-、-S-、- NR_6 - 及 - CR_6R_7 -、- $CR_6R_7CR_8R_9$ -、- $N=CR_6$ -、- $CR_6=CR_7$ -、- $N=N$ - 及 -(CO)- 所组成的组；且 R_6 、 R_7 、 R_8 及 R_9 各自独立地选自由线形或树枝状 H、D、F、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、亚烷氧基、聚亚烷氧基、烷氧基、芳氧基、氟烷基及氟芳基所组成的组，且任何两个相邻（偕位、连位或邻位）的 R_6 、 R_7 、 R_8 及 R_9 可选择地桥联。更特别而言， Q 为：

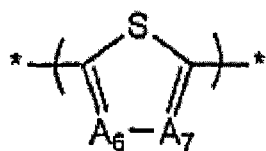


在另一例子中，Q 特别为：



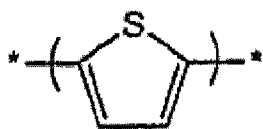
其中： R_5 独立地选自由线形、树枝状或超分枝聚合性 H、D、F、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、氟烷基、氟芳基及聚亚烷氧基所组成的组，任何两个相邻（偕位、连位或邻位）的 R_5 基团可选择地桥联； p 为 0-2； X 选自由 -O-、-S-、- NR_6 - 及 CR_6R_7 -、- $CR_6R_7CR_8R_9$ -、- $N=CR_6$ -、- $CR_6=CR_7$ -、- $N=N$ - 及 -(CO)- 所组成的组；且 R_6 、 R_7 、 R_8 及 R_9 独立地选自由线形或树枝状 H、D、F、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、亚烷氧基、聚亚烷氧基、烷氧基、芳氧基、氟烷基及氟芳基所组成的组，且任何两个相邻（偕位、连位或邻位）的 R_6 、 R_7 、 R_8 及 R_9 可选择地桥联。

在另一例子中，Q 特别为：

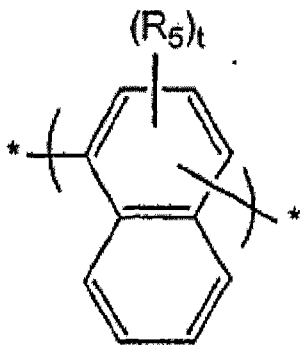


其中 A_6 为 CH、 CR_2 或 N； A_7 为 CH、 CR_3 或 N； R_2 及 R_3 各自独立地选自由线形或树枝状 H、D、- NR_6R_7 -、卤化物、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧

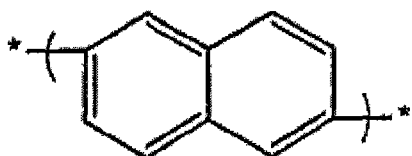
酸、酚、烷基酚、氟烷基、氟芳基、亚烷氧基、聚亚烷氧基及聚亚烷基所组成的组，且 R_2 及 R_3 可选择地桥联，或可与它们各自分别连接的两个碳连接在一起形成芳环，该芳环选自由未取代或取代的苯、萘、蒽、噻吩、吡啶、联吡啶、吡嗪、嘧啶、噁二唑、噻二唑及苯并呋喃所组成的组；且 R_6 与 R_7 各自独立地为取代或未取代的烷基或芳基，可选择地桥联。更特别而言，Q 为：



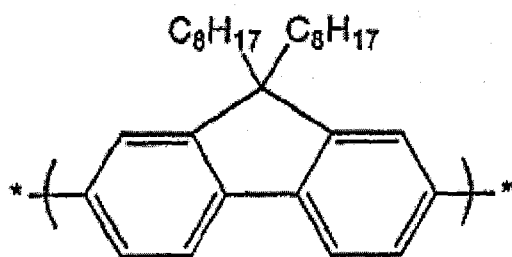
在另一例子中，Q 特别为：



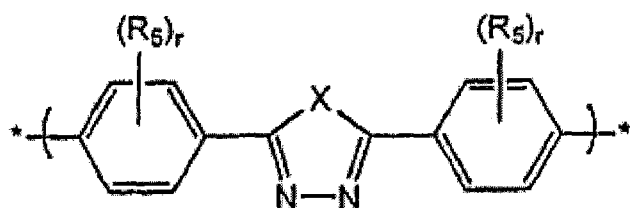
其中： R_5 独立地选自由线形、树枝状或超分枝聚合性 H、D、F、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、氟烷基、氟芳基及聚亚烷氧基所组成的组，任何两个相邻（偕位、连位或邻位）的 R_5 基团可选择地桥联；且 t 为 0-6；更特别而言，Q 为：



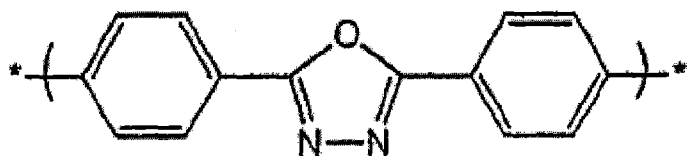
在另一例子中，Q 特别为：



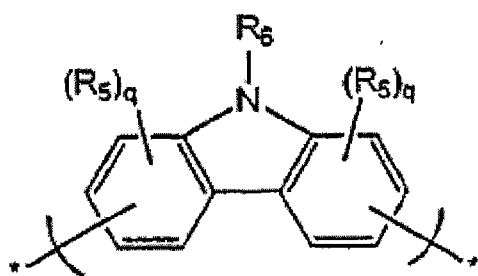
在另一例子中，Q 特别为：



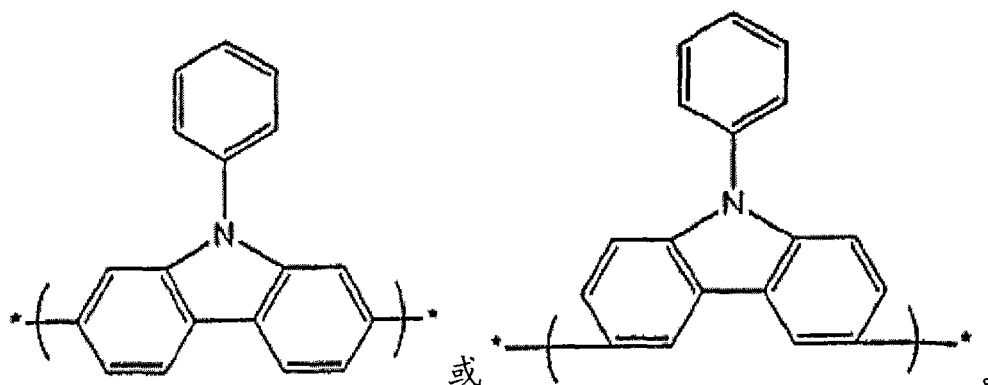
其中： R_5 独立地选自由线形、树枝状或超分枝聚合性 H、D、F、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、氟烷基、氟芳基及聚亚烷氧基所组成的组，任何两个相邻（偕位、连位或邻位）的 R_5 基团可选择地桥联； r 为 0-4； X 选自由 -O-、-S-、- NR_6 - 及 - CR_6R_7 -、- $CR_6R_7CR_8R_9$ -、- $N=CR_6$ -、 $CR_6=CR_7$ -、- $N=N$ - 及 -(CO)- 所组成的组；且 R_6 、 R_7 、 R_8 及 R_9 独立地选自由线形或树枝状 H、D、F、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、亚烷氧基、聚亚烷氧基、烷氧基、芳氧基、氟烷基及氟芳基所组成的组，且任何两个相邻（偕位、连位或邻位）的 R_6 、 R_7 、 R_8 及 R_9 可选择地桥联。更特别而言，Q 为：



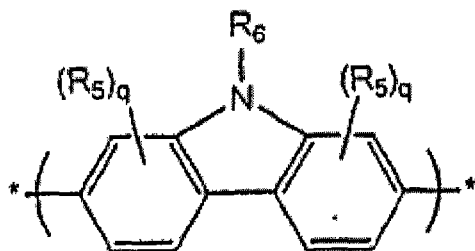
在另一例子中，Q 特别为：



其中： R_5 独立地选自由线形、树枝状或超分枝聚合性 H、D、F、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、氟烷基、氟芳基及聚亚烷氧基所组成的组，任何两个相邻（偕位、连位或邻位）的 R_5 基团可选择地桥联； q 为 0-3，且 R_6 选自由线形或树枝状 H、D、F、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、亚烷氧基、聚亚烷氧基、烷氧基、芳氧基、氟烷基及氟芳基所组成的组。更特别而言， Q 为：



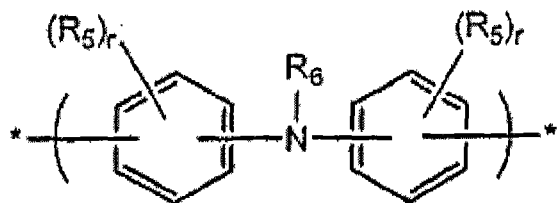
在另一例子中， Q 特别为：



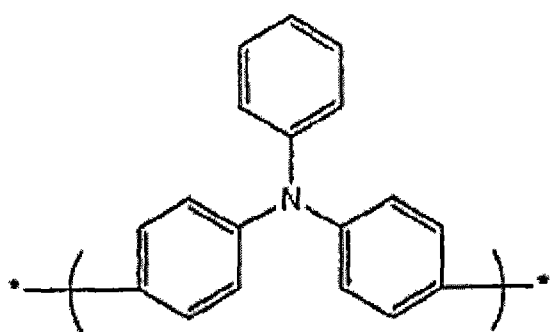
其中： R_5 独立地选自由线形、树枝状或超分枝聚合性 H、D、F、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷

基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、氟烷基、氟芳基及聚亚烷氧基所组成的组，任何两个相邻（偕位、连位或邻位）的 R_5 基团可选择地桥联； q 为 0-3，且 R_6 选自由线形或树枝状 H、D、F、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、亚烷氧基、聚亚烷氧基、烷氧基、芳氧基、氟烷基及氟芳基所组成的组。

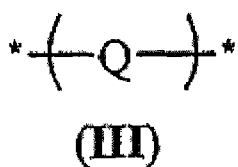
在另一例子中， Q 特别为：



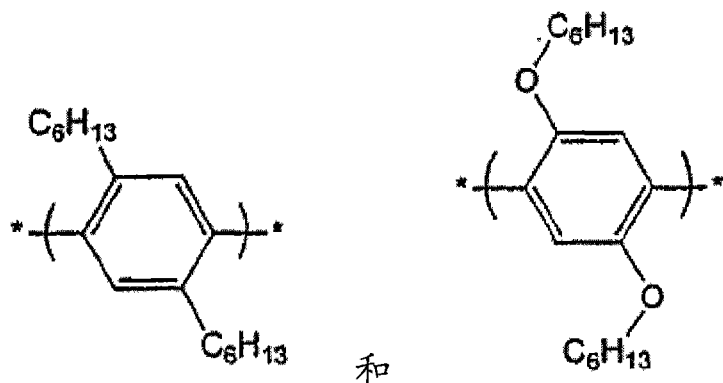
其中： R_5 独立地选自由线形、树枝状或超分枝聚合性 H、D、F、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、氟烷基、氟芳基及聚亚烷氧基所组成的组，任何两个相邻（偕位、连位或邻位）的 R_5 基团可选择地桥联； R_6 选自由线形或树枝状 H、D、F、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、亚烷氧基、聚亚烷氧基、烷氧基、芳氧基、氟烷基及氟芳基所组成的组， r 为 0-4；更特别而言 Q 为：



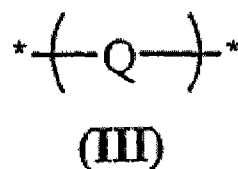
在另一例子中，聚合物及低聚物还包含（除至少一种类型的选自由通式 IV、V、VI 及 VII 组成的组中的通式表示的重复结构单元外）至少两种附加的且为不同类型的如下通式 III 所表示的重复结构单元：



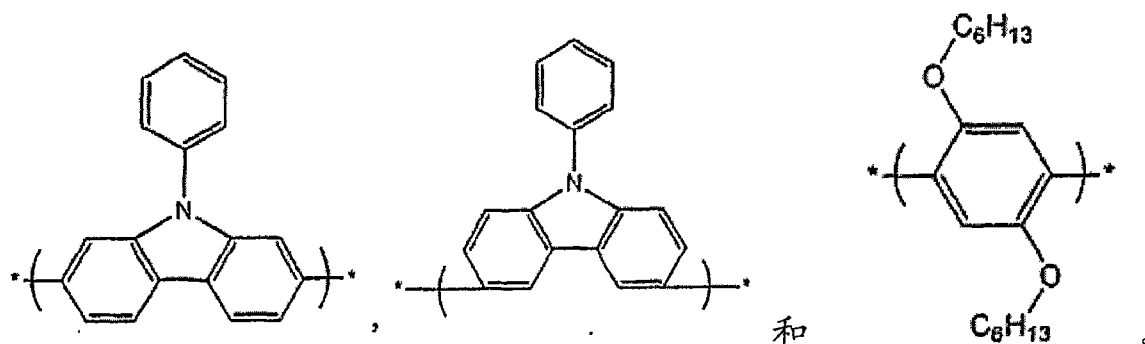
其中至少一种 Q 选自由下列基团所组成的组:



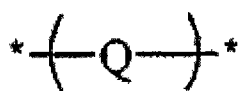
在另一例子中, 聚合物及低聚物还包含(除了至少一种类型的选自由通式 IV、V、VI 及 VII 组成的组的通式表示的重复结构单元外) 至少两种附加的且为不同类型的如下通式 III 所示的重复结构单元:



其中至少一种 Q 选自由下列基团所组成的组:

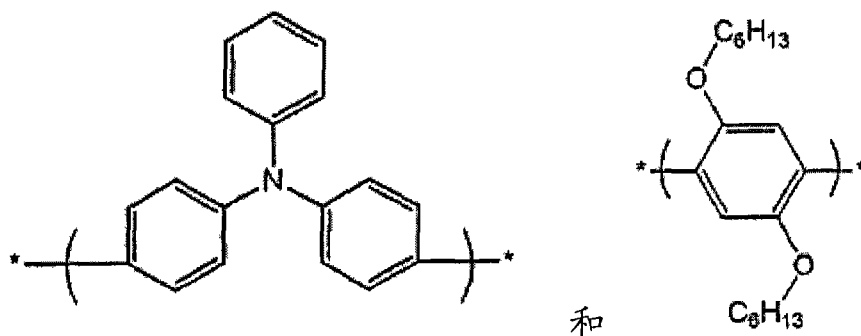


在另一例子中, 聚合物及低聚物还包含(除了至少一种类型的选自由通式 IV、V、VI 及 VII 组成的组中通式所表示的重复结构单元外) 至少两种附加的且为不同类型的如下通式 III 所示的重复结构单元:

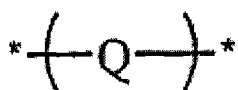


(III)

其中至少一种 Q 选自由下列各基团所组成的组:

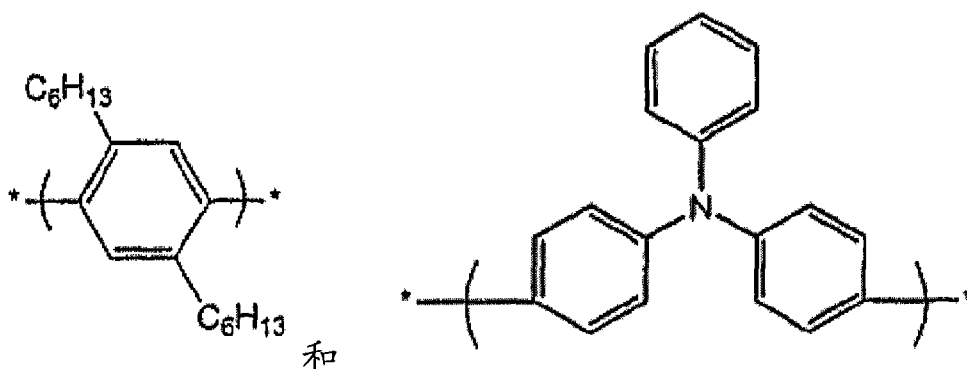


在另一例子中, 聚合物及低聚物还包含(除了至少其中一种类型的选自由通式IV、V、VI及VII组成的组的通式表示的重复结构单元外)至少两种类型的如下通式III所示的重复结构单元:

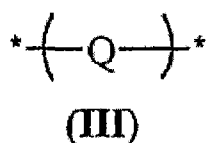


(III)

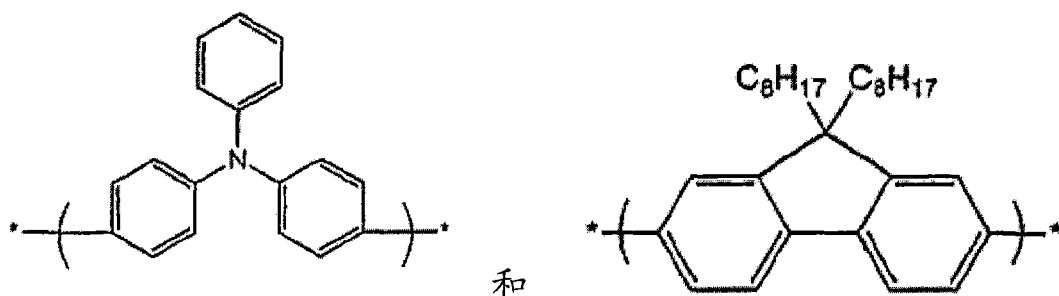
其中至少一种 Q 选自由下列各基团所组成的组:



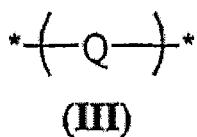
在另一例子中, 聚合物及低聚物还包含(除了至少一种类型选自由通式IV、V、VI及VII组成的组中通式所示的重复结构单元外)至少两种类型的如下通式III所示的重复结构单元:



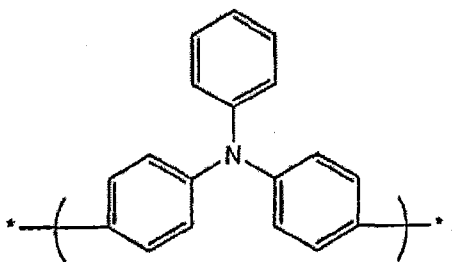
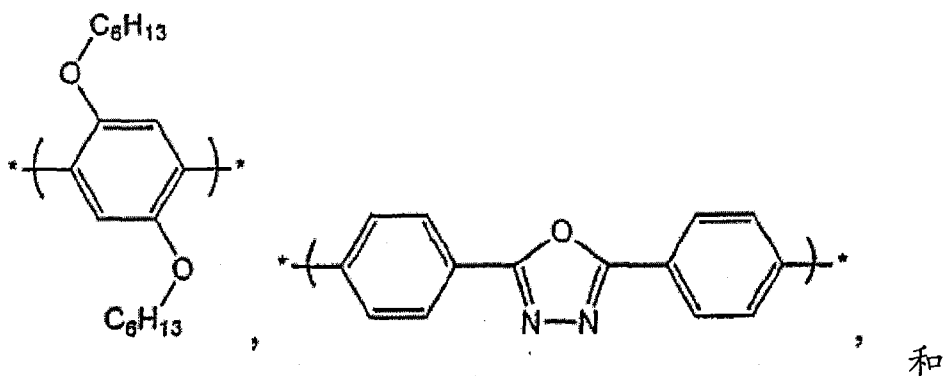
其中至少一种 Q 选自由下列各基团所组成的组:



在另一例子中, 聚合物及低聚物还包含(除了至少一种类型选自由通式IV、V、VI及VII组成的组中通式表示的重复结构单元外)至少三种附加的且为不同类型的如下通式III所示的重复结构单元:



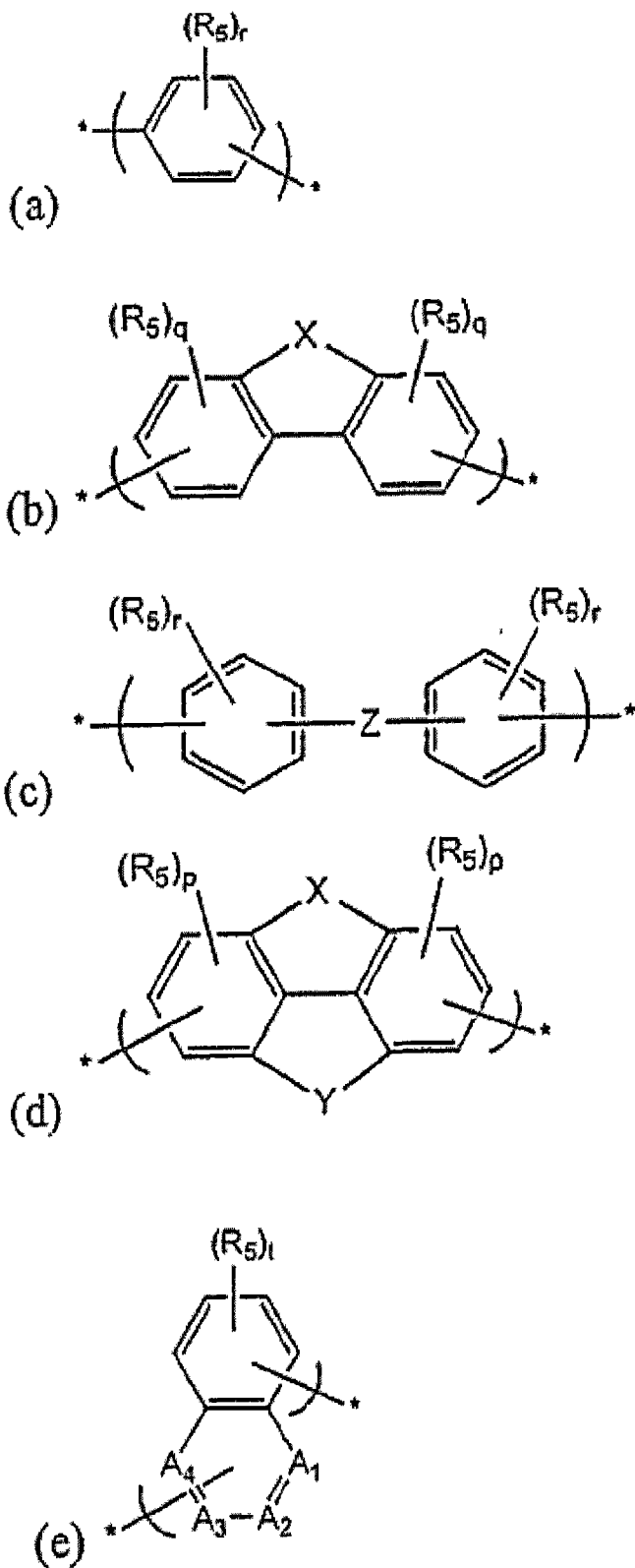
其中至少一种 Q 选自由下列各基团所组成的组:

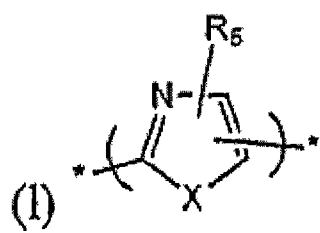
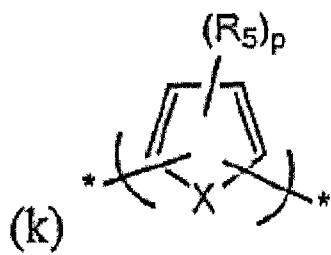
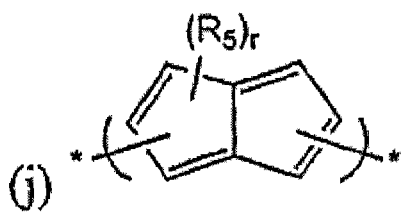
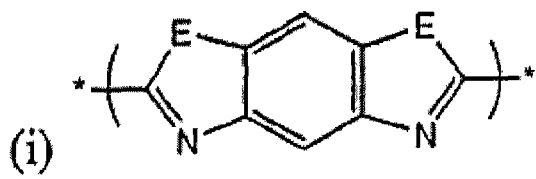
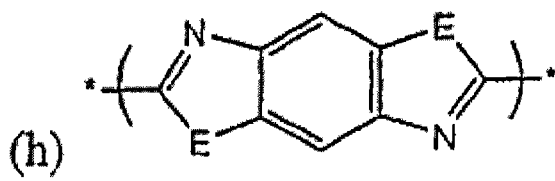
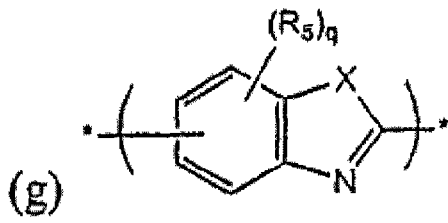
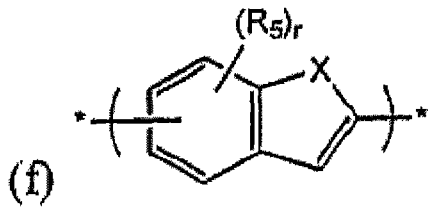


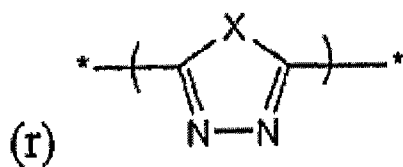
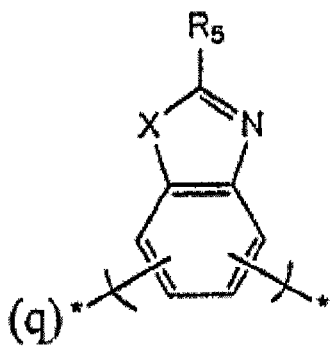
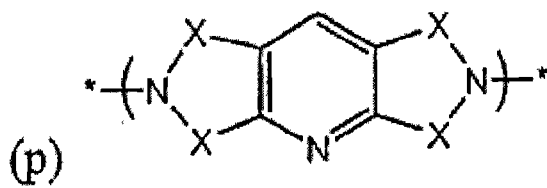
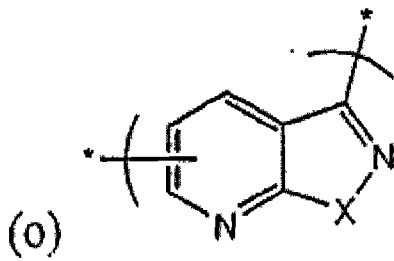
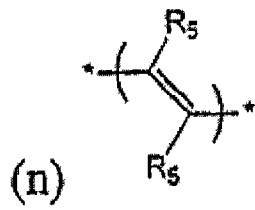
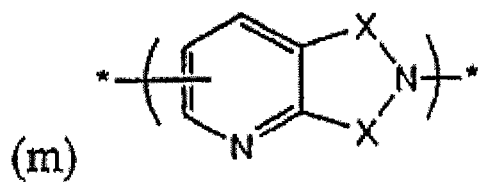
在第一实施方案的另一类中,所述聚合物及低聚物可通过具有例如醚基、酯基、酰胺基、酰亚胺基等的非共轭间隔基来连接。具体来说,本发明的非共轭聚合物包括的聚合物包括:脂族聚酯、聚醚、聚硫醚、聚烯烃、聚氨酯、聚酰亚胺、聚酰胺、聚醚酮、聚碳酸酯、聚硫化物、聚醚硫化物、含硅聚合物、聚氨基甲酸酯、聚环氧化合物、聚脲、聚氨基酯、聚硫代氨基酯、聚硅氧烷、聚丙烯腈、聚砜、聚酸酐、聚异氰酸酯和/或它们的共聚物。

在第一实施方案的另一类中,所述聚合物及低聚物(以及相应单体)可选择地包括一种非共轭重复结构单元。例示性非共轭重复结构单元为独立地选自下述组中的重复结构单元: $-O-$, $-S-$, $-C(O)-$, $-OC(O)-$, $-C(O)O-$, $-C(O)NH-$, $-NHC(O)NH-$, $-OC(O)NH-$, $-C(S)-$, $-CH_2-$, $-CH_2CH_2-$, $-CH_2CH_2CH_2-$, $-CH_2CH_2CH_2CH_2-$, $-OCH_2-$, $-CH_2O-$, $-OCH_2CH_2-$, $-CH_2OCH_2-$, $-CH_2CH_2O-$, $-OCH_2CH_2CH_2-$, $-CH_2OCH_2CH_2-$, $-CH_2CH_2OCH_2-$, $-CH_2CH_2CH_2O-$, $-OCH_2CH_2CH_2CH_2-$, $-CH_2OCH_2CH_2CH_2-$, $-CH_2CH_2OCH_2CH_2-$, $-CH_2CH_2CH_2OCH_2-$, $-CH_2CH_2CH_2CH_2O-$, $-C(O)NHCH_2-$, $-C(O)NHCH_2CH_2-$, $-CH_2C(O)NHCH_2-$, $-CH_2CH_2C(O)NH-$, $-C(O)NHCH_2CH_2CH_2-$, $-CH_2C(O)NHCH_2CH_2-$, $-CH_2CH_2C(O)NHCH_2-$, $-CH_2CH_2CH_2C(O)NH-$, $-C(O)NHCH_2CH_2CH_2CH_2-$, $-CH_2C(O)NHCH_2CH_2CH_2-$, $-CH_2CH_2C(O)NHCH_2CH_2-$, $-CH_2CH_2CH_2C(O)NHCH_2-$, $-CH_2CH_2CH_2CH_2C(O)NH-$, $-C(O)OCH_2-$, $-CH_2C(O)OCH_2-$, $-CH_2CH_2C(O)OCH_2-$, $-C(O)OCH_2CH_2-$, $-NHC(O)CH_2-$, $-CH_2NHC(O)CH_2-$, $-CH_2CH_2NHC(O)CH_2-$, $-NHC(O)CH_2CH_2-$, $-CH_2NHC(O)CH_2CH_2-$, $-CH_2CH_2NHC(O)CH_2CH_2-$, $-C(O)NHCH_2-$, $-C(O)NHCH_2CH_2-$, $-OC(O)NHCH_2-$, $-OC(O)NHCH_2CH_2-$, $-OC(O)NHCH_2CH_2CH_2-$, $-NHCH_2-$, $-NHCH_2CH_2-$, $-CH_2NHCH_2-$, $-CH_2CH_2NHCH_2-$, $-C(O)CH_2-$, $-C(O)CH_2-CH_2-$, $-CH_2C(O)CH_2-$, $-CH_2CH_2C(O)CH_2-$, $-CH_2CH_2C(O)CH_2CH_2-$, $-CH_2CH_2C(O)-$, $-CH_2CH_2CH_2C(O)NHCH_2CH_2NH-$, $-CH_2CH_2CH_2C(O)NHCH_2CH_2NHC(O)-$, $-CH_2CH_2CH_2C(O)NHCH_2CH_2NHC(O)CH_2-$, $-CH_2CH_2CH_2C(O)NHCH_2CH_2NHC(O)CH_2CH_2-$, $-OC(O)NH(CH_2)_{0-6}(OCH_2CH_2)_{0-2}-$, $-C(O)NH(CH_2)_{1-6}NHC(O)-$, $-NHC(O)NH(CH_2)_{1-6}-NH-C(O)-$, $-OC(O)CH_2-$, $-O-C(O)CH_2CH_2-$ 及 $-OC(O)CH_2CH_2CH_2-$ 。在上述任一种中,简单亚环烷基例如1,3-亚环己基或1,4亚环己基可代替任何两个、三个或四个碳的亚烷基。

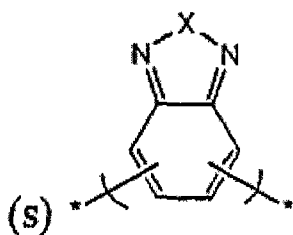
在该第一实施方案的另一类中,聚合物及低聚物中的Q为选自由下列各基团组成的组中的基团:





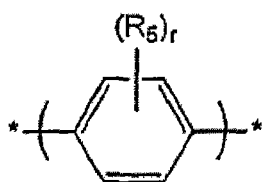


及

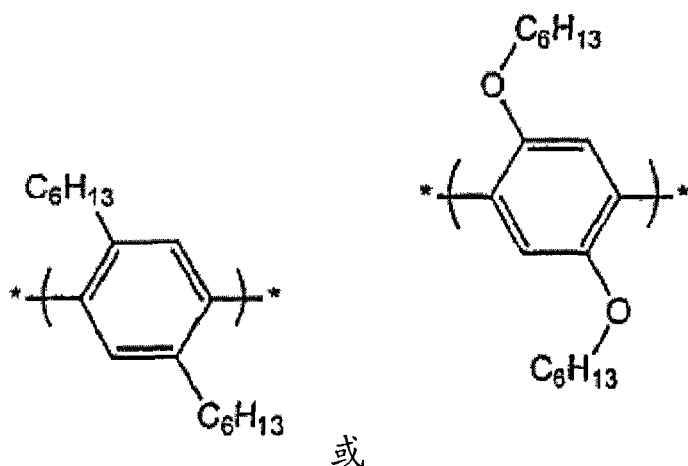


其中, R_5 独立地选自由线形、树枝状或超分枝聚合性 H、D、F、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、氟烷基、氟芳基及聚亚烷氧基所组成的组, 任何两个相邻(偕位、连位或邻位)的 R_5 基团可选择地桥联; p 为 0-2; q 为 0-3; r 为 0-4; s 为 0-5; t 为 0-6; X 与 Y 各自独立地选自由 -O-、-S-、-NR₆- 及 -CR₆R₇-、-CR₆R₇CR₈R₉-、-N=CR₆-、-CR₆=CR₇-、-N=N- 及 -(CO)- 所组成的组; Z 选自由线形、树枝状或超分枝聚合性 -O-、-S-、-NR₆-、芳基、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、氟烷基、氟芳基、聚亚烷氧基、噁唑、噁二唑、噻唑、噻二唑、取代的三唑、四唑、四嗪、三嗪及取代的三嗪; 以及 -CR₆R₇-、-CR₆R₇CR₈R₉-、-N=CR₆-、-CR₆=CR₇-、-N=N- 及 -(CO)- 所组成的组; R_6 、 R_7 、 R_8 及 R_9 独立选自由线形或树枝状 H、D、F、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、亚烷氧基、聚亚烷氧基、烷氧基、芳氧基、氟烷基及氟芳基所组成的组, 且任何两个相邻(偕位、连位或邻位)的 R_6 、 R_7 、 R_8 及 R_9 可选择地桥联; E 选自由 O、NH 及 S 所组成的组; 当在 A_1 上连接基团时 A_1 为 C, 或当不在 A_1 上连接基团时 A_1 为 CH、CR₁ 或 N; 当在 A_2 上连接基团时 A_2 为 C, 或当不在 A_2 上连接基团时 A_2 为 CH、CR₂ 或 N; 当在 A_3 上连接基团时 A_3 为 C, 或不在 A_3 上连接基团时 A_3 为 CH、CR₃ 或 N; 当在 A_4 上连接基团时 A_4 为 C, 或不在 A_4 上连接基团时 A_4 为 CH、CR₄ 或 N。

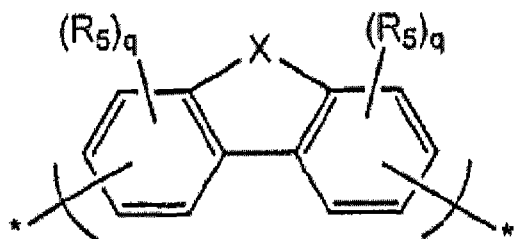
在该类的一个亚类中, 聚合物及低聚物中的 Q 为如下通式所示基团:



其中, R_5 独立地选自由线形、树枝状或超分枝聚合性 H、D、F、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、氟烷基、氟芳基及聚亚烷氧基所组成的组, 任何两个相邻(偕位、连位或邻位)的 R_5 基团可选择地桥联; r 为 0-4。在该亚类中的一例子中, Q 为:

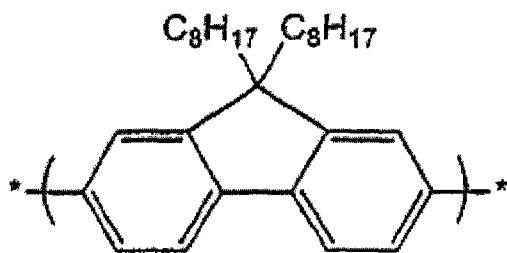


在该类的另一亚类中, 聚合物及低聚物中的 Q 为如下基团:

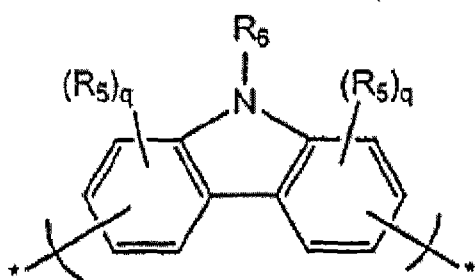


其中, R_5 独立地选自由线形、树枝状或超分枝聚合性 H、D、F、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、氟烷基、氟芳基及聚亚烷氧基所组成的组, 任何两个相邻(偕位、连位或邻位)的 R_5 基团可选择地桥联; q 为 0-3; X 独立地选自由 -O-、-S-、- NR_6 - 及 - CR_6R_7 -、- $CR_6R_7CR_8R_9$ -、- $N=CR_6$ -、 $CR_6=CR_7$ -、- $N=N$ - 及 -(CO)- 所组成的组; R_6 、 R_7 、 R_8 及 R_9 各自独立地选自由线形或树枝状 H、D、F、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、亚烷氧基、聚亚烷氧基、烷氧基、芳氧基、氟烷基及氟芳基所组成的组, 且任何两个相邻(偕位、连位或邻位)的 R_6 、 R_7 、 R_8 及 R_9 可选择地桥联; 在该亚类的一例子中, Q

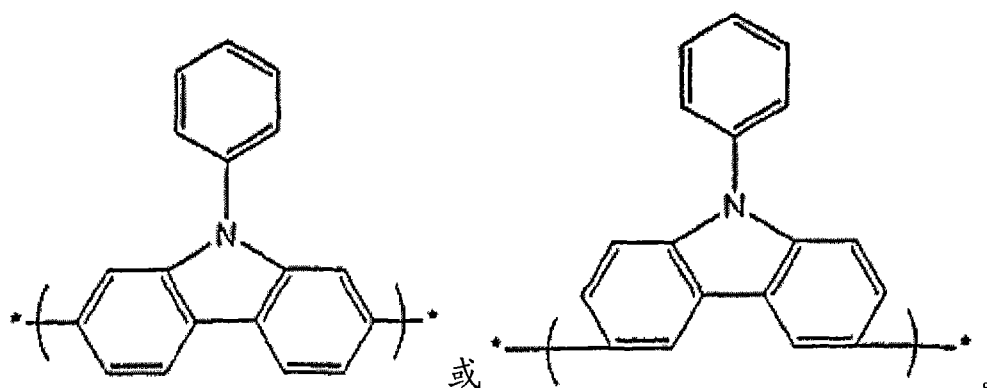
为:



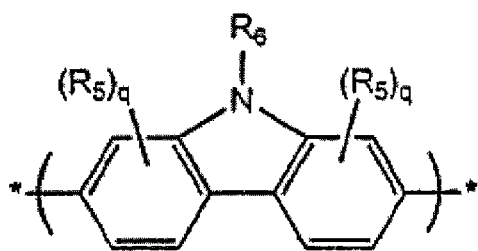
在该亚类的另一例子中, Q 特别为:



其中: R_5 独立地选自由线形、树枝状或超分枝聚合性 H、D、F、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、氟烷基、氟芳基及聚亚烷氧基所组成的组, 任何两个相邻(偕位、连位或邻位)的 R_5 基团可选择地桥联; q 为 0-3, 且 R_6 选自由线形或树枝状 H、D、F、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、亚烷氧基、聚亚烷氧基、烷氧基、芳氧基、氟烷基及氟芳基所组成的组。更特别而言, Q 为:

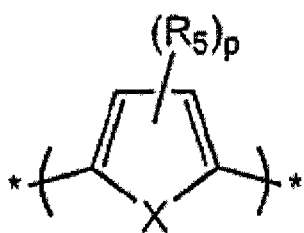


在该亚类的另一例子中, Q 特别为:



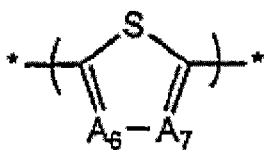
其中： R_5 独立地选自由线形、树枝状或超分枝聚合性 H、D、F、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、氟烷基、氟芳基及聚亚烷氧基所组成的组，任何两个相邻（偕位、连位或邻位）的 R_5 基团可选择地桥联； q 为 0-3，且 R_6 选自由线形或树枝状 H、D、F、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、亚烷氧基、聚亚烷氧基、烷氧基、芳氧基、氟烷基及氟芳基所组成的组。

在该类的另一亚类中，聚合物及低聚物中的 Q 为如下基团：

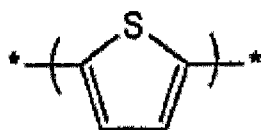


其中， R_5 独立地选自由线形、树枝状或超分枝聚合性 H、D、F、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、氟烷基、氟芳基及聚亚烷氧基所组成的组，任何两个相邻（偕位、连位或邻位）的 R_5 基团可选择地桥联； p 为 0-2；X 独立地选自由 -O-、-S-、-NR₆- 及 -CR₆R₇-、-CR₆R₇CR₈R₉-、-N=CR₆-、-CR₆=CR₇-、-N=N- 及 -(CO)- 所组成的组； R_6 、 R_7 、 R_8 及 R_9 独立地选自由线形或树枝状 H、D、F、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、亚烷氧基、聚亚烷氧基、烷氧基、芳氧基、氟烷基及氟芳基所组成的组，且任何两个相邻（偕位、连位或邻位）的 R_6 、 R_7 、 R_8 及 R_9 可选择地桥联。

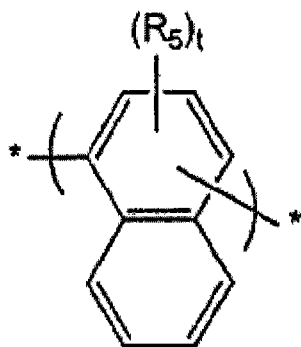
在该类的另一亚类中，聚合物及低聚物中的 Q 为如下基团：



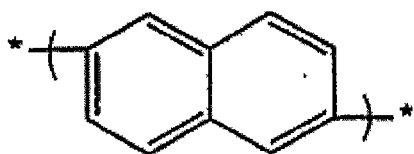
其中, A_6 为 CH、 CR_2 、或 N; A_7 为 CH、 CR_3 或 N; R_2 与 R_3 各自独立地选自由线形或树枝状 H、D、 $-NR_6R_7$ 、卤化物、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、酚、烷基酚、氟烷基、氟芳基、亚烷氧基、聚亚烷氧基及聚亚烷基所组成的组; 且 R_2 及 R_3 可选择地桥联, 或可与它们各自分别连接的两个碳连接在一起形成选自芳环, 该芳环选自由未取代或取代的苯、萘、蒽、噻吩、吡啶、联吡啶、吡嗪、嘧啶、噁二唑、噻二唑及苯并呋喃所组成的组; 且 R_6 及 R_7 各自独立的为取代或取代的烷基或芳基, 且可选择地桥联。在该亚类中, Q 特别为:



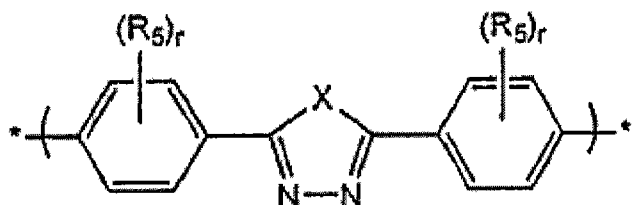
在该类的另一亚类中, 聚合物及低聚物中 Q 为如下基团:



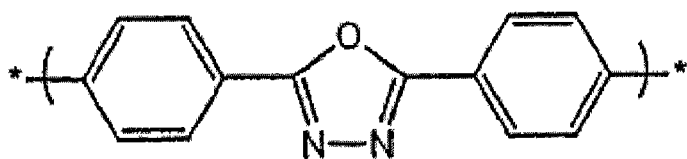
其中, R_5 独立地选自由线形、树枝状或超分枝聚合性 H、D、F、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、氟烷基、氟芳基及聚亚烷氧基所组成的组, 任何两个相邻 (偕位、连位或邻位) 的 R_5 基团可选择地桥联; t 为 0-6。在该亚类中, Q 特别为:



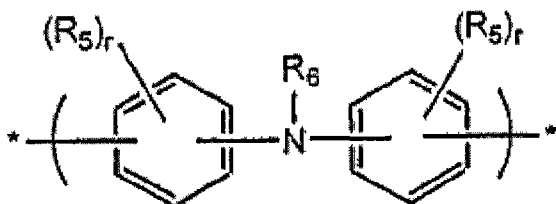
在该类的另一亚类中，聚合物及低聚物中 Q 为如下基团：



其中， R_5 独立地选自由线形、树枝状或超分枝聚合性 H、D、F、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、氟烷基、氟芳基及聚亚烷氧基所组成的组，任何两个相邻（偕位、连位或邻位）的 R_5 基团可选择地桥联； r 为 0-4； X 选自由 -O-、-S-、-NR₆- 及 -CR₆R₇-、-CR₆R₇CR₈R₉-、-N=CR₆-、-CR₆=CR₇-、-N=N- 及 -(CO)- 所组成的组； R_6 、 R_7 、 R_8 及 R_9 独立地选自由线形或树枝状 H、D、F、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、亚烷氧基、聚亚烷氧基、烷氧基、芳氧基、氟烷基及氟芳基所组成的组，且任何两个相邻（偕位、连位或邻位）的 R_6 、 R_7 、 R_8 及 R_9 可选择地桥联。在该亚类中，Q 特别为：

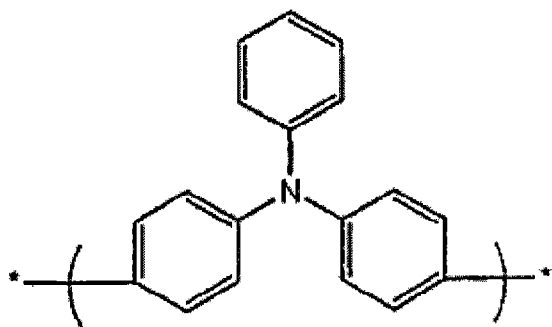


在该类的另一亚类中，聚合物及低聚物中 Q 为如下基团：

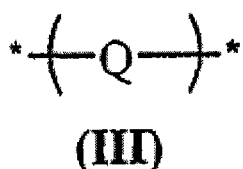


其中， R_5 独立地选自由线形、树枝状或超分枝聚合性 H、D、F、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷

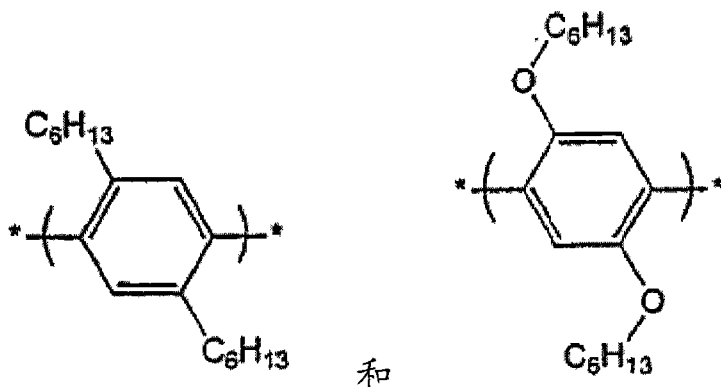
基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、氟烷基、氟芳基及聚亚烷氧基所组成的组，任何两个相邻（偕位、连位或邻位）的 R_5 基团可选择地桥联； R_6 选自由线形或树枝状 H、D、F、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、亚烷氧基、聚亚烷氧基、烷氧基、芳氧基、氟烷基及氟芳基所组成的组；且 r 为 0-4。在此亚类中 Q 特别为：



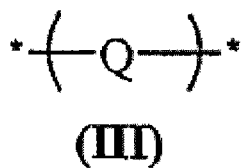
在该类的另一亚类中，所述聚合物及低聚物还包含（除至少一种类型选自由通式 IV、V、VI 及 VII 组成的组中通式表示的重复结构单元外）至少两种附加的且不同类型的如下通式 III 所示的重复结构单元：



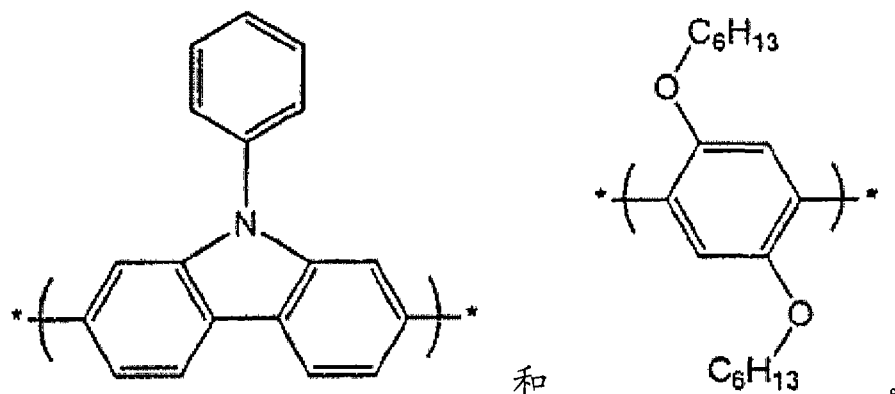
其中至少一种 Q 选自由下列各基团所组成的组：



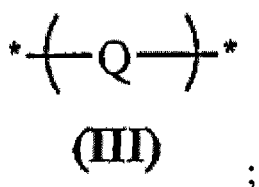
在另一例子中，聚合物及低聚物还包含（除至少一种类型选自由通式 IV、V、VI 及 VII 组成的组中通式所示的重复结构单元外）至少两种附加的且不同类型的如下通式 III 所示重复结构单元：



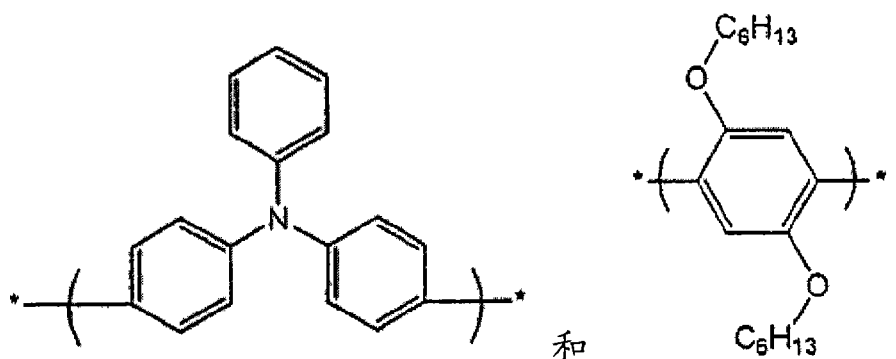
其中至少一种 Q 选自由下列各基团所组成的组:



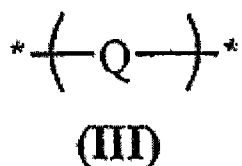
在该类的另一亚类中, 聚合物及低聚物还包含(除至少一种类型选自由通式IV、V、VI及VII所组成的组中通式所示的重复结构单元外)至少两种附加的且为不同类型的如下通式III所示重复结构单元:



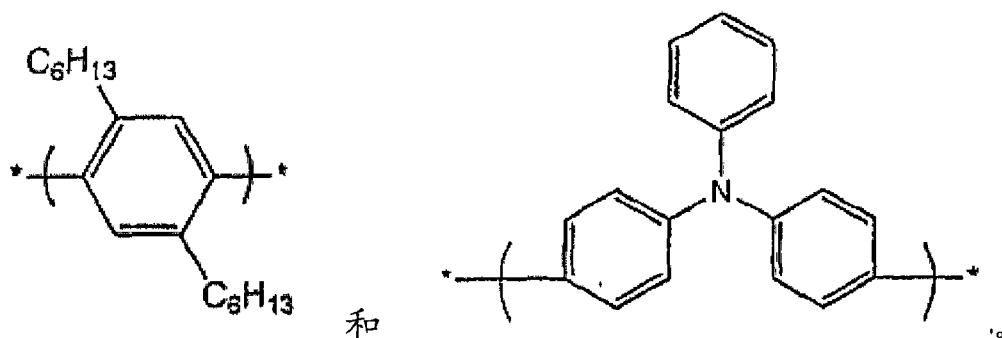
其中至少一种 Q 选自由下列各基团所组成的组:



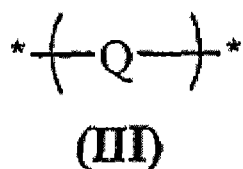
在该类的另一亚类中, 聚合物及低聚物还包含(除至少一种类型选自由通式IV、V、VI及VII组成的组中通式所示的重复结构单元外)至少两种类型的如下通式III所示重复结构单元:



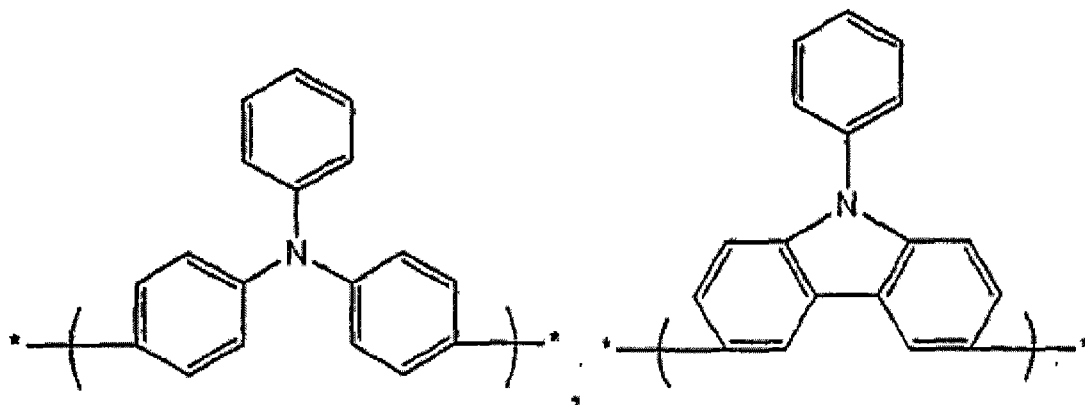
其中至少一种 Q 选自由下列各基团所组成的组:



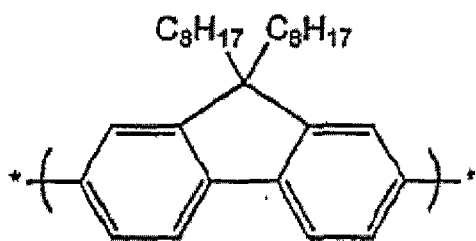
在该类的另一亚类中, 聚合物及低聚物还包含(除至少一种类型选自由通式IV、V、VI及VII组成的组中通式所示的重复结构单元外)至少两种类型的如下通式III所示重复结构单元:



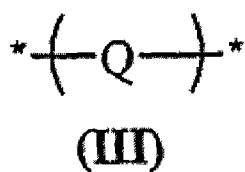
其中至少一种 Q 选自由下列各基团所组成的组:



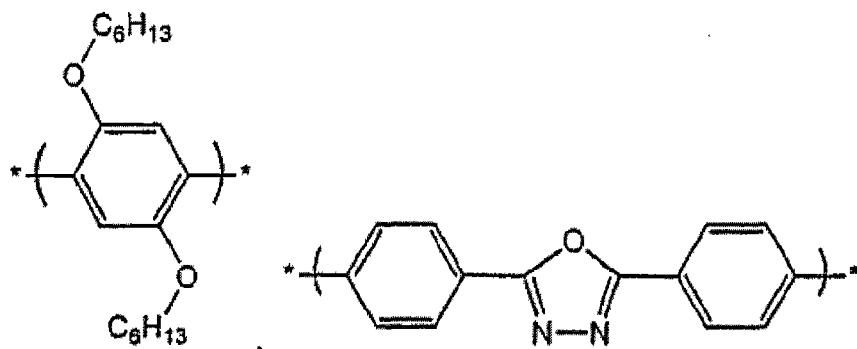
及



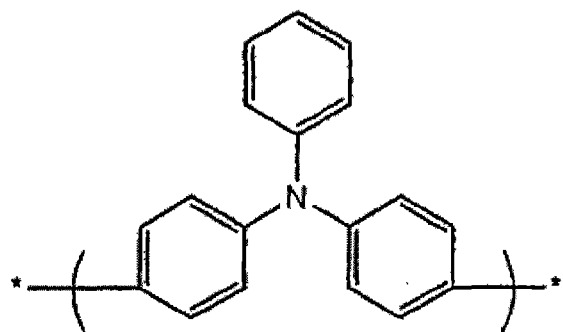
在该类的另一亚类中，聚合物及低聚物还包含（除至少一种类型选自由通式IV、V、VI及VII组成的组中通式所示的重复结构单元外）至少三种附加的且为不同类型的如下通式III所示重复结构单元：



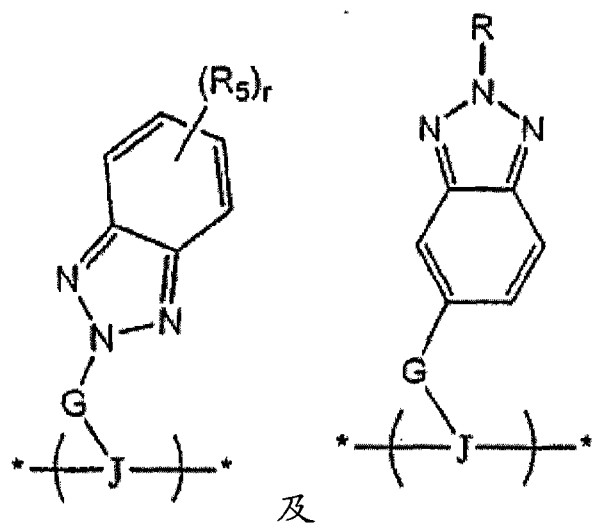
其中至少一种 Q 选自由下列各基团所组成的组：



及



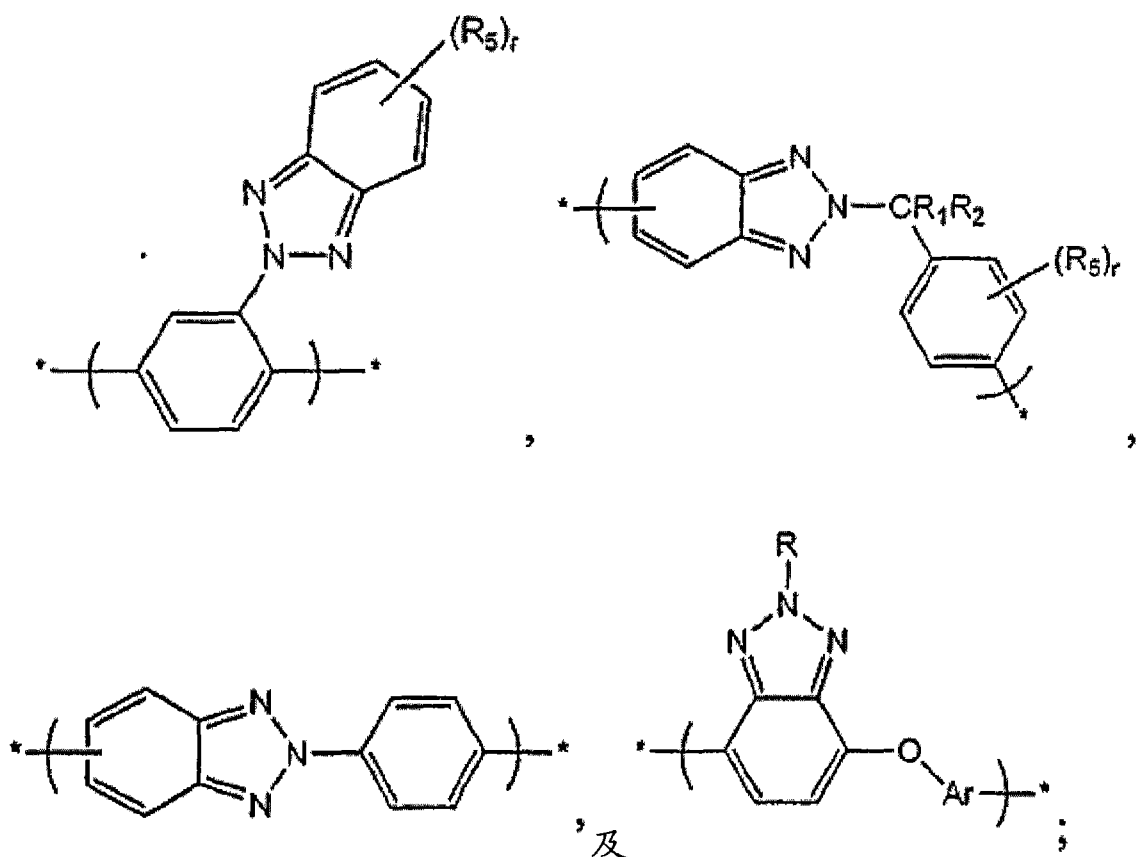
在第一实施方案的另一类中, 聚合物及低聚物包含选自由下列重复结构单元组成的组中的重复结构单元:



其中 R_5 独立地选自由线形、树枝状或超分枝状聚合性 H、D、F、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、氟烷基、氟芳基及聚亚烷氧基所组成的组, 任何两个相邻 (偕位、连位或邻位) 的 R_5 基团可选择地桥联; J 为选自由 1,2,4-苯三基及 $>-CR_6CR_7R_8-$ 所组成组中的三价部分; G 不存在或选自由 $-Ar-$ 、 $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-NR_1-$ 、 CR_2R_3- 、 $-CR_1R_2CR_3R_4-$ 、 $N=CR_1-$ 、 $CR_1=CR_2-$ 、 $-N=N-$ 、 $-(CO)-$ 、 C_3-C_{30} 烷二基及 C_3-C_{30} 杂烷二基所组成的组; R_1 、 R_2 、 R_3 及 R_4 各自独立地选自由线形或树枝状 H、D、 $-NR_6R_7$ 、卤化物、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、酚、烷基酚、氟烷基、氟芳基、亚烷氧基、聚亚烷氧基及聚亚烷基所组成的组; 任何两个相邻 (偕位、连位或邻位) 的 R_1 、 R_2 、 R_3 或 R_4 可选择地桥联, 或可与这些基团各自分别连接的两个碳连在一起形成芳环, 该芳环选自由未取代或取代的苯、萘、蒽、噻吩、吡啶、联吡啶、吡嗪、嘧啶、噁二唑、噻二唑及苯并咪唑所组成的组; R_6 、 R_7 及 R_8 各自独立的为未取代或取代的烷基或芳基; 且任何两个相邻 (偕位、连位或邻位) 的 R_6 、 R_7 、 R_8 可选择地桥联; Ar 为未取代或取代的单环或多环、稠合或非稠合的芳族或杂芳族; 且 r 为 0-4。在该类的一亚类中 J 特别为 $>CHCH_2-$ 。

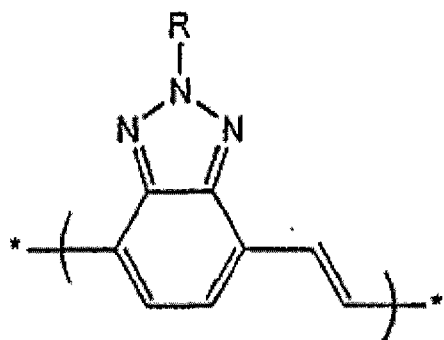
在第一实施方案的另一类中, 聚合物及低聚物包含选自由下列各通式所组

成的组中通式所示的重复结构单元:



其中, R 为 H、D、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、酚、2-羟基苯基、2-烷氧基苯基、2-芳氧基苯基、取代的 2-羟基苯基、取代的 2-烷氧基苯基、取代的 2-芳氧基苯基、氟烷基或氟芳基; R_1 与 R_2 各自独立地选自由线形或树枝状 H、D、 $-NR_6R_7$ 、卤化物、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、酚、烷基酚、氟烷基、氟芳基、亚烷氧基、聚亚烷氧基及聚亚烷基所组成的组; 其中 R_5 独立地选自由线形、树枝状或超分枝状聚合性 H、D、F、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、氟烷基、氟芳基及聚亚烷氧基所组成的组, 任何两个相邻(偕位、连位或邻位)的 R_5 基团可选择地桥联; R_6 与 R_7 各自独立的为取代或未取代的烷基或芳基, 且可选择地桥联; Ar 为未取代或取代的单环或多环、稠合或非稠合的芳族或杂芳族; 且 r 为 0-4。

在第一实施方案的另一类中, 聚合物及低聚物包含选自如下通式所示的重复结构单元:



在本发明第一实施方案的另一类中, 聚合物及低聚物包含: (a) 约 0.001-约 100 摩尔%的至少一种选自由通式 I 及通式 II 所组成的组的通式所示的重复结构单元, 及 (b) 约 0-约 99.999 摩尔%的至少一种通式 III 所示的重复结构单元。

在本发明第一实施方案的另一类中, 聚合物及低聚物包含: (a) 约 1-约 100 摩尔%的至少一种选自由通式 I 及通式 II 所组成的组的通式所示的重复结构单元, 及 (b) 约 0-约 99 摩尔%的至少一种通式 III 所示的重复结构单元。

在本发明第一实施方案的另一类中, 聚合物及低聚物包含: (a) 约 25 摩尔%的至少一种选自由通式 I 及通式 II 所组成的组的通式所示的重复结构单元, 及 (b) 约 75 摩尔%的至少一种通式 III 所示的重复结构单元。

在本发明第一实施方案的另一类中, 聚合物及低聚物包含: (a) 约 20 摩尔%的至少一种选自由通式 I 及通式 II 所组成的组的通式所示的重复结构单元, 及 (b) 约 80 摩尔%的至少一种通式 III 所示的重复结构单元。

在本发明第一实施方案的另一类中, 聚合物及低聚物包含: (a) 约 40 摩尔%的至少一种选自由通式 I 及通式 II 所组成的组的通式所示的重复结构单元, 及 (b) 约 60 摩尔%的至少一种通式 III 所示的重复结构单元。

在本发明第一实施方案的另一类中, 聚合物及低聚物包含: (a) 约 50 摩尔%的至少一种选自由通式 I 及通式 II 所组成的组的通式所示的重复结构单元, 及 (b) 约 50 摩尔%的至少一种通式 III 所示的重复结构单元。

在本发明第一实施方案的另一类中, 聚合物的重量平均分子量 M_w 为至少

约 15,000 道尔吨 (Dalton), 更特别为至少约 20,000 道尔吨, 更特别为至少约 40,000 道尔吨, 更特别为至少约 60,000 道尔吨, 更特别为至少约 80,000 道尔吨或至少约 1000,000 道尔吨。

在本发明第一实施方案的另一类中, 低聚物的重量平均分子量 M_w 为至少约 200-15,000 道尔吨。

在本发明第一实施方案的另一类中, 聚合物及低聚物为共聚物或共低聚物、嵌段共聚物或共低聚物、无规共聚物或共低聚物、交联共聚物或共低聚物、超分枝状共聚物或共低聚物、树枝状共聚物或共低聚物或星状共聚物或共低聚物。

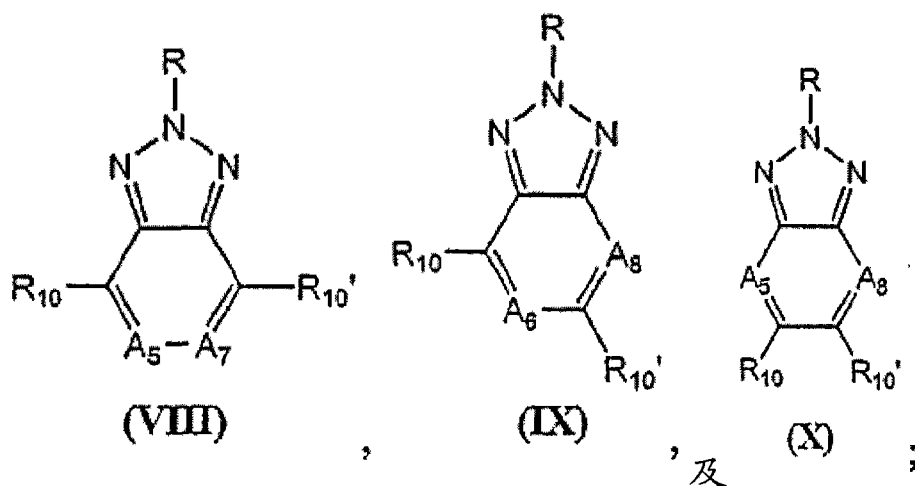
在本发明第一实施方案的另一类中, 聚合物及低聚物为光致发光和/或电致发光性。

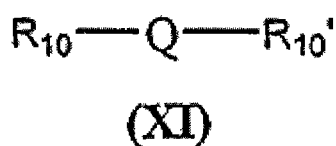
在本发明第一实施方案的另一类中, 聚合物及低聚物适于在 UV、可见光或红外线范围内激发。

在本发明第一实施方案的另一类中, 聚合物及低聚物能够发射具有波长在 350-750nm 范围内、更特别在 450-700nm 范围内、甚至更特别在 500-650nm 范围内的光。

在本发明的第二实施方案中, 提供一种制备聚合物或低聚物的方法, 其包括:

(a) 混合 (i) 至少一种选自由如下通式 VIII、通式 IX 及通式 X 所组成的组的通式所示的化合物及 (ii) 可选择地至少一种由如下通式 XI 所示的化合物:





;

其中, R 为 H、D、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、酚、2-羟基苯基、2-烷氧基苯基、2-芳氧基苯基、取代的 2-羟基苯基、取代的 2-烷氧基苯基、取代的 2-芳氧基苯基、氟烷基或氟芳基; A₅ 为 CH、CR₁ 或 N; A₆ 为 CH、CR₂ 或 N; A₇ 为 CH、CR₃ 或 N; A₈ 为 CH、CR₄ 或 N; R₁、R₂、R₃、R₄ 各自独立地选自由线形或树枝状 H、D、-NR₆R₇、卤化物、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、酚、烷基酚、氟烷基、氟芳基、亚烷氧基、聚亚烷氧基及聚亚烷基所组成的组; 且任何两个相邻(偕位、连位或邻位)的 R₁、R₂、R₃ 或 R₄ 可选择地桥联, 或可与这些基团各自分别连接的两个碳连在一起形成芳环, 该芳环选自由未取代或取代的苯、萘、蒽、噻吩、吡啶、联吡啶、吡嗪、嘧啶、噁二唑、噻二唑及苯并呋喃所组成的组; Q 选自由 -Ar-、-O-、-S-、-NR₁-、-OCR₁R₂-、-CR₁R₂-、-OCR₁R₂CR₃R₄-、-CR₁R₂CR₃R₄-、-N=CR₁-、-CR₁=N-、-CR₁=CR₂-、-N=N-、及 -(CO)-、-BR₁-、SiR₁R₂-、-(CO)-O-、-O-(CO)-、-NR₁-(CO)-及 -(CO)-NR₁-、C₃-C₃₀ 烷二基及 C₃-C₃₀ 杂烷二基所组成的组; R₆ 与 R₇ 各自独立地为取代或未取代的烷基或芳基, 且 R₆ 与 R₇ 可选择地桥联; Ar 为未取代或取代的单环或多环、稠合或非稠合芳族或杂芳族; 且 R₁₀ 与 R₁₀' 各自独立地为能够参与芳基与芳基和/或芳基与烷基偶合反应的一种或多种基团;

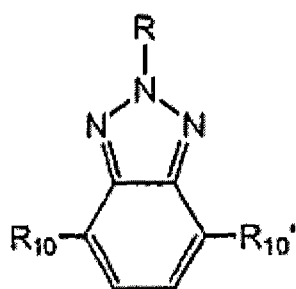
以及, (b) 将聚合反应催化剂及可选择的共反应物加入至该混合物中以引起: (i) 聚合反应以形成碳碳键, 将至少一种选自由通式 VII、通式 IX 及通式 X 所组成的组的通式所示的化合物与至少一种选自由通式 VIII、通式 IX 及通式 X 所组成的组的通式所示的其它化合物连接起来; 和/或 (ii) 聚合反应以形成碳碳键, 将至少一种选自由通式 VIII、通式 IX 及通式 X 所组成的组的通式所示的化合物与至少一种通式 XI 所示的化合物连接起来。

在第二实施方案的一类中, 所述方法中的 R₁₀ 与 R₁₀' 各自独立地为选自由

H、D、卤化物、 $-\text{Si}(\text{R}_{11})_3$ 、 $-\text{Sn}(\text{R}_{11})_3$ 、 $-\text{Cu}$ 、 $-\text{Cu}(\text{CN})\text{Li}$ 、 $-\text{Li}$ 、 $-\text{MgBr}$ 、 $-\text{ZnCl}$ 、 $-\text{ZnBr}$ 、 $-\text{ZnI}$ 、 $-\text{MnBr}$ 、 $-\text{MnCl}$ 、 $-\text{MnI}$ 、 $-\text{HgCl}$ 、 $-\text{OTf}$ 、 $-\text{SH}$ 、 $-\text{SO}_3\text{CH}_3$ 、 $-\text{B}(\text{OR}_{12})_2$ 所组成的组的一种或多种基团； R_{11} 各自独立地选自由卤化物、羟基、烷基及烷氧基所组成的组；且 R_{12} 各自独立地选自由 H、D、烷基及芳基所组成的组，或两个 R_{12} 与它们所连接的氧原子连在一起形成环硼酸酯。

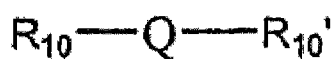
在第二实施方案的另一类方法中，所述方法采用选自由铃木（Suzuki）、科朗（Colon）、斯蒂勒（Stille）、山本（Yamamoto）所组成的组中的芳基与芳基偶合反应（化学计量及催化性）。

在本发明第二实施方案的另一类方法中，所述方法包含：混合（i）至少一种如下通式 XII 表示的化合物与（ii）至少一种如下通式 XI 表示的化合物：



(XII)

；及



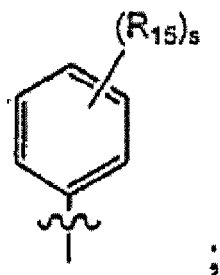
(XI)

；

其中：R 为 H、D、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、酚、2-羟基苯基、2-烷氧基苯基、2-芳氧基苯基、取代的 2-羟基苯基、取代的 2-烷氧基苯基、取代的 2-芳氧基苯基、氟烷基或氟芳基； R_{10} 与 R_{10}' 各自独立地为能够参与芳基与芳基和/或芳基与烷基偶合反应的一种或多种基团；Q 选自由 $-\text{Ar}-$ 、 $-\text{O}-$ 、 $-\text{S}-$ 、 $-\text{NR}_1-$ 、 $-\text{OCR}_1\text{R}_2-$ 、 $-\text{CR}_1\text{R}_2-$ 、 $-\text{OCR}_1\text{R}_2\text{CR}_3\text{R}_4-$ 、 $-\text{CR}_1\text{R}_2\text{CR}_3\text{R}_4-$ 、 $-\text{N}=\text{CR}_1-$ 、 $-\text{CR}_1=\text{N}-$ 、 $-\text{CR}_1=\text{CR}_2-$ 、 $-\text{N}=\text{N}-$ 、及 $-(\text{CO})-$ 、 $-\text{BR}_1-$ 、 SiR_1R_2- 、 $-(\text{CO})-\text{O}-$ 、 $-\text{O}-(\text{CO})-$ 、 $-\text{NR}_1-(\text{CO})-$

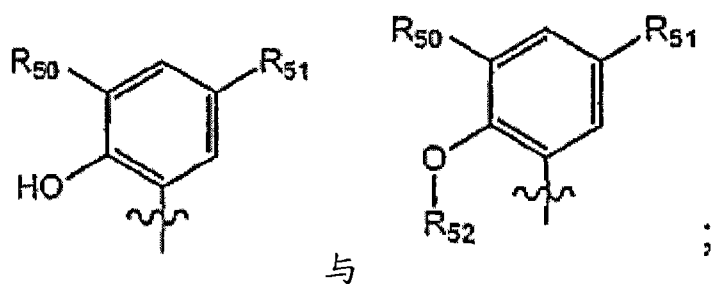
及 $-(CO)-NR_1-$ 、 C_3-C_{30} 烷二基及 C_3-C_{30} 杂烷二基所组成的组； R_1 、 R_2 、 R_3 或 R_4 各自独立地选自由线形或树枝状 H、D、 $-NR_6R_7$ 、卤化物、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、酚、烷基酚、氟烷基、氟芳基、亚烷氧基、聚亚烷氧基及聚亚烷基所组成的组；且任何两个相邻（偕位、连位或邻位）的 R_1 、 R_2 、 R_3 或 R_4 可选择地桥联，或可与这些基团各自分别连接的两个碳连在一起形成芳环，该芳环选自由未取代或取代的苯、萘、蒽、噻吩、吡啶、联吡啶、吡嗪、嘧啶、噁二唑、噻二唑及苯并呋喃所组成的组；Ar 为未取代或取代的单环或多环、稠合或非稠合芳族或杂芳族。

在该类的一个亚类中，聚合物及低聚物中的 R 为

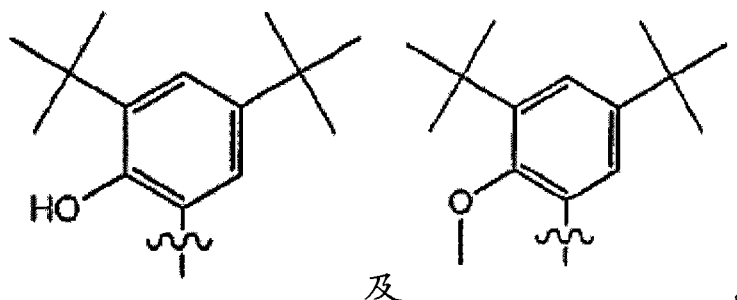


其中，s 为 0-5； R_{15} 选自由线形或树枝状 H、D、 $-NR_6R_7$ 、卤化物、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、酚、烷基酚、氟烷基、氟芳基、亚烷氧基、聚亚烷氧基及聚亚烷基所组成的组；且当 s 为 2-5 时，任何两个相邻（偕位、连位或邻位）的 R_{15} 可选择地桥联，或可与它们各自分别连接的两个碳连在一起形成芳环，该芳环选自由未取代或取代的苯、萘、蒽、噻吩、吡啶、联吡啶、吡嗪、嘧啶、噁二唑、噻二唑及苯并呋喃所组成的组； R_6 与 R_7 各自独立地为取代或未取代的烷基或芳基，且可选择地桥联。

在该类的另一亚类中，聚合物及低聚物中的 R 选自由下列基团所组成的组：



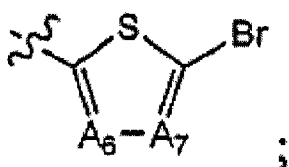
其中， R_{50} 及 R_{51} 各自独立地选自由 H、D、F、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、氟烷基、氟芳基、酰胺及酯所组成的组； R_{52} 选自由烷基、芳基、杂芳基、氟烷基及氟芳基所组成的组。特别地，R 选自由下列各基团所组成的组；



在该类的另一亚类中，聚合物及低聚物中的 R 为烷基。在该类的另一亚类中，聚合物及低聚物的 R 为正己基。

在一个例子中，所述方法中，通式 X 中的 R_{10} 与 R_{10}' 各自独立地为卤化物，特别地，其中通式 X 中的 R_{10} 与 R_{10}' 各自为溴化物。

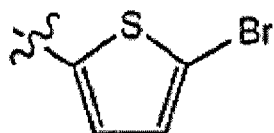
在本发明第二实施方案的另一类中，所述方法中，通式 X 中的 R_{10} 与 R_{10}' 各自独立地为：



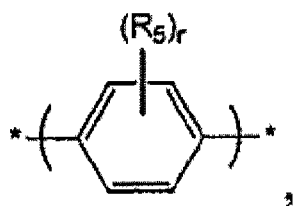
A_6 为 CH、 CR_2 或 N； A_7 为 CH、 CR_3 或 N； R_2 或 R_3 各自独立地选自由线形或树枝状 H、D、 $-NR_6R_7$ 、卤化物、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、

酚、烷基酚、氟烷基、氟芳基、亚烷氧基、聚亚烷氧基及聚亚烷基所组成的组；且 R_2 或 R_3 可选择地桥联，或与它们各自分别连接的两个碳连在一起形成芳环，该芳环选自由未取代或取代的苯、萘、蒽、噻吩、吡啶、联吡啶、吡嗪、嘧啶、噁二唑、噻二唑及苯并呋喃所组成的组； R_6 与 R_7 各自独立地为取代或未取代的烷基或芳基，且可选择地桥联。

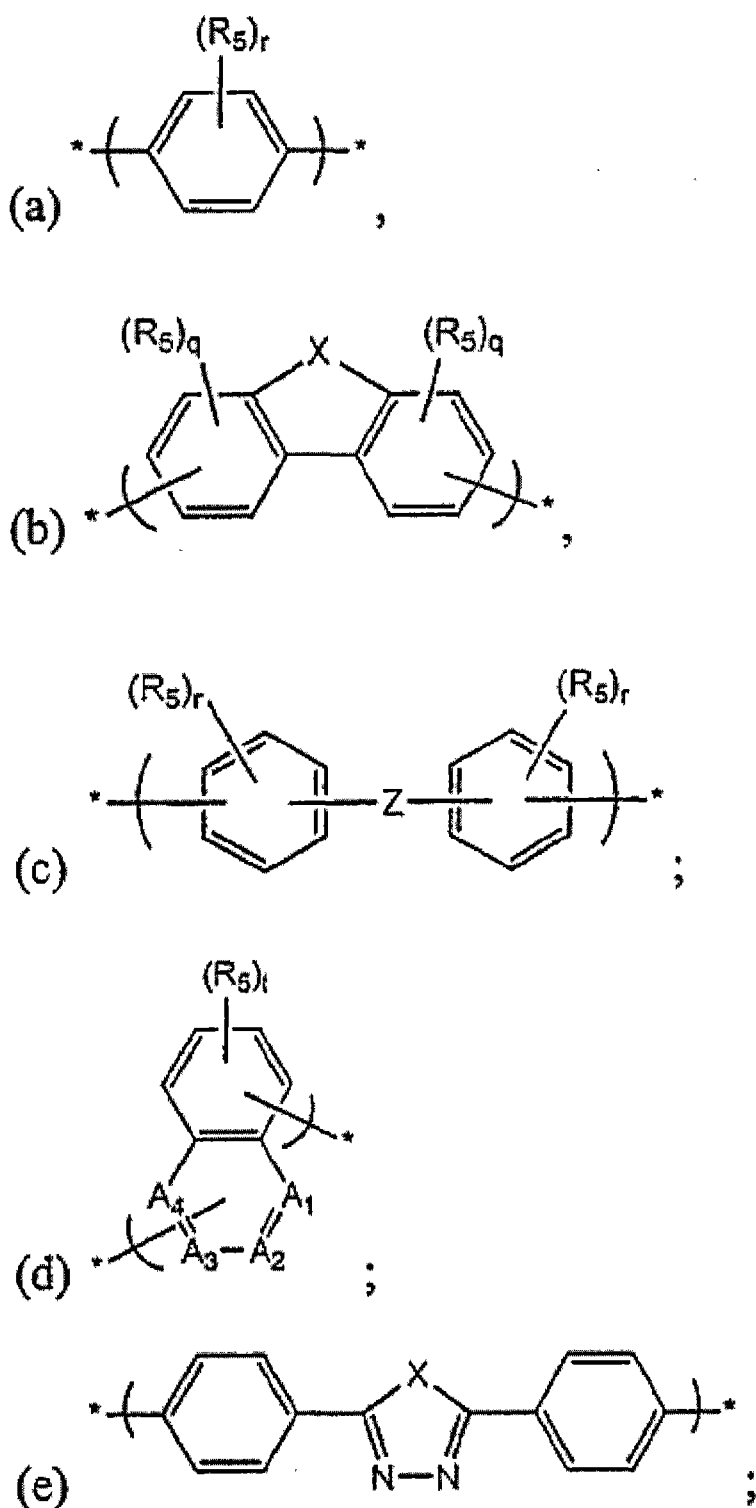
在该类的一亚类中，所述方法中通式 X 中的 R_{10} 与 R_{10}' 各自为：



在本发明第二实施方案的另一类中，所述方法包括混合（除至少一种选自由通式 VIII、IX、X 和 XII 组成的组的通式所示的化合物外）(i) 至少一种通式 XI 所示的化合物，其中 XI 通式中的 Q 为：



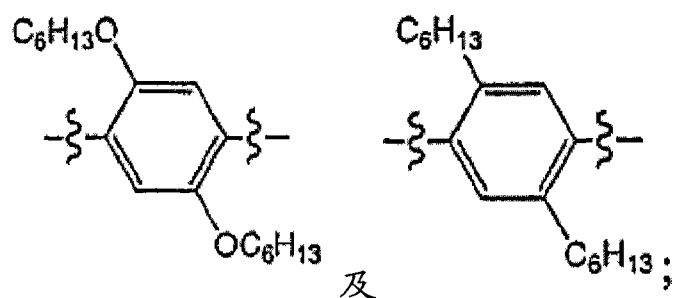
R_5 独立地选自由线形、树枝状或超分枝聚合性 H、D、F、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、氟烷基、氟芳基及聚亚烷氧基所组成的组；且任何两个相邻（偕位、连位或邻位）的 R_5 基团可选择地桥联； r 为 0-4；通式 XI 中的 R_{10} 与 R_{10}' 各自独立地为 $-B(OR_{12})_2$ ； R_{12} 独立地选自由 H、D、烷基及芳基所组成的组；或两个 R_{12} 与它们所连接的氧原子连在一起形成环硼酸酯；和/或 (ii) 至少一种（与 (i) 中的化合物不同的）通式 XI 所示的化合物，其中，通式 XI 中的 Q 选自由如下基团所组成的组：



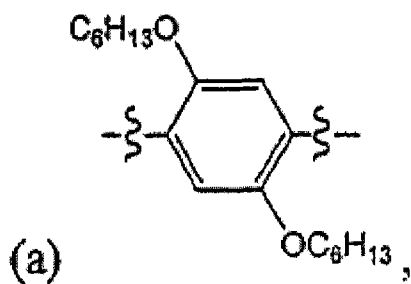
其中， R_5 独立地选自由线形、树枝状或超分枝聚合性 H、D、F、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、氟烷基、氟芳基及聚亚烷氧基所组成的组，任何两个相邻（偕位、连位或邻位）的 R_5 基团可选择地桥联； q 为 0-3； r 为 0-4；

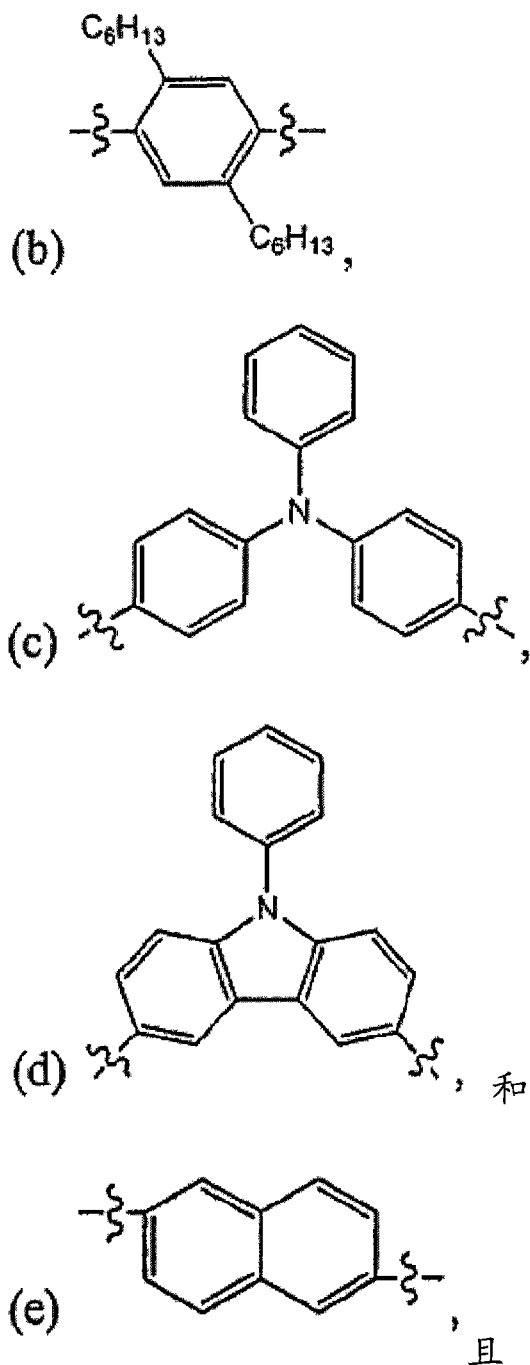
t 为 0-6; X 选自由-O-、-S-、-NR₆-及-CR₆R₇-、-C R₆R₇CR₈R₉-、-N=CR₆-、-CR₆=CR₇-、-N=N-及-(CO)-所组成的组; Z 选自由线形、树枝状或超分枝聚合性-O-、-S-、-NR₆-、芳基、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、氟烷基、氟芳基、聚亚烷氧基、噁唑、噁二唑、噻唑、噻二唑、取代的三唑、四唑、四嗪、三嗪及取代的三嗪; 以及-CR₆R₇-、-CR₆R₇CR₈R₉-、N=CR₆-、CR₆=CR₇-、-N=N-及-(CO)-所组成的组; R₆、R₇、R₈及 R₉独立选自由线形或树枝状 H、D、F、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、亚烷氧基、聚亚烷氧基、烷氧基、芳氧基、氟烷基及氟芳基所组成的组, 且任何两个相邻(偕位、连位或邻位)的 R₆、R₇、R₈及 R₉可选择地桥联; 且通式XI中的 R₁₀与 R₁₀'各自独立地为卤化物。

在该类的一亚类中, 所述方法包括混合(i)至少一种通式XI所示的化合物, 其中通式XI中的 Q 选自由下列各基团所组成的组:



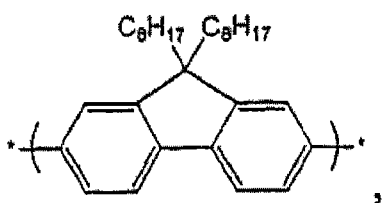
通式XI中的 R₁₀与 R₁₀'各自独立地为-B(OR₁₂)₂; R₁₂独立地选自由 H、D、烷基及芳基所组成的组; 或两个 R₁₂与它们所连接的氧原子连在一起形成环硼酸酯; 和/或(ii)至少一种(与(i)中的化合物不同的)通式XI所示的化合物, 其中通式XI中的 Q 选自由下列基团所组成的组:





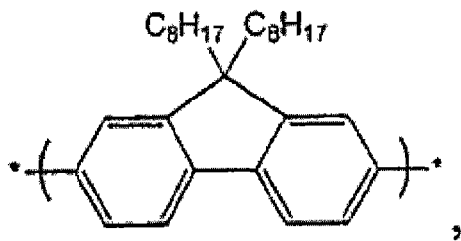
通式XI中的 R_{10} 与 R_{10}' 各自独立地为溴化物。

在该亚类的一个例子中，所述方法包括混合 (i) 至少一种通式XI所示的化合物，其中通式XI中的 Q 为如下通式：



并且, 通式XI中的 R_{10} 与 R_{10}' 各自独立地为 $-B(OR_{12})_2$; R_{12} 独立地选自由 H、D、烷基及芳基所组成的组; 或两个 R_{12} 与它们所连接的氧原子连在一起形成环硼酸酯。

在该例子中, 特别地, 所述方法包括混合 (i) 至少一种通式XI所示的化合物, 其中通式XI中的 Q 为:



并且, R_{10} 与 R_{10}' 各自独立地为溴化物。

在本发明的该实施方案的一类中, 所述方法包括选自由 $Pd(PPh_3)_4$ 、 $Pd(OAc)_2$ 、 $PdCl_2(dppb)$ 及 $Pd(dba)_2/PPh_3$ 所组成的组的钯催化剂作为聚合引发剂与碱 (base) 组合。

在该类的一亚类中, 碱选自由 Na_2CO_3 及 K_2CO_3 、 $NaHCO_3$ 、 $KHCO_3$ 、 $CsOH$ 、 $CsHCO_3$ 、 Cs_2CO_3 、 $Ba(OH)_2$ 、 KOH 及 $NaOH$ 所组成的组。

第三实施方案提供电子装置或用于该装置的元件, 其包含: (a) 阳极, (b) 阴极, 及 (c) 发光层, 用于接受及组合来自邻近层的正和负电荷载流子以产生光; 以及可选择的: (d) 空穴注入层, (e) 一或多个空穴传输层, (f) 一或多个电子传输层, (g) 电子注入层, 及 (h) 一缓冲层; 其中所述发光层和/或一或多个所述空穴和/或电子传输层包含本申请所述的聚合物或低聚物。

在本发明第三实施方案的一类中, 所述电子装置包括电致发光装置。

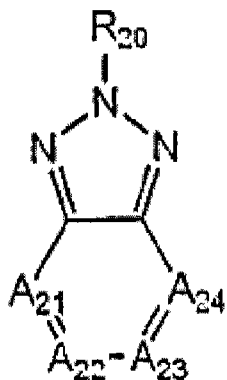
本发明的第四实施方案提供发光装置或用于该装置的元件, 其包含本申请所述的聚合物或低聚物。

第四实施方案的一类为电致发光装置。第四实施方案的另一类为光致发光装置。第四实施方案的另一类为有机发光二极管 (OLED)。在该类的一亚类中, OLED 具有小于约 5 伏特 (volt), 更特别约 3 伏特的启动电压 (turn on voltage)。在该类的另一亚类中, OLED 具有的发光效率在 7V 及 1000 cd/m^2 时为至少 2.5 lm/W , 或在 4V 及 1000 cd/m^2 时为至少 4.0 lm/W , 或在 10V 及

100 cd/m²时为至少 0.2 lm/W。

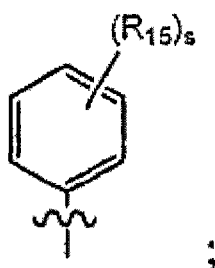
第四实施方案的另一类为有机发光二极管 (OLED) 显示器。第四实施方案的又一类为传感器。在第四实施方案的又一类中, 所述装置呈现量子效率为大于 10% 的光致发光性。

第五实施方案提供电子装置或用于该装置的元件, 其包含: (a) 阳极; (b) 阴极; 和 (c) 发光层, 用于接受及组合来自邻近层的正电荷及负电荷载流子以产生光; 以及可选择的: (d) 空穴注入层; (e) 一或多个空穴传输层; (f) 一或多个电子传输层; (g) 电子注入层; 及 (h) 缓冲层; 其中该发光层和/或一或多个所述空穴和/或电子传输层包含如下通式所示的化合物:



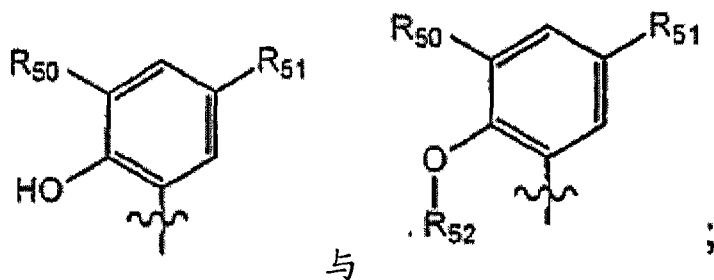
其中 R₂₀ 为 H、D、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、酚、2-羟基苯基、2-烷氧基苯基、2-芳氧基苯基、取代的 2-羟基苯基、取代的 2-烷氧基苯基、取代的 2-芳氧基苯基、氟烷基或氟芳基; A₂₁ 为 CH、CR₂₁ 或 N; A₂₂ 为 CH、CR₂₂ 或 N; A₂₃ 为 CH、CR₂₃ 或 N; A₂₄ 为 CH、CR₂₄ 或 N; 且 R₂₁、R₂₂、R₂₃、R₂₄ 各自独立地选自由 H、D、-NR₆R₇、卤化物、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、酚、烷基酚、氟烷基及氟芳基所组成的组; 或者 R₁ 与 R₂、和/或 R₂ 与 R₃、和/或 R₃ 与 R₄ 与它们各自分别连接的两个碳连在一起形成芳环, 该芳环选自由未取代或取代的苯、萘、蒽、噻吩、吡啶、联吡啶、吡嗪、嘧啶、噁二唑、噻二唑及苯并呋喃所组成的组。

在第五实施方案的第一类中, 在所述电子装置及用于该装置的元件中, R₂₀ 如下所示:



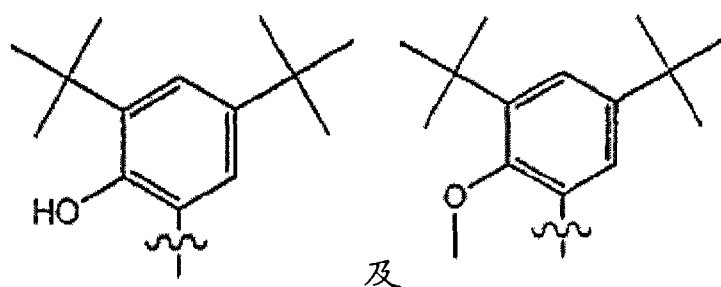
其中， s 为 0-5； R_{15} 选自由线形或树枝状 H、D、 $-NR_6R_7$ 、卤化物、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、酚、烷基酚、氟烷基、氟芳基、亚烷氧基、聚亚烷氧基及聚亚烷基所组成的组；且当 s 为 2-5 时，任意两个相邻（偕位、连位或邻位）的 R_{15} 可选择地桥联，或可与它们各自分别连接的两个碳连在一起形成芳环，该芳环选自由未取代或取代的苯、萘、蒽、噻吩、吡啶、联吡啶、吡嗪、嘧啶、噁二唑、噻二唑及苯并咪唑所组成的组； R_6 与 R_7 各自独立地为取代或未取代的烷基或芳基，且可选择地桥联。

在该类的一亚类中，在所述电子装置或用于该装置的元件中， R_{20} 选自由下列基团所组成的组：



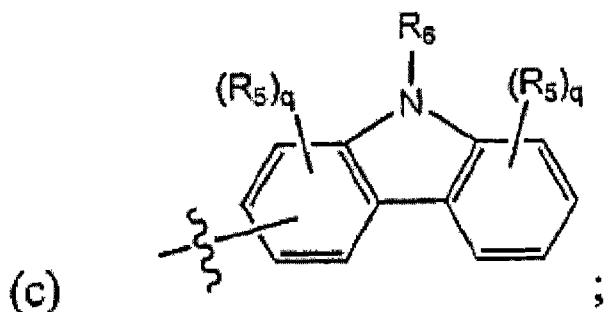
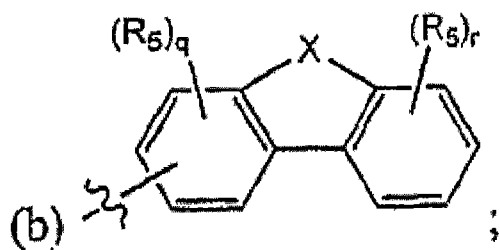
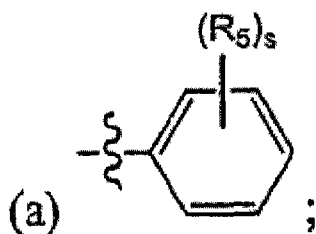
R_{50} 与 R_{51} 独立地选自由 H、D、F、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、氟烷基、氟芳基、酰胺及酯所组成的组； R_{52} 选自由烷基、芳基、杂芳基、氟烷基及氟芳基所组成的组。

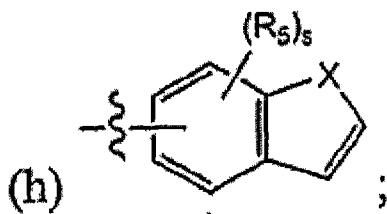
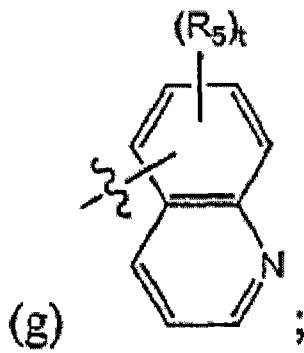
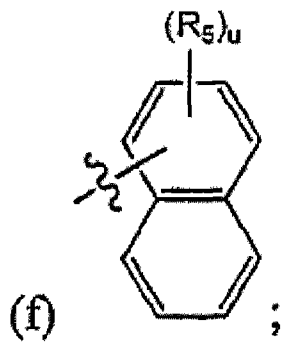
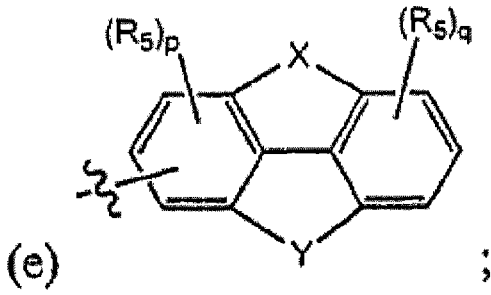
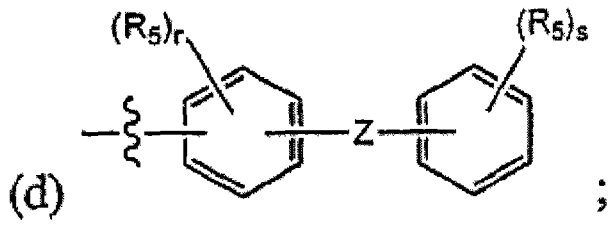
在该亚类的一个例子中，所述电子装置中 R_{20} 选自由下列各基团所组成的组：

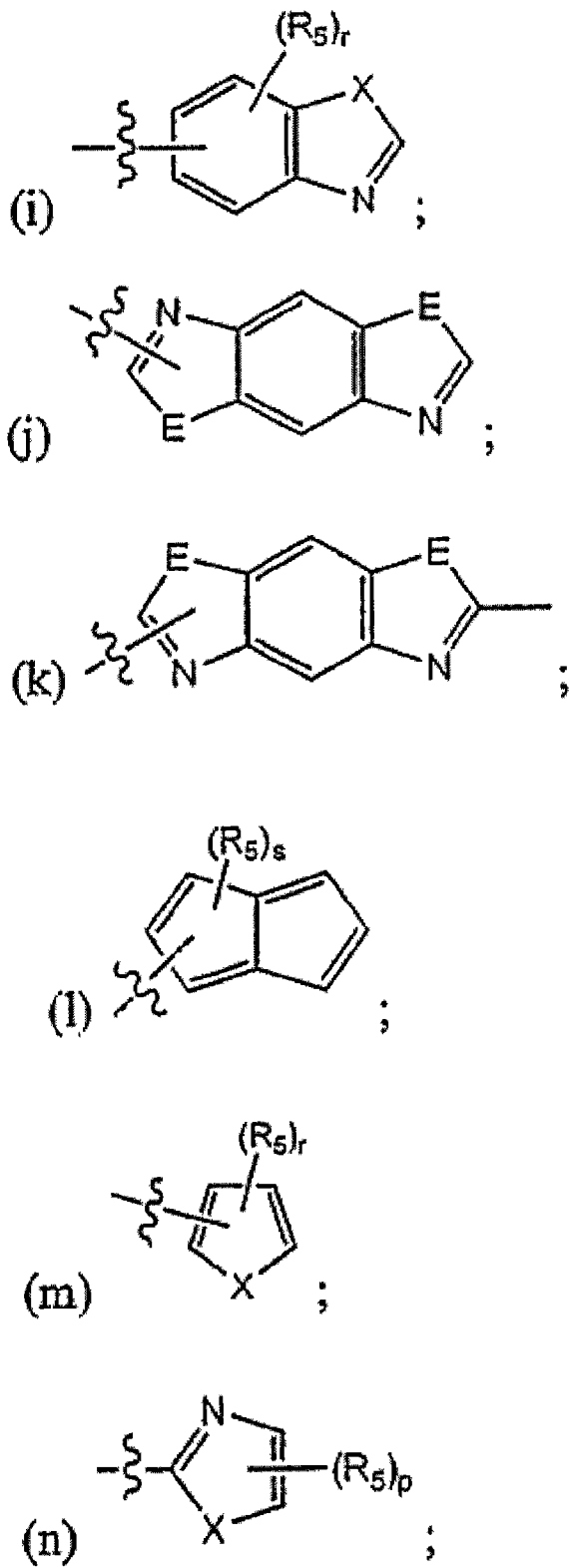


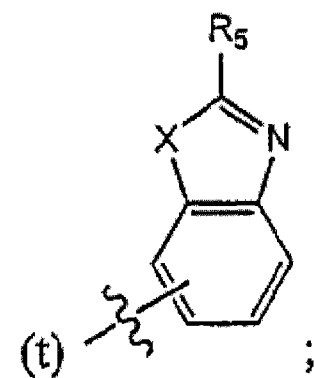
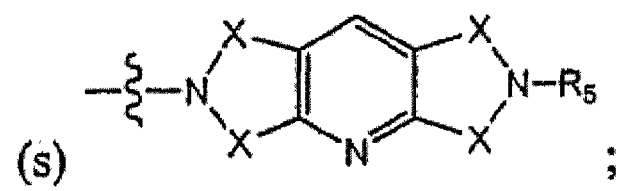
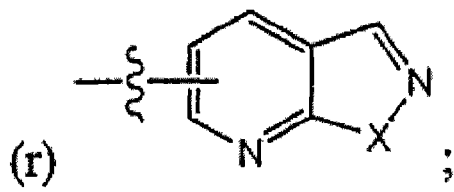
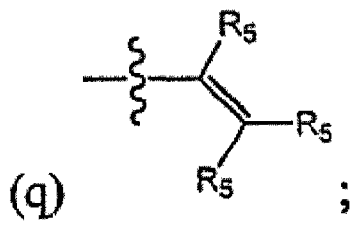
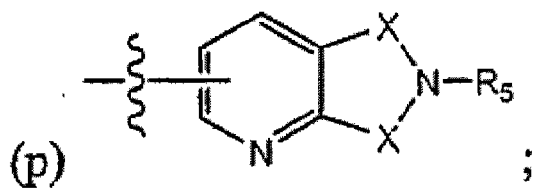
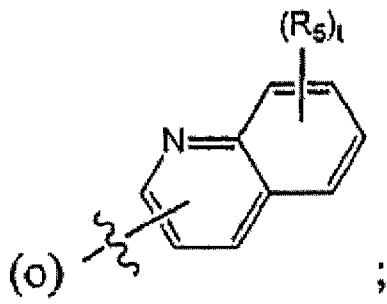
在第五实施方案的第二类中，所述电子装置中， R_{20} 为烷基。在该类的一亚类中，所述电子装置中， R_{20} 为正己基。

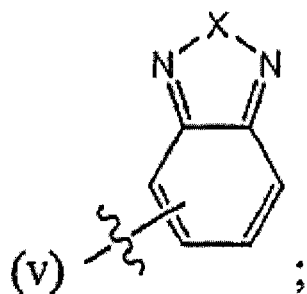
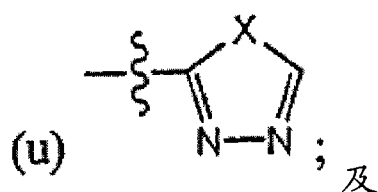
在第五实施方案的另一类中，所述电子装置或用于该装置的元件中， R_{21} 、 R_{22} 、 R_{23} 或 R_{24} 各自独立地选自由下列各基团所组成的组：









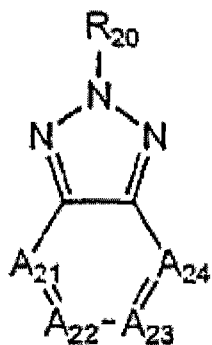


其中， R_5 独立地选自由线形、树枝状或超分枝聚合性 H、D、F、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、氟烷基、氟芳基及聚亚烷氧基所组成的组，任何两个相邻（偕位、连位或邻位）的 R_5 基团可选择地桥联； p 为 0-2； q 为 0-3； r 为 0-4； s 为 0-5； t 为 0-6； X 及 Y 各自独立地选自由 -O-、-S-、-NR₆- 及 -CR₆R₇-、-CR₆R₇CR₈R₉-、-N=CR₆-、-CR₆=CR₇-、-N=N- 及 -(CO)- 所组成的组； Z 选自由线形、树枝状或超分枝聚合性 -O-、-S-、-NR₆-、芳基、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、氟烷基、氟芳基、聚亚烷氧基、噁唑、噁二唑、噻唑、噻二唑、取代的三唑、四唑、四嗪、三嗪及取代的三嗪；以及 -CR₆R₇-、-CR₆R₇CR₈R₉-、N=CR₆-、CR₆=CR₇-、-N=N- 及 -(CO)- 所组成的组； R_6 、 R_7 、 R_8 及 R_9 独立选自由线形或树枝状 H、D、F、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、亚烷氧基、聚亚烷氧基、烷氧基、芳氧基、氟烷基及氟芳基所组成的组，且任何两个相邻（偕位、连位或邻位）的 R_6 、 R_7 、 R_8 及 R_9 可选择地桥联； E 选自由 O、NH 及 S 所组成的组。

在该类的一亚类中，所述电子装置或用于所述装置的元件中， R_{21} 、 R_{22} 、 R_{23} 及 R_{24} 独立选自由 4-(二甲基氨基)苯基、噻吩-2-基 (thiophen-2-yl) 及 9,9-二己基-9H-芴-7-基所组成的组。

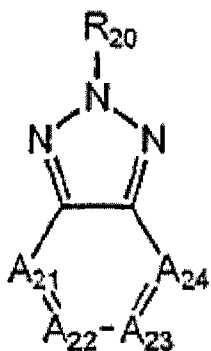
在该类的另一亚类中，所述电子装置包括电致发光装置。

本发明的第六实施方案提供传感器，其包含如下通式所示的化合物：

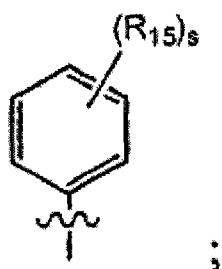


其中： R_{20} 为 H、D、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、酚、2-羟基苯基、2-烷氧基苯基、2-芳氧基苯基、取代的 2-羟基苯基、取代的 2-烷氧基苯基、取代的 2-芳氧基苯基、氟烷基或氟芳基； A_{21} 为 CH、 CR_{21} 或 N； A_{22} 为 CH、 CR_{22} 或 N； A_{23} 为 CH、 CR_{23} 或 N； A_{24} 为 CH、 CR_{24} 或 N；且 R_{21} 、 R_{22} 、 R_{23} 、 R_{24} 各自独立地选自 H、D、 $-NR_6R_7$ 、卤化物、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、酚、烷基酚、氟烷基及氟芳基所组成的组；或 R_{21} 与 R_{22} 、和/或 R_{22} 与 R_{23} 、和/或 R_{23} 与 R_{24} 与它们各自分别连接的两个碳连在一起形成芳环，该芳环选自自由未取代或取代的苯、萘、蒽、噻吩、吡啶、联吡啶、吡嗪、嘧啶、噁二唑、噻二唑及苯并呋喃所组成的组。

在第六实施方案的一类中，传感器包含如下通式所示的化合物：

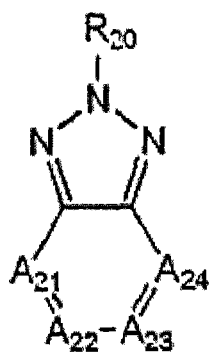


其中 R_{20} 为：

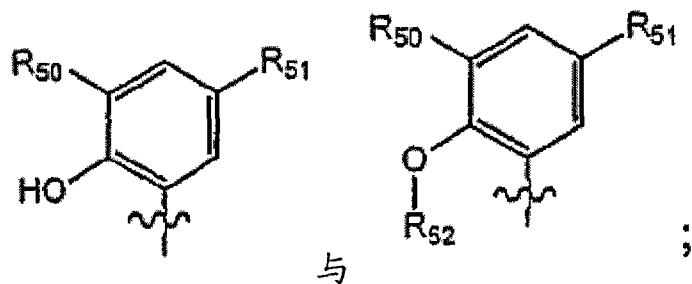


s 为 0-5; R_{15} 选自由线形或树枝状 H、D、 $-NR_6R_7$ 、卤化物、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、酚、烷基酚、氟烷基、氟芳基、亚烷氧基、聚亚烷氧基及聚亚烷基组成的组; 且当 s 为 2-5 时, 任何两个相邻 (偕位、连位或邻位) 的 R_{15} 可选择地桥联, 或可与它们各自分别连接的两个碳连在一起形成选自芳环, 该芳环选自由未取代或取代的苯、萘、蒽、噻吩、吡啶、联吡啶、吡嗪、嘧啶、噁二唑、噻二唑及苯并呋喃所组成的组; R_6 与 R_7 各自独立地为取代或未取代的烷基或芳基, 且可选择地桥联。

在该类的一亚类中, 传感器包含如下通式所示的化合物:



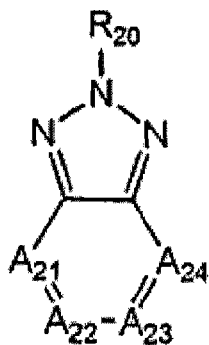
其中 R_{20} 选自由下列基团组成的组:



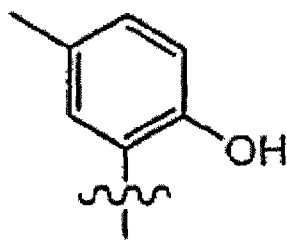
R_{50} 与 R_{51} 独立地选自由 H、D、F、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、

杂芳基、氟烷基、氟芳基、酰胺及酯所组成的组；且 R_{52} 选自自由烷基、芳基、杂芳基、氟烷基及氟芳基所组成的组。

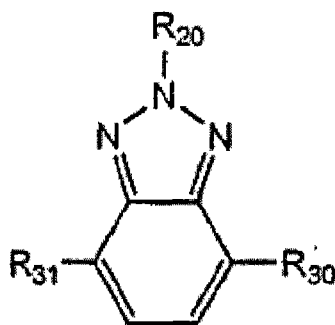
在该类的一例子中，传感器包含如下通式所示的化合物：



其中 R_{20} 为：

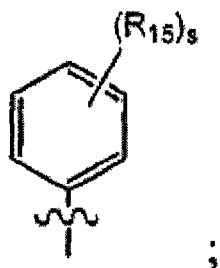


第七实施方案提供下列通式所示的化合物：



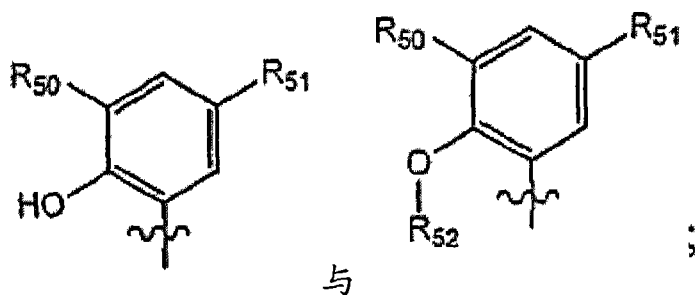
其中： R_{20} 选自自由 H、D、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、酚、2-羟基苯基、2-烷氧基苯基、2-芳氧基苯基、取代的 2-羟基苯基、取代的 2-烷氧基苯基、取代的 2-芳氧基苯基、氟烷基或氟芳基所组成的组；例外情况为 R_{20} 不是甲基；且 R_{30} 与 R_{31} 各自独立地为卤化物。

在第七实施方案的一类中，化合物中 R_{20} 为如下通式：



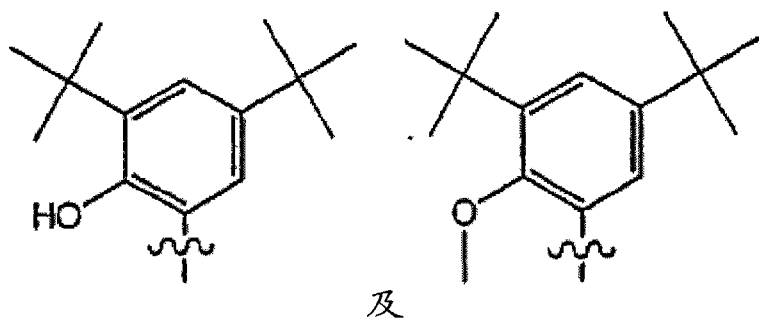
s 为 0-5; R_{15} 选自由线形或树枝状 H、D、 $-NR_6R_7$ 、卤化物、烷氧基、芳氧基、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、烷基酮、芳基酮、烷基酯、芳基酯、酰胺、羧酸、酚、烷基酚、氟烷基、氟芳基、亚烷氧基、聚亚烷氧基及聚亚烷基所组成的组; 且当 s 为 2-5 时, 任何两个相邻 (偕位、连位或邻位) 的 R_{15} 可选择地桥联, 或可与它们各自分别连接的两个碳连在一起形成芳环, 该芳环选自由未取代或取代的苯、萘、蒽、噻吩、吡啶、联吡啶、吡嗪、嘧啶、噁二唑、噻二唑及苯并呋喃所组成的组; R_6 与 R_7 各自独立地为取代或未取代的烷基或芳基, 且可选择地桥联。

在该类的一亚类中, 化合物中 R_{20} 选自由下列各基团所组成的组:



R_{50} 与 R_{51} 独立地选自由 H、D、F、烷基、烷芳基、杂烷基、芳基、芳烷基、杂芳基、氟烷基、氟芳基、酰胺及酯所组成的组; 且 R_{52} 选自由烷基、芳基、杂芳基、氟烷基及氟芳基所组成的组。

在该类的一例子中, 化合物中 R_{20} 选自由下列各基团所组成的组:



在第七实施方案的第二类中，化合物中 R_{20} 为烷基。在该类的一亚类中，化合物中 R_{20} 为正己基。

在第七实施方案的一类中，化合物中 R_{10} 与 R_{10}' 各自独立地为溴化物，且更特别地，化合物中 R_{10} 与 R_{10}' 各自为溴化物。

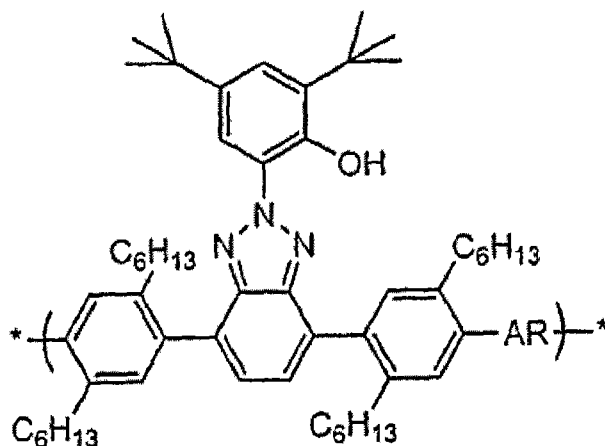
在第三类中，化合物选自由：(a) 4,7-二溴-2-己基-2H-苯并[d][1,2,3]三唑、(b) 4,6-二溴-2-己基-2H-苯并[d][1,2,3]三唑、(c) 5,6-二溴-2-己基-2H-苯并[d][1,2,3]三唑、(d) 2,4-二叔丁基-6-(4,7-二溴-2H-苯并[d][1,2,3]三唑-2-基)酚、(e) 2,4-二叔丁基-6-(4,6-二溴-2H-苯并[d][1,2,3]三唑-2-基)酚、(f) 2,4-二叔丁基-6-(5,6-二溴-2H-苯并[d][1,2,3]三唑-2-基)酚、(g) 2-(3,5-二叔丁基-2-甲氧基苯基)-4,7-二溴-2H-苯并[d][1,2,3]三唑、(h) 2-(3,5-二叔丁基-2-甲氧基苯基)-4,6-二溴-2H-苯并[d][1,2,3]三唑及 (i) 2-(3,5-二叔丁基-2-甲氧基苯基)-5,6-二溴-2H-苯并[d][1,2,3]三唑所组成的组。

本申请所述实施方案的发现是，部分基于此观察结果：尽管迄今已知的2-羟基苯基并三唑实例，在吸收光线之后，由于其通过快速化学反应（质子跃迁（proton hopping））自激发能态返回至基态而不发荧光，若使用2-羟基苯基并三唑的适当取代物，则第一激发能态能级降低至不能维持质子跃迁之点，因此观测到良好荧光。另外也可通过消除质子来防止质子跃迁，例如通过以烷基部分取代该质子或完全消除酚的2-羟基。在所有这些情况下，产生的这些新颖物质同时具有光致发光性与电致发光性。

换言之，小分子苯并三唑是发射性或非发射性，取决于直接与苯并三唑单元连接的基团的选择。例如，当两个未取代或取代的苯基连接在苯并三唑单元的4位及7位（例如2,4-二叔丁基-6-(4,7-二苯基-2H-苯并[d][1,2,3]三唑-2-基)酚）上时，未观测到光致发光或电致发光。然而，当连接例如芳族胺或经烷氧

基取代的苯基的基团时（例如作为 2-(4,7-双(4-(二甲氨基)苯基)-2H-苯并[d][1,2,3]三唑-2-基)-4,6-二叔丁基酚），观测到强绿光、黄光或甚至红光发射，这取决于所连接的单元的平面性及能级。

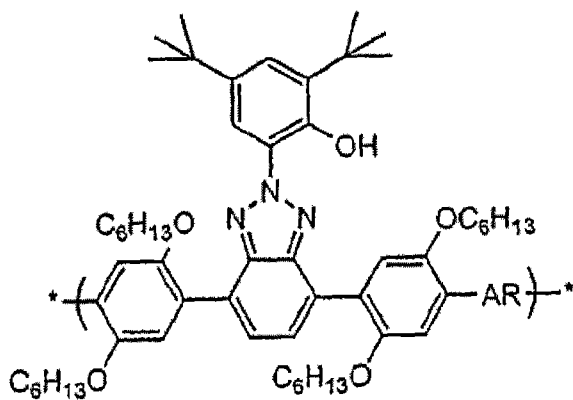
相似地，虽然包含如下所述的酚重复单元的聚合物为非荧光性的：2,4-二叔丁基-6-(2H-苯并[d][1,2,3]三唑-2-基)酚重复单元，其中，该酚重复单元中两个未取代或取代的苯基连接在苯并三唑的 4 位及 7 位上（例如作为 2,4-二叔丁基-6-(4,7-二苯基-2H-苯并[d][1,2,3]三唑-2-基)酚），



非荧光性

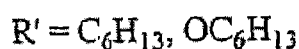
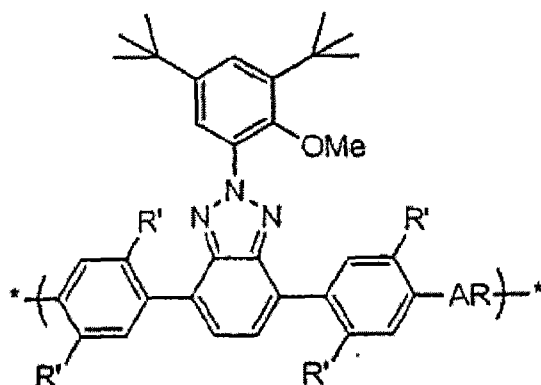
但是，包含如下所述的 (a) - (c) 重复单元的聚合物均呈现出约 500nm 的强绿光发射：

(a) 2,4-二叔丁基-6-(2H-苯并[d][1,2,3]三唑-2-基)酚重复单元，其中两个经烷氧基取代的苯基连接在苯并三唑的 4 位及 7 位上，



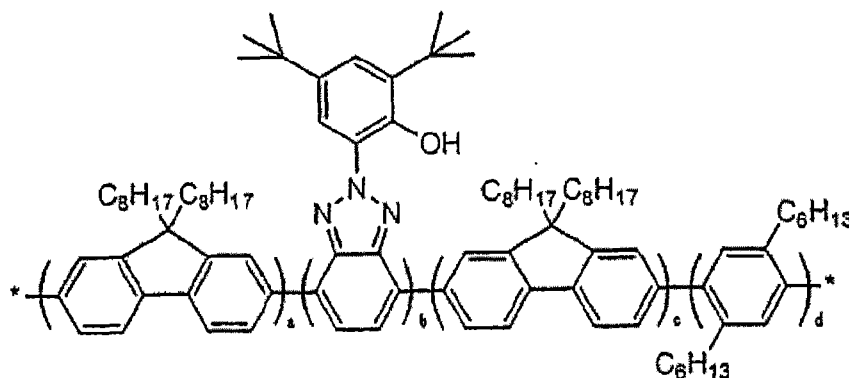
强绿光发射

(b) 2-(3,5-二叔丁基-2-甲氧基苯基)-2H-[d][1,2,3]三唑重复单元,



强绿光发射

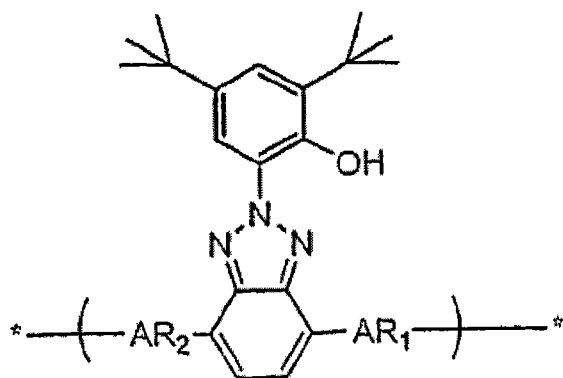
及 (c) 2-(4,7-双(9,9-二辛基-9H-芴-2-基)-2H-苯并[d][1,2,3]三唑-2-基)-4,6-二叔丁基酚重复单元 (其中 a:b:c:d 约为 25 摩尔%: 25 摩尔%: 25 摩尔%),



强绿光发射

因此, 视与取代的酚苯并三唑的邻近基团是什么而定, 该聚合物分子具有光学活性即发亮, 或不具有光学活性即发暗。

这表明, 对于以如下通式所定义的发色团而言, 激发态能级对于该激发态辐射衰变还是被酚的异构化猝灭具有决定性影响:



因此，AR₁与AR₂基团（可相同或不同）的一致性能决定发色团的开启或关闭状态。

在本发明的某些实施方案中，需要在电子学上改变发色团的能级以使其可用于光学开关、储存器或其他应用。这种改变可通过选择当暴露于适当的光、电或热激发时改变其共轭度的AR₁与AR₂基团来实现。

换言之，在某些实施方案中，本发明是关于含有2-(2H-苯并[d][1,2,3]三唑-2-基)酚亚单元作为其部分结构连同在苯并部分处与该亚单元连接的其他基团的分子或聚合物，通过改变能级或通过改变所连接的基团与2-(2H-苯并[d][1,2,3]三唑-2-基)酚的羟基之间的相互作用，所连接的基团能够改变其与2-(2H-苯并[d][1,2,3]三唑-2-基)酚的相互作用，以使所述分子在暴露于特定波长的光时由关闭状态变化至开启状态，在暴露于另一波长的光时开启状态或关闭状态为稳定且可逆的。本发明的新颖物质的这种特征使其在读-写型应用中极为有用。

由于所述分子同时具有电致发光与光致发光能力，该分子或聚合物可在开启-关闭状态之间进行光转换且视其所处状态被电激发以进行发光（或不发光）。因此光学与电学的读-写型元件或开关得以产生。该类型物质的应用包括储存装置、传感器、标签（tag）、开关等。

定义

为方便起见，在说明书、实施例及所附的权利要求书中使用的某些术语汇总在此部分。

应了解到本发明不限于所描述的特别方法学、系统、实验方案、构想及试剂，所述这些可以变化。也应了解到本文所用的术语学仅是用于描述特别的实

施方案的目的，而且并非打算限制仅受所附的权利要求书限制的本发明的范围。

化学部分

本文中术语“脂族基团”是指直链、支链或环脂族烃基团且包括饱和及不饱和脂族基团，例如烷基、烯基及炔基。

术语“烷基”指饱和脂族基团，包括直链烷基、支链烷基、环烷基(脂环族)、烷基取代的环烷基及环烷基取代的烷基。在特别的实施方案中，直链或支链烷基在其骨架上具有30个或更少的碳原子(例如对于直链为 C_1-C_{30} ，对于支链为 C_3-C_{30})，更佳具有20个或更少的碳原子。同样，特别的环烷基在其环结构中具有3-10个碳原子，更优选在其环结构中具有5、6或7个碳。

此外，在通篇说明书、实施例及权利要求书中所用的术语“烷基”(或“低级烷基(lower alkyl)”)旨在同时包括“未取代的烷基”与“取代的烷基”，取代的烷基是指有取代基取代烃骨架上的一或多个碳上的氢的烷基部分。这些取代基可包括：例如卤素、羟基、羰基(例如羧基、烷氧羰基、甲酰基或酰基)、硫代羰基(例如硫酯、硫代乙酸酯或硫代甲酸酯)、烷氧基、磷酰基、磷酸酯(phosphonate)、次磷酸酯(phosphinate)、氨基、酰氨基、脒、亚胺、氰基、硝基、叠氮基、巯基、烷硫基、硫酸酯、磺酸酯、氨磺酰基(sulfamoyl)、亚磺酰氨基(sulfonamido)、磺酰基、杂环基、芳烷基或芳族或杂芳族部分。本领域技术人员应了解到，若合适，则烃链上已发生取代的部分自身可被取代。例如取代的烷基的取代基可包括取代或未取代形式的氨基、叠氮基、亚氨基、酰氨基、磷酰基(包括磷酸酯及次磷酸酯)、磺酰基(包括硫酸酯、亚磺酰氨基、氨磺酰基及磺酸酯)及甲硅烷基类，以及醚类、烷硫基类(alkylthios)、羰基类(包括酮类、醛类、羧酸酯类及酯类)、 $-CF_3$ 、 $-CN$ 等。例示性取代的烷基类描述如下。环烷基类可进一步由烷基类、链烯基类、烷氧基类、烷硫基类、氨基烷基类、经羰基取代的烷基类、 $-CF_3$ 、 $-CN$ 等取代。

术语“杂烷基”是指如上描述的烷基，其中该烷基的任何碳上的一或多个氢原子或一或多个碳原子用选自N、O、P、B、S、Si、Sb、Al、Sn、As、Se及Ge所组成的组的杂原子取代。杂烷基的非限制性实例包括：甲氧基、乙氧基丙氧基、异丙氧基、甲硫基、乙硫基、丙硫基、异丙硫基、正丁硫基、甲氧

基甲基及氰基。

术语“烯基”及“炔基”是指与上述烷基在长度以及可取代性方面类似的不饱和脂族基团，但它们分别含有至少一个双键或三键。

除非对碳的数目另作指定，本文所用“低级烷基”指如上定义的烷基，但该烷基其骨架上具有一至十个碳、更特别具有一至六个碳原子。同样，“低级烯基”及“低级炔基”具有相似的链长。在通篇申请文件中，特别的烷基为低级烷基。在更特别的实施方案中，本文指定为烷基的取代基是低级烷基。

本文所用术语“芳基”包括可含有零至四个杂原子的五、六及七员单环芳族基团，例如苯、吡咯、呋喃、噻吩、咪唑、噁唑、噻唑、三唑、四唑、吡唑、吡啶、吡嗪、哒嗪 (pyridazine) 及嘧啶等。那些在环结构中具有杂原子的芳基也可称为“芳杂环”或“杂芳族”。该芳环可在一或多个环位置处由上文描述的那些取代基取代，这些取代基例如：卤素、叠氮化物、烷基、芳烷基、烯基、炔基、环烷基、羟基、烷氧基、氨基、硝基、巯基、亚氨基、酰氨基、磷酸酯、次磷酸酯、羰基、羧基、甲硅烷基、醚、烷硫基、磺酰基、亚磺酰氨基、酮、醛、酯、杂环基、芳族或杂芳族部分， $-CF_3$ 、 $-CN$ 等。术语“芳基”也包括具有两个或两个以上环的多核环系统 (polycyclic ring system)，其中两个或两个以上的碳共用于两个邻接环 (所述环为“稠环”) 中，所述环中至少一个是芳族，例如其它环可为环烷基类、环烯基类、环炔基类、芳基类和/或杂环基类。

术语“杂芳基”是指在环中有至少一个例如 O, S 或 N 的杂原子的芳烃环。杂芳基的非限制性实例包括：喹啉基、吡啶基、吡嗪基、吡啶基、咪唑基 (carbazoyl)、呋喃基、吡咯基、噻吩基、噻唑基、吡唑基、噁唑基、咪唑基、吡啶基、苯并呋喃基、苯并噻唑基、吡啶酮醛 (pyridonal) 等。杂芳基部分可另外发生取代或未取代。

本文所用“芳烷基”是指由芳基或杂芳基 (例如芳族或杂芳族基团) 取代的烷基或杂烷基。芳烷基的非限制性实例包括：苄基、苯乙基、2-苯丁基、4-苯基己-3-基、4-(吡啶-3-基)己-3-基及(苄氧基)甲基。

本文所用术语“烷芳基”是指由烷基或杂烷基取代的芳基或杂芳基 (例如芳族或杂芳族基团)。烷芳基的非限制性实例包括：邻甲苯基、间甲苯基、对甲苯基、2,3-二甲基苯基、3-丁基苯基、2-(己-3-基)萘-4-基及 2-(1-乙氧基丙基)

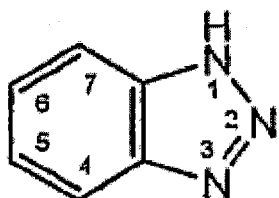
萘-4-基。

本文所用的术语“芳基偶合”应指任何将两个本领域技术人员已知的芳族或杂芳族芳基进行偶合的适当方法。这些方法可包括但不限于：斯蒂勒、铃木、科朗、山本（化学计量及催化）、根岸（Negishi）及海克（Heck）偶合法。使用 Ar-B(OH)_2 及 Pd 催化剂的铃木偶合是尤其有用的偶合方法。本领域技术人员应了解有多种铃木偶合可接受的 Pd 催化剂可获得。一种该 Pd 催化剂为 $\text{Pd(PPh}_3)_4$ 。

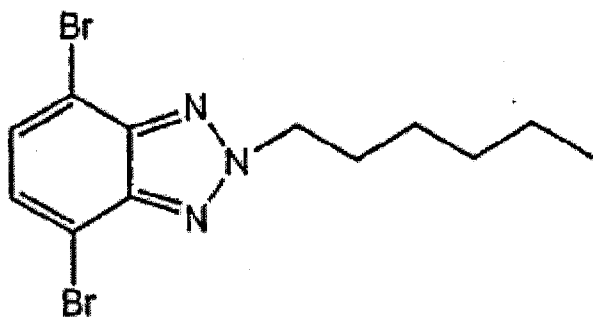
术语“芳族”是指具有共轭不饱和电子系统的环状或多环状（碳或杂环）部分，即每个芳族环具有 $(4n+2)$ 个离域 π 电子，其包括但不限于：苯基、联苯基、苜基、二甲苯基、萘基、蒽基、菲基、四氢萘基、甘菊环基(azulenyl)、二氢化茛基(indanyl)、茛基(indenyl)、吡啶基(pyridinyl)、吡咯基、呋喃基、噻吩基、芴基、芴酮基、二苯并呋喃基、二苯并噻吩基、呋喃基、噻吩基、吡啶基(pyridyl)、噁唑基、噻唑基、咪唑基、吡唑基、2-吡唑啉基、吡唑烷基、异噁唑基、异噻唑基、噁二唑基、三唑基、噻二唑基、哒嗪基、嘧啶基、吡嗪基、三嗪基、三硫杂环己烷基(trithianyl)、中氮茛基(indolizinylyl)、吡啶基、异吡啶基、3H-吡啶基、二氢吡啶基、苯并[b]呋喃基、2,3-二氢苯并呋喃基、苯并[b]噻吩基、1H-吡唑基、苯并咪唑基、苯并噻唑基、嘌呤基、4H-喹啉基、异喹啉基、噌啉基(cinnolinyl)、酞嗪基(phthalazinyl)、喹啉基、喹喔啉基、1,8-萘啶基(1,8-naphthridinyl)、喋啶基(pteridinyl)、吡啶基、吩嗪基、吩噻嗪基、苯氧嗪基、吡唑并[1,5-c]三嗪基、呋唑基、苯并[c]噌啉基、9,10-二氢菲基等。芳族基可未取代或由独立地选自下述取代基组的一、二或三个取代基取代：烷基、卤素、卤烷基、羟基、羟烷基、烯基、烯氧基、烷氧基、烷氧基烷氧基、烷氧基羰基、氨基、烷氨基、烷磺酰基、二烷基氨基、氨基羰基、氨基羰基烷氧基、芳基、芳烷基、芳基、烷氧基、芳氧基、氰基、硝基、羧基、环烷基、环烷基烷基、羧基烷氧基及苯基。本文所用术语“芳族”包括杂芳族结构、单环及多环、以及稠环非稠环。芳族基团的取代基与它们所连接的原子连在一起可形成额外的环状或多环状结构而不影响所得到的分子的芳香性。例如，芳族结构 1,8-二甲基萘中的两个甲基取代基与它们所连接的两个碳原子连在一起可形成 1,2-二氢萘(1,2-dihydroacenaphthylene)五元环，其也为芳族结构。相

似地,芳族结构邻二甲苯中的两个甲基取代基与它们所连接的两个碳原子连在一起可形成2,3-二氢-1H-茚五员环,其也为芳族结构。

术语“苯并三唑”和“苯并三唑类”包括取代及未取代的苯并三唑类及苯并三唑衍生物。术语“未取代的苯并三唑”可由如下通式表示:



本文所用术语“取代的苯并三唑”是指在一或多个位置上由独立地选自下列基团的多种取代基取代的如上通式所表示的化合物:烷基、卤素、卤烷基、羟基、羟烷基、烯基、烯氧基、烷氧基、烷氧基烷氧基、烷氧基羰基、氨基、烷氨基、烷基磺酰基、二烷基氨基、氨基羰基、氨基羰基烷氧基、芳基、芳烷基、芳基、烷氧基、芳氧基、氰基、硝基、羧基、环烷基、环烷基烷基、羧基烷氧基、苯基等。例如4,7-二溴-2-己基-苯并三唑(4,7-二溴-2-己基-2H-苯并[d][1,2,3]三唑)可用如下通式表示:



具体而言,本领域技术人员将认识到本文所描述的新颖单体、低聚物及聚合物按需要可选择地在酚或苯并部分进行取代以赋予可溶性或提高其它所要的特性。

缩写 Me、Et、Ph、Tf、Nf、Ts、Ms 分别表示甲基、乙基、苯基、三氟甲烷磺酰基、九氟丁烷磺酰基、对甲苯磺酰基及甲烷磺酰基。普通熟悉此项技术的有机化学工作者使用的更完整的缩写列表存在于《Journal of Organic

Chemistry》(《有机化学期刊》)各卷第一期;此列表通常存在于标题为“Standard List of Abbreviations”(缩写标准列表)的表格中。所述列表中所含缩写及普通熟悉此项技术的有机化学工作者使用的所有缩写以引用的形式结合至本文中。

本文所用术语“杂原子”是指除碳及氢以外任何元素的原子。特别的杂原子为硼、氮、氧、磷、硫及硒。

术语“杂环基(heterocyclyl)”或“杂环状基(heterocyclic group)”是指3-10员环结构,更特别为3-7员环,所述环结构包括一至四杂原子。杂环也可为多环。杂环基包括:例如,噻吩、噻蒎(thianthrene)、呋喃、吡喃、异苯并呋喃、苯并吡喃(chromene)、咕吨(xanthene)、吩噻嗪(phenoxathiin)、吡咯、咪唑、吡唑、异噻唑、异噁唑、吡啶、吡嗪、嘧啶、哒嗪、中氮茛、异吲哚、吲哚、吲唑、嘌呤、喹啉、异喹啉、喹啉、酞嗪、萘啶(naphthyridine)、喹啉、喹唑啉、噌啉、喋啶、咔唑、咔啉(carboline)、菲啶(phenanthridine)、吡啶、嘧啶、菲咯啉、吩嗪、吩砷嗪(phenarsazine)、菲噻嗪(phenothiazine)、呋咱(furazan)、吩噻嗪、吡咯烷、氧杂环戊烷、硫杂环戊烷、噁唑、哌啶(piperazine)、哌嗪(piperazine)、吗啉、内酯、例如吡丁啶酮(azetidinone)及吡咯烷酮的内酰胺、磺内酰胺、磺内酯等。该杂环可在一或多个位置上由上述取代基所取代,这些取代基例如有:卤素、烷基、芳烷基、烯基、炔基、环烷基、羟基、氨基、硝基、巯基、亚氨基、酰氨基、磷酸酯、次磷酸酯、羰基、羧基、甲硅烷基、醚、烷硫基、磺酰基、酮、醛、酯、杂环基、芳族或杂芳族部分、 $-CF_3$ 、 $-CN$ 等。

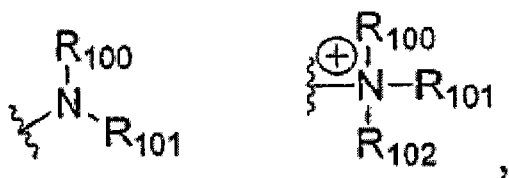
术语“多环基(polycyclyl)”或“多环状基 polycyclic group)”是指两个或两个以上环(例如环烷基、环烯基、环炔基、芳基和/或杂环基),其中两个相邻的环共用两个或两个以上碳,例如所述环为“稠环(fused ring)”。通过非相邻原子连接的环称作“桥”环。所述多环的各环可由上述取代基取代,这些取代基例如有:卤素、烷基、芳烷基、烯基、炔基、环烷基、羟基、氨基、硝基、巯基、亚氨基、酰氨基、磷酸酯、次磷酸酯、羰基、羧基、甲硅烷基、醚、烷硫基、磺酰基、酮、醛、酯、杂环基、芳族或杂芳族部分、 $-CF_3$ 、 $-CN$ 等。

本文所用术语“碳环”是指在环上的各原子为碳的芳族或非芳族环。

本文所用术语“硝基”指 $-NO_2$;术语“卤素”指 $-F$ 、 $-Cl$ 、 $-Br$ 或 $-I$;术语“巯基”

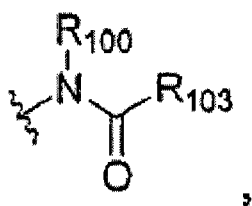
指-SH；术语“羟基”指-OH；且术语“磺酰基”指-SO₂-。

术语“胺”及“氨基”为本技术领域中公认为的且指未取代及取代的胺，如可由下列通式表示的部分：



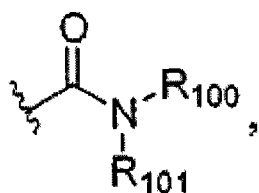
其中 R₁₀₀、R₁₀₁ 及 R₁₀₂ 各自独立地表示氢、烷基、烯基、-(CH₂)_m-R₁₁₀，或 R₁₀₀ 与 R₁₀₁ 与它们所连接的 N 原子连在一起形成在环结构中具有 4-8 个原子的杂环；R₁₁₀ 表示芳基、环烷基、环烯基、杂环或多环；其 m 为零或 1-8 范围内整数。在较佳实施方案中，R₁₀₀ 或 R₁₀₁ 只有一个可为羰基，例如 R₁₀₀、R₁₀₁ 及硝基不共同形成酰亚胺。在甚至更佳的实施方案中，R₁₀₀ 和 R₁₀₁（以及可选择的 R₁₀₂）各自独立地表示氢、烷基、烯基或-(CH₂)_m-R₁₁₀。因此本文所用术语“烷基胺”指如上所定义的胺基团，其具有连接到其上的取代或未取代的烷基，即 R₁₀₀ 及 R₁₀₁ 中的至少一个为烷基。

术语“酰基氨基”为本技术领域中公认为的且是指可由如下通式表示的部分：



其中 R₁₀₀ 如上所定义，且 R₁₀₃ 表示氢、烷基、烯基或-(CH₂)_m-R₁₁₀，其中 m 及 R₁₁₀ 定义如上。

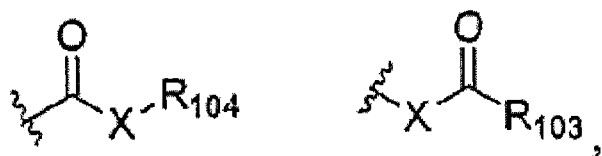
术语“酰氨基”为本技术领域中公认为的由氨基取代的羰基，包括可由下列通式表示的部分：



其中 R_{100} 、 R_{101} 如上定义，酰胺的较佳实施方案将不包括视情况不稳定的酰亚胺。

术语“烷硫基”是指如上文所定义的烷基，其具有与其连接的硫基。在较佳实施方案中，“烷硫基”部分由 -S 烷基、-S 烯基、-S 炔基及 $-S(CH_2)_m R_{110}$ 中的一个来表示，其中 m 及 R_{110} 如上文所定义。代表性烷硫基包括甲硫基、乙硫基等。

术语“羧基”为本技术领域中公认为且包括例如可由如下通式表示的部分：

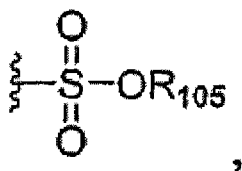


其中 X 为键结或表示氧或硫，且 R_{104} 表示氢、烷基、烯基、 $(CH_2)_m R_{110}$ 或药学上可接受的盐，且 R_{103} 表示氢、烷基、烯基、 $(CH_2)_m R_{110}$ ，其中 m 及 R_{110} 定义如上。当 X 为氧且 R_{104} 及 R_{103} 不为氢时，该通式表示“酯”。当 X 为氧，且 R_{104} 如上定义时，该部分在本文是指羧基，尤其当 R_{104} 为氢时，该通式表示“羧酸”。当 X 为氧，且 R_{103} 为氢时，该通式表示“甲酸酯”。一般而言，当有硫取代上式的氧原子时，该通式表示“硫羧基”。当 X 为硫且 R_{104} 或 R_{103} 不为氢时，该通式表示“硫羧酸酯”。当 X 为硫且 R_{104} 为氢时，该通式表示“硫羧酸”。当 X 为硫且 R_{103} 为氢时，该通式表示“硫羧甲酸酯”。另一方面，当 X 为键结，且 R_{104} 不为氢时，上式表示“酮”基团。当 X 为键结，且 R_{104} 为氢时，上式表示“醛”基团。

本文所用术语“烷氧基 (alkoxyl)”或“烷氧 (alkoxy)”是指如上所定义的烷基，具有与其连接的氧基。代表性烷氧基包括：甲氧基、乙氧基、丙氧基、叔丁氧基等。“醚”为由氧共价连接的两个烃。因此，使烷基成为醚的该烷基的

取代基为烷氧基为烷氧基或与烷氧基类似，例如可由-O烷基、-O烯基、-O炔基、 $-\text{O}(\text{CH}_2)_m\text{R}_{110}$ 中的一个来表示，其中m及 R_{110} 如上文所述。

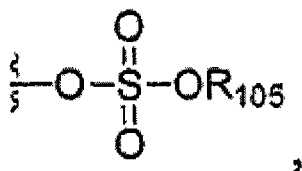
术语“磺酸酯”为本技术领域中公认为的，包括可由如下通式表示的部分：



其中 R_{105} 为电子对、氢、烷基、环烷基或芳基。

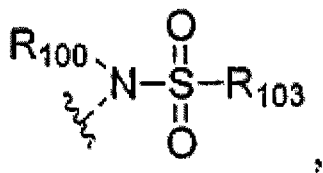
术语三氟甲磺酰基(triflyl)、甲苯磺酰基(tosyl)、甲磺酰基及九氟丁磺酰基(nonaflyl)是本技术领域中公认为的，它们分别是指三氟甲烷磺酰基、对甲苯磺酰基、甲烷磺酰基及九氟丁烷磺酰基。术语三氟甲磺酸酯(triflate)、甲苯磺酸酯(tosylate)、甲磺酸酯(mesylate)及九氟丁磺酸酯(nonaflate)为本技术领域中公认为的，它们分别指三氟甲烷磺酸酯、对甲苯磺酸酯、甲烷磺酸酯及九氟丁烷磺酸酯官能团和含有这些基团的分子。

术语“硫酸酯”为本技术领域中公认为的，包括可由如下通式表示的部分：



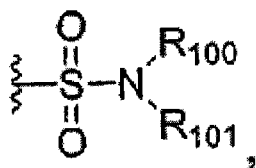
其中 R_{105} 定义如上。

术语“亚磺酰氨基”为本技术领域中公认为的，包括可由如下通式表示的部分：



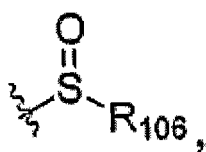
其中 R_{100} 及 R_{103} 定义如上。

术语“氮磺酰基”为本技术领域中公认为的，包括可由如下通式表示的部分：



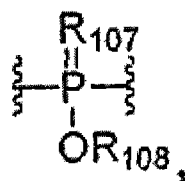
其中 R_{100} 及 R_{101} 定义如上。

本文所用术语“亚砷基 (sulfoxido)”或“亚磺酰基 (sulfinyl)”是指可以如下通式表示的部分:

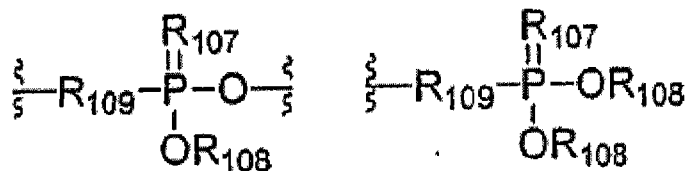


其中 R_{106} 是选自由氢、烷基、烯基、炔基、环烷基、杂环基、芳烷基或芳基所组成的组。

“磷酰基”一般可由下式表示:



其中 R_{107} 表示 S 或 O, 且 R_{108} 表示氢、低级烷基或芳基。当用于取代例如烷基时, 磷酰基烷基的磷酰基可由下列通式表示:



其中 R_{107} 表示 S 或 O, 且各个 R_{108} 独立地表示氢、低级烷基或芳基, 其中 R_{109} 表示 O、S 或 N 当。其中 R_{107} 为 S 时, 磷酰基部分为“硫代磷酸酯”。

“硒烷基 (selenoalkyl)”是指具有取代的硒基与其连接的烷基。可在烷基上进行取代的例示性“硒醚”是选自 -Se-烷基、-Se-烯基、-Se-炔基及 -Se(CH₂)_mR₁₁₀ 中的一个, m 及 R₁₁₀ 定义如上。

可对烯基及炔基进行类似取代,以产生例如:氨基烯基、氨基炔基、酰氨基烯基、酰氨基炔基、亚氨基烯基、亚氨基炔基、硫代烯基、硫代炔基、羰基取代的烯基或炔基。

本文所用的各表达方式的定义,例如烷基、m、n等,当在任何结构中出现多余一次时,希望其独立于相同结构中在其它地方所作的定义。

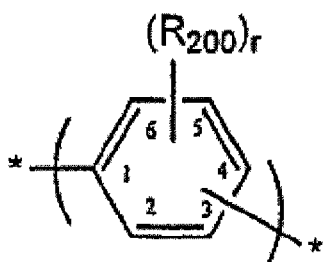
本发明的某些化合物可以以特别的几何或立体异构形式存在。“立体异构体”为具有相同共价键次序而它们的原子在空间中相对独立位置不同的化合物。立体异构体属于两大类:光学异构体及几何异构体。本发明预期所有这些化合物,包括顺式(cis-)及反式(trans-)异构体,R-及S-对映异构体、非对映异构体、(D)-异构体、(L)-异构体、其外消旋混合物,以及它们其他的混合物,这些均属于本发明的范畴。另外的不对称碳原子可以存在于取代基如烷基中。本发明旨在包括所有这些异构体及其混合物。

举例而言,若需要本发明化合物的特别的对映异构体,其可由不对称合成法或通过使用手性助剂的衍生法来制备,其中分离所得的非对映体混合物且将助剂基团分解以提供所要的纯对映异构体。或者,当该分子含有例如氨基的碱性官能团或例如羧基的酸性官能团时,以适当的光活性酸或碱形成非对映体盐类,随后通过对由本领域所熟知的分级结晶法或层析法所得到的非对映体进行拆分,接着回收纯对映异构体。

上文所述化合物的预期等同物包括:与其另作对应的化合物及与其具有相同的一般属性(例如起发光装置作用的能力)的化合物,其中对取代基作不会损害化合物特性的一或多种简单变化。一般而言,可通过例如下述一般性反应流程中所说明的方法来制备本发明的化合物,或通过使用易于得到的起始材料、试剂及已知道合成步骤对该方法进行的修改方法来制备本发明的化合物。在这些反应中,也有可能利用本身为已知但未在本文提及的变体。

应了解“取代”或“由.....取代”包括隐含限制条件:该取代是符合取代的原子及取代基的可容许价态,且该取代作用产生稳定化合物,例如该化合物不会自发性经历例如重排、环化、消除等的转化作用。

一般化学式中的取代例如说明如下:



参考以上结构，所描述的亚芳基重复单元为二价基团，即由芳基通过除去链上两个末端碳原子上各自的氢原子而衍生得到，例如亚苯基。亚芳基在 1 位及另一位置（2、3、4、5 或 6）处与其它重复单元相连接。此外，依据 r 的定义，亚芳基重复单元可未取代或用一至四个取代基 R_{200} 取代，其中 R_{200} 预期包括所有可容许的有机化合物的取代基。例如，若 r 为 0，则该亚芳基重复单元未取代；若 r 为 1，则该亚芳基单元由一个取代基 R_{200} 取代，且该取代基连接在 2、3、4、5 或 6 的任一位置上，例外情况为该取代基并非连接在该亚芳基重复单元与其它重复单元的连接处；若 r 为 2，则该亚芳基单元由两个取代基 R_{200} 取代，且这些取代基连接在 2、3、4、5 或 6 的任一位置上，其例外情况为它们并非连接在该亚芳基重复单元与其它重复单元的连接处且它们并非连接在相同位置上；若 r 为 0-1，则该亚芳基单元未取代或由一个取代基 R_{200} 取代，且该取代基连接在 2、3、4、5 或 6 的任一位置上，其例外情况为该取代基并非连接在该亚芳基重复单元与其它重复单元的连接处等。

本文所用术语“取代”预期包括有机化合物所有可容许的取代基。从广义方面来看，容许的取代基包括非环状及环状、支链及非支链、碳环及杂环、有机化合物的芳族及非芳族取代基。例示性取代基例如包括上文所描述的取代基。可容许的取代基可为一或多种，且对于适当有机化合物而言可相同或不同。为本发明的目的考虑，例如氮的杂原子可具有氢取代基和/或任何满足杂原子价态的本文所述可容许的有机化合物的取代基。本发明并非意欲以任何方式受有机化合物可容许的取代基限制。

为本发明的目的考虑，根据 Periodic Table of the Elements, CAS Version, Handbook of Chemistry and Physics, 67th Ed., 1986-87, inside cover (《化学物理手册》第 67 版, 1986-87, 内封面中 CAS 版的元素周期表) 来鉴定化学元

素。也为本发明的目的考虑，术语“烃”预期包括具有至少一个氢及一个碳原子的所有可容许化合物。从广义方面来看，可容许的烃包括可以取代或未取代的非环状及环状、支链及非支链、碳环及杂环、芳族及非芳族有机化合物。

本文所用词语“保护基”是指保护潜在反应性官能团免受不希望的化学转化作用的临时性取代基。这样的保护基的实例包括：羧酸的酯类、醇类的甲硅烷基醚类、以及醛类及酮类分别形成的缩醛及缩酮。保护基化学领域已经被进行了综述（Greene, T. W.; Wuts, P. G. M. *Protective Groups in Organic Synthesis*, 2. sup. ed.; Wiley: New York, 1991）。

普通熟悉此项技术的有机化学工作者使用的许多缩写的列表存在于《*Journal of Organic Chemistry*》（《有机化学期刊》）各卷第一期；此列表通常存在于标题为“Standard List of Abbreviations”（缩写标准列表）的表格中。所述列表中所含的缩写及普通熟悉此项技术的有机化学工作者使用的所有缩写以引用的形式结合至本文中。

聚合物

“聚合物”是指由大分子组成的物质，其一般由聚合相同或不同类型的单体来制备。“大分子（macromolecule）”是指具有相对较高分子量的分子，其结构基本上包含大量结构单元的多次重复。“结构单元（constitutional unit）”是指大分子或低聚物分子中的原子或原子基团，其包含该链的一部分及（若存在）其侧链上的原子或原子组。“重复结构单元”是指最小结构单元，该最小结构单元的重复构成规则大分子（或低聚物分子或嵌段）。

“聚合物”包括均聚物、共聚物、三元共聚物、互聚物等。本文所用术语“均聚物”是用来指由一个种类的（真实、隐含或假设性）单体生成的聚合物，即基本上由单一类型重复单元所构成的聚合物来使用。（许多聚合物由互补性单体的相互反应来制造。这些单体在反应得到“隐含单体”时可很容易目测到，隐含单体的均聚化将得到视为均聚物的实际产物。实例：聚(对苯二甲酸乙二酯)。某些聚合物通过其它聚合物的改性来获得，该改性使得构成最终所得到的聚合物的大分子结构可被认为是由“假设性单体”均聚化所形成的。实例：聚(乙烯醇)）。术语“互聚物”是指由至少两类单体或共聚单体聚合而制备的聚合物。其包括但不限于：共聚物（通常是指由两种不同类型单体或共聚单体制备的聚合

物, 尽管其经常可与“互聚物”互换使用来指由三种或三种以上不同类型的单体或共聚单体制造的聚合物)、三元共聚物(通常是指由三种不同类型的单体或共聚单体制备的聚合物)、四元共聚物(通常是指由四种不同类型的单体或共聚单体制备的聚合物)等。

本公开内容中通篇所用术语“线形聚合物”是指其单体分子连接成一连续长度以形成聚合物分子的聚合物, 即边界单元(即端基或其它分枝点)之间没有分枝点媒介(intermediate)的聚合物。术语“链”是指两个边界结构单元之间包含一结构单元序列(sequence)的大分子(或低聚物分子或嵌段)部分的全部(whole part), 各边界结构单元可为端基或分枝点。(除了在线形单股大分子中, 该链定义会有点随意。环状大分子没有端基但仍可看作是链。适当时, 关于“大分子”的定义也可应用于“链”。)

术语“分枝(branch)”是指来自支链上的低聚物或聚合分支。术语“支链(branched chain)”是指边界单元(即端基或其它分枝点)之间具有至少一个分枝点媒介的链。术语“分枝点”是指链上连接分枝的点。术语“分枝聚合物”是指分子为支链的聚合物。“分枝聚合物”并非指含有作为该单体结构的部分的侧基的线形聚合物。只有那些含有由完整单体单元所组成的侧链的聚合物才称为“分枝聚合物”。

术语“实质上线形”是指对于平均每个聚合物链上不多于三或四个、特别是一个或两个、最特别是零个分枝的优选情况。术语“树枝状(dendritic)”、“树枝状聚合性(dendrimeric)”及“树枝状聚合物(dendrimer)”是指与由聚合物主链伸出相比, 具有由其它分枝伸出的分枝的聚合物, 即存在经分枝的分枝。本文关于分枝聚合物所用的术语“超分枝”用于指每一定数目的聚合化单体单元中具有相对较高百分比分枝的聚合物, 例如每十个单体单元至少一个分枝, 更特别是, 每五个单体单元至少一个分枝。术语“交联的”是指聚合物网络中初期为分离分子的聚合物分子在除末端外的连接点上互相连接。在大多数状况下, 交联为共价键, 但该术语也用来描述较弱化学相互作用的部位, 微晶部分、甚至物理缠结。

术语“嵌段”是指大分子的一部分, 包含许多结构单元, 其具有邻近部分中不存在的至少一个特征。术语“嵌段大分子”是指由以线形序列的嵌段所组成的

大分子。术语“嵌段聚合物”是指由嵌段大分子组成的物质。例如二嵌段聚合物由两个嵌段组成，三嵌段聚合物由三个嵌段组成，等等。术语“嵌段共聚物”是指共聚物，又称嵌段聚合物。在嵌段共聚物中，邻近嵌段在结构上不同，即，这些嵌段各自包含衍生自不同特征种类的单体的重复单元、或包含结构单元的组成或序列分布不同的结构单元。

本文关于聚合物所使用的术语“无规”是指由大分子组成的共聚物、三元共聚物、互聚物等，在这些大分子中链内的任何规定部位找到规定单体单元的概率与邻近单元的性质无关。在无规共聚物中，单体单元的序列分布服从柏努利统计学 (Bernoullian statistics)。

术语“单体”或“共聚单体”互换使用，它们是指其各个分子在聚合作用中可在该大分子结构中提供一或多个结构单元的物质。在将聚合物描述为包含一或多种单体的实例中，例如包含丙烯及乙烯的聚合物，该聚合物当然包含衍生自这些单体的单元例如 $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ ，而并非该单体本身例如 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 。本文中所用术语“低聚物”是指由低聚物分子组成的物质。术语“低聚物分子”是指具有中间相对分子质量（与聚合物相比）的分子，其结构基本上包含少量重复数目的结构单元，例如二聚体、三聚体、四聚体等或其混合物。术语“重复结构单元”是指最小结构单元，该最小结构单元的重复构成规则的大分子（或低聚物分子或嵌段）。术语“结构单元”是指大分子或低聚物分子中的原子或原子组，包含该链的一部分以及（若存在）其侧链上的原子或原子组。

本领域技术人员将认识到本文所描述的新颖聚合物可为完整或部分的共轭或非共轭聚合物、线形、分枝、超分枝或树枝状聚合物；其可为可交联的或已交联的，可含有任何所要的添加剂，可为均聚物或共聚物，以及可通过任何合成方法来制备。

化学现象与显示器技术

本文所用术语“发光”是指可检测的电磁辐射，一般为物质出于任何除其温度升高外的原因而产生的UV、IR或可见光电磁辐射。一般而言，特定频率的辐射激发所涉及物质的自然谐振能级。当该谐振产生时，自入射辐射吸收能量将自由电子提升至一较高能态。随后通过电子自发性衰变至其较低能态可再发射该能量（“辐射衰变”）。由原子或分子在随后由“激发态”迁移至较低能态（通

常为基态)时发射电磁能量的光子(例如可见光)的现象称为“发光”。

不同形式的发光区别在于引起激发的机制。例如,若激发源为光子,则该发光过程称之为“光致发光”。若激发源为电子,则该发光过程称之为“电致发光”。更具体而言,电致发光起因于直接注入与移除电子以形成电子-空穴对,且随后该电子-空穴对的复合而发射光子。起因于化学反应的发光通常称为“化学发光”。由活体产生的发光通常称之为“生物发光”。若光致发光为自旋容许跃迁(例如单重态-单重态跃迁、三重态-三重态跃迁)的结果,则该光致发光过程通常称为“荧光(fluorescence)”。荧光为仅通过连续激发来维持的发光;即发射在激发后即刻产生且当激发停止时发射停止。荧光不具有余辉。换言之,由于短期激发态可通过该自旋容许跃迁迅速衰减,因此,激发源移除后荧光发射不持续。若光致发光由自旋禁阻跃迁(例如三重态-单重态跃迁)引起,则光致发光过程通常称为“磷光(phosphorescence)”。磷光为移除激发后持续(余辉)一段时间的发光。换言之,由于长期激发态仅通过这些自旋禁阻跃迁衰减,因此移除激发源后磷光发射持续一段时间。

因此术语“发光”是非限制性地指电致发光、化学发光、荧光、磷光、生物发光等。

术语“磷光体(phosphor)”是指任何能够在外部能量激发下呈现发光现象的材料。

本文术语“量子效率”是指装置能够将输入能量转换为输出能量的效率。例如,感光装置的量子效率为感光光电装置能够将总入射辐射转换为电能的效率,即,其为由该装置产生的电能除以该装置接受的电磁能(光)的商。对电致发光装置而言,术语“量子效率”是指物质发射的光子数目与该物质吸收的光子数目的比率。

本文描述的新型物质与方法可用作UV稳定剂或用于产生UV稳定剂。本文所用术语“UV”稳定剂与“紫外稳定剂”是指一种能够吸收紫外波长范围内的辐射能量且分散所吸收的能量而不因吸收UV辐射而变质的物质。出于UV保护,即防止要保护的材料因UV辐射而降解的目的,可通过共价或非共价相互作用将UV稳定剂添加、混入或并入其它材料(例如塑胶)中。通常用2-羟基苯基并三唑及其衍生物作为主要用于并入商业塑胶中的UV稳定剂。例如参见

美国专利第 6,774,238 及 6,756,499 号。2-羟基苯基并三唑可吸收 UV 光产生激发能态。酮驱动内部质子从酚的羟基上至 1 与 3 位上的氮原子间的来回迁移将激发能量状态“降级”。2-羟基苯基并三唑可用作 UV 稳定剂的关键为，在通过质子跃迁自激发能态返回到基能态过程中，能量以热量形式损失，而不能损害该苯并三唑所保护的材料。

“发光二极管”（LED）为半导体装置，当受到正向电偏压时其发射不连续的单色光。这种效应为电致发光的形式。（如上文所解释，“电致发光”为一光学电学现象，其中当电流通过材料时物质发射电磁辐射。）发射光的颜色视该 LED 中所使用的半导体材料而定，可为近紫外光，可见光或红外光。LED 为特定类型的半导体二极管。类似于普通二极管，其由埋入或掺杂杂质以产生称之为 pn 结的结构半导体材料晶片组成。电荷载流子（电子与空穴）由通过该结的电流产生。当电子遇见空穴，其落入较低能态，实际上以光子的形式释放能量。

LED 发射的光的波长与其颜色取决于形成该 pn 结的材料带隙能量。通常由硅或锗制造的普通二极管发射不可见远红外光，但用于 LED 的材料具有对应于近红外、可见或近紫外光的带隙能量。

与可在 AC 或 DC 下工作的白炽灯不同，LED 需要具有正确极性的 DC 电源。当穿过 pn 结上的电压为正确方向时，有效电流通过，称该装置处于正向偏压。在此状况下穿过该 LED 上的电压对给定的 LED 而言是固定的且与所发射的光子能量成比例。若电压具有错误极性，则称该装置处于逆向偏压，极小电流通过，没有光发射出来。

由于 LED 的电压对抗电流的特征与任何二极管极为相似，因此将它们与比且开启电压高出许多的电压源相连会使其毁坏。良好的 LED 驱动电路是恒流电源或近似于将与限流电阻串联的 LED 与电压源相连所制成的电流源。由于辐射的光功率，正向偏压 LED 两段的压降随着发射的光的光量增加而增加。一种结果为相同类型的 LED 可很容易平行操作。LED 的开启电压为颜色的函数，较高正向压降与发射较高能量（更蓝）光子有关。大多数 LED 在不损坏的条件下可维持的反向电压通常仅为几伏。一些 LED 封装含有两个二极管，每个方向上有一个且各为不同颜色，通常为红色与绿色，其允许两种颜色工作

或允许通过改变电压在各极性上的时间百分比所产生的颜色范围。

传统的 LED 由无机物质制成，例如“砷化铝镓 (AlGaAs) -红光与红外光；砷化镓/磷化镓 (GaAsP) -红光、橙光与黄光；氮化镓 (GaN) -绿光；磷化镓 (GaP) -绿光；硒化锌 (ZnSe) -蓝光；氮化铟镓 (InGaN) -蓝光；碳化硅 (SiC) -蓝光；以及金刚石 (C) -紫外光。

若 LED 的发射层材料为有机化合物，则该 LED 称为有机发光二极管 (OLED)。为起到半导体作用，有机发射材料一般必须具有共轭 π 键，发射材料可为结晶相的有机小分子或聚合物。聚合物材料可具有柔性。含有聚合物半导体材料的 LEDs 称为聚合物 LED (PLEDs) 或柔性 LEDs (FLEDs)。本文描述的新颖单体、低聚物及聚合物尤其可用作用于 OLEDs 与 OLED 显示器的发射层材料。

有机发光二极管 (OLEDs) 为基于当电流通过时小分子或聚合物发光的的光电装置。简单的 OLED 由有机层夹在两个金属电极之间组成。在施加电场下，电子与空穴分别自两个电极注入该有机层，在那里相遇并重新结合产生光。此过程的输出效率在蓝光至红外光的光谱内。同样，通过将具有不同发射与电荷输送特征的聚合物掺杂，可以制造发射颜色以工作电压的函数方式而变化的 OLEDs。

与常规 LED 相比，OLEDs 更轻且聚合物 LEDs 可具有柔性的额外益处。目前，大量研究与开发集中于在消费产品中采用 OLEDs 作为图形显示器，例如监视器、膝上型电脑 (laptop)、移动电话 (cell phone)、音乐播放器、剃须刀及其它产品，且多数这类装置处于原型阶段或者已经进入市场。OLEDs 的一些可能的未来消费应用包括作为光源、墙壁装饰、发光布料、产品包装等的用途。

包含本文揭示的新型化合物的发光装置的有机层对制造方法没有特殊限制，可采用各种方法，例如：可以采纳电阻加热的气相沉积 (vapor deposition) 法、电子束加热法、溅射 (sputtering) 法、分子层压 (molecular lamination) 法、涂布法及喷墨法。更详细的说，从对该装置所赋予的特征与产生该装置的效率来看，利用电阻加热的气相沉积法与涂布法是有利的方法。

现有发光装置为在阳极与阴极的一对电极间具有一发光层或两层或两层

以上有机化合物薄层（包括一发光层）的装置。该装置可具有的薄层除发光层以外例如为：空穴注入层、空穴转移层、电子注入层、电子转移层及保护层。前述层也可各自具有另外的功能。为了形成各层，可采用多种材料来形成。

阳极向空穴注入层、空穴转移层及发光层供应空穴。该阳极材料可使用金属、合金、金属氧化物、导电材料及其混合物，较佳为功函数至少为 4eV 的材料。这些材料的实例包括：导电金属氧化物，例如氧化锡、氧化锌、氧化铟及氧化铟锡（ITO）；金属，例如金、银、铬及镍；这些金属与导电金属氧化物的混合物或层压材料；无机导电材料，例如碘化铜及硫化铜；有机导电材料，例如聚苯胺、聚噻吩及聚吡咯，以及这些材料与 ITO 的层压材料。以上提及的材料中导电金属氧化物优于其它材料。详细地说，就生产率、导电率及透光度来看，使用 ITO 具有优势。该阳极的适当厚度尽管可视阳极材料而选择，但是一般为 5 μm -10nm，特别为 1 μm -50 nm，更特别为 100 nm-500 nm。

该阳极具有在钠钙玻璃 (soda lime glass)、无碱玻璃或透明树脂基板上形成层的阳极材料。在使用玻璃基板的情况下，从减少自该玻璃洗提出离子的观点来说，较佳为无碱玻璃。当用钠玻璃作为基板时，希望在该玻璃上提供例如二氧化硅的屏蔽性涂层。只要该基板能保证阳极的机械强度，基板的厚度无特殊限制。例如，玻璃基板的适当厚度一般至少为 0.2 nm，较佳为至少 0.7 nm。该适于制造阳极的方法随所用材料而变化。例如在 ITO 的情况下，形成薄膜可使用电子束加热法、溅射法、利用电阻加热的气相沉积法、化学反应法（如溶胶-凝胶法）或涂布氧化铟锡分散物的方法进行。对该阳极洗涤或进行其它处理使该装置能够降低操作电位且提高光发射效率。在使用 ITO 的阳极情况下，接受 UV-臭氧处理或等离子处理对该阳极很有效。

该阴极向电子注入层、电子转移层及发光层提供电子。在选择阴极时，应考虑与该阴极相邻的电子注入层、电子转移层或发光层的粘性，离子电位及稳定性。可采用金属、合金、金属卤化物、金属氧化物、导电材料及其混合物作为阴极材料。这些材料的实例包括：碱金属（如 Li、Na、K）、碱土金属（Mg、Ca）、金、银、铅、铝、Na-K 合金或其混合物、Li-Al 合金或混合物、Mg-Ag 合金或混合物以及稀土金属（例如 In、Yb）。这些材料中功函数至多 4eV 的材料优于其它材料。更详细地说，使用铝、Li-Al 合金或混合物及 Mg-Ag 合金或

混合物具有优势。阴极结构可为上述化合物或混合物的单一层或上述化合物和/或混合物的层压体。阴极的适当厚度尽管根据阴极材料而选择，但是一般选择为 $5\mu\text{m}$ - 10nm ，特别为 $1\mu\text{m}$ - 50nm 且更特别为 1nm - 100nm 。可采用多种已知方法形成阴极，例如电子束加热法、溅射法、利用电阻加热的气相沉积法及或涂布法。上述金属可以独立地加以蒸发，或其两种或两种以上同时蒸发。此外，有可能同时蒸发多种金属以形成合金电极，或蒸发预先制备的合金。对于发光装置而言，有利的是，阳极与阴极都具有低薄膜电阻，具体而言，最高几百欧姆/方块 (Ω/sq)。

现有发光装置还可包含金属氟化物层。虽然不希望受理论限制，但是认为，在发光层与阴极之间提供金属氟化物层可降低在发光层与阴极界面处的电子传输能障(energy barrier)。该金属氟化物提高电子注入效率，由此也提高元件寿命。该金属氟化物层可选自碱金属氟化物或碱土金属氟化物，其中包括氟化锂、氟化钠、氟化钾、氟化铷、氟化铯、氟化镁、氟化钙、氟化锶或氟化钡。该金属氟化物层的适当厚度一般为约 100nm 至约 0.5nm ，特别为约 50nm 至约 2nm ，更特别为约 10nm 至约 5nm 。在此应注意，由例如 Li_2O 、 MgO 、 Al_2O_3 的金属氧化物制成的层来取代上述金属氟化物层会产生相似的能障降低效应。

可用于发光层的材料为能够形成起到如下所述作用的层的材料：当在该层上施加电场时，其接收来自阳极、空穴注入层或空穴转移层的空穴注入与来自阴极、电子注入层或电子转移层的电子注入，允许注入其中的电荷运动且提供重新结合空穴与电子的场所而使得能够发射光。作为如上定义的材料，现有聚合物、低聚物及单体化合物可含于该发光层中。此外，该发光层中也可使用迄今已知发光的其它物质，例如：苯并噁唑衍生物、苯并咪唑衍生物、苯并噻唑衍生物、苯并噻二唑衍生物、苯乙烯基苯衍生物、聚苯衍生物、二苯基丁二烯衍生物、四苯基丁二烯衍生物、萘二甲酰亚胺衍生物、香豆素衍生物、衍生物、紫环酮(perinone)衍生物、噁二唑衍生物、醛连氮(aldazine)衍生物、喹啉衍生物、环戊二烯衍生物、双苯乙烯基蒽衍生物、喹吖啶酮(quinacridone)衍生物、吡咯并吡啶衍生物、噻二唑并吡啶衍生物、苯乙烯基胺衍生物、芳族二次甲基衍生物、由8-喹啉醇衍生物的金属或稀土金属络合物代表的各种金属络合物以及例如聚噻吩、聚亚苯基及聚亚苯基-乙烯基的聚合物。尽管该发光

层厚度没有特殊限制,但其适当厚度一般为 1 nm 至 5 μ m,特别为 5 nm 至 1 μ m,更特别为 100 nm-500nm。

形成该发光层的方法不存在特殊限制,但可采用多种方法,包括利用电阻加热的气相沉积法、电子束加热法、溅射法、喷雾法、分子层压法、涂布法(例如旋涂、铸涂或浸涂法)、喷墨法、印刷法(例如平版印刷、丝网印刷、胶版印刷)、光刻法及 LB 法。这些方法中尤其可使用旋涂及印刷。

用于空穴注入层与空穴转移层的材料可为任何材料,只要它们具有注射阳极的空穴、转移空穴及屏障自阴极注入的电子的任何一种功能。迄今已知具有这些功能之一的材料实例包括:吡啶衍生物、苯二胺衍生物、芳胺衍生物、芳族叔胺化合物、苯乙烯基胺化合物、卟啉化合物、聚硅烷化合物以及导电性聚合物或低聚物,例如聚(N-乙烯基吡啶)(PVK)与 PVK 衍生物、苯胺共聚物及噻吩低聚物或聚噻吩衍生物。空穴注入层与空穴转移层各自的厚度尽管其无特殊限制,但一般各为 1 nm 至 5 μ m,较佳为 5 nm 至 1 μ m,尤其较佳为 10nm-500nm。空穴注入层与空穴转移层各自可具有由上述一或多种材料构成的单层结构或由具有相同组成或不同组成的至少两层所构成的多层结构。

作为形成空穴注入层与空穴转移层的方法,可采用:真空蒸镀法、LB 法、喷墨法、印刷法及涂布以合适溶剂中的溶解液或分散物形式能够注入或转移空穴的化合物的方法(例如用旋涂、铸涂或浸涂法)。在涂布法的情况下,可在树脂组分(粘合剂聚合物)存在下溶解或分散该化合物。该树脂组分的实例包括:聚氯乙烯、聚碳酸酯、聚苯乙烯、聚甲基丙烯酸甲酯、聚甲基丙烯酸丁酯、聚酯、聚砜、聚苯醚、聚丁二烯、聚(N-乙烯基吡啶)、炔树脂、酮树脂、苯氧基树脂、聚酰胺、乙基纤维素、聚乙酸乙烯酯、ABS 树脂、聚氨酯、三聚氰胺树脂、不饱和聚酯树脂、聚醇酸树脂、环氧树脂及聚硅酮树脂。

用于电子注入层与电子转移层的材料可为任何材料,只要它们具有注射来自阴极的电子、转移电子及屏障自阳极注入的空穴的任何一种功能。已知具有这样的功能的化合物实例包括:三唑衍生物、噁唑衍生物、噁二唑衍生物、芴酮(flourenone)衍生物、蒽醌二甲烷衍生物、蒽酮(anthrone)衍生物、二苯醌衍生物、噻喃二氧化物衍生物、碳二亚胺(carbodimide)衍生物、亚芴基甲烷(flourenylidenemethane)衍生物、二苯乙烯基吡嗪衍生物、例如萘并芴的杂

环四羧酸酐、酞菁衍生物，以及由 8-喹啉醇衍生物的金属络合物、金属酞菁及含有苯并噁唑或苯并噻唑配位体的金属络合物所代表的多种金属络合物。电子注入层与电子转移层的厚度尽管无特殊限制，但一般各自为 1 nm 至 5 μ m，较佳为 5 nm 至 1 μ m，尤其较佳为 10 nm-500nm。电子注入层与电子转移层各自可具有由上述一或多种化合物构成的单层结构或由具有相同组成或不同组成的至少两层构成的多层结构。

形成电子注入层及电子转移层的方法，可采用真空蒸镀法、LB 法、喷墨法、印刷法及以适当溶剂中的溶液或分散物形式涂布能够注入或转移电子的化合物的方法（例如用旋涂、铸涂或浸涂法）。在采用涂布法的情况下，可在树脂组分存在下溶解或分散该电子注入或转移化合物。这里可用于树脂组分的实例包括与用于空穴注入及转移层的树脂相同的树脂组分。

用于保护层材料可为任何物质，只要它们具有能够阻止例如水分或氧的装置损坏促进剂侵入该装置的功能。这样的物质的实例包括：金属，如 In、Sn、Pb、Au、Cu、Ag、Al、Ti 及 Ni；金属氧化物，如 MgO、SiO、SiO₂、Al₂O₃、GeO、NiO、CaO、BaO、Fe₂O₃、Y₂O₃ 及 TiO₂；金属氟化物，如 MgF₂、LiF、AlF₃ 及 CaF₂；聚乙烯、聚丙烯、聚甲基丙烯酸甲酯、聚酰亚胺、聚氨酯、聚四氟乙烯、聚氯三氟乙烯、聚二氯二氟乙烯、氯三氟乙烯与二氯二氟乙烯的共聚物、由聚合四氟乙烯与至少一种共聚单体的混合物所制备的共聚物以及在主链上具有环状结构的含氟共聚物；吸水率为至少 1% 的吸水物质；以及吸水率为至多 0.1% 的防潮物质。

该保护层在形成方法上无特殊限制，但其形成可采用下述方法中的任何方法：真空蒸镀法、溅射法、反应性溅射法、分子束磊晶(molecular beam epitaxy,MBE)法、集合离子束(cluster ion beam)法、离子电镀(ion plating)法、等离子聚合法（高频率激发离子电镀法）、等离子化学气相沉积(plasma polymerization)(plasma chemical vapor deposition,CVD)法、激光化学气相沉积法、热化学气相沉积法、气源化学相沉积法、涂布法以及喷墨法。

在本发明的某些实施方案中，也可存在传输空穴而阻断电子、或传输电子而阻断空穴的层。这样的包括阻断功能的层包括于本文所用的一般性术语空穴传输层、电子传输层及电荷传输层中。经常称为电荷注入层的额外层，或缓冲

层也可用于本发明实施中。可用电子注入层或空穴注入层来分别提供与阴极及阳极的更佳接触，尤其是提供欧姆接触。用注入层或缓冲层降低阳极或阴极的粗糙度，或使阳极或阴极的功函数与邻接的有机层更佳地匹配。空穴注入层或缓冲层的非限制性实例为，聚噻吩、聚苯胺、化学结合的硅烷涂层及 $(CF)_x$ 。空穴注入层或缓冲层的非限制性特别实例为，PEDOT（聚亚乙二氧基噻吩）商标 Baytron P® (Bayer)，聚苯胺（PANI）商标 Ormecon® (Ormecon)。电子注入或缓冲层的非限制性实例为，三(8-羟基喹啉)铝、LiF、BaF₂ 及 CsF。

开或关状态的稳定性预期在聚合物基体内将得到增强。聚合物基体也允许材料进行节省成本的塑料成形加工。基体通常包含聚合物，但可为低聚物或离散分子。基体将接受来自电极的电子和/或空穴且将它们向装置中心传输，在那里将它们重新结合以在基体中产生电子激发态。特别是新颖苯并三唑单体、低聚物及聚合物可嵌入荧光有机基体中，产生可在其中将有机基体提升至激发态的系统，随后该系统将其能量转移至苯并三唑化合物，随即发射光。发荧光良好的材料也倾向于电致发光良好，因此为该基体的良好备选物质。基体的带隙（或又称为 HOMO-LUMO 差）将决定激发态的能量以及有多少能量可用于激发该发光性苯并三唑材料。

或者，本发明的可转换的（switchable）分子或聚合物可出于包括电子调谐、提高电荷迁移率、成本等任何需要的原因，与其它分子或聚合物掺合。

术语“OLED 显示器装置”、“OLED 显示器”及“有机发光装置”使用业内公认的含义，即包含有机发光二极管（OLED）作为形成二维阵列的像素的显示器装置。被动式矩阵（PM）与主动式矩阵（AM）屏幕是两种基本类型的 OLED 显示器组件。

在通常结构的被动式矩阵 OLED（PM-OLED）中，在诸如玻璃基板的透光性基板上形成多个侧向间隔的透光性阳极作为第一电极，例如氧化铟锡（ITO）阳极。随后在保持于减压、通常小于 10^{-3} Torr 的腔室内，例如由来自各个供应源的各个有机材料进行物理气相沉积而连续形成两个或两个以上有机层。多个侧向间隔的阴极沉积在该有机层的最上一层上作为第二电极。使相对于这些阳极，使这些阴极定向呈一角度，一般呈直角。这样的通常的被动式矩阵 OLEDs 通过依序在适当的各列（阴极）与各行（阳极）之间施加电位（也

称为驱动电压)来工作。当对于阳极而言,在阴极加负偏压时,由该阴极与该阳极的重叠区域所界定的像素发射光,且所发射的光通过该阳极及基板到达观察者。

在主动式矩阵 OLED (AM-OLED) 中,由与各个透光性部分连接的薄膜晶体管 (TFT) 提供阳极阵列作为第一电极。以与上述被动式矩阵装置的构造大体上相当的方式由气相沉积法连续形成两个或两个以上有机层。在这些有机层的最上一层沉积共同的阴极作为第二电极。主动式矩阵有机发光装置的构造与功能例如描述于美国专利第 5,550,066 号中,该专利公开的内容以引用的方式结合至本文中。

“彩色 OLED 装置”发射至少一种颜色的光。术语“多色 (multicolor)”用以描述能够在不同区域发射不同色调 (hue) 光的显示面板。更详细地说,该术语用以描述能够显示不同颜色的图象的显示面板。这些区域不必相连。术语“全色 (full color)”用以描述能够产生在可见光谱的红色、绿色及蓝色区域的光且以任何色调的组合显示图象的多色显示面板。所述红色、绿色和蓝色构成三种原色,所有其他的颜色可通过适当混合这三种原色来产生。术语“色调”是指在可见光谱内光发射的强度特征 (intensity profile), 不同色调显示视觉上可分辨的颜色差异。

术语“显示器”或“显示面板”用以指能够以电子方式显示视频图象或文本的荧幕。术语“像素”以本领域内公认的用法指显示面板的可独立于其它区域而发光的区域。像素或子像素一般用以指在显示面板中的最小可寻址单元。对于单色显示器而言,像素与子像素之间没有区别。术语“子像素”用于多色显示面板中,用以指可独立地可寻址以发射一特定颜色的像素的任何部分。例如,蓝色子像素是指能寻址以产生蓝光的那部分像素。在全色显示器中,像素一般包含三原色子像素,即蓝色、绿色及红色。术语“间距”用以指在一显示面板中两个像素或子像素分开的距离。因此,子像素间距是指两个子像素之间的间隔。

此外,预期本文中描述的新型物质与方法将用于传感器、开关或它们的元件中。例如发光传感器可用于诸如检测液体或气体材料(例如神经毒气)、测量液体或气体材料的浓度(例如测量受验者呼吸中的氧浓度或受验者血液中的葡萄糖浓度)、测量温度及检测致电离辐射的应用。

用于检测被分析物是否存在的发光传感器，根据反应性传感器材料（例如本发明的材料）与被分析物之间发生化学反应的原理工作。此反应将反应性传感器材料从关状态转变为开状态，允许由荧光进行迅速检测。具体而言，本发明的可转换的羟基苯并三唑材料可用于检测与羟基苯并三唑的羟基反应从而将其从关状态转变为开状态的任何材料。例如，市售苯并三唑紫外吸收剂（Tinuvin-P, Ciba）以 UV 源 365nm 下激发时不发射可见光，当与一种神经药剂的类似物氯化磷酸二乙酯（diethyl phosphochloridate）反应后，以相同 UV 源激发时发射蓝色强光（见实施例 22）。

用于测量浓度的发光传感器工作概念为测量对被分析物敏感的分子经激发所发射的辐射的发光强度及寿命。该传感器以相应于指示剂分子的依赖于被分析物的吸收区域的波长段的光照射该指示剂分子。由信号测量元件测量发光发射。由已知的方法以所测的发光发射的函数来测定周围被分析物的浓度。

用作温度传感器的发光材料，在响应引起其开始发光的辐射脉冲时，在激发脉冲终止后，其发光性显示出衰减，衰减速率随温度而变化。可由以合适频率的紫外光照射该受辐射的传感器材料使该传感器分子发荧光来测定该传感器材料因放射性核素损伤所导致的发光特性变化。随后分析荧光光谱来确定单体与受激准分子的相对比例。

除了感官作用，本文所述的新颖材料由于可在两种区别性状态之间通过环境刺激来转换其发射，因此也具有资讯处理的潜力。发光材料在传感器与开关中的一般性用途的综述，例如参见 *Chem.Rev.*, 97, 1515-1566, (1997)。

本文描述的新颖材料与方法也用作照明应用的光源（例如在照明器材、灯等中）。将本发明的发光装置用作光源的各种电器也可变薄及轻，且工作耗电更少。本发明发光装置的应用包括例如背光或前光的液晶显示器装置的光源，或照明器材的光源。因此，该发光装置可变薄、轻且耗电更少。本发明的一个实施方式是获得使照明装置在受到适当电、电磁或化学脉冲激发时能够发射与散射适当定向及可定向的光束的光源。

本文描述的新型材料与方法也可用作激光中的元件（例如光纤通讯装置的激光）。本文所用术语“激光”是指发射一或多种高度度放大及相干性紫外、可见或红外辐射的离散频率的几种装置中任何一种，这些装置包括但不限于激光

二极管或电路、发光二极管 (LED) 或其它光学传输装置。与此相关的进一步应用包括光学计算机。

本文描述的新颖材料与方法也将用在体内和/或体外生物分离、生物标记或生物监控应用。例如, 可将本文描述的新颖材料作为标记引入活细胞中, 由施加引起这些发光性生物标记开始发光的辐射平衡来进行跟踪。

本文所用术语“光生伏打 (photovoltaic)”是指像本文所揭示的新型材料这样的材料, 该材料遭受辐射入射时能够将辐射 (通常为太阳能辐射) 转换为电。参见 *Van Nostrand's Scientific encyclopedia*, D.Considine 与 G.Considine 编著 (1989 年第 7 版) 第 2635-2636 页, 其以引用的方式结合至本文中。光生伏打材料的最简单形式常称为“电池”。在许多情况下, 术语“电池”也不仅用以涵盖化合物半导体, 也涵盖基板与端子或电极。在各情况下, 该电池将具有两个区域, 例如 n 型区与 p 型区, 二者之间形成结。

合成综述

制备本发明的苯并三唑单体相对简单, 一般利用熟知的化学转化以一或两步进行, 例如, 单体 T1 即 2,4-二叔丁基-6-(4,7-二溴苯并三唑-2-基)酚是由 Ciba® Specialty Chemicals 以商标名 Tinuvin®320 低价市售的苯并三唑-2-基-4,6-二叔丁基-酚进行一步溴化来制备 (实例 1)。例如由以碘甲烷烷基化该酚部分可进一步衍生该单体以产生单体 T2 (2-(3,5-二叔丁基-2-甲氧基苯基)-4,7-二溴-2H-苯并三唑, 实施例 2)。相似地, 很容易以两个步骤制备单体 T3, 首先以 1-溴己烷使 1H-苯并[[1.2.3]三唑烷基化, 随后溴化所得产物产生所要的 4,7-二溴-2-己基-2H-苯并三唑 (实施例 3)。在本发明实施中使用的非苯并三唑共聚单体为, 熟知的化合物, 可商购得到或可根据文献步骤来制备。

本发明的苯并三唑单体很容易使用本技术领域中的标准聚合方法加以聚合、共聚或低聚合, 这些聚合方法包括山本、铃木、斯蒂勒、科朗等聚合技术。芳基与芳基偶合反应仅为可用于制备本文所述低聚物及聚合物的化学转化反应的一个实例。芳基-芳基键形成已为人类知道上百年且为使用过渡金属进行的最初反应之一。将该反应用于形成低聚物及聚合物已经为几篇优秀综述的主题, 例如参见 Roncali, *J. Chem. Rev.* **1992**, *92*, 711 与 Hassan, M 等人的 *Chem. Rev.*, **2002**, *102*,(5), 1359-1470, 这些综述各以引用的方式结合至本文中。具体

而言,可采用镁、锌、汞、锡或硼衍生物以各种催化剂进行芳族底物的聚合及低聚作用。

A. 涉及镁衍生物的芳族底物聚合反应

在钯膦络合物 ($\text{PdCl}_2\text{-dppb}$) 催化下, 杂芳烃二卤化物可与杂芳基格氏 (Grignard) 试剂逐步偶合产生各种混合杂芳烃低聚物。由此方法可控制连接的杂芳烃低聚物的数目、种类和位置。例如参见 Minato, A.; Suzuki, K.; Tamao, K.; Kumada, M. *J. Chem. Soc, Chem. Commun.* **1984**, 511; Kauffinan, J. M. *Synthesis* **1999**, 918; Mikami, S.; Sugiura, K.-I; Sakata, Y. *Chem. Lett.* **1997**, 833; Nakayama, J.; Ting, Y.; Sugihara, Y.; Ishii, A. *Heterocycles* **1997**.

B. 涉及锌衍生物的芳族底物聚合反应

已有报道将涉及使用锌替代镁作为活化金属的类似反应用于制备二(4-吡啶基)噻吩低聚物以作为用于跨膜分子导体的模型。例如参见: Albers, W. M.; Canters, G.W.; Reedijk, J. *Tetrahedron* **1995**, *51*, 3895。一般而言, 锌衍生物的钯催化交叉偶合对聚合反应并非有效, 但其可允许制备多种重要的低聚物。最近, 描述了这些初始较短低聚物的合成用于环状低聚亚苯基(Iyoda, M.; Kondo, T.; Nakao, K.; Hara, K.; Kuwatani, Y.; Yoshida, M.; Matsuyama, H. *Org. Lett.* **2000**, '2, 2081); 烷基封端的低聚杂环(Luo, F. T.; Bajji, A. C. *J. Chin. Chem. Soc.* **2000**, 47, 257); 及绿色电致发光共轭聚合物: 聚-[2,7-双(4-己基噻吩基)-9, 9-二己基芴](Pei, J.; Yu, W. L.; Huang, W.; Heeger, A. J. *J. Chem. Soc, Chem.*

Commun. **2000**, 1631)。

C. 涉及汞衍生物的芳族底物聚合反应

Curtis 等人描述了通过制备有机汞进行聚合。该合成是基于在铜与催化量的 PdCl_2 存在下偶合 2,5-双(氯汞基)-3-烷基噻吩。(McClain, M. D.; Whittington, D. A.; Mitchell, D. J.; Curtis, M. D. *J. Am. Chem. Soc.* **1995**, *117*, 3887) 以良好产率 (65-80%) 由这些双官能团单体合成可溶性无规均聚物, 说明该偶合反应几乎不显示空间区别。

D. 使用有机锡烷基 (organostannyl) 衍生物的芳族底物低聚及聚合反应

斯蒂勒交叉偶合反应已用于合成几种低聚吡啶。Cardenas 与 Sauvage 研发出在 $\text{Pd}(\text{PPh}_3)_2\text{Cl}_2$ 存在下使吡啶基锡烷与溴吡啶交叉偶合来直接合成 2,6-低聚吡啶。(Cardenas, D. J.; Sauvage, J.-P. *Synlett* **1996**, 916) 尽管所制备的化合物具有配位能力, 但是该作者未观察到任何归因于底物及产物与催化剂缺少相容性的问题。相似的斯蒂勒交叉偶合低聚反应与聚合反应已经完成, 例如公开在如下文献中: Lehmann, U.; Henze, O.; Schluter, A. D. *Chem. Eur. J.* **1999**, *5*, 854; Schubert, U. S.; Eschbaumer, C.; Weidl, C. H. *Synlett* **1999**, 342; Bates, G. B.; Parker, D. *Tetrahedron Lett.* **1996**, *37*, 267; Zhu, S. S.; Swager, T. M. *J. Am. Chem. Soc.* **1997**, *119*, 12568; Zhu, S. S.; Kingsborough, R. P.; Swager, T. M. *J. Mater. Chem.* **1999**, *9*, 2123; Zotti, G.; Zecchin, S.; Schiavon, G.; Berlin, A.; Penso, M. *Chem. Mater.* **1999**, *11*, 3342; Dondoni, A.; Fogagnolo, M.; Medici, A.; Negrini, E. *Synthesis* **1987**, 185; Hucke, A.; Cava, M. P. *J. Org. Chem.* **1998**, *63*, 7413; Mitschke, U.; Osteritz, E. M.; Debaerdemaeker, T.; Sokolowski, M.; Bauerle, P. *Chem. Eur. J.* **1998**, *4*, 2211; Tamao, K.; Ohno, S.; Yamaguchi, S. *J. Chem. Soc., Chem. Commun.* **1996**, 1873; Wu, R.; Schumm, J. S.; Pearson, D. L.; Tour, J. M. *J. Org. Chem.* **1996**, *61*, 6906; Bao, Z.; Chan, W. K.; Yu, L. *J. Am. Chem. Soc.* **1995**, *117*, 12426; Delnoye, D. A. P.; Sijbesma, R. P.; Vekemans, J. A. J. M.; Meijer, E. *J. Am. Chem. Soc.* **1996**, *118*, 8717; Bonachrine, M.; Le're-Porte, J.-P.; Moreau, J. J. E.; Serein-Spirau, F.; Toreilles, C. *J. Mater. Chem.* **2000**, *10*, 263; Miller, L. L.; Yu, Y. *J. Org. Chem.* **1995**, *60*, 6813; and Barbarella, G.; Favaretto, L.; Sotgiu, G.; Zambianchi, M.; Antolini, L.; Pudova, O.; Bongini, A. *J. Org. Chem.* **1998**, *63*, 5497. 这些研究者中许多正在研究制备官能性聚合物中执行斯蒂勒偶合反应的可能性且发现此反应确实可在温和条件下实施且一般产生高产率。

E. 用于低聚或聚合反应的铃木芳基-芳基交叉偶合

用于合成芳基低聚物、聚亚芳基及相关聚合物的铃木缩聚反应已得到广泛研究。实际上, 此方法允许制备具有高分子量的区域专一性 (regiospecific) 聚合物且更显示出与各种官能团的高相容性。聚卤代芳族化合物与芳族硼酸的 Pd 催化偶合已广泛用于制备官能化低聚物。例如, Gronowitz 描述了由 $\text{Pd}(\text{PPh}_3)_4$ 催化使二卤代的杂环化合物与杂环硼酸偶合, 使用碳酸氢钠作为碱,

使用 1,2-二甲氧基乙烷/水混合物作为溶剂, 制备含有噻吩、呋喃、硒吩、吡啶及噻唑环的多种杂环化合物 (Gronowitz, S. *Chem. Scr.*, **1987**, 27, 535; Gronowitz, S.; Peters, D. *Heterocycles* **1990**, 30, 645)。

Bidan 等人描述重复使用铃木偶合来逐步合成一系列以头对尾方式烷基取代的低聚噻吩(Bidan, G.; De Nicola, A.; Ene'e, V.; Guillerez, S. *Chem. Mater.* **1998**, 10, 1052)。在其重复合成中, 这些作者选择引入氯原子作为封闭基团以在整个合成中保护两个反应性邻位之一。由于杂芳基氯化物对硼酸呈反应惰性, 因此当使用 Pd(PPh₃)₄ 作为催化剂时, 区域选择性合成变得可能。由此方法获得的最高达六聚物的低聚物, 产率在 80%左右变化。因此铃木偶合反应广泛用于制备聚合物。例如, 根据 Guillerez 与 Bidan 描述的低聚物制备步骤, 他们制备了一种可聚合前驱体以获得区域规则性聚(3-辛基噻吩) (Guillerez, S.; Bidan, G. *Synth. Met.* **1998**, 93, 123)。随后在钯催化的铃木反应中使用 1 摩尔%乙酸钯与 1.5 当量碳酸钾作为碱, 使该双官能化单体自身偶合来进行该聚合反应。移除短长度低聚物后, 获得产率为 55%的聚(3-辛基噻吩), 含有约 96%的头对尾偶合(由 NMR 实验测定)且具有 27000 克/摩尔的平均分子量。相似铃木低聚与聚合反应已经完成, 例如揭示在下述文献中: Yamaguchi, S.; Goto, T.; Tamao, K. *Angew. Chem., Int. Ed.* **2000**, 39, 1695; Galda, P.; Rehahn, M. *Synthesis* **1996**, 614; Frahn, J.; Karaya, B.; Schäfer, A.; Schlüter, A.-D. *Tetrahedron* **1997**, 53, 15459; Sakai, N.; Brennan, K. C; Weiss, L.; A.; Matile, S. *J. Am. Chem. Soc.* **1997**, 119, 8726; Robert, F.; Winum, J.-Y.; Sakai, N.; Gerard, D.; Matile, S. *Org. Lett.* **2000**, 2, 37; Wallow, T. I; Novak, B. M. *J. Am. Chem. Soc.* **1991**, 113, 7411; Kowitz, C; Wegner, G. *Tetrahedron* **1997**, 53, 15553; Tour, J. M.; Lamba, J. J. S. *J. Am. Chem. Soc.* **1993**, 115, 4935; Goldfinger, M. B.; Swager, T. M. *J. Am. Chem. Soc.* **1994**, 116, 7895; Hodge, P.; Power, G. A.; Rabjohns, M. A. *J. Chem. Soc., Chem. Commun.* **1997**, 73. 还参见美国专利 Nos. 6,169,163, 6,512,083, 和 6,514,632. 一般而言, 铃木偶合反应在非常温和的条件下进行且允许回收与重复利用催化剂而不损失催化活性或对映选择性。

本领域技术人员应清楚各反应类型需要特定单体, 具有特定限制。例如, 铃木反应一般既需要卤化物也需要硼型单体, 以单体的 AA、BB 对形式, 或

以 AB 单体或其混合物形式，且较佳卤化物是选自氯、溴及碘，更佳该卤化物是选自溴及碘。对科朗偶合而言仅需要单一类型的单体，即二卤代单体，且卤化物的优选顺序为 $\text{Cl} > \text{Br} > \text{I}$ ，且不容许质子及硝基。山本（化学计量）型偶合需要化学计量的镍（O）且不使用另外的还原剂。山本（催化）型偶合需要制备格氏试剂单体，通常源自二溴代前单体或二氯代前单体（pre-monomer）。本文所用术语“山本”应既包括山本（化学计量）也包括山本（催化）偶合反应。斯蒂勒偶合需要卤代单体及芳基锡单体，以 AA、BB 对、AB 单体或这些单体的混合物方式。芳基-芳基偶合的其它方法是本领域已知的，它们中的任何一个可用于本发明的实施中。

实施例中具体描述的聚合与低聚反应利用铃木偶合反应。具体而言，在含有相转移催化剂的甲苯/水中的四(三苯基膦)钯与碳酸钾的存在下，2,4-二叔丁基-6-(4,7-二溴-苯并三唑-2-基)-酚与 2,5-双-己氧基-1,4-苯二硼酸乙二醇酯及 1,4-二溴-2,5-双-己氧基-苯进行共聚合。（实施例 14）相似地，在 DMF 中的四(三苯基膦)钯与碳酸钾的存在下，2,4-二叔丁基-6-(4,7-二溴-苯并三唑-2-基)-酚、2,5-二己氧基-1,4-苯二硼酸乙二醇酯与 4,4'-二溴三苯胺进行共聚合。（实施例 15）

考虑以下实施例时将更了解本发明的这些及其它方面，这些实施例旨在说明本发明的某些特别的实施方案而非用于限制如权利要求书所限定的其范畴。

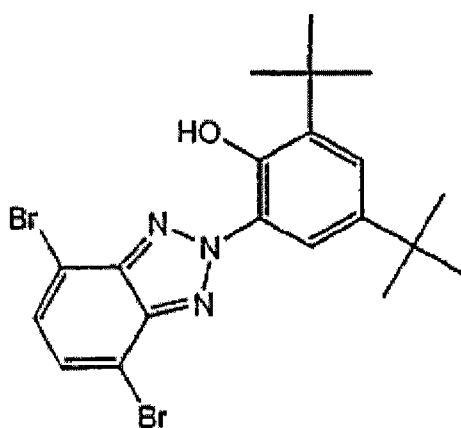
采用单分散性聚苯乙烯校正标准物且以 THF 作为洗脱剂，由凝胶渗透色谱（GPC）估算重量平均分子量 M_w 。所用的 GPC 柱填充有交联聚苯乙烯凝胶（Styragel HT4; Waters Corp.）。

在本说明书所述的所有出版物与专利申请表示与本发明有关的本领域技术人员的技术水平。在本说明书中提及的所有公开物与专利申请以引用方式结合至本文中，其结合程度如同本说明书中提及的各个独立的出版物与专利申请详细地单个地通过引用而并入说明。

实施例

实施例 1

2,4-二叔丁基-6-(4,7-二溴-苯并三唑-2-基)-酚

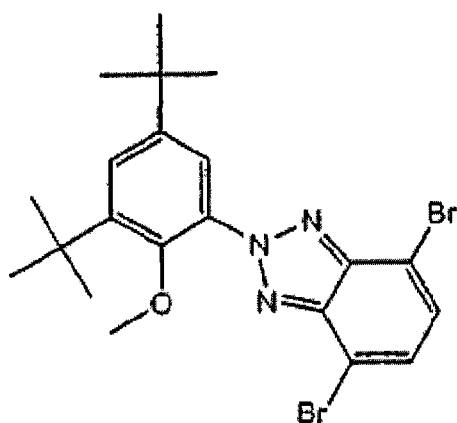


(单体 TI)

将苯并三唑-2-基-4,6-二叔丁基-酚 (48.6g, 0.15mol) 置于配备有搅拌棒、加料漏斗、回流冷凝器及流量控制适配器 (flow control adapter) 的三颈 1 升烧瓶中。通过一个三路接管将氮气流经冷凝器转移至烧瓶及油鼓泡器 (oil bubbler)。该鼓泡器与含有氢氧化钠水溶液的过滤烧瓶连接。添加氢溴酸 (于乙酸中 45%, 300mL)。以氮气吹扫该系统 15 分钟。将浆料在 110°C 下加热 0.5 小时且逐滴添加溴 (23.2mL, 0.45mol, 3 当量)。该添加在 1 小时内完成且再搅拌该混合物 1 小时, 又添加三份溴 (3x23.2mL, 3x0.45mol) 且继续再搅拌一小时。将该烧瓶冷却至室温下。添加水 (200mL) 且过滤该混合物。收集固体且将其溶于二氯乙烷 (0.5L) 中。将溶液先以 NaOH (aq) 接着以 NaHCO₃ (aq) 中和。以硫酸镁干燥该有机层。滤出干燥剂。以旋转蒸发移除滤液的溶剂得到粘性油状物。添加丙酮 (200mL) 后产生黄色结晶固体。从丙酮中重结晶来提纯产物。纯度: 99+%。产率: 5.1%。熔点: 244-246°C。

实施例 2

2-(3,5-二叔丁基-2-甲氧基苯基)-4,7-二溴-2H-苯并三唑

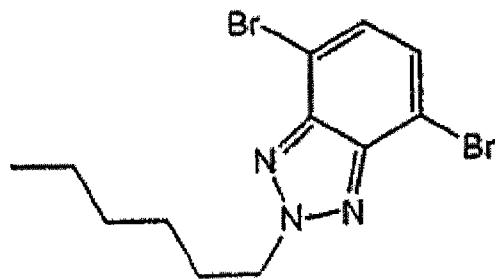


(单体 T2)

在一圆底 100 毫升烧瓶中将 2,4-二叔丁基-6-(4,7-二溴-苯并三唑-2-基)-酚 (单体 T1) (1.0g, 2.08mmol) 与碳酸钾 (0.431g, 96%GC 纯度, 3.12mmol) 混合于无水 DMF (20mL) 中。将该烧瓶以一橡胶隔片盖上且以氮气吹扫 0.5 小时。将混合物加热至 65°C 且添加碘钾烷 (0.59g, 4.16mmol)。在 60-65°C 下搅拌该混合物 1 小时。将该烧瓶冷却至室温。添加 DCM (20mL) 及水 (20mL) 且分离出有机相并以 DCM (20mL) 萃取含水相。合并所有有机相且以水 (3X20mL) 与盐水 (20mL) 洗涤。将溶液经硫酸镁干燥且加以过滤。以旋转蒸发器将滤液蒸干。由 DCM/己烷结晶且过滤该产物。纯度: 99% (GC)。产率: 34%。

实施例 3

4,7-二溴-2-己基-2H-苯并三唑



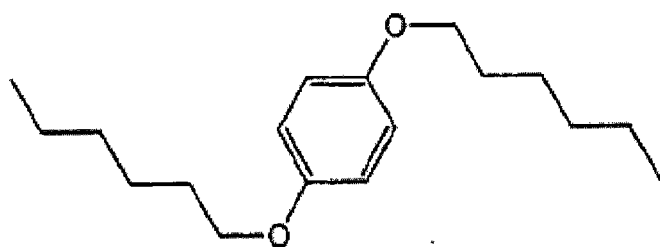
(单体 T3)

将 1H-苯并[d][1, 2, 3]三唑 (11.9g, 0.10mmol) 与碳酸钾 (27.6g, 0.20mmol) 置于 250 毫升圆底烧瓶中且以氮气吹扫。添加 DMF (100mL) 且该烧瓶在 70°C 下加热 2 小时。添加 1-溴己烷 (15.4mL, 0.11mol) 且在 70°C 下搅拌悬浮液 2 小时。将溶液冷却至室温且添加 DCM (200mL) 及水 (200mL)。分离有机相且将其以水与盐水洗涤。经硫酸镁干燥且过滤该溶液。在减压下移除滤液的溶剂。在高真空下蒸馏出过量溴己烷。GC/MS 说明两种异构物以约 1: 1 比率形成。将两种异构物的混合物置于以 250 毫升圆底烧瓶中。添加乙醚 (50mL) 及 HCl (在乙醚中 2M, 50mL, 100MMOL) 且搅拌该溶液 15 分钟。将上清液转移至另一烧瓶中, 以碳酸氢钠水溶液中和, 接着以水 (50mL) 洗涤。将溶液经硫酸镁干燥且进行过滤。在减压下移除溶剂且将产物在高真空下干燥 2 小时。产物由异构体 I (77%) 与 II (23%) 组成。

将该产物置于配备有搅拌棒、加料漏斗、弗雷德里希 (Friedrich) 冷凝器及橡胶隔片的三颈烧瓶中且添加 DMF (25mL)。以氮气吹扫该烧瓶 15 分钟。向该溶液逐滴添加溴 (5.36mL, 104mmol)。将该烧瓶在 110°C 下加热 4 小时且添加第二批溴 (5.36mL, 104mmol) 且在 110°C 下将该烧瓶再加热 1 小时。将混合物冷却至室温且随后注入冰浆 (ice slurry) (100g) 中。添加 DCM (100mL) 及 NaOH (水溶液, 2M, 125mL) 且将有机层分离并以水及盐水洗涤。将溶液经硫酸镁干燥且过滤。以一旋转蒸发器移除溶剂。以一硅胶柱 (8cm x 22cm, D x L) 使用 DCM 作为洗脱剂来提纯该粗材料。移除溶剂得到用己烷结晶的油状产物。该产物经重结晶进一步得到提纯。纯度: 98%。产率: 25%。

实施例 4

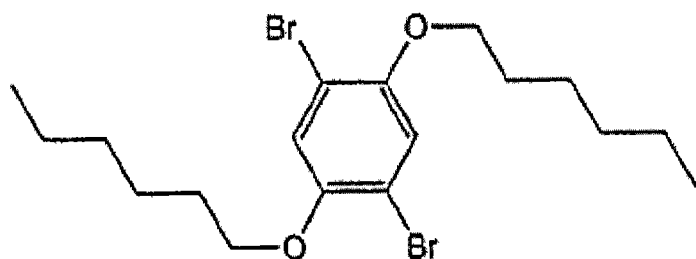
1,4-二己氧基苯



在室温下向经氮气冲刷且配备有搅拌棒的烘箱干燥过的 3 升圆底烧瓶中 添加乙醇 (1000mL)、1,4-二氢醌 (110g) 及氢氧化钾 (154g)。搅拌 30 分钟 后, 逐滴添加 1-溴己烷 (495g)。随后以油浴在 65°C 下将反应混合物加热 4 小时。在冷却至室温后, 将澄清乙醇溶液与无机固体分离且由旋转蒸发器加以 浓缩。将该无机固体先以己烷 (2 x 250mL) 洗涤, 再溶于 1L 水中, 并以己烷 (2 x 250mL) 萃取。将己烷萃取物与乙醇中的主要产物合并且以水 (2 x 250mL) 洗涤。移除溶剂后, 由甲醇重结晶粗产物。收集产物无色结晶。纯度: 99+%。产率: 76%。

实施例 5

2,5-二己氧基-1,4-二溴苯

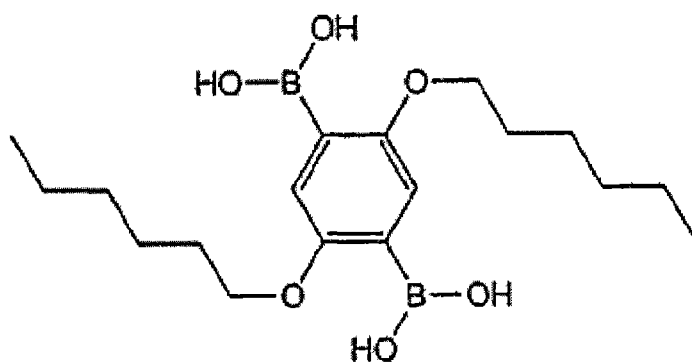


单体 M2

向配备有磁力搅拌器的 1 升圆底烧瓶添加 1,4-二己氧基苯 (200g) 及四氯化 碳 (220mL)。当这些晶体完全溶解时, 用 4 小时添加溶于四氯化碳 (140mL) 中的溴 (90mL)。由氢氧化钠溶液吸收所产生的溴化氢 (HBr)。在完成添加 后, 将反应混合物在室温下持续搅拌整夜。由氢氧化钠水溶液阻封 (quench) 过量溴。将有机层分离且以稀 NaOH 水溶液及水分别进行洗涤。移除溶剂后, 将粗产物以 1L 甲醇重结晶两次。纯度: 99+%。产率: 84%。

实施例 6

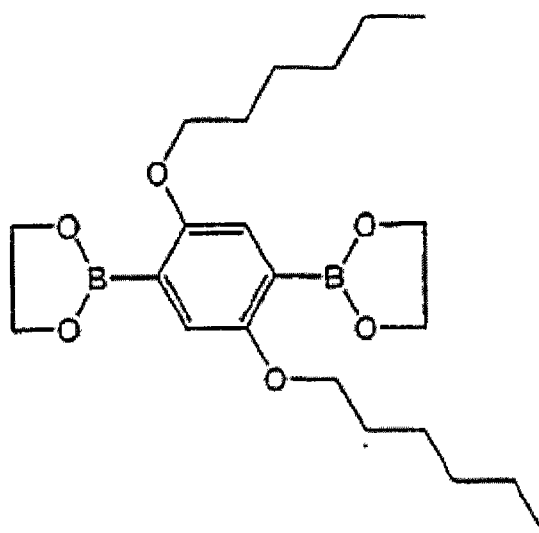
2,5-二己氧基-1,4-苯二硼酸



将烘箱干燥过的 1 升三颈圆底烧瓶配备搅拌棒、橡胶隔片及加料漏斗。将该烧瓶装入 43.6g 2,5-二己氧基-1,4-二溴苯 (M2), 且以 N_2 进行冲刷。添加 THF (500mL) 且将溶液在液氮/己烷浴中冷却至 $-80^\circ C$ 。逐滴添加正丁基锂 (BuLi) (10M, 33mL) 且将混合物在 $-80^\circ C$ 下搅拌一小时, 再将其暖至室温。再次将反应混合物冷却至 $-80^\circ C$, 同时添加 100mL $B(OMe)_3$ 。再次使该混合物暖至室温且搅拌整夜。通过添加 300mL 的 2M HCL 来水解混合物。过滤出白色沉淀且以去离子水洗涤该沉淀。由乙醇重结晶该粗产物且将其在真空下干燥整夜。

实施例 7

2,5-二己氧基-1,4-苯二硼酸乙二醇酯



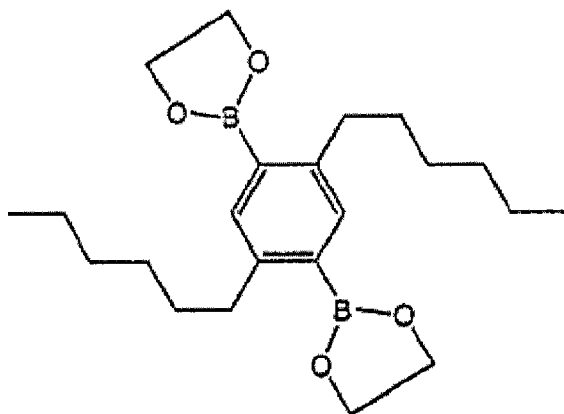
(单体 B2)

在 250 毫升烧瓶中, 在 $130^\circ C$ 下将上述制备的 2,5-二己氧基-1,4-苯二硼酸

(25g) 与乙二醇 (50mL) 在油浴中一起加热 1.5 小时。随后添加 60mL 甲苯且使用迪恩-斯塔克收集器 (Dean-Stark trap) 再回流 1.5 小时。移除甲苯且冷却至室温后, 过滤分离出预期产物且将其以甲醇洗涤。又通过以二氯甲烷-己烷 (1: 4) 混合物重结晶来提纯该产物。纯度: 99+%。产率: 16%。

实施例 8

2,5-二己基-1,4-苯二硼酸乙二醇酯

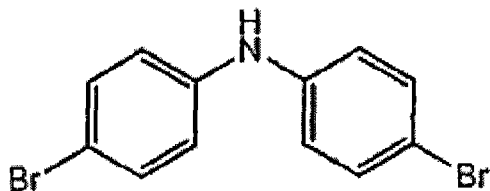


(单体 B1)

自前沿化学公司 (Frontier Chemical Company) 购买 2,5-二己基-1,4-二溴苯。根据 Rehahn 等人的 *Makromol. Chem.* 191, 1991-2003 (1990) 制备出其硼酸。根据上述步骤进行该硼酸的酯化反应。

实施例 9

4,4'-二溴二苯基胺

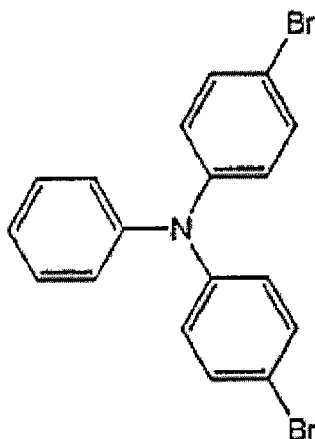


将二苯基胺 (39.8g, 0.235mol) 装入含有 DMSO (200mL) 的烧瓶中且使其溶解。逐滴添加 HBr (48%水溶液, 150.0mL, 1.33mol) 产生云状白色混合

物，其经搅拌整夜从而沉淀出白色固体。真空过滤收集该固体且将其以 DI 水 (3×50mL) 洗涤，随后由己烷重结晶产生白色针状结晶，纯度：99+% (GC)。

实施例 10

4,4'-二溴三苯基胺

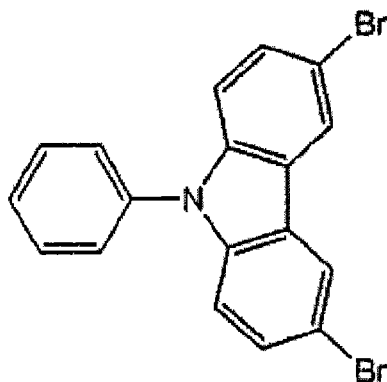


(单体 M5)

在无氧手套箱中，于 250 毫升烧瓶中装入 4,4'-二溴二苯基胺(15.0g, 45.8mmol)、碘苯 (18.7g, 91.7mmol)、1,10-菲咯啉 (0.827g, 4.59mmol)、氯化亚铜 (CuCl) (0.454g, 4.59mmol)、氢氧化钾 (KOH) (15.4g, 275mmol) 及甲苯 (125mL)。将该烧瓶密封且移出手套箱，并在 130°C 下加热及搅拌 24 小时。随后将该烧瓶移出油浴且使其冷却至室温。滤出固体且移除溶剂以产生带兰色的油状物质，将其通过使用甲苯作为洗脱剂的硅胶柱。收集馏分且移除溶剂，随后在 160°C 下真空蒸馏 30 分钟以移除残留碘苯以提供蓝色固体。进一步，通过使用己烷作为洗脱剂的第二个氧化硅填充柱 (plug column) 来提纯该固体。将无色澄清馏分合，并且移除溶剂以产生所要的产物。纯度：99+%。

实施例 11

3,6-二溴-9-苯基吡啶

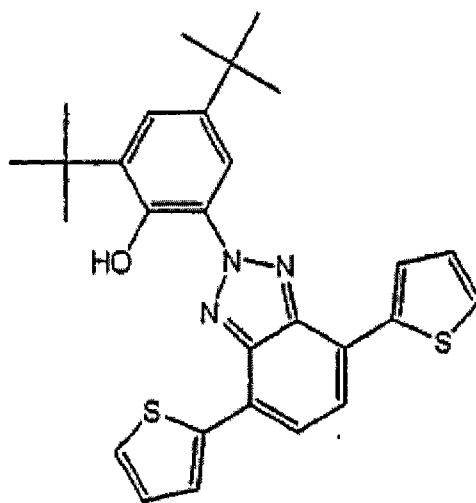


(单体 M6)

在配备有加料漏斗及冷凝器的 125 毫升三颈圆底烧瓶中将 9-苯基咔唑 (2.000g, 8.220mmol) 悬浮于 15mL 冰醋酸中。该反应是在 N_2 掩护下。逐滴添加混合有 15mL 冰醋酸的溴 (0.880mL, 17.262mmol) 且在 $0^\circ C$ 下进行搅拌。添加完成时使该反应体系升至室温且搅拌约 5 小时。添加二氯甲烷 (100mL), 且剧烈搅拌直至所有固体溶解。在分液漏斗中将两相分离。以 50mL 二氯甲烷萃取该酸层两次。将这些有机层合并且以盐水洗涤直至 $pH=7$ 。将这些有机层经硫酸镁 ($MgSO_4$) 干燥且加以过滤。在真空下移除溶剂。随后由二氯甲烷重结晶该粗产物。产率: 56.9%。M.P.: $162.7-163.6^\circ C$ 。

实施例 12

2,4-二叔丁基-6-(4,7-二(噻吩-2-基)-2H-苯并三唑-2-基)酚

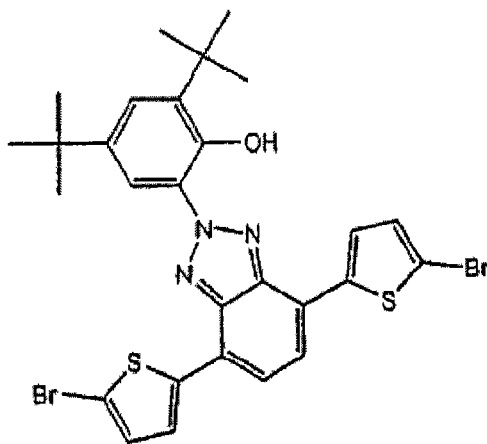


将 2,4-二叔丁基-6-(4,7-二溴-苯并三唑-2-基)酚 (1.0mmol) 与二氯双(三苯

基磷)钼 (0.02mmol) 置于 100 毫升圆底烧瓶中。将该烧瓶以橡胶隔片盖上且以氮气吹扫 5 分钟。随后依次添加 THF (10mL, 无水) 与三丁基(噻吩-2-基)锡酸酯 (2.2mmol)。在 80°C 下加热该烧瓶且搅拌其 6 小时。将该反应混合物冷却至室温且以旋转蒸发器移除溶剂。自 DCM/己烷结晶该残留物。获得黄色产物。产率: 70%。荧光测定该产物在甲苯中的稀释溶液显示强烈发射, 峰值在 499nm, 图 3。

实施例 13

2-(4,7-双(5-溴噻吩-2-基)-2H-苯并三唑-2-基)-4,6-二叔丁基酚



将 2,4-二叔丁基-6-(4,7-双(溴噻吩-2-基)-2H-苯并三唑-2-基)酚 (0.70mmol) 与 N-溴代琥珀酰亚胺 (1.40mmol) 置于 100 毫升圆底烧瓶中。添加氯仿 (20mL) 及乙酸 (AcOH) (10mL)。将该烧瓶以氮气吹扫 5 分钟, 在氮气及室温下搅拌该黄色悬浮液 16 小时。形成黄色悬浮液。过滤收集黄色固体且将其以甲醇 (20mL) 洗涤。将固体溶于二氯甲烷 (200mL) 中且以水 (2 x 100mL) 及盐水 (100mL) 洗涤并经 MgSO₄ 干燥。在减压下移除溶剂, 又在真空烘箱中在 100°C 下干燥该产物 2 小时。产率: 71%。

实施例 14

1,4-二溴-2,5-双己氧基-苯、1,4-二溴-2,5-双己氧基-苯与 2,4-二叔丁基-6-(4,7-二溴-苯并三唑-2-基)酚的共聚合反应

(制备共聚物 1)

向 40 毫升玻璃瓶中添加 2,5-双己氧基-1,4-苯二硼酸乙二醇酯 (B2)(0.2374g, 0.568mmol)、1,4-二溴-2,5-双己氧基-苯(M2)(0.1134g, 0.260mmol) 及 2,4-二叔丁基-6-(4,7-二溴-苯并三唑-2-基)酚 (T1) (0.1251g, 0.260mmol)。将该瓶转移至手套箱中, 向该瓶中添加甲苯 (0.65mL)、相转移催化剂 (Aliquat336[®], 在甲苯中 60%, 0.35mL) 及溶于甲苯中的四(三苯基磷)钡 (0.0104M, 1.0mL)。将该瓶密封且转移出手套箱。随后添加 0.8mL 2M 脱气 (degassed) 碳酸钾水溶液, 将该瓶在回转式震荡器 (orbital shaker) 上于 95°C 下加热 20 小时。冷却至室温后分离有机层, 添加甲苯 (7mL), 将聚合物溶液过滤, 随后缓慢倾入至搅拌后的甲醇-水 (200mL, 9:1v/v) 混合物中。过滤收集沉淀出的聚合物, 将其再溶解于 5mL 甲苯中, 且倾入至搅拌后的甲醇-丙酮 (2 x 190mL, 3:1v/v) 的混合物中。最后在真空烘箱中将该聚合物于 65°C 下干燥整夜。由相对于聚苯乙烯的凝胶渗透色谱 (GPC) 及光致发光光谱对该聚合物进行表征, 于表 1 中给出数据。

实施例 15

2,5-二己氧基-1,4-苯二硼酸乙二醇酯、4,4'-二溴三苯基胺及 2,4-二叔丁基-6-(4,7-二溴苯并三唑-2-基)酚的共聚合反应

向 40 毫升玻璃瓶中添加 2,5-双己氧基-1,4-苯二硼酸乙二醇酯(0.2174g, 0.520mmol)、4,4'-二溴三苯基胺(0.1134g, 0.260mmol)及 2,4-二叔丁基-6-(4,7-二溴-苯并三唑-2-基)酚(0.1251g, 0.260mmol)。向该瓶中添加 DMF(3mL)、四(三苯基磷)钡 (0.012 g) 及碳酸钾 (0.221 g)。将该瓶在回转式震荡器上于 95°C 下加热 20 小时。冷却至室温后添加 DMF (3mL), 将聚合物溶液过滤, 接着, 缓慢倾入至甲醇-水 (200mL, 9:1v/v) 的搅拌后的混合物中。过滤收集所沉淀的聚合物, 将其再溶于 5mL 甲苯中, 倾入至搅拌后的甲醇-丙酮 (2 x 190mL,3:1v/v) 混合物中。最后将该聚合物在真空烘箱中于 65°C 下干燥整夜。

实施例 16

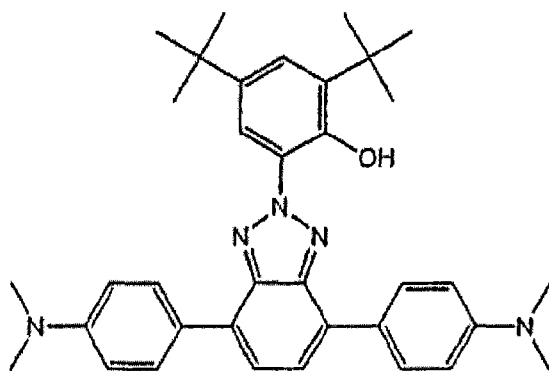
2,5-二己氧基-1,4-二溴苯与 2-(3,5-二叔丁基-2-甲氧基苯基)-4,7-二溴-2H-苯并三唑的共聚合反应

向 40 毫升玻璃瓶中添加 2,5-双己氧基-1,4-二溴苯(0.45g, 1.03mmol)、2-(3,5-二叔丁基-2-甲氧基苯基)-4,7-二溴-2H-苯并三唑 (0.17g, 0.343mmol)、

环辛二烯镍 ($\text{Ni}(\text{cod})_2$) (0.45g, 1.63mmol)、1,5-环辛二烯 (0.3mL)、2,2'-联吡啶 (0.258g, 1.64mmol) 及 DMF (30mL)。在回转式震荡器上将该瓶于 70°C 下加热 40 小时。冷却至室温后过滤收集沉淀, 以氨水、乙二氨四乙酸 (EDTA, PH3) 的热水溶液、乙二氨四乙酸 (EDTA, PH9) 的热水溶液及蒸馏水洗涤该沉淀。将所沉淀的聚合物再溶于 20mL 甲苯中, 倾入至甲醇-丙酮 (2 x 190mL, 3:1v/v) 的搅拌后的混合物中。随后在真空烘箱中将该聚合物于 60°C 下干燥整夜。

实施例 17

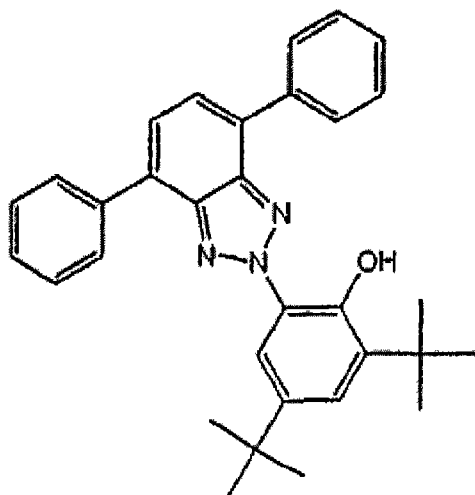
2-(4,7-双(4-(二甲基氨基)苯基)-2H-苯并三唑-2-基)-4,6-二叔丁基酚



向 40 毫升玻璃瓶中添加 4-(二甲基氨基)苯基硼酸 (0.0858g, 0.520mmol)、2,4-二叔丁基-6-(4,7-二溴-苯并三唑-2-基)酚 (0.1251g, 0.260mmol), 甲苯 (0.65mL)、相转移催化剂 (Aliquat 366[®], 在甲苯中 60%, 0.35mL)、溶于甲苯中的四(三苯基膦)钯 (0.0104M, 1.0mL) 及 0.8mL 2M 脱气碳酸钾水溶液。在回转式震荡器上将该瓶于 95°C 下加热 20 小时。冷却至室温后, 向该反应混合物中添加甲醇。过滤收集产物黄色结晶, 以 DI 水洗涤。该产物的二氯甲烷稀溶液的光致发光光谱显示集中于 569nm 处的强发射。

实施例 18

2,4-二叔丁基-6-(4,7-二苯基-2H-苯并三唑-2-基)酚



向 40 毫升玻璃瓶中添加 4-苯基硼酸 (0.127g, 1.04mmol)、2,4-二叔丁基-6-(4,7-二溴-苯并三唑-2-基)酚 (0.25g, 0.52mmol)、甲苯 (0.65mL)、相转移催化剂 (Aliquat366[®], 甲苯中 60%, 0.35mL)、溶于甲苯中的四(三苯基磷)钯 (0.0104M, 1.0mL) 及 0.8mL 2M 脱气碳酸钾水溶液。在回转式震荡器上将该瓶于 95℃ 下加热 20 小时。冷却至室温后, 向该反应混合物中添加甲醇。过滤收集浅黄色结晶产物且以 DI 水洗涤。该产物的二氯甲烷稀溶液的光致发光光谱显示出无可见光发射。

实施例 19

含有共聚物 1 的 LED

以 100nm 的 PEDOT/PSS (购自 Bayer A.G. 的 Baytron-P 及聚苯乙烯磺酸) 导电聚合物涂覆该涂有 ITO 的玻璃。在 200℃ 下干燥该导电聚合物薄膜, 随后通过旋涂溶于 THF 中的溶液对其涂覆共聚物 1 薄膜。在氩气下于 100℃ 下干燥该共聚物 1 薄膜。先后气相沉积薄层氟化锂 (LiF) (~5nm) 和铝层 (~50-100nm), 以玻璃盖使用 UV 可固化密封剂进行封装该装置。亮度以烛光/平方米 (cd/m²) 为单位表示, 且功率系数表示为流明/瓦 (lm/W)。

实施例 20

2-(4,7-双(氯甲基)-2H-苯并三唑-2-基)-4,6-二叔丁基酚

将 2,4-二叔丁基-6-(4,7-二溴-苯并三唑-2-基)-酚 (5g, 15.4mmol) 置于 250 毫升圆底烧瓶中。将该烧瓶以橡胶隔片盖上且以氩气吹扫 5 分钟。添

加环己烷 (100mL), 随后添加双(氯甲基)醚 (1.91g, 16.6mmol)。将该烧瓶加热至 65°C 且添加四氯化锡 (SnCl₄) 的环己烷溶液 (60ml 中 3g) 且继续搅拌 3 小时。将该反应混合物冷却至室温, 以旋转蒸发器移除溶剂。该残留物用 DCM/己烷结晶。产率: 68%。

实施例 21

2-(3,5-二叔丁基-2-甲氧基苯基)-4,7-双(氯甲基)-2H-苯并三唑与 1,4-双(氯甲基)-2,5-二甲氧基苯的共聚反应

向 40 毫升玻璃瓶中添加 2-(4,7-双(氯甲基)-2H-苯并三唑-2-基)-4,6-二叔丁基酚(0.52g, 1.19mmol)与 1,4-双(氯甲基)-2,5-二甲氧基苯 (0.28g, 1.19mmol) 溶于 5mL 干燥且无氧 1,4-二噁烷中的溶液。随后添加叔丁氧基钾(0.67g, 6mmol)溶于 6mL 干燥的 1,4-二噁烷中的溶液。10 分钟后, 再次添加叔丁氧基钾(0.53g, 4.7mmol)溶于 5mL 1,4-二噁烷中的溶液。在回转式振荡器上将该瓶于 95°C 下加热 3 小时。冷却至室温以 2mL 二噁烷及 1mL 乙酸稀释该反应混合物。随后过滤该聚合物溶液, 将其缓慢倾入至搅拌后的甲醇-水 (200mL, 9:1v/v) 的混合物中。过滤收集所沉淀的聚合物, 将其再溶解于 5mL 甲苯中, 且倾入至搅拌后的甲醇-丙酮 (2 x 190mL, 3:1v/v) 混合物中。最终在真空烘箱中将该聚合物于 65°C 下干燥整夜。

表 1

共聚物	共聚物组成 (摩尔%)	Mw (x10 ³) (GPC)	溶液 PL 峰 (nm)	PL 颜色
1	B2(50)M2(25)T1(25)	34	495	绿色
2	B2(50)T1(25)	22	511	绿色
3	B2(50)M2(10)T1(40)	53	499	绿色
4	B1(50)M1(25)T1(25)	37	无 PL	
5	B1(50)M2(25)T1(25)	37	无 PL	
6	B1(50)B2(25)M2(25)T1(25)	39	501	绿色
7	B2(50)M1(25)T1(25)	31	500	绿色
8	B2(50)M2(30)T1(20)	25	495	绿色
9	B2(50)M2(35)T1(15)	32	493	绿色
10	B2(50)M2(40)T1(10)	82	490	绿色

转下页

表 1, 接上页

11	B2(50)M3(25)T1(25)	40		
12	B2(50)M5(25)T1(25)	34	500	绿色
13	B2(50)M5(10)T1(40)	36	502	绿色
14	B1(50)M5(25)T1(25)	38	无 PL	
15	B2(50)M6(10)T1(40)	21		绿色
16	B2(50)M6(25)T1(25)	21		绿色
17	B2(50)M5(45)T1(5)	27		绿色
18	B2(50)M5(40)T1(10)	31		绿色
19	B2(50)M5(35)T1(15)	31		绿色
20	B2(50)M5(30)T1(20)	24		绿色
21	B2(50)M5(20)T1(30)	21		绿色
22	B3(50)T1(50)	70		绿色
23	B3(50)M7(25)T1(25)	82		绿色
24	B2(50)M4(35)M5(10)M8(5)	41	574	黄色
25	B2(50)M2(25)T2(25)	16	497	绿色
26	B1(50)M1(25)T2(25)	33	420	蓝色
27	B3(50)M5(25)T2(25)	64		绿色
28	B3(50)M7(25)T2(25)	102		绿色
29	B2(50)M2(25)T3(25)	58	474	蓝色
30	B1(50)M2(25)T3(25)	25	404	蓝色
31	B2(50)M5(10)T3(40)	17		蓝色

表 1 中使用以下单体名称:

B1=2-(4-(1,3,2-二氧硼戊烷-2-基)-2,5-二己基苯基)-1,3,2-二氧硼戊烷
(dioxaborolane);

B2=2-(4-(1,3,2-二氧硼戊烷-2-基)-2,5-双(己氧基)苯基)-1,3,2-二氧硼戊烷;

B3=4,4,5,5-四甲基-2-(2-(4,4,5,5-四甲基-1,3,2-二氧硼戊烷-2-基)-9,9-二辛基-9H-芴-7-基)-1,3,2-二氧硼戊烷;

M1=1,4-二溴-2,5-二己基苯;

M2=1,4-二溴-2,5-双(己氧基)苯;

M3=2,6-二溴苯;

M4=2,5-双(4-溴苯基)-1,3,4-噁二唑;

M5=4-溴-N-(4-溴苯基)-N-苯基苯胺;

M6=3,6-二溴-9-苯基-9H-吡唑;

M7=2,7-二溴-9,9-二辛基-9H-芴

M8=2-(4,7-双(5-溴噻吩-2-基)-2H-苯并[d][1,2,3]三唑-2-基)-4,6-二叔丁基酚;

T1=2,4-二叔丁基-6-(4,7-二溴-2H-苯并[d][1,2,3]三唑-2-基)酚;

T2=2-(3,5-二叔丁基-2-甲氧基苯基)-4,7-二溴-2H-苯并[d][1,2,3]三唑;

T3=4,7-二溴-2-己基-2H-苯并[d][1,2,3]三唑。

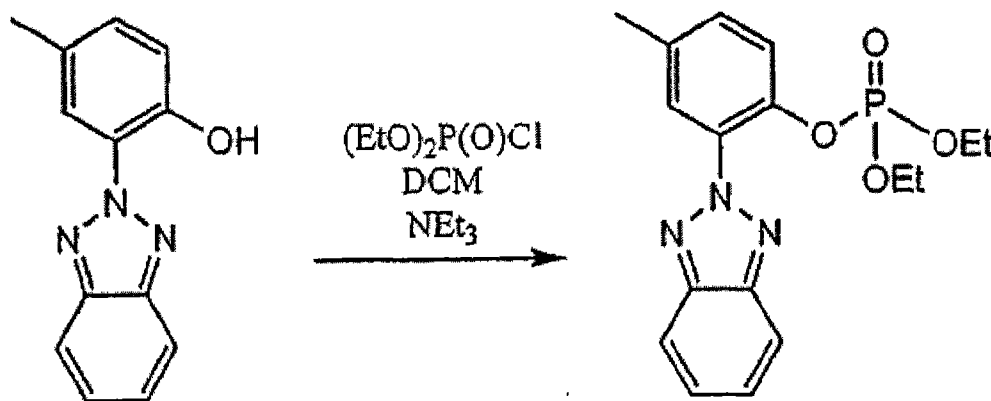
表 2 LEDs

共聚物	Von	1000 烛光/平方米		颜色
		V	Im/W	
1	3.5	7	2.7	绿色
28	3	4	4.4	绿色
24	3	10*	0.2*	橙色

*测量值约 100 烛光/平方米

实施例 22

作为化学传感器材料的取代苯并三唑



当在 365nm 受激发时无发射

当在 365nm 受激发时发射强蓝光

向单颈 100 毫升圆底烧瓶中依次添加 2-苯并三唑-2-基-4-甲基-酚 (Tinuvin-P,Ciba) (2mmol)、二氯甲烷 (10mL)、氯化磷酸二乙酯(diethyl phosphochloride) (4mmol) 及三乙胺 (4.4mmol)。在氮气及室温下搅拌该溶液 16 小时。在真空下缩减溶剂且将浓缩的溶液在冰箱中于-19℃下冷冻 2 小时。滤出白色固体 (Et₃NHCl)。将滤液暴露于 UV 照射 (365nm) 产生微弱蓝光。

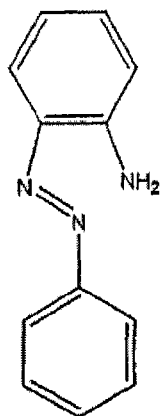
以硅胶柱 (3 x 20cm², D x L) 使用二氯甲烷随后使用二氯甲烷/甲醇 (95/5,v/v) 作为洗脱剂层析滤液。收集且合并发光馏分。以旋转蒸发器移除溶剂。GC/MS 显示出与产物有关的分子离子峰。

实施例 22

4,7-二溴-2-苯基-2H-苯并三唑

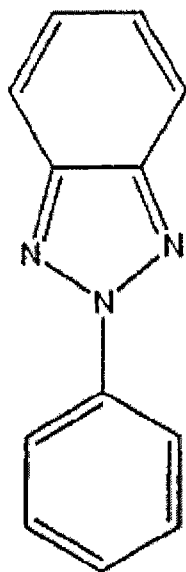
方法 1

合成 2-苯基偶氮苯胺:



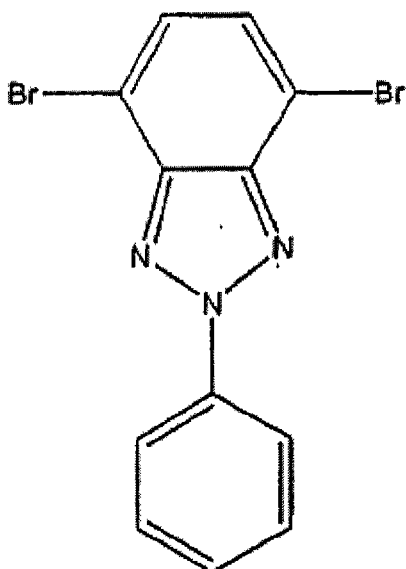
将 1,2-苯二胺 (5.0g, 46 mmol)、硝基苯 (4.73mL, 46 mmol) 及氢氧化钠 (1.84g, 46 mmol) 混合于 100 毫升单颈圆底烧瓶中。将该混合物在油浴中在 120°C 下加热 1.5 小时, 同时以玻璃棒不断捣碎。将该烧瓶冷却至室温且以二氯甲烷萃取产物。在减压下浓缩所萃取的溶液且使用二氯甲烷作为洗脱剂以硅胶柱提纯。合并含有所要的产物的馏分, 在真空下干燥 16 小时。产率: 34%。

合成 2-苯基-2H-苯并三唑:



将以上制备的 2-苯基偶氮苯胺 (3.47g, 17.6 mmol) 置于 100 毫升颈圆底烧瓶中。依次添加乙酸 (20 mL) 与碘苯二乙酸酯 (6.23g, 19.4 mmol), 产生放热。使该反应进行 1 小时, 反应过程中该混合物冷却至室温。向该反应混合物中添加二氯甲烷及水。分离出有机层且将其经 MgSO_4 干燥。过滤该溶液且使用旋转蒸发器将其浓缩。经硅胶柱使用二氯甲烷作为洗脱剂提纯该残留物。将含有所要产物的馏分合并且移除溶剂。在真空烘箱中将固体干燥 2 小时。产率: 34%。

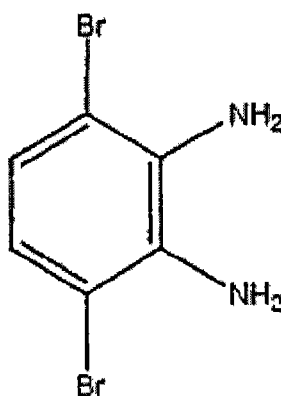
合成 4,7-二溴-2-苯基-2H-苯并三唑:



将 2-苯基-2H-苯并三唑 (1.10g, 5.1 mmol) 置于单颈 250 毫升圆底烧瓶中。添加溴化氢/乙酸 (45%w/v, 20 mL) 及溴 (0.79mL, 15.3 mmol)。将该烧瓶与冷凝器及洗涤器 (scrubber) 连接。将混合物在油浴中于 150°C 下加热 0.5 小时。将溶液冷却至室温。再次向该反应混合物中添加溴 (0.79 mL, 15.3 mmol) 且再次在 150°C 下加热 1 小时。此步骤再重复三次。向该反应混合物中添加水 (200 mL) 及二氯甲烷 (200 mL), 随后添加氢氧化钠水溶液 (1.5M) 以中和酸。分离出有机层且将其经 $MgSO_4$ 干燥。过滤该溶液且使用旋转蒸发器浓缩溶剂。将固体进一步在高度真空下于 60°C 干燥 2 小时。产率: 78%。

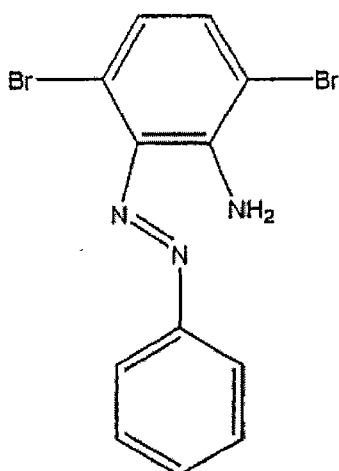
方法 2

合成 3,6-二溴-1,2-苯二胺:



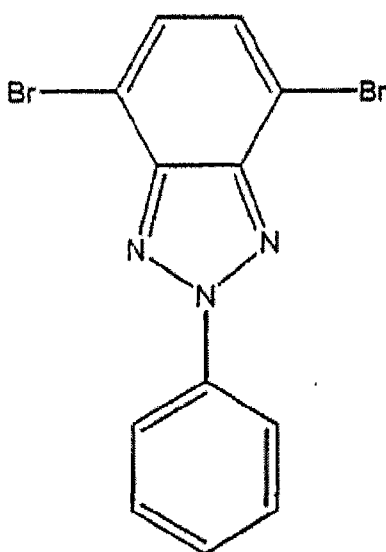
在氮气气氛下将根据 WO 00/55927 PCT/GB00/00911 由苯并[1,2,5]噻二唑溴化反应制备的 4,7 二溴苯并[1,2,5]噻二唑 (0.6g, 20.3 mmol) 置于 200 毫升圆底烧瓶中。添加锌粉 (13.2g, 203 mmol) 及乙酸/水 (35 mL/35mL) 的混合物。将该烧瓶以一倒转的单颈烧瓶松散地盖上。将反应混合物在 70°C 下加热 1 小时, 此时由 TLC 测定反应完成。然后, 将混合物冷却至室温且加以过滤。以二乙醚 (3×100 mL) 萃取固体。以饱和碳酸氢钠水溶液洗涤萃取物且将其经 $MgSO_4$ 干燥。过滤该溶液且使用旋转蒸发器将其蒸发。通过硅胶柱层析, 使用二氯甲烷作为洗脱剂提纯该残留物。合并合适的馏分且在减压下移除溶剂。获得淡黄色产物。产率: 70%。

合成 3,6-二溴-1,2-苯基偶氮-苯基胺:



将 3,6-二溴-1,2-苯二胺 (1.33g, 5.0 mmol)、硝基苯 (2.06 mL, 20mmol) 及氢氧化钠 (0.20g, 5 mmol) 混合于单颈 100 毫升圆底烧瓶中。将该烧瓶在油浴中于 160°C 下加热 3 小时。将混合物冷却至室温且添加二氯甲烷来萃取产物。过滤萃取物且使用旋转蒸发器浓缩该溶液。使用二氯甲烷作为洗脱剂经硅胶柱层析该溶液。合并馏分且在减压下移除溶剂。将固体在高真空下干燥 1 小时。产率: 3.5%。

合成 4,7-二溴-2-苯基-2H-苯并三唑:



将 3,6-二溴-2-苯基偶氮-苯胺(120mg, 0.34 mmol)、碘苯二乙酸酯(109 mg, 0.34mmol) 及乙酸(5mL) 添加至单颈 100 毫升圆底烧瓶中。在室温下搅拌该溶液 1 小时。以旋转蒸发器缩减溶剂且将该烧瓶在-19℃下储存 16 小时, 结果形成固体块。向该固体块中添加水以溶解酸。过滤收集结晶固体且将其以水洗涤。GC/MS 证实该固体为所要的产物。产率: 50%。