



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108495898 B

(45) 授权公告日 2020.10.27

(21) 申请号 201780006533.2

(22) 申请日 2017.01.13

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108495898 A

(43) 申请公布日 2018.09.04

(30) 优先权数据
16151228.0 2016.01.14 EP
16154637.9 2016.02.08 EP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2018.07.12

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2017/050621 2017.01.13

(87) PCT国际申请的公布数据
W02017/121833 EN 2017.07.20

(73) 专利权人 巴斯夫欧洲公司
地址 德国莱茵河畔路德维希港

(72) 发明人 M·克内曼 G·瓦根布拉斯特
S·伊娃诺维茨 M·米特古德

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所
11247

代理人 林柏楠 刘金辉

(51) Int.Cl.
C09B 5/62 (2006.01)
G09G 5/00 (2006.01)
C09K 11/06 (2006.01)
H01L 33/50 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 101389737 A, 2009.03.18
CN 103154185 A, 2013.06.12
CN 103517964 A, 2014.01.15
CN 104152137 A, 2014.11.19
CN 103380192 A, 2013.10.30
CN 103619987 A, 2014.03.05
Zengqi Xie, et al..Perylene Bisimides
with Rigid 2,2'-Biphenol Bridges at Bay
Area as Conjugated Chiral Platforms.
《Organic Letters》.2010,第12卷(第14期),第
3206页示意图1.

审查员 王中良

权利要求书10页 说明书84页

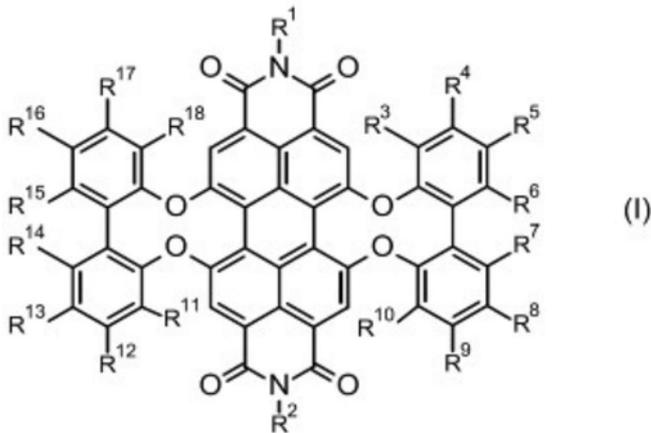
(54) 发明名称

具有刚性2,2'-联苯氧基桥接的花双酰亚胺

(57) 摘要

本发明涉及适用于各种应用的具有刚性2,2'-联苯氧基桥接的花双酰亚胺,和涉及新颖的具有刚性2,2'-联苯氧基桥接的花双酰亚胺。本发明也涉及所述化合物在色彩转化器中用于改良LED的发光效率的用途,涉及色彩转化器和其用途,且涉及包含至少一个LED或OLED和至少一个色彩转化器的发光装置。本发明也涉及一种包含至少一种具有刚性2,2'-联苯氧基桥接的花双酰亚胺的安全印刷用的印刷油墨配制剂;和安全文件。

1. 一种色彩转化器,其在聚合物基质材料中包含至少一种荧光染料,其中至少一种荧光染料是式(I)的花双酰亚胺化合物:



或其混合物,

其中

R^1 和 R^2 彼此独立地选自氢,

在每种情况下未取代或被取代的 C_1 - C_{30} 烷基、聚亚烷基氧基、 C_1 - C_{30} 烷氧基、 C_1 - C_{30} 烷基硫基、 C_3 - C_{20} 环烷基、 C_3 - C_{20} 环烷氧基、 C_6 - C_{24} 芳基和 C_6 - C_{24} 芳氧基;

R^3 、 R^4 、 R^5 、 R^6 、 R^7 、 R^8 、 R^9 、 R^{10} 、 R^{11} 、 R^{12} 、 R^{13} 、 R^{14} 、 R^{15} 、 R^{16} 、 R^{17} 和 R^{18} 彼此独立地选自氢、卤素、氰基、羟基、巯基、硝基、 $-NE^1E^2$ 、 $-NR^{Ar1}COR^{Ar2}$ 、 $-CONR^{Ar1}R^{Ar2}$ 、 $-SO_2NR^{Ar1}R^{Ar2}$ 、 $-COOR^{Ar1}$ 、 $-SO_3R^{Ar2}$,

在每种情况下未取代或被取代的 C_1 - C_{30} 烷基、聚亚烷基氧基、 C_1 - C_{30} 烷氧基、 C_1 - C_{30} 烷基硫基、 C_3 - C_{20} 环烷基、 C_3 - C_{20} 环烷氧基、 C_6 - C_{24} 芳基、 C_6 - C_{24} 芳氧基和 C_6 - C_{24} 芳基硫基,

其中 R^3 和 R^4 、 R^4 和 R^5 、 R^5 和 R^6 、 R^6 和 R^7 、 R^7 和 R^8 、 R^8 和 R^9 、 R^9 和 R^{10} 、 R^{11} 和 R^{12} 、 R^{12} 和 R^{13} 、 R^{13} 和 R^{14} 、 R^{14} 和 R^{15} 、 R^{15} 和 R^{16} 、 R^{16} 和 R^{17} 和/或 R^{17} 和 R^{18} 也可以与其所键连的联苯基结构部分的碳原子一起形成另一个稠合芳族或非芳族环体系,其中该稠合环体系是未取代或被取代的;

其中

E^1 和 E^2 彼此独立地是氢、未取代或被取代的 C_1 - C_{18} 烷基、未取代或被取代的 C_2 - C_{18} 链烯基、未取代或被取代的 C_2 - C_{18} 炔基、未取代或被取代的 C_3 - C_{20} 环烷基、或者未取代或被取代的 C_6 - C_{10} 芳基;

R^{Ar1} 和 R^{Ar2} 各自彼此独立地是氢、未取代或被取代的 C_1 - C_{18} 烷基、未取代或被取代的 C_3 - C_{20} 环烷基、未取代或被取代的杂环基、未取代或被取代的 C_6 - C_{20} 芳基、或者未取代或被取代的杂芳基。

2. 如权利要求1所述的色彩转化器,其中式(I)中的 R^1 和 R^2 彼此独立地选自 C_1 - C_{10} 烷基,其是未取代的或被 C_6 - C_{10} 芳基取代,该 C_6 - C_{10} 芳基进而是未被取代或被1、2或3个 C_1 - C_{10} 烷基取代; C_3 - C_8 环烷基,其是未取代的或被1、2或3个 C_1 - C_{10} 烷基取代;和 C_6 - C_{10} 芳基,其是未取代的或被1、2或3个 C_1 - C_{10} 烷基取代。

3. 如权利要求1或2所述的色彩转化器,其中式(I)中的 R^3 、 R^4 、 R^5 、 R^6 、 R^7 、 R^8 、 R^9 、 R^{10} 、 R^{11} 、 R^{12} 、 R^{13} 、 R^{14} 、 R^{15} 、 R^{16} 、 R^{17} 和 R^{18} 彼此独立地选自氢、卤素、 C_1 - C_{18} 烷基、 C_6 - C_{10} 芳基、 C_6 - C_{10} 芳基- C_1 - C_{10} 亚烷基、 C_6 - C_{10} 芳氧基和 C_6 - C_{10} 芳基硫基,其中 C_6 - C_{10} 芳基、 C_6 - C_{10} 芳基- C_1 - C_{10} 亚烷基、 C_6 - C_{10} 芳氧基和 C_6 - C_{10} 芳基硫基中的芳基结构部分是未取代的或被一个或多个 C_1 - C_{10} 烷基取

代,

且此外, R^4 和 R^5 、 R^5 和 R^6 、 R^6 和 R^7 、 R^7 和 R^8 、 R^8 和 R^9 、 R^{12} 和 R^{13} 、 R^{13} 和 R^{14} 、 R^{14} 和 R^{15} 、 R^{15} 和 R^{16} 和/或 R^{16} 和 R^{17} 也可以与其所键连的联苯基结构部分的碳原子一起形成另一个稠合苯环体系。

4. 如权利要求1或2所述的色彩转化器, 其中在式(I)中, R^3 、 R^{10} 、 R^{11} 和 R^{18} 各自是氢, 和 R^4 、 R^5 、 R^6 、 R^7 、 R^8 、 R^9 、 R^{12} 、 R^{13} 、 R^{14} 、 R^{15} 、 R^{16} 和 R^{17} 彼此独立地选自氢和 C_1 - C_{18} 烷基, 和此外 R^5 和 R^6 、 R^6 和 R^7 、 R^7 和 R^8 、 R^{13} 和 R^{14} 、 R^{14} 和 R^{15} 和/或 R^{15} 和 R^{16} 也可以与其所键连的联苯基结构部分的碳原子一起形成苯环体系。

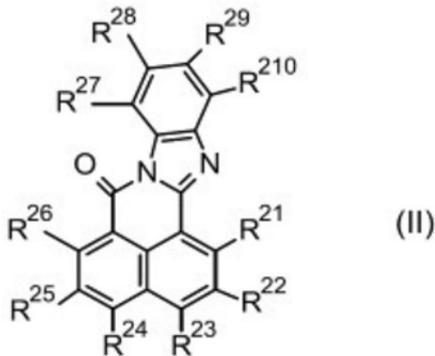
5. 如权利要求1或2所述的色彩转化器, 其中聚合物基质材料基本上由选自以下的聚合物组成: 聚苯乙烯、聚碳酸酯、聚甲基丙烯酸甲酯、聚乙烯基吡咯烷酮、聚甲基丙烯酸酯、聚乙酸乙烯酯、聚氯乙烯、聚丁烯、聚硅氧烷、聚丙烯酸酯、环氧树脂、聚乙烯醇、聚(乙烯乙二醇)-共聚物、聚丙烯腈、聚偏二氯乙烯、聚苯乙烯丙烯腈、聚对苯二甲酸亚丁酯、聚对苯二甲酸亚乙酯、聚丁酸乙烯酯、聚氯乙烯、聚酰胺、聚甲醛、聚酰亚胺、聚醚酰亚胺和其混合物。

6. 如权利要求5所述的色彩转化器, 其中聚合物基质材料基本上由选自聚苯乙烯、聚碳酸酯或聚对苯二甲酸亚乙酯的聚合物组成。

7. 如权利要求1或2所述的色彩转化器, 其中色彩转化器另外包含至少一种无机白色颜料作为散射体。

8. 如权利要求1或2所述的色彩转化器, 其包含至少一种选自以下的其它有机荧光染料:

(i) 式II的氰化萘苯并咪唑化合物:



其中

R^{21} 、 R^{22} 、 R^{23} 、 R^{24} 、 R^{25} 、 R^{26} 、 R^{27} 、 R^{28} 、 R^{29} 和 R^{210} 各自独立地是氢、氰基或芳基, 其是未取代的或具有一个或多个相同或不同的取代基 R^{2Ar} ,

其中

每个 R^{2Ar} 独立地选自氰基、羟基、巯基、卤素、 C_1 - C_{20} 烷氧基、 C_1 - C_{20} 烷基硫基、硝基、 $-NR^{2Ar2}R^{2Ar3}$ 、 $-NR^{2Ar2}COR^{2Ar3}$ 、 $-CONR^{2Ar2}R^{2Ar3}$ 、 $-SO_2NR^{2Ar2}R^{2Ar3}$ 、 $-COOR^{2Ar2}$ 、 $-SO_3R^{2Ar2}$,

C_1 - C_{30} 烷基、 C_2 - C_{30} 链烯基、 C_2 - C_{30} 炔基, 其中后三个基团是未取代的或具有一个或多个 R^{2a} 基团,

C_3 - C_8 环烷基、3至8员杂环基, 其中后两个基团是未取代的或具有一个或多个 R^{2b} 基团, 芳基、U-芳基、杂芳基和U-杂芳基, 其中后四个基团是未取代的或具有一个或多个 R^{2b} 基团,

其中

每个 R^{2a} 独立地选自氰基、羟基、氧基、巯基、卤素、 C_1 - C_{20} 烷氧基、 C_1 - C_{20} 烷基硫基、硝基、 $-NR^{2Ar2}R^{Ar3}$ 、 $-NR^{2Ar2}COR^{2Ar3}$ 、 $-CONR^{2Ar2}R^{Ar3}$ 、 $-SO_2NR^{2Ar2}R^{Ar3}$ 、 $-COOR^{2Ar2}$ 、 $-SO_3R^{2Ar2}$ 、 C_3 - C_8 环烷基、3至8员杂环基、芳基和杂芳基,其中这些环烷基、杂环基、芳基和杂芳基基团是未取代的或具有一个或多个 R^{2b} 基团;

每个 R^{2b} 独立地选自氰基、羟基、氧基、巯基、卤素、 C_1 - C_{20} 烷氧基、 C_1 - C_{20} 烷基硫基、硝基、 $-NR^{2Ar2}R^{2Ar3}$ 、 $-NR^{2Ar2}COR^{2Ar3}$ 、 $-CONR^{2Ar2}R^{2Ar3}$ 、 $-SO_2NR^{2Ar2}R^{2Ar3}$ 、 $-COOR^{2Ar2}$ 、 $-SO_3R^{2Ar2}$ 、 C_1 - C_{18} 烷基、 C_2 - C_{18} 链烯基、 C_2 - C_{18} 炔基、 C_3 - C_8 环烷基、3至8员杂环基、芳基和杂芳基,其中后四个基团是未取代的或具有一个或多个 R^{2b1} 基团,

每个 R^{2b1} 独立地选自氰基、羟基、巯基、氧基、硝基、卤素、 $-NR^{2Ar2}R^{2Ar3}$ 、 $-NR^{2Ar2}COR^{2Ar3}$ 、 $-CONR^{2Ar2}R^{2Ar3}$ 、 $-SO_2NR^{2Ar2}R^{2Ar3}$ 、 $-COOR^{2Ar2}$ 、 $-SO_3R^{2Ar2}$ 、 $-SO_3R^{2Ar2}$ 、 C_1 - C_{18} 烷基、 C_2 - C_{18} 链烯基、 C_2 - C_{18} 炔基、 C_1 - C_{12} 烷氧基和 C_1 - C_{12} 烷基硫基,

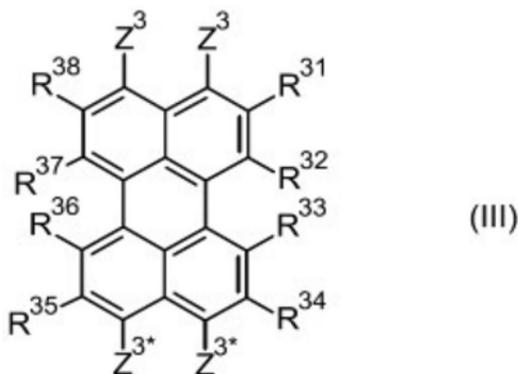
U是 $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-NR^{2Ar1}-$ 、 $-CO-$ 、 $-SO-$ 或 $-SO_2-$ 结构部分;

R^{2Ar1} 、 R^{2Ar2} 、 R^{2Ar3} 各自独立地是氢、 C_1 - C_{18} 烷基、3至8员环烷基、3至8员杂环基、芳基或杂芳基,其中烷基是未取代的,或具有一个或多个 R^{2a} 基团,其中3至8员环烷基、3至8员杂环基、芳基和杂芳基是未取代的或具有一个或多个 R^{2b} 基团;

前提条件是式II的化合物包含至少一个氰基,

或其混合物;

(i) 式(III)的氰化茚化合物:



其中

Z^3 取代基中的一个为氰基,且另一个 Z^3 取代基是 CO_2R^{39} 、 $CONR^{310}R^{311}$ 、 C_1 - C_{18} 烷基、 C_2 - C_{18} 链烯基、 C_2 - C_{18} 炔基、 C_3 - C_{12} 环烷基或 C_6 - C_{14} 芳基,其中

C_1 - C_{18} 烷基、 C_2 - C_{18} 链烯基、 C_2 - C_{18} 炔基是未取代的,或具有一个或多个相同或不同的 Z^{3a} 取代基,

C_3 - C_{12} 环烷基是未取代的,或具有一个或多个相同或不同的 Z^{3b} 取代基,和

C_6 - C_{14} 芳基是未取代的,或具有一个或多个相同或不同的 Z^{3Ar} 取代基;

Z^{3*} 取代基中的一个为氰基,且另一个 Z^{3*} 取代基是 CO_2R^{39} 、 $CONR^{310}R^{311}$ 、 C_1 - C_{18} 烷基、 C_2 - C_{18} 链烯基、 C_2 - C_{18} 炔基、 C_3 - C_{12} 环烷基或 C_6 - C_{14} 芳基,其中

C_1 - C_{18} 烷基、 C_2 - C_{18} 链烯基、 C_2 - C_{18} 炔基是未取代的,或具有一个或多个相同或不同的 Z^{3a} 取代基,

C_3 - C_{12} 环烷基是未取代的,或具有一个或多个相同或不同的 Z^{3b} 取代基,和

C_6 - C_{14} 芳基是未取代的,或具有一个或多个相同或不同的 Z^{3Ar} 取代基;

R^{31} 、 R^{32} 、 R^{33} 、 R^{34} 、 R^{35} 、 R^{36} 、 R^{37} 和 R^{38} 各自独立地选自氢、氰基、溴和氯，
前提条件是这些 R^{31} 、 R^{32} 、 R^{33} 、 R^{34} 、 R^{35} 、 R^{36} 、 R^{37} 或 R^{38} 取代基中的1、2、3、4、5、6、7或8个是氰基；

其中

R^{39} 是氢、 C_1 - C_{10} 烷基、 C_2 - C_{10} 链烯基、 C_2 - C_{10} 炔基、 C_3 - C_{12} 环烷基或 C_6 - C_{14} 芳基，其中
 C_1 - C_{10} 烷基、 C_2 - C_{10} 链烯基、 C_2 - C_{10} 炔基是未取代的，或具有一个或多个相同或不同的 R^{3a} 取代基，

C_3 - C_{12} 环烷基是未取代的，或具有一个或多个相同或不同的 R^{3b} 取代基，和

C_6 - C_{14} 芳基是未取代的，或具有一个或多个相同或不同的 R^{3Ar} 取代基；

R^{310} 和 R^{311} 各自独立地是氢、 C_1 - C_{10} 烷基、 C_2 - C_{10} 链烯基、 C_2 - C_{10} 炔基、 C_3 - C_{12} 环烷基或 C_6 - C_{14} 芳基，其中

C_1 - C_{10} 烷基、 C_2 - C_{10} 链烯基、 C_2 - C_{10} 炔基是未取代的，或具有一个或多个相同或不同的 R^{3a} 取代基，

C_3 - C_{12} 环烷基是未取代的，或具有一个或多个相同或不同的 R^{3b} 取代基，和

C_6 - C_{14} 芳基是未取代的，或具有一个或多个相同或不同的 R^{3Ar} 取代基；

每个 Z^{3a} 独立地是卤素、羟基、 $NR^{310a}R^{311a}$ 、 C_1 - C_{10} 烷氧基、 C_1 - C_{10} 卤代烷氧基、 C_1 - C_{10} 烷基硫基、 C_3 - C_{12} 环烷基、 C_6 - C_{14} 芳基、 $C(=O)R^{39a}$ ； $C(=O)OR^{39a}$ 或 $C(O)NR^{310a}R^{311a}$ ，其中

C_3 - C_{12} 环烷基是未取代的，或具有一个或多个相同或不同的 R^{3b} 取代基，和

C_6 - C_{14} 芳基是未取代的，或具有一个或多个相同或不同的 R^{3Ar} 取代基；

每个 Z^{3b} 和每个 Z^{3Ar} 独立地是卤素、羟基、 $NR^{310a}R^{311a}$ 、 C_1 - C_{10} 烷基、 C_1 - C_{10} 烷氧基、 C_1 - C_{10} 卤代烷氧基、 C_1 - C_{10} 烷基硫基、 $C(=O)R^{39a}$ ； $C(=O)OR^{39a}$ 或 $C(O)NR^{310a}R^{311a}$ ；

每个 R^{3a} 独立地是卤素、羟基、 C_1 - C_{10} 烷氧基、 C_3 - C_{12} 环烷基或 C_6 - C_{14} 芳基；

每个 R^{3b} 独立地是卤素、羟基、 C_1 - C_{10} 烷基、 C_1 - C_{10} 烷氧基、 C_1 - C_{10} 卤代烷氧基、 C_1 - C_{10} 烷基硫基、 C_2 - C_{10} 链烯基、 C_2 - C_{10} 炔基、 C_3 - C_{12} 环烷基或 C_6 - C_{14} 芳基；

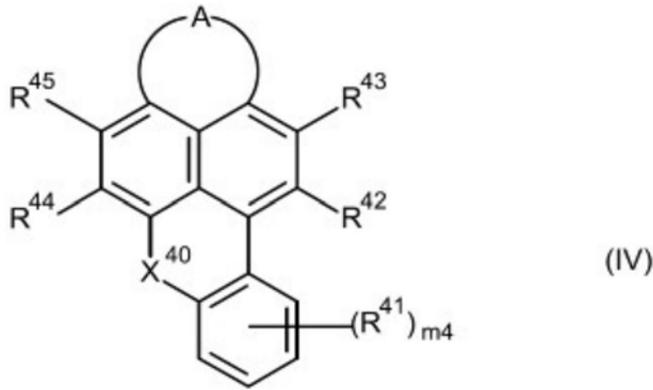
每个 R^{3Ar} 独立地是卤素、羟基、 C_1 - C_{10} 烷基、 C_1 - C_{10} 烷氧基、 C_1 - C_{10} 卤代烷氧基、 C_1 - C_{10} 烷基硫基、 C_2 - C_{10} 链烯基、 C_2 - C_{10} 炔基、 C_3 - C_{12} 环烷基或 C_6 - C_{14} 芳基；

R^{39a} 是氢、 C_1 - C_{10} 烷基、 C_2 - C_{10} 链烯基、 C_2 - C_{10} 炔基、 C_3 - C_{12} 环烷基或 C_6 - C_{14} 芳基；和

R^{310a} 、 R^{311a} 各自独立地是氢、 C_1 - C_{10} 烷基、 C_2 - C_{10} 链烯基、 C_2 - C_{10} 炔基、 C_3 - C_{12} 环烷基或 C_6 - C_{14} 芳基，

和其混合物；

(iii) 式 (IV) 的氰化化合物：



其中

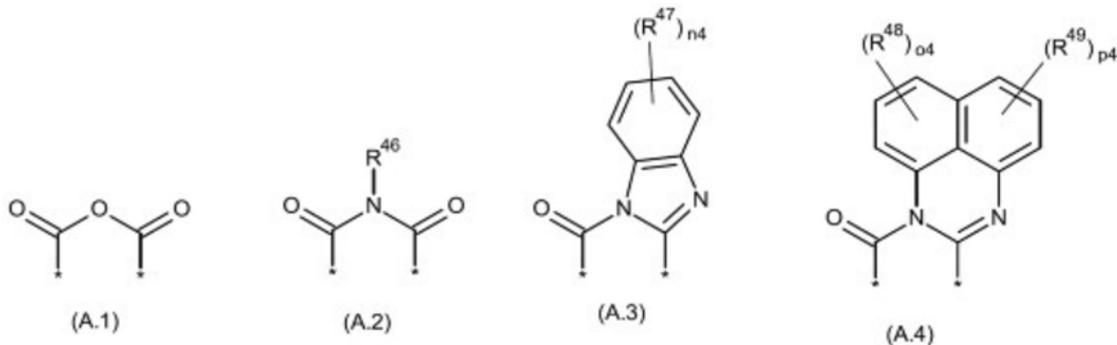
m_4 是0、1、2、3或4；

每个 R^{41} 彼此独立地选自溴、氯、氰基、 $-NR^{4a}R^{4b}$ 、 C_1-C_{24} 烷基、 C_1-C_{24} 卤代烷基、 C_1-C_{24} 烷氧基、 C_1-C_{24} 卤代烷氧基、 C_3-C_{24} 环烷基、杂环烷基、杂芳基、 C_6-C_{24} 芳基、 C_6-C_{24} 芳氧基、 C_6-C_{24} 芳基- C_1-C_{10} 亚烷基，其中后六个所述基团中的环烷基、杂环烷基、杂芳基、芳基、芳氧基的环是未取代的或被1、2、3、4或5个相同或不同的基团 R^{41a} 取代，且其中 C_1-C_{24} 烷基、 C_1-C_{24} 卤代烷基、 C_1-C_{24} 烷氧基和 C_6-C_{24} 芳基- C_1-C_{10} 亚烷基中的亚烷基结构部分可以被一个或多个选自O、S和 NR^{4c} 的基团间隔；

基团 R^{42} 、 R^{43} 、 R^{44} 和 R^{45} 中的至少一个是CN，且其余基团彼此独立地选自氢、氯和溴；

X^{40} 是O、S、SO或 SO_2 ；

A是二价基团，其选自通式(A.1)、(A.2)、(A.3)和(A.4)的二价基团：



其中

*在每种情况下表示与分子其余部分的连接点；

n_4 是0、1、2、3或4；

o_4 是0、1、2或3；

p_4 是0、1、2或3；

R^{46} 是氢、 C_1-C_{24} 烷基、 C_1-C_{24} 卤代烷基、 C_3-C_{24} 环烷基、 C_6-C_{24} 芳基或 C_6-C_{24} 芳基- C_1-C_{10} 亚烷基，其中后三个所述基团中的环烷基、芳基和芳基-亚烷基的环是未取代的或被1、2、3、4或5个相同或不同的基团 R^{46a} 取代，且其中 C_1-C_{24} 烷基、 C_1-C_{24} 卤代烷基和 C_6-C_{24} 芳基- C_1-C_{10} 亚烷基中的亚烷基结构部分可以被一个或多个选自O、S和 NR^{4c} 的杂原子或杂原子基团间隔；

每个 R^{47} 彼此独立地选自溴、氯、氰基、 $-NR^{4a}R^{4b}$ 、 C_1-C_{24} 烷基、 C_1-C_{24} 卤代烷基、 C_1-C_{24} 烷氧基、 C_1-C_{24} 卤代烷氧基、 C_3-C_{24} 环烷基、杂环烷基、杂芳基、 C_6-C_{24} 芳基、 C_6-C_{24} 芳氧基、 C_6-C_{24} 芳基- C_1-C_{10} 亚烷基，其中后六个所述基团中的环烷基、杂环烷基、杂芳基、芳基和芳基-亚烷基

的环是未取代的或被1、2、3、4或5个相同或不同的基团 R^{47a} 取代,且其中 C_1-C_{24} 烷基、 C_1-C_{24} 卤代烷基、 C_1-C_{24} 烷氧基、 C_1-C_{24} 卤代烷氧基和 C_6-C_{24} 芳基- C_1-C_{10} 亚烷基中的亚烷基结构部分可以被一个或多个选自O、S和 NR^{4c} 的基团间隔;

每个 R^{48} 彼此独立地选自溴、氯、氰基、 $NR^{4a}R^{4b}$ 、 C_1-C_{24} 烷基、 C_1-C_{24} 卤代烷基、 C_1-C_{24} 烷氧基、 C_1-C_{24} 卤代烷氧基、 C_3-C_{24} 环烷基、杂环烷基、杂芳基、 C_6-C_{24} 芳基、 C_6-C_{24} 芳氧基、 C_6-C_{24} 芳基- C_1-C_{10} 亚烷基,其中后六个所述基团中的环烷基、杂环烷基、杂芳基、芳基和芳基-亚烷基的环是未取代的或被1、2、3、4或5个相同或不同的基团 R^{48a} 取代,且其中 C_1-C_{24} 烷基、 C_1-C_{24} 卤代烷基、 C_1-C_{24} 烷氧基、 C_1-C_{24} 卤代烷氧基和 C_6-C_{24} 芳基- C_1-C_{10} 亚烷基中的亚烷基结构部分可以被一个或多个选自O、S和 NR^{4c} 的基团间隔;

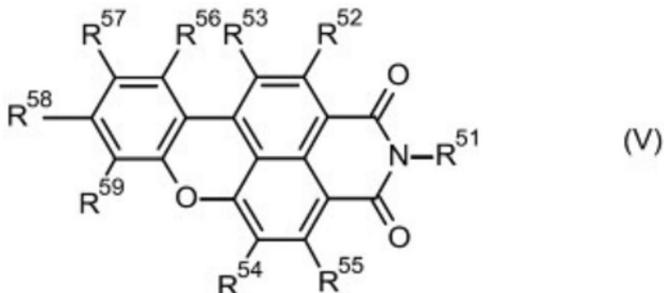
每个 R^{49} 彼此独立地选自溴、氯、氰基、 $NR^{4a}R^{4b}$ 、 C_1-C_{24} 烷基、 C_1-C_{24} 卤代烷基、 C_1-C_{24} 烷氧基、 C_1-C_{24} 卤代烷氧基、 C_3-C_{24} 环烷基、杂环烷基、杂芳基、 C_6-C_{24} 芳基、 C_6-C_{24} 芳氧基、 C_6-C_{24} 芳基- C_1-C_{10} 亚烷基,其中后六个所述基团中的环烷基、杂环烷基、杂芳基、芳基和芳基-亚烷基的环是未取代的或被1、2、3、4或5个相同或不同的基团 R^{49a} 取代,且其中 C_1-C_{24} 烷基、 C_1-C_{24} 卤代烷基、 C_1-C_{24} 烷氧基、 C_1-C_{24} 卤代烷氧基和 C_6-C_{24} 芳基- C_1-C_{10} 亚烷基中的亚烷基结构部分可以被一个或多个选自O、S和 NR^{4c} 的基团间隔;

R^{41a} 、 R^{46a} 、 R^{47a} 、 R^{48a} 、 R^{49a} 彼此独立地选自 C_1-C_{24} 烷基、 C_1-C_{24} 氟烷基、 C_1-C_{24} 烷氧基、氟、氯和溴;

R^{4a} 、 R^{4b} 、 R^{4c} 彼此独立地选自氢、 C_1-C_{20} 烷基、 C_3-C_{24} 环烷基、杂环烷基、杂芳基和 C_6-C_{24} 芳基;

和其混合物;

(iv) 式 (V) 的苯并咕吨化合物:



其中

R^{51} 是苯基,其是未取代的或具有1、2、3、4或5个选自卤素、 R^{511} 、 OR^{552} 、 NHR^{552} 和 $NR^{552}R^{557}$ 的取代基;

R^{52} 、 R^{53} 、 R^{54} 、 R^{55} 、 R^{56} 、 R^{57} 、 R^{58} 和 R^{59} 彼此独立地选自氢、卤素、 R^{553} 、 OR^{553} 、 NHR^{553} 和 $NR^{553}R^{554}$,

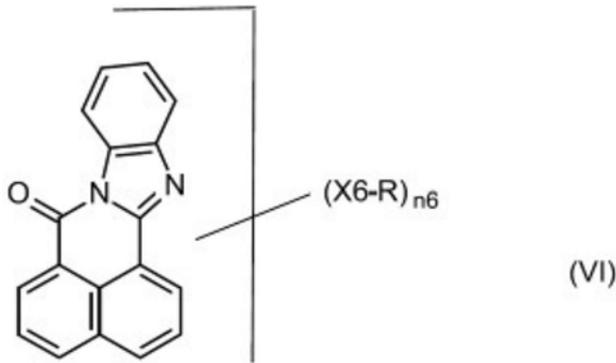
其中

R^{511} 选自 C_2-C_{18} 烷基、 C_6-C_{24} 芳基和杂芳基;

R^{552} 和 R^{557} 彼此独立地选自 C_1-C_{18} 烷基、 C_6-C_{24} 芳基和杂芳基;和

R^{553} 和 R^{554} 彼此独立地选自 C_1-C_{18} 烷基、 C_6-C_{24} 芳基和杂芳基;和其混合物;

(v) 包含至少一个式 (VI) 结构单元的荧光化合物:



其中所示苯并咪唑结构的六员环中的一个或多个CH基团可以被氮代替,且其中符号各自定义如下:

n6是用于各式(VI)结构单元的0至(10-p6)的数字;其中p6是所示苯并咪唑结构的六员环中被氮代替的CH单元的数目

X6是化学键、O、S、SO、SO₂、NR⁶¹;和

R是脂族基、环脂族基、芳基、杂芳基,其各自可以具有取代基,

芳族或杂芳族的环或环体系,其各自与式(VI)结构单元的另一芳族环稠合,

当X6不是化学键时,R是F、Cl、Br、CN、H;

其中两个R基团可连接得到一个环状基团,和

其中当n6>1时,X6和R可以是相同或不同的;

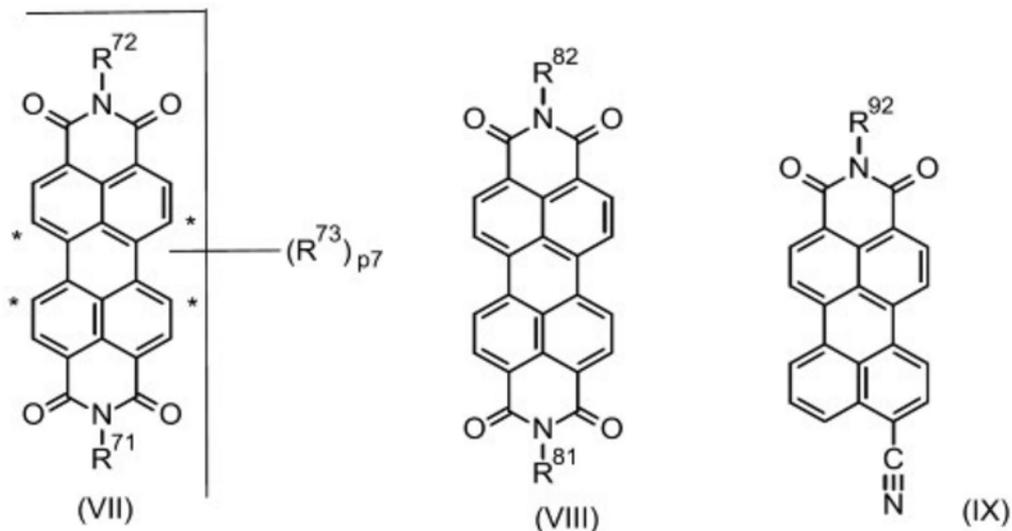
R⁶¹各自独立地是氢、C₁-C₁₈烷基或环烷基,其碳链可包含一个或多个-O-、-S-、-CO-、-SO-和/或-SO₂-结构部分且其可被单取代或多取代;

芳基或杂芳基,其可被单取代或多取代;

和其混合物;

和

(vi)式(VII)、(VIII)或(IX)的茚化合物:



其中

p7是1至4,

R⁷¹、R⁷²各自独立地是C₁-C₃₀烷基、C₃-C₈环烷基、芳基、杂芳基、芳基-C₁-C₁₀亚烷基,其中

后三个基团中的芳族环是未取代的或被C₁-C₁₀烷基单取代或多取代；

每个R⁷³独立地是芳氧基,其是未取代的或被C₁-C₁₀烷基单取代或多取代,其中这些R⁷³基团位于一个或多个由*指示的位置处；

R⁸¹、R⁸²各自独立地是C₁-C₃₀烷基、C₃-C₈环烷基、芳基、杂芳基、芳基-C₁-C₁₀亚烷基,其中后三个基团中的芳族环是未取代的或被C₁-C₁₀烷基单取代或多取代；

R⁹²是C₁-C₃₀烷基、C₃-C₈环烷基、芳基、杂芳基、芳基-C₁-C₁₀亚烷基,其中后三个基团中的芳族环是未取代的或被C₁-C₁₀烷基单取代或多取代；

和其混合物。

9. 如权利要求8所述的色彩转换器,其中至少一种其它有机荧光染料选自：

-包含至少一个式(VI)结构单元的化合物和其混合物；

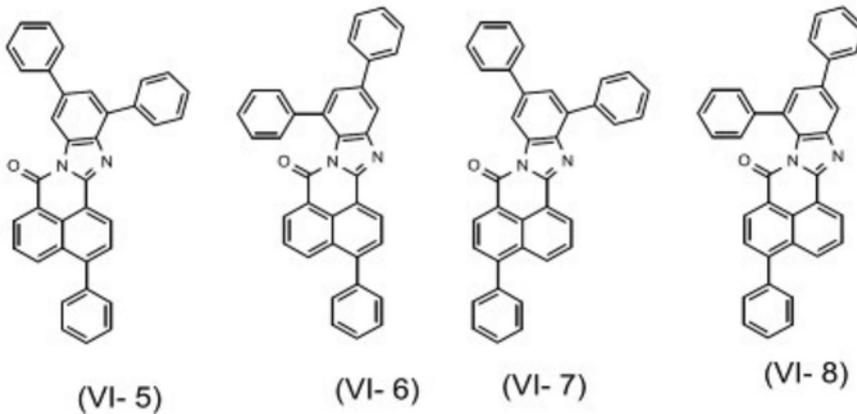
-式(VII)化合物和其混合物；

和它们的混合物。

10. 如权利要求1或2所述的色彩转换器,其包含：

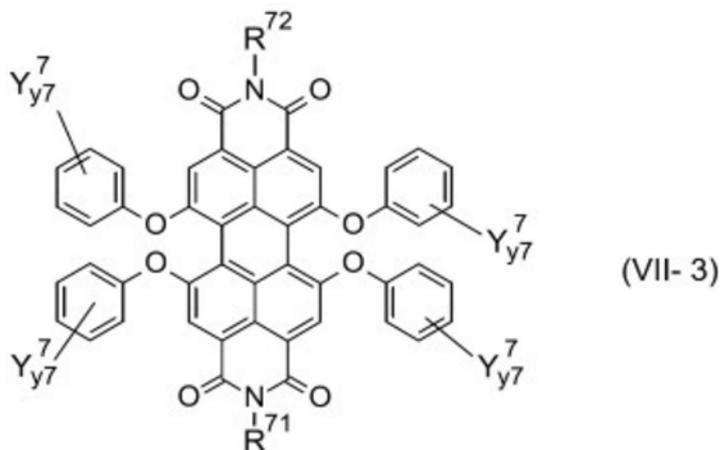
-至少一种式(I)化合物,其中R¹和R²彼此独立地选自苯基,其是未取代的或被1、2或3个C₁-C₄烷基取代；且R³、R⁴、R⁵、R⁶、R⁷、R⁸、R⁹、R¹⁰、R¹¹、R¹²、R¹³、R¹⁴、R¹⁵、R¹⁶、R¹⁷和R¹⁸各自是氢；

-至少一种包含至少一个式(VI)结构单元的化合物,其选自式(VI-5)、(VI-6)、(VI-7)、(VI-8)的化合物：



和其混合物；和

-至少一种式(VII)化合物,其选自式(VII-3)化合物：



其中

R^{71} 、 R^{72} 各自独立地是苯基,其是未取代的或被 C_1 - C_{10} 烷基单取代或多取代;
每个 Y^7 独立地选自直链 C_1 - C_{10} 烷基和支化 C_3 - C_{10} 烷基;和
 y^7 是0、1、2或3;
和其混合物。

11. 如权利要求1或2所述的色彩转换器,其包含至少一种选自石榴石、硅酸盐、硫化物、氮化物和氮氧化物的其它荧光材料和量子点。

12. 一种如权利要求1-11中任一项所述的色彩转换器的用途,其用于转化由LED或OLED产生的光。

13. 如权利要求12的用途,其用于转化由冷白光LED或蓝光LED产生的光。

14. 一种发光装置,其包含至少一个LED和至少一个如权利要求1-11中任一项所述的色彩转换器。

15. 如权利要求14所述的发光装置,其中该LED和色彩转换器是远磷光体配置。

16. 一种如权利要求1至4中任一项所述的式I的茚双酰亚胺化合物或其混合物在色彩转换器中的用途,其用于将从光源发射的光转化成第二个较长波长的光,用于将涂层、印刷油墨和塑料着色,用于制备吸收和/或发射电磁辐射的水性聚合物分散体,用于数据储存,用于光学标记,用于文件中的安全标记和用于商标保护,或用作生物分子的荧光标记。

17. 如权利要求16所述的用途,其用于将从选自LED和OLED的光源发射的光转化成第二个较长波长的光。

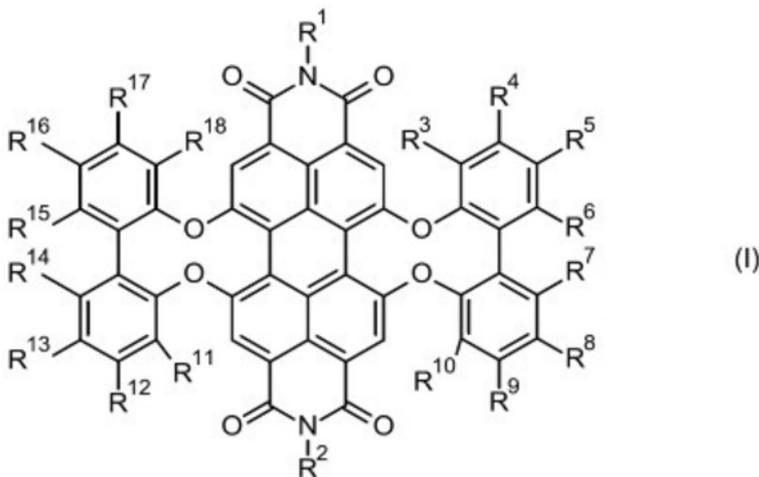
18. 一种如权利要求1至4中任一项所述的式(I)的茚双酰亚胺化合物或其混合物的用途,其用于安全印刷用的安全油墨。

19. 一种安全印刷用的印刷油墨配制剂,其包含至少一种如权利要求1至4中任一项所述的式(I)化合物或其混合物。

20. 如权利要求19所述的安全印刷用的印刷油墨配制剂,其包含:

- a) 至少一种如权利要求1至4中任一项所述的式(I)化合物或其混合物;
- b) 聚合物粘合剂;
- c) 任选地,有机溶剂;
- d) 任选地,至少一种着色剂;和
- e) 任选地,至少一种其它添加剂。

21. 式(I)化合物:



或其混合物，

其中

R^1 和 R^2 彼此独立地选自氢，

在每种情况下未取代或被取代的 C_1 - C_{30} 烷基、聚亚烷基氧基、 C_1 - C_{30} 烷氧基、 C_1 - C_{30} 烷基硫基、 C_3 - C_{20} 环烷基、 C_3 - C_{20} 环烷氧基、 C_6 - C_{24} 芳基和 C_6 - C_{24} 芳氧基；

R^3 、 R^4 、 R^5 、 R^6 、 R^7 、 R^8 、 R^9 、 R^{10} 、 R^{11} 、 R^{12} 、 R^{13} 、 R^{14} 、 R^{15} 、 R^{16} 、 R^{17} 和 R^{18} 彼此独立地选自氢、卤素、氰基、羟基、巯基、硝基、 $-NE^1E^2$ 、 $-NR^{Ar1}COR^{Ar2}$ 、 $-CONR^{Ar1}R^{Ar2}$ 、 $-SO_2NR^{Ar1}R^{Ar2}$ 、 $-COOR^{Ar1}$ 、 $-SO_3R^{Ar2}$ ，

在每种情况下未取代或被取代的 C_1 - C_{30} 烷基、聚亚烷基氧基、 C_1 - C_{30} 烷氧基、 C_1 - C_{30} 烷基硫基、 C_3 - C_{20} 环烷基、 C_3 - C_{20} 环烷氧基、 C_6 - C_{24} 芳基、 C_6 - C_{24} 芳氧基和 C_6 - C_{24} 芳基硫基，

其中 R^3 和 R^4 、 R^4 和 R^5 、 R^5 和 R^6 、 R^6 和 R^7 、 R^7 和 R^8 、 R^8 和 R^9 、 R^9 和 R^{10} 、 R^{11} 和 R^{12} 、 R^{12} 和 R^{13} 、 R^{13} 和 R^{14} 、 R^{14} 和 R^{15} 、 R^{15} 和 R^{16} 、 R^{16} 和 R^{17} 和/或 R^{17} 和 R^{18} 也可以与其所键连的联苯基结构部分的碳原子一起形成另一个稠合芳族或非芳族环体系，其中该稠合环体系是未取代或被取代的；

其中

E^1 和 E^2 彼此独立地是氢、未取代或被取代的 C_1 - C_{18} 烷基、未取代或被取代的 C_2 - C_{18} 链烯基、未取代或被取代的 C_2 - C_{18} 炔基、未取代或被取代的 C_3 - C_{20} 环烷基、或者未取代或被取代的 C_6 - C_{10} 芳基；

R^{Ar1} 和 R^{Ar2} 各自彼此独立地是氢、未取代或被取代的 C_1 - C_{18} 烷基、未取代或被取代的 C_3 - C_{20} 环烷基、未取代或被取代的杂环基、未取代或被取代的 C_6 - C_{20} 芳基、或者未取代或被取代的杂芳基，

但是不包括这样的式(I)化合物：其中 R^1 和 R^2 各自是 n - C_4H_9 ，并且 R^3 、 R^4 、 R^5 、 R^6 、 R^7 、 R^8 、 R^9 、 R^{10} 、 R^{11} 、 R^{12} 、 R^{13} 、 R^{14} 、 R^{15} 、 R^{16} 、 R^{17} 和 R^{18} 各自是氢。

具有刚性2,2'-联苯氧基桥接的茈双酰亚胺

发明领域

[0001] 本发明涉及适用于各种应用的具有刚性2,2'-联苯氧基桥接的茈双酰亚胺,和涉及具有刚性2,2'-联苯氧基桥接的新颖茈双酰亚胺。具体而言,本发明涉及所述化合物在色彩转化器中改良LED的发光效率的用途,涉及色彩转化器和其用途,和涉及包含至少一个LED或OLED和至少一个色彩转化器的发光装置。本发明也涉及包含至少一种具有刚性2,2'-联苯氧基桥接的茈双酰亚胺的安全印刷用的印刷油墨配制剂,和涉及安全文件。

[0002] LED(发光二极管,LED)和OLED(有机发光二极管,OLED)是一种重要类别的装置,其将电能转化成光。具体而言,LED是替代常规光源(例如白炽灯和荧光灯)的有吸引力的候选者,因为其具有更好的发光效率。发光效率是光源的能量效率的重要指示物并且是光源产生可见光的量度。

[0003] 光的发射是基于半导体中沿正向方向支撑的pn接面的界面区中的电子-空穴对(激子)重组。此半导体的能带隙的大小决定所发射光的近似波长。为了产生特定色彩,具有不同带隙的LED可以组合形成多重LED。

[0004] 或者,也可以将辐射转化发光团(也称为磷光体或荧光着色剂或荧光染料;在本发明中,这些术语可互换用于描述将第一波长的光转化成第二个波长的光的材料)与LED组合。在此情形下,LED发射的辐射被辐射转化发光团部分吸收,因此诱导光致发光。此类磷光体转化LED的光的色彩来自不吸收和透射的LED光的叠加以及辐射转化发光团的发射光谱和强度。根据一种称为“晶片上磷光体”的方法,将包含辐射转化发光团的聚合物材料直接施用于LED光源(LED晶片)上。聚合物材料直接且无介入间隙地施用于LED晶片,例如以液滴状或半球形使用,因此特定光学作用有助于光的发射。在晶片LED上的磷光体中,所用的辐射转化发光团一般是无机材料。有机发光团材料是不合适的,因为聚合物材料和辐射转化发光团遭受较高的热应力和辐射应力。

[0005] 在称为“远磷光体”的另一种方法中,色彩转化器(也称为“转化器”或“光转化器”)(其一般包含聚合物层和一个或多个辐射转化发光团)与LED光源在空间上分离。一次光源(LED)与色彩转化器之间的空间分离将由热和辐射引起的应力降低到使得有机荧光染料也可用作辐射转化发光团的程度。此外,根据“远磷光体”概念的LED比根据“晶片上磷光体”概念的LED更具能量有效性。

[0006] 发白光的LED由于其长使用寿命、高可靠性和低功率消耗而在各种应用中用作光源或在全色显示器中(包括在平板显示器应用中)用作背光。三种方法常用于LED产生白光。发射白光的基础总是各种色彩的叠加(混合)。第一种方法是通过组合所谓的多重LED、即混合来自三种个别红光、绿光和蓝光LED(RGB-LED)的光进行。由于各种发光二极管的不同亮度和操作条件(各LED通过单独的电路驱动),多重LED在技术上是复杂的,因此很昂贵。此外,多重LED的组件小型化严重受限。

[0007] 第二种和第三种方法是通过组合紫外线LED或蓝光LED与转化磷光材料经由发光转化进行。在第二种方法中,UV发射LED涂有三种不同的磷光体,其能够分别发射红光、绿光和蓝光以向人眼发出白光。

[0008] 在广泛使用的第三种方法中,蓝光LED涂有发黄光的磷光体,其将来自InGaN/GaN蓝光LED的发射转化成黄光。混合蓝光与黄光模拟白光。常规转化器(磷光体)材料是一种无机转化器材料,例如掺杂铈钇铝的石榴石(也称为Ce:YAG)。然而,基于Ce:YAG的标准白光LED具有高色温(通常高于6,000K)并且仅发射冷白光,这是因为光谱中的红光组分过弱。因此,无机磷光体的发射通常不能均匀地涵盖可见光谱范围,这降低了模拟日光或白炽光源的发射光谱的可能性,因此发光装置的显色性效能不能令人满意。或者,替代无机磷光体,有机荧光染料(有机磷光体)可以用于远磷光体设置中以从LED获得白光。与无机磷光体相比,有机荧光染料的有利之处在于其通常可以低成本获得且不会危害健康。

[0009] 当仅使用黄色荧光染料时,不能获得具有高显色性的低色温(暖白光)。添加能在可见光谱的红光或橙-红色光部分中发光的另一磷光体产生更平衡的光谱。光谱在红光范围中延伸,释放较暖白光,因此向较低色温移动色彩座标。合适的无机红光磷光体是基于稀土元素,例如铕。然而,稀土元素是昂贵的并且危害健康。归因于这些缺点,已建议数种有机红色荧光染料和有机荧光染料的混合物以提供具有较低色温的白光LED。

[0010] W02012/042438描述了色彩转化器,其在包含聚酯的聚合物材料中包含茈四甲酰亚胺,其中该聚酯的聚合物主链中含有芳族结构部分。茈四甲酰亚胺化合物在茈骨架的核心具有至多四个选自以下的取代基:氟,甲氧基,C₁-C₁₆烷基,和任选地被氟、甲氧基或C₁-C₁₆烷基取代的苯氧基。

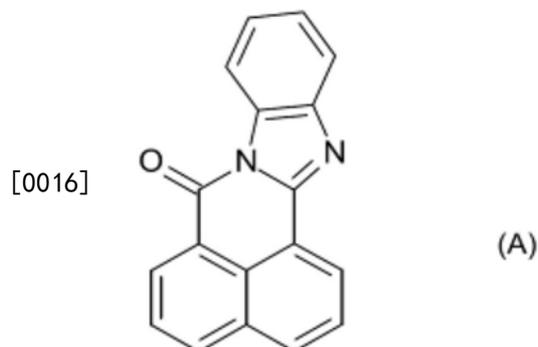
[0011] W02014/131628描述了发光装置,其包含(i)作为光源的蓝光LED和(ii)色彩转化器,后者包含聚合物基质和作为发绿光/黄光的有机发光材料的非氰化的苯并咕吨或苯并噻吨化合物。

[0012] W02015/019270描述了氰化的萘苯并咪唑化合物及其作为黄色荧光染料的用途,尤其在用于蓝光LED的色彩转化器中的用途。

[0013] W02015/169935描述了氰化的茈化合物和其作为荧光染料的用途,尤其在用于蓝光LED的色彩转化器中。

[0014] 未公开的EP 15161081.3(后公开的W02016/151068)的主题是氰化的苯并咕吨化合物和氰化的苯并噻吨化合物及其衍生物,和其作为有机发光材料的用途,尤其在包含至少一种聚合物作为基质材料的色彩转化器中作为荧光染料的用途。

[0015] W0 2012/168395描述包含至少一种聚合物和至少一种有机黄色荧光染料的色彩转化器,其中有机荧光染料包含至少一个式(A)的结构单元,



[0017] 其中该结构单元可以被相同或不同的取代基单取代或多取代,且其中所示苯并咪唑结构的六员环中的一个或多个CH基团可以被氮代替。此文献也描述一种色彩转化器,其

包含黄色荧光染料3,10,12-三苯基苯并[de]苯并[4,5]咪唑并[2,1-a]异喹啉-7-酮和红色荧光染料N,N'-(2,6-二异丙基苯基)-1,6,7,12-四苯氧基苝-3,4;9,10-四甲酰亚胺。黄色荧光染料与红色荧光染料在板中组合使得可制造如下色彩转化器,其在用峰值波长为450-452nm的LED照射后能产生具有变化色温的白光。此文献没有描述基于有机染料的白光LED的发光效率。

[0018] Zengqi Xie和Frank Würthner在Organic Letters,2010,第12卷,第14期,3204-3207中描述了核心扭转的苝双酰亚胺,其在凹陷区中的碳环骨架处具有一个或两个2,2'-联苯氧基桥接。苝双酰亚胺化合物在每个酰亚胺氮原子处具有正丁基。认为这些核心扭转的苝双酰亚胺适合于在手性识别和催化剂中的应用。

[0019] WO 2007/006717涉及苝四甲酰亚胺、苝二甲酰亚胺、相应酸酐和高级同系物。未描述这些化合物在包含至少一种聚合物作为基质材料的色彩转化器中作为荧光染料的用途。尚无具体化合物在凹陷区具有刚性2,2'-联苯酚桥接。

[0020] 未公开的EP 15170126.5(后公开的EP 3072887)的主题是N,N'-双(2,6-二异丙基苯基)-1,7-二(2,6-二苯基苯氧基)苝-3,4;9,10-四甲酰亚胺、N,N'-双(2,6-二异丙基苯基)-1,6-二(2,6-二苯基苯氧基)苝-3,4;9,10-四甲酰亚胺和所述化合物在色彩转化器中用于改良发白光的二极管的发光效率的用途。此文献具体地描述具有良好发光效率的色彩转化器,该色彩转化器包含W020127168395的实施例10的化合物作为黄色荧光染料,且包含N,N'-双(2,6-二异丙基苯基)-1,7-二(2,6-二苯基苯氧基)苝-3,4;9,10-四甲酰亚胺作为红色荧光染料。

[0021] 有机荧光染料在用于基于LED的大多数发光装置中遇到的物理-化学条件时必须光源寿命期间经受相当严苛的蓝光照射条件。尽管已知在电磁光谱(也称为IR-A,波长范围是约700nm-1400nm)区域的近红外(NIR)区中具有发射的有机红色荧光染料,但其中多种遭受降解,因此在操作寿命期间显示功效损失。降解可以归因于低的光稳定性、低的热稳定性和/或对湿气和氧气的高敏感性。红色荧光染料的特殊缺点是其荧光带的一部分通常处于NIR区,因此不能由人眼感觉,这是因为人眼对红光波长的敏感性降低。因此,白光LED通常在其发光效率方面不能令人满意。仍需要提供具有强发射色彩、无毒性、热稳定性、相对于湿气和氧气的高化学稳定性和高光稳定性的有机橙红色或红色荧光染料。具体而言,仍需要有机橙红色或红色荧光染料,其使得能提高白光LED的亮光发光效率。

[0022] 由于在色彩转化过程中(稍许)损失和延伸至近红外中的红色磷光体的宽频带发射,暖白光LED固有的效率低于冷白光LED。另一方面,具有高发光效率的白光LED通常显色指数(CRI)不足。显色性是光源显示在既定照射下观察物体的色彩的天然程度的特性。若显色性不良,则光源将不适用于通用发光。发光效率与显色指数之间存在的密切关系是这两个量中的一个仅仅能在另一个量降低的情况下提高。因此,同样仍需要具有高发光效率以及接近85或甚至更高的优良平均显色指数CRI Ra的白光LED。

[0023] 用于评定平均显色指数Ra(CRI Ra值)的八个测试色彩是淡色,和尤其缺乏深红色和紫色。然而,对于多种应用,红色重现是十分重要的。同样仍需要具有特定特性、例如高发光效率、接近85或甚至更高的CRI Ra和大于零或甚至更高的R9值(饱和红色)的白光LED,从而实现极佳的功效、光品质和色彩重现。

[0024] 有机荧光染料也在安全应用中具有极大潜力,这是因为其在UV光下、例如在黑光

光源 (UVA) 或从标准汞蒸气光在365nm下发射的紫外光下观察时发射亮色光。人眼不可见的紫外光被转化成可见光 (波长为400至700nm的电磁照射)。仍需要提供具有强吸收 (高消光系数) 的新颖荧光染料。也需要提供一种成本有效的安全油墨, 其在与现有技术比较时更难以伪造且符合技术稳定性要求 (化学稳定性、热稳定性和/或光稳定性)。

[0025] 因此, 本发明的一个目的是提供新颖的有机荧光染料, 其应具有以下特性中的至少一个:

[0026] -高的光稳定性;

[0027] -对于湿气和氧气的高化学稳定性;

[0028] -良好的热稳定性;

[0029] -在聚合物基质中的高荧光量子产率, 优选高于92%;

[0030] -提高白光LED光源的亮光发光效率;

[0031] -与LED制造操作的高相容性;

[0032] -用作安全印刷用的荧光染料;

[0033] -对化学品的良好牢度, 尤其对用次氯酸盐漂白的牢度和对溶剂 (如甲苯、丙酮或二氯甲烷) 的牢度;

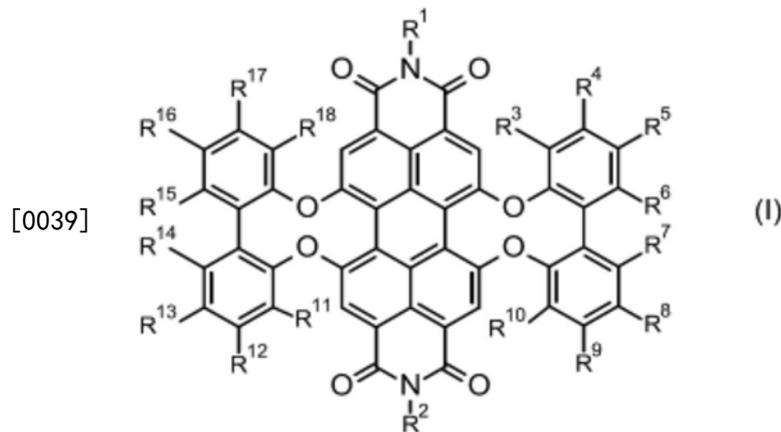
[0034] -对沸水的良好牢度;

[0035] -与多种配制剂的高相容性, 尤其用于安全印刷中的特定印刷油墨配制剂和用于激光焊接的热塑性聚合物配制剂。

[0036] 这些和其它目标是通过下述式 (I) 的茚双酰亚胺化合物实现的。

[0037] 发明概述

[0038] 发现这些目的能通过式 (I) 的茚双酰亚胺化合物或其混合物实现:



[0040] 其中

[0041] R^1 和 R^2 彼此独立地选自氢,

[0042] 在每种情况下未取代或被取代的 C_1 - C_{30} 烷基、聚亚烷基氧基、 C_1 - C_{30} 烷氧基、 C_1 - C_{30} 烷基硫基、 C_3 - C_{20} 环烷基、 C_3 - C_{20} 环烷氧基、 C_6 - C_{24} 芳基和 C_6 - C_{24} 芳氧基;

[0043] R^3 、 R^4 、 R^5 、 R^6 、 R^7 、 R^8 、 R^9 、 R^{10} 、 R^{11} 、 R^{12} 、 R^{13} 、 R^{14} 、 R^{15} 、 R^{16} 、 R^{17} 和 R^{18} 彼此独立地选自氢、卤素、氰基、羟基、巯基、硝基、 $-NE^1E^2$ 、 $-NR^{Ar1}COR^{Ar2}$ 、 $-CONR^{Ar1}R^{Ar2}$ 、 $-SO_2NR^{Ar1}R^{Ar2}$ 、 $-COOR^{Ar1}$ 、 $-SO_3R^{Ar2}$,

[0044] 在每种情况下未取代或被取代的 C_1 - C_{30} 烷基、聚亚烷基氧基、 C_1 - C_{30} 烷氧基、 C_1 - C_{30}

烷基硫基、C₃-C₂₀环烷基、C₃-C₂₀环烷氧基、C₆-C₂₄芳基、C₆-C₂₄芳氧基和C₆-C₂₄芳基硫基，

[0045] 其中R³和R⁴、R⁴和R⁵、R⁵和R⁶、R⁶和R⁷、R⁷和R⁸、R⁸和R⁹、R⁹和R¹⁰、R¹¹和R¹²、R¹²和R¹³、R¹³和R¹⁴、R¹⁴和R¹⁵、R¹⁵和R¹⁶、R¹⁶和R¹⁷和/或R¹⁷和R¹⁸也可以与其所键连的联苯基结构部分的碳原子一起形成另一个稠合芳族或非芳族环体系，其中该稠合环体系是未取代或被取代的；

[0046] 其中

[0047] E¹和E²彼此独立地是氢、未取代或被取代的C₁-C₁₈烷基、未取代或被取代的C₂-C₁₈链烯基、未取代或被取代的C₂-C₁₈炔基、未取代或被取代的C₃-C₂₀环烷基、或者未取代或被取代的C₆-C₁₀芳基；

[0048] R^{Ar1}和R^{Ar2}各自彼此独立地是氢、未取代或被取代的C₁-C₁₈烷基、未取代或被取代的C₃-C₂₀环烷基、未取代或被取代的杂环基、未取代或被取代的C₆-C₂₀芳基、或者未取代或被取代的杂芳基。

[0049] 因此，本发明涉及一种色彩转化器，其在聚合物基质材料中包含至少一种如上文所定义的式(I)化合物或其混合物。优选地，聚合物基质材料基本上由选自以下的聚合物组成：聚苯乙烯、聚碳酸酯、聚甲基丙烯酸甲酯、聚乙烯基吡咯烷酮、聚甲基丙烯酸酯、聚乙酸乙烯酯、聚氯乙烯、聚丁烯、聚硅氧烷、聚丙烯酸酯、环氧树脂、聚乙烯醇、聚(乙烯乙二醇)-共聚物(EVA、EVOH)、聚丙烯腈、聚偏二氯乙烯(PVDC)、聚苯乙烯丙烯腈(SAN)、聚对苯二甲酸亚丁酯(PBT)、聚对苯二甲酸亚乙酯(PET)、聚丁酸乙酯(PVB)、聚氯乙烯(PVC)、聚酰胺、聚甲醛、聚酰亚胺、聚醚酰亚胺和其混合物。

[0050] 本发明也涉及如上文所定义的色彩转化器的用途，其用于转化由LED或OLED产生、优选由冷白光LED或蓝光LED产生的光。

[0051] 本发明也涉及一种发光装置，其包含至少一个LED和至少一个如上文所定义的色彩转化器。

[0052] 本发明也涉及式(I)化合物或其混合物在色彩转化器中的用途，其用于将从光源、尤其选自LED和OLED的光源发射的光转化成第二个较长波长的光，用于将涂层、印刷油墨和塑料着色，用于制备吸收和/或发射电磁辐射的水性聚合物分散体，用于数据储存，用于光学标记，用于文件中的安全标记和用于商标保护，或用作生物分子的荧光标记。

[0053] 本发明也涉及如上文所定义的式(I)茈双酰亚胺化合物或其混合物在安全印刷用的安全油墨中的用途。

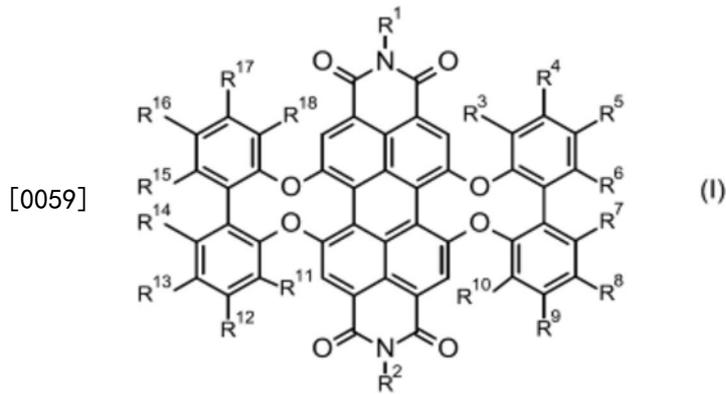
[0054] 本发明也涉及安全印刷用的印刷油墨配制剂，其包含至少一种如上文所定义的式(I)化合物或其混合物。

[0055] 除在Organic Letters, 2010, 第12卷, 第14期, 3204-3207中提及的这样的式(I)化合物：其中R¹和R²各自是n-C₄H₉、且R³、R⁴、R⁵、R⁶、R⁷、R⁸、R⁹、R¹⁰、R¹¹、R¹²、R¹³、R¹⁴、R¹⁵、R¹⁶、R¹⁷和R¹⁸各自是氢之外，式(I)化合物和其混合物是新颖的。因此，本发明也涉及式(I)的茈双酰亚胺化合物和其混合物，但不包括这样的化合物：其中R¹和R²各自是n-C₄H₉，且R³、R⁴、R⁵、R⁶、R⁷、R⁸、R⁹、R¹⁰、R¹¹、R¹²、R¹³、R¹⁴、R¹⁵、R¹⁶、R¹⁷和R¹⁸各自是氢。

[0056] 本发明的实施方案

[0057] 具体而言，本发明包括以下优选实施方案：

[0058] 1. 一种色彩转化器，其在聚合物基质材料中包含至少一种荧光染料，其中至少一种荧光染料是式(I)的茈双酰亚胺化合物：



[0060] 或其混合物，

[0061] 其中

[0062] R^1 和 R^2 彼此独立地选自氢，

[0063] 在每种情况下未取代或被取代的 C_1 - C_{30} 烷基、聚亚烷基氧基、 C_1 - C_{30} 烷氧基、 C_1 - C_{30} 烷基硫基、 C_3 - C_{20} 环烷基、 C_3 - C_{20} 环烷氧基、 C_6 - C_{24} 芳基和 C_6 - C_{24} 芳氧基；

[0064] R^3 、 R^4 、 R^5 、 R^6 、 R^7 、 R^8 、 R^9 、 R^{10} 、 R^{11} 、 R^{12} 、 R^{13} 、 R^{14} 、 R^{15} 、 R^{16} 、 R^{17} 和 R^{18} 彼此独立地选自氢、卤素、氰基、羟基、巯基、硝基、 $-NE^1E^2$ 、 $-NR^{Ar1}COR^{Ar2}$ 、 $-CONR^{Ar1}R^{Ar2}$ 、 $-SO_2NR^{Ar1}R^{Ar2}$ 、 $-COOR^{Ar1}$ 、 $-SO_3R^{Ar2}$ ，

[0065] 在每种情况下未取代或被取代的 C_1 - C_{30} 烷基、聚亚烷基氧基、 C_1 - C_{30} 烷氧基、 C_1 - C_{30} 烷基硫基、 C_3 - C_{20} 环烷基、 C_3 - C_{20} 环烷氧基、 C_6 - C_{24} 芳基、 C_6 - C_{24} 芳氧基和 C_6 - C_{24} 芳基硫基，

[0066] 其中 R^3 和 R^4 、 R^4 和 R^5 、 R^5 和 R^6 、 R^6 和 R^7 、 R^7 和 R^8 、 R^8 和 R^9 、 R^9 和 R^{10} 、 R^{11} 和 R^{12} 、 R^{12} 和 R^{13} 、 R^{13} 和 R^{14} 、 R^{14} 和 R^{15} 、 R^{15} 和 R^{16} 、 R^{16} 和 R^{17} 和/或 R^{17} 和 R^{18} 也可以与其所键连的联苯基结构部分的碳原子一起形成另一个稠合芳族或非芳族环体系，其中该稠合环体系是未取代或被取代的；

[0067] 其中

[0068] E^1 和 E^2 彼此独立地是氢、未取代或被取代的 C_1 - C_{18} 烷基、未取代或被取代的 C_2 - C_{18} 链烯基、未取代或被取代的 C_2 - C_{18} 炔基、未取代或被取代的 C_3 - C_{20} 环烷基、或者未取代或被取代的 C_6 - C_{10} 芳基；

[0069] R^{Ar1} 和 R^{Ar2} 各自彼此独立地是氢、未取代或被取代的 C_1 - C_{18} 烷基、未取代或被取代的 C_3 - C_{20} 环烷基、未取代或被取代的杂环基、未取代或被取代的 C_6 - C_{20} 芳基、或者未取代或被取代的杂芳基。

[0070] 2. 如实施方案1中所定义的色彩转化器，其中式(I)中的 R^1 和 R^2 彼此独立地选自：

[0071] C_1 - C_{10} 烷基，其是未取代的或被 C_6 - C_{10} 芳基取代，该 C_6 - C_{10} 芳基进而是未取代的或被1、2或3个 C_1 - C_{10} 烷基取代，

[0072] C_3 - C_8 环烷基，其是未取代的或被1、2或3个 C_1 - C_{10} 烷基取代，和

[0073] C_6 - C_{10} 芳基，其是未取代的或被1、2或3个 C_1 - C_{10} 烷基取代。

[0074] 3. 如实施方案2中所定义的色彩转化器，其中式(I)中的 R^1 和 R^2 彼此独立地选自 C_1 - C_8 烷基； C_3 - C_8 环烷基，其是未取代的或被1、2或3个 C_1 - C_6 烷基取代；和 C_6 - C_{10} 芳基，其是未取代的或被1、2或3个 C_1 - C_6 烷基取代。

[0075] 4. 如前述实施方案中任一项所定义的色彩转化器，其中式(I)中的 R^3 、 R^4 、 R^5 、 R^6 、 R^7 、 R^8 、 R^9 、 R^{10} 、 R^{11} 、 R^{12} 、 R^{13} 、 R^{14} 、 R^{15} 、 R^{16} 、 R^{17} 和 R^{18} 彼此独立地选自氢、卤素、 C_1 - C_{18} 烷基、 C_6 - C_{10} 芳基、

C₆-C₁₀芳基-C₁-C₁₀亚烷基、C₆-C₁₀芳氧基和C₆-C₁₀芳基硫基,其中C₆-C₁₀芳基、C₆-C₁₀芳基-C₁-C₁₀亚烷基、C₆-C₁₀芳氧基和C₆-C₁₀芳基硫基中的芳基结构部分是未取代的或被一个或多个C₁-C₁₀烷基取代,

[0076] 且此外R⁴和R⁵、R⁵和R⁶、R⁶和R⁷、R⁷和R⁸、R⁸和R⁹、R¹²和R¹³、R¹³和R¹⁴、R¹⁴和R¹⁵、R¹⁵和R¹⁶和/或R¹⁶和R¹⁷也可以与其所键连的联苯基结构部分的碳原子一起形成另一个稠合苯环体系。

[0077] 5.如前述实施方案中任一项所定义的色彩转化器,其中在式(I)中,R³、R¹⁰、R¹¹和R¹⁸各自是氢,且R⁴、R⁵、R⁶、R⁷、R⁸、R⁹、R¹²、R¹³、R¹⁴、R¹⁵、R¹⁶和R¹⁷彼此独立地选自氢和C₁-C₁₈烷基,和此外R⁵和R⁶、R⁶和R⁷、R⁷和R⁸、R¹³和R¹⁴、R¹⁴和R¹⁵和/或R¹⁵和R¹⁶也可以与其所键连的联苯基结构部分的碳原子一起形成苯环体系。

[0078] 6.如前述实施方案中任一项所定义的色彩转化器,其中聚合物基质基本上由选自以下的聚合物组成:聚苯乙烯、聚碳酸酯、聚甲基丙烯酸甲酯、聚乙烯基吡咯烷酮、聚甲基丙烯酸酯、聚乙酸乙烯酯、聚氯乙烯、聚丁烯、聚硅氧烷、聚丙烯酸酯、环氧树脂、聚乙烯醇、聚(乙烯乙醇)-共聚物(EVA、EVOH)、聚丙烯腈、聚偏二氯乙烯(PVDC)、聚苯乙烯丙烯腈(SAN)、聚对苯二甲酸亚丁酯(PBT)、聚对苯二甲酸亚乙酯(PET)、聚丁酸乙烯酯(PVB)、聚氯乙烯(PVC)、聚酰胺、聚甲醛、聚酰亚胺、聚醚酰亚胺和其混合物,优选聚苯乙烯、聚碳酸酯或聚对苯二甲酸亚乙酯。

[0079] 7.如实施方案6中所定义的色彩转化器,其中聚合物由聚苯乙烯组成。

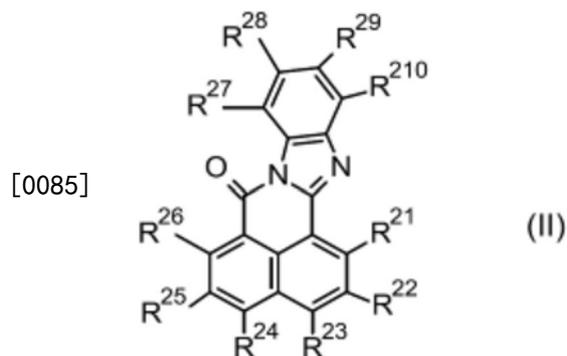
[0080] 8.如实施方案6中所定义的色彩转化器,其中聚合物由聚碳酸酯组成。

[0081] 9.如实施方案6中所定义的色彩转化器,其中聚合物由聚对苯二甲酸亚乙酯组成。

[0082] 10.如前述实施方案中任一项所定义的色彩转化器,其中该色彩转化器另外包含至少一种无机白色颜料作为散射体。

[0083] 11.如前述实施方案中任一项所定义的色彩转化器,其包含至少一种选自以下的其它有机荧光染料:

[0084] (i) 式(II)的氰化萘苯并咪唑化合物



[0086] 其中

[0087] R²¹、R²²、R²³、R²⁴、R²⁵、R²⁶、R²⁷、R²⁸、R²⁹和R²¹⁰各自独立地是氢、氰基或芳基,其是未取代的或具有一个或多个相同或不同的取代基R^{2Ar},

[0088] 其中

[0089] 每个R^{2Ar}独立地选自氰基、羟基、巯基、卤素、C₁-C₂₀烷氧基、C₁-C₂₀烷基硫基、硝基、-NR^{2Ar2}R^{2Ar3}、-NR^{2Ar2}COR^{2Ar3}、-CONR^{2Ar2}R^{2Ar3}、-SO₂NR^{2Ar2}R^{2Ar3}、-COOR^{2Ar2}、-SO₃R^{2Ar2},

[0090] C_1 - C_{30} 烷基、 C_2 - C_{30} 链烯基、 C_2 - C_{30} 炔基,其中后三个基团是未取代的或具有一个或多个 R^{2a} 基团,

[0091] C_3 - C_8 环烷基、3至8员杂环基,其中后两个基团是未取代的或具有一个或多个 R^{2b} 基团,

[0092] 芳基、U-芳基、杂芳基和U-杂芳基,其中后四个基团是未取代的或具有一个或多个 R^{2b} 基团,

[0093] 其中

[0094] 每个 R^{2a} 独立地选自氰基、羟基、氧基、巯基、卤素、 C_1 - C_{20} 烷氧基、 C_1 - C_{20} 烷基硫基、硝基、 $-NR^{2Ar2}R^{2Ar3}$ 、 $-NR^{2Ar2}COR^{2Ar3}$ 、 $-CONR^{2Ar2}R^{2Ar3}$ 、 $-SO_2NR^{2Ar2}R^{2Ar3}$ 、 $-COOR^{2Ar2}$ 、 $-SO_3R^{2Ar2}$ 、 C_3 - C_8 环烷基、3至8员杂环基、芳基和杂芳基,其中这些环烷基、杂环基、芳基和杂芳基是未取代的或具有一个或多个 R^{2b} 基团;

[0095] 每个 R^{2b} 独立地选自氰基、羟基、氧基、巯基、卤素、 C_1 - C_{20} 烷氧基、 C_1 - C_{20} 烷基硫基、硝基、 $-NR^{2Ar2}R^{2Ar3}$ 、 $-NR^{2Ar2}COR^{2Ar3}$ 、 $-CONR^{2Ar2}R^{2Ar3}$ 、 $-SO_2NR^{2Ar2}R^{2Ar3}$ 、 $-COOR^{2Ar2}$ 、 $-SO_3R^{2Ar2}$ 、 C_1 - C_{18} 烷基、 C_2 - C_{18} 链烯基、 C_2 - C_{18} 炔基、 C_3 - C_8 环烷基、3至8员杂环基、芳基和杂芳基,其中后四个基团是未取代的或具有一个或多个 R^{2b1} 基团,

[0096] 每个 R^{2b1} 独立地选自氰基、羟基、巯基、氧基、硝基、卤素、 $-NR^{2Ar2}R^{2Ar3}$ 、 $-NR^{2Ar2}COR^{2Ar3}$ 、 $-CONR^{2Ar2}R^{2Ar3}$ 、 $-SO_2NR^{2Ar2}R^{2Ar3}$ 、 $-COOR^{2Ar2}$ 、 $-SO_3R^{2Ar2}$ 、 $-SO_3R^{2Ar2}$ 、 C_1 - C_{18} 烷基、 C_2 - C_{18} 链烯基、 C_2 - C_{18} 炔基、 C_1 - C_{12} 烷氧基和 C_1 - C_{12} 烷基硫基,

[0097] U是-O-、-S-、 $-NR^{2Ar1}$ -、-CO-、-SO-或-SO₂-结构部分;

[0098] R^{2Ar1} 、 R^{2Ar2} 、 R^{2Ar3} 各自独立地是氢、 C_1 - C_{18} 烷基、3至8员环烷基、3至8员杂环基、芳基或杂芳基,其中烷基是未取代的或具有一个或多个 R^{2a} 基团,其中3至8员环烷基、3至8员杂环基、芳基和杂芳基是未取代的或具有一个或多个 R^{2b} 基团;

[0099] 前提条件是式II的化合物包含至少一个氰基,

[0100] 或其混合物;

[0101] (ii) 式(III)的氰化茈化合物:



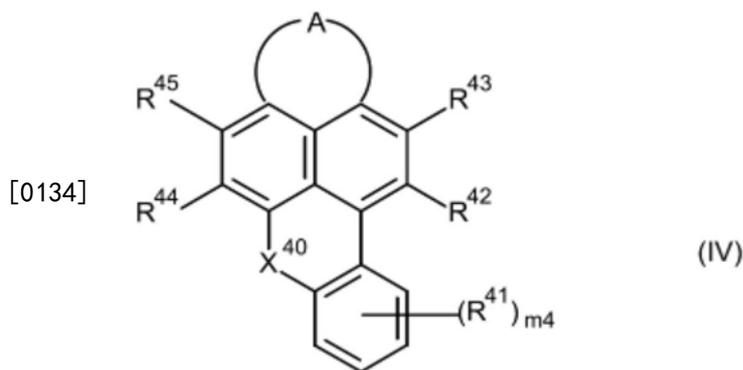
[0103] 其中

[0104] Z^3 取代基中的一个为氰基,且另一个 Z^3 取代基是 CO_2R^{39} 、 $CONR^{310}R^{311}$ 、 C_1 - C_{18} 烷基、 C_2 - C_{18} 链烯基、 C_2 - C_{18} 炔基、 C_3 - C_{12} 环烷基或 C_6 - C_{14} 芳基,其中

[0105] C_1 - C_{18} 烷基、 C_2 - C_{18} 链烯基、 C_2 - C_{18} 炔基是未取代的,或具有一个或多个相同或不同的 Z^{3a} 取代基,

[0106] C_3 - C_{12} 环烷基是未取代的,或具有一个或多个相同或不同的 Z^{3b} 取代基,和

- [0107] C₆-C₁₄芳基是未取代的,或具有一个或多个相同或不同的Z^{3Ar}取代基;
- [0108] Z^{3*}取代基中的一个为氰基,且另一个Z^{3*}取代基是CO₂R³⁹、CONR³¹⁰R³¹¹、C₁-C₁₈烷基、C₂-C₁₈链烯基、C₂-C₁₈炔基、C₃-C₁₂环烷基或C₆-C₁₄芳基,其中
- [0109] C₁-C₁₈烷基、C₂-C₁₈链烯基、C₂-C₁₈炔基是未取代的,或具有一个或多个相同或不同的Z^{3a}取代基,
- [0110] C₃-C₁₂环烷基是未取代的,或具有一个或多个相同或不同的Z^{3b}取代基,和
- [0111] C₆-C₁₄芳基是未取代的,或具有一个或多个相同或不同的Z^{3Ar}取代基;
- [0112] R³¹、R³²、R³³、R³⁴、R³⁵、R³⁶、R³⁷和R³⁸各自独立地选自氢、氰基、溴和氯,
- [0113] 前提条件是这些R³¹、R³²、R³³、R³⁴、R³⁵、R³⁶、R³⁷或R³⁸取代基中的1、2、3、4、5、6、7或8个是氰基;
- [0114] 其中
- [0115] R³⁹是氢、C₁-C₁₀烷基、C₂-C₁₀链烯基、C₂-C₁₀炔基、C₃-C₁₂环烷基或C₆-C₁₄芳基,其中
- [0116] C₁-C₁₀烷基、C₂-C₁₀链烯基、C₂-C₁₀炔基是未取代的,或具有一个或多个相同或不同的R^{3a}取代基,
- [0117] C₃-C₁₂环烷基是未取代的,或具有一个或多个相同或不同的R^{3b}取代基,且
- [0118] C₆-C₁₄芳基是未取代的,或具有一个或多个相同或不同的R^{3Ar}取代基;
- [0119] R³¹⁰和R³¹¹各自独立地是氢、C₁-C₁₀烷基、C₂-C₁₀链烯基、C₂-C₁₀炔基、C₃-C₁₂环烷基或C₆-C₁₄芳基,其中
- [0120] C₁-C₁₀烷基、C₂-C₁₀链烯基、C₂-C₁₀炔基是未取代的,或具有一个或多个相同或不同的R^{3a}取代基,
- [0121] C₃-C₁₂环烷基是未取代的,或具有一个或多个相同或不同的R^{3b}取代基,且
- [0122] C₆-C₁₄芳基是未取代的,或具有一个或多个相同或不同的R^{3Ar}取代基;
- [0123] 每个Z^{3a}独立地是卤素、羟基、NR^{310a}R^{311a}、C₁-C₁₀烷氧基、C₁-C₁₀卤代烷氧基、C₁-C₁₀烷基硫基、C₃-C₁₂环烷基、C₆-C₁₄芳基、C(=O)R^{39a};C(=O)OR^{39a}或C(O)NR^{310a}R^{311a},其中
- [0124] C₃-C₁₂环烷基是未取代的,或具有一个或多个相同或不同的R^{3b}取代基,和
- [0125] C₆-C₁₄芳基是未取代的,或具有一个或多个相同或不同的R^{3Ar}取代基;
- [0126] 每个Z^{3b}和每个Z^{3Ar}独立地是卤素、羟基、NR^{310a}R^{311a}、C₁-C₁₀烷基、C₁-C₁₀烷氧基、C₁-C₁₀卤代烷氧基、C₁-C₁₀烷基硫基、C(=O)R^{39a};C(=O)OR^{39a}或C(O)NR^{310a}R^{311a};
- [0127] 每个R^{3a}独立地是卤素、羟基、C₁-C₁₀烷氧基、C₃-C₁₂环烷基或C₆-C₁₄芳基;
- [0128] 每个R^{3b}独立地是卤素、羟基、C₁-C₁₀烷基、C₁-C₁₀烷氧基、C₁-C₁₀卤代烷氧基、C₁-C₁₀烷基硫基、C₂-C₁₀链烯基、C₂-C₁₀炔基、C₃-C₁₂环烷基或C₆-C₁₄芳基;
- [0129] 每个R^{3Ar}独立地是卤素、羟基、C₁-C₁₀烷基、C₁-C₁₀烷氧基、C₁-C₁₀卤代烷氧基、C₁-C₁₀烷基硫基、C₂-C₁₀链烯基、C₂-C₁₀炔基、C₃-C₁₂环烷基或C₆-C₁₄芳基;
- [0130] R^{39a}是氢、C₁-C₁₀烷基、C₂-C₁₀链烯基、C₂-C₁₀炔基、C₃-C₁₂环烷基或C₆-C₁₄芳基;和
- [0131] R^{310a}、R^{311a}各自独立地是氢、C₁-C₁₀烷基、C₂-C₁₀链烯基、C₂-C₁₀炔基、C₃-C₁₂环烷基或C₆-C₁₄芳基,
- [0132] 和其混合物。
- [0133] (iii) 式(IV)的氰化化合物:



[0135] 其中

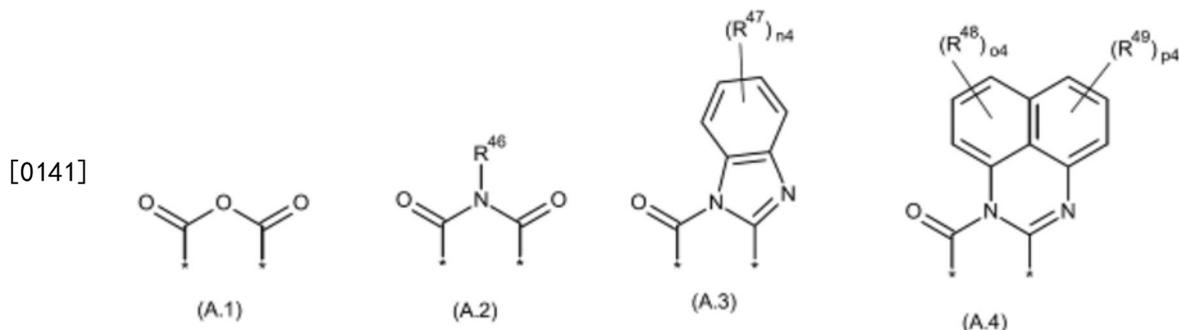
[0136] m_4 是0、1、2、3或4；

[0137] 每个 R^{41} 彼此独立地选自溴、氯、氰基、 $-NR^{4a}R^{4b}$ 、 C_1-C_{24} 烷基、 C_1-C_{24} 卤代烷基、 C_1-C_{24} 烷氧基、 C_1-C_{24} 卤代烷氧基、 C_3-C_{24} 环烷基、杂环烷基、杂芳基、 C_6-C_{24} 芳基、 C_6-C_{24} 芳氧基、 C_6-C_{24} 芳基- C_1-C_{10} 亚烷基，其中后六个所述基团中的环烷基、杂环烷基、杂芳基、芳基、芳氧基的环是未取代的或被1、2、3、4或5个相同或不同的基团 R^{41a} 取代，且其中 C_1-C_{24} 烷基、 C_1-C_{24} 卤代烷基、 C_1-C_{24} 烷氧基和 C_6-C_{24} 芳基- C_1-C_{10} 亚烷基中的亚烷基结构部分可以被一个或多个选自O、S和 NR^{4c} 的基团间隔；

[0138] 基团 R^{42} 、 R^{43} 、 R^{44} 和 R^{45} 中的至少一个是CN，且其余基团彼此独立地选自氢、氯和溴；

[0139] X^{40} 是O、S、SO或 SO_2 ；

[0140] A是二价基团，其选自通式(A.1)、(A.2)、(A.3)和(A.4)的二价基团：



[0142] 其中

[0143] *在每种情况下表示与分子其余部分的连接点；

[0144] n_4 是0、1、2、3或4；

[0145] o_4 是0、1、2或3；

[0146] p_4 是0、1、2或3；

[0147] R^{46} 是氢、 C_1-C_{24} 烷基、 C_1-C_{24} 卤代烷基、 C_3-C_{24} 环烷基、 C_6-C_{24} 芳基或 C_6-C_{24} 芳基- C_1-C_{10} 亚烷基，其中后三个所述基团中的环烷基、芳基和芳基-亚烷基的环是未取代的或被1、2、3、4或5个相同或不同的基团 R^{46a} 取代，且其中 C_1-C_{24} 烷基、 C_1-C_{24} 卤代烷基和 C_6-C_{24} 芳基- C_1-C_{10} 亚烷基中的亚烷基结构部分可以被一个或多个选自O、S和 NR^{4c} 的杂原子或杂原子基团间隔；

[0148] 每个 R^{47} 彼此独立地选自溴、氯、氰基、 $-NR^{4a}R^{4b}$ 、 C_1-C_{24} 烷基、 C_1-C_{24} 卤代烷基、 C_1-C_{24} 烷氧基、 C_1-C_{24} 卤代烷氧基、 C_3-C_{24} 环烷基、杂环烷基、杂芳基、 C_6-C_{24} 芳基、 C_6-C_{24} 芳氧基、 C_6-C_{24} 芳基- C_1-C_{10} 亚烷基，其中后六个所述基团中的环烷基、杂环烷基、杂芳基、芳基和芳基-亚

烷基的环是未取代的或被1、2、3、4或5个相同或不同的基团 R^{47a} 取代,且其中 C_1-C_{24} 烷基、 C_1-C_{24} 卤代烷基、 C_1-C_{24} 烷氧基、 C_1-C_{24} 卤代烷氧基和 C_6-C_{24} 芳基- C_1-C_{10} 亚烷基中的亚烷基结构部分可被一个或多个选自O、S和 NR^{4c} 的基团间隔;

[0149] 每个 R^{48} 彼此独立地选自溴、氯、氰基、 $NR^{4a}R^{4b}$ 、 C_1-C_{24} 烷基、 C_1-C_{24} 卤代烷基、 C_1-C_{24} 烷氧基、 C_1-C_{24} 卤代烷氧基、 C_3-C_{24} 环烷基、杂环烷基、杂芳基、 C_6-C_{24} 芳基、 C_6-C_{24} 芳氧基、 C_6-C_{24} 芳基- C_1-C_{10} 亚烷基,其中后六个所述基团中的环烷基、杂环烷基、杂芳基、芳基和芳基-亚烷基的环是未取代的或被1、2、3、4或5个相同或不同的基团 R^{48a} 取代,且其中 C_1-C_{24} 烷基、 C_1-C_{24} 卤代烷基、 C_1-C_{24} 烷氧基、 C_1-C_{24} 卤代烷氧基和 C_6-C_{24} 芳基- C_1-C_{10} 亚烷基中的亚烷基结构部分可被一个或多个选自O、S和 NR^{4c} 的基团间隔;

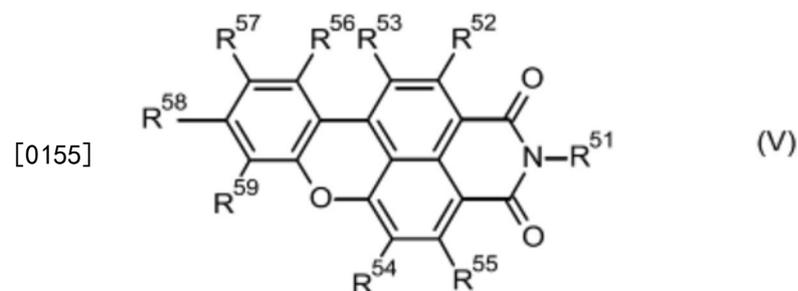
[0150] 每个 R^{49} 彼此独立地选自溴、氯、氰基、 $NR^{4a}R^{4b}$ 、 C_1-C_{24} 烷基、 C_1-C_{24} 卤代烷基、 C_1-C_{24} 烷氧基、 C_1-C_{24} 卤代烷氧基、 C_3-C_{24} 环烷基、杂环烷基、杂芳基、 C_6-C_{24} 芳基、 C_6-C_{24} 芳氧基、 C_6-C_{24} 芳基- C_1-C_{10} 亚烷基,其中后六个所述基团中的环烷基、杂环烷基、杂芳基、芳基和芳基-亚烷基的环是未取代的或被1、2、3、4或5个相同或不同的基团 R^{49a} 取代,且其中 C_1-C_{24} 烷基、 C_1-C_{24} 卤代烷基、 C_1-C_{24} 烷氧基、 C_1-C_{24} 卤代烷氧基和 C_6-C_{24} 芳基- C_1-C_{10} 亚烷基中的亚烷基结构部分可被一个或多个选自O、S和 NR^{4c} 的基团间隔;

[0151] R^{41a} 、 R^{46a} 、 R^{47a} 、 R^{48a} 、 R^{49a} 彼此独立地选自 C_1-C_{24} 烷基、 C_1-C_{24} 氟烷基、 C_1-C_{24} 烷氧基、氟、氯和溴;

[0152] R^{4a} 、 R^{4b} 、 R^{4c} 彼此独立地选自氢、 C_1-C_{20} 烷基、 C_3-C_{24} 环烷基、杂环烷基、杂芳基和 C_6-C_{24} 芳基;

[0153] 和其混合物;

[0154] (iv) 式 (V) 的苯并咕吨化合物:



[0156] 其中

[0157] R^{51} 是苯基,其是未取代的或具有1、2、3、4或5个选自卤素、 R^{511} 、 OR^{552} 、 NHR^{552} 和 $NR^{552}R^{557}$ 的取代基;

[0158] R^{52} 、 R^{53} 、 R^{54} 、 R^{55} 、 R^{56} 、 R^{57} 、 R^{58} 和 R^{59} 彼此独立地选自氢、卤素、 R^{553} 、 OR^{553} 、 NHR^{553} 和 $NR^{553}R^{554}$,

[0159] 其中

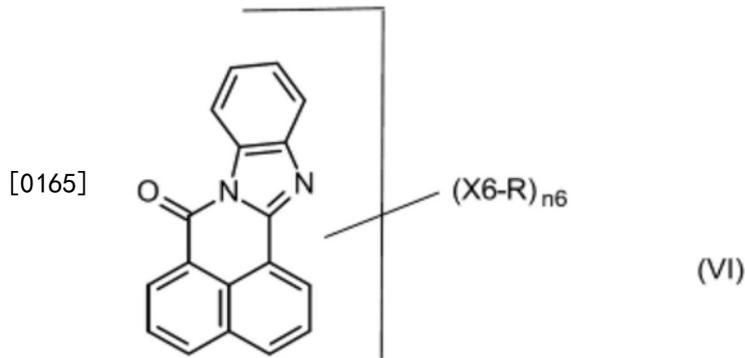
[0160] R^{511} 选自 C_2-C_{18} 烷基、 C_6-C_{24} 芳基和杂芳基;

[0161] R^{552} 和 R^{557} 彼此独立地选自 C_1-C_{18} 烷基、 C_6-C_{24} 芳基和杂芳基;且

[0162] R^{553} 和 R^{554} 彼此独立地选自 C_1-C_{18} 烷基、 C_6-C_{24} 芳基和杂芳基;

[0163] 和其混合物;

[0164] (v) 包含至少一个式 (VI) 结构单元的荧光化合物:



[0166] 其中所示苯并咪唑结构的六员环中的一个或多个CH基团可以被氮代替,且其中符号各自定义如下:

[0167] n_6 是用于各式(VI)结构单元的0至 $(10-p_6)$ 的数字;其中 p_6 是所示苯并咪唑结构的六员环中被氮代替的CH单元的数目

[0168] X_6 是化学键、O、S、SO、SO₂、NR⁶¹;和

[0169] R是脂族基、环脂族基、芳基、杂芳基,其各自可以具有任何取代基,芳族或杂芳族环或环体系,其各自与式(VI)结构单元的其他芳族环稠合,

[0170] 当 X_6 不是化学键时,R是F、Cl、Br、CN、H;

[0171] 其中两个R基团可以连接得到一个环状基团,和

[0172] 其中当 $n_6 > 1$ 时, X_6 和R可以是相同或不同的;

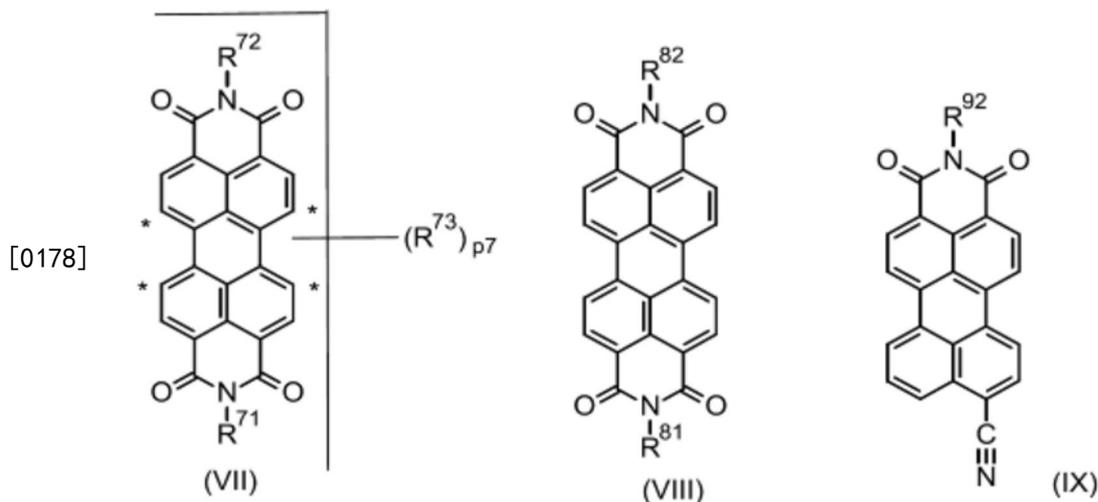
[0173] R⁶¹各自独立地是氢、C₁-C₁₈烷基或环烷基,其碳链可包含一个或多个-O-、-S-、-CO-、-SO-和/或-SO₂-结构部分且其可以被单取代或多取代;

[0174] 芳基或杂芳基,其可以被单取代或多取代;

[0175] 和其混合物;

[0176] 和

[0177] (vi)式(VII)、(VIII)或(IX)的茚化合物:



[0179] 其中

[0180] p_7 是1至4,

[0181] R⁷¹、R⁷²各自独立地是C₁-C₃₀烷基、C₃-C₈环烷基、芳基、杂芳基、芳基-C₁-C₁₀亚烷基,其中后三个基团中的芳族环是未取代的或被C₁-C₁₀烷基单取代或多取代;

[0182] 每个 R^{73} 独立地是芳氧基,其是未取代的或被 C_1 - C_{10} 烷基单取代或多取代,其中这些 R^{73} 基团位于一个或多个由*指示的位置处;

[0183] R^{81} 、 R^{82} 各自独立地是 C_1 - C_{30} 烷基、 C_3 - C_8 环烷基、芳基、杂芳基、芳基- C_1 - C_{10} 亚烷基,其中后三个基团中的芳族环是未取代的或被 C_1 - C_{10} 烷基单取代或多取代;

[0184] R^{92} 是 C_1 - C_{30} 烷基、 C_3 - C_8 环烷基、芳基、杂芳基、芳基- C_1 - C_{10} 亚烷基,其中后三个基团中的芳族环是未取代的或被 C_1 - C_{10} 烷基单取代或多取代,

[0185] 和其混合物。

[0186] 12. 如实施方案11中所定义的色彩转化器,其中至少一种其它有机荧光染料选自:

[0187] -式(II)化合物和其混合物,

[0188] -式(IV)化合物和其混合物,

[0189] -式(V)化合物和其混合物,

[0190] -包含至少一个式(VI)结构单元的化合物和其混合物,

[0191] -式(VII)化合物

[0192] 和其混合物。

[0193] 13. 如实施方案12中所定义的色彩转化器,其中至少一种其它有机荧光染料选自:

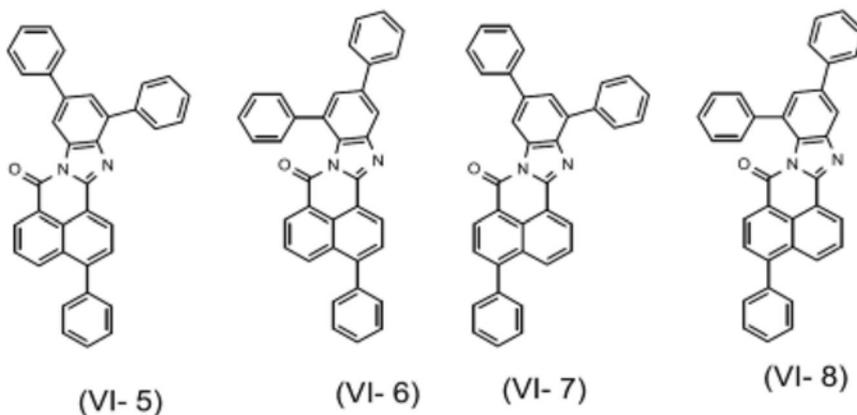
[0194] -包含至少一个式(VI)结构单元的化合物和其混合物;

[0195] -式(VII)化合物和其混合物;

[0196] 和其混合物。

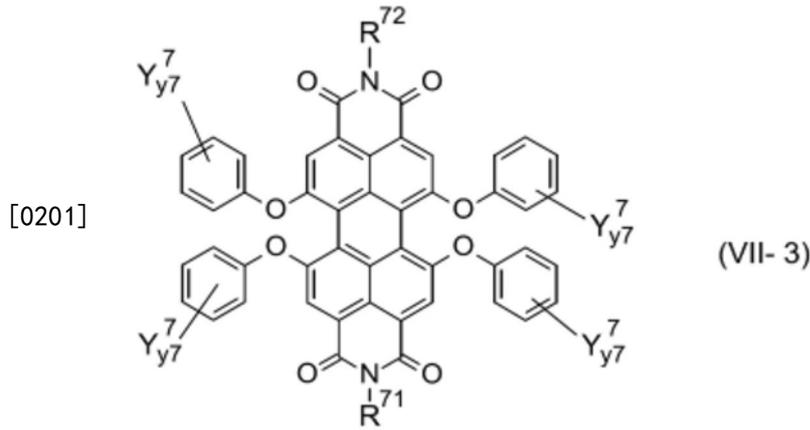
[0197] 14. 如前述实施方案中任一项所定义的色彩转化器,其中包含至少一个式(VI)结构单元的化合物选自式(VI-5)、(VI-6)、(VI-7)、(VI-8)的化合物,

[0198]



[0199] 和其混合物。

[0200] 15. 如实施方案1至13中的任一项所定义的色彩转化器,其中式(VII)化合物是式(VII-3)的化合物:



[0202] 其中

[0203] R^{71} 、 R^{72} 各自独立地是苯基，其是未取代的或被 C_1 - C_{10} 烷基单取代或多取代；

[0204] 每个 Y^7 独立地选自直链 C_1 - C_{10} 烷基和支化 C_3 - C_{10} 烷基；和

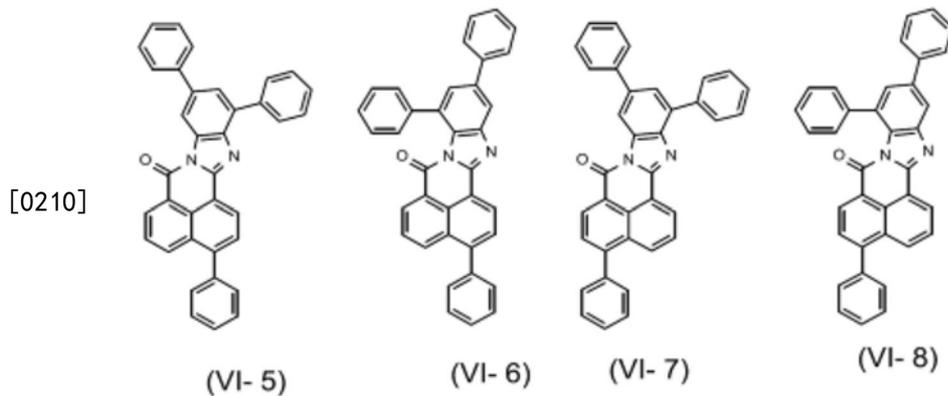
[0205] y^7 是0、1、2或3；

[0206] 和其混合物。

[0207] 16. 如实施方案1至14中的任一项所定义的色彩转化器，其包含：

[0208] -至少一种式(I)化合物，其中 R^1 和 R^2 彼此独立地选自苯基，其是未取代的或被1、2或3个 C_1 - C_6 烷基取代；且 R^3 、 R^4 、 R^5 、 R^6 、 R^7 、 R^8 、 R^9 、 R^{10} 、 R^{11} 、 R^{12} 、 R^{13} 、 R^{14} 、 R^{15} 、 R^{16} 、 R^{17} 和 R^{18} 各自是氢；和

[0209] -至少一种包含至少一个式(VI)结构单元的化合物，其选自式(VI-5)、(VI-6)、(VI-7)、(VI-8)的化合物：

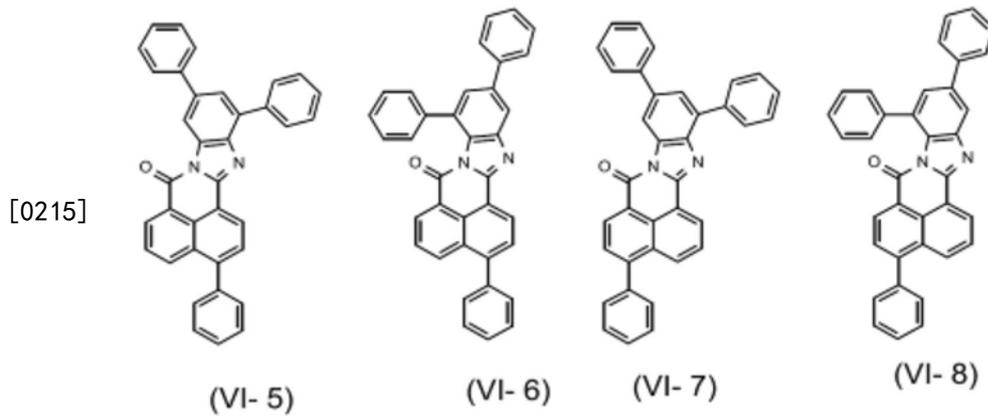


[0211] 和其混合物。

[0212] 17. 如实施方案1至15中的任一项所定义的色彩转化器，其包含：

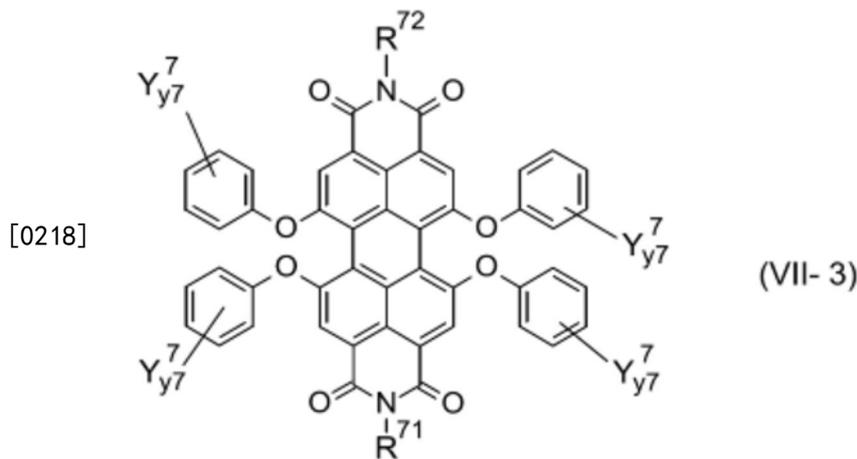
[0213] -至少一种式(I)化合物，其中 R^1 和 R^2 彼此独立地选自苯基，其是未取代的或被1、2或3个 C_1 - C_4 烷基取代；且 R^3 、 R^4 、 R^5 、 R^6 、 R^7 、 R^8 、 R^9 、 R^{10} 、 R^{11} 、 R^{12} 、 R^{13} 、 R^{14} 、 R^{15} 、 R^{16} 、 R^{17} 和 R^{18} 各自是氢；

[0214] -至少一种包含至少一个式(VI)结构单元的化合物，其选自式(VI-5)、(VI-6)、(VI-7)、(VI-8)的化合物：



[0216] 和其混合物;和

[0217] -至少一种式(VII)化合物,其选自式(VII-3)化合物:



[0219] 其中

[0220] R^{71} 、 R^{72} 各自独立地是苯基,其是未取代的或被 C_1 - C_{10} 烷基单取代或多取代;

[0221] 每个 Y^7 独立地选自直链 C_1 - C_{10} 烷基和支化 C_3 - C_{10} 烷基;和

[0222] y^7 是0、1、2或3;

[0223] 和其混合物。

[0224] 18.如前述实施方案中任一项所定义的色彩转化器,其包含至少一种选自石榴石、硅酸盐、硫化物、氮化物和氮氧化物的无机荧光材料作为其它荧光材料。

[0225] 19.如前述实施方案中任一项所定义的色彩转化器,其包含至少一个来自结晶半导体材料的量子点。

[0226] 20.一种如前述实施方案中任一项所定义的色彩转化器的用途,其用于转化由LED或OLED产生的光。

[0227] 21.一种如实施方案18中所定义的色彩转化器的用途,其用于转化由冷白光LED或蓝光LED产生的光,该冷白光LED的色温是20,000K至4,500K,优选12,000K至7,000K。

[0228] 22.一种如前述实施方案中任一项所定义的色彩转化器的用途,其用于显示器中。

[0229] 23.一种包含至少一个LED和至少一个如实施方案1至19中的任一项所定义的色彩转化器的发光装置,LED和色彩转化器优选是远磷光体配置。

[0230] 24.一种如实施方案1至5中任一项所定义的式I的茈双酰亚胺化合物或其混合物的用途,其在色彩转化器中用于将从光源、尤其选自LED和OLED的光源发射的光转化成第二

个较长波长的光,用于将涂层、印刷油墨和塑料着色,用于制备吸收和/或发射电磁辐射的水性聚合物分散体,用于数据储存,用于光学标记,用于文件中的安全标记和用于商标保护,或用作生物分子的荧光标记。

[0231] 25.一种如实施方案1至5中任一项所定义的式I的茚双酰亚胺化合物或其混合物的用途,其用于安全印刷用的安全油墨中。

[0232] 26.一种安全印刷用的印刷油墨配制剂,其包含至少一种如权利要求1至5中任一项所定义的式I化合物或其混合物。

[0233] 27.如实施方案26中所定义的安全印刷用的印刷油墨配制剂,其包含

[0234] a) 至少一种如实施方案1至5中任一项所定义的式(I)化合物或其混合物;

[0235] b) 聚合物粘合剂;

[0236] c) 任选地,有机溶剂;

[0237] d) 任选地,至少一种着色剂;和

[0238] e) 任选地,至少一种其它添加剂。

[0239] 28.如实施方案26或27的印刷油墨配制剂,其包含:

[0240] a) 0.0001-25重量%的至少一种如实施方案1至5中任一项所定义的式(I)化合物或其混合物;

[0241] b) 5-75重量%的至少一种聚合物粘合剂,

[0242] c) 0-94.9999重量%的至少一种溶剂,

[0243] d) 0-25重量%的至少一种着色剂,和

[0244] e) 0-25重量%的至少一种其它添加剂,

[0245] 其中组分a)至e)的总和是100%。

[0246] 29.一种制备安全文件的方法,其包含将如实施方案26至28中任一项的印刷油墨配制剂印刷于基板上的步骤。

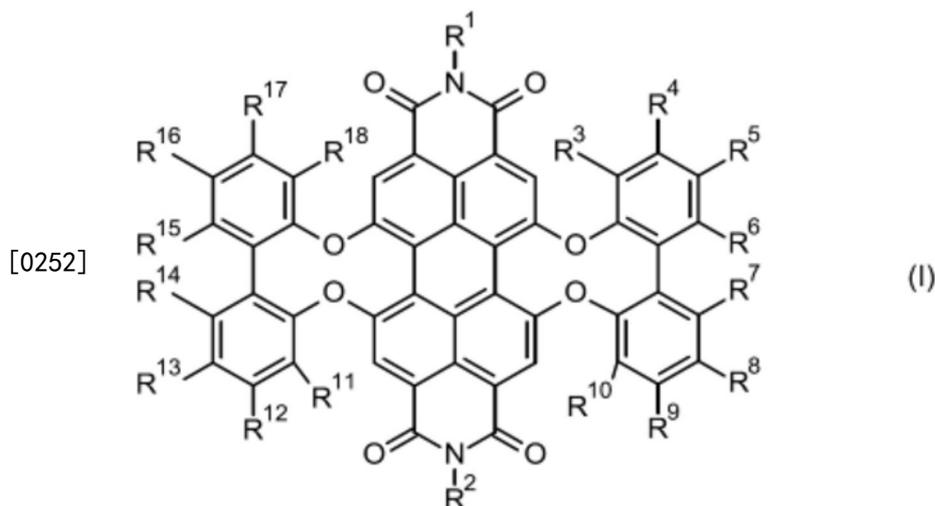
[0247] 30.一种安全文件,其包含基板、固化的油墨,该油墨包含至少一种如实施方案1至5中任一项所定义的式(I)化合物或其混合物。

[0248] 31.如实施方案30的安全文件,其可通过使用如实施方案23至25中任一项所定义的印刷油墨配制剂的印刷方法获得。

[0249] 32.如实施方案30或31的安全文件,其选自银行钞票、护照、支票、代金券、ID卡或交易卡、邮票和税票标记。

[0250] 33.如实施方案30或31的安全文件,其是刚性或可挠性包装、纸箱或商标或产品标记的一部分。

[0251] 34.式(I)化合物:



[0253] 或其混合物，

[0254] 其中

[0255] R^1 和 R^2 彼此独立地选自氢，

[0256] 在每种情况下未取代或被取代的 C_1 - C_{30} 烷基、聚亚烷基氧基、 C_1 - C_{30} 烷氧基、 C_1 - C_{30} 烷基硫基、 C_3 - C_{20} 环烷基、 C_3 - C_{20} 环烷氧基、 C_6 - C_{24} 芳基和 C_6 - C_{24} 芳氧基；

[0257] R^3 、 R^4 、 R^5 、 R^6 、 R^7 、 R^8 、 R^9 、 R^{10} 、 R^{11} 、 R^{12} 、 R^{13} 、 R^{14} 、 R^{15} 、 R^{16} 、 R^{17} 和 R^{18} 彼此独立地选自氢、卤素、氰基、羟基、巯基、硝基、 $-NE^1E^2$ 、 $-NR^{Ar1}COR^{Ar2}$ 、 $-CONR^{Ar1}R^{Ar2}$ 、 $-SO_2NR^{Ar1}R^{Ar2}$ 、 $-COOR^{Ar1}$ 、 $-SO_3R^{Ar2}$ ，

[0258] 在每种情况下未取代或被取代的 C_1 - C_{30} 烷基、聚亚烷基氧基、 C_1 - C_{30} 烷氧基、 C_1 - C_{30} 烷基硫基、 C_3 - C_{20} 环烷基、 C_3 - C_{20} 环烷氧基、 C_6 - C_{24} 芳基、 C_6 - C_{24} 芳氧基和 C_6 - C_{24} 芳基硫基，

[0259] 其中 R^3 和 R^4 、 R^4 和 R^5 、 R^5 和 R^6 、 R^6 和 R^7 、 R^7 和 R^8 、 R^8 和 R^9 、 R^9 和 R^{10} 、 R^{11} 和 R^{12} 、 R^{12} 和 R^{13} 、 R^{13} 和 R^{14} 、 R^{14} 和 R^{15} 、 R^{15} 和 R^{16} 、 R^{16} 和 R^{17} 和/或 R^{17} 和 R^{18} 也可以与其所键连的联苯基结构部分的碳原子一起形成另一个稠合芳族或非芳族环体系，其中该稠合环体系是未取代或被取代的；

[0260] 其中

[0261] E^1 和 E^2 彼此独立地是氢、未取代或被取代的 C_1 - C_{18} 烷基、未取代或被取代的 C_2 - C_{18} 链烯基、未取代或被取代的 C_2 - C_{18} 炔基、未取代或被取代的 C_3 - C_{20} 环烷基、或者未取代或被取代的 C_6 - C_{10} 芳基；

[0262] R^{Ar1} 和 R^{Ar2} 各自彼此独立地是氢、未取代或被取代的 C_1 - C_{18} 烷基、未取代或被取代的 C_3 - C_{20} 环烷基、未取代或被取代的杂环基、未取代或被取代的 C_6 - C_{20} 芳基、或者未取代或被取代的杂芳基；

[0263] 但是不包括这样的式(I)化合物：其中 R^1 和 R^2 各自是 n - C_4H_9 ，并且 R^3 、 R^4 、 R^5 、 R^6 、 R^7 、 R^8 、 R^9 、 R^{10} 、 R^{11} 、 R^{12} 、 R^{13} 、 R^{14} 、 R^{15} 、 R^{16} 、 R^{17} 和 R^{18} 各自是氢。

[0264] 35. 如实施方案34所定义的化合物，其中式(I)中的 R^1 和 R^2 彼此独立地选自 C_1 - C_{10} 烷基，其是未取代的或被 C_6 - C_{10} 芳基取代，该 C_6 - C_{10} 芳基进而是未取代的或被1、2或3个 C_1 - C_{10} 烷基取代； C_3 - C_8 环烷基，其是未取代的或被1、2或3个 C_1 - C_{10} 烷基取代；和 C_6 - C_{10} 芳基，其是未取代的或被1、2或3个 C_1 - C_{10} 烷基取代。

[0265] 36. 如实施方案35所定义的化合物，其中式(I)中的 R^1 和 R^2 彼此独立地选自 C_1 - C_8 烷基、 C_3 - C_8 环烷基，其是未取代的或被1、2或3个 C_1 - C_6 烷基取代；和 C_6 - C_{10} 芳基，其是未取代的

或被1、2或3个C₁-C₆烷基取代。

[0266] 37. 如实施方案34至36中任一项所定义的化合物,其中式(I)中的R³、R⁴、R⁵、R⁶、R⁷、R⁸、R⁹、R¹⁰、R¹¹、R¹²、R¹³、R¹⁴、R¹⁵、R¹⁶、R¹⁷和R¹⁸彼此独立地选自氢、卤素、C₁-C₁₈烷基、C₆-C₁₀芳基、C₆-C₁₀芳基-C₁-C₁₀亚烷基、C₆-C₁₀芳氧基和C₆-C₁₀芳基硫基,其中C₆-C₁₀芳基、C₆-C₁₀芳基-C₁-C₁₀亚烷基、C₆-C₁₀芳氧基和C₆-C₁₀芳基硫基中的芳基结构部分是未取代的或被一个或多个C₁-C₁₀烷基取代,

[0267] 且另外R⁴和R⁵、R⁵和R⁶、R⁶和R⁷、R⁷和R⁸、R⁸和R⁹、R¹²和R¹³、R¹³和R¹⁴、R¹⁴和R¹⁵、R¹⁵和R¹⁶和/或R¹⁶和R¹⁷也可以与其所键连的联苯基结构部分的碳原子一起形成另一个稠合苯环体系。

[0268] 38. 如实施方案34至37中任一项所定义的化合物,其中在式(I)中,R³、R¹⁰、R¹¹和R¹⁸各自是氢,且R⁴、R⁵、R⁶、R⁷、R⁸、R⁹、R¹²、R¹³、R¹⁴、R¹⁵、R¹⁶和R¹⁷彼此独立地选自氢和C₁-C₁₈烷基,和此外R⁵和R⁶、R⁶和R⁷、R⁷和R⁸、R¹³和R¹⁴、R¹⁴和R¹⁵和/或R¹⁵和R¹⁶也可以与其所键连的联苯基结构部分的碳原子一起形成苯环体系。

[0269] 发明详述

[0270] 式(I)化合物可以两种非对映异构体的混合物形式存在,因为两个联苯基可位于花核心的同一面或两个不同面。本发明提供纯非对映异构体和非对映异构体的混合物。本发明也提供式(I)化合物的纯非对映异构体和非对映异构体的混合物的用途。

[0271] 在本文中,荧光着色剂包括能够吸收特定波长的光且将其转化成另一波长的光的所有材料。有机荧光着色剂可以是有机荧光颜料或有机荧光染料。在本说明书中,术语着色剂和染料同义使用。

[0272] 在本文中,应了解,黄色荧光染料表示在电磁光谱的黄光、黄绿色光范围或绿光范围内再发光的染料。因此,术语“黄色荧光染料”、“黄绿色荧光染料”、“绿黄色荧光染料”和“绿色荧光染料”同义使用。

[0273] 在本文中,应了解,红色荧光染料表示在电磁光谱的橙光、橙红色光或红光范围内再发光的染料。因此,术语“橙色荧光染料”、“橙红色荧光染料”、“红橙色荧光染料”和“红色荧光染料”同义使用。

[0274] 在本文中,应了解“蓝光LED”表示在电磁光谱的蓝光范围内发光的LED。合适的半导体材料是碳化硅、硒化锌和氮化物,例如氮化铝(AlN)、氮化镓(GaN)、氮化铟(InN)和氮化铟镓(InGaN)。基于InGaN的标准蓝光LED在蓝宝石基板上制造。其发射出中心波长为420-480nm、优选440-470nm、最优选440-460nm的光,例如峰值发射波长通常集中在450nm。

[0275] 在本文中,应了解,“绿光LED”表示发射在电磁光谱的绿光范围内的光的LED,其中中心波长是501-560nm,优选501-540nm,尤其是520-540nm。合适的半导体材料例如是基于GaInNAs。

[0276] 在本文中,应了解,“白光LED”表示产生白光的LED。白光LED的实例是多重LED或蓝光LED与至少一种辐射转化发光团的组合,尤其蓝光LED与至少一种辐射转化发光团的组合。白光LED的实例也是冷白光LED与至少一种辐射转化发光团的组合。白光一般通过其相关色温CCT描述,参见下文。

[0277] 在本文中,应了解,“色彩转化器”表示能够吸收特定波长的光且将其转化成第二个波长的光的所有物理装置。色彩转化器是例如发光装置的一部分,尤其利用UV光或LED或

OLED作为光源的那些发光装置,或荧光转化太阳能电池的一部分。因此,蓝光可以(至少)部分转化成波长比激发波长更长的可见光。

[0278] 量子点是由半导体材料制成的纳米晶体,其足够小以显示量子力学特性。量子点具有指定的发射波长,其不进行老化,和也是光化学稳定的。这些点的色彩输出可以通过控制晶体尺寸调节。量子点尺寸越小,量子点发射的光的波长就越短。

[0279] 相关色温(CCT)是光源发射的色彩的暖度或冷度的量度。CCT以开尔文(Kelvin)为单位测量。CCT一般与白光结合用于本文中。白光光源的相关色温CCT通常在2,000K至20,000K范围内,尤其在2,700K至20,000K范围内。白光的CCT愈高,其在短波长区(蓝光)中所含有的光通量相对愈大,和在较长波长区(红光)中所含有的光通量相对愈小。因此,较高的CCT一般指示具有较显著蓝光组分或冷色调的白光,而较低的CCT一般指示具有较显著红光色泽或暖色调的光。CCT在4,500K至20,000K范围内的白光通常称为冷白光,CCT在2,700K至3,200K范围内的白光通常称为暖白光,和CCT在3,200K至4,500K范围内的白光通常称为中性白光。

[0280] 根据CIE 17.4,International Lighting Vocabulary,显色性(CRI)定义是“通过与参考施照体下的色彩外观进行有意识或无意识比较,施照体对物体的色彩外观的作用”。参考光源(例如黑体辐射)定义是具有CRI 100,即100的值,表示光源按照与参考物相同的方式显色。也可能是负值。平均或一般显色指数Ra是从八个淡色CIE标准(参考)色彩样品R1至R8(CIE 13.3-1995)的色度差计算。对于多种一般内部照射应用,大于80的CRI Ra值是可接受的。对于一般发光,显色指数Ra应当高于85。对于背光、一般发光和各种其它应用,经常需要提供一种产生具有高CRI Ra的白光的发光光源,使得发光光源照射的物体可以对人眼呈现出具有较自然的色彩。

[0281] CRI Ra不包括对应于六个高度饱和色彩的系数(R9-R14)。其中,R9对应于强红色,其可影响显色中可能有利的红绿对比度。通常,良好重现红色的能力对精确显色至关重要,因为通常发现红色混合于被处理色彩中。因此,若光源不能恰当地显现红色,则淡红色物将变暗。因此,具有高CRI Ra和具有正R9值的光源趋向于产生最鲜艳的色彩。

[0282] 根据CIE 1931标准比色体系,色彩由人眼遵循特定的色彩曲线来感觉。标准发光亮度曲线 V_{λ} 说明了人眼敏感性的波长依赖性。在555nm波长下的单色光(绿光)的情况下,发光亮度曲线的最大可能值是683lm/W。

[0283] 光通量是所感觉的光功率的量度。其与辐射通量(电磁辐射(包括红外线、紫外线和可见光)的总功率的量度)的不同之处在于光通量被调节以反映人眼对不同波长光的变化敏感性。光通量通过用发光亮度函数加权各波长下的功率来说明眼睛的敏感性,其表示眼睛对不同波长的反应。光通量按照可见光带中所有波长下的功率的加权总和计算。在可见光带之外的光不产生作用。光源的(亮光)光通量是由辐射强度 J_{λ} 的绝对光谱功率分布和标准发光亮度函数 V_{λ} 被 J_{λ} 积分计算,其中 J_{λ} 由在可见光 λ 范围(390-700nm)内的 V_{λ} 加权:

[0284] (亮光)光通量: $LF = \int J_{\lambda} \cdot V_{\lambda} d\lambda$ 。

[0285] 发光效率是光源产生可见光的量度。其是白光输出的光通量LF与驱动此装置所需的(电)功率之间的比率。

[0286] 为了评估色彩转化装置的有效性,在本文中使用光学发光转化功效,其定义为用转化器的白光输出的(亮光)光通量LF(流明)除以泵抽装置的LED的光学辐射通量(瓦特)。

[0287] 在本文中，“基本上”一词涵盖词语“完全”、“全部”和“所有”。该词语涵盖90%或大于90%、例如95%或大于95%，尤其是99%或100%的比例。

[0288] 上式中所示符号的定义使用一般代表各取代基的总术语。定义 C_n-C_m 给出在各情形下在相应取代基或取代基结构部分中的可能碳原子数。

[0289] 在各情形下，表述“卤素”表示氟、溴、氯或碘，尤其氯、溴或碘。

[0290] 在本发明中，表述“在每种情况下未取代或被取代的烷基、环烷基和芳基”表示未取代或被取代的烷基、未取代或被取代的环烷基和未取代或被取代的芳基。

[0291] 同样，在本发明中，表述“在每种情况下未取代或被取代的 C_1-C_{30} 烷基、聚亚烷基氧基、 C_1-C_{30} 烷氧基、 C_1-C_{30} 烷基硫基、 C_3-C_{20} 环烷基、 C_3-C_{20} 环烷氧基、 C_6-C_{24} 芳基和 C_6-C_{24} 芳氧基”表示未取代或被取代的 C_1-C_{30} 烷基、未取代或被取代的聚亚烷基氧基、未取代或被取代的 C_1-C_{30} 烷氧基、未取代或被取代的 C_1-C_{30} 烷基硫基、未取代或被取代的 C_3-C_{20} 环烷基、未取代或被取代的 C_3-C_{20} 环烷氧基、未取代或被取代的 C_6-C_{24} 芳基、和未取代或被取代的 C_6-C_{24} 芳氧基。

[0292] 术语“脂族基”是指非环状的饱和或不饱和、直链或支化的烃基。通常，脂族基具有1至100个碳原子。脂族基的实例是烷基、链烯基和炔基。

[0293] 术语“环脂族基”是指通常具有3至20个环碳原子的环状、非芳族的饱和或不饱和烃基。实例是环烷烃、环烯烃和环炔烃。环脂族基也可包含选自N、O、S和 SO_2 的杂原子或杂原子基团。

[0294] 如本文所用和烷氧基、烷基硫基、烷基亚磺酰基、烷基磺酰基、烷基胺基、二烷基胺基、烷基羰基、烷氧基羰基等的烷基结构部分中的术语“烷基”是指直链或支化的饱和烃基，其通常具有1至100个（“ C_1-C_{100} 烷基”）、1至30个（“ C_1-C_{30} 烷基”）、1至18个（“ C_1-C_{18} 烷基”）、1至12个（“ C_1-C_{12} 烷基”）、1至8个（“ C_1-C_8 烷基”）或1至6个（“ C_1-C_6 烷基”）碳原子。烷基优选是 C_1-C_{30} 烷基，更优选 C_1-C_{20} 烷基。烷基的实例尤其是甲基、乙基、正丙基、异丙基、正丁基、异丁基、仲丁基、叔丁基、正戊基、1-甲基丁基、1-乙基丙基、新戊基、正己基、1-甲基戊基、2-甲基戊基、1-乙基丁基、2-乙基丁基、正庚基、1-甲基己基、2-甲基己基、1-乙基戊基、1-丙基丁基、2-乙基戊基、正辛基、1-甲基庚基、2-甲基庚基、1-乙基己基、2-乙基己基、1-丙基戊基、2-丙基戊基、正壬基、1-甲基辛基、2-甲基辛基、1-乙基庚基、2-乙基庚基、1-丙基己基、2-丙基己基、1-丁基戊基、正癸基、2-甲基癸基、1-甲基壬基、2-甲基壬基、1-乙基辛基、2-乙基辛基、1-丙基庚基、2-丙基庚基、1-丁基己基、2-丁基己基、正十一烷基、2-乙基壬基、1-丙基辛基、2-丙基辛基、1-丁基庚基、2-丁基庚基、1-戊基己基、正十二烷基、2-乙基癸基、2-丙基壬基、1-丁基辛基、2-丁基辛基、1-戊基庚基、2-戊基庚基、2-丙基癸基、正十三烷基、1-戊基辛基、2-戊基辛基、1-己基庚基、2-丁基壬基、正十四烷基、1-己基辛基、2-己基辛基、2-戊基壬基、2-己基壬基、2-戊基癸基、2-丁基癸基、正十六烷基、1-庚基辛基、2-庚基壬基、2-己基癸基、2-庚基癸基、正十八烷基、2-辛基癸基、正二十基、2-壬基十一烷基、2-辛基十一烷基、2-庚基十一烷基、2-己基十一烷基、2-戊基十一烷基、2-丁基十一烷基、2-丙基十一烷基、2-乙基十一烷基、2-甲基十一烷基、2-癸基十二烷基、2-壬基十二烷基、2-辛基十二烷基、2-庚基十二烷基、2-己基十二烷基、2-戊基十二烷基、2-丁基十二烷基、2-丙基十二烷基、2-乙基十二烷基、2-甲基十二烷基、2-十一烷基十三烷基、2-癸基十三烷基、2-壬基十三烷基、2-辛基十三烷基、2-庚基十三烷基、2-己基十三烷基、2-戊基十三烷基、2-丁基十三烷基、2-丙基十

三烷基、2-乙基十三烷基、2-甲基十三烷基、2-十一烷基十四烷基、2-癸基十四烷基、2-壬基十四烷基、2-辛基十四烷基、2-庚基十四烷基、2-己基十四烷基、2-戊基十四烷基、2-丁基十四烷基、2-丙基十四烷基、2-乙基十四烷基、2-甲基十四烷基、2-十四烷基十六烷基、2-十三烷基十六烷基、2-十二烷基十六烷基、2-十一烷基十六烷基、2-癸基十六烷基、2-壬基十六烷基、2-辛基十六烷基、2-庚基十六烷基、2-己基十六烷基、2-戊基十六烷基、2-丁基十六烷基、2-丙基十六烷基、2-乙基十六烷基、2-甲基十六烷基、2-十二烷基十八烷基、2-十一烷基十八烷基、2-癸基十八烷基、2-壬基十八烷基、2-辛基十八烷基、2-庚基十八烷基、2-己基十八烷基、2-戊基十八烷基、2-丁基十八烷基、2-丙基十八烷基、2-乙基十八烷基、2-甲基十八烷基、2-癸基二十烷基、2-壬基二十烷基、2-辛基二十烷基、2-庚基二十烷基、2-己基二十烷基、2-戊基二十烷基、2-丁基二十烷基、2-丙基二十烷基、2-乙基二十烷基、2-甲基二十烷基、2-十八烷基二十二烷基、2-十七烷基二十二烷基、2-十六烷基二十二烷基、2-十五烷基二十二烷基、2-十四烷基二十二烷基、2-十三烷基二十二烷基、2-十一烷基二十二烷基、2-癸基二十二烷基、2-壬基二十二烷基、2-辛基二十二烷基、2-庚基二十二烷基、2-己基二十二烷基、2-戊基二十二烷基、2-丁基二十二烷基、2-丙基二十二烷基、2-乙基二十二烷基、2-甲基二十二烷基、2-二十二烷基二十四烷基、2-十六烷基二十四烷基、2-十五烷基二十四烷基、2-十五烷基二十四烷基、2-十四烷基二十四烷基、2-十三烷基二十四烷基、2-十二烷基二十四烷基、2-十一烷基二十四烷基、2-癸基二十四烷基、2-壬基二十四烷基、2-辛基二十四烷基、2-庚基二十四烷基、2-己基二十四烷基、2-戊基二十四烷基、2-丁基二十四烷基、2-丙基二十四烷基、2-乙基二十四烷基、2-甲基二十四烷基、2-十二烷基二十八烷基、2-十一烷基二十八烷基、2-癸基二十八烷基、2-壬基二十八烷基、2-辛基二十八烷基、2-庚基二十八烷基、2-己基二十八烷基、2-戊基二十八烷基、2-丁基二十八烷基、2-丙基二十八烷基、2-乙基二十八烷基和2-甲基二十八烷基。

[0295] 视烷基链的长度而定,被取代的烷基具有一个或多个(例如1、2、3、4、5个或多于5个)取代基。其优选各自彼此独立地选自未取代或被取代的环烷基、未取代或被取代的环烷基氧基、未取代或被取代的环烷基硫基、未取代或被取代的杂环烷基、未取代或被取代的芳基、未取代或被取代的芳氧基、未取代或被取代的芳基硫基、未取代或被取代的杂芳基、氟、氯、溴、碘、羟基、巯基、未取代或被取代的烷氧基、未取代或被取代的聚亚烷基氧基、未取代或被取代的烷基硫基、未取代或被取代的环烷氧基、未取代或被取代的芳氧基、未取代或被取代的芳基硫基、氰基、硝基、未取代或被取代的烷基羰氧基、甲酰基、酰基、COOH、羧酸酯、 $-COOR^{Ar1}$ 、 NE^1E^2 、 $-NR^{Ar1}COR^{Ar2}$ 、 $-CONR^{Ar1}R^{Ar2}$ 、 $-SO_2NR^{Ar1}R^{Ar2}$ 和 $-SO_3R^{Ar2}$,其中 E^1 和 E^2 和氢、未取代或被取代的 C_1-C_{18} 烷基、未取代或被取代的 C_2-C_{18} 链烯基、未取代或被取代的 C_2-C_{18} 炔基、未取代或被取代的 C_3-C_{20} 环烷基、或者未取代或被取代的 C_6-C_{10} 芳基,且 R^{Ar1} 和 R^{Ar2} 彼此独立地是氢、未取代或被取代的 C_1-C_{18} 烷基、未取代或被取代的 C_3-C_{20} 环烷基、未取代或被取代的杂环基、未取代或被取代的 C_6-C_{20} 芳基、或者未取代或被取代的杂芳基。具体而言,被取代的烷基具有一个或多个(例如1、2或3个)选自以下的取代基:未取代或被取代的环烷基、未取代或被取代的芳基、氟、氯、溴、羟基、烷氧基、聚亚烷基氧基、巯基、烷基硫基、氰基、硝基、 NE^1E^2 、 $-NR^{Ar1}COR^{Ar2}$ 、 $-CONR^{Ar1}R^{Ar2}$ 、 $-SO_2NR^{Ar1}R^{Ar2}$ 和 $-SO_3R^{Ar2}$,其中 E^1 、 E^2 、 R^{Ar1} 和 R^{Ar2} 如上文所定义。被取代的烷基的特定实施方案是被芳基取代的烷基(“芳烷基”,在下文中也称为芳基烷基或芳基亚烷基)。芳基取代基进而可以是未取代的或被取代,合适的取代基是下文对于芳基提及

的取代基。实例是C₆-C₂₄芳基-C₁-C₁₀烷基,也称为C₆-C₂₄芳基-C₁-C₁₀亚烷基,尤其C₆-C₁₀芳基-C₁-C₁₀亚烷基,其中C₆-C₁₀芳基-C₁-C₁₀亚烷基的亚烷基结构部分未被取代且芳基-C₁-C₁₀亚烷基中的芳基结构部分是未取代的或被取代,例如苯甲基、1-苯基乙基、2-苯基乙基、苯基丙基、萘基甲基、萘基乙基等。被取代的烷基的其它特定实施方案是如下烷基,其中这些基团中的一些或全部氢原子可以被如上文所提及的卤素原子代替,例如C₁-C₄卤代烷基。

[0296] 如本文所用,术语“链烯基”是指如下直链或支化的烃基,其通常具有2至100个(“C₂-C₁₀₀链烯基”)、2至18个(“C₂-C₁₈链烯基”)、2至10个(“C₂-C₁₀链烯基”)、2至8个(“C₂-C₈链烯基”)或2至6个(“C₂-C₆链烯基”)碳原子和一个或多个(例如2或3个)在任何位置的双键。视链烯基链的长度而定,被取代的链烯基具有一个或多个(例如1、2、3、4、5个或多于5个)取代基。其优选各自彼此独立地选自未取代或被取代的环烷基、未取代或被取代的环烷氧基、未取代或被取代的环烷基硫基、未取代或被取代的杂环烷基、未取代或被取代的芳基、未取代或被取代的芳氧基、未取代或被取代的芳基硫基、未取代或被取代的杂芳基、氟、氯、溴、碘、羟基、巯基、未取代或被取代的烷氧基、未取代或被取代的聚亚烷基氧基、未取代或被取代的烷基硫基、未取代或被取代的环烷氧基、未取代或被取代的芳氧基、未取代或被取代的芳基硫基、氰基、硝基、未取代或被取代的烷基羰氧基、甲酰基、酰基、COOH、羧酸酯、-COOR^{Ar1}、NE¹E²、-NR^{Ar1}COR^{Ar2}、-CONR^{Ar1}R^{Ar2}、-SO₂NR^{Ar1}R^{Ar2}和-SO₃R^{Ar2},其中E¹和E²是氢、未取代或被取代的C₁-C₁₈烷基、未取代或被取代的C₂-C₁₈链烯基、未取代或被取代的C₂-C₁₈炔基、未取代或被取代的C₃-C₂₀环烷基或者未取代或被取代的C₆-C₁₀芳基,且R^{Ar1}和R^{Ar2}彼此独立地是氢、未取代或被取代的C₁-C₁₈烷基、未取代或被取代的C₃-C₂₀环烷基、未取代或被取代的杂环基、未取代或被取代的C₆-C₂₀芳基、或者未取代或被取代的杂芳基。具体而言,被取代的链烯基具有一个或多个(例如1、2或3个)选自以下的取代基:未取代或被取代的环烷基、未取代或被取代的芳基、氟、氯、溴、碘、羟基、烷氧基、聚亚烷基氧基、巯基、烷基硫基、氰基、硝基、NE¹E²、-NR^{Ar1}COR^{Ar2}、-CONR^{Ar1}R^{Ar2}、-SO₂NR^{Ar1}R^{Ar2}和-SO₃R^{Ar2},其中E¹、E²、R^{Ar1}和R^{Ar2}如上文所定义。

[0297] 如本文所用,术语“炔基”是指如下直链或支化的烃基(也称为碳链可包含一个或多个三键的烷基),其通常具有2至100个(“C₂-C₁₀₀炔基”)、2至18个(“C₂-C₁₈炔基”)、2至10个(“C₂-C₁₀炔基”)、2至8个(“C₂-C₈炔基”)或2至6个(“C₂-C₆炔基”)碳原子和一个或多个(例如2或3个)在任何位置的三键。视炔基链的长度而定,被取代的炔基具有一个或多个(例如1、2、3、4、5个或多于5个)取代基。其优选各自彼此独立地选自未取代或被取代的环烷基、未取代或被取代的环烷氧基、未取代或被取代的环烷基硫基、未取代或被取代的杂环烷基、未取代或被取代的芳基、未取代或被取代的芳氧基、未取代或被取代的芳基硫基、未取代或被取代的杂芳基、氟、氯、溴、碘、羟基、巯基、未取代或被取代的烷氧基、未取代或被取代的聚亚烷基氧基、未取代或被取代的烷基硫基、未取代或被取代的环烷氧基、未取代或被取代的芳氧基、未取代或被取代的芳基硫基、氰基、硝基、烷基羰氧基、甲酰基、酰基、COOH、羧酸酯、-COOR^{Ar1}、NE¹E²、-NR^{Ar1}COR^{Ar2}、-CONR^{Ar1}R^{Ar2}、-SO₂NR^{Ar1}R^{Ar2}和-SO₃R^{Ar2},其中E¹和E²是氢、未取代或被取代的C₁-C₁₈烷基、未取代或被取代的C₂-C₁₈链烯基、未取代或被取代的C₂-C₁₈炔基、未取代或被取代的C₃-C₂₀环烷基、或者未取代或被取代的C₆-C₁₀芳基,且R^{Ar1}和R^{Ar2}彼此独立地是氢、未取代或被取代的C₁-C₁₈烷基、未取代或被取代的C₃-C₂₀环烷基、未取代或被取代的杂环基、未取代或被取代的C₆-C₂₀芳基、或者未取代或被取代的杂芳基。具体而言,被取代的炔基具有一个或多个(例如1、2或3个)选自以下的取代基:未取代或被取代的环烷基、未取代或

被取代的芳基、氟、氯、溴、羟基、烷氧基、聚亚烷基氧基、巯基、烷基硫基、氰基、硝基、 NE^1E^2 、 $\text{NR}^{\text{Ar}1}\text{COR}^{\text{Ar}2}$ 、 $-\text{CONR}^{\text{Ar}1}\text{R}^{\text{Ar}2}$ 、 $-\text{SO}_2\text{NR}^{\text{Ar}1}\text{R}^{\text{Ar}2}$ 和 $-\text{SO}_3\text{R}^{\text{Ar}2}$ ，其中 E^1 、 E^2 、 $\text{R}^{\text{Ar}1}$ 和 $\text{R}^{\text{Ar}2}$ 如上文所定义。

[0298] 如本文所用，术语“烷氧基”是指经由氧原子与分子其余部分结合的烷基，即“烷氧基”可表示为 $-\text{O}-$ 烷基，其中烷基如上文所定义。 C_1-C_2 烷氧基是甲氧基或乙氧基。 C_1-C_4 烷氧基是例如甲氧基、乙氧基、正丙氧基、1-甲基乙氧基(异丙氧基)、丁氧基、1-甲基丙氧基(仲丁氧基)、2-甲基丙氧基(异丁氧基)或1,1-二甲基乙氧基(叔丁氧基)。

[0299] 因此，本文所用的术语“未取代或被取代的烷氧基”是指 $-\text{O}-$ 烷基，其中烷基如上文所定义为未取代或被取代的。

[0300] 本文所用的术语“聚氧亚烷基”是指经由氧原子与分子其余部分结合的烷基，其中烷基被一个或多个不相邻的氧原子间隔，且烷基如上所定义。

[0301] 因此，如本文所用，术语“未取代或被取代的聚亚烷基氧基”是指 $-\text{O}-$ 烷基，其中烷基被一个或多个不相邻的氧原子间隔，且烷基如上文所定义为未取代或被取代的。

[0302] 如本文所用，术语“烷基硫基”是指经由硫原子结合于分子其余部分的烷基，即“烷基硫基”可表示为 $-\text{S}-$ 烷基，其中烷基如上文所定义。 C_1-C_2 烷基硫基是甲基硫基或乙基硫基。 C_1-C_4 烷基硫基是例如甲基硫基、乙基硫基、正丙基硫基、1-甲基乙基硫基(异丙基硫基)、丁基硫基、1-甲基丙基硫基(仲丁基硫基)、2-甲基丙基硫基(异丁基硫基)或1,1-二甲基乙基硫基(叔丁基硫基)。

[0303] 因此，如本文所用，术语“未取代或被取代的烷基硫基”是指 $-\text{S}-$ 烷基，其中烷基如上文所定义为未取代或被取代的。

[0304] 如本文所用，术语“环烷基”是指如下单环或双环或多环的饱和烃基，其通常具有3至24个(C_3-C_{24} 环烷基)、3至20个(“ C_3-C_{20} 环烷基”)原子，优选3至8个(“ C_3-C_8 环烷基”)或3至6个碳原子(“ C_3-C_6 -环烷基”)。具有3至6个碳原子的单环基团的实例包含环丙基、环丁基、环戊基和环己基。具有3至8个碳原子的单环基团的实例包含环丙基、环丁基、环戊基、环己基、环庚基和环辛基。具有7至12个碳原子的双环基团的实例包含双环[2.2.1]庚基、双环[3.1.1]庚基、双环[2.2.2]辛基、双环[3.3.0]辛基、双环[3.2.1]辛基、双环[3.3.1]壬基、双环[4.2.1]壬基、双环[4.3.1]癸基、双环[3.3.2]癸基、双环[4.4.0]癸基、双环[4.2.2]癸基、双环[4.3.2]十一烷基、双环[3.3.3]十一烷基、双环[4.3.3]十二烷基和全氢萘基。多环环的实例是全氢蒎基、全氢茛基、全氢屈基、全氢苈基和金刚烷基。

[0305] 被取代的环烷基可视环尺寸而定具有一个或多个(例如1、2、3、4、5个或多于5个)取代基。其优选各自彼此独立地选自未取代或被取代的烷基、未取代或被取代的链烯基、未取代或被取代的炔基、未取代或被取代的环烷基、未取代或被取代的环烷氧基、未取代或被取代的环烷基硫基、未取代或被取代的杂环烷基、未取代或被取代的芳基、未取代或被取代的芳氧基、未取代或被取代的芳基硫基、未取代或被取代的杂芳基、氟、氯、溴、碘、羟基、巯基、未取代或被取代的烷氧基、未取代或被取代的聚亚烷基氧基、未取代或被取代的烷基硫基、未取代或被取代的环烷氧基、未取代或被取代的芳氧基、未取代或被取代的芳基硫基、氰基、硝基、未取代或被取代的烷基羰氧基、甲酰基、酰基、 COOH 、羧酸酯、 $-\text{COOR}^{\text{Ar}1}$ 、 $-\text{NE}^1\text{E}^2$ 、 $\text{NR}^{\text{Ar}1}\text{COR}^{\text{Ar}2}$ 、 $-\text{CONR}^{\text{Ar}1}\text{R}^{\text{Ar}2}$ 、 $-\text{SO}_2\text{NR}^{\text{Ar}1}\text{R}^{\text{Ar}2}$ 和 $-\text{SO}_3\text{R}^{\text{Ar}2}$ ，其中 E^1 和 E^2 是氢、未取代或被取代的 C_1-C_{18} 烷基、未取代或被取代的 C_2-C_{18} 链烯基、未取代或被取代的 C_2-C_{18} 炔基、未取代或被取代的 C_3-C_{20} 环烷基、或者未取代或被取代的 C_6-C_{10} 芳基，且 $\text{R}^{\text{Ar}1}$ 和 $\text{R}^{\text{Ar}2}$ 彼此独立地是氢、未取代或被

取代的C₁-C₁₈烷基、未取代或被取代的C₃-C₂₀环烷基、未取代或被取代的杂环基、未取代或被取代的C₆-C₂₀芳基、或者未取代或被取代的杂芳基。具体而言,被取代的环烷基具有一个或多个(例如1、2或3个)选自以下的取代基:未取代或被取代的烷基、未取代或被取代的环烷基、未取代或被取代的芳基、氟、氯、溴、羟基、烷氧基、聚亚烷基氧基、巯基、烷基巯基、氰基、硝基、NE¹E²、-NR^{Ar1}COR^{Ar2}、-CONR^{Ar1}R^{Ar2}、-SO₂NR^{Ar1}R^{Ar2}和-SO₃R^{Ar2},其中E¹、E²、R^{Ar1}和R^{Ar2}如上文所定义。

[0306] 如本文所用,术语“环烷氧基”是指经由氧原子与分子其余部分结合的环烷基,即“环烷氧基”可表示为-O-环烷基,其中环烷基如上文所定义。

[0307] 因此,如本文所用,术语“未取代或被取代的环烷氧基”是指-O-环烷基,其中环烷基如上文所定义为未取代或被取代的。

[0308] 本文所用的术语“环烷基巯基”是指经由硫原子与分子其余部分结合的环烷基,即“环烷基巯基”可表示为-S-环烷基,其中环烷基如上文所定义。

[0309] 因此,如本文所用,术语“未取代或被取代的环烷基巯基”是指-S-环烷基,其中环烷基如上文所定义为未取代或被取代的。

[0310] 术语杂环烷基是指非芳族、部分不饱和或完全饱和的杂环,其一般具有5至8个环成员,优选5或6个环成员,除作为环成员的碳原子以外还包含1、2、3或4个选自O、N、NR^{cc}、S、SO和S(O)₂的杂原子或含杂原子基团作为环成员,其中R^{cc}是氢、C₁-C₂₀烷基、C₃-C₂₄环烷基、杂环烷基、C₆-C₂₄芳基或杂芳基。杂环烷基的实例尤其是吡咯烷基、哌啶基、咪唑烷基、吡唑烷基、噁唑烷基、吗啉基、噻唑烷基、异噻唑烷基、异噁唑烷基、哌嗪基、四氢噻吩基、二氢噻吩-2-基、四氢呋喃基、二氢呋喃-2-基、四氢哌喃基、2-噁唑啉基、3-噁唑啉基、4-噁唑啉基和二氧杂环己烷基。

[0311] 被取代的杂环烷基可视环尺寸而定具有一个或多个(例如1、2、3、4、5个或多于5个)取代基。其优选各自彼此独立地选自未取代或被取代的烷基、未取代或被取代的链烯基、未取代或被取代的炔基、未取代或被取代的环烷基、未取代或被取代的环烷氧基、未取代或被取代的环烷基巯基、未取代或被取代的杂环烷基、未取代或被取代的芳基、未取代或被取代的芳氧基、未取代或被取代的芳基巯基、未取代或被取代的杂芳基、氟、氯、溴、碘、羟基、巯基、未取代或被取代的烷氧基、未取代或被取代的聚亚烷基氧基、未取代或被取代的烷基巯基、未取代或被取代的环烷氧基、未取代或被取代的芳氧基、未取代或被取代的芳基巯基、氰基、硝基、未取代或被取代的烷基羰氧基、甲酰基、酰基、COOH、羧酸酯、-COOR^{Ar1}、-NE¹E²、-NR^{Ar1}COR^{Ar2}、-CONR^{Ar1}R^{Ar2}、-SO₂NR^{Ar1}R^{Ar2}和-SO₃R^{Ar2},其中E¹和E²是氢、未取代或被取代的C₁-C₁₈烷基、未取代或被取代的C₂-C₁₈链烯基、未取代或被取代的C₂-C₁₈炔基、未取代或被取代的C₃-C₂₀环烷基、或者未取代或被取代的C₆-C₁₀芳基,且R^{Ar1}和R^{Ar2}彼此独立地是氢、未取代或被取代的C₁-C₁₈烷基、未取代或被取代的C₃-C₂₀环烷基、未取代或被取代的杂环基、未取代或被取代的C₆-C₂₀芳基、或者未取代或被取代的杂芳基。具体而言,被取代的杂环烷基具有一个或多个(例如1、2或3个)选自以下的取代基:未取代或被取代的烷基、未取代或被取代的环烷基、未取代或被取代的芳基、氟、氯、溴、羟基、烷氧基、聚亚烷基氧基、巯基、烷基巯基、氰基、硝基、NE¹E²、-NR^{Ar1}COR^{Ar2}、-CONR^{Ar1}R^{Ar2}、-SO₂NR^{Ar1}R^{Ar2}和-SO₃R^{Ar2},其中E¹、E²、R^{Ar1}和R^{Ar2}如上文所定义。

[0312] 在本文中,术语“芳基”是指单环或多环芳族烃基。芳基通常是如下芳族基,其具有6至24个碳原子(C₆-C₂₄芳基)、优选6至20个碳原子(C₆-C₂₀芳基)、尤其6至14个碳原子(C₆-C₁₄芳基)作为环成员。芳基优选是苯基、萘基、茛基、茈基、蒽基、菲基、稠四苯基、屈基、芘基、蒹基、茱基等,更优选的是苯基或萘基。芳基的实例尤其是苯基和萘基。

[0313] 被取代的芳基可视其环体系的数目和尺寸而定具有一个或多个(例如1、2、3、4、5个或多于5个)取代基。其优选各自彼此独立地选自未取代或被取代的烷基、未取代或被取代的链烯基、未取代或被取代的炔基、未取代或被取代的环烷基、未取代或被取代的环烷氧基、未取代或被取代的环烷基硫基、未取代或被取代的杂环烷基、未取代或被取代的芳基、未取代或被取代的芳氧基、未取代或被取代的芳基硫基、未取代或被取代的杂芳基、氟、氯、溴、碘、羟基、巯基、未取代或被取代的烷氧基、未取代或被取代的聚亚烷基氧基、未取代或被取代的烷基硫基、未取代或被取代的环烷氧基、未取代或被取代的芳氧基、未取代或被取代的芳基硫基、氰基、硝基、未取代或被取代的烷基羰氧基、甲酰基、酰基、COOH、羧酸酯、-COOR^{Ar1}、-NE¹E²、-NR^{Ar1}COR^{Ar2}、-CONR^{Ar1}R^{Ar2}、-SO₂NR^{Ar1}R^{Ar2}和-SO₃R^{Ar2},其中E¹和E²是氢、未取代或被取代的C₁-C₁₈烷基、未取代或被取代的C₂-C₁₈链烯基、未取代或被取代的C₂-C₁₈炔基、未取代或被取代的C₃-C₂₀环烷基、或者未取代或被取代的C₆-C₁₀芳基,且R^{Ar1}和R^{Ar2}彼此独立地是氢、未取代或被取代的C₁-C₁₈烷基、未取代或被取代的C₃-C₂₀环烷基、未取代或被取代的杂环基、未取代或被取代的C₆-C₂₀芳基、或者未取代或被取代的杂芳基。具体而言,被取代的芳基具有一个或多个(例如1、2或3个)选自以下的取代基:未取代或被取代的烷基、未取代或被取代的环烷基、未取代或被取代的芳基、氟、氯、溴、羟基、烷氧基、聚亚烷基氧基、巯基、烷基硫基、氰基、硝基、NE¹E²、-NR^{Ar1}COR^{Ar2}、-CONR^{Ar1}R^{Ar2}、-SO₂NR^{Ar1}R^{Ar2}和-SO₃R^{Ar2},其中E¹、E²、R^{Ar1}和R^{Ar2}如上文所定义。

[0314] 被取代的芳基优选是被至少一个烷基取代的芳基(“烷芳基”,下文也称为烷基芳基)。烷芳基可视芳族环体系的尺寸而定具有一个或多个(例如1、2、3、4、5、6、7、8、9个或多于9个)烷基取代基。烷基取代基可未被取代或被取代。在此方面,关于未被取代和被取代的烷基,参考以上陈述。特定实施方案是关于烷芳基,其中烷基是未取代的。烷芳基优选是具有1、2、3、4或5个、优选1、2或3个、更优选1或2个烷基取代基的苯基。具有一个或多个烷基的芳基例如是2-、3-和4-甲基苯基、2,4-、2,5-、3,5-和2,6-二甲基苯基、2,4,6-三甲基苯基、2-、3-和4-乙基苯基、2,4-、2,5-、3,5-和2,6-二乙基苯基、2,4,6-三乙基苯基、2-、3-和4-正丙基苯基、2-、3-和4-异-丙基苯基、2,4-、2,5-、3,5-和2,6-二-正丙基苯基、2,4,6-三丙基苯基、2-、3-和4-异丙基苯基、2,4-、2,5-、3,5-和2,6-二异丙基苯基、2,4,6-三异丙基苯基、2-、3-和4-丁基苯基、2,4-、2,5-、3,5-和2,6-二丁基苯基、2,4,6-三丁基苯基、2-、3-和4-异丁基苯基、2,4-、2,5-、3,5-和2,6-二异丁基苯基、2,4,6-三异丁基苯基、2-、3-和4-仲丁基苯基、2,4-、2,5-、3,5-和2,6-二-仲丁基苯基、2,4,6-三-仲丁基苯基、2-、3-和4-叔丁基苯基、2,4-、2,5-、3,5-和2,6-二-叔丁基苯基和2,4,6-三-叔丁基苯基。

[0315] C₆-C₂₄芳氧基:如上文所定义的C₆-C₂₄芳基,其经由氧原子(-O-)键连于骨架。优选是苯氧基和萘氧基。

[0316] 因此,如本文所用,术语“未取代或被取代的芳氧基”是指-O-芳基,其中芳基如上文所定义为未取代或被取代的。

[0317] C₆-C₂₄芳基硫基:如上文所定义的C₆-C₂₄芳基,其经由硫原子(-S-)键连于骨架。优

选是苯基硫基和萘基硫基。

[0318] 因此,如本文所用,术语“未取代或被取代的芳基硫基”是指-S-芳基,其中芳基如上文所定义为未取代或被取代的。

[0319] 在本文中,表述“杂芳基”(也称为杂芳基)包含杂芳族的单环或多环基团。除环碳原子以外,其还具有1、2、3、4个或多于4个杂原子作为环成员。杂原子优选选自氧、氮、硒和硫。杂芳基优选具有5至18个(例如5、6、8、9、10、11、12、13或14个)环原子。

[0320] 单环杂芳基优选是5或6员杂芳基,例如2-咪喃基(咪喃-2-基)、3-咪喃基(咪喃-3-基)、2-噻吩基(噻吩-2-基)、3-噻吩基(噻吩-3-基)、硒吩-2-基、硒吩-3-基、1H-吡咯-2-基、1H-吡咯-3-基、吡咯-1-基、咪唑-2-基、咪唑-1-基、咪唑-4-基、吡唑-1-基、吡唑-3-基、吡唑-4-基、吡唑-5-基、3-异噁唑基、4-异噁唑基、5-异噁唑基、3-异噻唑基、4-异噻唑基、5-异噻唑基、2-噁唑基、4-噁唑基、5-噁唑基、2-噻唑基、4-噻唑基、5-噻唑基、1,2,4-噁二唑-3-基、1,2,4-噁二唑-5-基、1,3,4-噁二唑-2-基、1,2,4-噻二唑-3-基、1,2,4-噻二唑-5-基、1,3,4-噻二唑-2-基、4H-[1,2,4]-三唑-3-基、1,3,4-三唑-2-基、1,2,3-三唑-1-基、1,2,4-三唑-1-基、吡啶-2-基、吡啶-3-基、吡啶-4-基、3-哒嗪基、4-哒嗪基、2-嘧啶基、4-嘧啶基、5-嘧啶基、2-吡嗪基、1,3,5-三嗪-2-基和1,2,4-三嗪-3-基。

[0321] 多环杂芳基具有2、3、4个或多于4个稠环。稠环可以是芳族、饱和或部分不饱和的。多环杂芳基的实例是喹啉基、异喹啉基、吲哚基、异吲哚基、吲哚嗪基、苯并咪喃基、异苯并咪喃基、苯并噻吩基、苯并噁唑基、苯并异噁唑基、苯并噻唑基、苯并噁二唑基、苯并噻二唑基、苯并噁嗪基、苯并吡唑基、苯并咪唑基、苯并三唑基、苯并三嗪基、苯并硒吩基、噻吩并噻吩基、噻吩并嘧啶基、噻唑并噻唑基、二苯并吡咯基(咪唑基)、二苯并咪喃基、二苯并噻吩基、萘并[2,3-b]噻吩基、石脑油[2,3-b]咪喃基、二氢吲哚基、二氢吲哚嗪基、二氢异吲哚基、二氢喹啉基和二氢异喹啉基。

[0322] 被取代的杂芳基可视其环体系的数目和尺寸而定具有一个或多个(例如1、2、3、4、5个或多于5个)取代基。其优选各自彼此独立地选自未取代或被取代的烷基、未取代或被取代的链烯基、未取代或被取代的炔基、未取代或被取代的环烷基、未取代或被取代的环烷氧基、未取代或被取代的环烷基硫基、未取代或被取代的杂环烷基、未取代或被取代的芳基、未取代或被取代的芳氧基、未取代或被取代的芳基硫基、未取代或被取代的杂芳基、氟、氯、溴、碘、羟基、巯基、未取代或被取代的烷氧基、未取代或被取代的聚亚烷基氧基、未取代或被取代的烷基硫基、未取代或被取代的环烷氧基、未取代或被取代的芳氧基、未取代或被取代的芳基硫基、氰基、硝基、未取代或被取代的烷基羰氧基、甲酰基、酰基、COOH、羧酸酯、-COOR^{Ar1}、-NE¹E²、-NR^{Ar1}COR^{Ar2}、-CONR^{Ar1}R^{Ar2}、-SO₂NR^{Ar1}R^{Ar2}和-SO₃R^{Ar2},其中E¹和E²是氢、未取代或被取代的C₁-C₁₈烷基、未取代或被取代的C₂-C₁₈链烯基、未取代或被取代的C₂-C₁₈炔基、未取代或被取代的C₃-C₂₀环烷基、或者未取代或被取代的C₆-C₁₀芳基,且R^{Ar1}和R^{Ar2}彼此独立地是氢、未取代或被取代的C₁-C₁₈烷基、未取代或被取代的C₃-C₂₀环烷基、未取代或被取代的杂环基、未取代或被取代的C₆-C₂₀芳基、或者未取代或被取代的杂芳基。具体而言,被取代的杂芳基具有一个或多个(例如1、2或3个)选自以下的取代基:未取代或被取代的烷基、未取代或被取代的环烷基、未取代或被取代的芳基、氟、氯、溴、羟基、烷氧基、聚亚烷基氧基、巯基、

烷基硫基、氰基、硝基、 NE^1E^2 、 $-\text{NR}^{\text{Ar}1}\text{COR}^{\text{Ar}2}$ 、 $-\text{CONR}^{\text{Ar}1}\text{R}^{\text{Ar}2}$ 、 $-\text{SO}_2\text{NR}^{\text{Ar}1}\text{R}^{\text{Ar}2}$ 和 $-\text{SO}_3\text{R}^{\text{Ar}2}$,其中 E^1 、 E^2 、 $\text{R}^{\text{Ar}1}$ 和 $\text{R}^{\text{Ar}2}$ 如上文所定义。

[0323] 当在显示本发明化合物的优选次结构的式中出现*或#时,它们表示与分子其余部分之间的连接键。

[0324] 稠环体系可以包含以氢化芳族方式通过稠合连接的脂环族环、脂族杂环、芳族环和杂芳族环和其组合。稠环体系包含两个、三个或多于三个(例如4、5、6、7或8个)环。视稠环体系中环连接的方式而定,区分为邻位稠合(即各环与各相邻环共享至少一个边缘或两个原子)与周边稠合(其中碳原子属于超过两个环)。优选稠环体系是邻位稠环体系。

[0325] 本发明的优选实施方案和其它方案概述于以下段落中:

[0326] 考虑到本发明的式(I)化合物的用途,符号 R^1 、 R^2 、 R^3 、 R^4 、 R^5 、 R^6 、 R^7 、 R^8 、 R^9 、 R^{10} 、 R^{11} 、 R^{12} 、 R^{13} 、 R^{14} 、 R^{15} 、 R^{16} 、 R^{17} 和 R^{18} 彼此独立地且优选以组合方式具有以下含义:

[0327] 优选地,在式(I)化合物中, R^1 和 R^2 彼此独立地选自 C_1 - C_{10} 烷基、 C_3 - C_8 环烷基和 C_6 - C_{10} 芳基,其中上述脂族、环脂族和芳族基团的碳原子可任选地被取代。

[0328] 更优选是式(I)化合物,其中 R^1 和 R^2 彼此独立地选自:

[0329] $-\text{C}_1$ - C_{10} 烷基,其是未取代的或被 C_6 - C_{10} 芳基取代,该 C_6 - C_{10} 芳基进而是未被取代或被1、2或3个 C_1 - C_{10} 烷基取代;

[0330] $-\text{C}_3$ - C_8 环烷基,其是未取代的或被1、2或3个 C_1 - C_{10} 烷基取代;和

[0331] $-\text{C}_6$ - C_{10} 芳基,其是未取代的或被1、2或3个 C_1 - C_{10} 烷基取代。

[0332] 甚至更优选是式(I)化合物,其中 R^1 和 R^2 彼此独立地选自以下基团:直链 C_1 - C_8 烷基;支化 C_3 - C_8 烷基; C_1 - C_8 烷基,其被 C_6 - C_{10} 芳基、尤其苯基取代; C_1 - C_8 烷基,其被 C_6 - C_{10} 芳基取代,该 C_6 - C_{10} 芳基进而被1、2或3个 C_1 - C_6 烷基取代; C_3 - C_8 环烷基; C_3 - C_8 环烷基,其具有1、2或3个 C_1 - C_6 烷基取代基; C_6 - C_{10} 芳基;和 C_6 - C_{10} 芳基,其具有1、2或3个 C_1 - C_6 烷基取代基。具体而言, R^1 和 R^2 彼此独立地选自直链 C_1 - C_8 烷基;支化 C_3 - C_8 烷基; C_3 - C_8 环烷基; C_3 - C_8 环烷基,其具有1、2或3个 C_1 - C_6 烷基取代基; C_6 - C_{10} 芳基;和 C_6 - C_{10} 芳基,其具有1、2或3个 C_1 - C_6 烷基取代基。

[0333] 尤其是, R^1 和 R^2 彼此独立地选自甲基、乙基、正丙基、正丁基、正戊基、正己基、正庚基或正辛基、异丙基、仲丁基、异-丁基、叔丁基、异戊基、2-戊基、第三戊基、2-乙基己基、环戊基、环己基、环庚基、2-甲基环己基、2,4-二甲基环己基、2,6-二甲基环己基、2-乙基环己基、2,4-二乙基环己基、2,6-二乙基环己基、2-异丙基环己基、2,4-二异丙基环己基、2,6-二异丙基环己基、苯基、萘基、2-甲基苯基、2,4-二甲基苯基、2,6-二甲基苯基、2-乙基苯基、2,4-二乙基苯基、2,6-二乙基苯基、2-正丙基苯基、2,4-二-正丙基苯基、2,6-二-(正丙基)苯基、2-异丙基苯基、2,4-二异丙基苯基和2,6-二异丙基苯基。

[0334] 优选地, R^1 与 R^2 具有相同含义。尤其更优选是式(I)化合物,其中 R^1 和 R^2 均是苯基,其具有1、2或3个 C_1 - C_4 烷基取代基,尤其2个 C_1 - C_4 烷基取代基。若苯基具有2或3个、尤其2个 C_1 - C_4 烷基取代基,则烷基取代基优选具有相同含义。尤其是, R^1 和 R^2 均是具有2个 C_1 - C_4 烷基取代基的苯基。更尤其是, R^1 和 R^2 均是具有2个 C_1 - C_4 烷基取代基的苯基,其中烷基取代基位于苯环的2位和6位,即与结合于酰亚胺氮原子的碳原子相邻。

[0335] 优选地,在式(I)化合物中, R^3 、 R^4 、 R^5 、 R^6 、 R^7 、 R^8 、 R^9 、 R^{10} 、 R^{11} 、 R^{12} 、 R^{13} 、 R^{14} 、 R^{15} 、 R^{16} 、 R^{17} 和 R^{18} 彼此独立地选自氢、卤素、 C_1 - C_{20} 烷基、 C_3 - C_{20} 环烷基、 C_3 - C_{20} 环烷氧基、 C_6 - C_{24} 芳基、 C_6 - C_{24} 芳基- C_1 - C_{10} 亚烷基、 C_6 - C_{24} 芳氧基和 C_6 - C_{24} 芳基硫基,其中 C_6 - C_{10} 芳基、 C_6 - C_{10} 芳基- C_1 - C_{10} 亚烷

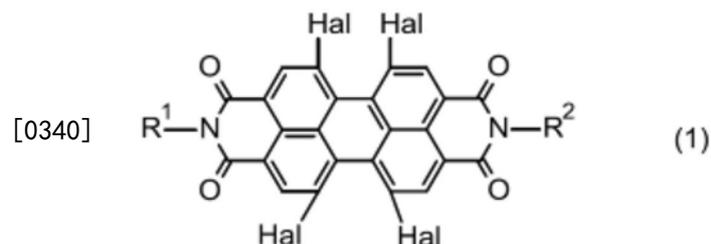
基、C₆-C₁₀芳氧基和C₆-C₁₀芳基硫基中的芳基结构部分是未取代的或被一个或多个C₁-C₁₀烷基取代。

[0336] 更优选地,在式(I)化合物中,R³、R⁴、R⁵、R⁶、R⁷、R⁸、R⁹、R¹⁰、R¹¹、R¹²、R¹³、R¹⁴、R¹⁵、R¹⁶、R¹⁷和R¹⁸彼此独立地选自氢;卤素,例如氟、氯或溴;C₁-C₁₈烷基,例如甲基、乙基、丙基、1-甲基乙基、丁基、1-甲基丙基、2-甲基丙基、1,1-二甲基乙基、戊基、1-甲基丁基、2-甲基丁基、3-甲基丁基、2,2-二甲基丙基、1-乙基丙基、己基、1,1-二甲基丙基、1,2-二甲基丙基、1-甲基戊基、2-甲基戊基、3-甲基戊基、4-甲基戊基、1,1-二甲基丁基、1,2-二甲基丁基、1,3-二甲基丁基、2,2-二甲基丁基、2,3-二甲基丁基、3,3-二甲基丁基、1-乙基丁基、2-乙基丁基、1,1,2-三甲基丙基、1,2,2-三甲基丙基、1-乙基-1-甲基丙基、1-乙基-2-甲基丙基、庚基、辛基、2-乙基己基、壬基或癸基;C₆-C₁₀芳基,例如苯基或萘基;C₆-C₁₀芳基-C₁-C₁₀亚烷基,例如苯甲基、1-苯基乙基、2-苯基乙基、1-萘基甲基或2-萘基甲基;C₆-C₁₀芳氧基,例如苯氧基或萘氧基;和C₆-C₁₀芳基硫基,例如苯基硫基或萘基硫基,其中C₆-C₁₀芳基、C₆-C₁₀芳基-C₁-C₁₀亚烷基、C₆-C₁₀芳氧基和C₆-C₁₀芳基硫基的芳基结构部分是未取代的或被一个或多个C₁-C₁₀烷基取代。甚至更优选是式(I)化合物,其中R³、R⁴、R⁵、R⁶、R⁷、R⁸、R⁹、R¹⁰、R¹¹、R¹²、R¹³、R¹⁴、R¹⁵、R¹⁶、R¹⁷和R¹⁸彼此独立地选自氢或C₁-C₁₈烷基,尤其是氢。

[0337] 也优选的是式(I)化合物,其中式(I)中的R³、R⁴、R⁵、R⁶、R⁷、R⁸、R⁹、R¹⁰、R¹¹、R¹²、R¹³、R¹⁴、R¹⁵、R¹⁶、R¹⁷和R¹⁸彼此独立地选自氢、卤素、C₁-C₁₈烷基、C₆-C₁₀芳基、C₆-C₁₀芳基-C₁-C₁₀亚烷基、C₆-C₁₀芳氧基和C₆-C₁₀芳基硫基,其中C₆-C₁₀芳基、C₆-C₁₀芳基-C₁-C₁₀亚烷基、C₆-C₁₀芳氧基和C₆-C₁₀芳基硫基的芳基结构部分是未取代的或被一个或多个C₁-C₁₀烷基取代,此外R⁴和R⁵、R⁵和R⁶、R⁶和R⁷、R⁷和R⁸、R⁸和R⁹、R¹²和R¹³、R¹³和R¹⁴、R¹⁴和R¹⁵、R¹⁵和R¹⁶和/或R¹⁶和R¹⁷也可以与其所键连的联苯基结构部分的碳原子一起形成另一个稠合环己烷、苯或萘体系,尤其苯环体系,其中环体系是未取代的或具有一个或多个选自以下的取代基:卤素、氰基、C₁-C₁₈烷基、C₁-C₁₈烷氧基或C₁-C₁₈烷基硫基。若R⁴和R⁵、R⁵和R⁶、R⁶和R⁷、R⁷和R⁸、R⁸和R⁹、R¹²和R¹³、R¹³和R¹⁴、R¹⁴和R¹⁵、R¹⁵和R¹⁶和/或R¹⁶和R¹⁷与其所键连的联苯基结构部分的碳原子一起形成另一个稠合苯环体系,则该环体系优选是未取代的。更优选是式(I)化合物,其中R⁵和R⁶、R⁶和R⁷、R⁷和R⁸、R¹³和R¹⁴、R¹⁴和R¹⁵和/或R¹⁵和R¹⁶也可以与其所键连的联苯基结构部分的碳原子一起是稠合苯,而其余基团R⁵、R⁶、R⁷、R⁸、R¹³、R¹⁴、R¹⁵和R¹⁶彼此独立地选自氢和C₁-C₁₈烷基;R⁴、R⁹、R¹²和R¹⁷选自氢和C₁-C₁₈烷基,和R³、R¹⁰、R¹¹和R¹⁸各自是氢。具体而言,R³、R¹⁰、R¹¹和R¹⁸各自是氢;R⁴、R⁵、R⁶、R⁷、R⁸、R⁹、R¹²、R¹³、R¹⁴、R¹⁵、R¹⁶和R¹⁷选自氢和C₁-C₁₈烷基,和此外R⁵和R⁶、R⁷和R⁸、R¹³和R¹⁴和/或R¹⁵和R¹⁶也可以与其所键连的联苯基结构部分的碳原子一起是稠合苯环体系。

[0338] 具体而言,优选是式(I)化合物,其中R¹和R²各自是具有1、2或3个C₁-C₄烷基取代基的苯基,且R³、R⁴、R⁵、R⁶、R⁷、R⁸、R⁹、R¹⁰、R¹¹、R¹²、R¹³、R¹⁴、R¹⁵、R¹⁶、R¹⁷和R¹⁸均是氢。

[0339] 式(I)化合物可通过使式(1)的适当氯化或溴化茚双酰亚胺:

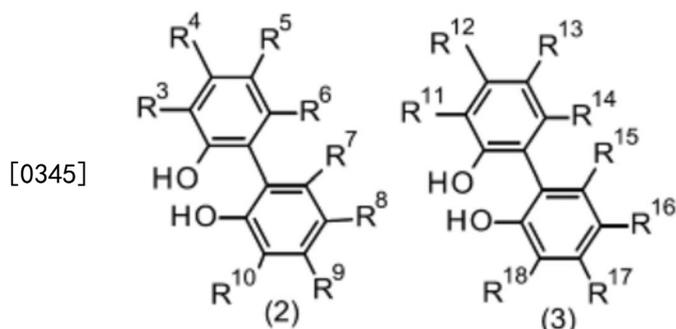


[0341] 其中

[0342] Hal在每种情况下是溴或在每种情况下是氯；和

[0343] R¹和R²如上文所定义；

[0344] 与以下式(2)的2,2'-联苯酚化合物和适当时式(3)的2,2'-联苯酚化合物反应制备：



[0346] 其中

[0347] R³, R⁴, R⁵, R⁶, R⁷, R⁸, R⁹, R¹⁰, R¹¹, R¹², R¹³, R¹⁴, R¹⁵, R¹⁶, R¹⁷和R¹⁸如上文所定义。

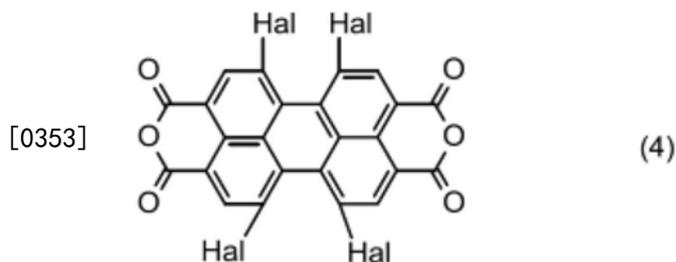
[0348] 若仅一种式(2)的2,2'-联苯酚用于卤素置换反应,则式(3)的2,2'-联苯酚也可如对于式(2)的2,2'-联苯酚所定义。

[0349] 该反应优选在碱存在下进行。合适的碱尤其是无机碱金属或碱土金属碱,碱金属碱尤其适合。无机碱的实例是碱金属和碱土金属的碳酸盐和碳酸氢盐、氢氧化物、氢化物和胺化物。优选碱是碳酸盐和碳酸氢盐,尤其优选是碳酸盐。优选碱金属是锂、钠、钾和铯；尤其合适的碱土金属是镁和钙。应了解,也可使用碱混合物。极尤其优选碱是碳酸锂、碳酸钠、碳酸钾和碳酸铯。

[0350] 反应通常在极性非质子性溶剂存在下进行。合适的溶剂尤其是脂族羧酰胺,优选N,N-二-C₁-C₄烷基-C₁-C₄羧酰胺；内酰胺,例如二甲基甲酰胺、二乙基甲酰胺、二甲基乙酰胺、二甲基丁酰胺和N-甲基-2-吡咯烷酮(NMP)；腈,例如乙腈。也可以使用极性非质子性溶剂的混合物。尤其优选是NMP。

[0351] 反应温度一般在室温至溶剂沸点范围内,优选40-160℃。

[0352] 式(1)化合物可根据文献方法制备,例如从式(4)的1,6,7,12-四氯萘四甲酸二酐或1,6,7,12-四溴萘四甲酸二酐：



[0354] 其中

[0355] Hal在每种情况下是溴或在每种情况下是氯；

[0356] 通过与式R¹-NH₂的伯胺和适当时式R²-NH₂的伯胺缩合来制备,其中R¹和R²如上文所定义,其中R²也可如对于R¹所定义(若仅一种式R¹-NH₂的胺用于酰亚胺化)。酰亚胺化反应根据标准方法进行,例如如Bartholomew等人,Chem. Commun., 2008, 6594-6596, 包括Chemical Communications的补充材料(ESI))所述进行。

[0357] 1,6,7,12-四氯萘四甲酸二酐可以商购;1,6,7,12-四溴萘四甲酸二酐可通过 Bartholomew 等人, Chem. Commun., 2008, 6594-6596 (包括补充材料 (ESI)) 所述制备。式 (2) 和 (3) 的化合物可以商购或可以根据文献方法制备。

[0358] 式 (I) 化合物和其混合物可以毫无任何问题地引入有机和无机材料中, 因此适合于整个系列的最终用途。

[0359] 本发明的式 (I) 的萘双酰亚胺化合物和其混合物作为色彩转化器中的荧光染料很引人注目。

[0360] 因此, 本发明进一步提供一种色彩转化器, 其在聚合物基质材料中包含至少一种式 (I) 的萘双酰亚胺化合物或其混合物作为荧光染料。

[0361] 聚合物充当选自式 (I) 化合物和其混合物的本发明有机荧光染料的基质材料。

[0362] 合适的聚合物原则上是能够溶解或均匀分散足量的至少一种式 (I) 化合物或式 (I) 化合物的混合物的所有聚合物。

[0363] 合适的聚合物可以是无机聚合物或有机聚合物。

[0364] 在一个优选实施方案中, 聚合物基质基本上由选自以下的聚合物组成: 聚苯乙烯、聚碳酸酯、聚甲基丙烯酸甲酯、聚乙烯基吡咯烷酮、聚甲基丙烯酸酯、聚乙酸乙烯酯、聚氯乙烯、聚丁烯、聚硅氧烷、聚丙烯酸酯、环氧树脂、聚乙烯醇、聚(乙烯乙二醇)-共聚物 (EVA、EV0H)、聚丙烯腈、聚偏二氯乙烯 (PVDC)、聚苯乙烯丙烯腈 (SAN)、聚对苯二甲酸亚丁酯 (PBT)、聚对苯二甲酸亚乙酯 (PET)、聚丁酸乙烯酯 (PVB)、聚氯乙烯 (PVC)、聚酰胺、聚甲醛、聚酰亚胺、聚醚酰亚胺和其混合物, 优选聚苯乙烯、聚碳酸酯或聚对苯二甲酸亚乙酯。

[0365] 更优选地, 聚合物基质基本上由选自以下的聚合物组成: 聚苯乙烯、聚碳酸酯、聚甲基丙烯酸甲酯、聚乙烯基吡咯烷酮、聚甲基丙烯酸酯、聚乙酸乙烯酯、聚氯乙烯、聚丁烯、聚硅氧烷、聚丙烯酸酯、环氧树脂、聚乙烯醇、聚(乙烯乙二醇)-共聚物、聚丙烯腈、聚偏二氯乙烯、聚苯乙烯丙烯腈、聚对苯二甲酸亚丁酯、聚对苯二甲酸亚乙酯、聚丁酸乙烯酯、聚氯乙烯、聚酰胺、聚甲醛、聚酰亚胺、聚醚酰亚胺和其混合物。

[0366] 具体而言, 聚合物基质基本上由选自以下的聚合物组成: 聚苯乙烯、聚碳酸酯、聚甲基丙烯酸甲酯、聚对苯二甲酸亚乙酯或其混合物。

[0367] 在本文中, 聚苯乙烯应理解为尤其表示由苯乙烯和/或苯乙烯的衍生物聚合产生的所有均聚物或共聚物。苯乙烯的衍生物例如是烷基苯乙烯, 例如 α -甲基苯乙烯、邻甲基苯乙烯、间甲基苯乙烯、对甲基苯乙烯、对丁基苯乙烯, 尤其是对-叔丁基苯乙烯; 烷氧基苯乙烯, 例如对甲氧基苯乙烯、对丁氧基苯乙烯、对叔丁氧基苯乙烯。

[0368] 一般而言, 合适的聚苯乙烯的平均摩尔质量 M_n 是 10,000-1,000,000g/mol (通过 GPC 测定), 优选 20,000-750,000g/mol, 更优选 30,000-500,000g/mol。

[0369] 在一个优选实施方案中, 色彩转化器的基质基本上或完全由苯乙烯或苯乙烯衍生物的均聚物组成。更特别是, 聚合物由聚苯乙烯组成。

[0370] 在本发明的其它优选实施方案中, 基质基本上或完全由苯乙烯共聚物组成, 在本发明的情形下其同样被视为聚苯乙烯。苯乙烯共聚物可包含例如丁二烯、丙烯腈、顺丁烯二酸酐、乙烯基吡啶、或丙烯酸、甲基丙烯酸或衣康酸的酯单体作为其它成分。合适的苯乙烯共聚物一般包含至少 20 重量% 苯乙烯, 优选至少 40 重量%、更优选至少 60 重量% 的苯乙烯。在另一个实施方案中, 其包含至少 90 重量% 的苯乙烯。

[0371] 苯乙烯共聚物优选是苯乙烯-丙烯腈共聚物(SAN)和丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物(ABS)、苯乙烯-1,1'-二苯基乙烯共聚物、丙烯酸酯-苯乙烯-丙烯腈共聚物(ASA)、甲基丙烯酸甲酯-丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物(MABS)。

[0372] 另一种优选的聚合物是 α -甲基苯乙烯-丙烯腈共聚物(AMSAN)。

[0373] 苯乙烯均聚物或共聚物可例如通过自由基聚合、阳离子聚合、阴离子聚合或在有机金属催化剂(例如齐格勒-纳塔催化剂)的作用下制备。这可产生等规、间规或无规的聚苯乙烯或共聚物。其优选通过自由基聚合制备。聚合可以按照悬浮聚合、乳液聚合、溶液聚合或本体聚合形式进行。

[0374] 合适的聚苯乙烯的制备例如描述于Oscar Nuyken, Polystyrenes and Other Aromatic Polyvinyl Compounds, Kricheldorf, Nuyken, Swift, New York 2005, 第73-150页和其中引用的参考文献;和Elias, Macromolecules, Weinheim 2007, 第269-275页中。

[0375] 同样地,更特别是,聚合物由聚对苯二甲酸亚乙酯组成。聚对苯二甲酸亚乙酯可通过乙二醇与对苯二甲酸缩合获得。

[0376] 同样地,更特别是,聚合物由聚碳酸酯组成。聚碳酸酯是碳酸与芳族或脂族二羟基化合物形成的聚酯。优选二羟基化合物是例如亚甲基二亚苯基二羟基化合物,例如双酚A。

[0377] 制备聚碳酸酯的一种方式合适的二羟基化合物与光气进行界面聚合反应。另一方式是与碳酸的二酯(例如碳酸二苯酯)进行缩合聚合反应。

[0378] 合适的聚碳酸酯的制备例如描述于Elias, Macromolecules, Weinheim 2007, 第343-347页中。

[0379] 在一个优选实施方案中,使用在排除氧气下聚合得到的聚合物。优选地,聚合期间的单体总共包含不超过1000ppm氧气,更优选不超过100ppm,尤其优选不超过10ppm。

[0380] 合适的聚合物可包含添加剂(例如阻燃剂、抗氧化剂、光稳定剂、UV吸收剂、自由基清除剂、抗静电剂)作为其它成分。此类稳定剂是本领域技术人员已知的。

[0381] 合适的抗氧化剂或自由基清除剂是例如酚,尤其位阻酚,例如丁基羟基苯甲醚(BHA)或丁基羟基甲苯(BHT),或位阻胺(HALS)。此类稳定剂例如由BASF以**Irganox**[®]商标名出售。在一些情况下,抗氧化剂和自由基清除剂可补充有第二稳定剂,例如亚磷酸酯或亚磷酸二酯,其例如由BASF以**Irgafos**[®]商标名出售。

[0382] 合适的UV吸收剂是例如苯并三唑,例如2-(2-羟基苯基)-2H-苯并三唑(BTZ);三嗪,例如(2-羟基苯基)-s-三嗪(HPT),羟基二苯甲酮(BP),或草酰苯胺。此类UV吸收剂例如由BASF以**Uvinul**[®]商标名出售。

[0383] 在本发明的一个优选实施方案中,合适的聚合物不包含任何抗氧化剂或自由基清除剂。

[0384] 在本发明的另一个实施方案中,合适的聚合物是透明聚合物。

[0385] 在另一个实施方案中,合适的聚合物是不透明聚合物。

[0386] 本发明的荧光染料,即式(I)化合物或其混合物,可以溶解于聚合物中或可以是均匀分配的混合物形式。荧光染料优选溶解于聚合物中。式(I)化合物是发红色荧光的荧光染料。

[0387] 在一个优选实施方案中,除至少一种本发明的有机红色荧光染料和其混合物以

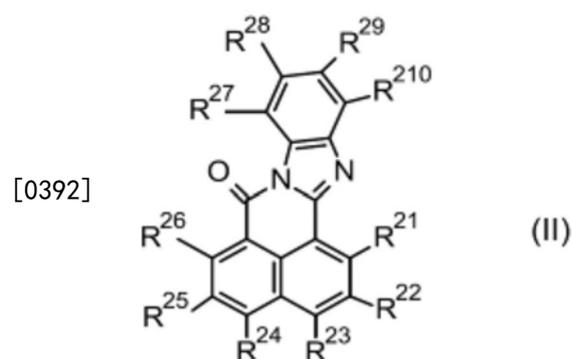
外,色彩转化器也包含其它有机荧光染料。合适的其它有机荧光染料可以是能吸收波长在400-500nm范围内的光且发射波长长于所吸收光、尤其在大于450nm波长范围中、例如在450-600nm或450-650nm波长范围中的光的任何有机荧光染料。

[0388] 不同的有机荧光染料可以组合,从而优化能量效率、尤其发光效率。合适的其它有机荧光染料是绿色荧光染料、黄绿色荧光染料、黄色荧光染料、橙色荧光染料和红色荧光染料。优选地,荧光染料互相组合使得可获得具有高能量和光学测量功效的色彩转化器。

[0389] 在一个优选实施方案中,除至少一种式(I)的本发明荧光染料或其混合物之外,色彩转化器也包含其它有机荧光染料。

[0390] 具体而言,其它有机荧光染料是选自:

[0391] (i) 式(II)的氰化萘苯并咪唑化合物:



[0393] 其中

[0394] R^{21} 、 R^{22} 、 R^{23} 、 R^{24} 、 R^{25} 、 R^{26} 、 R^{27} 、 R^{28} 、 R^{29} 和 R^{210} 各自独立地是氢、氰基或芳基,其是未取代的或具有一个或多个相同或不同的取代基 R^{2Ar} ,

[0395] 其中

[0396] 每个 R^{2Ar} 独立地选自氰基、羟基、巯基、卤素、 C_1 - C_{20} 烷氧基、 C_1 - C_{20} 烷基硫基、硝基、 $-NR^{2Ar2}R^{2Ar3}$ 、 $-NR^{2Ar2}COR^{2Ar3}$ 、 $-CONR^{2Ar2}R^{2Ar3}$ 、 $-SO_2NR^{2Ar2}R^{2Ar3}$ 、 $-COOR^{2Ar2}$ 、 $-SO_3R^{2Ar2}$ 、

[0397] C_1 - C_{30} 烷基、 C_2 - C_{30} 链烯基、 C_2 - C_{30} 炔基,其中后三个基团是未取代的或具有一个或多个 R^{2a} 基团,

[0398] C_3 - C_8 环烷基、3至8员杂环基,其中后两个基团是未取代的或具有一个或多个 R^{2b} 基团,

[0399] 芳基、U-芳基、杂芳基和U-杂芳基,其中后四个基团是未取代的或具有一个或多个 R^{2b} 基团,

[0400] 其中

[0401] 每个 R^{2a} 独立地选自氰基、羟基、氧基、巯基、卤素、 C_1 - C_{20} 烷氧基、 C_1 - C_{20} 烷基硫基、硝基、 $-NR^{2Ar2}R^{2Ar3}$ 、 $-NR^{2Ar2}COR^{2Ar3}$ 、 $-CONR^{2Ar2}R^{2Ar3}$ 、 $-SO_2NR^{2Ar2}R^{2Ar3}$ 、 $-COOR^{2Ar2}$ 、 $-SO_3R^{2Ar2}$ 、 C_3 - C_8 环烷基、3至8员杂环基、芳基和杂芳基,其中这些环烷基、杂环基、芳基和杂芳基是未取代的或具有一个或多个 R^{2b} 基团;

[0402] 每个 R^{2b} 独立地选自氰基、羟基、氧基、巯基、卤素、 C_1 - C_{20} 烷氧基、 C_1 - C_{20} 烷基硫基、硝基、 $-NR^{2Ar2}R^{2Ar3}$ 、 $-NR^{2Ar2}COR^{2Ar3}$ 、 $-CONR^{2Ar2}R^{2Ar3}$ 、 $-SO_2NR^{2Ar2}R^{2Ar3}$ 、 $-COOR^{2Ar2}$ 、 $-SO_3R^{2Ar2}$ 、 C_1 - C_{18} 烷基、 C_2 - C_{18} 链烯基、 C_2 - C_{18} 炔基、 C_3 - C_8 环烷基、3至8员杂环基、芳基和杂芳基,其中后四个基团是未取代的或具有一个或多个 R^{2b1} 基团,

[0403] 每个 R^{2b1} 独立地选自氰基、羟基、巯基、氧基、硝基、卤素、 $-NR^{2Ar2}R^{2Ar3}$ 、 $-NR^{2Ar2}COR^{2Ar3}$ 、 $-CONR^{2Ar2}R^{2Ar3}$ 、 $-SO_2NR^{2Ar2}R^{2Ar3}$ 、 $-COOR^{2Ar2}$ 、 $-SO_3R^{2Ar2}$ 、 $-SO_3R^{2Ar2}$ 、 C_1 - C_{18} 烷基、 C_2 - C_{18} 链烯基、 C_2 - C_{18} 炔基、 C_1 - C_{12} 烷氧基和 C_1 - C_{12} 烷基硫基，

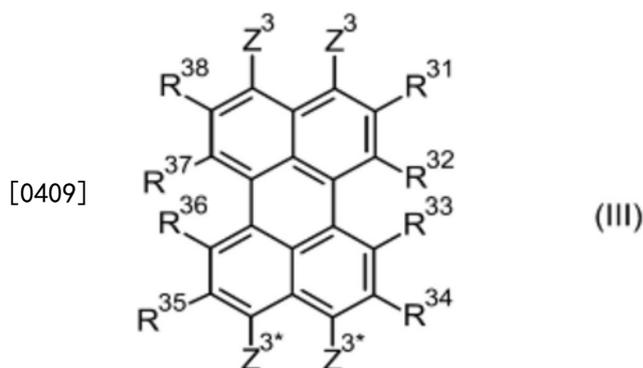
[0404] U是 $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-NR^{2Ar1}-$ 、 $-CO-$ 、 $-SO-$ 或 $-SO_2-$ 结构部分；

[0405] R^{2Ar1} 、 R^{2Ar2} 、 R^{2Ar3} 各自独立地是氢、 C_1 - C_{18} 烷基、3至8员环烷基、3至8员杂环基、芳基或杂芳基，其中烷基是未取代的，或具有一个或多个 R^{2a} 基团，其中3至8员环烷基、3至8员杂环基、芳基和杂芳基是未取代的或具有一个或多个 R^{2b} 基团；

[0406] 前提条件是该式(II)化合物包含至少一个氰基，

[0407] 或其混合物；

[0408] (ii) 式(III)的氰化茚化合物：



[0410] 其中

[0411] Z^3 取代基中的一个为氰基，且另一个 Z^3 取代基是 CO_2R^{39} 、 $CONR^{310}R^{311}$ 、 C_1 - C_{18} 烷基、 C_2 - C_{18} 链烯基、 C_2 - C_{18} 炔基、 C_3 - C_{12} 环烷基或 C_6 - C_{14} 芳基，其中

[0412] C_1 - C_{18} 烷基、 C_2 - C_{18} 链烯基、 C_2 - C_{18} 炔基是未取代的，或具有一个或多个相同或不同的 Z^{3a} 取代基，

[0413] C_3 - C_{12} 环烷基是未取代的，或具有一个或多个相同或不同的 Z^{3b} 取代基，和

[0414] C_6 - C_{14} 芳基是未取代的，或具有一个或多个相同或不同的 Z^{3Ar} 取代基；

[0415] Z^{3*} 取代基中的一个为氰基，且另一个 Z^{3*} 取代基是 CO_2R^{39} 、 $CONR^{310}R^{311}$ 、 C_1 - C_{18} 烷基、 C_2 - C_{18} 链烯基、 C_2 - C_{18} 炔基、 C_3 - C_{12} 环烷基或 C_6 - C_{14} 芳基，其中

[0416] C_1 - C_{18} 烷基、 C_2 - C_{18} 链烯基、 C_2 - C_{18} 炔基是未取代的，或具有一个或多个相同或不同的 Z^{3a} 取代基，

[0417] C_3 - C_{12} 环烷基是未取代的，或具有一个或多个相同或不同的 Z^{3b} 取代基，和

[0418] C_6 - C_{14} 芳基是未取代的，或具有一个或多个相同或不同的 Z^{3Ar} 取代基；

[0419] R^{31} 、 R^{32} 、 R^{33} 、 R^{34} 、 R^{35} 、 R^{36} 、 R^{37} 和 R^{38} 各自独立地选自氢、氰基、溴和氯，

[0420] 前提条件是 R^{31} 、 R^{32} 、 R^{33} 、 R^{34} 、 R^{35} 、 R^{36} 、 R^{37} 或 R^{38} 取代基中的1、2、3、4、5、6、7或8个是氰基；

[0421] 其中

[0422] R^{39} 是氢、 C_1 - C_{10} 烷基、 C_2 - C_{10} 链烯基、 C_2 - C_{10} 炔基、 C_3 - C_{12} 环烷基或 C_6 - C_{14} 芳基，其中

[0423] C_1 - C_{10} 烷基、 C_2 - C_{10} 链烯基、 C_2 - C_{10} 炔基是未取代的，或具有一个或多个相同或不同的 R^{3a} 取代基，

[0424] C_3 - C_{12} 环烷基是未取代的，或具有一个或多个相同或不同的 R^{3b} 取代基，和

[0425] C₆-C₁₄芳基是未取代的,或具有一个或多个相同或不同的R^{3Ar}取代基;

[0426] R³¹⁰和R³¹¹各自独立地是氢、C₁-C₁₀烷基、C₂-C₁₀链烯基、C₂-C₁₀炔基、C₃-C₁₂环烷基或C₆-C₁₄芳基,其中

[0427] C₁-C₁₀烷基、C₂-C₁₀链烯基、C₂-C₁₀炔基是未取代的,或具有一个或多个相同或不同的R^{3a}取代基,

[0428] C₃-C₁₂环烷基是未取代的,或具有一个或多个相同或不同的R^{3b}取代基,和

[0429] C₆-C₁₄芳基是未取代的,或具有一个或多个相同或不同的R^{3Ar}取代基;

[0430] 每个Z^{3a}独立地是卤素、羟基、NR^{310a}R^{311a}、C₁-C₁₀烷氧基、C₁-C₁₀卤代烷氧基、C₁-C₁₀烷基硫基、C₃-C₁₂环烷基、C₆-C₁₄芳基、C(=O)R^{39a};C(=O)OR^{39a}或C(O)NR^{310a}R^{311a},其中

[0431] C₃-C₁₂环烷基是未取代的,或具有一个或多个相同或不同的R^{3b}取代基,和

[0432] C₆-C₁₄芳基是未取代的,或具有一个或多个相同或不同的R^{3Ar}取代基;

[0433] 每个Z^{3b}和每个Z^{3Ar}独立地是卤素、羟基、NR^{310a}R^{311a}、C₁-C₁₀烷基、C₁-C₁₀烷氧基、C₁-C₁₀卤代烷氧基、C₁-C₁₀烷基硫基、C(=O)R^{39a};C(=O)OR^{39a}或C(O)NR^{310a}R^{311a};

[0434] 每个R^{3a}独立地是卤素、羟基、C₁-C₁₀烷氧基、C₃-C₁₂环烷基或C₆-C₁₄芳基;

[0435] 每个R^{3b}独立地是卤素、羟基、C₁-C₁₀烷基、C₁-C₁₀烷氧基、C₁-C₁₀卤代烷氧基、C₁-C₁₀烷基硫基、C₂-C₁₀链烯基、C₂-C₁₀炔基、C₃-C₁₂环烷基或C₆-C₁₄芳基;

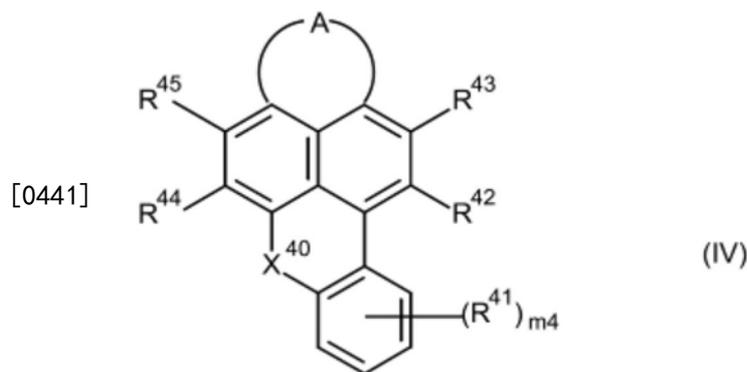
[0436] 每个R^{3Ar}独立地是卤素、羟基、C₁-C₁₀烷基、C₁-C₁₀烷氧基、C₁-C₁₀卤代烷氧基、C₁-C₁₀烷基硫基、C₂-C₁₀链烯基、C₂-C₁₀炔基、C₃-C₁₂环烷基或C₆-C₁₄芳基;

[0437] R^{39a}是氢、C₁-C₁₀烷基、C₂-C₁₀链烯基、C₂-C₁₀炔基、C₃-C₁₂环烷基或C₆-C₁₄芳基;和

[0438] R^{310a}、R^{311a}各自独立地是氢、C₁-C₁₀烷基、C₂-C₁₀链烯基、C₂-C₁₀炔基、C₃-C₁₂环烷基或C₆-C₁₄芳基,

[0439] 和其混合物。

[0440] (iii) 式 (IV) 的氰化化合物:



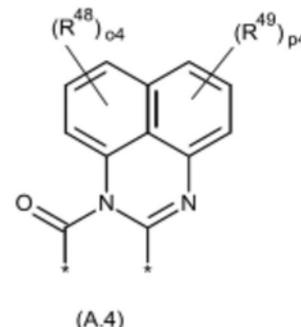
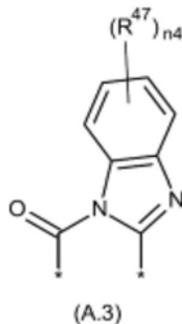
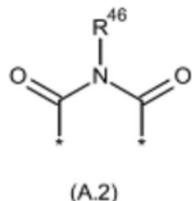
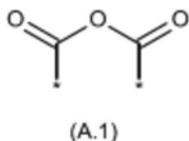
[0442] 其中

[0443] m₄是0、1、2、3或4;

[0444] 每个R⁴¹彼此独立地选自溴、氯、氰基、-NR^{4a}R^{4b}、C₁-C₂₄烷基、C₁-C₂₄卤代烷基、C₁-C₂₄烷氧基、C₁-C₂₄卤代烷氧基、C₃-C₂₄环烷基、杂环烷基、杂芳基、C₆-C₂₄芳基、C₆-C₂₄芳氧基、C₆-C₂₄芳基-C₁-C₁₀亚烷基,其中后六个所述基团中的环烷基、杂环烷基、杂芳基、芳基、芳氧基的环是未取代的或被1、2、3、4或5个相同或不同的基团R^{41a}取代,且其中C₁-C₂₄烷基、C₁-C₂₄卤代烷基、C₁-C₂₄烷氧基和C₆-C₂₄芳基-C₁-C₁₀亚烷基中的亚烷基结构部分可以被一个或多个选自O、S和NR^{4c}的基团间隔;

- [0445] 基团 R^{42} 、 R^{43} 、 R^{44} 和 R^{45} 中的至少一个是CN,且其余基团彼此独立地选自氢、氯和溴;
 [0446] X^{40} 是O、S、SO或 SO_2 ;
 [0447] A是二价基团,其选自通式(A.1)、(A.2)、(A.3)和(A.4)的二价基团:

[0448]



[0449] 其中

[0450] *在每种情况下表示与分子其余部分的连接点;

[0451] n_4 是0、1、2、3或4;[0452] o_4 是0、1、2或3;[0453] p_4 是0、1、2或3;

[0454] R^{46} 是氢、 C_1 - C_{24} 烷基、 C_1 - C_{24} 卤代烷基、 C_3 - C_{24} 环烷基、 C_6 - C_{24} 芳基或 C_6 - C_{24} 芳基- C_1 - C_{10} 亚烷基,其中后三个所述基团中的环烷基、芳基和芳基-亚烷基的环是未取代的或被1、2、3、4或5个相同或不同的基团 R^{46a} 取代,且其中 C_1 - C_{24} 烷基、 C_1 - C_{24} 卤代烷基和 C_6 - C_{24} 芳基- C_1 - C_{10} 亚烷基中的亚烷基结构部分可以被一个或多个选自O、S和 NR^{4c} 的杂原子或杂原子基团间隔;

[0455] 每个 R^{47} 彼此独立地选自溴、氯、氰基、 $-NR^{4a}R^{4b}$ 、 C_1 - C_{24} 烷基、 C_1 - C_{24} 卤代烷基、 C_1 - C_{24} 烷氧基、 C_1 - C_{24} 卤代烷氧基、 C_3 - C_{24} 环烷基、杂环烷基、杂芳基、 C_6 - C_{24} 芳基、 C_6 - C_{24} 芳氧基、 C_6 - C_{24} 芳基- C_1 - C_{10} 亚烷基,其中后六个所述基团中的环烷基、杂环烷基、杂芳基、芳基和芳基-亚烷基的环是未取代的或被1、2、3、4或5个相同或不同的基团 R^{47a} 取代,且其中 C_1 - C_{24} 烷基、 C_1 - C_{24} 卤代烷基、 C_1 - C_{24} 烷氧基、 C_1 - C_{24} 卤代烷氧基和 C_6 - C_{24} 芳基- C_1 - C_{10} 亚烷基中的亚烷基结构部分可被一个或多个选自O、S和 NR^{4c} 的基团间隔;

[0456] 每个 R^{48} 彼此独立地选自溴、氯、氰基、 $NR^{4a}R^{4b}$ 、 C_1 - C_{24} 烷基、 C_1 - C_{24} 卤代烷基、 C_1 - C_{24} 烷氧基、 C_1 - C_{24} 卤代烷氧基、 C_3 - C_{24} 环烷基、杂环烷基、杂芳基、 C_6 - C_{24} 芳基、 C_6 - C_{24} 芳氧基、 C_6 - C_{24} 芳基- C_1 - C_{10} 亚烷基,其中后六个所述基团中的环烷基、杂环烷基、杂芳基、芳基和芳基-亚烷基的环是未取代的或被1、2、3、4或5个相同或不同的基团 R^{48a} 取代,且其中 C_1 - C_{24} 烷基、 C_1 - C_{24} 卤代烷基、 C_1 - C_{24} 烷氧基、 C_1 - C_{24} 卤代烷氧基和 C_6 - C_{24} 芳基- C_1 - C_{10} 亚烷基中的亚烷基结构部分可被一个或多个选自O、S和 NR^{4c} 的基团间隔;

[0457] 每个 R^{49} 彼此独立地选自溴、氯、氰基、 $NR^{4a}R^{4b}$ 、 C_1 - C_{24} 烷基、 C_1 - C_{24} 卤代烷基、 C_1 - C_{24} 烷氧基、 C_1 - C_{24} 卤代烷氧基、 C_3 - C_{24} 环烷基、杂环烷基、杂芳基、 C_6 - C_{24} 芳基、 C_6 - C_{24} 芳氧基、 C_6 - C_{24} 芳基- C_1 - C_{10} 亚烷基,其中后六个所述基团中的环烷基、杂环烷基、杂芳基、芳基和芳基-亚烷基的环是未取代的或被1、2、3、4或5个相同或不同的基团 R^{49a} 取代,且其中 C_1 - C_{24} 烷基、 C_1 - C_{24} 卤代烷基、 C_1 - C_{24} 烷氧基、 C_1 - C_{24} 卤代烷氧基和 C_6 - C_{24} 芳基- C_1 - C_{10} 亚烷基中的亚烷基结构部分可被一个或多个选自O、S和 NR^{4c} 的基团间隔;

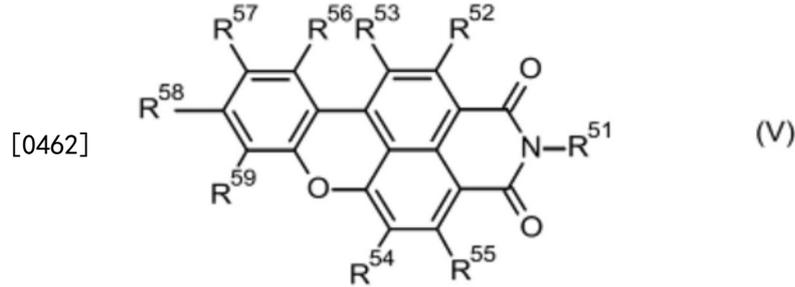
[0458] R^{41a} 、 R^{46a} 、 R^{47a} 、 R^{48a} 、 R^{49a} 彼此独立地选自 C_1 - C_{24} 烷基、 C_1 - C_{24} 氟烷基、 C_1 - C_{24} 烷氧基、

氟、氯和溴；

[0459] R^{4a} 、 R^{4b} 、 R^{4c} 彼此独立地选自氢、 C_1 - C_{20} 烷基、 C_3 - C_{24} 环烷基、杂环烷基、杂芳基和 C_6 - C_{24} 芳基；

[0460] 和其混合物；

[0461] (iv) 式 (V) 的苯并咕吨化合物：



[0463] 其中

[0464] R^{51} 是苯基，其是未取代的或具有1、2、3、4或5个选自卤素、 R^{511} 、 OR^{552} 、 NHR^{552} 和 $NR^{552}R^{557}$ 的取代基；

[0465] R^{52} 、 R^{53} 、 R^{54} 、 R^{55} 、 R^{56} 、 R^{57} 、 R^{58} 和 R^{59} 彼此独立地选自氢、卤素、 R^{553} 、 OR^{553} 、 NHR^{553} 和 $NR^{553}R^{554}$ ，

[0466] 其中

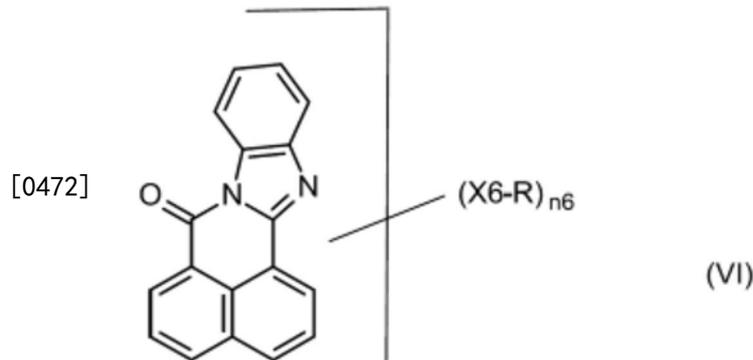
[0467] R^{511} 选自 C_2 - C_{18} 烷基、 C_6 - C_{24} 芳基和杂芳基；

[0468] R^{552} 和 R^{557} 彼此独立地选自 C_1 - C_{18} 烷基、 C_6 - C_{24} 芳基和杂芳基；和

[0469] R^{553} 和 R^{554} 彼此独立地选自 C_1 - C_{18} 烷基、 C_6 - C_{24} 芳基和杂芳基；

[0470] 和其混合物；

[0471] (v) 包含至少一个式 (VI) 结构单元的荧光化合物：



[0473] 其中所示苯并咪唑结构的六员环中的一个或多个CH基团可以被氮代替，且其中符号各自定义如下：

[0474] n_6 是用于各式 (VI) 结构单元的0至 $(10-p_6)$ 的数字；其中 p_6 是所示苯并咪唑结构的六员环中被氮代替的CH单元的数目

[0475] X_6 是化学键、O、S、SO、SO₂、NR⁶¹；和

[0476] R是脂族基、环脂族基、芳基、杂芳基，其各自可以具有任何取代基，

[0477] 芳族或杂芳族环或环体系，其各自与式 (VI) 结构单元的其他芳族环稠合

[0478] 当 X_6 不是化学键时，R是F、Cl、Br、CN、H；

[0479] 其中两个R基团可接合得到一个环状基团,和

[0480] 其中当 $n > 1$ 时, X_6 和R可以是相同或不同的;

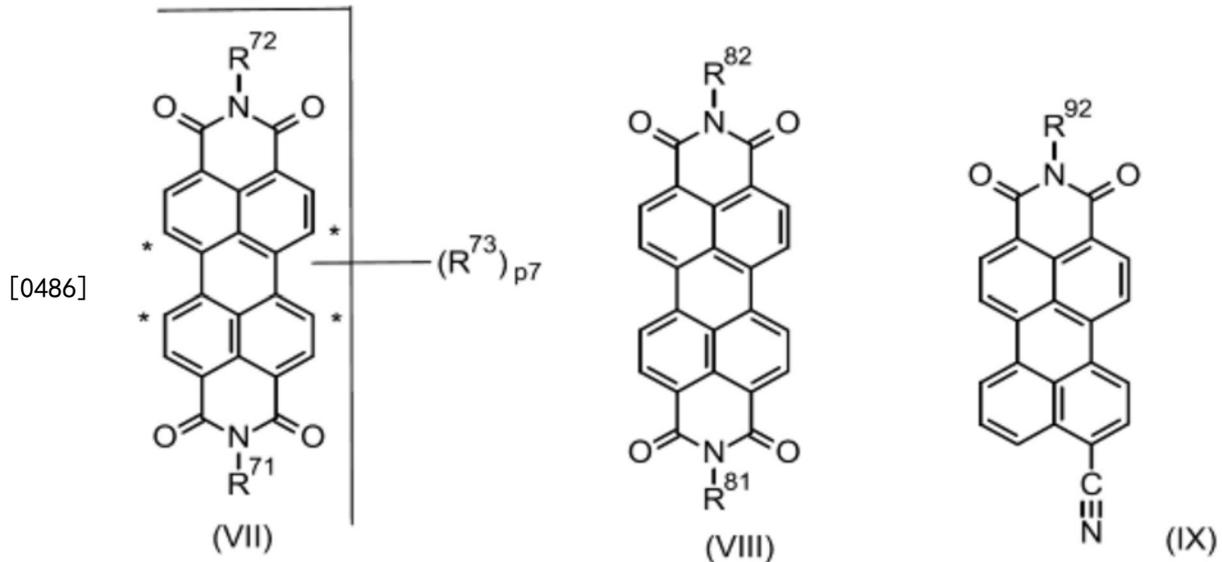
[0481] R^{61} 各自独立地是氢、 C_1 - C_{18} 烷基或环烷基,其碳链可包含一个或多个-O-、-S-、-CO-、-SO-和/或-SO₂-结构部分且其可以被单取代或多取代;

[0482] 芳基或杂芳基,其可以被单取代或多取代;

[0483] 和其混合物;

[0484] 和

[0485] (vi) 式 (VII)、(VIII) 或 (IX) 的茚化合物:



[0487] 其中

[0488] p_7 是1至4,

[0489] R^{71} 、 R^{72} 各自独立地是 C_1 - C_{30} 烷基、 C_3 - C_8 环烷基、芳基、杂芳基、芳基- C_1 - C_{10} 亚烷基,其中后三个基团中的芳族环是未取代的或被 C_1 - C_{10} 烷基单取代或多取代;

[0490] 每个 R^{73} 独立地是芳氧基,其是未取代的或被 C_1 - C_{10} 烷基单取代或多取代,其中这些 R^{73} 基团位于一个或多个由*指示的位置处;

[0491] R^{81} 、 R^{82} 各自独立地是 C_1 - C_{30} 烷基、 C_3 - C_8 环烷基、芳基、杂芳基、芳基- C_1 - C_{10} 亚烷基,其中后三个基团中的芳族环是未取代的或被 C_1 - C_{10} 烷基单取代或多取代;

[0492] R^{92} 是 C_1 - C_{30} 烷基、 C_3 - C_8 环烷基、芳基、杂芳基、芳基- C_1 - C_{10} 亚烷基,其中后三个基团中的芳族环是未取代的或被 C_1 - C_{10} 烷基单取代或多取代,

[0493] 和其混合物。

[0494] 令人惊奇地,当色彩转化器包含式 (I) 化合物或其混合物与至少一种选自以下的其它有机荧光染料的组合时:

[0495] -式 (II) 化合物和其混合物,

[0496] -式 (III) 化合物和其混合物,

[0497] -式 (IV) 化合物和其混合物,

[0498] -式 (V) 化合物和其混合物,

[0499] -式 (VI) 化合物和其混合物,

[0500] -式 (VII) 化合物和其混合物,

[0501] -式(VIII)化合物和其混合物,

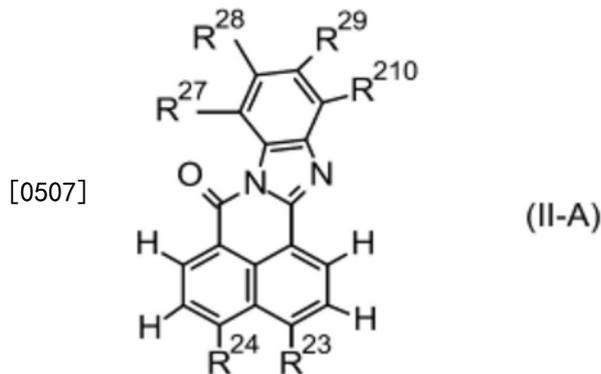
[0502] -式(IX)化合物和其混合物,

[0503] 和其混合物,

[0504] 色彩转化器具有将LED光转化成白光的高发光效率。另外,使用式(I)化合物或其与黄色荧光染料一起的混合物,实现了白光LED的发光效率与显色性之间的良好折衷。

[0505] 另外,本发明的色彩转化器与LED的蓝光一起能够提供具有在2,000-7,500K范围内的任何色温的白光。另外,本发明的色彩转化器与色温为20,000-4,500K、优选12,000-7,000K的白光LED一起能提供色温在2,000-7,500K范围内的具有高显色性的白光。

[0506] 由W0 2015/019270已知式(II)的荧光染料。在式(II)化合物中,尤其优选是通式II-A的化合物:



[0508] 和其混合物

[0509] 其中

[0510] R^{23} 和 R^{24} 各自独立地是氰基、苯基、4-氰基苯基或具有1、2或3个选自 C_1 - C_{10} 烷基的取代基的苯基,尤其是氰基、苯基或4-氰基苯基;且

[0511] R^{27} 、 R^{28} 、 R^{29} 和 R^{210} 各自独立地是氢、氰基、苯基、4-氰基苯基或具有1、2或3个选自 C_1 - C_{10} 烷基的取代基的苯基,尤其是氢、氰基、苯基或4-氰基苯基。

[0512] 式II-A化合物中进而优选的化合物是如下化合物:

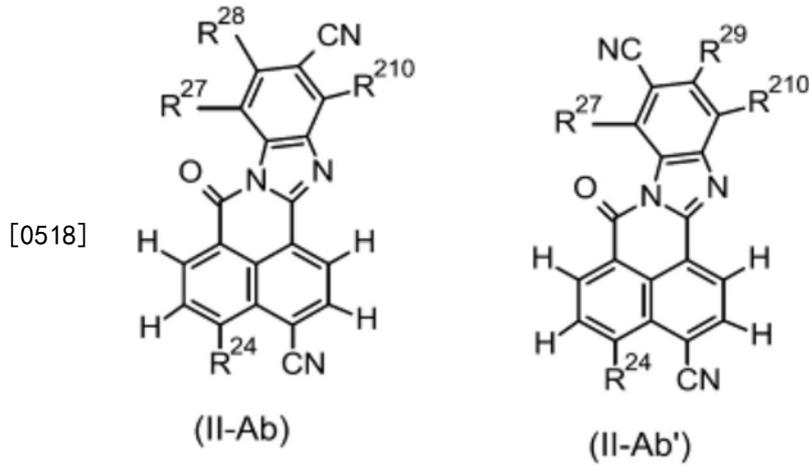
[0513] 其中

[0514] R^{23} 是氰基;

[0515] R^{24} 是苯基、4-氰基苯基或具有1、2或3个选自 C_1 - C_{10} 烷基的取代基的苯基;和

[0516] 基团 R^{27} 、 R^{28} 、 R^{29} 和 R^{210} 中的两个各自独立地是苯基、4-氰基苯基或具有1、2或3个选自 C_1 - C_{10} 烷基的取代基的苯基,且其它基团 R^{27} 、 R^{28} 、 R^{29} 和 R^{210} 是氢。

[0517] 同样,式II-A化合物中进而优选的化合物也是对应于式(II-Ab)和(II-Ab')的化合物:

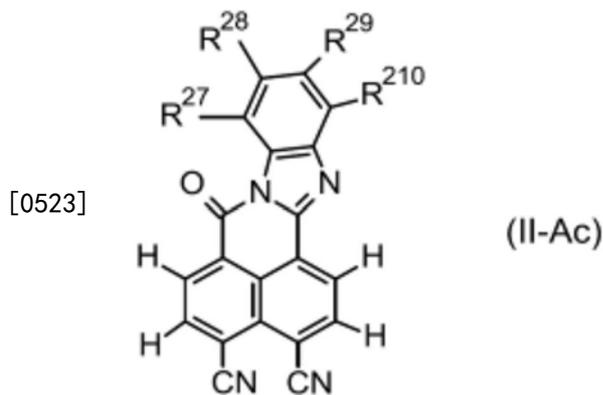


[0519] 其中

[0520] R²⁴是苯基、4-氰基苯基或具有1、2或3个选自C₁-C₁₀烷基的取代基的苯基；和

[0521] 基团R²⁷、R²¹⁰、若存在的R²⁸和R²⁹中的零、一个或两个各自独立地是苯基、4-氰基苯基或具有1、2或3个选自C₁-C₁₀烷基的取代基的苯基，且其它基团R²⁷、R²¹⁰、R²⁸、R²⁹在存在时是氢。

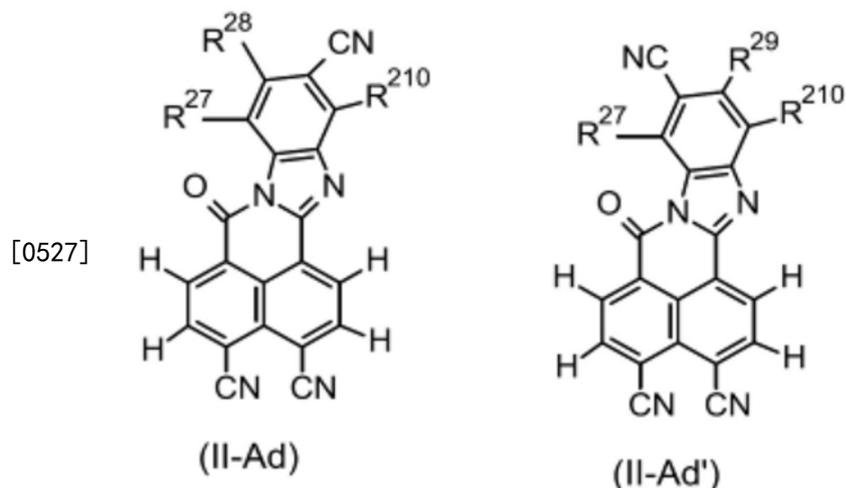
[0522] 式(II-A)化合物中进而优选的化合物也是对应于式(II-Ac)的化合物：



[0524] 其中

[0525] 基团R²⁷、R²⁸、R²⁹和R²¹⁰中的一个或两个各自独立地是苯基、4-氰基苯基或具有1、2或3个选自C₁-C₁₀烷基的取代基的苯基，且其它基团R²⁷、R²⁸、R²⁹和R²¹⁰是氢。

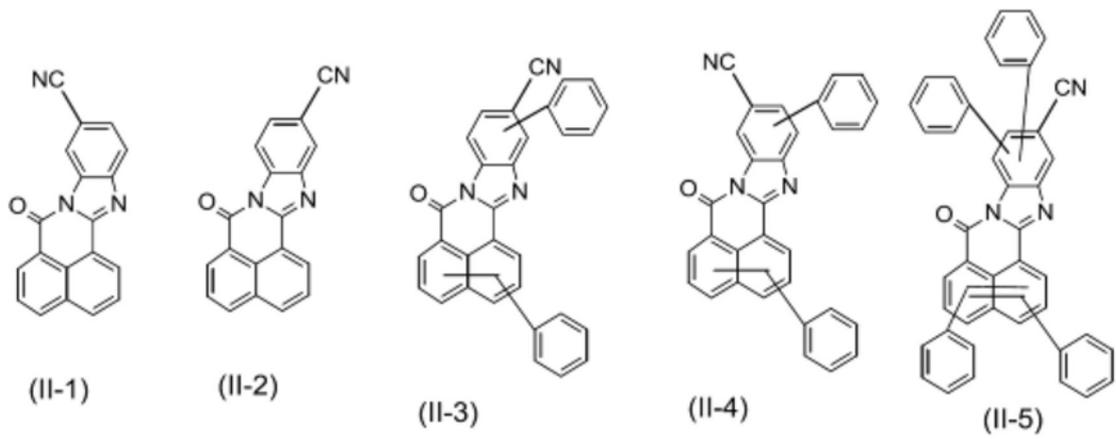
[0526] 式(II-A)化合物中又优选的化合物也是对应于式(II-Ad)和(II-Ad')的化合物：



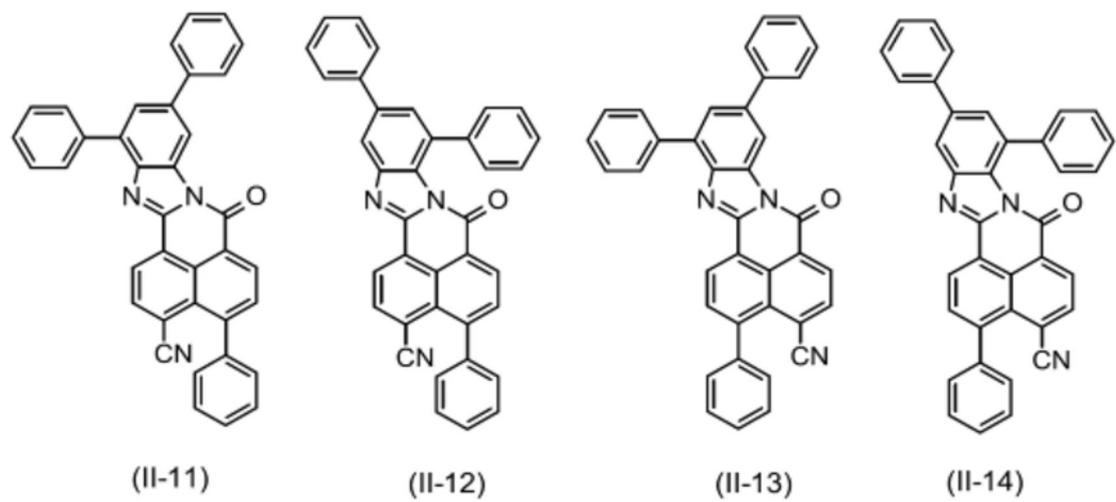
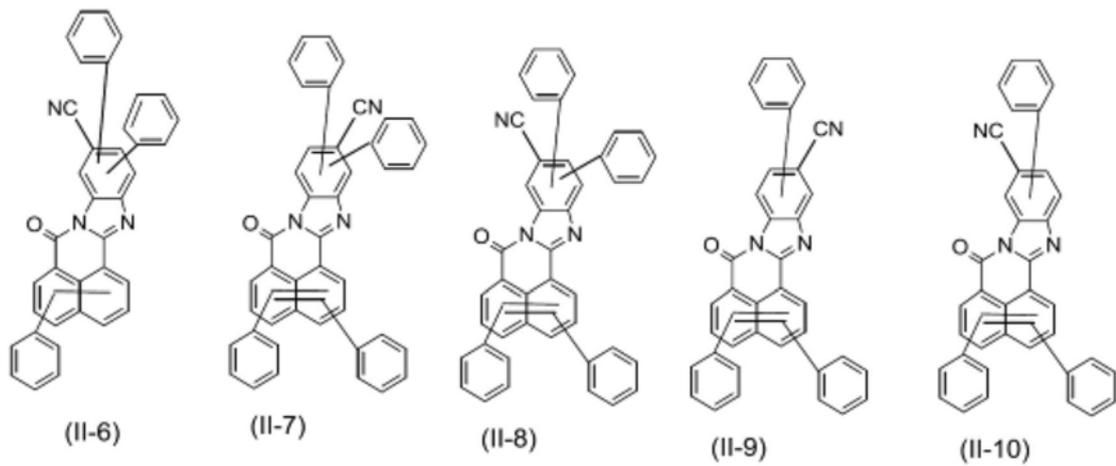
[0528] 其中

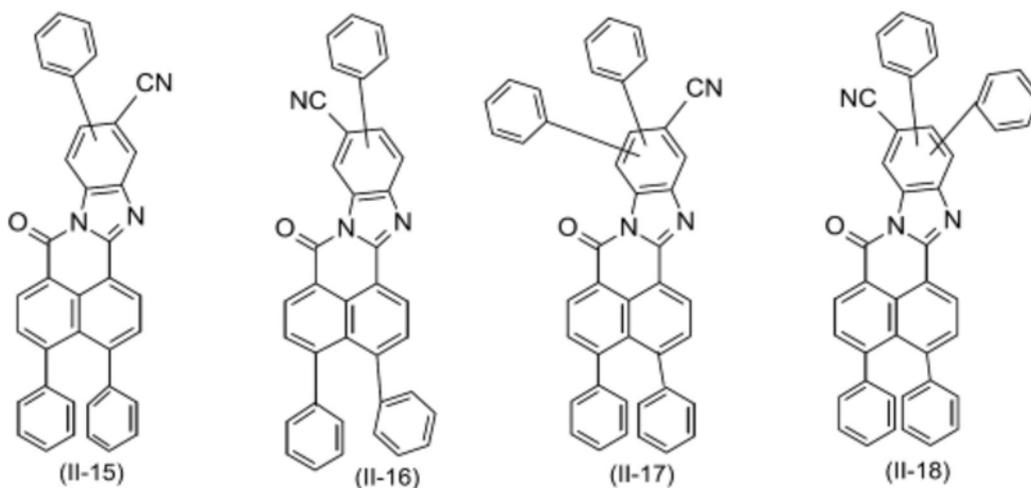
[0529] 基团 R^{27} 、 R^{28} 、 R^{29} 和 R^{210} 中的一个或两个各自独立地是苯基、4-氰基苯基或具有1、2或3个选自 C_1 - C_{10} 烷基的取代基的苯基,且其它基团 R^{27} 、 R^{28} 、 R^{29} 和 R^{210} 是氢。

[0530] 尤其优选地,至少一种式(II)的氰化萘苯并咪唑化合物选自式(II-1)、(II-2)、(II-3)、(II-4)、(II-5)、(II-6)、(II-7)、(II-8)、(II-9)、(II-10)、(II-11)、(II-12)、(II-13)、(II-14)、(II-15)、(II-16)、(II-17)、(II-18)、(II-19)、(II-20)、(II-21)、(II-22)、(II-23)、(II-24)、(II-25)、(II-26)、(II-27)、(II-28)、(II-29)、(II-30)、(II-31)、(II-32)、(II-33)、(II-34)、(II-35)、(II-36)、(II-37)、(II-38)、(II-39)、(II-40)、(II-41)、(II-42)、(II-43)、(II-44)、(II-45)、(II-46)、(II-47)、(II-48)、(II-49)和(II-50)的化合物和其混合物:

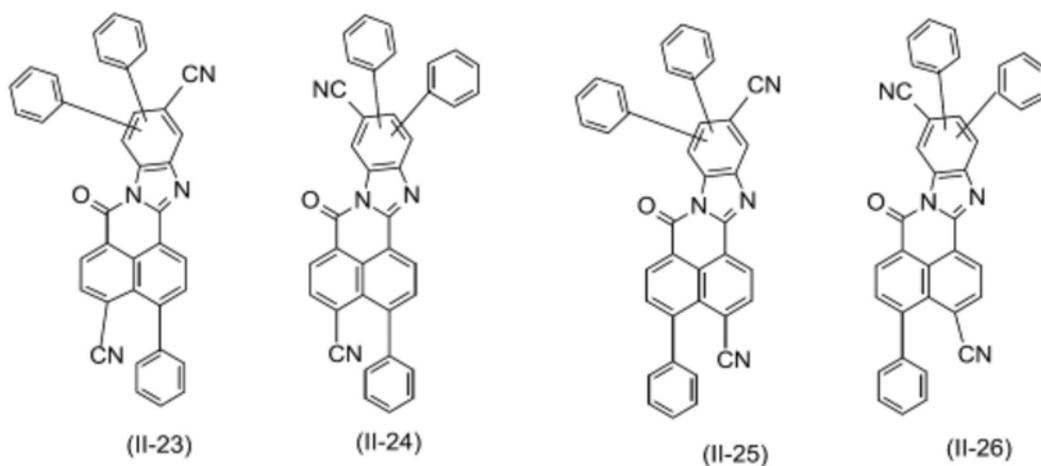
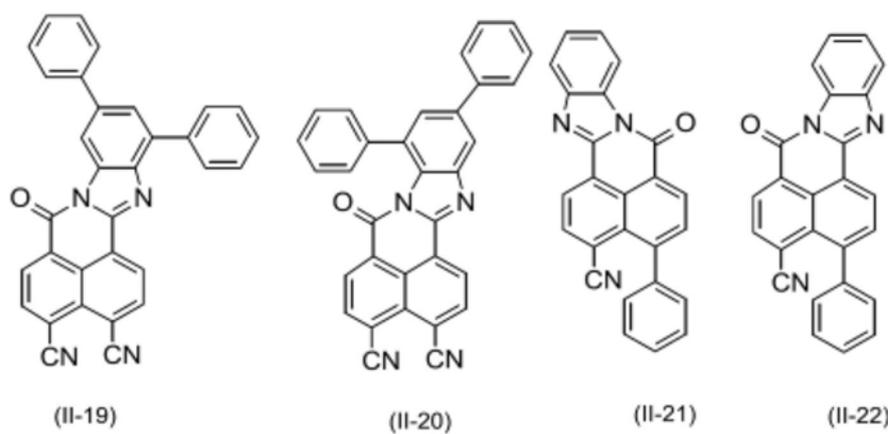


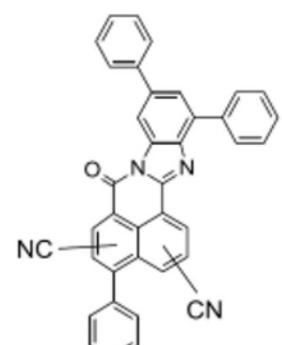
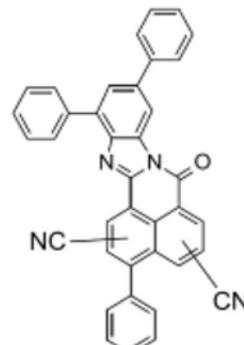
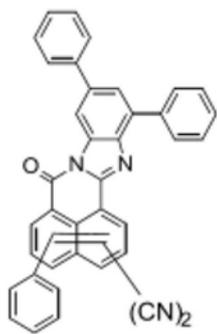
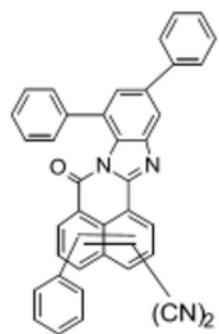
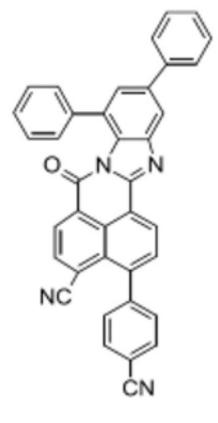
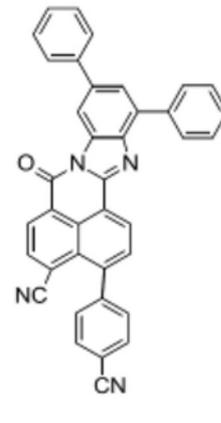
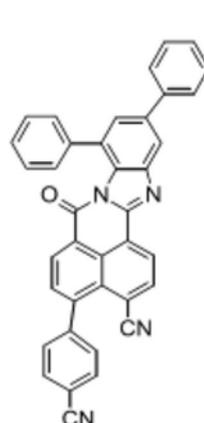
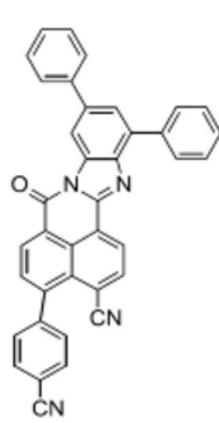
[0531]



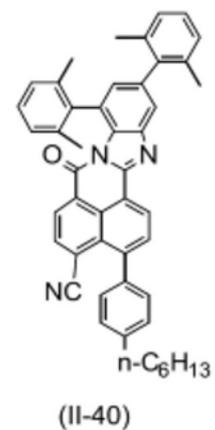
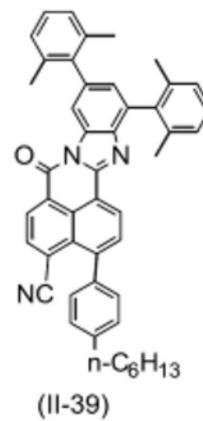
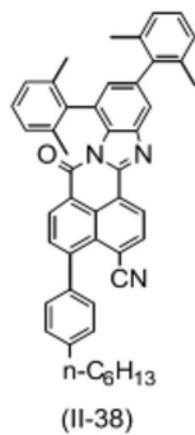
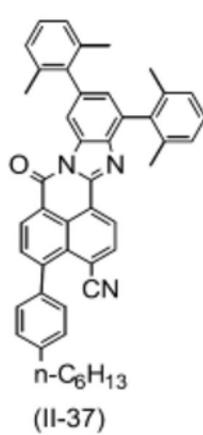
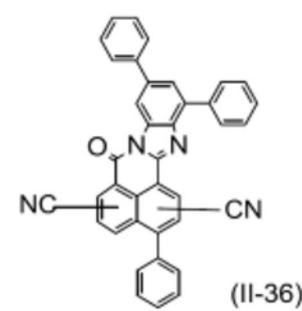
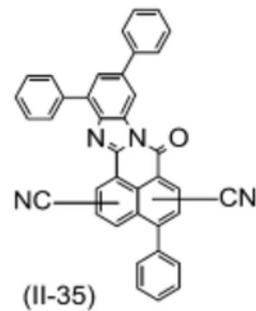


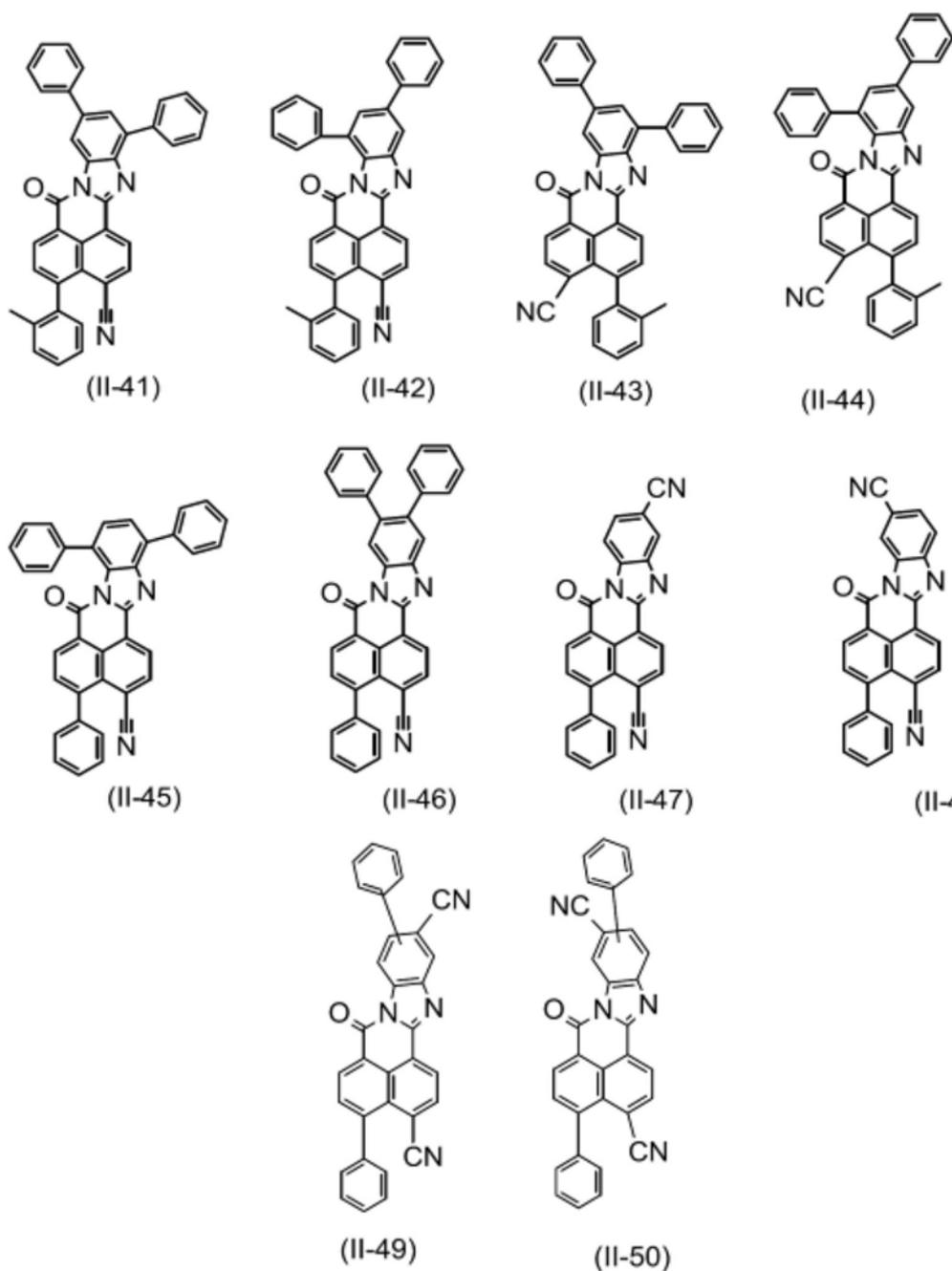
[0532]





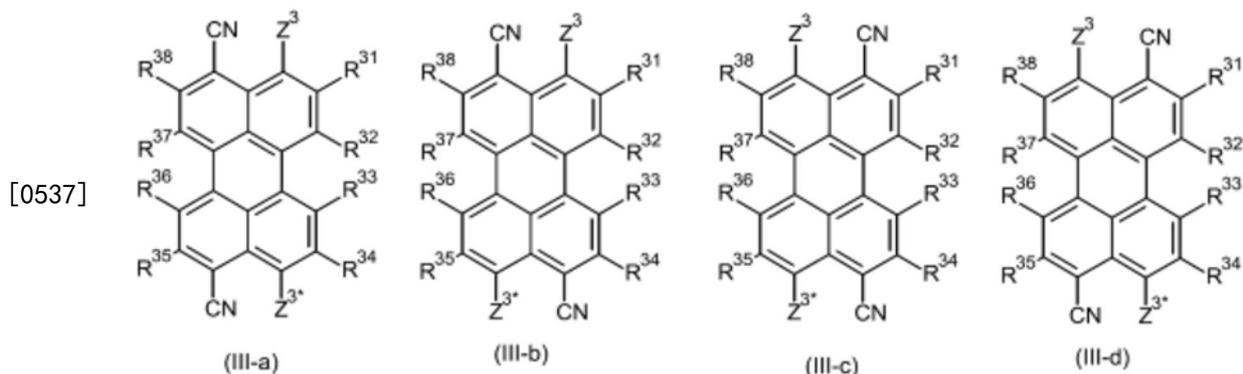
[0533]





[0535] 式(II)化合物通常是绿色、黄绿色或黄色的荧光染料。

[0536] 由W0 2015/169935已知式(III)化合物。式(III)化合物包括以下式(III-a)和(III-b)的化合物以及式(III-c)和(III-d)的化合物：



[0538] 其中

[0539] R^{31} 、 R^{32} 、 R^{33} 、 R^{34} 、 R^{35} 、 R^{36} 、 R^{37} 、 R^{38} 、 Z^3 和 Z^{3*} 各自如上文所定义,和其混合物。

[0540] 更特别是,在式(III-a)、(III-b)、(III-c)和(III-d)的化合物中,不是氰基或氢的 R^{31} 、 R^{32} 、 R^{33} 、 R^{34} 、 R^{35} 、 R^{36} 、 R^{37} 、 R^{38} 取代基均是氯或均是溴。

[0541] 在式(III)的花化合物和其混合物中, R^{31} 、 R^{32} 、 R^{33} 、 R^{34} 、 R^{35} 、 R^{36} 、 R^{37} 和 R^{38} 取代基中的1、2、3、4、5、6、7或8个是氰基。其它 R^{31} 、 R^{32} 、 R^{33} 、 R^{34} 、 R^{35} 、 R^{36} 、 R^{37} 和 R^{38} 取代基各自独立地是氢、溴或氯。更特别是,其它 R^{31} 、 R^{32} 、 R^{33} 、 R^{34} 、 R^{35} 、 R^{36} 、 R^{37} 和 R^{38} 取代基各自独立地是氢或溴。在另一个实施方案中,其它 R^{31} 、 R^{32} 、 R^{33} 、 R^{34} 、 R^{35} 、 R^{36} 、 R^{37} 和 R^{38} 取代基各自独立地是氢或氯。

[0542] 优选地, R^{31} 、 R^{32} 、 R^{33} 、 R^{34} 、 R^{35} 、 R^{36} 、 R^{37} 和 R^{38} 取代基中的1、2、3或4个是氰基。其它 R^{31} 、 R^{32} 、 R^{33} 、 R^{34} 、 R^{35} 、 R^{36} 、 R^{37} 和 R^{38} 取代基各自独立地是氢、溴或氯。特别是, R^{32} 、 R^{33} 、 R^{36} 和 R^{37} 取代基中的1、2、3或4个是氰基。在一个特定实施方案中, R^{31} 、 R^{32} 、 R^{33} 、 R^{34} 、 R^{35} 、 R^{36} 、 R^{37} 或 R^{38} 取代基均不是溴或氯。

[0543] 在另一个优选实施方案中, R^{31} 、 R^{32} 、 R^{33} 、 R^{34} 、 R^{35} 、 R^{36} 、 R^{37} 和 R^{38} 取代基中的一个为氰基,且其它 R^{31} 、 R^{32} 、 R^{33} 、 R^{34} 、 R^{35} 、 R^{36} 、 R^{37} 和 R^{38} 取代基是氢。特别是, R^{32} 、 R^{33} 、 R^{36} 和 R^{37} 取代基中的一个为氰基,且其它 R^{31} 、 R^{32} 、 R^{33} 、 R^{34} 、 R^{35} 、 R^{36} 、 R^{37} 和 R^{38} 取代基是氢。

[0544] 在另一个优选实施方案中, R^{31} 、 R^{32} 、 R^{33} 、 R^{34} 、 R^{35} 、 R^{36} 、 R^{37} 和 R^{38} 取代基中的两个为氰基,且其它 R^{31} 、 R^{32} 、 R^{33} 、 R^{34} 、 R^{35} 、 R^{36} 、 R^{37} 和 R^{38} 取代基是氢。特别是, R^{32} 、 R^{33} 、 R^{36} 和 R^{37} 取代基中的两个为氰基,且其它 R^{31} 、 R^{32} 、 R^{33} 、 R^{34} 、 R^{35} 、 R^{36} 、 R^{37} 和 R^{38} 取代基是氢。

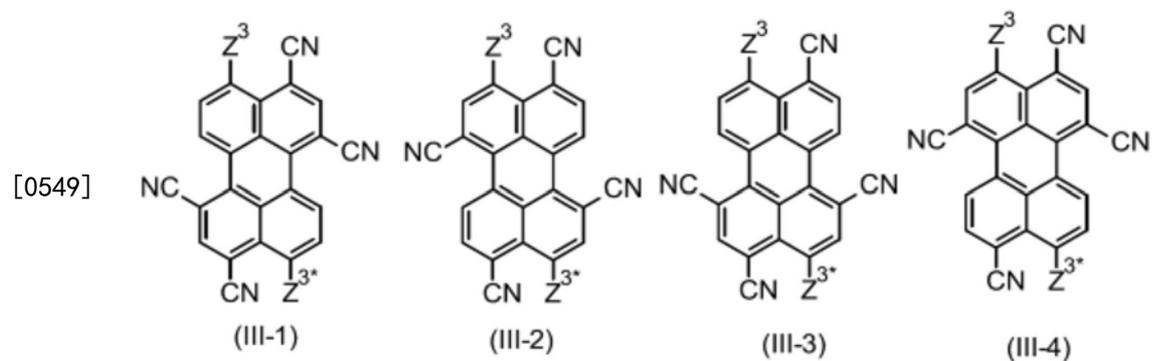
[0545] 在式(III)的花化合物和其混合物中, Z^3 取代基中的一个为氰基,且 Z^{3*} 取代基中的一个为氰基。其它 Z^3 取代基和其它 Z^{3*} 取代基各自如上文所定义,优选独立地选自 C_1 - C_{10} 烷基、 CO_2R^{39} 、苯基- C_1 - C_{10} 烷基和苯基,其中苯基和苯基- C_1 - C_{10} 烷基中的苯基结构部分是未取代的或具有一个或多个(例如1、2或3个)选自 C_1 - C_6 烷基的取代基,其中 R^{39} 如上文所定义。优选地, R^{39} 是直链或支化的 C_1 - C_6 烷基,尤其是甲基、乙基、正丙基、异丙基、正丁基或异丁基。

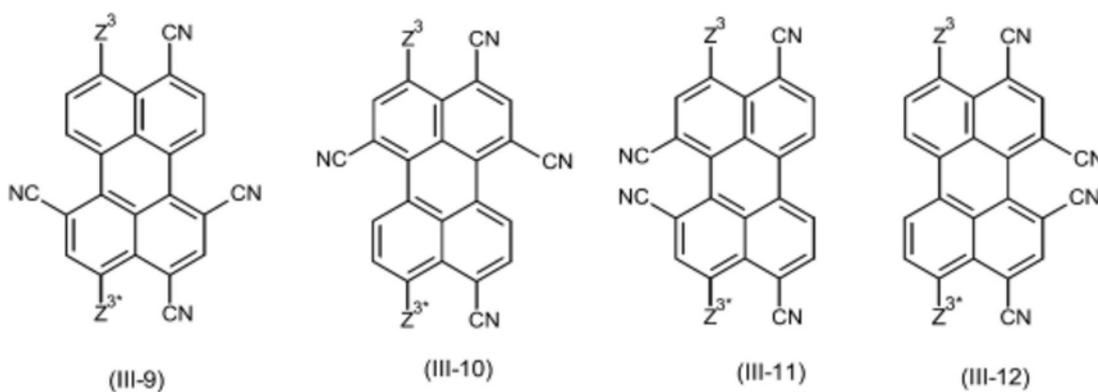
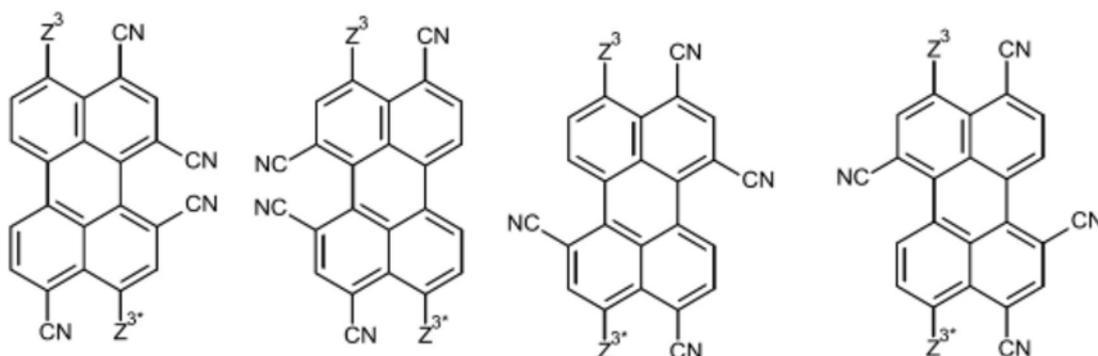
[0546] 甚至更优选地, Z^3 取代基中的一个为 C_1 - C_6 烷基、 C_1 - C_6 烷氧基羰基或未被取代或具有1、2或3个 C_1 - C_4 烷基的苯基。特别是, Z^3 取代基中的一个为 C_1 - C_6 烷基,例如甲基、乙基、正丙基、异丙基、正丁基、异丁基; C_1 - C_6 烷氧基羰基,例如甲氧基羰基、乙氧基羰基、正丙氧基羰基、异丙氧基羰基、正丁氧基羰基、异丁氧基羰基;苯基或具有1、2或3个 C_1 - C_4 烷基的苯基,例如2-甲基苯基或2,6-二甲基苯基。

[0547] 甚至更优选, Z^{3*} 取代基中的一个为 C_1 - C_6 烷基、 C_1 - C_6 烷氧基羰基或未被取代或具有1、2或3个 C_1 - C_4 烷基的苯基。具体而言, Z^{3*} 取代基中的一个为 C_1 - C_6 烷基,例如甲基、乙基、正丙基、异丙基、正丁基、异丁基; C_1 - C_6 烷氧基羰基,例如甲氧基羰基、乙氧基羰基、正丙氧基羰基

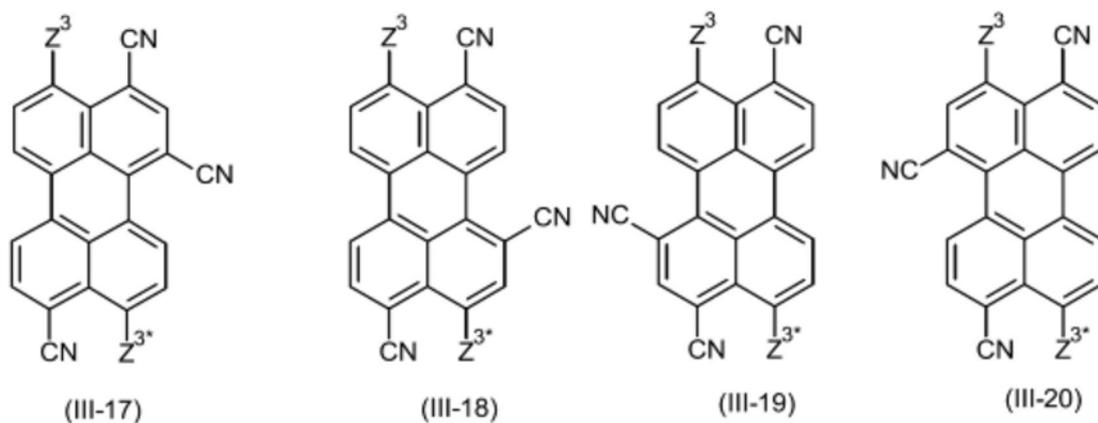
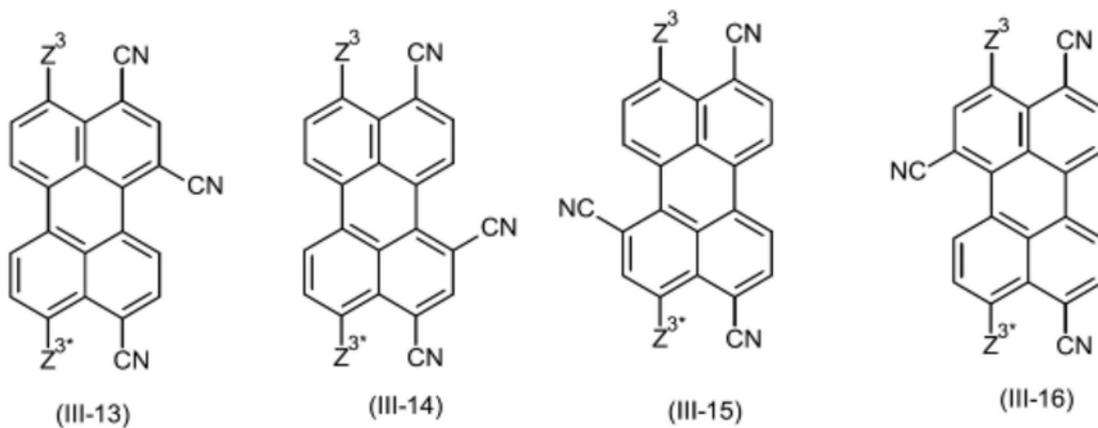
基、异丙氧基羰基、正丁氧基羰基、异丁氧基羰基；苯基、2-甲基苯基或2,6-二甲基苯基。

[0548] 尤其是,式(III)的茚化合物选自式(III-1)、(III-2)、(III-3)、(III-4)、(III-5)、(III-6)、(III-7)、(III-8)、(III-9)、(III-10)、(III-11)、(III-12)、(III-13)、(III-14)、(III-15)、(III-16)、(III-17)、(III-18)、(III-19)、(III-20)的化合物:





[0550]



[0551] 其中

[0552] Z^3 选自 C_1 - C_6 烷基、 C_1 - C_6 烷氧基羰基、苯基和具有1、2或3个 C_1 - C_4 烷基的苯基；和

[0553] Z^{3*} 选自 C_1 - C_6 烷基、 C_1 - C_6 烷氧基羰基、苯基和具有1、2或3个 C_1 - C_4 烷基的苯基；

[0554] 和其混合物。

[0555] 其中,尤其优选是式(III-1)、(III-2)、(III-3)、(III-4)、(III-5)、(III-6)、(III-7)、(III-8)、(III-9)、(III-10)、(III-11)、(III-12)、(III-13)、(III-14)、(III-15)、(III-16)、(III-17)、(III-18)、(III-19)、(III-20)的茚化合物,其中 Z 与 Z^* 具有相同定义。

[0556] 式(III)化合物通常是黄色或黄绿色荧光染料。

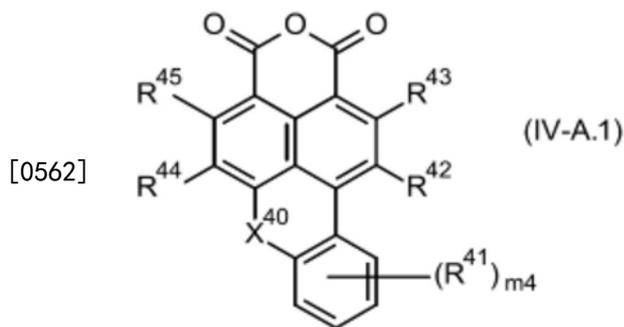
[0557] 式(IV)化合物是未公开的EP 15161081.3的主题。优选是式(IV)化合物和其混合物,其中 X^{40} 是O。也优选是式(IV)化合物,其中 X^{40} 是S。

[0558] 优选式(IV)化合物,其中基团 R^{42} 、 R^{43} 、 R^{44} 和 R^{45} 中的两个是氰基,且其余两个基团 R^{42} 、 R^{43} 、 R^{44} 和 R^{45} 选自氢和溴。甚至更优选是式(IV)化合物,其中基团 R^{42} 、 R^{43} 、 R^{44} 和 R^{45} 中的两个是氰基,且其余两个基团 R^{42} 、 R^{43} 、 R^{44} 和 R^{45} 各自是氢。特别是, R^{42} 和 R^{44} 各自是氰基,且 R^{43} 和 R^{45} 各自是氢。

[0559] 优选是式(IV)化合物,其中 m_4 是0,即 R^{41} 不存在。

[0560] 也优选的是式(IV)化合物,其中 m_4 是1或2。在此情形下,每个 R^{41} 优选选自氰基、溴、氯; C_1 - C_4 烷基,例如甲基、乙基、正丙基、异丙基、正丁基或异丁基; C_1 - C_4 烷氧基,例如甲氧基、乙氧基、正丙氧基、异丙氧基、正丁氧基或异丁氧基; C_1 - C_4 卤代烷基,尤其 C_1 - C_2 卤代烷基;苯基和苯氧基,其中后两个所述基团中的苯环是未取代的或具有1、2或3个选自 C_1 - C_{10} 烷基的取代基。特别是, R^{41} 选自氰基,溴,和未被取代或具有1或2个选自 C_1 - C_4 烷基的基团的苯基; R^{41} 尤其是氰基。尤其是, m 是1。更尤其是, m_4 是1,且 R^{41} 是氰基。

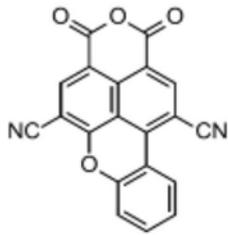
[0561] 式(IV)化合物是优选的,其中基团A是式(A.1)的基团。其中A为式(A.1)基团的式(IV)化合物也称为式(IV-A.1)的化合物:



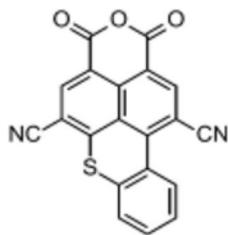
[0563] 其中

[0564] m_4 、 X^{40} 、 R^{41} 、 R^{42} 、 R^{43} 、 R^{44} 和 R^{45} 如上文所定义,尤其具有优选含义中的一个。

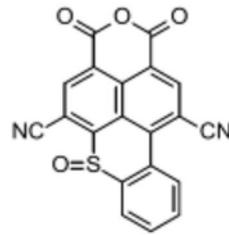
[0565] 下文显示优选的式(IV-A.1)化合物的实例:



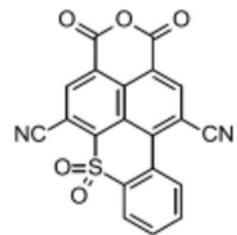
(IV-A.1-1)



(IV-A.1-2)

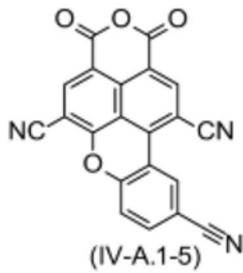


(IV-A.1-3)

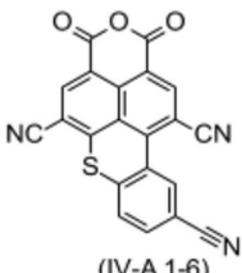


(IV-A.1-4)

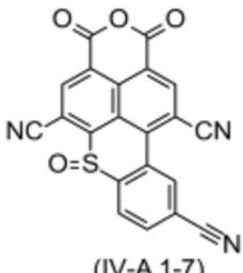
[0566]



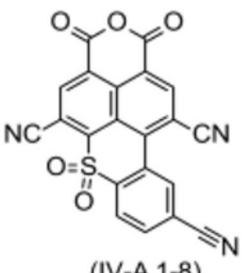
(IV-A.1-5)



(IV-A.1-6)

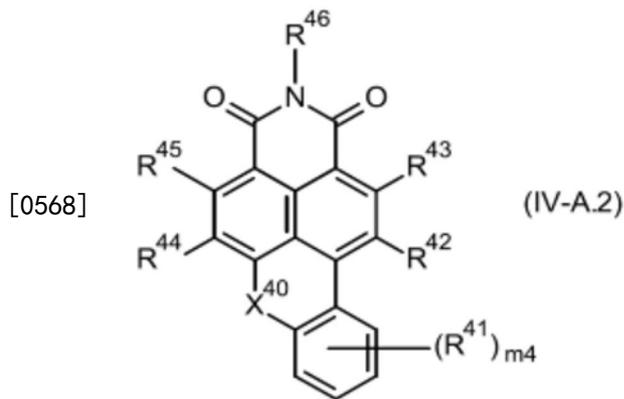


(IV-A.1-7)



(IV-A.1-8)

[0567] 同样,式(IV)化合物是优选的,其中A是式(A.2)的基团。其中A为式(A.2)基团的式(IV)化合物也称为式(IV-A.2)化合物:



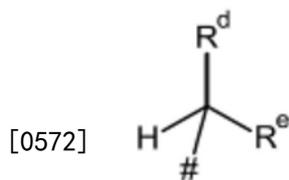
[0568]

(IV-A.2)

[0569] 其中

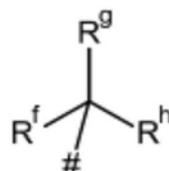
[0570] m_4 、 X^{40} 、 R^{41} 、 R^{42} 、 R^{43} 、 R^{44} 和 R^{46} 如上文所定义。具体而言, m_4 、 X^{40} 、 R^{41} 、 R^{42} 、 R^{43} 、 R^{44} 和 R^{45} 具有上文所提及的优选含义中的一个。

[0571] 在式(I-A.2)化合物中, R^{46} 优选选自氢、直链 C_1 - C_{24} 烷基、支化的 C_3 - C_{24} 烷基、 C_6 - C_{10} 芳基和 C_6 - C_{10} 芳基- C_1 - C_{10} 亚烷基,其中后两个所提及部分中的芳基环是未取代的或被1、2、3、4或5个相同或不同的基团 R^{46a} 取代。在一个特定实施方案中, R^{46} 选自直链 C_1 - C_{24} 烷基、式(B.1)基团和式(B.2)基团:



[0572]

(B.1)



(B.2)

[0573] 其中

[0574] #是与氮原子的键连位点；

[0575] 式(B.1)中的 R^d 和 R^e 彼此独立地选自 C_1 - C_{23} -烷基,其中 R^d 和 R^e 基团的碳原子总数是2至23的整数；

[0576] 式(B.2)中的 R^f 、 R^g 和 R^h 独立地选自 C_1 至 C_{20} 烷基,其中 R^f 、 R^g 和 R^h 基团的碳原子总数是3至23的整数。

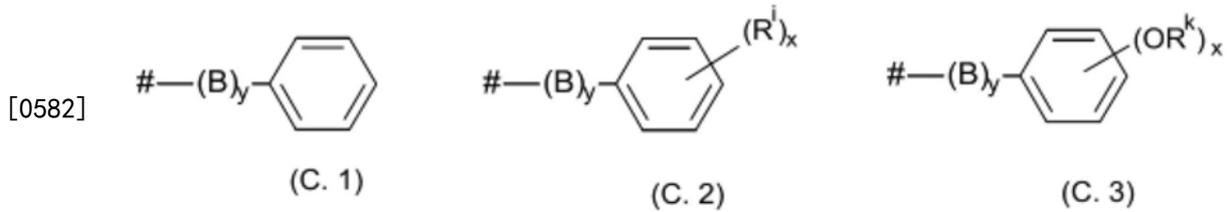
[0577] 式(B.1)基团优选是:1-乙基丙基、1-甲基丙基、1-丙基丁基、1-乙基丁基、1-甲基丁基、1-丁基戊基、1-丙基戊基、1-乙基戊基、1-甲基戊基、1-戊基己基、1-丁基己基、1-丙基己基、1-乙基己基、1-甲基己基、1-己基庚基、1-戊基庚基、1-丁基庚基、1-丙基庚基、1-乙基庚基、1-甲基庚基、1-庚基辛基、1-己基辛基、1-戊基辛基、1-丁基辛基、1-丙基辛基、1-乙基辛基、1-甲基辛基、1-辛基壬基、1-庚基壬基、1-己基壬基、1-戊基壬基、1-丁基壬基、1-丙基壬基、1-乙基壬基、1-甲基壬基、1-壬基癸基、1-辛基癸基、1-庚基癸基、1-己基癸基、1-戊基癸基、1-丁基癸基、1-丙基癸基、1-乙基癸基、1-甲基癸基、1-癸基十一烷基、1-壬基十一烷基、1-辛基十一烷基、1-庚基十一烷基、1-己基十一烷基、1-戊基十一烷基、1-丁基十一烷基、1-丙基十一烷基、1-乙基十一烷基、1-甲基十一烷基、1-十一烷基十二烷基、1-癸基十二烷基、1-壬基十二烷基、1-辛基十二烷基、1-庚基十二烷基、1-己基十二烷基、1-戊基十二烷基、1-丁基十二烷基、1-丙基十二烷基、1-乙基十二烷基、1-甲基十二烷基、1-十一烷基十三烷基、1-癸基十三烷基、1-壬基十三烷基、1-辛基十三烷基、1-庚基十三烷基、1-己基十三烷基、1-戊基十三烷基、1-丁基十三烷基、1-丙基十三烷基、1-乙基十三烷基、1-甲基十三烷基、1-十三烷基十四烷基、1-癸基十四烷基、1-壬基十四烷基、1-辛基十四烷基、1-庚基十四烷基、1-己基十四烷基、1-戊基十四烷基、1-丁基十四烷基、1-丙基十四烷基、1-乙基十四烷基、1-甲基十四烷基、1-辛基十六烷基、1-庚基十六烷基、1-己基十六烷基、1-戊基十六烷基、1-丁基十六烷基、1-丙基十六烷基、1-乙基十六烷基、1-甲基十六烷基、1-己基十八烷基、1-戊基十八烷基、1-丁基十八烷基、1-丙基十八烷基、1-乙基十八烷基、1-甲基十八烷基、1-十五烷基二十烷基、1-十四烷基二十烷基、1-十三烷基二十烷基、1-十二烷基二十烷基、1-十一烷基二十烷基、1-丁基二十烷基、1-丙基二十烷基、1-乙基二十烷基、1-甲基二十烷基。

[0578] 尤其优选的式(B.1)基团是:

[0579] 1-甲基乙基、1-甲基丙基、1-甲基丁基、1-甲基戊基、1-甲基己基、1-甲基庚基、1-甲基辛基、1-乙基丙基、1-乙基丁基、1-乙基戊基、1-乙基己基、1-乙基庚基、1-乙基辛基、1-丙基丁基、1-丙基戊基、1-丙基己基、1-丙基庚基、1-丙基辛基、1-丁基戊基、1-丁基己基、1-丁基庚基、1-丁基辛基、1-戊基己基、1-戊基庚基、1-戊基辛基、1-己基庚基、1-己基辛基、1-庚基辛基。

[0580] 尤其优选的式(B.2)基团是叔丁基。

[0581] 在另一个特定实施方案中, R^{46} 是式(C.1)的基团、式(C.2)的基团或式(C.3)的基团:



[0583] 其中

[0584] #表示与氮原子的键连侧，

[0585] B在存在时是C₁-C₁₀亚烷基，其可以被一个或多个选自-O-和-S-的非相邻基团间隔，

[0586] y是0或1，

[0587] Rⁱ彼此独立地选自C₁-C₂₄烷基、C₁-C₂₄氟烷基、氟、氯或溴，

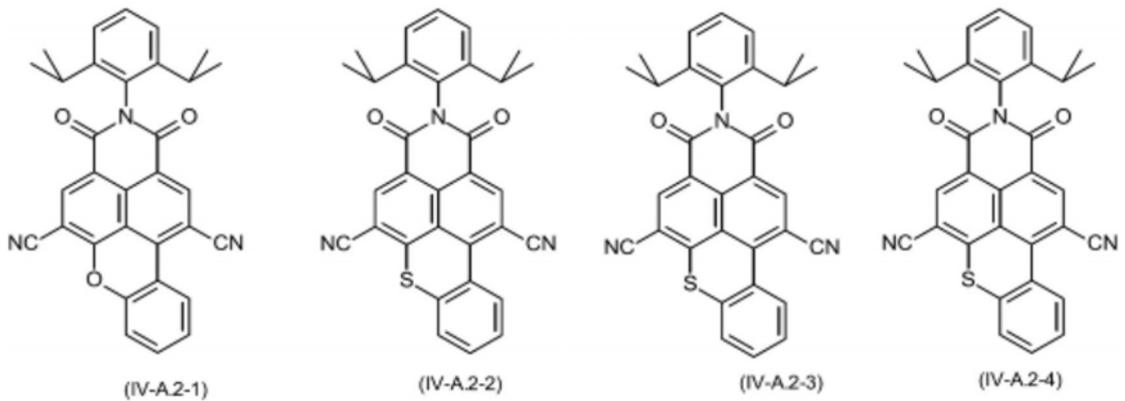
[0588] R^k彼此独立地选自C₁-C₂₄烷基，

[0589] 式C.2和C.3中的x是1、2、3、4或5。

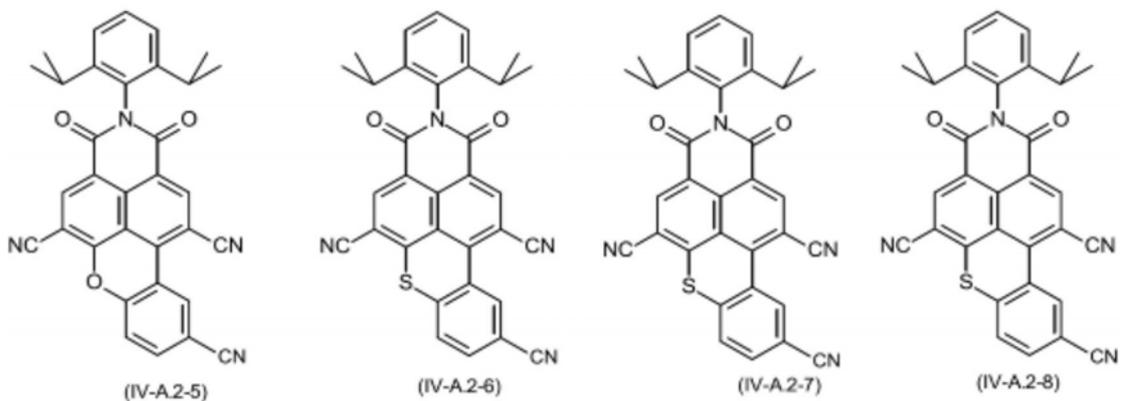
[0590] 优选地，y是0，即符号B不存在。

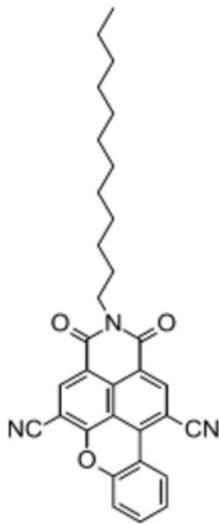
[0591] 与是否存在无关，Rⁱ优选选自C₁-C₂₄烷基，更优选直链C₁-C₁₀烷基或支化C₃-C₁₀烷基，尤其异丙基。与是否存在无关，R^k优选选自C₁-C₃₀烷基，更优选直链C₁-C₁₀烷基或支化C₃-C₁₀烷基。式C.2和C.3中的符号x优选是1、2或3。

[0592] 下文显示优选的式(IV-A.2)化合物的实例：

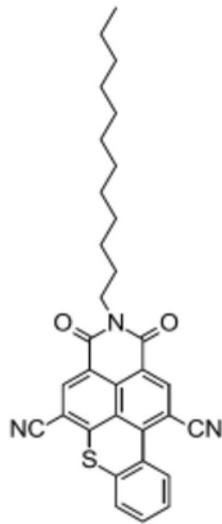


[0593]

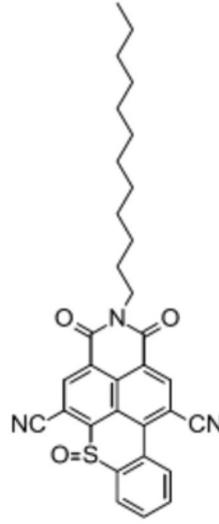




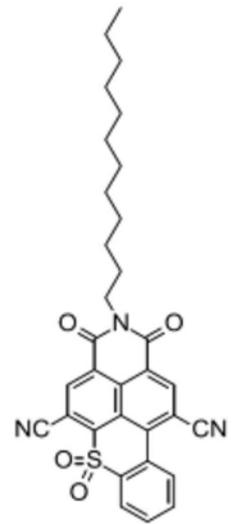
(IV-A.2-9)



(IV-A.2-10)

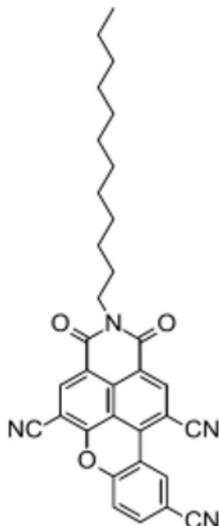


(IV-A.2-11)

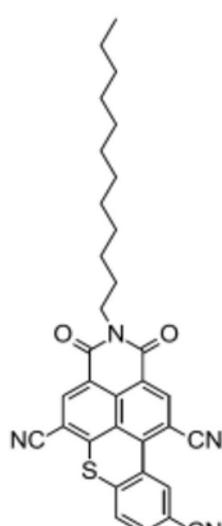


(IV-A.2-12)

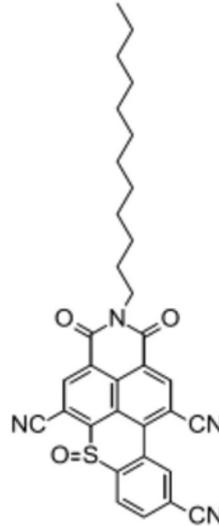
[0594]



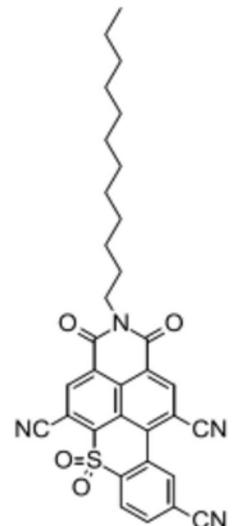
(IV-A.2-13)



(IV-A.2-14)



(IV-A.2-15)



(IV-A.2-16)

[0595] 一组特定实施方案是关于式 (IV-A.2) 的化合物, 其中符号 m_4 、 X^{40} 、 R^{41} 、 R^{42} 、 R^{43} 、 R^{44} 和 R^{45} 彼此独立地或尤其以组合形式具有以下含义:

[0596] X^{40} 是 O 或 S;

[0597] R^{42} 和 R^{44} 各自是氰基;

[0598] R^{43} 和 R^{45} 各自是氢, 或 R^{43} 和 R^{45} 中的一个为溴, 且 R^{43} 和 R^{45} 中的另一个为氢;

[0599] R^{41} 选自氰基、溴和苯基, 其是未取代的或具有 1 或 2 个选自 C_1 - C_4 烷基的基团;

[0600] R^{46} 选自氢、 C_1 - C_{24} 直链烷基、支化 C_3 - C_{24} 烷基、式 (C.1) 的基团、式 (C.2) 的基团和式 (C.3) 的基团;

[0601] m_4 是 0 或 1。

[0602] 甚至更优选地,

[0603] X^{40} 是 O 或 S;

[0604] R^{42} 和 R^{44} 各自是氰基;

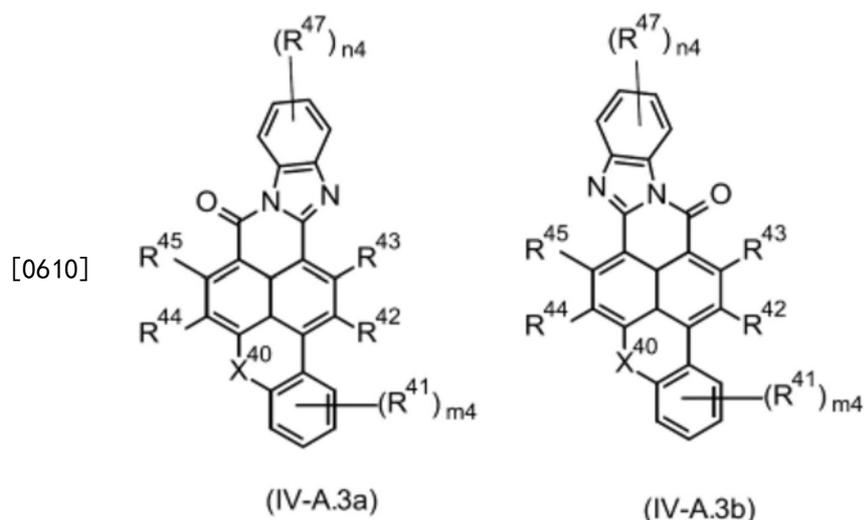
[0605] R^{43} 和 R^{45} 各自是氢;

[0606] R^{41} 选自氰基、溴和苯基,其是未取代的或具有1或2个选自 C_1 - C_4 烷基的基团;尤其是氰基;

[0607] R^{46} 选自直链 C_1 - C_{24} 烷基、支化 C_3 - C_{24} 烷基、式(C.1)的基团、式(C.2)的基团和式(C.3)的基团;尤其是直链 C_1 - C_{24} 烷基、支化 C_3 - C_{24} 烷基或具有1或2个选自 C_1 - C_4 烷基的基团的苯基,例如2,6-二异丙基苯基;

[0608] m_4 是0或1。

[0609] 也优选的是式(IV)化合物,其中A是式(A.3)的基团。此组实施方案包括式(IV-A.3a)的纯区域异构体、式(IV-A.3b)的纯区域异构体和其混合物:

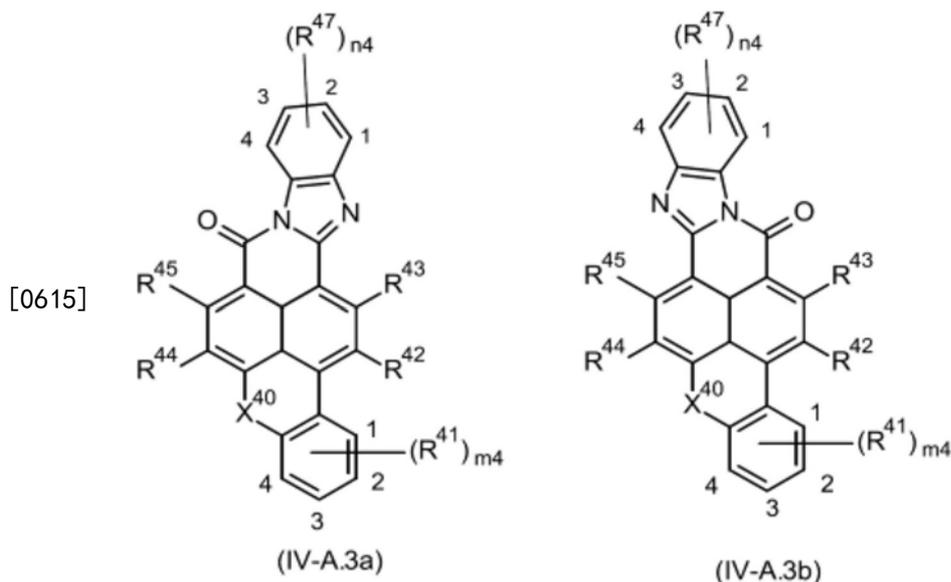


[0611] 其中 X^{40} 、 R^{41} 、 R^{42} 、 R^{43} 、 R^{44} 、 R^{45} 、 R^{47} 、 n_4 和 m_4 如上文所定义。具体而言, X^{40} 、 R^{41} 、 R^{42} 、 R^{43} 、 R^{44} 、 R^{45} 和 m_4 具有上文所提及的优选含义中的一个。

[0612] 优选是式(IV-A.3a)和(IV-A.3b)的化合物,其中 n_4 是0,即 R^{47} 不存在。也优选的是式(IV-A.3a)和(IV-A.3b)的化合物,其中 n_4 是1或2。在此情形下,每个 R^{47} 优选选自氰基;溴;氯; C_1 - C_4 烷基,例如甲基、乙基、正丙基、异丙基、正丁基或异丁基; C_1 - C_4 烷氧基,例如甲氧基、乙氧基、正丙氧基、异丙氧基、正丁氧基或异丁氧基; C_1 - C_4 卤代烷基,尤其 C_1 - C_2 卤代烷基;苯基和苯氧基,其中后两个所述基团中的苯基是未取代的,或具有1、2或3个选自 C_1 - C_{10} 烷基的取代基。具体而言, R^{47} 选自氰基、溴和未被取代或具有1或2个选自 C_1 - C_4 烷基的基团的苯基。

[0613] 表1至4中给出此类优选化合物的实例。

[0614] 表1:式(IV-A.3a)或(IV-A.3b)的化合物和其混合物,其中 X^{40} 是0,且其中 R^{42} 、 R^{43} 、 R^{44} 、 R^{45} 、 $(R^{41})_{m_4}$ 和 $(R^{47})_{n_4}$ 具有表A的1至10栏中的任一个中所给出的含义。



[0616] 表A:

[0617]

	R ⁴²	R ⁴⁴	R ⁴³	R ⁴⁵	(R ⁴¹) _{m4}	(R ⁴⁷) _{n4}
1.	CN	CN	H	H	--	--
2.	CN	CN	H	H	--	1-Ph、4-Ph
3.	CN	CN	H	H	--	1-Ph、3-Ph
4.	CN	CN	H	H	--	2-Ph、3-Ph
5.	CN	CN	H	H	--	2-Ph、4-Ph
6.	CN	CN	H	H	2-CN	--
7.	CN	CN	H	H	2-CN	1-Ph、4-Ph
8.	CN	CN	H	H	2-CN	1-Ph、3-Ph
9.	CN	CN	H	H	2-CN	2-Ph、3-Ph
10.	CN	CN	H	H	2-CN	2-Ph、4-Ph

[0618] 在表A中, (R⁴¹)_{m4}的定义中的标记“--”具有如下含义:m4是0,即R⁴¹不存在;(R⁴⁷)_{n4}的定义中的标记“--”具有如下含义:n4是0,即R⁴⁷不存在;在m4不是0的情形下,(R⁴¹)_{m4}的定义中的数字指示基团R⁴¹连接于芳族环的位置;在n4不是0的情形下,(R⁴⁷)_{n4}的定义中的数字指示基团R⁴⁷连接于苯并咪唑环的位置;Ph是苯基。

[0619] 在式(IV-A.3a)或(IV-A.3b)的化合物中,也优选在下表2、3和4中所定义的化合物。

[0620] 表2:

[0621] 式(IV-A.3a)或(IV-A.3b)的化合物和其混合物,其中X⁴⁰是S,且其中R⁴²、R⁴³、R⁴⁴、R⁴⁵、(R⁴¹)_{m4}和(R⁴⁷)_{n4}具有表A的1至10栏中的任一个中所给出的含义。

[0622] 表3:

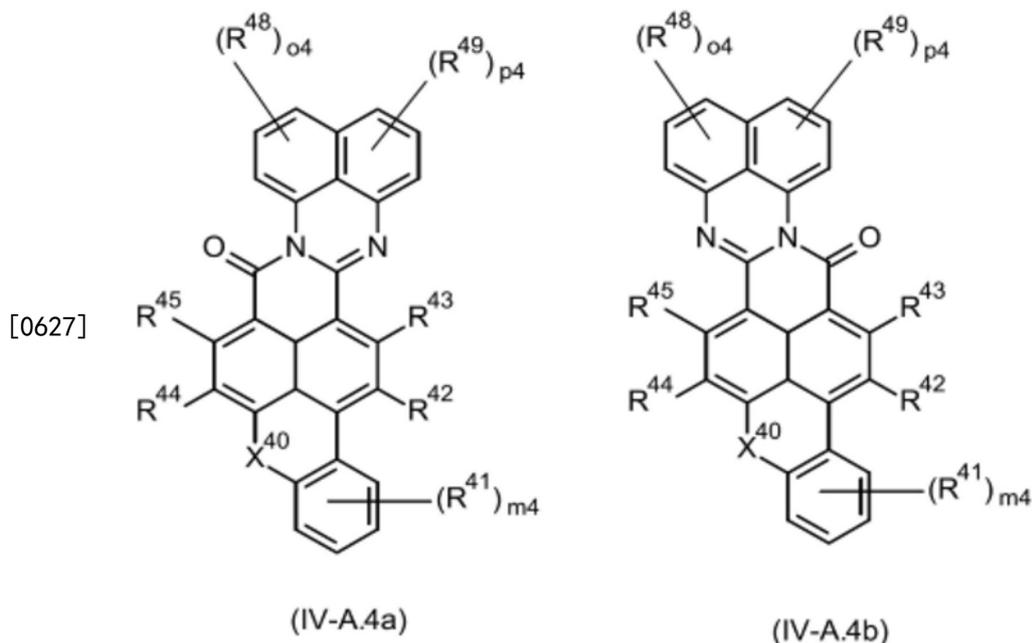
[0623] 式(IV-A.3a)或(IV-A.3b)的化合物和其混合物,其中X⁴⁰是SO,且其中R⁴²、R⁴³、R⁴⁴、R⁴⁵、(R⁴¹)_{m4}和(R⁴⁷)_{n4}具有表A的1至10栏中的任一个中所给出的含义。

[0624] 表4:

[0625] 式(IV-A.3a)或(IV-A.3b)的化合物和其混合物,其中X⁴⁰是SO₂,且其中R⁴²、R⁴³、R⁴⁴、

R^{45} 、 $(R^{41})_{m4}$ 和 $(R^{47})_{n4}$ 具有表A的1至10栏中的任一个中所给出的含义。

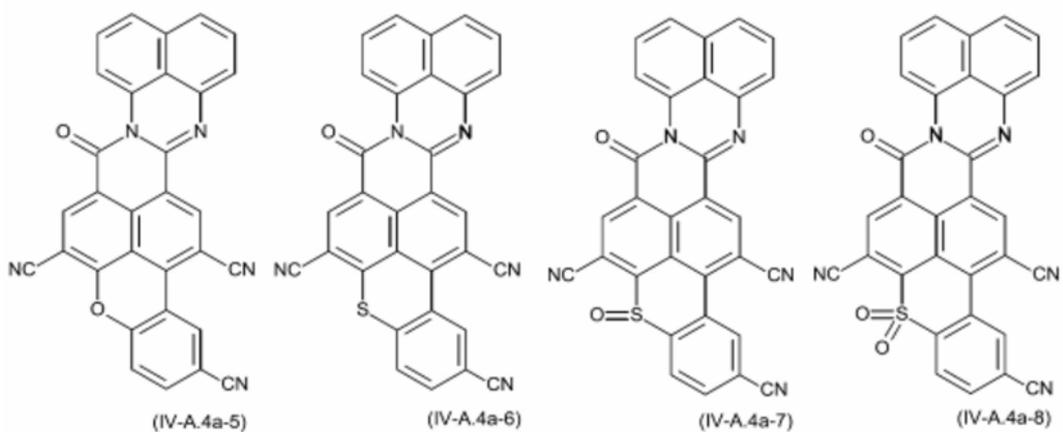
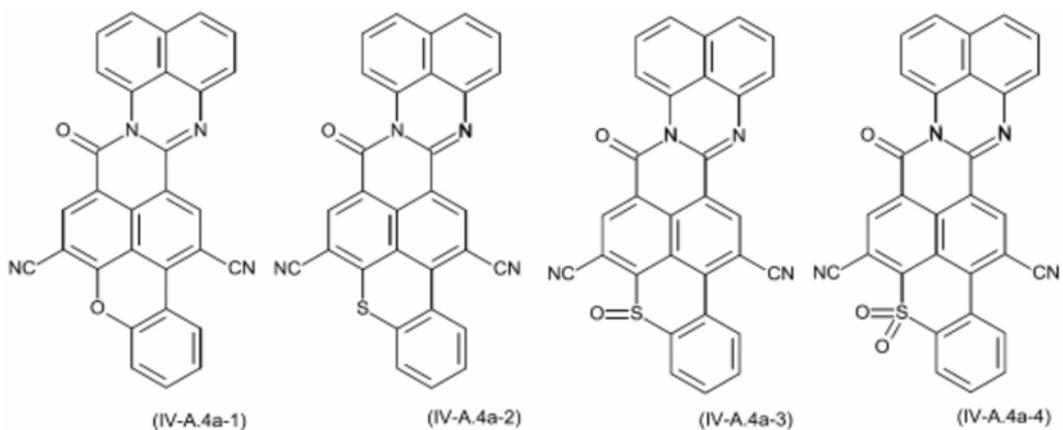
[0626] 根据另一组实施方案,式(IV)化合物是优选的,其中A是式(A.4)的基团。此组实施方案包括式(IV-A.4a)的纯区域异构体、式(IV-A.4b)的纯区域异构体和其混合物:



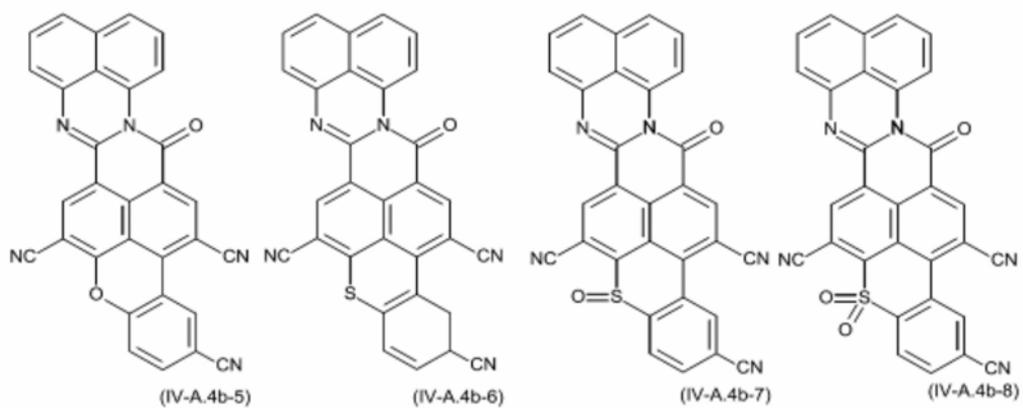
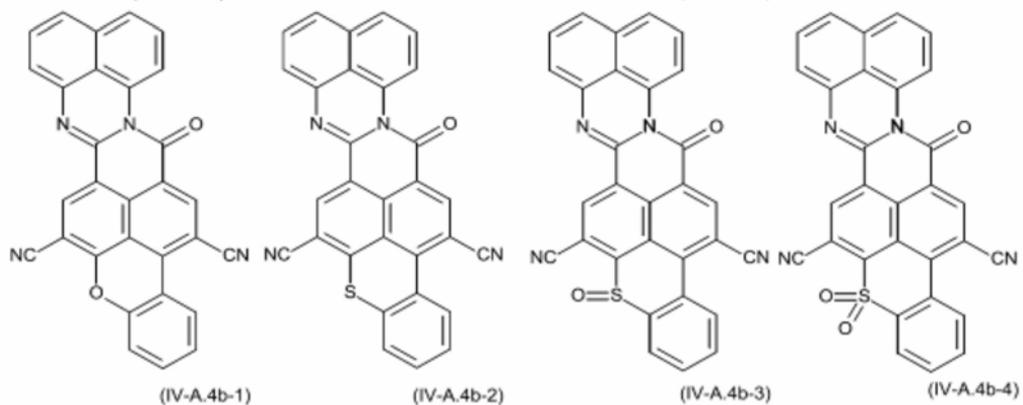
[0628] 其中 X^{40} 、 R^{41} 、 R^{42} 、 R^{43} 、 R^{44} 、 R^{45} 、 R^{48} 、 R^{49} 、 $o4$ 、 $p4$ 和 $m4$ 如上文所定义。具体而言, X^{40} 、 R^{41} 、 R^{42} 、 R^{43} 、 R^{44} 、 R^{45} 和 $m4$ 具有上文所提及的优选含义中的一个。

[0629] 优选是式(IV-A.4a)或(IV-A.4b)的化合物和其混合物,其中 $o4$ 和 $p4$ 是0,即 R^{48} 和 R^{49} 不存在。也优选的是式(IV-A.4a)和(IV-A.4b)的化合物,其中 $o4$ 和 $p4$ 的总和是1、2、3或4。在此情形下, R^{48} 和 R^{49} 优选彼此独立地选自氰基;溴;氯; C_1 - C_4 烷基,例如甲基、乙基、正丙基、异丙基、正丁基或异丁基; C_1 - C_4 烷氧基,例如甲氧基、乙氧基、正丙氧基、异丙氧基、正丁氧基或异丁氧基; C_1 - C_4 卤代烷基,尤其是 C_1 - C_2 卤代烷基、苯基和苯氧基,其中后两个所述基团中的苯基是未取代的,或具有1、2或3个选自 C_1 - C_{10} 烷基的取代基。具体而言, R^{48} 和 R^{49} 彼此独立地选自氰基、溴和苯基,其中苯基是未取代的或具有1或2个选自 C_1 - C_4 烷基的基团。

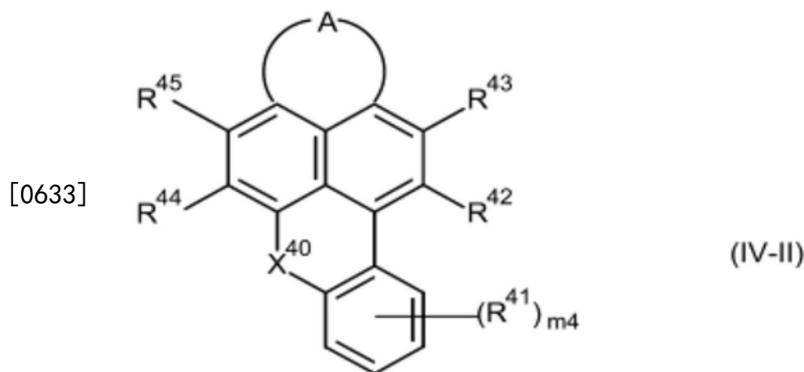
[0630] 式(IV-A.4a)和(IV-A.4b)的优选化合物的实例如下所示:



[0631]



[0632] 根据本发明使用的式 (IV) 化合物可例如根据下述制备方法通过用氰化剂处理式 (IV-II) 的化合物制备:



[0634] 其中

[0635] 基团 R^{42} 、 R^{43} 、 R^{44} 和 R^{45} 中的至少一个选自溴和氯,且其余基团 R^{42} 、 R^{43} 、 R^{44} 和 R^{45} 是氢;

[0636] X^{40} 是O、S、SO或 SO_2 ;

[0637] A是通式(A.1)、(A.2)、(A.3)或(A.4)的基团,其中(A.1)、(A.2)、(A.3)和(A.4)如上文所定义;

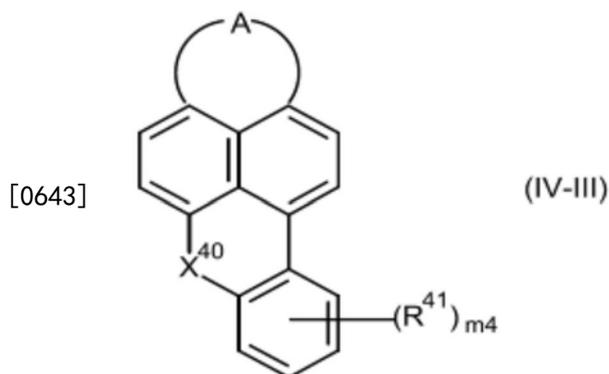
[0638] R^{41} 是溴、氯、 $-NR^{4a}R^{4b}$ 、 C_1-C_{24} 烷基、 C_1-C_{24} 卤代烷基、 C_1-C_{24} 烷氧基、 C_1-C_{24} 卤代烷氧基、 C_3-C_{24} 环烷基、杂环烷基、杂芳基、 C_6-C_{24} 芳基、 C_6-C_{24} 芳氧基、 C_6-C_{24} 芳基- C_1-C_{10} 亚烷基,其中后六个所述基团中的环烷基、杂环烷基、杂芳基、芳基、芳氧基和-芳基-亚烷基的环是未取代的或被1、2、3、4或5个相同或不同的基团 R^{41a} 取代,且其中 C_1-C_{24} 烷基、 C_1-C_{24} 卤代烷基、 C_1-C_{24} 烷氧基和 C_6-C_{24} 芳基- C_1-C_{10} 亚烷基中的亚烷基结构部分可以被一个或多个选自O、S和 NR^{4c} 的基团间隔,其中 R^{4a} 、 R^{4b} 和 R^{4c} 如上文所定义;和

[0639] m是0、1、2、3或4。

[0640] 合适的氰化剂是例如氰化铜(I)。

[0641] 溴或氯与氰基交换的合适方法条件例如描述于J. March, Advanced Organic Chemistry, 第4版, John Wiley & Sons Publishers (1992), 第660-661页; WO 2004/029028和WO 2015/019270中。

[0642] 式(IV-II)化合物可通过用选自溴化剂和氯化剂的卤化剂处理式(IV-III)化合物制备:



[0644] 其中 X^{40} 、A、 R^{41} 和m4如上文所定义。

[0645] 溴化通常如例如WO 2014/131628中所述用元素溴在溶剂中进行。其它合适的溴化剂是N-溴丁二酰亚胺和二溴异氰脲酸。合适的溶剂是水或脂族单羧酸和氯化烃,例如氯苯和氯仿。合适的脂族单羧酸是具有2至6个碳原子的脂族单羧酸,例如乙酸、丙酸、丁酸、甲基

戊酸和甲基己酸和其混合物。当使用脂族单羧酸作为溶剂时,可有利地使用碘作为催化剂。

[0646] 氯化通常如例如US 2011/0068328中所述用元素氯、N-氯丁二酰亚胺、氯磺酸、硫酰氯在惰性溶剂中进行。另一种合适的氯化剂是N-氯丁二酰亚胺。

[0647] 视卤化剂与式(IV-III)化合物的摩尔比而定,分别获得被单、二或多个卤素取代的式(IV-II)化合物,即被单、二或多个溴取代的式(IV-II)化合物和被单、二或多个氯取代的式(IV-II)化合物,其可通过柱色谱法(SiO₂)分离。

[0648] 其中A为式(A.1)或(A.2)基团的式(IV)苯并咕吨化合物或苯并噻吨化合物是本领域中已知的,例如参见US 3,748,330、US 3,812,051、GB 1 440 450或W0 2014/131628。其中A为式(A.3)或(A.4)基团的式(IV)苯并咕吨化合物或苯并噻吨化合物可以按照类似于W0 2015/019270所述的方法制备。

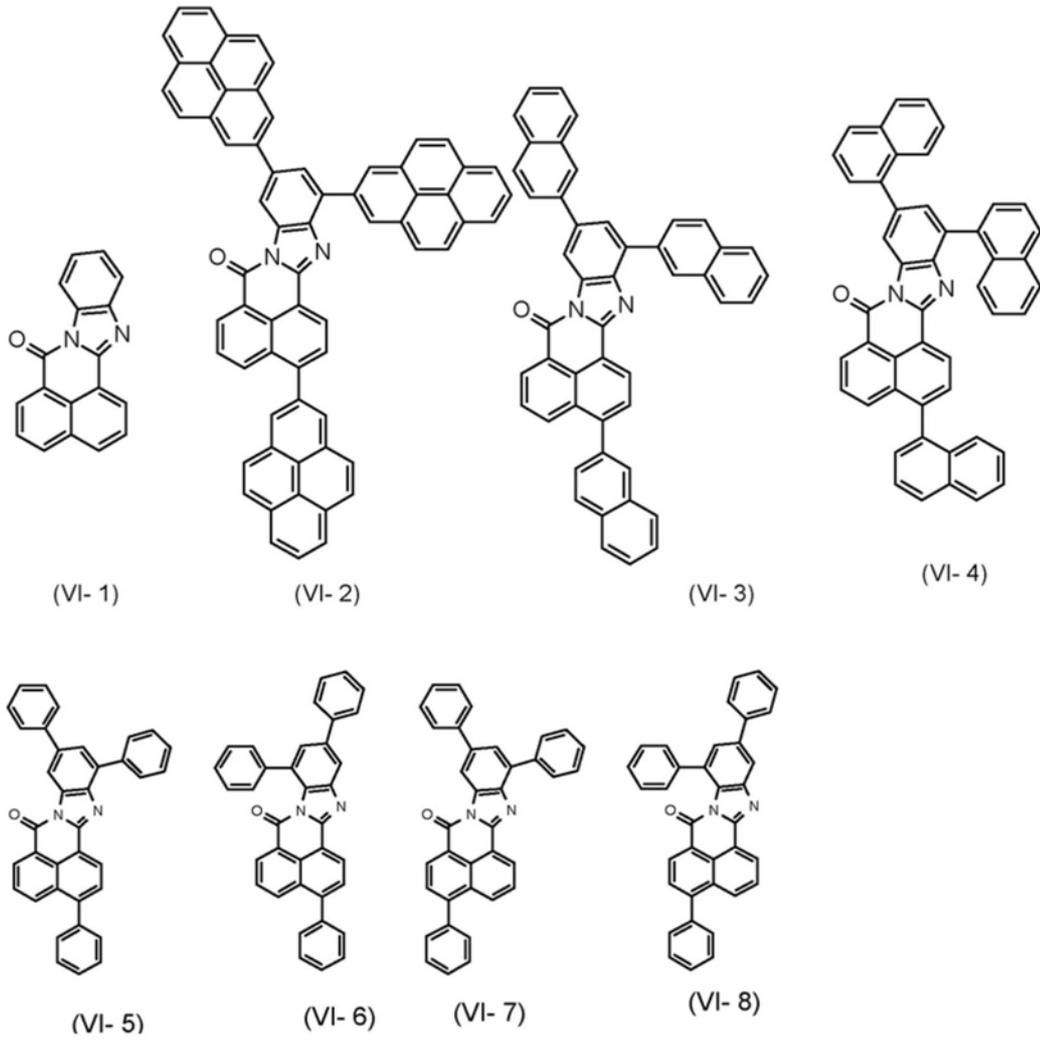
[0649] 其中X为SO或SO₂的式(IV)化合物可以通过氧化式(IV)化合物获得,其中X是S。合适的氧化剂是间氯过苯甲酸、次氯酸盐或过氧化氢。

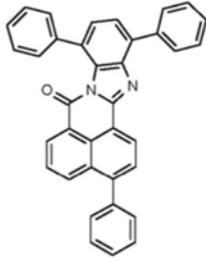
[0650] 式(V)的苯并咕吨化合物由W0 2014/131628已知。其通常是黄色或黄绿色荧光染料。

[0651] 具有式(VI)结构单元的化合物由W0 2012/168395已知。尤其优选是W0 2012/168395第28页第14列至第32页第5列中指定的化合物。

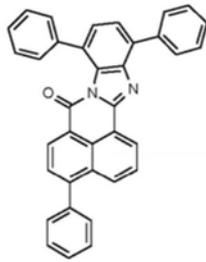
[0652] 尤其优选地,具有式(VI)结构单元的有机荧光染料是选自式(VI-1)、(VI-2)、(VI-3)、(VI-4)、(VI-5)、(VI-6)、(VI-7)、(VI-8)、(VI-9)、(VI-10)、(VI-11)、(VI-12)、(VI-13)、(VI-14)、(VI-15)、(VI-16)、(VI-17)、(VI-18)、(VI-19)、(VI-20)、(VI-21)、(VI-22)、(VI-23)、(VI-24)、(VI-25)、(VI-26)、(VI-27)、(VI-28)、(VI-29)、(VI-30)、(VI-31)、(VI-32)、(VI-33)、(VI-34)、(VI-35)、(VI-36)、(VI-37)、(VI-38)、(VI-39)、(VI-40)、(VI-41)、(VI-42)、(VI-43)、(VI-44)、(VI-45)、(VI-46)、(VI-47)、(VI-48)、(VI-49)、(VI-50)、(VI-51)、(VI-52)、(VI-53)、(VI-54)、(VI-55)的化合物和其混合物:

[0653]

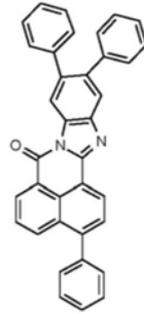




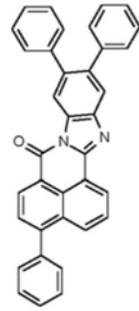
(VI-9)



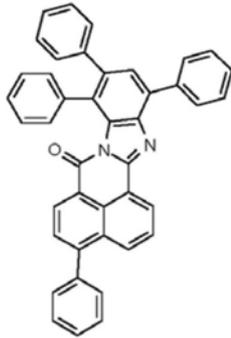
(VI-10)



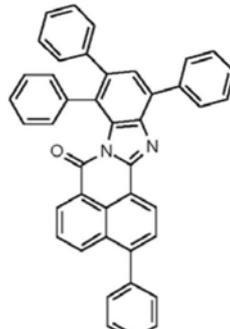
(VI-11)



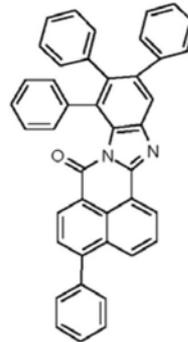
(VI-12)



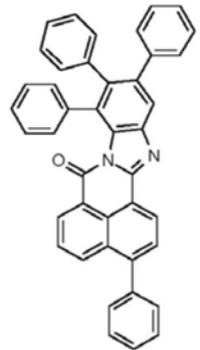
(VI-13)



(VI-14)

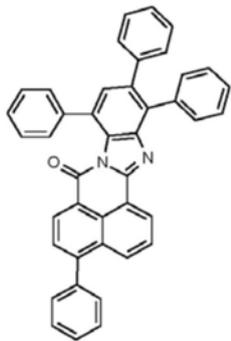


(VI-15)

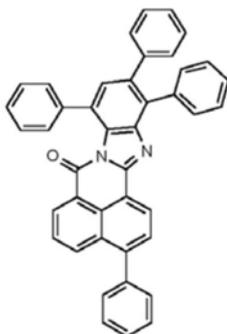


(VI-16)

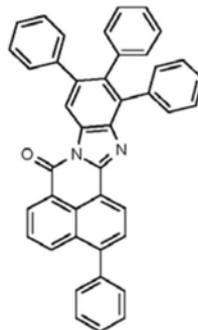
[0654]



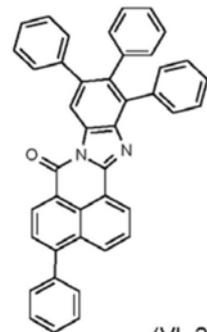
(VI-17)



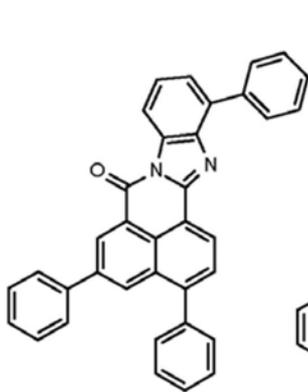
(VI-18)



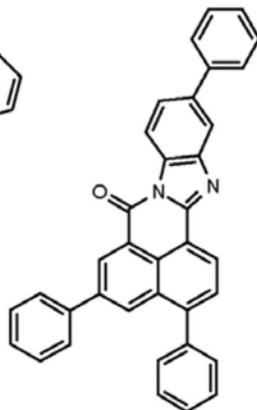
(VI-19)



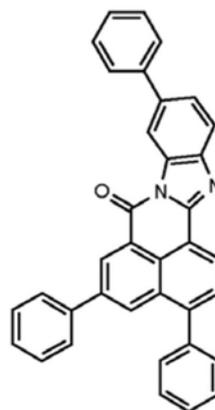
(VI-20)



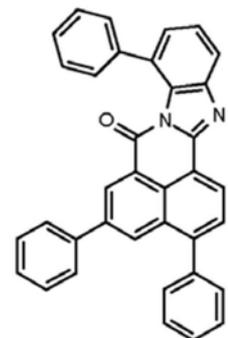
(VI-21)



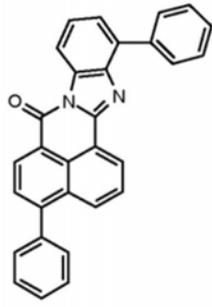
(VI-22)



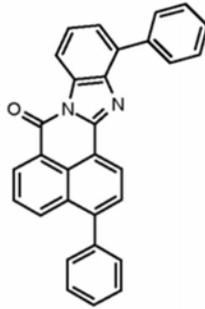
(VI-23)



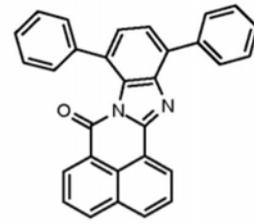
(VI-24)



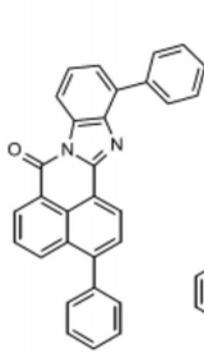
(VI-25)



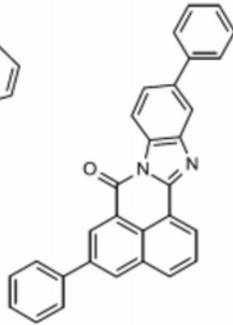
(VI-26)



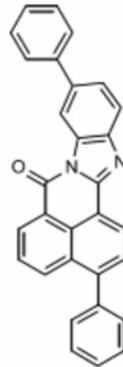
(VI-27)



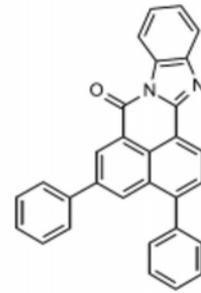
(VI-28)



(VI-29)

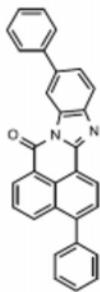


(VI-30)

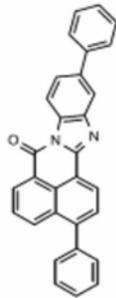


(VI-31)

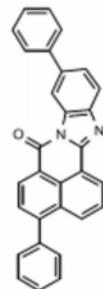
[0655]



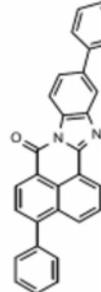
(VI-32)



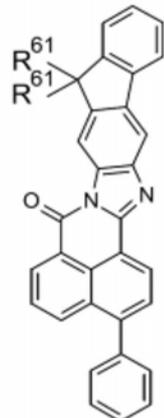
(VI-33)



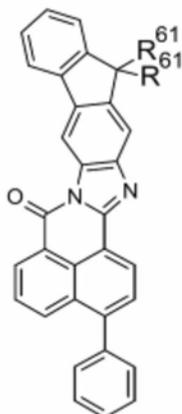
(VI-34)



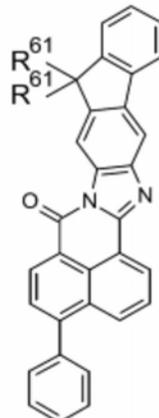
(VI-35)



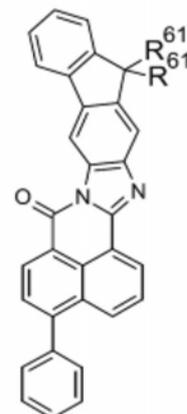
(VI-36)



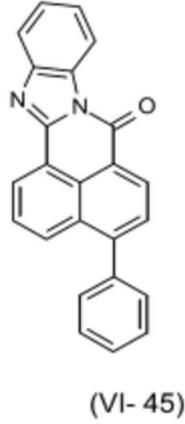
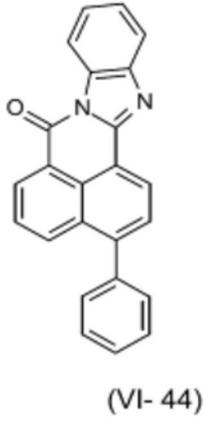
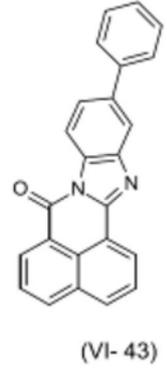
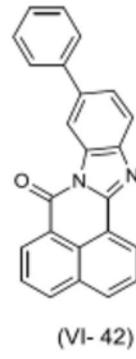
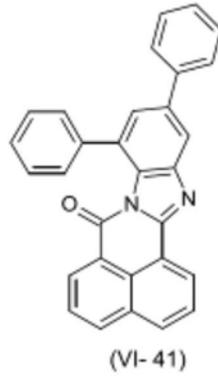
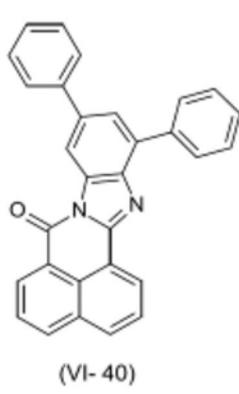
(VI-37)



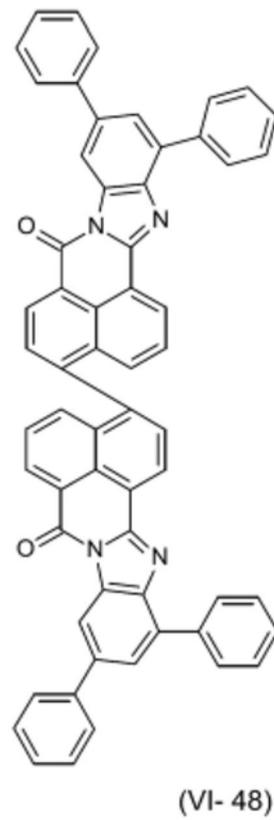
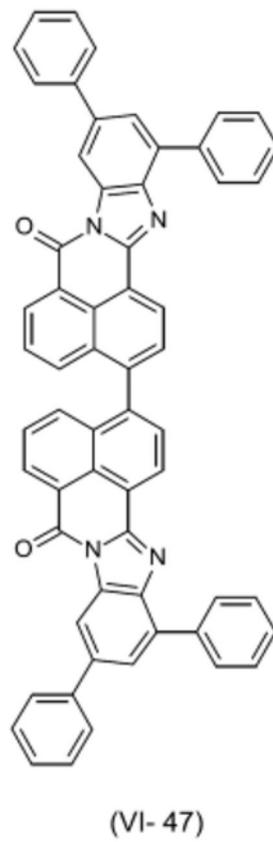
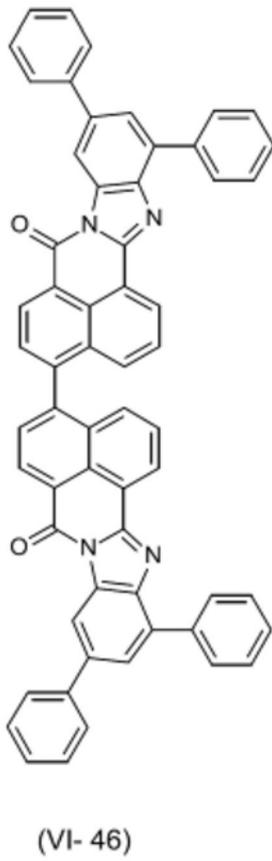
(VI-38)

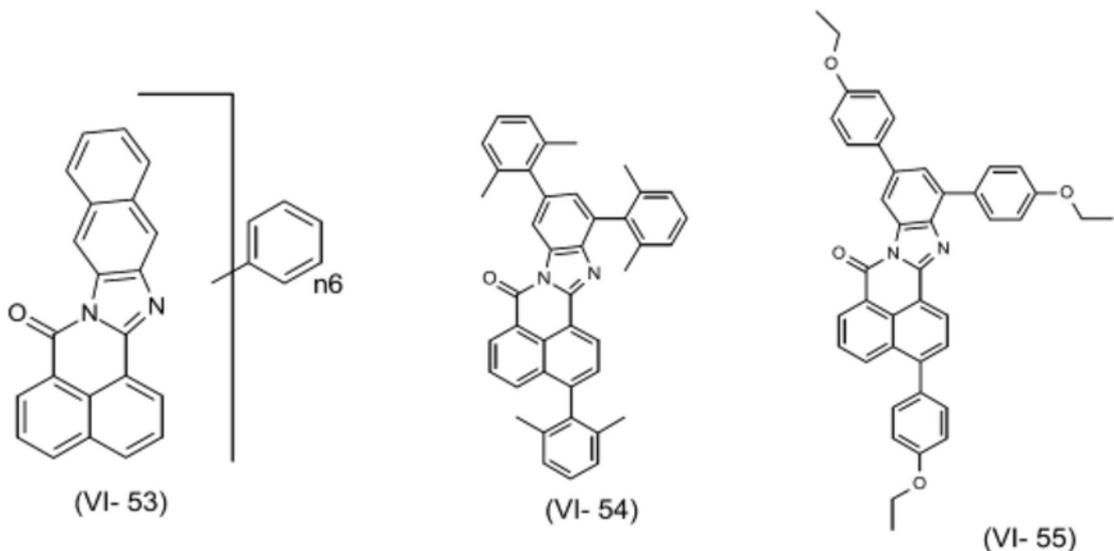
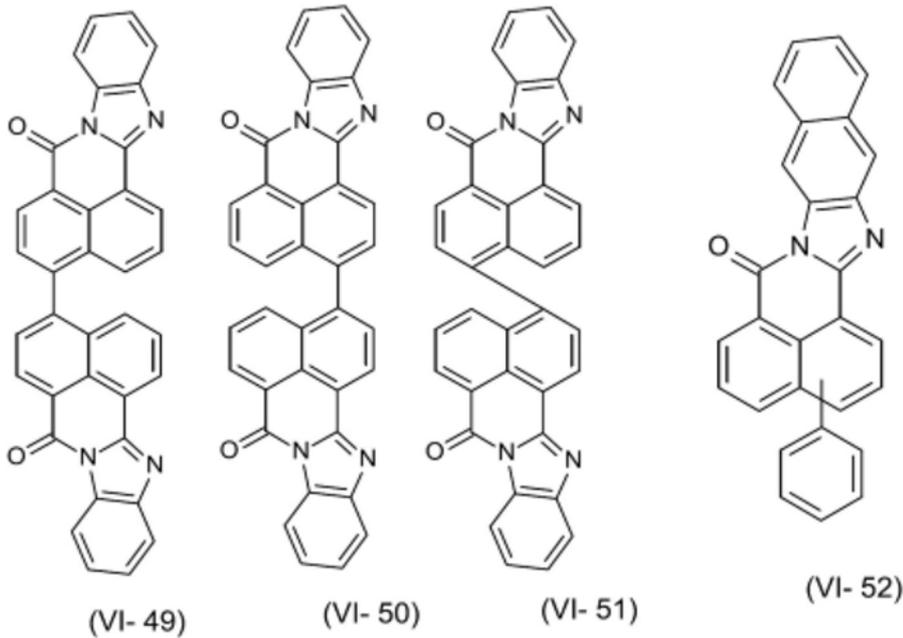


(VI-39)



[0656]





[0658] 或其混合物，

[0659] 其中 n_6 是0、1、2、3、4、5、6、7、8、9或10的数字；

[0660] R^{61} 独立地是氢、 C_1 - C_{18} 烷基或环烷基，其碳链可包含一个或多个-O-、-S-、-CO-、-SO-和/或-SO₂-结构部分且其可以被单取代或多取代；

[0661] 可被单取代或多取代的芳基或杂芳基。

[0662] 具有至少一个式(VI)结构单元的化合物尤其优选用于与本发明的红色荧光染料组合。尤其优选是式(VI-5)、(VI-6)、(VI-7)和(VI-8)的化合物和其混合物。

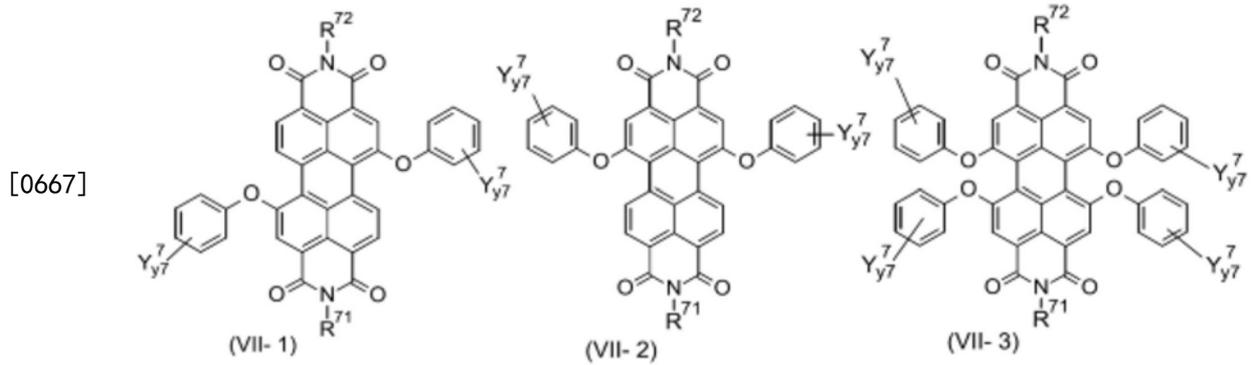
[0663] 具有至少一个式(VI)结构单元的化合物通常是黄色或黄绿色荧光染料。

[0664] 同样，优选是式(VII)化合物和其混合物，其中 R^{71} 和 R^{72} 各自独立地选自 C_1 - C_{10} 烷基、2,6-二(C_1 - C_{10} 烷基)芳基和2,4-二(C_1 - C_{10} 烷基)芳基。更优选地， R^{71} 与 R^{72} 相同。尤其是， R^{71} 和 R^{72} 各自是2,6-二异丙基苯基或2,4-二-叔丁基苯基。

[0665] R^{73} 优选是苯氧基或(C_1 - C_{10} 烷基)苯氧基，更优选2,6-(二烷基)苯氧基或2,4-(二烷基)苯氧基。尤其优选地， R^{73} 是苯氧基、2,6-二异丙基苯氧基、2,4-二-叔丁基苯氧基或4-叔

辛基苯氧基。

[0666] 更具体而言,合适的其它有机荧光染料是选自式II-1、VII-2和VII-3的化合物:



[0668] 其中

[0669] R^{71} 和 R^{72} 各自如上文所定义,尤其具有优选含义中的一个;

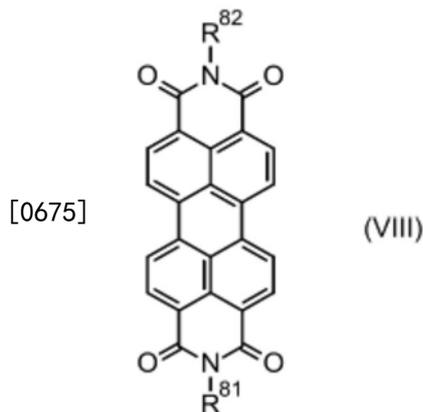
[0670] Y^7 是直链 C_1 - C_{10} 烷基或支化 C_3 - C_{10} 烷基;和

[0671] y_7 是0、1、2或3。

[0672] 尤其合适的其它有机荧光染料的其它实例是W0 2007/006717第1页第5列至第22页第6列中指定的茚衍生物。式(VII)的荧光染料通常是红色荧光染料。

[0673] 尤其合适的其它式(VII)的有机荧光染料是: N,N' -双(2,6-二异丙基苯基)-1,6,7,12-四苯氧基茚-3,4;9,10-四甲酰亚胺、 N,N' -双(2,6-二异丙基苯基)-1,7-二(2,6-二异丙基苯氧基)茚-3,4;9,10-四甲酰亚胺、 N,N' -双(2,6-二异丙基苯基)-1,6-二(2,6-二异丙基苯氧基)茚-3,4;9,10-四甲酰亚胺、 N,N' -双(2,6-二异丙基苯基)-1,7-二(对叔辛基苯氧基)茚-3,4;9,10-四甲酰亚胺、 N,N' -双(2,6-二异丙基苯基)-1,6-二(对叔辛基苯氧基)茚-3,4;9,10-四甲酰亚胺、 N,N' -双(2,6-二异丙基苯基)-1,7-二苯氧基茚-3,4;9,10-四甲酰亚胺和其混合物。

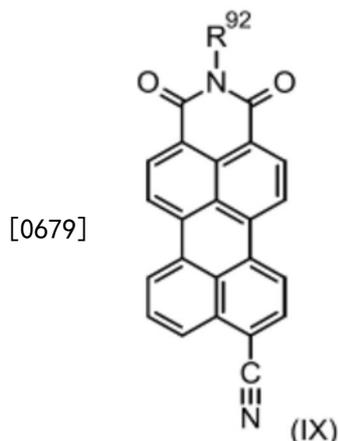
[0674] 在另一个实施方案中,本发明的色彩转化器另外包含至少一种式(VIII)的其它有机荧光染料。式(VIII)的荧光染料通常是橙色荧光染料。优选是式(VIII)化合物和其混合物:



[0676] 其中

[0677] R^{81} 和 R^{82} 各自独立地选自 C_1 - C_{10} 烷基、2,6-二(C_1 - C_{10} 烷基)芳基和2,4-二(C_1 - C_{10} 烷基)芳基。更优选地, R^{81} 和 R^{82} 相同。尤其是, R^{81} 和 R^{82} 各自是2,6-二异丙基苯基或2,4-二叔丁基苯基。

[0678] 也优选的是式 (IX) 化合物:



[0680] 其中

[0681] R⁹²是C₁-C₁₀烷基、2,6-二(C₁-C₁₀烷基)芳基或2,4-二(C₁-C₁₀烷基)芳基,尤其是,R⁹²是2,6-二异丙基苯基或2,4-二-叔丁基苯基。

[0682] 式 (IX) 化合物通常是黄橙色荧光染料。

[0683] 与本发明的红色荧光染料组合使用的有机荧光染料的数目可以是任何数目,优选1、2、3或4种,更优选1或2种。

[0684] 在一个优选实施方案中,除根据本发明存在的至少一种式 (I) 的有机荧光染料之外,本发明的色彩转换器还包含至少一种选自以下的其它有机荧光染料:

[0685] -式 (II) 化合物和其混合物,

[0686] -式 (IV) 化合物和其混合物,

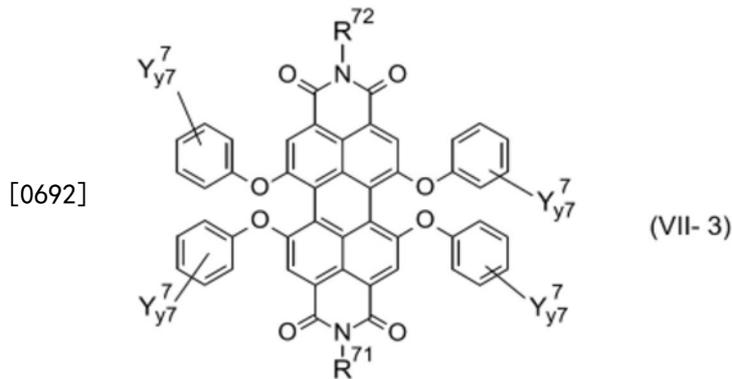
[0687] -式 (VII) 化合物和其混合物,

[0688] -包含至少一个式 (VI) 结构单元的化合物和其混合物,

[0689] 和其混合物。

[0690] 特别是,至少一种其它有机荧光染料是包含至少一个式 (VI) 结构单元的化合物,尤其式 (VI-1)、(VI-2)、(VI-3)、(VI-4)、(VI-5)、(VI-6)、(VI-7)、(VI-8)、(VI-9)、(VI-10)、(VI-11)、(VI-12)、(VI-13)、(VI-14)、(VI-15)、(VI-16)、(VI-17)、(VI-18)、(VI-19)、(VI-20)、(VI-21)、(VI-22)、(VI-23)、(VI-24)、(VI-25)、(VI-26)、(VI-27)、(VI-28)、(VI-29)、(VI-30)、(VI-31)、(VI-32)、(VI-33)、(VI-34)、(VI-35)、(VI-36)、(VI-37)、(VI-38)、(VI-39)、(VI-40)、(VI-41)、(VI-42)、(VI-43)、(VI-44)、(VI-45)、(VI-46)、(VI-47)、(VI-48)、(VI-49)、(VI-50)、(VI-51)、(VI-52)、(VI-53)、(VI-54)、(VI-55) 的化合物中的一个和其混合物。其中,尤其优选是式 (VI-5)、(VI-6)、(VI-7)、(VI-8) 的化合物和其混合物。

[0691] 特别是,至少一种式 (VII) 化合物是式 (VII-3) 的化合物:



[0693] 其中

[0694] R^{71} 、 R^{72} 各自独立地是苯基,其是未取代的或被 C_1 - C_{10} 烷基单取代或多取代;

[0695] 每个 Y^7 独立地选自直链 C_1 - C_{10} 烷基和支化 C_3 - C_{10} 烷基;和

[0696] y^7 是0、1、2或3;

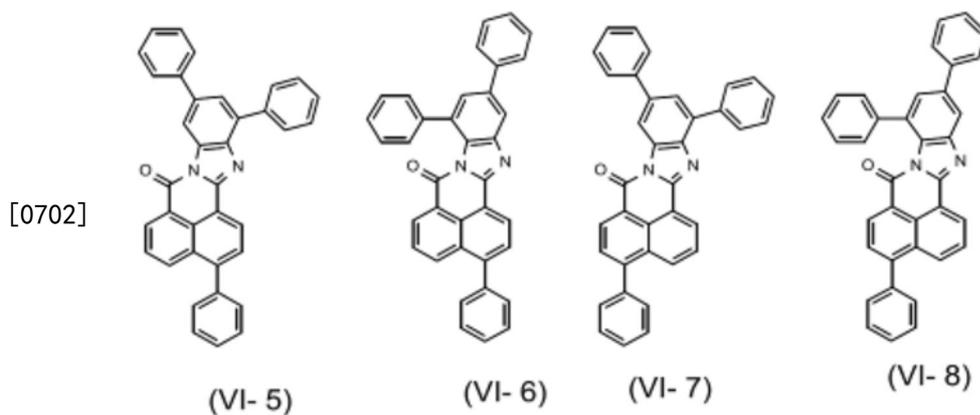
[0697] 和其混合物。

[0698] 与至少一种其它有机荧光染料、尤其黄色或黄绿色荧光染料组合使用的本发明式(I)橙红色或红色荧光染料使得能提供具有高发光效率的白光LED。

[0699] 根据一个优选实施方案,色彩转化器包含:

[0700] -至少一种式(I)化合物,其中 R^1 和 R^2 彼此独立地选自苯基,其是未取代的或被1、2或3个 C_1 - C_4 烷基取代;且 R^3 、 R^4 、 R^5 、 R^6 、 R^7 、 R^8 、 R^9 、 R^{10} 、 R^{11} 、 R^{12} 、 R^{13} 、 R^{14} 、 R^{15} 、 R^{16} 、 R^{17} 和 R^{18} 各自是氢;和

[0701] -至少一种包含至少一个式(VI)结构单元的化合物,其选自式(VI-5)、(VI-6)、(VI-7)、(VI-8)的化合物:



[0703] 和其混合物。

[0704] 在一个特定实施方案中,聚合物基质由聚碳酸酯组成。根据另一特定实施方案,聚合物基质由聚苯乙烯组成。根据另一特定实施方案,聚合物基质由聚对苯二甲酸亚乙酯组成。色彩转化器具有将蓝光LED光转化成白光的高量子效率和高亮光功效。

[0705] 在聚合物中的有机荧光染料的浓度根据色彩转化器的厚度和聚合物的类型设定。若使用薄聚合物层,则有机荧光染料的浓度一般比厚聚合物层的情况高。

[0706] 通常,在聚合物中的有机荧光染料的量也取决于欲实现的相关色温CCT。本领域技术人员能了解通过增加黄色荧光染料和红色荧光染料的绝对量,来自LED的蓝色被转化成更多的磷光体发射,从而产生具有降低的CCT的白光。

[0707] 通常,本发明的式(I)的红色有机荧光染料的浓度通常基于聚合物用量计在0.0001-0.5重量%范围内,优选在0.001-0.1重量%范围内,最优选在0.002-0.05重量%范围内。其它黄色或黄绿色有机荧光染料的浓度通常是基于聚合物用量计的0.002-0.5重量%,优选0.003-0.4重量%,最优选0.005-0.35重量%。

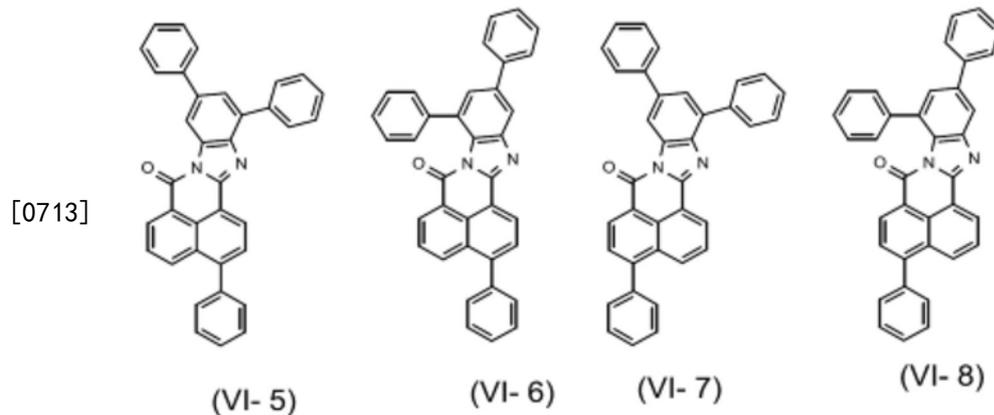
[0708] 其它发黄光或黄绿色光的有机荧光染料与至少一种式(I)红色有机荧光染料的比率通常在4:1至25:1范围内,优选在5:1至20:1范围内,尤其在6:1至18:1范围内。

[0709] 本发明的式(I)橙红色或红色荧光染料与至少一种其它有机荧光染料、尤其黄色或黄绿色荧光染料和其它不同于本发明式(I)染料的红色荧光染料组合使用使得能提供具有高发光效率和良好显色性的白光LED。

[0710] 在另一个优选实施方案中,色彩转化器包含:

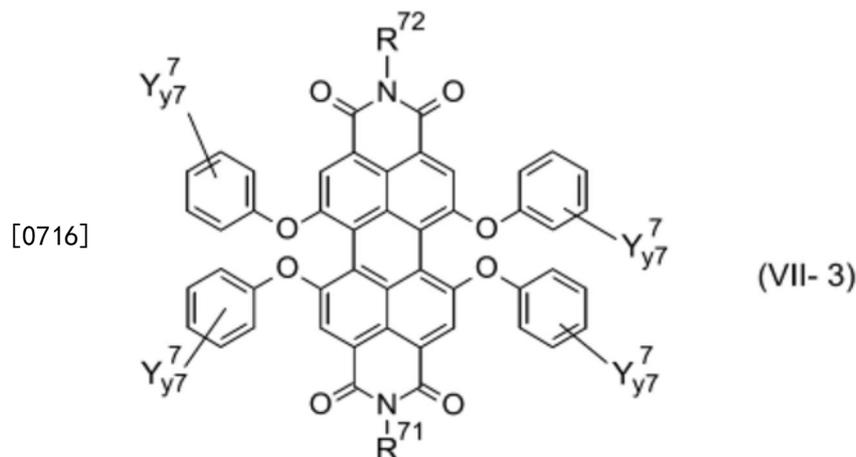
[0711] -至少一种式(I)化合物,其中 R^1 和 R^2 彼此独立地选自苯基,其是未取代的或被1、2或3个 C_1 - C_4 烷基取代;且 R^3 、 R^4 、 R^5 、 R^6 、 R^7 、 R^8 、 R^9 、 R^{10} 、 R^{11} 、 R^{12} 、 R^{13} 、 R^{14} 、 R^{15} 、 R^{16} 、 R^{17} 和 R^{18} 各自是氢;

[0712] -至少一种包含至少一个式(VI)结构单元的化合物,其选自式(VI-5)、(VI-6)、(VI-7)、(VI-8)的化合物:



[0714] 和其混合物;和

[0715] -至少一种式(VII)化合物,其选自式(VII-3)化合物:



[0717] 其中

[0718] R^{71} 、 R^{72} 各自独立地是苯基,其是未取代的或被 C_1 - C_{10} 烷基单取代或多取代;

[0719] 每个 Y^7 独立地选自直链 C_1 - C_{10} 烷基和支化 C_3 - C_{10} 烷基;和

[0720] y^7 是0、1、2或3；

[0721] 和其混合物。

[0722] 在一个特定实施方案中，聚合物基质由聚碳酸酯组成。根据另一特定实施方案，聚合物基质由聚苯乙烯组成。根据另一特定实施方案，聚合物基质由聚对苯二甲酸亚乙酯组成。色彩转化器具有高量子效率、亮光功效和显色指数。

[0723] 其它发射红光的式(VII-3)的有机荧光染料与至少一种式(I)红色有机荧光染料的比率通常在5:1至1:5范围内，优选在3:1至1:3范围内，尤其在2:1至1:2范围内。可选择此比率，以在良好亮光功效下实现最高显色指数，或在良好显色指数下实现最高亮光功效，或实现两者均具有良好值的折衷。

[0724] 在另一个优选实施方案中，本发明的色彩转化器可包含无机荧光材料。根据此实施方案，色彩转化器优选用于使用至少一种作为荧光染料的式(I)化合物或其混合物以及至少一种无机荧光着色剂转化由蓝光LED或冷白光LED产生的光。在此实施方案中，蓝光LED和冷白光LED分别与色彩转化器按照远磷光体配置。

[0725] 至少一种无机荧光材料优选选自石榴石、硅酸盐、硫化物、氮化物和氮氧化物。

[0726] 其中尤其优选是选自石榴石、硅酸盐、硫化物、氮化物和氮氧化物的材料。石榴石、硅酸盐、硫化物、氮化物和氮氧化物的合适实例汇总于下表I中：

[0727] 表I：

类别	化合物	激发峰 (nm)	发射峰 (nm)	参考文献
石榴石	<ul style="list-style-type: none"> • YAG:Ce • (Y₃Al₅O₁₂:Ce) • (Y, Gd, Tb, Lu)₃Al₅O₁₂:Ce 	460-470	550	US 5,998,925
	<ul style="list-style-type: none"> • TAG:Ce (Tb₃Al₅O₁₂:Ce) 	460-470	575	US 6,669,866, US 6,812,500, US 6,576,930, US 6,006,861, US 6,245,259, US 6,765,237
[0728] 硅酸盐	<ul style="list-style-type: none"> • 掺杂Eu的硅酸盐 - A₂Si(OD)₄:Eu, 其中A = Sr, Ba, Ca, Mg, Zn, 且D = F, Cl, S, N, Br - (SrBaCa)₂SiO₄:Eu - Sr₃SiO₅ - Ba₂MgSi₂O₇:Eu²⁺; - Ba₂SiO₄:Eu²⁺ - (Ca,Ce)₃(Sc,Mg)₂Si₃O₁₂ 	<460	510至610	US 7,311,858, US 7,267,787 US 6,809,347, US 6,943,380 US 6,429,583 WO 02/11214
硫化物	<ul style="list-style-type: none"> • (Ca, Sr)S:Eu 	<460	615-660	
氮化物	<ul style="list-style-type: none"> • (CaAlSiN₃:Eu²⁺) • (Sr,Ca)AlSiN₃:Eu²⁺ 	455	红光 橙光	WO2005052087
氮氧化物	<ul style="list-style-type: none"> • SiAlON:Ce • β-SiAlON:Eu • Ca-α-SiAlON:Eu (Ba₃Si₆O₁₂N₂:Eu) 通式Ca_xEu_y(Si,Al)₁₂(O,N)₁₆ 	300-580	490 540 585-595	

[0729] 根据另一个实施方案,除根据本发明存在的至少一种式(I)的有机荧光染料之外,本发明的色彩转化器也包含:

[0730] -至少一种选自以下的其它有机荧光染料:式(II)化合物和其混合物、式(III)化合物和其混合物、式(IV)化合物和其混合物、式(V)化合物和其混合物、具有式(VI)结构单元的化合物和其混合物、式(VII)化合物和其混合物、式(VIII)化合物和其混合物、式(IX)化合物和其混合物,

[0731] 和其混合物;

[0732] -和至少一种如上文所定义的无机荧光材料。

[0733] 根据另一个优选实施方案,本发明的色彩转化器包含至少一个量子点。量子点是直径为约20nm或小于20nm的半导体材料的纳米晶体。量子点可包括以下中的一个:基于Si的纳米晶体、第II族-第VI族化合物半导体纳米晶体、第III族-第V族化合物半导体纳米晶

体、第IV族-第VI族化合物纳米晶体和其混合物。第II族-第VI族化合物半导体纳米晶体可包括选自以下的纳米晶体: CdS、CdSe、CdTe、ZnS、ZnSe、ZnTe、HgS、HgSe、HgTe、CdSeS、CdSeTe、CdSTe、ZnSeS、ZnSeTe、ZnSTe、HgSeS、HgSeTe、HgSTe、CdZnS、CdZnSe、CdZnTe、CdHgS、CdHgSe、CdHgTe、HgZnS、HgZnSe、HggZnTe、CdZnSeS、CdZnSeTe、CdZnSTe、CdHgSeS、CdHgSeTe、CdHgSTe、HgZnSeS、HgZnSeTe和HgZnSTe。第III族-第V族化合物半导体纳米晶体可包括选自以下的纳米晶体: GaN、GaP、GaAs、AlN、AlP、AlAs、InN、InP、InAs、GaNP、GaNAs、GaPAs、AlNP、AlNAs、AlPAs、InNP、InNAs、InPAs、GaAlNP、GaAlNAs、GaAlPAs、GaInNP、GaInNAs、GaInPAs、InAlNP、InAlNAs和InAlPAs。第IV族-第VI族化合物半导体纳米晶体可以是SnTe。

[0734] 为了合成量子点形式的纳米晶体,量子点可以通过气相沉积、例如金属有机化学气相沉积或分子束取向生长法制备,或通过湿式化学方法制备,其中通过在有机溶剂中添加一或多种前体使晶体生长。

[0735] 根据另一个实施方案,除根据本发明存在的至少一种有机荧光染料之外,本发明的色彩转化器也包含至少一种选自式(II)、(III)、(IV)、(V)、(VI)、(VII)、(VIII)、(IX)的化合物和其混合物的其它有机荧光染料和至少一种如上文所定义的量子点。

[0736] 在本发明的一个更优选实施方案中,本发明的色彩转化器不包含量子点。同样,在本发明的一个更优选实施方案中,本发明的色彩转化器不包含无机荧光材料。

[0737] 在本发明的一个实施方案中,本发明的色彩转化器具有层状结构。其可具有单层结构或多层结构,一般由多个包含一或多种荧光染料和/或散射体的聚合物层组成。若色彩转化器具有多层结构,则一个层包含本发明的红色荧光染料,且另一层包含至少一种本发明涵盖的荧光染料。

[0738] 在一个实施方案中,至少一种红色有机荧光染料存在于色彩转化器的面对LED的层中。在另一个实施方案中,至少一种其它荧光染料存在于色彩转化器的面对LED的层中。

[0739] 根据一个优选实施方案,色彩转化器另外包含至少一种无机白色颜料作为散射体。

[0740] 在一个优选实施方案中,包含有机荧光染料的层或基质中的至少一个包含光的散射体。

[0741] 合适的散射体是无机白色颜料,例如二氧化钛、硫酸钡、锌钡白、氧化锌、硫化锌、碳酸钙,根据DIN 13320平均粒度是0.01至10 μm ,优选0.1至1 μm ,更优选0.15至0.4 μm ,尤其基于TiO₂的散射体。

[0742] 在各情形下以包含散射体的层的聚合物计,散射体的含量通常是0.01-2.0重量%、优选0.05-1重量%、更优选0.1-0.5重量%。

[0743] 在一个优选实施方案中,色彩转化器具有两层结构,其具有包含至少一种根据本发明存在的荧光染料的红色荧光层和绿黄色荧光层,其中红色层面对蓝光源。在此实施方案中,两个层包含TiO₂作为散射体。

[0744] 在一个实施方案中,色彩转化器由多个聚合物层组成,这些聚合物层层压在一起以形成复合物且其中各种荧光染料/着色剂和/或散射体可存在于不同的聚合物层中。

[0745] 若本发明的色彩转化器包含超过一种荧光染料/着色剂,则在本发明的一个实施方案中,多种荧光染料/着色剂可彼此相邻地存在于一个层中。

[0746] 在另一个实施方案中,各种荧光染料/着色剂存在于各种层中。

[0747] 在一个优选实施方案中,本发明的色彩转化器包含至少一种根据本发明存在的有机荧光染料和其混合物;至少一种选自以下的其它有机荧光染料和其混合物:式(II)化合物和其混合物、式(IV)化合物和其混合物、具有式(VI)结构单元的化合物和其混合物、式(VII)化合物和其混合物;基于TiO₂的散射体;和至少一种基本上由聚苯乙烯、聚对苯二甲酸亚乙酯或聚碳酸酯组成的聚合物。

[0748] 在一个甚至更优选的实施方案中,本发明的色彩转化器包含:

[0749] -至少一种根据本发明存在的有机荧光染料和其混合物;

[0750] -至少一种选自以下的其它有机荧光染料:式(II)化合物和其混合物、式(IV)化合物和其混合物、具有式(VI)结构单元的化合物和其混合物、和式(VII)化合物和其混合物,

[0751] 和其混合物;

[0752] -基于TiO₂的散射体;和

[0753] -至少一种基本上由聚对苯二甲酸亚乙酯组成的聚合物。

[0754] 同样,在一个甚至更优选的实施方案中,本发明的色彩转化器包含

[0755] -至少一种根据本发明存在的有机荧光染料和其混合物;

[0756] -至少一种选自以下的其它有机荧光染料:式(II)化合物和其混合物、式(IV)化合物和其混合物、具有式(VI)结构单元的化合物和其混合物、和式(VII)化合物和其混合物,

[0757] 和其混合物;

[0758] -基于TiO₂的散射体;和

[0759] -至少一种基本上由聚苯乙烯组成的聚合物。

[0760] 在一个甚至更优选的实施方案中,本发明的色彩转化器包含:

[0761] -至少一种根据本发明存在的有机荧光染料和其混合物;

[0762] -至少一种选自以下的其它有机荧光染料:式(II)化合物和其混合物、式(IV)化合物和其混合物、具有式(VI)结构单元的化合物和其混合物、和式(VII)化合物和其混合物,

[0763] 和其混合物;

[0764] -基于TiO₂的散射体;和

[0765] -至少一种基本上由聚碳酸酯组成的聚合物。

[0766] 在一个尤其优选的实施方案中,本发明的色彩转化器包含至少一种根据本发明存在的有机荧光染料和其混合物;至少一种具有式(VI)结构单元的其它有机荧光染料和其混合物;基于TiO₂的散射体;和至少一种基本上由聚苯乙烯、聚对苯二甲酸亚乙酯或聚碳酸酯组成的聚合物。

[0767] 在一个甚至更尤其优选的实施方案中,本发明的色彩转化器包含至少一种根据本发明存在的有机荧光染料和其混合物、至少一种式(VI)的其它有机荧光染料和其混合物、基于TiO₂的散射体和至少一种基本上由聚对苯二甲酸亚乙酯组成的聚合物。

[0768] 在一个甚至更尤其优选的实施方案中,本发明的色彩转化器包含至少一种根据本发明存在的有机荧光染料和其混合物、至少一种式(VI)的其它有机荧光染料和其混合物、基于TiO₂的散射体和至少一种基本上由聚苯乙烯组成的聚合物。

[0769] 同样,在一个尤其优选实施方案中,本发明的色彩转化器包含至少一种根据本发明存在的有机荧光染料和其混合物、至少一种具有式(VI)结构单元的其它有机荧光染料和其混合物、基于TiO₂的散射体和至少一种基本上由聚碳酸酯组成的聚合物。

[0770] 在另一个尤其优选的实施方案中,本发明的色彩转化器包含至少一种根据本发明存在的有机荧光染料和其混合物、至少一种具有式(VI)结构单元的其它有机荧光染料和其混合物和至少一种式(VII)化合物和其混合物、基于TiO₂的散射体和至少一种基本上由聚苯乙烯、聚对苯二甲酸亚乙酯或聚碳酸酯组成的聚合物。

[0771] 在一个尤其优选的实施方案中,本发明的色彩转化器包含至少一种根据本发明存在的有机荧光染料和其混合物、至少一种具有式(VI)结构单元的其它有机荧光染料和其混合物和至少一种式(VII)化合物和其混合物、基于TiO₂的散射体和至少一种基本上由聚苯乙烯组成的聚合物。

[0772] 同样,在一个尤其优选的实施方案中,本发明的色彩转化器包含至少一种根据本发明存在的有机荧光染料和其混合物、至少一种具有式(VI)结构单元的其它有机荧光染料和其混合物和至少一种式(VII)化合物和其混合物、基于TiO₂的散射体和至少一种基本上由聚对苯二甲酸亚乙酯组成的聚合物。

[0773] 同样,在一个尤其优选的实施方案中,本发明的色彩转化器包含至少一种根据本发明存在的有机荧光染料和其混合物、至少一种具有式(VI)结构单元的其它有机荧光染料和其混合物和至少一种式(VII)化合物和其混合物、基于TiO₂的散射体和至少一种基本上由聚碳酸酯组成的聚合物。

[0774] 在一个实施方案中,色彩转化器的至少一个聚合物层用玻璃纤维进行机械增强。

[0775] 本发明的色彩转化器可以是任何所需的几何配置。色彩转化器可以例如是膜、薄片或薄板形式。同等地,含有有机荧光染料的基质可以是液滴形式或半球形式,或是具有凸出和/或凹入、平坦或球形表面的晶体形式。

[0776] “浇铸”是指如下实施方案,其中LED或包含LED的组件用包含有机荧光染料的聚合物完全浇铸或包封。

[0777] 在本发明的一个实施方案中,包含有机荧光染料的聚合物层(基质)是25至400微米(μm)厚,优选35至300μm,尤其是50至200μm。

[0778] 在另一个实施方案中,包含有机荧光染料的聚合物层是0.2至5毫米厚,优选0.3至3mm且更优选0.4至1mm。

[0779] 若色彩转化器由一个层组成或它们具有层状结构,则在一个优选实施方案中,多个层是连续的且不具有任何孔洞或障碍物。

[0780] 本发明的色彩转化器可以任选地包含其它成分,例如背衬层。

[0781] 背衬层用于向色彩转化器赋予机械稳定性。背衬层的材料类型并不关键,前提条件是其是透明的且具有所需的机械强度。合适的背衬层材料是例如玻璃或透明刚性有机聚合物,例如聚碳酸酯、聚苯乙烯或聚甲基丙烯酸酯或聚甲基丙烯酸甲酯。

[0782] 背衬层的厚度一般是0.1mm至10mm,优选0.2mm至5mm,更优选0.3mm至2mm。

[0783] 在本发明的一个实施方案中,本发明的色彩转化器具有至少一个针对氧气和/或水的阻隔层,如W0 2012/152812中所述。阻隔层的合适阻隔材料的实例是例如玻璃、石英、金属氧化物、SiO₂、由Al₂O₃和SiO₂层的交替层组成的多层体系、氮化钛、SiO₂/金属氧化物多层材料、聚乙烯醇、聚丙烯腈、聚偏二氯乙烯(PVDC)、液晶聚合物(LCP)、聚苯乙烯-丙烯腈(SAN)、聚对苯二甲酸亚丁酯(PBT)、聚萘二甲酸亚丁酯(PBN)、聚对苯二甲酸亚乙酯(PET)、聚萘二甲酸亚乙酯(PEN)、聚丁酸乙酯(PBT)、聚氯乙烯(PVC)、聚酰胺、聚甲醛、聚酰亚胺、

聚醚酰亚胺、环氧树脂、衍生自乙烯-乙酸乙烯酯 (EVA) 的聚合物和衍生自乙烯-乙烯醇 (EVOH) 的聚合物。

[0784] 阻隔层的优选材料是玻璃,或由 Al_2O_3 和 SiO_2 层的交替层组成的多层体系。

[0785] 优选地,合适的阻隔层对氧气具有低渗透性。

[0786] 更优选地,合适的阻隔层对氧气和水具有低渗透性。

[0787] 本发明的色彩转化器尤其适合于将蓝光转化成白光。

[0788] 更具体而言,其适合于转化由蓝光LED发射的光。合适的LED是例如基于氮化镓 (GaN) 或氮化铟镓 (InGaN) 的LED。其也可用于转化由汞灯、有机发光二极管 (OLED) 或白光LED所产生的光。

[0789] 根据另一个实施方案,其适合于转化由绿光LED发射的光。合适的LED是例如基于GaInNAs的那些,例如掺杂Te的GaInNAs和掺杂Mg的GaInNAs。

[0790] 具体而言,其适合于转化由具有高发光效率的白光LED发射的光。更具体而言,其适合于转化由色温为20,000K至4,500K、优选12,000K至7,000K的白光LED发射的光。

[0791] 具体而言,其适合于转化由提供高亮光发光效率以及高显色指数的白光LED发射的光。

[0792] 其另外适合于作为在光伏装置和荧光转化太阳电池中所谓的光收集体系(荧光收集器)的应用。

[0793] 在另一个实施方案中,本发明的色彩转化器用于转化蓝光。

[0794] 本发明的色彩转化器在用光、尤其用蓝光LED光照射时显示高的量子产率和总亮光发光效率。本发明的色彩转化器使得可提供具有高亮光发光效率的白光LED。另外,式(I)化合物在用由LED产生的光、尤其由蓝光LED或冷白光LED产生的光照射时具有高的光稳定性。此外,其对氧气和水是稳定的。

[0795] 本发明的色彩转化器可以通过不同方法制造。

[0796] 在一个实施方案中,制造本发明的色彩转化器的方法包括在溶剂中溶解至少一种聚合物和至少一种有机荧光染料和若存在的其它有机荧光染料,随后移除溶剂。

[0797] 在另一个实施方案中,制造本发明的色彩转化器的方法包括挤出至少一种有机荧光染料和若存在的其它有机荧光染料与至少一种聚合物。

[0798] 本发明另外提供发光装置,其包含本发明的至少一个LED和至少一个色彩转化器。至少一个LED优选是蓝光LED,且发射中心波长优选为400-500nm、优选420-480nm、最优选430-470nm或440-470nm的光。

[0799] 在一个实施方案中,本发明的发光装置确切地包含一个LED。在另一个实施方案中,本发明的发光装置包含两个或多于两个LED。

[0800] 在一个实施方案中,本发明的发光装置包含多个LED,其均是蓝光LED。在另一个实施方案中,本发明的发光装置包含多个LED,至少一个LED是蓝光LED,且至少一个LED不是蓝光LED但发射另一种颜色的光,例如红色。

[0801] 此外,所用LED的类型对于本发明的发光装置并不关键。在一个优选实施方案中,冲击转化器板表面的蓝光LED光的功率密度通常小于 $200\text{mW}/\text{cm}^2$,优选小于 $120\text{mW}/\text{cm}^2$,更优选小于 $80\text{mW}/\text{cm}^2$ 。也可使用具有更高功率密度、例如 150 或 $200\text{mW}/\text{cm}^2$ 的LED。然而,转化器表面的LED的较高功率密度会降低荧光染料和色彩转化器的寿命。

[0802] 本发明的色彩转化器可与LED以实际上任何几何形式组合使用,且与发光装置的构造无关。

[0803] 在一个实施方案中,色彩转化器和LED是晶片上磷光体配置。

[0804] 优选地,本发明的色彩转化器以远磷光体设定使用。在此情形下,色彩转化器与LED在空间上分离。一般而言,LED与色彩转化器之间的距离是0.1cm至50cm,优选0.2至10cm,最优选0.5至3cm。色彩转化器与LED之间可以是不同的介质,例如空气、稀有气体、氮气或其它气体或其混合物。

[0805] 色彩转化器可例如围绕LED同心配置或具有平面几何结构。其可采用例如薄板、薄层或膜的形式,是液滴形式或采用铸件形式。

[0806] 本发明的发光装置适合于在内部、户外、办公室、交通工具、手电筒、游戏控制台、路灯、交通信号中发光。

[0807] 本发明的发光装置展现高量子产率和高亮光发光效率。另外,其具有长寿命,尤其在用蓝光照射时具有高的光稳定性。

[0808] 本发明的式(I)的茈双酰亚胺化合物和其混合物也显著用于色彩转化器中,这些色彩转化器用于将从光源、尤其选自LED和OLED的光源发射的光转化成第二个较长波长的光,用于将涂层、印刷油墨和塑料着色,用于制备吸收和/或发射电磁辐射的水性聚合物分散体,用于数据储存,用于光学标记,用于文件中的安全标记和用于商标保护,或用作生物分子的荧光标记。

[0809] 由于显著的光学特性,式(I)的茈双酰亚胺化合物和其混合物用于安全印刷用的安全油墨也备受关注。所发射光的波长可以是500至约750nm。

[0810] 因此,本发明也涉及一种安全印刷用的印刷油墨配制剂,其包含至少一种如上文所定义的式(I)化合物或其混合物。

[0811] 安全印刷是处理如下物件印刷的领域,例如货币、护照、使篡改显而易见的标记、股票证书、印花税、邮戳、身份证等。安全印刷的主要目标是防止仿造品、篡改或伪造。

[0812] 在自动钞票加工领域中,UV吸收发挥重要作用。大多数实际上流通的货币不仅具有可见颜色的印刷,而且具有仅在曝露于UV光后可检测的特定特征。一般而言,形成这些特征以用于自动货币加工设备,用于银行和售卖应用(自动柜员机、自动售卖机等),以识别指定货币帐单和证实其真实性,尤其辨别其与彩色影印机制备的仿制品。

[0813] 所有安全文件均需要具有良好稳定性和耐久性。在银行钞票的情况下,这些要求极需要满足,因为银行钞票经受公众进行的最严苛使用条件:经由优异摺叠、弄皱等导致材料应力,经受磨损,曝露于天气,曝露于体液、例如汗液,进行洗涤、干洗、熨烫等;和在经受此操作后,期望其与开始时同样清晰。此外,尽管遭受前述条件,但这些文件仍应当具有合理寿命,理想地是数年。在此时间期间,文件和在其上的油墨(包括不可见的安全标记)应当对褪色或颜色变化具有耐受性。因此,安全印刷方法中所用的任何油墨在固化时应当是稳固的,具有耐水性,对各种化学品具有耐受性,且具有可挠性。此外,在某些情形并非使用纸张作为银行钞票的基板的情况下,所用的印刷油墨配制剂应当可在塑料以及纸张上使用。现在发现,通式(I)的化合物由于其独特应用特性而尤其适合于用于安全印刷和尤其用于银行钞票的印刷油墨配制剂。

[0814] 在安全印刷中,将式(I)的荧光染料添加至印刷油墨配制剂中。合适的印刷油墨是

以颜料或染料为主的基于水、基于油或基于溶剂的印刷油墨,它们用于喷墨印刷、柔版印刷、照相凹版印刷(gravure printing)、网版印刷、凹版印刷(intaglio printing)、平版印刷、激光印刷或凸版印刷和用于电子摄影中。用于这些印刷方法的印刷油墨通常包含溶剂、粘合剂以及各种添加剂,例如增塑剂、抗静电剂或蜡。用于平版印刷、凸版印刷和凹版印刷的印刷油墨通常调配成高粘度糊状印刷油墨,而用于柔版印刷和喷墨印刷的印刷油墨通常调配成具有较低粘度的液体印刷油墨。

[0815] 在本发明的上下文中,表述“印刷油墨”也涵盖除至少一种通式(I)的荧光染料以外也包含着色剂的配制剂。表述“印刷油墨”也涵盖不包含着色剂的印刷漆。

[0816] 本发明的安全印刷用的印刷油墨配制剂优选包含

[0817] a) 至少一种如上文所定义的式(I)化合物或其混合物;

[0818] b) 聚合物粘合剂;

[0819] c) 任选地,有机溶剂;

[0820] d) 任选地,至少一种着色剂;和

[0821] e) 任选地,至少一种其它添加剂。

[0822] 印刷油墨的合适组分是常规的且是本领域技术人员熟知的。此类组分的实例描述于“印刷油墨手册(Printing Ink Manual)”,第四版,Leach R.H.等人(编),Van Nostrand Reinhold,Wokingham,(1988)中。印刷油墨和其配制剂的细节也揭示于“印刷油墨(Printing Inks)”-Ullmann工业化学百科全书,第六版,1999电子版中。

[0823] 基于印刷油墨配制剂的总重量计,本发明的印刷油墨配制剂一般含有0.0001-25重量%、优选0.001-15重量%、尤其0.01-5重量%的组分a)。

[0824] 通式(I)化合物以溶解形式或固体形式(细粉状)存在于印刷油墨配制剂中。

[0825] 基于印刷墨水配制剂的总重量计,本发明的印刷墨水配制剂一般含有5-75重量%、优选10-60重量%、更优选15-40重量%的组分b)。

[0826] 用于本发明印刷油墨配制剂的合适聚合物粘合剂b)例如选自天然树脂、酚类树脂、酚改质树脂、醇酸树脂、聚苯乙烯均聚物和共聚物、萘类树脂、聚硅氧烷树脂、聚胺基甲酸酯树脂、尿素-甲醛树脂、三聚氰胺树脂、聚酰胺树脂、聚丙烯酸酯、聚甲基丙烯酸酯、氯化橡胶、乙烯酯树脂、丙烯酸树脂、环氧树脂、硝化纤维素、烃类树脂、乙酸纤维素和其混合物。

[0827] 本发明的印刷油墨配制剂也可包含通过固化方法形成聚合物粘合剂的组分。因此,本发明的印刷油墨配制剂也可被调配成能量可固化的,例如能够通过UV光或EB(电子束)辐射固化。在此实施方案中,粘合剂包含一种或多种可固化的单体和/低聚物。相应配制剂在本领域中已知的,可以参见标准教科书,例如1997-1998中由John Wiley&Sons联合SITA Technology Limited以7卷公布的系列“用于涂料、油墨和油漆的UV和EB配方化学和技术(Chemistry&Technology of UV&EB Formulation for Coatings,Inks&Paints)”。

[0828] 合适的单体和低聚物(也称为预聚物)包括环氧基丙烯酸酯、丙烯酰化油、丙烯酸胺基甲酸酯、聚酯丙烯酸酯、聚硅氧丙烯酸酯、丙烯酰化胺和丙烯酸系饱和树脂。其它细节和实例在由G Webster编的“用于涂料、油墨和油漆的UV和EB配方化学和技术”,第II卷:预聚物和反应性稀释剂(Prepolymers&Reactive Diluents)中提供。

[0829] 若采用可固化的聚合物粘合剂,则其可含有反应性稀释剂,即充当溶剂且当固化时引入聚合物粘合剂中的单体。反应性单体通常选自丙烯酸酯或甲基丙烯酸酯,和可以是

单官能性或多官能性的。多官能性单体的实例包含聚酯丙烯酸酯或甲基丙烯酸聚酯,多元醇丙烯酸酯或多元醇甲基丙烯酸酯,和聚醚丙烯酸酯或聚醚甲基丙烯酸酯。

[0830] 在印刷油墨配制剂通过UV辐射固化的情况下,通常必需包括至少一种光引发剂以在曝露于UV辐射时引发单体的固化反应。适用光引发剂的实例可见于标准教科书中,例如J.V.Crivello&K.Dietliker的“用于涂料、油墨和油漆的UV和EB配方化学和技术”,第III卷,“用于自由基阳离子和阴离子聚合的光引发剂”,第2版,G.Bradley编且在1998年由John Wiley&Sons联合SITATEchnology Limited出版。也可有利地包括敏化剂以及光引发剂以实现有效固化。

[0831] 基于印刷油墨配制剂的总重量计,本发明的印刷油墨配制剂一般含有0-94.9999重量%、优选5-90重量%、尤其10-85重量%的溶剂c)。

[0832] 合适的溶剂是选自水、有机溶剂和其混合物。出于本发明的目的,将也充当溶剂的反应性单体视为上述粘合剂组分b)的一部分。

[0833] 溶剂的实例包含水;醇,例如乙醇、1-丙醇、2-丙醇、乙二醇、丙二醇、二甘醇和乙氧基丙醇;酯,例如乙酸乙酯、乙酸异丙酯、乙酸正丙酯和乙酸正丁酯;烃,例如甲苯、二甲苯、矿物油和植物油,和其混合物。

[0834] 本发明的印刷油墨配制剂可含有其它着色剂d)。优选地,基于印刷油墨配制剂的总重量计,印刷油墨配制剂含有0-25重量%、更优选0.1-20重量%、尤其1-15重量%的着色剂d)。

[0835] 合适的着色剂d)是常规染料,尤其是常规颜料。在本发明中,术语“颜料”广泛用以鉴别所有颜料和填充剂,实例是彩色颜料、白色颜料和无机填充剂。其包括无机白色颜料,例如二氧化钛(优选呈金红石形式)、硫酸钡、氧化锌、硫化锌、碱性碳酸铅、二氧化二锑、锑钡白(硫化锌+硫酸钡);或彩色颜料,实例是氧化铁、碳黑、石墨、锌黄、锌绿、群青、锰黑、锑黑、锰紫、巴黎蓝(Paris blue)或施魏因富特绿(Schweinfurt green)。除无机颜料以外,本发明的印刷墨水配制剂也可包含有机彩色颜料,实例是棕色、藤黄、卡塞尔棕(Cassel brown)、甲苯胺红、对位红、汉萨黄(Hansa yellow)、靛蓝、偶氮染料、葱醌和靛蓝类染料以及二噁嗪、喹吖啶酮、酞菁、异吲哚啉酮、异吲哚啉、花和金属络合物颜料。具有空气包裹体以增加光散射的合成白色颜料也是适合的,例如**Rhopaque®**分散体。合适的填充剂是例如铝硅酸盐,例如长石;硅酸盐,例如高岭土、滑石、云母、菱镁矿;碱土金属碳酸盐,例如碳酸钙(呈例如方解石或白垩形式)、碳酸镁、白云石;碱土金属硫酸盐,例如硫酸钙;二氧化硅等。

[0836] 本发明的印刷油墨配制剂可以含有至少一种添加剂e)。优选地,印刷油墨配制剂含有基于印刷油墨配制剂总重量计的0-25重量%、更优选0.1-20重量%、尤其1-15重量%的至少一种组分e)。

[0837] 合适的添加剂(组分e))是选自增塑剂、蜡、干燥剂、抗静电剂、螯合剂、抗氧化剂、稳定剂、助粘剂、表面活性剂、流动控制剂、消泡剂、杀生物剂、增稠剂等和其组合。这些添加剂尤其用于精细调节与印刷油墨的应用相关的特性,实例是粘合性、耐磨性、干燥速率或滑动性。

[0838] 具体而言,本发明的安全印刷用的印刷油墨配制剂优选含有:

- [0839] a) 0.0001-25重量%的至少一种如上所定义的式(I)化合物或其混合物;
- [0840] b) 5-75重量%的至少一种聚合物粘合剂,
- [0841] c) 0-94.9999重量%的至少一种溶剂,
- [0842] d) 0-25重量%的至少一种着色剂,和
- [0843] e) 0-25重量%的至少一种其它添加剂,
- [0844] 其中组分a)至e)的总和是100%。

[0845] 本发明的印刷油墨配制剂有利地以常规方式制备,例如通过混合各组分来制备。如先前所提及,式(I)的荧光染料以溶解或细粉状固体形式存在于印刷油墨配制剂中。其它着色剂可用于本发明的印刷油墨配制剂或单独的油墨配制剂中。当其它着色剂用于单独的配制剂中时,涂覆本发明的印刷油墨配制剂的时间通常不重要。本发明的印刷油墨配制剂可例如首先涂覆,随后用常规印刷油墨叠印。但也可将此工序反向,或者以与常规印刷油墨的混合物形式涂覆本发明的印刷油墨配制剂。在每一情形下,印刷物可在合适的光源下读取。

[0846] 可在本发明的印刷油墨配制剂之前涂覆底漆。举例而言,涂覆底漆以改良对基板的粘合性。也可例如以覆盖物形式涂覆其它印刷漆以保护所印刷影像。也可涂覆其它印刷漆以用于美感目的或用于控制应用相关的特性。举例而言,可使用被适当调配的其它印刷漆以影响基板表面的粗糙度、电学特性或水-蒸气-冷凝特性。印刷漆通常藉助于用于印刷本发明的印刷油墨配制剂的印刷机上的涂漆体系以直线形式涂覆。

[0847] 本发明的印刷油墨配制剂也适用于多层材料。多层材料例如由例如被由层压或藉助于合适的层压粘合剂彼此粘合的两个或多于两个塑料箔(例如聚烯烃箔)、金属箔或金属化塑料箔组成。这些复合物也可以包含其它功能层,例如光学可变层、气味阻隔层或水-蒸气阻隔物。

[0848] 本发明的印刷油墨配制剂尤其适合于平版印刷、凸版印刷、照相凹版印刷或凹版印刷。

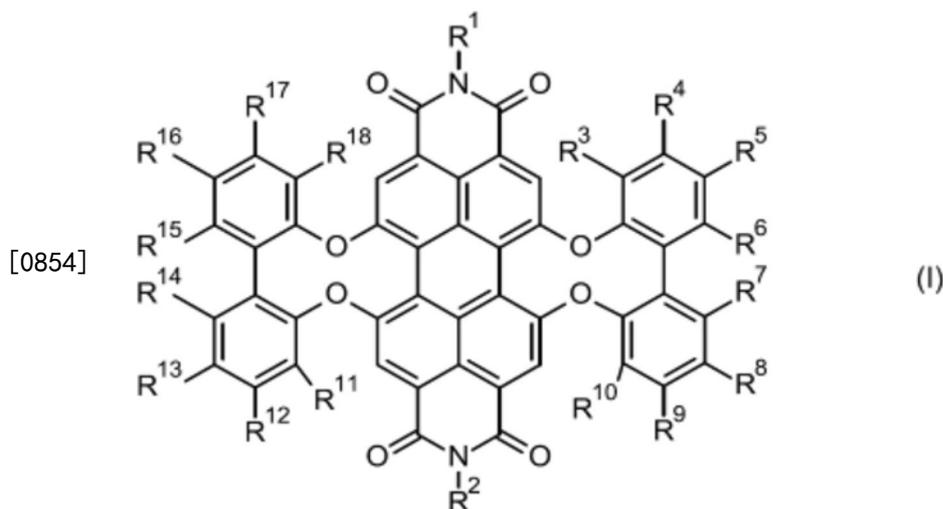
[0849] 当使用透明基板时,用于激发式(I)荧光染料的灯的类型一般并不关键,即发射波长在式(I)荧光染料的吸收谱内的光的所有光源。举例而言,高压或中压汞灯是足够的。任何紫外光源可以用作辐射源,例如高压或低压汞灯、黑光、紫外线LED或紫外线激光。

[0850] 本发明的另一个目的是一种制造安全文件的方法,其包含在基板上印刷如上文所定义的印刷油墨配制剂的步骤。

[0851] 另一个目的是一种安全文件,其包含基板;固化的油墨,该油墨包含至少一种如上文所定义的式(I)化合物或其混合物。

[0852] 另一目的是如上文所定义的安全文件,其可通过使用如上文所定义的印刷油墨配制剂的印刷方法获得。安全文件优选选自银行钞票、护照、支票、代金券、ID卡或交易卡、邮票和税票标记。安全文件也可以是刚性或可挠性包装、纸箱或商标或产品标记的一部分。

[0853] 另一个目的是涉及式(I)的新颖化合物:



[0855] 或其混合物，

[0856] 其中

[0857] R^1 和 R^2 彼此独立地选自氢，

[0858] 在每种情况下未取代或被取代的 C_1 - C_{30} 烷基、聚亚烷基氧基、 C_1 - C_{30} 烷氧基、 C_1 - C_{30} 烷基硫基、 C_3 - C_{20} 环烷基、 C_3 - C_{20} 环烷氧基、 C_6 - C_{24} 芳基和 C_6 - C_{24} 芳氧基；

[0859] R^3 、 R^4 、 R^5 、 R^6 、 R^7 、 R^8 、 R^9 、 R^{10} 、 R^{11} 、 R^{12} 、 R^{13} 、 R^{14} 、 R^{15} 、 R^{16} 、 R^{17} 和 R^{18} 彼此独立地选自氢、卤素、氰基、羟基、巯基、硝基、 $-NE^1E^2$ 、 $-NR^{Ar1}COR^{Ar2}$ 、 $-CONR^{Ar1}R^{Ar2}$ 、 $-SO_2NR^{Ar1}R^{Ar2}$ 、 $-COOR^{Ar1}$ 、 $-SO_3R^{Ar2}$ ，

[0860] 在每种情况下未取代或被取代的 C_1 - C_{30} 烷基、聚亚烷基氧基、 C_1 - C_{30} 烷氧基、 C_1 - C_{30} 烷基硫基、 C_3 - C_{20} 环烷基、 C_3 - C_{20} 环烷氧基、 C_6 - C_{24} 芳基、 C_6 - C_{24} 芳氧基和 C_6 - C_{24} 芳基硫基，

[0861] 其中 R^3 和 R^4 、 R^4 和 R^5 、 R^5 和 R^6 、 R^6 和 R^7 、 R^7 和 R^8 、 R^8 和 R^9 、 R^9 和 R^{10} 、 R^{11} 和 R^{12} 、 R^{12} 和 R^{13} 、 R^{13} 和 R^{14} 、 R^{14} 和 R^{15} 、 R^{15} 和 R^{16} 、 R^{16} 和 R^{17} 和/或 R^{17} 和 R^{18} 也可以与其所键连的联苯基结构部分的碳原子一起形成另一个稠合芳族或非芳族环体系，其中该稠合环体系是未取代或被取代的；

[0862] 其中

[0863] E^1 和 E^2 彼此独立地是氢、未取代或被取代的 C_1 - C_{18} 烷基、未取代或被取代的 C_2 - C_{18} 链烯基、未取代或被取代的 C_2 - C_{18} 炔基、未取代或被取代的 C_3 - C_{20} 环烷基、或者未取代或被取代的 C_6 - C_{10} 芳基；

[0864] R^{Ar1} 和 R^{Ar2} 各自彼此独立地是氢、未取代或被取代的 C_1 - C_{18} 烷基、未取代或被取代的 C_3 - C_{20} 环烷基、未取代或被取代的杂环基、未取代或被取代的 C_6 - C_{20} 芳基、或者未取代或被取代的杂芳基；

[0865] 但是不包括这样的式(I)化合物：其中 R^1 和 R^2 各自是 n - C_4H_9 ，且 R^3 、 R^4 、 R^5 、 R^6 、 R^7 、 R^8 、 R^9 、 R^{10} 、 R^{11} 、 R^{12} 、 R^{13} 、 R^{14} 、 R^{15} 、 R^{16} 、 R^{17} 和 R^{18} 各自是氢。

[0866] 优选地，在式(I)化合物中， R^1 和 R^2 彼此独立地选自 C_1 - C_{10} 烷基、 C_3 - C_8 环烷基和 C_6 - C_{10} 芳基，其中上述脂族、环脂族和芳族基团的碳原子可任选地被取代。

[0867] 更优选是式(I)化合物，其中 R^1 和 R^2 彼此独立地选自：

[0868] $-C_1$ - C_{10} 烷基，其是未取代的或被 C_6 - C_{10} 芳基取代，该 C_6 - C_{10} 芳基进而是未取代的或被1、2或3个 C_1 - C_{10} 烷基取代；

[0869] $-C_3$ - C_8 环烷基，其是未取代的或被1、2或3个 C_1 - C_{10} 烷基取代；和

[0870] -C₆-C₁₀芳基,其是未取代的或被1、2或3个C₁-C₁₀烷基取代。

[0871] 甚至更优选是式(I)化合物,其中R¹和R²彼此独立地选自以下基团:直链C₁-C₈烷基;支化的C₃-C₈烷基;C₁-C₈烷基,其被C₆-C₁₀芳基取代,尤其苯基;C₁-C₈烷基,其被C₆-C₁₀芳基取代,该C₆-C₁₀芳基进而被1、2或3个C₁-C₆烷基取代;C₃-C₈环烷基;C₃-C₈环烷基,其具有1、2或3个C₁-C₆烷基取代基;C₆-C₁₀芳基;和C₆-C₁₀芳基,其具有1、2或3个C₁-C₆烷基取代基。具体而言,R¹和R²彼此独立地选自直链C₁-C₈烷基、支化的C₃-C₈烷基、C₃-C₈环烷基;C₃-C₈环烷基,其具有1、2或3个C₁-C₆烷基取代基;C₆-C₁₀芳基;和C₆-C₁₀芳基,其具有1、2或3个C₁-C₆烷基取代基。

[0872] 尤其是,R¹和R²彼此独立地选自甲基、乙基、正丙基、正丁基、正戊基、正己基、正庚基或正辛基、异丙基、仲丁基、异丁基、叔丁基、异戊基、2-戊基、第三戊基、2-乙基己基、环戊基、环己基、环庚基、2-甲基环己基、2,4-二甲基环己基、2,6-二甲基环己基、2-乙基环己基、2,4-二乙基环己基、2,6-二乙基环己基、2-异丙基环己基、2,4-二异丙基环己基、2,6-二异丙基环己基、苯基、萘基、2-甲基苯基、2,4-二甲基苯基、2,6-二甲基苯基、2-乙基苯基、2,4-二乙基苯基、2,6-二乙基苯基、2-正丙基苯基、2,4-二-正丙基苯基、2,6-二-(正丙基)苯基、2-异丙基苯基、2,4-二异丙基苯基和2,6-二异丙基苯基。

[0873] 优选地,R¹和R²具有相同含义。尤其优选是式(I)化合物,其中R¹和R²均是苯基,其具有1、2或3个C₁-C₄烷基取代基、尤其2个C₁-C₄烷基取代基。若苯基具有2或3个、尤其2个C₁-C₄烷基取代基,则这些烷基取代基具有相同含义。尤其,R¹和R²均是具有2个C₁-C₄烷基取代基的苯基。更尤其是,R¹和R²均是具有2个C₁-C₄烷基取代基的苯基,其中烷基取代基位于苯环的2位和6位,即与结合于酰亚胺氮原子的碳原子相邻。

[0874] 更优选地,在式(I)化合物中,R³、R⁴、R⁵、R⁶、R⁷、R⁸、R⁹、R¹⁰、R¹¹、R¹²、R¹³、R¹⁴、R¹⁵、R¹⁶、R¹⁷和R¹⁸彼此独立地选自氢、卤素、C₁-C₂₀烷基、C₃-C₂₀环烷基、C₃-C₂₀环烷氧基、C₆-C₂₄芳基、C₆-C₂₄芳基-C₁-C₁₀亚烷基、C₆-C₂₄芳氧基和C₆-C₂₄芳基硫基,其中C₆-C₁₀芳基、C₆-C₁₀芳基-C₁-C₁₀亚烷基、C₆-C₁₀芳氧基和C₆-C₁₀芳基硫基中的芳基结构部分是未取代的或被一个或多个C₁-C₁₀烷基取代。

[0875] 更优选地,在式(I)化合物中,R³、R⁴、R⁵、R⁶、R⁷、R⁸、R⁹、R¹⁰、R¹¹、R¹²、R¹³、R¹⁴、R¹⁵、R¹⁶、R¹⁷和R¹⁸彼此独立地选自氢、卤素、C₁-C₁₈烷基、C₆-C₁₀芳基、C₆-C₁₀芳基-C₁-C₁₀亚烷基、C₆-C₁₀芳氧基和C₆-C₁₀芳基硫基,其中C₆-C₁₀芳基、C₆-C₁₀芳基-C₁-C₁₀亚烷基、C₆-C₁₀芳氧基和C₆-C₁₀芳基硫基的芳基结构部分是未取代的或被一个或多个C₁-C₁₀烷基取代。尤其是,在式(I)化合物中,R³、R⁴、R⁵、R⁶、R⁷、R⁸、R⁹、R¹⁰、R¹¹、R¹²、R¹³、R¹⁴、R¹⁵、R¹⁶、R¹⁷和R¹⁸彼此独立地选自氢、氟、氯、溴、甲基、乙基、丙基、1-甲基乙基、1-甲基丙基、2-甲基丙基、1,1-二甲基乙基、戊基、1-甲基丁基、2-甲基丁基、3-甲基丁基、2,2-二甲基丙基、1-乙基丙基、己基、1,1-二甲基丙基、1,2-二甲基丙基、1-甲基戊基、2-甲基戊基、3-甲基戊基、4-甲基戊基、1,1-二甲基丁基、1,2-二甲基丁基、1,3-二甲基丁基、2,2-二甲基丁基、2,3-二甲基丁基、3,3-二甲基丁基、1-乙基丁基、2-乙基丁基、1,1,2-三甲基丙基、1,2,2-三甲基丙基、1-乙基-1-甲基丙基、1-乙基-2-甲基丙基、庚基、辛基、2-乙基己基、壬基、癸基、苯基、萘基、苯甲基、1-苯基乙基、2-苯基乙基、1-萘基甲基、2-萘基甲基、苯氧基、萘氧基、苯基硫基和萘基硫基,其中后11个所述基团的芳族结构部分是未取代的或被一个或多个C₁-C₁₀烷基取代。甚至更优选是式(I)化合物,其中R³、R⁴、R⁵、R⁶、R⁷、R⁸、R⁹、R¹⁰、R¹¹、R¹²、R¹³、R¹⁴、R¹⁵、R¹⁶、R¹⁷和R¹⁸彼此独立地选自氢或C₁-C₁₈烷基,

尤其是氢。

[0876] 甚至更优选是式 (I) 化合物, 其中 R^3 、 R^4 、 R^5 、 R^6 、 R^7 、 R^8 、 R^9 、 R^{10} 、 R^{11} 、 R^{12} 、 R^{13} 、 R^{14} 、 R^{15} 、 R^{16} 、 R^{17} 和 R^{18} 彼此独立地选自氢或 C_1 - C_{18} 烷基, 尤其是氢。

[0877] 也优选的是式 (I) 化合物, 其中式 (I) 中的 R^3 、 R^4 、 R^5 、 R^6 、 R^7 、 R^8 、 R^9 、 R^{10} 、 R^{11} 、 R^{12} 、 R^{13} 、 R^{14} 、 R^{15} 、 R^{16} 、 R^{17} 和 R^{18} 彼此独立地选自氢、卤素、 C_1 - C_{18} 烷基、 C_6 - C_{10} 芳基、 C_6 - C_{10} 芳基- C_1 - C_{10} 亚烷基、 C_6 - C_{10} 芳氧基和 C_6 - C_{10} 芳基硫基, 其中 C_6 - C_{10} 芳基、 C_6 - C_{10} 芳基- C_1 - C_{10} 亚烷基、 C_6 - C_{10} 芳氧基和 C_6 - C_{10} 芳基硫基中的芳基结构部分是未取代的或被一个或多个 C_1 - C_{10} 烷基取代, 和此外 R^4 和 R^5 、 R^5 和 R^6 、 R^6 和 R^7 、 R^7 和 R^8 、 R^8 和 R^9 、 R^{12} 和 R^{13} 、 R^{13} 和 R^{14} 、 R^{14} 和 R^{15} 、 R^{15} 和 R^{16} 和/或 R^{16} 和 R^{17} 也可以与其所键连的联苯基结构部分的碳原子一起形成另一个稠合苯环体系, 其中该环体系是未取代的或具有一个或多个选自以下的取代基: 卤素、氰基、 C_1 - C_{18} 烷基、 C_1 - C_{18} 烷氧基或 C_1 - C_{18} 烷基硫基。若 R^4 和 R^5 、 R^5 和 R^6 、 R^6 和 R^7 、 R^7 和 R^8 、 R^8 和 R^9 、 R^{12} 和 R^{13} 、 R^{13} 和 R^{14} 、 R^{14} 和 R^{15} 、 R^{15} 和 R^{16} 和/或 R^{16} 和 R^{17} 也可以与其所键连的联苯基结构部分的碳原子一起形成另一个稠合苯环体系, 该环体系优选未被取代。更优选是式 (I) 化合物, 其中 R^5 和 R^6 、 R^6 和 R^7 、 R^7 和 R^8 、 R^{13} 和 R^{14} 、 R^{14} 和 R^{15} 和/或 R^{15} 和 R^{16} 也可以与其所键连的联苯基结构部分的碳原子一起是稠合苯, 而其余基团 R^5 、 R^6 、 R^7 、 R^8 、 R^{13} 、 R^{14} 、 R^{15} 和 R^{16} 彼此独立地选自氢和 C_1 - C_{18} 烷基, R^4 、 R^9 、 R^{12} 和 R^{17} 选自氢和 C_1 - C_{18} 烷基, 且 R^3 、 R^{10} 、 R^{11} 和 R^{18} 各自是氢。特别是, R^3 、 R^{10} 、 R^{11} 和 R^{18} 各自是氢; R^4 、 R^5 、 R^6 、 R^7 、 R^8 、 R^9 、 R^{12} 、 R^{13} 、 R^{14} 、 R^{15} 、 R^{16} 和 R^{17} 选自氢和 C_1 - C_{18} 烷基, 且此外 R^5 和 R^6 、 R^7 和 R^8 、 R^{13} 和 R^{14} 和/或 R^{15} 和 R^{16} 也可以与其所键连的联苯基结构部分的碳原子一起是稠合苯环体系。

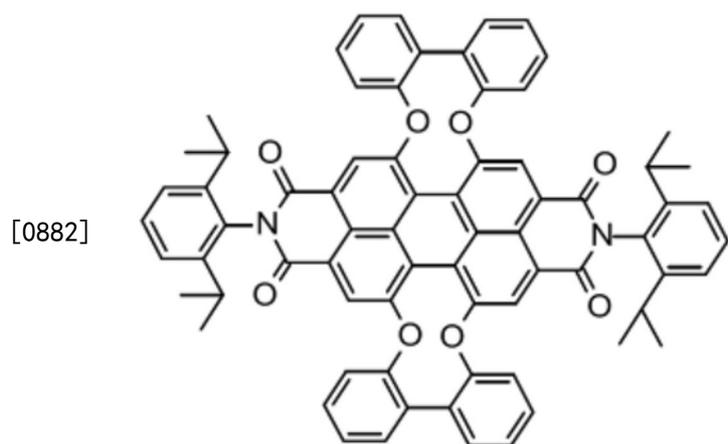
[0878] 特别是, 优选是式 (I) 化合物, 其中 R^1 和 R^2 各自是其具有1、2或3个 C_1 - C_4 烷基取代基的苯基, 且 R^3 、 R^4 、 R^5 、 R^6 、 R^7 、 R^8 、 R^9 、 R^{10} 、 R^{11} 、 R^{12} 、 R^{13} 、 R^{14} 、 R^{15} 、 R^{16} 、 R^{17} 和 R^{18} 均是氢。

[0879] 以下实施例说明本发明而不对其进行限制。

[0880] 使用以下缩写:

[0881] Ex. 表示实施例; PC表示聚碳酸酯; CCT表示相关色温; QY表示量子产率; lum. 功效表示亮光发光效率; av. CRI表示平均显色指数, 其由8个CIE标准色彩样品的色度差值计算。

实施例1:



[0883] 将15g (17.7mmol) N,N'-(2,6-二异丙基苯基)-1,6,7,12-四氯-苊-3,4;9,10二酰亚胺、6.9g (37.1mmol) 2,2'-联苯酚、5.13g (37.1mmol) K_2CO_3 和90mL N-甲基-2-吡咯烷酮 (NMP) 的混合物在110℃下加热21小时, 随后在140℃下加热24小时。使反应混合物冷却至80

℃,然后在60分钟内在搅拌(125rpm)下添加90mL乙酸/水(1/2),随后搅拌过夜。过滤出残余物,用90mL乙醇与20mL NMP的混合物洗涤、随后用温水洗涤。干燥残余物,得到粗产物(16.81g)。通过色谱法纯化得到标题化合物。 R_f (环己烷/乙酸乙酯10:1)=0.1。

[0884] 所用的材料:

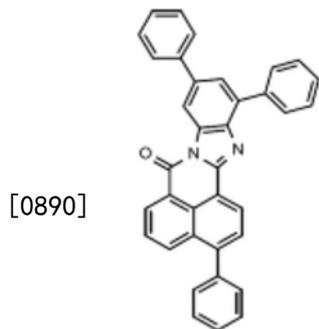
[0885] 聚合物1:基于双酚A与光气的缩聚物的透明聚碳酸酯(Makrolon®2805,来自Bayer MaterialScience AG)

[0886] 聚合物2:基于苯乙烯均聚物的透明聚苯乙烯(PS 168N,来自BASF SE),其密度是1048kg/m³,且根据DIN EN ISO 306的维卡软化温度是98℃

[0887] 聚合物3:透明聚对苯二甲酸亚乙酯PET Terez®3200,来自TER Plastics

[0888] 染料1:黄色荧光染料

[0889] 式(VI-5)化合物:

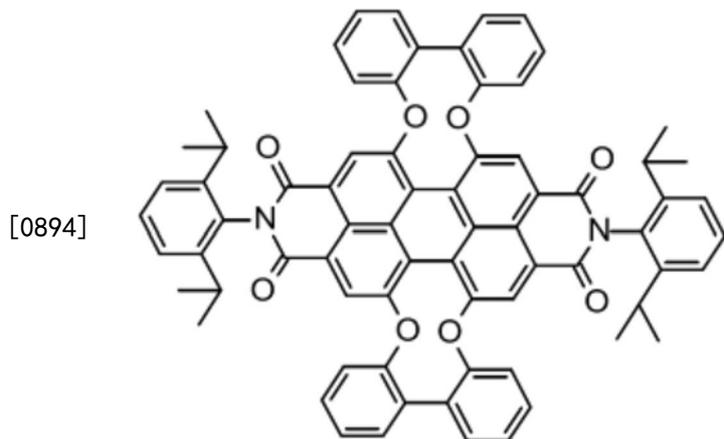


(VI-5)

[0891] 如W0 2012/168395的实施例10中所述获得,继而用色谱法纯化。对包含化合物VI-5的混合物进行另一个柱色谱法纯化,得到纯化合物VI-5。

[0892] 染料2:本发明的橙红色荧光染料

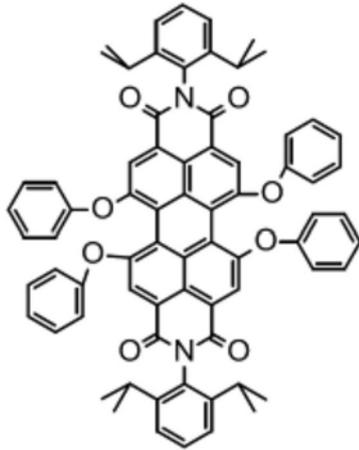
[0893] 来自实施例1的化合物:



[0895] 染料3:红色荧光染料

[0896] N,N'-双(2,6-二异丙基苯基)-1,6,7,12-四苯氧基蒽-3,4;9,10-四甲酸二酰亚胺:

[0897]



[0898] 购自BASF SE。

[0899] 二氧化钛:TiO₂金红石颜料:**Kronos®**2233,来自Kronos Titan。

[0900] 光谱检测:

[0901] 使用Hamamatsu制造且必要时配备用于液体样品的比色管的绝对量子产率检测仪器(C9920-02)记录荧光谱和荧光量子产率。在450和510nm的激发波长下记录光谱。

[0902] 制造色彩转化器:

[0903] 为了制造转化器材料、即聚碳酸酯,将所需浓度(参见表II)的染料和TiO₂(Kronos 2233)与二氯甲烷混合。使用涂覆器框架将所获得的溶液/分散液涂布于玻璃表面上(湿膜厚度800μm,来自Ericson)。溶剂干燥后,将膜与玻璃分离且干燥。获得直径为61.5mm的圆形聚合物盘。

[0904] 发光装置的表征:

[0905] 对从转化器盘的表面照射的光进行光度检测,其中通过用乌尔比利球(Ulbricht sphere,ISP 500-100)和CAS 140CT-156CCD检测器(来自Instrument Systems,Munich)进行积分测量,以检测从装置照射的所有光。使用此辐照谱获得所有相关光度数据,例如CCT(=相关色温)(开尔文[K])、平均显色指数CRI、参考色彩第9号(R9)的显色指数、光通量等。

[0906] 转化器装置的光学发光转化功效(流明/瓦特)是用由人眼感觉的装置输出的光通量除以用于泵抽装置的蓝光的光学辐照度(瓦特)计算。

[0907] 表II

Ex.	聚合物	平均厚度	染料1*	染料2*	染料3*	TiO ₂ *	CCT [K]	QY [%]	光学发光功效 [流明/瓦]
C1	PC	130 μm	0.0902	--	0.0062	0.80	4032	84.63	192.65
C2	PC	135 μm	0.1298	--	0.0090	0.80	3042	80.85	183.49
A1	PC	137 μm	0.1097	0.01001	--	0.80	3311	81.02	225.32
A2	PC	136 μm	0.0891	0.00811	--	0.80	3609	81.54	221.89
A3	PC	133 μm	0.0800	0.00720	--	0.80	3959	82.27	225.88
A4	PC	131 μm	0.0782	0.00705	--	0.80	3970	82.91	224.05

[0909] *基于聚合物用量计的重量%

[0910] 表II显示本发明的色彩转换器(实施例A1、A2、A3和A4)以及非本发明的色彩转换器(实施例C1和C2)具有良好的量子产率。然而,与包含现有技术已知的红色荧光染料3的色彩转换器(实施例C1和C2)相比,包含实施例1的本发明橙红色荧光染料2的色彩转换器使得能向白光LED提供显著更高的亮光发光效率。

[0911]

表III

Ex.	聚合物	染料1*	染料2*	染料3*	染料2: 染料3	TiO ₂ *	平均厚度	CCT [K]	av. CRI	R9	QY [%]	光学发光功效 [流明/瓦]
C3	PC	0.1047	--	0.006432	0:100	0.80	133 μm	4072	94.79	61.56	76.69	182.58
A5	PC	0.0782	0.007046	--	0:100	0.80	131 μm	3970	74.33	-33.35	82.91	224.05
A6	PC	0.0782	0.005601	0.00140	80:20	0.80	138 μm	3921	79.89	-9.92	83.15	216.87
A7	PC	0.0787	0.005160	0.00172	75:25	0.80	142 μm	3995	83.16	6.01	83.81	213.44
A8	PC	0.0759	0.00330	0.0033	50:50	0.80	134 μm	3939	86.42	18.28	83.34	210.61
C4	PC	0.1368	--	0.0094	0:100	0.75	135 μm	3066	93.60	64.69	82.20	187.60
A9	PC	0.1182	0.01087	--	0:100	0.75	131 μm	3184	70.14	-50.64	81.40	226.62
A10	PC	0.1184	0.007644	0.00328	80:20	0.80	134 μm	2959	83.27	0.50	82.01	204.48
A11	PC	0.1200	0.008150	0.00272	75:25	0.80	136 μm	3080	82.22	-2.21	82.44	208.10
A12	PC	0.1222	0.00538	0.00538	50:50	0.75	134 μm	2941	89.18	20.45	81.45	199.17

* 基于聚合物用量计的重量%

[0912] 表III显示本发明的实施例1的橙红色荧光染料2、现有技术红色荧光染料3和现有技术黄色荧光染料的混合物使得能制造具有良好平均显色指数、良好R9值以及高亮光发光转化功效的转化器。显而易见,本发明染料的混合物改良了转化器的整体特性特征。