



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113613496 A

(43) 申请公布日 2021. 11. 05

(21) 申请号 202080023052.4

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所
11247

(22) 申请日 2020.03.18

代理人 彭立兵 林柏楠

(30) 优先权数据

19164699.1 2019.03.22 EP

(51) Int. Cl.

A01N 43/42 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

A01P 15/00 (2006.01)

2021.09.22

C09B 67/00 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2020/057427 2020.03.18

(87) PCT国际申请的公布数据

W02020/193309 EN 2020.10.01

(71) 申请人 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 H·S·曼戈尔德

B·波莱特 S·伊娃诺维茨

权利要求书13页 说明书66页 附图3页

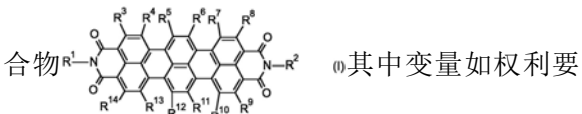
(54) 发明名称

园艺光的用途。

植物栽培方法

(57) 摘要

本发明涉及一种改变栽培植物的至少一种农艺性状的植物栽培方法,其中所述农艺性状容易通过用光照射植物的至少一部分而发生改变,其包含以下步骤(a)提供至少一个发射包含300至900nm的波长的第一光谱的光源;(b)借助至少一个颜色变换器对所述第一光谱施以部分或完全转换以获得包含680至900nm的波长的第二光谱,其中所得第二光谱具有比第一光谱高的在680至900nm波长的光的强度;和(c)用步骤(b)中获得的第二光谱照射栽培植物的至少一部分;其中所述至少一个颜色变换器在聚合物基质材料中包含至少一种式(I)的三萘嵌二苯二酰亚胺化



求书和说明书中所定义。本发明还涉及所述式(I)的三萘嵌二苯二酰亚胺化合物在颜色变换器中用于提供包含在680至900nm范围内的波长的

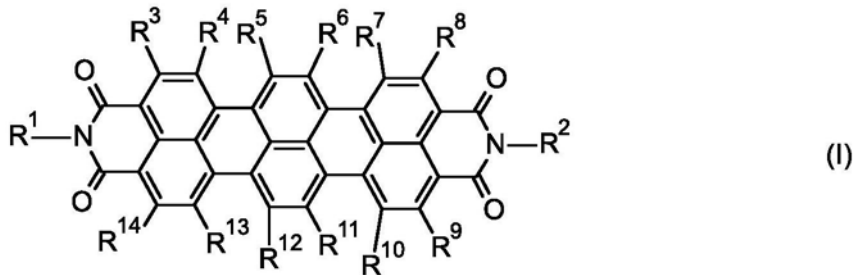
1. 一种改变栽培植物的至少一种农艺性状的植物栽培方法,其中所述农艺性状容易通过用光照射植物的至少一部分而发生改变,其包含以下步骤

(a) 提供至少一个发射包含300至900nm的波长,优选400至900nm的波长的第一光谱的光源;

(b) 借助至少一个颜色变换器对所述第一光谱施以部分或完全转换以获得包含680至900nm的波长的第二光谱,其中所得第二光谱具有比第一光谱高的在680至900nm波长的光的强度;和

(c) 用步骤 (b) 中获得的第二光谱照射栽培植物的至少一部分;

其中所述至少一个颜色变换器在聚合物基质材料中包含至少一种式 (I) 的三萘嵌二苯二酰亚胺化合物



其中

R^1 和 R^2 互相独立地选自氢、 C_1 - C_{24} -烷基、 C_1 - C_{24} -卤烷基、 C_3 - C_{24} -环烷基、 C_6 - C_{24} -芳基和 C_6 - C_{24} -芳基- C_1 - C_{10} -亚烷基,其中最后提到的三种基团中的环烷基、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^a 取代,且其中 C_1 - C_{24} -烷基、 C_1 - C_{24} -卤烷基和 C_6 - C_{24} -芳基- C_1 - C_{10} -亚烷基的亚烷基部分可被插入选自O、S和 NR^b 的一个或多个杂原子或杂原子基团;

其中

R^a 是 C_1 - C_{24} -烷基、 C_1 - C_{24} -氟烷基、 C_1 - C_{24} -烷氧基、氟、氯或溴;和

R^b 是氢、 C_1 - C_{20} -烷基、 C_3 - C_{24} -环烷基、杂环烷基、杂芳基或 C_6 - C_{24} -芳基; R^3 、 R^4 、 R^5 、 R^6 、 R^7 、 R^8 、 R^9 、 R^{10} 、 R^{11} 、 R^{12} 、 R^{13} 和 R^{14} 互相独立地为氢、氟、氯、 C_1 - C_{16} -烷基、被插入一个或多个氧的 C_2 - C_{16} -烷基、 C_1 - C_{16} -烷氧基、 C_6 - C_{10} -芳氧基,所述 C_6 - C_{10} -芳氧基是未取代的或被氟、氯、 C_1 - C_{16} -烷基、被插入一个或多个氧的 C_2 - C_{16} -烷基、 C_1 - C_{16} -烷氧基或 C_6 - C_{10} -芳基单取代或多取代,所述 C_6 - C_{10} -芳基是未取代的或被1、2或3个选自 C_1 - C_6 -烷基、 C_1 - C_6 -烷氧基- C_1 - C_6 -烷基和 C_1 - C_6 -烷氧基的基团取代。

2. 根据权利要求1的方法,其中所述至少一种农艺性状选自植物生长和发育、植物健康、植物物质的浓度或其组合,优选发芽、茎的生长、叶的生长、生物量、开花、作物的植物部分的成熟时间、植物的休眠期和/或作物的植物部分的糖浓度。

3. 根据权利要求1或2任一项的方法,其中式 (I) 中的 R^1 和 R^2 互相独立地选自直链 C_1 - C_{24} -烷基、支化 C_3 - C_{24} -烷基、 C_6 - C_{24} -芳基和 C_6 - C_{24} -芳基- C_1 - C_{10} -亚烷基,其中最后提到的两种基团中的芳基和芳基-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^a 取代。

4. 根据前述权利要求任一项的方法,其中式 (I) 中的 R^3 、 R^5 、 R^6 、 R^8 、 R^9 、 R^{11} 、 R^{12} 和 R^{14} 各自是氢,且 R^4 、 R^7 、 R^{10} 和 R^{13} 互相独立地选自氢、 C_1 - C_{16} -烷氧基和 C_6 - C_{10} -芳氧基,所述 C_6 - C_{10} -芳氧基

是未取代的或被氟、氯、 C_1-C_{16} -烷基、被插入一个或多个氧的 C_2-C_{16} -烷基、 C_1-C_{16} -烷氧基或 C_6-C_{10} -芳基单取代或多取代,所述 C_6-C_{10} -芳基是未取代的或被1、2或3个选自 C_1-C_{10} -烷基、 C_1-C_6 -烷氧基- C_1-C_6 -烷基和 C_1-C_6 -烷氧基的基团取代。

5. 根据权利要求4的方法,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} 和 R^{14} 各自是氢,或式(I)中的 R^3 、 R^5 、 R^6 、 R^8 、 R^9 、 R^{11} 、 R^{12} 和 R^{14} 各自是氢且 R^4 、 R^7 、 R^{10} 和 R^{13} 各自是苯氧基,其是未取代的或被 C_1-C_{10} -烷基单取代、二取代或三取代。

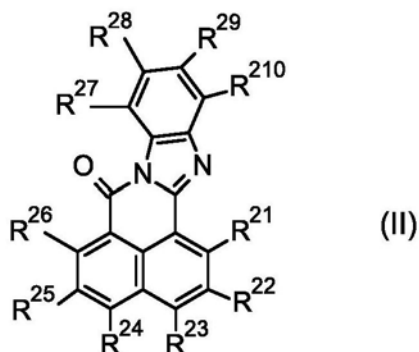
6. 根据前述权利要求任一项的方法,其中所述聚合物基质材料包含含氟聚合物、聚碳酸酯、聚甲基丙烯酸甲酯、聚苯乙烯、聚丙烯、聚乙烯、聚酰胺、聚丙烯酰胺、聚氯乙烯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸丁二醇酯、聚萘二甲酸乙二醇酯、聚(2,5-呋喃二甲酸乙二醇酯)或它们的任何组合。

7. 根据前述权利要求任一项的方法,其中式(I)的化合物的浓度为基于所用聚合物的总重量计0.0001至1重量%。

8. 根据前述权利要求任一项的方法,其中所述聚合物基质材料包含选自紫外线吸收剂、受阻胺光稳定剂、阻燃剂、UV稳定剂、热稳定剂、抗氧化剂、增塑剂、防雾剂、成核剂、抗静电剂、填料或增强材料、散射剂及其组合的至少一种添加剂。

9. 根据前述权利要求任一项的方法,其中所述颜色变换器进一步包含至少一种能够吸收包含400至小于680nm的波长的光并发射包含500至750nm的波长的光的附加着色剂B,其选自

(B1) 式(II)的氰化萘甲酰基苯并咪唑化合物



其中

R^{21} 、 R^{22} 、 R^{23} 、 R^{24} 、 R^{25} 、 R^{26} 、 R^{27} 、 R^{28} 、 R^{29} 和 R^{210} 各自独立地为氢、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

各 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} -烯基、 C_2-C_{30} -炔基,其中后三种基团是未取代的或带有一个或多个 R^{2a} 基团,

C_3-C_8 -环烷基、3-至8-元杂环基,其中后两种基团是未取代的或带有一个或多个 R^{2b} 基团,

芳基、U-芳基、杂芳基和U-杂芳基,其中后四种基团是未取代的或带有一个或多个 R^{2b} 基团,

其中

各 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-元杂环基、芳基和杂芳基，其中所述环烷基、杂环基、芳基和杂芳基是未取代的或带有一个或多个 R^{2b} 基团；

各 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} -烯基、 C_2-C_{18} -炔基、 C_3-C_8 -环烷基、3-至8-元杂环基、芳基和杂芳基，其中后四种基团是未取代的或带有一个或多个 R^{2b1} 基团，

各 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} -烯基、 C_2-C_{18} -炔基、 C_1-C_{12} -烷氧基和 C_1-C_{12} -烷硫基，

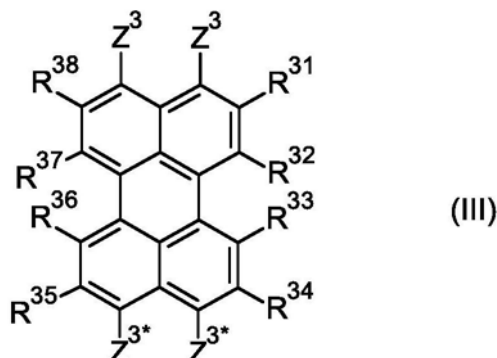
U是-O-、-S-、 $-NR^{2Ar1}$ -、-CO-、-SO-或-SO₂-部分；

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

条件是式(II)的化合物包含至少一个氰基，

及其混合物；

(B2) 式(III)的氰化茈化合物



其中

Z^3 取代基之一是氰基且另一 Z^3 取代基是 CO_2R^{39} 、 $CONR^{310}R^{311}$ 、 C_1-C_{18} -烷基、 C_2-C_{18} -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} -烯基、 C_2-C_{18} -炔基是未取代的或带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带有一个或多个相同或不同的 Z^{3b} 取代基，且 C_6-C_{14} -芳基是未取代的或带有一个或多个相同或不同的 Z^{3Ar} 取代基；

Z^{3*} 取代基之一是氰基且另一 Z^{3*} 取代基是 CO_2R^{39} 、 $CONR^{310}R^{311}$ 、 C_1-C_{18} -烷基、 C_2-C_{18} -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} -烯基、 C_2-C_{18} -炔基是未取代的或带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带有一个或多个相同或不同的 Z^{3b} 取代基，且 C_6-C_{14} -芳基是未取代的或带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，

条件是 R^{31} 、 R^{32} 、 R^{33} 、 R^{34} 、 R^{35} 、 R^{36} 、 R^{37} 或 R^{38} 取代基的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} -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} -烯基、 C_2 - C_{10} -炔基是未取代的或带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带有一个或多个相同或不同的 R^{3b} 取代基且 C_6 - C_{14} -芳基是未取代的或带有一个或多个相同或不同的 R^{3Ar} 取代基；

R^{310} 和 R^{311} 各自独立地为氢、 C_1 - C_{10} -烷基、 C_2 - C_{10} -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} -烯基、 C_2 - C_{10} -炔基是未取代的或带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带有一个或多个相同或不同的 R^{3b} 取代基且 C_6 - C_{14} -芳基是未取代的或带有一个或多个相同或不同的 R^{3Ar} 取代基；

各 Z^{3a} 独立地为卤素、羟基、 $NR^{310a}R^{311a}$ 、 C_1 - C_{10} -烷氧基、 C_1 - C_{10} -卤烷氧基、 C_1 - C_{10} -烷硫基、 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带有一个或多个相同或不同的 R^{3b} 取代基且 C_6 - C_{14} -芳基是未取代的或带有一个或多个相同或不同的 R^{3Ar} 取代基；

各 Z^{3b} 和各 Z^{3Ar} 独立地为卤素、羟基、 $NR^{310a}R^{311a}$ 、 C_1 - C_{10} -烷基、 C_1 - C_{10} -烷氧基、 C_1 - C_{10} -卤烷氧基、 C_1 - C_{10} -烷硫基、 $C(=O)R^{39a}$ ； $C(=O)OR^{39a}$ 或 $C(O)NR^{310a}R^{311a}$ ；

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

各 R^{3b} 独立地为卤素、羟基、 C_1 - C_{10} -烷基、 C_1 - C_{10} -烷氧基、 C_1 - C_{10} -卤烷氧基、 C_1 - C_{10} -烷硫基、 C_2 - C_{10} -烯基、 C_2 - C_{10} -炔基、 C_3 - C_{12} -环烷基或 C_6 - C_{14} -芳基；

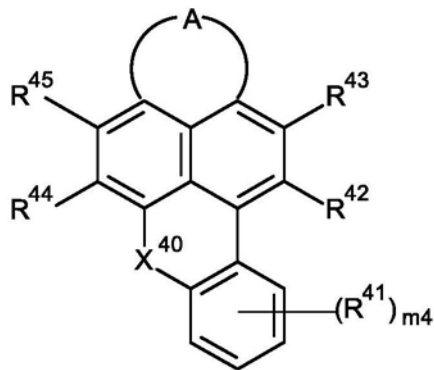
各 R^{3Ar} 独立地为卤素、羟基、 C_1 - C_{10} -烷基、 C_1 - C_{10} -烷氧基、 C_1 - C_{10} -卤烷氧基、 C_1 - C_{10} -烷硫基、 C_2 - C_{10} -烯基、 C_2 - C_{10} -炔基、 C_3 - C_{12} -环烷基或 C_6 - C_{14} -芳基；

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

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

及其混合物；

(B3) 式 (IV) 的氰化化合物



(IV)

其中

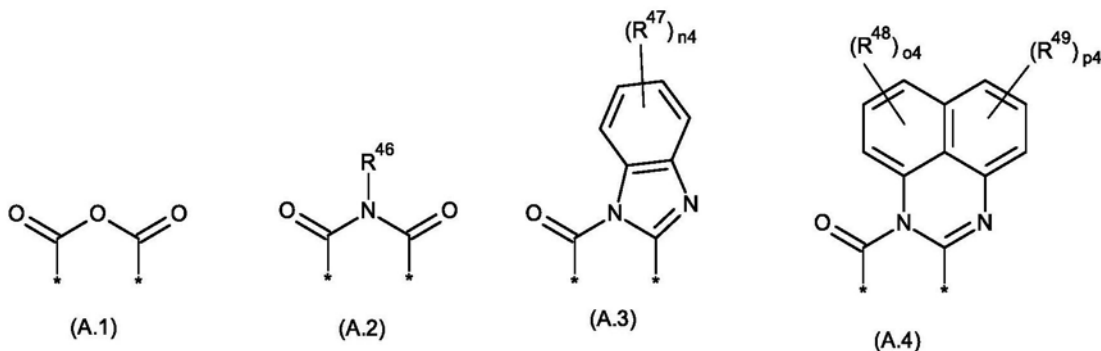
m_4 是0、1、2、3或4；

各 R^{41} 互相独立地选自溴、氯、氰基、 $-NR^{4a}R^{4b}$ 、 C_1-C_{24} -烷基、 C_1-C_{24} -卤烷基、 C_1-C_{24} -烷氧基、 C_1-C_{24} -卤烷氧基、 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，其中最后提到的六种基团中的环烷基、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} -卤烷基、 C_1-C_{24} -烷氧基以及 C_6-C_{24} -芳基- C_1-C_{10} -亚烷基的亚烷基部分可被插入选自O、S和 NR^{4c} 的一个或多个基团；

基团 R^{42} 、 R^{43} 、 R^{44} 和 R^{45} 的至少一个是CN，且剩余基团互相独立地选自氢、氯和溴；

X^{40} 是O、S、SO或 SO_2 ；

A是选自通式(A.1)、(A.2)、(A.3)和(A.4)的双自由基的双自由基



其中

*在每种情况下是指连向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，其中最后提到的三种基团中的环烷基、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} -卤烷基以及 C_6-C_{24} -芳基- C_1-C_{10} -亚烷基的亚烷基部分可被插入选自O、S和 NR^{4c} 的一个或多个杂原子或杂原子基团；各 R^{47} 互相独立地选自溴、氯、氰基、 $-NR^{4a}R^{4b}$ 、 C_1-C_{24} -烷基、 C_1-C_{24} -卤烷基、 C_1-C_{24} -烷氧基、 C_1-C_{24} -卤烷氧基、 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，其中最后提到的六种基团中的环烷基、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} -卤烷基、 C_1-C_{24} -烷氧基、 C_1-C_{24} -卤烷氧基以及 C_6-C_{24} -芳基- C_1-C_{10} -亚烷基的亚烷基部分可被插入选自O、S和 NR^{4c} 的一个或多个基团；

各 R^{48} 互相独立地选自溴、氯、氰基、 $-NR^{4a}R^{4b}$ 、 C_1-C_{24} -烷基、 C_1-C_{24} -卤烷基、 C_1-C_{24} -烷氧基、 C_1-C_{24} -卤烷氧基、 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，其中最后提到的六种基团中的环烷基、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} -卤烷基、 C_1-C_{24} -烷氧基、 C_1-C_{24} -卤烷氧基以及 C_6-C_{24} -芳基- C_1-C_{10} -亚烷基的亚烷基部分可被插入选自O、S和 NR^{4c} 的一个或多个基团；

各 R^{49} 互相独立地选自溴、氯、氰基、 $-NR^{4a}R^{4b}$ 、 C_1-C_{24} -烷基、 C_1-C_{24} -卤烷基、 C_1-C_{24} -烷氧基、

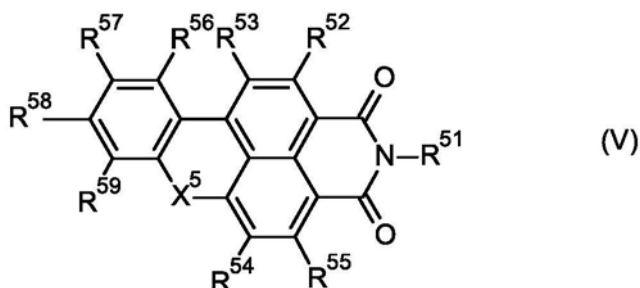
C_1-C_{24} -卤烷氧基、 C_3-C_{24} -环烷基、杂环烷基、杂芳基、 C_6-C_{24} -芳基、 C_6-C_{24} -芳氧基、 C_6-C_{24} -芳基- C_1-C_{10} -亚烷基,其中最后提到的六种基团中的环烷基、杂环烷基、杂芳基、芳基和芳基-亚烷基的环是未取代的或被1、2、3、4或5个相同或不同的基团 R^{49a} 取代且其中 C_1-C_{24} -烷基、 C_1-C_{24} -卤烷基、 C_1-C_{24} -烷氧基、 C_1-C_{24} -卤烷氧基以及 C_6-C_{24} -芳基- C_1-C_{10} -亚烷基的亚烷基部分可被插入选自O、S和 NR^{4c} 的一个或多个基团;

R^{41a} 、 R^{46a} 、 R^{47a} 、 R^{48a} 、 R^{49a} 互相独立地选自 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} 互相独立地选自氢、 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;

及其混合物;

(B4) 式 (V) 的苯并咕吨 (苯并噻吨) 化合物



其中

X^5 是氧或硫;

R^{51} 是苯基,其是未取代的或带有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} 互相独立地选自氢、卤素、 R^{553} 、 OR^{553} 、 NHR^{553} 和 $NR^{553}R^{554}$,

其中

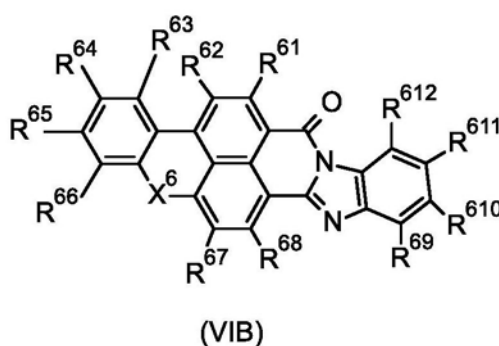
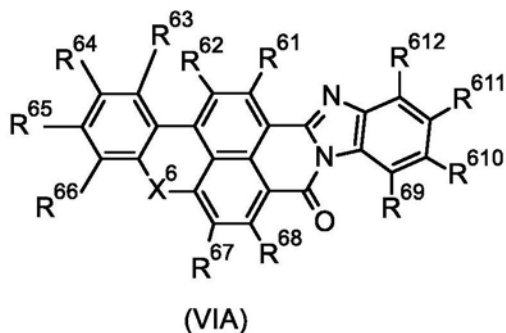
R^{511} 选自 C_1-C_{24} -烷基、 C_6-C_{24} -芳基和杂芳基;

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

R^{553} 和 R^{554} 互相独立地选自 C_1-C_{18} -烷基、 C_6-C_{24} -芳基和杂芳基;

及其混合物;

(B5) 式 (VIA) 或 (VIB) 的苯并咪唑并咕吨异喹啉化合物



其中

X^6 是氧或硫;

R^{61} 、 R^{62} 、 R^{63} 、 R^{64} 、 R^{65} 、 R^{66} 、 R^{67} 、 R^{68} 、 R^{69} 、 R^{610} 、 R^{611} 和 R^{612} 互相独立地选自氢、卤素、 R^{661} 、 OR^{661} 、

NHR^{661} 和 $\text{NR}^{661}\text{R}^{662}$,

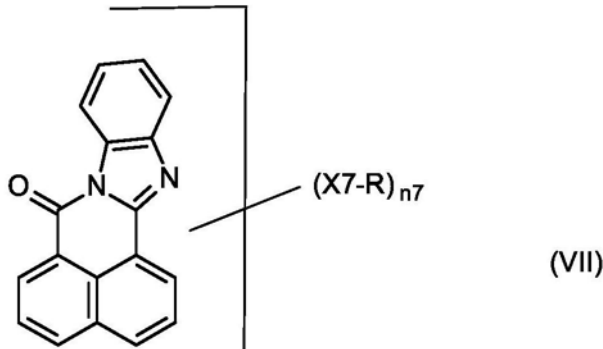
其中

各 R^{661} 选自 $\text{C}_1\text{-C}_{18}$ -烷基、 $\text{C}_6\text{-C}_{24}$ -芳基和杂芳基；和

各 R^{662} 选自 $\text{C}_1\text{-C}_{18}$ -烷基、 $\text{C}_6\text{-C}_{24}$ -芳基和杂芳基；

及其混合物；

(B6) 包含至少一个式 (VII) 的结构单元的荧光化合物



其中所示苯并咪唑结构的六元环的一个或多个CH基团可被氮替代并且其中符号各自如下定义：

n_7 对于各式 (VII) 的结构单元是 0 至 $(10-p_7)$ 的数；其中 p_7 是在所示苯并咪唑结构的六元环中已被氮替代的CH单元数，

X7 是化学键、O、S、SO、 SO_2 、 NR^{71} ；和

R 是脂族基团、脂环族基团、芳基、杂芳基，各自可带有取代基，

芳族或杂芳族环或环系统，各自稠合到式 (VII) 的结构单元的其他芳环上，当 X7 不是化学键时是 F、Cl、Br、CN、H；

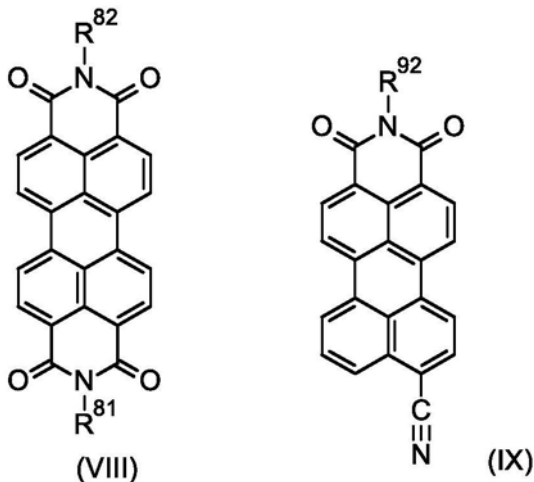
其中两个 R 基团可连接产生一个环状基团且

其中 X7 和 R，当 $n_7 > 1$ 时，可以相同或不同；

R^{71} 各自独立地为氢、 $\text{C}_1\text{-C}_{18}$ -烷基或环烷基，它们的碳链可包含一个或多个 -O-、-S-、-CO-、-SO- 和/或 - SO_2 - 部分并且其可以是单取代或多取代的；芳基或杂芳基，其可以是单取代或多取代的；

及其混合物；

(B7) 式 (VIII) 或 (IX) 的花化合物

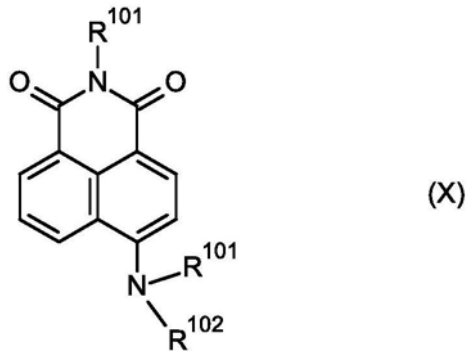


其中

R^{81} 、 R^{82} 各自独立地为 C_1 - C_{30} -烷基、被插入一个或多个氧的 C_2 - C_{30} -烷基、 C_3 - C_8 -环烷基、 C_6 - C_{10} -芳基、杂芳基、 C_6 - C_{10} -芳基- C_1 - C_{10} -亚烷基,其中后三种基团中的芳环是未取代的或被 C_1 - C_{10} -烷基单取代或多取代;

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,其中后三种基团中的芳环是未取代的或被 C_1 - C_{10} -烷基单取代或多取代;

(B8) 式 (X) 的萘单酰亚胺化合物



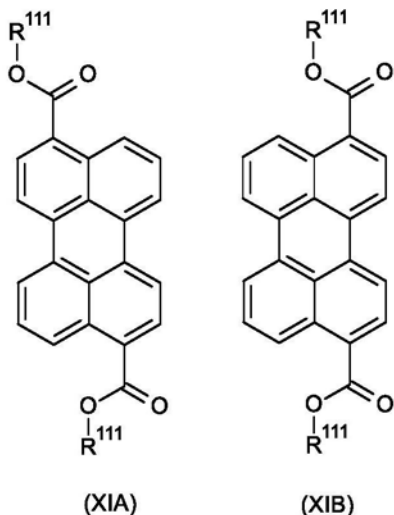
其中

各 R^{101} 互相独立地为氢、 C_1 - C_{30} -烷基、被插入一个或多个氧的 C_2 - C_{30} -烷基、 C_3 - C_8 -环烷基、 C_6 - C_{10} -芳基、杂芳基、 C_6 - C_{10} -芳基- C_1 - C_{10} -亚烷基,其中后三种基团中的芳环是未取代的或被 C_1 - C_{10} -烷基单取代或多取代;

R^{102} 是氢、 C_1 - C_{30} -烷基、被插入一个或多个氧的 C_2 - C_{30} -烷基、 C_3 - C_8 -环烷基、 C_6 - C_{10} -芳基、杂芳基、 C_6 - C_{10} -芳基- C_1 - C_{10} -亚烷基,其中后三种基团中的芳环是未取代的或被 C_1 - C_{10} -烷基单取代或多取代;

(B9) 7-(二乙基氨基)-3-(5-甲基苯并[d]噁唑-2-基)-2H-苯并吡喃-2-酮;

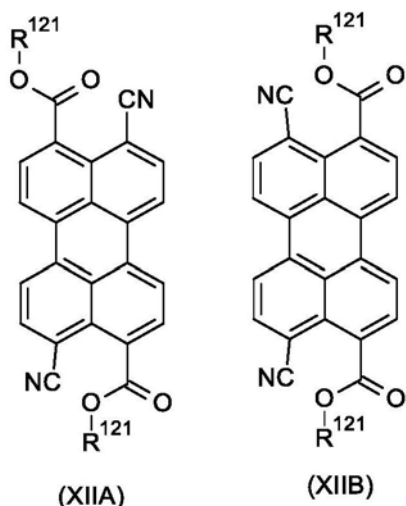
(B10) 式 (XIA) 或 (XIB) 的茚化合物



其中

各 R^{111} 互相独立地为 C_1 - C_{18} 烷基、可被卤素或被直链或支化 C_1 - C_{18} 烷基单取代或多取代的 C_4 - C_8 环烷基、或可被卤素或被直链或支化 C_1 - C_{18} 烷基单取代或多取代的苯基或萘基;及其混合物;

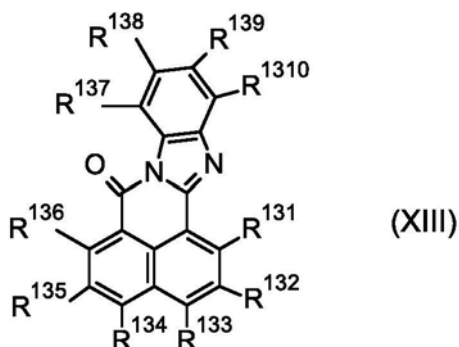
(B11) 式 (XIIA) 或 (XIIB) 的氰化茚化合物



其中

各 R^{121} 互相独立地为 C_1 - C_{18} 烷基、可被卤素或被直链或支化 C_1 - C_{18} 烷基单取代或多取代的 C_4 - C_8 环烷基、或可被卤素或被直链或支化 C_1 - C_{18} 烷基单取代或多取代的苯基或萘基；及其混合物；

(B12) 式 (XIII) 的萘甲酰基苯并咪唑化合物



其中

基团 R^{131} 、 R^{132} 、 R^{133} 、 R^{134} 、 R^{135} 、 R^{136} 、 R^{137} 、 R^{138} 、 R^{139} 和 R^{1310} 的至少一个互相独立地为带有一个、两个或三个氰基和0、1、2、3或4个取代基 R^{Ar13} 的芳基且剩余基团 R^{131} 、 R^{132} 、 R^{133} 、 R^{134} 、 R^{135} 、 R^{136} 、 R^{137} 、 R^{138} 、 R^{139} 和 R^{1310} 互相独立地选自氢和未取代或带有1、2、3、4或5个取代基 R^{Ar13} 的芳基，

其中

R^{Ar13} 互相独立地和在每次出现时独立地选自卤素、 C_1 - C_{30} -烷基、 C_2 - C_{30} -烯基、 C_2 - C_{30} -炔基，其中后三种基团是未取代的或带有一个或多个 R^{13a} 基团，

C_3 - C_8 -环烷基、3-至8-元杂环基，其中后两种基团是未取代的或带有一个或多个 R^{13b} 基团，

芳基和杂芳基，其中后两种基团是未取代的或带有一个或多个 R^{13c} 基团，其中

R^{13a} 互相独立地和在每次出现时独立地选自氰基、卤素、 C_3 - C_8 -环烷基、3-至8-元杂环基、芳基和杂芳基，其中 C_3 - C_8 -环烷基、3-至8-元杂环基是未取代的或带有一个或多个 R^{13b1}

基团,并且其中芳基和杂芳基是未取代的或带有一个或多个 R^{13c1} 基团;

R^{13b} 互相独立地和在每次出现时独立地选自氰基、卤素、 C_1-C_{18} -烷基、 C_3-C_8 -环烷基、3-至8-元杂环基、芳基和杂芳基,其中 C_3-C_8 -环烷基、3-至8-元杂环基是未取代的或带有一个或多个 R^{13b1} 基团,并且其中芳基和杂芳基是未取代的或带有一个或多个 R^{13c1} 基团;

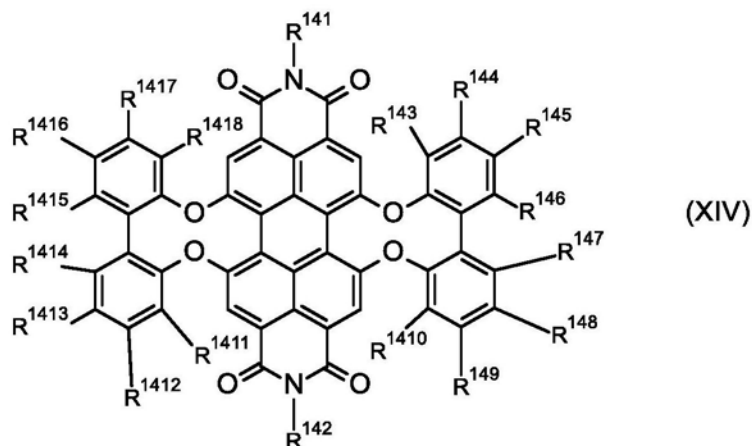
R^{13c} 互相独立地和在每次出现时独立地选自氰基、卤素、 C_1-C_{18} -烷基、 C_3-C_8 -环烷基、3-至8-元杂环基、芳基和杂芳基,其中 C_3-C_8 -环烷基、3-至8-元杂环基是未取代的或带有一个或多个 R^{13b1} 基团,并且其中芳基和杂芳基是未取代的或带有一个或多个 R^{13c1} 基团;

R^{13b1} 互相独立地和在每次出现时独立地选自卤素、 C_1-C_{18} -烷基和 C_1-C_{18} -卤烷基,

R^{13c1} 互相独立地和在每次出现时独立地选自卤素、 C_1-C_{18} -烷基和 C_1-C_{18} -卤烷基;

及其混合物;

(B13) 式 (XIV) 的茚化合物



其中

R^{141} 和 R^{142} 互相独立地选自氢、在每种情况下未取代或取代的 C_1-C_{30} -烷基、聚亚烷氧基、 C_1-C_{30} -烷氧基、 C_1-C_{30} -烷硫基、 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^{143} 、 R^{144} 、 R^{145} 、 R^{146} 、 R^{147} 、 R^{148} 、 R^{149} 、 R^{1410} 、 R^{1411} 、 R^{1412} 、 R^{1413} 、 R^{1414} 、 R^{1415} 、 R^{1416} 、 R^{1417} 和 R^{1418} 互相独立地选自氢、卤素、氰基、羟基、巯基、硝基、 $-NE^{141}E^{142}$ 、 $-NR^{Ar141}COR^{Ar142}$ 、 $-CONR^{Ar141}R^{Ar142}$ 、 $-SO_2NR^{Ar141}R^{Ar142}$ 、 $-COOR^{Ar141}$ 、 $-SO_3R^{Ar142}$ 、在每种情况下未取代或取代的 C_1-C_{30} -烷基、聚亚烷氧基、 C_1-C_{30} -烷氧基、 C_1-C_{30} -烷硫基、 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^{143} 和 R^{144} 、 R^{144} 和 R^{145} 、 R^{145} 和 R^{146} 、 R^{146} 和 R^{147} 、 R^{147} 和 R^{148} 、 R^{148} 和 R^{149} 、 R^{149} 和 R^{1410} 、 R^{1411} 和 R^{1412} 、 R^{1412} 和 R^{1413} 、 R^{1413} 和 R^{1414} 、 R^{1414} 和 R^{1415} 、 R^{1415} 和 R^{1416} 、 R^{1416} 和 R^{1417} 和/或 R^{1417} 和 R^{1418} 与它们键合至的联苯基部分的碳原子一起也可形成另外的稠合芳族或非芳族环系统,其中所述稠合环系统是未取代的或取代的;

其中

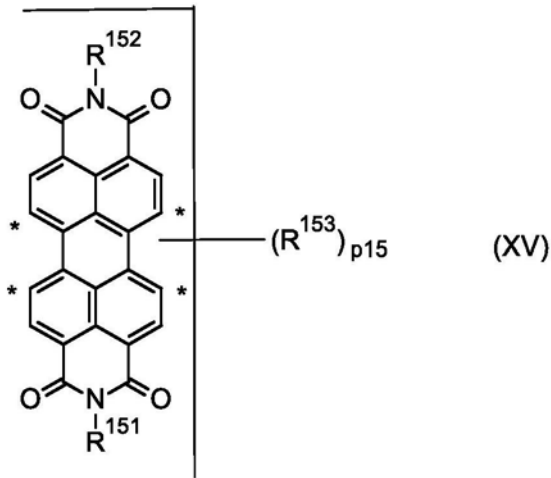
E^{141} 和 E^{142} 互相独立地为氢、未取代或取代的 C_1-C_{18} -烷基、未取代或取代的 C_2-C_{18} -烯基、未取代或取代的 C_2-C_{18} -炔基、未取代或取代的 C_3-C_{20} -环烷基或未取代或取代的 C_6-C_{10} -芳基;

R^{Ar141} 和 R^{Ar142} 各自互相独立地为氢、未取代或取代的 C_1-C_{18} -烷基、未取代或取代的 C_3-

C₂₀-环烷基、未取代或取代的杂环基、未取代或取代的C₆-C₂₀-芳基或未取代或取代的杂芳基；

及其混合物；

(B14) 式 (XV) 的茚双酰亚胺化合物



其中

p15是1、2、3或4；

R¹⁵¹和R¹⁵²互相独立地为，其是未取代的或被C₆-C₁₀-芳基取代，C₆-C₁₀-芳基又是未取代的或被1、2或3个C₁-C₁₀-烷基取代，

被插入一个或多个氧的C₂-C₂₀-烷基，

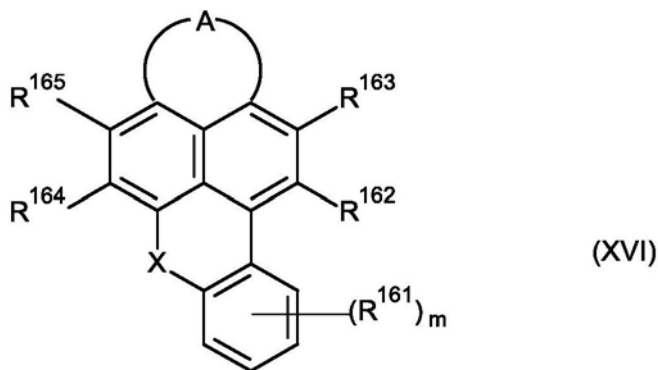
C₃-C₈-环烷基，其是未取代的或被1、2或3个C₁-C₁₀-烷基取代，或C₆-C₁₀-芳基，其是未取代的或被1、2或3个C₁-C₁₀-烷基取代；

各R¹⁵³互相独立地为氟、氯、C₁-C₁₆-烷基、被插入一个或多个氧的C₂-C₁₆-烷基、C₁-C₁₆-烷氧基、C₆-C₁₀-芳氧基，所述C₆-C₁₀-芳氧基是未取代的或被氟、氯、C₁-C₁₆-烷基、被插入一个或多个氧的C₂-C₁₆-烷基、C₁-C₁₆-烷氧基或C₆-C₁₀-芳基单取代或多取代，所述C₆-C₁₀-芳基是未取代的或被1、2或3个选自C₁-C₆-烷基、C₁-C₆-烷氧基-C₁-C₆-烷基和C₁-C₆-烷氧基的基团取代，

其中R¹⁵³基团在*指示的位置；

及其混合物；

(B15) 式 (XVI) 的氟芳基取代化合物



其中

m是0、1、2、3或4；

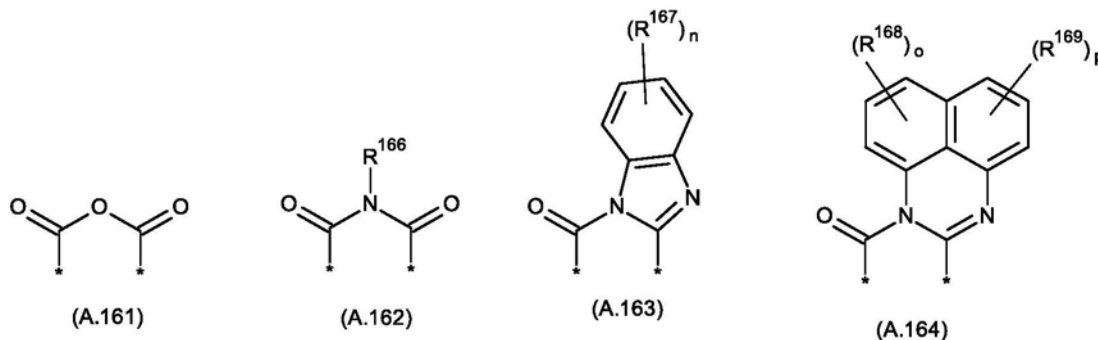
各 R^{161} 互相独立地选自溴、氯、氰基、 $-NR^{16a}R^{16b}$ 、 C_1-C_{24} -烷基、 C_1-C_{24} -卤烷基、 C_1-C_{24} -烷氧基、 C_1-C_{24} -卤烷氧基、 C_3-C_{24} -环烷基、杂环烷基、杂芳基、 C_6-C_{24} -芳基、 C_6-C_{24} -芳氧基、 C_6-C_{24} -芳基- C_1-C_{10} -亚烷基，其中最后提到的六种基团中的环烷基、杂环烷基、杂芳基、芳基、芳氧基和芳基-亚烷基的环是未取代的或被1、2、3、4或5个相同或不同的基团 R^{1a} 取代且其中 C_1-C_{24} -烷基、 C_1-C_{24} -卤烷基、 C_1-C_{24} -烷氧基以及 C_6-C_{24} -芳基- C_1-C_{10} -亚烷基的亚烷基部分可被插入选自O、S和 NR^{16c} 的一个或多个基团；

R^{162} 、 R^{163} 、 R^{164} 和 R^{165} 选自氢、氯、溴和带有一个、两个或三个氰基的 C_6-C_{24} -芳基；

条件是基团 R^{161} 、 R^{162} 、 R^{163} 、 R^{164} 和 R^{165} 的至少一个是带有一个、两个或三个氰基的 C_6-C_{24} -芳基；

X是O、S、SO或 SO_2 ；

A是选自通式(A.161)、(A.162)、(A.163)和(A.164)的双自由基的双自由基



其中

*在每种情况下是指连向分子其余部分的连接点；

n是0、1、2、3或4；

o是0、1、2或3；

p是0、1、2或3；

R^{166} 是氢、 C_1-C_{24} -烷基、 C_1-C_{24} -卤烷基、 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，其中最后提到的三种基团中的环烷基、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^{166a} 取代，且其中 C_1-C_{24} -烷基、 C_1-C_{24} -卤烷基以及 C_6-C_{24} -芳基- C_1-C_{10} -亚烷基的亚烷基部分可被插入选自O、S和 NR^{16c} 的一个或多个杂原子或杂原子基团；

各 R^{167} 互相独立地选自溴、氯、氰基、 $-NR^{16a}R^{16b}$ 、 C_1-C_{24} -烷基、 C_1-C_{24} -卤烷基、 C_1-C_{24} -烷氧基、 C_1-C_{24} -卤烷氧基、 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，其中最后提到的六种基团中的环烷基、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^{167a} 取代且其中 C_1-C_{24} -烷基、 C_1-C_{24} -卤烷基、 C_1-C_{24} -烷氧基、 C_1-C_{24} -卤烷氧基以及 C_6-C_{24} -芳基- C_1-C_{10} -亚烷基的亚烷基部分可被插入选自O、S和 NR^{16c} 的一个或多个基团；

各 R^{168} 互相独立地选自溴、氯、氰基、 $NR^{16a}R^{16b}$ 、 C_1-C_{24} -烷基、 C_1-C_{24} -卤烷基、 C_1-C_{24} -烷氧基、 C_1-C_{24} -卤烷氧基、 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，其中最后提到的六种基团中的环烷基、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^{168a} 取代且其中 C_1-C_{24} -烷基、 C_1-C_{24} -卤烷基、 C_1-C_{24} -烷氧基、 C_1-C_{24} -卤烷氧基以及 C_6-C_{24} -芳基- C_1-C_{10} -亚烷基的亚烷基部分可被插入选自O、S和 NR^{16c} 的一个或多个基团；

各 R^{169} 互相独立地选自溴、氯、氰基、 $NR^{16a}R^{16b}$ 、 C_1-C_{24} -烷基、 C_1-C_{24} -卤烷基、 C_1-C_{24} -烷氧基、 C_1-C_{24} -卤烷氧基、 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，其中最后提到的六种基团中的环烷基、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^{169a} 取代且其中 C_1-C_{24} -烷基、 C_1-C_{24} -卤烷基、 C_1-C_{24} -烷氧基、 C_1-C_{24} -卤烷氧基以及 C_6-C_{24} -芳基- C_1-C_{10} -亚烷基的亚烷基部分可被插入选自O、S和 NR^{16c} 的一个或多个基团；

R^{161a} 、 R^{166a} 、 R^{167a} 、 R^{168a} 、 R^{169a} 互相独立地选自 C_1-C_{24} -烷基、 C_1-C_{24} -氟烷基、 C_1-C_{24} -烷氧基、氟、氯、溴和氰基；

R^{16a} 、 R^{16b} 、 R^{16c} 互相独立地选自氢、 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；

及其混合物。

10. 根据前述权利要求任一项的方法，其中所述发射第一光谱的光源是天然日光或发光二极管(LED)，所述LED选自中心发射波长在400nm至480nm之间的蓝光LED、中心发射波长在600nm至670nm之间的红光LED或具有在2 000K至20 000K之间的相关色温的冷白光LED，并且其中所述至少一个颜色变换器相对于LED为远程荧光粉布置。

11. 根据前述权利要求任一项的方法，其中基于在300至900nm的波长范围内的光强度的总和计，在步骤(b)中获得的光的强度的至少20%在680至900nm的波长范围内。

12. 根据前述权利要求任一项的方法，其中在步骤(b)中获得的第二光谱除680至900nm的波长外还包含570至小于680nm的波长和300至小于500nm的波长，在570至小于680nm和680至900nm的波长范围内的光强度的总和与在300至小于500nm的波长范围内的光强度的比率在1:2至9:1的范围内。

13. 根据前述权利要求任一项的方法，其中在570至小于680nm的波长范围内的光强度与在680至900nm的波长范围内的光强度的比率在1:3至3:1的范围内。

14. 根据前述权利要求任一项的方法，其中所述栽培植物选自莴苣属(Lactuca sp.)、黄瓜属(Cucumis sp.)、茄属(Solanum sp.)、番茄属(Lycopersicon sp.)、辣椒属(Capsicum sp.)和蔷薇属(Rosa sp.)，优选番茄属(Lycopersicon sp.)。

15. 式(I)的三萜嵌二苯二酰亚胺化合物在如权利要求1和3至9任一项中所述的颜色变换器中用于提供包含在680至900nm范围内的波长的园艺光的用途。

植物栽培方法

[0001] 本发明涉及一种改变栽培植物的至少一种农艺性状的方法,其中所述农艺性状容易通过用富含远红光(680至900nm)的光照射植物的至少一部分而发生改变。通过借助在聚合物基质材料中包含三萜嵌二苯二酰亚胺化合物的颜色变换器将包含300至900nm波长的光转换成包含680至900nm波长的光而获得富含远红光的光。本发明还涉及三萜嵌二苯二酰亚胺化合物在颜色变换器中用于提供包含680至900nm波长的园艺光的用途。

技术背景

[0002] 植物的生长和发育需要光能。重要的生理过程,如光合作用、光形态建成、光周期现象和向光性基于植物和光之间的相互作用。光合作用是指将光能转换成化学能。这是与光形态建成、光周期现象和向光性完全不同的过程。光形态建成(photomorphogenesis)是指植物以改变植物生长和发育的形式对光作出响应,光周期现象是指植物对白天或黑夜的长度作出的响应,向光性是指植物朝向或背向光源生长。植物利用不同类型的光受体感知、评估并响应光品质、光量和光方向。光受体通过它们感知的光的波长表征。对于光合作用,植物主要利用在大约400至700nm的波长范围内的光,这被称为光合有效辐射(PAR),尤其是蓝光(300至小于500nm)和红光(570至小于680nm)波长范围。蓝光对光合作用和气孔运动,和因此对生物量(biomass)生产而言必不可少。红光对光合作用和因此生物量生产而言必不可少。PAR辐射主要由叶绿素a和b和类胡萝卜素感知。

[0003] 与光合作用无关的响应,即光形态建成响应、光周期响应和向光响应能使植物适应它们的环境并优化生长。具有在电磁谱的红色(570至小于680nm)和远红色(680至900nm)部分中的波长的光有效诱发植物中的光形态建成响应和光周期响应。通过光敏色素(phytochrome)光系统在其中起到重要作用的光受体介导该响应。光敏色素光系统以两种可相互转换的形式存在——红光吸收形式 P_r 和远红光吸收形式 P_{fr} 。 P_r 形式具有在大约660nm的峰值吸收,其例如存在于全日照条件, P_{fr} 形式的光敏色素具有在大约730nm的峰值吸收,其例如表明荫蔽。当吸收红光时,生物无活性的 P_r 形式转换成生物活性的 P_{fr} 形式。暴露于远红光在很大程度上将 P_{fr} 形式转换回生物无活性的 P_r 形式。长时间暴露在不间断的黑暗中也将在 P_{fr} 形式转换成无活性的 P_r 形式。一旦植物暴露于光,这两种光敏色素形式都存在,因为 P_r 形式和 P_{fr} 形式的吸收光谱重叠。这两种形式也都在蓝色波长范围(300至小于500nm)内具有弱吸收。光敏色素介导各种光形态建成响应和光周期响应,包括植物生长和发育、开花诱导、植物健康、植物物质浓度、种子发芽、脱黄化、荫蔽躲避(shade avoidance)、昼夜节律(circadian rhythm)等。由植物色素介导的响应通常与红光(R)/远红光(FR)比值(R/FR)的感知相关。

[0004] 直射太阳光富含红色分量,而由邻近植被反射的光缺乏红光并富含远红光。这种远红富集光导致活性 P_{fr} 形式的减少并诱发植物光形态建成响应,如茎伸长和叶伸展以防止被邻近植物越顶。在一些情况下,伸长响应是期望的,但在观赏花卉生产中,通常不期望。这种远红富集光也诱发早期开花。低注量的红光可提高植物的抗病性。例如在番茄中,红光有助于抗真菌。

[0005] 不断增长的世界人口使得越来越有必要生产更多的食物,此外,甚至在气候不利的地区栽培作物。此外,许多消费者想要购买反季节的水果、蔬菜、观赏植物和花卉。因此,在人工栽培系统,如温室、无土系统和植物工厂中的商业植物栽培对满足这些需求起到重要作用。人工栽培系统需要人造光和太阳光(日光)或仅人造光。现今,发光二极管(LED)和荧光粉转换型LED常用作人造光源,因为它们与常规光源相比具有较高效率。使用荧光粉转换型LED的一个优点在于可调谐峰值波长发射以很好地匹配所选光受体的吸收峰。此外,由于其较低的热输出,基于LED的光源与常规光源相比可放置到更靠近植物得多。特别地,LED技术允许不用天然日光种植植物。荧光粉转换型LED中的荧光粉可以是无机或有机荧光粉。现今,有机荧光化合物在荧光粉转换型LED中正替代无机荧光粉。此外,有机荧光染料以高质量比吸收(mass-specific absorption)为特征,这意味着与无机荧光粉的情况相比高效转换所需的材料明显更少。此外,可调谐它们的发射光谱以满足植物对光的要求。此外,有机荧光化合物通常是可溶解在聚合物基质材料中的染料。

[0006] 园艺照明经常被设计为主要或完全提供对光合作用最有效的光。已知使用被花染料掺杂的荧光聚合物膜以改变光的光谱组成。花染料的发射光谱很好地与叶绿素a和b的峰值吸收重叠。这样的聚合物膜能够提高光合作用的速率并因此刺激生物量生产。

[0007] 在Solar Energy Materials 21(1990),第17-23页中,A.Nowoplansky描述了包含**Lumogen®F-Red 300**(N,N-双(2,6-二异丙基苯基)-1,6,7,12-四苯氧基萘-3,4:9,10-四甲酰亚胺),BASF SE的片材作为温室覆盖物以实现与无该染料的片材相比提高的植物生产力,尤其是提高番茄的产量和玫瑰花丛上的开花枝数。所提供的光具有与正午阳光中的比例相比提高的红光比例。据说,消除植物对荫蔽信号的响应可在一些重要的作物植物中带来更高的农业产量。但是,这些膜的缺点在于,与在无**Lumogen®F-Red 300**的透明塑料片材下种植的番茄植物相比,番茄的平均成熟时间延迟9%。

[0008] KR 20130104551描述了花化合物提高植物光合作用的效果。

[0009] JP 2011171389描述了一种用于促进植物光合作用的装置,其可包含花化合物,如N,N-双(2,6-二异丙基苯基)-1,6,7,12-四苯氧基萘-3,4:9,10-四甲酰亚胺作为荧光染料。

[0010] WO 2014/009865描述了一种园艺照明设备,其包含LED和颜色变换器,所述颜色变换器包含可为花化合物的有机染料。

[0011] 现有技术的这些灯具的缺点在于它们缺乏在680至900nm波长范围内的必要波长,这些波长对控制植物的生长和发育响应是重要的。

[0012] 因此,仍然需要提供影响植物生长和发育的方法,尤其是通过改变在680至900nm波长范围内的光强度。

[0013] WO 2010/053341描述了一种用于满足植物的光形态建成需要的基于无机荧光粉的荧光粉转换型发光二极管。发射的较长波长的光含有远红分量,但生成在 P_{fr} 形式的光敏色素的吸收范围外的许多光子。

[0014] 因此,仍然需要可向植物暴露于的光谱增加远红光的有机荧光化合物。

[0015] 已知的是,三萘嵌二苯二酰亚胺化合物通常具有长波长吸收并且其发射的至少一部分在680nm以上。它们也已知是具有高热稳定性和氧化稳定性的化合物。

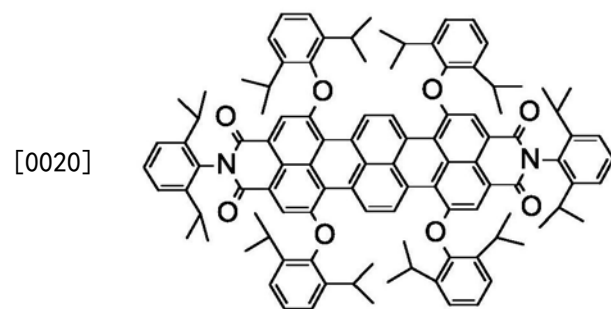
[0016] 在Chem. Eur. J., 1997(3),第219-225页, Frank O. Holtrup, Gert R. J. Müller,

Heribert Quante, Steven De Feyter, Frans C. De Schryver 和 Klaus Müllen 描述了表现出在 650 至 700 nm 的吸收最大值和在 670 至 750 nm 的发射最大值的 N, N' - 二烷基取代的三萘嵌二苯二酰亚胺化合物。吸收波长受 bay 区中的苯氧基团数影响。该化合物据说具有高热稳定性、化学稳定性和光化学稳定性。它们被建议用于光电子学领域、光化学疗法的医学领域和分析领域, 例如激光荧光测定术。

[0017] WO 2003/104232 描述了 1, 6, 9, 12-四取代的三萘嵌二苯四甲酸二酰亚胺。所述化合物通常在 670 至 700 nm 的波长范围吸收并在 710 至 780 nm 的波长范围发射。可由 bay-未取代的 N, N' - 双(2, 6-二异丙基苯基)三萘嵌二苯二酰亚胺(来自 WO 2003/10432 的实施例 4 的化合物)开始制备各种 1, 6, 9, 12-四取代的三萘嵌二苯四甲酸二酰亚胺。

[0018] WO 2005/070895 描述了一种制备 bay-未取代的三萘嵌二苯-3, 4:11, 12-四甲酸二酰亚胺的改进的方法。

[0019] WO 2007/006717 描述了取代 rylene 衍生物和它们用于将有机和无机材料着色、用于制备吸收和/或发射电磁辐射的水性聚合物分散体、用于制备吸收红外光并为人眼不可见的标记和刻印、作为用于热管理的红外吸收剂、用于红外激光束吸收剂材料、用于激光标记和激光雕刻、用于有机电子学、作为显示器应用中的滤光器或发射器、作为化学发光应用中的发射器和作为光伏器件中的活性组分的用途。该文献的实施例 2 描述了下式的化合物



[0021] WO 2019/038354 描述了 N, N' - 双(2, 6-二异丙基苯基)三萘嵌二苯二酰亚胺(来自 WO 03/104232 的实施例 4 的化合物)和来自 WO 2007/006717 的实施例 2 的化合物在可见光通信应用中作为频率变换器中的有机荧光染料的用途。

[0022] 这些文献都没有描述三萘嵌二苯二酰亚胺化合物用于辐照(照射)植物的用途。

[0023] 本发明的一个目的是提供一种通过借助在聚合物基质材料中包含有机荧光化合物的颜色变换器(color converter)改变栽培植物在 680 至 900 nm 波长范围内接收的光的强度来改变栽培植物的至少一种农艺性状的方法。根据本发明使用的有机荧光染料应该具有与光敏色素的吸收光谱良好重合的发射光谱。此外, 有机荧光染料应该具有高热稳定性和光稳定性, 优选还具有在聚合物基质材料中的良好溶解度以确保颜色变换器的长寿命。根据本发明使用的有机荧光染料应该优选还具有高荧光量子产率和高吸收系数。

[0024] 特别地, 该方法应该能够改变下列农艺性状的一种或多种:

- [0025] -发芽;
- [0026] -植物生长, 如生物量、茎高、叶片数、叶子大小;
- [0027] -植物发育, 如发芽、开花;
- [0028] -开花时间;
- [0029] -植物物质如蔗糖的浓度;

[0030] -作物的量；

[0031] -作物的品质。

[0032] 特别地，需要与已知方法相比在更短时间内改进水果、蔬菜或花卉的产率和量的方法。本发明的方法还应该能够改进植物健康。

[0033] 令人惊讶地发现，可通过使用如下文定义的在聚合物基质材料中包含三萘嵌二苯二酰亚胺化合物的颜色变换器实现上述目的。

[0034] 发明概述

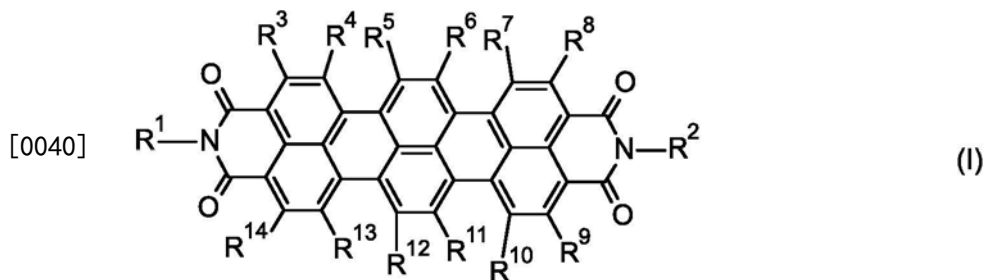
[0035] 在第一个方面，本发明涉及一种改变栽培植物的至少一种农艺性状的植物栽培方法，其中所述农艺性状容易通过用光照射植物的至少一部分而发生改变，其包含以下步骤

[0036] (a) 提供至少一个发射包含300至900nm的波长，优选400至900nm的波长的第一光谱的光源；

[0037] (b) 借助至少一个颜色变换器对所述第一光谱施以部分或完全转换以获得包含680至900nm的波长的第二光谱，其中所得第二光谱具有比第一光谱高的在680至900nm波长的光的强度；和

[0038] (c) 用步骤(b)中获得的第二光谱照射栽培植物的至少一部分；

[0039] 其中所述至少一个颜色变换器在聚合物基质材料中包含至少一种式(I)的三萘嵌二苯二酰亚胺化合物



[0041] 其中

[0042] R^1 和 R^2 互相独立地选自氢、 C_1 - C_{24} -烷基、 C_1 - C_{24} -卤烷基、 C_3 - C_{24} -环烷基、 C_6 - C_{24} -芳基和 C_6 - C_{24} -芳基- C_1 - C_{10} -亚烷基，其中最后提到的三种基团中的环烷基、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^a 取代，且其中 C_1 - C_{24} -烷基、 C_1 - C_{24} -卤烷基和 C_6 - C_{24} -芳基- C_1 - C_{10} -亚烷基的亚烷基部分可被插入选自O、S和 NR^b 的一个或多个杂原子或杂原子基团；

[0043] 其中

[0044] R^a 是 C_1 - C_{24} -烷基、 C_1 - C_{24} -氟烷基、 C_1 - C_{24} -烷氧基、氟、氯或溴；和 R^b 是氢、 C_1 - C_{20} -烷基、 C_3 - C_{24} -环烷基、杂环烷基、杂芳基或 C_6 - C_{24} -芳基； R^3 、 R^4 、 R^5 、 R^6 、 R^7 、 R^8 、 R^9 、 R^{10} 、 R^{11} 、 R^{12} 、 R^{13} 和 R^{14} 互相独立地为氢、氟、氯、 C_1 - C_{16} -烷基、被插入一个或多个氧的 C_2 - C_{16} -烷基、 C_1 - C_{16} -烷氧基、 C_6 - C_{10} -芳氧基，所述 C_6 - C_{10} -芳氧基是未取代的或被氟、氯、 C_1 - C_{16} -烷基、被插入一个或多个氧的 C_2 - C_{16} -烷基、 C_1 - C_{16} -烷氧基或 C_6 - C_{10} -芳基单取代或多取代，所述 C_6 - C_{10} -芳基是未取代的或被1、2或3个选自 C_1 - C_6 -烷基、 C_1 - C_6 -烷氧基- C_1 - C_6 -烷基和 C_1 - C_6 -烷氧基的基团取代。

[0045] 与已知方法相比，由于适应吸收远红光的光敏色素的式(I)的化合物的有利发射光谱，根据本发明的方法能使植物的生长和发育更快并由此缩短生产周期；能够改变蔬菜或水果作物或花卉/观赏植物的开花期和/或品质和量。

[0046] 在本发明的进一步方面中,公开了一种改变栽培植物的至少一种农艺性状的植物栽培方法,其中所述农艺性状容易通过用光照射植物的至少一部分而发生改变,其包含以下步骤:(a)提供至少一个发射包含300至900nm,优选400至900nm的波长的第一光谱的光源;(b)借助至少一个颜色变换器对所述第一光谱施以部分或完全转换以获得包含680至900nm的波长的第二光谱,其中所得第二光谱具有比第一光谱高的在680至900nm波长的光的强度和(c)对栽培植物的至少一部分施以步骤(b)中获得的第二光谱,其中所述至少一个颜色变换器在聚合物基质材料中包含至少一种如本文定义的式(I)的三萘嵌二苯二酰亚胺化合物并进一步包含至少一种如本文定义的附加着色剂B,着色剂B能够吸收包含400至小于680nm波长的光并发射包含500至750nm波长的光。

[0047] 在本发明的进一步方面中,公开了式(I)的三萘嵌二苯二酰亚胺化合物在如上文定义的颜色变换器中提供用于改变植物的至少一部分的至少一种农艺性状的包含680至900nm波长的园艺光的用途。

[0048] 附图简述

[0049] 图1显示在积分球中测得的通过用Fortimo blue LED(450nm)照射获得的颜色变换器C1至C3的发射强度vs波长。

[0050] 图2显示在积分球中测得的通过用Fortimo blue LED(450nm)照射获得的颜色变换器C4至C6的发射强度vs波长。

[0051] 图3显示在积分球中测得的通过用Fortimo blue LED(450nm)照射获得的颜色变换器C7至C10的发射强度vs波长。

[0052] 发明详述

[0053] 在本发明中,术语“颜色变换器”,也简称为“转换器”,被理解为是指所有能够吸收特定波长的光并将其转换成第二不同波长的光的物理装置。颜色变换器是例如照明装置,尤其是利用紫外线或LED作为光源的那些照明装置的一部分。

[0054] 在本发明中,术语“荧光粉(phosphor)”(也称为“荧光着色剂”或简称为“着色剂”)是指将第一波长的光转换成第二不同波长的光的固体材料。荧光粉可以是无机或有机的。根据光的颜色(光的波长),荧光粉可分类为绿色、黄色、红色等。

[0055] 在本发明中,术语“着色剂”包括颜料和染料。

[0056] 有机荧光着色剂可以是有机荧光颜料或有机荧光染料。它们优选是有机荧光染料。

[0057] 在本发明中,术语“绿色荧光粉”在实施方案中也可能涉及多种绿色荧光粉。

[0058] 在本发明中,术语“红色荧光粉”在实施方案中也可能涉及多种红色荧光粉。

[0059] 在本发明中,术语“远红色荧光粉”在实施方案中也可能涉及多种远红色荧光粉。

[0060] 在本发明中,术语“黄色荧光粉”在实施方案中也可能涉及多种黄色荧光粉。

[0061] 在本发明中,术语“蓝光”,也称为“蓝色波长范围”或“蓝光发射”是指具有在300至小于500nm的范围内的波长,优选300至小于500nm的范围内的中心波长的光。

[0062] 在本发明中,术语“绿光”,也称为“绿色波长范围”或“绿光发射”是指具有在500至小于570nm的范围内的波长,优选500至小于570nm的范围内的中心波长的光。

[0063] 在本发明中,术语“红光”,也称为“红色波长范围”或“红光发射”是指具有在570至小于680nm的范围内的波长,优选570至小于680nm的范围内的中心波长的光。

[0064] 在本发明中,术语“远红光”,也称为“远红波长范围”或“远红光发射”是指具有在680至900nm的范围内的波长,优选680至800nm的范围内的中心波长的光。

[0065] 在本发明中,术语“聚合物基质材料”、术语“聚合物基质”和术语“聚合基质材料”是指将转换材料分散或分子溶解于其中的聚合物。

[0066] 在本发明中,术语“峰值波长”被定义为光谱达到其最高强度之处的波长。

[0067] 在本发明中,术语给定光谱分布 $F(\lambda)$ 的“中心波长”被定义为下列平均值: $\lambda_c = \int \lambda \cdot F(\lambda) d\lambda / \int F(\lambda) d\lambda$ 。

[0068] 在本发明中,术语“半峰全宽(full width at half maximum,FWHM)”是指在其最大振幅的一半处的线形的宽度。

[0069] 在本发明中,术语“荧光量子产率(QY)”被定义为发射的光子数与吸收的光子数的比率。

[0070] LED(发光二极管)发射具有窄波长谱的辐射。例如,蓝光LED是发射在电磁谱的蓝光范围内的具有400至480nm,优选420至480nm,更优选440至470nm,最优选440至460nm的中心发射波长的光的LED。合适的半导体材料是碳化硅、硒化锌和氮化物,如氮化铝(AlN)、氮化镓(GaN)、氮化铟(InN)和氮化铟镓(InGaN)。LED通常具有紧密围绕它们的峰值波长的窄波长分布。在蓝宝石衬底上制造标准InGaN基蓝色LED并且峰值发射波长通常以445至455nm为中心。

[0071] 红光LED通常辐射在电磁谱的红光范围内的具有600至670nm的中心发射波长的光。

[0072] 使用LED(发光二极管)建立白光的方法有两种。一种方法是混合来自蓝光LED、绿光LED和红光LED的光。另一种方法是使用荧光粉转换型LED,通常是颜色变换器组合的蓝光LED。颜色变换器通常包括聚合物基质材料和一种或多种作为波长转换材料的荧光粉和通常散射剂。波长转换材料将LED光源发射的光转换成具有第二更长波长的光,例如将来自LED的蓝光发射转换成绿光或红光发射,并且透射的蓝光和转换的光的混合产生白光。荧光粉可直接施加在LED芯片上。这种配置被称为phosphor on chip配置。由于这种配置需要荧光粉的极高热稳定性和光化学稳定性,荧光粉通常是无机荧光粉,最常被稀土离子掺杂的无机氧化物。或者,荧光粉可离开或远离LED芯片布置。这种配置被称为“远程荧光粉(remote phosphor)”配置。在这些应用中,最常用的荧光粉材料是有机荧光粉。

[0073] 白光LED发射被人眼感知为白色的光。实例是由红光LED、绿光LED和蓝光LED组成的multi-LED(也称为RGB LED系统),混合它们的光发射以形成白光。进一步的实例是蓝光LED和UV-LED,它们的光经过包含荧光粉材料的颜色变换器。优选的是被无机荧光粉材料,尤其是黄色荧光粉材料,如铈掺杂的钇铝石榴石(YAG),或荧光粉的组合,如黄色和红色荧光粉的组合涂布的蓝光LED。同样优选的是被无机荧光粉材料,尤其是黄色荧光粉,如YAG和在远程荧光粉配置中的附加荧光粉层涂布的蓝光LED,附加荧光粉层包含至少一种有机荧光染料。

[0074] UV-LED是发射紫外线电磁辐射,即具有低于400nm,例如在350至400nm的范围内的波长的电磁辐射的发光二极管。

[0075] 在本发明中,术语“白光”是指具有在2 000至20 000K,尤其是2 500至20 000K之间的相关色温(CCT)的光。市售白光LED通常具有3 000K或更高,例如在3 000至20 000K或

4°000至20°000K的范围内的相关色温。

[0076] 在本发明中,术语“相关色温(CCT)”描述电光源发射的白光的颜色外观并以Kelvin测得。其是被人眼感觉发出与光源相同的白光的黑体辐射体的温度。

[0077] 在本发明中,“天然日光”或“自然光”也被称为“太阳光”。太阳辐射的光谱分布具有如在地表测得的在大约300nm至1000nm之间的宽波长带。

[0078] 在本发明中,术语“园艺”和“农艺”可互换使用。

[0079] 在本发明中,“温室”是具有主要由透明材料制成的墙壁和屋顶的结构。温室可以是塑料棚、玻璃棚、网棚或连栋温室。

[0080] 在本发明中,“植物工厂”是一种室内垂直耕作系统,其中所有的光由人工光源提供。

[0081] 在本发明中,术语“溶液可加工”是指能够溶解、分散在液体介质中和/或从液体介质中沉积。

[0082] 在本发明中,“膜”具有基本二维延伸的平面结构。

[0083] 如本说明书和权利要求书中所用,除非上下文清楚地另行规定,单数形式“一”和“该”包括复数对象,反之亦然。

[0084] 本文所用的术语“大约”用于表示数值包括用于测定该数值的装置或方法的标准误差偏差。

[0085] 关于数值范围,本文所用的术语“小于”被理解为包括在指定范围的最小值和指定范围的最大值以下之间的每个数值。

[0086] 在本发明中,术语“基本”包含词语“完全(completely)”、“全部(wholly)”和“所有(all)”。该词语包含90%或更大,如95%或更大,尤其是99%或100%的比例。

[0087] 术语“至少”意在规定一个或多于一个,例如一个、两个、三个、四个或多于四个。

[0088] 术语“任选取代”是指其所指的基团未取代或被取代。

[0089] 术语“(甲基)丙烯酸酯”在本申请中意在表示丙烯酸酯以及相应的甲基丙烯酸酯。

[0090] 上式中规定的变量的定义使用通常代表各取代基的集合术语。定义 C_n-C_m 给出在每种情况下在各取代基或取代基部分中可能的碳原子数。

[0091] 术语“卤素”在每种情况下是指氟、溴、氯或碘,特别是氯、溴或碘。

[0092] 在本发明中,术语“在每种情况下未取代或取代的烷基、环烷基和芳基”代表未取代或取代的烷基、未取代或取代的环烷基和未取代或取代的芳基。

[0093] 同样地,在本发明中,术语“在每种情况下未取代或取代的 C_1-C_{30} -烷基、聚亚烷氧基(polyalkyleneoxy)、 C_1-C_{30} -烷氧基、 C_1-C_{30} -烷硫基、 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”代表未取代或取代的 C_1-C_{30} -烷基、未取代或取代的聚亚烷氧基、未取代或取代的 C_1-C_{30} -烷氧基、未取代或取代的 C_1-C_{30} -烷硫基、未取代或取代的 C_3-C_{20} -环烷基、未取代或取代的 C_3-C_{20} -环烷氧基、未取代或取代的 C_6-C_{24} -芳基和未取代或取代的 C_6-C_{24} -芳氧基。

[0094] 对本发明而言,术语“脂族基团”是指无环的饱和或不饱和、直链或支化烃基团。脂族基团通常具有1至100个碳原子。脂族基团的实例是烷基、烯基和炔基。

[0095] 对本发明而言,术语“脂环族基团”是指具有通常3至20个环碳原子的环状非芳族饱和或不饱和烃基团。实例是环烷、环烯和环炔。脂环族基团还可包含选自N、O、S或 SO_2 的杂

原子或杂原子基团。

[0096] 在本文中和在烷氧基、烷硫基、烷基亚磺酰基、烷基磺酰基、烷基氨基、二烷基氨基、烷基羰基、烷氧基羰基等的烷基部分中所用的术语“烷基”是指具有通常1至100 (“C₁-C₁₀₀-烷基”)、1至30 (“C₁-C₃₀-烷基”)、1至18 (“C₁-C₁₈-烷基”)、1至10 (“C₁-C₁₀-烷基”)、1至8 (“C₁-C₈-烷基”)或1至6 (“C₁-C₆-烷基”)或1至4 (“C₁-C₄-烷基”)个碳原子的饱和直链或支化烃基团。烷基优选是C₁-C₃₀-烷基,更优选C₁-C₂₀-烷基。C₁-C₄-烷基的实例是甲基、乙基、正丙基、异丙基、正丁基、2-丁基(=仲丁基)、异丁基和叔丁基。C₁-C₆-烷基的实例是,除对C₁-C₄-烷基提到的那些外,正戊基、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、正己基、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-甲基丙基和1-乙基-2-甲基丙基。C₁-C₁₀-烷基的实例是,除对C₁-C₆-烷基提到的那些外,正庚基、1-甲基己基、2-甲基己基、3-甲基己基、4-甲基己基、5-甲基己基、1-乙基戊基、2-乙基戊基、3-乙基戊基、正辛基、1-甲基辛基、2-甲基庚基、1-乙基己基、2-乙基己基、1,2-二甲基己基、1-丙基戊基、2-丙基戊基、壬基、癸基、2-丙基庚基和3-丙基庚基。

[0097] 取代烷基,根据烷基链的长度,具有一个或多个(例如1、2、3、4、5或多于5个)取代基。这些优选各自互相独立地选自未取代或取代的环烷基、未取代或取代的环烷氧基、未取代或取代的环烷硫基、未取代或取代的杂环烷基、未取代或取代的芳基、未取代或取代的芳氧基、未取代或取代的芳基硫基、未取代或取代的杂芳基、氟、氯、溴、碘、羟基、巯基、未取代或取代的烷氧基、未取代或取代的聚亚烷氧基、未取代或取代的烷硫基、未取代或取代的环烷氧基、未取代或取代的芳氧基、未取代或取代的芳基硫基、氰基、硝基、未取代或取代的烷基羰氧基、甲酰基、酰基、COOH、羧酸基(carboxylate)、-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、未取代或取代的C₁-C₁₈-烷基、未取代或取代的C₂-C₁₈-烯基、未取代或取代的C₂-C₁₈-炔基、未取代或取代的C₃-C₂₀-环烷基或未取代或取代的C₆-C₁₀-芳基,且R^{Ar1}和R^{Ar2}互相独立地为氢、未取代或取代的C₁-C₁₈-烷基、未取代或取代的C₃-C₂₀-环烷基、未取代或取代的杂环基、未取代或取代的C₆-C₂₀-芳基或未取代或取代的杂芳基。特别地,取代烷基具有一个或多个,例如1、2或3个取代基,其选自未取代或取代的环烷基、未取代或取代的芳基、氟、氯、溴、羟基、烷氧基、聚亚烷氧基、巯基、烷硫基、氰基、硝基、NE¹E²、-NR^{Ar1}COR^{Ar2}、-CONR^{Ar1}R^{Ar2}、-SO₂NR^{Ar1}R^{Ar2}和-SO₃R^{Ar2},其中E¹、E²互相独立地为氢、未取代或取代的C₁-C₁₈-烷基、未取代或取代的C₂-C₁₈-烯基、未取代或取代的C₂-C₁₈-炔基、未取代或取代的C₃-C₂₀-环烷基或未取代或取代的C₆-C₁₀-芳基,且R^{Ar1}和R^{Ar2}各自互相独立地为氢、未取代或取代的C₁-C₁₈-烷基、未取代或取代的C₃-C₂₀-环烷基、未取代或取代的杂环基、未取代或取代的C₆-C₂₀-芳基或未取代或取代的杂芳基。

[0098] 本文所用的术语“亚烷基”(或烷二基)在每种情况下是指其中在碳主链的任何位置的一个氢原子被另一个结合位点替代,由此形成二价部分的如上文定义的烷基。

[0099] 取代烷基的具体实施方案是其中一个氢原子已被芳基(“芳烷基”,在下文中也称为芳基烷基或芳基亚烷基),特别是苯基替代的烷基。因此,芳基烷基是指经由烷基键合到分子其余部分上的芳基。芳基又可以是未取代或取代的,合适的取代基是下文对芳基提到的取代基。芳基烷基的特定实例包括芳基-C₁-C₄-烷基,如苄基、1-苯基乙基、2-苯基乙基(2-

苯乙基)、1-苯基丙基、2-苯基丙基、3-苯基-1-丙基、2-苯基-2-丙基和萘基- C_1-C_4 -烷基,如1-萘基甲基、1-萘基乙基、2-萘基甲基、2-萘基乙基。

[0100] 术语“羟基- C_1-C_{10} -烷基”是指其中一个或两个氢原子已被羟基(OH)基团替代的烷基。优选地,羟基- C_1-C_{10} -烷基是单羟基- C_4-C_{10} -烷基。

[0101] 本文所用的术语“烷氧基”在每种情况下是指经氧原子键合的直链或支化烷基,即“烷氧基”可表示为-O-烷基,其中烷基如上文定义。 C_1-C_2 -烷氧基是甲氧基或乙氧基。 C_1-C_4 -烷氧基另外是,例如,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)。 C_1-C_6 -烷氧基另外是,例如,戊氧基、1-甲基丁氧基、2-甲基丁氧基、3-甲基丁氧基、1,1-二甲基丙氧基、1,2-二甲基丙氧基、2,2-二甲基丙氧基、1-乙基丙氧基、己氧基、1-甲基戊氧基、2-甲基戊氧基、3-甲基戊氧基、4-甲基戊氧基、1,1-二甲基丁氧基、1,2-二甲基丁氧基、1,3-二甲基丁氧基、2,2-二甲基丁氧基、2,3-二甲基丁氧基、3,3-二甲基丁氧基、1-乙基丁氧基、2-乙基丁氧基、1,1,2-三甲基丙氧基、1,2,2-三甲基丙氧基、1-乙基-1-甲基丙氧基或1-乙基-2-甲基丙氧基。 C_1-C_8 -烷氧基另外是,例如,庚氧基、辛氧基、2-乙基己氧基及其位置异构体。

[0102] 相应地,本文所用的术语“未取代或取代的烷氧基”是指-O-烷基,其中烷基是如上文定义未取代或取代的。

[0103] 本文所用的术语“聚氧化烯(polyoxyalkylene)”是指经氧原子键合到分子其余部分上的烷基,其中烷基被插入一个或多个不相邻氧原子且烷基如上文定义。

[0104] 相应地,本文所用的术语“未取代或取代的聚亚烷氧基”是指-O-烷基,其中烷基被插入一个或多个不相邻氧原子且烷基是如上文定义未取代或取代的。

[0105] 本文所用的术语“烷硫基”是指经硫原子键合的烷基,即“烷硫基”可表示为-S-烷基,其中烷基如上文定义。 C_1-C_2 -烷硫基是甲硫基或乙硫基。 C_1-C_4 -烷硫基是例如甲硫基、乙硫基、正丙硫基、1-甲基乙硫基(异丙硫基)、丁硫基、1-甲基丙硫基(仲丁硫基)、2-甲基丙硫基(异丁硫基)或1,1-二甲基乙硫基(叔丁硫基)。

[0106] 相应地,本文所用的术语“未取代或取代的烷硫基”是指-S-烷基,其中烷基是如上文定义未取代或取代的。

[0107] 取代烷基的进一步具体实施方案是其中这些基团中的一些或所有氢原子可被如上文提到的卤素原子替代的烷基,例如 C_1-C_4 -卤烷基。

[0108] 本文所用的术语“烯基”是指具有通常2至100(“ C_2-C_{100} -烯基”)、2至18(“ C_2-C_{18} -烯基”)、2至10(“ C_2-C_{10} -烯基”)、2至8(“ C_2-C_8 -烯基”)或2至6(“ C_2-C_6 -烯基”)个碳原子和在任意位置的一个或多个,例如2或3个双键的直链或支化烃基。取代烯基,根据烯基链的长度,具有一个或多个(例如1、2、3、4、5或多于5个)取代基。这些优选各自互相独立地选自未取代或取代的环烷基、未取代或取代的环烷氧基、未取代或取代的环烷硫基、未取代或取代的杂环烷基、未取代或取代的芳基、未取代或取代的芳氧基、未取代或取代的芳基硫基、未取代或取代的杂芳基、氟、氯、溴、碘、羟基、巯基、未取代或取代的烷氧基、未取代或取代的聚亚烷氧基、未取代或取代的烷硫基、未取代或取代的环烷氧基、未取代或取代的芳氧基、未取代或取代的芳基硫基、氰基、硝基、未取代或取代的烷基羰氧基、甲酰基、酰基、COOH、羧酸基、 $-COOR^{Ar1}$ 、 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 是氢、未取代或取代的 C_1-C_{18} -烷基、未取代或取代的 C_2-C_{18} -烯基、未取代或取代的 C_2-C_{18} -炔基、未取代

或取代的C₃-C₂₀-环烷基或未取代或取代的C₆-C₁₀-芳基,且R^{Ar1}和R^{Ar2}互相独立地为氢、未取代或取代的C₁-C₁₈-烷基、未取代或取代的C₃-C₂₀-环烷基、未取代或取代的杂环基、未取代或取代的C₆-C₂₀-芳基或未取代或取代的杂芳基。特别地,取代烯基具有一个或多个,例如1、2或3个取代基,其选自未取代或取代的环烷基、未取代或取代的芳基、氟、氯、溴、羟基、烷氧基、聚亚烷氧基、巯基、烷硫基、氰基、硝基、NE¹E²、-NR^{Ar1}COR^{Ar2}、-CONR^{Ar1}R^{Ar2}、-SO₂NR^{Ar1}R^{Ar2}和-SO₃R^{Ar2},其中E¹、E²互相独立地为氢、未取代或取代的C₁-C₁₈-烷基、未取代或取代的C₂-C₁₈-烯基、未取代或取代的C₂-C₁₈-炔基、未取代或取代的C₃-C₂₀-环烷基或未取代或取代的C₆-C₁₀-芳基,且R^{Ar1}和R^{Ar2}各自互相独立地为氢、未取代或取代的C₁-C₁₈-烷基、未取代或取代的C₃-C₂₀-环烷基、未取代或取代的杂环基、未取代或取代的C₆-C₂₀-芳基或未取代或取代的杂芳基。

[0109] 本文所用的术语“炔基”(也被称为其碳链可包含一个或多个三键的烷基)是指具有通常2至100(“C₂-C₁₀₀-炔基”)、2至18(“C₂-C₁₈-炔基”)、2至10(“C₂-C₁₀-炔基”)、2至8(“C₂-C₈-炔基”)或2至6(“C₂-C₆-炔基”)个碳原子和在任何位置的一个或多个,例如2或3个三键的直链或支化烃基。取代炔基,根据炔基链的长度,具有一个或多个(例如1、2、3、4、5或多于5个)取代基。这些优选各自互相独立地选自未取代或取代的环烷基、未取代或取代的环烷氧基、未取代或取代的环烷硫基、未取代或取代的杂环烷基、未取代或取代的芳基、未取代或取代的芳氧基、未取代或取代的芳基硫基、未取代或取代的杂芳基、氟、氯、溴、碘、羟基、巯基、未取代或取代的烷氧基、未取代或取代的聚亚烷氧基、未取代或取代的烷硫基、未取代或取代的环烷氧基、未取代或取代的芳氧基、未取代或取代的芳基硫基、氰基、硝基、烷基羰氧基、甲酰基、酰基、COOH、羧酸基、-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、未取代或取代的C₁-C₁₈-烷基、未取代或取代的C₂-C₁₈-烯基、未取代或取代的C₂-C₁₈-炔基、未取代或取代的C₃-C₂₀-环烷基或未取代或取代的C₆-C₁₀-芳基,且R^{Ar1}和R^{Ar2}互相独立地为氢、未取代或取代的C₁-C₁₈-烷基、未取代或取代的C₃-C₂₀-环烷基、未取代或取代的杂环基、未取代或取代的C₆-C₂₀-芳基或未取代或取代的杂芳基。特别地,取代炔基具有一个或多个,例如1、2或3个取代基,其选自未取代或取代的环烷基、未取代或取代的芳基、氟、氯、溴、羟基、烷氧基、聚亚烷氧基、巯基、烷硫基、氰基、硝基、NE¹E²、-NR^{Ar1}COR^{Ar2}、-CONR^{Ar1}R^{Ar2}、-SO₂NR^{Ar1}R^{Ar2}和-SO₃R^{Ar2},其中E¹、E²互相独立地为氢、未取代或取代的C₁-C₁₈-烷基、未取代或取代的C₂-C₁₈-烯基、未取代或取代的C₂-C₁₈-炔基、未取代或取代的C₃-C₂₀-环烷基或未取代或取代的C₆-C₁₀-芳基,且R^{Ar1}和R^{Ar2}各自互相独立地为氢、未取代或取代的C₁-C₁₈-烷基、未取代或取代的C₃-C₂₀-环烷基、未取代或取代的杂环基、未取代或取代的C₆-C₂₀-芳基或未取代或取代的杂芳基。

[0110] 本文所用的术语“环烷基”在每种情况下是指具有通常3至24(C₃-C₂₄-环烷基)、3至20(“C₃-C₂₀-环烷基”)个原子,优选3至8(“C₃-C₈-环烷基”)或3至6个碳原子(“C₃-C₆-环烷基”)的单环或双环或多环饱和烃基团。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。多环的环的实例是全氢蒽基、全氢芴基、全氢蒾基、全氢苈基和金刚烷基。

[0111] 取代环烷基,根据环尺寸,可具有一个或多个(例如1、2、3、4、5或多于5个)取代基。这些优选各自互相独立地选自未取代或取代的烷基、未取代或取代的烯基、未取代或取代的炔基、未取代或取代的环烷基、未取代或取代的环烷氧基、未取代或取代的环烷硫基、未取代或取代的杂环烷基、未取代或取代的芳基、未取代或取代的芳氧基、未取代或取代的芳基硫基、未取代或取代的杂芳基、氟、氯、溴、碘、羟基、巯基、未取代或取代的烷氧基、未取代或取代的聚亚烷氧基、未取代或取代的烷硫基、未取代或取代的环烷氧基、未取代或取代的芳氧基、未取代或取代的芳基硫基、氰基、硝基、未取代或取代的烷基羰氧基、甲酰基、酰基、COOH、羧酸基、 $-\text{COOR}^{\text{Ar1}}$ 、 $-\text{NE}^1\text{E}^2$ 、 $-\text{NR}^{\text{Ar1}}\text{COR}^{\text{Ar2}}$ 、 $-\text{CONR}^{\text{Ar1}}\text{R}^{\text{Ar2}}$ 、 $-\text{SO}_2\text{NR}^{\text{Ar1}}\text{R}^{\text{Ar2}}$ 和 $-\text{SO}_3\text{R}^{\text{Ar2}}$,其中 E^1 和 E^2 是氢、未取代或取代的 C_1 - C_{18} -烷基、未取代或取代的 C_2 - C_{18} -烯基、未取代或取代的 C_2 - C_{18} -炔基、未取代或取代的 C_3 - C_{20} -环烷基或未取代或取代的 C_6 - C_{10} -芳基,且 R^{Ar1} 和 R^{Ar2} 互相独立地为氢、未取代或取代的 C_1 - C_{18} -烷基、未取代或取代的 C_3 - C_{20} -环烷基、未取代或取代的杂环基、未取代或取代的 C_6 - C_{20} -芳基或未取代或取代的杂芳基。特别地,取代环烷基具有一个或多个,例如1、2或3个取代基,其选自未取代或取代的烷基、未取代或取代的环烷基、未取代或取代的芳基、氟、氯、溴、羟基、烷氧基、聚亚烷氧基、巯基、烷硫基、氰基、硝基、 NE^1E^2 、 $-\text{NR}^{\text{Ar1}}\text{COR}^{\text{Ar2}}$ 、 $-\text{CONR}^{\text{Ar1}}\text{R}^{\text{Ar2}}$ 、 $-\text{SO}_2\text{NR}^{\text{Ar1}}\text{R}^{\text{Ar2}}$ 和 $-\text{SO}_3\text{R}^{\text{Ar2}}$,其中 E^1 、 E^2 互相独立地为氢、未取代或取代的 C_1 - C_{18} -烷基、未取代或取代的 C_2 - C_{18} -烯基、未取代或取代的 C_2 - C_{18} -炔基、未取代或取代的 C_3 - C_{20} -环烷基或未取代或取代的 C_6 - C_{10} -芳基,且 R^{Ar1} 和 R^{Ar2} 各自互相独立地为氢、未取代或取代的 C_1 - C_{18} -烷基、未取代或取代的 C_3 - C_{20} -环烷基、未取代或取代的杂环基、未取代或取代的 C_6 - C_{20} -芳基或未取代或取代的杂芳基。

[0112] 本文所用的术语“环烷氧基”是指经氧原子键合的环烷基,即“环烷氧基”可表示为-O-环烷基,其中环烷基如上文定义。

[0113] 相应地,本文所用的术语“未取代或取代的环烷氧基”是指-O-环烷基,其中环烷基是如上文定义未取代或取代的。

[0114] 本文所用的术语“环烷硫基”是指经硫原子键合的环烷基,即“环烷硫基”可表示为-S-环烷基,其中环烷基如上文定义。

[0115] 相应地,本文所用的术语“未取代或取代的环烷硫基”是指-S-环烷基,其中环烷基是如上文定义未取代或取代的。

[0116] 术语“杂环烷基”是指具有通常5至8个环成员,优选5或6个环成员、除碳原子作为环成员外还包含一个、两个、三个或四个选自O、N、 NR^{CC} 、S、SO和 $\text{S}(\text{O})_2$ 的杂原子或含杂原子的基团作为环成员的非芳族、部分不饱和或完全饱和的杂环环,其中 R^{CC} 是氢、 C_1 - C_{20} -烷基、 C_3 - C_{24} -环烷基、杂环烷基、 C_6 - C_{24} -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、四氢吡喃基、2-噁唑啉基、3-噁唑啉基、4-噁唑啉基和二氧杂环己烷基。

[0117] 取代杂环烷基,根据环尺寸,可具有一个或多个(例如1、2、3、4、5或多于5个)取代基。这些优选各自互相独立地选自未取代或取代的烷基、未取代或取代的烯基、未取代或取代的炔基、未取代或取代的环烷基、未取代或取代的环烷氧基、未取代或取代的环烷硫基、未取代或取代的杂环烷基、未取代或取代的芳基、未取代或取代的芳氧基、未取代或取代的

芳基硫基、未取代或取代的杂芳基、氟、氯、溴、碘、羟基、巯基、未取代或取代的烷氧基、未取代或取代的聚亚烷氧基、未取代或取代的烷硫基、未取代或取代的环烷氧基、未取代或取代的芳氧基、未取代或取代的芳基硫基、氰基、硝基、未取代或取代的烷基羰氧基、甲酰基、酰基、COOH、羧酸基、 $-\text{COOR}^{\text{Ar}1}$ 、 $-\text{NE}^1\text{E}^2$ 、 $-\text{NR}^{\text{Ar}1}\text{COR}^{\text{Ar}2}$ 、 $-\text{CONR}^{\text{Ar}1}\text{R}^{\text{Ar}2}$ 、 $-\text{SO}_2\text{NR}^{\text{Ar}1}\text{R}^{\text{Ar}2}$ 和 $-\text{SO}_3\text{R}^{\text{Ar}2}$ ，其中 E^1 和 E^2 是氢、未取代或取代的 C_1 - C_{18} -烷基、未取代或取代的 C_2 - C_{18} -烯基、未取代或取代的 C_2 - C_{18} -炔基、未取代或取代的 C_3 - C_{20} -环烷基或未取代或取代的 C_6 - C_{10} -芳基，且 $\text{R}^{\text{Ar}1}$ 和 $\text{R}^{\text{Ar}2}$ 互相独立地为氢、未取代或取代的 C_1 - C_{18} -烷基、未取代或取代的 C_3 - C_{20} -环烷基、未取代或取代的杂环基、未取代或取代的 C_6 - C_{20} -芳基或未取代或取代的杂芳基。特别地，取代杂环烷基具有一个或多个，例如1、2或3个取代基，其选自未取代或取代的烷基、未取代或取代的环烷基、未取代或取代的芳基、氟、氯、溴、羟基、烷氧基、聚亚烷氧基、巯基、烷硫基、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 互相独立地为氢、未取代或取代的 C_1 - C_{18} -烷基、未取代或取代的 C_2 - C_{18} -烯基、未取代或取代的 C_2 - C_{18} -炔基、未取代或取代的 C_3 - C_{20} -环烷基或未取代或取代的 C_6 - C_{10} -芳基，且 $\text{R}^{\text{Ar}1}$ 和 $\text{R}^{\text{Ar}2}$ 各自互相独立地为氢、未取代或取代的 C_1 - C_{18} -烷基、未取代或取代的 C_3 - C_{20} -环烷基、未取代或取代的杂环基、未取代或取代的 C_6 - C_{20} -芳基或未取代或取代的杂芳基。

[0118] 对本发明而言，术语“芳基”是指单环芳族烃基团（即苯基）或具有至少一个稠合苯基环的稠合双环、三环或多环芳族烃基团。芳基中的碳环原子数可变并通常为6至24。如果芳基不是单环芳族烃基团，即苯基，该术语包括，对于稠环，饱和形式（全氢化形式）、部分不饱和形式（例如二氢化形式或四氢化形式）或芳族形式。术语“芳基”包括例如其中两个环都是芳族的双环芳族基团，和其中仅一个环是芳族的双环芳族基团。双环或三环芳族碳环的实例包括萘基、1,2-二氢萘基、1,4-二氢萘基、1,2,3,4-四氢萘基、茛满基、茛基、蒽基、芴基等。术语“芳基”优选是指苯基和萘基（ C_6 - C_{10} -芳基）。

[0119] 取代芳基，根据它们的环系统的数量和尺寸，可具有一个或多个（例如1、2、3、4、5或多于5个）取代基。这些优选各自互相独立地选自未取代或取代的烷基、未取代或取代的烯基、未取代或取代的炔基、未取代或取代的环烷基、未取代或取代的环烷氧基、未取代或取代的环烷硫基、未取代或取代的杂环烷基、未取代或取代的芳基、未取代或取代的芳氧基、未取代或取代的芳基硫基、未取代或取代的杂芳基、氟、氯、溴、碘、羟基、巯基、未取代或取代的烷氧基、未取代或取代的聚亚烷氧基、未取代或取代的烷硫基、未取代或取代的环烷氧基、未取代或取代的芳氧基、未取代或取代的芳基硫基、氰基、硝基、未取代或取代的烷基羰氧基、甲酰基、酰基、COOH、羧酸基、 $-\text{COOR}^{\text{Ar}1}$ 、 $-\text{NE}^1\text{E}^2$ 、 $-\text{NR}^{\text{Ar}1}\text{COR}^{\text{Ar}2}$ 、 $-\text{CONR}^{\text{Ar}1}\text{R}^{\text{Ar}2}$ 、 $-\text{SO}_2\text{NR}^{\text{Ar}1}\text{R}^{\text{Ar}2}$ 和 $-\text{SO}_3\text{R}^{\text{Ar}2}$ ，其中 E^1 和 E^2 是氢、未取代或取代的 C_1 - C_{18} -烷基、未取代或取代的 C_2 - C_{18} -烯基、未取代或取代的 C_2 - C_{18} -炔基、未取代或取代的 C_3 - C_{20} -环烷基或未取代或取代的 C_6 - C_{10} -芳基，且 $\text{R}^{\text{Ar}1}$ 和 $\text{R}^{\text{Ar}2}$ 互相独立地为氢、未取代或取代的 C_1 - C_{18} -烷基、未取代或取代的 C_3 - C_{20} -环烷基、未取代或取代的杂环基、未取代或取代的 C_6 - C_{20} -芳基或未取代或取代的杂芳基。特别地，取代芳基具有一个或多个，例如1、2或3个取代基，其选自未取代或取代的烷基、未取代或取代的环烷基、未取代或取代的芳基、氟、氯、溴、羟基、烷氧基、聚亚烷氧基、巯基、烷硫基、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 互相独立地为氢、未取代或取代的 C_1 - C_{18} -烷基、未取代或取代的 C_2 - C_{18} -烯基、未取代或取代的 C_2 - C_{18} -炔基、未取代或取代的 C_3 - C_{20} -环烷基或未取代或取代的 C_6 - C_{10} -芳基，且 $\text{R}^{\text{Ar}1}$ 和 $\text{R}^{\text{Ar}2}$

各自互相独立地为氢、未取代或取代的 C_1-C_{18} -烷基、未取代或取代的 C_3-C_{20} -环烷基、未取代或取代的杂环基、未取代或取代的 C_6-C_{20} -芳基或未取代或取代的杂芳基。

[0120] 取代芳基优选是被至少一个烷基取代的芳基(“烷芳基”,在下文中也称为烷基芳基)。烷芳基,根据芳环系统的尺寸,可具有一个或多个(例如1、2、3、4、5、6、7、8、9或多于9个)烷基取代基。烷基取代基可以是未取代或取代的。在这方面,参考上文关于未取代和取代烷基的叙述。一个具体实施方案涉及烷芳基,其中烷基是未取代的。烷芳基优选是带有1、2、3、4或5,优选1、2或3,更优选1或2个烷基取代基的苯基。带有一个或多个烷基的芳基是例如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。

[0121] C_6-C_{24} -芳氧基:经氧原子(-O-)键合到骨架上的如上文定义的 C_6-C_{24} -芳基。优选的是苯氧基和萘氧基。

[0122] 相应地,本文所用的术语“未取代或取代的芳氧基”是指-O-芳基,其中芳基是如上文定义未取代或取代的。

[0123] C_6-C_{24} -芳基硫基:经硫原子(-S-)键合到骨架上的如上文定义的 C_6-C_{24} -芳基。优选的是苯硫基和萘硫基。

[0124] 相应地,本文所用的术语“未取代或取代的芳基硫基”是指-S-芳基,其中芳基是如上文定义未取代或取代的。

[0125] 在本发明中,术语“杂芳基(hetaryl)”(也称为heteroaryl)包含杂芳族、单环或多环基团。除环碳原子外,这些还具有1、2、3、4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。杂芳基具有优选5至18,例如5、6、8、9、10、11、12、13或14个环原子。

[0126] 单环杂芳基优选是5-或6-元杂芳基,如2-呋喃基(呋喃-2-基)、3-呋喃基(呋喃-3-基)、2-噁吩基(噁吩-2-基)、3-噁吩基(噁吩-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。

[0127] 多环杂芳基具有2、3、4或多于4个稠环。稠合上的环可以是芳族、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、吲嗪基、苯并呋喃基、异苯并呋喃基、苯并噁吩基、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)、二苯并呋喃基、二苯并噻吩基、萘并[2,3-b]噻吩基、萘并[2,3-b]呋喃基、二氢吲哚基、二氢吲嗪基、二氢异吲哚基、二氢喹啉基和二氢异喹啉基。

[0128] 取代杂芳基,根据它们的环系统的数量和尺寸,可具有一个或多个(例如1、2、3、4、5或多于5个)取代基。这些优选各自互相独立地选自未取代或取代的烷基、未取代或取代的烯基、未取代或取代的炔基、未取代或取代的环烷基、未取代或取代的环烷氧基、未取代或取代的环烷硫基、未取代或取代的杂环烷基、未取代或取代的芳基、未取代或取代的芳氧基、未取代或取代的芳基硫基、未取代或取代的杂芳基、氟、氯、溴、碘、羟基、巯基、未取代或取代的烷氧基、未取代或取代的聚亚烷氧基、未取代或取代的烷硫基、未取代或取代的环烷氧基、未取代或取代的芳氧基、未取代或取代的芳基硫基、氰基、硝基、未取代或取代的烷基羰氧基、甲酰基、酰基、COOH、羧酸基、 $-\text{COOR}^{\text{Ar}1}$ 、 $-\text{NE}^1\text{E}^2$ 、 $-\text{NR}^{\text{Ar}1}\text{COR}^{\text{Ar}2}$ 、 $-\text{CONR}^{\text{Ar}1}\text{R}^{\text{Ar}2}$ 、 $-\text{SO}_2\text{NR}^{\text{Ar}1}\text{R}^{\text{Ar}2}$ 和 $-\text{SO}_3\text{R}^{\text{Ar}2}$,其中 E^1 和 E^2 是氢、未取代或取代的 C_1 - C_{18} -烷基、未取代或取代的 C_2 - C_{18} -烯基、未取代或取代的 C_2 - C_{18} -炔基、未取代或取代的 C_3 - C_{20} -环烷基或未取代或取代的 C_6 - C_{10} -芳基,且 $\text{R}^{\text{Ar}1}$ 和 $\text{R}^{\text{Ar}2}$ 互相独立地为氢、未取代或取代的 C_1 - C_{18} -烷基、未取代或取代的 C_3 - C_{20} -环烷基、未取代或取代的杂环基、未取代或取代的 C_6 - C_{20} -芳基或未取代或取代的杂芳基。特别地,取代杂芳基具有一个或多个,例如1、2或3个取代基,其选自未取代或取代的烷基、未取代或取代的环烷基、未取代或取代的芳基、氟、氯、溴、羟基、烷氧基、聚亚烷氧基、巯基、烷硫基、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 $\text{R}^{\text{Ar}2}$ 如上文定义。

[0129] 稠合环系统可包含通过稠合连接的脂环族、脂族杂环、芳族和杂芳族环及其组合、氢化芳族环。稠合环系统包含两个、三个或更多个(例如4、5、6、7或8个)环。根据稠合环系统中的环的连接方式,区分邻位稠合(ortho-fusion),即各环与各相邻环共有至少一个边或两个原子,和迫位稠合(peri-fusion),其中一个碳原子属于多于两个环。优选的稠合环系统是邻位稠合环系统。

[0130] 当在显示本发明的化合物的子结构的式中出现#或*时,其是指在剩余分子中的键合位点。

[0131] 优选地,所述至少一种农艺性状选自植物生长和发育、植物健康、植物的一部分中天然存在的植物物质(如糖)的浓度或其组合。

[0132] 优选地,用步骤(b)中获得的第二光谱照射植物改变茎的生长,优选与用现有技术的园艺光源照射时的茎生长相比提高茎生长。同样尤其地,用步骤(b)中获得的第二光谱照射植物改变叶的生长,优选与用现有技术的园艺光源照射时的叶生长相比更高的叶。同样尤其地,用步骤(b)中获得的第二光谱照射植物改变生物量,优选与用现有技术的园艺光源照射时相比更高的生物量。同样尤其地,用步骤(b)中获得的第二光谱照射植物改变开花,尤其是与用现有技术的园艺光源照射时的开花相比更早开花或增加开花,更尤其是更早开花并增加开花。

[0133] 同样尤其地,与用现有技术的园艺光源照射时的休眠期(dormancy period)相比,用步骤(b)中获得的第二光谱照射植物改变植物的休眠期。

[0134] 同样尤其地,用步骤(b)中获得的第二光谱照射植物改变蔬菜或水果作物的成熟时间,优选与用现有技术的园艺光源照射时的成熟相比更早的成熟时间。

[0135] 同样尤其地,与用现有技术的园艺光源照射时的植物部分的浓度相比,用步骤(b)中获得的第二光谱照射植物改变植物部分的浓度,优选蔬菜或水果作物的糖(蔗糖)浓度。

[0136] 换言之,可例如作为增加的生物量、增加的花朵或叶子数、增加的果实数、天然存在于植物部分中的成分的含量改进、更早开花、更早开始收获、改善的健康衡量根据本发明的方法的积极效果。

[0137] 优选地,根据本发明的方法能够改进上文提到的两种、三种或多于三种农艺性状。特别地,与用现有技术的园艺光源照射时的开花和果实成熟相比,根据本发明的方法能够实现更早开花和果实更早成熟。换言之,根据本发明的方法能使植物周期更快。

[0138] 步骤(a)

[0139] 在步骤(a)中,提供光源,其发射包含300至900nm,优选400至900nm的波长的第一光谱。该光源可以是天然日光(太阳光)或可以是人工光源,如LED,优选多个LED。对所用LED的数量没有特定上限。优选地,LED选自中心发射波长在400nm至480nm之间的蓝光LED、中心发射波长在600nm至670nm之间的红光LED或具有在2 000K至20 000K之间的相关色温的冷白光LED,并且其中所述至少一个颜色变换器相对于光源为远程荧光粉布置。

[0140] 由具有在2 000K至20 000K之间的相关色温的白光LED发射的光的光谱通常含有两个分量(蓝和红;或蓝和绿)或三个分量(蓝、绿和红)。这种光谱可含有至少一个包含与植物的光生理学有关的波长的光谱分量。

[0141] 也有可能组合和使用多个不同的发射包含300至900nm,优选400至900nm的波长的第一光谱的光源。

[0142] 在一个优选实施方案中,光源是天然日光。同样优选地,光源是多个蓝光LED。同样优选地,光源是多个红光LED。

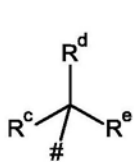
[0143] 步骤(b)

[0144] 在步骤(b)中,使用颜色变换器将在步骤(a)中由光源提供的包含300至900nm,优选400至900nm的波长的第一光谱的至少一部分转换成包含680至900nm的波长的第二光谱,由此所得第二光谱具有比第一光谱高的在680至900nm波长的光的强度。

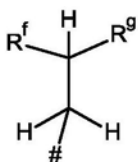
[0145] 根据本发明,颜色变换器在聚合物基质材料中包含至少一种式(I)的三萹嵌二苯二酰亚胺化合物。式(I)的化合物能够吸收包含480至750nm,优选550至750nm的波长的光并发射包含大约650至900nm的波长的光。式(I)的化合物的发射光谱与光敏色素 P_{fr} 的吸收光谱至少部分重叠。

[0146] 在式(I)中,各 R^1 和 R^2 ,可彼此相同或不同,优选选自直链 C_1-C_{24} -烷基、支化 C_3-C_{24} -烷基、 C_6-C_{24} -芳基和 C_6-C_{24} -芳基- C_1-C_{10} -亚烷基,其中最后提到的两种基团中的芳基和芳基-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^a 取代。

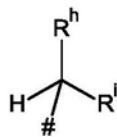
[0147] 更优选地, R^1 和 R^2 ,互相独立地,选自直链 C_1-C_{24} -烷基、式(A.1)的基团、式(A.2)的基团、式(A.3)的基团、式(B.1)的基团或式(B.2)的基团



(A.1)

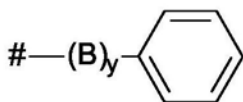


(A.2)

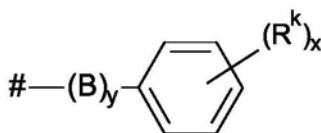


(A.3)

[0148]



(B.1)



(B.2)

[0149] 其中

[0150] #代表与酰亚胺氮原子的键合位点；

[0151] 式(A.1)中的 R^c 、 R^d 和 R^e 独立地选自 C_1 -至 C_{21} -烷基，其中 R^c 、 R^d 和 R^e 基团的碳原子总和是3至23的整数；[0152] 式(A.2)中的 R^f 和 R^g 独立地选自 C_1 -至 C_{21} -烷基，其中 R^f 和 R^g 基团的碳原子总和是2至22的整数；[0153] 式(A.3)中的 R^h 和 R^i 互相独立地选自 C_1 - C_{22} -烷基，其中 R^h 和 R^i 基团的碳原子总和是2至23的整数；[0154] B,当存在于式(B.1)和(B.2)中时,是 C_1 - C_{10} -亚烷基,其可被插入一个或多个选自-O-和-S-的不相邻基团；

[0155] y是0或1；

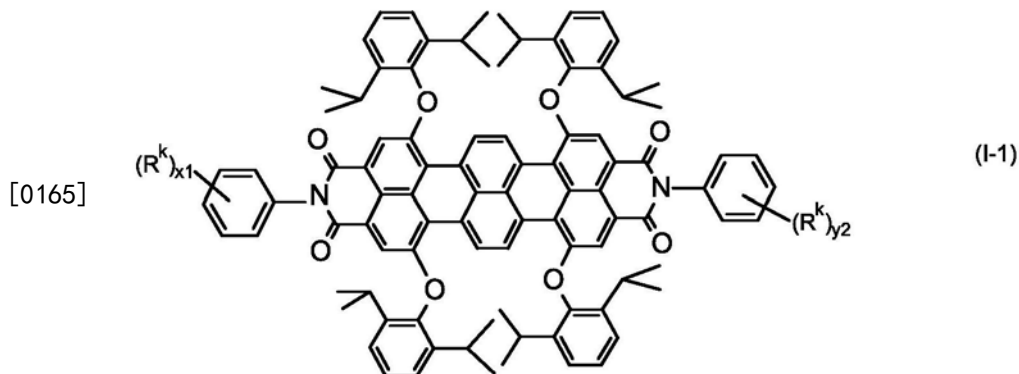
[0156] R^k 互相独立地选自 C_1 - C_{24} -烷基、 C_1 - C_{24} -烷氧基、 C_1 - C_{24} -氟烷基、氟、氯或溴；

[0157] 式B.2中的x是1、2、3、4或5。

[0158] 在式(A.1)、(A.2)和(A.3)的基团中,式(A.3)的基团是优选的。在基团(A.3)中, R^h 和 R^i ,互相独立地,优选选自直链 C_4 - C_{10} -烷基。[0159] 在式(B.1)和(B.2)的基团中,其中y是0,即不存在变量B的那些是优选的。式(B.2)中的变量x优选是1、2或3。无论其出现在哪里, R^k 优选选自 C_1 - C_{24} -烷基,更优选直链 C_1 - C_{10} -烷基或支化 C_3 - C_{10} -烷基,尤其是异丙基或叔丁基。特别地,式(B.2)的基团是优选的。式(B.2)的基团的具体实例是2,6-二甲基苯基、2,4-二(叔丁基)苯基、2,6-二异丙基苯基或2,6-二(叔丁基)苯基。[0160] 优选地, R^1 和 R^2 具有相同含义。[0161] 优选地,式(I)中的 R^3 、 R^5 、 R^6 、 R^8 、 R^9 、 R^{11} 、 R^{12} 和 R^{14} 各自是氢,且 R^4 、 R^7 、 R^{10} 和 R^{13} 互相独立地选自氢、 C_1 - C_{16} -烷氧基和 C_6 - C_{10} -芳氧基,所述 C_6 - C_{10} -芳氧基是未取代的或被氟、氯、 C_1 - C_{16} -烷基、被插入一个或多个氧的 C_2 - C_{16} -烷基、 C_1 - C_{16} -烷氧基或 C_6 - C_{10} -芳基单取代或多取代,所述 C_6 - C_{10} -芳基是未取代的或被1、2或3个选自 C_1 - C_{10} -烷基、 C_1 - C_6 -烷氧基- C_1 - C_6 -烷基和 C_1 - C_6 -烷氧基的基团取代。[0162] 更优选地,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} 和 R^{14} 各自是氢。[0163] 同样更优选地,式(I)中的 R^3 、 R^5 、 R^6 、 R^8 、 R^9 、 R^{11} 、 R^{12} 和 R^{14} 各自是氢且 R^4 、 R^7 、 R^{10} 和 R^{13} 的至少一个是苯氧基,其是未取代的或被 C_1 - C_{10} -烷基单取代、二取代或三取代,且剩余基团

R^4 、 R^7 、 R^{10} 和 R^{13} 是氢。尤其地,式(I)中的 R^3 、 R^5 、 R^6 、 R^8 、 R^9 、 R^{11} 、 R^{12} 和 R^{14} 各自是氢且 R^4 、 R^7 、 R^{10} 和 R^{13} 各自是苯氧基,其是未取代的或被 C_1 - C_{10} -烷基单取代、二取代或三取代。

[0164] 特别地,式(I)的化合物选自化合物(I-1)



[0166] 其中

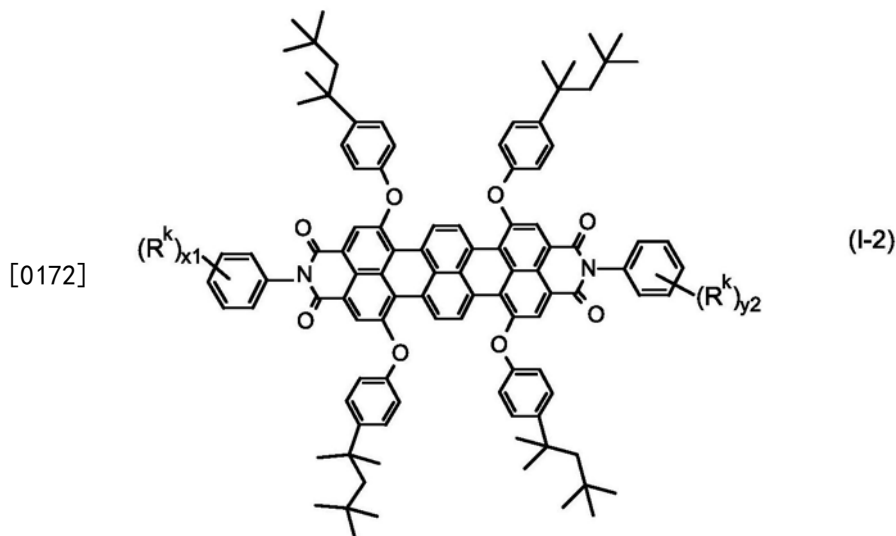
[0167] x_1 是1、2或3;

[0168] y_2 是1、2或3;和

[0169] R^k 是 C_1 - C_4 -烷基。

[0170] 优选地, x_1 是2。优选地, y_2 是2。优选地,各 R^k 具有相同含义并选自异丙基或叔丁基。

[0171] 同样特别地,式(I)的化合物选自化合物(I-2)



[0173] 其中

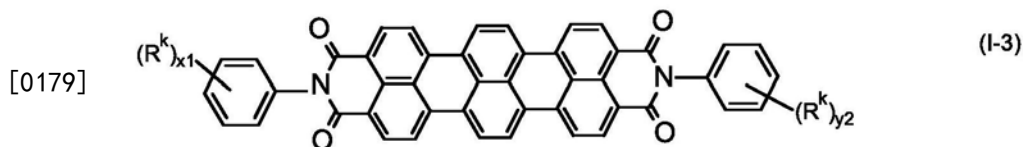
[0174] x_1 是1、2或3;

[0175] y_2 是1、2或3;和

[0176] R^k 是 C_1 - C_4 -烷基。

[0177] 优选地, x_1 是2。优选地, y_2 是2。优选地,各 R^k 具有相同含义并选自异丙基或叔丁基。

[0178] 同样特别地,式(I)的化合物选自化合物(I-3)



[0180] 其中

[0181] x_1 是1、2或3；

[0182] y_2 是1、2或3；

[0183] R^k 是 C_1-C_4 -烷基。

[0184] 优选地, x_1 是2。优选地, y_2 是2。优选地, 各 R^k 具有相同含义并选自异丙基或叔丁基。

[0185] 一般而言, 式(I)的化合物是有机荧光染料。

[0186] 一般而言, 式(I)的化合物具有以0.01重量%的浓度在聚合物膜中测得的至少50%的荧光量子产率。

[0187] 有利地, 式(I)的化合物具有高荧光量子产率、高热稳定性和氧化稳定性以及在照射条件下的高光稳定性。式(I)的化合物通常是在常见聚合物中具有良好溶解度和/或可良好地挤出加工到聚合物基质中的有机荧光染料。

[0188] 上述式(I)的化合物是基本已知的并可通过已知方法制备。例如在Chem. Eur. J., 1997, 3, 第219-225页、DE 102011018815、WO 03/104232、WO 2005/070895、WO 2007/006717和WO 2007/031446中公开了该化合物的制备。

[0189] 原则上, 对大约300至1000nm的波长范围内的光具有合意透射率的所有聚合物都适合作为聚合物基质材料。优选地, 聚合物基质包含含氟聚合物、聚碳酸酯、聚甲基丙烯酸甲酯、聚苯乙烯、聚丙烯、聚乙烯、聚酰胺、聚丙烯酰胺、聚氯乙烯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸丁二醇酯、聚萘二甲酸乙二醇酯、聚(2,5-呋喃二甲酸乙二醇酯)或它们的任何组合。已经发现式(I)的化合物在含氟聚合物、聚碳酸酯、聚甲基丙烯酸甲酯、聚丙烯、聚乙烯、聚酰胺、聚丙烯酰胺、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚萘二甲酸乙二醇酯、聚(2,5-呋喃二甲酸乙二醇酯)、聚氯乙烯或它们的任何组合中具有良好溶解度。

[0190] 在一个优选实施方案中, 颜色变换器的基质基本或完全由含氟聚合物组成。

[0191] 在进一步优选的实施方案中, 颜色变换器的基质基本或完全由聚碳酸酯组成。聚碳酸酯是碳酸与芳族或脂族二羟基化合物的聚酯。优选的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。一种制备聚碳酸酯的方式是合适的二羟基化合物与光气在界面聚合中的反应。另一方式是与碳酸的二酯, 如碳酸二苯酯在缩聚中的反应。合适的聚碳酸酯的制备例如描述在Elias, Macromolecules, Weinheim 2007, 第343-347页中。

[0192] 聚苯乙烯在此被理解为尤其是指由苯乙烯和/或苯乙烯衍生物的聚合产生的所有均聚物或共聚物。苯乙烯衍生物是例如烷基苯乙烯, 如 α -甲基苯乙烯、邻-、间-、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, 如对-甲氧基苯乙烯、对-丁氧基苯乙烯、对-叔丁氧基苯乙烯。一般而言, 合适的聚苯乙烯具有10 000至1 000 000g/mol(通过GPC测定), 优选20 000至750 000g/mol, 更优选30 000至500 000g/mol的平均摩尔质量 M_n 。

[0193] 在一个优选实施方案中, 颜色变换器的基质基本或完全由苯乙烯或苯乙烯衍生物

的均聚物组成。更特别地,该聚合物由聚苯乙烯组成。

[0194] 在本发明的进一步优选的实施方案中,该基质基本或完全由苯乙烯共聚物组成,其在本申请中同样被视为聚苯乙烯。苯乙烯共聚物可包含,作为另外的成分,例如丁二烯、丙烯腈、马来酸酐、乙烯基吡啶或丙烯酸酯、甲基丙烯酸酯或衣康酸酯作为单体。合适的苯乙烯共聚物通常包含至少20重量%的苯乙烯,优选至少40%,更优选至少60重量%的苯乙烯。在另一实施方案中,它们包含至少90重量%的苯乙烯。

[0195] 优选的苯乙烯共聚物是苯乙烯-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)。进一步优选的聚合物是 α -甲基苯乙烯-丙烯腈共聚物(AMSAN)。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)的影响下制备。这可产生全同立构、间同立构或无规立构聚苯乙烯或共聚物。它们优选通过自由基聚合制备。该聚合可作为悬浮聚合、乳液聚合、溶液聚合或本体聚合进行。合适的聚苯乙烯的制备例如描述在Oscar Nuyken, Polystyrenes and Other Aromatic Polyvinyl Compounds, in 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。

[0196] 在进一步优选的实施方案中,颜色变换器的基质基本或完全由聚甲基丙烯酸甲酯组成。

[0197] 在一个优选实施方案中,使用已隔绝氧气聚合的聚合物。优选地,单体在聚合过程中包含总共不大于1000ppm的氧气,更优选不大于100ppm,尤其优选不大于10ppm。

[0198] 在另一优选实施方案中,聚合物基质材料基本或完全由聚对苯二甲酸乙二醇酯组成。聚对苯二甲酸乙二醇酯可通过乙二醇与对苯二甲酸的缩合获得。

[0199] 在另一优选实施方案中,聚合物基质材料基本或完全由聚萘二甲酸乙二醇酯组成。

[0200] 在另一优选实施方案中,聚合物基质材料基本或完全由可如US 2,551,731中所述获得的聚(2,5-呋喃二甲酸乙二醇酯)组成。

[0201] 在本发明的一个实施方案中,合适的聚合物是透明聚合物。在另一实施方案中,合适的聚合物是不透明聚合物。

[0202] 上文提到的聚合物充当所述至少一种式(I)的化合物和如果存在,其它转换材料的基质材料。式(I)的荧光化合物,以及任选其它转换材料,可溶解在该聚合物中或可以是均匀分布的混合物的形式。在一个优选实施方案中,所有荧光着色剂溶解在该聚合物中。

[0203] 随颜色变换器的厚度和聚合物的类型设定如上文定义的式(I)的化合物和如果适当,其它着色剂在聚合物基质中的浓度。如果使用薄聚合物层,式(I)的化合物的浓度和如果适当,其它着色剂的浓度通常高于在厚聚合物层的情况下。

[0204] 选择根据本发明的式(I)的化合物的浓度以使式(I)的化合物的发射光谱刺激植物中的光形态建成效应或光周期效应。通常,式(I)的化合物的浓度为基于所用聚合物的重量计1重量%或更小,例如0.0001至1.0重量%,优选0.0005至0.5重量%,更优选0.001至0.25重量%。

[0205] 式(I)的化合物的发射光谱可具有振动谱带,其强度取决于浓度。在三萘嵌二苯

(terrylene)核处不带取代基的式(I)的化合物,即其中 R^3 至 R^{14} 各自是氢的式(I)的化合物,通常具有三个振动谱带,在聚碳酸酯中测得。第二和第三振动谱带位于远红光波长范围,而第一振动谱带位于红光波长范围。所述振动谱带的相对强度取决于式(I)的化合物的浓度。在式(I)的化合物的较高浓度下,当式(I)的化合物的浓度提高时,相对于第一振动谱带,第二和第三振动谱带的强度贡献提高。这使得能够根据植物的需要控制主要激发 P_r 形式还是 P_{fr} 形式。

[0206] 其中 R^4 、 R^7 、 R^{10} 和 R^{13} 不同于氢且 R^3 、 R^5 、 R^6 、 R^8 、 R^9 、 R^{11} 和 R^{12} 各自是氢的式(I)的化合物都发射远红光波长范围。

[0207] 聚合物基质材料可包含至少一种添加剂。所述至少一种添加剂通常有助于改变或改进颜色变换器的机械或物理特性和/或其老化行为。优选地,所述至少一种添加剂选自紫外线吸收剂、受阻胺光稳定剂、阻燃剂、UV稳定剂、热稳定剂、抗氧化剂、增塑剂、防雾剂、成核剂、抗静电剂、填料或增强材料、散射剂或其组合。

[0208] 受阻胺光稳定剂、UV稳定剂和热稳定剂是本领域技术人员已知的。合适的抗氧化剂或自由基清除剂是例如酚,尤其是位阻酚,如丁基羟基茴香醚(BHA)或丁基羟基甲苯(BHT),或位阻胺(HALS)。这种类型的稳定剂例如由BASF以 **Irganox®**商品名出售。在一些情况下,抗氧化剂和自由基清除剂可用例如BASF以 **Irgafos®**商品名出售的次级稳定剂,如亚磷酸酯或亚膦酸酯(phosphonite)补充。

[0209] 合适的紫外线吸收剂是例如苯并三唑如2-(2-羟苯基)-2H-苯并三唑(BTZ)、三嗪如(2-羟苯基)-s-三嗪(HPT)、羟基二苯甲酮(BP)或草酰苯胺。这种类型的紫外线吸收剂例如由BASF以 **Uvinul®**商品名出售。

[0210] 在本发明的一个优选实施方案中,合适的聚合物不含任何抗氧化剂或自由基清除剂。

[0211] 如果没有使用含氟聚合物,可通过将散射剂并入聚合物基质材料来实现步骤(b)中获得的光的良好扩散。因此,在本发明的一个优选实施方案中,聚合物基质材料包含散射剂。合适的光散射剂是无机白色颜料,例如二氧化钛、硫酸钡、锌钡白、氧化锌、硫化锌、碳酸钙,其具有0.01至10 μm ,优选0.1至1 μm ,更优选0.15至0.4 μm 的根据DIN 13320的平均粒度。这些光散射剂通常以0.01至2.0重量%,优选0.05至1.0重量%,更优选0.1至0.6重量%的量包含,在每种情况下基于包含散射体的层的聚合物计。

[0212] 合适的有机光散射剂的实例包括散射聚合物,如基于聚(丙烯酸酯);聚(甲基丙烯酸烷基酯),例如聚(甲基丙烯酸甲酯)(PMMA);聚(四氟乙烯)(PTFE)的那些;基于有机硅的散射剂,例如水解聚(烷基三烷氧基硅烷),及其混合物。这些光散射剂的尺寸(平均直径-重均)通常在0.5至50 μm ,优选1至10 μm 的范围内。这些散射剂通常以1至10重量%的量包含,在每种情况下基于包含散射体的层的聚合物计。可用的光散射剂是例如3至5重量%的PMMA基散射剂和1.5至2重量%的有机硅基散射剂的混合物。

[0213] 如EP-A 634 445中所述的含有具有核壳形态的基于丙烯酸乙烯酯的聚合物粒子以及 TiO_2 的光散射组合物也合适。

[0214] 当包含式(I)的三萘嵌二苯二酰亚胺的基质材料为膜形式时,该膜通常具有10 μm 至1cm的厚度。该膜优选具有25 μm 至0.5cm的厚度。同样优选地,该膜具有大于0.5至1cm的厚

度。

[0215] 在一个具体实施方案中,该膜可以是几个聚合物层的多层构造,其在至少一个层中含有一种或多种式(I)的化合物。

[0216] 优选地,聚合物基质材料具有至少50%的光透射率。

[0217] 该颜色变换器可在室外以及室内,如在温室中或在植物工厂中使用。包含式(I)的三萘嵌二苯二酰亚胺的颜色变换器可以是农业箔、农业网、温室屏(greenhouse screen)、照明设备的一部分或由玻璃支撑。农业箔、农业网或温室屏同样有可能由根据本发明使用的颜色变换器组成。

[0218] 式(I)的化合物被包含550至750nm波长的光高效激发。激发光可由天然日光或LED生成的人造光提供或由存在于颜色变换器中的附加着色剂,例如附加有机荧光染料提供。

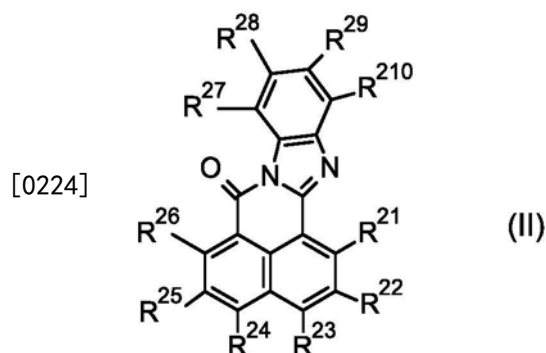
[0219] 根据本发明使用的颜色变换器可进一步含有不同于式(I)的化合物的有机荧光化合物以增强从激发光到式(I)的化合物的能量转移效率。例如,颜色变换器可包含能够发挥向式(I)的化合物转移能量的作用的敏化剂。在这种情况下,式(I)的化合物可利用接收的激子在**Förster**能量共振转移(FRET)的意义上或通过发射和再吸收来发射光。

[0220] 附加地或替代性地,颜色变换器可包含至少一种附加有机荧光化合物,其发射光谱与式(I)的化合物的吸收光谱部分重叠。

[0221] 在本发明的范围内,可能与本发明的同时发生任何进一步的选择性光强度修改,以造成例如光谱分布的变化和蓝光区(300至小于500nm)、绿光区(500至小于570)和/或红光区(570至小于680nm)的强度(量)的变化。

[0222] 附加有机荧光化合物优选是选自下面定义的组(B1)、(B2)、(B3)、(B4)、(B5)、(B6)、(B7)、(B8)、(B9)、(B10)、(B11)、(B12)、(B13)、(B14)、(B15)或其混合物的任何着色剂。优选地,选自组(B1)至(B15)的着色剂是有机荧光染料。组(B1)至(B15)的化合物可吸收包含在400至小于680nm的范围内的波长的光并发射大于500至小于680nm的波长的吸收光,波长范围也与植物的光生理学有关。

[0223] 因此,根据本发明的一种优选方法,颜色变换器进一步包含至少一种附加着色剂(B),其选自(B1)式(II)的氰化萘甲酰基苯并咪唑化合物



[0225] 其中

[0226] R^{21} 、 R^{22} 、 R^{23} 、 R^{24} 、 R^{25} 、 R^{26} 、 R^{27} 、 R^{28} 、 R^{29} 和 R^{210} 各自独立地为氢、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

[0227] 各 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、 $-NR^{2Ar2}R^{2Ar3}$ 、 $-NR^{2Ar2}COR^{2Ar3}$ 、 $-CONR^{2Ar2}R^{2Ar3}$ 、 $-SO_2NR^{2Ar2}R^{2Ar3}$ 、 $-COOR^{2Ar2}$ 、 $-SO_3R^{2Ar2}$ 、

[0228] C_1-C_{30} -烷基、 C_2-C_{30} -烯基、 C_2-C_{30} -炔基，其中后三种基团是未取代的或带有一个或多个 R^{2a} 基团，

[0229] C_3-C_8 -环烷基、3-至8-元杂环基，其中后两种基团是未取代的或带有一个或多个 R^{2b} 基团，

[0230] 芳基、U-芳基、杂芳基和U-杂芳基，其中后四种基团是未取代的或带有一个或多个 R^{2b} 基团，

[0231] 其中

[0232] 各 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-元杂环基、芳基和杂芳基，其中所述环烷基、杂环基、芳基和杂芳基是未取代的或带有一个或多个 R^{2b} 基团；

[0233] 各 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} -烯基、 C_2-C_{18} -炔基、 C_3-C_8 -环烷基、3-至8-元杂环基、芳基和杂芳基，其中后四种基团是未取代的或带有一个或多个 R^{2b1} 基团，

[0234] 各 R^{2b1} 独立地选自氰基、羟基、巯基、氧基、硝基、卤素、 $-NR^{2Ar2}R^{2Ar3}$ 、 $-NR^{2Ar2}COR^{2Ar3}$ 、 $-CONR^{2Ar2}R^{2Ar3}$ 、 $-SO_2NR^{2Ar2}R^{2Ar3}$ 、 $-COOR^{2Ar2}$ 、 $-SO_3R^{2Ar2}$ 、 C_1-C_{18} -烷基、 C_2-C_{18} -烯基、 C_2-C_{18} -炔基、 C_1-C_{12} -烷氧基和 C_1-C_{12} -烷硫基，

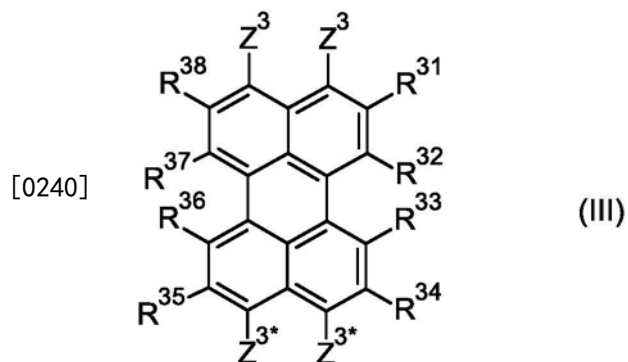
[0235] U是-O-、-S-、 $-NR^{2Ar1}$ -、-CO-、-SO-或-SO₂-部分；

[0236] R^{2Ar1} 、 R^{2Ar2} 、 R^{2Ar3} 各自独立地为氢、 C_1-C_{18} -烷基、3-至8-元环烷基、3-至8-元杂环基、芳基或杂芳基，其中烷基是未取代的或带有一个或多个 R^{2a} 基团，其中3-至8-元环烷基、3-至8-元杂环基、芳基和杂芳基是未取代的或带有一个或多个 R^{2b} 基团；

[0237] 条件是式(II)的化合物包含至少一个氰基，

[0238] 及其混合物；

[0239] (B2)式(III)的氰化茈化合物



[0241] 其中

[0242] Z^3 取代基之一是氰基且另一 Z^3 取代基是 CO_2R^{39} 、 $CONR^{310}R^{311}$ 、 C_1-C_{18} -烷基、 C_2-C_{18} -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} -烯基、 C_2-C_{18} -炔基是未取代的或带有一个或多个相同或不同的 Z^{3a} 取代基，

[0243] C_3-C_{12} -环烷基是未取代的或带有一个或多个相同或不同的 Z^{3b} 取代基，且 C_6-C_{14} -芳基是未取代的或带有一个或多个相同或不同的 Z^{3Ar} 取代基；

[0244] Z^{3*} 取代基之一是氰基且另一 Z^{3*} 取代基是 CO_2R^{39} 、 $\text{CONR}^{310}\text{R}^{311}$ 、 $\text{C}_1\text{-C}_{18}$ -烷基、 $\text{C}_2\text{-C}_{18}$ -烯基、 $\text{C}_2\text{-C}_{18}$ -炔基、 $\text{C}_3\text{-C}_{12}$ -环烷基或 $\text{C}_6\text{-C}_{14}$ -芳基,其中 $\text{C}_1\text{-C}_{18}$ -烷基、 $\text{C}_2\text{-C}_{18}$ -烯基、 $\text{C}_2\text{-C}_{18}$ -炔基是未取代的或带有一个或多个相同或不同的 Z^{3a} 取代基,

[0245] $\text{C}_3\text{-C}_{12}$ -环烷基是未取代的或带有一个或多个相同或不同的 Z^{3b} 取代基,且 $\text{C}_6\text{-C}_{14}$ -芳基是未取代的或带有一个或多个相同或不同的 Z^{3Ar} 取代基;

[0246] 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,

[0247] 条件是 R^{31} 、 R^{32} 、 R^{33} 、 R^{34} 、 R^{35} 、 R^{36} 、 R^{37} 或 R^{38} 取代基的1、2、3、4、5、6、7或8个是氰基;

[0248] 其中

[0249] R^{39} 是氢、 $\text{C}_1\text{-C}_{10}$ -烷基、 $\text{C}_2\text{-C}_{10}$ -烯基、 $\text{C}_2\text{-C}_{10}$ -炔基、 $\text{C}_3\text{-C}_{12}$ -环烷基或 $\text{C}_6\text{-C}_{14}$ -芳基,其中

[0250] $\text{C}_1\text{-C}_{10}$ -烷基、 $\text{C}_2\text{-C}_{10}$ -烯基、 $\text{C}_2\text{-C}_{10}$ -炔基是未取代的或带有一个或多个相同或不同的 R^{3a} 取代基,

[0251] $\text{C}_3\text{-C}_{12}$ -环烷基是未取代的或带有一个或多个相同或不同的 R^{3b} 取代基且 $\text{C}_6\text{-C}_{14}$ -芳基是未取代的或带有一个或多个相同或不同的 R^{3Ar} 取代基;

[0252] R^{310} 和 R^{311} 各自独立地为氢、 $\text{C}_1\text{-C}_{10}$ -烷基、 $\text{C}_2\text{-C}_{10}$ -烯基、 $\text{C}_2\text{-C}_{10}$ -炔基、 $\text{C}_3\text{-C}_{12}$ -环烷基或 $\text{C}_6\text{-C}_{14}$ -芳基,其中

[0253] $\text{C}_1\text{-C}_{10}$ -烷基、 $\text{C}_2\text{-C}_{10}$ -烯基、 $\text{C}_2\text{-C}_{10}$ -炔基是未取代的或带有一个或多个相同或不同的 R^{3a} 取代基,

[0254] $\text{C}_3\text{-C}_{12}$ -环烷基是未取代的或带有一个或多个相同或不同的 R^{3b} 取代基且 $\text{C}_6\text{-C}_{14}$ -芳基是未取代的或带有一个或多个相同或不同的 R^{3Ar} 取代基;

[0255] 各 Z^{3a} 独立地为卤素、羟基、 $\text{NR}^{310a}\text{R}^{311a}$ 、 $\text{C}_1\text{-C}_{10}$ -烷氧基、 $\text{C}_1\text{-C}_{10}$ -卤烷氧基、 $\text{C}_1\text{-C}_{10}$ -烷硫基、 $\text{C}_3\text{-C}_{12}$ -环烷基、 $\text{C}_6\text{-C}_{14}$ -芳基、 $\text{C}(=\text{O})\text{R}^{39a}$ 、 $\text{C}(=\text{O})\text{OR}^{39a}$ 或 $\text{C}(\text{O})\text{NR}^{310a}\text{R}^{311a}$,其中

[0256] $\text{C}_3\text{-C}_{12}$ -环烷基是未取代的或带有一个或多个相同或不同的 R^{3b} 取代基且 $\text{C}_6\text{-C}_{14}$ -芳基是未取代的或带有一个或多个相同或不同的 R^{3Ar} 取代基;

[0257] 各 Z^{3b} 和各 Z^{3Ar} 独立地为卤素、羟基、 $\text{NR}^{310a}\text{R}^{311a}$ 、 $\text{C}_1\text{-C}_{10}$ -烷基、 $\text{C}_1\text{-C}_{10}$ -烷氧基、 $\text{C}_1\text{-C}_{10}$ -卤烷氧基、 $\text{C}_1\text{-C}_{10}$ -烷硫基、 $\text{C}(=\text{O})\text{R}^{39a}$ 、 $\text{C}(=\text{O})\text{OR}^{39a}$ 或 $\text{C}(\text{O})\text{NR}^{310a}\text{R}^{311a}$;

[0258] 各 R^{3a} 独立地为卤素、羟基、 $\text{C}_1\text{-C}_{10}$ -烷氧基、 $\text{C}_3\text{-C}_{12}$ -环烷基或 $\text{C}_6\text{-C}_{14}$ -芳基;各 R^{3b} 独立地为卤素、羟基、 $\text{C}_1\text{-C}_{10}$ -烷基、 $\text{C}_1\text{-C}_{10}$ -烷氧基、 $\text{C}_1\text{-C}_{10}$ -卤烷氧基、 $\text{C}_1\text{-C}_{10}$ -烷硫基、 $\text{C}_2\text{-C}_{10}$ -烯基、 $\text{C}_2\text{-C}_{10}$ -炔基、 $\text{C}_3\text{-C}_{12}$ -环烷基或 $\text{C}_6\text{-C}_{14}$ -芳基;

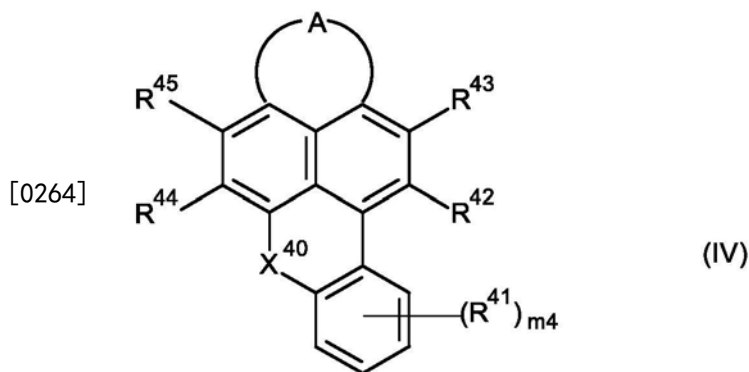
[0259] 各 R^{3Ar} 独立地为卤素、羟基、 $\text{C}_1\text{-C}_{10}$ -烷基、 $\text{C}_1\text{-C}_{10}$ -烷氧基、 $\text{C}_1\text{-C}_{10}$ -卤烷氧基、 $\text{C}_1\text{-C}_{10}$ -烷硫基、 $\text{C}_2\text{-C}_{10}$ -烯基、 $\text{C}_2\text{-C}_{10}$ -炔基、 $\text{C}_3\text{-C}_{12}$ -环烷基或 $\text{C}_6\text{-C}_{14}$ -芳基;

[0260] R^{39a} 是氢、 $\text{C}_1\text{-C}_{10}$ -烷基、 $\text{C}_2\text{-C}_{10}$ -烯基、 $\text{C}_2\text{-C}_{10}$ -炔基、 $\text{C}_3\text{-C}_{12}$ -环烷基或 $\text{C}_6\text{-C}_{14}$ -芳基;且

[0261] R^{310a} 、 R^{311a} 各自独立地为氢、 $\text{C}_1\text{-C}_{10}$ -烷基、 $\text{C}_2\text{-C}_{10}$ -烯基、 $\text{C}_2\text{-C}_{10}$ -炔基、 $\text{C}_3\text{-C}_{12}$ -环烷基或 $\text{C}_6\text{-C}_{14}$ -芳基,

[0262] 及其混合物;

[0263] (B3) 式 (IV) 的氰化化合物



[0265] 其中

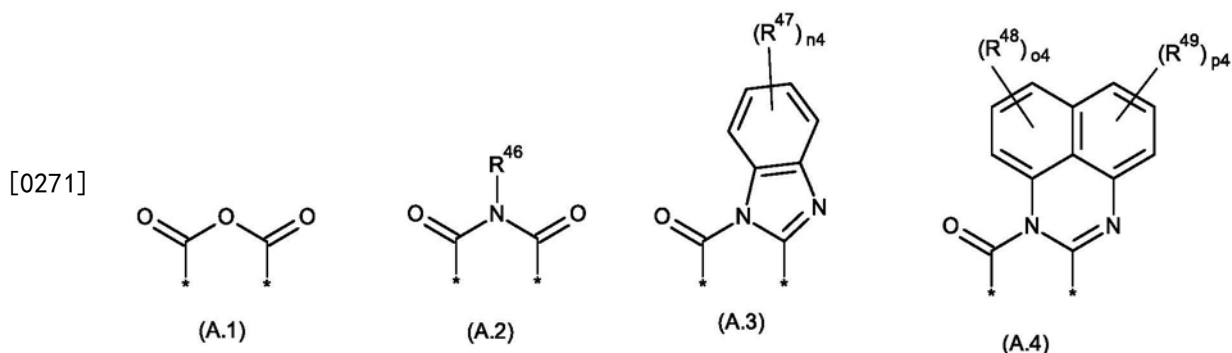
[0266] m_4 是0、1、2、3或4；

[0267] 各 R^{41} 互相独立地选自溴、氯、氰基、 $-NR^{4a}R^{4b}$ 、 C_1-C_{24} -烷基、 C_1-C_{24} -卤烷基、 C_1-C_{24} -烷氧基、 C_1-C_{24} -卤烷氧基、 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，其中最后提到的六种基团中的环烷基、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} -卤烷基、 C_1-C_{24} -烷氧基以及 C_6-C_{24} -芳基- C_1-C_{10} -亚烷基的亚烷基部分可被插入选自O、S和 NR^{4c} 的一个或多个基团；

[0268] 基团 R^{42} 、 R^{43} 、 R^{44} 和 R^{45} 的至少一个是CN，且剩余基团互相独立地选自氢、氯和溴；

[0269] X^{40} 是O、S、SO或 SO_2 ；

[0270] A是选自通式(A.1)、(A.2)、(A.3)和(A.4)的双自由基的双自由基



[0272] 其中

[0273] *在每种情况下是指连向分子其余部分的连接点；

[0274] n_4 是0、1、2、3或4；

[0275] o_4 是0、1、2或3；

[0276] p_4 是0、1、2或3；

[0277] R^{46} 是氢、 C_1-C_{24} -烷基、 C_1-C_{24} -卤烷基、 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，其中最后提到的三种基团中的环烷基、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} -卤烷基以及 C_6-C_{24} -芳基- C_1-C_{10} -亚烷基的亚烷基部分可被插入选自O、S和 NR^{4c} 的一个或多个杂原子或杂原子基团；

[0278] 各 R^{47} 互相独立地选自溴、氯、氰基、 $-NR^{4a}R^{4b}$ 、 C_1-C_{24} -烷基、 C_1-C_{24} -卤烷基、 C_1-C_{24} -烷氧基、 C_1-C_{24} -卤烷氧基、 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,其中最后提到的六种基团中的环烷基、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} -卤烷基、 C_1 - C_{24} -烷氧基、 C_1 - C_{24} -卤烷氧基以及 C_6 - C_{24} -芳基- C_1 - C_{10} -亚烷基的亚烷基部分可被插入选自O、S和 NR^{4c} 的一个或多个基团;

[0279] 各 R^{48} 互相独立地选自溴、氯、氰基、 $NR^{4a}R^{4b}$ 、 C_1 - C_{24} -烷基、 C_1 - C_{24} -卤烷基、 C_1 - C_{24} -烷氧基、 C_1 - C_{24} -卤烷氧基、 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,其中最后提到的六种基团中的环烷基、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} -卤烷基、 C_1 - C_{24} -烷氧基、 C_1 - C_{24} -卤烷氧基以及 C_6 - C_{24} -芳基- C_1 - C_{10} -亚烷基的亚烷基部分可被插入选自O、S和 NR^{4c} 的一个或多个基团;

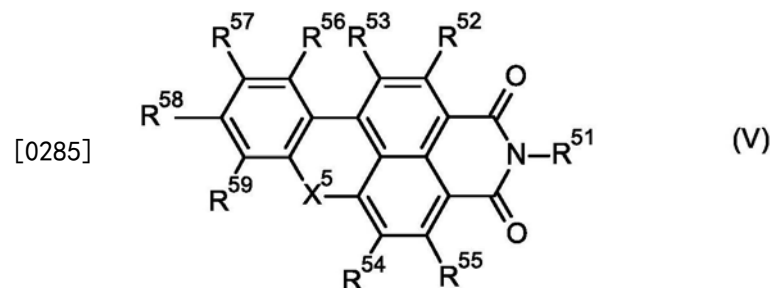
[0280] 各 R^{49} 互相独立地选自溴、氯、氰基、 $NR^{4a}R^{4b}$ 、 C_1 - C_{24} -烷基、 C_1 - C_{24} -卤烷基、 C_1 - C_{24} -烷氧基、 C_1 - C_{24} -卤烷氧基、 C_3 - C_{24} -环烷基、杂环烷基、杂芳基、 C_6 - C_{24} -芳基、 C_6 - C_{24} -芳氧基、 C_6 - C_{24} -芳基- C_1 - C_{10} -亚烷基,其中最后提到的六种基团中的环烷基、杂环烷基、杂芳基、芳基和芳基-亚烷基的环是未取代的或被1、2、3、4或5个相同或不同的基团 R^{49a} 取代且其中 C_1 - C_{24} -烷基、 C_1 - C_{24} -卤烷基、 C_1 - C_{24} -烷氧基、 C_1 - C_{24} -卤烷氧基以及 C_6 - C_{24} -芳基- C_1 - C_{10} -亚烷基的亚烷基部分可被插入选自O、S和 NR^{4c} 的一个或多个基团;

[0281] R^{41a} 、 R^{46a} 、 R^{47a} 、 R^{48a} 、 R^{49a} 互相独立地选自 C_1 - C_{24} -烷基、 C_1 - C_{24} -氟烷基、 C_1 - C_{24} -烷氧基、氟、氯和溴;

[0282] R^{4a} 、 R^{4b} 、 R^{4c} 互相独立地选自氢、 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;

[0283] 及其混合物;

[0284] (B4)式(V)的苯并咕吨(苯并噻吨)(benz(othi)oxanthene)化合物



[0286] 其中

[0287] X^5 是氧或硫;

[0288] R^{51} 是苯基,其是未取代的或带有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;

[0289] R^{52} 、 R^{53} 、 R^{54} 、 R^{55} 、 R^{56} 、 R^{57} 、 R^{58} 和 R^{59} 互相独立地选自氢、卤素、 R^{553} 、 OR^{553} 、 NHR^{553} 和 $NR^{553}R^{554}$,

[0290] 其中

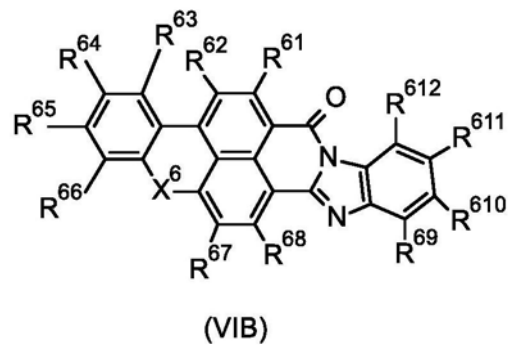
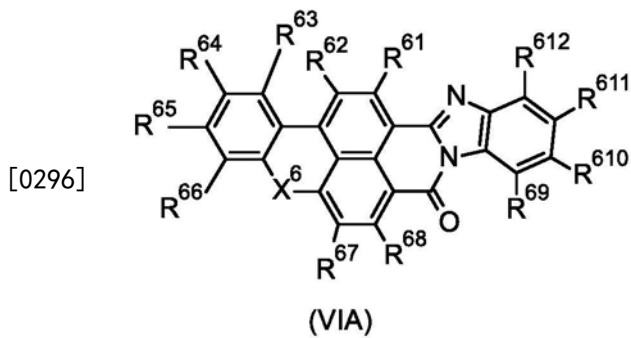
[0291] R^{511} 选自 C_1 - C_{24} -烷基、 C_6 - C_{24} -芳基和杂芳基;

[0292] R^{552} 和 R^{557} 互相独立地选自 C_1 - C_{18} -烷基、 C_6 - C_{24} -芳基和杂芳基;且

[0293] R^{553} 和 R^{554} 互相独立地选自 C_1 - C_{18} -烷基、 C_6 - C_{24} -芳基和杂芳基;

[0294] 及其混合物;

[0295] (B5) 式 (VIA) 或 (VIB) 的苯并咪唑并咕吨异喹啉 (benzimidazoxanthenisoquinoline) 化合物



[0297] 其中

[0298] X^6 是氧或硫;

[0299] R^{61} 、 R^{62} 、 R^{63} 、 R^{64} 、 R^{65} 、 R^{66} 、 R^{67} 、 R^{68} 、 R^{69} 、 R^{610} 、 R^{611} 和 R^{612} 互相独立地选自氢、卤素、 R^{661} 、 OR^{661} 、 NHR^{661} 和 $NR^{661}R^{662}$,

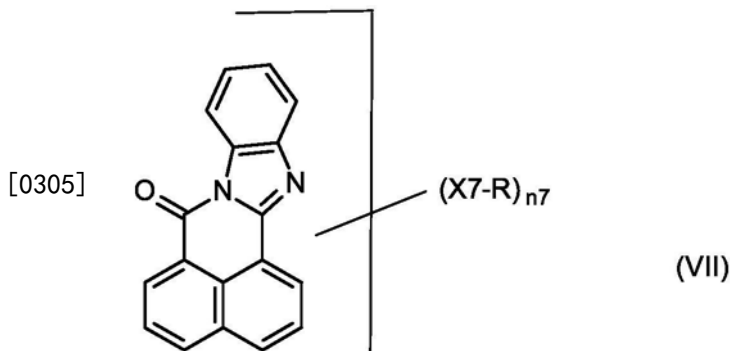
[0300] 其中

[0301] 各 R^{661} 选自 C_1 - C_{18} -烷基、 C_6 - C_{24} -芳基和杂芳基; 和

[0302] 各 R^{662} 选自 C_1 - C_{18} -烷基、 C_6 - C_{24} -芳基和杂芳基;

[0303] 及其混合物;

[0304] (B6) 包含至少一个式 (VII) 的结构单元的荧光化合物



[0306] 其中所示苯并咪唑结构的六元环的一个或多个CH基团可被氮替代并且其中符号各自如下定义:

[0307] n_7 对于各式 (VII) 的结构单元是 0 至 $(10-p_7)$ 的数; 其中 p_7 是在所示苯并咪唑结构的六元环中已被氮替代的CH单元数,

[0308] X_7 是化学键、O、S、SO、 SO_2 、 NR^{71} ; 和

[0309] R 是脂族基团、脂环族基团、芳基、杂芳基, 各自可带有取代基,

[0310] 芳族或杂芳族环或环系统, 各自稠合到式 (VII) 的结构单元的其他芳环上, 当 X_7 不是化学键时是 F、Cl、Br、CN、H;

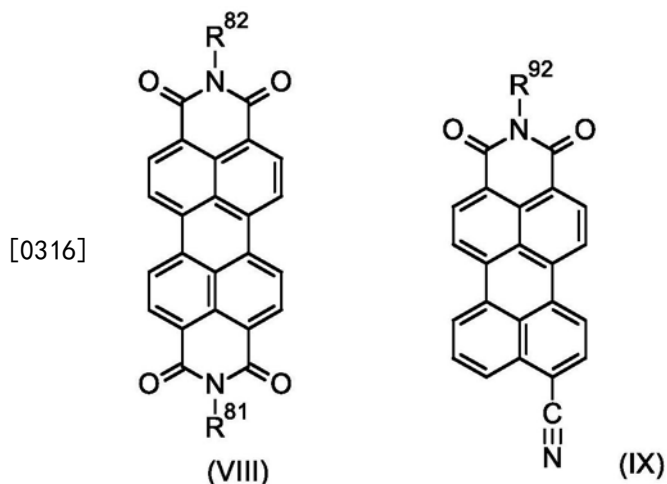
[0311] 其中两个 R 基团可连接产生一个环状基团且

[0312] 其中 X_7 和 R, 当 $n_7 > 1$ 时, 可以相同或不同;

[0313] R^{71} 各自独立地为氢、 C_1 - C_{18} -烷基或环烷基, 它们的碳链可包含一个或多个 -O-、-S-、-CO-、-SO- 和/或 - SO_2 - 部分并且其可以是单取代或多取代的; 芳基或杂芳基, 其可以是单取代或多取代的;

[0314] 及其混合物；

[0315] (B7) 式 (VIII) 或 (IX) 的茚化合物

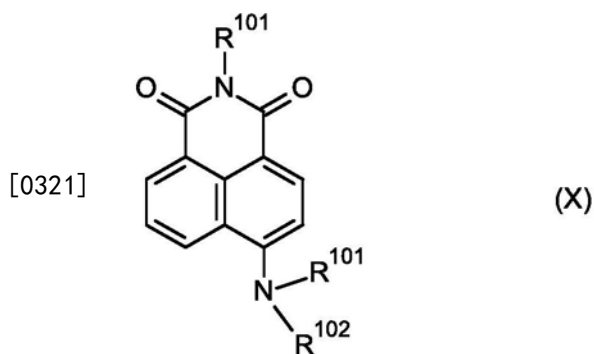


[0317] 其中

[0318] R^{81} 、 R^{82} 各自独立地为 C_1 - C_{30} -烷基、被插入一个或多个氧的 C_2 - C_{30} -烷基、 C_3 - C_8 -环烷基、 C_6 - C_{10} -芳基、杂芳基、 C_6 - C_{10} -芳基- C_1 - C_{10} -亚烷基，其中后三种基团中的芳环是未取代的或被 C_1 - C_{10} -烷基单取代或多取代；

[0319] 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，其中后三种基团中的芳环是未取代的或被 C_1 - C_{10} -烷基单取代或多取代；

[0320] (B8) 式 (X) 的萘单酰亚胺化合物



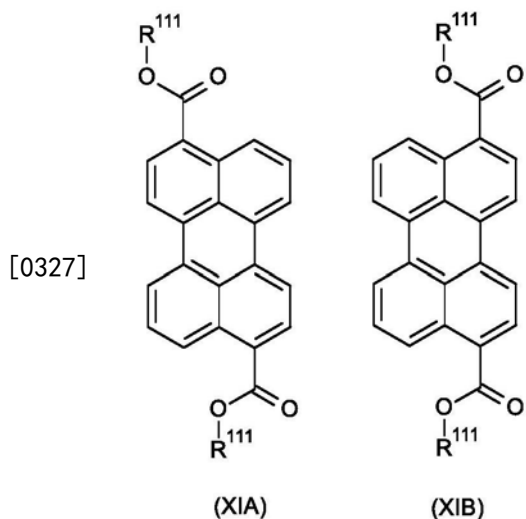
[0322] 其中

[0323] 各 R^{101} 互相独立地为氢、 C_1 - C_{30} -烷基、被插入一个或多个氧的 C_2 - C_{30} -烷基、 C_3 - C_8 -环烷基、 C_6 - C_{10} -芳基、杂芳基、 C_6 - C_{10} -芳基- C_1 - C_{10} -亚烷基，其中后三种基团中的芳环是未取代的或被 C_1 - C_{10} -烷基单取代或多取代；

[0324] R^{102} 是氢、 C_1 - C_{30} -烷基、被插入一个或多个氧的 C_2 - C_{30} -烷基、 C_3 - C_8 -环烷基、 C_6 - C_{10} -芳基、杂芳基、 C_6 - C_{10} -芳基- C_1 - C_{10} -亚烷基，其中后三种基团中的芳环是未取代的或被 C_1 - C_{10} -烷基单取代或多取代；

[0325] (B9) 7-(二乙基氨基)-3-(5-甲基苯并[d]噁唑-2-基)-2H-苯并吡喃-2-酮；

[0326] (B10) 式 (XIA) 或 (XIB) 的茚化合物

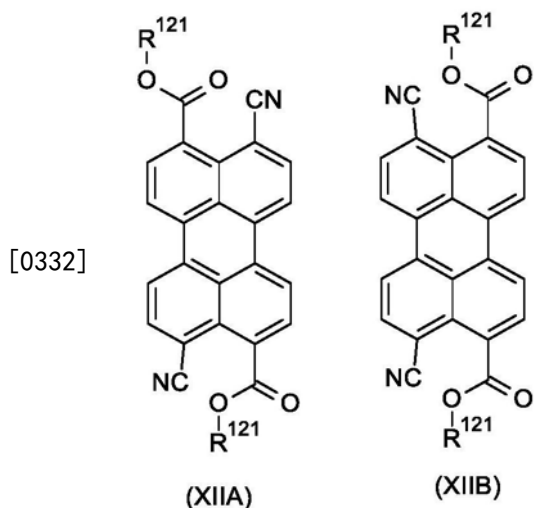


[0328] 其中

[0329] 各 R^{111} 互相独立地为 C_1-C_{18} 烷基、可被卤素或被直链或支化 C_1-C_{18} 烷基单取代或多取代的 C_4-C_8 环烷基、或可被卤素或被直链或支化 C_1-C_{18} 烷基单取代或多取代的苯基或萘基；

[0330] 及其混合物；

[0331] (B11) 式 (XIIA) 或 (XIIB) 的氰化茚化合物

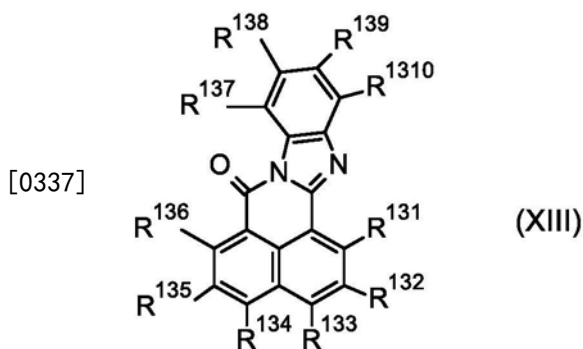


[0333] 其中

[0334] 各 R^{121} 互相独立地为 C_1-C_{18} 烷基、可被卤素或被直链或支化 C_1-C_{18} 烷基单取代或多取代的 C_4-C_8 环烷基、或可被卤素或被直链或支化 C_1-C_{18} 烷基单取代或多取代的苯基或萘基；

[0335] 及其混合物；

[0336] (B12) 式 (XIII) 的萘甲酰基苯并咪唑化合物



[0338] 其中

[0339] 基团 R^{131} 、 R^{132} 、 R^{133} 、 R^{134} 、 R^{135} 、 R^{136} 、 R^{137} 、 R^{138} 、 R^{139} 和 R^{1310} 的至少一个互相独立地为带有一个、两个或三个氰基和0、1、2、3或4个取代基 R^{Ar13} 的芳基且剩余基团 R^{131} 、 R^{132} 、 R^{133} 、 R^{134} 、 R^{135} 、 R^{136} 、 R^{137} 、 R^{138} 、 R^{139} 和 R^{1310} 互相独立地选自氢和未取代或带有1、2、3、4或5个取代基 R^{Ar13} 的芳基，

[0340] 其中

[0341] R^{Ar13} 互相独立地和在每次出现时独立地选自卤素、 C_1 - C_{30} -烷基、 C_2 - C_{30} -烯基、 C_2 - C_{30} -炔基，其中后三种基团是未取代的或带有一个或多个 R^{13a} 基团，

[0342] C_3 - C_8 -环烷基、3-至8-元杂环基，其中后两种基团是未取代的或带有一个或多个 R^{13b} 基团，芳基和杂芳基，其中后两种基团是未取代的或带有一个或多个 R^{13c} 基团，其中

[0343] R^{13a} 互相独立地和在每次出现时独立地选自氰基、卤素、 C_3 - C_8 -环烷基、3-至8-元杂环基、芳基和杂芳基，其中 C_3 - C_8 -环烷基、3-至8-元杂环基是未取代的或带有一个或多个 R^{13b1} 基团，并且其中芳基和杂芳基是未取代的或带有一个或多个 R^{13c1} 基团；

[0344] R^{13b} 互相独立地和在每次出现时独立地选自氰基、卤素、 C_1 - C_{18} -烷基、 C_3 - C_8 -环烷基、3-至8-元杂环基、芳基和杂芳基，其中 C_3 - C_8 -环烷基、3-至8-元杂环基是未取代的或带有一个或多个 R^{13b1} 基团，并且其中芳基和杂芳基是未取代的或带有一个或多个 R^{13c1} 基团；

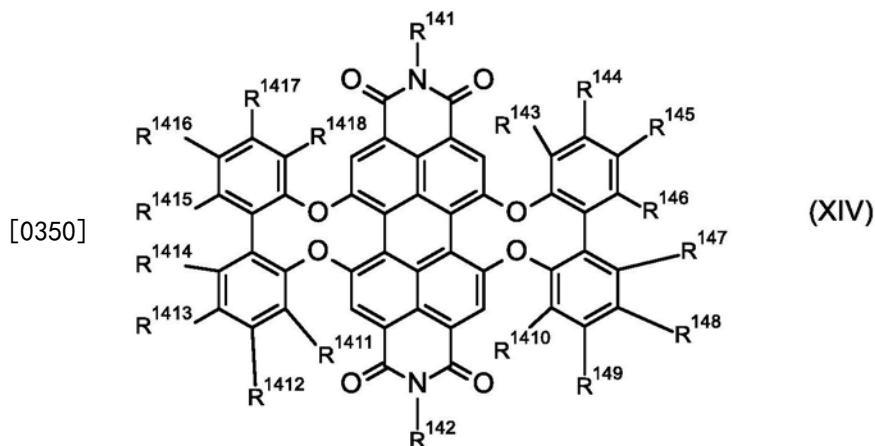
[0345] R^{13c} 互相独立地和在每次出现时独立地选自氰基、卤素、 C_1 - C_{18} -烷基、 C_3 - C_8 -环烷基、3-至8-元杂环基、芳基和杂芳基，其中 C_3 - C_8 -环烷基、3-至8-元杂环基是未取代的或带有一个或多个 R^{13b1} 基团，并且其中芳基和杂芳基是未取代的或带有一个或多个 R^{13c1} 基团；其中

[0346] R^{13b1} 互相独立地和在每次出现时独立地选自卤素、 C_1 - C_{18} -烷基和 C_1 - C_{18} -卤烷基，

[0347] R^{13c1} 互相独立地和在每次出现时独立地选自卤素、 C_1 - C_{18} -烷基和 C_1 - C_{18} -卤烷基；

[0348] 及其混合物；

[0349] (B13) 式 (XIV) 的花化合物



[0351] 其中

[0352] R^{141} 和 R^{142} 互相独立地选自氢、在每种情况下未取代或取代的 C_1-C_{30} -烷基、聚亚烷氧基、 C_1-C_{30} -烷氧基、 C_1-C_{30} -烷硫基、 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；

[0353] R^{143} 、 R^{144} 、 R^{145} 、 R^{146} 、 R^{147} 、 R^{148} 、 R^{149} 、 R^{1410} 、 R^{1411} 、 R^{1412} 、 R^{1413} 、 R^{1414} 、 R^{1415} 、 R^{1416} 、 R^{1417} 和 R^{1418} 互相独立地选自氢、卤素、氰基、羟基、巯基、硝基、 $-NE^{141}E^{142}$ 、 $-NR^{Ar141}COR^{Ar142}$ 、 $-CONR^{Ar141}R^{Ar142}$ 、 $-SO_2NR^{Ar141}R^{Ar142}$ 、 $-COOR^{Ar141}$ 、 $-SO_3R^{Ar142}$ 、在每种情况下未取代或取代的 C_1-C_{30} -烷基、聚亚烷氧基、 C_1-C_{30} -烷氧基、 C_1-C_{30} -烷硫基、 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，

[0354] 其中 R^{143} 和 R^{144} 、 R^{144} 和 R^{145} 、 R^{145} 和 R^{146} 、 R^{146} 和 R^{147} 、 R^{147} 和 R^{148} 、 R^{148} 和 R^{149} 、 R^{149} 和 R^{1410} 、 R^{1411} 和 R^{1412} 、 R^{1412} 和 R^{1413} 、 R^{1413} 和 R^{1414} 、 R^{1414} 和 R^{1415} 、 R^{1415} 和 R^{1416} 、 R^{1416} 和 R^{1417} 和/或 R^{1417} 和 R^{1418} 与它们键合至的联苯基部分的碳原子一起也可形成另外的稠合芳族或非芳族环系统，其中所述稠合环系统是未取代的或取代的；

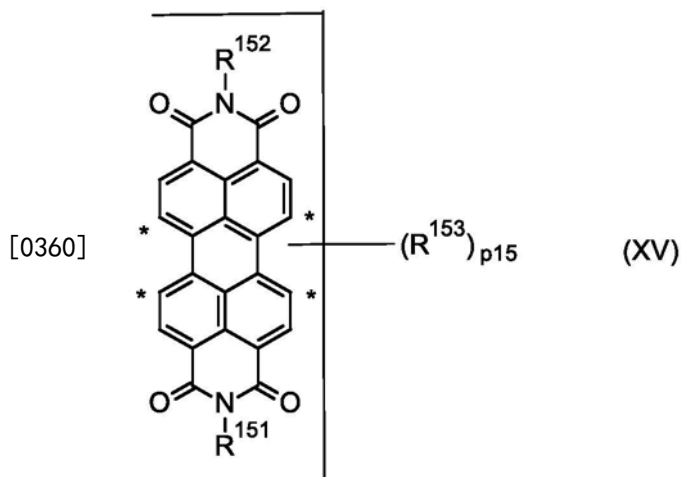
[0355] 其中

[0356] E^{141} 和 E^{142} 互相独立地为氢、未取代或取代的 C_1-C_{18} -烷基、未取代或取代的 C_2-C_{18} -烯基、未取代或取代的 C_2-C_{18} -炔基、未取代或取代的 C_3-C_{20} -环烷基或未取代或取代的 C_6-C_{10} -芳基；

[0357] R^{Ar141} 和 R^{Ar142} 各自互相独立地为氢、未取代或取代的 C_1-C_{18} -烷基、未取代或取代的 C_3-C_{20} -环烷基、未取代或取代的杂环基、未取代或取代的 C_6-C_{20} -芳基或未取代或取代的杂芳基；

[0358] 及其混合物；

[0359] (B14) 式 (XV) 的花双酰亚胺化合物



[0361] 其中

[0362] p15是1、2、3或4；

[0363] R¹⁵¹和R¹⁵²互相独立地为,其是未取代的或被C₆-C₁₀-芳基取代,C₆-C₁₀-芳基又是未取代的或被1、2或3个C₁-C₁₀-烷基取代,

[0364] 被插入一个或多个氧的C₂-C₂₀-烷基,

[0365] C₃-C₈-环烷基,其是未取代的或被1、2或3个C₁-C₁₀-烷基取代,或

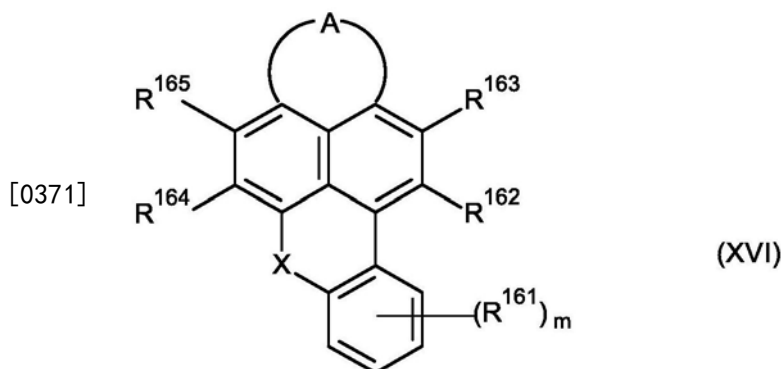
[0366] C₆-C₁₀-芳基,其是未取代的或被1、2或3个C₁-C₁₀-烷基取代;

[0367] 各R¹⁵³互相独立地为氟、氯、C₁-C₁₆-烷基、被插入一个或多个氧的C₂-C₁₆-烷基、C₁-C₁₆-烷氧基、C₆-C₁₀-芳氧基,所述C₆-C₁₀-芳氧基是未取代的或被氟、氯、C₁-C₁₆-烷基、被插入一个或多个氧的C₂-C₁₆-烷基、C₁-C₁₆-烷氧基或C₆-C₁₀-芳基单取代或多取代,所述C₆-C₁₀-芳基是未取代的或被1、2或3个选自C₁-C₆-烷基、C₁-C₆-烷氧基-C₁-C₆-烷基和C₁-C₆-烷氧基的基团取代,

[0368] 其中R¹³³基团在*指示的位置;

[0369] 及其混合物;

[0370] (B15) 式 (XVI) 的氟芳基取代化合物



[0372] 其中

[0373] m是0、1、2、3或4；

[0374] 各R¹⁶¹互相独立地选自溴、氯、氰基、-NR^{16a}R^{16b}、C₁-C₂₄-烷基、C₁-C₂₄-卤烷基、C₁-C₂₄-烷氧基、C₁-C₂₄-卤烷氧基、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,其中最后提到的六种基团中的环烷基、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^{1a} 取代且其中 C_1-C_{24} -烷基、 C_1-C_{24} -卤烷基、 C_1-C_{24} -烷氧基以及 C_6-C_{24} -芳基- C_1-C_{10} -亚烷基的亚烷基部分可被插入选自O、S和 NR^{16c} 的一个或多个基团；

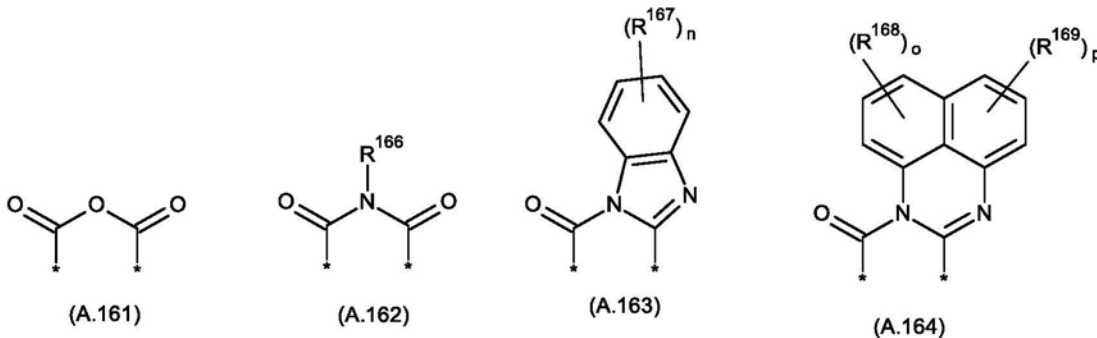
[0375] R^{162} 、 R^{163} 、 R^{164} 和 R^{165} 选自氢、氯、溴和带有一个、两个或三个氰基的 C_6-C_{24} -芳基；

[0376] 条件是基团 R^{161} 、 R^{162} 、 R^{163} 、 R^{164} 和 R^{165} 的至少一个是带有一个、两个或三个氰基的 C_6-C_{24} -芳基；

[0377] X是O、S、SO或 SO_2 ；

[0378] A是选自通式(A.161)、(A.162)、(A.163)和(A.164)的双自由基的双自由基

[0379]



[0380] 其中

[0381] *在每种情况下是指连向分子其余部分的连接点；

[0382] n是0、1、2、3或4；

[0383] o是0、1、2或3；

[0384] p是0、1、2或3；

[0385] R^{166} 是氢、 C_1-C_{24} -烷基、 C_1-C_{24} -卤烷基、 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，其中最后提到的三种基团中的环烷基、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^{166a} 取代，且其中 C_1-C_{24} -烷基、 C_1-C_{24} -卤烷基以及 C_6-C_{24} -芳基- C_1-C_{10} -亚烷基的亚烷基部分可被插入选自O、S和 NR^{16c} 的一个或多个杂原子或杂原子基团；

[0386] 各 R^{167} 互相独立地选自溴、氯、氰基、 $-NR^{16a}R^{16b}$ 、 C_1-C_{24} -烷基、 C_1-C_{24} -卤烷基、 C_1-C_{24} -烷氧基、 C_1-C_{24} -卤烷氧基、 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，其中最后提到的六种基团中的环烷基、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^{167a} 取代且其中 C_1-C_{24} -烷基、 C_1-C_{24} -卤烷基、 C_1-C_{24} -烷氧基、 C_1-C_{24} -卤烷氧基以及 C_6-C_{24} -芳基- C_1-C_{10} -亚烷基的亚烷基部分可被插入选自O、S和 NR^{16c} 的一个或多个基团；

[0387] 各 R^{168} 互相独立地选自溴、氯、氰基、 $NR^{16a}R^{16b}$ 、 C_1-C_{24} -烷基、 C_1-C_{24} -卤烷基、 C_1-C_{24} -烷氧基、 C_1-C_{24} -卤烷氧基、 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，其中最后提到的六种基团中的环烷基、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^{168a} 取代且其中 C_1-C_{24} -烷基、 C_1-C_{24} -卤烷基、 C_1-C_{24} -烷氧基、 C_1-C_{24} -卤烷氧基以及 C_6-C_{24} -芳基- C_1-C_{10} -亚烷基的亚烷基部分可被插入选自O、S和 NR^{16c} 的一个或多个基团；

[0388] 各 R^{169} 互相独立地选自溴、氯、氰基、 $NR^{16a}R^{16b}$ 、 C_1-C_{24} -烷基、 C_1-C_{24} -卤烷基、 C_1-C_{24} -

烷氧基、 C_1-C_{24} -卤烷氧基、 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,其中最后提到的六种基团中的环烷基、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^{169a} 取代且其中 C_1-C_{24} -烷基、 C_1-C_{24} -卤烷基、 C_1-C_{24} -烷氧基、 C_1-C_{24} -卤烷氧基以及 C_6-C_{24} -芳基- C_1-C_{10} -亚烷基的亚烷基部分可被插入选自O、S和 NR^{16c} 的一个或多个基团;

[0389] 其中

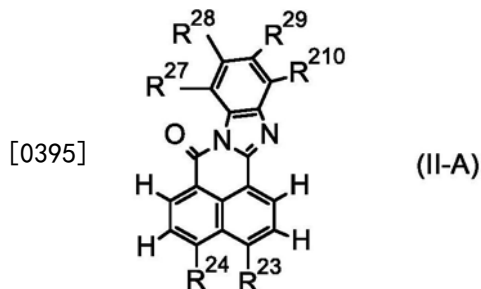
[0390] R^{161a} 、 R^{166a} 、 R^{167a} 、 R^{168a} 、 R^{169a} 互相独立地选自 C_1-C_{24} -烷基、 C_1-C_{24} -氟烷基、 C_1-C_{24} -烷氧基、氟、氯、溴和氰基;

[0391] R^{16a} 、 R^{16b} 、 R^{16c} 互相独立地选自氢、 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;

[0392] 及其混合物。

[0393] 着色剂(B1)

[0394] 式(II)的氰化萘甲酰基苯并咪唑化合物是W0 2015/019270中已知的。式(II)的化合物通常是绿色荧光染料。关于在本发明的转换器中的用途,化合物(II)优选选自式(II-A)的化合物

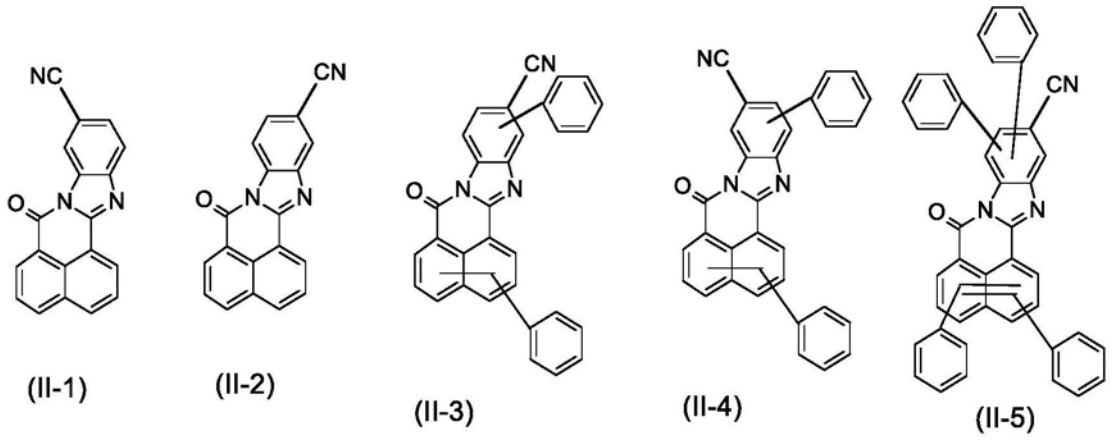


[0396] 及其混合物,

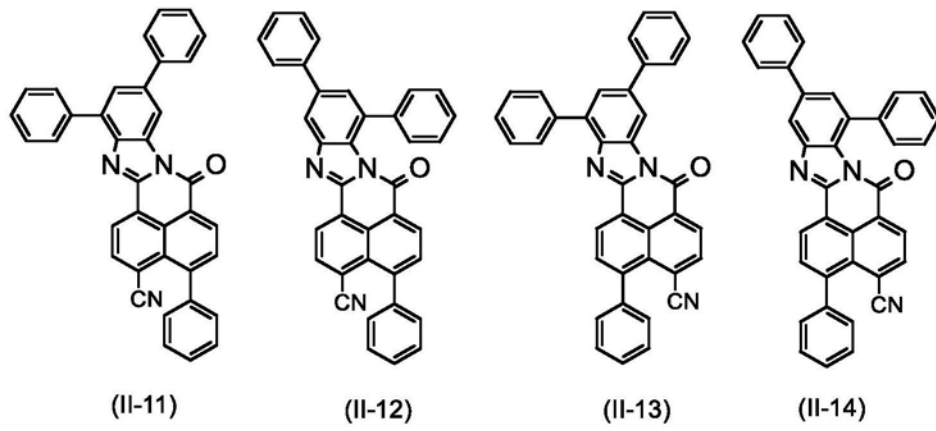
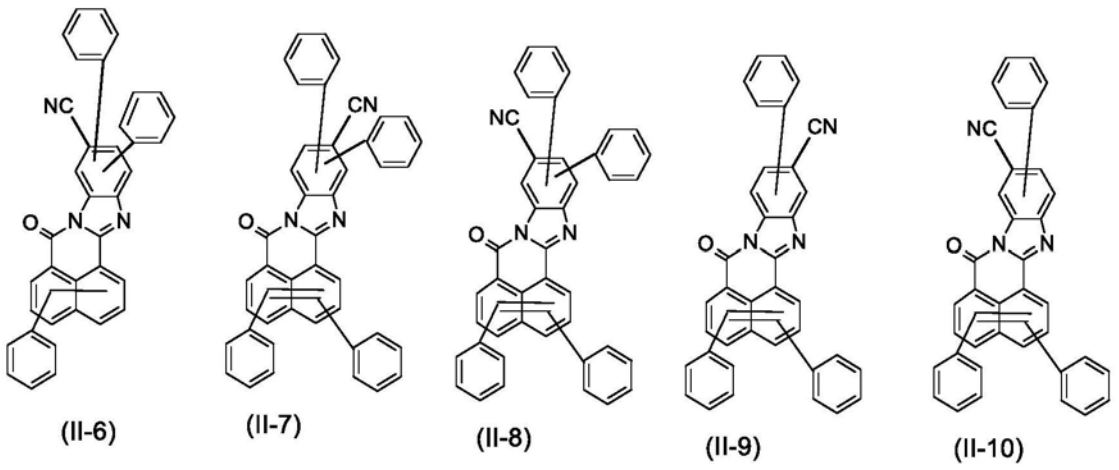
[0397] 其中

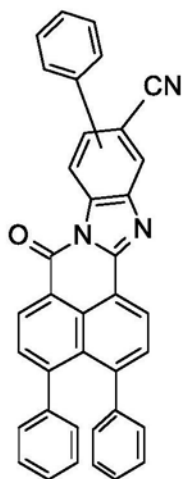
[0398] R^{23} 和 R^{24} 各自独立地为氰基、苯基、4-氰基苯基或带有1、2或3个选自 C_1-C_{10} -烷基的取代基的苯基,尤其是氰基、苯基或4-氰基苯基;和 R^{27} 、 R^{28} 、 R^{29} 和 R^{210} 各自独立地为氢、氰基、苯基、4-氰基苯基或带有1、2或3个选自 C_1-C_{10} -烷基的取代基的苯基,尤其是氢、氰基、苯基或4-氰基苯基。

[0399] 更优选的是在W0 2015/019270第16页第2段至第20页第3段中规定的化合物。关于在本发明的转换器中的用途,尤其优选的是选自式(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)、(II-50)的化合物或其混合物的式(II)的化合物

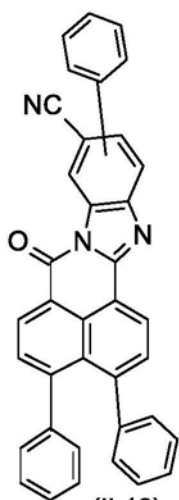


[0400]

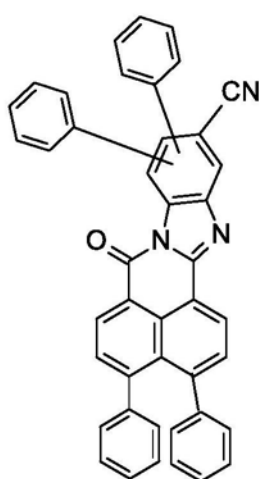




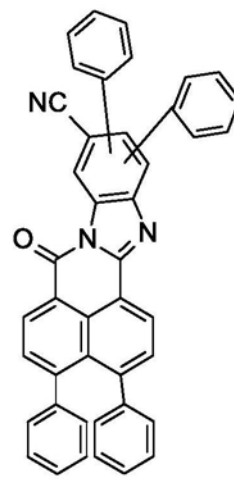
(II-15)



(II-16)

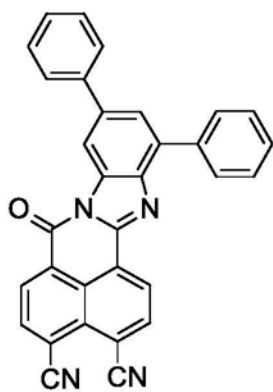


(II-17)

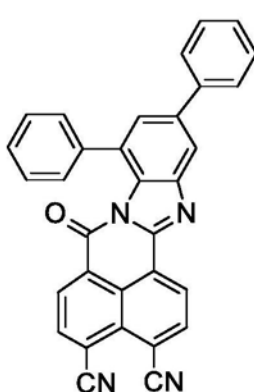


(II-18)

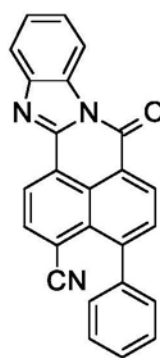
[0401]



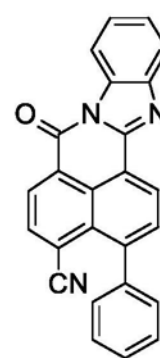
(II-19)



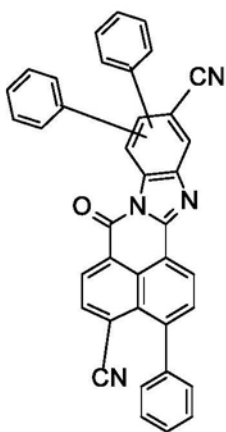
(II-20)



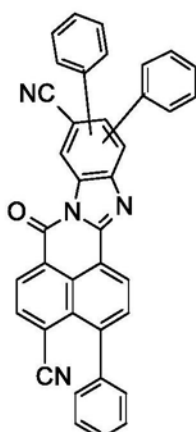
(II-21)



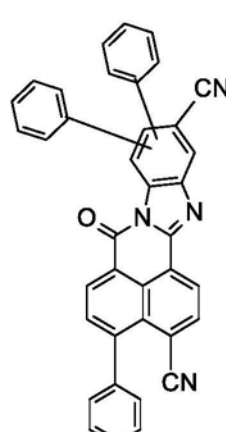
(II-22)



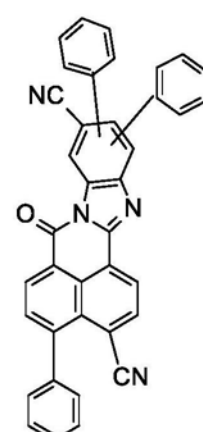
(II-23)



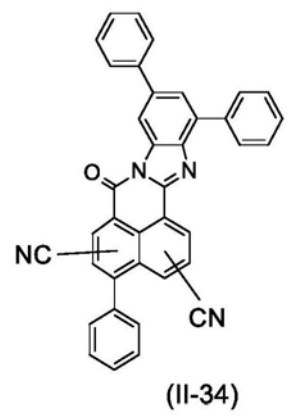
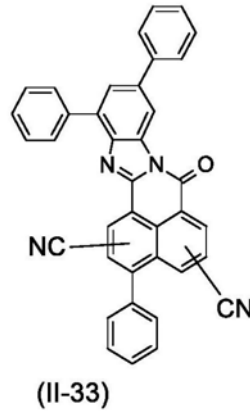
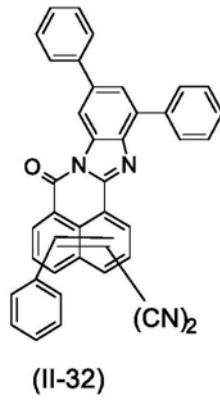
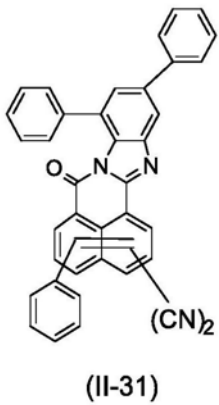
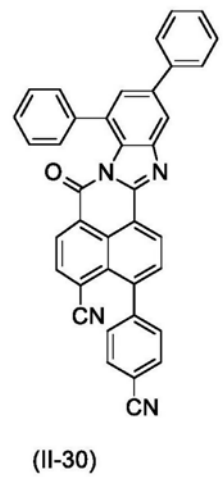
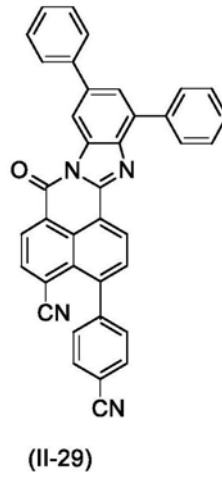
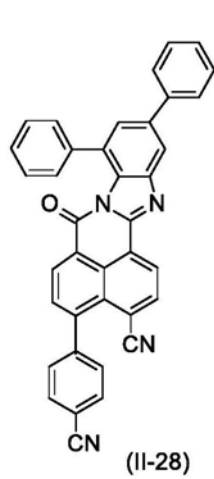
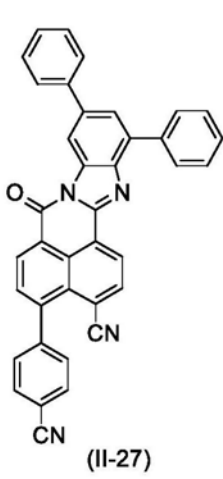
(II-24)



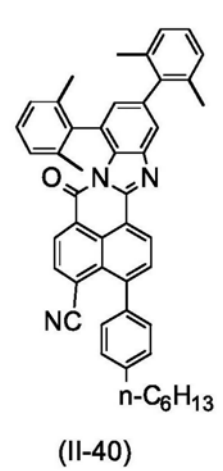
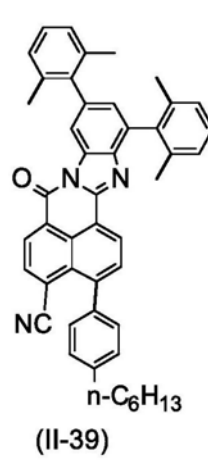
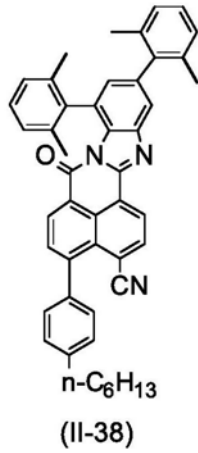
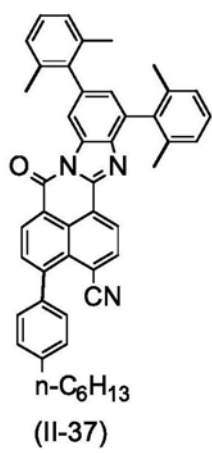
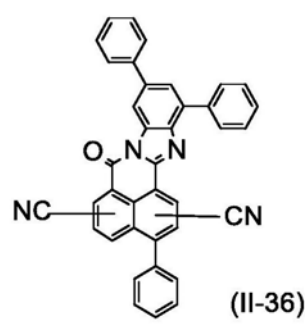
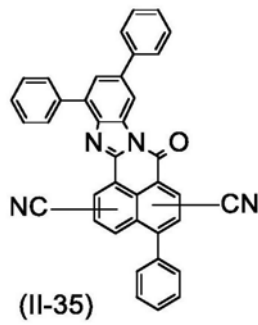
(II-25)

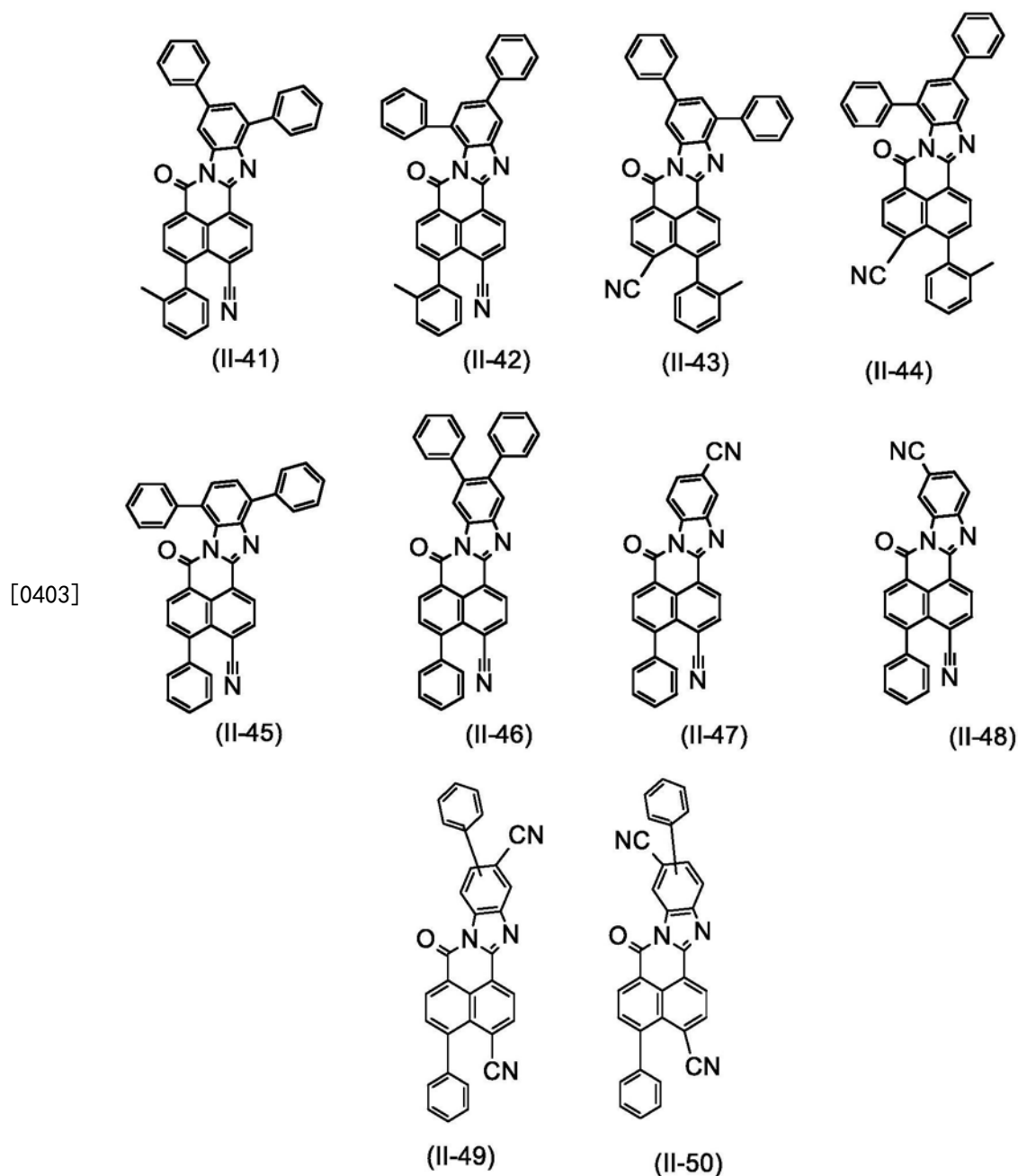


(II-26)



[0402]

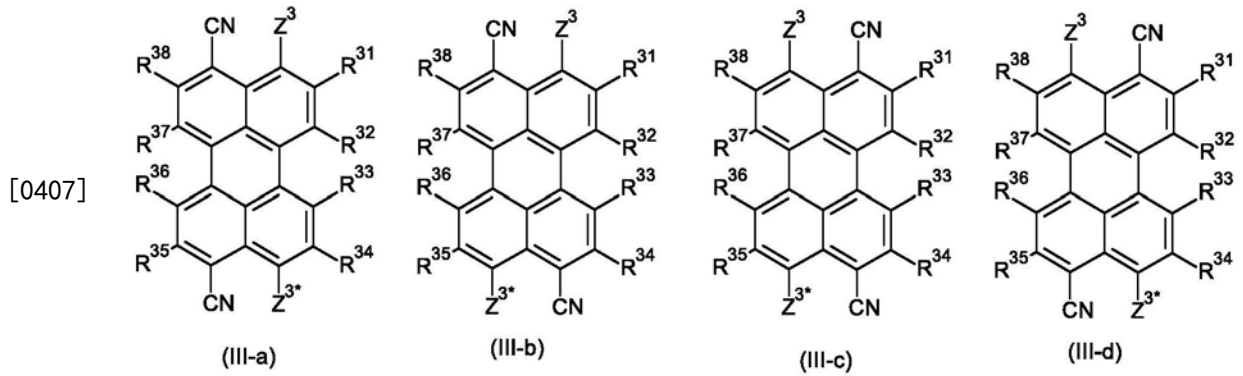




[0404] 更尤其优选的是化合物 (II-11)、(II-12)、(II-13) 和 (II-14) 及其混合物。

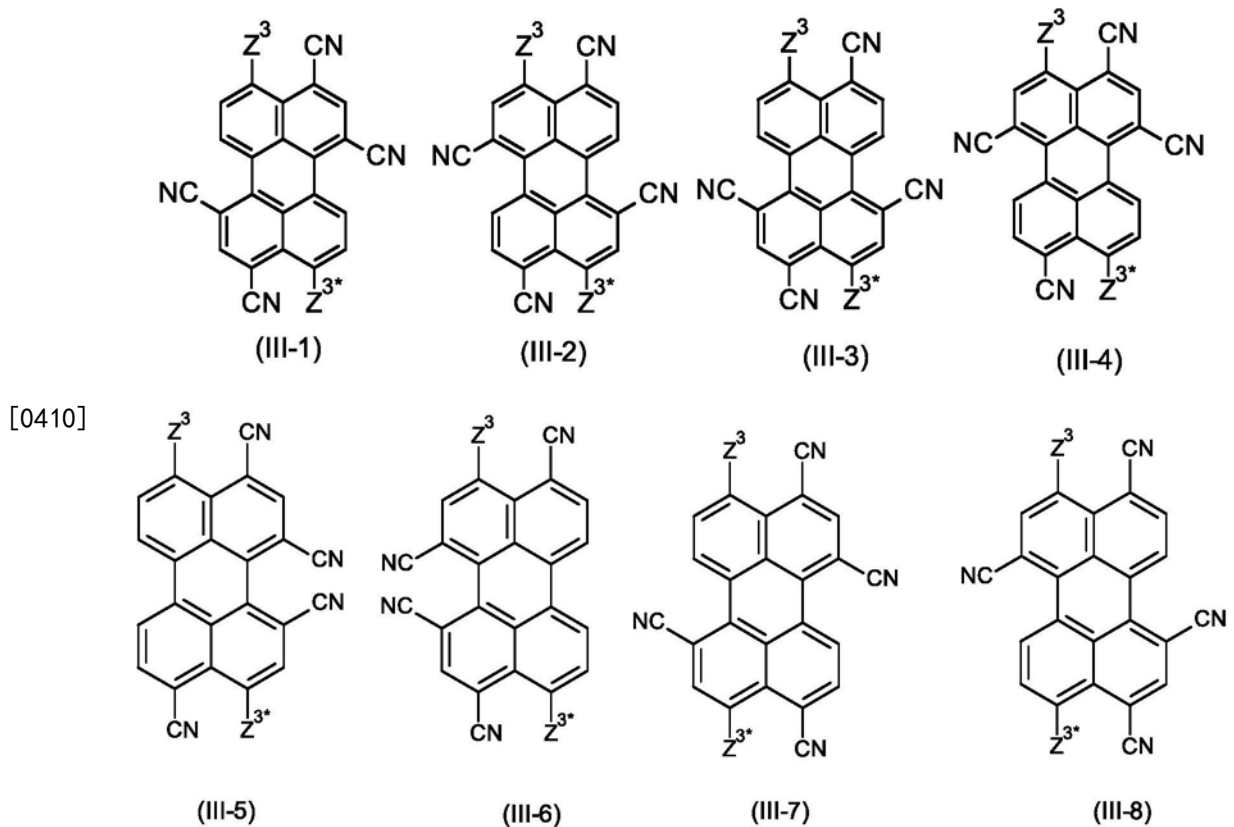
[0405] 有机荧光着色剂 (B2)

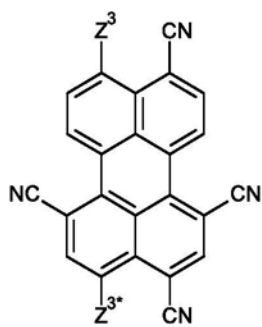
[0406] 式 (III) 的化合物是 W0 2015/169935 中已知的。式 (III) 的化合物通常是绿色荧光染料。关于在本发明的转换器中的用途，式 (III) 的化合物包含独立的下列式 (III-a) 和 (III-b) 的化合物以及式 (III-c) 和 (III-d) 的化合物及其混合物：



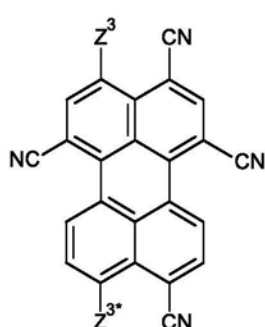
[0408] 其中 R^{31} 、 R^{32} 、 R^{33} 、 R^{34} 、 R^{35} 、 R^{36} 、 R^{37} 、 R^{38} 、 Z^3 和 Z^{3*} 各自如上文定义。

[0409] 特别地,优选的是在WO 2015/169935第12页第9行至第13页第31行中规定的化合物。关于在本发明的转换器中的用途,优选的是选自式(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)的化合物及其混合物的式(III)的化合物

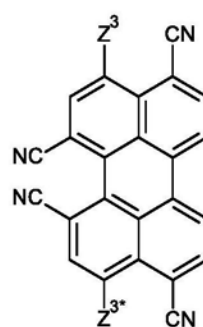




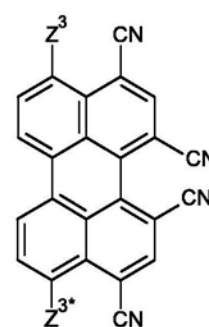
(III-9)



(III-10)

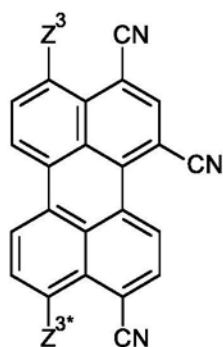


(III-11)

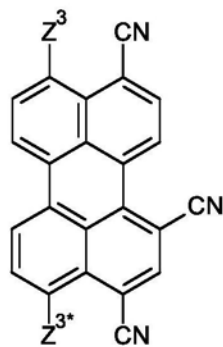


(III-12)

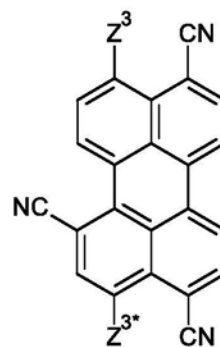
[0411]



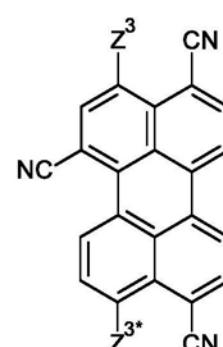
(III-13)



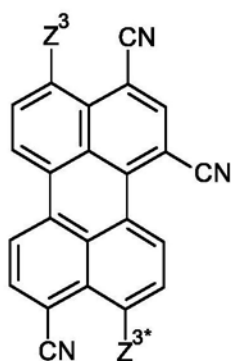
(III-14)



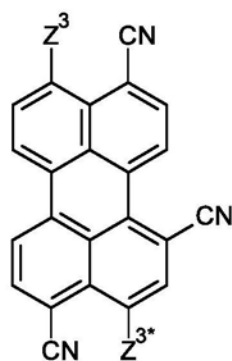
(III-15)



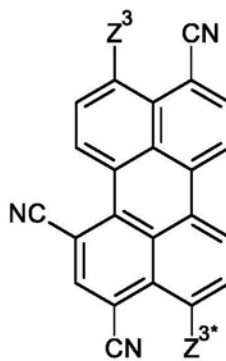
(III-16)



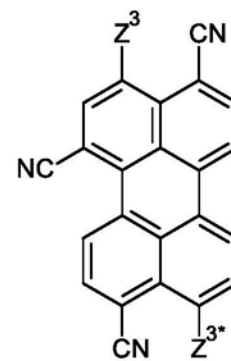
(III-17)



(III-18)



(III-19)



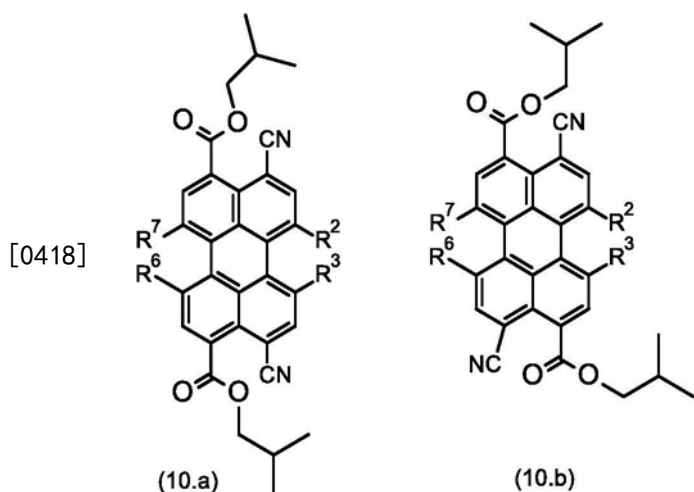
(III-20)

[0412] 及其混合物,

[0413] 其中

[0414] Z^3 选自 C_1 - C_6 -烷基、 C_1 - C_6 -烷氧基羰基、苯基或带有1、2或3个 C_1 - C_4 -烷基的苯基;和[0415] Z^{3*} 选自 C_1 - C_6 -烷基、 C_1 - C_6 -烷氧基羰基、苯基或带有1、2或3个 C_1 - C_4 -烷基的苯基。[0416] 在一个特殊实施方案中, Z^{3*} 具有与 Z^3 相同的含义。

[0417] 其中尤其优选的是式(10.a)、(10.b)的花化合物



[0419] 以及式 (10.a) 和 (10.b) 的化合物的混合物,

[0420] 其中

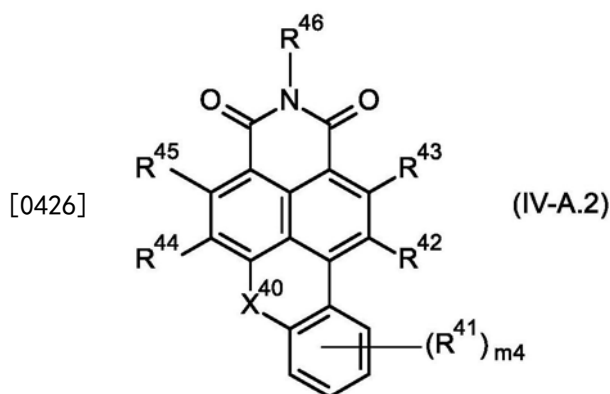
[0421] R^2 、 R^3 、 R^6 和 R^7 取代基中的三个是氢; 且

[0422] R^2 、 R^3 、 R^6 和 R^7 取代基之一是氰基。

[0423] 有机荧光着色剂 (B3)

[0424] 式 (IV) 的氰化化合物是 W0 2016/151068 的主题。式 (IV) 的化合物通常是绿色荧光染料。关于在本发明的转换器中的用途, 式 (IV) 的化合物优选是其中 X^{40} 是 O 的化合物。也优选的是其中 X^{40} 是 S 的式 (IV) 的化合物。优选的是 W0 2016/151068 第 24 页第 10 行至第 34 页第 4 行中规定的化合物。

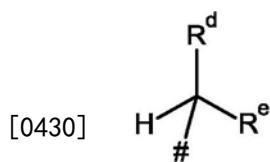
[0425] 其中, A 是式 (A.2) 的基团的式 (IV) 的化合物尤其优选。A 是式 (A.2) 的基团的式 (IV) 的化合物也被称为式 (IV-A.2) 的化合物



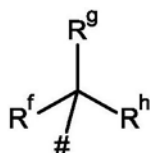
[0427] 其中

[0428] m_4 、 X^{40} 、 R^{41} 、 R^{42} 、 R^{43} 、 R^{44} 、 R^{45} 和 R^{46} 如上文定义。

[0429] 在式 (I-A.2) 的化合物中, R^{46} 优选选自氢、直链 C_1 - C_{24} -烷基、支化 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, 其中最后提到的两种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。 R^{46} 尤其选自直链 C_1 - C_{24} -烷基、式 (B.1) 的基团和式 (B.2) 的基团



(B.1)



(B.2)

[0431] 其中

[0432] #是与氮原子的键合位点；

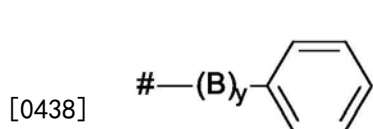
[0433] 式(B.1)中的 R^d 和 R^e 互相独立地选自 C_1 - C_{23} -烷基,其中 R^d 和 R^e 基团的碳原子总和是2至23的整数；

[0434] 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 基团的碳原子总和是3至23的整数。

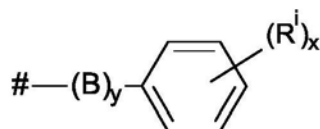
[0435] 优选的式(B.1)的基团是:1-甲基乙基、1-甲基丙基、1-甲基丁基、1-甲基戊基、1-甲基己基、1-甲基庚基、1-甲基辛基、1-乙基丙基、1-乙基丁基、1-乙基戊基、1-乙基己基、1-乙基庚基、1-乙基辛基、1-丙基丁基、1-丙基戊基、1-丙基己基、1-丙基庚基、1-丙基辛基、1-丁基戊基、1-丁基己基、1-丁基庚基、1-丁基辛基、1-戊基己基、1-戊基庚基、1-戊基辛基、1-己基庚基、1-己基辛基、1-庚基辛基。

[0436] 特别优选的式(B.2)的基团是叔丁基。

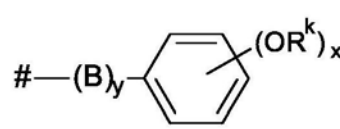
[0437] R^{46} 同样尤其是式(C.1)的基团、式(C.2)的基团或式(C.3)的基团



(C.1)



(C.2)



(C.3)

[0439] 其中

[0440] #代表与氮原子的键合位点；

[0441] B当存在时,是 C_1 - C_{10} -亚烷基,其可被插入一个或多个选自-O-和-S-的不相邻基团；

[0442] y是0或1,

[0443] R^i 互相独立地选自 C_1 - C_{24} -烷基、 C_1 - C_{24} -氟烷基、氟、氯或溴；

[0444] R^k 互相独立地选自 C_1 - C_{24} -烷基；

[0445] 式C.2和C.3中的x是1、2、3、4或5。

[0446] 优选地,y是0,即变量B不存在。

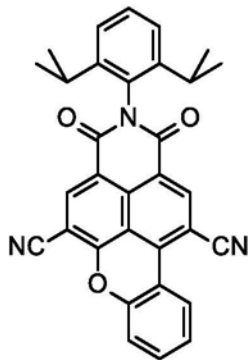
[0447] 无论其出现在哪里, R^i 优选选自 C_1 - C_{24} -烷基,更优选直链 C_1 - C_{10} -烷基或支化 C_3 - C_{10} -烷基,尤其是异丙基。无论其出现在哪里, R^k 优选选自 C_1 - C_{24} -烷基,更优选直链 C_1 - C_{10} -烷基或支化 C_3 - C_{10} -烷基。式C.2和C.3中的变量x优选是1、2或3。

[0448] 一组具体实施方案涉及式(IV-A.2)的化合物,其中变量m4、 X^{40} 、 R^{41} 、 R^{42} 、 R^{43} 、 R^{44} 和 R^{45} 互相独立地或特别是组合地,具有下列含义:

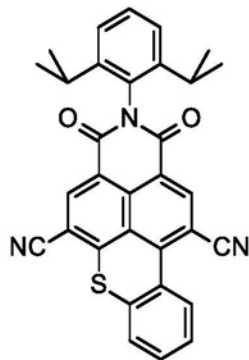
[0449] X^{40} 是O或S;

[0450] R^{42} 和 R^{44} 各自是氰基;

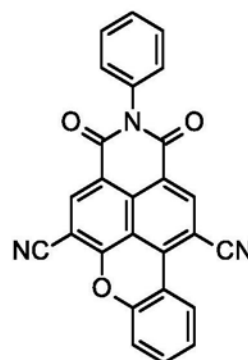
- [0451] R^{43} 和 R^{45} 各自是氢或 R^{43} 和 R^{45} 之一是溴且 R^{43} 和 R^{45} 的另一个是氢；
- [0452] R^{41} 选自氰基、溴和未取代或带有1或2个选自 C_1-C_4 -烷基的基团的苯基；
- [0453] R^{46} 选自氢、 C_1-C_{24} -直链烷基、支化 C_3-C_{24} -烷基、式(C.1)的基团、式(C.2)的基团和式(C.3)的基团；
- [0454] m_4 是0或1。
- [0455] 再更优选地，
- [0456] X^{40} 是O或S；
- [0457] R^{42} 和 R^{44} 各自是氰基；
- [0458] R^{43} 和 R^{45} 各自是氢；
- [0459] R^{41} 选自氰基、溴或未取代或带有1或2个选自 C_1-C_4 -烷基的基团的苯基；尤其是氰基；
- [0460] 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)的基团或式(C.3)的基团；尤其是直链 C_1-C_{24} -烷基、支化 C_3-C_{24} -烷基或带有1或2个选自 C_1-C_4 -烷基的基团的苯基，如2,6-二异丙基苯基；
- [0461] m_4 是0或1。
- [0462] 下面显示优选的式(IV-A.2)的化合物的实例：



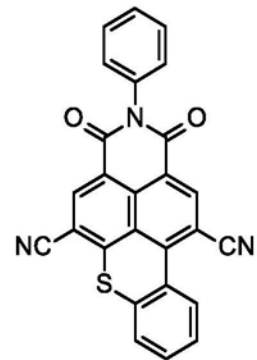
(IV-A.2-1)



(IV-A.2-2)

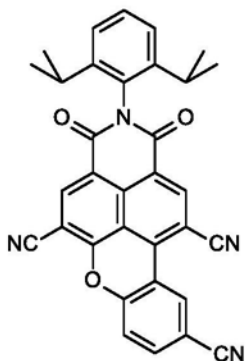


(IV-A.2-3)

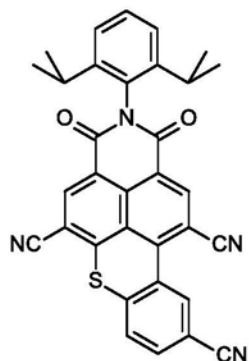


(IV-A.2-4)

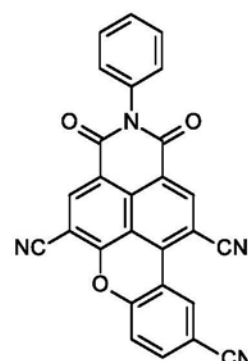
[0463]



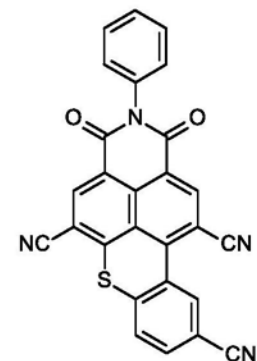
(IV-A.2-5)



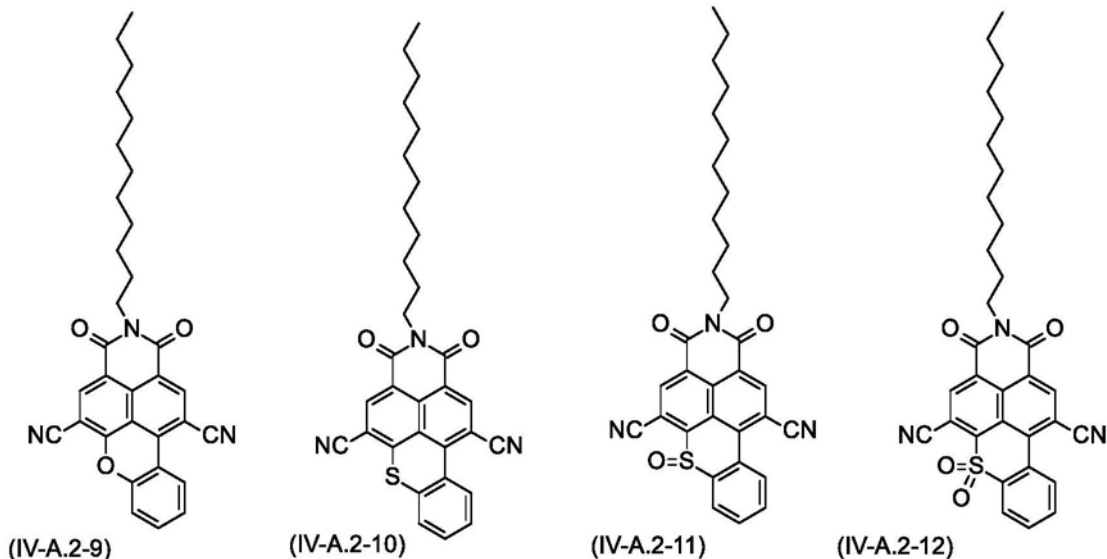
(IV-A.2-6)



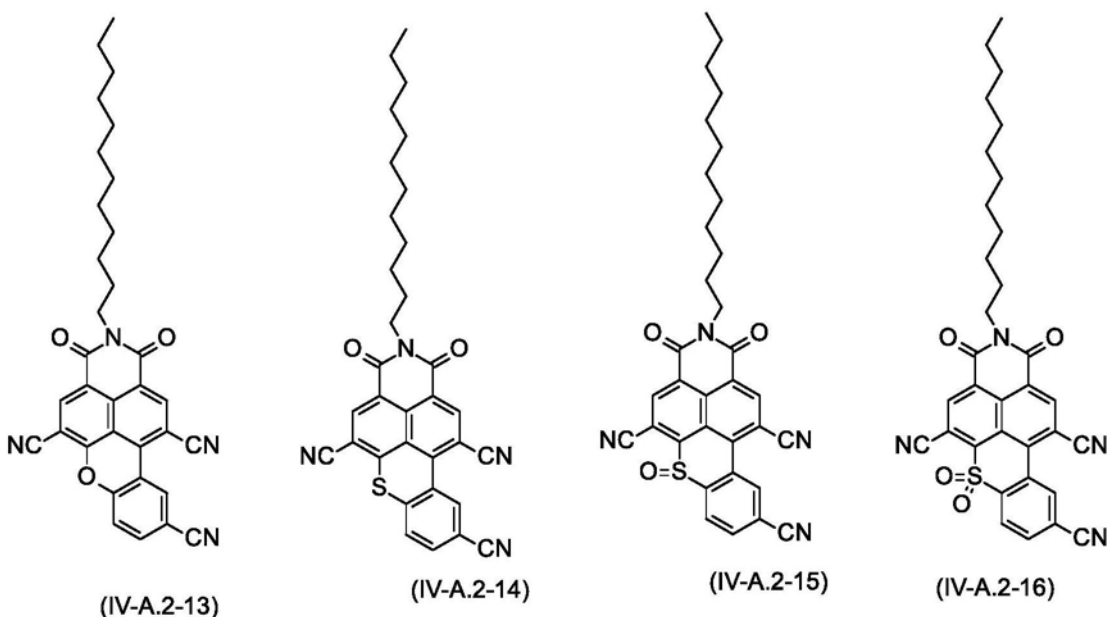
(IV-A.2-7)



(IV-A.2-8)



[0464]



[0465] 特别地,有机荧光着色剂(B4)选自化合物IV-A.2-1、IV-A.2-6或IV-A.2-9。

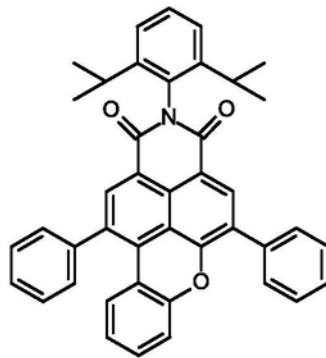
[0466] 有机荧光着色剂(B4)

[0467] 式(V)的苯并咕吨化合物是WO 2014/131628中已知的。它们通常是绿色荧光染料。式(V)的苯并噻吨化合物是例如US 3,357,985中已知的。

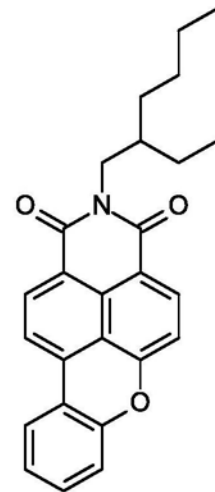
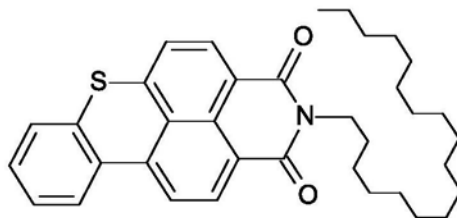
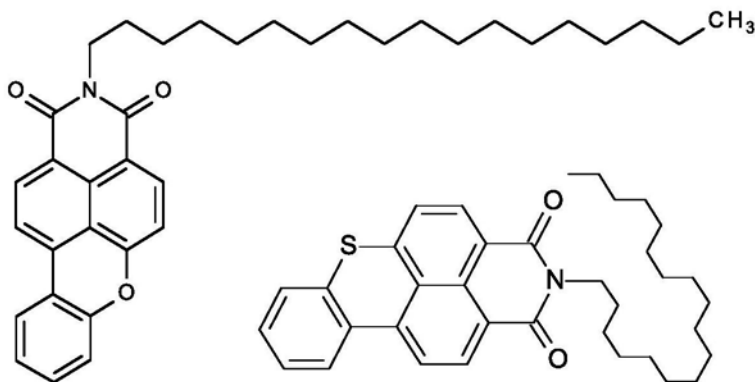
[0468] 优选的是式(V)的苯并咕吨化合物,其中 R^{51} 是未取代或带有1或2个选自 C_1-C_{10} -烷基的取代基的苯基, R^{53} 和 R^{54} 各自是苯基,且 R^{52} 、 R^{55} 、 R^{56} 、 R^{57} 、 R^{58} 和 R^{59} 各自是氢。合适的化合物描绘在WO 2014/131628的图2A、图2B和图2C中。

[0469] 优选的是式(V)的苯并咕吨(苯并噻吨)化合物,其中 X^5 是O或S, R^{51} 是 C_1-C_{24} -烷基且 R^{52} 至 R^{59} 是氢。优选地, R^{51} 是 C_6-C_{20} -烷基。

[0470] 下面描绘合适的化合物



[0471]



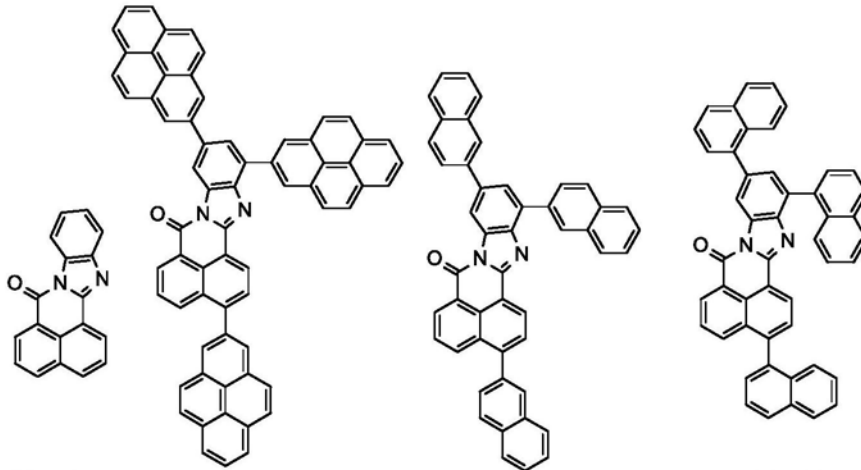
[0472] 有机荧光着色剂 (B5)

[0473] 式 (VIA) 和 (VIB) 的苯并咪唑并咕吨异喹啉化合物是 W0 2015/062916 中已知的。它们通常是绿色荧光染料。合适的化合物描绘在 W0 2015/062916 的第 3 页第 24 行至第 8 页第 24 行, 尤其是图 3A、图 3B、图 3C 中。

[0474] 有机荧光着色剂 (B6)

[0475] 具有式 (VII) 的结构单元的化合物是 W0 2012/168395 中已知的。它们通常是绿色荧光染料。关于在本发明的转换器中的用途, 具有式 (VII) 的结构单元的化合物优选是如 W0 2012/168395 第 28 页第 14 行至第 32 页第 5 行中规定的化合物。

[0476] 关于在本发明的转换器中的用途, 具有式 (VII) 的结构单元的化合物更优选选自式 (VII-1)、(VII-2)、(VII-3)、(VII-4)、(VII-5)、(VII-6)、(VII-7)、(VII-8)、(VII-9)、(VII-10)、(VII-11)、(VII-12)、(VII-13)、(VII-14)、(VII-15)、(VII-16)、(VII-17)、(VII-18)、(VII-19)、(VII-20)、(VII-21)、(VII-22)、(VII-23)、(VII-24)、(VII-25)、(VII-26)、(VII-27)、(VII-28)、(VII-29)、(VII-30)、(VII-31)、(VII-32)、(VII-33)、(VII-34)、(VII-35)、(VII-36)、(VII-37)、(VII-38)、(VII-39)、(VII-40)、(VII-41)、(VII-42)、(VII-43)、(VII-44)、(VII-45)、(VII-46)、(VII-47)、(VII-48)、(VII-49)、(VII-50)、(VII-51)、(VII-52)、(VII-53)、(VII-54)、(VII-55) 的化合物或其混合物



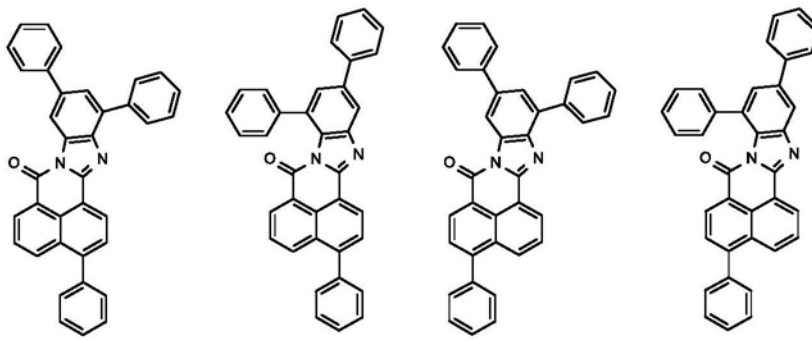
[0477]

(VII-1)

(VII-2)

(VII-3)

(VII-4)

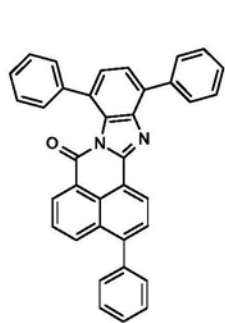


(VII-5)

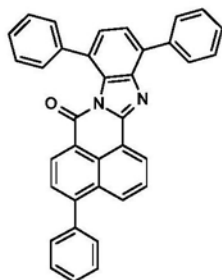
(VII-6)

(VII-7)

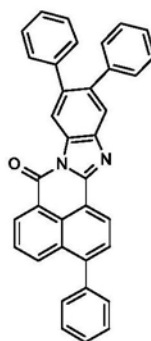
(VII-8)



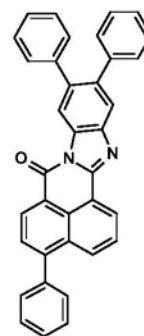
(VII-9)



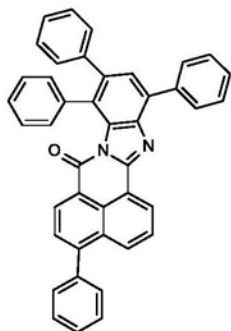
(VII-10)



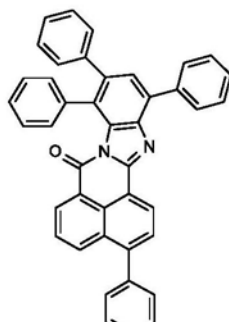
(VII-11)



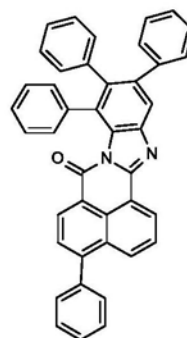
(VII-12)



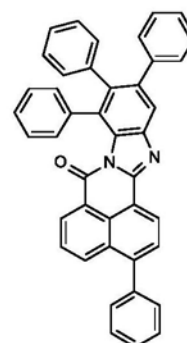
(VII-13)



(VII-14)

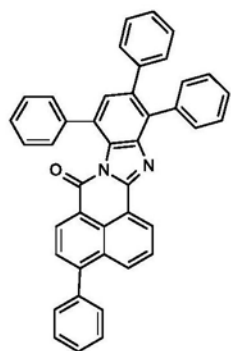


(VII-15)

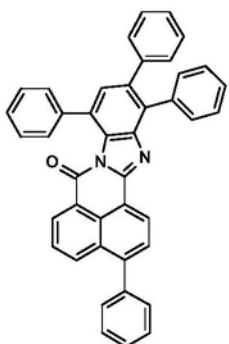


(VII-16)

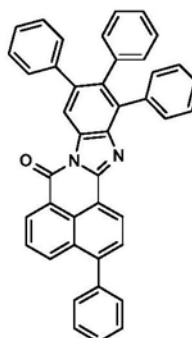
[0478]



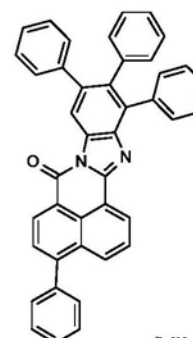
(VII-17)



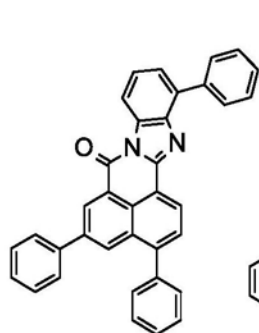
(VII-18)



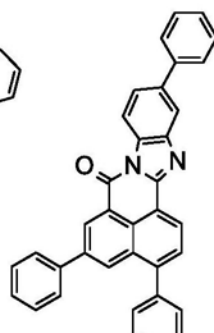
(VII-19)



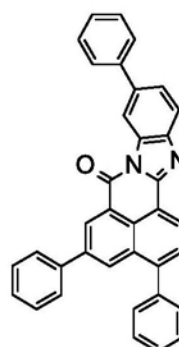
(VII-20)



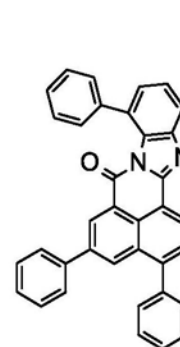
(VII-21)



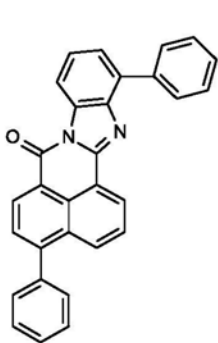
(VII-22)



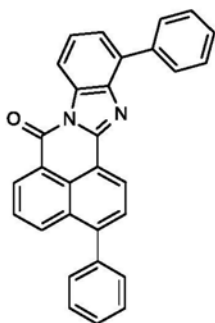
(VII-23)



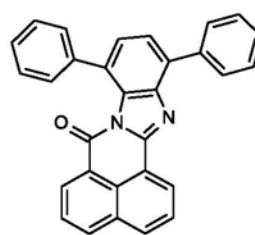
(VII-24)



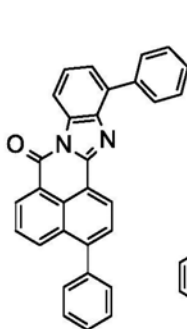
(VII-25)



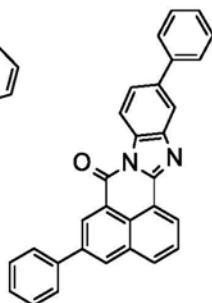
(VII-26)



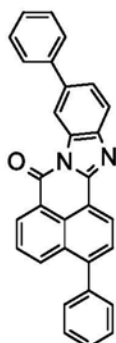
(VII-27)



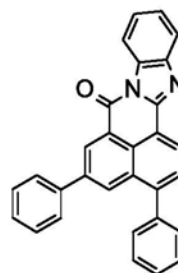
(VII-28)



(VII-29)

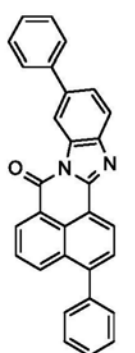


(VII-30)

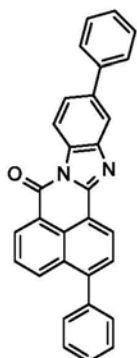


(VII-31)

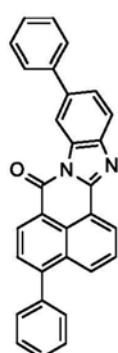
[0479]



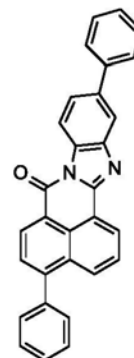
(VII-32)



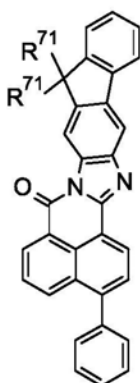
(VII-33)



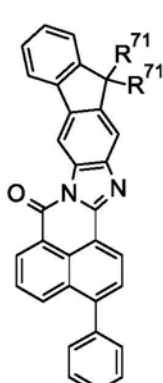
(VII-34)



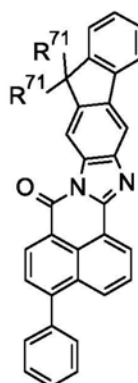
(VII-35)



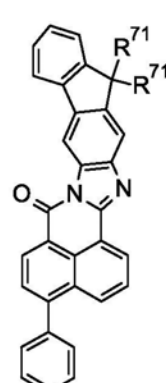
(VII-36)



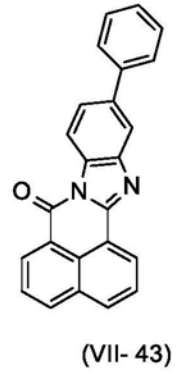
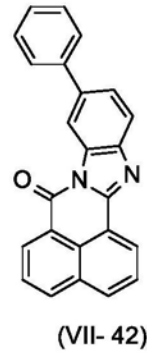
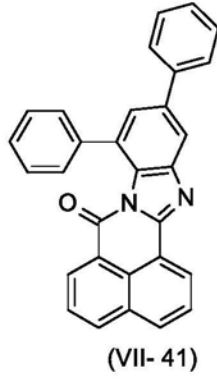
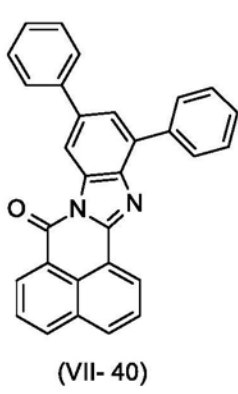
(VII-37)



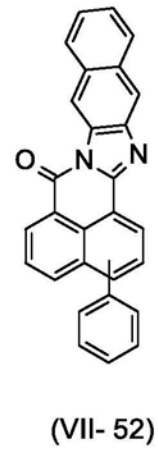
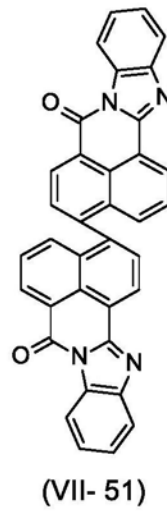
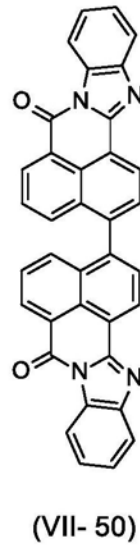
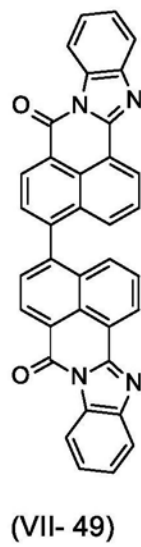
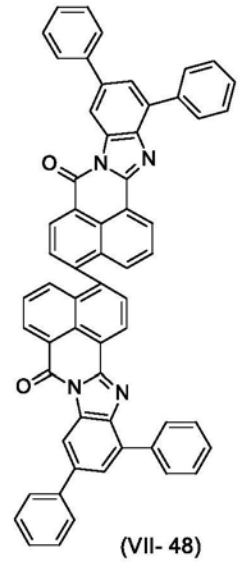
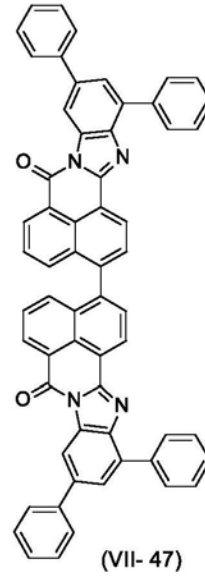
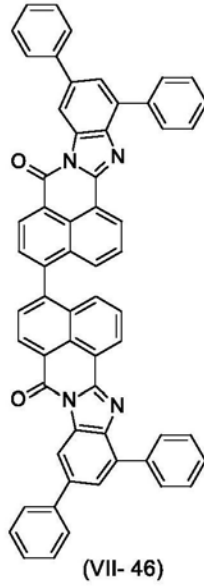
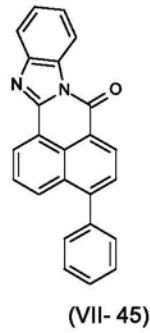
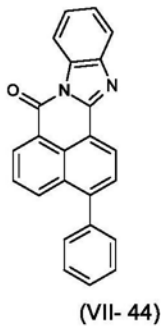
(VII-38)

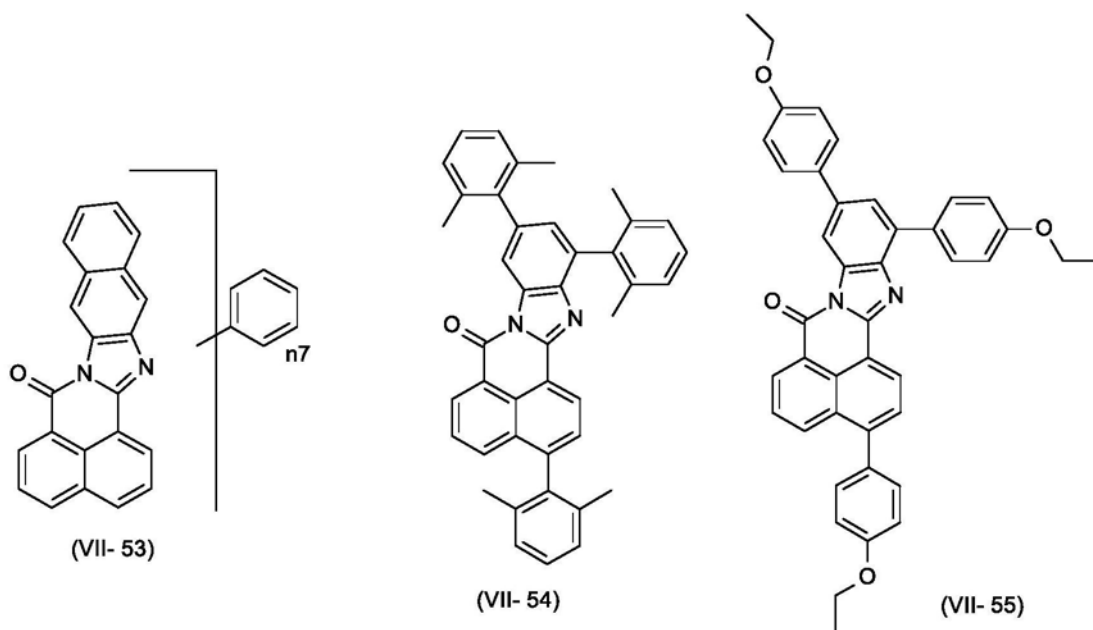


(VII-39)

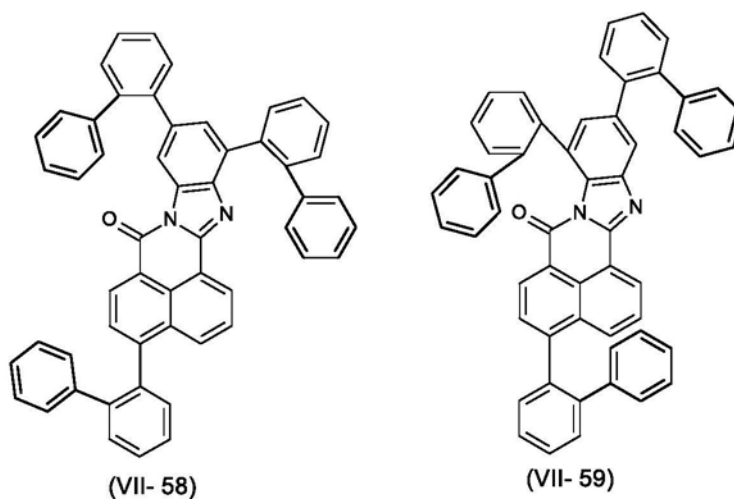
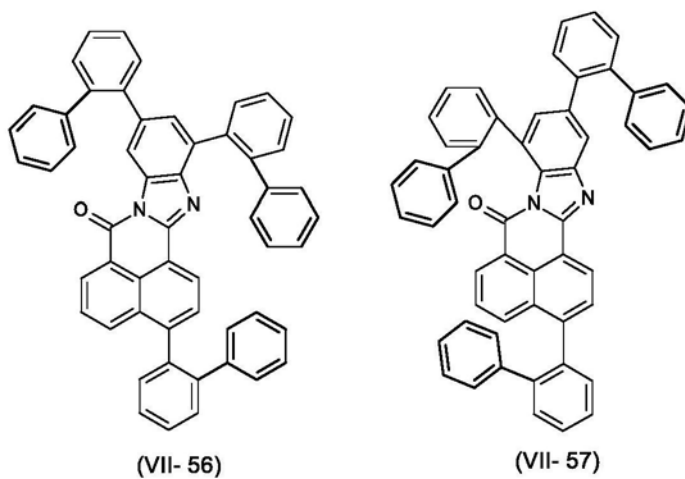


[0480]





[0481]



[0482] 其中

[0483] n_7 是 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9 或 10 的数； R^{71} 独立地为氢、 C_1 - C_{18} -烷基或环烷基，它们的碳链可包含一个或多个 -O-、-S-、-CO-、-SO- 和/或 -SO₂- 部分并且其可以是单取代或多取代的；

[0484] 芳基或杂芳基,其可以是单取代或多取代的。

[0485] 尤其优选的是式(VII-5)、(VII-6)、(VII-7)和(VII-8)的化合物及其混合物。更尤其优选的是式(VII-5)、(VII-7)的化合物或式(VII-5)和(VII-7)的化合物的混合物。尤其优选的还有式(VII-56)、(VII-57)、(VII-58)和(VII-59)的化合物及其混合物。

[0486] 有机荧光着色剂(B7)

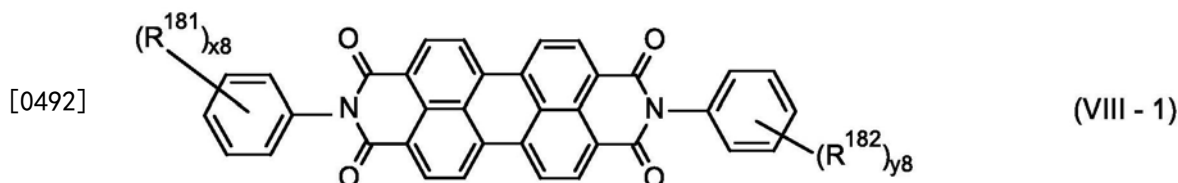
[0487] 式(VIII)和(IX)的茚酰亚胺化合物是本领域中公知的,例如从WO 2007/006717或US 6,472,050中。式(IX)的9-氰基取代的茚-3,4-二甲酸单酰亚胺也是WO 2004/029028中已知的。它们通常是绿色荧光染料。

[0488] 优选地,在式(VIII)的化合物中, R^{81} 和 R^{82} 是直链或支化 C_1-C_{18} 烷基、可被卤素或被直链或支化 C_1-C_{18} 烷基单取代或多取代的 C_4-C_8 环烷基、或可被卤素或被直链或支化 C_1-C_{18} 烷基单取代或多取代的苯基或萘基。

[0489] 优选地, R^{81} 和 R^{82} 具有相同含义。

[0490] 在一个实施方案中,式VIII中的 R^{81} 和 R^{82} 代表如WO 2009/037283 A1第16页第19行至第25页第8行中规定的具有所谓swallowtail取代的化合物。在一个优选实施方案中, R^{81} 和 R^{82} 互相独立地为1-烷基烷基,例如1-乙基丙基、1-丙基丁基、1-丁基戊基、1-戊基己基或1-己基庚基。

[0491] 在一个优选实施方案中,有机荧光着色剂(B7)选自式(VIII-1)的化合物



[0493] 其中

[0494] x_8 是1、2或3;

[0495] y_8 是1、2或3;

[0496] R^{181} 是 C_1-C_4 -烷基;和

[0497] R^{182} 是 C_1-C_4 -烷基。

[0498] 优选地, x_8 是2。优选地, y_8 是2。优选地, R^{181} 和 R^{182} 选自异丙基和叔丁基。

[0499] 一种优选的式(VIII)的化合物是N,N'-双(2,6-二异丙基苯基)-3,4,9,10-茚四甲酸二酰亚胺(CAS号:82953-57-9)。

[0500] 合适的式(IX)的9-氰基取代的茚-3,4-二甲酸单酰亚胺优选是其中 R^{92} 是直链或支化 C_1-C_{18} 烷基、可被卤素或被直链或支化 C_1-C_{18} 烷基单取代或多取代的 C_4-C_8 环烷基、或可被卤素或被直链或支化 C_1-C_{18} 烷基单取代或多取代的苯基或萘基的那些。

[0501] 在一个实施方案中,式IX中的 R^{92} 代表如WO 2009/037283 A1第16页第19行至第25页第8行中规定的具有所谓swallowtail取代的化合物。在一个优选实施方案中, R^{92} 是1-烷基烷基,例如1-乙基丙基、1-丙基丁基、1-丁基戊基、1-戊基己基或1-己基庚基。

[0502] 在另一优选实施方案中, R^{92} 是2,4-二(叔丁基)苯基、2,6-二异丙基苯基或2,6-二(叔丁基)苯基。特别地, R^{92} 是2,6-二异丙基苯基。

[0503] 有机荧光着色剂(B8)

[0504] 式(X)的4-氨基取代的萘二甲酰亚胺化合物是本领域中已知的。它们通常是绿色

荧光化合物。合适的式(X)的4-氨基取代的萘二甲酰亚胺化合物优选是其中 R^{101} 是直链或支化 C_1-C_{10} -烷基、被插入一个或多个氧的 C_2-C_{10} -烷基或 C_3-C_8 -环烷基的那些。 R^{102} 优选是氢。合适的式(X)的化合物是4-(丁基氨基)-N-丁基-1,8-萘二甲酰亚胺(CAS号:19125-99-6)。同样优选地, R^{102} 是直链或支化 C_1-C_{10} -烷基。式(X)的化合物可在两个步骤中合成。第一步骤可以是4-氯-1,8-萘二甲酰亚胺与胺在溶剂如1,4-二氧杂环己烷或2-甲氧基乙醇中在回流下缩合,以产生相应的4-氯-1,8-萘二甲酰亚胺。第二步骤涉及用脂族伯胺或仲胺取代氯原子。

[0505] 有机荧光着色剂(B9)

[0506] 7-(二乙基氨基)-3-(5-甲基苯并[d]噁唑-2-基)-2H-苯并吡喃-2-酮也被称为分散黄(CAS Registry no.34564-13-1)。其是绿色荧光化合物。

[0507] 有机荧光着色剂(B10)

[0508] 式(XIA)和(XIB)的化合物是US 5,470,502中已知的。它们通常是绿色荧光染料。优选的是其中 R^{111} 是直链 C_1-C_{10} -烷基或支化 C_3-C_{10} -烷基的式(XIA)和(XIB)的化合物。优选实例是二异丁基-3,9-萘二甲酸酯、二异丁基-3,10-萘二甲酸酯及其混合物。尤其优选的是二异丁基-3,9-萘二甲酸酯和二异丁基-3,10-萘二甲酸酯的混合物。

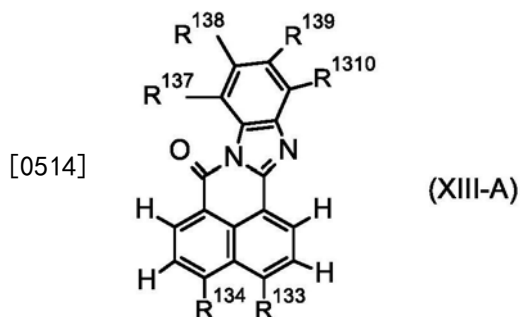
[0509] 有机荧光着色剂(B11)

[0510] 式(XIIA)和(XIIB)的化合物是US 5,470,502中已知的。它们通常是绿色荧光染料。优选的是其中 R^{121} 是直链 C_1-C_{10} -烷基或支化 C_3-C_{10} -烷基的式(XIIA)和(XIIB)的化合物。优选实例是二异丁基-4,10-二氰基萘-3,9-二甲酸酯和二异丁基-4,9-二氰基萘-3,10-二甲酸酯及其混合物。尤其优选的是二异丁基-4,10-二氰基萘-3,9-二甲酸酯和二异丁基-4,9-二氰基萘-3,10-二甲酸酯的混合物。

[0511] 有机荧光着色剂(B12)

[0512] 式(I)的萘甲酰基苯并咪唑化合物是WO 2018/134261中已知的。式(XIII)的化合物通常是绿色荧光化合物。

[0513] 关于在转换器中的用途,相当于式(XIII-A)的化合物的式(XIII)的化合物是优选的



[0515] 其中

[0516] R^{133} 和 R^{134} 各自独立地为氢、苯基、带有1或2个氰基的苯基或带有1、2或3个选自 C_1-C_{10} -烷基的取代基的苯基;且

[0517] R^{137} 、 R^{138} 、 R^{139} 和 R^{1310} 各自独立地为氢、苯基、带有1或2个氰基的苯基或带有1、2或3个选自 C_1-C_{10} -烷基的取代基的苯基。

[0518] 在式(XIII-A)的化合物中,优选的是其中 R^{138} 和 R^{1310} 具有相同含义的化合物。同样优选的是其中 R^{137} 和 R^{139} 具有相同含义的化合物。特别地, R^{138} 和 R^{1310} 具有相同含义且 R^{137} 和

R^{139} 具有相同含义。特别地, R^{137} 和 R^{139} 具有相同含义并且是氢。

[0519] 本发明的一个特定的优选实施方案涉及式 (XIII-A) 的化合物,其中 R^{133} 和 R^{134} 各自独立地选自氢、苯基、带有1或2个氰基的苯基和带有1、2或3个 C_1-C_{10} -烷基取代基的苯基;特别是氢、苯基或带有1个氰基的苯基;

[0520] R^{137} 是氢;

[0521] R^{138} 是苯基、带有1或2个氰基的苯基或带有1、2或3个 C_1-C_{10} -烷基取代基的苯基;

[0522] R^{139} 是氢;且

[0523] R^{1310} 是苯基、带有1或2个氰基的苯基或带有1、2或3个 C_1-C_{10} -烷基取代基的苯基。

[0524] 特别地, R^{138} 是4-氰基苯基。特别地, R^{1310} 是4-氰基苯基。

[0525] 本发明的一个更特定的优选实施方案涉及式 (XIII-A) 的化合物,其中 R^{133} 是苯基、带有1个氰基的苯基;或带有1个选自 C_1-C_{10} -烷基的取代基的苯基;

[0526] R^{134} 是氢;

[0527] R^{138} 和 R^{1310} 各自是带有1个氰基的苯基;

[0528] R^{137} 和 R^{139} 各自是氢。

[0529] 特别地, R^{133} 是带有1个氰基的苯基。

[0530] 本发明的另一尤其优选的实施方案涉及式 (XIII-A) 的化合物,其中

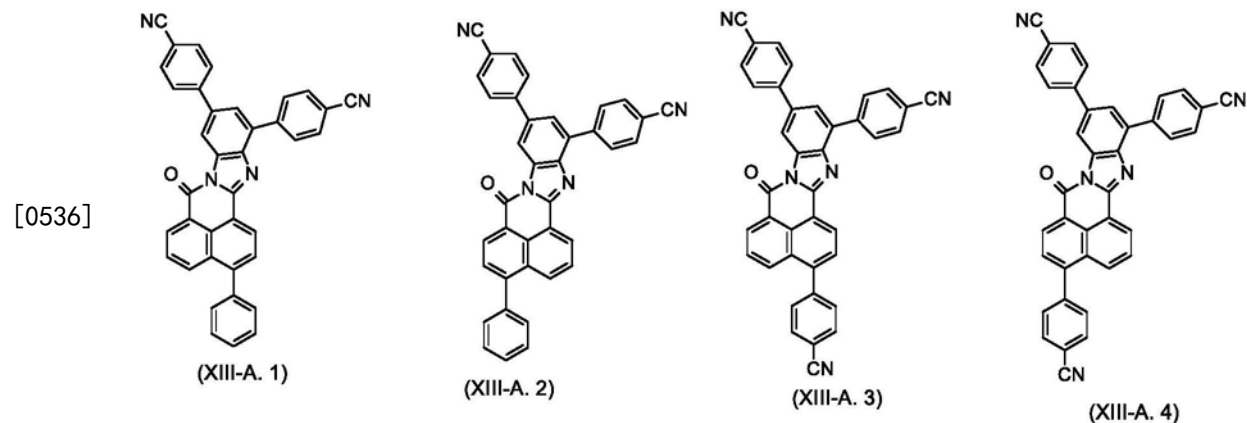
[0531] R^{133} 是氢;

[0532] R^{134} 是苯基、带有1个氰基的苯基或带有1个选自 C_1-C_{10} -烷基的取代基的苯基;特别是带有1个氰基的苯基;

[0533] R^{138} 和 R^{1310} 各自是带有1个氰基的苯基;

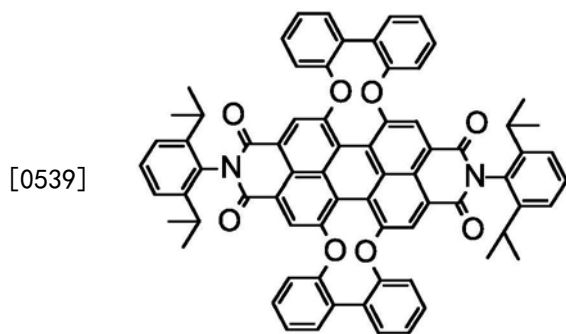
[0534] R^{137} 和 R^{139} 各自是氢。

[0535] 优选的式 (XIII-A) 的化合物的实例是式 (XIII-A.1)、(XIII-A.2)、(XIII-A.3) 和 (XIII-A.4) 的化合物



[0537] 有机荧光着色剂 (B13)

[0538] 式 (XIV) 的化合物是W0 2017/121833的主题。式 (XIV) 的化合物通常是红色荧光着色剂。优选的是其中 R^{141} 和 R^{142} 互相独立地选自未取代或被1、2或3个 C_1-C_6 -烷基取代的苯基;且 R^{143} 、 R^{144} 、 R^{145} 、 R^{146} 、 R^{147} 、 R^{148} 、 R^{149} 、 R^{1410} 、 R^{1411} 、 R^{1412} 、 R^{1413} 、 R^{1414} 、 R^{1415} 、 R^{1416} 、 R^{1417} 和 R^{1418} 各自是氢的式 (XIV) 的化合物。如上文定义的式 (XIV) 的化合物优选是



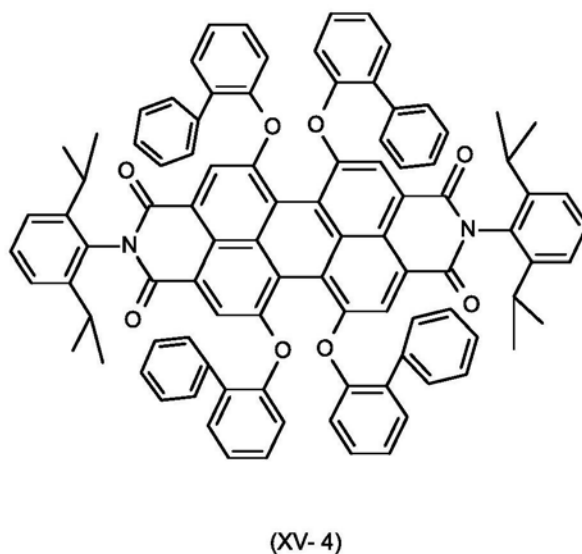
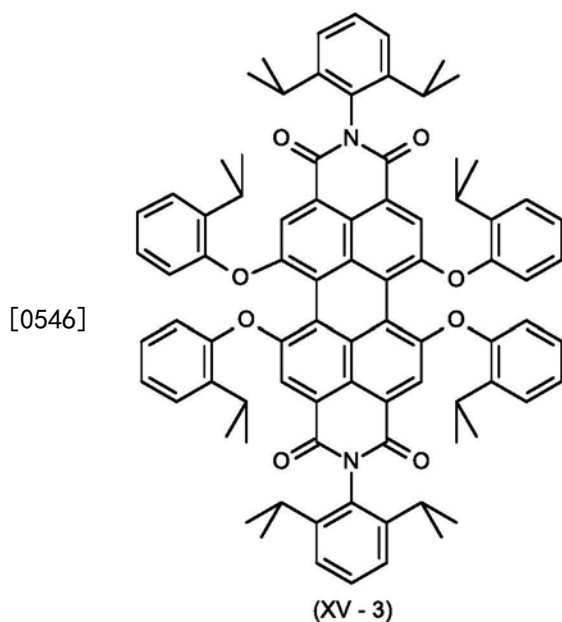
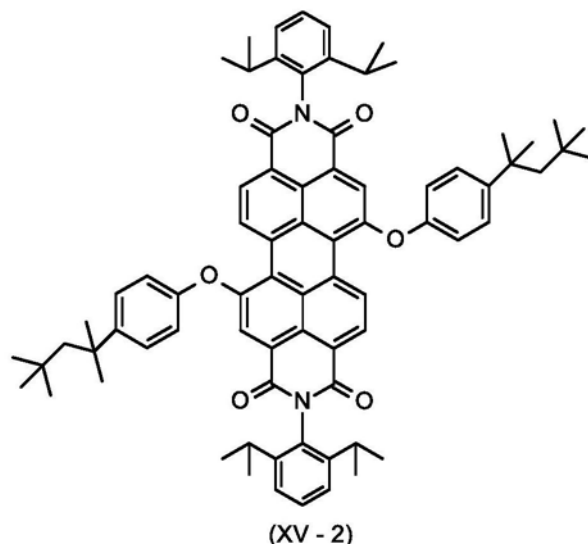
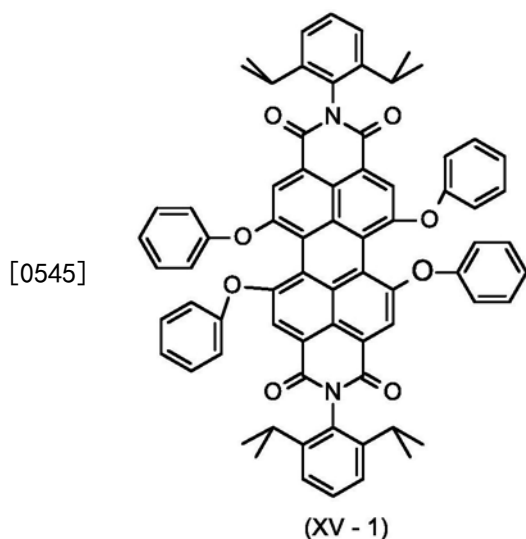
[0540] 有机荧光着色剂 (B14)

[0541] 式 (XV) 的化合物的合适实例是例如在 WO 2007/006717 中, 尤其是在第 1 页第 5 行至第 22 页第 6 行中; 在 US 4,845,223 中, 尤其是在第 2 栏第 54 行至第 6 栏第 54 行中; 在 WO 2014/122549 中, 尤其是在第 3 页第 20 行至第 9 页第 11 行中; 在 EP 3072887 和 WO 2018/065502 中, 尤其是在第 35 页第 34 行至第 37 页第 29 行中规定的茚衍生物。式 (XV) 的化合物通常是红色荧光着色剂。优选的是其中 R^{151} 和 R^{152} 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) 芳基的式 (XV) 的化合物。更优选地, R^{151} 和 R^{152} 相同。非常特别地, R^{131} 和 R^{132} 各自是 2,6-二异丙基苯基或 2,4-二-叔丁基苯基。 R^{153} 优选是未取代或被 1 或 2 个选自氟、氯、 C_1 - C_{10} -烷基和苯基的相同或不同的取代基取代的苯氧基。优选地, p_{13} 是 2、3 或 4, 特别是 2 或 4。

[0542] 式 (XV) 的化合物可类似于例如 WO 2007/006717、US 4,845,223、EP 3072887 和 WO 2014/122549 中描述的方法制备。

[0543] 合适的有机荧光着色剂 B14 是例如 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 (p-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 (2,6-二苯基苯氧基) 茚-3,4:9,10-四甲酰亚胺、N,N'-双 (2,6-二异丙基苯基) -1,6-二 (2,6-二苯基苯氧基) 茚-3,4:9,10-四甲酰亚胺、N,N'-双 (2,6-二异丙基苯基) -1,6,7,12-四 (2-苯基苯氧基) 茚-3,4:9,10-四甲酰亚胺、N,N'-双 (2,6-二异丙基苯基) -1,7-二 (2,3-二氟苯氧基) 茚-3,4:9,10-四甲酰亚胺、N,N'-双 (2,6-二异丙基苯基) -1,6,7,12-四 (2,3-二氟苯氧基) 茚-3,4:9,10-四甲酰亚胺、N,N'-双 (2,6-二异丙基苯基) -1,6,7,12-四 (3-氟苯氧基) 茚-3,4:9,10-四甲酰亚胺、N,N'-双 (2,6-二异丙基苯基) -1,6,7,12-四 (2,6-二氟苯氧基) 茚-3,4:9,10-四甲酰亚胺、N,N'-双 (2,6-二异丙基苯基) -1,6,7,12-四 (2,5-二氟苯氧基) 茚-3,4:9,10-四甲酰亚胺、N,N'-双 (2,6-二异丙基苯基) -1,6,7,12-四 (2,3-二氯苯氧基) 茚-3,4:9,10-四甲酰亚胺、N,N'-双 (2,6-二异丙基苯基) -1,6,7,12-四 (3-氯苯氧基) 茚-3,4:9,10-四甲酰亚胺、N,N'-双 (2,6-二异丙基苯基) -1,6,7,12-四 (2,6-二氯苯氧基) 茚-3,4:9,10-四甲酰亚胺、N,N'-双 (2,6-二异丙基苯基) -1,6,7,12-四 (2,5-二氯苯氧基) 茚-3,4:9,10-四甲酰亚胺。

[0544] 特别地, 有机荧光着色剂 (B13) 选自化合物 (XV-1)、(XV-2)、(XV-3) 和 (XV-4)。



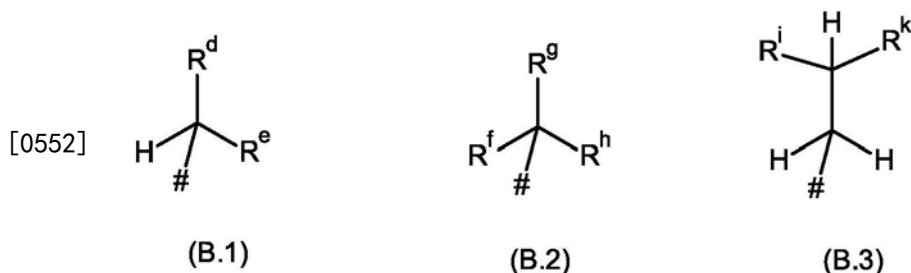
[0547] 有机荧光着色剂(B15)

[0548] 式(XVI)的化合物是未公开PCT/EP2018/085373中的主题。式(XVI)的化合物通常是绿色荧光化合物。根据本发明的优选化合物是其中变量X是氧的式I的化合物。

[0549] 根据本发明的优选化合物是其中 R^{162} 、 R^{163} 、 R^{164} 和 R^{165} 选自氢和带有一个、两个或三个氰基的 C_6-C_{10} -芳基的式(XVI)的化合物。

[0550] 更优选地， R^{162} 和 R^{164} 选自带有一个、两个或三个氰基的 C_6-C_{10} -芳基。特别优选的 R^{162} 和 R^{164} 各自是带有一个、两个或三个氰基，尤其是一个或两个氰基的苯基。特别优选的 R^{163} 和 R^{165} 各自是氢。

[0551] 优选地，式(XVI)的化合物中的变量A是式(A.162)的双自由基。就双自由基(A.162)而言， R^{166} 优选选自氢、直链 C_1-C_{24} -烷基、支化 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，其中最后提到的两种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^{166a} 取代。更优选地， R^{166} 选自直链 C_1-C_{24} -烷基、式(B.1)的基团、式(B.2)的基团和式(B.3)的基团



[0553] 其中

[0554] #代表与氮原子的键合位点；

[0555] 式(B.1)中的 R^d 和 R^e 互相独立地选自 C_1 - C_{22} -烷基,其中 R^d 和 R^e 基团的碳原子总和是2至23的整数；

[0556] 式(B.2)中的 R^f 、 R^g 和 R^h 独立地选自 C_1 -至 C_{21} -烷基,其中 R^f 、 R^g 和 R^h 基团的碳原子总和是3至23的整数；

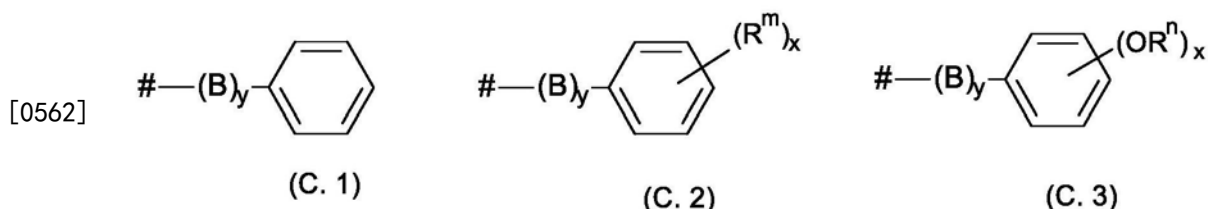
[0557] 式(B.3)中的 R^i 和 R^k 独立地选自 C_1 -至 C_{21} -烷基,其中 R^i 和 R^k 基团的碳原子总和是2至22的整数。

[0558] 特别地, R^{166} 是直链 C_6 - C_{24} -烷基。在此,基团B.1的具体实例是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。

[0559] 在此,基团B.2的具体实例是叔丁基。

[0560] 在此,基团B.3的具体实例是异丁基、2-甲基丁基、2-乙基丁基、2-乙基戊基和2-乙基己基。

[0561] 同样更优选地, R^{166} 选自式(C.1)的基团、式(C.2)的基团和式(C.3)的基团。



[0563] 其中

[0564] #代表与氮原子的键合位点；

[0565] B当存在时,是 C_1 - C_{10} -亚烷基,其可被插入一个或多个选自-O-和-S-的不相邻基团；

[0566] y是0或1；

[0567] R^m 互相独立地选自 C_1 - C_{24} -烷基、 C_1 - C_{24} -氟烷基、氟、氯或溴；

[0568] R^n 互相独立地选自 C_1 - C_{24} -烷基；

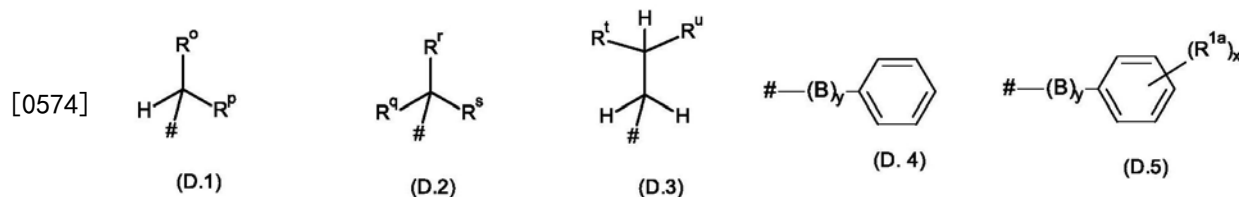
[0569] 式C.2和C.3中的x是1、2、3、4或5。

[0570] 就 R^{166} 而言,式C.1、C.2或C.3中的y优选是0,即B不存在。就 R^{166} 而言,式C.2中的 R^m 优选是 C_1 - C_{24} -烷基。就 R^6 而言,式C.2中的x优选是1或2。就 R^{166} 而言,式C.3中的 R^n 优选是 C_1 - C_{24} -烷基。就 R^6 而言,式C.3中的x优选是1或2。

[0571] 根据另一实施方案,式(XVI)的化合物中的变量A是式(A.163)的双自由基。就(A.163)而言,式(A.163)中的n优选是0、1或2。如果存在 R^{167} ,其优选选自氰基、溴和未取代或带有1或2个选自 C_1-C_4 -烷基的基团的苯基。

[0572] 根据另一实施方案,式(XVI)的化合物中的变量A是式(A.164)的双自由基。就(A.164)而言,式(A.164)中的o和p优选是0,即 R^{168} 和 R^{169} 都不存在。同样优选地,就A.4而言,o和p的总和是1、2、3或4。在这种情况下, R^{168} 和 R^{169} 互相独立地优选选自氰基、溴、氯、 C_1-C_4 -烷基、 C_1-C_4 -烷氧基、 C_1-C_4 -卤烷基、苯基和苯氧基,其中最后提到的两种基团中的苯基是未取代或带有1、2或3个选自 C_1-C_{10} -烷基的取代基。

[0573] 优选化合物是式(XVI)的化合物,其中式(XVI)中的m是0、1或2,并且当m是1或2时,各 R^{161} 独立地选自直链 C_1-C_{24} -烷基、式(D.1)的基团、式(D.2)的基团、式(D.3)的基团、式(D.4)的基团和式(D.5)的基团



[0575] 其中

[0576] #代表与式I的化合物的剩余部分的键合位点

[0577] 式(D.1)中的 R^o 和 R^p 互相独立地选自 C_1-C_{22} -烷基,其中 R^o 和 R^p 基团的碳原子总和是2至23的整数;

[0578] 式(D.2)中的 R^q 、 R^r 和 R^s 独立地选自 C_1 -至 C_{21} -烷基,其中 R^q 、 R^r 和 R^s 基团的碳原子总和是3至23的整数;

[0579] 式(D.3)中的 R^t 和 R^u 独立地选自 C_1 -至 C_{21} -烷基,其中 R^t 和 R^u 基团的碳原子总和是2至22的整数;

[0580] B当存在时,是 C_1-C_{10} -亚烷基,其可被插入一个或多个选自-O-和-S-的不相邻基团;

[0581] 式(D.4)和(D.5)中的y是0或1;

[0582] 式(D.5)中的x是1、2或3;和

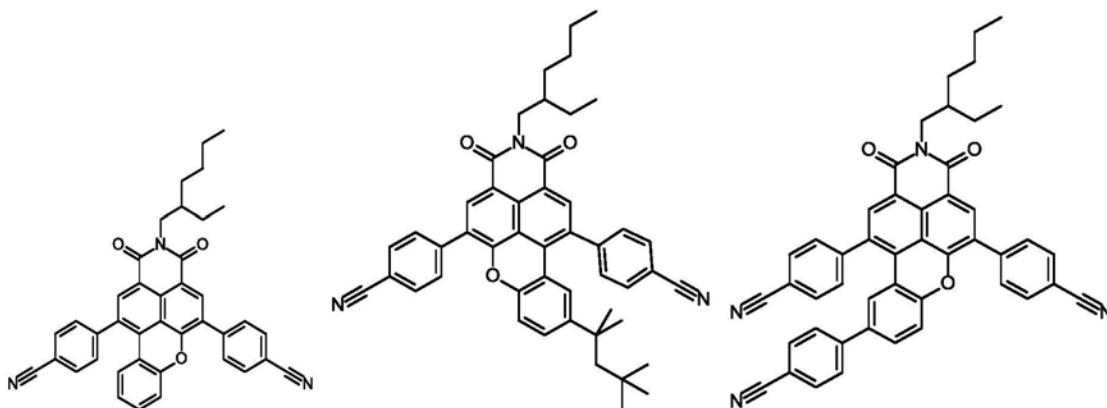
[0583] 式(D.5)中的 R^{1a} 选自氰基、 C_1-C_{24} -烷基和 C_1-C_{24} -烷氧基。

[0584] 就 R^{161} 而言,式(XVI)中的m优选是0,即 R^{161} 不存在。同样更优选地,就 R^{161} 而言,式I中的m是1、2或3。如果存在 R^{161} ,其优选选自直链 C_6-C_{24} -烷基。在此, R^{161} 的具体实例是正己基、正庚基、正辛基、正壬基、正癸基、正十一烷基、正十二烷基、正十三烷基、正十四烷基、正十五烷基、正十六烷基、正十七烷基、正十八烷基、正十九烷基、正二十烷基、正二十一烷基、正二十二烷基。

[0585] 就 R^{161} 而言,式(D.1)中的 R^o 和 R^p 优选各自独立地为 C_1-C_{12} -烷基。就 R^{161} 而言,式(D.2)中的 R^q 和 R^s 优选各自独立地为 C_1-C_6 -烷基,且式(D.2)中的 R^r 优选是支化 C_4-C_{21} -烷基。基团(D.2)的一个具体实例是叔辛基。就 R^{161} 而言,式(D.5)中的x优选是1或2, R^{161a} 优选是氰基或 C_1-C_{12} -烷基。更优选地, R^{161} 不存在或是式(D.2)的基团或式(D.5)的基团,其中 R^{1a} 是氰基,y是0且x是1或2。在此,基团(D.5)的优选实例是4-氰基苯基。

[0586] 优选的式(XVI)的化合物的实例是下面描绘的那些:

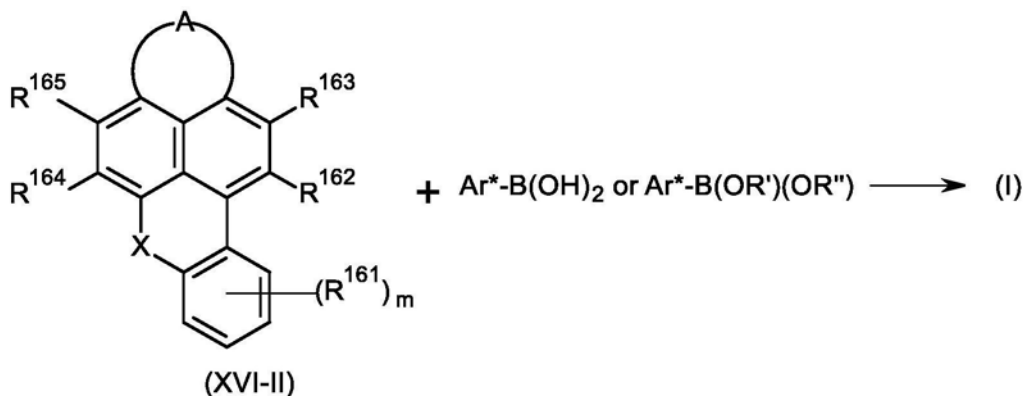
[0587]



[0588] 式 (XVI) 的化合物可由卤化苯并咕吨 (苯并噻吨) 化合物和氰芳基硼酸或酯类似于在合适过渡金属催化剂存在下的已知偶联反应或根据如下文或本申请的实验部分中描述的制备方法制备。

[0589] 通常,式 (XVI) 的化合物可在如下所示的Suzuki偶联的意义上通过用氰芳基硼酸或酯处理式 (XVI-II) 的化合物制备:

[0590]



[0591] 其中 $(R^{161})_m$ 和 A 如上文定义;

[0592] 基团 R^{162} 、 R^{163} 、 R^{164} 和 R^{165} 的至少一个是选自氯和溴的卤素,且其余基团各自是氢,条件是不同于氢的基团具有相同含义;

[0593] X 是 O 或 S;

[0594] Ar^* 是带有一个、两个或三个氰基的 C_6 - C_{24} -芳基;

[0595] R' 、 R'' 互相独立地选自 C_1 - C_{10} -烷基或 R' 和 R'' 一起是 C_2 - C_4 -亚烷基,其任选带有 1、2、3、4、5、6、7 或 8 个选自 C_1 - C_4 -烷基的取代基。

[0596] 该反应通常在碱和催化剂,特别是钯催化剂存在下进行。合适的催化剂是四(三苯基膦)钯(0);双[双-(1,2-二苯基膦基)乙烷]钯(0);双(二亚苄基丙酮)钯(0);三(二亚苄基丙酮)二钯(0);双(三苯基膦)氯化钯(II);双(乙腈)氯化钯(II);[1,1'-双(二苯基膦基)二茂铁]-氯化钯(II)/二氯甲烷(1:1)络合物;双(双-(1,2-二苯基膦基)丁烷)-氯化钯(II);乙酸钯(II);氯化钯(II);和乙酸钯(II)/三-邻甲苯基膦络合物或膦和Pd盐的混合物,或膦和Pd络合物的混合物,例如二亚苄基丙酮-钯和三叔丁基膦(或其四氟硼酸盐);三(二亚苄基丙酮)二钯(0)和三叔丁基膦;或聚合物结合的Pd-三苯基膦催化剂体系,例如在聚苯乙烯上的四三苯基膦钯。

[0597] 合适的碱通常是无机化合物,如碱金属和碱土金属氧化物,如氧化锂、氧化钠、氧

化钙和氧化镁,碱金属和碱土金属碳酸盐,如碳酸锂、碳酸钠、碳酸钾、碳酸铯和碳酸钙,以及碱金属碳酸氢盐,如碳酸氢钠,碱金属和碱土金属醇盐,如甲醇钠、乙醇钠、乙醇钾和叔丁醇钾,以及有机碱,例如叔胺,如三甲胺、三乙胺、二异丙基乙基胺和N-甲基哌啶、吡啶、取代吡啶,如三甲基吡啶、二甲基吡啶和4-二甲基氨基吡啶,以及双环胺。特别优选的是碳酸钠、碳酸钾、碳酸铯、三乙胺和碳酸氢钠之类的碱。

[0598] 该反应通常在惰性有机溶剂中进行。合适的溶剂是脂族烃,如戊烷、己烷、环己烷和石油醚,芳烃,如甲苯、邻-、间-和对-二甲苯,醚,如二异丙基醚、叔丁基甲基醚、二氧杂环己烷、苯甲醚和四氢呋喃和二甲氧基乙烷,酮,如丙酮、甲乙酮、二乙酮和叔丁基甲基酮,以及二甲亚砜、二甲基甲酰胺和二甲基乙酰胺。也有可能使用所提到的溶剂的混合物,或与水或含少量有机溶剂的水的混合物。

[0599] 该反应通常在20°C至180°C,优选40°C至120°C的温度下进行。

[0600] 在反应完成后,可通过使用常规方法分离式(XVI)的化合物,如将反应混合物添加到水中、用有机溶剂萃取、浓缩萃出物等。如果必要,分离的化合物(XVI)可通过如色谱法、重结晶之类的技术提纯。

[0601] 氟芳基硼酸或酯可购得或可通过已知方法制备。

[0602] 式(XVI-II)的化合物可类似于WO 2016/151068中,尤其是第35页第1行至第36页第8行中描述的方法获得。

[0603] 其中X是S₀或S₀₂的式(XVI)的化合物可通过将其中X是S的式(I)的化合物氧化获得。合适的氧化剂是间氯过苯甲酸、次氯酸盐或过氧化氢。

[0604] 优选地,组(B1)至(B15)的各化合物具有至少80%的荧光量子产率,在聚合物膜中测得。

[0605] 着色剂B和式(I)的化合物可包括在一个膜层或几个膜层中,优选在一个膜层中。

[0606] 根据本发明使用的颜色变换器可包含一种组(B1)至(B15)的着色剂,或两种或更多种不同组(B1)至(B15)的着色剂。当来自不同组(B1)至(B15)的两种或更多种着色剂组合使用时,其中之一的发射光谱可能与另一着色剂(B)的吸收光谱部分重叠。在着色剂(B)中,组(B6)、(B13)和(B14)的那些是优选的。特别地,组(B13)和(B14)的着色剂是优选的,因为它们的发射光谱与式(I)的化合物的吸收光谱部分重叠。技术人员会认识到,通过选择附加着色剂B的适当的量,可以任何比率调节附加着色剂B的发射强度。技术人员会认识到,附加着色剂B的种类和量取决于发射第一光谱的光源的性质。

[0607] 通过使用包含着色剂B的颜色变换器,有可能获得与第一光谱相比富集400至小于680nm的波长的第二光谱。在400至小于680nm的范围内的额外波长有助于光合作用。它们可用于替代由天然日光或人工光源提供的一个、多于一个或所有的光谱峰或对它们作出补充。换言之,如果根据本发明使用的颜色变换器包含着色剂B,在步骤(b)中获得的光对植物的光合作用和光形态建成具有影响。优选地,附加着色剂B的总和与式(I)的化合物的重量比为1:10至100:1,优选1:5至50:1,更优选1:4至40:1。

[0608] 该颜色变换器可通过各种方法制成。

[0609] 在一种方法中,所述至少一种式(I)的化合物和如果需要,着色剂B和如上文规定的添加剂在所涉混合物中通过挤出混合。挤出机在使聚合物熔融并使式(I)的染料溶解在所涉聚合物中的温度下运行。添加剂也可配混到母料中并供入挤出机。该组合物最后经模

头挤出以得到挤出物。将挤出物成型、冷却并任选进一步加工。使用制丸系统,将挤出物以连续方式成型为小丸粒。可将丸粒模制成膜、片材、网或其它波长转换材料。

[0610] 在另一方法中,可将聚合物、所述至少一种式(I)的化合物和如果需要,着色剂B和如上文规定的添加剂溶解在合适的溶剂中。然后将所得溶液/分散体涂布在基底如玻璃上。在将溶剂干燥后,从基底上剥离该膜。

[0611] 式(I)的化合物可在根据本发明的方法中用于将第一光谱部分或完全转换成包含680至900nm的波长的第二光谱。

[0612] 在根据本发明的一种优选方法中,在680至900nm范围内的远红分量是在步骤(b)中获得的第二光谱中的主要分量。

[0613] 在步骤(b)中获得的第二光谱通常具有比蓝光(300至小于500nm)高的远红光(680至900nm)比例。在步骤(b)中获得的第二光谱通常具有比绿光(500至小于570nm)高的远红光比例。

[0614] 在步骤(b)中获得的第二光谱的特征在于,基于在300至900nm的波长范围内的光强度的总和计,光强度的通常至少20%,通常至少25%,特别是至少30%在680至900nm的波长范围内。

[0615] 根据一个优选实施方案,在步骤(b)中获得的第二光谱包含在蓝光波长范围内(300至小于500nm)、在绿光波长范围内(500至小于570nm)、在红光波长范围内(570至小于680nm)和在远红光波长范围(680至900nm)的强度以提供比园艺学中的现有技术的人造光更好地适应栽培的具体植物的需求的光谱,尤其是提供能够控制植物生长和发育和/或生成具有所需特性(如开花诱导、茎伸长、植物物质如蔗糖的浓度)的植物的光谱。

[0616] 在一个特殊实施方案中,在步骤(b)中获得的第二光谱包含570至小于680nm的波长和680至900nm的波长和300至小于500nm的波长,在570至小于680nm的波长范围内和在680至900nm的波长范围内的光强度的总和与在300至小于500nm的波长范围内的光强度的比率通常在1:2至9:1的范围内。

[0617] 换言之,由红光和远红光组成的光光强度/由蓝光组成的光光强度在1:2至9:1的范围内。优选地,在570至小于680nm和680至900nm的波长范围内的光强度的总和与在300至小于500nm的波长范围内的光强度的比率在2:1至7:1的范围内。

[0618] 在另一具体实施方案中,在步骤(b)中获得的第二光谱包含570至小于680nm的波长和680至900nm的波长,在570至小于680nm的波长范围内的光强度与在680至900nm的波长范围内的光强度的比率通常在1:4至4:1的范围内。优选地,在570至小于680nm的波长范围内的光强度与在680至900nm的波长范围内的光强度的比率在1:3至3:1,更优选1:3至2.5:1的范围内。

[0619] 在一个具体实施方案中,基于在蓝光、绿光、红光和远红光范围内的总强度计,在蓝光波长范围内的强度低于20%。在另一具体实施方案中,基于在蓝光、绿光、红光和远红光范围内的总强度计,在绿光波长范围内的强度低于20%。

[0620] 根据本发明的方法能够在步骤(b)中提供不同光谱并由此改变光品质和量。借助在步骤(b)中获得的不同光谱,可以所需方式控制特定植物的生长和发育,例如可引导植物开花,增加生物量或提高作物的植物部分的糖浓度。

[0621] 通过选择式(I)的化合物的浓度、发射第一光谱的光源、颜色变换器的厚度、颜色

变换器与发射第一光谱的光源的距离、颜色变换器相对于被照射的植物的位置和如果存在,着色剂(B)的浓度,预先决定各光谱范围的强度的比率。

[0622] 颜色变换器可距栽培植物任何距离安置,只要透过颜色变换器发射的光足以引发光形态建成响应和/或光周期响应并且不会靠近到损伤植物。这一位置通常为距植物1cm至200cm,优选2至150cm,更优选10至150cm,最优选20至150cm。

[0623] 颜色变换器相对于发射第一光谱的光源远程布置。当由LED提供第一光谱时,颜色变换器距光源一定距离布置,该距离通常在0.01至10cm的范围内。优选地,光源与颜色变换器之间的距离在0.1至8cm的范围内,更优选在0.5至7cm的范围内。颜色变换器也可以是园艺照明设备的一部分,园艺照明设备包含多个辐射第一光谱的光源和如上文定义的颜色变换器。在这种情况下,将园艺照明设备安置在某一位置以使植物的至少一部分暴露于在步骤(b)中获得的第二光谱但不会靠近到损伤植物。通常,园艺照明设备与植物的至少一部分之间的距离在1cm至2m,优选2至150cm,更优选10至150cm,最优选20至150cm的范围内。

[0624] 步骤(c)

[0625] 在根据本发明的方法的步骤(c)中,使栽培植物的至少一部分暴露于在步骤(b)中获得的第二光谱或用在步骤(b)中获得的第二光谱照射。植物生长取决于光谱组成、强度、持续时间和光在植物上的时间安排。暴露于在步骤(b)中获得的光或用在步骤(b)中获得的光辐照(照射)可以是在植物生长和发育过程的整个时期或在植物生长和发育的特定阶段。例如,为了提高植物的一部分的营养浓度,可在收获前不久,例如在收获前2周开始暴露于在步骤(b)中获得的第二光谱或用在步骤(b)中获得的第二光谱照射。为了缩短植物周期,可在植物生长和发育过程中的任何时候开始暴露于在步骤(b)中获得的第二光谱或用在步骤(b)中获得的第二光谱辐照(照射)。暴露于在步骤(b)中获得的光谱或用在步骤(b)中获得的光谱辐照(照射)可以是在24小时每日周期的不同时间,或每日一次或始终不断。

[0626] 根据本发明的方法可在日间和/或在一天结束时,在天然日光的作用变得有限时用于补充天然日光。其可在24小时每日周期的不同时间或每日一次施加,取决于植物生长阶段、当前昼长和或季节。

[0627] 根据本发明的方法也可在不存在天然日光的情况下用于在暗室中栽培植物。根据本发明的方法也可与缺乏在远红光区的发射的其它光源组合用于植物栽培。

[0628] 植物可选自作物植物、药用植物或开花植物。优选地,该植物是莴苣属(*Lactuca* sp.)、黄瓜属(*Cucumis* sp.)、茄属(*Solanum* sp.)、番茄属(*Lycopersicon* sp.)、辣椒属(*Capsicum* sp.)、蔷薇属(*Rosa* sp.)。更优选地,该植物是番茄属(*Lycopersicon* sp.)。

[0629] 根据本发明的方法能够通过用680至900nm波长范围内的远红光,优选远红光和300至小于680nm波长范围内的光的组合照射植物的至少一部分来改进植物/作物生长、产量和健康。根据本发明的方法与常规方法相比能够改进对依赖天然日光或由人工光源提供的光(已补充在远红光波长范围内的发射)的植物栽培的控制。特别地,该方法能够控制植物的农艺性状。这些可以受控方式改变,这在栽培花卉、观赏植物和蔬菜时尤其有利。特别地,该植物是番茄(*Solanum lycopersicum*)。根据本发明的方法尤其能使番茄(茄属番茄属(*Solanum* sp./*Lycopersicon* sp.))与现有技术的方法相比更快生长、更早开花和因此更快产出。此外,番茄的产量更高且番茄更甜,因为它们与在现有技术条件下生长的番茄相比具有更高的糖含量。

[0630] 根据本发明的方法尤其适用于在温室或植物工厂中的植物的最佳生长和发育。同样地,根据本发明的方法尤其适用于室外栽培的最佳生长和发育。

[0631] 本发明的另一目的涉及式(I)的三萘嵌二苯二酰亚胺化合物在如上文定义的颜色变换器中用于提供对植物生长和发育有益的园艺光的用途。特别地,式(I)的三萘嵌二苯二酰亚胺化合物的应用改变了如上文定义的植物的至少一种农艺性状。

实施例

[0632] 现在通过以下实施例更详细例示本发明,但不对其构成任何限制。

[0633] I. 制备实施例

[0634] 所用材料:

[0635] 光源

[0636] LED 1: 蓝光LED,中心波长在450nm发射,FWHM:20nm(Philips Fortimo)

[0637] LED 2: 白光LED(DLM Flex),具有3800K的CCT

[0638] 聚合物基质材料:

[0639] PC: 基于双酚A和光气的缩聚物的透明聚碳酸酯(用于挤出的来自Covestro的Makrolon LED 2245;用于刮刀涂布的Makrolon LED 2808);

[0640] PMMA: 聚甲基丙烯酸甲酯,来自Evonik的PMMA 6N

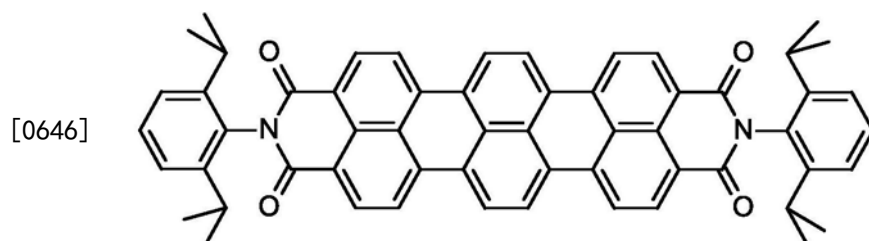
[0641] PS: 聚苯乙烯,来自BASF SE的PS 168N

[0642] 散射剂:

[0643] 二氧化钛:TiO₂金红石颜料: **Kronos®**2233-来自Kronos

[0644] 染料

[0645] 染料1:

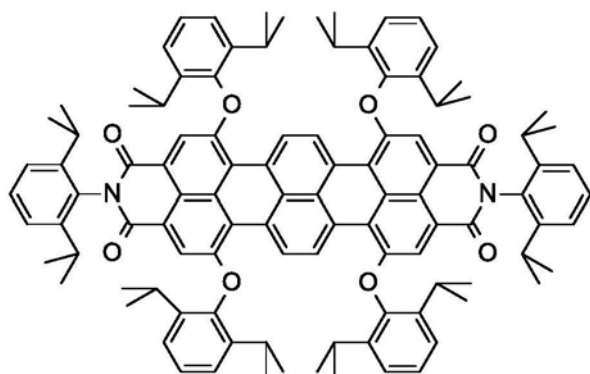


[0647] 以类似于W0 2005/070895中描述的方法制备

[0648] λ_{最大发射}:685(第一)和737(第二振动谱带)nm(0.011%在聚碳酸酯中)、在DCM溶液中676nm(第一振动谱带)

[0649] 染料2:

[0650]



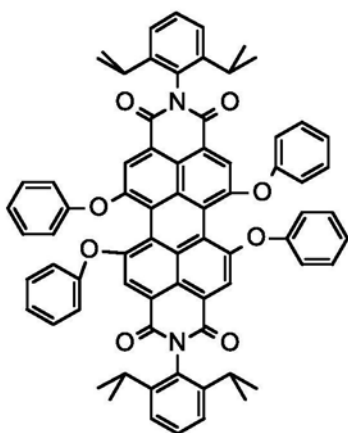
[0651] 如W0 2007/006717的实施例2中所述制备

[0652] λ 最大发射:746nm和785nm(0.06%在聚碳酸酯中),第一和第二振动谱带的位置,在DCM溶液中744nm(第一振动谱带)

[0653] 染料3:

[0654] N,N'-双(2,6-二异丙基苯基)-1,6,7,12-四苯氧基芘-3,4;9,10-四甲酸二酰亚胺

[0655]



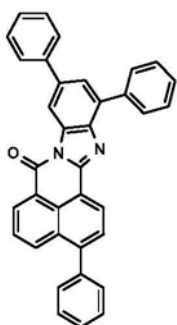
[0656] 可购自BASF SE,Germany.

[0657] λ 最大发射:615nm(在聚碳酸酯中)

[0658] 染料4:

[0659] 绿色荧光化合物

[0660]



[0661] 如W0 2012/168395的实施例10中所述获得,然后用色谱法提纯。对包含染料4的混合物施以进一步的柱色谱法以获得纯标题化合物。

[0662] λ 最大发射:536nm(在聚碳酸酯中)。

[0663] 光谱测量

[0664] 使用来自Hamamatsu的C9920-02量子产率测量系统在600nm(染料1)和630nm(染料

2) 的激发波长下记录荧光光谱。

[0665] 量子产率和绝对吸收的测量:

[0666] 用来自Hamamatsu的C9920-02量子产率测量系统测量分析样品的荧光量子产率(QY)。这通过在积分球(乌布利希球)中照射各样品进行。通过与在乌布利希球中无样品的基准测量比较,借助CCD光谱仪测定激发光的未吸收分数和样品发射的荧光。未吸收的激发光和发射的荧光的光谱强度的积分分别得出吸收度和荧光强度,并由此可计算各样品的荧光量子产率。

[0667] 样品的制备

[0668] 对于样品的制备,所涉染料、聚合物和TiO₂(Kronos 2233,0.5重量%)根据所需浓度(见表I)混合在一起。相对于所用聚合物的量给出浓度。然后加入二氯甲烷并将混合物搅拌整夜。通过刮刀将该溶液/分散体涂布到玻璃表面上。在溶剂干燥2小时后,将膜从玻璃上剥离并在真空中在50℃下干燥。从箔上切割样品并具有67μm的厚度。

[0669] 表I:

[0670]	QY	绝对吸收
0.01%染料1在PS中*	77%	61%
0.011%染料1在PMMA中*	61%	64%
0.011%染料1在PC中*	68%	58%
0.1%染料1在PC中*	14%	82%
0.2%染料1在PC中*	6%	89%
0.5%染料1在PC中*	2%	95%
1%染料1在PC中*	1%	96%
0.039%染料2在PS中 [#]	61%	70%
0.063%染料2在PC中 [#]	46%	74%
0.011%染料2在PMMA中 [#]	53%	43%

[0671] 绝对吸收:在积分球中测得的绝对吸收

[0672] *在600 nm下激发[#]在650 nm下激发

[0673] 染料1和染料2的颜色转换特性的测量

[0674] 对于样品的制备,染料1、PC和TiO₂(Kronos 2233,0.5重量%)根据所需浓度(见表II)混合在一起,且染料2、PC和TiO₂(Kronos 2233,0.5重量%)根据所需浓度(见表III)混合在一起。相对于所用聚合物的量给出浓度。然后加入二氯甲烷并将混合物搅拌整夜。通过刮刀将该溶液/分散体涂布到玻璃表面上。在溶剂干燥2小时后,将膜从玻璃上剥离并在真空中在50℃下干燥。从箔上切割样品并具有67μm的厚度。

[0675] 表II:

	染料 1 0.011%	染料 1 0.041%	染料 1 0.1%	染料 1 0.12%	染料 1 0.2%	染料 1 0.5%	染料 1 1.0%
[0676] 相对吸收	36.1%	52.2%	60.7%	62.0%	70.0%	87.7%	90.6%
QY	71.7%	57.5%	44.0%	41.9%	32.4%	13.3%	9.8%

[0677] 表III:

	染料 2 0.063%	染料 2 0.2%	染料 2 0.5%	染料 2 1.0%
[0678] 相对吸收	44.1%	56.0%	73.1%	85.2%
QY	65.3%	50.4%	29.5%	16.7%

[0679] 光稳定性的测定

[0680] 通过测量T80值,研究根据本发明使用的染料在聚合物基质中的光稳定性。样品用LED2在100mW/cm²下照射。在室温下进行测量。以天计的T80是量子产率和吸收的乘积降低到其初始值的80%的时间。为此,如上所述制备被根据本发明的荧光染料和0.5重量%的TiO₂掺杂的PC聚合物膜。结果概括在表IV中:

[0681] 表IV:

	在600nm的吸收	T80[天]
0.06%染料2在PC中	54.7%	>700
0.04%染料2在PS中	54.5%	76
0.04%染料1在PC中	57.8%	>700
0.04%染料1在PS中	60.8%	120

[0683] agrilight箔的制备

[0684] 对于颜色变换器的制备,Makrolon聚碳酸酯、染料和TiO₂ (Kronos 2233) 根据所需浓度(见表V)一起挤出。以基于聚合物聚碳酸酯的量计的重量%给出材料的量。通过挤出或刮刀涂布制造膜。制备并测量具有两种或三种染料的颜色转换膜。C7-C10通过挤出制备,C1-C6通过刮刀涂布制备。下表V概括并入作为基质聚合物的PC中的组分的浓度。

[0685] 表V:

实施例	染料 1 [重量%]	染料 2 [重量%]	染料 3 [重量%]	染料 4 [重量%]	染料 1 或 2 与染料 3+4 的比率	TiO ₂ [重量%]
C1	-	0.05	0.045	-	1.111	0.5
C2	-	0.10	0.09	-	1.111	0.5
C3	0.05	-	0.045	-	1.111	0.5
[0686] C4	0.01	-	0.09	-	0.111	0.5
C5	0.20	-	0.16	0.10	0.769	0.5
C6	-	0.20	0.16	0.10	0.769	0.5
C7	0.002	-	0.008	0.020	0.071	0.25
C8	0.001	-	0.015	0.025	0.025	0.25
C9	0.004	-	0.020	0.030	0.080	0.25
C10	0.005	-	0.020	0.030	0.100	0.25

[0687] 使用Fortimo模块(450nm,FWHM 20nm)作为光源用颜色转换膜C1至C6获得的光谱描绘在图1和2中,并且使用Fortimo模块(450nm)作为光源用颜色转换膜C7至C10获得的光谱描绘在图3中。

[0688] 在下列波长范围中积分量子比例光谱以获得不同光谱范围的相对贡献。颜色变换器C1至C6的结果描绘在下表VI中,且颜色变换器C7至C10的结果描绘在表VII中。由于舍入误差,百分比可能无法合计为100%。表VII也包含参考光源(光源5)的光强度,其是商业**Valoya®**灯(AP67)。

[0689] 表VI:

	Int.蓝光 (300-500 nm)	Int.绿光 (500-570 nm)	Int.红光 (570-680nm)	Int.远红光 (680-900nm)	Abs LED
[0690] C1	51.3%	0.4%	6.7%	41.6%	67.3%
C2	42.6%	0.3%	12.3%	44.9%	78.9%
C3	62.2%	0.4%	9.5%	27.9%	64.7%
C4	65.5%	0.4%	12.6%	21.5%	75.0%
C5	14.0%	1.7%	21.7%	62.5%	96.5%
C6	30.8%	2.7%	20.3%	46.1%	96.2%

[0691] Int.强度

[0692] 表VII:

	Int.蓝光 (300-500nm)	Int.绿光 (500-570nm)	Int.红光 (570-680nm)	Int.远红光 (680-900nm)	R:FR
[0693] C7	21%	17%	36%	26%	1.4
C8	17%	12%	48%	24%	2.0
C9	14%	10%	34%	44%	0.8
C10	16%	10%	30%	44%	0.7
光源 5	53%	14%	16%	17%	0.9

[0694] Int.强度

[0695] II. 温室实验

[0696] 通过下列温室实验证实根据本发明的方法对番茄(*Lycopersicon esculentum* ‘Minibel’)的生长和发育的效果:

[0697] 将品种Minibel (*Lycopersicon esculentum*)的种子播种在含有通用盆栽土壤的罐中。

[0698] 播种后立即将罐放在温室中。这些罐均匀间隔成行。行之间的距离根据植物的大小调节。日间温度设定为22°C,夜间温度设定为17°C。光照周期为17h。完全关闭遮光屏(darkening screen)以隔绝阳光和因此隔绝对目标光处理的干扰。使用下列光源:

[0699] 光源1包括与颜色变换器C7组合的Fortimo模块(450nm)作为光源。

[0700] 光源2包括与颜色变换器C8组合的Fortimo模块(450nm)作为光源。

[0701] 光源3包括与颜色变换器C9组合的Fortimo模块(450nm)作为光源。

[0702] 光源4包括与颜色变换器C10组合的Fortimo模块(450nm)作为光源。

[0703] 光源5是**Valoya®**灯(AP67)作为参考。

[0704] 当用来自光源3和4的光照射番茄植物时,加速植物的开花,以致80%或更多的番

茄植物需要56天明显到达盛花期,与此相比,光源1、2和5分别需要63DAS(播种后的天数)和70DAS。使用光源3和4,与光源1、2和5相比在56DAS形成更多的花束。通过用光源4照射番茄植物获得最高番茄产量,然后是光源3。这些效益可归因于远红光的量的增加。结果汇集在表VIII和IX中。

[0705] 表VIII:

	番茄到达盛花期所需的DAS
光源1	63
光源2	63
光源3	56
光源4	56
光源5	70

[0707] 表IX:

	每株植物的平均产量(g)
光源1	93.0
光源2	94.9
光源3	115.3
光源4	132.0
光源5	110.5

[0709] 味道好的番茄通常具有高蔗糖含量。果汁的蔗糖含量通常以白利糖度(Brix)表示。1白利糖度相当于1克蔗糖在100克溶液中。其用测量液体比重的糖度计或更容易地用折射计或白利比重计(Brix hydrometer)测量。

[0710] 收获所述番茄植物的成熟果实并测定白利糖度。所有果实具有相同的成熟度。番茄通常具有在3.5-5.5的范围内的白利糖度。在不同光照条件下栽培的番茄的白利糖度汇集在表X中。

[0711] 表X:

	番茄的平均白利糖度
光源1	5.36
光源2	5.14
光源3	5.52
光源4	5.40
光源5	5.06

[0713] 与具有较低远红光强度的现有技术园艺光相比,考虑到更早开花和因此更快产出番茄和更甜的味道,根据本发明进行远红光富集的Agrifoils有益于番茄生产。

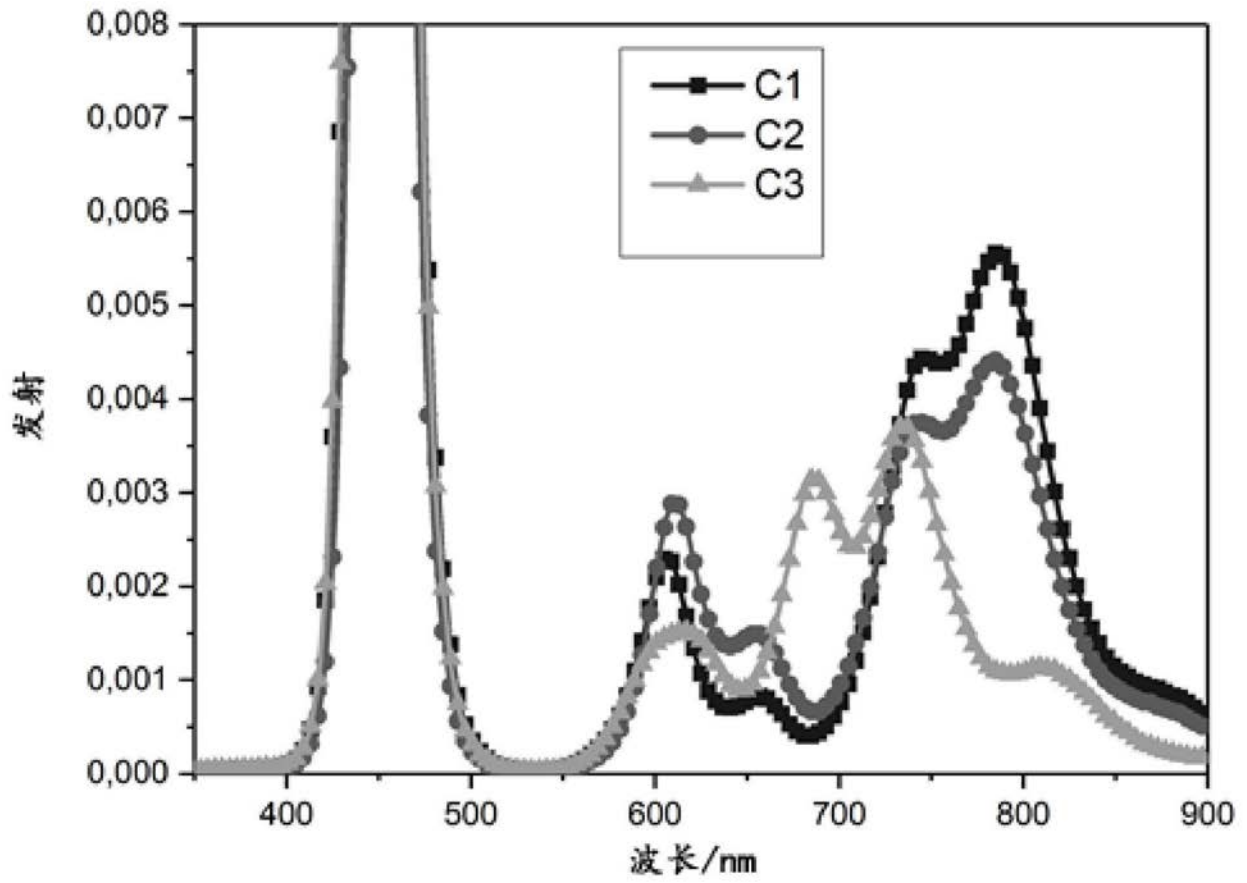


图1

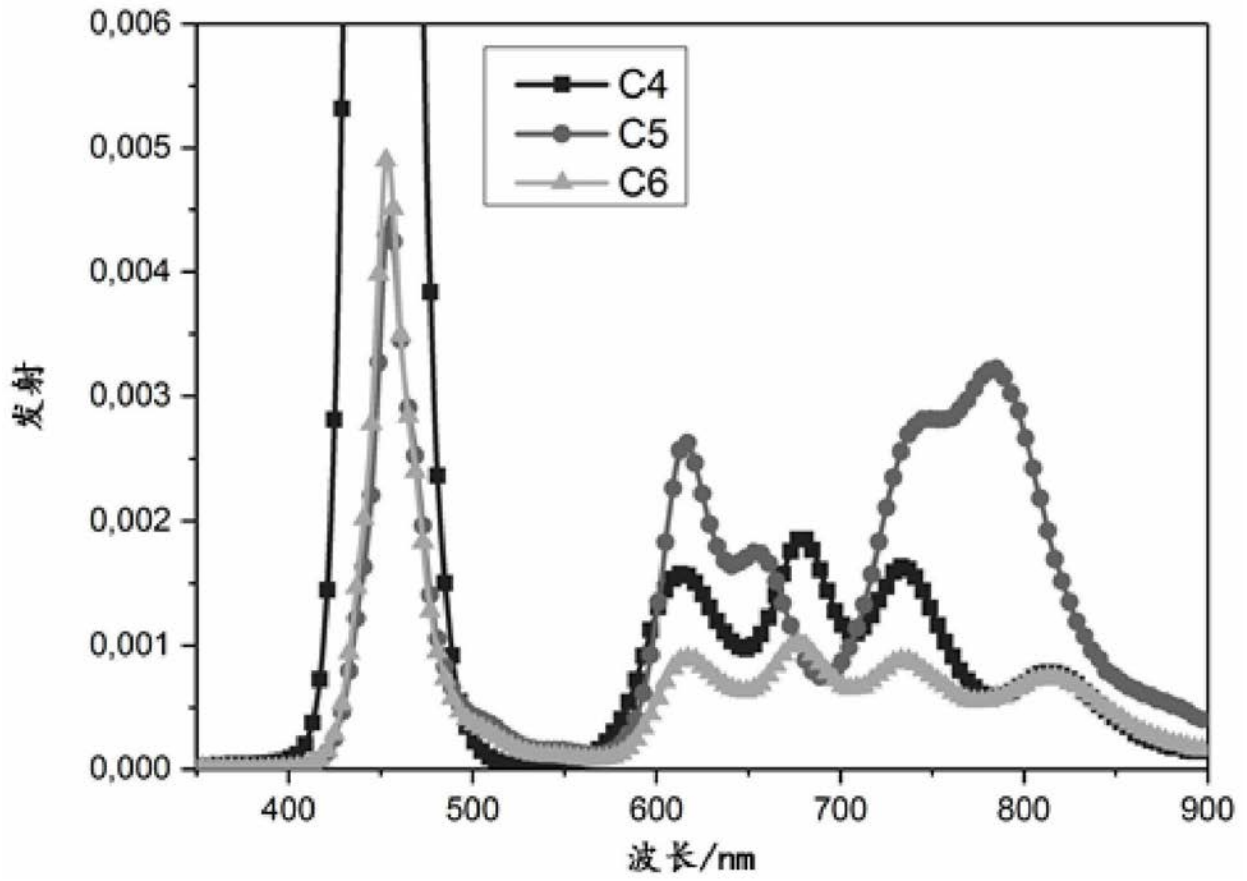


图2

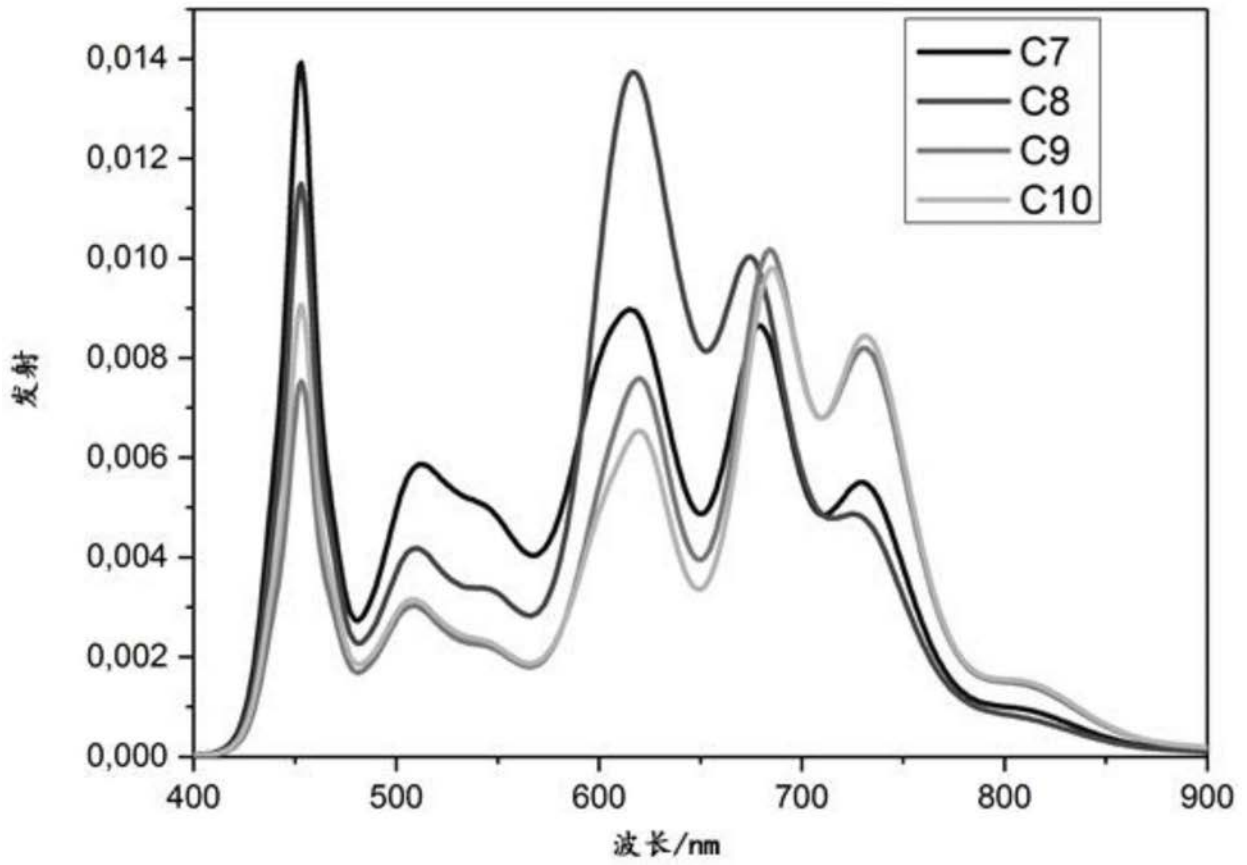


图3