(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107074871 B
(45)授权公告日 2020.06.19

(21)申请号 201580056795.0

(22)申请日 2015.10.19

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107074871 A

(43)申请公布日 2017.08.18

(30)优先权数据
PCT/EP2014/072560 2014.10.21 EP
15154537.3 2015.02.10 EP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2017.04.19

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2015/074126 2015.10.19

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2016/062657 EN 2016.04.28

(73)专利权人 飞利浦照明控股有限公司
地址 荷兰艾恩德霍芬市

(72)发明人 J·卢布 P·A·范哈尔
R·A·M·希克梅特
S·L·J-L·哈蒙

(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所 11256
代理人 陈文平 吕小羽

(51)Int.Cl.
C07D 491/16(2006.01)
C09K 11/06(2006.01)
H01L 33/50(2010.01)

(56)对比文件
CN 105722945 A,2016.06.29,

审查员 朱亚莉

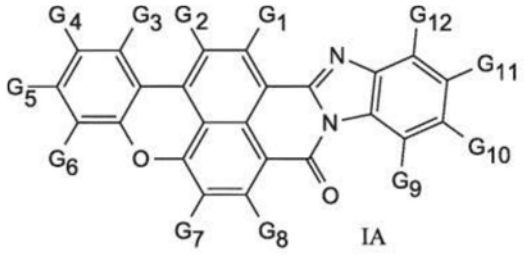
权利要求书4页 说明书27页 附图21页

(54)发明名称

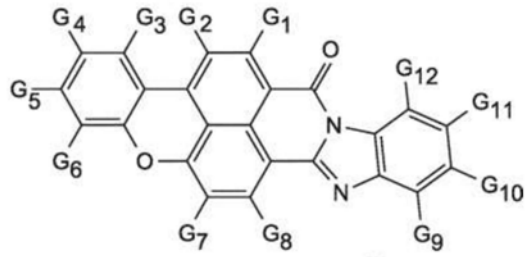
用于LED照明的基于苯并咪唑并氧杂蒽并异喹啉酮衍生物的有机磷光体

(57)摘要

本发明提供了一种照明装置(1),其包含(a)配置为产生光源光(11)的光源(10),和(b)配置为将至少一部分光源光(11)转换为可见转换器光(111)的光转换器(100),其中所述光转换器(100)包含基质(120),基质(120)含有基于苯并咪唑并氧杂蒽并异喹啉酮的衍生物的发光材料(140)。所述照明装置可还包含其他发光材料(130)。



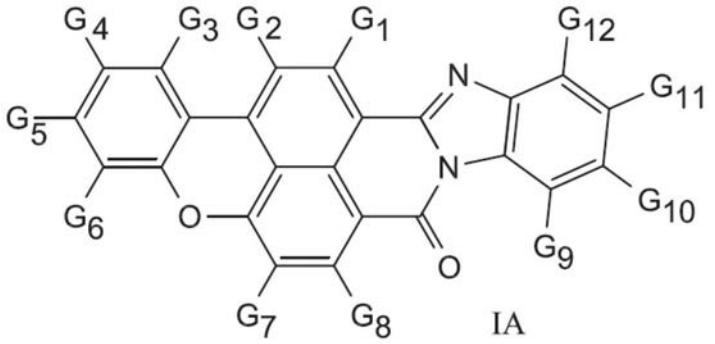
IA



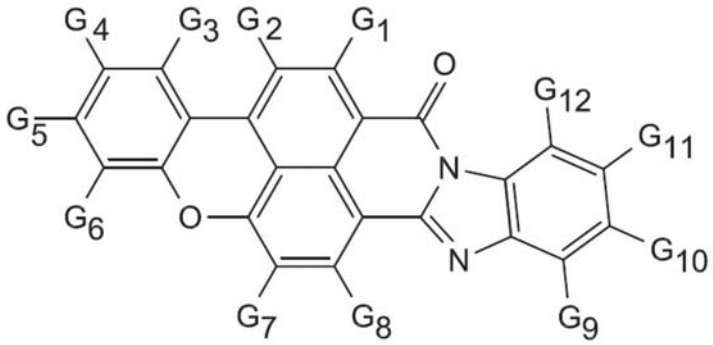
IB

CN 107074871 B

1.一种照明装置(1),所述照明装置(1)包含(a)配置为产生光源光(11)的光源(10),和(b)配置为将至少一部分所述光源光(11)转换为可见转换器光(111)的光转换器(100),其中所述光转换器(100)包含基质(120),所述基质(120)含有发光材料(140),所述发光材料(140)包含至少式IA所限定的有机磷光体和任选地式IB所限定的有机磷光体:



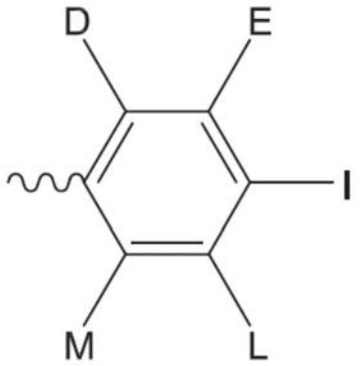
IA



IB

其中,G_1-G_{12}独立地选自氢、卤素、R1、OR1、NHR1和NR2R1,其中R1和R2独立地选自C1-C18烷基、C6-C24芳基和C6-C24杂芳基,其中任选地G_1-G_{12}中的一者或多者共价连接到所述基质(120),并且其中当所述发光材料(140)中有式IB所限定的有机磷光体时,所述式IB所限定的磷光体和所述式IA所限定的磷光体具有IB/IA≤0.1的摩尔比。

2.根据权利要求1所述的照明装置(1),其中所述有机磷光体IA的G_1-G_{12}中的至少四者独立地为H,并且其中所述有机磷光体IA的G_2和G_7中的一者或多者独立地包含R1或OR1,其中R1由式II限定:

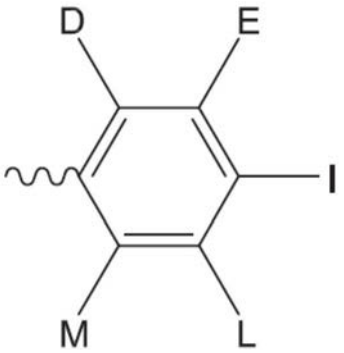


II

其中D、E、I、L和M独立地选自氢、卤素、R3、OR3、NHR3和NR4R3,并且其中R3和R4独立地选

自C1-C18烷基、C6-C24芳基和C6-C24杂芳基。

3.根据权利要求1所述的照明装置(1),其中所述有机磷光体IA的G_1-G_{12}中的一者或多者独立地选自R1、OR1、NHR1和NR2R1,其中R1和R2中的一者或多者独立地包含式II所限定的基团:



II

其中D、E、I、L和M独立地选自氢、卤素、R3、OR3、NHR3和NR4R3,并且其中R3和R4独立地选自C1-C18烷基、C6-C24芳基和C6-C24杂芳基。

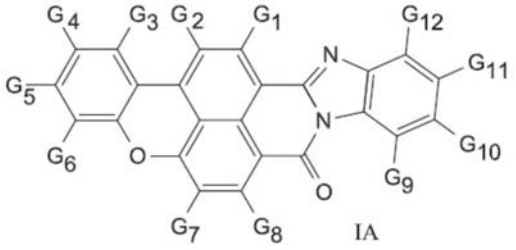
4.根据权利要求3所述的照明装置(1),其中D、E、I、L和M中的至少两者为H。

5.根据权利要求1-4中任一项所述的照明装置(1),其中G_1-G_{12}中的至少十者独立地为H。

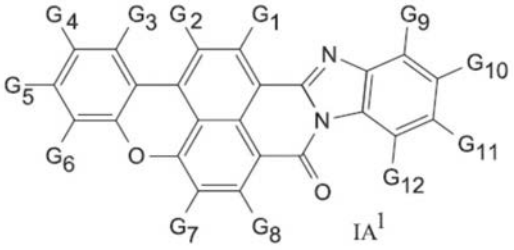
6.根据权利要求1-4中任一项所述的照明装置(1),其中所述有机磷光体IA的G_2和G_7中的一者或多者独立地包含根据权利要求3-4中任一项所述的R1或OR1,其中D、E、I、L和M为H,并且其中G_1、G_3、G_4、G_5、G_6、G_8、G_9、G_{10}、G_{11}和G_{12}中的至少四者独立地为H。

7.根据权利要求6所述的照明装置(1),其中G_1、G_3、G_4、G_5、G_6、G_8、G_9、G_{10}、G_{11}和G_{12}中的至少八者独立地为H。

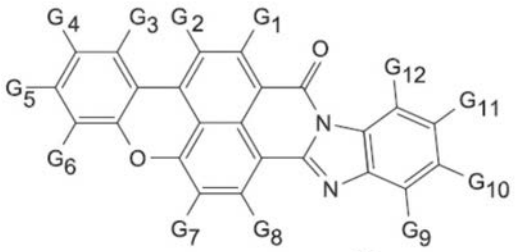
8.根据权利要求1-4中任一项所述的照明装置(1),其中所述发光材料(140)包含由式IA和IA^1限定的至少两种不同的有机磷光体的组合和任选地由式IA、IB、IA^1和IB^1限定的至少四种不同的有机磷光体的组合:



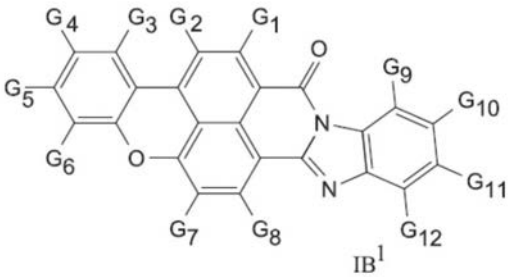
IA



IA[1]



IB



IB[1]

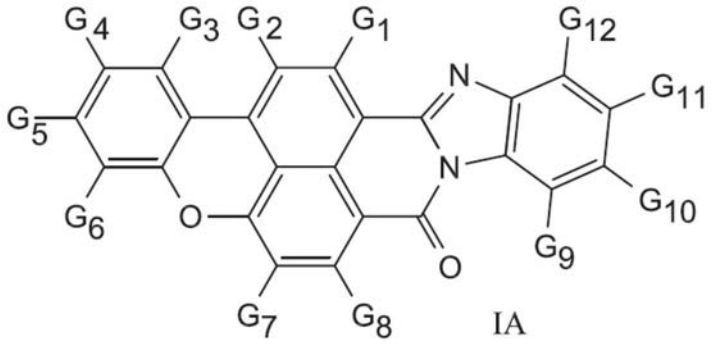
其中G_1-G_{12}如上面所限定，当所述发光材料(140)包含由式IA、IB、IA^1和IB^1限定的至少四种不同的有机磷光体的组合时，IB/IA的摩尔比≤0.1并且IB^1/IA^1的摩尔比≤0.5。

9.根据权利要求1-4中任一项所述的照明装置(1)，其中所述基质包含聚合型材料。

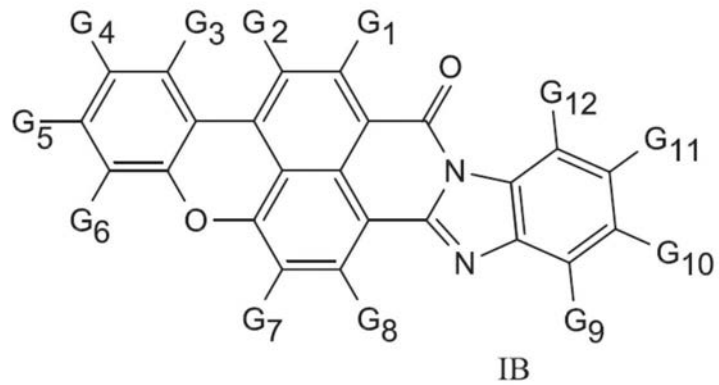
10.根据权利要求1-4中任一项所述的照明装置(1)，其中所述基质包含芳族聚酯或其共聚物。

11.根据权利要求1-4中任一项所述的照明装置(1)，其中G_1、G_2、G_3、G_4、G_5、G_6、G_7、G_8、G_9、G_{10}、G_{11}和G_{12}中的一者或多者包含与所述基质的共价连接。

12.一种发光材料(140)，所述发光材料(140)包含至少式IA所限定的有机磷光体和任选地还包含式IB所限定的有机磷光体：

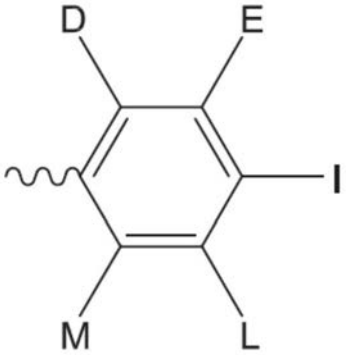


IA



IB

其中G_1-G_{12}独立地选自氢、卤素、R1、OR1、NHR1和NR2R1，其中R1和R2独立地选自C1-C18烷基、C6-C24芳基和C6-C24杂芳基，并且其中G_2和G_7中的一者或多者独立地包含选自R1'和OR1'的基团，并且其中所述有机磷光体IA的G_1-G_{12}中的至少四者独立地为H，其中R1'由式II限定：



II

其中D、E、I、L和M独立地选自氢、卤素、R3、OR3、NHR3和NR4R3，并且其中R3和R4独立地选自C1-C18烷基、C6-C24芳基和C6-C24杂芳基；并且其中当所述发光材料(140)中有式IB所限定的有机磷光体时，所述式IB所限定的磷光体和所述式IA所限定的磷光体具有IB/IA≤0.1的摩尔比。

13.根据权利要求12所述的发光材料(140)，所述发光材料(140)包含选自以下的有机磷光体：

6,16-二苯基-8H-苯并[3,4]异色烯并[7,8,1-def]苯并[4,5]咪唑并[1,2-b]异喹啉-8-酮；

6,16-二苯氧基-8H-苯并[3,4]异色烯并[7,8,1-def]苯并[4,5]咪唑并[1,2-b]异喹啉-8-酮；

16-苯氧基-8H-苯并[3,4]异色烯并[7,8,1-def]苯并[4,5]咪唑并[1,2-b]异喹啉-8-酮；

6,16-双(4-(2,4,4-三甲基戊烷-2-基)苯氧基)-8H-苯并[3,4]异色烯并[7,8,1-def]苯并[4,5]咪唑并[1,2-b]异喹啉-8-酮；和

16-(4-(2,4,4-三甲基戊烷-2-基)苯氧基)-8H-苯并[3,4]异色烯并[7,8,1-def]苯并[4,5]咪唑并[1,2-b]异喹啉-8-酮。

14.根据权利要求12所述的发光材料(140)，所述发光材料(140)包含6,16-二苯基-8H-苯并[3,4]异色烯并[7,8,1-def]苯并[4,5]咪唑并[1,2-b]异喹啉-8-酮。

15.一种光转换器(100)，所述光转换器(100)包含基质(120)，所述基质(120)含有根据权利要求12-14中任一项所述的发光材料(140)。

用于LED照明的基于苯并咪唑并氧杂蒽并异喹啉酮衍生物的有机磷光体

技术领域

[0001] 本发明涉及一种照明装置,其包含(a)配置为产生光源光的光源,和(b)配置为将至少一部分光源光转换为可见转换器光的光转换器。本发明还涉及这样的光转换器本身以及可由这样的光转换器包含的发光材料。

背景技术

[0002] 磷光体(phosphor)-增强光源本身是已知的并被用于基本上所有类型的光源。磷光体-增强光源包含光发射体和发光材料。发光材料布置为将光发射体发射的至少一部分光转换为更长波长的光。

[0003] 公知的磷光体-增强光源有例如汞蒸气放电灯,其中由放电发射光,其中汞蒸气的存在使得所述放电发射紫外线辐射。至少一部分紫外线辐射被发光材料吸收并转换为随后由发光材料发射的更长波长的光。这种汞蒸气放电灯可例如包含其中产生放电的放电容器。发光材料通常应用于放电容器的内壁以便由放电发射的紫外线辐射不需要经过放电容器,而是在放电容器内部转换为例如可见光。

[0004] 或者,磷光体-增强光源可包含固态光发射体作为光发射体。这种固态光发射体可例如为发光二极管、或激光二极管或有机发光二极管。由固态光发射体发射的光通常具有绕中心波长排布的较窄光谱。光谱的宽度可例如由发射峰的半高宽(还表示为FWHM)定义,半高宽为在由固态光发射体发射的光的最大发射强度的一半的强度下测得的发射峰宽度。固态光发射体的典型发射光谱的FWHM小于30 纳米,其通常被人眼识别为单色的光。

[0005] 为改变由固态光发射体发射的光的颜色,可添加发光材料以产生磷光体-增强光源。发光材料可例如作为层施加于固态光发射体的 (LED)管芯的顶部上,或可例如分散在可位于固态光发射体的一定距离处的基质中,即所谓的“远程磷光体”布置。所述发光材料也可为不同的发光材料的混合物的一部分,例如,各自产生不同的颜色,使得混合光例如产生具有特定色温的白光。此外,可向固态光发射体添加发光材料以改善固态光发射体的显色特性,因为发光材料的典型发射特性是较宽的光谱。

[0006] 染料在基质中的使用(也)是本领域已知的。例如,US6537679 描述了一种荧光逆向反射制品,其包含聚合物树脂和荧光染料,所述聚合物树脂包含聚(1,4-环己烷二甲醇-co-对苯二甲酸乙二醇酯) (PETG),所述荧光染料选自苝酰亚胺和苝酯染料、噻吨染料、苯并氧杂蒽染料和苯并噻嗪染料。可使用PETG荧光树脂基质来提高道路标记的日间可见性。这样的路面标记包含基础构件,所述基础构件包含透光荧光材料的结构,所述结构具有顶表面和前边缘表面,所述基础构件配置为在所述结构下方提供气帽。

[0007] Qian Xuhong等人(J.Chem.Eng.Data(1988,33,528-529))描述了一些苯并氧杂蒽-3,4-二甲酰亚胺和苯并咪唑并氧杂蒽并异喹啉酮 (benzimidazoxanthenoisoquinolinone)及它们的物理和光谱数据。 JP06228549描述了一种有机电致发光元件,其具有如Qian Xuhong等人描述的化合物。EP2645822描述了一种照明装置,其包含光源和发光材料。

所述发光材料包含第一有机发光材料、第二有机发光材料、任选地一种或多种其他有机发光材料和任选地一种或多种其他无机发光材料。所述光源和发光材料配置为在运行期间产生白色照明装置光。所述第一有机发光材料随着时间降解，所述第二有机发光材料随着时间降解，所述任选的一种或其他有机发光材料随着时间降解。所述发光材料配置为在照明装置的运行时间期间使照明装置光保持白色。Xuhong Qian等人(Dyes and Pigments, vol.32,no.4,p.229-235 (1996))提供了对荧光化合物的斯托克斯位移与低频半值分量之间关系的研究，以及Qian Xuhong等人描述的其他研究。

[0008] DE 2328727描述了如本申请中所述的具有与式IA和IB相关的通式(I)或(II)的水不溶性染料，邻位有用X表示的基团，其中X 为O或S，并且其中一些特定的侧基表示H、C2H5、酰基或烷氧基，并且一些别的特定的侧基表示H或非离子源取代基；前提条件是两个相邻的基团可形成芳族或杂芳族环)。这些化合物可例如通过内部环化相应的重氮盐(以形成含X的环)来产生。这些染料适合于醋酸纤维素、聚酯或聚酰胺纺织品，由聚苯乙烯、聚甲基丙烯酸甲酯、PVC、聚碳酸酯、聚乙烯、聚丙烯和超级聚酰胺制成的制品，及用于漆或印刷浆料的颜料的生产。获得了明亮、清晰、耐光的荧光黄至红色等。

发明内容

[0009] 发白光固态光源的效率仍有待提高。这最好可通过组合RGB LED 来实现。然而，为了获得高效率，绿色LED目前不够高效。为此，提出了磷光体转换(PC)LED来获得白光。以蓝色LED作为主要源，需要红色和黄色发光磷光体。这些磷光体在完整光源的寿命期间在蓝光辐照条件下应是稳定的(例如，TL改装管，在升高的温度下工作，寿命为至少50,000小时)。

[0010] 使用衍生自芘的黄色有机磷光体(也参见例如EP2645822)如 F170(CAS:936212-95-2)或F83(CAS:100443-95-6)及溶剂黄 98(CAS:12671-74-8)或荧光黄43(CAS:19125-99-6)导致短的寿命。这些黄色磷光体降解太快而不能用于照明应用。

[0011] 因此，本发明的一个方面是提供一种替代的照明装置，尤其是一种替代的光转换器，其优选还至少部分地消除上述缺点中的一个或多个。本发明的又一个方面是提供一种替代的发光材料，尤其是发射绿光和/或黄光，尤其是用于与蓝色光源如蓝色LED组合，其优选还至少部分地消除上述缺点中的一个或多个。

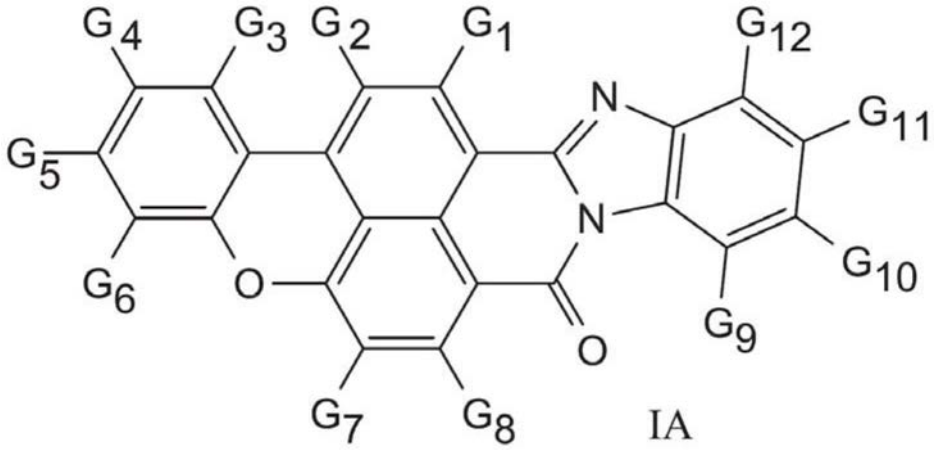
[0012] 令人惊奇地发现，8H-苯并[3,4]异色烯并[7,8,1-def]苯并[4,5]咪唑并[1,2-b]异喹啉-8-酮的衍生物在辐照条件下比已知的类似现有技术体系具有长得多的寿命。获得了两种异构体即8H-苯并[3,4]异色烯并[7,8,1-def]苯并[4,5]咪唑并[1,2-b]异喹啉-8-酮(2410A)和7H-苯并[3,4] 异色烯并[7,8,1-def]苯并[4,5]咪唑并[2,1-a]异喹啉-7-酮(2410B)以大致等摩尔比的混合物。使用这些混合物，获得了增至高达20Khr的寿命。然而，这些染料混合物的量子效率较低；不超过0.8。

[0013] 在从混合物分离两种异构体后，还令人惊奇地发现，源自结构 2410A的那一种在黄色区域具有优异的光谱性质和超过0.9的高量子产率(量子效率90％)。源自2410B的另一异构体在橙色区域呈现出较低量子产率的发射。因此，第一异构体的使用产生具有更高效率的灯。此外，看起来8H-苯并[3,4]异色烯并[7,8,1-def]苯并[4,5]咪唑并 [1,2-b]异喹啉-8-酮或其衍生物具有比异构体7H-苯并[3,4]异色烯并 [7,8,1-def]苯并[4,5]咪唑并[2,1-a]异喹啉-7-酮及其衍生物显著更好的光学性质。

[0014] 在一个具体的实施方案中，所述磷光体呈远程磷光体配置，这可导致系统功效的总体增加。该配置最适合于低功率低工作温度应用，如TLED(管LED配置，例如在T8管(荧光照明领域中已知)中实施LED或别的管状配置)。然而，别的类型的应用，如直接用在固态光源管芯上，也是可能的。

[0015] 因此，在第一个方面，本发明提供了一种照明装置，其包含(a) 配置为产生光源光的光源，(b)配置为将至少一部分光源光转换为可见转换器光的光转换器，其中所述光转换器包含(聚合型)基质，所述基质含发光材料，所述发光材料包含由式IA限定的有机磷光体：

[0016]



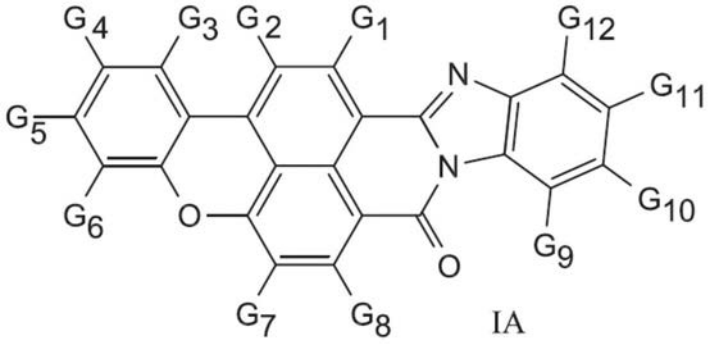
IA

[0017] 其中G1-G12独立地选自氢、卤素、R1、OR1、NHR1和NR2R1，其中R1和R2独立地选自C1-C18烷基、C6-C24芳基和C6-C24杂芳基。因此，在一个具体的实施方案中，G1-G12独立地选自氢、卤素、R1、 OR1、NHR1和NR2R1，其中R1和R2独立地选自C1-C18烷基、C6-C24 芳基和C6-C24杂芳基。此外，当包埋在基质中时，G1-G12基团中的一者或多者可独立地具有与基质的共价结合或连接。

[0018] 异构体的分离可例如通过本领域已知的柱色谱或选择性结晶技术实现。

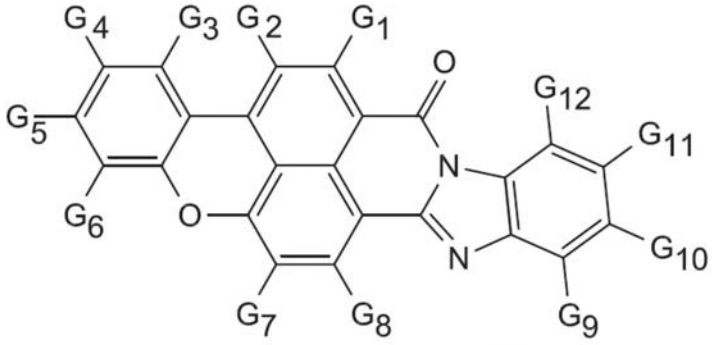
[0019] 尤其是，G1-G12独立地选自氢、卤素、R1、OR1、NHR1和NR2R1，其中R1和R2独立地选自C1-C18烷基、C6-C24芳基和C6-C24杂芳基，其中任选地G1-G12中的一者或多者共价连接到基质，并且其中当发光材料中有式IB(参见下文)限定的有机磷光体可用时，式IB 限定的磷光体与式IA限定的磷光体具有IB/IA≤05、尤其是≤0.1的摩尔比。这样的有机磷光体在辐照下(当包埋于基质中时)在量子效率和/或稳定性方面将提供最佳光学结果。

[0020] 任选地，所述有机磷光体包含两种有机磷光体的组合，即如上面所指出的有机磷光体IA及其异构体，



IA

[0021]



IB

[0022] 但这两种异构体具有第一有机磷光体IA对第二有机磷光体IB比率为1.1及更大、如在2-1000的比率范围内的分子比。因此，当磷光体(或发光材料)包含磷光体IA和IB二者时，IB/IA摩尔比≤0.5，如≤0.1，如0.05或更小，像≤0.01，像≤0.001，例如在0.5-0.001、像0.1-0.001的范围内。所述异构体可以光谱学方式区分或可应用 LCMS(液相色谱-质谱)来区分异构体IA和IB。

[0023] 在又一个方面，本发明还提供了一种光转换器本身。因此，在又一个方面，本发明还提供了一种光转换器，其包含基质，所述基质含发光材料，所述发光材料包含有机磷光体。如下文将阐明的，这样的基质还可包含一种或多种其他发光材料，像基于量子点的材料和/或基于氮化物的材料和/或可尤其是发红光的别的发光材料等。

[0024] 在另一个方面，本发明还提供了这样的发光材料本身。因此，在又一个方面，本发明还提供了一种发光材料，其包含根据式IA的有机磷光体，任选地与IB(如上所限定)组合，但前者相对于后者分子过量。因此，在一个方面，本发明提供了发光材料，其包含至少由式IA限定的有机磷光体和任选地(发光材料)还(包含)由式IB限定的有机磷光体，其中G1-G12独立地选自氢、卤素、R1、OR1、NHR1 和NR2R1，其中R1和R2独立地选自C1-C18烷基、C6-C24芳基和 C6-C24杂芳基，并且其中当发光材料中(还)有式IB限定的有机磷光体可用时，式IB限定的磷光体与式IA限定的磷光体具有IB/IA≤ 05、尤其是≤0.1的摩尔比，并且其中尤其是G2和G7中的一者或多者独立地包含选自R1、OR1、NHR1和NR2R1、甚至更尤其是选自 R1和OR1的基团。

[0025] 如上面所指出，看起来令人惊奇的是式IA的苯并咪唑并氧杂蒽并异喹啉酮衍生物具有尤其是比其IB异构体相对较高的量子效率，并且还高于本领域已知的另一些有机磷光体，同时在例如蓝光辐照下具有良好的寿命。此外，这些材料看起来具有较高的量子效率。另外，高显色指数与蓝光源(像蓝色LED)和任选地绿光、黄光和红光中的一者或多者的源

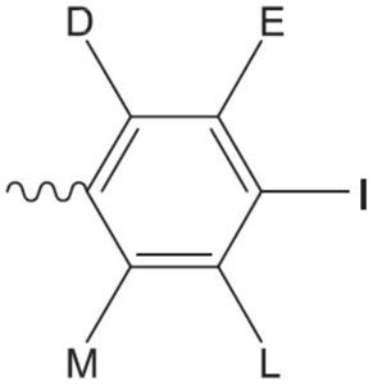
(如红色有机发光材料和/或红色无机发光材料如氮化物或量子点)相结合可提供CRI为至少80、如至少84、甚至更至少88、像至少92的白光。

[0026] 在一个具体的实施方案中,有机磷光体IA(并且当有机磷光体 IB存在时,也包括该磷光体)的G1-G12中的至少四者(独立地)为 H。甚至更尤其是,有机磷光体IA(和任选地有机磷光体IB)的全部 G1-G12均为H。通常,由于合成程序,磷光体IA的G_n与磷光体IB 的G_n相同(即,G1(IA)=G1(IB);G2(IA)=G2(IB);G3(IA)=G3 (IB);等等)。注意,表述"有机磷光体IA的全部G1-G12均为H"可仍包括G1-G12中的一者或多者但非全部、尤其是G1-G12中的仅一者可为与基质的共价连接(当包埋于基质中时)。氢被取代的苯并咪唑并氧杂蒽并异喹啉酮衍生物看起来具有良好的稳定性和令人感兴趣的光学性质,如(蓝色)绿色发射,所述发射可从蓝色调节到绿色,甚至直至黄色或甚至红色,具体取决于取代基。此外,这些磷光体可在蓝光中很好地激发,具有较高的效率(在溶液中,高达95%),并且如上面所指出,具有较高的稳定性。添加非H取代基将允许调节发射。因此,可取得现有技术有机染料可发射的发射范围,但根据式IA 的本发明染料可显著更稳定和/或更高效(QE)。

[0027] 尤其是,G1-G12中的一者或多者不为H,尤其是G2和/或G7不为H。在另一个实施方案中,尤其是G1-G12中的一者或多者不为 OCH_3,尤其是G2和/或G7不为OCH_3。在甚至另一个具体的实施方案中,G2和G7中的一者或多者包含苯基基团(也参见下文);这可甚至进一步提高稳定性。

[0028] 在还另一个具体的实施方案中,有机磷光体IA(和任选地IB) 的G1-G12中的一者或多者、尤其是G2和G7中的一者或多者独立地选自R1、OR1、NHR1和NR2R1,其中R1和R2中的一者或多者独立地包含式II所限定的基团:

[0029]



II

[0030] 其中D、E、I、L和M独立地选自氢、卤素、R3、OR3、NHR3和 NR4R3,并且其中R3和R4独立地选自C1-C18烷基、C6-C24芳基和C6-C24杂芳基。

[0031] 任选地,D、E、I、L和M中的一者或多者、尤其是仅一者可包括与基质的共价连接。

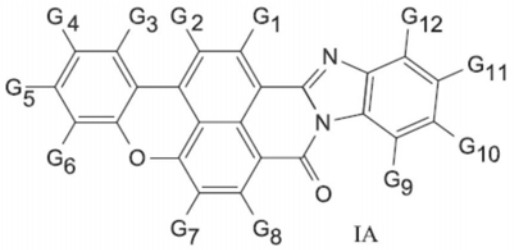
[0032] 尤其是,D、E、I、L和M中至少两者为H,甚至更尤其是均为 H。有了这样的基团或取代基,相对于具有仅有H取代基的式IA(或 IB)的磷光体,发射可在绿-黄区中更多地位移。当G1-G12中至少十者独立地为H时将取得良好的结果。尤其是,具有式IA(和任选地 IB)的磷光体的G1-G2中仅一者或两者独立地选自R1、OR1、NHR1 和NR2R1,其中R1和R2中的一者或多者独立地包含式II所限定的基团。

[0033] 在还另一个具体的实施方案中,有机磷光体IA(和任选地IB) 的G2和G7中的一者

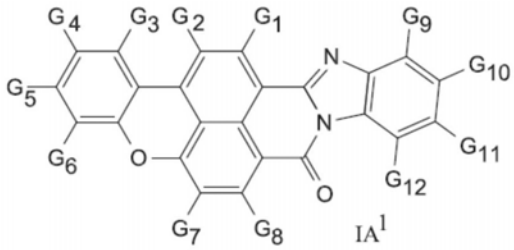
或多者独立地包含R1或OR1，尤其是R1，R1 为根据式II的取代基，其中尤其是D、E、I、L和M为H，并且其中 G1、G3、G4、G5、G6、G8、G9、G10、G11和G12中的至少四者、尤其是全部独立地为H。除此之外或作为另外一种选择，有机磷光体 IA(和任选地IB)的G2和G7中的一者或多者独立地包含OR1，R1 为根据式II的取代基，其中尤其是D、E、I、L和M为H，并且其中尤其是G1、G3、G4、G5、G6、G8、G9、G10、G11和G12中的至少四者、尤其是全部、甚至更尤其是全部独立地为H。当G1、G3、G4、G5、G6、G8、G9、G10、G11和G12中的至少八者、甚至更尤其是全部独立地为H时，取得尤其良好的结果。在这些实施方案中，可获得如图3C(2441A或2442A)中所示的磷光体。如上面所指出，任选地，G1、G3、G4、G5、G6、G8、G9、G10、G11、G12、D、E、 I、L和M中的一者或多者、尤其是仅一者可包括与基质的共价连接。

[0034] 因此，尤其是有机磷光体IA(和任选地有机磷光体IB)的G2 和G7中的一者或多者独立地包含R1或OR1，R1由式II限定。例如，有机磷光体IA(和任选地有机磷光体IB)可具有为OR1的G2(和例如为H的G7)，或者有机磷光体IA(和任选地有机磷光体IB)可具有为R1的G2和为OR1的G7。尤其是，G2＝G7，并且G2和G7 包含R1或OR1，R1由式II限定。如上面所指出，尤其是D、E、I、 L和M为H。

[0035] 在还另一个实施方案中，应用了两种不同的有机磷光体IA和IA’，它们都不同。在还另一个实施方案中，应用了四种不同的有机磷光体，它们都不同。因此，在实施方案中，尤其是其中适用(i)G9≠G12和 (ii)G10≠G11中的一者或多者的实施方案中，发光材料包含由式IA 和IB、IA’和IB’限定的至少两种不同的有机磷光体的组合，或在又一个实施方案中由式IA、IB、IA’和IB’限定的至少四种不同的有机磷光体，其中在后一个实施方案中，IA相对于IB摩尔过量，尤其是IB/IA 的摩尔比≤0.5，如≤0.1，并且IA’相对于IB’摩尔过量，尤其是 IB’/IA’的摩尔比≤0.5，如≤0.1(具体比率与上文限定的相似)，其中IA和IB、IA’和IB’：

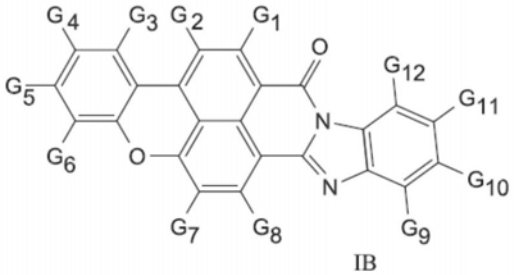


IA

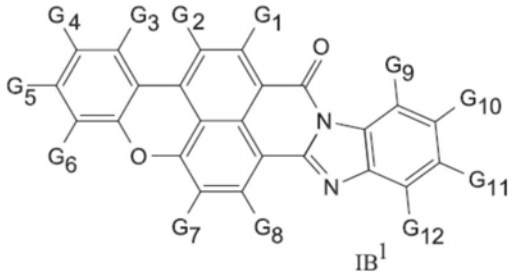


IA[1]

[0036]



IB



IB[1]

[0037] 其中G1-G12为(IA、IB、IA’和IB’独立地)如上文所限定。如果G9＝G12 且G10＝G11，则IA＝IA’且IB＝IB’。如果全部G1-G12均为H，则将获得也如图3C(2410)中所示的IA和IB的组合。应指出，两种不同的磷光体IA和IA’的组合为磷光体IA的一个具体实施方案。还应指出，四种不同的磷光体IA、IB、IA’和IB’的组合为所述至少两种磷光体IA和IB的组合的

一个具体组合。

[0038] 看起来如上文所限定的此类照明装置、光转换器和/或发光材料包括本文所述的具体实施方案，并且如下文进一步阐述，可高效地应用并在(蓝光)辐照下具有良好的寿命和/或较高的量子效率。相对于现有技术体系，观察到寿命的10-100倍增加。

[0039] 在本文中，术语“C1-C18烷基”可尤其是涉及支链C1-C18烷基或非支链C1-C18烷基。术语“C1-C18烷基”可涉及未取代的C1-C18烷基或被取代的C1-C18烷基(即，具有一个或多个取代基的C1-C18 烷基)。术语“C1-C18烷基”可涉及直链C1-C18烷基或非直链C1-C18烷基(其可以是被取代或未取代的)。本文中的术语“非直链的”可涉及环状，像C1-C18环烷基。

[0040] 举例来说，术语“C1-C18烷基”可在一个实施方案中涉及直链庚基基团，但可在另一个实施方案中涉及甲基取代的环己烷基团，其具有一个或多个氟取代基。C1-C18烷基尤其是涉及C1-C16烷基，如C1-C8 烷基，像C1-C4烷基。

[0041] 烷基基团的实例尤其是甲基、乙基、正-丙基、异丙基、正-丁基、异丁基、仲-丁基、叔-丁基、正-戊基、新-戊基、正-己基、正-庚基、正-辛基、正-壬基、正-癸基、正-十一烷基、正-十二烷基等。环烷基基团的实例是例如环戊基、环己基、环庚基、环辛基等。

[0042] 任选地，C1-C18烷基的碳链可被独立地选自-O-和-S-的一个或多个基团中断。因此，在一个实施方案中，术语C1-C18烷基也可涉及醚或在一个变型中涉及聚醚。因此，在一个具体的实施方案中，C1-C18 烷基也可涉及包含一个或多个醚基团的C1-C18烷基，如$C_nH_{2n+1}O_m$ (其中n为1至18如1至16的整数，并且$0 \leqslant m \leqslant n/2$)。

[0043] 如同例如D、E、I、L和M可独立地涉及OR3一样，C1-18烷基可因此为烷氧基基团的一部分。例如，式II中的“D”可为甲氧基等。

[0044] 可适用的取代基可选自氟、氯、羟基、氰基、酰基、COOH、羧酸酯、烷基羰基氧基、氨基甲酰、烷基氨基羰基、(二烷基氨基)羰基、SO_3H、磺酸酯、磺氨基、磺酰胺、氨磺酰和脒基。通常，取代基将被限制于1-6个取代基，像1-4个取代基。在一个具体的实施方案中，C1-C18烷基被一个或多个氟原子所取代。例如，在一个实施方案中，C1-C18烷基尤其是涉及$C_nH_{2n+1-m}F_m$(其中n为1至18如1-16的整数，并且$0 \leqslant m \leqslant 2n+1$)。因此，术语“烷基”和类似的术语也可涉及被取代的烷基，如被一个或多个氟取代基氟化的烷基。

[0045] 在本文中，术语“C6-C24芳基”可尤其是涉及单环芳族芳基基团或涉及多环芳族芳基基团。术语“C6-C24芳基”可涉及未取代的C6-C24 芳基或被取代的C6-C24芳基(即，具有一个或多个取代基的C6-C24 芳基)。C6-C24芳基尤其是涉及C6-C16芳基，像C6-C10芳基。除至少一个芳基外，C6-C24芳基可还包含一个或多个非共轭环状基团。

[0046] 芳基基团的实例有苯基、萘基、茚基、芴基、蒽基、菲基、萘并萘基等。如果C6-C24芳基包含一个或多个芳族基团和一个或多个烷基基团，像甲基苯基(C7)或乙基苯基(C8)，则所述烷基基团可尤其是为直链烷基基团。这些烷基基团也可独立地包含一个或多个取代基。此外，这些烷基基团也可被独立地选自-O-和-S-的一个或多个基团中断。因此，在一个实施方案中，这样的烷基基团可还涉及醚或在一个变型中涉及聚醚。

[0047] 可适用的取代基可选自氟、氯、羟基、氰基、酰基、COOH、羧酸酯、烷基羰基氧基、氨基甲酰、烷基氨基羰基、(二烷基氨基)羰基、SO_3H、磺酸酯、磺氨基、磺酰胺、氨磺酰和脒基。通常，取代基将被限制于1-6个取代基，像1-4个取代基。在一个具体的实施方案中，C6-C24

芳基被一个或多个氟原子所取代。

[0048] 在本文中，术语“C6-C24杂芳基”可尤其是涉及杂芳族单环或多环基团。术语“C6-C24杂芳基”可涉及未取代的C6-C24杂芳基或涉及被取代的C6-C24杂芳基(即，具有一个或多个取代基的C6-C24杂芳基)。C6-C24杂芳基尤其是涉及C6-C16杂芳基，像C6-C10杂芳基。除至少一个杂芳基基团外，C6-C24杂芳基可还包含一个或多个非共轭环状基团。

[0049] C6-C24杂芳基的实例有例如2,5-亚茚基、2,6-亚茚基、亚吡嗪基、亚吡啶基、亚嘧啶基、2,4-亚噻吩基、2,5-亚噻吩基、1,3,4-噻二唑-2,5- 亚基、1,3-噻唑-2,4-亚基、1,3-噻唑-2,5-亚基、1,3-噁唑-2,4-亚基、1,3- 噁唑-2,5-亚基、1,3,4-噁二唑-2,5-亚基等。如果C6-C24杂芳基包含一个或多个杂芳基基团和一个或多个烷基基团，则所述烷基基团可尤其是为直链烷基基团。这些烷基基团也可独立地包含一个或多个取代基。此外，这些烷基基团也可被独立地选自-O-和-S-的一个或多个基团中断。因此，在一个实施方案中，这样的烷基基团可还涉及醚或在一个变型中涉及聚醚。

[0050] 可适用的取代基可尤其是选自氟、氯、羟基、氰基、酰基、COOH、羧酸酯、烷基羰基氧基、氨基甲酰、烷基氨基羰基、(二烷基氨基)羰基、SO_3H、磺酸酯、磺氨基、磺酰胺、氨磺酰和脒基。通常，取代基将被限制于1-6个取代基，像1-4个取代基。在一个具体的实施方案中，C6-C24杂芳基被一个或多个氟原子所取代。

[0051] 在其中有R_1、R_2、R_3、R_4中的一者或多者可用的一个实施方案中，这些中的一者或多者独立地选自(i)$C_nH_{2n+1}O_m$(其中n为1至18的整数并且$0\leqslant m\leqslant n/2$)，(ii)$C_nH_{2n+1-m}F_m$(其中n为1至18的整数并且$0\leqslant m\leqslant 2n+1$)，(iii)包含一个或多个醚基团的C6-C24芳基，(iv) 包含一个或多个氟取代基的C6-C24芳基，(v)包含一个或多个醚基团的C6-C24杂芳基，和(vi)包含一个或多个氟取代基的C6-C24杂芳基。

[0052] 在本文中，卤素可尤其是为氟、氯，甚至更尤其是为氟。尤其是，当存在一个或多个卤素时，所述一个或多个卤素(仅)包含氟。

[0053] 表述“独立地选自”可指可与别的选择独立地选择任何所指出的物种。例如，理论上，G1、G2、G10-G12可为氢，G3为氟，G4为 C1-C18烷基，G5为OR_1(其中R_1为C1-C18烷基)，G6为NR_1R_2 (其中R_1为C1-C18烷基并且R_3为C6-C24芳基)，G7为C6-C24 杂芳基，G8和G9为卤素取代的C1-C18烷基。然而，通常，G1-G12 中的至少四者为氢。此外，当R_1和R_2中的一者或多者包含如式II所限定的基团时，D、E、I、L、M中的尤其是至少两者、更尤其是至少三者为氢。

[0054] 在一个实施方案中，G1-G12中的一者或多者也可独立地包含含氧烷基基团$C_nH_{2n+1}O_m$(其中n为1至16的整数并且$0\leqslant m\leqslant n/2$)，如醚或醇，尤其是醚。可替代地或除此之外，D、E、I、L和M中的一者或多者也可独立地包含含氧烷基基团$C_nH_{2n+1}O_m$(其中n为1至16 的整数并且$0\leqslant m\leqslant n/2$)。尤其是，D、E、I、L和M基团中最少两者为氢原子。在另一个实施方案中，G1-G12为氢。

[0055] 在一个具体的实施方案中，D、E、I、L和M中的每一者独立地包含选自氢、氟、氯、异丙基、叔-丁基、甲氧基、具有至多16个碳原子的烷基和具有至多16个碳原子的含氧烷基的基团。

[0056] 上文和下文关于与有机磷光体IA相关的G1-G12的指示也可尤其是适用于有机磷光体IB，当((在发光材料中)除有机磷光体IA外) 有其可用时。同样，本文关于有机磷光体IA的指示也可涉及到有机磷光体IA’。另外，本文关于有机磷光体IB的指示也可涉及到有机

磷光体IB'。

[0057] 此外,如下文将阐述,基质可尤其是包含芳族聚酯或其共聚物,如聚碳酸酯(PC)、聚(甲基)丙烯酸甲酯(P(M)MA)、聚乙交酯或聚乙醇酸(PGA)、聚乳酸(PLA)、聚己内酯(PCL)、聚己二酸乙二醇酯(PEA)、聚羟基链烷酸酯(PHA)、聚羟基丁酸酯(PHB)、聚(3-羟基丁酸酯-co-3-羟基戊酸酯)(PHBV)、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚对苯二甲酸丁二醇酯(PBT)、聚对苯二甲酸丙二醇酯(PTT)、聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN);尤其是,基质可包含聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)。此外,如下文将阐述,基质可包含包埋于基质中的其他发光材料。然而,PETG(二醇改性聚对苯二甲酸乙二醇酯)、PDMS(聚二甲基硅氧烷)、COC(环烯烃共聚物)、PE(聚乙烯)或PP(聚丙烯)也可用作基质。因此,基质尤其是为聚合型基质。

[0058] 如上面所指出,有机磷光体(发光材料)可能具有较低的光化学稳定性。它们的稳定性可能强烈地取决于材料的温度和其转换的光的量。为此,当用于远程配置(参见下文)时,有机磷光体可能是合适的候选者。由于使用相对便宜的发光材料,故使用有机远程磷光体的照明组件相对便宜。此外,发光材料允许容易地设计具有可见光谱中任何位置的光发射谱的特定发光材料。这样的分子可被合成并且其基于分子结构而发射特定的光。

[0059] 上面描述的发光材料是苯并咪唑并氧杂蒽并异喹啉酮衍生物类型的。苯并咪唑并氧杂蒽并异喹啉酮衍生物是本领域已知的并例如在 DE2328727中有述。

[0060] 上面描述的一种或多种发光材料可在蓝色和/或UV区中很好地激发。

[0061] 术语"发光材料"可尤其是指具有发光性质(即,在受到(UV和蓝光中的一者或多者的)激发时可发射光)的有机材料。由于式IA (和任选地IB)的发光材料可发射尤其是至少绿光和/或黄光,故所述发光材料在本文中也被表示为绿色和/或黄色发射体或者发射绿光和/或黄光的发光材料或者绿色和/或黄色发光材料。然而,式IA(和任选地IB)的发光材料也可发射例如红光。

[0062] 所述发光材料可应用于如本文所限定的照明装置中。这样的照明装置可例如包含TLED(在管如T8管内具有LED的管),其为一种改装灯。所述发光材料也可应用于在灯泡内具有LED的灯泡中,其为一种改装白炽灯。在两种情况下,所述发光材料均可远程应用,如应用于透射性封套(envelope)的上游面(即,透射性封套的内面) 上。

[0063] 任选地,所述基质可用作照明装置的透射性封套;换句话说,透射性封套基本上由所述基质组成。

[0064] 术语"光转换器"可指配置为将光从第一波长转换为第二波长的光的系统。尤其是,可将UV和/或蓝光(激发波长)(至少部分地) 转换为(比激发波长更长波长的)可见光。关于"光转换器"的另一术语为"波长转换器"。

[0065] 光转换器可呈例如颗粒、薄片、膜、板等的形式。在一个具体的实施方案中,术语光转换器可包括自支承层。

[0066] 因此,在一个实施方案中,光转换器选自涂层、自支承层和板;所述光转换器因此在室温下、尤其是甚至高达100℃下、尤其是甚至高达150℃下、更尤其是甚至高达200℃下尤其是为固体。光转换器可以是柔性的或可以是刚性的。此外,光转换器可以是平的或弯曲的 (在一个或两个维度上)。此外,任选地光转换器可在光转换器的至少一部分外表面处包含外耦合(outcoupling)结构。

[0067] 光转换器可包含一个或多个部分,像彼此之上的层。这样的部分可包含不同的发

光材料或不同浓度的发光材料。然而，光转换器的至少一部分包含(红色)发光材料。

[0068] 基质可尤其是包含基质材料和上面指出的材料如所述发光材料和任选地其他发光材料等。在一个实施方案中，所述发光材料和任选地别的发光材料可尤其是均匀地分布于整个基质中。然而，光转换器也可包含两个或更多个区段，其中两个或更多个区段至少在发光材料方面具有不同的组成，例如在发光材料的类型和/或浓度方面。由于获得这些材料的化学过程，故在根据式IA和IB的实施方案中或在根据式IA、IB、IA'和IB'的实施方案中，两种(或更多种)磷光体的组合一般可作为混合物得到。然而，任选地，也可应用如本文所限定的具有不同的磷光体组成的层。在本文中，术语“发光材料”尤其是指根据式IA和IB(或例如，IA、IB、IA'和IB'等)但IA(和任选地还有IA') 相对于IB(和任选地还有IB")过量的两种(或更多种)有机磷光体的混合物，由此，甚至等于或小于0.01的IB/IA(和任选地IB'/IA')摩尔比也是可以的。

[0069] 在一个实施方案中，所述一种或多种发光材料(即，至少根据式 IA(和/或任选地IB)的发光材料，但任选地还包括一种或多种其他发光材料)可以以分子水平分布在整个基质中。可替代地或除此之外，所述一种或多种发光材料可作为颗粒得到，所述颗粒任选地具有包覆层。在后一实施方案中，经包覆的颗粒可被包埋于基质中。可尤其施加所述包覆层以密封此类颗粒以防H_2O和/或O_2。

[0070] 尤其是，基质材料对具有选自380-750nm范围的波长的光是透射性的。例如，基质材料可对蓝光和/或绿光和/或红光是透射性的。尤其是，基质材料对至少420-680nm的整个范围是透射性的。尤其是，对于由照明单元(也参见下文)的光源产生并具有选自可见波长范围的波长的光，基质材料可具有50-100％的范围内、尤其是70-100％的范围内的透光率。这样，基质材料对来自照明单元的可见光是透射性的。透射率或透光性可通过以下确定：向材料提供具有第一强度的特定波长的光，并且将在透射过材料之后测得的该波长下光的强度与在该特定波长下提供给材料的光的第一强度相关联(也参见“CRC Handbook of Chemistry and Physics”第69版1088-1989页的E-208和 E-406)。光转换器可以是透明或半透明的，但可尤其是透明的。尤其是，光转换器是基本上透明的和/或基本上不散射光。当光转化器是透明的时，光源的光不会完全被光转换器吸收。尤其是在使用蓝光时，这可能令人感兴趣，因为蓝光可用来激发发光材料并可用来提供蓝色分量(在白光中)。

[0071] 基质(材料)可包含一种或多种选自透射性有机材料载体的材料，如选自PE(聚乙烯)、PP(聚丙烯)、PEN(萘二甲酸乙二醇酯)、 PC(聚碳酸酯)、聚丙烯酸甲酯(PMA)、聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA) (Plexiglas或Perspex)、乙酸丁酸纤维素(CAB)、硅氧烷、聚氯乙烯(PVC)、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)，在一个实施方案中包括PETG(二醇改性聚对苯二甲酸乙二醇酯)、PDMS(聚二甲基硅氧烷)和COC(环烯烃共聚物)。然而，在另一个实施方案中，基质(材料)可包含无机材料。优选的无机材料选自玻璃、(熔凝)石英、透射性陶瓷材料和硅氧烷。也可采用包含无机和有机部分的杂化材料。尤其优选的是PMMA、PET、透明PC或玻璃作为用于基质(材料)的材料。甚至更尤其是，基质包含聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)，因为该基质看起来相比于具有相同发光材料的别的基质给出最佳光学性质。发光材料在PET中降解(在光源辐照的影响下)最慢。在本文中，术语“PET”也可指PET-G(二醇改性聚对苯二甲酸乙二醇酯) 或任选的别的变型。因此，基质尤其是包含(聚合型)材料，其尤其对发光材料产生的至少一部分光是透射性的。

[0072] 光转换器可尤其是通过合并一种或多种发光材料和任选地别的成分及基质的一种或多种前体、然后是基质的合成来制备。例如，在聚合型基质材料的情况下，这可通过以下进行来提供聚合型基质：使用聚合物的单体前体并在发光材料和任选地别的成分的存在下聚合该单体前体，像通过逐步生长聚合或通过自由基链聚合等。另一选择可为使用可固化的分子尤其是聚合物作为起始材料并在所述一种或多种发光材料和任选地别的成分的存在下固化这些分子尤其是聚合物来提供基质。因此，尤其是，基质为聚合型基质。由式IA(和任选地IB，和任选地别的磷光体)限定的有机磷光体可被包埋在这样的材料中。术语“包埋”可例如指以颗粒引入材料但也可指有机磷光体在 (聚合型)基质材料中的分子分散。如本文所指出，(聚合型)基质尤其是为固体基质。在一个具体的实施方案中，G1、G2、G3、G4、G5、G6、G7、G8、G9、G10、G11和G12中的一者或多者可包含与基质(材料)的共价连接(因此尤其是聚合型基质)。这可例如通过向这些基团中的一者或多者提供可固化基团或可聚合基团来获得。这还可进一步便于将发光材料包埋于基质中。因此，在一个实施方案中， G1、G2、G3、G4、G5、G6、G7、G8、G9、G10、G11和G12中的一者或多者可包含可固化或可交联基团。

[0073] 基质可被密封剂或涂层包覆或包封。可尤其施加涂层或密封剂以密封这类基质以防H_2O和/或O_2。

[0074] 如上面所指出，光转换器可尤其包含绿色和/或黄色发光材料并任选地还包含红色发光材料。光转换器可包含多个发光材料，其中至少一者包含根据式I的发光材料。

[0075] 术语“式(IA)”和类似的术语也可以“化学式(IA)”指示。然而，光转换器也可包含多个根据式IA的发光材料。因此，在一个实施方案中，术语“发光材料”可涉及均符合式IA的不同发光材料的组合。术语“式IA”也可指式IA’；同样，术语“式IB”也可指式IB’。在实施方案中，可存在不同发光材料的集合，如IA+AB、IA’和IB’、IA和IA’等。

[0076] 此外，光转换器可尤其是包含其他发光材料(参见下文)。然而，光转换器也可包含多种其他发光材料。因此，在一个实施方案中，光转换器可包含一种或多种根据式IA(和任选地IB(分别))的发光材料和任选地一种或多种别的有机发光材料及任选地一种或多种无机发光材料。光转换器可还包含一种或多种散射材料和任选地别的材料。诸如“光转换器可包含一种或多种根据式IA(和任选地IB)的发光材料”的表述及类似表述指所述一种或多种发光材料符合式IA，并任选地还可有符合式IB的发光材料可用。

[0077] 因此，可应用一种或多种其他发光材料。所述一种或多种其他发光材料也可被包埋于光转换器中。

[0078] 可替代地或除此之外，发光光转换器上的涂层中可有所述一种或多种其他发光材料可用。可替代地或除此之外，所述一种或多种其他发光材料可布置在与光转换器分开的照明装置内。尤其是，所述一种或多种其他发光材料包含红光发射磷光体。术语“其他发光材料”尤其是指具有发光性质(即，在受到(UV和蓝光中的一者或多者的)激发时可发射光)的无机材料。所述其他发光材料可尤其被配置为发射至少红光，但不排除别的波长，像(还有)黄光、绿光等。术语“其他发光材料”尤其是指具有发光性质(即，在受到(UV和蓝光中的一者或多者的)激发时可发射光)的无机材料。然而，在别的实施方案中，所述其他发光材料可包含(不同于根据式IA(或任选地IB)的有机发光材料的)有机发光材料。

[0079] 因此，如上面所指出的其他发光材料可尤其被配置为提供红光 (和任选地别的光)。因此，所述其他发光材料可尤其被配置为将至少一部分光源光转换为至少红光。所述

其他发光材料、尤其是(配置为提供红光的)其他发光材料可由光转换器、尤其基质包含,但也可在光转换器之外,如光转换器上的涂层。

[0080] 所述其他发光材料可包含量子点(QD)。在别的窄带发射体中,量子点高度适合于此目的。量子点为半导体材料的小晶体,通常具有仅数纳米的宽度或直径。当受到入射光激发时,量子点将发射由晶体的尺寸和材料决定的颜色的光。因此可通过改变所述点的尺寸来产生特定颜色的光。这意味着,通过使用量子点可获得任何光谱,因为它们是窄带发射体。

[0081] 大多数已知的在可见光范围内发射的量子点是基于具有壳如硫化镉(CdS)和硫化锌(ZnS)的硒化镉(CdSe)。也可使用无镉量子点如磷化铟(InP)和铜铟硫($CuInS_2$)和/或银铟硫($AgInS_2$)。量子点显示出非常窄的发射频带,因此它们显示出饱和色。此外,可通过改变量子点的尺寸来容易地调节发射颜色。

[0082] 量子点或发光纳米颗粒,其在本文中以光转换器纳米颗粒指示,可例如包含选自以下的II-VI族化合物半导体量子点:CdS、CdSe、CdTe、ZnS、ZnSe、ZnTe、HgS、HgSe、HgTe、CdSeS、CdSeTe、CdSTe、ZnSeS、ZnSeTe、ZnSTe、HgSeS、HgSeTe、HgSTe、CdZnS、CdZnSe、CdZnTe、CdHgS、CdHgSe、CdHgTe、HgZnS、HgZnSe、HgZnTe、CdZnSeS、CdZnSeTe、CdZnSTe、CdHgSeS、CdHgSeTe、CdHgSTe、HgZnSeS、HgZnSeTe和HgZnSTe。在另一个实施方案中,发光纳米颗粒可例如为选自以下的III-V族化合物半导体量子点:GaN、GaP、GaAs、AlN、AlP、AlAs、InN、InP、InAs、GaNP、GaNAs、GaPAs、AlNP、AlNAs、AlPAs、InNP、InNAs、InPAs、GaAlNP、GaAlNAs、GaAlPAs、GaInNP、GaInNAs、GaInPAs、InAlNP、InAlNAs 和InAlPAs。在另一个实施方案中,发光纳米颗粒可例如为选自以下的I-III-VI2黄铜矿型半导体量子点:$CuInS_2$、$CuInSe_2$、$CuGaS_2$、$CuGaSe_2$、$AgInS_2$、$AgInSe_2$、$AgGaS_2$和$AgGaSe_2$。在另一个实施方案中,发光纳米颗粒可例如为I-V-VI2半导体量子点,如选自$LiAsSe_2$、$NaAsSe_2$和$KAsSe_2$。在另一个实施方案中,发光纳米颗粒可例如为 IV-VI族化合物半导体纳米晶如SbTe。在一个具体的实施方案中,发光纳米颗粒选自InP、$CuInS_2$、$CuInSe_2$、CdTe、CdSe、CdSeTe、$AgInS_2$和$AgInSe_2$。在另一个实施方案中,发光纳米颗粒可例如为内部有掺杂剂的选自上述材料的II-VI族、III-V族、I-III-V族和IV-VI族化合物半导体纳米晶,如ZnSe:Mn、ZnS:Mn。掺杂剂元素可选自Mn、Ag、Zn、Eu、S、P、Cu、Ce、Tb、Au、Pb、Tb、Sb、Sn和Tl。在本文中,基于发光纳米颗粒的发光材料也可包含不同类型的QD,如CdSe 和ZnSe:Mn。

[0083] 看起来尤其有利的是使用II-VI量子点。因此,在一个实施方案中,基于半导体的发光量子点包含II-VI量子点,尤其是选自CdS、CdSe、CdTe、ZnS、ZnSe、ZnTe、HgS、HgSe、HgTe、CdSeS、CdSeTe、CdSTe、ZnSeS、ZnSeTe、ZnSTe、HgSeS、HgSeTe、HgSTe、CdZnS、CdZnSe、CdZnTe、CdHgS、CdHgSe、CdHgTe、HgZnS、HgZnSe、HgZnTe、CdZnSeS、CdZnSeTe、CdZnSTe、CdHgSeS、CdHgSeTe、CdHgSTe、HgZnSeS、HgZnSeTe和HgZnSTe,甚至更尤其是选自CdS、CdSe、CdSe/CdS和CdSe/CdS/ZnS。

[0084] 在一个实施方案中,应用无Cd的QD。在一个具体的实施方案中,光转换器纳米颗粒包含III-V QD,更尤其是基于InP的量子点,如核-壳InP-ZnS QD。应注意,术语“InP量子点”或“基于InP的量子点”和类似术语可涉及“裸”InP QD,但也涉及InP核上具有壳的核-壳InP QD,如核-壳InP-ZnS QD,像InP-ZnS棒状(in-rod)量子点。

[0085] 典型的量子点由二元合金制成,如硒化镉、硫化镉、砷化铟和磷化铟。然而,量子点

也可由三元合金制成，如硫硒化镉。这些量子点可在量子点体积内含少至100到100,000个原子，直径为10至50个原子。这对应于约2至10纳米。例如，可提供直径约3nm的球形颗粒如CdSe、InP或$CuInSe_2$。发光纳米颗粒(无包覆层)可具有球形、立方体、棒、线材、盘、多荚(multi-pod)等形状，在一个维度上的尺寸小于10nm。例如，可提供长20nm、直径为4nm的CdSe纳米棒。因此，在一个实施方案中，基于半导体的发光量子点包含核-壳量子点。在另一个实施方案中，基于半导体的发光量子点包含棒状量子点纳米颗粒。也可应用不同类型的颗粒的组合。例如，可应用核-壳颗粒和棒状量子点和/或可应用前述纳米颗粒中两者或更多者的组合，如 CdS和CdSe。这里，术语“不同类型”可涉及不同的几何形状以及涉及不同类型的半导体发光材料。因此，也可应用(上面指出的)量子点或发光纳米颗粒中两者或更多者的组合。

[0086] 制造半导体纳米晶的方法的一个实例(如源自WO 2011/031871) 为胶体生长工艺。

[0087] 在一个实施方案中，纳米颗粒可包含半导体纳米晶，所述纳米晶包括包含第一半导体材料的核以及包含第二半导体材料的壳，其中所述壳设置在所述核的至少一部分表面上。包括核和壳的半导体纳米晶也被称为“核/壳”半导体纳米晶。

[0088] 例如，半导体纳米晶可包括具有式MX的核，其中M可为镉、锌、镁、汞、铝、镓、铟、铊或它们的混合物，并且X可为氧、硫、硒、碲、氮、磷、砷、锑或它们的混合物。适于用作半导体纳米晶核的材料的实例包括但不限于ZnO、ZnS、ZnSe、ZnTe、CdO、CdS、CdSe、CdTe、MgS、MgSe、GaAs、GaN、GaP、GaSe、GaSb、HgO、 HgS、HgSe、HgTe、InAs、InN、InP、InSb、AlAs、AIN、AlP、AlSb、 TIN、TIP、TlAs、TlSb、PbO、PbS、PbSe、PbTe、Ge、Si、包括前述中任何的合金和/或包括前述中任何的混合物，包括三元和四元混合物或合金。

[0089] 壳可为具有与核的组成相同或不同的组成的半导体材料。壳包含核半导体纳米晶的表面上的半导体材料的外包覆层，其可包括第IV 族元素、II-VI族化合物、II-V族化合物、III-VI族化合物、III-V族化合物、IV-VI族化合物、I-III-VI族化合物、II-IV-VI族化合物、II-IV-V 族化合物、包括前述中任何的合金和/或包括前述中任何的混合物，包括三元和四元混合物或合金。实例包括但不限于ZnO、ZnS、ZnSe、 ZnTe、CdO、CdS、CdSe、CdTe、MgS、MgSe、GaAs、GaN、GaP、 GaSe、GaSb、HgO、HgS、HgSe、HgTe、InAs、InN、InP、InSb、 AlAs、AIN、AlP、AlSb、TIN、TIP、TlAs、TlSb、PbO、PbS、PbSe、 PbTe、Ge、Si、包括前述中任何的合金和/或包括前述中任何的混合物。例如，可在CdSe或CdTe半导体纳米晶上生长ZnS、ZnSe或CdS 外包覆层。

[0090] 半导体纳米晶(核)壳材料的实例包括但不限于：红色(例如， (CdSe)ZnS(核)壳)、绿色(例如，(CdZnSe)CdZnS(核)壳等)和蓝色(例如，(CdS)CdZnS(核)壳)(另外还参见上文关于基于半导体的特定光转换器纳米颗粒的实例)。

[0091] 因此，在一个具体的实施方案中，光转换器纳米颗粒选自核-壳纳米颗粒，所述核和壳包含CdS、CdSe、CdTe、ZnS、ZnSe、ZnTe、 HgS、HgSe、HgTe、CdSeS、CdSeTe、CdSTe、ZnSeS、ZnSeTe、ZnSTe、 HgSeS、HgSeTe、HgSTe、CdZnS、CdZnSe、CdZnTe、CdHgS、CdHgSe、 CdHgTe、HgZnS、HgZnSe、HgZnTe、CdZnSeS、CdZnSeTe、CdZnSTe、 CdHgSeS、CdHgSeTe、CdHgSTe、HgZnSeS、HgZnSeTe、HgZnSTe、 GaN、GaP、GaAs、AlN、AlP、AlAs、InN、InP、InAs、GaNP、GaNAs、GaPAs、AlNP、AlNAs、AlPAs、InNP、InNAs、InPAs、GaAlNP、GaAlNAs、GaAlPAs、GaInNP、

GaInNAs、GaInPAs、InAlNP、InAlNAs 和InAlPAs中的一者或多者。

[0092] 通常，所述核和壳包含相同类别的材料，但基本上由不同的材料组成，像ZnS壳包绕CdSe核，等。

[0093] 除此之外或可替代地，所述其他发光材料还可包含别的发光材料，如选自含二价铕的氮化物发光材料或含二价铕的氧代氮化物发光材料中的一者或多者，如选自(Ba,Sr,Ca)S:Eu、(Mg,Sr,Ca)$AlSiN_3$:Eu 和(Ba,Sr,Ca)$_2Si_5N_8$:Eu中的一者或多者。在这些化合物中，铕(Eu) 基本上是或仅是二价的，并替代所指出的二价阳离子中的一者或多者。通常，Eu将不以大于阳离子的10％的量存在，尤其是在相对于其替代的阳离子的约0.5-10％的范围内，更尤其是在约0.5-5％的范围内。术语“:Eu”或“:Eu^{2+}”指部分金属离子被Eu(在这些实例中被Eu^{2+}) 所替代。例如，假定$CaAlSiN_3$:Eu中含2％的Eu，则正确的式可为 ($Ca_{0.98}Eu_{0.02}$)$AlSiN_3$。二价铕将通常替代二价阳离子，如上面的二价碱土金属阳离子，尤其是Ca、Sr或Ba。材料(Ba,Sr,Ca)S:Eu也可表示为MS:Eu，其中M为选自钡(Ba)、锶(Sr)和钙(Ca)的一种或多种元素；尤其是，M在此化合物中包含钙或锶或者钙和锶，更尤其是钙。在此处，Eu被引入并替代至少一部分M(即，Ba、Sr和Ca 中的一者或多者)。此外，材料(Ba,Sr,Ca)$_2Si_5N_8$:Eu也可表示为 $M_2Si_5N_8$:Eu，其中M为选自钡(Ba)、锶(Sr)和钙(Ca)的一种或多种元素；尤其是，M在此化合物中包含Sr和/或Ba。在另一个具体的实施方案中，M由Sr和/或Ba组成(不考虑Eu的存在)，尤其是 50-100％、尤其是50-90％的Ba和50-0％、尤其是50-10％的Sr，如$Ba_{1.5}Sr_{0.5}Si_5N_8$:Eu(即，75％Ba；25％Sr)。在此处，Eu被引入并替代至少一部分M(即，Ba、Sr和Ca中的一者或多者)。同样，材料 (Ba,Sr,Ca)$AlSiN_3$:Eu也可表示为$MAlSiN_3$:Eu，其中M为选自钡(Ba) $_5$、锶(Sr)和钙(Ca)的一种或多种元素；尤其是，M在此化合物中包含钙或锶或者钙和锶，更尤其是钙。在此处，Eu被引入并替代至少一部分M(即，Ba、Sr和Ca中的一者或多者)。尤其是，在一个实施方案中，所述其他发光材料包含(Ca,Sr,Mg)$AlSiN_3$:Eu，优选$CaAlSiN_3$:Eu。此外，在可与前者组合的另一个实施方案中，所述其他发光材料包含(Ca,Sr,Ba)$_2Si_5N_8$:Eu，优选(Sr,Ba)$_2Si_5N_8$:Eu。术语“(Ca,Sr,Ba)”表示相应的阳离子可被钙、锶或钡占据。其还表示，在这样的材料中，相应的阳离子位点可被选自钙、锶和钡的阳离子所占据。因此，材料可例如包含钙和锶或者仅锶等。

[0094] 所述其他发光材料还可包含一种或多种选自含三价铈的石榴石 (参见上文)和含三价铈的氧代氮化物的发光材料。氧代氮化物材料在本领域中常常也以氧氮化物材料指示。

[0095] 因此，在一个实施方案中，所述其他发光材料配置为提供至少红光，包含如本文所限定的两种(或更多种)有机磷光体的(有机)发光材料配置为提供至少绿光和/或黄光，并且尤其是光源配置为提供蓝光。如所指示的，所述其他发光材料包含基于量子点的发光材料。

[0096] 因此，在一个实施方案中，光源配置为提供蓝光，照明装置还包含配置为提供红光的其他发光材料，其中所述其他发光材料包含选自 (Ba,Sr,Ca)S:Eu、(Mg,Sr,Ca)$AlSiN_3$:Eu和(Ba,Sr,Ca)$_2Si_5N_8$:Eu(和任选地基于量子点的发光材料(也参见上文))(和任选地有机红色发光材料(也参见下文))的发光材料。可替代地或除此之外，所述其他发光材料包含基于量子点的发光材料。所述其他发光材料可被包埋于基质中和/或可作为涂层施加到基质。除此之外或可替代地，所述其他发光材料也可布置在照明装置中的其他地方，但仍可配置

为将至少一部分光源光转换为可见光，所述可见光可任选地补充有机发光材料的光。因此，在一个具体的实施方案中，照明装置还包含包埋于基质中的基于量子点的发光材料。

[0097] 术语“其他发光材料”可因此还涉及多个不同的其他发光材料。所述其他发光材料可由光转换器包含，如包埋在基质中，像尤其是有机发光材料，或者可在光转换器之外，如光转换器上的层，或可在照明装置中的其他地方。此类配置中两者或更多者的组合也是可以的。因此，在一个实施方案中，所述其他发光材料，如基于量子点的发光材料，被包埋于基质中。

[0098] 如上面所指出，照明装置包含(a)配置为产生光源光的光源，和(b)配置为将至少一部分光源光转换为可见转换器光的光转换器。

[0099] 光转换器或尤其是发光材料被配置为转换至少一部分光源光。换句话说，可以说光源辐射耦合到光转换器，尤其是发光材料。当光源包含基本上发射UV光的光源时，发光材料可配置为转换撞击在发光材料上的基本上全部的光源光。如果光源被配置为产生蓝光，则发光材料可部分地转换光源光。取决于配置，一部分剩余的光源光可被传输通过包含发光材料的层。在此处，该术语可涉及一种或多种有机发光材料和其他发光材料。

[0100] 术语光源原则上可涉及本领域已知的任何光源，但可尤其是涉及基于LED的光源，这在本文中还以LED指示。为了便于理解，下面的描述将仅提及基于LED的光源。光源被配置为提供UV和/或蓝光。在一个优选的实施方案中，发光二极管被配置为产生具有蓝色分量的LED光。换句话说，光源包含蓝色LED。因此，在一个实施方案中，光源被配置为产生蓝光。尤其是，该LED为固态LED。术语“光源”尤其是涉及电光源，如固态光光源，像LED或固态激光器。

[0101] 在另一个实施方案中，发光二极管被配置为产生具有UV分量的LED光。换句话说，光源包含UV LED。当应用UV光源并且需要蓝光或白光时，作为蓝色分量，可应用例如熟知的材料$BaMgAl_{10}O_{17}:Eu^{2+}$和/或$(Sr,Ba,Ca)_5(PO_4)_3Cl:Eu^{2+}$。然而，可替代地或除此之外，也可应用别的能够将UV光转换为蓝光的发光材料。此类蓝色发光材料可作为光源的一部分应用或远程应用，并且(还)可任选地由光转换器包含。本文描述的所有发光材料均可与光源辐射耦合，但任选地一种或多种发光材料与一种或多种别的发光材料辐射耦合(即，它们被配置为接收那些一种或多种别的发光材料的发射光并可由该发射光激发)。

[0102] 优选地，光源为在操作期间发射至少选自200-490nm的范围的波长下的光的光源，尤其是在操作期间发射至少选自400-490nm的范围、甚至更尤其是440-490nm的范围内的波长下的光的光源。此光可部分地为发光材料所用(参见下文)。在一个具体的实施方案中，光源包含固态LED光源(如LED或激光二极管)。术语“光源”也可涉及多个光源，如2-20个(固态)LED光源。因此，术语LED也可涉及多个LED。因此，在一个具体的实施方案中，光源被配置为产生蓝光。在又一个实施方案中，照明装置可作为背光照明单元用在LCD 应用中。因此，在又一个方面，本发明提供了一种包含背光照明单元的液晶显示器装置，其中所述背光照明单元包含一种或多种如本文所限定的照明装置。

[0103] 本文中的术语白光是本领域技术人员已知的。其尤其是涉及相关色温(CCT)在约2000和20000K之间、尤其是2700-20000K、对于一般照明尤其是在约2700K和6500K的范围内、对于背光照明目的尤其是在约7000K和20000K的范围内并且尤其是距离BBL(黑体轨迹)约15SDCM(色匹配标准偏差)内、尤其是距离BBL约10SDCM 内、甚至更尤其是距离BBL约

5SDCM内的光。

[0104] 在一个实施方案中，光源也可提供相关色温(CCT)在约5000 和20000K之间的光源光，例如直接磷光体转换LED(具有薄层磷光体的蓝色发光二极管以例如获得10000K)。因此，在一个具体的实施方案中，光源被配置为提供相关色温在5000-20000K的范围内、甚至更尤其是在6000-20000K的范围内、如8000-20000K的光源光。较高的色温的优点可能在于光源光中可能存在较高的蓝色分量。

[0105] 照明装置包含至少光转换器，所述光转换器包含根据式IA(和任选地IB)的有机发光材料。也可存在别的(其他)发光材料。所述一种或多种其他发光材料可各自单独地由基质包含但也可作为基质上的涂层或层提供，或可布置在照明装置中的其他地方。

[0106] 照明装置可尤其是被配置为能够提供白光。任选地，照明装置被配置为提供色光或被配置为能够提供色光和白光，具体取决于如何控制照明装置。

[0107] 术语“紫光”或“紫色发射”尤其是涉及波长在约380-440nm的范围内的光。术语“蓝光”或“蓝色发射”尤其是涉及波长在约440-490nm的范围内的光(包括一些紫和青色调)。术语“绿光”或“绿色发射”尤其是涉及波长在约490-560nm的范围内的光。术语“黄光”或“黄色发射”尤其是涉及波长在约540-570nm的范围内的光。术语“橙光”或“橙色发射”尤其是涉及波长在约570-600nm的范围内的光。术语“红光”或“红色发射”尤其是涉及波长在约600-750nm的范围内的光。术语“粉光”或“粉色发射”指具有蓝色和红色分量的光。术语“可见”、“可见光”或“可见发射”指波长在约380-750nm的范围内的光。

[0108] 光源可配置在具有反射壁(如涂覆有反射材料像TiO_2)和透光窗的室中。在一个实施方案中，所述窗为光转换层。在又一个实施方案中，所述窗包含光转换层。该层可布置在所述窗的上游或所述窗的下游。在又一个实施方案中，光转换层应用于所述窗的两侧。

[0109] 术语“上游”和“下游”涉及物品或特征相对于光自光发生措施(在此处，尤其是第一光源)的传播的布置，其中相对于光束内距离光发生措施的第一位置，光束中更靠近光发生措施的第二位置为“上游”，而光束内更远离光发生措施的第三位置为“下游”。

[0110] 鉴于效率和/或稳定性，将光转换器(和任选地还有不在光转换器内的别的发光材料)布置在距离光源的非零距离如0.5-50mm、像 1-50mm处可能是有利的。因此，在一个实施方案中，光转换器可配置在光源的非零距离处。例如，光转换器或尤其是(有机)发光材料可应用于照明单元的窗或可由照明单元的窗包含。因此，在一个实施方案中，光转换器被配置在距离光源的非零距离处。然而，应注意，本发明不限于其中光转换器与光源之间的距离为非零的应用。本发明和本文描述的具体实施方案也可应用于其中光源和光转换器物理接触的其他实施方案中。在这样的情况下，光转换器可尤其被配置为与例如LED管芯物理接触。

[0111] 如果光源被配置为提供蓝光，则发光材料可被配置为仅转换部分光源光。在一个实施方案中，光源的蓝光和有机发光材料的光及任选的其他发光材料(如基于纳米颗粒的发光材料)的光可一起在一个实施方案中提供白光。

[0112] 本文中的术语“基本上”，如在“基本上所有发射”中或在“基本上由……组成”中，是本领域技术人员应理解的。术语“基本上”也可包括具有“整个”、“完全”、“所有”等的实施方案。因此，在实施方案中，形容词“基本上”也可被去掉。如适用，术语“基本上”也可涉及90％或更高，如95％或更高，尤其是99％或更高，甚至更尤其是99.5％或更高，包括100％。术语“包含”也包括其中术语“包含”指“由……组成”的实施方案。术语“和/或”尤其是涉及

“和/或”之前和之后提到的项目中的一者或多者。例如，表述“项目1和/或项目2”和类似的表述可涉及项目1和项目2中的一者或多者。术语“包含”可在一个实施方案中指“由……组成”但可在另一个实施方案中也指“含至少所限定的物种和任选地一种或多种别的物种”。

[0113] 此外，说明书和权利要求书中的术语第一、第二、第三等用于区分相似的要素而不一定用于描述序列或时间顺序。应理解，如此使用的术语在适当的情况下是可互换的，并且本文描述的本发明的实施方案能够以不同于本文所描述或示意的别的次序进行操作。

[0114] 除此之外，本文的装置还将在操作过程中描述。如本领域技术人员应清楚的，本发明不限于操作的方法或操作中的装置。

[0115] 应指出，上面提到的实施方案示意而非限制本发明，并且本领域技术人员将能够设计许多替代的实施方案而不偏离附随的权利要求书的范围。在权利要求书中，置于括号之间的任何标记不应理解为限制权利要求。动词“包含”及其变位的使用不排除除权利要求中述及的那些之外的要素或步骤的存在。要素前的冠词“一个”或“一种”不排除多个这样的要素的存在。在相互不同的从属权利要求中记载某些措施的单纯事实并不表示这些措施的组合不能有利地使用。

[0116] 本发明还适用于包括说明书中描述和/或附图中示出的特征性特征中的一者或多者的装置。本发明还涉及一种方法或工艺，其包括说明书中描述和/或附图中示出的特征性特征中的一者或多者。

[0117] 可组合本专利中讨论的各种方面以提供额外的优势。此外，一些特征可形成一个或多个分案申请的基础。

[0118] 表述“含芳基基团的”或“含杂芳基基团的”及类似表述分别指该烃至少包含芳基基团或杂芳基基团，但在实施方案中也可分别包含两个或更多个这样的基团。

[0119] 在又一个方面，本发明提供了单独的磷光体中的一者或多者(即，一种或多种异构体)。在一个实施方案中，本发明尤其是提供了2410A 磷光体。在一个实施方案中，本发明提供了24105B磷光体。在一个实施方案中，本发明尤其是提供了2441A磷光体。在一个实施方案中，本发明提供了2441B磷光体。在一个实施方案中，本发明尤其是提供了2442A磷光体。在一个实施方案中，本发明提供了2442B磷光体。在一个实施方案中，本发明尤其是提供了2463A磷光体。在一个实施方案中，本发明提供了2463B磷光体。在一个实施方案中，本发明尤其是提供了2475A磷光体。在一个实施方案中，本发明提供了2475B 磷光体。在一个实施方案中，本发明尤其是提供了2485A磷光体。在一个实施方案中，本发明提供了2485B磷光体。本发明还提供了一种基质，其包含发光材料，所述发光材料包含这样的(单独的)有机磷光体。如上面所指出，尤其是当环中的两个O-原子在分子的同侧(A- 型布置)时那些磷光体提供所需的性质。本发明还提供了一种发光材料，其包含这样的(单独的)有机磷光体。本发明还提供了一种照明装置和光转换器，其中所述光转换器包含发光材料，所述发光材料包含这样的(单独的)有机磷光体。所述发光材料和光源尤其是辐射耦合的(也参见上文)。本发明还涉及本文指出的单体的衍生物。在一个具体的实施方案中，本发明提供了一种发光材料，所述发光材料包含选自以下的有机磷光体:6,16-二苯基-8H-苯并[3,4]异色烯并[7,8,1-def]苯并[4,5]咪唑并[1,2-b]异喹啉-8-酮(2441A);6,16-二苯氧基-8H-苯并[3,4]异色烯并[7,8,1-def]苯并[4,5]咪唑并[1,2-b]异喹啉-8- 酮(2442A);16-苯氧基-8H-苯并[3,4]异色烯并[7,8,1-def]苯并[4,5] 咪唑并[1,2-b]异喹啉-8-酮(2463A);6,16-双

(4-(2,4,4-三甲基戊烷-2- 基)苯氧基)-8H-苯并[3,4]异色烯并[7,8,1-def]苯并[4,5]咪唑并[1,2-b]异喹啉-8-酮(2475A)；和16-(4-(2,4,4-三甲基戊烷-2-基)苯氧基)-8H- 苯并[3,4]异色烯并[7,8,1-def]苯并[4,5]咪唑并[1,2-b]异喹啉-8-酮 (2485A)；或这样的有机磷光体本身。

附图说明

[0120] 下面仅通过示例的方式结合所附的示意图来描述本发明的实施方案，示意图中相应的标记指示相应的部分，并且其中：

[0121] 图1A-1F示意性地示出了照明装置的一些实施方案；这些图不一定按比例绘制；

[0122] 图2A-2C示出了根据式IA和IB的磷光体的一些信息；

[0123] 图3A-3C示出了合成方案和分别制得的若干发光材料；

[0124] 图4A示出了这些材料在乙酸乙酯中的发光光谱(室温下)，还与F083(现有技术芘衍生物)进行对比；

[0125] 图4B-4F示出了使用蓝色LED作为激发光源并且还将所述发光材料与另一有机发光材料(b)、量子点材料(c)或红色LED(d) 相组合时的白光发光光谱(也参见实验结束处的表2)；

[0126] 图5A-5B分别示出了磷光体2475A/2475B 和 2485A/2485B ；和

[0127] 图6A-6B示出了图6A-6B的磷光体在这些材料的乙酸乙酯中的归一化发光光谱(室温下)(2486＝2485A；2487＝2485B；2485为混合物；2504＝2475A；2505＝2475B；2475为混合物。图6C示出了这些有机磷光体的归一化激发光谱(室温下)。

具体实施方式

[0128] 图1A示意性地示出了具有光转换器100的照明装置1，光转换器100在此实施方案中至少包含根据式1的发光材料140。发光材料 140在此实施方案中包埋于(聚合型)基质如PET中。如图可见，示出了远程版本，其中发光材料(在光转换器100中)与光源(由标记 10标示)之间为非零距离d。照明装置1包含一个或多个光源10，其被配置为提供光源光11，尤其是蓝光和/或UV光。照明装置1可包含多个这样的光源。当需要具有白色性质的照明装置光(由标记2标示)时，可能需要使用RGB概念，其中绿色和/或黄色或至少其一部分由绿色和/或黄色发光材料140提供，而蓝光和红光由一个或多个光源及光源与另一发光材料尤其是所述其他发光材料的组合提供。所述其他发光材料由标记130标示并提供其他发光材料光131。

[0129] 根据式I的发光材料140在受到光源光11和/或一种或多种别的发光材料的发射的激发时将提供例如其他发光材料光131、发光材料光141。在此处，光转换器100相对于光源10是远程的，包埋于光转换器100中的发光材料因此也是远程的。任选的其他发光材料130也可远程布置，参见下文，但举例来说靠近光源10，如在LED管芯上的圆顶中和/或作为LED管芯上的层。

[0130] 仅作为示例，示出了一个光源而没有所述其他发光材料130。然而，在另一个实施方案中，所有光源10可配置为具有至少其他发光材料130。另外，作为示例，示出了三个光源10。然而，可应用多于或少于三个光源。

[0131] 应注意，光源10可提供蓝光和/或UV光。所述其他发光材料130 可尤其是在受到(光源10的所述光的)激发时提供红光。任选地，所述其他发光材料130也可提供绿光和/或黄光。

[0132] 图1A和别的附图示意性地示出了具有光室170的装置，光室170 具有至少部分地封闭腔室172的封闭件171，封闭件171具有透射部分173。在一个实施方案中，透射部分173包含光转换器100或可尤其是由光转换器100构成。封闭件的非透射部分的表面由标记171标示。至少一部分表面171可包含反射器如反射涂层。

[0133] 光转换器100在受到激发时提供光转换器光111，其至少包含发光材料光141但还可任选地包含别的发光材料光(参见下文)。由标记2标示的照明装置光至少包含光转换器光111/发光材料光141，但可任选地包含光源光111、其他发光材料光131和别的发光材料(未示出)的光中的一者或多者。

[0134] 图1B示意性地示出了其中光转换器100可包含具有其他发光材料130的上游层的实施方案。任选地，这可为包含两个层的光转换器，所述两个层包含相同的基质但包含不同的发光材料。具有其他发光材料130的层与光源的距离由d1标示。该距离在此实施方案中为非零，与图1A中示意性地示出的实施方案不同。

[0135] 图1C示意性地示出了其中光转换器100包含例如呈量子点形式的其他发光材料140和根据式IA的发光材料130的实施方案。发光材料140和其他发光材料130二者在此实施方案中均包埋于(远程) 光转换器中，即包埋于光转换器100的(聚合型)基质中。

[0136] 图1D示意性地示出了其中透射部分173包含体积超过0.25cm^3的至少两种类型的区段的实施方案，其中所述两种类型的区段包含不同重量比的发光材料和其他发光材料。例如，第一区段仅包含发光材料140作为发光材料而第二区段仅包含其他发光材料130作为发光材料。发光材料140也可在此实施方案中包埋于(聚合型)基质如PET 中。同样，其他发光材料130也可包埋于(聚合型)基质如PET中。

[0137] 图1E示意性地示出了其中封闭件170包含漫透射器160(作为透射部分173)并且光转换器应用于封闭件171的至少一部分非透射部分的实施方案。

[0138] 图1F示意性地示出了反射配置。如上面所提到，发光材料140 和任选地其他发光材料140可(均)包埋于(聚合型)基质中。

[0139] 也可应用实施方案的组合，像图1D的区段化光转换器与别的附图如1A、1B、1E、1F中示出的光转换器相组合或图1D的区段化光转换器替代别的附图如1A、1B、1E、1F中示出的光转换器。

[0140] 在图1A-1D中，照明装置包含透光窗，其包含所述基质或由所述基质构成。因此，所述基质可用作透光窗。在图1E-1F中，使用漫透射器作为透射窗。所述透射窗用作封套或作为封套的一部分。在此处，透射窗包封腔室172的至少一部分。应注意，透射窗不必是平的。在实施方案中包含基质的透射窗也可以是弯曲的，像在TLED的实施方案中或在改装白炽灯(泡)中。

[0141] 图2A示出了根据式IA和IB的磷光体(的组合)，此组合，但至少IA，可在如上关于一些具体的装置实施方案所述的发光材料中可用。图2B示出了具有式II的基团，其可以是取代基或其可为取代基的一部分(G1-G12中的一者或多者(IA和IB中的一者或多者))。在特定的条件下，尤其是当G9≠G12时和当G10≠G11时，可获得四种不同的体系，如图2C中由式IA、

IA'、IB、IB'所标示。发光材料至少包含一种或多种根据式IA和IA'中的一者或多者的磷光体和任选地一种或多种根据式IB和IB'中的一者或多者的磷光体及任选地一种或多种别的(有机和/或无机)磷光体。

[0142] 实施例

[0143] 下面以举例的方式描述若干合成。合成方案示于图3A-3C中。这些材料的发光光谱示于图4A中,还与F083(现有技术体系)进行对比。

[0144] 2410(异构体的混合物)的合成:

[0145] 1、4-(2-硝基苯氧基)-1,8-萘二甲酸酐2458。

[0146] 将4-溴萘二甲酸酐(50g,180.46mmol)、2-硝基苯酚(50.2g, 360.92mmol)和NaOH(13g,325.17mmol)及铜粉(1.9g)在DMF(1L) 中的混合物于氮气下回流2小时。冷却该混合物,倒入盐酸水溶液(20%, 1L)中并过滤沉淀出的固体,用水洗涤并在AcOH中重结晶,得到起始材料与预期化合物2458的混合物。用热甲苯洗涤该固体移除未反应的起始材料,于真空下干燥后得到呈米色固体的化合物2458(11.5g,10%)。

[0147] 2、4-(2-氨基苯氧基)-1,8-萘二甲酸酐2459。

[0148] 将化合物2458(11.0g,32.81mmol)在1,4-二噁烷(800mL)中于氮气氛下的悬浮体升温以得到澄清溶液。然后将混合物冷却至60℃并加入10%的Pd/C(2.5g)。混合物于60℃和氢气氛(气球)下搅拌20小时,然后冷却至40℃,用硅藻土垫过滤并浓缩,得到呈黄色固体的粗化合物2459(9.5g,95%),其原样用于下一步中。

[0149] 3、苯并[k,l]氧杂蒽-3,4-二羧酸酐2460。

[0150] 将化合物2459(6.1g,19.98mmol)在AcOH(120mL)中的溶液用浓盐酸(5.3mL)和水(7mL)于0-5℃下处理。逐滴加入亚硝酸钠(1.6g, 23.98mmol)在水(10mL)中的溶液并将混合物于0-8℃下搅拌2小时。向水合硫酸铜(II)(13.4g,53.75mmol)在水(180mL)和乙酸(11mL) 中的沸腾溶液中分批加入重氮溶液,30分钟加完。加入完成后,让混合物再沸腾30分钟,冷却并过滤。用水洗涤所得沉淀并在DMF中重结晶,得到呈黄色固体的标题化合物(1.2g,21%)。

[0151] 4、8H-苯并[3,4]异色烯并[7,8,1-def]苯并[4,5]咪唑并[1,2-b]异喹啉-8-酮与7H-苯并[3,4]异色烯并[7,8,1-def]苯并[4,5]咪唑并[2,1-a]异喹啉-7-酮的混合物:2410。

[0152] 将1460(260mg,0.90mmol)和邻-苯二胺(215mg,1.98mmol)在丙酸(30mL)中的混合物于140℃下搅拌20小时。黄色溶液变红。将混合物冷却至室温,倒入5%的盐酸水溶液(30mL)中,通过过滤收集沉淀,用水洗涤并在DMF中重结晶。用甲醇洗涤所得晶体并干燥,得到呈橙色固体、在室温下难溶的标题化合物(异构体的混合物,270mg, 83%)。λ(exc)(乙酸乙酯)=447nm和475nm。λ(em)(乙酸乙酯)487nm 和521nm。术语"λ(exc)"指激发波长(即,在其下被激发的波长);术语"λ(em)"指发射波长(即,在其下监测到发射的发射波长)。

[0153] 也参见图3A、3C(2410)和4A(87(2410))。

[0154] 2441(异构体的混合物)的合成:

[0155] 1、6-氯-2-(2,6-二异丙基苯基)-1H-苯并[de]异喹啉-1,3(2H)-二酮(2368)。

[0156] 将4-氯萘二甲酸酐(10g,43.0mmol)和2,6-二异丙基苯胺(16.2mL, 86mmol)在AcOH(300mL)中的混合物回流过夜。将混合物冷却并倒入水中。通过过滤收集沉淀,用水洗

涤并真空干燥。通过柱色谱在SiO_2上纯化(DCM/庚烷＝2:1)，得到7.5g(44％)纯净化合物2368。

[0157] 2、4-(2-硝基苯氧基)-N-(2,6-二异丙基苯基)-1,8-萘二甲酰亚胺(2369)。

[0158] 将2368(7.5g,19.1mmol)、2-硝基苯酚(13.5g,34.4mmol)和K_2CO_3 (5.3g,38.2mmol)在NMP(300mL)中的混合物于90℃和氮气下搅拌过夜。将混合物冷却并倒入AcOH(150mL)和冰水的混合物中。5分钟后，加入2N HCl(200mL)并用甲苯(4x)萃取混合物。合并有机层，用水和食盐水洗涤，干燥(Na_2SO_4)，过滤并浓缩。通过柱色谱在SiO_2上纯化(DCM/庚烷＝1/1至2:1)，得到6.7g(71％)呈白色固体的纯净化合物2369。

[0159] 3、4-(2-氨基苯氧基)-N-(2,6-二异丙基苯基)-1,8-萘二甲酰亚胺(2370)。

[0160] 将化合物2369(5.7g,11.5mmol)在THF(60mL)与MeOH(50mL) 的混合物中于氮气氛下的溶液升温以得到澄清溶液。然后将混合物冷却至室温并加入10％的Pd/C(2g)。将混合物于室温和氢气氛(气球)下搅拌2小时，然后在硅藻土垫上过滤并浓缩。通过柱色谱在SiO_2上纯化 (DCM)，得到4.9g(90％)呈黄色固体的纯净化合物2370。

[0161] 4、2-(2,6-二异丙基苯基)-1H-氧杂蒽并[2,1,9-def]异喹啉-1,3(2H)-二酮(2363)。

[0162] 将化合物2370(5.1g,11.0mmol)在AcOH(80mL)中的溶液用盐酸(1.5M,21mL)和亚硝酸钠(3.0g,43.9mmol，在20mL水中)于0℃下处理。60分钟后，加入$CuSO_4.5H_2O$(11.24g,45.0mmol)在水(130mL) 中的溶液。让混合物回流另外0.5小时，然后让其冷却。过滤沉淀出的黄色固体，用水洗涤并真空干燥。通过柱色谱在SiO_2上纯化(DCM/庚烷＝1/1至2:1)，得到850mg(17％)呈黄色固体的纯净化合物2363。M+H＝448.1。λ_{max}(乙酸乙酯)＝421nm，ε＝25500和444nm，ε＝21300。λ(em)(乙酸乙酯)460nm和490nm。

[0163] 5、5,11-二溴-2-(2,6-二异丙基苯基)-1H-氧杂蒽并[2,1,9-def]异喹啉 -1,3(2H)-二酮(2404)

[0164] 于氮气下向化合物2363(2g,4.47mmol)在$CHCl_3$(160mL)中的溶液中加入溴(2.7mL,53.64mmol)。将混合物于60℃下搅拌5小时，冷却至室温并浓缩。通过柱色谱(((SiO_2,洗脱剂:甲苯/DCM 1/1至2/1) 分离各种溴化物产物。得到呈黄色固体的化合物2404(1.8g,66％)。

[0165] 6、2-(2,6-二异丙基苯基)-5,11-二苯基-1H-氧杂蒽并[2,1,9-def]异喹啉 -1,3(2H)-二酮(2401)：

[0166] 向EtOH(1mL)、苯(15mL)和水(2mL)在氮气下的经脱气混合物中加入化合物2404(500mg,0.83mmol)、苯基硼酸(810mg,6.64mmol)、 $Pd(PPh_3)_4$(40mg,0.03mmol)和Na_2CO_3(265mg,2.50mmol)。使混合物于80℃下反应过夜。通过加入水终止反应并用DCM(3x)萃取。合并有机层，用水、食盐水洗涤，干燥(Na_2SO_4)，过滤并减压浓缩。通过柱色谱(SiO_2,洗脱剂：DCM/庚烷2/1)纯化粗固体。得到呈黄色固体的化合物2401(490mg,98％)。M+H＝600.3。λ_{max}(乙酸乙酯) ＝435nm，ε＝17700和455nm，ε＝15600。λ(em)(乙酸乙酯)489nm和516nm。7、5,11-二苯基异色烯并[6,5,4-mna]氧杂蒽-1,3-二酮(2456)：

[0167] 向化合物2401(1.20g,2.00mmol)在tBuOH(60mL)和1,4-二噁烷 (15mL)中的溶液中加入粉末KOH(1.12g,20.00mmol)。混合物回流4小时。数分钟后黄色溶液变为微红。将溶液冷却至室温并倒入AcOH (60mL)中。2分钟后，加入2N HCl水溶液(300mL)。通过过滤收集

橙色沉淀，先用水、然后用庚烷和Et2O洗涤以移除大多数未反应的起始材料和2,6-二异丙基苯胺。将沉淀在回流的AcOH(70mL)中搅拌 10分钟并浓缩。将残余物涂覆于硅胶上并通过柱色谱(SiO_2，洗脱剂： DCM/庚烷2/1以移除剩余的起始材料，然后用DCM/庚烷4/1至1/0)纯化。得到呈橙色固体的化合物2456(40mg，41％)。合并含起始材料 2401的级分并通过柱色谱(SiO2，洗脱剂:DCM/庚烷2/1)纯化，得到纯净的回收化合物2401(255mg，21％)。

[0168] 8、6,16-二苯基-8H-苯并[3,4]异色烯并[7,8,1-def]苯并[4,5]咪唑并[1,2-b]异喹啉-8-酮和5,15-二苯基-7H-苯并[3,4]异色烯并[7,8,1-def]苯并[4,5]咪唑并[2,1-a]异喹啉-7-酮的混合物(2441)：

[0169] 将2456(30mg，0.068mmol)和邻-苯二胺(36.8mg，0.34mmol)在 AcOH(10mL)和1,4-二噁烷(5mL)中的混合物回流6小时。黄色溶液变红。混合物冷却至室温并浓缩。所得红色固体在MeOH(50mL)中粉碎，通过在玻璃过滤器上过滤来收集，再次用MeOH洗涤以移除过量的邻-苯二胺和一些别的杂质，然后用庚烷洗涤并真空干燥。得到呈橙红色固体的化合物2441(异构体的混合物，30mg，86％)。M+H＝513.6。λ_{max}(氯仿)＝461nm，ε＝27400和488nm，ε＝29800。λ(em)(乙酸乙酯) 502nm和535nm。

[0170] 也参见图3B/3C(2441)和4A(101(2441))。

[0171] 2442(异构体的混合物)的合成：

[0172] 1、2-(2,6-二异丙基苯基)-5,11-二苯氧基-1H-氧杂蒽并[2,1,9-def]异喹啉 -1,3(2H)-二酮(2436)：

[0173] 将2404(2.0g，3.3mmol)、苯酚(10.0g，16.5mmol)和Cs_2CO_3 (6.4g，19.8mmol)在经脱气1,4-二噁烷(1560mL)中的混合物于90℃和氮气下搅拌1小时。然后加入Cu(I)I(314mg，1.65mmol)和N,N-二甲基甘氨酸(510mg，495mmol)在1,4-二噁烷(4mL)中的混合物并将反应混合物于90℃和氮气下搅拌过夜。将混合物冷却至室温并减压移除溶剂。将残余物溶解在DCM中并加入SiO_2。减压移除DCM并将涂覆于二氧化硅上的产物倒入柱色谱的顶部以便纯化(SiO_2，洗脱剂:DCM/ 庚烷1/1)。化合物用热庚烷在玻璃过滤器中洗涤并真空干燥。得到呈黄色固体的化合物2436(1.0g，48％)。

[0174] 2、5,11-二苯氧基异色烯并[6,5,4-mna]氧杂蒽-1,3-二酮(2457)：

[0175] 向化合物2436(390mg，0.62mmol)在tBuOH(20mL)和1,4-二噁烷(5mL)中的溶液中加入粉末KOH(348mg，6.20mmol)。混合物回流4小时。数分钟后黄色溶液变为微红。将溶液冷却至室温并倒入AcOH (50mL)中。2分钟后，加入2N HCl水溶液(150mL)。通过过滤收集橙色沉淀，先用水、然后用庚烷和Et_2O洗涤以移除大多数未反应的起始材料2436和2,6-二异丙基苯胺。将沉淀在回流的AcOH(50mL)中搅拌10分钟并浓缩。将残余物涂覆于硅胶上并通过柱色谱(SiO_2，洗脱剂:DCM/庚烷2/1以移除剩余的起始材料，然后用DCM/庚烷4/1至 1/0)纯化。得到呈橙色固体的化合物2457(135mg，46％)。

[0176] 3、6,16-二苯氧基-8H-苯并[3,4]异色烯并[7,8,1-def]苯并[4,5]咪唑并[1,2-b]异喹啉-8-酮和5,15-二苯氧基-7H-苯并[3,4]异色烯并[7,8,1-def]苯并[4,5] 咪唑并[2,1-a]异喹啉-7-酮的混合物(2442)：

[0177] 使2457(135mg，0.286mmol)和邻-苯二胺(36.8mg，0.34mmol) 在AcOH(50mL)和1,4-二噁烷(15mL)中的混合物回流6小时。黄色溶液变红。混合物冷却至室温并浓缩。将所得红色固体在MeOH(60mL) 中粉碎，通过在玻璃过滤器上过滤来收集，再次用MeOH洗涤以移除

过量的邻-苯二胺和一些别的杂质，然后用庚烷洗涤并真空干燥。得到呈橙红色固体的化合物2442(异构体的混合物，132mg，85％)。M+H＝545.2。λ_{max}(氯仿)＝463nm，ε＝40500和485nm，ε＝47200。λ(em)(乙酸乙酯) 508nm和540nm。

[0178] 也参见图3B/3C(2442)和4A(102(2442))。

[0179] 2464(异构体的混合物)的合成：

[0180] 1、2-(2,6-二异丙基苯基)-5-溴-11-苯氧基-1H-氧杂蒽并[2,1,9-def]异喹啉 -1,3(2H)-二酮(2405)：

[0181] 将2404(1.4g，2.31mmol)、苯酚(1.2g，12.75mmol)和K_2CO_3 (2.2g，15.92mmol)在NMP(60mL)中的混合物于90℃和氮气下搅拌过夜。然后，将烧瓶的内容物倒入冷的20％乙酸水溶液中。5分钟后，加入2N HCl水溶液并搅拌10分钟，过滤沉淀出的固体，用温水洗至中性并于60℃下真空干燥。将残余物涂覆于硅胶上并通过柱色谱(SiO_2，洗脱剂:DCM/庚烷1/1至2/1)纯化。得到呈黄色固体的化合物2405 (1.1g，76％)。

[0182] 2、2-(2,6-二异丙基苯基)-11-苯氧基-1H-氧杂蒽并[2,1,9-def]异喹啉 -1,3(2H)-二酮(2389)：

[0183] 向化合物2405(600mg，0.97mmol)在THF(80mL)和MeOH(10mL) 中于氮气下的澄清溶液中加入10％的Pd/C(100mg)并将反应用气球置于氢气氛下。将混合物于30℃下搅拌过夜，然后在硅藻土上过滤。通过柱色谱(SiO_2，洗脱剂:甲苯/DCM 3/2)纯化粗固体。得到呈黄色固体的化合物2389(540mg，98％)。

[0184] 3、11-苯氧基异色烯并[6,5,4-mna]氧杂蒽-1,3-二酮(2464)：

[0185] 向化合物2389(2.0g，3.71mmol)在tBuOH(110mL)和1,4-二噁烷(30mL)中的溶液中加入粉末KOH(2.1g，37.10mmol)。混合物回流1小时。数分钟后黄色溶液变为橙色。将溶液冷却至室温并倒入AcOH (100mL)中。2分钟后，加入2N HCl水溶液(300mL)。通过过滤收集橙色沉淀，先用水、然后用庚烷和Et_2O洗涤以移除大多数未反应的起始材料2389和2,6-二异丙基苯胺。将沉淀在回流的AcOH(70mL)中搅拌10分钟并浓缩。将残余物涂覆于硅胶上并通过柱色谱(SiO_2，洗脱剂:DCM/庚烷2/1以移除剩余的起始材料，然后用DCM/庚烷4/1至 1/0)纯化。得到呈黄橙色固体的化合物2646(600mg，42％)。合并含起始材料2389的级分并通过柱色谱(SiO_2，洗脱剂:DCM/庚烷2/1) 纯化，得到纯净的回收化合物2646(600mg，42％)。

[0186] 4、16-苯氧基-8H-苯并[3,4]异色烯并[7,8,1-def]苯并[4,5]咪唑并[1,2-b]异喹啉-8-酮和5-苯氧基-7H-苯并[3,4]异色烯并[7,8,1-def]苯并[4,5]咪唑并[2,1-a]异喹啉-7-酮的混合物(2463)：

[0187] 使2464(600mg，1.58mmol)和邻-苯二胺(853mg，7.89mmol)在 AcOH(100mL)和1,4-二噁烷(20mL)中的悬浮体回流16小时。黄色悬浮体变为橙色澄清溶液，然后形成橙色沉淀。混合物冷却至室温并浓缩。所得红色固体在MeOH(70mL)中粉碎，通过在玻璃过滤器上过滤来收集，再次用MeOH(4x 50mL)洗涤以移除过量的邻-苯二胺和一些别的杂质，然后用庚烷洗涤并真空干燥。得到呈橙色固体的化合物2463 (异构体的混合物，680mg，93％)。M+H＝452.9.2。λ_{max}(氯仿)＝455nm，ε＝30900和481nm，ε＝33700。λ(em)(乙酸乙酯)496nm和529nm。

[0188] 也参见图3B/3C(2463)和4A(111(2463))。

[0189] 制备其他材料，其结构式示于图5A和5B中。

[0190] 6,16-双(4-(2,4,4-三甲基戊烷-2-基)苯氧基)-8H-苯并[3,4]异色烯并 [7,8,1-def]苯并[4,5]咪唑并[1,2-b]异喹啉-8-酮和5,15-双(4-(2,4,4-三甲基戊烷-2-基)苯氧基)-7H-苯并[3,4]异色烯并[7,8,1-def]苯并[4,5]咪唑并 [2,1-a]异喹啉-7-酮的混合物(2475)的合成：

[0191] 该化合物以与对2442的合成所述相同的方式制备，但用4-(2,4,4-三甲基戊烷-2-基)苯酚代替苯酚。

[0192] 得到呈橙红色固体的化合物2475。M+H＝769.4。λ_{max}(乙酸乙酯) ＝456nm，ε＝23900和479nm，ε＝27700。λ(em)(乙酸乙酯)510nm和542nm。

[0193] 将2475分离成其异构体：6,16-双(4-(2,4,4-三甲基戊烷-2-基)苯氧基)-8H- 苯并[3,4]异色烯并[7,8,1-def]苯并[4,5]咪唑并[1,2-b]异喹啉-8-酮(2475A) 和5,15-双(4-(2,4,4-三甲基戊烷-2-基)苯氧基)-7H-苯并[3,4]异色烯并 [7,8,1-def]苯并[4,5]咪唑并[2,1-a]异喹啉-7-酮(2475B)。

[0194] 将混合物2475(300mg)倒到色谱柱(SiO_2)的顶部。用DCM/庚烷2/1洗脱，得到含2475A的第一级分(黄色DCM溶液)。蒸发后得到呈橙色固体的175mg 2475A。λ(em)(乙酸乙酯)510nm。

[0195] 进一步洗脱得到含2475B的级分(橙色DCM溶液)。蒸发后得到呈红色固体的100mg 2475B。λ(em)(乙酸乙酯)561nm。

[0196] 16-(4-(2,4,4-三甲基戊烷-2-基)苯氧基)-8H-苯并[3,4]异色烯并[7,8,1-def]苯并[4,5]咪唑并[1,2-b]异喹啉-8-酮和5-(4-(2,4,4-三甲基戊烷-2-基)苯氧基)-7H-苯并[3,4]异色烯并[7,8,1-def]苯并[4,5]咪唑并[2,1-a]异喹啉-7-酮的混合物(2485)的合成：

[0197] 该化合物以与对2463的合成所述相同的方式制备，但用4-(2,4,4- 三甲基戊烷-2-基)苯酚代替苯酚。

[0198] 得到呈橙色固体的化合物2485。M+H＝574.8。λ_{max}(乙酸乙酯) ＝448nm，ε＝27000和473nm，ε＝29500。λ(em)(乙酸乙酯)498nm和 531nm。

[0199] 将2485分离成其异构体：16-(4-(2,4,4-三甲基戊烷-2-基)苯氧基)-8H-苯并 [3,4]异色烯并[7,8,1-def]苯并[4,5]咪唑并[1,2-b]异喹啉-8-酮(2485A)和 5-(4-(2,4,4-三甲基戊烷-2-基)苯氧基)-7H-苯并[3,4]异色烯并[7,8,1-def]苯并[4,5]咪唑并[2,1-a]异喹啉-7-酮(2485B)。

[0200] 将混合物2485(330mg)倒到色谱柱(SiO_2)的顶部。用DCM/庚烷3/1洗脱得到含2485A的第一级分(黄色DCM溶液)。蒸发后得到呈橙色固体的195mg 2485A。λ_{max}(乙酸乙酯)＝448nm，ε＝31500和473nm，ε＝32500。λ(em)(乙酸乙酯)498nm和530nm。

[0201] 用DCM进一步洗脱得到含2485B的级分(橙色DCM溶液)。蒸发后得到呈红色固体的120mg 2485B。λ_{max}(乙酸乙酯)＝475nm，ε＝31500 和473nm，ε＝18100。λ(em)(乙酸乙酯)547nm。

[0202] 通过测量用蓝光在0.5-7W/cm^2和60℃下辐照下的寿命来测试2410 和别的体系在PET(聚对苯二甲酸乙二醇酯)膜中的寿命。层的浓度和厚度设定为使得蓝光的透射率为90％。

[0203] 假定衰减速率与通量密度成线性相关，寿命以外推到TLED(空气中0.016W/cm^2蓝

光和60℃的温度)的条件下发光减少10％来确定。就 F083而言,估计寿命为约100小时,而新化合物2410显示出约12500 小时的寿命。这意味着寿命增加约125倍。

[0204] 有机黄色发射分子在PET基质中的寿命(暴露于空气中0.016W/cm^2蓝光和60℃的温度下漂白10％的小时数)参见表1:

[0205] 表1:寿命测量

[0206]

化合物	寿命(小时)
F083	50-200
F170	150-400
溶剂黄 98	400-650
2410A+2410B	12500
2441A+2441B	12500
2442A+2442B	17000
2463A+2463B	21000
2475A+2475B	13000
2485A+2485B	18000

[0207] 看起来苯氧基取代的化合物具有更长的寿命。此外,看起来G2取代可比G7取代的化合物具有甚至更强的寿命增强效果。

[0208] PET(或PET类似物)以外的基质一般提供更差的结果。尤其是PETG 和PET提供稳定的发光体系。

[0209] 白色混合光的实施例

[0210] 实施例1

[0211] 可组合由蓝色LED激发的各种有机分子的发射来产生白光。在本文中,将来自图3A中所示分子(材料2410,参见图3A/4A)和N,N'-双(2,6- 二异丙基苯基)-1,6,7,12-四苯氧基苝-3,4:9,10-四碳二亚胺;CAS编号 123174-58-3,也称F305(来自BASF))的发射与蓝光组合来获得具有图4B中所示光谱的白光。可产生呈现出下表中所示的以下值的此类白光。

[0212] 实施例2

[0213] 在本实施例中,将来自图3A中所示分子(材料2410,参见图3A/4A) 的发射与蓝光和此外来自最大发射在615nm下的量子点的发射组合来获得具有图4C中所示光谱及下表中所示值的白光。

[0214] 实施例3

[0215] 在本实施例中,将来自图3A中所示分子(材料2410,参见图3A/4A) 的发射与蓝光和此外来自最大发射在615nm下的红色LED的发射组合来获得具有图4D中所示光谱及下表中所示值的白光。

[0216] 实施例4

[0217] 在本实施例中,将来自图3C中所示分子(材料2441,参见图3C/4A) 的发射与蓝光

和此外来自红色发光材料F305的发射组合来获得具有图 4E中所示光谱及下表中所示值的白光。

[0218] 实施例5

[0219] 在本实施例中，将来自图3C中所示分子(材料2442，参见图3C/4A) 的发射与蓝光和此外来自红色发光材料F305的发射组合来获得具有图 4F中所示光谱及下表中所示值的白光。

[0220] 表2:白色混合光

[0221]

	流明当量（Lm/W）	CCT（K）	CRI	R9
实施例 1（蓝+2410+F305）	311	3550	92	11

[0222]

实施例 2（蓝+2410+QD）	350	3665	92	30
实施例 3（蓝+2410+红色 LED）	350	3700	90	44
实施例 4（蓝+2441+F305）	290	3300	84	94
实施例 5（蓝+2442+F305）	290	3500	85	93

[0223] 因此，除此之外，参见附图3A、3B(C)、3C(A)、3C(B)、5A、 5B，本发明还在一个实施方案中提供了包含至少两种有机磷光体的组合的发光材料，所述至少两种有机磷光体选自:(i)2410A+2410B，(ii) 2441A+2441B，(iii)2442A+2442B，(iv)2463A+2463B，(v) 2475A+2475B，和(vi)2485A+2485B或它们的组合。表述“2410A+2410B”和类似表述指所述异构体的组合。因此，如本文所述的发光材料尤其是包含两种(相关)异构体的组合和任选地不止一种这样的组合，如2410A+2410B与2475A+2475B的组合等。因此，在实施方案中，发光材料包含两种异构体的组合，(所述组合)选自上面示出的六个组。上面提到的附图中示出了异构体的集合;除此之外，图2A中示出了通式。

[0224] 如上面所指出，我们发现，在从混合物中分离出两种异构体后，源自结构2410A的异构体在黄色区域具有优异的光谱性质并具有超过0.9 的高量子产率。源自2410B的另一异构体在橙色区域呈现出具有较低量子产率的发射。因此，第一异构体的使用产生具有更高效率的灯。尤其是在使用相当可溶的衍生物2475和2485(参见图5A-5B)的情况下，可通过柱色谱法进行分离。在所有情况下，第一级分均含具有良好光谱性质和高量子产率的衍生物。在进一步洗脱后可分离出另一异构体。

[0225] 我们将混合物2485分离成了异构体2485A和2485B。通过柱色谱法分离出的第一异构体为2485A。为了确切地确定2485A的结构，采用 C-H 3频带耦合NMR谱，其显示出H^{β}的双峰与羰基部分的碳之间这样的耦合。因此，2410A的衍生物为从色谱分离中作为第一级分得到的化合物。同样地，通过柱色谱法将混合物2475分离成其两种异构体(图 5A)。图6A-6B示出了2485、2485A和2485B及2475、2475A和2475B 在乙酸乙酯中的归一化发射光谱。化合物2485B和2475B显然不是黄色而是橙色发射体。此外，如表II中所示，这些系列发射体(结构II，源自2410B)的PLQE(光致发光量子效率)相当低。这些值当然也将影响混合物2475和2485的PLQE。

[0226] 表II:关于混合物和纯净组分的光学和寿命数据

[0227]

编号	结构	G2	G7		PLQE	寿命
2485	混合	$C_8H_{17}C_6H_4O$	H		0.68	11Khr
2485A	I (A)	$C_8H_{17}C_6H_4O$	H		0.90	17Khr
2485B	II (B)	$C_8H_{17}C_6H_4O$	H		0.46	18Khr
2475	混合	$C_8H_{17}C_6H_4O$	$C_8H_{17}C_6H_4O$		0.77	13Khr
2475A	I (A)	$C_8H_{17}C_6H_4O$	$C_8H_{17}C_6H_4O$		0.90	10Khr
2475B	II (B)	$C_8H_{17}C_6H_4O$	$C_8H_{17}C_6H_4O$		0.52	23Khr

[0228] 另一方面,结构I(源自2410A)具有良好的光谱和高量子产率。我们因此提出在磷光体转换LED应用中使用以下有机磷光体异构体及其衍生物或类似物作为(绿色/黄色)发射体,如由式IA所限定,其中例如G1-G12独立地为氢、直链或支链烷基基团或含氧烷基基团$C_nH_{2n+1}O_m$(n为1至16的整数并且m<n/2或0)、氟、氯或者Y、OY 或NRY。R为烷基或芳基基团。D、E、I、L和M为H、F、Cl、直链或支链烷基基团或含氧烷基基团$C_nH_{2n+1}O_m$(n为1至16的整数并且m<n/2或0);尤其是这些基团中的最少两者为氢原子。尤其是,基团G1-G8 中的最少4者为氢原子。此外,如果引入到聚合物中,则G1-G12中的一者或多者,尤其是一者,也可含有与聚合物主链的共价连接。

[0229] 我们通过测量在用蓝光于4.1/W/cm^2和60℃下辐照下的寿命测试了分子在PET(聚对苯二甲酸乙二醇酯)膜中的寿命。层的浓度和厚度设定为使得蓝光的透射率为90%。

[0230] 寿命以TLED(空气中0.016W/cm^2蓝光和60℃的温度)条件下减少 10%来估计。就F083而言,估计寿命为约150小时,而化合物2485A 和2475A显示出超过10000小时的寿命。这意味着寿命增加约60倍,同时具有良好的光谱性质和高的量子产率。图6A-6C中示出了2485和 2475异构体的归一化发射和激发光谱。

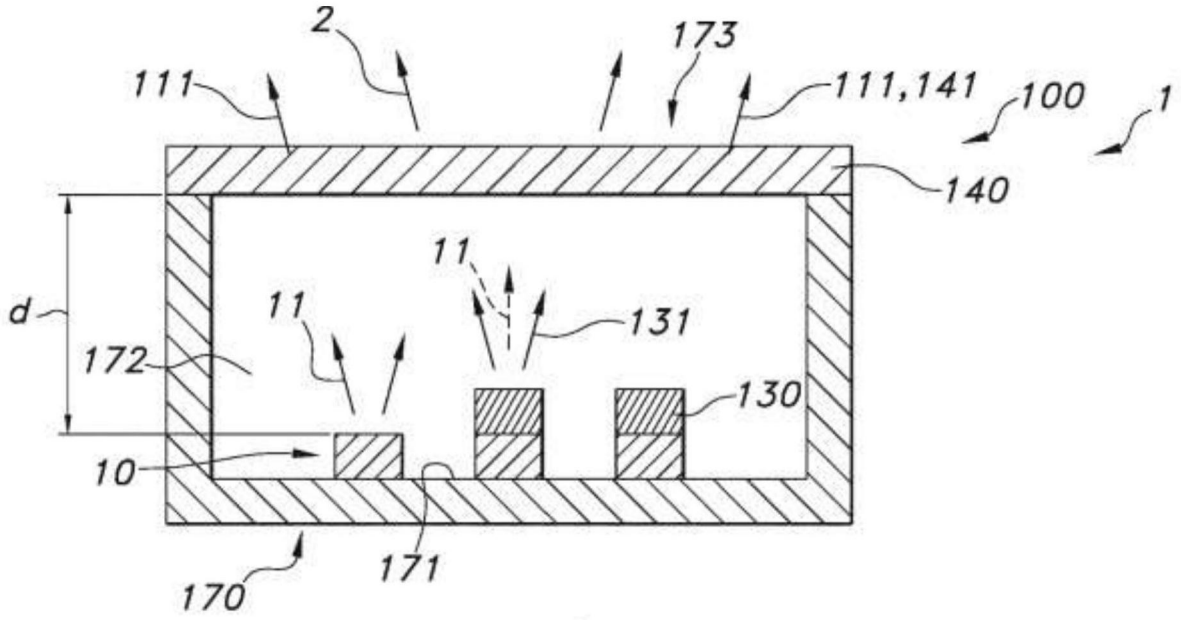

2
173
111
111,141
100
1
140
11
d
11
131
172
130
10
171
170

图1A

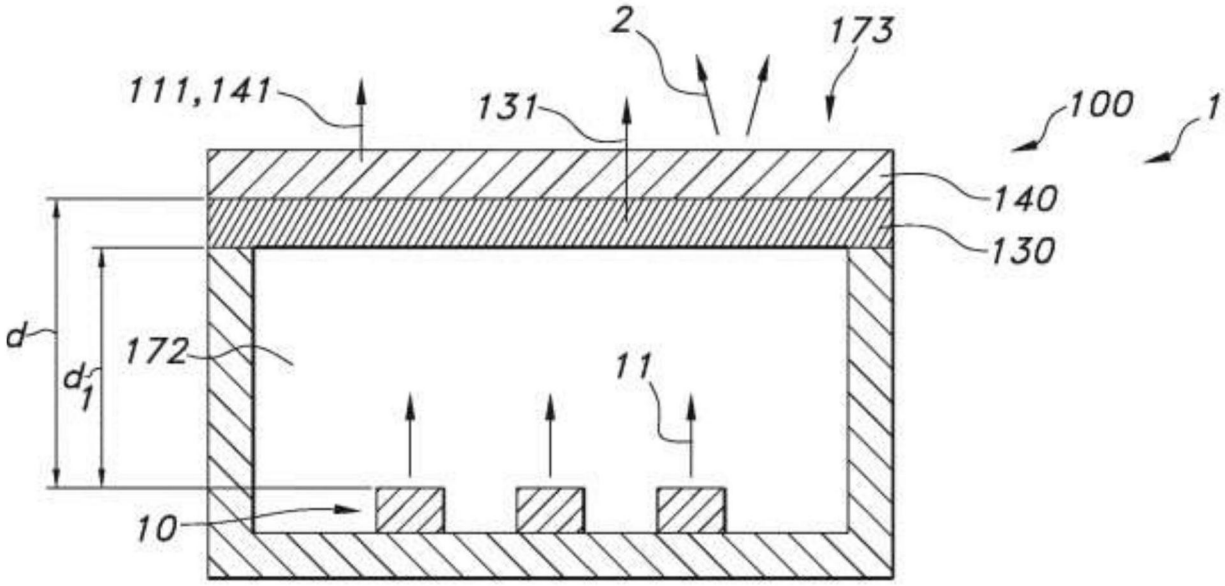

2
173
111,141
131
100
1
140
130
d
172
11
d1
10

图1B

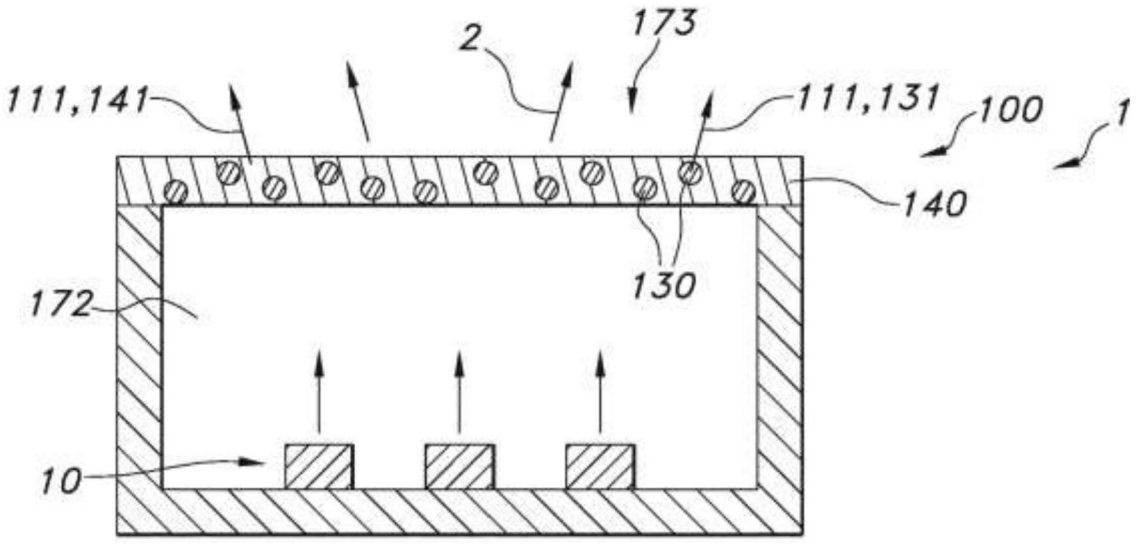

173
2
111,141
111,131
100
1
140
130
172
10

图1C

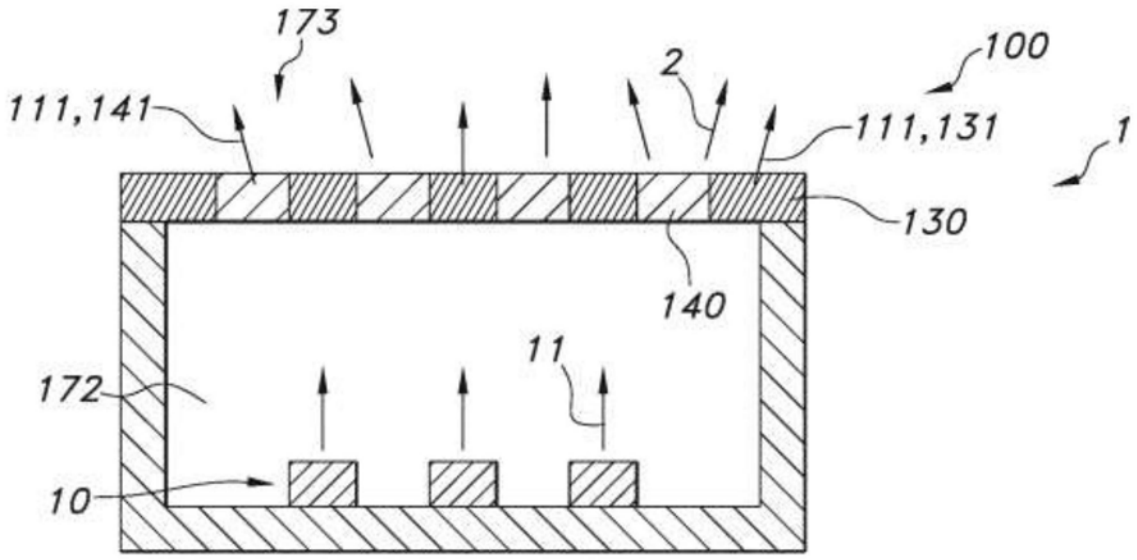

173
100
2
111,141
111,131
1
130
140
11
172
10

图1D

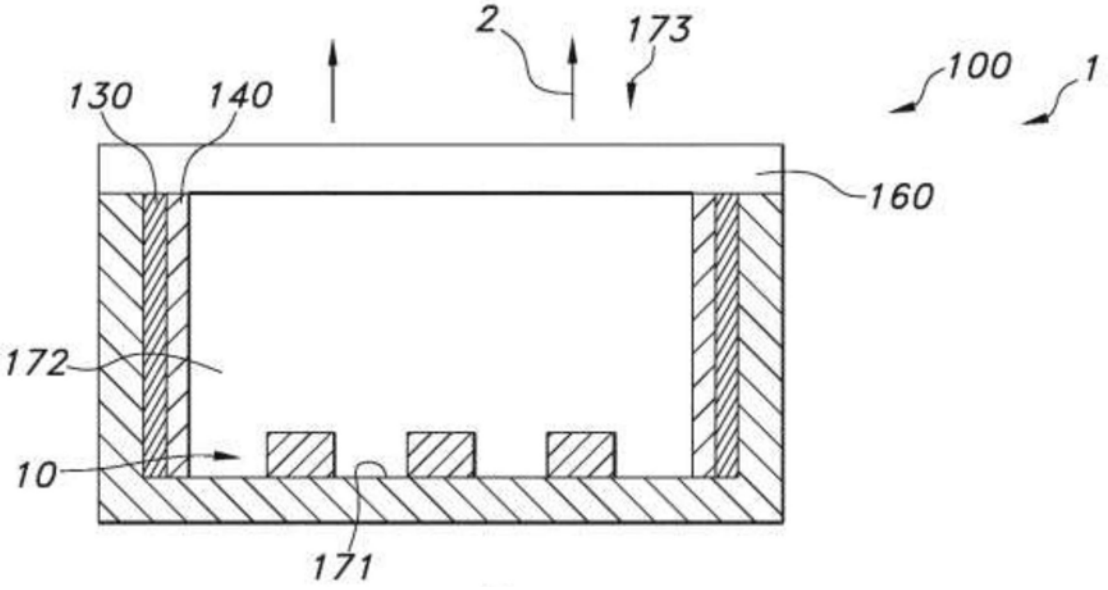

2
173
100
1
130
140
160
172
10
171

图1E

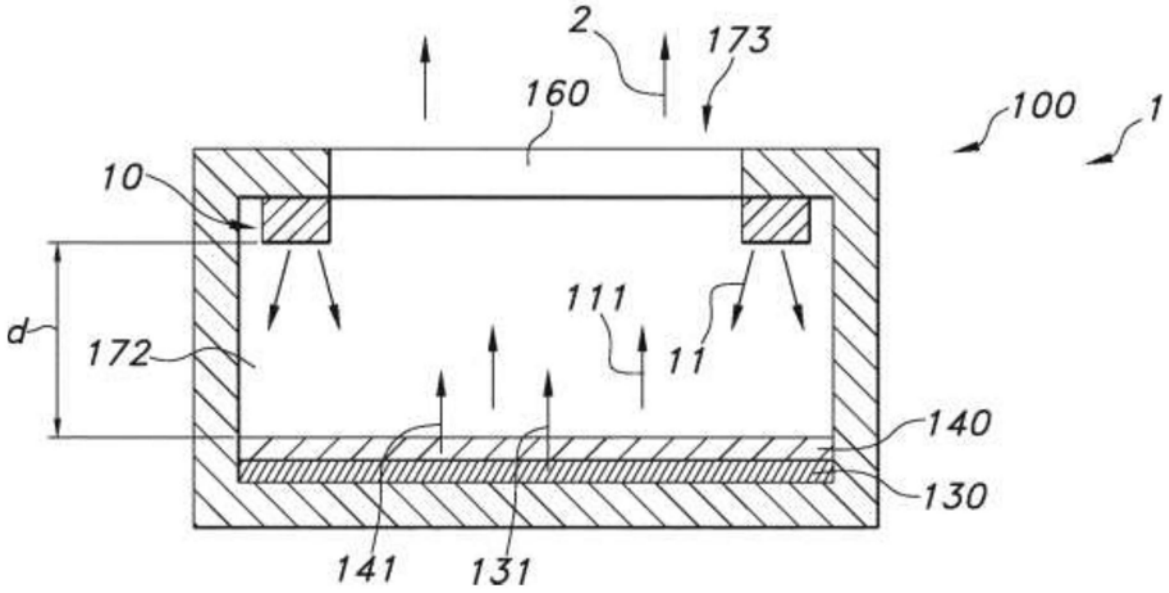
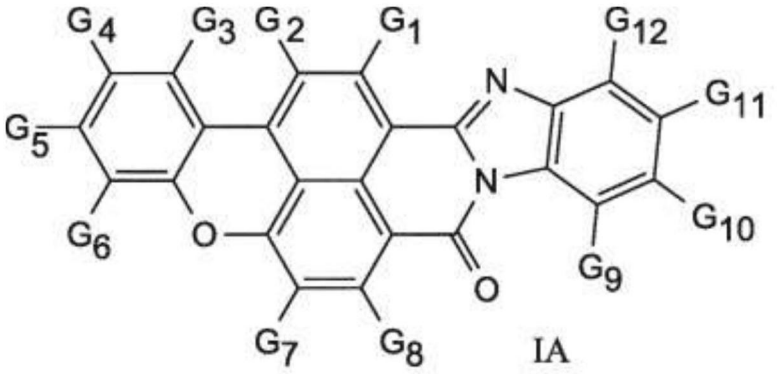
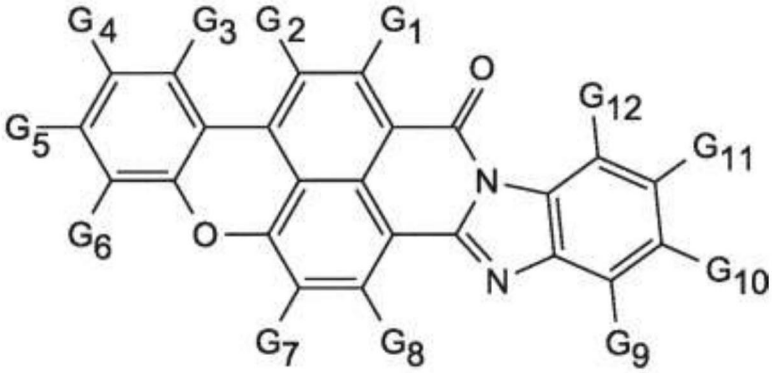

2
173
160
100
1
10
d
172
111
11
140
130
141
131

图1F

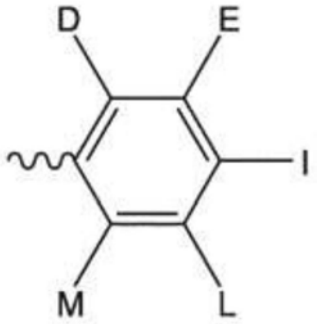


IA



IB

图2A



II

图2B

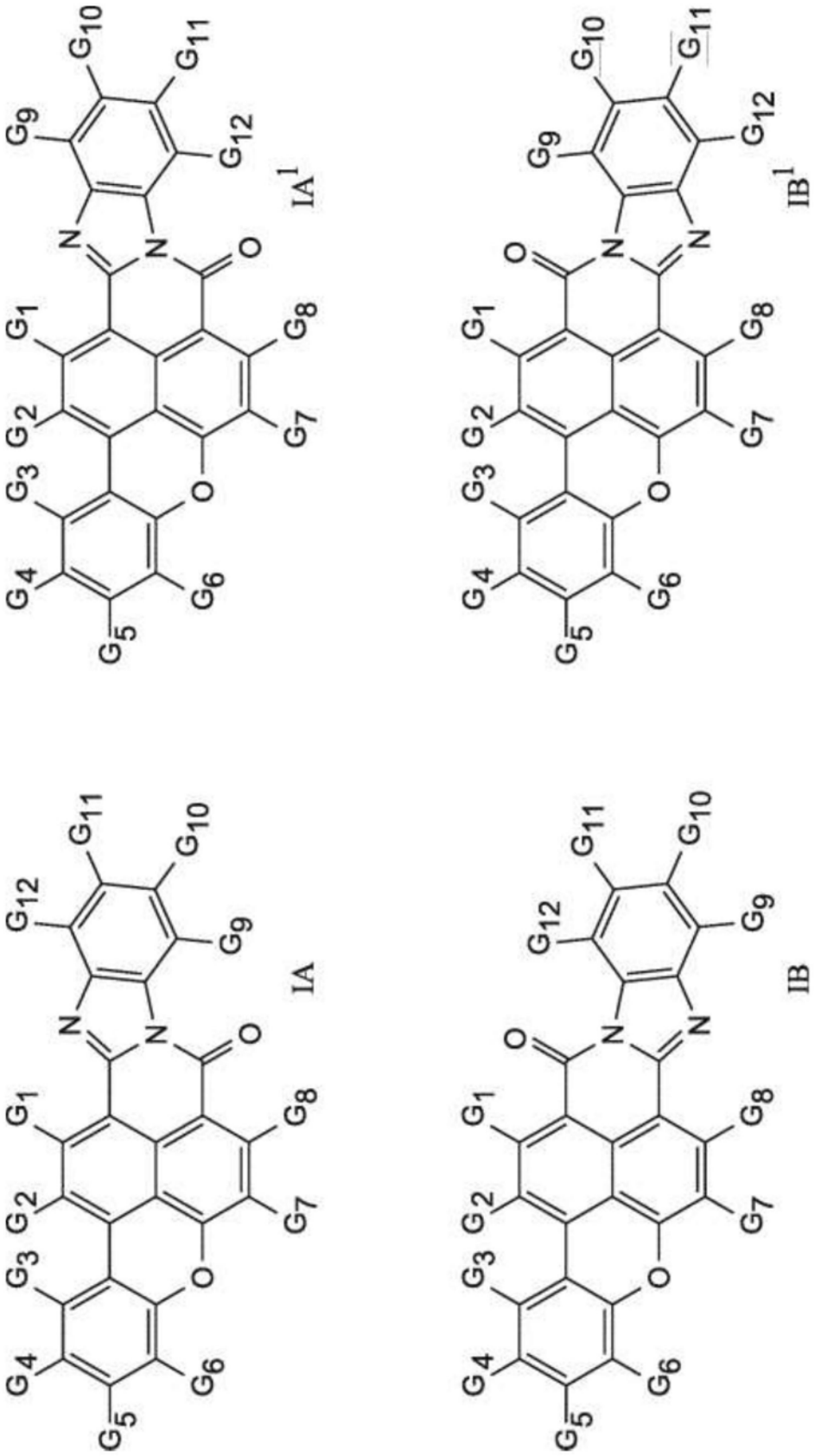


图2C

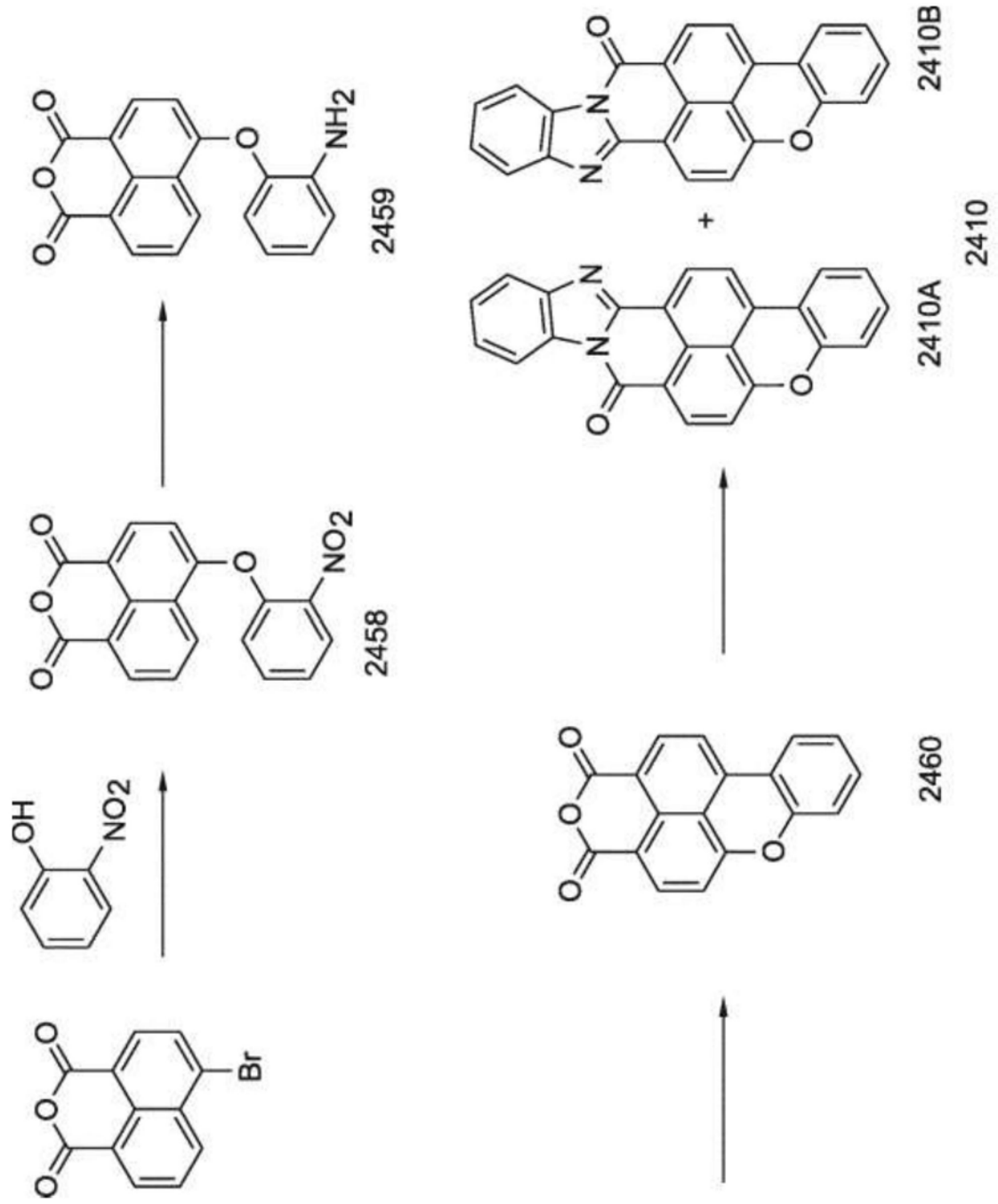


图3A

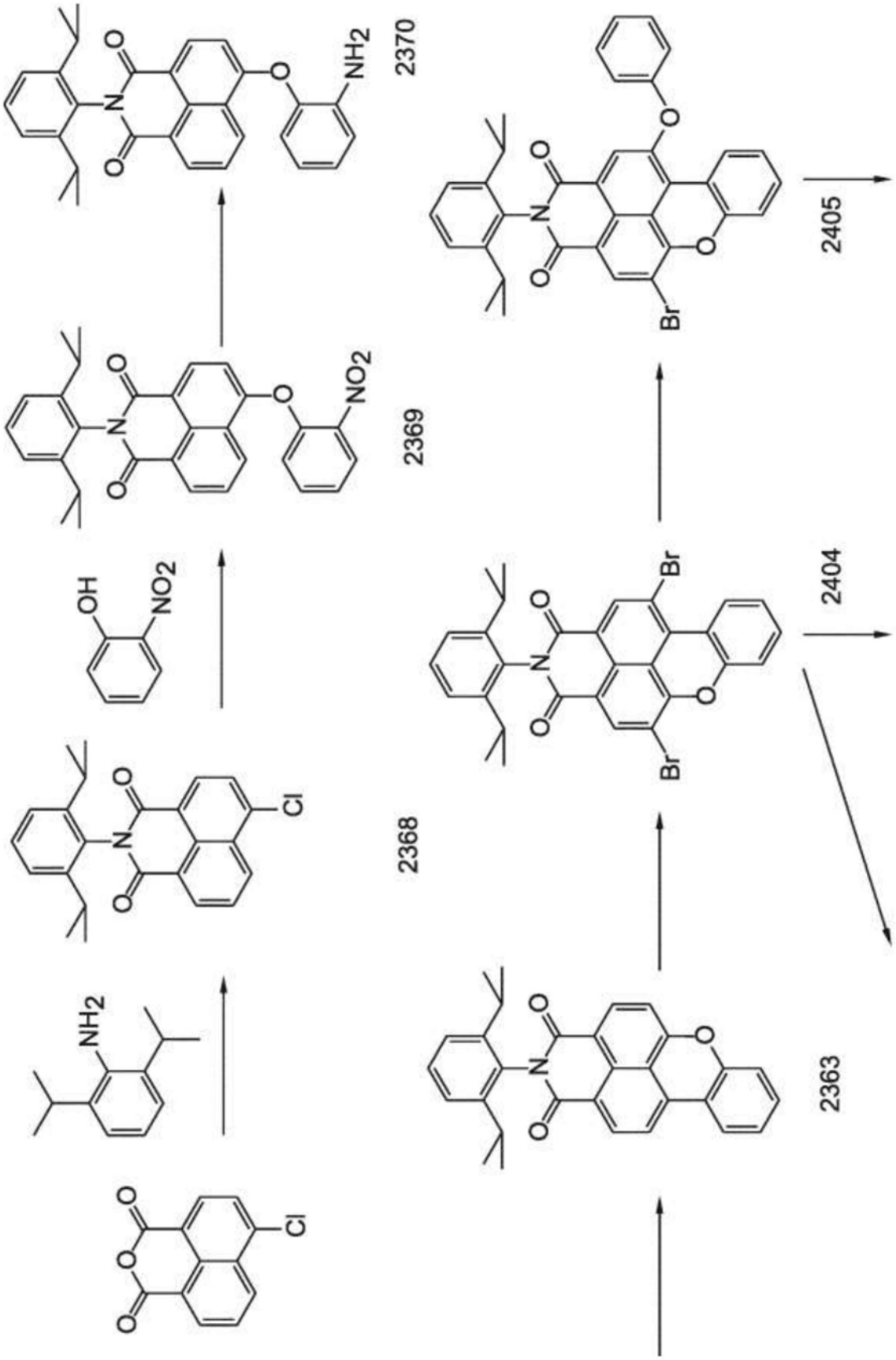


图3B(A)

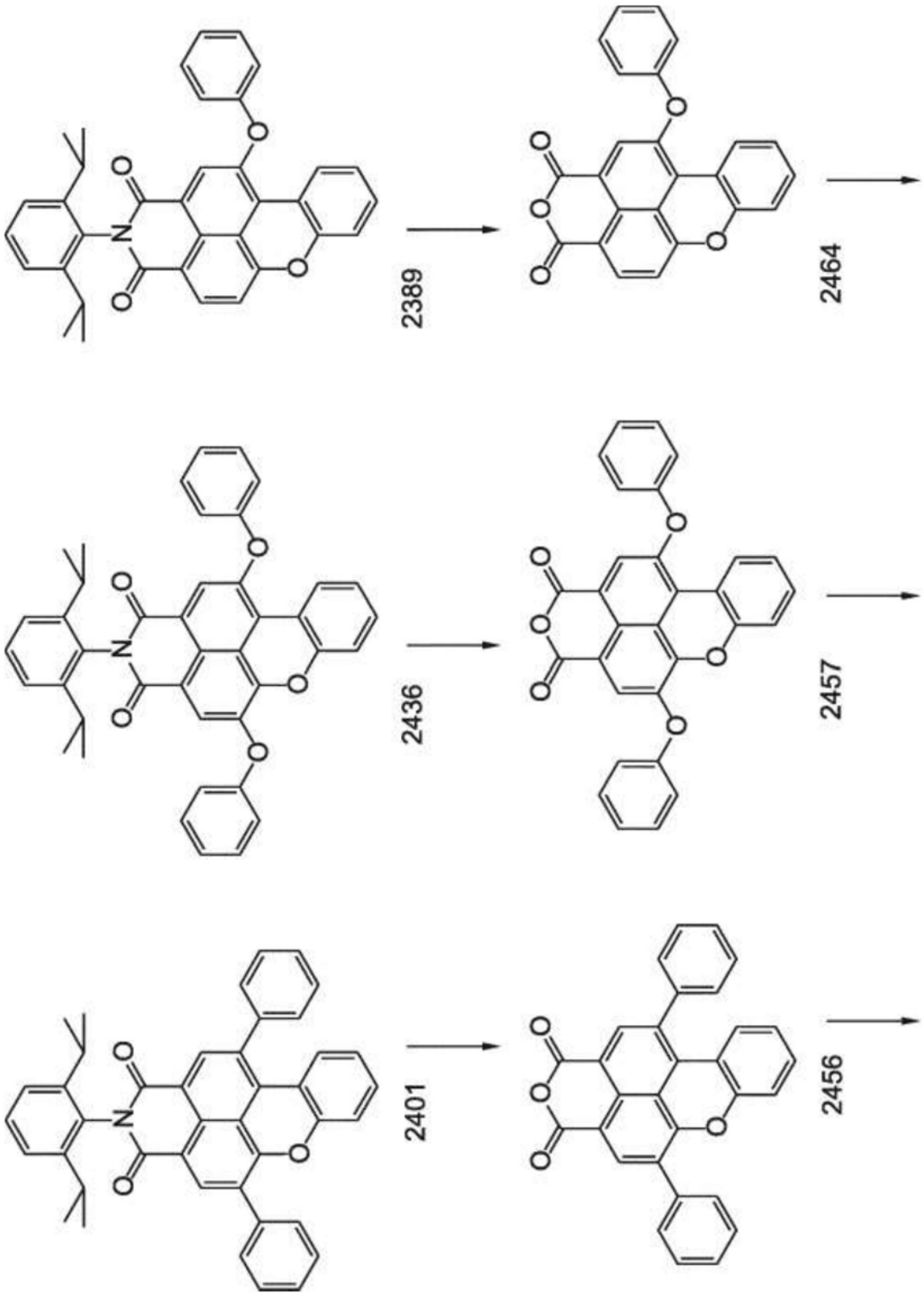


图3B(B)

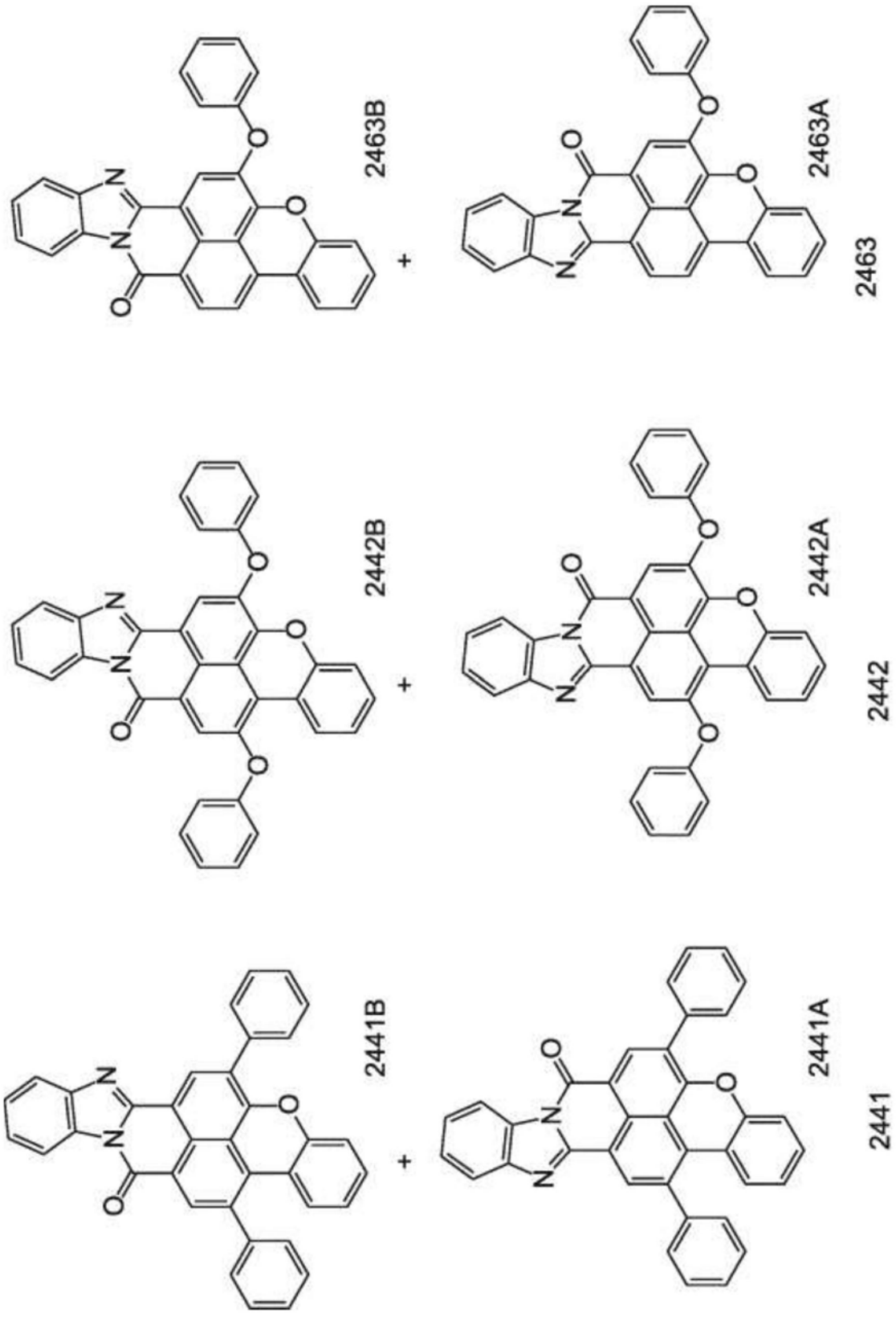


图3B(C)

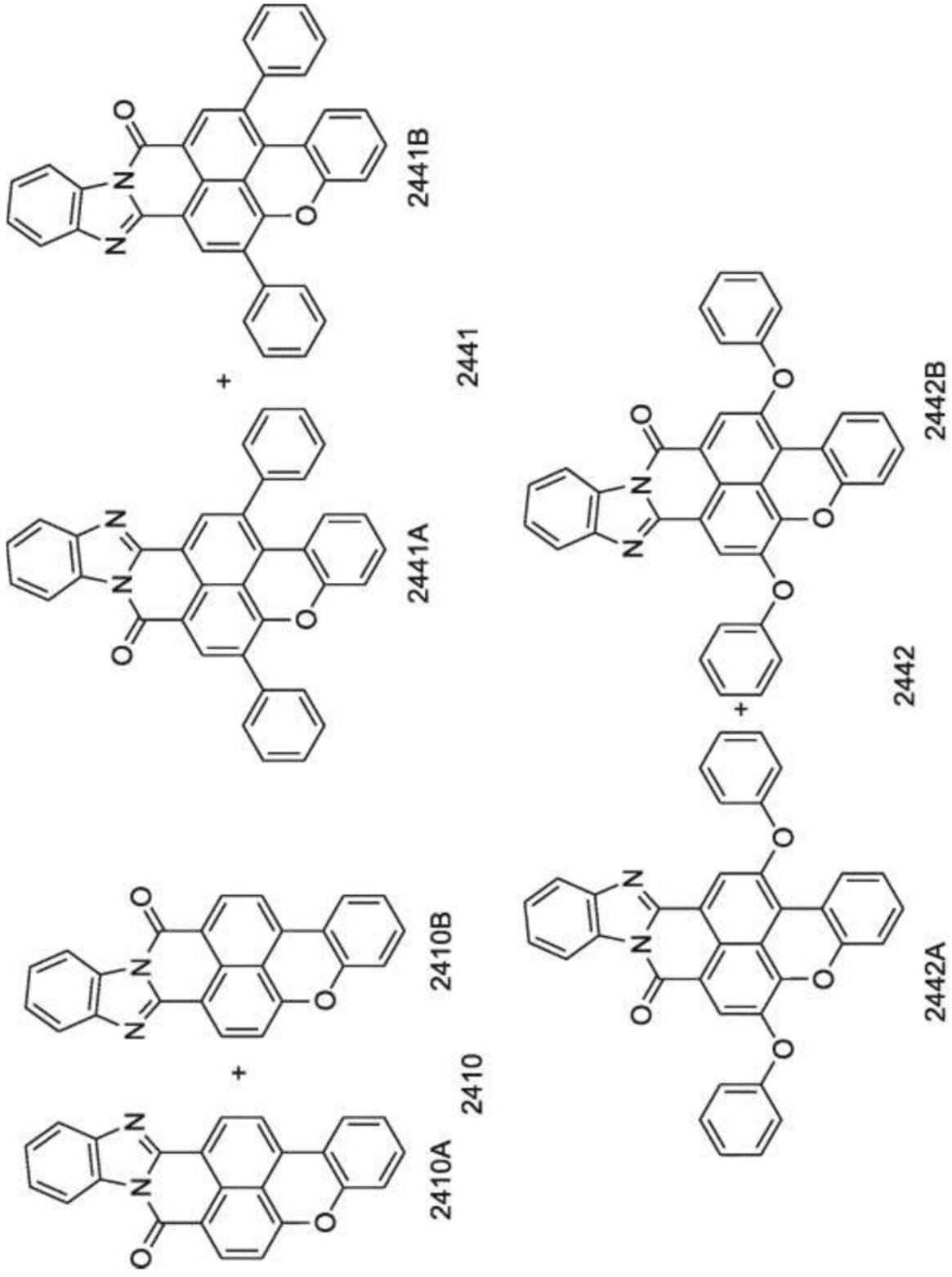


图3C(A)

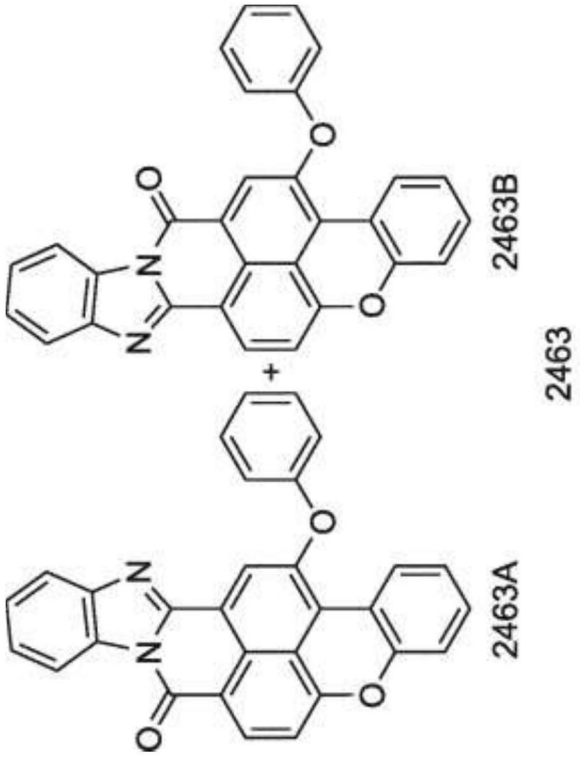


图3C(B)

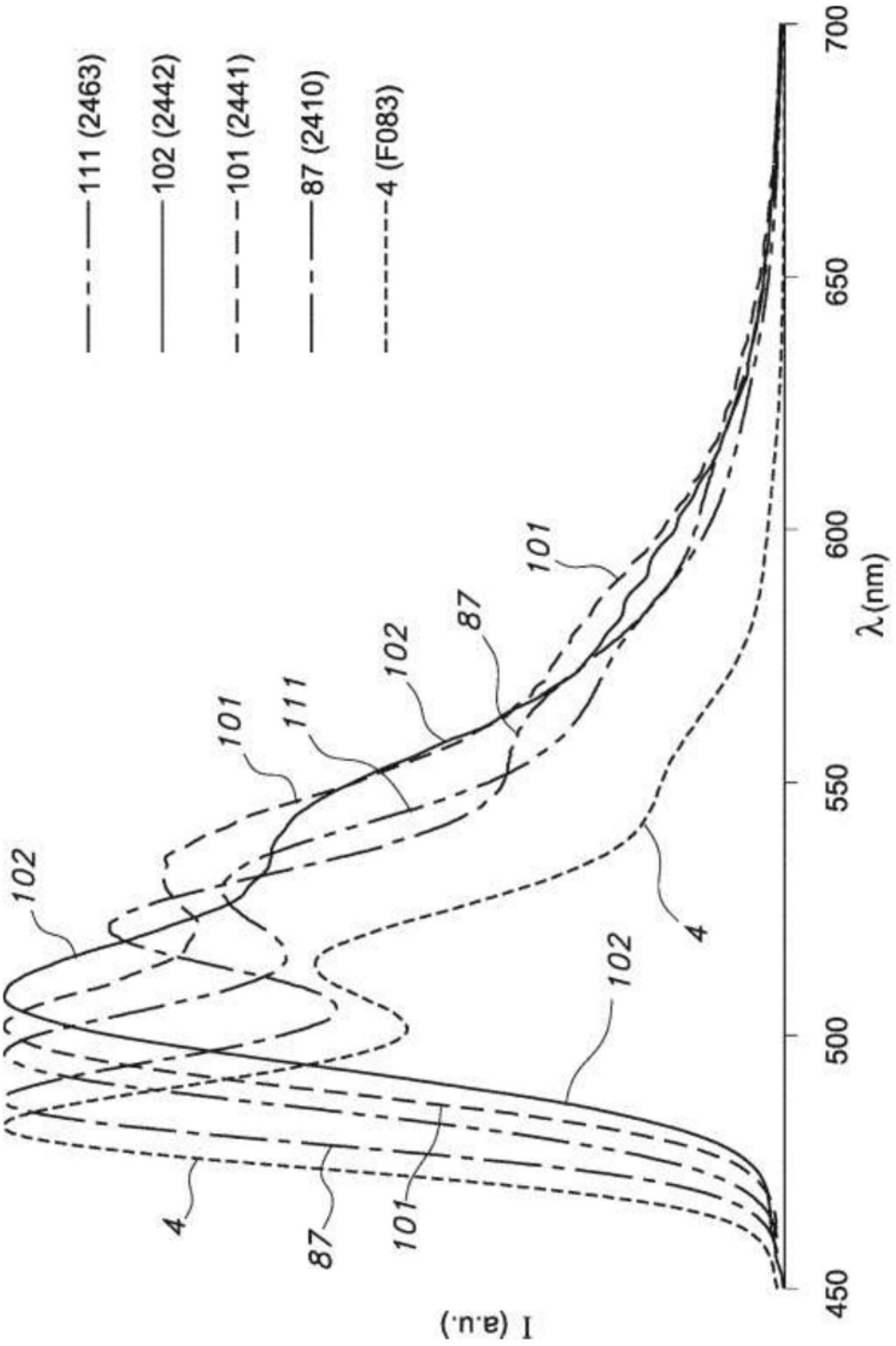

111 (2463)
102 (2442)
101 (2441)
87 (2410)
4 (F083)
700
650
600
550
500
450
λ(nm)
I (a.u.)
102
101
111
102
87
101
4
102
4
87
101

图4A

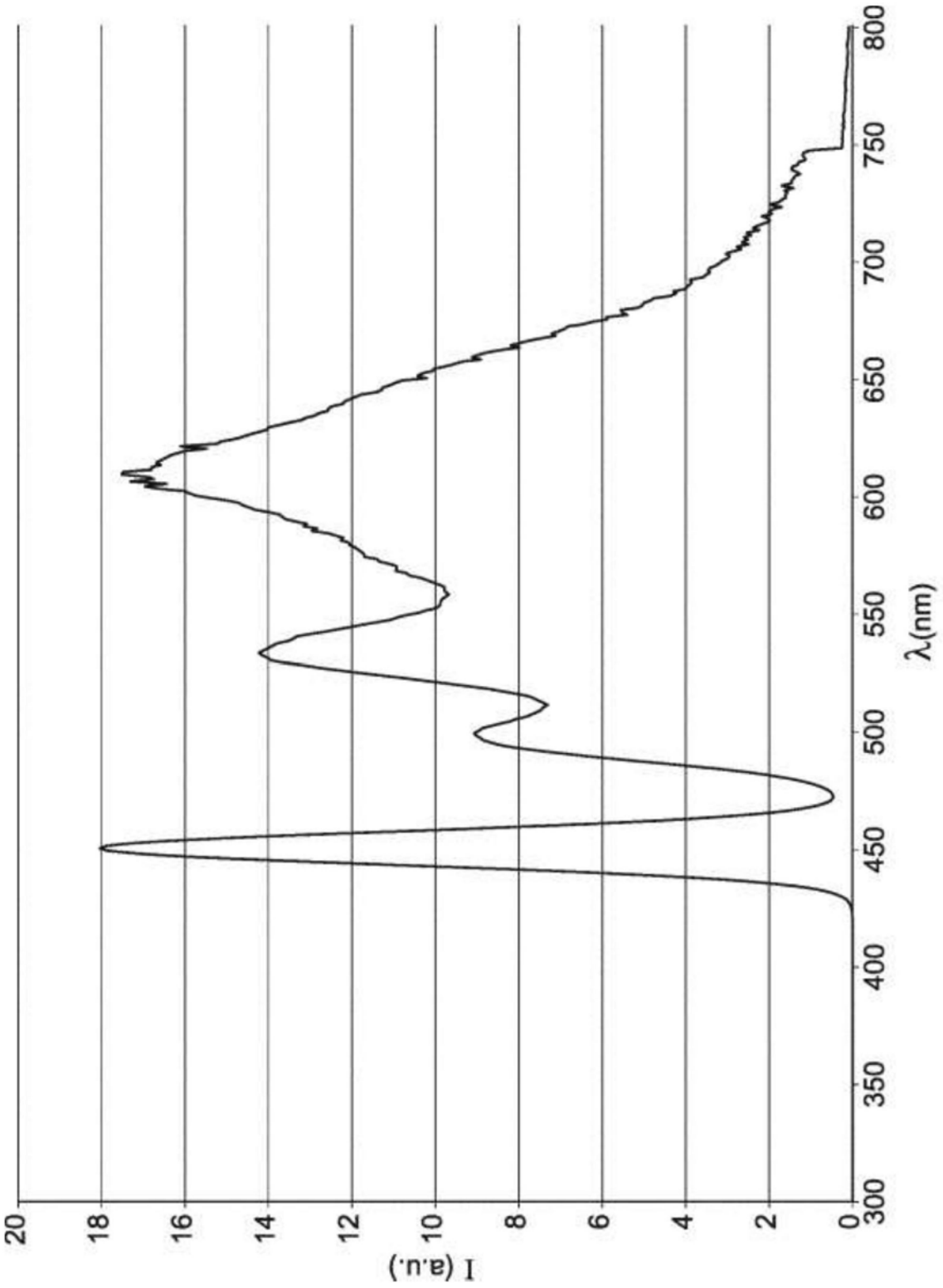

I (a.u.)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
300
350
400
450
500
550
600
650
700
750
800
λ(nm)

图4B

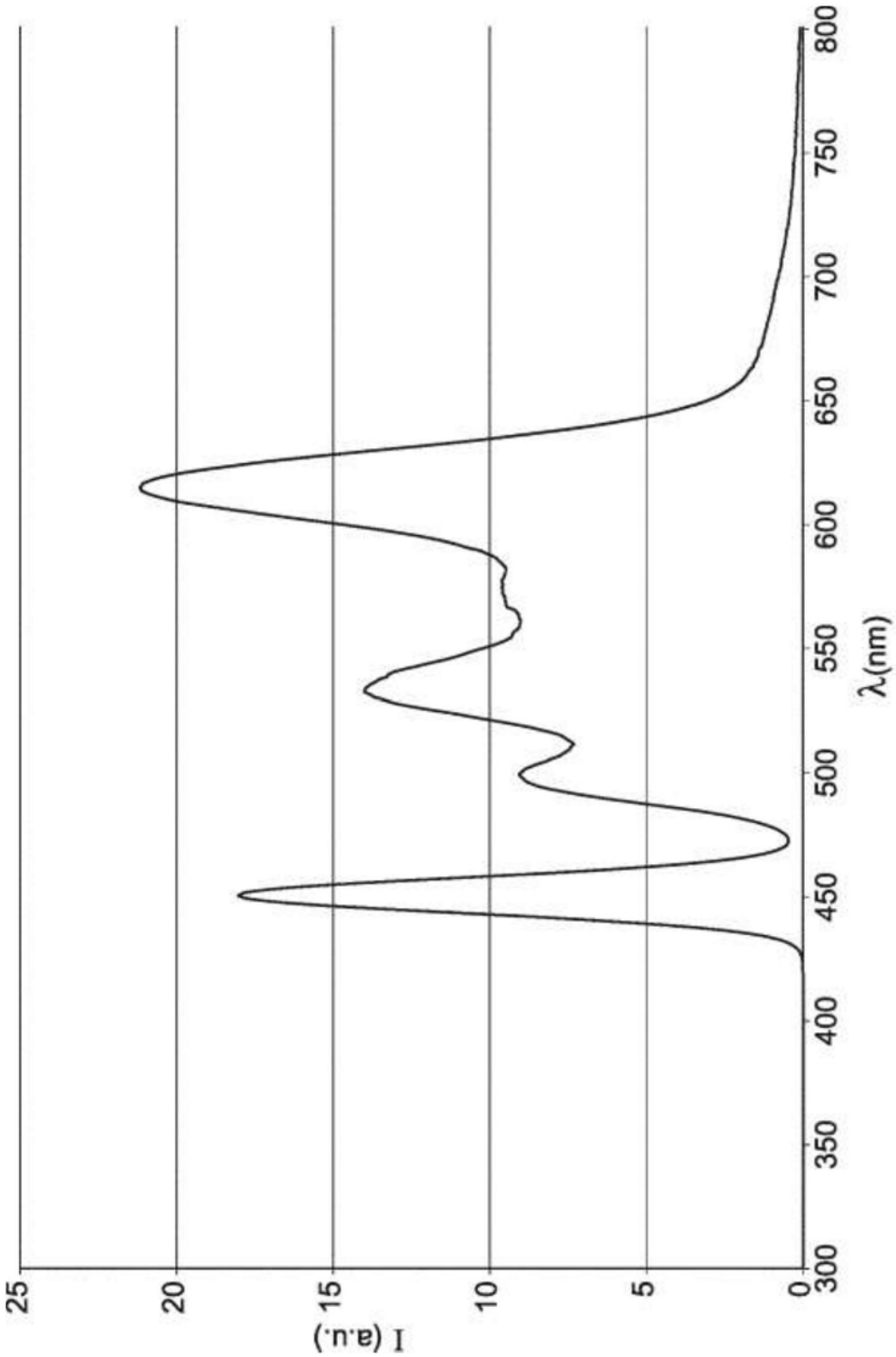


图4C

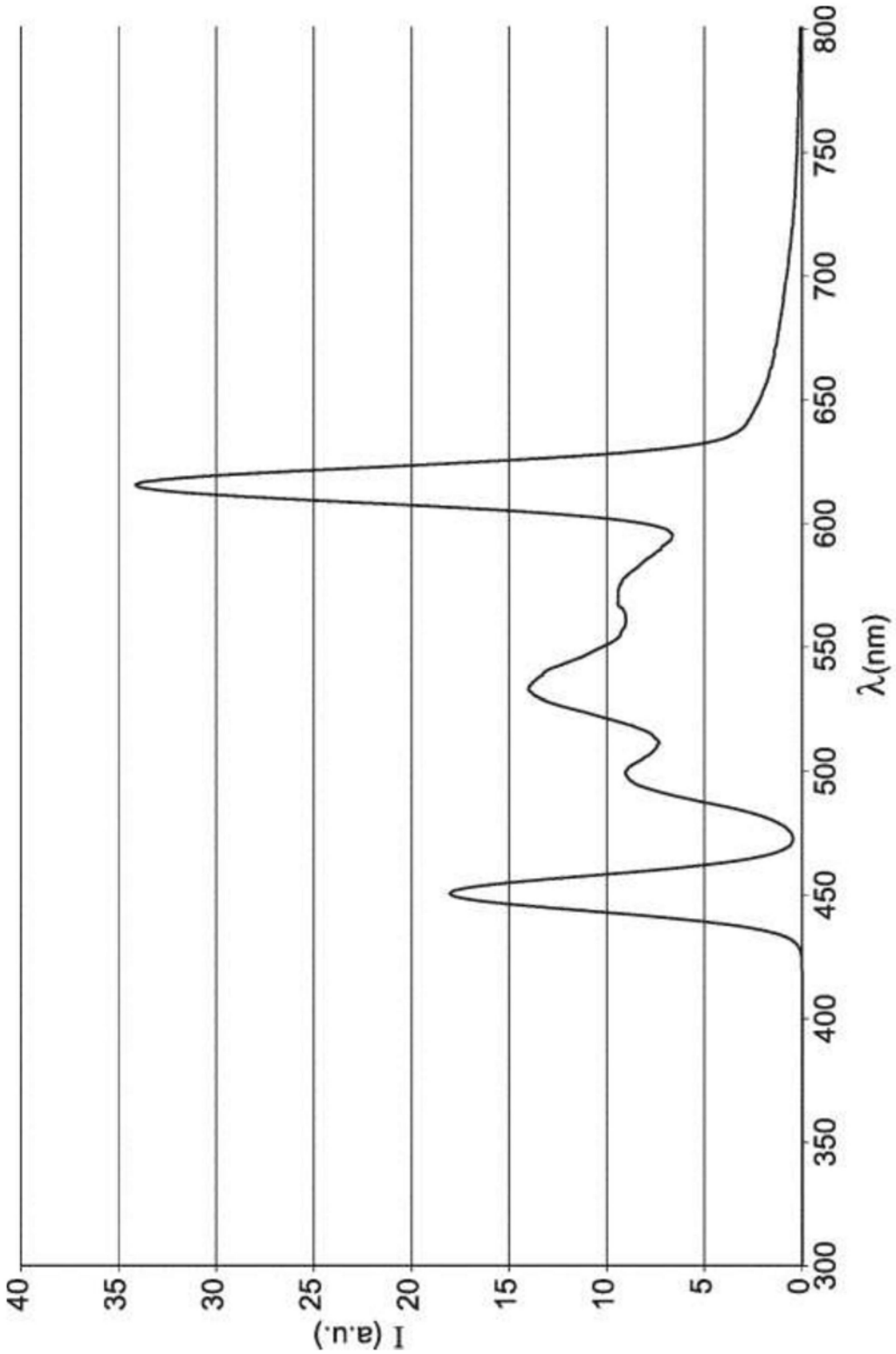

I (a.u.)
0
5
10
15
20
25
30
35
40
300
350
400
450
500
550
600
650
700
750
800
λ(nm)

图4D

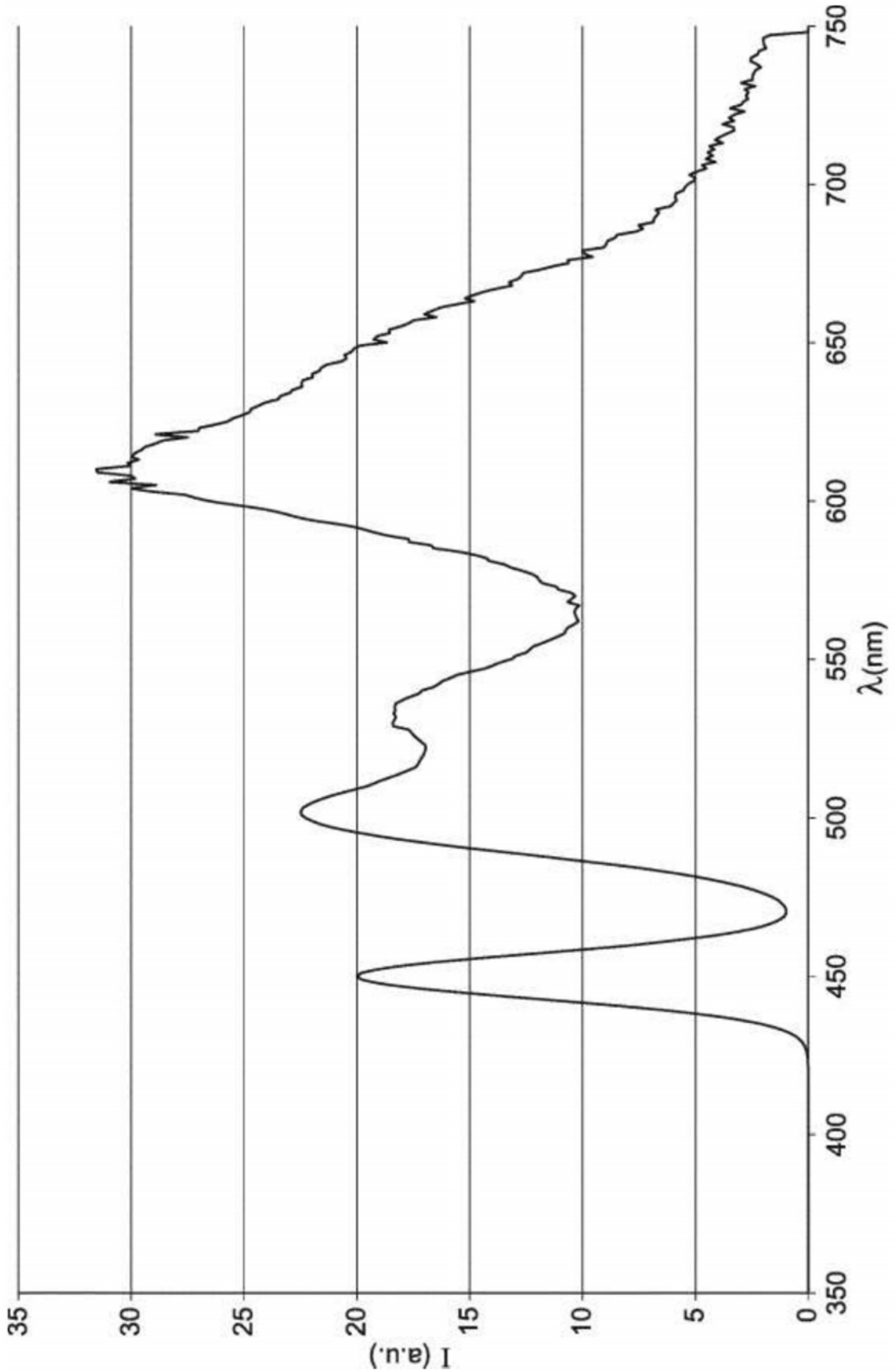


图4E

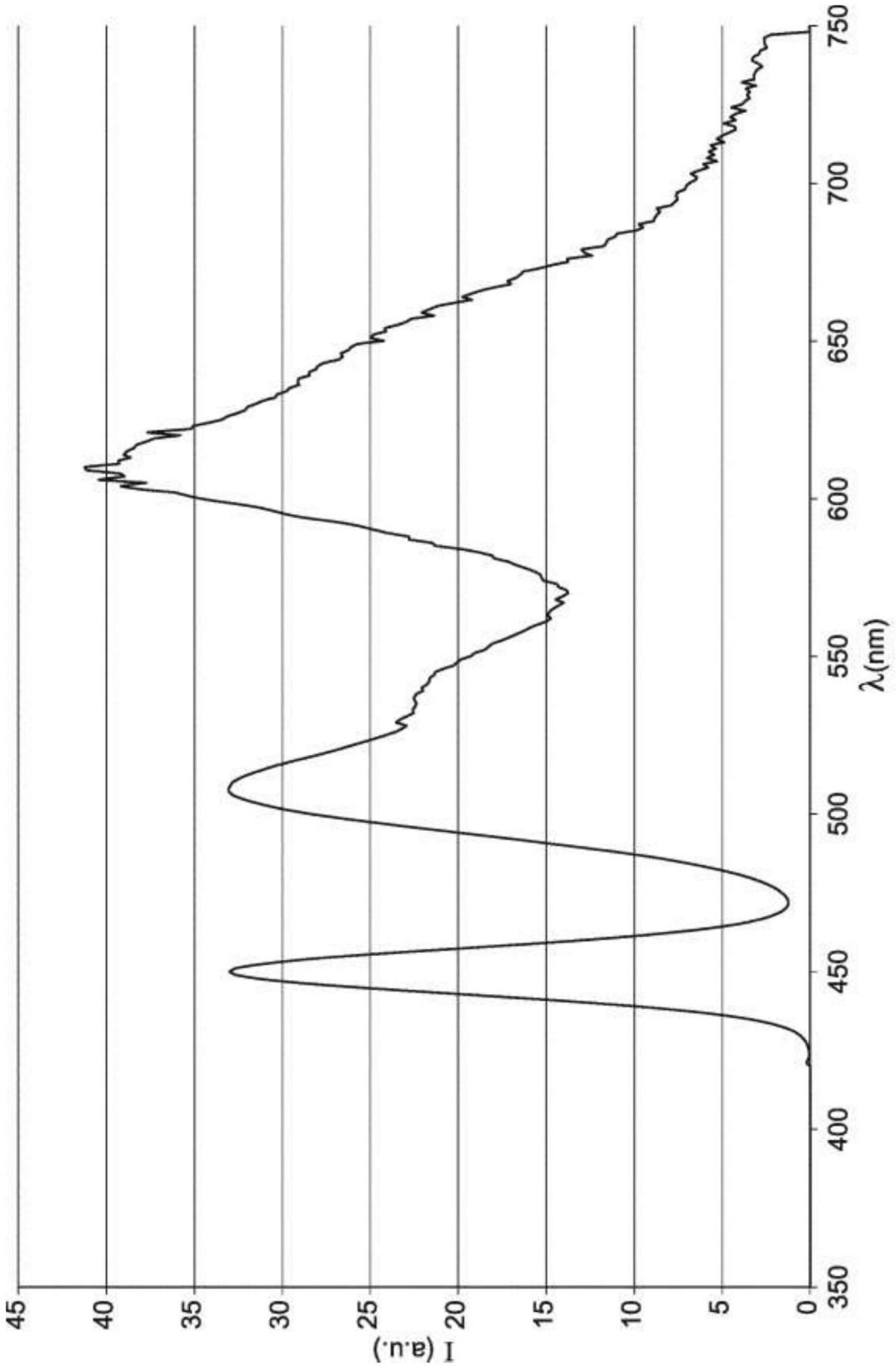

I (a.u.)
λ(nm)
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
350
400
450
500
550
600
650
700
750

图4F

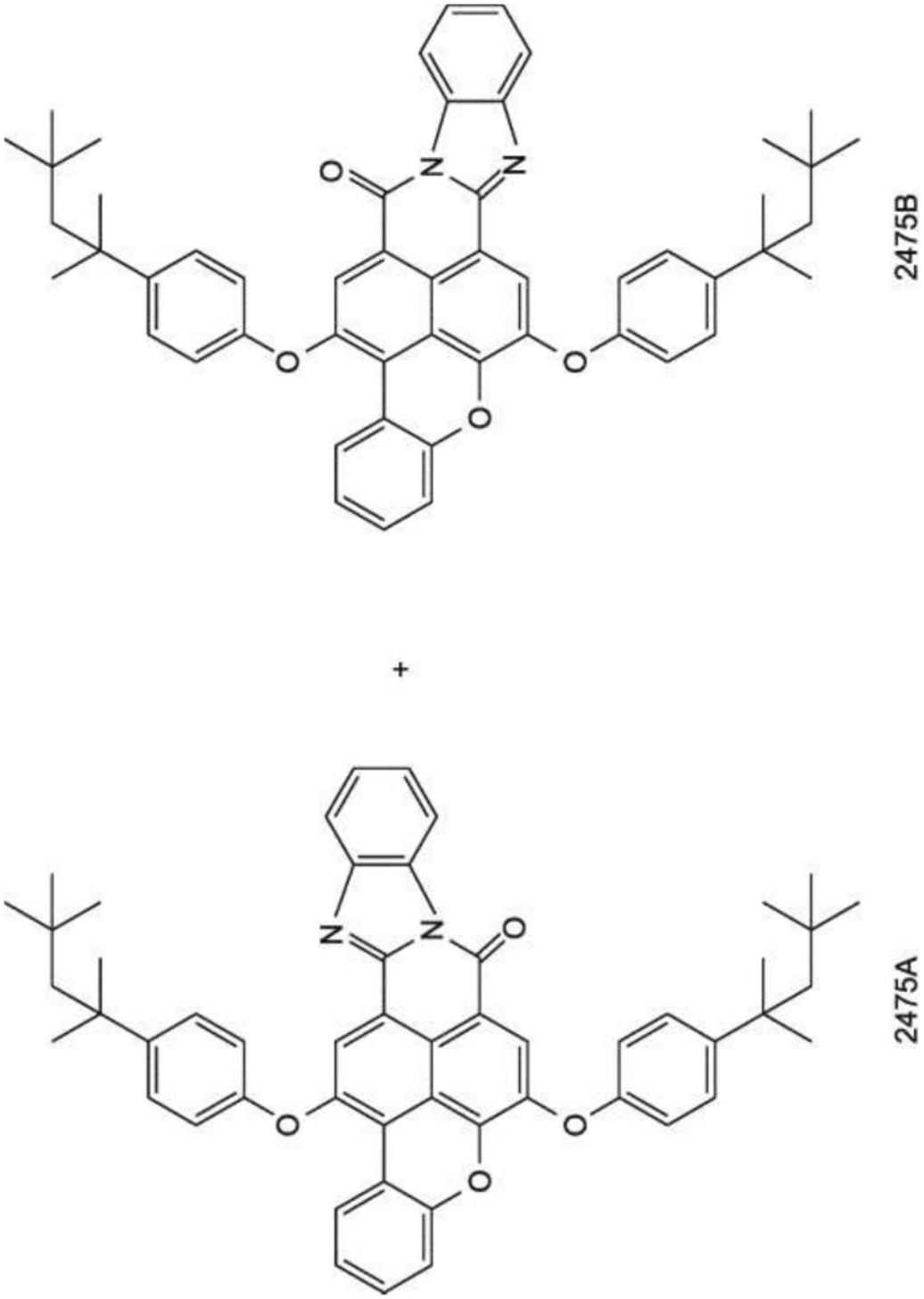


图5A

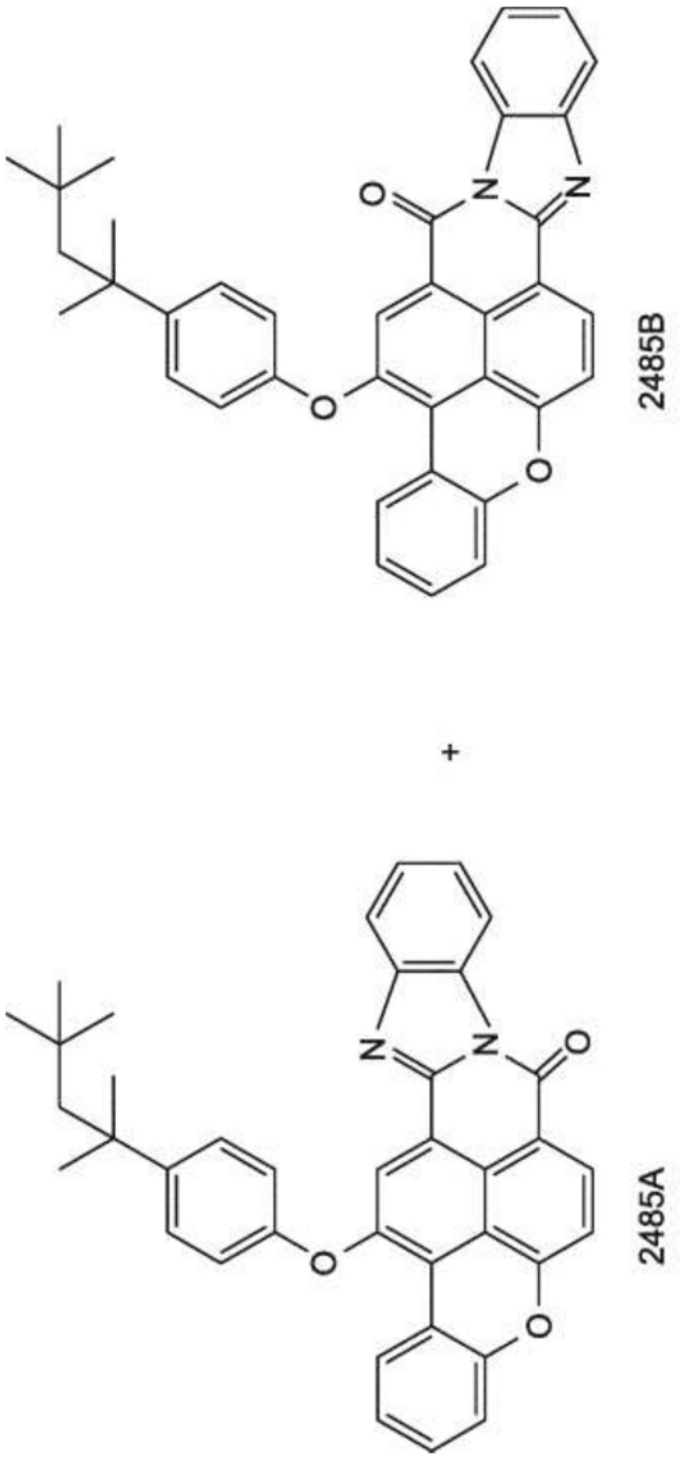


图5B

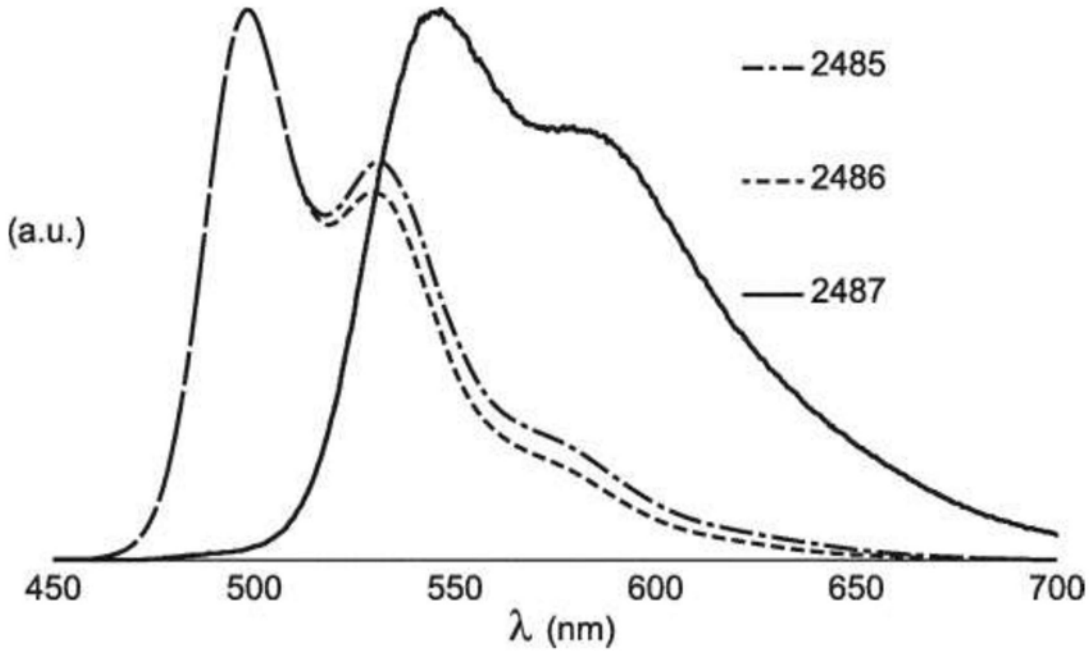

2485
2486
2487
(a.u.)
450
500
550
600
650
700
λ (nm)

图6A

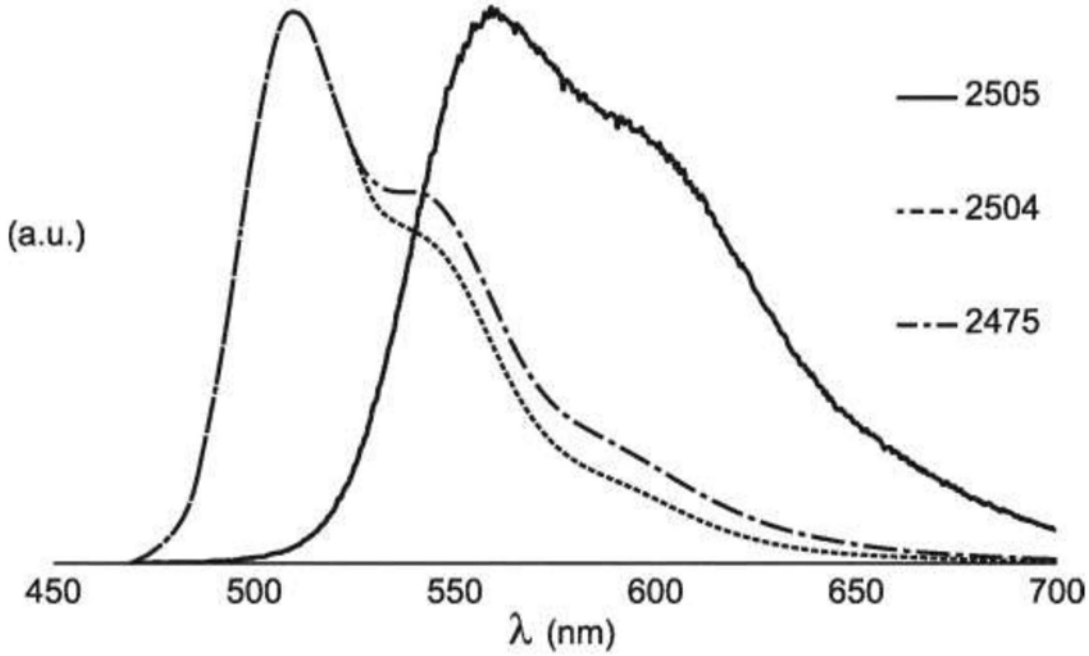

2505
2504
2475
(a.u.)
450
500
550
600
650
700
λ (nm)

图6B

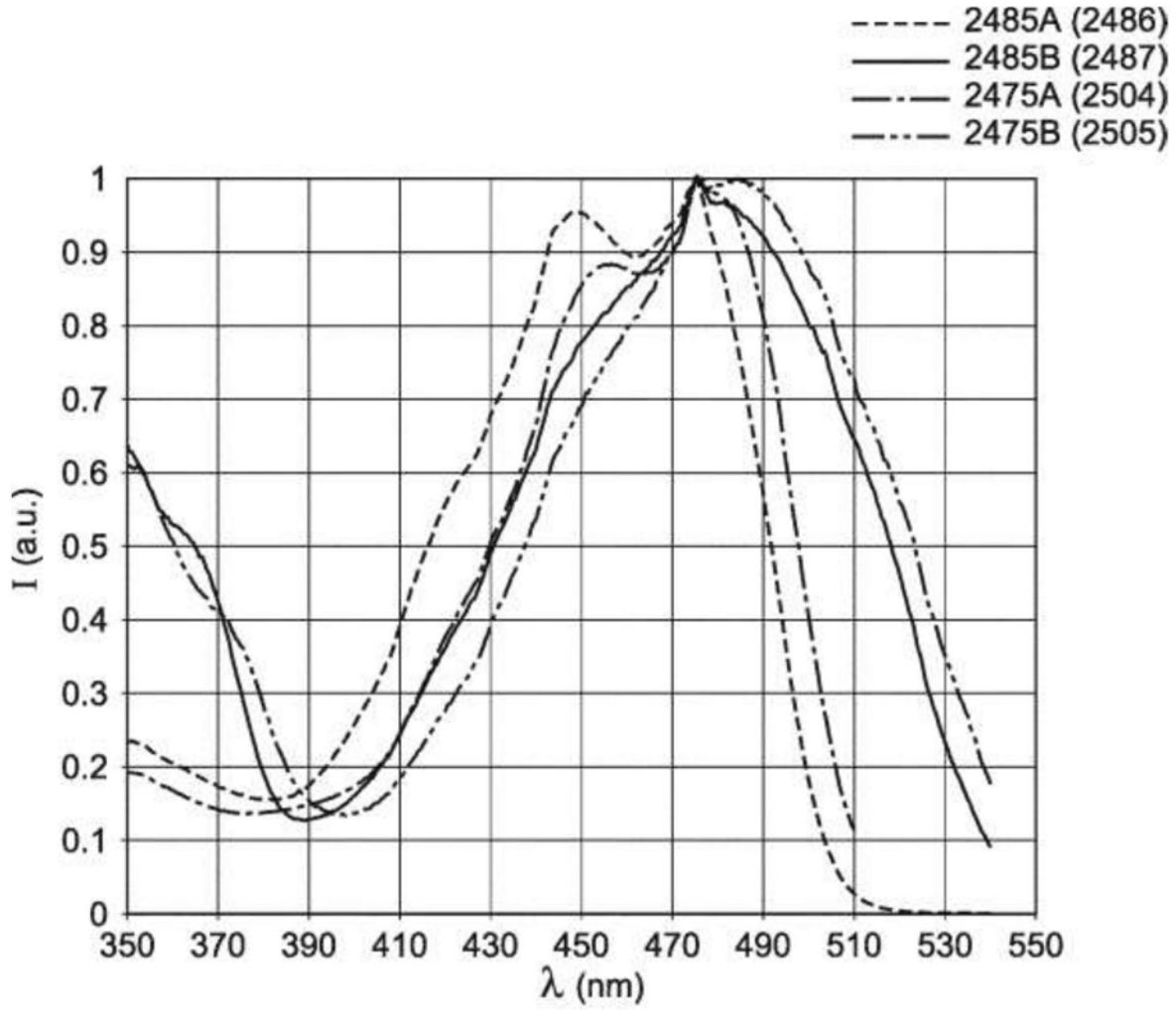

2485A (2486)
2485B (2487)
2475A (2504)
2475B (2505)
I (a.u.)
λ (nm)
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
1
350
370
390
410
430
450
470
490
510
530
550

图6C