



(10) 授权公告号 CN 114667331 B

(45) 授权公告日 2024. 02. 20

(21) 申请号 202080070746.3

(22) 申请日 2020.09.22

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114667331 A

(43) 申请公布日 2022.06.24

(30) 优先权数据
10-2019-0124728 2019.10.08 KR

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2022.04.08

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/KR2020/012771 2020.09.22

(87) PCT国际申请的公布数据
W02021/071135 KO 2021.04.15

(73) 专利权人 乐金显示有限公司
地址 韩国首尔
专利权人 高丽大学校产学协力团

(72) 发明人 方峻昱 张起哲 文晶玟 郑顺信
崔东勋 金洞宗 高在完

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

专利代理师 原宏宇 刘久亮

(51) Int.Cl.
C09K 11/02 (2006.01)
C09K 11/88 (2006.01)
C08F 212/14 (2006.01)
C08F 8/38 (2006.01)
H10K 50/115 (2023.01)
H10K 71/00 (2023.01)
H01L 33/06 (2010.01)

(56) 对比文件
CN 106083573 A, 2016.11.09
US 2016111656 A1, 2016.04.21
CN 107708578 A, 2018.02.16
CN 1496666 A, 2004.05.12
KR 20180124577 A, 2018.11.21
WO 2018000723 A1, 2018.01.04

审查员 张亚平

权利要求书2页 说明书11页 附图7页

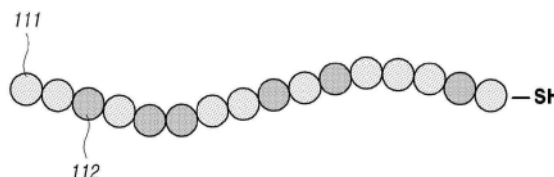
(54) 发明名称

量子点、包括该量子点的显示设备及显示设备的制造方法

(57) 摘要

本说明书的实施方式涉及一种量子点、包括该量子点的显示设备及该显示设备的制造方法。该量子点包括配体,配体为包括第一重复单元和第二重复单元的共聚物,第一重复单元包括至少一个或更多个空穴传输官能团,并且第二重复单元包括至少一个或更多个光交联官能团。

110



1. 一种量子点, 该量子点包括:

配体, 所述配体为包括第一重复单元、第二重复单元和硫醇基的共聚物, 所述第一重复单元包括至少一个或更多个空穴传输官能团, 并且所述第二重复单元包括至少一个或更多个光交联官能团。

2. 根据权利要求1所述的量子点, 其中, 所述第一重复单元的所述至少一个或更多个空穴传输官能团选自吡啶基、呋唑基、苯并呋喃基、二苯并呋喃基、苯并噻吩基、二苯并噻吩基和氨基当中的至少一者或更多者。

3. 根据权利要求1所述的量子点, 其中, 所述第一重复单元具有第一单体被聚合的结构, 并且所述第一单体选自N-乙基呋唑、三苯胺、4-丁基苯基二苯胺、三(4-呋唑-9-基苯基)胺和N'-二呋唑基-3,5-苯中的至少一者或更多者。

4. 根据权利要求1所述的量子点, 其中, 所述第二重复单元的所述至少一个或更多个光交联官能团选自叠氮化物基、二氮丙啶基、苯甲酰苯氧基、烯氧基羰基、(甲基)丙烯酰基和烯氧基烷基中的至少一者。

5. 根据权利要求1所述的量子点, 其中, 所述共聚物的数均分子量为100至50,000。

6. 根据权利要求1所述的量子点, 其中, 所述共聚物的重均分子量为100至50,000。

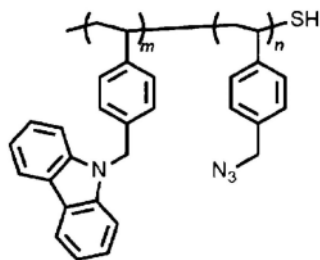
7. 根据权利要求1所述的量子点, 其中, 所述共聚物具有1至2的分子量分布。

8. 根据权利要求1所述的量子点, 其中, 所述共聚物包括0.1mol%至10mol%的量的所述第二重复单元。

9. 根据权利要求1所述的量子点, 其中, 所述共聚物是无规共聚物。

10. 根据权利要求1所述的量子点, 其中, 所述共聚物由以下化学式1表示:

化学式1



其中, 在所述化学式1中, m 和 n 各自为1至200的整数。

11. 一种显示设备, 该显示设备包括:

第一电极;

第二电极; 以及

发光层, 所述发光层设置在所述第一电极和所述第二电极之间并且包括权利要求1所述的量子点。

12. 根据权利要求11所述的显示设备, 该显示设备还包括:

空穴传输层, 所述空穴传输层在所述第一电极和所述发光层之间; 以及

电子传输层, 所述电子传输层在所述第二电极和所述发光层之间。

13. 根据权利要求12所述的显示设备, 该显示设备还包括界面, 所述量子点的所述配体与所述电子传输层在所述界面中接触。

14. 根据权利要求12所述的显示设备, 该显示设备还包括界面, 所述量子点的所述配体

与所述空穴传输层在所述界面中接触。

15. 一种制造显示设备的方法,该方法包括以下步骤:

将包括权利要求1所述的量子点的溶液涂覆到基板上;

暴露涂覆在所述基板上的所述溶液;以及

蚀刻所暴露的溶液以形成包括所述的量子点的发光层。

16. 根据权利要求15所述的制造显示设备的方法,该方法还包括以下步骤:在所述发光层上形成电子传输层。

量子点、包括该量子点的显示设备及显示设备的制造方法

技术领域

[0001] 实施方式涉及量子点、包括该量子点的显示设备以及用于制造该显示设备的方法。更具体地,实施方式可以提供能够通过包括空穴传输和光交联配体的光刻工艺形成图案化层的量子点、包括该量子点的显示设备以及制造该显示设备的方法。

背景技术

[0002] 量子点正在被测试其在诸如太阳能电池、生物传感器、照明、显示器和医疗之类的领域的适用性。量子点作为下一代显示材料吸引了人们的注意,因为量子点可以实现具有优异色彩再现的显示设备。

[0003] 可以使用光致发光现象和电致发光现象将量子点应用于显示领域。电致发光是当电子被注入或强电场被施加到具有光学带隙的半导体材料时的发光。量子点电致发光显示器使用量子点作为半导体材料。使用量子点作为半导体材料的发光二极管被称为量子点发光二极管(QD-LED)。

发明内容

[0004] 技术问题

[0005] 用于形成量子点发光二极管的量子点发光层的技术包括例如转印技术和喷墨技术。

[0006] 转印技术的可靠性较低,因为固化的量子点发光层在物理接触过程中可能会被破坏。另外,该工艺花费大量时间,并且存在难以实现高分辨率的问题。

[0007] 喷墨技术的问题在于,量子点发光层的密度随着溶剂干燥而改变,使得难以确保设备的光效率,该工艺花费大量时间,并且难以实现高分辨率。

[0008] 因此,本公开的发明人已经研究了一种通过光刻技术形成量子点发光层的方法,该方法具有优异的可靠性,可以减少工艺时间,并且可以在利用现有设备的同时制造高分辨率显示设备。结果,发明了一种能够通过光刻技术形成量子点发光层的量子点、包括该量子点的显示设备以及制造该显示设备的方法。

[0009] 技术方案

[0010] 本公开的一个方面是提供一种量子点,其能够通过光刻形成量子点发光层,具有优异可靠性,缩短的工艺时间,并实现高分辨率。该量子点包括配体,该配体是包括第一重复单元和第二重复单元的共聚物。该第一重复单元包括一个或更多个空穴传输官能团,并且该第二重复单元包括一个或更多个光交联官能团。

[0011] 本公开的另一方面是提供包括上述量子点的具有优异可靠性、缩短的工艺时间并且可以实现高分辨率的显示设备。该显示设备包括第一电极、第二电极和位于第一电极和第二电极之间的发光层。该发光层包括上述量子点。

[0012] 本公开的另一方面是提供一种制造显示设备的方法,该显示设备能够通过光刻工艺形成包括量子点的发光层,并且通过简单的工艺而具有优异的可靠性和高分辨率。该用

于制造显示设备的方法包括以下步骤:在基板上涂敷包括该量子点的溶液;暴露溶液;以及蚀刻暴露的溶液以形成包括该量子点的发光层。

[0013] 技术效果

[0014] 根据本公开的实施方式,通过使用包括配体的量子点,可以通过光刻工艺形成包括前述量子点的发光层,该配体是包括第一重复单元和第二重复单元的共聚物,第一重复单元包括一个或更多个空穴传输官能团,并且第二重复单元包括一个或更多个光交联官能团。

[0015] 另外,由于可以通过使用量子点经由光刻工艺来形成所述发光层,因此可以提供具有优异可靠性、减少的工艺时间和优异分辨率的显示设备。

[0016] 另外,根据本公开的实施方式,包括具有量子点的发光层的显示设备可以通过光刻工艺形成所述发光层。

[0017] 另外,根据本公开的实施方式,提供了一种制造显示设备的方法,该方法能够通过使用包括量子点的溶液提供光刻工艺来制造具有优异可靠性和优异分辨率的显示设备。

[0018] 应当理解,前述一般描述和以下详细描述都是示例性和解释性的,并且旨在提供对要求保护的发明构思的进一步解释。

附图说明

[0019] 附图被包括以提供对本公开的进一步理解并且被并入并构成本申请的一部分,例示了本公开的实施方式,并且与描述一起用于解释本公开的原理。在附图中:

[0020] 图1例示了根据本公开的实施方式的量子点。

[0021] 图2例示了根据本公开的实施方式的配体。

[0022] 图3、图4和图5例示了根据本公开的示例性实施方式的显示设备。

[0023] 图6例示了根据本公开的示例性实施方式的制造显示设备的方法。

[0024] 图7的(a)、(b)和(c)是通过测量当针对量子点取代根据本公开的实施方式的共聚物配体时光学特性是否改变而获得的数据。

[0025] 图8是根据本公开的实施方式制造的量子点发光设备的透射电子显微镜照片。

[0026] 图9示出了使用能量色散X射线光谱(EDS)对根据本公开的实施方式制造的量子点发光设备进行的数据扫描。

[0027] 图10例示了根据本公开的实施方式制造的量子点发光设备的设备性质。

[0028] 图11是通过测量比较示例中制造的量子点发光设备的光致发光动力学而获得的数据。

[0029] 图12是通过测量根据本公开的实施方式制造的量子点发光设备的光致发光动力学而获得的数据。

[0030] 在整个附图和详细描述中,除非另外描述,否则相同的附图标记应当被理解为指代相同的元件、特征和结构。为了清楚、说明和方便,可以夸大这些元件的相对尺寸和描绘。

具体实施方式

[0031] 现在将详细参照本公开的实施方式,其示例可以在附图中示出。在以下描述中,当确定与本文档相关的公知功能或配置的详细描述不必要地模糊了本发明构思的要点时,将

省略其详细描述。所描述的处理步骤和/或操作的进展是示例；然而，步骤和/或操作的顺序不限于本文所阐述的，并且可以如本领域中已知的那样进行改变，除了必须以特定顺序发生的步骤和/或操作之外。贯穿全文相似的附图标记表示相似的元件。在以下说明中使用的各个元件的名称仅是为了便于撰写说明书而选择的，因此可以与实际产品中使用的那些不同。

[0032] 由于用于解释本公开的实施方式的在附图中公开的形状、尺寸、比率、角度、数量等是示例性的，因此本公开不限于所示的事项。在以下对本发明的示例或实施方式的描述中，将参照附图，其中通过说明的方式示出了可以实现的特定示例或实施方式，并且其中即使在彼此不同的附图中示出，也可以使用相同的附图标记和符号来表示相同或相似的部件。此外，在以下对本发明的示例或实施方式的描述中，当确定对并入本文的公知功能和部件的详细描述可能使得本公开的一些实施方式中的主题反而不清楚时，将省略该描述。本文中使用的诸如“包括”、“具有”、“包含”、“构成”之类的术语一般意在允许添加其它部件，除非该术语与术语“仅”一起使用。如本文所使用的，除非上下文另有明确指示，否则单数形式旨在包括复数形式。

[0033] 在解释部件时，即使没有单独的明确描述，其也被解释为包括误差范围。

[0034] 在描述位置关系的情况下，例如，当两个部件的位置关系被描述为“上”、“之上”、“上方”、“下方”、“旁边”等时，除非使用“直接”，否则可以在两个部件之间放置一个或更多个其它部件。

[0035] 当使用时间相关术语时，例如“之后”、“随后”、“接下来”、“之前”等，除非与术语“直接”或“立即”一起使用，否则这些术语可用于描述非连续或非顺序过程或操作。

[0036] 本文中可使用诸如“第一”、“第二”、“A”、“B”、“(A)”或“(B)”之类的术语来描述本公开的元件。这些术语中的每一个并不用于定义元件的本质、顺序、序列或数量等，而是仅用于将对应的元件与其它元件区分开。

[0037] 本公开的各种实施方式的特征可以部分地或整体地彼此联接或组合，并且如本领域技术人员能够充分理解的那样，可以以各种方式彼此互操作并且在技术上进行驱动。本公开的实施方式可以彼此独立地执行，或者可以以相互依存关系一起执行。

[0038] 以下，将参照附图详细描述本公开的实施方式。为了便于描述，附图中示出的每个元件的比例与实际比例不同，因此，不限于附图中示出的比例。

[0039] 图1例示了根据本公开的实施方式的量子点。

[0040] 参照图1，根据本公开的实施方式的量子点100包括配体110。另外，量子点100可以包括核心120和壳体130。尽管图1示出了具有核心120和壳体130结构的量子点，但本公开的量子点不限于具有这种异质结构的量子点，并且可以具有单体结构。

[0041] 当量子点100具有核心120和壳体130结构时，核心120是实质上发光的部分。量子点100的发射波长根据核心120的尺寸来确定。针对量子限制效应，根据每种材料，核心120应当具有小于激子玻尔半径的尺寸，并且具有相应尺寸的光学带隙。

[0042] 量子点100可以是具有量子限制效应的半导体纳米晶体或金属氧化物颗粒。例如，量子点100可以包括II-VI族、I-III-VI族或III-V族的纳米半导体化合物。更具体地，构成量子点100的核心120和/或壳体130可以是II族至VI族化合物半导体纳米晶体，例如CdS、CdSe、CdTe、ZnS、ZnSe、ZnTe、HgS、HgTe和/或其组合；III族至V族或IV族至VI族化合物半导

体纳米晶体,例如GaP、GaAs、GaSb、InP、InAs和/或InSb;PbS、PbSe、PbTe和/或其任意组合;AgGaS₂、AgGaSe₂、AgGaTe₂、CuInS₂、CuInSe₂、CuGaS₂、CuGaSe₂纳米晶体;金属氧化物纳米颗粒,例如ZnO、TiO₂和/或其组合;具有核壳结构的纳米晶体,例如CdSe/ZnSe、CdSe/ZnS、CdS/ZnSe、CdS/ZnS、ZnSe/ZnS、InP/ZnSZnO/MgO和/或其任意组合。半导体纳米颗粒掺杂或未掺杂有稀土元素,例如Eu、Er、Tb、Tm、Dy或其任意组合,或掺杂或未掺杂有过渡金属元素,例如Mn、Cu、Ag、Al或其任意组合。例如,构成量子点100的核心120可以是ZnSe、ZnTe、CdSe、CdTe、InP、ZnCdS、CuxIn1-xS、CuxIn1-xSe、AgxIn1-xS及其组合中的一者。

[0043] 另外,构成量子点100的壳体130可以选自ZnS、GaP、CdS、ZnSe、CdS/ZnS、ZnSe/ZnS、ZnS/ZnSe/CdSe、GaP/ZnS、CdS/CdZnS/ZnS、ZnS/CdSZnS、CdXZn1-xS及其组合中的一者。可选地,量子点100可以是合金量子点(合金QD;例如CdSxSe1-x、CdSexTe1-x、ZnxCd1-xSe),例如均匀合金量子点或梯度合金量子点。

[0044] 量子点100可以主要通过有机溶剂中生长前体材料和颗粒(例如胶体量子点)的湿法工艺或热注入法合成,在热注入法中,将低温前体溶液注入包括作为初始配体的油酸的高温前体溶液中。

[0045] 当通过湿法工艺或热注入方法形成量子点时,例如,诸如油酸等之类的初始配体可以结合到壳体的表面。根据本公开的实施方式的配体110被配置为修饰通过例如湿法工艺或热注入方法形成的量子点100的表面。

[0046] 配体110可以例如结合到量子点100的壳体120的外表面并且被包括在量子点100中。配体110可以改善量子点100在溶液中的分散性。

[0047] 图2例示了根据本公开的实施方式的配体。

[0048] 参照图2,配体110是包括第一重复单元111和第二重复单元112的共聚物。第一重复单元111包括一个或更多个空穴传输官能团,并且第二重复单元112包括一个或更多个光交联官能团。

[0049] 第一重复单元111和第二重复单元112是指其中具有特定结构的化合物通过共价键连接以重复该化合物的结构,并且重复的次数没有特别限制。例如,当第一重复单元111被m次重复包括在配体110中时,其可以表示为-(A)_m-,并且A可以指第一重复单元。

[0050] 例如,第一重复单元111是第一单体重复m次(如果m是大于或等于1的整数)的第一单体A的重复单元,并且第二重复单元112是第二单体重复n次(如果n是大于或等于1的整数)的第二单体的重复单元。由于第一重复单元111包括空穴传输官能团,因此可以赋予配体110空穴传输特性。由于第二重复单元112包括光交联官能团,因此可以赋予配体110光交联性能。因此,由于配体110具有空穴传输特性和光交联特性,因此可以提高包括量子点100的量子点发光二极管的发光效率,并且可以通过光刻工艺形成量子点发光二极管的发光层。

[0051] 第一重复单元的空穴传输官能团没有特别限制,只要其是能够赋予配体110空穴传输特性的官能团即可。例如,第一重复单元的空穴传输官能团可以选自吲哚基(indolyl group)、咔唑基(carbazolyl group)、苯并呋喃基(benzofuranyl group)、二苯并呋喃基(dibenzofuranyl group)、苯并噻吩基(benzothiophenyl group)、二苯并噻吩基(dibenzothiophenyl group)和氨基(amino group)中的至少一者或更多者。

[0052] 第一重复单元可以具有第一单体聚合的结构。第一单体可以例如选自N-乙烯基吡

唑 (N-vinylcarbazole)、三苯胺 (triphenylamine)、4-丁基苯基二苯胺 (4-butylphenyldiphenylamine)、三 (4-咔唑-9-基苯基) 胺 (tris (4-carbazol-9-ylphenyl) amine) 和 N'-二咔唑基-3,5-苯 (N'-dicarbazolyl-3,5-benzene) 中的一者或更多者。

[0053] 第二重复单元的光交联官能团没有特别限制,只要其是允许配体110 (其为共聚物) 通过用能量射线照射而交联的官能团即可。例如,第二重复单元的光交联官能团可以选自叠氮化物基 (azide group)、二氮丙啶基 (diazirine)、苯甲酰苯氧基 (benzoylphenoxy group)、烯氧基羰基 (alkenyloxy carbonyl group)、(甲基) 丙烯酰基 ((meth) acryloyl group) 和烯氧基烷基 (alkenyloxyalkyl group) 中的一者或更多者。

[0054] 第二重复单元可以具有通过聚合包括任意官能团的第二单体并且然后用光交联官能团取代该任意官能团而形成的结构。任意官能团可以是例如卤素基团。

[0055] 作为配体的共聚物可以具有100至50,000的数均分子量 (M_n)。用作配体的共聚物的数均分子量的下限可以是例如200或更多、400或更多、或800或更多。用作配体的共聚物的数均分子量的上限可以是例如25,000或更少、13,000或更少、或7,000或更少。

[0056] 作为配体的共聚物可以具有100至50,000的重均分子量 (M_w)。用作配体的共聚物的重均分子量的下限可以是例如200或更多、400或更多、或800或更多。用作配体的共聚物的重均分子量的上限可以是例如25,000或更少、13,000或更少、或7,000或更少。

[0057] 用作配体的共聚物的分子量分布 (PDI) 可以是1至2。共聚物的分子量分布的下限可以是例如1.1或更多、1.2或更多、或1.3或更多。共聚物的分子量分布的上限可以是例如1.9或更少、1.8或更少、或1.7或更少。

[0058] 数均分子量 (M_n)、重均分子量 (M_w) 和分子量分布 (PDI) 可使用凝胶渗透色谱法 (GPC) 测量。当配体共聚物的数均分子量 (M_n)、重均分子量 (M_w) 和分子量分布 (PDI) 满足该范围时,可以确保优异的空穴传输特性和加工能力,同时改善量子点的分散性。

[0059] 配体共聚物可以包括90mol (摩尔) % 至99.9mol % 的第一重复单元111。该比率可以是第一重复单元的摩尔数与共聚物中包括的所有重复单元的摩尔数的比率。例如,当配体共聚物表示为 $-(A)_m-(B)_n-$, 其中,A是第一重复单元时,第一重复单元的比率可以被计算为 $m/(m+n) \times 100$ 。第一重复单元111的比率的下限可以是例如92mol % 或更高、94mol % 或更高、或95mol % 或更高。第一重复单元111的比率的上限可以是例如99.8mol % 或更少、99.5mol % 或更少、或99mol % 或更少。

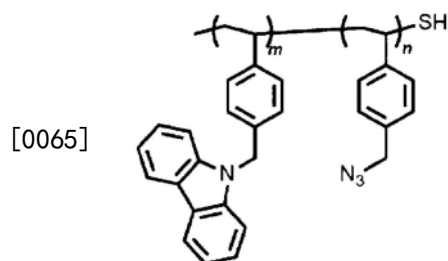
[0060] 配体共聚物可以包括0.1mol % 至10mol % 的量的第二重复单元112。该比率可以是第二重复单元的摩尔数与共聚物中包括的所有重复单元的摩尔数的比率。例如,当配体共聚物表示为 $-(A)_m-(B)_n$ 并且B是第二重复单元时,第二重复单元的比率可以计算为 $n/(m+n) \times 100$ 。第二重复单元112的比率的下限可以是例如0.2mol % 或更高、0.5mol % 或更高、或1mol % 或更高。第二重复单元112的比率的上限可以是例如8mol % 或更少、6mol % 或更少、或5mol % 或更少。

[0061] 当共聚物中包括的第一重复单元111和第二重复单元112的比率满足该范围时,共聚物可以具有空穴传输特性以提高包括量子点的量子点发光二极管的发光效率,并且具有使得能够进行光刻工艺的光交联特性。

[0062] 作为共聚物的配体110可以是无规共聚物。因此,第一重复单元111和第二重复单元112可以以任意顺序重复以构成配体110。

[0063] 配体共聚物可由以下化学式1表示。

[0064] <化学式1>



[0066] 在化学式1中,m和n各自独立地为1至200的整数。m和n的值被确定为使得配体共聚物能够满足第一重复单元和第二重复单元的数均分子量、重均分子量、分子量分布和摩尔比。

[0067] 当配体共聚物由化学式1表示时,可以提供具有优异发光效率同时可以通过光刻工艺形成量子点发光层的量子点发光设备。

[0068] 图3例示了根据本公开的实施方式的显示设备。

[0069] 在描述本实施方式时,将省略与先前实施方式中相同或对应的部件的描述。在下文中,将描述根据本公开的实施方式的显示设备。

[0070] 参照图3,根据本公开的实施方式的显示设备200包括第一电极210、第二电极220、以及在第一电极210和第二电极220之间的发光层230。

[0071] 第一电极210、第二电极220以及在第一电极210和第二电极220之间的发光层230可以被称为量子点发光设备。此外,显示设备200还可以包括布置有多个子像素的显示面板和被配置为驱动显示面板的驱动电路。子像素可以包括量子点发光设备和诸如被配置为驱动量子点发光设备的驱动晶体管的电路元件。

[0072] 第一电极210可以位于基板240(未示出)上。第一电极210可以是例如向发光层230提供空穴的阳极。第一电极210的类型没有特别限制,只要其可以向发光层230提供空穴即可,并且可以包括例如氧化铟锡(ITO)。

[0073] 基板240的类型没有特别限制,只要第一电极210可以形成在基板240上即可,并且可以使用玻璃基板或塑料基板。特别地,当显示设备需要柔性时,可以使用塑料基板。

[0074] 第二电极220被设置在第一电极210的至少一个表面上。第二电极220可以是例如向发光层230提供电子的阴极。第二电极220的类型没有特别限制,只要其可以向发光层230提供电子即可,并且可以包括例如铝。

[0075] 空穴传输层250可以被设置在第一电极210和发光层230之间。例如,空穴传输层250可以将作为阳极电极的第一电极210提供的空穴传输到发光层230。

[0076] 构成空穴传输层250的材料可以考虑诸如发光层230之类的其它层的性质来选择,并且没有特别限制。例如,空穴传输层250可以包括聚(3,4-乙烯二氧噻吩)聚苯乙烯磺酸酯(PEDOT:PSS)。

[0077] 电子传输层260可以位于第二电极220和发光层230之间。例如,电子传输层260可以用于将作为阴极电极的第二电极220提供的电子转移到发光层230。

[0078] 构成电子传输层260的材料可以考虑诸如发光层230的其它层的性质来选择,并且没有特别限制。例如,电子传输层260可以包括金属氧化物纳米颗粒,具体地,氧化锌纳米颗

粒 (ZnO NPs)。

[0079] 发光层230包括本实施方式的量子点。因此,由于发光层230可以通过光刻工艺形成,因此根据本公开的实施方式的显示设备可以具有高可靠性、简单工艺和高分辨率。

[0080] 图4例示了根据本公开的实施方式的显示设备。

[0081] 参照图4,发光层230和空穴传输层250可以彼此直接接触。发光层230包括量子点100,并且由于配体110被设置在量子点100的表面上,因此量子点100的配体110与空穴传输层250接触以形成界面。在该示例中,显示设备可以包括量子点100的配体110和空穴传输层250之间的界面。

[0082] 发光层230和电子传输层260可以彼此直接接触。发光层230包括前述量子点100,并且由于配体110被设置在量子点100的表面上,因此量子点100的配体110接触电子传输层260以形成界面。在该示例中,显示设备可以包括量子点100的配体110和电子传输层260之间的界面。

[0083] 由于配体110包括包括空穴传输官能团的第一重复单元111,因此可以通过形成与电子传输层260的界面而抑制在发光层230中发生的激子淬灭现象。例如,通过包括在电子传输层260中的氧化锌纳米颗粒的氧空位的空穴泄漏形成快速淬灭通道,使得可能发生激子淬灭现象。然而,当配体110与电子传输层260形成界面时,配体共聚物用作电子传输层260和发光层230之间的插入层,从而抑制氧化锌纳米颗粒的氧空位处的激子淬灭现象。

[0084] 图5例示了根据本公开的实施方式的显示设备。

[0085] 参照图5,发光层230可以包括第一图案231。第一图案可以是发光层的表面形状,该表面形状表现为发光层230中包括的量子点100被紧密地堆积。第一图案的具体形状没有特别限制,并且例如可以通过量子点100的核心和壳体的类型以及量子点的颗粒大小来调整。

[0086] 电子传输层260可以包括第二图案261。可以通过在发光层230上形成具有薄厚度的电子传输层260来实现第二图案,其中第一图案沿着发光层230的表面实现。电子传输层260的厚度可以是例如10nm至100nm。

[0087] 图6例示了根据本公开的实施方式的制造显示设备的方法。

[0088] 在描述本公开时,将省略与先前实施方式中相同或对应的部件的描述。在下文中,将参照此描述根据本公开的实施方式的显示设备。

[0089] 参照图6,根据本公开的实施方式的制造显示设备的方法包括:将包括量子点100的溶液232涂敷在基板240上的步骤(A)、将涂敷在基板240上的溶液232暴露于光的步骤(B)、以及蚀刻暴露的溶液以形成包括上述量子点100的发光层230的步骤(C)。

[0090] 执行在基板240上涂敷包括量子点100的溶液的步骤,以在基板240上形成发光层230。将包括量子点100的溶液涂敷在基板240上的步骤可以通过使用现有技术方法来进行,例如,旋涂、喷涂、浸涂、狭缝模涂(slits die coating)和棒涂。

[0091] 溶液可以包括量子点100和溶剂。可以考虑量子点100的分散程度和挥发性来选择溶剂,例如,可以使用氯苯,但是溶剂不限于此。

[0092] 例如,上述第一电极210可以定位在基板240上。另外,上述空穴传输层250可以被设置在第一电极210上。因此,尽管包含量子点100的溶液被涂敷在基板240上,但是其可以不直接涂敷到基板240的一个表面。

[0093] 对涂敷在基板240上的溶液232进行暴露的步骤是允许用于通过量子点100中所包括的配体120的光交联官能团来进行配体120之间的交联的步骤。例如,当UV光照射到涂敷在基板上的溶液232时,进行UV照射部分中的配体120之间的交联,并且通过蚀刻工艺仅保留UV照射部分,并且可以去除未被UV光照射的部分。

[0094] 对涂敷在基板240上的溶液232进行暴露的步骤可以通过使用光掩模310来进行。当使用光掩模310时,可以快速对涂敷在基板240上的溶液232的仅一部分进行暴露。

[0095] 蚀刻暴露的溶液以形成包括上述量子点的发光层230的步骤可以例如去除未暴露的部分。如上所述,由于配体包括光交联官能团,因此配体之间的交联可通过暴露进行。另一方面,由于交联不在未暴露部分中进行,例如,暴露部分和未暴露部分可以具有不同的相对于用于蚀刻的溶剂的反应性。因此,当执行蚀刻时,形成实现图案的发光层230。

[0096] 蚀刻暴露的溶液232的方法没有特别限制,但是可以是例如使用溶剂的湿法蚀刻。

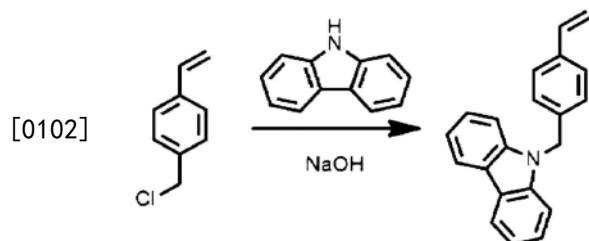
[0097] 制造显示设备的方法可以包括形成电子传输层。电子传输层可以形成在通过蚀刻形成的发光层上。例如,电子传输层可以形成在发光层上,以便与发光层的表面接触。当电子传输层形成为接触发光层的表面时,如上所述,发光层中包括的量子点配体形成与电子传输层的界面并用作插入层(或中间层),从而提高量子点发光设备的效率。

[0098] 在下文中,将通过示例性配体和量子点发光设备的合成示例来描述本公开的实施方式,但是本公开的示例不限于以下具体示例。

[0099] 合成示例1:空穴传输和光交联配体共聚物的合成

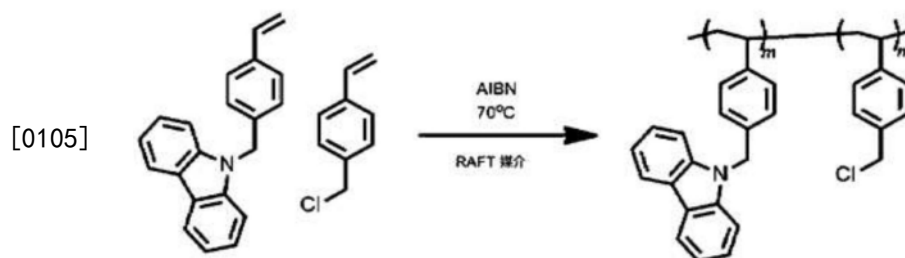
[0100] 第一空穴传输单体的合成

[0101] 如下将咔唑和氢氧化钠加入到4-乙烯基苄基氯中以合成作为第一单体的9-[(4-乙基苯基)甲基]咔唑。



[0103] 2) 第一单体和第二单体的聚合

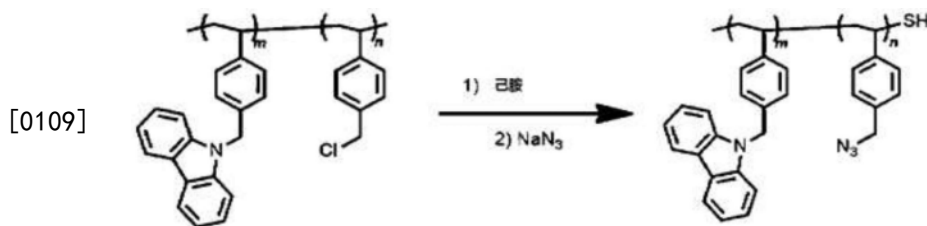
[0104] 如下对第一单体9-[(4-乙基苯基)甲基]咔唑和第二单体4-乙烯基苄基氯进行可逆加成-断裂链转移(RAFT)聚合的活性自由基聚合方法。



[0106] 在RAFT聚合期间,基于总单体的摩尔数,以5mol%的比例加入作为第二单体的4-乙烯基苄基氯。

[0107] 3) 通过取代反应引入光交联官能团和引入用于金属络合物的形成的硫醇基

[0108] 在RAFT聚合后,使用己胺(hexylamine)和NaN₃制备聚合物配体。



[0110] 作为GPC测量的结果,所制备的配体具有约1.2至约1.3的分子量分布(PDI)和约5,000至约10,000的重均分子量(Mw)。

[0111] 合成示例2:使用合成示例1中制备的配体的胶体量子点的配体取代

[0112] 用上述合成示例中合成的共聚物取代作为包括油酸(OA)作为配体的胶体量子点的CdSe量子点的配体。在配体取代之前和之后进行以下实验以比较量子点的光学特性。

[0113] 实验示例:配体取代引起的量子点的光学特性的变化

[0114] 图7的(a)、(b)和(c)示出了通过测量当针对量子点取代根据本公开的实施方案的共聚物配体时光学特性是否改变而获得的数据。

[0115] 图7的(a)例示了包括油酸配体的量子点(OA-QD)和包括在合成示例中制备的空穴传输和光交联共聚物配体的量子点(PBC-N₃-QD)。测量了光致发光(PL)强度。参照图7的(a),可以看出,即使当油酸配体被根据本公开的实施方案的配体共聚物取代时,量子点的光致发光特性也得以保持。

[0116] 图7的(b)测量i)包括油酸配体的量子点(OA-QD)、ii)在合成示例中制备的空穴传输和光交联共聚物配体、以及iii)包括在合成示例中制备的空穴传输和能够交联共聚物配体的量子点(PBC-N₃-QD)的根据照射光的吸光度。

[0117] 参照图7的(b),可以看出,根据本公开的实施方案的共聚物配体(PBC-N₃-仅)对紫外线区域中的光具有吸光度。在根据本公开的实施方案的包括共聚物配体的量子点(PBC-N₃-QD)的情况下,可以看出,在可见光区域中保持量子点(OA-QD)的光学特性,同时由于共聚物配体(PBC-N₃-仅)而在紫外区域中表现出吸光度。因此,当针对量子点取代根据本公开的实施方案的共聚物配体时,配体的交联可以通过用紫外线区域中的能量射线照射而产生,并且由于量子限制效应,特定波长区域中的光发射是可能的。

[0118] 图7的(c)测量i)包括油酸配体的量子点(OA-QD)溶液、ii)包括油酸配体的量子点(OA-QD)膜、iii)包括根据本公开的实施方案的共聚物的量子点(PBC-N₃-QD)溶液和iv)包括根据本公开的实施方案的配体共聚物的量子点(PBC-N₃-QD)膜的激子寿命。

[0119] 参照图7的(c),可以看出,即使油酸配体被根据本公开的实施方案的配体共聚物取代,量子点的光学特性也不显著改变。

[0120] 制备示例:包括空穴传输特性和光交联配体的量子点发光设备的制备

[0121] 制造包括在合成示例中制备的量子点的量子点发光设备。ITO(阳极,50nm)用UV-臭氧处理1小时。在ITO上以4000rpm旋涂PEDOT:PSS后,将其在120℃下干燥30分钟,以形成40nm的空穴传输层。通过将在上述合成示例中制备的量子点分散在氯苯溶剂中来制备用于形成量子点发光层的溶液。以2000rpm将用于形成量子点发光层的溶液旋涂在空穴传输层上,然后通过使用TEM格栅作为光掩模照射UV灯来部分固化配体共聚物。之后,执行湿法蚀刻以将约40nm的量子点发光层图案化。在量子点发光层上形成厚度约为40nm的包括氧化锌的电子传输层。通过在电子传输层上形成厚度为100nm的薄铝膜以形成阴极来制造量子点

发光设备。在图8中示出了制造的量子点发光设备的截面的透射电子显微镜(TEM)照片。参照图8,可以看出量子点发光层(PBC-N₃-QD)与空穴传输层(PEDOT:PSS)和电子传输层(ZnO NPs)直接接触。

[0122] 另外,附接到上述图5的第一图案和第二图案是用扫描电子显微镜(SEM)拍摄在该制备示例中制备的量子点发光设备的发光层和电子传输层的表面的图像。参照图5,可以看出,在制备示例的发光层中,由于量子点而在表面上实现图案,并且形成在量子点发光层上的电子传输层也具有第二图案。

[0123] 图9示出了使用能量色散X射线光谱(EDS)对制备示例中制造的量子点发光设备进行数据扫描(data mapping)。图9示出了量子点发光设备包括图8中所示的层。

[0124] 图10是用于说明在制备示例中制造的量子点发光设备表现出优异的发光效率的图。

[0125] 根据本公开实施方式的量子点发光设备可以包括界面,在该界面中,量子点的配体和空穴传输层接触。参照图10,量子点(CdSe QD)表面上的配体(PBC-N₃-配体)降低了空穴传输层(PEDOT:PSS)和量子点(CdSe QD)之间的能垒,使得空穴平滑地转移。

[0126] 比较示例:量子点发光设备的制备

[0127] 以与示例中相同的方式制造量子点发光设备,不同之处在于使用包括油酸的量子点代替包括根据本公开的实施方案的空穴传输和光交联共聚物配体的量子点,并且在形成发光层的步骤中通过喷墨工艺形成发光层。

[0128] 图11和图12是分别在比较示例和示例中制造的量子点发光设备的光致发光动力学的分析。参照图11和图12,可以看出,当使用不包括根据本公开的实施方案的共聚物配体的比较示例时,由于在电子传输层和发光层之间的界面处的激子淬灭现象,发光设备性质劣化。另一方面,在本实施方式的情况下,可以看出,根据本公开的实施方案的共聚物配体用作电子传输层和发光层之间的插入层,以抑制激子淬灭现象。

[0129] 对于本领域技术人员而言显而易见的是,在不脱离本公开的技术思想或范围的情况下,可以在本公开中进行各种修改和变型。因此,本公开的实施方案可旨在涵盖本公开的修改和变型,只要其落入所附权利要求及其等同物的范围内即可。

[0130] [附图标记说明]

[0131] 100:量子点

[0132] 110:配体

[0133] 111:第一重复单元

[0134] 112:第二重复单元

[0135] 120:核心

[0136] 130:壳体

[0137] 200:显示设备

[0138] 210:第一电极

[0139] 220:第二电极

[0140] 230:发光层

[0141] 231:第一图案

[0142] 232:溶液

[0143] 240:基材

[0144] 250:空穴传输层

[0145] 260:电子传输层

[0146] 261:第二图案

[0147] 310:光掩模

[0148] 相关申请的交叉引用

[0149] 本申请要求于2019年10月8日提交的韩国专利申请No.10-2019-0124728的优先权,该申请通过引用结合于此用于所有目的,如同在本文完全阐述一样。

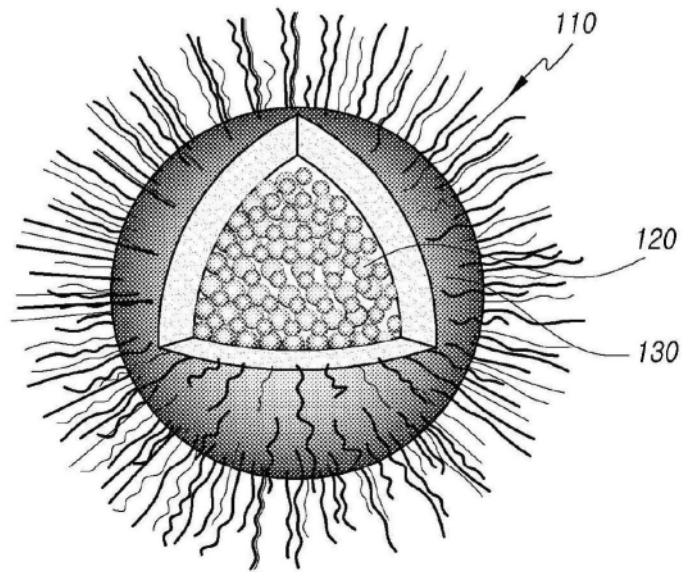
100

图1

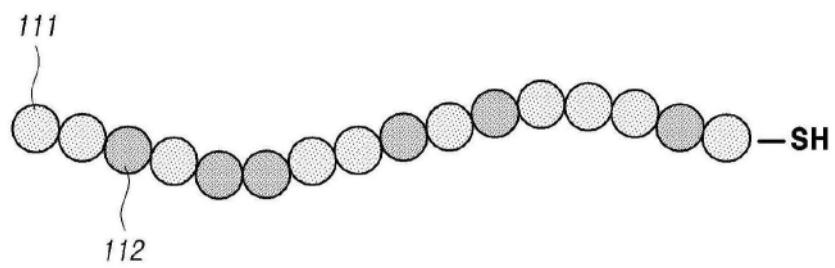
110

图2

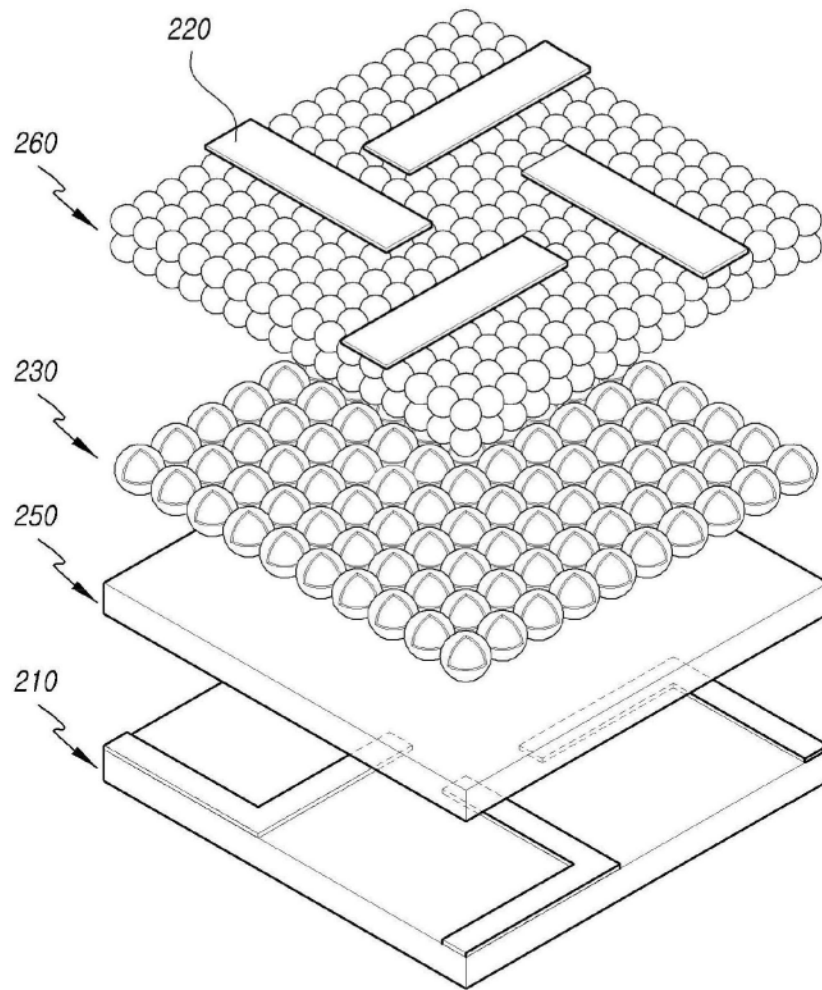
200

图3

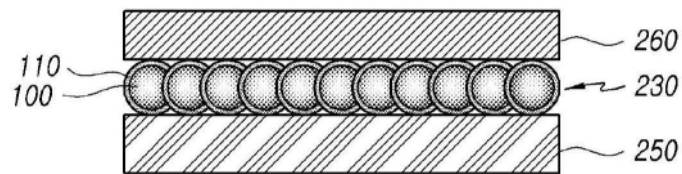


图4

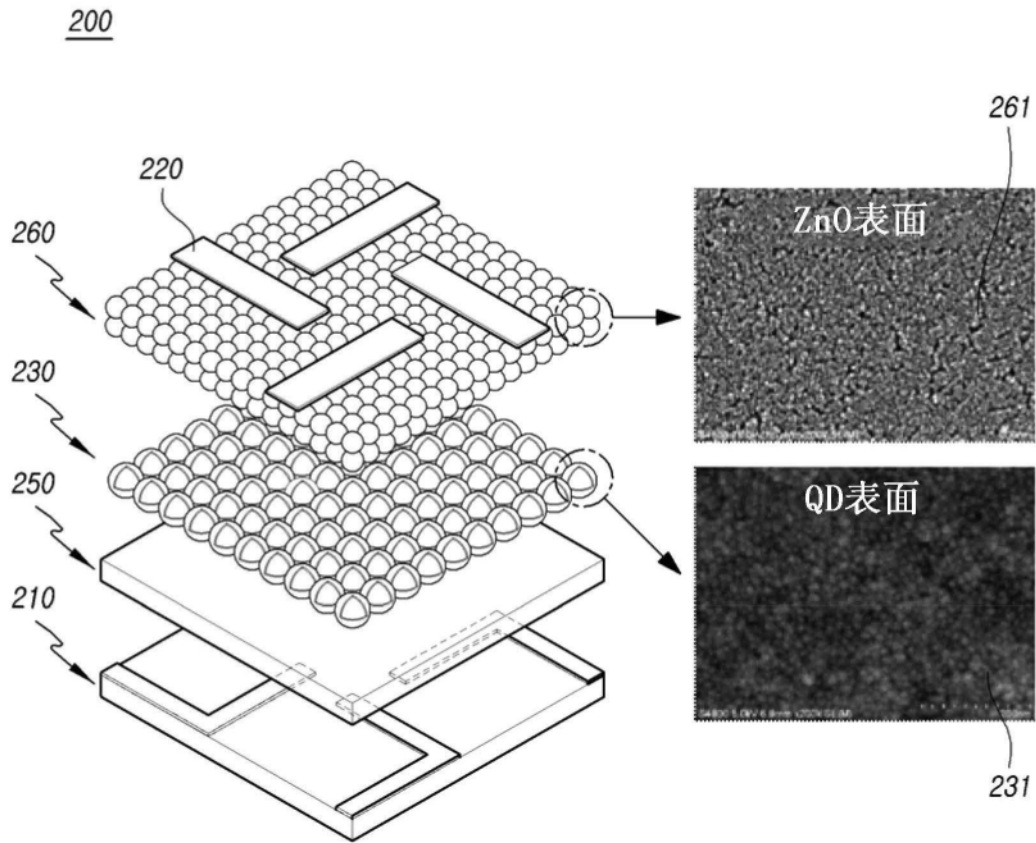


图5

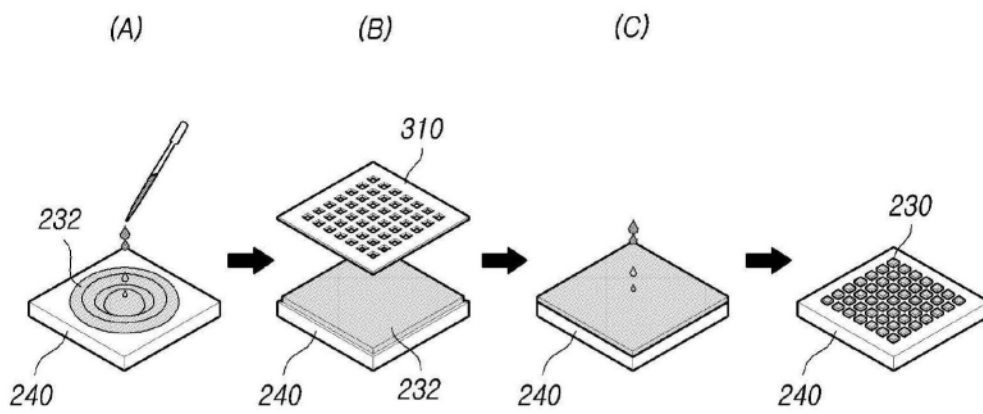


图6

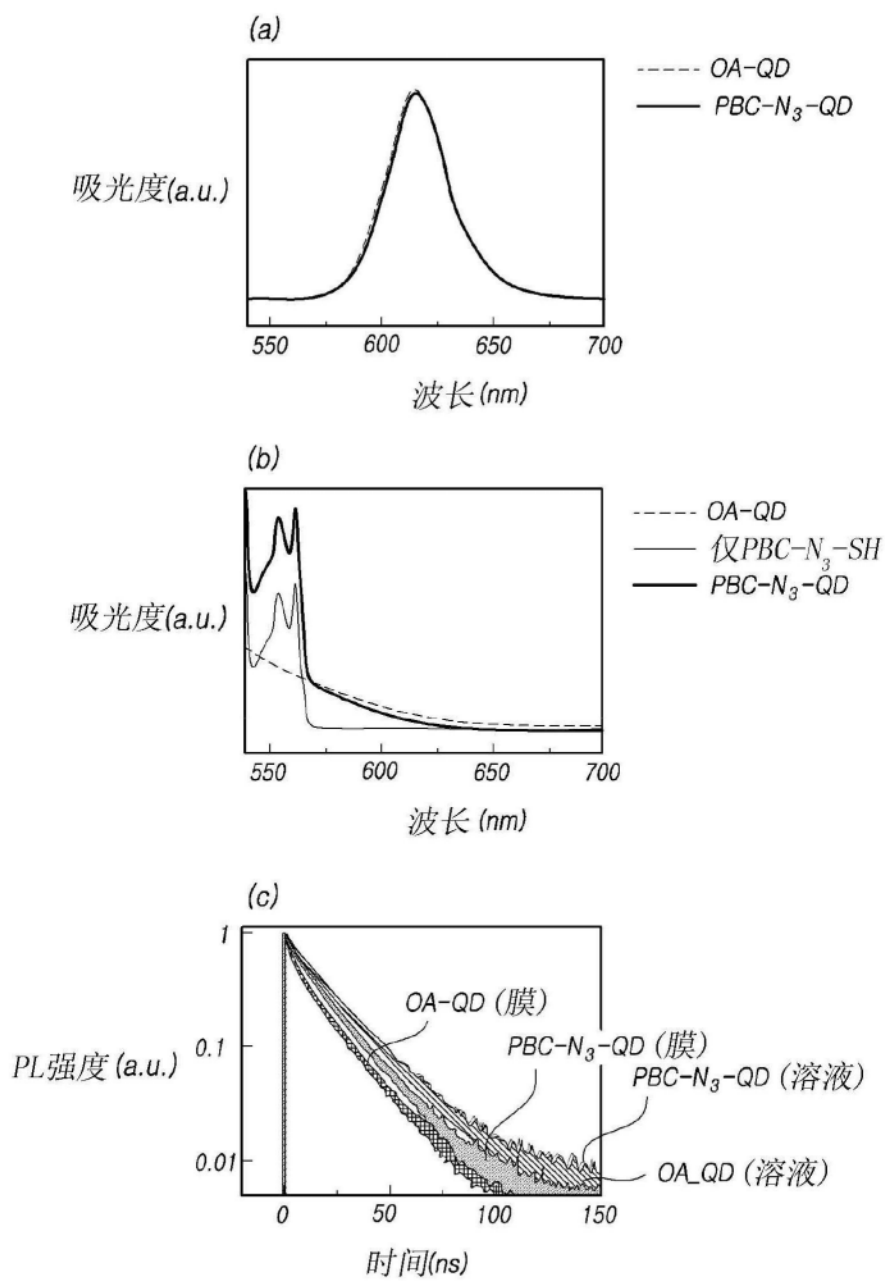


图7

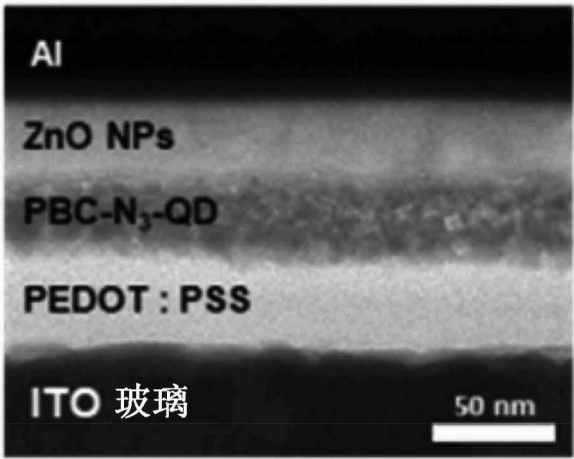


图8

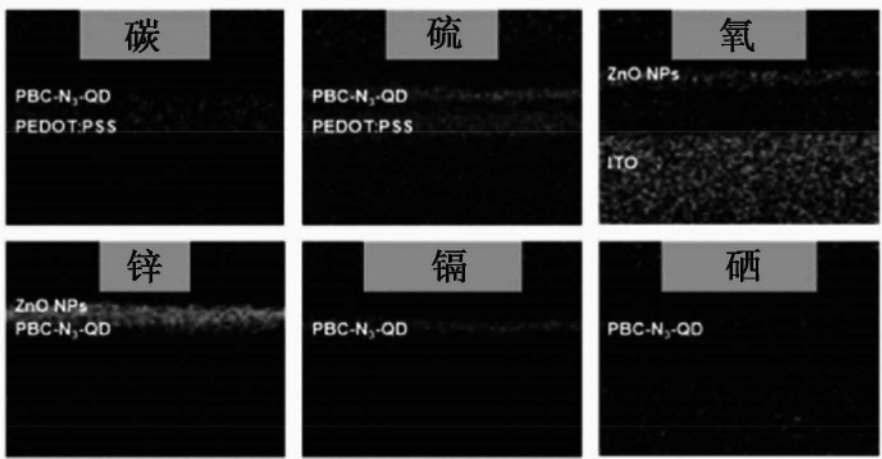


图9

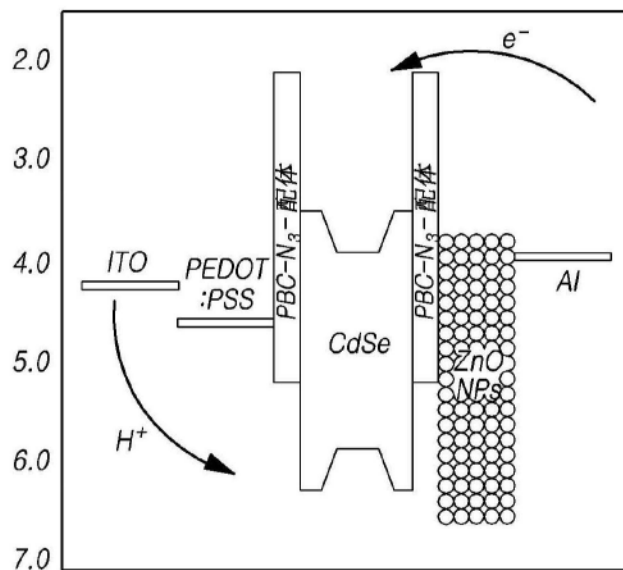


图10

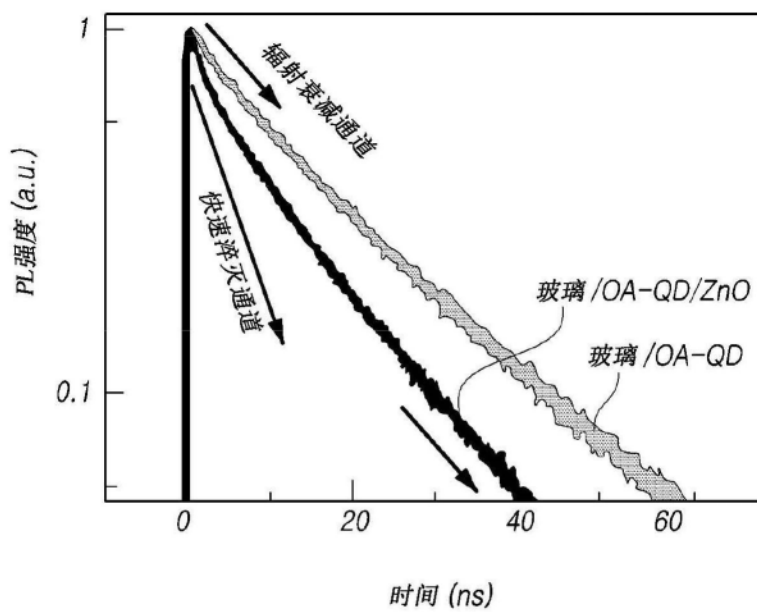
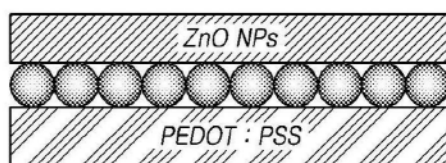


图11

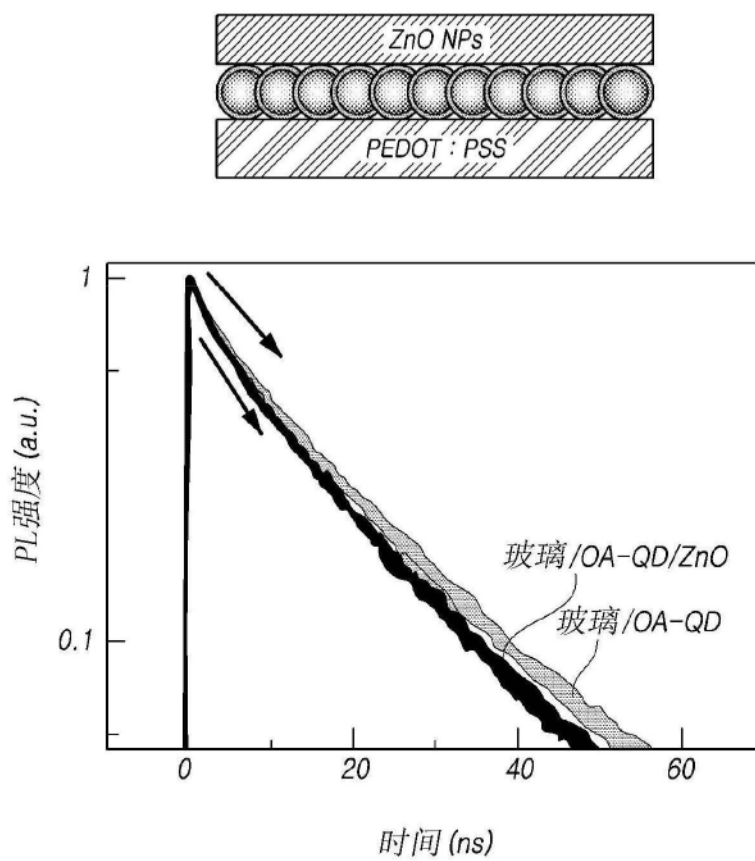


图12