

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2015 年 2 月 19 日 (19.02.2015)



(10) 国际公布号
WO 2015/021699 A1

- (51) 国际专利分类号:
C09K 11/59 (2006.01) *C09K 11/54* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2013/087165
- (22) 国际申请日: 2013 年 11 月 14 日 (14.11.2013)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201310359549.5 2013 年 8 月 16 日 (16.08.2013) CN
- (71) 申请人: 京东方科技集团股份有限公司 (BOE TECHNOLOGY GROUP CO., LTD.) [CN/CN]; 中国北京市朝阳区酒仙桥路 10 号, Beijing 100015 (CN)。
- (72) 发明人: 唐琛 (TANG, Chen); 中国北京市经济技术开发区地泽路 9 号, Beijing 100176 (CN)。 谷敬霞 (GU, Jingxia); 中国北京市经济技术开发区地泽路 9 号, Beijing 100176 (CN)。 王雪岚 (WANG, Xuelan); 中国北京市经济技术开发区地泽路 9 号, Beijing 100176 (CN)。

(74) 代理人: 北京市柳沈律师事务所 (LIU, SHEN & ASSOCIATES); 中国北京市海淀区彩和坊路 10 号 1 号楼 10 层, Beijing 100080 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

[见续页]

(54) Title: WHITE-LIGHT QUANTUM DOT COMPOSITE PARTICLE AND PREPARATION METHOD THEREFOR

(54) 发明名称: 白光量子点复合颗粒及其制备方法

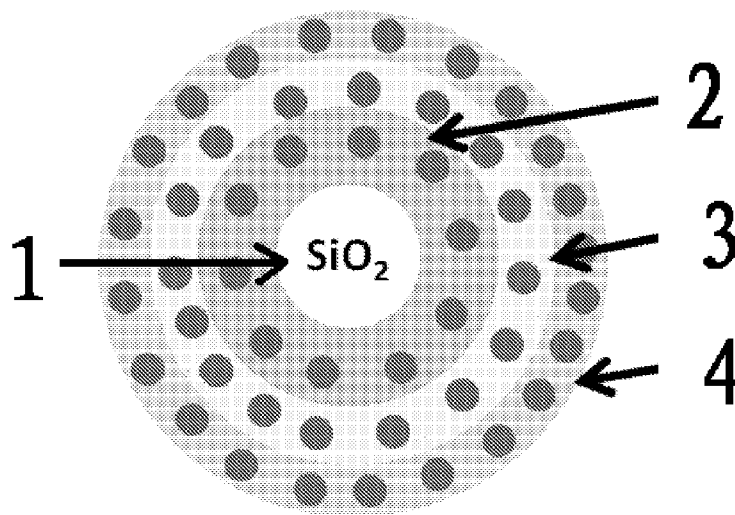


图 1 / Fig. 1

(57) Abstract: A white-light quantum dot composite particle comprises a seed particle located in a core, and comprises a first shell, a second shell and a third shell all sequentially coating the seed particle. The first shell (2), the second shell (3) and the third shell (4) are one of a red-light quantum dot layer, a green-light quantum dot layer and a blue-light quantum dot layer respectively and are different from each other. Also disclosed is a method for preparing the white-light quantum dot composite particle.

(57) 摘要: 一种白光量子点复合颗粒包括位于核心的种子颗粒, 以及依次包覆在种子颗粒上的第一壳层、第二壳层和第三壳层, 其中第一壳层 (2)、第二壳层 (3) 和第三壳层 (4) 分别为红光量子点层、绿光量子点层和蓝光量子点层中的一种, 且互不相同。还公开了该白光量子点复合颗粒的制备方法。



WO 2015/021699 A1



本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

白光量子点复合颗粒及其制备方法

技术领域

5 本发明的实施例涉及一种白光量子点复合颗粒及其制备方法。

背景技术

有机发光二极管 (organic light-emitting diodes, OLED) 技术近年来取得了长足的进步。由于 OLED 具有成本低、响应时间短、亮度高、视角宽、驱动电压低以及可实现柔性显示等优势, 因此其成为有着广泛发展空间的平板全彩色显示技术。随着单色 OLED 性能的日益成熟, 白光 OLED(WOLED) 作为一种新型的固态光源, 在照明和平板显示背光源等方面展现了良好的应用前景, 已引起了广泛的关注, 其效率和性能得到了飞速的提高。大部分的荧光和磷光有机发光材料的发射光谱只能够覆盖可见光谱的三分之一左右, 因此可分别将发射红光、绿光和蓝光的有机发光材料混合在一起, 将它们的发射光谱组合成白光。对于用于 WOLED 的发光材料, 杂质的存在会导致激子的猝灭和器件电阻的增加, 导致低发光效率和较短的寿命。有机材料的纯化, 在 WOLED 成本控制中占有相当的比例。目前 WOLED 都采用小分子有机材料, 并由真空蒸镀工艺制备, 工艺成本高, 原料浪费严重。WOLED 的发展目标是成为真正的低成本、高效率、长寿命的平板白光光源。

量子点(quantum dots), 又称半导体纳米晶体, 是一种新型的半导体纳米材料, 尺寸在 1-10nm。由于量子尺寸效应和限域效应使它们具有独特的光致发光和电致发光性能。与传统的有机荧光染料相比, 量子点具有量子产率高, 光化学稳定性高, 不易光解, 以及宽激发、窄发射, 高色纯度、发光颜色可通过控制量子点大小进行调节等优良的光学特性。用量子点替代小分子有机材料制备的 WOLED, 具有发光效率高, 稳定性好, 寿命长, 亮度高, 色域宽等优点。

通常使用量子点做白光光源的方法是, 将 RGB 三色量子点按一定比例混合制备。此方法的缺点是: RGB 三种量子点容易团聚, 导致稳定性差; 三基色混合的比例难以调控; 发射光谱不稳定, 光线不均匀且工艺复杂。因此,

上述技术问题亟待解决。

发明内容

5 本发明的实施例提供一种颗粒粒径可控，尺寸均一且稳定性高的白光量子点复合颗粒，以解决现有以量子点做白光光源存在的稳定性差、发射光谱不稳定、光线不均匀且工艺复杂的技术问题。

10 本发明的一个方面提供了一种白光量子点复合颗粒，包括位于核心的种子颗粒，以及依次包覆在种子颗粒上的第一壳层、第二壳层和第三壳层，其中第一壳层、第二壳层和第三壳层分别为红光量子点层、绿光量子点层和蓝光量子点层中的一种，且互不相同。

如本发明实施例的复合颗粒中，上述三种颜色的量子点层可以任意组合，均可以得到本发明所述的白光量子点复合颗粒。

15 本发明实施例的复合颗粒中，种子颗粒可以为无机纳米颗粒，如二氧化硅纳米颗粒、 Al_2O_3 纳米颗粒或 ZnO 纳米颗粒，可以为表面修饰有可聚合的双键的二氧化硅纳米颗粒。该可聚合的双键可通过溶胶凝胶的制备过程引入，也可制备后期加以改性。本发明实施例的二氧化硅纳米颗粒，一般采用溶胶凝胶的方法制备，尺寸均一。

20 例如，种子颗粒的粒径为 10-500nm，优选 20-50nm；第一、第二、第三壳层的厚度范围可任选 5-50nm，优选 10-20nm。例如，各壳层的厚度保持相同。

例如，R:G:B 量子点用量比可以为 0.5~0.8:1:1.2~1.5，例如，0.65~0.74:1:1.25~1.35。

25 本发明实施例的复合颗粒中，所述红光量子点为发射波长为 600~700nm 的 CdSe 量子点；绿光量子点为发射波长为 490~570nm 的 CdSe 量子点；蓝光量子点为发射波长为 430~460nm 的 CdSe 量子点。例如，红光量子点为发射波长为 613nm 的 CdSe 量子点；绿光量子点为发射波长为 555nm 的 CdSe 量子点；蓝光量子点为发射波长为 452nm 的 CdSe 量子点。

30 本发明实施例可将 RGB 三色量子点限定在一个球形空间内，可解决目前量子点材料的稳定性差、量子效率低等问题；同时，单独的 RGB 复合颗粒可作为白光发光源，组合成白光发光层发射的光线均匀，WOLED 器件的

制备工艺得到简化。

本发明的一个实施例提供了一种白光量子点复合颗粒的制备方法，能够快速便捷地批量化制备所述的白光量子点复合颗粒，提高该复合颗粒的可推广性。

- 5 本发明的另一个方面提供了一种白光量子点复合颗粒的制备方法，包括：将种子颗粒分散在水中得到种子悬浮液；将红光量子点、绿光量子点和蓝光量子点分别与单体、引发剂、表面活性剂和水混合乳化，得到三种乳液体系，分别命名为乳液体系 A、乳液体系 B 和乳液体系 C；将种子悬浮液加热至 60-90℃，向其中滴加乳液体系 A，滴加结束后，保温反应 2-10h；然后向种子悬浮液中滴加乳液体系 B，滴加结束后，保温反应 2-10h；然后向种子悬浮液中滴加乳液体系 C，滴加结束后，保温反应 2-10h，以依次形成第一壳层、第二壳层和第三壳层；反应结束后洗涤产物，得到所述的白光量子点复合颗粒。

- 15 例如，乳液体系 A、B、C 的制备过程可以采用相同的方法，也可以在本发明限定的可选范围内加以调整。乳液体系 A、B、C 并不局限为某一种量子点乳液体系，本领域技术人员可随机将含有红光量子点、绿光量子点和蓝光量子点的乳液体系命名为乳液体系 A、B、C，并按顺序包裹，以实现第一壳层、第二壳层和第三壳层的多色量子点的任意组合。

- 20 例如，第一壳层、第二壳层、第三壳层的形成过程中，也可以采用相同的工艺参数，如各乳液体系的滴加速度、反应时间等。本领域技术人员能够预见在本公开给出的可选范围内，选择相同或者不同的乳液体系制备或壳层形成方法都能够得到本发明要求保护的复合颗粒。本发明的实施例优选采用相同的工艺参数，以获得质量更均一更可控的白光量子点复合颗粒。

例如，种子颗粒的质量百分比浓度可以为 5-8%，例如 5.5-7%。

- 25 例如，种子颗粒的粒径可以为 10-500nm，例如 20-50nm。

例如，所述单体为碳原子总数为 4-24 的烯烃中的至少一种，优选苯乙烯。所述单体在各乳液体系中质量百分数可以为 0.1-20%，例如 0.2-10%。

- 30 例如，所述引发剂为过硫酸钾、过硫酸铵、过硫酸钠和过氧化氢中的至少一种，优选过硫酸钾、过硫酸钠。引发剂的质量百分数可以为单体质量的 0.1%-8%，例如 0.5%-4%。

例如，所述表面活性剂为十二烷基硫酸钠、十二烷基磺酸钠或十六烷基三甲基溴化铵中的至少一种，优选十二烷基硫酸钠、十六烷基三甲基溴化铵。所述表面活性剂在各乳液体系中的质量百分含量可为 0.1-10%，例如 0.5-5%。

5 本发明实施例的制备方法中，例如，红光量子点、蓝光量子点与绿光量子点在各乳化体系中的质量百分含量可以为 0.08-12%。但并不局限于此。优选红光量子点、蓝光量子点与绿光量子点在各乳化体系中的质量百分含量可以为 0.9-2.66%。

例如，种子颗粒与绿光量子点的质量用量比为 10-12.5: 1，如实施例所记载的 10:1、12:1 及 12.5:1。

10 例如，各乳液体系的滴加速度可以为 0.01-5ml/分钟，如 0.1-0.5ml/分钟。

例如，种子悬浮液温度可以为 60-90℃，例如 75-85℃，优选 80℃；保温反应时间可以为 2-10 小时，例如 4-8 小时。

15 本发明实施例的制备方法，其中种子颗粒的分散以及乳液体系形成涉及到的乳化过程都可以借助现有的辅助手段以实现更理想更快捷的制备，包括但不限于超声波辅助。任何可以加速分散和乳化的技术手段都可以应用到技术方案中来实现本发明。

20 本发明一个实施例的制备方法包括：将二氧化硅纳米颗粒分散在水中得到种子悬浮液后，分别将含有红光量子点、绿光量子点和蓝光量子点的乳液体系，以一定的比例量依次滴加到所述种子悬浮液中进行反应，并层层包覆在种子球表面，得到所述白光量子点复合颗粒；所述乳液体系由量子点、单体、引发剂、表面活性剂和水混合乳化得到。该制备方法简单方便、易实现批量化生产。

25 例如，R:G:B 量子点可选比例可以为：0.5~0.8:1:1.2~1.5，例如 0.65~0.74:1:1.25~1.35。所形成的第一、第二、第三壳层的厚度范围可选为 5-50nm，例如 10-20nm。作为理想的技术方案，各壳层的厚度保持相同。

例如，本发明实施例的制备方法中，反应结束后可以用乙醇/水离心洗涤产物。

附图说明

30 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案，下面将对实施例的附图作

简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅涉及本发明的一些实施例，而非对本发明的限制。

图 1 是本发明白光量子点复合颗粒的结构示意图。

附图标记：

- 5 1 为种子颗粒；2 为第一壳层；3 为第二壳层；4 为第三壳层。

具体实施方式

为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本发明实施例的附图，对本发明实施例的技术方案进行清楚、完整地描述。显然，
10 所描述的实施例是本发明的一部分实施例，而不是全部的实施例。基于所描述的本发明的实施例，本领域普通技术人员在无需创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

本发明实施例的白光量子点复合颗粒，包括位于核心的种子颗粒，以及依次包覆在种子颗粒上的第一壳层、第二壳层和第三壳层，其中第一壳层、
15 第二壳层和第三壳层分别为红(R)光量子点层、绿(G)光量子点层和蓝(B)光量子点层中的一种，且互不相同。

种子颗粒可以为无机纳米颗粒，如二氧化硅纳米颗粒、氧化铝(Al_2O_3)纳米颗粒或氧化锌(ZnO)纳米颗粒。所述无机纳米颗粒可作为理想的种子颗粒，为复合颗粒提供核心，确保其发光性能。

20 如以下实施例所记载的，本发明实施例的复合颗粒的种子颗粒例如其表面可修饰有可聚合的双键的二氧化硅纳米颗粒。

本发明实施例的复合颗粒中，R:G:B 量子点用量比可以为 0.5~0.8:1:1.2~1.5，例如优选为 0.65~0.74:1:1.25~1.35（即以绿光量子点为参照）。在该用量范围内形成的复合颗粒中，第一、第二及第三壳层能够组合
25 成白光发光层，以发射均匀的光线，使 WOLED 器件的制备工艺得到简化。

进一步地，本发明实施例的复合颗粒中，种子颗粒的粒径可以为 10-500nm，例如优选为 20-50nm；第一、第二、第三壳层的厚度范围可以为 5-50nm，例如优选为 10-20nm。作为理想的技术方案，各壳层的厚度可保持相同。

30 本发明实施例中种子颗粒与各色量子点的用量比可依据实际情况加以选

择和调整。虽然可以限定复合颗粒中各壳层的厚度，但为了获得更高质量的复合颗粒，发明人在实际研究过程中优选了二者的用量比，并在以下实施例中得到具体体现。以绿光量子点为例，优选种子颗粒与绿光量子点的质量用量比为 10-12.5:1，更优选如实施例所记载的 10:1、12:1 及 12.5:1。在该用量比范围下，种子颗粒与各色量子点能够更好地形成稳定的层状结构，保证其作为白色光源优良的发光性能。

本发明实施例的复合颗粒，所述红光量子点为发射波长为 600~700nm 的 CdSe 量子点；绿光量子点为发射波长为 490~570nm 的 CdSe 量子点；蓝光量子点为发射波长为 430~460nm 的 CdSe 量子点。例如，更优选红光量子点为发射波长为 613nm 的 CdSe 量子点；绿光量子点为发射波长为 555nm 的 CdSe 量子点；蓝光量子点为发射波长为 452nm 的 CdSe 量子点。本发明实施例对各色量子点的发射波长的选择范围进行了筛选测试，以进一步提高复合颗粒的质量，使发射光谱更稳定，光线更均匀。

本发明的另一个实施例还提供了一种白光量子点复合颗粒的制备方法，可如下进行。

步骤 1：将种子颗粒分散在水中得到种子悬浮液。

步骤 2：将红光量子点、绿光量子点和蓝光量子点分别与单体、引发剂、表面活性剂和水混合乳化，得到三种乳液体系，可将它们分别命名为乳液体系 A、乳液体系 B 和乳液体系 C。

步骤 3：将种子悬浮液加热至 60-90℃，向其中滴加乳液体系 A，滴加结束后，保温反应 2-10h；继续向种子悬浮液中滴加乳液体系 B，滴加结束后，保温反应 2-10h；继续向种子悬浮液中滴加乳液体系 C，滴加结束后，保温反应 2-10h，由此依次形成第一壳层、第二壳层和第三壳层。

步骤 4：反应结束后洗涤产物，得到所述的白光量子点复合颗粒。例如，用乙醇/水离心洗涤产物，洗涤液浓度的选择及具体的洗涤操作本发明不特别限定。

步骤 1 将种子颗粒分散在水中得到种子悬浮液，该种子悬浮液中种子颗粒的质量百分比浓度为 5-8%，优选 5.5-7%。所述种子颗粒为无机纳米颗粒，如二氧化硅纳米颗粒、 Al_2O_3 纳米颗粒或 ZnO 纳米颗粒，优选表面修饰有可聚合的双键的二氧化硅纳米颗粒。

本发明实施例的制备方法中，步骤2的单体可以为碳原子总数为4-24的烯烃中的至少一种，优选苯乙烯。所述单体在各乳液体系中质量百分数可以为0.1-20%，例如优选0.2-10%。

引发剂可以为过硫酸钾、过硫酸铵、过硫酸钠和过氧化氢中的至少一种，
5 优选过硫酸钾、过硫酸钠。引发剂的质量百分数可以为单体质量的0.1%-8%，例如优选0.5%-4%。

表面活性剂可以为十二烷基硫酸钠、十二烷基磺酸钠或十六烷基三甲基溴化铵中的至少一种，优选十二烷基硫酸钠、十六烷基三甲基溴化铵。所述表面活性剂在各乳液体系中的质量百分含量可为0.1-10%，例如优选0.5-5%。

10 此外，本发明实施例的红光量子点、蓝光量子点与绿光量子点在各乳化体系中的质量百分含量可为但并不局限于0.08-12%，例如优选0.9-2.66%。
在一个示例中，红光量子点在各乳化体系中的质量百分含量为0.1-8%，优选0.9-1.43%，绿光量子点在各乳化体系中的质量百分含量为0.1-10%，优选1.75-1.8%，蓝光量子点在各乳化体系中的质量百分含量为0.08-12%，优选
15 2.14-2.66%。

发明人在大量的试验研究基础上发现，通过上述选择的（种类及用量）的单体、引发剂、表面活性剂配合使用能够优化乳化过程，确保乳液体系A、B、C具有理想的稳定性和均匀性，有利于步骤3中各壳层的形成，同时还能使整个制备过程更简便易行，更有利于实现批量化生产。

20 本发明实施例的制备方法中，种子颗粒与绿光量子点的质量用量比可以为10-12.5:1，更优选10:1、12:1及12.5:1。

在步骤3中，各乳液体系的滴加速度可以为0.01-5ml/分钟，例如优选0.1-0.5ml/分钟。在这样滴加速度下，壳层的形成过程更可控。

在步骤3中，种子悬浮液温度可以为60-90℃，例如优选75-85℃，更优
25 选80℃；保温反应时间可以为2-10小时，例如优选4-8小时。在该反应条件下，有利于各壳层在种子颗粒表面逐层包覆，最终得到稳定性高、量子效率高的白光发光源。

以下从具体实施例的角度对本发明作进一步详细介绍。

实施例1 白光量子点复合颗粒

30 如图1所示的白光量子点复合颗粒，该复合颗粒包括位于核心的种子颗

粒 1, 以及依次包覆在种子颗粒 1 上的第一壳层 2 (红光量子点层)、第二壳层 3 (绿光量子点层) 和第三壳层 4 (蓝光量子点层)。

本实施例的复合颗粒中, 种子颗粒为粒径为 30nm 的表面修饰有可聚合的双键的二氧化硅纳米颗粒。复合颗粒中第一、第二、第三壳层中, 红光、绿光和蓝光量子点用量比为 0.72:1:1.23。红光量子点为发射波长为 613nm 的 CdSe 量子点; 绿光量子点为发射波长为 555nm 的 CdSe 量子点; 蓝光量子点为发射波长为 452nm 的 CdSe 量子点, 所形成的复合颗粒中第一、第二、第三壳层的厚度均为 20nm 左右。

本实施例所述的复合颗粒可采本发明实施例的制备方法制备得到, 本领域技术人员能够预见采用实施例 6-12 中任一实施例记载的制备方法, 只要经过申请文件声明的常规调整 (如各量子点层包裹顺序的调整, 各色量子点与种子颗粒的用量比调整、反应条件适度调整等) 即可得到本发明实施例的白光量子点复合颗粒, 因此, 本公开中就不再一一分别描述。

实施例 2 白光量子点复合颗粒

与实施例 1 相比, 本实施例的区别点仅在于, 本实施例中种子颗粒为粒径为 20nm 的表面修饰有可聚合的双键的二氧化硅纳米颗粒。第一壳层 2 为蓝光量子点层, 第二壳层 3 为绿光量子点层, 第三壳层 4 为红光量子点层。该复合颗粒中, 红光、绿光和蓝光量子点用量比为 0.65:1:1.25, 所形成的第一、第二、第三壳层的厚度均为 10nm。

实施例 3 白光量子点复合颗粒

与实施例 1 相比, 本实施例的区别点仅在于, 本实施例中种子颗粒为粒径为 50nm 的表面修饰有可聚合的双键的二氧化硅纳米颗粒。第一壳层 2 为绿光量子点层, 第二壳层 3 为红光量子点层, 第三壳层 4 为蓝光量子点层。该复合颗粒中, 红光、绿光和蓝光量子点用量比为 0.74:1:1.35, 所形成的第一、第二、第三壳层的厚度均为 50nm。

实施例 4 白光量子点复合颗粒

与实施例 1 相比, 本实施例的区别点仅在于, 本实施例中种子颗粒为粒径为 10nm 的表面修饰有可聚合的双键的二氧化硅纳米颗粒。第一壳层 2 为绿光量子点层, 第二壳层 3 为蓝光量子点层, 第三壳层 4 为红光量子点层。该复合颗粒中, 红光、绿光和蓝光量子点用量比为 0.5: 1:1.2, 所形成的第

一、第二、第三壳层的厚度分别为 5nm、12nm 和 20nm。

实施例 5 白光量子点复合颗粒

与实施例 1 相比，本实施例的区别点仅在于，本实施例中种子颗粒为粒径为 500nm 的表面修饰有可聚合的双键的二氧化硅纳米颗粒。第一壳层 2 为蓝光量子点层，第二壳层 3 为绿光量子点层，第三壳层 4 为红光量子点层。该复合颗粒中，红光、绿光和蓝光量子点用量比为 0.8: 1:1.2，所形成的第一、第二、第三壳层的厚度依次为 450nm、400nm 和 380nm。

实施例 6 白光量子点复合颗粒的制备方法

(1) 将 1 克 (g) 直径为 100nm 二氧化硅纳米颗粒分散在 15g 水中，使用超声波将颗粒分散均匀，得到质量百分浓度为 6.25% 的种子悬浮液；

(2) 将 0.05g 红光量子点，0.2g 单体苯乙烯 (St)，0.1g 表面活性剂十二烷基磺酸钠 (SDS)，0.2g 质量百分浓度为 1% 的作为引发剂的过硫酸钾 (KPS) 的水溶液和 5g 水，混合超声乳化，得到乳液体系 A；单体在乳液体系中质量百分数为 3.6%，引发剂的质量百分数为单体质量的 1%，表面活性剂在乳液体系中的质量百分含量为 1.8%，红光量子点在乳液体系中的质量百分含量为 0.9%；

将 0.1g 绿光量子点，0.2g 单体苯乙烯 (St)，0.1g 表面活性剂十二烷基磺酸钠 (SDS)，0.2g 质量百分浓度为 1% 的作为引发剂的过硫酸钾 (KPS) 的水溶液和 5g 水，混合超声乳化，得到乳液体系 B；单体在乳液体系中质量百分数为 3.57%，引发剂的质量百分数为单体质量的 1%，表面活性剂在乳液体系中的质量百分含量为 1.78%，绿光量子点在乳液体系中的质量百分含量为 1.78%；

将 0.15g 蓝光量子点，0.2g 单体苯乙烯 (St)，0.1g 表面活性剂十二烷基磺酸钠 (SDS)，0.2g 质量百分浓度为 1% 的作为引发剂的过硫酸钾 (KPS) 的水溶液和 5g 水，混合超声乳化，得到乳液体系 C；单体在乳液体系中质量百分数为 3.54%，引发剂的质量百分数为单体质量的 1%，表面活性剂在乳液体系中的质量百分含量为 1.78%，蓝光量子点在乳液体系中的质量百分含量为 2.66%；

(3) 将上述种子悬浮液加热到 80℃，然后开始滴加上述乳液体系 A，滴加速度为 0.1ml/分钟，滴加结束后，保温 4 小时；随后开始滴加上述乳液

体系 B, 滴加速度为 0.1ml/分钟, 滴加结束后, 保温 4 小时; 随后开始滴加上述乳液体系 C, 滴加速度为 0.1ml/分钟, 滴加结束后, 保温 4 小时。

(4) 反应结束, 用乙醇/水离心洗涤产物, 得到如图 1 所示的白光量子点复合颗粒。

5 本实施例中, 种子颗粒与绿光量子点的质量用量比为 10:1。

实施例 7 白光量子点复合颗粒的制备方法

(1) 将 1.2g 直径为 100nm 二氧化硅纳米颗粒分散在 15g 水中, 使用超声波将颗粒分散均匀, 得到质量百分浓度为 7.4% 的种子悬浮液;

10 (2) 将 0.06g 红光量子点, 0.25g 单体苯乙烯 (St), 0.1g 表面活性剂十二烷基磺酸钠 (SDS), 0.25g 质量百分浓度为 1% 的作为引发剂的过硫酸钾 (KPS) 的水溶液和 5g 水, 混合超声乳化, 得到乳液体系 A; 单体在乳液体系中质量百分数为 4.4%, 引发剂的质量百分数为单体质量的 1%, 表面活性剂在乳液体系中的质量百分含量为 1.77%, 红光量子点在乳液体系中的质量百分含量为 1.06%;

15 将 0.1g 绿光量子点, 0.25g 单体苯乙烯 (St), 0.1g 表面活性剂十二烷基磺酸钠 (SDS), 0.25g 质量百分浓度为 1% 的作为引发剂的过硫酸钾 (KPS) 的水溶液和 5g 水, 混合超声乳化, 得到乳液体系 B; 单体在乳液体系中质量百分数为 4.38%, 引发剂的质量百分数为单体质量的 1%, 表面活性剂在乳液体系中的质量百分含量为 1.75%, ; 绿光量子点在乳液体系中的质量百分含量为 1.75%;

20 将 0.14g 蓝光量子点, 0.25g 单体苯乙烯 (St), 0.1g 表面活性剂十二烷基磺酸钠 (SDS), 0.25g 质量百分浓度为 1% 的作为引发剂的过硫酸钾 (KPS) 的水溶液和 5g 水, 混合超声乳化, 得到乳液体系 C; 单体在乳液体系中质量百分数为 4.4%, 引发剂的质量百分数为单体质量的 1%, 表面活性剂在乳液体系中的质量百分含量为 1.74%, 蓝光量子点在乳液体系中的质量百分含量为 2.44%;

25 (3) 将上述种子悬浮液加热到 70℃, 然后开始滴加上述乳液体系 A, 滴加速度为 0.12ml/分钟, 滴加结束后, 保温 4 小时; 随后开始滴加上述乳液体系 B, 滴加速度为 0.12ml/分钟, 滴加结束后, 保温 4 小时; 随后开始滴加上述乳液体系 C, 滴加速度为 0.12ml/分钟, 滴加结束后, 保温 4 小时。

(4) 反应结束, 用乙醇/水离心洗涤产物, 得到如图 1 所示的白光量子点复合颗粒。

本实施例中, 种子颗粒与绿光量子点的质量用量比为 12:1。

实施例 8 白光量子点复合颗粒的制备方法

5 (1) 将 1g 直径为 100nm 二氧化硅纳米颗粒分散在 15g 水中, 使用超声波将颗粒分散均匀, 得到质量百分浓度为 6.25% 的种子悬浮液;

(2) 将 0.08g 红光量子点, 0.2g 甲基丙烯酸甲酯 (PMMA), 0.1g 表面活性剂十二烷基磺酸钠 (SDS), 0.2g 质量百分浓度为 1% 的作为引发剂的过硫酸钾 (KPS) 的水溶液和 5g 水, 混合超声乳化, 得到乳液体系 A; 单体在乳液体系中质量百分数为 3.58%, 引发剂的质量百分数为单体质量的 1%, 表面活性剂在乳液体系中的质量百分含量为 1.79%, 红光量子点在乳液体系中的质量百分含量为 1.43%;

15 将 0.1g 绿光量子点, 0.2g 单体甲基丙烯酸甲酯 (PMMA), 0.1g 表面活性剂十二烷基磺酸钠 (SDS), 0.2g 质量百分浓度为 1% 的作为引发剂的过硫酸钾 (KPS) 的水溶液和 5g 水, 混合超声乳化, 得到乳液体系 B; 单体在乳液体系中质量百分数为 3.57%, 引发剂的质量百分数为单体质量的 1%, 表面活性剂在乳液体系中的质量百分含量为 1.79%, 绿光量子点在乳液体系中的质量百分含量为 1.79%;

20 将 0.12g 蓝光量子点, 0.2g 单体甲基丙烯酸甲酯 (PMMA), 0.1g 表面活性剂十二烷基磺酸钠 (SDS), 0.2g 质量百分浓度为 1% 的作为引发剂的过硫酸钾 (KPS) 的水溶液和 5g 水, 混合超声乳化, 得到乳液体系 C; 单体在乳液体系中质量百分数为 3.56%, 引发剂的质量百分数为单体质量的 1%, 表面活性剂在乳液体系中的质量百分含量为 1.78%, 蓝光量子点在乳液体系中的质量百分含量为 2.14%;

25 (3) 将上述种子悬浮液加热到 80℃, 然后开始滴加上述乳液体系 A, 滴加速度为 0.1ml/分钟, 滴加结束后, 保温 4 小时; 随后开始滴加上述乳液体系 B, 滴加速度为 0.1ml/分钟, 滴加结束后, 保温 4 小时; 随后开始滴加上述乳液体系 C, 滴加速度为 0.1ml/分钟, 滴加结束后, 保温 4 小时。

(4) 反应结束, 用乙醇/水离心洗涤产物, 得到如图 1 所示的白光量子点复合颗粒。

本实施例中，种子颗粒与绿光量子点的质量用量比为 10:1。

实施例 9 白光量子点复合颗粒的制备方法

(1) 将 1g 直径为 20nm 的表面修饰有可聚合的双键的二氧化硅纳米颗粒分散在 19g 水中，使用超声波将颗粒分散均匀，得到质量百分浓度为 5% 的种子悬浮液；

(2) 将 0.08g 红光量子点，0.2g 甲基丙烯酰氧基丙基三甲氧基硅烷，0.1g 表面活性剂十二烷基硫酸钠，0.2g 质量百分浓度为 8% 的作为引发剂的过硫酸铵的水溶液和 0.42g 水，混合超声乳化，得到乳液体系 A；单体在乳液体系中质量百分数为 20%，引发剂的质量百分数为单体质量的 8%，表面活性剂在乳液体系中的质量百分含量为 10%，红光量子点在乳液体系中的质量百分含量为 8%；

将 0.1g 绿光量子点，0.2g 甲基丙烯酰氧基丙基三甲氧基硅烷，0.1g 表面活性剂十二烷基硫酸钠，0.2g 质量百分浓度为 8% 的作为引发剂的过硫酸铵的水溶液和 0.4g 水，混合超声乳化，得到乳液体系 A；单体在乳液体系中质量百分数为 20%，引发剂的质量百分数为单体质量的 8%，表面活性剂在乳液体系中的质量百分含量为 10%，绿光量子点在乳液体系中的质量百分含量为 10%；

将 0.12g 蓝光量子点，0.2g 甲基丙烯酰氧基丙基三甲氧基硅烷，0.1g 表面活性剂十二烷基硫酸钠，0.2g 质量百分浓度为 8% 的作为引发剂的过硫酸铵的水溶液和 0.38g 水，混合超声乳化，得到乳液体系 A；单体在乳液体系中质量百分数为 20%，引发剂的质量百分数为单体质量的 8%，表面活性剂在乳液体系中的质量百分含量为 10%，蓝光量子点在乳液体系中的质量百分含量为 12%；

(3) 将上述种子悬浮液加热到 80℃，然后开始滴加上述乳液体系 A，滴加速度为 0.1ml/分钟，滴加结束后，保温 8 小时；随后开始滴加上述乳液体系 B，滴加速度为 0.1ml/分钟，滴加结束后，保温 8 小时；随后开始滴加上述乳液体系 C，滴加速度为 0.1ml/分钟，滴加结束后，保温 8 小时。

(4) 反应结束，用乙醇/水离心洗涤产物，得到如图 1 所示的白光量子点复合颗粒。

本实施例中，种子颗粒与绿光量子点的质量用量比为 10:1。

实施例 10 白光量子点复合颗粒的制备方法

(1) 将 1g 直径为 50nm 的表面修饰有可聚合的双键的二氧化硅纳米颗粒分散在 11.5g 水中, 使用超声波将颗粒分散均匀, 得到质量百分浓度为 8% 的种子悬浮液;

- 5 (2) 将 0.08g 绿光量子点, 0.2g 甲基丙烯酰氧基丙基三甲氧基硅烷, 0.1g 表面活性剂十六烷基三甲基溴化铵, 0.2g 质量百分浓度为 4% 的作为引发剂的过硫酸钠的水溶液和 1.42g 水, 混合超声乳化, 得到乳液体系 A; 单体在乳液体系中质量百分数为 10%, 引发剂的质量百分数为单体质量的 4%, 表面活性剂在乳液体系中的质量百分含量为 5%, 绿光量子点在乳液体系中的
- 10 质量百分含量为 4%;

将 0.1g 蓝光量子点, 0.2g 甲基丙烯酰氧基丙基三甲氧基硅烷, 0.1g 表面活性剂十六烷基三甲基溴化铵, 0.2g 质量百分浓度为 4% 的作为引发剂的过硫酸钠的水溶液和 1.4g 水, 混合超声乳化, 得到乳液体系 A; 单体在乳液体系中质量百分数为 10%, 引发剂的质量百分数为单体质量的 4%, 表面活性剂在乳液体系中的质量百分含量为 5%, 蓝光量子点在乳液体系中的质量百分含量为 5%;

15

将 0.12g 红光量子点, 0.2g 甲基丙烯酰氧基丙基三甲氧基硅烷, 0.1g 表面活性剂十六烷基三甲基溴化铵, 0.2g 质量百分浓度为 4% 的作为引发剂的过硫酸钠的水溶液和 1.38g 水, 混合超声乳化, 得到乳液体系 A; 单体在乳液体系中质量百分数为 10%, 引发剂的质量百分数为单体质量的 4%, 表面活性剂在乳液体系中的质量百分含量为 5%, 红光量子点在乳液体系中的质量百分含量为 6%;

20

(3) 将上述种子悬浮液加热到 80℃, 然后开始滴加上述乳液体系 A, 滴加速度为 0.5ml/分钟, 滴加结束后, 保温 2 小时; 随后开始滴加上述乳液体系 B, 滴加速度为 0.5ml/分钟, 滴加结束后, 保温 2 小时; 随后开始滴加上述乳液体系 C, 滴加速度为 0.5ml/分钟, 滴加结束后, 保温 2 小时。

25

(4) 反应结束, 用乙醇/水离心洗涤产物, 得到如图 1 所示的白光量子点复合颗粒。

本实施例中, 种子颗粒与绿光量子点的质量用量比为 12.5:1。

30 实施例 11 白光量子点复合颗粒的制备方法

(1) 将 1g 直径为 500nm 的表面修饰有可聚合的双键的二氧化硅纳米颗粒分散在 14.2g 水中, 使用超声波将颗粒分散均匀, 得到质量百分浓度为 6.6% 的种子悬浮液;

(2) 将 0.1g 绿光量子点, 0.1g 甲基丙烯酰氧基丙基三甲氧基硅烷, 0.1g 表面活性剂十六烷基三甲基溴化铵, 0.1g 质量百分浓度为 0.1% 的作为引发剂的过氧化氢溶液和 99.6g 水, 混合超声乳化, 得到乳液体系 A; 单体在乳液体系中质量百分数为 0.1%, 引发剂的质量百分数为单体质量的 0.1%, 表面活性剂在乳液体系中的质量百分含量为 0.1%, 绿光量子点在乳液体系中的质量百分含量为 0.1%;

将 0.12g 红光量子点, 0.1g 甲基丙烯酰氧基丙基三甲氧基硅烷, 0.1g 表面活性剂十六烷基三甲基溴化铵, 0.1g 质量百分浓度为 0.1% 的作为引发剂的过氧化氢溶液和 99.58g 水, 混合超声乳化, 得到乳液体系 A; 单体在乳液体系中质量百分数为 0.1%, 引发剂的质量百分数为单体质量的 0.1%, 表面活性剂在乳液体系中的质量百分含量为 0.1%, 红光量子点在乳液体系中的质量百分含量为 0.12%;

将 0.1g 蓝光量子点, 0.1g 甲基丙烯酰氧基丙基三甲氧基硅烷, 0.1g 表面活性剂十六烷基三甲基溴化铵, 0.1g 质量百分浓度为 0.1% 的作为引发剂的过氧化氢溶液和 99.6g 水, 混合超声乳化, 得到乳液体系 A; 单体在乳液体系中质量百分数为 0.1%, 引发剂的质量百分数为单体质量的 0.1%, 表面活性剂在乳液体系中的质量百分含量为 0.1%, 蓝光量子点在乳液体系中的质量百分含量为 0.1%;

(3) 将上述种子悬浮液加热到 80℃, 然后开始滴加上述乳液体系 A, 滴加速度为 5ml/分钟, 滴加结束后, 保温 10 小时; 随后开始滴加上述乳液体系 B, 滴加速度为 5ml/分钟, 滴加结束后, 保温 10 小时; 随后开始滴加上述乳液体系 C, 滴加速度为 5ml/分钟, 滴加结束后, 保温 10 小时。

(4) 反应结束, 用乙醇/水离心洗涤产物, 得到如图 1 所示的白光量子点复合颗粒。

本实施例中, 种子颗粒与绿光量子点的质量用量比为 10:1。

实施例 12 白光量子点复合颗粒的制备方法

(1) 将 1g 直径为 10nm 的表面修饰有可聚合的双键的二氧化硅纳米颗

粒分散在 19g 水中，使用超声波将颗粒分散均匀，得到质量百分浓度为 5% 的种子悬浮液；

(2) 将 0.08g 蓝光量子点，0.2g 甲基丙烯酰氧基丙基三甲氧基硅烷，0.5g 表面活性剂十二烷基硫酸钠，0.1g 质量百分浓度为 0.5% 的作为引发剂的过硫酸铵溶液和 99.12g 水，混合超声乳化，得到乳液体系 A；单体在乳液体系中质量百分数为 0.2%，引发剂的质量百分数为单体质量的 0.5%，表面活性剂在乳液体系中的质量百分含量为 0.5%，蓝光量子点在乳液体系中的质量百分含量为 0.08%；

将 0.1g 红光量子点，0.2g 甲基丙烯酰氧基丙基三甲氧基硅烷，0.5g 表面活性剂十二烷基硫酸钠，0.1g 质量百分浓度为 0.5% 的作为引发剂的过硫酸铵溶液和 99.1g 水，混合超声乳化，得到乳液体系 A；单体在乳液体系中质量百分数为 0.2%，引发剂的质量百分数为单体质量的 0.5%，表面活性剂在乳液体系中的质量百分含量为 0.5%，红光量子点在乳液体系中的质量百分含量为 0.1%；

将 0.1g 绿光量子点，0.2g 甲基丙烯酰氧基丙基三甲氧基硅烷，0.5g 表面活性剂十二烷基硫酸钠，0.1g 质量百分浓度为 0.5% 的作为引发剂的过硫酸铵溶液和 99.1g 水，混合超声乳化，得到乳液体系 A；单体在乳液体系中质量百分数为 0.2%，引发剂的质量百分数为单体质量的 0.5%，表面活性剂在乳液体系中的质量百分含量为 0.5%，绿光量子点在乳液体系中的质量百分含量为 0.1%；

(3) 将上述种子悬浮液加热到 80℃，然后开始滴加上述乳液体系 A，滴加速度为 0.1ml/分钟，滴加结束后，保温 2 小时；随后开始滴加上述乳液体系 B，滴加速度为 0.1ml/分钟，滴加结束后，保温 2 小时；随后开始滴加上述乳液体系 C，滴加速度为 0.1ml/分钟，滴加结束后，保温 2 小时。

(4) 反应结束，用乙醇/水离心洗涤产物，得到如图 1 所示的白光量子点复合颗粒。

本实施例中，种子颗粒与绿光量子点的质量用量比为 10:1。

以上所述仅是本发明的示范性实施方式，而非用于限制本发明的保护范围，本发明的保护范围由所附的权利要求确定。

权利要求书

1、一种白光量子点复合颗粒，包括位于核心的种子颗粒（1），以及依次包覆在种子颗粒（1）上的第一壳层（2）、第二壳层（3）和第三壳层（4），
5 其中第一壳层（2）、第二壳层（3）和第三壳层（4）分别为红光量子点层、绿光量子点层和蓝光量子点层中的一种，且互不相同。

2、根据权利要求1所述的白光量子点复合颗粒，其中：所述种子颗粒（1）为二氧化硅纳米颗粒、 Al_2O_3 纳米颗粒或 ZnO 纳米颗粒。

3、根据权利要求1或2所述的白光量子点复合颗粒，其中：所述种子颗粒（1）为表面修饰有可聚合的双键的二氧化硅纳米颗粒。
10

4、根据权利要求1-3任一所述的白光量子点复合颗粒，其中：所述种子颗粒（1）粒径为 10-500nm，所述第一壳层（2）、第二壳层（3）和第三壳层（4）的厚度范围为 5-50nm。

5、根据权利要求4所述的白光量子点复合颗粒，其中：所述种子颗粒（1）粒径为 20-50nm；所述第一壳层（2）、第二壳层（3）和第三壳层（4）的厚度范围为 10-20nm。
15

6、根据权利要求1-5任一所述的白光量子点复合颗粒，其中：所述复合颗粒中红光、绿光和蓝光量子点用量比为 0.5~0.8: 1:1.2~1.5。

7、根据权利要求6所述的白光量子点复合颗粒，其中：所述复合颗粒中红光、绿光和蓝光量子点用量比为 0.65~0.74:1:1.25~1.35。
20

8、根据权利要求1-7任一所述的白光量子点复合颗粒，其中：所述红光量子点为发射波长为 600~700nm 的 CdSe 量子点；绿光量子点为发射波长为 490~570nm 的 CdSe 量子点；蓝光量子点为发射波长为 430~460nm 的 CdSe 量子点。

9、根据权利要求8所述的白光量子点复合颗粒，其中：所述红光量子点为发射波长为 613nm 的 CdSe 量子点；绿光量子点为发射波长为 555nm 的 CdSe 量子点；蓝光量子点为发射波长为 452nm 的 CdSe 量子点。
25

10、一种白光量子点复合颗粒的制备方法，包括：

将种子颗粒分散在水中得到种子悬浮液；

30 将红光量子点、绿光量子点和蓝光量子点分别与单体、引发剂、表面活性剂混合，加入种子悬浮液中，反应得到白光量子点复合颗粒。

性剂和水混合乳化,得到三种乳液体系,分别命名为乳液体系 A、乳液体系 B 和乳液体系 C;

将种子悬浮液加热至 60-90℃,向其中滴加乳液体系 A,滴加结束后,保温反应 2-10h;继续向种子悬浮液中滴加乳液体系 B,滴加结束后,保温反
5 应 2-10h;继续向种子悬浮液中滴加乳液体系 C,滴加结束后,保温反应 2-10h,依次形成第一壳层、第二壳层和第三壳层;

反应结束后洗涤产物,以得到所述的白光量子点复合颗粒。

11、根据权利要求 10 所述的制备方法,其中:所述种子悬浮液中种子颗粒的质量百分比浓度为 5-8%。

10 12、根据权利要求 11 所述的制备方法,其中:所述种子悬浮液中种子颗粒的质量百分比浓度为 5.5-7%。

13、根据权利要求 10-12 任一所述的制备方法,其中:所述的单体为碳原子总数为 4-24 的烯烃中的至少一种;所述单体在各乳液体系中质量百分数为 0.1-20%。

15 14、根据权利要求 13 所述的制备方法,其中:所述的单体为苯乙烯;所述单体在各乳液体系中质量百分数为 0.2-10%。

15、根据权利要求 10-14 任一所述的制备方法,其中:所述的引发剂为过硫酸钾、过硫酸铵、过硫酸钠和过氧化氢中的至少一种,引发剂的质量百分数为单体质量的 0.1%-8%。

20 16、根据权利要求 15 所述的制备方法,其中:所述的引发剂为过硫酸钾、过硫酸铵、过硫酸钠和过氧化氢中的至少一种,引发剂的质量百分数为单体质量的 0.5%-4%。

17、根据权利要求 10-16 任一所述的制备方法,其中:所述表面活性剂为十二烷基硫酸钠、十二烷基磺酸钠或十六烷基三甲基溴化铵中的至少一种,
25 所述表面活性剂在各乳液体系中的质量百分含量为 0.1-10%。

18、根据权利要求 17 所述的制备方法,其中:所述表面活性剂为十二烷基硫酸钠、十二烷基磺酸钠或十六烷基三甲基溴化铵,所述表面活性剂在各乳液体系中的质量百分含量为 0.5-5%。

19、根据权利要求 10-18 任一所述的制备方法,其中:红光量子点、蓝
30 光量子点与绿光量子点在各乳化体系中的质量百分含量为 0.08-12%。

20、根据权利要求 10-19 任一所述的制备方法，其中：种子颗粒与绿光量子点的质量用量比为 10-12.5:1。

21、根据权利要求 10-18 任一所述的制备方法，其中：各乳液体系的滴加速度为 0.01-5ml/分钟。

5 22、根据权利要求 21 所述的制备方法，其中：各乳液体系的滴加速度为 0.1-0.5ml/分钟。

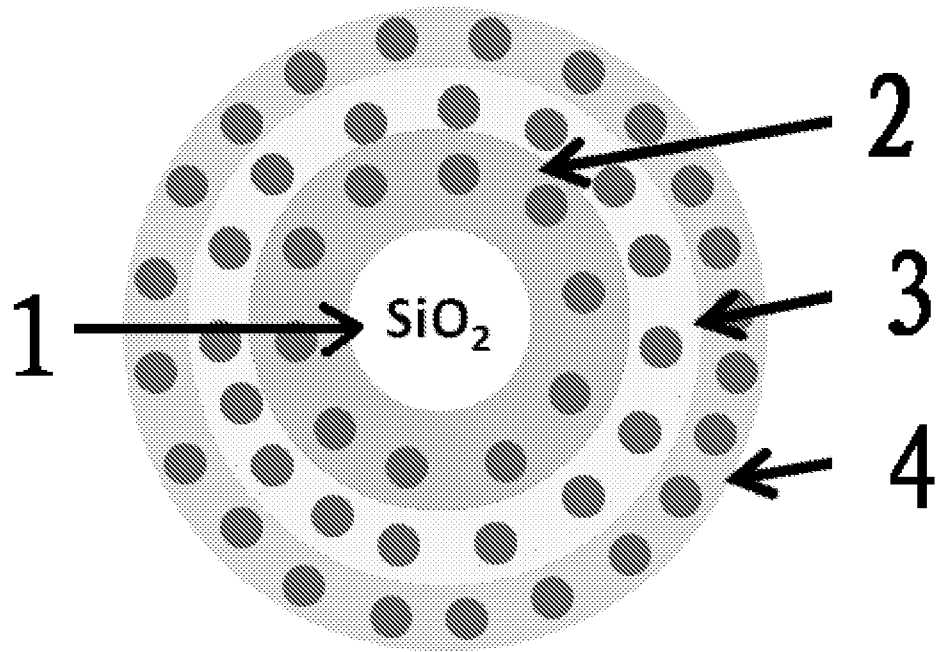


图 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2013/087165

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

See the extra sheet

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: C09K 11/59, C09K 11/54

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT, CNKI: quantum dot, nanocrystal, nanoparticle, core, shell, coating, white light, red, green, blue, silicon dioxide, SiO₂, aluminum oxide, Al₂O₃, zinc oxide, ZNO, cadmium selenide, CdSe

WPI, DPODOC: QUANTUM DOT, NANOCRYSTAL, NANOPARTICLE, CORE, COAT+, SHELL, WHITE, RED, BLUE, GREEN, SILICON DIOXIDE, ALUMINUM OXIDE, ZINC OXIDE, CADMIUM SELENIDE

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	SAMEER, S., Bright White-Light Emission from Semiconductor Nanocrystals: by Chance and by Design, ADVANCED MATERIALS, 24 January 2007, vol. 19, no. 4, pages 569-572	1
A		2-22
A	CN 102925158 A (UNIVERSITY OF JINAN), 13 February 2013 (13.02.2013), the whole document	1-22
A	CN 102344632 A (TIANJIN UNIVERSITY), 08 February 2012 (08.02.2012), the whole document	1-22
A	CN 101049631 A (EAST CHINA NORMAL UNIVERSITY), 10 October 2007 (10.10.2007), the whole document	1-22
A	CN 102618289 A (SOUTHEAST UNIVERSITY), 01 August 2012 (01.08.2012), the whole document	1-22

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 24 February 2014 (24.02.2014)	Date of mailing of the international search report 13 March 2014 (13.03.2014)
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer ZHANG, Dan Telephone No.: (86-10) 62086317

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2013/087165

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2013065956 A1 (KOREA INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY), 10 May 2013 (10.05.2013), the whole document	1-22
A	US 20050287691 A1 (INDUSTRIAL TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE), 29 December 2005 (29.12.2005), the whole document	1-22
A	LE, Yang, Progress of White Light-Emitting Diodes Based on II-VI Semiconductor Quantum Dots, INFRARED, February 2010, vol. 31, no. 2, pages 8-13	1-22
A	LI, Yanqin; Bright White-Light-Emitting Device from Ternary Nanocrystal Composites, ADVANCED MATERIALS, October 2006, vol. 18, no. 19, pages 2545-2548	1-22

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2013/087165

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 102925158 A	13.02.2013	None	
CN 102344632 A	08.02.2012	None	
CN 101049631 A	10.10.2007	None	
CN 102618289 A	01.08.2012	None	
WO 2013065956 A1	10.05.2013	KR 20130048056 A	09.05.2013
US 2005287691 A1	29.12.2005	TW1 237314 B	01.08.2005
		US 7192850 B2	20.03.2007
		TW 200601435 A	01.01.2006

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2013/087165

CONTINUATION: CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C09K 11/59 (2006.01) i;

C09K 11/54 (2006.01) i

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2013/087165

A. 主题的分类

参见附加页

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC: C09K11/59, C09K11/54

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNPAT,CNKI:量子点, 纳米晶, 纳米粒, 核, 壳, 包覆, 白光, 红, 绿, 蓝, 二氧化硅, SiO2, 氧化铝, AL2O3, 氧化锌, ZNO, 硒化镉, CdSe

WPI, DPODOC:QUANTUM DOT,NANOCRYSTAL,NANOPARTICLE,CORE,COAT+,SHELL,WHITE,RED,BLUE,GREEN,SILICON DIOXIDE,ALUMINUM OXIDE,ZINC OXIDE,CADMIUM SELENIDE

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	SAMEER Sapra. Bright White-Light Emission from Semiconductor Nanocrystals: by Chance and by Dsign. Advanced Materials. 24.1 月 2007, 第 19 卷, 第 4 期, 第 569-572 页	1
A		2-22
A	CN 102925158 A (济南大学) 13.2 月 2013 (13.02.2013) 全文	1-22
A	CN 102344632 A (天津大学) 08.2 月 2012 (08.02.2012) 全文	1-22
A	CN 101049631 A (华东师范大学) 10.10 月 2007 (10.10.2007) 全文	1-22
A	CN 102618289 A (东南大学) 01.8 月 2012 (01.08.2012) 全文	1-22

☒ 其余文件在 C 栏的续页中列出。

☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

24.2 月 2014 (24.02.2014)

国际检索报告邮寄日期

13.3 月 2014 (13.03.2014)

ISA/CN 的名称和邮寄地址:

中华人民共和国国家知识产权局
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088

传真号: (86-10)62019451

受权官员

张丹

电话号码: (86-10) 62086317

C(续). 相关文件

类 型	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	WO2013065956A1 (KOREA INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 10.5 月 2013 (10.05.2013) 全文	1-22
A	US20050287691A1 (INDUSTRIAL TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE) 29.12 月 2005 (29.12.2005) 全文	1-22
A	乐阳, 基于 II-IV 族半导体量子点的白光 LED 的研究进展, 红外, 2 月 2010, 第 31 卷, 第 2 期, 第 8-13 页	1-22
A	LI Yanqin. Bright White-Light-Emitting Device from Ternary Nanocrystal Composites. Advanced Materials. 10 月 2006, 第 18 卷, 第 19 期, 第 2545-2548 页	1-22

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2013/087165

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN 102925158 A	13.02.2013	无	
CN 102344632 A	08.02.2012	无	
CN 101049631 A	10.10.2007	无	
CN 102618289 A	01.08.2012	无	
WO 2013065956 A1	10.05.2013	KR 20130048056 A	09.05.2013
US 2005287691 A1	29.12.2005	TW I237314 B	01.08.2005
		US 7192850 B2	20.03.2007
		TW 200601435 A	01.01.2006

续：主题的分类

C09K11/59 (2006.01) i;

C09K11/54 (2006.01) i