



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101717644 A

(43) 申请公布日 2010.06.02

(21) 申请号 200910259810.8

(22) 申请日 2009.12.15

(71) 申请人 中国科学院长春应用化学研究所  
地址 130000 吉林省长春市人民大街 5625  
号

(72) 发明人 马晓波 聂伟 姬相玲

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限  
公司 11227

代理人 魏晓波 逯长明

(51) Int. Cl.

C09K 11/88(2006.01)

权利要求书 1 页 说明书 6 页

### (54) 发明名称

一种二氧化硅包覆量子点的制备方法

### (57) 摘要

本发明提供一种二氧化硅包覆量子点的制备方法,包括:将 CdSe/CdS 核-壳结构量子点分散到环己烷中得到第一混合液;向所述第一混合液中加入正己烷、表面活性剂和正硅酸乙酯得到第二混合液;向所述第二混合液中加入氨水进行反应;将反应产物沉淀并分离得到二氧化硅包覆的量子点。本发明先将 CdSe/CdS 量子点分散到环己烷中得到第一混合液,然后以正己烷作为分散剂加入到所述第一混合液中,由于正己烷与环己烷极性相近,从而使量子点可以很好地分散在正己烷中,当正硅酸乙酯水解形成 SiO<sub>2</sub>后能够最大限度的包裹在量子点上,得到粒径均匀的 SiO<sub>2</sub>包覆的 CdSe/CdS 核-壳结构的量子点。与现有技术相比,本发明实验步骤少,操作简单且易控制。

1. 一种二氧化硅包覆量子点的制备方法,其特征在于,包括:  
将 CdSe/CdS 核-壳结构量子点分散到环己烷中得到第一混合液;  
向所述液中加入正己烷、表面活性剂和正硅酸乙酯得到第二混合液;  
向所述第二混合液中加入氨水进行反应;  
将反应产物沉淀并分离得到二氧化硅包覆的量子点。
2. 根据权利要求 1 所述的制备方法,其特征在于,所述环己烷与正己烷的体积比为 3~4 : 1。
3. 根据权利要求 1 所述的制备方法,其特征在于,所述环己烷与正己烷的体积比为 3.5~4 : 1。
4. 根据权利要求 1 所述的制备方法,其特征在于,所述表面活性剂为辛基聚氧乙烯(9~10)醚。
5. 根据权利要求 1 所述的制备方法,其特征在于,所述正己烷、辛基聚氧乙烯(9~10)醚和正硅酸乙酯的体积比为 15~25 : 15~25 : 1。
6. 根据权利要求 5 所述的制备方法,其特征在于,所述正己烷、辛基聚氧乙烯(9~10)醚和正硅酸乙酯的体积比为 20~25 : 20~25 : 1。
7. 根据权利要求 1~6 任一项所述的制备方法,其特征在于,所述向所述混合液中加入氨水进行反应的反应温度为 20°C~70°C。
8. 根据权利要求 7 所述的制备方法,其特征在于,所述反应在避光条件下进行。
9. 根据权利要求 1~6 任一项所述的制备方法,其特征在于,所述将反应产物沉淀并分离得到二氧化硅包覆的量子点,具体包括以下步骤:
  - a) 向反应后的溶液中加入丙酮,使反应产物沉淀;
  - b) 将步骤 a) 中反应所得的产物离心分离。
10. 根据权利要求 1~6 任一项所述的制备方法,其特征在于,将反应产物沉淀并分离后还包括:  
用乙醇、丁醇或水洗涤反应产物洗涤。

## 一种二氧化硅包覆量子点的制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及量子点技术领域,更具体地说,涉及一种二氧化硅包覆量子点的制备方法。

### 背景技术

[0002] 量子点通常指半径小于或接近于其波尔激子半径的纳米颗粒。量子点材料的研究是一个涉及多学科交叉领域的研究,除半导体量子点外,还有金属和其它物质的量子点,本文中所提及的量子点除特殊说明外均指半导体量子点。半导体量子点是纳米尺度原子和分子的集合体,一般粒径范围在 2-40nm。由于量子点具有发射波长可调、量子产率高等特点,它在光电器件和生命科学领域中具有广泛的应用前景。量子点分为单一量子点和核-壳结构的量子点,以 CdSe 量子点为例,由于单一 CdSe 量子点容易氧化、不稳定,发光效率低,因此,在单一的 CdSe 量子点表面外延生长一层 CdS 壳结构,制备 CdSe/CdS 核-壳结构量子点,这样能够在一定程度上减少量子点表面的大量缺陷,提高量子点的发光性能。

[0003] CdSe/CdS 核-壳结构量子点与单一 CdSe 量子点相比,尽管在性能上得到了一定程度的改善,但是其热稳定性和化学稳定性仍然较差,在长期保存中易团聚,并且 CdSe/CdS 核-壳结构量子点多在非水相体系制备,但有些实际应用时需要亲水性的量子点,因此要求对油溶性的 CdSe/CdS 核-壳结构量子点进行表面改性成为亲水性的量子点。基于以上几方面,必须对 CdSe/CdS 核-壳结构量子点进行表面修饰。CdSe/CdS 核-壳结构量子点外包覆二氧化硅( $\text{SiO}_2$ )层能提高 CdSe/CdS 核-壳结构量子点的热稳定性和化学稳定性,达到纳米粒子长期保存而不团聚的目的。

[0004] 现有技术中,已经公开了采取硅烷化的方式在量子点外面修饰  $\text{SiO}_2$  的方法。例如,中国专利 CN1306002C 中公开了一种含有碲化镉荧光量子点的二氧化硅荧光微球及其制备方法,在该专利中,以水溶性碲化镉荧光量子点、氨水混合物为水相,非极性有机溶剂为油相,非离子型表面活性剂为乳化剂形成反相微乳液,常温下水解硅氧烷,一步反应得到核-壳结构的二氧化硅荧光微球,然后经过沉淀、分离后得到具有单个碲化镉荧光量子点的二氧化硅微球。上述专利中公开的硅烷化法实验步骤多,操作繁琐且难控制,而且得到的量子点球尺寸比较大,一般粒径在几百纳米时才能保证尺寸的均匀性。

### 发明内容

[0005] 有鉴于此,本发明要解决的技术问题在于提供一种操作简单的二氧化硅包覆量子点的制备方法,通过该方法制备的二氧化硅包覆量子点粒径均匀。

[0006] 为了解决以上技术问题,本发明提供一种二氧化硅包覆量子点的制备方法,包括:

[0007] 将 CdSe/CdS 核-壳结构量子点分散到环己烷中得到第一混合液;

[0008] 向所述液中加入正己烷、表面活性剂和正硅酸乙酯得到第二混合液;

[0009] 向所述第二混合液中加入氨水进行反应;

- [0010] 将反应产物沉淀并分离得到二氧化硅包覆量子点。
- [0011] 优选的,所述环己烷与正己烷的体积比为 3 ~ 4 : 1。
- [0012] 优选的,所述环己烷与正己烷的体积比为 3.5 ~ 4 : 1。
- [0013] 优选的,所述表面活性剂为辛基酚聚氧乙烯 (9 ~ 10) 醚。
- [0014] 优选的,所述正己烷、辛基酚聚氧乙烯 (9 ~ 10) 醚和正硅酸乙酯的体积比为 15 ~ 25 : 15 ~ 25 : 1。
- [0015] 优选的,所述正己烷、辛基酚聚氧乙烯 (9 ~ 10) 醚和正硅酸乙酯的体积比为 20 ~ 25 : 20 ~ 25 : 1。
- [0016] 优选的,所述向所述混合液中加入氨水进行反应的反应温度为 20°C ~ 70°C。
- [0017] 优选的,所述反应在避光条件下进行。
- [0018] 优选的,所述将反应产物沉淀并分离得到二氧化硅包覆的量子点,具体包括以下步骤:
- [0019] a) 向反应后的溶液中加入丙酮,使反应产物沉淀;
- [0020] b) 将步骤 a) 中反应所得的产物离心分离。
- [0021] 优选的,将反应产物沉淀并分离后还包括:
- [0022] 用乙醇、丁醇或水洗涤反应产物洗涤。
- [0023] 本发明提供一种二氧化硅包覆量子点的制备方法,包括:将 CdSe/CdS 核-壳结构的量子点分散到环己烷中得到第一混合液;向所述第一混合液中加入正己烷、表面活性剂和正硅酸乙酯得到第二混合液;向所述第二混合液中加入氨水进行反应;将反应产物沉淀并分离得到二氧化硅包覆量子点。本发明先将 CdSe/CdS 量子点分散到环己烷中,然后再加入正己烷作为分散剂,由于正己烷与环己烷极性相近,因此正己烷容易与环己烷充分混合,从而使量子点可以很好地分散在微乳液中,当正硅酸乙酯水解形成 SiO<sub>2</sub> 后能够最大限度的包裹在 CdSe/CdS 核-壳结构的量子点上,得到粒径均匀的 SiO<sub>2</sub> 包覆的 CdSe/CdS 核-壳结构的量子点。与现有技术相比,本发明实验步骤少,操作简单且易控制,实验结果表明,可以制备粒径均匀的二氧化硅包覆的核-壳结构的量子点。

### 具体实施方式

[0024] 下面将对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动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。

- [0025] 一种二氧化硅包覆量子点的制备方法,包括:
- [0026] 将 CdSe/CdS 核-壳结构的量子点分散到环己烷中得到第一混合液;
- [0027] 向所述第一混合液中加入正己烷、表面活性剂和正硅酸乙酯得到第二混合液;
- [0028] 向所述第二混合液中加入氨水进行反应;
- [0029] 将反应产物沉淀并分离得到二氧化硅包覆量子点。
- [0030] 按照本发明,对于 CdSe/CdS 核-壳结构量子点的制备方法本发明并无特别的限制,例如可以按照文献 Adv. Mater. [J], 2005, 17, 176 ~ 179 的方法制备,即:先将氧化镉和十四烷基羧酸混合,优选加热至 210°C 左右,反应直至形成无色透明的溶液,冷却后,粗产品

用甲苯重结晶,制得十四烷基羧酸镉 (Cd-MA)。再将 Cd-MA、油酸和甲苯优选放入高压釜的聚四氟乙烯衬里内,优选在 80 ~ 100°C 的温度下加热直至形成无色透明的溶液,然后冷却至室温。将硒脲溶于氮气饱和水中,然后将硒脲水溶液加入到上述高压釜中。密封好高压釜后,优选放入 180°C 的烘箱中反应,时间优选为 18 ~ 30min。到反应时间后,取出高压釜,冷却至室温。取出上层有机相,用甲醇纯化纳米晶,制得 CdSe 核量子点。

[0031] 将上述纯化好的 CdSe 核量子点粉末样品溶于甲苯中,然后加入油酸和 Cd-MA,加热至 Cd-MA 溶解。将上述溶液加入不锈钢高压釜的聚四氟乙烯衬里内,将硫脲溶于氮气饱和水中,然后该硫脲水溶液加入到上述高压釜中,密封好高压釜后,优选放入 180°C 的烘箱中反应,反应时间优选为 2 ~ 4h,取出高压釜,冷却至室温,得到 CdSe/CdS 的有机相甲苯溶液,对于所述有机相甲苯溶液的浓度本发明并无特别的限制。

[0032] 在二氧化硅包覆 CdSe/CdS 量子点时,使用甲醇纯化所述 CdSe/CdS 的有机相甲苯溶液得到的量子点。制备 CdSe/CdS 量子点后,取环己烷作为溶剂,将所述 CdSe/CdS 量子点分散到环己烷中,然后再加入正己烷、表面活性剂和正硅酸乙酯得到微乳液。

[0033] 按照本发明,所述表面活性剂优选为辛基酚聚氧乙烯 (9 ~ 10) 醚 TritonX-100,它可以与环己烷形成微乳液。正硅酸乙酯又名 TEOS,其作用是水解后可形成 SiO<sub>2</sub>,包覆在 CdSe/CdS 表面,改善 CdSe/CdS 核-壳结构量子点的亲水性能。环己烷起着助乳剂的作用,能够与 TritonX-100 形成微乳液,从而调节 CdSe/CdS/SiO<sub>2</sub> 纳米球的大小并且起到影响其均匀性的作用。本发明先将 CdSe/CdS 量子点分散到环己烷中得到第一混合液,然后以正己烷作为分散剂加入到所述第一混合液中,由于正己烷与环己烷极性相近,因此正己烷更容易与环己烷充分混合,从而使量子点可以很好地分散在环己烷中,当正硅酸乙酯水解形成 SiO<sub>2</sub> 后能够最大限度的包裹在 CdSe/CdS 核-壳结构的量子点上,得到粒径均匀的 SiO<sub>2</sub> 包覆的 CdSe/CdS 核-壳结构的量子点。

[0034] 按照本发明,所述环己烷、正己烷的体积比优选为 3 ~ 4 : 1,更优选为 3.5 ~ 4 : 1。所述正己烷、辛基酚聚氧乙烯 (9 ~ 10) 醚和正硅酸乙酯的体积比优选为 15 ~ 25 : 15 ~ 25 : 1,更优选为 20 ~ 25 : 20 ~ 25 : 1,最优选为 20 : 20 : 1。对于 CdSe/CdS 量子点与环己烷的重量比,本发明并无特别的限制。

[0035] 按照本发明,加入氨水进行反应时,所述反应温度优选为 20°C ~ 70°C,反应时间优选为 6 ~ 48 小时,更优选为 12 ~ 48 小时,最优选为 24 小时,优选在避光条件下反应。氨水的作用是促进 TEOS 的水解,使 TEOS 完全反应,从而在制备二氧化硅包覆的 CdSe/CdS 核-壳结构量子点的过程中能够充分反应。

[0036] 按照本发明,优选将所述第二混合液匀速磁力搅拌,搅拌时间优选为 30 ~ 40 分钟,更优选为 30 分钟,目的是使 CdSe/CdS 量子点很好地分散在微乳液中,从而使反应能够顺利进行,且使最终反应产物的尺寸分布更加均匀。

[0037] 按照本发明,所述将反应产物沉淀并分离得到二氧化硅包覆量子点,优选包括以下步骤:

[0038] a) 向反应后的第二溶液中优选加入丙酮,使反应产物沉淀;

[0039] b) 优选采用离心分离的方法对将步骤 a) 中反应产物进行分离,但不仅限于此方法。离心分离原理为借助于离心力,使比重不同的物质进行分离。

[0040] 按照本发明,将反应产物沉淀并分离后还包括:

[0041] 优选用乙醇、丁醇、水分别将反应产物洗涤,但不仅限于此,目的在于得到纯度较高的产物。洗涤次数优选为 2~4 次,更优选为 2 次。然后将洗涤过的反应产物超声分散到乙醇中测试发光效率。

[0042] 以下给出具体的实施例来进一步说明本发明提供的制备方法。

[0043] 实施例 1

[0044] 将 1.926g 氧化镉和 7.6g 十四烷基羧酸加入烧瓶中,并在磁力搅拌下加热至 210℃,反应直至形成无色透明的溶液。反应冷却后,粗产品用甲苯重结晶两次,制得十四烷基羧酸镉 (Cd-MA)。

[0045] 将 0.1134g 的 Cd-MA、1.0mL 油酸和 10mL 甲苯加入一容量为 30mL 的不锈钢高压釜的聚四氟乙烯 (Teflon) 衬里内,在 80~100℃ 的温度下加热直至形成无色透明的溶液,后冷却至室温。将 0.0125g 硒脲溶于 10mL 氮气饱和水中,然后把硒脲水溶液加入到上述高压釜中。密封好高压釜后,放入 180℃ 的烘箱中反应 18min。到预定反应时间后,取出高压釜,冷却至室温。取出上层有机相,用甲醇纯化量子点,制得 CdSe 核量子点。

[0046] 将上述纯化好的 CdSe 核量子点粉末样品溶入大约 10mL 的甲苯中,然后加入 1.0mL 油酸和 0.0567g 的 Cd-MA,加热至 Cd-MA 溶解。将上述溶液加入一容量为 30mL 的不锈钢高压釜的聚四氟乙烯 (Teflon) 衬里内,将 0.024g 的硫脲溶于 10mL 氮气饱和水中,然后该硫脲水溶液加入到上述高压釜中,密封好高压釜后,放入 180℃ 的烘箱中反应 2h,取出高压釜,冷却至室温。取出有机相后制得浓度为 0.01mol/L 的 CdSe/CdS 核-壳结构量子点的有机相甲苯溶液。

[0047] 实施例 2

[0048] 取实施例 1 中制备的 CdSe/CdS 的有机相甲苯溶液 0.1mL;

[0049] 用甲醇纯化所述 CdSe/CdS 的有机相甲苯溶液得到 CdSe/CdS 量子点,然后分散到 7.5mL 的环己烷中得到微乳液;

[0050] 向所述微乳液中加入 2mL 的正己烷,2mL 的 TritonX-100 和 100 $\mu$ L 的 TEOS,并一同放入到 50mL 的圆底烧瓶内,磁力搅拌 30min,得到混合液;

[0051] 向所述混合液中加入 250 $\mu$ L 的氨水,室温 20℃ 避光反应 24h;

[0052] 待反应结束后加入大量丙酮,使反应产物沉淀,然后离心分离,弃去清液;

[0053] 用乙醇、丁醇、水分别将产物洗两次,得到二氧化硅包覆的 CdSe/CdS/量子点,并将其超声分散到乙醇中进行测试,直径为 23.0 $\pm$ 2.8nm,发光效率为 2.0%。

[0054] 实施例 3

[0055] 取实施例 1 中制备的 CdSe/CdS 的有机相甲苯溶液 0.5mL;

[0056] 用甲醇纯化所述 CdSe/CdS 的有机相甲苯溶液得到 CdSe/CdS 核壳结构量子点,然后分散到 7.5mL 的环己烷中得到微乳液;

[0057] 向所述微乳液中加入 2mL 的正己烷,2mL 的 TritonX-100 和 100 $\mu$ L 的 TEOS,并一同放入到 50mL 的圆底烧瓶内,磁力搅拌 30min,得到混合液;向所述混合液中加入 250 $\mu$ L 的氨水,室温 20℃ 避光反应 24h;

[0058] 待反应结束后加入大量丙酮,使反应产物沉淀,然后离心分离,弃去清液;

[0059] 用乙醇、丁醇、水分别将产物洗两次,得到二氧化硅包覆的 CdSe/CdS/量子点,并将其超声分散到乙醇中进行测试,大小为 27.0 $\pm$ 3.3nm,发光效率为 2.0%。

[0060] 实施例 4

[0061] 取实施例 1 中制备的 CdSe/CdS 的有机相甲苯溶液 1mL；

[0062] 用甲醇纯化所述 CdSe/CdS 的有机相甲苯溶液得到 CdSe/CdS 核壳结构量子点，然后分散到 7.5mL 的环己烷中得到微乳液；

[0063] 向所述微乳液中加入 2mL 的正己烷，2mL 的 TritonX-100 和 100  $\mu$ L 的 TEOS，并一同放入到 50mL 的圆底烧瓶内，磁力搅拌 30min，得到混合液；向所述混合液中加入 250  $\mu$ L 的氨水，室温 20 $^{\circ}$ C 避光反应 24h；

[0064] 待反应结束后加入大量丙酮，使反应产物沉淀，然后离心分离，弃去清液；

[0065] 用乙醇、丁醇、水分别将产物洗两次，得到二氧化硅包覆的 CdSe/CdS/量子点，并将其超声分散到乙醇中进行测试，大小为  $33.0 \pm 2.0$ nm，发光效率为 8.0%。

[0066] 实施例 5

[0067] 取实施例 1 中制备的 CdSe/CdS 的有机相甲苯溶液 1mL；

[0068] 用甲醇纯化所述 CdSe/CdS 的有机相甲苯溶液得到 CdSe/CdS 核壳结构量子点，然后分散到 7.5mL 的环己烷中得到微乳液；

[0069] 向所述微乳液中加入 2mL 的正己烷，2mL 的 TritonX-100 和 100  $\mu$ L 的 TEOS，并一同放入到 50mL 的圆底烧瓶内，磁力搅拌 30min，得到混合液；向所述混合液中加入 350  $\mu$ L 的氨水，室温 20 $^{\circ}$ C 避光反应 24h；

[0070] 待反应结束后加入大量丙酮，使反应产物沉淀，然后离心分离，弃去清液；

[0071] 用乙醇、丁醇、水分别将产物洗两次，得到二氧化硅包覆的 CdSe/CdS/量子点，并将其超声分散到乙醇中进行测试，大小为  $41.0 \pm 2.8$ nm，发光效率为 5.9%。

[0072] 实施例 6

[0073] 取实施例 1 中制备的 CdSe/CdS 的有机相甲苯溶液 1mL；

[0074] 用甲醇纯化所述 CdSe/CdS 的有机相甲苯溶液得到 CdSe/CdS 核壳结构量子点，然后分散到 7.5mL 的环己烷中得到微乳液；

[0075] 向所述微乳液中加入 2mL 的正己烷，2mL 的 TritonX-100 和 100  $\mu$ L 的 TEOS，并一同放入到 50mL 的圆底烧瓶内，磁力搅拌 30min，得到混合液；

[0076] 向所述混合液中加入 250  $\mu$ L 的氨水，室温 30 $^{\circ}$ C 避光反应 24h；

[0077] 待反应结束后加入大量丙酮，使反应产物沉淀，然后离心分离，弃去清液；

[0078] 用乙醇、丁醇、水分别将产物洗两次，得到二氧化硅包覆的 CdSe/CdS/量子点，并将其超声分散到乙醇中进行测试，大小为  $64.0 \pm 3.6$ nm，发光效率为 1.6%。

[0079] 实施例 7

[0080] 取实施例 1 中制备的 CdSe/CdS 的有机相甲苯溶液 1mL；

[0081] 用甲醇纯化所述 CdSe/CdS 的有机相甲苯溶液得到 CdSe/CdS 核壳结构量子点，然后分散到 7.5mL 的环己烷中得到微乳液；

[0082] 向所述微乳液中加入 2mL 的正己烷，2mL 的 TritonX-100 和 100  $\mu$ L 的 TEOS，并一同放入到 50mL 的圆底烧瓶内，磁力搅拌 30min，得到混合液；

[0083] 向所述混合液中加入 250  $\mu$ L 的氨水，室温 40 $^{\circ}$ C 避光反应 24h；

[0084] 待反应结束后加入大量丙酮，使反应产物沉淀，然后离心分离，弃去清液；

[0085] 用乙醇、丁醇、水分别将产物洗两次，得到二氧化硅包覆的 CdSe/CdS/量子点，并

将其超声分散到乙醇中进行测试,大小为  $82.0 \pm 5.1\text{nm}$ ,发光效率为 1.3%。

[0086] 实施例 8

[0087] 取实施例 1 中制备的 CdSe/CdS 的有机相甲苯溶液 1mL;

[0088] 用甲醇纯化所述 CdSe/CdS 的有机相甲苯溶液得到 CdSe/CdS 核壳结构量子点,然后分散到 7.5mL 的环己烷中得到微乳液;

[0089] 向所述微乳液中加入 2mL 的正己烷,2mL 的 TritonX-100 和  $100\mu\text{L}$  的 TEOS,并一同放入到 50mL 的圆底烧瓶内,磁力搅拌 30min,得到混合液;向所述混合液中加入  $250\mu\text{L}$  的氨水,室温  $55^\circ\text{C}$  避光反应 24h;

[0090] 待反应结束后加入大量丙酮,使反应产物沉淀,然后离心分离,弃去清液;

[0091] 用乙醇、丁醇、水分别将产物洗两次,得到二氧化硅包覆的 CdSe/CdS/量子点,并将其超声分散到乙醇中进行测试,大小为  $110 \pm 13\text{nm}$ ,发光效率为 0.2%。

[0092] 实施例 9

[0093] 取实施例 1 中制备的 CdSe/CdS 的有机相甲苯溶液 1mL;

[0094] 用甲醇纯化所述 CdSe/CdS 的有机相甲苯溶液得到 CdSe/CdS 核壳结构量子点,然后分散到 7.5mL 的环己烷中得到微乳液;

[0095] 向所述微乳液中加入 2mL 的正己烷,2mL 的 TritonX-100 和  $100\mu\text{L}$  的 TEOS,并一同放入到 50mL 的圆底烧瓶内,磁力搅拌 30min,得到混合液;向所述混合液中加入  $250\mu\text{L}$  的氨水,室温  $70^\circ\text{C}$  避光反应 24h;

[0096] 待反应结束后加入大量丙酮,使产物沉淀,然后离心分离,弃去清液;

[0097] 用乙醇、丁醇、水分别将产物洗两次,得到二氧化硅包覆的 CdSe/CdS/量子点,并将其超声分散到乙醇中进行测试,大小为  $145 \pm 13\text{nm}$ ,发光效率为 0.2%。

[0098] 从以上实施例可以看出,本发明先将 CdSe/CdS 量子点的有机相甲苯溶液分散到环己烷中形成微乳液,然后以正己烷作为分散剂加入到所述微乳液中,由于正己烷与环己烷极性相近,因此正己烷更容易与微乳液充分混合,从而使量子点可以很好地分散在正己烷中,当正硅酸乙酯水解形成  $\text{SiO}_2$  后能够最大限度的包裹在 CdSe/CdS 核-壳结构的量子点上,得到粒径均匀的  $\text{SiO}_2$  包覆的 CdSe/CdS 核-壳结构的量子点。与现有技术相比,本发明实验步骤少,操作简单且易控制,实验结果表明,可以制备粒径均匀的二氧化硅包覆的核-壳结构的量子点。

[0099] 本说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。对于实施例公开的装置而言,由于其与实施例公开的方法相对应,所以描述的比较简单,相关之处参见方法部分说明即可。

[0100] 对所公开的实施例的上述说明,使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下,在其它实施例中实现。因此,本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。