



# (12)发明专利申请



(10)申请公布号 CN 110885674 A

(43)申请公布日 2020.03.17

(21)申请号 201811046064.X

(22)申请日 2018.09.07

(71)申请人 TCL集团股份有限公司

地址 516006 广东省惠州市仲恺高新技术  
开发区十九号小区

(72)发明人 覃辉军

(74)专利代理机构 深圳市君胜知识产权代理事  
务所(普通合伙) 44268

代理人 王永文 刘文求

(51)Int.Cl.

C09K 11/02(2006.01)

C09K 11/56(2006.01)

C09K 11/88(2006.01)

C09K 11/70(2006.01)

权利要求书4页 说明书11页

(54)发明名称

一种复合材料及其制备方法

(57)摘要

本发明公开一种复合材料及其制备方法,所述复合材料包括:发光量子点、结合在所述发光量子点表面的卤素配体和油溶性有机配体。本发明发光量子点表面具有混合配体:卤素配体和油溶性有机配体,该油溶性有机配体使得复合材料依然为油溶性。与现有表面为单纯油溶性有机配体的油溶性复合材料相比,本发明油溶性的复合材料中,卤素配体能够提高量子点的电子传输性,提高发光层中载流子的传输速率,从而平衡器件发光层中的电子传输速率和空穴传输速率,进而提高器件的发光效率,降低工作电压,提高器件使用寿命。

1. 一种复合材料,其特征在于,包括:发光量子点、结合在所述发光量子点表面的卤素配体和油溶性有机配体。

2. 根据权利要求1所述的复合材料,其特征在于,所述发光量子点选自II-VI族量子点、III-V族量子点或IV-VI族量子点;

或者,所述发光量子点选自以III-V族材料或II-VI族材料为核,II-VI族材料为壳的核壳量子点;

优选的,所述发光量子点选自以II-VI族材料为核,II-VI族材料为壳的核壳量子点;

进一步优选的,所述发光量子点选自CdZnS/ZnS、CdZnSe/ZnSe、CdSeS/CdSeS/CdS、CdSe/CdZnSe/CdZnSe/ZnSe、CdZnSe/CdZnSe/ZnSe、CdS/CdZnS/CdZnS/ZnS、CdSe/ZnS、CdZnSe/ZnS、CdSe/CdS/ZnS、CdSe/ZnSe/ZnS和CdZnSe/CdZnS/ZnS中的一种或多种。

3. 根据权利要求1所述的复合材料,其特征在于,所述发光量子点的粒径为10-20nm;

和/或,所述卤素配体选自氯离子、溴离子和碘离子中的一种或多种;

和/或,所述油溶性有机配体选自碳原子数大于等于8的直链有机配体、支链碳原子数大于等于4的仲胺或叔胺、取代或未取代的烷胺基膦、取代或未取代的烷氧基膦、取代或未取代的硅烷基膦和支链碳原子数大于等于4的烷基膦中的一种或多种。

4. 根据权利要求3所述的复合材料,其特征在于,所述碳原子数大于等于8的直链有机配体选自碳原子数大于等于8的有机羧酸、碳原子数大于等于8的硫醇、碳原子数大于等于8的有机磷酸和碳原子数大于等于8的伯胺中的一种或多种;

或者,所述取代或未取代的烷胺基膦选自三(二甲胺基)膦、三(二乙胺基)膦、三(二丙胺基)膦、三(二丁胺基)膦、三(二戊胺基)膦、三(二己胺基)膦、三(二更胺基)膦、三(二辛胺基)膦和二苄基二乙基胺基膦中的一种或多种;

或者,所述取代或未取代的烷氧基膦选自三丁基氧膦、三戊基氧膦、三己基氧膦、三更基氧膦、三辛基氧膦、三壬基氧膦、三癸基氧膦、二苯基甲氧基膦、二苯基乙氧基膦、二苯基丙氧基膦、二苯基丁氧基膦、二甲基苯基氧膦、二乙基苯基氧膦、二丙基苯基氧膦、二丁基苯基氧膦、甲基二苯基氧膦、乙基二苯基氧膦、丙基二苯基氧膦、丁基二苯基氧膦和氯(二异丙基氨基)甲氧基膦中的一种或多种;

或者,所述取代或未取代的硅烷基膦选自三(三甲硅烷基)膦、三(三乙硅烷基)膦、三(三丙硅烷基)膦、三(三丁硅烷基)膦、三(三戊硅烷基)膦、三(三己硅烷基)膦、三(三更硅烷基)膦和三(三辛硅烷基)膦中的一种或多种;

或者,所述支链碳原子数大于等于4的烷基膦选自三丁基膦、三庚基膦和三辛基膦中的一种或多种。

5. 根据权利要求1所述的复合材料,其特征在于,所述油溶性有机配体选自碳原子数大于等于8的硫醇、碳原子数大于等于8的有机磷酸和取代或未取代的烷胺基膦中的一种或多种。

6. 一种复合材料的制备方法,其特征在于,包括步骤:

将阳离子前驱体和第一油溶性有机配体分散到溶剂中,在第一温度下加热,得到第一混合物,所述阳离子前驱体为金属卤化物;

将阴离子前驱体分散到溶剂中,在第二温度下加热,得到第二混合物;

在第三温度下加热所述第一混合物,在加热过程中注入所述第二混合物进行发光量子

点的生长,得到所述复合材料,其中,所述第三温度高于所述第一温度和所述第二温度。

7. 根据权利要求6所述的复合材料的制备方法,其特征在于,所述金属卤化物为镉元素的氯化物、溴化物和碘化物中的一种或多种,进一步的,所述金属卤化物中还包括锌元素的氯化物、溴化物和碘化物中的一种或多种;

和/或,所述金属卤化物为铅元素的氯化物、溴化物和碘化物中的一种或多种,进一步的,所述金属卤化物中还包括锌元素的氯化物、溴化物和碘化物中的一种或多种;

和/或,所述第一油溶性有机配体选自碳原子数大于等于8的有机羧酸、碳原子数大于等于8的有机磷酸、碳原子数大于等于8的伯胺和支链碳原子数大于等于4的仲胺或叔胺中的一种或多种。

8. 根据权利要求7所述的复合材料的制备方法,其特征在于,所述阴离子前驱体选自:S的前驱体、Se的前驱体和Te的前驱体中的一种或多种。

9. 根据权利要求6所述的复合材料的制备方法,其特征在于,所述金属卤化物为铟的氯化物、溴化物和碘化物中的一种或多种。

10. 根据权利要求6所述的复合材料的制备方法,其特征在于,所述阴离子前驱体选自:P元素的前驱体和As元素的前驱体中的一种或多种。

11. 根据权利要求6所述的复合材料的制备方法,其特征在于,所述第一温度为110-190℃;

和/或,所述第二温度为110-190℃;

和/或,所述第三温度为210-350℃。

12. 根据权利要求6所述的复合材料的制备方法,其特征在于,在第三温度下加热所述第一混合物,在加热过程中注入所述第二混合物进行发光量子点的生长,生长完成后,在降温的过程中加入第三油溶性配体,使第三油溶性配体结合在发光量子点表面,得到所述复合材料,其中所述第三油溶性配体为碳原子数大于等于8的硫醇,其中,所述第三温度高于所述第一温度和所述第二温度。

13. 一种复合材料的制备方法,其特征在于,包括步骤:

将阳离子前驱体分散到溶剂中,在第一温度下加热,得到第一混合物,所述阳离子前驱体为金属卤化物;

将阴离子前驱体、第二油溶性有机配体分散到溶剂中,在第二温度下加热,得到第二混合物;

在第三温度下加热所述第一混合物,在加热过程中注入所述第二混合物进行发光量子点的生长,得到所述复合材料,其中,所述第三温度高于所述第一温度和所述第二温度。

14. 根据权利要求13所述的复合材料的制备方法,其特征在于,所述金属卤化物为镉元素的氯化物、溴化物和碘化物中的一种或多种,进一步的,所述金属卤化物中还包括锌元素的氯化物、溴化物和碘化物中的一种或多种;

和/或,所述金属卤化物为铅元素的氯化物、溴化物和碘化物中的一种或多种,进一步的,所述金属卤化物中还包括锌元素的氯化物、溴化物和碘化物中的一种或多种;

和/或,所述第二油溶性有机配体选自取代或未取代的烷基膦、取代或未取代的烷氧基膦、取代或未取代的硅烷基膦和支链碳原子数大于等于4的烷基膦中的一种或多种。

15. 根据权利要求14所述的复合材料的制备方法,其特征在于,所述阴离子前驱体选

自:S的前驱体、Se的前驱体和Te的前驱体中的一种或多种。

16. 根据权利要求13所述的复合材料的制备方法,其特征在于,所述金属卤化物为镉的氯化物、溴化物和碘化物中的一种或多种。

17. 根据权利要求16所述的复合材料的制备方法,其特征在于,所述阴离子前驱体选自:P元素的前驱体和As元素的前驱体中的一种或多种。

18. 根据权利要求13所述的复合材料的制备方法,其特征在于,所述第一温度为110-190℃;

和/或,所述第二温度为110-190℃;

和/或,所述第三温度为210-350℃。

19. 根据权利要求13所述的复合材料的制备方法,其特征在于,在第三温度下加热所述第一混合物,在加热过程中注入所述第二混合物进行发光量子点的生长,生长完成后,在降温的过程中加入第三油溶性配体,使第三油溶性配体结合在发光量子点表面,得到所述复合材料,其中所述第三油溶性配体为碳原子数大于等于8的硫醇,其中,所述第三温度高于所述第一温度和所述第二温度。

20. 一种复合材料的制备方法,其特征在于,包括步骤:

将阳离子前驱体和第一油溶性有机配体分散到溶剂中,在第一温度下加热,得到第一混合物,所述阳离子前驱体为金属卤化物;

将阴离子前驱体、第二油溶性有机配体分散到溶剂中,在第二温度下加热,得到第二混合物;

在第三温度下加热所述第一混合物,在加热过程中注入所述第二混合物进行发光量子点的晶体生长,得到所述复合材料,其中,所述第三温度高于所述第一温度和所述第二温度。

21. 根据权利要求20所述的复合材料的制备方法,其特征在于,所述金属卤化物为镉元素的氯化物、溴化物和碘化物中的一种或多种,进一步的,所述金属卤化物中还包括锌元素的氯化物、溴化物和碘化物中的一种或多种;

和/或,所述金属卤化物为铅元素的氯化物、溴化物和碘化物中的一种或多种,进一步的,所述金属卤化物中还包括锌元素的氯化物、溴化物和碘化物中的一种或多种;

和/或,所述第一油溶性有机配体选自碳原子数大于等于8的有机羧酸、碳原子数大于等于8的有机磷酸、支链碳原子数大于等于4的仲胺或叔胺和碳原子数大于等于8的伯胺中的一种或多种;

和/或所述第二油溶性有机配体选自取代或未取代的烷基膦、取代或未取代的烷氧基膦、取代或未取代的硅烷基膦和支链碳原子数大于等于4的烷基膦中的一种或多种。

22. 根据权利要求21所述的复合材料的制备方法,其特征在于,所述阴离子前驱体选自:S的前驱体、Se的前驱体和Te的前驱体中的一种或多种。

23. 根据权利要求20所述的复合材料的制备方法,其特征在于,所述金属卤化物为镉的氯化物、溴化物和碘化物中的一种或多种。

24. 根据权利要求23所述的复合材料的制备方法,其特征在于,所述阴离子前驱体选自:P元素的前驱体和As元素的前驱体中的一种或多种。

25. 根据权利要求20所述的复合材料的制备方法,其特征在于,所述第一温度为110-

190℃;

和/或,所述第二温度为110-190℃;

和/或,所述第三温度为210-350℃。

26. 根据权利要求20所述的复合材料的制备方法,其特征在于,在第三温度下加热所述第一混合物,在加热过程中注入所述第二混合物进行发光量子点的生长,生长完成后,在降温的过程中加入第三油溶性配体,使第三油溶性配体结合在发光量子点表面,得到所述复合材料,其中所述第三油溶性配体为碳原子数大于等于8的硫醇,其中,所述第三温度高于所述第一温度和所述第二温度。

27. 一种复合材料的制备方法,其特征在于,包括步骤:

将阳离子前驱体分散到溶剂中,在第一温度下加热,得到第一混合物,所述阳离子前驱体为金属卤化物;

将阴离子前驱体分散到溶剂中,在第二温度下加热,得到第二混合物;

在第三温度下加热所述第一混合物,在加热过程中注入所述第二混合物进行发光量子点的生长,生长完成后,在降温的过程中加入第三油溶性配体,使第三油溶性配体结合在发光量子点表面,得到所述复合材料,其中所述第三油溶性配体为碳原子数大于等于8的硫醇,其中,所述第三温度高于所述第一温度和所述第二温度。

28. 根据权利要求27所述的复合材料的制备方法,其特征在于,所述金属卤化物为镉元素的氯化物、溴化物和碘化物中的一种或多种,进一步的,所述金属卤化物中还包括锌元素的氯化物、溴化物和碘化物中的一种或多种;

和/或,所述金属卤化物为铅元素的氯化物、溴化物和碘化物中的一种或多种,进一步的,所述金属卤化物中还包括锌元素的氯化物、溴化物和碘化物中的一种或多种。

29. 根据权利要求28所述的复合材料的制备方法,其特征在于,所述阴离子前驱体选自:S的前驱体、Se的前驱体和Te的前驱体中的一种或多种。

30. 根据权利要求27所述的复合材料的制备方法,其特征在于,所述金属卤化物为铟的氯化物、溴化物和碘化物中的一种或多种。

31. 根据权利要求30所述的复合材料的制备方法,其特征在于,所述阴离子前驱体选自:P元素的前驱体和As元素的前驱体中的一种或多种。

32. 根据权利要求31所述的复合材料的制备方法,其特征在于,所述第一温度为110-190℃;

和/或,所述第二温度为110-190℃;

和/或,所述第三温度为210-350℃。

## 一种复合材料及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及量子点发光器件领域,尤其涉及一种复合材料及其制备方法。

### 背景技术

[0002] 近年来,由于胶体量子点具有量子效率高、光纯度高、发射波长可调节等特点,成为最具有发展前景的新型显示材料。目前研究者们已经能成熟地制备出光致发光效率高达100%的量子点材料,能广泛地应用在生物标记、传感器件以及发光二极管(LED)中。

[0003] 在量子点发光二极管制备过程中,其器件的外量子效率却很低,据报道的红绿蓝的器件效率都不足20%。为什么量子点材料的光致发光效率和电致发光效率差别如此之大呢,这主要是由于量子点材料使用光激发,而器件使用电激发。在器件结构中,量子点发光层对其他功能层如电子传输层、空穴传输层的要求较高,需其他功能层在功函数、传输性能、稳定性等各方面达到比较理想的情况才能得到较高的器件效率与寿命。决定量子点器件效率的一个很重要的因素就是电子传输速率与空穴传输速率达到平衡,目前的器件结构中,普遍来说都是电子传输速率大于空穴传输速率,两者很难达到平衡,导致器件效率和使用寿命较低。

[0004] 因此,现有技术还有待于改进和发展。

### 发明内容

[0005] 鉴于上述现有技术的不足,本发明的目的在于提供一种复合材料及其制备方法,旨在解决现有器件结构普遍是电子传输速率大于空穴传输速率,两者很难达到平衡,导致器件效率和使用寿命较低的问题。

[0006] 本发明的技术方案如下:

一种复合材料,其中,包括:发光量子点、结合在所述发光量子点表面的卤素配体和油溶性有机配体。

[0007] 有益效果:本发明发光量子点表面具有混合配体:卤素配体和油溶性有机配体,该油溶性有机配体使得复合材料依然为油溶性。与现有表面为单纯油溶性有机配体的油溶性复合材料相比,本发明油溶性的复合材料中,卤素配体能够提高量子点的电子传输性,提高发光层中载流子的传输速率,从而平衡器件发光层中的电子传输速率和空穴传输速率,进而提高器件的发光效率,降低工作电压,提高器件使用寿命。

### 具体实施方式

[0008] 本发明提供一种复合材料及其制备方法,为使本发明的目的、技术方案及效果更加清楚、明确,以下对本发明进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0009] 本发明实施例提供一种复合材料,其中,包括:发光量子点、结合在所述发光量子点表面的卤素配体和油溶性有机配体。

[0010] 本实施例所述复合材料中,发光量子点表面具有混合配体:卤素配体和油溶性有机配体,该油溶性有机配体使得复合材料依然为油溶性。与现有表面为单纯油溶性有机配体的油溶性复合材料相比,本发明油溶性的复合材料中,卤素配体能够提高量子点的电子传输性,提高发光层中载流子的传输速率,从而平衡器件发光层中的电子传输速率和空穴传输速率,进而提高器件的发光效率,降低工作电压,提高器件使用寿命。

[0011] 在一种优选的实施方式中,所述发光量子点选自II-VI族量子点、III-V族量子点或IV-VI族量子点。具体的,所述发光量子点可以选自II-VI族、III-V族、IV-VI族的单核量子点和合金量子点,II-VI族、III-V族、IV-VI族的核壳型量子点中的一种或多种。作为举例,II-VI族单核量子点和合金量子点选自CdSe、CdS、ZnSe、ZnS、CdTe、ZnTe、CdZnS、CdZnSe、CdZnTe、ZnSeS、ZnSeTe、ZnTeS、CdSeS、CdSeTe、CdTeS、CdZnSeS、CdZnSeTe、CdZnSTe、CdSeSTe、ZnSeSTe和CdZnSeSTe等中的一种;III-V族单核量子点和合金量子点选自InP、GaP、GaAs、InAs、InAsP、GaAsP、InGaP、InGaAs和InGaAsP等中的一种;IV-VI族单核量子点和合金量子点选自PbS、PbSe、PbTe、PbSeS、PbSeTe和PbSTe等中的一种;所述II-VI族、III-V族、IV-VI族的核壳型量子点选自CdZnSe/ZnS、CdZnSeS/ZnS、CdTe/ZnS、CdZnSe/ZnS、CdZnSeS/ZnS、CdTe/ZnS、CdTe/CdSe、CdTe/ZnTe、CdSe/CdS和CdSe/ZnS等中的一种。

[0012] 在一种优选的实施方式中,所述发光量子点选自以III-V族材料或II-VI族材料为核,II-VI族材料为壳的核壳量子点。作为举例,以上核壳量子点中的核或者壳化合物选自以下中的一种或多种:II-VI族的CdSe、CdS、ZnSe、ZnS、CdTe、ZnTe、CdZnS、CdZnSe、CdZnTe、ZnSeS、ZnSeTe、ZnTeS、CdSeS、CdSeTe、CdTeS、CdZnSeS、CdZnSeTe、CdZnSTe、CdSeSTe、ZnSeSTe、CdZnSeSTe;III-V族的InP、GaP、GaAs、InAs、InAsP、GaAsP、InGaP、InGaAs、InGaAsP;IV-VI族的PbS、PbSe、PbTe、PbSeS、PbSeTe、PbSTe。

[0013] 进一步在一种优选的实施方式中,所述发光量子点选自以II-VI族材料为核,II-VI族材料为壳的核壳(核层材料和壳层材料均为II-VI族材料)结构量子点。II-VI族的核壳结构量子点,其发光效率高,半峰宽窄。其表面阳离子一般为 $Zn^{2+}$ 或 $Cd^{2+}$ ,表面阴离子一般为 $Se^{2-}$ 或 $S^{2-}$ ,比电子传输层所选的ZnO、ZnS或SnO等材料能量势垒低。例如,所述发光量子点选自CdZnS/ZnS、CdZnSe/ZnSe、CdSeS/CdSeS/CdS、CdSe/CdZnSe/CdZnSe/ZnSe、CdZnSe/CdZnSe/ZnSe、CdS/CdZnS/CdZnS/ZnS、CdSe/ZnS、CdZnSe/ZnS、CdSe/CdS/ZnS、CdSe/ZnSe/ZnS和CdZnSe/CdZnS/ZnS中的一种或多种。上述量子点的发光性能优异,从而保证量子点发光材料中电子传输的有效性。

[0014] 在一种优选的实施方式中,所述卤素配体选自氯离子、溴离子和碘离子中的一种或多种。

[0015] 进一步在一种优选的实施方式中,所述卤素配体为氯离子。因为氯相对于溴、碘的原子半径小,在发光量子点表面作为表面配体时,电子传输需要经过的距离短,这样可以提高电子传输性。

[0016] 在一种优选的实施方式中,所述油溶性有机配体选自碳原子数大于等于8的直链有机配体、支链碳原子数大于等于4的仲胺或叔胺、取代或未取代的烷基膦、取代或未取代的烷氧基膦、取代或未取代的硅烷基膦和支链碳原子数大于等于4的烷基膦中的一种或多种,但不限于此。

[0017] 进一步在一种优选的实施方式中,所述碳原子数大于等于8的直链有机配体选自

碳原子数大于等于8的有机羧酸、碳原子数大于等于8的硫醇、碳原子数大于等于8的有机磷酸和碳原子数大于等于8的伯胺中的一种或多种,但不限于此。作为举例,所述碳原子数大于等于8的有机羧酸选自辛酸、壬酸、癸酸、十一烷基酸、十二烷基酸、十三烷基酸、十四烷基酸、十六烷基酸和十八烷基酸等中的一种或多种。作为举例,所述碳原子数大于等于8的硫醇选自辛硫醇、壬硫醇、癸硫醇、十二硫醇、十四硫醇、十六硫醇、十八硫醇、1,8-辛二硫醇和1,10-癸二硫醇等中的一种或多种。作为举例,所述碳原子数大于等于8的有机磷酸选自十二烷基磷酸、十四烷基磷酸、十六烷基磷酸和十八烷基磷酸等中的一种或多种。作为举例,所述碳原子数大于等于8的伯胺选自辛胺、壬胺、癸胺、十二胺、十四胺、十六胺、十八胺等中的一种或多种。

[0018] 进一步在一种优选的实施方式中,所述支链碳原子数大于等于4的仲胺或叔胺选自二丁基胺、二己基胺、二庚基胺、二辛基胺、二壬基胺、二癸基胺、三丁基胺、三己基胺、三庚基胺、三辛基胺、三壬基胺、三癸基胺等中的一种或多种。

[0019] 进一步在一种优选的实施方式中,所述取代或未取代的烷基基膦选自三(二甲胺基)膦、三(二乙胺基)膦、三(二丙胺基)膦、三(二丁胺基)膦、三(二戊胺基)膦、三(二己胺基)膦、三(二庚胺基)膦、三(二辛胺基)膦和二苄基二乙基胺基膦中的一种或多种,但不限于此。

[0020] 进一步在一种优选的实施方式中,所述取代或未取代的烷氧基膦选自三丁基氧膦、三戊基氧膦、三己基氧膦、三庚基氧膦、三辛基氧膦、三壬基氧膦、三癸基氧膦、二苯基甲氧基膦、二苯基乙氧基膦、二苯基丙氧基膦、二苯基丁氧基膦、二甲基苯基氧膦、二乙基苯基氧膦、二丙基苯基氧膦、二丁基苯基氧膦、甲基二苯基氧膦、乙基二苯基氧膦、丙基二苯基氧膦、丁基二苯基氧膦和氯(二异丙基氨基)甲氧基膦中的一种或多种,但不限于此。

[0021] 进一步在一种优选的实施方式中,所述取代或未取代的硅烷基膦选自三(三甲硅烷基)膦、三(三乙硅烷基)膦、三(三丙硅烷基)膦、三(三丁硅烷基)膦、三(三戊硅烷基)膦、三(三己硅烷基)膦、三(三庚硅烷基)膦和三(三辛硅烷基)膦中的一种或多种,但不限于此。

[0022] 进一步在一种优选的实施方式中,所述支链碳原子数大于等于4的烷基膦选自三丁基膦、三庚基膦和三辛基膦中的一种或多种,但不限于此。

[0023] 在一种具体的实施方式中,所述油溶性有机配体为碳原子数大于等于8的硫醇、碳原子数大于等于8的有机磷酸和取代或未取代的烷基基膦中的一种或多种。因为有机磷酸和硫醇类配体与发光量子点表面的阳离子分别以离子键和氢键结合,烷基基膦中与发光量子点表面的阳离子能同时以P的孤电子对或-NH<sub>2</sub>中的氢键结合,结合能力强,不易脱落,能保证复合材料的溶解性和传输性,且这几类配体与发光量子点表面离子不会以-OH结合,不会发生水解。

[0024] 本发明实施例提供一种复合材料的制备方法,其中,包括步骤:

将阳离子前驱体和第一油溶性有机配体分散到溶剂中,在第一温度下加热,得到第一混合物,所述阳离子前驱体为金属卤化物;

将阴离子前驱体分散到溶剂中,在第二温度下加热,得到第二混合物;

在第三温度下加热所述第一混合物,在加热过程中注入所述第二混合物进行发光量子点的生长,得到所述复合材料,其中,所述第三温度高于所述第一温度和所述第二温度。

[0025] 本实施例含卤素的阳离子前驱体和阴离子前驱体在高温下反应,反应得到发光量



子点,含卤素的阳离子前驱物中的卤素离子和第一油溶性有机配体结合到发光量子点表面。采用本实施例方法,可以获得不同配体搭配量子点,制备得到的所述发光量子点表面缺陷小,并通过控制粒径大小(优选为10nm-20nm)可实现可见波段内有发射峰,可作为发光量子点。采用该方法反应得到的复合材料,其发光量子点表面具有混合配体:卤素配体和油溶性有机配体,该油溶性有机配体使得复合材料依然为油溶性。与现有表面为单纯油溶性有机配体的油溶性复合材料相比,本发明复合材料中,卤素配体能够提高量子点的电子传输性,提高发光层中载流子的传输速率,从而平衡器件发光层中的电子传输速率和空穴传输速率,进而提高器件的发光效率,降低工作电压,提高器件使用寿命。

[0026] 在一种优选的实施方式中,所述金属卤化物为镉元素的氯化物、溴化物和碘化物中的一种或多种;和/或,所述金属卤化物为铅元素的氯化物、溴化物和碘化物中的一种或多种。作为举例,所述金属卤化物为 $\text{CdCl}_2$ 、 $\text{CdBr}_2$ 和 $\text{CdI}_2$ 中的一种或多种;所述金属卤化物为 $\text{PbCl}_2$ 、 $\text{PbBr}_2$ 和 $\text{PbI}_2$ 等中的一种或多种。进一步在一种优选的实施方式中,所述金属卤化物中还包括锌元素的氯化物、溴化物和碘化物中的一种或多种。作为举例,所述金属卤化物选自 $\text{ZnCl}_2$ 、 $\text{ZnBr}_2$ 和 $\text{ZnI}_2$ 等中的一种或多种。再进一步在一种优选的实施方式中,所述阴离子前驱体可以选自S的前驱体、Se的前驱体和Te的前驱体中的一种或多种。

[0027] 其中,所述S的前驱体可以选自硫单质和碳原子数大于等于8的硫醇中的一种或两种,所述硫单质是与非配位溶剂混合后以硫-非配位溶剂的形式加入的。将所述硫单质分散在非配位溶剂中,以形成均匀液体,方便后续注入。需说明的是,所述非配位溶剂除用于分散硫单质之外,还可作为配体结合到发光量子点表面。作为举例,所述硫-非配位溶剂选自硫-十二烯、硫-十四烯、硫-十六烯、硫-十八烯、硫-三丁基膦、硫-三庚基膦、硫-三辛基膦中的一种或多种。作为举例,所述碳原子数大于等于8的硫醇选自辛硫醇、壬硫醇、癸硫醇、十一硫醇、十二硫醇、十三硫醇、十四硫醇、十五硫醇、十六硫醇、十七硫醇和十八硫醇等中的一种或多种。

[0028] 其中,所述Se的前驱体可以为硒单质,所述硒单质是与非配位溶剂混合后以硒-非配位溶剂的形式加入的。将所述硒单质分散在非配位溶剂中,以形成均匀液体,方便后续注入。需说明的是,所述非配位溶剂除用于分散硒单质之外,还可作为配体结合到发光量子点表面。作为举例,所述硒-非配位溶剂选自硒-十二烯、硒-十四烯、硒-十六烯、硒-十八烯、硒-三丁基膦、硒-三庚基膦、硒-三辛基膦中的一种或多种。

[0029] 其中,所述Te的前驱体可以为碲单质,所述碲单质是与非配位溶剂混合后以碲-非配位溶剂的形式加入的。将所述碲单质分散在非配位溶剂中,以形成均匀液体,方便后续注入。需说明的是,所述非配位溶剂除用于分散碲单质之外,还可作为配体结合到发光量子点表面。作为举例,所述碲-非配位溶剂选自碲-十二烯、碲-十四烯、碲-十六烯、碲-十八烯中的一种或多种。

[0030] 在一种优选的实施方式中,所述金属卤化物为铟的氯化物、溴化物和碘化物中的一种或多种。作为举例,所述金属卤化物为 $\text{InCl}_3$ 、 $\text{InBr}_3$ 和 $\text{InI}_3$ 等中的一种或多种。

[0031] 进一步在一种优选的实施方式中,所述阴离子前驱体选自:P元素的前驱体和As元素的前驱体中的一种或多种。作为举例,所述P元素的前驱体包括三(三甲基硅基)磷酸盐(tris(trimethylsilyl)phosphine)或烷基膦类化合物(alkyl phosphines)(例如三乙基膦(triethyl phosphine)、三丁基膦(tributyl phosphine)、三正辛基膦(trioctyl

phosphine)、三苯基膦(triphenyl phosphine)和三环己基膦(tricyclohexyl phosphine)),但不限于此。所述As元素的前驱体包括碘化砷(aluminum iodide)、溴化砷(aluminum bromide)、氯化砷(arsenic chloride)、氧化砷(aluminum oxide)和硫酸砷(aluminum sulfate)等中的至少一种,但不限于此。

[0032] 在一种优选的实施方式中,所述第一油溶性有机配体选自碳原子数大于等于8的有机羧酸、碳原子数大于等于8的有机磷酸、碳原子数大于等于8的伯胺和支链碳原子数大于等于4的仲胺或叔胺中的一种或多种。

[0033] 在一种优选的实施方式中,所述第一温度为110-190℃。

[0034] 在一种优选的实施方式中,所述第二温度为110-190℃。

[0035] 在一种优选的实施方式中,所述发光量子点的粒径在10nm以上。本实施例采用在较高的温度下成核,并通过控制粒径大小,制备得到的所述发光量子点,在可见波段有发射峰。其中,所述较高的温度即为本实施例中的第三温度。优选的,所述第三温度为210-350℃。更优选的,所述第三温度为230-300℃。

[0036] 在一种优选的实施方式中,在第三温度下加热所述第一混合物,在加热过程中注入所述第二混合物进行发光量子点的生长,生长完成后,在降温的过程中加入第三油溶性配体,使第三油溶性配体结合在发光量子点表面,得到所述复合材料,其中所述第三油溶性配体为碳原子数大于等于8的硫醇,其中,所述第三温度高于所述第一温度和所述第二温度。

[0037] 本发明实施例提供一种复合材料的制备方法,其中,包括步骤:

将阳离子前驱体分散到溶剂中,在第一温度下加热,得到第一混合物,所述阳离子前驱体为金属卤化物;

将阴离子前驱体、第二油溶性有机配体分散到溶剂中,在第二温度下加热,得到第二混合物;

在第三温度下加热所述第一混合物,在加热过程中注入所述第二混合物进行发光量子点的生长,得到所述复合材料,其中,所述第三温度高于所述第一温度和所述第二温度。

[0038] 本实施例含卤素的阳离子前驱体和阴离子前驱体在高温下反应,反应得到发光量子点,含卤素的阳离子前驱体中的卤素离子和第二油溶性有机配体结合到发光量子点表面。采用本实施例方法,可以获得不同配体搭配量子点,制备得到的所述发光量子点表面缺陷小,并通过控制粒径大小(优选为10nm-20nm)可实现可见波段内有发射峰,可作为发光量子点。采用该方法反应得到的复合材料,其发光量子点表面具有混合配体:卤素配体和油溶性有机配体,该油溶性有机配体使得复合材料依然为油溶性。与现有表面为单纯油溶性有机配体的油溶性复合材料相比,本发明复合材料中,卤素配体能够提高量子点的电子传输性,提高发光层中载流子的传输速率,从而平衡器件发光层中的电子传输速率和空穴传输速率,进而提高器件的发光效率,降低工作电压,提高器件使用寿命。

[0039] 在一种优选的实施方式中,所述金属卤化物为镉元素的氯化物、溴化物和碘化物中的一种或多种;和/或,所述金属卤化物为铅元素的氯化物、溴化物和碘化物中的一种或多种。作为举例,所述金属卤化物为CdCl<sub>2</sub>、CdBr<sub>2</sub>和CdI<sub>2</sub>中的一种或多种;所述金属卤化物为PbCl<sub>2</sub>、PbBr<sub>2</sub>和PbI<sub>2</sub>中的一种或多种。

[0040] 进一步在一种优选的实施方式中,所述金属卤化物中还包括锌元素的氯化物、溴

化物和碘化物中的一种或多种。作为举例,所述金属卤化物选自 $\text{ZnCl}_2$ 、 $\text{ZnBr}_2$ 和 $\text{ZnI}_2$ 等中的一种或多种。

[0041] 再进一步在一种优选的实施方式中,所述阴离子前驱体可以选自S的前驱体、Se的前驱体和Te的前驱体中的一种或多种。

[0042] 其中,所述S的前驱体可以选自硫单质和碳原子数大于等于8的硫醇中的一种或两种,所述硫单质与第二油溶性有机配体混合后,形成的硫离子和/或硫醇与阳离子前驱物中的金属离子在高温下发生反应,成核得到发光量子点,成核后含卤素的阳离子前驱物中的卤素离子和第二油溶性有机配体会结合到发光量子点表面。作为举例,所述碳原子数大于等于8的硫醇选自辛硫醇、壬硫醇、癸硫醇、十一硫醇、十二硫醇、十三硫醇、十四硫醇、十五硫醇、十六硫醇、十七硫醇和十八硫醇等中的一种或多种。

[0043] 其中,所述Se的前驱体可以为硒单质,所述硒单质与第二油溶性有机配体混合后,形成的硒离子与阳离子前驱物中的金属离子在高温下发生反应,成核得到发光量子点,成核后含卤素的阳离子前驱物中的卤素离子和第二油溶性有机配体会结合到发光量子点表面。

[0044] 其中,所述Te的前驱体可以为碲单质,所述碲单质与第二油溶性有机配体混合后,形成的碲离子与阳离子前驱物中的金属离子在高温下发生反应,成核得到发光量子点,成核后含卤素的阳离子前驱物中的卤素离子和第二油溶性有机配体会结合到发光量子点表面。

[0045] 在一种优选的实施方式中,所述金属卤化物为铟的氯化物、溴化物和碘化物中的一种或多种。作为举例,所述金属卤化物为 $\text{InCl}_3$ 、 $\text{InBr}_3$ 和 $\text{InI}_3$ 等中的一种或多种。

[0046] 进一步在一种优选的实施方式中,所述阴离子前驱体选自:P元素的前驱体和As元素的前驱体中的一种或多种。作为举例,所述P元素的前驱体包括三(三甲基硅基)磷酸盐(tris(trimethylsilyl)phosphine)或烷基膦类化合物(alkyl phosphines)(例如三乙基膦(triethyl phosphine)、三丁基膦(tributyl phosphine)、三正辛基膦(trioctyl phosphine)、三苯基膦(triphenyl phosphine)和三环己基膦(tricyclohexyl phosphine)),但不限于此。所述As元素的前驱体包括碘化砷(aluminum iodide)、溴化砷(aluminum bromide)、氯化砷(arsenic chloride)、氧化砷(aluminum oxide)和硫酸砷(aluminum sulfate)等中的至少一种,但不限于此。

[0047] 在一种优选的实施方式中,所述第二油溶性有机配体选自取代或未取代的烷基膦、取代或未取代的烷氧基膦、取代或未取代的硅烷基膦和支链碳原子数大于等于4的烷基膦中的一种或多种。

[0048] 在一种优选的实施方式中,所述第一温度为110-190℃。

[0049] 在一种优选的实施方式中,所述第二温度为110-190℃。

[0050] 在一种优选的实施方式中,所述发光量子点的粒径在10nm以上。本实施例采用在较高的温度下成核,并通过控制粒径大小,制备得到的所述发光量子点,在可见波段有发射峰。其中,所述较高的温度即为本实施例中的第三温度。优选的,所述第三温度为210-350℃。更优选的,所述第三温度为230-300℃。

[0051] 在一种优选的实施方式中,在第三温度下加热所述第一混合物,在加热过程中注入所述第二混合物进行发光量子点的生长,生长完成后,在降温的过程中加入第三油溶性

配体,使第三油溶性配体结合在发光量子点表面,得到所述复合材料,其中所述第三油溶性配体为碳原子数大于等于8的硫醇,其中,所述第三温度高于所述第一温度和所述第二温度。

[0052] 本发明实施例提供一种复合材料的制备方法,其中,包括步骤:

将阳离子前驱体和第一油溶性有机配体分散到溶剂中,在第一温度下加热,得到第一混合物,所述阳离子前驱体为金属卤化物;

将阴离子前驱体、第二油溶性有机配体分散到溶剂中,在第二温度下加热,得到第二混合物;

在第三温度下加热所述第一混合物,在加热过程中注入所述第二混合物进行发光量子点的生长,得到所述复合材料,其中,所述第三温度高于所述第一温度和所述第二温度。

[0053] 本实施例含卤素的阳离子前驱体和阴离子前驱体在高温下反应,反应得到发光量子点,含卤素的阳离子前驱体中的卤素离子、第一油溶性有机配体和第二油溶性有机配体结合到发光量子点表面。采用本实施例方法,可以获得不同配体搭配量子点,制备得到的所述发光量子点表面缺陷小,并通过控制粒径大小(优选为10nm-20nm)可实现可见波段内有发射峰,可作为发光量子点。采用该方法反应得到的复合材料,其发光量子点表面具有混合配体:卤素配体和油溶性有机配体,该油溶性有机配体使得复合材料依然为油溶性。与现有表面为单纯油溶性有机配体的油溶性复合材料相比,本发明复合材料中,卤素配体能够提高量子点的电子传输性,提高发光层中载流子的传输速率,从而平衡器件发光层中的电子传输速率和空穴传输速率,进而提高器件的发光效率,降低工作电压,提高器件使用寿命。

[0054] 在一种优选的实施方式中,所述金属卤化物为镉元素的氯化物、溴化物和碘化物中的一种或多种;和/或,所述金属卤化物为铅元素的氯化物、溴化物和碘化物中的一种或多种。作为举例,所述金属卤化物为 $\text{CdCl}_2$ 、 $\text{CdBr}_2$ 和 $\text{CdI}_2$ 中的一种或多种;所述金属卤化物为 $\text{PbCl}_2$ 、 $\text{PbBr}_2$ 和 $\text{PbI}_2$ 等中的一种或多种。

[0055] 进一步在一种优选的实施方式中,所述金属卤化物中还包括锌元素的氯化物、溴化物和碘化物中的一种或多种。作为举例,所述金属卤化物选自 $\text{ZnCl}_2$ 、 $\text{ZnBr}_2$ 和 $\text{ZnI}_2$ 等中的一种或多种。

[0056] 再进一步在一种优选的实施方式中,所述阴离子前驱体可以选自S的前驱体、Se的前驱体和Te的前驱体中的一种或多种。

[0057] 其中,所述S的前驱体可以选自硫单质和碳原子数大于等于8的硫醇中的一种或两种,所述硫单质与第二油溶性有机配体混合后,形成的硫离子和/或硫醇与阳离子前驱体中的金属离子在高温下发生反应,成核得到发光量子点,成核后含卤素的阳离子前驱体中的卤素离子、第一油溶性有机配体和第二油溶性有机配体会结合到发光量子点表面。作为举例,所述碳原子数大于等于8的硫醇选自辛硫醇、壬硫醇、癸硫醇、十一硫醇、十二硫醇、十三硫醇、十四硫醇、十五硫醇、十六硫醇、十七硫醇和十八硫醇等中的一种或多种。

[0058] 其中,所述Se的前驱体可以为硒单质,所述硒单质与第二油溶性有机配体混合后,形成的硒离子与阳离子前驱体中的金属离子在高温下发生反应,成核得到发光量子点,成核后含卤素的阳离子前驱体中的卤素离子、第一油溶性有机配体和第二油溶性有机配体会结合到发光量子点表面。

[0059] 其中,所述Te的前驱体可以为碲单质,所述碲单质与第二油溶性有机配体混合后,形成的碲离子与阳离子前驱物中的金属离子在高温下发生反应,成核得到发光量子点,成核后含卤素的阳离子前驱物中的卤素离子、第一油溶性有机配体和第二油溶性有机配体会结合到发光量子点表面。

[0060] 在一种优选的实施方式中,所述金属卤化物为铟的氯化物、溴化物和碘化物中的一种或多种。作为举例,所述金属卤化物为 $\text{InCl}_3$ 、 $\text{InBr}_3$ 和 $\text{InI}_3$ 等中的一种或多种。

[0061] 进一步在一种优选的实施方式中,所述阴离子前驱体选自:P元素的前驱体和As元素的前驱体中的一种或多种。作为举例,所述P元素的前驱体包括三(三甲基硅基)磷酸盐(tris(trimethylsilyl)phosphine)或烷基膦类化合物(alkyl phosphines)(例如三乙基磷(triethyl phosphine)、三丁基磷(tributyl phosphine)、三正辛基磷(trioctyl phosphine)、三苯基膦(triphenyl phosphine)和三环己基膦(tricyclohexyl phosphine)),但不限于此。所述As元素的前驱体包括碘化砷(aluminum iodide)、溴化砷(aluminum bromide)、氯化砷(arsenic chloride)、氧化砷(aluminum oxide)和硫酸砷(aluminum sulfate)等中的至少一种,但不限于此。

[0062] 在一种优选的实施方式中,所述第一油溶性有机配体选自碳原子数大于等于8的有机羧酸、碳原子数大于等于8的有机磷酸、支链碳原子数大于等于4的仲胺或叔胺和碳原子数大于等于8的伯胺中的一种或多种;

和/或所述第二油溶性有机配体选自取代或未取代的烷基膦、取代或未取代的烷氧基膦、取代或未取代的硅烷基膦和支链碳原子数大于等于4的烷基膦中的一种或多种。

[0063] 在一种优选的实施方式中,所述第一温度为 $110\text{--}190^\circ\text{C}$ ;和/或所述第二温度为 $110\text{--}190^\circ\text{C}$ 。

[0064] 在一种优选的实施方式中,所述发光量子点的粒径在 $10\text{nm}$ 以上。本实施例采用在较高的温度下成核,并通过控制粒径大小,制备得到的所述发光量子点,在可见波段有发射峰。其中,所述较高的温度即为本实施例中的第三温度。优选的,所述第三温度为 $210\text{--}350^\circ\text{C}$ 。更优选的,所述第三温度为 $230\text{--}300^\circ\text{C}$ 。

[0065] 在一种优选的实施方式中,在第三温度下加热所述第一混合物,在加热过程中注入所述第二混合物进行发光量子点的生长,生长完成后,在降温的过程中加入第三油溶性配体,使第三油溶性配体结合在发光量子点表面,得到所述复合材料,其中所述第三油溶性配体为碳原子数大于等于8的硫醇,其中,所述第三温度高于所述第一温度和所述第二温度。

[0066] 本发明实施例提供一种复合材料的制备方法,其中,包括步骤:

将阳离子前驱体分散到溶剂中,在第一温度下加热,得到第一混合物,所述阳离子前驱体为金属卤化物;

将阴离子前驱体分散到溶剂中,在第二温度下加热,得到第二混合物;

在第三温度下加热所述第一混合物,在加热过程中注入所述第二混合物进行发光量子点的生长,晶体生长完成后,在降温的过程中加入第三油溶性配体,使第三油溶性配体结合在发光量子点表面,得到所述复合材料,其中所述第三油溶性配体为碳原子数大于等于8的硫醇,其中,所述第三温度高于所述第一温度和所述第二温度。

[0067] 本实施例含卤素的阳离子前驱体和阴离子前驱体在高温下反应,反应得到发光量

子点,含卤素的阳离子前驱物中的卤素离子和第三油溶性有机配体结合到发光量子点表面。采用本实施例方法,可以获得不同配体搭配量子点,制备得到的所述发光量子点表面缺陷小,并通过控制粒径大小(优选为10nm-20nm)可实现可见波段内有发射峰,可作为发光量子点。采用该方法反应得到的复合材料,其发光量子点表面具有混合配体:卤素配体和油溶性有机配体,该油溶性有机配体使得复合材料依然为油溶性。与现有表面为单纯油溶性有机配体的油溶性复合材料相比,本发明复合材料中,卤素配体能够提高量子点的电子传输性,提高发光层中载流子的传输速率,从而平衡器件发光层中的电子传输速率和空穴传输速率,进而提高器件的发光效率,降低工作电压,提高器件使用寿命。

[0068] 在一种优选的实施方式中,所述金属卤化物为镉元素的氯化物、溴化物和碘化物中的一种或多种;和/或,所述金属卤化物为铅元素的氯化物、溴化物和碘化物中的一种或多种。作为举例,所述金属卤化物为 $\text{CdCl}_2$ 、 $\text{CdBr}_2$ 和 $\text{CdI}_2$ 中的一种或多种;所述金属卤化物为 $\text{PbCl}_2$ 、 $\text{PbBr}_2$ 和 $\text{PbI}_2$ 等中的一种或多种。

[0069] 进一步在一种优选的实施方式中,所述金属卤化物中还包括锌元素的氯化物、溴化物和碘化物中的一种或多种。作为举例,所述金属卤化物选自 $\text{ZnCl}_2$ 、 $\text{ZnBr}_2$ 和 $\text{ZnI}_2$ 等中的一种或多种。

[0070] 再进一步在一种优选的实施方式中,所述阴离子前驱体可以选自S的前驱体、Se的前驱体和Te的前驱体中的一种或多种。

[0071] 其中,所述S的前驱体可以选自硫单质和碳原子数大于等于8的硫醇中的一种或两种,所述硫单质是与非配位溶剂混合后以硫-非配位溶剂的形式加入的。将所述硫单质分散在非配位溶剂中,以形成均匀液体,方便后续注入。需说明的是,所述非配位溶剂除用于分散硫单质之外,还可作为配体结合到发光量子点表面。作为举例,所述硫-非配位溶剂选自硫-十二烯、硫-十四烯、硫-十六烯、硫-十八烯中的一种或多种。作为举例,所述碳原子数大于等于8的硫醇选自辛硫醇、壬硫醇、癸硫醇、十一硫醇、十二硫醇、十三硫醇、十四硫醇、十五硫醇、十六硫醇、十七硫醇和十八硫醇等中的一种或多种。

[0072] 其中,所述Se的前驱体可以为硒单质,所述硒单质是与非配位溶剂混合后以硒-非配位溶剂的形式加入的。将所述硒单质分散在非配位溶剂中,以形成均匀液体,方便后续注入。需说明的是,所述非配位溶剂除用于分散硒单质之外,还可作为配体结合到发光量子点表面。作为举例,所述硒-非配位溶剂选自硒-十二烯、硒-十四烯、硒-十六烯、硒-十八烯中的一种或多种。

[0073] 其中,所述Te的前驱体可以为碲单质,所述碲单质是与非配位溶剂混合后以碲-非配位溶剂的形式加入的。将所述碲单质分散在非配位溶剂中,以形成均匀液体,方便后续注入。需说明的是,所述非配位溶剂除用于分散碲单质之外,还可作为配体结合到发光量子点表面。作为举例,所述碲-非配位溶剂选自碲-十二烯、碲-十四烯、碲-十六烯、碲-十八烯中的一种或多种。

[0074] 在一种优选的实施方式中,所述金属卤化物为铟的氯化物、溴化物和碘化物中的一种或多种。作为举例,所述金属卤化物为 $\text{InCl}_3$ 、 $\text{InBr}_3$ 和 $\text{InI}_3$ 等中的一种或多种。

[0075] 进一步在一种优选的实施方式中,所述阴离子前驱体选自:P元素的前驱体和As元素的前驱体中的一种或多种。作为举例,所述P元素的前驱体包括三(三甲基硅基)磷酸盐(tris(trimethylsilyl)phosphine)或烷基膦类化合物(alkyl phosphines)(例如三乙基

磷(triethyl phosphine)、三丁基磷(tributyl phosphine)、三正辛基磷(trioctyl phosphine)、三苯基磷(triphenyl phosphine)和三环己基磷(tricyclohexyl phosphine)),但不限于此。所述As元素的前驱体包括碘化砷(aluminum iodide)、溴化砷(aluminum bromide)、氯化砷(arsenic chloride)、氧化砷(aluminum oxide)和硫酸砷(aluminum sulfate)等中的至少一种,但不限于此。

[0076] 在一种优选的实施方式中,所述第一温度为110-190℃;和/或所述第二温度为110-190℃。

[0077] 在一种优选的实施方式中,所述发光量子点的粒径在10nm以上。本实施例采用在较高的温度下成核,并通过控制粒径大小,制备得到的所述发光量子点,在可见波段有发射峰。其中,所述较高的温度即为本实施例中的第三温度。优选的,所述第三温度为210-350℃。更优选的,所述第三温度为230-300℃。

[0078] 下面通过实施例对本发明进行详细说明。

#### [0079] 实施例1

本实施例复合材料(表面配体为十八烷基磷酸、三辛基膦和Cl<sup>-</sup>的CdZnS/ZnS量子点)的制备步骤如下:

阳离子前驱体溶液制备:取10mmol醋酸锌、1mmol氯化镉与10mmol十八烷基磷酸、30mL ODE混合,在Ar气氛下加热到150℃,保温60min,得到阳离子前驱体溶液;

阴离子前驱体溶液制备:取1mmol S与3mL ODE混合,在Ar气氛下加热到140℃,保温30min,得到阴离子前驱体溶液1;取3mmol S与6mL三辛基膦混合,在Ar气氛下加热到140℃,保温30min,得到阴离子前驱体溶液2;

复合材料制备:将阳离子前驱体溶液加热到230℃,注入阴离子前驱体溶液1,保温5min;再将阴离子前驱体溶液2加入反应液中,反应30min,得到表面配体为十八烷基磷酸、三辛基膦和Cl<sup>-</sup>的CdZnS/ZnS量子点,即得到本实施例的复合材料。

#### [0080] 实施例2

本实施例复合材料(表面配体为十八烯酸、三辛基膦和Br<sup>-</sup>的CdZnSe/CdZnS/ZnS量子点)的制备步骤如下:

阳离子前驱体溶液制备:取8mmol溴化锌、0.8mmol溴化镉与10mmol十八烯酸、30mL ODE混合,在Ar气氛下加热到150℃,保温60min,得到阳离子前驱体溶液;

阴离子前驱体溶液制备:取1mmol硒与3mL ODE混合,在Ar气氛下加热到250℃,保温30min,得到阴离子前驱体溶液1;取4mmol S与8mL三辛基膦混合,在Ar气氛下加热到140℃,保温30min,得到阴离子前驱体溶液2;

复合材料制备:将阳离子前驱体溶液加热到260℃,注入阴离子前驱体溶液1,保温10min;再将6mL阴离子前驱体溶液2加入反应液中,反应30min,再将2mL阴离子前驱体溶液2加入反应液中,反应10min,得到表面配体为十八烯酸、三辛基膦和Br<sup>-</sup>的CdZnSe/CdZnS/ZnS量子点,即得到本实施例的复合材料。

#### [0081] 实施例3

本实施例复合材料(表面配体为十八烯酸、三(二甲氨基)膦和Cl<sup>-</sup>的CdZnSe/ZnSe量子点)的制备步骤如下:

阳离子前驱体溶液制备:取8mmol氯化锌、0.8mmol氯化镉与10mmol十八烯酸、30mL ODE

混合,在Ar气氛下加热到150℃,保温60 min,得到阳离子前驱体溶液;

阴离子前驱体溶液制备:取1mmol硒与3mL ODE混合,在Ar气氛下加热到250℃,保温30min,得到阴离子前驱体溶液1;取4mmol硒与8mL三(二甲氨基)膦混合,在Ar气氛下加热到140℃,保温30min,得到阴离子前驱体溶液2;

复合材料制备:将阳离子前驱体溶液加热到280℃,注入阴离子前驱体溶液1,保温10min;再将阴离子前驱体溶液2加入反应液中,反应30min,得到表面配体为十八烯酸、三(二甲氨基)膦和Cl<sup>-</sup>的CdZnSe/ZnSe量子点,即得到本实施例的复合材料。

#### [0082] 实施例4

本实施例复合材料(表面配体为十八烯酸、氯(二异丙基氨基)甲氧基膦、三辛基膦和Cl<sup>-</sup>的InP/ZnS量子点)的制备步骤如下:

阳离子前驱体溶液制备:取0.8mmol氯化铟与10mmol十八烯酸、30mL ODE混合,在Ar气氛下加热到150℃,保温60 min,得到阳离子前驱体溶液1;再取4mmol氯化锌与10mmol十八烯酸、10mL ODE混合,在Ar气氛下加热到250℃,保温60 min,得到阳离子前驱体溶液2;

阴离子前驱体溶液制备:取0.8mmol氯(二异丙基氨基)甲氧基膦与3mL ODE混合得到阴离子前驱体溶液1;取4mmol硫与三辛基膦混合,在Ar气氛下加热到140℃,保温30 min,得到阴离子前驱体溶液2;

复合材料制备:将阳离子前驱体溶液1加热到300℃,注入阴离子前驱体溶液1,保温10min;再将阳离子前驱体溶液2和阴离子前驱体溶液2同时加入反应液中,反应30min,得到表面配体为十八烯酸、氯(二异丙基氨基)甲氧基膦、三辛基膦和Cl<sup>-</sup>的InP/ZnS量子点,即得到本实施例的复合材料。

[0083] 综上所述,本发明发光量子点表面具有混合配体:卤素配体和油溶性有机配体,该油溶性有机配体使得复合材料依然为油溶性。与现有表面为单纯油溶性有机配体的油溶性复合材料相比,本发明复合材料中,卤素配体能够提高量子点的电子传输性,提高发光层中载流子的传输速率,从而平衡器件发光层中的电子传输速率和空穴传输速率,进而提高器件的发光效率,降低工作电压,提高器件使用寿命。

[0084] 应当理解的是,本发明的应用不限于上述的举例,对本领域普通技术人员来说,可以根据上述说明加以改进或变换,所有这些改进和变换都应属于本发明所附权利要求的保护范围。



|                |                                                       |         |            |
|----------------|-------------------------------------------------------|---------|------------|
| 专利名称(译)        | 一种复合材料及其制备方法                                          |         |            |
| 公开(公告)号        | <a href="#">CN110885674A</a>                          | 公开(公告)日 | 2020-03-17 |
| 申请号            | CN201811046064.X                                      | 申请日     | 2018-09-07 |
| [标]申请(专利权)人(译) | TCL集团股份有限公司                                           |         |            |
| 申请(专利权)人(译)    | TCL集团股份有限公司                                           |         |            |
| 当前申请(专利权)人(译)  | TCL集团股份有限公司                                           |         |            |
| [标]发明人         | 覃辉军                                                   |         |            |
| 发明人            | 覃辉军                                                   |         |            |
| IPC分类号         | C09K11/02 C09K11/56 C09K11/88 C09K11/70               |         |            |
| CPC分类号         | C09K11/025 C09K11/565 C09K11/703 C09K11/88 C09K11/883 |         |            |
| 代理人(译)         | 王永文                                                   |         |            |
| 外部链接           | <a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>        |         |            |

#### 摘要(译)

本发明公开一种复合材料及其制备方法，所述复合材料包括：发光量子点、结合在所述发光量子点表面的卤素配体和油溶性有机配体。本发明发光量子点表面具有混合配体：卤素配体和油溶性有机配体，该油溶性有机配体使得复合材料依然为油溶性。与现有表面为单纯油溶性有机配体的油溶性复合材料相比，本发明油溶性的复合材料中，卤素配体能够提高量子点的电子传输性，提高发光层中载流子的传输速率，从而平衡器件发光层中的电子传输速率和空穴传输速率，进而提高器件的发光效率，降低工作电压，提高器件使用寿命。