



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104810452 A

(43) 申请公布日 2015. 07. 29

(21) 申请号 201410344692. 1

(22) 申请日 2014. 07. 18

(30) 优先权数据

103102512 2014. 01. 23 TW

(71) 申请人 逢甲大学

地址 中国台湾台中市西屯区文华路 100 号

(72) 发明人 赖俊峰

(74) 专利代理机构 深圳市博锐专利事务所

44275

代理人 张明

(51) Int. Cl.

H01L 33/22(2010. 01)

H01L 33/36(2010. 01)

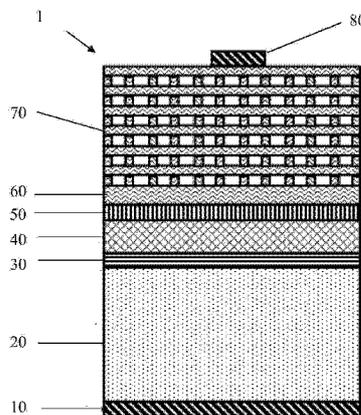
权利要求书3页 说明书7页 附图6页

(54) 发明名称

发光元件

(57) 摘要

本发明提供一种发光元件,包含一第一电极、一导电基板、一金属反射层、一P型半导体层、一发光层、一N型半导体层、一三维木堆状光子晶体,以及一第二电极,依序层叠配置。其中该三维木堆状光子晶体具有光子能隙,能限制光的传播方向,经由设计能让光只在垂直方向传播以避免水平方向光线的损失,提升其发光效率,另外还可加入一荧光层,该荧光层中的纳米荧光粉或量子点荧光材料填入该三维木堆状光子晶体间隙中,经由该三维木堆状光子晶体调变发光光谱,即可得到具有高发光效率及可调变色温的该发光元件,进而提升其演色性。



1. 一种发光元件,其特征在于其包含:
 - 第一电极;
 - 导电基板,配置于该第一电极上;
 - 金属反射层,配置于该导电基板上;
 - P型半导体层,配置于该金属反射层上;
 - 发光层,配置于该P型半导体层上;
 - N型半导体层,配置于该发光层上;
 - 三维木堆状光子晶体,制作于该N型半导体层上;以及
 - 第二电极,配置于该三维木堆状光子晶体上。
2. 如权利要求1所述的发光元件,其特征在于:进一步包含一荧光层,该荧光层配置于该三维木堆状光子晶体上。
3. 如权利要求1所述的发光元件,其特征在于:该导电基板的材质是硅(Si)、碳化硅(SiC)、硫化锌(ZnS)、硒化锌(ZnSe)、电镀铜或电镀多层金属。
4. 如权利要求1所述的发光元件,其特征在于:该金属反射层的材质是铂、金、银、铜、铝、镍、钛、铬、钯或以上金属和合金的组合。
5. 如权利要求1所述的发光元件,其特征在于:该P型半导体层的材质是氮化镓(GaN)、氮化铟镓(InGaN)、氮化镓系或氮基半导体。
6. 如权利要求1所述的发光元件,其特征在于:该发光层的材质是氮化铟镓/氮化镓(InGaN/GaN)、氮化铝镓/氮化镓(AlGaN/GaN)或砷化铝镓/砷化镓(AlGaAs/GaAs)的多层量子阱或碳化硅(SiC)。
7. 如权利要求1所述的发光元件,其特征在于:该N型半导体层的材质是氮化镓(GaN)、氮化铟镓(InGaN)、氮化镓系或氮基半导体。
8. 如权利要求1所述的发光元件,其特征在于:该三维木堆状光子晶体的材质选自于一半导体材料、一有机高分子、一无机高分子、一有机化合物、一无机化合物、一金属或其组合。
9. 如权利要求8所述的发光元件,其特征在于:该半导体材料为氮化镓、氮化铟镓、铟化镓、氮化铝镓、砷化铝镓、砷化镓或其组合。
10. 如权利要求8所述的发光元件,其特征在于:该有机高分子为聚苯乙烯系列、聚甲基丙烯酸甲酯系列、聚马来酸系列、聚乳酸系列、聚胺基酸系列的高分子或其组合。
11. 如权利要求8所述的发光元件,其特征在于:该无机化合物为 Ag_2O 、 CuO 、 ZnO 、 CdO 、 NiO 、 PdO 、 CoO 、 MgO 、 SiO_2 、 SnO_2 、 TiO_2 、 ZrO_2 、 HfO_2 、 ThO_2 、 CeO_2 、 CoO_2 、 MnO_2 、 IrO_2 、 VO_2 、 WO_3 、 MoO_3 、 Al_2O_3 、 Y_2O_3 、 Yb_2O_3 、 Dy_2O_3 、 B_2O_3 、 Cr_2O_3 、 Fe_2O_3 、 Fe_3O_4 、 V_2O_5 、 Nb_2O_5 、 ZnS 、 $ZnSe$ 、 $ZnTe$ 、 CdS 、 $CdSe$ 、 $CdTe$ 、 FeS 、 $FeSe$ 、 $FeTe$ 、 CoS 、 $CoSe$ 、 $CoTe$ 、 NiS 、 $NiSe$ 、 $NiTe$ 、 PbS 、 $PbSe$ 、 $PbTe$ 、 MnS 、 $MnSe$ 、 $MnTe$ 、 SnS 、 $SnSe$ 、 $SnTe$ 、 MoS_2 、 $MoSe_2$ 、 $MoTe_2$ 、 WS_2 、 WSe_2 、 WTe_2 、 Cu_2S 、 Cu_2Se 、 Cu_2Te 、 Bi_2S_3 、 Bi_2Se_3 、 Bi_2Te_3 、 SiC 、 TiC 、 ZrC 、 WC 、 NbC 、 TaC 、 Mo_2C 、 BN 、 AlN 、 TiN 、 ZrN 、 VN 、 NbN 、 TaN 、 Si_3N_4 、 Zr_3N_4 或其组合。
12. 如权利要求8所述的发光元件,其特征在于:该金属为Au、Ag、Cu、Fe、Co、Ni、Pd、Pt、Al、Si、Ti、Zr、V、Nb、Mo、W、Mn或其组合。
13. 如权利要求1所述的发光元件,其特征在于:该三维木堆状光子晶体柱高为 $100nm \sim 10 \mu m$,柱宽为 $100nm \sim 10 \mu m$,柱间距为 $100nm \sim 10 \mu m$ 。

14. 如权利要求 1 所述的发光元件,其特征在于:该三维木堆状光子晶体在垂直方向的周期为 $100\text{nm} \sim 10 \mu\text{m}$ 。

15. 如权利要求 2 所述的发光元件,其特征在于:该荧光层的材质是纳米有机发光材料、纳米无机发光材料、荧光染料、荧光染剂、纳米荧光粉或量子点荧光材料。

16. 一种发光元件,其特征在于其包含:

一第一电极;

一导电基板,配置于该第一电极上;

一金属反射层,配置于该导电基板上;

一 P 型半导体层,配置于该金属反射层上;

一发光层,配置于该 P 型半导体层上;

一 N 型半导体层,配置于该发光层上;

一三维木堆状光子晶体,其间隙填充一荧光物,该三维木堆状光子晶体制作于该 N 型半导体层上;以及

一第二电极,配置于该三维木堆状光子晶体上。

17. 如权利要求 16 所述的发光元件,其特征在于:该导电基板的材质是硅 (Si)、碳化硅 (SiC)、硫化锌 (ZnS)、硒化锌 (ZnSe)、电镀铜或电镀多层金属。

18. 如权利要求 16 所述的发光元件,其特征在于:该金属反射层的材质是铂、金、银、铜、铝、镍、钛、铬、钯或以上金属和合金的组合。

19. 如权利要求 16 所述的发光元件,其特征在于:该 P 型半导体层的材质是氮化镓 (GaN)、氮化铟镓 (InGaN)、氮化镓系或氮基半导体。

20. 如权利要求 16 所述的发光元件,其特征在于:该发光层的材质是氮化铟镓 / 氮化镓 (InGaN/GaN)、氮化铝镓 / 氮化镓 (AlGaIn/GaN) 或砷化铝镓 / 砷化镓 (AlGaAs/GaAs) 的多层量子阱或碳化硅 (SiC)。

21. 如权利要求 16 所述的发光元件,其特征在于:该 N 型半导体层的材质是氮化镓 (GaN)、氮化铟镓 (InGaN)、氮化镓系或氮基半导体。

22. 如权利要求 16 所述的发光元件,其特征在于:该三维木堆状光子晶体的材质选自于一半导体材料、一有机高分子、一无机高分子、一有机化合物、一无机化合物、一金属或其组合。

23. 如权利要求 22 所述的发光元件,其特征在于:该半导体材料为氮化镓、氮化铟镓、铟化镓、氮化铝镓、砷化铝镓、砷化镓或其组合。

24. 如权利要求 22 所述的发光元件,其特征在于:该有机高分子为聚苯乙烯系列、聚甲基丙烯酸甲酯系列、聚马来酸系列、聚乳酸系列、聚胺基酸系列的高分子或其组合。

25. 如权利要求 22 所述的发光元件,其特征在于:该无机化合物为 Ag_2O 、 CuO 、 ZnO 、 CdO 、 NiO 、 PdO 、 CoO 、 MgO 、 SiO_2 、 SnO_2 、 TiO_2 、 ZrO_2 、 HfO_2 、 ThO_2 、 CeO_2 、 CoO_2 、 MnO_2 、 IrO_2 、 VO_2 、 WO_3 、 MoO_3 、 Al_2O_3 、 Y_2O_3 、 Yb_2O_3 、 Dy_2O_3 、 B_2O_3 、 Cr_2O_3 、 Fe_2O_3 、 Fe_3O_4 、 V_2O_5 、 Nb_2O_5 、 ZnS 、 ZnSe 、 ZnTe 、 CdS 、 CdSe 、 CdTe 、 FeS 、 FeSe 、 FeTe 、 CoS 、 CoSe 、 CoTe 、 NiS 、 NiSe 、 NiTe 、 PbS 、 PbSe 、 PbTe 、 MnS 、 MnSe 、 MnTe 、 SnS 、 SnSe 、 SnTe 、 MoS_2 、 MoSe_2 、 MoTe_2 、 WS_2 、 WSe_2 、 WTe_2 、 Cu_2S 、 Cu_2Se 、 Cu_2Te 、 Bi_2S_3 、 Bi_2Se_3 、 Bi_2Te_3 、 SiC 、 TiC 、 ZrC 、 WC 、 NbC 、 TaC 、 Mo_2C 、 BN 、 AlN 、 TiN 、 ZrN 、 VN 、 NbN 、 TaN 、 Si_3N_4 、 Zr_3N_4 或其组合。

26. 如权利要求 22 所述的发光元件,其特征在于:该金属为 Au、Ag、Cu、Fe、Co、Ni、Pd、

Pt、Al、Si、Ti、Zr、V、Nb、Mo、W、Mn 或其组合。

27. 如权利要求 16 所述的发光元件,其特征在于:该三维木堆状光子晶体柱高为 100nm ~ 10 μ m,柱宽为 100nm ~ 10 μ m,柱间距为 100nm ~ 10 μ m。

28. 如权利要求 16 所述的发光元件,其特征在于:该三维木堆状光子晶体在垂直方向的一个组合周期为 100nm ~ 10 μ m。

29. 如权利要求 16 所述的发光元件,其特征在于:该荧光物的材质是纳米有机发光材料、纳米无机发光材料、荧光染料、荧光染剂、纳米荧光粉或量子点荧光材料。

发光元件

技术领域

[0001] 本发明是关于一种发光元件,尤指于垂直式蓝光发光二极管的N型半导体层上制作三维木堆状光子晶体的一种复合型结构发光元件。

背景技术

[0002] 一般而言,发光二极管(Light-Emitting Diode, LED)具有省电及轻薄短小的特性,以指示照明、装饰照明、手机背光应用为主,但随着光源效率不断提升,开始应用于显示器、部分传统汽车照明、建筑照明以及部分室内照明,逐步取代现有白炽灯以及荧光灯。但目前业界蓝光二极管发光效率低落,以及白光二极管要成为照明光源需要发光效率为150lm/W以上为最佳,而国内外厂商的白光二极管的发光效率普遍只有100lm/W,发光效率明显不足。习知发光二极管利用反射或折射的手段集中散发的光线,但发光层所产生的光只能在元件内部全反射,并无法有效地出光,从而大部分光波被限制于发光二极管的内部,直至被发光二极管内的材料完全吸收,故使得光引出效率不佳,造成发光效率降低的问题。

发明内容

[0003] 因此为解决习知发光二极管光引出效率不佳,造成发光效率降低的问题,本发明提出一种发光元件,使用一垂直式蓝光发光二极管晶粒当基底,并于蓝光发光二极管晶粒的N型半导体层上制作三维木堆状光子晶体形成复合型结构的发光元件,不仅可避免发光损失提升发光效率,并可加入一荧光层或一荧光物,利用三维木堆状光子晶体调变色温,进而提升发光元件的演色性。

[0004] 本发明的一发光元件,包含一第一电极;一导电基板,配置于该第一电极上;一金属反射层,配置于该导电基板上;一P型半导体层,配置于该金属反射层上;一发光层,配置于该P型半导体层上;一N型半导体层,配置于该发光层上;一三维木堆状光子晶体,制作于该N型半导体层上,以及一第二电极,配置于该三维木堆状光子晶体上,形成复合型结构的该发光元件。且该发光元件更可进一步包含一荧光层,该荧光层配置于该三维木堆状光子晶体上。

[0005] 其中该导电基板的材质可以是硅(Si)、碳化硅(SiC)、硫化锌(ZnS)、硒化锌(ZnSe)、电镀铜或电镀多层金属。该金属反射层的材质可以是铂、金、银、铜、铝、镍、钛、铬、钯或以上金属和合金的组合。该P型半导体层的材质可以是氮化镓(GaN)、氮化铟镓(InGaN)、氮化镓系或氨基半导体。该N型半导体层的材质可以是氮化镓(GaN)、氮化铟镓(InGaN)、氮化镓系或氨基半导体。该发光层的材质可以是氮化铟镓(InGaN)和氮化镓(GaN)、氮化铝镓和氮化镓(AlGaN/GaN)、砷化铝镓和砷化镓(AlGaAs/GaAs)的多层量子阱或碳化硅(SiC)。该荧光层的材质可以是纳米有机发光材料、纳米无机发光材料、荧光染料、荧光染剂、纳米荧光粉或量子点荧光材料。

[0006] 而该三维木堆状光子晶体的材质可选自于一半导体材料、一有机高分子、一无机高分子、一有机化合物、一无机化合物、一金属或其组合。其中该半导体材料可以为氮化

镓、氮化铟镓、铟化镓、氮化铝镓、砷化铝镓、砷化镓或其组合；该有机高分子可以为聚苯乙烯系列、聚甲基丙烯酸甲酯系列、聚马来酸系列、聚乳酸系列、聚胺基酸系列的高分子或其组合；该无机化合物可以为 Ag_2O 、 CuO 、 ZnO 、 CdO 、 NiO 、 PdO 、 CoO 、 MgO 、 SiO_2 、 SnO_2 、 TiO_2 、 ZrO_2 、 HfO_2 、 ThO_2 、 CeO_2 、 CoO_2 、 MnO_2 、 IrO_2 、 VO_2 、 WO_3 、 MoO_3 、 Al_2O_3 、 Y_2O_3 、 Yb_2O_3 、 Dy_2O_3 、 B_2O_3 、 Cr_2O_3 、 Fe_2O_3 、 Fe_3O_4 、 V_2O_5 、 Nb_2O_5 、 ZnS 、 ZnSe 、 ZnTe 、 CdS 、 CdSe 、 CdTe 、 FeS 、 FeSe 、 FeTe 、 CoS 、 CoSe 、 CoTe 、 NiS 、 NiSe 、 NiTe 、 PbS 、 PbSe 、 PbTe 、 MnS 、 MnSe 、 MnTe 、 SnS 、 SnSe 、 SnTe 、 MoS_2 、 MoSe_2 、 MoTe_2 、 WS_2 、 WSe_2 、 WTe_2 、 Cu_2S 、 Cu_2Se 、 Cu_2Te 、 Bi_2S_3 、 Bi_2Se_3 、 Bi_2Te_3 、 SiC 、 TiC 、 ZrC 、 WC 、 NbC 、 TaC 、 Mo_2C 、 BN 、 AlN 、 TiN 、 ZrN 、 VN 、 NbN 、 TaN 、 Si_3N_4 、 Zr_3N_4 或其组合；该金属可以为 Au 、 Ag 、 Cu 、 Fe 、 Co 、 Ni 、 Pd 、 Pt 、 Al 、 Si 、 Ti 、 Zr 、 V 、 Nb 、 Mo 、 W 、 Mn 或其组合。该三维木堆状光子晶体 70 中每层柱高 h 为 $100\text{nm} \sim 10 \mu\text{m}$ ，柱宽 w 为 $100\text{nm} \sim 10 \mu\text{m}$ ，柱间距 a 为 $100\text{nm} \sim 10 \mu\text{m}$ ，且在垂直方向上，至少每二层为一个组合周期 c ，其值为 $100\text{nm} \sim 10 \mu\text{m}$ 。

[0007] 本发明也提供一种发光元件，包含一第一电极；一导电基板，配置于该第一电极上；一金属反射层，配置于该导电基板上；一 P 型半导体层，配置于该金属反射层上；一发光层，配置于该 P 型半导体层上；一 N 型半导体层，配置于该发光层上；一三维木堆状光子晶体，其空气间隙填充一荧光物，该三维木堆状光子晶体制作于该 N 型半导体层上，以及一第二电极，配置于该三维木堆状光子晶体上。其中该荧光物的材质可以是纳米有机发光材料、纳米无机发光材料、荧光染料、荧光染剂、纳米荧光粉或量子点荧光材料。

[0008] 因此，本发明的复合型结构的该发光元件，其中该三维木堆状光子晶体具有光子能隙，能限制光的传播方向，经由设计能让光只在垂直方向传播，并避免在水平方向光线的损失，进而提升其发光效率，即可得到高发光效率的蓝光该发光元件。另外，还可在此复合型结构的该发光元件进一步加入该荧光层，该荧光层中的纳米有机发光材料、纳米无机发光材料、荧光染料、荧光染剂、纳米荧光粉或量子点荧光材料填入该三维木堆状光子晶体间隙中形成该发光元件的白光光源封装体，或是在此复合型结构的该发光元件的该三维木堆状光子晶体间隙中填充该荧光物，经由该三维木堆状光子晶体调变白光发光光谱后，即可得到具有高发光效率及可调变色温的白光该发光元件，进而提升其演色性。

附图说明

- [0009] 图 1 为本发明的蓝光发光元件结构示意图。
 [0010] 图 2 为本发明的一实施例三维木堆状光子晶体结构示意图。
 [0011] 图 3(a) 为本发明的另一实施例三维木堆状光子晶体电子显微镜俯视图。
 [0012] 图 3(b) 为本发明的另一实施例三维木堆状光子晶体电子显微镜侧视图。
 [0013] 图 4 为本发明一实施例的白光发光元件结构示意图。
 [0014] 图 5 为本发明另一实施例的白光发光元件结构示意图。
 [0015] 图 6 为本发明白光发光元件使用三维木堆状光子晶体前后差异的折线图。

具体实施方式

[0016] 图 1 为本发明的蓝光发光元件 1 结构示意图，图 2 为本发明的一实施例三维木堆状光子晶体 70 结构示意图。本发明的发光元件 1，包含一第一电极 10；一导电基板 20，配置于该第一电极 10 上；一金属反射层 30，配置于该导电基板 20 上；一 P 型半导体层 40，配

置于该金属反射层上 30 ;一发光层 50,配置于该 P 型半导体层 40 上 ;一 N 型半导体层 60,配置于该发光层 50 上 ;一三维木堆状光子晶体 70,制作于该 N 型半导体层 60 上 ;一第二电极 80,配置于该三维木堆状光子晶体 70 上。

[0017] 其中该导电基板 20 的材质可以是硅 (Si)、碳化硅 (SiC)、硫化锌 (ZnS)、硒化锌 (ZnSe)、电镀铜或电镀多层金属。该金属反射层 30 的材质可以是铂、金、银、铜、铝、镍、钛、铬、钯或以上金属的组合。该 P 型半导体层 40 的材质可以是氮化镓 (GaN)、氮化铟镓 (InGaN)、氮化镓系或氨基半导体。该 N 型半导体层 60 的材质可以是氮化镓 (GaN)、氮化铟镓 (InGaN)、氮化镓系或氨基半导体。该发光层 50 的材质可以是氮化铟镓 / 氮化镓 (InGaN/GaN)、氮化铝镓 / 氮化镓 (AlGaN/GaN) 或砷化铝镓 / 砷化镓 (AlGaAs/GaAs) 的多层量子阱或碳化硅 (SiC)。

[0018] 而该三维木堆状光子晶体 70 的材质可选自于一半导体材料、一有机高分子、一无机高分子、一有机化合物、一无机化合物、一金属或其组合。其中该半导体材料可以为氮化镓、氮化铟镓、铟化镓、氮化铝镓、砷化铝镓、砷化镓或其组合 ;该有机高分子可以为聚苯乙烯系列、聚甲基丙烯酸甲酯系列、聚马来酸系列、聚乳酸系列、聚胺基酸系列的高分子或其组合 ;该无机化合物可以为 Ag_2O 、 CuO 、 ZnO 、 CdO 、 NiO 、 PdO 、 CoO 、 MgO 、 SiO_2 、 SnO_2 、 TiO_2 、 ZrO_2 、 HfO_2 、 ThO_2 、 CeO_2 、 CoO_2 、 MnO_2 、 IrO_2 、 VO_2 、 WO_3 、 MoO_3 、 Al_2O_3 、 Y_2O_3 、 Yb_2O_3 、 Dy_2O_3 、 B_2O_3 、 Cr_2O_3 、 Fe_2O_3 、 Fe_3O_4 、 V_2O_5 、 Nb_2O_5 、 ZnS 、 $ZnSe$ 、 $ZnTe$ 、 CdS 、 $CdSe$ 、 $CdTe$ 、 FeS 、 $FeSe$ 、 $FeTe$ 、 CoS 、 $CoSe$ 、 $CoTe$ 、 NiS 、 $NiSe$ 、 $NiTe$ 、 PbS 、 $PbSe$ 、 $PbTe$ 、 MnS 、 $MnSe$ 、 $MnTe$ 、 SnS 、 $SnSe$ 、 $SnTe$ 、 MoS_2 、 $MoSe_2$ 、 $MoTe_2$ 、 WS_2 、 WSe_2 、 WTe_2 、 Cu_2S 、 Cu_2Se 、 Cu_2Te 、 Bi_2S_3 、 Bi_2Se_3 、 Bi_2Te_3 、 SiC 、 TiC 、 ZrC 、 WC 、 NbC 、 TaC 、 Mo_2C 、 BN 、 AlN 、 TiN 、 ZrN 、 VN 、 NbN 、 TaN 、 Si_3N_4 、 Zr_3N_4 或其组合 ;该金属可以为 Au、Ag、Cu、Fe、Co、Ni、Pd、Pt、Al、Si、Ti、Zr、V、Nb、Mo、W、Mn 或其组合。如图 2 所示,在本实施例中该三维木堆状光子晶体 70 结构,每层柱高为 h ,其值介于 $100nm \sim 10 \mu m$;柱宽为 w ,其值介于 $100nm \sim 10 \mu m$;柱间距为 a ;其值介于 $100nm \sim 10 \mu m$;且在垂直方向上,每四层为一个组合周期 c ,其值介于 $100nm \sim 10 \mu m$,但不限定为每四层,也可为每二层或每三层形成一个组合周期 c 。

[0019] 上述发光元件 1 结构中,该三维木堆状光子晶体 70 也可制作于薄层的氮化镓 (GaN)、氮化铟镓 (InGaN)、氮化镓系或氨基半导体上,而形成该 N 型半导体层 60,因此,该第二电极 80 即形成配置于该 N 型半导体层 60 上。

[0020] 请参阅图 3(a) 与图 3(b),图 3(a) 为本发明的另一实施例三维木堆状光子晶体电子显微镜俯视图 ;图 3(b) 为本发明的另一实施例三维木堆状光子晶体电子显微镜侧视图。可看到该三维木堆状光子晶体 70 的结构,其柱宽为 w 、柱高为 h 、柱间距为 a ,以及在垂直方向上的一个组合周期 c ,在此实施例中每二层为一组合周期 c 。

[0021] 本实施例以垂直式蓝光发光二极管晶粒当基底,并于蓝光发光二极管 晶粒的该 N 型半导体层 60 上制作该三维木堆状光子晶体 70 形成复合型结构的该发光元件 1,该三维木堆状光子晶体 70 具有光子能隙,能限制光的传播方向,经由设计能让光只在垂直方向传播以避免水平方向光线的损失,进而提高其发光效率,因此解决了光被限制于该发光元件 1 的内部,只能在该发光元件 1 内部全反射,而无法有效地出光,造成光引出效率不佳,导致发光效率降低的问题。

[0022] 请参阅图 2 与图 4,图 4 为本发明一实施例的白光发光元件结构示意图。在本实施例中,一发光元件 1 包含一第一电极 10 ;一导电基板 20,配置于该第一电极 10 上 ;一金属反

射层 30,配置于该导电基板 20 上;一 P 型半导体层 40,配置于该金属反射层上 30;一发光层 50,配置于该 P 型半导体层 40 上;一 N 型半导体层 60,配置于该发光层 50 上;一三维木堆状光子晶体 70,制作于该 N 型半导体层 60 上;一第二电极 80,配置于该三维木堆状光子晶体 70 上形成复合型结构的该发光元件 1,并于该三维木堆状光子晶体 70 上另配置一荧光层 90,即可得到白光的该发光元件 1。

[0023] 其中该导电基板 20 的材质可以是硅 (Si)、碳化硅 (SiC)、硫化锌 (ZnS)、硒化锌 (ZnSe)、电镀铜或电镀多层金属。该金属反射层 30 的材质可以是铂、金、银、铜、铝、镍、钛、铬、钯或以上金属和合金的组合。该 P 型半导体层 40 的材质可以是氮化镓 (GaN)、氮化铟镓 (InGaN)、氮化镓系或氨基半导体。该 N 型半导体层 60 的材质可以是氮化镓 (GaN)、氮化铟镓 (InGaN)、氮化镓系或氨基半导体。该发光层 50 的材质可以是氮化铟镓 / 氮化镓 (InGaN/GaN)、氮化铝镓 / 氮化镓 (AlGaN/GaN) 或砷化铝镓 / 砷化镓 (AlGaAs/GaAs) 的多层量子阱或碳化硅 (SiC)。该荧光层 90 的材质可为纳米有机发光材料、纳米无机发光材料、荧光染料、荧光染剂、纳米荧光粉或量子点荧光材料。

[0024] 而该三维木堆状光子晶体 70 的材质可选自于一半导体材料、一有机高分子、一无机高分子、一有机化合物、一无机化合物、一金属或其组合。其中该半导体材料可以为氮化镓、氮化铟镓、铟化镓、氮化铝镓、砷化铝镓、砷化镓或其组合;有机高分子可以为聚苯乙烯系列、聚甲基丙烯酸甲酯系列、聚马来酸系列、聚乳酸系列、聚胺基酸系列的高分子或其组合;该无机化合物可以为 Ag_2O 、 CuO 、 ZnO 、 CdO 、 NiO 、 PdO 、 CoO 、 MgO 、 SiO_2 、 SnO_2 、 TiO_2 、 ZrO_2 、 HfO_2 、 ThO_2 、 CeO_2 、 CoO_2 、 MnO_2 、 IrO_2 、 VO_2 、 WO_3 、 MoO_3 、 Al_2O_3 、 Y_2O_3 、 Yb_2O_3 、 Dy_2O_3 、 B_2O_3 、 Cr_2O_3 、 Fe_2O_3 、 Fe_3O_4 、 V_2O_5 、 Nb_2O_5 、 ZnS 、 $ZnSe$ 、 $ZnTe$ 、 CdS 、 $CdSe$ 、 $CdTe$ 、 FeS 、 $FeSe$ 、 $FeTe$ 、 CoS 、 $CoSe$ 、 $CoTe$ 、 NiS 、 $NiSe$ 、 $NiTe$ 、 PbS 、 $PbSe$ 、 $PbTe$ 、 MnS 、 $MnSe$ 、 $MnTe$ 、 SnS 、 $SnSe$ 、 $SnTe$ 、 MoS_2 、 $MoSe_2$ 、 $MoTe_2$ 、 WS_2 、 WSe_2 、 WTe_2 、 Cu_2S 、 Cu_2Se 、 Cu_2Te 、 Bi_2S_3 、 Bi_2Se_3 、 Bi_2Te_3 、 SiC 、 TiC 、 ZrC 、 WC 、 NbC 、 TaC 、 Mo_2C 、 BN 、 AlN 、 TiN 、 ZrN 、 VN 、 NbN 、 TaN 、 Si_3N_4 、 Zr_3N_4 或其组合;该金属可以为 Au、Ag、Cu、Fe、Co、Ni、Pd、Pt、Al、Si、Ti、Zr、V、Nb、Mo、W、Mn 或其组合。该三维木堆状光子晶体 70 中每层柱高 h 为 $100nm \sim 10 \mu m$,柱宽 w 为 $100nm \sim 10 \mu m$,柱间距 a 为 $100nm \sim 10 \mu m$,且在垂直方向上,每二层为一个组合周期 c ,其值为 $100nm \sim 10 \mu m$ 。

[0025] 上述发光元件 1 结构中,该三维木堆状光子晶体 70 也可制作于薄层的氮化镓 (GaN)、氮化铟镓 (InGaN)、氮化镓系或氨基半导体上,而形成该 N 型半导体层 60,因此,该第二电极 80 即会形成配置于该 N 型半导体层 60 上。

[0026] 当该荧光层 90 中纳米有机发光材料、纳米无机发光材料、荧光染料、荧光染剂、纳米荧光粉或量子点荧光材料填入该三维木堆状光子晶体 70 间隙中形成该发光元件 1 的光源封装体,其中该三维木堆状光子晶体 70 具有光子能隙特性,限制光只能在垂直方向传播以避免水平方向光线的损失,进而提高其发光效率,同时还能通过该三维木堆状光子晶体调变发光光谱,因此不仅提高了发光效率,还可调变该发光元件 1 的色温,可将冷白光改为暖白光,提升了其演色性。

[0027] 请参阅图 2 与图 5,图 5 为本发明另一实施例的白光发光元件 1 结构示意图。一发光元件 1,包含一第一电极 10;一导电基板 20,配置于该第一电极上 10;一金属反射层 30,配置于该导电基板 20 上;一 P 型半导体层 40,配置于该金属反射层上 30;一发光层 50,配置于该 P 型半导体层 40 上;一 N 型半导体层 60,配置于该发光层 50 上;一三维木堆状光子

晶体 70, 其间隙填充一荧光物 91, 该三维木堆状光子晶体 70 制作于该 N 型半导体层 60 上, 以及一第二电极 80, 配置于该三维木堆状光子晶体 70 上。

[0028] 其中该导电基板 20 的材质可以是硅 (Si)、碳化硅 (SiC)、硫化锌 (ZnS)、硒化锌 (ZnSe)、电镀铜或电镀多层金属。该金属反射层 30 的材质可以是铂、金、银、铜、铝、镍、钛、铬、钯或以上金属和合金的组合。该 P 型半导体层 40 的材质可以是氮化镓 (GaN)、氮化铟镓 (InGaN)、氮化镓系或氨基半导体。该 N 型半导体层 60 的材质可以是氮化镓 (GaN)、氮化铟镓 (InGaN)、氮化镓系或氨基半导体。该发光层 50 的材质可以是氮化铟镓 / 氮化镓 (InGaN/GaN)、氮化铝镓 / 氮化镓 (AlGaN/GaN) 或砷化铝镓 / 砷化镓 (AlGaAs/GaAs) 的多层量子阱或碳化硅 (SiC)。其中该荧光物 91 的材质可以是 纳米有机发光材料、纳米无机发光材料、荧光染料、荧光染剂、纳米荧光粉或量子点荧光材料。

[0029] 而该三维木堆状光子晶体 70 的材质可选自于一半导体材料、一有机高分子、一无机高分子、一有机化合物、一无机化合物、一金属或其组合。其中该半导体材料可以为氮化镓、氮化铟镓、铟化镓、氮化铝镓、砷化铝镓、砷化镓或其组合; 该有机高分子可以为聚苯乙烯系列、聚甲基丙烯酸甲酯系列、聚马来酸系列、聚乳酸系列、聚胺基酸系列的高分子或其组合; 该无机化合物可以为 Ag_2O 、 CuO 、 ZnO 、 CdO 、 NiO 、 PdO 、 CoO 、 MgO 、 SiO_2 、 SnO_2 、 TiO_2 、 ZrO_2 、 HfO_2 、 ThO_2 、 CeO_2 、 CoO_2 、 MnO_2 、 IrO_2 、 VO_2 、 WO_3 、 MoO_3 、 Al_2O_3 、 Y_2O_3 、 Yb_2O_3 、 Dy_2O_3 、 B_2O_3 、 Cr_2O_3 、 Fe_2O_3 、 Fe_3O_4 、 V_2O_5 、 Nb_2O_5 、 ZnS 、 $ZnSe$ 、 $ZnTe$ 、 CdS 、 $CdSe$ 、 $CdTe$ 、 FeS 、 $FeSe$ 、 $FeTe$ 、 CoS 、 $CoSe$ 、 $CoTe$ 、 NiS 、 $NiSe$ 、 $NiTe$ 、 PbS 、 $PbSe$ 、 $PbTe$ 、 MnS 、 $MnSe$ 、 $MnTe$ 、 SnS 、 $SnSe$ 、 $SnTe$ 、 MoS_2 、 $MoSe_2$ 、 $MoTe_2$ 、 WS_2 、 WSe_2 、 WTe_2 、 Cu_2S 、 Cu_2Se 、 Cu_2Te 、 Bi_2S_3 、 Bi_2Se_3 、 Bi_2Te_3 、 SiC 、 TiC 、 ZrC 、 WC 、 NbC 、 TaC 、 Mo_2C 、 BN 、 AlN 、 TiN 、 ZrN 、 VN 、 NbN 、 TaN 、 Si_3N_4 、 Zr_3N_4 或其组合; 该金属可以为 Au、Ag、Cu、Fe、Co、Ni、Pd、Pt、Al、Si、Ti、Zr、V、Nb、Mo、W、Mn 或其组合。该三维木堆状光子晶体 70 中每层柱高 h 为 $100nm \sim 10 \mu m$, 柱宽 w 为 $100nm \sim 10 \mu m$, 柱间距 a 为 $100nm \sim 10 \mu m$, 且在垂直方向上, 每二层为一个组合周期 c , 其值为 $100nm \sim 10 \mu m$ 。

[0030] 上述发光元件 1 结构中, 该三维木堆状光子晶体 70 也可制作于薄层的氮化镓 (GaN)、氮化铟镓 (InGaN)、氮化镓系或氨基半导体上, 而形成该 N 型半导体层 60, 因此, 该第二电极 80 即会形成配置于该 N 型半导体层 60 上。

[0031] 本实施例之中, 不另加入该荧光层 90, 而是于该三维木堆状光子晶体 70 空气间隙中填充该荧光物 91 形成该发光元件 1 的光源封装体, 得到白光的该光元件 1。此复合型结构的该发光元件 1, 通过该三维木堆状光子晶体 70 限制光的传播方向, 避免光线损失, 进而提高其发光效率, 同时还能经由该三维木堆状光子晶体 70 调变发光光谱, 因此不仅提高了发光效率, 还可调变该发光元件 1 的色温, 可将冷白光改为暖白光, 提升其演色性。

[0032] 请参阅表 1, 表 1 解释了有无使用该三维木堆状光子晶体 70 的色温与演色性的比较, 可看出在使用了该三维木堆状光子晶体 70 后, 将其色温调变为视觉上较为舒适的白光 (色温范围在 $4000K \sim 5000K$ 之间), 并且也提升了其演色性, 兹以证明本发明的成果。

[0033]

I=120 mA		
样品	色温	演色性
普通	5788	85
使用三维木堆状光子晶体结构	4494	91

[0034] 表 1

[0035] 图 6 为本发明白光发光元件使用三维木堆状光子晶体前后差异的折线图。如图 6 所示,横轴为发光元件所发出的光波波长,介于 400nm 到 800nm 之间,纵轴为各波段色光的相对发光强度,虚线为使用该三维木堆状光子晶体 70 的该白光发光元件 1,显示出可降低光波波长位于紫、蓝、绿、黄、橙光的相对发光强度,进而提升暖色光在白光中所占的比率,而达到降低色温的功效。

[0036] 因此,本发明的复合型结构的该发光元件 1,以垂直式蓝光发光二极管晶粒当基底,并于蓝光发光二极管晶粒的该 N 型半导体层 60 上制作该三维木堆状光子晶体 70 形成复合型结构的该发光元件 1,经由该三维木堆状光子晶体 70 限制光的传播方向,能让光只在垂直方向传播以降低光损失,进而提升该发光元件 1 的发光效率,即可得到高发光效率的蓝光该发光元件 1。另外,为得到白光的该发光元件 1,还可以于该三维木堆状光子晶体 70 上增加该荧光层 90,使该荧光层 90 中的纳米荧光粉或量子点荧光材料填入该三维木堆状光子晶体 70 间隙中形成该发光元件 1 的光源封装体,或是在该三维木堆状光子晶体 70 间隙中填充该荧光物 91 形成该发光元件 1 的光源封装体,经由该三维木堆状光子晶体 70 限制光的传播方向,避免光线损失,进而提高其发光效率,同时还能经由该三维木堆状光子晶体 70 调变发光光谱,不仅可提高发光效率,还可调变该发光元件 1 的色温,将冷白光改为暖白光,进而提升其演色性。

[0037] 符号说明

- [0038] 1 发光元件
- [0039] 10 第一电极
- [0040] 20 导电基板
- [0041] 30 金属反射层
- [0042] 40 P 型半导体层
- [0043] 50 发光层
- [0044] 60 N 型半导体层
- [0045] 70 三维木堆状光子晶体
- [0046] 80 第二电极
- [0047] 90 荧光层
- [0048] 91 荧光物
- [0049] w 柱宽
- [0050] h 柱高

-
- [0051] a 柱间距
[0052] c 周期。

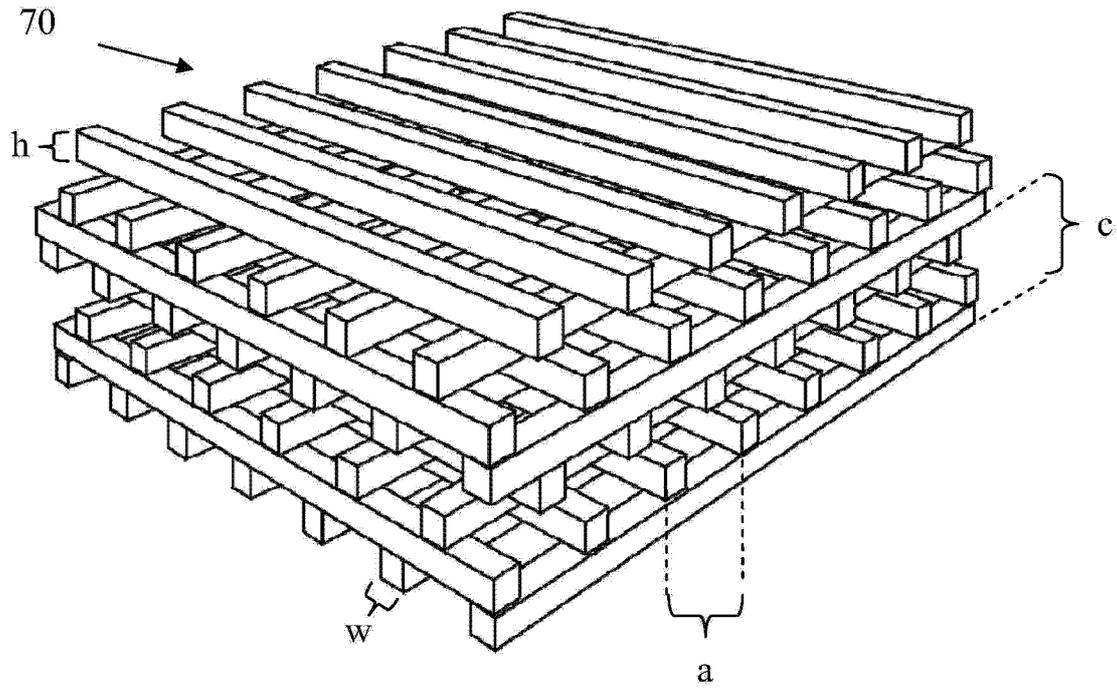


图 2

70

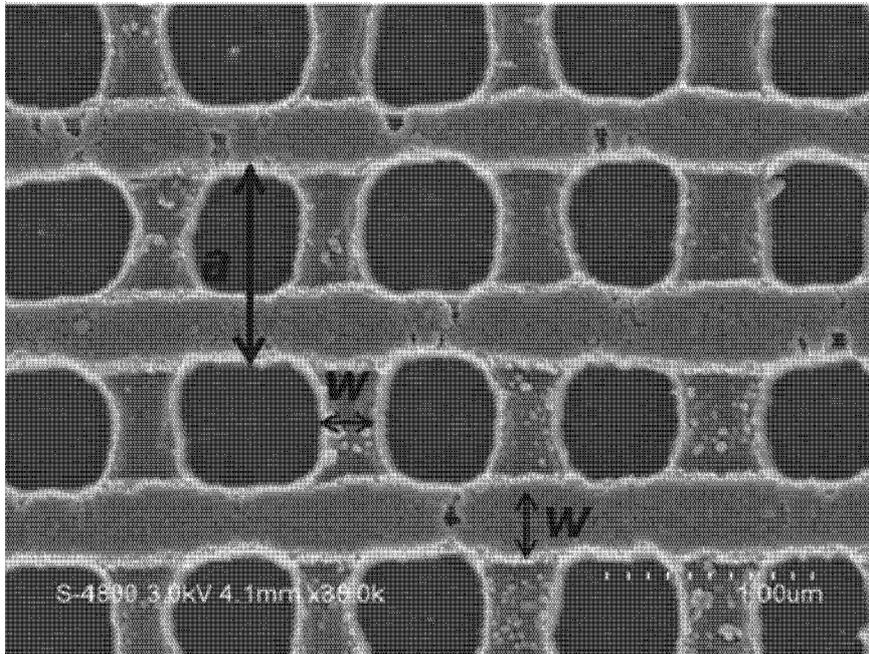


图 3(a)

70

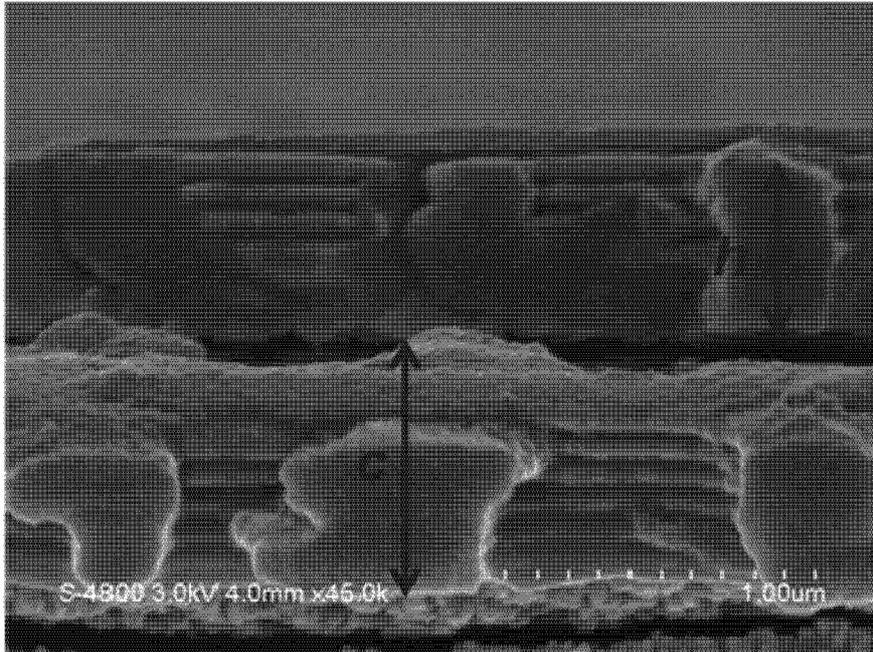


图 3(b)

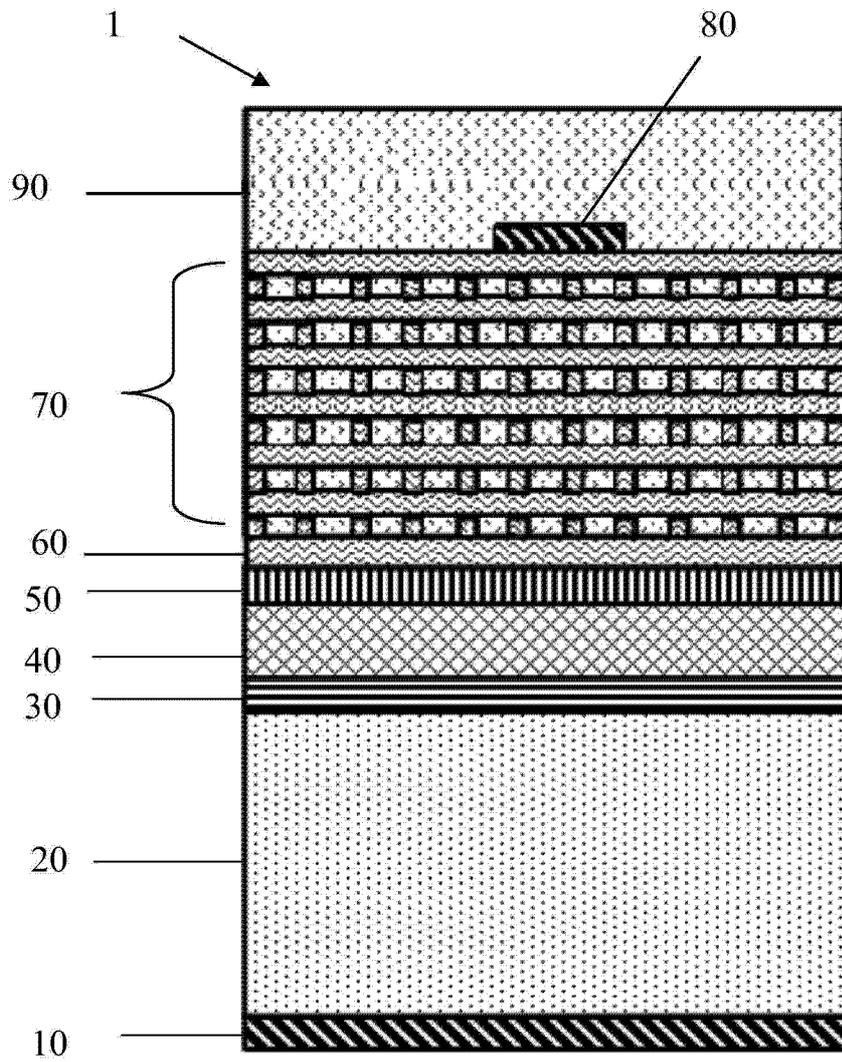


图 4

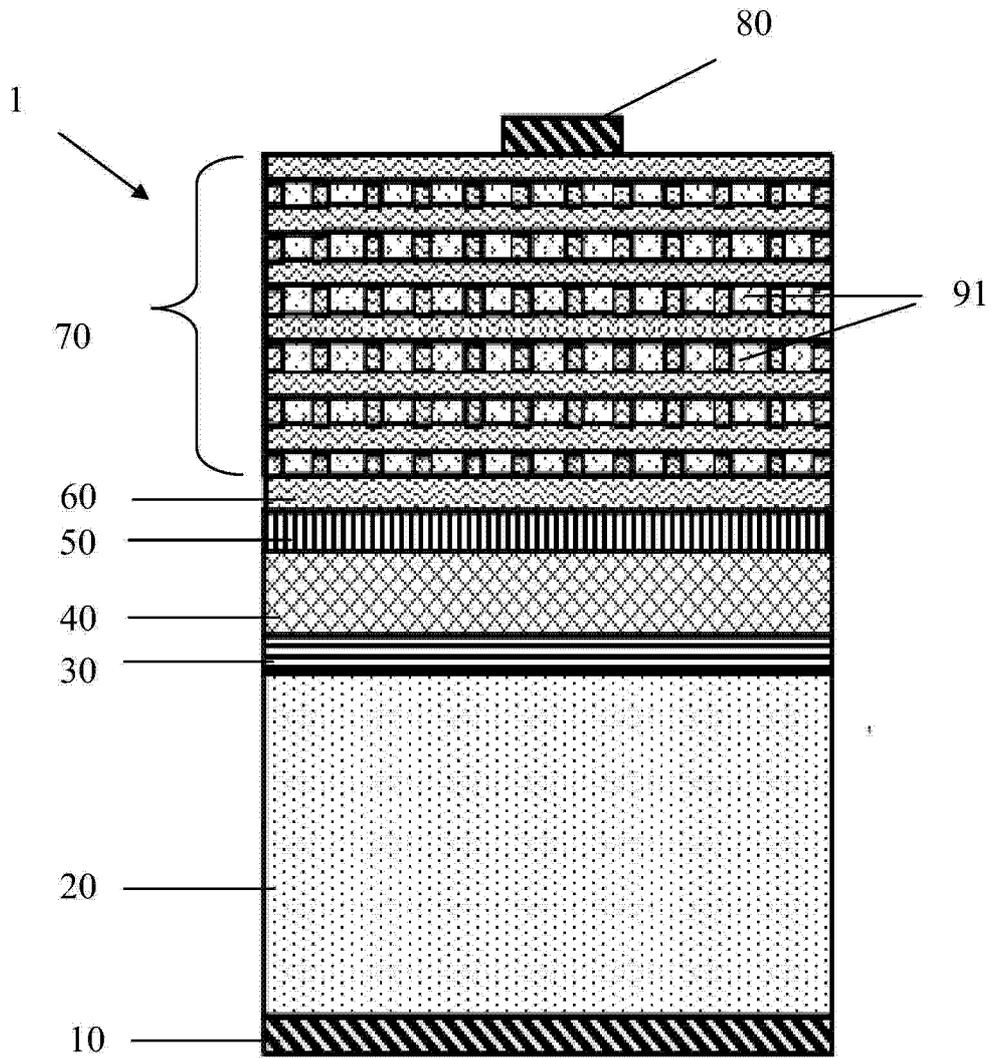


图 5

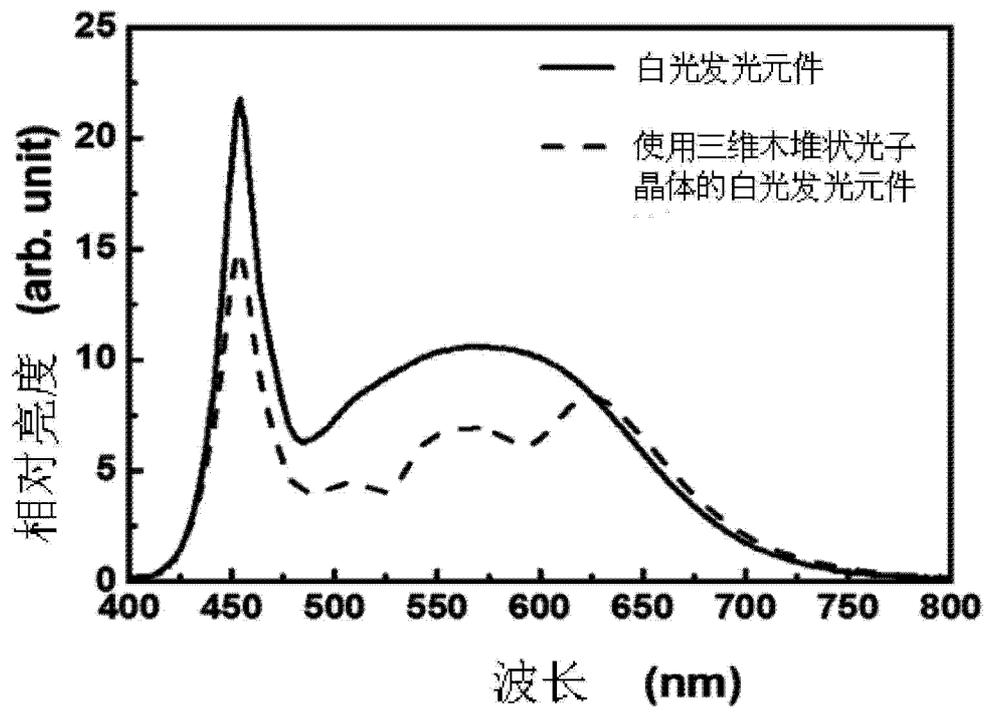


图 6