

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
H01L 51/50 (2006.01)



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200780009543.8

[43] 公开日 2009 年 4 月 8 日

[11] 公开号 CN 101405888A

[22] 申请日 2007.2.20

[21] 申请号 200780009543.8

[30] 优先权

[32] 2006.2.17 [33] US [31] 60/774,794

[86] 国际申请 PCT/US2007/062445 2007.2.20

[87] 国际公布 WO2007/098451 英 2007.8.30

[85] 进入国家阶段日期 2008.9.17

[71] 申请人 索莱赞特公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 戴莫德·雷迪

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 张波

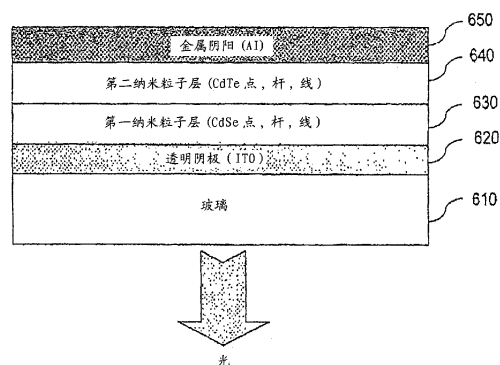
权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 11 页

## [54] 发明名称

纳米结构的电致发光器件以及显示器

## [57] 摘要

一种电致发光器件，其包括第一电极(610)和第二电极(650)，二者中至少一个对辐射是透明的；包括第一纳米颗粒的空穴传导层(630)，其中空穴传导层(630)与第一电极(610)相接触；包括第二纳米颗粒的电子传导层(640)，其中电子传导层(640)与空穴传导层(630)和第二电极(650)相接触；任选的能提供正电压和负电压的电压源，其中电压源的正极被连接到第一电极，负极被连接到第二电极。在一些实施例中，电致发光器件也包括在空穴传导层和电子传导层之间的电子-空穴复合层。



1. 一种电致发光器件, 其包括:  
第一和第二电极, 该第一和第二电极中的至少一个对辐射是透明的;  
包括第一纳米颗粒的空穴传导层, 其中所述空穴传导层与所述第一电极相接触;  
包括第二纳米颗粒的电子传导层, 其中所述电子传导层与所述空穴传导层和所述第二电极相接触;  
能够提供正电压和负电压的电压源, 其中所述电压源的正极与所述第一电极电连接, 负极与所述第二电极连接。
2. 如权利要求 1 所述的电致发光器件, 还包括在所述电子传导层和所述空穴传导层之间的电子-空穴复合层。
3. 如权利要求 2 所述的电致发光器件, 其中所述电子-空穴复合层包括金属或者金属氧化物层。
4. 如权利要求 2 所述的电致发光器件, 其中所述电子-空穴复合层包括与所述第一纳米颗粒或所述第二纳米颗粒结合的金属或者金属氧化物。
5. 如权利要求 2 所述的电致发光器件, 其中所述电子-空穴复合层包括与所述第一纳米颗粒和所述第二纳米颗粒结合的金属或者金属氧化物。
6. 如权利要求 2 所述的电致发光器件, 其中所述第一纳米颗粒和所述第二纳米颗粒包括至少一种金属并且其中所述电子-空穴复合层的金属包括所述第一纳米颗粒或所述第二纳米颗粒的金属的至少一种。
7. 如权利要求 2 所述的电致发光器件, 其中所述电子-空穴复合层是烧结层。
8. 如权利要求 2 所述的电致发光器件, 其中所述电子-空穴复合层为 5-10 纳米厚。
9. 如权利要求 2 所述的电致发光器件, 还包括在所述第一电极和所述空穴传导层之间并且与所述第一电极和所述空穴传导层接触的空穴注入层。
10. 如权利要求 9 所述的电致发光器件, 其中所述空穴注入层包括 p 型半导体、金属或者金属氧化物。
11. 如权利要求 10 所述的电致发光器件, 其中所述金属氧化物包括铝氧化物、氧化锌或者二氧化钛。

12. 如权利要求 10 所述的电致发光器件, 其中所述金属包括铝、金或者银。

13. 如权利要求 10 所述的电致发光器件, 其中所述 p 型半导体为 p 掺杂硅。

14. 如权利要求 2 所述的电致发光器件, 还包括在所述第二电极和所述电子传导层之间并且与所述第二电极和所述电子传导层接触的电子注入层。

15. 如权利要求 14 所述的电致发光器件, 其中所述电子注入层包括金属、氟化物盐或者 n 型半导体。

16. 如权利要求 15 所述的电致发光器件, 其中所述氟化物盐包括 NaF、CaF<sub>2</sub> 或者 BaF<sub>2</sub>。

17. 如权利要求 1 所述的电致发光器件, 其中所述第一纳米颗粒和所述第二纳米颗粒是纳米晶体。

18. 如权利要求 17 所述的电致发光器件, 其中所述纳米晶体独立地选自量子点、纳米杆、纳米两脚台、纳米三脚台、纳米多脚台或者纳米线构成的组。

19. 如权利要求 17 所述的电致发光器件, 其中所述纳米晶体包括量子点。

20. 如权利要求 16 所述的电致发光器件, 其中所述纳米晶体包括 CdSe、ZnSe、PbSe、CdTe、InP、PbS、Si 或者 II-VI 族、II-IV 族或 III-V 族材料。

21. 如权利要求 17 所述的电致发光器件, 还包括在所述空穴传导层、所述电子传导层或者所述电子-空穴复合层中的纳米结构。

22. 如权利要求 21 所述的电致发光器件, 其中所述纳米结构包括纳米管、纳米杆或者纳米线。

23. 如权利要求 22 所述的电致发光器件, 其中所述纳米结构包括碳纳米管。

24. 如权利要求 21 所述的电致发光器件, 其中所述纳米颗粒共价地连接到所述纳米结构。

25. 一种电子装置, 包括如权利要求 1 所述的电致发光器件。

## 纳米结构的电致发光器件以及显示器

### 技术领域

本发明涉及电致发光器件 (electroluminescent device) 以及包括它们的发射型显示器。

### 优先权的要求

本申请要求 2006 年 2 月 17 日提出的美国专利申请号 No.60/774794 的权益并在此引入其全文作为参考。

### 背景技术

依靠显示器中的发射装置的类型将发射型显示器归入三类: (1) 有机发光显示器 (OLED); (2) 场发射显示器 (FED) 以及 (3) 无机薄膜电致发光显示器 (EL)。在这三类中, OLED 受到了全世界最多的注意和投资。大约 100 个公司正在开发 OLED 技术的各个方面。商业的 OLED 产品被用在移动电话和 MP3 市场内。OLED 装置能够由小分子 (由 Kodak 开拓) 或者聚合物 (由 Cambridge Display Technology 开拓) 制成。OLED 装置也可以由磷光材料 (由 Universal Display Technology 开拓) 制成。超过 90% 的商业产品使用 Kodak 的荧光小分子材料 (fluorescent small molecule material)。另一方面, 通过使用诸如旋转涂布 (spin coating) 和喷墨打印 (ink-jet printing) 的溶液处理 (solution processing) 技术, 聚合物材料提供了较低的制造成本。期望聚合物材料为大尺寸 (>20") 的 OLED 显示器提供有效的成本解决方案。磷光材料提供较高的效率并且减少了能量消耗。

OELD 显示器存在有几种基于材料和制造工艺相关的问题。例如, OLED 具有短的寿命、高的制造成本以及长时间使用色彩平衡 (color balance) 会损失的问题。寿命短和色彩平衡差的问题是由 OLED 中的发射装置的化学特性引起的。例如, 因为蓝色光谱中的较高能量趋向于使 OLED 中使用的有机分子不稳定, 所以难以提高蓝 OLED 的寿命。由于需要使用昂贵的遮蔽板 (shadow mask) 来沉积红色、绿色和蓝色材料, 所以制造小分子全色显示

器 (full color display) 的成本也非常高。通过使用滤色器技术 Kodak 和其他公司已经开发了白色的 OLED 以克服这些问题。然而, 滤色器的使用增加了材料成本并且降低了显示质量。这种方法也带走了 OLED 显示器的一些主要优点。

通过利用喷墨打印, 聚合物材料为实现低成本、高产量的制造提供了可能的途径。然而, 与小分子相比, 聚合物甚至具有更短的寿命。在聚合物材料能够在商业上是可行的之前, 其寿命必须增加一个数量级。

期望下一代发射型显示器技术可以基于最近出现的被称为量子点 (QD, quantum dot) 的纳米材料。能够通过改变点的尺寸简单地调节 QD 中的发射颜色 (emission color)。在 QD-OLED 中已经表明了量子点在建立发射型显示器中的有效性。见 Seth Coe et al., Nature 420,800(2002)。这些显示器中的发射来自诸如 CdSe 的无机材料, 这些材料固有地比 OLED 材料更稳定。能够通过减小量子点的尺寸简单地获得稳定的蓝色材料。

由 QD 制成的显示装置具有比 OLED 低一个数量级的量子效率 (quantum efficiencies)。将 QD 与 OLED 材料联合从而提高效率。见 US2004/0023010。然而, 这个方法仅产生效率的有限的提高, 而且降低了显示器的寿命并且使制造工艺变复杂。

## 发明内容

电致发光器件包括: (1) 第一和第二电极, 二者中至少一个电极对辐射是透明的; (2) 包括第一纳米颗粒的空穴传导层, 其中空穴传导层与第一电极相接触; (3) 包括第二纳米颗粒的电子传导层, 其中电子传导层与空穴传导层和第二电极相接触; 以及任选地 (4) 能够提供正电压和负电压的电压源, 其中电压源的正极与第一电极连接, 负极与第二电极连接。

在一些实施例中, 电致发光器件也包括在电子和空穴传导层之间的电子-空穴复合层 (electron-hole combination layer)。电子-空穴复合层能是金属或者金属氧化物层。其也能是金属或者金属氧化物与在空穴和/或电子传导层中使用的第一和/或第二纳米颗粒结合的层。电子-空穴复合层也能是烧结层, 其中典型地是利用加热来处理前述组分从而使颗粒聚结成实体 (solid mass)。电子-空穴复合层也能在不存在金属或者金属氧化物的条件下通过简单烧结空穴传导层和电子传导层来在这两层的交接处 (junction) 制造。通常, 电子

-空穴复合层为 5-10 纳米厚。

电致发光器件还能包括在第一电极和空穴传导层之间的空穴注入层。空穴注入层能包括 p 型半导体、金属或者金属氧化物。典型的金属氧化物包括铝氧化物、氧化锌或者二氧化钛，而典型的金属包括铝、金或者银。p 型半导体能是 p 掺杂硅。

电致发光器件还能包括在第二电极和电子传导层之间的电子注入层。电子注入层能是金属、氟化物盐或者 n 型半导体。氟化物盐的实例包括 NaF、CaF<sub>2</sub> 或者 BaF<sub>2</sub>。

空穴传导层和电子传导层中使用的纳米颗粒为纳米晶体。示范性纳米晶体包括量子点、纳米杆 (nanorod)、纳米两脚台 (nanobipod)、纳米三脚台 (nanotripod)、纳米多脚台 (nanomultipod) 或者纳米线。这样的纳米晶体能由 CdSe、ZnSe、PbSe、CdTe、InP、PbS、Si 或者 II-VI 族、II-IV 族或 III-V 族的材料。

在一些电致发光器件中，诸如纳米管、纳米杆或者纳米线的纳米结构能被包括在空穴传导层、电子传导层和/或电子-空穴复合层中。优选的纳米结构是碳纳米管。当使用纳米结构时，优选的是这些纳米颗粒共价地 (covalently) 连接到纳米结构。

#### 附图说明

图 1 (现有技术) 示出量子点，因为它们的尺寸差异，其在不同的颜色进行吸收和发射。这些量子点为纳米尺寸。小点吸收光谱中的蓝端部分而大尺寸的点吸收光谱的红端部分。

图 2 (现有技术) 示出由 ZnSe、CdSe 和 PbSe 制成的相同尺寸的量子点，其分别在 UV 光、可见光和 IR 进行吸收和发射。

图 3 (现有技术) 示出被覆以诸如三正辛基氧化磷 (TOPO) 的溶剂的纳米颗粒。

图 4 示出被结合剂功能化的纳米颗粒。

图 5 示出被结合剂功能化的核-壳层 (core-shell) 纳米颗粒。

图 6-11 示出纳米结构的电致发光器件的各种实施例。

#### 具体实施方式

电致发光器件包括(1)两个电极,其中至少一个对辐射(radiation)是透明的;(2)空穴传导层,其包括第一纳米颗粒;以及(3)电子传导层,其包括第二纳米颗粒。第一和第二纳米颗粒在组成和/或尺寸上都是不同的。此外,选择第一和第二纳米颗粒使得空穴传导层的第一颗粒传导空穴而电子传导层的第二颗粒传导电子。选择纳米颗粒使得他们相对的带隙(bandgap)产生II族能带偏移(band offset)。CdTe和CdSe是存在II族能带偏移的纳米颗粒。然而,可以选择具有不同的组成和/或尺寸的不同纳米颗粒,只要导带和价带形成II型能带偏移。电致发光器件选择性地包括能够提供正电压和负电压的电压源。当电压源存在时,电压源的正极电连接到第一电极,因此被电连接到空穴传导层,而将负极连接到第二电极并且因此连接到电子传导层。

在一些实施例中,将电子-空穴复合层置于电子传导层和空穴传导层之间。电子-空穴复合层能包括金属、金属氧化物或者金属氧化物或金属与空穴传导层的纳米颗粒或者电子传导层的纳米颗粒的混合物。在一些情况下,金属或者金属氧化物既与空穴传导层的纳米颗粒又与电子传导层的纳米颗粒联合。在电致发光器件中出现的电子-空穴传导层的类型将依赖于其制造方法。图6示出没有电源的电致发光器件。在图6中,诸如氧化铟锡(indium tin oxide)(620)的透明阳极形成在玻璃衬底(610)上。然后沉积第一纳米颗粒层,之后沉积第二纳米颗粒层。然后,金属阴极(650)形成在第二纳米颗粒层上。然后,可以退火/烧结整个装置以便形成第一和第二纳米颗粒层之间的连续层以及电子-空穴复合层。电子-空穴复合层形成在这两层之间并且由来自空穴传导层和电子传导层的纳米颗粒形成。当正电压和负电压置于该装置的两边时,在这个区域,电子和空穴彼此复合从而发光。发射的辐射可以依赖于电子导电纳米颗粒的导带和空穴导电纳米颗粒的价带之间的能量差。可以理解的是在这种能级,发射的辐射不需要与该差异精确关联。而是,可以得到具有小于该带隙的能量的光。

如果金属或者金属氧化物层位于第一和第二纳米颗粒层之间,那么便形成电子-空穴复合层。如果将金属或者金属氧化物置于第一纳米颗粒层上,然后在增加第二纳米颗粒层之前进行烧结,那么电子-空穴复合层不仅包括金属或者金属氧化物而且包括来自第一层的纳米颗粒。可选择地,第二纳米颗粒层可以沉积在金属或者金属氧化物层上,然后对该装置进行烧结。在这

种情况下,电子-空穴复合层包括与来自第一和第二层的纳米颗粒结合的金属或者金属氧化物。如果通过首先沉积空穴传导层,然后沉积金属或者金属氧化物层,之后进行烧结来制作该装置,则电子-空穴复合层便包括与来自空穴传导层的纳米颗粒结合的金属或者金属氧化物。

电致发光器件还可以包括电子注入层和/或空穴注入层。参考图 7,电子注入层位于第二纳米颗粒层和阴极之间。电子注入层可以包括 n 型半导体、氟化物盐或者金属。例如, n 型半导体能够是 n 掺杂硅而氟化物盐可以是氯酸钠 (sodium chlorate)、氯化钙 (calcium chloride) 或者氟化钡 (barium fluoride)。当使用氟化物时,该层能为 0.5 到 2 纳米厚。当使用金属时,该层能是 5 到 20 纳米厚。

空穴注入层 (730) 能为 p 型半导体、金属或者金属氧化物。例如金属氧化物能是铝氧化物、氧化锌或者二氧化钛 (titanium dioxide) 而金属能是铝、金或者银。可以用作空穴注入层的 p 型半导体的一个实例是 p 掺杂硅。在图 8 中,将空穴阻挡层 (hole blocking layer) (860) 增加到之前图 7 所阐述的实施例。空穴阻挡层的实例包括  $\text{TiO}_2$ 、 $\text{ZnO}$  和带隙大于 3eV 的其他金属氧化物。

此外,可以将电子阻挡层设置在阳极和第一纳米颗粒层之间或者设置在空穴注入层和第一纳米颗粒层之间。电子阻挡层的实例包括由  $\text{TiO}_2$  制成的一些层。

可以理解的是,电子注入层也能起空穴阻挡层的作用。然而,在一些实施例中,可以使用两种不同的材料,其中一种起电子注入层的作用而另一种起空穴阻挡层的作用。例如,电子注入层能是  $\text{LiF}$ 、 $\text{BaF}$  或者  $\text{CaF}$  而空穴阻挡层能是  $\text{TiO}_2$ 。

类似地,在阳极,空穴注入层也起电子阻挡物 (barrier) 的作用。然而,当利用不同的材料实现这些功能时,空穴注入层能用 Au 制成而电子阻挡物能由  $\text{Al}_2\text{O}_3$  制成。

如这里所用,术语“纳米颗粒”或者“发光纳米颗粒”指的是基于空穴和电子的复合而产生光的发光材料。发光纳米颗粒通常为诸如量子点、纳米杆 (nanorod)、纳米两脚台 (nanobipods)、纳米三脚台 (nanotripods)、纳米多脚台 (nanomultipods) 或者纳米线的纳米晶体。

发光纳米颗粒能由化合物半导体 (compound semiconductor) 制成,其



中化合物半导体包括 II-VI、II-IV 以及 III-V 族的材料。发光纳米颗粒的一些实例为 CdSe、ZnSe、PbSe、InP、PbS、ZnS、CdTeSi、Ge、SiGe、CdTe、CdHgTe 以及 II-VI、II-IV 和 III-V 族的材料。发光纳米颗粒能为核型或者核-壳层型。在核-壳层纳米颗粒中，核和壳层由不同的材料制成。核和壳层都可以由化合物半导体制成。

空穴传导层的纳米颗粒具有使空穴容易从阳极传输到这些纳米颗粒的带隙。电子传导层的纳米颗粒具有使电子容易从阴极传输到这些纳米颗粒的带隙。用于电子传导层和空穴传导层的材料的带隙是彼此互补的从而使电子和空穴在电子-空穴复合层中进行有效的再结合。

量子点是纳米颗粒的优选类型。正如本领域中所知，具有相同组成但是具有不同直径的量子点在不同的波长吸收和发射辐射。图 1 图解由相同的组成制成但是具有不同的直径的三个量子点。小量子点在光谱的蓝光部分吸收和发射，而中等量子点和大量子点分别在可见光谱的绿光和红光部分吸收和发射。可选择地，如图 2 中所显示，量子点能具有实质上相同的尺寸但是由不同的材料制成。例如，UV-吸收量子点能由硒化锌（zinc selenide）制成；而，可见光和 IR 量子点分别由硒化镉和硒化铅制成。具有不同尺寸和/或不同组成的纳米颗粒被用在每个纳米颗粒层中。

可以通过与  $X_a-R_n-Y_b$  连接剂（linker）的反应改性发光纳米颗粒，其中 X 和 Y 为诸如羧酸基、磷酸基、磺酸基、含胺基等的反应基团（reaction moieties）；a 和 b 独立地为 0 或者 1，其中，a 和 b 中至少一个是 1；R 是诸如  $-CH_2$ 、 $-NH$ -或者  $-O$ -的含碳基、含氮基或者含氧基；n 为 0-10 或者 0-5。一个反应基团（例如，X）能与纳米颗粒反应而另一个反应基团（Y）能与诸如（1）电极、（2）电子-空穴复合层、（3）空穴或者电子注入层、（4）空穴或电子阻挡层或者（5）其他纳米颗粒的另一结构反应。在一些实施例中，发光纳米颗粒被用于修饰将在电子和/或空穴传导层中使用的纳米结构。带有第二反应基团或者不带第二反应基团的连接剂也能钝化纳米颗粒并且增加他们的稳定性和电致发光性。连接剂还能改善纳米颗粒在用于制作电荷导电层的普通有机溶剂中的溶解性（solubility）或者悬浮特性（suspension）。

通过调节  $X_a-R_n-Y_b$  的组分，纳米颗粒的表面和任何前述结构之间的距离能被调节到最小化能促进电子-空穴复合层外部的电子-空穴复合的表面状态的效果。这些表面之间的距离典型地为 10 埃或者更小，优选为 5 埃或者更

小。保持这个距离使得电子或者空穴从电极到电子空穴复合层可以隧穿过此间隙。

正如这里所用的，术语“纳米结构”、“电子导电纳米结构”或者“空穴导电纳米结构”指的是纳米管、纳米杆、纳米线等。电子和空穴导电纳米结构本质上是晶体。通常，纳米结构由宽的带隙的半导体材料制成，其中，例如， $\text{TiO}_2$  的带隙是  $3.2\text{eV}$ 。选择纳米结构使得他们的带隙高于将在太阳能电池中使用的光敏纳米颗粒的最高带隙（例如， $>2.0\text{eV}$ ）。

例如，电子导电纳米结构能由二氧化钛（titanium dioxide）、氧化锌（zinc oxide）、氧化锡（tin oxide）、氧化铟锡（indium tin oxide）以及氧化铟锌（indium zinc oxide）制成。纳米结构也可以由诸如碳纳米管，尤其是单壁（single-wall）碳纳米管的其他导电材料制成。

可以利用本领域中已知的方法来制备电子导电纳米结构。也可以通过利用由沉积在衬底上的种子颗粒（seed particle）促进的胶体生长（colloidal growth）来制备导电纳米结构。也能利用诸如化学气相沉积（CVD）、金属有机化学气相沉积（MOCVD, metal-organic chemical vapor deposition）的真空沉积工艺、诸如分子束外延（MBE, molecular beam epitaxy）的外延生长方法等来制备导电纳米结构。

当为纳米管时，纳米管的外直径的范围为从约 20 纳米到 100 纳米，在一些情况下范围为从 20 纳米到 50 纳米并且在其他情况下范围为从 50 纳米到 100 纳米。纳米管的内直径能从约 10 纳米到 80 纳米，在一些情况下能为从 20 纳米到 80 纳米并且还能为从 60 纳米到 80 纳米。纳米管的壁厚能为 10-25 纳米、15-25 纳米或者 20-25 纳米。在一些情况下，纳米管的长度为 100-800 纳米、400-800 纳米或者 200-400 纳米。

在纳米线的情况下，其直径可以为从约 100 纳米到约 200 纳米并且可以为 50-100 微米长。纳米杆的直径能为从约 2 纳米到 200 纳米但是其经常为 5-100 纳米或者 20-50 纳米。它们的长度能为 20-100 纳米，但是其长度通常在 50-500 纳米或者 20-50 纳米之间。

如以上所描述，电致发光器件（没有电压源）不包括有机空穴导电聚合物或者有机电子导电聚合物。除了当使用有机连接剂时，该装置实质完全是无机的。

电致发光器件可以用在发射型显示器中。发射型显示器即包括平板显示

器（单独或者与成品相关联的其他组分联合）也包括其他电子装置。

## 实例

实例 1: 图 6 示出了纳米结构的电致发光器件, 通过本领域中已知的下面的方法, 将透明导电层 ITO 620 沉积在玻璃衬底 (610) 上。ITO 的表面可以暴露给等离子处理或者本领域中已知的其他工艺以调节 ITO 的功函数。然后, 将第一电荷导电纳米颗粒层 (630) 沉积在 ITO 层上。可以采用旋转涂布、喷墨打印或者其他的印刷工艺来沉积分散在适当的溶剂中的纳米颗粒。可以通过将衬底加热到约 200℃ 并保持 15 分钟以去除溶剂来获得连续的无针孔 (pin hole) 纳米颗粒层。层 630 中的纳米颗粒能是点、杆或者线。此实施例中的第一纳米颗粒层由 CdSe 制成。第二纳米颗粒层 (640) 直接沉积在第一纳米颗粒层 (630) 的上方。旋转涂布、喷墨印刷或者其他的印刷工艺能用来沉积分散在适当的溶剂中的纳米颗粒。通过将衬底加热到约 200℃ 并保持 15 分钟以去除溶剂能获得连续的无针孔纳米颗粒层。层 640 中的纳米颗粒能为点、杆或者线。此实施例中的第二纳米颗粒层由 CdTe 制成。第一纳米颗粒层 (630) 中的 CdSe 颗粒尺寸和第二纳米颗粒层 (640) 中的 CdTe 颗粒尺寸能被调节为获得期望的发射颜色。为了产生蓝色的发射, 可以使用 3 微米的点。为了产生红色发射, 可以用 6 微米的点。可以通过利用本领域中已知的方法调节纳米颗粒的尺寸来产生其他的颜色。可以通过在甲醇中的饱和的  $\text{CdCl}_2$  溶液中加热衬底或者通过本领域已知的方法来改善这两个纳米颗粒层之间的界面。这样的处理产生第一纳米颗粒层和第二纳米颗粒层之间的适当的界面使得在界面发生有效的电子-空穴复合。然后, 将铝金属电极 (650) 沉积在第二纳米颗粒层的顶上从而完成纳米结构的电致发光器件。

实例 2: 图 7 中示出了纳米结构的电致发光器件的另一个实施例。将透明导电层 ITO (720) 沉积在玻璃衬底 (710) 上。如实例 1 中所描述, 利用本领域中已知的方法将诸如铝氧化物的空穴注入层 (730) 沉积在 ITO 层 720 上。然后, 如实例 1 中所描述, 沉积第一和第二纳米颗粒层 (740 和 750)。然后, 利用本领域中已知的方法将诸如 LiF 的电子注入层 (760) 沉积在第二纳米颗粒层的顶上。将铝金属电极 (770) 沉积在第二纳米颗粒层的顶上从而完成纳米结构的电致发光器件。

实例 3: 图 8 中示出了纳米结构的电致发光器件的另一个实施例。如实

例2中所描述一样来形成ITO空穴注入层以及第一和第二纳米颗粒层。利用本领域中已知的方法将由 $\text{TiO}_2$ 制成的空穴阻挡层(860)沉积在第二纳米颗粒层的顶上。然后,利用本领域中已知的方法沉积诸如LiF的电子注入层(870)并且将铝金属电极(880)沉积在第二纳米颗粒层的顶上从而完成纳米结构的电致发光器件。

实例4:图9中示出了纳米结构的电致发光器件的另一个实施例。如实例1中所描述,将ITO层(920)沉积在玻璃衬底(910)上。然后与实例1中所描述的一样,将第一纳米颗粒层(930)沉积在ITO层上。本实例中的纳米颗粒(CdSe点、杆、两脚台、三脚台、多脚台、线)与诸如此实施例中的第一纳米颗粒层(930)的纳米结构联合,第一纳米颗粒层(930)是通过装饰(decorate)功能化的单壁碳纳米管(SWCNT,single wall carbon nano tube)来制作的。第二纳米颗粒层(940)被直接沉积在第一纳米颗粒层(930)的顶上。如实例1中所描述,第二层(940)中的纳米颗粒,功能化的CdTe点、杆、两脚台、三脚台、多脚台或者线与功能化的单壁碳纳米管(SWCNT)相联合。然后,将铝金属电极(950)沉积在第二纳米颗粒层的顶上从而完成纳米结构的电致发光器件。

实例5:图10中示出了纳米结构的电致发光器件的另一个实施例。如实例4所描述一样来形成ITO层、第一和第二纳米颗粒层以及金属阴极层。然而,在此实施例中,在将铝金属电极(1070)沉积在第二纳米颗粒层的顶上之前将诸如LiF的电子注入层(1060)沉积在第二纳米颗粒层的顶上。

实例6:图11中示出了纳米结构的电致发光器件的另一个实施例。除了将空穴阻挡层(1160)沉积在第二纳米颗粒层的顶上之外,与实例5中描述的一样来制作此装置。

在以上实施例中使用的ITO层的厚度为100nm,铝层的厚度为150nm。空穴注入层为约5埃厚,电子注入层的厚度为约10埃。纳米颗粒层的厚度范围为10-100nm。

以上的实施例是一些应用本发明的实例。对本领域的技术人员来说显而易见的是,可以使用本领域中已知的其他材料和材料的组合来代替以上实施例中使用的材料实例以建立根据本发明的纳米结构的电致发光显示器。例如,其他透明导电材料能用作阳极来代替ITO。其他金属氧化物能用作空穴注入材料代替铝氧化物。其他金属卤化物能用作电子注入材料代替LiF以建

立根据本发明的纳米结构的电致发光显示器。诸如 Ag、Ca 的其他金属能代替铝用作阴极以建立根据本发明的纳米结构的电致发光显示器。CdSe 和 CdTe 纳米颗粒被用作第一和第二纳米颗粒层的实例。其他具有合适的带隙的发光纳米颗粒能被使用来代替 CdSe 和 CdTe 以建立根据本发明的纳米结构的电致发光显示器。

以上实施例示出了底部发射显示器。对本领域的技术人员来说,显而易见的是:通过利用本领域中已知的适当的阴极和阳极材料能够根据本发明建立顶部发射显示器。

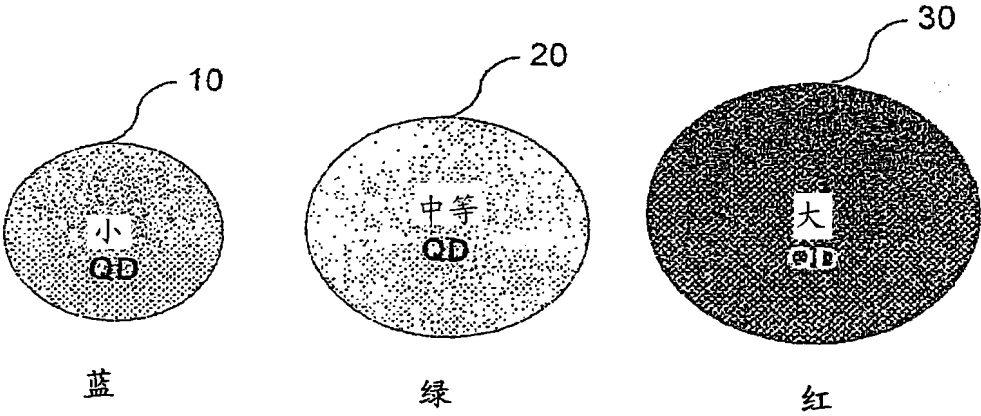


图 1

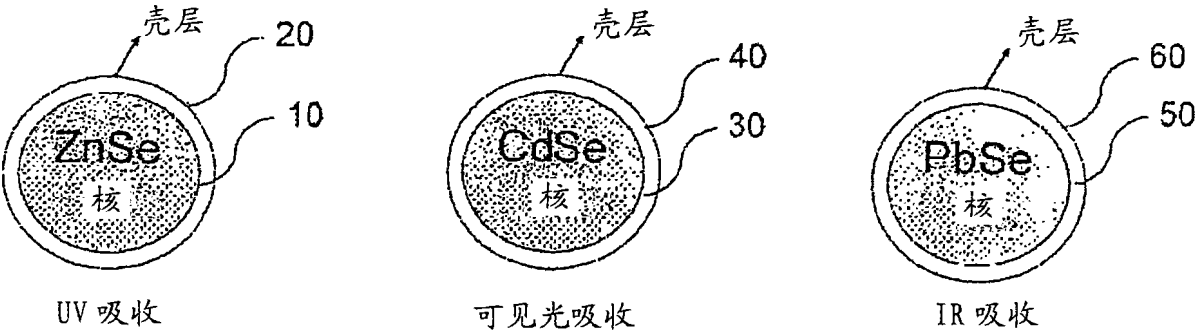


图 2

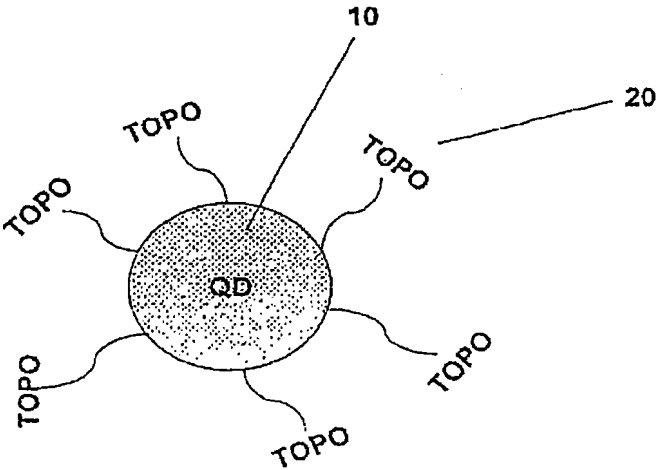


图 3



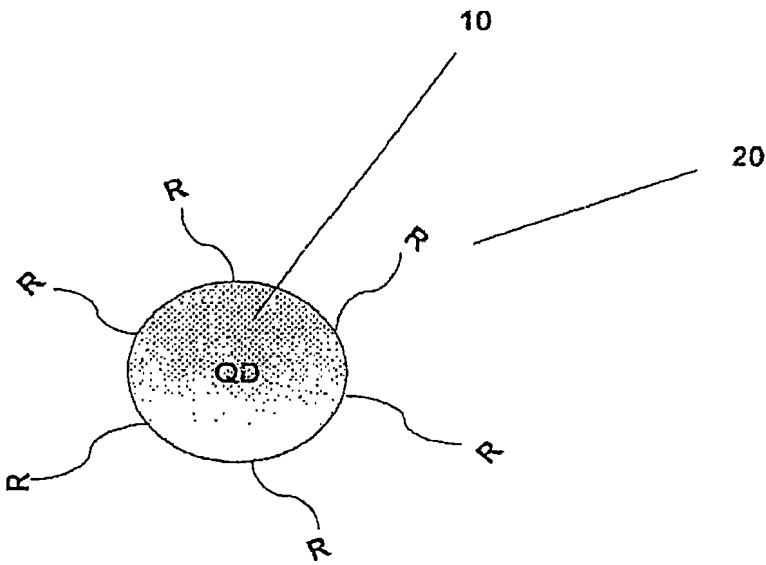


图 4

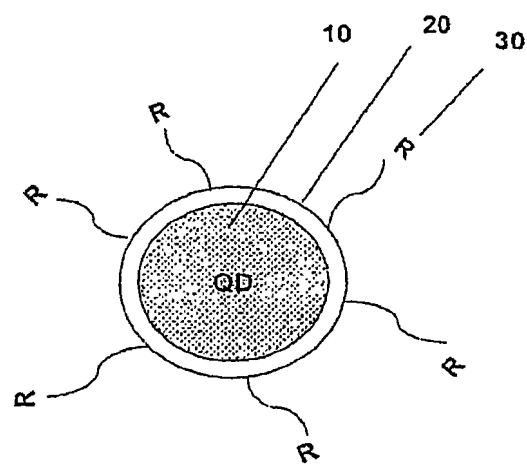


图 5

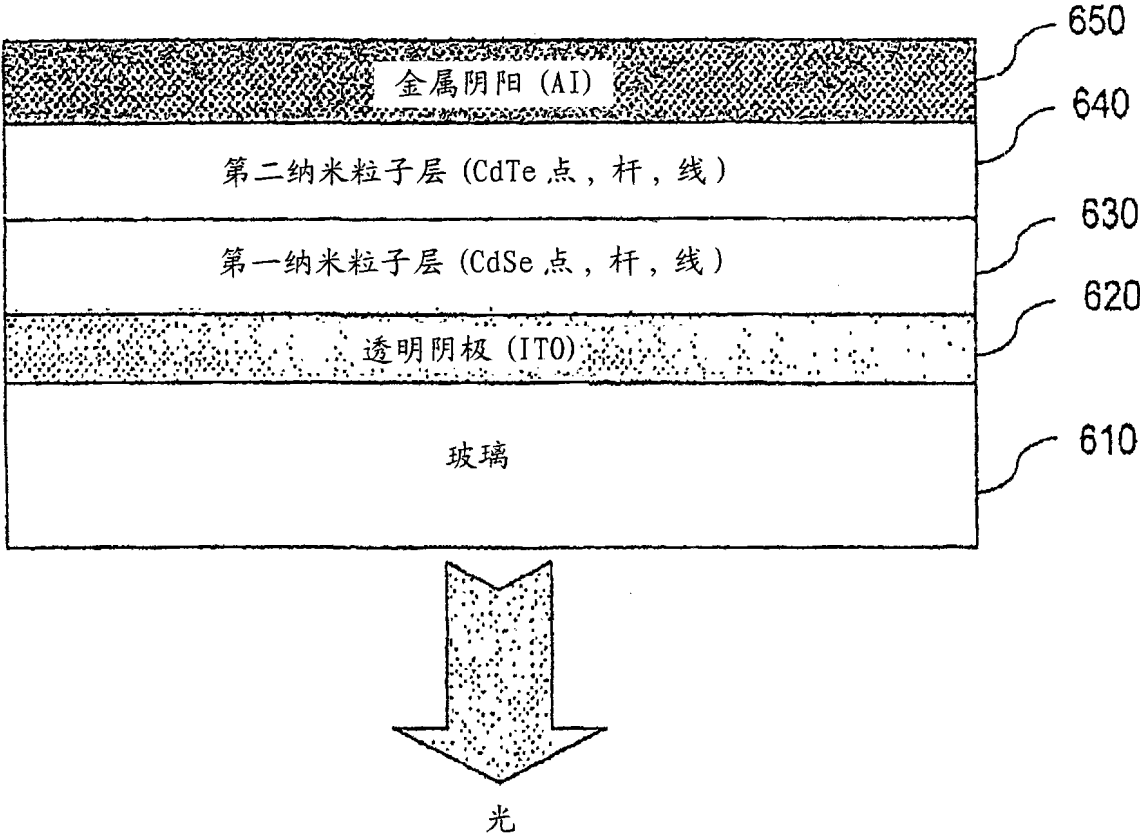


图 6

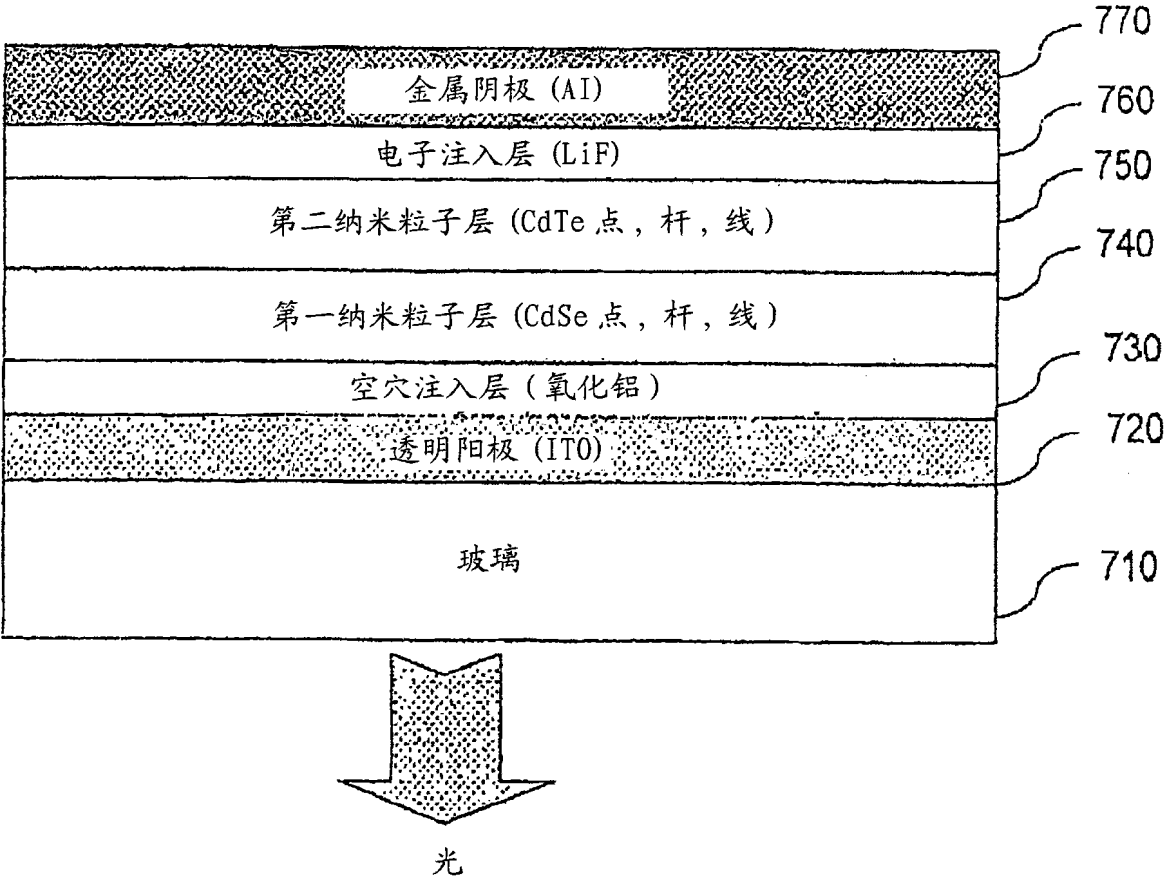


图 7

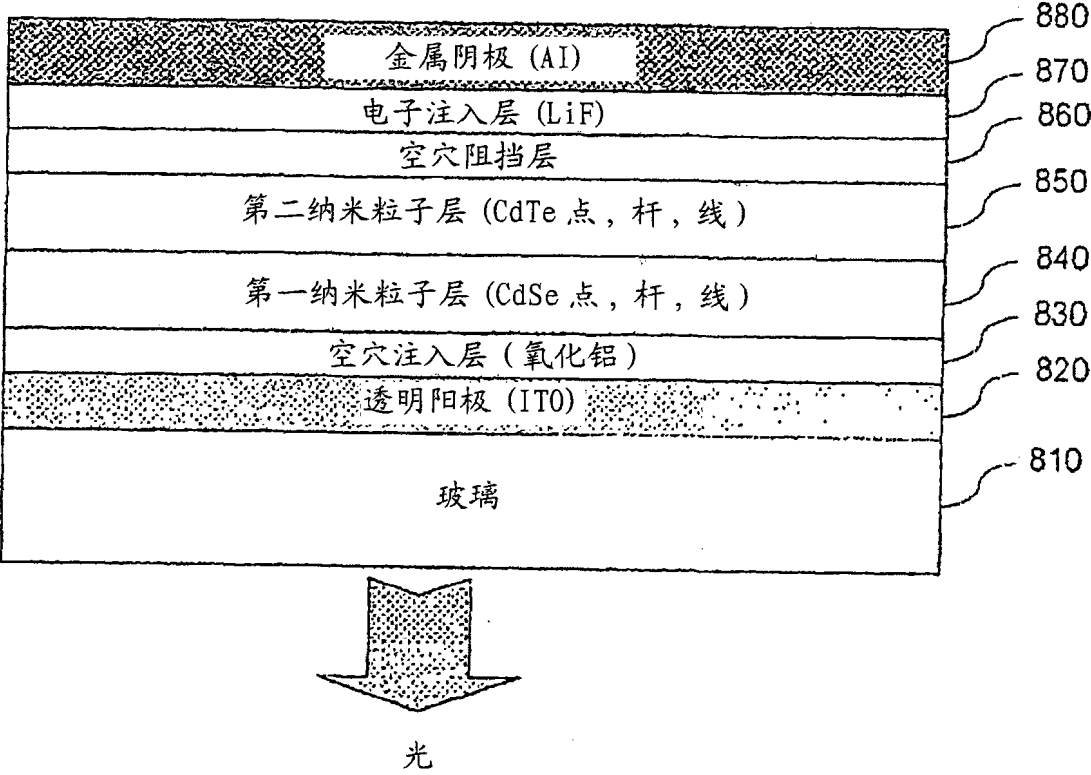


图 8

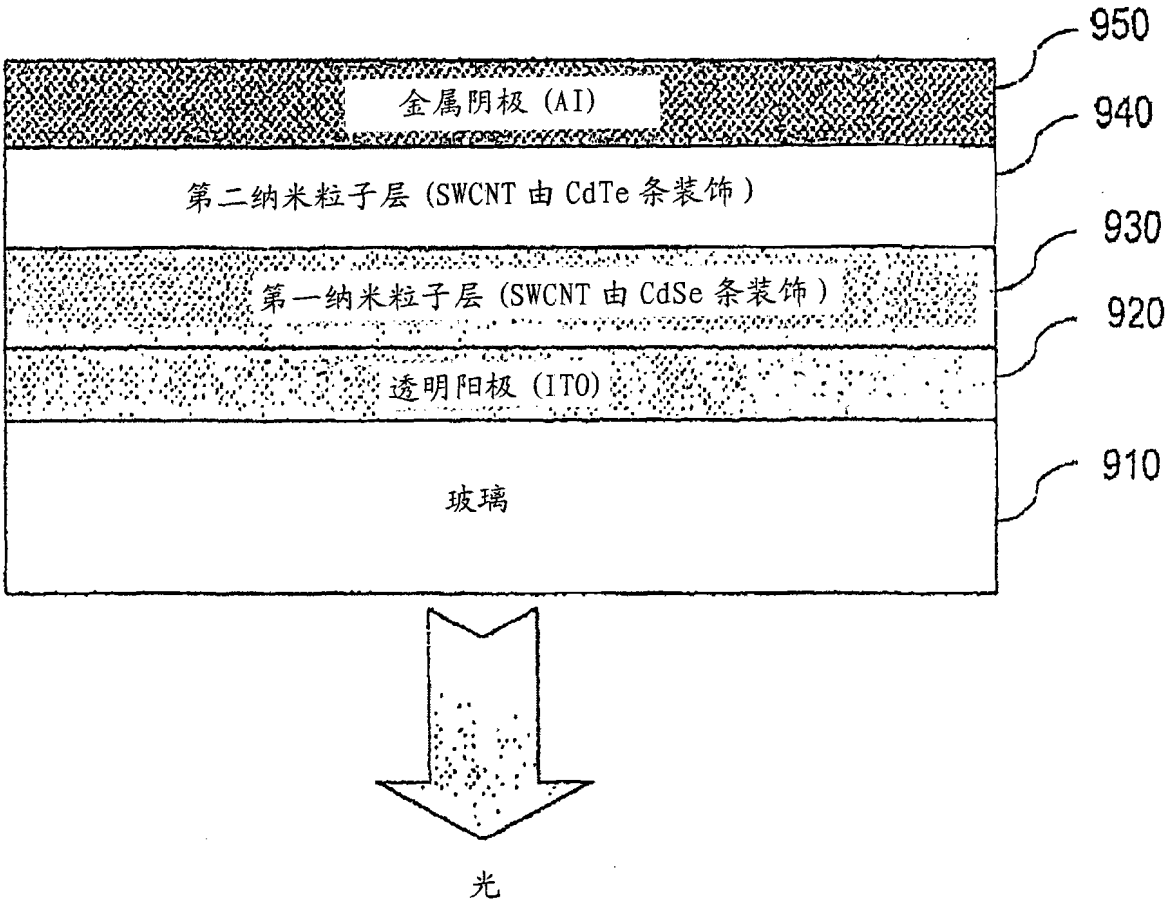


图 9

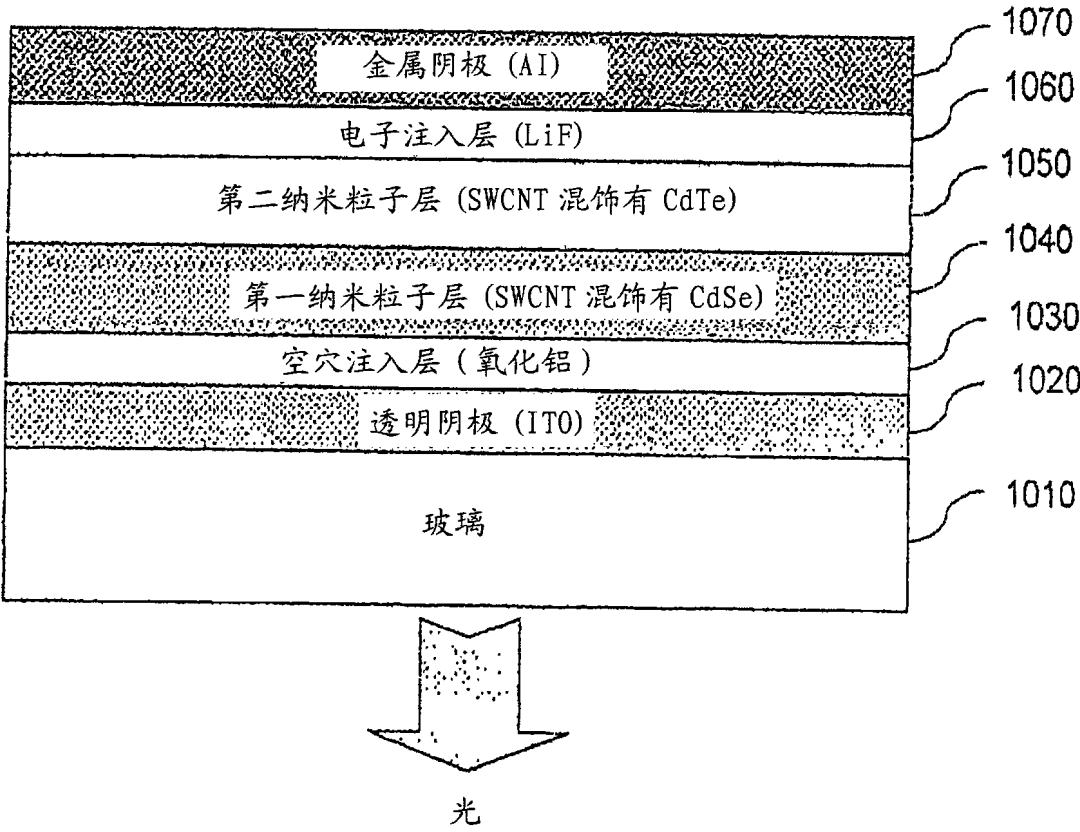


图 10

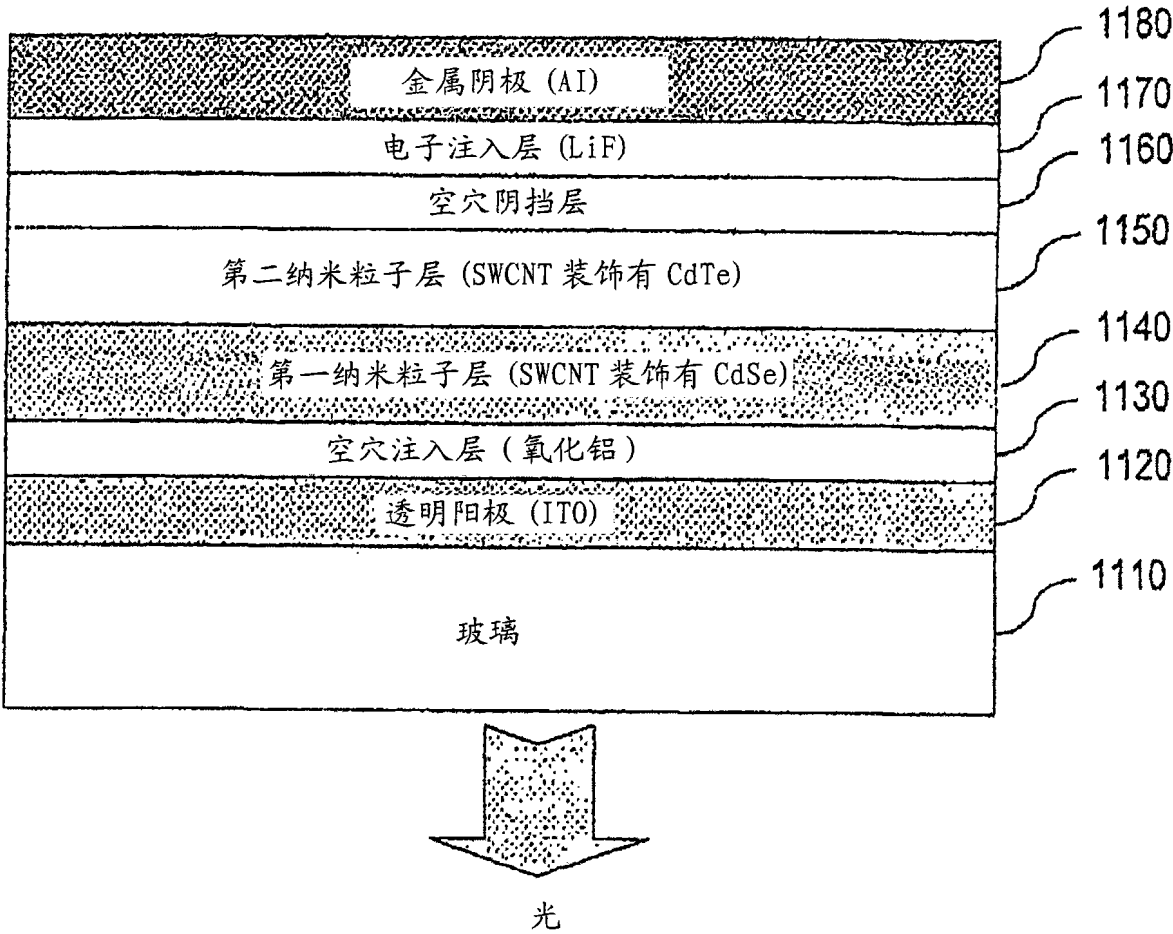


图 11



专利名称(译)	纳米结构的电致发光器件以及显示器		
公开(公告)号	<a href="#">CN101405888A</a>	公开(公告)日	2009-04-08
申请号	CN200780009543.8	申请日	2007-02-20
[标]申请(专利权)人(译)	索莱赞特公司		
申请(专利权)人(译)	索莱赞特公司		
当前申请(专利权)人(译)	索莱赞特公司		
[标]发明人	戴莫德雷迪		
发明人	戴莫德·雷迪		
IPC分类号	H01L51/50		
CPC分类号	H05B33/14 C09K11/883 H01L51/5048 H01L51/5012 H01L51/5088 B82Y20/00 B82Y30/00 H01L51/502 H01L2251/5369 Y10T428/25 H01L21/02576 H01L21/02579 H01L51/5092		
代理人(译)	张波		
优先权	60/774794 2006-02-17 US		
其他公开文献	CN101405888B		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

#### 摘要(译)

一种电致发光器件，其包括第一电极(610)和第二电极(650)，二者中至少一个对辐射是透明的；包括第一纳米颗粒的空穴传导层(630)，其中空穴传导层(630)与第一电极(610)相接触；包括第二纳米颗粒的电子传导层(640)，其中电子传导层(640)与空穴传导层(630)和第二电极(650)相接触；任选的能提供正电压和负电压的电压源，其中电压源的正极被连接到第一电极，负极被连接到第二电极。在一些实施例中，电致发光器件也包括在空穴传导层和电子传导层之间的电子 - 空穴复合层。

