



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104022231 A

(43) 申请公布日 2014. 09. 03

(21) 申请号 201410295652. 2

(22) 申请日 2014. 06. 27

(71) 申请人 云南大学

地址 650091 云南省昆明市翠湖北路 2 号云南大学

(72) 发明人 何守杰 刘蓝琦 王登科 江楠
吕正红

(51) Int. Cl.

H01L 51/52(2006. 01)

H01L 51/54(2006. 01)

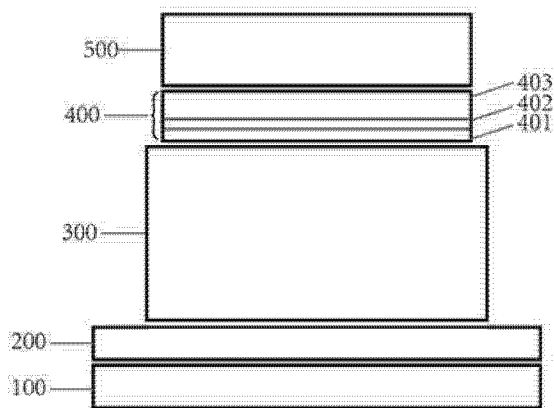
权利要求书1页 说明书4页 附图5页

(54) 发明名称

透明金属电极及其有机电致发光顶发射器件

(57) 摘要

一种透明金属电极及基于该电极的有机电致发光顶发射器件,该透明金属电极设置有三层金属层,第二层金属层Cu叠设于第一层金属层A1和第二层金属层之间。第一层金属层A1的厚度设置为2nm,第二层金属层Cu的厚度设置为1nm,第三层金属层Ag的厚度设置为20-7nm。本发明的透明金属电极具有高透过率、高导电性和高成膜均匀性的优点。本发明的基于该透明金属电极的有机电致发光顶发射器件具有高效率。



1. 一种用于有机电致发光顶发射器件的透明金属电极,由三层金属层组成,第一层金属设置为 Al,第二层金属设置为 Cu、第三层金属设置为 Ag,第二层金属 Cu 叠设于第一层金属 Al 和第三层金属 Ag 之间,其特征在于:第一层金属层 Al 的厚度为 2 nm,第二层金属层 Cu 的厚度为 1nm,第三层金属层 Ag 的厚度为 20-7nm。

2. 如权利要求 1 所述的透明金属电极的用途,其特征在于:该透明金属电极作为顶电极用于有机电致发光顶发射器件,该有机电致发光顶发射器件设置有基底、底电极、有机功能层、顶电极和光耦合输出层。

3. 如权利要求 2 所述的透明金属电极的用途,其特征在于:所述的基底为玻璃、Si/SiO_x 衬底。

4. 如权利要求 2 所述的透明金属电极的用途,其特征在于:所述的底电极为金属 Al、Ag、Au、Cu。

5. 如权利要求 2 所述的透明金属电极的用途,其特征在于:所述的有机功能层包含至少一个发光层。

6. 如权利要求 2 所述的透明金属电极的用途,其特征在于:所述的光耦合输出层为 Alq₃、NPB 有机材料。

透明金属电极及其有机电致发光顶发射器件

技术领域

[0001] 本发明涉及有机半导体光电子器件技术领域,尤其涉及一种透明金属电极及基于该电极的有机电致发光顶发射器件。

背景技术

[0002] 有机电致发光器件具有驱动电压低、发光亮度和发光效率高、发光视角宽、响应速度快、超薄、重量轻和兼容柔性衬底等优点,被广泛认为是下一代照明和显示的主流技术。

[0003] 在有机电致发光器件中,一类比较特别的器件是顶发射器件。顶发射器件的光直接从顶电极发射出,而不再要求底电极具有高透过率。这就摆脱了昂贵的ITO(氧化铟锡)基底的限制,而可选用其他廉价、容易实现的材料作为底电极。基于此,顶发射器件可以集成在各种各样的电子驱动电路板上,在显示器领域显现出广阔的商业前景和应用价值。

[0004] 在顶发射器件中,光需要从顶电极发射出,即顶电极在这类器件中显得尤其重要。顶电极的性能直接关系到器件的效率和稳定性。Al和Ag是作为顶电极的主要材料。Al的透过率随厚度增加衰减非常快,因此Ag是作为透明顶电极的主要材料。然而,由于Ag的费米能级与有机材料的未占有轨道之间存在较大的势垒和常用的电子注入材料LiF与Al的特殊组合,目前最常见、最稳定的透明顶电极是Al/Ag双层金属电极。

[0005] 金属薄膜的透过率随厚度增加而急剧减小,因此作为高透过率的顶电极希望厚度越小越好。然而,金属薄膜的电导率却随厚度减小而减小,失去了作为电极的导电性能。此外,金属薄膜具有尺寸效应,太薄的金属薄膜由于岛状分布影响表面粗糙程度,进而也会影响透过率。为了兼顾导电性和透过率,Al/Ag双层电极中Ag的厚度需要在20nm左右,然而在这个厚度下的电极的透过率是非常不理想的,对于实现高效率顶发射器件也是非常不利的。为了实现高效率的顶发射器件,人们提出了许多方法,然而却主要集中于光耦合输出层。光耦合输出层一方面是为了起到保护电极作用,增加器件的稳定性,另一方面是为了通过光耦合输出层可调节微腔效应提高光的输出效率。然而,光耦合输出层只是间接的改善和提高了器件的效率和稳定性,要获得更高性能的有机电致发光顶发射器件需要从顶电极入手,从本质上改善顶电极的性能。

[0006] 基于此,寻找新的技术,从本质上改善透明电极的性能,实现达到商业应用需求的高效率有机电致发光顶发射器件是甚为必要的。

发明内容

[0007] 本发明所要解决的就是提供一种新的方法,有效的改善Al/Ag双层金属电极作为有机电致发光顶发射器件的透明顶电极性能较差的问题。

[0008] 本发明目的之一是提出一种透明金属电极,该电极与传统的Al/Ag双层透明电极相比,具有较高的透过率、导电性和成膜均匀性,适合作为有机电致发光顶发射器件的顶电极。

[0009] 本发明的透明金属电极,设置有三层金属层,第一层金属设置为Al,第二层金属设

置为 Cu、第三层金属设置为 Ag。所述的第二层金属层 Cu 叠设于第一层金属层 Al 和第三层金属层 Ag 之间。

[0010] 本发明的透明金属电极,第一层金属层 Al 的厚度设置为 2 nm,第二层金属层 Cu 的厚度设置为 1 nm,第三层金属层 Ag 的厚度为 20-7 nm。

[0011] 本发明的透明金属电极具有如下优点:1)透过率高,与传统的双层金属电极 Al/Ag 相比,本发明的 Al/Cu/Ag 三层金属电极具有较高的透过率;2)导电性高,与传统的双层金属电极 Al/Ag 相比,本发明的 Al/Cu/Ag 三层金属电极具有较小的方块电阻;3)成膜均匀性高,与传统的双层金属电极 Al/Ag 相比,本发明的 Al/Cu/Ag 三层金属电极具有较小的表面粗糙程度。

[0012] 本发明的透明金属电极,具有高导电性、高成膜均匀性、高透过率的特点,其物理机制在于:金属薄膜的生长呈现原子簇晶粒的岛状分布,晶粒的尺寸与界面能成正比,Cu 的插入改变了 Ag 的接触界面,Cu 具有较高的界面能,从而增大了 Ag 的晶粒尺寸,即降低了表面粗糙程度,增加了薄膜的电导率。此外,薄膜的吸收系数随表面粗糙程度的减小而减小,从而使得薄膜的透过率得到提升。

[0013] 本发明的另一目的是提出一种有机电致发光顶发射器件,该有机电致发光顶发射器件具有高效率的特点。

[0014] 本发明的有机电致发光顶发射器件,包括基底、底电极、有机功能层、顶电极和光耦合输出层,其特征在于顶电极为本发明所提出的三层透明金属电极。所述的基底、底电极、有机功能层、顶电极和光耦合输出层按照自下而上的顺序依次叠设。

[0015] 所述的有机电致发光顶发射器件的基底为玻璃或 Si/SiO_x 衬底。

[0016] 所述的有机功能层包括至少一个发光层,还包括空穴传输层、发光层、电子传输层,也可包括空穴注入层、电子注入层、空穴阻挡层、电子阻挡层等。

[0017] 所述的底电极可选用金属 Al、Ag、Au、Cu。

[0018] 所述的光耦合输出层可选用 NPB、Alq₃ 有机材料。

[0019] 本发明的有机电致发光顶发射器件,顶电极为本发明目的一所提出的三层透明金属电极,由于该电极具有高透过率、高导电性、高成膜均匀性的特点,使得本发明的有机电致发光顶发射器件具有高效率。

附图说明

[0020] 图 1 为本发明的透明金属电极示意图。

[0021] 图 2 为本发明的基于透明金属电极的有机电致发光顶发射器件示意图。

[0022] 图 3 为本发明实施例 1 中所制备的 Al/Cu/Ag 三层金属电极薄膜示意图。

[0023] 图 4 为本发明实施例 2 中所制备的 Al/Ag 双层金属电极薄膜示意图。

[0024] 图 5 为本发明实施例 1 和实施例 2 中电极薄膜形貌图。

[0025] 图 6 为本发明实施例 1 和实施例 2 中电极薄膜透过率图。

[0026] 图 7 为本发明实施例 3 中基于 Al/Cu/Ag 三层透明金属电极的有机电致发光顶发射器件结构图。

[0027] 图 8 为本发明实施例 4 中基于 Al/Ag 双层透明金属电极的有机电致发光顶发射器件结构图。

[0028] 图9为本发明实施例3和实施例4中基于两种透明金属电极的有机电致发光顶发射器件的效率图。

[0029] 其中,在图2、图7和图8中:

基底为100;

底电极为200;

有机功能层为300,

空穴注入层为301、空穴传输层为302、发光层为303、电子传输层为304、电子注入层为305;

顶电极为400,

第一层金属层为401、第二层金属层为402、第三层金属层为403;

光耦合输出层为500。

具体实施方式

[0030] 实施例1:一种透明金属电极,如图1所示。该电极从下往上按照下列顺序排列:基底、界面层、金属层1、金属层2,金属层3,其中:

基底为平滑性较好的玻璃;

界面层为沉积在玻璃上的LiF,厚度为1nm;

金属层1为沉积在界面层上Al,厚度为2nm;

金属层2为沉积在金属层1上的Cu,厚度为1nm;

金属层3为沉积在金属层2上的Ag,厚度为20nm。

[0031] 实施例2:一种透明金属电极,如图1所示。该电极从下往上按照下列顺序排列:基底、界面层、金属层1、金属层2,其中:

基底为平滑性较好的玻璃;

界面层为沉积在玻璃上的LiF,厚度为1nm;

金属层1为沉积在界面层上Al,厚度为2nm;

金属层2为沉积在金属层1上的Ag,厚度为20nm。

[0032] 表1给出了实施例1与实施例2中电极参数,通过比较发现:Al/Cu/Ag三层金属电极比Al/Ag双层金属电极具有更小的方块电阻和表面粗糙程度。

[0033] 此外,通过透过率对比发现:相比于Al/Ag双层金属电极,Al/Cu/Ag三层金属电极的透过率在波长大于510nm的波段得到了明显的提高。

[0034] 表1实施例1和实施例2中电极的参数表

电极结构	方块电阻 (Ω/\square)	表面粗糙程度 (nm)
Al/Cu/Ag 三层电极	4.40	2.813
Al/Ag 双层电极	6.20	3.268

实施例3:一种顶发射有机电致发光器件,如图4所示,该器件各层从下往上按照下列顺序排列:基底、底电极、空穴注入层、空穴传输层、发光层、电子传输层、电子注入层、顶电极和光耦合输出层,其中:

基底为置有500nm SiO_x的Si片;

底电极为沉积在基底上的Ag,厚度为100nm;

空穴注入层为沉积在底电极上的MoO₃,厚度为1.5nm;

空穴传输层为沉积在空穴注入层上的 NPB, 厚度为 60 nm ;

发光层为沉积在空穴传输层上的掺杂层 $\text{Alq}_3:\text{C545T}$, 掺杂浓度为 1wt. %, 厚度为 30 nm ;

电子传输层为沉积在发光层上的 Alq_3 , 厚度为 20 nm ;

电子注入层为沉积在电子传输层上的 LiF, 厚度为 1 nm ;

顶电极为沉积在电子注入层上的三层透明金属电极, 从下往上依次为 Al、Cu、Ag, 厚度分别为 2 nm、1nm、20nm ;

光耦合输出层为沉积在顶电极上的 Alq_3 , 厚度为 65nm。

[0035] 实施例 4 : 一种有机电致发光顶发射器件, 如图 4 所示, 该器件各层从下往上按照下列顺序排列 : 基底、底电极、空穴注入层、空穴传输层、发光层、电子传输层、电子注入层、顶电极和光耦合输出层, 其中 :

基底为置有 500 nm SiO_x 的 Si 片 ;

底电极为沉积在基底上的 Ag, 厚度为 100 nm ;

空穴注入层为沉积在底电极上的 MoO_3 , 厚度为 1.5 nm ;

空穴传输层为沉积在空穴注入层上的 NPB, 厚度为 60 nm ;

发光层为沉积在空穴传输层上的掺杂层 $\text{Alq}_3:\text{C545T}$, 掺杂浓度为 1wt. %, 厚度为 30 nm ;

电子传输层为沉积在发光层上的 Alq_3 , 厚度为 20 nm ;

电子注入层为沉积在电子传输层上的 LiF, 厚度为 1 nm ;

顶电极为沉积在电子注入层上的双层透明金属电极, 从下往上依次为 Al、Ag, 厚度分别为 2 nm、20nm ;

光耦合输出层为沉积在顶电极上的 Alq_3 , 厚度为 65nm。

[0036] 在以上实施例中, Ag 的厚度保持 20 nm 不变, 是为了便于作对比。由于 Al/Cu/Ag 三层金属电极导电性和成膜均匀性的改善, Ag 的厚度可进一步降低来提高透过率而不影响电极的导电性, 实现全可见光波段的高透过率金属电极, 并进一步实现更高效率的有机电致发光顶发射器件。

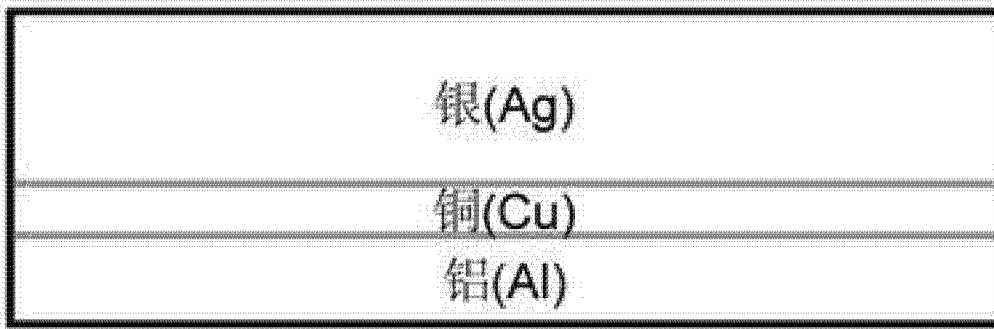


图 1

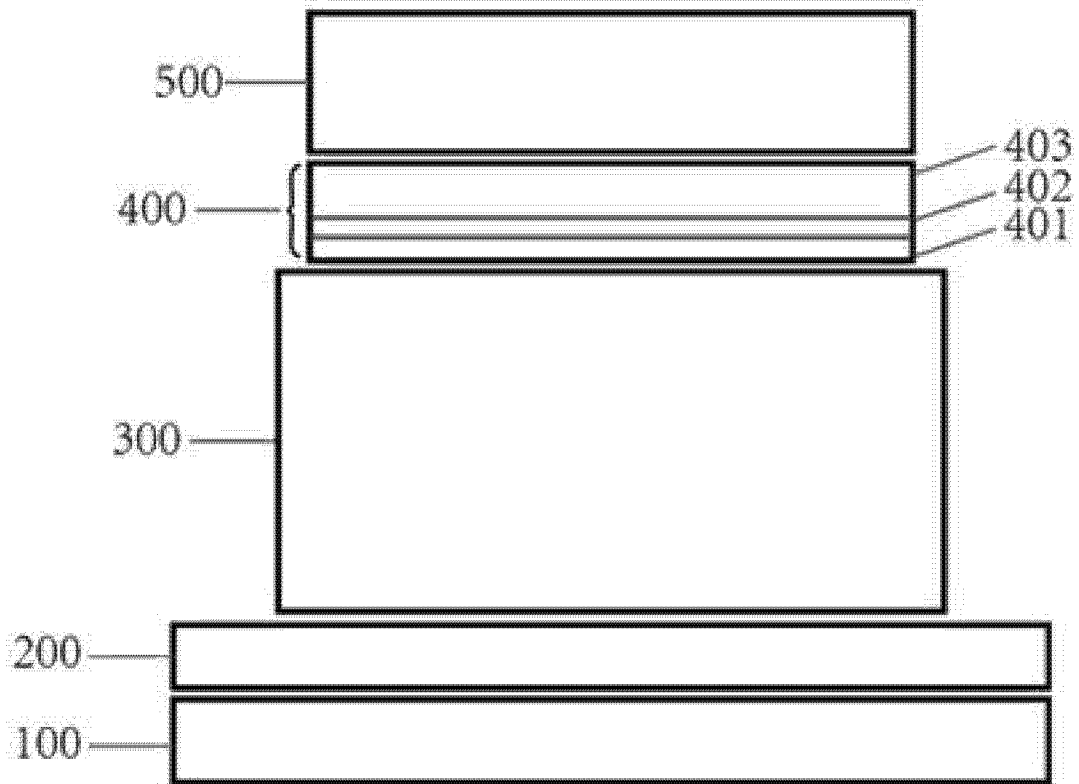


图 2



图 3



图 4

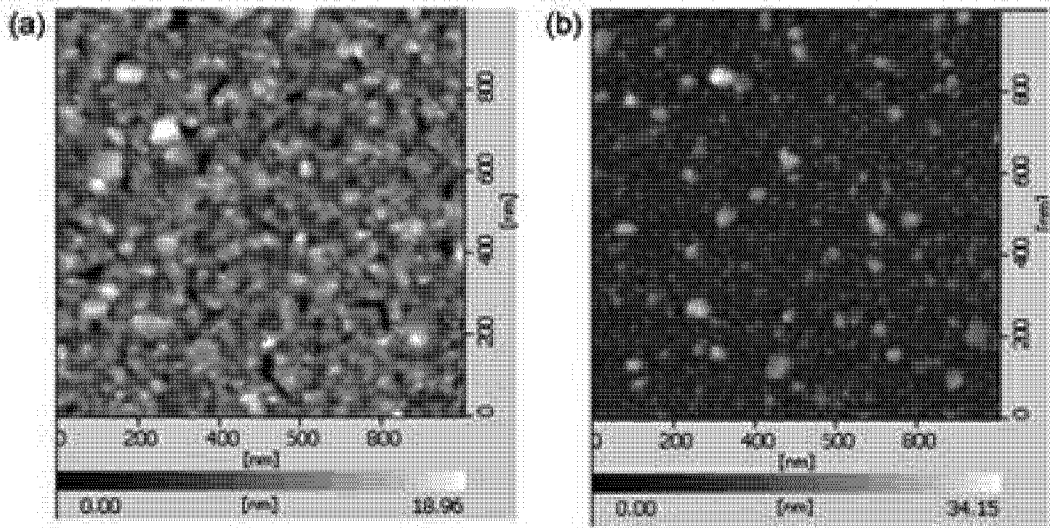


图 5

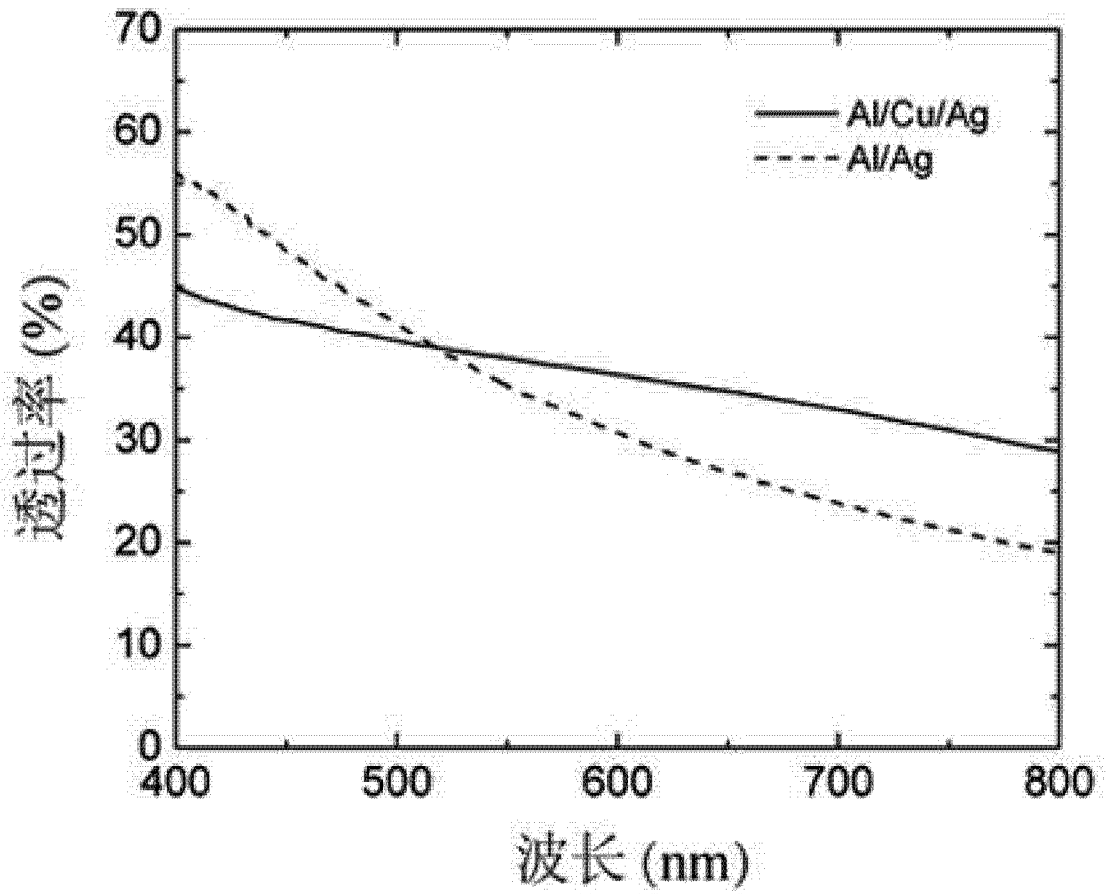


图 6

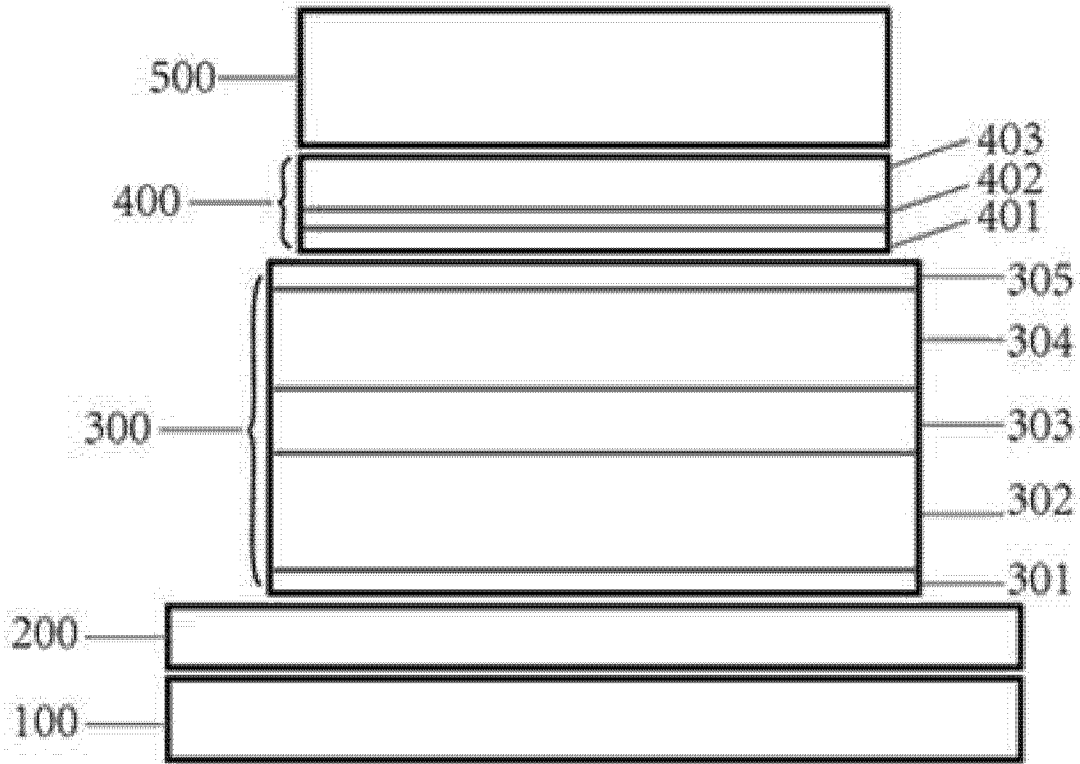


图 7

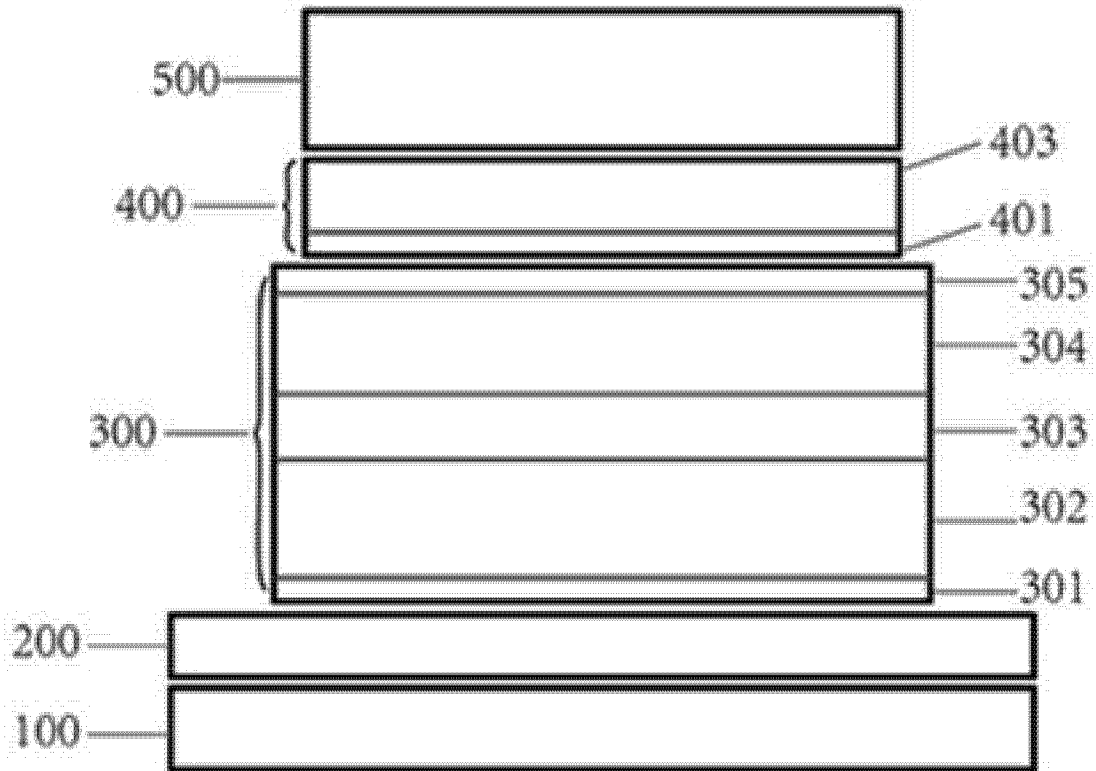


图 8

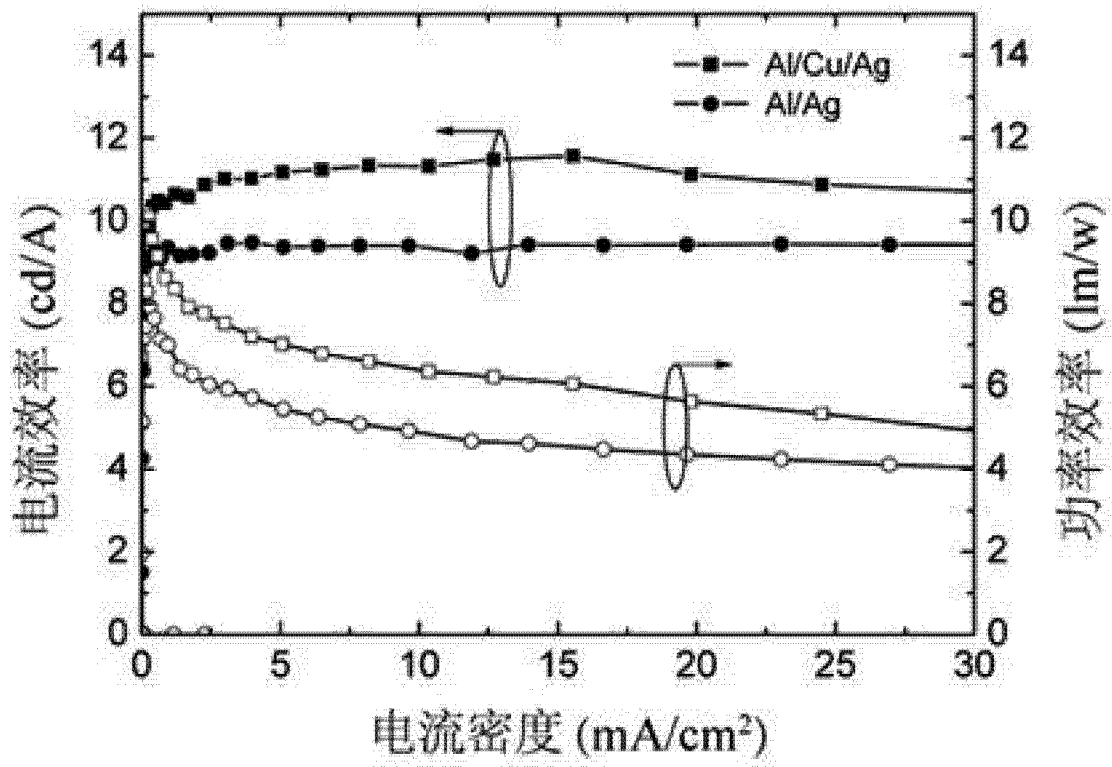


图 9