



[12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 01124195.0

[45] 授权公告日 2004 年 9 月 15 日

[11] 授权公告号 CN 1167311C

[22] 申请日 2001.8.23 [21] 申请号 01124195.0

[71] 专利权人 北方交通大学

地址 100044 北京市海淀区西直门外上园村 3 号

[72] 发明人 徐 征 徐叙琰

审查员 吴鹰飞

[74] 专利代理机构 北京诺孚尔知识产权代理有限公司

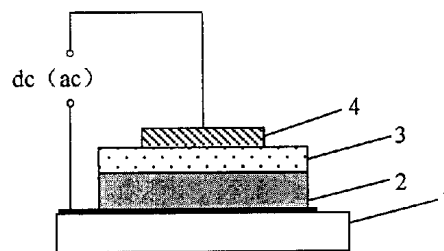
代理人 韩宝田

权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

[54] 发明名称 混合激发发光平板显示器件

[57] 摘要

一种混合激发发光平板显示器件, 由淀积于透明导电玻璃(1)上的有机发光层(2)、无机半导体层(3)所构成的有机无机复合发光层和背电极(4)构成, 通过选择一定的材料和激发条件可实现类阴极射线、有机场致发光以及无机场致发光中两种或三种的混合激发。本发明利用混合激发发光时各个激发过程互相补充、相互叠加及定向加强的性质, 可有效提高薄膜平板显示器件的发光亮度, 获得各种混合色。同时, 本发明还可克服无机场致发光中缺少蓝光材料的难题, 弥补有机及共轭高分子发光材料在电子输运性和稳定性方面的不足。尤其是采用 2 至 3 个发光层级联结构时, 可在同一器件内采用多种不同的发光材料, 得到更加丰富的发光颜色。



1. 一种混合激发发光平板显示器件, 由透明导电玻璃(1)、发光层和背电极(4)组成, 其特征在于: 发光层是由淀积于透明导电玻璃(1)导电层ITO上的有机发光层(2)和无机半导体层(3)所构成的有机无机复合发光层; 在交流或正向直流电场激发下, 实现类阴极射线发光和加强的有机场致发光两种方式的混合激发发光。

2. 根据权利要求1所述的混合激发发光平板显示器件, 其特征在于: 有机发光层(2)采用喹啉铝 Alq_3 、聚对苯乙炔 PPV 或聚 2-甲氧基 5-(2-乙基己氧基) 对苯乙炔 MEH-PPV 场致发光材料; 无机半导体层(3)采用二氧化硅 SiO_2 、氧化锌 ZnO 、硫化锌 ZnS 或硒化锌 $ZnSe$ 。

3. 根据权利要求1所述的混合激发发光平板显示器件, 其特征在于: 有机发光层(2)由有机发光层(2')和有机发光层(2'')两种不同的有机发光材料构成, 有机发光层(2')的厚度为 35nm~55nm, 有机发光层(2'')的厚度小于 10nm。

4. 根据权利要求1或3所述的混合激发发光平板显示器件, 其特征在于: 可采用2至3个发光层的级联结构, 实现类阴极射线发光和有机场致发光两种方式的混合激发发光。

5. 根据权利要求4所述的混合激发发光平板显示器件, 其特征在于: 级联结构的不同发光层可采用不同的有机发光材料, 以获得更加丰富的发光颜色。

6. 根据权利要求1或3所述的混合激发发光平板显示器件, 其特征在于: 在无机半导体层(3)中掺入无机发光中心, 实现无机场致发光、类阴极射线发光和有机场致发光三种方式的混合激发。

7. 根据权利要求6所述的混合激发发光平板显示器件, 其特征在于: 可采用2至3个发光层的级联结构, 在交流电场激发下, 该器件实现无机场致发光、类阴极射线发光和有机场致发光三种方式的混合激发发光。

8. 根据权利要求7所述的混合激发发光平板显示器件, 其特征在于: 级联结构的不同发光层可采用不同的有机发光材料以及在无机半导体层中掺杂不同的发光中心的方法, 获得更加丰富的发光颜色。

混合激发发光平板显示器件

技术领域

本发明涉及一种全固体化的平板显示器件。尤其涉及用于计算机终端和仪表显示等方面的平板显示器件。

背景技术

平板显示是显示器发展的必由之路。在发光平板显示技术中有五种发光现象可以利用，其中只有三种是全固体的发光，可制成全固体的平板显示器件。这三种发光显示都是在电场诱导下产生的，这就是：利用 p-n 结的发光二极管显示（LED）、无机场致发光平板显示及有机场致发光平板显示。发光二极管显示已经有多年的生产历史，几年前 Nakamura 又做出了氮化镓（GaN）类的蓝色发光二极管，使这种技术的全色显示成为可能。由于当前这种技术使用的是单晶、单管，目前只用于分辨率较低的显示或超大规模显示，如车站、广场、体育馆等地。无机场致发光平板显示分粉末及薄膜两类，在低照明应用中多用粉末，作较少单元、分辨率要求不高的显示，而薄膜主要用作矩阵多像元显示。20 世纪 80 年代初，无机单色薄膜场致发光已有橙黄色、绿色等产品问世，如赫尔辛基机场的航班显示、夏普（Sharp）生产的仪表显示，矩阵多像元终端显示等。但无机蓝色薄膜场致发光由于缺少合适的发光材料，其亮度始终偏低，一直无法实现产业化，使无机薄膜场致发光的全色显示迟迟不能实现。有机小分子及高分子共轭体系的场致发光，近 10 多年内也得到了很大发展，但缺少可选择的电子输运材料的品种，而且稳定性不太好，使其进一步发展受到了一定的限制。

发明内容

本发明利用无机和有机场致发光材料在出现场致发光时的电场强度接近同一数量级附近的特征，将无机半导体材料优良的电子输运特性，有机小分子及共轭高分子发光材料品种繁多，颜色多样且成膜性能好的优势结合起来，制成有机无机材料复合的固态平板显示器件。利用各层发光材料在电场激发下的不同发光机制，在同一器件内部同时实现多种机制的混合发光。

本发明所提出的混合激发发光平板显示器件，由透明导电玻璃、发光层和背电极组成，其特征在于：发光层是由淀积于透明导电玻璃导电层（ITO）上的有机发光层和无机半导体层所构成的有机无机复合发光层，有机发光层采用喹啉铝 Alq_3 ，无机半导体层采用二氧化硅

SiO₂；在交流或正向直流电场激发下，可实现类阴极射线发光和加强的有机场致发光两种方式的混合激发发光。

本发明的有益效果是：利用本发明在混合激发发光时各个激发过程互相补充、相互叠加及定向加强的性质，可有效提高器件的发光亮度，获得各种混合色，尤其是当有机发光层采用两种有机发光材料层叠加，而无机半导体层中掺入发光中心时，可通过选择不同的有机发光材料和在无机半导体内掺入合适的无机发光中心而获得各种需要的混合色（包括全色）。同时，本器件采用无机有机相结合的结构方式，既克服了无机场致发光中缺少蓝光材料的难题，同时又弥补了有机及共轭高分子发光材料在电子输运性和稳定性方面的不足。本发明为全固体化平板显示技术的发展提出了一种新思路和新方法，为全色显示的实现提供了条件，从而有利于产业化。

附图说明

图1 混合激发发光平板显示器件实施例1的结构示意图

图2 混合激发发光平板显示器件实施例2的结构示意图

图3 混合激发发光平板显示器件实施例3的结构示意图

图中：1为透明导电玻璃（具有透明导电层ITO（氧化锡烟）的玻璃）、2为有机发光层、2'、2''分别代表两种不同的有机发光材料层（这两层共同构成有机发光层2）、3为无机半导体层、4为背电极、ac代表交流激发、dc代表直流激发。

具体实施方式

如图1所示的混合激发发光平板显示器件，该器件是在透明导电玻璃1的导电层ITO上依次淀积上有机发光层2、无机半导体层3和背电极4构成。本实施例所用材料和器件结构可表示为：ITO / PPV / SiO₂ / Al。有机发光层2的厚度为45nm~65nm，无机半导体层3的厚度可以在30nm附近。

在这种结构器件中，无机半导体层3的作用随驱动电压大小的不同而变化，因而器件的发光机理也随之变化：

a. 外加电压低时，SiO₂层只起电子传输的功能，将从阴极发射的电子传输到PPV层与其中的空穴复合发光；

b. 外加电压中等，SiO₂中发生电子倍增现象，PPV中的空穴和经SiO₂层倍增后的电子复合发光；

c. 外加电压更高（是相对值，通常为几十伏）时，SiO₂中电子加速后的能量达到可以直接碰撞激发PPV分子，产生类阴极射线发光的程度，此时，部分电子在进入有机发光层

时, 直接与该层边界处一薄层(厚度小于 10nm)内的 PPV 分子碰撞产生类阴极射线发光, 同时, 经过碰撞和未经碰撞的电子继续进入 PPV 层, 并与该层中的空穴复合, 产生有机场致发光。与阴极射线相似, 类阴极射线是指在固体中经电场加速的高能电子, 由其直接与发光中心碰撞引起的发光称为类阴极射线发光。由于电子在 SiO_2 层内得到了倍增, 与现有的有机场致发光器件相比, 本器件的有机场致发光明显得到了增强。用交流或正向(ITO 为正极)直流电场激发下, 本发明即可在同一个平板显示器件内得到类阴极射线发光和加强的有机场致发光的混合激发发光。

如图 2 所示的混合激发发光平板显示器件, 是在透明导电玻璃 1 的导电层 ITO 上依次淀积上有机发光层 2'、有机发光层 2''、无机半导体层 3 和背电极 4 组成, 其所用材料和结构可表示为: $\text{ITO} / \text{PPV} / \text{Alq}_3 / \text{SiO}_2 / \text{Al}$ 。此结构中的有机发光层采用了两种不同的发光材料, 利用材料发光颜色的不同, 可得到两种材料发光的混合色, 实现了发光颜色的互补。为确保电子能顺利通过 Alq_3 层 2'' 进入 PPV 层 2', 有机发光层 2'' 的厚度应小于 10nm, 有机发光层 2' 的厚度取 35nm~55nm 比较合适。本实施例的发光原理同实施例 1 相同, 只是本例中在 Alq_3 层 2'' 内主要发生的是类阴极射线发光, PPV 层 2' 内主要发生的是有机场致发光。

在实施例 1 和实施例 2 两种结构的混合激发发光平板显示器件的基础上, 还可采用 2 至 3 个发光层叠加的级联结构。如图 3 所示, 本例在实施例 2 的基础上给出了 2 个发光层的级联结构, 即在透明导电玻璃层 1 的导电层 ITO 上依次淀积上有机发光层 2'、有机发光层 2''、无机半导体层 3、有机发光层 2'、有机发光层 2''、无机半导体层 3 和背电极 5 组成。依可选用材料, 其结构可表示为: $\text{ITO} / \text{PPV} / \text{Alq}_3 / \text{SiO}_2 / \text{PPV} / \text{Alq}_3 / \text{SiO}_2 / \text{Al}$ 。该结构用交流或正向直流电场激发, 可得到类似单个发光层结构中的各种发光情况, 可实现类阴极射线发光及有机场致发光两种混合激发。本级联结构的器件还可采用“透明导电玻璃(ITO)/无机半导体层/有机发光层/无机半导体层/有机发光层/无机半导体层/背电极”所构成的对称结构, 这种结构必须采用交流电场激发。同样, 本发明还可采用三个发光层的级联结构, 其发光机理与两个发光层级联结构的机理一样。由于本级联结构器件采用了多个发光层, 这即可克服单个发光层容易出现的亮度饱和现象, 又使器件的发光亮度得到更有效的提高。更值得一提的是, 可通过在级联结构的不同级发光层采用不同的有机发光材料、以及在不同的无机半导体层中掺杂不同发光中心的方法, 得到更加丰富的发光颜色。

以上三个实施例中, 有机发光层 2 可采用喹啉铝(Alq_3)或聚对苯乙炔(PPV)、聚 2-甲氧基 5-(2-乙基己氧基)对苯乙炔(MEH-PPV)等有机小分子或高分子场致发光材料; 无机半导体层 3 可采用二氧化硅(SiO_2)或氧化(ZnO)、硫化锌(ZnS)、硒化锌(ZnSe)等 II

—IV族化合物材料；背电极5通常采用铝(Al)、金(Cu)或其他金属材料。

在以上几种实施例结构的器件中，均可在其无机半导体层3中根据需要掺入过渡族金属（如锰）、稀土元素（如铽）以及其他无机发光中心。这种掺杂结构的器件，当激发电压低于半导体内发光中心发光的阈值电压(V_{th})时，可得到与实施例1中a, b相同的结果；当电压高于半导体发光中心发光的阈值电压(V_{th})时，从阴极发射出的部分电子将激发半导体内的发光中心，产生无机场致发光，通过半导体层的电子中，部分能量较高的电子进入有机发光层直接碰撞激发边界处的有机分子，发生类阴极射线发光，引起以上两类发光后的低能电子同未经碰撞的高能电子共三类在PPV层内同从另一电极注入的空穴复合，产生有机场致发光。由于被加速的电子的能量分布是连续的，无论是能量高的电子还是能量低的电子（包括已发生碰撞激发发光的电子）均可在PPV层内与空穴复合，产生有机场致发光。所以，本发明的混合激发发光平板显示器件中，若在无机半导体层中掺入发光中心，便可得到无机场致发光、类阴极射线发光及加强的有机场致发光三种的混合激发发光。

以上两种或三种的混合激发发光过程是互补的、又是相加的，而且还有一种过程加强另一种过程的作用。所以，总的结果是增强了原有的发光。另一方面，这种组合还有助于调节发光行为和实现新的现象，如器件的发光颜色、老化速度、发光效率、亮度电压曲线（是多像元动态显示影响灰度级的主要因素）等发光性能可得到提高和改善。

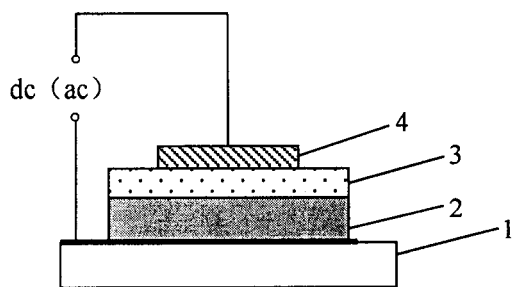


图 1

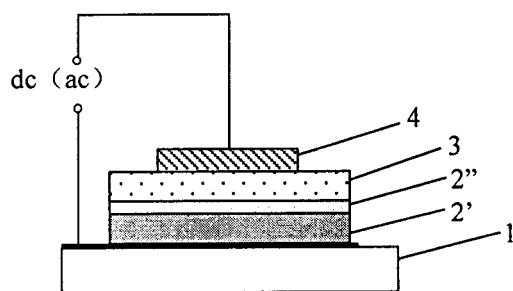


图 2

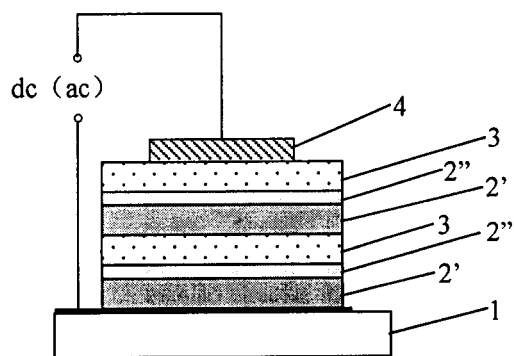


图 3

专利名称(译)	混合激发发光平板显示器件		
公开(公告)号	CN1167311C	公开(公告)日	2004-09-15
申请号	CN01124195.0	申请日	2001-08-23
[标]申请(专利权)人(译)	北京交通大学		
申请(专利权)人(译)	北方交通大学		
当前申请(专利权)人(译)	北方交通大学		
[标]发明人	徐征 徐叙琰		
发明人	徐征 徐叙琰		
IPC分类号	H05B33/12		
其他公开文献	CN1333646A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种混合激发发光平板显示器件，由淀积于透明导电玻璃(1)上的有机发光层(2)、无机半导体层(3)所构成的有机无机复合发光层和背电极(4)构成，通过选择一定的材料和激发条件可实现类阴极射线、有机场致发光以及无机场致发光中两种或三种的混合激发。本发明利用混合激发发光时各个激发过程互相补充、相互叠加及定向加强的性质，可有效提高薄膜平板显示器件的发光亮度，获得各种混合色。同时，本发明还可克服无机场致发光中缺少蓝光材料的难题，弥补有机及共轭高分子发光材料在电子输运性和稳定性方面的不足。尤其是采用2至3个发光层级联结构时，可在同一器件内采用多种不同的发光材料，得到更加丰富的发光颜色。

