



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101699626 B

(45) 授权公告日 2013. 03. 13

(21) 申请号 200910232924. 3

(22) 申请日 2009. 10. 09

(73) 专利权人 江苏大学

地址 212013 江苏省镇江市学府路 301 号

(72) 发明人 丁建宁 郭立强 程广贵 袁宁一

(74) 专利代理机构 南京知识律师事务所 32207

代理人 汪旭东

(51) Int. Cl.

H01L 27/15(2006. 01)

H01L 33/34(2010. 01)

H01L 33/00(2010. 01)

(56) 对比文件

CN 100434474 C, 2008. 11. 19,

WO 2009117029 A2, 2009. 09. 24,

toshihiko toyama et al. visible

photo- and electroluminescence from

electrochemically formed nanocrystalline si

thin film. 《appl. phys. lett. 》. 1996, 第 69 卷 (第 9 期), 1261-1263.

审查员 刘佳秋

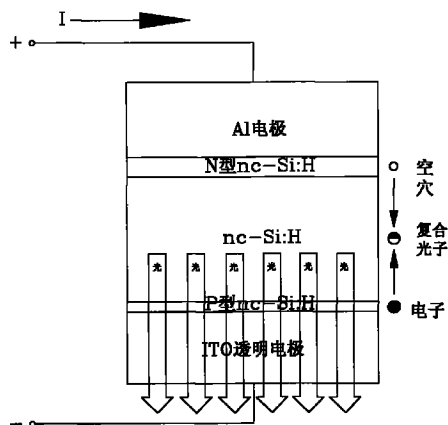
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 1 页

(54) 发明名称

一种纳米硅薄膜电致发光显示单元

(57) 摘要

一种纳米硅薄膜电致发光显示单元, 涉及纳米硅薄膜应用技术和电致发光显示技术领域。从上至下由背电极层、N 型层纳米硅薄膜、本征层纳米硅薄膜、P 型层纳米硅薄膜和透明电极层组成, 其中背电极层为 Al 电极, 接正极, 透明电极层为 ITO 薄膜, 接负极。本发明的优点是避免有机薄膜, 利用纳米硅电致发光特性, 在柔性衬底上制备厚度较小的高效稳定的纳米硅薄膜发光单元。工艺简单、易产业化生产、所用材料成本低, 对环境无污染、无辐射。



1. 一种纳米硅薄膜电致发光显示单元, 从上至下由背电极层、N 型层纳米硅薄膜、本征层纳米硅薄膜、P 型层纳米硅薄膜和透明电极层组成, 其中背电极层为 Al 电极, 接正极, 透明电极层为 ITO 薄膜, 接负极, 其特征在于: 所述 P 型纳米硅薄膜利用 PECVD 方法和硼的掺杂制备, 硼烷与硅烷的体积流量比在 $1:20 \sim 1:5$; 所用硅烷的稀释比 $([\text{SiH}_4]/[\text{SiH}_4+\text{H}_2])$ 是 5%, 硼烷的稀释比 $([\text{B}_2\text{H}_6]/[\text{B}_2\text{H}_6+\text{H}_2])$ 是 0.5%; 所述 N 型纳米硅薄膜利用 PECVD 方法和磷的掺杂来制备, 磷烷与硅烷的体积流量比在 $1:20 \sim 4:25$ 之间; 其中所用硅烷的稀释比 $([\text{SiH}_4]/[\text{SiH}_4+\text{H}_2])$ 是 5%, 磷烷的稀释比 $([\text{PH}_3]/[\text{PH}_3+\text{H}_2])$ 是 0.5%。

2. 如权利要求 1 所述的纳米硅薄膜电致发光显示单元, 其特征在于: N 型层纳米硅薄膜的膜厚为 $70 \sim 90\text{nm}$, 本征层纳米硅薄膜的膜厚为 $490 \sim 510\text{nm}$, P 型层纳米硅薄膜的膜厚为 $30 \sim 50\text{nm}$ 。

3. 如权利要求 1 所述的纳米硅薄膜电致发光显示单元, 其特征在于: 所述 Al 电极的厚度为 300nm 。

4. 如权利要求 1 所述的纳米硅薄膜电致发光显示单元, 其特征在于: 本征层纳米硅薄膜采用 PECVD 方法制备, 其中所用硅烷的稀释比 $([\text{SiH}_4]/[\text{SiH}_4+\text{H}_2])$ 是 5%。

5. 如权利要求 1 所述的纳米硅薄膜电致发光显示单元, 其特征在于: P 型层纳米硅薄膜与本征层纳米硅薄膜的界面之间和本征层纳米硅薄膜与 N 型纳米硅薄膜界面之间进行氢钝化处理, 每层薄膜沉积结束后, 通氢气 15 分钟。

6. 如权利要求 1 所述的纳米硅薄膜电致发光显示单元, 其特征在于: N 型层纳米硅薄膜、本征层纳米硅薄膜或 P 型层纳米硅薄膜制备时, 采用 RF+DC 双重功率源作用, 沉积压强为 140Pa , 功率为 $280 \sim 330\text{W}$, 直流电压为 $200 \sim 220\text{V}$, 衬底温度为 $250 \sim 280^\circ\text{C}$ 。

一种纳米硅薄膜电致发光显示单元

技术领域

[0001] 本发明涉及纳米硅薄膜应用技术和电致发光显示技术领域,特指一种应用纳米硅薄膜材料电致发光原理以达到显示图像目的的装置,即一种发光显示器件的显示单元。

背景技术

[0002] 有机发光显示技术是一种借助有机半导体功能材料将电能直接转化为光能的技术。采用这种技术生产的有机发光显示器 (OLED),具有低成本、超轻薄、响应速度快、低功耗、宽视角、低温性能优异、可实现柔软显示等优越性能,被认为是最有发展前景的显示技术之一。有机电致发光的应用主要是在手机面板、电视机、MP3、MP4、PDA、数码相机、车载显示器、娱乐器材等显示领域,被认为是真正实现壁挂式显示的高新技术产品。国际上研制有机电致发光显示器始于 80 年代末。据有关报道,国内 2001 年,清华大学有机光电子实验室成功研制出新一代显示屏——有机电致发光显示屏。同时,自 20 世纪 80 年代,纳米技术得到了迅猛发展。纳米硅亦应运而生。纳米硅薄膜是一种人工制备的薄膜半导体材料,它由细微晶粒和大量晶粒间界所构成,具有高迁移率、压阻系数大、室温电导率高、电导激活能低、光电性能好、电致发光、光吸收能力强以及具有量子点特征等新颖特性,国内以何宇亮教授为首的纳米科研小组对纳米硅的优异特性进行过较系统的报道。随着研究的逐渐深入,如何实现纳米硅的应用成为国内外日益关注的焦点。本发明利用纳米硅薄膜的电致发光特性,将其取代有机薄膜作为电致发光显示屏的发光材料,通过设计适宜的加工工艺,研制出纳米硅薄膜电致发光显示单元。

发明内容

[0003] 本发明的目的是提供一种纳米硅薄膜发光单元及其制备方法,采用等离子体增强化学气相沉积方法 (PECVD) 制备氢化的纳米硅 (nc-Si:H) 薄膜。在玻璃衬底、柔性金属或聚酰亚胺膜衬底上制备纳米硅薄膜电致发光单元。利用射频溅射方法沉积 Al 作背电极和 ITO 薄膜上作透明电极。

[0004] 一种纳米硅薄膜电致发光显示单元,从上至下由背电极层、N 型层纳米硅薄膜、本征层纳米硅薄膜、P 型层纳米硅薄膜和透明电极层组成,其中背电极层为 Al 电极,接正极,透明电极层为 ITO 薄膜,接负极。

[0005] 上述的纳米硅薄膜电致发光显示单元,N 型层纳米硅薄膜的膜厚为 70 ~ 90nm,本征层纳米硅薄膜的膜厚为 490 ~ 510nm,P 型层纳米硅薄膜的膜厚为 30 ~ 50nm。

[0006] 上述的纳米硅薄膜电致发光显示单元,Al 电极的厚度为 300nm。

[0007] 上述的发光显示单元的制备方法为:

[0008] 采用玻璃衬底的发光显示单元的制备方法:

[0009] 1、先在玻璃衬底上沉积 ITO 膜上电极;

[0010] 2、利用 PECVD 方法制备纳米硅薄膜本征层,作为发光层;其中所用硅烷的稀释比 ($[\text{SiH}_4]/[\text{SiH}_4+\text{H}_2]$) 是 5%;

[0011] 3、利用 PECVD 方法和硼的掺杂制备 P 型层纳米硅薄膜, 硼烷与硅烷的体积流量比在 $1 : 20 \sim 1 : 5$; 所用硅烷的稀释比 $([\text{SiH}_4]/[\text{SiH}_4+\text{H}_2])$ 是 5%, 硼烷的稀释比 $([\text{B}_2\text{H}_6]/[\text{B}_2\text{H}_6+\text{H}_2])$ 是 0.5%。

[0012] 利用 PECVD 方法和磷的掺杂来制备 N 型层纳米硅薄膜, 磷烷与硅烷的流量比在体积 $1 : 20 \sim 4 : 25$; 其中所用硅烷的稀释比 $([\text{SiH}_4]/[\text{SiH}_4+\text{H}_2])$ 是 5%, 磷烷的稀释比 $([\text{PH}_3]/[\text{PH}_3+\text{H}_2])$ 是 0.5%。

[0013] 4、分别对 P/I、I/N 界面进行氢钝化处理;

[0014] 5、溅射透明 Al 背电极, 利用导电橡胶阵列压制技术使导电橡胶阵列与 Al 膜进行接触, 并形成一定的压力。

[0015] 上述制备方案中, 步骤 4 中氢的钝化处理的具体工艺为: 每层薄膜沉积结束后, 通氢气 15 分钟, 做钝化处理。

[0016] 上述制备方案中, 步骤 5 采用纯度为 99.99% 铝靶, 利用射频溅射方法沉积 Al 膜, 射频频率为 13.56MHz, 工作气体为氩气。

[0017] 采用柔性金属或聚酰亚胺膜衬底的发光显示单元的制备方法:

[0018] 1、先在柔性金属或聚酰亚胺膜衬底上溅射 Al 膜;

[0019] 2、利用 PECVD 方法制备纳米硅薄膜本征层, 作为发光显示层; 其中所用硅烷的稀释比 $([\text{SiH}_4]/[\text{SiH}_4+\text{H}_2])$ 是 5%。

[0020] 3、利用 PECVD 方法和硼的掺杂制备 P 型层纳米硅薄膜, 硼烷与硅烷的流量比在 $5\% \sim 20\%$; 其中所用硅烷的稀释比 $([\text{SiH}_4]/[\text{SiH}_4+\text{H}_2])$ 是 5%, 硼烷的稀释比 $([\text{B}_2\text{H}_6]/[\text{B}_2\text{H}_6+\text{H}_2])$; 利用 PECVD 方法和磷的掺杂来制备 N 型层纳米硅薄膜, 磷烷与硅烷的流量比在 $5\% \sim 16\%$; 其中所用硅烷的稀释比 $([\text{SiH}_4]/[\text{SiH}_4+\text{H}_2])$ 是 5%, 磷烷的稀释比 $([\text{PH}_3]/[\text{PH}_3+\text{H}_2])$ 是 0.5%。

[0021] 4、分别对 P/I、I/N 界面进行氢钝化处理;

[0022] 5、溅射 ITO 透明上电极。

[0023] 上述制备方案中, 步骤 1 的具体溅射过程为: 采用纯度为 99.99% 铝靶, 利用射频溅射方法沉积 Al 膜, 射频频率为 13.56MHz, 工作气体为氩气。

[0024] 上述制备方案中, 步骤 4 中氢的钝化处理的具体工艺为: 每层薄膜沉积结束后, 通氢气 15 分钟, 做钝化处理。

[0025] 本发明的优点是避免有机薄膜, 利用纳米硅电致发光特性, 在柔性衬底上制备厚度较小的高效稳定的纳米硅薄膜发光单元。工艺简单、易产业化生产、所用材料成本低, 对环境无污染、无辐射。

附图说明

[0026] 图 1 是本发明的纳米硅薄膜电致发光单元结构原理示意图。

[0027] 1、Al 电极; 2、n 型 nc-Si:H; 3、nc-Si:H; 4、p 型 nc-Si:H; 5、ITO 透明电极

具体实施方式

[0028] 1 发光单元结构设计

[0029] 在透明导电玻璃 (ITO 膜) 衬底上设计电致发光单元的基本结构, 如图 1 所示。N

层、P 是分别可以形成电子 - 空穴势, 在外电场的作用下, 发生复合进而发光。

[0030] 采用 Al 背电极, 减少光从背电极漏射。

[0031] 2 发光单元的制备

[0032] ITO 作为发光单元的负电极, 在镀有 ITO 膜的玻璃基板上采用 PECVD 沉积技术制作半导体层, 其中

[0033] P 型层纳米硅薄膜: 采用高氢稀释硅烷、氢气和硼烷按一定比例混合作为反应气体, RF+DC 双重功率源作用, 沉积压力为 140Pa, 功率为 280 ~ 330W, 直流电压为 200 ~ 220V, 衬底温度为 250 ~ 280℃, 生长厚度 30 ~ 50nm; 其中所用硅烷的稀释比 ($[\text{SiH}_4]/[\text{SiH}_4+\text{H}_2]$) 是 5%, 硼烷的稀释比 ($[\text{B}_2\text{H}_6]/[\text{B}_2\text{H}_6+\text{H}_2]$) 是 0.5%。

[0034] 本征层纳米硅薄膜: 采用高氢稀释硅烷和氢气按一定比例混合作为反应气体, RF+DC 双重功率源作用, 沉积压力为 140Pa, 功率为 280 ~ 330W, 直流电压为 200 ~ 220V, 衬底温度为 250 ~ 280℃, 厚度为 490 ~ 510nm; 其中所用硅烷的稀释比 ($[\text{SiH}_4]/[\text{SiH}_4+\text{H}_2]$) 是 5%。

[0035] N 型纳米硅薄膜层: 采用高氢稀释硅烷、氢气和硼烷按一定比例混合作为反应气体, RF+DC 双重功率源作用, 沉积压力为 140Pa, 功率为 280 ~ 330W, 直流电压为 200 ~ 220V, 衬底温度为 250 ~ 280℃, 厚度为 490 ~ 510nm; 其中所用硅烷的稀释比 ($[\text{SiH}_4]/[\text{SiH}_4+\text{H}_2]$) 是 5%, 磷烷的稀释比 ($[\text{PH}_3]/[\text{PH}_3+\text{H}_2]$) 是 0.5%。

[0036] 溅射金属 Al 膜做为正电极, 厚度为 300nm;

[0037] 利用导电橡胶阵列压制技术使导电橡胶阵列与 Al 膜进行接触, 并形成一定的压力。

[0038] ITO 和 Al 以及夹在中间的纳米硅薄膜构成一个独立的发光单元; 通过调节两极电压实现不同波段的光色显示; 同时扫描不同的发光单元, 可实现整个发光阵列的图像显示。

[0039] 本发明制备的发光显示单元厚度小, 小于 $2\mu\text{m}$, 无液体物质, 因此抗震性能好; 可视角度为 180 度; 响应时间小, 数量级为 10^{-11} 秒; 低温特性好, 在零下 50 度时仍能正常显示; 工作电压为 2 ~ 3V, 功耗小于 300mV; 寿命不低于 35000 小时。

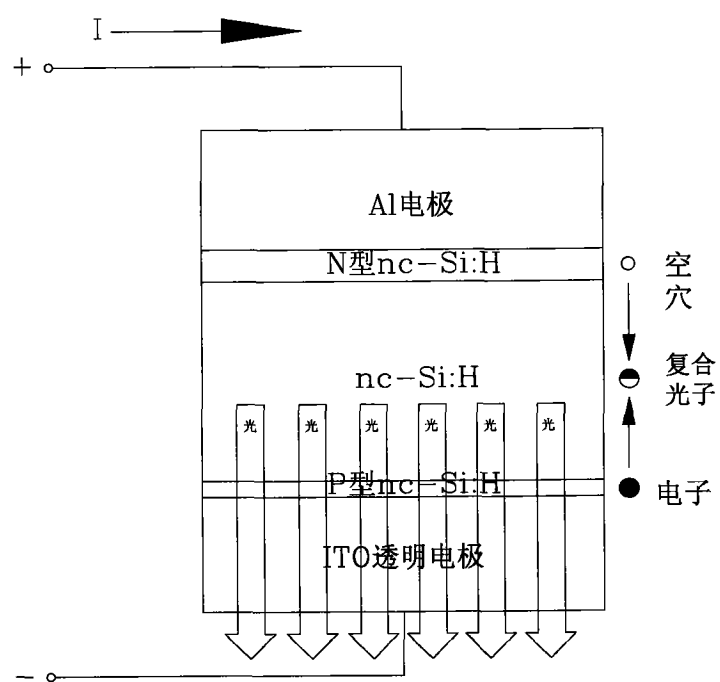


图 1

专利名称(译)	一种纳米硅薄膜电致发光显示单元		
公开(公告)号	CN101699626B	公开(公告)日	2013-03-13
申请号	CN200910232924.3	申请日	2009-10-09
[标]申请(专利权)人(译)	江苏大学		
申请(专利权)人(译)	江苏大学		
当前申请(专利权)人(译)	江苏大学		
[标]发明人	丁建宁 郭立强 程广贵 袁宁一		
发明人	丁建宁 郭立强 程广贵 袁宁一		
IPC分类号	H01L27/15 H01L33/34 H01L33/00		
代理人(译)	汪旭东		
其他公开文献	CN101699626A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种纳米硅薄膜电致发光显示单元，涉及纳米硅薄膜应用技术和电致发光显示技术领域。从上至下由背电极层、N型层纳米硅薄膜、本征层纳米硅薄膜、P型层纳米硅薄膜和透明电极层组成，其中背电极层为Al电极，接正极，透明电极层为ITO薄膜，接负极。本发明的优点是避免有机薄膜，利用纳米硅电致发光特性，在柔性衬底上制备厚度较小的高效稳定的纳米硅薄膜发光单元。工艺简单、易产业化生产、所用材料成本低，对环境无污染、无辐射。

