



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102334208 A

(43) 申请公布日 2012.01.25

(21) 申请号 201080009232.3

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2010.02.12

H01L 51/00 (2006.01)

H01L 27/32 (2006.01)

### (30) 优先权数据

12/392, 524 2009.02.25 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2011. 08. 24

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2010/024060 2010, 02, 12

(87) PCT申请的公布数据

WO2010/098992 EN 2010.09.02

(71) 申请人 全球 OLED 科技有限责任公司

地址 美国弗吉尼亚州

(72) 发明人 R·S·库克 约翰·W·哈默

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11137

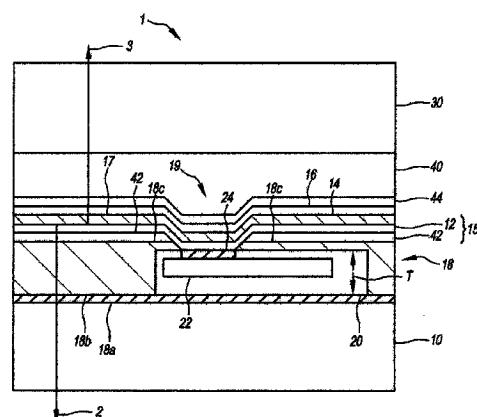
代理人 李辉 张旭东

(54) 发明名称

## 具有小芯片的柔性 OLED 显示器

### (57) 摘要

一种柔性发光显示装置,其具有:比装置基板薄的粘接层;粘接到粘接层的多个小芯片,其中粘接层的至少一部分在小芯片的一部分的上方延伸;形成在粘接层上的OLED,并且其中,该OLED比粘接层薄;比粘接层厚的盖,其位于OLED上并粘接到装置基板;并且其中,小芯片和OLED位于装置的中性应力面处或附近,并且装置的弯曲半径小于2cm。



1. 一种柔性发光显示装置,该柔性发光显示装置包括:
  - a) 基板,其具有显示区域;
  - b) 粘接层,其比所述基板薄并且形成在所述基板的表面上;
  - c) 多个小芯片,它们的厚度大于2微米且小于200微米,并且所述多个小芯片粘接到所述粘接层,各个小芯片均具有至少一个连接焊盘,所述多个小芯片分布于所述显示区域内,并且其中,所述粘接层的至少一部分在所述小芯片的一部分的上方延伸;
  - d) 多个底部电极,它们形成在所述显示区域中、所述粘接层上,各个底部电极均电连接到一个小芯片的连接焊盘,所述小芯片由此向所述底部电极中的每一个提供电流;
  - e) 至少一个发光材料层,其形成在所述底部电极上;
  - f) 顶部电极,其形成在所述至少一个发光材料层上,其中,所述底部电极、所述至少一个材料层以及所述顶部电极合起来比所述粘接层薄;
  - g) 盖,其比所述粘接层厚,所述盖位于所述顶部电极上并粘接到所述基板;并且
  - h) 其中,所述小芯片、所述底部电极、所述至少一个发光材料层和所述顶部电极位于由所述多个层a至g形成的结构的中性应力面处或附近,所述柔性发光显示装置的弯曲半径小于2cm。
2. 根据权利要求1所述的柔性发光显示装置,其中,所述基板和所述盖包括相同的材料。
3. 根据权利要求1所述的柔性发光显示装置,其中,所述基板和所述盖具有相同的厚度。
4. 根据权利要求1所述的柔性发光显示装置,其中,所述基板和所述盖包括不同的材料。
5. 根据权利要求4所述的柔性发光显示装置,其中,所述基板和所述盖具有不同的厚度。
6. 根据权利要求1所述的柔性发光显示装置,该柔性发光显示装置还包括缓冲层,所述缓冲层位于所述顶部电极与所述盖之间。
7. 根据权利要求6所述的柔性发光显示装置,其中,所述缓冲层和所述粘接层包括相同的材料。
8. 根据权利要求6所述的柔性发光显示装置,其中,所述缓冲层和所述粘接层具有相同的厚度。
9. 根据权利要求6所述的柔性发光显示装置,其中,所述缓冲层的柔性低于所述盖的柔性。
10. 根据权利要求6所述的柔性发光显示装置,其中,所述缓冲层和所述粘接层包括不同的材料。
11. 根据权利要求10所述的柔性发光显示装置,其中,所述缓冲层和所述粘接层具有不同的厚度。
12. 根据权利要求6所述的柔性发光显示装置,其中,所述缓冲层的厚度介于2微米与50微米之间。
13. 根据权利要求1所述的柔性发光显示装置,其中,所述粘接层的柔性低于所述基板的柔性。

14. 根据权利要求 1 所述的柔性发光显示装置, 该柔性发光显示装置还包括封装层, 所述封装层形成在所述粘接层上或所述粘接层内。
15. 根据权利要求 1 所述的柔性发光显示装置, 该柔性发光显示装置还包括封装层, 所述封装层形成在所述小芯片和所述粘接层上。
16. 根据权利要求 1 所述的柔性发光显示装置, 该柔性发光显示装置还包括封装层, 所述封装层形成在连接到所述连接焊盘的导线上。
17. 根据权利要求 1 所述的柔性发光显示装置, 其中, 所述粘接层的厚度是 2 微米至 50 微米。
18. 根据权利要求 1 所述的柔性发光显示装置, 其中, 所述基板的厚度是 50 微米至 500 微米, 或者其中, 所述盖的厚度是 50 微米至 500 微米。
19. 根据权利要求 1 所述的柔性发光显示装置, 其中, 所述中性应力面位于所述顶部电极与所述一个或多个材料层相交处。
20. 根据权利要求 1 所述的柔性发光显示装置, 该柔性发光显示装置还包括形成在所述粘接层上的布线层。

## 具有小芯片的柔性 OLED 显示器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种采用独立控制元件的柔性发光显示装置,这些独立控制元件具有在该装置的基板上分布的单独基板。

### 背景技术

[0002] 平板显示装置与计算装置相结合地广泛用于便携式装置和诸如电视机的娱乐装置。这种显示器通常采用分布在基板上的多个像素来显示图像。各个像素均包含若干个不同颜色的发光元件(通称为子像素),这些发光元件通常发射红光、绿光和蓝光,以表现各图像元素。已知多种平板显示器技术,例如,等离子体显示器、液晶显示器和发光二极管显示器。

[0003] 包含形成发光元件的发光材料薄膜的发光二极管(LED)在平板显示装置中具有许多优点,并可以用于光学系统。2002年5月7日授予Tang等人的美国专利No. 6,384,529示出了一种包括有机LED发光元件的阵列的有机LED(OLED)彩色显示器。另选地,可以采用无机材料,无机材料可以包括多晶半导体基体中的磷光晶体或量子点。还可以采用其他的有机或无机材料薄膜来控制对发光薄膜材料的电荷注入、电荷传输或电荷阻断,这在本领域中均是已知的。这些材料被布置在电极之间的基板上并且具有封装覆盖层或封装覆盖片。当电流通过发光材料时,子像素发光。所发射的光的频率取决于使用的材料的性质。在这种显示器中,光可以穿过基板(底部发射器)或穿过封装覆盖物(顶部发射器)而被发出或穿过这二者被发出。

[0004] 为了从LED装置发出光,至少一个电极是透明的。透明电极通常由如氧化铟锡(ITO)的透明导电氧化物形成。然而,透明导电氧化物对于柔性装置而言有很大问题,因为它们很脆,容易在受力时开裂。这种开裂降低了电极的导电性并且可以使发光材料退化。

[0005] 通常已知用于控制平板显示装置中的像素的两种不同方法:有源矩阵控制和无源矩阵控制。在有源矩阵装置中,控制元件分布在平板基板上。通常,各个子像素均由一个控制元件控制,并且各控制元件均包括至少一个晶体管。例如,在一种简单的现有技术的有源矩阵有机发光(OLED)显示器中,各控制元件均包括两个晶体管(选择晶体管和功率晶体管)和一个电容器,该电容器用于存储规定子像素的亮度的电荷。各个发光元件通常采用独立的控制电极和公共电极。

[0006] 形成有源矩阵控制元件的一种常见的现有技术方法通常将半导体材料(例如硅)的薄膜淀积到玻璃基板上,接着通过光刻工艺使半导体材料形成晶体管和电容器。薄膜硅可以是非晶硅或多晶硅。与以晶体硅晶片中制成的传统晶体管相比,由非晶硅或多晶硅制成的薄膜晶体管(TFT)相对较大并且具有较低的性能。另外,此类薄膜装置通常在整个玻璃基板上表现出局部或大面积的不均匀性,这导致采用此类材料的显示器的电性能和视觉外观的不均匀性。在柔性应用中,相对大的薄膜部件经受相当大的应力,这改变并降低了薄膜部件的性能。

[0007] Matsumura等人在美国专利申请No. 2006/0055864中描述了用于驱动LCD显示器

的晶体硅基板。该专利申请描述了一种将由第一半导体基板制成的像素控制装置选择性地转移并固定到第二平面显示基板上的方法。示出了像素控制装置内的布线互连以及从总线 (buss) 和控制电极到像素控制装置的连接。像素控制装置具有大约 600 微米的厚度。可以采用抛光技术将该厚度降低至大约 200 微米。然而,对于在具有小于 2cm 的可用弯曲半径的柔性基板上有效地采用这种像素控制装置来说,该厚度仍然过大。

[0008] Park 等人在“*Theoretical and Experiment Studies of Bending of Inorganic Electronic Materials on Plastic Substrates*”(*Advanced Functional Materials*, 2008, 18, 2673-2684) 中描述了减小在基板上淀积的材料中的应力的技术。该论文论证了柔性基板上的无机材料具有至少三种失效模式:开裂、滑动和分层。所描述和测试的材料无法控制显示器中的发光元件。

[0009] 因此,需要一种包含小芯片 (chiplet) 的改进的柔性发光装置。

## 发明内容

[0010] 根据本发明,提供了一种柔性发光显示装置,该柔性发光显示装置包括:

[0011] a) 基板,其具有显示区域;

[0012] b) 粘接层,其比所述基板薄并且形成在所述基板的表面上;

[0013] c) 多个小芯片,它们的厚度大于 2 微米且小于 200 微米并且粘接到所述粘接层,各小芯片均具有至少一个连接焊盘,所述多个小芯片分布于所述显示区域内,并且其中,所述粘接层的至少一部分在所述小芯片的一部分的上方延伸;

[0014] d) 多个底部电极,它们在所述显示区域中形成在所述粘接层上,各底部电极均电连接到一个小芯片的连接焊盘,所述小芯片由此向各个底部电极提供电流;

[0015] e) 至少一个发光材料层,其形成在所述底部电极上;

[0016] f) 顶部电极,其形成在所述至少一个材料层上,其中,所述底部电极、所述至少一个材料层以及所述顶部电极合起来比所述粘接层薄;

[0017] g) 盖,其比所述粘接层厚,并且所述盖位于所述顶部电极上并粘接到所述基板;并且

[0018] h) 其中,所述小芯片、所述底部电极、所述至少一个材料层和所述顶部电极在由所述多个层 a 至 g 形成的结构的中性应力面处或附近,所述柔性发光显示装置的弯曲半径小于 2cm。

[0019] 本发明提供了用于具有减小的弯曲半径的柔性发光二极管装置的改进结构。

## 附图说明

[0020] 图 1 是根据本发明实施方式的装置的局部横截面图;

[0021] 图 2 是根据本发明另选实施方式的装置的平面图;以及

[0022] 图 3 是根据本发明实施方式的弯曲装置的三维视图。

## 具体实施方式

[0023] 参照图 1(横截面图)和图 2(平面图),在本发明的一个实施方式中,柔性发光显示装置 1 包括具有显示区域 21 的基板 10 和形成在基板 10 表面上的比基板 10 薄的粘接层

18。具有大于 2 微米且小于 200 微米的厚度 T 的多个小芯片 20 被粘接到粘接层 18，各个小芯片 20 均具有至少一个连接焊盘 24，多个小芯片 20 分布在显示区域 21 内，并且粘接层 18 的至少一部分 18c 在小芯片 20 的上方延伸。多个底部电极 12 形成在显示区域 21 中的粘接层 18 上，各个底部电极 12 均电连接至一个小芯片 20 的连接焊盘 24。至少一个发光材料层 14 形成在底部电极 12 上，并且顶部电极 16 形成在该至少一个发光材料层 14 上。电极 12、16 和至少一个发光材料层 14 形成比粘接层 18 薄的发光二极管 15（例如，有机发光二极管（OLED））。小芯片 20 通过连接焊盘 24 向 LED 15 的底部电极 12 提供电流，以驱动该至少一个发光材料层 14 发光。小芯片 20 可以由通过总线 28 连接到小芯片 20 的外部控制器 26 控制（图 2）。小芯片 20 的上部、从连接焊盘 24 到底部电极 12 的电连接以及 LED 15 形成了柔性发光显示装置 1 的工作组件。

[0024] 比粘接层 18 厚的盖 30 位于顶部电极 16 上并且被粘接到基板 10。小芯片 20 的至少一部分、底部电极 12、至少一个发光材料层 14 和顶部电极 16 位于元件 10、18、20、12、14、16、30 形成的结构的中性应力面处或附近，并且该柔性发光显示装置 1 的弯曲半径小于 2cm。基板和盖可以是柔性的；本文中所使用的术语“柔性”是指在没有开裂、分层或机械故障的情况下具有等于或小于 2cm 的弯曲半径。越柔性的层具有越小的弹性模数。可以对底部电极 12 进行构图以形成能够单独控制的发光二极管像素 15，如图 2 所示。

[0025] 在本发明的一些实施方式中，可以在顶部电极 16（和形成在顶部电极 16 上的任何层）之间采用缓冲层 40。尽管小芯片 20 可以具有最多 200 微米的厚度，但优选地，小芯片 20 的厚度小于 50 微米，更优选地小于 20 微米，最优选地小于 12 微米，例如 8 至 12 微米。小芯片越薄，柔性就越高。但是同时，小芯片必须具有足够的厚度以在小芯片 24 内构造集成电路 22。

[0026] 中性应力面是当元件叠层弯曲时多个平面元件的叠层中没有经受应力的平面。层叠的平面元件在它们的相邻表面上被粘接起来。例如，粘接到基板的盖形成两个平面元件的叠层。当将该叠层弯曲以使得盖的外表面形成凹形而基板的外表面形成凸形（顶面和底面）时，盖经受与凹形曲线的方向正交的横向压缩力，并且基板经受与凸形曲线的方向正交的横向张力。换言之，盖受到挤压，而基板被拉伸。压缩力在盖的外表面处最大，并且在该力变为张力并朝着基板的外表面增加之前，该力在远离盖的外表面的点处减小至零。如果沿相反的方向将叠层弯曲，则发生相反的情况。元件叠层内的力为零的点形成了中性应力面。需要注意的是，中性应力面不一定是平坦的，其位置将取决于叠层中的其他元件。但是，通常来说，无论弯曲方向或弯曲量如何，中性应力面将占据平面元件的叠层内的相同位置。装置的弯曲半径是装置可弯曲并继续工作的最小曲率半径。

[0027] 可采用防止或减少水气进入 LED 15 中的封装层。例如，在本发明的一个实施方式中，封装层 42 可以形成在粘接层 18 上和底部电极 12 下。封装层 44 可以形成在顶部电极 16 上和缓冲层 40（如果存在的话）与盖 30 下。小芯片 20 中的电路 22 可以响应于通过附加的连接焊盘 24 从控制器 26 提供的外部信号来驱动 LED 15 发光。

[0028] 在一个另选实施方式中，封装层 42 和 44 可以分别地直接附接到基板 10 和 30 的内表面。

[0029] 本发明可以在顶部发射器实施方式或底部发射器实施方式中使用。在底部发射器实施方式中，基板 10 和底部电极 12 是透明的，光 2 被发射透过基板 10。在顶部发射器实施

方式中,盖 30 和顶部电极 12 是透明的,光 3 被发射透过盖 30。在另选实施方式中,柔性发光显示装置 1 既顶部发射又底部发射。盖 30 可以直接形成在顶部电极 16 上。

[0030] 根据本发明的实施方式,为了提供机械鲁棒且灵活的实现,基板 10 和盖 30 比粘接层 18 和可选的缓冲层 40 厚得多。同样地,粘接层 18 和可选的缓冲层 40 比电极 12、16 和材料层 14 厚得多。厚得多意味着至少厚两倍,优选地厚五倍。在一些实施方式中,术语“厚得多”可以表示厚十倍或更多。例如,在本发明的各种实施方式中,基板 10 和盖 30 的厚度可以是 100 微米、200 微米、500 微米、1mm 或 2mm。粘接层 18 和缓冲层 40 的厚度可以是 2 微米、10 微米、20 微米、或 50 微米或者更大。电极和发光层 12、16 和 14 的厚度通常小于 2 微米,优选地小于 1 微米。

[0031] 中性应力面是粘接起来的叠层内的理论平面,其中每一层均具有各自的应力因数。如 Kim 等人在《Science》2008 年 4 月 25 日第 320 卷第 507 页 (2008) 中描述的,通过选择材料和层厚度,可以控制中性应力面的位置。

[0032] 装置厚度被认为是包括盖和基板在内的总的柔性发光显示装置 1 厚度。中性应力面通常位于中性区的中心,并且中性区从中性应力面的任一侧延伸。术语“中性应力面处或附近”是指中性区,并且位于“中性应力面处或附近”的层在中性区内。中性区的总厚度是装置厚度的 20% 或 200 微米中较大的一个。例如,具有  $\epsilon < 1\%$  的破坏应变极限的显示器包含 Si (其上构造有集成电路芯片的材料,具有约  $\epsilon = 0.7\%$  的应变极限), 该显示器必须被弯曲至  $R = 10\text{mm}$  的曲率半径。通常,为了非常简单的近似,装置的中性区厚度  $t$  被定义为  $t = 2 \cdot e \cdot R$ , 其中  $R$  是显示器的期望最大弯曲半径。因此,示例显示器的中性区厚度  $t$  为  $200\text{um}$  ( $t = 2 \cdot 1\% \cdot 10\text{mm}$ )。在本发明的一个实施方式中,中性应力面位于顶部电极 16 与至少一个材料层 14 相交的地方 (元件 17)。

[0033] 柔性基板上的无机元件容易由于开裂、滑动或分层而发生故障。通过将小芯片 20 设置在粘接层 18 内,使得粘接层 18 的至少一部分 18c 在小芯片 20 的一部分的上方延伸,可以减少滑动和分层的问题。具体地讲,使小芯片 20 位于粘接层 18 (即,18b) 之内可以减少滑动的问题,从而使得小芯片 20 无法沿粘接层 18 的表面滑动。使粘接层的一部分 18c 在小芯片 20 的至少一部分的上方延伸可以减少分层的问题,从而使得小芯片 20 不能轻易地从粘接层 18 剥离。通过将小芯片 20 的至少一部分 (优选地为上部 (例如,连接焊盘 24), 更优选地为上表面) 设置在中性应力面处或附近,减少了开裂。小芯片 20 的上表面尤其受到关注,这是因为连接焊盘 24 和布线连接位于该上表面处,期望将连接故障减到最少。

[0034] 在本发明的一个实施方式中,柔性基板 10 的弹性模数小于粘接层 18 的弹性模数。在本发明的另一个实施方式中,盖 30 的弹性模数小于缓冲层 40 的弹性模数。在本发明的又一个实施方式中,粘接层 18 的弹性模数小于小芯片 20 的弹性模数。通过要求基板 10 和盖 30 具有比粘接层 18 和可选的缓冲层 40 小的弹性模数,粘接层 18 和可选的缓冲层 40 中的应力分别降低。通过要求粘接层 18 具有比小芯片 20 小的弹性模数,并且继而要求基板 10 具有比粘接层 18 小的弹性模数,减小了小芯片 20 中的应力和开裂,并且滑动和分层也减少。由于小芯片 20 是控制光发射器的关键元件,因此减小小芯片 20 中的应力 (以及到小芯片的连接) 将改善柔性发光显示装置 1 在应力下的性能。同样,通过要求可选的缓冲层 40 具有比盖 30 小的弹性模数,可以减小薄的电极 12、16 以及一个或多个材料层 14 中的应力。由于这些层中的故障可以导致像素故障或整个柔性发光显示装置 1 的故障,因此减小

缓冲层 40 中的应力将改善柔性发光显示装置 1 在应力下的性能。

[0035] 对图 1 中示出的结构进行的应力建模表明：具有图示结构的 OLED 装置可以在不超过中性区内的给定临界应变极限的情况下弯曲至较小的曲率半径。

[0036] 在本发明的实施方式中，封装层形成在一个或多个材料层 14 下面或上面或者同时形成在一个或更多个材料层 14 的下面和上面。如所知的那样，有机发光材料受湿气的不利影响。因此，使用减少水气透入一个或多个发光层 14 的透湿度的封装层可以提高装置的寿命。此类封装层通常为无机薄膜并且非常脆。常常在基板 10 和盖 30 中采用这些封装层。然而，根据本发明的实施方式，当柔性发光显示装置 1 弯曲时，基板 10 和盖 30 经受最大应力，因此基板 10 和盖 30 中的任何无机材料层更容易发生故障。因此，根据本发明的一个实施方式，如图所示，分别利用封装层 42 和 44 将无机封装层设置在粘接层 18 上或顶部电极 16 上。在这些位置，封装层经受较少的应力，因此更容易经受得住弯曲应力。位于粘接层 18 上的封装层 42 可以通过溅射、化学气相沉积 (CVD) 或原子层沉积 (ALD) 来提供。溅射无机材料（例如，二氧化硅）提供了一些保护，而化学气相沉积提供了改善的性能。然而，原子层沉积提供了针对湿气透入的最佳保护。一旦形成为层，就可以通过光刻技术对封装层 42 构图，以形成通孔 (via) 19，底部电极可穿过该通孔连接到小芯片的连接焊盘 24。

[0037] 根据本发明的一个实施方式，连接到小芯片的连接焊盘 24 以向小芯片提供来自外部控制器 26 的信号（例如，功率信号、接地信号、数据信号和选择信号）的一个或更多个导线层 28 形成在粘接层 18 上。在一个优选实施方式中，采用了单个导线层 28。由于导线 28 的电导率可以受应力影响，因此将导线 28 设置在粘接层 18 上方可以减小导线在柔性发光显示装置 1 弯曲时经受的应力。可选的封装层 42 可形成在导线 28 上。

[0038] 小芯片 20 基本上被埋入粘接层 18 内，以减小小芯片 20 上的应力。然而，作为制造工艺的一部分，小芯片 20 还粘接到柔性基板 10。因此，第一粘接层 18a 可以用于将小芯片 20 粘接到柔性基板 10，接着提供第二层 18b 以将小芯片 20 嵌入粘接层 18 中。粘接层 18 的一部分 18c 位于小芯片 20 的至少一部分的上方。

[0039] 通过仔细地选择并匹配柔性基板 10、粘接层 18、可选缓冲层 40 和柔性盖 30 的材料和厚度，小芯片 20 的至少一部分（例如，连接焊盘 24 所在的表面）、可选的封装层 42、底部电极 12、至少一个发光材料层 14、顶部电极 16 和可选的封装层 44 可以位于柔性发光显示装置 1 的中性应力面处或附近。在一个简单的实施方式中，柔性盖 30 和基板 10 包括相同的材料，并且均比粘接层 18 和缓冲层 40 厚五倍。例如，盖 30 和基板 10 的厚度均可以是 100 微米，而粘接层 18 和缓冲层 40 的厚度均为 20 微米。小芯片 20 的厚度可以是 5 至 18 微米，LED 15 的厚度小于 2 微米。因此，小芯片 20 和 LED 15 的厚度小于 20 微米，而该结构的余下部分的厚度是 240 微米。因此，柔性发光显示装置 1 的性能最关键的无机元件的厚度小于柔性发光显示装置 1 自身厚度的十分之一。因此，当柔性发光显示装置 1 受到应力时（例如，被卷起时），关键的无机元件可以经受大大减小的应力。

[0040] 在本发明的一个实施方式中，柔性基板 10 和盖 30 包括相似或相同的材料（例如，诸如 PET 或 PEN 的聚合物）。包括“相似或相同的材料”意味着多个层包括相同类型的材料并且具有相似的机械特性。还可以设置附加的无机层以降低水气透过提高基板 10 和盖 30 的刚度的材料的透湿度。通过针对粘接层 18 采用可固化聚合物（例如，苯并环丁烯），将相似材料用于缓冲层 40，同时采用厚度小于 20 微米的小芯片，可以使得柔性发光显示装置 1

具有小于 2cm 的弯曲半径。在此实施方式中, 基板 10 和盖 30 可以具有相同的厚度, 粘接层 18 和缓冲层 40 可以具有相同的厚度。“具有相同的厚度”意味着多个层的厚度之间的差异在相同值的 10% 以内。

[0041] 可以采用清洁的 200 微米厚 PET 基板来构造一个此类装置。可选地, 可以利用 ALD 或 CVD 在该基板上淀积氧化铝、二氧化硅或氧化锌的薄层 (小于 1 微米)。可以淀积 2 微米的苯并环丁烯 (BCB) 层; 可以在 BCB 上印制小芯片阵列; 可以在第一层和小芯片上淀积 20 微米的下 BCB 层。可以在 BCB 上淀积薄的、厚度小于 1 微米的可选的无机氧化铝、二氧化硅或氧化锌涂层。利用光刻方法, 可以在 BCB 和可选的氧化物涂层中打开通孔, 以露出小芯片顶部的连接焊盘。通过在 BCB 层或可选氧化物表面上淀积金属, 然后利用标准的光刻方法对导线构图, 可以形成连接到小芯片上的连接焊盘以形成有源矩阵控制系统的布线层。可以在导线上涂敷薄 (约 1 微米) 的平坦化层。然后, 可以使用光刻方法来打开至所淀积和构图的导线和 ITO 的通孔以形成透明电极。可以淀积有机材料和反射金属电极, 以形成 OLED 结构。可以施敷第三个可选的无机氧化铝、二氧化硅或氧化锌涂层, 然后在顶部电极和无机层 (如果存在的话) 上施敷 22 微米的上 BCB 层。然后, 可以将厚度为 200 微米的 PET 盖粘接到 PET 基板。可选地, PET 盖可以在朝向 OLED 的一侧具有利用 ALD 或 CVD 淀积的薄 (小于 1 微米) 的氧化铝、二氧化硅或氧化锌层。基板的厚度和盖的厚度应当匹配, 就像下 BCB 层的厚度和上 BCB 层的厚度应当匹配一样。在另选实施方式中, PET 盖和基板可以包括其他常见材料, 并具有其他常见厚度。具体地讲, 基板材料和盖材料可以包括市售的多层防潮材料。可以采用具有与 BCB 类似可用的粘接力、可固化性和透明度的另选材料, 只要层的厚度匹配即可。由于盖和基板在材料和厚度方面匹配, 并且由于上 BCB 层和下 BCB 层在材料和厚度方面匹配, 因此中性区将包括小芯片的顶部、布线层、电极和有机层, 以及第二和第三无机层 (如果存在的话)。

[0042] 在本发明的另一个实施方式中, 基板 10 或盖 30 中的任一方可以是金属膜 (例如, 不锈钢)。已知的是, 水不能渗透金属膜, 并且金属膜还是不透明的。因此, 例如, 如果采用金属膜作为基板 10, 则盖 30 必须包括不同的透明材料。在这种情况下, 柔性发光显示装置的结构并不关于工作组件对称。因此, 基板 10 和盖 30 可能在厚度方面不相同, 因为基板 10 和盖 30 的弹性模数不同, 中性应力面的位置因此并不在基板 10 的外表面与盖 30 的外表面之间的中点处。同样, 在粘接层 18 和缓冲层 40 中使用的材料可以不同, 因此这两个层的厚度可以不同。另外, 在工作组件的位置处或附近, 可以调节缓冲层 40 或粘接层 18 中的任一方的厚度来补偿基板 10 和盖 30 的在柔性发光显示装置 1 的中性应力面处或附近的材料或厚度方面的差异。在其他实施方式中, 中性应力面的位置也可以变化。在这种情况下, 缓冲层 40 的厚度或粘接层 18 的厚度在补偿时变化。

[0043] 通过采用厚度为 50 微米的金属箔基板, 可以构造不对称的装置。淀积 2 微米的苯并环丁烯 (BCB) 层, 可以将小芯片阵列印制到该 BCB 上, 可在第一层和小芯片上淀积 20 微米的下 BCB 层。利用光刻方法, 可以在 BCB 中打开通孔以露出小芯片顶部的连接焊盘。通过在表面 (任一 BCB 层) 上淀积金属, 然后利用标准光刻方法对导线进行构图, 可以形成连接到小芯片上的连接焊盘以形成有源矩阵控制系统的布线层。可以在导线上涂敷薄 (约 1 微米) 的平坦化层。然后, 可以使用光刻方法来开过至淀积和构图的导线和 ITO 的通孔以形成透明电极。可以淀积有机材料和反射金属电极以形成 OLED 结构。可以施敷可选的无

机氧化铝、二氧化硅或氧化锌涂层,然后在顶部电极和无机层(如果存在的话)上面施敷30微米的低模数粘合剂的上层。然后,可将厚度大约为275微米的PET盖粘接到金属基板。可选地, PET 盖可以在朝向OLED的一侧具有薄(小于1微米)的氧化铝、二氧化硅或氧化锌层,其利用ALD或CVD淀积。另选地, PET 盖和金属基板可以包括其他常见材料,并具有其他常见厚度。具体地讲,基板和盖材料可以包括市售的多层防潮材料。可以采用具有与BCB类似地可用粘接力、可固化性和透明度的替代材料。

[0044] 在此实施方式中,尽管盖和基板在材料和厚度方面不匹配,但是这样选择材料和厚度使得中性区将包括小芯片的顶部、布线层、电极和有机层以及第二和第三无机层(如果存在的话)。在具有n个层且第一层位于顶部的多层叠层中,中性区的位置由下式给出:

$$[0045] b = \frac{\sum_{i=1}^n E_i h_i \left[ \left( \sum_{j=1}^i h_j \right) - \frac{h_i}{2} \right]}{\sum_{i=1}^n E_i h_i} \quad (1)$$

[0046] 其中,从叠层的顶部开始测量中性区位置b,并且第i层具有高度 $h_i$ 和模数 $E_i$ 。不锈钢具有大致78GPa的弹性模数,而PET封装盖具有大致4GPa的弹性模数。BCB具有大致4GPa的弹性模数,而低模数的粘合剂具有1GPa的弹性模数。因此,为了将中性区的中心大致设置在BCB与上粘合剂层之间,如式(1)所限定的,要求PET封装盖的厚度为275um。

[0047] 在本发明的又一个实施方式中(参见图3),小芯片20具有相对长的边20a和相对短的边20b,柔性发光显示装置1具有优选轴线4,围绕该优选轴线像卷轴一样卷起该柔性发光显示装置1。根据此实施方式,小芯片的长边20a与优选的柔性装置轴线4平行。

[0048] 在顶部发射器构造或底部发射器构造中,可以采用可选的滤色器来过滤由至少一个发光材料层14发射的光。滤色器可以形成在基板10的至少一部分与底部电极12之间。滤色器可以直接形成在基板10的一部分上,或者形成在基板10上所形成的其他层的部分上。在顶部发射器实施方式中,滤色器可以设置在盖上,或者直接设置在顶部电极上。在显示装置中,多个滤色器可以与多个小芯片及多个独立控制的底部电极12一起使用,以制造具有不同颜色的子像素的多个像素元件。在没有在基板上对发光材料进行构图的情况下,滤色器特别有用。另选地,可以与底部电极一致地在基板上对不同的发光材料进行构图,每一种发光材料均发射不同颜色的光,以形成多色显示器。

[0049] 目前,存在着大量的制造用基础设施以制造和销售用于LCD行业的“彩色滤光玻璃”。这些产品包括玻璃上的构图的滤色器,并且被通常为ITO的构图的透明导体所覆盖。本发明的低成本实施方式在淀积这些元件的基底材料对于所需的显示应用来说具有足够的柔性的条件下以该彩色滤光玻璃和构图的下电极作为发光装置的基板10开始。

[0050] 根据本发明的方法,柔性发光显示装置可以通过以下步骤制成:提供具有显示区域的基板;在基板表面上形成比基板薄的粘接层;将厚度大于2微米且小于200微米的多个小芯片粘接到粘接层,每一个小芯片均具有一个或更多个连接焊盘,所述多个小芯片分布在显示区域内,并且其中,粘接层的至少一部分在小芯片的上方延伸;在显示区域中,在粘接层上形成多个底部电极,各个底部电极均电连接到一个小芯片的连接焊盘,小芯片由此向各底部电极提供电流;在底部电极上形成至少一个发光材料层;在所述一个或多个材料层上形成顶部电极,其中,这些电极和至少一个发光材料层合起来比粘接层薄;将比粘接

层厚的盖设置在顶部电极上，并且将盖粘接到基板，并且其中，小芯片、底部电极、一个或多个材料层以及顶部电极位于由多个层 a 至 g 形成的结构的中性应力面处或附近，并且该柔性发光显示装置的弯曲半径小于 2cm。

[0051] 在本发明的各种实施方式中，底部电极可以与导线在同一步骤中形成，从而降低制造成本。可以在基板上形成一个或多个总线，总线可以与底部电极在同一步骤中形成，或者总线可以与导线在同一步骤中形成。总线绝缘层可以形成在一个或多个总线与底部电极之间。小芯片绝缘层可以形成在小芯片与连接焊盘上以及一个或多个发光层或顶部电极下面。总线绝缘层可以与小芯片绝缘层在同一步骤形成。通过在同一步骤中形成本发明的元件，可以减少处理步骤和成本。同样，在小芯片上的连接焊盘与底部电极之间形成的导电体可以在底部电极之前形成，在底部电极之后形成，或最可取地，在形成底部电极的同一步骤中形成，以便减少处理步骤和成本。

[0052] 基板 10 可以包括柔性玻璃。导线以及顶部电极 16 或底部电极 12 可以由蒸镀金属或溅射金属（例如，铝、银、或金属合金）制成。小芯片 20 可以利用集成电路行业中已完善的常规技术形成，并利用在共同待审、共同转让的美国专利申请 No. 12/191,478 中描述的方法设置在基板 10 上。

[0053] 小芯片与显示基板分开制造，并且接着应用到显示基板。优选地利用用于制造半导体器件的已知工艺来使用硅或绝缘体上硅（SOI）晶片制造小芯片。然后，各个小芯片在附接到显示基板之前被分开。因此，各个小芯片的晶体基底（base）可以被认为是与装置的基板分开且其上设置有小芯片的电路的基板。具体地说，独立基板与上面形成有像素的基板 10 分开，并且用于多个小芯片装置的这些独立的小芯片基板的面积合起来小于装置基板 10。小芯片可以具有晶体基板，以提供比例如在薄膜非晶硅或多晶硅器件中得到的性能更高的性能的有源组件。小芯片的厚度可以优选地是 100  $\mu\text{m}$  或更小，更优选地是 20  $\mu\text{m}$  或更小。这有利于在小芯片的一部分上形成粘接层 18 的一部分 18c。

[0054] 由于小芯片 20 被形成在半导体基板中，所以可以利用现代光刻工具来形成小芯片的电路。利用这些工具，容易获得 0.5 微米或更小的特征尺寸。例如，现代半导体生产线可以实现 90nm 或 45nm 的线宽，并可以用于制造本发明的小芯片。因此，小芯片的用于驱动像素的电路（诸如，各个像素的两个晶体管）可以制造得很小。但是，小芯片还需要连接焊盘，以在组装到显示基板上时电连接到设置在小芯片上的布线层。连接焊盘的尺寸必须基于在显示基板上使用的光刻工具的特征尺寸（例如，5  $\mu\text{m}$ ）以及小芯片对布线层的对准（例如， $+\text{-}5\ \mu\text{m}$ ）来制造。因此，连接焊盘例如可以是 15  $\mu\text{m}$  宽，并且连接焊盘之间的间隔为 5  $\mu\text{m}$ 。这意味着连接焊盘通常将明显大于在小芯片中形成的晶体管电路。

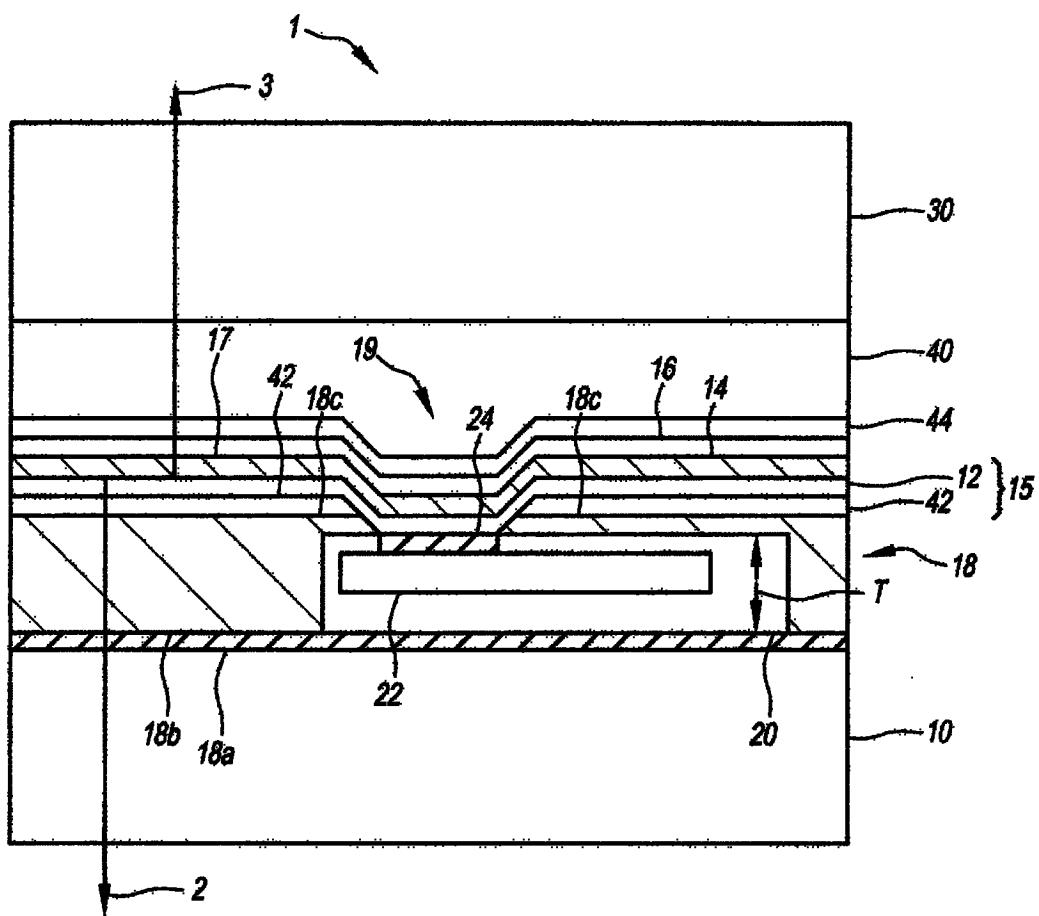
[0055] 连接焊盘 24 通常可以形成在小芯片 20 上的位于晶体管上方的金属化层中。期望制造具有尽可能小的表面面积的小芯片，以实现低的制造成本。因此，通常是连接焊盘的尺寸和数量而不是晶体管的尺寸和数量限制了小芯片的尺寸。

[0056] 本发明可用于具有多像素或多小芯片基础结构的装置，本发明也可用于有源矩阵构造，在该有源矩阵构造中，小芯片具有作为有源矩阵元件或作为无源矩阵控制器来控制各个像素的电路。当降低成本和提高性能很重要时，本发明提供了优势。具体地说，本发明可以与有机有源矩阵 LED 装置或无机有源矩阵 LED 装置一起实施，并且在信息显示装置中尤其有用。在优选的实施方式中，本发明被用在由小分子或聚合物 OLED 构成的平板 OLED 装

置中,如 1988 年 9 月 6 日授予 Tang 等人的美国专利 No. 4,769,292 和 1991 年 10 月 29 日授予 Van Slyke 等人的美国专利 No. 5,061,569 中所公开的,但并不限于此。可以采用无机装置,该无机装置例如采用形成在多晶半导体基体中的量子点(例如,如在 Kahlen 的美国公开 No. 2007/0057263 中所教导的)并采用有机电荷控制层或无机电荷控制层,或者可以采用混合的有机/无机装置。有机发光显示器或无机发光显示器的许多组合和变型可以用来制造这种装置,包括具有顶部发射器构造或底部发射器构造的有源矩阵显示器。

[0057] 部件列表

- [0058] T 小芯片厚度
- [0059] 1 柔性发光显示装置
- [0060] 2,3 光线
- [0061] 4 优选轴线
- [0062] 10 柔性基板
- [0063] 12 底部电极
- [0064] 14 发光层
- [0065] 15 发光二极管
- [0066] 16 顶部电极
- [0067] 17 接口元件
- [0068] 18 粘接层
- [0069] 18a 粘接层部分
- [0070] 18b 粘接层部分
- [0071] 18c 粘接层部分
- [0072] 19 通孔
- [0073] 20 小芯片
- [0074] 20a 小芯片长边
- [0075] 20b 小芯片短边
- [0076] 21 显示区域
- [0077] 22 电路
- [0078] 24 连接焊盘
- [0079] 26 控制器
- [0080] 28 导线
- [0081] 30 柔性盖
- [0082] 40 缓冲层
- [0083] 42 封装层
- [0084] 44 封装层



1

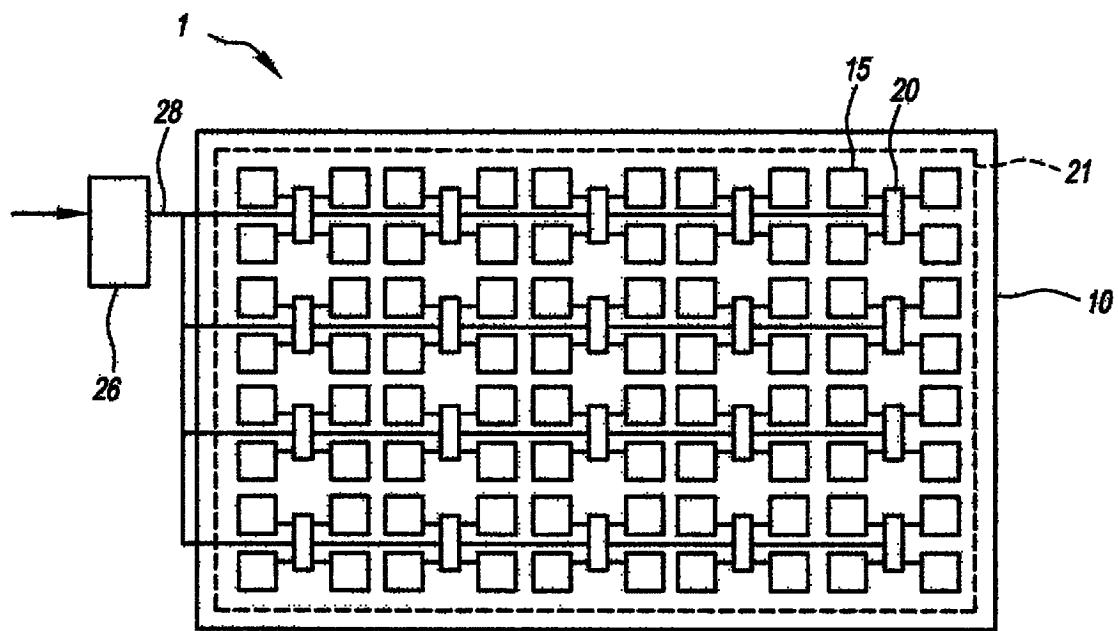


图 2

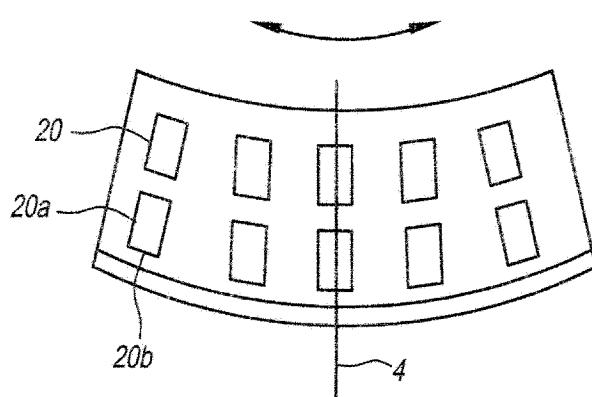


图 3

专利名称(译)	具有小芯片的柔性OLED显示器		
公开(公告)号	<a href="#">CN102334208A</a>	公开(公告)日	2012-01-25
申请号	CN201080009232.3	申请日	2010-02-12
[标]申请(专利权)人(译)	全球OLED科技有限责任公司		
申请(专利权)人(译)	全球OLED科技有限责任公司		
当前申请(专利权)人(译)	全球OLED科技有限责任公司		
[标]发明人	RS库克 约翰W·哈默		
发明人	R·S·库克 约翰·W·哈默		
IPC分类号	H01L51/00 H01L27/32		
CPC分类号	H01L2251/5338 Y02E10/549 H01L27/3255 H01L51/5237 H01L51/0097 H01L27/3262 H01L51/5253 H01L51/5296		
代理人(译)	李辉 张旭东		
优先权	12/392524 2009-02-25 US		
其他公开文献	<a href="#">CN102334208B</a>		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">Sipo</a>		

### 摘要(译)

一种柔性发光显示装置，其具有：比装置基板薄的粘接层；粘接到粘接层的多个小芯片，其中粘接层的至少一部分在小芯片的一部分的上方延伸；形成在粘接层上的OLED，并且其中，该OLED比粘接层薄；比粘接层厚的盖，其位于OLED上并粘接到装置基板；并且其中，小芯片和OLED位于装置的中性应力面处或附近，并且装置的弯曲半径小于2cm。

