



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109564985 A

(43)申请公布日 2019.04.02

(21)申请号 201780050496.5

张培慧

(22)申请日 2017.08.14

(74)专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理有限公司 11112

(30)优先权数据

15/244,146 2016.08.23 US

代理人 张娜 李荣胜

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2019.02.18

(51)Int.Cl.

H01L 51/52(2006.01)

H01L 51/00(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2017/054946 2017.08.14

H01L 27/32(2006.01)

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/037311 EN 2018.03.01

(71)申请人 3M创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

(72)发明人 埃文·L·布里德洛夫

凯瑟琳·A·莱瑟达尔

柳德米拉·A·佩库洛夫斯基

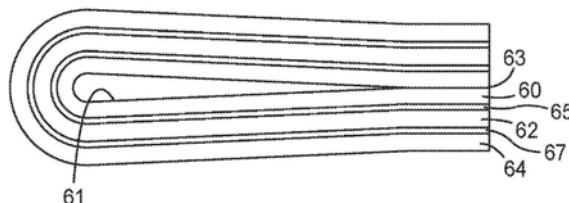
权利要求书2页 说明书8页 附图5页

(54)发明名称

具有广义层机械兼容性的可折叠显示器设计

(57)摘要

本发明提供了一种柔性OLED显示装置,该柔性OLED显示装置包括上模块、下模块和显示模块,该上模块具有覆盖窗户膜,以及该显示模块在该上模块和该下模块之间。该显示模块包括OLED和OLED基板。控制该显示装置中的部件的刚度以满足特定关系,使得该上模块和该下模块的抗弯刚度被调谐以便将中性弯折平面定位在该显示模块下方,这将显示器放置成与零应变截然相反的压缩应变的状态中。该设计适用于双向折叠柔性显示器,其中该上模块能够被折叠以面向自身。



1. 一种柔性有机发光二极管 (OLED) 显示装置, 包括:
上模块, 所述上模块具有覆盖窗户膜;
下模块;
显示模块, 所述显示模块位于所述上模块和所述下模块之间, 所述显示模块包括 OLED 和位于所述 OLED 和所述下模块之间的 OLED 基板; 和
触摸传感器, 所述触摸传感器位于所述 OLED 和所述上模块之间,
其中所述上模块具有第一杨氏模量, 所述下模块具有第二杨氏模量, 并且所述第一杨氏模量与所述第二杨氏模量不同,
其中 $(LS/TW) > 0.001$, 其中 L 是所述下模块的刚度, S 是所述 OLED 基板的刚度, T 是所述触摸传感器的刚度, 并且 W 是所述覆盖窗户膜的刚度。
2. 根据权利要求 1 所述的显示装置, 其中 $(LS/TW) > 0.07$ 。
3. 根据权利要求 1 所述的显示装置, 其中 $(LS/TW) > 1.2$ 。
4. 根据权利要求 1 所述的显示装置, 还包括第一耦合层、第二耦合层和第三耦合层, 所述第一耦合层位于所述覆盖窗户膜和所述触摸传感器之间, 所述第二耦合层位于所述触摸传感器和所述 OLED 之间, 所述第三耦合层位于所述 OLED 基板和所述下模块之间。
5. 根据权利要求 4 所述的显示装置, 其中所述第一耦合层的剪切模量在室温下大于 150kPa。
6. 根据权利要求 4 所述的显示装置, 其中所述第一耦合层和所述第二耦合层各自包含光学透明粘合剂。
7. 根据权利要求 1 所述的显示装置, 其中所述覆盖窗户膜包括薄玻璃。
8. 一种柔性有机发光二极管 (OLED) 显示装置, 包括:
上模块, 所述上模块具有覆盖窗户膜;
下模块;
显示模块, 所述显示模块位于所述上模块和所述下模块之间, 所述显示模块包括 OLED 和位于所述 OLED 和所述下模块之间的 OLED 基板; 和
圆形偏振器, 所述圆形偏振器位于所述 OLED 和所述上模块之间,
其中所述上模块具有第一杨氏模量, 所述下模块具有第二杨氏模量, 并且所述第一杨氏模量与所述第二杨氏模量不同,
其中 $(LS/(CP)W) > 0.004$, 其中 L 是所述下模块的刚度, S 是所述 OLED 基板的刚度, CP 是所述圆形偏振器的刚度, 并且 W 是所述覆盖窗户膜的刚度。
9. 根据权利要求 8 所述的显示装置, 其中 $(LS/(CP)W) > 0.02$ 。
10. 根据权利要求 8 所述的显示装置, 其中 $(LS/(CP)W) > 0.25$ 。
11. 根据权利要求 8 所述的显示装置, 其中所述 OLED 包括触摸传感器。
12. 根据权利要求 8 所述的显示装置, 还包括第一耦合层和第二耦合层, 所述第一耦合层位于所述覆盖窗户膜和所述圆形偏振器之间, 所述第二耦合层位于所述 OLED 基板和所述下模块之间。
13. 根据权利要求 12 所述的显示装置, 其中所述第一耦合层的剪切模量在室温下大于 150kPa。
14. 根据权利要求 12 所述的显示装置, 其中所述第一耦合层包含光学透明粘合剂。

15. 根据权利要求8所述的显示装置,其中所述覆盖窗户膜包括薄玻璃。

16. 一种柔性有机发光二极管(OLED)显示装置,包括:

上模块,所述上模块具有覆盖窗户膜;

下模块;和

显示模块,所述显示模块位于所述上模块和所述下模块之间,所述显示模块包括OLED和位于所述OLED和所述下模块之间的OLED基板,

其中所述上模块具有第一杨氏模量,所述下模块具有第二杨氏模量,并且所述第一杨氏模量与所述第二杨氏模量不同,

其中 $(LS/W^2) > 4 \times 10^{-6}$, 其中L是所述下模块的刚度,S是所述OLED基板的刚度,并且W是所述覆盖窗户膜的刚度。

17. 根据权利要求16所述的显示装置,其中 $(LS/W^2) > 4 \times 10^{-5}$ 。

18. 根据权利要求16所述的显示装置,其中 $(LS/W^2) > 0.002$ 。

19. 根据权利要求16所述的显示装置,其中所述OLED包括触摸传感器。

20. 根据权利要求16所述的显示装置,还包括第一耦合层和第二耦合层,所述第一耦合层位于所述覆盖窗户膜和所述OLED之间,所述第二耦合层位于所述OLED基板和所述下模块之间。

21. 根据权利要求20所述的显示装置,其中所述第一耦合层的剪切模量在室温下大于150kPa。

22. 根据权利要求20所述的显示装置,其中所述第一耦合层包含光学透明粘合剂。

23. 根据权利要求16所述的显示装置,其中所述覆盖窗户膜包括薄玻璃。

具有广义层机械兼容性的可折叠显示器设计

背景技术

[0001] 显示器和电子装置已演进为弯曲、弯折或折叠,并且提供新的用户体验。例如,这些装置架构可包括柔性有机发光二极管(OLED)、塑料液晶显示器(LCD)等。

[0002] 典型的电子显示器包括下模块、显示模块,和上模块。该下模块可包含散热片和缓冲材料。该上模块可包含触摸传感器、环境光抑制层诸如圆形偏振器,并且经常包含保护性薄膜或覆盖物。这三个部件经常使用粘附形式粘合在一起。当粘合构造挠曲时,应变在整个结构中发展。应变在厚度上是不均匀的,并且以复杂方式依赖于显示器的设计。如果应变超过显示模块中的临界阈值,则显示模块将机械失效,导致显示缺陷、一般故障或两者。

[0003] 在任何弯折结构中,在厚度上存在位置,在该位置处存在称为中性弯折平面的零应变。在一些情况下,中性平面的位置可被控制,使得应变和应力在显示模块中被最小化。如果显示器上方和下方的层的模量类似且在显示器上方和下方的总厚度大致相等,则通过堆叠的对称性,中性平面在中间附近(即,在显示模块附近)。而且,可以选择邻近显示模块放置且将其机械耦合到上模块或下模块的粘合剂的模量和厚度,以调节中性平面的位置。如果粘合剂基本上比相邻层更加柔顺,则层可在弯折时变成部分机械地分离,导致多个中性平面。然后,可将多个中性平面定位在易损显示器部件中或附近,以使它们经受的应力和应变最小化。在相同方法的另选方法中,选取柔顺层使得在显示模块与显示模块上方的层之间的界面处发生剪切分离,使得显示模块中的应力(压缩或拉伸)的状态与上模块中的应力(即,拉伸或压缩)的状态具有相反的意义。然而,控制中性平面位置或引入多个中性平面以便屏蔽显示模块的策略在技术上具有挑战性,并且材料特性或厚度的轻微变化可将中性平面偏移到中性平面的预期位置的上方或下方。

[0004] 因此,需要电子显示器,该电子显示器可例如在宽泛的应变状态的范围内或在考虑其它因素下围绕紧密半径折叠或弯折。

发明内容

[0005] 与本发明一致的第一柔性OLED显示装置包括具有覆盖窗户膜的上模块、下模块、在上模块和下模块之间的显示模块,以及在显示模块和上模块之间的触摸传感器。所有模块和触摸传感器可具有不同的杨氏模量和厚度。显示模块包括OLED和在OLED和下模块之间的OLED基板。在该第一装置中, $(LS/TW) > 0.001$,其中L是下模块的刚度,S是OLED基板的刚度,T是触摸传感器的刚度,并且W是覆盖窗户膜的刚度。

[0006] 与本发明一致的第二柔性OLED显示装置包括具有覆盖窗户膜的上模块、下模块、在上模块和下模块之间的显示模块,以及在显示模块和上模块之间的圆形偏振器。所有模块和圆形偏振器可具有不同的杨氏模量和厚度。显示模块包括OLED和在OLED和下模块之间的OLED基板。在该第二装置中, $(LS/(CP)W) > 0.004$,其中L是下模块的刚度,S是OLED基板的刚度,CP是圆形偏振器的刚度,并且W是覆盖窗户膜的刚度。

[0007] 与本发明一致的第三柔性OLED显示装置包括具有覆盖窗户膜的上模块、下模块,和在上模块和下模块之间的显示模块。所有模块可具有不同的杨氏模量,并且显示模块包

括OLED和在OLED和下模块之间的OLED基板。在该第三装置中， $(LS/W^2) > 4 \times 10^{-6}$ ，其中L是下模块的刚度，S是OLED基板的刚度，并且W是覆盖窗户膜的刚度。

附图说明

[0008] 附图被结合到本说明书中且构成本说明书的一部分，并且附图与描述一起解释本发明的优点和原理。在附图中，

[0009] 图1为可折叠OLED显示器构造的第一实施方案的侧视图；

[0010] 图2为可折叠OLED显示器构造的第二实施方案的侧视图；

[0011] 图3为可折叠OLED显示器构造的第三实施方案的侧视图；

[0012] 图4是用于与可折叠OLED显示器一起使用的窗户膜制品的侧视图；

[0013] 图5是在折叠或弯折构型中的可折叠OLED显示器的侧视图；

[0014] 图6是用于图1的可折叠OLED显示器构造的应变对z轴位置的曲线图；

[0015] 图7是用于图2的可折叠OLED显示器构造的应变对z轴位置的曲线图；并且

[0016] 图8是用于图3的可折叠OLED显示器构造的应变对z轴位置的曲线图。

具体实施方式

[0017] 在以下详细描述中，参考了形成该详细描述的一部分的附图，并且在附图中以例示的方式示出了若干具体实施方案。应当理解，在不脱离本公开的范围或实质的情况下，能够设想并作出其它实施方案。因而，以下详细描述不被视为具有限制意义。

[0018] 除非另外指明，否则本文所使用的所有科学和技术术语具有在本领域中普遍使用的含义。本文提供的定义将有利于理解本文频繁使用的某些术语，并且不意味着限制本公开的范围。

[0019] 除非另外指明，否则本说明书和权利要求书中所使用的表达特征尺寸、量和物理特性的所有数字在所有情况下均应理解为由术语“约”修饰。因此，除非有相反的说明，否则在上述说明书和所附权利要求中阐述的数值参数均为近似值，这些近似值可根据本领域的技术人员利用本文所公开的教导内容寻求获得的特性而变化。

[0020] 通过端点表述的数值范围包括该范围内所归入的所有数字（例如，1至5包括1、1.5、2、2.75、3、3.80、4和5）及该范围内的任何范围。

[0021] 除非内容另外明确指明，否则如本说明书和所附权利要求中使用的，单数形式“一个/一种”和“所述”涵盖具有多个指代物的实施方案。

[0022] 除非内容另外明确指明，否则如本说明书和所附权利要求书中使用的，术语“或”一般以其包括“和/或”的意义采用。

[0023] 如本文所用，“具有”、“包括”、“包含”等均以其开放式意义使用，并且一般意指“包括但不限于”。应当理解，“基本上由...组成”、“由...组成”等被归入在“包括”、“包含”等中。

[0024] 在如图1所示的一个实施方案中，柔性OLED显示器构造包括以下所示的次序布置的以下元件或层：具有覆盖窗户膜10的上模块；耦合层12；触摸传感器面板和/或圆形偏振器14；耦合层16；OLED 18；OLED基板20；耦合层22；和下模块24。而且，在图1的构造中，下模块具有第一杨氏模量，OLED基板具有第二杨氏模量，触摸传感器/圆形偏振器具有第三杨氏模量，上模块具有第四杨氏模量，并且所有四个模量可彼此不同。为了使图1的装置的弯

折的耐久性最大化,下模块的机械刚度(L)和OLED基板的刚度(S)除以触摸传感器/圆形偏振器的刚度(T)和覆盖窗户膜的刚度(W)大于0.001或0.07或1.2,如由公式(1)表示的:

$$[0025] \quad Z = (LS/TW) > 0.001 \text{ 或 } 0.07 \text{ 或 } 1.2 \quad (1)$$

[0026] 只要维持公式(1),相对宽泛的显示器设计和耦合层组合的范围就是可接受的。图6示出了针对等于小于图1的实施方案的准则的值的Z的应变对z轴位置的标绘图。表1中列出图6中标绘图的特性。OLED层位于距底部110微米和115微米之间。

[0027] 有限元分析表明,这要求在内折期间使OLED平面轻微保持处于压缩,保护敏感OLED驱动器层和薄膜封装免受应变相关的损坏。Z的值高于1.2在显示模块中产生与较小的Z值相比很小且随着增加Z的值而稳定的应变比。该观察的优点是由于其他设计修改造成的Z值的改变不应显著修改在显示模块中的应变比,前提条件是值保持足够大。不受理论的束缚,据信通过将柔性显示器放置成压缩,可缓解裂纹形成和传播。而且,据信OLED失效主要由于拉伸载荷而发生;因而,压缩预载荷增加显示器在失灵之前可承受的拉伸载荷。该方法基本上不同于关注于显示器中的中性平面的位置的方法。本发明的另外的优点是可采用相对刚性的耦合层粘合剂,并且还通过修改其他部件来实现中性平面的控制。此外,本发明的无维度方法允许同时优化若干个层的厚度、模量和泊松比以提供期望的弯折性能。因而,层可为增厚的,前提条件是适当调节进入Z的另一层的模量或厚度。

[0028] 在如图2所示的另一实施方案中,显示器构造包括以以下所示的次序布置的以下元件或层:具有覆盖窗户膜30的上模块;耦合层32;圆形偏振器35;OLED 34;OLED基板36;耦合层38;和下模块40。在图2所示的构造中,触摸传感器可任选地为OLED的一部分或结合到OLED中,并且可用滤色器层替换圆形偏振器。也在图2的构造中,下模块具有第一杨氏模量, OLED基板具有第二杨氏模量,触摸传感器/圆形偏振器具有第三杨氏模量,上模块具有第四杨氏模量,并且所有四个模量可彼此不同。为了使图2的装置的弯折的耐久性最大化,下模块的机械刚度(L)和OLED基板的刚度(S)除以圆形偏振器的刚度(CP)和覆盖窗户膜的刚度(W)大于0.004或0.02或0.25,如由公式(2)表示的。

$$[0029] \quad Z' = (LS/(CP)W) > 0.004 \text{ 或 } 0.02 \text{ 或 } 0.25 \quad (2)$$

[0030] 图7示出针对等于小于图2的实施方案的准则的值的Z'的应变对z轴位置的标绘图。表2中列出图7中的标绘图的特性。OLED层位于距底部130微米和135微米之间。

[0031] 在如图3中所示的另一个实施方案中,显示器构造包括以以下所示的次序布置的以下元件或层:具有覆盖窗户膜42的上模块;耦合层44;OLED 46;OLED基板48;耦合层50;和下模块52。在图3所示的构造中,触摸传感器可任选地为OLED的一部分或结合到OLED中。而且,在图3的构造中,下模块具有第一杨氏模量, OLED基板具有第二杨氏模量,并且上模块具有第三杨氏模量,并且所有三个模量可彼此不同。为了使图3的装置的弯折的耐久性最大化,下模块的机械刚度(L)和OLED基板的刚度(S)除以覆盖窗户膜的刚度(W)的平方大于 4×10^{-6} ,更优选地大于 4×10^{-5} ,最优选地大于0.002,如由公式(3)表示的。

$$[0032] \quad Z'' = (LS/W^2) > 4 \times 10^{-6} \text{ 或 } 4 \times 10^{-5} \text{ 或 } 0.002 \quad (3)$$

[0033] 图8示出了针对等于小于图3的实施方案的准则的值的Z''的应变对z轴位置的标绘图。表3中列出图8中的标绘图的特性。OLED层位于距底部80微米和85微米之间。

[0034] 在实施公式(1)-(3)中,以单位微米测量层的厚度,并且以单位兆帕测量杨氏模量。对于均一材料,可使用公式(4)来计算抗挠刚度(k)。

$$[0035] \quad k = \frac{EI}{1 - \nu^2} \quad (4)$$

[0036] 其中E为杨氏模量,I为面积二次矩,并且 ν 为泊松比。E和 ν 为固有材料特性,并且I为构造的几何结构的函数。参数I与宽度和厚度的立方成比例。如果所有层具有相同的宽度,则可使用标准化面积二次矩 $I = t^3/12$,其中t为厚度,并且

$$[0037] \quad k = \frac{Et^3}{12(1 - \nu^2)}$$

[0038] 本文所述的模块或层可包括变化的厚度和模量的若干个子层。可如下计算包括若干个层的部件的有效抗挠刚度,在一般被当作复合材料的情况下,最低模量子层与最高模量子层材料的比率必须大于1%或大于5%或大于10%。

[0039] 将抗挠刚度 k_i 定义为由以下给定的第i层的刚度

$$[0040] \quad k_i = \frac{E_i I_i}{1 - \nu_i^2} = E'_i I_i$$

[0041] 其中 I_i 是相对于质心(即,假设部件具有一个中性平面,如果部件自身挠曲的中性轴的位置)第i层的面积二次矩,并且 E'_i 是平面应变弹性模量。

[0042] 多层部件的总抗挠刚度为

$$[0043] \quad k = \sum k_i$$

[0044] 为了计算 I_i ,让最底层被编号为层1,并且让上方的所有层连续编号。让 t_i 为每层的厚度。然后定义

$$[0045] \quad d_i = \sum_{j=1}^{i-1} t_j + \frac{t_i}{2}$$

[0046] 使得 d_i 为从层1的底部到层i的中心的距离。由以下给出相对于层1的底部第i层的面积二次矩

$$[0047] \quad I'_i = \frac{t_i^3}{12} + t_i d_i^2$$

[0048] 然后由以下给出 I_i

$$[0049] \quad I_i = I'_i - t_i y_c^2$$

[0050] 其中质心位置 y_c 被计算为

$$[0051] \quad y_c = \frac{\sum d_i E'_i t_i}{\sum E'_i t_i}$$

[0052] 最后,由以下给出有效抗挠刚度

$$[0053] \quad k = \sum \frac{E_i I'_i}{1 - \nu_i^2} - \left(\sum \frac{E_i t_i}{1 - \nu_i^2} \right) y_c^2$$

[0054] 该过程可与层1、层2和层3的三层构造一起考虑,其中层1是最底层,层3是最顶层,并且层2在层1和层3之间。每个层具有模量(E)、厚度(t)和泊松比(ν)。从层1的基部(即,x轴)到层1的中间的距离为

$$[0055] \quad d_1 = \frac{t_1}{2}$$

[0056] 并且层1的偏移的抗挠刚度为

$$[0057] \quad I'_1 = \frac{t_1^3}{12} + t_1 d_1^2$$

[0058] 对于层2,从层1的基部到层2的中间的距离为

$$[0059] \quad d_2 = t_1 + \frac{t_2}{2}$$

[0060] 并且层2的偏移的抗挠刚度为

$$[0061] \quad I'_2 = \frac{t_2^3}{12} + t_2 d_2^2$$

[0062] 最后,从层1的基部到层3的中间的距离为

$$[0063] \quad d_3 = t_1 + t_2 + \frac{t_3}{2}$$

[0064] 并且偏移的抗挠刚度为

$$[0065] \quad I'_3 = \frac{t_3^3}{12} + t_3 d_3^2$$

[0066] 并且

$$[0067] \quad y_c = \frac{d_1 E'_1 t_1 + d_2 E'_2 t_2 + d_3 E'_3 t_3}{E'_1 t_1 + E'_2 t_2 + E'_3 t_3}$$

[0068] 图4为用于与可折叠OLED显示器(诸如本文所述的那些)一起使用的窗户膜制品的侧视图。图4所示的制品包括以以下所示的次序布置的以下元件或层:覆盖窗户膜54;耦合层56;和衬垫58。该衬垫为耦合层56提供保护。在使用中,衬垫58被移除,并且覆盖窗户膜54经由耦合层56被施加和粘附到OLED显示器。例如,耦合层56可直接施加到用于图1的实施方案的触摸传感器面板14、用于图2的实施方案的圆形偏振器35或用于图3的实施方案的OLED 46。

[0069] 图5为处于折叠或弯折构型的可折叠OLED显示器(诸如本文描述的那些显示器构造)的侧视图。特别地,如图所示布置的,OLED显示器包括上模块60、耦合层65、显示模块62、耦合层67和下模块64。如图所示,OLED显示器可折叠或弯折,使得上模块60的顶表面61(查看者侧)面向自身,并且上模块60的端部63彼此物理接触。

[0070] 以下是本文所用术语的定义和描述,包括显示器设计内的层。

[0071] “覆盖窗户膜”是保护性显示器膜构造,该保护性显示器膜构造维持显示器膜的光学特性,同时可能为显示器提供抗划性、耐磨性和抗冲击性。可用薄柔性玻璃、聚合物膜或聚合物和玻璃层板实施覆盖窗户膜。术语“薄玻璃”意指为10微米至100微米厚且最优选地25微米至50微米厚的玻璃。覆盖窗户膜可包括多个子层和涂层。该子层可为聚合物或玻璃。总窗户膜构造的最小有效模量为300MPa。如果覆盖窗户膜包括玻璃,则有效模量可高达100GPa。如果覆盖窗户膜包括玻璃,则玻璃层的厚度通常为从10微米至100微米,更优选地25微米至50微米。根据材料和构造,窗户膜的总厚度通常为从20微米至250微米。如果窗户膜中的子层中的任一个包括粘合剂,则该粘合剂的室温剪切模量大于围绕其的膜层的杨氏模量的3.3%或大于围绕其的膜层的杨氏模量的1.7%或大于围绕其的膜层的杨氏模量的1%。

[0072] “耦合层”为软粘合剂或油脂类材料,该软粘合剂或油脂类材料具有小于围绕其的层的1%的室温剪切模量。在一些情况下,室温剪切模量可小于30MPa,更优选地小于1MPa,最优选地小于70kPa。如果耦合层是光学透明粘合剂,则此类耦合层的剪切模量在室温下大于150kPa。当柔性显示器弯折时,耦合层不会脱湿。耦合层的典型厚度范围是25微米至100微米。如果(多个)耦合层处于用于发射光的光路中,则可见光范围中的光透射将通常大于90%,并且雾度小于2%。光路中的耦合层必须维持更具刚性层之间的光学接触(即,没有气隙或脱湿)。不在光路中的耦合层可为但不需要为透明的或可透射的。耦合层的实施例包括光学透明粘合剂(OCA)。光学粘合剂层可包括基于丙烯酸酯、硅氧烷、聚烯烃、聚酯、聚氨酯或聚异丁烯的光学粘合剂。OCA可为压敏粘合剂。

[0073] “上模块”包括覆盖窗户膜。该上模块也可任选地包括触摸传感器面板层、环境光抑制层(诸如圆形偏振器或滤色器层),或单独的湿气和氧气阻挡层。

[0074] “显示模块”包括OLED和用于OLED的基板(通常为聚酰亚胺,但也可可为玻璃)、缓冲层、晶体管层、发射器和薄膜封装阻挡层(如果存在)。在一些情况下,环境光抑制层诸如圆形偏振器或滤色器层可直接粘合或涂覆到OLED上。显示模块的典型厚度是20微米至50微米。显示模块可通过例如在玻璃上涂覆聚酰亚胺、沉积OLED的层且然后移除玻璃制成。用于启用触摸传感器能力的电路也可在显示模块内。如果显示模块中的子层中的任一个包括粘合剂,则粘合剂的室温剪切模量大于围绕其的层的杨氏模量的3.3%。如果覆盖窗户膜中的子层中的任一个包括粘合剂,则粘合剂的室温剪切模量大于围绕其的膜层的杨氏模量的3.3%。

[0075] “下模块”包括至少一个基板。下模块也可任选地包括导热层(诸如铜或石墨)、用于使显示模块和驱动器电路之间的电磁干扰最小化的层、阻挡层,以及用于提高面板的抗冲击性的缓冲材料(诸如泡沫)。

[0076] 感兴趣的曲率-弯折半径是 $\leq 10\text{mm}$ 、 $\leq 5\text{mm}$ 、 $\leq 3\text{mm}$ 、 $\leq 2\text{mm}$ 或 $\leq 1\text{mm}$ 。当装置关闭时,曲率等于用于内折装置的下模块外表面之间的最大距离的一半。当装置关闭时,曲率等于用于外折装置的窗户膜表面之间的最大距离的一半。对于外折装置,对于 Z 、 Z' 和 Z'' 的参数公式求逆,使得公式(1)、公式(2)和公式(3)的逆应用于具有与那些公式相对应的构造的外折装置。对于静态(非折叠显示器),曲率等于低模块的外表面或窗口的最小曲率半径。

[0077] 这里描述的设计基于用于图1、图2、图3中所示的示意性构造的有限元建模。该构造的双向折叠弯折使得面向自身的覆盖窗户膜围绕1mm、2mm、3mm和5mm曲率建模。OLED基板、下模块、覆盖窗户膜和触摸面板的厚度和模量均被允许变化。注意到在整个OLED层上的最大拉伸应变和最大压缩应变。基于实验,导出覆盖窗户膜、下模块和OLED基板之间的关系,使得应变在OLED层中保持可接受的水平。在表1-表3中列出代表性结果连同设计参数。表1结果基于用于图1中所示的示意性构造的有限元建模;设计的表2被示出在图2中,并且设计的图3被示出在图3中。

[0078] 商业有限元分析软件ANSYS Mechanical APDL 14.0(美国宾夕法尼亚州匹兹堡的Ansys公司(Ansys Inc.,Pittsburgh PA,USA))和DOE分析软件Isight 5.8(美国罗德岛州普罗维登斯的达索系统Simulia公司(Dassault Systèmes Simulia Corp.,Providence, RI,USA))用于创建折叠显示装置的数学模型,并且计算OLED层中的主要拉伸和压缩应变用于各种设计参数。弯折通过两个刚性铰链旋转多达 90° 且相距曲率的两倍启用,其中外表面被允许在两个铰链上滑动。典型可折叠装置宽度为100mm且长度为180mm允许使用对称性考

虑和平面应变元件以将模型减少到90mm长的固定长度和可变厚度的二维横截面。

[0079] 从机械观点细节来看,由通过粘合剂耦合的各向同性均匀材料的层表示的显示器的简化模型证明足以捕获弯折力学的主要方面,而不需要包括非必要的东西。显示模块的OLED部件被建模为具有80GPa的弹性模量的5微米厚膜,该膜粘合到显示基板。耦合层被建模为由瞬时剪切模量G表征的不可压缩的超弹性材料。其他部件被建模为由杨氏弹性模量E、泊松比和屈服应力表征的均匀的各向同性的热塑性塑料。

[0080]

表1

	曲率	E1	下模块 厚度	CL1模量	CL1厚度	E2	OLED 基板 厚度	CL3_模量	CL3厚度	E3	触摸 面板 厚度	CL4_模量	CL4厚度	E4	上模块 厚度	L	S	T	W	LS/TW	OLED 压缩	OLED 拉伸
	μm	MPa	μm	MPa	μm	MPa	μm	MPa	μm	MPa	μm	MPa	μm	MPa	μm	MPa*μm ³	MPa*μm ³	MPa*μm ³	MPa*μm ³		%	%
实施例1	5000	5000	120	0.1	25	5000	50	0.07	25	1900	100	0.5	25	72300	100	8.42E+08	6.09E+07	1.85E+08	6.36E+09	4.35E-02	-0.0093	0.117
实施例2	3000	2700	60	1	25	3200	25	1	50	3200	25	0.1	25	4850	50	5.68E+07	4.87E+06	4.87E+06	5.90E+07	9.62E-01	-0.033	0.1826
实施例3	3000	2700	60	1	50	3200	25	0.1	25	3200	25	1	25	4850	50	5.68E+07	4.87E+06	4.87E+06	5.90E+07	9.62E-01	-0.3979	-0.1803
实施例4	-5000	2700	60	0.1	25	7000	50	0.1	25	1900	100	0.1	25	4700	100	5.68E+07	8.52E+07	1.85E+08	4.58E+08	1.75E+01	-0.1364	-0.0029
实施例5	5000	5000	60	0.1	25	5000	25	0.07	25	1900	100	0.07	25	72300	100	1.05E+08	7.61E+06	1.85E+08	6.36E+09	6.80E-04	0.169	0.2918

表2

	曲率	E1	下模块 厚度	CL1模量	CL1厚度	E2	OLED 基板 厚度	触摸 面板 厚度	CL4_模量	CL4厚度	E4	上模块 厚度	L	S	P	W	LS/(CP)W	OLED 压缩	OLED 拉伸
	μm	MPa	μm	MPa	μm	MPa	μm	μm	MPa	μm	MPa	μm	MPa*μm ³	MPa*μm ³	MPa*μm ³	MPa*μm ³		%	%
实施例6	5000	3375	120	0.1	25	5000	50	1900	50	0.07	25	72000	50	5.68E+08	6.09E+07	7.92E+08	1.89E+00	-0.0714	0.0572
实施例7	3000	2700	120	0.1	25	5000	25	1900	50	0.05	50	900	150	4.54E+08	7.61E+06	2.31E+07	3.07E+08	-0.3151	-0.0805
实施例8	2000	2700	80	0.1	25	5000	25	1900	110	0.05	50	5000	150	1.35E+08	7.61E+06	2.46E+08	1.64E+09	2.53E-03	1.8118

表3

	曲率	E1	下模块 厚度	CL1模量	CL1厚度	E2	OLED 基板 厚度	触摸 面板 厚度	CL4_模量	CL4厚度	E3	上模块 厚度	L	S	W	LS/W ²	OLED 最小应变	OLED 最大应变
	μm	MPa	μm	MPa	μm	MPa	μm	μm	MPa	μm	MPa	μm	MPa*μm ³	MPa*μm ³	MPa*μm ³		%	%
实施例9	1000	2700	60	0.1	25	5000	25	5000	0.1	25	5000	100	5.68E+07	7.61E+06	4.87E+08	1.82E-03	-0.8039	0.2006
实施例10	5000	2700	30	0.1	25	5000	25	5000	0.07	25	5000	200	7.10E+06	7.61E+06	3.90E+09	3.56E-06	0.6563	0.7783

[0081] 另一实施方案包括图1、图2和图3所示的构造,其中代替显示模块,使用具有光发射材料的模块。特别地,模块包括光发射材料(诸如OLED或其他光发射材料)和用于支撑光发射材料的基板,连同如本文和相对于图3所述的具有不同杨氏模量的上模块和下模块。例如,该实施方案可用于固态照明或装饰照明目的。

[0082] 以下还表述了本发明的其他实施方案。

[0083] 项目1是一种柔性光发射装置,包括:

[0084] 上模块,该上模块具有覆盖窗户膜;

[0085] 下模块;和

[0086] 位于上模块与下模块之间的模块,该模块包括光发射材料和基板,该基板位于该光发射材料和该下模块之间,

[0087] 其中该下模块具有第一杨氏模量,该上模块具有第二杨氏模量,并且该第一杨氏模量与该第二杨氏模量不同,

[0088] 其中 $(LS/W^2) > 4 \times 10^{-6}$, 其中L是该下模块的刚度,S是该基板的刚度,并且W是该覆盖窗户膜的刚度。

[0089] 项目2为根据项目1所述的装置,其中 $(LS/W^2) > 4 \times 10^{-5}$ 。

[0090] 项目3为根据项目1所述的装置,其中 $(LS/W^2) > 0.002$ 。

[0091] 项目4为根据前述项目1至项目3中任一项所述的装置,还包括第一耦合层和第二耦合层,该第一耦合层位于该覆盖窗户膜和该光发射材料之间,该第二耦合层位于该基板和该下模块之间。

[0092] 项目5为根据项目4所述的装置,其中该第一耦合层包含光学透明粘合剂。

[0093] 项目6为一种用于与柔性OLED显示装置一起使用的窗户膜,包括:

[0094] 覆盖窗户膜;和

[0095] 耦合层,该耦合层位于该覆盖窗户膜的主表面上,

[0096] 其中当该覆盖窗户膜机械地耦合到OLED显示装置,该OLED显示装置以以下次序具有该覆盖窗户膜、该耦合层、包括OLED以及位于与覆盖窗户膜相对的该OLED的一侧上的OLED基板的显示模块,和下模块,然后 $(LS/W^2) > 0.001$ 或 $(LS/W^2) > 0.07$ 或 $(LS/W^2) > 1.2$, 其中L是该下模块的刚度,S是该OLED基板的刚度,并且W是该窗户膜的刚度。

[0097] 项目7是根据项目6所述的窗户膜,还包括衬垫,该衬垫位于与该覆盖窗户膜相对的该耦合层的一侧上。

[0098] 项目8是根据项目6或项目7所述的窗户膜,其中该耦合层包含光学透明粘合剂。

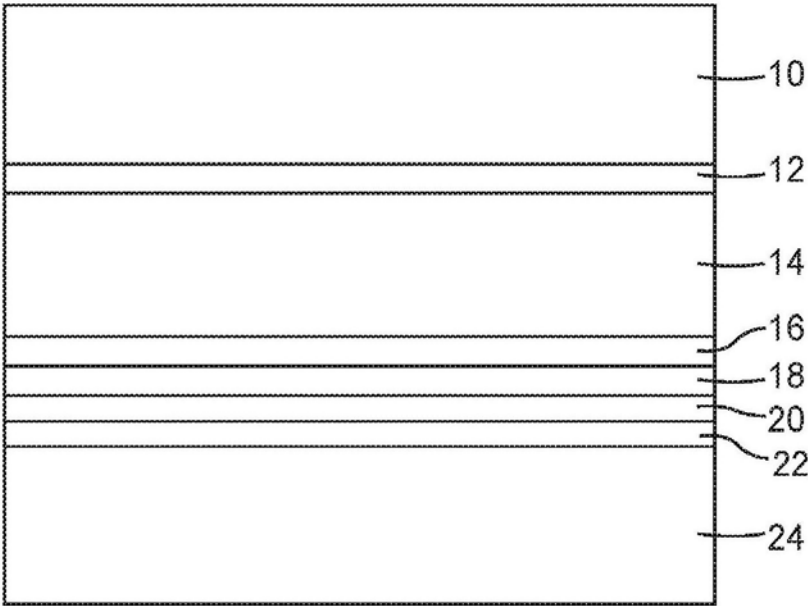


图1

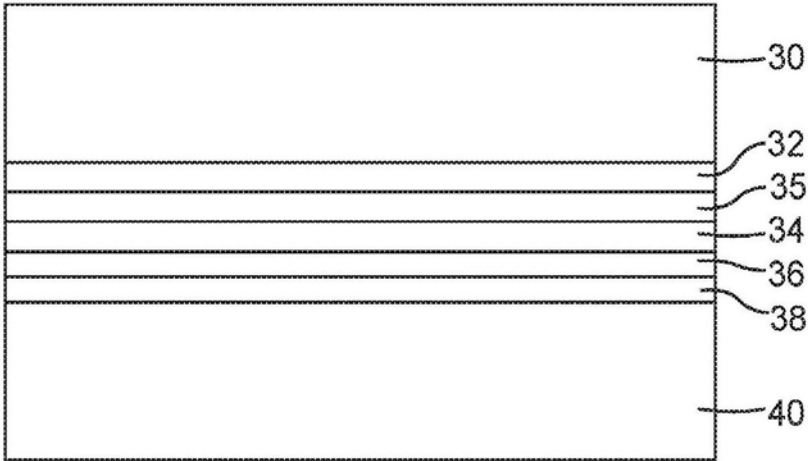


图2

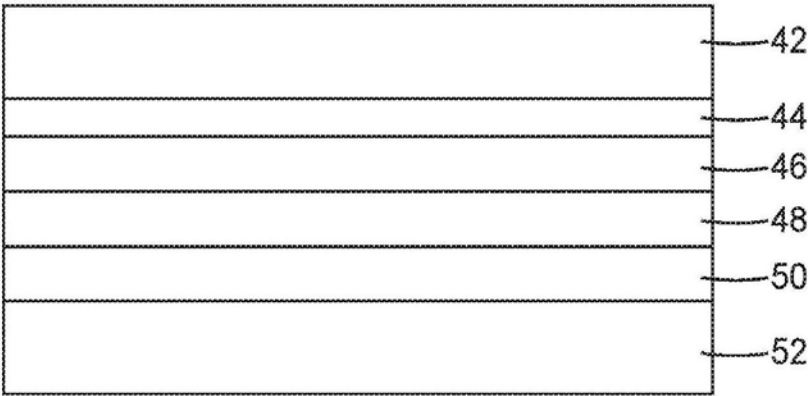


图3

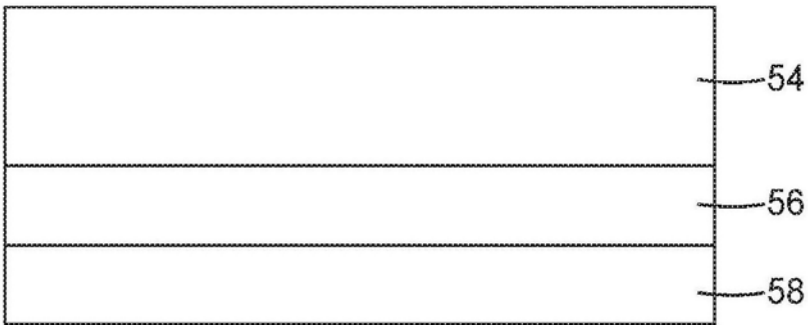


图4

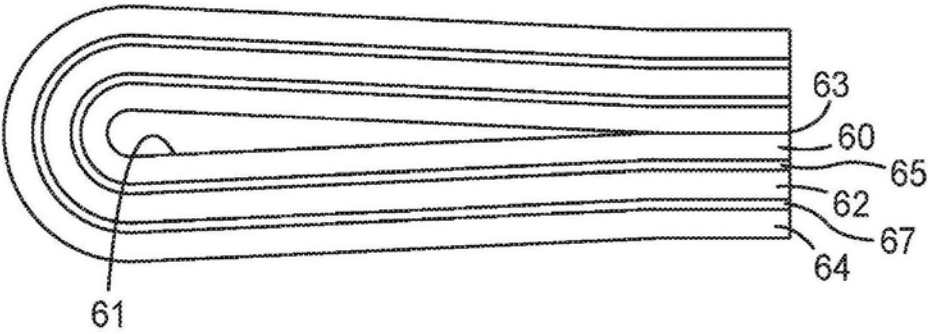


图5

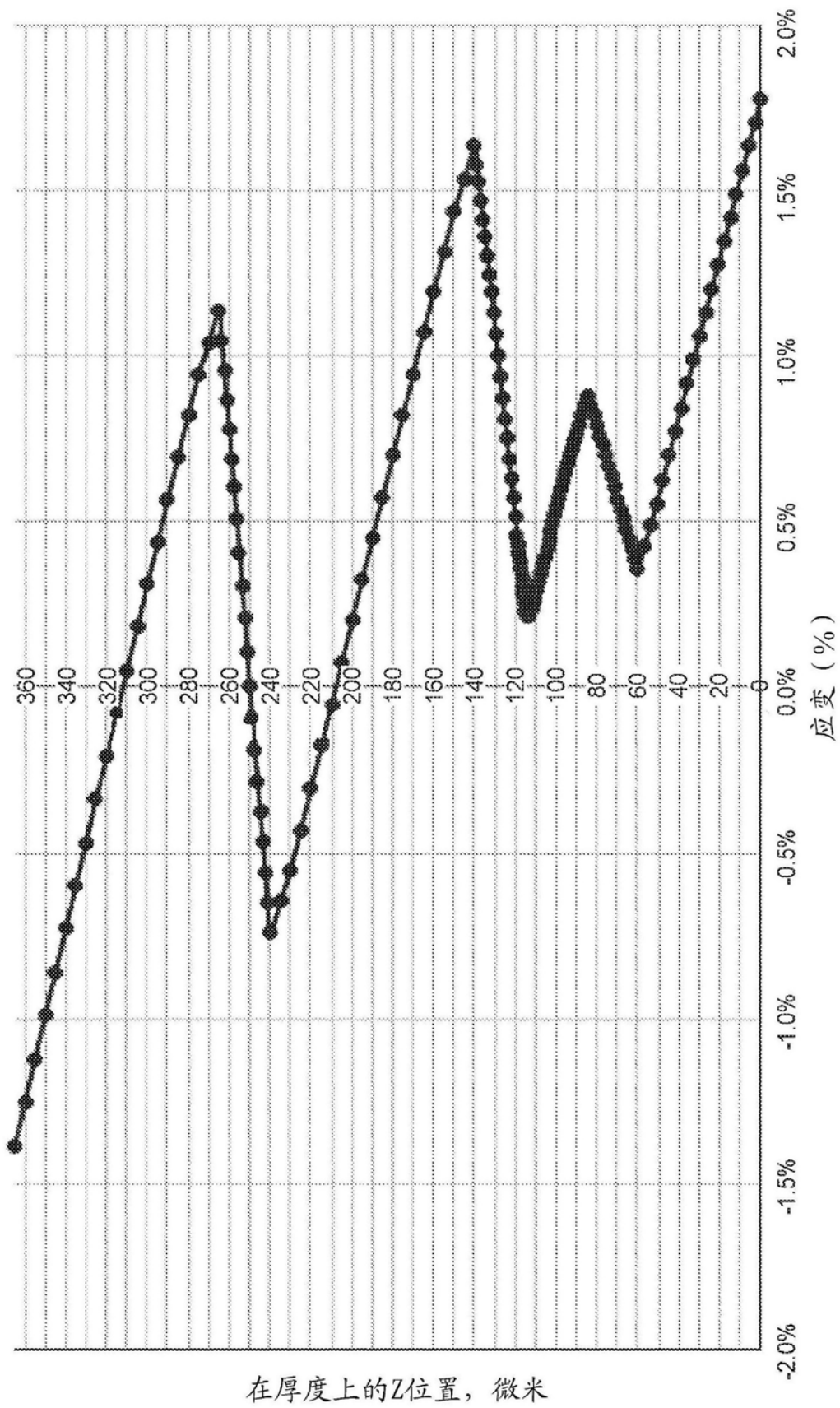


图6

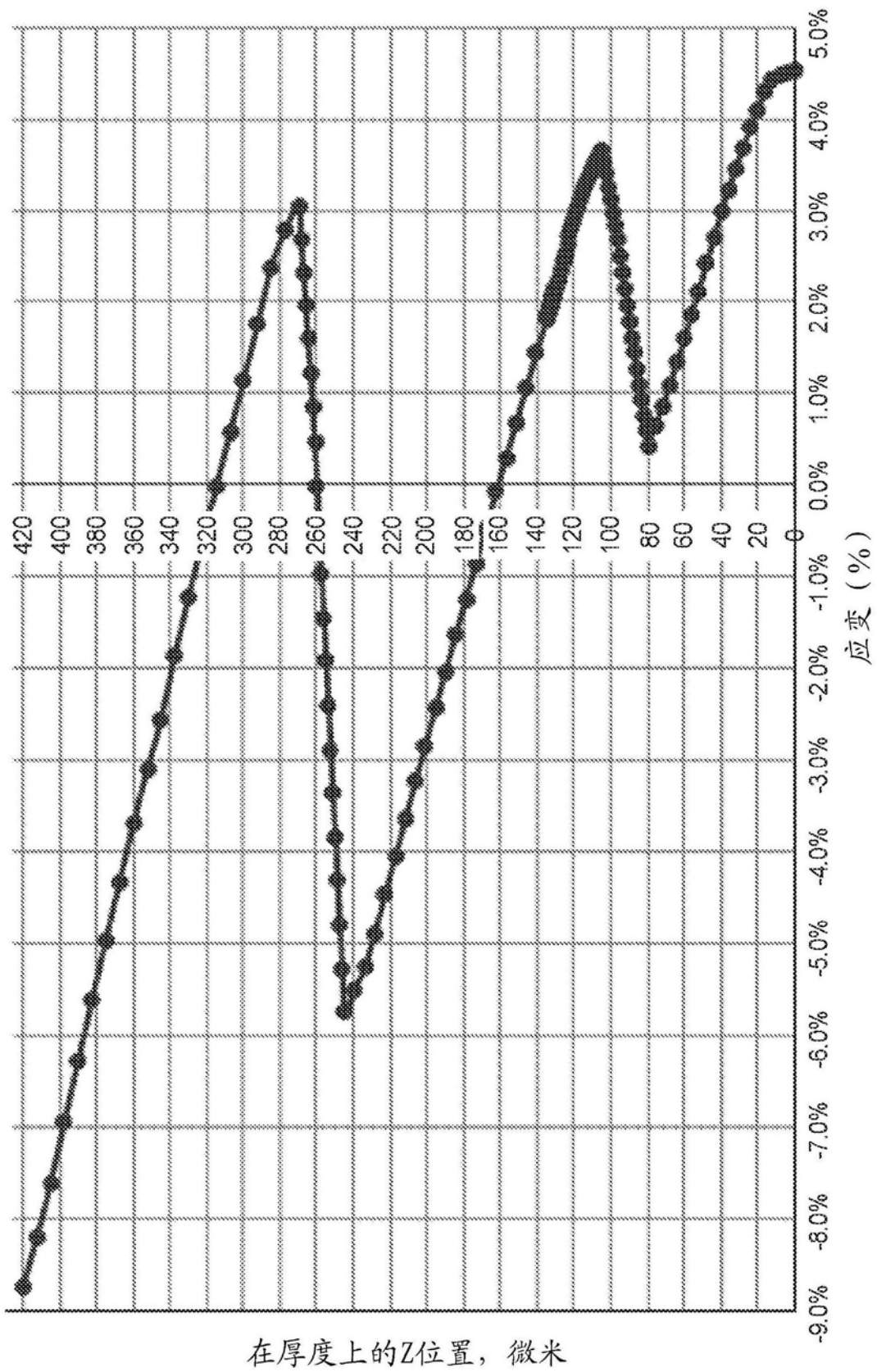


图7

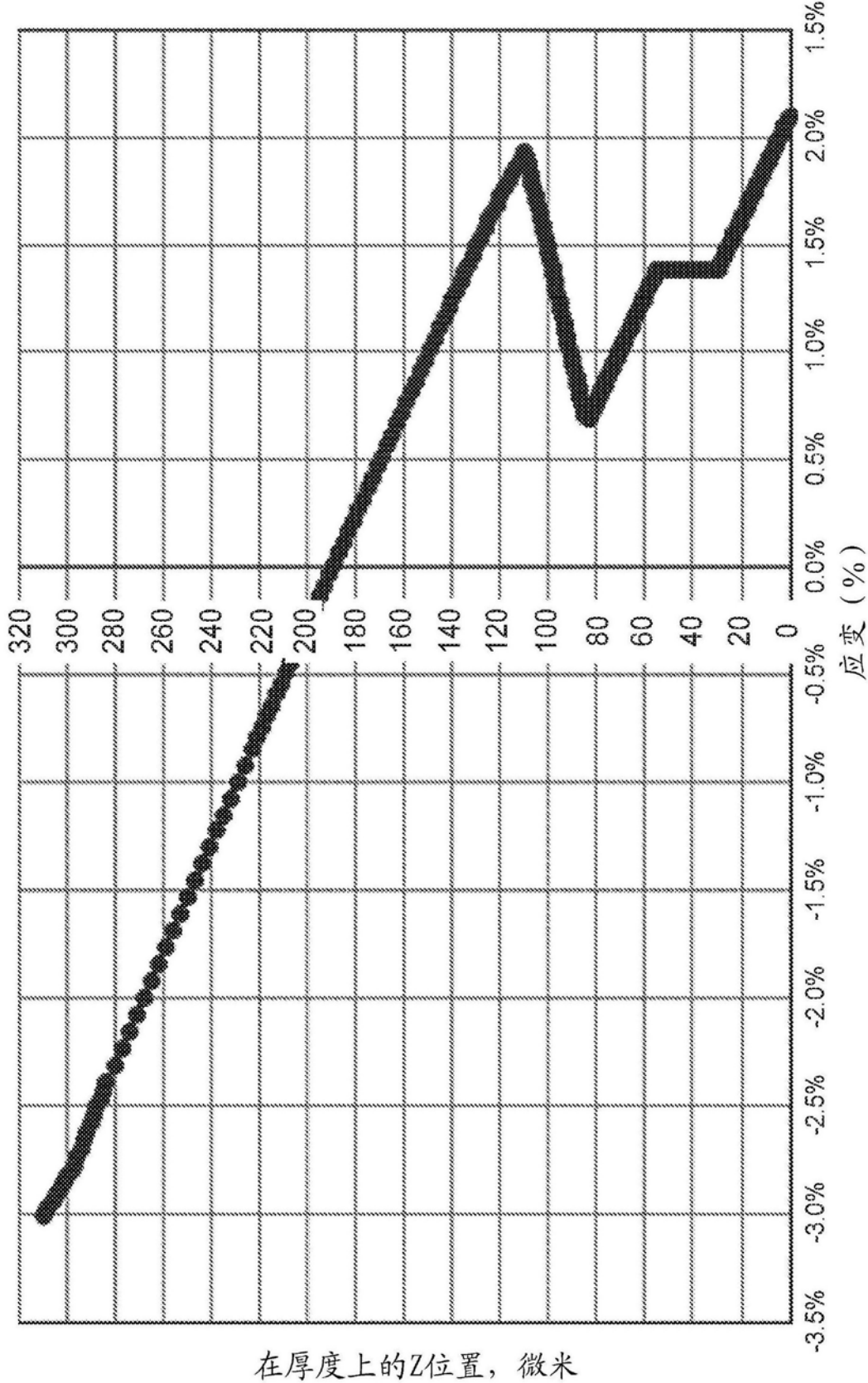


图8

专利名称(译)	具有广义层机械兼容性的可折叠显示器设计		
公开(公告)号	CN109564985A	公开(公告)日	2019-04-02
申请号	CN201780050496.5	申请日	2017-08-14
[标]申请(专利权)人(译)	明尼苏达州采矿制造公司		
申请(专利权)人(译)	3M创新有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	3M创新有限公司		
[标]发明人	埃文 L 布里德洛夫 凯瑟琳A莱瑟达尔 柳德米拉 A 佩库洛夫斯基 张培慧		
发明人	埃文·L·布里德洛夫 凯瑟琳·A·莱瑟达尔 柳德米拉·A·佩库洛夫斯基 张培慧		
IPC分类号	H01L51/52 H01L51/00 H01L27/32		
CPC分类号	G06F3/041 G06F2203/04102 H01L27/323 H01L51/0097 H01L2251/5338 H01L2251/55 H01L51/5237 G06F1/1652 G06F3/0412 H01L27/322 H01L29/7842		
代理人(译)	张娜 李荣胜		
优先权	15/244146 2016-08-23 US		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供了一种柔性OLED显示装置，该柔性OLED显示装置包括上模块、下模块和显示模块，该上模块具有覆盖窗户膜，以及该显示模块在该上模块和该下模块之间。该显示模块包括OLED和OLED基板。控制该显示装置中的部件的刚度以满足特定关系，使得该上模块和该下模块的抗弯刚度被调谐以便将中性弯折平面定位在该显示模块下方，这将显示器放置成与零应变截然相反的压缩应变的状态中。该设计适用于双向折叠柔性显示器，其中该上模块能够被折叠以面向自身。

