



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105789252 A

(43) 申请公布日 2016. 07. 20

(21) 申请号 201511020197. 6

H01L 51/00(2006. 01)

(22) 申请日 2015. 12. 30

H01L 21/77(2006. 01)

(30) 优先权数据

62/101, 531 2015. 01. 09 US

14/860, 546 2015. 09. 21 US

(71) 申请人 苹果公司

地址 美国加利福尼亚

(72) 发明人 陶诣 张震 金民主 崔宰源

朴英培 J·G·沃泽尔

P·S·德瑞扎伊 张世昌

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 欧阳帆

(51) Int. Cl.

H01L 27/32(2006. 01)

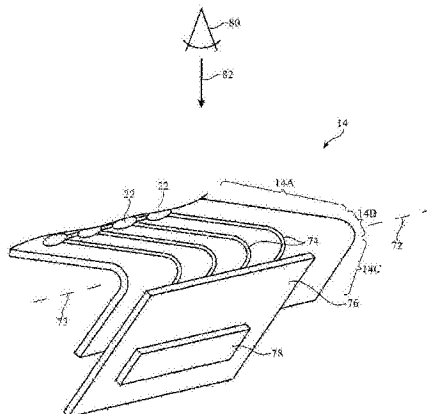
权利要求书2页 说明书10页 附图13页

(54) 发明名称

具有弯曲基板的有机发光二极管显示器

(57) 摘要

本公开涉及具有弯曲基板的有机发光二极管显示器。显示器可以具有形成柔性基板上的活动区域的有机发光二极管阵列。金属迹线可以在柔性基板的活动区域和非活动区域之间延伸。诸如显示驱动器集成电路之类的显示驱动器电路可以附接到柔性印刷电路, 柔性印刷电路附接到非活动区域中的柔性基板。金属迹线可以跨越柔性基板中的弯曲区域延伸。柔性基板可以在弯曲区域中弯曲。柔性基板可以在弯曲区域中局部变薄。中性应力面调节层可以覆盖弯曲区域中的金属迹线。中性应力面调节层可以包括诸如包封层、像素定义层、平坦化层、以及覆盖像素定义层和平坦化层的层之类的聚合物层。



1. 一种显示器,包括:  
柔性基板;  
像素阵列,在所述柔性基板上形成活动区域;  
金属迹线,跨越所述柔性基板上的弯曲区域在所述柔性基板上从活动区域延伸到非活动区域,其中所述柔性基板在弯曲区域中局部变薄。
2. 根据权利要求1所述的显示器,其中所述柔性基板包括柔性聚合物基板,并且其中所述像素阵列包括有机发光二极管像素阵列。
3. 根据权利要求2所述的显示器,所述柔性基板在所述活动区域中具有第一厚度,并且在所述弯曲区域中具有比所述第一厚度小的第二厚度,并且其中所述柔性基板在非活动区域中具有所述第二厚度。
4. 根据权利要求2所述的显示器,还包括:  
显示驱动器集成电路;  
柔性印刷电路,所述显示驱动器集成电路附接到所述柔性印刷电路,其中所述柔性印刷电路附接到所述非活动区域中的所述柔性聚合物基板。
5. 根据权利要求2所述的显示器,还包括在所述弯曲区域中的所述柔性基板上的中性应力面调节层,其中所述金属迹线被置于所述中性应力面调节层和所述柔性基板之间。
6. 根据权利要求5所述的显示器,其中所述有机发光二极管像素阵列包括:  
像素定义层,具有用于所述有机发光二极管像素的开口;  
薄膜晶体管;以及  
平坦化层,覆盖所述薄膜晶体管并且被置于所述像素定义层和所述薄膜晶体管之间。
7. 根据权利要求6所述的显示器,其中所述像素定义层包括形成所述中性应力面调节层的至少一部分的聚合物层。
8. 根据权利要求6所述的显示器,其中所述平坦化层包括形成所述中性应力面调节层的至少一部分的聚合物层。
9. 根据权利要求6所述的显示器,其中:  
所述像素定义层包括形成所述中性应力面调节层的至少一部分的第一聚合物层;  
所述平坦化层包括形成所述中性应力面调节层的至少一部分的第二聚合物层;以及  
所述中性应力面调节层包括覆盖所述第一聚合物层和所述第二聚合物层的第三聚合物层。
10. 根据权利要求6所述的显示器,其中所述中性应力面调节层包括包封层。
11. 根据权利要求6所述的显示器,其中所述中性应力面调节层包括聚合物包封层,所述聚合物包封层形成具有至少一个有机层和至少一个无机层的包封层叠层的一部分。
12. 一种显示器,包括:  
柔性基板;  
在所述柔性基板上形成活动区域的像素阵列,其中有机发光二极管像素阵列包括:  
具有用于有机发光二极管像素的开口的像素定义层;  
薄膜晶体管;以及  
覆盖所述薄膜晶体管并且被置于所述像素定义层和所述薄膜晶体管之间的平坦化层;  
跨越所述柔性基板上的弯曲区域在所述柔性基板上从活动区域延伸到非活动区域的

金属迹线;以及

在所述弯曲区域中的所述柔性基板上的中性应力面调节层,使中性应力面与所述弯曲区域中的金属迹线对齐,其中所述金属迹线被置于所述中性应力面调节层和所述柔性基板之间,并且其中所述中性应力面调节层包括具有与所述活动区域重叠的部分的至少一个聚合物层。

13.根据权利要求12所述的显示器,其中所述聚合物层是以下层中的一个:所述像素定义层、所述平坦化层、包封层、以及聚合物覆盖层。

14.根据权利要求13所述的显示器,其中所述柔性基板包括具有在所述弯曲区域中局部变薄的部分的柔性聚合物基板,其中所述柔性基板在所述活动区域中具有第一厚度,而在所述弯曲区域中具有比所述第一厚度小的第二厚度,并且其中所述柔性基板在所述非活动区域中具有所述第二厚度。

15.根据权利要求12所述的显示器,其中所述像素阵列包括有机发光二极管像素阵列。

16.根据权利要求12所述的显示器,其中:

所述像素定义层包括形成所述中性应力面调节层的至少一部分的第一聚合物层;

所述平坦化层包括形成所述中性应力面调节层的至少一部分的第二聚合物层;以及

所述中性应力面调节层包括覆盖所述第一聚合物层和所述第二聚合物层的第三聚合物层。

17.一种用于形成具有弯曲区域的有机发光二极管显示器的方法,包括:

使柔性聚合物基板局部变薄;

在所述柔性聚合物基板的活动区域内形成发光二极管像素阵列;以及

形成金属迹线,所述金属迹线延伸跨越在所述柔性聚合物基板的活动区域和所述柔性聚合物基板的非活动区域之间的弯曲区域,其中局部变薄的柔性聚合物基板在所述活动区域中具有第一厚度,而在所述弯曲区域中具有比所述第一厚度小的第二厚度。

18.根据权利要求17所述的方法,其中使所述柔性聚合物基板局部变薄包括蚀刻所述柔性聚合物基板。

19.根据权利要求17所述的方法,其中使所述柔性聚合物基板局部变薄包括:

将液体聚合物施加到具有凸起区域的结构;以及

固化所施加的液体聚合物以形成局部变薄的柔性聚合物基板。

20.根据权利要求17所述的方法,还包括:

在所述金属迹线之上施加中性应力面调节层,其中所述中性应力面调节层包括像素定义层和平坦化层、包封层以及聚合物覆盖层中的至少一个。

## 具有弯曲基板的有机发光二极管显示器

[0001] 本申请要求在2015年9月21日提交的美国专利申请No.14/860,546以及在2015年1月9日提交的临时专利申请No.62/101,531的优先权,它们整体地以引用的方式被并入本申请。

### 技术领域

[0002] 本申请一般涉及具有显示器的电子设备,并且更具体地涉及具有弯曲部分的显示器。

### 背景技术

[0003] 电子设备通常包括显示器。诸如有机发光二极管显示器之类的显示器可以在柔性基板上形成。具有柔性基板的显示器可以弯曲。例如,可以期望的是,弯曲显示器的边缘以便隐藏沿显示器的边缘的非活动显示组件而不被看见。

[0004] 弯曲显示器的处理会造成显示器的结构内的应力。例如,弯曲的金属迹线可能变得承受应力。诸如破裂之类的应力诱发损坏可能不利地影响显示器可靠性。

[0005] 因此,能够提供改善的具有弯曲部分的显示器将是期望的。

### 发明内容

[0006] 显示器可以具有在柔性基板上形成活动区域的有机发光二极管的阵列。金属迹线可以形成用于显示器的信号线。金属迹线可以在柔性基板的活动区域和非活动区域之间延伸。诸如显示驱动器集成电路之类的显示驱动器电路可以附接到柔性印刷电路,而柔性印刷电路附接到非活动区域中的柔性基板。

[0007] 金属迹线可以跨越柔性基板中的弯曲区域延伸。柔性基板可以绕着弯曲区域中的弯曲轴弯曲。例如,柔性基板可以被弯曲以隐藏显示器的非活动区域从而不被看见。

[0008] 柔性基板可以在弯曲区域中局部变薄。柔性基板可以例如局部被蚀刻。如果需要的话,可以通过在具有形成模板的凸起部分的临时基板上沉积和固化液体聚合物形成柔性基板。

[0009] 中性应力面调节层可以覆盖弯曲区域中的金属迹线,并且可以用于确保中性应力面与金属迹线对齐。这有助于最小化金属迹线中的应力。中性应力面调节层可以包括诸如包封(encapsulation)层、像素定义层、平坦化层以及覆盖像素定义层和平坦化层的可选层之类的聚合物层。

### 附图说明

[0010] 图1是根据实施例的具有显示器的说明性电子设备的示意图。

[0011] 图2是根据实施例的电子设备中的说明性显示器的顶视图。

[0012] 图3是根据实施例的说明性有机发光二极管显示器的一部分的截面侧视图。

[0013] 图4是根据实施例的具有弯曲部分的说明性显示器的透视图。

[0014] 图5是根据实施例的具有弯曲部分的说明性显示器的截面侧视图。

[0015] 图6是根据实施例的说明性弯曲基板的截面侧视图,其示出了如何可以通过使用中性应力面调节层来使中性应力面与基板上的金属迹线对齐。

[0016] 图7是根据实施例的具有中性应力面调节层和柔性基板的说明性显示器的截面侧视图,该柔性基板具有局部变薄的部分。

[0017] 图8是根据实施例的说明性显示器的截面侧视图,其中中性应力面调节层由显示器的弯曲区域中的若干聚合物层形成。

[0018] 图9是根据实施例的说明性显示器的截面侧视图,其示出了湿气阻挡层如何可以用于有助于防止湿气侵入显示器的活动区域中的像素中。

[0019] 图10是根据实施例的具有弯曲柔性基板的说明性显示器的一部分的截面侧视图,该弯曲柔性基板具有由心轴支撑的局部变薄部分。

[0020] 图11是根据实施例的具有局部变薄部分的说明性柔性基板的截面侧视图。

[0021] 图12是根据实施例的说明如何通过使用正面蚀刻过程使柔性基板局部变薄而形成具有弯曲区域的显示器的图。

[0022] 图13是根据实施例的说明如何通过使用背面蚀刻过程使柔性基板局部变薄而形成具有弯曲区域的显示器的图。

[0023] 图14是根据实施例的说明如何通过具有凸起部分的临时基板上沉积和固化液体聚合物而形成具有弯曲区域的显示器的图。

[0024] 图15、16、17、18、19和20是根据实施例的具有不同的变薄的基板配置的说明性显示器的截面侧视图。

## 具体实施方式

[0025] 可以具有显示器的类型的说明性电子设备在图1中被示出。如图1所示,电子设备10可以具有控制电路16。控制电路16可以包括用于支持设备10的操作的存储和处理电路。存储和处理电路可以包括诸如硬盘驱动存储器、非易失性存储器(例如,闪存存储器或被配置为形成固态驱动的其他电可编程只读存储器)、易失性存储器(例如,静态或动态随机存取存储器)之类的存储器等。在控制电路16中的处理电路可以用于控制设备10的操作。处理电路可以基于一个或多个微处理器、微控制器、数字信号处理器、基带处理器、功率管理单元、音频芯片、专用集成电路等。

[0026] 诸如输入-输出设备12之类的设备10中的输入-输出电路可以用于允许数据被供应到设备10,并且允许数据从设备10被提供到外部设备。输入-输出设备12可以包括按钮、操作杆、滚轮、触摸板、小键盘、键盘、麦克风、扬声器、音频发生器、振动器、摄像机、传感器、发光二极管和其他状态指示器、数据端口等。用户可以通过经由输入-输出设备12供应命令来控制设备10的操作,并且可以使用输入-输出设备12的输出资源接收来自设备10的状态信息和其他输出。

[0027] 输入-输出设备12可以包括诸如显示器14之类的一个或多个显示器。显示器14可以是包括用于收集来自用户的触摸输入的触摸传感器的触摸屏显示器,或显示器14可以是对触摸不敏感的。显示器14的触摸传感器可以基于电容触摸传感器电极、声学触摸传感器结构、电阻式触摸组件、基于力的触摸传感器结构、基于光的触摸传感器、或其他适合的触

摸传感器布置的阵列。

[0028] 控制电路16可以用于运行设备10上的软件,诸如操作系统代码和应用程序。在设备10的操作期间,在控制电路16上运行的软件可以通过使用显示器14中的像素阵列在显示器14上显示图像。

[0029] 设备10可以是平板计算机、膝上型计算机、桌上型计算机、显示器、蜂窝电话、媒体播放器、腕表设备或其他可穿戴电子装置、或其他适合的电子设备。

[0030] 显示器14可以是有机发光二极管显示器、由无机发光二极管形成的显示器、液晶显示器、电泳显示器、或可以是基于其他类型的显示技术的显示器。显示器14是有机发光二极管显示器的配置在本文中有时作为示例被描述。但是,这仅仅是说明性的。如果需要的话,任何适合类型的显示器可以被使用。

[0031] 显示器14可以具有矩形形状(即,显示器14可以具有矩形的覆盖区域(footprint)以及围绕矩形的覆盖区域延伸的矩形的外围边缘)或可以具有其他适合的形状。显示器14可以是平面的或可以具有曲线轮廓。

[0032] 显示器14的一部分的顶视图在图2中被示出。如图2所示,显示器14可以具有像素22的阵列。像素22可以通过诸如信号线D之类的信号路径接收数据信号,并且可以通过诸如水平控制线G(有时被称为栅极线、扫描线、发射控制线等)之类的控制信号路径接收一个或多个控制信号。在显示器14中可以存在任何适合数量的像素22的行和列(例如,几十或更多、几百或更多、或几千或更多)。每个像素22可以具有在像素控制电路的控制下发射光24的发光二极管26,像素控制电路由诸如薄膜晶体管28和薄膜电容器之类的薄膜晶体管电路形成。薄膜晶体管28可以是多晶硅薄膜晶体管、诸如铟锌镓氧化物晶体管之类的半导体氧化物薄膜晶体管、由诸如那些具有聚噻吩主链的有机半导体形成的薄膜晶体管、或由其他半导体形成的薄膜晶体管。

[0033] 在一个发光二极管26附近的说明性有机发光二极管显示器的一部分的截面侧视图在图3中被示出。如图3所示,显示器14可以包括诸如基板层30之类的基板层。基板30可以由塑料或其他适合的材料形成。在其中基板30由诸如柔性聚酰亚胺或其他聚合物材料之类的材料形成的显示器14的配置有时在本文中作为示例被描述。

[0034] 薄膜晶体管电路44可以在基板30上形成。薄膜晶体管电路44可以包括诸如阳极36之类的阳极结构。阳极36可以由在平坦化层34的表面上的诸如金属之类的导电材料层形成。平坦化层34可以由诸如聚丙烯酸酯、聚酰亚胺或其他聚合物之类的有机材料形成,可以由诸如旋涂玻璃、或其他电介质材料(作为示例)之类的无机电介质材料形成。层34可以有助于使电路44中下方的薄膜晶体管结构平坦。这些结构可以包括形成电路44的半导体层、金属层以及电介质层。电路44可以包括诸如图2中的晶体管28之类的晶体管以及用于控制诸如图3中的发光二极管26之类的发光二极管的电容器。在操作期间,发光二极管26可以发出光24。

[0035] 发光二极管26可以在像素定义层40中的开口内形成。像素定义层40可以由诸如聚酰亚胺之类的图案化的光致成像聚合物形成。在每个发光二极管中,有机发光材料38被置于相应的阳极36和阴极42之间。阳极36可以由层34上的一层金属图案化而成。阴极42可以由置于像素定义层40顶部上的公共的导电层形成。阴极42是透明的,使得光24可以离开发光二极管26。

[0036] 薄膜晶体管电路44可以包括诸如晶体管28之类的晶体管,所述晶体管由诸如半导体沟道50之类的图案化的半导体沟道区形成。源-漏接触部52可以耦接于半导体50的相对端。半导体50可以是多晶硅、半导体氧化物、有机半导体、或其他半导体。电路44中的金属层可以被图案化以形成诸如晶体管栅极54之类的晶体管栅极。每个晶体管可以具有一个或多个栅极,而栅极结构可以位于晶体管的半导体区域以上和/或以下。在图3的示例中,晶体管28具有位于半导体层50以上的单个栅极(栅极54)。

[0037] 金属互连结构可以用于将晶体管28和电路44中的其他组件互连起来。如图3所示,例如,通孔56可以用于将晶体管28的源-漏接触区域52中的一个耦接到阳极36。金属互连线也可以用于将信号路由到电容器、到栅极54和其他晶体管结构、到数据线D和栅极线G、到接触焊盘(例如,耦接到栅极驱动器电路的接触焊盘)、以及到显示器14中的其他电路。这些金属互连线可以由与金属56相同的金属层、与栅极54相同的金属层、与源-漏电极52相同的金属层、和/或薄膜晶体管电路44中的其他金属层形成。

[0038] 电介质材料可以用于使薄膜晶体管电路44中的导电结构分隔。如图3所示,诸如缓冲层66和64之类的电介质缓冲层可以在基板30的表面上形成。缓冲层66可以由诸如交替的氧化硅和氮化硅层的叠层之类的无机薄膜形成,而缓冲层64可以由氧化硅(作为示例)形成。栅极绝缘层62可以由诸如氧化硅之类的无机电介质形成,并且可以分隔栅极54和半导体层50。诸如层60之类的一个或多个层间电介质层可以在栅极绝缘层62上形成,并且可以覆盖诸如栅极54之类的晶体管结构。层间电介质60可以由覆盖有一层氮化硅的氧化硅层形成,和/或可以由其他无机电介质材料形成。电介质层58可以是由覆盖有一层氮化硅的氧化硅层和/或其他无机电介质材料形成的钝化层。平坦化层34和像素定义层40可以在钝化层58上形成。

[0039] 如果需要的话,显示器14可以具有诸如覆盖玻璃层70之类的保护性外显示层。外显示层可以由诸如蓝宝石、玻璃、塑料、透明陶瓷或其他透明材料之类的材料形成。保护性层46可以覆盖阴极42。功能性层68可以被置于层46和覆盖层70之间。功能性层68可以包括触摸传感器层、圆形偏振器层以及其他层。圆形偏振器层可以有助于减少来自薄膜晶体管电路44中的金属迹线的光反射。触摸传感器层可以由柔性聚合物基板上的电容触摸传感器电极的阵列形成。触摸传感器层可以用于收集来自用户的手指、来自触控笔、或来自其他外部对象的触摸输入。光学透明粘合剂层可以用于将覆盖玻璃层70和功能性层68附接到下方的显示层,诸如保护性层46、薄膜晶体管电路44和基板30。

[0040] 显示器14可以具有在其中像素22形成用于设备10的用户观看的图像的活动区域。活动区域可以具有矩形的形状。显示器14的非活动部分可以围绕活动区域。例如,信号迹线和诸如薄膜显示驱动器电路之类的其他支持电路可以沿显示器14的四个边缘中的一个或多个边缘形成,显示器14的四个边缘围绕与活动区域邻近的显示器14的矩形外围延伸。如果需要的话,一个或多个显示驱动器集成电路可以安装到非活动边沿中的基板30。例如,在其上通过使用焊接安装有一个或多个显示驱动器集成电路的柔性印刷电路可以附接到显示器14的边沿。这种类型的配置有时被称为软板芯片(chip-on-flex)配置,并且允许显示驱动器电路向显示器14上的数据线和栅极线供应信号。

[0041] 为了最小化用户可见的显示器14的非活动边沿区域的量,显示器14的一个或多个边缘可以弯曲。作为示例,通过使用软板芯片布置安装有显示驱动器电路的显示器14的边

缘可以被折叠在显示器14的活动区域下面。这有助于最小化可见的显示器边沿并且减少显示器14的覆盖区域。

[0042] 具有弯曲的边缘部分的说明性显示器在图4中被示出。如图4所示,显示器14具有部分14A(即,包含由像素22的阵列形成的显示器14的活动区域的平坦的活动区域部分)、弯曲部分14B、以及软板芯片部分14C(即,非活动显示基板部分,其中柔性印刷电路76已被用于将显示驱动器集成电路78安装到显示器14)。如果需要的话,连接器、附加集成电路、和/或其他组件可以被安装到柔性印刷电路76。金属迹线74可以携带柔性印刷电路76和像素22之间的信号(即,金属迹线74可以穿越显示器14的弯曲部分14B)。如图4的示例所示,当弯曲部分14B绕弯曲轴72弯曲时,部分14C被折叠在部分14A下,并且因此部分14C被隐藏从而不被诸如沿方向82观看显示器14的观看者80之类的用户看见。图5是图4所示类型的显示器的截面侧视图,其中通过绕弯曲区域14B中的弯曲轴72弯曲显示器14,显示器14的非活动边缘部分14C进一步弯曲在活动显示部分14A下面。

[0043] 当显示器被弯曲时,应力可能施加到柔性显示器中的显示结构。例如,用于形成在显示驱动器电路78和像素22之间传递信号的信号线的、诸如图4中的金属迹线74之类的金属迹线在弯曲区域14B中可能受到弯曲应力。为了最小化弯曲应力,从而最小化金属迹线74中的破裂,将弯曲区域14B中显示器14的中性应力面与金属迹线74对齐是期望的。

[0044] 如图6所示,当显示器14的一部分在区域14B中弯曲时,诸如基板30之类的一些层可以受到压应力而诸如覆层84之类的一些层可以受到拉应力。在通过平衡压应力和拉应力消除应力的位置处,出现中性应力面86。中性应力面86的形状在诸如图6的部分14B'之类的显示器14的弯曲部分中可以是弯曲的(即,中性应力面86可以具有曲线轮廓)。

[0045] 基板30和覆层84的相对厚度以及基板30和覆层84的相对弹性模量值确定中性应力面在弯曲显示区域14B的层内的位置。例如,如果基板30和覆层84的弹性模量相同,则通过确保覆层84具有与基板30相同的厚度,中性应力面86可以与金属迹线74对齐。另一方面,如果覆层84具有比基板30的弹性模量大的弹性模量,则覆层84需要与基板30不一样厚以平衡压应力和拉应力。因为覆层84的厚度可以被选择以使得中性应力面86与金属迹线74对齐,因此层84有时可以被称为中性应力面调节层。层84可以由一个或多个聚合物层或其他材料层(例如,有机层、无机层、和/或有机层和无机层的组合)形成。

[0046] 为了便于弯曲并且减小层84所需要的厚度,使基板30的一部分或全部变薄是期望的。例如,基板30可以具有小于16微米、小于12微米、8微米、6-10微米、大于4微米、或4-15微米(作为示例)的厚度。基板30的较薄部分可以跨越显示器14的整个表面延伸或可以是局部的。例如,基板30可以在弯曲区域14B中局部变薄(即,基板30在区域14B中可以比在区域14A和/或区域14C中薄)。在基板30已经变薄的配置中,层84的厚度可以减小,同时确保中性应力面86与金属迹线74对齐。

[0047] 作为示例,考虑图7中的显示器14。如图7所示,显示器14可以具有主区域14A、弯曲区域14B、和焊盘区域14C。基板30可以在区域14A和14C中具有第一厚度T1,而在区域14B中可以具有小于T1的第二厚度T2。可以通过从其上表面去除材料、通过从其下表面去除材料(如图7所示)、或通过从其上表面和下表面均去除材料,使基板30变薄。

[0048] 在区域14A中,通过使用保护性层46包封薄膜晶体管电路44。金属迹线74从区域14A经过弯曲区域14B(在图7的配置中其还没有弯曲)延伸到区域14C。在区域14C中,金属迹



线74的部分可以暴露以形成诸如焊盘88之类的焊盘(例如,可以在诸如平坦化层34和像素定义层40之类的重叠层中形成开口)。在区域14B中,层84的厚度可以被配置为使得中性应力面86和迹线74对齐。

[0049] 为了避免在显示器14上沉积附加层的需要,由以其他方式已经存在于显示器14中的材料层形成层84的一部分或全部是期望的。如图7所示,例如,平坦化层34和像素定义层40可以在区域14B中形成,并且可以用作中性应力面调节层84。如果需要的话,平坦化层34可以用于在不使用像素定义层40的情况下形成中性应力面调节层84,或像素定义层40可以用于在不使用平坦化层34的情况下形成中性应力面调节层84。中性应力面调节层84还可以由诸如层40'之类的一个或多个附加层形成。层40'可以是聚合物包封层和/或无机包封层或多个这种类型的聚合物和/或无机包封层,层40'有时可以用于形成包封层46中的包封层叠层(无机/有机/无机等)的全部或一部分,或可以是一个或多个分离的有机和/或无机层。诸如层40'之类的层可以具有10-20微米、大于5微米、小于40微米的厚度、或其他适合的厚度。可以用于形成层40'的聚合物的示例包括聚酰亚胺和其他聚合材料。层40'(例如,层40'中的一个或多个聚合物层)可以通过使用丝网印刷、喷墨印刷或其他沉积技术而被沉积。层40'的厚度可以被选择以有助于平衡区域14B中的应力,从而确保中性应力面86与迹线74的令人满意的对齐。可以在处理诸如具有高精度的母玻璃基板(mother glass substrate)之类的大型面板时,执行在形成显示器14的层40'和其他层中使用的沉积过程和图案化过程。在说明性配置中,像素定义层40和平坦化层34各可以具有大约三微米的厚度(例如,2-4微米、大于1微米、小于5微米等)。如果需要的话,在区域14B中的像素定义层40和平坦化层34下面的氮化硅钝化层结构可以省略(例如,层40和34可以用作钝化)。如果需要的话,在处理大型常用显示器基板结构时(即,在“母玻璃”处理期间)可以形成图7的结构。

[0050] 如图8中的截面侧视图所示,诸如附加覆层90之类的附加层可以包含到中性应力面调节层84中。覆层90可以由诸如聚合物之类的有机材料形成,并且可以用作聚合物覆盖层。覆层90的厚度可以是50-90微米、60-80微米、大于40微米、小于100微米、或其他适合的厚度。在基板30足够薄(例如,8微米、小于16微米等)、和/或层34和/或40提供足够的中性应力面调节的配置中,覆层90可以被省略,如针对图7所述。如果需要的话,中性应力面调节层84可以用于在基板30没有局部变薄的配置中调节中性应力面86的位置。

[0051] 图9是显示器14的截面侧视图,其示出了包封层46如何可以用于形成中性应力面调节层84。在处理期间,基板30可以被支撑在诸如玻璃层92之类的临时基板上。如图9所示,薄膜晶体管电路44可以在基板30的上表面上形成。平坦化层34可以作为区域14A内的电路44的一部分被形成,而像素定义层40可以作为区域14A内的电路44的一部分被形成。

[0052] 诸如氮化硅层94和氮化硅层96之类的钝化层可以在包封层45以上和以下形成以用于阻挡湿气。为了确保为区域14A中的包封材料46提供湿气阻挡保护,诸如沟槽98之类的沟槽可以在区域14A和区域14B之间(例如,围绕显示器14的活动区域的外围)形成。在沟槽98中,上面的氮化硅层96与下面的氮化硅层94相接触。由于层96和94在沟槽98内接合,因此防止湿气到达包封层46和损坏下方的薄膜晶体管电路44。在弯曲区域14B中,可以完全或部分地由包封层46形成层84。如果需要的话,层84可以包括平坦化层34和/或像素定义层40。如果需要的话,可以在面板处理操作的期间(例如,在母玻璃层级)执行图9的过程。可以在显示器14被形成之后去除临时玻璃支撑基板92。

[0053] 图10是在柔性显示层围绕诸如心轴(mandrel)100之类的支撑结构弯曲的说明性配置中的显示器14的截面侧视图。如图10所示,基板30可以在区域14A和14C中具有第一厚度T1,并且可以在弯曲区域14B中具有局部变薄的第二厚度T2。诸如结构122、124和110之类的结构可以用于将显示器14附接到心轴100。结构124可以是一层泡沫或具有低弹性模量的其他材料层,这有助于为图10的安装布置提供稍微扩展和收缩的能力(例如,使得显示器14可以被安装在设备外壳内)。结构122可以包括诸如压力敏感粘合层118之类的粘合层以及诸如聚合物层120之类的基板层。结构110可以包括压力敏感粘合层112、聚合物基板114和压力敏感粘合层116。湿气阻挡膜108可以覆盖区域14A中的薄膜晶体管电路44。湿气阻挡膜108可以包括聚合物基板106、独立无机层、堆叠的无机层或堆叠的有机层和无机层的组合104、以及压力敏感粘合层102。无机层102可以防止湿气渗透到薄膜晶体管电路44。覆层90可以形成弯曲区域14B中的中性应力面调节层84的一部分或全部。层90可以由固化的液体粘合剂层或其他聚合物层(例如,30-50微米厚、大于20微米厚、或小于80微米厚的紫外光固化粘合剂层)形成。

[0054] 在图10的示例中,基板30具有两个厚度台阶。当在区域14A和区域14B之间过渡时,基板30在台阶125处呈现厚度的减小。基板30在区域12B中局部变薄(具有厚度T2)。当在区域14B和区域14C之间过渡时,基板30在台阶126处呈现厚度的增大。为了有助于防止迹线74变得破裂,期望的是确保基板30在诸如台阶125和126之类的台阶处呈现平滑的厚度变化。例如,台阶125和126可以以大约45°的台阶角度(例如,当台阶高度为大约8微米时过渡长度为大约5-10微米)为特征。如果需要的话,30-60°、小于65°或大于25°的台阶角度(倾斜度)也可以被使用。如图11的截面侧视图所示,如果需要的话,基板30可以仅仅具有在高度上的单个台阶(例如,台阶125)。

[0055] 可以通过使用基板模板、使用蚀刻停止层、或使用其他处理布置形成用于显示器14的局部变薄的基板层。图12示出了如何可以在利用正面蚀刻布置减薄基板30中使用边缘停止层。最初,聚酰亚胺层30A在临时玻璃基板92上形成。例如可以通过将液体聚酰亚胺材料夹缝涂布到基板92上并且使用热固化技术或紫外光固化技术固化沉积的液体,使聚酰亚胺覆层30A沉积。聚酰亚胺层30A的厚度可以是例如1-10微米。

[0056] 然后蚀刻停止层130可以沉积在聚酰亚胺层30A上。层130可以具有500埃到5000埃的厚度或其他适合的厚度。层130可以是诸如氧化硅、氮化硅、氮氧化硅、氧化铝、氧化钛、氧化锰、氧化铅、其他金属氧化物之类的无机材料或其他无机材料。可以通过使用化学气相沉积或物理气相沉积(包括原子层沉积)来沉积层130。

[0057] 在形成聚合物层30A和蚀刻停止层130之后,诸如覆层30B之类的第二聚酰亚胺覆层可以在蚀刻停止层130顶部上形成。聚酰亚胺层30B的厚度可以是例如1-10微米。可以通过液体聚酰亚胺的夹缝涂布以及随后的热固化或紫外光固化,形成聚酰亚胺层30B。

[0058] 然后诸如光致抗蚀剂层132之类的光致抗蚀剂层可以被沉积和光刻图案化以形成诸如开口134之类的开口。在光致抗蚀剂图案化之后,干法蚀刻(例如,真空蚀刻)可以用于去除暴露在开口134内的聚酰亚胺层30B的部分。在蚀刻期间,光致抗蚀剂层132防止下方的聚酰亚胺层30B部分被蚀刻。在开口134中,通过蚀刻过程去除聚酰亚胺层30B,直到由于蚀刻停止层130的存在蚀刻停止。

[0059] 干法蚀刻过程选择性地使基板层30变薄,使得层30在存在层30B和30A的位置具有

厚度 $T_1$ ，在仅仅存在层30A的位置具有较小的厚度 $T_2$ 。在从基板30的表面剥离光致抗蚀剂132之后，可以形成薄膜晶体管电路44。临时玻璃基板92可以被去除。可选的支撑基板136（例如，聚合物层）可以被添加到区域14A中的基板30。柔性印刷电路76可以用于在区域14C中附接显示驱动器集成电路78。

[0060] 显示器14可以在弯曲区域14B中弯曲。中性应力面调节层84可以在区域14B中的基板30上形成，以确保诸如金属迹线74和电介质层之类的敏感显示结构在弯曲期间不被损坏。

[0061] 在图13的说明性布置中，背面干法蚀刻过程被使用以使基板30局部变薄。最初，可以在玻璃层92上沉积聚酰亚胺层30A。在沉积聚酰亚胺层30A之后，诸如蚀刻停止层130之类的无机蚀刻停止层可以沉积在层30A上。然后上面的聚酰亚胺层30B可以沉积在蚀刻停止层130上。薄膜电路44可以在层30B上形成，而聚合物层138可以附接到层30的背面。聚合物层138可以是例如聚对苯二甲酸乙二醇酯层，并且可以具有诸如暴露层30A的一部分的开口140之类的开口。在形成图案化的聚合物层138之后，干法背面蚀刻（例如，低温大气蚀刻）可以用于去除下面的聚酰亚胺层30A的暴露部分。蚀刻在蚀刻停止层30处停止。在此点处，基板30已经选择性地变薄，使得基板30的部分14B具有比基板30在区域14A和14C中的厚度 $T_1$ 小的厚度 $T_2$ 。在聚酰亚胺基板30的选择性变薄之后，显示器处理可以被完成（例如，驱动器78可以被添加，中性应力面调节层84可以被添加，聚合物层138的不需要的部分可以被去除等）。

[0062] 用于形成具有局部变薄的聚酰亚胺基板的显示器的另一个说明性技术在图14中示出。如图14所示，诸如旋涂玻璃（spin-on-glass）层之类的材料薄层可以被沉积和图案化以形成凸起区域150。凸起部分150可以用作在使随后被沉积的聚酰亚胺局部变薄中使用的模板（模具）。区域150可以由沉积的光敏材料层光刻图案化而成或可以通过蚀刻块状玻璃（例如，基板92的部分）而形成。

[0063] 在基板92上形成图案化的凸起部分150之后，诸如非晶硅层152之类的薄的牺牲层可以被沉积在基板92的表面和图案化的模板150之上。层152可以促进聚酰亚胺脱层。层152的厚度可以是500埃到5000埃（作为示例）。在形成层152之后，液体聚酰亚胺的层可以形成在基板92的表面之上。可以通过使用热固化或紫外光固化使沉积的液体固化。由于凸起结构150的存在，聚酰亚胺层30的特征在于厚度为 $T_1$ 的较厚部分和厚度为 $T_2$ 的较薄部分。

[0064] 在固化聚酰亚胺层30之后，激光可以用于将光施加到基板92的下表面。基板92和结构150优选地是对激光透明的。因此激光被非晶硅层152吸收。这使得层152释放氢，从而有助于从基板92释放聚酰亚胺层30。在局部变薄的聚酰亚胺层30的释放之后，显示器处理可以被完成。例如，聚合物基板层154可以在区域14A中的薄膜晶体管电路44下面形成，并且显示驱动器电路78可以通过使用区域14C中的柔性印刷电路76而附接到基板30。中性应力面调节层84可以被添加到区域14B中的基板30以确保显示器14不在弯曲期间被损坏。

[0065] 通常地，基板30的上表面、下表面或基板30的上表面和下表面两者可以被减薄。另外，基板30变薄的部分可以与下方的支撑结构（例如，层122和110）重叠，或可以延伸经过这些下方的支撑结构的边缘。图15、16、17、18、19和20是具有不同的说明性变薄基板配置的显示器14的截面侧视图。

[0066] 在图15的示例中，基板30从上表面变薄，台阶125和126分别与支撑结构122和110

重叠(即,在图15的方位中,层122的边缘160位于台阶125和126的左边)。图16示出可以如何形成台阶125和126以使得这些台阶与层122和110不重叠(以呈现具有统一的重叠基板厚度的层122和110)。

[0067] 在图17(其示出非重叠的台阶布置)和图18(其示出一个重叠台阶布置)的示例中,层30从它的下表面变薄。

[0068] 在图19和图20的配置中,基板层30的上表面和下表面两者都变薄。图19示出台阶125和126分别与层122和110重叠的布置。图20示出台阶125和126与层122和110不重叠的布置。

[0069] 根据实施例,提供了一种显示器,其包括柔性基板、形成柔性基板上的活动区域的像素阵列、跨越柔性基板上的弯曲区域从柔性基板上的活动区域延伸到柔性基板上的非活动区域的金属迹线,其中柔性基板在弯曲区域中局部变薄。

[0070] 根据另一个实施例,柔性基板包括柔性的聚合物基板。

[0071] 根据另一个实施例,像素阵列包括有机发光二极管像素阵列。

[0072] 根据另一个实施例,柔性基板在活动区域中具有第一厚度,并且在弯曲区域中具有比第一厚度小的第二厚度。

[0073] 根据另一个实施例,柔性基板在非活动区域中具有第二厚度。

[0074] 根据另一个实施例,显示器包括显示驱动器集成电路、柔性印刷电路,其中显示驱动器集成电路附接到柔性印刷电路,其中柔性印刷电路附接到非活动区域中的柔性聚合物基板。

[0075] 根据另一个实施例,显示器包括在弯曲区域中的柔性基板上的中性应力面调节层,其中金属迹线被置于中性应力面调节层和柔性基板之间。

[0076] 根据另一个实施例,有机发光二极管像素阵列包括具有用于有机发光二极管像素的开口的像素定义层,薄膜晶体管以及覆盖薄膜晶体管并且被置于像素定义层和薄膜晶体管之间的平坦化层。

[0077] 根据另一个实施例,像素定义层包括形成中性应力面调节层的至少一部分的聚合物层。

[0078] 根据另一个实施例,平坦化层包括形成中性应力面调节层的至少一部分的聚合物层。

[0079] 根据另一个实施例,像素定义层包括形成中性应力面调节层的至少一部分的第一聚合物层,而平坦化层包括形成中性应力面调节层的至少一部分的第二聚合物层。

[0080] 根据另一个实施例,中性应力面调节层包括覆盖第一和第二聚合物层的第三聚合物层。

[0081] 根据另一个实施例,中性应力面调节层包括包封层。

[0082] 根据另一个实施例,中性应力面调节层包括形成具有至少一个有机层和至少一个无机层的包封层叠层的一部分的聚合物包封层。

[0083] 根据实施例,提供了一种显示器,其包括柔性基板;形成柔性基板上的活动区域的像素阵列,其中有机发光二极管像素阵列包括具有用于有机发光二极管像素的开口的像素定义层、薄膜晶体管以及覆盖薄膜晶体管并且被置于像素定义层和薄膜晶体管之间的平坦化层;跨越柔性基板上的弯曲区域从柔性基板上的活动区域延伸到柔性基板上的非活动区

域的金属迹线;和在弯曲区域中的柔性基板上的中性应力面调节层,使中性应力面与弯曲区域中的金属迹线对齐,其中金属迹线被置于中性应力面调节层和柔性基板之间,中性应力面调节层包括具有与活动区域重叠的部分的至少一个聚合物层。

[0084] 根据另一个实施例,聚合物层是以下层中的一个:像素定义层、平坦化层、包封层、以及聚合物覆盖层。

[0085] 根据另一个实施例,柔性基板包括在弯曲区域中具有局部变薄的部分的柔性聚合物基板。

[0086] 根据另一个实施例,柔性基板在活动区域中具有第一厚度,而在弯曲区域中具有比第一厚度小的第二厚度。

[0087] 根据另一个实施例,柔性基板在非活动区域中具有第二厚度。

[0088] 根据另一个实施例,像素阵列包括有机发光二极管像素阵列。

[0089] 根据另一个实施例,像素定义层包括形成中性应力面调节层的至少一部分的第一聚合物层,而平坦化层包括形成中性应力面调节层的至少一部分的第二聚合物层。

[0090] 根据另一个实施例,中性应力面调节层包括覆盖第一和第二聚合物层的第三聚合物层。

[0091] 根据一个实施例,提供了一种用于形成具有弯曲区域的有机发光二极管显示器的方法,其包括使柔性聚合物基板局部变薄,在柔性聚合物基板的活动区域内形成发光二极管像素阵列,以及形成跨越柔性聚合物基板的活动区域和柔性聚合物基板的非活动区域之间的弯曲区域延伸的金属迹线,其中局部变薄的柔性聚合物基板在活动区域中具有第一厚度,而在弯曲区域中具有比第一厚度小的第二厚度。

[0092] 根据另一个实施例,使柔性聚合物基板局部变薄包括蚀刻柔性聚合物基板。

[0093] 根据另一个实施例,使柔性聚合物基板局部变薄包括将液体聚合物施加到具有凸起区域的结构,并且固化施加的液体聚合物以形成局部变薄的柔性聚合物基板。

[0094] 根据另一个实施例,所述方法包括在金属迹线之上施加中性应力面调节层,其中中性应力面调节层至少包括像素定义层和平坦化层。

[0095] 根据另一个实施例,所述方法包括在金属迹线之上施加中性应力面调节层,其中中性应力面调节层包括包封层。

[0096] 根据另一个实施例,所述方法包括在金属迹线之上施加中性应力面调节层,其中中性应力面调节层包括聚合物覆盖层。

[0097] 以上仅仅是说明性的,并且在不背离所公开的实施例的范围和精神的情况下,本领域技术人员可以做出各种修改。以上的实施例可以独立地或以任何组合方式实施。

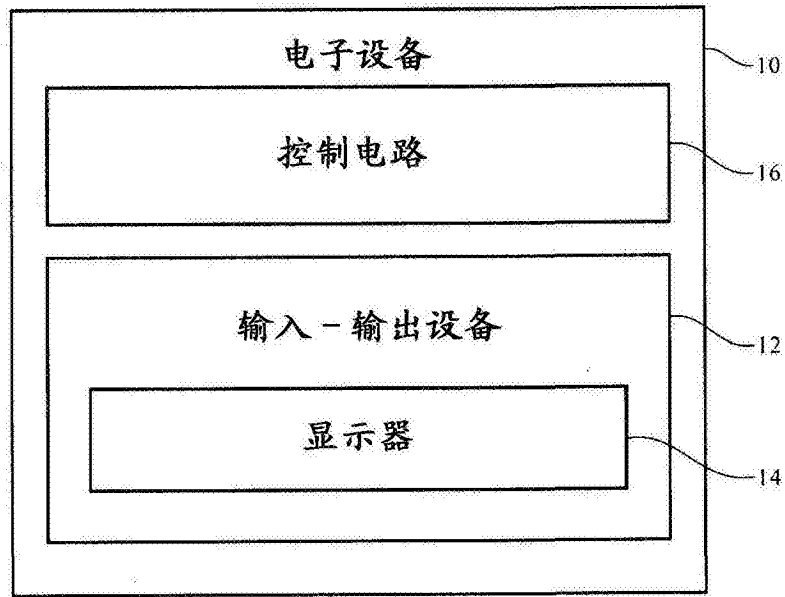


图1

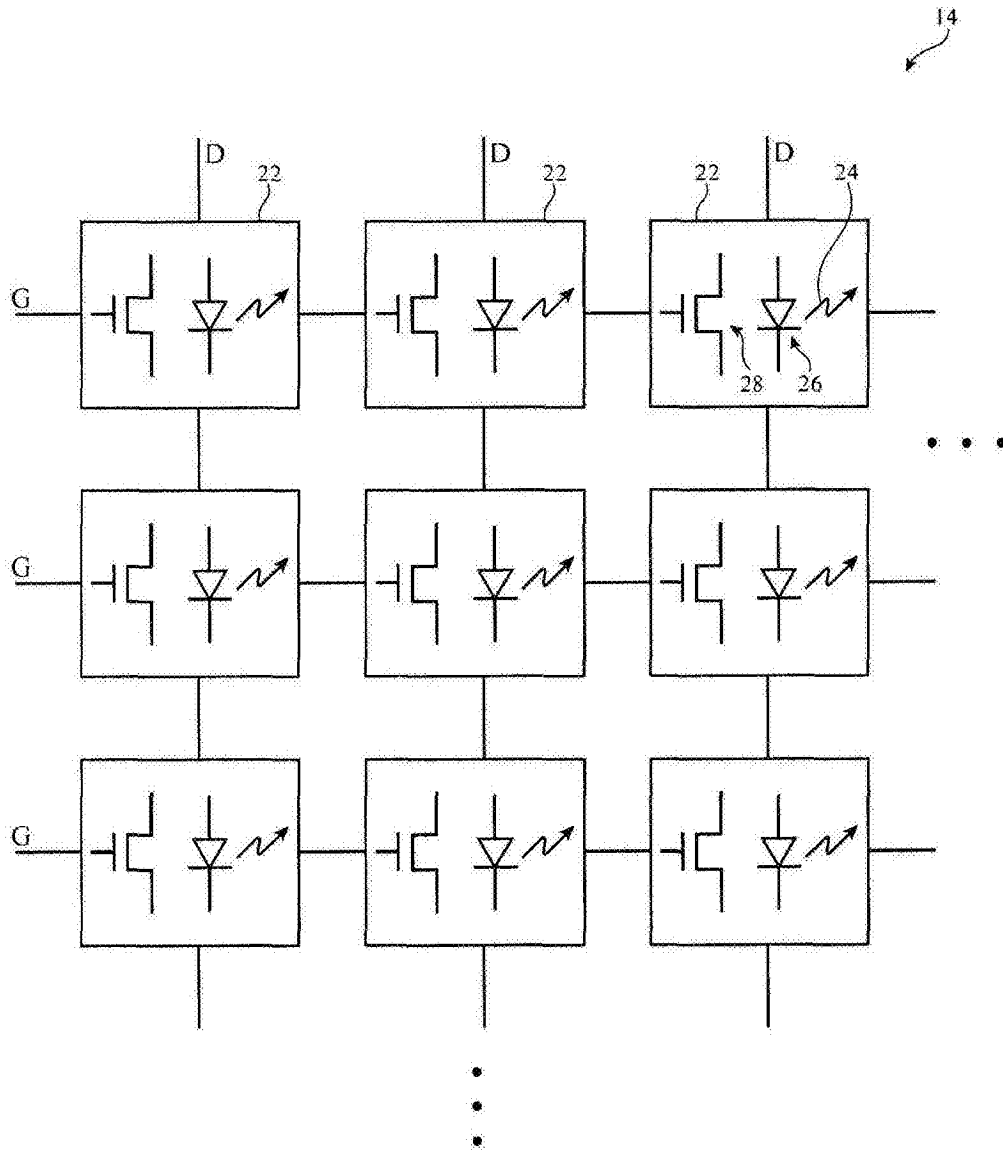


图2

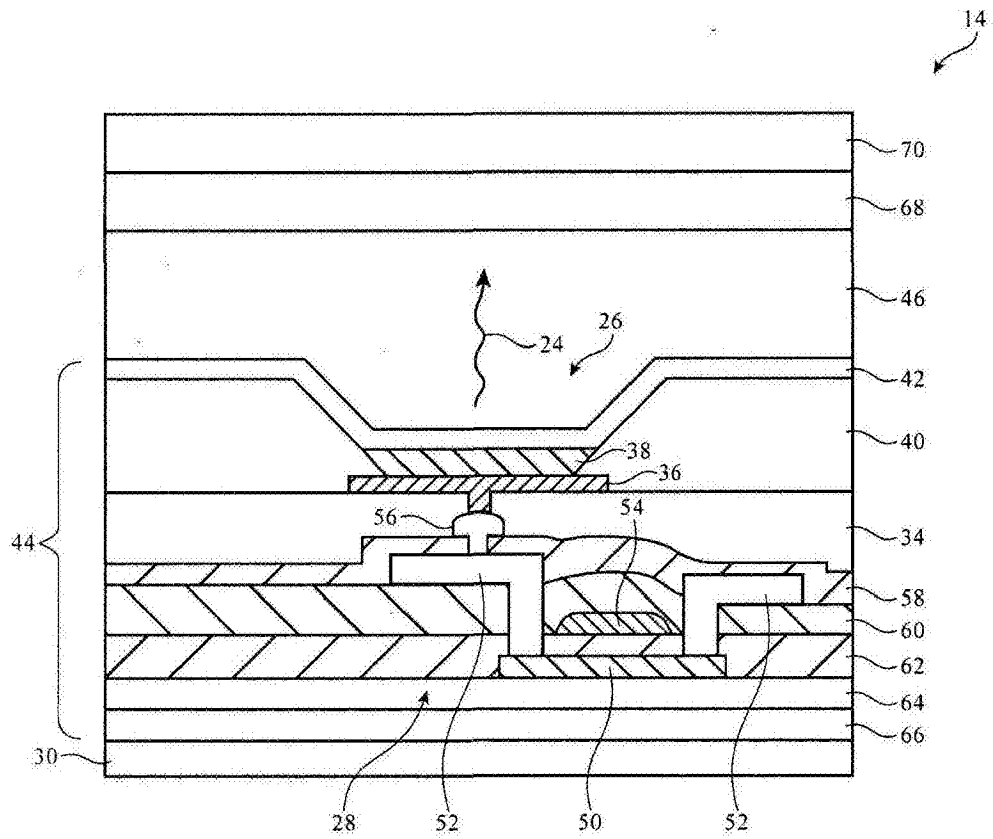


图3



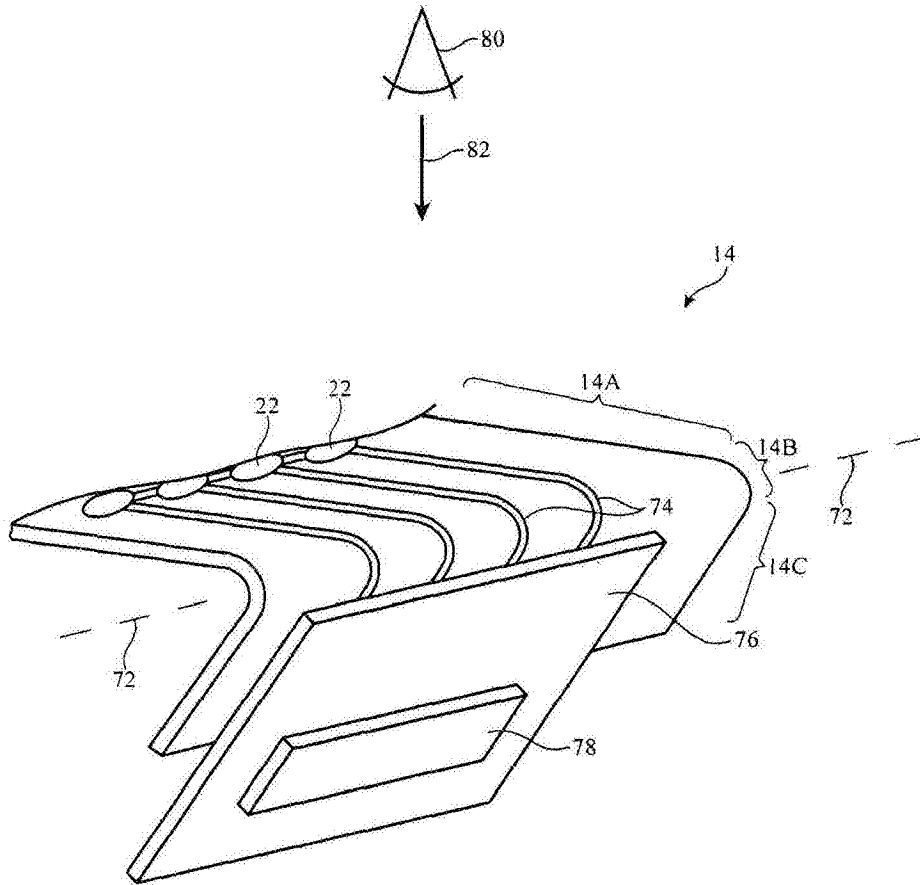


图4

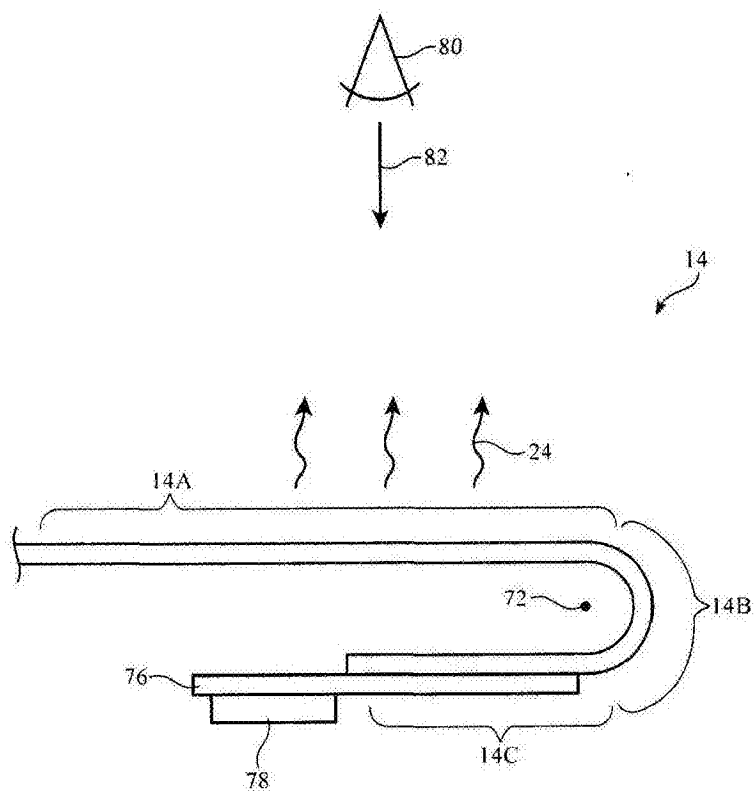


图5

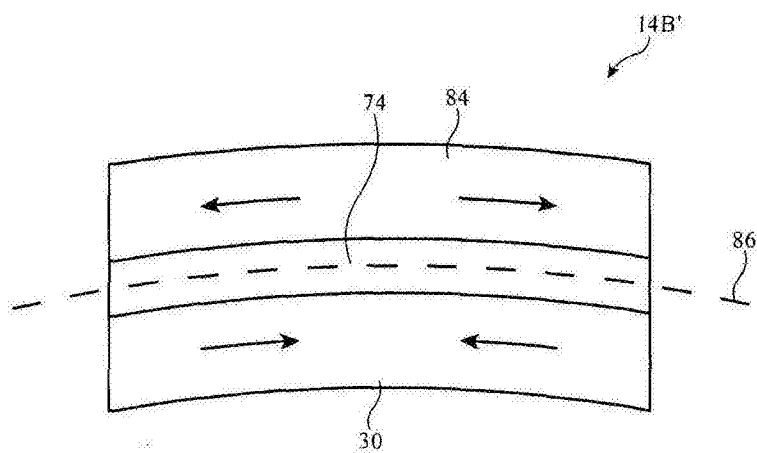


图6

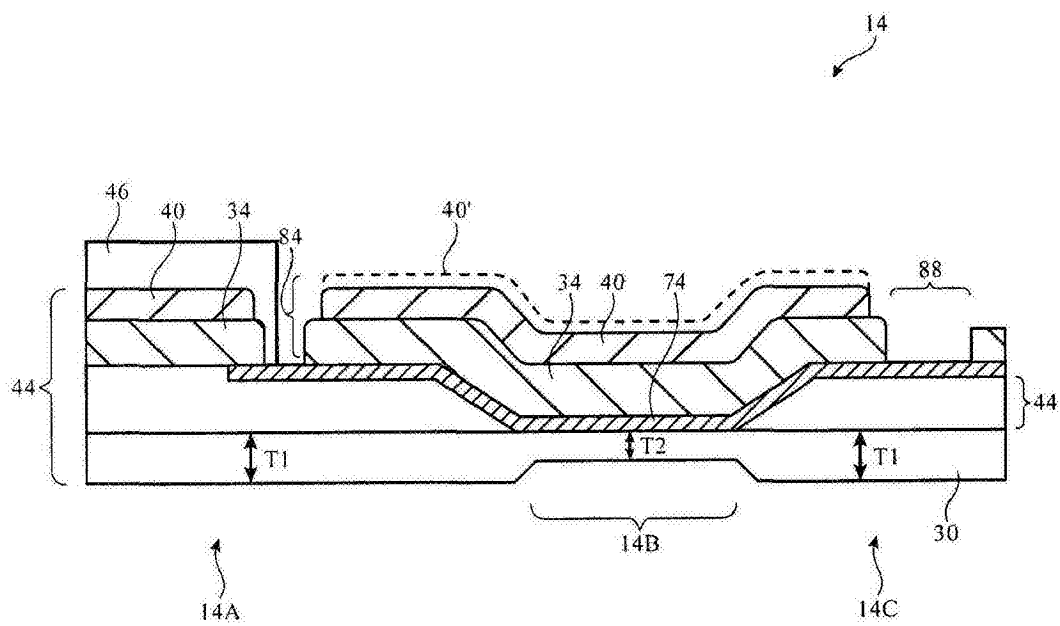


图7

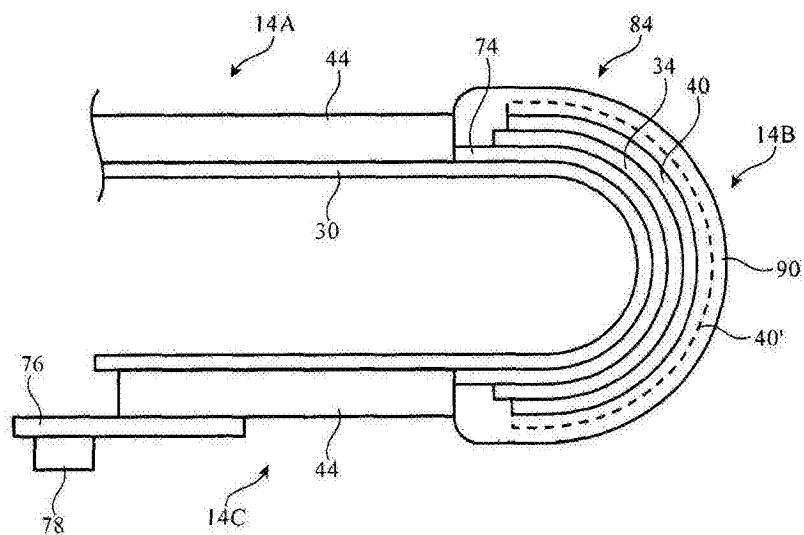


图8

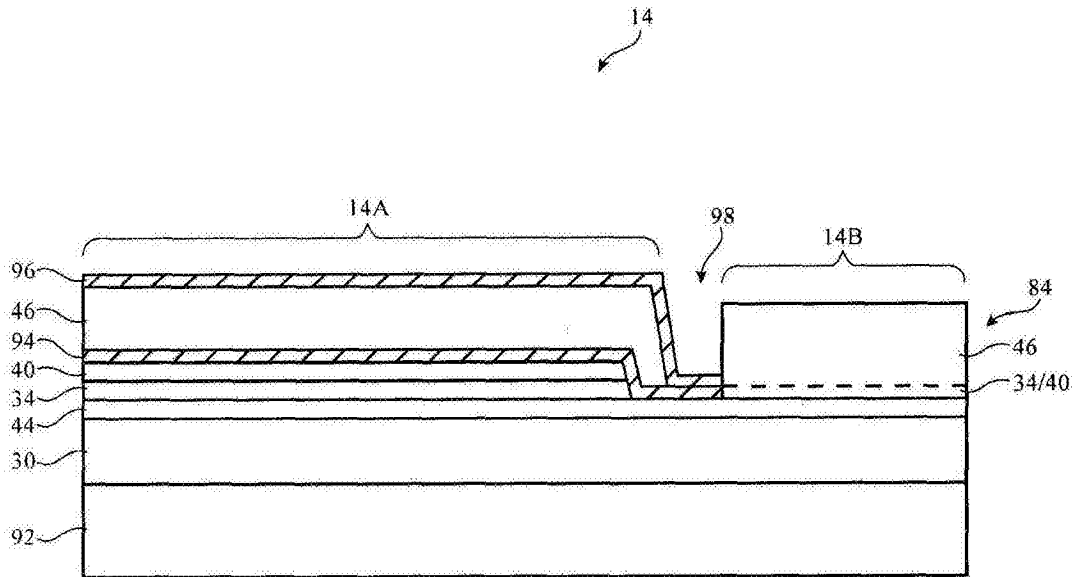


图9

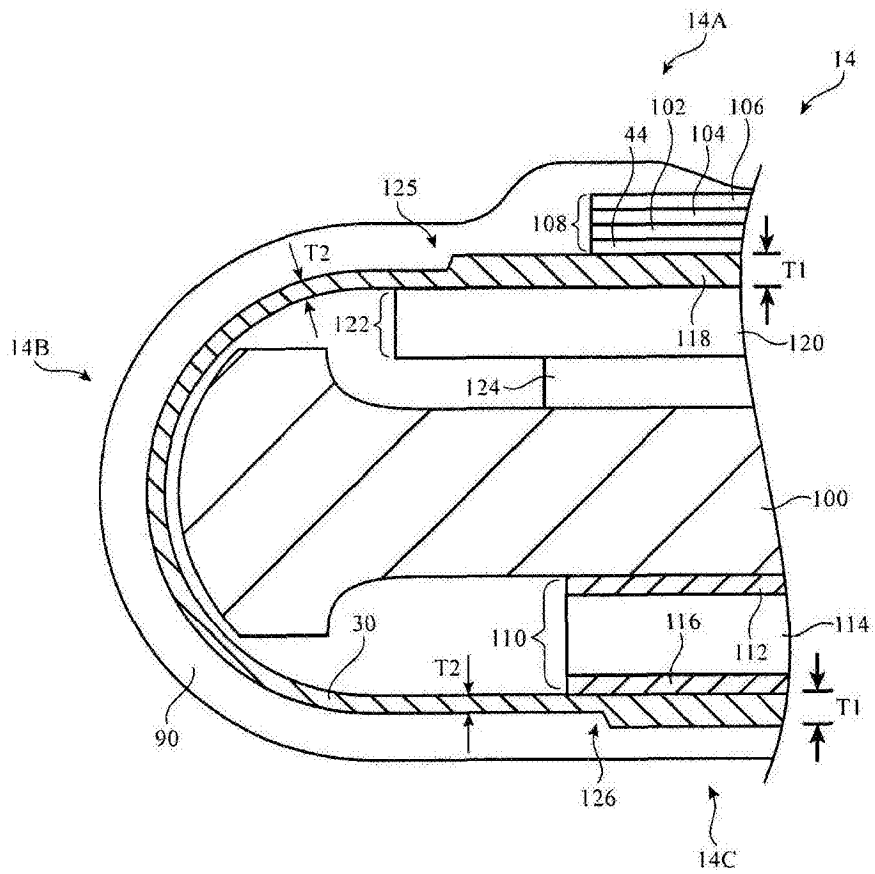


图10

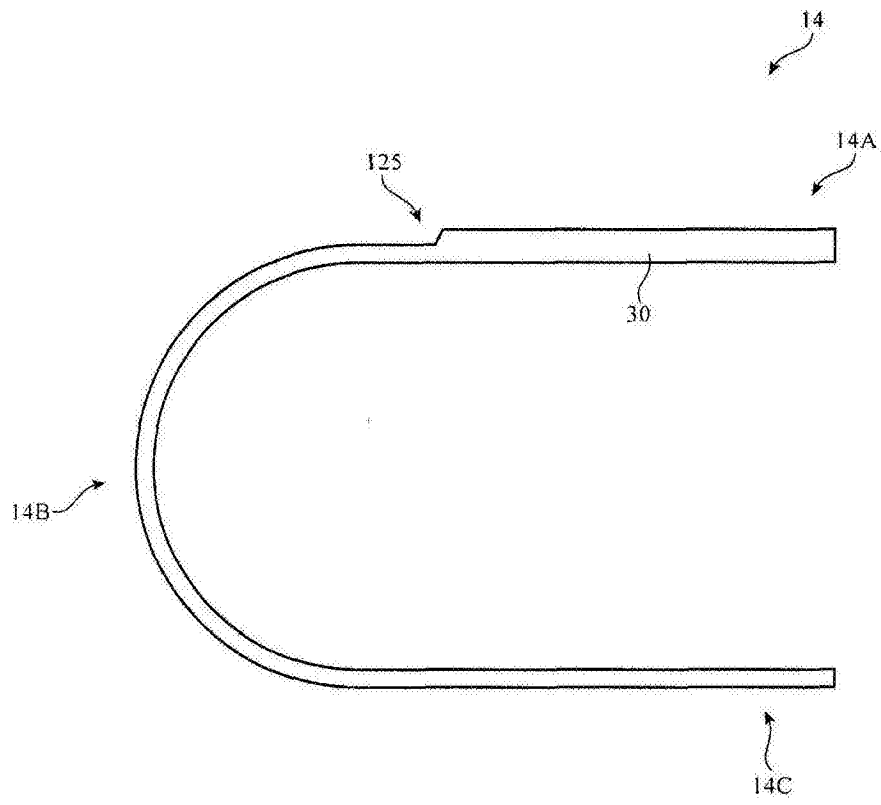


图11

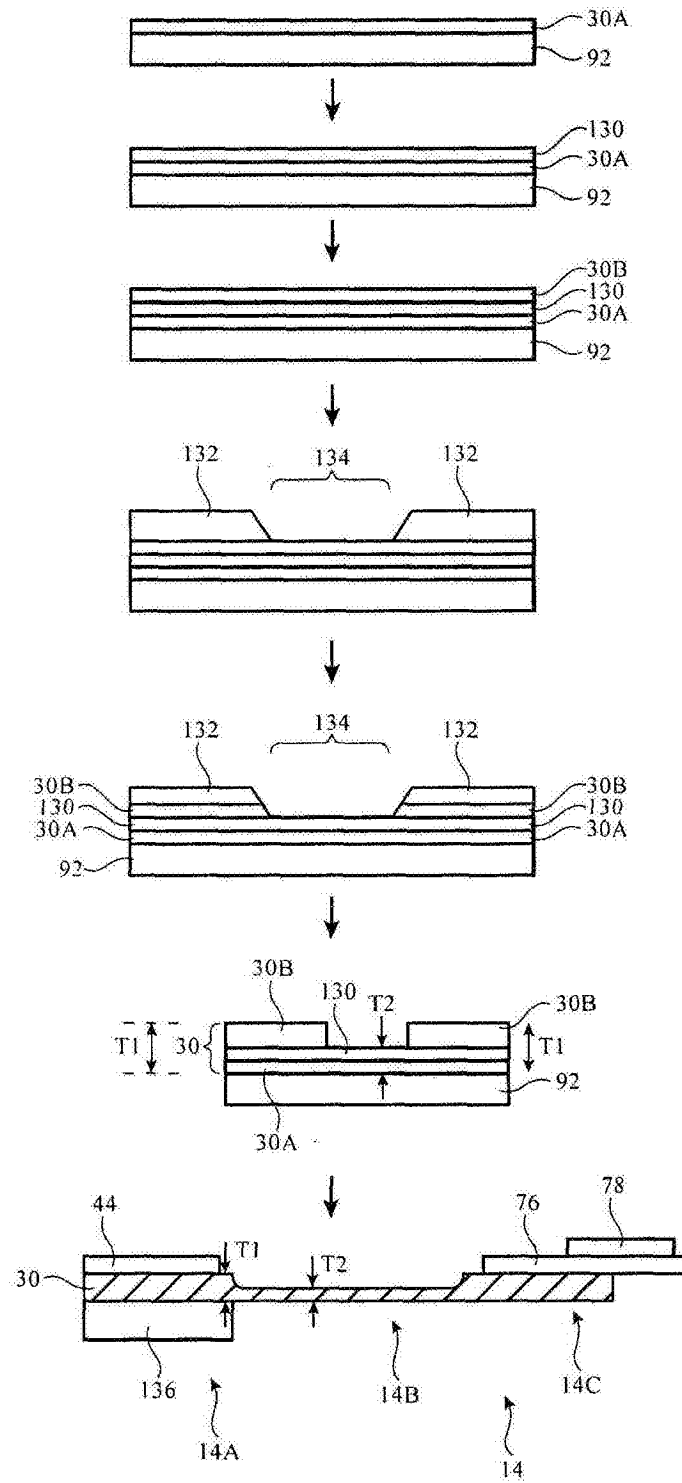


图12

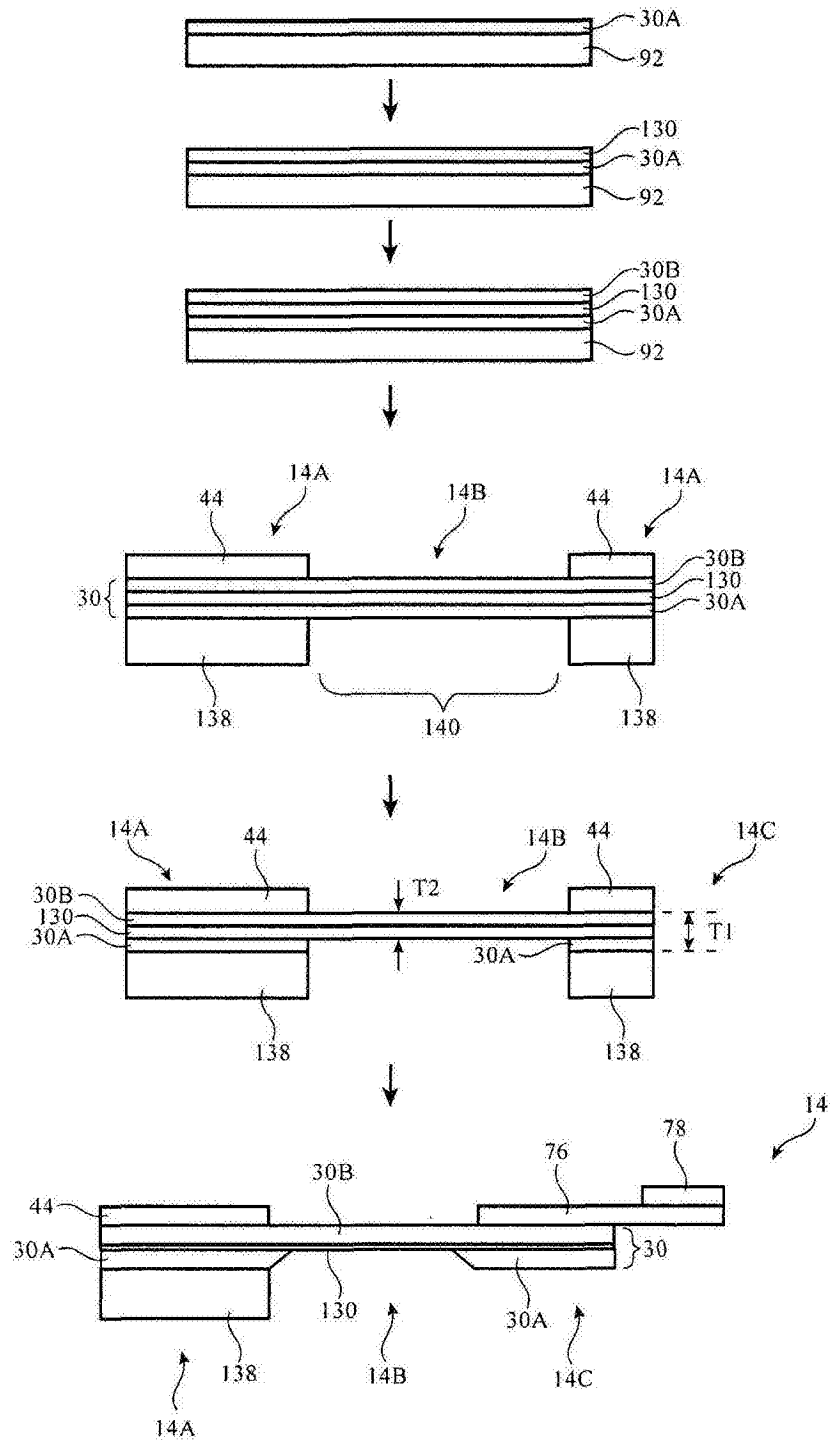


图13

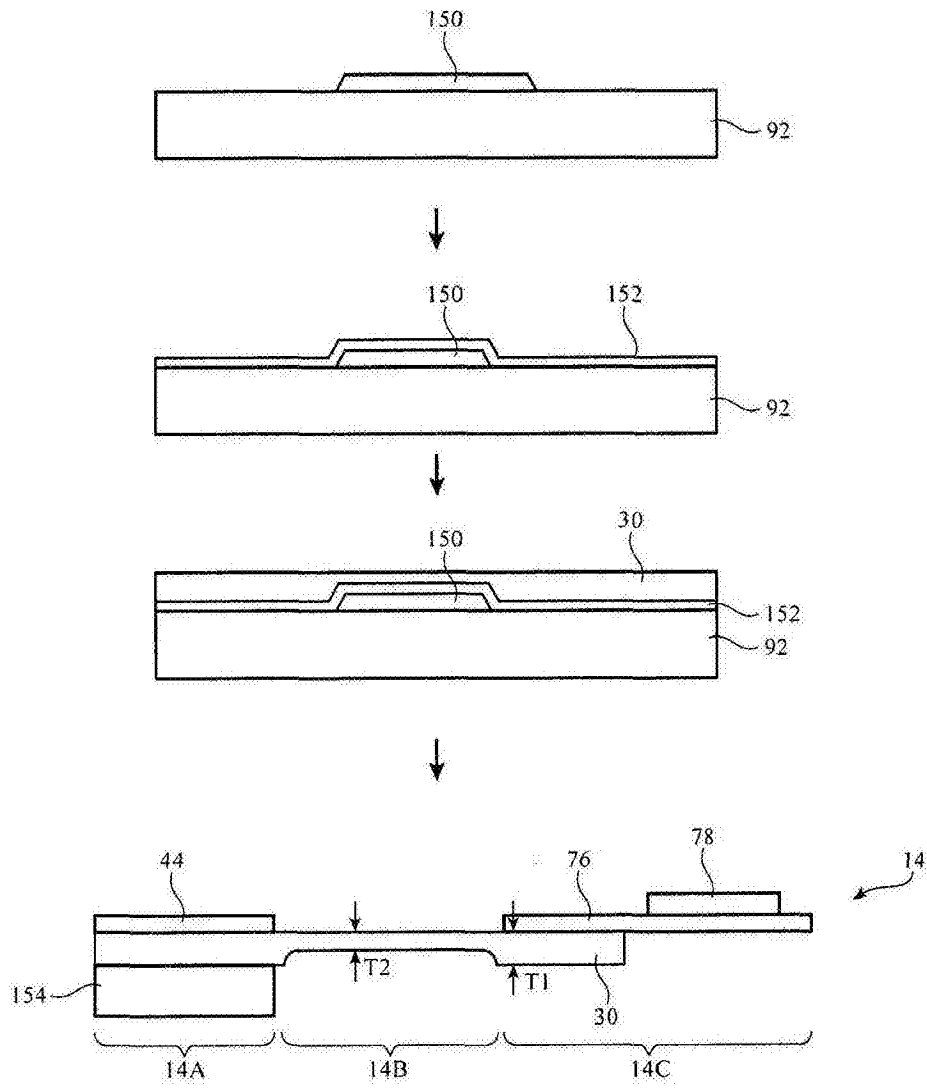


图14

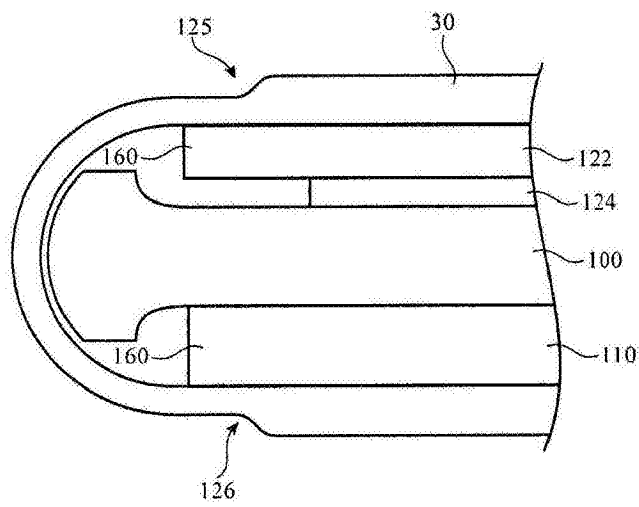


图15



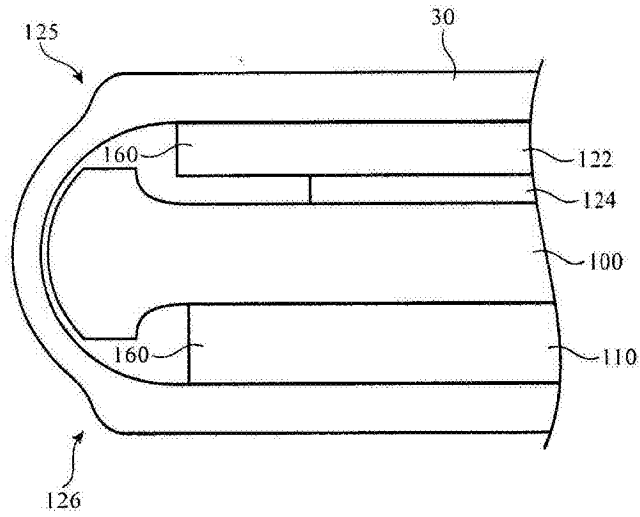


图16

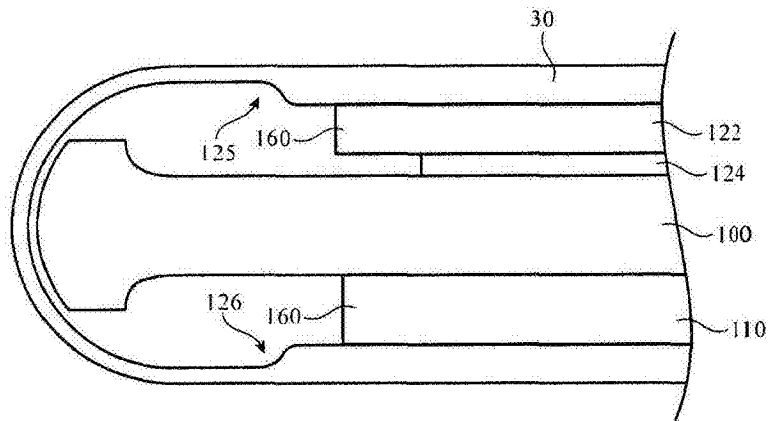


图17

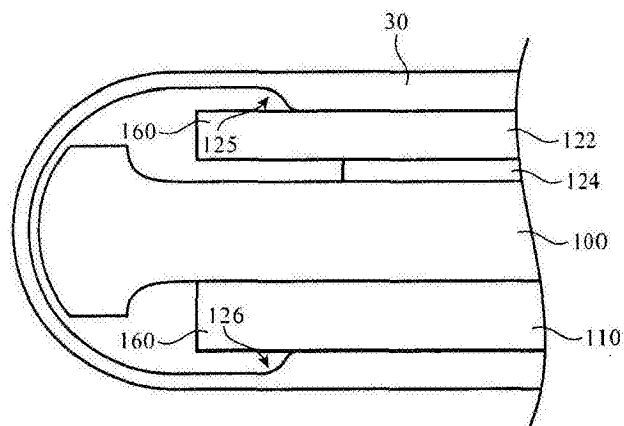


图18

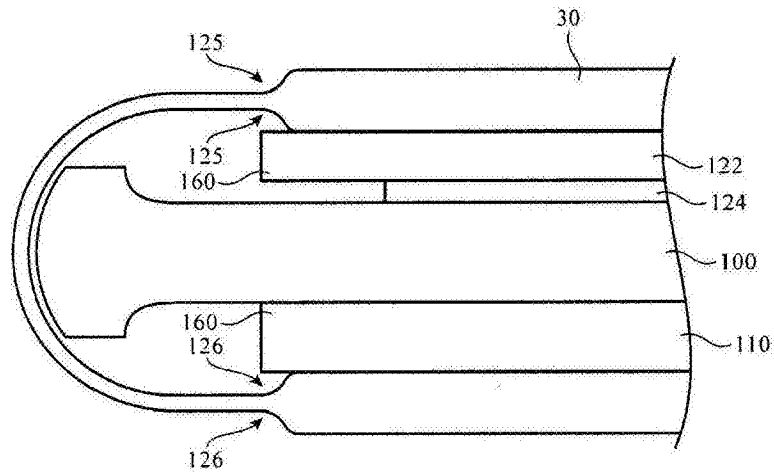


图19

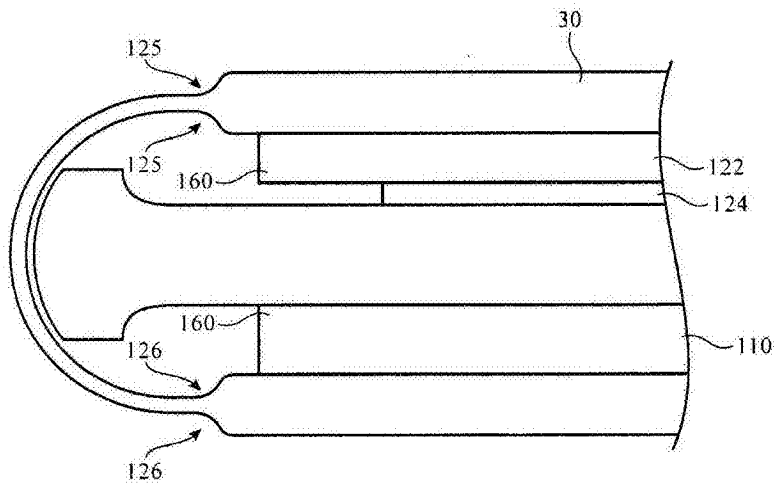


图20

专利名称(译)	具有弯曲基板的有机发光二极管显示器		
公开(公告)号	<a href="#">CN105789252A</a>	公开(公告)日	2016-07-20
申请号	CN201511020197.6	申请日	2015-12-30
[标]申请(专利权)人(译)	苹果公司		
申请(专利权)人(译)	苹果公司		
当前申请(专利权)人(译)	苹果公司		
[标]发明人	陶诣 张震 金民圭 崔宰源 朴英培 JG沃泽尔 PS德瑞扎伊 张世昌		
发明人	陶诣 张震 金民圭 崔宰源 朴英培 J·G·沃泽尔 P·S·德瑞扎伊 张世昌		
IPC分类号	H01L27/32 H01L51/00 H01L21/77		
CPC分类号	H01L27/3276 H01L25/167 H01L27/3246 H01L27/3258 H01L27/3297 H01L51/0097 H01L51/5253 H01L51/56 H01L2227/323 H01L2251/5338 Y02E10/549		
代理人(译)	欧阳帆		
优先权	14/860546 2015-09-21 US 62/101531 2015-01-09 US		
其他公开文献	CN105789252B		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

#### 摘要(译)

本公开涉及具有弯曲基板的有机发光二极管显示器。显示器可以具有形成柔性基板上的活动区域的有机发光二极管阵列。金属迹线可以在柔性基板的活动区域和非活动区域之间延伸。诸如显示驱动器集成电路之类的显示驱动器电路可以附接到柔性印刷电路，柔性印刷电路附接到非活动区域中的柔性基板。金属迹线可以跨越柔性基板中的弯曲区域延伸。柔性基板可以在弯曲区域中弯曲。柔性基板可以在弯曲区域中局部变薄。中性应力面调节层可以覆盖弯曲区域中的金属迹线。中性应力面调节层可以包括诸如包封层、像素定义层、平坦化层、以及覆盖像素定义层和平坦化层的层之类的聚合物层。

