



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110783480 A

(43)申请公布日 2020.02.11

(21)申请号 201910687183.1

H01L 51/50(2006.01)

(22)申请日 2019.07.29

H01L 51/56(2006.01)

(30)优先权数据

H01L 27/32(2006.01)

62/712,124 2018.07.30 US

16/521,837 2019.07.25 US

(71)申请人 苹果公司

地址 美国加利福尼亚

(72)发明人 K·O·千 A·N·波利亚科夫

李晨越 C-J·林 K·金姆

N-C·高 刘睿 常文迪

(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 边海梅

(51)Int.Cl.

H01L 51/52(2006.01)

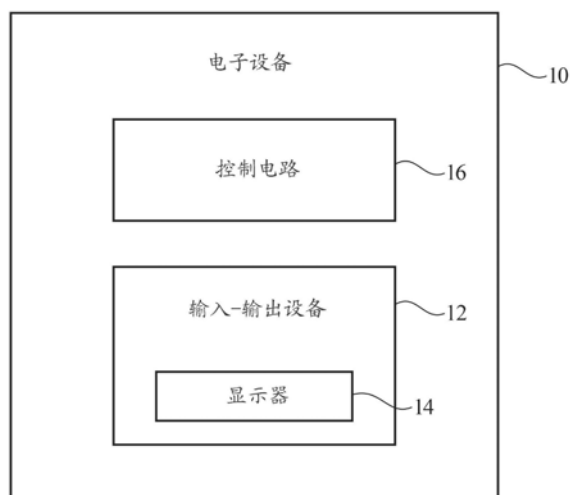
权利要求书3页 说明书10页 附图13页

(54)发明名称

具有结构化电极的有机发光二极管显示器

(57)摘要

本公开涉及具有结构化电极的有机发光二极管显示器。显示器可具有有机发光二极管(OLED)像素阵列,所述有机发光二极管(OLED)像素各自具有插置在阴极和阳极之间的OLED层。可以将电压施加到每个像素的阳极,以控制发射光的量值。OLED层的电导率可允许泄漏电流在显示器中的相邻阳极之间通过。为了减少泄漏电流和串扰,可减小OLED层中的至少一个的厚度。为了维持像素的光学腔,可插入透明光学间隔件结构。另选地,可增加阳极的厚度。为了在OLED层内容纳公共底层,光学间隔件或阳极可分别图案化以具有不同的厚度。光栅结构和光子晶体结构可以作为光学间隔件的一部分嵌入,以帮助控制在选定视角处的发射。



1. 一种显示器,包括:

阴极;

阳极;

有机发光二极管OLED层,所述有机发光二极管OLED层形成于所述阴极和所述阳极之间;和

反射器层,其中所述阳极具有面向所述阴极的顶部表面和面向所述反射器层的底部表面,其中减小所述OLED层中的至少一个的厚度,而所述反射器层与所述阳极的所述顶部表面之间的距离被选择用于为所述显示器提供预先确定的光学腔距离。

2. 根据权利要求1所述的显示器,其中被减小的所述OLED层中的所述至少一个包括减小至最小厚度的空穴传输层。

3. 根据权利要求2所述的显示器,其中被减小的所述OLED层中的所述至少一个还包括选自以下项构成的组的至少一个层:减小到最小厚度的空穴注入层、减小到最小厚度的电子阻挡层以及减小到最小厚度的电子传输层。

4. 根据权利要求1所述的显示器,还包括:

透明光学隔片间隔件,所述透明光学隔片间隔件插置在所述反射器层和所述阳极之间,其中所述透明光学间隔件具有被选择用于为所述显示器提供所述预先确定的光学腔距离的厚度。

5. 根据权利要求4所述的显示器,还包括:

光栅结构,所述光栅结构从所述反射器层突出到所述透明光学间隔件中,其中所述光栅结构被配置为在一个或多个目标显示器视角处提供增强的发射。

6. 根据权利要求4所述的显示器,还包括:

光子晶体结构,所述光子晶体结构嵌入所述透明光学间隔件内,其中所述光子晶体结构被配置为在一个或多个目标显示器视角处提供增强的发射。

7. 根据权利要求1所述的显示器,还包括:

分布式布拉格反射器DBR结构,所述分布式布拉格反射器DBR结构插置在所述反射器层和所述阳极之间,其中所述DBR结构被配置为增强所述反射器层的反射率,并且其中所述阳极的厚度和材料被选择为所述DBR结构的一部分。

8. 根据权利要求7所述的显示器,还包括:

透明光学间隔件,所述透明光学间隔件插置在所述DBR结构和所述阳极之间,其中所述透明光学间隔件具有被选择用于为所述显示器提供所述预先确定的光学腔距离的厚度。

9. 根据权利要求1所述的显示器,其中所述阳极的厚度被选择用于为所述显示器提供所述预先确定的光学腔距离。

10. 根据权利要求1所述的显示器,还包括:

附加阳极;和

附加反射器层,其中所述阳极和所述反射器层为第一像素的一部分,并且其中所述附加阳极和所述附加反射器层为第二像素的一部分,并且其中所述阳极和所述附加阳极使用不同的阳极掩模分别图案化。

11. 根据权利要求1所述的显示器,还包括:

第一光学间隔件,所述第一光学间隔件插置在所述反射器层和所述阳极之间,其中所

述阳极和所述第一光学间隔件为第一像素的一部分；

附加阳极；

附加反射器层；和

第二光学间隔件，所述第二光学间隔件插置在所述附加反射器层和所述附加阳极之间，其中所述附加阳极和所述第二光学间隔件为第二像素的一部分，并且其中所述第一光学间隔件和所述第二光学间隔件使用不同的光学间隔掩模分别图案化。

12. 根据权利要求1所述的显示器，还包括：

附加阳极，其中所述阳极为第一像素的一部分，并且其中所述附加阳极为第二像素的一部分；和

公共电子阻挡层，所述公共电子阻挡层同时形成在所述第一像素中的所述阳极和所述第二像素中的所述附加阳极上方。

13. 一种形成显示器的方法，包括：

获取基底；

在所述基底上形成反射器层；

形成阴极；

形成阳极，所述阳极具有面向所述阴极的顶部表面和面向所述反射器层的底部表面；

在所述阴极和所述阳极之间形成有机层；以及

减小所述有机层中的至少一个的厚度，同时所述反射器层和所述阳极的所述顶部表面之间的距离被选择用于为所述显示器提供预先确定的光学腔距离。

14. 根据权利要求13所述的方法，还包括，

在所述反射器层和所述阳极之间形成光学间隔件，其中所述光学间隔件具有被选择用于为所述显示器提供所述预先确定的光学腔距离的厚度。

15. 根据权利要求13所述的方法，还包括：

形成附加阳极，其中所述阳极为第一像素的一部分，并且其中所述附加阳极为第二像素的一部分；以及

在所述第一像素的所述阳极和所述第二像素的所述附加阳极上方同时形成公共电子阻挡层。

16. 根据权利要求13所述的方法，还包括，

形成附加阳极，其中所述阳极为第一像素的一部分，并且其中所述附加阳极为第二像素的一部分，其中所述第一像素的所述阳极和所述第二像素的所述附加阳极使用不同的阳极掩模分别图案化。

17. 根据权利要求13所述的方法，还包括，

在所述反射器层和所述阳极之间形成第一光学间隔件，其中所述阳极和所述第一光学间隔件为第一像素的一部分；

形成附加阳极；以及

在所述反射器层和所述附加阳极之间形成第二光学间隔件，其中所述附加阳极和所述第二光学间隔件为第二像素的一部分，并且其中所述第一光学间隔件和所述第二光学间隔件使用不同的光学间隔件掩模分别图案化。

18. 根据权利要求13所述的显示器，还包括：

形成附加阳极,其中所述阳极为第一像素的一部分,并且其中所述附加阳极为第二像素的一部分;以及

同时在所述第一像素中的所述阳极和所述第二像素中的所述附加阳极上方形成多个有机层。

19. 一种电子设备,包括:

控制电路;和

显示器,其中所述显示器包括:

阴极;

阳极,其中所述阴极和所述阳极之间的垂直距离限定所述显示器的电距离;和

反射器,其中所述阴极和所述反射器之间的垂直距离限定所述显示器的光学腔,并且其中降低所述显示器的所述电距离,同时将所述显示器的所述光学腔维持在期望的水平以减小所述显示器的侧向泄漏电流。

20. 根据权利要求19所述的电子设备,其中所述显示器还包括夹在所述阳极和所述反射器之间的透明光学间隔件。

21. 根据权利要求19所述的电子设备,其中所述显示器还包括形成在所述显示器中的相邻像素上方的公共电子阻挡层。

22. 根据权利要求19所述的电子设备,其中所述显示器还包括:

有机层,所述有机层形成在所述阴极和所述阳极之间,其中所有所述有机层同时形成在所述显示器中的相邻像素上方。

23. 根据权利要求19所述的电子设备,其中所述阳极具有等于限定所述显示器的所述光学腔的所述垂直距离与限定所述显示器的电腔的垂直距离之间的差值的厚度。

具有结构化电极的有机发光二极管显示器

[0001] 本专利申请要求于2019年7月25日提交的美国专利申请No.16/521,837以及于2018年7月30日提交的美国临时专利申请No.62/712,124的优先权,这些专利申请据此全文以引用方式并入本文。

技术领域

[0002] 本公开整体涉及电子设备,并且更具体地涉及具有显示器的电子设备。

背景技术

[0003] 电子设备通常包括显示器。例如,电子设备可具有基于有机发光二极管像素的有机发光二极管(OLED)显示器。在这种类型的显示器中,每个像素都包括发光二极管和薄膜晶体管,薄膜晶体管用于控制向发光二极管施加信号以产生光。发光二极管可包括定位在阳极和阴极之间的OLED层。

[0004] 为了从有机发光二极管显示器中的给定像素发射光,可向给定像素的阳极施加电压。理想的是,给定像素的阳极处的电压将不影响任何相邻像素。然而,OLED层在阳极上的导电性可允许从给定像素的阳极到相邻像素的阳极的侧向传导。这可能致使像素串扰,像素串扰允许标称“关”的像素由于相邻的“开”像素的泄漏而发射光。像素串扰可降低显示性能并致使得到的图像中的色移。

[0005] 正是在这种情况下,产生本文的实施方案。

发明内容

[0006] 本文公开了一种可具有显示器诸如有机发光二极管显示器的电子设备。有机发光二极管(OLED)显示器可具有有机发光二极管像素阵列,所述有机发光二极管像素各自具有插置在阴极和阳极之间的OLED层。

[0007] 每个有机发光二极管像素可具有在反射器层上形成的相应阳极。可以将电压施加到每个有机发光二极管像素的阳极,以控制从每个有机发光二极管像素发出多少光。形成于阳极上方的OLED层诸如空穴注入层和空穴传输层可为导电的。OLED层的电导率可允许泄漏电流在显示器中的相邻阳极之间通过。

[0008] 为了减少显示器中的泄漏电流和伴随的串扰,可减小OLED层(例如,空穴传输层、空穴注入层、电子传输层、电子注入层或其他合适的有机层)中的至少一者的厚度,同时选择反射器层和阳极的顶部表面之间的距离以保持显示器的预先确定的光学腔距离。在许多情况下,OLED显示器利用光学腔效应来最大化性能,因此两个反射器之间的距离是预先定义的,没有灵活性。反射器层通常在OLED中具有两个功能:用作(1)用于腔效应的反射器和(2)用于提供电信号的电极。在一些实施方案中,这两个功能分离或解耦,以便在OLED设计中具有更大的灵活性。基于这种解耦,可单独解决增强而不会在严格限定的两个功能之间进行权衡,这可有助于提供电气改善以解决串扰问题,而不会损失任何光学性能。

[0009] 如果需要,可使用不同的掩模分别图案化相邻像素的阳极,以帮助容纳公共电子

阻挡层。

[0010] 在一些实施方案中,可在反射器和阳极之间插入诸如结构化间隔件的光学改善而不降低电性能。透明光学间隔件可具有被选择用于为显示器提供预先确定的光学腔距离的厚度。如果需要,可提供从反射器层突出到透明光学间隔件中的光栅结构,以增强在一个或多个目标显示器视角处的发射。另选地,可提供嵌入在透明光学间隔件内的光子晶体结构,以增强在一个或多个目标显示器视角处的发射。如果需要,可使用不同的掩模分别图案化相邻像素的光学间隔件,以帮助容纳公共电子阻挡层。透明光学间隔件也可被分布式布拉格反射器取代,以有助于增强反射器层的反射率。

附图说明

[0011] 图1是根据实施方案的具有显示器的例示性电子设备的示意图。

[0012] 图2是根据实施方案的示例性显示器的示意图。

[0013] 图3为根据实施方案的例示性显示器像素电路的图示。

[0014] 图4为根据实施方案的例示性有机发光二极管显示器的横截面侧视图,示出了相邻阳极之间的侧向泄漏电流。

[0015] 图5为根据实施方案的例示性有机发光二极管显示器的横截面侧视图,示出了有机发光二极管的不同层。

[0016] 图6A至图6C示出了根据一些实施方案的各种彩色显示配置的顶部布局视图。

[0017] 图7为根据实施方案的例示性有机发光二极管显示器的横截面侧视图,示出了可如何使用光学间隔件结构来单独地调整电腔。

[0018] 图8为示出根据实施方案的可如何通过降低有机层中的至少一个的厚度来减小侧向泄漏电流的曲线图。

[0019] 图9为根据实施方案的例示性有机发光二极管显示器的横截面侧视图,示出了可如何增加阳极层的厚度以单独地调整电腔。

[0020] 图10为根据实施方案的例示性有机发光二极管显示器的横截面侧视图,示出了可如何选择性地图案化光学间隔件结构以容纳公共电子阻挡层。

[0021] 图11为根据实施方案的例示性有机发光二极管显示器的横截面侧视图,示出了可如何选择性地图案化阳极层以容纳公共电子阻挡层。

[0022] 图12A为根据实施方案的例示性有机发光二极管显示器的横截面侧视图,示出了插置在反射器层和阳极层之间的光学间隔件层。

[0023] 图12B为根据实施方案的例示性有机发光二极管显示器的横截面侧视图,示出了插置在反射器层和阳极层之间的宽带分布式布拉格反射器 (DBR) 结构。

[0024] 图12C为根据实施方案的例示性有机发光二极管显示器的横截面侧视图,示出了可如何在光学间隔件层下方形成附加光栅结构以改善在目标视角处的发射。

[0025] 图12D为根据实施方案的例示性有机发光二极管显示器的横截面侧视图,示出了可如何在光学间隔件层内形成光子晶体结构以改善发射。

[0026] 图13为示出了根据实施方案的例示性网格图案的顶部布局视图,该例示性网格图案由图12C中所示的光栅结构或者图12D中所示的光子晶体结构形成。

具体实施方式

[0027] 图1中示出了可设置有显示器的类型的例示性电子设备。电子设备10可为计算设备诸如膝上型计算机、包含嵌入式计算机的计算机监视器、平板电脑、蜂窝电话、媒体播放器或其他手持式或便携式电子设备、较小的设备(诸如腕表设备、挂式设备、耳机或听筒设备、被嵌入在眼镜中的设备或者佩戴在用户的头部上的其他装备,或其他可穿戴式或微型设备)、显示器、包含嵌入式计算机的计算机显示器、不包含嵌入式计算机的计算机显示器、游戏设备、导航设备、嵌入式系统(诸如其中具有显示器的电子装备被安装在信息亭或汽车中的系统)、或其他电子装备。电子设备10可具有一副眼镜(例如,支撑框架)的形状,可形成具有头盔形状的外壳,或者可具有用于帮助将一个或多个显示器的部件安装和固定在用户的头部上或眼睛附近的其他构型。

[0028] 如图1所示,电子设备10可包括控制电路16用于支持设备10的操作。控制电路16可包括存储器,诸如硬盘驱动器存储器、非易失性存储器(例如,被配置为形成固态驱动器的闪存存储器或其他电可编程只读存储器)、易失性存储器(例如,静态随机存取存储器或动态随机存取存储器)等等。控制电路16中的处理电路可用于控制设备10的操作。该处理电路可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、电源管理单元、音频芯片、专用集成电路等。

[0029] 设备10中的输入-输出电路诸如输入-输出设备12可以被用于允许将数据供应给设备10以及允许将数据从设备10提供给外部设备。输入-输出设备12可包括按钮、操纵杆、滚轮、触摸板、小键盘、键盘、麦克风、扬声器、音频发生器、振动器、相机、传感器、发光二极管和其他状态指示器、数据端口等。用户可由通过输入-输出设备12的输入资源供应命令来控制设备10的操作,并且可使用输入-输出设备12的输出资源从设备10接收状态信息和其他输出。

[0030] 输入-输出设备12可包括一个或多个显示器,诸如显示器14。显示器14可为包括用于采集来自用户的触摸输入的触摸传感器的触摸屏显示器,或者显示器14可对触摸不敏感。显示器14的触摸传感器可基于电容性触摸传感器电极的阵列、声学触摸传感器结构、电阻性触摸部件、基于力的触摸传感器结构、基于光的触摸传感器,或其他合适的触摸传感器布置。用于显示器14的触摸传感器可由形成在具有显示器14的显示像素的公共显示器基底上的电极形成,或可由与显示器14的像素重叠的独立触摸传感器面板形成。如果需要,显示器14可对触摸不敏感(即,触摸传感器可被省略)。电子设备10中的显示器14可以是抬头显示器,其可在不需要用户远离典型视点的情况下观看,或者可以是结合到佩戴在用户头部的设备中的头戴式显示器。如果需要,显示器14也可以是用于显示全息图的全息显示器。

[0031] 可使用控制电路16在设备10上运行软件,诸如操作系统代码和应用程序。在设备10的操作期间,运行在控制电路16上的软件可在显示器14上显示图像。

[0032] 图2为例示性显示器14的图示。如图2所示,显示器14可包括层,诸如基底层26。基底层诸如层26可由矩形平面材料层或具有其他形状(例如,圆形或具有一个或多个弯曲边缘和/或直边缘的其他形状)的材料层形成。显示器14的基底层可包括玻璃层、聚合物层、硅层、包括聚合物材料和无机材料的复合膜、金属箔等。

[0033] 显示器14可具有用于为用户显示图像的像素22的阵列,诸如像素阵列28。阵列28中的像素22可被布置成行和列。阵列28的边缘可以是直的或者弯曲的(即,阵列28中的像素

22的每行和/或像素22的每列可具有相同的长度或者可具有不同的长度)。在阵列28中可存在任何合适数量的行和列(例如,十个或更多个、一百个或更多个,或者一千个或更多个等等)。显示器14可包括不同颜色的像素22。例如,显示器14可包括红色像素、绿色像素和蓝色像素。也可使用其他颜色的像素,诸如青色、品红色和黄色。

[0034] 显示驱动器电路20可用于控制像素28的操作。显示驱动器电路20可由集成电路、薄膜晶体管电路、和/或其他合适的电路形成。图2的示例性显示驱动器电路20包括显示驱动器电路20A、和附加显示驱动器电路诸如栅极驱动器电路20B。栅极驱动器电路20B可沿显示器14的一个或多个边缘形成。例如,栅极驱动器电路20B可沿显示器14的左侧和右侧布置,如图2所示。

[0035] 如图2所示,显示驱动器电路20A(例如,一个或多个显示驱动器集成电路、薄膜晶体管电路等)可包含用于通过信号路径24与系统控制电路进行通信的通信电路。路径24可由柔性印刷电路上的迹线或其他电缆形成。控制电路可被定位在电子设备10中的一个或多个印刷电路上。在操作期间,控制电路(例如,图1的控制电路16)可为电路诸如电路20中的显示驱动器集成电路提供图像数据,以用于使图像被显示在显示器14上。图2的显示驱动器电路20A被定位在显示器14的顶部处。这仅是例示性的。显示驱动器电路20A可被定位在显示器14的顶部和底部两者处,或者被定位在设备10的其他部分中。

[0036] 为了在像素22上显示图像,显示驱动器电路20A可在通过信号路径30向支持性显示驱动器电路诸如栅极驱动器电路20B发出控制信号时将对应图像数据供应到数据线D。利用图2的示例性布置,数据线D竖直延伸穿过显示器14,并且与像素22的相应列相关联。

[0037] 栅极驱动器电路20B(有时被称为栅极线驱动器电路或水平控制信号电路)可使用一个或多个集成电路来实现,和/或可使用基底26上的薄膜晶体管电路来实现。水平控制线G(有时被称为栅极线、扫描线、发射控制线等)水平延伸穿过显示器14。每个栅极线G与像素22的相应行相关联。如果需要,可存在多个水平控制线诸如与像素的每行相关联的栅极线G。显示器14中的单独控制的信号路径和/或全局信号路径也可用于发布其他信号(例如,电源信号等)。

[0038] 栅极驱动器电路20B可断言显示器14中的栅极线G上的控制信号。例如,栅极驱动器电路20B可在路径30上接收来自电路20A的时钟信号和其他控制信号,并可响应于所接收到的信号,从阵列28中的像素22的第一行中的栅极线信号G开始顺序断言栅极线G上的栅极线信号。在每个栅极线被断言时,来自数据线D的数据可被加载到像素的对应行中。通过这种方式,控制电路诸如显示驱动器电路20A和20B可为像素22提供用于指示像素22在显示器14上显示期望图像的信号。每个像素22可具有对来自显示驱动器电路20的控制信号和数据信号进行响应的发光二极管和电路(例如,基底26上的薄膜电路)。

[0039] 栅极驱动器电路20B可包括栅极驱动器电路块,诸如栅极驱动器行块。每个栅极驱动器行块可包括电路诸如输出缓冲器和其他输出驱动器电路、寄存器电路(例如,可链接在一起形成移位寄存器的寄存器),以及信号线、电力线和其他互连器。每个栅极驱动器行块可向显示器14的有效区域中的像素阵列的对应像素行中的一个或多个相应栅极线提供一个或多个栅极信号。

[0040] 可用于阵列28中的每个像素22的类型的例示性像素电路的示意图在图3中被示出。如图3所示,显示器像素22可包括发光二极管38。可将正电源电压ELVDD提供至正电源端

子34,并且可将接地电源电压ELVSS提供至接地电源端子36。二极管38具有阳极(端子AN)和阴极(端子CD)。驱动晶体管32的状态控制流经二极管38的电流,并且因此控制来自显示器像素22的发射光40的量。由于二极管38的阴极CD耦接至接地端子36,因此二极管38的阴极端子CD有时可被称为二极管38的接地端子。

[0041] 为确保晶体管38在连续的数据帧之间保持在期望状态,显示器像素22可包括存储电容器,诸如存储电容器Cst。在存储电容器Cst上的电压被施加到节点A处的晶体管32的栅极以控制晶体管32。可使用一个或多个开关晶体管诸如开关晶体管30来将数据加载到存储电容器Cst中。当开关晶体管30关闭时,数据线D从存储电容器Cst隔离,并且在端子A上的栅极电压等于存储在存储电容器Cst中的数据值(即,来自在显示器14上显示的显示数据的先前帧的数据值)。当断定与显示器像素22相关联的行中的栅极线G(有时被称为扫描线)时,开关晶体管30将被导通并且数据线D上的新数据信号将被加载到存储电容器Cst中。电容器Cst上的新信号在节点A处被施加到晶体管32的栅极,从而调节晶体管32的状态并调节由发光二极管38发射的光40的对应量。如果需要,用于控制显示器14中的显示像素的发光二极管(例如,诸如图3的显示像素电路的显示像素电路中的晶体管、电容器等)的操作的电路可以使用其他配置形成(例如,包括用于补偿驱动晶体管32中的阈值电压变化的电路的配置等)。图3的显示器像素电路仅为例示性的。

[0042] 图4是具有有机发光二极管显示器像素的例示性显示器的横截面侧视图。如图所示,显示器14可包括基底26。基底26可以由玻璃、塑料、聚合物、硅或任何其他所需材料形成。阳极诸如阳极42-1、42-2和42-3可在基底上形成。阳极42-1、42-2和42-3可由导电材料形成并且可被OLED层45和阴极54覆盖。OLED层45可包括用于形成有机发光二极管的一个或多个层。例如,层45可包括空穴注入层(HIL)、空穴传输层(HTL)、电子阻挡层(EBL)、发射层(EML)、电子传输层(ETL)以及电子注入层(EIL)中的一者或多者。阴极54可以是形成在OLED层45上的导电层。阴极层54可为显示器14中的所有二极管形成公共阴极端子(参见例如图3的阴极端子CD)。阴极层54可以由透明导电材料(例如,氧化铟锡、足够薄以使其透明的金属层、薄金属和氧化铟锡的组合等)形成。显示器14中的每个阳极可独立地控制,使得显示器14中的每个二极管可独立地控制。这允许每个像素22产生独立控制的光量。

[0043] 阳极42-1、42-2和42-3可各自与相应像素相关联。例如,阳极42-1可与像素22-1相关联,阳极42-2可与像素22-2相关联,并且阳极42-3可与像素22-3相关联。为了从像素发射光,可向相应像素的阳极施加电压。举一个例子,其中希望从像素22-2发光(不从像素22-1和22-3发光)。可将电压施加到阳极42-2,这使得光56从像素22-2发出。如前所述,如果由于电压施加到阳极42-2而没有从像素22-1和22-3发射光,则是理想的。然而,如图所示,泄漏可以通过阳极42-2和阳极42-1之间以及阳极42-2和阳极42-3之间的OLED层45发生。在阳极42-2和相邻阳极之间可能存在侧向电阻58(即,与OLED层相关联的电阻),这有助于防止泄漏。侧向电阻58越大,将到达阳极42-1和42-3的泄漏电流就越少。然而,电阻58可能不够大以完全消除阳极42-2和42-1之间以及阳极42-2和42-3之间的侧向泄漏。如图4所示,即使像素22-1和22-3意图关闭,也可以从像素22-1和22-3发射光56。

[0044] 虽然图4中未示出,显示器14可以任选地包括像素定义层(PDL)。像素定义层可以由非导电材料形成,并且可以插置在显示器的相邻阳极之间。像素定义层可以具有其中形成阳极的开口,从而限定每个像素的面积。有机发光二极管显示器的以下实施方案中的每

一个可任选地包括像素定义层。

[0045] 图5为具有诸如相邻像素22-1和22-2的有机发光二极管显示器像素的例示性显示器的横截面侧视图。如图5所示,像素22-1和22-2中的每一者可具有形成在基底层26上的相应反射器结构70。反射器70可以由银、铝、其他合适的反射金属或具有高反射的多层辩证涂层形成。像素22-1的阳极42-1和像素22-2的阳极42-2可形成在反射器结构70上。如上所述,像素定义层(PDL)结构43可以插置在相邻像素的阳极之间以提供电隔离。

[0046] 像素22-1和22-2可表示用于任何合适彩色图案的相邻像素。图6A至图6C示出了可使用的各种彩色显示配置的顶部布局视图。如图6A所示,显示器14可以具有红色(R)、绿色(G)和蓝色(B)显示区域,其中蓝色显示区域大于红色显示区域和绿色显示区域。图5示出了沿线600、沿线602或沿线604(作为示例)切割的显示器14的横截面侧视图。图6A的布置仅为例示性的。图6B示出了另一种合适的彩色图案,其具有第一颜色C1的第一显示区域、第二颜色C2的第二显示区域和第三颜色C3的第三显示区域,其中第三显示区域大于第一显示区域和第二显示区域。颜色C1、C2和C3可为任何合适的颜色(例如,红色、绿色、蓝色、青色、品红色、黄色、黑色、白色等)。图6C示出了另一种合适的彩色图案,其具有四个不同的显示区域,具有四种相应的颜色C1-C4,其中四个显示区域具有相同的尺寸。类似地,颜色C1-C4可具有任何合适的颜色。一般来讲,显示器14可具有任何合适的彩色图案,其具有任何形状和尺寸的显示区域。

[0047] 重新参见图5,OLED层45形成在阳极上方。OLED层45(有时称为有机层、有机叠层、有机堆叠或有机发光二极管(OLED)叠层)可包括空穴注入层(HIL)44、空穴传输层(HTL)46、电子阻挡层(EBL)47、发射层(EML)48、电子传输层(ETL)50和插置在阳极42和阴极54之间的电子注入层(EIL)52。EML下面的空穴注入层44、空穴传输层46和电子阻挡层47可以统称为空穴层。EML上方的电子传输层50和电子注入层52可以统称为电子层。

[0048] 如图所示,空穴层44和46、ETL层50和EIL层52可为覆盖整个阵列的覆盖层(公共)层。发射层48可以包括有机电致发光材料,并且可以根据彩色要求针对每个像素单独地图案化。在图5的示例中,像素22-1具有第一发射层EML-1,而像素22-2具有单独图案化的第二发射层EML-2。发射层EML-1和EML-2可以由相同或不同的材料形成,并且可以具有相同或不同的厚度。类似地,根据彩色要求,电子阻挡层47也可以针对每个像素单独地图案化。如图5所示,像素22-1具有第一电子阻挡层EBL-1,而像素22-2具有单独图案化的第二电子阻挡层EBL-2。电子阻挡层EBL-1和EBL-2可以由相同或不同的材料形成,并且可以具有相同或不同的厚度。这里将EBL-1和EBL-2绘制为非重叠的实施方案仅仅是例示性的。一般来讲,由于掩模技术和阴影效应,来自相邻像素的电子阻挡层可能在PDL结构43上具有一定量的重叠。

[0049] 理想的是,显示器14中的相邻二极管独立地操作。然而,实际上,诸如空穴层44、46和47的公共层的存在提供了来自一个二极管的泄漏电流侧向地流入相邻二极管的机会,从而可能破坏相邻的二极管。例如,在阳极42-1和阴极54之间施加驱动电流的过程有可能产生通过空穴层44和46的侧向泄漏电流(例如,从阳极42-1到阳极42-2的电流)。

[0050] 包括在图5中的阳极42和阴极54之间的有机层的示例仅是例示性的。如果需要,在阳极42和阴极54之间可以包括附加层(即,电荷生成层、空穴阻挡层等)。一般来讲,任何所需的层可以包括在阳极和阴极之间,并且在显示器上形成的任何层可以被认为是公共侧向导电层。OLED层45中的每个层可以由任何期望的材料形成。在一些实施方案中,层可由有机

材料形成。然而,在一些情况下,一个或多个层可以由无机材料或掺杂有有机或无机掺杂剂的材料形成。

[0051] 仍参见图5,显示器14可以具有由反射器70和阴极54之间的距离 d_{opt} 限定的光学腔。可以优化光学腔深度 d_{opt} 以增强显示效率和色纯度,以帮助实现显示器14的最大腔效应。另一方面,显示器14还具有由阳极42和阴极之间的距离 d_{elec} 限定的电深度。电深度可以确定像素22的设备性能。在图5的示例中,电深度 d_{elec} 和光学腔深度 d_{opt} 基本上匹配。该配置可以产生或不产生显示器14的最佳侧向电流泄漏性能。

[0052] 如上所述,诸如层44、46和47的空穴层可以在阳极42-1和42-2之间产生侧向泄漏电流。因此,根据实施方案,可以减小诸如HTL层46、HIL层44和EBL层47的层的厚度以降低侧向电导并最小化像素间的串扰。在图5的示例中,空穴注入层44的厚度已经相当薄,而空穴传输层46的厚度相对较厚并且可进一步减小。

[0053] 图7是例示性有机发光二极管显示器14的横截面侧视图,其中覆盖/公共空穴传输层46'的厚度减小。换句话说讲,有机层45的厚度共同减小。然而,减小空穴传输层的厚度而不进行其他调整将使光学腔距离 d_{opt} 从其期望的水平改变。因此,为了保持所需的光学腔深度 d_{opt} ,可以在反射器层70和阳极层42之间插入光学间隔件诸如光学间隔件结构100。光学间隔件结构100可以由氧化硅(SiO_2)、氮化硅(SiN_x)、氧化铟锡(ITO)、聚酰亚胺或其他合适的透明材料形成。

[0054] 如图7所示,由于光学隔离件100的插入,电距离 d_{elec} 明显小于光学腔距离 d_{opt} 。这种与距离 d_{opt} 无关地单独调整距离 d_{elec} 的能力允许显示器14的设计者最小化相邻阳极之间的侧向泄漏电流。以这种方式减小诸如HTL层46'的有机导电层的厚度增加了侧向电阻并降低了垂直电阻,这有助于降低侧向电导并减轻不期望的像素间串扰。

[0055] 图8为示出可如何通过降低有机层中的至少一者的厚度(诸如空穴传输层的厚度)来减小侧向泄漏电流 I_{leak} 的曲线图。如图8中的迹线800所示,随着HTL层的厚度从800nm(纳米)减小到400nm或更低,侧向泄漏电流 I_{leak} 呈指数下降。当减小诸如空穴注入层44的其他有机层(如果可进一步减小)和/或电子阻挡层47(如果可进一步减小)的厚度时,这种泄漏电流减小效果也可能是真实的。

[0056] 有机层45的厚度减小还减小了阴极和阳极之间的电位差,这有助于降低OLED所需的驱动电压并提供改善的功率效率。此外,减小空穴传输层46'的厚度有助于增加发射层48中的所得空穴密度,这产生更高的显示效率。类似地,减小电子传输层50的厚度可有助于增加发射层48中的所得电子密度,这也产生更高的显示效率。

[0057] 图7的示例仅是例示性的,其中通过在反射器层和阳极层之间插入光学间隔件100来调整电距离 d_{elec} 。根据另一个合适的实施方案,通过调整阳极层的厚度可调节电距离 d_{elec} ,而不需要形成任何光学间隔件。图9为显示器14的横截面侧视图,示出了可如何增加阳极层的厚度以单独地调整电深度。如图9所示,像素22-1的阳极层42-1和像素42-2的阳极层可具有阳极厚度 t_{anode} ,该阳极厚度可被调整以帮助维持期望的光学腔距离 d_{opt} 。阳极厚度 t_{anode} 可以等于光学腔深度 d_{opt} 和电深度 d_{elec} 之间的差值。因此,用于减轻侧向泄漏电流的HTL层46'或其他有机层的厚度的任何减小可通过对应地增加阳极厚度 t_{anode} 来补偿。

[0058] 在图7和图9的示例中,每个像素的电子阻挡层47被单独图案化(例如,EBL-1和

EBL-2在不同时间形成,并且可以具有不同的厚度以帮助提供所需的光学腔距离)。根据另一个合适的实施方案,显示器14可以设置有覆盖/公共电子阻挡层47' (参见例如图10)。如图10所示,可以使用具有相同厚度的相同材料在像素22-1和22-2上同时形成公共EBL层47'。当使用公共EBL 47'时,必须调整显示器叠层中的另一层以保持所需的光学腔距离。在图10的示例中,光学间隔件结构可以单独地图案化,以帮助保持所需的光学腔距离。像素22-1可以设置有具有第一厚度的第一光学间隔件结构100-1,而像素22-2可以设置有具有不同于第一厚度的第二厚度的第二光学间隔件结构100-2。可以使用不同的光学间隔件掩模分别图案化光学间隔件100-1和100-2。以这种方式配置,可通过形成公共EBL层来维持期望的光学腔距离 d_{opt} ,同时减少侧向泄漏。

[0059] 图10的示例仅是例示性的,其中光学间隔件100-1和100-2被分别图案化。如果需要,可单独地图案化阳极层而不需要形成任何光学间隔件(参见例如图11),而不是单独地图案化类似于图10中所示的光学间隔件。图11为显示器14的横截面侧视图,示出了可如何选择性地图案化阳极层以容纳公共电子阻挡层。如图11中所示,像素22-1的阳极层42-1'可以具有第一厚度,而像素22-2的阳极层42-2'可以具有不同于第一厚度的第二厚度。可以使用不同的阳极掩模分别图案化阳极层42-1'和42-2'。以这种方式形成,可保持期望的光学腔距离 d_{opt} ,同时容纳公共EBL层并且同时减少侧向泄漏。

[0060] 图12A为像素22的横截面侧视图,该像素22具有物理地插置在反射器层70和阳极层42之间的光学间隔件100。这表示图7和图10中所示的显示器叠层。

[0061] 图12B示出了另一种合适的布置,其中诸如DBR结构1200的宽带分布式布拉格反射器(DBR)结构插置在反射器层70和阳极层42之间。DBR结构1200可以用于任何显示器叠层中以代替光学间隔件100,诸如在图7和图10的实施方案中(作为示例)。可以选择阳极层的厚度和材料作为DBR结构1200的一部分。DBR结构1200可以包括交替的高折射率 n_1 和低折射率 n_2 的层,并且可以被配置为为显示器14提供高的轴向亮度。如果需要,不同像素中的层1200可同时形成(类似于图7的光学间隔件),或者可单独地图案化(类似于图10的光学间隔件),以帮助增强下面的反射器70的反射率。如果需要,可以在DBR结构1200和阳极层之间插入透明光学间隔件结构,其中选择透明光学间隔件结构的厚度以为显示器提供预先确定的光学腔距离。

[0062] 如果需要,诸如光栅结构71的附加光栅结构可以形成在光学间隔件层100下面,以改善在所选择的显示器视角处的发射(参见例如图12C)。如图12C所示,光栅结构71可以被配置为从反射器层70突出的鳍状构件。光栅鳍状件71可以被认为是反射器70的连续部分。

[0063] 如果需要,诸如光子晶体结构1250的光子晶体结构可以形成在光学间隔件层100内,以帮助改善在期望视角处的发射(参见例如图12D)。如图12D所示,光子晶体结构1250可以使用氧化钛(TiO_2),或者通常具有与光学间隔件100不同的折射率的任何(非)介电材料形成。当从上方观察时,光子晶体结构1250和可选的光栅结构71可以形成网格状或矩阵图案,如图13的顶部布局视图所示。如图13所示,光子晶体栅格1250可以具有开口1260,光学间隔件材料可以通过开口1260形成。图12A至图12D的示例仅仅是例示性的,并不意图限制本实施方案的范围。一般来讲,任何期望的显示器增强结构可以形成为光学间隔件层100的一部分或者形成在阳极层42和反射器70之间。

[0064] 根据实施方案,显示器包括阴极、阳极、在阴极和阳极之间形成的有机发光二极管

(OLED)层,以及反射器层,阳极具有面向阴极的顶部表面和面向反射器层的底部表面,减少OLED层中的至少一个的厚度,同时反射器层和阳极的顶部表面之间的距离被选择用于为显示器提供预先确定的光学腔距离。

[0065] 根据另一个实施方案,减小的OLED层中的至少一个包括减小到最小厚度的空穴传输层。

[0066] 根据另一个实施方案,减少的OLED层中的至少一个包括选自以下项构成的组的至少一个层:减小到最小厚度的空穴注入层,减小到最小厚度的电子阻挡层,以及减小到最小厚度的电子传输层。

[0067] 根据另一个实施方案,显示器包括插置在反射器层和阳极之间的透明光学间隔件,该透明光学间隔件具有被选择用于为显示器提供预先确定的光学腔距离的厚度。

[0068] 根据另一个实施方案,显示器包括从反射器层突出到透明光学间隔件中的光栅结构,该光栅结构被配置为在一个或多个目标显示器视角处提供增强的发射。

[0069] 根据另一个实施方案,显示器包括嵌入在透明光学间隔件内的光子晶体结构,该光子晶体结构被配置为在一个或多个目标显示器视角处提供增强的发射。

[0070] 根据另一个实施方案,显示器包括插置在反射器层和阳极之间的分布式布拉格反射器(DBR)结构,该DBR结构被配置为增强反射器层的反射率,并且阳极的厚度和材料被选择为DBR结构的一部分。

[0071] 根据另一个实施方案,显示器包括插置在DBR结构和阳极之间的透明光学间隔件,该透明光学间隔件具有被选择用于为显示器提供预先确定的光学腔距离的厚度。

[0072] 根据另一个实施方案,阳极的厚度被选择用于为显示器提供预先确定的光学腔距离。

[0073] 根据另一个实施方案,显示器包括附加阳极和附加反射器层,阳极和反射器层是第一像素的一部分,附加阳极和附加反射器层是第二像素的一部分,并且阳极和附加阳极使用不同的阳极掩模分别图案化。

[0074] 根据另一个实施方案,显示器包括插置在反射器层和阳极之间的第一光学间隔件、附加阳极、附加反射器层,以及插置在附加反射器层和附加阳极之间的第二光学间隔件,阳极和第一光学间隔件是第一像素的一部分,附加阳极和第二光学间隔件是第二像素的一部分,并且第一光学间隔件和第二光学间隔件使用不同光学间隔件掩模分别图案化。

[0075] 根据另一个实施方案,显示器包括附加阳极和公共电子阻挡层,阳极是第一像素的一部分,附加阳极是第二像素的一部分,公共电子阻挡层同时形成在第一像素中的阳极和第二像素中的附加阳极上方。

[0076] 根据实施方案,提供了一种形成显示器的方法,该方法包括获得基底、在该基底上形成反射器层、形成阴极、形成具有面向阴极的顶部表面和面向反射器层的底部表面的阳极、在阴极和阳极之间形成有机层,以及减小有机层中的至少一个的厚度同时反射器层和阳极的顶部表面之间的距离被选择用于为显示器提供预先确定的光学腔距离。

[0077] 根据另一个实施方案,该方法包括在反射器层和阳极之间形成光学间隔件,该光学间隔件具有被选择用于为显示器提供预先确定的光学腔距离的厚度。

[0078] 根据另一个实施方案,该方法包括形成附加阳极,阳极是第一像素的一部分,附加阳极是第二像素的一部分,并且在第一像素的阳极和第二像素的附加阳极上方同时形成公

共电子阻挡层。

[0079] 根据另一个实施方案,该方法包括形成附加阳极,阳极是第一像素的一部分,附加阳极是第二像素的一部分,第一像素的阳极和第二像素的附加阳极使用不同的阳极掩模分别图案化。

[0080] 根据另一个实施方案,该方法包括在反射器层和阳极之间形成第一光学间隔件、形成附加阳极,以及在反射器层和附加阳极之间形成第二光学间隔件,阳极和第一光学间隔件是第一像素的一部分,附加阳极和第二光学间隔件是第二像素的一部分,并且第一光学间隔件和第二光学间隔件使用不同的光学间隔件掩模分别图案化。

[0081] 根据另一个实施方案,显示器包括形成附加阳极,阳极是第一像素的一部分并且附加阳极是第二像素的一部分,以及同时在第一像素中的阳极和第二像素中的附加阳极上方形成多个有机层。

[0082] 根据实施方案,提供了一种包括控制电路和显示器的电子设备,显示器包括阴极、阳极以及反射器,阴极和阳极之间的垂直距离限定了显示器的电距离,阴极和反射器之间的垂直距离限定了显示器光学腔,并且降低显示器的电距离同时将显示器的光学腔维持在期望的水平以减小显示器的侧向泄漏电流。

[0083] 根据另一个实施方案,显示器包括夹在阳极和反射器之间的透明光学间隔件。

[0084] 根据另一个实施方案,显示器包括在显示器中的相邻像素上方形成的公共电子阻挡层。

[0085] 根据另一个实施方案,电子设备包括在阴极和阳极之间形成的有机层,所有有机层同时形成在显示器中的相邻像素上方。

[0086] 根据另一个实施方案,阳极具有等于限定显示器的光学腔的垂直距离与限定显示器的电腔的垂直距离之间的差值的厚度。

[0087] 前述仅为例示性的,并且在不脱离所述实施方案的范围和实质的情况下,本领域的技术人员可作出各种修改。前述实施方案可独立实施或可以任意组合实施。

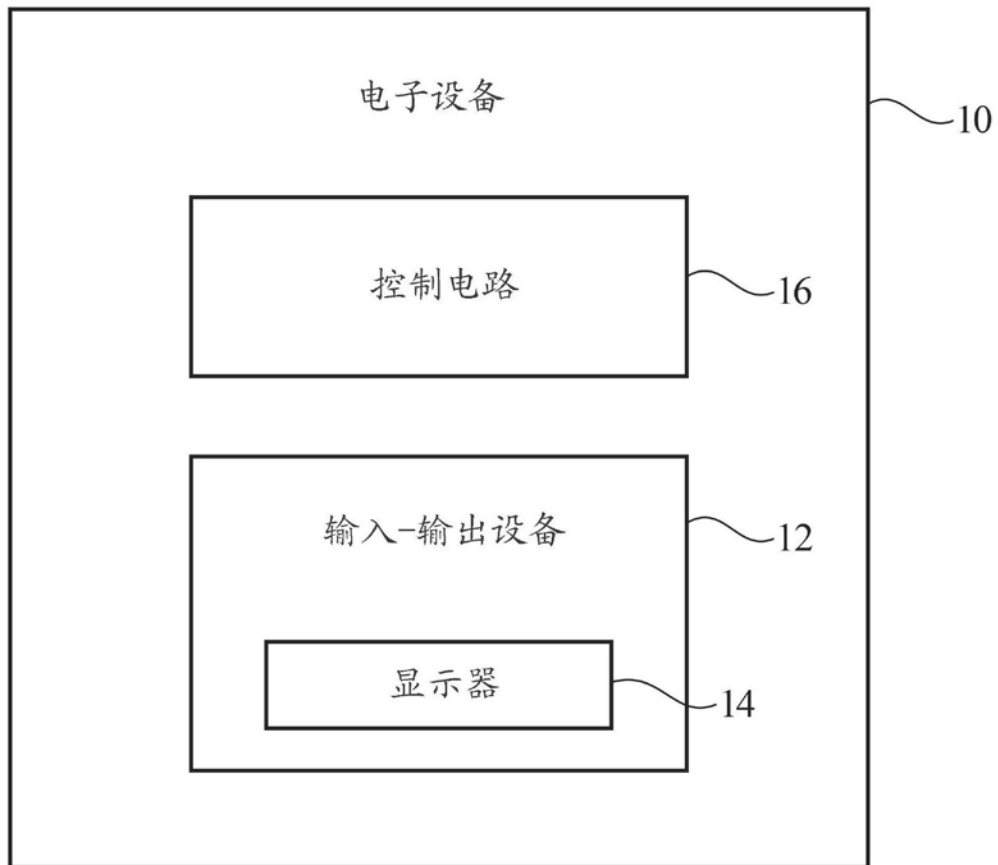


图1

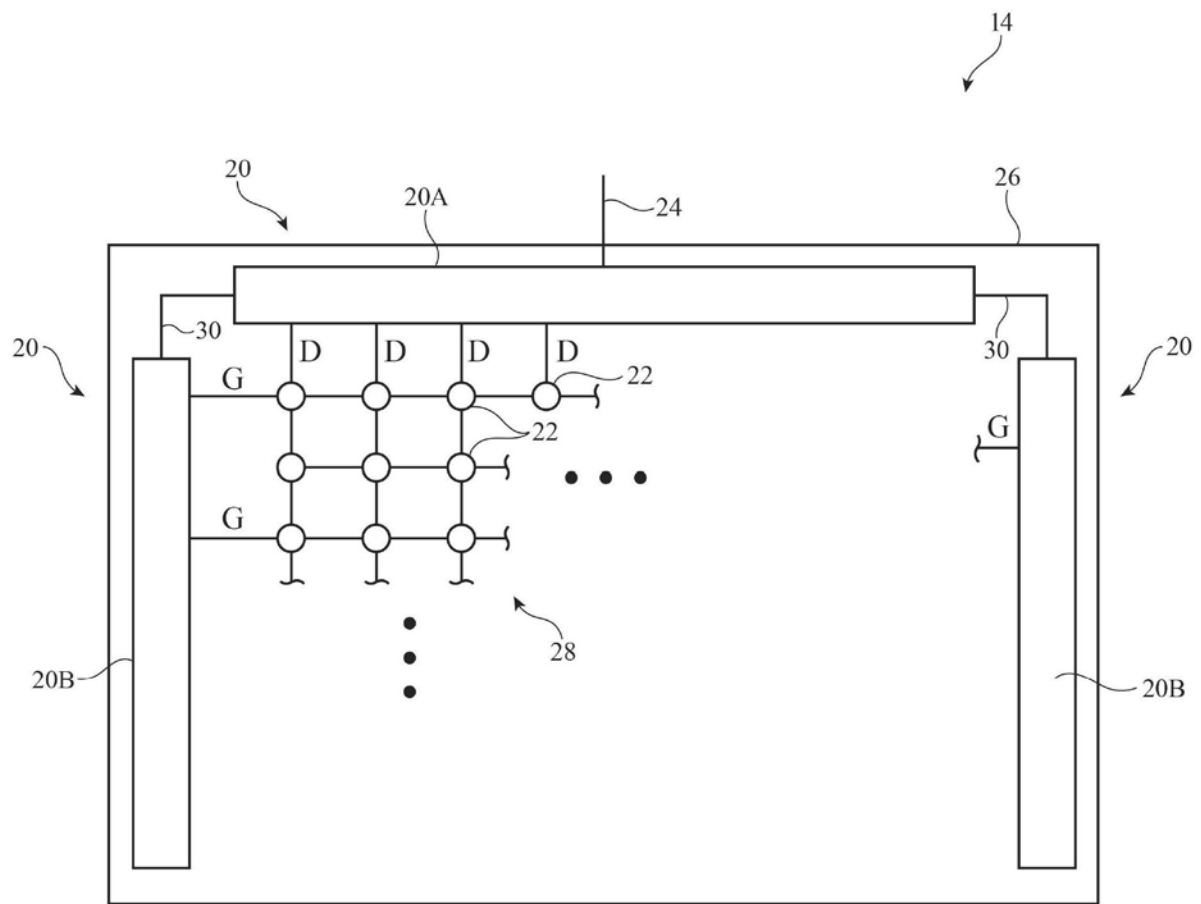


图2

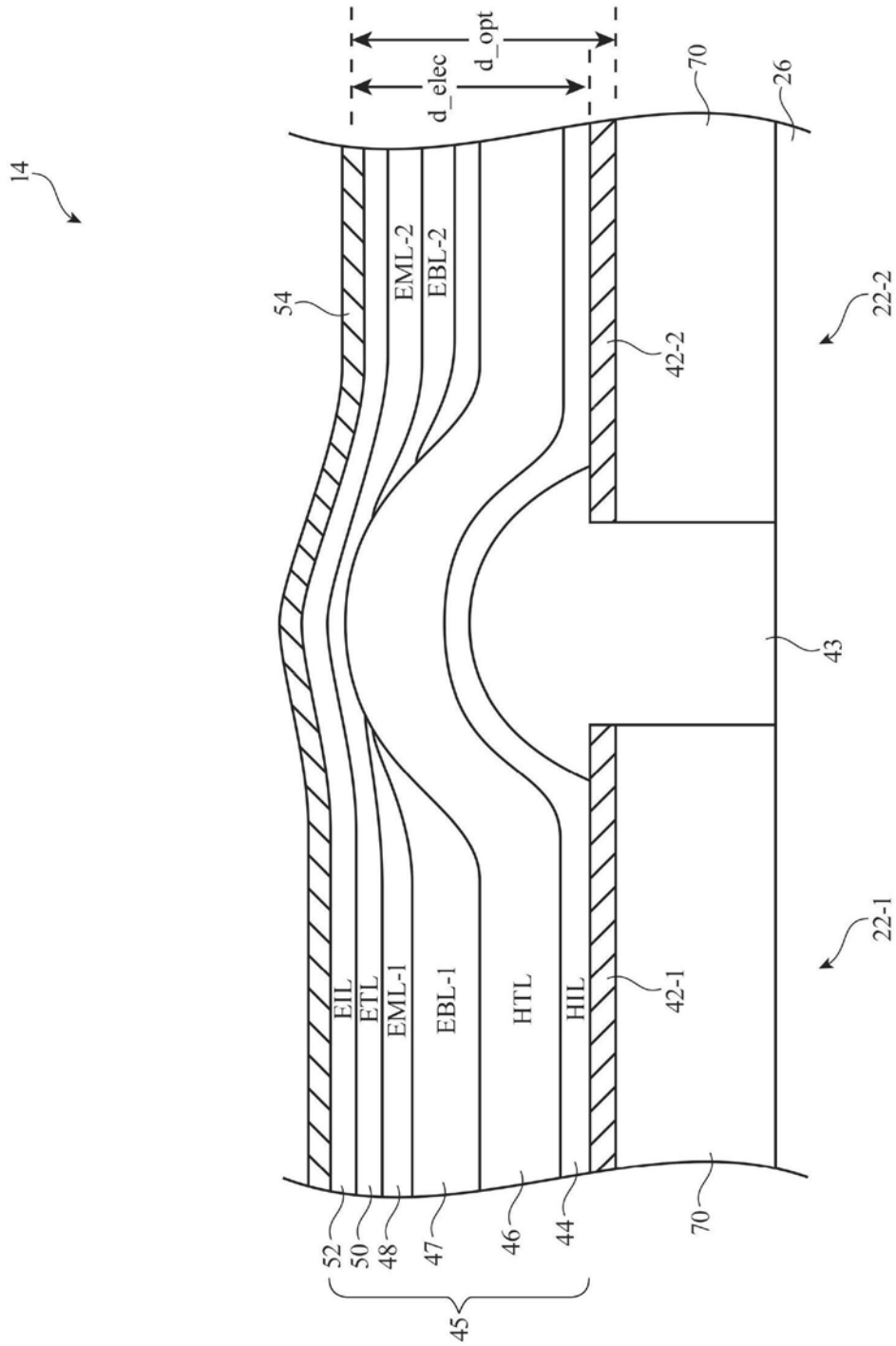


图5

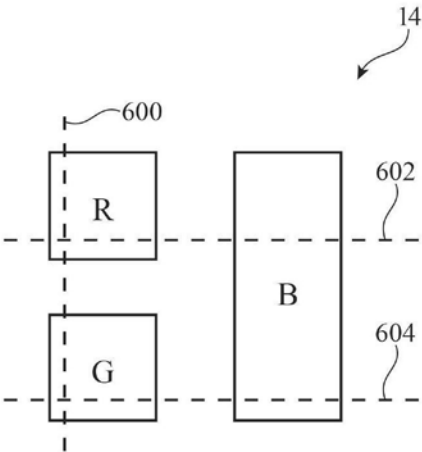


图6A

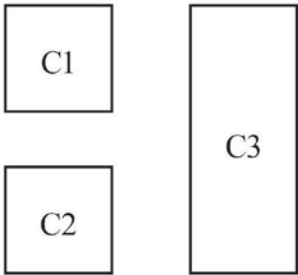


图6B

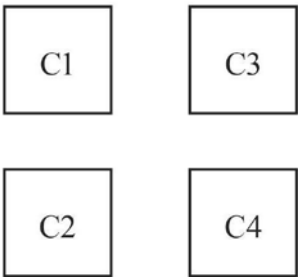


图6C

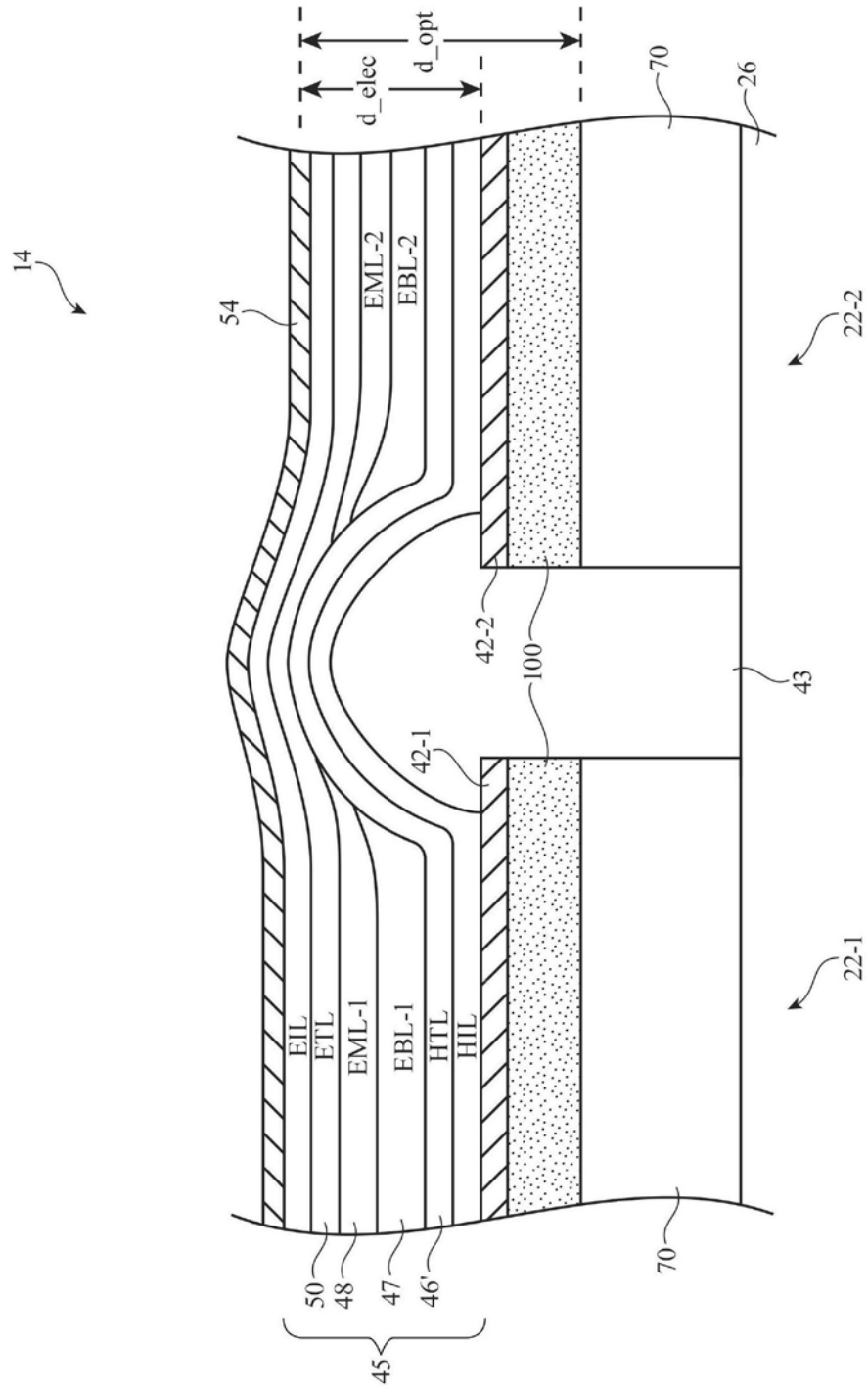


图7

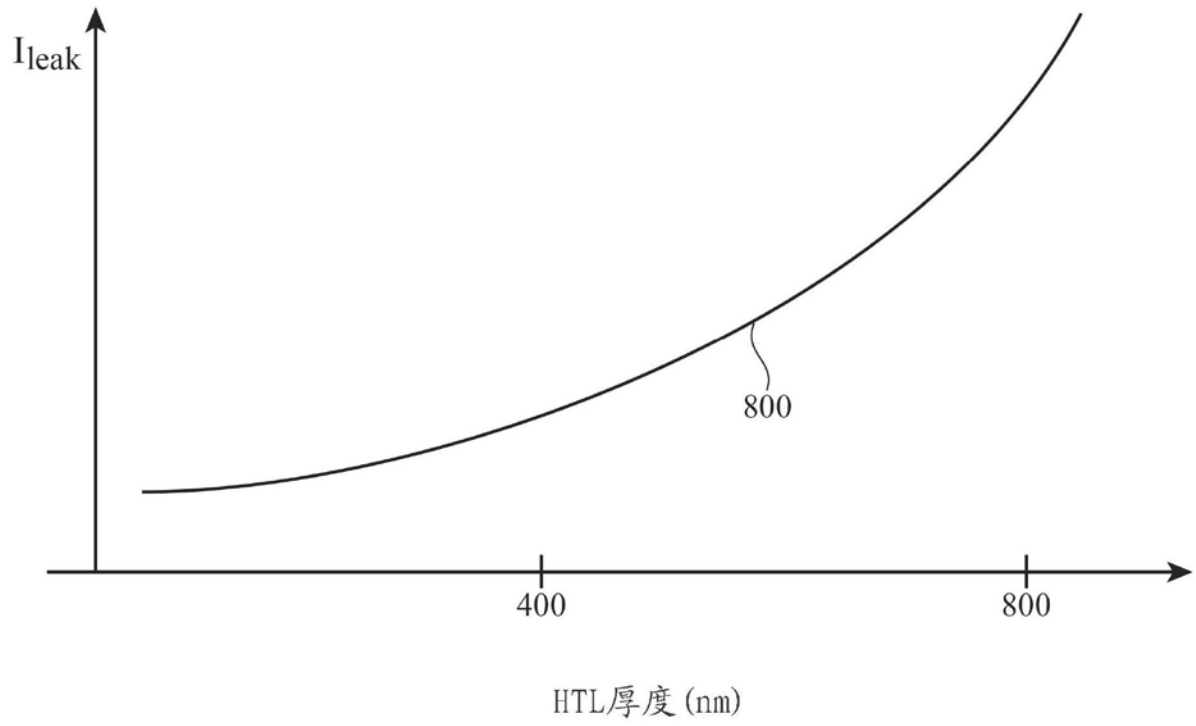


图8

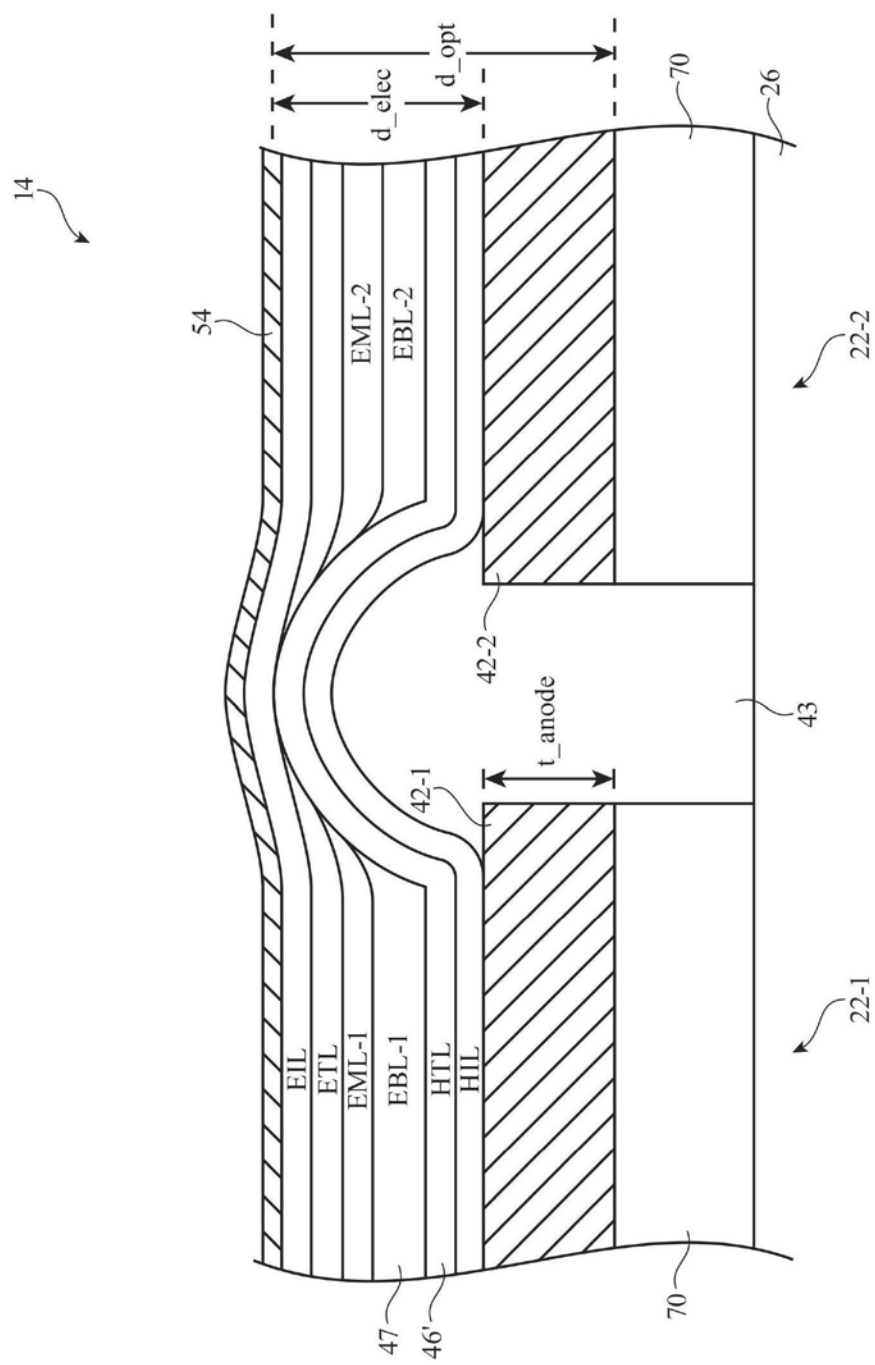


图9

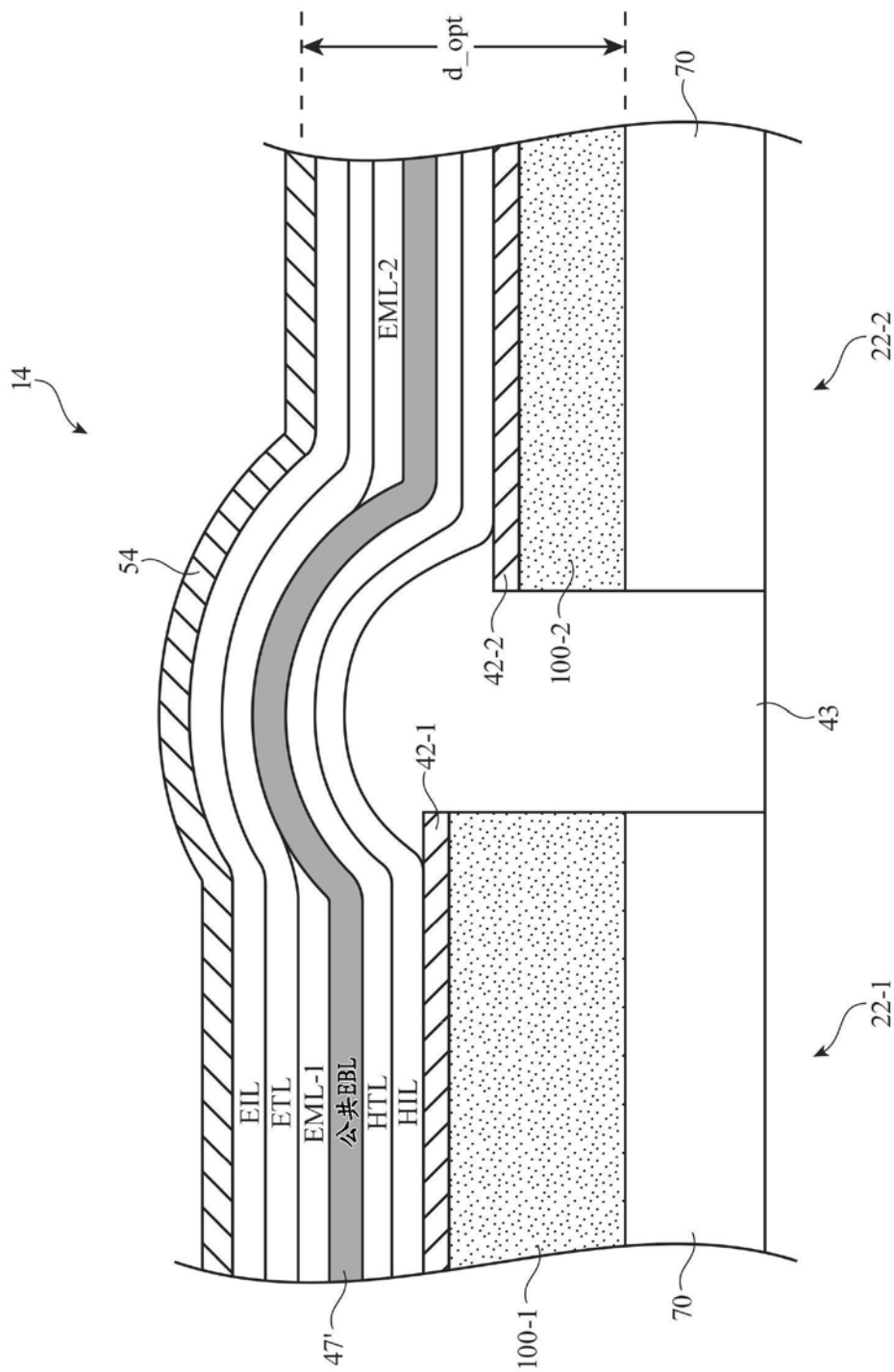


图10

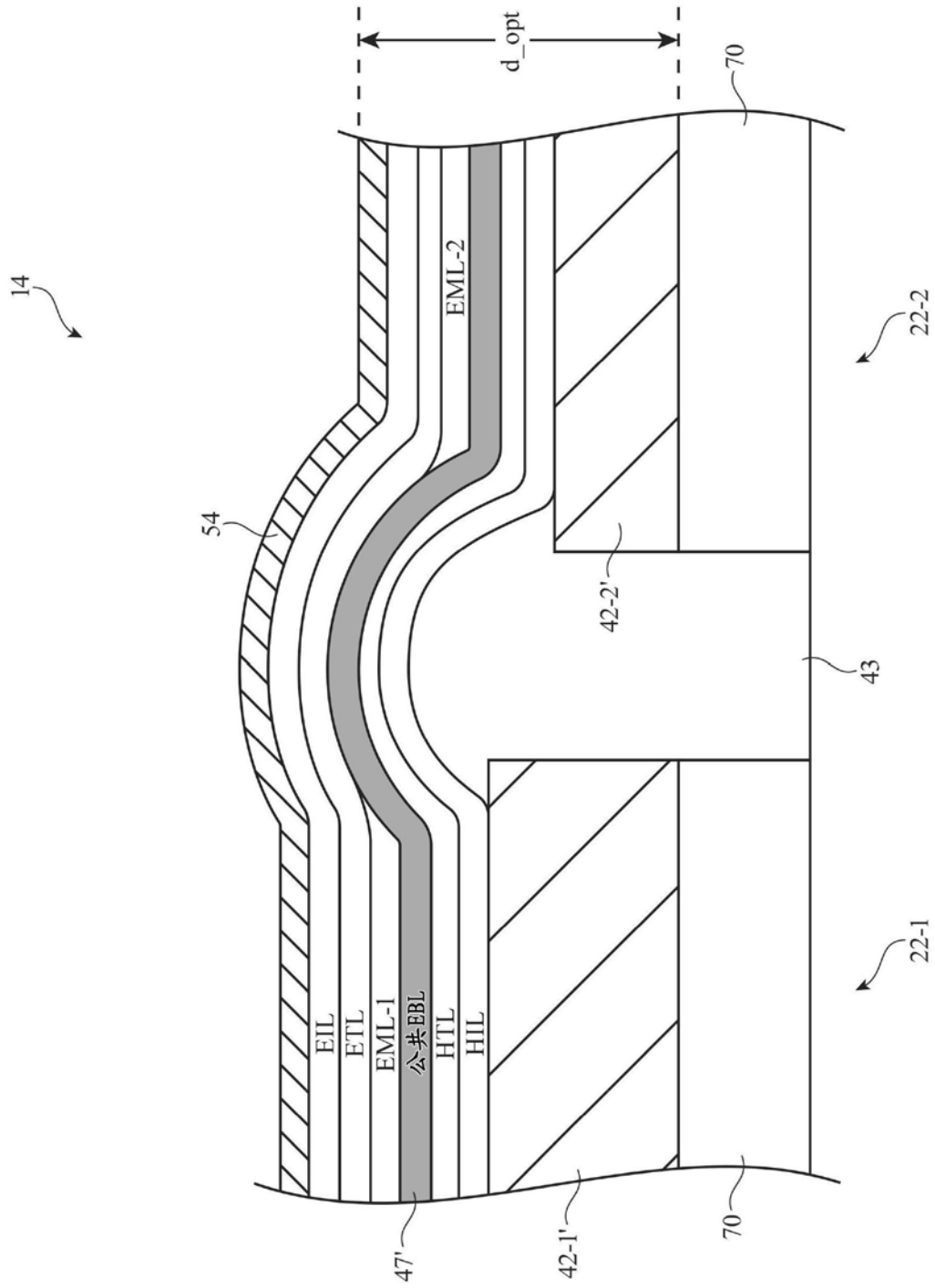


图11

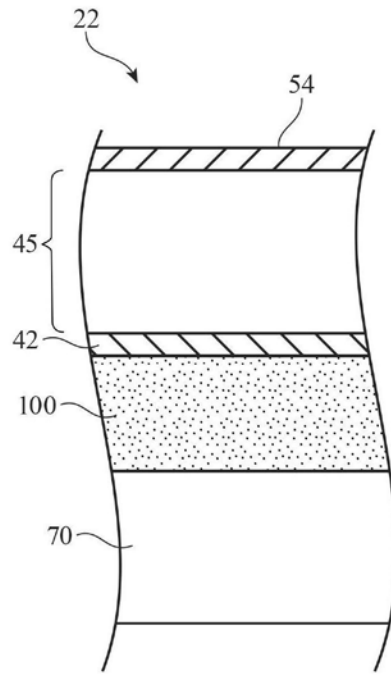


图12A

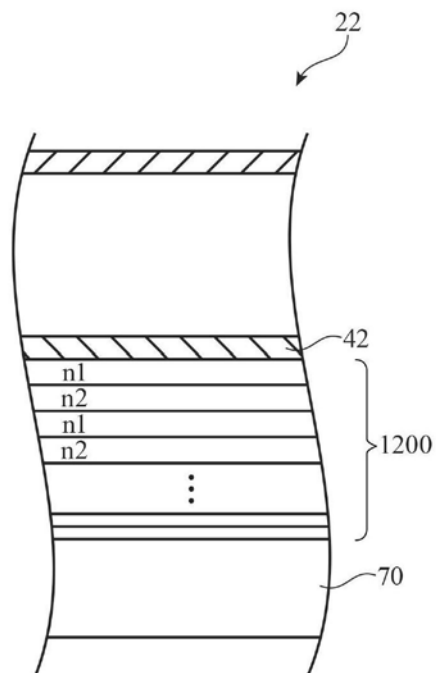


图12B

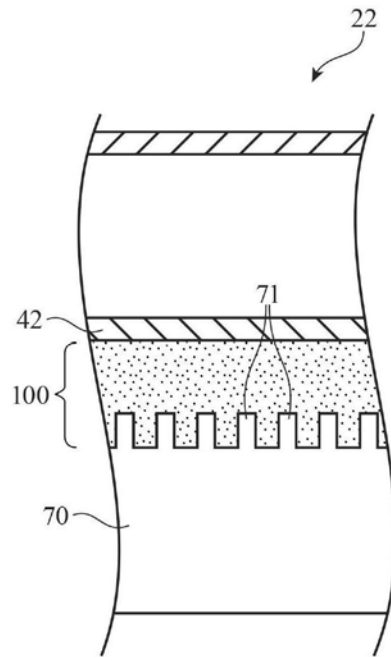


图12C

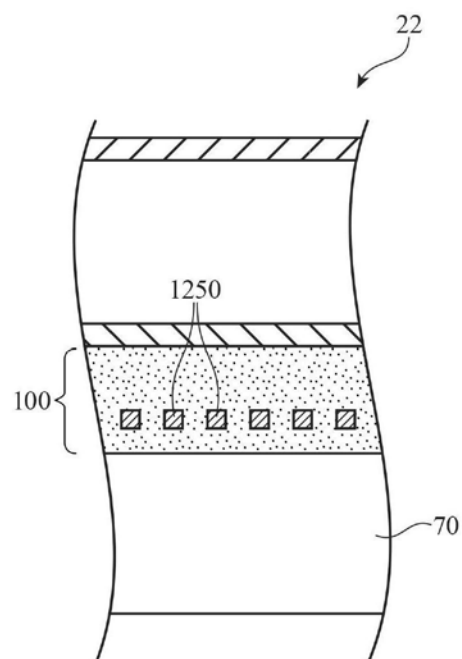


图12D

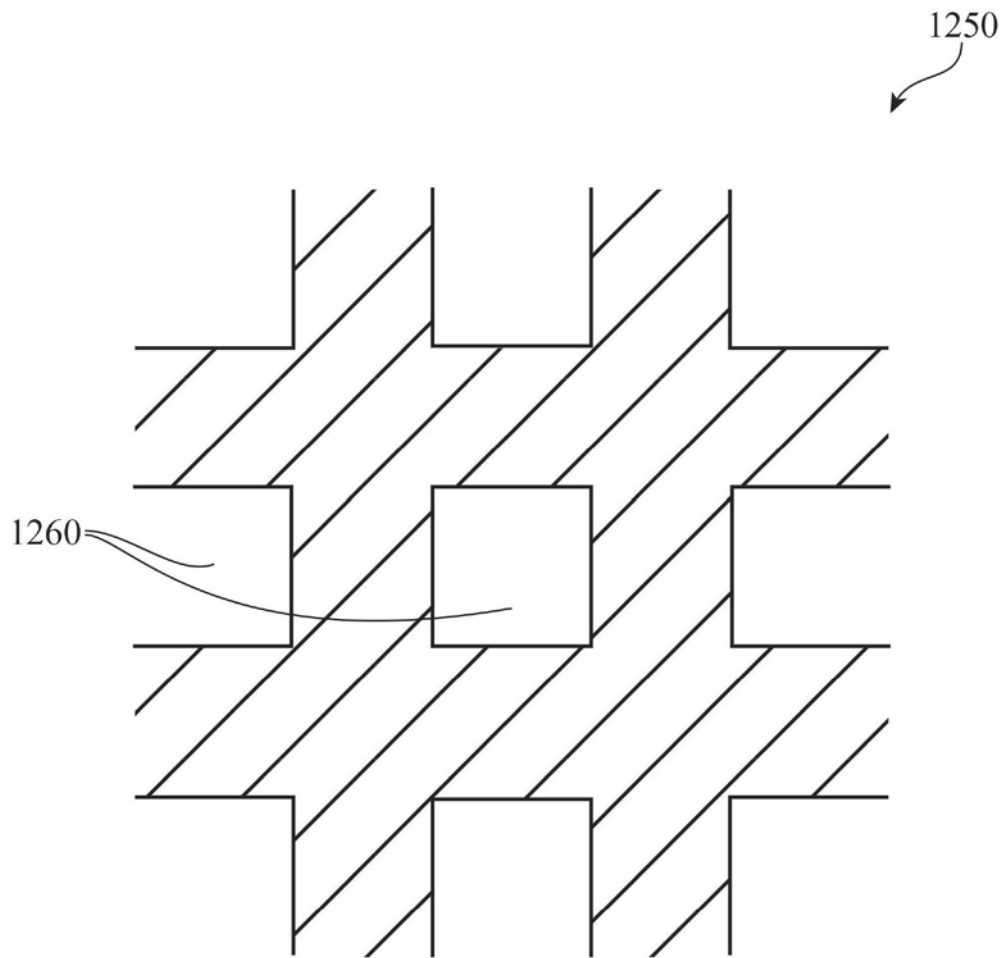


图13

专利名称(译)	具有结构化电极的有机发光二极管显示器		
公开(公告)号	CN110783480A	公开(公告)日	2020-02-11
申请号	CN201910687183.1	申请日	2019-07-29
[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	K金姆 刘睿		
发明人	K·O·千 A·N·波利亚科夫 李晨越 C·J·林 K·金姆 N·C·高 刘睿 常文迪		
IPC分类号	H01L51/52 H01L51/50 H01L51/56 H01L27/32		
CPC分类号	H01L27/3244 H01L51/5056 H01L51/5072 H01L51/5096 H01L51/5212 H01L51/5271 H01L51/56 H01L27/3211 H01L51/5218 H01L51/5265 H01L51/5275 H01L2251/558 H01L27/3246 H01L51/5088		
优先权	62/712124 2018-07-30 US 16/521837 2019-07-25 US		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本公开涉及具有结构化电极的有机发光二极管显示器。显示器可具有有机发光二极管(OLED)像素阵列，所述有机发光二极管(OLED)像素各自具有插置在阴极和阳极之间的OLED层。可以将电压施加到每个像素的阳极，以控制发射光的量值。OLED层的电导率可允许泄漏电流在显示器中的相邻阳极之间通过。为了减少泄漏电流和串扰，可减少OLED层中的至少一个的厚度。为了维持像素的光学腔，可插入透明光学间隔件结构。另选地，可增加阳极的厚度。为了在OLED层内容纳公共底层，光学间隔件或阳极可分别图案化以具有不同的厚度。光栅结构和光子晶体结构可以作为光学间隔件的一部分嵌入，以帮助控制在选定视角处的发射。

