



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111164780 A

(43)申请公布日 2020.05.15

(21)申请号 201880063011.0

(74)专利代理机构 北京市汉坤律师事务所

11602

(22)申请日 2018.09.24

代理人 魏小薇 吴丽丽

(30)优先权数据

62/564,732 2017.09.28 US

(51)Int.Cl.

H01L 51/52(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

H01L 27/32(2006.01)

2020.03.27

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2018/052450 2018.09.24

(87)PCT国际申请的公布数据

W02019/067365 EN 2019.04.04

(71)申请人 苹果公司

地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 C-Y·陆 刘睿 L·蔡

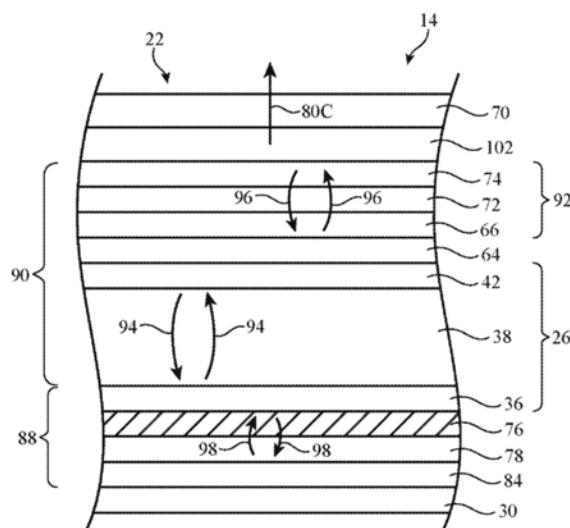
权利要求书2页 说明书9页 附图7页

(54)发明名称

具有白色有机发光二极管的显示器

(57)摘要

显示器可具有由有机发光二极管和薄膜晶体管电路形成的像素阵列。所述有机发光二极管可插置在基板(30)和覆盖层(70)之间。所述有机发光二极管可为发射白光的白色发光二极管(26)，所述白光通过滤色器阵列(76)被过滤以产生彩色光。所述滤色器阵列可位于所述发光二极管阵列上方或下方。可在所述基板(30)和每个发光二极管(26)之间形成微腔。所述微腔可由所述发光二极管中的阳极(36)以及具有不同折射率的第一层和第二层(78)形成。低折射率层可由所述滤色器阵列中的滤色器形成。来自所述发光二极管的光可在作为彩色光离开所述显示器之前在每个发光二极管下面的所述微腔内谐振。



1. 一种有机发光二极管显示器，包括：
基板；
覆盖层；
白色有机发光二极管，所述白色有机发光二极管插置在所述基板和所述覆盖层之间；
和
滤色器，所述滤色器插置在所述白色有机发光二极管和所述基板之间。
2. 根据权利要求1所述的有机发光二极管显示器，还包括插置在所述基板和所述滤色器之间的高折射率层。
3. 根据权利要求2所述的有机发光二极管显示器，还包括插置在所述高折射率层和所述基板之间的反射层。
4. 根据权利要求3所述的有机发光二极管显示器，其中所述反射层包括金属。
5. 根据权利要求4所述的有机发光二极管显示器，其中所述高折射率层包括选自由二氧化钛和氮化硅构成的组的材料。
6. 根据权利要求2所述的有机发光二极管显示器，其中所述白色有机发光二极管包括阳极，并且其中所述阳极、所述高折射率层和所述滤色器形成微腔，所述微腔使来自所述发光二极管的光在所述高折射率层和所述阳极之间谐振。
7. 根据权利要求1所述的有机发光二极管显示器，其中所述白色有机发光二极管包括混合三种原色以形成白光的发射层。
8. 根据权利要求1所述的有机发光二极管显示器，其中所述白色有机发光二极管包括多个发射层，所述多个发射层各自发射相关联颜色的光，并且其中来自所述多个发射层的光组合以形成白光。
9. 根据权利要求1所述的有机发光二极管显示器，其中所述白色有机发光二极管包括发射蓝光的蓝色发射层和将所述蓝光中的一些转变为黄光的磷光体，并且其中所述蓝光和所述黄光组合以形成白光。
10. 根据权利要求1所述的有机发光二极管显示器，其中所述白色有机发光二极管包括串接堆叠并串联耦接的至少两个发光二极管单元。
11. 一种有机发光二极管像素，包括：
基板；
位于所述基板上的白色有机发光二极管，其中所述白色有机发光二极管包括阳极；
覆盖层，所述覆盖层形成在所述白色有机发光二极管之上；和
第一层和第二层，所述第一层具有第一折射率，所述第二层具有高于所述第一折射率的第二折射率，其中所述第一层和所述第二层插置在所述白色有机发光二极管和所述基板之间，其中所述阳极、所述第一层和所述第二层形成微腔，并且其中来自所述白色有机发光二极管的光在所述微腔内谐振。
12. 根据权利要求11所述的有机发光二极管像素，还包括插置在所述覆盖层和所述白色有机发光二极管之间的滤色器。
13. 根据权利要求11所述的有机发光二极管像素，其中所述第一层包括滤色器层。
14. 根据权利要求11所述的有机发光二极管像素，还包括插置在所述第二层和所述基板之间的金属反射器。

15. 根据权利要求11所述的有机发光二极管像素,还包括插置在所述覆盖层和所述白色有机发光二极管之间的封盖层。

16. 一种显示器,包括:

基板;

位于所述基板上的有机发光二极管阵列,所述有机发光二极管阵列发射白光;

滤色器阵列,所述滤色器阵列过滤所述白光以产生彩色光;

覆盖层,所述覆盖层位于所述有机发光二极管阵列之上,其中所述彩色光穿过所述覆盖层;和

微腔,所述微腔位于每个有机发光二极管和所述基板之间,其中所述白光中的至少一些在作为彩色光穿过所述覆盖层之前在所述微腔中谐振。

17. 根据权利要求16所述的显示器,其中所述微腔由具有不同折射率的第一层和第二层形成。

18. 根据权利要求17所述的显示器,其中所述微腔的所述第一层由所述滤色器阵列的一部分形成。

19. 根据权利要求16所述的显示器,还包括插置在所述微腔和所述基板之间的金属反射器。

20. 根据权利要求19所述的显示器,还包括插置在所述有机发光二极管阵列和所述覆盖层之间的封盖层。

具有白色有机发光二极管的显示器

[0001] 本申请要求于2017年9月28日提交的美国临时专利申请62/564,732的优先权，该美国临时专利申请据此全文以引用方式并入本文。

背景技术

[0002] 本发明整体涉及具有显示器的电子设备，并且更具体地涉及具有有机发光二极管显示器的电子设备。

[0003] 电子设备通常包括显示器。显示器诸如有机发光二极管显示器包括发射光以为用户显示图像的像素阵列。显示器的像素可包括不同颜色的子像素，以向显示器提供显示彩色图像的能力。有机发光二极管由薄膜晶体管电路控制。

[0004] 实现具有有机发光二极管像素的高分辨率显示器可能是挑战性的。显示器有时使用具有红色、绿色和蓝色滤色器的白色有机发光二极管来实现更高的分辨率。然而，如果不小心，则具有白色有机发光二极管的显示器可能不会表现出期望的光学性能水平。

[0005] 因此，希望能够提供改进的有机发光二极管显示器。

发明内容

[0006] 显示器可具有处于基板上的像素阵列。该显示器可为有机发光二极管显示器，并且像素可包括不同颜色的有机发光二极管。该显示器可包括控制有机发光二极管像素的薄膜晶体管电路。

[0007] 该有机发光二极管可插置在基板和覆盖层(cover layer)之间。该有机发光二极管可为发射白光的白色发光二极管，该白光通过滤色器阵列过滤以产生彩色光。滤色器阵列可位于发光二极管阵列上方或下方。

[0008] 可在基板和每个发光二极管之间形成微腔。微腔可由发光二极管的阳极和具有不同折射率的第一层和第二层形成。在一种示例性布置中，滤色器阵列位于发光二极管阵列下方并且用作微腔中的低折射率层。来自发光二极管的光可在每个发光二极管下面的微腔内谐振，以在作为彩色光离开显示器之前多次穿过滤色器。

[0009] 在另一种合适的布置中，滤色器阵列位于发光二极管阵列上方，并且氧化物层用作每个发光二极管下面的微腔中的低折射率层。

[0010] 白光发光二极管可由混合原色或互补色以产生白光的发射层形成，可由混合原色或互补色以产生白光的多个发射层形成，可由共同产生白光的发射层和磷光体形成，或者可由串接(tandem)堆叠并串联连接以产生白光的多个发光二极管单元形成。

附图说明

[0011] 图1是根据一个实施方案的具有显示器的示例性电子设备的透视图。

[0012] 图2是根据一个实施方案的具有显示器的示例性电子设备的示意图。

[0013] 图3是根据一个实施方案的电子设备中的示例性显示器的顶视图。

[0014] 图4是根据一个实施方案的示例性有机发光二极管显示器的一部分的横截面侧视

图。

[0015] 图5是根据一个实施方案的例示性白色有机发光二极管的横截面侧视图,该白色有机发光二极管具有单个发射层。

[0016] 图6是根据一个实施方案的例示性白色有机发光二极管的横截面侧视图,该白色有机发光二极管具有两个发射层。

[0017] 图7是根据一个实施方案的例示性白色有机发光二极管的横截面侧视图,该白色有机发光二极管具有三个发射层。

[0018] 图8是根据一个实施方案的例示性白色有机发光二极管的横截面侧视图,该白色有机发光二极管具有发射层和磷光体。

[0019] 图9是根据一个实施方案的例示性白色有机发光二极管的横截面侧视图,该白色有机发光二极管具有串联耦接的第一和第二堆叠发光二极管单元。

[0020] 图10是根据一个实施方案的例示性白色有机发光二极管的横截面侧视图,该白色有机发光二极管具有串联耦接的第一、第二和第三堆叠发光二极管单元。

[0021] 图11是根据一个实施方案的具有白色有机发光二极管的例示性像素的横截面侧视图,该白色有机发光二极管具有形成微腔的一部分的底部滤色器。

[0022] 图12是根据一个实施方案的具有白色有机发光二极管的例示性像素的横截面侧视图,该白色有机发光二极管具有顶部滤色器和第二微腔。

具体实施方式

[0023] 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、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置、或其他可佩戴式或微型设备、包含嵌入式计算机或其他电子装置的计算机监视器或其他显示器、不包含嵌入式计算机的计算机显示器或其他监视器、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置被安装在信息亭或汽车中的系统、实现这些设备中的两种或更多种的功能的装置、或其他电子装置。在图1的例示性配置中,设备10是便携式设备,诸如蜂窝电话、媒体播放器、平板电脑,手腕设备,或者其他便携式计算设备。如果需要,其他配置可用于设备10。图1的示例仅为例示性的。

[0024] 在图1的示例中,设备10包括显示器,诸如安装在外壳12中的显示器14。有时可称为壳体或箱体的外壳12可由塑料、玻璃、陶瓷、纤维复合材料、金属(例如,不锈钢、铝等)、其他合适的材料或这些材料中的任意两种或更多种的组合形成。外壳12可以利用一体式配置形成,在一体式配置中,外壳12的一部分或全部被机加工或模制成单个结构,或者可以利用多个结构(例如,内部框架结构、形成外部外壳表面的一个或多个结构等)形成。

[0025] 显示器14可为并入导电电容性触摸传感器电极层或其他触摸传感器部件(例如,电阻性触摸传感器部件、声学触摸传感器部件、基于力的触摸传感器部件、基于光的触摸传感器部件等)的触摸屏显示器或者可为非触敏的显示器。电容触摸屏电极可由氧化铟锡焊盘或者其他透明导电结构的阵列形成。可以在包含像素阵列的显示层上或在附接到(例如,使用粘合剂)像素阵列的独立的触摸面板层上使用电极或其他结构来形成触摸传感器。

[0026] 显示器14可包括由液晶显示器(LCD)部件形成的像素阵列、电泳像素阵列、等离子

体像素阵列、有机发光二极管像素阵列或其他发光二极管、电润湿像素阵列、或者基于其他显示器技术的像素。在本文中有时将显示器14为有机发光二极管显示器的配置描述作为示例。使用有机发光二极管像素来形成显示器14仅是例示性的。通常，显示器14可以使用任何合适类型的像素形成。

[0027] 可使用显示器覆盖层诸如透明玻璃层或者透光塑料层来保护显示器14。可在显示器覆盖层中形成开口。例如，可在显示器覆盖层中形成开口以容纳按钮、扬声器端口或其他部件。可在外壳12中形成开口以形成通信端口（例如，音频插孔、数字数据端口等），以形成用于按钮等的开口等。

[0028] 图2为设备10的示意图。如图2所示，电子设备10可以具有控制电路16。控制电路16可包括用于支持设备10的操作的存储和处理电路。存储和处理电路可以包括存储装置，诸如硬盘驱动器存储装置、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，静态或动态随机存取存储器）、等等。控制电路16中的处理电路可以被用于控制设备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18可用于允许将数据提供至设备10，并且允许将数据从设备10提供至外部设备。输入-输出设备18可包括按钮、操纵杆、滚轮、触控板、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18供应命令来控制设备10的操作，并且可使用输入-输出设备18的输出资源从设备10接收状态信息和其他输出。输入-输出设备18可包括一个或多个显示器，诸如显示器14。

[0030] 控制电路16可用于在设备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，在控制电路16上运行的软件可使用显示器14中的像素阵列在显示器14上显示图像。

[0031] 显示器14可以具有矩形形状（即，显示器14可以具有矩形占有面积和围绕矩形占有面积延伸的矩形周边边缘）或者可以具有其他合适的形状。显示器14可以是平面的或可具有曲线轮廓。

[0032] 图3中示出了显示器14的一部分的顶视图。如图3所示，显示器14可具有像素22的阵列。像素22可通过信号路径诸如数据线D接收数据信号，并且可通过控制信号路径诸如水平控制线G（有时称为栅极线、扫描线、发射控制线等）接收一个或多个控制信号。显示器14中可以有任意适当数量的行和列的像素22（例如，十个或更多、一百个或更多或者一千个或更多）。每个像素22可具有发光二极管26，该发光二极管在由晶体管电路（诸如薄膜晶体管58和薄膜电容器）形成的像素控制电路的控制下发射光80。晶体管58可以是多晶硅薄膜晶体管、半导体氧化物薄膜晶体管（诸如氧化铟镓锌晶体管）或由其他半导体形成的晶体管。

[0033] 显示器14可包括不同颜色的像素（有时称为子像素）。例如，显示器14可包括红色、绿色和蓝色像素，或者可包括其他颜色的像素。在一种例示性布置中，显示器14中的彩色像素22可使用发射期望颜色的光的发光二极管来形成。例如，红色、绿色和蓝色像素可通过在基板上并排沉积红色、绿色和蓝色有机发光材料来形成。利用这种类型的布置，每个发光二极管26发射彩色光，诸如红光、蓝光或绿光。

[0034] 在另一种合适的配置中，显示器14中的彩色像素22可使用发射白光的白色有机发

光二极管来形成，该白光通过滤色器诸如滤色器76过滤以产生彩色光。滤色器76可由沉积并图案化以形成滤色器阵列的有色聚合物形成。例如，红色像素22可由与红色滤色器76R配对的白色有机发光二极管形成，绿色像素22可由与绿色滤色器76G配对的白色有机发光二极管形成，并且蓝色像素22可由与蓝色滤色器76B配对的白色有机发光二极管形成。如果需要，显示器14可包括其他颜色的像素。将白色有机发光二极管与红色、绿色和蓝色滤色器配对的布置在本文中有时被描述为示例。

[0035] 图4中示出了在发光二极管26之一附近的示意性有机发光二极管显示器的一部分的横截面侧视图。如图4所示，显示器14可包括基板层，诸如基板层30。基板30可由聚合物、玻璃、蓝宝石、半导体材料诸如硅或其他合适的材料形成。

[0036] 薄膜晶体管电路44可在基板30上形成。薄膜晶体管电路44可包括层32。层32可包括无机层，诸如无机缓冲层、阻挡层（例如，阻挡水分和杂质的阻挡层）、栅极绝缘体、钝化层、层间电介质和其他无机介电层。层32还可以包括有机介电层，诸如聚合物平面化层。金属层和半导体层也可以包括在层32内。例如，半导体诸如硅、半导体氧化物半导体或其他半导体材料可用于形成薄膜晶体管58的半导体沟道区（图3）。层32中的金属诸如金属迹线74可用于形成晶体管栅极端子、晶体管源极-漏极端子、电容器电极和金属互连器。

[0037] 如图4所示，发光二极管26可以形成在像素限定层60中的开口内。像素限定层60可以由图案化的可光成像聚合物（诸如聚酰亚胺）形成，并且/或者可以由一个或多个无机层（诸如氮化硅、二氧化硅或其他合适的材料）形成。

[0038] 每个发光二极管26可包括插置在相应阳极36和阴极42之间的发光二极管层38。阳极36可以从金属层（例如，银、铝或其他合适的金属）和/或一个或多个其他导电层（诸如氧化铟锡、氧化钼（MoO_x）、氮化钛（TiN_x）的层，或其他透明导电材料）图案化。在一种示例性布置中，阳极36可由非导电材料（例如，氧化硅（SiO_x）、氮化硅（SiN_x）或聚合物）的一个或多个层形成，该一个或多个层具有导电透明材料（例如氧化铟锡、氧化铟镓锌、其他透明导电氧化物等）的顶层和反射金属（例如，银、铝、反射金属的化合物等）的底层。阴极42可以由沉积在像素限定层60顶部上的公共导电层形成。阴极42可以由薄金属层（例如，金属层诸如镁银层）和/或氧化铟锡或其他透明导电材料形成。阴极42优选地足够透明以允许光80离开发光二极管26。

[0039] 图4的示例仅为示意性的，其中二极管26的阳极由图案化的导电层形成，而二极管26的阴极由毯状导电层形成。如果需要，阳极36可由毯状导电层形成，并且阴极42可由毯状导电层形成。

[0040] 图4的示例仅为示意性的，其中二极管26为“顶部发射”有机发光二极管。如果需要，显示器14可使用底部发射有机发光二极管来实现。

[0041] 金属互连结构可用于互连电路44中的晶体管和其他部件。金属互连线还可用于将信号路由至电容器，路由至数据线D和栅极线G，路由至接触垫（例如，耦接到栅极驱动器电路的接触垫）以及路由至显示器14中的其他电路。如图4所示，层32可包括用于形成互连件诸如金属迹线74的一个或多个图案化金属层（例如，迹线74可用于形成数据线D、栅极线G、电源线路、时钟信号线和其他信号线）。

[0042] 如果需要，显示器14可以具有保护性外显示层，诸如覆盖层70。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的材料形成。保护层46可覆盖阴极42。有时

可被称为薄膜封装层的层46可包括防潮结构,密封剂材料诸如聚合物、粘合剂和/或用于帮助保护薄膜晶体管电路的其他材料。

[0043] 功能层68可以插置在层46和覆盖层70之间。功能层68可以包括触摸传感器层、圆偏光器层和其他层。圆偏光器层可以帮助减少来自反射结构诸如阳极36和阴极42的光反射。触摸传感器层可以由柔性聚合物衬底上的电容式触摸传感器电极阵列形成。触摸传感器层可以用于收集来自用户的手指、触笔或来自其他外部对象的触摸输入。光学透明粘合剂层可用于将覆盖层70(例如,玻璃、蓝宝石、聚合物或其他合适材料的层)和功能层68附接到下面的显示层诸如层46、薄膜晶体管电路44和基板30。

[0044] 发光二极管层38可以包括有机发光层(例如,发射红光的红色二极管26中的红色发光层、发射绿光的绿色二极管26中的绿色发光层,以及发射蓝光的蓝色二极管26中的蓝色发光层,发射白光的发射材料的组合等)。发光材料可以是诸如磷光材料或荧光材料的材料,其在二极管操作期间发光。发光二极管层38中的发光材料可以夹置在附加的二极管层之间,诸如空穴注入层、空穴传输层、电子注入层和电子传输层。

[0045] 如结合图3所讨论的,像素22可包括发射白光的白色有机发光二极管26,该白光通过滤色器过滤以产生彩色光。滤色器76(图3)可位于发光二极管26下方(例如,位于基板30和二极管26之间),或者可位于发光二极管26上方(例如,位于覆盖层70和二极管26之间)。

[0046] 使用一个或多个发射层和/或一个或多个磷光体层来混合三原色(例如,红色、绿色和蓝色)或两种互补色(例如,黄色/橙色和蓝色),可实现图4的有机发光二极管26的白色发射。图5至图10示出了可用于形成显示器14的白色发光二极管26的结构的各种示例。

[0047] 如图5所示,白色发光二极管26可包括夹置在阳极36和阴极42之间的发光二极管层38。发光二极管层38包括电子传输层48、发射层50、空穴传输层52和空穴注入层54。

[0048] 在图5的示例中,白色发光二极管26包括混合不同颜色的发射材料以产生白光80W的单个发射层50。例如,发射层50可以是组合以形成白光80W的原色发射材料诸如红色、绿色和蓝色发射材料的混合物,或者发射层50可以是组合以形成白光80W的互补色发射材料诸如蓝色和黄色(或橙色)发射材料的混合物。

[0049] 在图6的示例中,白色发光二极管26的发射层50包括第一发射层50-1和第二发射层50-2。发射层50-1和发射层50-2可以是组合以形成白光80W的互补色发射材料(例如,层50-1可以是蓝色发射材料,而层50-2可以是黄色或橙色发射材料,或者反之亦然),或者发射层50-1和发射层50-2之一可包括两种原色发射材料的混合物,而另一个发射层可包括组合以形成白光80W的第三原色发射材料(例如,层50-1可以是蓝色发射材料,而层50-2可以是红色和绿色发射材料的混合物,或者反之亦然)。

[0050] 在图6的示例中,白色发光二极管26的发射层50包括第一发射层50-1、第二发射层50-2和第三发射层50-3。发射层50-1、50-2和50-3可以是组合以形成白光80W的原色发射材料。例如,层50-1可为蓝色发射材料,层50-2可为绿色发射材料,并且层50-3可为红色发射材料。层的这种排序仅为示意性的。一般来讲,二极管26的层50中的红色、绿色和蓝色发射层可以任何合适的顺序堆叠。

[0051] 在图8的示例中,白光80W通过将发射层50与磷光体层诸如磷光体层56配对而形成。磷光体层56可在基板30上形成(例如,磷光体56可在基板30下方形成,如图8的示例所示,可在基板30上方形成,可在发射层50上方形成,或者可在二极管26中其他合适的位置中

形成)。发射层50和磷光体层56可产生组合以形成白光80W的互补色的光。例如,发射层50可发射蓝光,并且磷光体56可为黄色磷光体。来自蓝色发射层50的一些蓝色光子将从二极管26发射而不被改变以形成蓝光。来自蓝色发射层50的其他蓝色光子将被黄色磷光体层56转变为黄光。蓝光和黄光可组合以形成白光80W。使用蓝色发射材料和黄色磷光体仅为示意性的。如果需要,发射层50可发射紫外光和/或磷光体层56可发射绿光和/或红光。

[0052] 在图9的示例中,白光80W由串接堆叠的一对发光二极管单元38-1和38-2形成。发光二极管单元38-1包括电子传输层48-1、发射层50-1、空穴传输层52-1和空穴注入层54-1。发光二极管单元38-2包括电子传输层48-2、发射层50-2、空穴传输层52-2和空穴注入层54-2。发光二极管单元38-1和38-2可发射组合以形成白光80W的互补色(例如,蓝色和黄色或其他合适的互补色)的光。例如,发射层50-1可发射蓝光,并且发射层50-2可发射黄光,或者反之亦然。

[0053] 发光二极管单元38-1和38-2可串联电连接。电荷产生互连层诸如电荷产生层62可位于单元38-1和38-2之间,并且可用于将单元38-1耦接到单元38-2。电荷产生层62可例如由n型层(有时称为电子注入导电层)和p型层(有时称为空穴注入导电层)形成。

[0054] 在图10的示例中,白光80W由串接堆叠的三个发光二极管单元38-1、38-2和38-3形成。发光二极管单元38-1包括电子传输层48-1、发射层50-1、空穴传输层52-1和空穴注入层54-1。发光二极管单元38-2包括电子传输层48-2、发射层50-2、空穴传输层52-2和空穴注入层54-2。发光二极管单元38-3包括电子传输层48-3、发射层50-3、空穴传输层52-3和空穴注入层54-3。发光二极管单元38-1、38-2和38-3可发射组合以形成白光80W的原色的光(例如,红光、绿光和蓝光)。例如,发射层50-1可发射蓝光,发射层50-2可发射绿光,并且发射层50-3可发射红光。单元的这种排序仅为示意性的。一般来讲,红色、绿色和蓝色发光单元38-1、38-2和38-3可以任何合适的顺序堆叠。

[0055] 发光二极管单元38-1、38-2和38-3可串联电连接。第一电荷产生互连层诸如电荷产生层62-1可位于单元38-1和38-2之间,并且可用于将单元38-1耦接到单元38-2。第二电荷产生互连层诸如电荷产生层62-2可位于单元38-2和38-3之间,并且可用于将单元38-2耦接到单元38-3。电荷产生层62-1和62-2可各自由n型层(有时称为电子注入导电层)和p型层(有时称为空穴注入导电层)形成。

[0056] 在通过滤色器过滤白光形成彩色像素的显示器中,必须注意避免光源效率损失、滤色器对准误差和宽视角下的色移。图11和图12示出了用于使用白色发光二极管和滤色器形成彩色像素22的示意性布置,其具有提高的光学效率、减小的对准误差和宽视角下的最小色移。

[0057] 在图11的示例中,显示器14的像素22包括白色发光二极管26和滤色器诸如滤色器76。白色发光二极管26可使用图5至图10的布置中的一者形成,或者可使用其他发光二极管结构形成。滤色器76可以是红色滤色器、绿色滤色器、蓝色滤色器或其他合适的滤色器。滤色器76可在高折射率材料诸如层78上形成。层78可由二氧化钛、氮化硅、氧化硅或具有相对高折射率的其他合适的无机材料形成。反射层诸如反射层84可在发光二极管26下方的基板30上形成,以向上反射光并将其反射出显示器14。

[0058] 封盖层(capping layer)诸如封盖层64可被形成在阴极42上。封盖层64可以是有助于增加通过阴极42的透射率的有机层。阻挡层92可包括有机层诸如有机层72(例如,锰或

其他合适的有机材料)和无机层诸如无机层66和74(例如,氮化硅、氧化硅或其他合适的无机材料)。附加层诸如结合图4所述的层可用于显示器14中。例如,层102可包括保护层46和/或功能层68(图4)。覆盖层70可覆盖有机发光二极管26。

[0059] 反射材料诸如金属和反射界面(例如,高折射率材料和低折射率材料之间的界面)可导致光在像素22内谐振。例如,电极42和36可为至少部分反射的,并且可表现出与具有平行反射镜的微谐振器类似的效果,有时称为微腔(例如,Fabry Pérot干涉仪)。像素22的光谱发射可取决于像素22内的微腔(或多个微腔)的谐振器特性。当入射光和微腔中的反射光之间发生相长干涉时,像素的光学效率会提高。微腔效应可通过调整像素22中的层的厚度并且/或者通过选择某些材料以实现期望的谐振效应(例如,选择具有不同折射率、不同反射率水平等的材料)来优化。

[0060] 像素22可包括提高像素的光学效率的一个或多个微腔。第一微腔可形成在阳极36和阴极42之间(如通过谐振光94所示),第二微腔可形成在阻挡层92之间(如通过谐振光96所示),并且第三微腔可形成在阳极36和高折射率层78之间(如通过光98所示)。这些微腔可被调整以优化像素22的光学效率。

[0061] 在操作期间,来自二极管26的白光在像素22内的微腔中谐振,并被滤色器76过滤以产生彩色光80C。由阳极36、滤色器层76和高折射率层78形成的微腔可用于多种目的。首先,滤色器层76(例如,低折射率材料诸如聚合物)和高折射率层78之间的折射率差值导致光98在层76和78内谐振,从而导致相长干涉并因此得到提高的光学效率和更好的视角性能。层78和76之间的折射率差值可为0.4、0.5、0.6、0.8、1、大于1或小于1。其次,这种微腔效应急意味着光98在作为有色光80C离开像素22之前多次穿过滤色器76。因为光98多次穿过滤色器76,所以滤色器76可相对较薄。薄滤色器层继而可减少像素22中不必要的吸收。

[0062] 此外,图11的滤色器76形成在发光二极管26下方,因此可允许用于在基板30上沉积滤色器材料76的沉积方法的类型具有更大的灵活性。例如,层88可使用薄膜晶体管阵列工艺形成,并且层90可由有机发光二极管和薄膜封装工艺形成。因为层88在有机发光二极管层38之前形成在基板30上,所以可使用光刻技术、精细金属掩模技术或其他技术在基板30上沉积滤色器(例如,红色、绿色和蓝色滤色器),而没有损坏有机发光二极管层38的风险。

[0063] 然而,这仅为示意性的。如果需要,滤色器层76可在发光二极管26上方形成。这种类型的布置的示例在图12中示出。

[0064] 如图12所示,显示器14的像素22包括白色发光二极管26和滤色器诸如滤色器76。白色发光二极管26可使用图5至图10的布置中的一者形成,或者可使用其他发光二极管结构形成。滤色器76可以是红色滤色器、绿色滤色器、蓝色滤色器或其他合适的滤色器。滤色器76可在阻挡层92上形成。反射层诸如反射层84可在发光二极管26下方的基板30上形成,以向上反射光并将其反射出显示器14。

[0065] 附加层诸如结合图4所述的层可用于显示器14中。例如,层102可包括保护层46和/或功能层68(图4)。覆盖层70可覆盖有机发光二极管26。

[0066] 封盖层诸如封盖层64可被形成在阴极42上。封盖层64可以是有助于增加通过阴极42的透射率的有机层。阻挡层92可包括有机层诸如有机层72(例如,锰或其他合适的有机材料)和无机层诸如无机层66和74(例如,氮化硅、氧化硅或其他合适的无机材料)。

[0067] 像素22可包括提高像素的光学效率的一个或多个微腔。第一微腔可形成在阳极36和阴极42之间(如通过谐振光94所示),第二微腔可形成在阻挡层92之间(如通过谐振光96所示),并且第三微腔可形成在阳极36和高折射率层78之间(如通过光98所示)。低折射率层86可由无机层(例如,氧化物材料或其他无机材料)或有机层(例如,聚合物材料或其他有机材料)形成。高折射率层78可由二氧化钛、氮化硅、氧化硅或具有相对高折射率的其他合适的无机材料形成。层78和86之间的折射率差值可为0.4、0.5、0.6、0.8、1、大于1或小于1。像素22中的微腔可被调整以优化像素22的光学效率。

[0068] 在操作期间,来自二极管26的白光在像素22内的微腔中谐振,并被滤色器76过滤以产生彩色光80C。低折射率层86和高折射率层78之间的折射率差值导致光98在层86和78内谐振,从而导致相长干涉并因此得到提高的光学效率和更好的视角性能。

[0069] 根据一个实施方案,提供了一种有机发光二极管显示器,该有机发光二极管显示器包括基板、覆盖层、插置在基板和覆盖层之间的白色有机发光二极管,以及插置在白色有机发光二极管和基板之间的滤色器。

[0070] 根据另一个实施方案,有机发光二极管显示器包括插置在基板和滤色器之间的高折射率层。

[0071] 根据另一个实施方案,有机发光二极管显示器包括插置在高折射率层和基板之间的反射层。

[0072] 根据另一个实施方案,反射层包括金属。

[0073] 根据另一个实施方案,高折射率层包括选自二氧化钛和氮化硅的材料。

[0074] 根据另一个实施方案,白色有机发光二极管包括阳极,并且阳极、高折射率层和滤色器形成微腔,该微腔使来自发光二极管的光在高折射率层和阳极之间谐振。

[0075] 根据另一个实施方案,白色有机发光二极管包括混合三种原色以形成白光的发射层。

[0076] 根据另一个实施方案,白色有机发光二极管包括多个发射层,它们各自发射相关联颜色的光,并且来自多个发射层的光组合以形成白光。

[0077] 根据另一个实施方案,白色有机发光二极管包括发射蓝光的蓝色发射层和将蓝光中的一些转变为黄光并且蓝光和黄光组合以形成白光的磷光体。

[0078] 根据另一个实施方案,白色有机发光二极管包括串接堆叠并串联耦接的至少两个发光二极管单元。

[0079] 根据一个实施方案,提供了有机发光二极管像素,该有机发光二极管像素包括基板、基板上的白色有机发光二极管,该白色有机发光二极管包括阳极、在该白色有机发光二极管上方形成的覆盖层,以及具有第一折射率的第一层和具有高于第一折射率的第二折射率的第二层,第一层和第二层插置在白色有机发光二极管和基板之间,阳极、第一层和第二层形成微腔,并且来自白色有机发光二极管的光在微腔内谐振。

[0080] 根据另一个实施方案,有机发光二极管像素包括插置在覆盖层和白色有机发光二极管之间的滤色器。

[0081] 根据另一个实施方案,第一层包括滤色器层。

[0082] 根据另一个实施方案,有机发光二极管像素包括插置在第二层和基板之间的金属反射器。

[0083] 根据另一个实施方案，有机发光二极管像素包括插置在覆盖层和白色有机发光二极管之间的封盖层。

[0084] 根据一个实施方案，提供了一种显示器，该显示器包括基板、基板上的发射白光的有机发光二极管阵列、过滤白光以产生彩色光的滤色器阵列、有机发光二极管阵列上方的覆盖层，彩色光穿过该覆盖层；以及在每个有机发光二极管和基板之间的微腔，白光中的至少一些在作为彩色光穿过覆盖层之前在微腔中谐振。

[0085] 根据另一个实施方案，微腔由具有不同折射率的第一层和第二层形成。

[0086] 根据另一个实施方案，微腔的第一层由滤色器阵列的一部分形成。

[0087] 根据另一个实施方案，显示器包括插置在微腔和基板之间的金属反射器。

[0088] 根据另一个实施方案，显示器包括插置在有机发光二极管阵列和覆盖层之间的封盖层。

[0089] 前文仅为示意性的，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。

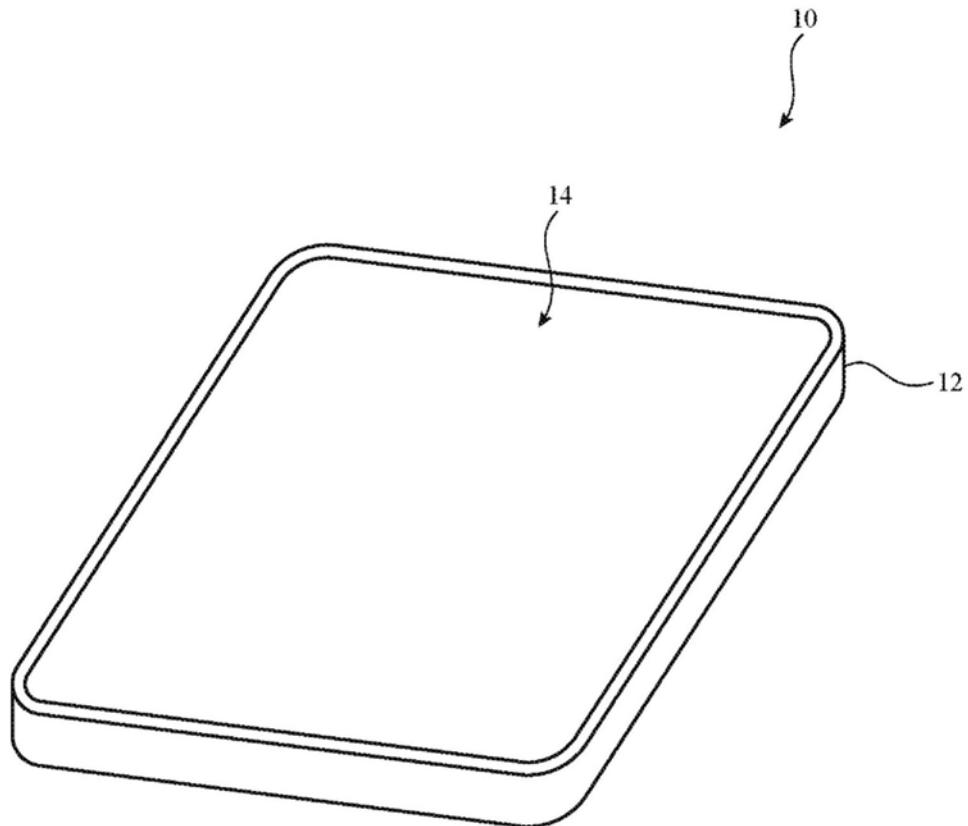


图1

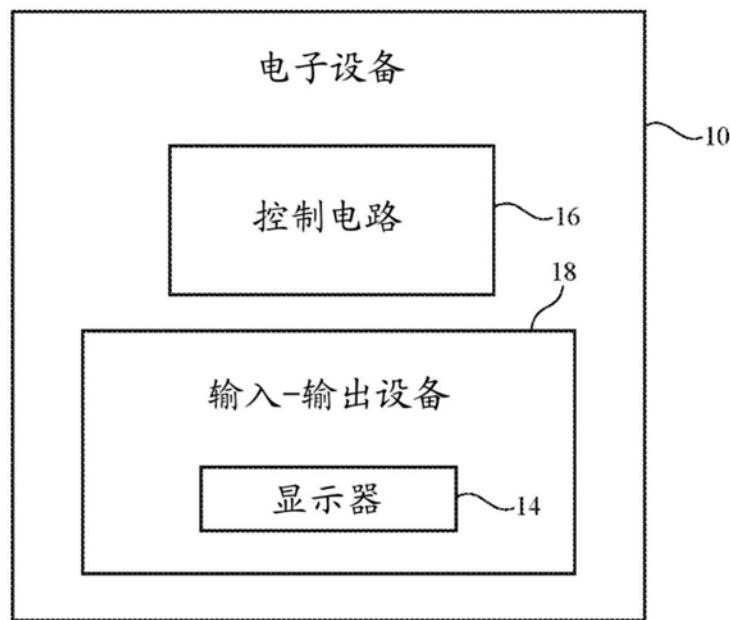


图2

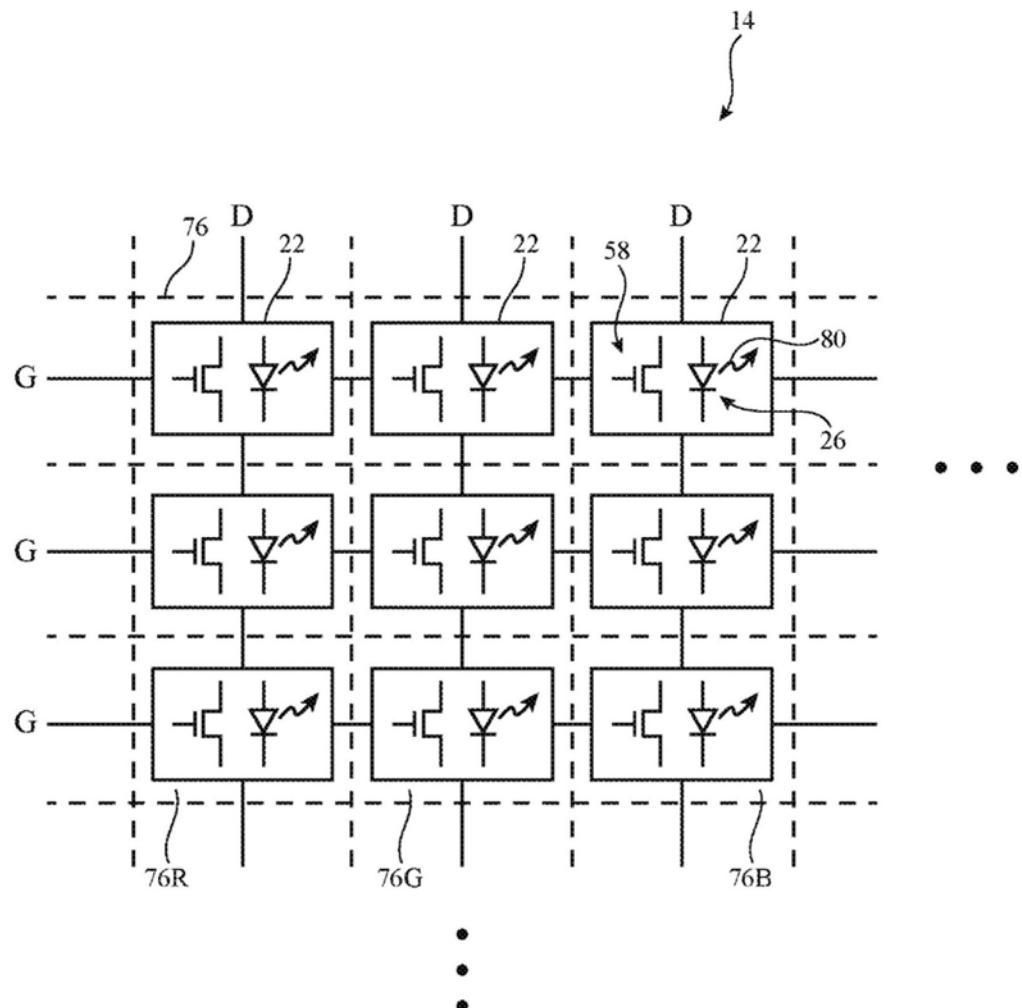


图3

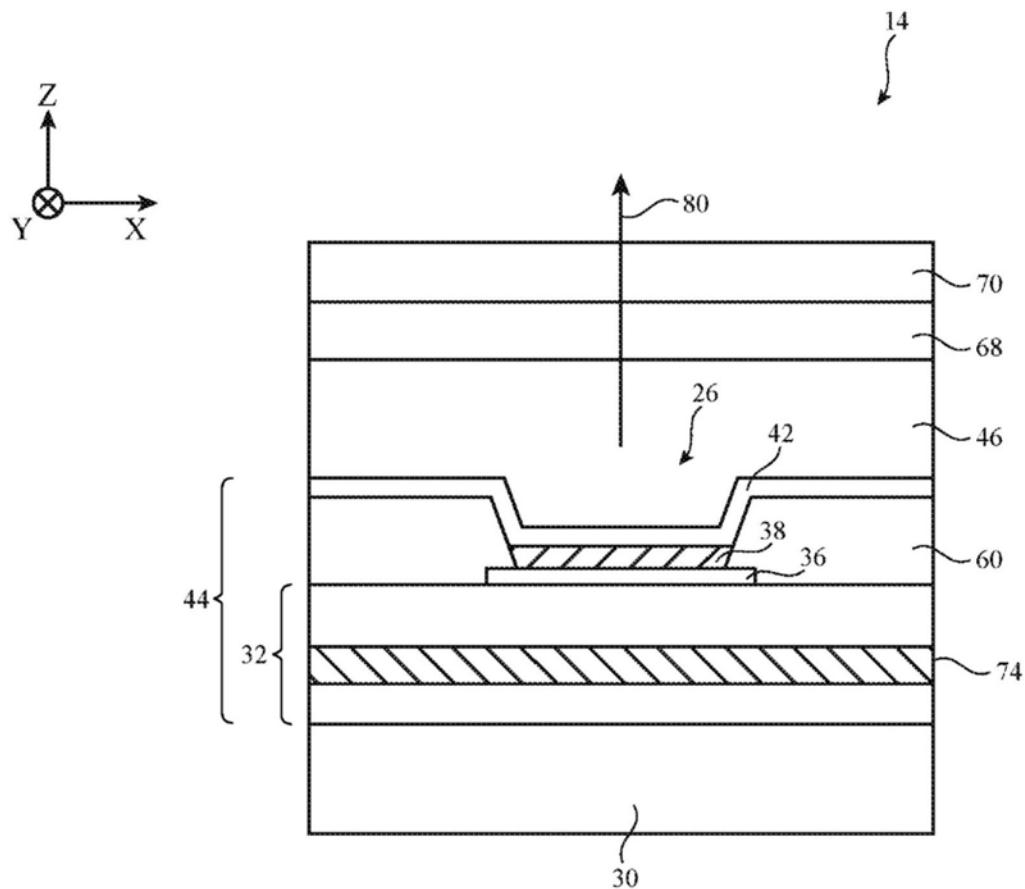


图4

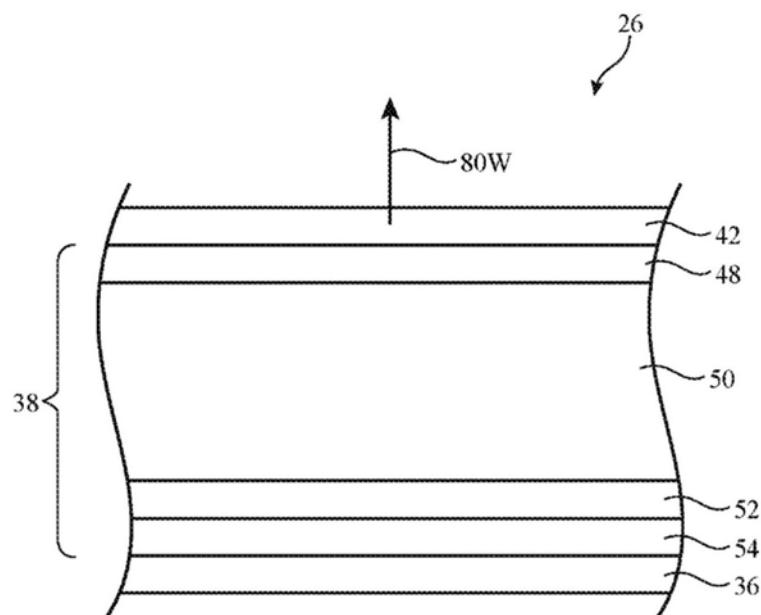


图5

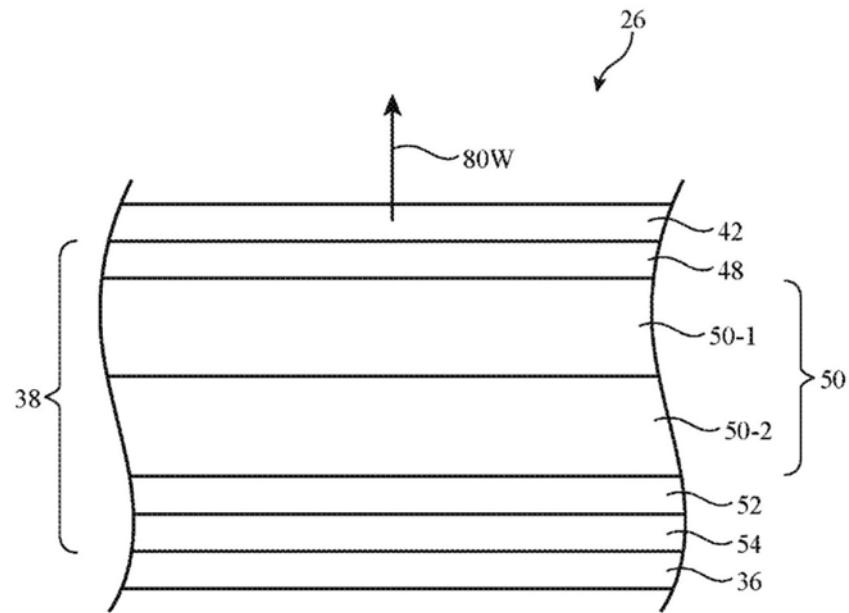


图6

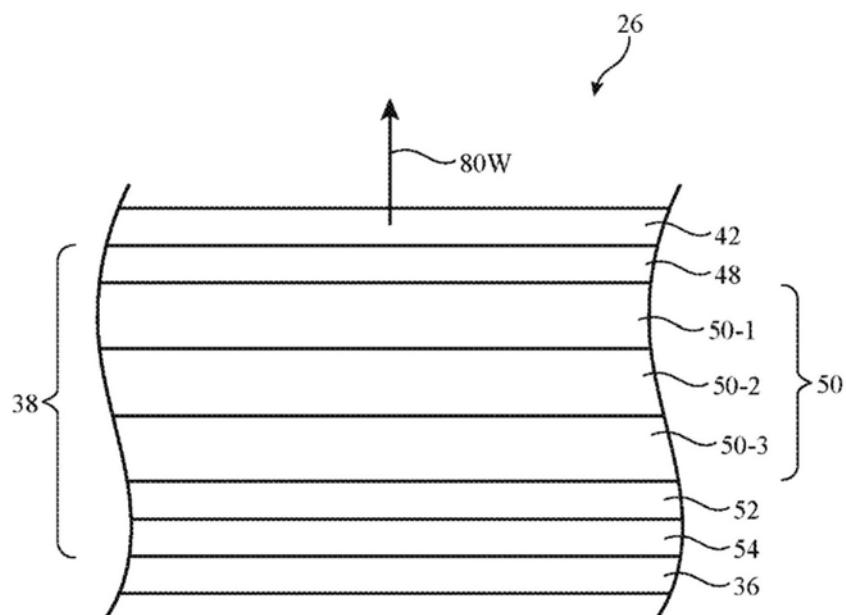


图7

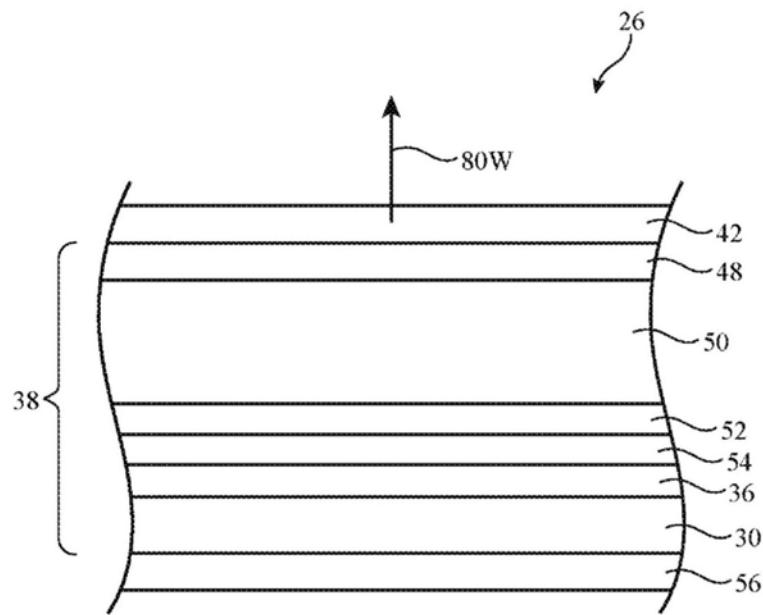


图8

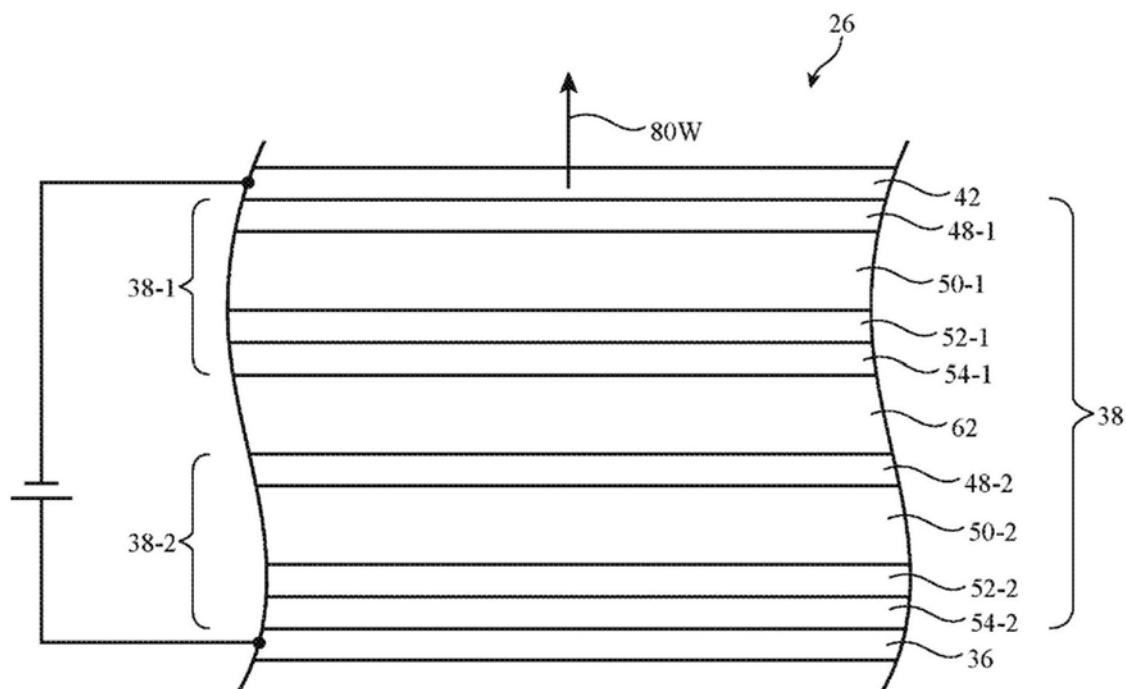


图9

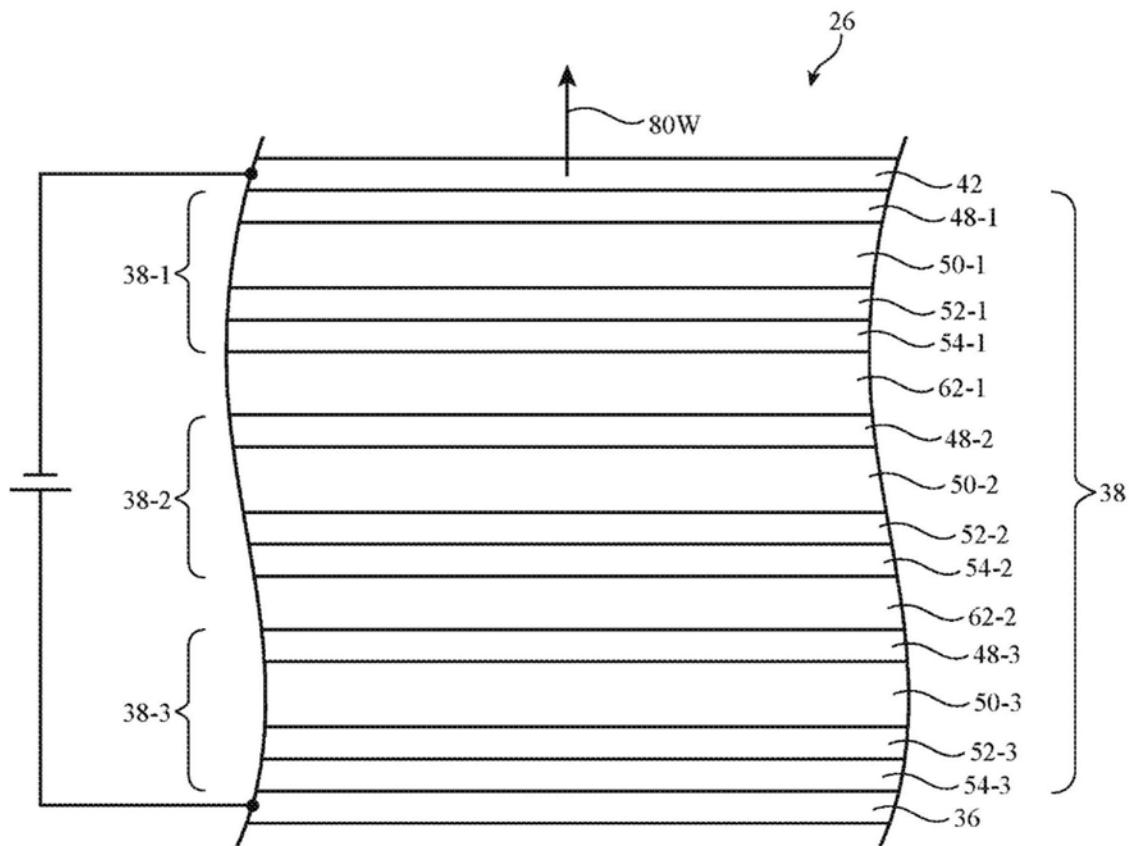


图10

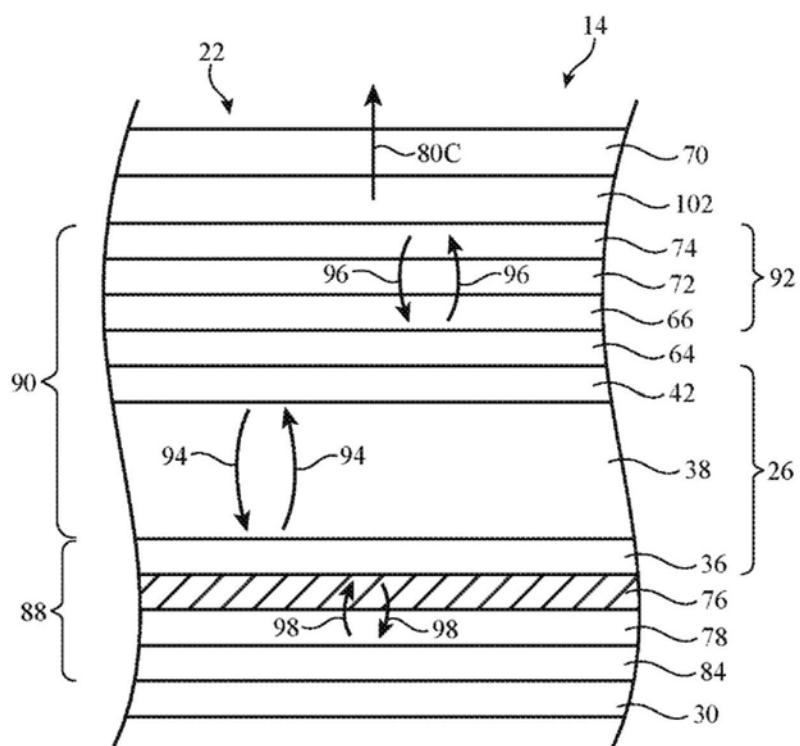


图11

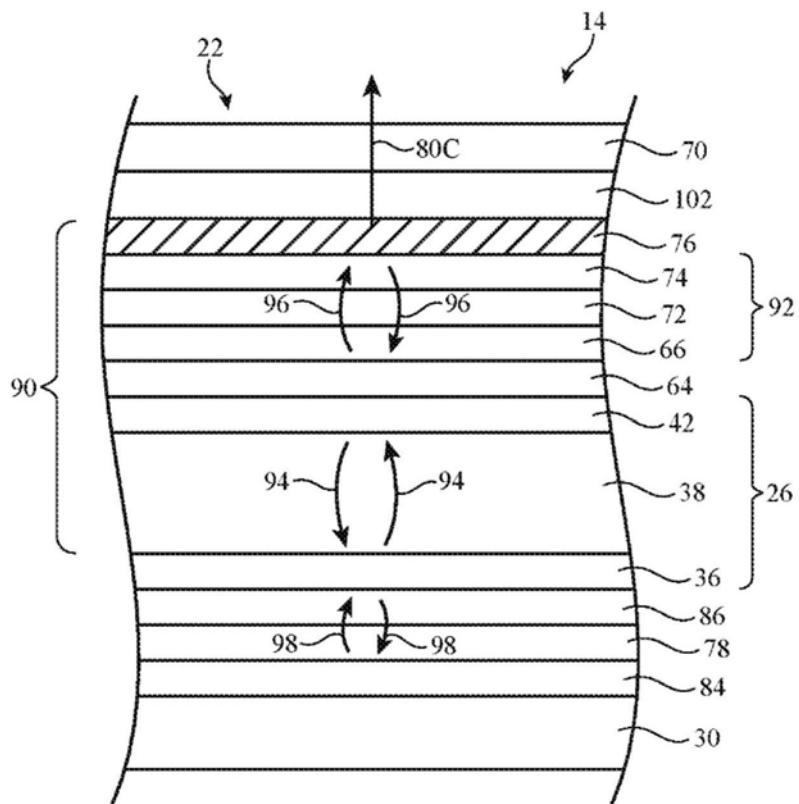


图12

专利名称(译)	具有白色有机发光二极管的显示器		
公开(公告)号	CN111164780A	公开(公告)日	2020-05-15
申请号	CN201880063011.0	申请日	2018-09-24
[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	刘睿 L·蔡		
发明人	C-Y·陆 刘睿 L·蔡		
IPC分类号	H01L51/52 H01L27/32		
CPC分类号	H01L27/322 H01L51/5265		
代理人(译)	吴丽丽		
优先权	62/564732 2017-09-28 US		
外部链接	Espacenet Sipo		

摘要(译)

显示器可具有由有机发光二极管和薄膜晶体管电路形成的像素阵列。所述有机发光二极管可插置在基板(30)和覆盖层(70)之间。所述有机发光二极管可为发射白光的白色发光二极管(26)，所述白光通过滤色器阵列(76)被过滤以产生彩色光。所述滤色器阵列可位于所述发光二极管阵列上方或下方。可在所述基板(30)和每个发光二极管(26)之间形成微腔。所述微腔可由所述发光二极管中的阳极(36)以及具有不同折射率的第一层和第二层(78)形成。低折射率层可由所述滤色器阵列中的滤色器形成。来自所述发光二极管的光可在作为彩色光离开所述显示器之前在每个发光二极管下面的所述微腔内谐振。

