



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115241232 A

(43) 申请公布日 2022. 10. 25

(21) 申请号 202210432023.4

H01L 51/52 (2006.01)

(22) 申请日 2022.04.22

(30) 优先权数据

63/179,074 2021.04.23 US

17/389,934 2021.07.30 US

17/647,214 2022.01.06 US

(71) 申请人 应用材料公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 郑知泳 陈重嘉 林裕新 李汀珉

迪特尔·哈斯 金时经

(74) 专利代理机构 北京律诚同业知识产权代理

有限公司 11006

专利代理师 徐金国 赵静

(51) Int. Cl.

H01L 27/32 (2006.01)

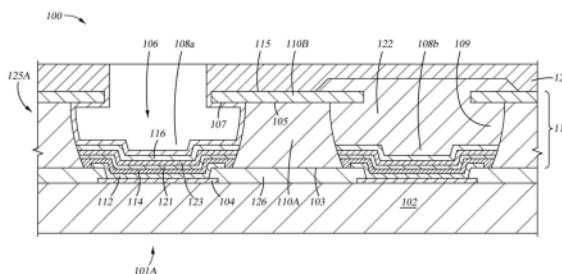
权利要求书4页 说明书9页 附图14页

(54) 发明名称

用于OLED装置的导电氧化物悬垂结构

(57) 摘要

本文描述了可用于有机发光二极管(OLED)显示器中的子像素电路和形成可用于OLED显示器中的子像素电路的方法。悬垂结构对所述子像素电路是永久性的。所述悬垂结构包括导电氧化物。所述悬垂结构的第一构造包括基部部分和顶部部分,其中所述顶部部分设置在所述基部部分上。在第一子构造中,所述基部部分包括TCO材料或TMO材料中的至少一种材料的所述导电氧化物。在第二子构造中,所述基部部分包括金属合金材料和金属氧化物表面的所述导电氧化物。所述悬垂结构的第二构造包括所述基部部分和所述顶部部分,其中主体部分设置在所述基部部分与所述顶部部分之间。所述主体部分包括金属合金主体和所述金属氧化物表面。



1. 一种装置,包括:

基板;

相邻的像素限定层 (PDL) 结构,所述相邻的PDL结构设置在所述基板之上;

悬垂结构,所述悬垂结构设置在所述PDL结构的上表面之上;

多个子像素,每个子像素由彼此相邻的第一悬垂结构和第二悬垂结构限定,其中每个子像素包括:

所述第一悬垂结构和所述第二悬垂结构,所述第一悬垂结构和所述第二悬垂结构具有:

基部部分,所述基部部分设置在所述PDL结构的一个PDL结构的所述上表面之上,所述基部部分包括第一组成的第一金属;

主体部分,所述主体部分设置在所述基部部分上,所述主体部分包括不同于所述第一组成的第二组成的第二金属,其中所述主体部分的底表面具有小于或等于所述基部部分的顶表面的宽度;和

顶部部分,所述顶部部分设置在所述主体部分上,所述顶部部分包括不同于所述第一组成和所述第二组成的第三组成的第三金属,所述第一悬垂结构的所述顶部部分的第一延伸部侧向地延伸超过所述基部部分和所述主体部分的第一侧壁,并且所述第二悬垂结构的所述顶部部分的第二延伸部侧向地延伸超过所述基部部分和所述主体部分的第二侧壁;

阳极;

有机发光二极管 (OLED) 材料,所述OLED材料设置在所述阳极之上并与所述阳极接触;和

阴极,所述阴极设置在所述OLED材料之上,所述阴极在所述第一悬垂结构的所述顶部部分的所述第一延伸部和所述第二悬垂结构的所述顶部部分的所述第二延伸部之下延伸,其中所述阴极至少接触所述第一悬垂结构的所述基部部分的第一侧壁。

2. 如权利要求1所述的装置,其中所述第一组成包括以下项中的至少一种:

过渡金属;

过渡金属氧化物 (TMO) 材料;或者

透明导电氧化物 (TCO) 材料。

3. 如权利要求2所述的装置,其中:

所述过渡金属包括钌 (Ru)、钒 (V)、钛 (Ti)、锌 (Zn)、铜 (Cu)、钼 (Mo) 或它们的组合;

所述TMO材料包括所述过渡金属的一种或多种氧化物;并且

所述TCO材料包括铟锌氧化物 (IZO)、铟镓锌氧化物 (IGZO)、铟锡氧化物 (ITO) 或它们的组合中的一种或多种。

4. 如权利要求1所述的装置,其中所述第二组成包括金属合金材料。

5. 如权利要求4所述的装置,其中所述金属合金材料包括铜 (Cu)、钛 (Ti)、铝 (Al)、钼 (Mo)、银 (Ag)、锡 (Sn) 或它们的组合。

6. 如权利要求4所述的装置,其中所述主体部分进一步包括金属氧化物表面。

7. 如权利要求6所述的装置,其中所述金属氧化物表面包括所述金属合金材料的一种或多种氧化物。

8. 如权利要求1所述的装置,其中所述第三组成包括金属材料。

9. 如权利要求8所述的装置,其中所述金属材料包括Ti、Cu、Mo、ITO、IZO或它们的组合。
10. 如权利要求1所述的装置,其中所述悬垂结构的相邻的悬垂部由以下项限定:  
从所述基部部分的侧壁到所述顶部部分的下侧的悬垂宽度;和  
从所述PDL结构到所述顶部部分的所述下侧的悬垂深度。
11. 如权利要求10所述的装置,其中所述悬垂结构中的每一个悬垂结构的所述悬垂宽度是约0.5 $\mu\text{m}$ (微米)至约1 $\mu\text{m}$ 。
12. 如权利要求1所述的装置,进一步包括包封层,所述包封层设置在所述阴极之上。
13. 如权利要求12所述的装置,其中所述包封层延伸:  
以在所述第一侧壁处接触所述基部部分的所述第一组成的所述第一金属;  
以在所述第一延伸部和所述第二延伸部的下侧表面处接触所述顶部部分的所述第三组成的所述第三金属;并且  
至少在所述第一悬垂结构的所述顶部部分的所述第一延伸部和所述第二悬垂结构的所述顶部部分的所述第二延伸部的顶表面的第一部分之上。
14. 如权利要求13所述的装置,其中所述包封层延伸以接触所述第一悬垂结构和所述第二悬垂结构的所述主体部分。
15. 如权利要求12所述的装置,其中每个子像素进一步包括塞,所述塞设置在所述包封层之上,所述塞具有与所述OLED材料的OLED透射率匹配或实质上匹配的塞透射率。
16. 如权利要求12所述的装置,进一步包括整体包封层,所述整体包封层设置在所述第一悬垂结构、所述第二悬垂结构和所述包封层之上。
17. 如权利要求1所述的装置,其中所述装置包括点型架构或线型架构。
18. 如权利要求1所述的装置,其中所述基板是预图案化铟锡氧化物(ITO)玻璃基板。
19. 一种装置,包括:  
基板;  
相邻的像素限定层(PDL)结构,所述相邻的PDL结构设置在所述基板之上;  
悬垂结构,所述悬垂结构设置在所述PDL结构的上表面之上;  
多个子像素,每个子像素由彼此相邻的第一悬垂结构和第二悬垂结构限定,其中每个子像素包括:  
所述第一悬垂结构和所述第二悬垂结构,所述第一悬垂结构和所述第二悬垂结构具有:  
基部部分,所述基部部分设置在所述PDL结构的一个PDL结构的所述上表面之上,所述基部部分包括第一组成的第一金属;和  
顶部部分,所述顶部部分设置在所述基部部分之上,所述顶部部分包括不同于所述第一组成的第二组成的第二金属,所述第一悬垂结构的所述顶部部分的第一延伸部侧向地延伸超过所述基部部分,并且所述第二悬垂结构的所述顶部部分的第二延伸部侧向地延伸超过所述基部部分;  
阳极;  
有机发光二极管(OLED)材料,所述OLED材料设置在所述阳极之上并与所述阳极接触;  
和  
阴极,所述阴极设置在所述OLED材料之上,所述阴极在所述第一悬垂结构的所述顶部

部分的所述第一延伸部和所述第二悬垂结构的所述顶部部分的所述第二延伸部之下延伸，其中所述阴极至少接触所述第一悬垂结构的所述基部部分的第一侧壁。

20. 如权利要求19所述的装置，其中所述第一组成包括以下项中的至少一种：

过渡金属氧化物 (TMO) 材料；

透明导电氧化物 (TCO) 材料。

21. 如权利要求19所述的装置，其中具有所述第一组成的所述基部部分包括：

金属合金主体，所述金属合金主体包括金属合金材料。

22. 如权利要求21所述的装置，其中所述金属合金材料包括铜 (Cu)、钛 (Ti)、铝 (Al)、钼 (Mo)、银 (Ag)、锡 (Sn) 或它们的组合。

23. 如权利要求22所述的装置，其中金属氧化物表面设置在所述金属合金主体上。

24. 如权利要求19所述的装置，其中所述第二组成包括金属材料。

25. 如权利要求24所述的装置，其中所述金属材料包括Ti、Cu、Mo、ITO、IZO或它们的组合。

26. 一种装置，包括：

基板；

相邻的像素限定层 (PDL) 结构，所述相邻的PDL结构设置在所述基板之上并且限定所述装置的子像素；

悬垂结构，所述悬垂结构包括导电氧化物，所述悬垂结构设置在所述PDL结构的上表面之上；和

多个子像素，每个子像素包括：

阳极；

有机发光二极管 (OLED) 材料，所述OLED材料设置在所述阳极之上并与所述阳极接触；

和

阴极，所述阴极设置在所述OLED材料之上，其中设置在所述PDL结构的所述上表面之上的所述悬垂结构在所述OLED材料和所述阴极的一部分之上延伸。

27. 如权利要求26所述的装置，其中所述悬垂结构中的每一个悬垂结构包括：

基部部分，所述基部部分设置在所述PDL结构上，所述基部部分包括以下项中的至少一种：

透明导电氧化物 (TCO) 材料；

过渡金属氧化物 (TMO) 材料；或者

金属合金主体，所述金属合金主体包括金属合金材料，和金属氧化物表面，金属氧化物表面包括所述金属合金材料的一种或多种氧化物；和

顶部部分，所述顶部部分设置在所述基部部分之上，所述顶部部分包括金属材料。

28. 如权利要求27所述的装置，进一步包括主体部分，所述主体部分设置在所述基部部分与所述顶部部分之间，所述主体部分具有所述金属合金主体和所述金属氧化物表面。

29. 如权利要求22所述的装置，其中所述金属合金材料包括铜 (Cu)、钛 (Ti)、铝 (Al)、钼 (Mo)、银 (Ag)、锡 (Sn) 或它们的组合。

30. 如权利要求27所述的装置，其中：

所述TCO材料包括铟锌氧化物 (IZO)、铟镓锌氧化物 (IGZO)、铟锡氧化物 (ITO) 或它们的

组合中的一种或多种；

所述TMO材料包括过渡金属的氧化物；并且

所述金属材料包括Ti、Cu、Mo、ITO、IZO或它们的组合。

## 用于OLED装置的导电氧化物悬垂结构

### 背景技术

#### 技术领域

[0001] 本文描述的多个实施方式一般涉及显示器。更具体地,本文描述的多个实施方式涉及可用于显示器(诸如有机发光二极管(OLED)显示器)中的子像素电路和形成可用于显示器中的子像素电路的方法。

#### [0002] 相关技术的描述

[0003] 包括显示装置的输入装置可用于多种电子系统中。有机发光二极管(OLED)是一种发光二极管(LED),在OLED中发射电致发光层是响应于(response to)电流而发射光的有机化合物的膜。如果发射的光穿过透明或半透明底部电极和在基板上制造了面板的基板,则OLED装置被分类为底部发射装置。顶部发射装置基于从OLED装置发射的光是否穿过接在装置的制造之后添加的盖离开来进行分类。目前,OLED用于形成许多电子装置中的显示装置。目前的电子装置制造商正在促使这些显示装置的大小缩小,并且提供比几年前更高的分辨率。

[0004] 在当前,OLED像素图案化是基于限制面板大小、像素分辨率和基板大小的工艺。比起利用细金属掩模,应当使用光刻来图案化像素。在当前,OLED像素图案化要求在图案化工艺之后剥离有机材料。当被剥离时,有机材料留下破坏OLED性能的颗粒问题。因此,本领域中需要子像素电路和形成子像素电路的方法来增加每英寸像素并且提供改善的OLED性能。

#### 发明内容

[0005] 在一个实施方式中,提供了一种装置。所述装置包括:基板;相邻的像素限定层(PDL)结构,所述相邻的PDL结构设置在所述基板之上并且限定所述装置的字像素;悬垂结构,所述悬垂结构包括导电氧化物,并且所述悬垂结构设置在所述PDL结构的上表面之上;以及多个子像素。每个子像素包括:阳极;有机发光二极管(OLED)材料,所述OLED材料设置在所述阳极之上并与所述阳极接触;以及阴极,所述阴极设置在所述OLED材料之上,设置在所述PDL结构的所述上表面之上的所述导电氧化物悬垂结构在所述OLED材料和所述阴极的一部分之上延伸。

[0006] 在另一个实施方式中,提供了一种装置。所述装置包括多个子像素,所述多个子像素中的每个子像素由相邻的像素限定层(PDL)结构限定,其中悬垂结构设置在所述PDL结构之上,每个子像素具有:阳极;有机发光二极管(OLED)材料,所述OLED材料设置在所述阳极上;以及阴极,所述阴极设置在所述OLED材料之上,所述悬垂结构包括导电氧化物。所述装置通过包括以下步骤的工艺制成:使用蒸发沉积将所述OLED材料沉积在基板之上,所述OLED材料设置在所述阳极之上并与所述阳极接触,所述OLED材料具有由导电氧化物悬垂结构的相邻的悬垂部限定的OLED边缘;和使用蒸发沉积来沉积所述阴极,设置在所述PDL结构之上的所述悬垂结构在所述OLED材料和所述阴极的一部分之上延伸,所述悬垂结构包括导电氧化物。

[0007] 在另一个实施方式中,提供了一种方法。所述方法包括将悬垂层堆叠物设置在相邻的像素限定层(PDL)结构之上,多个子像素中的每个子像素由所述相邻的PDL结构限定。所述悬垂层堆叠物至少包括基部层和设置在所述基部层之上的顶部层。所述基部层包括透明导电氧化物(TCO)材料、过渡金属氧化物(TMO)材料或金属材料中的至少一种。所述方法包括:将抗蚀剂层设置在所述悬垂层堆叠物之上并图案化所述抗蚀剂层以在所述抗蚀剂层中形成像素开口;蚀刻由所述像素开口暴露的所述悬垂层堆叠物以形成具有对应于所述顶部层的顶部部分和至少对应于所述基部层的基部部分的悬垂结构;和使用蒸发沉积来沉积有机发光二极管(OLED)材料和阴极,使得所述阴极接触所述基部部分的至少一部分。

## 附图说明

[0008] 为了可详细地理解本公开内容的上述特征结构的方式,可参考多个实施方式来得得到以上简要地概述的本公开内容的更特别的描述,附图中示出了多个实施方式中的一些。然而,需注意,附图仅仅示出了多个示例性实施方式,并且因此不应当被视为对本公开内容范围的限制,并且可承认多个其他等效实施方式。

[0009] 图1A和图1B是根据多个实施方式的子像素电路的示意性横截面图。

[0010] 图1C和图1D是根据多个实施方式的子像素电路的示意性俯视截面图。

[0011] 图2A和图2B是根据多个实施方式的悬垂结构的示意性横截面图。

[0012] 图3是根据多个实施方式的用于形成子像素电路的方法的流程图。

[0013] 图4A至图4H是根据多个实施方式的在用于形成子像素电路的方法期间基板的一部分的示意性横截面图。

[0014] 为了便于理解,已经尽可能使用相同的附图标记标示各图共有的相同元素。设想的是,一个实施方式中公开的元素可有益地用在多个其他实施方式上,无需具体地叙述。

## 具体实施方式

[0015] 本文描述的多个实施方式一般涉及显示器。更具体地,本文描述的多个实施方式涉及可用于显示器(诸如有机发光二极管(OLED)显示器)中的子像素电路和形成可用于显示器中的子像素电路的方法。在可与本文描述的多个其他实施方式组合的一个实施方式中,显示器是底部发射(BE)或顶部发射(TE) OLED显示器。在可与本文描述的多个其他实施方式组合的另一个实施方式中,显示器是无源矩阵(PM)或有源矩阵(AM) OLED显示器。

[0016] 本文描述的多个实施方式的第一示例性实施方式包括具有点型架构的子像素电路。本文描述的多个实施方式的第二示例性实施方式包括具有线型架构的子像素电路。本文描述的多个实施方式的第三示例性实施方式包括具有点型架构的子像素电路,其中塞设置在相应的子像素的包封层上。本文描述的多个实施方式的第四示例性实施方式包括具有线型架构的子像素电路,其中塞设置在相应的子像素的包封层上。

[0017] 本文描述的多个实施方式中的每一个实施方式的子像素电路包括多个子像素,其中子像素中的每一个子像素由对子像素电路是永久性的相邻的悬垂结构限定。悬垂结构包括导电氧化物。虽然附图描绘了两个子像素,其中每个子像素由相邻的悬垂结构限定,但是本文描述的多个实施方式的子像素电路也包括多个子像素,诸如两个或更多个子像素。每个子像素具有被构造为在通电(energize)时发射白光、红光、绿光、蓝光或其他颜色的光的

OLED材料。例如,第一子像素的OLED材料在通电时发射红光,第二子像素的OLED材料在通电时发射绿光,并且第三子像素的OLED材料在通电时发射蓝光。

[0018] 悬垂结构对子像素电路是永久性的。悬垂结构包括导电氧化物。悬垂结构的第一构造包括基部部分和顶部部分,其中顶部部分设置在基部部分上。在第一子构造中,基部部分包括透明导电氧化物(TCO)材料或过渡金属氧化物(TMO)材料中的至少一种材料的导电氧化物。TCO材料包括但不限于下述材料的一种或多种:铟锌氧化物(IZO)、铟镓锌氧化物(IGZO)、铟锡氧化物(ITO)或它们的组合。TMO材料包括过渡金属。过渡金属是该过渡金属的原子具有部分地填充的d子壳(d sub-shell)或可产生具有不完整d子壳的阳离子的任何元素。过渡金属的示例包括但不限于下述材料的氧化物一种或多种:钌(Ru)、钒(V)、钛(Ti)、锌(Zn)、铜(Cu)、钼(Mo)或它们的组合。在第二子构造中,基部部分包括金属合金材料和金属氧化物表面的导电氧化物。金属合金材料包括但不限于铜(Cu)、Ti、铝(Al)、钼(Mo)、银(Ag)、锡(Sn)或它们的组合。金属氧化物表面包括金属合金材料的一种或多种氧化物。

[0019] 悬垂结构的第二构造包括基部部分和顶部部分,其中主体部分设置在基部部分与顶部部分之间。基部部分包括TCO材料或TMO材料中的至少一种材料的导电氧化物。主体部分包括金属合金主体和所述金属氧化物表面。金属合金主体包括金属合金材料。顶部部分包括金属材料,所述金属材料包括但不限于Ti、Cu、Mo、ITO、IZO或它们的组合。

[0020] 限定显示器的子像素电路的每个子像素的相邻的悬垂结构提供使用蒸发沉积形成子像素电路并且提供悬垂结构在子像素电路形成后保持在适当位置。蒸发沉积可用于沉积OLED材料(包括空穴注入层(HIL)、空穴传输层(HTL)、发射层(EML)和电子传输层(ETL))和阴极。包封层、塞和整体包封层中的一者或多者可经由蒸发沉积进行设置。悬垂结构在子像素的OLED材料和阴极的一部分之上延伸。对于OLED材料和阴极中的每一者,悬垂结构限定沉积角,即,在蒸发沉积期间提供遮蔽效应(shadowing effect),这样,OLED材料不接触悬垂结构,并且阴极接触悬垂结构的基部部分的侧壁的至少一部分。

[0021] 相应的子像素的包封层设置在具有包封层的阴极之上。包封层可以是或可对应于局部包封层。包封层可在相邻的悬垂结构中的每一个悬垂结构的至少一部分之下延伸。在可与本文描述的多个其他实施方式组合的多个其他实施方式中,包封层可进一步沿相邻的悬垂结构的侧壁延伸。包封层也可设置在悬垂结构的顶部部分的上表面之上或上。整体包封层可设置在包封层之上。第三示例性实施方式和第四示例性实施方式的塞可设置在包封层与整体包封层之间。在一个示例中,整体包封层与阴极和悬垂结构共形(conformal)。在另一个示例中,整体包封层与阴极和悬垂结构不共形(non-conformal)。整体包封层可包括喷墨子层和整体包封子层。

[0022] 图1A和图1B是子像素电路100的示意性横截面图。图1A的子像素电路100包括悬垂结构110的第一构造101A。悬垂结构110包括导电氧化物。悬垂结构110的第一构造101A包括基部部分110A和顶部部分110B,其中顶部部分110B设置在基部部分110A上。图1B的子像素电路100包括悬垂结构的第二构造101B。悬垂结构110的第二构造101B包括基部部分110A和顶部部分110B,其中主体部分110C设置在基部部分与顶部部分之间。

[0023] 子像素电路100包括基板102。金属层104可在基板102上被图案化并且由设置在基板102上的相邻的像素限定层(PDL)结构126限定。在可与本文描述的其他多个实施方式组合的一个实施方式中,金属层104在基板102上被预图案化。例如,基板102是预图案化铟锡

氧化物 (ITO) 玻璃基板。金属层104被构造为操作 (operate) 为相应的子像素的阳极。金属层104包括但不限于铬、钛、金、银、铜、铝、ITO或它们的组合,或者其他合适的导电材料。

[0024] PDL结构126设置在基板102上。PDL结构126包括有机材料、之上设置有无机涂层的有机材料或无机材料中的一种。PDL结构126的有机材料包括但不限于聚酰亚胺。PDL结构126的无机材料包括但不限于氧化硅 ( $\text{SiO}_2$ )、氮化硅 ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ )、氮氧化硅 ( $\text{SiON}$ )、氟化镁 ( $\text{MgF}_2$ ) 或它们的组合。相邻的PDL结构126限定相应的子像素并且暴露子像素电路100的相应的子像素的阳极(即,金属层104)。

[0025] 子像素电路100具有多个子像素106,至少包括第一子像素108a和第二子像素108b。同时,附图描绘了第一子像素108a和第二子像素108b。本文描述的多个实施方式的子像素电路100可包括两个或更多个子像素106,诸如第三子像素和第四子像素。每个子像素106具有被构造为在通电时发射白光、红光、绿光、蓝光或其他颜色的光的OLED材料112。例如,第一子像素108a的OLED材料112在通电时发射红光,第二子像素108b的OLED材料在通电时发射绿光,第三子像素的OLED材料在通电时发射蓝光,并且第四子像素的OLED材料在通电时发射另一种颜色的光。

[0026] 悬垂结构110设置在PDL结构126中的每一个PDL结构126的上表面103上。悬垂结构110对子像素电路是永久性的。因此,将不会留下从悬垂结构剥离的破坏OLED性能的有机材料。消除对剥离过程的需要也增加了处理量 (throughput)。悬垂结构110进一步限定子像素电路100的每个子像素106。悬垂结构110至少包括(例如,第一构造101A)设置在PDL结构126中的每一个PDL结构126的上表面103上的基部部分110A和设置在基部部分110A之上的顶部部分110B。至少顶部部分110B的下侧表面107宽于基部部分110A的顶表面105以形成悬垂部109。悬垂结构110的第二构造101B的主体部分110C包括在底表面117处的宽度小于或等于基部部分110A的顶表面105的底表面117和宽度小于顶部部分110B的下侧表面107的顶表面119。

[0027] 顶部部分110B的下侧表面107大于基部部分110A的顶表面105以形成悬垂部109允许顶部部分110B遮蔽基部部分110A。悬垂部109的遮蔽为OLED材料112和阴极114中的每一者提供了蒸发沉积。如在图2A和图2B的对应描述中进一步讨论的,悬垂结构110的遮蔽效应限定OLED材料112的OLED角 $\theta_{\text{OLED}}$ (图2A和图2B中所示)和阴极114的阴极角 $\theta_{\text{阴极}}$ (图2A和图2B中所示)。OLED材料112的OLED角 $\theta_{\text{OLED}}$ 和阴极114的阴极角 $\theta_{\text{阴极}}$ 可通过OLED材料112和阴极114的蒸发沉积产生。

[0028] 在悬垂结构110的第一构造101A的第一子构造125A中,如图1A所示,基部部分110A包括TCO材料或TMO材料中的至少一种材料的导电氧化物。TCO材料包括但不限于IZO、IGZO、ITO或它们的组合中的一种或多种。TMO材料包括过渡金属。过渡金属是该过渡金属原子具有部分地填充的d子壳或可产生具有不完整d子壳的阳离子的任何元素。TMO材料的示例包括但不限于下述材料的氧化物中的一种或多种:Ru、V、Ti、Zn、Cu、Mo或它们的组合。在悬垂结构110的第一构造101A的第二子构造125B中,如图2B所示,基部部分110A包括金属合金材料和金属氧化物表面130的导电氧化物。金属合金材料包括但不限于Cu、Ti、Al、Mo、Ag、Sn或它们的组合。金属氧化物表面130包括金属合金材料的一种或多种氧化物。悬垂结构110的第二构造101B,主体部分110C包括具有金属氧化物表面130的金属合金主体128。金属合金主体128包括金属合金材料。顶部部分110B包括金属材料,所述金属材料包括但不限于Ti、

Cu、Mo、ITO、IZO或它们的组合。

[0029] OLED材料112可包括HIL、HTL、EML和ETL中的一种或多种。OLED材料112设置在金属层104上。在可与本文描述的多个其他实施方式组合的一些实施方式中，OLED材料112设置在金属层104上和PDL结构126的一部分之上。阴极114设置在每个子像素106中的PDL结构126的OLED材料112之上。阴极114设置在基部部分110A的侧壁111的一部分上。阴极114包括导电材料，诸如金属。例如，阴极114包括但不限于铬、Ti、Al、ITO或它们的组合。在可与本文描述的多个其他实施方式组合的一些实施方式中，如图1B所示，OLED材料112或阴极114中的至少一者设置在悬垂结构110的顶部部分110B的上表面115之上。

[0030] 提供包括TCO材料或TMO材料中的至少一种材料的基部部分110A允许基部部分110A暴露于含氧等离子体并且保持导电。将悬垂结构110暴露于含氧等离子体(即，氧化悬垂结构110)去除在沉积OLED材料112之前可能剩余在子像素电路100上的有机杂质，诸如表面单层。具有基部部分110A的金属氧化物表面130的TCO材料、TMO材料或金属合金材料允许悬垂结构110保持导电。导电基部部分110A确保与阴极114的永久连接。

[0031] 每个子像素106包括包封层116。包封层116可以是或可对应于局部包封层。相应的子像素的包封层116设置在阴极114(和OLED材料112)之上，其中包封层116在悬垂结构110中的每一个悬垂结构110的至少一部分之下延伸。在可与本文描述的多个其他实施方式组合的一些实施方式中，如图1B所示，包封层116沿悬垂结构110中的每一个悬垂结构110的侧壁延伸。在可与本文描述的多个其他实施方式组合的多个其他实施方式中，如图1B所示，包封层116沿侧壁延伸并且设置在悬垂结构110中的每一个悬垂结构110的顶部部分110B的上表面115上或之上。包封层116设置在阴极114之上。包封层116包括非导电无机材料，诸如含硅材料。含硅材料可包括含 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 材料。

[0032] 在包括一个或多个封盖层的多个实施方式中，封盖层设置在阴极114与包封层116之间。例如，如图1A所示，第一封盖层121和第二封盖层123设置在阴极114与包封层116之间。虽然图1A描绘了具有一个或多个封盖层的子像素电路100，但是本文描述的多个实施方式中的每一个实施方式可包括设置在阴极114与包封层116之间的一个或多个封盖层。第一封盖层121可包括有机材料。第二封盖层123可包括无机材料，诸如氟化锂。第一封盖层121和第二封盖层123可通过蒸发沉积来进行沉积。

[0033] 整体包封层120可设置在包封层116之上。第三示例性实施方式和第四示例性实施方式的塞122(如第二子像素108b所描绘)可设置在包封层116与整体包封层120之间。在一个示例中，如图1A所示，整体包封层与阴极114和悬垂结构110共形。在另一个示例中，如图1B所示，整体包封层120与阴极114和悬垂结构110不共形。整体包封层可包括喷墨子层118a和整体包封子层118b。喷墨子层118a可包括丙烯酸材料。

[0034] 第三示例性实施方式和第四示例性实施方式(如图1A和图1B的第二子像素所描绘)包括设置在包封层116之上的塞122。每个塞122设置在子像素电路100的相应的子像素106中。塞122可设置在悬垂结构110的顶部部分110B的上表面115之上。塞122包括但不限于光刻胶、滤色器或感光单体。塞122具有与OLED材料112的OLED透射率匹配或实质上匹配的塞透射率。塞122各自可以是相同材料并且与OLED透射率匹配。塞122可以是与多个子像素106的每个相应的子像素的OLED透射率匹配的不同材料。匹配或实质上匹配的抗蚀剂透射率和OLED透射率允许塞122保留在子像素106之上，而不阻挡从OLED材料112发射的光。塞

122能够保持在适当位置,并且因此不要求将从子像素电路100去除的剥离过程。由于塞122保留,因此不要求在后续操作时设置在形成的子像素106之上的附加的图案抗蚀剂材料。消除对在塞122上的剥离过程的需要和对在子像素电路100上的附加的图案抗蚀剂材料的需要增加了处理量。

[0035] 图1C是具有点型架构101C的子像素电路100的示意性俯视截面图。点型架构101C可对应于子像素电路100的第一示例性实施方式或第三示例性实施方式。图1D是具有线型架构101D的子像素电路100的示意性横截面图。线型架构101D可对应于子像素电路100的第二示例性实施方式或第四示例性实施方式。

[0036] 点型架构101C包括多个像素开口124A。像素开口124A中的每一个像素开口124A由限定点型架构101C的子像素106中的每一个子像素106的悬垂结构110包围。线型架构101D包括多个像素开口124B。每个像素开口124B由限定线型架构101D的子像素106中的每一个子像素106的悬垂结构110邻接(abut)。悬垂结构110包括导电氧化物。

[0037] 图2A和图2B是图1A和图1B的子像素电路100的悬垂结构110的示意性截面图。图2A的悬垂结构110包括第一构造101A的第二子构造125B。第二子构造125A的悬垂结构110的基部分110A包括金属合金材料和金属氧化物表面130的导电氧化物。阴极114接触金属氧化物表面130。图2B的悬垂结构110包括第二构造101B。在可与本文描述的多个其他实施方式组合的一些实施方式中,如图2B所示,主体部分110C包括多于一个的金属合金层,诸如第一金属合金层207、第二金属合金层209和第三金属合金层211。第一金属合金层207、第二金属合金层209和第三金属合金层211中的每一个层包括金属合金材料,所述金属合金材料包括但不限于Cu、Ti、Al、Mo、Ag、Sn或它们的组合。在多个实施方式中,第一金属合金层和第三金属合金层211可以是相同金属合金材料。在一个示例中,第一金属合金层和第三金属合金层211包括Mo,并且第二金属合金层209包括Ti。

[0038] 顶部部分110B包括下侧边缘206和悬垂向量208。下侧边缘206延伸超过基部分110A的侧壁111,使得悬垂结构110延伸超过OLED材料112和阴极114的一部分。悬垂部109的遮蔽提供OLED材料112和阴极114中的每一者和在一些实施方式中第一封盖层121和/或第二封盖层123的蒸发沉积。每个悬垂结构110包括由悬垂宽度203和悬垂深度205限定的悬垂部109。悬垂宽度203是从基部分110A的侧壁111到悬垂结构110的顶部部分110B的下侧边缘206(即,外部边缘)。悬垂深度205是从PDL 126到下侧边缘206。

[0039] 悬垂向量208由下侧边缘206和PDL结构126限定。OLED材料112设置在阳极之上和PDL结构126的遮蔽部分210之上。OLED材料112在OLED向量212与悬垂向量208之间形成OLED角 $\theta_{\text{OLED}}$ 。OLED向量212由在顶部部分110B之下延伸的OLED边缘214限定。在可与本文描述的多个其他实施方式组合的一个实施方式中,包括OLED材料112的HIL 204。在包括HIL 204的实施方式中,OLED材料112包括HTL、EML和ETL。HIL 204在HIL向量216与悬垂向量208之间形成HIL角 $\theta_{\text{HIL}}$ 。HIL向量216由在顶部部分110B之下延伸的HIL边缘218限定。

[0040] 阴极114设置在OLED材料112上和PDL结构126的遮蔽部分210之上。阴极114设置在基部分110A的侧壁111的一部分上。阴极114在阴极向量224与悬垂向量208之间形成阴极角 $\theta_{\text{阴极}}$ 。阴极向量224由至少在顶部部分110B之下延伸的阴极边缘226限定。包封层116设置在阴极114(和OLED材料112)之上,其中包封层116在顶部部分110B之下、至少在该顶部部分110B之下延伸。

[0041] 在OLED材料112的蒸发沉积期间,顶部部分110B的下侧边缘206限定OLED边缘214的位置。例如,OLED材料112以对应于OLED向量212的OLED最大角蒸发,并且下侧边缘206确保OLED材料112不沉积超过OLED边缘214。在具有HIL 204的多个实施方式中,顶部部分110B的下侧边缘206限定HIL边缘218的位置。例如,HIL 204以对应于HIL向量216的HIL最大角蒸发,并且下侧边缘206确保HIL 204不沉积超过HIL边缘218。在阴极114的蒸发沉积期间,顶部部分110B的下侧边缘206限定阴极边缘226的位置。例如,阴极114以对应于阴极向量224的阴极最大角蒸发,并且下侧边缘206确保阴极114不沉积超过阴极边缘226。OLED角 $\theta_{\text{OLED}}$ 小于阴极角 $\theta_{\text{阴极}}$ 。HIL角 $\theta_{\text{HIL}}$ 小于OLED角 $\theta_{\text{OLED}}$ 。

[0042] 图3是用于形成子像素电路100的方法300的流程图。图4A至图4H是根据本文描述的多个实施方式在用于形成子像素电路100的方法300期间基板102的一部分400的示意性横截面图。图4A、图4C、图4E和图4G描绘了用于形成具有第一构造101A的悬垂结构110的子像素电路100的方法300的多个实施方式。图4B、图4D、图4F和图4H描绘了用于形成具有第二构造101B的悬垂结构110的子像素电路100的方法300的多个实施方式。方法300可用于制造第一示例性实施方式、第二示例性实施方式、第三示例性实施方式或第四示例性实施方式中的一个实施方式的子像素电路100。部分400对应于子像素电路100的子像素106,诸如第一子像素108a。

[0043] 在操作301处,如图4A和图4B所示,将悬垂层堆叠物402设置在基板102之上。在第一构造101A的多个实施方式中,如图4A所示,悬垂层堆叠物402包括对应于基部部分110A的基底层402A和对应于顶部部分110B的顶部层402B。在第二构造101B的多个实施方式中,如图4B所示,悬垂层堆叠物402包括基底层402A、对应于主体部分110C的主体层402C和顶部层402B。基底层402A设置在PDL结构126和金属层104之上。基底层402A包括第一子构造125A的TCO材料或TMO材料或第二子构造125B的金属合金材料中的至少一种材料。主体层402C包括金属合金材料。顶部层402B包括金属材料。

[0044] 在操作302处,如图4C和图4D所示,设置抗蚀剂404并将抗蚀剂404图案化。将抗蚀剂404设置在顶部层402B之上。抗蚀剂404是正性抗蚀剂或负性抗蚀剂。抗蚀剂404的化学组成决定了抗蚀剂是正性抗蚀剂还是负性抗蚀剂。图案化抗蚀剂404以形成子像素106的点型架构101C的像素开口124A或线型架构101D的像素开口124B中的一者。图案化是光刻、数字平板印刷工艺或激光烧蚀工艺中的一种。

[0045] 在操作303处,如图4E和图4F所示,蚀刻悬垂层堆叠物402的部分。用蚀刻工艺去除由像素开口124A、124B暴露的顶部层402B和基底层402A(以及第二构造101B的主体层402C)的部分。操作303形成子像素106的悬垂结构110。形成第一构造101A的悬垂结构110的蚀刻工艺利用顶部层蚀刻化学物质和基底层蚀刻化学物质。形成第二构造101B的悬垂结构110的蚀刻工艺利用顶部层蚀刻化学物质、主体层蚀刻化学物质和基底层蚀刻化学物质。顶部层蚀刻化学物质包括干法蚀刻化学物质。主体层蚀刻化学物质和基底层蚀刻化学物质包括湿法蚀刻化学物质。在可与本文描述的多个其他实施方式组合的一些实施方式中,主体层蚀刻化学物质和基底层蚀刻化学物质包括相同湿法蚀刻化学物质。湿法蚀刻化学物质包括但不限于硫酸、硝酸和乙酸或它们的组合。

[0046] 在第一构造101A的多个实施方式中,为了形成悬垂结构110的基部部分110A和顶部部分110B,顶部层蚀刻化学物质(例如,干法蚀刻化学物质)和基底层蚀刻化学物质基于

顶部层402B和基部层402A的组成来进行选择。在顶部层402B和基部层402A的材料之间的蚀刻选择性和去除顶部层402B和基部层402A的暴露部分的蚀刻工艺提供顶部部分110B的下侧表面107比基部部分110A的顶表面105更宽以形成悬垂部109。

[0047] 在第二构造101B的多个实施方式中,为了形成悬垂结构110的基部部分110A、主体部分110C和顶部部分110B,顶部层蚀刻化学物质(例如,干法蚀刻化学物质)和主体层蚀刻化学物质和基部层蚀刻化学物质基于顶部层402B、主体层402C和基部层402A的组成来选择。在顶部层402B、主体层402C和基部层402A的材料之间的蚀刻选择性和去除顶部层402B和基部层402A的暴露部分的蚀刻工艺提供顶部部分110B的下侧表面107比基部部分110A的顶表面105更宽以形成悬垂部109。湿法蚀刻化学物质将比蚀刻基部层402A更快地蚀刻主体层402C的部分。悬垂部109的遮蔽为OLED材料112和阴极114提供了蒸发沉积。在操作303之后,去除抗蚀剂404。

[0048] 基部层402A的TCO材料和/或TMO材料允许主体层402C和基部层402A被同时地蚀刻,因为TCO材料和/或TMO材料将以比主体层402C的金属合金材料更低的速率蚀刻。当顶部层402B和在一些实施方式中主体层402C被蚀刻时,基部层402A还保护金属层104免于暴露于蚀刻剂,因为在使用顶部层蚀刻化学物质和主体层蚀刻化学物质之后,基部层402A的薄层可保留。基部层蚀刻化学物质可用于蚀刻从基部层402A保留的薄保护层。选择至少基部层402A的TCO材料和/或TMO材料、顶部层402B的金属材料(在一些实施方式中主体层402C的金属合金材料)和蚀刻工艺的化学物质提供具有均匀的悬垂深度205的悬垂结构110的形成。子像素电路100的悬垂结构110包括约 $0.5\mu\text{m}$ (微米)至约 $1\mu\text{m}$ 的悬垂宽度203。悬垂结构110的每个悬垂宽度203彼此相差约15%以内。

[0049] 在操作304处,氧化悬垂结构110。悬垂结构110经由暴露于含氧等离子体诸如 $\text{O}_2$ 等离子体被氧化。在第一构造101A的第二子构造125B中,如图2A和图4G所示,基部部分110A暴露于含氧等离子体在金属合金材料上形成金属氧化物表面130。在第二构造101B的多个实施方式中,如图1B、图2B和图4H所示,主体部分110C暴露于含氧等离子体在通过操作303形成的金属合金主体128上形成金属氧化物表面130。将悬垂结构110暴露于含氧等离子体(即,氧化悬垂结构110)去除在沉积OLED材料112之前可能残留在子像素电路100上的有机杂质,诸如表面单层。

[0050] 在操作305处,如图4G和图4H所示,沉积OLED材料112、阴极114和包封层116。悬垂部109的遮蔽为OLED材料112和阴极114中的每一者提供了蒸发沉积。如在图2A和图2B的对应描述中进一步讨论的,悬垂结构110的遮蔽效应限定OLED材料112的OLED角 $\theta_{\text{OLED}}$ 和阴极114的阴极角 $\theta_{\text{阴极}}$ 。OLED材料112的OLED角 $\theta_{\text{OLED}}$ 和阴极114的阴极角 $\theta_{\text{阴极}}$ 通过OLED材料112和阴极114的蒸发沉积产生。在可与本文描述的多个其他实施方式组合的一些实施方式中,一个或多个封盖层(诸如第一封盖层121和第二封盖层123)设置在阴极114与包封层116之间。在操作306处,设置整体包封层120。在一些实施方式中,如图4G所示,塞122设置在包封层116与整体包封层120之间。整体包封层120可包括喷墨子层118a和整体包封子层118b。

[0051] 总之,本文描述的涉及可用于显示器(诸如有机发光二极管(OLED)显示器)中的子像素电路和形成可用于显示器中的子像素电路的方法。限定显示器的子像素电路的每个子像素的相邻的悬垂结构提供使用蒸发沉积形成子像素电路并且提供悬垂结构在子像素电路形成后保持在适当位置。蒸发沉积可用于OLED材料和阴极的沉积。悬垂结构限定沉积角,

即,在蒸发沉积期间提供遮蔽效果。提供包括TCO材料、TMO材料或具有金属氧化物表面的金属合金材料中的至少一者的基部部分允许基部部分暴露于含氧等离子体并且保持导电。将悬垂结构暴露于含氧等离子体(即,氧化悬垂结构)去除在沉积OLED材料之前可能残留在子像素电路100上的有机杂质,诸如表面单层。TCO材料、TMO材料或具有金属氧化物表面的金属合金材料允许悬垂结构保持导电以确保基部部分和阴极永久性连接。

[0052] 虽然前述内容针对的是本公开内容的多个实施方式,但是在不脱离本公开内容的基本范围的情况下,可设想本公开内容的多个其他和进一步实施方式,并且本公开内容的范围由所附权利要求书的范围确定。

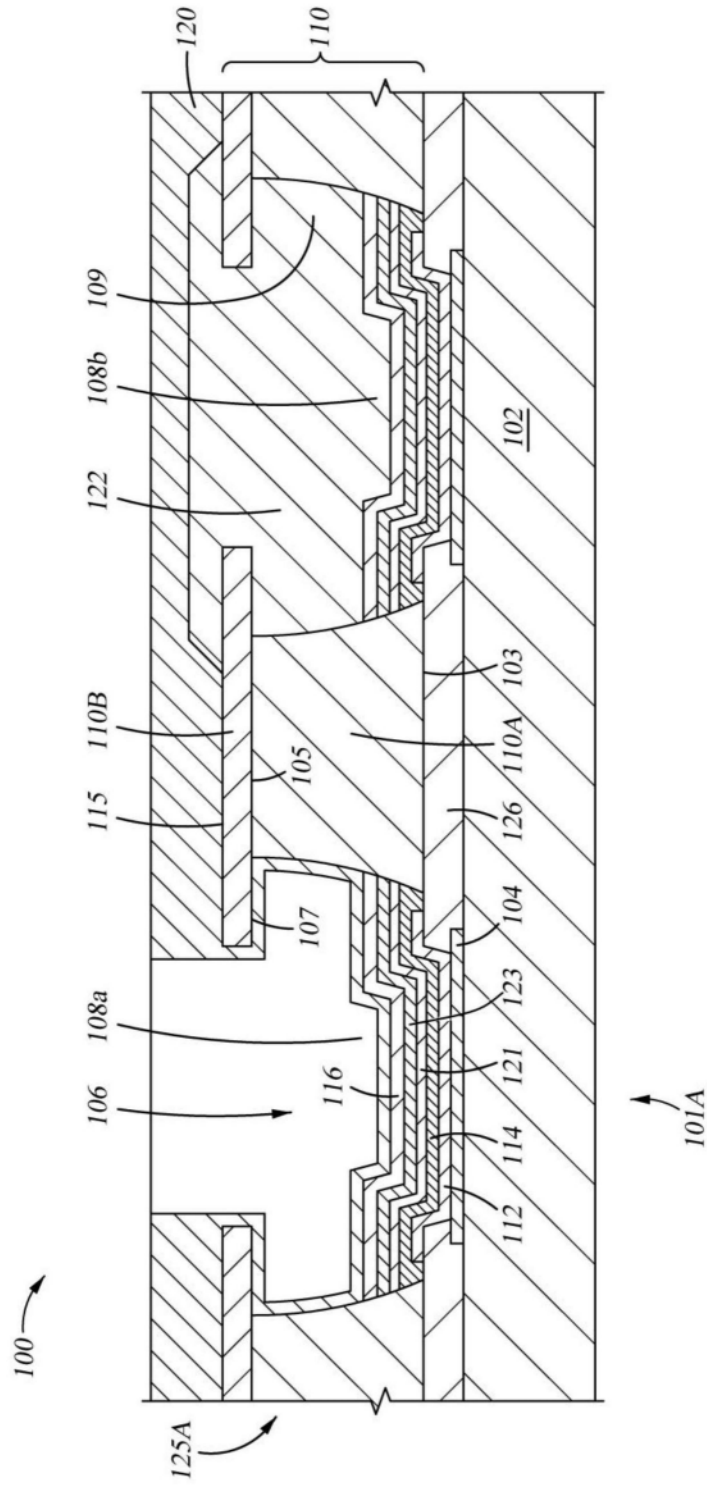


图1A

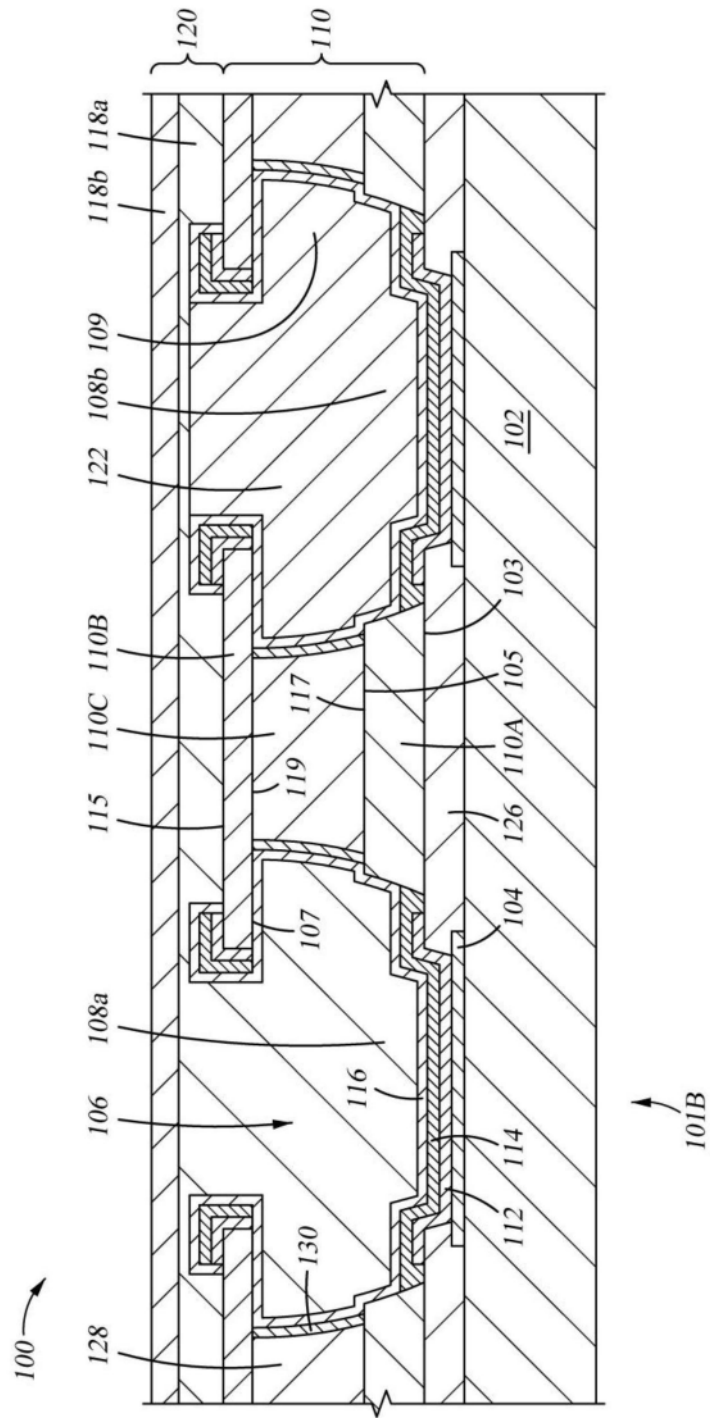


图1B

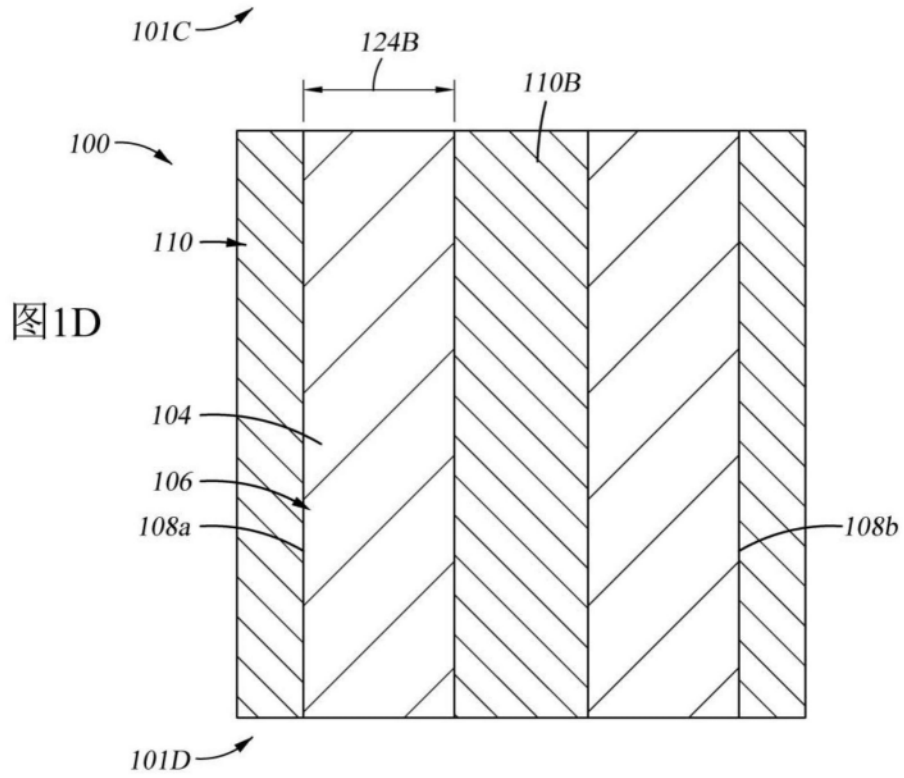
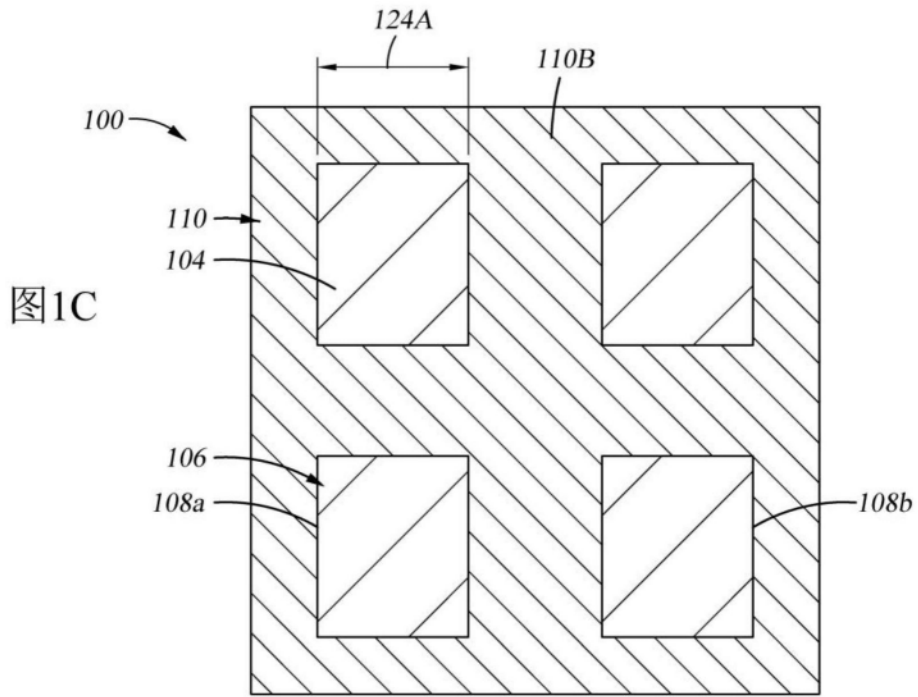








图3

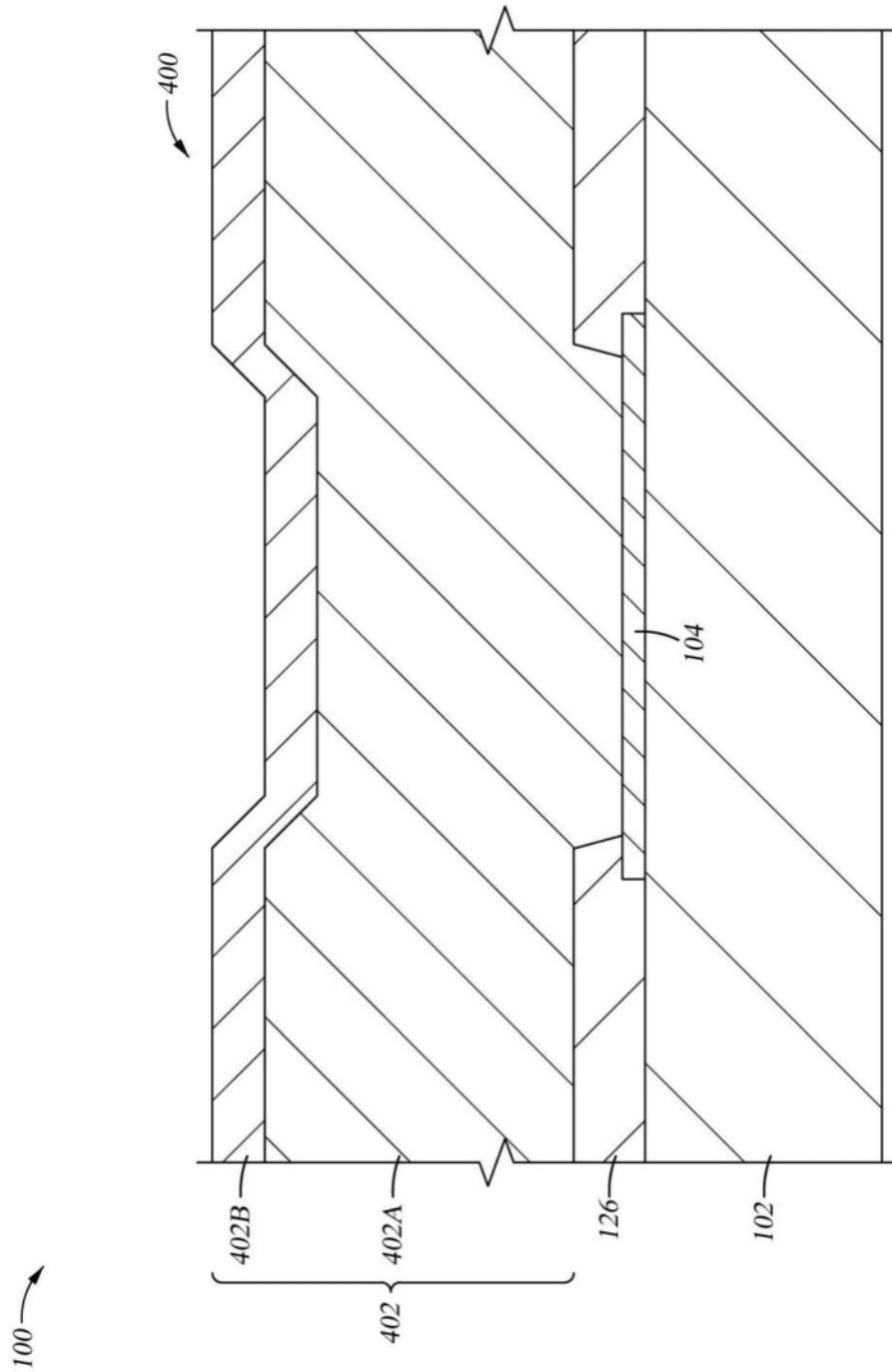


图4A

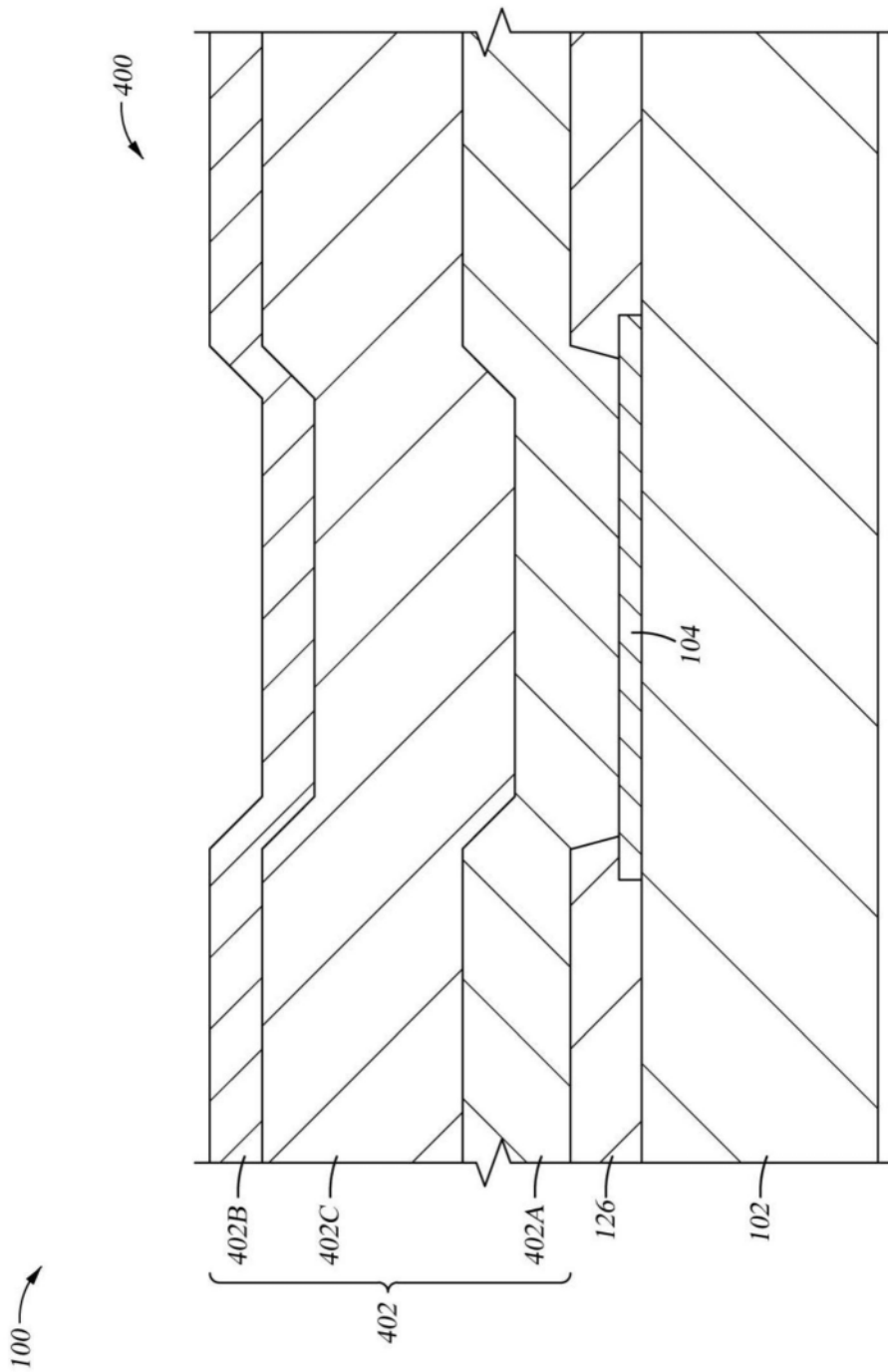


图4B

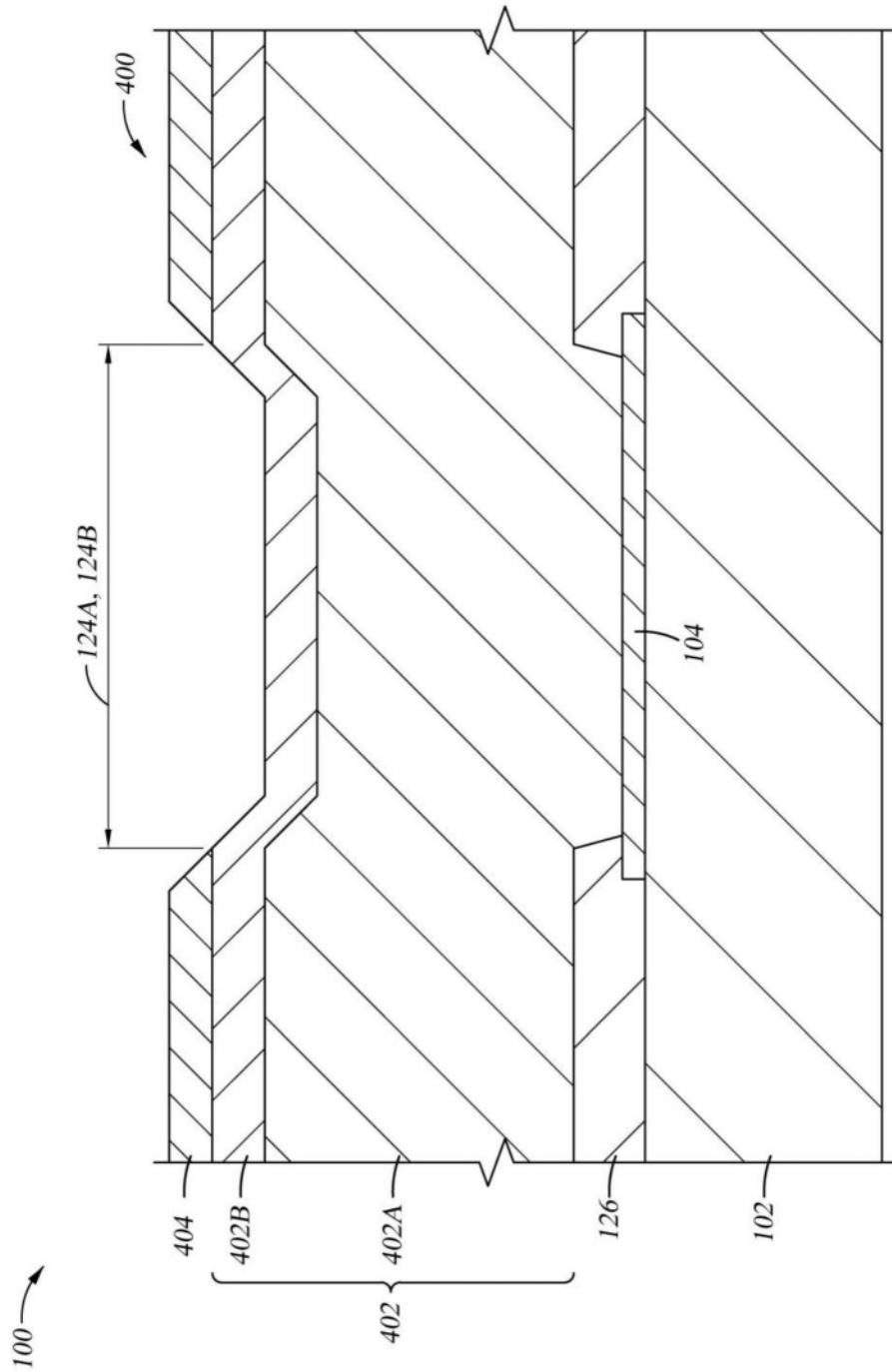


图4C

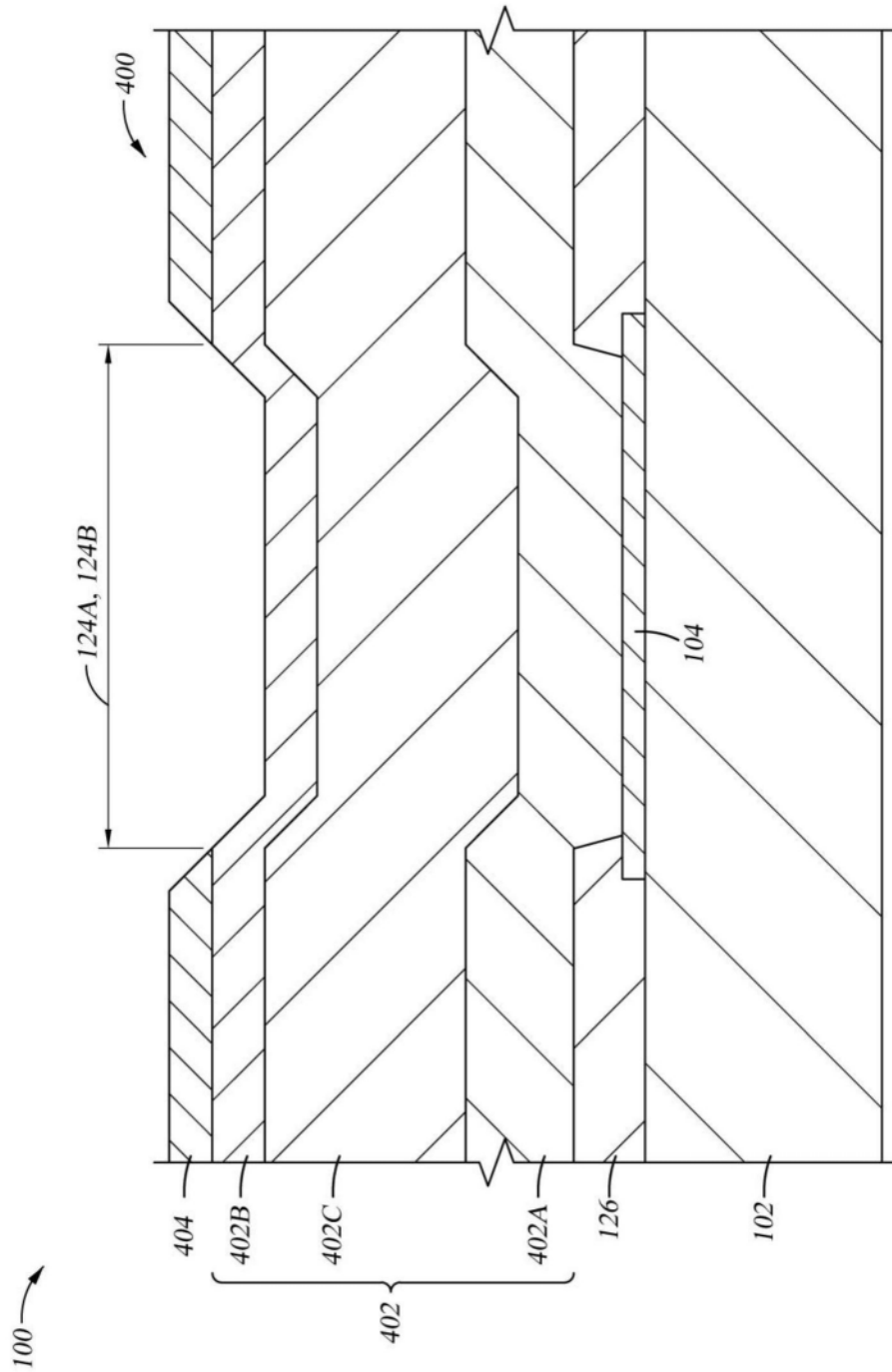


图4D

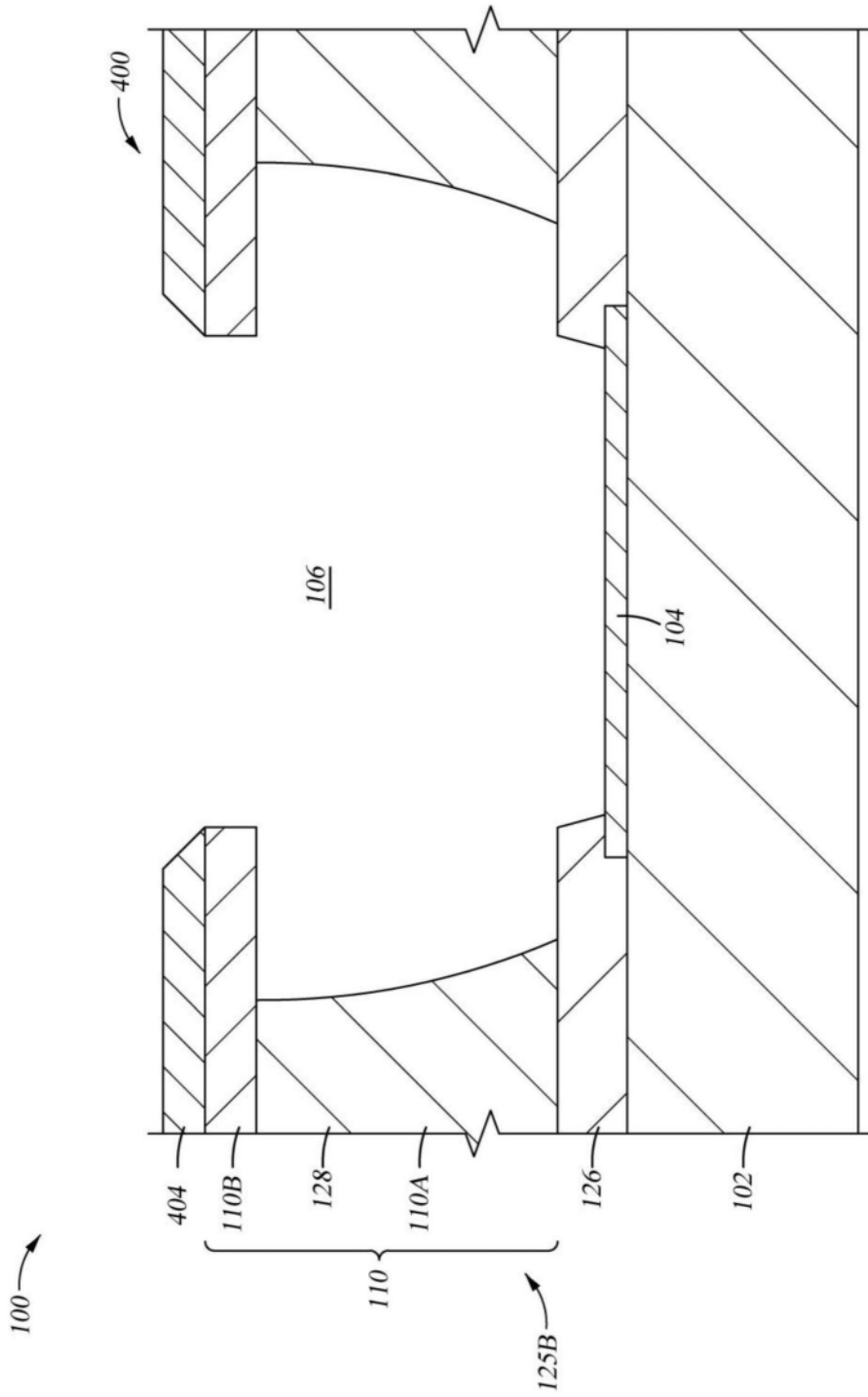


图4E

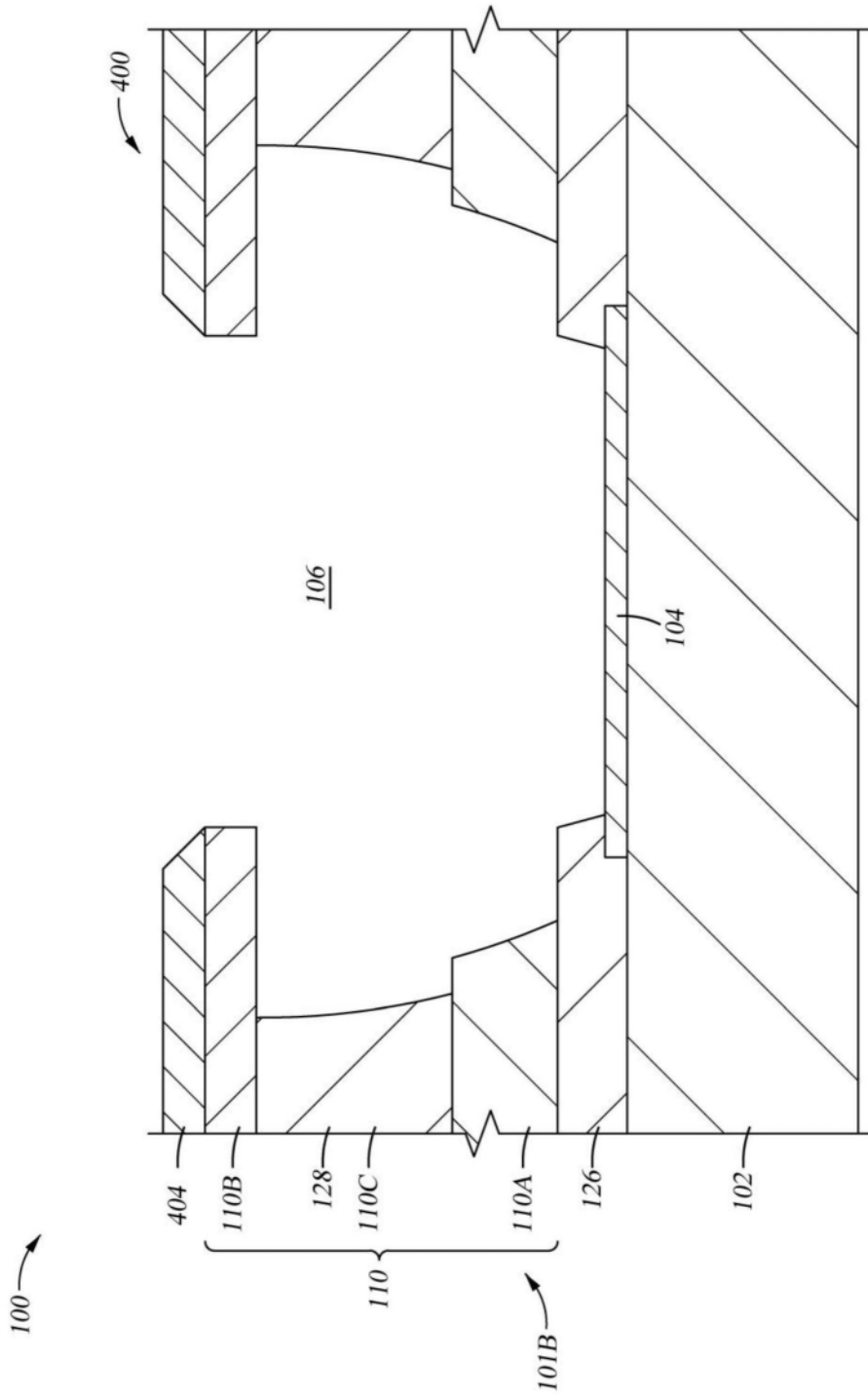


图4F



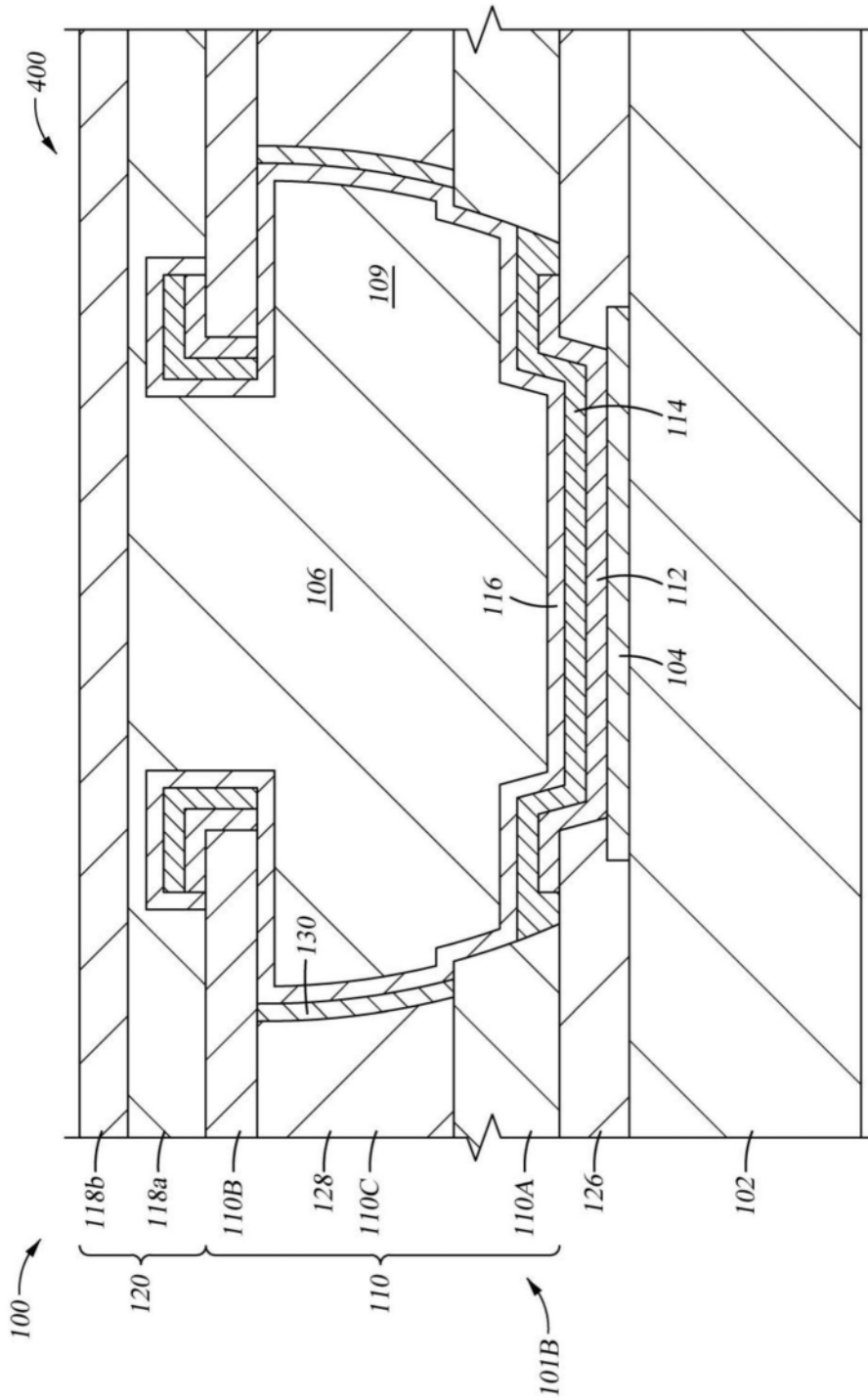


图4H