



(12) 发明专利申请



(10) 申请公布号 CN 117501808 A

(43) 申请公布日 2024. 02. 02

(21) 申请号 202280041854.7

(22) 申请日 2022.06.06

(30) 优先权数据

2021-101841 2021.06.18 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.12.12

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2022/055233 2022.06.06

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/263969 JA 2022.12.22

(71) 申请人 株式会社半导体能源研究所

地址 日本神奈川县厚木市

(72) 发明人 冈崎健一 中村太纪 杉泽希

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

专利代理师 李啸 陈岚

(51) Int.Cl.

H05B 33/24 (2006.01)

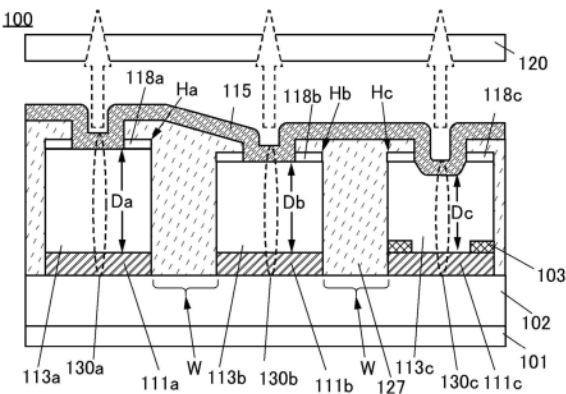
权利要求书2页 说明书56页 附图51页

(54) 发明名称

显示装置

(57) 摘要

提供一种高清晰显示装置。该显示装置包括第一发光器件、与第一发光器件相邻的第二发光器件、与第二发光器件相邻的第三发光器件、第一绝缘层以及第二绝缘层，第一绝缘层具有第一发光器件与第二发光器件之间的第一区域以及第二发光器件与第三发光器件之间的第二区域，第二绝缘层具有位于第三发光器件所包括的下部电极上的区域，第三发光器件所包括的第三有机化合物层的厚度与第一发光器件所包括的第一有机化合物层的厚度不同，第三发光器件所包括的第三有机化合物层的厚度与第二发光器件所包括的第二有机化合物层的厚度不同，在从截面看时，第一绝缘层以使离第三发光器件的下部电极的底面的高度与离第二发光器件的下部电极的底面的高度相同的方式设置。



1. 一种显示装置, 包括:

第一发光器件;

与所述第一发光器件相邻的第二发光器件;

与所述第二发光器件相邻的第三发光器件;

第一绝缘层; 以及

第二绝缘层,

其中, 所述第一发光器件至所述第三发光器件都包括下部电极、所述下部电极上的有机化合物层以及所述有机化合物层上的上部电极,

在从截面看时, 所述第一绝缘层具有所述第一发光器件与所述第二发光器件之间的第一区域以及所述第二发光器件与所述第三发光器件之间的第二区域,

所述第二绝缘层具有位于所述第三发光器件所包括的下部电极上的区域,

所述第三发光器件所包括的有机化合物层的厚度与所述第一发光器件所包括的有机化合物层的厚度不同,

所述第三发光器件所包括的有机化合物层的厚度与所述第二发光器件所包括的有机化合物层的厚度不同,

并且, 在从截面看时, 所述第一绝缘层以使离所述第三发光器件的下部电极的底面的高度与离所述第二发光器件的下部电极的底面的高度相同的方式设置。

2. 一种显示装置, 包括:

第一发光器件;

与所述第一发光器件相邻的第二发光器件;

与所述第二发光器件相邻的第三发光器件;

第一绝缘层; 以及

第二绝缘层,

其中, 所述第一发光器件至所述第三发光器件都包括下部电极、所述下部电极上的有机化合物层以及所述有机化合物层上的上部电极,

在从截面看时, 所述第一绝缘层具有所述第一发光器件与所述第二发光器件之间的第一区域以及所述第二发光器件与所述第三发光器件之间的第二区域,

所述第二绝缘层具有与所述第三发光器件所包括的下部电极重叠的区域,

所述第三发光器件所包括的有机化合物层的厚度小于所述第一发光器件所包括的有机化合物层的厚度,

所述第三发光器件所包括的有机化合物层的厚度小于所述第二发光器件所包括的有机化合物层的厚度,

并且, 在从截面看时, 所述第一绝缘层以使离所述第三发光器件的下部电极的底面的高度与离所述第二发光器件的下部电极的底面的高度相同的方式设置。

3. 根据权利要求1或2所述的显示装置, 还包括:

选择性地设置在所述第一发光器件所包括的有机化合物层上的第一牺牲层;

选择性地设置在所述第二发光器件所包括的有机化合物层上的第二牺牲层; 以及

选择性地设置在所述第三发光器件所包括的有机化合物层上的第三牺牲层。

4. 一种显示装置, 包括:

设置在第一层上的第一导电层及第二导电层；
具有与所述第一导电层重叠的区域的第一有机化合物层；
具有与所述第二导电层重叠的区域的第一绝缘层；
具有与所述第二导电层及所述第一绝缘层重叠的区域的第二有机化合物层；
具有与所述第一有机化合物层重叠的区域的第一牺牲层；
具有与所述第二有机化合物层重叠的区域的第二牺牲层；
具有与所述第一牺牲层及所述第二牺牲层重叠的区域的第二绝缘层；以及
具有与所述第二绝缘层重叠的区域的第三导电层，
其中，所述第二导电层和所述第三导电层之间的距离与所述第一导电层和所述第三导电层之间的距离不同，

在所述第一导电层和所述第二导电层之间，所述第一层具有第一凹部及比所述第一凹部深的第二凹部，

所述第一绝缘层与所述第二凹部重叠，
并且，所述第二绝缘层与所述第一凹部及所述第二凹部重叠。

5. 一种显示装置，包括：

设置在第一层上的第一导电层及第二导电层；
具有与所述第一导电层重叠的区域的第一有机化合物层；
具有与所述第二导电层重叠的区域的第一绝缘层；
具有与所述第二导电层及所述第一绝缘层重叠的区域的第二有机化合物层；
具有与所述第一有机化合物层重叠的区域的第一牺牲层；
具有与所述第二有机化合物层重叠的区域的第二牺牲层；
具有与所述第一牺牲层及所述第二牺牲层重叠的区域的第二绝缘层；以及
具有与所述第二绝缘层重叠的区域的第三导电层，
其中，所述第二导电层和所述第三导电层之间的距离小于所述第一导电层和所述第三导电层之间的距离，

在所述第一导电层和所述第二导电层之间，所述第一层具有第一凹部及比所述第一凹部深的第二凹部，

所述第一绝缘层与所述第二凹部重叠，
并且，所述第二绝缘层与所述第一凹部及所述第二凹部重叠。

6. 根据权利要求4或5所述的显示装置，
其中在所述第三导电层上包括保护层。

显示装置

技术领域

[0001] 本发明的一个方式涉及一种显示装置。

[0002] 注意,本发明不局限于上述技术领域。作为本发明的技术领域的一个例子,可以举出半导体装置、发光装置、蓄电装置、存储装置、电子设备、照明装置、输入装置(例如,触摸传感器等)或输入输出装置(例如,触摸面板等)等。另外,作为本发明的一个例子,可以举出上述装置的驱动方法或上述装置的制造方法。

背景技术

[0003] 近年来,面向虚拟现实(VR:Virtual Reality)、增强现实(AR:Augmented Reality)、替代现实(SR:Substitutional Reality)以及混合现实(MR:Mixed Reality)的设备的开发很活跃。安装于上述设备的显示装置被要求高清晰化。

[0004] 作为大型显示装置的用途,可以举出家用电视装置(也称为电视或电视接收器)、数字标牌(Digital Signage)及公共信息显示器(PID:Public Information Display)等。

[0005] 作为小型显示装置的用途,可以举出便携式信息终端装置等,而可以举出具备触摸面板的智能手机及具备触摸面板的平板终端等。

[0006] 作为安装于上述显示装置的发光元件,利用电致发光(Electroluminescence,以下记作EL)现象的发光元件被进行开发。利用EL现象的发光元件适于实现显示装置的薄型化及轻量化。

[0007] 作为发光元件的结构,专利文献1公开了微腔结构。

[0008] 另外,作为发光元件的制造方法,非专利文献1公开了利用标准的UV光刻的制造方法。

[先行技术文献]

[专利文献]

[0009] [专利文献1]日本专利申请公开第2017-107181号公报

[非专利文献]

[0010] [非专利文献1]B.Lamprecht et al.,“Organic optoelectronic device fabrication using standard UV photolithography”phys.stat.sol. (RRL) 2, No.1, p.16-18(2008)

发明内容

发明所要解决的技术问题

[0011] 上述专利文献1中还记载有使用高精细金属掩模形成发光元件所包括的发光层等。但是,当使用高精细金属掩模时,有时发光层的形状及位置与设计时的形状及位置产生偏差,而考虑该偏差进行设计,因此难以实现显示装置的高清晰化。

[0012] 作为产生偏差的原因,可以举出高精细金属掩模的低尺寸精度、高精细金属掩模的错位、高精细金属掩模的绕曲以及沉积的发光层等的轮廓变大等。此外,也有时因蒸镀时

的热所导致的高精细金属掩模变形而降低显示装置的制造成品率。另外,有时因沉积的发光层等的轮廓变大造成发光层等的端部的厚度变薄,发光层的厚度变得不均匀,这会导致显示装置的可靠性下降。

[0013] 根据上述非专利文献1的方法难以实现显示装置的高清晰化,也有该显示装置的可靠性下降及成品率下降的忧虑。

[0014] 鉴于此,本发明的一个方式的目的之一是提供一种高清晰的显示装置。本发明的一个方式的目的之一是提供一种可靠性高的显示装置。

[0015] 注意,这些目的的记载并不妨碍其他目的的存在。上述目的被认为是彼此独立的,本发明的一个方式并不需要实现所有上述目的。并且,可以从作为本说明书等的说明书、附图及权利要求书的记载中抽出上述以外的目的。

解决技术问题的手段

[0016] 本发明的一个方式是一种显示装置,包括第一发光器件、第二发光器件、第三发光器件、具有第一发光器件与第二发光器件之间的第一区域以及第二发光器件与第三发光器件之间的第二区域的第一绝缘层;以及位于第三发光器件所包括的下部电极上的第二绝缘层,其中,第三发光器件所包括的第三有机化合物层的厚度与第一发光器件所包括的第一有机化合物层的厚度不同,第三发光器件所包括的第三有机化合物层的厚度与第二发光器件所包括的第二有机化合物层的厚度不同,并且,从截面看时,第一绝缘层位于离第三发光器件的下部电极的底面的高度与离第二发光器件的下部电极的底面的高度相同的区域。也就是说,在该显示装置中,在从截面看时第一绝缘层的被形成面的高度大致一致。

[0017] 本发明的一个方式是一种显示装置,包括第一发光器件、第二发光器件、第三发光器件、具有第一发光器件与第二发光器件之间的第一区域以及第二发光器件与第三发光器件之间的第二区域的第一绝缘层;以及具有与第三发光器件所包括的下部电极重叠的区域的第二绝缘层,其中,第三发光器件所包括的第三有机化合物层的厚度小于第一发光器件所包括的第一有机化合物层的厚度,第三发光器件所包括的第三有机化合物层的厚度小于第二发光器件所包括的第二有机化合物层的厚度,并且,从截面看时,第一绝缘层位于离第三发光器件的下部电极的底面的高度与离第二发光器件的下部电极的底面的高度相同的区域。也就是说,在该显示装置中,在从截面看时第一绝缘层的被形成面的高度大致一致。

[0018] 在本发明的一个方式中的任意个中,优选还包括:选择性地设置在第一有机化合物层上的第一牺牲层;选择性地设置在第二有机化合物层上的第二牺牲层;以及选择性地设置在第三有机化合物层上的第三牺牲层。

[0019] 本发明的一个方式是一种显示装置,包括:设置在第一层上的第一导电层及第二导电层;具有与第一导电层重叠的区域的第二有机化合物层;具有与第二导电层重叠的区域的第二绝缘层;具有与第二导电层及第一绝缘层重叠的区域的第二有机化合物层;具有与第一有机化合物层重叠的区域的第二牺牲层;具有与第二有机化合物层重叠的区域的第二牺牲层;具有与第一牺牲层及第二牺牲层重叠的区域的第二绝缘层;以及具有与第二绝缘层重叠的区域的第三导电层,其中,第二导电层和第三导电层之间的距离与第一导电层和第三导电层之间的距离不同,在第一导电层和第二导电层之间,第一层具有第一凹部及比第一凹部深的第二凹部,第一绝缘层与第二凹部重叠,并且,第二绝缘层与第一凹部及第二凹部重叠。

[0020] 本发明的一个方式是一种显示装置,包括:设置在第一层上的第一导电层及第二导电层;具有与第一导电层重叠的区域的第二有机化合物层;具有与第二导电层重叠的区域的第二绝缘层;具有与第二导电层及第二绝缘层重叠的区域的第三有机化合物层;具有与第二有机化合物层重叠的区域的第三牺牲层;具有与第三有机化合物层及第三牺牲层重叠的区域的第三绝缘层;以及具有与第三绝缘层重叠的区域的第四导电层,其中,第二导电层和第三导电层之间的距离小于第一导电层和第三导电层之间的距离,在第一导电层和第三导电层之间,第一层具有第一凹部及比第一凹部深的第二凹部,第二绝缘层与第二凹部重叠,并且,第三绝缘层与第一凹部及第二凹部重叠。

[0021] 在本发明的一个方式中的任意个中,优选在第三导电层上包括保护层。

发明效果

[0022] 根据本发明的一个方式可以提供一种高清晰的显示装置。根据本发明的一个方式可以提供一种可靠性高的显示装置。

[0023] 注意,这些效果的记载不妨碍其他效果的存在。上述效果被认为是彼此独立的,本发明的一个方式并不需要具有所有上述效果。可以从作为本说明书等的说明书、附图及权利要求书的记载中抽出上述以外的效果。

附图简要说明

[0024] 图1A及图1B是本发明的一个方式的显示装置的截面图。

图2是本发明的一个方式的显示装置的截面图。

图3是本发明的一个方式的显示装置的截面图。

图4是本发明的一个方式的显示装置的截面图。

图5A及图5B是本发明的一个方式的显示装置的截面图。

图6A是本发明的一个方式的显示装置的平面图,图6B是本发明的一个方式的显示装置的截面图。

图7A至图7C是本发明的一个方式的显示装置的连接部的截面图。

图8A至图8C是示出本发明的一个方式的显示装置的制造方法的图。

图9A至图9C是示出本发明的一个方式的显示装置的制造方法的图。

图10A至图10C是示出本发明的一个方式的显示装置的制造方法的图。

图11A至图11C是示出本发明的一个方式的显示装置的制造方法的图。

图12A及图12B是示出本发明的一个方式的显示装置的制造方法的图。

图13A至图13C是示出本发明的一个方式的显示装置的制造方法的图。

图14A及图14B是示出本发明的一个方式的显示装置的制造方法的图。

图15A及图15B是示出本发明的一个方式的显示装置的制造方法的图。

图16A及图16B是示出本发明的一个方式的显示装置的制造方法的图。

图17是示出本发明的一个方式的显示装置的制造方法的图。

图18A至图18E是本发明的一个方式的显示装置的平面图。

图19A至图19H是本发明的一个方式的显示装置的平面图。

图20A至图20D是本发明的一个方式的显示装置的平面图,图20E至图20G是本发明的一个方式的显示装置的截面图。

图21是本发明的一个方式的显示装置的立体图。

图22A是本发明的一个方式的显示装置的截面图,图22B及图22C是本发明的一个方式的晶体管的截面图。

图23是本发明的一个方式的显示装置的截面图。

图24是本发明的一个方式的显示装置的截面图。

图25是本发明的一个方式的显示装置的截面图。

图26A及图26B是本发明的一个方式的显示装置的立体图。

图27A至图27D是本发明的一个方式的显示装置的电路图。

图28A至图28D是本发明的一个方式的晶体管的截面图。

图29A及图29B是本发明的一个方式的电子设备的立体图。

图30A及图30B是本发明的一个方式的电子设备的立体图。

图31A是本发明的一个方式的电子设备的立体图,图31B是本发明的一个方式的电子设备的截面图。

图32A至图32D是示出本发明的一个方式的电子设备的图。

图33A至图33G是示出本发明的一个方式的电子设备的图。

实施发明的方式

[0025] 在本说明书等中,有时根据其功能对构成要素进行分类而使用彼此独立的方框图进行说明,但是,实际上的构成要素难以根据其功能划分,而一个构成要素会涉及多个功能。

[0026] 在本说明书等中,晶体管所具有的源极和漏极的名称根据晶体管的极性及其施加到各端子的电位的高低互相调换。一般而言,在n沟道型晶体管中,将被施加低电位的端子称为源极,而将被施加高电位的端子称为漏极。另外,在p沟道型晶体管中,将被施加低电位的端子称为漏极,而将被施加高电位的端子称为源极。实际上,有时源极和漏极的名称根据上述电位关系而相互调换,在本说明书等中,为方便起见固定源极和漏极来描述晶体管的连接关系。

[0027] 在本说明书等中,晶体管的源极是指用作活性层的半导体层的一部分的源区域或与上述半导体层连接的源电极。与此同样,晶体管的漏极是指上述半导体膜的一部分的漏区域或与上述半导体膜的一部分连接的漏电极。另外,晶体管的栅极是指栅电极。

[0028] 在本说明书等中,晶体管串联连接的状态是指例如第一晶体管的源极和漏极中只有一个只与第二晶体管的源极和漏极中的一个连接的状态。另外,晶体管并联连接的状态是指第一晶体管的源极和漏极中的一个与第二晶体管的源极和漏极中的一个连接且第一晶体管的源极和漏极中的另一个与第二晶体管的源极和漏极中的另一个连接的状态。

[0029] 在本说明书等中,连接有时被记为电连接,包括能够供应电流、电压或电位或者能够传输电流、电压或电位的状态。因此,还包括通过布线、电阻器、二极管、晶体管等元件彼此连接的状态。此外,电连接包括不通过布线、电阻器、二极管、晶体管等元件而直接连接的状态。

[0030] 在本说明书等中,有时使用“第一电极”及“第二电极”说明晶体管的源极及漏极,在第一电极和第二电极中的一个为源极时,另一个为漏极。

[0031] 在本说明书等中,导电层有时具有作为布线或电极等的多个功能。

[0032] 在本说明书等中,有时将发光元件记为发光器件。发光器件具有一对电极间夹有有机化合物层的结构。一对电极是阳极及阴极,有机化合物层中的至少一个是发光层。

[0033] 在本说明书等中,有时将包括利用金属掩模(MM)形成的有机化合物层的发光器件记为具有金属掩模(MM)结构的发光器件。

[0034] 在本说明书等中,随着开口部的微型化,有时将金属掩模记为高精度金属掩模(FMM、Fine Metal Mask)。

[0035] 在本说明书等中,有时将包括不使用金属掩模及高精度金属掩模形成的有机化合物层的发光器件记为具有MetalMaskLess(MML)结构的发光器件。

[0036] 在本说明书等中,有时将呈现红色、绿色及蓝色等的发光器件分别记为红色发光器件、绿色发光器件及蓝色发光器件。

[0037] 在本说明书等中,有时将各发光器件中分别制造发光层的结构记为SBS(SideBySide)结构。例如通过采用SBS结构制造红色发光器件、绿色发光器件及蓝色发光器件,可以提供全彩色的显示装置。

[0038] 在本说明书等中,有时将可呈现白色的发光器件记为白色发光器件。另外,白色发光器件通过与着色层(例如,滤色片)组合可以提供全彩色的显示装置。

[0039] 此外,发光器件大致可以分为单结构和串联结构。单结构是在一对电极间包括一个发光单元的结构。该发光单元是指包括一个以上的发光层的有机化合物层的叠层体。

[0040] 为了获得采用单结构的白色发光器件,在发光单元中包括两个发光层,并且来自该发光层的发光处于补色关系,即可。两个以上的发光层也可以在发光单元中彼此接触。另外,即使发光单元包括三个发光层也可以获得白色发光器件。在包括三个发光层时,相邻的上下的发光层也可以在发光单元中接触。

[0041] 串联结构是在一对电极间包括两个以上的发光单元的结构。两个以上的发光单元优选各自包括一个以上的发光层。在串联结构中,优选在多个发光单元间设置电荷产生层等中间层。也就是说,串联结构优选在一对电极间包括第一发光单元、电荷产生层及第二发光单元。

[0042] 为了获得采用串联结构的白色发光器件,采用组合来自两个以上的发光单元的发光层的光来获得白色发光的结构即可。作为可获得白色发光的发光层的组合,与单结构同样满足补色关系即可。

[0043] 另外,在对上述白色发光器件(单结构及串联结构)和SBS结构的发光器件进行比较的情况下,可以使SBS结构的发光器件的功耗比白色发光器件(单结构及串联结构)低。当想要将功耗抑制为低时,优选采用SBS结构的发光器件。另一方面,白色发光器件(单结构及串联结构)的制造工艺比SBS结构的发光器件简单,由此可以降低制造成本或者提高制造成品率。也就是说,在降低制造成本或者提高制造成品率的情况下,优选使用白色发光器件(单结构及串联结构)。

[0044] 接着,参照附图对实施方式进行详细说明。注意,本发明不局限于以下说明,所属技术领域的普通技术人员可以很容易地理解一个事实就是其方式及详细内容在不脱离本发明的宗旨及其范围的情况下可以被变换为各种各样的形式。因此,本发明不应该被解释为仅限定在以下所示的实施方式所记载的内容中。注意,在以下说明的发明结构中,在不同的附图中共同使用相同的附图标记来表示相同的部分或具有相同功能的部分,而省略反复

说明。

[0045] (实施方式1)

在本实施方式中,说明本发明的一个方式的显示装置。注意,作为显示装置示出包括发光器件的结构,有时将其记作发光装置。

[0046] <结构例子1>

图1A是显示装置100的截面图。显示装置100在衬底101上包括层102。层102优选为包括晶体管的层。可以用该晶体管控制发光器件。有时将用来控制各发光器件的晶体管设置在层102等中的结构记作有源型显示装置。注意,层102中也可以不设置晶体管。

[0047] 显示装置100在层102上包括发光器件130a、发光器件130b及发光器件130c。作为发光器件130a、发光器件130b及发光器件130c,优选使用OLED(Organic Light Emitting Diode:有机发光二极管)或QLED(Quantum-dot Light Emitting Diode:量子点发光二极管)等。

[0048] 在本实施方式中,采用上述SBS结构形成发光器件130a至发光器件130c,它们分别呈现红色、绿色及蓝色。例如,发光器件130a可以呈现红色,与其相邻的发光器件130b可以呈现绿色,与其相邻的发光器件130c可以呈现蓝色。注意,在不需区分各发光器件而汇总表示时,有时记为发光器件130。

[0049] 发光器件130作为一对电极包括下部电极及上部电极,在一对电极间包括有机化合物层。显示装置100作为下部电极包括导电层111a、导电层111b及导电层111c。注意,在不需区分各导电层而汇总表示时,有时记为导电层111。

[0050] 在层102的顶面为导电层111的被形成面的情况下,层102的顶面的平坦性优选高。形成在平坦性高的区域上的导电层111的顶面可以保持平坦性。在保持平坦性的导电层111上形成有机化合物层113时,有机化合物层113不被切断,所以是优选的。有时将起因于被形成面的台阶的切断记为断开。

[0051] 导电层111形成在层102上以电连接于晶体管。此时,在层102中形成有开口部时,有时导电层111的顶面沿着该开口部具有凹部。为了提高平坦性,也可以设置填充该凹部的绝缘层。在凹部被平坦化时,与凹部重叠的导电层111的顶面也确保平坦性。因此,如上所述,可以抑制形成在导电层111上的有机化合物层的断开。

[0052] 显示装置100作为上部电极包括导电层115。导电层115不需按照每个发光器件进行分断。因此,各发光器件可以共用导电层115。有时将各发光器件可以共用的层记作公共层。因为导电层115具有作为电极的功能,所以有时将其记作公共电极。当然,也可以按照每个发光器件分断导电层115。在被分断的状态下区分各导电层115时,可以对符号附上abc。

[0053] 虽然作为公共层的例子示出导电层,但是也可以将绝缘层用作公共层。另外,也可以将选自有机化合物层中的一个或两个以上的层用作公共层。

[0054] 下部电极和上部电极中的一方被用作发光器件的阳极,另一方被用作发光器件的阴极。

[0055] 发光器件130a至发光器件130c分别包括有机化合物层113a、有机化合物层113b及有机化合物层113c。在不需区分各有机化合物层而汇总表示时,有时记为有机化合物层113。

[0056] 有机化合物层113至少包括发光层。并且,有机化合物层113优选为发光层与其他

功能层的叠层体。作为其他功能层有选自空穴注入层、空穴传输层、电子传输层和电子注入层中的一个或两个以上的层。

[0057] 显示装置100包括衬底120。有时将衬底120记为对置衬底。如图1A中的箭头所示,可以从衬底120一侧提取来自发光器件130的光。有时将从衬底120一侧提取的结构记为顶部发射结构。在显示装置100中,也可以从衬底101一侧提取来自发光器件130的光。有时将衬底101一侧提取的结构记为底部发射结构。

[0058] 本发明的一个方式的发光器件优选具有微腔结构。微腔结构是指使指定波长 λ 在提取光一侧的电极与对置于该电极的电极之间共振的结构。例如,提取一侧的电极使用具有透光性及光反射性的导电材料。有时将这种电极记为半透过·半反射电极,可以采用反射电极和透明电极的叠层结构。对置的电极可以使用具有光反射性的导电材料,有时将这种电极记为反射电极。对置的电极也可以采用反射电极和透明电极的叠层结构。只要由反射电极反射透过透明电极的光,就可以获得微腔结构。例如在采用顶部发射结构的情况下,上部电极为提取一侧的电极,下部电极为对置的电极。

[0059] 指定波长 λ 相当于从发光器件提取的光的波长 λ 。指定波长 λ 根据每个发光器件不同,因此在具有微腔结构的显示装置中上述电极间距离不同。注意,上述电极间距离相当于光反射面之间的距离。例如在将反射电极和透明电极的叠层结构用于对置的电极的情况下,光反射面为反射电极的表面。因此,作为电极间距离的起点或终点利用该反射电极的顶面。由于具有这种结构,因此在采用微腔结构的显示装置中有机化合物的厚度根据每个发光器件不同。

[0060] 为了使波长 λ 共振,上述电极间距离,即光学距离满足 $n\lambda/2$ (注意, n 为1以上的整数, λ 为想要共振的颜色的波长,例如为蓝色的波长),即可。在上述算式中, n 的值为任意整数,也可以使 n 的值根据每个发光器件不同。此外,也可以在红色发光器件或绿色发光器件中设定 $n=1$ 来求出该距离并在蓝色发光器件中设定 $n=2$ 来求出该距离。当 n 的值较小时,蓝色发光器件的有机化合物层的厚度有时变得非常薄。在使上述蓝色发光器件的有机化合物层的厚度变厚的情况下,优选使用于蓝色发光器件的 n 的值大于用于红色发光器件或蓝色发光器件的 n 的值。

[0061] 在微腔结构中,不共振的波长的光衰减。由此,可以从发光器件提取半宽即光谱半宽窄的光。半宽窄的光具有高指向性而是优选的,可以从发光器件提取色纯度高的光。

[0062] 在图1A中,发光器件130采用上述微腔结构。因此,有机化合物层113a的厚度 D_a 与有机化合物层113b的厚度 D_b 不同。另外,该厚度 D_b 与有机化合物层113c的厚度 D_c 不同。图1A示出具有厚度 $D_a > D_b > D_c$ 这关系的有机化合物层113的例子。

[0063] 注意,有机化合物层的厚度 D_a 对应于导电层111a顶面与导电层115底面之距离。有机化合物层的厚度 D_b 对应于导电层111b顶面与导电层115底面之距离。有机化合物层的厚度 D_c 对应于导电层111c顶面与导电层115底面之距离。

[0064] 在本发明的一个方式中,为了使相邻的有机化合物层的间隔窄,利用微影技术等形成图案。作为微影技术可以利用光刻法。光刻是指如下方法:对感光性物质进行曝光来得到所希望的图案,从被曝光的部分及不被曝光的部分形成图案。作为曝光可以采用使用步进机的缩小曝光。

[0065] 在本发明的一个方式的制造方法中,可以利用光刻法对有机化合物层进行图案形

成。具体而言,根据本发明的一个方式的制造方法,相邻的有机化合物层113的间隔(例如如图1A中的附上W的间隔)可以小于 $10\mu\text{m}$ 、 $5\mu\text{m}$ 以下、 $3\mu\text{m}$ 以下、 $2\mu\text{m}$ 以下或 $1\mu\text{m}$ 以下,而可以提供高清晰显示装置。

[0066] 再者,在本发明的一个方式的制造方法中,也可以使用LSI (large scale integration:大规模集成电路)用曝光装置。通过使用该曝光装置,上述间隔(例如如图1A中的附上W的间隔)可以为500nm以下、200nm以下、100nm以下、甚至为50nm以下。

[0067] 另一方面,在进行真空蒸镀时使用高精度金属掩模对有机化合物层进行图案形成的方法中,难以使相邻的有机化合物层的间隔窄。典型的是,在使用高精度金属掩模的情况下,难以以相邻的有机化合物层之间的间隔为 $10\mu\text{m}$ 以下的方式进行形成。

[0068] 此外,在本发明的一个方式的制造方法中,也可以组合利用光刻法的图案形成方法和利用金属掩模(包括高精度金属掩模或粗金属掩模)的图案形成方法。

[0069] 有时将利用光刻法等图案形成简单地记作加工。如图1A所示,被加工的有机化合物层113的侧面在很多情况下与衬底101等垂直或大致垂直地峭立。也就是说,根据本发明的一个方式的制造方法,有机化合物层113的轮廓不变大。

[0070] 本发明的一个方式的有机化合物层113具有与衬底101等垂直或大致垂直地峭立的形状,所以有公共层断开的忧虑。作为公共层有上述导电层115。导电层115的断开导致发光器件的非发光,这带来显示装置100的不良。

[0071] 鉴于此,在本发明的一个方式的显示装置100中,在有机化合物层113之间设置绝缘层127来缓和有机化合物层113的侧面的台阶。通过例如包括位于有机化合物层113之间的绝缘层127,可以抑制公共层的断开。

[0072] 绝缘层127包含无机材料或有机材料。当使用有机材料时,在图1A中附上W的间隔窄的情况下也容易进行填充,所以是优选的。当使用有机材料时,也可以使用稀释剂调整该有机材料的粘度。另外,当使用感光性(负型及正型)有机材料时,根据曝光条件也可以使绝缘层127的端部具有锥形形状。绝缘层127的端部是公共层中最易于发生断开的区域之一,但是在以沿着锥形形状的方式形成公共层时可以抑制断开,所以是优选的。再者,绝缘层127优选具有平坦的顶面。

[0073] 绝缘层127可以具有单层结构或叠层结构。当具有叠层结构时,位于上侧的绝缘层优选使用有机材料。

[0074] 借助于绝缘层127,也可以抑制发光器件130如有机化合物层113的膜剥离。

[0075] 借助于绝缘层127,也可以抑制导电层115与导电层111的短路。

[0076] 绝缘层127以产生上述效果的方式位于有机化合物层113间,即可。例如在使绝缘层127位于有机化合物层113间的情况下,即使在从截面看时有机化合物层113间的一部分没有绝缘层127而确认到空隙也可以产生上述效果中的任一个,即可。

[0077] 此外,即使绝缘层127的顶面具有凹凸形状也可以产生上述效果中的任一个,即可。

[0078] 例如,如图1A所示,为了实施本发明的一个方式的光刻法,发光器件130优选包括牺牲层118a、牺牲层118b及牺牲层118c。在不需区分各牺牲层而汇总表示时,有时记为牺牲层118。牺牲层118形成在有机化合物层113的被加工面上,而可以抑制有机化合物层113的不需的加工。当然,即使没有牺牲层118也可以利用光刻法对有机化合物层113进行加工。

[0079] 牺牲层118可以具有单层结构或叠层结构。当具有叠层结构时,位于上侧的牺牲层优选使用金属材料。含有金属材料的牺牲层可以被用作硬掩模。

[0080] 牺牲层118可以位于有机化合物层113的顶面与绝缘层127之间。在将感光性物质用于绝缘层127的情况下有时与其接触的有机化合物层113消失,但是根据该配置可以产生抑制该消失的一部分的效果。当然,绝缘层127还与有机化合物层113的侧面接触,因此为了抑制有机化合物层113的消失,优选在有机化合物层113与绝缘层127之间除了牺牲层之外还设置绝缘层等。

[0081] 并且,因为在形成牺牲层118之后利用光刻法等加工有机化合物层113,所以可以减少显示装置的制造工序中有机化合物层113受到的损伤而提高发光器件的可靠性。

[0082] 注意,在不设置牺牲层的状态下利用光刻法等加工有机化合物层时,有时有机化合物层如发光层受起因于加工的损伤而显著降低显示装置的可靠性。在本发明的一个方式的制造方法中,通过如上所述形成牺牲层118而可以抑制加工损伤,所以是优选的。为了进一步抑制加工损伤,优选在发光层上层叠有电子传输层或空穴传输层等功能层的状态下进行加工。并且,优选的是,牺牲层118位于功能层上。在该状态下利用光刻法等加工有机化合物层时发光层受到的加工损伤得到抑制,因此可以提供具有高可靠性的显示面板。

[0083] 注意,发光器件130的发光区域中的牺牲层118在加工有机化合物层113之后适当地被去除。就是说,为了确保发光区域而去除与有机化合物层113重叠的牺牲层118的一部分。在去除它们后,在俯视时开口部形成在牺牲层118中,有机化合物层113从该开口部露出。当然,也可以去除有机化合物层113上的整个牺牲层118。牺牲层118可以利用湿蚀刻去除,因此有机化合物层如发光层不受加工损伤。

[0084] 作为去除该牺牲层118的掩模,可以使用上述绝缘层127。在此情况下,牺牲层118的发光区域一侧的端部具有与绝缘层127的端部对齐或大致对齐的区域。

[0085] 如上所述,本发明的一个方式的发光器件130具有微腔结构,因此有机化合物层113的厚度不同。所以,作为有机化合物层113a的最顶面的牺牲层118的被形成面的位置与作为有机化合物层113b及有机化合物层113c的最顶面的牺牲层118的被形成面的高度不同。有时将这种状态称为有机化合物层113的高度不同。当有机化合物层113的高度互不相同的状态下形成牺牲层118并在牺牲层118上形成绝缘层127时,易于发生从绝缘层127的端部剥离等不良(简单地记为绝缘层127的不良)。本发明人认为,该不良是绝缘层127的被形成面的高度根据每个有机化合物层不同所导致的。

[0086] 当绝缘层127发生不良时不能产生上述效果。例如在绝缘层127发生不良时,作为公共层的导电层115有可能与各有机化合物层的发光层接触。此外,导电层115有可能与导电层111接触。由于这种接触,发光器件非发光。鉴于此,本发明人认为按照设计形成绝缘层127有助于显示装置的制造成品率的提高。

[0087] 鉴于此,在本发明的一个方式中,为了抑制绝缘层127的不良,使绝缘层127的被形成面的高度、绝缘层127的端部的被形成面的高度相同。注意,“高度相同”包括离基准面的高度一致及大致一致的结构。大致一致的结构包括各自的高度之差为100nm以下、优选为50nm以下、更优选为30nm以下的结构。也就是说,绝缘层127的不良得到抑制的高度之差都包括在大致一致的结构中。绝缘层127的被形成面例如是牺牲层118的顶面,在图1A中将其表示为牺牲层118a的高度 H_a 、牺牲层118b的高度 H_b 及牺牲层118c的高度 H_c 。在图1A中,上述

高度Ha、高度Hb及高度Hc的基准面可以为下部电极的底面。下部电极的厚度有时根据每个发光器件不同,所以该基准面优选为下部电极的底面。注意,在下部电极的底面为基准面时,优选确保层102的表面的平坦性。在层102的表面不平坦时,基准面可以为图1A中的衬底101的顶面。

[0088] 本发明的一个方式的显示装置100具有在满足微腔结构的同时该绝缘层127的被形成面的高度相同的结构。注意,只要绝缘层127的被形成面的至少一部分的高度相同即可。与在被形成面的高度根据每个有机化合物层不同的状态下形成的绝缘层127相比,在被形成面的一部分的高度相同的状态下形成的绝缘层127的不良得到抑制。不良的抑制可以提高显示装置100的制造成品率。

[0089] 在图1A中,作为使绝缘层127的被形成面的高度相同的结构例子,说明提高牺牲层118c的高度Hc的结构。在不采用本发明时,高度Hc低于高度Ha及高度Hb。

[0090] 为了提高高度Hc,在牺牲层118c的下方追加层。例如,在图1A中,形成绝缘层103来提高高度Hc。在以与导电层111c的一部分重叠的方式形成绝缘层103时,高度Hc变高。绝缘层103的端部具有与导电层111c的端部重叠的区域。

[0091] 注意,绝缘层103只要与导电层111c重叠即可,对其端部的位置没有限制。虽然图1A中未图示,但是绝缘层103的端部也可以超过导电层111c的端部延伸。延伸的区域优选位于导电层111c的外侧。通过采用这种结构,绝缘层103至少覆盖导电层111c的外周,而可以进一步抑制导电层111c与导电层115短路。

[0092] 绝缘层103可以包含无机材料或有机材料,并且可以具有单层结构或叠层结构。在绝缘层103包含无机材料时,其厚度优选为10nm以上且200nm以下,更优选为10nm以上且100nm以下,进一步优选为10nm以上且60nm以下。在绝缘层103包含有机材料时,其厚度优选为0.1 μ m以上且1 μ m以下,更优选为0.1 μ m以上且0.5 μ m以下。

[0093] 作为绝缘层127的被形成面的高度大致一致的结构包括各自的高度之差为100nm以下、优选为50nm以下、更优选为30nm以下的结构,该高度之差优选小于绝缘层103的厚度。

[0094] 高度Hc由于绝缘层103而变高,并且高度Hc与高度Hb相同,由此可以抑制绝缘层127的不良。

[0095] 注意,绝缘层103选择性地设置在非发光区域中,因此在发光区域中可以调整厚度Dc。就是说,可以以不受绝缘层103的影响的方式对显示装置100采用微腔结构。

[0096] 有机化合物层113c的厚度Dc比其他发光器件薄,可认为绝缘层127易于在有机化合物层113c附近发生不良。通过提高最有可能发生不良的有机化合物层113c附近的高度Hc,可以抑制该不良。

[0097] 虽然图1A中未图示,但是有机化合物层113c还具有与有机化合物层113a相邻的区域。由于高度Hc变高,高度Hc与高度Ha之差变小。由此也可以抑制绝缘层127的不良。

[0098] <结构例子2>

虽然图1A说明在发光器件130c中设置绝缘层103的例子,但是不局限于此。图1B所示的显示装置100具有在发光器件130b及发光器件130c中设置绝缘层103的结构。

[0099] 绝缘层103选择性地形成在导电层111b及导电层111c上。高度Hb变高,并且高度Hb与高度Ha相同,由此可以抑制对于绝缘层127的不良。

[0100] 注意,绝缘层103选择性地设置在非发光区域中,因此在发光区域中可以调整厚度

Db及厚度Dc。就是说,可以以不受绝缘层103的影响的方式对显示装置100采用微腔结构。

[0101] 高度Hb变高,并且高度Hb与高度Ha相同,由此可以抑制绝缘层127的不良。此外,高度Hc变高,并且高度Hc与高度Hb及高度Ha之差变小,由此可以抑制绝缘层127的不良。

[0102] <结构例子3>

说明与图1A及图1B不同的结构。图2所示的显示装置100包括厚度不同的第一绝缘层103a及第二绝缘层103b。第二绝缘层103b的厚度比第一绝缘层103a厚。例如,第二绝缘层103b的厚度优选为第一绝缘层103a的厚度的1.5倍以上且3倍以下,优选为1.8倍以上且2.2倍以下。此外,第二绝缘层103b的厚度优选为厚度Db与厚度Dc之差的0.5倍以上且2倍以下,优选为0.8倍以上且1.2倍以下。

[0103] 第一绝缘层103a选择性地形成在发光器件130b中,第二绝缘层103b选择性地形成在发光器件130c中。高度Ha、高度Hb以及高度Hc相同,由此可以抑制对于绝缘层127的不良。

[0104] 第一绝缘层103a及第二绝缘层103b都选择性地设置在非发光区域中,因此在发光区域中可以调整厚度Da、厚度Db及厚度Dc。就是说,可以以不受第一绝缘层103a及第二绝缘层103b的影响的方式对显示装置100采用微腔结构。

[0105] 通过采用这种结构,位于该发光器件之间的绝缘层127的被形成面的高度相同,由此可以抑制绝缘层127的不良。

[0106] <结构例子4>

说明与图1A、图1B及图2不同的结构。图3示出如下结构:不设置绝缘层103而调整牺牲层118c的厚度,来使牺牲层118c的高度Hc与牺牲层118b的高度Hb相同。

[0107] 通过采用这种结构,位于该发光器件之间的绝缘层127的被形成面的高度相同,由此可以抑制绝缘层127的不良。

[0108] <结构例子5>

说明与图1A、图1B、图2及图3不同的结构。图4示出如下结构:不设置绝缘层103而调整牺牲层118b及牺牲层118c的厚度,来使牺牲层118c的高度Hc与牺牲层118a的高度Ha相同并使牺牲层118b的高度Hb与牺牲层118a的Ha相同。

[0109] 通过采用这种结构,位于该发光器件之间的绝缘层127的被形成面的高度相同,由此可以抑制绝缘层127的不良。

[0110] <结构例子6>

说明与图1A、图1B、图2、图3及图4不同的结构。图5A示出作为覆盖导电层111c的一部分的绝缘层103o使用有机材料的结构例子。通过设置绝缘层103o,可以省略对应于发光器件130c的绝缘层127。例如,省略发光器件130b与发光器件130c之间的对应于Wc的区域中的绝缘层127,设置绝缘层103o。另外,在发光器件130b与发光器件130c之间的对应于Wb的区域中设置绝缘层127。也就是说,在发光器件130b与发光器件130c之间包括绝缘层127及绝缘层103o。

[0111] 绝缘层127可以以与绝缘层103o接触的方式设置,并且绝缘层等可以位于它们之间。

[0112] 绝缘层103o可以使用感光性(负型及正型)有机材料,可以使绝缘层103o的端部具有锥形形状。

[0113] 借助于绝缘层103o,也可以抑制发光器件130的膜剥离。

[0114] 借助于绝缘层103o,也可以抑制导电层115与导电层111的短路。

[0115] 绝缘层103o在形成有机化合物层113之前设置,所以不需考虑有机化合物层113的耐热性,而可以进行足够的加热处理,所以是优选的。通过加热处理可以减少绝缘层103o中的水分等,而可以抑制有机化合物层113的起因于水分等的劣化。

[0116] 在这种结构中不包括部分绝缘层127,所以可以抑制绝缘层127的不良。

[0117] <结构例子7>

说明与图1A、图1B、图2、图3、图4及图5A不同的结构。图5B示出作为覆盖导电层111c的一部分的绝缘层103o使用有机材料并作为覆盖导电层111b的一部分的绝缘层103d使用无机材料的结构例子。通过设置绝缘层103o,可以省略对应于发光器件130c的绝缘层127。示出高度Hb由于绝缘层103d而与高度Ha相同的结构。

[0118] 在这种结构中不包括部分绝缘层127,所以可以抑制绝缘层127的不良。

[0119] 本实施方式可以与其他实施方式适当地组合。此外,在本说明书中,在一个实施方式中示出多个结构例子的情况下,可以适当地组合该结构例子。

[0120] (实施方式2)

在本实施方式中,说明本发明的一个方式的显示装置及其制造方法。

[0121] <像素部104的俯视图>

图6A是显示装置100的像素部104的俯视图。有时将像素部104记为像素区域。像素部104中可确认到排列有多个发光器件的情况。通过对各发光器件采用上述SBS结构,可以呈现不同的颜色。在图6A中,将各发光器件的发光区域表示为子像素110a、子像素110b及子像素110c。对相同颜色的子像素附上相同的符号。例如,子像素110a可以呈现红色,与其相邻的子像素110b可以呈现绿色,与其相邻的子像素110c可以呈现蓝色。虽然以矩形表示图6A中的发光区域,但是其形状不局限于矩形。

[0122] 当不需区分子像素110a、子像素110b及子像素110c时,有时记为子像素。

[0123] 在图6A中,根据上述实施方式中的结构例子1而在对应于子像素110c的区域中设置绝缘层103。绝缘层103可以替换为绝缘层103o。

[0124] 子像素110a、子像素110b以及子像素110c可以分别对应于红色(有时记为R)、绿色(有时记为G)以及蓝色(有时记为B)的发光区域。此外,子像素110a、子像素110b以及子像素110c也可以分别对应于黄色(有时记为Y)、青色(有时记为C)以及品红色(有时记为M)的发光区域。

[0125] 通过采用至少包括上述子像素110a、子像素110b及子像素110c的结构,能够实现全彩色显示。将能够实现全彩色显示的最小单位记为像素110。像素110至少包括子像素110a、子像素110b及子像素110c。

[0126] 注意,本发明的一个方式的显示装置100的发光颜色不局限于此。本发明的一个方式的显示装置100例如除了红色、绿色及蓝色的发光区域之外也可以包括白色发光区域。此外,本发明的一个方式的显示装置100也可以包括除发光区域之外的区域如受光区域等。

[0127] 上述子像素优选排列为矩阵状。矩阵状是根据某个规则性排列的结构。使用图6A中附加的X轴及交叉于X轴的Y轴说明子像素排列为矩阵状的情况。在X轴方向上,依次排列子像素110a、子像素110b及子像素110c。根据这种排列,子像素110a与子像素110b或子像素110c相邻。在图6A所示的本发明的一个方式的显示装置100中,X轴方向上相邻的发光器件

呈现不同颜色。

[0128] 并且,在Y轴方向上,排列多个子像素110a,排列多个子像素110b,并且排列多个子像素110c。将满足这种排列的排列称为条纹排列。在图6A所示的本发明的一个方式的显示装置100中,Y轴方向上相邻的子像素呈现相同颜色。

[0129] 显示装置100除了像素部104以外例如还包括连接部140。连接部140有时被称为阴极接触部。连接部140优选位于像素部104的外侧,该位置对应于显示装置100中的非发光区域。

[0130] <像素部104的截面图>

图6B是沿着图6A中的X1-X2的截面图。

[0131] <层102>

图6B中省略衬底等,在该衬底等上设置层102。衬底也可以具有柔性。层102优选为包括晶体管的层。

[0132] <下部电极>

在层102上设置发光器件的下部电极。下部电极被用作发光器件的阳极和阴极中的一方。在图6B中,根据上述结构例子1,作为下部电极示出导电层111a、导电层111b及导电层111c。导电层111a、导电层111b及导电层111c都可以与晶体管电连接。与晶体管电连接的导电层有时记为像素电极。

[0133] 导电层111的端部优选具有锥形形状。锥形形状包括其厚度向外侧逐渐变薄的形状。在加工导电层111时,有时在层102中形成凹部2a。有时将凹部2a记为过蚀刻区域。当不想形成凹部2a时,优选在层102的最表面上配置无机材料的层。当有机材料的层位于层102的最表面上时,凹部2a易于被形成。

[0134] 有机化合物层113形成在导电层111顶面及侧面以及与凹部2a重叠的区域。在导电层111具有锥形形状的区域中有机化合物层113倾斜,由此有机化合物层113的断开得到抑制。

[0135] 在下部电极被用作阳极的情况下,优选使用功函数大的材料。

[0136] <上部电极>

上部电极被用作发光器件的阳极和阴极中的另一方。在图6B中,根据上述结构例子1,作为上部电极包括导电层115。导电层115是各发光器件能够共用的公共层。

[0137] 在上部电极被用作阴极的情况下,导电层115优选使用功函数小的材料。

[0138] <有机化合物层>

有机化合物层可以包括空穴注入层、空穴传输层、发光层、电子传输层及电子注入层。有机化合物层是层叠从上述层中选择的功能层而成的层,至少包括发光层。

[0139] 或者,有机化合物层也可以具有第一发光单元、第一发光单元上的电荷产生层(也称为中间层)以及电荷产生层上的第二发光单元的叠层结构。

[0140] 发光层是包含发光物质的层。发光层可以包括一种或多种发光物质。作为发光物质,适当地使用发射蓝色、紫色、蓝紫色、绿色、黄绿色、黄色、橙色、红色等发光颜色的物质。另外,作为发光物质也可以使用发射近红外线的物质。

[0141] 作为发光物质,可以举出荧光材料、磷光材料、TADF材料、量子点材料等。

[0142] 作为荧光材料,例如可以举出茈萜生物、蒽生物、三亚苯生物、茚生物、咔唑

衍生物、二苯并噻吩衍生物、二苯并呋喃衍生物、二苯并喹啉衍生物、喹啉衍生物、吡啶衍生物、嘧啶衍生物、菲衍生物、萘衍生物等。

[0143] 作为磷光材料,例如可以举出具有4H-三唑骨架、1H-三唑骨架、咪唑骨架、嘧啶骨架、吡嗪骨架或吡啶骨架的有机金属配合物(尤其是铱配合物)、以具有吸电子基团的苯基吡啶衍生物为配体的有机金属配合物(尤其是铱配合物)、铂配合物、稀土金属配合物等。

[0144] 发光层除了发光物质(有时记为客体材料)以外还可以包含一种或多种有机化合物层(有时记为主体材料、辅助材料等)。作为一种或多种有机化合物层,可以使用空穴传输性材料和电子传输性材料中的一方或双方。此外,作为一种或多种有机化合物层,也可以使用双极性材料或TADF材料。

[0145] 例如,发光层优选包含磷光材料、容易形成激基复合物的空穴传输性材料及电子传输性材料的组合。通过采用这样的结构,可以高效地得到利用从激基复合物到发光物质(相当于磷光材料)的能量转移的ExTET(Exciplex-Triplet Energy Transfer:激基复合物-三重态能量转移)的发光。另外,通过以形成发射与发光物质的最低能量一侧的吸收带的波长重叠的光的激基复合物的方式选择组合,可以使能量转移变得顺利,从而高效地得到发光。通过采用上述结构,可以同时实现发光器件的高效率、低电压驱动以及长寿命。

[0146] 作为发光层以外的层,有机化合物层113还可以包括包含空穴注入性高的物质、空穴传输性高的物质、空穴阻挡材料、电子传输性高的物质、电子注入性高的物质、电子阻挡材料或双极性的物质(电子传输性及空穴传输性高的物质)等的层。

[0147] 有机化合物层113可以使用低分子化合物或高分子化合物,还可以包含无机化合物。构成有机化合物层113的层可以通过蒸镀法(包括真空蒸镀法)、转印法、印刷法、喷墨法、涂敷法等的方法形成。

[0148] 例如,有机化合物层113除了发光层以外还可以包括空穴注入层、空穴传输层、空穴阻挡层、电子阻挡层、电子传输层和电子注入层中的一个以上。

[0149] 在有机化合物层113中,作为各颜色共同形成的层,可以使用空穴注入层、空穴传输层、空穴阻挡层、电子阻挡层、电子传输层和电子注入层中的一个以上。有时将它们记为公共层。在图6B中,作为公共层使用电子注入层114。

[0150] 此外,也可以按照每个发光器件分别形成有机化合物层113的所有层。换言之,有机化合物层113也可以不包括公共层。

[0151] 有机化合物层113优选都包括发光层及发光层上的载流子传输层。由此,通过抑制在显示装置100的制造工序中发光层露出在最表面,可以降低发光层受到的损伤。作为载流子传输层,可以举出空穴传输层或电子传输层。由此可以提高发光器件的可靠性。

[0152] 作为有机化合物层113之一的空穴注入层是将空穴从阳极注入到空穴传输层的包含空穴注入性高的材料的层。作为空穴注入性高的材料,可以举出芳香胺化合物、包含空穴传输性材料及受体性材料(电子受体性材料)的复合材料等。

[0153] 作为有机化合物层113之一的空穴传输层是将从阳极通过空穴注入层注入的空穴传输到发光层的层。空穴传输层是包含空穴传输性材料的层。作为空穴传输性材料,优选采用空穴迁移率为 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上的物质。注意,只要空穴传输性比电子传输性高,就可以使用上述以外的物质。作为空穴传输性材料,优选使用富 π 电子型杂芳族化合物(例如咔唑衍生物、噻吩衍生物、呋喃衍生物等)或者芳香胺(包含芳香胺骨架的化合物)等空穴传输性

高的材料。

[0154] 作为有机化合物层113之一的电子传输层是将从阴极通过电子注入层注入的电子传输到发光层的层。电子传输层是包含电子传输性材料的层。作为电子传输性材料,优选采用电子迁移率为 $1 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的物质。注意,只要电子传输性比空穴传输性高,就可以使用上述以外的物质。作为电子传输性材料,可以使用包含喹啉骨架的金属配合物、包含苯并喹啉骨架的金属配合物、包含噻唑骨架的金属配合物、包含噻唑骨架的金属配合物、噻二唑衍生物、三唑衍生物、咪唑衍生物、噻唑衍生物、噻唑衍生物、菲咯啉衍生物、包含喹啉配体的喹啉衍生物、苯并喹啉衍生物、喹啉衍生物、二苯并喹啉衍生物、吡啶衍生物、联吡啶衍生物、嘧啶衍生物以及含氮杂芳族化合物等缺 π 电子型杂芳族化合物等的电子传输性高的材料。

[0155] 作为有机化合物层113之一的电子注入层是将电子从阴极注入到电子传输层的包含电子注入性高的材料的层。作为电子注入性高的材料,可以使用碱金属、碱土金属或者它们的化合物。作为电子注入性高的材料,也可以使用包含电子传输性材料及供体性材料(电子供体性材料)的复合材料。

[0156] 作为电子注入层,例如可以使用锂、铯、铯、氟化锂(LiF)、氟化铯(CsF)、氟化钙(CaF_x , x 为任意数)、8-(羟基喹啉)锂(简称:Liq)、2-(2-吡啶基)苯酚锂(简称:LiPP)、2-(2-吡啶基)-3-羟基吡啶(pyridinolato)锂(简称:LiPPy)、4-苯基-2-(2-吡啶基)苯酚锂(简称:LiPPP)、锂氧化物(LiO_x)或碳酸铯等碱金属、碱土金属或它们的化合物。另外,电子注入层也可以具有两层以上的叠层结构。作为该叠层结构,例如可以采用作为第一层使用氟化锂且作为第二层设置铯的结构。

[0157] 在制造串联结构的发光器件时,作为有机化合物层113,在两个发光单元之间设置电荷产生层(有时记为中间层)。中间层具有在电对电极间施加电压时向两个发光单元中的一方注入电子且向另一方注入空穴的功能。

[0158] 电荷产生层至少具有电荷产生区域。电荷产生区域优选包含受体性材料,也可以包含与空穴注入层所包含的受体性材料相同的材料。

[0159] 并且,电荷产生区域优选包含含有受体性材料和空穴传输性材料的复合材料等,也可以包含与空穴注入层或空穴传输层所包含的空穴传输性材料相同的材料。注意,作为含有受体性材料和空穴传输性材料的复合材料,可以采用含有受体性材料的层和含有空穴传输性材料的层的叠层结构,也可以采用混合受体性材料和空穴传输性材料的层。例如,可以通过对受体性材料和空穴传输性材料进行共蒸镀而获得混合的层。

[0160] 此外,电荷产生层也可以包含供体性材料代替受体性材料,使用含有电子传输性材料和供体性材料的层,即可。

[0161] 电荷产生层优选包括含有电子注入性高的材料的层。该层也可以被称为电子注入缓冲层。电子注入缓冲层优选设置在电荷产生区域与电子传输层间。通过设置电子注入缓冲层,可以缓和电荷产生区域与电子传输层间的注入势垒,所以将产生在电荷产生区域中的电子容易注入到电子传输层中。

[0162] 电子注入缓冲层优选包含碱金属或碱土金属,例如可以包含碱金属的化合物或碱土金属的化合物。具体而言,电子注入缓冲层优选包含含有碱金属和氧的无机化合物或者含有碱土金属和氧的无机化合物,更优选包含含有锂和氧的无机化合物(氧化锂(Li_2O))

等)。除此之外,作为电子注入缓冲层可以适当地使用可应用于上述电子注入层的材料。

[0163] 电荷产生区域与电子注入缓冲层的边界有时不明确。例如,在通过飞行时间二次离子质谱分析法(记为TOF-SIMS)分析非常薄的电荷产生层时,有时检测出电荷产生区域所包含的元素和电子注入缓冲层所包含的元素。在作为电子注入缓冲层使用氧化锂的情况下,由于锂等碱金属具有高扩散性,因此有时不仅在电子注入缓冲层中而且在电荷产生层整体中检测出锂。因此,可以将通过TOF-SIMS检测出锂的区域看作电荷产生层。

[0164] 电荷产生层优选包括含有电子传输性高的材料的层。该层也可以被称为电子中继层。电子中继层优选设置在电荷产生区域与电子注入缓冲层间。在电荷产生层不包括电子注入缓冲层时,电子中继层优选设置在电荷产生区域与电子传输层间。电子中继层具有抑制电荷产生区域与电子注入缓冲层(或电子传输层)的相互作用并顺利地传递电子的功能。

[0165] 电子中继层可以适当地使用电子传输性材料。另外,电子中继层可以适当地使用铜(II)酞菁(简称:CuPc)等酞菁类材料。再者,电子中继层可以适当地使用具有金属-氧键合以及芳香配体的金属配合物。

[0166] 注意,有时根据截面形状或特性等不能明确地区别上述电荷产生区域、电子注入缓冲层及电子中继层。

[0167] 此外,电荷产生层也可以包括供体性材料代替受体性材料。例如,作为电荷产生层也可以包括含有可应用于上述电子注入层的电子传输材料和供体性材料的层。

[0168] 在层叠发光单元时,通过在两个发光单元间设置电荷产生层,可以抑制驱动电压的上升。

[0169] <微腔结构>

发光器件130优选采用微腔结构。

[0170] 采用微腔结构的发光器件130a、发光器件130b及发光器件130c具有对应于所发射的光的波长(发光颜色)的厚度,所以至少有机化合物层113a、有机化合物层113b和有机化合物层113c具有彼此不同的厚度。

[0171] <绝缘层103>

发光器件130c包括与导电层111c的一部分重叠的绝缘层103以便减少上述厚度的差异。当导电层111c的端部具有锥形形状时,与该端部重叠的绝缘层103也倾斜。绝缘层103的端部优选超过导电层111c的端部延伸。在延伸的情况下,绝缘层103也形成在层102中的凹部2a上。

[0172] 绝缘层103可以包含无机材料或有机材料,并且可以具有单层结构或叠层结构。在绝缘层103包含无机材料时,其厚度优选为10nm以上且200nm以下,更优选为10nm以上且100nm以下,进一步优选为10nm以上且60nm以下。在绝缘层103包含有机材料时,其厚度优选为0.1 μ m以上且1 μ m以下,更优选为0.1 μ m以上且0.5 μ m以下。

[0173] 作为绝缘层103所包含的无机材料,优选包含氧化铝、氧化镁、氧化硅、氧氮化硅、氮氧化硅、氮化硅、氧化镓、氧化锗、氧化钇、氧化锆、氧化镧、氧化钕、氧化铈和氧化钽中的一种以上。

[0174] 作为绝缘层103中的有机材料优选包含聚酰亚胺树脂、聚酰胺树脂、丙烯酸树脂、硅氧烷树脂、硅酮树脂、环氧树脂或酚树脂等有机树脂。

[0175] 此外,也可以对上述无机材料或有机材料添加镧(La)、氮、锆(Zr)等杂质元素而成

的材料。

[0176] 当使绝缘层103具有叠层结构时,优选的是,下层使用无机材料且上层使用有机材料。

[0177] 在使用有机材料形成的绝缘层103中,开口部的上端部有时带弧形。有时将“带弧形”记为“具有曲率”。注意,当使绝缘层103具有叠层结构时,至少上层的上端部具有曲率即可。也可以使绝缘层103的下端部具有曲率。

[0178] 绝缘层103的端部优选具有锥形形状。

[0179] 当加工绝缘层103时,有时层102中形成凹部2b。该凹部2b比加工导电层111时形成的凹部2a深。

[0180] <光刻法>

利用光刻法加工有机化合物层113。因此,优选在有机化合物层113上设置牺牲层118。

[0181] 在上述利用光刻法的有机化合物层113的加工中,有时在层102中形成凹部2c。在上述利用光刻法的有机化合物层113的加工中,有时形成在层102中的凹部2b变得更深。该凹部2b及凹部2c比加工导电层111时形成的凹部2a深。

[0182] <绝缘层125>

显示装置100优选包括绝缘层125。有机化合物层113的侧面刚被加工之后暴露于大气而易于劣化。侧面的劣化会导致发光器件130间的横向泄漏电流。因此,也可以设置覆盖有机化合物层113的端部的绝缘层125。

[0183] 另外,在很多情况下,有机化合物层113中的空穴注入层、电子注入层或电荷产生层等是导电性较高的层。鉴于此,为了确保有机化合物层113的端部的绝缘性,优选形成绝缘层125。

[0184] 覆盖有机化合物层113的端部的绝缘层125优选通过ALD法等形成。再者,作为绝缘层125优选使用具有高密度的致密的绝缘层,例如优选使用通过ALD法形成的氧化铝膜。借助于绝缘层125,可以提高发光器件的可靠性。

[0185] <绝缘层127>

显示装置100优选包括绝缘层127。绝缘层127优选使用有机材料,更优选使用水分少的有机材料。借助于绝缘层103,可以使绝缘层127的被形成面的高度如高度Hb和高度Hc相同。此外,可以抑制绝缘层127的不良。

[0186] 绝缘层127的顶面有时产生凹凸。作为产生凹凸的原因,有凹部2a及凹部2b。

[0187] <公共层>

虽然在上述结构例子1中仅将导电层115用作公共层,但在显示装置100中可以将有机化合物层之一及导电层115用作公共层。作为有机化合物层之一使用电子注入层114。

[0188] <保护层131等>

显示装置100优选包括覆盖发光器件130的保护层131。保护层131上贴合有衬底120。在图6B中采用固体密封结构,因此用树脂层122贴合衬底120。

[0189] 虽然在本实施方式中说明采用上述结构例子1的像素部104的俯视图及截面图,但是可以采用结构例子1以外的结构。

[0190] <连接部140>

图7A是沿着图6A中的Y1-Y2的连接部140的截面图。连接部140优选与像素部104同时形成。具体而言,连接部140是导电层115与柔性印刷电路板(记为FPC)等外部信号电连接的区域。因此,可以采用各种各样的结构。

[0191] 作为连接部140的一个例子图7A示出导电层115与导电层111m电连接的结构。通过与像素部104的导电层111相同的工序在层102上形成导电层111m。在层102中与像素部104同样地形成凹部2a。导电层111m的端部与像素部104同样地具有锥形形状。

[0192] 通过与像素部104的绝缘层103相同的工序在导电层111m上形成绝缘层103m。在绝缘层103m中形成导电层111m露出的开口部。

[0193] 在导电层115上形成保护层131。于是,可以用树脂层122对保护层131贴合衬底120。导电层111m具有超过衬底120的端部延伸的区域,可以经由该区域与FPC等电连接。

[0194] 图7B示出作为连接部140的一个例子对图7A的结构还设置绝缘层127的结构。

[0195] 通过与像素部104的绝缘层127相同的工序在绝缘层103m上形成绝缘层127。在绝缘层127中形成导电层111m露出的开口部。

[0196] 通过与像素部104的导电层115相同的工序在绝缘层127及绝缘层103m上形成导电层115。导电层115可以通过绝缘层103m的开口部及绝缘层127的开口部与导电层111m电连接。

[0197] 图7C示出作为连接部140的一个例子对图7B的结构追加牺牲层118的结构。

[0198] 通过与像素部104的牺牲层118相同的工序在绝缘层103m上形成牺牲层118。在牺牲层118上形成绝缘层127。在牺牲层118及绝缘层127中形成导电层111m露出的开口部。导电层115可以通过绝缘层103m的开口部、牺牲层118的开口部及绝缘层127的开口部与导电层111m电连接。

[0199] 由此,可以与像素部104同时形成连接部140。

[0200] <制造方法1>

图8A示出根据本发明的一个方式的显示装置的制造方法1。

[0201] 如图8A所示,在显示装置100中,在层102上形成导电层111a、导电层111b及导电层111c,并且在连接部140中形成导电层111m。

[0202] 导电层111可以适当地使用金属、合金、导电化合物以及它们的混合物等。具体而言,可以举出铟锡氧化物(也称为In-Sn氧化物、ITO)、In-Si-Sn氧化物(也称为ITSO)、铟锌氧化物(In-Zn氧化物)、In-W-Zn氧化物、铝、镍及镧的合金(Al-Ni-La)等含铝合金(铝合金)以及银、钯和铜的合金(Ag-Pd-Cu,也记为APC)。除了上述以外,还可以举出铝(Al)、钛(Ti)、铬(Cr)、锰(Mn)、铁(Fe)、钴(Co)、镍(Ni)、铜(Cu)、镓(Ga)、锌(Zn)、铟(In)、锡(Sn)、钼(Mo)、钽(Ta)、钨(W)、钯(Pd)、金(Au)、铂(Pt)、银(Ag)、钇(Y)、钕(Nd)等金属以及适当地组合并包含它们的合金。除此之外,优选使用以上没有例举的属于元素周期表的第1族或第2族的元素(例如,锂(Li)、铯(Cs)、镁(Mg)、钙(Ca)、锶(Sr))、镱(Eu)、镱(Yb)等稀土金属以及适当地组合它们的合金。例如,可以使用银和镁的合金(有时记为MgAg)或者锂和铝的合金(有时记为AlLi)。再者,可以使用石墨烯等。

[0203] 优选的是,作为选自上述材料中的材料采用含有钛的层(记为钛层)、其上的含有铝的层(铝层)、其上的钛层以及其上的含有ITSO的层(ITSO层)的叠层结构形成导电层。至少ITSO层被用作透明电极,且钛层被用作反射电极。

[0204] 在层102上形成具有上述叠层结构的连续的导电层之后,将其加工为所希望的形状,而获得导电层111a、导电层111b、导电层111c及导电层111m。在进行该加工时,层102中有时形成凹部(图8A中未图示凹部)。在将含有无机材料的层如含有氮化硅的层或含有氧化硅的层配置在层102的最表面上的情况下,凹部的形成得到抑制,或者被形成的凹部较浅。此外,也可以使层102具有叠层结构,例如也可以配置含有氮化硅的层以及其上的含有氧化硅的层。

[0205] 导电层111的加工可以利用湿蚀刻或干蚀刻。在利用湿蚀刻时,优选使用调节为20℃以上且50℃以下的草酸类水溶液。在利用干蚀刻时,优选将衬底温度设为30℃以上且70℃以下并使用含有CH₄和Ar的气体、含有H₂和Ar的气体或者含有O₂的气体。

[0206] 在使导电层111具有叠层结构时,优选组合湿蚀刻和干蚀刻而进行加工。

[0207] 导电层111具有形成在用来电连接于晶体管的接触孔上的区域。在该区域中,有时导电层111的表面沿着接触孔的形状具有凹部。

[0208] 导电层111的凹部优选嵌入有绝缘层或导电层。在使导电层111的凹部平坦化时,可以减小有机化合物层113的被形成面的凹凸而提高覆盖性。

[0209] 在像素部104的导电层111c上形成绝缘层103,在连接部140的导电层111m上形成绝缘层103m。如上所述,绝缘层103可以包含无机材料或有机材料,并且可以具有单层结构或叠层结构。

[0210] 在图8A中形成包含无机材料的绝缘层103及绝缘层103m,其厚度为10nm以上且200nm以下,优选为10nm以上且100nm以下,更优选为10nm以上且60nm以下。作为绝缘层103及绝缘层103m所包含的无机材料,优选包含氧化铝、氧化镁、氧化硅、氧氮化硅、氮氧化硅、氮化硅、氧化镓、氧化锗、氧化钇、氧化锆、氧化镧、氧化钆和氧化铽中的一种以上。

[0211] 如图8B所示,为了获得有机化合物层113a,在像素部104整体中形成能够发射红色光的有机化合物层113A。在连接部140中不形成有机化合物层113A。例如,优选的是,在对应于像素部104的区域中使用具有开口的金属掩模(有时记为粗金属掩模)并在由该粗金属掩模至少覆盖连接部140的状态下通过真空蒸镀法蒸镀有机化合物层113A。

[0212] 有机化合物层113A优选为导电层111上依次至少包括空穴注入层、空穴传输层、电子阻挡层、红色发光层、第一电子传输层和第二电子传输层的叠层体。作为有机化合物层之一有电子注入层,电子注入层被用作公共层。因此,将在后面形成电子注入层。

[0213] 第二电子传输层是暴露于用来获得被加工的有机化合物层113a的加工工艺的层。因此,第二电子传输层优选使用具有高耐热性的材料。作为具有高耐热性的材料,例如优选使用玻璃化转变温度为110℃以上且165℃以下的材料。

[0214] 除了第二电子传输层之外,第一电子传输层也优选使用具有高耐热性的材料。作为具有高耐热性的材料,例如优选使用玻璃化转变温度为110℃以上且165℃以下的材料。因为第一电子传输层被第二电子传输层覆盖,所以第一电子传输层也可以使用其玻璃化转变温度低于第二电子传输层的材料。

[0215] 在有机化合物层113A上形成牺牲层118A。在本实施方式中使牺牲层具有叠层结构,所以在牺牲层118A上形成牺牲层119A。注意,也在连接部140中形成牺牲层118A及牺牲层119A。

[0216] 牺牲层118A和牺牲层119A中的一方或双方使用对有机化合物层113A的加工条件

的耐性高的材料,甚至使用与有机化合物层113A的蚀刻选择比大的材料。

[0217] 作为牺牲层118A和牺牲层119A中的一方或双方的形成方法,例如可以利用溅射法、ALD法(包括热ALD法、PEALD法)、CVD法或真空蒸镀法。注意,与有机化合物层113A接触的方式形成的牺牲层118A与牺牲层119A相比优选利用有机化合物层113A受到的损伤少的形成方法形成。例如,优选与溅射法相比利用ALD法或真空蒸镀法形成牺牲层118A。

[0218] 另外,牺牲层118A和牺牲层119A中的一方或双方优选以低于有机化合物层113A的耐热温度的温度形成。形成牺牲层118A和牺牲层119A中的一方或双方时的衬底温度各自典型地为200℃以下,优选为150℃以下,更优选为120℃以下,进一步优选为100℃以下,更进一步优选为80℃以下。

[0219] 牺牲层118A和牺牲层119A中的一方或双方优选使用可以利用湿蚀刻法去除的材料。通过利用湿蚀刻法,与利用干蚀刻法的情况相比,可以减轻在牺牲层118A及牺牲层119A的加工中有机化合物层113A受到的损伤。

[0220] 另外,牺牲层118A优选使用与牺牲层119A的蚀刻选择比大的膜。

[0221] 注意,在本实施方式中示出由牺牲层118A及牺牲层119A的两层结构形成牺牲层的例子,但是牺牲层也可以具有单层结构或三层以上的叠层结构。

[0222] 作为牺牲层118A和牺牲层119A中的一方或双方各自例如可以使用金属膜、合金膜、金属氧化物膜、半导体膜、无机绝缘膜等无机膜。

[0223] 牺牲层118A和牺牲层119A中的一方或双方例如可以使用金、银、铂、镁、镍、钨、铬、钼、铁、钴、铜、钡、钛、铝、钇、锆及钽等金属材料或者包含该金属材料的合金材料。尤其优选使用铝或银等低熔点材料。通过作为牺牲层118A和牺牲层119A中的一方或双方使用能够遮蔽紫外光的金属材料,可以抑制紫外光照射到有机化合物层113A,且可以抑制有机化合物层113A的劣化,因此是优选的。

[0224] 另外,牺牲层118A和牺牲层119A中的一方或双方例如可以使用In-Ga-Zn氧化物等金属氧化物。作为牺牲层118A和牺牲层119A中的一方或双方,例如可以利用溅射法形成In-Ga-Zn氧化物膜。并且,可以使用氧化铟、In-Zn氧化物、In-Sn氧化物、铟钛氧化物(In-Ti氧化物)、铟锡锌氧化物(In-Sn-Zn氧化物)、铟钛锌氧化物(In-Ti-Zn氧化物)、铟镓锡锌氧化物(In-Ga-Sn-Zn氧化物)等。或者,也可以使用包含硅的铟锡氧化物等。

[0225] 注意,也可以使用元素M(M为铝、硅、硼、钇、铜、钒、铍、钛、铁、镍、锗、钼、镧、钕、钐、钆、铈、铪、钨和镁中的一种或多种)代替上述铟。尤其是,M优选为选自铟、铝和钇中的一种或多种。

[0226] 另外,作为牺牲层118A和牺牲层119A中的一方或双方可以使用无机绝缘膜。例如,作为牺牲层118A和牺牲层119A中的一方或双方,各自可以使用氧化铝、氧化钪、氧化硅等无机材料。无机绝缘膜中的氧化绝缘膜的与有机化合物层113A的密接性比氮化绝缘膜的与有机化合物层113A的密接性高而是优选的,所以优选将氧化绝缘膜用于牺牲层118A。作为牺牲层118A和牺牲层119A中的一方或双方,例如优选使用利用ALD法而成的氧化铝膜。通过利用ALD法,可以减轻对有机化合物层113A带来的损伤,所以是优选的。

[0227] 例如,作为牺牲层118A可以使用利用ALD法形成的无机绝缘膜(例如,氧化铝膜),并且作为牺牲层119A可以使用利用溅射法形成的无机膜(例如,In-Ga-Zn氧化物膜、铝膜或钨膜)。在将钨膜用于牺牲层119A且将氧化铝膜用于牺牲层118A的情况下,可以将钨膜用作

硬掩模,并且可以使用该硬掩模加工氧化铝膜。此外,包括钨膜的牺牲层119A的厚度优选比包括氧化铝膜的牺牲层118的厚度厚。

[0228] 作为牺牲层118A和牺牲层119A中的一方或双方,也可以使用能够溶解于至少对位于有机化合物层113A的最表面的膜化学上稳定的溶剂的材料。尤其是,可以适当地使用溶解于水或醇的材料。当沉积上述材料时,优选的是,在将材料溶解于水或醇等溶剂的状态下通过上述湿式沉积方法涂敷该材料,然后进行用来使溶剂蒸发的加热处理。此时,通过在减压气氛下进行加热处理,由于可以在短时间内以低温去除溶剂,所以可以减少对有机化合物层113A带来的热损伤,因此是优选的。

[0229] 牺牲层118A和牺牲层119A中的一方或双方优选适当地利用旋涂法、浸渍法、喷涂法、喷墨法、分配器法、丝网印刷法、胶版印刷法、刮刀法、狭缝式涂布法、辊涂法、帘式涂布法、刮刀式涂布法等湿式沉积方法形成。

[0230] 牺牲层118A和牺牲层119A中的一方或双方优选使用聚乙烯醇(PVA)、聚乙烯醇缩丁醛、聚乙烯吡咯烷酮、聚乙二醇、聚甘油、普鲁兰多糖、水溶性纤维素或可溶解于醇的聚酰胺树脂等的有机材料。

[0231] 如图8C所示,在牺牲层119A上形成掩模176,在连接部140中形成掩模175。掩模175及掩模176可以通过涂敷感光性树脂(光致抗蚀剂)并进行曝光及显影而形成。掩模175及掩模176可以利用正型抗蚀剂材料或负型抗蚀剂材料。

[0232] 掩模176设置在将成为发光器件130a的区域上,例如设置在与导电层111a重叠的位置上。掩模176优选覆盖到超过导电层111a的端部的区域。

[0233] 如图9A所示,使用该掩模176蚀刻牺牲层119A而形成被加工的牺牲层119a。在蚀刻牺牲层119A时,优选采用选择比大的蚀刻条件以便防止牺牲层118A因该蚀刻被去除。此外,在蚀刻牺牲层119A时,牺牲层118A位于最表面且有机化合物层113A不露出,因此牺牲层119A的蚀刻条件的选择范围比牺牲层118A的蚀刻条件大。当有机化合物层113A暴露于氧气体时有劣化的忧虑,但在蚀刻牺牲层119A时可以使用含有氧的气体。

[0234] 如图9B所示,去除掩模175及掩模176。例如,可以通过使用氧等离子体的灰化等去除掩模175及掩模176。或者,也可以使用氧气体和 CF_4 、 C_4F_8 、 SF_6 、 CHF_3 、 Cl_2 、 H_2O 、 BCl_3 或He等稀有气体。或者,也可以利用湿蚀刻去除掩模175及掩模176。此时,牺牲层118A位于最表面且有机化合物层113A不露出,因此可以使用氧等离子体去除掩模175及掩模176。当牺牲层118A位于最表面时可以抑制在掩模176的去除工序中有机化合物层113A受到损伤。另外,掩模的去除方法的选择范围变大。

[0235] 接着,将被加工的牺牲层119a用作掩模(也称为硬掩模)去除牺牲层118A的一部分,由此形成牺牲层118a。

[0236] 说明牺牲层118A及牺牲层119A的蚀刻条件。牺牲层118A和牺牲层119A中的一方或双方可以利用湿蚀刻法或干蚀刻法加工。牺牲层118A和牺牲层119A中的一方或双方的蚀刻优选利用各向异性蚀刻进行。

[0237] 通过利用湿蚀刻法,与利用干蚀刻法的情况相比,可以减轻在牺牲层118A和牺牲层119A中的一方或双方的加工中有机化合物层113A受到的损伤。在使用湿蚀刻法时,例如优选使用显影液、四甲基氢氧化铵水溶液(TMAH)、稀氢氟酸、草酸、磷酸、乙酸、硝酸或它们的混合液体的药液等。

[0238] 另外,在利用干蚀刻法的情况下,通过作为蚀刻气体不使用含有氧的气体可以抑制有机化合物层113A的劣化。在利用干蚀刻法的情况下,例如优选将 CF_4 、 C_4F_8 、 SF_6 、 CHF_3 、 Cl_2 、 H_2O 、 BCl_3 或含有He等稀有气体的气体用作蚀刻气体。注意,在蚀刻牺牲层119A时,牺牲层118A位于最表面且有机化合物层113A不露出,所以可以使用含有氧的气体蚀刻牺牲层119A。

[0239] 例如,在作为牺牲层118A使用利用ALD法形成的氧化铝膜时,可以使用 CHF_3 和He通过干蚀刻法蚀刻牺牲层118A。另外,在作为牺牲层119A使用利用溅射法形成的In-Ga-Zn氧化物膜时,可以使用稀磷酸通过湿蚀刻法蚀刻牺牲层119A。或者,也可以使用 CH_4 及Ar通过干蚀刻法进行蚀刻。或者,可以使用稀磷酸通过湿蚀刻法蚀刻牺牲层119A。另外,在作为牺牲层119A使用利用溅射法形成的钨膜的情况下,可以使用 SF_6 、 CF_4 及 O_2 或者 CF_4 、 Cl_2 及 O_2 通过干蚀刻法蚀刻牺牲层119A。

[0240] 如图9C所示,对有机化合物层113A进行加工而形成有机化合物层113a。例如,将牺牲层119a及牺牲层118a用作硬掩模去除有机化合物层113A的一部分,由此形成有机化合物层113a。优选的是,耐热性高的第二电子传输层位于有机化合物层113A的最表面。更优选的是,耐热性高的第一电子传输层位于耐热性高的第二电子传输层的下方。

[0241] 有机化合物层113A的加工优选利用各向异性蚀刻进行。尤其优选的是利用各向异性干蚀刻。或者,也可以利用湿蚀刻。

[0242] 在利用干蚀刻法时,通过作为蚀刻气体不使用含氧气体,可以抑制有机化合物层113A的劣化。

[0243] 另外,作为蚀刻气体也可以使用含氧气体。在蚀刻气体含有氧时,可以提高蚀刻速率。因此,可以在保持充分的蚀刻速率的状态下以低功率条件进行蚀刻。因此,可以抑制给有机化合物层113A带来的损伤。并且,可以抑制蚀刻时产生的反应生成物的附着等不良。

[0244] 在利用干蚀刻法时,例如优选将含有选自 H_2 、 CF_4 、 C_4F_8 、 SF_6 、 CHF_3 、 Cl_2 、 H_2O 、 BCl_3 和稀有气体(He或Ar)等中的一个或两个以上的气体用作蚀刻气体。例如,可以将含有 H_2 和Ar的气体或者含有 CF_4 和He的气体用作蚀刻气体。或者,优选将含有选择的气体 and 氧的气体用作蚀刻气体。例如,可以将含有 CF_4 、He和氧的气体用作蚀刻气体。或者,也可以仅将氧气体用作蚀刻气体。

[0245] 如此,在本发明的一个方式中,在牺牲层119A上形成掩模176,并使用掩模176去除牺牲层119A的一部分,来形成牺牲层119a。然后,将牺牲层119a用作硬掩模去除有机化合物层113A的一部分,来形成有机化合物层113a。如此,利用光刻法加工有机化合物层113A,由此可以获得有机化合物层113a。

[0246] 注意,也可以使用掩模176除了牺牲层119A之外还蚀刻牺牲层118B及有机化合物层113A。然后去除掩模176,即可。

[0247] 如图10A所示,形成有机化合物层113B、牺牲层118B及牺牲层119B。优选使有机化合物层113B的被形成面具有疏水性。因此,也可以进行疏水化处理。例如,可以通过使用 CF_4 气体的等离子体处理进行疏水化处理。

[0248] 优选的是,在形成有机化合物层113B之前在真空中以 70°C 以上且 90°C 以下进行15分钟以上且60分钟以下的加热处理。可以去除吸附于有机化合物层113B的被形成面的水等。

[0249] 有机化合物层113B的厚度与有机化合物层113A的厚度不同。例如,有机化合物层113B的厚度比有机化合物层113A的厚度薄。这是为了采用微腔结构。

[0250] 如图10B所示,根据图8C至图9C所示的步骤进行蚀刻,由此形成被加工的有机化合物层113b、牺牲层118b及牺牲层119b。

[0251] 如图10C所示,形成有机化合物层113C、牺牲层118C及牺牲层119C。优选使有机化合物层113C的被形成面具有疏水性。因此,也可以进行疏水化处理。例如,可以通过使用 CF_4 气体的等离子体处理进行疏水化处理。

[0252] 优选的是,在形成有机化合物层113C之前在真空中以 70°C 以上且 90°C 以下进行15分钟以上且60分钟以下的加热处理。可以去除吸附于有机化合物层113C的被形成面的水。

[0253] 有机化合物层113C的厚度与有机化合物层113A的厚度及有机化合物层113B的厚度不同。例如,有机化合物层113C的厚度的厚度比有机化合物层113A的厚度及有机化合物层113B的厚度薄。这是为了采用微腔结构。

[0254] 如图11A所示,根据图8C至图9C所示的步骤进行蚀刻,由此形成被加工的有机化合物层113c、牺牲层118c及牺牲层119c。然后,去除牺牲层119a、牺牲层119b、牺牲层119c以及连接部140中的牺牲层119。

[0255] 如图11B所示,以覆盖有机化合物层113及牺牲层118的方式形成将在后面成为绝缘层125的绝缘层125A。在连接部140中也形成绝缘层125A。

[0256] 作为绝缘层125A,例如优选在衬底温度为 60°C 以上、 80°C 以上、 100°C 以上或 120°C 以上且 200°C 以下、 180°C 以下、 160°C 以下、 150°C 以下或 140°C 以下的条件下形成3nm以上、5nm以上或10nm以上且200nm以下、150nm以下、100nm以下或50nm以下的厚度的绝缘膜。

[0257] 作为绝缘层125A,例如优选通过ALD法形成氧化铝膜。

[0258] 接着,在绝缘层125A上形成绝缘层127。在连接部140中不形成绝缘层127。作为绝缘层127可以使用具有感光性的材料,例如可以使用感光性树脂。优选用稀释液将具有感光性的材料的起始材料稀释到2倍以上且10倍以下,优选稀释到2倍以上且4倍以下而使用。在使用上述起始材料的原液时,绝缘层127的厚度为 $0.8\mu\text{m}$ 以上且 $1.2\mu\text{m}$ 以下。在使用用稀释液稀释到2倍的起始材料时,绝缘层127的厚度为 $0.4\mu\text{m}$ 以上且 $0.6\mu\text{m}$ 以下。在使用用稀释液稀释到3倍的起始材料时,绝缘层127的厚度为 $0.5\mu\text{m}$ 以上且 $0.7\mu\text{m}$ 以下。在使用稀释的起始材料时,可以减薄厚度而抑制绝缘层127的脱气释放量。可以减薄厚度的起始材料的粘度为3cP以上且10cP以下,优选为5cP以上且7cP以下。

[0259] 绝缘层127例如可以适当地利用旋涂法、浸渍法、喷涂法、喷墨法、分配器法、丝网印刷法、胶版印刷法、刮刀法、狭缝式涂布法、辊涂法、帘式涂布法、刮刀式涂布法等湿式沉积方法形成。尤其是,优选通过旋涂法形成成为绝缘层127的有机绝缘膜。

[0260] 在形成绝缘层127之后,优选在大气中以 85°C 以上且 120°C 以下进行45分钟以上且100分钟以下的加热处理。可以进行绝缘层127的脱水或脱气。

[0261] 绝缘层125A及绝缘层127优选通过对有机化合物层113带来的损伤少的形成方法沉积。尤其是,绝缘层125A以与有机化合物层113的侧面接触的方式形成,所以优选通过与绝缘层127相比对有机化合物层113带来的损伤少的形成方法沉积。另外,绝缘层125A及绝缘层127各自以低于有机化合物层113的耐热温度的温度形成。形成绝缘层125A及绝缘层127时的衬底温度各自典型地为 200°C 以下,优选为 180°C 以下,更优选为 160°C 以下,进一步

优选为150℃以下,更进一步优选为140℃以下。例如,作为绝缘层125A可以通过ALD法形成氧化铝膜。通过利用ALD法,可以减少沉积损伤,且可以沉积覆盖性高的膜,所以是优选的。

[0262] 在绝缘层127使用具有感光性的材料时,通过进行曝光及显影可以形成被加工的绝缘层127。被加工的绝缘层127的表面有时具有凹凸形状。为了调整被加工的绝缘层127的表面高度,也可以进行蚀刻。通过使用氧等离子体的灰化加工绝缘层127,可以调整其表面高度。

[0263] 如图11C所示,去除绝缘层125A的至少一部分来形成绝缘层125。可以将绝缘层127用作掩模去除绝缘层125A的一部分。然后,去除牺牲层118。作为绝缘层125A及牺牲层118,优选选择含有相同材料的层。本附图所示的去除工序变得简单。例如,绝缘层125A及牺牲层118优选由含有氧化铝的膜而成。

[0264] 由于本去除工序,有机化合物层113的顶面的至少一部分及连接部140中的导电层111m的顶面的至少一部分露出。

[0265] 绝缘层125A优选利用干蚀刻法加工。绝缘层125A的加工优选通过各向异性蚀刻进行。可以使用在加工牺牲层时可使用的蚀刻气体加工绝缘层125A。

[0266] 牺牲层118的去除优选通过湿蚀刻法进行。由此,例如与使用干蚀刻法去除牺牲层的情况相比,可以减少在去除牺牲层时有机化合物层113受到的损伤。

[0267] 也可以将牺牲层118溶解于水或醇等的溶剂来去除。作为醇,可以举出乙醇、甲醇、异丙醇(IPA)或甘油等。

[0268] 在作为绝缘层125A及牺牲层118使用含有相同材料的层的情况下,可以采用相同蚀刻条件。

[0269] 在去除牺牲层118之后,为了去除包括在有机化合物层113中的水及吸附于有机化合物层表面的水,也可以进行干燥处理。例如,优选在惰性气体气氛或减压气氛下进行加热处理。加热处理可以在60℃以上且150℃以下、优选在70℃以上且120℃以下的衬底温度下进行。通过采用减压气氛,可以在更低温度下进行干燥,所以是优选的。

[0270] 如图12A所示,在绝缘层125、绝缘层127及有机化合物层113上以及连接部140中的导电层111m上形成电子注入层114。电子注入层114是公共层之一。电子注入层114可以利用真空蒸镀法、转印法、印刷法、喷墨法、涂敷等方法形成。

[0271] 优选的是,在形成电子注入层114之前在真空中以70℃以上且90℃以下进行45分钟以上且120分钟以下的加热处理。可以去除吸附于电子注入层114的被形成面的水。

[0272] 如图12B所示,在电子注入层114上形成导电层115。导电层115例如可以利用溅射法或真空蒸镀法形成。或者,也可以层叠通过蒸镀法形成的膜与通过溅射法形成的膜。

[0273] 作为导电层111和导电层115中的提取光一侧的电极使用使可见光透过的导电膜。此外,作为不提取光一侧的电极优选使用反射可见光的导电膜。

[0274] 作为形成发光器件的一对电极(导电层111和导电层115)的材料,可以适当地使用金属、合金、导电化合物及它们的混合物等。具体而言,可以举出铟锡氧化物(也称为In-Sn氧化物、ITO)、In-Si-Sn氧化物(也称为ITSO)、铟锌氧化物(In-Zn氧化物)、In-W-Zn氧化物、铝、镍及镧的合金(Al-Ni-La)等含铝合金(铝合金)以及银、钯和铜的合金(Ag-Pd-Cu,也记载为APC)。除了上述以外,还可以举出铝(Al)、钛(Ti)、铬(Cr)、锰(Mn)、铁(Fe)、钴(Co)、镍(Ni)、铜(Cu)、镓(Ga)、锌(Zn)、铟(In)、锡(Sn)、钼(Mo)、钽(Ta)、钨(W)、钯(Pd)、金(Au)、铂

(Pt)、银(Ag)、钇(Y)、钕(Nd)等金属以及适当地组合并包含它们的合金。另外,可以使用以上没有列举的属于元素周期表中第1族或第2族的元素(例如,锂(Li)、铯(Cs)、钙(Ca)、锶(Sr)、铕(Eu)、镱(Yb)等稀土金属、适当地组合并包含它们的合金以及石墨烯等。

[0275] 发光器件采用微腔谐振器(微腔)结构。因此,发光器件所包括的一对电极中的一方优选包括对可见光具有透过性及反射性的电极(半透过·半反射电极),另一方优选包括对可见光具有反射性的电极(反射电极)。

[0276] 另外,半透过·半反射电极可以具有反射电极与对可见光具有透过性的电极(也称为透明电极)的叠层结构。

[0277] 透明电极的光透过率设为40%以上。例如,优选将可见光(波长为400nm以上且小于750nm的光)的透过率为40%以上的电极用于发光器件。半透过·半反射电极的可见光反射率设为10%以上且95%以下,优选为30%以上且80%以下。反射电极的可见光反射率设为40%以上且100%以下,优选为70%以上且100%以下。另外,上述电极的电阻率优选为 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{cm}$ 以下。

[0278] 然后,在导电层115上形成保护层131。通过设置保护层131,可以提高发光器件的可靠性。保护层131既可以为单层结构,又可以为两层以上的叠层结构。作为保护层131的成膜方法,可以举出真空蒸镀法、溅射法、CVD法及ALD法等。另外,保护层131也可以具有单层结构或叠层结构。

[0279] 对保护层131的导电性没有限制。作为保护层131,可以使用绝缘膜、半导体膜和导电膜中的至少一种。

[0280] 当保护层131包含无机材料时,可以抑制发光器件的劣化,诸如防止导电层115的氧化、抑制杂质(水分及氧等)进入发光器件130中等,由此可以提高显示装置的可靠性。

[0281] 作为保护层131例如可以使用氧化绝缘膜、氮化绝缘膜、氧氮化绝缘膜及氮氧化绝缘膜等无机绝缘膜。作为氧化绝缘膜,可以举出氧化硅膜、氧化铝膜、氧化镓膜、氧化锆膜、氧化钇膜、氧化锆膜、氧化镧膜、氧化钕膜、氧化钐膜及氧化铈膜等。作为氮化绝缘膜,可以举出氮化硅膜及氮化铝膜等。作为氧氮化绝缘膜,可以举出氧氮化硅膜及氧氮化铝膜等。作为氮氧化绝缘膜,可以举出氮氧化硅膜及氮氧化铝膜等。

[0282] 保护层131优选包括氮化绝缘膜或氮氧化绝缘膜,更优选包括氮化绝缘膜。

[0283] 另外,也可以将包含In-Sn氧化物(也称为ITO)、In-Zn氧化物、Ga-Zn氧化物、Al-Zn氧化物或铟镓锌氧化物(也称为In-Ga-Zn氧化物、IGZO)等的无机膜用于保护层131。该无机膜优选具有高电阻,具体而言,该无机膜优选具有比导电层115高的电阻。该无机膜还可以包含氮。

[0284] 在经过保护层131提取发光器件的发光的情况下,保护层131的可见光透过性优选高。例如,ITO、IGZO以及氧化铝都是可见光透过性高的无机材料,所以是优选的。

[0285] 作为保护层131,例如可以使用氧化铝膜和氧化铝膜上的氮化硅膜的叠层结构或者氧化铝膜和氧化铝膜上的IGZO膜的叠层结构等。通过采用该叠层结构,可以抑制进入EL层一侧的杂质(水及氧等)。

[0286] 并且,保护层131也可以包括有机膜。例如,保护层131也可以包括有机膜和无机膜的双方。

[0287] 保护层131也可以具有使用不同沉积方法形成的两层结构。具体而言,也可以利用

ALD法形成保护层131的第一层而利用溅射法形成保护层131的第二层。

[0288] 再者,使用树脂层122在保护层131上贴合衬底120,由此可以制造图6B等所示的显示装置100。

[0289] 作为树脂层122,可以使用紫外线固化粘合剂等光固化粘合剂、反应固化粘合剂、热固化粘合剂、厌氧粘合剂等各种固化粘合剂。作为这些粘合剂,可以举出环氧树脂、丙烯酸树脂、硅酮树脂、酚醛树脂、聚酰亚胺树脂、酰亚胺树脂、PVC(聚氯乙烯)树脂、PVB(聚乙烯醇缩丁醛)树脂、EVA(乙烯-醋酸乙烯酯)树脂等。尤其是,优选使用环氧树脂等透湿性低的材料。此外,也可以使用两液混合型树脂。此外,也可以使用粘合薄片等。

[0290] 也可以在衬底120的树脂层122一侧的面设置遮光层。此外,可以在衬底120的外侧配置各种光学构件。作为光学构件,可以使用偏振片、相位差板、光扩散层(扩散薄膜等)、防反射层及聚光薄膜(condensing film)等。此外,在衬底120的外侧也可以配置抑制尘埃的附着的抗静电膜、不容易被弄脏的具有拒水性的膜、抑制使用时的损伤的硬涂膜、冲击吸收层等。

[0291] 衬底120可以使用玻璃、石英、陶瓷、蓝宝石、树脂、金属、合金、半导体等。取来自发光器件的光一侧的衬底使用使该光透过的材料。通过将具有柔性的材料用于衬底120,可以提高显示装置的柔性。作为衬底120,也可以使用偏振片。

[0292] 作为衬底120,可以使用如下材料:聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)或聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)等聚酯树脂、聚丙烯腈树脂、丙烯酸树脂、聚酰亚胺树脂、聚甲基丙烯酸甲酯树脂、聚碳酸酯(PC)树脂、聚醚砜(PES)树脂、聚酰胺树脂(尼龙、芳族聚酰胺等)、聚硅氧烷树脂、环烯烃树脂、聚苯乙烯树脂、聚酰胺-酰亚胺树脂、聚氨酯树脂、聚氯乙烯树脂、聚偏二氯乙烯树脂、聚丙烯树脂、聚四氟乙烯(PTFE)树脂、ABS树脂以及纤维素纳米纤维等。此外,也可以作为衬底120使用其厚度为具有柔性程度的玻璃。

[0293] 在将圆偏振片重叠于显示装置的情况下,优选将光学各向同性高的衬底用作显示装置所包括的衬底。光学各向同性高的衬底的双折射较低(也可以说双折射量较少)。

[0294] 光学各向同性高的衬底的相位差值(retardation value)的绝对值优选为30nm以下,更优选为20nm以下,进一步优选为10nm以下。

[0295] 作为光学各向同性高的薄膜,可以举出三乙酸纤维素(TAC,也被称为Cellulose triacetate)薄膜、环烯烃聚合物(COP)薄膜、环烯烃共聚物(COC)薄膜及丙烯酸薄膜等。

[0296] 当作为衬底使用薄膜时,有可能因薄膜的吸水而发生显示面板出现皱纹等形状变化。因此,作为衬底优选使用吸水率低的薄膜。例如,优选使用吸水率为1%以下的薄膜,更优选使用吸水率为0.1%以下的薄膜,进一步优选为使用吸水率为0.01%以下的薄膜。

[0297] 如此,可以制造显示装置100。

[0298] <制造方法2>

图13A示出根据本发明的一个方式的显示装置的制造方法2。

[0299] 如图13A所示,通过与图8A同样的工序在层102上形成导电层111a、导电层111b及导电层111c,并在连接部140中形成导电层111m。

[0300] 在导电层111c上形成绝缘层103o。如上所述,绝缘层103o可以包含无机材料或有机材料,并且可以具有单层结构或叠层结构。

[0301] 在图13A中,在像素部104及连接部140中形成含有有机材料的绝缘层103o,其厚度

为 $0.1\mu\text{m}$ 以上且 $1\mu\text{m}$ 以下,优选为 $0.1\mu\text{m}$ 以上且 $0.5\mu\text{m}$ 以下。作为绝缘层103o中的有机材料优选包含聚酰亚胺树脂、聚酰胺树脂、丙烯酸树脂、硅氧烷树脂、硅酮树脂、环氧树脂或酚树脂等有机树脂。

[0302] 如图13B所示,在制造方法2中从发光器件130c中的有机化合物层进行形成。这是为了防止绝缘层103o的非意图性的加工。例如,通过与图10C同样的工序形成有机化合物层113C、牺牲层118C及牺牲层119C。

[0303] 在牺牲层119C上形成掩模176,在连接部140中也在牺牲层119C上形成掩模175。

[0304] 如图13C所示,通过与图8C至图9C同样的工序使用掩模176对牺牲层119C进行加工来形成牺牲层119c。然后,去除掩模175及掩模176。并且,将牺牲层119c用作硬掩模对牺牲层118C进行加工来形成牺牲层118c,对有机化合物层113C进行加工来形成有机化合物层113c。此时,使绝缘层103o不暴露于蚀刻气体等。也就是说,保持绝缘层103o至少被牺牲层119C或牺牲层118C覆盖的状态。如此,可以防止绝缘层103o的非意图性的加工。

[0305] 如图14A所示,通过与图10A同样的工序形成有机化合物层113B、牺牲层118B及牺牲层119B。在连接部140中也形成牺牲层118B及牺牲层119B。以与形成发光器件130b的区域重叠的方式设置掩模176。在连接部140中不设置掩模。

[0306] 如图14B所示,通过与图8C至图9C同样的工序使用掩模176对牺牲层119B进行加工来形成牺牲层119b。在连接部140中也去除牺牲层119B。然后,去除掩模176。接着,将牺牲层119b用作硬掩模对牺牲层118B进行加工来形成牺牲层118b,对有机化合物层113B进行加工来形成有机化合物层113b。在连接部140中也去除牺牲层118B,牺牲层119c露出。

[0307] 如图15A所示,通过与图8B同样的工序形成有机化合物层113A、牺牲层118A及牺牲层119A。在连接部140中也形成牺牲层118A及牺牲层119A。以与形成发光器件130a的区域重叠的方式设置掩模176。在连接部140中不设置掩模。

[0308] 如图15B所示,通过与图8C至图9C同样的工序使用掩模176对牺牲层119A进行加工来形成牺牲层119a。在连接部140中也去除牺牲层119A。然后,去除掩模176。接着,将牺牲层119a用作硬掩模对牺牲层118A进行加工来形成牺牲层118a,对有机化合物层113A进行加工来形成有机化合物层113a。在连接部140中也去除牺牲层118A,牺牲层119c露出。

[0309] 如图16A所示,通过与图11B及图11C同样的工序去除牺牲层119a、牺牲层119b及牺牲层119c,然后形成绝缘层125及绝缘层127。绝缘层127优选形成在俯视时不与绝缘层103o重叠的区域中。在图16A中附上箭头的区域及其附近的区域中可以确认到绝缘层127与绝缘层103o的边界。例如,包括绝缘层103o的发光器件130c不包括绝缘层127。由此,发光器件130c不易受到绝缘层127的不良的影响,所以是优选的。此外,有机化合物层113c的端部被绝缘层125覆盖,所以可以抑制劣化。

[0310] 如图16B所示,通过与图12A及图12B同样的工序形成电子注入层114,并在电子注入层上形成导电层115。在连接部140中也形成电子注入层及导电层115。在连接部140中,有时表示为导电层115m。在导电层115及导电层115m上形成保护层131。

[0311] 如图17所示,通过与图12B同样的工序使用树脂层122将保护层131与衬底120贴合在一起。

[0312] 如此,可以制造显示装置100。

[0313] [像素的布局]

接着,说明与图6A不同的像素布局。对于子像素的排列没有特别的限制,可以采用各种方法。作为子像素的排列,例如可以举出条纹排列、S条纹排列、矩阵排列、delta排列、拜耳排列、PenTile排列等。

[0314] 作为子像素的顶面形状,例如可以举出三角形、四角形(包括长方形、正方形)、五角形等多角形、这些多角形的角部呈圆形的形状、椭圆形或圆形等。这里,子像素的顶面形状相当于发光器件的发光区域的顶面形状。

[0315] 图18A所示的像素110采用S条纹排列。图18A所示的像素110由子像素110a、子像素110b、子像素110c的三个子像素构成。例如,子像素110b与子像素110a相邻,子像素110c与110b相邻。例如,子像素110a也可以为蓝色子像素B,子像素110b也可以为红色子像素R,子像素110c也可以为绿色子像素G。在子像素110c中示出绝缘层103。除了子像素110c以外也可以设置绝缘层103。绝缘层103可以替换为绝缘层103o。

[0316] 图18B所示的像素110包括具有角部呈圆形的近似梯形的顶面形状的子像素110a、具有角部呈圆形的近似三角形的顶面形状的子像素110b以及具有角部呈圆形的近似四角形或近似六角形的顶面形状的子像素110c。例如,子像素110b与子像素110a相邻,子像素110c与110b相邻。此外,子像素110a的发光面积比子像素110b大。如此,可以分别独立地决定各子像素的形状及尺寸。例如,包括可靠性越高的发光器件的子像素可以使其尺寸越小。例如,子像素110a也可以为绿色子像素G,子像素110b也可以为红色子像素R,子像素110c也可以为蓝色子像素B。在子像素110c中示出绝缘层103。除了子像素110c以外也可以设置绝缘层103。绝缘层103可以替换为绝缘层103o。

[0317] 图18C所示的像素124a、124b采用PenTile排列。图18C示出交替配置包括子像素110a及子像素110b的像素124a以及包括子像素110b及子像素110c的像素124b的例子。例如,子像素110b与子像素110a相邻,子像素110c与110b相邻。例如,子像素110a也可以为红色子像素R,子像素110b也可以为绿色子像素G,子像素110c也可以为蓝色子像素B。在子像素110c中示出绝缘层103。除了子像素110c以外也可以设置绝缘层103。绝缘层103可以替换为绝缘层103o。

[0318] 图18D所示的像素124a、124b采用delta排列。像素124a在上行(第一行)包括两个子像素(子像素110a、110b),在下行(第二行)包括一个子像素(子像素110c)。例如,子像素110b与子像素110a相邻,子像素110c与110b相邻。像素124b在上行(第一行)包括一个子像素(子像素110c),在下行(第二行)包括两个子像素(子像素110a、110b)。例如,子像素110a也可以为红色子像素R,子像素110b也可以为绿色子像素G,子像素110c也可以为蓝色子像素B。在子像素110c中示出绝缘层103。除了子像素110c以外也可以设置绝缘层103。绝缘层103可以替换为绝缘层103o。

[0319] 图18E示出各颜色的子像素配置为之字形状的例子。具体而言,在俯视时,在列方向上排列的两个子像素(例如,子像素110a及子像素110b或子像素110b及子像素110c)的上边的位置不一致。例如,子像素110b与子像素110a相邻,子像素110c与110b相邻。例如,子像素110a也可以为红色子像素R,子像素110b也可以为绿色子像素G,子像素110c也可以为蓝色子像素B。在子像素110c中示出绝缘层103。除了子像素110c以外也可以设置绝缘层103。绝缘层103可以替换为绝缘层103o。

[0320] 光刻法由于加工的图案越微细越不能忽略光的衍射的影响,所以用曝光转印光掩

模的图案时其忠实性变坏而将抗蚀剂掩模加工为所希望的形状变得很困难。因此,即使光掩模的图案为矩形,也容易形成角部呈圆形的图案。因此,子像素的顶面形状有时成为多角形的角部呈圆形的形状、椭圆形或圆形等。

[0321] 再者,在本发明的一个方式的显示装置的制造方法中,通过微影技术加工有机化合物层。在有机化合物层上形成的掩模需要在比有机化合物层的耐热温度低的温度下固化。因此,根据有机化合物层的材料的耐热温度及掩模材料的固化温度有时掩模的固化不充分。固化不充分的掩模有时加工时成为与所希望的形状不同的形状。其结果是,有机化合物层的顶面形状有时成为多角形的角部呈圆形的形状、椭圆形或圆形等。例如,在要形成顶面形状为正正方形的抗蚀剂掩模时,有时形成圆形的顶面形状的抗蚀剂掩模,有机化合物层的顶面形状成为圆形。

[0322] 注意,为了使有机化合物层的顶面形状成为所希望的形状,也可以利用预先校正掩模图案的技术(OPC(Optical Proximity Correction:光学邻近校正)技术)以便使设计图案与转印图案一致。具体而言,在OPC技术中,对掩模图案上的图形角部等追加用于校正的图案。

[0323] 如图19A至图19H所示,像素可以包括四种子像素。

[0324] 图19A至图19C所示的像素110采用条纹排列。在图19A至图19C中,在子像素110c中示出绝缘层103。除了子像素110c以外也可以设置绝缘层103。绝缘层103可以替换为绝缘层103o。

[0325] 图19A示出各子像素具有长方形的顶面形状的例子,图19B示出各子像素具有将两个半圆与长方形连在一起的顶面形状的例子,图19C示出各子像素具有椭圆形的顶面形状的例子。在图19A至图19C中,子像素110b与子像素110a相邻,子像素110c与110b相邻,子像素110d与子像素110c相邻。

[0326] 图19D至图19F所示的像素110采用矩阵排列。在图19D至图19F中,在子像素110c中示出绝缘层103。在图19D至图19F中,子像素110b与子像素110a相邻,子像素110c与110b相邻,子像素110d与子像素110c相邻。除了子像素110c以外也可以设置绝缘层103。绝缘层103可以替换为绝缘层103o。

[0327] 图19D示出各子像素具有正方形的顶面形状的例子,图19E示出各子像素具有角部呈圆形的近似正方形的顶面形状的例子,图19F示出各子像素具有圆形的顶面形状的例子。

[0328] 图19G及图19H示出一个像素110以两行三列构成的例子。在图19G及图19H中,子像素110b与子像素110a相邻,子像素110c与110b相邻,子像素110d与子像素110a、子像素110b及子像素110c相邻。在图19G及图19H中,在子像素110c中示出绝缘层103。除了子像素110c以外也可以设置绝缘层103。绝缘层103可以替换为绝缘层103o。

[0329] 图19G所示的像素110在上行(第一行)包括三个子像素(子像素110a、110b、110c)且在下行(第二行)包括一个子像素(子像素110d)。换言之,像素110在左列(第一列)包括子像素110a,在中间列(第二列)包括子像素110b,在右列(第三列)包括子像素110c,并包括横跨这三个列的子像素110d。

[0330] 图19H所示的像素110在上行(第一行)包括三个子像素(子像素110a、110b、110c)且在下行(第二行)包括三个子像素110d。换言之,像素110在左列(第一列)包括子像素110a及子像素110d,在中间列(第二列)包括子像素110b及子像素110d,在右列(第三列)包括子

像素110c及子像素110d。如图19H所示,通过采用上行和下行的子像素的配置对齐的结构,可以高效地去除制造工艺中可能产生的尘埃等。因此,可以提供显示品质高的显示装置。

[0331] 图19A至图19H所示的像素110由子像素110a、110b、110c、110d的四种子像素构成。子像素110a、110b、110c、110d包括发射彼此不同颜色的光的发光器件。可以举出R、G、B、Y的四个颜色的子像素或者红色、绿色、蓝色、红外发光的子像素等。

[0332] 本发明的一个方式的显示装置也可以在像素中包括受光器件。

[0333] 此外,也可以采用图19A至图19H所示的像素110所包括的四个子像素中的三个包括发光器件的结构且剩下的一个包括受光器件的结构。

[0334] 作为受光器件,例如可以使用pn型或pin型的光电二极管。受光器件被用作检测出入射到受光器件的光来产生电荷的光电转换器件(也称为光电转换元件)。根据入射到受光器件的光量决定从受光器件产生的电荷量。

[0335] 尤其是,作为受光器件,优选使用具有包括有机化合物层的层的有机光电二极管。有机光电二极管容易实现薄型化、轻量化及大面积化,且形状及设计的自由度高,由此可以应用于各种各样的显示装置。

[0336] 在本发明的一个方式中,作为发光器件使用有机EL器件,作为受光器件使用有机光电二极管。有机EL器件及有机光电二极管能够形成在同一衬底上。因此,在使用有机EL器件的显示装置中可以内置有机光电二极管。

[0337] 受光器件在一对电极间至少包括被用作光电转换层的活性层。在本说明书等中,有时将一对电极中的一方记为像素电极,另一方记为公共电极。

[0338] 例如,子像素110a、110b、110c为R、G、B的三个颜色的子像素,子像素110d也可以为包括受光器件的子像素。

[0339] 在受光器件所包括的一对电极中,一方的电极被用作阳极且另一方的电极被用作阴极。以下以像素电极被用作阳极且公共电极被用作阴极的情况为例进行说明。通过将反向偏压施加到像素电极与公共电极之间来驱动受光器件,可以检测出入射到受光器件的光来产生电荷,由此可以将其提取为电流。或者,像素电极也可以被用作阴极且公共电极也可以被用作阳极。

[0340] 受光器件也可以使用与发光器件同样的制造方法。受光器件所包括的光电转换层(也称为活性层)不是用金属掩模进行图案形成而得的,而是在整个面上沉积将成为活性层的膜之后对该膜进行加工而得的。因此,可以以均匀的厚度形成活性层。此外,通过在活性层上设置牺牲层,可以降低在显示装置的制造工序中活性层受到的损伤,由此可以提高受光器件的可靠性。

[0341] 这里,有时受光器件与发光器件共同使用的层在发光器件中的功能和在受光器件中的功能不同。在本说明书中,根据发光器件的功能有时称呼构成要素。例如,空穴注入层在发光器件中被用作空穴注入层而在受光器件中被用作空穴传输层。与此同时,电子注入层在发光器件中被用作电子注入层而在受光器件中被用作电子传输层。此外,有时受光器件与发光器件共同使用的层在发光器件中的功能和在受光器件中的功能同一。空穴传输层在发光器件及受光器件中都被用作空穴传输层,电子传输层在发光器件及受光器件中都被用作电子传输层。

[0342] 受光器件所包括的活性层包含半导体。作为该半导体,可以举出硅等无机半导体

及包括有机化合物层的有机半导体。在本实施方式中,示出使用有机半导体作为活性层所包括的半导体的例子。通过使用有机半导体,可以以相同的方法(例如,真空蒸镀法)形成发光层及活性层,并可以共同使用制造装置,所以是优选的。

[0343] 作为活性层含有的n型半导体的材料,可以举出富勒烯(例如 C_{60} 、 C_{70} 等)、富勒烯衍生物等具有电子接受性的有机半导体材料。富勒烯具有足球形状,该形状在能量上稳定。富勒烯的HOMO能级及LUMO能级都深(低)。因为富勒烯的LUMO能级较深,所以电子受体性(受体性)极高。一般地,当如苯那样 π 电子共轭(共振)在平面上扩大时,电子供体性(供体型)变高。另一方面,富勒烯具有球形状,尽管 π 电子共轭广泛扩大,但是电子受体性变高。在电子受体性较高时,高速且高效地引起电荷分离,所以对受光器件来说是有益的。 C_{60} 、 C_{70} 都在可见光区域中具有宽吸收带,尤其是, C_{70} 与 C_{60} 相比具有更大的 π 电子共轭体系,在长波长区域中也具有更宽的吸收带,所以是优选的。除此之外,作为富勒烯衍生物可以举出[6,6]-苯基-C71-丁酸甲酯(简称:PC70BM)、[6,6]-苯基-C61-丁酸甲酯(简称:PC60BM)或1',1'',4',4''-四氢-二[1,4]甲烷萘并(methanonaphthaleno)[1,2:2',3',56,60:2'',3''] [5,6]富勒烯-C60(简称:ICBA)等。

[0344] 作为n型半导体的材料,可以举出具有喹啉骨架的金属配合物、具有苯并喹啉骨架的金属配合物、具有噻唑骨架的金属配合物、具有噻唑骨架的金属配合物、噻二唑衍生物、三唑衍生物、咪唑衍生物、噻唑衍生物、噻唑衍生物、菲罗啉衍生物、喹啉衍生物、苯并喹啉衍生物、喹啉衍生物、二苯并喹啉衍生物、吡啶衍生物、联吡啶衍生物、嘧啶衍生物、萘衍生物、蒽衍生物、香豆素衍生物、若丹明衍生物、三嗪衍生物或酞衍生物等。

[0345] 作为活性层含有的p型半导体的材料,可以举出铜(II)酞菁(Copper(II)phthalocyanine:CuPc)、四苯基二苯并二茚并芘(Tetraphenyldibenzoperiflanthene:DBP)、酞菁锌(ZincPhthalocyanine:ZnPc)、锡酞菁(SnPc)、喹吖啶酮等具有电子供体性的有机半导体材料。

[0346] 此外,作为p型半导体的材料,可以举出呋喃衍生物、噻吩衍生物、咪唑衍生物或具有芳香胺骨架的化合物等。再者,作为p型半导体的材料,可以举出萘衍生物、蒽衍生物、芘衍生物、三亚苯衍生物、茚衍生物、吡咯衍生物、苯并呋喃衍生物、苯并噻吩衍生物、吡啶衍生物、二苯并呋喃衍生物、二苯并噻吩衍生物、吡啶呋喃衍生物、吡啶衍生物、酞菁衍生物、萘酞菁衍生物、喹吖啶酮衍生物、聚亚苯亚乙烯衍生物、聚对亚苯衍生物、聚茚衍生物、聚乙烯呋喃衍生物或聚噻吩衍生物等。

[0347] 具有电子供体性的有机半导体材料的HOMO能级优选比具有电子接收性的有机半导体材料的HOMO能级浅(高)。具有电子供体性的有机半导体材料的LUMO能级优选比具有电子接收性的有机半导体材料的LUMO能级浅(高)。

[0348] 优选使用球状的富勒烯作为具有电子接收性的有机半导体材料,且优选使用其形状与平面相似的有机半导体材料作为具有电子供体性的有机半导体材料。形状相似的分子具有容易聚集的趋势,当同一种分子凝集时,因分子轨道的能级相近而可以提高载流子传输性。

[0349] 例如,优选共蒸镀n型半导体和p型半导体形成活性层。此外,也可以层叠n型半导体和p型半导体形成活性层。

[0350] 受光器件作为活性层以外的层也可以包括包含空穴传输性高的物质、电子传输性

高的物质或双极性的物质(电子传输性及空穴传输性高的物质)等的层。此外,不局限于上述物质,也可以包括包含空穴注入性高的物质、空穴阻挡材料、电子注入性高的材料、电子阻挡材料等的层。

[0351] 受光器件可以使用低分子化合物或高分子化合物,还可以包含无机化合物。构成受光器件的层可以通过蒸镀法(包括真空蒸镀法)、转印法、印刷法、喷墨法、涂敷法等的方法形成。

[0352] 例如,作为空穴传输性材料,可以使用聚(3,4-乙撑二氧噻吩)/聚(苯乙烯磺酸)(PEDOT/PSS)等高分子化合物及钼氧化物、碘化铜(CuI)等无机化合物。此外,作为电子传输性材料,可以使用氧化锌(ZnO)等无机化合物。

[0353] 作为活性层可以使用用作供体的聚[[4,8-双[5-(2-乙基己基)-2-噻吩基]苯并[1,2-b:4,5-b']二噻吩-2,6-二基]-2,5-噻吩二基[5,7-双(2-乙基己基)-4,8-二氧-4H,8H-苯并[1,2-c:4,5-c']二噻吩-1,3-二基]]聚合物(简称:PBDB-T)或PBDB-T衍生物等高分子化合物。例如,可以使用将受体材料分散于PBDB-T或PBDB-T衍生物中的方法等。

[0354] 此外,也可以在活性层中混合三种以上的材料。例如,以放大波长区域为目的而除了n型半导体的材料及p型半导体的材料以外还可以混合第三材料。此时,第三材料可以为低分子化合物或高分子化合物。

[0355] 由于在像素中包括发光器件及受光器件的显示装置中像素具有受光功能,所以可以在显示图像的同时检测出对象物的接触或接近。例如,不仅使显示装置所包括的所有子像素显示图像,而且可以使部分子像素呈现用作光源的光并使其他子像素显示图像。

[0356] 本发明的一个方式的显示装置的显示部中发光器件以矩阵状配置,由此可以用该显示部显示图像。另外,在该显示部中,受光器件以矩阵状配置,因此该显示部除了图像显示功能以外还具有摄像功能和感测功能中的一个或两个。显示部可以用于图像传感器或触摸传感器。也就是说,通过由显示部检测光,可以拍摄图像或检测对象物(指头、手或笔等)的接近或接触。此外,本发明的一个方式的显示装置可以将发光器件用作传感器的光源。因此,不需要与显示装置另行设置受光部及光源,而可以减少电子设备的构件数量。

[0357] 在本发明的一个方式的显示装置中,由于在被对象物反射(或散射)包括在显示部中的发光器件所发射的光时受光器件可以检测其反射光(或散射光),因此在黑暗之处也可以进行摄像或触摸检测。

[0358] 在将受光器件用于图像传感器时,显示装置可以使用受光器件拍摄图像。例如,本实施方式的显示装置可以用作扫描仪。

[0359] 例如,可以利用图像传感器获取基于指纹、掌纹等生物数据的数据。也就是说,可以在显示装置内设置生物识别用传感器。通过在显示装置内设置生物识别用传感器,与分别设置显示装置和生物识别用传感器的情况相比,可以减少电子设备的构件数量,由此可以实现电子设备的小型化及轻量化。

[0360] 此外,在将受光器件用于触摸传感器的情况下,显示装置使用受光器件检测出对象物的接近或接触。

[0361] 图20A及图20B所示的像素包括子像素G、子像素B、子像素R及子像素PS。除了子像素PS之外还可以设置绝缘层103。绝缘层103可以替换为绝缘层103o。

[0362] 图20A所示的像素采用条纹排列。图20B所示的像素采用矩阵排列。

[0363] 图20C及图20D所示的像素包括子像素G、子像素B、子像素R、子像素PS及子像素IRS。除了子像素PS及子像素IRS之外还可以设置绝缘层103。绝缘层103可以替换为绝缘层103o。

[0364] 图20C及图20D示出一个像素沿着两行三列排列的例子。在上行(第一行)设置三个子像素(子像素G、子像素B、子像素R)。在图20C中,在下行(第二行)设置三个子像素(一个子像素PS及两个子像素IRS)。另一方面,在图20D中,在下行(第二行)设置两个子像素(一个子像素PS及一个子像素IRS)。如图20C所示,通过使上行与下行的子像素的配置对齐,可以高效地去除制造工艺中会产生的尘埃等。因此,可以提供显示品质高的显示装置。注意,子像素的布局不局限于图20A至图20D的结构。

[0365] 子像素R包括发射红色光的发光器件。子像素G包括发射绿色光的发光器件。子像素B包括发射蓝色光的发光器件。

[0366] 子像素PS及子像素IRS分别包括受光器件。对于子像素PS及子像素IRS所检测的光的波长没有特别的限制。

[0367] 在图20C中,两个子像素IRS既可以分别独立地包括受光器件,也可以共同包括一个受光器件。也就是说,图20C所示的像素110可以包括一个用于子像素PS的受光器件且一个或两个用于子像素IRS的受光器件。

[0368] 子像素PS的受光面积比子像素IRS的受光面积小。受光面积越小,拍摄范围越窄,可以实现拍摄结果的模糊抑制及分辨率的提高。因此,通过使用子像素PS,与使用子像素IRS的情况相比,可以进行高清晰或高分辨率的拍摄。例如,可以使用子像素PS进行用来使用指纹、掌纹、虹膜、脉形状(包括静脉形状、动脉形状)或人脸等的个人识别的拍摄。

[0369] 子像素PS所包括的受光器件优选检测可见光,优选检测蓝色、紫色、蓝紫色、绿色、黄绿色、黄色、橙色、红色等光中的一个或多个。此外,子像素PS所包括的受光器件也可以检测红外光。

[0370] 子像素IRS可以用于触摸传感器(也称为直接触摸传感器)或近似触摸传感器(也称为悬浮传感器、悬浮触摸传感器、非接触传感器、非触摸传感器)等。子像素IRS可以根据用途适当地决定所检测的光的波长。例如,子像素IRS优选检测红外光。由此,即使在黑暗处也可以进行触摸检测。

[0371] 在此,触摸传感器或近似触摸传感器可以检测对象物(手指、手或笔等)的接近或接触。

[0372] 触摸传感器通过显示装置与对象物直接接触可以检测对象物。此外,近似触摸传感器即使对象物不与显示装置接触,也可以检测该对象物。例如,优选采用如下结构:显示装置可以在显示装置与对象物之间的距离为0.1mm以上且300mm以下,优选为3mm以上且50mm以下的范围内检测该对象物。通过采用该结构,对象物可以以不与显示装置直接接触的方式进行操作,换言之可以以非接触(非触摸)的方式操作显示装置。通过采用上述结构,可以减少显示装置被弄脏或受损伤的风险或者对象物可以不与附着于显示装置的污渍(例如,尘埃或病毒等)直接接触而操作显示装置。

[0373] 本发明的一个方式的显示装置可以使刷新频率可变。例如,可以根据显示在显示装置上的内容调整刷新频率(例如,在1Hz以上且240Hz以下的范围内进行调整)来降低功耗。此外,也可以根据该刷新频率使触摸传感器或近似触摸传感器的驱动频率改变。例如,

在显示装置的刷新频率为120Hz时,可以将触摸传感器或近似触摸传感器的驱动频率设定为高于120Hz的频率(典型的是240Hz)。通过采用该结构,可以实现低功耗且可以提高触摸传感器或近似触摸传感器的响应速度。

[0374] 图20E至图20G所示的显示装置100在衬底351与衬底359之间包括具有受光器件的层353、功能层355及具有发光器件的层357。

[0375] 功能层355包括驱动受光器件的电路及驱动发光器件的电路。可以在功能层355中设置开关、晶体管、电容器、电阻器、布线、端子等。注意,在以无源矩阵方式驱动发光器件及受光器件时,也可以不设置开关及晶体管。

[0376] 例如,如图20E所示,具有发光器件的层357中的发光器件所发射的光被接触显示装置100的手指352反射,使得具有受光器件的层353中的受光器件检测出该反射光。由此,可以检测出与显示装置100接触的手指352。或者,如图20F及图20G所示,也可以具有检测或拍摄接近(不接触)显示装置的对象物的功能。图20F示出检测人的手指的例子,图20G示出检测人眼的周边、表面或内部的信息(眨眼次数、眼球的动作、眼皮的动作等)的例子。

[0377] 通过在一个像素中安装两种受光器件,除了显示功能以外还可以追加两个功能,由此可以实现显示装置的多功能化。

[0378] 注意,为了进行高清晰的拍摄,子像素PS优选设置在显示装置所包括的所有的像素中。另一方面,与子像素PS相比,用于触摸传感器或空中触摸传感器等的子像素IRS不需高检测精度,因此子像素IRS设置在显示装置所包括的部分像素中,即可。通过使显示装置所包括的子像素IRS的个数比子像素PS的个数少,可以提高检测速度。

[0379] 如上所述,本发明的一个方式的显示装置通过在一个像素中安装两种受光器件,除了显示功能以外还可以追加两个功能,由此可以实现显示装置的多功能化。例如,可以实现高清晰的摄像功能及触摸传感器或近似触摸传感器等的感测功能。此外,通过组合安装有两种受光器件的像素与其他结构的像素,进一步可以增加显示装置的功能。例如,可以使用包括发射红外光的发光器件或各种传感器件等的像素。

[0380] 本实施方式可以与其他实施方式适当地组合。此外,在本说明书中,在一个实施方式中示出多个结构例子的情况下,可以适当地组合该结构例子。

[0381] (实施方式3)

在本实施方式中,参照图21至图25说明本发明的一个方式的显示装置。

[0382] 本实施方式的显示装置可以为高分辨率的显示装置或大型显示装置。因此,例如可以将本实施方式的显示装置用作如下装置的显示部:具有较大的屏幕的电子设备诸如电视装置、台式或笔记本型个人计算机、用于计算机等的显示器、数字标牌、弹珠机等大型游戏机等;数码相机;数字视频摄像机;数码相框;移动电话机;便携式游戏机;便携式信息终端;声音再现装置。

[0383] [显示装置100A]

图21是显示装置100A的立体图,图22A是显示装置100A的截面图。

[0384] 显示装置100A具有贴合衬底120与衬底101的结构。在图21中,以虚线表示衬底120。

[0385] 显示装置100A包括像素部104、连接部140、电路164、布线165等。布线165有时被记为引线,并是指从像素部104、连接部140、电路164延伸的布线。图21示出显示装置100A安装

有IC173及FPC172的例子。因此,也可以将图21所示的结构称为包括显示装置100A、IC(集成电路)及FPC的显示模块。

[0386] 连接部140设置在像素部104的外侧。连接部140可以沿着像素部104的一个边或多个边设置。连接部140也可以为一个或多个。图21示出沿着像素部104的布线165一侧的一个边设置连接部140的例子。在连接部140中,发光器件的公共电极与导电层等电连接,可以对公共电极供应指定电位。

[0387] 作为电路164,例如可以使用扫描线驱动电路。

[0388] 布线165具有对像素部104及电路164等供应信号及电力的功能。该信号及电力从外部经由FPC172输入到布线165或者从IC173输入到布线165。

[0389] 图21示出通过COG(Chip OnGlass:玻璃覆晶封装)方式或COF(Chip on Film:薄膜覆晶封装)方式等设置IC173的例子。作为IC173,例如可以使用包括扫描线驱动电路或信号线驱动电路等的IC。注意,显示装置100A及显示模块不一定必须设置有IC。此外,也可以将IC利用COF方式等安装于FPC。

[0390] 图22A示出显示装置100A的包括FPC172的区域的一部分、电路164的一部分、像素部104的一部分、连接部140的一部分及包括端部的区域的一部分的截面的一个例子。虽然作为显示装置100A采用上述结构例子1进行说明,但可以采用其他结构例子。

[0391] 图22A所示的显示装置100A在衬底101与衬底120之间包括晶体管201、晶体管205、发射红色光的发光器件130a、发射绿色光的发光器件130b以及发射蓝色光的发光器件130c等。

[0392] 在此,当显示装置的像素包括具有呈现彼此不同颜色的发光器件的三个子像素时,作为该三个子像素可以举出R、G、B这三个颜色的子像素、黄色(Y)、青色(C)及品红色(M)这三个颜色的子像素等。当包括四个该子像素时,作为该四个子像素可以举出R、G、B、Y这四个颜色的子像素等。

[0393] 关于发光器件130a、发光器件130b、发光器件130c,可以参照上述实施方式。

[0394] 发光器件130a包括导电层111a。有时将导电层111a记作像素电极。导电层111a通过设置在绝缘层214中的开口与晶体管205所包括的导电层222b连接。

[0395] 发光器件130b中的导电层111b以及发光器件130c中的导电层111c与发光器件130a中的导电层111a同样。以覆盖发光器件130c中的导电层111c的一部分的方式设置绝缘层103。绝缘层103可以替换为绝缘层103o。

[0396] 在导电层111a、导电层111b、导电层111c中有时以覆盖设置在绝缘层214中的开口的方式形成凹部。在使导电层111的顶面具有平坦性时,可以用绝缘层或导电层填充上述凹部。

[0397] 有机化合物层113a、有机化合物层113b及有机化合物层113c的侧面都被绝缘层125、127覆盖。牺牲层118a位于有机化合物层113a与绝缘层125之间。此外,牺牲层118b位于有机化合物层113b与绝缘层125之间,牺牲层118c位于有机化合物层113c与绝缘层125之间。有机化合物层113a、有机化合物层113b、有机化合物层113c及绝缘层125、127上设置有电子注入层114,电子注入层114上设置有导电层115。此外,发光器件130a、发光器件130b、发光器件130c上分别设置有保护层131。

[0398] 保护层131和衬底120由树脂层122粘合。作为发光器件的密封可以采用固体密封

结构或中空密封结构等。在图22A中,衬底120和衬底101之间的空间被树脂层122填充,即采用固体密封结构。或者,也可以采用使用惰性气体(氮或氩等)填充该空间的中空密封结构。此时,树脂层122也可以以不与发光器件重叠的方式设置。另外,也可以使用与设置为框状的树脂层122不同的树脂填充该空间。

[0399] 在连接部140中,绝缘层214上设置有导电层111m。示出导电层111m是加工与导电层111a、111b、111c相同的导电膜而得的导电膜的例子。导电层111m的端部至少被绝缘层103覆盖。该端部也可以还被位于绝缘层103上的绝缘层覆盖。例如,该端部也可以被绝缘层125、绝缘层127等覆盖。此外,导电层111m上设置有导电层115。电子注入层114也可以位于导电层111m与导电层115之间。

[0400] 显示装置100A采用顶部发射型。发光器件将光发射到衬底120一侧。衬底120优选使用对可见光的透过性高的材料。

[0401] 到绝缘层214的叠层结构相当于实施方式1等中的层102。

[0402] 晶体管201及晶体管205都设置在衬底101上。这些晶体管可以使用同一材料及同一工序形成。

[0403] 在衬底101上依次设置有绝缘层211、绝缘层213、绝缘层215及绝缘层214。绝缘层211的一部分用作各晶体管的栅极绝缘层。绝缘层213的一部分用作各晶体管的栅极绝缘层。绝缘层215以覆盖晶体管的方式设置。绝缘层214以覆盖晶体管的方式设置,并被用作平坦化层。此外,对栅极绝缘层的个数及覆盖晶体管的绝缘层的个数没有特别的限制,既可以为一个,又可以为两个以上。

[0404] 优选的是,将水及氢等杂质不容易扩散的材料用于覆盖晶体管的绝缘层中的至少一个。由此,可以将绝缘层用作阻挡绝缘层。通过采用这种结构,可以有效地抑制杂质从外部扩散到晶体管中,从而可以提高显示装置的可靠性。

[0405] 作为绝缘层211、绝缘层213及绝缘层215优选使用无机绝缘膜。作为无机绝缘膜,例如可以使用氮化硅膜、氧氮化硅膜、氧化硅膜、氮氧化硅膜、氧化铝膜、氮化铝膜等。此外,也可以使用氧化钪膜、氧化钇膜、氧化锆膜、氧化镓膜、氧化钽膜、氧化镁膜、氧化镧膜、氧化铈膜及氧化钕膜等。此外,也可以层叠上述绝缘膜中的两个以上。

[0406] 用作平坦化层的绝缘层214优选使用有机绝缘膜。作为能够用于有机绝缘膜的材料,例如可以举出丙烯酸树脂、聚酰亚胺树脂、环氧树脂、聚酰胺树脂、聚酰亚胺酰胺树脂、硅氧烷树脂、苯并环丁烯类树脂、酚醛树脂及这些树脂的前体等。此外,绝缘层214也可以具有有机绝缘膜及无机绝缘膜的叠层结构。

[0407] 晶体管201及晶体管205包括:用作栅极的导电层221;用作栅极绝缘层的绝缘层211;用作源极及漏极的导电层222a及导电层222b;半导体层231;用作栅极绝缘层的绝缘层213;以及用作栅极的导电层223。在此,通过对同一导电膜进行加工而得到的多个层由相同的阴影线表示。绝缘层211位于导电层221与半导体层231之间。绝缘层213位于导电层223与半导体层231之间。

[0408] 对本实施方式的显示装置所包括的晶体管结构没有特别的限制。例如,可以采用平面晶体管、交错型晶体管或反交错型晶体管等。此外,晶体管都可以具有顶栅结构或底栅结构。或者,也可以在形成沟道的半导体层上下设置有栅极。

[0409] 作为晶体管201及晶体管205,采用两个栅极夹着形成沟道的半导体层的结构。此

外,也可以连接两个栅极,并通过对该两个栅极供应同一信号,来驱动晶体管。或者,通过对两个栅极中的一个施加用来控制阈值电压的电位,对另一个施加用来进行驱动的电位,也可以控制晶体管的阈值电压。

[0410] 对于晶体管的半导体材料的结晶性也没有特别的限制,可以使用非晶半导体或具有结晶性的半导体(微晶半导体、多晶半导体、单晶半导体或其一部分具有结晶区域的半导体)。当使用具有结晶性的半导体时可以抑制晶体管的特性劣化,所以是优选的。

[0411] 晶体管的半导体层优选使用金属氧化物(也称为氧化物半导体)。就是说,本实施方式的显示装置优选使用在沟道形成区域中包含金属氧化物的晶体管(以下,OS晶体管)。此外,晶体管的半导体层也可以包含硅。作为硅,可以举出非晶硅、结晶硅(低温多晶硅、单晶硅等)等。

[0412] 例如,半导体层优选包含铟、M(M为选自镓、铝、硅、硼、钇、锡、铜、钒、铍、钛、铁、镍、锗、锆、钼、镧、铈、钕、钐、铈、钐、铈和镁中的一种或多种)和锌。尤其是,M优选为选自铝、镓、钇和锡中的一种或多种。

[0413] 尤其是,作为半导体层,优选使用包含铟(In)、镓(Ga)及锌(Zn)的氧化物(IGZO)。或者,优选使用包含铟、锡及锌的氧化物。或者,优选使用包含铟、镓、锡及锌的氧化物。

[0414] 在半导体层使用In-M-Zn氧化物时,该In-M-Zn氧化物中的In的原子数比优选为M的原子数比以上。作为上述In-M-Zn氧化物的金属元素的原子数比,可以举出:In:M:Zn=1:1:1或其附近的组成、In:M:Zn=1:1:1.2或其附近的组成、In:M:Zn=2:1:3或其附近的组成、In:M:Zn=3:1:2或其附近的组成、In:M:Zn=4:2:3或其附近的组成、In:M:Zn=4:2:4.1或其附近的组成、In:M:Zn=5:1:3或其附近的组成、In:M:Zn=5:1:6或其附近的组成、In:M:Zn=5:1:7或其附近的组成、In:M:Zn=5:1:8或其附近的组成、In:M:Zn=6:1:6或其附近的组成、In:M:Zn=5:2:5或其附近的组成等。注意,附近的组成包括所希望的原子数比的±30%的范围。

[0415] 当记载为原子数比为In:Ga:Zn=4:2:3或其附近的组成时包括如下情况:In的原子数比为4时,Ga的原子数比为1以上且3以下,Zn的原子数比为2以上且4以下。此外,当记载为原子数比为In:Ga:Zn=5:1:6或其附近的组成时包括如下情况:In的原子数比为5时,Ga的原子数比大于0.1且为2以下,Zn的原子数比为5以上且7以下。此外,当记载为原子数比为In:Ga:Zn=1:1:1或其附近的组成时包括如下情况:In的原子数比为1时,Ga的原子数比大于0.1且为2以下,Zn的原子数比大于0.1且为2以下。

[0416] 电路164所包括的晶体管和像素部104所包括的晶体管既可以具有相同的结构,又可以具有不同的结构。电路164所包括的多个晶体管既可以具有相同的结构,又可以具有两种以上的结构。与此同时,像素部104所包括的多个晶体管既可以具有相同的结构,又可以具有两种以上的结构。

[0417] 此外,根据显示面板的屏幕尺寸适当地选择用于显示面板的晶体管的结构即可。例如,在作为显示面板的晶体管使用单晶Si晶体管时,可以将其适用于对角0.1英寸以上且3英寸以下的屏幕尺寸的显示面板。另外,在作为显示面板的晶体管使用LTPS晶体管时,可以将其适用于对角0.1英寸以上且30英寸的屏幕尺寸的显示面板,优选将其适用于1英寸以上且30英寸以下的屏幕尺寸的显示面板。另外,在显示面板采用LTP0(组合LTPS晶体管和OS晶体管的结构)时,可以将其适用于对角0.1英寸以上且50英寸以下的屏幕尺寸的显示面

板,优选将其适用于1英寸以上且50英寸以下的屏幕尺寸的显示面板。另外,在作为显示面板的晶体管使用OS晶体管时,可以将其适用于对角0.1英寸以上且200英寸以下的屏幕尺寸的显示面板,优选将其适用于50英寸以上且100英寸以下的屏幕尺寸的显示面板。

[0418] 注意,由于单晶Si衬底的尺寸,使用单晶Si晶体管很难使显示面板大型化。另外,LTPS晶体管在制造工序中使用激光晶化装置,很难将其应用于大型化(典型的是对角超过30英寸的屏幕尺寸)。另一方面,OS晶体管在制造工序中没有使用激光晶化装置等限制,另外可以以较低的工艺温度(典型的是450℃以下)进行制造,因此可以将其应用到较大面积(典型的是对角线尺寸为50英寸以上且100英寸以下)的显示面板。另外,在采用LTP0时,可以将其适用于使用LTPS晶体管的情况下的尺寸与使用OS晶体管的情况下的尺寸之间的显示面板尺寸(典型的是对角线尺寸为1英寸以上且50英寸以下)。

[0419] 像素部104所包括的所有晶体管都可以为OS晶体管,像素部104所包括的所有晶体管都可以为Si晶体管,像素部104所包括的部分晶体管也可以为OS晶体管且剩下的晶体管也可以为Si晶体管。

[0420] 例如,通过在像素部104中使用LTPS晶体管和OS晶体管的双方,可以实现具有低功耗及高驱动能力的显示面板。另外,有时将组合LTPS晶体管和OS晶体管的结构称为LTP0。另外,作为更合适的一个例子,优选的是,作为被用作控制布线间的导通和非导通的开关的晶体管等使用OS晶体管且作为用来控制电流的晶体管等使用LTPS晶体管。

[0421] 例如,像素部104所包括的晶体管之一被用作用来控制流过发光器件的电流的晶体管,可以称为驱动晶体管。驱动晶体管的源极和漏极中的一个与发光器件的像素电极电连接。作为该驱动晶体管优选使用LTPS晶体管。因此,可以增大在像素电路中流过发光器件的电流。

[0422] 另一方面,像素部104所包括的晶体管的其他之一被用作用来控制像素的选择和非选择的开关,也可以被称为选择晶体管。选择晶体管的栅极与栅极线电连接,源极和漏极中的一个与源极线(信号线)电连接。选择晶体管优选使用OS晶体管。因此,即便使帧频显著小(例如,1fps以下)也可以维持像素的灰度,由此通过在显示静态图像时停止驱动器,可以降低功耗。

[0423] 如此,本发明的一个方式的显示面板可以兼具高开口率、高清晰度、高显示质量及低功耗。

[0424] 本发明的一个方式的显示面板具有包括OS晶体管和具有MML结构的发光器件的结构。通过采用该结构,可以使可流过晶体管的泄漏电流以及可在相邻的发光器件间流过的泄漏电流(也称为横泄漏电流、侧泄漏电流等)极低。另外,通过采用上述结构,在图像显示在显示面板上时观看者可以观测到图像的鲜锐度、图像的锐度、高色饱和度和高对比度中的任一个或多个。此外,通过采用可流过晶体管的泄漏电流及发光器件间的横泄漏电流极低的结构,可以进行在显示黑色时可发生的光泄露等极少的显示。

[0425] 作为晶体管的其他结构例子,图22B和图22C分别示出晶体管209和晶体管210。

[0426] 晶体管209及晶体管210包括:用作栅极的导电层221;用作栅极绝缘层的绝缘层211;包含沟道形成区域231i及一对低电阻区域231n的半导体层231;与一对低电阻区域231n中的一个连接的导电层222a;与一对低电阻区域231n中的另一个连接的导电层222b;用作栅极绝缘层的绝缘层225;用作栅极的导电层223;以及覆盖导电层223的绝缘层215。绝

缘层211位于导电层221与沟道形成区域231i之间。绝缘层225至少位于导电层223与沟道形成区域231i之间。再者,还可以设置有覆盖晶体管的绝缘层218。

[0427] 在图22B所示的例子中,在晶体管209中绝缘层225覆盖半导体层231的顶面及侧面。导电层222a及导电层222b通过设置在绝缘层225及绝缘层215中的开口与低电阻区域231n连接。导电层222a和导电层222b中的一个被用作源极,另一个被用作漏极。

[0428] 另一方面,在图22C所示的晶体管210中,绝缘层225与半导体层231的沟道形成区域231i重叠而不与低电阻区域231n重叠。例如,通过以导电层223为掩模加工绝缘层225,可以形成图22C所示的结构。在图22C中,绝缘层215覆盖绝缘层225及导电层223,并且导电层222a及导电层222b分别通过绝缘层215的开口与低电阻区域231n连接。

[0429] 在衬底101的与衬底120不重叠的区域中设置有连接部204。在连接部204中,布线165通过导电层166及连接层242与FPC172电连接。示出加工与导电层111a、导电层111b、导电层111c相同的导电膜而获得导电层166的例子。在连接部204的顶面上露出导电层166。因此,通过连接层242可以使连接部204与FPC172电连接。

[0430] 优选在衬底120的衬底101一侧的面设置遮光层117。遮光层117可以设置在相邻的发光器件间、连接部140及电路164等中。此外,可以在衬底120的外侧配置各种光学构件。光作为光学构件,可以使用偏振片、相位差板、光扩散层(扩散薄膜等)、防反射层及聚光薄膜等。此外,在衬底120的外侧也可以配置抑制尘埃的附着的抗静电膜、不容易被弄脏的具有拒水性的膜、抑制使用时的损伤的硬涂膜、冲击吸收层等。

[0431] 通过形成覆盖发光器件的保护层131,可以抑制水等杂质进入发光器件,由此可以提高发光器件的可靠性。

[0432] 衬底101及衬底120可以使用玻璃、石英、陶瓷、蓝宝石、树脂、金属、合金、半导体等。取来自发光器件的光一侧的衬底使用使该光透过的材料。通过将具有柔性的材料用于衬底101及衬底120,可以提高显示装置的柔性。作为衬底101或衬底120,也可以使用偏振片。

[0433] 作为衬底101及衬底120,可以使用如下材料:聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)或聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)等聚酯树脂、聚丙烯腈树脂、丙烯酸树脂、聚酰亚胺树脂、聚甲基丙烯酸甲酯树脂、聚碳酸酯(PC)树脂、聚醚砜(PES)树脂、聚酰胺树脂(尼龙、芳族聚酰胺等)、聚硅氧烷树脂、环烯烃树脂、聚苯乙烯树脂、聚酰胺-酰亚胺树脂、聚氨酯树脂、聚氯乙烯树脂、聚偏二氯乙烯树脂、聚丙烯树脂、聚四氟乙烯(PTFE)树脂、ABS树脂以及纤维素纳米纤维等。此外,也可以作为衬底101和衬底120中的一方或双方使用其厚度为具有柔性程度的玻璃。

[0434] 在将圆偏振片重叠于显示装置的情况下,优选将光学各向同性高的衬底用作显示装置所包括的衬底。光学各向同性高的衬底的双折射较低(也可以说双折射量较少)。

[0435] 光学各向同性高的衬底的相位差值的绝对值优选为30nm以下,更优选为20nm以下,进一步优选为10nm以下。

[0436] 作为光学各向同性高的薄膜,可以举出三乙酸纤维素(TAC,也被称为Cellulose triacetate)薄膜、环烯烃聚合物(COP)薄膜、环烯烃共聚物(COC)薄膜及丙烯酸薄膜等。

[0437] 当作为衬底使用薄膜时,有可能因薄膜的吸水而发生显示面板出现皱纹等形状变化。因此,作为衬底优选使用吸水率低的薄膜。例如,优选使用吸水率为1%以下的薄膜,更

优选使用吸水率为0.1%以下的薄膜,进一步优选为使用吸水率为0.01%以下的薄膜。

[0438] 作为树脂层122,可以使用紫外线固化粘合剂等光固化粘合剂、反应固化粘合剂、热固化粘合剂、厌氧粘合剂等各种固化粘合剂。作为这些粘合剂,可以举出环氧树脂、丙烯酸树脂、硅酮树脂、酚醛树脂、聚酰亚胺树脂、酰亚胺树脂、PVC(聚氯乙烯)树脂、PVB(聚乙烯醇缩丁醛)树脂、EVA(乙烯-醋酸乙烯酯)树脂等。尤其是,优选使用环氧树脂等透湿性低的材料。此外,也可以使用两液混合型树脂。此外,也可以使用粘合薄片等。

[0439] 作为连接层242,可以使用各向异性导电膜(ACF:Anisotropic ConductiveFilm)、各向异性导电膏(ACP:Anisotropic ConductivePaste)等。

[0440] 作为可用于晶体管的栅极、源极及漏极和构成显示装置的各种布线及电极等导电层的材料,可以举出铝、钛、铬、镍、铜、钇、锆、钼、银、钽或钨等金属或者以上述金属为主要成分的合金等。此外,可以以单层或叠层结构使用包含这些材料的膜。

[0441] 此外,作为具有透光性的导电材料,可以使用氧化铟、铟锡氧化物、铟锌氧化物、氧化锌、包含镓的氧化锌等导电氧化物或石墨烯。或者,可以使用金、银、铂、镁、镍、钨、铬、钼、铁、钴、铜、钯或钛等金属材料或包含该金属材料的合金材料。或者,还可以使用该金属材料的氮化物(例如,氮化钛)等。此外,当使用金属材料或合金材料(或者它们的氮化物)时,优选将其形成得薄到具有透光性。此外,可以使用上述材料的叠层膜作为导电层。例如,通过使用银和镁的合金与铟锡氧化物的叠层膜等,可以提高导电性,所以是优选的。上述材料也可以用于构成显示装置的各种布线及电极等的导电层及发光器件所包括的导电层(被用作像素电极或公共电极的导电层)。

[0442] 作为可用于各绝缘层的绝缘材料,例如可以举出丙烯酸树脂或环氧树脂等树脂、无机绝缘材料如氧化硅、氧氮化硅、氮氧化硅、氮化硅或氧化铝等。

[0443] [显示装置100B]

图23所示的显示装置100B与显示装置100A的主要不同之处在于:在前者中组合发光器件和作为着色层的滤色片。虽然作为显示装置100B采用上述结构例子1进行说明,但可以采用其他结构例子。此外,在后述的显示装置的说明中,有时省略说明与先前说明的显示装置同样的部分。

[0444] 发光器件130a与滤色片132a重叠。发光器件130a可以呈现红色,滤色片132a为红色滤色片。发光器件130a所发射的光经过滤色片132a作为红色光提取到显示装置100B的外部。

[0445] 同样地,发光器件130b与滤色片132b重叠。发光器件130b可以呈现绿色,滤色片132b为绿色滤色片。发光器件130b经过滤色片132b作为绿色光提取到显示装置100B的外部。

[0446] 同样地,发光器件130c与滤色片132c重叠。发光器件130c可以呈现蓝色,滤色片132c为蓝色滤色片。发光器件130c经过滤色片132c作为蓝色光提取到显示装置100B的外部。

[0447] [显示装置100C]

图24所示的显示装置100C与显示装置100A的主要不同之处在于前者使用串联结构的发光器件。虽然作为显示装置100C采用上述结构例子1的串联结构进行说明,但可以采用其他结构例子的串联结构。

[0448] 在图24中,有机化合物层113a、有机化合物层113b及有机化合物层113c都具有三层,具体而言,可以使用第一发光单元、电荷产生层及第二发光单元的叠层结构。

[0449] 在显示装置100C中,有机化合物层113a可以采用在包括红色发光层的第一发光单元上层叠包括红色发光层的第二发光单元的结构。同样地,有机化合物层113b可以采用在包括绿色发光层的第一发光单元上层叠包括绿色发光层的第二发光单元的结构。此外,有机化合物层113c可以采用在包括蓝色发光层的第一发光单元上层叠包括蓝色发光层的第二发光单元的结构。

[0450] 通过采用串联结构发光器件,可以提高显示装置的亮度。或者,由于可以降低为了获得同一亮度而需要的电流,所以可以提高显示装置的可靠性。

[0451] 在显示装置100C中也可以设置滤色片。

[0452] [显示装置100D]

图25所示的显示装置100D与显示装置100A主要不同之处在于前者包括受光器件130d。虽然作为显示装置100D采用上述结构例子1进行说明,但可以采用其他结构例子。

[0453] 受光器件130d包括导电层111d。

[0454] 导电层111d通过设置在绝缘层214中的开口与晶体管205所包括的导电层222b连接。

[0455] 第五层113d的侧面被绝缘层125、127覆盖。牺牲层118d位于第五层113d与绝缘层125间。第五层113d及绝缘层125、127上设置电子注入层114,电子注入层114上设置有导电层115。电子注入层114是受光器件及发光器件共用的连续的膜。

[0456] 显示装置100D例如可以使用上述实施方式所说明的像素布局。受光器件130d可以设置在子像素PS或子像素IRS中。此外,关于包括受光器件的显示装置的详细内容,可以参照实施方式1。

[0457] 本实施方式可以与其他实施方式适当地组合。此外,在本说明书中,在一个实施方式中示出多个结构例子的情况下,可以适当地组合该结构例子。

[0458] (实施方式4)

在本实施方式中,参照图26至图31说明本发明的一个方式的显示装置。

[0459] 本实施方式的显示装置可以为高清晰的显示装置。因此,例如可以将本实施方式的显示装置用作手表型或手镯型等信息终端设备(可穿戴设备)以及头戴显示器等VR用设备、眼镜型AR用设备等可戴在头上的可穿戴设备的显示部。

[0460] [显示模块]

图26A是显示模块280的立体图。显示模块280包括显示装置100E及FPC290。

[0461] 显示模块280包括衬底291及衬底292。显示模块280包括显示部281。显示部281是显示模块280中的图像显示区域,并可以看到来自设置在下述像素部284中的各像素的光。

[0462] 图26B是衬底291一侧的结构的立体示意图。衬底291上层叠有电路部282、电路部282上的像素电路部283及像素电路部283上的像素部284。此外,衬底291的不与像素部284重叠的部分上设置有用来连接到FPC290的端子部285。端子部285与电路部282通过由多个布线构成的布线部286电连接。

[0463] 像素部284包括周期性地排列的多个像素284a。在图26B的右侧示出一个像素284a的放大图。像素284a包括发光颜色彼此不同的发光器件130a、发光器件130b、发光器件

130c。多个发光器件也可以配置为图26B所示那样的条纹排列。另外,也可以采用delta排列或PenTile排列等各种发光器件的排列方法。

[0464] 像素电路部283包括周期性地排列的多个像素电路283a。

[0465] 一个像素电路283a控制一个像素284a所包括的三个发光器件的发光。一个像素电路283a可以由三个控制一个发光器件的发光的电路构成。例如,像素电路283a可以采用对于一个发光器件至少具有一个选择晶体管、一个电流控制用晶体管(驱动晶体管)和电容器的结构。此时,选择晶体管的栅极被输入栅极信号,源极或漏极中的一方被输入源极信号。由此,实现有源矩阵型显示装置。

[0466] 电路部282包括用于驱动像素电路部283的各像素电路283a的电路。例如,优选包括栅极线驱动电路和源极线驱动电路中的一方或双方。此外,还可以具有运算电路、存储电路和电源电路等中的至少一个。

[0467] FPC290用作从外部向电路部282供应视频信号或电源电位等的布线。此外,也可以在FPC290上安装IC。

[0468] 显示模块280可以采用像素部284的下侧层叠有像素电路部283和电路部282中的一方或双方的结构,所以可以使显示部281具有极高的开口率(有效显示面积比)。例如,显示部281的开口率可以为40%以上且低于100%,优选为50%以上且95%以下,更优选为60%以上且95%以下。此外,能够极高密度地配置像素284a,由此可以使显示部281具有极高的清晰度。例如,显示部281优选以2000ppi以上、更优选为3000ppi以上、进一步优选为5000ppi以上、更进一步优选为6000ppi以上且20000ppi以下或30000ppi以下的清晰度配置像素284a。

[0469] 这种显示模块280非常清晰,所以适合用于头戴式显示器等VR用设备或眼镜型AR用设备。例如,因为显示模块280具有清晰度极高的显示部281,所以在透过透镜观看显示模块280的显示部的结构中,即使用透镜放大显示部也使用者看不到像素,由此可以实现具有高度沉浸感的显示。此外,显示模块280还可以应用于具有相对小型的显示部的电子设备。例如,适合用于手表型设备等可穿戴式电子设备的显示部。

[0470] [显示装置的结构例子]

图27A是显示装置10的方框图。显示装置10包括显示部11、驱动电路部12、驱动电路部13等。

[0471] 显示部11包括被配置为矩阵状的多个像素30。像素30包括子像素21R、子像素21G及子像素21B。子像素21R、子像素21G、子像素21B各自包括被用作显示器件的发光器件。

[0472] 像素30与布线GL、布线SLR、布线SLG及布线SLB电连接。布线SLR、布线SLG及布线SLB各自与驱动电路部12电连接。布线GL与驱动电路部13电连接。驱动电路部12被用作源极线驱动电路(也称为源极驱动器),驱动电路部13被用作栅极线驱动电路(也称为栅极驱动器)。布线GL被用作栅极线,布线SLR、布线SLG及布线SLB各自被用作源极线。

[0473] 子像素21R包括呈现红色光的发光器件。子像素21G包括呈现绿色光的发光器件。子像素21B包括呈现蓝色光的发光器件。因此,显示装置10能够进行全彩色显示。注意,像素30也可以包括具有呈现其他颜色的光的发光器件的子像素。例如,像素30也可以除了上述三个子像素之外还包括具有呈现白色光的发光器件的子像素或具有呈现黄色光的发光器件的子像素等。

[0474] 布线GL与在行方向(布线GL的延伸方向)上排列的子像素21R、子像素21G及子像素21B电连接。布线SLR、布线SLG及布线SLB分别与在列方向(布线SLR等的延伸方向)上排列的子像素21R、子像素21G或子像素21B(未图示)电连接。

[0475] [像素电路的结构例子]

图27B示出可用于上述子像素21R、子像素21G及子像素21B的像素21的电路图的一个例子。像素21包括晶体管M1、晶体管M2、晶体管M3、电容器C1及发光器件EL。另外,布线GL及布线SL电连接到像素21。布线SL对应于图27A中示出的布线SLR、布线SLG及布线SLB中的任一个。

[0476] 晶体管M1的栅极与布线GL电连接,源极和漏极中的一个与布线SL电连接,源极和漏极中的另一个与电容器C1的一个电极及晶体管M2的栅极电连接。晶体管M2的源极和漏极中的一个与布线AL电连接,源极和漏极中的另一个与发光器件EL的一个电极、电容器C1的另一个电极及晶体管M3的源极和漏极中的一个电连接。晶体管M3的栅极与布线GL电连接,源极和漏极中的另一个与布线RL电连接。发光器件EL的另一个电极与布线CL电连接。

[0477] 布线SL被供应数据电位。布线GL被提供选择信号。该选择信号包括使晶体管处于导通状态的电位以及使晶体管处于非导通状态的电位。

[0478] 布线RL被供应复位电位。布线AL被供应阳极电位。布线CL被供应阴极电位。像素21中的阳极电位比阴极电位高。另外,供应到布线RL的复位电位可以为使复位电位和阴极电位之电位差小于发光器件EL的阈值电压的电位。复位电位可以为高于阴极电位的电位、与阴极电位相同的电位或者低于阴极电位的电位。

[0479] 晶体管M1及晶体管M3被用作开关。晶体管M2被用作控制流过发光器件EL的电流的晶体管。例如,也可以说晶体管M1被用作选择晶体管,晶体管M2被用作驱动晶体管。

[0480] 在此,优选将LTPS晶体管用于晶体管M1至晶体管M3的全部。或者,优选的是,将OS晶体管用于晶体管M1及晶体管M3,将LTPS晶体管用于晶体管M2。

[0481] 或者,晶体管M1至晶体管M3也可以都使用OS晶体管。此时,驱动电路部12所包括的多个晶体管及驱动电路部13所包括的多个晶体管中的一个以上可以使用LTPS晶体管,其他晶体管可以使用OS晶体管。例如,设置在显示部11中的晶体管可以使用OS晶体管,驱动电路部12及驱动电路部13中的晶体管可以使用LTPS晶体管。

[0482] 作为OS晶体管可以使用将氧化物半导体用于被形成沟道的半导体层的晶体管。例如,半导体层优选包含铟、M(M为选自镓、铝、硅、硼、钪、锡、铜、钒、铍、钛、铁、镍、锆、锆、钼、钽、铪、钨和镁中的一种或多种)和锌。尤其是,M优选为选自铝、镓、钪及锡中的一种或多种。尤其是,作为OS晶体管的半导体层,优选使用包含铟、镓及锌的氧化物(也记载为IGZO)。或者,优选使用包含铟、锡及锌的氧化物。或者,优选使用包含铟、镓、锡及锌的氧化物。

[0483] 使用其带隙比硅宽且载流子密度比硅小的氧化物半导体的晶体管可以实现极低的关态电流。由于其关态电流低,因此能够长期间保持储存于与晶体管串联连接的电容器中的电荷。因此,尤其是,与电容器C1串联连接的晶体管M1及晶体管M3优选使用含有氧化物半导体的晶体管。通过作为晶体管M1及晶体管M3使用含有氧化物半导体的晶体管,可以防止保持在电容器C1中的电荷经过晶体管M1或晶体管M3而泄漏。另外,能够长期间保持储存于电容器C1中的电荷,因此可以长期间显示静态图像而无需改写像素21的数据。

[0484] 注意,在图27B中,晶体管为n沟道型晶体管,但是也可以使用p沟道型晶体管。

[0485] 另外,像素21所包括的各晶体管优选排列形成在同一衬底上。

[0486] 作为像素21所包括的晶体管可以使用包括隔着半导体层重叠的一对栅极的晶体管。

[0487] 在包括一对栅极的晶体管具有一对栅极彼此电连接并被供应相同电位的结构的情况下,有晶体管的通态电流得到增高及饱和特性得到提高等优点。另外,也可以对一对栅极中的一方供应控制晶体管的阈值电压的电位。另外,通过对一对栅极中的一方供应恒电位,可以提高晶体管的电特性的稳定性。例如,既可以将晶体管的一个栅极电连接到被供应恒电位的布线,又可以将该晶体管的一个栅极电连接到该晶体管本身的源极或漏极。

[0488] 图27C所示的像素21是将包括一对栅极的晶体管用于晶体管M1及晶体管M3的情况的例子。在晶体管M1及晶体管M3各自中,一对栅极彼此电连接。通过采用这样的结构,可以缩短对像素21的数据写入期间。

[0489] 图27D所示的像素21是将包括一对栅极的晶体管不但用于晶体管M1及晶体管M3而且用于晶体管M2的情况的例子。晶体管M2的一对栅极彼此电连接。通过将这样的晶体管用于晶体管M2,饱和特性得到提高,因此发光器件EL的发光亮度的控制变容易,可以提高显示品质。

[0490] [晶体管的结构例子]

以下说明能够用于上述显示装置的晶体管的截面结构例子。

[0491] (结构例子1)

图28A是包括晶体管410的截面图。

[0492] 晶体管410是设置在衬底401上且在半导体层中使用多晶硅的晶体管。例如晶体管410对应于像素21的晶体管M2。就是说,图28A是晶体管410的源极和漏极中的一个与发光器件的导电层431电连接的例子。

[0493] 晶体管410包括半导体层411、绝缘层412、导电层413等。半导体层411包括沟道形成区域411i及低电阻区域411n。半导体层411包含硅。半导体层411优选包含多晶硅。绝缘层412的一部分被用作栅极绝缘层。导电层413的一部分被用作栅电极。

[0494] 注意,半导体层411也可以包含示出半导体特性的金属氧化物(也称为氧化物半导体)。此时,晶体管410可以被称为OS晶体管。

[0495] 低电阻区域411n是包含杂质元素的区域。例如,在晶体管410为n沟道型晶体管的情况下,将磷或砷等添加到低电阻区域411n即可。另一方面,在晶体管410为p沟道型晶体管的情况下,将硼或铝等添加到低电阻区域411n即可。另外,为了控制晶体管410的阈值电压,也可以将上述杂质添加到沟道形成区域411i。

[0496] 衬底401上设置有绝缘层421。半导体层411设置在绝缘层421上。绝缘层412以覆盖半导体层411及绝缘层421的方式设置。导电层413设置在绝缘层412上的与半导体层411重叠的位置。

[0497] 另外,以覆盖导电层413及绝缘层412的方式设置有绝缘层422。绝缘层422上设置有导电层414a及导电层414b。导电层414a及导电层414b通过形成在绝缘层422及绝缘层412中的开口部与低电阻区域411n电连接。导电层414a的一部分被用作源电极和漏电极中的一个,导电层414b的一部分被用作源电极和漏电极中的另一个。另外,以覆盖导电层414a、导

电层414b及绝缘层422的方式设置有绝缘层423。

[0498] 在绝缘层423上设置用作像素电极的导电层431。导电层431设置在绝缘层423上,并在设置在绝缘层423中的开口中与导电层414b电连接。虽然在此省略,但是在导电层431上可以层叠EL层及公共电极。

[0499] (结构例子2)

图28B示出包括一对栅电极的晶体管410a。图28B所示的晶体管410a与图28A的主要不同之处在于:包括导电层415及绝缘层416。

[0500] 导电层415设置在绝缘层421上。另外,以覆盖导电层415及绝缘层421的方式设置有绝缘层416。半导体层411以至少沟道形成区域411i隔着绝缘层416与导电层415重叠的方式设置。

[0501] 在图28B所示的晶体管410a中,导电层413的一部分被用作第一栅电极,导电层415的一部分被用作第二栅电极。此时,绝缘层412的一部分被用作第一栅极绝缘层,绝缘层416的一部分被用作第二栅极绝缘层。

[0502] 在此,在电连接第一栅电极和第二栅电极的情况下,在未图示的区域中,通过形成在绝缘层412及绝缘层416中的开口部电连接导电层413和导电层415即可。另外,在电连接第二栅电极与源极或漏极的情况下,在未图示的区域中,通过形成在绝缘层422、绝缘层412及绝缘层416中的开口部电连接导电层414a或导电层414b与导电层415即可。

[0503] 在将LTPS晶体管用于构成像素21的所有晶体管的情况下,可以采用图28A中例示出的晶体管410或图28B中例示出的晶体管410a。此时,可以将晶体管410a用于构成像素21的所有晶体管,也可以将晶体管410用于该所有晶体管,还可以组合晶体管410a和晶体管410而使用。

[0504] (结构例子3)

以下,说明包括将硅用于半导体层的晶体管以及将金属氧化物用于半导体层的晶体管的结构的例子。

[0505] 图28C示出包括晶体管410a及晶体管450的截面示意图。

[0506] 晶体管410a可以援用上述结构例子1。注意,这里示出使用晶体管410a的例子,但是也可以采用包括晶体管410及晶体管450的结构或包括晶体管410、晶体管410a、晶体管450的所有晶体管的结构。

[0507] 晶体管450是在半导体层中使用金属氧化物的晶体管。图28C所示的结构是例如晶体管450对应于像素21的晶体管M1且晶体管410a对应于晶体管M2的例子。就是说,图28C是晶体管410a的源极和漏极中的一个与导电层431电连接的例子。

[0508] 图28C示出晶体管450包括一对栅极的例子。

[0509] 晶体管450包括导电层455、绝缘层422、半导体层451、绝缘层452、导电层453等。导电层453的一部分被用作晶体管450的第一栅极,导电层455的一部分被用作晶体管450的第二栅极。此时,绝缘层452的一部分被用作晶体管450的第一栅极绝缘层,绝缘层422的一部分被用作晶体管450的第二栅极绝缘层。

[0510] 导电层455设置在绝缘层412上。以覆盖导电层455的方式设置有绝缘层422。半导体层451设置在绝缘层422上。以覆盖半导体层451及绝缘层422的方式设置有绝缘层452。导电层453设置在绝缘层452上,并具有与半导体层451及导电层455重叠的区域。

[0511] 另外,以覆盖绝缘层452及导电层453的方式设置有绝缘层426。绝缘层426上设置有导电层454a及导电层454b。导电层454a及导电层454b通过形成在绝缘层426及绝缘层452中的开口部与半导体层451电连接。导电层454a的一部分被用作源电极和漏电极中的一个,导电层454b的一部分被用作源电极和漏电极中的另一个。另外,以覆盖导电层454a、导电层454b及绝缘层426的方式设置有绝缘层423。

[0512] 在此,与晶体管410a电连接的导电层414a及导电层414b与导电层454a及导电层454b优选加工同一导电膜来形成。在图28C中示出导电层414a、导电层414b、导电层454a及导电层454b在同一面上(即,与绝缘层426的顶面接触地)形成并含有同一金属元素的结构。此时,导电层414a及导电层414b通过形成在绝缘层426、绝缘层452、绝缘层422及绝缘层412中的开口与低电阻区域411n电连接。由此,可以使制造工序简化,所以是优选的。

[0513] 另外,用作晶体管410a的第一栅电极的导电层413和用作晶体管450的第二栅电极的导电层455优选加工同一导电膜来形成。在图28C中示出导电层413和导电层455在同一面上(即,与绝缘层412的顶面接触地)形成并含有同一金属元素的结构。由此,可以使制造工序简化,所以是优选的。

[0514] 在图28C中,用作晶体管450的第一栅极绝缘层的绝缘层452覆盖半导体层451的端部,但是如图28D所示的晶体管450a那样,也可以以其顶面的形状与导电层453的顶面形状一致或大致一致的方式加工绝缘层452。

[0515] 在本说明书等中,“顶面形状大致一致”是指叠层中的每一个层的边缘的至少一部分重叠。例如,是指上层及下层通过同一掩模图案或其一部分同一掩模图案被加工的情况。但是,实际上有边缘不重叠的情况,有时上层位于下层的内侧或者上层位于下层的外侧,该情况也可以说“顶面形状大致一致”。

[0516] 注意,这里示出晶体管410a对应于晶体管M2并与像素电极电连接的例子,但是不局限于此。例如,晶体管450或晶体管450a也可以对应于晶体管M2。此时,晶体管410a对应于晶体管M1、晶体管M3或其他晶体管。

[0517] 本实施方式可以与其他实施方式适当地组合。此外,在本说明书中,在一个实施方式中示出多个结构例子的情况下,可以适当地组合该结构例子。

[0518] (实施方式5)

在本实施方式中,说明可用于上述实施方式中说明的OS晶体管的金属氧化物(也称为氧化物半导体)。

[0519] 金属氧化物优选至少包含镧或铈。尤其优选包含镧及铈。此外,除此之外,优选还包含铝、镓、钇或锡等。此外,也可以包含选自硼、硅、钛、铁、镍、锆、铅、钼、钨、铪、铌、钽、钍、铀、镉、汞、铟、铊、铋、碲、硒、砷、锑、铋、铯、钡、锶、钙、镁及钴中的一种或多种。

[0520] 此外,金属氧化物可以通过溅射法、有机金属化学气相沉积(MOCVD: Metal Organic Chemical Vapor Deposition)法等化学气相沉积(CVD: Chemical Vapor Deposition)法或原子层沉积(ALD: Atomic Layer Deposition)法等形式形成。

[0521] <结晶结构的分类>

作为氧化物半导体的结晶结构,可以举出非晶(包括completely amorphous)、CAAC(c-axis-aligned crystalline)、nc(nanocrystalline)、CAC(cloud-aligned composite)、单晶(single crystal)及多晶(poly crystal)等。

[0522] 可以使用X射线衍射(XRD:X-Ray Diffraction)谱对膜或衬底的结晶结构进行评价。例如,可以使用GIXD(Grazing-Incidence XRD)测定测得的XRD谱进行评价。此外,将GIXD法也称为薄膜法或Seemann-Bohlin法。

[0523] 例如,石英玻璃衬底的XRD谱的峰形状大致为左右对称。另一方面,具有结晶结构的IGZO膜的XRD谱的峰形状不是左右对称。XRD谱的峰形状是左右不对称说明膜中或衬底中存在结晶。换言之,除非XRD谱的峰形状左右对称,否则不能说膜或衬底处于非晶状态。

[0524] 此外,可以通过使用纳米束电子衍射法(NBED:Nano Beam Electron Diffraction)观察的衍射图案(也称为纳米束电子衍射图案)对膜或衬底的结晶结构进行评价。例如,在石英玻璃衬底的衍射图案中观察到光晕图案,可以确认石英玻璃处于非晶状态。此外,以室温沉积的IGZO膜的衍射图案中观察到斑点状的图案而没有观察到光晕。因此可以推测,以室温沉积的IGZO膜处于既不是晶态也不是非晶态的中间态,不能得出该IGZO膜是非晶态的结论。

[0525] <<氧化物半导体的结构>>

此外,在注目于氧化物半导体的结构的情况下,有时氧化物半导体的分类与上述分类不同。例如,氧化物半导体可以分为单晶氧化物半导体和除此之外的非单晶氧化物半导体。作为非单晶氧化物半导体,例如可以举出上述CAAC-OS及nc-OS。此外,在非单晶氧化物半导体中包含多晶氧化物半导体、a-like OS(amorphous-like oxidesemiconductor)及非晶氧化物半导体等。

[0526] 在此,对上述CAAC-OS、nc-OS及a-like OS的详细内容进行说明。

[0527] [CAAC-OS]

CAAC-OS是包括多个结晶区域的氧化物半导体,该多个结晶区域的c轴取向于特定的方向。此外,特定的方向是指CAAC-OS膜的厚度方向、CAAC-OS膜的被形成面的法线方向、或者CAAC-OS膜的表面的法线方向。此外,结晶区域是具有原子排列的周期性的区域。注意,在将原子排列看作晶格排列时结晶区域也是晶格排列一致的区域。再者,CAAC-OS具有在a-b面方向上多个结晶区域连接的区域,有时该区域具有畸变。此外,畸变是指在多个结晶区域连接的区域中,晶格排列一致的区域和其他晶格排列一致的区域之间的晶格排列的方向变化的部分。换言之,CAAC-OS是指c轴取向并在a-b面方向上没有明显的取向的氧化物半导体。

[0528] 此外,上述多个结晶区域的每一个由一个或多个微小结晶(最大径小于10nm的结晶)构成。在结晶区域由一个微小结晶构成的情况下,该结晶区域的最大径小于10nm。此外,结晶区域由多个微小结晶构成的情况下,有时该结晶区域的尺寸为几十nm左右。

[0529] 此外,在In-M-Zn氧化物(元素M为选自铝、镓、铟、锡及钛中的一种或多种)中,CAAC-OS有具有层叠有含有铟(In)及氧的层(以下,In层)、含有元素M、锌(Zn)及氧的层(以下,(M,Zn)层)的层状结晶结构(也称为层状结构)的趋势。此外,铟和元素M可以彼此置换。因此,有时(M,Zn)层包含铟。此外,有时In层包含元素M。注意,有时In层包含Zn。该层状结构例如在高分辨率TEM(Transmission Electron Microscope)图像中被观察作为晶格像。

[0530] 例如,当对CAAC-OS膜使用XRD装置进行结构分析时,在使用 $\theta/2\theta$ 扫描的Out-of-plane XRD测量中,在 $2\theta=31^\circ$ 或其附近检测出表示c轴取向的峰。注意,表示c轴取向的峰的位置(2θ 值)有时根据构成CAAC-OS的金属元素的种类、组成等变动。

[0531] 此外,例如,在CAAC-OS膜的电子衍射图案中观察到多个亮点(斑点)。此外,在以透过样品的入射电子束的斑点(也称为直接斑点)为对称中心时,某一个斑点和其他斑点被观察在点对称的位置。

[0532] 在从上述特定的方向观察结晶区域的情况下,虽然该结晶区域中的晶格排列基本上是六方晶格,但是单位晶格并不局限于正六边形,有是非正六边形的情况。此外,在上述畸变中,有时具有五角形、七角形等晶格排列。此外,在CAAC-OS的畸变附近观察不到明确的晶界(grain boundary)。也就是说,晶格排列的畸变抑制晶界的形成。这可能是由于CAAC-OS因为a-b面方向上的氧原子的排列的低密度或者因金属原子被取代而使原子间的键合距离产生变化等而能够包容畸变。

[0533] 此外,确认到明确的晶界的结晶结构被称为所谓的多晶(polycrystal)。晶界成为复合中心而载流子被俘获,因而有可能导致晶体管的通态电流的降低、场效应迁移率的降低等。因此,确认不到明确的晶界的CAAC-OS是对晶体管的半导体层提供具有优异的结晶结构的结晶性氧化物之一。注意,为了构成CAAC-OS,优选为包含Zn的结构。例如,与In氧化物相比,In-Zn氧化物及In-Ga-Zn氧化物能够进一步抑制晶界的发生,所以是优选的。

[0534] CAAC-OS是结晶性高且确认不到明确的晶界的氧化物半导体。因此,可以说在CAAC-OS中,不容易发生起因于晶界的电子迁移率的降低。此外,氧化物半导体的结晶性有时因杂质的混入以及缺陷的生成等而降低,因此可以说CAAC-OS是杂质及缺陷(氧空位等)少的氧化物半导体。因此,包含CAAC-OS的氧化物半导体的物理性质稳定。因此,包含CAAC-OS的氧化物半导体具有高耐热性及高可靠性。此外,CAAC-OS对制造工序中的高温(所谓热积存:thermalbudget)也很稳定。由此,通过在OS晶体管中使用CAAC-OS,可以扩大制造工序的自由度。

[0535] [nc-OS]

在nc-OS中,微小的区域(例如1nm以上且10nm以下的区域,特别是1nm以上且3nm以下的区域)中的原子排列具有周期性。换言之,nc-OS具有微小的结晶。此外,例如,该微小的结晶的尺寸为1nm以上且10nm以下,尤其为1nm以上且3nm以下,将该微小的结晶称为纳米晶。此外,nc-OS在不同的纳米晶之间观察不到结晶取向的规律性。因此,在膜整体中观察不到取向性。所以,有时nc-OS在某些分析方法中与a-like OS或非晶氧化物半导体没有差别。例如,在对nc-OS膜使用XRD装置进行结构分析时,在使用 $\theta/2\theta$ 扫描的Out-of-plane XRD测量中,检测不出表示结晶性的峰。此外,在对nc-OS膜进行使用其束径比纳米晶大(例如,50nm以上)的电子束的电子衍射(也称为选区电子衍射)时,观察到类似光晕图案的衍射图案。另一方面,在对nc-OS膜进行使用其束径近于或小于纳米晶的尺寸(例如1nm以上且30nm以下)的电子束的电子衍射(也称为纳米束电子衍射)的情况下,有时得到在以直接斑点为中心的环状区域内观察到多个斑点的电子衍射图案。

[0536] [a-like OS]

a-like OS是具有介于nc-OS与非晶氧化物半导体之间的结构的氧化物半导体。a-like OS包含空洞或低密度区域。也就是说,a-like OS的结晶性比nc-OS及CAAC-OS的结晶性低。此外,a-like OS的膜中的氢浓度比nc-OS及CAAC-OS的膜中的氢浓度高。

[0537] <<氧化物半导体的构成>>

接着,说明上述CAC-OS的详细内容。此外,CAC-OS与材料构成有关。

[0538] [CAC-OS]

CAC-OS例如是指包含在金属氧化物中的元素不均匀地分布的构成,其中包含不均匀地分布的元素的材料的尺寸为0.5nm以上且10nm以下,优选为1nm以上且3nm以下或近似的尺寸。注意,在下面也将在金属氧化物中一个或多个金属元素不均匀地分布且包含该金属元素的区域混合的状态称为马赛克状或补丁(patch)状,该区域的尺寸为0.5nm以上且10nm以下,优选为1nm以上且3nm以下或近似的尺寸。

[0539] 再者,CAC-OS是指其材料分开为第一区域与第二区域而成为马赛克状且该第一区域分布于膜中的结构(下面也称为云状)。就是说,CAC-OS是指具有该第一区域和该第二区域混合的结构的复合金属氧化物。

[0540] 在此,将相对于构成In-Ga-Zn氧化物的CAC-OS的金属元素的In、Ga及Zn的原子个数比的每一个记为[In]、[Ga]及[Zn]。例如,在In-Ga-Zn氧化物的CAC-OS中,第一区域是其[In]大于CAC-OS膜的组成中的[In]的区域。此外,第二区域是其[Ga]大于CAC-OS膜的组成中的[Ga]的区域。此外,例如,第一区域是其[In]大于第二区域中的[In]且其[Ga]小于第二区域中的[Ga]的区域。此外,第二区域是其[Ga]大于第一区域中的[Ga]且其[In]小于第一区域中的[In]的区域。

[0541] 具体而言,上述第一区域是以铟氧化物或铟锌氧化物等为主要成分的区域。此外,上述第二区域是以镓氧化物或镓锌氧化物等为主要成分的区域。换言之,可以将上述第一区域称为以In为主要成分的区域。此外,可以将上述第二区域称为以Ga为主要成分的区域。

[0542] 注意,有时观察不到上述第一区域和上述第二区域的明确的边界。

[0543] 此外,In-Ga-Zn氧化物中的CAC-OS是指如下构成:在包含In、Ga、Zn及O的材料构成中,部分主要成分为Ga的区域与部分主要成分为In的区域无规律地以马赛克状存在。因此,可推测,CAC-OS具有金属元素不均匀地分布的结构。

[0544] CAC-OS例如可以通过在对衬底不进行加热的条件下利用溅射法来形成。在利用溅射法形成CAC-OS的情况下,作为沉积气体,可以使用选自惰性气体(典型的是氩)、氧气体和氮气体中的任一种或多种。此外,沉积时的沉积气体的总流量中的氧气体的流量比越低越好,例如,优选使沉积时的沉积气体的总流量中的氧气体的流量比为0%以上且低于30%,更优选为0%以上且10%以下。

[0545] 例如,在In-Ga-Zn氧化物的CAC-OS中,根据通过能量分散型X射线分析法(EDX: Energy Dispersive X-ray spectroscopy)取得的EDX面分析(EDX-mapping)图像,可确认到具有以In为主要成分的区域(第一区域)及以Ga为主要成分的区域(第二区域)不均匀地分布而混合的结构。

[0546] 在此,第一区域是具有比第二区域高的导电性的区域。就是说,当载流子流过第一区域时,呈现作为金属氧化物的导电性。因此,当第一区域以云状分布在金属氧化物中时,可以实现高场效应迁移率(μ)。

[0547] 另一方面,第二区域是具有比第一区域高的绝缘性的区域。就是说,当第二区域分布在金属氧化物中时,可以抑制泄漏电流。

[0548] 在将CAC-OS用于晶体管的情况下,通过起因于第一区域的导电性和起因于第二区域的绝缘性的互补作用,可以使CAC-OS具有开关功能(控制开启/关闭的功能)。换言之,在CAC-OS的材料的一部分中具有导电性的功能且在另一部分中具有绝缘性的功能,在材料的

整体中具有半导体的功能。通过使导电性的功能和绝缘性的功能分离,可以最大限度地提高各功能。因此,通过将CAC-OS用于晶体管,可以实现大通态电流(I_{on})、高场效应迁移率(μ)及良好的开关工作。

[0549] 此外,使用CAC-OS的晶体管具有高可靠性。因此,CAC-OS最适合于显示装置等各种半导体装置。

[0550] 氧化物半导体具有各种结构及各种特性。本发明的一个方式的氧化物半导体也可以包括非晶氧化物半导体、多晶氧化物半导体、a-likeOS、CAC-OS、nc-OS、CAAC-OS中的两种以上。

[0551] <具有氧化物半导体的晶体管>

接着,说明将上述氧化物半导体用于晶体管的情况。

[0552] 通过将上述氧化物半导体用于晶体管,可以实现场效应迁移率高的晶体管。此外,可以实现可靠性高的晶体管。

[0553] 优选将载流子浓度低的氧化物半导体用于晶体管。例如,氧化物半导体中的载流子浓度为 $1 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ 以下,优选为 $1 \times 10^{15} \text{cm}^{-3}$ 以下,更优选为 $1 \times 10^{13} \text{cm}^{-3}$ 以下,进一步优选为 $1 \times 10^{11} \text{cm}^{-3}$ 以下,更进一步优选低于 $1 \times 10^{10} \text{cm}^{-3}$,且为 $1 \times 10^{-9} \text{cm}^{-3}$ 以上。在以降低氧化物半导体膜的载流子浓度为目的的情况下,可以降低氧化物半导体膜中的杂质浓度以降低缺陷态密度。在本说明书等中,将杂质浓度低且缺陷态密度低的状态称为高纯度本征或实质上高纯度本征。此外,有时将载流子浓度低的氧化物半导体称为高纯度本征或实质上高纯度本征的氧化物半导体。

[0554] 因为高纯度本征或实质上高纯度本征的氧化物半导体膜具有较低的缺陷态密度,所以有可能具有较低的陷阱态密度。

[0555] 此外,被氧化物半导体的陷阱态俘获的电荷到消失需要较长的时间,有时像固定电荷那样动作。因此,有时在陷阱态密度高的氧化物半导体中形成沟道形成区域的晶体管的电特性不稳定。

[0556] 因此,为了使晶体管的电特性稳定,降低氧化物半导体中的杂质浓度是有效的。为了降低氧化物半导体中的杂质浓度,优选还降低附近膜中的杂质浓度。作为杂质有氢、氮、碱金属、碱土金属、铁、镍、硅等。

[0557] <杂质>

在此,说明氧化物半导体中的各杂质的影响。

[0558] 在氧化物半导体包含第14族元素之一的硅或碳时,在氧化物半导体中形成缺陷态。因此,将氧化物半导体中或与氧化物半导体的界面附近的硅或碳的浓度(通过二次离子质谱(SIMS:Secondary Ion Mass Spectrometry)测得的浓度)设定为 $2 \times 10^{18} \text{atoms/cm}^3$ 以下,优选为 $2 \times 10^{17} \text{atoms/cm}^3$ 以下。

[0559] 此外,当氧化物半导体包含碱金属或碱土金属时,有时形成缺陷态而形成载流子。因此,使用包含碱金属或碱土金属的氧化物半导体的晶体管容易具有常开启特性。因此,使通过SIMS测得的氧化物半导体中的碱金属或碱土金属的浓度为 $1 \times 10^{18} \text{atoms/cm}^3$ 以下,优选为 $2 \times 10^{16} \text{atoms/cm}^3$ 以下。

[0560] 当氧化物半导体包含氮时,容易产生作为载流子的电子,使载流子浓度增高,而n型化。其结果是,将包含氮的氧化物半导体用于半导体的晶体管容易具有常开启特性。或

者,在氧化物半导体包含氮时,有时形成陷阱态。其结果,有时晶体管的电特性不稳定。因此,将利用SIMS测得的氧化物半导体中的氮浓度设定为低于 5×10^{19} atoms/cm³,优选为 5×10^{18} atoms/cm³以下,更优选为 1×10^{18} atoms/cm³以下,进一步优选为 5×10^{17} atoms/cm³以下。

[0561] 包含在氧化物半导体中的氢与键合于金属原子的氧起反应生成水,因此有时形成氧空位。当氢进入该氧空位时,有时产生作为载流子的电子。此外,有时由于氢的一部分与键合于金属原子的氧键合,产生作为载流子的电子。因此,使用包含氢的氧化物半导体的晶体管容易具有常开启特性。由此,优选尽可能地减少氧化物半导体中的氢。具体而言,在氧化物半导体中,将利用SIMS测得的氢浓度设定为低于 1×10^{20} atoms/cm³,优选低于 1×10^{19} atoms/cm³,更优选低于 5×10^{18} atoms/cm³,进一步优选低于 1×10^{18} atoms/cm³。

[0562] 通过将杂质被充分降低的氧化物半导体用于晶体管的沟道形成区域,可以使晶体管具有稳定的电特性。

[0563] 本实施方式可以与其他实施方式适当地组合。此外,在本说明书中,在一个实施方式中示出多个结构例子的情况下,可以适当地组合该结构例子。

[0564] (实施方式6)

在本实施方式中,使用图29至图33对本发明的一个方式的电子设备进行说明。

[0565] 本实施方式的电子设备在显示部中包括本发明的一个方式的显示装置。本发明的一个方式的显示装置容易实现高清晰化及高分辨率化。因此,可以用于各种电子设备的显示部。

[0566] 作为电子设备,例如除了电视装置、台式或笔记本型个人计算机、用于计算机等的显示器、数字标牌、弹珠机等大型游戏机等具有较大的屏幕的电子设备以外,还可以举出数码相机、数码摄像机、数码相框、移动电话机、便携式游戏机、便携式信息终端、声音再现装置等。

[0567] 特别是,因为本发明的一个方式的显示装置可以提高清晰度,所以可以适当地用于包括较小的显示部的电子设备。作为这种电子设备可以举出手表型及手镯型信息终端设备(可穿戴设备)、可戴在头上的可穿戴设备等诸如头戴显示器等VR用设备、眼镜型AR用设备及MR用设备等。

[0568] 本发明的一个方式的显示装置优选具有极高的分辨率诸如HD(像素数为1280×720)、FHD(像素数为1920×1080)、WQHD(像素数为2560×1440)、WQXGA(像素数为2560×1600)、4K(像素数为3840×2160)、8K(像素数为7680×4320)等。尤其是,优选设定为4K、8K或其以上的分辨率。另外,本发明的一个方式的显示装置中的像素密度(清晰度)优选为100ppi以上,优选为300ppi以上,更优选为500ppi以上,进一步优选为1000ppi以上,更进一步优选为2000ppi以上,更进一步优选为3000ppi以上,还进一步优选为5000ppi以上,进一步优选为7000ppi以上。通过使用上述的具有高分辨率和高清晰度中的一方或双方的显示装置,在便携式或家用等的个人用途的电子设备中可以进一步提高真实感及纵深感等。此外,对本发明的一个方式的显示装置的屏幕比例(纵横比)没有特别的限制。例如,显示装置可以适应1:1(正方形)、4:3、16:9、16:10等各种屏幕比例。

[0569] 本实施方式的电子设备也可以包括传感器(该传感器具有测量如下因素的功能:力、位移、位置、速度、加速度、角速度、转速、距离、光、液、磁、温度、化学物质、声音、时间、硬度、电场、电流、电压、电力、辐射线、流量、湿度、倾斜度、振动、气味或红外线)。

[0570] 本实施方式的电子设备可以具有各种功能。例如,可以具有如下功能:将各种信息(静态图像、动态图像、文字图像等)显示在显示部上的功能;触摸面板的功能;显示日历、日期或时间等的功能;执行各种软件(程序)的功能;进行无线通信的功能;读出储存在存储介质中的程序或数据的功能;等。

[0571] 使用图29A及图29B、图30A及图30B说明可戴在头上的可穿戴设备的一个例子。这些可穿戴设备具有显示AR内容的功能和显示VR内容的功能中的一方或双方。此外,这些可穿戴设备也可以具有除了AR、VR以外还显示SR或MR的内容的功能。当电子设备具有显示AR、VR、SR、MR等的内容的功能时,可以提高使用者的沉浸感。

[0572] 图29A所示的电子设备700A以及图29B所示的电子设备700B都包括一对显示面板751、一对外壳721、通信部(未图示)、一对安装部723、控制部(未图示)、成像部(未图示)、一对光学构件753、边框757以及一对鼻垫758。

[0573] 显示面板751可以应用本发明的一个方式的显示装置。因此,可以实现能够进行清晰度极高的显示的电子设备。

[0574] 电子设备700A及电子设备700B都可以将由显示面板751显示的图像投影于光学构件753中的显示区域756。因为光学构件753具有透光性,所以使用者可以与通过光学构件753看到的透过图像重叠地看到显示于显示区域的图像。因此,电子设备700A及电子设备700B都是能够进行AR显示的电子设备。

[0575] 电子设备700A及电子设备700B上作为成像部也可以设置有能够拍摄前方的照相机。另外,通过在电子设备700A及电子设备700B设置陀螺仪传感器等的加速度传感器,可以检测使用者的头部朝向并将对应该方向的图像显示在显示区域756上。

[0576] 通信部具有无线通信装置,通过该无线通信装置可以供应影像信号等。另外,代替无线通信装置或者除了无线通信装置以外还可以包括能够连接供应影像信号及电源电位的电缆的连接器。

[0577] 另外,电子设备700A以及电子设备700B设置有电池,可以以无线方式和有线方式中的一方或双方进行充电。

[0578] 外壳721也可以设置有触摸传感器模块。触摸传感器模块具有检测外壳721的外侧的面是否被触摸的功能。通过触摸传感器模块,可以检测使用者的点按操作或滑动操作等而执行各种处理。例如,通过点按操作可以执行动态图像的暂时停止或再生等的处理,通过滑动操作可以执行快进、快退等的处理等。另外,通过在两个外壳721的每一个设置触摸传感器模块,可以扩大操作范围。

[0579] 作为触摸传感器模块,可以使用各种触摸传感器。例如,可以采用静电电容方式、电阻膜方式、红外线方式、电磁感应方式、表面声波式、光学方式等各种方式。尤其是,优选将静电电容方式或光学方式的传感器应用于触摸传感器模块。

[0580] 在使用光学方式的触摸传感器时,作为受光器件(也称为受光元件)可以使用光电转换器件(也称为光电转换元件)。在光电转换器件的活性层中可以使用无机半导体和有机半导体中的一方或双方。

[0581] 图30A所示的电子设备800A以及图30B所示的电子设备800B都包括一对显示部820、外壳821、通信部822、一对安装部823、控制部824、一对成像部825以及一对透镜832。

[0582] 显示部820可以应用本发明的一个方式的显示装置。因此,可以实现能够进行清晰

度极高的显示的电子设备。由此,使用者可以感受高沉浸感。

[0583] 显示部820设置在外壳821内部的通过透镜832能看到的位置上。另外,通过在在一对显示部820间上显示不同图像,可以进行利用视差的三维显示。

[0584] 可以将电子设备800A以及电子设备800B都称为面向VR的电子设备。装上电子设备800A或电子设备800B的使用者通过透镜832能看到显示在显示部820上的图像。

[0585] 电子设备800A及电子设备800B优选具有一种机构,其中能够调整透镜832及显示部820的左右位置,以根据使用者的眼睛的位置使透镜832及显示部820位于最合适的位置上。此外,优选具有一种机构,其中通过改变透镜832及显示部820之间的距离来调整焦点。

[0586] 使用者可以使用安装部823将电子设备800A或电子设备800B装在头上。在图30A等中,例示出安装部823具有如眼镜的镜脚(也称为铰链、脚丝等)那样的形状,但是不局限于此。只要使用者能够装上,安装部823就例如可以具有头盔型或带型的形状。

[0587] 成像部825具有取得外部的信息的功能。可以将成像部825所取得的数据输出到显示部820。在成像部825中可以使用图像传感器。另外,也可以设置多个摄像头以能够对应望远、广角等多种视角。

[0588] 注意,在此示出包括成像部825的例子,设置能够测量出与对象物的距离的测距传感器(以下,也称为检测部)即可。换言之,成像部825是检测部的一个方式。作为检测部例如可以使用图像传感器或激光雷达(LIDAR:Light Detection and Ranging)等距离图像传感器。通过使用由摄像头取得的图像以及由距离图像传感器取得的图像,可以取得更多的信息,可以实现精度更高的姿态操作。

[0589] 电子设备800A也可以包括用作骨传导耳机的振动机构。例如,作为显示部820、外壳821和安装部823中的任一个或多个可以采用包括该振动机构的结构。由此,不需要另行设置头戴式耳机、耳机或扬声器等音响设备,而只装上电子设备800A就可以享受影像和声音。

[0590] 电子设备800A以及电子设备800B也可以都包括输入端子。可以将供应来自影像输出设备等的影像信号以及用于对设置在电子设备内的电池进行充电的电力等的电缆连接到输入端子。

[0591] 本发明的一个方式的电子设备也可以具有与耳机750进行无线通信的功能。耳机750包括通信部(未图示),并具有无线通信功能。耳机750通过无线通信功能可以从电子设备接收信息(例如声音数据)。例如,图29A所示的电子设备700A具有通过无线通信功能将信息发送到耳机750的功能。另外,例如图30A所示的电子设备800A具有通过无线通信功能将信息发送到耳机750的功能。

[0592] 另外,电子设备也可以包括耳机部。图29B所示的电子设备700B包括耳机部727。例如,可以采用以有线方式连接耳机部727和控制部的结构。连接耳机部727和控制部的布线的一部分也可以配置在外壳721或安装部723的内部。

[0593] 同样,图30B所示的电子设备800B包括耳机部827。例如,可以采用以有线方式连接耳机部827和控制部824的结构。连接耳机部827和控制部824的布线的一部分也可以配置在外壳821或安装部823的内部。另外,耳机部827和安装部823也可以包括磁铁。由此,可以用磁力将耳机部827固定到安装部823,收纳变得容易,所以是优选的。

[0594] 电子设备也可以包括能够与耳机或头戴式耳机等连接的声音输出端子。另外,电

子设备也可以包括声音输入端子和声音输入机构中的一方或双方。作为声音输入机构,例如可以使用麦克风等收音装置。通过将声音输入机构设置到电子设备,可以使电子设备具有所谓的耳麦的功能。

[0595] 如此,作为本发明的一个方式的电子设备,眼镜型(电子设备700A以及电子设备700B等)和护目镜型(电子设备800A以及电子设备800B等)的双方都是优选的。

[0596] 另外,本发明的一个方式的电子设备可以以有线或无线方式将信息发送到耳机。

[0597] 图31A所示的电子设备6500是可以被用作智能手机的便携式信息终端设备。

[0598] 电子设备6500包括外壳6501、显示部6502、电源按钮6503、按钮6504、扬声器6505、麦克风6506、照相机6507及光源6508等。显示部6502具有触摸面板功能。

[0599] 显示部6502可以使用本发明的一个方式的显示装置。

[0600] 图31B是包括外壳6501的麦克风6506一侧的端部的截面示意图。

[0601] 外壳6501的显示面一侧设置有具有透光性的保护构件6510,被外壳6501及保护构件6510包围的空间内设置有显示面板6511、光学构件6512、触摸传感器面板6513、印刷电路板6517、电池6518等。

[0602] 显示面板6511、光学构件6512及触摸传感器面板6513使用粘合层(未图示)固定到保护构件6510。

[0603] 在显示部6502的外侧的区域中,显示面板6511的一部分叠回,且该叠回部分连接有FPC6515。FPC6515安装有IC6516。FPC6515与设置于印刷电路板6517的端子连接。

[0604] 显示面板6511可以使用本发明的一个方式的柔性显示器。由此,可以实现极轻量的电子设备。此外,由于显示面板6511极薄,所以可以在抑制电子设备的厚度的情况下安装大容量的电池6518。此外,通过折叠显示面板6511的一部分以在像素部的背面设置与FPC6515的连接部,可以实现窄边框的电子设备。

[0605] 图32A示出电视装置的一个例子。在电视装置7100中,外壳7101中组装有显示部7000。在此示出利用支架7103支撑外壳7101的结构。

[0606] 可以对显示部7000适用本发明的一个方式的显示装置。

[0607] 可以通过利用外壳7101所具备的操作开关以及另外提供的遥控操作机7111进行图32A所示的电视装置7100的操作。另外,也可以在显示部7000中具备触摸传感器,也可以通过用指头等触摸显示部7000进行电视装置7100的操作。另外,也可以在遥控操作机7111中具备显示从该遥控操作机7111输出的数据的显示部。通过利用遥控操作机7111所具备的操作键或触摸面板,可以进行频道及音量的操作,并可以对显示在显示部7000上的影像进行操作。

[0608] 另外,电视装置7100具备接收机及调制解调器等。可以通过利用接收机接收一般的电视广播。再者,通过调制解调器连接到有线或无线方式的通信网络,从而进行单向(从发送者到接收者)或双向(发送者和接收者之间或接收者之间等)的信息通信。

[0609] 图32B示出笔记型个人计算机的一个例子。笔记型个人计算机7200包括外壳7211、键盘7212、指向装置7213、外部连接端口7214等。在外壳7211中组装有显示部7000。

[0610] 可以对显示部7000适用本发明的一个方式的显示装置。

[0611] 图32C和图32D示出数字标牌的一个例子。

[0612] 图32C所示的数字标牌7300包括外壳7301、显示部7000及扬声器7303等。此外,还

可以包括LED灯、操作键(包括电源开关或操作开关)、连接端子、各种传感器、麦克风等。

[0613] 图32D示出设置于圆柱状柱子7401上的数字标牌7400。数字标牌7400包括沿着柱子7401的曲面设置的显示部7000。

[0614] 在图32C和图32D中,可以将本发明的一个方式的显示装置用于显示部7000。

[0615] 显示部7000越大,一次能够提供的信息量越多。显示部7000越大,越容易吸引人的注意,例如可以提高广告宣传效果。

[0616] 通过将触摸面板用于显示部7000,不仅可以在显示部7000上显示静态图像或动态图像,使用者还能够直觉性地进行操作,所以是优选的。另外,在用于提供线路信息或交通信息等信息的用途时,可以通过直觉性的操作提高易用性。

[0617] 如图32C和图32D所示,数字标牌7300或数字标牌7400优选可以通过无线通信与使用者所携带的智能手机等信息终端设备7311或信息终端设备7411联动。例如,显示在显示部7000上的广告信息可以显示在信息终端设备7311或信息终端设备7411的屏幕上。此外,通过操作信息终端设备7311或信息终端设备7411,可以切换显示部7000的显示。

[0618] 此外,可以在数字标牌7300或数字标牌7400上以信息终端设备7311或信息终端设备7411的屏幕为操作单元(控制器)执行游戏。由此,不特定多个使用者可以同时参加游戏,享受游戏的乐趣。

[0619] 图33A至图33G所示的电子设备包括外壳9000、显示部9001、扬声器9003、操作键9005(包括电源开关或操作开关)、连接端子9006、传感器9007(该传感器具有测量如下因素的功能:力、位移、位置、速度、加速度、角速度、转速、距离、光、液、磁、温度、化学物质、声音、时间、硬度、电场、电流、电压、电力、辐射线、流量、湿度、倾斜度、振动、气味或红外线)、麦克风9008等。

[0620] 图33A至图33G所示的电子设备具有各种功能。例如,可以具有如下功能:将各种信息(静态图像、动态图像及文字图像等)显示在显示部上的功能;触摸面板的功能;显示日历、日期或时间等的功能;通过利用各种软件(程序)控制处理的功能;进行无线通信的功能;读出储存在存储介质中的程序或数据并进行处理的功能;等。注意,电子设备的功能不局限于上述功能,而可以具有各种功能。电子设备可以包括多个显示部。另外,也可以在电子设备中设置照相机等而使其具有如下功能:拍摄静态图像或动态图像,且将所拍摄的图像储存在存储介质(外部存储介质或内置于照相机的存储介质)中的功能;将所拍摄的图像显示在显示部上的功能;等。

[0621] 下面,详细地说明图33A至图33G所示的电子设备。

[0622] 图33A是示出便携式信息终端9101的立体图。可以将便携式信息终端9101例如用作智能手机。注意,在便携式信息终端9101中,也可以设置扬声器9003、连接端子9006、传感器9007等。另外,作为便携式信息终端9101,可以将文字或图像信息显示在其多个面上。在图33A中示出显示三个图标9050的例子。另外,可以将以虚线的矩形示出的信息9051显示在显示部9001的其他面上。作为信息9051的一个例子,可以举出提示收到电子邮件、SNS或电话等的信息;电子邮件或SNS等的标题;电子邮件或SNS等的发送者姓名;日期;时间;电池余量;以及电波强度等。或者,可以在显示有信息9051的位置上显示图标9050等。

[0623] 图33B是示出便携式信息终端9102的立体图。便携式信息终端9102具有将信息显示在显示部9001的三个以上的面上的功能。在此,示出信息9052、信息9053、信息9054分别

显示于不同的面上的例子。例如,在将便携式信息终端9102放在上衣口袋里的状态下,使用者能够确认显示在从便携式信息终端9102的上方看到的位置上的信息9053。例如,使用者可以确认到该显示而无需从口袋里拿出便携式信息终端9102,由此能够判断是否接电话。

[0624] 图33C是示出平板终端9103的立体图。平板终端9103例如可以执行移动电话、电子邮件及文章的阅读和编辑、播放音乐、网络通信、计算机游戏等各种应用软件。平板终端9103在外壳9000的正面包括显示部9001、照相机9002、麦克风9008及扬声器9003,在外壳9000的左侧面包括用作用于操作的按钮的操作键9005,在底面包括连接端子9006。

[0625] 图33D是示出手表型便携式信息终端9200的立体图。可以将便携式信息终端9200例如用作智能手表(注册商标)。另外,显示部9001的显示面弯曲,可沿着其弯曲的显示面进行显示。此外,便携式信息终端9200例如通过与可进行无线通信的耳麦相互通信可以进行免提通话。此外,通过利用连接端子9006,便携式信息终端9200可以与其他信息终端进行数据传输或进行充电。充电也可以通过无线供电进行。

[0626] 图33E至图33G是示出可以折叠的便携式信息终端9201的立体图。另外,图33E是将便携式信息终端9201展开的状态的立体图、图33G是折叠的状态的立体图、图33F是从图33E的状态和图33G的状态中的一个转换成另一个时中途的状态的立体图。便携式信息终端9201在折叠状态下可携带性好,而在展开状态下因为具有无缝拼接较大的显示区域所以显示的浏览性强。便携式信息终端9201所包括的显示部9001被由铰链9055连结的三个外壳9000支撑。显示部9001例如可以在曲率半径0.1mm以上且150mm以下的范围弯曲。

[0627] 本实施方式可以与其他实施方式适当地组合。此外,在本说明书中,在一个实施方式中示出多个结构例子的情况下,可以适当地组合该结构例子。

[符号说明]

[0628] 100:显示装置、101:衬底、102:层、103:绝缘层、104:像素部、111:导电层、113:有机化合物层、114:电子注入层、115:导电层、118:牺牲层、120:衬底、122:树脂层、125:绝缘层、127:绝缘层、130:发光器件、131:保护层、140:连接部、Da:厚度、Db:厚度、Dc:厚度

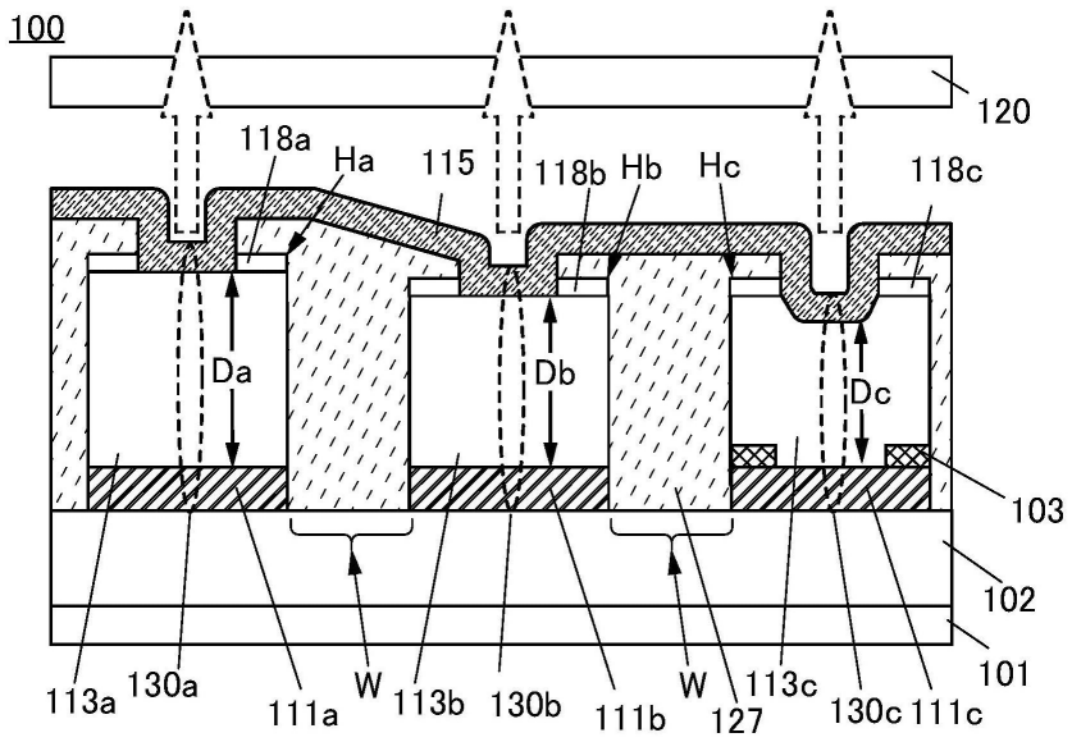


图1A

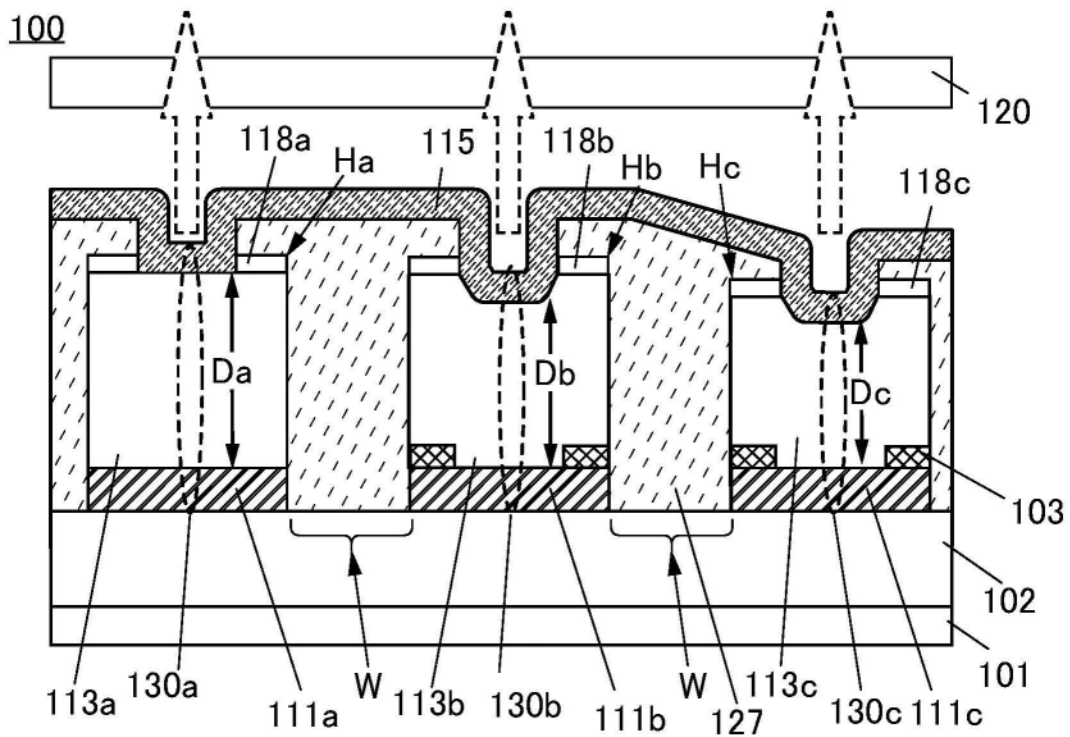


图1B

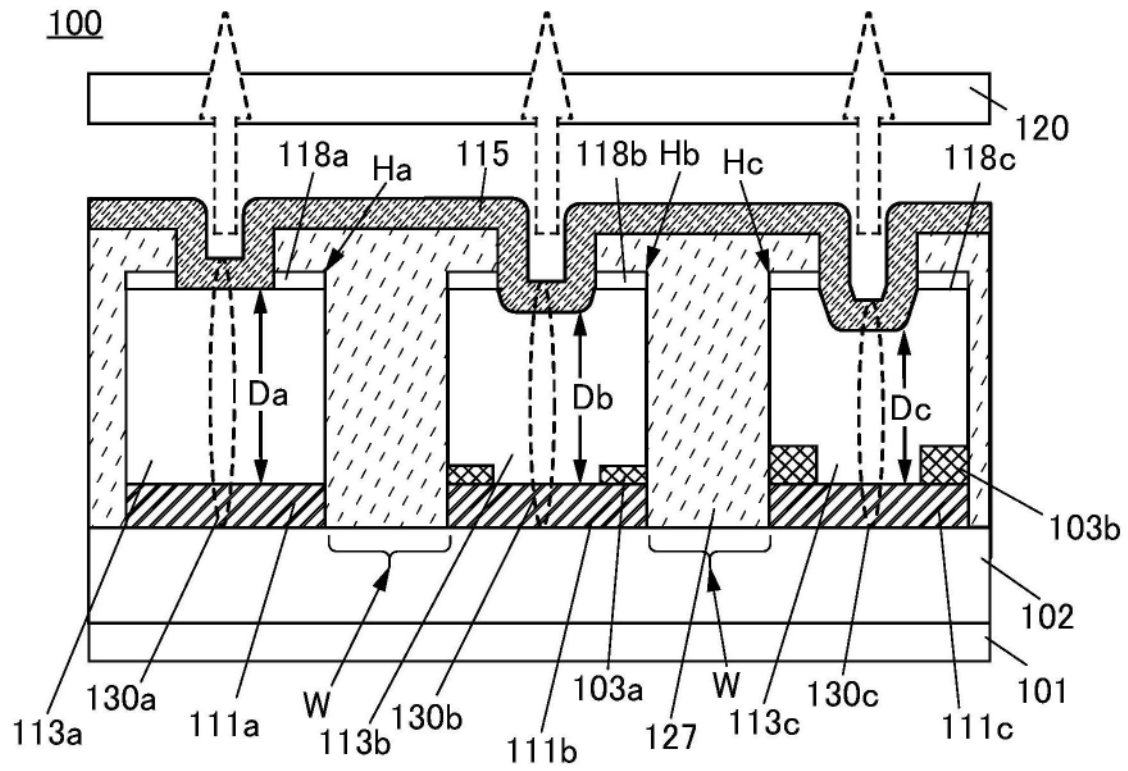


图2

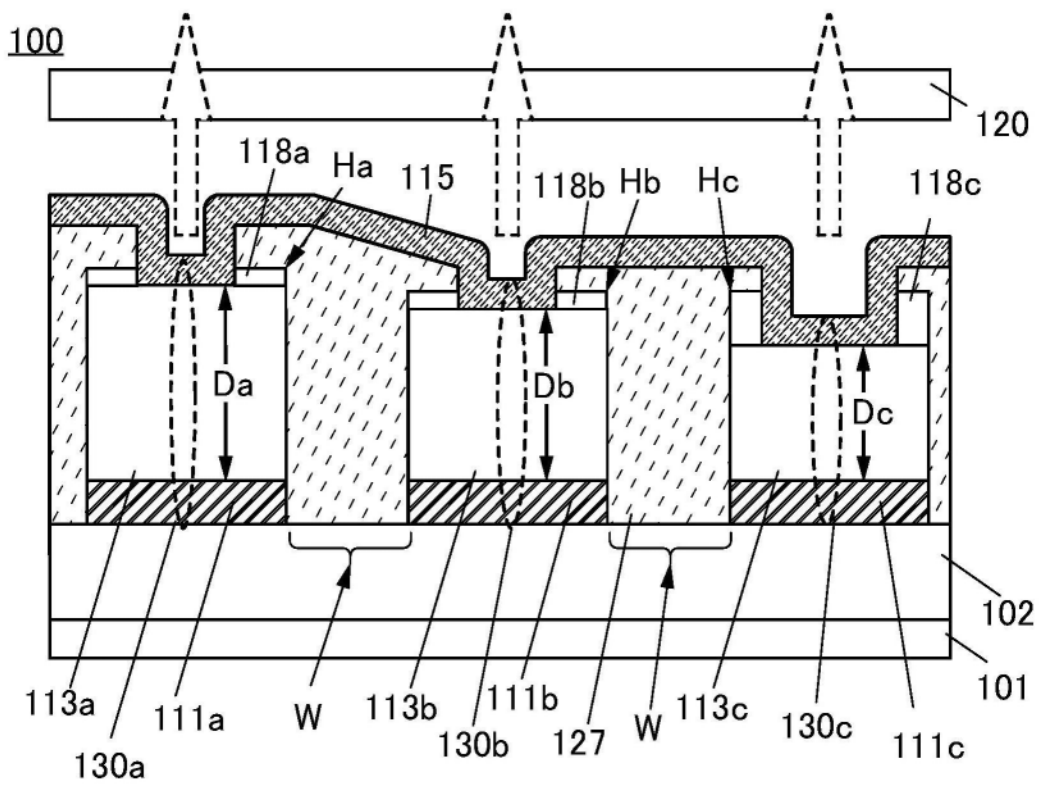


图3

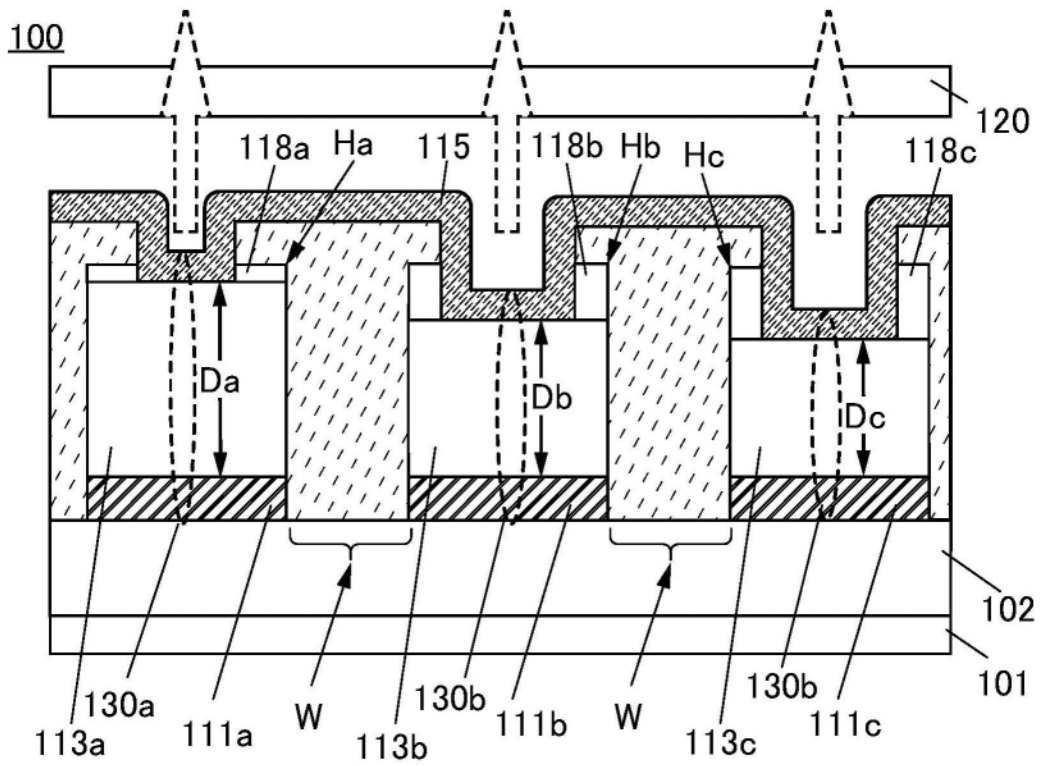


图4

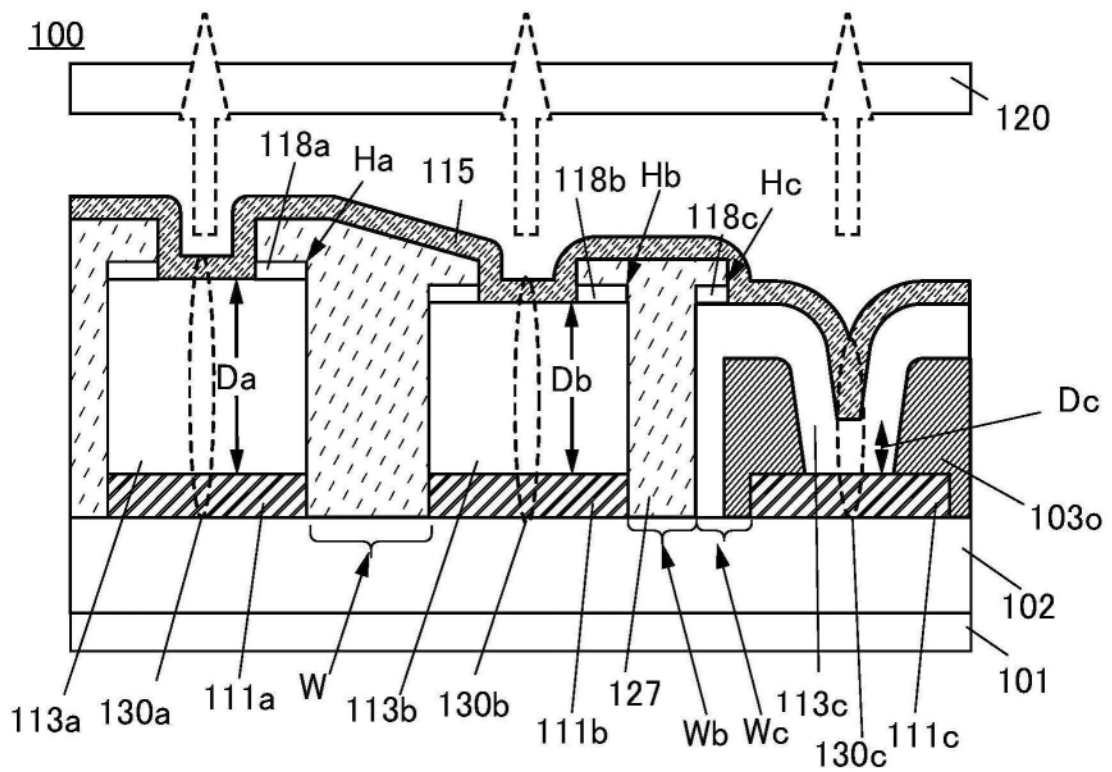


图5A

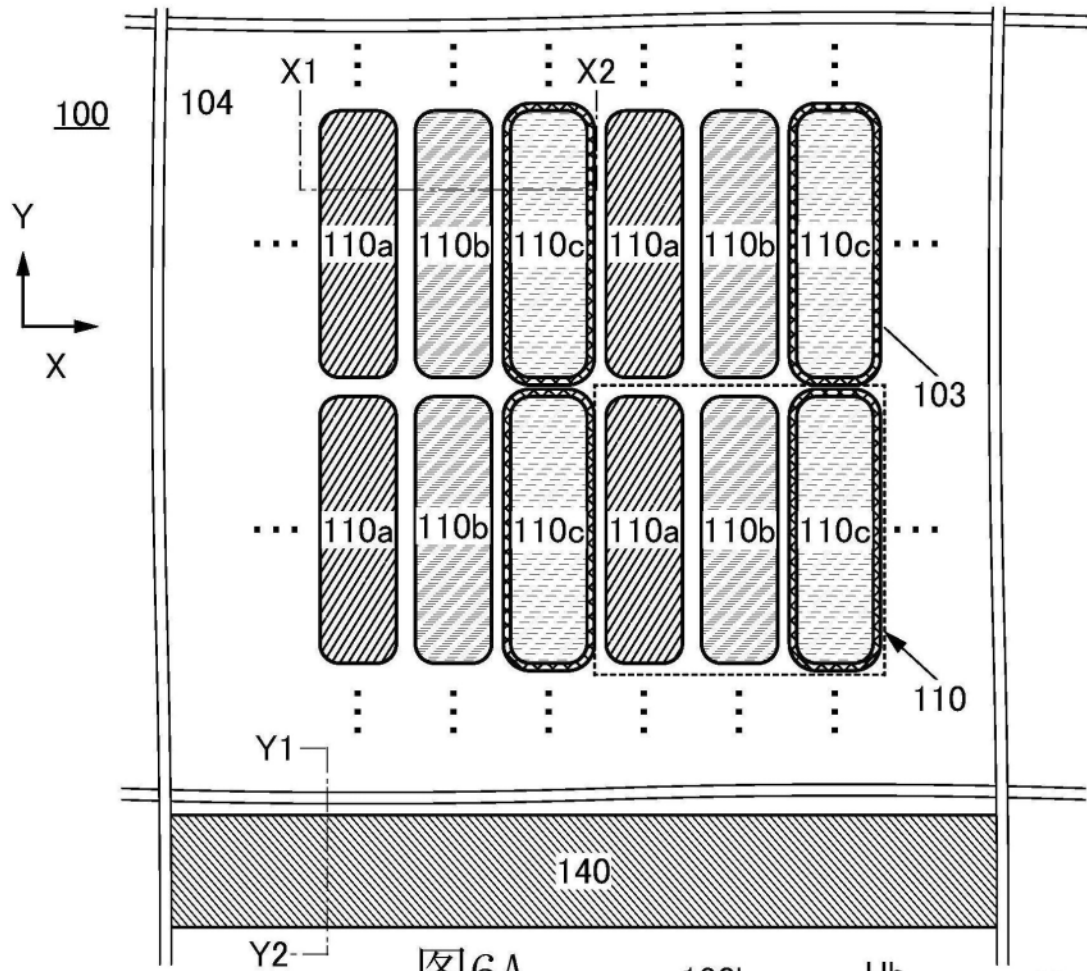


图6A

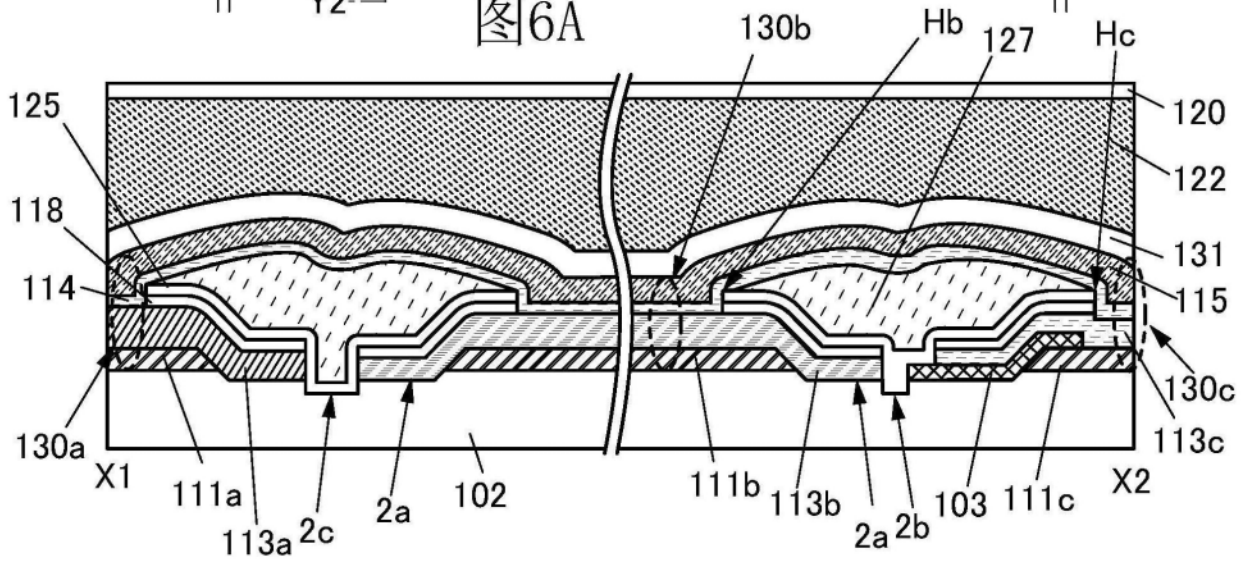


图6B

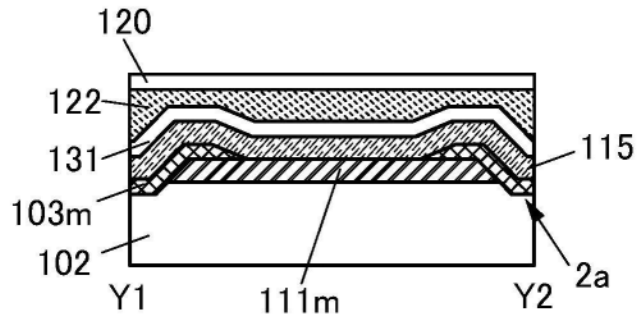


图7A

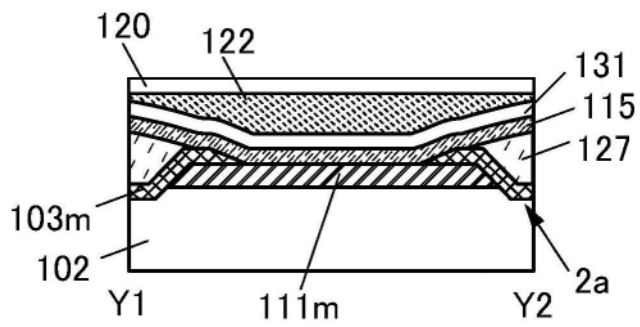


图7B

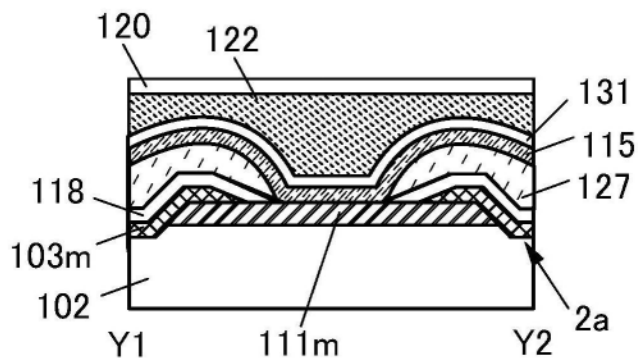


图7C

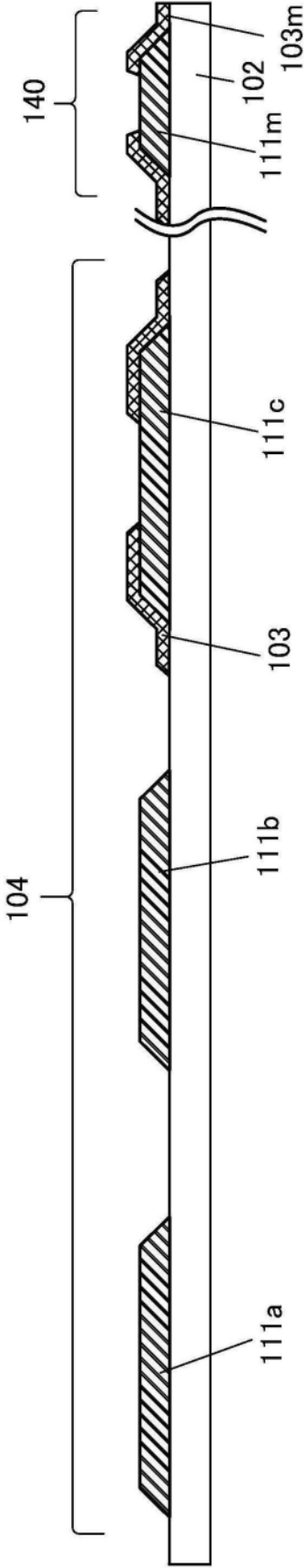
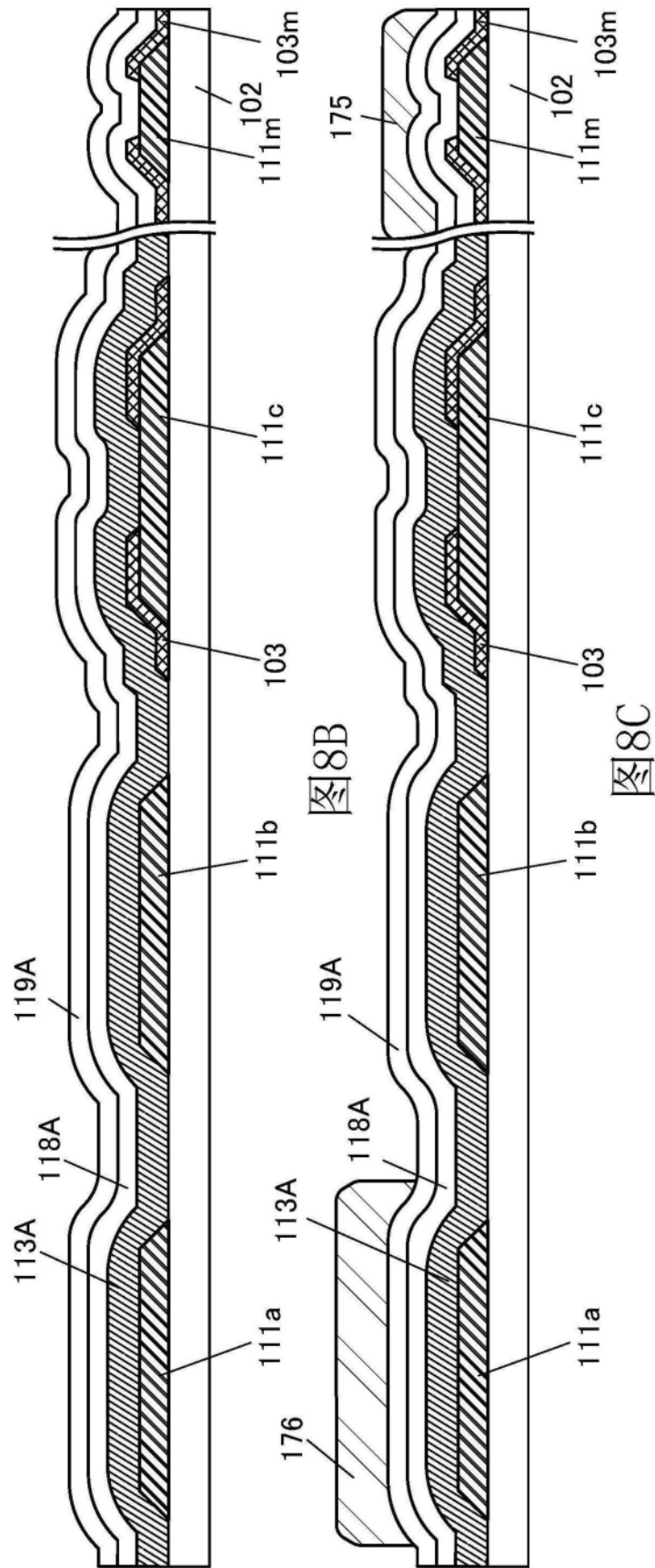
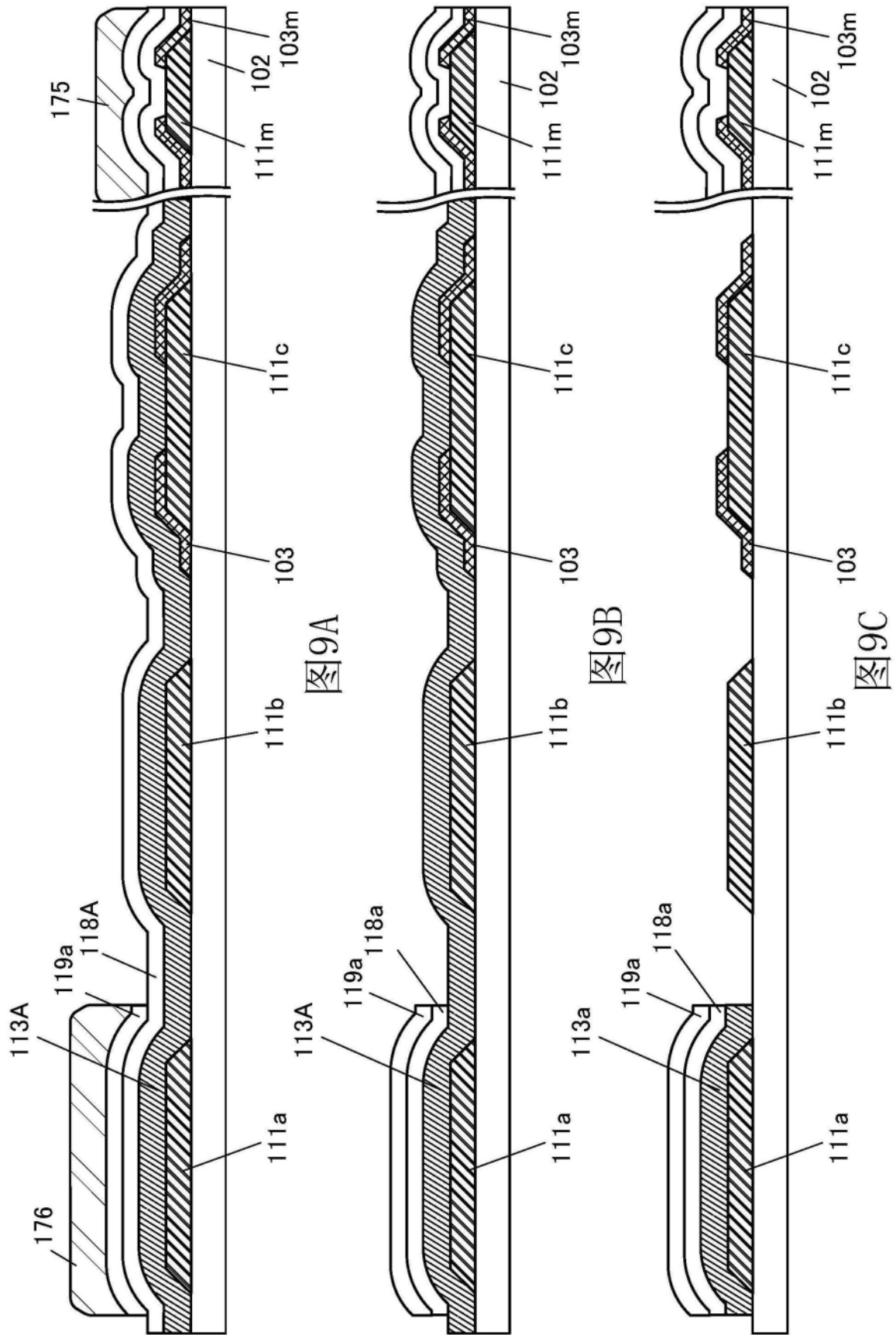
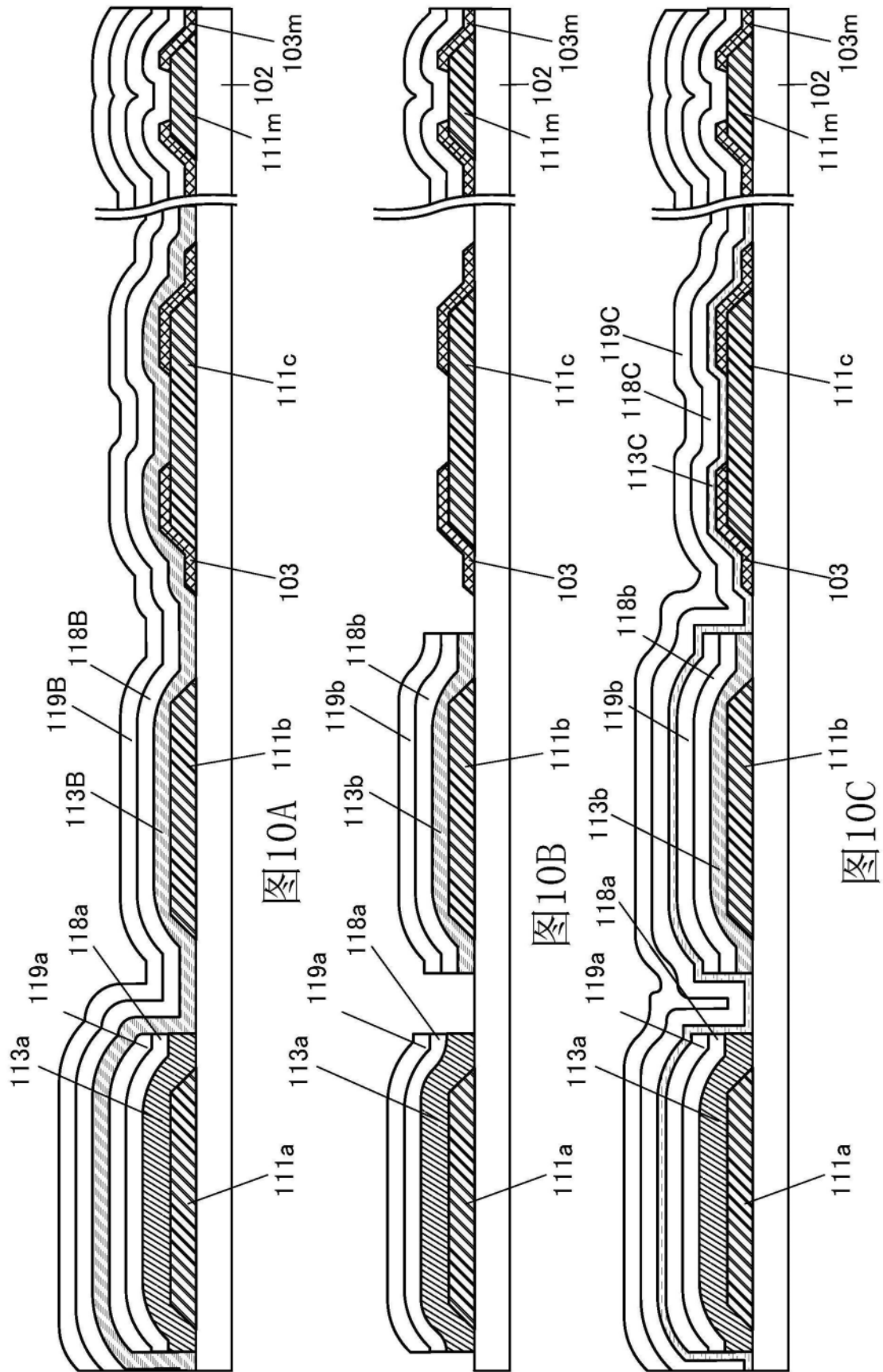


图8A







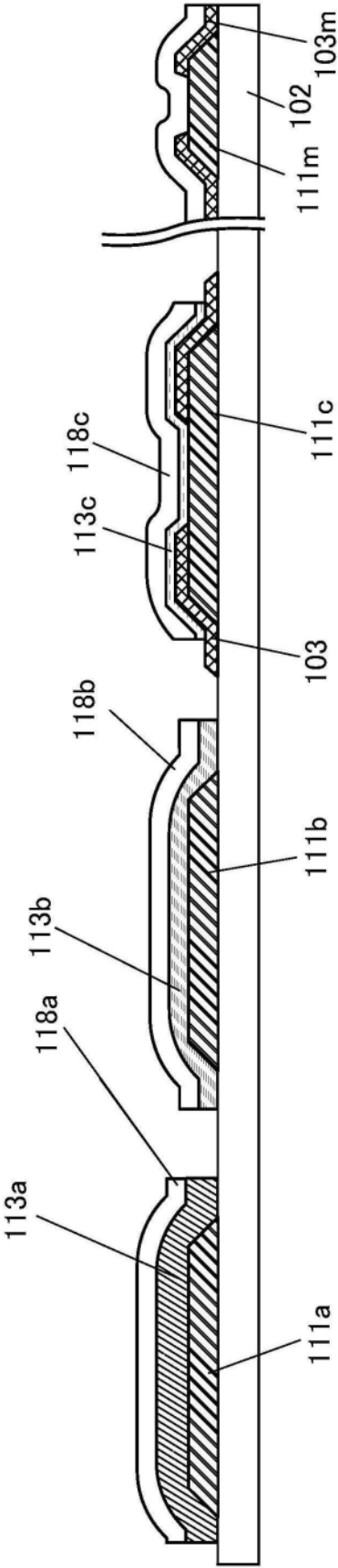


图11A

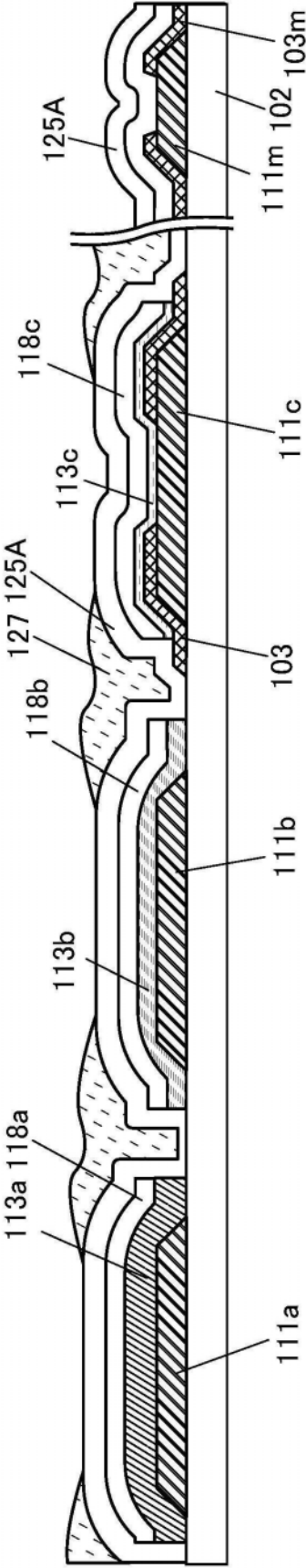


图11B

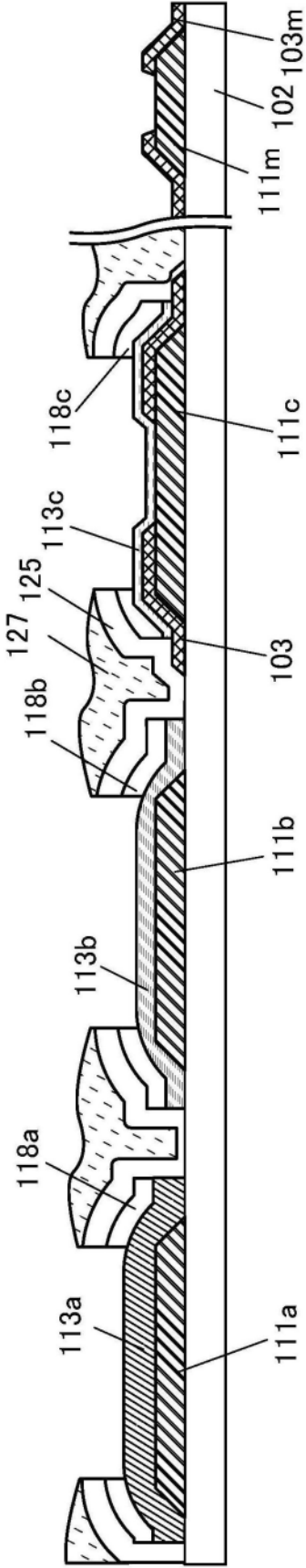


图11C

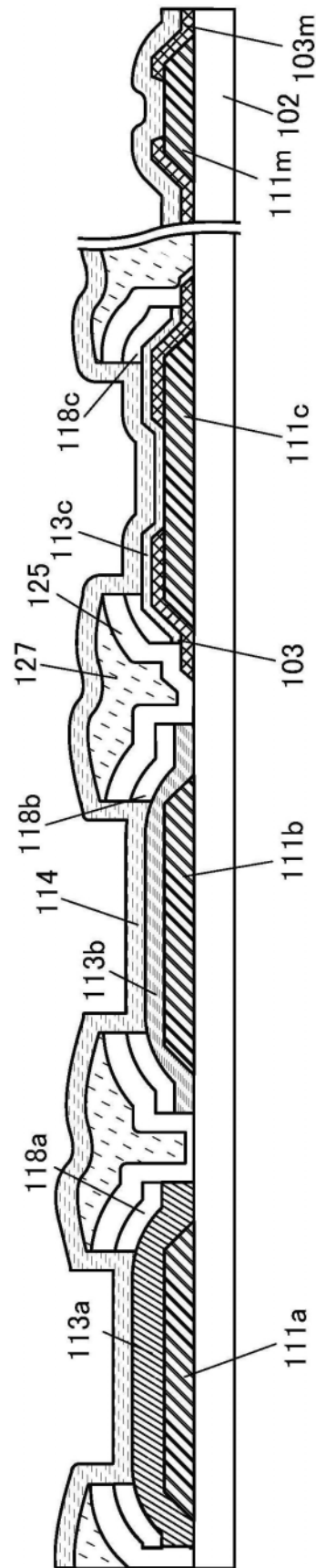


图12A

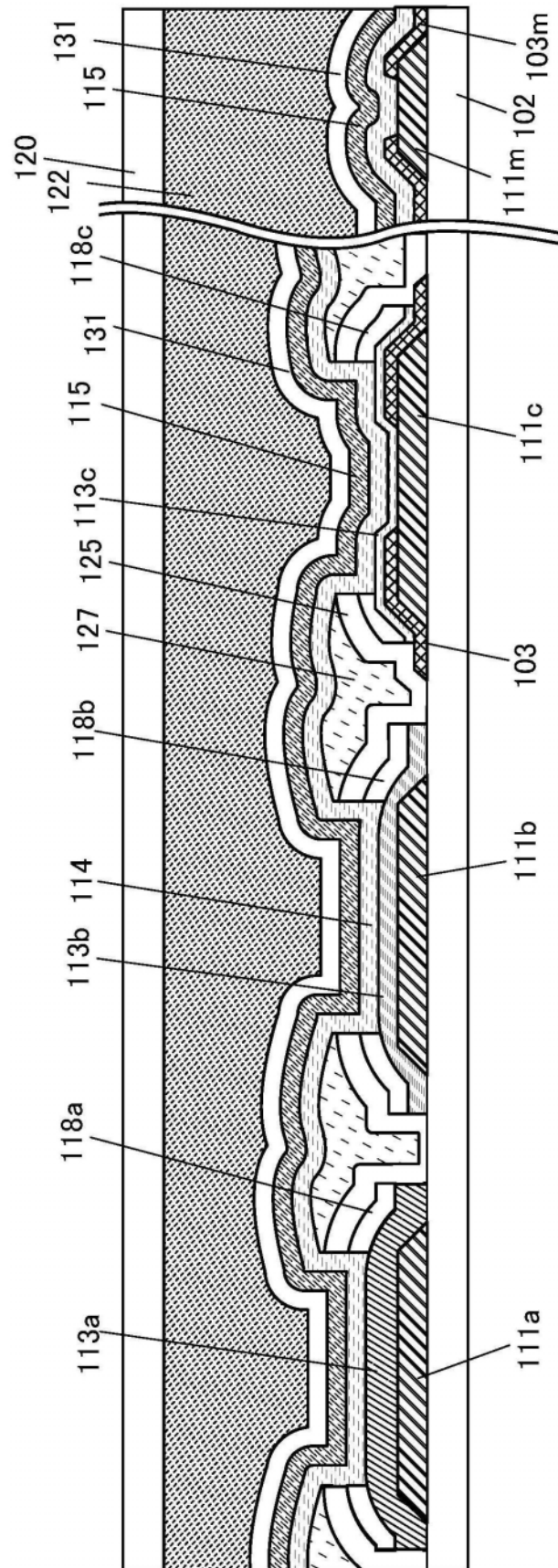


图12B

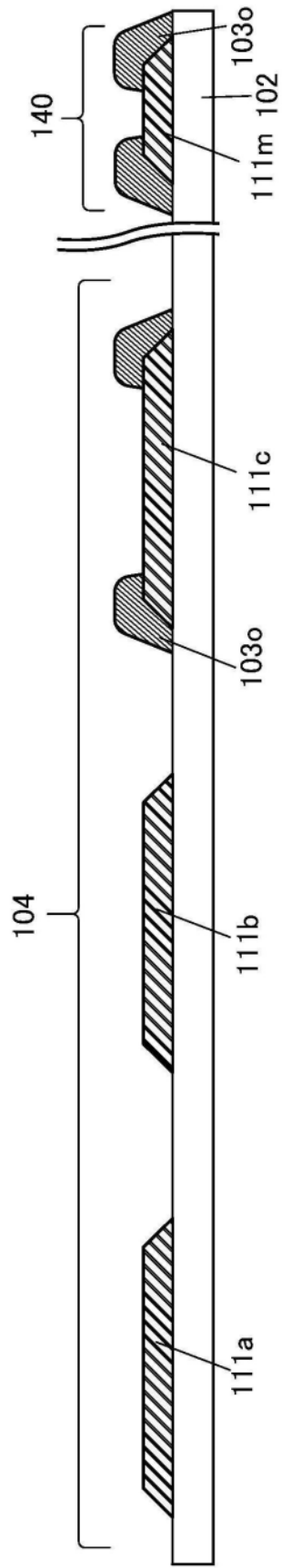


图13A

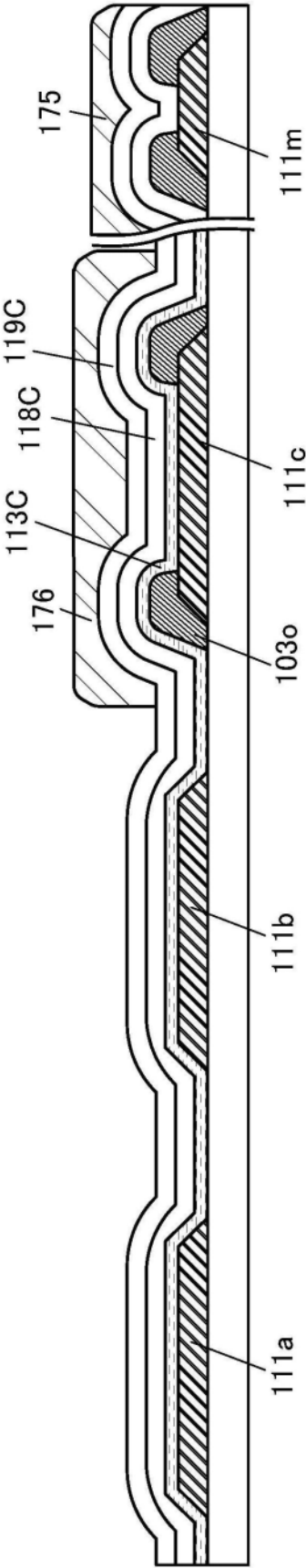


图13B

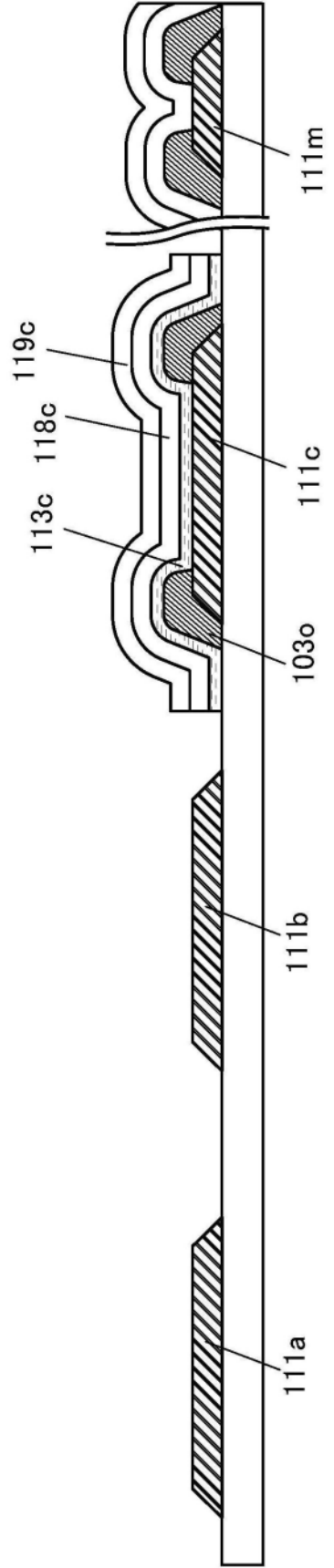


图13C

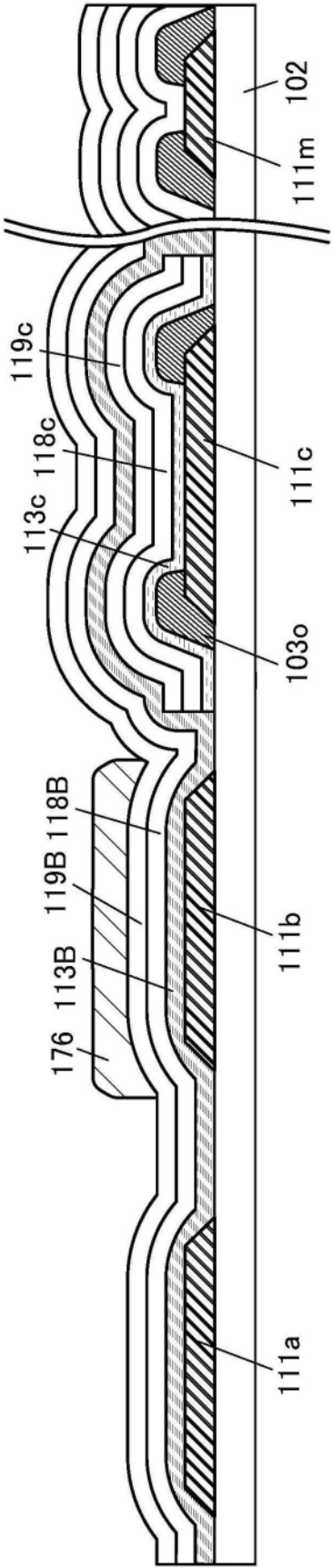


图14A

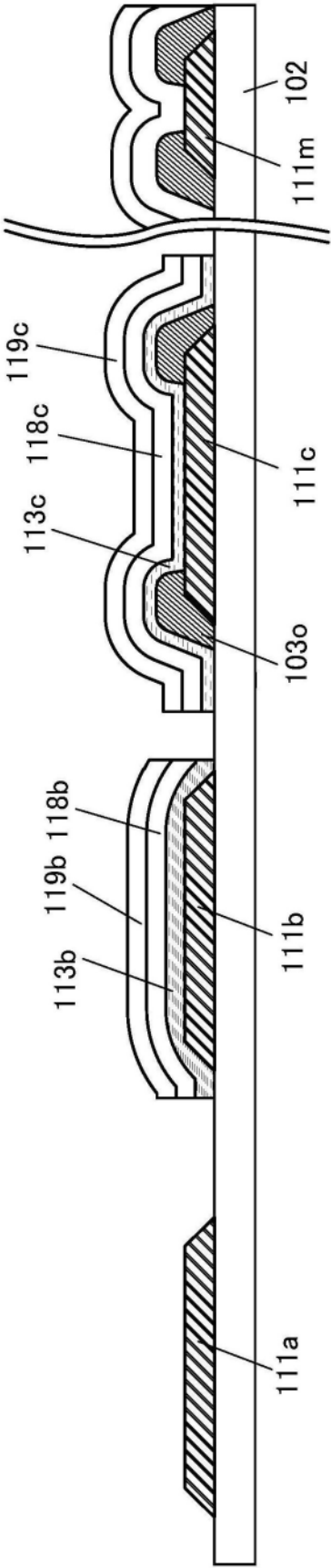


图14B

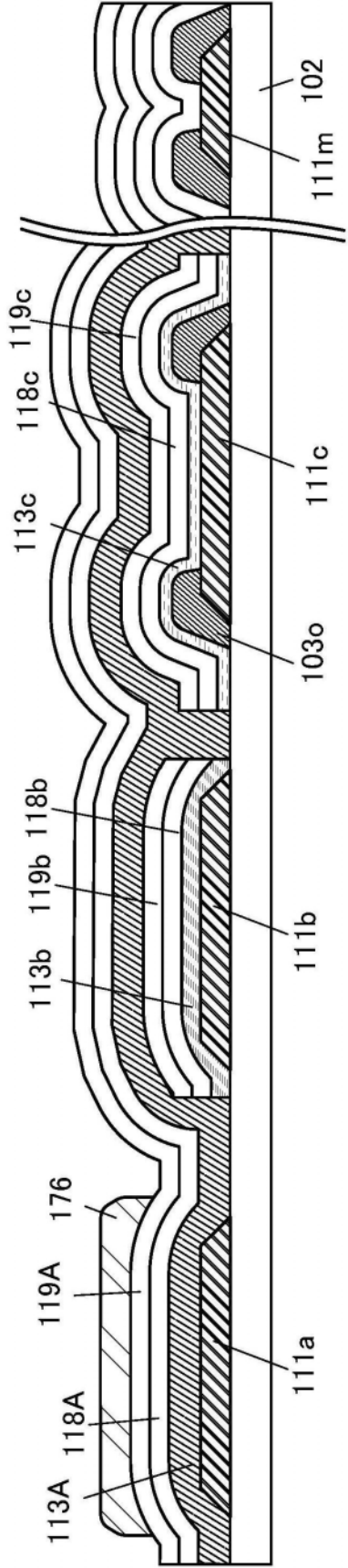


图15A

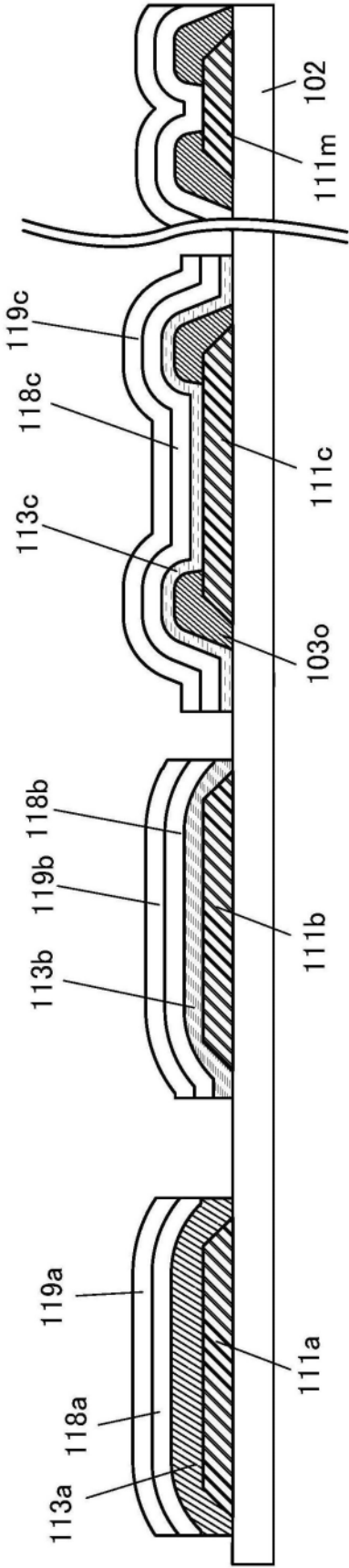


图15B

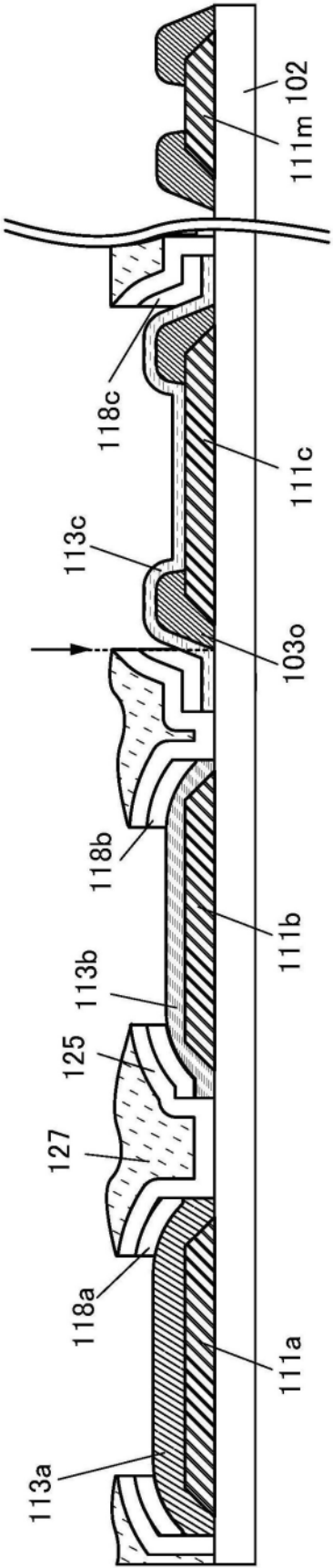


图16A

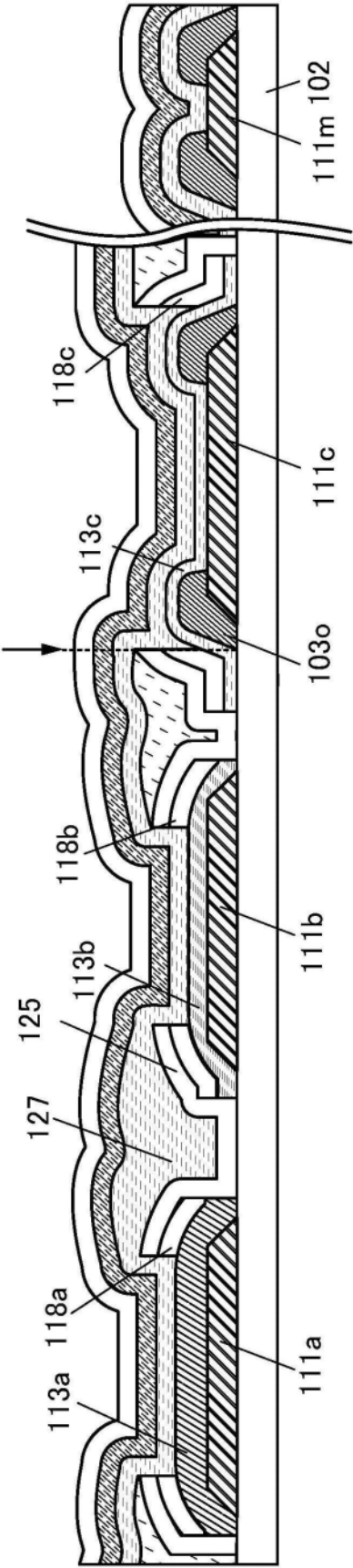


图16B

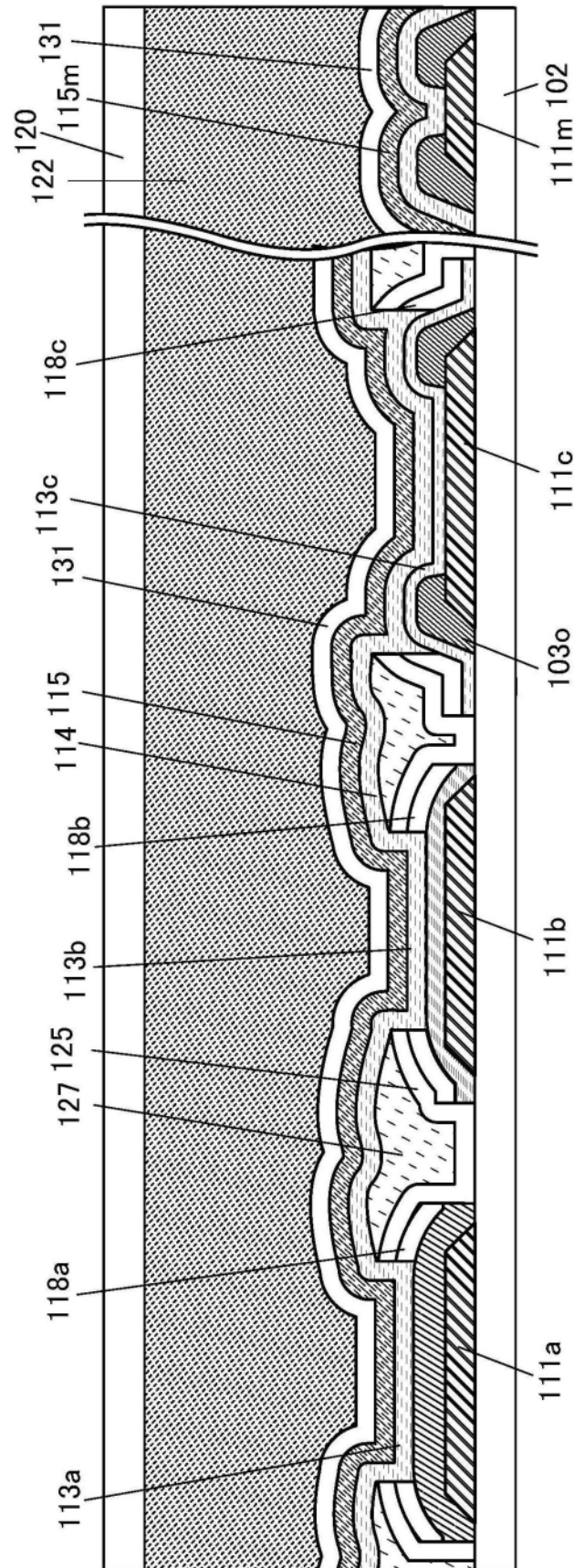


图17

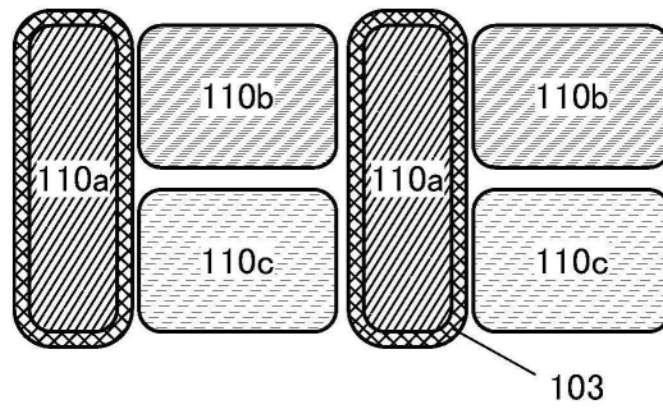


图18A

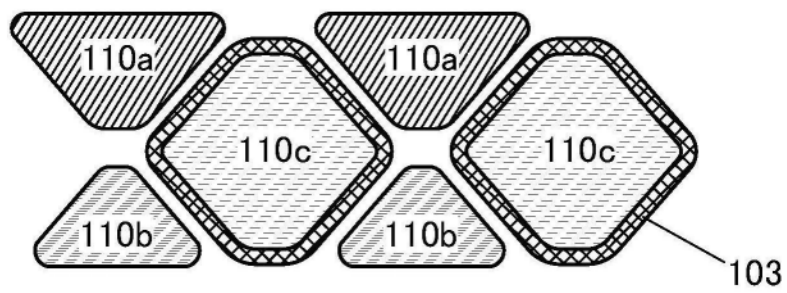


图18B

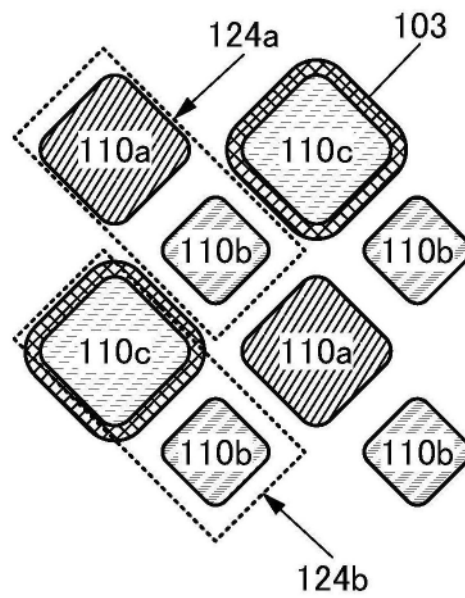


图18C

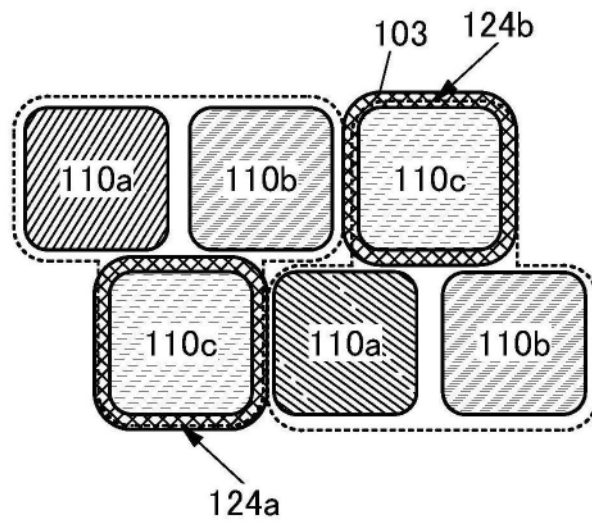


图18D

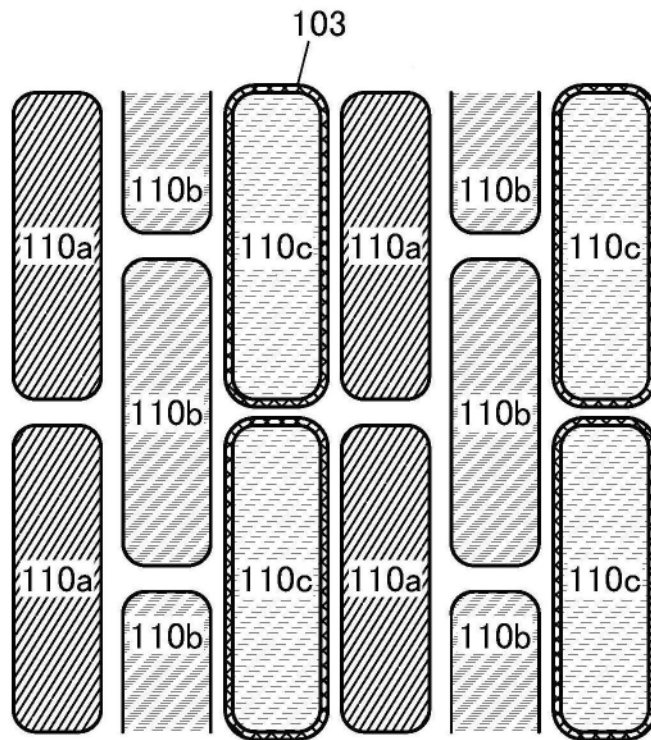


图18E

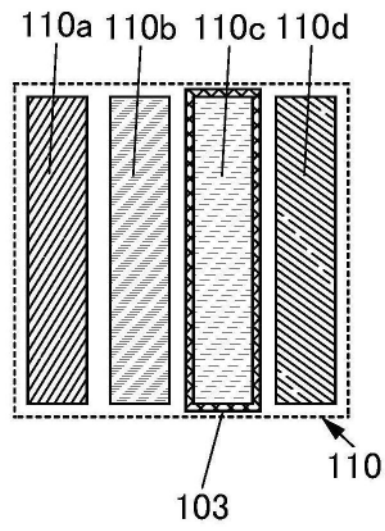


图19A

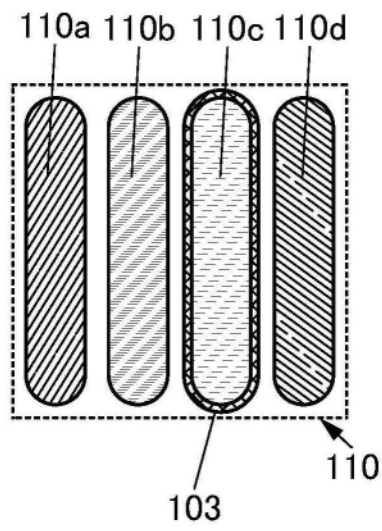


图19B

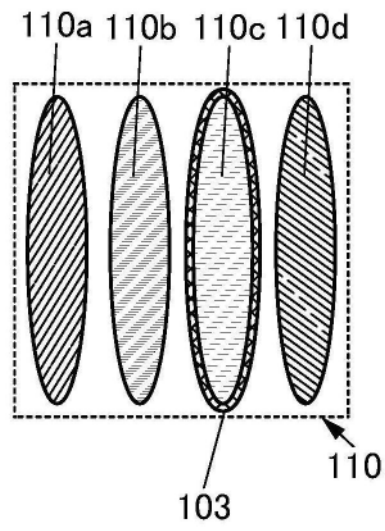


图19C

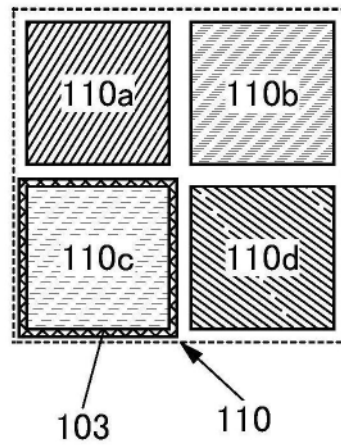


图19D

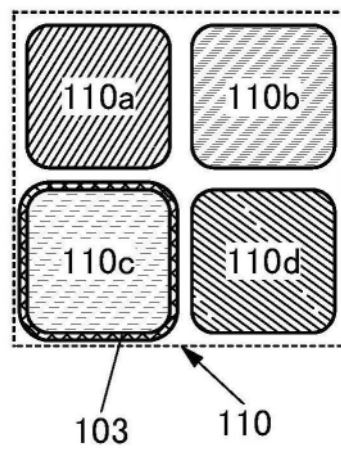


图19E

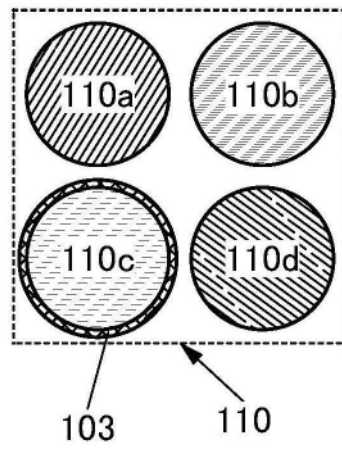


图19F

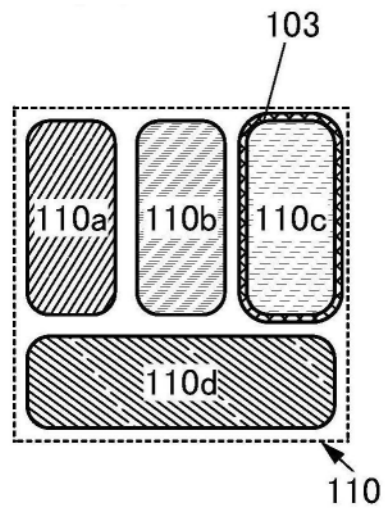


图19G

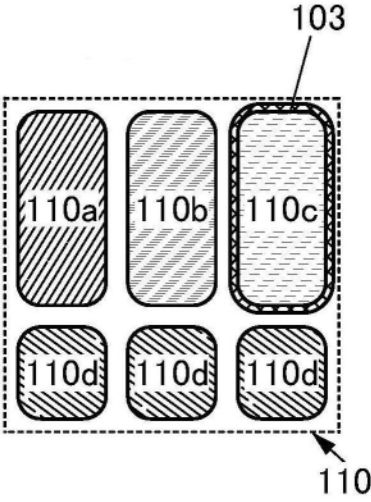


图19H

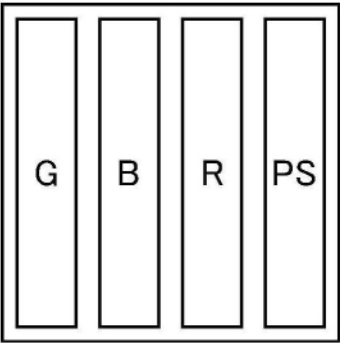


图20A

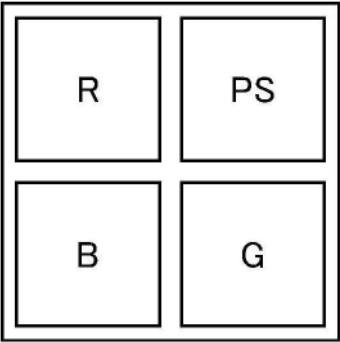


图20B

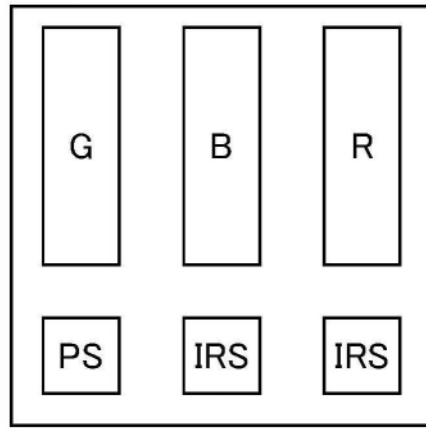


图20C

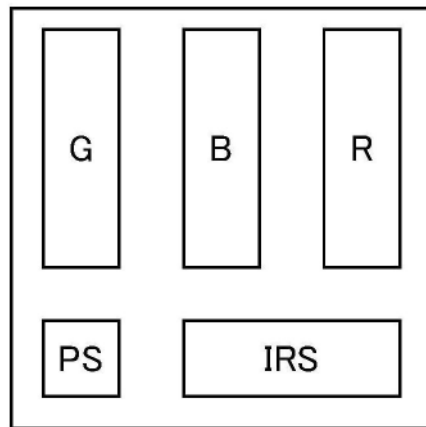


图20D

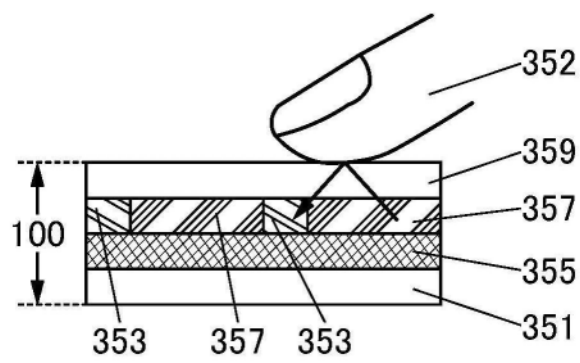


图20E

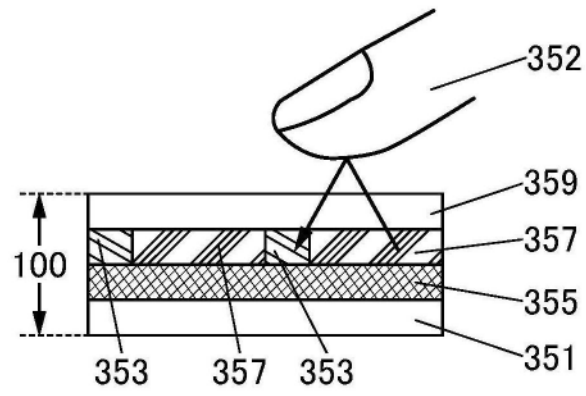


图20F

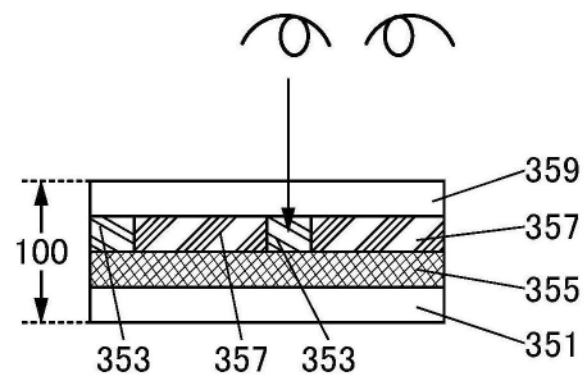


图20G

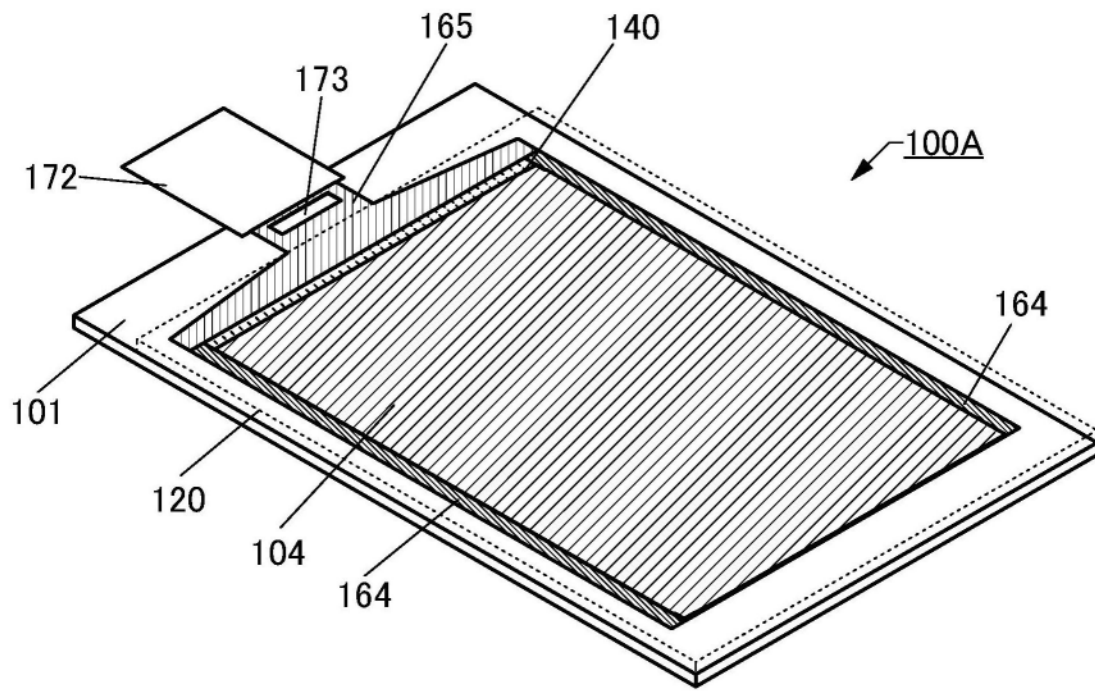


图21

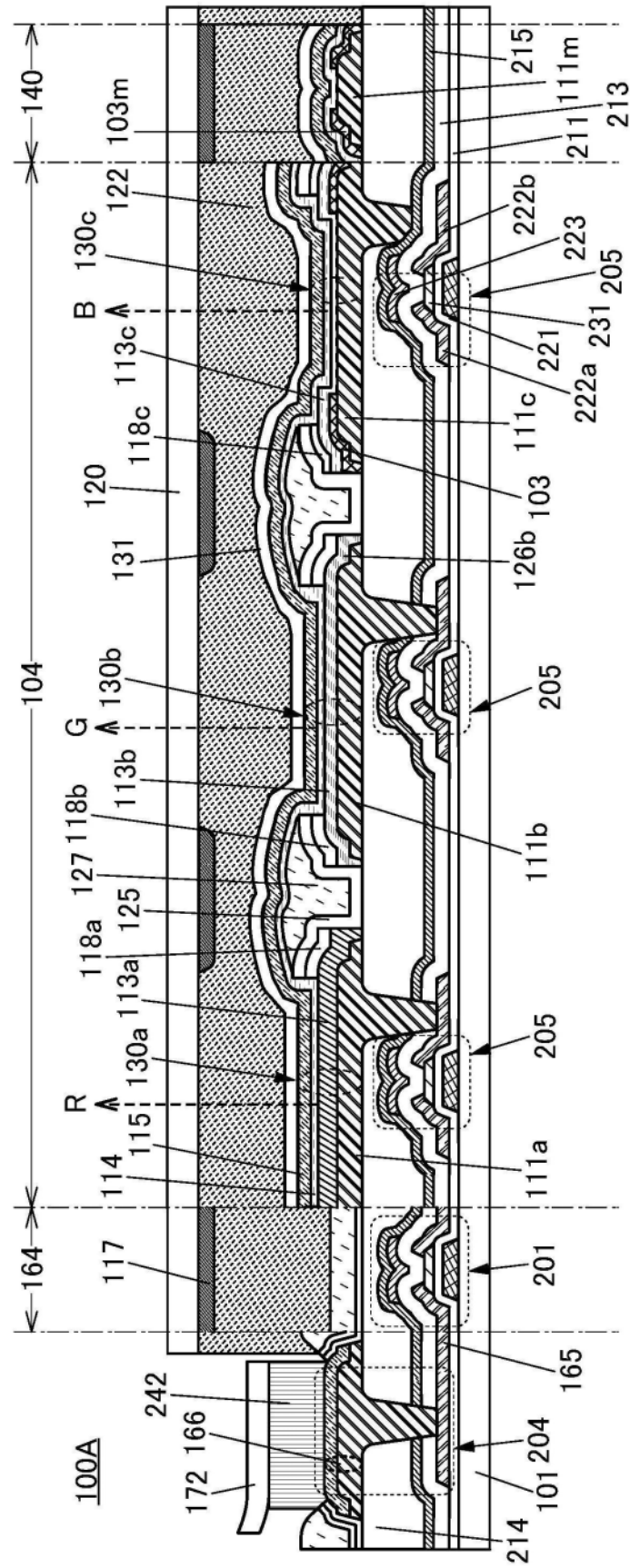


图22A

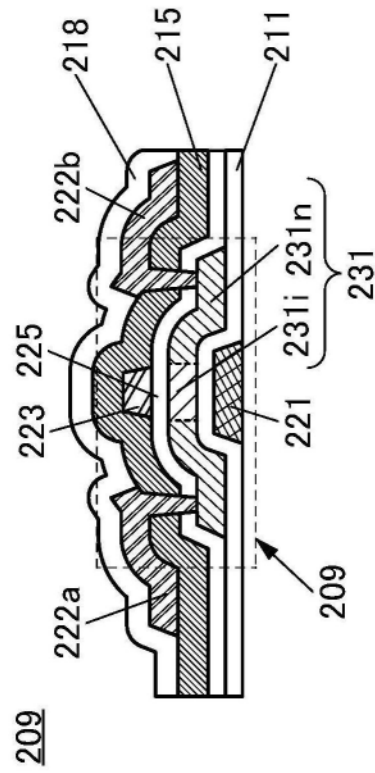


图22B

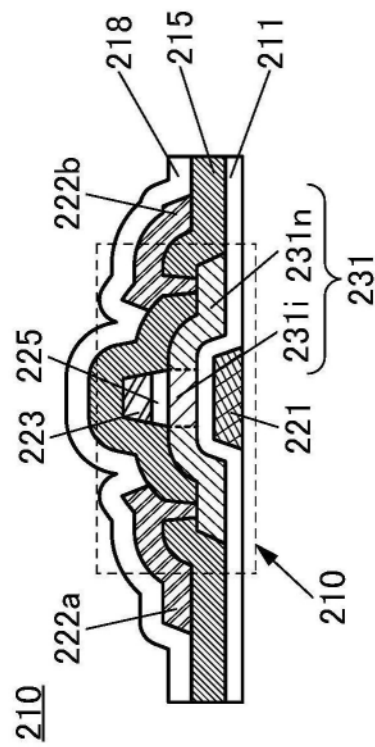


图22C

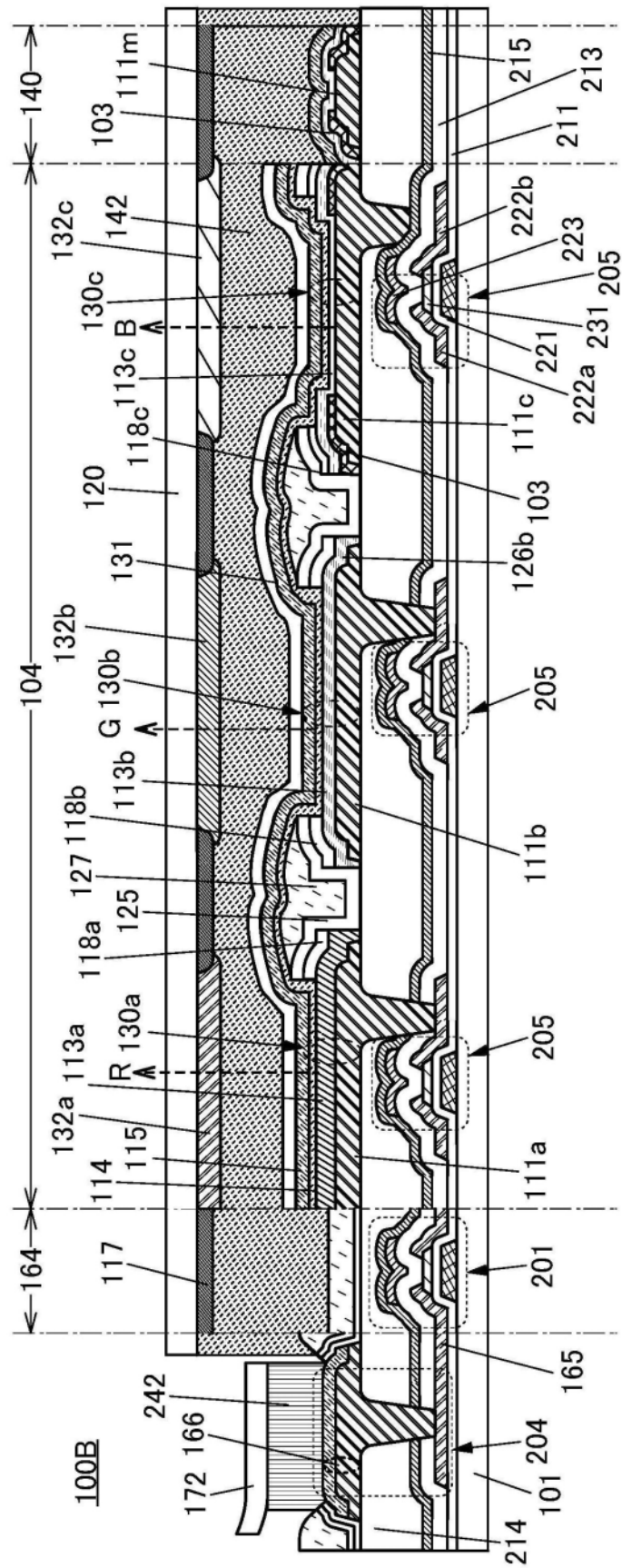


图23

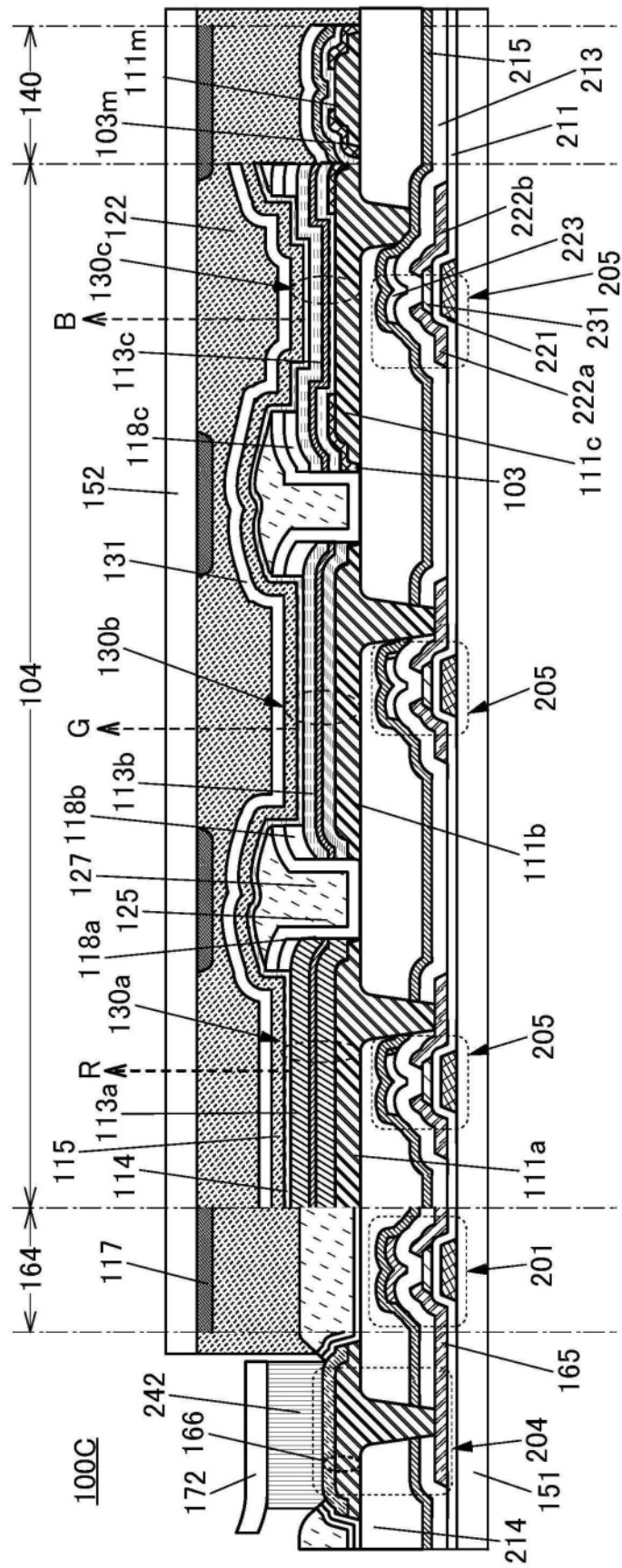


图24

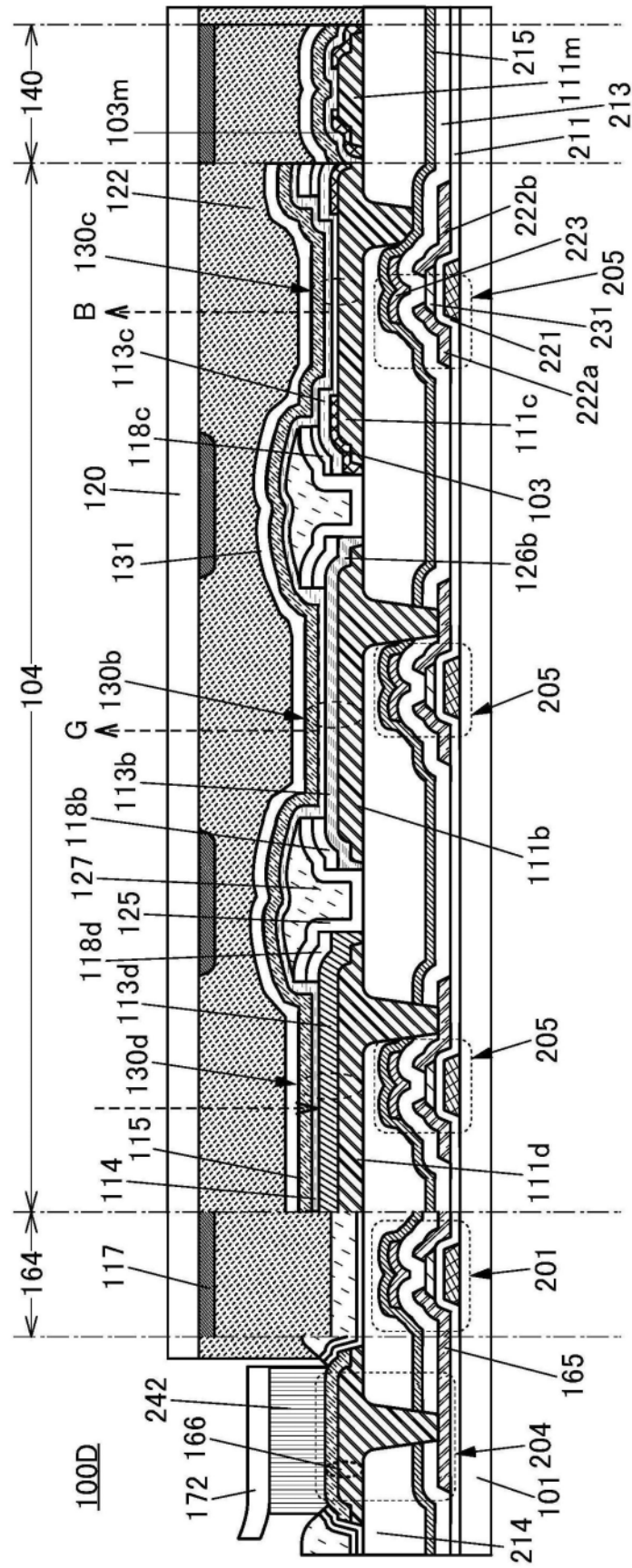


图25

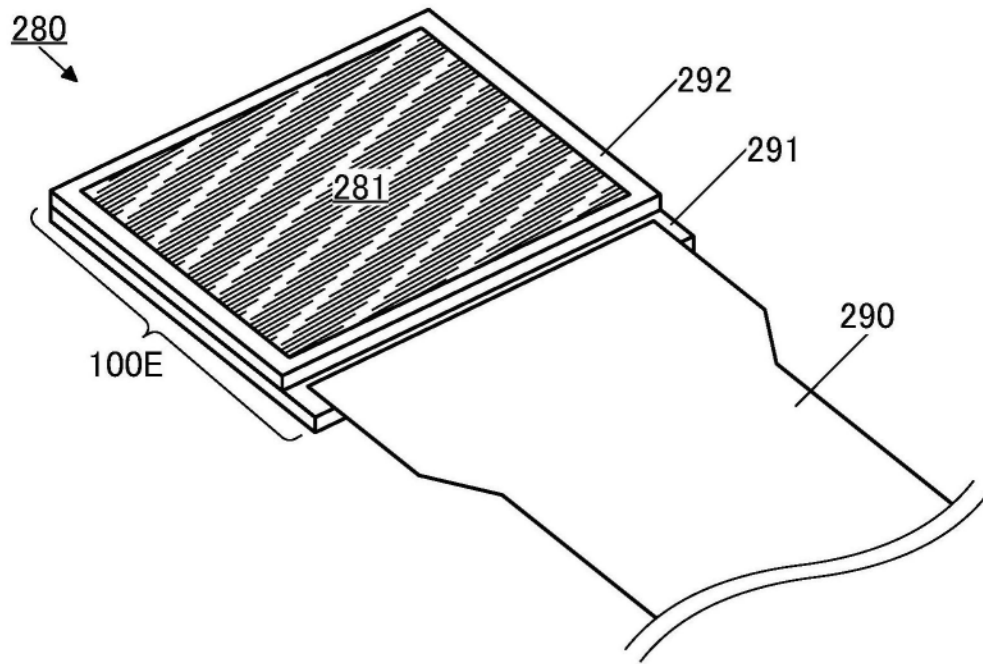


图26A

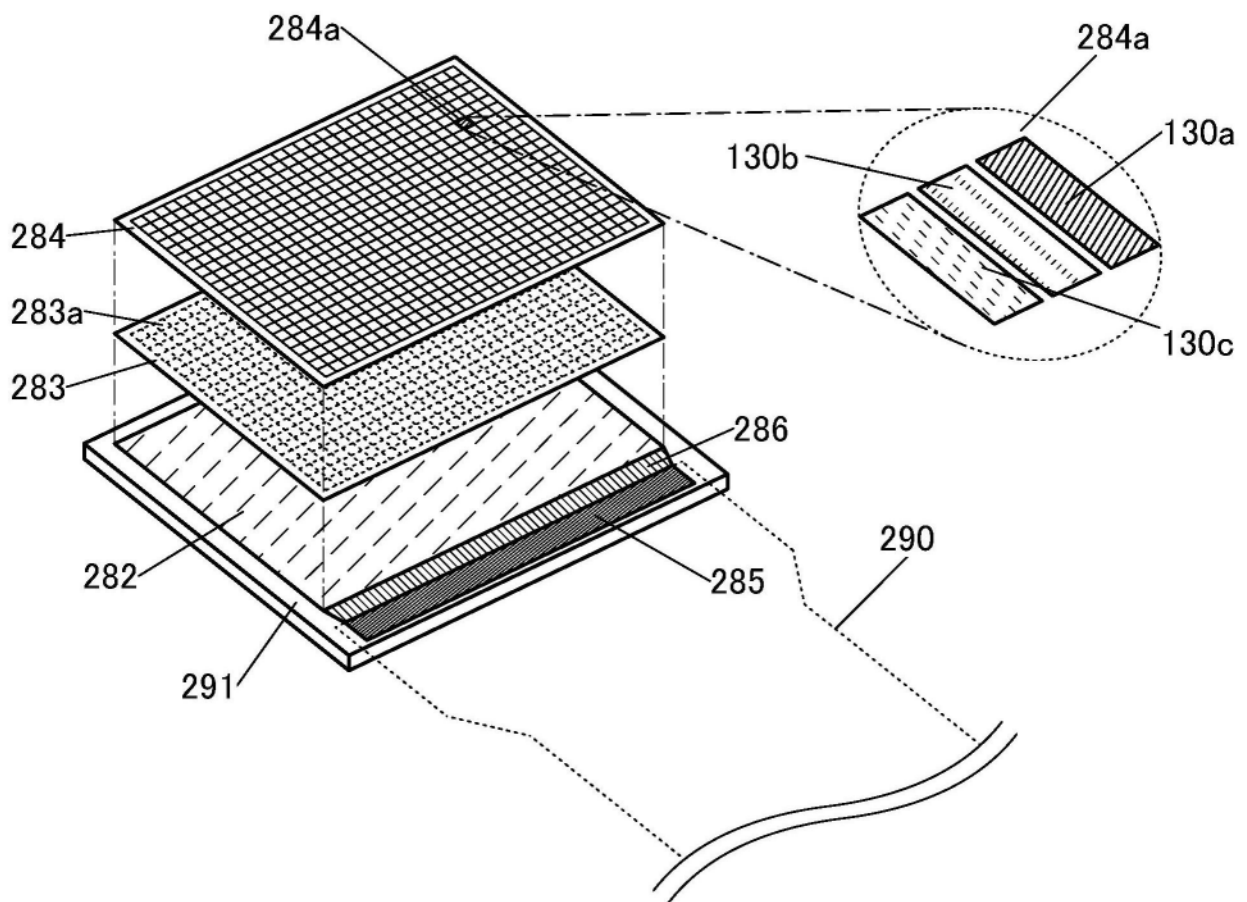


图26B

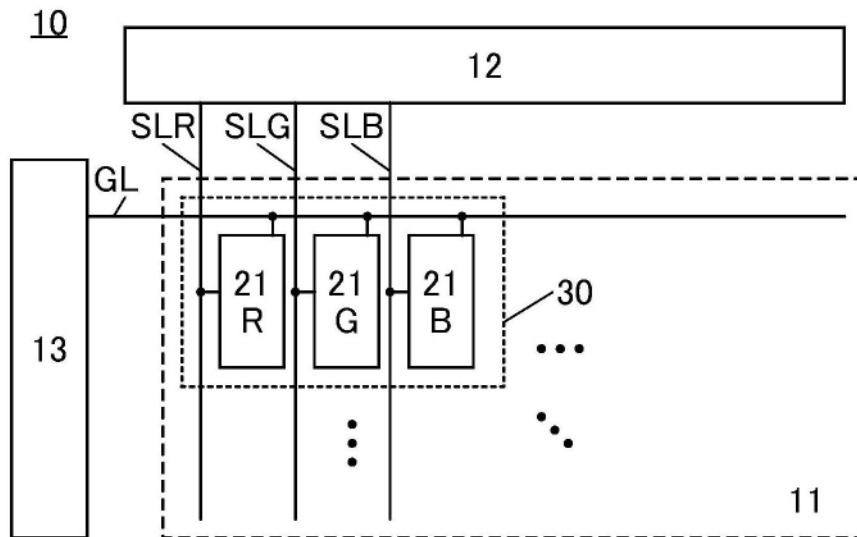


图27A

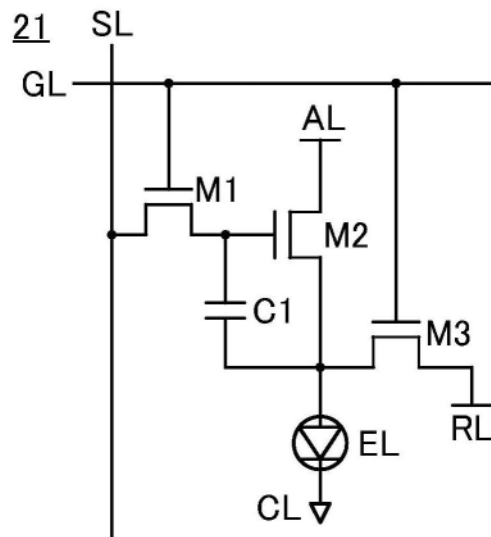


图27B

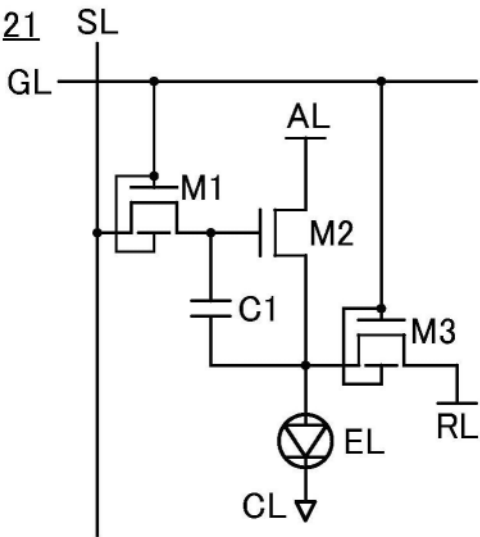


图27C

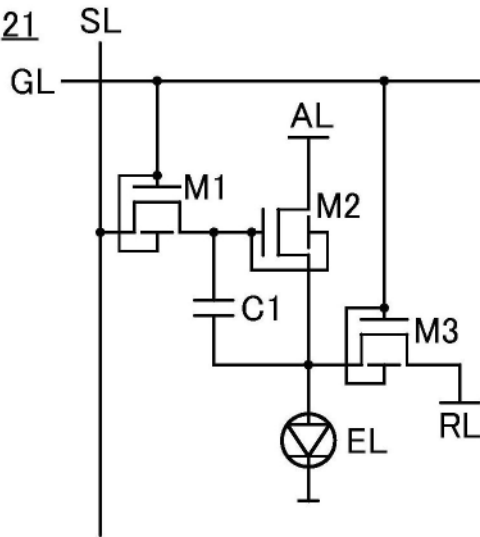


图27D

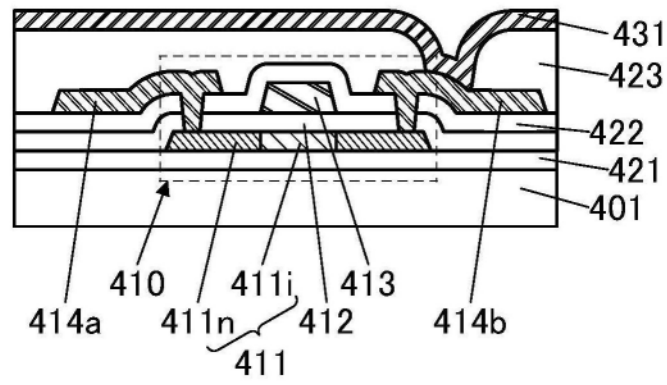


图28A

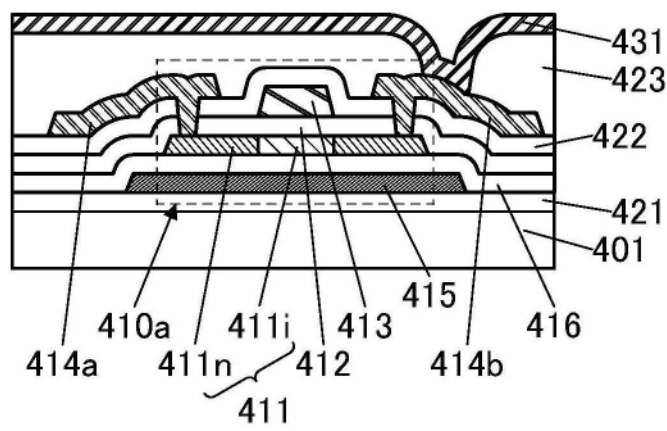


图28B

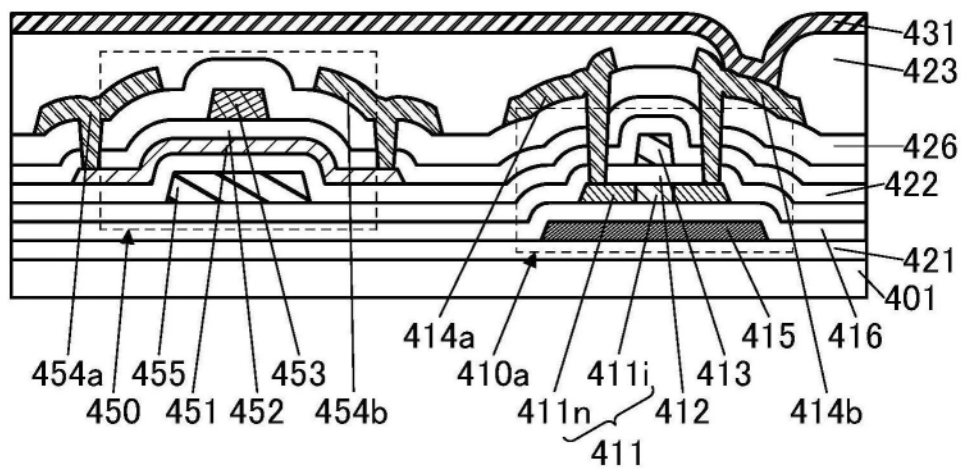


图28C

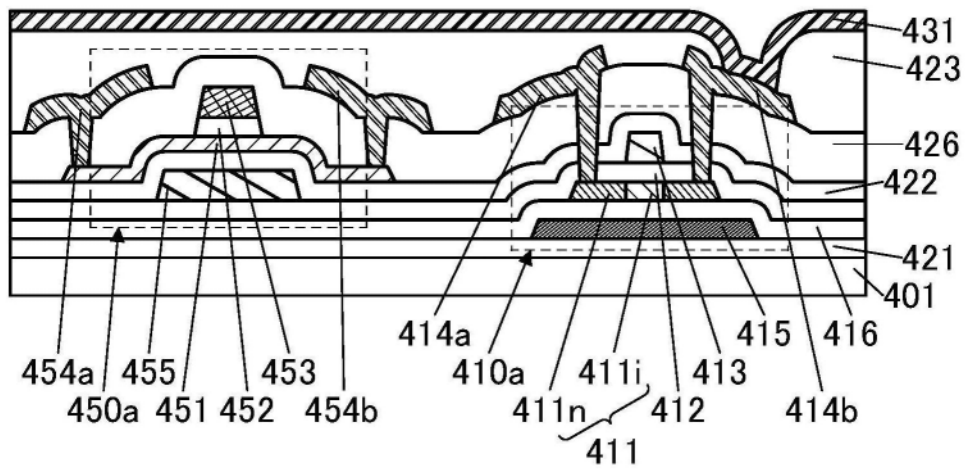


图28D

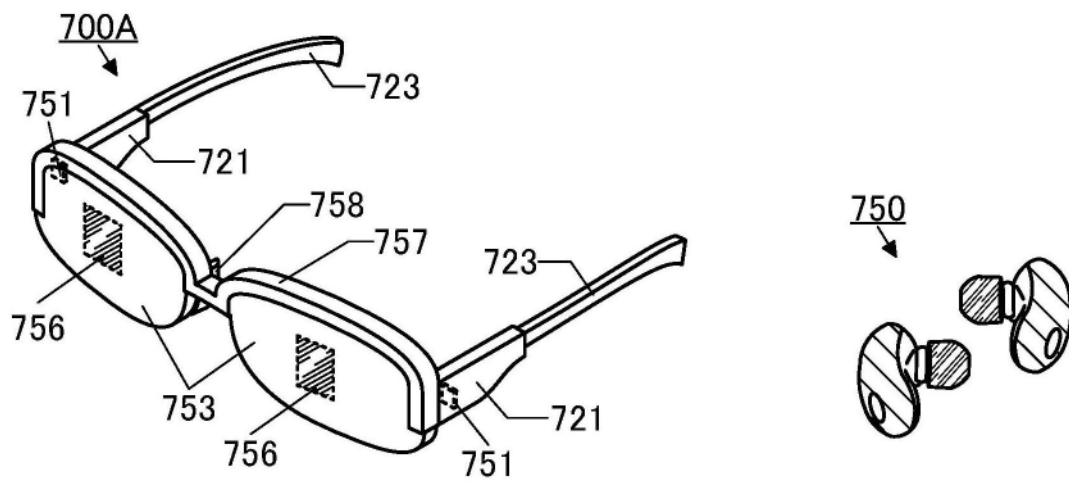


图29A

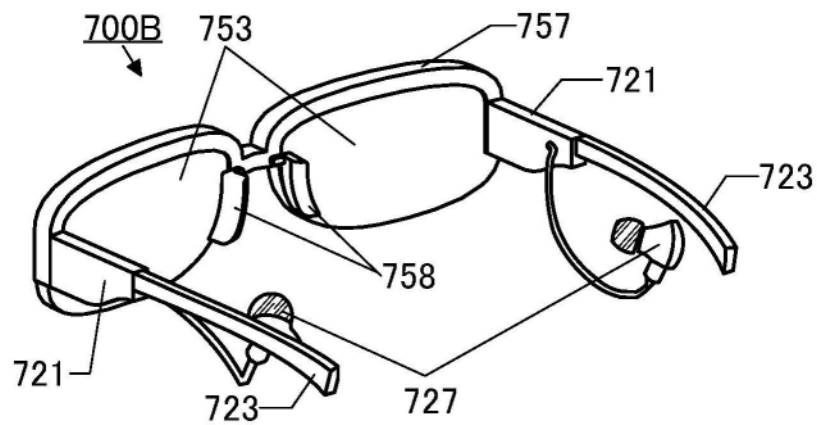


图29B

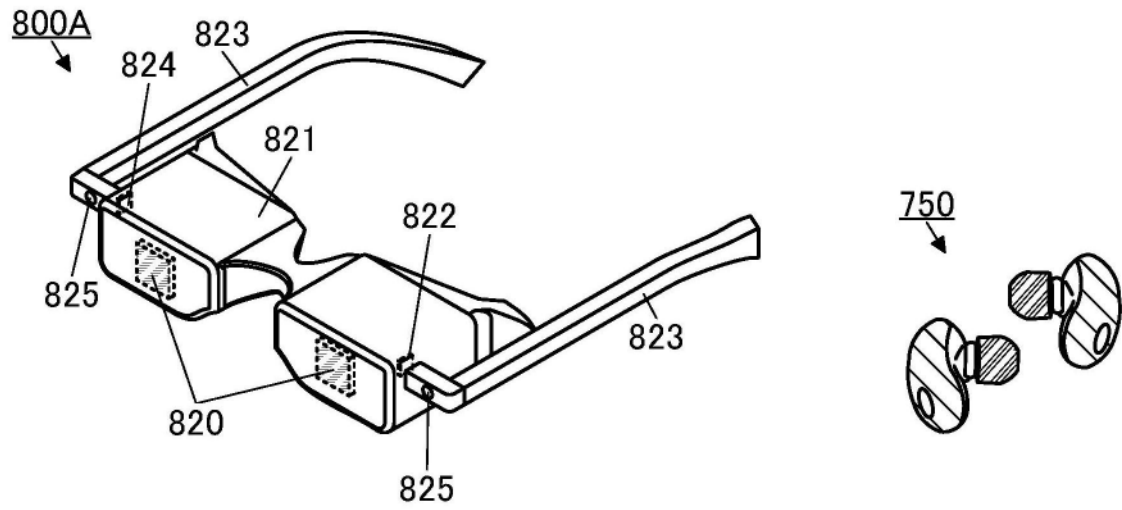


图30A

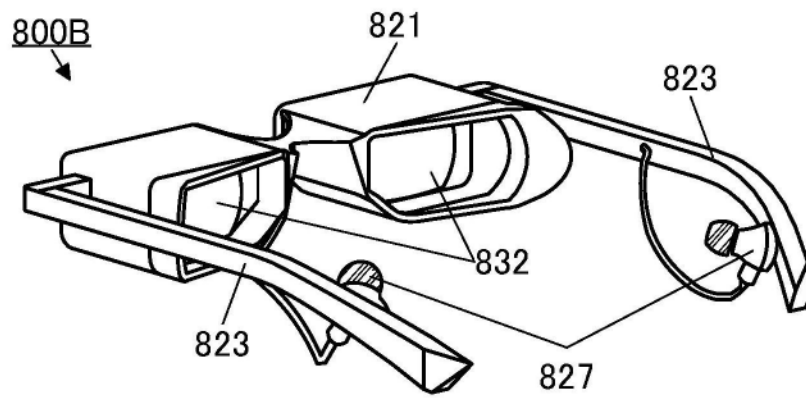


图30B

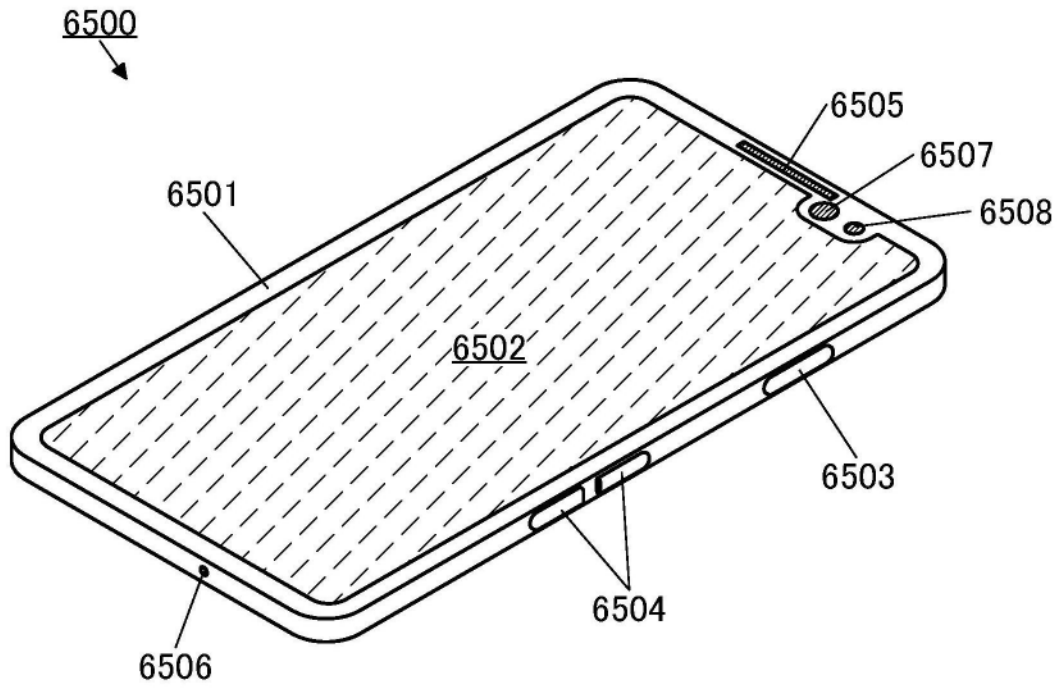


图31A

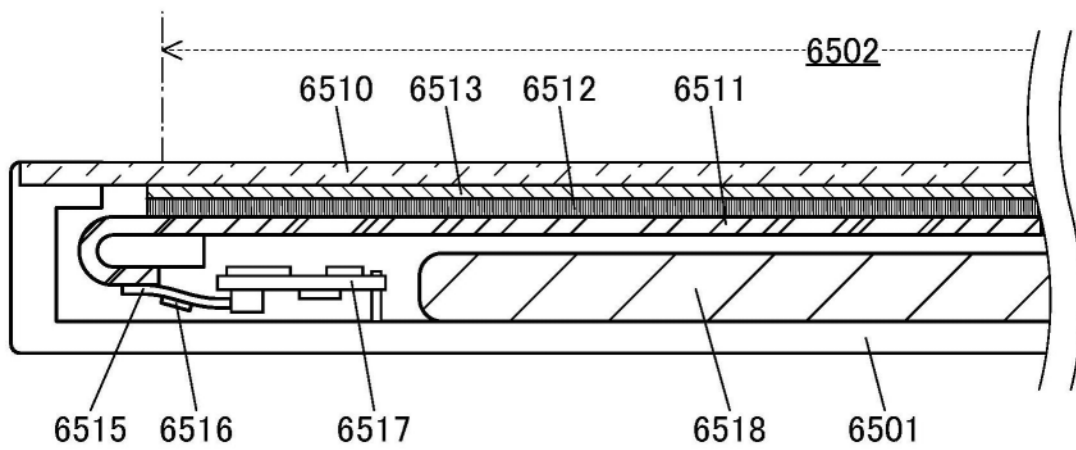


图31B

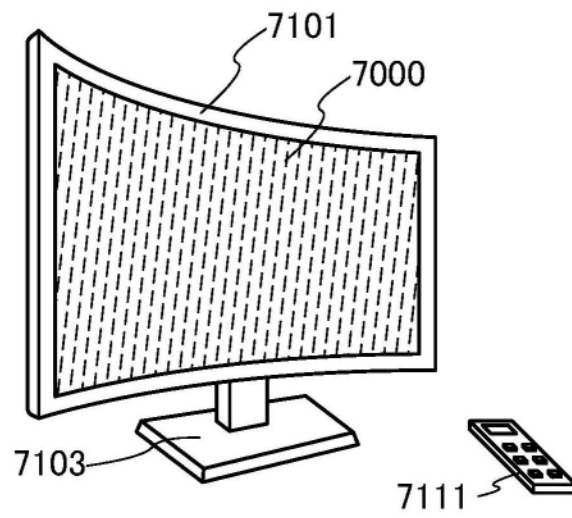
7100

图32A

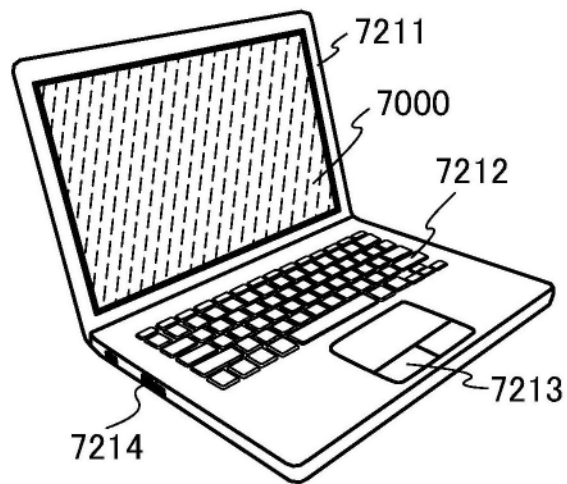
7200

图32B

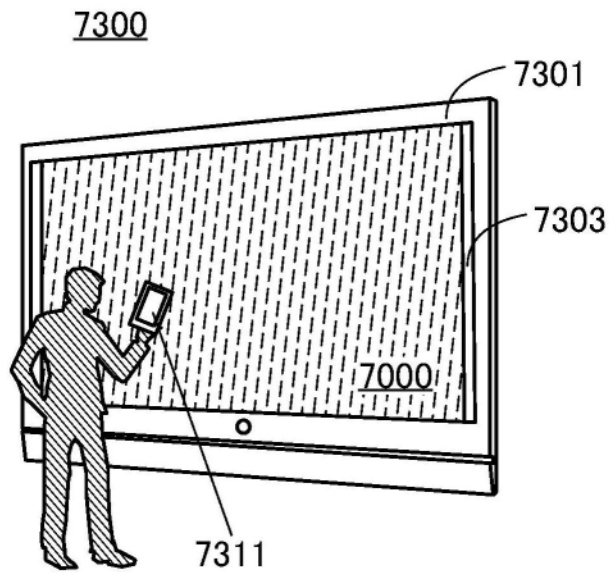


图32C

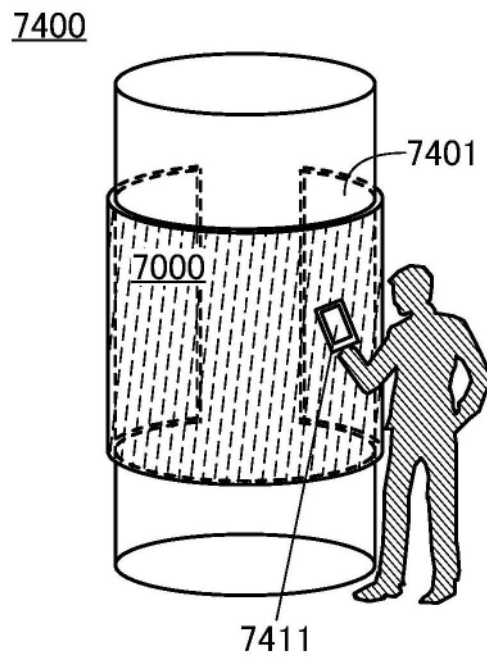


图32D

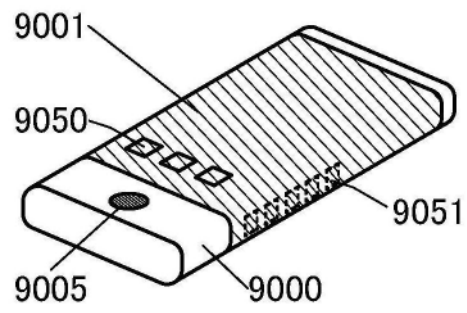
9101

图33A

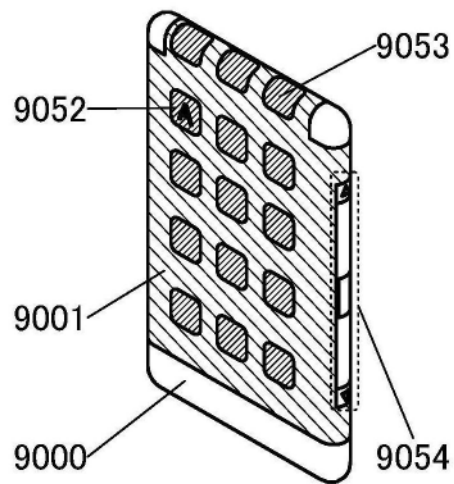
9102

图33B

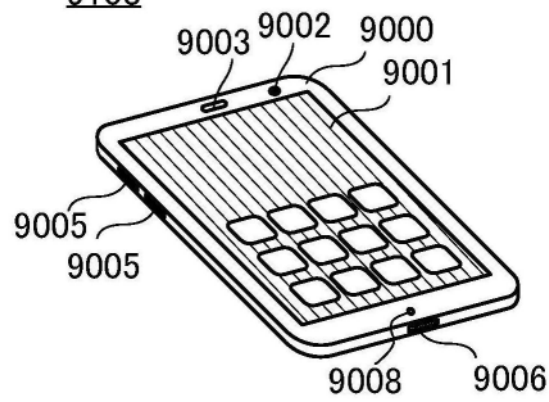
9103

图33C

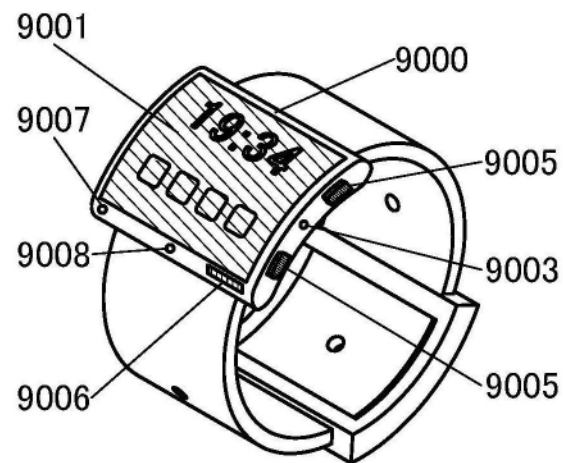
9200

图33D

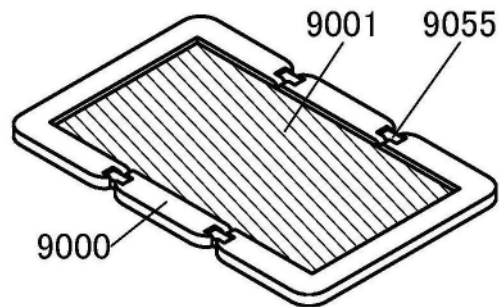
9201

图33E

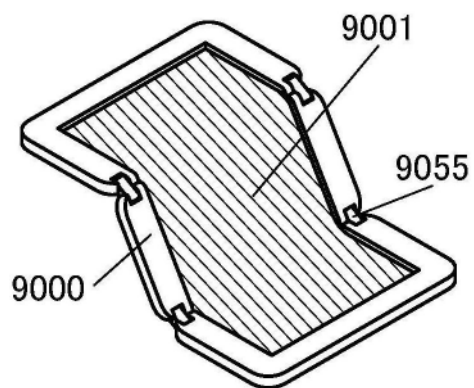
9201

图33F

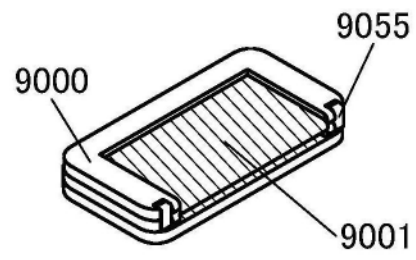
9201

图33G