



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114514613 A

(43) 申请公布日 2022. 05. 17

(21) 申请号 202080049639.2

(22) 申请日 2020.07.08

(30) 优先权数据

2019-132204 2019.07.17 JP

2019-152454 2019.08.23 JP

2019-205423 2019.11.13 JP

2019-213696 2019.11.26 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2022.01.07

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2020/056398 2020.07.08

(87) PCT国际申请的公布数据

W02021/009621 JA 2021.01.21

(71) 申请人 株式会社半导体能源研究所

地址 日本神奈川

(72) 发明人 久保田大介 镰田太介 初见亮

楠纘慈 渡边一德 川岛进

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所

有限公司 11038

专利代理师 刘倜

(51) Int.Cl.

H01L 27/32 (2006.01)

H01L 27/30 (2006.01)

H01L 33/48 (2010.01)

H01L 33/52 (2010.01)

H01L 33/58 (2010.01)

H01L 51/42 (2006.01)

H01L 51/44 (2006.01)

H01L 51/50 (2006.01)

H01L 51/52 (2006.01)

G09F 9/30 (2006.01)

G09F 9/33 (2006.01)

G06F 3/041 (2006.01)

G06F 3/042 (2006.01)

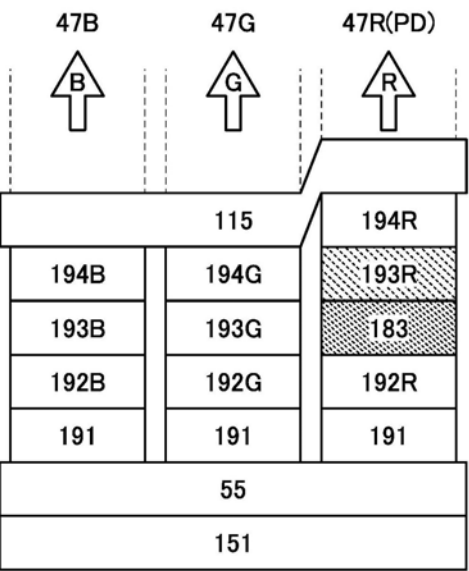
权利要求书3页 说明书47页 附图46页

(54) 发明名称

显示装置、显示模块及电子设备

(57) 摘要

提高具有光检测功能的显示装置的清晰度。
本发明是一种包括发光器件及受发光器件的显示装置,发光器件包括第一像素电极、第一发光层及公共电极,受发光器件包括第二像素电极、第二发光层、活性层及公共电极,活性层包含有机化合物,第一发光层位于第一像素电极和公共电极之间,第二发光层及活性层位于第二像素电极和公共电极之间,发光器件具有发射第一颜色光的功能,受发光器件具有发射第二颜色光的功能以及接收第一颜色光的功能。当受发光器件兼用作发光器件和受光器件时,可以对像素附加受光功能而不增加像素所包括的子像素的个数。另外,可以在显示装置的清晰度或各子像素的开口率没有下降的状态下对像素附加受光功能。



1. 一种显示装置,包括:

发光器件及受发光器件,

其中,所述发光器件包括第一像素电极、第一发光层及公共电极,

所述受发光器件包括第二像素电极、第二发光层、活性层及所述公共电极,

所述活性层包含有机化合物,

所述第一发光层位于所述第一像素电极和所述公共电极之间,

所述第二发光层及所述活性层位于所述第二像素电极和所述公共电极之间,

所述发光器件具有发射第一颜色光的功能,

并且,所述受发光器件具有发射第二颜色光的功能以及接收所述第一颜色光的功能。

2. 一种显示装置,包括:

m 个(m 为2以上的整数)发光器件、 n 个(n 为大于 m 的整数)受发光器件,

其中,所述发光器件包括第一像素电极、第一发光层及公共电极,

所述受发光器件包括第二像素电极、第二发光层、活性层及所述公共电极,

所述活性层包含有机化合物,

所述第一发光层位于所述第一像素电极和所述公共电极之间,

所述第二发光层及所述活性层位于所述第二像素电极和所述公共电极之间,

所述发光器件具有发射第一颜色光的功能,

并且,所述受发光器件具有发射第二颜色光的功能以及接收所述第一颜色光的功能。

3. 根据权利要求2所述的显示装置,

其中所述 m 和所述 n 满足 $n=2m$ 。

4. 一种显示装置,包括:

p 个(p 为2以上的整数)第一发光器件、 q 个(q 为2以上的整数)第二发光器件以及 r 个(r 为大于 p 且大于 q 的整数)受发光器件,

其中,所述第一发光器件包括第一像素电极、第一发光层及公共电极,

所述受发光器件包括第二像素电极、第二发光层、活性层及所述公共电极,

所述第二发光器件包括第三像素电极、第三发光层及所述公共电极,

所述活性层包含有机化合物,

所述第一发光层位于所述第一像素电极和所述公共电极之间,

所述第二发光层及所述活性层位于所述第二像素电极和所述公共电极之间,

所述第三发光层位于所述第三像素电极和所述公共电极之间,

所述第一发光器件具有发射第一颜色光的功能,

所述受发光器件具有发射第二颜色光的功能以及接收所述第一颜色光的功能,

并且,所述第二发光器件具有发射第三颜色光的功能。

5. 根据权利要求4所述的显示装置,

其中所述 p 和所述 r 满足 $r=2p$ 。

6. 根据权利要求4或5所述的显示装置,

其中所述 p 、所述 q 及所述 r 满足 $r=p+q$ 。

7. 根据权利要求1至6中任一项所述的显示装置,

其中所述活性层位于所述第二像素电极上,

并且所述第二发光层位于所述活性层上。

8. 根据权利要求1至7中任一项所述的显示装置，
其中所述第二发光层位于所述第二像素电极上，
并且所述活性层位于所述第二发光层上。

9. 根据权利要求1至8中任一项所述的显示装置，
其中所述受发光器件还包括缓冲层，
并且所述缓冲层位于所述第二发光层和所述活性层之间。

10. 根据权利要求1至3中任一项所述的显示装置，
其中所述发光器件及所述受发光器件还包括公共层，
并且所述公共层位于所述第一像素电极和所述公共电极之间以及所述第二像素电极和所述公共电极之间。

11. 根据权利要求1至3中任一项所述的显示装置，还包括：
树脂层、遮光层及衬底，
其中所述树脂层及所述遮光层位于所述公共电极和所述衬底之间，
所述树脂层具有与所述受发光器件重叠的开口，
所述树脂层具有与所述发光器件重叠的部分，
并且所述遮光层具有位于所述公共电极和所述树脂层之间的部分。

12. 根据权利要求11所述的显示装置，
其中所述遮光层覆盖所述开口的至少一部分以及在所述开口露出的所述树脂层的侧面的至少一部分。

13. 根据权利要求1至3中任一项所述的显示装置，还包括：
树脂层、遮光层及衬底，
其中所述树脂层及所述遮光层位于所述公共电极和所述衬底之间，
所述树脂层设置为岛状并具有与所述发光器件重叠的部分，
所述遮光层具有位于所述公共电极和所述树脂层之间的部分，
并且经过所述衬底的光的至少一部分不经过所述树脂层而入射到所述受发光器件。

14. 根据权利要求13所述的显示装置，
其中所述遮光层覆盖所述树脂层的侧面的至少一部分。

15. 根据权利要求11至14中任一项所述的显示装置，还包括：
粘合层，
其中所述粘合层位于所述公共电极和所述衬底之间，
所述树脂层及所述遮光层位于所述粘合层和所述衬底之间，
所述粘合层具有与所述受发光器件重叠的第一部分、与所述发光器件重叠的第二部分，
并且所述第一部分比所述第二部分厚。

16. 根据权利要求1所述的显示装置，还包括：
具有多个所述受发光器件的多个单元，
其中，所述显示装置具有按所述单元进行摄像的模式以及按所述受发光器件进行摄像的模式。

17. 根据权利要求1所述的显示装置,还包括:

多个所述受发光器件,

其中,所述显示装置具有将所有的所述受发光器件用于摄像的模式以及将一部分所述受发光器件用于摄像的模式。

18. 一种显示装置,包括:

第一发光器件、第二发光器件、第一受发光器件及第二受发光器件,

其中,所述显示装置具有进行显示的第一模式、进行摄像的第二模式以及同时进行显示和摄像的第三模式,

所述第一发光器件、所述第二发光器件、所述第一受发光器件及所述第二受发光器件位于同一面上,

在所述第一模式中,使所述第一发光器件、所述第二发光器件、所述第一受发光器件及所述第二受发光器件发光来进行显示,

在所述第二模式中,使所述第一发光器件及所述第二发光器件发光且由所述第一受发光器件及所述第二受发光器件接收光,来进行摄像,

并且,在所述第三模式中,使所述第一发光器件、所述第二发光器件及所述第一受发光器件发光且由所述第二受发光器件接收光,来同时进行显示和摄像。

19. 根据权利要求18所述的显示装置,

其中所述第一发光器件包括第一像素电极、第一发光层及公共电极,

所述第一受发光器件包括第二像素电极、第二发光层、活性层及所述公共电极,

所述活性层包含有机化合物,

所述第一发光层位于所述第一像素电极和所述公共电极之间,

所述第二发光层及所述活性层位于所述第二像素电极和所述公共电极之间,

所述第一发光器件具有发射第一颜色光的功能,

并且所述第一受发光器件具有发射第二颜色光的功能以及接收所述第一颜色光的功能。

20. 根据权利要求1至19中任一项所述的显示装置,

其中所述显示装置具有柔性。

21. 一种显示模块,包括:

权利要求1至20中任一项所述的显示装置;以及
连接器或集成电路。

22. 一种电子设备,包括:

权利要求21所述的显示模块;以及
天线、电池、外壳、照相机、扬声器、麦克风及操作按钮中的至少一个。

显示装置、显示模块及电子设备

技术领域

[0001] 本发明的一个方式涉及一种显示装置、显示模块及电子设备。本发明的一个方式涉及一种包括受发光器件(也称为受发光元件)及发光器件(也称为发光元件)的显示装置。

[0002] 注意,本发明的一个方式不局限于上述技术领域。作为本发明的一个方式的技术领域的一个例子,可以举出半导体装置、显示装置、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)、输入输出装置(例如,触摸面板等)以及上述装置的驱动方法或制造方法。

背景技术

[0003] 近年来,显示装置被期待应用于各种用途。例如,在用于大型显示装置时,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)或公共信息显示器(PID:Public Information Display)等。此外,作为便携式信息终端,对具备触摸面板的智能手机或平板终端已在进行研发。

[0004] 作为显示装置,例如已开发了包括发光器件的发光装置。利用电致发光(Electroluminescence,以下称为EL)现象的发光器件(也称为“EL器件”、“EL元件”)具有容易实现薄型轻量化;能够高速地响应输入信号;以及能够使用直流低电压电源等而驱动的特征等,并已将其应用于显示装置。例如,专利文献1公开了使用有机EL器件(也称为有机EL元件)的具有柔性的发光装置。

[0005] [先行技术文献]

[0006] [专利文献]

[0007] [专利文献1]日本专利申请公开第2014-197522号公报

发明内容

[0008] 发明所要解决的技术问题

[0009] 本发明的一个方式的目的之一是提供一种具有光检测功能的显示装置。本发明的一个方式的目的之一是提高具有光检测功能的显示装置的清晰度。本发明的一个方式的目的之一是提供一种方便性高的显示装置。本发明的一个方式的目的之一是提供一种具有多功能的显示装置。本发明的一个方式的目的之一是提供一种开口率高的显示装置。本发明的一个方式的目的之一是提供一种新颖的显示装置。

[0010] 本发明的一个方式的目的之一是提高具有光检测功能的显示装置的成品率。本发明的一个方式的目的之一是减少具有光检测功能的显示装置的工序数。本发明的一个方式的目的之一是降低具有光检测功能的显示装置的制造成本。

[0011] 注意,这些目的的记载不妨碍其他目的的存在。本发明的一个方式并不需要实现所有上述目的。可以从说明书、附图、权利要求书的记载中抽取上述目的以外的目的。

[0012] 解决技术问题的手段

[0013] 本发明的一个方式的显示装置包括发光器件及受发光器件。发光器件包括第一像

素电极、第一发光层及公共电极。受发光器件包括第二像素电极、第二发光层、活性层及公共电极。活性层包含有机化合物。第一发光层位于第一像素电极和公共电极之间。第二发光层及活性层位于第二像素电极和公共电极之间。发光器件具有发射第一颜色光的功能。受发光器件具有发射第二颜色光的功能以及接收第一颜色光的功能。

[0014] 本发明的一个方式的显示装置例如包括 m 个(m 为2以上的整数)发光器件、 n 个(n 为大于 m 的整数)受发光器件。 m 和 n 优选满足 $n=2m$ 。

[0015] 本发明的一个方式的显示装置包括 p 个(p 为2以上的整数)第一发光器件、 q 个(q 为2以上的整数)第二发光器件以及 r 个(r 为大于 p 且大于 q 的整数)受发光器件。第一发光器件包括第一像素电极、第一发光层及公共电极。受发光器件包括第二像素电极、第二发光层、活性层及公共电极。第二发光器件包括第三像素电极、第三发光层及公共电极。活性层包含有机化合物。第一发光层位于第一像素电极和公共电极之间。第二发光层及活性层位于第二像素电极和公共电极之间。第三发光层位于第三像素电极和公共电极之间。第一发光器件具有发射第一颜色光的功能。受发光器件具有发射第二颜色光的功能以及接收第一颜色光的功能。第二发光器件具有发射第三颜色光的功能。 p 和 r 优选满足 $r=2p$ 。 p 、 q 及 r 优选满足 $r=p+q$ 。

[0016] 受发光器件可以具有依次层叠第二像素电极、活性层、第二发光层和公共电极的结构。另外,受发光器件可以具有依次层叠第二像素电极、第二发光层、活性层和公共电极的结构。

[0017] 受发光器件优选还包括缓冲层。缓冲层优选位于第二发光层和活性层之间。缓冲层优选为空穴传输层。

[0018] 发光器件及受发光器件优选还包括公共层。公共层优选位于第一像素电极和公共电极之间以及第二像素电极和公共电极之间。

[0019] 显示装置优选还包括树脂层、遮光层及衬底。树脂层及遮光层优选位于公共电极和衬底之间。

[0020] 树脂层优选具有与受发光器件重叠的开口。树脂层优选具有与发光器件重叠的部分。遮光层优选具有位于公共电极和树脂层之间的部分。遮光层优选覆盖开口的至少一部分以及在开口露出的树脂层的侧面的至少一部分。

[0021] 另外,树脂层优选设置为岛状并具有与发光器件重叠的部分。遮光层优选具有位于公共电极和树脂层之间的部分。经过衬底的光的至少一部分优选不经过树脂层而入射到受发光器件。遮光层优选覆盖树脂层的侧面的至少一部分。

[0022] 显示装置优选还包括粘合层。粘合层优选位于公共电极和衬底之间。树脂层及遮光层优选位于粘合层和衬底之间。粘合层优选具有与受发光器件重叠的第一部分、与发光器件重叠的第二部分。第一部分优选比第二部分厚。

[0023] 优选的是,显示装置包括具有多个受发光器件的多个单元,并具有按单元进行摄像的模式以及按受发光器件进行摄像的模式。另外,优选的是,显示装置包括多个受发光器件,并具有将所有的受发光器件用于摄像的模式以及将一部分受发光器件用于摄像的模式。

[0024] 本发明的一个方式的显示装置包括第一发光器件、第二发光器件、第一受发光器件及第二受发光器件。显示装置具有进行显示的第一模式、进行摄像的第二模式以及同时

进行显示和摄像的第三模式。第一发光器件、第二发光器件、第一受发光器件及第二受发光器件位于同一面上。在第一模式中,使第一发光器件、第二发光器件、第一受发光器件及第二受发光器件发光来进行显示。在第二模式中,使第一发光器件及第二发光器件发光且由第一受发光器件及第二受发光器件接收光,来进行摄像。在第三模式中,使第一发光器件、第二发光器件及第一受发光器件发光且由第二受发光器件接收光,来同时进行显示和摄像。

[0025] 本发明的一个方式的显示装置优选具有柔性。

[0026] 本发明的一个方式是一种包括具有上述任何结构的显示装置的模块,该模块安装有柔性印刷电路板(Flexible Printed Circuit,以下记为FPC)或带载封装(Tape Carrier Package,TCP)等连接器或者利用COG(Chip On Glass,玻璃覆晶封装)方式或COF(Chip On Film,薄膜覆晶封装)方式等安装有集成电路(IC)等。

[0027] 本发明的一个方式是一种包括上述模块、天线、电池、外壳、照相机、扬声器、麦克风及操作按钮中的至少一个的电子设备。

[0028] 发明效果

[0029] 根据本发明的一个方式,可以提供一种具有光检测功能的显示装置。根据本发明的一个方式,可以提高具有光检测功能的显示装置的清晰度。根据本发明的一个方式,可以提供一种方便性高的显示装置。根据本发明的一个方式,可以提供一种多功能的显示装置。根据本发明的一个方式,可以提供一种开口率高的显示装置。根据本发明的一个方式,可以提供一种清晰度高的显示装置。根据本发明的一个方式,可以提供一种新颖的显示装置。

[0030] 根据本发明的一个方式,可以提高具有光检测功能的显示装置的制造成品率。根据本发明的一个方式,可以减少具有光检测功能的显示装置的工序数。根据本发明的一个方式,可以降低具有光检测功能的显示装置的制造成本。

[0031] 注意,这些效果的记载不妨碍其他效果的存在。本发明的一个方式并不需要具有所有上述效果。可以从说明书、附图、权利要求书的记载中抽取上述效果以外的效果。

附图说明

[0032] 图1A至图1D是示出显示装置的一个例子的截面图。图1E至图1G是示出像素的一个例子的俯视图。

[0033] 图2A至图2E是示出受发光器件的一个例子的截面图。

[0034] 图3A、图3B是示出显示装置的一个例子的截面图。

[0035] 图4A、图4B是示出显示装置的一个例子的截面图。

[0036] 图5A、图5B是示出显示装置的一个例子的截面图。

[0037] 图6A、图6B是示出显示装置的一个例子的截面图。

[0038] 图7A、图7B是示出显示装置的一个例子的截面图。

[0039] 图8A是示出显示装置的一个例子的截面图。图8B、图8C是示出树脂层的顶面布局的一个例子的图。

[0040] 图9A是示出显示装置的一个例子的截面图。图9B、图9C是示出遮光层的顶面布局的一个例子的图。

[0041] 图10A、图10B是示出显示装置的一个例子的截面图。

- [0042] 图11是示出显示装置的一个例子的立体图。
- [0043] 图12是示出显示装置的一个例子的截面图。
- [0044] 图13是示出显示装置的一个例子的截面图。
- [0045] 图14A是示出显示装置的一个例子的截面图。图14B是示出晶体管的一个例子的截面图。
- [0046] 图15是示出像素电路的一个例子的电路图。
- [0047] 图16A、图16B是示出显示装置的驱动方法的一个例子的图。
- [0048] 图17A至图17D是示出显示装置的驱动方法的一个例子的时序图。
- [0049] 图18A、图18B是示出显示装置的驱动方法的一个例子的时序图。
- [0050] 图19是示出像素电路的一个例子的电路图。
- [0051] 图20A至图20C是示出电子设备的功能的一个例子的图。
- [0052] 图21A、图21B是示出显示装置的驱动方法的一个例子的图。
- [0053] 图22A、图22B是示出显示装置的驱动方法的一个例子的图。
- [0054] 图23A至图23D是示出像素的一个例子的俯视图。
- [0055] 图24A是说明IGZO的结晶结构的分类的图。图24B是说明石英玻璃衬底的XRD谱的图。图24C是说明结晶性IGZO膜的XRD谱的图。图24D是说明石英玻璃衬底的纳米束电子衍射图案的图。图24E是说明结晶性IGZO膜的纳米束电子衍射图案的图。
- [0056] 图25A、图25B是示出电子设备的一个例子的图。
- [0057] 图26A至图26D是示出电子设备的一个例子的图。
- [0058] 图27A至图27F是示出电子设备的一个例子的图。
- [0059] 图28是示出受发光器件的亮度-电压特性的图。
- [0060] 图29是示出受发光器件的外部量子效率-亮度特性的图。
- [0061] 图30是示出受发光器件的受光灵敏度的波长依赖性的图。
- [0062] 图31是示出受发光器件的受光灵敏度的波长依赖性的图。
- [0063] 图32是示出受发光器件的受光灵敏度的温度依赖性的图。
- [0064] 图33是示出受发光器件的外部量子效率-亮度特性的图。
- [0065] 图34是示出施加顺向偏压时的受发光器件的电流密度-电压特性的图。
- [0066] 图35是示出受发光器件的外部量子效率-波长特性的图。
- [0067] 图36是示出施加反向偏压时的受发光器件的电流密度-电压特性的图。
- [0068] 图37是示出受发光器件的外部量子效率-亮度特性的图。
- [0069] 图38是示出施加顺向偏压时的受发光器件的电流密度-电压特性的图。
- [0070] 图39是示出受发光器件的外部量子效率-波长特性的图。
- [0071] 图40是示出施加反向偏压时的受发光器件的电流密度-电压特性的图。

具体实施方式

[0072] 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,本发明的一个方式不应该被解释为仅局限在以下所示的实施方式所记载的内容中。

[0073] 注意,在下面说明的发明结构中,在不同的附图中共同使用相同的附图标记来显示相同的部分或具有相同功能的部分,而省略反复说明。此外,当表示具有相同功能的部分时有时使用相同的阴影线,而不特别附加附图标记。

[0074] 另外,为了便于理解,有时附图中示出的各构成的位置、大小及范围等并不表示其实际的位置、大小及范围等。因此,所公开的发明不一定局限于附图所公开的位置、大小、范围等。

[0075] 另外,根据情况或状态,可以互相调换“膜”和“层”。例如,可以将“导电层”变换为“导电膜”。此外,例如可以将“绝缘膜”变换为“绝缘层”。

[0076] 另外,在本说明书等中,在没有特别说明的情况下,即使在说明包括多个构成要素(发光器件、发光层等)的结构时,若说明的是在每个构成要素中共同的事项,也省略字母来进行说明。例如,在说明发光层193B及发光层193G等间共同的事项时,有时记为发光层193。

[0077] (实施方式1)

[0078] 在本实施方式中,使用图1至图14说明本发明的一个方式的显示装置。

[0079] 本实施方式的显示装置除了显示图像的功能以外,还具有摄像功能及感测功能中的一个或两个。

[0080] 例如,可以将为发光器件的有机EL器件以及为受光器件的有机光电二极管形成在同一衬底上。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。

[0081] 但是,当与包括发光器件的子像素另行设置包括受光器件的子像素时,有时像素的开口率下降或显示装置的高清晰化变得困难。

[0082] 于是,本实施方式的显示装置在呈现任一颜色的子像素中设置有受发光器件代替发光器件。受发光器件具有发射光的功能(发光功能)和接收光的功能(受光功能)的双方。例如,在像素包括红色的子像素、绿色的子像素及蓝色的子像素这三个子像素的情况下,其中至少一个子像素包括受发光器件且其他子像素包括发光器件。受发光器件兼用作发光器件和受光器件,从而可以对像素附加受光功能而不增加像素所包含的子像素个数。由此,可以在维持像素的开口率(各子像素的开口率)及显示装置的清晰度的同时将摄像功能和感测功能的一方或双方附加到显示装置的显示部。

[0083] 受发光器件可以组合有机EL器件及有机光电二极管而制造。例如,通过对有机EL器件的叠层结构追加有机光电二极管的活性层,可以制造受发光器件。再者,在组合有机EL器件及有机光电二极管而制造的受发光器件中,通过一起形成能够与有机EL器件共通的层,以抑制形成工序的增加。

[0084] 例如,一对电极中的一个(公共电极)可以为受发光器件与发光器件间共同使用的层。此外,例如,优选空穴注入层、空穴传输层、电子传输层以及电子注入层中的至少一个为在受发光器件与发光器件之间共同使用的层。此外,例如,除了受光器件的活性层的有无之外,受发光器件与发光器件可以具有同一结构。也就是说,只要对发光器件追加受光器件的活性层,就可以制造受发光器件。如此,因为在受发光器件与发光器件之间共同使用层,可以减少成膜次数及掩模数,而可以减少显示装置的制造工序及制造成本。此外,可以使用显示装置的现有制造设备及制造方法制造包括受发光器件的显示装置。

[0085] 此外,受发光器件所含有的层有时在受发光器件用作受光器件时和受发光器件用作发光器件时分别具有不同的功能。在本说明书中,根据受发光器件用作发光器件时的功

能称呼构成要素。例如,空穴注入层在受发光器件用作发光器件时用作空穴注入层而在受发光器件用作受光器件时用作空穴传输层。同样,电子注入层在受发光器件用作发光器件时用作电子注入层而在受发光器件用作受光器件时用作电子传输层。

[0086] 如上所述,本实施方式的显示装置在显示部包括受发光器件及发光器件。具体而言,受发光器件及发光器件都在显示部配置为矩阵状。由此,除了显示图像的功能以外,显示部还具有摄像功能及感测功能中的一个或两个。

[0087] 显示部可以用于图像传感器或触控传感器。也就是说,通过由显示部检测出光,能够拍摄图像或者检测出对象物(手指或笔等)的接近或接触。此外,本实施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。

[0088] 在本实施方式的显示装置中,当显示部含有的发光器件所发射的光被对象物反射时,受发光器件能够检测出该反射光,由此即使在黑暗处也能够摄像或检测触控(以及接近)。

[0089] 本实施方式的显示装置具有使用发光器件及受发光器件显示图像的功能。也就是说,发光器件及受发光器件被用作显示器件(也称为显示元件)。

[0090] 作为发光器件,优选使用如OLED(有机发光二极管)或QLED(量子点发光二极管)等EL器件。作为EL器件含有的发光物质,可以举出发射荧光的物质(荧光材料)、发射磷光的物质(磷光材料)、无机化合物(量子点材料等)、呈现热活化延迟荧光的物质(TADF材料)等。此外,作为发光器件,也可以使用如微型发光二极管(Micro LED)等LED。

[0091] 本实施方式的显示装置具有使用受发光器件检测出光的功能。受发光器件能够检测出其波长比受发光器件本身所发射的光短的光。

[0092] 当将受发光器件用于图像传感器时,本实施方式的显示装置能够使用受发光器件拍摄图像。例如,本实施方式的显示装置可以用作扫描仪。

[0093] 例如,可以利用图像传感器获取指纹或掌纹等的信息。也就是说,可以在本实施方式的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零部件个数,由此可以实现电子设备的小型化及轻量化。

[0094] 此外,可以利用图像传感器获取使用者的表情、眼球运动或瞳孔直径的变化等的信息。通过分析该数据,可以获取使用者的身心的信息。通过根据该信息改变视频和音频中的一个或两个的输出内容,可以让使用者安全使用如虚拟现实(VR)用设备、增强现实(AR)用设备、混合现实(MR)用设备等设备。

[0095] 此外,在将受发光器件用于触控传感器的情况下,本实施方式的显示装置使用受发光器件检测出对象物的接近或接触。

[0096] 受发光器件被用作检测出入射到受发光器件的光来产生电荷的光电转换器件。所产生的电荷量取决于入射的光量。

[0097] 受发光器件可以通过对上述发光器件的结构追加受光器件的活性层而制成。

[0098] 受发光器件例如可以使用pn型或pin型光电二极管的活性层。

[0099] 尤其是,受发光器件优选使用具有包含有机化合物的层的有机光电二极管的活性层。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。

[0100] 图1A至图1D是本发明的一个方式的显示装置的截面图。

[0101] 图1A所示的显示装置50A在衬底51与衬底59之间具有包括受发光器件的层53及包括发光器件的层57。

[0102] 图1B所示的显示装置50B在衬底51与衬底59之间具有包括受发光器件的层53、包括晶体管的层55及包括发光器件的层57。

[0103] 显示装置50A及显示装置50B具有从包括发光器件的层57发射绿光(G)及蓝光(B)并从包括受发光器件的层53发射红光(R)的结构。此外,在本发明的一个方式的显示装置中,包括受发光器件的层53所发射的光的颜色不局限于红色。

[0104] 包括受发光器件的层53中的受发光器件能够检测出从显示装置50A或显示装置50B的外部入射的光。该受发光器件例如能够检测出绿光(G)及蓝光(B)中的一个或两个。

[0105] 本发明的一个方式的显示装置包括配置为矩阵状的多个像素。一个像素包括一个以上的子像素。一个子像素包括一个受发光器件或一个发光器件。例如,像素可以采用具有三个子像素的结构(R、G、B的三种颜色或黄色(Y)、青色(C)及品红色(M)的三种颜色等)或具有四个子像素的结构(R、G、B、白色(W)的四种颜色或者R、G、B、Y的四种颜色等)。至少一个颜色的子像素包括受发光器件。受发光器件既可设置在所有像素又可设置在一部分像素。此外,一个像素也可以包括多个受发光器件。

[0106] 包括晶体管的层55例如包括与受发光器件电连接的晶体管及与发光器件电连接的晶体管。包括晶体管的层55还可以包括布线、电极、端子、电容器、电阻器等。

[0107] 本发明的一个方式的显示装置也可以具有检测出接触显示装置的如手指等对象物的功能(图1C)。或者,也可以具有检测出接近(未接触)显示装置的对象物的功能(图1D)。例如,如图1C及图1D所示,包括发光器件的层57中的发光器件所发射的光被接触或接近显示装置50B的手指52反射,使得包括受发光器件的层53中的受发光器件检测出该反射光。由此,可以检测出手指52接触或接近显示装置50B。

[0108] [像素]

[0109] 图1E至图1G示出像素的一个例子。注意,子像素的排列不局限于附图所示的顺序。例如,子像素(B)和子像素(G)的位置可以颠倒。

[0110] 图1E所示的像素采用条形排列,包括呈现红光且具有受光功能的子像素(R • PD)、呈现绿光的子像素(G)及呈现蓝光的子像素(B)。在像素由R、G、B的三个子像素构成的显示装置中,通过使用受发光器件代替用于R的子像素的发光器件,可以制造像素具有受光功能的显示装置。

[0111] 图1F所示的像素采用矩阵排列,包括呈现红光且具有受光功能的子像素(R • PD)、呈现绿光的子像素(G)、呈现蓝光的子像素(B)及呈现白光的子像素(W)。在像素由R、G、B、W的四个子像素构成的显示装置中,通过使用受发光器件代替用于R的子像素的发光器件,可以制造像素具有受光功能的显示装置。

[0112] 图1G所示的像素采用Pentile排列,其中各像素包括组合不同的呈现两种颜色光的子像素。图1G所示的左上像素及右下像素包括呈现红光且具有受光功能的子像素(R • PD)及呈现绿光的子像素(G)。图1G所示的左下像素及右上像素包括呈现绿光的子像素(G)及呈现蓝光的子像素(B)。此外,图1G所示的子像素的形状示出该子像素所具有的发光器件

或受发光器件的顶面形状。

[0113] 如上所述,各种排列的像素可以应用于本实施方式的显示装置。本实施方式的显示装置不需要为对像素附加受光功能而改变像素排列,由此可以在开口率及清晰度不下降的情况下对显示部附加摄像功能及感测功能中的一个或两个。

[0114] [受发光器件]

[0115] 图2A至图2E示出受发光器件的叠层结构的例子。

[0116] 受发光器件在一对电极之间至少包括活性层及发光层。

[0117] 除了活性层及发光层以外的层,受发光器件还可以包括含有空穴注入性高的物质、空穴传输性高的物质、空穴阻挡性高的物质、电子传输性高的物质、电子注入性高的物质、电子阻挡性高的物质或双极性物质(电子传输性及空穴传输性高的物质)等的层。

[0118] 图2A至图2C所示的各受发光器件包括第一电极180、空穴注入层181、空穴传输层182、活性层183、发光层193、电子传输层184、电子注入层185及第二电极189。

[0119] 此外,图2A至图2C所示的各受发光器件可以说是对发光器件追加了活性层183的结构。因此,只要在发光器件的制造工序中增加形成活性层183的工序,就可以同时形成发光器件及受发光器件。此外,发光器件与受发光器件可以形成在同一衬底上。由此,可以在制造工序的增加幅度不大的情况下对显示部附加摄像功能及感测功能中的一个或两个。

[0120] 对发光层193和活性层183的叠层顺序没有限制。图2A示出在空穴传输层182上设置有活性层183,并在活性层183上设置有发光层193的例子。此外,图2B示出在空穴传输层182上设置有发光层193,并在发光层193上设置有活性层183的例子。此外,活性层183与发光层193也可以如图2A、图2B所示那样彼此接触。

[0121] 如图2C所示,优选在活性层183与发光层193之间夹有缓冲层。作为缓冲层,可以使用空穴注入层、空穴传输层、电子传输层、电子注入层、空穴阻挡层及电子阻挡层等中的至少一层。或者,作为缓冲层,也可以使用包含双极性材料的层。图2C示出使用空穴传输层182作为缓冲层的例子。

[0122] 通过在活性层183与发光层193间设置缓冲层,可以抑制激发能从发光层193转移到活性层183。此外,可以使用缓冲层调整微腔结构的光路长度(腔长)。因此,活性层183与发光层193间包括缓冲层的受发光器件可以具有高发光效率。

[0123] 图2D所示的受发光器件不包括空穴传输层182,这点与图2A、图2C所示的受发光器件不同。受发光器件可以不包括空穴注入层181、空穴传输层182、电子传输层184及电子注入层185中的至少一层。此外,受发光器件也可以包括空穴阻挡层、电子阻挡层等其他功能层。

[0124] 图2E所示的受发光器件不包括活性层183及发光层193而包括兼用作发光层及活性层的层186,这点与图2A至图2C所示的受发光器件不同。

[0125] 作为兼用作发光层及活性层的层186,例如可以使用包含可以用于活性层183的n型半导体及可以用于活性层183的p型半导体及可以用于发光层193的发光物质的三个材料的层。

[0126] 此外,n型半导体及p型半导体的混合材料的吸收光谱的最低能量一侧的吸收带与发光物质的发射光谱(PL光谱)最大峰优选不重叠,更优选具有充分距离。

[0127] 受发光器件使用透射可见光的导电膜作为提取光一侧的电极,并优选使用反射可

见光的导电膜作为不提取光一侧的电极。

[0128] 在受发光器件被驱动作为发光器件的情况下,空穴注入层是将空穴从阳极注入到受发光器件的层。空穴注入层是包含空穴注入性高的材料的层。作为空穴注入性高的材料,可以使用芳香胺化合物或包含空穴传输材料及受体材料(电子受体材料)的复合材料。

[0129] 在受发光器件被驱动作为发光器件的情况下,空穴传输层是通过空穴注入层将从阳极注入的空穴传输到发光层的层。在受发光器件被驱动作为受光器件的情况下,空穴传输层是根据入射到活性层中的光所产生的空穴传输到阳极的层。空穴传输层是包含空穴传输材料的层。作为空穴传输材料,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。

[0130] 在受发光器件被驱动作为发光器件的情况下,电子传输层是通过电子注入层将从阴极注入的电子传输到发光层的层。在受发光器件被驱动作为受光器件的情况下,电子传输层是将基于入射到活性层中的光而产生的电子传输到阴极的层。电子传输层是包含电子传输材料的层。作为电子传输材料,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、喹喔罗衍生物、二苯并喹喔罗衍生物、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。

[0131] 在受发光器件被驱动作为发光器件的情况下,电子注入层是将电子从阴极注入到受发光器件的层。电子注入层是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、碱土金属或者包含上述物质的化合物。作为电子注入性高的材料,也可以使用包含电子传输材料及供体性材料(电子给体性材料)的复合材料。

[0132] 发光层193是包含发光物质的层。发光层193可以包含一种或多种发光物质。作为发光物质,适当地使用呈现蓝色、紫色、蓝紫色、绿色、黄绿色、黄色、橙色、红色等发光颜色的物质。此外,作为发光物质,也可以使用发射近红外光的物质。

[0133] 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。

[0134] 作为荧光材料,例如可以举出芘衍生物、蒽衍生物、三亚苯衍生物、苐衍生物、咔唑衍生物、二苯并噻吩衍生物、二苯并呋喃衍生物、二苯并喹喔罗衍生物、喹喔罗衍生物、吡啶衍生物、嘧啶衍生物、菲衍生物、蔡衍生物等。

[0135] 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。

[0136] 发光层193除了发光物质(客体材料)以外还可以包含一种或多种有机化合物(主体材料、辅助材料等)。作为一种或多种有机化合物,可以使用空穴传输材料和电子传输材料中的一方或双方。此外,作为一种或多种有机化合物,也可以使用双极性材料或TADF材料。

[0137] 例如,发光层193优选包含磷光材料、容易形成激基复合物的空穴传输材料及电子传输材料的组合。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(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。通过选择形成如下激基复合物的组合,该激基复合物呈现与发光物质的最低能量一侧的吸收带的波长重叠的发光,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。

[0138] 关于形成激基复合物的材料的组合,空穴传输材料的HOMO能级(最高占有分子轨道能级)优选为电子传输材料的HOMO能级以上的值。空穴传输材料的LUMO能级(最低未占有分子轨道能级)优选为电子传输材料的LUMO能级以上的值。注意,材料的LUMO能级及HOMO能级可以从通过循环伏安(CV)测量测得的材料电化学特性(还原电位及氧化电位)求出。

[0139] 注意,激基复合物的形成例如可以通过如下方法确认:对空穴传输材料的发射光谱、电子传输材料的发射光谱及混合这些材料而成的混合膜的发射光谱进行比较,当观察到混合膜的发射光谱比各材料的发射光谱向长波长一侧漂移(或者在长波长一侧具有新的峰)的现象时说明形成有激基复合物。或者,对空穴传输材料的瞬态光致发光(PL)、电子传输材料的瞬态PL及混合这些材料而成的混合膜的瞬态PL进行比较,当观察到混合膜的瞬态PL寿命与各材料的瞬态PL寿命相比具有长寿命成分或者延迟成分的比例变大等瞬态响应不同时说明形成有激基复合物。此外,可以将上述瞬态PL称为瞬态电致发光(EL)。换言之,对空穴传输材料的瞬态EL、电子传输材料的瞬态EL及这些材料的混合膜的瞬态EL进行比较,观察瞬态响应的不同,也可以确认激基复合物的形成。

[0140] 活性层183包含半导体。作为该半导体,可以举出硅等无机半导体及包含有机化合物的有机半导体。在本实施方式中,示出使用有机半导体作为活性层含有的半导体的例子。通过使用有机半导体,可以以同一方法(例如真空蒸镀法)形成发光层193和活性层183,并可以共同使用制造设备,所以是优选的。

[0141] 作为活性层183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受体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)在平面上扩展时,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 电子广泛扩展,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} 的 π 电子共轭类大于 C_{60} ,在长波长区域中也具有宽吸收带,所以是优选的。

[0142] 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、酞衍生物等。

[0143] 作为活性层183含有的p型半导体的材料,可以举出铜(II)酞菁(Copper(II) phthalocyanine:CuPc)、四苯基二苯并二茛并茛(Tetraphenyldibenzoperiflanthene:DBP)、酞菁锌(Zinc Phthalocyanine: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。

[0144] 此外,作为p型半导体的材料,可以举出咪唑衍生物,噻吩衍生物,呋喃衍生物,具有芳香胺骨架的化合物等。再者,作为p型半导体的材料,可以举出蔡衍生物、蒽衍生物、苝衍生物、三亚苯衍生物、茈衍生物、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、吡啶咪唑衍生物、卟啉衍生物、酞菁衍生物、蔡酞菁衍生物、喹吖啶酮衍生物、聚亚苯亚乙烯衍生物、聚对亚苯衍生物、聚茈衍生物、聚乙烯咪唑衍生物、聚噻吩衍生物等。

[0145] 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)。

[0146] 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。

[0147] 例如,活性层183优选通过共蒸镀n型半导体和p型半导体而形成。

[0148] 兼用作发光层及活性层的层186优选使用上述发光物质、n型半导体及p型半导体而形成。

[0149] 空穴注入层181、空穴传输层182、活性层183、发光层193、电子传输层184、电子注入层185、兼用作发光层及活性层的层186既可使用低分子化合物又可使用高分子化合物,也可以包含无机化合物。各层可以通过蒸镀法(包含真空蒸镀法)、转印法、印刷法、喷墨法、涂敷法等形成。

[0150] 以下参照图3至图5说明本发明的一个方式的显示装置所具有的受发光器件及发光器件的详细结构。

[0151] 本发明的一个方式的显示装置可以采用如下中的任意结构:向与形成有发光器件的衬底相反的方向射出光的顶部发射结构;向形成有发光器件的衬底一侧射出光的底部发射结构;向两面射出光的双面发射结构。

[0152] 在图3至图5中,以顶部发射结构的显示装置为例进行说明。

[0153] [结构例子1]

[0154] 图3A及图3B所示的显示装置在衬底151上隔着包括晶体管的层55设置有发蓝(B)光的发光器件47B、发绿(G)光的发光器件47G、发红(R)光且具有受光功能的受发光器件47R(PD)。

[0155] 图3A示出将受发光器件47R(PD)用作发光器件的情况。图3A示出发光器件47B发蓝光,发光器件47G发绿光,并且受发光器件47R(PD)发红光的例子。

[0156] 图3B示出将受发光器件47R(PD)用作受光器件的情况。图3B示出由受发光器件47R(PD)检测发光器件47B所发的蓝光及发光器件47G所发的绿光的例子。

[0157] 发光器件47B、发光器件47G及受发光器件47R(PD)都具有像素电极191及公共电极115。在本实施方式中,以像素电极191用作阳极且公共电极115用作阴极的情况为例进行说明。

[0158] 在本实施方式的说明中,与发光器件同样,受发光器件47R(PD)中的像素电极191

及公共电极115也分别用作阳极及阴极。也就是说,通过将反向偏压施加到像素电极191与公共电极115之间驱动受发光器件47R (PD),可以检测出入射到受发光器件47R (PD) 的光来产生电荷,由此可以将其作为电流提取。

[0159] 公共电极115在发光器件47B、发光器件47G及受发光器件47R (PD) 之间共同使用。发光器件47B、发光器件47G及受发光器件47R (PD) 所包括的像素电极191彼此电绝缘(也可以说电分离)。

[0160] 发光器件47B、发光器件47G及受发光器件47R (PD) 所具有的一对电极可以使用相同材料及厚度等。由此,可以减少显示装置的制造成本并简化制造工序。

[0161] 说明图3A、图3B所示的显示装置的具体结构。

[0162] 发光器件47B在像素电极191上依次包括缓冲层192B、发光层193B以及缓冲层194B。发光层193B包含发蓝光的发光物质。发光器件47B具有发蓝光的功能。

[0163] 发光器件47G在像素电极191上依次包括缓冲层192G、发光层193G以及缓冲层194G。发光层193G包含发绿光的发光物质。发光器件47G具有发绿光的功能。

[0164] 受发光器件47R (PD) 在像素电极191上依次包括缓冲层192R、活性层183、发光层193R以及缓冲层194R。发光层193R包含发红光的发光物质。活性层183包含吸收其波长比红光短的光(例如,绿光和蓝光中的一个或两个)的有机化合物。活性层183可以使用不仅吸收可见光也吸收紫外光的有机化合物。受发光器件47R (PD) 具有发红光的功能。受发光器件47R (PD) 具有检测出发光器件47G及发光器件47B中的至少一个的发光的功能,优选具有检测出双方的发光的功能。

[0165] 活性层183优选包含不容易吸收红光且吸收其波长比红光短的光的有机化合物。由此,受发光器件47R (PD) 可以具有高效发红光的功能及以高精度检测出其波长比红光短的光的功能。

[0166] 像素电极191、缓冲层192R、缓冲层192G、缓冲层192B、活性层183、发光层193R、发光层193G、发光层193B、缓冲层194R、缓冲层194G、缓冲层194B及公共电极115都可以具有单层结构也可以具有叠层结构。

[0167] 在图3A、图3B所示的显示装置中,分别形成各器件的缓冲层、活性层及发光层。

[0168] 缓冲层192R、缓冲层192G、缓冲层192B可以包括空穴注入层及空穴传输层中的一个或两个。再者,缓冲层192R、缓冲层192G、缓冲层192B也可以包括电子阻挡层。缓冲层194B、缓冲层194G、缓冲层194R可以包括电子注入层及电子传输层中的一个或两个。再者,缓冲层194R、缓冲层194G、缓冲层194B也可以包括空穴阻挡层。关于构成发光器件的各层的材料等可以参照构成受发光器件的各层的上述说明。

[0169] [结构例子2]

[0170] 如图4A、图4B所示,发光器件47B、发光器件47G及受发光器件47R (PD) 可以在一对电极间包括公共层。由此,可以将受发光器件内置于显示装置而不大幅度增加制造工序。

[0171] 图4A所示的发光器件47B、发光器件47G及受发光器件47R (PD) 除了包括图3A、图3B所示的结构以外还包括公共层112及公共层114。

[0172] 图4B所示的发光器件47B、发光器件47G及受发光器件47R (PD) 不包括缓冲层192R、192G、192B及缓冲层194R、194G、194B而包括公共层112及公共层114,这一点与图3A、图3B所示的结构不同。

[0173] 公共层112可以包括空穴注入层及空穴传输层中的一个或两个。公共层114可以包括电子注入层及电子传输层中的一个或两个。

[0174] 公共层112及公共层114既可以具有单层结构也可以具有叠层结构。

[0175] [结构例子3]

[0176] 在图5A所示的显示装置的例子中,将图2C所示的叠层结构应用于受发光器件47R(PD)。

[0177] 受发光器件47R(PD)在像素电极191上依次包括空穴注入层181、活性层183、空穴传输层182R、发光层193R、电子传输层184、电子注入层185及公共电极115。

[0178] 空穴注入层181、电子传输层184、电子注入层185及公共电极115是在与发光器件47G及发光器件47B之间共享的层。

[0179] 发光器件47G在像素电极191上依次包括空穴注入层181、空穴传输层182G、发光层193G、电子传输层184、电子注入层185及公共电极115。

[0180] 发光器件47B在像素电极191上依次包括空穴注入层181、空穴传输层182B、发光层193B、电子传输层184、电子注入层185及公共电极115。

[0181] 本实施方式的显示装置所包括的发光器件优选具有微腔结构。因此,优选的是,作为发光器件所包括的一对电极中的一个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),作为另一个包括对可见光具有反射性的电极(反射电极)。当发光器件具有微腔结构时,可以在两个电极之间使从发光层发射的光谐振,并且可以增强从发光器件射出的光。

[0182] 注意,半透过-半反射电极可以采用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。在本说明书等中,有时将被用作半透过-半反射电极的一部分的反射电极记载为像素电极或公共电极,将透明电极记载为光学调整层,但是透明电极(光学调整层)也有可能被用作像素电极或公共电极。

[0183] 透明电极的光透过率为40%以上。例如,在发光器件中,优选使用对可见光(波长为400nm以上且小于750nm的光)的透过率为40%以上的电极。此外,半透过-半反射电极的对可见光的反射率为10%以上且95%以下,优选为30%以上且80%以下。反射电极的对可见光的反射率为40%以上且100%以下,优选为70%以上且100%以下。此外,这些电极的电阻率优选为 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{ cm}$ 以下。此外,在将发射近红外光的发光器件用于显示装置时,优选这些电极的近红外光(波长为750nm以上且1300nm以下的光)的透过率以及反射率也在上述数值范围内。

[0184] 空穴传输层182B、空穴传输层182G、空穴传输层182R都可以用作光学调整层。具体而言,发光器件47B优选以使一对电极间的光学距离成为增强蓝光的光学距离的方式调整空穴传输层182B的厚度。同样,发光器件47G优选以使一对电极间的光学距离成为增强绿光的光学距离的方式调整空穴传输层182G的厚度。受发光器件47R(PD)优选以使一对电极间的光学距离成为增强红光的光学距离的方式调整空穴传输层182R的厚度。用作光学调整层的层不局限于空穴传输层。注意,在半透过-半反射电极采用反射电极与透明电极的叠层结构的情况下,一对电极间的光学距离表示一对反射电极间的光学距离。

[0185] [结构例子4]

[0186] 在图5B所示的显示装置的例子中,将图2D所示的叠层结构应用于受发光器件47R

(PD)。

[0187] 受发光器件47R (PD) 在像素电极191上依次包括空穴注入层181、活性层183、发光层193R、电子传输层184、电子注入层185及公共电极115。

[0188] 空穴注入层181、电子传输层184、电子注入层185及公共电极115是在与发光器件47G及发光器件47B之间共享的层。

[0189] 发光器件47G在像素电极191上依次包括空穴注入层181、空穴传输层182G、发光层193G、电子传输层184、电子注入层185及公共电极115。

[0190] 发光器件47B在像素电极191上依次包括空穴注入层181、空穴传输层182B、发光层193B、电子传输层184、电子注入层185及公共电极115。

[0191] 空穴传输层设置在发光器件47G及发光器件47B而不设置在受发光器件47R (PD)。如此,活性层及发光层以外的其他层也可以只设置在发光器件及受发光器件中的一个。

[0192] 以下参照图6至图10说明本发明的一个方式的显示装置的详细结构。

[0193] [显示装置10A]

[0194] 图6A及图6B是显示装置10A的截面图。

[0195] 显示装置10A包括发光器件190B、发光器件190G及受发光器件190R (PD)。

[0196] 发光器件190B包括像素电极191、缓冲层192B、发光层193B、缓冲层194B及公共电极115。发光器件190B具有发蓝光21B的功能。

[0197] 发光器件190G包括像素电极191、缓冲层192G、发光层193G、缓冲层194G及公共电极115。发光器件190G具有发绿光21G的功能。

[0198] 受发光器件190R (PD) 包括像素电极191、缓冲层192R、活性层183、发光层193R、缓冲层194R及公共电极115。受发光器件190R (PD) 具有发红光21R的功能及检测光22的功能。

[0199] 图6A示出受发光器件190R (PD) 用作发光器件的情况。图6A示出发光器件190B发蓝光,发光器件190G发绿光,并且受发光器件190R (PD) 发红光的例子。

[0200] 图6B示出受发光器件190R (PD) 用作受光器件的情况。图6B示出发光器件190B所发的蓝光及发光器件190G所发的绿光被受发光器件190R (PD) 检测的例子。

[0201] 像素电极191位于绝缘层214上。像素电极191的端部被分隔壁216覆盖。彼此相邻的两个像素电极191被分隔壁216电绝缘(也可以说电分离)。

[0202] 分隔壁216优选使用有机绝缘膜。作为能够用于有机绝缘膜的材料,例如可以使用丙烯酸树脂、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。分隔壁216是透射可见光的层。此外,也可以设置遮可见光的分隔壁217代替分隔壁216,对此后面进行详细的说明。

[0203] 显示装置10A在一对衬底(衬底151及衬底152)之间包括受发光器件190R (PD)、发光器件190G、发光器件190B及晶体管42等。

[0204] 受发光器件190R (PD) 具有检测光的功能。具体而言,受发光器件190R (PD) 用作接收从显示装置10A的外部入射的光22并将其转换为电信号的光电转换器件。光22也就是发光器件190G及发光器件190B中的一个或两个的发光被对象物反射的光。此外,光22也可以通过透镜入射到受发光器件190R (PD)。

[0205] 发光器件190G及发光器件190B(以下,也总称为发光器件190)具有发可见光的功能。具体而言,发光器件190是通过在像素电极191与公共电极115之间被施加电压而向衬底

152一侧发射光的场致发光器件(参照光21G、光21B)。

[0206] 缓冲层192、发光层193及缓冲层194也就是有机层(包含有机化合物的层)或EL层。像素电极191优选具有反射可见光的功能。公共电极115具有透射可见光的功能。

[0207] 像素电极191通过设置在绝缘层214中的开口电连接到晶体管42的源极或漏极。晶体管42具有控制发光器件或受发光器件的驱动的功能。

[0208] 电连接于受发光器件190R(PD)的电路中的至少一部分优选使用与电连接于各颜色的发光器件190的电路相同的材料及工序而形成。由此,与分别形成两个电路的情况相比,可以减小显示装置的厚度,并可以简化制造工序。

[0209] 受发光器件190R(PD)及各颜色的发光器件190优选被保护层195覆盖。在图6A等中,保护层195以与公共电极115上接触的方式设置。通过设置保护层195,可以抑制杂质进入受发光器件190R(PD)及各颜色的发光器件等中,可以提高受发光器件190R(PD)及各颜色的发光器件。另外,保护层195和衬底152被粘合层142贴合。

[0210] 衬底152的衬底151一侧的表面设置有遮光层BM。遮光层BM在与各颜色的发光器件190重叠的位置及与受发光器件190R(PD)重叠的位置具有开口。在本说明书等中,与发光器件190重叠的位置具体地是指与发光器件190的发光区域重叠的位置。同样,与受发光器件190R(PD)重叠的位置具体地是指与受发光器件190R(PD)的发光区域及受光区域重叠的位置。

[0211] 如图6B所示,受发光器件190R(PD)可以检测出发光器件190的光被对象物反射的光。但是,有时发光器件190的光在显示装置10A内被反射而不经对象物地入射到受发光器件190R(PD)。遮光层BM可以抑制这种杂散光的影响。例如,在没有设置遮光层BM的情况下,有时发光器件190G所发射的光23被衬底152反射,由此反射光24入射到受发光器件190R(PD)。通过设置遮光层BM,可以抑制反射光24入射到受发光器件190R(PD)。由此,可以减少噪声来提高使用受发光器件190R(PD)的传感器的灵敏度。

[0212] 作为遮光层BM,可以使用遮挡来自发光器件的光的材料。遮光层BM优选吸收可见光。作为遮光层BM,例如,可以使用金属材料或者使用包含颜料(碳黑等)或染料的树脂材料等形成黑矩阵。遮光层BM也可以采用红色滤光片、绿色滤光片及蓝色滤光片的叠层结构。

[0213] [显示装置10B]

[0214] 图7A所示的显示装置10B的与显示装置10A不同的点在于:发光器件190及受发光器件190R(PD)都不包括缓冲层192及缓冲层194而包括公共层112及公共层114。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结构。

[0215] 此外,发光器件190B、发光器件190G及受发光器件190R(PD)的叠层结构不局限于显示装置10A、10B所示的结构。各器件例如适当地采用图2至图5所示的叠层结构等。

[0216] [显示装置10C]

[0217] 图7B所示的显示装置10C的与显示装置10B不同的点在于:不包括衬底151及衬底152,而包括衬底153、衬底154、粘合层155及绝缘层212。

[0218] 衬底153和绝缘层212被粘合层155贴合。衬底154和保护层195被粘合层142贴合。

[0219] 显示装置10C将形成在制造衬底上的绝缘层212、晶体管42、受发光器件190R(PD)、发光器件190等转置在衬底153上而制造。衬底153和衬底154优选具有柔性。由此,可以提高显示装置10C的柔性。例如,衬底153和衬底154优选使用树脂。

[0220] 作为衬底153及衬底154,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。衬底153和衬底154中的一个或两个也可以使用薄到具有柔性的程度的玻璃。

[0221] 本实施方式的显示装置所具有的衬底可以使用光学各向同性高的薄膜。作为光学各向同性高的薄膜,可以举出三乙酸纤维素(也被称为TAC:Cellulose triacetate)薄膜、环烯烃聚合物(COP)薄膜、环烯烃共聚物(COC)薄膜及丙烯酸树脂薄膜等。

[0222] [显示装置10D]

[0223] 图8A示出显示装置10D的截面图。

[0224] 受发光器件检测出发光器件的发光被对象物反射的光。但是,有时发光器件的发光在显示装置内被反射而不经对象物地入射到受发光器件。这种杂散光在光检测时成为噪声,这导致S/N比(Signal-to-noise ratio)的下降。通过在比设置有发光器件及受发光器件更靠近显示面一侧设置遮光层BM,可以抑制杂散光的影响。由此,可以减少噪声来提高使用受发光器件的传感器的灵敏度。

[0225] 在遮光层BM靠近发光器件时,可以抑制显示装置内的发光器件的杂散光来提高传感器的灵敏度。另一方面,在遮光层BM远离受发光器件时,可以缩小受发光器件的摄像范围的面积来提高摄像的分辨率。

[0226] 于是,为了使遮光层BM与受发光器件之间的距离和遮光层BM与发光器件之间的距离有差异,也可以在形成遮光层的面设置结构物(例如,树脂层)。通过调整结构物的布局及厚度,可以延长遮光层BM与受发光器件之间的距离且缩短遮光层BM与发光器件之间的距离。因此,可以减少传感器的噪声,同时可以提高摄像的分辨率。

[0227] 注意,当遮光层BM与受发光器件之间的距离和遮光层BM与发光器件之间的距离之差异很大时,根据颜色而视角依赖性不同。因此,优选根据显示装置的用途等,在可以取得显示质量和摄像质量的平衡的范围内调节结构物的布局及厚度。

[0228] 显示装置10D的与显示装置10A不同之处是包括树脂层159。

[0229] 衬底152的衬底151一侧的面设置有树脂层159。树脂层159设置在与发光器件190G重叠的位置及与发光器件190B重叠的位置,没有设置在与受发光器件190R(PD)重叠的位置。

[0230] 如图8B所示,树脂层159例如可以在与发光器件190G重叠的位置及与发光器件190B重叠的位置被设置为岛状且没有设置在与受发光器件190R(PD)重叠的位置。此外,如图8C所示,树脂层159例如可以在与发光器件190G重叠的位置及与发光器件190B重叠的位置且在与受发光器件190R(PD)重叠的位置包括开口159p。

[0231] 衬底152的衬底151一侧的面及树脂层159的衬底151一侧的面设置有遮光层BM。遮光层BM在与发光器件190B重叠的位置及与发光器件190G重叠的位置及与受发光器件190R(PD)重叠的位置包括开口。

[0232] 例如,遮光层BM可以吸收经过树脂层159而被衬底152的衬底151一侧的面反射的杂散光23a。此外,遮光层BM可以在杂散光23b入射到树脂层159之前吸收杂散光23b。因此,

可以减少入射到受发光器件190R (PD) 的杂散光。由此,可以减少噪声来提高使用受发光器件190R (PD) 的传感器的灵敏度。在遮光层BM靠近发光器件190时,可以进一步减少杂散光,所以尤其是优选的。此外,在遮光层BM靠近发光器件190时,可以抑制显示的视角依赖性,由此在提高显示质量的观点上也是优选的。

[0233] 通过设置遮光层BM,可以控制受发光器件190R (PD) 检测光的范围。在遮光层BM远离受发光器件190R (PD) 时,摄像范围得到缩小,由此可以提高摄像的分辨率。

[0234] 在树脂层159包括开口时,遮光层BM优选覆盖该开口的至少一部分及在该开口中露出的树脂层159的侧面的至少一部分。

[0235] 在树脂层159被设置为岛状时,遮光层BM优选覆盖树脂层159的侧面的至少一部分。

[0236] 如此,因为沿着树脂层159的形状设置遮光层BM,所以遮光层BM与发光器件190 (具体而言,发光器件190的发光区域) 之间的距离短于遮光层BM与受发光器件190R (PD) (具体而言,受发光器件190R (PD) 的受光区域) 之间的距离。因此,可以减少传感器的噪声,提高摄像的分辨率,并且抑制显示的视角依赖性。由此,可以提高显示装置的显示质量和摄像质量的双方。

[0237] 树脂层159是使发光器件190的发光透过的层。作为树脂层159的材料,例如可以使用丙烯酸树脂、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。注意,设置在衬底152与遮光层BM之间的结构物不局限于树脂层,也可以使用无机绝缘膜等。在该结构物较厚时,遮光层与受发光器件190R (PD) 之间的距离和遮光层与发光器件190之间的距离有差异。树脂等有机绝缘膜易于形成得厚,因此适合于该结构物。

[0238] 为了比较遮光层BM与受发光器件190R (PD) 之间的距离和遮光层BM与发光器件190之间的距离,例如可以使用遮光层BM的受发光器件190R (PD) 一侧的端部与公共电极115之间的最短距离L1和遮光层BM的发光器件190一侧的端部与公共电极115之间的最短距离L2。因为最短距离L2短于最短距离L1,所以可以抑制来自发光器件190的杂散光来提高使用受发光器件190R (PD) 的传感器的灵敏度。因为最短距离L1长于最短距离L2,所以可以缩小受发光器件190R (PD) 的摄像范围来提高摄像的分辨率。

[0239] 另外,通过具有粘合层142中的与受发光器件190R (PD) 重叠的部分厚于与发光器件190重叠的部分的结构,可以使遮光层BM与受发光器件190R (PD) 之间的距离和遮光层BM与发光器件190之间的距离有差异。

[0240] [显示装置10E]

[0241] 图9A示出显示装置10E的截面图。图9A相当于沿着图9B和图9C所示的俯视图中的点划线A1-A2的截面图。

[0242] 在俯视 (也称为平面视) 时,受发光器件190R (PD) 和发光器件190G之间设置有遮光层219。同样,受发光器件190R (PD) 和发光器件190B之间也设置有遮光层219。通过在受发光器件190R (PD) 和发光器件190之间设置遮光层,可以抑制杂散光入射到受发光器件190R (PD)。

[0243] 遮光层219既可以如图9B所示地相邻于多个受发光器件190R (PD),又可以如图9C所示地相邻于只有一个受发光器件190R (PD)。

[0244] 如图9A所示,分隔壁216在受发光器件190R (PD) 与发光器件190G之间包括开口。此外,以覆盖开口的方式设置有遮光层219。遮光层219优选覆盖分隔壁216的开口及在开口中露出的分隔壁216的侧面。遮光层219优选还覆盖分隔壁216的顶面的至少一部分。

[0245] 可以具有在分隔壁216中不设置开口而在分隔壁216上设置遮光层219的结构,但是杂散光有可能透过分隔壁216入射到受发光器件190R (PD)。通过在分隔壁216中设置开口且以嵌入该开口的方式设置遮光层219,透过分隔壁216的杂散光在分隔壁216的开口中被遮光层219吸收。因此,可以抑制杂散光入射到受发光器件190R (PD)。

[0246] 遮光层219优选为正锥形。在正锥形的层中,该层的侧面和底面之间的角度(锥角)大于 0° 且小于 90° 。由此,可以提高设置在遮光层219上的膜(公共电极115及保护层195等)的覆盖性。

[0247] 遮光层219优选至少吸收受发光器件190R (PD) 所检测出的光的波长。例如,在受发光器件190R (PD) 检测出发光器件190G所发射的绿光的情况下,遮光层219优选至少吸收绿光。例如,当遮光层219具有红色滤光片时,可以吸收绿光,由此可以抑制反射光入射到受发光器件190R (PD)。遮光层219可以为使用包含颜料或染料的树脂材料等形成的黑矩阵。遮光层219也可以采用红色滤光片、绿色滤光片及蓝色滤光片的叠层结构。此外,作为遮光层219,也可以使用茶色抗蚀剂材料形成被着色的绝缘层。

[0248] 例如,在受发光器件190R (PD) 检测出发光器件190G所发射的绿光的情况下,发光器件190G所发射的光有时被衬底152及分隔壁216反射,使得反射光入射到受发光器件190R (PD)。此外,发光器件190G所发射的光有时透过分隔壁216被晶体管或布线等反射,使得反射光入射到受发光器件190R (PD)。在显示装置10E中,通过由遮光层BM及遮光层219吸收光,可以抑制这种反射光入射到受发光器件190R (PD)。由此,可以减少噪声来提高使用受发光器件190R (PD) 的传感器的灵敏度。

[0249] 例如,遮光层BM可以在杂散光23b入射到衬底152之前吸收大部分的杂散光23b。并且,即便杂散光23b的一部分被遮光层BM反射,遮光层219吸收杂散光23b,因此也可以抑制杂散光23b入射到晶体管或布线等。由此,可以抑制杂散光到达受发光器件190R (PD)。在杂散光23b照在遮光层BM和遮光层219的次数较多时,可以增大被吸收的光量,并可以使到达受发光器件190R (PD) 的杂散光的量极少。

[0250] 此外,通过遮光层219吸收光,可以将从发光器件直接入射到遮光层219的杂散光23d被遮光层219吸收。由此,通过设置遮光层219,可以减少入射到受发光器件190R (PD) 的杂散光。

[0251] 通过设置遮光层BM,可以控制受发光器件190R (PD) 检测光的范围。在遮光层BM远离受发光器件190R (PD) 时,摄像范围得到缩小,由此可以提高摄像的分辨率。

[0252] [显示装置10F]

[0253] 图10A所示的显示装置10F的与显示装置10D不同之处在于不包括使可见光透过的分隔壁216而包括遮断可见光的分隔壁217。

[0254] 分隔壁217优选吸收发光器件190所发射的光。作为分隔壁217,例如可以使用包含颜料或染料的树脂材料等形成黑矩阵。此外,通过使用茶色抗蚀剂材料,可以由被着色的绝缘层构成分隔壁217。

[0255] 在显示装置10D (图8A) 中,发光器件190所发射的光有时被衬底152及分隔壁216反

射,使得反射光入射到受发光器件190R(PD)。此外,发光器件190所发射的光有时透过分隔壁216被晶体管或布线等反射,使得反射光入射到受发光器件190R(PD)。在显示装置10F中,通过由分隔壁217吸收光,可以抑制这种反射光入射到受发光器件190R(PD)。由此,可以减少噪声来提高使用受发光器件190R(PD)的传感器的灵敏度。

[0256] 分隔壁217优选至少吸收受发光器件190R(PD)所检测出的光的波长。例如,在受发光器件190R(PD)检测出发光器件190所发射的绿光的情况下,分隔壁217优选至少吸收绿光。例如,当分隔壁217具有红色滤光片时,可以吸收绿光,由此可以抑制反射光入射到受发光器件190R(PD)。

[0257] 遮光层BM可以在杂散光23b入射到树脂层159之前吸收大部分的杂散光23b,但是有时杂散光23b的一部分被反射并入射到分隔壁217。当分隔壁217构成为吸收杂散光23b时,可以抑制杂散光23b入射到晶体管或布线等。由此,可以抑制杂散光23c到达受发光器件190R(PD)。在杂散光23b照在遮光层BM和分隔壁217的次数较多时,可以增大被吸收的光量,并可以使到达受发光器件190R(PD)的杂散光23c的量极少。在树脂层159较厚时,可以增大杂散光23b入射到遮光层BM和分隔壁217的次数,所以是优选的。

[0258] 此外,通过分隔壁217吸收光,可以将从发光器件190直接入射到分隔壁217的杂散光23d被分隔壁217吸收。由此,通过设置分隔壁217,可以减少入射到受发光器件190R(PD)的杂散光。

[0259] [显示装置10G]

[0260] 图10B所示的显示装置10G的与显示装置10E主要不同之处在于不包括使可见光透过的分隔壁216而包括遮蔽可见光的分隔壁217。

[0261] 遮光层219位于分隔壁217上。与分隔壁216不同,分隔壁217可以吸收发光器件所发射的光,因此也可以在分隔壁217中不设置开口。从发光器件入射到分隔壁217的杂散光被分隔壁217吸收。从发光器件入射到遮光层219的杂散光23d被遮光层219吸收。

[0262] 以下使用图11至图15说明本发明的一个实施方式的显示装置的更详细结构。

[0263] [显示装置100A]

[0264] 图11是显示装置100A的立体图,图12是显示装置100A的截面图。

[0265] 显示装置100A具有贴合衬底152与衬底151的结构。在图11中,以虚线表示衬底152。

[0266] 显示装置100A包括显示部162、电路164及布线165等。图11示出在显示装置100A中安装有IC(集成电路)173及FPC172的例子。因此,图11所示的结构也就是包括显示装置100A、IC及FPC的显示模块。

[0267] 作为电路164,例如可以使用扫描线驱动电路。

[0268] 布线165具有对显示部162及电路164供应信号及电力的功能。该信号及电力从外部经由FPC172或者从IC173输入到布线165。

[0269] 图11示出通过COG(Chip On Glass:玻璃覆晶封装)方式或COF(Chip On Film:薄膜覆晶封装)方式等在衬底151上设置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及显示模块不一定包括IC。此外,也可以将IC通过COF方式等安装于FPC。

[0270] 图12示出图11所示的显示装置100A的包括FPC172的区域的一部分、包括电路164

的区域的一部分、包括显示部162的区域的一部分及包括端部的区域的一部分的截面的一个例子。

[0271] 图12所示的显示装置100A在衬底151与衬底152之间包括晶体管201、晶体管205、晶体管206、晶体管207、发光器件190B、发光器件190G及受发光器件190R (PD) 等。

[0272] 衬底152及绝缘层214通过粘合层142粘合。作为对发光器件190B、发光器件190G、受发光器件190R (PD) 的密封,可以采用固体密封结构或中空密封结构等。在图12中,由衬底152、粘合层142及绝缘层214围绕的空间143填充有非活性气体(氮气、氩气等),采用中空密封结构。粘合层142也可以与发光器件190B、发光器件190G、受发光器件190R (PD) 重叠。此外,由衬底152、粘合层142及绝缘层214围绕的空间143也可以填充有与粘合层142不同的树脂。

[0273] 发光器件190B具有从绝缘层214一侧依次层叠像素电极191、公共层112、发光层193B、公共层114及公共电极115的叠层结构。像素电极191通过形成在绝缘层214中的开口与晶体管207所包括的导电层222b连接。晶体管207具有控制发光器件190B的驱动的功能。分隔壁216覆盖像素电极191的端部。像素电极191包含反射可见光的材料,而公共电极115包含透射可见光的材料。

[0274] 发光器件190G具有从绝缘层214一侧依次层叠像素电极191、公共层112、发光层193G、公共层114及公共电极115的叠层结构。像素电极191通过形成在绝缘层214中的开口与晶体管206所包括的导电层222b连接。晶体管206具有控制发光器件190G的驱动的功能。

[0275] 受发光器件190R (PD) 具有从绝缘层214一侧依次层叠像素电极191、公共层112、活性层183、发光层193R、公共层114及公共电极115的叠层结构。像素电极191通过形成在绝缘层214中的开口与晶体管205所包括的导电层222b电连接。晶体管205具有控制受发光器件190R (PD) 的驱动的功能。

[0276] 发光器件190B、发光器件190G、受发光器件190R (PD) 将光发射到衬底152一侧。此外,光通过衬底152及空间143入射到受发光器件190R (PD)。衬底152优选使用对可见光的透过性高的材料。

[0277] 像素电极191可以使用同一材料及同一工序形成。公共层112、公共层114及公共电极115在发光器件190B、发光器件190G、受发光器件190R (PD) 之间共同使用。受发光器件190R (PD) 具有对呈现红光的发光器件的结构追加活性层183的结构。此外,除了活性层183及各颜色的发光层193以外,发光器件190B、发光器件190G、受发光器件190R (PD) 可以共同使用其他层。由此,可以在不需大幅度增加制造工序的情况下对显示装置100A的显示部162附加受光功能。

[0278] 衬底152的衬底151一侧的表面设置有遮光层BM。遮光层BM在分别与发光器件190B、发光器件190G、受发光器件190R (PD) 重叠的位置形成有开口。通过设置遮光层BM,可以控制受发光器件190R (PD) 检测光的范围。此外,通过设置有遮光层BM,可以抑制光从发光器件190不经对象物地直接入射到受发光器件190R (PD)。由此,可以实现噪声少且灵敏度高的传感器。

[0279] 晶体管201、晶体管205、晶体管206及晶体管207都设置在衬底151上。这些晶体管可以使用同一材料及同一工序形成。

[0280] 在衬底151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限制,既可以为一个,又可以为两个以上。

[0281] 优选的是,将水或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。

[0282] 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,也可以使用氧化铪膜、氧氮化铪膜、氮氧化铪膜、氧化钽膜、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。此外,也可以在衬底151与晶体管之间设置基底膜。该基底膜可以使用上述无机绝缘膜。

[0283] 这里,有机绝缘膜的阻挡性在很多情况下低于无机绝缘膜。因此,有机绝缘膜优选在显示装置100A的端部附近包括开口。由此,可以抑制从显示装置100A的端部通过有机绝缘膜的杂质侵入。此外,也可以以其端部位于显示装置100A的端部的内侧的方式形成有机绝缘膜,以避免有机绝缘膜暴露于显示装置100A的端部。

[0284] 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,例如可以使用丙烯酸树脂、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。

[0285] 在图12所示的区域228中,在绝缘层214中形成有开口。由此,即使在使用有机绝缘膜作为绝缘层214的情况下,也可以抑制杂质从外部通过绝缘层214侵入显示部162。由此,可以提高显示装置100A的可靠性。

[0286] 晶体管201、晶体管205、晶体管206及晶体管207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。

[0287] 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,可以采用平面型晶体管、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。

[0288] 作为晶体管201、晶体管205、晶体管206及晶体管207,采用两个栅极夹持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,可以控制晶体管的阈值电压。

[0289] 对用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、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。

[0290] 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)。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。

[0291] 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、锗、锆、钼、镧、铈、钕、钆、钇、铪或镁中的一种或多种)和锌。尤其是,M优选为选自铝、镓、钪或锡中的一种或多种。

[0292] 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)。

[0293] 在半导体层使用In-M-Zn氧化物时,该In-M-Zn氧化物中的In的原子个数比优选为M的原子个数比以上。作为上述In-M-Zn氧化物的金属元素的原子个数比,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。此外,附近的组成包括所希望的原子个数比的 $\pm 30\%$ 的范围。

[0294] 例如,当记载为原子个数比为In:Ga:Zn=4:2:3或其附近的组成时包括如下情况:In的原子个数比为4时,Ga的原子个数比为1以上且3以下,Zn的原子个数比为2以上且4以下。此外,当记载为原子个数比为In:Ga:Zn=5:1:6或其附近的组成时包括如下情况:In的原子个数比为5时,Ga的原子个数比大于0.1且为2以下,Zn的原子个数比为5以上且7以下。此外,当记载为原子个数比为In:Ga:Zn=1:1:1或其附近的组成时包括如下情况:In的原子个数比为1时,Ga的原子个数比大于0.1且为2以下,Zn的原子个数比大于0.1且为2以下。

[0295] 电路164所包括的晶体管和显示部162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不同的结构。与此同时,显示部162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不同的结构。

[0296] 在衬底151与衬底152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。在连接部204的顶面上露出对与像素电极191相同的导电膜进行加工来获得的导电层166。因此,通过连接层242可以使连接部204与FPC172电连接。

[0297] 此外,可以在衬底152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152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、缓冲层等。

[0298] 衬底151及衬底152可以使用玻璃、石英、陶瓷、蓝宝石以及树脂等。通过将具有柔性的材料用于衬底151及衬底152,可以提高显示装置的柔性。

[0299] 作为粘合层,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。

[0300] 作为连接层,可以使用各向异性导电膜(ACF:Anisotropic Conductive Film)、各向异性导电膏(ACP:Anisotropic Conductive Paste)等。

[0301] 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。可以使用包含这些材料的膜的单层或叠层。

[0302] 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、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、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的导电层、发光器件及受发光器件所包括的导电层(被用作像素电极或公共电极等的导电层)。

[0303] 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、氮化硅、氮氧化硅、氮化硅或氧化铝等。

[0304] [显示装置100B]

[0305] 图13示出显示装置100B的截面图。

[0306] 显示装置100B与显示装置100A的不同之处主要在于包括保护层195。关于与显示装置100A同样的结构,省略其详细说明。

[0307] 通过设置覆盖发光器件190B、发光器件190G、受发光器件190R(PD)的保护层195,可以抑制水等杂质混入发光器件190B、发光器件190G、受发光器件190R(PD),由此可以提高发光器件190B、发光器件190G、受发光器件190R(PD)的可靠性。

[0308] 在显示装置100B的端部附近的区域228中,优选绝缘层215与保护层195通过绝缘层214的开口彼此接触。尤其是,特别优选绝缘层215含有的无机绝缘膜与保护层195含有的无机绝缘膜彼此接触。由此,可以抑制杂质从外部通过有机绝缘膜混入显示部162。因此,可以提高显示装置100B的可靠性。

[0309] 保护层195既可以具有单层结构也可以具有叠层结构,例如,保护层195可以具有公共电极115上的无机绝缘层、无机绝缘层上的有机绝缘层、有机绝缘层上的无机绝缘层的三层结构。此时,无机绝缘膜的端部优选延伸到有机绝缘膜的端部的外侧。

[0310] 此外,透镜也可以设置在与受发光器件190R(PD)重叠的区域。由此,可以提高使用受发光器件190R(PD)的传感器的灵敏度及精度。

[0311] 透镜的折射率优选为1.3以上且2.5以下。透镜可以由无机材料和有机材料中的至少一个形成。例如,透镜可以使用包含树脂的材料。此外,可以将包含氧化物和硫化物中的至少一个的材料用于透镜。

[0312] 具体而言,可以将包含氯、溴或碘的树脂、包含重金属原子的树脂、包含芳香环的树脂、包含硫的树脂等用于透镜。或者,可以将树脂、具有其折射率高于该树脂的材料的纳米粒子的材料用于透镜。作为纳米粒子,可以使用氧化钛或氧化锆等。

[0313] 此外,可以将氧化铈、氧化钪、氧化镧、氧化镁、氧化铈、氧化钽、氧化钛、氧化钇、氧化锌、包含铟和锡的氧化物、或者包含铟和镓和锌的氧化物等用于透镜。或者,可以将硫化锌等用于透镜。

[0314] 此外,在显示装置100B中,保护层195和衬底152通过粘合层142贴合。粘合层142与

发光器件190B、发光器件190G、受发光器件190R (PD) 重叠,显示装置100B采用固体密封结构。

[0315] [显示装置100C]

[0316] 图14A示出显示装置100C的截面图。

[0317] 显示装置100C与显示装置100B的不同之处在于晶体管的结构。

[0318] 显示装置100C在衬底151上包括晶体管208、晶体管209及晶体管210。

[0319] 晶体管208、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;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位于导电层223与沟道形成区域231i之间。

[0320] 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及导电层222b中的一个用作源极,另一个用作漏极。

[0321] 发光器件190G的像素电极191通过导电层222b与晶体管208的一对低电阻区域231n中的一个电连接。

[0322] 受发光器件190R (PD) 的像素电极191通过导电层222b与晶体管209的一对低电阻区域231n中的另一个电连接。

[0323] 图14A示出绝缘层225覆盖半导体层的顶面及侧面的例子。另一方面,在图14B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,可以制造图14B所示的晶体管202。在图14B中,以覆盖绝缘层225及导电层223的方式设置有绝缘层215,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。再者,导电层222a及导电层222b上还可以设置有覆盖晶体管的绝缘层218。

[0324] 此外,显示装置100C与显示装置100B的不同之处在于不包括衬底151及衬底152而包括衬底153、衬底154、粘合层155及绝缘层212。

[0325] 衬底153和绝缘层212被粘合层155贴合。衬底154和保护层195被粘合层142贴合。

[0326] 显示装置100C将形成在制造衬底上的绝缘层212、晶体管208、晶体管209、晶体管210、受发光器件190R (PD) 及发光器件190G等转置在衬底153上而制造。衬底153和衬底154优选具有柔性。由此,可以提高显示装置100C的柔性。

[0327] 作为绝缘层212,可以使用可以用于绝缘层211及绝缘层215的无机绝缘膜。

[0328] 如上所述,本实施方式的显示装置在呈现任一颜色的子像素中设置有受发光器件代替发光器件。受发光器件兼用作发光器件和受光器件,从而可以对像素附加受光功能而不增加像素所包含的子像素个数。此外,可以在显示装置的清晰度及各子像素的开口率不下降的情况下对像素附加受光功能。

[0329] 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。

[0330] (实施方式2)

[0331] 在本实施方式中,使用图15至图20说明本发明的一个方式的显示装置的驱动方

法。

[0332] 图15是示出显示装置的一个像素的电路图。

[0333] 图15所示的像素包括呈现红光且具有受光功能的子像素(R • PD)、呈现绿光的子像素(G)以及呈现蓝光的子像素(B)。

[0334] 呈现红光且具有受光功能的子像素(R • PD)包括晶体管M1R、晶体管M2R、晶体管M3R、晶体管M11、晶体管M12、晶体管M13、晶体管M14、电容器Csr、电容器Cf以及受发光器件190R(PD)。晶体管M1R、晶体管M3R、晶体管M11、晶体管M12及晶体管M14都被用作开关。

[0335] 晶体管M1R的栅极与布线GL电连接,源极和漏极中的一个与布线SLR电连接,源极和漏极中的另一个与晶体管M2R的栅极及电容器Csr的一个电极电连接。晶体管M2R的源极和漏极中的一个与晶体管M3R的源极和漏极中的一个、晶体管M11的源极和漏极中的一个、电容器Csr的另一个电极以及受发光器件190R(PD)的阳极电连接,源极和漏极中的另一个与布线ANODE电连接。晶体管M3R的栅极与布线GL电连接,源极和漏极中的另一个与布线V0电连接。晶体管M11的栅极与布线TX电连接,源极和漏极中的另一个与晶体管M12的源极和漏极中的一个、晶体管M13的栅极以及电容器Cf的一个电极电连接。晶体管M12的栅极与布线RS电连接,源极和漏极中的另一个与布线VRS电连接。晶体管M13的源极和漏极中的一个与晶体管M14的源极和漏极中的一个电连接,源极和漏极中的另一个与布线VPI电连接。晶体管M14的栅极与布线SE电连接,源极和漏极中的另一个与布线WX电连接。电容器Cf的另一个电极与布线VCP电连接。受发光器件190R(PD)的阴极与布线CATHODE/VPD电连接。

[0336] 呈现绿光的子像素(G)包括晶体管M1G、晶体管M2G、晶体管M3G、电容器Csg以及发光器件190G。晶体管M1G及晶体管M3G都被用作开关。

[0337] 晶体管M1G的栅极与布线GL电连接,源极和漏极中的一个与布线SLG电连接,源极和漏极中的另一个与晶体管M2G的栅极及电容器Csg的一个电极电连接。晶体管M2G的源极和漏极中的一个与晶体管M3G的源极和漏极中的一个、电容器Csg的另一个电极以及发光器件190G的阳极电连接,源极和漏极中的另一个与布线ANODE电连接。晶体管M3G的栅极与布线GL电连接,源极和漏极中的另一个与布线V0电连接。发光器件190G的阴极与布线CATHODE/VPD电连接。

[0338] 呈现蓝光的子像素(B)包括晶体管M1B、晶体管M2B、晶体管M3B、电容器Csb以及发光器件190B。晶体管M1B及晶体管M3B都被用作开关。

[0339] 晶体管M1B的栅极与布线GL电连接,源极和漏极中的一个与布线SLB电连接,源极和漏极中的另一个与晶体管M2B的栅极及电容器Csb的一个电极电连接。晶体管M2B的源极和漏极中的一个与晶体管M3B的源极和漏极中的一个、电容器Csb的另一个电极以及发光器件190B的阳极电连接,源极和漏极中的另一个与布线ANODE电连接。晶体管M3B的栅极与布线GL电连接,源极和漏极中的另一个与布线V0电连接。发光器件190B的阴极与布线CATHODE/VPD电连接。

[0340] 布线GL、布线SE、布线TX及布线RS都被供应用来控制晶体管的工作的信号。

[0341] 在进行图像显示的情况下,布线SLR、布线SLG及布线SLB分别被供应图像信号VdataR、VdataG及VdataB。

[0342] 布线V0、布线VPI、布线VCP、布线VRS、布线ANODE及布线CATHODE/VPD分别被供应规定电位。布线V0被供应与图像信号VdataR、VdataG、VdataB的黑色显示对应的电位Vo(例如

0V)。布线VPI被供应比晶体管M13的栅极电压的范围高的电位。可以向布线VCP供应任意电位(例如0V)。布线VRS被供应比布线CATHODE/VPD低的电位。布线ANODE被供应比布线CATHODE/VPD高的电位。

[0343] 晶体管M1R、晶体管M1G、晶体管M1B、晶体管M3R、晶体管M3G及晶体管M3B被供应到布线GL的信号控制,并被用作用来控制像素的选择状态的选择晶体管。

[0344] 晶体管M2R被用作根据供应到栅极的电位而控制流过受发光器件190R(PD)的电流的驱动晶体管。同样,晶体管M2G被用作根据供应到栅极的电位而控制流过发光器件190G的电流的驱动晶体管,晶体管M2B被用作根据供应到栅极的电位而控制流过发光器件190B的电流的驱动晶体管。

[0345] 在晶体管M1R处于导通状态的同时,晶体管M3R也处于导通状态,供应到布线SLR的电位(例如,图像信号VdataR)被供应到晶体管M2R的栅极,供应到布线V0的电位Vo被供应到晶体管M3R的源极。在电容器Csr中储存与电压VdataR-Vo对应的电荷。受发光器件190R(PD)可以以与节点GR的电位(晶体管M2R的栅极电位)对应的亮度发光。

[0346] 同样,在晶体管M1G处于导通状态的同时,晶体管M3G也处于导通状态,供应到布线SLG的电位(例如,图像信号VdataG)被供应到晶体管M2G的栅极,供应到布线V0的电位Vo被供应到晶体管M3G的源极。储存与电压VdataG-Vo对应的电荷。发光器件190G可以以与晶体管M2G的栅极电位对应的亮度发光。在晶体管M1B处于导通状态的同时,晶体管M3B也处于导通状态,供应到布线SLB的电位(例如,图像信号VdataB)被供应到晶体管M2B的栅极,供应到布线V0的电位Vo被供应到晶体管M3B的源极。在电容器Csb中储存与电压VdataB-Vo对应的电荷。发光器件190B可以以与晶体管M2B的栅极电位对应的亮度发光。

[0347] 晶体管M11被供应到布线TX的信号控制,并具有根据流过受发光器件190R(PD)的电流控制节点FD的电位变化的时序的功能。晶体管M12被供应到布线RS的信号控制,并将连接到晶体管M13的栅极的节点FD的电位复位至供应到布线VRS的电位的功能。晶体管M13被用作根据节点FD的电位进行输出的放大晶体管。晶体管M14被供应到布线SE的信号控制,并被用作在连接到布线WX的外部电路读出与节点FD的电位对应的输出的选择晶体管。

[0348] 在本发明的一个方式的显示装置中,作为图15所示的像素所包括的晶体管,优选都使用被形成沟道的半导体层中含有金属氧化物(也称为氧化物半导体)的晶体管(以下,也称为OS晶体管)。OS晶体管具有极低的关态电流,能够长期间保持储存于与该晶体管串联连接的电容器中的电荷。另外,通过使用OS晶体管,可以降低显示装置的功耗。

[0349] 或者,在本发明的一个方式的显示装置中,作为图15所示的像素所包括的晶体管,优选都使用被形成沟道的半导体层中含有硅的晶体管(以下,也称为Si晶体管)。作为硅可以举出单晶硅、多晶硅、非晶硅等。尤其是,优选使用半导体层中含有低温多晶硅(LTPS(Low Temperature Poly-Silicon))的晶体管(以下,也称为LTPS晶体管)。LTPS晶体管具有高场效应迁移率而能够进行高速工作。

[0350] 并且,通过使用LTPS晶体管等Si晶体管,易于在与显示部相同的衬底上形成由CMOS电路构成的各种电路。因此,可以使安装到显示装置的外部电路简化,可以缩减构件成本、安装成本。

[0351] 或者,在本发明的一个方式的显示装置中,包括受发光器件的子像素(R·PD)优选使用两种晶体管。具体而言,该子像素优选包括OS晶体管及LTPS晶体管。通过根据晶体管被

要求的功能改变半导体层的材料,可以提高包括受发光器件的子像素(R·PD)的像素电路的质量而提高感测、摄像的精度。此时,包括发光器件的子像素(G)、子像素(B)也可以使用OS晶体管和LTPS晶体管的一方或双方。

[0352] 并且,即使像素使用两种晶体管(例如,OS晶体管及LTPS晶体管),也通过使用LTPS晶体管易于在与显示部相同的衬底上形成由CMOS电路构成的各种电路。因此,可以使安装到显示装置的外部电路简化,可以缩减构件成本、安装成本。

[0353] 使用其带隙比硅宽且载流子密度低的金属氧化物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Csr、电容器Csg、电容器Csb或电容器Cf串联连接的晶体管M1R、晶体管M1G、晶体管M1B、晶体管M3R、晶体管M3G、晶体管M3B、晶体管M11及晶体管M12优选使用OS晶体管。

[0354] 另外,作为晶体管M13优选使用Si晶体管。由此,可以高速地进行摄像数据的读出工作。

[0355] 图15示出n沟道型晶体管,但是也可以使用p沟道型晶体管。另外,晶体管不局限于单栅结构,也可以还包括背栅极。

[0356] 优选在与受发光器件190R(PD)、发光器件190G或发光器件190B重叠的位置设置一个或多个包括晶体管和电容器的一方或双方的层。由此,可以减少各像素电路的有效占有面积,从而可以实现高清晰度的显示部。

[0357] 图16A、图16B示出显示装置的驱动方法的一个例子。另外,图17A至图17D、图18A、图18B示出各工作的时序图。

[0358] 如图16A所示,在进行图像显示时,按行进行图像信号的写入工作。

[0359] 图17A示出第n行像素中的图像信号的写入工作P1的时序图。

[0360] 首先,在时间T1之前,将布线GL<n>的电位设定为高电位,将布线TX、布线RS<n>以及布线SE<n>的电位都设定为低电位。由此,晶体管M1R及晶体管M3R导通,与布线SLR的电位DataR<n>和布线V0的电位Vo的电位差(电压DataR<n>-Vo)对应的电荷储存在电容器Csr中。另外,晶体管M1G及晶体管M3G导通,与布线SLG的电位DataG<n>和布线V0的电位Vo的电位差(电压DataG<n>-Vo)对应的电荷储存在电容器Csg中。并且,晶体管M1B及晶体管M3B导通,与布线SLB的电位DataB<n>和布线V0的电位Vo的电位差(电压DataB<n>-Vo)对应的电荷储存在电容器Csb中。此时,布线WX<m>的电位为低电位。

[0361] 接着,通过在时间T1和时间T2之间将布线GL<n>的电位设定为低电位,晶体管M1R、M1G、M1B、M3R、M3G、M3B变为非导通,储存在电容器Csr、Csg、Csb中的电荷被保持,图像信号的写入工作结束。受发光器件190R(PD)、发光器件190G、发光器件190B分别基于晶体管M2R、M2G、M2B的栅极电位而发光。

[0362] 图16B示出使用受发光器件190R(PD)以全局快门方式进行摄像时的序列。如图16B所示,在使用受发光器件190R(PD)进行摄像的情况下,首先按行进行用于摄像的图像信号的写入工作,接着在保持写入数据的状态下在具有受光功能的子像素中依次进行初始化(复位)工作、曝光(存储)工作以及传输工作,然后按行读出摄像数据,由此进行检测。

[0363] 图17B示出第n行像素中的用于摄像的图像信号的写入工作P2的时序图。在此,将发光器件190G用作光源并使用受发光器件190R(PD)进行摄像的例子。

[0364] 首先,在时间T3之前,将布线GL<n>的电位设定为高电位,将布线TX、布线RS<n>以及布线SE<n>的电位都设定为低电位。由此,晶体管M1R及晶体管M3R导通,与布线SLR的电位Vb和布线V0的电位Vo的电位差(电压Vb-Vo)对应的电荷储存在电容器Csr中。另外,晶体管M1G及晶体管M3G导通,与布线SLG的电位Vem和布线V0的电位Vo的电位差(电压Vem-Vo)对应的电荷储存在电容器Csg中。并且,晶体管M1B及晶体管M3B导通,与布线SLB的电位Vb和布线V0的电位Vo的电位差(电压Vb-Vo)对应的电荷储存在电容器Csb中。此时,布线WX<m>的电位为低电位。

[0365] 在此,将布线SLR的电位Vb设定为晶体管M2R中的栅极-源极间电压(Vgs)及阈值电压(Vth)满足 $V_{gs}=V_b-V_0<V_{th}$ 的电位。由此,可以使晶体管M2R完全处于关闭状态。

[0366] 布线SLG的电位Vem是用来使发光器件190G发光的电位。作为电位Vem优选供应使发光器件190G的发光具有足够的亮度以进行摄像的电位。

[0367] 对布线SLB供应使发光器件190B处于非发光状态的电位。在图17B中,示出布线SLB被供应电位Vb的例子,但是不局限于此。供应到布线SLB的电位与供应到布线SLR的电位既可以相同又可以不同。注意,当在摄像中将发光器件190B也被用作光源时,向布线SLB供应用来使发光器件190B发光的电位。

[0368] 接着,通过在时间T3和时间T4之间将布线GL<n>的电位设定为低电位,晶体管M1R、M1G、M1B、M3R、M3G、M3B变为非导通,储存在电容器Csr、Csg、Csb中的电荷被保持,用于摄像的图像信号的写入工作结束。发光器件190G基于晶体管M2G的栅极电位而发光。

[0369] 图17C示出初始化(复位)工作P3的时序图。

[0370] 在时间T5,通过将布线TX及布线RS<n>的电位设定为高电位,晶体管M11及晶体管M12导通。由此,将受发光器件190R(PD)的阳极的电位、节点FD的电位复位至供应到布线VRS的电位。因为节点GR处于浮动状态,所以Vgs被保持,无论节点SA的电位如何,晶体管M2R都保持关闭状态。通过向布线VRS供应低于布线CATHODE/VPD的电位,可以将反向偏压施加到受发光器件190R(PD)。

[0371] 在时间T6,通过将布线TX及布线RS<n>的电位设定为低电位,晶体管M11及晶体管M12变为非导通,初始化工作结束。

[0372] 图17D示出曝光(存储)工作P4的时序图。

[0373] 在时间T7至时间T8的期间,受发光器件190R(PD)接收发光器件190G所发射的光而产生电荷。由此,电荷储存在受发光器件190R(PD)的电容器中,节点SA的电位为与产生在受发光器件190R(PD)中的电荷对应的电位。

[0374] 在时间T7至时间T8的期间,可以将布线SLR、布线SLG、布线SLB、布线GL<n>、布线TX、布线RS<n>、布线SE<n>及布线WX<m>设定为低电位。

[0375] 图18A示出传输工作P5的时序图。

[0376] 在时间T9,通过将布线TX的电位设定为高电位,晶体管M11变为导通。由此,电荷从节点SA传输给节点FD。就是说,节点FD的电位是与产生在受发光器件190R(PD)中的电荷对应的电位。

[0377] 在时间T10,通过将布线TX的电位设定为低电位,晶体管M11变为非导通,传输工作结束。

[0378] 图18B示出检测工作P6的时序图。

[0379] 在时间T11,通过将布线SE的电位设定为高电位,晶体管M14导通,可以使布线WX的电位为与产生在受发光器件190R(PD)的电荷对应的电位。由此,可以利用连接到布线WX的外部电路读出与产生在受发光器件190R(PD)中的电荷对应的输出sig。可以将晶体管M13称为源极跟随器电路所包括的晶体管。

[0380] 在时间T12,通过在将布线SE的电位保持为高电位的状态下将布线RS<n>的电位设定为高电位,晶体管M12变为导通,将布线WX的电位复位到与布线VRS的电位对应的电位。通过读出背景的电位,在外部电路可以从在时间T11读出的输出信号去除起因于晶体管M13的固定模式噪声。由此,可以降低像素间的晶体管M13的特性不均匀的影响。

[0381] 在时间T13,通过将布线RS<n>的电位设定为低电位,晶体管M12变为非导通。

[0382] 在时间T14,通过将布线SE<n>的电位设定为低电位,晶体管M14变为非导通,检测工作结束。

[0383] 通过反复进行时间T3至时间T14的工作,可以反复进行摄像。另外,当作为晶体管M1R、M2R、M1G、M2G、M1B、M2B使用0S晶体管时,可以长时间保持用于摄像的图像信号,因此可以降低用于摄像的图像信号的写入工作P2的频率。因此,可以在进行时间T3至时间T14的工作一次之后,以规定次数反复进行时间T5至时间T14的工作,然后返回到时间T3的工作。

[0384] 注意,本实施方式的显示装置可以以进行图像显示的模式、进行摄像的模式以及同时进行图像显示和摄像的模式中的任何模式驱动。在进行图像显示的模式中,例如可以显示全彩色图像。另外,在进行摄像的模式中,例如可以显示用于摄像的图像(例如,绿单色、蓝单色等)并使用受发光器件进行摄像。在进行摄像的模式中,例如可以进行指纹识别等。另外,在同时进行图像显示和摄像的模式中,例如可以在一部分像素中使用发光器件(发光器件190G或发光器件190B)显示用于摄像的图像且使用受发光器件190R(PD)进行摄像,使用其他像素所包括的受发光器件及发光器件显示全彩色图像。

[0385] 使用图19说明同时进行图像显示和摄像的模式的工作方法的一个例子。

[0386] 在图19中,示出第一行子像素(R·PD)及子像素(G)、第二行子像素(R·PD)及子像素(G)的像素电路。各子像素的电路结构与图15同样。

[0387] 以下,示出使用第一行子像素(R·PD)及子像素(G)显示图像且使用第二行子像素(R·PD)及子像素(G)进行摄像的例子。

[0388] 首先,将第一行布线GL1的电位设定为高电位,将布线TX、布线RS1以及布线SE1的电位都设定为低电位。由此,子像素(R·PD)所包括的晶体管M1R、M3R以及子像素(G)所包括的晶体管M1G、M3G导通,从布线SLR及布线SLG被供应图像信号。此时,布线WX1的电位为低电位。接着,通过将布线GL1的电位设定为低电位,晶体管M1R、M1G、M3R、M3G变为非导通,图像信号的写入工作结束。受发光器件190R(PD)、发光器件190G分别基于晶体管M2R、M2G的栅极电位而发光。

[0389] 接着,将第二行布线GL2的电位设定为高电位,将布线TX、布线RS2以及布线SE2的电位都设定为低电位。由此,子像素(R·PD)所包括的晶体管M1R、M3R以及子像素(G)所包括的晶体管M1G、M3G变为导通,从布线SLR被供应使晶体管M2R完全处于关闭状态的电位,并且从布线SLG被供应用于摄像的图像信号。此时,布线WX2的电位为低电位。接着,通过将布线GL2的电位设定为低电位,晶体管M1R、M1G、M3R、M3G变为非导通,信号的写入工作结束。发光器件190G基于晶体管M2G的栅极电位而发光。另外,通过进行上述初始化工作、曝光工作、传

输工作及检测工作,在子像素(R·PD)中可以进行摄像。

[0390] 使用图20A至图20C说明将本发明的一个方式的显示装置用于显示部6001的电子设备6000的功能。

[0391] 如图20A所示,显示部6001可以被用作触摸面板。在显示部6001中,可以在显示全彩色图像的同时检测出手指6003的触摸。

[0392] 图20B是对触摸显示部6001的顶面的手指6003进行指纹识别的例子,图20C是对触摸显示部6001的侧面的手指6003进行指纹识别的例子。因为显示装置的显示部整体具有受光功能,所以在电子设备中,与在除显示装置以外另行组装指纹传感器的情况相比,可以提高用于指纹识别的区域自由度。另外,本发明的一个方式的显示装置兼用作显示面板、指纹传感器及触摸传感器的全部,因此不需要另行设置它们,可以实现电子设备的小型化、薄型化以及轻量化。

[0393] 如上所述,在本实施方式的显示装置中,可以将呈现红光且具有受光功能的子像素(R·PD)用于图像显示和光检测的双方。另外,也可以在多个子像素(R·PD)中,将一部分用于图像显示,将其他的用于光检测。由此,本实施方式的显示装置可以以进行图像显示的模式、进行摄像的模式以及同时进行图像显示和摄像的模式中的任何模式驱动。

[0394] 本实施方式可以与其他实施方式适当地组合。

[0395] (实施方式3)

[0396] 在本实施方式中,参照图21及图22说明本发明的一个方式的显示装置的驱动方法。

[0397] 在本实施方式中,说明将本发明的一个方式的显示装置用作触摸面板的情况。

[0398] 拍摄指纹需要高分辨率,所以优选一个一个地(一个像素一个像素地)分别独立地读出所有像素的使用受发光器件取得的摄像数据。另一方面,在将该显示装置用作触摸面板的情况下,不需要像指纹识别那样的高分辨率,但是需要以高速进行读出工作。

[0399] 例如,通过使用多个像素一次性地检测触摸,可以提高驱动频率。例如,可以将同时读出的像素适当地设定为4个像素(2×2 个像素)、9个像素(3×3 个像素)或16个像素(4×4 个像素)等。

[0400] 图21A示出一次性地读出多个像素所包括的受发光器件(R·PD)的摄像数据。

[0401] 一个像素300包括具有受光功能的子像素(R·PD)、呈现绿光的子像素(G)及呈现蓝光的子像素(B)。虽然图21A示出单元310包括9个像素300(3×3 个像素)的例子,但是对单元310所包括的像素的数量没有特别的限制。从同一单元310中的像素300同时读出摄像数据。例如,首先单元310a的摄像数据被读出,然后单元310b的摄像数据被读出。由此,与逐一读出像素的摄像数据的情况相比,可以减少读出次数,从而可以提高驱动频率。另外,单元310a的摄像数据为将多个像素300(在此,9个像素300)的摄像数据合在一起的数据,所以与逐一拍摄像素的情况相比,可以提高灵敏度。

[0402] 另外,也可以只使用一部分像素检测触摸。例如,可以适当地将每4个像素(2×2 个像素)中的1个像素、每100个像素(10×10 个像素)中的1个像素或每900个像素(30×30 个像素)中的1个像素等作为用于检测触摸的像素。

[0403] 图21B示出只使用一部分像素检测触摸的例子。

[0404] 一个像素300包括具有受光功能的子像素(R·PD)、呈现绿光的子像素(G)及呈现

蓝光的子像素(B)。成为读出对象的对象像素320只有以点划线围绕的像素300。虽然图21B示出将每9个像素(3×3 像素)中的一个像素用作检测触摸的对象像素320的例子,但是对于对象像素320的数量没有特别的限制。首先对象像素320a的摄像数据被读出,然后对象像素320b的摄像数据被读出。不从对象像素320a与对象像素320b间的像素300读出摄像数据。由此,与逐一读出所有像素的摄像数据的情况相比,可以减少读出次数,从而可以提高驱动频率。

[0405] 注意,当只将特定像素300用作对象像素320时,有时在与其他像素300之间产生受发光器件的劣化程度的差异。因此,优选将多个像素300交替地作为对象像素320使用。例如,在将每9个像素中的1个像素作为对象像素320使用的情况下,可以使对象像素320按行或按列移动,将3个像素交替地作为对象像素320使用。另外,也可以将9个像素交替地作为对象像素320使用。

[0406] 本发明的一个方式的显示装置包括两种以上的受发光器件的工作模式,上述工作模式优选可以彼此切换。例如,优选的是,可以在所有像素中进行如下模式的切换:分别独立地读出每一个像素的模式和一次性地读出多个像素的模式。或者,优选的是,可以进行如下模式的切换:读出所有像素的模式和只读出一部分像素的模式。由此,在拍摄指纹时可以有高分辨率拍摄,并且在显示图像时可以以高驱动频率检测触摸。

[0407] 另外,在检测触摸时,优选去除成为噪声的周围的光的影响。

[0408] 例如,通过使用一部分像素周期性地反复进行发光器件的点亮及关灯而取得点亮时和关灯(不点亮)时的受发光器件的检测强度之差,可以去除周围的光的影响。优选在不影响到显示装置所显示的影像的范围内设置多个反复点亮和关灯的像素。另外,优选在每一个帧反复进行发光器件的点亮和关灯,例如优选在奇数帧和偶数帧之间调换点亮的像素和关灯的像素。注意,对点亮时的发光颜色没有特别的限制。

[0409] 在图22A中,像素330a、像素330d关灯且像素330b、像素330c点亮,在图22B中,像素330a、像素330d点亮且像素330b、像素330c关灯。

[0410] 像素330b检测周围的光,所以受发光器件的检测强度在光源的点亮时和关灯时没有变化。另一方面,像素330d检测出被手指340反射的光,所以受发光器件的检测强度在发光器件的点亮时和关灯时有变化。通过利用上述点亮时和关灯时的检测强度之差,可以去除周围的光的影响。

[0411] 如此,本实施方式的显示装置可以以按单元进行拍摄的模式或按受发光器件进行拍摄的模式驱动。例如,在需要高速工作时可以使用按单元进行拍摄的模式。另外,在需要高分辨率的拍摄时,可以使用对像素逐个(对受发光器件逐个)进行拍摄的模式。通过根据用途改变驱动模式,可以提高显示装置的功能性。

[0412] 本实施方式可以与其他实施方式适当地组合。

[0413] (实施方式4)

[0414] 在本实施方式中,说明可用于本发明的一个方式的显示装置的像素布局。此外,子像素的排列不局限于附图所示的顺序。例如,子像素(B)和子像素(G)的位置可以颠倒。

[0415] 图23A所示的像素包括呈现红光且具有受光功能的子像素(R·PD)、呈现绿光的子像素(G)及呈现蓝光的子像素(B)。子像素(R·PD)配置在与子像素(G)及子像素(B)不同的列上。子像素(G)及子像素(B)交替地配置在同一列上,其中一个设置在奇数行上,另一个设

置在偶数行上。配置在与其他颜色的子像素不同的列上的子像素不局限于红色(R),也可以为绿色(G)或蓝色(B)。

[0416] 图23B示出两个像素,其中以由虚线围绕的三个子像素构成一个像素。图23B所示的像素包括呈现红光且具有受光功能的子像素($R \cdot PD$)、呈现绿光的子像素(G)及呈现蓝光的子像素(B)。在图23B所示的左像素中,子像素($R \cdot PD$)与子像素(G)配置在同一行上,子像素($R \cdot PD$)与子像素(B)配置在同一列上。在图23B所示的右像素中,子像素($R \cdot PD$)与子像素(G)配置在同一行上,子像素(G)与子像素(B)配置在同一列上。在图23B所示的像素布局中,在奇数行及偶数行中,子像素($R \cdot PD$)、子像素(G)及子像素(B)反复配置,并且在各列中,奇数行和偶数行分别配置有互不相同的颜色的子像素。

[0417] 图23C示出图1G所示的像素排列的变形例子。图23C所示的左上像素及右下像素包括呈现红光且具有受光功能的子像素($R \cdot PD$)及呈现绿光的子像素(G)。图23C所示的左下像素及右上像素包括呈现红光且具有受光功能的子像素($R \cdot PD$)及呈现蓝光的子像素(B)。

[0418] 在图1G中,各像素包括呈现绿光的子像素(G)。另一方面,在图23C中,各像素包括呈现红光且具有受光功能的子像素($R \cdot PD$)。因为各像素包括具有受光功能的子像素,所以图23C所示的结构与图1G所示的结构相比能够进行高清晰摄像。由此,例如可以提高生物识别的精度。

[0419] 此外,对发光器件及受发光器件的顶面形状没有特别的限制,可以为圆、椭圆、多边形、角部具有圆度的多边形等。关于子像素(G)所具有的发光器件的顶面形状,图1G示出圆形的例子,而图23C示出正方形的例子。各颜色的发光器件及受发光器件的顶面形状既可不相同又可在一部分颜色或所有颜色中相同。

[0420] 此外,各颜色的子像素的开口率既可不相同又可在一部分颜色或所有颜色中相同。例如,设置在各像素中的子像素(图1G中的子像素(G)、图23C中的子像素($R \cdot PD$))的开口率可以小于其他颜色的子像素的开口率。

[0421] 图23D示出图23C所示的像素排列的变形例子。具体而言,通过使图23C的结构转动 45° ,得到图23D的结构。虽然在图23C中示出一个像素由两个子像素构成的例子,但是如图23D所示,其也可以被认为是一个像素由四个子像素构成的例子。

[0422] 将参照图23D假设使用由虚线围绕的四个子像素构成一个像素而进行说明。一个像素包括两个子像素($R \cdot PD$)、一个子像素(G)及一个子像素(B)。如此,通过使一个像素包括具有受光功能的多个子像素,可以进行高清晰的摄像。因此,可以提高生物识别的精度。例如,摄像的清晰度可以高达显示清晰度乘以根2。

[0423] 具有图23C或图23D所示的结构的显示装置包括p个(p为2以上的整数)第一发光器件及q个(q为2以上的整数)第二发光器件及r个(r为大于p且大于q的整数)受发光器件。p及r满足 $r=2p$ 。此外,p、q、r满足 $r=p+q$ 。第一发光器件及第二发光器件中的一个发射绿光,另一个发射蓝光。受发光器件发射红光且具有受光功能。

[0424] 例如,当使用受发光器件检测触摸时,来自光源的发光优选不容易被使用者看到。蓝光的可见度低于绿光,由此优选使用发射蓝光的发光器件作为光源。因此,受发光器件优选具有接收蓝光的功能。

[0425] 如上所述,各种排列的像素可以应用于本发明的一个方式的显示装置。

[0426] 本实施方式可以与其他实施方式适当地组合。

[0427] (实施方式5)

24D是石英玻璃衬底的衍射图案,图24E是IGZO膜的衍射图案。另外,图24E所示的IGZO膜使用In:Ga:Zn=1:1:1[原子个数比]的氧化物靶材并利用溅射法沉积。另外,在纳米束电子衍射法中,进行束径为1nm的电子衍射。

[0438] 此外,如图24D所示,在石英玻璃衬底的衍射图案中观察到光晕,可以确认石英玻璃处于非晶状态。另外,如图24E所示,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状态,不能得出该IGZO膜是非晶态的结论。

[0439] <<氧化物半导体的结构>>

[0440] 另外,在注目于氧化物半导体的结晶结构的情况下,有时氧化物半导体的分类与图24A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,例如有上述CAAC-OS及nc-OS。另外,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 oxide semiconductor)及非晶氧化物半导体等。

[0441] 在此,对上述CAAC-OS、nc-OS及a-like OS的详细内容进行说明。

[0442] [CAAC-OS]

[0443] 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。另外,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。另外,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。另外,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。

[0444] 另外,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。另外,在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。

[0445] 另外,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。另外,铟和元素M可以彼此置换。因此,有时(M,Zn)层包含铟。另外,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:透射电子显微镜)图像中被观察作为晶格像。

[0446] 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轴取向的峰值。注意,表示c轴取向的峰值的位置(2θ 值)有时根据构成CAAC-OS的金属元素的种类、组成等变动。

[0447] 另外,例如,在CAAC-OS膜的电子衍射图案中观察到多个亮点(斑点)。另外,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。

[0448] 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,有是非正六角形的情况。另外,在上述畸变中,有时具有五角形、七角形等晶格排列。另外,在CAAC-OS中,畸变附近也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。

[0449] 另外,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是具有适合用于晶体管的半导体层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。

[0450] 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。另外,氧化物半导体的结晶性有时因杂质的混入或缺陷的生成等而降低,因此可以说CAAC-OS是杂质或缺陷(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:thermal budget)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。

[0451] [nc-OS]

[0452] 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。另外,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。另外,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值。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。

[0453] [a-like OS]

[0454] 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。另外,a-like OS的膜中的氢浓度比nc-OS及CAAC-OS的膜中的氢浓度高。

[0455] <<氧化物半导体的构成>>

[0456] 接着,说明上述CAC-OS的详细内容。另外,CAC-OS与材料构成有关。

[0457] [CAC-OS]

[0458] 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。

[0459] 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构成(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构成的复合金属氧化物。

[0460] 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。另外,第二区域是其[Ga]大于CAC-OS膜的组成中的[Ga]的区域。另外,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。另外,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。

[0461] 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。另外,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。另外,可以将上述第二区域称为以Ga为主要成分的区域。

[0462] 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。

[0463] 另外,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。

[0464] CAC-OS例如可以通过在对衬底不进行意图性的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(典型的是氩气)、氧气体和氮气体中的任一种或多种。另外,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。

[0465] 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构成。

[0466] 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)。

[0467] 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。

[0468] 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(控制导通/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。

[0469] 另外,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。

[0470] 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-like OS、CAC-OS、nc-OS、CAAC-OS中的两种以上。

[0471] <具有氧化物半导体的晶体管>

[0472] 在此,说明将上述氧化物半导体用于晶体管的情况。

[0473] 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。另外,可以实现可靠性高的晶体管。

[0474] 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 $1 \times 10^{-9} \text{cm}^{-3}$ 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。另外,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。

[0475] 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。

[0476] 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。

[0477] 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。

[0478] <杂质>

[0479] 在此,说明氧化物半导体中的各杂质的影响。

[0480] 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。

[0481] 另外,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。

[0482] 当氧化物半导体包含氮时,产生作为载流子的电子,使载流子浓度增高,而容易n型化。其结果是,在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 $5 \times 10^{19} \text{atoms/cm}^3$,优选为 $5 \times 10^{18} \text{atoms/cm}^3$ 以下,更优选为 $1 \times 10^{18} \text{atoms/cm}^3$ 以下,进一步优选为 $5 \times 10^{17} \text{atoms/cm}^3$ 以下。

[0483] 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。另外,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。

[0484] 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。

[0485] 本实施方式可以与其他实施方式适当地组合。

[0486] (实施方式6)

[0487] 在本实施方式中,使用图25至图27对本发明的一个方式的电子设备进行说明。

[0488] 本实施方式的电子设备包括本发明的一个方式的显示装置。例如,可以将本发明的一个方式的显示装置用于电子设备的显示部。因为本发明的一个方式的显示装置具有检测光的功能,所以可以在显示部进行生物识别或者检测出接触或接近。由此,可以提高电子设备的功能性及方便性等。

[0489] 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。

[0490] 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)。

[0491] 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;触控面板的功能;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。

[0492] 图25A所示的电子设备6500是可以用作智能手机的便携式信息终端设备。

[0493] 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具有触控面板功能。

[0494] 显示部6502可以使用本发明的一个方式的显示装置。

[0495] 图25B是包括外壳6501的麦克风6506一侧的端部的截面示意图。

[0496] 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、触控传感器面板6513、印刷电路板6517、电池6518等。

[0497] 显示面板6511、光学构件6512及触控传感器面板6513使用粘合层(未图示)固定到保护构件6510。

[0498] 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。

[0499] 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。

[0500] 通过将本发明的一个实施方式的显示装置用于显示面板6511,能够在显示部6502进行摄像。例如,显示面板6511能够拍摄指纹进行指纹识别。

[0501] 显示部6502还包括触控传感器面板6513,由此可以对显示部6502附加触控面板功能。例如,触控传感器面板6513可以利用静电电容式、电阻式、表面声波式、红外线式、光学式、压敏式等各种方式。此外,也可以将显示面板6511用作触控传感器,在此情况下,不需要设置触控传感器面板6513。

[0502] 图26A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。

[0503] 可以对显示部7000应用本发明的一个方式的显示装置。

[0504] 可以通过利用外壳7101所具备的操作开关或另外提供的遥控操作机7111进行图26A所示的电视装置7100的操作。此外,也可以在显示部7000中具备触控传感器,也可以通过用手指等触摸显示部7000进行电视装置7100的操作。此外,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控面板,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。

[0505] 此外,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。

[0506] 图26B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。

[0507] 可以对显示部7000应用本发明的一个方式的显示装置。

[0508] 图26C和图26D示出数字标牌的一个例子。

[0509] 图26C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。

[0510] 图26D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。

[0511] 在图26C和图26D中,可以对显示部7000应用本发明的一个方式的显示装置。

[0512] 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。

[0513] 通过将触控面板用于显示部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。此外,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。

[0514] 如图26C和图26D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。

[0515] 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。

[0516] 图27A至图27F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。

[0517] 图27A至图27F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;触控面板的功能;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,电子设备可具有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。此外,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。

[0518] 下面,详细地说明图27A至图27F所示的电子设备。

[0519] 图27A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。此外,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27A中示出三个图标9050的例子。此外,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;以及天线接收信号强度的显示等。或者,可以在显示有信息9051的位置上显示图标9050等。

[0520] 图27B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。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,由此例如能够判断是否接电话。

[0521] 图27C是示出手表型便携式信息终端9200的立体图。便携式信息终端9200例如可以用作智能手表。此外,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。

[0522] 图27D至图27F是示出可以折叠的便携式信息终端9201的立体图。此外,图27D是将便携式信息终端9201展开的状态的立体图、图27F是折叠的状态的立体图、图27E是从图27D的状态和图27F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。

[0523] 本实施方式可以与其他实施方式适当地组合。

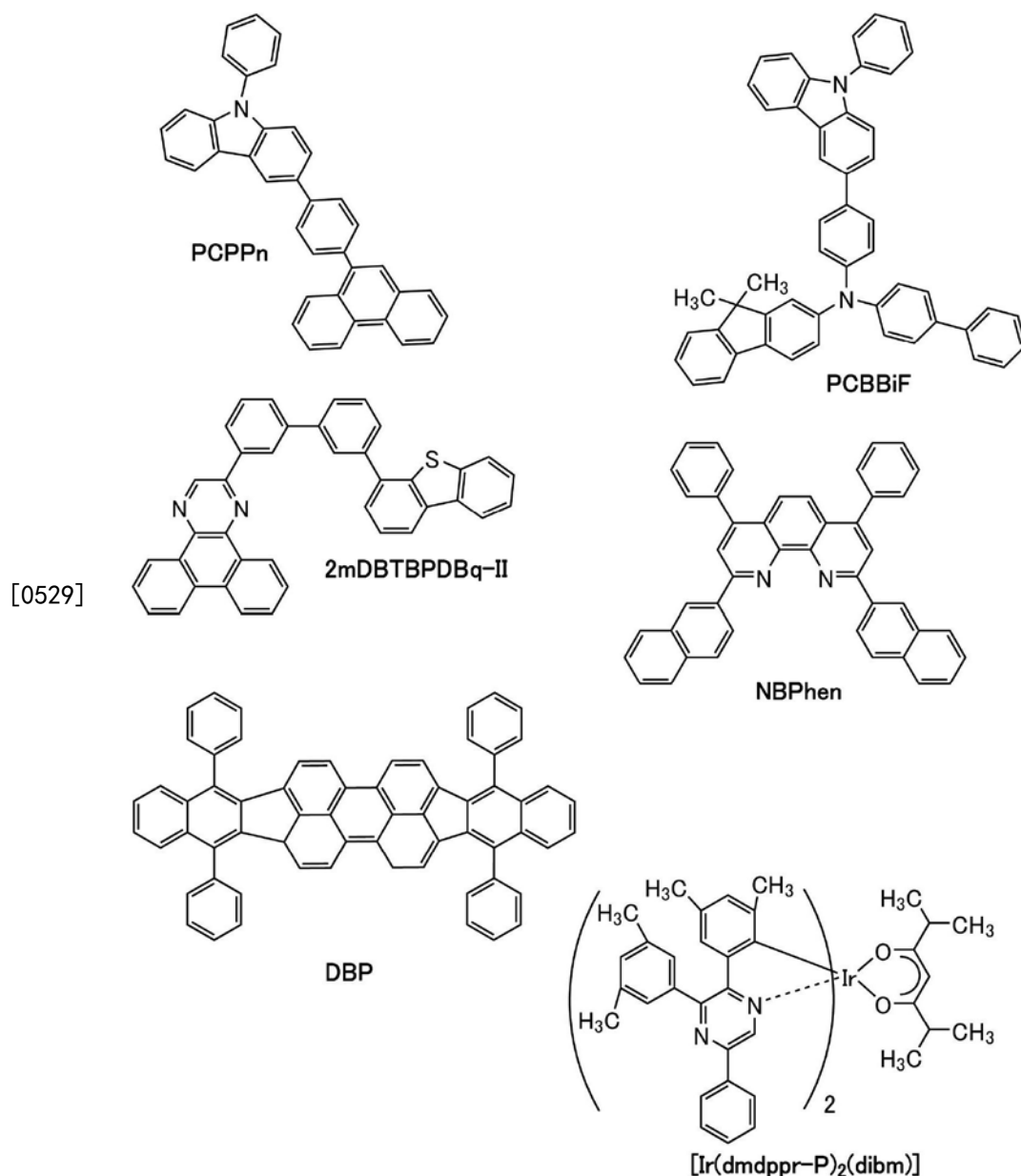
[0524] [实施例1]

[0525] 在本实施例中,说明制造可用于本发明的一个方式的显示装置的受发光器件而进行评价的结果。

[0526] 在本实施例中,制造两个受发光器件(器件1及器件2)。在本实施例中制造的受发光器件具有与发光器件(有机EL器件)共同的结构。

[0527] 以下示出在本实施例中使用的材料的化学式。

[0528] [化学式1]



[0530] 表1示出本实施例的受发光器件的具体结构。图2D示出器件1的叠层结构。器件1具有能够将发光器件的空穴传输层换成受发光器件的活性层来制造的叠层结构。另外,图2C示出器件2的叠层结构。器件2具有能够通过受发光器件追加受发光器件的活性层来制造的叠层结构。

[0531] [表1]

[0532]

	第一 电极 180	空穴 注入层 181	活性层 183	空穴 传输层 182	发光层 193	电子 传输层 184		电子 注入层 185	第二 电极 189	
器件 1	APC \ ITS0 100 nm \ 100 nm	PCPPn :MoOx (=2:1) 15 nm	C ₇₀ :DBP =9:1 50 nm		*	2mDBT BPDBq- II 10 nm	NBPhen 10 nm	LiF 1 nm	Ag:Mg (=10:1) 10 nm	ITO 40 nm
器件 2				PCBBiF 15 nm						

[0533] *2mDBTBPDBq-II:PCBBiF:[Ir(dmdppr-P)₂(dibm)]0.8:0.2:0.06 70nm

[0534] 通过利用溅射法沉积厚度为100nm的银(Ag)、钯(Pd)及铜(Cu)的合金(Ag-Pd-Cu(APC))且利用溅射法沉积厚度为100nm的包含氧化硅的铟锡氧化物(ITS0)来形成第一电极180。

[0535] 将3-[4-(9-菲基)-苯基]-9-苯基-9H-咔唑(简称:PCPPn)和氧化钼以重量比为PCPPn:氧化钼=2:1的方式共蒸镀,由此形成空穴注入层181。以厚度为15nm的方式形成空穴注入层181。

[0536] 将富勒烯(C₇₀)和四苯基二苯并二茚并芘(简称:DBP)以重量比为C₇₀:DBP=9:1的方式共蒸镀,由此形成活性层183。以厚度为50nm的方式形成活性层183。

[0537] 空穴传输层182不设置在器件1而设置在器件2。作为空穴传输层182使用N-(1,1'-联苯-4-基)-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称为PCBBiF),并且以其厚度为15nm的方式进行蒸镀。

[0538] 发光层193使用2-[3'-(二苯并噻吩-4-基)联苯-3-基]二苯并[f,h]喹喔啉(简称:2mDBTBPDBq-II)、PCBBiF及双{4,6-二甲基-2-[3-(3,5-二甲基苯基)-5-苯基-2-吡嗪基-κN]苯基-κC}(2,6-二甲基-3,5-庚二酮-κ₂O,0')铱(III)(简称:[Ir(dmdppr-P)₂(dibm)]),以重量比为0.8:0.2:0.06(=2mDBTBPDBq-II:PCBBiF:[Ir(dmdppr-P)₂(dibm)])且厚度为70nm的方式进行共蒸镀来形成。

[0539] 电子传输层184以2mDBTBPDBq-II的厚度为10nm且2,9-双(萘-2-基)-4,7-二苯基-1,10-菲罗啉(简称:NBPhen)的厚度为10nm的方式依次蒸镀2mDBTBPDBq-II及NBPhen来形成。

[0540] 电子注入层185使用氟化锂(LiF),以其厚度为1nm的方式进行蒸镀来形成。

[0541] 将银(Ag)与镁(Mg)以体积比为10:1且厚度成为10nm的方式共蒸镀,然后以厚度为40nm的方式利用溅射法形成铟锡氧化物(ITO),由此形成第二电极189。

[0542] 通过上述步骤,制造本实施例的受发光器件。

[0543] [作为发光器件的特性]

[0544] 首先,评价受发光器件的作为发光器件的特性(施加顺向偏压时的特性)。图28示出受发光器件的亮度-电压特性。图29示出受发光器件的外部量子效率-亮度特性。

[0545] 确认到器件1及器件2都作为发光器件正常地工作。尤其是,在活性层183与发光层193R间设置空穴传输层182的器件2得到高外部量子效率。

[0546] [作为受光器件的特性]

[0547] 接着,评价受发光器件的作为受光器件的特性(施加反向偏压时的特性)。图30示出受发光器件的受光灵敏度的波长依赖性。测量条件为如下:电压为-6V;以 $12.5\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 照射光。注意,在此施加的电压是通常对EL器件施加的偏压为正时的值。换言之,当第一电极180一侧为高电位且第二电极189一侧为低电位时,为正。

[0548] 确认到器件1及器件2都作为受光器件正常地工作。

[0549] 如上所述,在本实施例中制造了与发光器件(有机EL器件)共同的结构的受发光器件,而可以得到作为发光器件和受光器件的双方良好的特性。

[0550] [实施例2]

[0551] 在本实施例中,说明制造可用于本发明的一个方式的显示装置的受发光器件而进行评价的结果。

[0552] 在本实施例中制造的受发光器件具有与发光器件(有机EL器件)共同的结构。

[0553] 除了如下点以外,在本实施例中制造的受发光器件的结构与在实施例1中制造的器件2(参照表1)同样:活性层183的厚度为60nm左右。

[0554] [作为受光器件的特性]

[0555] 评价在本实施例中制造的受发光器件的作为受光器件的特性(施加反向偏压时的特性)。以 $12.5\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 且以25nm的间隔将波长375nm至750nm的光照射到本实施例的受发光器件,来获得外部量子效率的波长依赖性。电压为-6V。另外,作为测量温度采用20℃、30℃、40℃、50℃、60℃、70℃、79℃的七个条件,来获得外部量子效率的温度依赖性。图31示出受发光器件的受光灵敏度的波长依赖性。图32示出受发光器件的受光灵敏度的温度依赖性。图31及图32的纵轴表示外部量子效率(EQE)。

[0556] 根据本实施例的结果确认到如下倾向:在本实施例的受发光器件中,随着温度上升,外部量子效率缓慢上升。在20℃至79℃的范围确认不到急剧地效率变化,确认到本实施例的受发光器件作为受光器件正常地工作。

[0557] 如上所述,在本实施例中,制造具有与发光器件(有机EL器件)共同的结构的受发光器件,可确认在较宽的温度范围内将其用作受光器件。

[0558] [实施例3]

[0559] 在本实施例中,说明制造可用于本发明的一个方式的显示装置的受发光器件而进行评价的结果。

[0560] 在本实施例中制造的受发光器件具有与发光器件(有机EL器件)共同的结构。

[0561] <3-1.活性层的厚度的影响>

[0562] 首先,为了确认受发光器件的活性层的厚度的影响,制造表2所示的五个器件(器件3-a、3-b、3-c、3-d、3-e),评价作为发光器件的特性和作为受光器件的特性的双方。

[0563] [表2]

	第一 电极 180	空穴 注入层 181	活性层 183	空穴 传输层 182	发光层 193	电子 传输层 184		电子 注入层 185	第二 电极 189	
[0564] 器件	APC \ ITSO 100 nm \ 100 nm	PCPPn :MoO _x (=2:1) 15 nm	C ₇₀ :DBP =9:1 X nm	PCBBiF Y nm	*	2mDBT BPDBq- II 10 nm	NBPhen 10 nm	LiF 1 nm	Ag:Mg (=10:1) 10 nm	ITO 40 nm

[0565]	器件	X	Y
	3-a	60	15
	3-b	45	30
	3-c	30	45
	3-d	15	60
	3-e	0	75

[0566] *2mDBTBPDBq-II:PCBBiF:[Ir(dmdppr-P)2(dibm)]0.8:0.2:0.06 70nm

[0567] 在活性层183的厚度(X)和空穴传输层182的厚度(Y)之和为75nm的条件下改变X和Y的值,制造五个受发光器件。活性层183的厚度和空穴传输层182的厚度以外的结构与在实施例1中制造的器件2(参照表1)同样。器件3-e具有不包括活性层183的结构,可以将其称为红色发光器件。

[0568] [作为发光器件的特性]

[0569] 首先,评价受发光器件的作为发光器件的特性(施加顺向偏压时的特性)。图33示出受发光器件的外部量子效率-亮度特性。图34示出受发光器件的电流密度-电压特性。

[0570] 根据图33可知,活性层183的厚度(X)越小,越可以得到高外部量子效率。另外,如图34所示,五个器件间几乎没有电流密度-电压特性的差异,可知活性层183的厚度(X)的影响极小。由此可知活性层183和空穴传输层182之间没有载流子(空穴)传输性的很大差异。

[0571] 由此可知,本实施例的受发光器件中的活性层183给发光效率带来影响,但是不给施加顺向偏压时的空穴传输性带来很大影响。

[0572] [作为受光器件的特性]

[0573] 接着,评价受发光器件的作为受光器件的特性(施加反向偏压时的特性)。图35示出受发光器件的外部量子效率-波长特性。图36示出受发光器件的电流密度-电压特性。

[0574] 测量条件为如下:以12.5μW/cm²照射光,图35中的电压为-6V。注意,在此施加的电压是通常对EL器件施加的偏压为正时的值。换言之,当第一电极180一侧为高电位且第二电极189一侧为低电位时,为正。

[0575] 根据图35可知,活性层183的厚度(X)越小,外部量子效率越低。另外,根据图36可知,活性层183的厚度(X)越小,光电流越低。另外,被用作活性层和发光层间的缓冲层的空穴传输层182的厚度(Y)越小,驱动电压越高。

[0576] <3-2.缓冲层的厚度的影响>

[0577] 接着,为了确认受发光器件的缓冲层的厚度的影响,制造表3所示的五个器件(器件3-f、3-g、3-h、3-i、3-j),评价作为发光器件的特性和作为受光器件的特性的双方。

[0578] [表3]

[0579]

	第一电极 180	空穴注入层 181	活性层 183	空穴传输层 182	发光层 193	电子传输层 184		电子注入层 185	第二电极 189
器件	ITO 70 nm	PCPPn: MoOx (=2:1) 15 nm	C ₇₀ :DBP =9:1 60 nm	PCBBiF Z nm	*	2mDBT BPDBq- II 10 nm	NBPhen 10 nm	LiF 1 nm	Al 150 nm

[0580]

器件	Z
3-f	0
3-g	5
3-h	10
3-i	15
3-j	20

[0581] *2mDBTBPDBq-II:PCBBiF:[Ir(dmdppr-P)₂(dibm)]0.8:0.2:0.06 70nm

[0582] 在实施例1、实施例2及本实施例的3-1中制造的受发光器件(参照表1、表2)都具有从第二电极189一侧接收光的结构,但是在本实施例的3-2(表3)中制造的受发光器件具有从第一电极180一侧接收光的结构。

[0583] 除了如下点以外,在本实施例的3-2中制造的受发光器件的结构与在实施例1中制造的器件2(参照表1)同样:第一电极180为厚度大约为70nm的铟锡氧化物(ITO)膜;第二电极189为厚度大约为150nm的铝(Al)膜;以及改变空穴传输层182的厚度(Z)的值而制造。

[0584] [作为发光器件的特性]

[0585] 首先,评价受发光器件的作为发光器件的特性(施加顺向偏压时的特性)。图37示出受发光器件的外部量子效率-亮度特性。图38示出受发光器件的电流密度-电压特性。

[0586] 根据图37可知,空穴传输层182的厚度(Z)越大,越可以得到高外部量子效率。另外,如图38所示,五个器件间几乎没有电流密度-电压特性的差异,可知空穴传输层182的厚度(Z)的影响极小。

[0587] 由此可知,被用作活性层183和发光层193间的缓冲层的空穴传输层182的厚度(Z)越大,从发光层193到活性层183的能量转移得到抑制而发光效率越高。

[0588] [作为受光器件的特性]

[0589] 接着,评价受发光器件的作为受光器件的特性(施加反向偏压时的特性)。图39示出受发光器件的外部量子效率-波长特性。图40示出受发光器件的电流密度-电压特性。

[0590] 作为测量条件,以12.5μW/cm²照射光,图39中的电压为-6V。

[0591] 根据图35和图39的对比可知,与调节活性层183的厚度和空穴传输层182的厚度的双方的情况相比,在改变空穴传输层182的厚度的情况下外部量子效率的变化较小。根据图40可知,空穴传输层182的厚度越大,驱动电压越增加。另一方面,在图36和图40的对比中,确认不到起因于空穴传输层182的厚度改变的电流密度下降。

[0592] 由此可知,当在活性层和发光层间设置缓冲层(本实施例中的空穴传输层)时驱动电压上升,并且缓冲层的厚度越大驱动电压的上升量越大。

[0593] 根据上述3-1、3-2的两个评价,可认为活性层183不是抑制电荷(空穴)转移的要

素。另外,可认为:由于导入缓冲层(本实施例中的空穴传输层182),从发光层193到活性层183的福斯特能量转移得到抑制,发光效率的下降得到抑制。因此,可认为:当本实施例的受发光器件被驱动作为发光器件时,高效地发生电荷转移、再结合以及发光。

[0594] 在此,通过使活性层的吸收光谱和发光层的发射光谱的重叠变为小而抑制发光层所发射的光被活性层吸收的现象,有可能可以进一步提高发光效率。当通过减小活性层的厚度而改善作为发光器件的特性时,作为受光器件的特性变差,即处于权衡关系。另一方面,可认为:在改变活性层的材料时,在避免该权衡关系的情况下可以提高作为发光器件的特性和作为受光器件的特性的双方。

[0595] [符号说明]

[0596] ANODE:布线、BM:遮光层、CATHODE/VPD:布线、Cf:电容器、Csb:电容器、Csg:电容器、Csr:电容器、FD:节点、GL:布线、GL1:布线、GL2:布线、GR:节点、L1:最短距离、L2:最短距离、M1B:晶体管、M1G:晶体管、M1R:晶体管、M2B:晶体管、M2G:晶体管、M2R:晶体管、M3B:晶体管、M3G:晶体管、M3R:晶体管、M11:晶体管、M12:晶体管、M13:晶体管、M14:晶体管、RS:布线、RS1:布线、RS2:布线、SA:节点、SE:布线、SE1:布线、SE2:布线、SLB:布线、SLG:布线、SLR:布线、TX:布线、V0:布线、VCP:布线、VPI:布线、VRS:布线、WX:布线、WX1:布线、WX2:布线、10A:显示装置、10B:显示装置、10C:显示装置、10D:显示装置、10E:显示装置、10F:显示装置、10G:显示装置、21B:光、21G:光、21R:光、22:光、23:光、23a:杂散光、23b:杂散光、23c:杂散光、23d:杂散光、24:反射光、42:晶体管、47B:发光器件、47G:发光器件、47R:受发光器件、50A:显示装置、50B:显示装置、51:衬底、52:手指、53:包括受发光器件的层、55:包括晶体管的层、57:包括发光器件的层、59:衬底、100A:显示装置、100B:显示装置、100C:显示装置、112:公共层、114:公共层、115:公共电极、142:粘合层、143:空间、151:衬底、152:衬底、153:衬底、154:衬底、155:粘合层、159:树脂层、159p:开口、162:显示部、164:电路、165:布线、166:导电层、172:FPC、173:IC、180:第一电极、181:空穴注入层、182:空穴传输层、182B:空穴传输层、182G:空穴传输层、182R:空穴传输层、183:活性层、184:电子传输层、185:电子注入层、186:兼用作发光层及活性层的层、189:第二电极、190:发光器件、190B:发光器件、190G:发光器件、190R(PD):受发光器件、191:像素电极、192:缓冲层、192B:缓冲层、192G:缓冲层、192R:缓冲层、193:发光层、193B:发光层、193G:发光层、193R:发光层、194:缓冲层、194B:缓冲层、194G:缓冲层、194R:缓冲层、195:保护层、201:晶体管、202:晶体管、204:连接部、205:晶体管、206:晶体管、207:晶体管、208:晶体管、209:晶体管、210:晶体管、211:绝缘层、212:绝缘层、213:绝缘层、214:绝缘层、215:绝缘层、216:分隔壁、217:分隔壁、218:绝缘层、219:遮光层、221:导电层、222a:导电层、222b:导电层、223:导电层、225:绝缘层、228:区域、231:半导体层、231i:沟道形成区域、231n:低电阻区域、242:连接层、300:像素、310:单元、310a:单元、310b:单元、320:对象像素、320a:对象像素、320b:对象像素、330a:像素、330b:像素、330c:像素、330d:像素、340:手指、6000:电子设备、6001:显示部、6003:手指、6500:电子设备、6501:外壳、6502:显示部、6503:电源按钮、6504:按钮、6505:扬声器、6506:麦克风、6507:照相机、6508:光源、6510:保护构件、6511:显示面板、6512:光学构件、6513:触摸传感器面板、6515:FPC、6516:IC、6517:印刷电路板、6518:电池、7000:显示部、7100:电视装置、7101:外壳、7103:支架、7111:遥控操作机、7200:笔记本型个人计算机、7211:外壳、7212:键盘、7213:指向装置、7214:外部连接端口、7300:数字标牌、7301:外壳、7303:扬声

器、7311:信息终端设备、7400:数字标牌、7401:柱子、7411:信息终端设备、9000:外壳、9001:显示部、9003:扬声器、9005:操作键、9006:连接端子、9007:传感器、9008:麦克风、9050:图标、9051:信息、9052:信息、9053:信息、9054:信息、9055:铰链、9101:便携式信息终端、9102:便携式信息终端、9200:便携式信息终端、9201:便携式信息终端

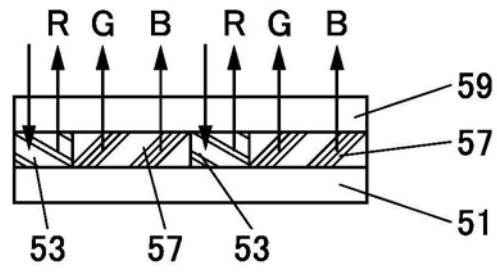
50A

图1A

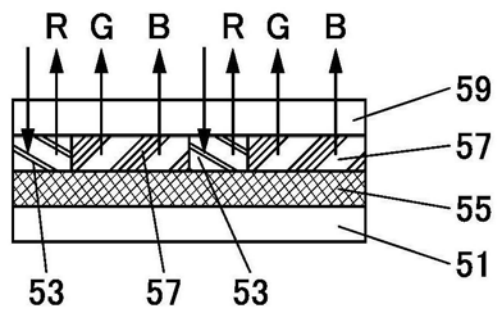
50B

图1B

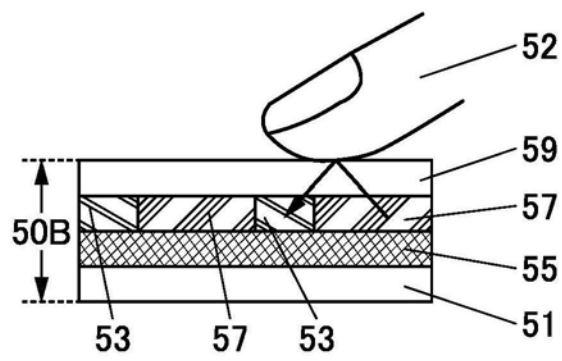


图1C

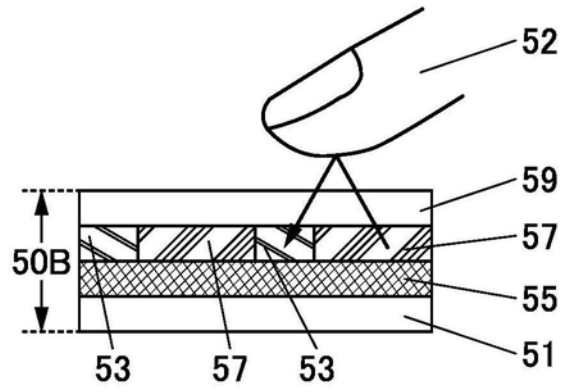


图1D

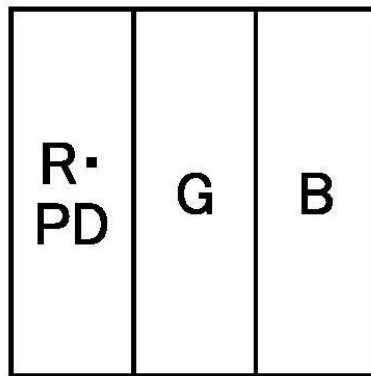


图1E

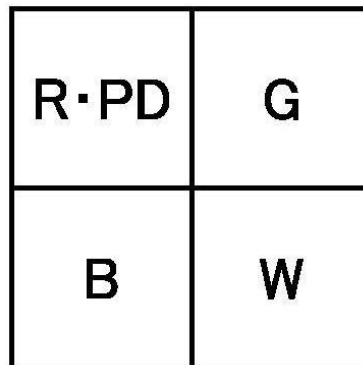


图1F

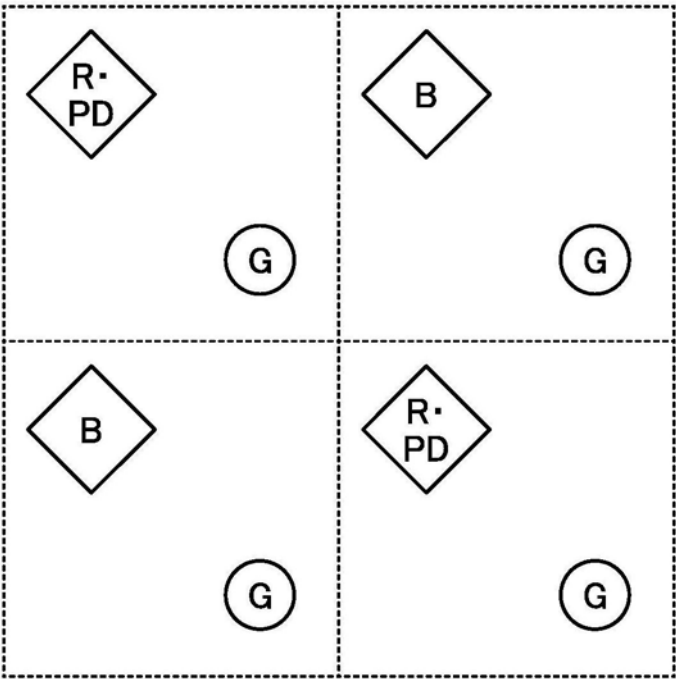


图1G

189
185
184
193
183
182
181
180

图2A

189
185
184
183
193
182
181
180

图2B

189
185
184
193
182
183
181
180

图2C

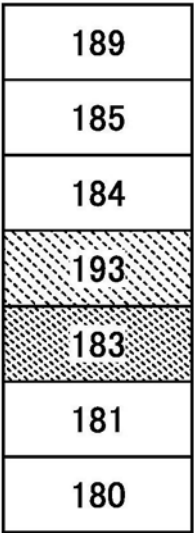


图2D

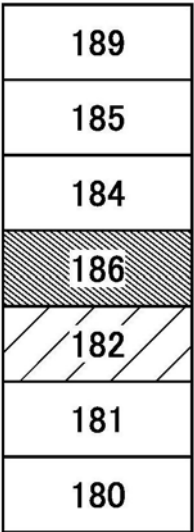


图2E

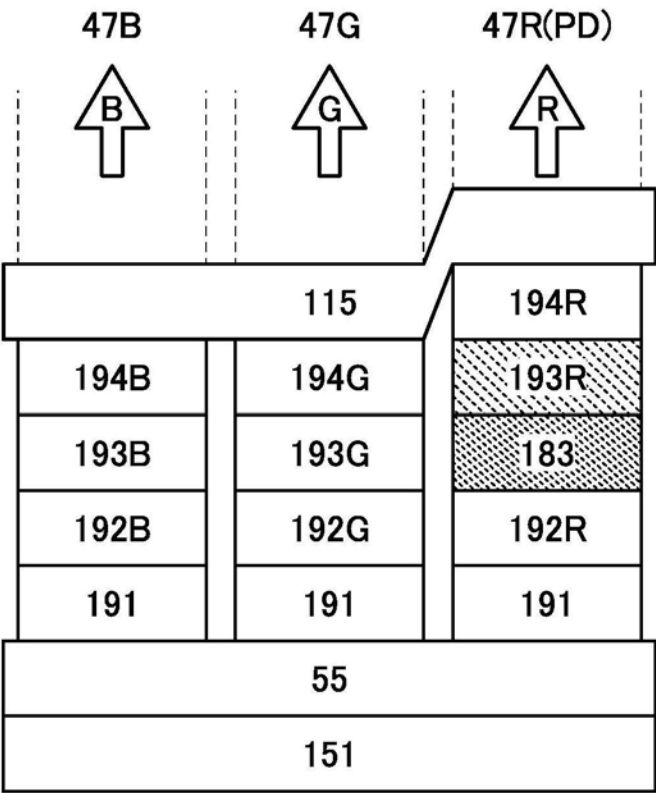


图3A

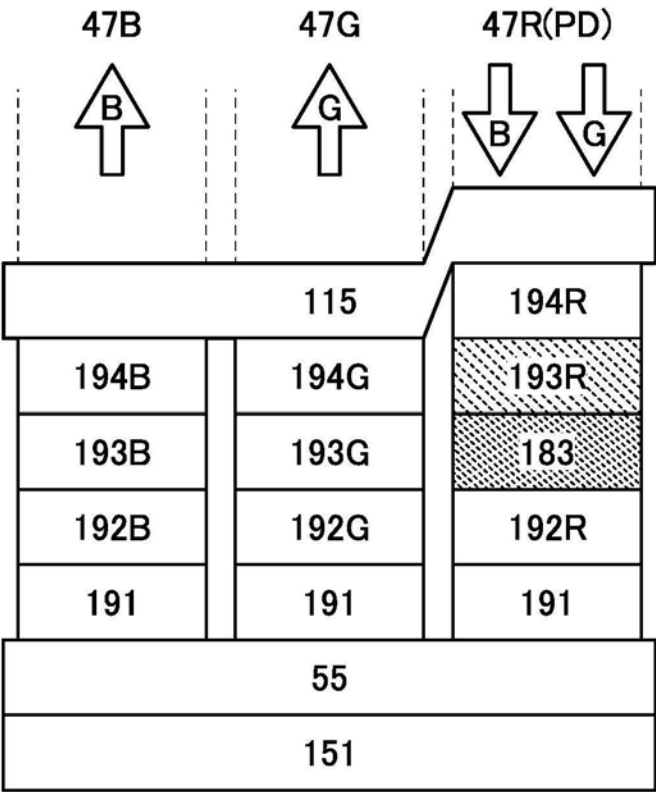


图3B

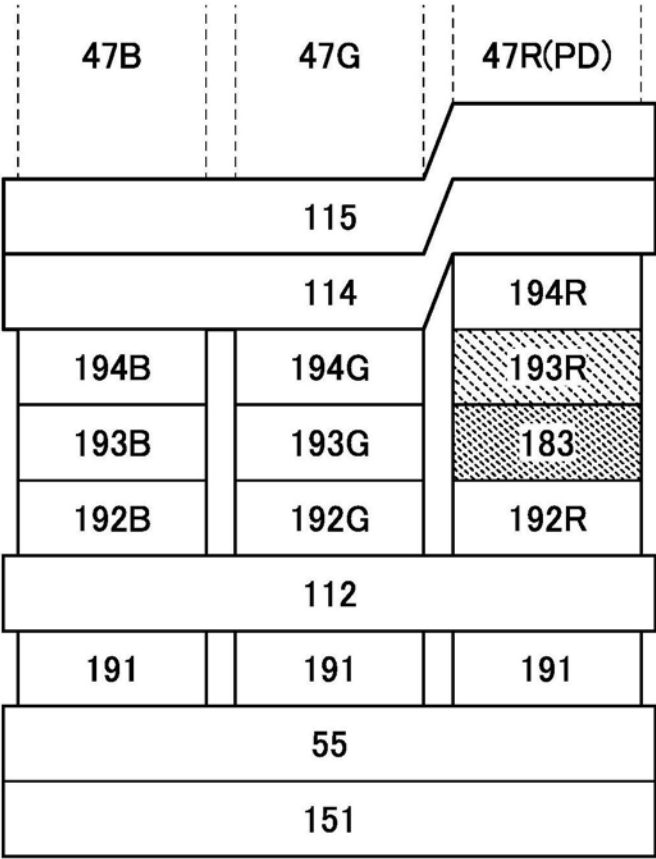


图4A

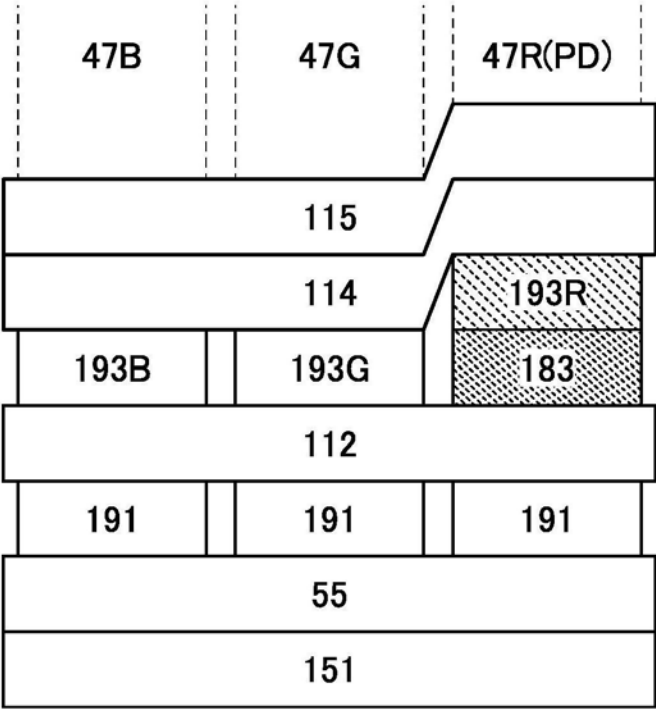


图4B

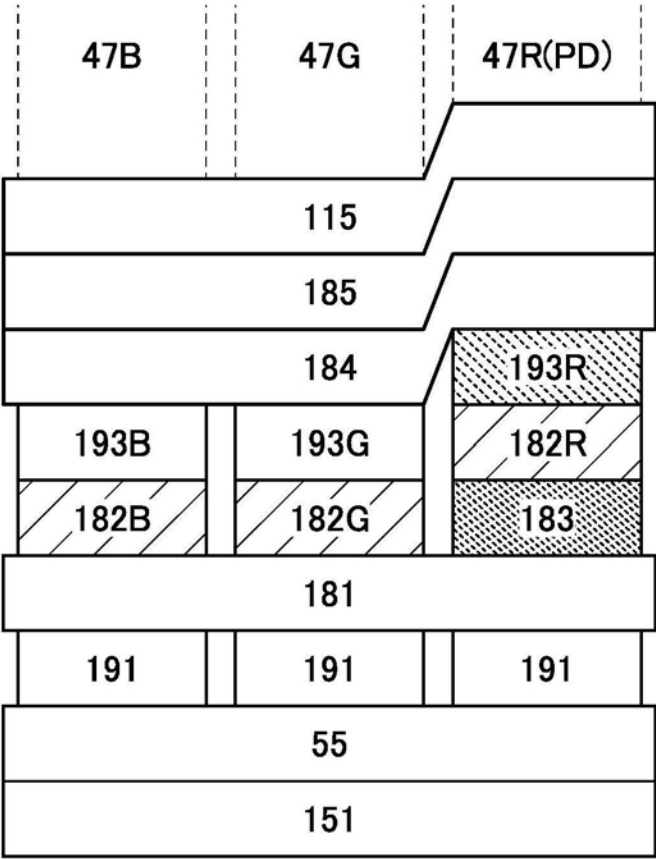


图5A

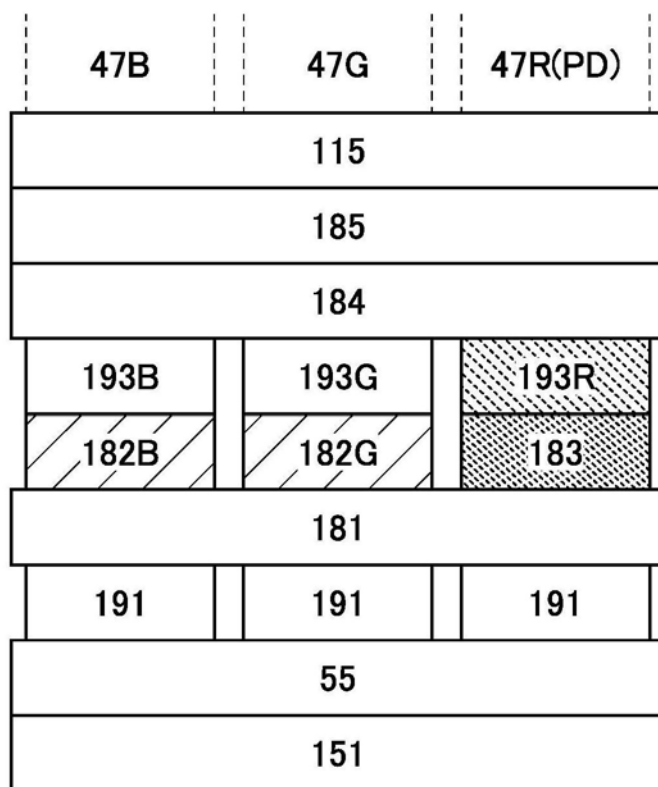


图5B

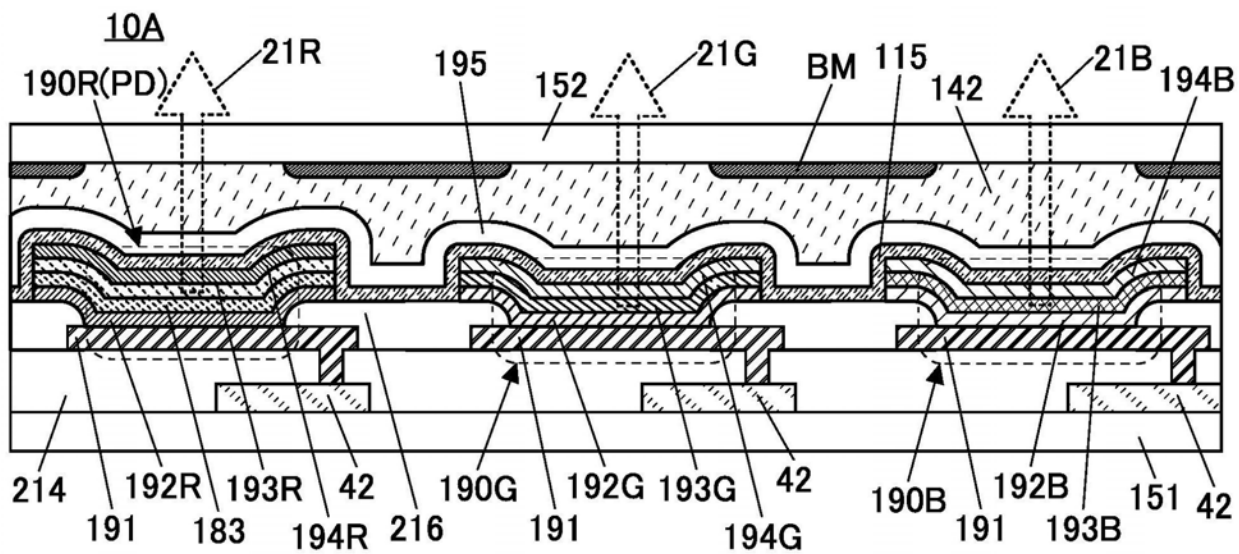


图6A

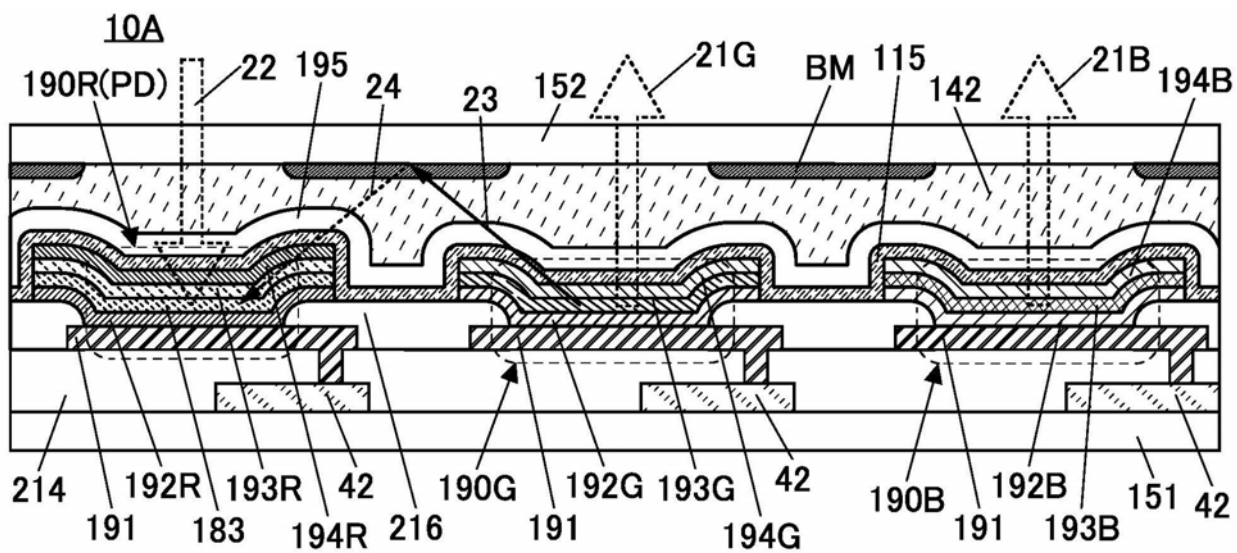


图6B

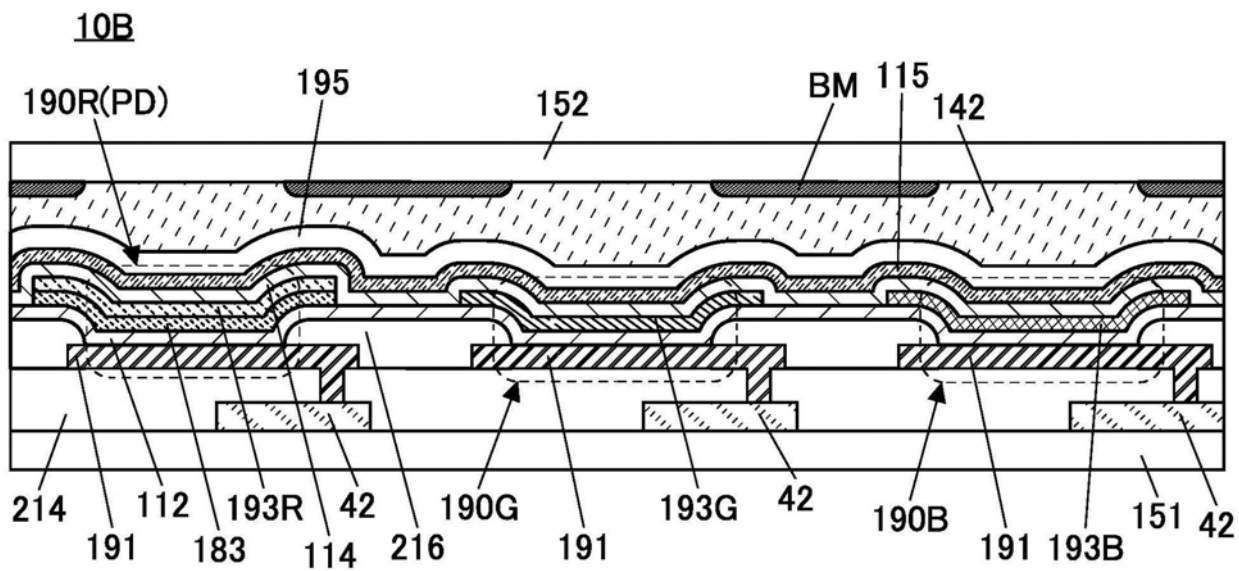


图7A

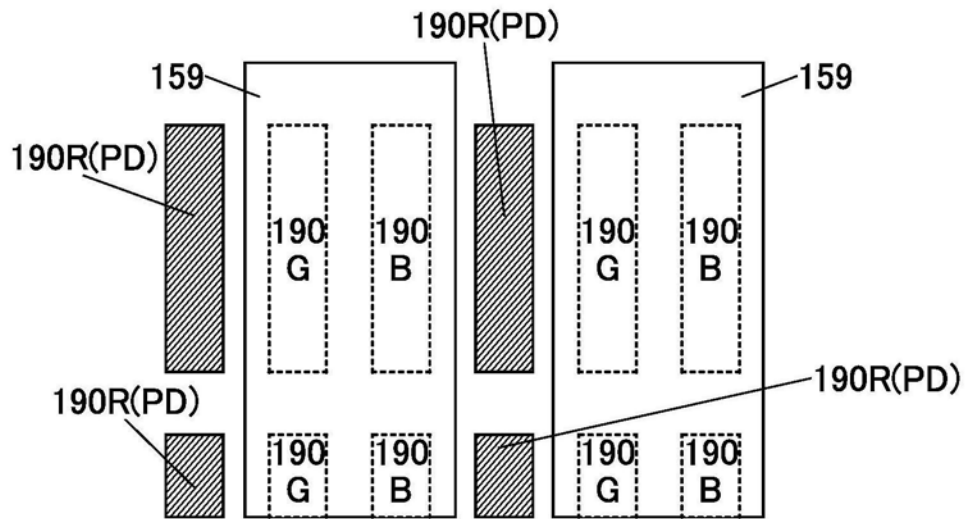


图8B

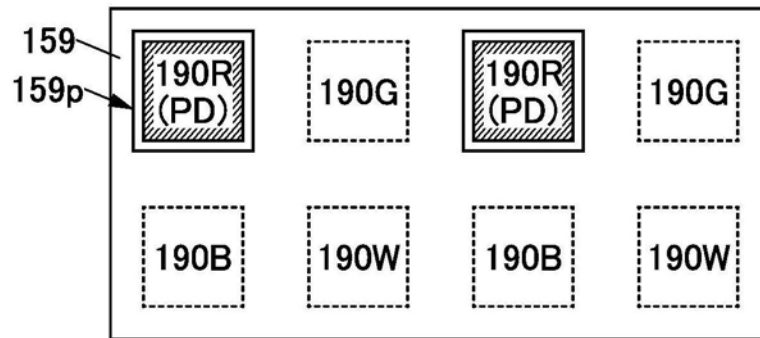


图8C

10E

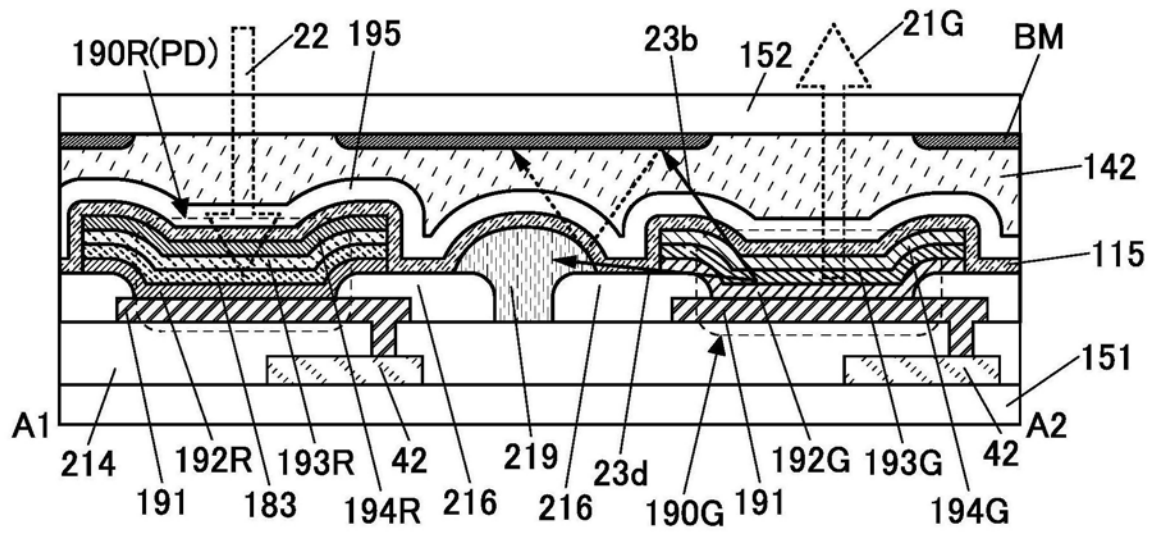


图9A

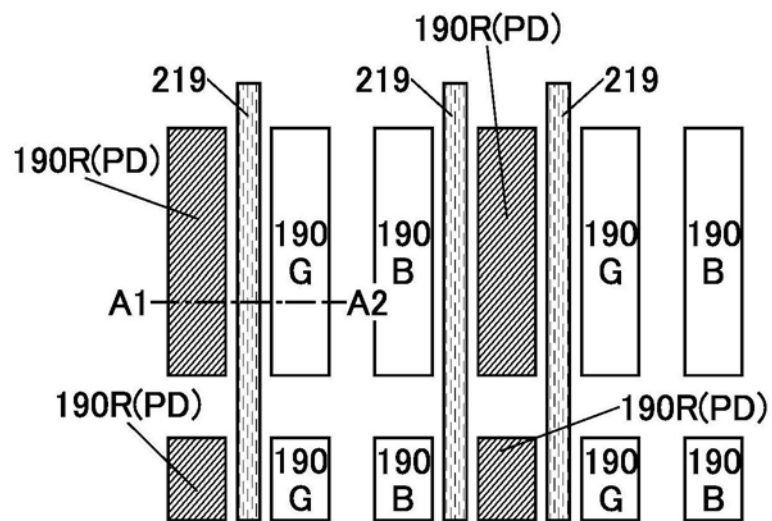


图9B

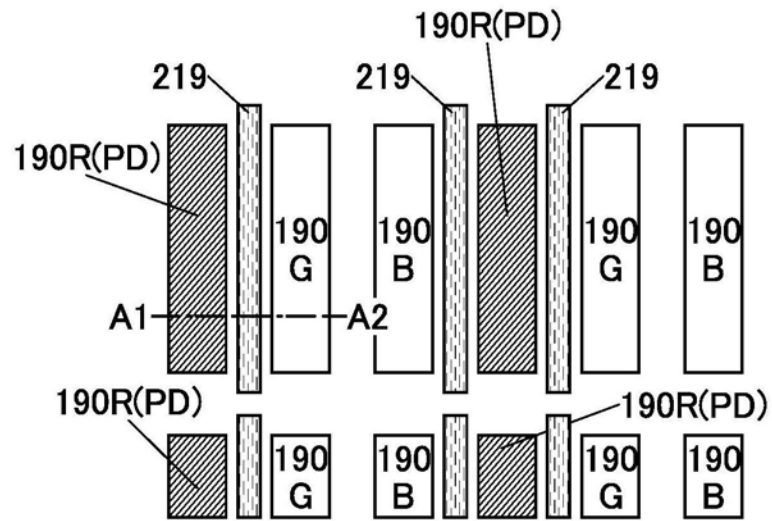


图9C

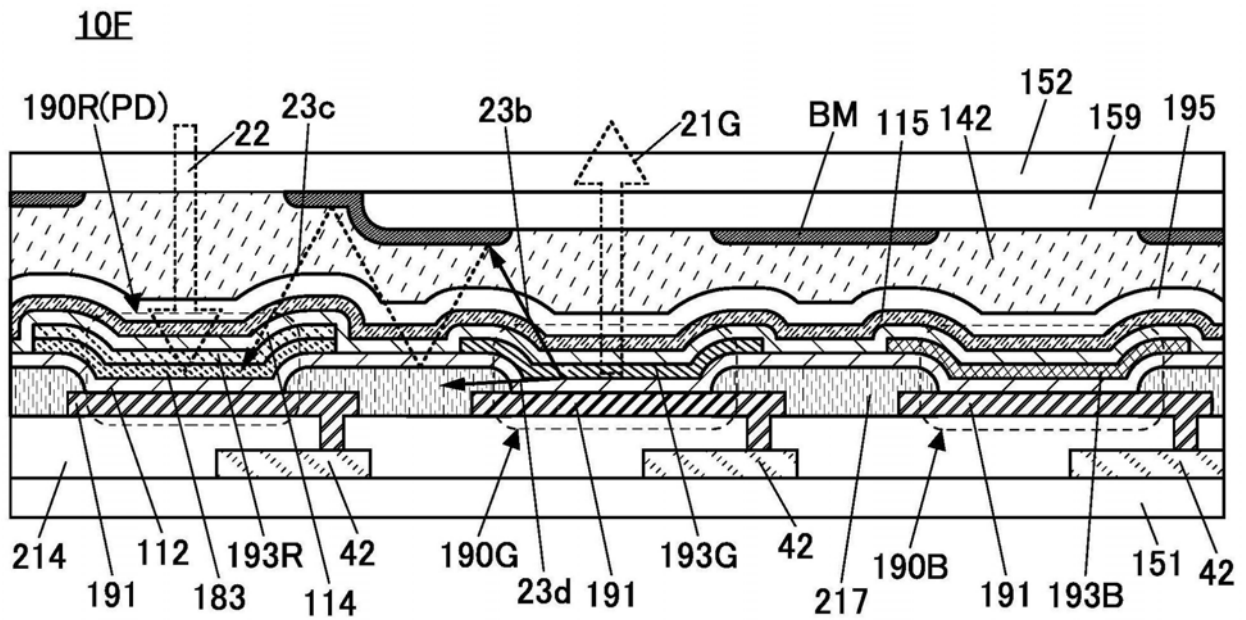


图10A

10G

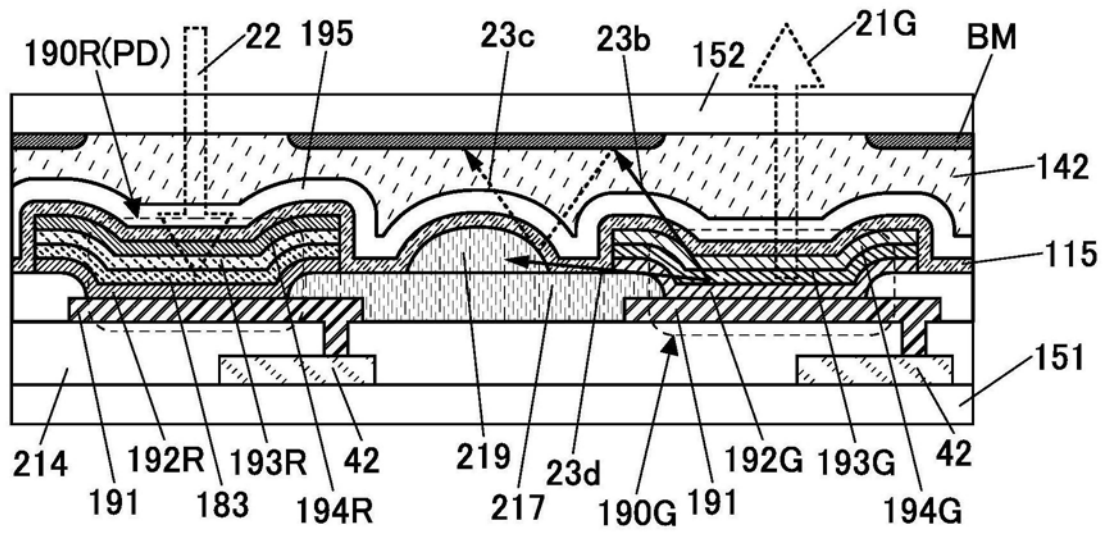


图10B

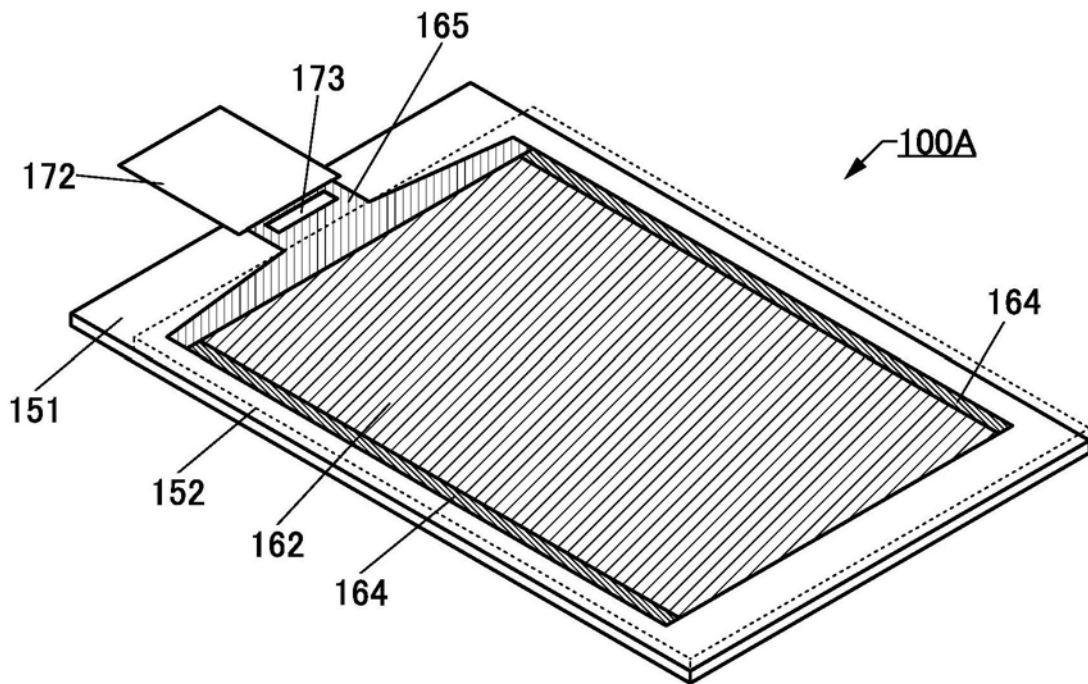


图11

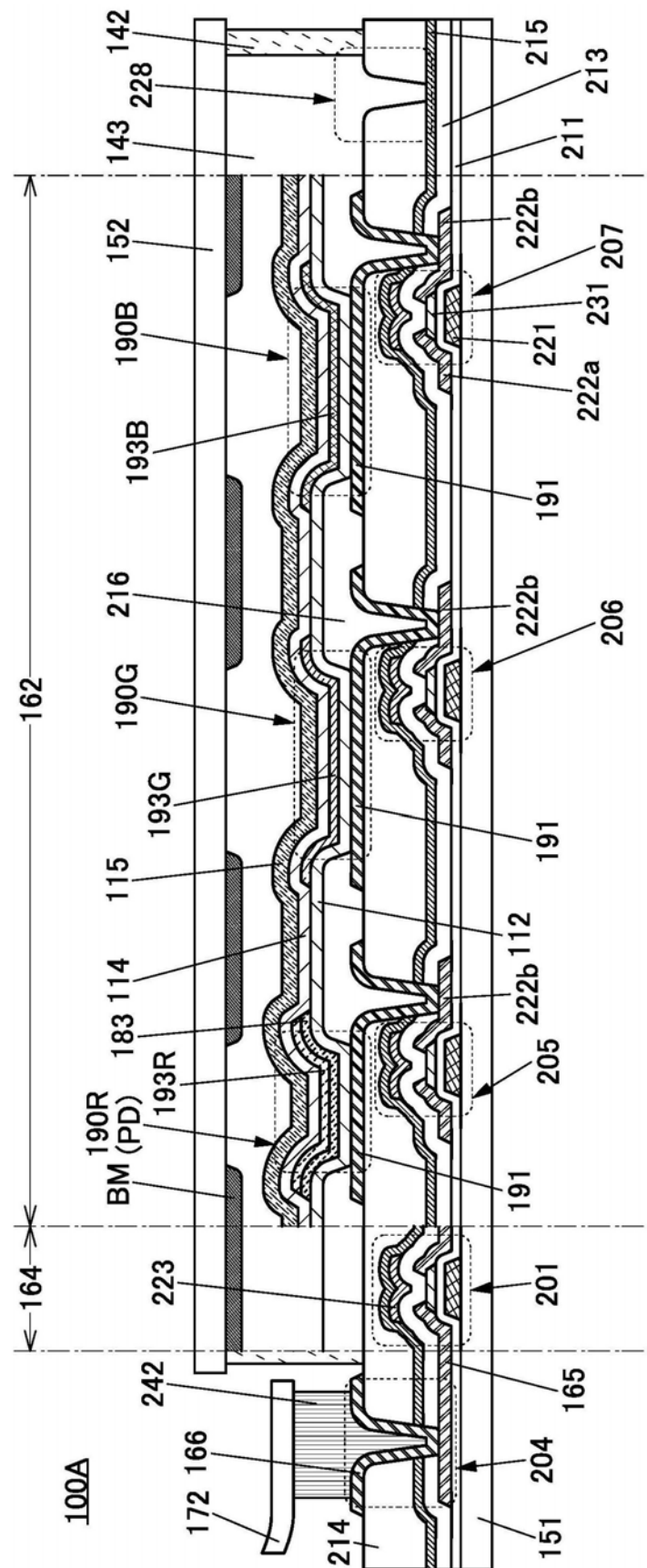


图12

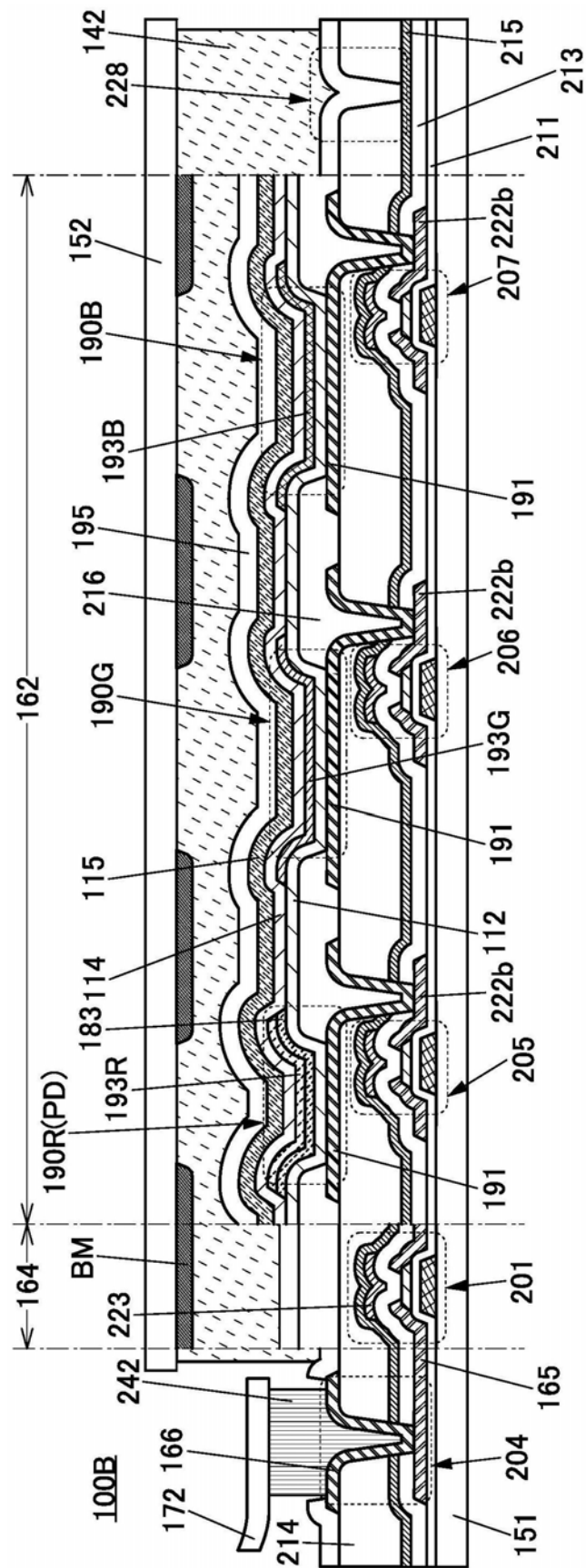


图13

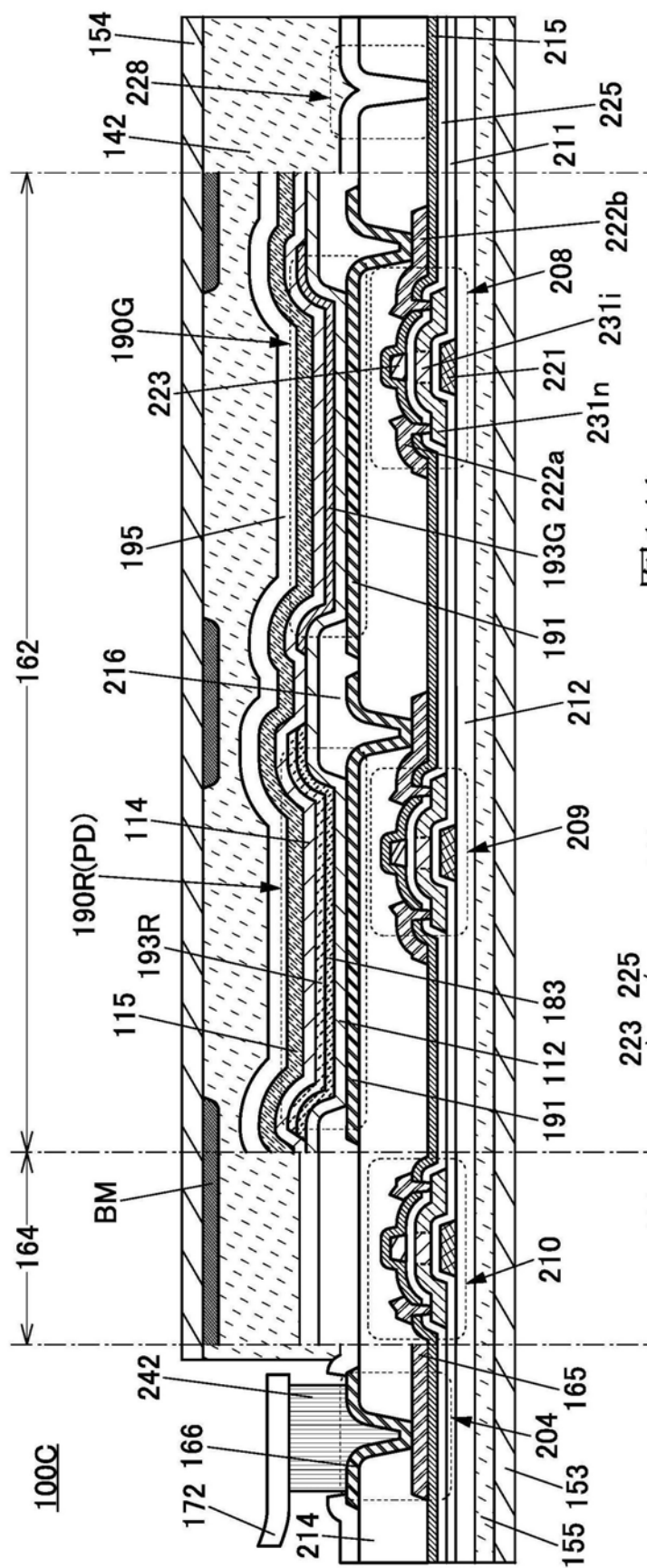


图14A

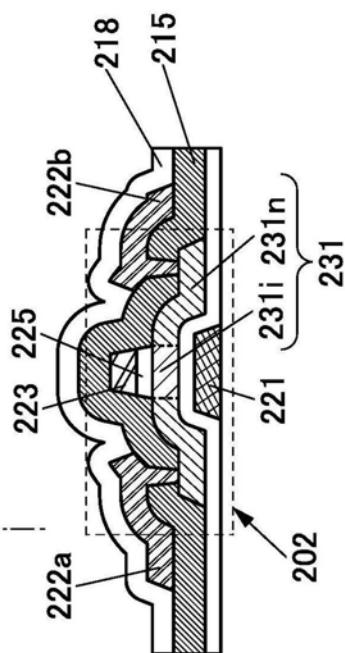


图14B

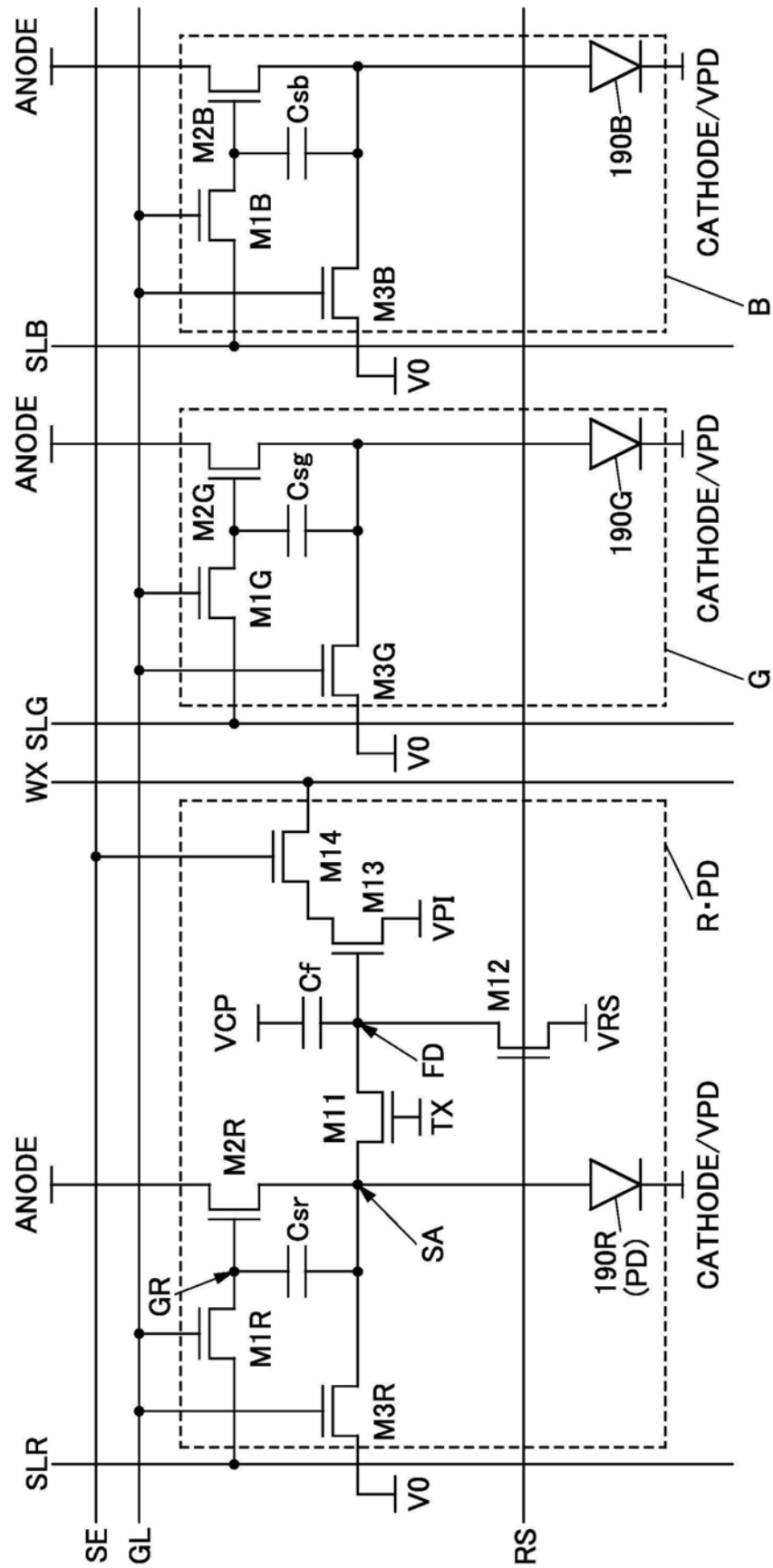
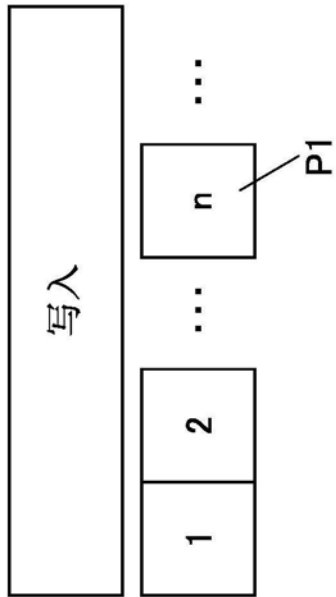


图15



图像显示

图16A

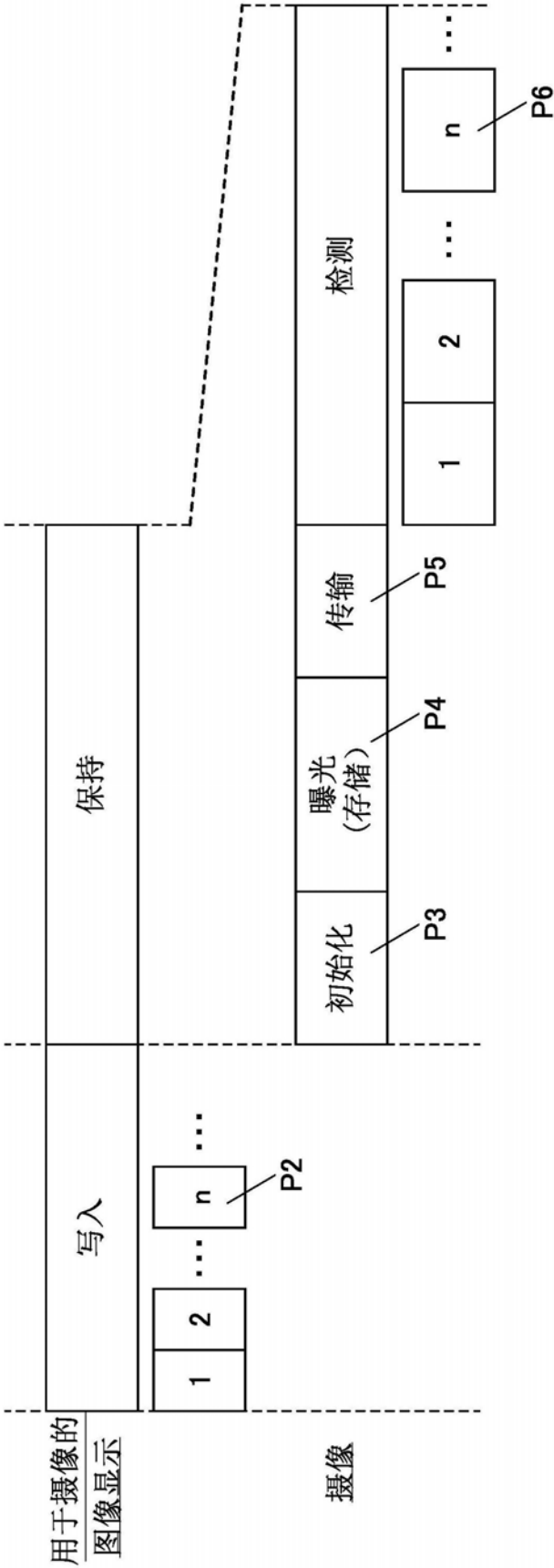


图16B

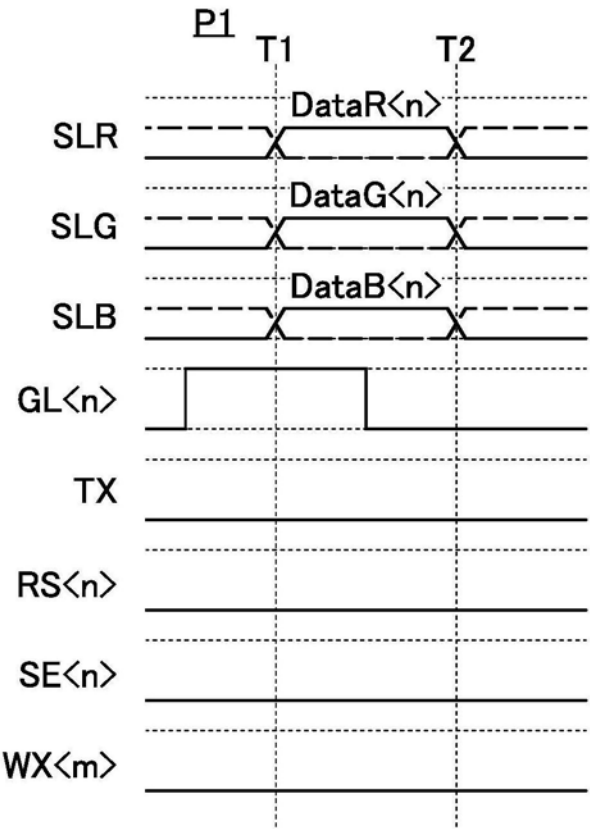


图17A

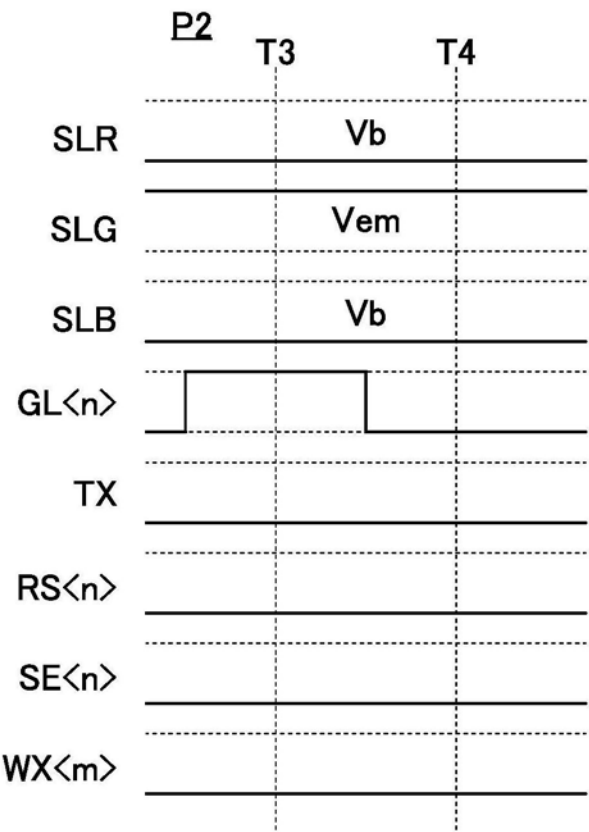


图17B

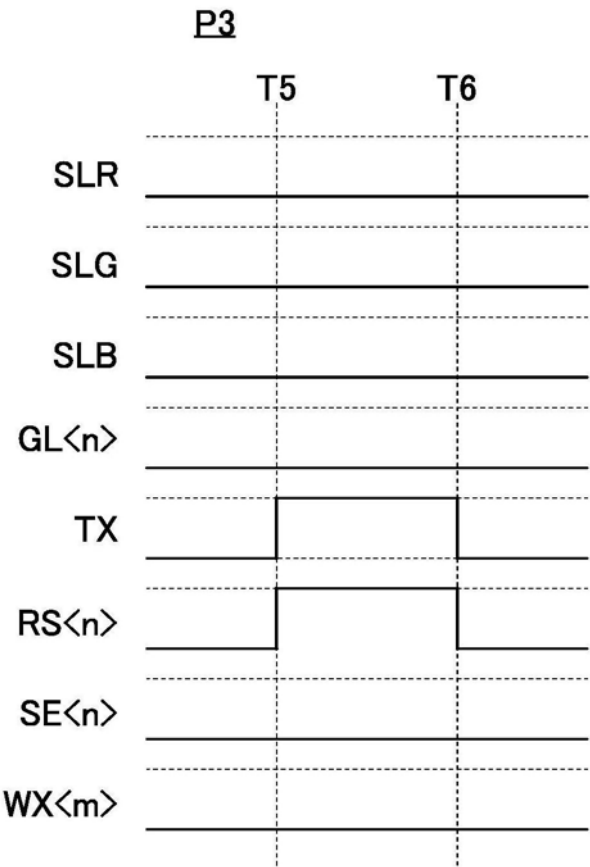


图17C

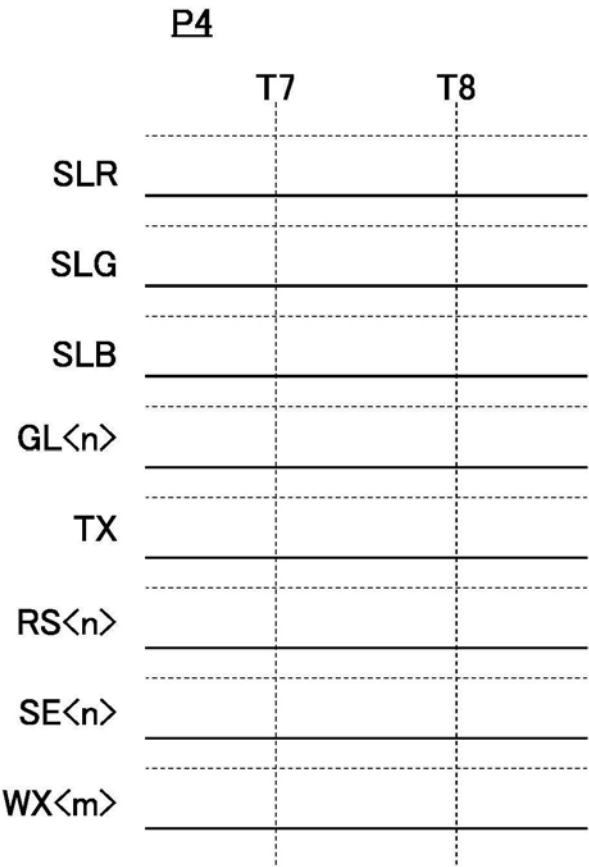


图17D

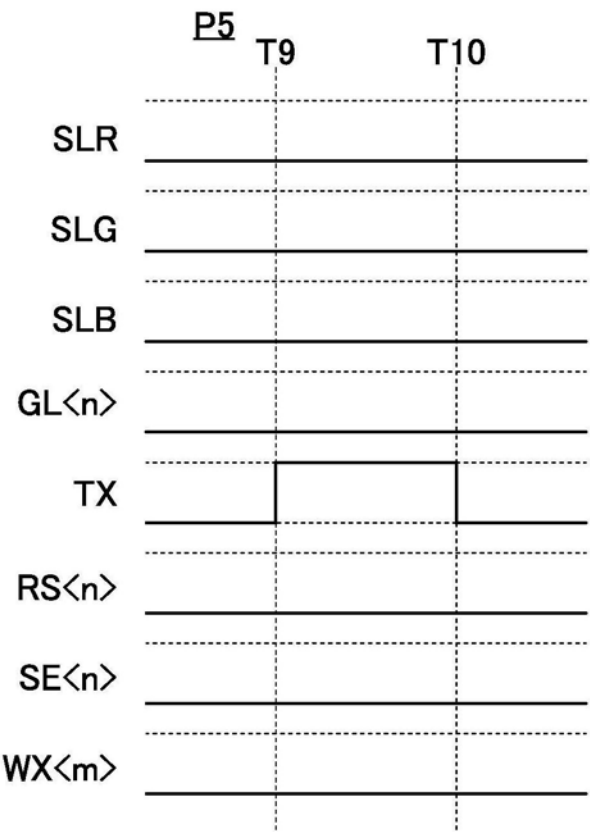


图18A

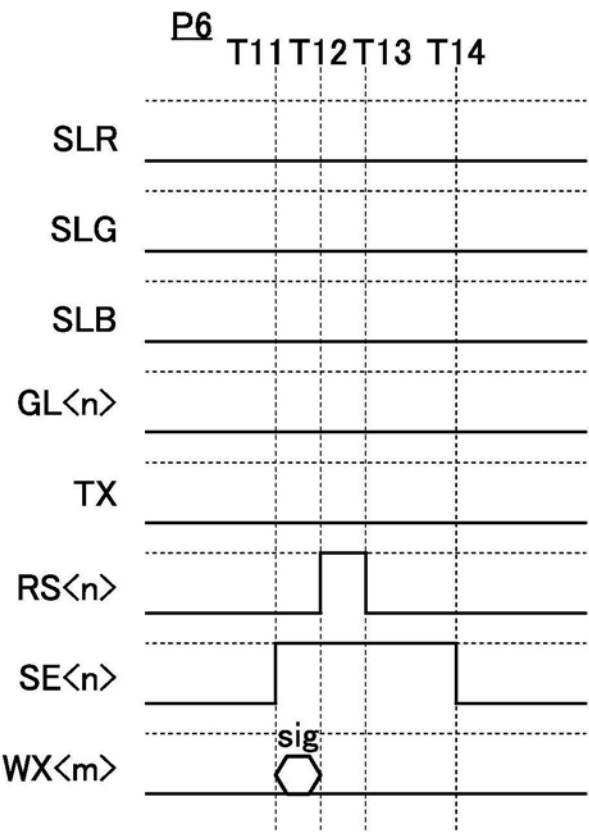


图18B

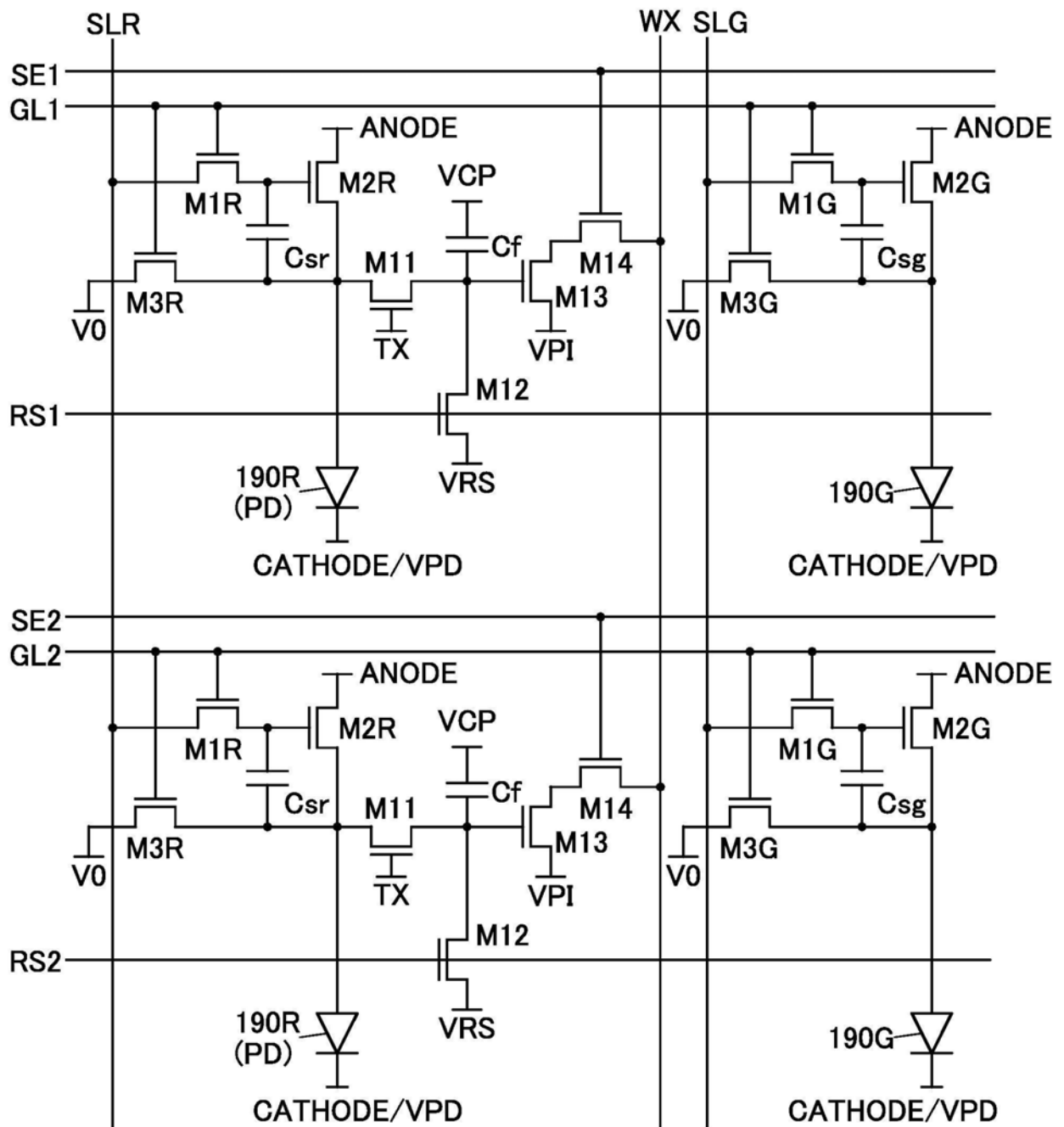


图19

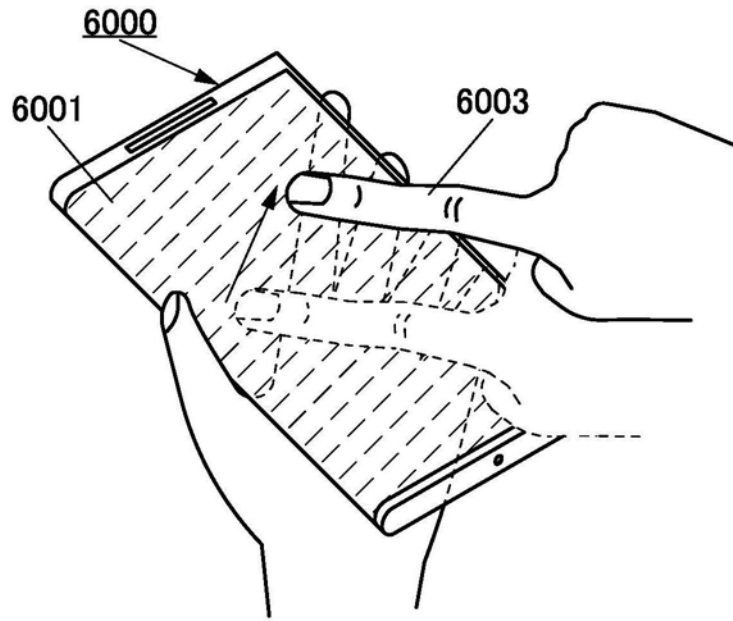


图20A

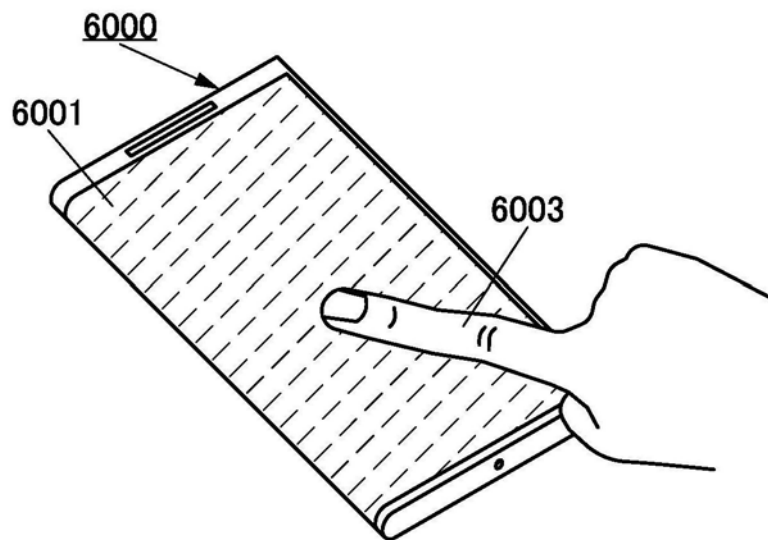


图20B

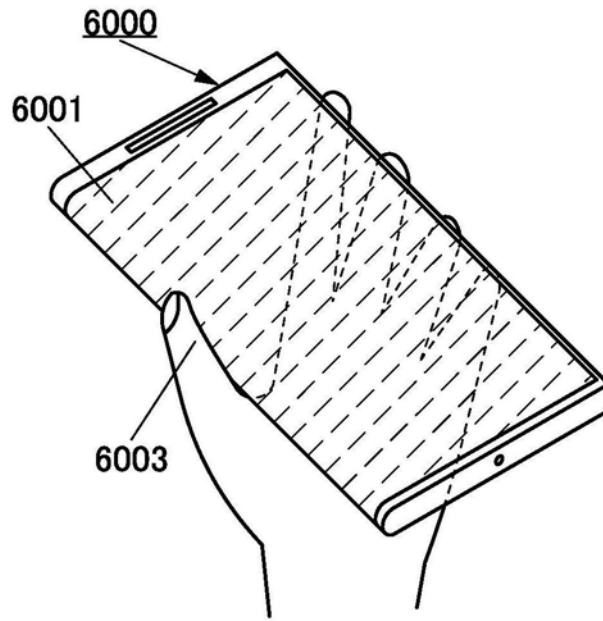


图20C

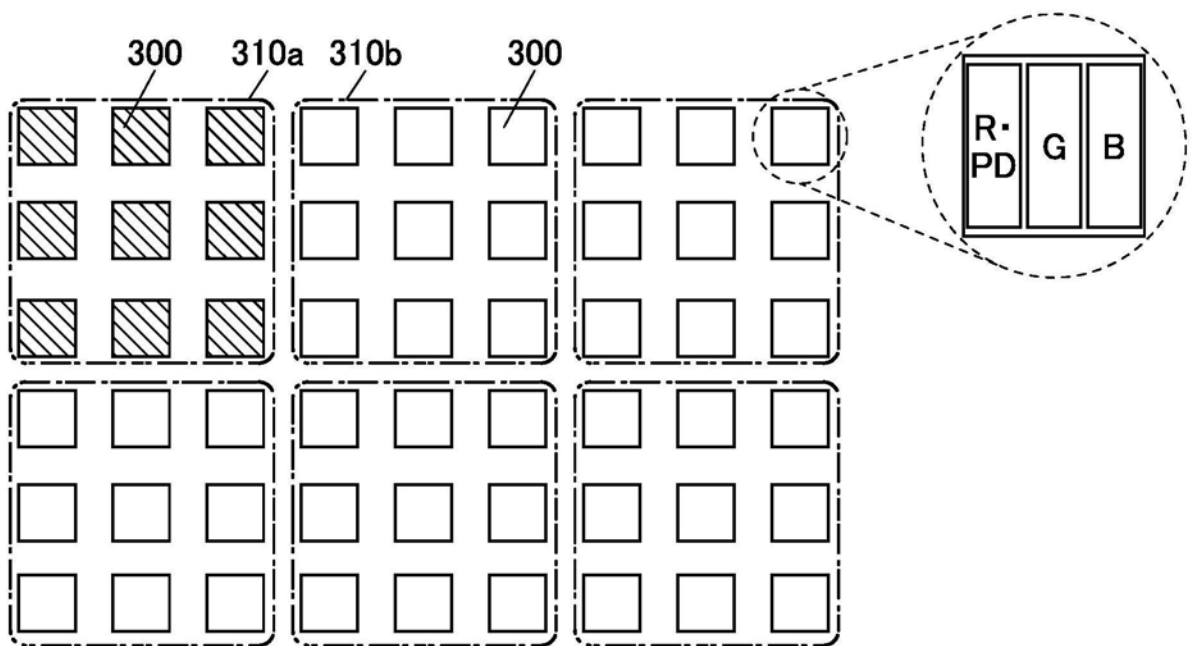


图21A

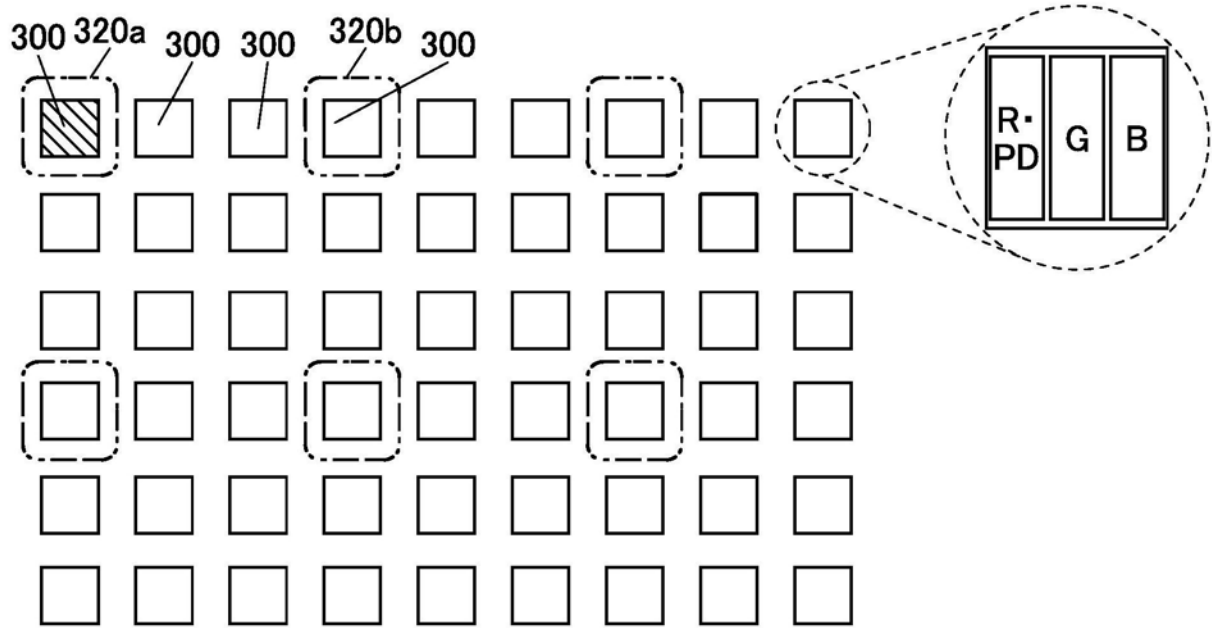


图21B

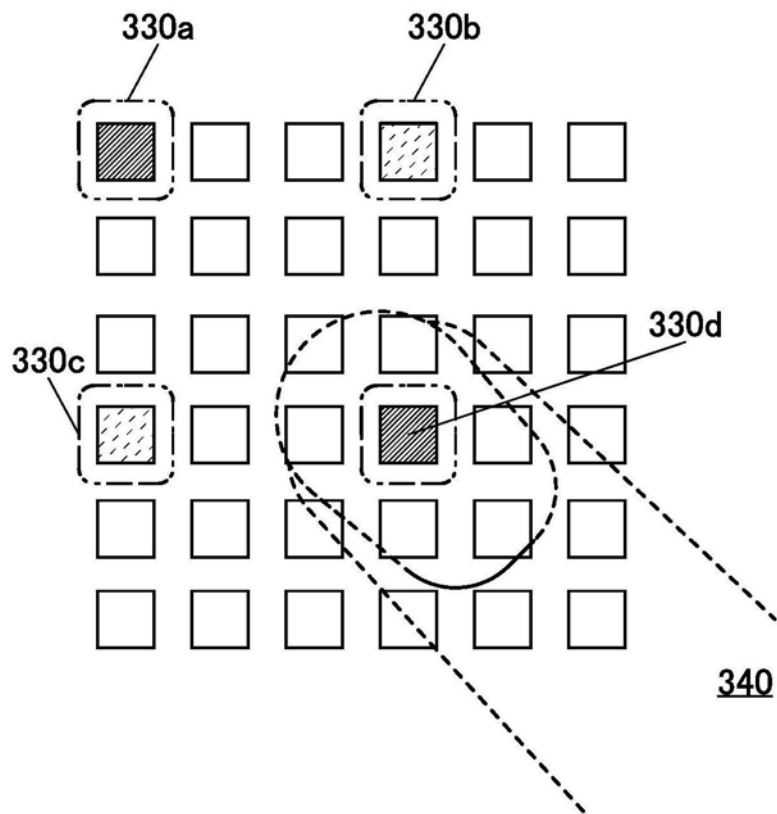


图22A

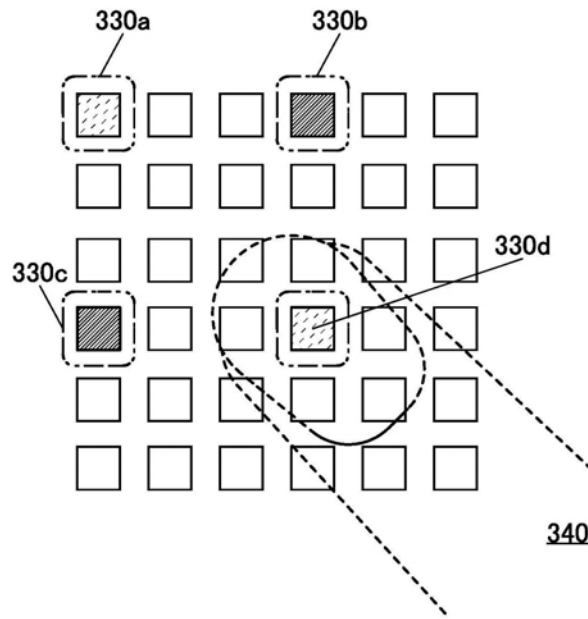


图22B

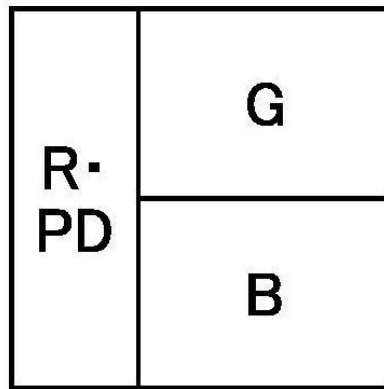


图23A

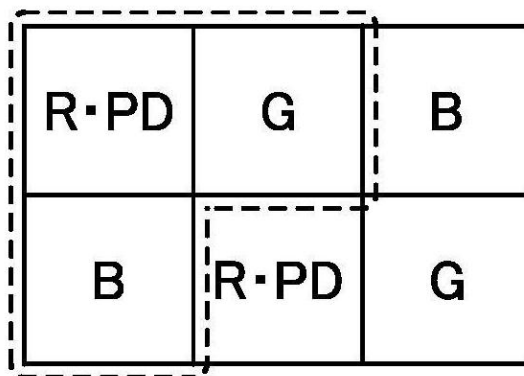


图23B

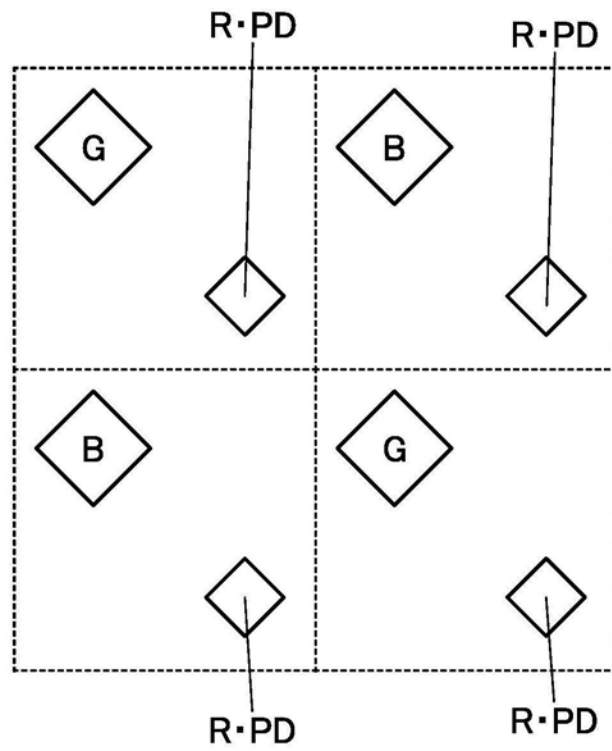


图23C

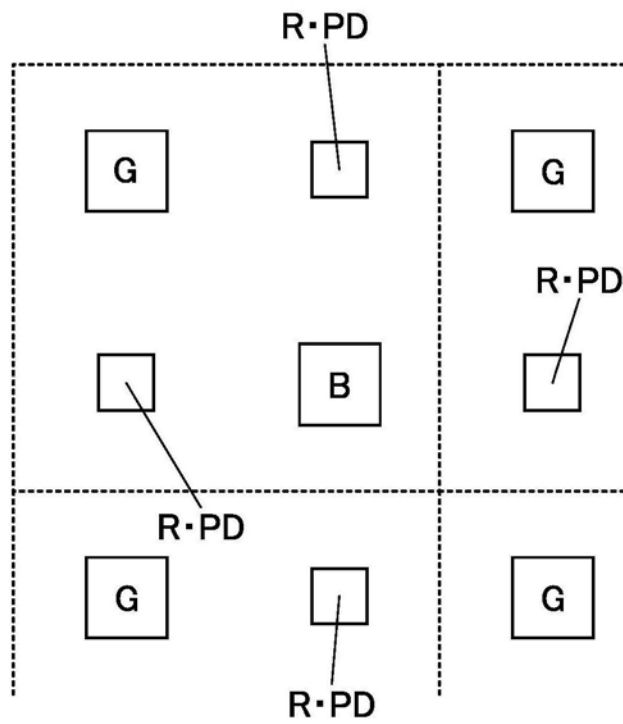


图23D

中间状态 新边界区域		
Amorphous (无定形)	Crystalline (结晶性)	Crystal (结晶)
•completely amorphous	•CAAC •nc •CAC 不包含single crystal及 poly crystal	•single crystal •poly crystal

图24A

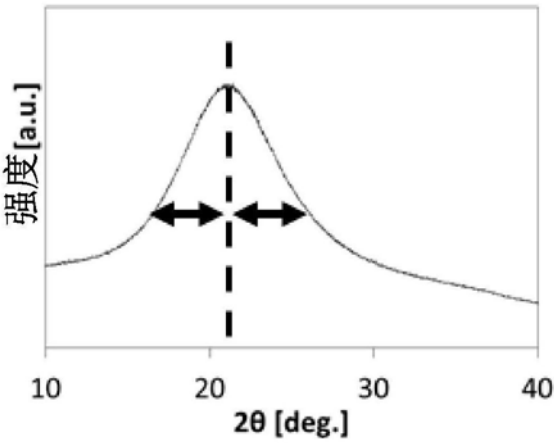


图24B

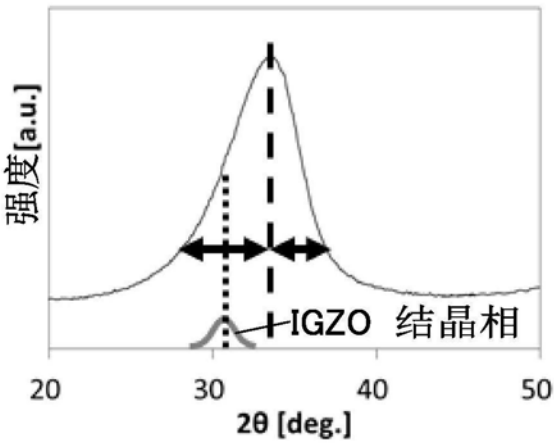


图24C

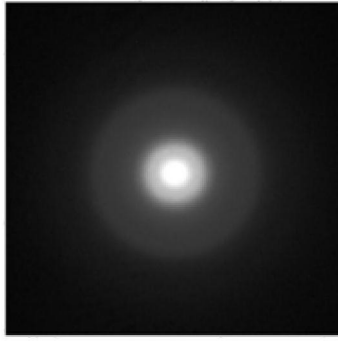


图24D

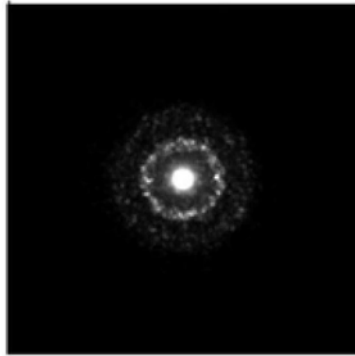


图24E

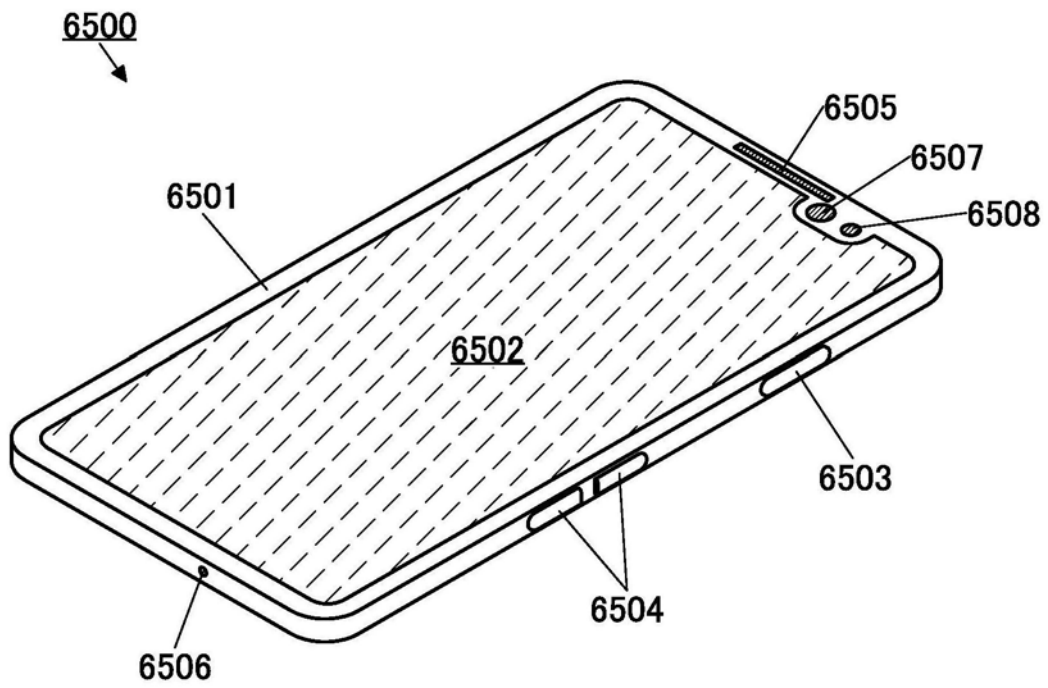


图25A

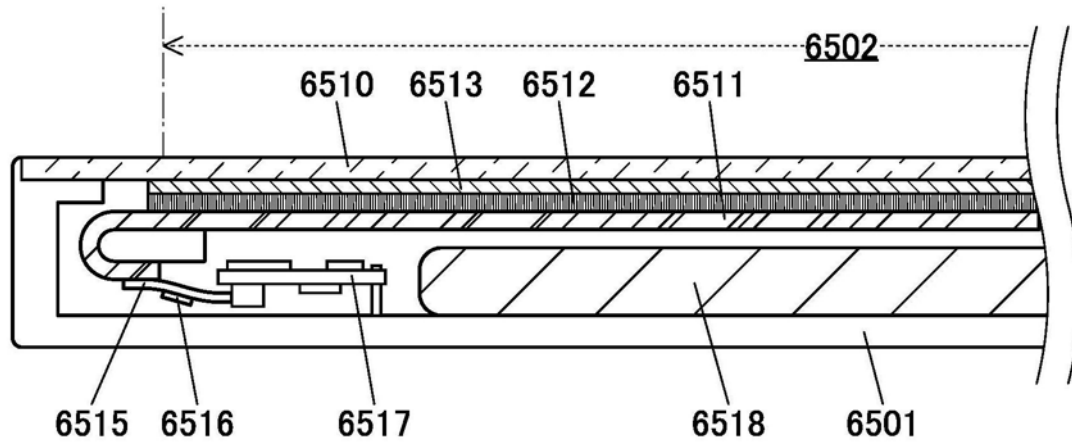


图25B

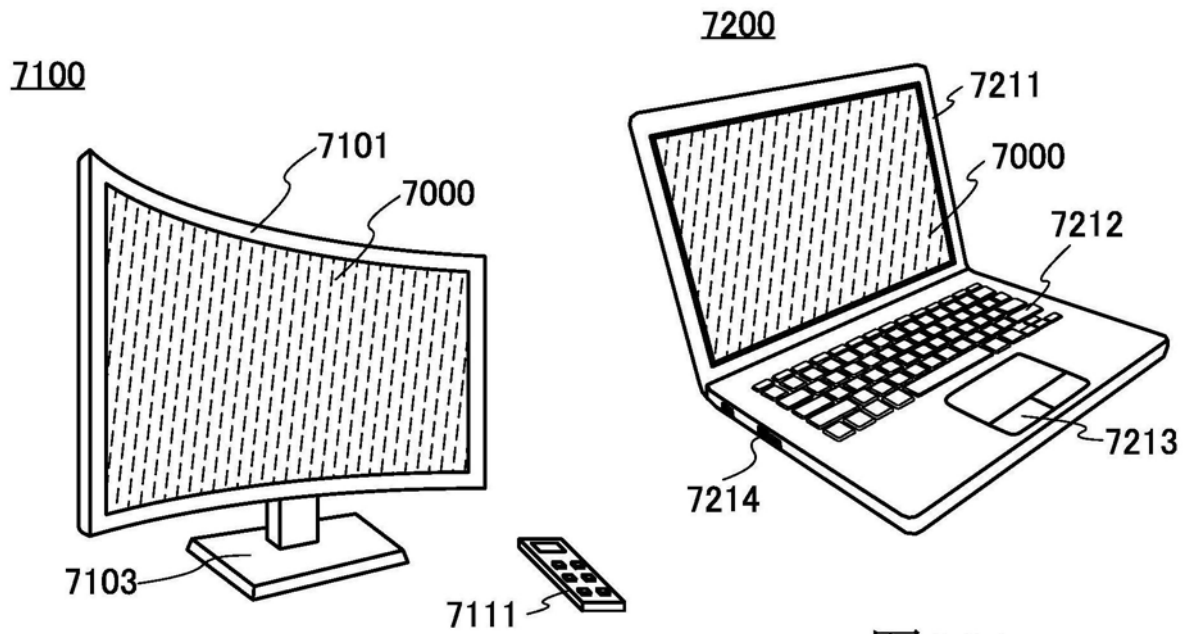


图26A

图26B

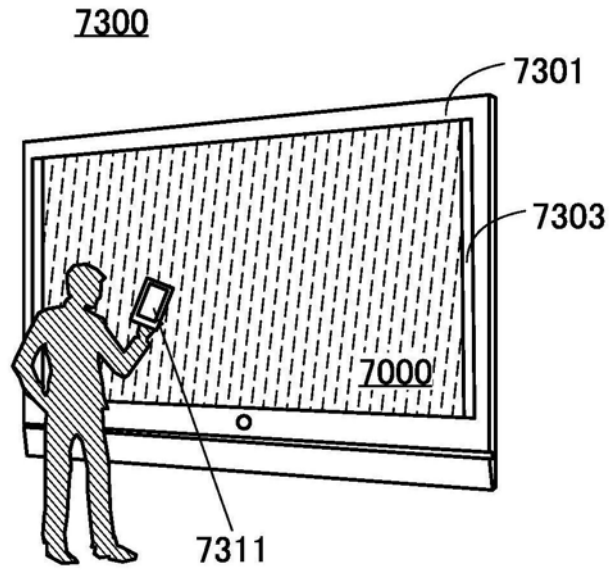


图26C

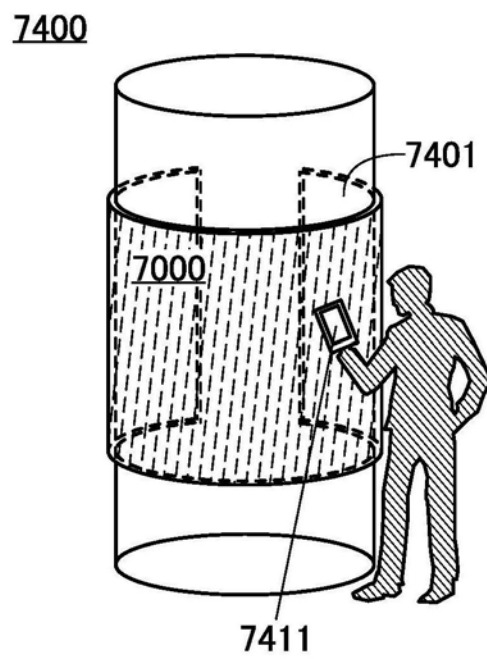


图26D

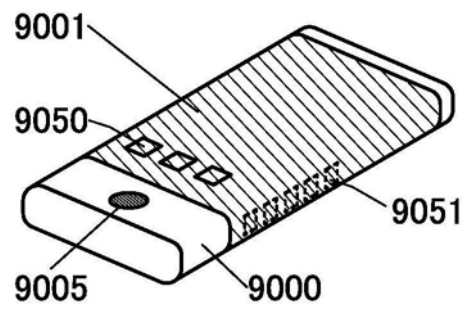
9101

图27A

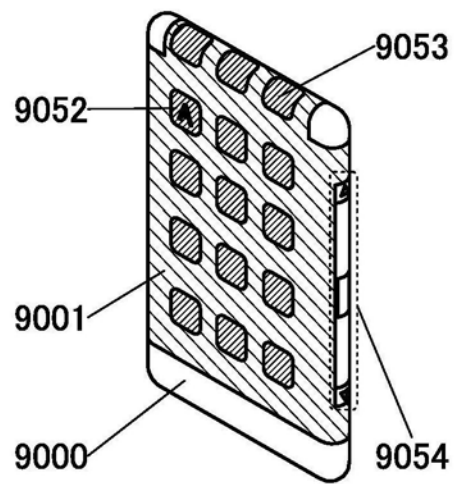
9102

图27B

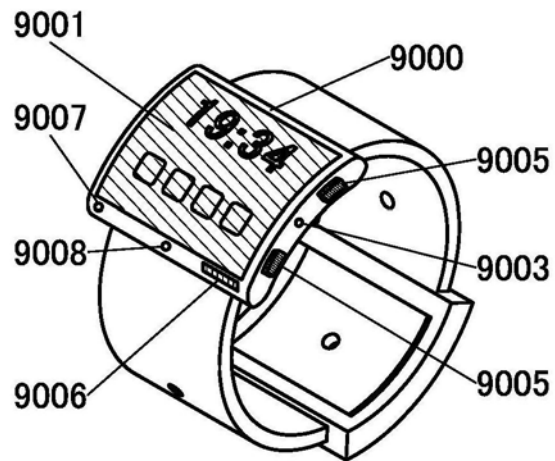
9200

图27C

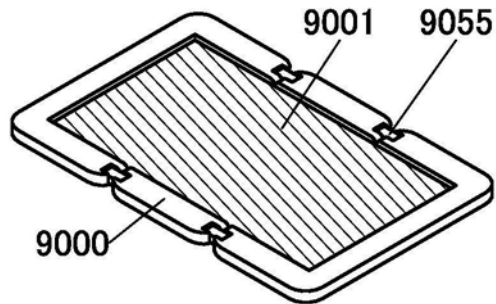
9201

图27D

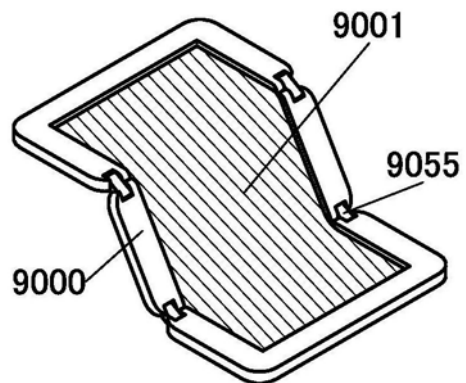
9201

图27E

9201

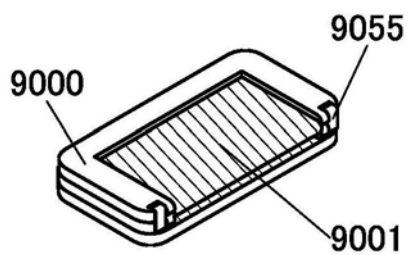


图27F

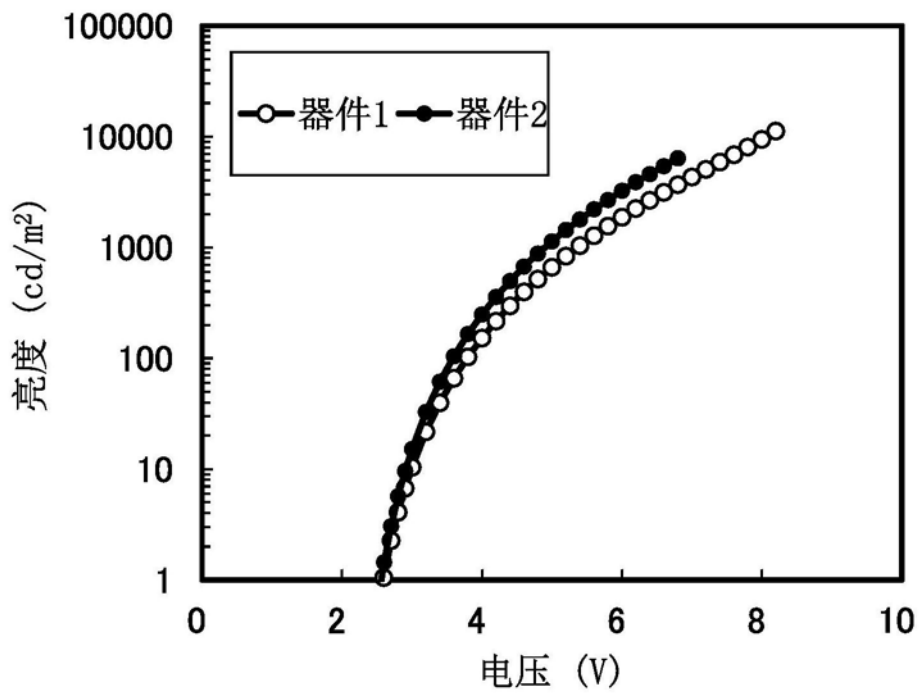


图28

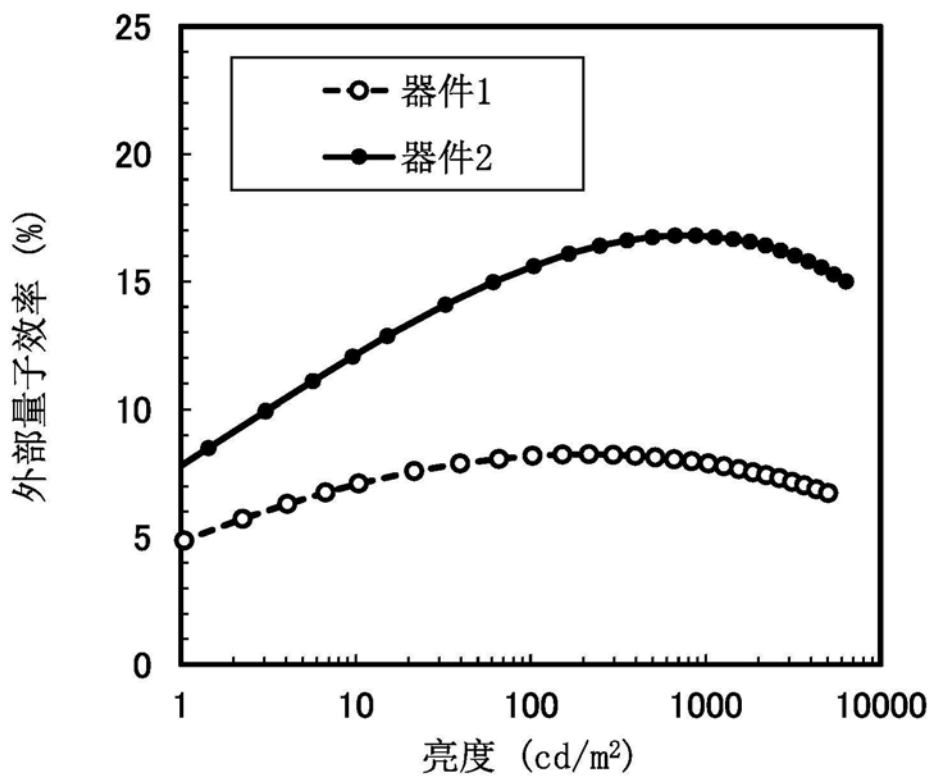


图29

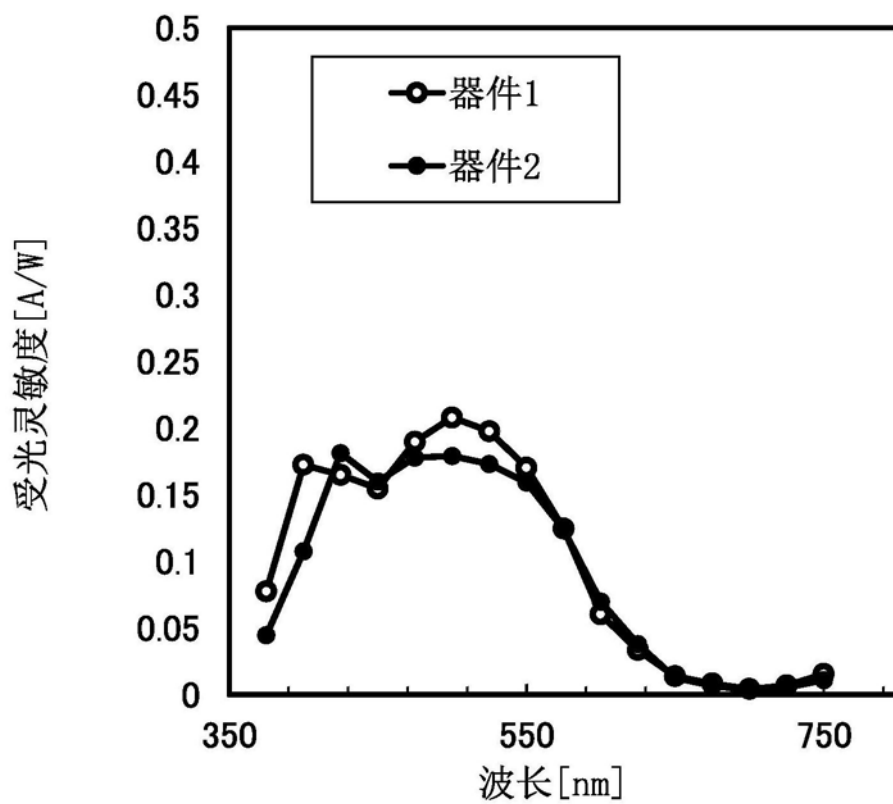


图30

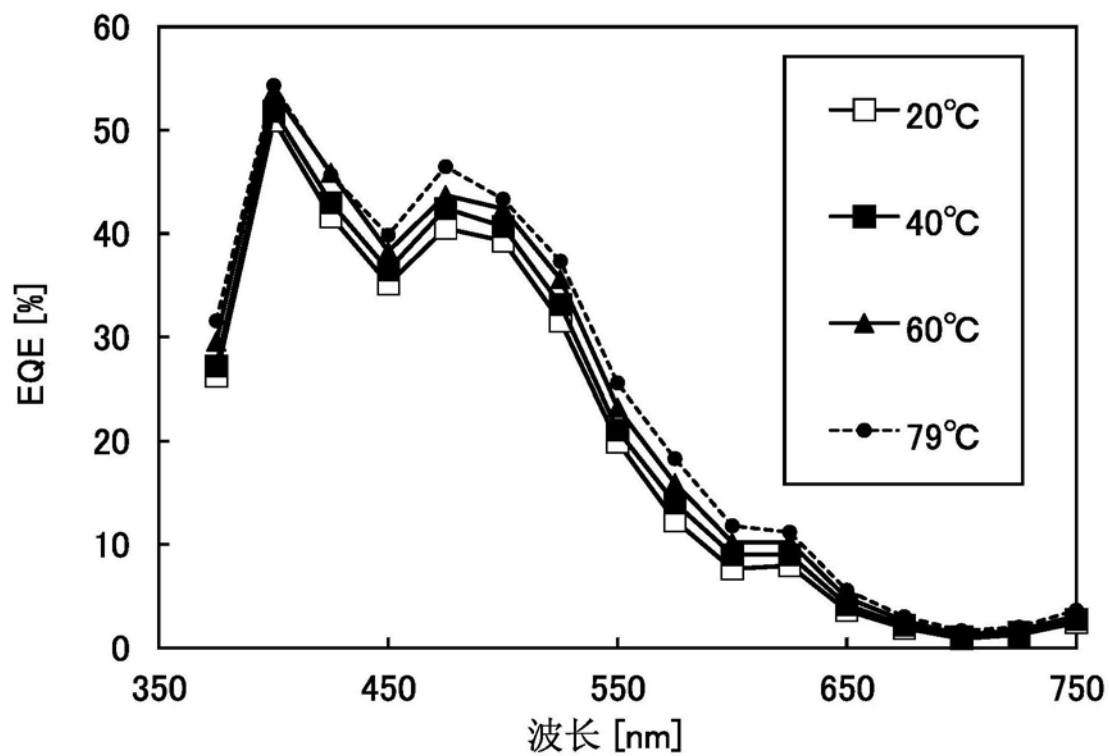


图31

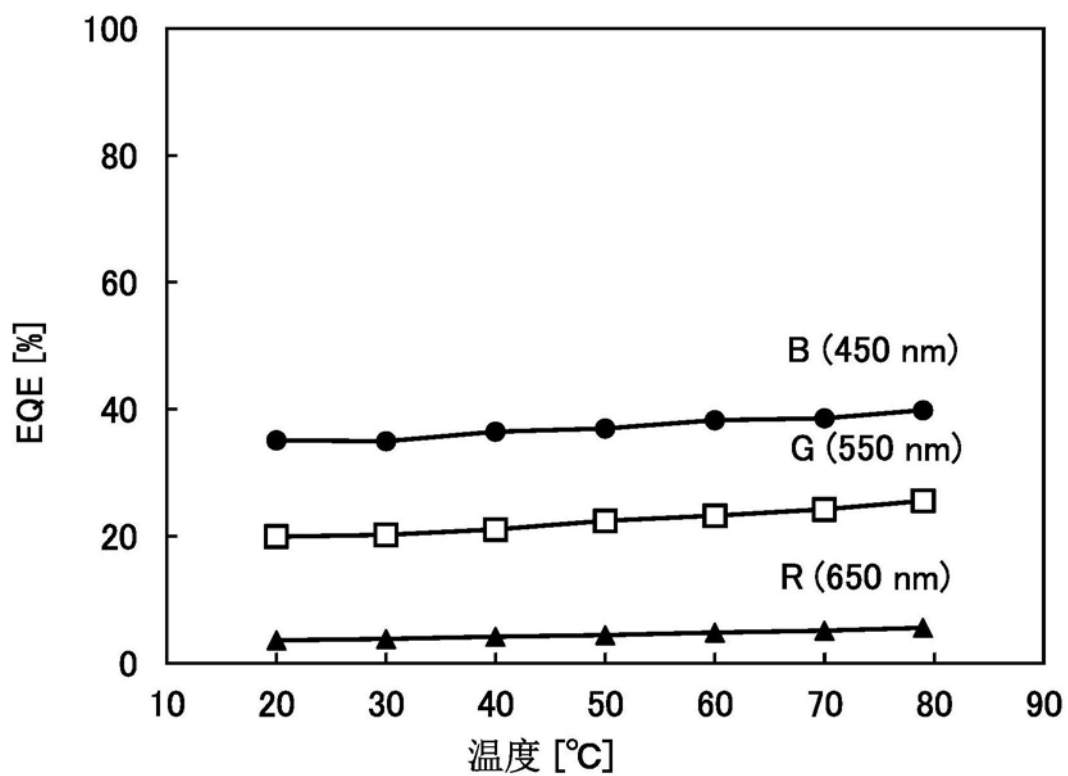


图32

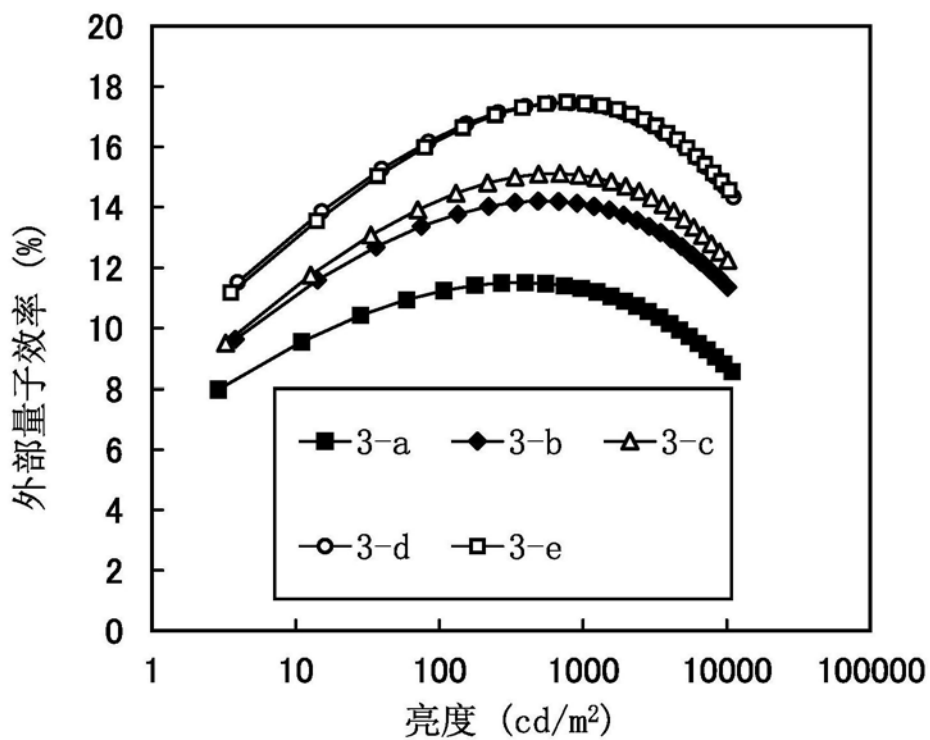


图33

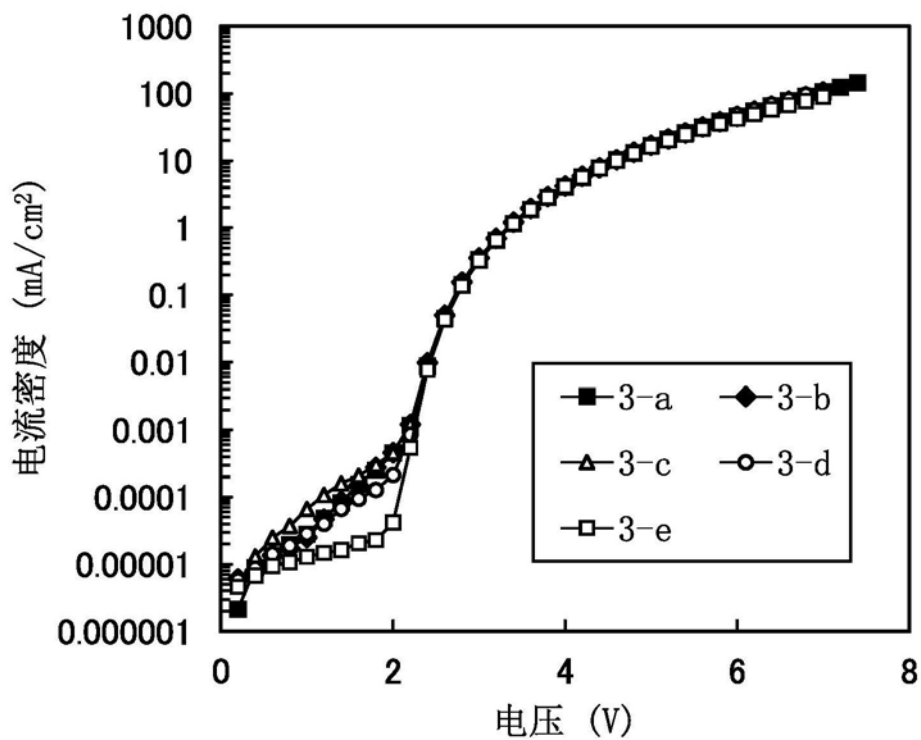


图34

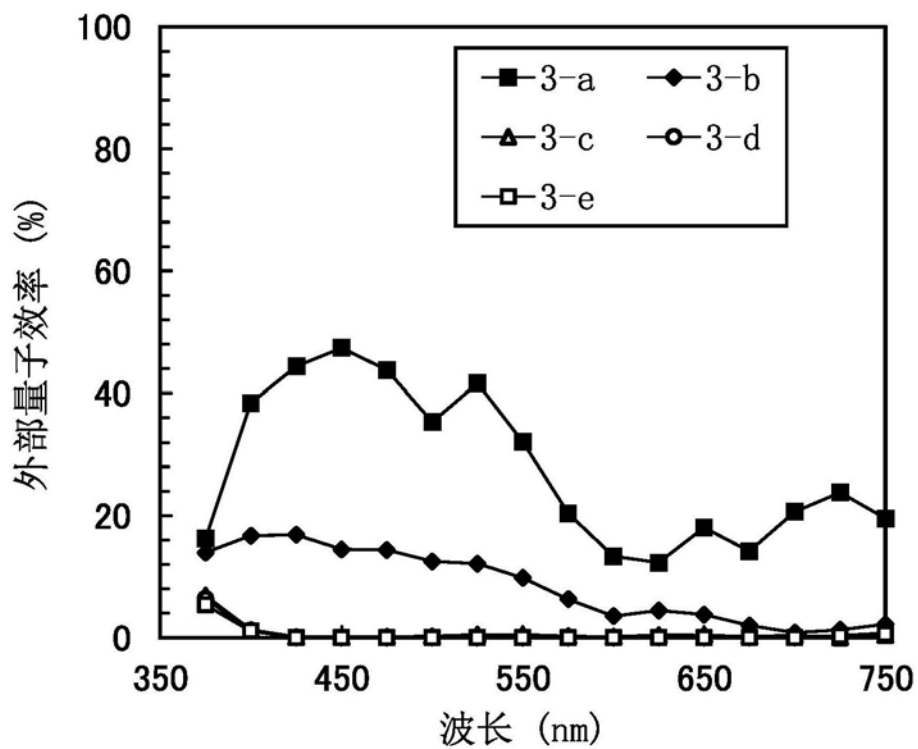


图35

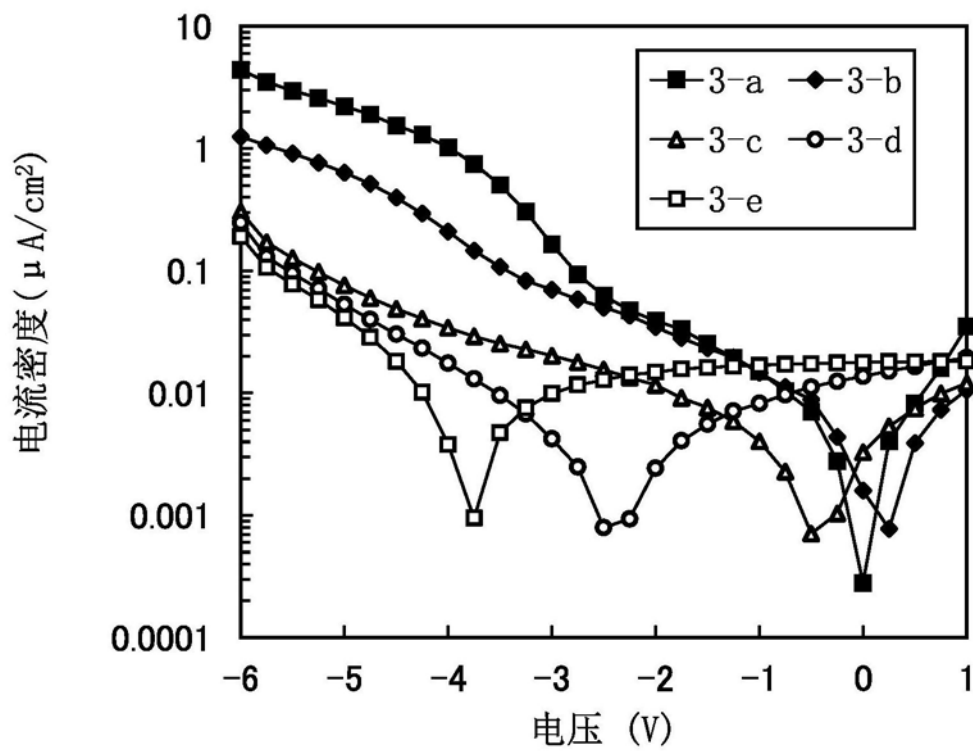


图36

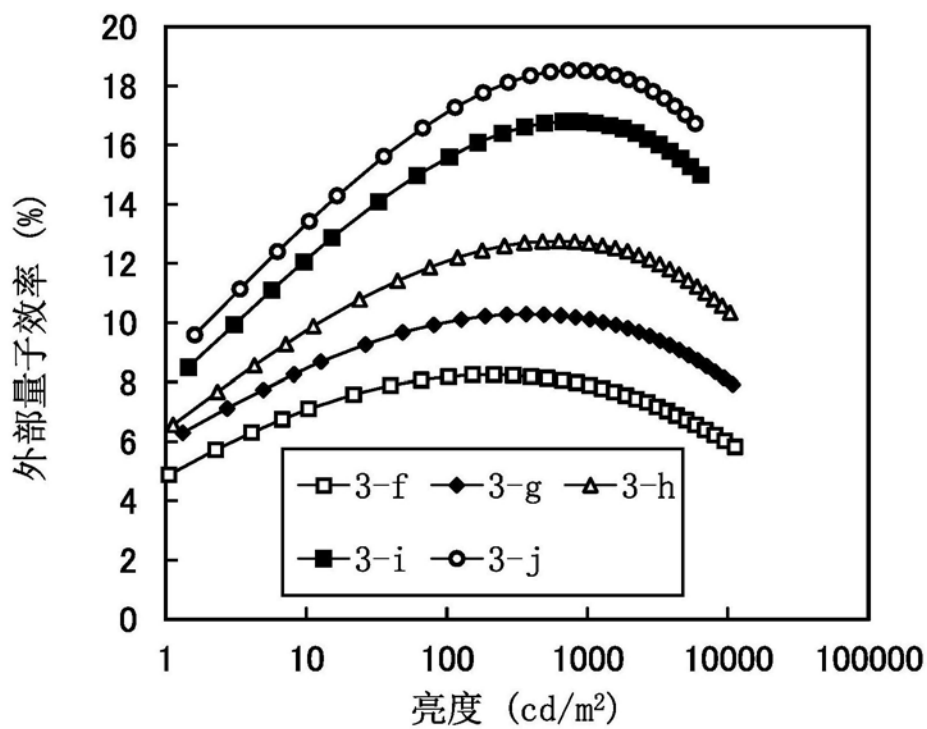


图37

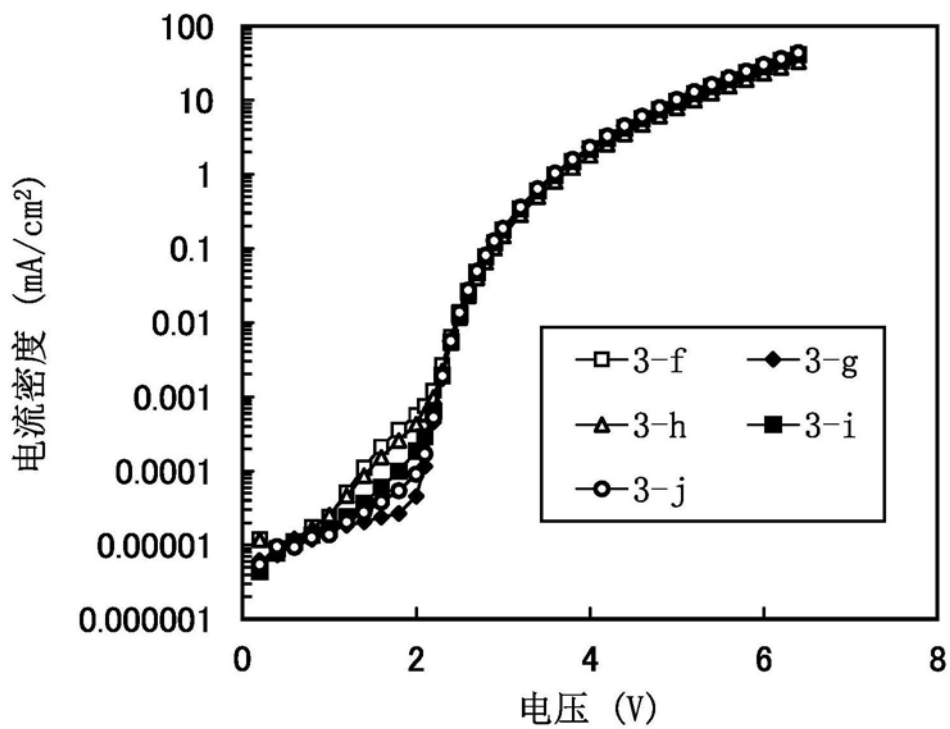


图38

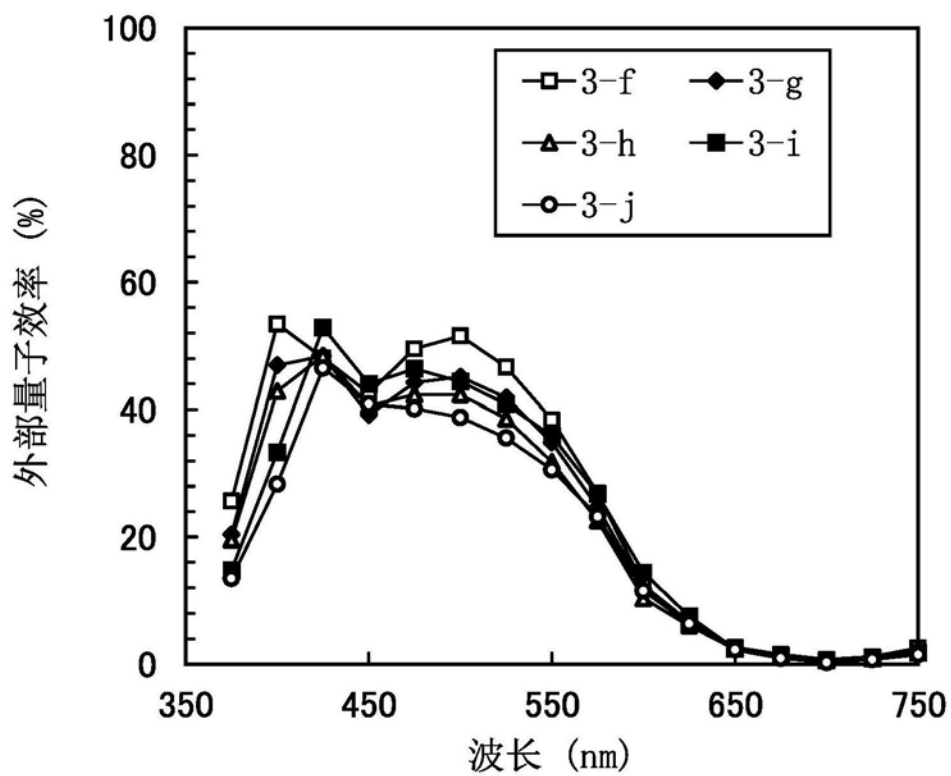


图39

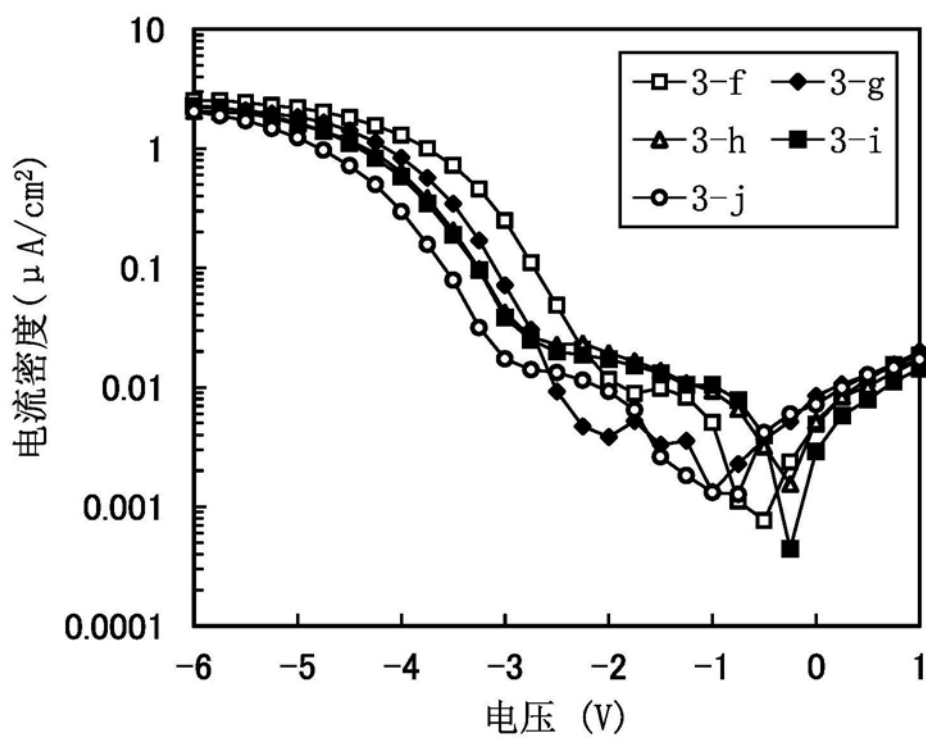


图40