



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113632162 A

(43) 申请公布日 2021. 11. 09

(21) 申请号 202080024022.5

(22) 申请日 2020.03.13

(30) 优先权数据

2019-058794 2019.03.26 JP

2019-072577 2019.04.05 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2021.09.24

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2020/052265 2020.03.13

(87) PCT国际申请的公布数据

W02020/194107 JA 2020.10.01

(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 山崎舜平 楠本直人 吉住健辅

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 何欣亭 姜冰

(51) Int.Cl.

G09G 5/00 (2006.01)

G09G 5/36 (2006.01)

G09F 9/00 (2006.01)

G09F 9/30 (2006.01)

H01L 27/32 (2006.01)

G02F 1/133 (2006.01)

G02F 1/1333 (2006.01)

G06F 3/0484 (2006.01)

H05B 33/02 (2006.01)

H01L 51/50 (2006.01)

H05B 33/14 (2006.01)

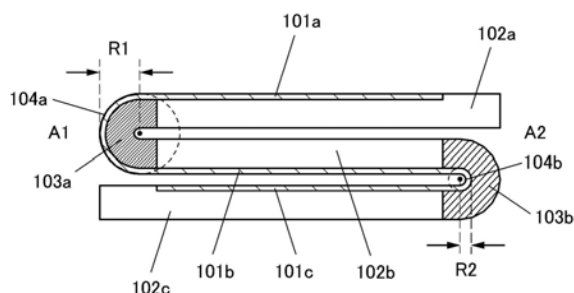
权利要求书2页 说明书44页 附图41页

(54) 发明名称

显示装置及其工作方法

(57) 摘要

本发明的一个方式提供一种便携性高的折叠式显示装置。该显示装置包括具有柔性的显示面板且能够被折叠成较小。该显示装置具有三折机构,可以形成显示装置的第一面以彼此相对的方式被折叠的区域以及与第一面相反的第二面以彼此相对的方式被折叠的区域。因此,即使是纵横比较大的显示面板,也可以通过在短轴方向上设置折线来将其折叠成较小,由此可以提高便携性。



1. 一种显示装置,包括具有柔性的显示面板,
其中,所述显示面板包括第一区域、第二区域及第三区域,
在被展开为平坦时,所述第一区域、所述第二区域及所述第三区域互相平行而形成面,
所述第二区域设置在所述第一区域与所述第三区域之间,
所述显示装置具有:
以跨着所述第一区域和所述第二区域的方式形成以显示面一侧为凸状的第一曲面的功能;以及
以跨着所述第二区域和所述第三区域的方式形成以显示面一侧为凹状的第二曲面的功能,
并且,在被折叠时,所述第一曲面的曲率半径 R_1 大于所述第二曲面的曲率半径 R_2 。
2. 一种显示装置,包括具有柔性的显示面板,
其中,所述显示面板包括第一区域、第二区域及第三区域,
在被展开为平坦时,所述第一区域、所述第二区域及所述第三区域互相平行而形成面,
所述第二区域设置在所述第一区域与所述第三区域之间,
所述显示装置具有:
以跨着所述第一区域和所述第二区域的方式依次形成以显示面一侧为凸状的第一曲面、平面及以显示面一侧为凸状的第三曲面的功能;以及
以跨着所述第二区域和所述第三区域的方式形成以显示面一侧为凹状的第二曲面的功能,
在被折叠时,所述第一曲面的曲率半径 R_1 大于所述第二曲面的曲率半径 R_2 ,
所述第三曲面的曲率半径 R_3 大于所述曲率半径 R_2 ,
并且,所述曲率半径 R_1 大致与所述曲率半径 R_3 相等。
3. 根据权利要求1或2所述的显示装置,还包括第一框体、第二框体、第三框体、第一铰链及第二铰链,
其中所述第一区域的至少一部分被固定于所述第一框体,
所述第二区域的至少一部分被固定于所述第二框体,
所述第三区域的至少一部分被固定于所述第三框体,
所述第一框体与所述第二框体之间设置有所述第一铰链,
所述第二框体与所述第三框体之间设置有所述第二铰链,
所述第一铰链具有形成所述第一曲面的功能,
所述第二铰链具有形成所述第二曲面的功能,
并且在被展开为平坦时,整体重心在所述第一框体或所述第三框体内。
4. 根据权利要求3所述的显示装置,其中所述第一框体内或所述第三框体内设置有电池。
5. 根据权利要求3或4所述的显示装置,其中所述第三框体内设置有无线充电用的受电线圈。
6. 根据权利要求1至5中任一项所述的显示装置,其中所述显示面板包括发光器件。
7. 一种显示装置的工作方法,包括权利要求1至6中任一项所述的显示装置,
其中,在被折叠时只有一部分的区域显示图像。

8. 根据权利要求7所述的显示装置的工作方法, 其中在将所述显示面板展开为平坦时, 根据所述显示面板的倾斜度使图像的方向变化。

显示装置及其工作方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种物体、方法或制造方法。另外，本发明涉及一种工序 (process)、机器 (machine)、产品 (manufacture) 或组成物 (composition of matter)。尤其是，本发明的一个方式涉及一种半导体装置、发光装置、显示装置、电子设备、照明装置、它们的驱动方法或它们的制造方法。尤其是，本发明的一个方式涉及一种其显示面具有柔性的显示装置、该显示装置的工作方法或制造方法。

[0002] 注意，在本说明书等中，半导体装置是指能够通过利用半导体特性而工作的所有装置。晶体管、半导体电路、运算装置及存储装置等都是半导体装置的一个方式。另外，发光装置、显示装置、照明装置及电子设备有时包括半导体装置。

背景技术

[0003] 移动电话机、智能手机、平板型计算机、膝上型计算机等电子设备是根据其功能、实用性及便携性以适当的尺寸制造的。另一方面，多个电子设备的携带不方便。因此，被期待能够综合多个电子设备的功能的形态。例如，专利文献1公开了三折式发光面板。通过使用该发光面板，可以综合多个电子设备的功能并制造尺寸可变的电子设备。

[先行技术文献]

[专利文献]

[0004] [专利文献1]日本专利申请公开第2015-130320号公报

发明内容

发明所要解决的技术问题

[0005] 本发明的一个方式的目的之一是提供一种便携性高的折叠式显示装置。另外，本发明的一个方式的目的之一是提供一种显示可见度高的折叠式显示装置。另外，本发明的一个方式的目的之一是提供一种具有低功耗功能的折叠式显示装置。另外，本发明的一个方式的目的之一是提供一种容易握持的折叠式显示装置。另外，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。另外，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的工作方法。

[0006] 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。另外，上述以外的目的从说明书等的记载看来显而易见，且可以从说明书等的记载中抽出上述以外的目的。

解决技术问题的手段

[0007] 本发明的一个方式涉及一种便携性高的三折式显示装置。

[0008] 本发明的一个方式是一种显示装置，包括具有柔性的显示面板，显示面板包括第一区域、第二区域及第三区域，在被展开为平坦时，第一区域、第二区域及第三区域互相平行而形成面，第二区域设置在第一区域与第三区域之间，显示装置具有以跨着第一区域和第二区域的方式形成以显示面一侧为凸状的第一曲面的功能、以及以跨着第二区域和第三

区域的方式形成以显示面一侧为凹状的第二曲面的功能,在被折叠时,第一曲面的曲率半径 R_1 大于第二曲面的曲率半径 R_2 。

[0009] 本发明的另一个方式是一种显示装置,包括具有柔性的显示面板,显示面板包括第一区域、第二区域及第三区域,在被展开为平坦时,第一区域、第二区域及第三区域互相平行而形成面,第二区域设置在第一区域与第三区域之间,显示装置具有以跨着第一区域和第二区域的方式依次形成以显示面一侧为凸状的第一曲面、平面及以显示面一侧为凸状的第三曲面的功能、以及以跨着第二区域和第三区域的方式形成以显示面一侧为凹状的第二曲面的功能,在被折叠时,第一曲面的曲率半径 R_1 大于第二曲面的曲率半径 R_2 ,第三曲面的曲率半径 R_3 大于曲率半径 R_2 ,曲率半径 R_1 大致与曲率半径 R_3 相等。

[0010] 在上述两个方式中,可以具有如下结构:显示装置还包括第一框体、第二框体、第三框体、第一铰链及第二铰链,第一区域的至少一部分被固定于第一框体,第二区域的至少一部分被固定于第二框体,第三区域的至少一部分被固定于第三框体,第一框体与第二框体之间设置有第一铰链,第二框体与第三框体之间设置有第二铰链,第一铰链具有形成第一曲面的功能,第二铰链具有形成第二曲面的功能,在被展开为平坦时,整体重心在第一框体或第三框体内。

[0011] 第一框体内或第三框体内也可以设置有电池。

[0012] 第三框体内也可以设置有无无线充电用的受电线圈。

[0013] 显示面板优选包括发光器件。

[0014] 本发明的另一个方式是一种显示装置的工作方法,其中在被折叠时只有一部分的区域显示图像。另外,在将显示面板展开为平坦时,也可以进行根据显示面板的倾斜度使图像的方向变化的工作。

发明效果

[0015] 通过使用本发明的一个方式,可以提供一种便携性高的折叠式显示装置。另外,可以提供一种显示可见度高的折叠式显示装置。另外,可以提供一种具有低功耗功能的折叠式显示装置。另外,可以提供一种容易握持的折叠式显示装置。另外,可以提供一种新颖的显示装置。另外,可以提供一种新颖的显示装置的工作方法。

[0016] 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实现所有上述效果。另外,上述以外的效果从说明书、附图及权利要求书等的记载看来显而易见,且可以从说明书、附图及权利要求书等的记载中抽出上述以外的效果。

附图简要说明

[0017] 图1A和图1B是说明显示装置的图。

图2A至图2C是说明显示装置的图。

图3A和图3B是说明显示装置的图。

图4A至图4C是说明铰链的图。

图5A至图5C是说明铰链的图。

图6A至图6C是说明铰链的图。

图7A至图7C是说明铰链的图。

图8A至图8D是说明显示装置的图。

图9A和图9B是说明显示装置的工作的图。

图10是说明显示装置的工作的流程图。

图11A是保护电路的电路图。图11B是说明保护电路的连接方式的方框图。

图12A是说明显示装置的图。图12B是说明显示装置的无线充电的图。

图13A至图13C是说明显示装置的工作的图。

图14A至图14C是说明显示装置的工作的图。

图15A至图15C是说明显示装置的工作的图。

图16A和图16B是说明显示装置的应用例子的图。

图17A至图17D是说明显示装置的应用例子的图。

图18A和图18B是说明显示装置的应用例子的图。

图19是说明电视装置的一个例子的方框图。

图20是说明显示面板的结构例子的图。

图21是显示面板的结构例子的图。

图22是显示面板的结构例子的图。

图23A是显示面板的方框图。图23B和图23C是像素的电路图。

图24A、图24C及图24D是像素的电路图。图24B是说明像素的工作的时序图。

图25A至图25E是说明像素的结构例子的图。

图26A是说明IGZO的结晶结构的分类的图。图26B是说明石英玻璃的XRD光谱的图。

图26C是说明结晶性IGZO的XRD光谱的图。图26D是说明结晶性IGZO的纳米束电子衍射图案的图。

图27A至图27D是发光器件的截面图。

图28A至图28C是说明发光器件的发光模型的概念图。图28D是说明发光器件的随着时间经过的归一化亮度的图。

图29A至图29D是说明电子传输层中的有机金属配合物的浓度的图。

实施发明的方式

[0018] 使用附图对实施方式进行详细说明。注意,本发明不局限于下面说明,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限定在以下所示的实施方式所记载的内容中。注意,在下面所说明的发明的结构中,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,而省略其重复说明。注意,有时在不同的附图中适当地省略或改变相同构成要素的阴影。

[0019] 另外,即使在电路图上为一个要素,如果在功能上没有问题,该要素也可以使用多个要素构成。例如,有时被用作开关的多个晶体管可以串联或并联连接。此外,有时对电容器进行分割并将其配置在多个位置上。

[0020] 此外,有时一个导电体具有布线、电极及端子等多个功能,在本说明书中,有时对同一要素使用多个名称。另外,即使在电路图上示出要素之间直接连接的情况,有时实际上该要素之间通过一个或多个导电体连接,本说明书中这种结构也包括在直接连接的范畴内。

[0021] (实施方式1)

在本实施方式中,参照附图说明本发明的一个方式的显示装置。注意,在本说明书

中,显示装置是指具有显示功能的所有装置。也就是说,具有显示部的电子设备包括在显示装置中。例如,移动电话机、智能手机、智能手表、平板型计算机、电视装置等具有显示部的电子设备包括在显示装置中。

[0022] 本发明的一个方式是包括具有柔性的显示面板且能够被折叠成较小的显示装置。该显示装置具有三折机构,可以形成显示装置的第一面以彼此相对的方式被折叠的区域以及及与第一面相反的第二面以彼此相对的方式被折叠的区域。因此,即使例如是16:9、18:9、21:9等的纵横比较大的显示面板,也可以通过在短轴方向上设置折线来将其折叠成较小,由此可以提高便携性。另外,通过将在被折叠成较小时看不到的显示区域设定为非显示,可以大幅地降低功耗。

[0023] <显示装置>

图1A示出将本发明的一个方式的显示装置100A折叠成最小尺寸的状态。显示装置100A能够如图2A至图2C所示那样变形。在初始状态为折叠状态(参照图2A)的情况下,可以经过变形状态(参照图2B),然后处于被展开为平坦的状态(参照图2C)。在按相反顺序变形时,可以进行折叠。注意,显示装置100A的变形既可以手动进行,又可以使用电力或弹簧等机械动力。

[0024] 显示装置100A包括具有柔性的显示面板101、框体102a、框体102b、框体102c、铰链103a及铰链103b。注意,在本实施方式中,为了简化起见,将显示面板101分为区域101a、区域101b及区域101c的三个区域(参照图2C)。区域101a、区域101b及区域101c是在将显示面板101展开为平坦时与水平方向(显示面板101的表面延伸的方向)平行而形成面的区域,且是以设置有铰链的位置或其附近为边界的区域。注意,在实际上,对区域101a至101c的每一个及它们之间的边界没有结构上的差异。作为显示面板101,可以使用无缝拼接且具有柔性的一个显示面板。

[0025] 图1B相当于图1A所示的A1-A2的截面。框体102a通过铰链103a与框体102b连接。框体102b通过铰链103b与框体102c连接。

[0026] 显示面板101设置在框体102a至102c的第一面一侧。区域101a的至少一部分可以被固定于框体102a。区域101b的至少一部分可以被固定于框体102b。区域101c的至少一部分可以被固定于框体102c。

[0027] 在将显示面板101的被固定于框体的表面称为非显示面且将与显示面板101的被固定于框体的表面相反的表面称为显示面的情况下,如图1A和图1B所示,在被折叠时,区域101a和区域101b的非显示面彼此相对,以跨着区域101a和区域101b的方式形成有以显示面为凸状的曲面104a。曲面104a是由区域101a的一部分及区域101b的一部分形成的区域。此外,区域101b和区域101c的显示面彼此相对,以跨着区域101b和区域101c的方式形成有以显示面为凹状的曲面104b。曲面104b是由区域101b的一部分及区域101c的一部分的形成的区域。

[0028] 将作为标准的上述曲面的表面(显示面)与曲率中心之间的距离定义为曲率半径,将显示面板101折叠成最小尺寸时的曲面104a的曲率半径定义为 R_1 ,将曲面104b的曲率半径定义为 R_2 。此时,优选满足 $R_1 > R_2$ 。

[0029] R_1 为将显示面向外弯曲时的曲率半径,即便在适当的范围内将框体102a、102a的厚度形成得薄, R_1 也较大,所以施加到显示面板101的构成曲面104a的部分的应力很小。另

一方面, R_2 为将显示面向内弯曲时的曲率半径, 无论框体102b、102c的厚度如何, R_2 也较小, 所以显示面板101的构成曲面104b的部分的应力容易变大。

[0030] 因此, 当 R_2 与 R_1 相等或 R_2 大于 R_1 时, 可以减轻施加到曲面104b部的应力, 而可以提高可靠性。另一方面, 在 R_2 变大的情况下, 被折叠时的整体厚度增高, 导致便携性下降。

[0031] 在本发明的一个方式中, 使用对弯曲应力的耐性高的显示面板, 可以在维持可靠性的同时实现 $R_1 > R_2$ 。通过将沟道形成区域中包含金属氧化物(氧化物半导体)的晶体管(以下, 称为OS晶体管)用于像素电路, 能够实现对弯曲应力的耐性高的显示面板。

[0032] 金属氧化物可以利用溅射法等成膜法且以温度较低的工序形成。由此, 对晶体管等器件及保护膜等周边构件施加的残留应力较少, 对后面被施加的弯曲应力具有高耐性。

[0033] 另一方面, 作为具有与OS晶体管同样的电特性的晶体管, 可以举出在沟道形成区域中包含硅(低温多晶硅、单晶硅等)的晶体管(以下, 称为Si晶体管)。在低温多晶硅晶体管的制造工序中, 使用硅膜的激光晶化工序。在激光晶化工序中, 硅膜的温度在短时间内上升到高温(至少上升到硅的熔点), 然后快速冷却。因此, 对硅膜及周边构件施加的残留应力较多, 在后面还被施加弯曲应力时电特性等劣化, 导致可靠性下降。

[0034] 因此, 在本发明的一个方式的显示装置中, 容易满足 $R_1 > R_2$, 可以在维持可靠性的同时折叠成较小。注意, 因为弯曲耐性根据曲率半径、弯曲次数等而不同, 所以也可以根据状况将Si晶体管用于像素电路。

[0035] 作为用于OS晶体管的半导体材料, 可以使用能隙为2eV以上, 优选为2.5eV以上, 更优选为3eV以上的金属氧化物。典型的有含有铟的氧化物半导体等, 例如, 可以使用后面提到的CAAC-OS或CAC-OS等。CAAC-OS中构成晶体的原子稳定, 适用于重视可靠性的晶体管等。CAC-OS呈现高迁移率特性, 适用于进行高速驱动的晶体管等。

[0036] 由于OS晶体管的半导体层具有大能隙, 所以可以呈现极低的关态电流(off-state current)特性, 仅为几yA/ μm (每沟道宽度1 μm 的电流值)。与Si晶体管不同, OS晶体管不会发生碰撞电离、雪崩击穿、短沟道效应等, 因此能够形成高可靠性的电路。此外, Si晶体管所引起的起因于结晶性的不均匀的电特性偏差不容易产生在OS晶体管中。

[0037] 作为OS晶体管中的半导体层, 例如可以采用包含铟、锌及M(铝、钛、镓、锗、钪、镧、铈、锡、钕或钐等金属)的以“In-M-Zn类氧化物”表示的膜。此外, 作为OS晶体管中的半导体层, 除了上述In-M-Zn氧化物之外还可以使用In氧化物、In-Ga氧化物、In-Zn氧化物。注意, 通过使用铟比率高的组成的半导体层, 可以提高OS晶体管的通态电流(on-state current)或场效应迁移率等。In-M-Zn类氧化物例如可以利用溅射法、ALD(Atomic layer deposition)法或MOCVD(Metal organic chemical vapor deposition)法等形成。

[0038] 当利用溅射法形成In-M-Zn氧化物膜时, 优选用来形成In-M-Zn类氧化物膜的溅射靶材的金属元素的原子数比满足 $\text{In} \geq \text{M}$ 及 $\text{Zn} \geq \text{M}$ 。这种溅射靶材的金属元素的原子数比优选为 $\text{In}:\text{M}:\text{Zn}=1:1:1$ 、 $\text{In}:\text{M}:\text{Zn}=1:1:1.2$ 、 $\text{In}:\text{M}:\text{Zn}=3:1:2$ 、 $\text{In}:\text{M}:\text{Zn}=4:2:3$ 、 $\text{In}:\text{M}:\text{Zn}=4:2:4.1$ 、 $\text{In}:\text{M}:\text{Zn}=5:1:3$ 、 $\text{In}:\text{M}:\text{Zn}=5:1:6$ 、 $\text{In}:\text{M}:\text{Zn}=5:1:7$ 、 $\text{In}:\text{M}:\text{Zn}=5:1:8$ 、 $\text{In}:\text{M}:\text{Zn}=10:1:3$ 等。此外, 当构成半导体层的氧化物半导体为In-Zn氧化物时, 优选用来形成In-Zn氧化物膜的溅射靶材的金属元素的原子个数比满足 $\text{In} \geq \text{Zn}$ 。这种溅射靶材的金属元素的原子数比优选为 $\text{In}:\text{M}:\text{Zn}=1:1$ 、 $\text{In}:\text{Zn}=2:1$ 、 $\text{In}:\text{Zn}=5:3$ 、 $\text{In}:\text{Zn}=10:1$ 、 $\text{In}:\text{Zn}=10:3$ 等。

[0039] 作为半导体层, 可以使用载流子浓度低的氧化物半导体。例如, 作为半导体层可以

使用载流子浓度为 $1 \times 10^{17}/\text{cm}^3$ 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,更进一步优选为小于 $1 \times 10^{10}/\text{cm}^3$,且为 $1 \times 10^{-9}/\text{cm}^3$ 以上的氧化物半导体。将这样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。该氧化物半导体的缺陷能级密度低,因此可以说是具有稳定的特性的氧化物半导体。

[0040] 注意,本发明不局限于上述记载,可以根据所需的晶体管的半导体特性及电特性(场效应迁移率、阈值电压等)来使用具有适当的组成的材料。另外,优选适当地设定半导体层的载流子浓度、杂质浓度、缺陷密度、金属元素与氧的原子数比、原子间距离、密度等,以得到所需的晶体管的半导体特性。

[0041] 注意,在附图中被抽象化地示出铰链103a、103b,对其形态没有限制。后面将对铰链103a、103b的具体例子进行说明,可以使用橡胶等弹性体、连结的柱状体或齿轮等。注意,在图1A和图1B中,将框体和铰链表示为不同构成要素,但是它们之间的边界不明确,有时框体和铰链被形成为一体。此外,显示面板101有时不与铰链接触。

[0042] <显示装置的变形例子1>

本发明的一个方式可以具有图3A所示的结构。图3A所示的显示装置100B具有将显示装置100A中的铰链103a调换为铰链103c的结构。

[0043] 显示装置100B所包括的铰链103c具有在被折叠时以跨着区域101a和区域101b的方式依次形成以显示面为凸状的曲面105a、平面105、以显示面为凸状的曲面105b的功能。注意,曲面105a由区域101a的一部分形成,平面105由区域101a的一部分及区域101b的一部分形成,曲面105b由区域101c的一部分形成。

[0044] 如图3B的截面图所示,将被折叠成最小尺寸时的曲面105a的曲率半径定义为 R_3 ,将曲面105b的曲率半径定义为 R_4 时,优选满足 $R_3 > R_2$ 且 $R_4 > R_2$ 。在满足 $R_3 > R_2$ 且 $R_4 > R_2$ 时,可以与显示装置100A同样地将整体厚度减薄。另外,优选 R_3 与 R_4 相等或 R_3 大致与 R_4 相等。在 R_3 与 R_4 相等时,可以对称性高地进行折叠,由此可以提高铰链机构的可靠性。在 R_3 与 R_4 大不相同的情况下,在折叠或展开时,形成曲面105a的区域和形成曲面105b的区域中的一个与其中另一个相比容易被弯曲,有时导致可靠性下降。

[0045] 在折叠图3A和图3B所示的显示装置100B时,由铰链103c形成平面105。由此,弯曲部中的平面比例变多,而可以提高图像的可见度。

[0046] <铰链>

图4A至图4C是说明可用于图1A所示的显示装置100A的铰链103a的一个例子的图。

[0047] 铰链103a包括以短轴方向的截面为梯形或准梯形的多个柱状体111。各柱状体111的底面(相当于梯形的下底)连续地连接。此外,铰链103a的一个端部的柱状体111的底面与框体102a的第一面连续地连接。此外,铰链103a的另一个端部的柱状体111的底面与框体102b的第一面连续地连接。注意,各柱状体111的顶面(相当于梯形的上底)的形状在不干涉到其他柱状体及框体的范围内任意设定。

[0048] 如图4A所示,通过以相邻的柱状体111的侧面(相当于梯形的脚部)互相接触的方式进行变形,可以使显示装置成为折叠状态。此时,多个柱状体111的底面以具有规定角度的方式连接,作为整体形成有截面为准圆弧状的区域。因此,具有柔性的显示面板可以在与该区域重叠的部分形成曲面。

[0049] 当在图4A的状态下进行变形工作(展开工作)时,如图4B所示,各柱状体111的侧面

向离开方向移动,上述准圆弧的曲率半径变大。此时,显示面板中的曲面部分的曲率半径也变大。

[0050] 当在图4B的状态下进行变形工作时,如图4C所示,框体102a的第一面、各柱状体111的底面及框体102b的第一面平坦地连接。此时,显示面板中的曲面部分变化为平坦,作为整体成为展开为平坦的状态。通过以与上述顺序相反的顺序进行变形工作,可以进行折叠。

[0051] 在上述说明中,柱状体111的截面为梯形,但是也可以为三角形。此外,对各柱状体与框体的连接结构没有限制。此外,也可以设置停止构件,以防止向与所希望的方向相反的方向弯曲。另外,也可以设置间隔物,以在被折叠时维持框体间的间隙。此外,框体或铰链的形状也可以适当地改变为适于显示面板的设置形状。这些结构还可以用于下面所说明的铰链103c。

[0052] 图5A至图5C是说明可用于图3A所示的显示装置100B的铰链103c的一个例子的图。

[0053] 铰链103c包括具有与铰链103a大致相同的构成要素的单元113a、113b。注意,单元113a、113b中的柱状体的数量也可以与铰链103a不同。此外,在单元113a与单元113b之间包括底面为平坦且侧面与底面垂直的柱状体114。柱状体114的顶面形状在不干涉到其他柱状体及框体的范围内任意设定。

[0054] 如图5A所示,通过以单元113a所包括的柱状体的侧面以及柱状体114及113b所包括的柱状体的侧面彼此接触的方式进行变形,可以使显示装置成为折叠状态。此时,单元113a所具有的柱状体的底面以具有规定角度的方式连接,截面为准圆弧状的区域被形成。单元113b也是同样的。因此,具有柔性的显示面板可以在与该区域重叠的部分形成曲面、平面及曲面。

[0055] 单元113a所包括的柱状体的底面和柱状体114及单元113b所包括的柱状体的底面连续地连接。此外,单元113a的一个端部的柱状体的底面与框体102a的第一面连续地连接。此外,单元113b的一个端部的柱状体的底面与框体102b的第一面连续地连接。

[0056] 当在图5A的状态下进行变形工作(展开工作)时,如图5B所示,单元113a、113b中的各柱状体的侧面向离开方向移动,上述准圆弧的曲率半径变大。此时,显示面板中的曲面部分的曲率半径也变大。

[0057] 当在图5B的状态下进行变形工作时,如图5C所示,框体102a的第一面、单元113a所包括的柱状体的底面、柱状体114的底面、单元113b所包括的柱状体的底面及框体102b的第一面平坦地连接。此时,显示面板中的曲面部分变化为平坦,作为整体成为展开为平坦的状态。通过以与上述顺序相反的顺序进行变形工作,可以进行折叠。

[0058] 图6A至图6C是说明可用于图1A所示的显示装置100A或图3A所示的显示装置100B的铰链103b的一个例子的图。

[0059] 铰链103b包括以短轴方向的截面为矩形的多个柱状体115。各柱状体115的底面连续地连接。此外,铰链103b的一个端部的柱状体115的底面与框体102a的第一面连续地连接。此外,铰链103b的另一个端部的柱状体115的底面与框体102c的第一面连续地连接。注意,各柱状体115的顶面形状在不干涉到其他柱状体及框体的范围内任意设定。

[0060] 如图6A所示,通过向相邻的柱状体115的各侧面彼此离开的方向进行变形,可以使显示装置成为折叠状态。此时,多个柱状体115的底面以具有规定角度的方式连接,作为整

体形成有截面为准圆弧状的区域。因此,具有柔性的显示面板可以在与该区域重叠的部分形成曲面。

[0061] 当在图6A的状态下进行变形工作(展开工作)时,如图6B所示,各柱状体115的侧面向靠近方向移动,上述准圆弧的曲率半径变大。此时,显示面板中的曲面部分的曲率半径也变大。

[0062] 当在图6B的状态下进行变形工作时,如图6C所示,框体102b的第一面、各柱状体115的底面及框体102c的第一面平坦地连接。此时,显示面板中的曲面部分变化为平坦,作为整体成为展开为平坦的状态。通过以与上述顺序相反的顺序进行变形工作,可以进行折叠。

[0063] 注意,因为柱状体115的截面为矩形,所以在展开为平坦时柱状体115的侧面互相接触。因此,铰链103b对显示面板不发生反向弯曲,所以可以不需要设置停止构件。另外,也可以设置间隔物,以在被折叠时维持框体间的间隙。此外,框体或铰链的形状也可以适当地改变为适于显示面板的设置形状。

[0064] 图7A至图7C是说明铰链103b的另一个例子的图。

[0065] 铰链103b包括齿轮116a和齿轮116b。齿轮116a被固定于框体102a。齿轮116b被固定于框体102b。齿轮116a的中心轴优选与框体102a的第一面重叠。此外,齿轮116b的中心轴优选与框体102b的第一面重叠。

[0066] 如图7A所示,在折叠状态下齿轮116a及齿轮116b齿合在固定位置。此时,两个齿轮的中心轴在框体的第一面上,框体间(显示面板的相对的显示面间)产生间隙。因此,在具有柔性的显示面板上可以形成以该间隙的大致1/2为曲率半径的曲面。

[0067] 当在图7A的状态下进行变形工作(展开工作)时,框体102b及框体102c以与齿轮116a及齿轮116b的齿合联动的方式以铰链103b为支点展开地移动(参照图7B)。此时,显示面板中的曲面部分的曲率半径也变大。

[0068] 当在图7B的状态下进行变形工作时,如图7C所示,框体102b的第一面及框体102c的第一面平坦地连接。此时,显示面板中的曲面部分变化为平坦,作为整体成为展开为平坦的状态。通过以与上述顺序相反的顺序进行变形工作,可以进行折叠。

[0069] 另外,也可以设置保持齿轮116a及齿轮116b的齿合的机构。此外,在被展开为平坦时框体102c的侧面与框体102c的侧面接触。因此,铰链103b对显示面板不发生反向弯曲,所以可以不需要设置停止构件。另外,也可以设置间隔物,以在被折叠时维持框体间的间隙。另外,也可以在齿轮116a及齿轮116b中设置用来维持间隙的机构。此外,框体或铰链的形状也可以适当地改变为适于显示面板的设置形状。

[0070] <显示装置的变形例子2>

图8A是说明作为显示装置100A的变形例子的显示装置100C的图。显示装置100C与显示装置100A的不同之处是框体102c的形状。

[0071] 显示装置100C所包括的框体102c的厚度大于框体102a及框体102b的厚度。如图8B所示,通过将框体102c形成得厚,可以将其尺寸较大的电池117设置在框体102c内,由此可以长时间进行显示装置的工作。另外,通过将重量较大的电池117设置在框体102c内,可以在图8A及图8B各自的状态下使显示装置100C的重心位于框体102c的内部。因为框体102c较厚且在框体102c的内部有重心,所以可以提高被展开为平坦时的显示装置的便携性。

[0072] 另外,显示装置100C具有无论利手如何容易操作的结构。在图9A中,用左手握持显示装置100C的框体102c一侧,用右手触摸屏幕进行操作。在图9B中,用右手握持显示装置100C的框体102c一侧,用左手触摸屏幕进行操作。在上述任何情况下都能够向使用者容易看到的方向显示图像。

[0073] 在该工作中,使用显示装置100C所包括的传感器120(加速度传感器、陀螺仪传感器等)检测出显示装置100C的倾斜度,根据其倾斜度决定显示图像的方向。此外,传感器120可以根据倾斜度的变化检测出显示装置100C的摇动。摇动因人而异,所以通过使人工智能(AI)学习摇动信息,可以判断使用者。另外,可以通过利用该功能进行个人识别。另外,传感器120也可以设置在本实施方式所示的其他显示装置中。

[0074] 图10是利用传感器120的显示图像的方向的确定工作及个人识别的流程图。

[0075] 经过S1及S2的路径示出利用传感器检测出倾斜度的结果确定图像的显示方向的工作。注意,倾斜度有多个方向,倾斜度A、倾斜度B及倾斜度C包括多个方向的倾斜度的条件。这里,将倾斜度A设定为包括图9A所示的显示装置100C的倾斜度的范围,将倾斜度C设定为包括图9B所示的显示装置100C的倾斜度的范围,将倾斜度B设定为包括显示装置100C的长轴方向被转移到上下方向时的倾斜度的范围。注意,倾斜度B具有上下反转的两种情况,因此也可以在实际上对四个倾斜度的范围进行判断。

[0076] 在被判断为倾斜度A时,进行A显示。A显示是指向图9A所示的方向显示图像的模式。在被判断为倾斜度C时,进行C显示。C显示是指向图9B所示的方向显示图像的模式。在被判断为倾斜度B时,进行B显示。B显示例如是指将图9A所示的显示装置100C的图像反转为大约90度而进行显示的模式。如此,可以利用传感器120将图像方向改变为容易看到的方向来进行显示。

[0077] 经过S1、S3及S4的路径示出储存传感器120检测出的摇动数据来登录该数据及个人的工作。在此所登录的数据用于个人识别。注意,该数据可以每次利用显示装置进行更新。

[0078] 经过S1、S5及S6的路径示出实时地对照上述数据与从传感器120输出的与摇动有关的数据来识别个人的工作。作为对照,可以使用利用与摇动有关的个人的存储数据进行深度学习的人工智能(AI)。可以在将个人信息储存在上述数据库之后进行该工作。如此,可以利用传感器120进行个人识别。

[0079] 只要识别个人,则可以判断个人频繁利用的显示装置100C的方向等,由此可以预先设定默认的显示方向。在使用传感器120单体判断显示装置100C的角度的情况下,有时传感器120过敏地检测出显示装置100C的稍微摇动等。在该情况下,由于图像频繁反转等的原因而有时直到能够正常地看到图像为止需要较长时间。此外,有可能浪费电力。通过设定默认的显示方向,可以缩短看到所需要的时间并降低功耗。

[0080] 例如,在某个人频繁如图9A所示那样握持显示装置100C的情况下,可以将A显示设定为默认的显示方向。与此相反,在某个人频繁如图9B所示那样握持显示装置100C的情况下,可以将C显示设定为默认的显示方向。另外,也可以仅进行使用传感器120的工作而不利用该功能。

[0081] 图8C和图8D是说明将电池设置在框体102a内的显示装置100D的图。显示装置100D在框体102a的端部包括容易握持的握柄部106,可以将电池117设置在握柄部106内。显示装

置100D的重心位于设置有重量大的电池117的握柄部106,所以可以提高便携性。此外,如图8D所示,在被展开为平坦时,握柄部被用作脚部,在桌子上也可以具有稳定的形态。另外,因为显示面具有倾斜,所以可以提高可见度。

[0082] 此外,如图8B和图8D所示,优选在电池117中设置保护电路118。虽然作为电池117优选使用电容较大的锂离子电池,但是有时因电池内部的异常(微短路等)而发生起火事故。

[0083] 如图11A所示,保护电路118可以包括比较器121、晶体管122及电容器123。比较器121对电池117的电压(V_{bat})与例如为正常值的下限的参考电位(V_{ref})进行比较,在 V_{bat} 低于 V_{ref} 时使从输出端子(OUT)输出的逻辑值反转。 V_{ref} 被写入到与晶体管122、电容器123及比较器121的一个输入端子连接的节点N并可以保持在节点N中。

[0084] 由于可以使用晶体管122和电容器123保持写入在节点N中的电位,所以可以将晶体管122和电容器123组合的电路称为存储电路或DOSRAM(Dynamic Oxide Semiconductor Random Access Memory:动态氧化物半导体随机存取存储器)。DOSRAM能够由一个晶体管和一个电容器构成,因此可以实现存储器的高密度化。此外,通过使用OS晶体管,可以延长数据的保持期间。

[0085] 根据随着电池117的充放电的电压变化按规定期间改写 V_{ref} 。在保护电路118中,作为晶体管122优选使用OS晶体管。OS晶体管的关态电流较低,可以在实质上没有变动的状态下长时间保持写入在节点N中的电位。

[0086] 另外,在作为晶体管122使用OS晶体管的情况下,有时将包括上述存储电路的保护电路118称为BTOS(Battery operating system:电池操作系统、或者Battery oxide semiconductor:电池氧化物半导体)。

[0087] 如图11B所示,电池117与保护电路118电连接,保护电路118的输出与控制电路119连接。保护电路118在检测出电池117的急剧的电压下降等时,使输出到控制电路119的信号的逻辑值反转。此时,控制电路119对电池117进行控制以遮断充放电,由此确保使用者的安全。

[0088] 如图8B和图8D所示,优选在框体102a内设置天线125及天线126。天线125是第四代移动通信系统(4G)的通信用天线,天线126是第五代移动通信系统(5G)的通信用天线。5G通信比4G通信快10至20倍。

[0089] 注意,图8B和图8D示出设置天线125及天线126的双方的结构,但是不局限于此。例如,也可以采用在框体102a内仅设置天线125的结构或仅设置天线126的结构。此外,图8B和图8D示出一个天线125及一个天线126的结构但是不局限于此。例如,也可以采用设置多个天线125的结构或设置多个天线126的结构。

[0090] 通过将天线125及天线126都设置在框体102a中,容易进行良好的通信。在很多情况下,使用者利用在被折叠时也容易看到显示的使用方法(设置方法、握持方法等),将框体102a向电波进行的方向(上侧、外侧)移动的机会较多,由此容易接收电波。

[0091] 注意,图8A和图8B示出以框体102c的厚度大于其他框体的厚度的方式将电池等设置在框体102c内的例子,但是也可以如图12A的显示装置100E所示那样地将框体102a的厚度大于其他框体的厚度。此时,通过适当地折叠对应向外弯曲的铰链103a,可以在桌子等上平衡地设置该框体。

[0092] 此外,由于能够以铰链103a为边界将显示面的平面部分为两个部分,所以在显示多个图像的情况等下,可以将适当的图像分配于各平面部,而可以提高可见度。此外,通过使一个平面部处于非显示,可以进行低功耗化工作。

[0093] 如图12B所示,显示装置100C的框体102c中还设置有受电线圈107及受电电路108等。通过使受电线圈107和充电器109所包括的送电线圈重叠,可以进行无线充电。

[0094] 在向充电器109所包括的送电线圈流过电流时发生磁通,因电磁感应而在受电线圈107中产生电流。该电流在受电电路108中被整流而用于与受电电路108连接的电池的充电。

[0095] 在显示装置100C中,有重心的框体102c可以设置在充电器109上并与其接触。因此,如图12B所示,在不被折叠的状态下也可以将该框体平衡地放在充电器109上。此外,在充电时也可以可见度高地使用。注意,受电线圈107可以设置在框体102a、102b及102c中的一个以上。

[0096] <显示工作例子1>

图13A至图13C是说明本发明的一个方式的在显示装置100A至100E之间共同使用的工作例子的图。注意,图13A至图13C代表性地示出使用显示装置100A的情况。图13A示出:在折叠状态下,区域101a的平面部为显示状态且曲面104a为非显示状态时的工作。此时,如图13B中的B1-B2的截面图所示,被折叠且看不到的区域(具有曲面104b的区域101b及区域101c)也优选处于非显示状态。

[0097] 另外,如图13C所示,在区域101a的平面部处于非显示状态时,曲面104a也可以处于显示状态。与上述结构同样,被折叠且看不到的区域也优选处于非显示状态。如此,在折叠状态下,通过使只有一部分的区域处于显示状态,能够进行低功耗化工作。

[0098] <显示工作例子2>

图14A至图14C示出将本发明的一个方式的显示装置100A至100D的显示部分为三个面时的一个例子。

[0099] 在图14A的例子中,框体102c与框体102b形成的角度为钝角,框体102b与框体102a形成的角度为锐角,在桌子上平衡地设置显示装置。通过将框体102a用作脚部,可以如膝上型计算机那样地使用该显示装置。例如,在区域101c上显示键盘131,在曲面104b上显示图标132,在区域101b上显示应用程序的图像130,可以通过触摸屏幕来进行操作。

[0100] 此时,如图14B所示,通过采用在区域101a上也显示与区域101b相同的图像130的模式,相反一侧的人也可以可见度高地看到相同的图像。此外,如图14C所示,通过使区域101a处于非显示状态,能够以低功耗化模式进行工作。

[0101] <显示工作例子3>

图15A至图15C示出将本发明的一个方式的显示装置100A至100E的显示部分为两个面时的一个例子。

[0102] 在图15A中,框体102a与框体102b形成的角度大约为 60° 以上且小于 180° (例如,大约为 90° 等),框体102b与框体102c形成的角度大约为 180° ,在桌子上平衡地设置显示装置。通过将区域101b及区域101c用作连续的平面来实现大屏幕化,并且将框体102a用作脚部来使显示面(区域101b及区域101c)倾斜,可以提高可见度。

[0103] 此时,如图15B所示,通过使区域101a处于非显示状态,能够以低功耗化模式进行

工作。

[0104] 在图15C中,框体102c与框体102b形成的角度大约为 90° 以上且小于 180° (例如,大约为 135° 等),框体102b与框体102a形成的角度大约为 180° ,在桌子上平衡地设置显示装置。通过将框体102a及框体102b平行地设置在平面如桌子等上,能够容易地进行使用触屏笔150等的输入。此外,通过使区域101c倾斜,可以提高可见度。

[0105] <应用例子1>

图16A和图16B示出将本实施方式所示的显示装置应用于智能手机等信息终端的例子。注意,对与上述显示装置相同的构成要素附上同一符号。显示装置200包括声音的输入输出单元135a、135b、相机136a、136b、传感器137及传感器120。

[0106] 在声音的输入输出单元135a、135b中的一个被用作麦克风时,另一个能够被用作扬声器。因此,当利用电话功能等时,无论向哪个方向握持都可以毫无问题地进行会话。通过使用检测出倾斜的传感器120可以调换麦克风功能与扬声器功能。另外,相机136a、136b也是同样的,通过传感器120可以使它们中的一个优先地工作。

[0107] 输入输出单元135a、135b既可以包括被用作麦克风的设备及被用作扬声器的设备的双方,又可以包括具有两者功能的一个设备。

[0108] 此外,也可以通过将输入输出单元135a、135b的双方用作麦克风而录音立体音响。另外,也可以通过将输入输出单元135a、135b的双方用作扬声器而再现立体音响。

[0109] 另外,也可以通过使相机136a、136b的双方工作而拍摄三维图像。传感器137是光传感器,可以根据周围的照度容易看到的方式调整显示亮度。

[0110] 此外,如图16B所示,也可以在与显示装置200的设置显示面板101的前面相反一侧的后面设置有显示面板138。显示面板138可以显示与显示面板101相同的图像,并且可以用作显示简单的信息、绘画、图案、照片等的子显示器或照明等。作为显示面板138,既可以使用采用发光器件或液晶器件的显示面板,又可以使用低功耗的电子纸等。作为显示面板138也可以使用以硬质衬底为支撑体的显示面板。

[0111] 注意,如图17A所示,显示面板138也可以分别设置在框体102a至102c上。另外,如图17B所示,也可以显示装置200的后面设置具有柔性的显示面板139。此时,由于可以使显示面板139弯曲,因此与设置于前面的显示面板101同样,能够以跨着框体102a至102c的方式设置显示面板139。

[0112] 此外,如图17C所示,也可以显示装置200的后面设置太阳能电池140。太阳能电池140所产生的电力可以充电到显示装置200内的电池,并且可以将电力经过外部接口145供应到外部。

[0113] 注意,图17C示出具有硬质支撑体的太阳能电池的例子。作为该太阳能电池,例如可以使用将结晶硅用作光电转换层的硅太阳能电池或者具有太阳能电池与钙钛矿型太阳能电池的串联结构的太阳能电池等。

[0114] 另外,如图17D所示,也可以使用将柔性衬底用作支撑体的太阳能电池。作为该太阳能电池,例如可以使用非晶硅太阳能电池、CIGS (Cu-In-Ga-Se) 型太阳能电池、有机太阳能电池或钙钛矿型太阳能电池等的薄膜太阳能电池141等。与显示面板139同样,能够以跨着框体102a至102c的方式设置将柔性衬底用作支撑体的太阳能电池。

[0115] <应用例子2>

图18A和图18B示出将本发明的一个方式的显示装置100A至100D的显示部根据用途区别使用时的一个例子。

[0116] 图18A和图18B是将本实施方式所示的显示装置应用于餐饮馆等的订购终端的例子。注意,对与上述显示装置相同的构成要素附上同一符号。显示装置210包括收发单元146、扬声器147、相机148及麦克风149等。注意,除了本发明的一个方式的功能之外,显示装置210还可以具有一般平板型计算机的功能。

[0117] 如图18A所示,显示装置210通常可以处于折叠状态,而可以利用叫服务员的功能及内部对讲机功能。当被展开时显示菜单,可以进行点菜。订购内容可以通过收发单元146进行发送。另外,可以显示订购总额或以相机148拍摄的条码进行支付。

[0118] 图19是示出将本实施方式所示的显示装置应用于电视装置的例子方框图。

[0119] 图19的方框图示出在独立的方框中根据其功能进行分类的构成要素,但是,实际的构成要素难以根据功能被清楚地划分,一个构成要素有时具有多个功能。

[0120] 电视装置600包括控制部601、存储部602、通信控制部603、图像处理电路604、译码器电路605、影像信号接收部606、时序控制器607、源极驱动器608、栅极驱动器609、显示面板620等。

[0121] 显示面板620相当于实施方式1所示的显示面板101,其他构成要素可以设置在框体102a至框体102c中的任何框体。注意,几个构成要素如源极驱动器608、栅极驱动器609等也可以为显示面板101的构成要素。

[0122] 控制部601例如可以被用作中央处理器(CPU:Central Processing Unit)。例如控制部601具有通过系统总线630控制存储部602、通信控制部603、图像处理电路604、译码器电路605及影像信号接收部606等的组件的功能。

[0123] 在控制部601与各组件之间通过系统总线630传输信号。此外,控制部601具有对从通过系统总线630连接的各组件输入的信号进行处理的功能、生成向各组件输出的信号的功能等,由此可以总体控制连接于系统总线630的各组件。

[0124] 存储部602被用作控制部601及图像处理电路604能够访问的寄存器、高速缓冲存储器、主存储器、二次存储器等。

[0125] 作为能够用作二次存储器的存储装置例如可以使用应用可重写的非易失性存储元件的存储器。例如,可以使用快闪存储器、MRAM(Magnetoresistive Random Access Memory:磁阻随机存取存储器)、PRAM(Phase change RAM:相变随机存取存储器)、ReRAM(Resistive RAM:电阻随机存取存储器)、FeRAM(Ferroelectric RAM:铁电随机存取存储器)等。

[0126] 作为能够被用作寄存器、高速缓冲存储器、主存储器等暂时存储器的存储装置,也可以使用DRAM(Dynamic RAM:动态随机存取存储器)、SRAM(Static Random Access Memory:静态随机存取存储器)等非易失性存储器。

[0127] 例如,设置在主存储器中的RAM,例如可以使用DRAM,虚拟地分配并使用作为控制部601的工作空间的存储空间。储存在存储部602中的操作系统、应用程序、程序模块、程序数据等在执行时被加载于RAM中。被加载于RAM中的这些数据、程序或程序模块被控制部601直接访问并操作。

[0128] 另一方面,可以在ROM中容纳不需要改写的BIOS(Basic Input/Output System:基

本输入/输出系统)或固件等。作为ROM,可以使用遮罩式ROM、OTPROM(One Time Programmable Read Only Memory:一次可编程只读存储器)、EPROM(Erasable Programmable Read Only Memory:可擦除可编程只读存储器)等。作为EPROM,可以举出通过紫外线照射可以消除存储数据的UV-EPROM(Ultra-Violet Erasable Programmable Read Only Memory:紫外线-可擦除可编程只读存储器)、EEPROM(Electrically Erasable Programmable Read Only Memory:电子式可抹除可编程只读存储器)以及快闪存储器等。

[0129] 此外,可以采用除了存储部602以外还能够连接可拆卸存储装置的结构。例如,优选包括被用作存储设备(storage device)的硬盘驱动器(Hard Disk Drive:HDD)或固态驱动器(Solid State Drive:SSD)等记录媒体驱动器、与快闪存储器、蓝光光盘、DVD等记录介质连接的端子。由此,可以记录影像。

[0130] 通信控制部603具有控制通过计算机网络进行的通信的功能。就是说,IoT(Internet of Things:物联网)的技术被应用于电视装置600。

[0131] 例如,通信控制部603根据来自控制部601的指令控制用来连接到计算机网络的控制信号,而向计算机网络发出该信号。由此,可以连接于WorldWide Web(WWW:环球网)的基础的因特网、内联网、外联网、PAN(Personal Area Network:个人网)、LAN(Local Area Network:局域网)、CAN(Campus Area Network:校园网)、MAN(Metropolitan Area Network:城域网)、WAN(Wide Area Network:广域网)、GAN(Global Area Network:全球网)等计算机网络,来进行通信。

[0132] 通信控制部603具有使用Wi-Fi(注册商标)、Bluetooth(注册商标)、ZigBee(注册商标)等通信标准与计算机网络或其他电子设备进行通信的功能。

[0133] 通信控制部603也可以具有以无线方式通信的功能。例如可以设置天线及高频电路(RF电路),进行RF信号的发送和接收。高频电路是用来将各国法制所规定的频带的电磁信号与电信号彼此变换且使用该电磁信号以无线方式与其他通信设备进行通信的电路。作为实用性的频带,一般使用几十kHz至几十GHz的频带。连接于天线的高频电路具有对应于多个频带的高频电路部,该高频电路部可以具有放大器、混频器、滤波器、DSP、RF收发器等。

[0134] 影像信号接收部606例如包括天线、解调电路及A-D转换电路(模拟-数字转换电路)等。解调电路具有解调从天线输入的信号的功能。此外,A-D转换电路具有将被解调的模拟信号转换为数字信号的功能。将由影像信号接收部606处理的信号发送到译码器电路605。

[0135] 译码器电路605具有如下功能:对从影像信号接收部606输入的数字信号所包括的影像数据根据被发送的广播规格进行译码,生成发送到图像处理电路的信号。例如,作为8K广播的广播规格,有H.265|MPEG-H High Efficiency Video Coding(高效率视频编码)(简称:HEVC)等。

[0136] 作为影像信号接收部606所包括的天线能够接收的广播电波,可以举出地面广播或从卫星发送的电波等。此外,作为天线能够接收的广播电波,有模拟广播、数字广播等,还有影像及声音的广播或只有声音的广播等。例如,可以接收以UHF频带(大约300MHz至3GHz)或VHF频带(30MHz至300MHz)中的指定的频带发送的广播电波。例如,通过使用在多个频带中接收的多个数据,可以提高传输率,从而可以获得更多的信息。由此,可以将具有超过全高清的分辨率的影像显示在显示面板620上。例如,可以显示具有4K2K、8K4K、16K8K或更高

的分辨率的影像。

[0137] 另外,影像信号接收部606及译码器电路605也可以具有如下结构:利用通过计算机网络的数据传送技术发送的广播数据而生成发送到影像处理电路604的信号。此时,在接收的信号为数字信号的情况下,影像信号接收部606也可以不包括解调电路及A-D转换电路等。

[0138] 图像处理电路604具有根据从译码器电路605输入的影像信号生成输入到时序控制器607的影像信号的功能。

[0139] 时序控制器607具有如下功能:基于被图像处理电路604处理的影像信号等中的同步信号生成对栅极驱动器609及源极驱动器608输出的信号(时钟信号、起始脉冲信号等信号),并将其输出。此外,时序控制器607具有除了上述信号以外生成输出到源极驱动器608的视频信号的功能。

[0140] 显示面板620包括多个像素621。各像素621利用从栅极驱动器609及源极驱动器608供应的信号驱动。这里示出像素数为 7680×4320 的具有对应于8K4K规格的分辨率的显示面板的例子。此外,显示面板620的分辨率不局限于此,也可以为对应于全高清(像素数为 1920×1080)或4K2K(像素数为 3840×2160)等的规格的分辨率。

[0141] 作为图19所示的控制部601或图像处理电路604的结构,例如可以采用包括处理器的结构。例如,控制部601可以使用被用作CPU的处理器。此外,作为图像处理电路604例如可以使用DSP(Digital Signal Processor:数字信号处理器)、GPU(Graphics Processing Unit:图形处理器)等其他处理器。此外,控制部601或图像处理电路604也可以具有由FPGA(Field Programmable Gate Array:现场可编程门阵列)或FPAA(Field Programmable Analog Array:现场可编程模拟阵列)等PLD(Programmable Logic Device:可编程逻辑器件)实现这种处理器的结构。

[0142] 处理器通过解释且执行来自各种程序的指令,进行各种数据处理或程序控制。有可能由处理器执行的程序可以被储存在处理器中的存储器区域,也可以被储存在另外设置的存储装置中。

[0143] 也可以将控制部601、存储部602、通信控制部603、图像处理电路604、译码器电路605、影像信号接收部606及时序控制器607的各个具有的功能中的两个以上的功能集中于一个IC芯片上,构成系统LSI。例如,也可以采用包括处理器、译码器电路、调谐器电路、A-D转换电路、DRAM及SRAM等的系统LSI。

[0144] 此外,也可以将在沟道形成区域中使用氧化物半导体而实现了极小的关态电流的晶体管用于控制部601或其他构成要素所包括的IC等。由于该晶体管的关态电流极小,所以通过将该晶体管用作保持流入被用作存储器的电容器的电荷(数据)的开关,可以确保较长的数据保持期间。通过将该特性用于控制部601等寄存器或高速缓冲存储器,可以仅在必要时使控制部601工作,而在其他情况下使之前的处理信息储存在该存储器中,从而可以实现常闭运算(normally off computing)。由此,可以实现电视装置600的低功耗化。

[0145] 注意,图19所示的电视装置600的结构是一个例子,并不需要包括所有构成要素。电视装置600包括在图19所示的构成要素中需要的构成要素即可。此外,电视装置600也可以包括图19所示的构成要素以外的构成要素。

[0146] 例如,电视装置600也可以具有对图19所示的结构追加外部接口、声音输出部、触

摸面板单元、传感单元、照相单元等的结构。例如,作为外部接口,有USB(Universal Serial Bus:通用串行总线)端子、LAN(Local Area Network:局域网)连接用端子、电源接收用端子、声音输出用端子、声音输入用端子、影像输出用端子、影像输入用端子等外部连接端子、使用红外线、可见光、紫外线等的光通信用收发机、设置在框体中的物理按钮等。此外,例如作为声音输入输出部,有音响控制器、麦克风、扬声器等。

[0147] 下面,对图像处理电路604进行更详细的说明。

[0148] 图像处理电路604优选具有根据从译码器电路605输入的影像信号执行图像处理的功能。

[0149] 作为图像处理,例如可以举出噪声去除处理、灰度转换处理、色调校正处理、亮度校正处理等。作为色调校正处理或亮度校正处理,例如有伽马校正等。

[0150] 此外,图像处理电路604优选具有执行如下处理的功能:随着分辨率的上变频(up-conversion)的像素间补充处理;以及随着帧频率的上变频的帧间补充等的处理。

[0151] 例如,在噪声去除处理中,去除各种噪声诸如产生在文字等的轮廓附近的蚊状噪声、产生在高速的动态图像中的块状噪声、产生闪烁的随机噪声、分辨率的上变频所引起的点状噪声等。

[0152] 灰度转换处理是指将图像的灰度转换为对应于显示面板620的输出特性的灰度的处理。例如,在使灰度数增大时,通过对以较小的灰度数输入的图像补充且分配对应于各像素的灰度值,可以进行使直方图平滑化的处理。此外,扩大动态范围的高动态范围(HDR)处理也包括在灰度变化处理中。

[0153] 像素间补充处理在使分辨率上变频时补充本来不存在的数据。例如,参照目标像素附近的像素通过补充数据以显示该像素的中间颜色。

[0154] 色调校正处理是指校正图像的色调的处理。此外,亮度校正处理是指校正图像的亮度(亮度对比)的处理。例如,检测设置有电视装置600的空间的照明的种类、亮度或颜色纯度等,根据这种信息将显示在显示面板620的图像的亮度或色调校正为最适合的亮度或色调。或者,也可以具有对照所显示的图像和预先储存的图像一览表中的各种场景的图像,而将显示的图像校正为适合于最接近的场景的图像的亮度或色调的功能。

[0155] 在帧间补充处理中,当增大显示的影像的帧频率时,生成本来不存在的帧(补充帧)的图像。例如,利用某两个图像的差异生成插入在两个图像之间的补充帧的图像。或者,也可以在两个图像之间生成多个补充帧的图像。例如,当从译码器电路605输入的影像信号的帧频率为60Hz时,通过生成多个补充帧,可以将输入到时序控制器607的影像信号的帧频率增大为两倍的120Hz、四倍的240Hz或八倍的480Hz等。

[0156] 本实施方式所示的结构例子及对应于这些例子的附图等的至少一部分可以与其他结构例子或附图等适当地组合而实施。

[0157] 本实施方式的至少一部分可以与本说明书所记载的其他实施方式适当地组合而实施。

[0158] (实施方式2)

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显示面板的结构例子。

[0159] <结构例子>

图20示出显示面板700的俯视图。显示面板700是使用具有柔性的支撑衬底745的能够被用作柔性显示器的显示面板。另外,显示面板700包括设置在具有柔性的支撑衬底745上的像素部702。另外,在支撑衬底745上设置有源极驱动电路部704、一对栅极驱动电路部706、布线710等。此外,像素部702设置有多个显示器件。

[0160] 另外,支撑衬底745的一部分中设置有与FPC716(FPC:Flexible printed circuit,柔性印刷电路)连接的FPC端子部708。利用FPC716通过FPC端子部708及布线710分别对像素部702、源极驱动电路部704及栅极驱动电路部706提供各种信号等。

[0161] 一对栅极驱动电路部706夹着像素部702设置在两侧。注意,栅极驱动电路部706及源极驱动电路部704也可以采用分别另行形成在半导体衬底等上且被封装的IC芯片的方式。该IC芯片可以通过COF(Chip On Film:薄膜覆晶封装)技术等安装于支撑衬底745上。

[0162] 优选将OS晶体管用作像素部702、源极驱动电路部704及栅极驱动电路部706所包括的晶体管。

[0163] 可以将发光器件等用于设置在像素部702中的显示器件。作为发光器件,可以举出LED(Light Emitting Diode:发光二极管)、OLED(Organic LED:有机发光二极管)、QLED(Quantum-dot LED:量子点发光二极管)、半导体激光等的自发光性发光器件。另外,作为显示器件也可以使用透射型液晶器件、反射型液晶器件、半透射型液晶器件等液晶器件。此外,可以使用快门方式或光干涉方式的MEMS(Micro Electro Mechanical Systems:微电子机械系统)器件或采用微囊方式、电泳方式、电润湿方式或电子粉流体(注册商标)方式等的显示器件等。

[0164] 另外,图20示出支撑衬底745的设置有FPC端子部708的部分具有突出形状的例子。支撑衬底745的包括FPC端子部708的一部分可以沿着图20中的区域P1折到背面。通过将支撑衬底745的一部分折到背面,可以在FPC716与像素部702的背面重叠配置的状态下将显示面板700安装到电子设备等,由此可以实现电子设备等的节省化及小型化。

[0165] 另外,与显示面板700连接的FPC716安装有IC717。IC717例如具有源极驱动电路的功能。此时,显示面板700中的源极驱动电路部704可以采用至少包括保护电路、缓冲器电路、解复用器电路等中的一种的结构。

[0166] <截面结构例子>

下面,参照图21及图22对将有机EL用作显示器件的结构进行说明。图21及图22是图20所示的显示面板700的沿着点划线S-T的截面示意图。

[0167] 首先,说明图21及图22所示的显示面板的相同部分。

[0168] 图21及图22示出包括像素部702、栅极驱动电路部706以及FPC端子部708的截面。像素部702包括晶体管750以及电容器790。栅极驱动电路部706包括晶体管752。

[0169] 晶体管750及晶体管752是将氧化物半导体用于形成沟道的半导体层的晶体管。另外,本发明不局限于此,也可以将硅(非晶硅、多晶硅或单晶硅)、使用有机半导体的晶体管用于半导体层。

[0170] 在本实施方式中使用的晶体管包括高度纯化且氧空位的形成被抑制的氧化物半导体膜。该晶体管可以具有极低的关态电流。因此,使用了这样的晶体管的像素可以延长图像信号等电信号的保持时间,可以延长图像信号等的写入间隔。因此,可以降低刷新工作的频率,由此可以降低功耗。

[0171] 另外,在本实施方式中使用的晶体管能够得到较高的场效应迁移率,因此能够进行高速驱动。例如,通过将这种能够进行高速驱动的晶体管用于显示面板,可以在同一衬底上形成像素部的开关晶体管及用于驱动电路部的驱动晶体管。就是说,可以采用不使用由硅片等形成的驱动电路的结构,由此可以减少显示装置的构件数。此外,通过在像素部中也使用能够进行高速驱动的晶体管,可以提供高质量的图像。

[0172] 电容器790包括通过对与晶体管750所包括的第一栅电极相同的膜进行加工形成的下部电极以及通过对与半导体层相同的金属氧化物膜进行加工形成的上部电极。上部电极与晶体管750的源区域及漏区域同样地被低电阻化。此外,在下部电极与上部电极之间设置有用作晶体管750的第一栅极绝缘层的绝缘膜的一部分。也就是说,电容器790具有在一对电极间夹有用作电介质膜的绝缘膜的叠层结构。此外,上部电极连接于通过对与晶体管750的源电极及漏电极相同的膜进行加工形成的布线。

[0173] 此外,晶体管750、晶体管752及电容器790上设置有被用作平坦化膜的绝缘层770。

[0174] 像素部702所包括的晶体管750与栅极驱动电路部706所包括的晶体管752也可以使用不同结构的晶体管。例如,可以采用其中一方使用顶栅极型晶体管而另一方使用底栅极型晶体管的结构。另外,上述源极驱动电路部704也与栅极驱动电路部706同样。

[0175] FPC端子部708包括其一部分用作连接电极的布线760、各向异性导电膜780及FPC716。布线760通过各向异性导电膜780与FPC716的端子电连接。在此,布线760由与晶体管750等的源电极及漏电极相同的导电膜形成。

[0176] 接下来,说明图21所示的显示面板700。

[0177] 图21所示的显示面板700包括支撑衬底745以及支撑衬底740。作为支撑衬底745及支撑衬底740,例如可以使用玻璃衬底或塑料衬底等具有柔性的衬底。

[0178] 晶体管750、晶体管752、电容器790等设置在绝缘层744上。支撑衬底745与绝缘层744通过粘合层742贴合在一起。

[0179] 另外,显示面板700包括发光器件782、着色层736、遮光层738等。

[0180] 发光器件782包括导电层772、EL层786及导电层788。导电层772与晶体管750所包括的源电极或漏电极电连接。导电层772设置在绝缘层770上并被用作像素电极。此外,以覆盖导电层772的端部的方式设置有绝缘层730,并且绝缘层730及导电层772上层叠地设置有EL层786及导电层788。

[0181] 作为导电层772可以使用对可见光具有反射性的材料。例如,可以使用包含铝、银等的材料。此外,作为导电层788可以使用对可见光具有透光性的材料。例如,优选使用包含铜、锌、锡等的氧化物材料。因此,发光器件782是向与被形成面的相反一侧(支撑衬底740一侧)发射光的顶部发射型发光器件。

[0182] EL层786包括有机化合物或量子点等无机化合物。EL层786包括在电流流过时呈现蓝色光的发光材料。

[0183] 作为发光材料,可以使用荧光材料、磷光材料、热活化延迟荧光(Thermally Activated Delayed Fluorescence:TADF)材料、无机化合物(量子点材料等)等。作为能够用于量子点的材料,可以举出胶状量子点材料、合金型量子点材料、核壳(Core Shell)型量子点材料、核型量子点材料等。

[0184] 遮光层738和着色层736设置在绝缘层746的一个面上。着色层736设置在重叠于发

光器件782的位置上。遮光层738设置在像素部702中的不重叠于发光器件782的区域中。此外,遮光层738还可以与栅极驱动电路部706等重叠地设置。

[0185] 支撑衬底740由粘合层747贴合于绝缘层746的另一个面上。此外,支撑衬底740和支撑衬底745由密封层732彼此贴合。

[0186] 在此,作为发光器件782所包括的EL层786使用发射白色光的发光材料。发光器件782所发射的白色光被着色层736着色而被发射到外部。EL层786跨着呈现不同颜色的像素地设置。通过在像素部以矩阵状配置设置有使红色(R)、绿色(G)和蓝色(B)中的任一个透过的着色层736的像素,显示面板700可以进行全彩色显示。

[0187] 此外,作为导电层788也可以使用具有半透过性及半反射性的导电膜。此时,可以在导电层772和导电层788之间实现微小共振器(微腔)结构来增强并发射特定波长的光。此时,也可以通过在导电层772和导电层788之间配置用来调整光学距离的光学调整层并使不同颜色的像素中的该光学调整层的厚度不同,提高各像素所发射的光的色纯度。

[0188] 另外,在每个像素中将EL层786形成为岛状或在每个像素列中将EL层786形成为条状时,即,通过分别涂布形成EL层786时,也可以不设置着色层736或上述光学调整层。

[0189] 在此,作为绝缘层744及绝缘层746,优选使用被用作透湿性低的阻挡膜的无机绝缘膜。通过在这样绝缘层744和绝缘层746之间夹有发光器件782、晶体管750等来抑制它们的劣化,从而可以实现可靠性高的显示面板。

[0190] 在图22所示的显示面板700A中,图21所示的粘合层742和绝缘层744之间设置有树脂层743。此外,包括保护层749代替支撑衬底740。

[0191] 树脂层743是包含聚酰亚胺树脂、丙烯酸树脂等的有机树脂的层。绝缘层744包含氧化硅、氮化硅、氮化硅等的无机绝缘膜。树脂层743与支撑衬底745通过粘合层742贴合在一起。树脂层743优选比支撑衬底745薄。

[0192] 保护层749与密封层732贴合在一起。保护层749可以使用玻璃衬底、树脂薄膜等。此外,保护层749也可以使用偏振片(含圆偏振片)、散射板等光学构件、触摸传感器面板等输入装置或上述两个以上的叠层结构。

[0193] 此外,发光器件782所包括的EL层786在绝缘层730及导电层772上以岛状设置。通过以各子像素中的EL层786的发光色都不同的方式分开形成EL层786,可以在不使用着色层736的情况下实现彩色显示。

[0194] 此外,覆盖发光器件782设置有保护层741。保护层741可以防止水等杂质扩散到发光器件782中。保护层741具有从导电层788一侧依次层叠有绝缘层741a、绝缘层741b及绝缘层741c的叠层结构。此时,作为绝缘层741a及绝缘层741c优选使用对水等杂质具有高阻挡性的无机绝缘膜,而作为绝缘层741b优选使用被用作平坦化膜的有机绝缘膜。此外,保护层741优选以延伸到栅极驱动电路部706的方式设置。

[0195] 另外,优选在密封层732的内侧将覆盖晶体管750及晶体管752等的有机绝缘膜形成为岛状。换言之,该有机绝缘膜的端部优选位于密封层732的内侧或重叠于密封层732的端部的区域中。图22示出绝缘层770、绝缘层730及绝缘层741b被加工为岛状的例子。例如,重叠有密封层732的部分中彼此接触地设置有绝缘层741c和绝缘层741a。如此,通过不使覆盖晶体管750及晶体管752的有机绝缘膜的表面露出到密封层732的外侧,可以适当地防止水或氢从外部经过该有机绝缘膜扩散到晶体管750及晶体管752。由此,晶体管的电特性的

变动受到抑制,从而可以实现可靠性极高的显示装置。

[0196] 此外,在图22中,可以折叠的区域P1中包括不设置有支撑衬底745、粘合层742以及绝缘层744等无机绝缘膜的部分。此外,在区域P1中,包括有机材料的绝缘层770覆盖布线760以防止布线760露出。通过尽可能不在可以折叠的区域P1中设置无机绝缘膜而仅层叠含有金属或合金的导电层、含有有机材料的层,可以防止在使其弯曲时产生裂缝。此外,通过不在区域P1中设置支撑衬底745,可以使显示面板700A的一部分以极小的曲率半径弯曲。

[0197] 另外,在图22中,保护层741上设置有导电层761。导电层761也可以被用作布线或电极。

[0198] 此外,在与显示面板700A重叠地设置有触摸传感器的情况下,导电层761可以被用作防止驱动像素时的电噪声传送到该触摸传感器的静电遮蔽膜。此时,导电层761被供应指定的恒定电位,即可。

[0199] 或者,导电层761例如可以被用作触摸传感器的电极。由此,可以使显示面板700A用作触摸面板。例如,导电层761可以被用作静电电容方式的触摸传感器的电极或布线。此时,导电层761可以被用作连接有检测电路的布线或电极或者被输入传感器信号的布线或电极。如此,通过在发光器件782上形成触摸传感器,可以缩减构件点数来缩减电子设备等的制造成本。

[0200] 导电层761优选设置在不重叠于发光器件782的部分。例如,导电层761可以设置在重叠于绝缘层730的位置上。由此,不需要作为导电层761使用导电性较低的透明导电膜,而可以使用导电性高的金属或合金等,从而可以提高传感器的灵敏度。

[0201] 注意,作为可以使用导电层761构成的触摸传感器的方式,不局限于静电电容式,可以利用电阻膜式、表面声波式、红外线式、光学式、压敏式等各种方式。此外,可以组合使用上述方式中的两个以上。

[0202] <构成要素>

下面,说明可用于显示装置的晶体管等的构成要素。

[0203] [晶体管]

晶体管包括被用作栅电极的导电层、半导体层、被用作源电极的导电层、被用作漏电极的导电层以及被用作栅极绝缘层的绝缘层。

[0204] 注意,对本发明的一个方式的显示装置所包括的晶体管的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。此外,还可以采用顶栅型或底栅型的晶体管结构。或者,也可以在沟道的上下设置有栅电极。

[0205] 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或结晶半导体(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)。当使用结晶半导体时可以抑制晶体管的特性劣化,所以是优选的。

[0206] <导电层>

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。另外,可以以单层或叠层结构使用包含这些材料的膜。例如,有包含硅的铝膜的单层结构、在钛膜上层叠铝膜的两层结构、在钨膜上层叠铝膜的两层结构、在铜-镁-铝合金膜上层叠铜膜的两层结构、在钛膜上层叠铜膜的两层结构、在钨膜上层叠铜膜的两层

结构、依次层叠钛膜或氮化钛膜、铝膜或铜膜和钛膜或氮化钛膜的三层结构、依次层叠钼膜或氮化钼膜、铝膜或铜膜和钼膜或氮化钼膜的三层结构等。另外,可以使用氧化铟、氧化锡或氧化锌等氧化物。另外,通过使用包含锰的铜,可以提高蚀刻时的形状的控制性,所以是优选的。

[0207] <绝缘层>

作为可用于各绝缘层的绝缘材料,例如可以使用丙烯酸树脂、环氧树脂等树脂、具有硅氧烷键的树脂、无机绝缘材料诸如氧化硅、氧氮化硅、氮氧化硅、氮化硅或氧化铝等。

[0208] 另外,发光器件优选设置于一对透水性低的绝缘膜之间。由此,能够抑制水等杂质侵入发光器件,从而能够抑制装置的可靠性下降。

[0209] 作为透水性低的绝缘膜,可以举出氮化硅膜、氮氧化硅膜等含有氮及硅的膜以及氮化铝膜等含有氮及铝的膜等。另外,也可以使用氧化硅膜、氧氮化硅膜以及氧化铝膜等。

[0210] 例如,将透水性低的绝缘膜的水蒸气透过量设定为 $1 \times 10^{-5} [\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{day})]$ 以下,优选为 $1 \times 10^{-6} [\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{day})]$ 以下,更优选为 $1 \times 10^{-7} [\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{day})]$ 以下,进一步优选为 $1 \times 10^{-8} [\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{day})]$ 以下。

[0211] 以上是构成要素的说明。

[0212] 本实施方式所示的结构例子及对应于这些例子的附图等的至少一部分可以与其他结构例子或附图等适当地组合而实施。

[0213] 本实施方式的至少一部分可以与本说明书所记载的其他实施方式适当地组合而实施。

[0214] (实施方式3)

在本实施方式中参照图23A、图23B及图23C对显示装置的结构例子进行说明。

[0215] 图23A所示的显示装置包括像素部502、驱动电路部504、保护电路506及端子部507。注意,也可以采用不设置保护电路506的结构。

[0216] 像素部502包括配置为X行Y列(X、Y为分别独立的2以上的自然数)的多个像素电路501,该多个像素电路501驱动多个显示器件。

[0217] 驱动电路部504包括对栅极线GL_1至GL_X输出扫描信号的栅极驱动器504a、对数据线DL_1至DL_Y供应数据信号的源极驱动器504b等的驱动电路。栅极驱动器504a采用至少包括移位寄存器的结构即可。此外,源极驱动器504b例如由多个模拟开关等构成。此外,也可以由移位寄存器等构成源极驱动器504b。

[0218] 端子部507是指设置有用从外部的电路对显示装置输入电源、控制信号及图像信号等的端子的部分。

[0219] 保护电路506是在自身所连接的布线被供应一定的范围之外的电位时使该布线与其他布线之间处于导通状态的电路。图23A所示的保护电路506例如与栅极驱动器504a和像素电路501之间的布线的栅极线GL、或者与源极驱动器504b和像素电路501之间的布线的数据线DL等的各种布线连接。

[0220] 此外,既可以采用栅极驱动器504a及源极驱动器504b各自设置在与像素部502相同的衬底上的结构,又可以采用形成有栅极驱动电路或源极驱动电路的衬底(例如,使用单晶半导体膜或多晶半导体膜形成的驱动电路板)以COF、TCP(Tape Carrier Package:带载封装)或COG(Chip On Glass,玻璃覆晶封装)等安装于衬底的结构。

[0221] 此外,图23A所示的多个像素电路501例如可以具有图23B、图23C所示的结构。

[0222] 图23B所示的像素电路501包括液晶器件570、晶体管550及电容器560。此外,与像素电路501连接有数据线DL_n、栅极线GL_m及电位供应线VL等。

[0223] 根据像素电路501的规格适当地设定液晶器件570的一对电极中的一个电极的电位。根据被写入的数据设定液晶器件570的取向状态。此外,也可以对多个像素电路501的每一个所具有的液晶器件570的一对电极中的一个电极供应公共电位。此外,也可以对各行的像素电路501的每一个所具有的液晶器件570的一对电极中的一个电极供应不同的电位。

[0224] 此外,图23C所示的像素电路501包括晶体管552、554、电容器562以及发光器件572。此外,与像素电路501连接有数据线DL_n、栅极线GL_m、电位供应线VL_a及电位供应线VL_b等。

[0225] 此外,电位供应线VL_a和电位供应线VL_b中的一个被施加高电源电位VDD,电位供应线VL_a和电位供应线VL_b中的另一个被施加低电源电位VSS。根据晶体管554的栅极被施加的电位,流过发光器件572中的电流被控制,从而来自发光器件572的发光亮度被控制。

[0226] 本实施方式所示的结构例子及对应于这些例子的附图等的至少一部分可以与其他结构例子或附图等适当地组合而实施。

[0227] 本实施方式的至少一部分可以与本说明书所记载的其他实施方式适当地组合而实施。

[0228] (实施方式4)

下面对备有用来校正像素所显示的灰度的存储器的像素电路以及具有该像素电路的显示装置进行说明。

[0229] <电路结构>

图24A示出像素电路400的电路图。像素电路400包括晶体管M1、晶体管M2、电容器C1及电路401。此外,像素电路400连接有布线S1、布线S2、布线G1及布线G2。

[0230] 晶体管M1的栅极与布线G1连接,源极和漏极中的一个与布线S1连接,源极和漏极中的另一个与电容器C1的一个电极连接。晶体管M2的栅极与布线G2连接,源极和漏极中的一个与布线S2连接,源极和漏极中的另一个与电容器C1的另一个电极及电路401连接。

[0231] 电路401至少包括一个显示器件。显示器件可以使用各种各样的器件,典型地有有机EL器件或LED器件等发光器件、液晶器件或MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) 器件等。

[0232] 将连接晶体管M1与电容器C1的节点记作节点N1,将连接晶体管M2与电路401的节点记作节点N2。

[0233] 像素电路400通过使晶体管M1变为关闭状态可以保持节点N1的电位。此外,通过使晶体管M2变为关闭状态可以保持节点N2的电位。此外,通过在晶体管M2处于关闭状态的状态下通过晶体管M1对节点N1写入规定的电位,由于通过电容器C1的电容耦合,可以使节点N2的电位对应节点N1的电位变化而发生改变。

[0234] 在此,作为晶体管M1、晶体管M2中的一方或双方可以使用实施方式1中例示出的使用氧化物半导体的晶体管。由于该晶体管具有极小的关态电流,因此可以长时间地保持节点N1及节点N2的电位。此外,当各节点的电位保持期间较短时(具体而言,帧频为30Hz以上等)也可以采用使用了硅等半导体的晶体管。

[0235] <驱动方法例>

接着,参照图24B对像素电路400的工作方法的一个例子进行说明。图24B是像素电路400的工作的时序图。注意,这里为了便于说明,不考虑布线电阻等各种电阻、晶体管或布线等的寄生电容及晶体管的阈值电压等的影响。

[0236] 在图24B所示的工作中,将1个帧期间分为期间T1和期间T2。期间T1是对节点N2写入电位的期间,期间T2是对节点N1写入电位的期间。

[0237] 在期间T1,对布线G1和布线G2的双方供应使晶体管变为导通状态的电位。此外,对布线S1提供为恒定电位的电位 V_{ref} ,对布线S2提供第一数据电位 V_w 。

[0238] 节点N1通过晶体管M1从布线S1被供应电位 V_{ref} 。此外,节点N2通过晶体管M2从布线S2被供应第一数据电位 V_w 。因此,电容器C1变为保持电位差 $V_w - V_{ref}$ 的状态。

[0239] 接着,在期间T2,布线G1被供应使晶体管M1变为导通状态的电位,布线G2被供应使晶体管M2变为关闭状态的电位,布线S1被供应第二数据电位 V_{data} 。此外,可以对布线S2提供预定的恒电位或使成为浮动状态。

[0240] 节点N1通过晶体管M1从布线S1被供应第二数据电位 V_{data} 。此时,由于通过电容器C1的电容耦合,对应第二数据电位 V_{data} 节点N2的电位发生变化,其变化量为电位 dV 。也就是说,电路401被输入将第一数据电位 V_w 和电位 dV 加在一起的电位。注意,虽然图24B示出电位 dV 为正值,但是其也可以为负值。也就是说,第二数据电位 V_{data} 也可以比电位 V_{ref} 低。

[0241] 这里,电位 dV 基本由电容器C1的电容值及电路401的电容值决定。当电容器C1的电容值充分大于电路401的电容值时,电位 dV 成为接近第二数据电位 V_{data} 的电位。

[0242] 如上所述,由于像素电路400可以组合两种数据信号生成供应给包括显示器件的电路401的电位,所以可以在像素电路400内进行灰度校正。

[0243] 此外,像素电路400可以生成超过可对布线S1及布线S2供应的最大电位的电位。例如,在使用发光器件的情况下,可以进行高动态范围(HDR)显示等。此外,在使用液晶器件的情况下,可以实现过驱动等。

[0244] <应用例子>

[使用液晶器件的例子]

图24C所示的像素电路400LC包括电路401LC。电路401LC包括液晶器件LC及电容器C2。

[0245] 液晶器件LC的一个电极与节点N2及电容器C2的一个电极连接,另一个电极与被供应电位 V_{com2} 的布线连接。电容器C2的另一个电极与被供应电位 V_{com1} 的布线连接。

[0246] 电容器C2被用作存储电容器。此外,当不需要时可以省略电容器C2。

[0247] 由于像素电路400LC可以对液晶器件LC提供高电压,所以例如可以通过过驱动实现高速显示,可以采用驱动电压高的液晶材料等。此外,通过对布线S1或布线S2提供校正信号,可以根据使用温度或液晶器件LC的劣化状态等进行灰度校正。

[使用发光器件的例子]

图24D所示的像素电路400EL包括电路401EL。电路401EL包括发光器件EL、晶体管M3及电容器C2。

[0249] 晶体管M3的栅极与节点N2及电容器C2的一个电极连接,源极和漏极中的一个与被供应电位 V_H 的布线连接,源极和漏极中的另一个与发光器件EL的一个电极连接。电容器C2

的另一个电极与被供应电位 V_{com} 的布线连接。发光器件EL的另一个电极与被供应电位 V_L 的布线连接。

[0250] 晶体管M3具有控制对发光器件EL供应的电流的功能。电容器C2被用作存储电容器。不需要时也可以省略电容器C2。

[0251] 此外,虽然这里示出发光器件EL的阳极一侧与晶体管M3连接的结构,但是也可以采用阴极一侧与晶体管M3连接的结构。此时,可以适当地改变电位 V_H 与电位 V_L 的值。

[0252] 像素电路400EL可以通过对晶体管M3的栅极施加高电位使大电流流过发光器件EL,所以可以实现HDR显示等。此外,通过对布线S1或布线S2提供校正信号可以对晶体管M3及发光器件EL的电特性偏差进行校正。

[0253] 此外,不局限于图24C及图24D所示的电路,也可以采用另外附加晶体管或电容器等的结构。

[0254] 本实施方式的至少一部分可以与本说明书所记载的其他实施方式适当地组合而实施。

[0255] (实施方式5)

下面,说明本发明的一个方式的显示面板的像素的结构例子。

[0256] 参照图25A至图25E说明像素300的结构例子。

[0257] 像素300包括多个像素301。多个像素301各自被用作子像素。因为由呈现互不相同的颜色的多个像素301构成一个像素300,所以显示部可以进行全彩色显示。

[0258] 图25A及图25B所示的像素300包括三个子像素。图25A所示的像素300所包括的像素301所呈现的颜色组合是红色(R)、绿色(G)以及蓝色(B)。图25B所示的像素300所包括的像素301所呈现的颜色组合是青色(C)、品红色(M)、黄色(Y)。

[0259] 图25C至图25E所示的像素300包括四个子像素。图25C所示的像素300所包括的像素301所呈现的颜色组合是红色(R)、绿色(G)、蓝色(B)以及白色(W)。通过使用呈现白色的子像素,可以提高显示部的亮度。图25D所示的像素300所包括的像素301所呈现的颜色组合是红色(R)、绿色(G)、蓝色(B)以及黄色(Y)。图25E所示的像素300所包括的像素301所呈现的颜色组合是青色(C)、品红色(M)、黄色(Y)以及白色(W)。

[0260] 增加用作一个像素的子像素的数量,适当地组合呈现红色、绿色、蓝色、青色、品红色及黄色等颜色的子像素,由此可以提高半色调的再现性。因此,可以提高显示品质。

[0261] 本发明的一个方式的显示装置可以再现各种规格的色域。例如,可以再现如下规格的色域:在电视广播中使用的PAL(Phase Alternating Line:逐行倒相)规格及NTSC(National Television System Committee:美国国家电视标准委员会)规格;在用于个人计算机、数码相机、打印机等电子设备的显示装置中广泛使用的sRGB(standard RGB:标准RGB)规格及Adobe RGB规格;在HDTV(High Definition Television,也被称为高清)中使用的ITU-R BT.709(International Telecommunication Union Radiocommunication Sector Broadcasting Service(Television) 709:国际电信联盟无线电通信部门广播服务(电视) 709)规格;在数字电影放映中使用的DCI-P3(Digital Cinema Initiatives P3:数字电影倡导联盟P3)规格;以及在UHDTV(Ultra High Definition Television,也被称为超高清)中使用的ITU-R BT.2020(REC.2020(Recommendation 2020:建议2020))规格等。

[0262] 当将像素300配置为 1920×1080 的矩阵状时,可以实现能够以所谓全高清(也称为

“2K分辨率”、“2K1K”或“2K”等)的分辨率进行全彩色显示的显示装置。另外,例如,当将像素300配置为 3840×2160 的矩阵状时,可以实现能够以所谓超高清(也称为“4K分辨率”、“4K2K”或“4K”等)的分辨率进行全彩色显示的显示装置。另外,例如,当将像素300配置为 7680×4320 的矩阵状时,可以实现能够以所谓超高清(也称为“8K分辨率”、“8K4K”或“8K”等)的分辨率进行全彩色显示的显示装置。通过增加像素300,还可以实现能够以16K或32K的分辨率进行全彩色显示的显示装置。

[0263] 本实施方式的至少一部分可以与本说明书所记载的其他实施方式适当地组合而实施。

[0264] (实施方式6)

在本实施方式中,对可用于其他实施方式中已说明的OS晶体管的金属氧化物的CAC-OS(Cloud-Aligned Composite Oxide Semiconductor)及CAAC-OS(c-axis Aligned Crystalline Oxide Semiconductor)进行说明。

[0265] <金属氧化物的构成>

CAC-OS或CAC-metal oxide在材料中的一部分中具有导电性的功能,在材料中的另一部分中具有绝缘性的功能,在材料整体中具有作为半导体的功能。注意,在将CAC-OS或CAC-metal oxide用于晶体管的活性层时,导电性的功能是使被用作载流子的电子(或空穴)流过的功能,绝缘性的功能是不使用作载流子的电子流过的功能。通过使导电性的功能与绝缘性的功能互补作用,可以将开关功能(开启/关闭的功能)授予到CAC-OS或CAC-metal oxide。在CAC-OS或CAC-metal oxide中,通过使双方功能分离,可以最大地提高其功能。

[0266] 另外,CAC-OS或CAC-metal oxide包括导电性区域及绝缘性区域。导电性区域具有上述导电性的功能,绝缘性区域具有上述绝缘性的功能。另外,在材料中,导电性区域与绝缘性区域有时以纳米粒子级分离。另外,导电性区域与绝缘性区域有时在材料中不均匀地分布。另外,导电性区域有时以周围模糊而云状连接的方式被观察。

[0267] 此外,在CAC-OS或CAC-metal oxide中,导电性区域与绝缘性区域有时以0.5nm以上且10nm以下,优选为0.5nm以上且3nm以下的大小在材料中分布。

[0268] 另外,CAC-OS或CAC-metal oxide由具有不同的带隙的成分而构成。例如,CAC-OS或CAC-metal oxide由具有起因于及绝缘性区域的宽隙的成分和具有起因于导电性区域的窄隙的成分而构成。当该构成时,在使载流子流过的情况下,载流子主要在具有窄隙的成分中流过。另外,具有窄隙的成分与具有宽隙的成分互补作用,与具有窄隙的成分联动地载流子在具有宽隙的成分流过。由此,当将上述CAC-OS或CAC-metal oxide用于晶体管的形成沟道区域的情况下,在晶体管通态时可以得到高电流驱动力,即大通态电流及高场效应迁移率。

[0269] 也就是说,CAC-OS或CAC-metal oxide也可以称为基质复合材料(matrix composite)或金属基质复合材料(metal matrix composite)。

[0270] <金属氧化物的结构>

氧化物半导体可以分为单晶氧化物半导体与其之外的非单晶氧化物半导体。作为非单晶氧化物半导体,可以举出CAAC-OS、多晶氧化物半导体、nc-OS(nanocrystalline oxide semiconductor)、a-like OS(amorphous-like oxide semiconductor)及非晶氧化物半导体等。

[0271] 另外,在关注到晶体结构的情况下,氧化物半导体有时属于与上述不同的分类。在此,参照图26A对氧化物半导体中的晶体结构的分类进行说明。图26A是对氧化物半导体,典型的是IGZO(包含In、Ga及Zn的金属氧化物)的晶体结构的分类进行说明的图。

[0272] 如图26A所示,IGZO大致分为Amorphous(无定形)、Crystalline(结晶性)及Crystal(结晶)。另外,在Amorphous中包含completely amorphous。另外,在Crystalline中包含CAAC(c-axis aligned crystalline)、nc(nanocrystalline)及CAC(Cloud-Aligned Composite)。注意,在Crystalline的分类中不包含single crystal、poly crystal及completely amorphous。另外,在Crystal中包含single crystal及poly crystal。

[0273] 图26A所示的粗框内的结构是Amorphous(无定形)与Crystal(结晶)间的中间态并属于新境界区域(New crystalline phase)的结构。该结构在Amorphous与Crystal间的境界区域。也可以说,该结构是与Crystal(结晶)及在能量上不稳定的Amorphous(无定形)完全不同的结构。

[0274] 另外,对膜或衬底中的晶体结构可以使用X射线衍射(XRD:X-Ray Diffraction)图像进行评价。在此,图26B及图26C示出石英玻璃及具有分类为Crystalline的晶体结构的IGZO(也称为Crystalline IGZO)的XRD光谱。图26B示出石英玻璃的XRD光谱,图26C示出结晶性IGZO的XRD光谱。注意,图26C所示的结晶性IGZO的组成为In:Ga:Zn=4:2:3[原子个数比]附近。另外,图26C所示的结晶性IGZO的膜厚为500nm。

[0275] 如图26B中的箭头所示,石英玻璃的XRD光谱中的峰的形状大致是左右对称。另一方面,如图26C中的箭头所示,结晶性IGZO的XRD光谱中的峰的形状是左右不对称。XRD光谱的峰的形状是左右不对称明示结晶的存在。换言之,除非XRD光谱的峰的形状是左右不对称,才称为Amorphous。另外,在图26C中,在 $2\theta=31^\circ$ 或其附近表示结晶相(IGZO crystal phase)。XRD光谱的峰的形状为左右不对称的缘故可以估计起因于该结晶相(微结晶)。

[0276] 具体而言,在图26C所示的结晶性IGZO的XRD光谱中,于 $2\theta=34^\circ$ 或其附近具有峰。另外,微晶于 $2\theta=31^\circ$ 或其附近具有峰。在使用X射线衍射图像对氧化物半导体膜进行评价的情况下,如图26C所示,比 $2\theta=34^\circ$ 或其附近的峰低角度一侧的光谱宽度大。从此可知,氧化物半导体膜包括于 $2\theta=31^\circ$ 或其附近具有峰的微晶。

[0277] 另外,膜的晶体结构可以使用通过纳米束电子衍射法(NBED:Nano Beam Electron Diffraction)观察的衍射图案而进行评价。图26D示出将衬底温度设定为室温而形成的IGZO的衍射图案。注意,通过使用In:Ga:Zn=1:1:1[原子个数比]的氧化物靶材,利用溅射法形成图26D所示的IGZO膜。另外,在纳米束电子衍射法中,在将束径设定为1nm的情况下进行电子衍射。

[0278] 如图26D所示,在以室温进行形成的IGZO膜的衍射图案中,观察到不是晕状的图案而是斑点状的图案。由此可以估计为以室温进行形成的IGZO膜处于不是晶体状态也不是非晶状态的中间态,由此不会判断为处于非晶状态。

[0279] CAAC-OS具有c轴取向性,多个纳米晶在a-b面方向上连接,其晶体结构具有畸变。注意,畸变是指在连接多个纳米晶的区域中的整齐晶格排列的区域与整齐其他晶格排列的区域之间晶格排列的方向变化的区域。

[0280] 纳米晶虽然基本上是六角形,但不局限于正六角形而有时是非正六角形状。另外,在畸变中,有时包括五角形及七角形等晶格排列。注意,在CAAC-OS中,即使在畸变附近也确

认不到明确的晶界 (grain boundary)。也就是说可知,晶格排列的畸变抑制形成晶界。这是因为CAAC-OS通过具有如下特性可以容许畸变:a-b面方向上的氧原子的排列不细致,因为金属元素被取代而原子间的键长变化等。

[0281] 注意,确认到的明确的晶界 (grain boundary) 的晶体结构被称为所谓的多晶 (polycrystal)。晶界是复合中心,因此载流子被俘获而引起晶体管的通态电流的降低或场效应迁移率的降低的可能性高。由此,确认不到明确的晶界的CAAC-OS是对晶体管的半导体层具有优选的晶体结构的结晶性氧化物之一。注意,在构成CAAC-OS时,优选采用具有Zn的结构。例如,In-Zn氧化物及In-Ga-Zn氧化物可以比In氧化物抑制晶界的产生,所以是优选的。

[0282] 另外,CAAC-OS倾向于具有层叠包含铟及氧的层(下面称为In层)与包含元素M、锌及氧的层(下面称为(M,Zn)层)的层状的晶体结构(也称为层状结构)。注意,铟与元素M可以互相调换,在(M,Zn)层中的元素M被铟取代时,可以表示为(In,M,Zn)层。另外,在In层中的铟被元素M取代时,可以表示为(In,M)层。

[0283] CAAC-OS是结晶性高的氧化物半导体。另一方面,由于在CAAC-OS中确认不到明确的晶界,因此不容易发生起因于晶界的电子迁移率的降低。此外,由于氧化物半导体的结晶性有时因杂质的混入及缺陷的生成等而降低,因此CAAC-OS也可以说是杂质及缺陷(氧空位等)少的氧化物半导体。由此,包括CAAC-OS的氧化物半导体的物理性质稳定。由此,包括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。

[0284] nc-OS在微小区域(例如,1nm以上且10nm以下的区域,尤其是1nm以上且3nm以下的区域)中的原子排列具有周期性。另外,nc-OS在不同的纳米晶间的结晶取向没有规则性。由此,在膜整体中没有取向性。所以根据分析方法,nc-OS有时与a-like OS及非晶氧化物半导体没有区别。

[0285] a-like OS是具有nc-OS与非晶氧化物半导体间的结构的氧化物半导体。a-like OS包括空洞或低密度区域。也就是说,与nc-OS及CAAC-OS相比,a-like OS的结晶性低。

[0286] 氧化物半导体采用多种结构,并且各有不同的特性。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、nc-OS及CAAC-OS中的两种以上。

[0287] <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。

[0288] 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。

[0289] 另外,优选将载流子浓度低的氧化物半导体用于晶体管。在要降低氧化物半导体膜的载流子浓度的情况下,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。

[0290] 此外,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,因此有时具有较低的陷阱态密度。

[0291] 此外,被氧化物半导体的陷阱能级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,在陷阱态密度高的氧化物半导体中形成有沟道形成区域的晶体管的电特性有时不稳定。

[0292] 因此,为了使晶体管的电特性稳定,减少氧化物半导体中的杂质浓度是有效的。为了减少氧化物半导体中的杂质浓度,优选还减少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。

[0293] <杂质>

在此,说明氧化物半导体中的各杂质的影响。

[0294] 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能级。因此,将氧化物半导体中或氧化物半导体的界面附近的硅或碳的浓度(通过二次离子质谱分析法(SIMS:Secondary Ion Mass Spectrometry)测得的浓度)设定为 2×10^{18} atoms/cm³以下,优选为 2×10^{17} atoms/cm³以下。

[0295] 另外,当氧化物半导体包含碱金属或碱土金属时,有时形成缺陷能级而形成载流子。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。由此,优选减少氧化物半导体中的碱金属或碱土金属的浓度。具体而言,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 1×10^{18} atoms/cm³以下,优选为 2×10^{16} atoms/cm³以下。

[0296] 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,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。因此,优选尽可能地减少该氧化物半导体中的氮,例如,利用SIMS测得的氧化物半导体中的氮浓度低于 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。

[0297] 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。

[0298] 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。

[0299] 本实施方式的至少一部分可以与本说明书所记载的其他实施方式适当地组合而实施。

[0300] (实施方式7)

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发光器件及发光器件的发光模型。

[0301] 图27A至图27D是说明发光器件的结构的面视图。注意,图27A是单结构的发光器件的面视图,图27B至图27D是串联结构的发光器件的面视图。

[0302] <单结构的发光器件>

首先,说明图27A所示的单结构的发光器件。

[0303] 图27A所示的发光器件在第一电极1101与第二电极1102之间包括EL层1103。另外，EL层1103包括空穴注入层1111、空穴传输层1112、发光层1113、电子传输层1114及电子注入层1115。

[0304] 下面，说明可用于本发明的一个方式的发光器件的材料。

[0305] <第一电极及第二电极>

第一电极1101具有阳极和阴极中的一个的功能。另外，第二电极1102具有阳极和阴极中的一个的功能。在本实施方式中，以第一电极1101为阳极且以第二电极1102为阴极来进行说明。在本实施方式中，第一电极1101对可见光具有反射性，第二电极1102对可见光具有透过性。注意，本发明的一个方式不局限于此，第二电极1102也可以对可见光具有反射性并对可见光具有透过性。例如，在制造具有微腔结构的发光器件时，可以适当地使用对可见光具有反射性的电极以及对可见光具有反射性及透过性的双方的电极。

[0306] 作为第一电极1101及第二电极1102，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In-Sn氧化物(也称为ITO)、In-Si-Sn氧化物(也称为ITSO)、In-Zn氧化物、In-W-Zn氧化物。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它们的合金。除了上述以外，也可以使用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、适当地组合它们的合金以及石墨烯等。

[0307] 注意，第一电极1101及第二电极1102可以利用溅射法或真空蒸镀法来形成。

[0308] <空穴注入层>

空穴注入层1111优选包含第一有机化合物和第二有机化合物。第一有机化合物是对第二有机化合物呈现电子接受性的材料。另外，第二有机化合物是最高占据分子轨道能级(HOMO能级)为-5.7eV以上且-5.4eV以下的具有较深的HOMO能级的材料。通过使第二有机化合物具有较深的HOMO能级，将空穴容易注入到空穴传输层1112。

[0309] 第一有机化合物可以使用具有吸电子基团(尤其是氟基那样的卤基或氰基)的有机化合物等，可以从这样的材料中适当地选择对上述第二有机化合物呈现电子接受性的材料。作为这种有机化合物，可以举出7,7,8,8-四氰基-2,3,5,6-四氟醌二甲烷(简称:F₄-TCNQ)、氯醌、2,3,6,7,10,11-六氰-1,4,5,8,9,12-六氮杂三苯(简称:HAT-CN)、1,3,4,5,7,8-六氟四氰(hexafluorotetracyano)-萘醌二甲烷(naphthoquinodimethane)(简称:F6-TCNNQ)、2-(7-二氰基亚甲基-1,3,4,5,6,8,9,10-八氟-7H-茈-2-亚基)丙二腈等。尤其是，吸电子基团键合于具有多个杂原子的稠合芳香环的化合物诸如HAT-CN等热稳定，所以是优选的。另外，包括吸电子基团(尤其是如氟基等卤基、氰基)的[3]轴烯衍生物的电子接收性非常高所以特别优选的，具体而言，可以举出: $\alpha, \alpha', \alpha''$ -1,2,3-环丙烷三基三[4-氰-2,3,5,6-四氟苯乙腈]、 $\alpha, \alpha', \alpha''$ -1,2,3-环丙烷三基三[2,6-二氯-3,5-二氟-4-(三氟甲基)苯乙腈]、 $\alpha, \alpha', \alpha''$ -1,2,3-环丙烷三基三[2,3,4,5,6-五氟苯乙腈]等。

[0310] 第二有机化合物优选为具有空穴传输性的有机化合物，优选具有咔唑骨架、二苯并咪唑骨架、二苯并噻吩骨架及蒽骨架中的至少一个。尤其是，可以为具有包括二苯并咪唑环或二苯并噻吩环的取代基的芳香胺、包括萘环的芳香单胺、或者9-苄基通过亚芳基键合于胺的氮的芳香单胺。

[0311] 注意,当第二有机化合物是包括N,N-双(4-联苯)氨基的材料时,可以制造寿命良好的发光器件,所以是优选的。

[0312] <空穴传输层>

空穴传输层1112优选具有两层以上的叠层结构。例如,优选的是,空穴传输层1112包括第一层及第一层上的第二层,第一层包含第三有机化合物,第二层包含第四有机化合物。

[0313] 第三有机化合物及第四有机化合物优选各自为具有空穴传输性的有机化合物。第三有机化合物及第四有机化合物可以使用与能够用作上述第二有机化合物的有机化合物同样的材料。

[0314] 作为第二有机化合物的HOMO能级和第三有机化合物的HOMO能级,优选以第三有机化合物的HOMO能级更深且其差为0.2eV以下的方式选择各个材料。更优选的是,第二有机化合物和第三有机化合物为相同材料。

[0315] 另外,作为第三有机化合物的HOMO能级和第四有机化合物的HOMO能级,优选第四有机化合物的HOMO能级更深。再者,优选以其差为0.2eV以下的方式选择各自的材料。通过使第二有机化合物至第四有机化合物的HOMO能级具有上述关系,可以使空穴顺利地注入到各层中,由此可以防止驱动电压上升及发光层中空穴过少的状态。

[0316] 另外,第二有机化合物至第四有机化合物优选分别具有空穴传输性骨架。作为该空穴传输性骨架,优选使用不会使上述有机化合物的HOMO能级过浅的咔唑骨架、二苯并咪唑骨架、二苯并噻吩骨架及蒽骨架。另外,当相邻层的材料(例如第二有机化合物和第三有机化合物或第三有机化合物和第四有机化合物)中共用上述空穴传输性骨架时,可以顺利地进行空穴注入,所以是优选的。作为上述空穴传输性骨架尤其优选使用二苯并咪唑骨架。

[0317] 另外,通过使相邻层包含的材料(例如第二有机化合物和第三有机化合物或第三有机化合物和第四有机化合物)为相同材料可以顺利地进行空穴的注入,因此是优选的。尤其优选第二有机化合物和第三有机化合物为相同材料。

[0318] <发光层>

发光层1113优选包含第五有机化合物及第六有机化合物。第五有机化合物为包含发光中心材料的材料(也称为发光材料或客体材料),第六有机化合物为用来分散第五有机化合物的主体材料。注意,第六有机化合物也可以由一种或多种有机化合物(例如,主体材料及辅助材料的两种有机化合物)构成。作为一种或多种有机化合物,可以使用在本实施方式中说明的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,也可以使用双极性材料。

[0319] 发光层1113可以具有单层结构或两层以上的叠层结构。注意,在发光层1113具有两层以上的叠层结构时,发光材料也可以包含在多个层中。

[0320] 第五有机化合物为发光材料,作为该发光材料的发光颜色,可以使用蓝色、紫色、蓝紫色、绿色、黄绿色、黄色、橙色、红色等。在本发明的一个方式中,当发光层1113包含荧光发光材料时,发光颜色尤其优选为蓝色。

[0321] 注意,对可用于发光层1113的发光材料没有特别的限制,可以使用将单重激发能量转换为可见光区域或近红外光区域的光的发光材料(荧光发光材料)或将三重激发能量转换为可见光区域或近红外光区域的光的发光材料(磷光发光材料或热活化延迟荧光

(Thermally activated delayed fluorescence:TADF)材料)。

[0322] <荧光发光材料>

作为将单重激发能量转换成发光的发光材料,可以举出荧光发光材料,例如可以举出茈萘衍生物、葱衍生物、三亚苯衍生物、芴衍生物、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。尤其是茈萘衍生物的发光量子产率高,所以是优选的。作为茈萘衍生物的具体例子,可以举出N,N'-双(3-甲基苯基)-N,N'-双[3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]茈萘-1,6-二胺(简称:1,6mMemFLPAPrn)、N,N'-二苯基-N,N'-双[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]茈萘-1,6-二胺(简称:1,6FLPAPrn)、N,N'-双(二苯并呋喃-2-基)-N,N'-二苯基茈萘-1,6-二胺(简称:1,6FrAPrn)、N,N'-双(二苯并噻吩-2-基)-N,N'-二苯基茈萘-1,6-二胺(简称:1,6ThAPrn)、N,N'-(茈萘-1,6-二基)双[(N-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃)-6-胺](简称:1,6BnfAPrn)、N,N'-(茈萘-1,6-二基)双[(N-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃)-8-胺](简称:1,6BnfAPrn-02)、N,N'-(茈萘-1,6-二基)双[(6,N-二苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃)-8-胺](简称:1,6BnfAPrn-03)等。

[0323] 除了上述以外,可以使用5,6-双[4-(10-苯基-9-葱基)苯基]-2,2'-联吡啶(简称:PAP2BPy)、5,6-双[4'-(10-苯基-9-葱基)联苯-4-基]-2,2'-联吡啶(简称:PAPP2BPy)、N,N'-双[4-(9H-咔唑-9-基)苯基]-N,N'-二苯基二苯乙烯-4,4'-二胺(简称:YGA2S)、4-(9H-咔唑-9-基)-4'-(10-苯基-9-葱基)三苯胺(简称:YGAPA)、4-(9H-咔唑-9-基)-4'-(9,10-二苯基-2-葱基)三苯胺(简称:2YGAPPA)、N,9-二苯基-N-[4-(10-苯基-9-葱基)苯基]-9H-咔唑-3-胺(简称:PCAPA)、4-(10-苯基-9-葱基)-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBAPA)、4-[4-(10-苯基-9-葱基)苯基]-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBAPBA)、二萘嵌苯、2,5,8,11-四(叔丁基)二萘嵌苯(简称:TBP)、N,N''-(2-叔丁基葱-9,10-二基二-4,1-亚苯基)双[N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺](简称:DPABPA)、N,9-二苯基-N-[4-(9,10-二苯基-2-葱基)苯基]-9H-咔唑-3-胺(简称:2PCAPPA)、N-[4-(9,10-二苯基-2-葱基)苯基]-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺(简称:2DPAPPA)等。

[0324] 作为将三重激发能量转换为发光的发光材料,例如可以举出磷光发光材料或呈现热活化延迟荧光的TADF材料。关于TADF材料的详细内容,将在后面说明。

[0325] <磷光发光材料>

作为磷光发光材料,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、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。

[0326] 作为呈现蓝色或绿色且其发射光谱的峰值波长为450nm以上且570nm以下的磷光发光材料,可以举出如下材料。

[0327] 例如,可以举出三{2-[5-(2-甲基苯基)-4-(2,6-二甲基苯基)-4H-1,2,4-三唑-3-基-κN²]苯基-κC}铱(III)(简称:[Ir(mpptz-dmp)₃])、三(5-甲基-3,4-二苯基-4H-1,2,4-三唑)铱(III)(简称:[Ir(Mptz)₃])、三[4-(3-联苯)-5-异丙基-3-苯基-4H-1,2,4-三唑]铱(III)(简称:[Ir(iPrptz-3b)₃])、三[3-(5-联苯)-5-异丙基-4-苯基-4H-1,2,4-三唑]铱(III)(简称:[Ir(iPr5btz)₃])等具有4H-三唑骨架的有机金属配合物;三[3-甲基-1-(2-甲基苯基)-5-苯基-1H-1,2,4-三唑]铱(III)(简称:[Ir(Mptz1-mp)₃])、三(1-甲基-5-苯基-

3-丙基-1H-1,2,4-三唑)铱(III)(简称:[Ir(Prptz1-Me)₃])等具有1H-三唑骨架的有机金属配合物;fac-三[1-(2,6-二异丙基苯基)-2-苯基-1H-咪唑]铱(III)(简称:[Ir(iPrpmi)₃])、三[3-(2,6-二甲基苯基)-7-甲基咪唑并[1,2-f]菲啉根(phenanthridinato)]铱(III)(简称:[Ir(dmpimpt-Me)₃])等具有咪唑骨架的有机金属配合物;以及双[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶根-N,C^{2'}]铱(III)四(1-吡啶基)硼酸盐(简称:FIr6)、双[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶根-N,C^{2'}]铱(III)吡啶甲酸盐(简称:FIrpic)、双{2-[3',5'-双(三氟甲基)苯基]吡啶根-N,C^{2'}}铱(III)吡啶甲酸盐(简称:[Ir(CF₃ppy)₂(pic)])、双[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶根-N,C^{2'}]铱(III)乙酰丙酮(简称:FIr(acac))等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等。

[0328] 作为呈现绿色或黄色且其发射光谱的峰值波长为495nm以上且590nm以下的磷光发光材料,可以举出如下材料。

[0329] 例如,可以举出三(4-甲基-6-苯基嘧啶)铱(III)(简称:[Ir(mppm)₃])、三(4-叔丁基-6-苯基嘧啶)铱(III)(简称:[Ir(tBuppm)₃])、(乙酰丙酮根)双(6-甲基-4-苯基嘧啶)铱(III)(简称:[Ir(mppm)₂(acac)])、(乙酰丙酮根)双(6-叔丁基-4-苯基嘧啶)铱(III)(简称:[Ir(tBuppm)₂(acac)])、(乙酰丙酮根)双[6-(2-降苄基)-4-苯基嘧啶]铱(III)(简称:[Ir(nbppm)₂(acac)])、(乙酰丙酮根)双[5-甲基-6-(2-甲基苯基)-4-苯基嘧啶]铱(III)(简称:[Ir(mppmm)₂(acac)])、(乙酰丙酮根)双{4,6-二甲基-2-[6-(2,6-二甲基苯基)-4-嘧啶基-κN³]苯基-κC}铱(III)(简称:[Ir(dmppm-dmp)₂(acac)])、(乙酰丙酮根)双(4,6-二苯基嘧啶)铱(III)(简称:[Ir(dppm)₂(acac)])等具有嘧啶骨架的有机金属铱配合物;(乙酰丙酮根)双(3,5-二甲基-2-苯基吡嗪)铱(III)(简称:[Ir(mppr-Me)₂(acac)])、(乙酰丙酮根)双(5-异丙基-3-甲基-2-苯基吡嗪)铱(III)(简称:[Ir(mppr-iPr)₂(acac)])等具有吡嗪骨架的有机金属铱配合物;三(2-苯基吡啶根-N,C^{2'})铱(III)(简称:[Ir(ppy)₃])、双(2-苯基吡啶根-N,C^{2'})铱(III)乙酰丙酮(简称:[Ir(ppy)₂(acac)])、双(苯并[h]喹啉)铱(III)乙酰丙酮(简称:[Ir(bzq)₂(acac)])、三(苯并[h]喹啉)铱(III)(简称:[Ir(bzq)₃])、三(2-苯基喹啉-N,C^{2'})铱(III)(简称:[Ir(pq)₃])、双(2-苯基喹啉-N,C^{2'})铱(III)乙酰丙酮(简称:[Ir(pq)₂(acac)])、[2-(4-苯基-2-吡啶基-κN)苯基-κC]双[2-(2-吡啶基-κN)苯基-κC]铱(III)(简称:[Ir(ppy)₂(4dppy)])、双[2-(2-吡啶基-κN)苯基-κC][2-(4-甲基-5-苯基-2-吡啶基-κN)苯基-κC]等具有吡啶骨架的有机金属铱配合物;双(2,4-二苯基-1,3-噁唑-N,C^{2'})铱(III)乙酰丙酮(简称:[Ir(dpo)₂(acac)])、双{2-[4'-(全氟苯基)苯基]吡啶-N,C^{2'}}铱(III)乙酰丙酮(简称:[Ir(p-PF-ph)₂(acac)])、双(2-苯基苯并噁唑-N,C^{2'})铱(III)乙酰丙酮(简称:[Ir(bt)₂(acac)])等有机金属配合物、三(乙酰丙酮根)(单菲罗啉)铽(III)(简称:[Tb(acac)₃(Phen)])等稀土金属配合物。

[0330] 作为呈现黄色或红色且其发射光谱的峰值波长为570nm以上且750nm以下的磷光发光材料,可以举出如下材料。

[0331] 例如,可以举出(二异丁酰甲烷根)双[4,6-双(3-甲基苯基)嘧啶根]铱(III)(简称:[Ir(5mdppm)₂(dibm)])、双[4,6-双(3-甲基苯基)嘧啶根](二新戊酰甲烷)铱(III)(简称:[Ir(5mdppm)₂(dpm)])、双[4,6-二(蔡-1-基)嘧啶根](二新戊酰甲烷)铱(III)(简称:[Ir(dlnpm)₂(dpm)])、三(4-叔丁基-6-苯基嘧啶根)铱(III)(简称:[Ir(tBuppm)₃])等具有嘧啶骨架的有机金属配合物;(乙酰丙酮)双(2,3,5-三苯基吡嗪)铱(III)(简称:[Ir

(tppr)₂(acac)]、双(2,3,5-三苯基吡嗪)(二新戊酰甲烷)铱(III)(简称:[Ir(tppr)₂(dpm)]、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)]、双{4,6-二甲基-2-[5-(4-氰-2,6-二甲基苯基)-3-(3,5-二甲基苯基)-2-吡嗪基-κN]苯基-κC}(2,2,6,6-四甲基-3,5-庚二酮-κ²O,0')铱(III)(简称:[Ir(dmdppr-dmCP)₂(dpm)]、(乙酰丙酮)双[2-甲基-3-苯基喹喔啉合(quinoxalinato)-N,C^{2'}]铱(III)(简称:[Ir(mpq)₂(acac)]、(乙酰丙酮)双(2,3-二苯基喹喔啉合-N,C^{2'})铱(III)(简称:[Ir(dpq)₂(acac)]、(乙酰丙酮)双[2,3-双(4-氟苯基)喹喔啉合]铱(III)(简称:[Ir(Fdpq)₂(acac)]、双{4,6-二甲基-2-[5-(5-氰基-2-甲基苯基)-3-(3,5-二甲基苯基)-2-吡嗪基-κN]苯基-κC}(2,2,6,6-四甲基-3,5-庚二酮-κ²O,0')铱(III)(简称:[Ir(dmdppr-m5CP)₂(dpm)]等具有吡嗪骨架的有机金属配合物;三(1-苯基异喹啉-N,C^{2'})铱(III)(简称:[Ir(piq)₃])、双(1-苯基异喹啉-N,C^{2'})铱(III)乙酰丙酮(简称:[Ir(piq)₂(acac)]、双[4,6-二甲基-2-(2-喹啉-κN)苯基-κC}(2,4-戊二酮根-κ²O,0')铱(III)等具有吡啶骨架的有机金属配合物;2,3,7,8,12,13,17,18-八乙基-21H,23H-卟啉铂(II)(简称:[PtOEP])等铂配合物;以及三(1,3-二苯基-1,3-丙二酮(propanedionato))(单菲罗啉)铕(III)(简称:[Eu(DBM)₃(Phen)]、三[1-(2-噻吩甲酰基)-3,3,3-三氟丙酮](单菲罗啉)铕(III)(简称:[Eu(TTA)₃(Phen)]等稀土金属配合物。

[0332] 作为用于发光层的有机化合物(主体材料、辅助材料等),可以选择一种或多种其能隙比发光材料大的材料而使用。

[0333] 作为与荧光发光材料组合而使用的有机化合物(主体材料),优选使用其单重激发态的能级大且其三重激发态的能级小的有机化合物。

[0334] 虽然一部分与上述具体例子重复,但是,从与发光材料(荧光发光材料、磷光发光材料)的优选组合的观点来看,以下示出有机化合物的具体例子。

[0335] 作为可以与荧光发光材料组合而使用的有机化合物(主体材料),可以举出蒽衍生物、并四苯衍生物、菲衍生物、芘衍生物、蒽(chrysene)衍生物、二苯并[g,p]蒽衍生物等稠合多环芳香化合物。

[0336] 作为与荧光发光材料组合而使用的有机化合物(主体材料)的具体例子,可以举出9-苯基-3-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(简称:PCzPA)、3,6-二苯基-9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(简称:DPCzPA)、3-[4-(1-萘基)-苯基]-9-苯基-9H-咔唑(简称:PCPN)、9,10-二苯基蒽(简称:DPAnth)、N,N-二苯基-9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑-3-胺(简称:CzA1PA)、4-(10-苯基-9-蒽基)三苯胺(简称:DPhPA)、YGAPA、PCAPA、N,9-二苯基-N-{4-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]苯基}-9H-咔唑-3-胺(简称:PCAPBA)、N-(9,10-二苯基-2-蒽基)-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺(简称:2PCAPA)、6,12-二甲氧基-5,11-二苯基蒽、N,N,N',N',N'',N'',N''',N'''-八苯基二苯并[g,p]蒽-2,7,10,15-四胺(简称:DBC1)、9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(简称:CzPA)、7-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-7H-二苯并[c,g]咔唑(简称:cgDBCzPA)、6-[3-(9,10-二苯基-2-蒽基)苯基]-苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃(简称:2mBnfPPA)、9-苯基-10-{4-(9-苯基-9H-芴-9-基)-联苯-4'-基}-蒽(简称:FLPPA)、9,10-双(3,5-二苯基苯基)蒽(简称:DPPA)、9,10-二(2-萘基)蒽(简称:DNA)、2-叔丁基-9,10-二(2-萘基)蒽(简称:t-BuDNA)、9,9'-联蒽(简称:BANT)、9,9'-(二苯乙烯-3,

3'-二基)二菲(简称:DPNS)、9,9'-(二苯乙烯-4,4'-二基)二菲(简称:DPNS2)、1,3,5-三(1-萘)苯(简称:TPB3)、5,12-二苯基并四苯、5,12-双(联苯-2-基)并四苯等。

[0337] 作为与磷光发光材料组合而使用的有机化合物(主体材料),选择其三重激发能量大于发光材料的三重激发能量(基底状态和三重激发态的能量差)的有机化合物即可。

[0338] 当为了形成激基复合物,组合而使用多个有机化合物(例如,第一主体材料及第二主体材料(或辅助材料)等)与发光材料时,优选与磷光发光材料(尤其是有机金属配合物)混合而使用这些多个有机化合物。

[0339] 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。作为多个有机化合物的组合,优选使用容易形成激基复合物的组合,特别优选组合容易接收空穴的化合物(空穴传输性材料)与容易接收电子的化合物(电子传输性材料)。通过以形成发射与发光材料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混合材料,可以使能量转移变得顺利,从而高效地得到发光。作为空穴传输性材料及电子传输性材料的具体例子,可以使用本实施方式所示的材料。由于该结构能够同时实现发光器件的高效率、低电压及长寿命。

[0340] 关于形成激基复合物的材料的组合,具有空穴传输性的材料的HOMO能级优选为具有电子传输性的材料的HOMO能级以上的值。空穴传输性材料的LUMO能级(最低空分子轨道)优选为电子传输性材料的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)测量测得的材料的电化学特性(还原电位及氧化电位)求出。

[0341] 注意,激基复合物的形成例如可以通过如下方法确认:对具有空穴传输性的材料的发射光谱、具有电子传输性的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值)的现象时说明形成有激基复合物。或者,对具有空穴传输性的材料的瞬态光致发光(PL)、具有电子传输性的材料的瞬态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率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,与对具有空穴传输性的材料的瞬态EL、具有电子传输性的材料的瞬态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,可以确认激基复合物的形成。

[0342] 作为可以与磷光发光材料组合而使用的有机化合物,可以举出芳香胺(具有芳香胺骨架的化合物)、唑啉衍生物(具有唑啉骨架的化合物)、二苯并噻吩衍生物(噻吩衍生物)、二苯并呋喃衍生物(呋喃衍生物)、锌类金属配合物或铝类金属配合物、噁二唑衍生物、三唑衍生物、苯并咪唑衍生物、喹啉衍生物、二苯并喹啉衍生物、嘧啶衍生物、三嗪衍生物、吡啶衍生物、联吡啶衍生物、菲罗啉衍生物等。

[0343] 作为空穴传输性高的有机化合物的芳香胺、唑啉衍生物、二苯并噻吩衍生物、二苯并呋喃衍生物的具体例子,可以举出如下材料。

[0344] 作为唑啉衍生物,可以举出联唑啉衍生物(例如,3,3'-联唑啉衍生物)、具有唑啉基的芳香胺等。

[0345] 作为联唑啉衍生物(例如,3,3'-联唑啉衍生物),具体而言,可以举出3,3'-双(9-

苯基-9H-咔唑) (简称:PCCP)、9,9'-双(1,1'-联苯-4-基)-3,3'-联-9H-咔唑、9,9'-双(1,1'-联苯-3-基)-3,3'-联-9H-咔唑、9-(1,1'-联苯-3-基)-9'-(1,1'-联苯-4-基)-9H,9'H-3,3'-联咔唑(简称:mBPCCBP)、9-(2-萘基)-9'-苯基-9H,9'H-3,3'-联咔唑(简称:BNCCP)等。

[0346] 此外,作为具有咔唑基的芳香胺,具体而言,可以举出PCBA1BP、N-(4-联苯)-N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9-苯基-9H-咔唑-3-胺(简称:PCBiF)、PCBBiF、PCBBi1BP、PCBANB、PCBNBB、4-苯基二苯基-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)胺(简称:PCA1BP)、N,N'-双(9-苯基咔唑-3-基)-N,N'-二苯基苯-1,3-二胺(简称:PCA2B)、N,N',N''-三苯基-N,N',N''-三(9-苯基咔唑-3-基)苯-1,3,5-三胺(简称:PCA3B)、9,9-二甲基-N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]芴-2-胺(简称:PCBAF)、PCBASf、3-[N-(9-苯基咔唑-3-基)-N-苯基氨基]-9-苯基咔唑(简称:PCzPCA1)、3,6-双[N-(9-苯基咔唑-3-基)-N-苯基氨基]-9-苯基咔唑(简称:PCzPCA2)、3-[N-(1-萘基)-N-(9-苯基咔唑-3-基)氨基]-9-苯基咔唑(简称:PCzPCN1)、3-[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]-9-苯基咔唑(简称:PCzDPA1)、3,6-双[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]-9-苯基咔唑(简称:PCzDPA2)、3,6-双[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-(1-萘基)氨基]-9-苯基咔唑(简称:PCzTPN2)、2-[N-(9-苯基咔唑-3-基)-N-苯基氨基]螺-9,9'-二芴(简称:PCASF)、N-[4-(9H-咔唑-9-基)苯基]-N-(4-苯基)苯基苯胺(简称:YGA1BP)、N,N'-双[4-(咔唑-9-基)苯基]-N,N'-二苯基-9,9-二甲基芴-2,7-二胺(简称:YGA2F)、4,4',4''-三(咔唑-9-基)三苯胺(简称:TCTA)等。

[0347] 作为咔唑衍生物,除了上述以外,还可以举出3-[4-(9-菲基)-苯基]-9-苯基-9H-咔唑(简称:PCPPn)、PCPN、1,3-双(N-咔唑基)苯(简称:mCP)、4,4'-二(N-咔唑基)联苯(简称:CBP)、3,6-双(3,5-二苯基苯基)-9-苯基咔唑(简称:CzTP)、1,3,5-三[4-(N-咔唑基)苯基]苯(简称:TCPB)、CzPA等。

[0348] 作为噻吩衍生物(具有噻吩骨架的化合物)及呋喃衍生物(具有呋喃骨架的化合物),具体而言,可以举出4,4',4''-(苯-1,3,5-三基)三(二苯并噻吩)(简称:DBT3P-II)、2,8-二苯基-4-[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]二苯并噻吩(简称:DBTFLP-III)、4-[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]-6-苯基二苯并噻吩(简称:DBTFLP-IV)等具有噻吩骨架的化合物、以及4-{3-[3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]苯基}二苯并呋喃(简称:mmDBFFLBI-II)等。

[0349] 作为上述芳香胺,具体而言,可以举出4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯(简称:NPB或 α -NPD)、N,N'-双(3-甲基苯基)-N,N'-二苯基-[1,1'-联苯]-4,4'-二胺(简称:TPD)、4,4'-双[N-(螺-9,9'-二芴-2-基)-N-苯基氨基]联苯(简称:BSPB)、BPAFLP、mBPAFLP、N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-N-{9,9-二甲基-2-[N'-苯基-N'-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)氨基]-9H-芴-7-基}苯基胺(简称:DFLADFL)、N-(9,9-二甲基-2-二苯基氨基-9H-芴-7-基)二苯基胺(简称:DPNF)、2-[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]螺-9,9'-二芴(简称:DPASF)、2,7-双[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]-螺-9,9'-二芴(简称:DPA2SF)、4,4',4''-三[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]三苯胺(简称:1'-TNATA)、4,4',4''-三(N,N-二苯基氨基)三苯基胺(简称:TDATA)、4,4',4''-三[N-(3-甲基苯基)-N-苯基氨基]三苯基胺(简称:MTDATA)、N,N'-二(对甲苯基)-N,N'-二苯基-对苯二胺(简称:DTDPPA)、4,4'-双[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]联苯(简称:DPAB)、4,4'-双[N-4-[N'-(3-甲基苯基)-N'-苯基氨基]苯基]-N-苯基氨基联苯(简称:DNTPD)、1,3,5-三[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]

基]苯(简称:DPA3B)等。

[0350] 作为空穴传输性高的有机化合物,还可以使用高分子化合物,诸如聚(N-乙基基唑)(简称:PVK)、聚(4-乙基基三苯胺)(简称:PVTPA)、聚[N-(4-{N'-[4-(4-二苯基氨基)苯基]苯基-N'-苯基氨基}苯基)甲基丙烯酸酰胺](简称:PTPDMA)、聚[N,N'-双(4-丁基苯基)-N,N'-双(苯基)联苯胺](简称:Poly-TPD)等。

[0351] 作为电子传输性高的有机化合物的锌类金属配合物、铝类金属配合物的具体例子,可以举出:三(8-羟基喹啉)铝(III)(简称:Alq₃)、三(4-甲基-8-羟基喹啉)铝(III)(简称:Almq₃)、双(10-羟基苯并[h]喹啉)铍(II)(简称:BeBq₂)、双(2-甲基-8-羟基喹啉)(4-苯基苯酚)铝(III)(简称:BA1q)、双(8-羟基喹啉)锌(II)(简称:Znq)等具有喹啉骨架或苯并喹啉骨架的金属配合物等。

[0352] 除此之外,还可以使用如双[2-(2-苯并噁唑基)苯酚]锌(II)(简称:ZnPB0)、双[2-(2-苯并噻唑基)苯酚]锌(II)(简称:ZnBTZ)等具有噁唑基类配体、噻唑类配体的金属配合物等。

[0353] 此外,作为电子传输性高的有机化合物的噁二唑衍生物、三唑衍生物、苯并咪唑衍生物、喹喔啉衍生物、二苯并喹喔啉衍生物、菲罗啉衍生物的具体例子,可以举出2-(4-联苯基)-5-(4-叔丁基苯基)-1,3,4-噁二唑(简称:PBD)、1,3-双[5-(对叔丁基苯基)-1,3,4-噁二唑-2-基]苯(简称:OXD-7)、9-[4-(5-苯基-1,3,4-噁二唑-2-基)苯基]-9H-咔唑(简称:C011)、3-(4-联苯基)-4-苯基-5-(4-叔丁基苯基)-1,2,4-三唑(简称:TAZ)、3-(4-叔丁基苯基)-4-(4-乙基苯基)-5-(4-联苯基)-1,2,4-三唑(简称:p-EtTAZ)、2,2',2''-(1,3,5-苯三基)三(1-苯基-1H-苯并咪唑)(简称:TPBI)、2-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-1-苯基-1H-苯并咪唑(简称:mDBTBIIm-II)、4,4'-双(5-甲基苯并噁唑-2-基)二苯乙烯(简称:BzOs)、红菲绕啉(简称:Bphen)、浴铜灵(简称:BCP)、2,9-双(萘-2-基)-4,7-二苯基-1,10-菲罗啉(简称:NBphen)、2-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]二苯并[f,h]喹喔啉(简称:2mDBTPDBq-II)、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)、2-[3'-(9H-咔唑-9-基)联苯-3-基]二苯并[f,h]喹喔啉(简称:2mCzBPDBq)、2-[4-(3,6-二苯基-9H-咔唑-9-基)苯基]二苯并[f,h]喹喔啉(简称:2CzPDBq-III)、7-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]二苯并[f,h]喹喔啉(简称:7mDBTPDBq-II)及6-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]二苯并[f,h]喹喔啉(简称:6mDBTPDBq-II)等。

[0354] 作为电子传输性高的有机化合物的具有二嗪骨架的杂环化合物、具有三嗪骨架的杂环化合物、具有吡啶骨架的杂环化合物的具体例子,可以举出4,6-双[3-(菲-9-基)苯基]嘧啶(简称:4,6mPnP2Pm)、4,6-双[3-(4-二苯并噻吩基)苯基]嘧啶(简称:4,6mDBTP2Pm-II)、4,6-双[3-(9H-咔唑-9-基)苯基]嘧啶(简称:4,6mCzP2Pm)、2-{4-[3-(N-苯基-9H-咔唑-3-基)-9H-咔唑-9-基]苯基}-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:PCCzPTzn)、9-[3-(4,6-二苯基-1,3,5-三嗪-2-基)苯基]-9'-苯基-2,3'-联-9H-咔唑(简称:mPCCzPTzn-02)、3,5-双[3-(9H-咔唑-9-基)苯基]吡啶(简称:35DCzPPy)、1,3,5-三[3-(3-吡啶)苯基]苯(简称:TmPyPB)等。

[0355] 此外,作为电子传输性高的有机化合物,还可以使用聚(2,5-吡啶二基)(简称:PPy)、聚[(9,9-二己基芴-2,7-二基)-共-(吡啶-3,5-二基)](简称:PF-Py)、聚[(9,9-二辛基芴-2,7-二基)-共-(2,2'-联吡啶-6,6'-二基)](简称:PF-BPy)等高分子化合物。

[0356] <TADF材料>

TADF材料是指 S_1 能级(单重激发态的能级)和 T_1 能级(三重激发态的能级)之差较小且具有通过反系间窜越将三重激发能转换为单重激发能的功能的材料。因此,能够通过微小的热能量将三重激发能上转换(up-convert)为单重激发能(反系间窜越)并能够高效地产生单重激发态。此外,可以将三重激发能转换为发光。另外,可以高效地获得热活化延迟荧光的条件为如下: S_1 能级与 T_1 能级的能量差为0eV以上且0.2eV以下,优选为0eV以上且0.1eV以下。TADF材料所呈现的延迟荧光是指其光谱与一般的荧光同样但其寿命非常长的发光。其寿命为 10^{-6} 秒以上,优选为 10^{-3} 秒以上。

[0357] 以两种材料形成激发态的激基复合物(Exciplex)因 S_1 能级和 T_1 能级之差极小而具有将三重激发能转换为单重激发能的TADF材料的功能。

[0358] 注意,作为 T_1 能级的指标,可以使用在低温(例如,77K至10K)下观察到的磷光光谱。关于TADF材料,优选的是,当以通过在荧光光谱的短波长侧的尾处引切线得到的外推线的波长能量为 S_1 能级并以通过在磷光光谱的短波长侧的尾处引切线得到的外推线的波长能量为 T_1 能级时, S_1 与 T_1 之差为0.3eV以下,更优选为0.2eV以下。

[0359] 作为TADF材料,例如可以举出富勒烯或其衍生物、普鲁黄素等吡啶衍生物、伊红等。另外,可以举出包含镁(Mg)、锌(Zn)、镉(Cd)、锡(Sn)、铂(Pt)、铟(In)或钯(Pd)等的含金属卟啉。作为含金属卟啉,例如,也可以举出原卟啉-氟化锡配合物(简称:SnF₂(Proto IX))、中卟啉-氟化锡配合物(简称:SnF₂(Meso IX))、血卟啉-氟化锡配合物(简称:SnF₂(Hemato IX))、粪卟啉四甲酯-氟化锡配合物(简称:SnF₂(Copro III-4Me))、八乙基卟啉-氟化锡配合物(简称:SnF₂(OEP))、初卟啉-氟化锡配合物(简称:SnF₂(Etio I))以及八乙基卟啉-氯化铂配合物(简称:PtCl₂OEP)等。

[0360] 除此之外,可以使用2-(联苯基-4-基)-4,6-双(12-苯基吡啶[2,3-a]吡啶-11-基)-1,3,5-三嗪(简称:PIC-TRZ)、PCCzPTzn-2-[4-(10H-吩恶嗪-10-基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:PXZ-TRZ)、3-[4-(5-苯基-5,10-二氢吩恶嗪-10-基)苯基]-4,5-二苯基-1,2,4-三唑(简称:PPZ-3TPT)、3-(9,9-二甲基-9H-吡啶-10-基)-9H-氧杂蒽-9-酮(简称:ACRXTN)、双[4-(9,9-二甲基-9,10-二氢吡啶)苯基]砜(简称:DMAC-DPS)、10-苯基-10H,10'-H-螺[吡啶-9,9'-蒽]-10'-酮(简称:ACRSA)、4-(9'-苯基-3,3'-联-9H-吡啶-9-基)苯并呋喃并[3,2-d]嘧啶(简称:4PCCzBfpm)、4-[4-(9'-苯基-3,3'-联-9H-吡啶-9-基)苯基]苯并呋喃并[3,2-d]嘧啶(简称:4PCCzPBfpm)、9-[3-(4,6-二苯基-1,3,5-三嗪-2-基)苯基]-9'-苯基-2,3'-联-9H-吡啶(简称:mPCCzPTzn-02)等具有富 π 电子芳杂环及缺 π 电子芳杂环的杂环化合物。

[0361] 该杂环化合物具有富 π 电子型芳杂环和缺 π 电子型芳杂环,电子传输性和空穴传输性都高,所以是优选的。尤其是,在具有缺 π 电子杂芳环的骨架中,吡啶骨架、二嗪骨架(嘧啶骨架、吡嗪骨架、哒嗪骨架)及三嗪骨架稳定且可靠性良好,所以是优选的。尤其是,苯并呋喃并嘧啶骨架、苯并噻吩并嘧啶骨架、苯并呋喃并吡嗪骨架、苯并噻吩并吡嗪骨架的电子接收性高且可靠性良好,所以是优选的。

[0362] 另外,在具有富 π 电子型芳杂环的骨架中,吡啶骨架、吩恶嗪骨架、吩噻嗪骨架、呋喃骨架、噻吩骨架及吡咯骨架稳定且可靠性良好,所以优选具有上述骨架中的至少一个。另外,作为呋喃骨架优选使用二苯并呋喃骨架,作为噻吩骨架优选使用二苯并噻吩骨架。作为

吡咯骨架,特别优选使用吡啶骨架、呋唑骨架、吡唑呋唑骨架、联呋唑骨架、3-(9-苯基-9H-呋唑-3-基)-9H-呋唑骨架。

[0363] 在富 π 电子型芳杂环和缺 π 电子型芳杂环直接键合的材料中,富 π 电子芳杂环的电子供给性和缺 π 电子型芳杂环的电子接收性都高而 S_1 能级与 T_1 能级之间的能量差变小,可以高效地获得热活化延迟荧光,所以是特别优选的。另外,也可以使用键合有氰基等吸电子基团的芳环代替缺 π 电子型芳杂环。此外,作为富 π 电子骨架,可以使用芳香胺骨架、吩噻骨架等。此外,作为缺 π 电子骨架,可以使用氧杂蒽骨架、二氧化噻吨(thioxanthene dioxide)骨架、噻二唑骨架、三唑骨架、咪唑骨架、蒽醌骨架、苯基硼烷或boranthrene等含硼骨架、苯甲腈或氰苯等具有腈基或氰基的芳香环或杂芳环、二苯甲酮等羰骨架、氧化膦骨架、砷骨架等。

[0364] 如此,可以使用缺 π 电子骨架及富 π 电子骨架中的至少一个代替缺 π 电子杂芳环及富 π 电子杂芳环中的至少一个。

[0365] 另外,在使用TADF材料的情况下,可以组合其他有机化合物使用。尤其是,可以与上述主体材料、空穴传输性材料、电子传输性材料组合。在使用TADF材料时,主体材料的 S_1 能级优选高于TADF材料的 S_1 能级。此外,主体材料的 T_1 能级优选比TADF材料的 T_1 能级高。

[0366] 另外,也可以使用TADF材料作为主体材料且使用荧光发光材料作为客体材料。当使用TADF材料作为主体材料时,由TADF材料生成的三重激发能经反系间窜越转换为单重激发能并进一步能量转移到发光材料,由此可以提高发光器件的发光效率。此时,TADF材料被用作能量供体,发光材料被用作能量受体。由此,作为主体材料使用TADF材料在作为客体材料使用荧光发光材料时很有效。此外,此时,为了得到高发光效率,TADF材料的 S_1 能级优选比荧光发光材料的 S_1 能级高。此外,TADF材料的 T_1 能级优选比荧光发光材料的 S_1 能级高。因此,TADF材料的 T_1 能级优选比荧光发光材料的 T_1 能级高。

[0367] 此外,优选使用呈现与荧光发光材料的最低能量一侧的吸收带的波长重叠的发光的TADF材料。由此,激发能顺利地由TADF材料转移到荧光发光材料,可以高效地得到发光,所以是优选的。

[0368] 为了高效地从三重激发能通过反系间窜越生成单重激发能,优选在TADF材料中产生载流子复合。此外,优选的是在TADF材料中生成的三重激发能不转移到荧光发光材料。为此,荧光发光材料优选在荧光发光材料所具有的发光体(成为发光的原因的骨架)的周围具有保护基。作为该保护基,优选为不具有 π 键的取代基,优选为饱和烃,具体而言,可以举出碳数为3以上且10以下的烷基、取代或未取代的碳数为3以上且10以下的环烷基、碳数为3以上且10以下的三烷基硅基,更优选具有多个保护基。不具有 π 键的取代基由于几乎没有传输载流子的功能,所以对载流子传输或载流子复合几乎没有影响,可以使TADF材料与荧光发光材料的发光体彼此远离。在此,发光体是指在荧光发光材料中成为发光的原因的原子团(骨架)。发光体优选为具有 π 键的骨架,优选包含芳香环,并优选具有稠合芳香环或稠合杂芳环。作为稠合芳香环或稠合杂芳环,可以举出菲骨架、二苯乙烯骨架、吡啶酮骨架、吩恶嗪骨架、吩噻嗪骨架等。尤其是,具有蔡骨架、蒽骨架、芴骨架、蒽骨架、三亚苯骨架、并四苯骨架、苝骨架、花骨架、香豆素骨架、喹吡啶酮骨架、蔡并双苯并呋喃骨架的荧光发光材料具有高荧光量子产率,所以是优选的。

[0369] 注意,也可以将上述TADF材料用作发光层的主体材料。

[0370] <电子传输层>

电子传输层1114与发光层1113接触地设置。电子传输层1114优选具有电子传输性且包括HOMO能级为-6.0eV以上的第七有机化合物。第七有机化合物优选具有蒽骨架。电子传输层1114也可以除了第七有机化合物之外还包含第八有机化合物。第八有机化合物优选包含碱金属或碱土金属的有机配合物。就是说,作为电子传输层1114的结构,可以举出仅由第七有机化合物形成的结构、由多个有机化合物即第七有机化合物和第八有机化合物形成的结构等。

[0371] 另外,更优选的是上述第七有机化合物包含蒽骨架和杂环骨架。作为该杂环骨架优选为含氮五元环骨架。作为含氮五元环骨架,尤其优选如吡啶环、咪唑环、恶唑环或噻唑环那样地环中含有两个杂原子。

[0372] 作为其他的可以用作第七有机化合物的具有电子传输性的材料,可以使用能够用于上述主体材料的具有电子传输性的材料或能够用于上述荧光发光材料的主体材料的材料。

[0373] 另外,作为上述碱金属或碱土金属的有机配合物,优选使用锂的有机配合物,尤其优选使用8-羟基喹啉-锂(简称:Liq)。

[0374] 另外,优选构成电子传输层1114的材料在电场强度[V/cm]的平方根为600时的电子迁移率为 $1 \times 10^{-7} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上且 $5 \times 10^{-5} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以下。

[0375] 另外,优选构成电子传输层1114的材料在电场强度[V/cm]的平方根为600时的电子迁移率低于第六有机化合物或构成发光层1113的材料在电场强度[V/cm]的平方根为600时的电子迁移率。通过降低电子传输层中的电子的传输性可以控制向发光层的电子的注入量,由此可以防止发光层变成电子过多的状态。

[0376] <电子注入层>

电子注入层1115是提高从第二电极1102注入电子的效率的层。第二电极1102的材料功函数的值与用于电子注入层1115的材料的LUMO能级的值之差优选小(0.5eV以内)。

[0377] 因此,作为电子注入层1115,可以使用锂、铯、氟化锂(LiF)、氟化铯(CsF)、氟化钙(CaF_2)、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)、碳酸铯等碱金属、碱土金属或者它们的化合物。此外,可以使用氟化铒(ErF_3)等稀土金属化合物。另外,也可以将电子盐用于电子注入层。作为该电子盐,例如可以举出对钙和铝的混合氧化物以高浓度添加电子的材料等。此外,也可以使用上述构成电子传输层的材料。

[0378] 此外,也可以将包含电子传输性材料和供体性材料(电子给予性材料)的复合材料用于电子注入层1115。这种复合材料因为通过电子给体在有机化合物中产生电子而具有优异的电子注入性和电子传输性。在此情况下,有机化合物优选是在传输所产生的电子方面性能优异的材料,具体而言,例如,可以使用上述电子传输性材料(金属配合物、杂芳族化合物等)。作为电子给体,只要是对有机化合物呈现电子供给性的材料即可。具体而言,优选使用碱金属、碱土金属和稀土金属,可以举出锂、铯、镁、钙、钇、镱等。另外,优选使用碱金属氧化物或碱土金属氧化物,可以举出锂氧化物、钙氧化物、钡氧化物等。此外,还可以使用氧化镁等路易斯碱。另外,也可以使用四硫富瓦烯(简称:TTF)等有机化合物。

[0379] 另外,当制造本发明的一个方式的发光器件时,可以利用蒸镀法等真空工艺或旋涂法、喷墨法等溶液工艺。作为蒸镀法,可以利用溅射法、离子镀法、离子束蒸镀法、分子束蒸镀法、真空蒸镀法等物理蒸镀法(PVD法)或化学气相沉积法(CVD法)等。尤其是,可以利用蒸镀法(真空蒸镀法)、涂敷法(浸涂法、染料涂布法、棒式涂布法、旋涂法、喷涂法等)、印刷法(喷墨法、丝网印刷(孔版印刷)法、胶版印刷(平版印刷)法、柔版印刷(凸版印刷)法、照相凹版印刷法、微接触印刷法等)等方法形成包括在EL层中的功能层(空穴注入层、空穴传输层、发光层、电子传输层、电子注入层)。

[0380] 构成发光器件的各功能层的材料不局限于上述材料。例如,作为功能层的材料,可以使用高分子化合物(低聚物、树枝状聚合物、聚合物等)、中分子化合物(介于低分子与高分子之间的化合物:分子量为400至4000)、无机化合物(量子点材料等)等。作为量子点材料,可以使用胶状量子点材料、合金型量子点材料、核壳(Core Shell)型量子点材料、核型量子点材料等。

[0381] 本发明的一个方式的发光器件还可以包括上述层以外的功能层。作为功能层,例如可以使用载流子阻挡层、激子阻挡层等各种层。

[0382] <发光器件的发光模型>

接着,参照图28A至图28C说明本发明的一个方式的发光器件的发光模型。

[0383] 图28A至图28C是说明发光器件的发光模型的示意图。注意,在图28A至图28C中,将发光器件中的发光区域表示为发光区域1120。

[0384] 图28A是示出发光层1113处于电子过多状态的发光区域1120的发光模型。图28B和图28C是示出本发明的一个方式的发光器件中的发光区域1120的发光模型。

[0385] 如图28A所示,在发光层1113处于电子过多状态时,发光区域1120形成在发光层1113的局部区域中。换言之,发光区域1120的宽度窄。因此,在发光层1113的局部区域中,电子与空穴集中地进行复合,所以劣化被促进。另外,在不能够进行复合的电子经过发光层1113时,有时寿命或发光效率下降。

[0386] 另一方面,如图28B和图28C所示,在本发明的一个方式的发光器件中,通过降低电子传输层1114的电子传输性,可以扩大发光层1113中的发光区域1120的宽度。通过扩大发光区域1120的宽度,可以分散发光层1113中的电子与空穴的复合区域。因此,可以提供寿命长且发光效率高的发光器件。

[0387] 另外,在本发明一个方式的发光器件中,通过电流密度恒定的条件下的驱动测试来得到的亮度的劣化曲线有时具有极大值。换言之,本发明的一个方式的发光器件有时示出随着时间推移而其亮度上升的举动。该举动可以使驱动初期的急剧劣化(所谓的初始劣化)相抵消。由此,可以提供初始劣化小且具有非常长的驱动寿命的发光器件。

[0388] 注意,在取具有极大值的劣化曲线的微分时,存在有其值为0的部分。因此,可以将存在劣化曲线的微分为0的部分的发光器件换称为本发明的一个方式的发光器件。

[0389] 这里,参照图28D说明本发明的一个方式的发光器件及比较发光器件的随着时间推移的归一化亮度。

[0390] 在图28D中,粗实线是本发明的一个方式的发光器件的归一化亮度的劣化曲线,粗虚线是比较发光器件的归一化亮度的劣化曲线。

[0391] 如图28D所示,本发明的一个方式的发光器件与比较发光器件的归一化亮度的劣

化曲线的倾斜度互不相同。具体而言,本发明的一个方式的发光器件的劣化曲线的倾斜度 θ_2 小于比较发光器件的劣化曲线的倾斜度 θ_1 。

[0392] 如图28D所示,在本发明的一个方式的发光器件中,通过电流密度恒定的条件下的驱动测试来得到的亮度的劣化曲线有时示出具有极大值的形状。也就是说,本发明的一个方式的发光器件的劣化曲线有时成为具有随着时间推移亮度上升部分的形状。呈现该劣化举动的发光器件可以利用该亮度上升使其与驱动初期的急剧劣化(即,所谓的初始劣化)相抵消,由此可以实现初始劣化小且具有非常长的驱动寿命的发光器件。

[0393] 在本发明的一个方式的发光器件中,如图28B所示,在驱动初期形成在发光层1113中的发光区域1120有时扩大到电子传输层1114一侧。

[0394] 就是说,在本发明的一个方式的发光器件中,在驱动初期由于空穴的注入势垒小及电子传输层1114的电子传输性较低,所以发光区域1120(即,复合区域)在靠近电子传输层1114一侧的状态下形成。另外,由于电子传输层1114中的第七有机化合物的HOMO能级较高,即为-6.0eV以上,所以空穴的一部分到达电子传输层1114而在电子传输层1114中发生复合,由此形成非发光复合区域。注意,当第六有机化合物与第七有机化合物的HOMO能级之差为0.2eV以内时也有可能发生该现象。

[0395] 另外,在本发明的一个方式的发光器件中,随着驱动时间的推移载流子的平衡发生变化,如图28C所示发光区域1120(复合区域)向空穴传输层1112一侧移动,其结果位于发光层1113内。

[0396] 如上述图28B和图28C所示,在本发明的一个方式的发光器件中,通过随着驱动时间的推移将发光区域1120移动到发光层1113内,复合的载流子的能量可以有效地用于发光,由此有可能与驱动初始相比产生亮度上升。该亮度上升与发光器件的驱动初期出现的亮度急剧下降(即,所谓的初始劣化)相抵消,由此可以提供初始劣化小驱动寿命长的发光器件。注意,在本说明书等中,有时将上述发光器件称为Recombination-Site Tailoring Injection结构(ReSTI结构)。

[0397] 另外,在本发明的一个方式的发光器件中,电子传输层1114优选在厚度方向上具有电子传输性材料与碱金属或碱土金属的有机金属配合物的混合比不同的部分或者碱金属或碱土金属的有机金属配合物的浓度不同的部分。

[0398] 关于电子传输层1114中的碱金属或碱土金属的有机金属配合物的浓度,可以通过飞行时间二次离子质谱分析(ToF-SIMS:Time-of-flight secondary ion mass spectrometry)所得到的原子或分子的检测量估计。

[0399] 作为电子传输层1114中的有机金属配合物的含量,第二电极1102一侧的含量优选少于第一电极1101一侧的含量。就是说,优选以有机金属配合物的浓度从第二电极1102一侧向第一电极1101一侧上升的方式形成电子传输层1114。就是说,电子传输层1114在比电子传输性材料的存在量较多的部分靠近发光层1113一侧具有电子传输性材料的存在量较少的部分。换言之,电子传输层1114可以说是在比有机金属配合物的存在量较少的部分靠近发光层1113一侧具有有机金属配合物的存在量较多的部分的结构。

[0400] 注意,电子传输性材料的存在量较多的部分(有机金属配合物的存在量较少的部分)的电子迁移率在电场强度[V/cm]的平方根为600时优选为 $1 \times 10^{-7} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上且 $5 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以下。

[0401] 例如,电子传输层1114中的有机金属配合物的含量,即电子传输层1114中的有机金属配合物可以具有图29A至图29D所示的浓度。注意,图29A和图29B示出在电子传输层1114内没有明确的边界的情况,图29C和图29D示出在电子传输层1114内有明确的边界的情况。

[0402] 当在电子传输层1114内没有明确的边界时,如图29A和图29B所示,电子传输性材料和有机金属配合物的浓度连续地变化。当在电子传输层1114内有明确的边界时,如图29C和图29D所示,电子传输性材料和有机金属配合物的浓度台阶状地变化。注意,在浓度台阶状地变化时,电子传输层1114由多个层构成。例如,图29C示出电子传输层1114具有两层的叠层结构的情况,图29D示出电子传输层1114具有三层的叠层结构的情况。注意,在图29C和图29D中,虚线表示多个层的边界的区域。

[0403] 此外,本发明的一个方式的发光器件中的载流子平衡的变化可认为是由电子传输层1114的电子迁移率的变化导致的。在本发明的一个方式的发光器件中,在电子传输层1114内部存在碱金属或碱土金属的有机金属配合物的浓度差异。电子传输层1114在该有机金属配合物的浓度较低的区域与发光层1113之间具有该有机金属配合物的浓度较高的区域。就是说,有机金属配合物的浓度较低的区域比有机金属配合物的浓度较高的区域靠近第二电极1102一侧。

[0404] 具有上述结构的本发明的一个方式的发光器件的寿命非常长。尤其是,在初始亮度为100%时,能够使直到初始亮度减少到95%的亮度为止的时间(也称为LT95)极长。

[0405] <串联结构的发光器件>

接着,说明图27B至图27D所示的串联结构的发光器件。

[0406] 图27B至图27D所示的发光器件在第一电极1101与第二电极1102之间包括多个发光单元。如图27B至图27D所示,优选在两个发光单元之间设置电荷产生层1109。

[0407] 如图27A所示,发光单元1123(1)及发光单元1123(2)各自包括空穴注入层1111、空穴传输层1112、发光层1113、电子传输层1114及电子注入层1115等。

[0408] <电荷产生层>

电荷产生层1109具有如下功能:在对第一电极1101及第二电极1102施加电压时,对发光单元1123(1)及发光单元1123(2)中的一个注入电子并对另一个注入空穴。因此,在图27B中,当对第一电极1101以高于第二电极1102的电位的方式施加电压时,从电荷产生层1109对发光单元1123(1)注入电子且对发光单元1123(2)注入空穴。

[0409] 另外,从光提取效率的观点来看,电荷产生层1109优选使可见光透过(具体地说,电荷产生层1109的可见光的透过率为40%以上)。另外,即使电荷产生层1109的电导率比第一电极1101或第二电极1102低也能够发挥功能。

[0410] 图27C所示的EL层1103在第一发光单元1123(1)和第二发光单元1123(2)之间包括电荷产生层1109,并且在第二发光单元1123(2)和第三EL层1103(3)之间包括电荷产生层1109。另外,图27D所示的发光元件具有m个发光单元(m是2以上的自然数)及n个发光单元(n是m以上的自然数),并在各发光单元之间设置有电荷产生层1109。此外,第三发光单元1123(3)、发光单元1123(m)及发光单元1123(n)各自包括图27A所示的空穴注入层1111、空穴传输层1112、发光层1113、电子传输层1114及电子注入层1115等。注意,各发光单元可以具有相同或不同的结构。

[0411] 这里,对在发光单元1123(m)和发光单元1123(m+1)之间设置的电荷产生层1109中的电子及空穴的行动进行说明。当对第一电极1101和第二电极1102之间施加高于发光器件的阈值电压的电压时,在电荷产生层1109中发生空穴及电子,空穴移动到设置在第二电极1102一侧的发光单元1123(m+1)并且电子移动到设置在第一电极1101一侧的发光单元1123(m)。注入到发光单元1123(m+1)的空穴和从第二电极1102一侧被注入的电子复合,于是包含在发光单元1123(m+1)中的发光材料发光。此外,注入到发光单元1123(m)的电子和从第一电极1101一侧被注入的空穴复合,于是包含在发光单元1123(m)中的发光材料发光。因此,产生在电荷产生层1109中的空穴和电子各自在不同的发光单元中发光。

[0412] 注意,通过使其彼此接触地设置发光单元,在两个发光单元之间形成有与电荷产生层1109相同的结构时,可以不夹着电荷产生层1109而以彼此接触的方式设置发光单元。例如,当在发光单元的一个面上形成有电荷产生区域的情况下,可以以与该面接触的方式设置发光单元。

[0413] 与单结构的发光器件相比,串联结构的发光器件的电流效率高,能以更少电流发射相同亮度的光。因此,能够提高发光器件的寿命长及可靠性。

[0414] 此外,多个发光单元可以包含相同或不同的发光材料。对各发光单元的发光材料没有特别的限制。为了提高可靠性,优选层叠有多个荧光发光的发光单元。例如,在包含相同的发光材料时,通过组合蓝色的荧光发光单元及蓝色的荧光发光单元,可以提供可靠性高的发光器件。另外,也可以层叠有一个以上的荧光发光的发光单元和一个以上的磷光发光的发光单元。例如,通过组合蓝色的荧光发光单元、红色的磷光发光单元及绿色的发光单元,可以提供能够发射白色光的发光器件。此外,作为可靠性高的发光单元的组合,可以使蓝色、红色、绿色的发光单元各自为荧光发光的发光单元。

[0415] 注意,在是上述组合蓝色的荧光发光单元及蓝色的荧光发光单元的结构的情况下,优选与具有能够将发光单元发射的蓝色的光转换为其他颜色的功能的器件(例如,量子点器件等)组合使用。

[0416] 本实施方式的至少一部分可以与本说明书所记载的其他实施方式适当地组合而实施。

[符号说明]

[0417] 100A:显示装置、100B:显示装置、100C:显示装置、100D:显示装置、100E:显示装置、101:显示面板、101a:区域、101b:区域、101c:区域、102a:框体、102b:框体、102c:框体、103a:铰链、103b:铰链、103c:铰链、104a:曲面、104b:曲面、105:平面、105a:曲面、105b:曲面、106:握柄部、107:受电线圈、108:受电电路、109:充电器、111:柱状体、113a:单元、113b:单元、114:柱状体、115:柱状体、116a:齿轮、116b:齿轮、117:电池、118:保护电路、119:控制电路、120:传感器、121:比较器、122:晶体管、123:电容器、125:天线、126:天线、130:图像、131:键盘、132:图标、135a:输入输出单元、135b:输入输出单元、136a:相机、136b:相机、137:传感器、138:显示面板、139:显示面板、140:太阳能电池、141:薄膜太阳能电池、145:外部接口、146:收发单元、147:扬声器、148:相机、149:麦克风、150:触屏笔、200:显示装置、210:显示装置、300:像素、301:像素、400:像素电路、400EL:像素电路、400LC:像素电路、401:电路、401EL:电路、401LC:电路、501:像素电路、502:像素部、504:驱动电路部、504a:栅极驱动器、504b:源极驱动器、506:保护电路、507:端子部、550:晶体管、552:晶体管、554:晶

体管、560:电容器、562:电容器、570:液晶器件、572:发光器件、600:电视装置、601:控制部、602:存储部、603:通信控制部、604:图像处理电路、605:译码器电路、606:影像信号接收部、607:时序控制器、608:源极驱动器、609:栅极驱动器、620:显示面板、621:像素、630:系统总线、700:显示面板、700A:显示面板、702:像素部、704:源极驱动电路部、706:栅极驱动电路部、708:FPC端子部、710:布线、716:FPC、717:IC、730:绝缘层、732:密封层、736:着色层、738:遮光层、740:支撑衬底、741:保护层、741a:绝缘层、741b:绝缘层、741c:绝缘层、742:粘合层、743:树脂层、744:绝缘层、745:支撑衬底、746:绝缘层、747:粘合层、749:保护层、750:晶体管、752:晶体管、760:布线、761:导电层、770:绝缘层、772:导电层、780:各向异性导电膜、782:发光器件、786:EL层、788:导电层、790:电容器、1101:电极、1102:电极、1103:EL层、1109:电荷产生层、1111:空穴注入层、1112:空穴传输层、1113:发光层、1114:电子传输层、1115:电子注入层、1120:发光区域、1123:发光单元。

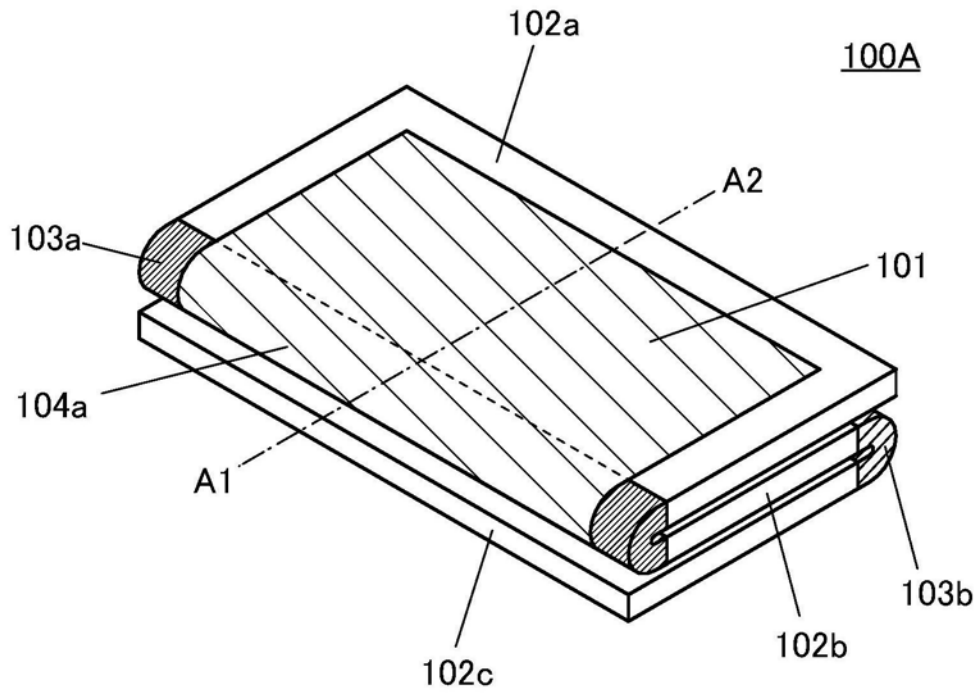


图1A

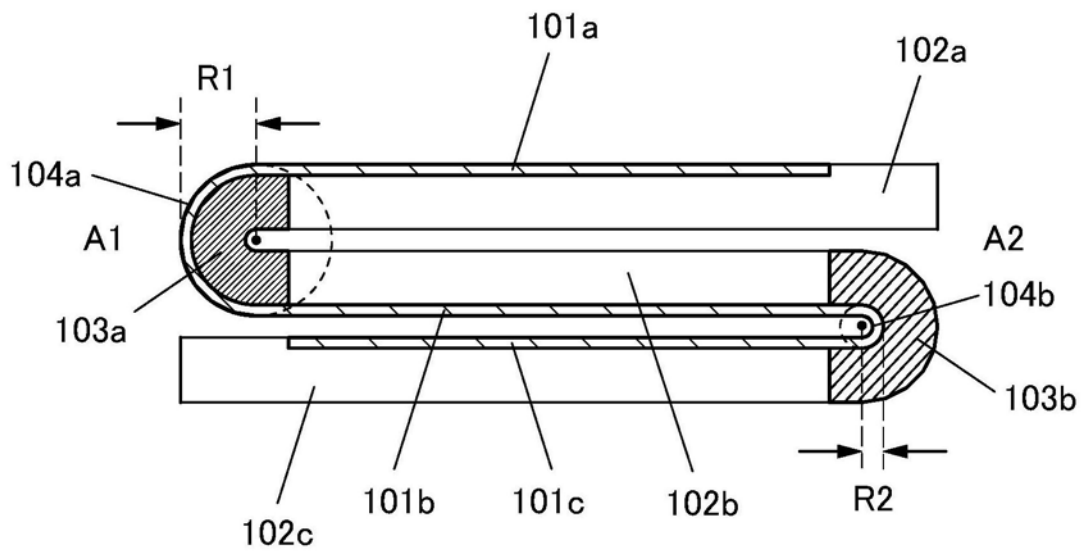


图1B

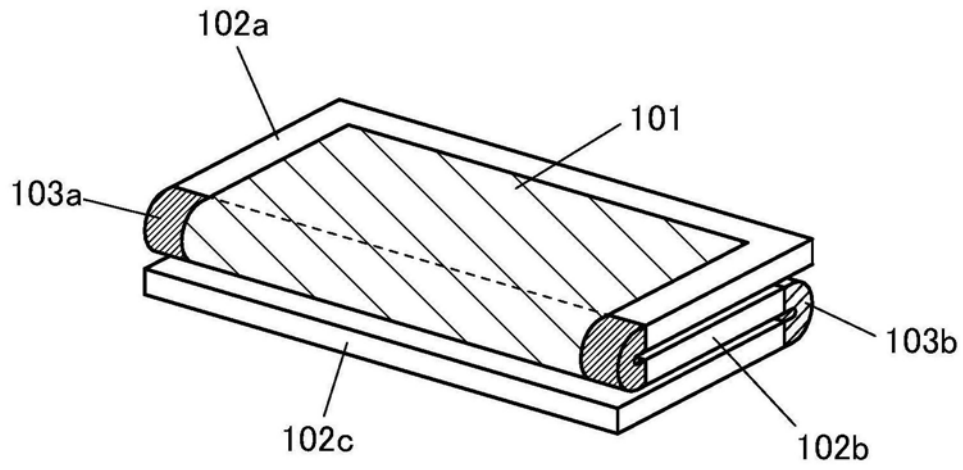


图2A

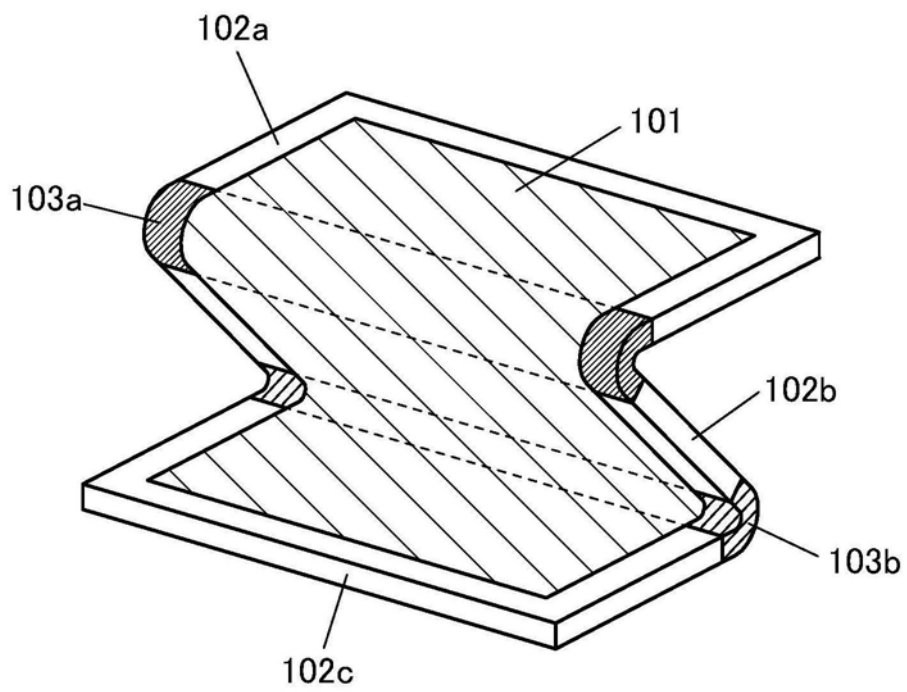


图2B

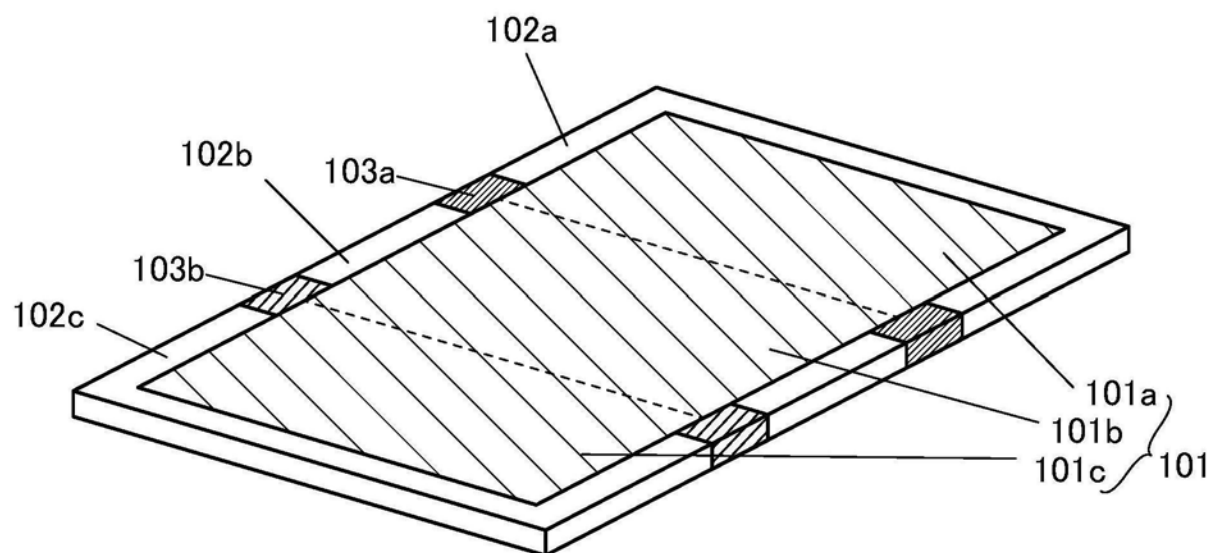


图2C

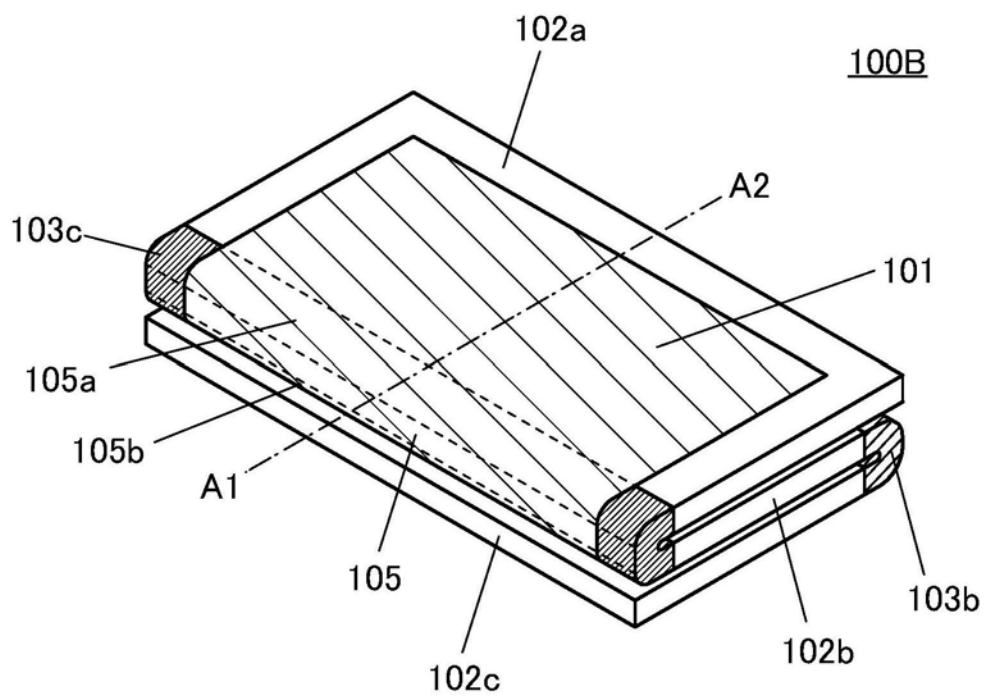


图3A

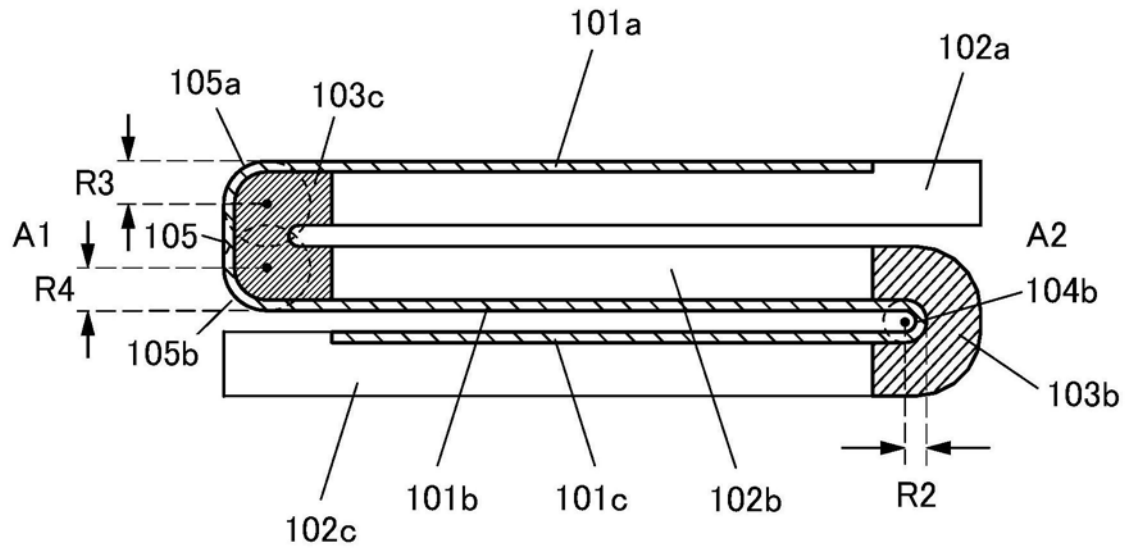


图3B

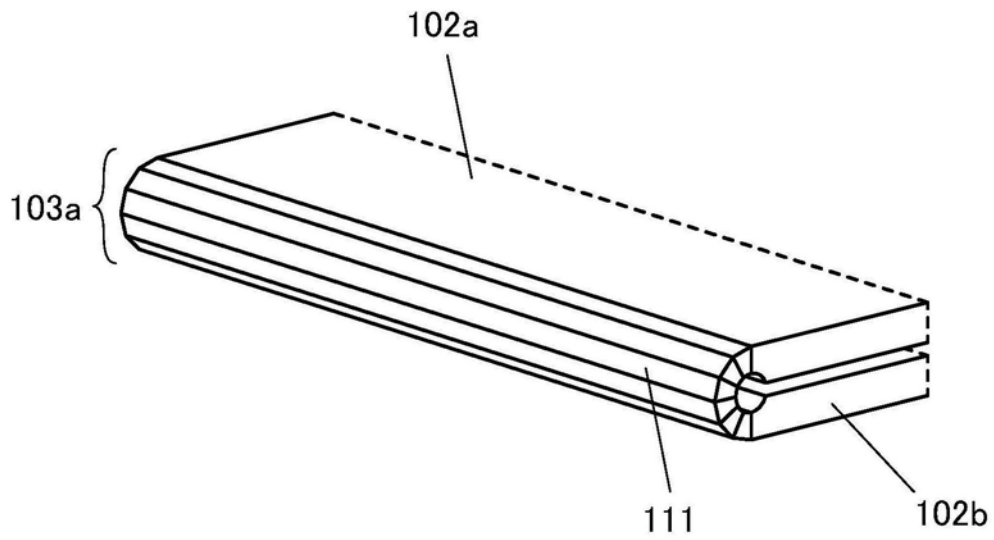


图4A

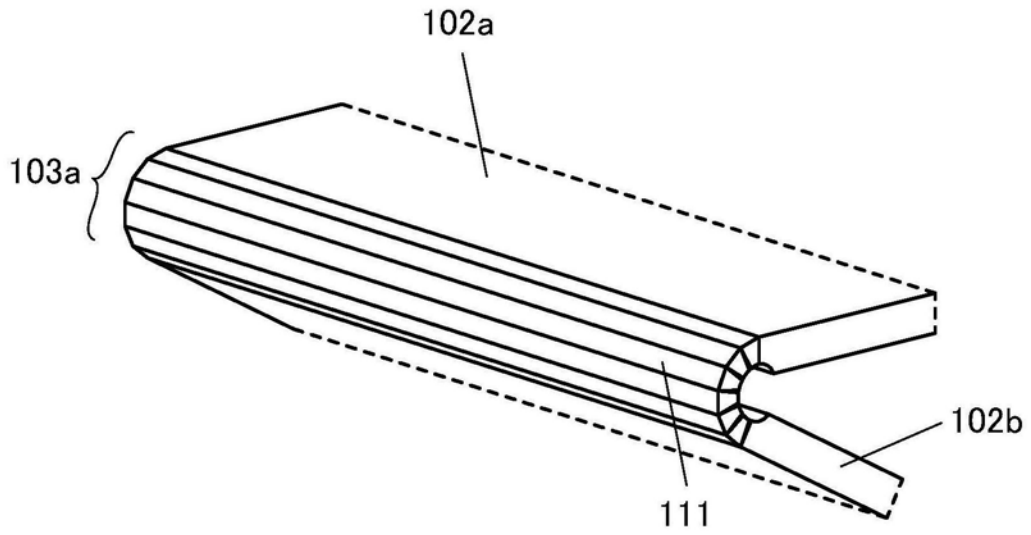


图4B

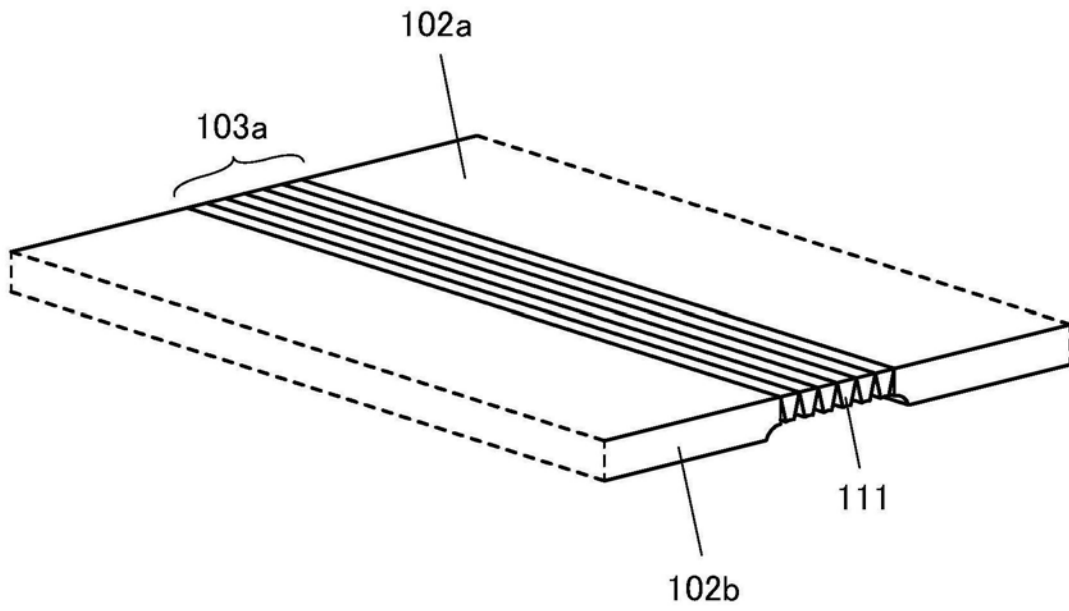


图4C

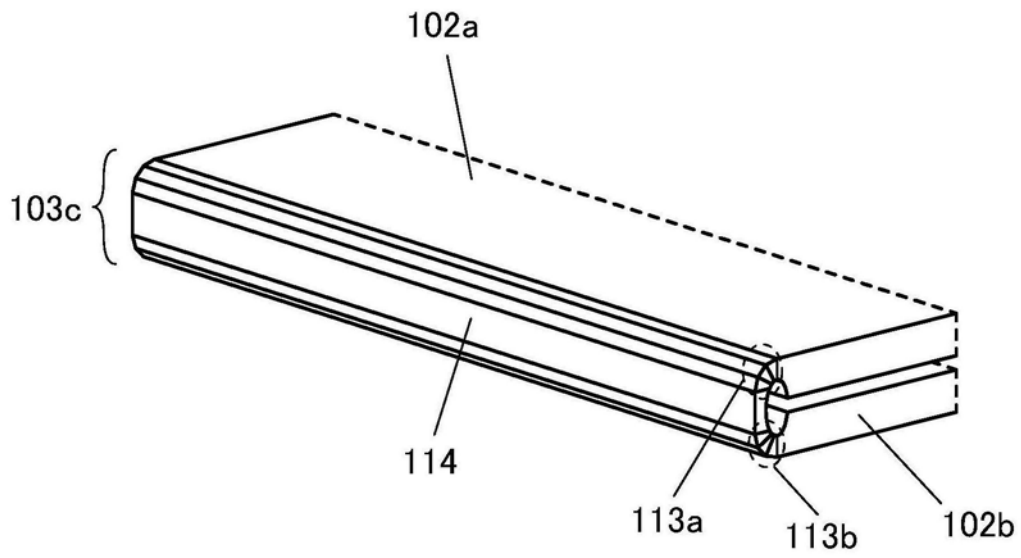


图5A

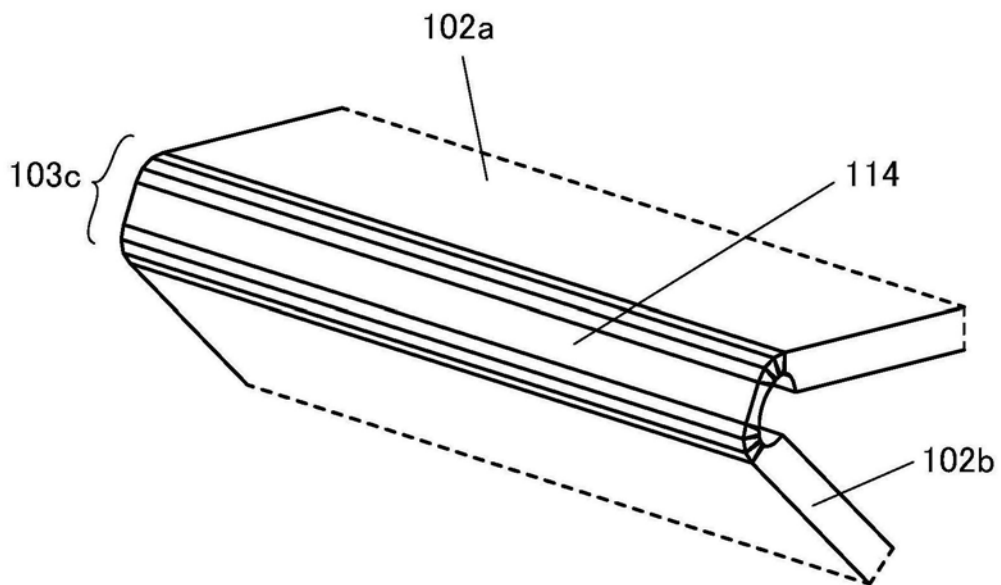


图5B

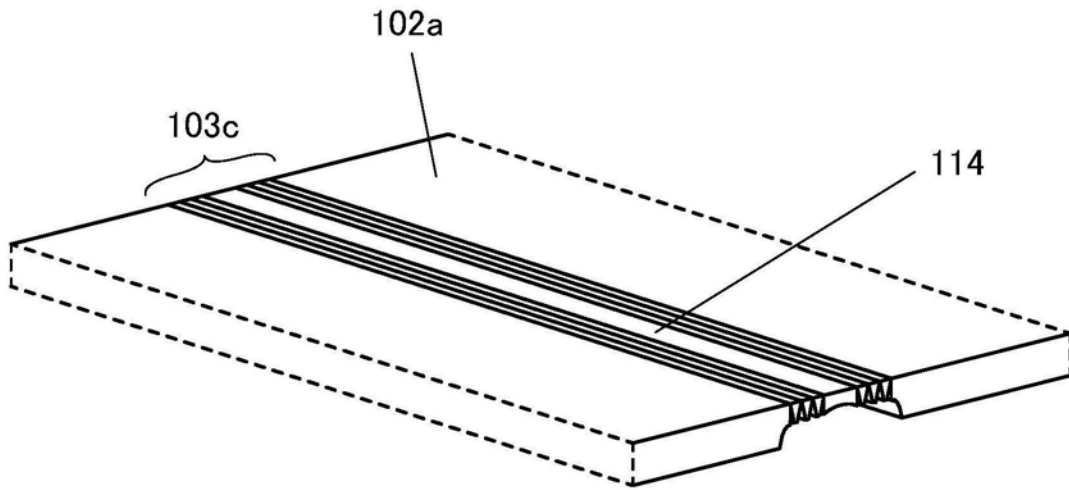


图5C

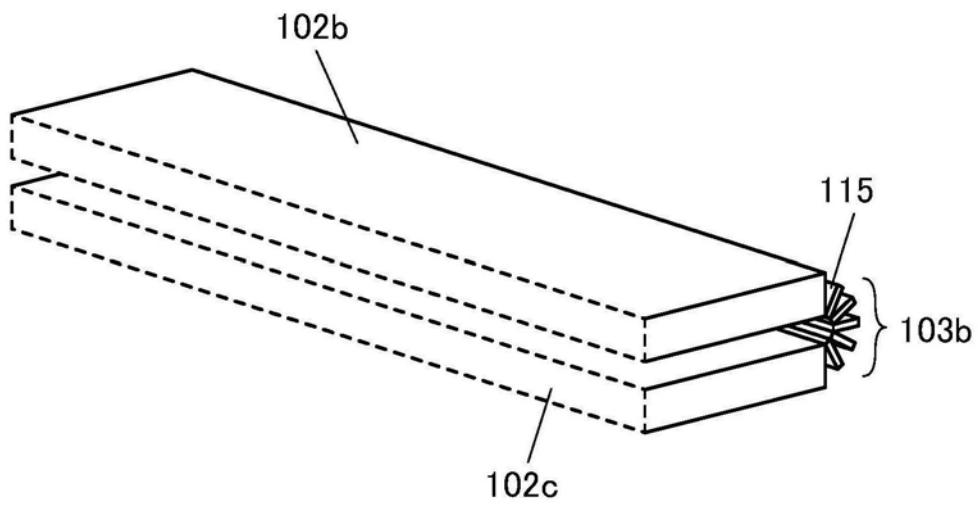


图6A

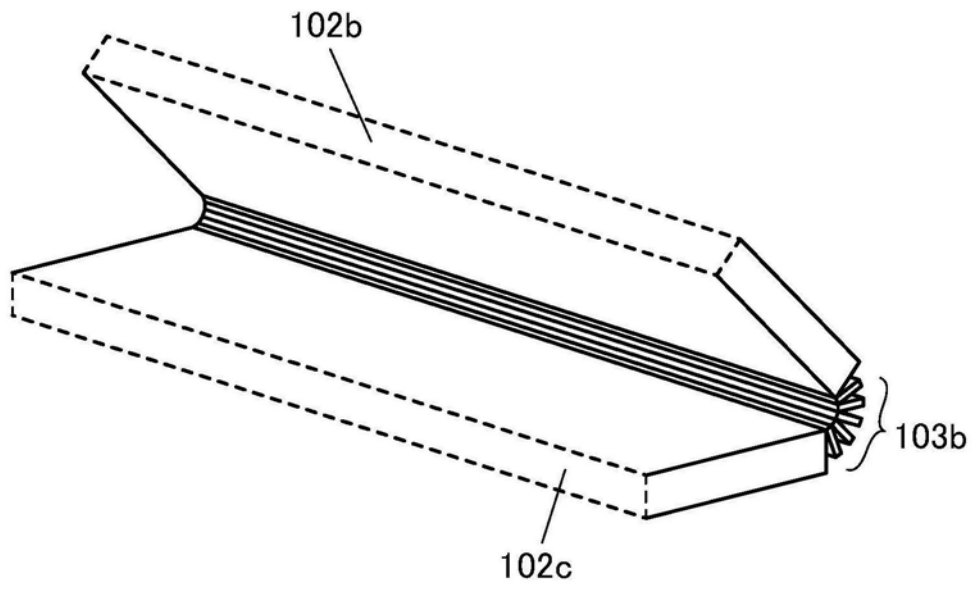


图6B

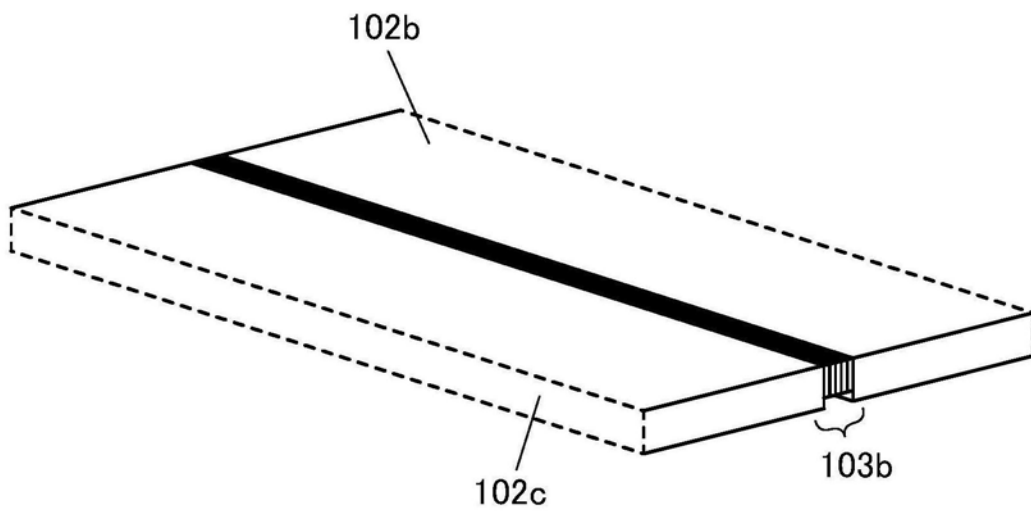


图6C

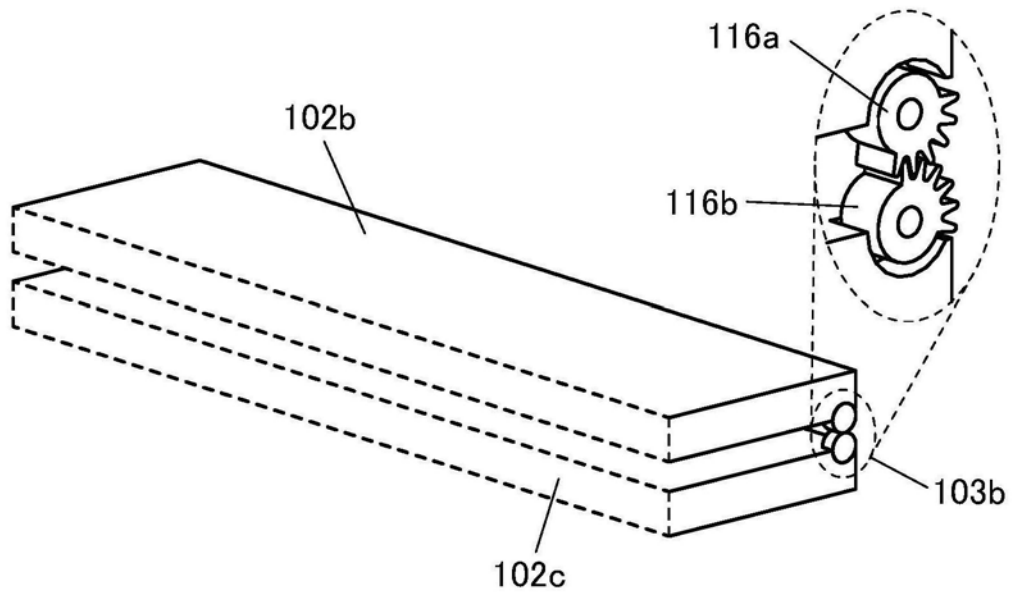
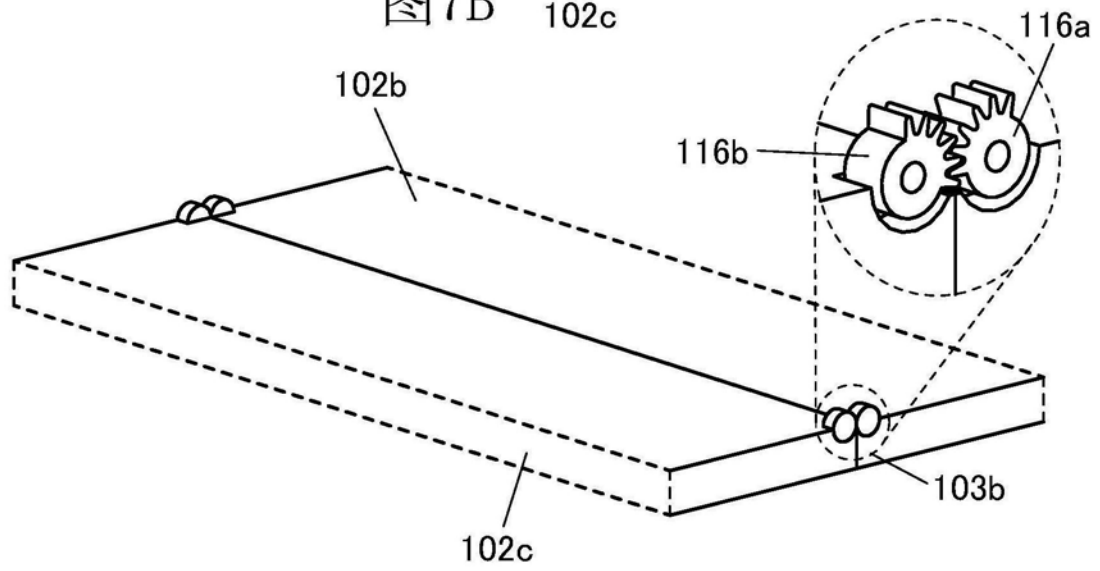
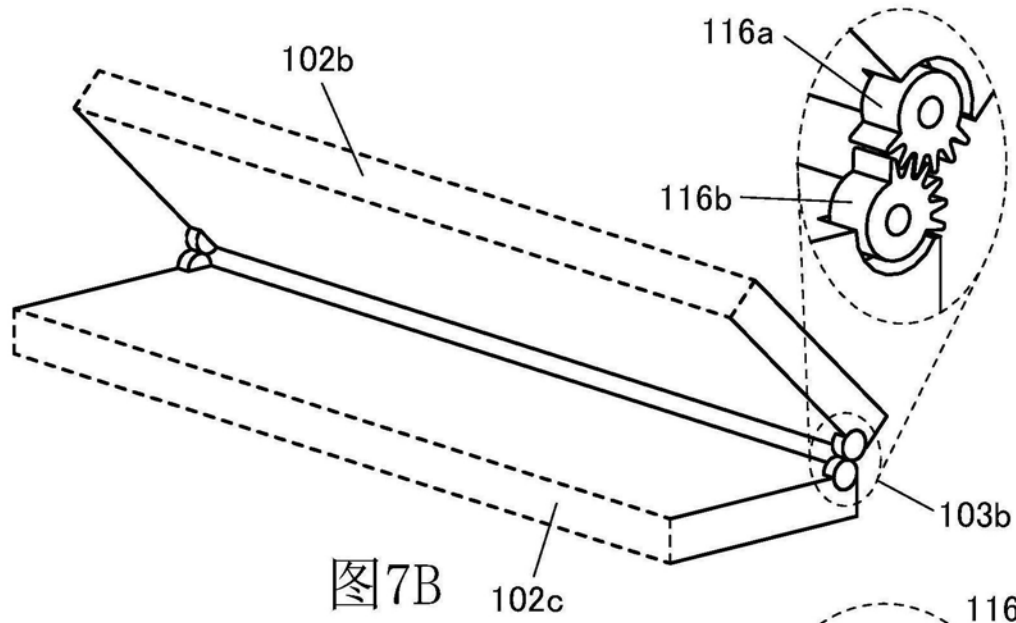


图7A



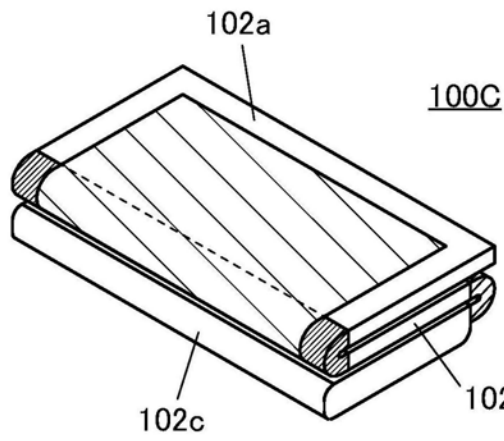


图8A

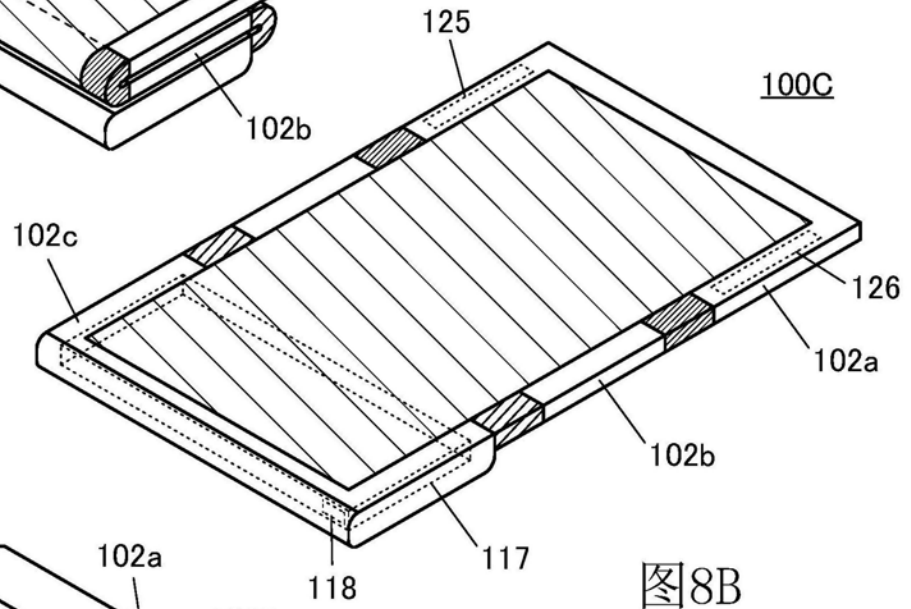


图8B

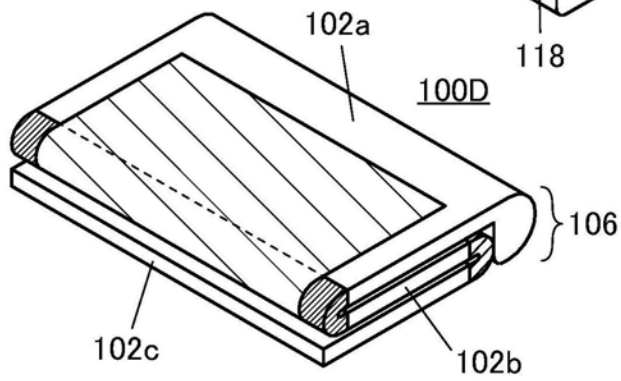


图8C

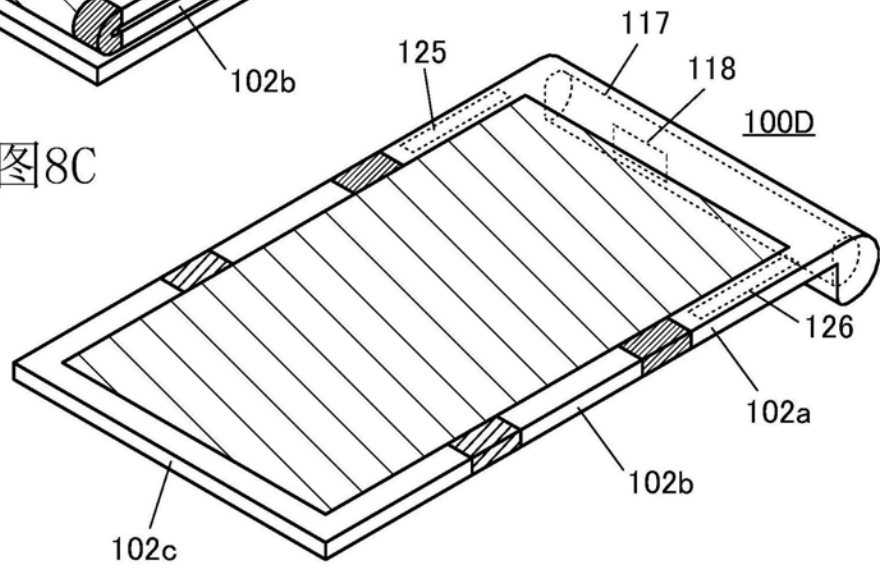


图8D

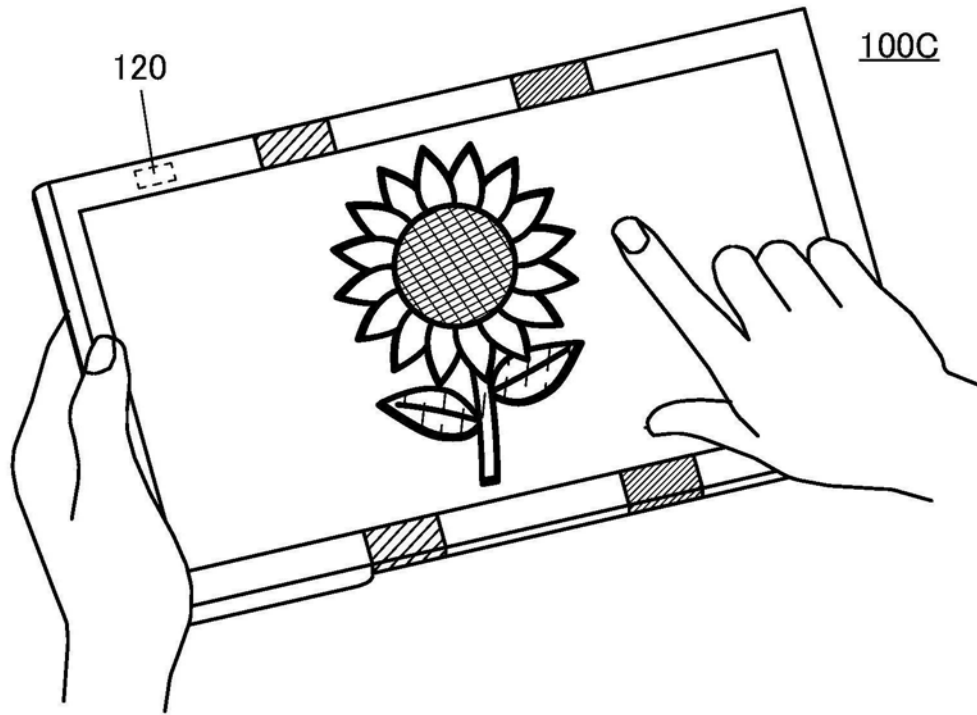


图9A

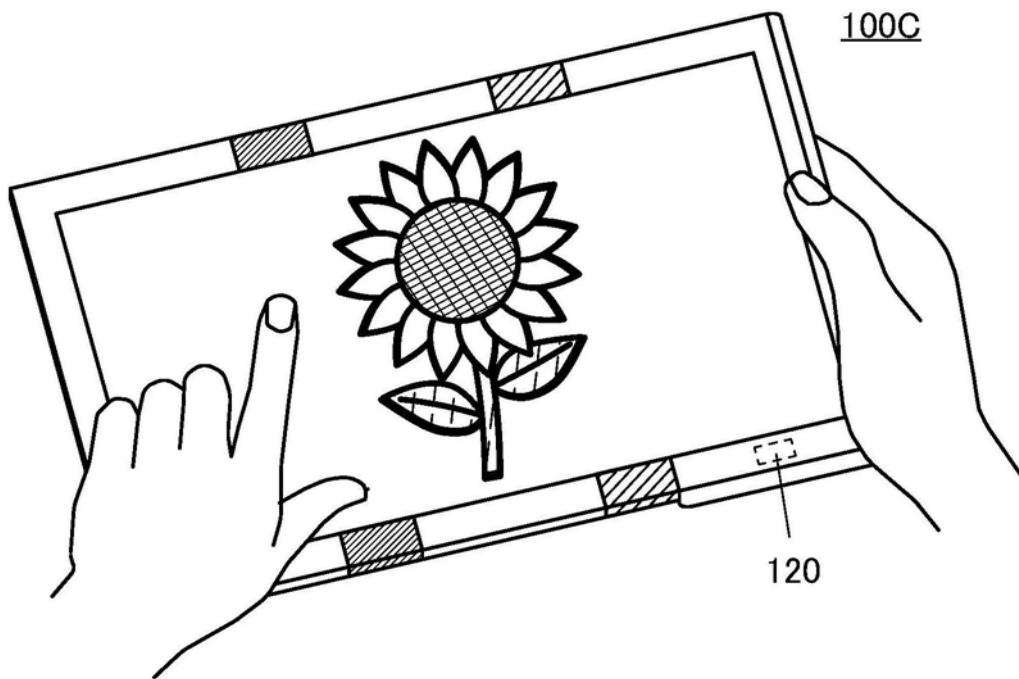


图9B

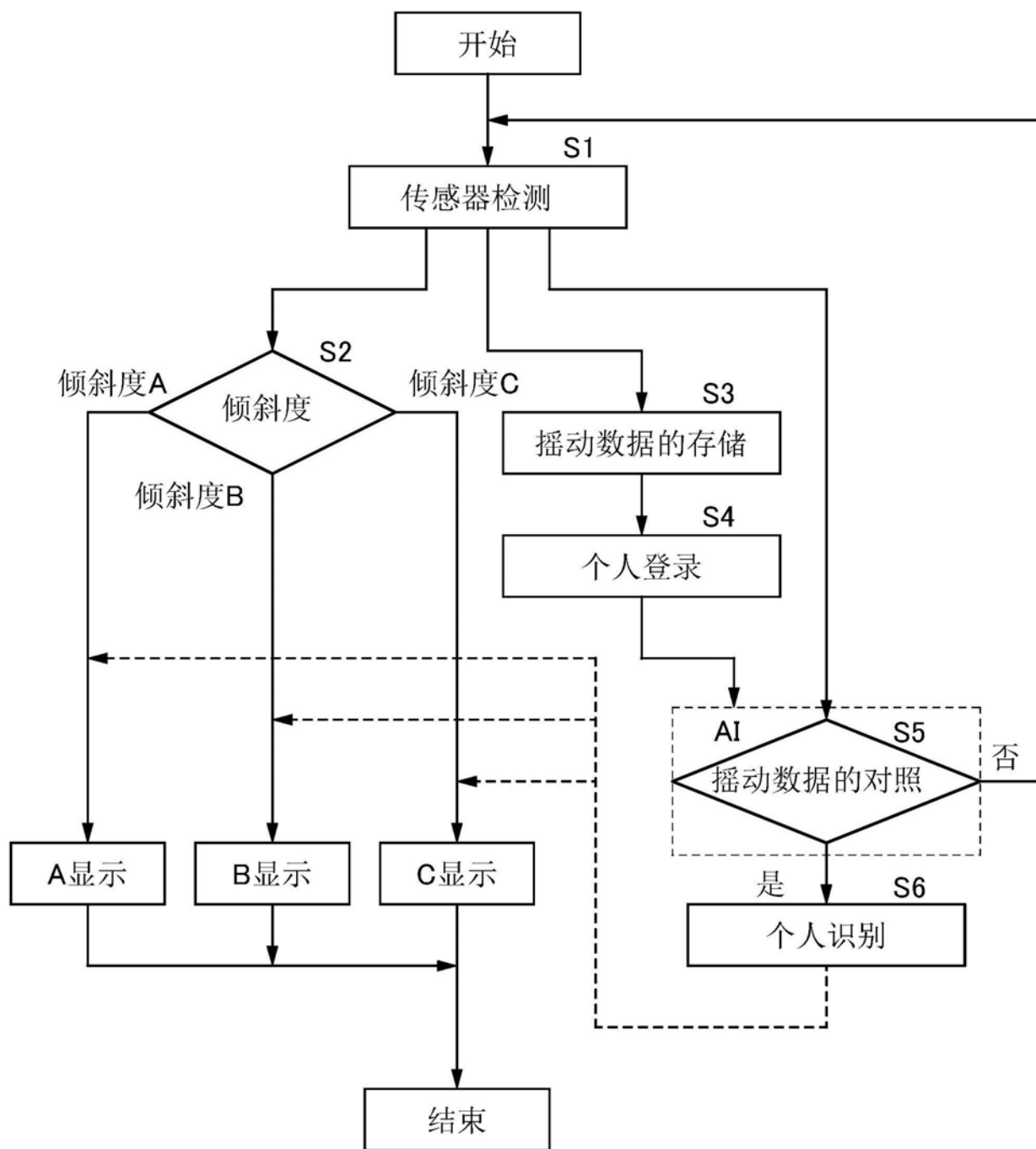


图10

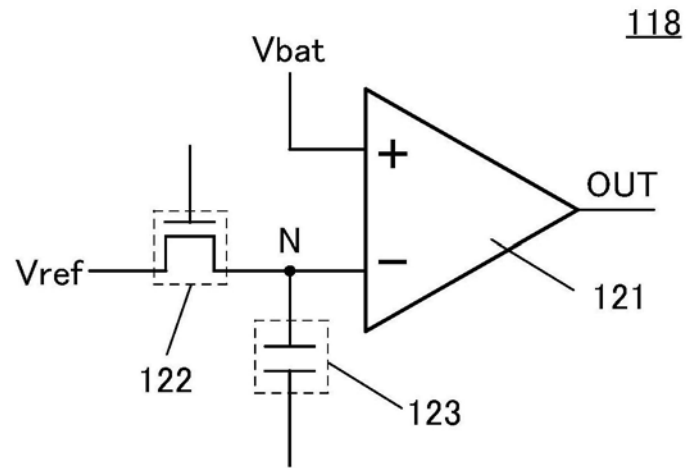


图11A

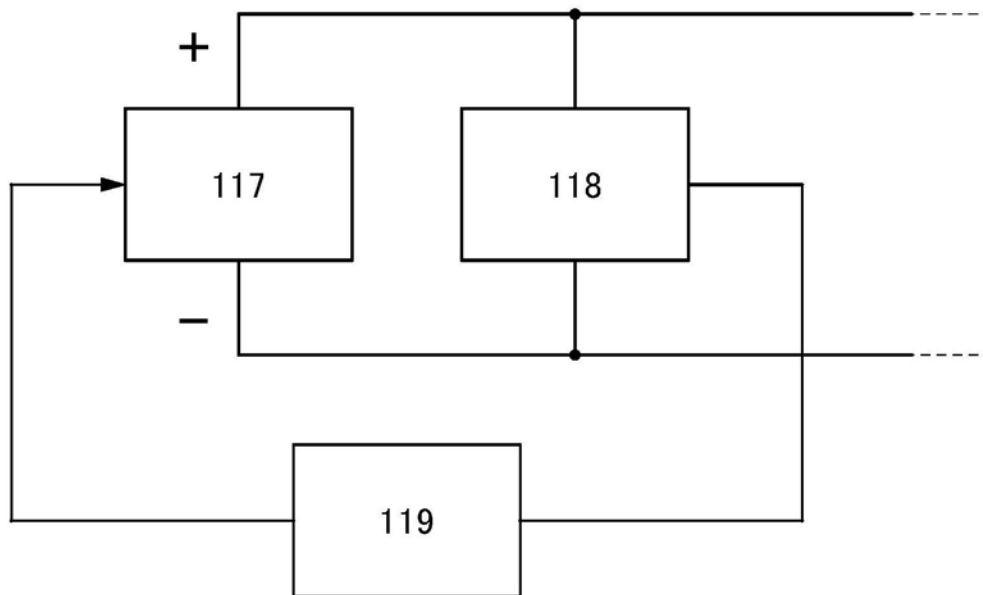


图11B

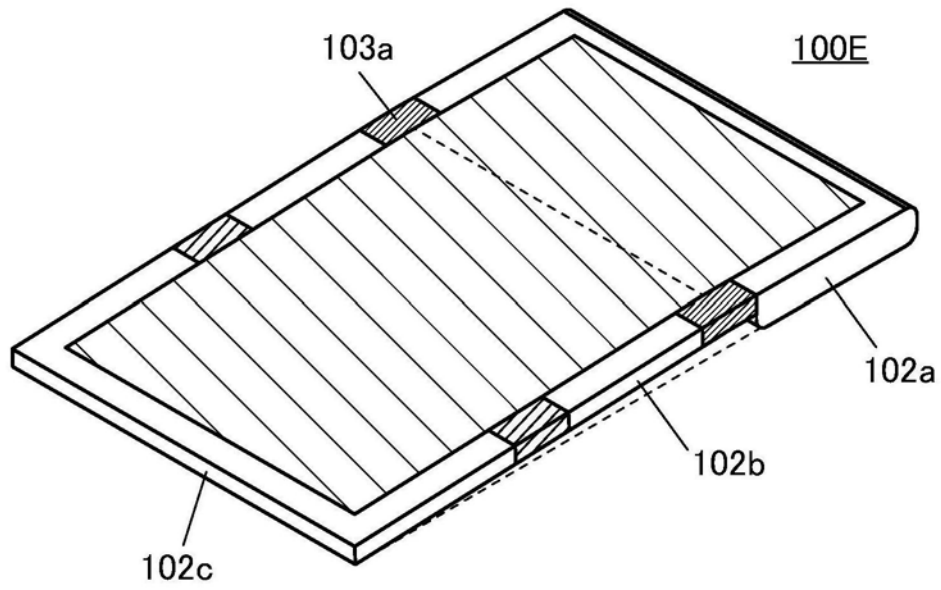


图12A

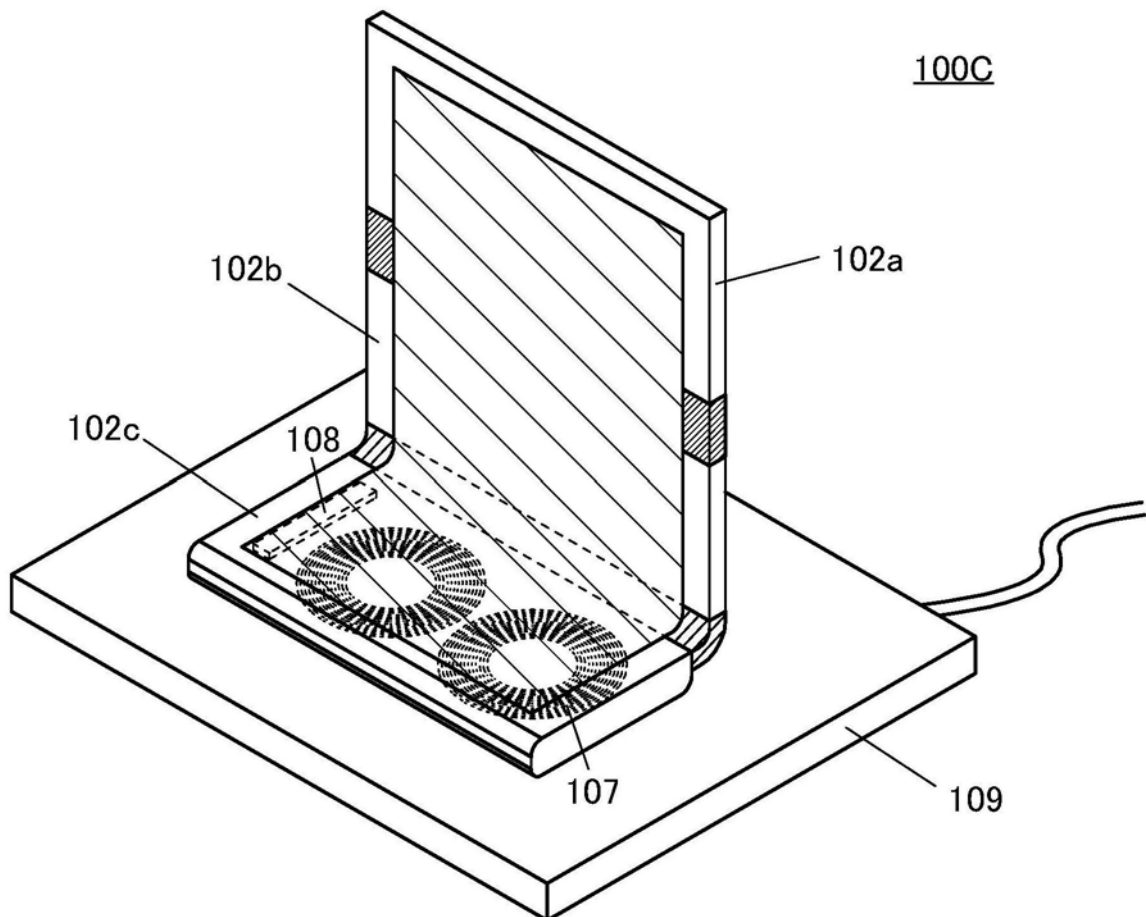


图12B

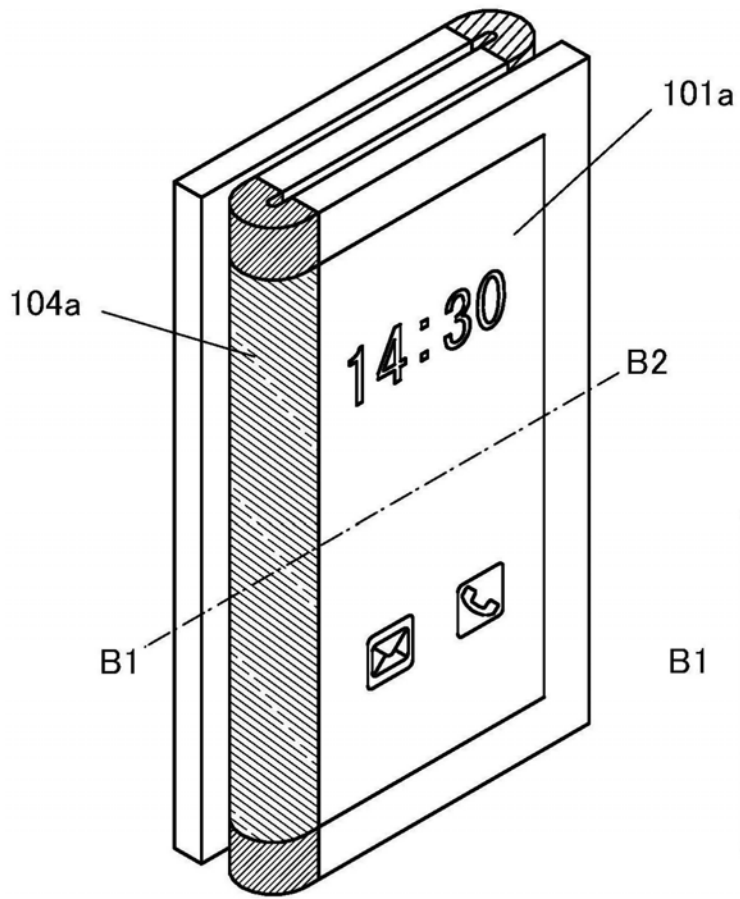


图13A

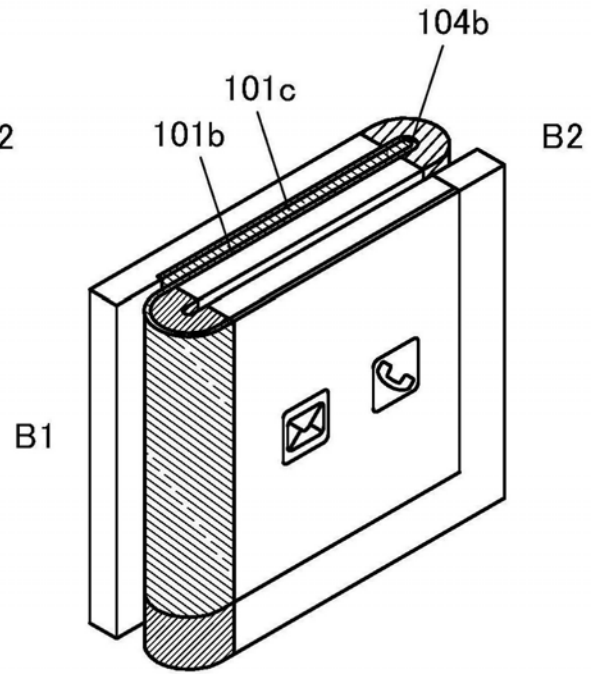


图13B

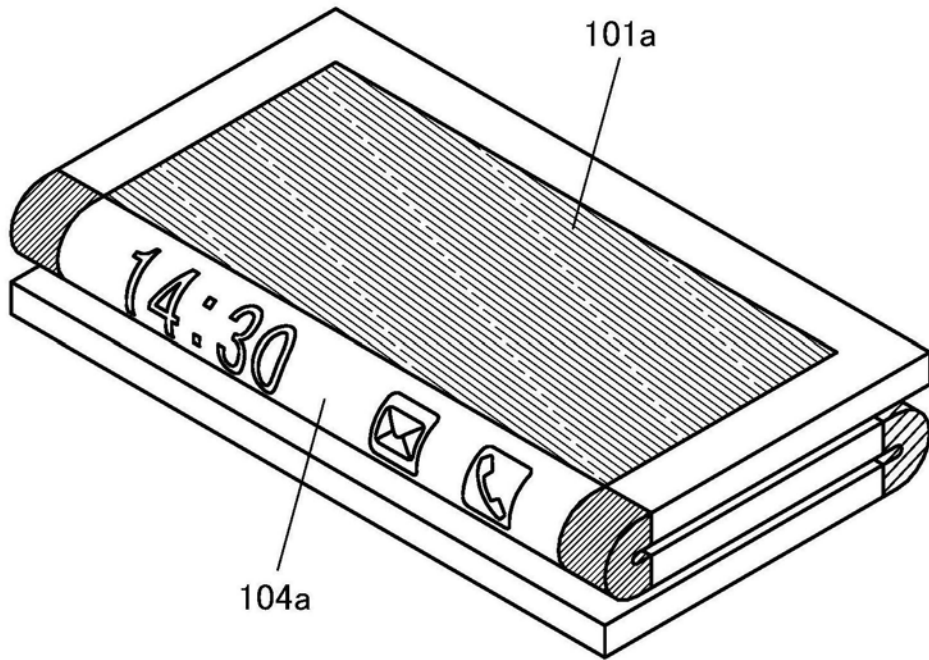


图13C

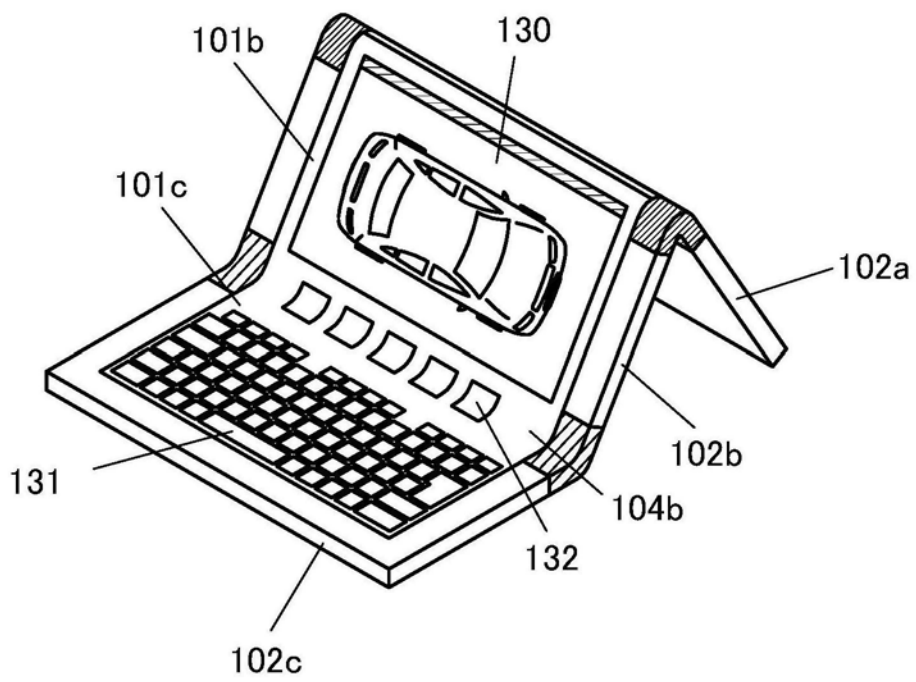


图14A

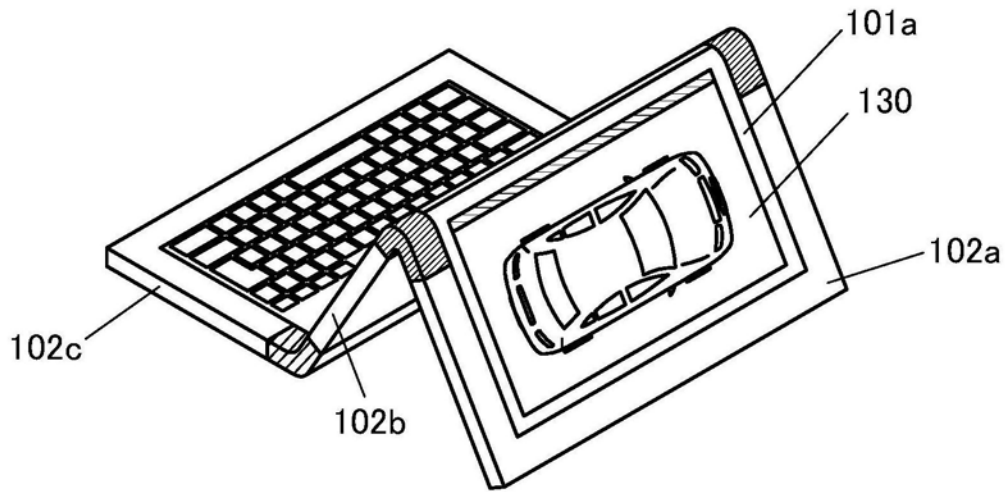


图14B

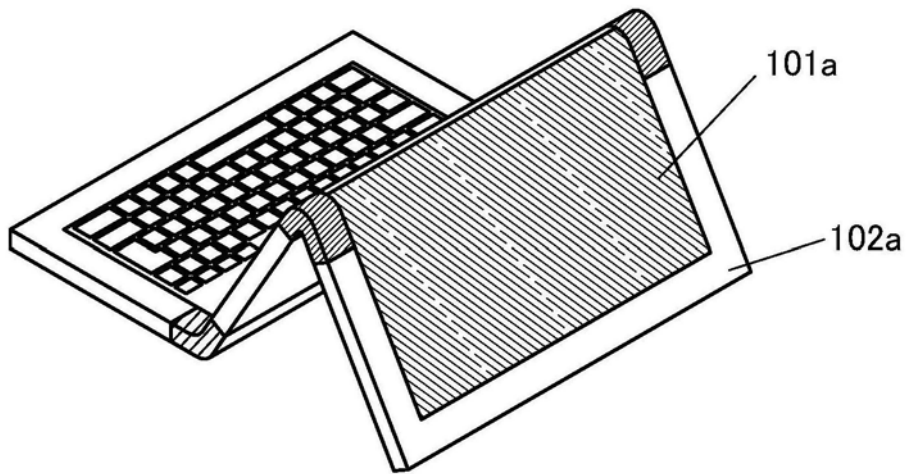


图14C

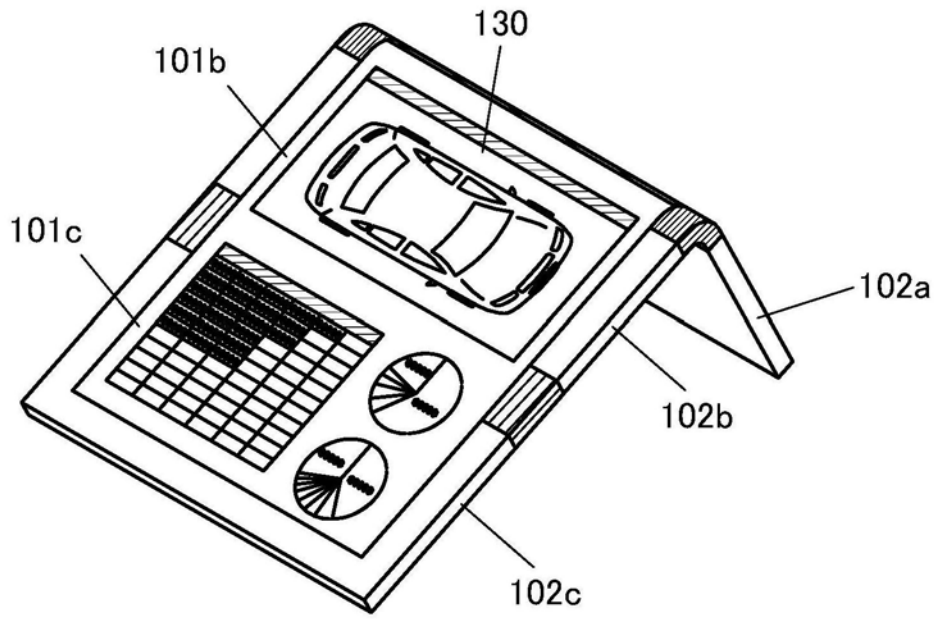


图15A

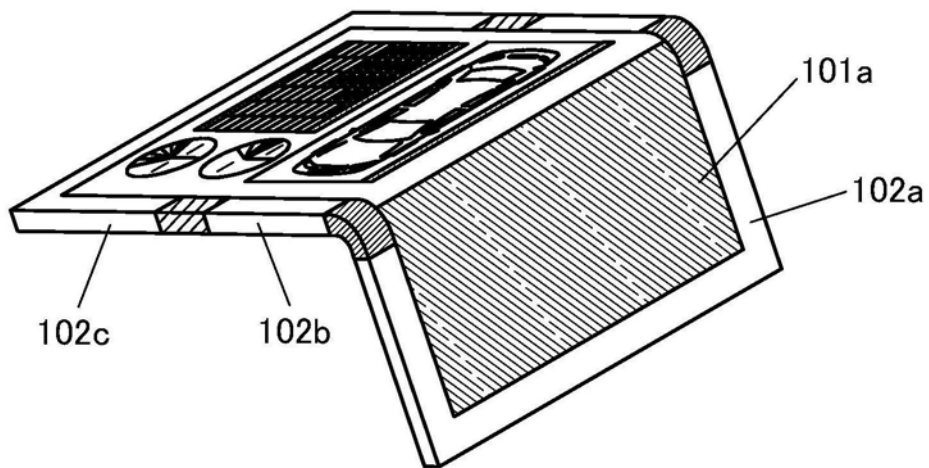


图15B

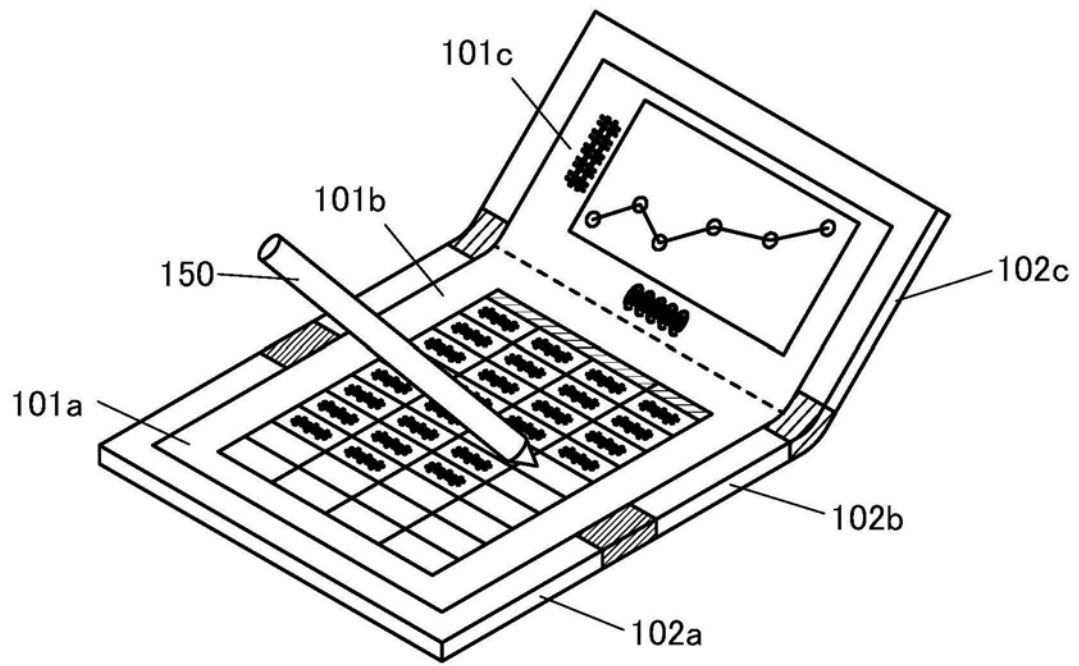


图15C

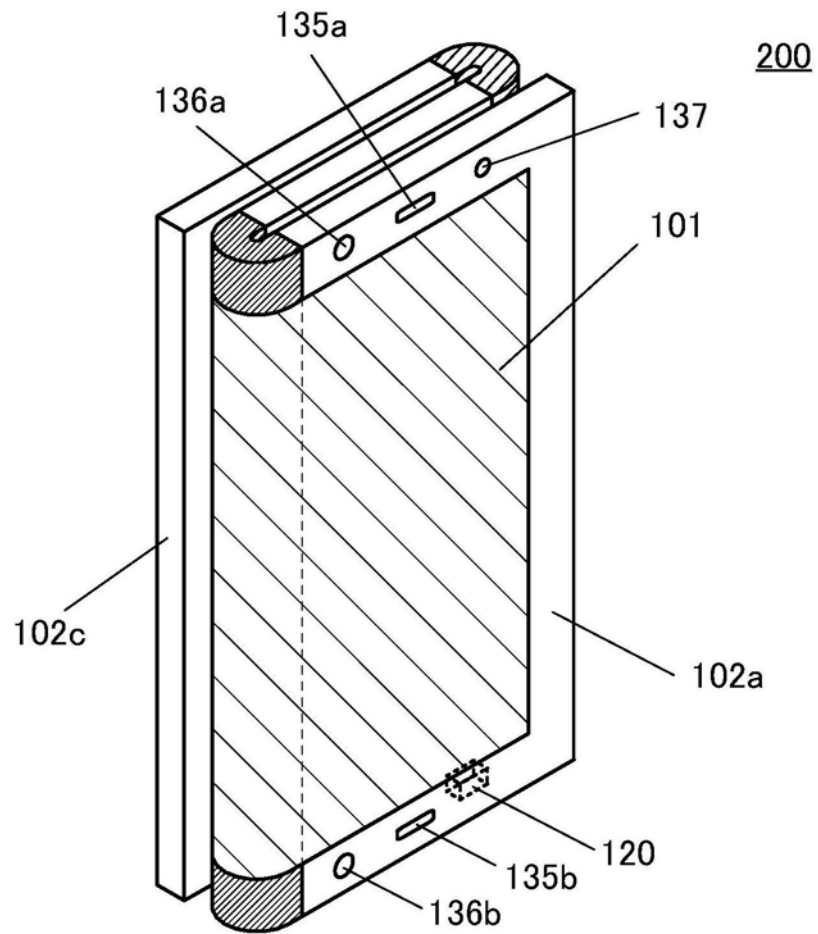


图16A

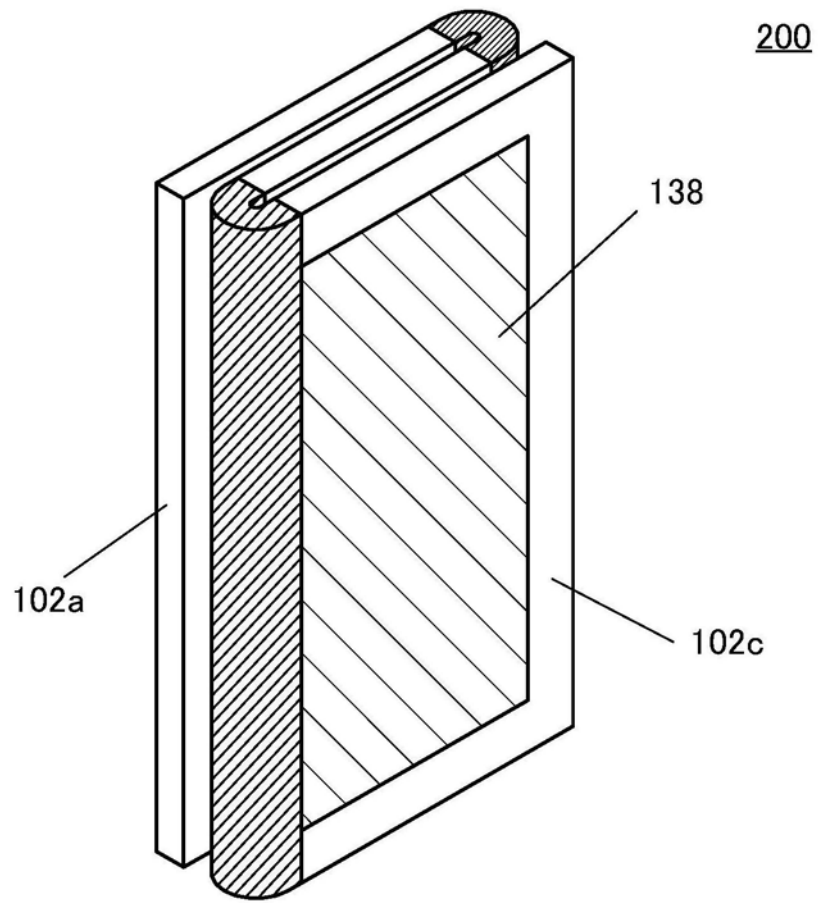


图16B

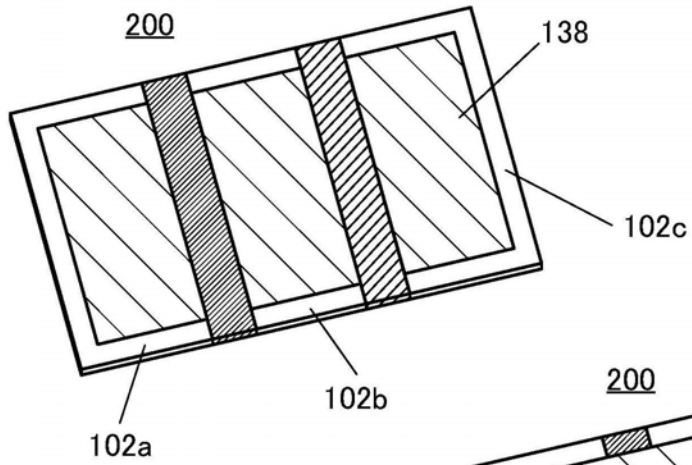


图17A

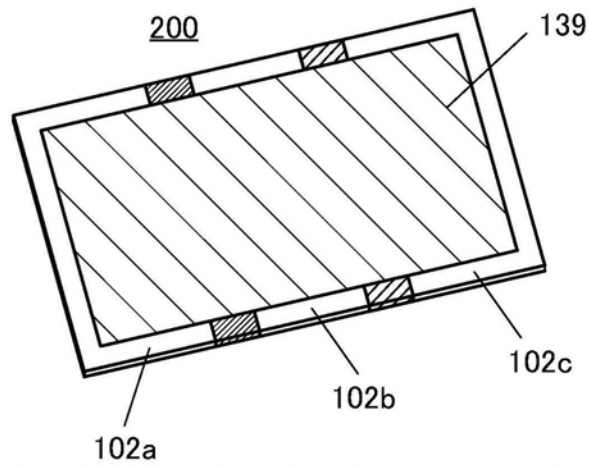


图17B

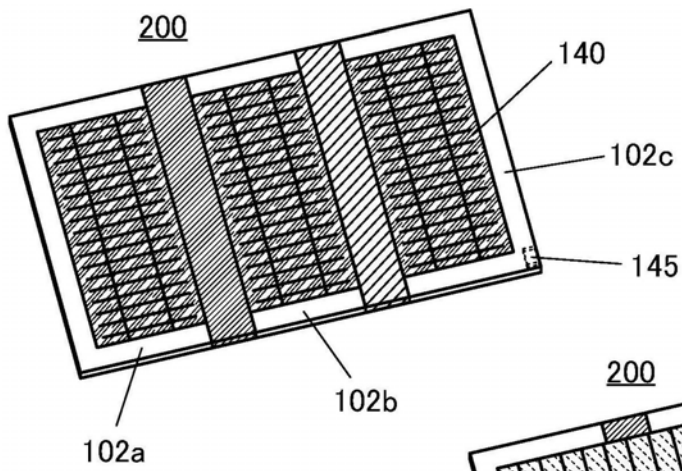


图17C

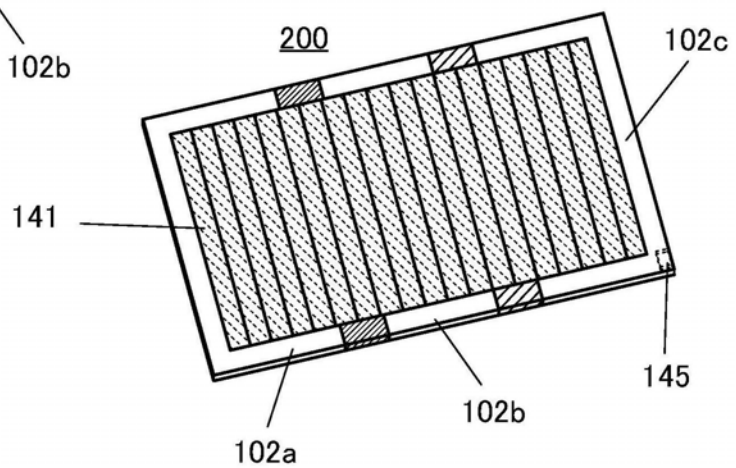


图17D

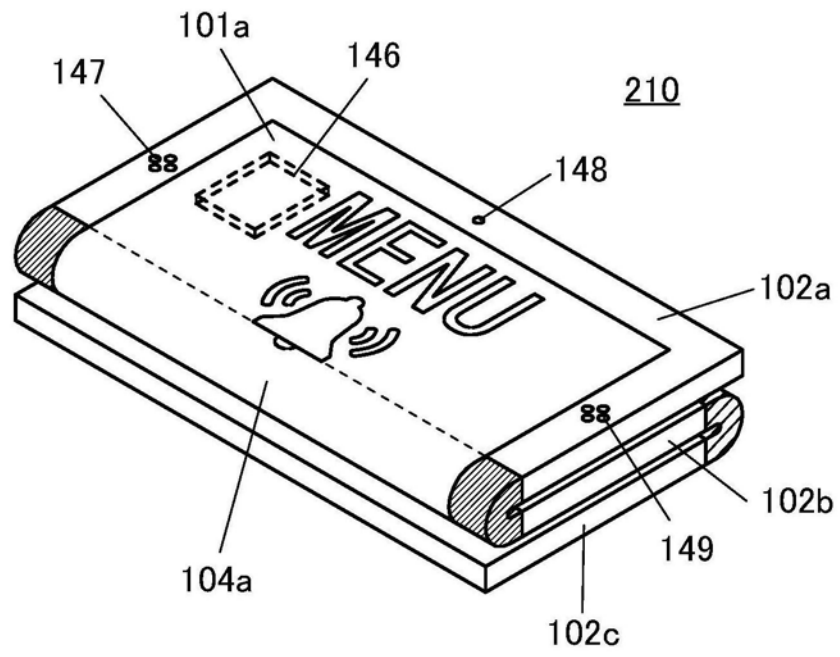


图18A

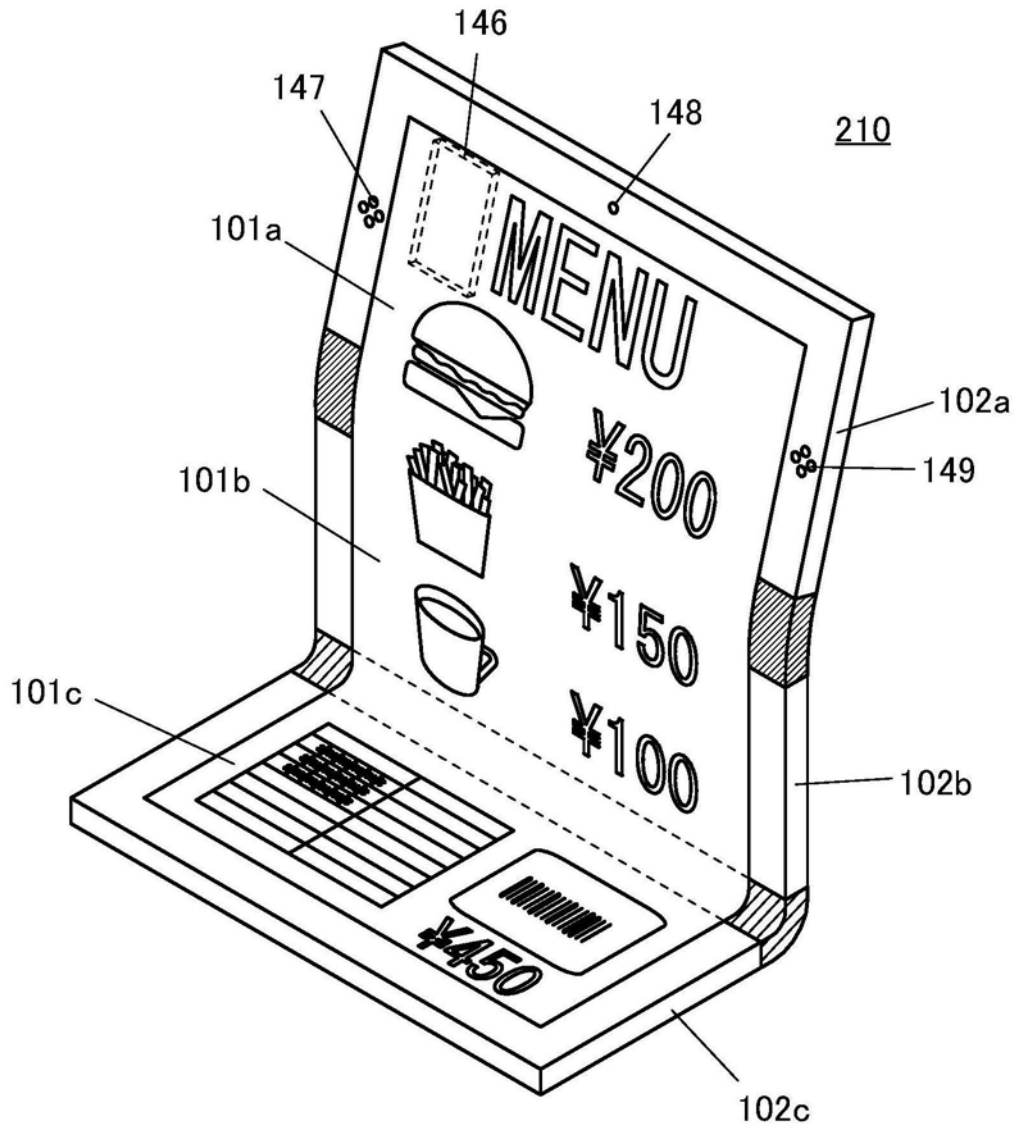


图18B

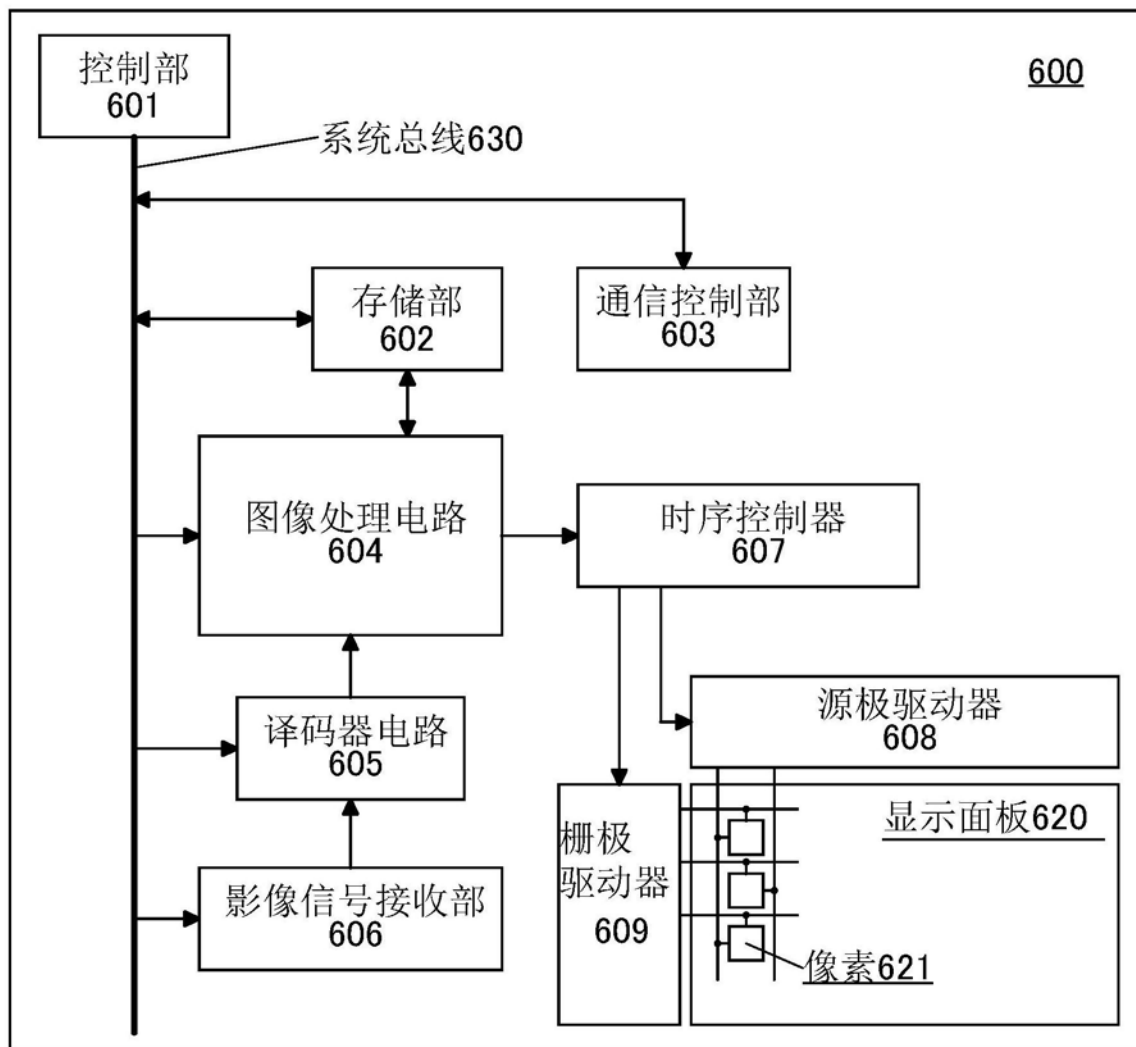


图19

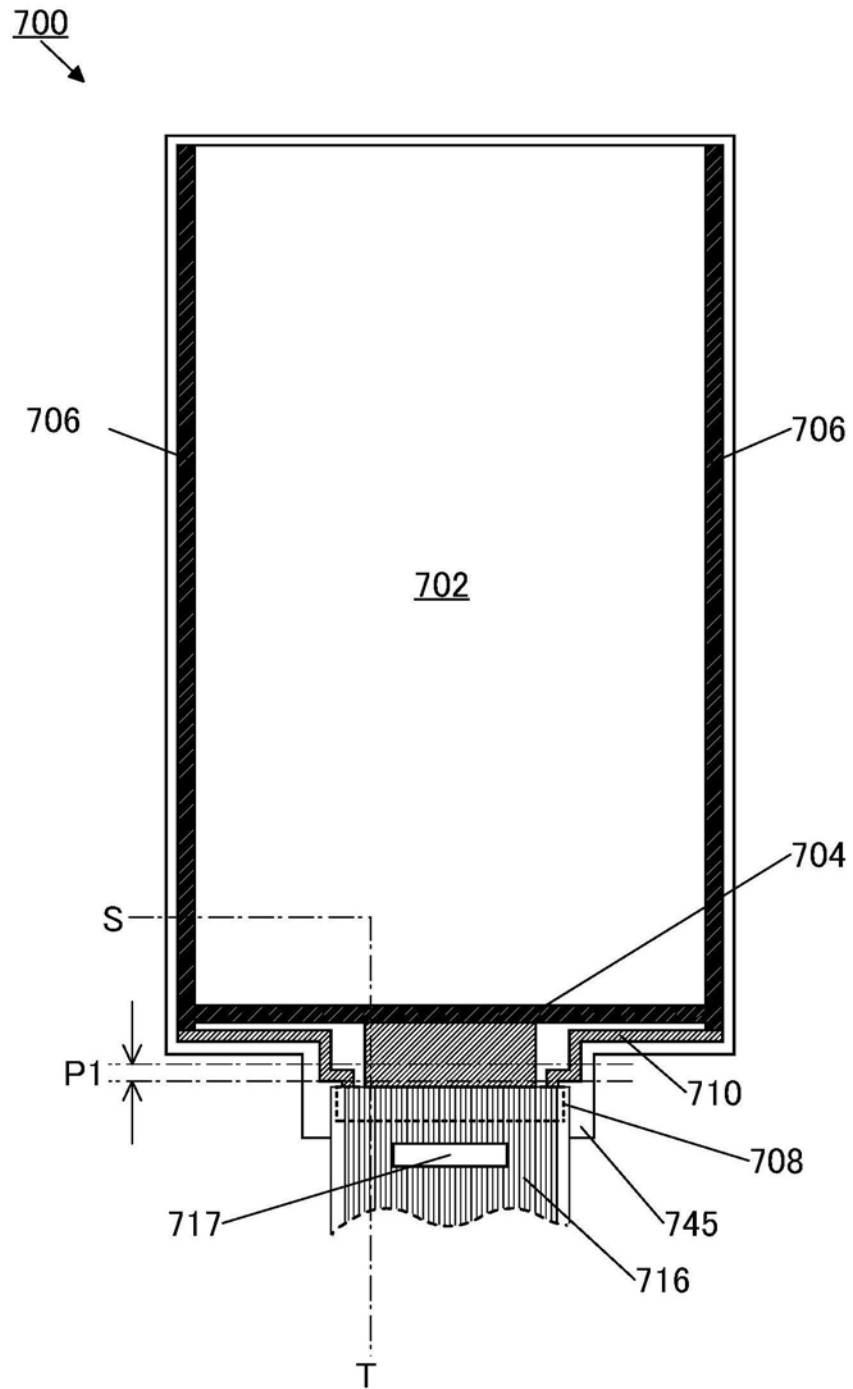


图20

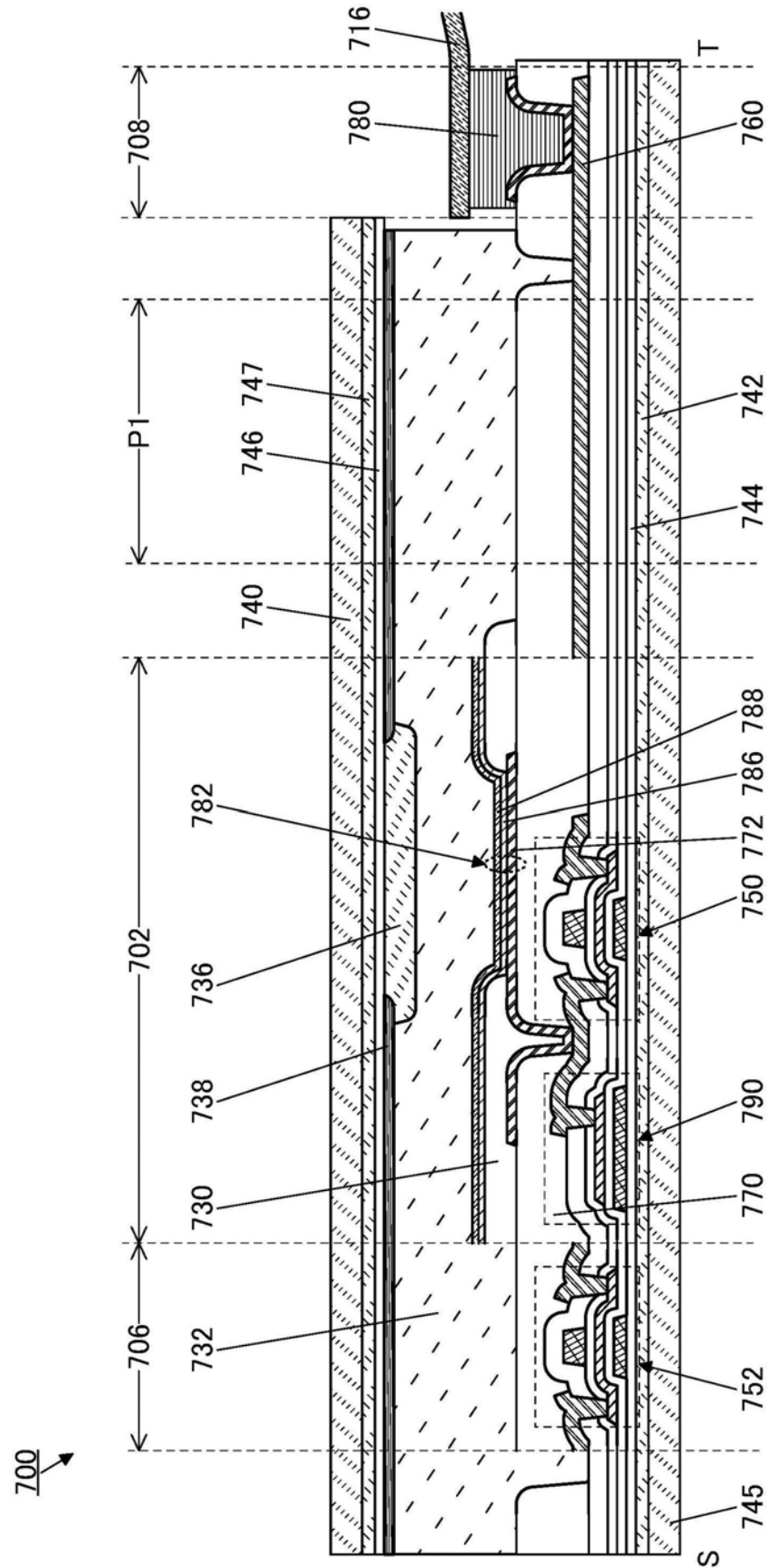


图21

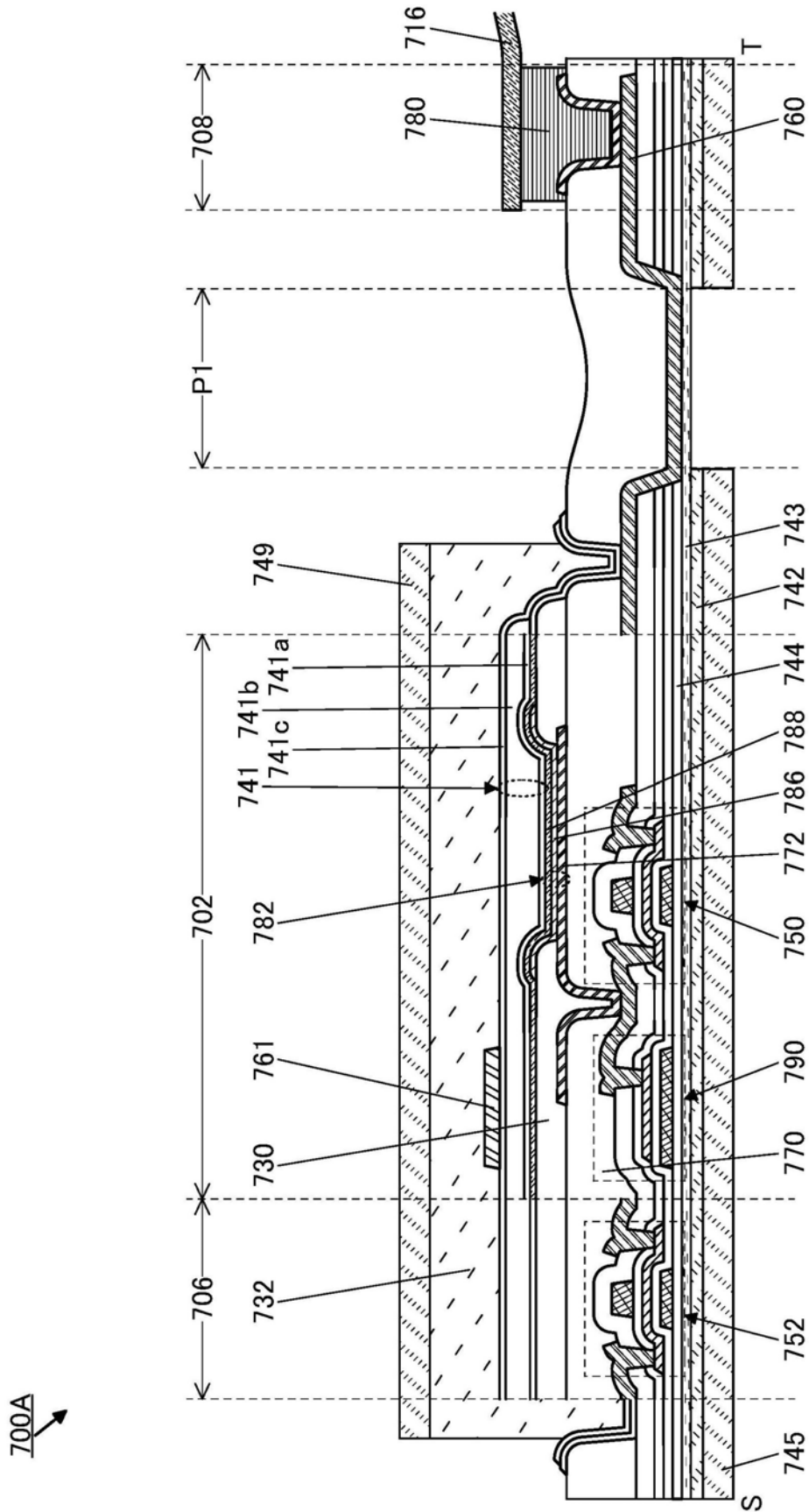


图22

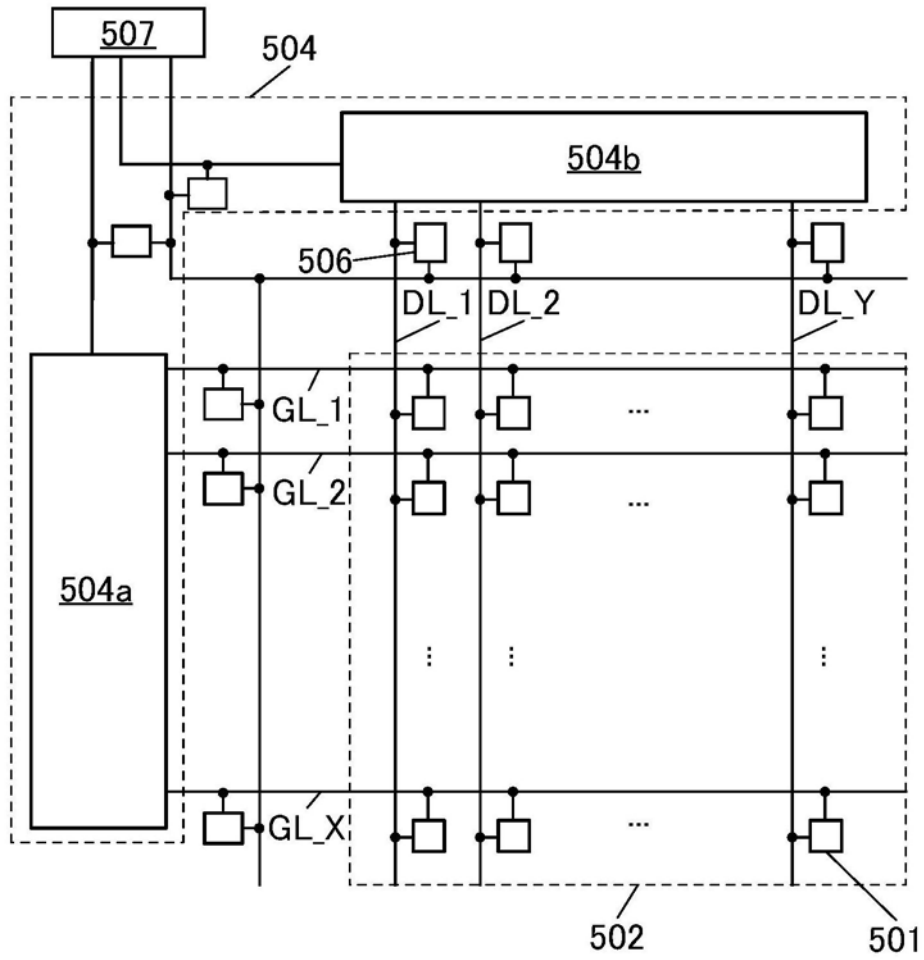


图23A

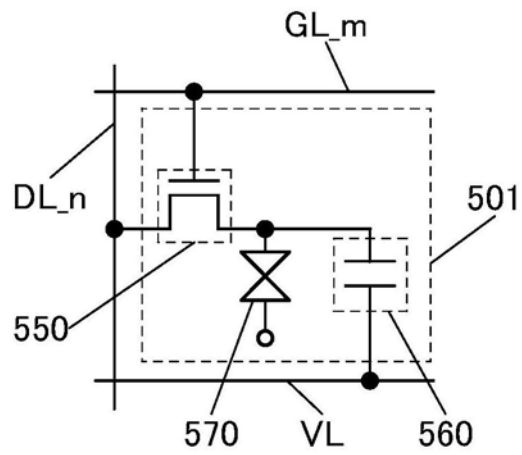


图23B

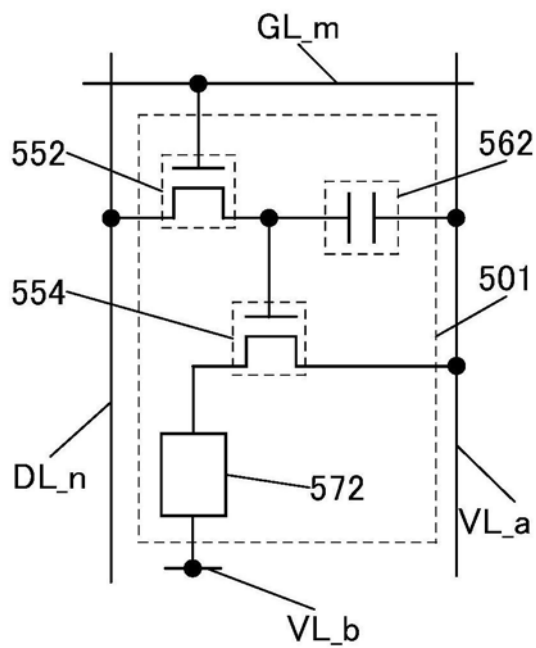


图23C

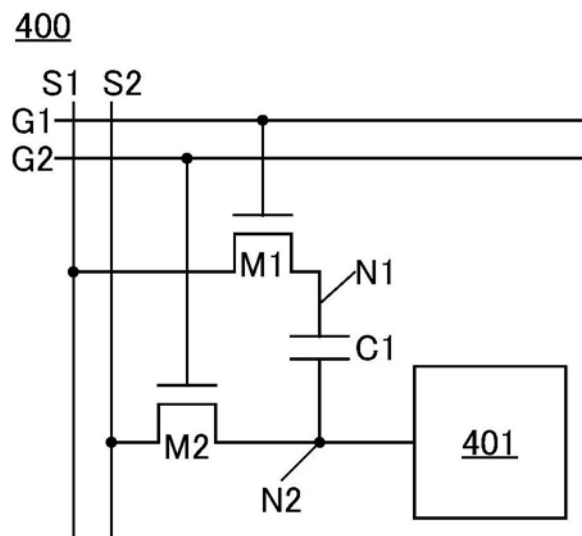


图24A

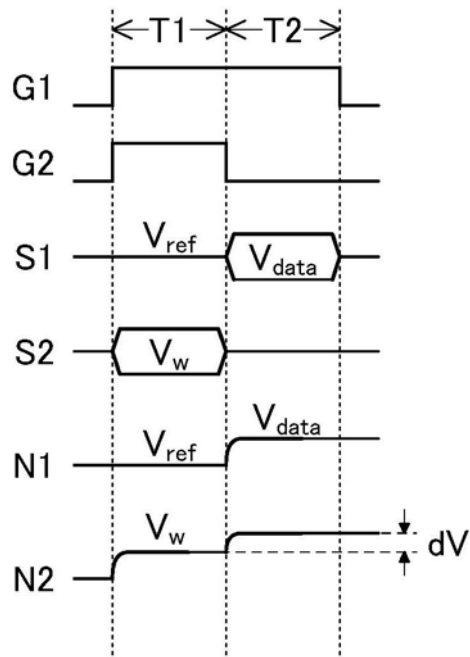


图24B

400LC

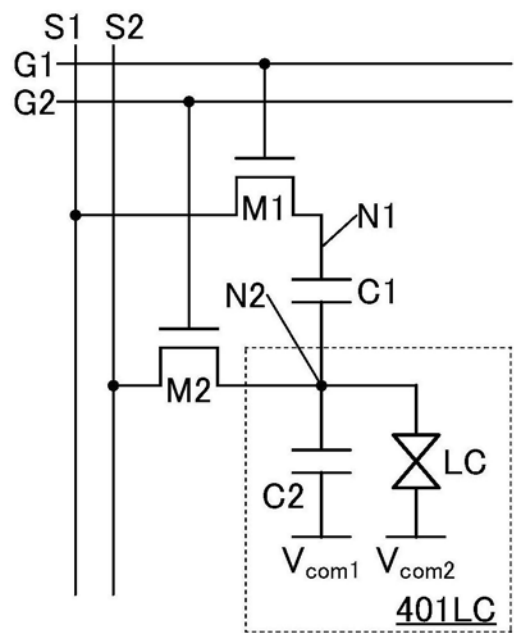


图24C

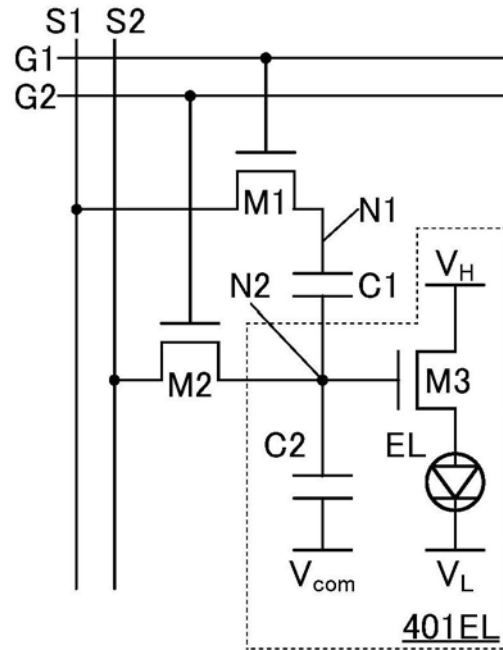
400EL

图24D

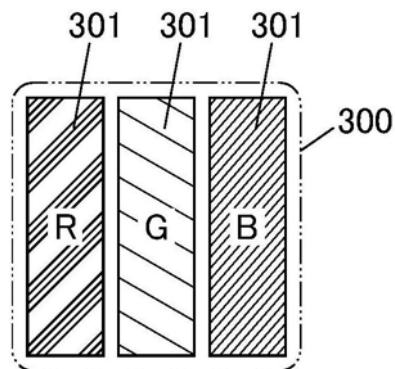


图25A

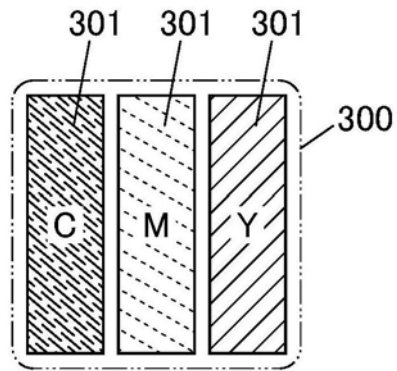


图25B

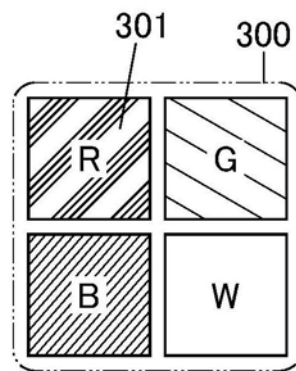


图25C

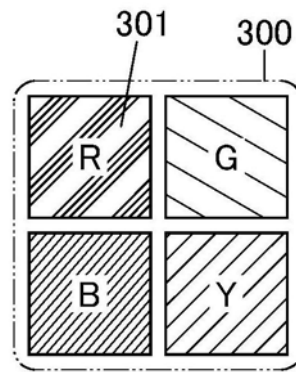


图25D

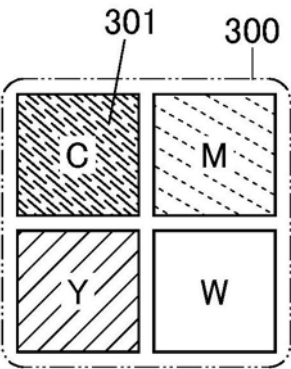


图25E

中间态 新境界区域		
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26A

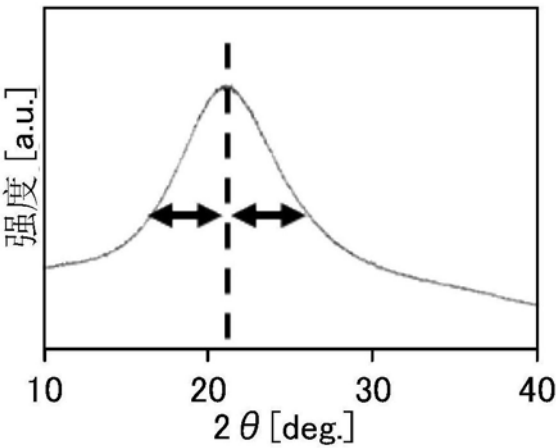


图26B

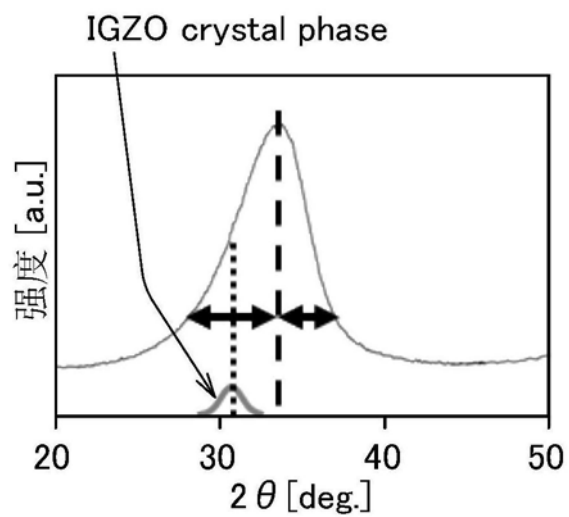


图26C

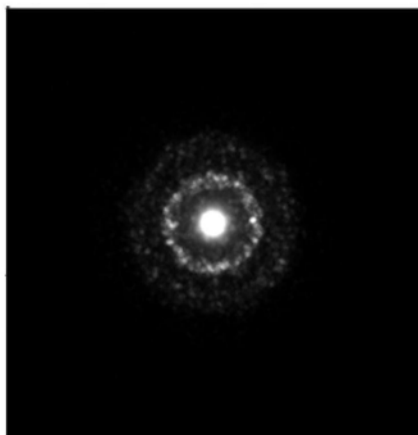


图26D

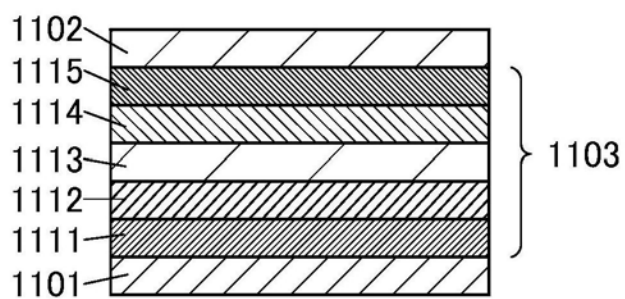


图27A

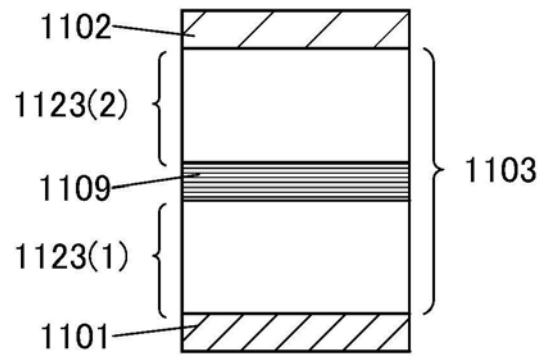


图27B

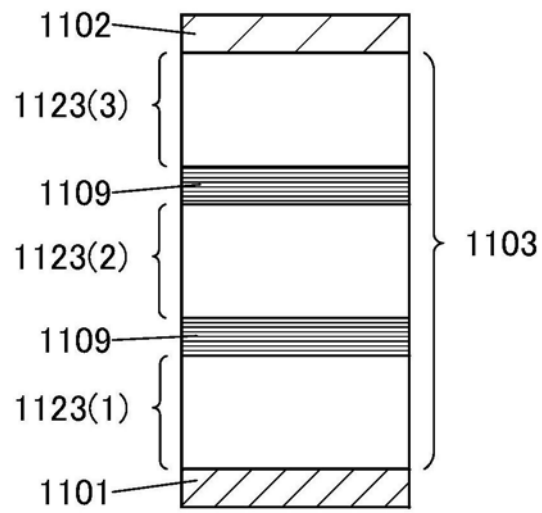


图27C

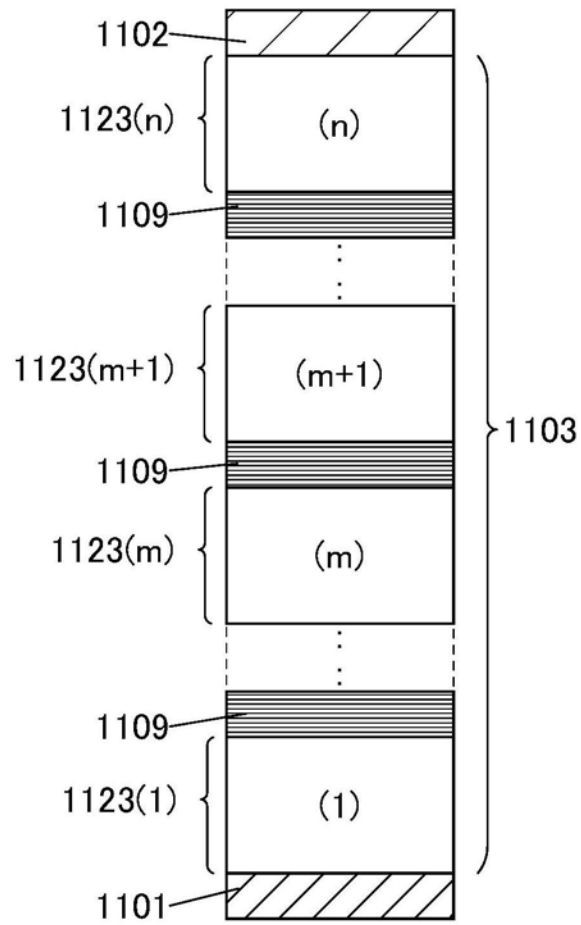


图27D

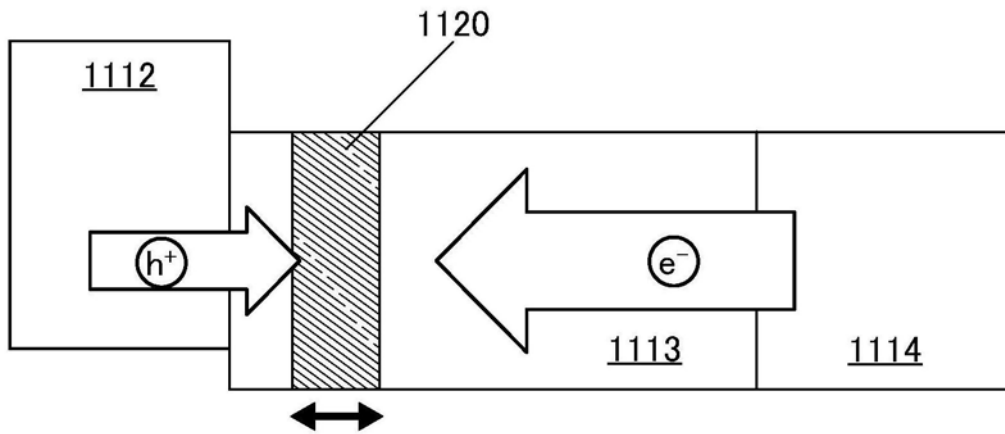


图28A

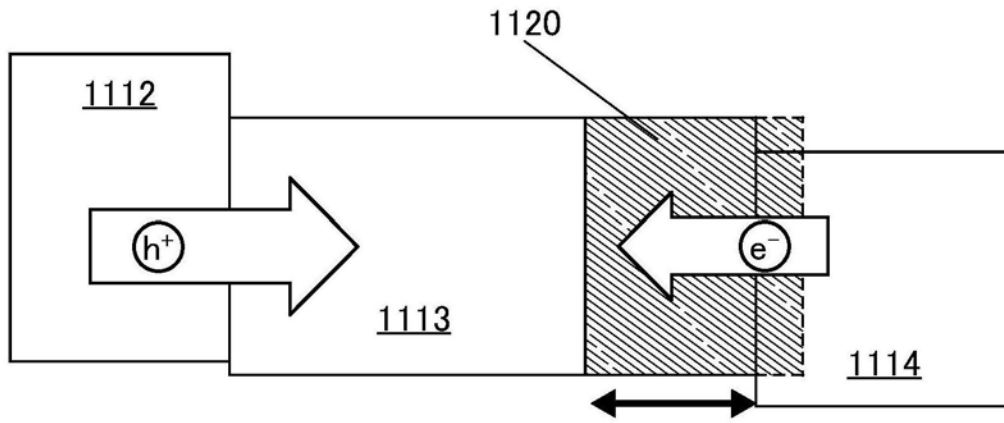


图28B

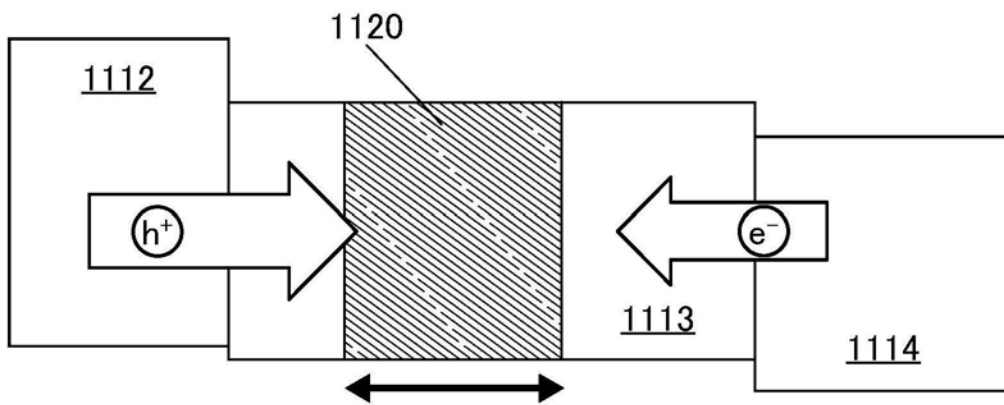


图28C

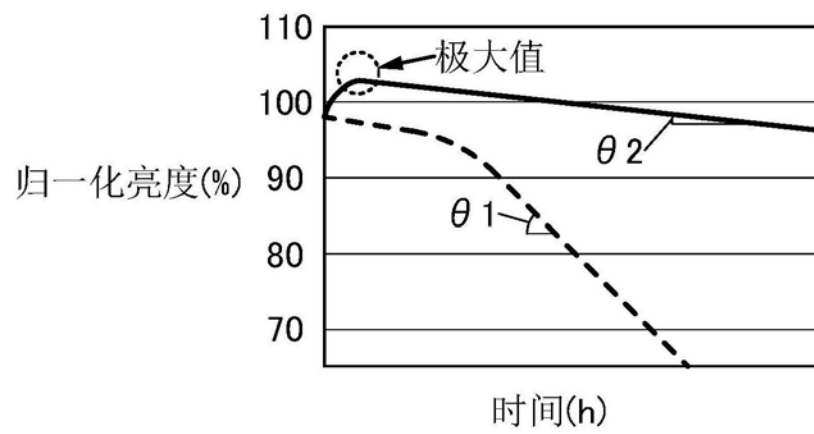


图28D

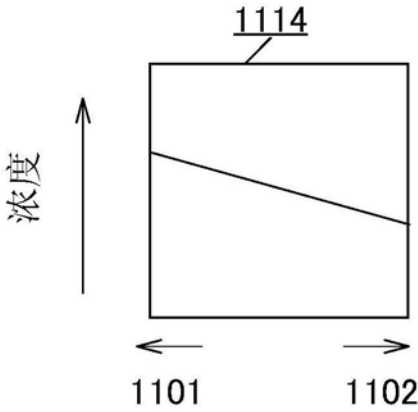


图29A

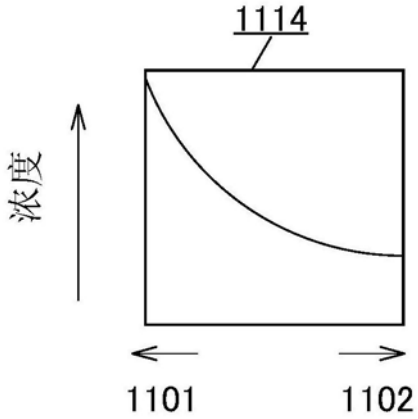


图29B

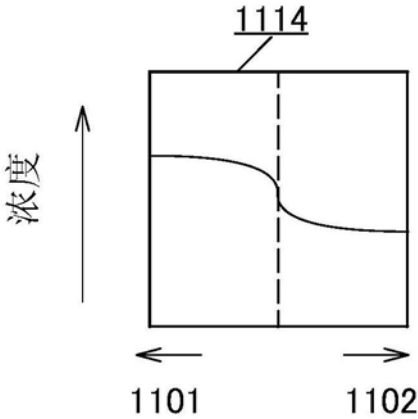


图29C

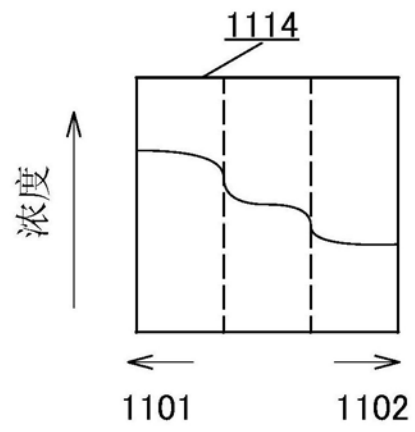


图29D