



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104345505 A

(43) 申请公布日 2015. 02. 11

(21) 申请号 201410356169. 0

(22) 申请日 2014. 07. 24

(30) 优先权数据

2013-154170 2013. 07. 25 JP

(71) 申请人 株式会社半导体能源研究所

地址 日本神奈川县

(72) 发明人 深井修次 初见亮 久保田大介

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司
31100

代理人 金红莲

(51) Int. Cl.

G02F 1/1343(2006. 01)

G02F 1/133(2006. 01)

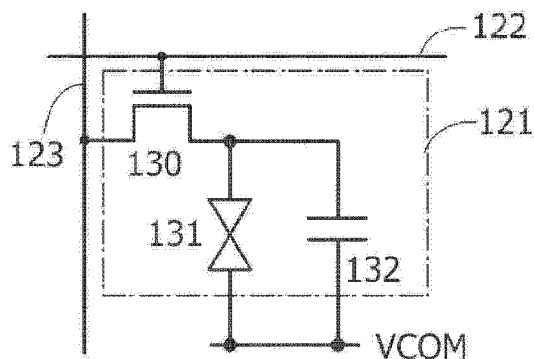
权利要求书2页 说明书18页 附图13页

(54) 发明名称

液晶显示装置及电子设备

(57) 摘要

本发明涉及液晶显示装置及电子设备。本发明的目的之一是减少以低刷新率驱动 FFS 模式的液晶显示装置时的闪烁。在 FFS 模式的液晶显示装置中,在元件衬底一侧形成有构成液晶元件的像素电极及第一公共电极,且在对置衬底一侧形成有第二公共电极。通过将第一公共电极和第二公共电极设定为同一电位,可以抑制像素中的残留 DC 电压的发生。由此,即使降低刷新率,也可以抑制数据保持期间中的像素的透过率的变动,而可以减少闪烁。



1. 一种液晶显示装置,其特征在于,包括:
彼此相对的第一衬底和第二衬底;
所述第一衬底和所述第二衬底之间的液晶层;
所述第一衬底和所述液晶层之间的像素电极及第一公共电极;以及
所述第二衬底和所述液晶层之间的第二公共电极,
其中,所述像素电极和所述第一公共电极隔着绝缘层相对,
所述第一公共电极和所述第二公共电极隔着所述液晶层相对,
向所述像素电极提供对应于图像数据的数据信号,
并且,向所述第一公共电极及所述第二公共电极施加同一电位。
2. 根据权利要求1所述的液晶显示装置,其特征在于,还包括:
所述第一衬底和所述液晶层之间的源极线;以及
所述源极线和所述像素电极之间的晶体管,
其中,所述晶体管的沟道形成在氧化物半导体层中。
3. 根据权利要求1所述的液晶显示装置,其特征在于,
所述第一公共电极设置在所述第一衬底上,
所述绝缘层设置在所述第一公共电极上,
并且,所述像素电极设置在所述绝缘层上。
4. 根据权利要求1所述的液晶显示装置,其特征在于,还包括:
所述第一衬底上的晶体管,
其中,所述第一公共电极设置在所述晶体管上,
所述第一公共电极具有第一开口,
所述绝缘层设置在所述第一公共电极上,
所述绝缘层具有第二开口,
所述像素电极设置在所述绝缘层上,
并且,所述像素电极通过所述第一开口及所述第二开口电连接到所述晶体管。
5. 一种电子设备,该电子设备在显示部中包括根据权利要求1所述的液晶显示装置。
6. 一种液晶显示装置,其特征在于,包括:
彼此相对的第一衬底和第二衬底;
所述第一衬底和所述第二衬底之间的液晶层;
像素;
与所述像素连接的栅极线及源极线;
将栅极信号生成并输出到所述栅极线的栅极驱动器;
将数据信号生成并输出到所述源极线的源极驱动器;以及
控制所述栅极驱动器及所述源极驱动器的控制器,
其中,所述像素包括所述第一衬底和所述液晶层之间的晶体管、像素电极以及第一公共电极、所述第二衬底和所述液晶层之间的第二公共电极,
所述晶体管的栅极与所述栅极线电连接,且所述晶体管设置在所述像素电极和所述源极线之间,
所述像素电极和所述第一公共电极隔着绝缘层相对,

- 所述第一公共电极和所述第二公共电极隔着所述液晶层相对，
向所述第一公共电极和所述第二公共电极施加同一电位，
并且，所述控制器具有使所述栅极驱动器及所述源极驱动器在比一个帧期间长的期间中一直保持输入到所述像素的数据信号的控制功能。
7. 根据权利要求 6 所述的液晶显示装置，其特征在于，
所述第一公共电极设置在所述第一衬底上，
所述绝缘层设置在所述第一公共电极上，
并且，所述像素电极设置在所述绝缘层上。
8. 根据权利要求 6 所述的液晶显示装置，其特征在于，
所述晶体管设置在所述第一衬底上，
其中，所述第一公共电极设置在所述晶体管上，
所述第一公共电极具有第一开口，
所述绝缘层设置在所述第一公共电极上，
所述绝缘层具有第二开口，
所述像素电极设置在所述绝缘层上，
并且，所述像素电极通过所述第一开口及所述第二开口电连接到所述晶体管。
9. 根据权利要求 6 所述的液晶显示装置，其特征在于，
以两个以上的刷新率改写所述像素。
10. 根据权利要求 6 所述的液晶显示装置，其特征在于，
在改写所述像素所保持的所述数据信号之后，在所显示的图像不变化的期间中停止改写所述像素的所述数据信号。
11. 根据权利要求 6 所述的液晶显示装置，其特征在于，
所述晶体管的沟道形成在氧化物半导体层中。
12. 一种电子设备，该电子设备在显示部中包括根据权利要求 6 所述的液晶显示装置。

液晶显示装置及电子设备

技术领域

[0001] 本发明涉及一种液晶显示装置及其驱动方法等。另外,本发明还涉及一种在显示部中具备液晶显示装置的电子设备。

[0002] 此外,在本说明书中,半导体装置是指包含半导体元件(晶体管、二极管等)的电路及具有该电路的装置。另外,半导体装置是指能够利用半导体特性而发挥作用的所有装置。例如,集成电路、具备集成电路的芯片、显示装置、发光装置、照明装置以及电子设备等都是半导体装置。

背景技术

[0003] 随着信息化社会的发展,与从纸介质获取信息的机会相比,从信息终端如智能手机或个人计算机等获取信息的机会变得更多了。由此,在长时间内以近距离一直观看屏幕,所以总是会伤害眼睛。作为眼睛疲劳的原因有多种原因,其中之一是“图像闪烁”。

[0004] 在显示装置中,在1秒钟内将显示图像切换几十次。每一秒钟的图像切换次数被称为“刷新率”。另外,刷新率有时被称为“驱动频率”。如上所述的人眼不能识别的高速图像切换被认为是眼睛疲劳的原因。作为信息终端的显示单元,典型的为液晶显示装置(LCD)。于是,在非专利文献1及2中,提出了降低LCD的刷新率以减少图像切换次数的方法。

[0005] 有源矩阵型LCD驱动方式(模式)根据液晶分子的取向控制而进行区分。例如,可以举出TN(扭曲向列)模式、VA(垂直取向)模式、IPS(平面内切换)模式、FFS(边缘场切换)模式等。LCD的像素结构根据各驱动方式的不同而不同。

[0006] TN模式、VA模式的LCD的像素结构如下:在一对衬底中的一方上形成有像素电极,而在一对衬底中的另一方上形成有公共电极(也称为对置电极),在像素电极与公共电极之间形成垂直于两个衬底表面的电场来控制液晶分子的取向,以控制像素的透过率。

[0007] 另一方面,IPS模式、FFS模式的LCD的像素结构如下:在同一衬底上形成有像素电极及公共电极。IPS模式的LCD中,公共电极和像素电极形成为梳齿形状,并形成在同一绝缘膜上。FFS模式是改进了IPS模式的显示方式,其中形成为像素电极与公共电极隔着绝缘膜相对。FFS模式的LCD的像素电极例如具有形成有多个狭缝的结构,而利用形成在像素电极的边缘(fringe)与公共电极之间的电场(边缘电场)控制液晶分子的取向,由此与IPS模式的LCD相比,FFS模式的LCD具有广视角及高透过率这些特征。

[0008] 已对FFS模式的LCD进行各种各样的改进,例如,在专利文献1中公开了如下技术:在不形成有像素电极的衬底上形成第二公共电极,借助于施加到该第二公共电极的电位,使LCD得到高速响应及广视角。

现有技术文献

专利文献

[0009] [专利文献1]PCT国际公开第2004/019117号

非专利文献

[0010] [非专利文献1]S.Amano et al., "Low Power LC Display Using In-Ga-Zn-Oxide

TFTs Based On Variable Frame Frequency”,SID International Symposium Digest of Technical Papers, 2010, p. 626-629

[非专利文献 2]R.Hatsumi et al.,”Driving Method of FFS-Mode OS-LCD for Reducing Eye Strain”,SID International Symposium Digest of Technical Papers, 2013, p. 338-341

发明内容

发明所要解决的技术问题

[0011] 鉴于上述背景技术,本发明的一个方式的目的之一是提供一种新颖的 FFS 模式的液晶显示装置及其驱动方法等。

[0012] 另外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种能够进行护眼显示的液晶显示装置及其驱动方法等。

[0013] 注意,多个目的的记载不妨碍彼此的目的的存在。本发明的一个方式并不一定必须解决所有上述问题。另外,上述列举的目的以外的目的是从说明书、附图、权利要求书等的记载自然得知的,则这些目的也成为本发明的一个方式的目的。

[0014] 本发明的一个方式是一种液晶显示装置,包括:相对的第一衬底和第二衬底;第一衬底和第二衬底之间的液晶层;在第一衬底上形成的像素电极及第一公共电极;以及在第二衬底上形成的第二公共电极,其中像素电极与第一公共电极隔着绝缘层相对,第一公共电极与第二公共电极隔着液晶层相对,向像素电极提供对应于图像数据的数据信号,并且向第一公共电极及第二公共电极施加相同电位。

[0015] 本发明的另一个方式是一种液晶显示装置,包括:相对的第一衬底和第二衬底;第一衬底和第二衬底之间的液晶层;像素;与像素连接的栅极线及源极线;将栅极信号生成并输出到栅极线的栅极驱动器;将数据信号生成并输出到源极线的源极驱动器;以及控制栅极驱动器及源极驱动器的控制器,其中像素包括在第一衬底上形成的晶体管、像素电极及第一公共电极以及在第二衬底上形成的第二公共电极,晶体管具有与栅极线连接的栅极并被用作控制像素电极和源极线之间的连接的开关,像素电极与第一公共电极隔着绝缘层相对,第一公共电极与第二公共电极隔着液晶层相对并被施加相同电位,并且控制器具有使栅极驱动器及源极驱动器在比一个帧期间长的期间中一直保持输入到像素的数据信号的控制功能。

[0016] 在上述方式中,作为被用作控制像素电极和源极线之间的连接的开关的像素晶体管,优选使用沟道在氧化物半导体层中形成的晶体管。

发明效果

[0017] 根据本发明的一个方式,可以减少伴随数据改写的闪烁,而可以提供一种能够进行护眼显示的液晶显示装置及其驱动方法等。

附图说明

[0018] 图 1A 至 1C 是说明 FFS 模式的 LCD 的像素结构的一个例子的图:图 1A 是电路图;图 1B 及 1C 分别是示出电极结构的示意截面图及立体图。

图 2A 和 2B 是说明 FFS 模式的 LCD 的结构的一个例子的图:图 2A 是框图,而图 2B 是

明液晶 (LC) 面板的结构的一个例子的俯视图。

图 3A 和 3B 是说明 LCD 的驱动方法的一个例子的示意图 :图 3A 示出普通驱动 ;图 3B 示出 IDS 驱动。

图 4A 和 4B 是说明 LCD 的驱动方法的一个例子的时序图 :图 4A 示出普通驱动 ;图 4B 示出 IDS 驱动。

图 5A 和 5B 是说明 IDS 驱动的一个例子的图。

图 6 是示出 FFS 模式的 LC 面板的结构的一个例子的截面图。

图 7 是示出图 6 的 LC 面板的像素结构的一个例子的布局图。

图 8 是说明信息处理系统的结构的一个例子的框图。

图 9A 至 9F 是示出信息处理系统的具体例子的外观图。

图 10A 和 10B 是 LCD 的透过率的变动量的测定结果的图表 :图 10A 示出实施例 1 ;图 10B 示出比较例 1。

图 11A 和 11B 是 LCD 的显示品质的主观评价结果的图表 :图 11A 示出实施例 1 ;图 11B 示出比较例 1。

具体实施方式

[0019] 以下参照附图对本发明的实施方式进行详细说明。但是,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,就是本发明在不脱离其宗旨及其范围的条件下,其方式及详细内容可以被变换为各种各样的形式。因此,本发明不应该被解释为仅局限在以下所示的实施方式所记载的内容中。

[0020] 另外,在用于说明发明的实施方式的附图中,相同部分或具有相同功能的部分用相同的符号表示,并省略重复说明。

[0021] 实施方式 1

在本实施方式中,参照图 1A 至 4B 说明作为半导体装置的一个例子的 LCD。在本实施方式中,说明 FFS 方式的 LCD。

[0022] <<LCD 的结构例子>>

图 2A 是示出 LCD100 的结构的一个例子的框图。如图 2A 所示,LCD100 具有像素部 111、栅极驱动器 112、源极驱动器 113 以及控制器 180。此外,在 LCD100 中,图 2A 中的由点划线围绕的电路块进行模块化,从而构成液晶 (LC) 面板 110。LC 面板 110 具有像素部 111、栅极驱动器 112 以及源极驱动器 113。

[0023] 对 LCD100 中输入图像信号 (Video)、用来控制 LC 面板 110 的数据改写的同步信号 (SYNC) 以及基准时钟信号 (CLK) 等控制信号。作为同步信号,例如有水平同步信号、垂直同步信号等。另外,从电源 190 对 LCD100 提供工作所需电压。

[0024] 像素部 111 具有多个像素 121、多个栅极线 122 以及多个源极线 123。将多个像素 121 配置为二维的阵列形状,与像素 121 的配置相对应来设置有栅极线 122 及源极线 123。同一行上的像素 121 通过公共的栅极线 122 连接到栅极驱动器 112,而同一列上的像素 121 通过公共的源极线 123 连接到源极驱动器 113。

[0025] 控制器 180 是控制整个 LC 面板 110 的电路,并生成构成 LCD100 的电路的控制信号。控制器 180 具有根据同步信号 (SYNC) 生成对驱动器 (112、113) 的控制信号的控制信

号生成电路。同步信号 (SYNC) 是指垂直同步信号、水平同步信号、基准时钟信号等。

[0026] 控制器 180 生成作为对栅极驱动器 112 的控制信号的起始脉冲信号 (GSP)、时钟信号 (GCLK) 等, 并生成作为对源极驱动器 113 的控制信号的起始脉冲信号 (SSP)、时钟信号 (SCLK) 等。注意, 这些控制信号有时是信号群, 而不是只有一个信号。

[0027] 在以下说明中, 有时将起始脉冲信号 (GSP) 简单地称为 GSP 或信号 GSP。对其他信号、电压、电位、电路以及布线等也进行同样的处理。

[0028] 另外, 控制器 180 还具有电源管理单元, 以具有控制对驱动器 (112、113) 进行电源供应还是进行电源停止的功能。

[0029] 栅极驱动器 112 在被输入 GSP 之后根据 GCLK 生成栅极信号, 并将该栅极信号依次输出到栅极线 122。栅极信号是用来选择被输入数据信号的像素 121 的信号。

[0030] 源极驱动器 113 具有对图像信号 (Video) 进行处理以生成数据信号并将该数据信号输出到源极线 123 的功能。源极驱动器 113 在被输入 SSP 之后根据 SCLK 生成数据信号, 并将该数据信号依次输出到源极线 123。

[0031] 像素 121 具有其导通及截止被栅极信号控制的开关元件。在开关元件成为导通状态时, 从源极驱动器 113 向像素 121 写入数据信号。在开关元件成为截止状态时, 像素 121 成为保持所写入的数据信号的数据保持状态。

[0032] <<LC 面板的结构例子>>

LC 面板 110 具有相对设置的衬底 21 及衬底 22。衬底 21 及衬底 22 被密封构件 23 固定为在彼此之间具有间隙。在衬底 21 与衬底 22 之间存在着液晶层 20 (参照图 1B)。

[0033] 衬底 21 是 LC 面板 110 的背板的支撑衬底, 在衬底 21 上形成有电路 (111-113) 及端子部 24。形成有电路 (111-113) 的衬底 21 被称为元件衬底、TFT (薄膜晶体管) 衬底等。

[0034] 另外, 图 2B 示出将栅极驱动器 112 分成两个电路 (栅极驱动器 112a 及 112b) 并将它们配置在像素部 111 的两侧的结构例子。当然, 也可以只在像素部 111 的一侧配置由一个电路构成的栅极驱动器 112。

[0035] 在端子部 24 中形成有多个端子。形成在衬底 21 上的电极及布线、形成在衬底 22 上的电极及布线通过引线等连接于端子部 24 的端子。端子部 24 通过各向异性导电膜等导电构件连接于 FPC (柔性印刷电路; Flexible printed circuit) 25。将电压及信号通过 FPC 25 输入到衬底 21 上的电路 (111-113)。

[0036] 另外, 也可以将包括控制器 180 的 IC 芯片安装在衬底 21 上。另外, 也可以将驱动器 (112、113) 的一部分或全部作为 IC 芯片安装在衬底 21 上。作为安装方法, 有 COG (玻璃覆晶封装; Chip On Glass) 法、COF (薄膜覆晶封装; Chip On Film) 法、引线接合法以及 TAB (卷带自动接合; Tape Automated Bonding) 法等。

[0037] 此外, 如下述说明, 在衬底 21 上形成有用来驱动液晶分子的像素电极及公共电极。衬底 22 是被称为对置衬底或滤色片衬底等的构件支撑衬底, 在衬底 22 上也形成有公共电极。

[0038] <<像素的结构例>>

图 1A 是示出像素 121 的电路结构的一个例子的电路图。此外, 图 1B 及 1C 是用来说明像素 121 的电极结构的示意图; 图 1B 是像素 121 的主要部分的截面图; 图 1C 是像素 121 的主要部分的立体图。

[0039] < 电路结构 >

如图 1A 所示,像素 121 具有晶体管 130、液晶元件 131 以及电容元件 132。

[0040] 晶体管 130 具有与栅极线 122 连接的栅极,且晶体管是控制液晶元件 131 与源极线 123 之间的连接的开关元件。晶体管 130 的导通及截止被从栅极驱动器 112 输出的栅极信号所控制。

[0041] 液晶元件 131 具有两个电极 (30、31) 和液晶层 20 (参照图 1B)。这里,液晶元件 131 的两个电极中的通过晶体管 130 连接于源极线 123 的电极 (30) 被称为“像素电极”,而另一个电极 (31) 被称为“公共电极”。向公共电极 31 施加公共电压 VCOM。

[0042] 电容元件 132 与液晶元件 131 并联连接,并被用作液晶元件 131 的辅助电容。电容元件 132 是将绝缘层 40 作为电介质、像素电极 30 及公共电极 31 作为一对电极 (端子) 的 MIM 结构的电容元件 (参照图 1B)。

[0043] < 像素电极、公共电极 >

如图 1B 所示,在衬底 21 上形成有像素电极 30 及公共电极 31。像素电极 30 与公共电极 31 隔着绝缘层 40 相对。

[0044] 如图 1C 所示,像素电极 30 设置为在各像素 121 之间电分离。而公共电极 31 设置为在像素部 111 中共用同一电极的形式以将同一电压 (VCOM) 供应到像素部 111 的所有像素 121。实际上,在公共电极 31 中设置有用来将像素电极 30 连接到晶体管 130 的开口。

[0045] 虽然在图 1C 中示出像素电极 30 的平面形状为具有多个条状开口的四边形状的例子,但是本发明不局限于此。像素电极 30 只要是能够将电压施加到像素电极 30 与公共电极 31 来形成边缘电场 (fringe field) 的形状即可。像素电极 30 可以采用例如具有多个条状结构物周期性地排列的部分及连接它们的连接部的结构。

[0046] 在衬底 22 上设置有隔着液晶层 20 与公共电极 31 相对的公共电极 32。与公共电极 31 同样,公共电极 32 设置为在所有像素 121 之间共用同一电极 (同一导电膜) 的形式。此外,在进行显示时,公共电极 32 的电位与公共电极 31 的电位相等,而被施加公共电压 VCOM。

[0047] 为了使公共电极 31 的电位与公共电极 32 的电位相等,既可在 LC 面板 110 内连接公共电极 31 和公共电极 32 并将它们通过共用的引线连接到端子部 24 的同一端子,并对该端子施加 VCOM。或者,可将公共电极 31 和公共电极 32 分别通过不同的引线连接到不同的端子,并对各端子施加 VCOM。

[0048] 对 LC 面板 110 提供 VCOM 而言,在电源 190 中产生 VCOM 并将该 VCOM 供应到 LC 面板 110。当将 VCOM 设定为 0V (接地电位) 时,只要将公共电极 31 和公共电极 32 连接到接地电位 (GND) 用端子即可,在此情况下,不需要来自电源 190 的电源电压的供应。

[0049] << LCD 的图像显示方法 >>

通过在显示图像时将分别形成在相对的两个衬底上的公共电极设定为同一电位,可以提供减少转换图像时的闪烁的 FFS 模式的 LCD。

[0050] 在 LCD 中,通过进行每次改写数据就反转写入到像素的信号 (数据信号) 的极性的反转驱动,显示图像。此外,由于液晶材料的性质,像素的电压 - 透过率 (V-T) 特性根据数据信号的极性而不同。由此,伴随数据信号的极性反转的像素的透过率变动被认为是由 LCD 导致的眼睛疲劳的原因。

[0051] 于是,在本实施方式中,通过减少数据改写次数 (数据的极性反转的次数),减轻

使用者的眼睛疲劳。因此, LCD100 至少采用如下两个驱动方法(显示模式)。一是用来显示普通的动态图像的驱动方法,即每一帧改写数据的驱动方法。这被称为“普通驱动”。二是在执行数据写入处理之后停止数据改写的驱动方法。这被称为“空转停止(idling stop) (IDS) 驱动”。IDS 驱动是以比普通驱动更低的频度改写数据的驱动方法。

[0052] LCD100 的普通驱动及 IDS 驱动的图像显示模式分别被称为“普通模式(状态)”及“IDS 模式(状态)”。

[0053] 在显示动态图像时,采用普通驱动。在显示静态图像时,采用普通驱动或 IDS 驱动。当决定显示模式的信号输入到 LCD100 的控制器 180 时,控制器 180 控制驱动器(112 及 113),使得以该显示模式进行显示。

[0054] 因为静态图像的每一帧图像数据不发生变化,所以在显示静态图像时不需要每一帧改写数据。因此,在显示静止图像时,通过使 LCD100 以 IDS 模式工作,可以在减少画面闪烁的同时降低功耗。以下,参照图 3A 至 4B 说明普通驱动及 IDS 驱动。

[0055] 图 3A 是说明利用普通驱动显示静态图像的方法的图,而图 3B 是说明利用 IDS 驱动显示静态图像的方法的图。另外,图 4A 是示出普通驱动的一个例子的时序图,而图 4B 是示出 IDS 驱动的一个例子的时序图。在图 4A 和 4B 中,Video、GVDD 以及 VData 分别表示输入到 LC 面板 110 的图像信号、栅极驱动器 112 的高电源电压以及从源极驱动器 113 输出到源极线 123 的数据信号。

[0056] <普通驱动>

普通驱动是按每一帧期间(Tpd)进行反转驱动以周期性地改写像素的数据的驱动方法。栅极驱动器 112 以 GSP 的输入为触发,并根据 GCLK 生成栅极信号并将它输出到栅极线 122。源极驱动器 113 在被输入 SSP 之后根据 SCLK 生成 VData 并将它输出到源极线 123。

[0057] 另外,如图 4A 所示,输入到各像素 121 的 VData 的极性按每一帧期间反转。作为反转驱动的典型例子,有点反转驱动、栅极线反转驱动、源极线反转驱动。

[0058] 这里,以 VCOM 为基准决定 VData 的极性。在 VData 的电压高于 VCOM 时成为正的极性,在 VData 的电压低于 VCOM 时成为负的极性。

[0059] <IDS 驱动>

在 IDS 驱动中,以与普通驱动相比更低的刷新率周期性地改写数据。由此,数据保持期间长于一个帧期间。图 3B 示出每 10 帧转换图像的例子。由此,IDS 驱动的刷新率为普通驱动的十分之一。例如,在普通驱动的刷新率为 60Hz 时,图 3B 的 IDS 驱动的刷新率为 6Hz。

[0060] 如图 3B 及 4B 所示,IDS 驱动中的数据改写处理可以被分成数据改写处理(或者也可以被称为写入处理)和数据保持处理。

[0061] 首先,以与普通驱动相等的刷新率(间隔 Tpd)改写数据一次或多次,以将数据写入到像素 121。在写入数据之后,停止栅极驱动器 112 中的栅极信号的生成,以停止数据改写。由此,在所有像素 121 中,晶体管 130 成为截止状态,而成为数据保持状态。

[0062] 数据改写次数既可为一次又可为多次。即使在 IDS 驱动中,也可以与普通驱动相等的刷新率改写数据。在一般情况下,数据改写次数根据 IDS 驱动的刷新率而设定即可。图 3B 和 4B 是数据改写次数为三次的例子。

[0063] 另外,还需要调节数据改写次数,以使最后写入到像素 121 的 VData 的极性与在上一 IDS 模式的数据保持期间中像素 121 所保持的 VData 的极性相反。由此,可以抑制由 IDS

驱动导致的液晶元件 131 的劣化。例如,在数据改写次数为奇数次的情况下,在第一次改写中,对像素 121 写入其极性与在前一 IDS 模式的数据保持期间中像素 121 所保持的 VData 的极性相反的 VData 即可。

[0064] 由图 3A 至 4B 可知,因为在以 IDS 模式显示静态图像时与普通模式相比可以减少数据改写次数,所以通过以 IDS 模式显示静态图像抑制图像闪烁,而可以抑制眼睛疲劳。

[0065] 另外,如图 4B 所示,在 IDS 模式中,在数据保持期间中,停止从控制器 180 向栅极驱动器 112 提供控制信号 (GSP、GCLK)。由此,在控制器 180 中,也可以在停止提供控制信号 (GSP、GCLK) 之后停止向栅极驱动器 112 提供电源电压 GVDD。另一方面,在数据保持期间中,停止向源极驱动器 113 提供控制信号 (SSP、SCLK),由此,同样地,停止向源极驱动器 113 提供电源电压。就是说,借助于 IDS 驱动,可以进行护眼显示,且可以提供低功耗的 LCD100。

[0066] 在本说明书中,“向布线或端子等不提供信号及电压”是指:对布线等施加与用来使电路工作的规定电压大小不同的信号及电压;以及使布线等成为电浮动状态。

[0067] 普通驱动也好,IDS 驱动也好,都需要保持被供应到像素 121 的电压,直到下一数据改写处理为止。若上述电压变动,则导致 LCD100 的显示品质下降。在普通驱动中,因为以 60Hz 或 120Hz 的频度改写数据,所以利用交流电压来驱动像素 121。另一方面,在 IDS 驱动中,因为数据保持期间占显示期间的大多部分,所以可看作伪直流 (DC) 驱动。由此,与普通驱动相比,IDS 驱动在更长期间内一直处于引发残留 DC 电压的状态,而容易发生液晶的离子性杂质的局部化或液晶层与取向膜之间的界面的残留电荷的积累。残留 DC 电压使像素 121 所保持的电压变动,其结果是,使得液晶单元的透过率变动。

[0068] 抑制闪烁的方法有 IDS 驱动等减小数据改写次数的方法。但是,当在液晶单元中存在着残留 DC 电压时,恐怕会使采用数据保持期间长的 IDS 驱动时的液晶单元的透过率的变动量比采用普通驱动时大。其结果是,还发生另一问题:在采用 IDS 驱动时更容易以视觉确认到伴随数据改写的闪烁的问题。本实施方式是解决上述问题的。

[0069] 在本实施方式的 LCD100 中,通过将公共电极 31 和公共电极 32 设定为同一电位,可以抑制由 IDS 驱动导致的残留 DC 电压的发生。就是说,通过将公共电极 31 和公共电极 32 设定为同一电位,减小在数据保持期间中施加到液晶单元的垂直于衬底 21 (公共电极 31) 的方向上的 DC 电压分量。由此,抑制液晶单元内的残留电荷的积累,来抑制数据保持期间的液晶单元的透过率的变动。

[0070] 通过抑制液晶单元的透过率的变动,可以抑制数据改写时的闪烁,由此在 LCD100 中能够进行眼睛不容易疲劳的显示。实施例 1 中清楚地描述通过将公共电极 31 和公共电极 32 设定为同一电位而抑制 IDS 模式工作时的液晶单元的透过率的变动,从而可以减少闪烁。

[0071] 此外,液晶单元的透过率变动的另一原因是由于储存在液晶单元中的电荷泄露导致的保持电压的变化。于是,优选使用截止电流 (off-state current) 非常小的晶体管作为晶体管 130,以进一步减少液晶元件 131 的施加电压的变动量,另外,优选使用电阻较高的材料作为液晶层 20 的液晶材料。

[0072] < 像素的晶体管 >

“晶体管的截止电流”是指在截止状态下在源极与漏极之间流动的电流。此外,“晶体管处于截止状态”是指在为 n 沟道型晶体管的情况下栅电压充分小于阈值电压的状态。

[0073] 晶体管 130 的截止电流越小越好。晶体管 130 的每 1 微米沟道宽度的截止电流优选为 100zA 以下。由于截止电流越小越好,因此,上述归一化的截止电流值优选为 10zA/ μm 以下或 1zA/ μm 以下,更优选为 10yA/ μm 以下。

[0074] 如上所述,为了使截止电流变得极小,使用其带隙比 Si、Ge 宽 (即 3.0eV 以上) 的氧化物半导体构成晶体管 130 的沟道即可。这里,将其沟道由氧化物半导体 (OS) 形成的晶体管称为 OS 晶体管。

[0075] 通过减少用作电子给体 (施主) 的水分或氢等杂质且减少氧缺损,可以使氧化物半导体成为 i 型 (本征半导体) 或者无限趋近于 i 型。这里,将上述氧化物半导体层称为高度纯化氧化物半导体。通过使用高度纯化氧化物半导体形成沟道,可以将归一化的截止电流降低到几 yA/ μm 至几 zA/ μm 左右。

[0076] OS 晶体管的氧化物半导体优选至少包含铟 (In) 或锌 (Zn)。另外,氧化物半导体优选包含被用作降低电特性的偏差的稳定剂的元素。作为上述元素,有 Ga、Sn、Hf、Al、Zr 等。作为构成 OS 晶体管的氧化物半导体,典型为 In-Ga-Zn 类氧化物、In-Sn-Zn 类氧化物。将实施方式 4 中更详细地描述氧化物半导体。

[0077] < 液晶材料 >

为了抑制经由晶体管 130 泄漏的电荷量,提高晶体管 130 的电阻值即可。由此,液晶层 20 的液晶材料的固有电阻率优选为 $1.0 \times 10^{13} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上,更优选为 $1.0 \times 10^{14} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上。例如,作为液晶材料,优选选择其固有电阻率为 $1.0 \times 10^{13} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上且 $1.0 \times 10^{16} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下的材料,更优选选择其固有电阻率为 $1.0 \times 10^{14} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上且 $1.0 \times 10^{16} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下的材料。注意,液晶材料的固有电阻率是在 20°C 的温度下测得的数值。

[0078] 如上所述,根据本实施方式,可以提供一种能够进行眼睛不容易疲劳的显示且能够实现低功耗的 LCD。

[0079] 本实施方式可以与其他实施方式及实施例适当地组合。

[0080] 实施方式 2

在本实施方式中,说明 IDS 驱动的另一例子。

[0081] < IDS 驱动 >

在图 3B 所示的 IDS 驱动中,以与普通驱动相比更低的刷新率周期性地改写数据。在显示静态图像时,只要显示的图像不改变,就可以停止改写数据。于是,可以利用只在所显示的图像改变时改写数据的驱动方法显示静态图像,而非利用周期性地改写数据的驱动方法。这里,将上述驱动方法称为第二 IDS 驱动,并将图 3B 所示的 IDS 驱动称为第一 IDS 驱动。以下,参照图 5A 和 5B 说明第二 IDS 驱动。

[0082] 这里,以在显示图 5A 所示的静态图像 IM1 之后显示静态图像 IM2 的情况为例子进行说明。如图 5B 所示,利用 IDS 驱动将静态图像 IM1 的图像数据写入到像素 121。数据写入可以与第一 IDS 驱动同样地进行。即以与普通驱动相等的刷新率 (间隔 T_{pd}) 改写数据一次或多次,以将数据写入到像素 121。在图 5B 所示的例子中进行三次的数据改写。

[0083] 在写入数据之后,停止数据改写,而成为数据保持状态。在第二 IDS 驱动中,直到所显示的图像转换为止,持续处于数据保持状态。用来显示静态图像 IM2 的数据改写与静态图像 IM1 同样地进行,首先进行三次的数据改写,再停止数据改写,而成为数据保持状态。

[0084] 为了平滑地进行从静态图像 IM1 向静态图像 IM2 的图像转换,也可以在静态图像 IM1 的显示与静态图像 IM2 的显示之间利用普通驱动显示用来进行从静态图像 IM1 向静态图像 IM2 的图像转换的动态图像。

[0085] 在 LCD100 中,既可进行第一 IDS 驱动和第二 IDS 驱动中的双方又可进行第一 IDS 驱动和第二 IDS 驱动中的一方作为 IDS 驱动。考虑到 LCD100 被应用的半导体装置的用途及构成像素 121 的构件(取向膜、液晶等)进行合适的 IDS 驱动即可。

[0086] 本实施方式可以与其他实施方式及实施例适当地组合。

[0087] 实施方式 3

在本实施方式中,参照图 6 及 7 说明 FFS 模式的液晶面板的更具体的结构。

[0088] <<FFS 模式的 LC 面板>>

图 6 是示出 LC 面板 210 的结构的一个例子的截面图。与 LC 面板 110 同样,LC 面板 210 也在同一衬底上形成有像素部及驱动器(栅极驱动器及源极驱动器)。这里,这些电路由 OS 晶体管构成。该 OS 晶体管为 n 沟道型晶体管。

[0089] 在图 6 中,典型地示出 LC 面板 210 的像素部 211 及端子部 224。作为像素部 211,典型地示出像素 221 及公共电极 331(COM-1)的连接部 222。

[0090] 图 7 是示出像素 221 的结构的一个例子的布局图。像素 221 的电路结构与图 1A 的像素 121 的电路结构同样。

[0091] 如图 6 所示,在衬底 301 与衬底 302 之间存在着被密封构件 304 密封的液晶层 303。如上所述,优选使用其固有电阻率为 $1.0 \times 10^{13} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上的液晶材料作为液晶层 303。

[0092] 作为保持 LC 面板 210 的单元间隙的构件,在衬底 302 上形成有间隔物 383。如图 7 所示,在栅极线 311 与源极线 321 重叠的区域中存在着间隔物 383。这种区域是液晶材料的取向无序的区域而有助于显示。通过在这种区域中形成间隔物 383,可以提高像素 221 的开口率。另外,间隔物 383 也可以被设置于衬底 301 一侧。

[0093] 在衬底 301 的密封构件 304 的外侧区域中形成有包括多个端子 324 的端子部 224。这些端子 324 通过各向异性导电膜 226 连接于 FPC225。端子 324 与引线 312 连接。

[0094] 在衬底 302 的表面形成有绝缘层 391,并在绝缘层 391 上形成有遮光层 381 及滤色片层 382。绝缘层 391 例如由氮化硅膜形成。遮光层 381 及滤色片层 382 例如由树脂形成。遮光层 381 被设置为遮盖形成在像素 221 中的布线或电极等无助于显示的区域。

[0095] 以覆盖遮光层 381 及滤色片层 382 的方式形成有由树脂等构成的绝缘层 392。在绝缘层 392 上形成有公共电极 332(COM-2),并在公共电极 332 上形成有间隔物 383。间隔物 383 可以由光敏树脂材料形成。以覆盖公共电极 332 及间隔物 383 的方式形成有取向膜 352。与 TN 模式的 LCD 面板的对置电极同样,公共电极 332 通过各向异性导电膜连接于形成在衬底 301 上的连接部(公共接触部)的端子。该端子通过引线 312 连接于端子部 224 的端子 324。

[0096] 晶体管 231 具有栅极线 311(GL)、源极线 321(SL)、电极 322 以及氧化物半导体(OS)层 340。电极 322 与像素电极 330(PX)连接。OS 层 340 包括至少一个形成有沟道的氧化物半导体层。绝缘层 371 构成晶体管 231 的栅极绝缘层。

[0097] 另外,在驱动器中也形成有具有与晶体管 231 同样的元件结构的晶体管。

[0098] 虽然在图 6 中示出晶体管 231 为底栅型晶体管的例子,但是晶体管 231 也可以为

顶栅型晶体管。另外,也可以采用在两个栅电极之间夹有沟道的双栅型晶体管。通过采用双栅型晶体管,可以提高 OS 晶体管的电流驱动特性。另外,可以根据其用途使驱动器的一部分由双栅型晶体管构成并使驱动器的其他部分由底栅型晶体管或顶栅型晶体管构成。

[0099] 公共电极 331 (COM-1) 设置为隔着绝缘层 375 与像素电极 330 相对。像素电极 330 形成在每个像素 221 中, 而公共电极 331 由一个导电膜形成而在所有像素 221 之间共同使用。如图 6 及 7 所示, 在公共电极 331 中, 按每个像素 221 设置有用来连接晶体管 231 和像素电极 330 的开口。

[0100] 电极 (330-332) 由具有透光性的导电膜形成。作为具有透光性的导电材料,可以举出包含氧化钨的氧化铟、包含氧化钨的氧化铟锌、包含氧化钛的氧化铟、包含氧化钛的氧化铟锡、氧化铟锡 (下面称为 ITO)、氧化铟锌或添加有氧化硅的氧化铟锡等。由这些导电材料构成的膜可以通过溅射法而形成。

[0101] 作为第一层布线及电极,除了栅极线 311 以外,还形成有引线 312 等。绝缘层 371 形成覆盖第一层布线及电极 (311、312)。

[0102] 在绝缘层 371 上形成有 OS 层 340,并在绝缘层 371 及 OS 层 340 上形成有第二层布线及电极 (321-324)。布线 323 是用来将公共电极 331 连接到引线 312 的布线。在形成第二层布线及电极 (321-324) 之前,在绝缘层 371 中形成使引线 312 露出的开口。布线 323 及端子 324 在该开口中与引线 312 连接。

[0103] 由无机材料构成的绝缘层 372 及 373 形成为覆盖第二层布线及电极 (321-324)。在将使第二层布线及电极 (322-324) 露出的开口形成在绝缘层 372 及 373 中之后, 形成例如由树脂材料构成的绝缘层 374。通过使用光敏树脂材料, 可以在不需蚀刻工序的条件下形成具有开口的绝缘层 374。在绝缘层 374 中, 除了连接用开口以外, 还在形成密封构件 304 的区域中形成有开口。

[0104] 公共电极 331 形成在绝缘层 374 上。且绝缘层 375 形成为覆盖公共电极 331。在绝缘层 375 中形成有使第二层布线及电极 (322-324) 露出的开口。像素电极 330 形成在绝缘层 375 上, 且取向膜 351 形成为覆盖像素电极 330。像素电极 330 隔着绝缘层 375 与公共电极 331 重叠的区域被用作液晶元件的辅助电容。

[0105] 例如,作为可以应用于衬底 301 及 302 的衬底,例如可以举出无碱玻璃衬底、硼硅酸钡玻璃衬底、硼硅酸铝玻璃衬底、陶瓷衬底、石英衬底、蓝宝石衬底、金属衬底、不锈钢衬底、塑料衬底、聚对苯二甲酸乙二醇酯衬底、聚酰亚胺衬底等。

[0106] 衬底 301 及 302 也可以不是在制造像素 221 及公共电极 332 等时使用的支撑衬底（玻璃衬底等）。就是说，也可以在制造像素 221 等之后剥离支撑衬底并使用粘合层贴合柔性衬底。作为柔性衬底的例子，典型地可以举出塑料衬底，除了塑料衬底之外还可以使用厚度为 50 μm 以上且 500 μm 以下的薄的玻璃衬底等。通过作为衬底 301 及衬底 302 使用柔性衬底，可以弯曲 LC 面板 210。

[0107] 第一层及第二层布线及电极(311、312、321-324)可以由单层导电膜或两层以上的导电膜来形成。作为上述导电膜,可以使用铝、铬、铜、银、金、铂、钽、镍、钛、钼、钨、钎、钒、铌、锰、镁、锆、铍等的金属膜。另外,还可以使用以上述金属为成分的合金膜及化合物膜、包含磷等杂质元素的多晶硅膜等。

[0108] 绝缘层(371—375、391、392)可以由单层绝缘膜或两层以上的绝缘膜来形成。作

为无机绝缘膜,可以举出由氧化铝、氧化镁、氧化硅、氧氮化硅、氮氧化硅、氮化硅、氧化镓、氧化锗、氧化钇、氧化锆、氧化镧、氧化钕、氧化钐以及氧化铈等构成的膜。上述绝缘膜可以利用溅射法、CVD 法、MBE 法、ALD 法或 PLD 法形成。作为树脂膜,可以使用丙烯酸树脂、聚酰亚胺树脂、苯并环丁烯类树脂、硅氧烷类树脂、聚酰胺树脂、环氧树脂等有机树脂形成。在本说明书中,氧氮化物是指氧含量大于氮含量的化合物,氮氧化物是指氮含量大于氧含量的化合物。

[0109] 本实施方式可以与其他实施方式及实施例适当地组合。

[0110] 实施方式 4

在本实施方式中,说明形成 OS 晶体管的沟道的氧化物半导体。

[0111] 例如,作为 OS 晶体管的氧化物半导体可以使用氧化铟、氧化锡、氧化锌、In-Zn 类氧化物、Sn-Zn 类氧化物、Al-Zn 类氧化物、Zn-Mg 类氧化物、Sn-Mg 类氧化物、In-Mg 类氧化物、In-Ga 类氧化物、In-Ga-Zn 类氧化物(也称为 IGZO)、In-Al-Zn 类氧化物、In-Sn-Zn 类氧化物、Sn-Ga-Zn 类氧化物、Al-Ga-Zn 类氧化物、Sn-Al-Zn 类氧化物、In-Hf-Zn 类氧化物、In-Zr-Zn 类氧化物、In-Ti-Zn 类氧化物、In-Sc-Zn 类氧化物、In-Y-Zn 类氧化物、In-La-Zn 类氧化物、In-Ce-Zn 类氧化物、In-Pr-Zn 类氧化物、In-Nd-Zn 类氧化物、In-Sm-Zn 类氧化物、In-Eu-Zn 类氧化物、In-Gd-Zn 类氧化物、In-Tb-Zn 类氧化物、In-Dy-Zn 类氧化物、In-Ho-Zn 类氧化物、In-Er-Zn 类氧化物、In-Tm-Zn 类氧化物、In-Yb-Zn 类氧化物、In-Lu-Zn 类氧化物、In-Sn-Ga-Zn 类氧化物、In-Hf-Ga-Zn 类氧化物、In-Al-Ga-Zn 类氧化物、In-Sn-Al-Zn 类氧化物、In-Sn-Hf-Zn 类氧化物、In-Hf-Al-Zn 类氧化物。

[0112] OS 晶体管的氧化物半导体优选至少包含铟(In)或锌(Zn)。此外,氧化物半导体优选包含用作降低电特性的偏差的稳定剂的元素。作为上述元素,有 Ga、Sn、Hf、Al、Zr 等。作为构成 OS 晶体管的氧化物半导体,典型为 In-Ga-Zn 类氧化物、In-Sn-Zn 类氧化物。

[0113] 在此,“In-Ga-Zn 类氧化物”是指以 In、Ga 以及 Zn 为主要成分的氧化物,对 In、Ga 以及 Zn 的比例没有限制。此外,也可以包含 In、Ga、Zn 以外的金属元素。

[0114] 另外,作为氧化物半导体,也可以使用表示为 $\text{InMO}_3(\text{ZnO})_m$ ($m > 0$) 的材料。M 表示选自 Ga、Fe、Mn 及 Co 中的一种或多种金属元素或者用作上述稳定剂的元素。另外,作为氧化物半导体,也可以使用表示为 $\text{In}_2\text{SnO}_5(\text{ZnO})_n$ ($n > 0$) 的材料。

[0115] 例如,可以使用其原子数比为 $\text{In}:\text{Ga}:\text{Zn} = 1:1:1$ 、 $\text{In}:\text{Ga}:\text{Zn} = 1:3:2$ 、 $\text{In}:\text{Ga}:\text{Zn} = 3:1:2$ 或 $\text{In}:\text{Ga}:\text{Zn} = 2:1:3$ 的 In-Ga-Zn 类氧化物或接近于上述组成的氧化物。

[0116] 当氧化物半导体膜含有大量的氢时,该氢与氧化物半导体键合而使氢的一部分成为施主,因此产生作为载流子的电子。其结果是,导致 OS 晶体管的阈值电压向负向漂移。因此,优选通过在形成氧化物半导体膜之后进行脱水化处理(脱氢化处理),从氧化物半导体膜去除氢或水分来进行高度纯化以使其尽量不包含杂质。

[0117] 另外,有时氧化物半导体膜中的氧也因脱水化处理(脱氢化处理)而被减少。因此,为了填补因对氧化物半导体膜的脱水化处理(脱氢化处理)而增加的氧缺损,优选将氧添加到氧化物半导体膜。这里,有时将对氧化物半导体膜供应氧的处理称为加氧化处理或过氧化处理。

[0118] 如上所述,通过进行脱水化处理(脱氢化处理)以从氧化物半导体膜去除氢或水分,并进行加氧化处理以填补氧缺损,可以得到 i 型(本征)化的氧化物半导体膜或无限趋

近于 i 型的实质上 i 型（本征）的氧化物半导体膜。注意，“实质上本征”是指：在氧化物半导体膜中，来自于施主的载流子极少（近于零），载流子密度为 $1 \times 10^{17}/\text{cm}^3$ 以下， $1 \times 10^{16}/\text{cm}^3$ 以下， $1 \times 10^{15}/\text{cm}^3$ 以下， $1 \times 10^{14}/\text{cm}^3$ 以下， $1 \times 10^{13}/\text{cm}^3$ 以下。

[0119] 以下说明氧化物半导体膜的结构。

[0120] 氧化物半导体膜可以为单晶氧化物半导体膜或非单晶氧化物半导体膜。非单晶氧化物半导体膜包括非晶氧化物半导体膜、微晶氧化物半导体膜、多晶氧化物半导体膜及 CAAC-OS (C-Axis Aligned Crystalline Oxide Semiconductor : C 轴取向结晶氧化物半导体) 膜等。

[0121] OS 晶体管的氧化物半导体膜既可为单层结构又可为叠层膜，该叠层膜具有非晶氧化物半导体膜、微晶氧化物半导体膜以及 CAAC-OS 膜中的两种以上。

[0122] 非晶氧化物半导体膜是其中具有无序的原子排列且没有结晶成分的氧化物半导体膜。其一个例子为如石英那样的具有非晶状态的氧化物半导体膜。非晶氧化物半导体膜在高分辨率 TEM 图像中确认不到结晶部。当使用 XRD 装置对非晶氧化物半导体膜进行结构分析时，利用 out-of-plane 法的分析检测不出显示结晶面的峰值。另外，在非晶氧化物半导体膜的电子衍射图案中观察到光晕图案。在非晶氧化物半导体膜的纳米束电子衍射图案中观察不到斑点，而观察到光晕图案。

[0123] 微晶氧化物半导体膜包括在高分辨率 TEM 图像中能够确认到结晶部的区域及无法确认到明确的结晶部的区域。微晶氧化物半导体膜中含有的结晶部的尺寸大多为例如 1nm 以上且 100nm 以下或者 1nm 以上且 10nm 以下。尤其是，将尺寸为 1nm 以上且 10nm 以下的微晶 (nc : nanocrystal : 纳米晶) 的氧化物半导体膜称为 nc-OS (nanocrystalline Oxide Semiconductor : 纳米晶氧化物半导体) 膜。另外，nc-OS 膜例如在高分辨率 TEM 图像中有时无法明确地确认到晶界。nc-OS 膜是与非晶氧化物半导体膜相比有序度高的氧化物半导体膜。因此，nc-OS 膜的缺陷态密度低于非晶氧化物半导体膜。但是，nc-OS 膜在不同的结晶部之间观察不到晶体取向的规律性。所以，nc-OS 膜的缺陷态密度高于 CAAC-OS 膜。

[0124] CAAC-OS 膜是包含多个 c 轴取向的结晶部的氧化物半导体膜之一。下面，详细说明 CAAC-OS 膜。

[0125] 通过利用透射电子显微镜 (TEM : Transmission Electron Microscope) 观察 CAAC-OS 膜的亮视场像及衍射图案的复合分析图像（也称为高分辨率 TEM 图像），能确认多个结晶部。但是，在高分辨率 TEM 图像中观察不到结晶部与结晶部之间的明确的边界，即晶界 (grain boundary)。因此，在 CAAC-OS 膜中，不容易发生起因于晶界的电子迁移率的降低。

[0126] 从大致平行于样品面的方向观察 CAAC-OS 膜的截面的高分辨率 TEM 图像，则能确认在结晶部中金属原子排列为层状。各金属原子层具有反映着 CAAC-OS 膜形成膜的面（也称为被形成面）或 CAAC-OS 膜的顶面的凸凹的形状并以平行于 CAAC-OS 膜的被形成面或顶面的方式排列。

[0127] 另一方面，从大致垂直于样品面的方向观察 CAAC-OS 膜的平面的高分辨率 TEM 图像，则能确认在结晶部中金属原子排列为三角形状或六边形状。但是，在不同的结晶部之间金属原子的排列没有规律性。

[0128] 使用 X 射线衍射 (XRD : X-Ray Diffraction) 装置对 CAAC-OS 膜进行结构分析，则

例如,当利用 out-of-plane 法分析包含结晶 InGaZnO_4 的 CAAC-OS 膜时,在衍射角 (2θ) 为 31° 附近时会出现峰值。由于该峰值来源于结晶 InGaZnO_4 的 (009) 面,由此可确认 CAAC-OS 膜中的结晶具有 c 轴取向性,并且 c 轴朝向大致垂直于 CAAC-OS 膜的被形成面或顶面的方向。

[0129] 结晶部在形成 CAAC-OS 膜时或在进行加热处理等晶化处理时形成。如上所述,结晶的 c 轴在平行于 CAAC-OS 膜的被形成面或顶面的法线向量的方向上取向。由此,例如,在通过蚀刻等改变 CAAC-OS 膜的形状的情况下,有时结晶的 c 轴未必平行于 CAAC-OS 膜的被形成面或顶面的法线向量。

[0130] CAAC-OS 膜中的晶化度未必均匀。例如,在 CAAC-OS 膜的结晶部通过从 CAAC-OS 膜的顶面附近开始的结晶生长形成的情况下,有时顶面附近区域的晶化度高于被形成面附近区域。另外,在对 CAAC-OS 膜添加杂质时,被添加杂质的区域的晶化度变化,形成局部晶化度不同的区域。

[0131] 注意,当利用 out-of-plane 法分析包含结晶 InGaZnO_4 的 CAAC-OS 膜时,除了在 2θ 为 31° 附近的峰值之外,有时还在 2θ 为 36° 附近观察到峰值。 2θ 为 36° 附近的峰值来源于结晶 ZnGa_2O_4 的 (311) 面,由此这意味着包含结晶 InGaZnO_4 的 CAAC-OS 膜的一部分中含有结晶 ZnGa_2O_4 。优选的是,在 CAAC-OS 膜中在 2θ 为 31° 附近时出现峰值而在 2θ 为 36° 附近时不出现峰值。

[0132] CAAC-OS 膜是杂质浓度低的氧化物半导体膜。杂质是指氢、碳、硅、过渡金属元素等氧化物半导体膜的主要成分以外的元素。尤其是,硅等元素因为其与氧的键合力比构成氧化物半导体膜的金属元素与氧的键合力更强而从氧化物半导体膜夺取氧而打乱氧化物半导体膜的原子排列,成为结晶性降低的主要因素。此外,铁或镍等重金属、氩、二氧化碳等因为其原子半径(分子半径)大而在包含在氧化物半导体膜内部时打乱氧化物半导体膜的原子排列,成为结晶性降低的主要因素。注意,包含在氧化物半导体膜中的杂质有时成为载流子陷阱或载流子发生源。

[0133] 此外,CAAC-OS 膜是缺陷态密度低的氧化物半导体膜。例如,氧化物半导体膜中的氧缺损有时成为载流子陷阱或者通过俘获氢而成为载流子发生源。

[0134] 将杂质浓度低且缺陷态密度低(氧缺损较少)的状态称为“高纯度本征”或“实质上高纯度本征”。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少的载流子发生源,因此能降低载流子密度。因此,使用该氧化物半导体膜的晶体管很少具有负阈值电压的电特性(也称为常开启(normally-on)特性)。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少的载流子陷阱。因此,使用该氧化物半导体膜的晶体管的电特性变动小,而成为高可靠性晶体管。此外,被氧化物半导体膜的载流子陷阱俘获的电荷到被释放为止需要长时间,有时像固定电荷那样动作。因此,使用杂质浓度高且缺陷态密度高的氧化物半导体膜的晶体管的电特性有时不稳定。

[0135] 在使用 CAAC-OS 膜的晶体管中,因照射可见光或紫外光而产生的电特性变动小。因此,这种晶体管的可靠性高。

[0136] 在晶体结构的说明中,“平行”是指在 -10° 以上且 10° 以下的角度的范围中配置两条直线的状态,因此也包括 -5° 以上且 5° 以下的角度的情况。另外,“垂直”是指在 80° 以上且 100° 以下的角度的范围中配置两条直线的状态,因此也包括 85° 以上且 95° 以下

的角度的情况。

[0137] CAAC-OS 膜例如可以使用多晶的金属氧化物靶材且利用溅射法成膜。当离子碰撞到该靶材时,有时包含在靶材中的结晶区域会沿着 a-b 面劈开,成为具有平行于 a-b 面的面的平板状或颗粒状的溅射粒子而剥离。此时,该平板状或颗粒状的溅射粒子保持结晶状态并到达衬底,于是可以形成 CAAC-OS 膜。

[0138] 另外,为了形成 CAAC-OS 膜,优选采用如下条件。

[0139] 通过减少成膜时的杂质的混入,可以抑制杂质所导致的结晶状态的破损。例如,可以降低存在于处理室内的杂质(氢、水、二氧化碳及氮等)的浓度。另外,可以降低成膜气体中的杂质浓度。具体而言,使用露点为 -80℃ 以下,优选为 -100℃ 以下的成膜气体。

[0140] 此外,通过增高成膜时的衬底加热温度,使平板状或颗粒状的溅射粒子在到达衬底之后在衬底上发生迁移,从而溅射粒子的平坦面附着于衬底上。例如,在将衬底加热温度设定为 100℃ 以上且 740℃ 以下,优选为 200℃ 以上且 500℃ 以下的状态下进行成膜。

[0141] 另外,通过增高成膜气体中的氧比例并对电力进行最优化,来可以减轻成膜时的等离子体损伤。例如,可以将成膜气体中的氧比例设定为 30vol. % 以上,优选为 100vol. %。

[0142] 本实施方式可以与其他实施方式及实施例适当地组合。

[0143] 实施方式 5

在本实施方式中,说明将 LCD 用于显示部的电子设备。通过应用实施方式 1 至 4,可以提供一种能够进行护眼显示的低功耗电子设备。

[0144] << 信息处理系统的结构例子 >>

图 8 是示出将 LCD 用于显示部的信息处理系统的一个结构例子的框图。信息处理系统 500 具备运算部 510、LCD520、输入装置 530 以及存储装置 540。

[0145] 运算部 510 具有对信息处理系统 500 的整体进行控制的功能。运算部 510 具有处理器 511、存储装置 512、输入输出(I/O)接口 513 以及总线 514。处理器 511、存储装置 512 以及 I/O 接口 513 通过总线 514 相互连接。运算部 510 通过 I/O 接口 513 与 LCD520、输入装置 530 以及存储装置 540 进行的通信。例如,将来自输入装置 530 的输入信号通过 I/O 接口 513 及总线 514 传送到处理器 511 和存储装置 512。

[0146] 存储装置 512 储存处理器 511 的处理所需的数据(包括程序)、经由 I/O 接口 513 输入的数据。

[0147] 处理器 511 执行程序以使信息处理系统 500 工作。处理器 511 例如进行如下处理:对来自输入装置 530 的输入信号进行分析;从存储装置 540 读出数据;将数据写入到存储装置 512 及 540;生成对 LCD520 的输出信号等。

[0148] LCD520 设置为用作输出装置,并构成信息处理系统 500 的显示部。信息处理系统 500 除了具备显示装置以外还可以具备扬声器、复印机等其他输出装置。

[0149] 输入装置 530 是用来将数据输入到运算部 510 的装置。使用者操作输入装置 530,来可以操作信息处理系统 500。输入装置 530 可以使用各种人机界面,而可以在信息处理系统 500 中设置多个输入装置。作为输入装置 530,例如有触摸屏、键盘以及操作按钮等。通过使用直接操作上述输入装置,可以操作信息处理系统 500。除了上述以外,还可以设置安装有检测音频、视线、手势等的装置的输入装置来操作信息处理系统 500。例如,可以设置

麦克风、相机（影像拍摄系统）等。

[0150] 存储装置 540 储存程序或图像信号等各种数据。存储装置 540 的存储容量比存储装置 512 大。作为存储装置 540, 有闪存、DRAM、硬盘驱动器 (HDD) 等。只要根据需要设置存储装置 540, 即可。

[0151] 信息处理系统 500 既可为运算部 510 等的所有装置被收纳在一个框体中的装置又可为其一部分装置通过有线或无线连接于运算部 510 的装置。例如, 前者为膝上型个人计算机 (PC)、平板 PC (终端)、电子书籍阅读器 (终端) 以及智能手机等。后者为台式 PC、键盘、鼠标以及监视器的组装物。

[0152] 信息处理系统 500 的 LCD520 能够进行普通驱动或 IDS 驱动的显示。作为 IDS 驱动, 能够进行第一 IDS 驱动和第二 IDS 驱动中的一方或双方。例如, 在信息处理系统 500 以第二 IDS 驱动 (参照图 5A 和 5B) 显示静态图像时, 作为此时合适的用途, 有看电子书籍、欣赏由数码相机拍摄的照片等。就是说, 在相当长时间内一直显示同一图像、或以使用者进行操作来切换整个屏幕的显示的方式使用信息处理系统 500 的情况下, 优选以第二 IDS 驱动显示静态图像。

[0153] 参照图 9A 至 9F 示出信息处理系统 500 的几个具体例子。图 9A 至 9F 是示出显示部由 LCD 构成的信息处理系统 500 的一个例子的外观图。

[0154] 图 9A 所示的便携式游戏机 700 包括框体 701、框体 702、显示部 703、显示部 704、麦克风 705、扬声器 706、操作按钮 707 以及触屏笔 708 等。作为输入装置 530, 也可以将触摸屏设置在显示部 703 及 / 或显示部 704 中。

[0155] 图 9B 所示的摄像机 710 包括框体 711、框体 712、显示部 713、操作按钮 714、透镜 715 及连接部 716 等。操作按钮 714 及透镜 715 设置在框体 711 中, 而显示部 713 设置在框体 712 中。并且, 框体 711 与框体 712 通过连接部 716 连接, 框体 711 与框体 712 所形成的角度可以通过连接部 716 改变。显示部 713 中的画面的切换也可以根据在连接部 716 中框体 711 与框体 712 所形成的角度进行。另外, 也可以在显示部 713 中设置触摸屏。

[0156] 图 9C 所示的平板终端 720 除了具备组装在框体 721 中的显示部 722 以外还具备操作按钮 723、扬声器 724、未图示的麦克风、立体声耳机插孔、存储卡插口、相机、USB 连接器等的外部连接端口等。作为输入装置 530, 也可以在显示部 722 中设置触摸屏。

[0157] 图 9D 所示的能够对折的平板终端 730 包括框体 731、框体 732、显示部 733、显示部 734、连接部 735 以及操作按钮 736 等。显示部 733 及 734 由 LCD520 构成。作为输入装置 530, 在显示部 733 及 734 中设置有触摸屏。

[0158] 图 9E 所示的智能手机 740 包括框体 741、操作按钮 742、麦克风 743、显示部 744、扬声器 745 以及摄像头 746 等。由于在与显示部 744 相同的平面中具备摄像头 746, 该智能手机可用作可视电话。作为输入装置 530, 在显示部 744 中设置有触摸屏。

[0159] 图 9F 所示的膝上型 PC750 包括框体 751、显示部 752、键盘 753 以及指向装置 754 等。在显示部 752 中使用 LCD520。作为输入装置 530, 也可以在显示部 752 中设置触摸屏。

[0160] 本实施方式可以与其他实施方式及实施例适当地组合。

实施例 1

[0161] <LC 面板的规格>

制造实施方式 3 的 FFS 模式的 LC 面板 (参照图 6 及图 7), 并验证了该 LC 面板的工作。

表 1 示出试制的 LC 面板（以下称为试制面板）的规格。在实际验证中，将背光模块等组装到试制面板，使得该试制面板作为透过型 LCD 工作。

[0162] [表 1]

液晶模式	Fringe Field Switching(边缘场切换)
液晶材料	负型液晶
屏幕对角	3.64 英寸
像素密度	326 ppi
分辨率	540×RGB(H)×960(V):1/4 高清 (Quarter HD)
像素间距	26 μm(H)×78 μm(V)

[0163] 试制面板的两个衬底为玻璃衬底。栅极驱动器及源极驱动器与像素部一起集成在元件衬底上。所制造的晶体管为 0S 晶体管，该 0S 晶体管的氧化物半导体层由具有 CAAC 结构的 In-Ga-Zn 类氧化物膜形成。

[0164] << 试制面板的评价 >>

将试制面板的公共电压 VCOM(公共电极 COM-1 的电压)设为 0V。将公共电极 COM-2 的电压也设为 0V，以使公共电极 COM-1 的电位与公共电极 COM-2 的电位相等，对在该状态下工作的试制面板进行了关于闪烁的客观评价及主观评价。

[0165] 作为比较例 1，使公共电极 COM-1 与公共电极 COM-2 之间有电位差，对在该状态下工作的试制面板进行了相同评价。在比较例 1 中，VCOM2 为 -1.7V。而 VCOM 为在 -1.8 至 -1.7V 的范围的固定电压。VCOM 的值根据每个试制面板而不同，并以中间灰度级的显示最合适的方式决定。

[0166] << 透过率的测定 >>

作为客观评价，测定了试制面板的透过率。这里，试制面板以 IDS 驱动显示灰色的静态图像。刷新率为 1Hz。就是说，每一秒进行数据改写。在 IDS 驱动中，在转换图像一次时，写入数据三次（参照图 3B 和 4B）。这种情况与后面描述的主观评价同样。

[0167] 作为实施例 1 及比较例 1，测量了刚开始进行 IDS 驱动之后及过 6 小时之后的透过率。图 10A 和 10B 示出测量结果。图 10A 示出实施例 1 的透过率的变动，而图 10B 示出比较例 1 的透过率的变动。

[0168] 如图 10B 所示，在比较例 1 中，过 6 小时之后的试制面板不能在数据保持期间中保持数据改写后不久的透过率，透过率下降了 1% 以上。另一方面，如图 10A 所示，在实施例 1 中，连续进行 6 小时的 IDS 驱动之后的透过率的变动量也与刚开始驱动之后大致相等。

[0169] 由图 10A 和 10B 可知：FFS 模式的 LCD 的透过率的变动取决于公共电极 COM-1 与公共电极 COM-2 之间的电位差。通过将两个公共电极 (COM-1、COM-2) 的电位设定为同一电位，即使进行长时间的 IDS 驱动也可以抑制透过率的变动。因为 IDS 驱动使伪 DC 驱动，所以当在两个公共电极 (COM-1、COM-2) 之间有电位差的状态下连续进行几个小时的 IDS 驱动时，在液晶单元内发生电荷的偏析，这导致透过率的变动。

[0170] 作为 LCD 的一般的 V-T (电压 - 透过率) 特性, 显示中间灰度级 (灰色显示) 时的相对于电压的透过率的变动量比显示低灰度级 (黑色显示) 或高灰度级 (白色显示) 时大。由图 10A 可知, 在实施例 1 中, 采用 IDS 驱动进行灰色显示时的透过率的变动被抑制。就是说, 通过将两个公共电极 (COM-1、COM-2) 的电位设定为同一电位, 即使进行 IDS 驱动也可以显示高品质的由中间灰度级表现的自然图像。

[0171] < 对闪烁的主观评价 >

以下, 以主观评价确认了可以通过调整公共电极 COM-1 与公共电极 COM-2 之间的电位差来降低人眼所感到的闪烁。图 11A 和 11B 示出对实施例 1 及比较例 1 分别进行了主观评价的结果。

[0172] 为了进行主观评价, 准备两个试制面板, 其中一方以普通驱动 (刷新率为 60Hz) 工作, 而其中另一方以 IDS 驱动 (刷新率为 1Hz) 工作。在不公开工作模式的条件下使受检者比较两个试制面板的画面, 使得受检者评价各显示品质。

[0173] 为了不使受检者怀有成见, 还设定“闪烁”以外的对显示品质的评价项目。除了“闪烁”以外, 还设定“色彩”、“分辨率”、“像素的反光 (反射)”、“不均匀”以及“文字易读性”的评价项目。对这些评价项目, 使受检者以“非常好”、“比较好”、“不好不坏”、“比较坏”、“非常坏”的五个阶段进行评价。

[0174] 在评价中, 一共使用了二十个静态图像, 其中十三个为动物或风景等自然图像, 而七个为文字图像 (字母、平假名)。在试制面板上, 以幻灯放映形式每隔 5 秒显示上述静态图像。在实施例 1 及比较例 1 中, 两个试制面板都持续工作了 6 小时。因为在这期间中受检者随时进行了评价, 所以从试制面板的工作开始直到评价时刻的经过时间根据每个受检者而不同。表 2 示出受检者的详细情况, 其中 (a) 和 (b) 分别表示实施例 1 和比较例 1。

[0175] [表 2]

(a)实施例 1				(b)比较例 1			
性别		年龄段		性别		年龄段	
男性	34 人	20-30 岁	45 人	男性	27 人	20-30 岁	40 人
女性	52 人	30-40 岁	34 人	女性	57 人	30-40 岁	38 人
总计	86 人	40-50 岁	7 人	总计	84 人	40-50 岁	5 人
						50-60 岁	1 人

[0176] 如图 11A 所示, 在实施例 1 中, 普通驱动与 IDS 驱动下, 对闪烁的评价结果的差异小。在 86 人中, 3 人回答在 IDS 驱动中感到更多闪烁, 而 6 人回答在普通驱动中感到更多闪烁。在实施例 1 中, 总的评价结果为 : 与普通驱动相比, 在 IDS 驱动中感到的闪烁更少。

[0177] 如图 11B 所示, 关于对闪烁的评价结果的差异, 比较例 1 中显示模式导致的差异比实施例 1 大。在 84 人中, 11 人回答在 IDS 驱动中感到更多闪烁, 而 3 人回答在普通驱动中感到更多闪烁。在比较例 1 中, 总的评价结果为 : 与普通驱动相比, 在 IDS 驱动中感到的闪烁更多。另外, 测试开始之后的经过时间越长, 回答在 IDS 驱动中感到更多闪烁的人越多。比较例 1 的主观评价结果与图 10B 所示的透过率变动量随时间经过而增多的客观评价相符合。

[0178] 由此可知,通过将两个公共电极 (COM-1、COM-2) 的电位设定为同一电位,即使进行伪 DC 驱动即 IDS 驱动很长时间也可以抑制透过率的变动。还可知,可以减少 IDS 驱动时的伴随数据改写的闪烁。

[0179] 另外,由图 11A 和 11B 的主观评价结果还可知:在实施例 1 中,关于显示品质的评价结果,IDS 驱动与普通驱动之间的差异不大;而在比较例 1 中,与普通驱动相比,IDS 驱动的显示品质更坏。这意味着:通过将两个公共电极 (COM-1、COM-2) 的电位设定为同一电位,即使使 LCD 进行 IDS 驱动很长时间也可以保持与以普通驱动工作时相等的显示品质。

标号说明

20 液晶层

21 衬底

22 衬底

23 密封构件

24 端子部

25 FPC

30 像素电极

31 公共电极

32 公共电极

40 绝缘层

100 液晶显示装置 (LCD)

110 液晶 (LC) 面板

111 像素部

112 栅极驱动器

113 源极驱动器

121 像素

122 栅极线

123 源极线

130 晶体管

131 液晶元件

132 电容元件

180 控制器

190 电源

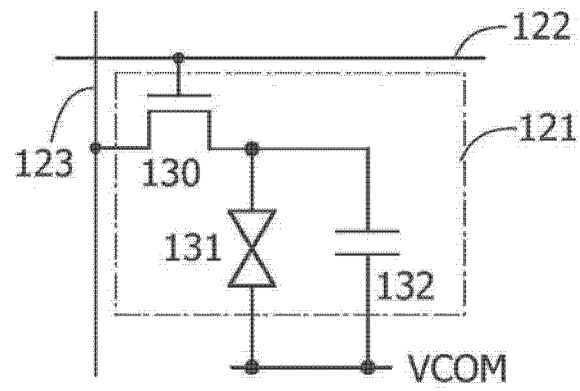


图 1A

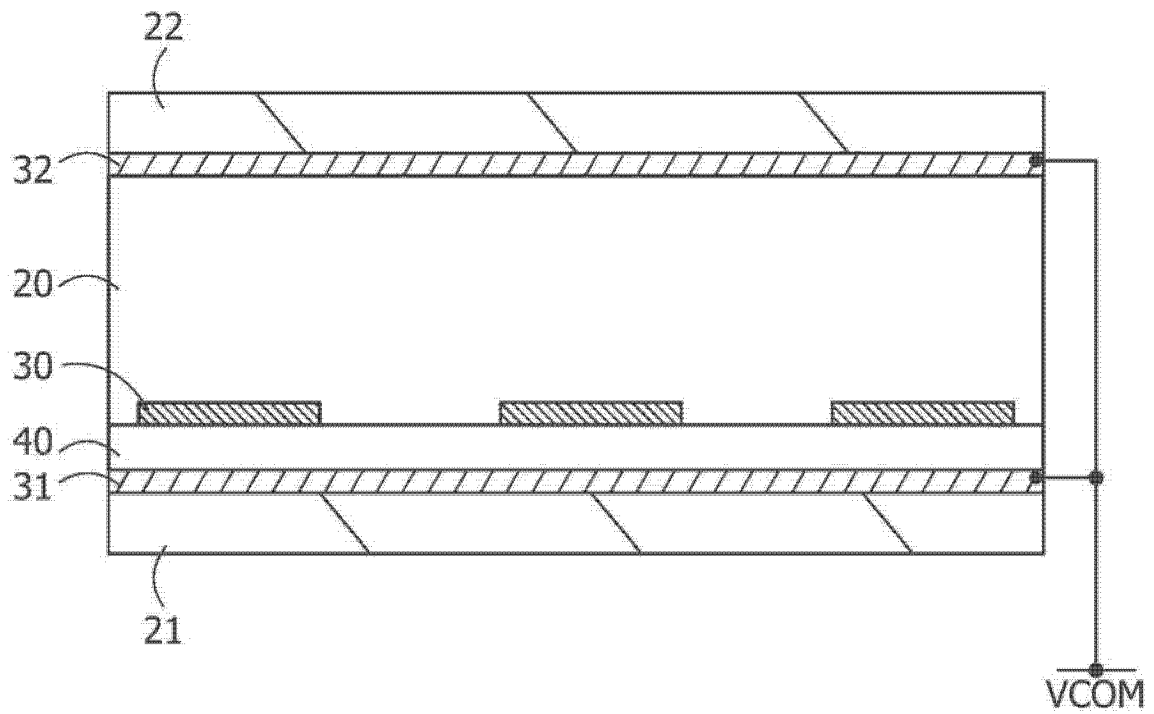


图 1B

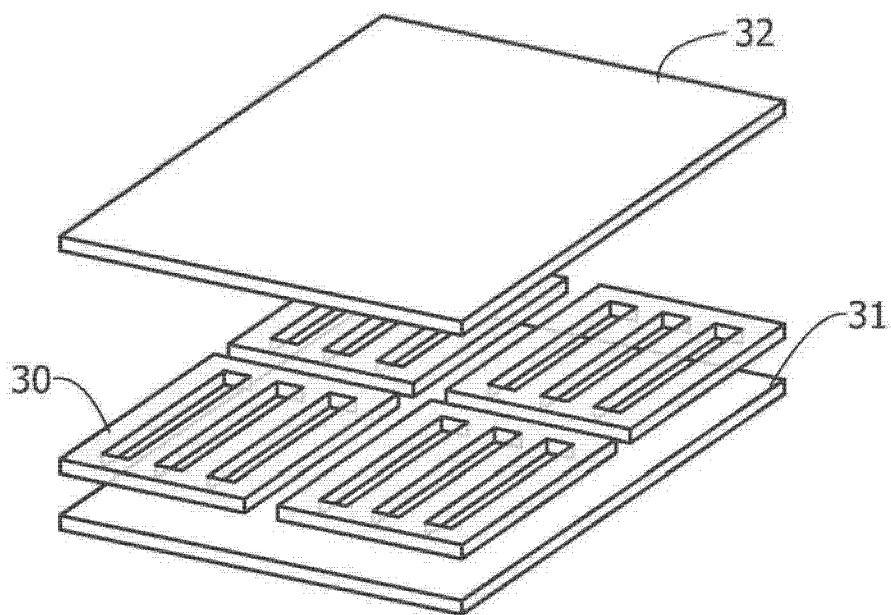


图 1C

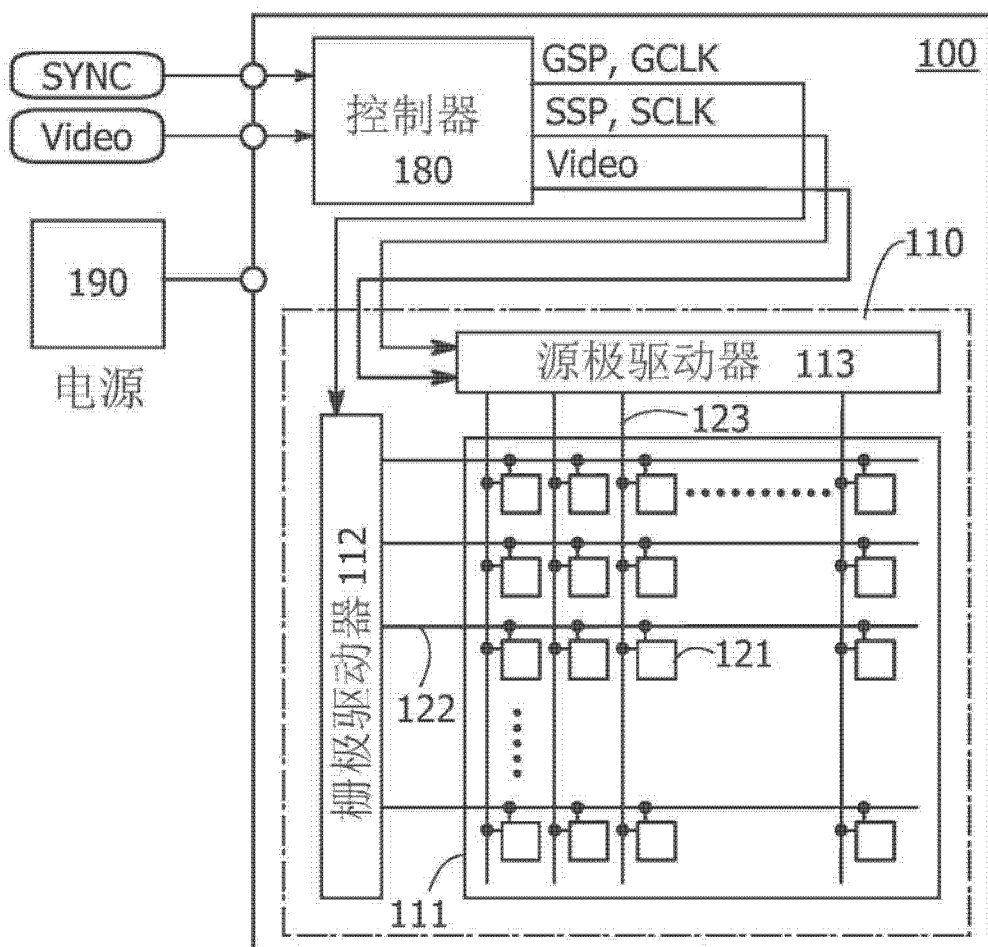


图 2A

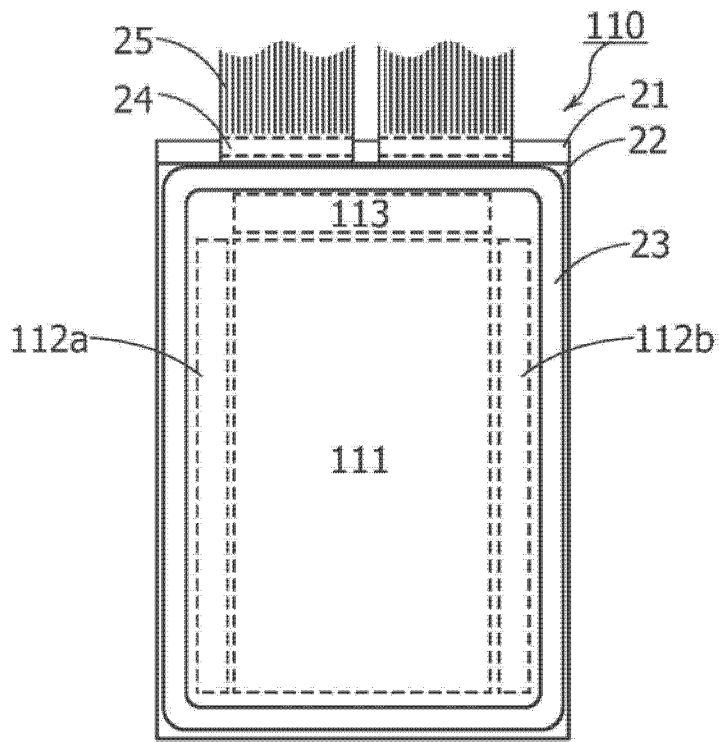


图 2B

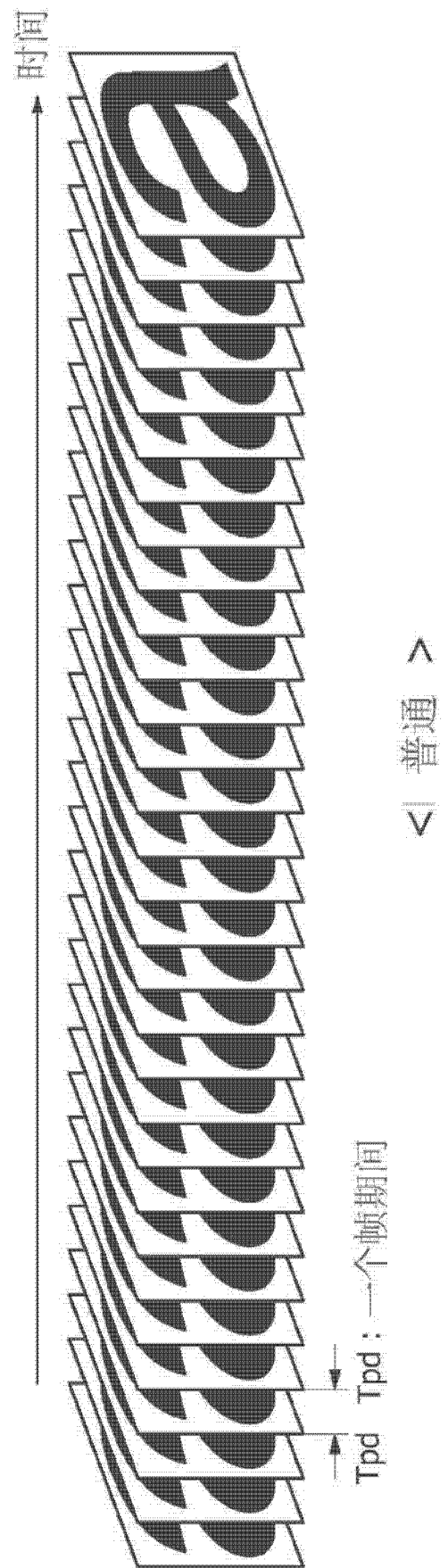


图 3A

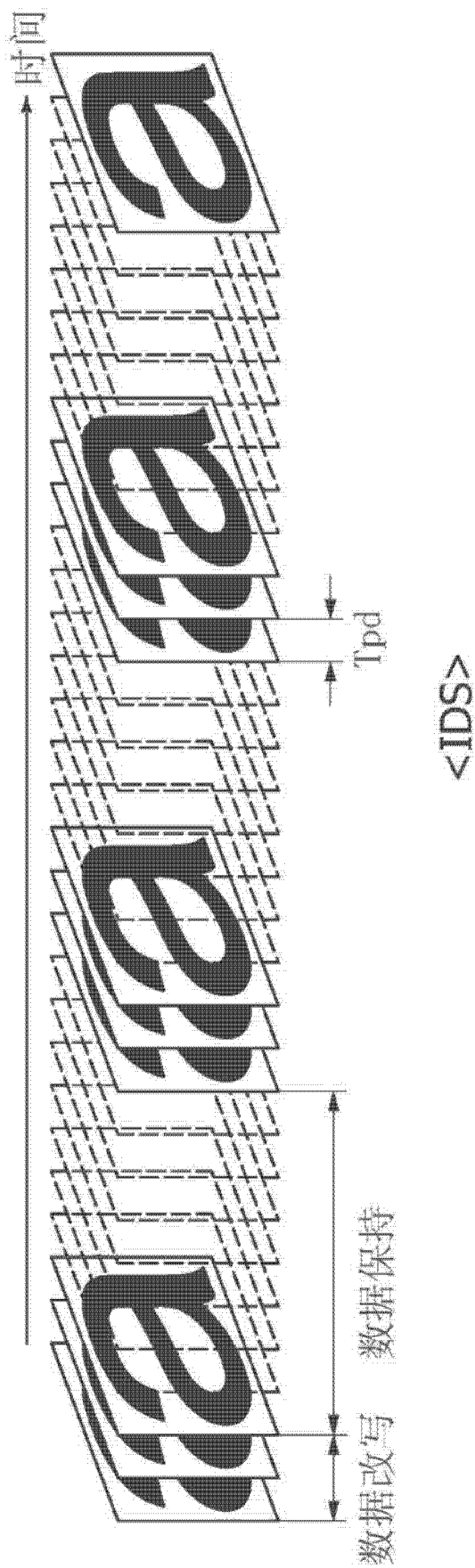


图 3B

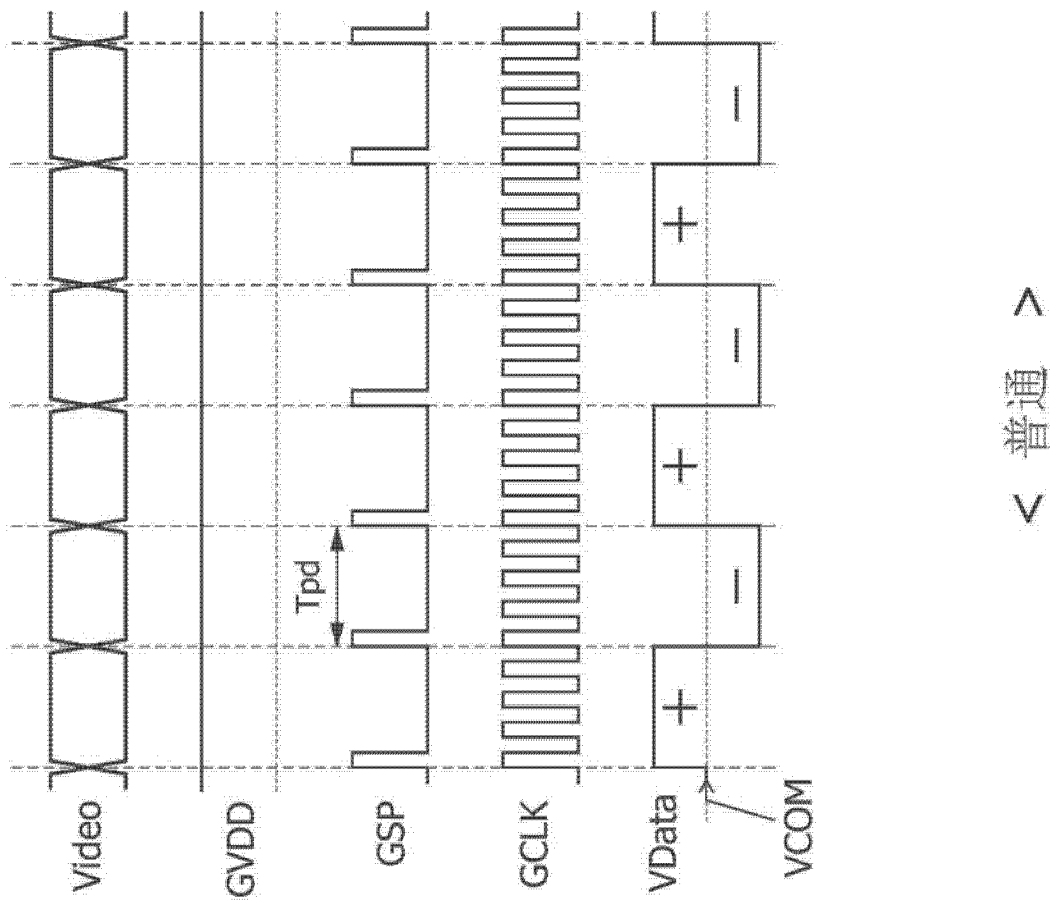


图 4A

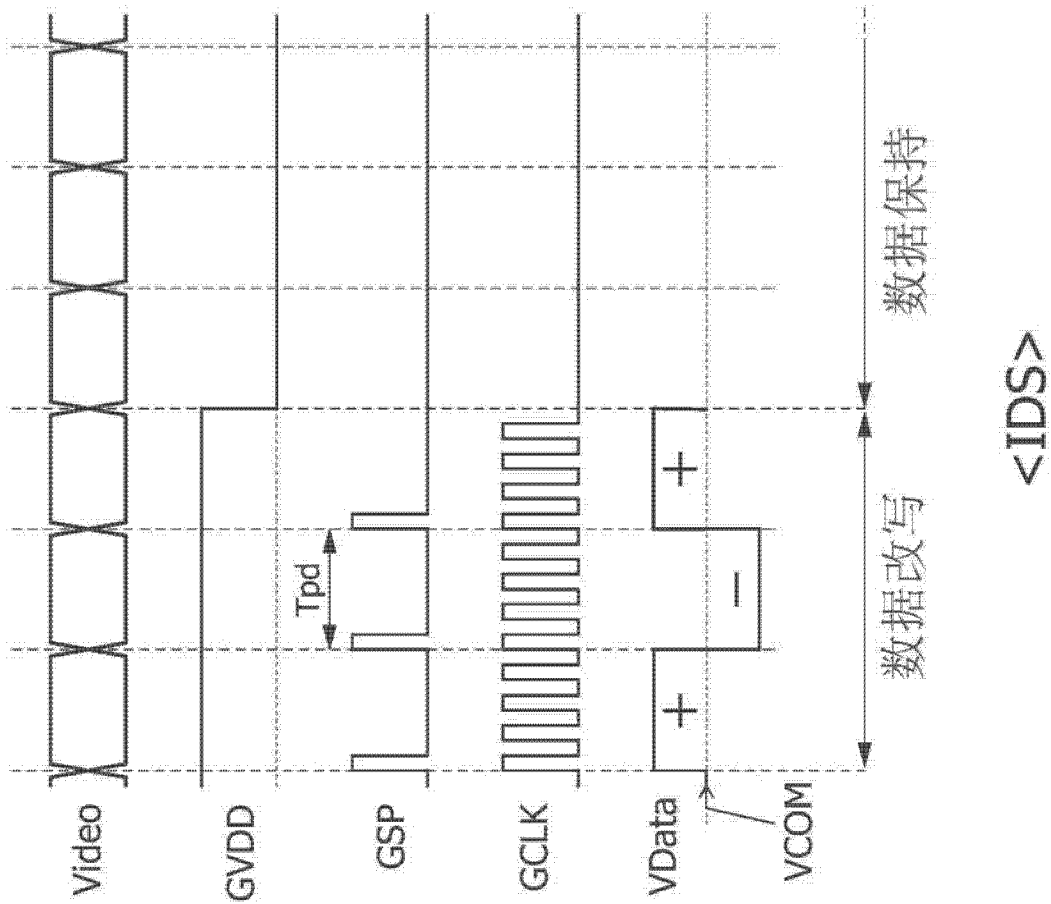


图 4B

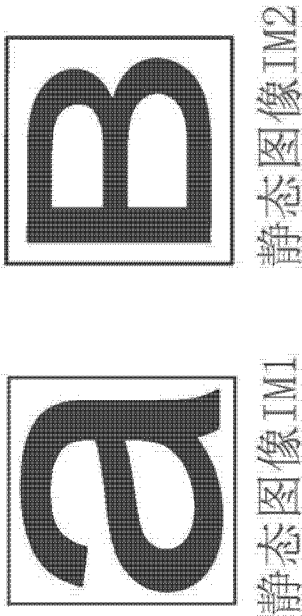


图 5A

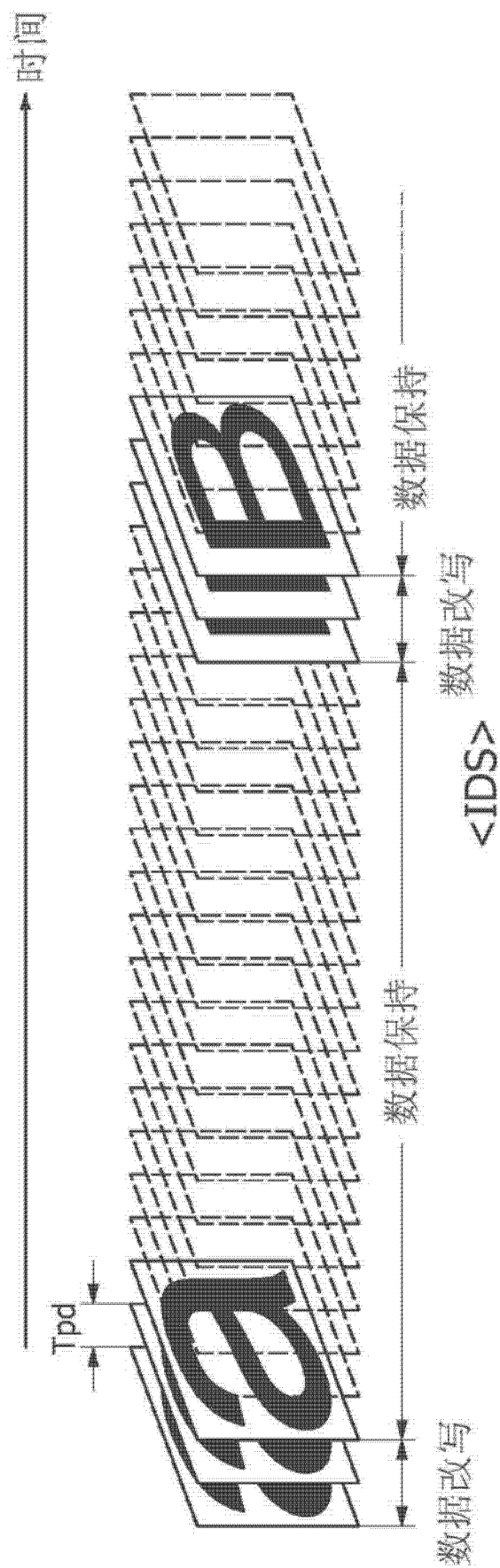


图 5B

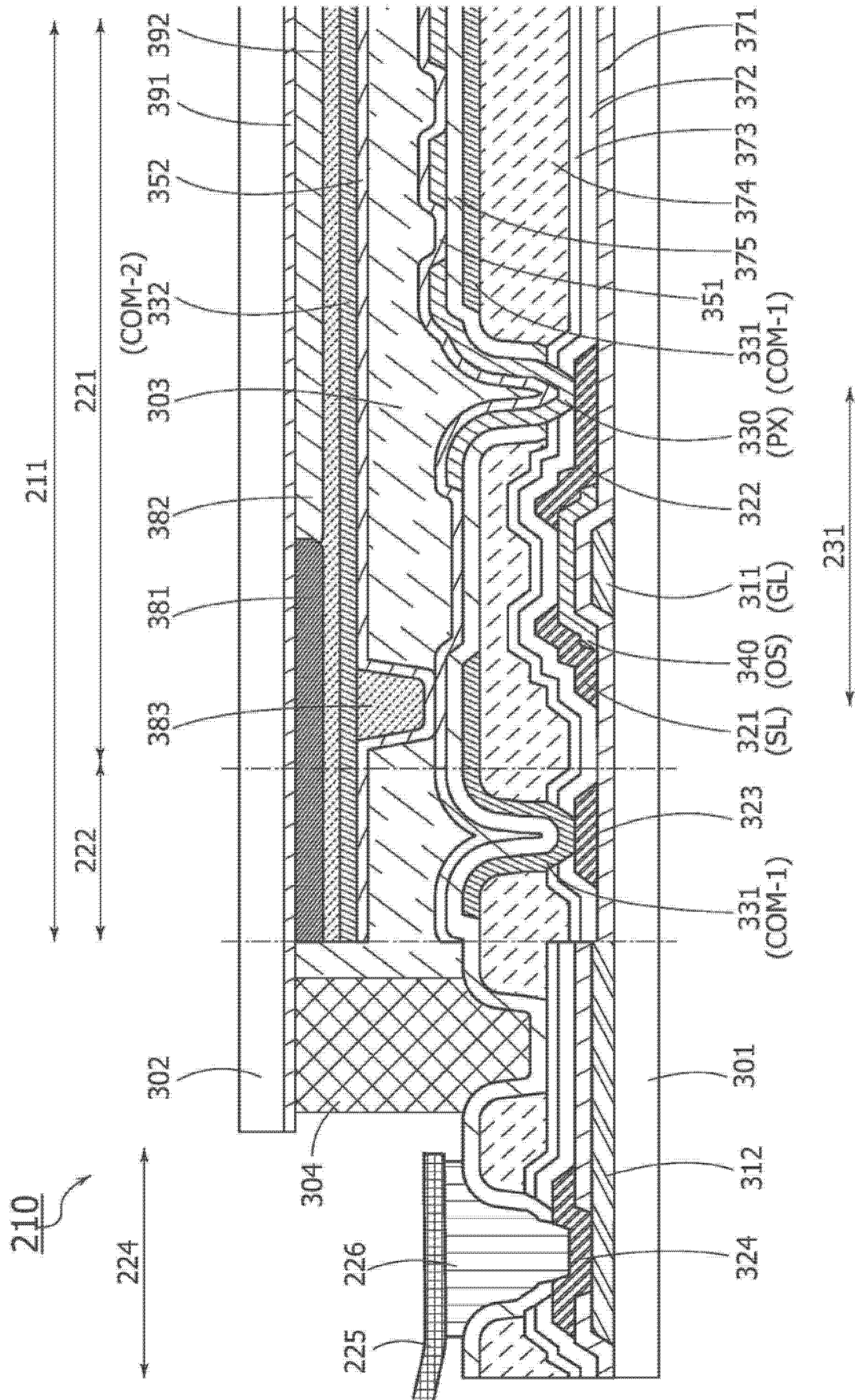


图 6

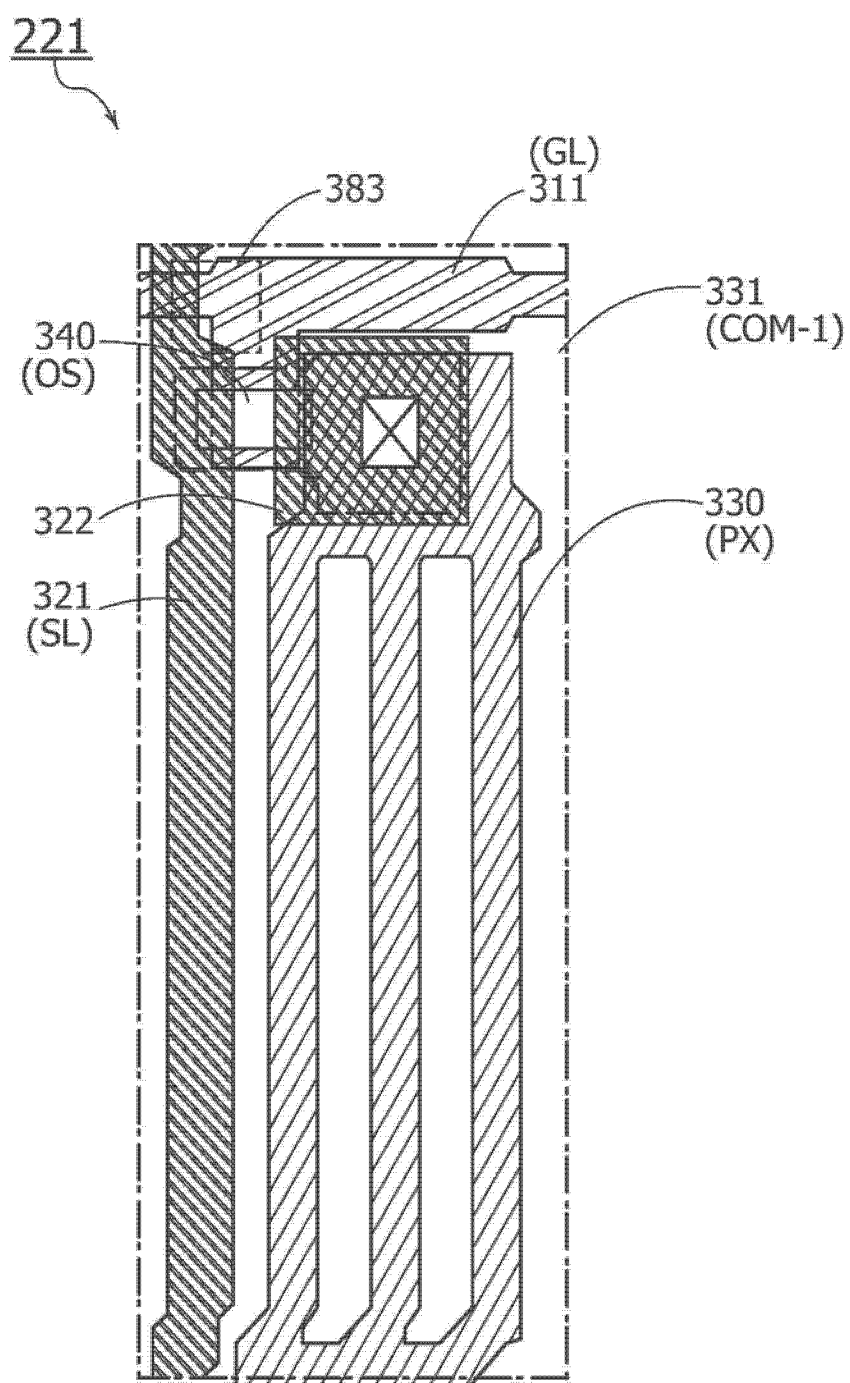


图 7

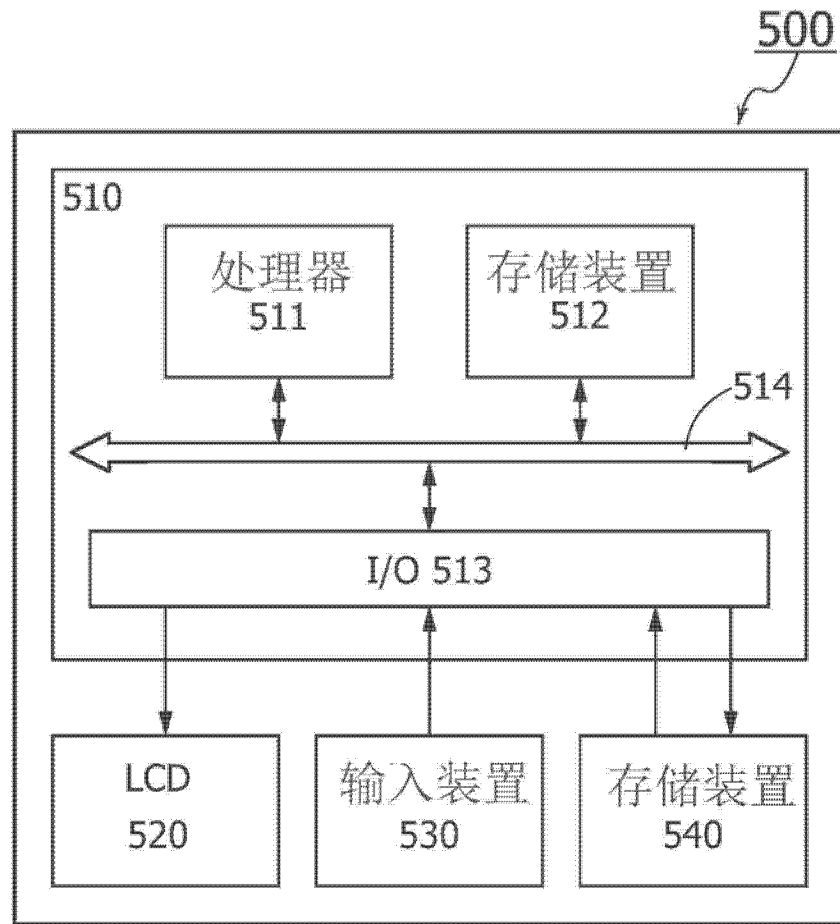


图 8

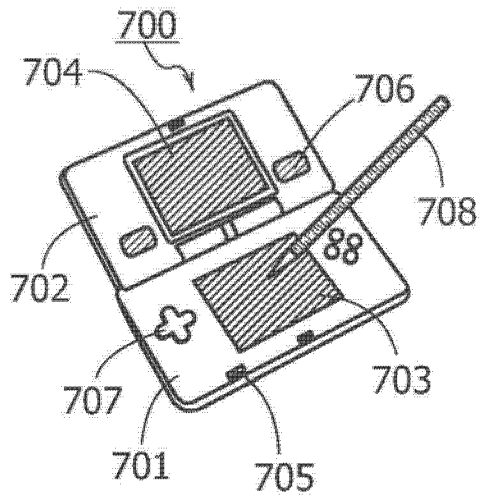


图 9A

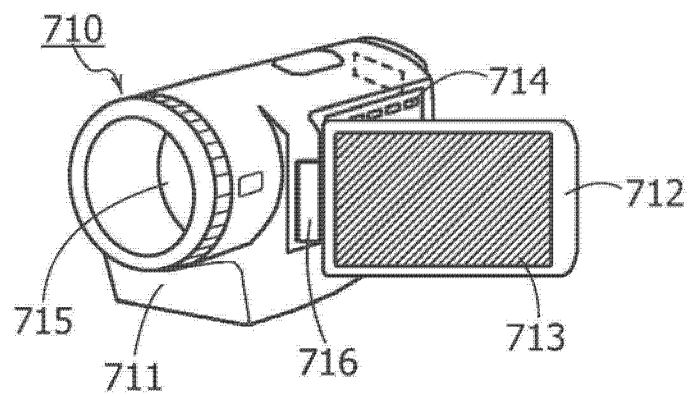


图 9B

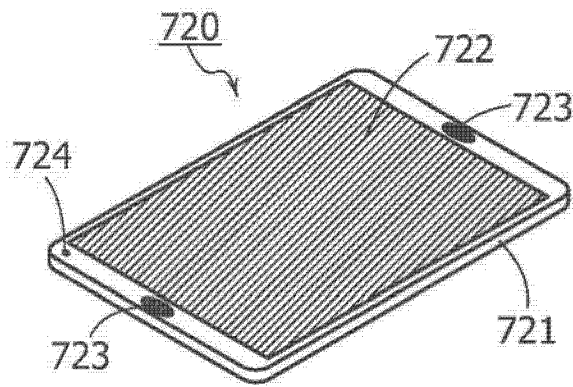


图 9C

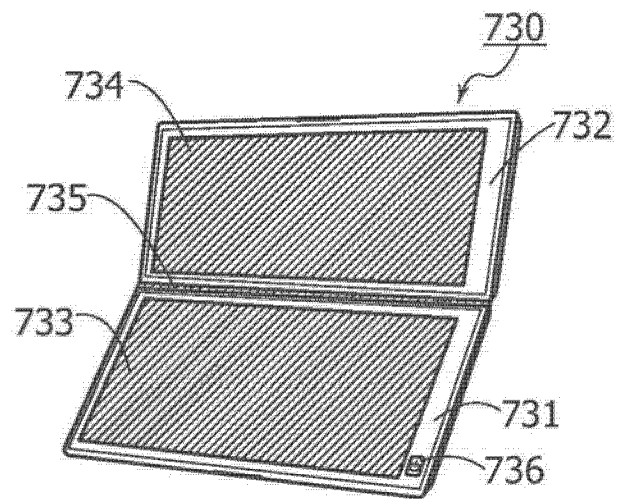


图 9D

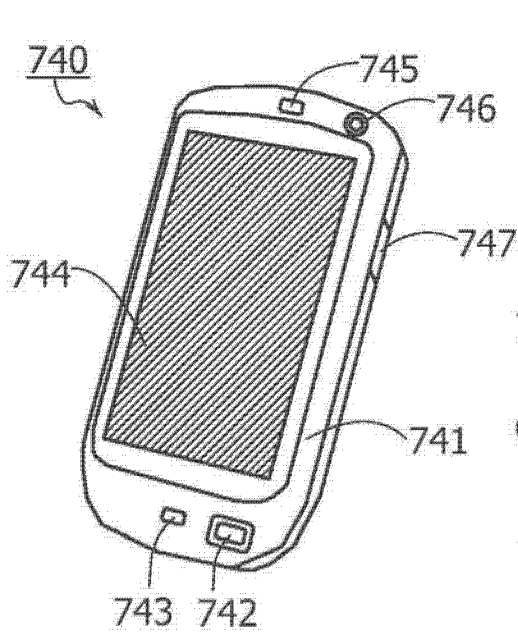


图 9E

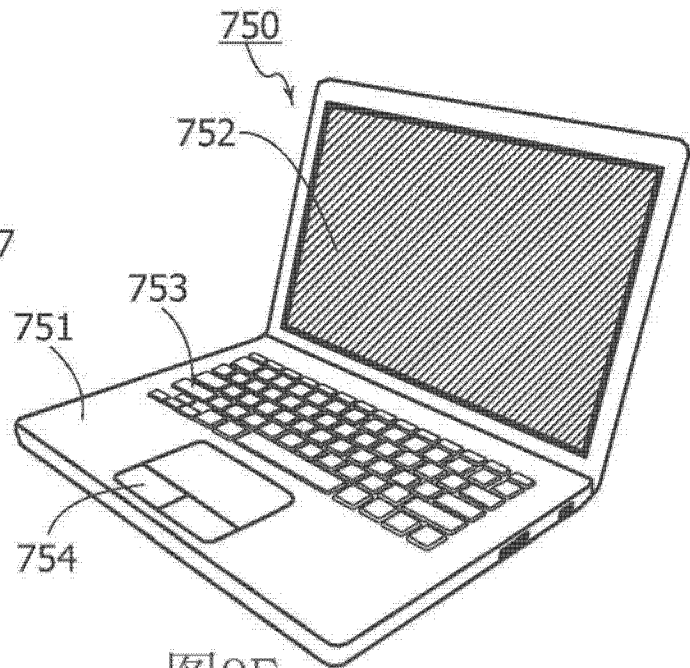


图 9F

< 实施例1 >

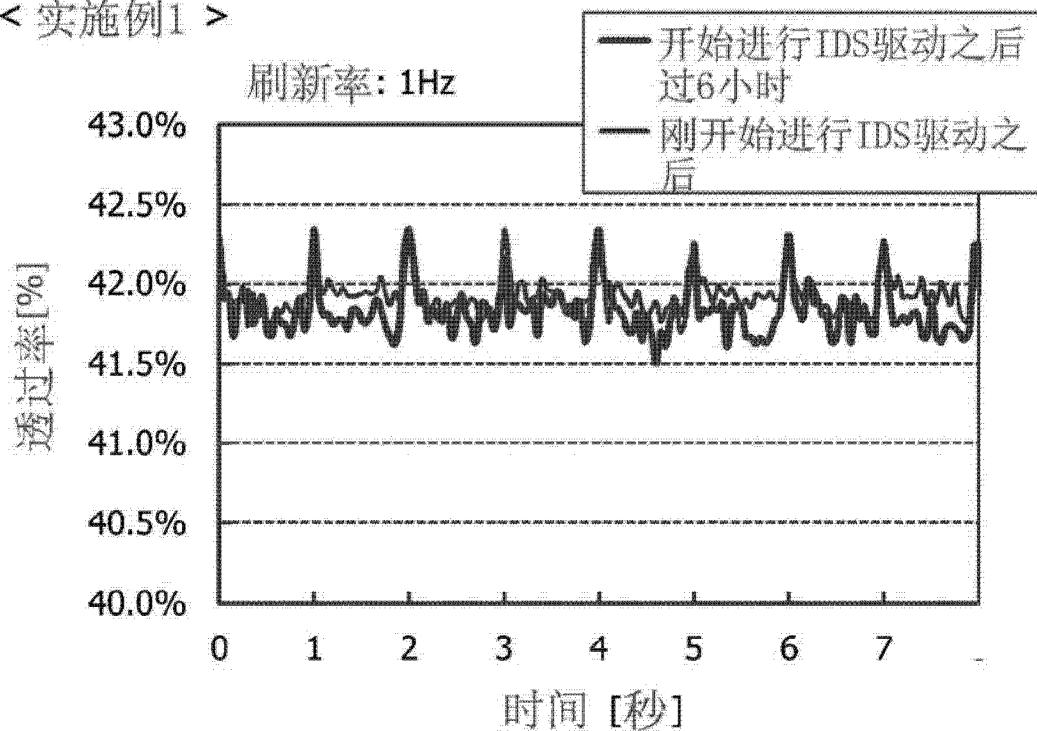


图 10A

< 比较例1 >

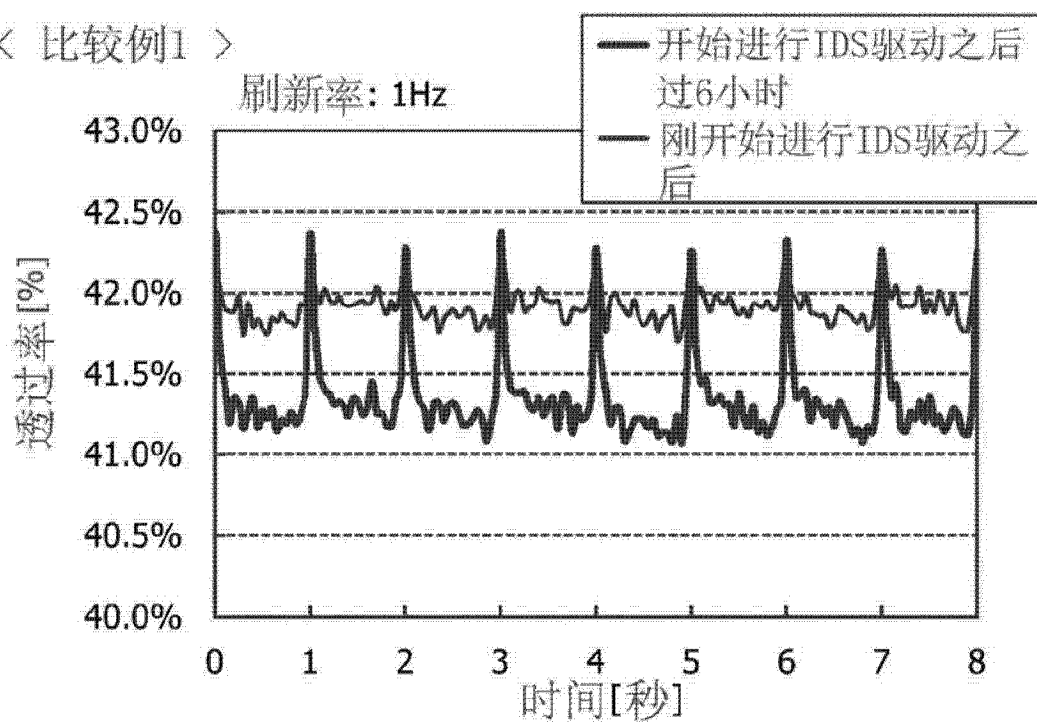


图 10B

< 实施例1 >

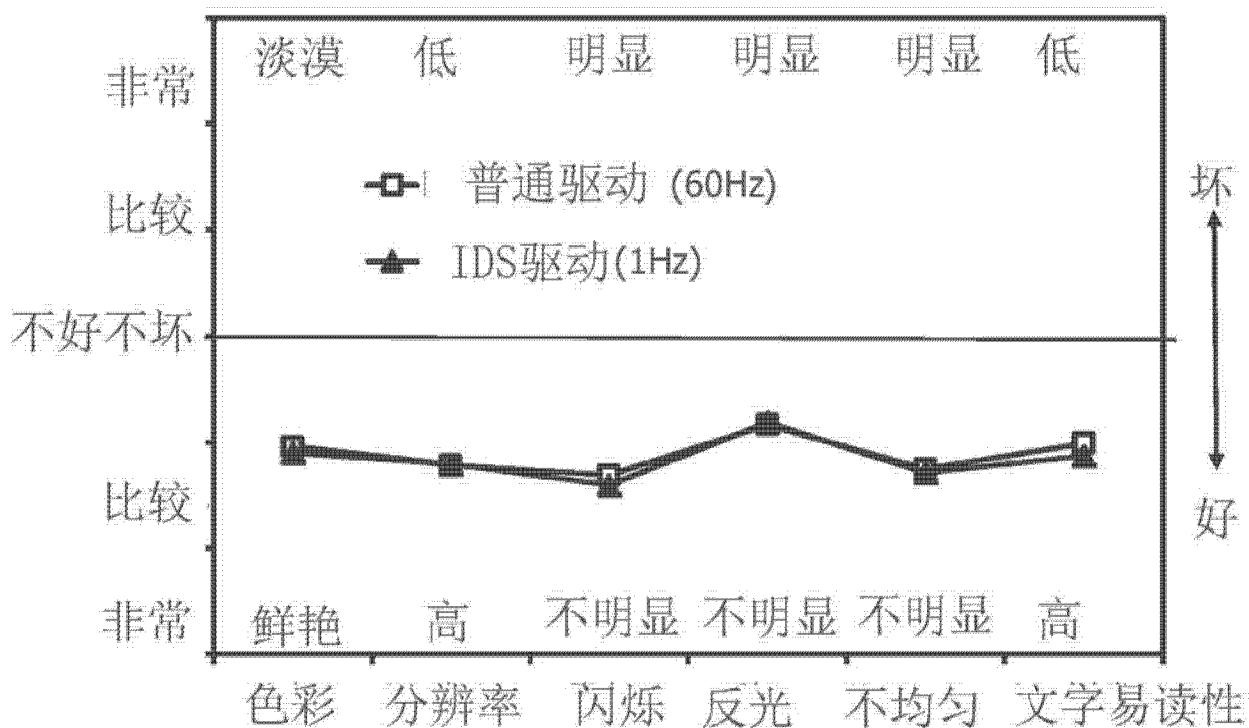


图 11A

< 比较例1 >

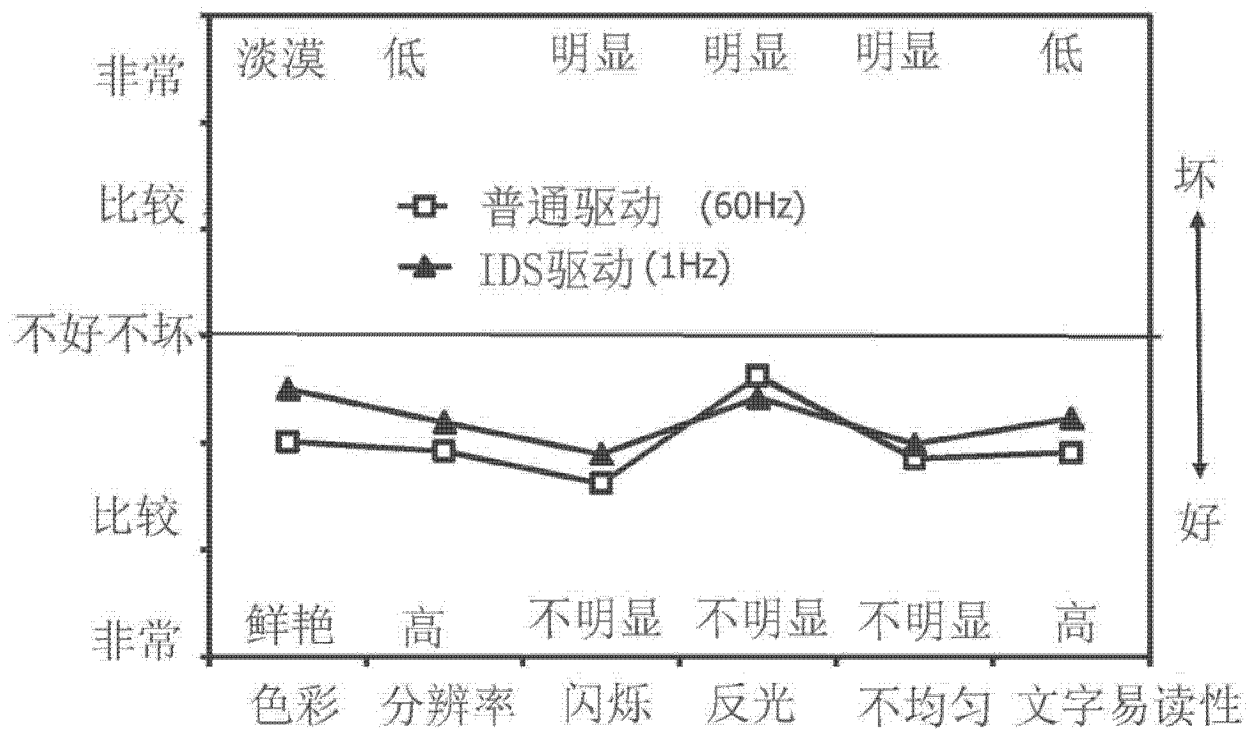


图 11B