(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 117242767 A
(43)申请公布日 2023.12.15

(21)申请号 202280029762.7
(22)申请日 2022.04.11
(30)优先权数据
2021-072504 2021.04.22 JP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2023.10.20
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/IB2022/053348 2022.04.11
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2022/224072 JA 2022.10.27
(71)申请人 株式会社半导体能源研究所
地址 日本神奈川
(72)发明人 木村肇 及川欣聪 林健太郎
(74)专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所有限公司 11038
专利代理师 申发振
(51)Int.Cl.
*H04N 7/18*(2006.01)

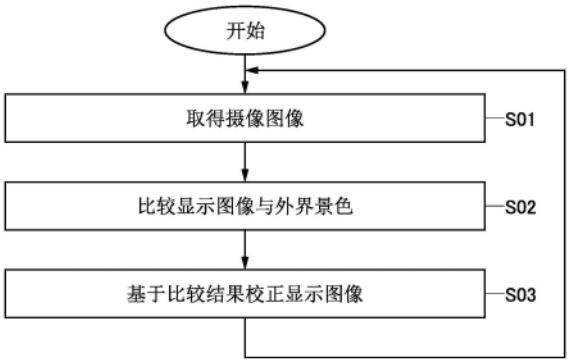
权利要求书2页 说明书48页 附图32页

(54)发明名称

移动体

(57)摘要

本发明的一个方式提供一种包括能够进行可见度高的显示的显示装置的移动体。移动体包括显示部、摄像部、运算部及控制部。显示部具有显示显示图像的功能。摄像部具有取得包含显示图像及与显示图像重叠的外界景色的第一摄像图像的功能。运算部具有基于第一摄像图像比较显示图像的颜色与外界景色的颜色并基于比较的结果校正显示图像的颜色的功能。控制部具有基于第一摄像图像控制移动体的行驶的功能。




CN 117242767 A

1.一种移动体,包括显示部、摄像部、运算部及控制部,

其中,所述显示部具有显示显示图像的功能,

所述摄像部具有取得包含所述显示图像及与所述显示图像重叠的外界景色的第一摄像图像的功能,

所述运算部具有基于所述第一摄像图像比较所述显示图像的颜色与所述外界景色的颜色并基于所述比较的结果校正所述显示图像的颜色的功能,

并且,所述控制部具有基于所述第一摄像图像控制所述移动体的行驶的功能。

2.根据权利要求1所述的移动体,其中所述运算部具有使所述显示图像的颜色为所述外界景色的颜色的补色的功能。

3.根据权利要求1或2所述的移动体,

其中所述摄像部具有取得包含所述移动体的驾驶者的第二摄像图像的功能,

并且所述运算部具有基于所述第二摄像图像推测所述驾驶者的状态并基于所述推测的结果校正所述显示图像的功能。

4.根据权利要求3所述的移动体,其中所述第二摄像图像包含所述驾驶者的脸。

5.根据权利要求3或4所述的移动体,其中所述驾驶者的状态为所述驾驶者的睡意。

6.根据权利要求1至5中任一项所述的移动体,

其中所述移动体包括车载灯,

所述运算部具有基于所述第一摄像图像取得外界照度的功能,

并且所述控制部具有基于所述外界照度控制所述车载灯的亮度的功能。

7.一种移动体,包括显示部、摄像部、驾驶数据取得部及运算部,

其中,所述显示部具有显示显示图像的功能,

所述摄像部具有取得包含所述显示图像及与所述显示图像重叠的外界景色的第一摄像图像以及包含所述移动体的驾驶者的第二摄像图像的功能,

所述驾驶数据取得部具有取得驾驶数据的功能,

所述运算部具有基于所述第二摄像图像推测所述驾驶者的状态的功能,

所述运算部具有基于所述第一摄像图像及所述驾驶数据推测所述驾驶者的状态的原因的功能,

并且,所述运算部具有基于所述原因校正所述显示图像的功能。

8.根据权利要求7所述的移动体,其中所述驾驶数据至少包含所述移动体的行驶速度的随时变化。

9.根据权利要求8所述的移动体,其中所述驾驶者的状态为所述驾驶者的睡意。

10.根据权利要求7至9中任一项所述的移动体,其中所述第二摄像图像包含所述驾驶者的脸。

11.根据权利要求7至10中任一项所述的移动体,

其中所述运算部具有检测所述第一摄像图像所包含的物体的功能,

并且所述运算部具有基于所述物体及所述驾驶数据校正所述显示图像的功能。

12.根据权利要求11所述的移动体,

其中所述驾驶数据包含加速器的工作频率和制动器的工作频率中的至少一个,

并且所述运算部具有在所述加速器的工作频率或所述制动器的工作频率为规定值以

上时使所述显示图像的透过率变化的功能。

13.根据权利要求11或12所述的移动体,其中所述运算部具有在作为所述物体检测到规定数以上的人时使所述显示图像的透过率变化的功能。

14.根据权利要求7至13中任一项所述的移动体,

其中所述移动体包括控制部,

并且所述控制部具有基于所述第一摄像图像控制所述移动体的行驶的功能。

# 移动体

## 技术领域

[0001] 本发明的一个方式涉及一种移动体。

[0002] 本发明的一个方式不局限于上述技术领域。本说明书等所公开的发明的技术领域涉及一种物体、方法或制造方法。此外,本发明的一个方式涉及一种工序(process)、机器(machine)、产品(manufacture)或者组合物(composition of matter)。因此,具体而言,作为本说明书等所公开的本发明的一个方式的技术领域的例子可以举出半导体装置、显示装置、发光装置、蓄电装置、摄像装置、存储装置、它们的驱动方法或它们的制造方法。

## 背景技术

[0003] 对作为安装在汽车等移动体中的显示装置的车载显示器进行了开发。例如,在专利文献1中公开了车载显示器之一种的平视显示器。平视显示器以重叠于从前窗等窗户部看到的外界景色的方式显示图像。就是说,由平视显示器可以进行增强现实(AR:Augmented Reality)显示。

[0004] [先行技术文献]

[0005] [专利文献]

[0006] [专利文献1]日本专利申请公开第2021-36324号公报

## 发明内容

[0007] 发明所要解决的技术问题

[0008] 在平视显示器等进行AR显示的车载显示器中,有时由于外界景色不容易看到显示图像。例如,当显示图像与重叠于显示图像的区域的外界景色的颜色系统相同时,与颜色系统不同的情况相比显示图像的可见度有时下降。

[0009] 本发明的一个方式的目的之一是提供一种包括能够进行可见度高的显示的显示装置的移动体。另外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种显示图像及外界景色的可见度高的移动体。另外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种包括能够进行基于驾驶者的状态的显示的显示装置的移动体。另外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种包括能够进行消除驾驶者的睡意的显示的显示装置的移动体。另外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种能够进行对应外界的状况的控制的移动体。另外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种能够抑制事故的发生的移动体。另外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种多功能且廉价的移动体。另外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种方便性高的移动体。另外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种新颖移动体。另外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种上述移动体的驱动方法或控制方法。另外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种上述移动体所包括的显示装置及其驱动方法。

[0010] 注意,本发明的一个方式的目的不局限于上述目的。上述目的并不妨碍其他目的的存在。其他目的是指将在后面描述的上述目的以外的目的。本领域技术人员可以从说明书或附图等的记载中导出并适当抽出上述目的以外的目的。本发明的一个方式实现上述目

的及/或其他目的中的至少一个目的。

[0011] 解决技术问题的手段

[0012] 本发明的一个方式是一种包括显示部、摄像部、运算部及控制部的移动体，其中，显示部具有显示显示图像的功能，摄像部具有取得包含显示图像及与显示图像重叠的外界景色的第一摄像图像的功能，运算部具有基于第一摄像图像比较显示图像的颜色与外界景色的颜色并基于比较的结果校正显示图像的颜色的功能，并且，控制部具有基于第一摄像图像控制移动体的行驶的功能。

[0013] 另外，在上述方式中，运算部也可以具有使显示图像的颜色为外界景色的颜色的补色的功能。

[0014] 另外，在上述方式中，摄像部也可以具有取得包含移动体的驾驶者的第二摄像图像的功能，并且运算部也可以具有基于第二摄像图像推测驾驶者的状态并基于推测的结果校正显示图像的功能。

[0015] 另外，在上述方式中，第二摄像图像也可以包含驾驶者的脸。

[0016] 另外，在上述方式中，驾驶者的状态也可以为驾驶者的睡意。

[0017] 另外，在上述方式中，移动体也可以包括车载灯，运算部也可以具有基于第一摄像图像取得外界照度的功能，并且控制部也可以具有基于外界照度控制车载灯的亮度的功能。

[0018] 另外，本发明的一个方式是一种包括显示部、摄像部、驾驶数据取得部及运算部的移动体，其中，显示部具有显示显示图像的功能，摄像部具有取得包含显示图像及与显示图像重叠的外界景色的第一摄像图像以及包含移动体的驾驶者的第二摄像图像的功能，驾驶数据取得部具有取得驾驶数据的功能，运算部具有基于第二摄像图像推测驾驶者的状态的功能，运算部具有基于第一摄像图像及驾驶数据推测驾驶者的状态的原因的功能，并且，运算部具有基于原因校正显示图像的功能。

[0019] 另外，在上述方式中，驾驶数据也可以至少包含移动体的行驶速度的随时变化。

[0020] 另外，在上述方式中，驾驶者的状态也可以为驾驶者的睡意。

[0021] 另外，在上述方式中，第二摄像图像也可以包含驾驶者的脸。

[0022] 另外，在上述方式中，运算部也可以具有检测第一摄像图像所包含的物体的功能，并且运算部也可以具有基于物体及驾驶数据校正显示图像的功能。

[0023] 另外，在上述方式中，驾驶数据也可以包含加速器的工作频率和制动器的工作频率中的至少一个，并且运算部也可以具有在加速器的工作频率或制动器的工作频率为规定值以上时使显示图像的透过率变化的功能。

[0024] 另外，在上述方式中，运算部也可以具有在作为物体检测到规定数以上的人时使显示图像的透过率变化的功能。

[0025] 另外，在上述方式中，移动体也可以包括控制部，并且控制部也可以具有基于第一摄像图像控制移动体的行驶的功能。

[0026] 发明效果

[0027] 根据本发明的一个方式，可以提供一种包括能够进行可见度高的显示的显示装置的移动体。另外，根据本发明的一个方式，可以提供一种显示图像及外界景色的可见度高的移动体。另外，根据本发明的一个方式，可以提供一种包括能够进行基于驾驶者的状态的显

示的显示装置的移动体。另外,根据本发明的一个方式,可以提供一种包括能够进行消除驾驶者的睡意的显示的显示装置的移动体。另外,根据本发明的一个方式,可以提供一种能够进行对应外界的状况的控制的移动体。另外,根据本发明的一个方式,可以提供一种能够抑制事故的发生的移动体。另外,根据本发明的一个方式,可以提供一种多功能且廉价的移动体。另外,根据本发明的一个方式,可以提供一种方便性高的移动体。另外,根据本发明的一个方式,可以提供一种新颖移动体。另外,根据本发明的一个方式,可以提供一种上述移动体的驱动方法或控制方法。另外,根据本发明的一个方式,可以提供一种上述移动体所包括的显示装置及其驱动方法。

[0028] 注意,本发明的一个方式的效果不局限于上述效果。上述效果并不妨碍其他效果的存在。其他效果是指将在后面描述的上述效果以外的效果。本领域技术人员可以从说明书或附图等的记载中导出并适当抽出上述效果以外的效果。此外,本发明的一个方式具有上述效果及/或其他效果中的至少一个效果。因此,本发明的一个方式根据情况而有时没有上述效果。

## 附图说明

[0029] 图1A是示出移动体的结构例子的方框图。图1B是示出移动体的结构例子的示意图。

[0030] 图2A及图2B是示出移动体所包括的显示装置的一个例子的示意图。

[0031] 图3A及图3B是示出移动体的驱动方法的一个例子的流程图。

[0032] 图4A及图4B是示出显示图像的校正的一个例子的示意图。

[0033] 图5A及图5B是示出移动体的驱动方法的一个例子的流程图。

[0034] 图6A及图6B是示出移动体的驱动方法的一个例子的流程图。

[0035] 图7A及图7B是示出睡意推测方法的一个例子的示意图。

[0036] 图8是示出移动体的驱动方法的一个例子的流程图。

[0037] 图9A及图9B是示出移动体的驱动方法的一个例子的流程图。

[0038] 图10A及图10B是示出移动体的驱动方法的一个例子的流程图。

[0039] 图11A及图11B是示出显示图像的校正的一个例子的示意图。

[0040] 图12A是示出显示装置的结构例子的方框图。图12B1至图12B8是示出像素的结构例子的俯视图。

[0041] 图13A至图13D是示出发光元件的结构例子的截面图。

[0042] 图14A是示出显示装置的结构例子的俯视图。图14B至图14D是示出显示装置的结构例子的截面图。

[0043] 图15A至图15D是示出显示装置的结构例子的截面图。

[0044] 图16A及图16B是示出显示装置的结构例子的立体图。

[0045] 图17是示出显示装置的结构例子的截面图。

[0046] 图18是示出显示装置的结构例子的截面图。

[0047] 图19是示出显示装置的结构例子的截面图。

[0048] 图20是示出显示装置的结构例子的截面图。

[0049] 图21A是示出晶体管的结构例子的俯视图。图21B及图21C是示出晶体管的结构例

子的截面图。

[0050] 图22A是说明IGZO的结晶结构的分类的图。图22B是说明CAAC-IGZO膜的XRD谱的图。图22C是说明CAAC-IGZO膜的纳米束电子衍射图案的图。

[0051] 图23A至图23E是示出移动体的一个例子的图。

[0052] 图24A是显示装置及使用者的眼睛的截面示意图。图24B是说明使用者的眼睛及其附近的示意图。图24C是示出使用者的眼睛的视网膜图案的示意图。

## 具体实施方式

[0053] 下面,参照附图对实施方式进行说明。注意,实施方式可以以多个不同方式来实施,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,就是其方式和详细内容可以被变换为各种各样的形式而不脱离本发明的宗旨及其范围。因此,本发明不应该被解释为仅限定在下面的实施方式所记载的内容中。

[0054] 注意,在下面说明的发明结构中,在不同的附图中共同使用相同的附图标记来表示相同的部分或具有相同功能的部分,而省略反复说明。此外,当表示具有相同功能的部分时有时使用相同的阴影线,而不特别附加附图标记。

[0055] 注意,在本说明书所说明的各个附图中,有时为了明确起见,夸大表示各构成要素的大小、层的厚度或区域。因此,本发明并不局限于附图中的尺寸。

[0056] 在本说明书等中使用的“第一”及“第二”等序数词是为了避免构成要素的混淆而附记的,而不是为了在数目方面上进行限定的。

[0057] 在本说明书等中,“膜”和“层”可以根据情况或状况相互调换。例如,有时可以将“导电层”或“绝缘层”分别变换为“导电膜”或“绝缘膜”。

[0058] 在本说明书等中,“平行”是指两条直线形成的角度为-10°以上且10°以下的状态。因此,也包括该角度为-5°以上且5°以下的状态。“大致平行”是指两条直线形成的角度为-30°以上且30°以下的状态。此外,“垂直”是指两条直线形成的角度为80°以上且100°以下的状态。因此,也包括该角度为85°以上且95°以下的状态。“大致垂直”是指两条直线形成的角度为60°以上且120°以下的状态。

[0059] 注意,在本说明书中,EL层是指设置在发光元件的一对电极之间且至少包含发光物质的层(也称为发光层)或包括发光层的叠层体。

[0060] 在本说明书等中,显示装置的一个方式的显示面板例如具有在显示面显示(输出)图像的功能。因此,显示面板是输出装置的一个方式。

[0061] 另外,在本说明书等中,有时将在显示面板的衬底上安装有例如FPC(Flexible Printed Circuit:柔性印刷电路)或TCP(Tape Carrier Package:带载封装)等连接器的结构或在衬底上以COG(Chip On Glass:玻璃覆晶封装)方式等安装IC的结构称为显示面板模块或显示模块,或者也简单地称为显示面板等。

[0062] (实施方式1)

[0063] 在本实施方式中,例如参照附图说明本发明的一个方式的移动体。

[0064] 本发明的一个方式涉及一种包括显示装置的移动体。显示装置例如可以为平视显示器或透明显示器,可以以重叠于从前窗等窗户部看到的外界景色的方式显示图像。在本发明的一个方式的移动体中,首先,取得包含作为由显示装置显示的图像的显示图像及与

显示图像重叠的外界景色的摄像图像。接着,基于摄像图像比较显示图像与外界景色。然后,基于比较结果校正显示图像。因此,可以提高显示图像的可见度。例如,通过使显示图像的颜色为与显示图像重叠的区域的外界景色的颜色的补色,可以提高显示图像的可见度。

[0065] 通过基于包含显示图像及与显示图像重叠的外界景色的摄像图像校正显示图像,例如即使显示装置发生劣化也可以适当地校正显示图像。例如,当显示装置作为显示元件(也称为显示器件)包括有机EL元件等发光元件(也称为发光器件)并基于流过发光元件的电流量和外界景色校正显示图像时,发光元件的劣化有时阻碍显示图像的适当的校正。这是因为:即便在发光元件的劣化前与劣化后流过发光元件的电流同一,例如发光元件所发射的光的亮度也有时不同。另一方面,当基于包含显示图像的摄像图像校正显示图像时,例如可以考虑发光元件的劣化导致的发光亮度的变化而校正显示图像。如此,即便显示装置发生劣化也可以适当地校正显示图像。

[0066] 另外,可以基于上述摄像图像控制本发明的一个方式的移动体的行驶。因此,本发明的一个方式的移动体例如可以进行自动驾驶。通过使显示图像校正用摄像图像与移动体的行驶控制用摄像图像同一,可以使用于显示图像的校正的摄像装置与用于移动体的行驶控制的摄像装置同一。因此,与用于显示图像的校正的摄像装置不同于用于移动体的行驶控制的摄像装置的情况相比,可以减少设置在移动体中的构件个数。因此,可以使本发明的一个方式的移动体为多功能且廉价的移动体。

[0067] 并且,本发明的一个方式的移动体所包括的摄像装置例如可以拍摄移动体的驾驶者。因此,本发明的一个方式的移动体例如可以推测移动体的驾驶者的状态,例如可以推测移动体的驾驶者的睡意。由此,本发明的一个方式的移动体可以基于驾驶者的状态校正显示图像,例如可以校正显示图像以减轻驾驶者的睡意。在此,例如拍摄本发明的一个方式的移动体的驾驶者的摄像装置可以与用于显示图像的校正及移动体的行驶控制的摄像装置同一。例如,通过作为摄像装置使用全方位相机,可以使拍摄本发明的一个方式的移动体的驾驶者的摄像装置与用于显示图像的校正及移动体的行驶控制的摄像装置同一。

[0068] 〈移动体的结构例子〉

[0069] 图1A是示出作为本发明的一个方式的移动体的移动体10的结构例子的方框图。移动体10例如相当于车辆,具体而言可以举出汽车、公共汽车及火车等。下面,在没有特别的说明的情况下,移动体为汽车。

[0070] 移动体10包括摄像部12、驾驶数据取得部14、运算部16、图像生成部18、显示部22及控制部24。注意,图1A所示的结构例子可以说是移动体10所包括的移动体用系统的结构例子。

[0071] 摄像部12具有进行摄像并取得摄像图像的功能。摄像部12例如可以具有将包括受光元件(也称为受光器件)的像素排列为矩阵状的结构,可以使用受光元件进行摄像。

[0072] 驾驶数据取得部14具有取得作为表示移动体10的驾驶状态的数据的驾驶数据的功能。驾驶数据例如可以表示移动体10的行驶速度的随时变化。另外,驾驶数据例如可以表示加速器的工作频率及制动器的工作频率。除此之外,驾驶数据还可以表示移动体10的行驶时间、行驶距离、方向盘的旋转量或引擎旋转数等。驾驶数据取得部14例如可以包括数字式行车记录器等行车记录器。

[0073] 运算部16具有进行用来实现移动体10的功能的运算的功能。运算部16例如具有基

于摄像图像进行运算的功能。另外,运算部16例如具有基于驾驶数据进行运算的功能。运算部16例如可以包括CPU(Central Processing Unit:中央处理器)。

[0074] 另外,运算部16也可以具有进行利用机器学习的运算的功能。此时,运算部16优选具有进行利用神经网络的运算的功能。例如,运算部16优选具有进行利用前馈神经网络(FFNN:FeedForward Neural Network)、卷积神经网络(CNN:Convolutional Neural Network)、循环神经网络(RNN:Recurrent Neural Network)和长短期记忆单元(LSTM:Long Short-Term Memory)中的一个或多个神经网络的运算的功能。

[0075] 在运算部16具有进行利用机器学习的运算的功能时,运算部16优选包括GPU(Graphics Processing Unit:图形处理器)。通过运算部16包括GPU,运算部16可以高速地进行并行运算,由此例如运算部16可以高速地进行机器学习所需要的行列运算(积和运算)。

[0076] 图像生成部18具有生成图像数据的功能。例如,具有基于利用运算部16的运算结果生成图像数据的功能。

[0077] 显示部22具有显示对应在图像生成部18中生成的图像数据的图像的功能。在本说明书等中,将例如显示在显示部22上的图像称为显示图像。

[0078] 显示部22可以具有将包括显示元件的像素排列为矩阵状的结构。作为显示元件可以使用发光元件,具体而言,例如可以使用有机EL元件。另外,作为发光元件例如还可以使用无机EL元件、量子点或发光二极管(LED:Light Emitting Diode)等。当作为发光元件使用LED时,微型LED(Micro LED)可以在显示部22上显示高质量图像,所以是尤其优选的。另外,作为显示元件也可以使用液晶元件(也称为液晶器件)或数字微镜装置(DMD:Digital Micromirror Device)。另外,也可以在显示部22中使用激光显示器。

[0079] 控制部24具有控制移动体10的驱动的功能。例如,控制部24具有加速或减速(制动)移动体10的功能。另外,控制部24具有控制移动体10的行驶方向的功能,即进行转向的功能。控制部24可以基于利用运算部16的运算结果控制移动体10的驱动。

[0080] 通过移动体10包括摄像部12、运算部16及控制部24,移动体10可以具有进行自动驾驶的功能。例如,通过运算部16基于摄像部12所取得的摄像图像进行物体识别等运算处理且控制部24基于运算结果控制移动体10的驱动,移动体10可以进行自动驾驶。

[0081] 注意,虽然图1A例示出移动体10包括摄像部12、驾驶数据取得部14、运算部16、图像生成部18、显示部22及控制部24的结构,但是不局限于此。例如,除了上述构成要素以外还可以包括传感器部。作为该传感器部,例如可以包括传感器(该传感器具有测量如下因素的功能:力、位移、位置、速度、加速度、角速度、转速、距离、光、液、磁、温度、化学物质、声音、时间、硬度、电场、电流、电压、电力、辐射线、流量、湿度、倾斜度、振动、气味或红外线)。另外,作为上述传感器,例如可以适当地使用激光雷达(LIDAR:Light Detection and Ranging)等距离图像传感器或利用ToF(Time of Flight)方式的传感器。

[0082] 图1B是示出移动体10的结构例子的示意图,其示出例如包括图1A所示的移动体用系统的移动体10的外观的一个例子。移动体10包括窗户部31、灯33、显示装置35、摄像装置37及半导体装置39。

[0083] 窗户部31例如可以为前窗。另外,窗户部31例如可以为侧窗或后窗。移动体10的驾驶者等移动体10的乘员可以从窗户部31看到外界景色。

[0084] 灯33例如可以为前灯。另外,例如可以为转向灯、雾灯、后灯或后雾灯。通过使灯33点亮,例如在夜间或隧道中等外界照度较低的环境下也可以确保外界照度。灯33可以说是车载灯。

[0085] 显示装置35例如包括图1A所示的显示部22。此外,显示装置35例如也可以包括图1A所示的图像生成部18。

[0086] 作为由显示装置35显示的图像的显示图像可以以重叠于从窗户部31看到的外界景色的方式进行显示。因此,与以不重叠于外界景色的方式显示图像的情况相比,例如可以减少移动体10的驾驶者的视线移动,所以可以减轻移动体10的驾驶者的负载。

[0087] 摄像装置37例如包括图1A所示的摄像部12。由摄像装置37例如可以隔着窗户部31拍摄外界景色。在此,当显示装置35以重叠于从窗户部31看到的外界景色的方式显示图像时,摄像装置37可以取得包含显示图像和外界景色的摄像图像。注意,摄像装置37所取得的摄像图像也可以不包含显示图像和外界景色中的一个。

[0088] 注意,摄像装置37的位置不局限于图1B所示的位置,例如也可以配置在移动体10所包括的室内镜的背面。另外,可以将摄像装置37配置在车外,例如也可以配置在前灯上、汽车牌照上或其附近。或者,还可以将摄像装置37配置在方向盘上。

[0089] 摄像装置37也可以具有不但取得包含外界景色的摄像图像而且例如取得包含移动体10的驾驶者的摄像图像的功能。在此,通过使移动体10所包括的摄像装置37为全方位相机等能够拍摄全方位的摄像装置,例如一个摄像装置37可以取得包含外界景色的摄像图像及包含移动体10的驾驶者的摄像图像的双方,所以是优选的。

[0090] 半导体装置39例如包括图1A所示的驾驶数据取得部14、运算部16、图像生成部18及控制部24。当显示装置35包括图像生成部18时,半导体装置39可以不包括图像生成部18。半导体装置39例如可以包括CPU。另外,半导体装置39例如可以包括GPU。

[0091] 图2A及图2B是示出显示装置35的一个例子的示意图。图2A所示的显示装置35为平视显示器,如箭头44所示那样将图像投影到窗户部31。因此,显示图像42被显示为虚像,移动体10的乘员如箭头46所示那样可以看到显示图像42。

[0092] 图2A所示的显示装置35例如也可以具有显示智能手机或平板等电子设备所包括的显示装置所显示的图像的功能。例如,也可以由显示装置35反射智能手机或平板等电子设备所显示的图像并将其投影到窗户部31。另外,也可以将表示智能手机或平板等电子设备所显示的图像的图像数据输入到显示装置35而在显示装置35上显示对应该图像数据的图像。如此,显示装置35可以与电子设备联动地改变显示图像42。

[0093] 图2B所示的显示装置35为透明显示器,移动体10的乘员即使隔着显示装置35也可以看到外界景色。因此,显示装置35可以以重叠于从窗户部31看到的外界景色的方式显示显示图像42。

[0094] 另外,在显示装置35为透明显示器的情况下,可以将显示装置35贴合于窗户部31。在将显示装置35贴合于窗户部31的情况下,当显示装置35具有柔性时,即便窗户部31具有弯曲部也可以沿着该弯曲部贴合显示装置35,所以是优选的。

[0095] <移动体的驱动方法的一个例子-1>

[0096] 图3A是示出图1A及图1B所示的移动体10的驱动方法的一个例子的流程图。移动体10可以通过图3A所示的方法校正显示图像。

[0097] 首先,摄像部12取得包含显示图像及与显示图像重叠的外界景色的摄像图像(步骤S01)。注意,摄像图像也可以不包含显示图像和外界景色中的一个。接着,运算部16基于摄像图像比较显示图像与外界景色(步骤S02)。在摄像图像不包含显示图像时,运算部16例如可以比较图像生成部18所生成的图像数据与摄像图像。

[0098] 然后,运算部16基于比较结果校正显示图像(步骤S03)。例如,校正显示图像以提高显示图像的可见度。例如,通过运算部16校正图像生成部18所生成的图像数据可以校正显示图像。此外,也可以考虑地方、季节、天候或时刻等校正显示图像。在步骤S03之后,例如回到步骤S01。或者,结束图3A所示的工作。

[0099] 图3B是示出图3A所示的驱动方法的更具体的方法的流程图。首先,摄像部12取得包含显示部22显示在窗户部31上的显示图像及与显示图像重叠的外界景色的摄像图像(步骤S01a)。如上所述,摄像图像也可以不包含显示图像和外界景色中的一个。接着,运算部16基于摄像图像比较显示图像的颜色与重叠于显示图像的区域的外界景色的颜色(步骤S02a)。如上所述,在摄像图像不包含显示图像时,运算部16例如可以比较图像生成部18所生成的图像数据与摄像图像。然后,运算部16基于比较结果校正显示图像的颜色(步骤S03a)。在步骤S03a之后,例如回到步骤S01a。或者,结束图3B所示的工作。

[0100] 例如,当显示图像与重叠于显示图像的区域的外界景色的颜色系统相同时,与颜色系统不同的情况相比显示图像的可见度有时下降。于是,例如将显示图像的颜色系统校正为与重叠于显示图像的区域的外界景色不同的颜色系统。例如,使显示图像的颜色为与显示图像重叠的区域的外界景色的颜色的补色。例如,在与显示图像重叠的区域的外界景色的颜色为红色时,显示图像的颜色为青色(cyan)。另外,在与显示图像重叠的区域的外界景色的颜色为绿色时,显示图像的颜色为品红色(magenta)。并且,在与显示图像重叠的区域的外界景色的颜色为蓝色时,显示图像的颜色为黄色。如此,可以提高显示图像的可见度。

[0101] 显示图像的颜色例如可以通过改变色相、明度和彩度中的至少一个来校正。另外,例如在表示全彩色的显示图像的图像数据包含表示红色图像的数据、表示绿色图像的数据及表示蓝色图像的数据时,通过相互调换这些数据可以校正显示图像的颜色。

[0102] 注意,显示图像的校正不局限于颜色的校正。例如,运算部16也可以校正显示图像的亮度。另外,运算部16也可以校正显示图像的对比度。例如,运算部16可以根据基于摄像图像取得的外界照度校正显示图像的亮度。例如,在外界照度较高时提高显示图像的亮度,在外界照度较低时降低显示图像的亮度,由此可以提高显示图像的可见度。另外,当在摄像图像所包含的外界景色中例如由于直射阳光而特定区域的亮度变高时,通过以在显示图像中与该特定区域重叠的区域的亮度高于其他区域的亮度的方式校正显示图像,可以提高显示图像的可见度。

[0103] 并且,运算部16也可以改变显示图像的显示位置。另外,运算部16也可以放大或缩小显示图像所包含的文字或图形。另外,运算部16还可以改变显示图像所包含的文字的字体或者对文字加上边。

[0104] 图4A及图4B是示出显示图像的校正的一个例子的示意图。在图4A所示的例子中显示图像42为黑色,在图4B所示的例子中显示图像42为白色。在此,例如当在图4A所示的例子中显示图像42为白色时,显示图像42与建筑物48a变为一体而显示图像42的可见度下降。另

外,例如当在图4B所示的例子中显示图像42为黑色时,显示图像42与建筑物48b变为一体而显示图像42的可见度下降。于是,例如当在图4A所示的例子中显示图像42为黑色且在图4B所示的例子中显示图像42为白色时,可以提高显示图像42的可见度。

[0105] 显示图像也可以利用机器学习校正。例如,显示图像也可以利用神经网络校正。例如,可以利用CNN抽出摄像图像的特征量并基于该特征量校正显示图像以提高可见度。

[0106] 如上所述,移动体10可以使用摄像图像控制行驶,由此例如可以进行自动驾驶。在此,通过使显示图像校正用摄像图像与移动体10的行驶控制用摄像图像同一,可以使用于显示图像的校正的摄像装置与用于移动体的行驶控制的摄像装置同一。因此,与用于显示图像的校正的摄像装置不同于用于移动体的行驶控制的摄像装置的情况相比,可以减少设置在移动体10中的构件个数。因此,可以使移动体10为多功能且廉价的移动体。

[0107] <移动体的驱动方法的一个例子-2>

[0108] 图5A是示出图1A及图1B所示的移动体10的与例如图3A所示的方法不同的驱动方法的一个例子的流程图。在图5A所示的方法中,可以考虑显示部22的状态校正显示图像。

[0109] 首先,摄像部12取得包含显示图像及与显示图像重叠的外界景色的摄像图像(步骤S11)。接着,运算部16基于摄像图像比较显示图像与外界景色(步骤S12)。例如,与利用图3A所示的方法驱动移动体10的情况同样,摄像图像也可以不包含显示图像,此时运算部16例如可以比较图像生成部18所生成的图像数据与摄像图像。

[0110] 接着,运算部16推测显示部22的状态。例如,推测显示部22的劣化状态或烧屏(burn-in)的状态(步骤S13)。然后,运算部16基于显示图像与外界景色的比较结果以及显示部22的状态校正显示图像(步骤S14)。例如,运算部16校正显示图像以抑制根据显示部22的状态而引起的不显示显示图像等不良现象的发生且提高显示图像的可见度。在步骤S14之后,例如回到步骤S11。或者,结束图5A所示的工作。

[0111] 图5B是示出图5A所示的驱动方法的更具体的方法的流程图。首先,摄像部12取得包含显示图像及与显示图像重叠的外界景色的摄像图像(步骤S11a)。接着,运算部16基于摄像图像比较显示图像与重叠于显示图像的区域的外界景色(步骤S12a)。然后,测定显示部22的温度(步骤S13a-1)。例如,在摄像部12中设置红外线传感器等温度传感器,利用温度传感器测定显示部22的温度。温度传感器优选不但测定显示部22的温度而且例如测定移动体10的内部的气温。

[0112] 接着,运算部16基于摄像图像所包含的显示图像及显示部22的温度推测显示部22的劣化状态(步骤S13a-2)。例如,运算部16可以基于摄像图像所包含的显示图像的亮度及显示部22的温度推测显示部22的劣化状态。例如,在相对于显示图像的亮度的显示部22的温度较高的情况下,流过设置在显示部22中的发光元件的电流容易被转换为热,由此可以推测显示部22发生劣化。在此,当在步骤S13a-1中例如测定移动体10的内部的气温时,可以基于该气温推测显示部22的劣化状态。例如,当移动体10的内部的气温较高时,即便显示部22的温度较高也可以推测显示部22没有发生劣化。另外,也可以考虑摄像图像所包含的外界景色而推测显示部22的劣化状态。例如,当直射阳光照射到显示部22时,即便显示部22的温度较高也可以推测显示部22没有发生劣化。

[0113] 然后,运算部16基于显示图像与外界景色的比较结果以及显示部22的劣化状态校正显示图像(步骤S14a)。在步骤S14a之后,例如回到步骤S11a。或者,结束图5B所示的工作。

[0114] 在步骤S14a中,例如,运算部16以在抑制显示部22的劣化的同时与图3A及图3B等所示的例子同样地提高显示图像的可见度的方式校正显示图像。例如,可以在可见度不下降的范围内使显示图像的亮度下降。例如,可以在显示图像中的亮度为规定值以上的区域中使亮度下降。另外,也可以考虑显示图像的色相、明度或彩度校正显示图像。例如,当使显示图像中的色相及彩度较低的颜色,例如白色等无彩色的亮度下降时,可以在抑制可见度的大幅度下降的同时抑制显示部22的劣化。

[0115] 另外,在检测到显示部22的劣化时,例如可以将显示部22的劣化的信息显示在显示部22上。例如,在移动体10的引擎启动时,可以将显示部22的劣化的信息显示在显示部22上。因此,例如可以抑制在移动体10行驶时在显示部22上不能够显示图像等不良现象的发生。

[0116] 如此,通过基于包含显示图像及外界景色的摄像图像校正显示图像,例如即使显示部22发生劣化也可以适当地校正显示图像。例如,当显示部22包括发光元件并基于流过发光元件的电流量和外界景色校正显示图像时,发光元件的劣化有时阻碍显示图像的适当的校正。这是因为:即便在发光元件的劣化前与劣化后流过发光元件的电流同一,例如发光元件所发射的光的亮度也有时不同。另一方面,当基于包含显示图像的摄像图像校正显示图像时,例如可以考虑发光元件的劣化导致的发光亮度的变化而校正显示图像。如此,即便显示部22发生劣化也可以适当地校正显示图像。

[0117] 在图5B所示的步骤S13a-2中,运算部16例如也可以推测显示部22的烧屏的状态。例如,运算部16可以基于在显示部22上显示图像的期间及显示图像的随时变化推测显示部22的烧屏的状态。当在显示部22中检测到烧屏时,运算部16例如可以校正显示图像的色相以使烧屏不显著。

[0118] <移动体的驱动方法的一个例子-3>

[0119] 图6A是示出图1A及图1B所示的移动体10的与图3A及图5A等所示的方法不同的驱动方法的一个例子的流程图。在图6A所示的方法中,可以基于移动体10内部的状态,例如移动体10的驾驶者的状态校正显示图像。

[0120] 首先,摄像部12取得包含显示图像及与显示图像重叠的外界景色的第一摄像图像。另外,摄像部12取得包含驾驶者的第二摄像图像(步骤S21)。注意,第一摄像图像也可以不包含显示图像和外界景色中的一个。

[0121] 在此,通过使移动体10所包括的摄像装置37为全方位相机等能够拍摄全方位的摄像装置,可以由同一摄像装置取得第一摄像图像和第二摄像图像,所以是优选的。通过使摄像装置37为可以拍摄全方位的摄像装置,例如可以不但拍摄移动体10的前方而且拍摄侧方及后方等。因此,例如在移动体10不但包括向前窗投影图像的显示装置而且包括向侧窗或后窗投影图像的显示装置的情况下,摄像装置37也可以拍摄这些显示装置所投影的显示图像。另外,控制部24例如可以不但基于移动体10的前方的状态而且基于侧方及后方的状态控制移动体10的驱动。

[0122] 接着,运算部16基于第一摄像图像比较显示图像与外界景色。另外,运算部16基于第二摄像图像推测移动体10的驾驶者的状态(步骤S22)。在第一摄像图像不包含显示图像时,运算部16例如可以比较图像生成部18所生成的图像数据与摄像图像。

[0123] 然后,运算部16基于显示图像与外界景色的比较结果以及驾驶者的状态的推测结

果校正显示图像(步骤S23)。例如,校正显示图像以提高显示图像的可见度且抑制起因于驾驶者的状态的事故的发生。在步骤S23之后,例如回到步骤S21。或者,结束图6A所示的工作。

[0124] 图6B是示出图6A所示的驱动方法的更具体的方法的流程图。首先,摄像部12取得包含显示图像及与显示图像重叠的外界景色的第一摄像图像。另外,摄像部12取得包含驾驶者的脸的第二摄像图像(步骤S21a)。如上所述,第一摄像图像也可以不包含显示图像和外界景色中的一个。

[0125] 接着,运算部16基于第一摄像图像比较显示图像与外界景色。另外,运算部16基于第二摄像图像推测移动体10的驾驶者的睡意(步骤S22a)。如上所述,在第一摄像图像不包含显示图像时,运算部16例如可以比较图像生成部18所生成的图像数据与摄像图像。

[0126] 然后,运算部16基于显示图像与外界景色的比较结果以及驾驶者的睡意的推测结果校正显示图像(步骤S23a)。例如,校正显示图像以提高显示图像的可见度且消除驾驶者的睡意。在步骤S23a之后,例如回到步骤S21a。或者,结束图6B所示的工作。

[0127] 例如,在移动体10的驾驶者被推测为有睡意时,通过提高显示图像的亮度、提高显示图像的对比度、将显示图像的颜色例如变为红色系统的颜色或者放大显示图像,可以校正显示图像。另外,例如也可以进行使显示图像忽亮忽灭、使显示图像的显示位置变化或者作为显示图像显示促使休息的提示等处理。另外,移动体10例如也可以进行发出警告音、振动驾驶者的座位或安全带或者发生消除睡意的气味的气体等处理。并且,在被推测为驾驶者的睡意很大的情况下,控制部24也可以停止移动体10。例如,控制部24也可以使移动体10的危险警告灯忽亮忽灭并以不与其他移动体接触的方式停止移动体10。在此,在控制部24停止移动体10的情况下,优选移动体10例如移动到路边以不阻碍其他移动体的通行。

[0128] 图7A及图7B是示出睡意推测方法的一个例子的示意图。睡意例如可以根据眼睛的状态推测。

[0129] 图7A是示出有睡意的人的眼睛的状态的一个例子的示意图,图7B是示出没有睡意的人的眼睛的状态的一个例子的示意图。如图7A及图7B所示,在有睡意的情况下,与没有睡意的情况相比有时眼皮开合度很低。例如,图7A所示的上眼皮与下眼皮之间的距离x1短于图7B所示的上眼皮与下眼皮之间的距离x2。眼皮开合度可以基于上眼皮与下眼皮之间的距离算出。例如,可以将测定眼皮开合度时的上眼皮与下眼皮之间的距离除以上眼皮与下眼皮之间的距离的最大值而得的值定义为眼皮开合度。通过将该值定义为眼皮开合度,即使距离x1和距离x2有个人差别,运算部16也可以以高精度推测睡意的有无。

[0130] 另外,在有睡意的情况下,与没有睡意的情况相比眨眼的合眼时间有可能更长,并且瞳孔直径的随时变化(瞳孔直径摇动)有可能更大。运算部16可以基于上述指标并使用包含移动体10的驾驶者的脸的第二摄像图像推测驾驶者的睡意。例如,可以使用以一定时间间隔由摄像部12取得的多个第二摄像图像推测驾驶者的睡意。

[0131] 此外,也可以基于哈欠的有无或头部的摇动等推测睡意。另外,也可以基于驾驶数据推测睡意。例如,运算部16也可以基于驾驶数据检测移动体10的蜿蜒率或转向量等,由此推测移动体10的驾驶者的睡意。

[0132] 在此,运算部16可以利用机器学习推测驾驶者的睡意,例如可以利用神经网络推测驾驶者的睡意。例如,通过RNN及LSTM等能够处理时间序列数据的神经网络,可以推测驾驶者的睡意。

[0133] 注意,运算部16可以推测的例如移动体10的驾驶者的状态不局限于睡意,运算部16也可以具有推测移动体10的驾驶者的疲劳、感情或疾病等的功能。此时,显示部22例如在运算部16推测驾驶者发生疲劳提高、感情兴奋或病症等时可以作为显示图像显示促使休息的提示。

[0134] <移动体的驱动方法的一个例子-4>

[0135] 图8是示出图1A及图1B所示的移动体10的与图3A、图5A及图6A等所示的方法不同的驱动方法的一个例子的流程图。在图8所示的方法中,基于摄像图像调整灯33的亮度。

[0136] 首先,摄像部12取得包含显示图像及与显示图像重叠的外界景色的摄像图像(步骤S31)。注意,摄像图像也可以不包含显示图像和外界景色中的一个。

[0137] 接着,运算部16基于摄像图像取得外界照度(步骤S32)。当在摄像图像所包含的外界景色中存在照度高的区域时,运算部16推测外界照度高的原因(步骤S33、步骤S34)。当存在外界照度高的区域的原因是灯33的高亮度时,控制部24使灯33的亮度下降。当存在外界照度高的区域的原因不是灯33时,回到步骤S31(步骤S35、步骤S36)。

[0138] 在此,在步骤S34中,例如在摄像图像所包含的外界景色中的夜间或隧道中等很多区域的照度较低但是一部分区域的照度较高且该照度对应灯33的照度的情况下,运算部16可以推测高照度的原因是灯33所发射的光。另外,运算部16例如也可以基于摄像图像进行物体识别并据此推测存在外界照度高的区域的原因。例如,在摄像图像包含路灯或其他移动体而它们所发射的光照射到窗户部31的情况下,运算部16可以推测高照度的原因不是灯33所发射的光。

[0139] 注意,外界照度高的原因可以利用机器学习推测,例如可以利用神经网络推测。例如,可以利用CNN推测外界照度高的原因。

[0140] 通过在步骤S36中降低灯33的亮度,例如在由于灯33所发射的光而显示图像的可见度下降时可以提高显示图像的可见度。另一方面,通过在步骤S34中推测外界照度高的原因,例如可以抑制在白天操作灯33。另外,例如可以抑制在夜间由于灯33以外的物体所发射的光而存在外界照度高的区域时操作灯33。

[0141] 接着,与步骤S31同样,摄像部12取得包含显示图像及与显示图像重叠的外界景色的摄像图像(步骤S37)。然后,与步骤S32同样,运算部16基于摄像图像取得外界照度(步骤S38)。当外界照度小于规定值时,使灯33的亮度上升而回到步骤S31。另一方面,当外界照度为规定值以上时,不使灯33的亮度变化而回到步骤S31(步骤S39、步骤S40)。在步骤S39中,例如可以判定摄像图像整体的亮度的平均值小于规定值还是为规定值以上。另外,在步骤S33中,当判定为不存在外界照度高的区域时,可以省略步骤S34至步骤S38而进行步骤S39。在步骤S40之后,例如回到步骤S31。或者,结束图8所示的工作。

[0142] 通过进行步骤S37至步骤S40,可以抑制因灯33的亮度下降而不能够确保充分的外界照度。如此,通过利用图8所示的方法驱动移动体10,可以提高显示图像和外界景色的双方的可见度。例如,在灯33为前灯时,例如在步骤S36中灯33所发射的光可以是近光,在步骤S40中灯33所发射的光可以是远光。在此,尤其在灯33所发射的光是远光的情况下,优选考虑外界景色。例如,在摄像图像包含移动体10以外的移动体的情况下,灯33所发射的光优选不是远光。

[0143] 当摄像部12例如具有取得包含移动体10的驾驶者的脸的摄像图像的功能时,运算

部16也可以使用该摄像图像推测移动体10的驾驶者的状态并根据推测结果调整灯33的亮度。例如,当在步骤S34中由于灯33的亮度高而被推测为存在外界照度高的区域并且由于移动体10的驾驶者的眯缝等动作而被推测为驾驶者感受到晃眼时,在步骤S36中可以降低灯33的亮度。另外,例如当在步骤S39中外界照度被判定为小于规定值并且由于移动体10的驾驶者的身体前屈等动作而被推测为没有充分确保外界景色的可见度时,在步骤S40中可以提高灯33的亮度。如此,例如可以考虑移动体10的驾驶者的状态调整灯33的亮度,因此可以提高移动体10的方便性。

[0144] 另外,运算部16也可以校正显示图像。例如,通过与图3A或图3B所示的方法相同的方法可以校正显示图像。并且,当摄像部12例如具有取得包含移动体10的驾驶者的摄像图像的功能时,通过与图6A或图6B所示的方法相同的方法可以校正显示图像。

[0145] <移动体的驱动方法的一个例子-5>

[0146] 图9A是示出图1A及图1B所示的移动体10的与图3A、图5A、图6A及图8等不同的驱动方法的一个例子的流程图。在图9A所示的方法中,可以基于驾驶数据校正显示图像。

[0147] 首先,摄像部12取得包含显示图像及与显示图像重叠的外界景色的第一摄像图像。另外,摄像部12取得包含驾驶者的第二摄像图像。并且,驾驶数据取得部14取得驾驶数据(步骤S51)。注意,第一摄像图像也可以不包含显示图像和外界景色中的一个。

[0148] 在此,例如与利用图6A所示的方法驱动移动体10的情况同样,通过使移动体10所包括的摄像装置37为全方位相机等能够拍摄全方位的摄像装置,可以由同一摄像装置取得第一摄像图像和第二摄像图像,所以是优选的。

[0149] 接着,运算部16分析第一摄像图像、第二摄像图像及驾驶数据(步骤S52)。然后,运算部16基于分析结果校正显示图像(步骤S53)。在步骤S53之后,例如回到步骤S51。或者,结束图9A所示的工作。

[0150] 图9B是示出图9A所示的驱动方法的更具体的方法的流程图。首先,摄像部12取得包含显示图像及与显示图像重叠的外界景色的第一摄像图像。另外,摄像部12取得包含驾驶者的脸的第二摄像图像。并且,驾驶数据取得部14取得驾驶数据(步骤S51a)。如上所述,第一摄像图像也可以不包含显示图像和外界景色中的一个。

[0151] 接着,运算部16基于第二摄像图像推测移动体10的驾驶者的睡意(步骤S52a-1)。睡意的推测可以利用在图7A及图7B中说明的方法。

[0152] 在驾驶者被推测为没有睡意时,例如在示出驾驶者的睡意的参数小于规定值时,回到步骤S51a。另一方面,在驾驶者被推测为有睡意时,例如在示出驾驶者的睡意的参数为规定值以上时,运算部16基于第一摄像图像及驾驶数据推测睡意的原因(步骤S52a-2、步骤S52a-3)。

[0153] 然后,运算部16基于睡意的原因校正显示图像以消除睡意(步骤S53a)。在步骤S53a之后,例如回到步骤S51a。或者,结束图9B所示的工作。

[0154] 在步骤S53a中,例如假设从驾驶数据可知移动体10的行驶速度的随时变化较少或方向盘的旋转量较少。另外,假设从第一摄像图像可知外界景色的随时变化较少,对比度也较低。此时,可以推测移动体10的驾驶者由于外界景色单调且刺激较少而产生睡意。因此,运算部16例如可以通过连续地改变显示图像的显示位置、颜色或大小或者提高显示图像的对比度来消除驾驶者的睡意。另一方面,当推测移动体10的驾驶者由于外界照度较低而产

生睡意时,可以通过提高显示图像的亮度来消除驾驶者的睡意。注意,移动体10的驾驶者的睡意的原因可以利用机器学习推测,例如可以利用神经网络推测。

[0155] 〈移动体的驱动方法的一个例子-6〉

[0156] 图10A是示出图1A及图1B所示的移动体10的与图3A、图5A、图6A、图8及图9A等不同的驱动方法的一个例子的流程图。

[0157] 首先,摄像部12取得包含显示图像及与显示图像重叠的外界景色的摄像图像。另外,驾驶数据取得部14取得驾驶数据(步骤S61)。注意,摄像图像也可以不包含显示图像和外界景色中的一个。

[0158] 接着,运算部16基于摄像图像及驾驶数据推测外界的状况(步骤S62)。然后,运算部16基于外界的状况校正显示图像(步骤S63)。在步骤S63之后,例如回到步骤S61。或者,结束图10A所示的工作。

[0159] 图10B是示出图10A所示的驱动方法的更具体的方法的流程图。首先,摄像部12取得包含显示图像及与显示图像重叠的外界景色的摄像图像。另外,驾驶数据取得部14取得驾驶数据(步骤S61a)。如上所述,摄像图像也可以不包含显示图像和外界景色中的一个。

[0160] 接着,运算部16检测摄像图像所包含的物体(步骤S62a-1)。物体例如可以利用模式匹配检测。另外,物体例如可以利用神经网络(具体而言,CNN等)检测。

[0161] 接着,运算部16基于上述检测物体及驾驶数据推测外界的状况(步骤S62a-2)。然后,运算部16基于外界的状况的推测结果校正显示图像(步骤S63a)。例如,校正显示图像以抑制事故的发生。在步骤S63a之后,例如回到步骤S61a。或者,结束图10B所示的工作。

[0162] 图11A及图11B是示出显示图像的校正的一个例子的示意图。在图11A所示的例子中,在步骤S62a-1中检测不到人及移动体等物体。此时,即便移动体10的驾驶者注意显示图像42,发生人身事故等重大事故的可能性也很低。由此,显示部22可以显著地显示显示图像42。

[0163] 另一方面,在图10B所示的例子中,在步骤S62a-1中检测到很多人49。另外,假设由驾驶数据表示移动体10的加速器的工作频率及制动器的工作频率较高。此时,移动体10的驾驶者被推测为高度注意人49以避免接触。当在该状况下显著地显示显示图像42时,驾驶者有时被显示图像42吸引注意或者驾驶者的视野有时被显示图像42阻碍。因此,有时发生移动体10与人49接触等重大事故。

[0164] 于是,通过不显著地显示显示图像42,可以抑制事故的发生。例如,通过提高显示图像42的透过率、降低显示图像42的亮度、降低显示图像42的彩度或明度、使显示图像42的颜色系统与背景的颜色系统相同、缩小显示图像42、采用不使驾驶者注意显示图像42的内容或者不显示显示图像42等,可以抑制事故的发生。就是说,移动体10可以具有选自使显示图像的透过率变化的功能、使显示图像的亮度变化的功能和使显示图像的彩度或明度变化的功能等中的任一个或多个。

[0165] 此外,在显示图像42的可见度过低时,移动体10的驾驶者有时反而更注意显示图像42,因此运算部16优选考虑这一点校正显示图像42。例如,也可以在摄像部12取得包含移动体10的驾驶者的摄像图像之后运算部16推测疲劳等驾驶者的状态,并且考虑驾驶者的状态的推测结果校正显示图像42。例如,也可以通过推测驾驶者的疲劳的随时变化校正显示图像42以尽量减少驾驶者的疲劳而持续所需要的注意。

[0166] 如此,当例如由驾驶数据表示的移动体10的加速器的工作频率或制动器的工作频率为规定值以上且检测到规定数以上的人时,运算部16可以校正显示图像42以提高显示图像42的透过率。注意,外界的状况可以利用机器学习推测,例如可以利用神经网络推测。

[0167] 另外,在推测外界的状况时,也可以不使用摄像图像所包含的物体的检测结果和驾驶数据中的一个。例如,当移动体10的加速器的工作频率或制动器的工作频率为规定值以上时,也可以不考虑摄像图像所包含的物体的检测结果而校正显示图像42。另外,当从摄像图像检测到规定数以上的人时,也可以不考虑驾驶数据而校正显示图像42。例如,当在移动体10的前方检测到规定数以上的人时,也可以不考虑驾驶数据而校正显示图像42。

[0168] 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。例如,本发明的一个方式的移动体可以在校正显示图像的同时调整车载灯的亮度。

[0169] 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。

[0170] (实施方式2)

[0171] 在本实施方式中,说明实施方式1所示的显示装置35的详细结构例子。图12A是说明显示装置35的方框图。显示装置35包括显示区域235、第一驱动电路部231及第二驱动电路部232。显示区域235包括配置为矩阵状的多个像素230。像素230包括显示元件,显示元件可以为有机EL元件等发光元件。

[0172] 第一驱动电路部231所包括的电路例如被用作扫描线驱动电路。第二驱动电路部232所包括的电路例如被用作信号线驱动电路。注意,在隔着显示区域235与第一驱动电路部231相对的位置也可以设置某个电路。此外,在隔着显示区域235与第二驱动电路部232相对的位置也可以设置某个电路。注意,有时将第一驱动电路部231及第二驱动电路部232所包括的电路总称为“外围驱动电路”。

[0173] 作为外围驱动电路可以使用移位寄存器、电平转换器、反相器、锁存器、模拟开关或逻辑电路等各种电路。在外围驱动电路中可以使用晶体管及电容器等。

[0174] 例如,也可以作为构成像素230的晶体管使用在沟道形成区域中包含金属氧化物的晶体管(以下,OS晶体管),且作为构成外围驱动电路的晶体管使用在沟道形成区域中包含硅的晶体管(以下,Si晶体管)。OS晶体管的关态电流(off-state current)很低,由此可以降低功耗。此外,Si晶体管的工作速度比OS晶体管快,由此Si晶体管优选被用于外围驱动电路。另外,根据显示装置,也可以将OS晶体管用作构成像素230的晶体管和构成外围驱动电路及外围驱动电路的晶体管的双方。另外,根据显示装置,也可以将Si晶体管用作构成像素230的晶体管和构成外围驱动电路及外围驱动电路的晶体管的双方。另外,根据显示装置,也可以将Si晶体管用作构成像素230的晶体管,且将OS晶体管用作构成外围驱动电路的晶体管。

[0175] 另外,也可以将Si晶体管和OS晶体管的双方用作构成像素230的晶体管。另外,也可以将Si晶体管和OS晶体管的双方用作构成外围驱动电路的晶体管。

[0176] 作为用于Si晶体管的材料,可以举出单晶硅、多晶硅及非晶硅等。尤其是,可以使用半导体层中含有低温多晶硅(LTPS:Low Temperature Poly Silicon)的晶体管(以下,LTPS晶体管)。LTPS晶体管具有高场效应迁移率以及良好的频率特性。

[0177] 通过使用LTPS晶体管等Si晶体管,可以在同一衬底上形成需要以高频率驱动的电路(例如,源极驱动器电路)和显示部。因此,可以使安装到显示装置的外部电路简化,可以缩减构件成本及安装成本。

[0178] OS晶体管的场效应迁移率比使用非晶硅的晶体管高得多。另外,OS晶体管的关闭状态下的源极和漏极间的泄漏电流(以下,也称为关态电流)极低,可以长期间保持与该晶体管串联连接的电容器中储存的电荷。另外,通过使用OS晶体管,可以降低显示装置的功耗。

[0179] 另外,室温下的每沟道宽度1μm的OS晶体管的关态电流值可以为1aA($1\times10^{-18}$A)以下、1zA($1\times10^{-21}$A)以下或1yA($1\times10^{-24}$A)以下。注意,室温下的每沟道宽度1μm的Si晶体管的关态电流值为1fA($1\times10^{-15}$A)以上且1pA($1\times10^{-12}$A)以下。因此,也可以说,OS晶体管的关态电流比Si晶体管的关态电流低10位左右。

[0180] 另外,在提高像素电路所包括的发光元件的发光亮度时,需要增大流过发光元件的电流量。为此,需要提高像素电路所包括的驱动晶体管的源极-漏极间电压。因为OS晶体管的源极-漏极间的耐压比Si晶体管高,所以可以对OS晶体管的源极-漏极间施加高电压。由此,通过作为像素电路所包括的驱动晶体管使用OS晶体管,可以增大流过发光元件的电流量而提高发光元件的发光亮度。

[0181] 另外,当晶体管在饱和区域中工作时,与Si晶体管相比,OS晶体管可以使相对于栅极-源极间电压的变化的源极-漏极间电流的变化细小。因此,通过作为像素电路所包括的驱动晶体管使用OS晶体管,可以根据栅极-源极间电压的变化详细决定流过源极-漏极间的电流,所以可以控制流过发光元件的电流量。由此,可以增大像素电路的灰度。

[0182] 另外,关于晶体管在饱和区域中工作时流过的电流的饱和特性,与Si晶体管相比,OS晶体管即使逐渐地提高源极-漏极间电压也可以使稳定的电流(饱和电流)流过。因此,通过将OS晶体管用作驱动晶体管,即使例如包含EL材料的发光元件的电流-电压特性发生不均匀,也可以使稳定的电流流过发光元件。也就是说,OS晶体管当在饱和区域中工作时即使提高源极-漏极间电压,源极-漏极间电流也几乎不变,因此可以使发光元件的发光亮度稳定。

[0183] 如上所述,通过作为像素电路所包括的驱动晶体管使用OS晶体管,可以实现“黑色模糊的抑制”、“发光亮度的上升”、“多灰度化”以及“发光元件不均匀的抑制”等。

[0184] 另外,显示装置35包括大致平行地配置的多个布线236及多个布线237,该多个布线236的电位被第一驱动电路部231所包括的电路控制,该多个布线237的电位被第二驱动电路部232所包括的电路控制。

[0185] 注意,图12A示出布线236及布线237连接于像素230的例子。但是,布线236及布线237只是一个例子,连接于像素230的布线不局限于布线236及布线237。

[0186] 图12B1至图12B8是示出包括像素230的像素240的结构例子的俯视图。例如,通过将控制红色光的像素230、控制绿色光的像素230以及控制蓝色光的像素230总用作一个像素240并控制每个像素230的发光量(发光亮度),能够实现全彩色显示。由此,该三个像素230分别被用作子像素。换言之,由三个子像素分别控制红色光、绿色光或蓝色光的发光量等(参照图12B1)。此外,由三个子像素分别控制的光的颜色不局限于红色(R)、绿色(G)及蓝色(B)的组合,也可以是青色(C)、品红色(M)及黄色(Y)的组合(参照图12B2)。

[0187] 另外,作为构成一个像素240的三个像素230的配置方式,也可以采用Delta配置(参照图12B3)。具体而言,也可以以使构成一个像素240的三个像素230的每一个的中心点连接的线形成三角形的方式配置。

[0188] 另外,三个子像素(像素230)的各面积也可以不同。当根据发光颜色而发光效率及可靠性等不同时,也可以按发光颜色改变子像素的面积(参照图12B4)。

[0189] 另外,也可以将四个子像素总用作一个像素。例如,也可以对分别控制红色光、绿色光及蓝色光的三个子像素追加控制白色光的子像素(参照图12B5)。通过追加控制白色光的子像素,能够提高显示区域的亮度。此外,也可以对分别控制红色光、绿色光及蓝色光的三个子像素追加控制黄色光的子像素(参照图12B6)。另外,也可以对分别控制青色光、品红色光及黄色光的三个子像素追加控制白色光的子像素(参照图12B7)。

[0190] 通过增加用作一个像素的子像素的数量且适当地组合控制红色、绿色、蓝色、青色、品红色及黄色等的光的子像素而使用,可以提高半色调的再现性。因此,可以提高显示质量。

[0191] 另外,像素240例如除了控制红色光的像素230、控制绿色光的像素230及控制蓝色光的像素230之外还可以包括控制红外光(IR)的像素230及检测光的像素233(参照图12B8)。像素233包括受光元件。

[0192] 控制红外光的像素230可以被用作光源,像素233可以检测该像素230所发射的红外光。

[0193] 图12B8示出在控制红色光的像素230、控制绿色光的像素230、控制蓝色光的像素230、控制红外光的像素230及像素233中像素233的开口率最低的例子。像素233的受光面积越小摄像范围越窄,由此可以抑制摄像结果变模糊而提高分辨率。因此,可以进行高清晰或高分辨率的摄像,所以是优选的。注意,控制红色光的像素230、控制绿色光的像素230、控制蓝色光的像素230、控制红外光的像素230及像素233的开口率可以分别适当地决定。

[0194] 在包括图12B8所示的像素240的显示装置中,因为像素240具有受光功能,所以可以在显示图像的同时检测对象物的接触或接近。另外,本发明的一个方式的显示装置包括呈现红外光的子像素,因此还可以在使用显示装置中的子像素呈现红外光作为光源的同时显示图像。换言之,本发明的一个方式的显示装置具有与显示功能以外的功能(在此,受光功能)的亲和性高的结构。

[0195] 注意,也可以将图12B8所示的像素240中的受光元件用于触摸传感器或非接触传感器等。

[0196] 在此,触摸传感器或非触摸传感器可以检测出对象物(指头、手或笔等)的接近或接触。触摸传感器通过电子设备与对象物直接接触可以检测出对象物。此外,非触摸传感器即使对象物没有接触电子设备也可以检测出该对象物。例如,优选的是,在显示装置(或电子设备)与对象物之间的距离为0.1mm以上且300mm以下、优选为3mm以上且50mm以下的范围内显示装置可以检测出该对象物。通过采用该结构,可以在对象物没有直接接触电子设备的状态下进行操作,换言之可以以非接触(无接触)方式操作显示装置。通过采用上述结构,可以减少电子设备被弄脏或受损伤的风险。或者,可以以对象物不直接接触附着于电子设备的污渍(例如,垃圾或病毒等)的方式操作电子设备。

[0197] 注意,非接触式传感器功能也可以被称为悬浮传感器功能、悬浮触摸传感器功能、

近似触摸传感器功能或无接触式传感器功能等。另外,触摸传感器功能例如也可以被称为直接触摸传感器功能。

[0198] 本发明的一个方式的显示装置可以使刷新频率可变。例如,可以根据显示在显示装置上的内容调整刷新频率(例如,在0.01Hz以上且240Hz以下的范围内进行调整)来降低功耗。另外,也可以将通过降低刷新频率的驱动来降低显示装置的功耗这驱动称为空转停止(IDS)驱动。

[0199] 此外,也可以根据上述刷新频率使触摸传感器或近似触摸传感器的驱动频率改变。例如,在显示装置的刷新频率为120Hz时,可以将触摸传感器或近似触摸传感器的驱动频率设定为高于120Hz的频率(典型的是240Hz)。通过采用该结构,可以实现低功耗且可以提高触摸传感器或近似触摸传感器的响应速度。

[0200] 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等: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、数码相机或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;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。

[0201] 另外,通过将像素240配置为1920×1080的矩阵状,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35。另外,例如,通过将像素240配置为3840×2160的矩阵状,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35。另外,例如,通过将像素240配置为7680×4320的矩阵状,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35。通过增加像素240,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35。

[0202] 另外,显示区域235的像素密度优选为100ppi以上且10000ppi以下,更优选为1000ppi以上且10000ppi以下。例如,显示区域235的像素密度可以为2000ppi以上且6000ppi以下,也可以为3000ppi以上且5000ppi以下。

[0203] 注意,显示区域235的纵横比(屏幕比)没有特别的限制。显示装置35的显示区域235例如可以对应于1:1(正方形)、4:3、16:9及16:10等各种纵横比。

[0204] 显示区域235的对角尺寸可以为0.1英寸以上且100英寸以下,也可以为100英寸以上。

[0205] 可以将显示区域235的对角尺寸设定为0.1英寸以上且5.0英寸以下,优选为0.5英寸以上且2.0英寸以下,更优选为1英寸以上且1.7英寸以下。例如,也可以将显示区域235的对角尺寸设定为1.5英寸或1.5英寸附近。通过将显示区域235的对角尺寸设定为2.0英寸以下,优选为1.5英寸附近,可以以曝光装置(典型的是扫描装置)的一次曝光处理进行处理,所以可以提高制造工艺的生产率。

[0206] <发光元件的结构例子>

[0207] 以下说明像素230所包括的发光元件。

[0208] 如图13A所示,作为像素230所包括的发光元件的发光元件161在一对电极(导电层171和导电层173)间包括EL层172。EL层172可以由层4420、发光层4411及层4430等的多个层构成。层4420例如可以包括含有电子注入性高的物质的层(电子注入层)及含有电子传输性高的物质的层(电子传输层)等。发光层4411例如包含发光化合物。层4430例如可以包括含有空穴注入性高的物质的层(空穴注入层)及含有空穴传输性高的物质的层(空穴传输层)。

[0209] 包括设置在一对电极间的层4420、发光层4411及层4430的结构可以用作单一的发光单元,在本说明书等中,将图13A的结构称为单结构。

[0210] 此外,图13B是图13A所示的发光元件161所包括的EL层172的变形例子。具体而言,图13B所示的发光元件161包括导电层171上的层4430-1、层4430-1上的层4430-2、层4430-2上的发光层4411、发光层4411上的层4420-1、层4420-1上的层4420-2以及层4420-2上的导电层173。例如,在将导电层171及导电层173分别用作阳极及阴极时,层4430-1被用作空穴注入层,层4430-2被用作空穴传输层,层4420-1被用作电子传输层,层4420-2被用作电子注入层。或者,在将导电层171及导电层173分别用作阴极及阳极时,层4430-1被用作电子注入层,层4430-2被用作电子传输层,层4420-1被用作空穴传输层,层4420-2被用作空穴注入层。通过采用这种层结构,能够向发光层4411有效地注入载流子,而提高发光层4411内的载流子的再结合效率。

[0211] 此外,如图13C所示,层4420与层4430之间设置有多个发光层(发光层4411、发光层4412及发光层4413)的结构也是单结构的一个例子。

[0212] 如图13D所示,多个发光单元(EL层172a及EL层172b)隔着中间层(电荷产生层)4440串联连接的结构在本说明书等中被称为串联结构或叠层结构。通过采用串联结构,可以实现能够进行高亮度发光的发光元件。

[0213] 另外,当发光元件161具有图13D所示的串联结构时,可以使EL层172a和EL层172b的发光颜色相同。例如,EL层172a及EL层172b的发光颜色也可以都是绿色。当显示区域235包括R、G及B这三种子像素且各子像素包括发光元件时,各子像素的发光元件也可以具有串联结构。具体而言,R的子像素的EL层172a及EL层172b都包含能够发射红色光的材料,G的子像素的EL层172a及EL层172b都包含能够发射绿色光的材料,B的子像素的EL层172a及EL层172b都包含能够发射蓝色光的材料。换言之,发光层4411和发光层4412的材料也可以相同。通过使EL层172a和EL层172b的发光颜色相同,可以降低单位发光亮度的电流密度。因此,可以提高发光元件161的可靠性。

[0214] 发光元件的发光颜色根据构成EL层172的材料可以为红色、绿色、蓝色、青色、品红色、黄色或白色等。另外,通过使发光元件具有微腔结构,可以进一步提高色纯度。

[0215] 发光层优选包含每个发光呈现R(红)、G(绿)、B(蓝)、Y(黄)或O(橙)等的两种以上的发光物质。白色发光元件优选具有发光层包含两种以上的发光物质的结构。为了得到白色发光,选择各发光处于补色关系的两种以上的发光物质即可。例如,通过使第一发光层的发光颜色与第二发光层的发光颜色处于补色关系,可以得到在发光元件整体上以白色发光的发光元件。此外,发光元件包括三个以上的发光层的情况也是同样的。

[0216] 发光层优选包含每个发光呈现R(红)、G(绿)、B(蓝)、Y(黄)或O(橙)等的两种以上

的发光物质。

[0217] 作为发光物质,可以举出发射荧光的物质(荧光材料)、发射磷光的物质(磷光材料)、无机化合物(例如,量子点材料)及呈现热活化延迟荧光的物质(热活化延迟荧光(Thermally Activated Delayed Fluorescence:TADF)材料)等。此外,作为TADF材料,也可以使用单重激发态和三重激发态间处于热平衡状态的材料。这种TADF材料由于发光寿命(激发寿命)短,所以可以抑制发光元件的高亮度区域中的效率降低。

[0218] <发光元件的形成方法>

[0219] 以下说明发光元件161的形成方法的一个例子。

[0220] 图14A是发光元件161的俯视示意图。发光元件161包括呈现红色的多个发光元件161R、呈现绿色的多个发光元件161G及呈现蓝色的多个发光元件161B。在图14A中为了便于区别各发光元件,在各发光元件的发光区域内附上符号“R”、“G”、“B”。此外,也可以将图14A所示的发光元件161的结构称为SBS(Side By Side)结构。另外,图14A示出具有红色(R)、绿色(G)及蓝色(B)这三个颜色的结构作为一个例子,但不局限于此。例如,也可以采用具有四个以上的颜色的结构。

[0221] 发光元件161R、发光元件161G及发光元件161B都排列为矩阵状。图14A示出所谓的条纹排列,即在一个方向上排列同一个颜色的发光元件的排列。注意,发光元件的排列方法不局限于此,可以采用delta排列或zigzag排列等排列方法,也可以采用pentile排列。

[0222] 图14B为对应于图14A中的点划线A1-A2的截面示意图。图14B示出发光元件161R、发光元件161G及发光元件161B的截面。发光元件161R、发光元件161G及发光元件161B都设置在绝缘层363上并包括被用作像素电极的导电层171及被用作公共电极的导电层173。作为绝缘层363,可以使用无机绝缘膜和有机绝缘膜中的一方或双方。作为绝缘层363,优选使用无机绝缘膜。作为无机绝缘膜,例如可以举出氧化硅膜、氧氮化硅膜、氮氧化硅膜、氮化硅膜、氧化铝膜、氧氮化铝膜、氧化铪膜等氧化物绝缘膜及氮化物绝缘膜。

[0223] 在本说明书等中,氮氧化物是指氮含量大于氧含量的化合物。另外,氧氮化物是指氧含量大于氮含量的化合物。此外,例如可以使用卢瑟福背散射光谱学法(RBS:Rutherford Backscattering Spectrometry)来测定各元素的含量。

[0224] 发光元件161R在被用作像素电极的导电层171与被用作公共电极的导电层173之间包括EL层172R。EL层172R包含发射至少在红色波长区域具有强度的光的发光性有机化合物。发光元件161G中的EL层172G包含发射至少在绿色波长区域具有强度的光的发光性有机化合物。发光元件161B中的EL层172B包含发射至少在蓝色波长区域具有强度的光的发光性有机化合物。

[0225] 除了包含发光性有机化合物的层(发光层)以外,EL层172R、EL层172G及EL层172B各自还可以包括电子注入层、电子传输层、空穴注入层及空穴传输层中的一个以上。

[0226] 每个发光元件都设置有被用作像素电极的导电层171。另外,被用作公共电极的导电层173为各发光元件共同使用的一连续的层。被用作像素电极的导电层171和被用作公共电极的导电层173中的任一个使用对可见光具有透光性的导电膜,另一个使用具有反射性的导电膜。通过使被用作像素电极的导电层171具有透光性且使被用作公共电极的导电层173具有反射性,可以制造底面发射型(底部发射结构)显示装置,与此相反,通过使被用作像素电极的导电层171具有反射性且使被用作公共电极的导电层173具有透光性,可以制造

顶面发射型(顶部发射结构)显示装置。注意,通过使被用作像素电极的导电层171和被用作公共电极的导电层173都具有透光性,也可以制造双面发射型(双面发射结构)显示装置。

[0227] 以覆盖被用作像素电极的导电层171的端部的方式设置绝缘层272。绝缘层272的端部优选为锥形形状。绝缘层272可以使用与可用于绝缘层363的材料同样的材料。

[0228] EL层172R、EL层172G及EL层172B各自包括与被用作像素电极的导电层171的顶面接触的区域以及与绝缘层272的表面接触的区域。另外,EL层172R、EL层172G及EL层172B的端部位于绝缘层272上。

[0229] 如图14B所示,在呈现不同颜色的发光元件间,两个EL层之间设置有间隙。如此,优选以互不接触的方式设置EL层172R、EL层172G及EL层172B。由此,可以适当地防止电流流过相邻的两个EL层而产生非意图性发光(也称为串扰)。因此,显示装置可以提高对比度并实现高显示质量。

[0230] 可以利用使用金属掩模等遮蔽掩模的真空蒸镀法等分开形成EL层172R、EL层172G及EL层172B。或者,也可以通过光刻法分开形成上述EL层。通过利用光刻法,可以实现在使用金属掩模时难以实现的高清晰度的显示装置。

[0231] 在本说明书等中,有时将使用金属掩模或FMM(Fine Metal Mask,高精细金属掩模)制造的器件称为MM(Metal Mask)结构的器件。另外,在本说明书等中,有时将不使用金属掩模或FMM制造的器件称为MML(Metal Mask Less)结构的器件。MML结构的显示装置由于不使用金属掩模制造,因此其像素配置及像素形状等的设计自由度比FMM结构或MM结构的显示装置高。

[0232] 在MML结构的显示装置的制造方法中,岛状EL层不使用金属掩模的图案来形成,而在整个表面沉积EL层之后对该EL层进行加工来形成。因此,可以实现至今难以实现的高清晰的显示装置或高开口率的显示装置。并且,因为可以分别形成各颜色的EL层,所以可以实现极为鲜明、对比度极高且显示质量极高的显示装置。另外,通过在EL层上设置牺牲层(也称为掩模层),可以降低在显示装置的制造工序中EL层受到的损坏,而可以提高发光元件的可靠性。

[0233] 另外,本发明的一个方式的显示装置可以采用没有设置覆盖像素电极的端部的绝缘物的结构。换言之,可以采用像素电极与EL层间没有设置绝缘物的结构。通过采用该结构,可以有效地提取来自EL层的发光,而可以使视角依赖性极小。例如,在本发明的一个方式的显示装置中,视角(在从斜侧看屏幕时维持一定对比度的最大角度)可以为100°以上且小于180°、优选为150°以上且170°以下的范围内。另外,上下左右都可以采用上述视角。通过采用本发明的一个方式的显示装置,视角依赖性得到提高,可以提高图像的可见度。

[0234] 注意,在使用高精细金属掩模(FMM)结构形成显示装置时,例如像素配置的结构有时有限制。在此,以下对FMM结构进行说明。

[0235] 为了制造FMM结构,在EL蒸镀时与衬底对置地设置以EL材料被蒸镀在所希望的区域中的方式设置有开口部的金属掩模(也称为FMM)。然后,通过FMM进行EL蒸镀,以在所希望的区域中蒸镀EL材料。当EL蒸镀时的衬底尺寸变大时,FMM的尺寸也变大,其重量也变大。另外,在EL蒸镀时例如因为热被施加到FMM,所以有时FMM变形。或者,还有在EL蒸镀时对FMM施加一定拉力来进行蒸镀的方法等,所以FMM的重量及强度是重要的参数。

[0236] 因此,在设计FMM结构的器件的像素配置的结构的情况下,例如需要考虑上述参

数,而需要在一定限制下进行研究。另一方面,本发明的一个方式的显示装置可以采用MML结构,因此例如发挥如下优异效果,即与FMM结构相比像素配置的结构的自由度高。另外,本结构例如非常适合于柔性装置等,像素和驱动电路中的任一方或双方可以采用各种电路配置。

[0237] 此外,以覆盖发光元件161R、发光元件161G及发光元件161B的方式在被用作公共电极的导电层173上设置保护层271。保护层271具有防止水等杂质从上方扩散到各发光元件的功能。

[0238] 保护层271例如可以采用至少包括无机绝缘膜的单层结构或叠层结构。作为无机绝缘膜,例如可以举出氧化硅膜、氧氮化硅膜、氮氧化硅膜、氮化硅膜、氧化铝膜、氧氮化铝膜或氧化铪膜等氧化物膜或氮化物膜。或者,作为保护层271也可以使用铟镓氧化物或铟镓锌氧化物(IGZO)等半导体材料。另外,保护层271利用原子层沉积(ALD:Atomic Layer Deposition)法、化学气相沉积(CVD:Chemical Vapor Deposition)法及溅射法形成即可。注意,在此例示出保护层271包括无机绝缘膜的结构,但不局限于此。例如,保护层271也可以具有无机绝缘膜和有机绝缘膜的叠层结构。

[0239] 当保护层271使用铟镓锌氧化物时,可以利用湿蚀刻法或干蚀刻法进行加工。例如,当保护层271使用IGZO时,可以使用草酸、磷酸或混合药液(例如,磷酸、醋酸、硝酸和水的混合药液(也称为混合酸铝蚀刻液))等药液。该混合酸铝蚀刻液可以以磷酸:醋酸:硝酸:水=53.3:6.7:3.3:36.7附近的体积比进行配制。

[0240] 图14C示出与上述结构不同的例子。具体而言,在图14C中,包括呈现白色光的发光元件161W。发光元件161W在被用作像素电极的导电层171与被用作公共电极的导电层173之间包括呈现白色光的EL层172W。

[0241] 作为EL层172W,例如可以采用层叠有以各自的发光颜色成为补色关系的方式选择的两个以上的发光层的结构。另外,也可以使用在发光层之间夹着电荷产生层的叠层型EL层。

[0242] 图14C并列地示出三个发光元件161W。左边的发光元件161W的上部设置有着色层264R。着色层264R被用作使红色光透过的带通滤光片。同样地,中间的发光元件161W的上部设置有使绿色光透过的着色层264G,右边的发光元件161W的上部设置有使蓝色光透过的着色层264B。由此,可以使显示装置显示彩色图像。

[0243] 在此,在相邻的两个发光元件161W之间,EL层172W及被用作公共电极的导电层173彼此分开。由此,可以防止在相邻的两个发光元件161W中电流通过EL层172W流过而产生非意图性发光。特别是在作为EL层172W使用两个发光层之间设有电荷产生层的叠层型EL层时具有如下问题:当清晰度越高,即相邻的像素间的距离越小时,串扰的影响越明显,而对比度降低。因此,通过采用这种结构,可以实现兼具高清晰度和高对比度的显示装置。

[0244] 优选利用光刻法分开EL层172W及被用作公共电极的导电层173。由此,可以缩小发光元件之间的距离,因此例如与使用金属掩模等遮蔽掩模时相比,可以实现具有高开口率的显示装置。

[0245] 注意,当使用底部发射结构的发光元件时,在被用作像素电极的导电层171与绝缘层363之间设置着色层即可。

[0246] 图14D示出与上述结构不同的例子。具体而言,在图14D中,发光元件161R、发光元

件161G与发光元件161B之间没有设置绝缘层272。通过采用该结构,显示装置可以实现较高的开口率。另外,由于不设置绝缘层272而减小发光元件161的凹凸,所以显示装置的视角得到提高。具体而言,可以将视角设为150°以上且小于180°,优选为160°以上且小于180°,更优选为160°以上且小于180°。

[0247] 另外,保护层271覆盖EL层172R、EL层172G及EL层172B的侧面。通过采用该结构,可以抑制有可能从EL层172R、EL层172G及EL层172B的侧面进入的杂质(典型的是水等)。此外,相邻的发光元件161之间的泄漏电流得到降低,所以彩度及对比度得到提高且功耗得到降低。

[0248] 另外,在图14D所示的结构中,导电层171、EL层172R及导电层173的顶面形状大致一致。这种结构可以在形成导电层171、EL层172R及导电层173之后利用抗蚀剂掩模等一齐形成。这种工艺由于将导电层173用作掩模对EL层172R及导电层173进行加工,因此也可以被称为自对准构图。注意,在此对EL层172R进行说明,但EL层172G及EL层172B也可以采用同样的结构。

[0249] 另外,在图14D中,保护层271上还设置有保护层273。例如,通过利用能够沉积覆盖性较高的膜的装置(典型的是ALD装置)形成保护层271且利用沉积其覆盖性比保护层271低的膜的装置(典型的是溅射装置)形成保护层273,可以在保护层271与保护层273之间设置区域275。换言之,区域275位于EL层172R与EL层172G之间以及EL层172G与EL层172B之间。

[0250] 区域275例如包含选自空气、氮、氧、二氧化碳和第18族元素(典型的为氦、氖、氩、氪及氙等)中的任一个或多个。另外,区域275有时例如包含在沉积保护层273时使用的气体。例如,在利用溅射法沉积保护层273时,区域275有时包含上述第18族元素中的任一个或多个。注意,在区域275包含气体时,例如可以利用气相层析法识别气体。或者,在利用溅射法沉积保护层273时,保护层273的膜中也有时包含在进行溅射时使用的气体。在此情况下,例如,当利用能量分散型X射线分析(EDX分析)分析保护层273时有时检测出氩等元素。

[0251] 另外,在区域275的折射率比保护层271的折射率低时,EL层172R、EL层172G或EL层172B所发射的光在保护层271与区域275的界面反射。由此,有时可以抑制EL层172R、EL层172G或EL层172B所发射的光入射到相邻的像素。由此,可以抑制从相邻的像素混入不同发光颜色,而可以提高显示装置的显示质量。

[0252] 此外,在采用图14D所示的结构时,可以使发光元件161R与发光元件161G间的区域或者发光元件161G与发光元件161B间的区域(以下,简单地称为发光元件间的距离)变窄。具体而言,可以将发光元件间的距离设为1μm以下,优选为500nm以下,更优选为200nm以下、100nm以下、90nm以下、70nm以下、50nm以下、30nm以下、20nm以下、15nm以下或者10nm以下。换言之,具有EL层172R的侧面与EL层172G的侧面的距离或者EL层172G的侧面与EL层172B的侧面的距离为1μm以下的区域,优选为0.5μm(500nm)以下的区域,更优选为100nm以下的区域。

[0253] 另外,例如,在区域275包含气体时,可以在进行发光元件间的元件分离的同时抑制来自各发光元件的光的混合或串扰等。

[0254] 此外,例如也可以在区域275中填充含有有机材料的绝缘层。例如,含有有机材料的绝缘层可以使用丙烯酸树脂、聚酰亚胺树脂、环氧树脂、聚酰胺树脂、聚酰亚胺酰胺树脂、硅氧烷树脂、苯并环丁烯类树脂、酚醛树脂及这些树脂的前体等。另外,作为填充于区域275

中的材料,可以使用感光树脂。感光树脂可以使用正型材料或负型材料。

[0255] 通过使用感光树脂,可以仅经过曝光及显影工序形成区域275。另外,也可以使用负型感光树脂形成区域275。另外,当作为区域275使用包含有机材料的绝缘层时,优选使用吸收可见光的材料。当在区域275中使用吸收可见光的材料时,可以被区域275吸收来自EL层的发光,从而可以抑制可泄露到相邻的EL层的光(杂散光)。因此,可以提供显示质量高的显示装置。

[0256] 此外,在对上述白色发光元件(单结构或串联结构)和SBS结构的发光元件进行比较的情况下,可以使SBS结构的发光元件的功耗比白色发光元件低。当想要降低功耗时,优选采用SBS结构的发光元件。另一方面,白色发光元件的制造工艺比SBS结构的发光元件简单,由此可以降低制造成本或者提高制造成品率,所以是优选的。

[0257] 图15A示出与上述结构不同的例子。具体而言,图15A所示的结构的与图14D所示的结构不同之处在于绝缘层363的结构。在对发光元件161R、发光元件161G及发光元件161B进行加工时绝缘层363的顶面的一部分被削掉而具有凹部。该凹部中形成保护层271。换言之,在从截面看时具有保护层271的底面位于导电层171的底面的下方的区域。通过具有该区域,可以适当地抑制可从下方进入到发光元件161R、发光元件161G及发光元件161B的杂质(典型的是水等)。此外,上述凹部可在通过湿蚀刻等去除可在发光元件161R、发光元件161G及发光元件161B的加工中附着于各发光元件的侧面的杂质(也称为残渣物)时形成。通过在去除上述残渣物之后以保护层271覆盖各发光元件的侧面,可以实现可靠性高的显示装置。

[0258] 另外,图15B示出与上述结构不同的例子。具体而言,图15B所示的结构除了图15A所示的结构之外还包括绝缘层276及微透镜阵列277。绝缘层276被用作粘合层。在绝缘层276的折射率比微透镜阵列277的折射率低时,微透镜阵列277有时可以聚集发光元件161R、发光元件161G及发光元件161B所发射的光。当聚集发光元件161R、发光元件161G及发光元件161B所发射的光时,尤其在用户从显示装置的显示面的正面看该显示面的情况下,可以看到明亮的图像,所以这是优选的。此外,作为绝缘层276,可以使用紫外线固化粘合剂等光固化粘合剂、反应固化粘合剂、热固化粘合剂或厌氧粘合剂等各种固化粘合剂。作为这些粘合剂,可以举出环氧树脂、丙烯酸树脂、硅酮树脂、酚醛树脂、聚酰亚胺树脂、酰亚胺树脂、PVC(聚氯乙烯)树脂、PVB(聚乙烯醇缩丁醛)树脂及EVA(乙烯-乙酸乙烯酯)树脂等。尤其是,优选使用环氧树脂等透湿性低的材料。此外,也可以使用两液混合型树脂。此外,例如也可以使用粘合薄片。

[0259] 另外,图15C示出与上述结构不同的例子。具体而言,图15C所示的结构包括三个发光元件161W而代替图15A所示的结构中的发光元件161R、发光元件161G及发光元件161B。另外,在三个发光元件161W的上方包括绝缘层276,在绝缘层276的上方包括着色层264R、着色层264G及着色层264B。注意,也可以将着色层称为滤色片。具体而言,重叠于左侧的发光元件161W的位置上设置有透过红色光的着色层264R,重叠于中央的发光元件161W的位置上设置有透过绿色光的着色层264G,重叠于右侧的发光元件161W的位置上设置有透过蓝色光的着色层264B。由此,显示装置可以显示彩色图像。图15C所示的结构也是图14C所示的结构的变形例子。

[0260] 此外,可以使图15C所示的发光元件161W具有上述能够进行白色发光的结构(单结构或串联结构)。通过采用串联结构,可以得到高亮度发光,所以是优选的。

[0261] 另外,通过组合上述能够进行白色发光的结构(单结构和串联结构中的一方或双方)、滤色片与本发明的一个方式的MML结构,可以实现具有较高的对比度的显示装置。

[0262] 另外,图15D示出与上述结构不同的例子。具体而言,在图15D所示的结构中,保护层271以相邻于导电层171及EL层172的侧面的方式设置。另外,导电层173设置为各发光元件共同使用的一连续的层。另外,在图15D所示的结构中,区域275优选被填充剂填充。

[0263] 通过使发光元件161具有光学微腔谐振器(微腔)结构,可以提高发光颜色的色纯度。在使发光元件161具有微腔结构时,该发光元件161被构成为将导电层171与导电层173间的距离d和EL层172的折射率n的积(光学距离)设定为波长λ的二分之一的m倍(m为1以上的整数),即可。距离d可以由算式1求出。

[0264] $d=m\times\lambda/(2\times n)$ ・・・算式1

[0265] 根据算式1,在微腔结构的发光元件161中基于所发射的光的波长(发光颜色)来决定距离d。距离d相当于EL层172的厚度。因此,EL层172G有时以比EL层172B厚的方式设置,并且EL层172R有时以比EL层172G厚的方式设置。

[0266] 注意,严格地说,距离d是被用作反射电极的导电层171中的反射区域至被用作半透射-半反射的导电层173中的反射区域的距离。例如,在导电层171是银与透明导电膜的ITO的叠层且ITO位于EL层172一侧的情况下,通过调整ITO的厚度可以设定对应于发光颜色的距离d。就是说,即使EL层172R、EL层172G及EL层172B的厚度都相同,也通过改变该ITO的厚度可以得到适合于发光颜色的距离d。

[0267] 然而,有时难以严格地决定导电层171及导电层173中的反射区域的位置。此时,通过将导电层171及导电层173中的任意位置假设为反射区域可以充分得到微腔效应。

[0268] 发光元件161由空穴注入层、空穴传输层、发光层、电子传输层及电子注入层等构成。为了提高微腔结构的光提取效率,优选将被用作反射电极的导电层171至发光层的光学距离设为λ/4的奇数倍。为了实现该光学距离,优选适当地调整构成发光元件161的各层的厚度。

[0269] 另外,在从导电层173一侧发射光时,导电层173的反射率优选比透过率高。导电层173的光透射率优选为2%以上且50%以下,更优选为2%以上且30%以下,进一步优选为2%以上且10%以下。通过降低导电层173的透过率(提高反射率),可以提高微腔效应。

[0270] 图16A是显示装置35的立体图。图16A所示的显示装置35包括与层150重叠的层160。层150包括配置为矩阵状的多个像素电路151、第一驱动电路部231、第二驱动电路部232及输入输出端子部129。层160包括配置为矩阵状的多个发光元件161。

[0271] 一个像素电路151与一个发光元件161通过电连接来被用作一个像素230。因此,层150所包括的多个像素电路151与层160所包括的多个发光元件161重叠的区域被用作显示区域235。

[0272] 显示装置35的工作所需要的功率及信号等通过输入输出端子部129被供应到显示装置35。在图16A所示的显示装置35中,可以通过相同工序形成外围驱动电路所包括的晶体管和像素230所包括的晶体管。

[0273] 另外,如图16B所示,显示装置35也可以重叠地设置层140、层150及层160。在图16B中,层150设置有配置为矩阵状的多个像素电路151,并且层140设置有第一驱动电路部231及第二驱动电路部232。通过在与像素电路151不同的层中设置第一驱动电路部231和第二

驱动电路部232,可以使显示区域235周围的边框窄,由此可以扩大显示区域235的占有面积。

[0274] 可以通过扩大显示区域235的占有面积来提高显示区域235的分辨率。在显示区域235的分辨率固定的情况下,可以扩大每一个像素的占有面积。所以,可以提高显示区域235的发光亮度。另外,可以提高相对于一个像素的占有面积的发光面积的比率(也称为“开口率”)。例如,可以使像素的开口率为40%以上且小于100%,优选为50%以上且95%以下,更优选为60%以上且95%以下。另外,由于扩大每一个像素的占有面积,可以降低供应到发光元件161的电流密度。因此,对发光元件161施加的负载得到减轻,由此可以提高显示装置35的可靠性。因此,可以提高包括显示装置35的移动体10的可靠性。

[0275] 此外,例如通过层叠显示区域235和外围驱动电路,可以缩短电连接它们的布线。因此,减少布线电阻及寄生电容,由此可以提高显示装置35的工作速度。另外,降低显示装置35的功耗。

[0276] 另外,层140除了外围驱动电路之外还可以包括CPU123、GPU124及存储电路部125。在本实施方式等中,有时将外围驱动电路、CPU123、GPU124及存储电路部125总称为“功能电路”。

[0277] 例如,CPU123具有根据储存在存储电路部125中的程序控制设置在层140中的电路的工作的功能。GPU124具有进行用来形成图像数据的运算处理的功能。另外,GPU124可以并行进行大量行列运算(积和运算),所以例如可以高速地进行使用神经网络的运算处理。GPU124例如具有使用储存在存储电路部125中的校正数据对图像数据进行校正的功能。例如,GPU124具有生成对亮度、颜色及/或对比度等进行了校正的图像数据的功能。

[0278] 另外,也可以使用GPU124进行图像数据的上转换或下转换。此外,层140也可以设置有超分辨率电路。超分辨率电路具有将显示区域235中的任意像素的电位使用该像素周围的像素的电位和权重的积和运算而决定的功能。超分辨率电路具有对分辨率比显示区域235低的图像数据进行上转换的功能。另外,超分辨率电路具有对分辨率比显示区域235高的图像数据进行下转换的功能。

[0279] 由于包括超分辨率电路可以降低GPU124的负载。例如,使用GPU124进行到2K分辨率(或4K分辨率)的处理,并且使用超分辨率电路上转换为4K分辨率(或8K分辨率),由此可以降低GPU124的负载。下转换也可以同样地进行。

[0280] 注意,层140所包括的功能电路既可以不包括这些构成要素的全部,又可以包括其他的构成要素。例如,也可以包括生成多个不同电位的电位生成电路及/或分别控制显示装置35的各电路的供电以及停止供电的电源管理电路等。

[0281] 可以按构成CPU123的各电路进行供电以及停止供电。例如,关于在构成CPU123的电路中判断为暂时不使用的电路,停止供电且在需要时再次开始供电,由此可以降低功耗。将再次开始供电时需要的数据在该电路停止之前储存在CPU123中的存储电路或存储电路部125等即可。通过储存在电路恢复时需要的数据,可以实现停止的电路的快速恢复。此外,也可以停止供应时钟信号来停止电路工作。

[0282] 另外,功能电路也可以包括DSP(Demand Side Platform:需求方平台)电路、传感器电路、通信电路和/或FPGA(Field Programmable Gate Array:现场可编程门阵)等。

[0283] 另外,可以将构成层140所包括的功能电路的晶体管的一部分设置在层150中。另

外,可以将构成层150所包括的像素电路151的晶体管的一部分设置在层140中。因此,功能电路也可以包括Si晶体管及OS晶体管。另外,像素电路151也可以包括Si晶体管及OS晶体管。

[0284] 图17示出图16A所示的显示装置35的一部分的截面结构例子。图17所示的显示装置35包括具有衬底301、电容器246及晶体管310的层150及具有发光元件161R、发光元件161G及发光元件161B的层160。层160设置在层150所包括的绝缘层363上。

[0285] 发光元件161R可以发射至少在红色波长区域具有强度的光175R。发光元件161G可以发射至少在绿色波长区域具有强度的光175G。发光元件161B可以发射至少在蓝色波长区域具有强度的光175B。

[0286] 晶体管310是在衬底301中具有沟道形成区域的晶体管。作为衬底301,例如可以使用如单晶硅衬底等半导体衬底。晶体管310包括衬底301的一部分、导电层311、低电阻区域312、绝缘层313及绝缘层314。导电层311被用作栅电极。绝缘层313位于衬底301与导电层311之间,并被用作栅极绝缘层。低电阻区域312是衬底301中掺杂有杂质的区域,并被用作源极或漏极。绝缘层314覆盖导电层311的侧面。

[0287] 此外,在相邻的两个晶体管310之间,以嵌入衬底301的方式设置有元件分离层315。

[0288] 此外,以覆盖晶体管310的方式设置有绝缘层261,电容器246设置在绝缘层261上。

[0289] 电容器246包括导电层241、导电层245及位于它们之间的绝缘层243。导电层241被用作电容器246的一个电极,导电层245被用作电容器246的另一个电极,绝缘层243被用作电容器246的介电质。

[0290] 导电层241设置在绝缘层261上,并嵌入绝缘层254中。导电层241通过嵌入绝缘层261中的插头266与晶体管310的源极和漏极中的一个电连接。绝缘层243覆盖导电层241而设置。导电层245设置在隔着绝缘层243与导电层241重叠的区域中。

[0291] 以覆盖电容器246的方式设置有绝缘层255,绝缘层363设置在绝缘层255上,发光元件161R、发光元件161G及发光元件161B设置在绝缘层363上。保护层415设置在发光元件161R、发光元件161G及发光元件161B上,在保护层415的顶面隔着树脂层419设置有衬底420。

[0292] 发光元件的像素电极通过嵌入于绝缘层243、绝缘层255及绝缘层363的插头256、嵌入于绝缘层254的导电层241以及嵌入于绝缘层261的插头266与晶体管310的源极和漏极中的一个电连接。

[0293] 图18示出图17所示的截面结构例子的变形例子。图18所示的显示装置35的截面结构例子与图17所示的截面结构例子的主要不同之处在于包括晶体管320而代替晶体管310。注意,有时省略与图17同样的部分的说明。

[0294] 晶体管320是在形成沟道的半导体层中使用金属氧化物(也称为氧化物半导体)的晶体管。

[0295] 晶体管320包括半导体层321、绝缘层323、导电层324、一对导电层325、绝缘层326及导电层327。

[0296] 作为衬底331,可以使用绝缘性衬底或半导体衬底。

[0297] 衬底331上设置有绝缘层332。绝缘层332被用作阻挡层,该阻挡层防止水或氢等杂

质从衬底331扩散到晶体管320且防止氧从半导体层321向绝缘层332一侧脱离。作为绝缘层332,可以使用与氧化硅膜相比氢或氧不容易扩散的膜诸如氧化铝膜、氧化铪膜或氮化硅膜等。

[0298] 导电层327设置在绝缘层332上,以覆盖导电层327的方式设置有绝缘层326。导电层327被用作晶体管320的第一栅电极,绝缘层326的一部分被用作第一栅极绝缘层。绝缘层326中的至少接触半导体层321的部分优选使用氧化硅膜等氧化物绝缘膜。绝缘层326的顶面优选被平坦化。

[0299] 半导体层321设置在绝缘层326上。半导体层321优选含有具有半导体特性的金属氧化物膜。

[0300] 一对导电层325接触于半导体层321上并用作源电极及漏电极。

[0301] 另外,以覆盖一对导电层325的顶面及侧面以及半导体层321的侧面等的方式设置有绝缘层328,绝缘层328上设置有绝缘层264。绝缘层328被用作阻挡层,该阻挡层防止水或氢等杂质从绝缘层264等扩散到半导体层321以及氧从半导体层321脱离。作为绝缘层328,可以使用与上述绝缘层332同样的绝缘膜。

[0302] 绝缘层328及绝缘层264中设置有到达半导体层321的开口。该开口内部嵌入有接触于绝缘层264、绝缘层328及导电层325的侧面以及半导体层321的顶面的绝缘层323以及导电层324。导电层324被用作第二栅电极,绝缘层323被用作第二栅极绝缘层。

[0303] 以其高度大致一致的方式对导电层324的顶面、绝缘层323的顶面及绝缘层264的顶面进行平坦化处理,并且以覆盖它们的方式设置有绝缘层329及绝缘层265。

[0304] 绝缘层264及绝缘层265被用作层间绝缘层。绝缘层329被用作阻挡层,该阻挡层防止水或氢等杂质从绝缘层265等扩散到晶体管320。绝缘层329可以使用与上述绝缘层328及绝缘层332同样的绝缘膜。

[0305] 与一对导电层325中的一方电连接的插头274嵌入绝缘层265、绝缘层329、绝缘层264及绝缘层328。在此,插头274优选具有覆盖绝缘层265、绝缘层329、绝缘层264及绝缘层328各自的开口的侧面及导电层325的顶面的一部分的导电层274a以及与导电层274a的顶面接触的导电层274b。此时,作为导电层274a,优选使用不容易扩散氢及氧的导电材料。

[0306] 注意,图18所示的显示装置采用包括OS晶体管以及具有MML(Metal Mask Less)结构的发光元件的结构。通过采用该结构,可以使可流过晶体管的泄漏电流以及可在相邻的发光元件间流过的泄漏电流(也称为横向泄漏电流、侧泄漏电流等)极低。另外,通过采用上述结构,在图像显示在显示装置上时观看者可以观测到图像的鲜锐度、图像的锐度、高色饱和度和高对比度中的任一个或多个。另外,通过采用可流过晶体管的泄漏电流及发光元件间的横向泄漏电流极低的结构,可以进行在显示黑色时可发生的光泄露(所谓的泛白)等极少的显示(也称为全黑色显示)。

[0307] 尤其是,在从MML结构的发光元件中采用上述SBS结构时,设置在发光元件间的层(例如是在发光元件间共同使用的有机层,也称为公共层)被分割,由此可以进行没有侧泄漏或侧泄漏极少的显示。

[0308] 图19示出图16B所示的显示装置35的一部分的截面结构例子。在图19所示的显示装置35中,层叠有沟道形成在层140所包括的衬底301A中的晶体管310A及沟道形成在层140所包括的衬底301A中的晶体管310B。衬底301A可以使用与衬底301同样的材料。

[0309] 在图19所示的显示装置35中,贴合设置有发光元件161的层160、设置有衬底301B、晶体管310B及电容器246的层150以及设置有衬底301A及晶体管310A的层140。

[0310] 衬底301B设置有贯通衬底301B的插头343。插头343被用作硅穿孔电极(TSV:Through Silicon Via)。另外,插头343与设置在衬底301B的背面(衬底301A一侧的表面)的导电层342电连接。另一方面,导电层341设置在衬底301A的绝缘层261上。

[0311] 通过使导电层341与导电层342接合,层140与层150电连接。

[0312] 作为导电层341及导电层342优选使用相同的导电材料。例如,可以使用包含选自Al、Cr、Cu、Ta、Sn、Zn、Au、Ag、Pt、Ti、Mo及W中的元素的金属膜或以上述元素为成分的金属氮化物膜(氮化钛膜、氮化钼膜或氮化钨膜)等。尤其优选的是,作为导电层341及导电层342使用铜。由此,可以采用Cu-Cu(铜-铜)直接接合技术(通过彼此连接Cu(铜)的焊盘来进行电导通的技术)。此外,也可以通过凸块将导电层341和导电层342接合。

[0313] 图20示出图19所示的截面结构例子的变形例子。在图20所示的显示装置35的截面结构例子中,层叠有沟道形成在衬底301A中的晶体管310A及在形成沟道的半导体层中含有金属氧化物的晶体管320。注意,有时省略与图17至图19同样的部分的说明。

[0314] 图20所示的层150具有从图18所示的层150去除衬底331的结构。此外,在图20所示的层140中,以覆盖晶体管310A的方式设置有绝缘层261,导电层251设置在绝缘层261上。此外,以覆盖导电层251的方式设置有绝缘层262,导电层252设置在绝缘层262上。导电层251及导电层252各自被用作布线。此外,以覆盖导电层252的方式设置有绝缘层263及绝缘层332,晶体管320设置在绝缘层332上。此外,以覆盖晶体管320的方式设置有绝缘层265,电容器246设置在绝缘层265上。电容器246与晶体管320通过插头274电连接。层150与层140所包括的绝缘层263重叠地设置。

[0315] 晶体管320可以被用作构成像素电路151的晶体管。此外,晶体管310可以被用作构成像素电路151的晶体管或构成外围驱动电路的晶体管。此外,晶体管310及晶体管320可以被用作构成运算电路或存储电路等功能电路的晶体管。

[0316] 通过具有这种结构,在包括发光元件161的层160的正下除了像素电路151之外例如还可以形成外围驱动电路。因此,与在显示区域的周边设置驱动电路的情况相比,可以实现显示装置的小型化。

[0317] 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。

[0318] 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。

[0319] (实施方式3)

[0320] 在本实施方式中,说明可以用于本发明的一个方式的移动体的晶体管。

[0321] <晶体管的结构例子>

[0322] 图21A、图21B及图21C是可以用于本发明的一个方式的移动体的晶体管500的俯视图及截面图。可以将晶体管500应用于本发明的一个方式的移动体。

[0323] 图21A是晶体管500的俯视图。此外,图21B及图21C是晶体管500的截面图。在此,图21B是沿着图21A中的点划线A1-A2的截面图,该截面图相当于晶体管500的沟道长度方向上的截面图。图21C是沿着图21A中的点划线A3-A4的截面图,该截面图相当于晶体管500的沟

道宽度方向上的截面图。注意,为了容易理解,在图21A的俯视图中省略部分构成要素。

[0324] 如图21A至图21C所示,晶体管500包括:配置在衬底(未图示)上的金属氧化物531a;配置在金属氧化物531a上的金属氧化物531b;配置在金属氧化物531b上的相互分离的导电层542a及导电层542b;配置在导电层542a及导电层542b上并形成有导电层542a与导电层542b之间的开口的绝缘层580;配置在开口中的导电层560;配置在金属氧化物531b、导电层542a、导电层542b以及绝缘层580与导电层560之间的绝缘层550;以及配置在金属氧化物531b、导电层542a、导电层542b以及绝缘层580与绝缘层550之间的金属氧化物531c。在此,如图21B和图21C所示,导电层560的顶面优选与绝缘层550、金属氧化物531c以及绝缘层580的顶面大致对齐。以下,金属氧化物531a、金属氧化物531b以及金属氧化物531c有时被统称为金属氧化物531。此外,导电层542a及导电层542b有时被统称为导电层542。

[0325] 在图21B及图21C所示的晶体管500中,导电层542a及导电层542b的位于导电层560一侧的侧面具有大致垂直的形状。此外,图21B及图21C所示的晶体管500不局限于此,导电层542a及导电层542b的侧面和底面所形成的角度也可以为10°以上且80°以下,优选为30°以上且60°以下。此外,导电层542a和导电层542b的相对的侧面也可以具有多个面。

[0326] 如图21B及图21C所示,优选绝缘层524、金属氧化物531a、金属氧化物531b、导电层542a及导电层542b与绝缘层580之间配置有绝缘层554。在此,如图21B及图21C所示,绝缘层554优选与金属氧化物531c的侧面、导电层542a的顶面及侧面、导电层542b的顶面及侧面、金属氧化物531a及金属氧化物531b的侧面以及绝缘层524的顶面接触。

[0327] 注意,在晶体管500中,在沟道形成区域及其附近具有层叠有金属氧化物531a、金属氧化物531b及金属氧化物531c的三层的结构,但是本发明不局限于此。例如,也可以具有金属氧化物531b与金属氧化物531c的两层结构或者四层以上的叠层结构。此外,在晶体管500中,导电层560具有两层结构,但是本发明不局限于此。例如,导电层560也可以具有单层结构或三层以上的叠层结构。此外,金属氧化物531a、金属氧化物531b以及金属氧化物531c也可以各自具有两层以上的叠层结构。

[0328] 例如,在金属氧化物531c具有由第一金属氧化物和第一金属氧化物上的第二金属氧化物构成的叠层结构的情况下,优选的是,第一金属氧化物具有与金属氧化物531b同样的组成,而第二金属氧化物具有与金属氧化物531a同样的组成。

[0329] 在此,导电层560被用作晶体管的栅电极,导电层542a及导电层542b各被用作晶体管的源电极或漏电极。如上所述,导电层560以嵌入绝缘层580的开口及被夹在导电层542a与导电层542b之间的区域中的方式形成。在此,导电层560、导电层542a及导电层542b的配置相对于绝缘层580的开口自对准地被选择。也就是说,在晶体管500中,栅电极可以自对准地配置在源电极与漏电极之间。由此,可以以不设置用于对准的余地的方式形成导电层560,所以可以实现晶体管500的占有面积的缩小。由此,可以实现显示装置的高清晰化。此外,可以实现窄边框的显示装置。

[0330] 如图21B及图21C所示,导电层560优选包括配置在绝缘层550的内侧的导电层560a及以嵌入导电层560a的内侧的方式配置的导电层560b。

[0331] 晶体管500优选包括配置在衬底(未图示)上的绝缘层514、配置在绝缘层514上的绝缘层516、以嵌入绝缘层516的方式配置的导电层505、配置在绝缘层516及导电层505上的绝缘层522以及配置在绝缘层522上的绝缘层524。优选在绝缘层524上配置有金属氧化物

531a。

[0332] 优选在晶体管500上配置有被用作层间膜的绝缘层574及绝缘层581。在此,绝缘层574优选与导电层560、绝缘层550、金属氧化物531c以及绝缘层580的顶面接触。

[0333] 绝缘层522、绝缘层554以及绝缘层574优选具有抑制氢(例如,氢原子和氢分子等中的至少一个)的扩散的功能。例如,绝缘层522、绝缘层554以及绝缘层574的氢透过性优选低于绝缘层524、绝缘层550以及绝缘层580。此外,绝缘层522及绝缘层554优选具有抑制氧(例如,氧原子和氧分子等中的至少一个)的扩散的功能。例如,绝缘层522及绝缘层554的氧透过性优选低于绝缘层524、绝缘层550以及绝缘层580。

[0334] 在此,绝缘层524、金属氧化物531以及绝缘层550与绝缘层580及绝缘层581由绝缘层554以及绝缘层574相隔。由此,可以抑制包含在绝缘层580及绝缘层581中的氢等杂质及过剩的氧混入绝缘层524、金属氧化物531以及绝缘层550中。

[0335] 优选的是,设置与晶体管500电连接且被用作插头的导电层545(导电层545a及导电层545b)。此外,还设置与被用作插头的导电层545的侧面接触的绝缘层541(绝缘层541a及绝缘层541b)。也就是说,绝缘层541以与绝缘层554、绝缘层580、绝缘层574以及绝缘层581的开口的内壁接触的方式设置。此外,可以以与绝缘层541的侧面接触的方式设置有导电层545的第一导电层且在导电层545的第一导电层的内侧设置有导电层545的第二导电层。在此,导电层545的顶面的高度与绝缘层581的顶面的高度可以大致相同。此外,晶体管500示出层叠有导电层545的第一导电层及导电层545的第二导电层的结构,但是本发明不局限于此。例如,导电层545也可以具有单层结构或者三层以上的叠层结构。在结构体具有叠层结构的情况下,有时按形成顺序赋予序数以进行区别。

[0336] 优选在晶体管500中将被用作氧化物半导体的金属氧化物用于包含沟道形成区域的金属氧化物531(金属氧化物531a、金属氧化物531b及金属氧化物531c)。例如,作为成为金属氧化物531的沟道形成区域的金属氧化物,优选使用其带隙为2eV以上,优选为2.5eV以上的金属氧化物。

[0337] 作为上述金属氧化物,优选至少包含铟(In)或锌(Zn)。尤其是,优选包含铟(In)及锌(Zn)。此外,除此之外,优选还包含元素M。元素M可以为铝(Al)、镓(Ga)、钇(Y)、锡(Sn)、硼(B)、钛(Ti)、铁(Fe)、镍(Ni)、锗(Ge)、锆(Zr)、钼(Mo)、镧(La)、铈(Ce)、钕(Nd)、铪(Hf)、钽(Ta)、钨(W)、镁(Mg)和钴(Co)中的一种以上。尤其是,元素M优选为铝(Al)、镓(Ga)、钇(Y)和锡(Sn)中的一种以上。另外,元素M更优选包含Ga和Sn中的任一方或双方。

[0338] 此外,如图21B所示,金属氧化物531b中的不与导电层542重叠的区域的厚度有时比其与导电层542重叠的区域的厚度薄。该厚度薄的区域在形成导电层542a及导电层542b时去除金属氧化物531b的顶面的一部分而形成。当在金属氧化物531b的顶面上沉积成为导电层542的导电膜时,有时在与该导电膜的界面附近形成低电阻区域。如此,通过去除金属氧化物531b的顶面上的位于导电层542a与导电层542b之间的低电阻区域,可以抑制沟道形成在该区域中。

[0339] 通过本发明的一个方式包括尺寸小的晶体管,可以提供一种清晰度高的显示装置。此外,通过包括通态电流大的晶体管,可以提供一种亮度高的显示装置。此外,通过包括工作速度快的晶体管,可以提供一种工作速度快的显示装置。此外,通过包括电特性稳定的晶体管,可以提供一种可靠性高的显示装置。此外,通过包括关态电流小的晶体管,可以提

供一种功耗低的显示装置。

[0340] 说明可以用于本发明的一个方式的移动体的晶体管500的详细结构。

[0341] 导电层505以包括与金属氧化物531及导电层560重叠的区域的方式配置。此外,导电层505优选以嵌入绝缘层516中的方式设置。

[0342] 导电层505包括导电层505a、导电层505b及导电层505c。导电层505a与设置在绝缘层516中的开口的底面及侧壁接触。导电层505b以嵌入于形成在导电层505a的凹部的方式设置。在此,导电层505b的顶面低于导电层505a的顶面及绝缘层516的顶面。导电层505c与导电层505b的顶面及导电层505a的侧面接触。在此,导电层505c的顶面的高度与导电层505a的顶面的高度及绝缘层516的顶面的高度大致一致。换言之,导电层505b由导电层505a及导电层505c包围。

[0343] 作为导电层505a及导电层505c优选使用具有抑制氢原子、氢分子、水分子、氮原子、氮分子、氧化氮分子($N_2O$、NO或$NO_2$等)或铜原子等杂质的扩散的功能的导电材料。或者,优选使用具有抑制氧(例如,氧原子和氧分子等中的至少一个)的扩散的功能的导电材料。

[0344] 通过作为导电层505a及导电层505c使用具有抑制氢的扩散的功能的导电材料,可以抑制含在导电层505b中的氢等杂质通过绝缘层524等扩散到金属氧化物531。此外,通过作为导电层505a及导电层505c使用具有抑制氧的扩散的功能的导电材料,可以抑制导电层505b被氧化而导电率下降。作为具有抑制氧扩散的功能的导电材料,例如优选使用钛、氮化钛、钽、氮化钽、钌或氧化钌等。由此,导电层505a可以采用上述导电材料的单层或叠层。例如,作为导电层505a使用氮化钛即可。

[0345] 此外,导电层505b优选使用以钨、铜或铝为主要成分的导电材料。例如,导电层505b可以使用钨。

[0346] 在此,导电层560有时被用作第一栅极(也称为顶栅极)电极。此外,导电层505有时被用作第二栅极(也称为底栅极)电极。在此情况下,通过与供应到导电层560的电位独立地改变供应到导电层505的电位,可以控制晶体管500的$V_{th}$。尤其是,通过对导电层505供应负电位,可以使晶体管500的$V_{th}$大于0V且可以减小关态电流。因此,与不对导电层505供应负电位的情况相比,在对导电层505供应负电位的情况下,可以减小对导电层560供应的电位为0V时的漏极电流。

[0347] 导电层505优选比金属氧化物531中的沟道形成区域大。尤其是,如图21C所示,导电层505优选延伸到与沟道宽度方向上的金属氧化物531交叉的端部的外侧的区域。就是说,优选在金属氧化物531的沟道宽度方向的侧面的外侧,导电层505和导电层560隔着绝缘层重叠。

[0348] 通过具有上述结构,可以由被用作第一栅电极的导电层560的电场和被用作第二栅电极的导电层505的电场电围绕金属氧化物531的沟道形成区域。

[0349] 如图21C所示,将导电层505延伸来用作布线。但是不局限于此,也可以在导电层505下设置被用作布线的导电层。

[0350] 绝缘层514优选被用作抑制水或氢等杂质从衬底一侧进入晶体管500的阻挡绝缘膜。因此,作为绝缘层514优选使用具有抑制氢原子、氢分子、水分子、氮原子、氮分子、氧化氮分子($N_2O$、NO或$NO_2$等)或铜原子等杂质的扩散的功能(不容易使上述杂质透过)的绝缘材料。或者,优选使用具有抑制氧(例如,氧原子和氧分子等中的至少一个)的扩散的功能(不

容易使上述氧透过)的绝缘材料。

[0351] 例如,优选的是,作为绝缘层514使用氧化铝或氮化硅等。由此,可以抑制水或氢等杂质从与绝缘层514相比更靠近衬底一侧扩散到晶体管500一侧。或者,可以抑制包含在绝缘层524等中的氧扩散到与绝缘层514相比更靠近衬底一侧。

[0352] 被用作层间膜的绝缘层516、绝缘层580及绝缘层581的介电常数优选比绝缘层514低。通过将介电常数低的材料作为层间膜,可以减少产生在布线之间的寄生电容。例如,作为绝缘层516、绝缘层580及绝缘层581,适当地使用氧化硅、氧氮化硅、氮氧化硅、氮化硅、添加有氟的氧化硅、添加有碳的氧化硅、添加有碳及氮的氧化硅或具有空孔的氧化硅等,即可。

[0353] 绝缘层522及绝缘层524被用作栅极绝缘层。

[0354] 在此,在与金属氧化物531接触的绝缘层524中,优选通过加热使氧脱离。在本说明书中,有时将通过加热脱离的氧称为过剩氧。例如,作为绝缘层524适当地使用氧化硅或氧氮化硅等,即可。通过以与金属氧化物531接触的方式设置包含氧的绝缘层,可以减少金属氧化物531中的氧空位,从而可以提高晶体管500的可靠性。

[0355] 具体而言,作为绝缘层524,优选使用通过加热使一部分的氧脱离的氧化物材料。通过加热使氧脱离的氧化物是指在TDS(Thermal Desorption Spectroscopy:热脱附谱)分析中换算为氧原子的氧的脱离量为$1.0\times10^{18}$atoms/cm$^3$以上,优选为$1.0\times10^{19}$atoms/cm$^3$以上,进一步优选为$2.0\times10^{19}$atoms/cm$^3$以上,或者$3.0\times10^{20}$atoms/cm$^3$以上的氧化物膜。此外,进行上述TDS分析时的膜的表面温度优选在100℃以上且700℃以下,或者100℃以上且400℃以下的范围内。

[0356] 如图21C所示,有时在绝缘层524中不与绝缘层554重叠并不与金属氧化物531b重叠的区域的厚度比其他区域的厚度薄。在绝缘层524中,不与绝缘层554重叠并不与金属氧化物531b重叠的区域优选具有足够使上述氧扩散的厚度。

[0357] 与绝缘层514等同样,绝缘层522优选被用作抑制水或氢等杂质从衬底一侧混入晶体管500的阻挡绝缘膜。例如,绝缘层522的氢透过性优选比绝缘层524低。通过由绝缘层522、绝缘层554以及绝缘层574围绕绝缘层524、金属氧化物531以及绝缘层550等,可以抑制水或氢等杂质从外部进入晶体管500。

[0358] 再者,绝缘层522优选具有抑制氧(例如,氧原子和氧分子等中的至少一个)的扩散的功能(不容易使上述氧透过)。例如,绝缘层522的氧透过性优选比绝缘层524低。通过使绝缘层522具有抑制氧及杂质的扩散的功能,可以减少金属氧化物531所含的氧扩散到衬底一侧,所以是优选的。此外,可以抑制导电层505与绝缘层524及金属氧化物531所含的氧起反应。

[0359] 绝缘层522优选使用包含作为绝缘材料的铝和铪中的一方或双方的氧化物的绝缘层。作为包含铝和铪中的一方或双方的氧化物的绝缘层,优选使用氧化铝、氧化铪、包含铝及铪的氧化物(铝酸铪)等。当使用这种材料形成绝缘层522时,绝缘层522被用作抑制氧从金属氧化物531释放以及氢等杂质从晶体管500的周围部进入金属氧化物531的层。

[0360] 或者,例如也可以对上述绝缘层添加氧化铝、氧化铋、氧化锗、氧化铌、氧化硅、氧化钛、氧化钨、氧化钇或氧化锆。或者,也可以对上述绝缘层进行氮化处理。还可以在上述绝缘层上层叠氧化硅、氧氮化硅或氮化硅。

[0361] 作为绝缘层522,例如也可以以单层或叠层使用包含氧化铝、氧化铪、氧化钽、氧化锆、锆钛酸铅(PZT)、钛酸锶($SrTiO_3$)或(Ba,Sr)$TiO_3$(BST)等所谓的high-k材料的绝缘层。当进行晶体管的微型化及高集成化时,由于栅极绝缘层的薄膜化,有时发生泄漏电流等问题。通过作为被用作栅极绝缘层的绝缘层使用high-k材料,可以在保持物理厚度的同时降低晶体管工作时的栅极电位。

[0362] 此外,绝缘层522及绝缘层524也可以具有两层以上的叠层结构。此时,不局限于由相同材料构成的叠层结构,也可以是由不同材料构成的叠层结构。例如,也可以在绝缘层522下设置与绝缘层524同样的绝缘层。

[0363] 金属氧化物531包括金属氧化物531a、金属氧化物531a上的金属氧化物531b及金属氧化物531b上的金属氧化物531c。当在金属氧化物531b下设置有金属氧化物531a时,可以抑制杂质从形成在金属氧化物531a下方的结构物扩散到金属氧化物531b。当在金属氧化物531b上设置有金属氧化物531c时,可以抑制杂质从形成在金属氧化物531c上方的结构物扩散到金属氧化物531b。

[0364] 此外,金属氧化物531优选具有各金属原子的原子个数比互不相同的氧化物层的叠层结构。例如,在金属氧化物531至少包含铟(In)及元素M的情况下,在金属氧化物531a的所有构成元素中元素M所占的原子个数比优选大于在金属氧化物531b的所有构成元素中元素M所占的原子个数比。此外,金属氧化物531a中的相对于In的元素M的原子个数比优选大于金属氧化物531b中的相对于In的元素M的原子个数比。在此,金属氧化物531c可以使用可用于金属氧化物531a或金属氧化物531b的金属氧化物。

[0365] 优选的是,使金属氧化物531a及金属氧化物531c的导带底的能量高于金属氧化物531b的导带底的能量。换言之,金属氧化物531a及金属氧化物531c的电子亲和势优选小于金属氧化物531b的电子亲和势。在此情况下,金属氧化物531c优选使用可以用于金属氧化物531a的金属氧化物。具体而言,在金属氧化物531c的所有构成元素中元素M所占的原子个数比优选大于在金属氧化物531b的所有构成元素中元素M所占的原子个数比。此外,金属氧化物531c中的相对于In的元素M的原子个数比优选大于金属氧化物531b中的相对于In的元素M的原子个数比。

[0366] 在此,在金属氧化物531a、金属氧化物531b及金属氧化物531c的接合部中,导带底的能级平缓地变化。换言之,也可以将上述情况表达为金属氧化物531a、金属氧化物531b及金属氧化物531c的接合部的导带底的能级连续地变化或者连续地接合。为此,优选降低形成在金属氧化物531a与金属氧化物531b的界面以及金属氧化物531b与金属氧化物531c的界面的混合层的缺陷态密度。

[0367] 具体而言,通过使金属氧化物531a与金属氧化物531b以及金属氧化物531b与金属氧化物531c除了氧之外还包含共同元素(为主要成分),可以形成缺陷态密度低的混合层。例如,在金属氧化物531b为In-Ga-Zn氧化物的情况下,作为金属氧化物531a及金属氧化物531c可以使用In-Ga-Zn氧化物、Ga-Zn氧化物或氧化镓等。此外,金属氧化物531c可以具有叠层结构。例如,可以使用In-Ga-Zn氧化物和该In-Ga-Zn氧化物上的Ga-Zn氧化物的叠层结构,或者,可以使用In-Ga-Zn氧化物和该In-Ga-Zn氧化物上的氧化镓的叠层结构。换言之,作为金属氧化物531c,也可以使用In-Ga-Zn氧化物和不包含In的氧化物的叠层结构。

[0368] 具体而言,作为金属氧化物531a使用In:Ga:Zn=1:3:4[原子个数比]或1:1:0.5

[原子个数比]的金属氧化物,即可。此外,作为金属氧化物531b使用In:Ga:Zn=4:2:3[原子个数比]或3:1:2[原子个数比]的金属氧化物,即可。此外,作为金属氧化物531c使用In:Ga:Zn=1:3:4[原子个数比]、In:Ga:Zn=4:2:3[原子个数比]、Ga:Zn=2:1[原子个数比]或Ga:Zn=2:5[原子个数比]的金属氧化物,即可。此外,作为金属氧化物531c具有叠层结构的情况下的具体例子,可以举出In:Ga:Zn=4:2:3[原子个数比]和Ga:Zn=2:1[原子个数比]的叠层结构、In:Ga:Zn=4:2:3[原子个数比]和Ga:Zn=2:5[原子个数比]的叠层结构及In:Ga:Zn=4:2:3[原子个数比]和氧化镓的叠层结构等。

[0369] 此时,载流子的主要路径为金属氧化物531b。通过使金属氧化物531a及金属氧化物531c具有上述结构,可以降低金属氧化物531a与金属氧化物531b的界面及金属氧化物531b与金属氧化物531c的界面的缺陷态密度。因此,界面散射对载流子传导的影响减少,从而晶体管500可以得到大通态电流及高频率特性。此外,在金属氧化物531c具有叠层结构时,可以期待发挥降低上述金属氧化物531b和金属氧化物531c的界面的缺陷态密度的效果并抑制金属氧化物531c所含的构成元素扩散到绝缘层550一侧。更具体而言,金属氧化物531c具有叠层结构且不包含In的氧化物位于其叠层结构的上方,因此可以抑制In可扩散在绝缘层550一侧。绝缘层550被用作栅极绝缘层,因此在In扩散的情况下导致晶体管的特性不良。由此,通过使金属氧化物531c具有叠层结构,可以提供可靠性高的移动体。

[0370] 在金属氧化物531b上设置被用作源电极及漏电极的导电层542(导电层542a及导电层542b)。作为导电层542,优选使用选自铝、铬、铜、银、金、铂、钽、镍、钛、钼、钨、铪、钒、铌、锰、镁、锆、铍、铟、钌、铱、锶和镧中的金属元素、以上述金属元素为成分的合金或者组合上述金属元素的合金等。例如,优选使用氮化钽、氮化钛、钨、包含钛和铝的氮化物、包含钽和铝的氮化物、氧化钌、氮化钌、包含锶和钌的氧化物或包含镧和镍的氧化物等。此外,氮化钽、氮化钛、包含钛和铝的氮化物、包含钽和铝的氮化物、氧化钌、氮化钌、包含锶和钌的氧化物或包含镧和镍的氧化物是不容易氧化的导电材料或者吸收氧也维持导电性的材料,所以是优选的。

[0371] 通过以与金属氧化物531接触的方式形成上述导电层542,金属氧化物531中的导电层542附近的氧浓度有时降低。此外,在金属氧化物531中的导电层542附近有时形成包括包含在导电层542中的金属及金属氧化物531的成分的金属化合物层。在此情况下,金属氧化物531的导电层542附近的区域中的载流子密度增加,该区域的电阻降低。

[0372] 在此,导电层542a与导电层542b之间的区域以与绝缘层580的开口重叠的方式形成。因此,可以在导电层542a与导电层542b之间自对准地配置导电层560。

[0373] 绝缘层550被用作栅极绝缘层。绝缘层550优选与金属氧化物531c的顶面接触地配置。绝缘层550可以使用氧化硅、氧氮化硅、氮氧化硅、氮化硅、添加有氟的氧化硅、添加有碳的氧化硅、添加有碳及氮的氧化硅或具有空孔的氧化硅。尤其是,氧化硅及氧氮化硅具有热稳定性,所以是优选的。

[0374] 与绝缘层524同样,优选降低绝缘层550中的水或氢等杂质的浓度。绝缘层550的厚度优选为1nm以上且20nm以下。

[0375] 另外,也可以在绝缘层550与导电层560之间设置金属氧化物。该金属氧化物优选抑制氧从绝缘层550扩散到导电层560。由此,可以抑制因绝缘层550中的氧所导致的导电层560的氧化。

[0376] 该金属氧化物有时被用作栅极绝缘层的一部分。因此,在将氧化硅或氧氮化硅等用于绝缘层550的情况下,作为该金属氧化物优选使用作为相对介电常数高的high-k材料的金属氧化物。通过使栅极绝缘层具有绝缘层550与该金属氧化物的叠层结构,可以形成具有热稳定性且相对介电常数高的叠层结构。因此,可以在保持栅极绝缘层的物理厚度的同时降低在晶体管工作时施加的栅极电位。此外,可以减少被用作栅极绝缘层的绝缘层的等效氧化物厚度(EOT:Equivalent oxide thickness)。

[0377] 具体而言,可以使用包含选自铪、铝、镓、钇、锆、钨、钛、钽、镍、锗和镁等中的一种或两种以上的金属氧化物。特别是,优选使用作为包含铝及铪中的一方或双方的氧化物的绝缘层的氧化铝、氧化铪或包含铝及铪的氧化物(铝酸铪)等。

[0378] 虽然在图21B及图21C中,导电层560具有两层结构,但是也可以具有单层结构或三层以上的叠层结构。

[0379] 作为导电层560a优选使用上述具有抑制氢原子、氢分子、水分子、氮原子、氮分子、氧化氮分子($N_2O$、NO或$NO_2$等)或铜原子等杂质的扩散的功能的导电层。或者,优选使用具有抑制氧(例如,氧原子和氧分子等中的至少一个)的扩散的功能的导电材料。

[0380] 当导电层560a具有抑制氧的扩散的功能时,可以抑制绝缘层550所包含的氧使导电层560b氧化而导致导电率的下降。作为具有抑制氧的扩散的功能的导电材料,例如,优选使用钽、氮化钽、钌或氧化钌等。

[0381] 作为导电层560b优选使用以钨、铜或铝为主要成分的导电材料。此外,由于导电层560还被用作布线,所以优选使用导电性高的导电层。例如,可以使用以钨、铜或铝为主要成分的导电材料。此外,导电层560b可以具有叠层结构,例如,可以具有钛或氮化钛与上述导电材料的叠层结构。

[0382] 如图21A和图21C所示,在金属氧化物531b的不与导电层542重叠的区域,即金属氧化物531的沟道形成区域中,金属氧化物531的侧面被导电层560覆盖。由此,可以容易将被用作第一栅电极的导电层560的电场影响到金属氧化物531的侧面。由此,可以提高晶体管500的通态电流及频率特性。

[0383] 绝缘层554与绝缘层514等同样地优选被用作抑制水或氢等杂质从绝缘层580一侧混入晶体管500的阻挡绝缘膜。例如,绝缘层554的氢透过性优选比绝缘层524低。再者,如图21B及图21C所示,绝缘层554优选与金属氧化物531c的侧面、导电层542a的顶面及侧面、导电层542b的顶面及侧面、金属氧化物531a及金属氧化物531b的侧面以及绝缘层524的顶面接触。通过采用这种结构,可以抑制绝缘层580所包含的氢从导电层542a、导电层542b、金属氧化物531a、金属氧化物531b及绝缘层524的顶面或侧面进入金属氧化物531。

[0384] 再者,绝缘层554优选还具有抑制氧(例如,氧原子和氧分子等中的至少一个)的扩散的功能(不容易使上述氧透过)。例如,绝缘层554的氧透过性优选比绝缘层580或绝缘层524低。

[0385] 绝缘层554优选通过溅射法沉积。通过在包含氧的气氛下使用溅射法沉积绝缘层554,可以对绝缘层524的与绝缘层554接触的区域附近添加氧。由此,可以将氧从该区域通过绝缘层524供应到金属氧化物531中。在此,通过使绝缘层554具有抑制氧扩散到上方的功能,可以防止氧从金属氧化物531扩散到绝缘层580。此外,通过使绝缘层522具有抑制氧扩散到下方的功能,可以防止氧从金属氧化物531扩散到衬底一侧。如此,对金属氧化物531中

的沟道形成区域供应氧。由此,可以减少金属氧化物531的氧空位并抑制晶体管的常开启化。

[0386] 作为绝缘层554,例如优选沉积包含铝及铪中的一方或双方的氧化物的绝缘层。注意,作为包含铝和铪中的一方或双方的氧化物的绝缘层,优选使用氧化铝、氧化铪或包含铝及铪的氧化物(铝酸铪)等。

[0387] 通过由对氢具有阻挡性的绝缘层554覆盖绝缘层524、绝缘层550以及金属氧化物531,绝缘层580由绝缘层554与绝缘层524、金属氧化物531以及绝缘层550分开。由此,可以抑制从晶体管500的外部进入氢等杂质,因此可以对晶体管500赋予良好的电特性及可靠性。

[0388] 绝缘层580隔着绝缘层554设置在绝缘层524、金属氧化物531及导电层542上。例如,作为绝缘层580,优选包括氧化硅、氧氮化硅、氮氧化硅、添加有氟的氧化硅、添加有碳的氧化硅、添加有碳及氮的氧化硅或具有空孔的氧化硅等。尤其是,氧化硅及氧氮化硅具有热稳定性,所以是优选的。特别是,因为氧化硅、氧氮化硅及具有空孔的氧化硅等的材料可以容易形成包含通过加热脱离的氧的区域,所以是优选的。

[0389] 优选绝缘层580中的水或氢等杂质的浓度得到降低。此外,绝缘层580的顶面也可以被平坦化。

[0390] 绝缘层574优选与绝缘层514等同样地被用作抑制水或氢等杂质从上方混入到绝缘层580的阻挡绝缘膜。作为绝缘层574,例如可以使用能够用于绝缘层514或绝缘层554等的绝缘层。

[0391] 优选在绝缘层574上设置被用作层间膜的绝缘层581。与绝缘层524等同样,优选绝缘层581中的水或氢等杂质的浓度得到降低。

[0392] 在形成于绝缘层581、绝缘层574、绝缘层580及绝缘层554中的开口中配置导电层545a及导电层545b。导电层545a及导电层545b以中间夹着导电层560的方式设置。此外,导电层545a及导电层545b的顶面的高度与绝缘层581的顶面可以位于同一平面上。

[0393] 此外,以与绝缘层581、绝缘层574、绝缘层580以及绝缘层554的开口的内壁接触的方式设置有绝缘层541a,以与绝缘层541a的侧面接触的方式形成有导电层545a的第一导电层。导电层542a位于该开口的底部的至少一部分且与导电层545a接触。同样,以与绝缘层581、绝缘层574、绝缘层580以及绝缘层554的开口的内壁接触的方式设置有绝缘层541b,以与绝缘层541b的侧面接触的方式形成有导电层545b的第一导电层。导电层542b位于该开口的底部的至少一部分且与导电层545b接触。

[0394] 导电层545a及导电层545b优选使用以钨、铜或铝为主要成分的导电材料。此外,导电层545a及导电层545b也可以具有叠层结构。

[0395] 当作为导电层545采用叠层结构时,作为与金属氧化物531a、金属氧化物531b、导电层542、绝缘层554、绝缘层580、绝缘层574及绝缘层581接触的导电层优选使用上述具有抑制水或氢等杂质的扩散的功能的导电层。例如,优选使用钽、氮化钽、钛、氮化钛、钌或氧化钌等。可以以单层或叠层使用具有抑制水或氢等杂质的扩散的功能的导电材料。通过使用该导电材料,可以防止添加到绝缘层580的氧被导电层545a及导电层545b吸收。此外,可以防止水或氢等杂质从绝缘层581的上方的层通过导电层545a及导电层545b进入金属氧化物531。

[0396] 作为绝缘层541a及绝缘层541b,例如使用能够用于绝缘层554等的绝缘层,即可。因为绝缘层541a及绝缘层541b与绝缘层554接触地设置,所以可以抑制水或氢等杂质从绝缘层580等经过导电层545a及导电层545b混入金属氧化物531。此外,绝缘层541a及绝缘层541b可以抑制绝缘层580所包含的氧被导电层545a及导电层545b吸收。

[0397] 虽然未图示,但是可以以与导电层545a的顶面及导电层545b的顶面接触的方式配置被用作布线的导电层。被用作布线的导电层优选使用以钨、铜或铝为主要成分的导电材料。此外,该导电层可以具有叠层结构,例如可以具有钛或氮化钛与上述导电材料的叠层结构。该导电层也可以以嵌入绝缘层的开口中的方式形成。

[0398] <晶体管的构成材料>

[0399] 以下,说明可用于晶体管的构成材料。

[0400] [衬底]

[0401] 作为形成晶体管500的衬底例如可以使用绝缘体衬底、半导体衬底或导电体衬底。作为绝缘体衬底,例如可以举出玻璃衬底、石英衬底、蓝宝石衬底、稳定氧化锆衬底(例如,氧化钇稳定氧化锆衬底)或树脂衬底等。此外,作为半导体衬底,例如可以举出由硅或锗等构成的半导体衬底、或者由碳化硅、硅锗、砷化镓、磷化铟、氧化锌或氧化镓构成的化合物半导体衬底等。再者,还可以举出在上述半导体衬底内部具有绝缘层区域的半导体衬底,例如有SOI(Silicon On Insulator;绝缘体上硅)衬底。作为导电体衬底,可以举出石墨衬底、金属衬底、合金衬底或导电树脂衬底等。或者,可以举出包含金属氮化物的衬底或包含金属氧化物的衬底等。再者,还可以举出设置有导电层或半导体层的绝缘体衬底、设置有导电层或绝缘层的半导体衬底或者设置有半导体层或绝缘层的导电体衬底等。或者,也可以使用在这些衬底上设置有元件的衬底。作为设置在衬底上的元件,可以举出电容元件、电阻元件、开关元件、发光元件或存储元件等。

[0402] [绝缘层]

[0403] 作为绝缘层,有具有绝缘性的氧化物、氮化物、氧氮化物、氮氧化物、金属氧化物、金属氧氮化物或者金属氮氧化物等。

[0404] 例如,当进行晶体管的微型化及高集成化时,由于栅极绝缘层的薄膜化,有时发生泄漏电流等的问题。通过作为被用作栅极绝缘层的绝缘层使用high-k材料,可以在保持物理厚度的同时实现晶体管工作时的低电压化。另一方面,通过将相对介电常数较低的材料用于被用作层间膜的绝缘层,可以减少产生在布线之间的寄生电容。因此,优选根据功能选择绝缘层的材料。

[0405] 作为相对介电常数较高的绝缘层,可以举出氧化镓、氧化铪、氧化锆、含有铝及铪的氧化物、含有铝及铪的氧氮化物、含有硅及铪的氧化物、含有硅及铪的氧氮化物或者含有硅及铪的氮化物等。

[0406] 作为相对介电常数较低的绝缘层,可以举出氧化硅、氧氮化硅、氮氧化硅、氮化硅、添加有氟的氧化硅、添加有碳的氧化硅、添加有碳及氮的氧化硅、具有空孔的氧化硅或树脂等。

[0407] 通过由具有抑制氢等杂质及氧的透过的功能的绝缘层(绝缘层514、绝缘层522、绝缘层554及绝缘层574等)围绕使用氧化物半导体的晶体管,可以使晶体管的电特性稳定。作为具有抑制氢等杂质及氧的透过的功能的绝缘层,例如可以以单层或叠层使用包含硼、碳、

氮、氧、氟、镁、铝、硅、磷、氯、氩、镓、锗、钇、锆、镧、钕、铪或钽的绝缘层。具体而言,作为具有抑制氢等杂质及氧的透过的功能的绝缘层,可以使用氧化铝、氧化镁、氧化镓、氧化锗、氧化钇、氧化锆、氧化镧、氧化钕、氧化铪或氧化钽等金属氧化物、氮化铝、氮化铝钛、氮化钛、氮氧化硅或氮化硅等金属氮化物。

[0408] 被用作栅极绝缘层的绝缘层优选为具有包含通过加热脱离的氧的区域的绝缘层。例如,通过采用具有包含通过加热脱离的氧的区域的氧化硅或者氧氮化硅接触于金属氧化物531的结构,可以填补金属氧化物531所包含的氧空位。

[0409] [导电层]

[0410] 作为导电层,优选使用选自铝、铬、铜、银、金、铂、钽、镍、钛、钼、钨、铪、钒、铌、锰、镁、锆、铍、铟、钌、铱、锶和镧等中的金属元素、以上述金属元素为成分的合金或者组合上述金属元素的合金等。例如,优选使用氮化钽、氮化钛、钨、包含钛和铝的氮化物、包含钽和铝的氮化物、氧化钌、氮化钌、包含锶和钌的氧化物或包含镧和镍的氧化物等。此外,氮化钽、氮化钛、包含钛和铝的氮化物、包含钽和铝的氮化物、氧化钌、氮化钌、包含锶和钌的氧化物或包含镧和镍的氧化物是不容易氧化的导电材料或者吸收氧也维持导电性的材料,所以是优选的。此外,也可以使用以包含磷等杂质元素的多晶硅为代表的导电率高的半导体。此外,也可以使用镍硅化物等硅化物。

[0411] 可以层叠多个由上述材料形成的导电层。例如,也可以采用组合包含上述金属元素的材料和包含氧的导电材料的叠层结构。此外,也可以采用组合包含上述金属元素的材料和包含氮的导电材料的叠层结构。此外,也可以采用组合包含上述金属元素的材料、包含氧的导电材料和包含氮的导电材料的叠层结构。

[0412] 此外,在将金属氧化物用于晶体管的沟道形成区域的情况下,作为被用作栅电极的导电层优选采用组合包含上述金属元素的材料和包含氧的导电材料的叠层结构。在此情况下,优选将包含氧的导电材料设置在沟道形成区域一侧。通过将包含氧的导电材料设置在沟道形成区域一侧,从该导电材料脱离的氧容易被供应到沟道形成区域。

[0413] 尤其是,作为被用作栅电极的导电层,优选使用含有包含在形成沟道的金属氧化物中的金属元素及氧的导电材料。此外,也可以使用含有上述金属元素及氮的导电材料。例如,也可以使用氮化钛或氮化钽等包含氮的导电材料。此外,可以使用铟锡氧化物、包含氧化钨的铟氧化物、包含氧化钨的铟锌氧化物、包含氧化钛的铟氧化物、包含氧化钛的铟锡氧化物、铟锌氧化物或添加有硅的铟锡氧化物。此外,也可以使用包含氮的铟镓锌氧化物。通过使用上述材料,有时可以俘获形成沟道的金属氧化物所包含的氢。或者,有时可以俘获从外方的绝缘层等进入的氢。

[0414] 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。

[0415] 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。

[0416] (实施方式4)

[0417] 在本实施方式中,说明可用于上述实施方式中说明的OS晶体管的金属氧化物。

[0418] <结晶结构的分类>

[0419] 首先,对氧化物半导体中的结晶结构的分类参照图22A进行说明。图22A是说明氧

化物半导体,典型为IGZO(包含In、Ga及Zn的金属氧化物)的结晶结构的分类的图。

[0420] 如图22A所示那样,氧化物半导体大致分为“Amorphous(无定形)”、“Crystalline(结晶性)”及“Crystal(结晶)”。此外,在“Amorphous”中包含completely amorphous(完全无定形)。此外,在“Crystalline”中包含CAAC(c-axis-aligned crystalline)、nc(nanocrystalline)及CAC(cloud-aligned composite)。此外,在“Crystalline”的分类中不包含single crystal(单晶)、poly crystal(多晶)及completely amorphous。此外,在“Crystal”中包含single crystal及poly crystal。

[0421] 此外,图22A所示的外框线被加粗的部分中的结构是介于“Amorphous(无定形)”与“Crystal(结晶)”之间的中间状态,是属于新的边界区域(New crystalline phase)的结构。就是说,将该结构可以说是与“Crystal(结晶)”或在能量性上不稳定的“Amorphous(无定形)”完全不同的结构。

[0422] 此外,可以使用X射线衍射(XRD:X-Ray Diffraction)谱对膜或衬底的结晶结构进行评价。图22B示出被分类为“Crystalline”的CAAC-IGZO膜的通过GIXD(Grazing-Incidence XRD)测量而得到的XRD谱。在图22B中,横轴表示2θ[deg.],纵轴表示强度(任意单位)。此外,将GIXD法也称为薄膜法或Seemann-Bohlin法。下面,将图22B所示的通过GIXD测量而得到的XRD谱简单地记为XRD谱。此外,图22B所示的CAAC-IGZO膜的组成是In:Ga:Zn=4:2:3[原子个数比]附近。此外,图22B所示的CAAC-IGZO膜的厚度为500nm。

[0423] 如图22B所示,在CAAC-IGZO膜的XRD谱中检测出表示明确的结晶性的峰。具体而言,在CAAC-IGZO膜的XRD谱中,2θ=31°附近检测出表示c轴取向的峰。此外,如图22B所示那样,2θ=31°附近的峰在以检测出峰强度的角度为轴时左右非对称。

[0424] 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(也称为纳米束电子衍射图案)对膜或衬底的结晶结构进行评价。图22C示出CAAC-IGZO膜的衍射图案。图22C是通过将电子束向平行于衬底的方向入射的NBED观察的衍射图案。此外,图22C所示的CAAC-IGZO膜的组成是In:Ga:Zn=4:2:3[原子个数比]附近。此外,在纳米束电子衍射法中,进行束径为1nm的电子衍射。

[0425] 如图22C所示那样,在CAAC-IGZO膜的衍射图案中观察到表示c轴取向的多个斑点。

[0426] [氧化物半导体的结构]

[0427] 此外,在注目于氧化物半导体的结晶结构的情况下,有时氧化物半导体的分类与图22A不同。例如,氧化物半导体可以分类为单晶氧化物半导体和除此之外的非单晶氧化物半导体。作为非单晶氧化物半导体,例如可以举出上述CAAC-OS及nc-OS。此外,在非单晶氧化物半导体中包含多晶氧化物半导体、a-like OS(amorphous-like oxide semiconductor)及非晶氧化物半导体等。

[0428] 在此,对上述CAAC-OS、nc-OS及a-like OS的详细内容进行说明。

[0429] [CAAC-OS]

[0430] CAAC-OS是包括多个结晶区域且该多个结晶区域的c轴取向于特定的方向的氧化物半导体。此外,特定的方向是指CAAC-OS膜的厚度方向、CAAC-OS膜的被形成面的法线方向、或者CAAC-OS膜的表面的法线方向。此外,结晶区域是具有原子排列的周期性的区域。注意,在将原子排列看作晶格排列时结晶区域也是晶格排列一致的区域。再者,CAAC-OS具有在a-b面方向上多个结晶区域连接的区域,有时该区域具有畸变。此外,畸变是指在多个结

晶区域连接的区域中,晶格排列一致的区域和其他晶格排列一致的区域之间的晶格排列的方向变化的部分。换言之,CAAC-OS是指c轴取向并在a-b面方向上没有明显的取向的氧化物半导体。

[0431] 此外,上述多个结晶区域的每一个由一个或多个微小结晶(最大径小于10nm的结晶)构成。在结晶区域由一个微小结晶构成的情况下,该结晶区域的最大径小于10nm。此外,结晶区域由多个微小结晶构成的情况下,有时该结晶区域的尺寸为几十nm左右。

[0432] 在In-M-Zn氧化物(元素M为选自铝、镓、钇、锡及钛等中的一种或多种)中,CAAC-OS有包括层叠有含有铟(In)及氧的层(以下,In层)和含有元素M、锌(Zn)及氧的层(以下,(M,Zn)层)的层状结晶结构(也称为层状结构)的趋势。此外,铟和元素M可以彼此置换。因此,有时(M,Zn)层包含铟。此外,有时In层包含元素M。注意,有时In层包含Zn。该层状结构例如在高分辨率TEM(Transmission Electron Microscope:透射电子显微镜)图像中被观察作为晶格像。

[0433] 例如,当对CAAC-OS膜使用XRD装置进行结构分析时,在使用θ/2θ扫描的Out-of-plane XRD测量中,在2θ=31°或其附近检测出表示c轴取向的峰。注意,表示c轴取向的峰的位置(2θ值)有时根据构成CAAC-OS的金属元素的种类或组成等变动。

[0434] 例如,在CAAC-OS膜的电子衍射图案中观察到多个亮点(斑点)。此外,在以透过样品的入射电子束的斑点(也称为直接斑点)为对称中心时,某一个斑点和其他斑点被观察在点对称的位置。

[0435] 在从上述特定的方向观察结晶区域的情况下,该结晶区域中的晶格排列基本上是六方晶格,但是单位晶格并不局限于正六角形,有是非正六角形的情况。此外,在上述畸变中,有时具有五角形或七角形等晶格排列。此外,在CAAC-OS中,畸变附近不能够观察明确的晶界(grain boundary)。也就是说,晶格排列的畸变抑制晶界的形成。这可以考虑到由于CAAC-OS因为a-b面方向上的氧原子的排列的低密度以及因金属元素被取代而使原子间的键合距离产生变化等而能够包容畸变。

[0436] 此外,确认到明确的晶界的结晶结构被称为所谓的多晶(polycrystal)。晶界成为再结合中心而载流子被俘获,有可能导致晶体管的通态电流的降低及场效应迁移率的降低等。因此,确认不到明确的晶界的CAAC-OS是对晶体管的半导体层提供具有优异的结晶结构的结晶性氧化物之一。注意,CAAC-OS优选具有包含Zn的结构。例如,与In氧化物相比,In-Zn氧化物及In-Ga-Zn氧化物能够进一步地抑制晶界的发生,所以是优选的。

[0437] CAAC-OS是结晶性高且确认不到明确的晶界的氧化物半导体。因此,可以说在CAAC-OS中,不容易发生起因于晶界的电子迁移率的降低。此外,氧化物半导体的结晶性有时因杂质的混入及/或缺陷的生成等而降低,因此可以说CAAC-OS是杂质及缺陷(氧空位等)少的氧化物半导体。因此,包含CAAC-OS的氧化物半导体的物理性质稳定。因此,包含CAAC-OS的氧化物半导体具有高耐热性及高可靠性。此外,CAAC-OS对制造工序中的高温度(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。

[0438] [nc-OS]

[0439] 在nc-OS中,微小的区域(例如1nm以上且10nm以下的区域,特别是1nm以上且3nm以下的区域)中的原子排列具有周期性。换言之,nc-OS具有微小的结晶。此外,例如,该微小的

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

[0440] [a-like OS]

[0441] a-like OS是具有介于nc-OS与非晶氧化物半导体之间的结构的氧化物半导体。a-like OS包含空洞或低密度区域。也就是说,a-like OS的结晶性比nc-OS及CAAC-OS的结晶性低。此外,a-like OS的膜中的氢浓度比nc-OS及CAAC-OS的膜中的氢浓度高。

[0442] [氧化物半导体的构成]

[0443] 接着,说明上述的CAC-OS的详细内容。此外,CAC-OS与材料构成有关。

[0444] [CAC-OS]

[0445] CAC-OS例如是指包含在金属氧化物中的元素不均匀地分布的构成,其中包含不均匀地分布的元素的材料的尺寸为0.5nm以上且10nm以下,优选为1nm以上且3nm以下或近似的尺寸。注意,在下面也将在金属氧化物中一个或多个金属元素不均匀地分布且包含该金属元素的区域混合的状态称为马赛克状或补丁(patch)状,该区域的尺寸为0.5nm以上且10nm以下,优选为1nm以上且3nm以下或近似的尺寸。

[0446] 再者,CAC-OS是指其材料分开为第一区域与第二区域而成为马赛克状且该第一区域分布于膜中的构成(下面也称为云状)。就是说,CAC-OS是指具有该第一区域和该第二区域混合的构成的复合金属氧化物。

[0447] 在此,将相对于构成In-Ga-Zn氧化物的CAC-OS的金属元素的In、Ga及Zn的原子个数比的每一个记为[In]、[Ga]及[Zn]。例如,在In-Ga-Zn氧化物的CAC-OS中,第一区域是其[In]大于CAC-OS膜的组成中的[In]的区域。此外,第二区域是其[Ga]大于CAC-OS膜的组成中的[Ga]的区域。或者,例如,第一区域是其[In]大于第二区域中的[In]且其[Ga]小于第二区域中的[Ga]的区域。此外,第二区域是其[Ga]大于第一区域中的[Ga]且其[In]小于第一区域中的[In]的区域。

[0448] 具体而言,上述第一区域是以铟氧化物或铟锌氧化物等为主要成分的区域。此外,上述第二区域是以镓氧化物或镓锌氧化物等为主要成分的区域。换言之,可以将上述第一区域称为以In为主要成分的区域。此外,可以将上述第二区域称为以Ga为主要成分的区域。

[0449] 注意,有时不能够观察上述第一区域和上述第二区域的明确的边界。

[0450] 例如,在In-Ga-Zn氧化物的CAC-OS中,根据通过能量分散型X射线分析法(EDX:Energy Dispersive X-ray spectroscopy)取得的EDX面分析(mapping)图像,可确认到具有以In为主要成分的区域(第一区域)及以Ga为主要成分的区域(第二区域)不均匀地分布且混合的构成。

[0451] 在将CAC-OS用于晶体管的情况下,通过起因于第一区域的导电性和起因于第二区

域的绝缘性的互补作用,可以使CAC-OS具有开关功能(控制开启/关闭的功能)。换言之,在CAC-OS的材料的一部分中具有导电性的功能且在另一部分中具有绝缘性的功能,在材料的整体中具有半导体的功能。通过使导电性的功能和绝缘性的功能分离,可以最大限度地提高各功能。因此,通过将CAC-OS用于晶体管,可以实现大通态电流($I_{on}$)、高场效应迁移率(μ)及良好的开关工作。

[0452] 氧化物半导体具有各种结构及各种特性。本发明的一个方式的氧化物半导体也可以包括非晶氧化物半导体、多晶氧化物半导体、a-like OS、CAC-OS、nc-OS和CAAC-OS中的两种以上。

[0453] <具有氧化物半导体的晶体管>

[0454] 接着,说明将上述氧化物半导体用于晶体管的情况。

[0455] 通过将上述氧化物半导体用于晶体管,可以实现场效应迁移率高的晶体管。此外,可以实现可靠性高的晶体管。

[0456] 尤其是,作为形成沟道的半导体层,优选使用包含铟(In)、镓(Ga)及锌(Zn)的氧化物(也记载为"IGZO")。或者,作为半导体层,也可以使用包含铟(In)、铝(Al)及锌(Zn)的氧化物(也记载为"IAZO")。或者,作为半导体层,也可以使用包含铟(In)、铝(Al)、镓(Ga)及锌(Zn)的氧化物(也记载为"IAGZO")。

[0457] 优选将载流子浓度低的氧化物半导体用于晶体管。例如,氧化物半导体的载流子浓度可以为$1\times10^{17}cm^{-3}$以下,优选为$1\times10^{15}cm^{-3}$以下,更优选为$1\times10^{13}cm^{-3}$以下,进一步优选为$1\times10^{11}cm^{-3}$以下,更进一步优选低于$1\times10^{10}cm^{-3}$,且为$1\times10^{-9}cm^{-3}$以上。在以降低氧化物半导体膜中的载流子浓度为目的的情况下,可以降低氧化物半导体膜中的杂质浓度以降低缺陷态密度。在本说明书等中,将杂质浓度低且缺陷态密度低的状态称为高纯度本征或实质上高纯度本征。此外,有时将载流子浓度低的氧化物半导体称为高纯度本征或实质上高纯度本征的氧化物半导体。

[0458] 因为高纯度本征或实质上高纯度本征的氧化物半导体膜具有较低的缺陷态密度,所以有可能具有较低的陷阱态密度。

[0459] 被氧化物半导体的陷阱态俘获的电荷到消失需要较长的时间,有时像固定电荷那样动作。因此,有时在陷阱态密度高的氧化物半导体中形成沟道形成区域的晶体管的电特性不稳定。

[0460] 因此,为了使晶体管的电特性稳定,降低氧化物半导体的杂质浓度是有效的。为了降低氧化物半导体的杂质浓度,优选还降低附近膜的杂质浓度。作为杂质有氢、氮、碱金属、碱土金属、铁、镍或硅等。

[0461] <杂质>

[0462] 在此,说明氧化物半导体中的各杂质的影响。

[0463] 在氧化物半导体包含第14族元素之一的硅及/或碳时,在氧化物半导体中形成缺陷态。因此,将氧化物半导体中的硅及碳的浓度以及与氧化物半导体的界面附近的硅及碳的浓度(通过SIMS(Secondary Ion Mass Spectrometry:二次离子质谱分析法)测得的浓度)设定为$2\times10^{18}atoms/cm^3$以下,优选为$2\times10^{17}atoms/cm^3$以下。

[0464] 当氧化物半导体包含碱金属或碱土金属时,有时形成缺陷态而形成载流子。因此,使用包含碱金属或碱土金属的氧化物半导体的晶体管容易具有常开启特性。因此,使通过

SIMS测得的氧化物半导体中的碱金属或碱土金属的浓度为$1\times10^{18}$atoms/cm$^3$以下,优选为$2\times10^{16}$atoms/cm$^3$以下。

[0465] 当氧化物半导体包含氮时,由于产生作为载流子的电子,使载流子浓度增高,而容易n型化。其结果是,在将包含氮的氧化物半导体用于半导体层的晶体管容易具有常开启特性。或者,在氧化物半导体包含氮时,有时形成陷阱态。其结果,有时晶体管的电特性不稳定。因此,将利用SIMS测得的氧化物半导体中的氮浓度设定为低于$5\times10^{19}$atoms/cm$^3$,优选为$5\times10^{18}$atoms/cm$^3$以下,更优选为$1\times10^{18}$atoms/cm$^3$以下,进一步优选为$5\times10^{17}$atoms/cm$^3$以下。

[0466] 包含在氧化物半导体中的氢与键合于金属原子的氧起反应生成水,因此有时形成氧空位。当氢进入该氧空位时,有时产生作为载流子的电子。此外,有时由于氢的一部分与键合于金属原子的氧键合,产生作为载流子的电子。因此,使用包含氢的氧化物半导体的晶体管容易具有常开启特性。由此,优选尽可能地减少氧化物半导体中的氢。具体而言,在氧化物半导体中,将利用SIMS测得的氢浓度设定为低于$1\times10^{20}$atoms/cm$^3$,优选低于$1\times10^{19}$atoms/cm$^3$,更优选低于$5\times10^{18}$atoms/cm$^3$,进一步优选低于$1\times10^{18}$atoms/cm$^3$。

[0467] 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,可以具有稳定的电特性。

[0468] 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。

[0469] 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。

[0470] (实施方式5)

[0471] 在本实施方式中,例如参照附图说明本发明的一个方式的移动体的具体例子。

[0472] 图23A示出汽车601。汽车601包括窗户部611。本发明的一个方式的移动体可以被用作汽车601。因此,可以提供一种显示例如对汽车601的驾驶者来说是可见度高的图像并能够抑制事故的发生的汽车。

[0473] 图23B示出公共汽车602。公共汽车602包括窗户部611。本发明的一个方式的移动体可以被用作公共汽车602。因此,可以提供一种显示例如对公共汽车602的驾驶者来说是可见度高的图像并能够抑制事故的发生的公共汽车。

[0474] 图23C示出火车603。火车603包括窗户部611。本发明的一个方式的移动体可以被用作火车603。因此,可以提供一种显示例如对火车603的驾驶者来说是可见度高的图像并能够抑制事故的发生的火车。

[0475] 图23D示出飞机604。飞机604包括窗户部611。本发明的一个方式的移动体可以被用作飞机604。因此,可以提供一种显示例如对飞机604的驾驶者来说是可见度高的图像并能够抑制事故的发生的飞机。

[0476] 图23E示出头盔605。例如,在对作为移动体的自动二轮车进行驾驶时,乘员佩戴头盔605以确保安全。头盔605包括窗户部611。本发明的一个方式的移动体用系统中的至少一部分可以被用于头盔605。例如,可以将图1A所示的移动体10中的除了驾驶数据取得部14及控制部24之外的结构用于头盔605。就是说,在头盔605中例如可以设置摄像部12、运算部16、图像生成部18及显示部22。

[0477] 此外,驾驶数据取得部14及控制部24例如可以设置在佩戴头盔605的人所驾驶的自动二轮车中。另外,驾驶数据取得部14等所输出的驾驶数据例如可以从自动二轮车等供应到头盔605。并且,摄像部12所取得的摄像图像及利用运算部16的运算结果等例如可以从头盔605供应到自动二轮车,控制部24可以基于它们控制自动二轮车的行驶。

[0478] 通过将本发明的一个方式的移动体用系统中的至少一部分用于头盔605,可以提供一种显示例如对佩戴头盔605的自动二轮车的驾驶者来说是可见度高的图像并能够抑制事故的发生的头盔。注意,不局限于头盔,也可以使用其他结构的眼镜型佩戴构件。

[0479] 本发明的一个方式的移动体或本发明的一个方式的移动体用系统还可以被用于图23A至图23E所示的汽车、公共汽车、火车、飞机及头盔以外中。例如,可以向高速铁路、直升机及战车提供本发明的一个方式的移动体。

[0480] 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。

[0481] (实施方式6)

[0482] 在本实施方式中,说明本发明的一个方式的显示装置以及使用该显示装置的本发明的一个方式的电子设备。

[0483] 图24A是示出显示装置980与使用者的眼睛的位置关系的截面示意图。显示装置980包括多个发光元件和多个受光元件。

[0484] 来自显示装置980中的发光元件的发光951通过光学系统950照射眼睛而受光元件接收眼睛所反射的光。显示装置980可以拍摄眼睛周围、眼睛表面或眼睛内部(眼底等)。

[0485] 例如,图24A所示的显示装置980包括发光元件及受光元件,所以可以通过光学系统950拍摄眼底获取视网膜图案的图像数据。但是,利用光学系统950调节焦点时,难以拍摄其他部分。例如,当将焦点对准眼底时,例如眼睛周围失焦而几乎无法拍摄。

[0486] 本发明的一个方式的显示装置在像素中包括发光元件及受光元件。本发明的一个方式的显示装置中,像素具有受光功能,所以可以在显示图像的同时检测对象物的接触或接近。此外,因为本发明的一个方式的显示装置包括发射红外光的子像素,所以也可以在利用显示装置所包括的子像素作为光源发射红外光的同时显示图像。

[0487] 本发明的一个方式的显示装置的显示部中发光元件以矩阵状配置,由此可以以该显示部显示图像。该显示部中受光元件以矩阵状配置,显示部除了具有图像显示功能之外还具有拍摄功能及感测功能中的一方或双方。可以将显示部用于图像传感器。也就是说,可以通过以显示部检测光来拍摄图像或定期监视图像来检测对象物(眼睛、眼皮或眼球的动作)。再者,本发明的一个方式的显示装置可以将发光元件用作传感器的光源。因此,不需要与显示装置另行设置受光部及光源,由此可以减少电子设备的构件数量。

[0488] 首先,参照图24A及图24B对使用者的眨眼及眼皮的动作的检测方法进行说明。

[0489] <眨眼及眼皮的动作>

[0490] 使显示装置980发射近红外光。该近红外光透过光学系统950照射到使用者的眼睛或使用者的眼睛附近。被反射的光再次透过光学系统950入射到显示装置980。由此,可以检测对象物的状态。

[0491] 另外,图24B是说明使用者的眼睛及使用者眼睛的周围的示意图。图24B示出使用者的眉毛960、使用者的眼皮(上眼皮966及下眼皮967)、使用者的睫毛961、使用者的瞳孔

962、使用者的角膜963及使用者的巩膜965。显示装置980具有拍摄选自图24B所示的使用者的眉毛960、使用者的眼皮(上眼皮966及下眼皮967)、使用者的睫毛961、使用者的瞳孔962、使用者的角膜963和使用者的巩膜965中的任一个或多个的功能。

[0492] 例如,本发明的一个方式的电子设备可以使用显示装置980检测图24B所示的使用者的眼睛或使用者的眼睛附近的状态。例如,在使用者闭眼皮(上眼皮966及下眼皮967)时,近红外光照射到眼皮的表面,即皮肤。另外,在睁眼皮时,近红外光照射到眼球的表面。皮肤与眼球表面的反射率不同,所以被反射的近红外光强度不同。通过连续地监视该状态,可以使用显示装置980检测出眨眼的次数及眨眼一次所需的时间中的一方或双方。

[0493] 在长时间观看显示器时,有时眨眼次数减少。另外,在使用者疲劳时,有时眨眼的间隔变长或一次眨眼所需的时间变长。

[0494] 本发明的一个方式的电子设备中,可以从使用者的眨眼次数和一次眨眼所需的时间中的一方或双方推测使用者的疲劳度。

[0495] <黑睛的动作>

[0496] 在将红外光的圆形斑点照射到角膜(例如,图24B所示的角膜963)与巩膜(例如,图24B所示的巩膜965)的边界区域时,随着眼球运动而在照射红外光斑点的范围内覆盖角膜的区域与覆盖巩膜的区域的比例变化。在覆盖角膜的区域和覆盖巩膜的区域中,来自覆盖巩膜的区域的反射率大得多,所以随着眼球运动而反射光量变化。通过测量该变化,可以检测使用者看哪个方向。

[0497] <巩膜反射法>

[0498] 接着,说明巩膜反射法。使显示装置980发射近红外光。该近红外光透过光学系统950照射到使用者的眼睛。被反射的光再次透过光学系统950入射到显示装置980。由此,可以检测对象物的状态。在看所显示的影像的情况下,在动作速度快的影像时视线转移。在视线转移时眼球运动。在眼球运动时,照射红外光的覆盖角膜的区域与覆盖巩膜的区域的比例变化,所以可以监视反射光的成分而检测眼球的运动。就是说,本发明的一个方式的电子设备具有眼球追踪的功能。

[0499] 通过使用眼球追踪检测使用者的视线,可以推测使用者的注视的区域。并且,通过可变速率着色降低使用者注视区域以外的分辨率,可以减少电子设备的运算量,由此可以降低功耗。

[0500] 本发明的一个方式的电子设备中由于显示装置980采用包括发光元件和传感器件的双方的结构,所以可以减少构件个数。换言之,由于本发明的一个方式的电子设备采用包括发光元件和传感器件的双方的结构,所以不需要另行设置指纹识别装置或触摸面板装置等。由此,根据本发明的一个方式,可以提供一种制造成本得到降低的电子设备。

[0501] 接着,参照图24A及图24C说明使用者的眼睛的眼底诊断。

[0502] <眼底诊断>

[0503] 如图24A所示,使用者的眼睛由晶状体942、视网膜941、视神经943、玻璃体947、脉络膜948及角膜等构成。注意,角膜与晶状体间有瞳孔,但是为了简化起见,未示出角膜及瞳孔。睫状体是从虹膜延伸的组织,从睫状体延伸的组织为脉络膜948。虹膜与瞳孔像相机光圈那样调节照射至视网膜941的光。通常视网膜941的模样,也称作视网膜图案,基本上从出生到死亡不发生变化,因此例如可以利用视网膜图案进行个人识别。利用由显示装置980获

得的视网膜图案即使远程也可以进行眼睛的诊断。

[0504] 另外,通过调整光学系统950,显示装置980可以不将焦点对准眼底而检测出使用者的眨眼、黑睛的动作及眼皮的动作中的一个或多个。也就是说,本发明的一个方式的电子设备可以检测眼疲劳。

[0505] 接着,图24C示出所获得的右眼的视网膜图案的一个例子。在视网膜941中可以观察到视神经乳头944、静脉945、动脉946、黄斑、中央凹等。视神经乳头944是指视神经943与视网膜941的边界部分,静脉945或动脉946以从视神经乳头944扩张的方式配置。此外,眼底是指眼球后侧的部分,将视网膜941、玻璃体947、脉络膜948、视神经乳头944总称为眼底。左眼的视神经乳头944位于视网膜图案的左侧,其具有使图24C的右眼的视网膜图案左右翻转的视网膜图案。

[0506] 要想利用显示装置980所包括的受光元件获得眼底的视网膜图案需要使瞳孔张开。为了使瞳孔张开而拍摄眼底,按照以下顺序改变显示。逐渐调暗显示装置980的显示屏以使使用者的眼睛适应变暗。在16.7ms以下的短时间内调亮显示屏进行拍摄。然后,使显示屏逐渐恢复至原来的亮度。

[0507] 另外,本发明的一个方式的电子设备还可以利用显示装置980检测使用者的眼疲劳度。在一定期间内调亮显示屏进行拍摄时,如果使用者眨眼则无法对眼部进行拍摄,所以可以通过检测眨眼次数、时序或闭眼时间来根据眨眼次数的多少、眨眼间隔、闭眼时间等使用利用了AI(Artificial Intelligence:人工智能)的系统推测眼疲劳度。

[0508] 另外,在将显示装置980的显示屏调暗的期间,可以进行多次拍摄来检测使用者的眼疲劳度。通过进行多次拍摄来检测视网膜血管的搏动,可以使用利用AI的系统进一步判断使用者的稳定状态或紧张状态等。另外,还可以使用利用AI的系统通过由显示装置980得到的各种数据进行高血压的诊断或糖尿病的诊断等。在使用利用AI的系统的情况下,电子设备或显示装置980搭载控制电路。控制电路使用CPU(Central Processor Unit:中央处理器)或GPU(Graphics Processing Unit:图形处理器)。另外,控制电路还可以使用将CPU和GPU统合为一个芯片的APU(Accelerated Processing Unit:加速处理器)。另外,还可以使用组装有AI系统的IC(也称为推论芯片)。组装有AI系统的IC有时也被称为进行神经网络运算的电路(微处理器)。

[0509] 另外,在调暗显示装置980的显示屏的期间,也可以通过在显示装置980的显示屏上显示引人注目的图案来控制眼球的方向。

[0510] 显示装置980与眼表面(例如角膜)的距离优选为2cm以下。为了实现该位置关系在显示装置980与眼睛间设置短焦距光学系统950。

[0511] 当利用光学系统950将图像扩大10倍进行显示时,例如,在显示装置980的显示屏为对角线1英寸左右大小、分辨率(清晰度)为2450ppi左右的情况下,传感器像素的间距为10.4μm左右。视网膜的静脉945或动脉946的血管直径大约小于100μm,所以可以利用该显示装置980进行拍摄。

[0512] 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。

[0513] [符号说明]

[0514] 10:移动体、12:摄像部、14:驾驶数据取得部、16:运算部、18:图像生成部、22:显示

部、24:控制部、31:窗户部、33:灯、35:显示装置、37:摄像装置、39:半导体装置、42:显示图像、44:箭头、46:箭头、48a:建筑物、48b:建筑物、49:人、123:CPU、124:GPU、125:存储电路部、129:输入输出端子部、140:层、150:层、151:像素电路、160:层、161:发光元件、161B:发光元件、161G:发光元件、161R:发光元件、161W:发光元件、171:导电层、172:EL层、172a:EL层、172b:EL层、172B:EL层、172G:EL层、172R:EL层、172W:EL层、173:导电层、175B:光、175G:光、175R:光、230:像素、231:驱动电路部、232:驱动电路部、233:像素、235:显示区域、236:布线、237:布线、240:像素、241:导电层、243:绝缘层、245:导电层、246:电容器、251:导电层、252:导电层、254:绝缘层、255:绝缘层、256:插头、261:绝缘层、262:绝缘层、263:绝缘层、264:绝缘层、264B:着色层、264G:着色层、264R:着色层、265:绝缘层、266:插头、271:保护层、272:绝缘层、273:保护层、274:插头、274a:导电层、274b:导电层、275:区域、276:绝缘层、277:微透镜阵列、301:衬底、301A:衬底、301B:衬底、310:晶体管、310A:晶体管、310B:晶体管、311:导电层、312:低电阻区域、313:绝缘层、314:绝缘层、315:元件分离层、320:晶体管、321:半导体层、323:绝缘层、324:导电层、325:导电层、326:绝缘层、327:导电层、328:绝缘层、329:绝缘层、331:衬底、332:绝缘层、341:导电层、342:导电层、343:插头、363:绝缘层、415:保护层、419:树脂层、420:衬底、500:晶体管、505:导电层、505a:导电层、505b:导电层、505c:导电层、514:绝缘层、516:绝缘层、522:绝缘层、524:绝缘层、531:金属氧化物、531a:金属氧化物、531b:金属氧化物、531c:金属氧化物、541:绝缘层、541a:绝缘层、541b:绝缘层、542:导电层、542a:导电层、542b:导电层、545:导电层、545a:导电层、545b:导电层、550:绝缘层、554:绝缘层、560:导电层、560a:导电层、560b:导电层、574:绝缘层、580:绝缘层、581:绝缘层、601:汽车、602:公共汽车、603:火车、604:飞机、605:头盔、611:窗户部、941:视网膜、942:晶状体、943:视神经、944:视神经乳头、945:静脉、946:动脉、947:玻璃体、948:脉络膜、950:光学系统、951:发光、960:眉毛、961:毛、962:瞳孔、963:角膜、965:巩膜、966:上眼皮、967:下眼皮、980:显示装置、4411:发光层、4412:发光层、4413:发光层、4420:层、4420-1:层、4420-2:层、4430:层、4430-1:层、4430-2:层。

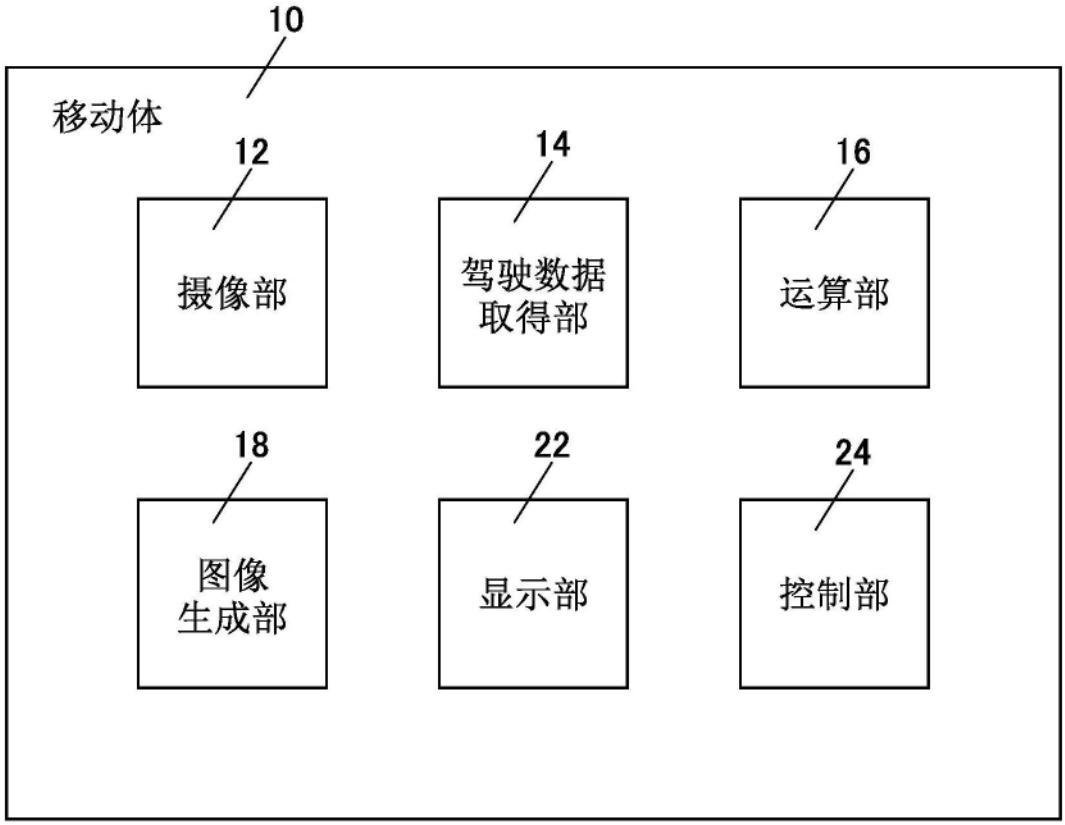

10
移动体
12
摄像部
14
驾驶数据
取得部
16
运算部
18
图像
生成部
22
显示部
24
控制部

图1A

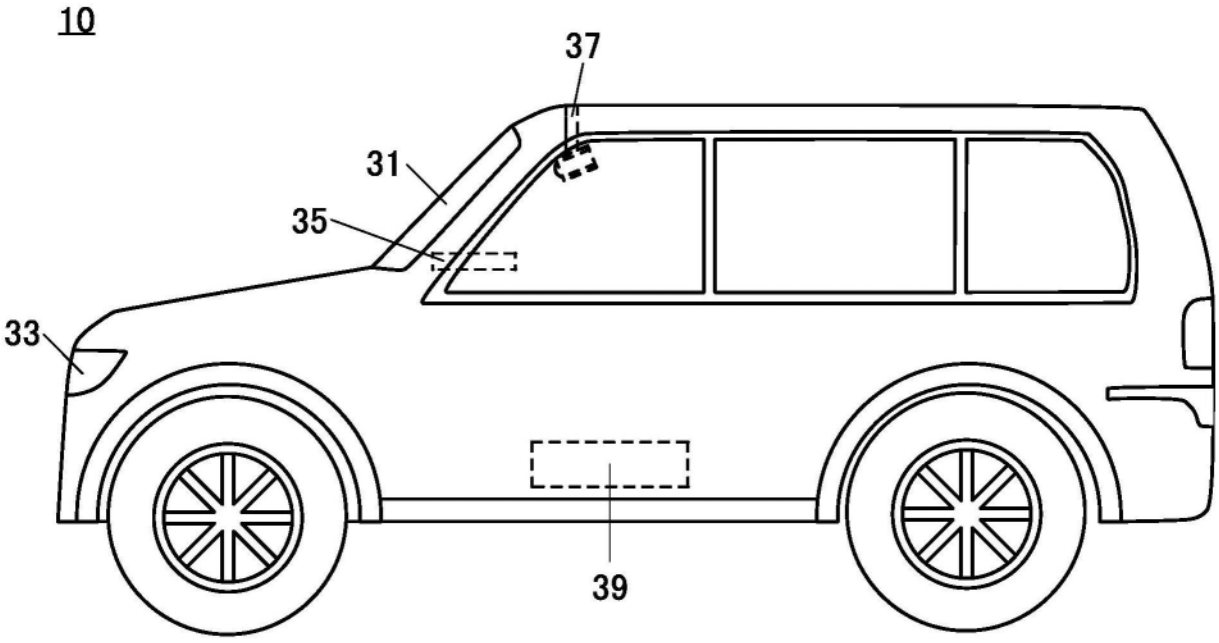

10
37
31
35
33
39

图1B

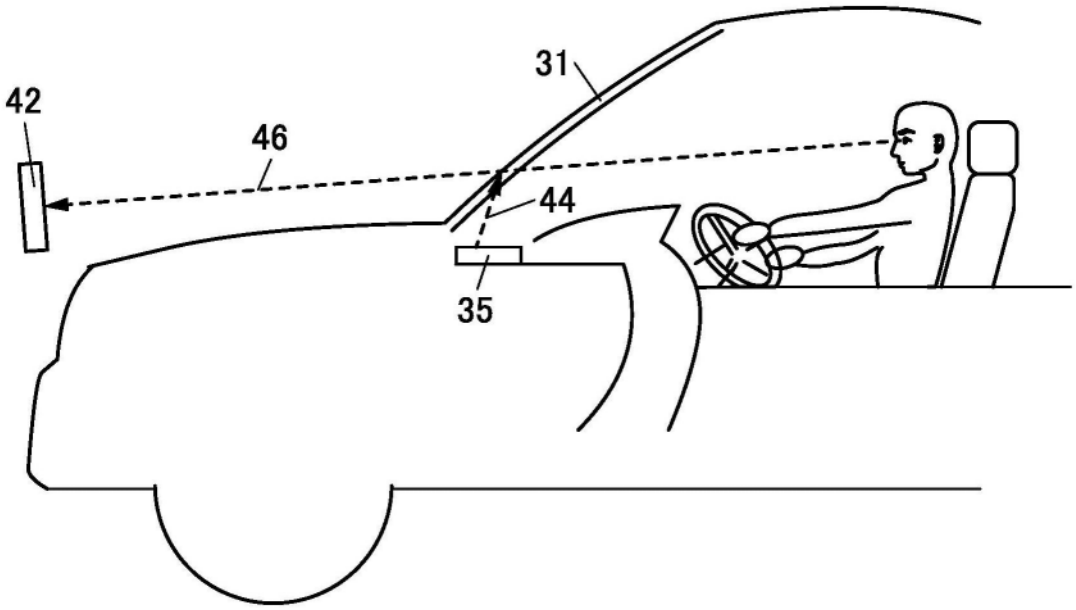



图2A

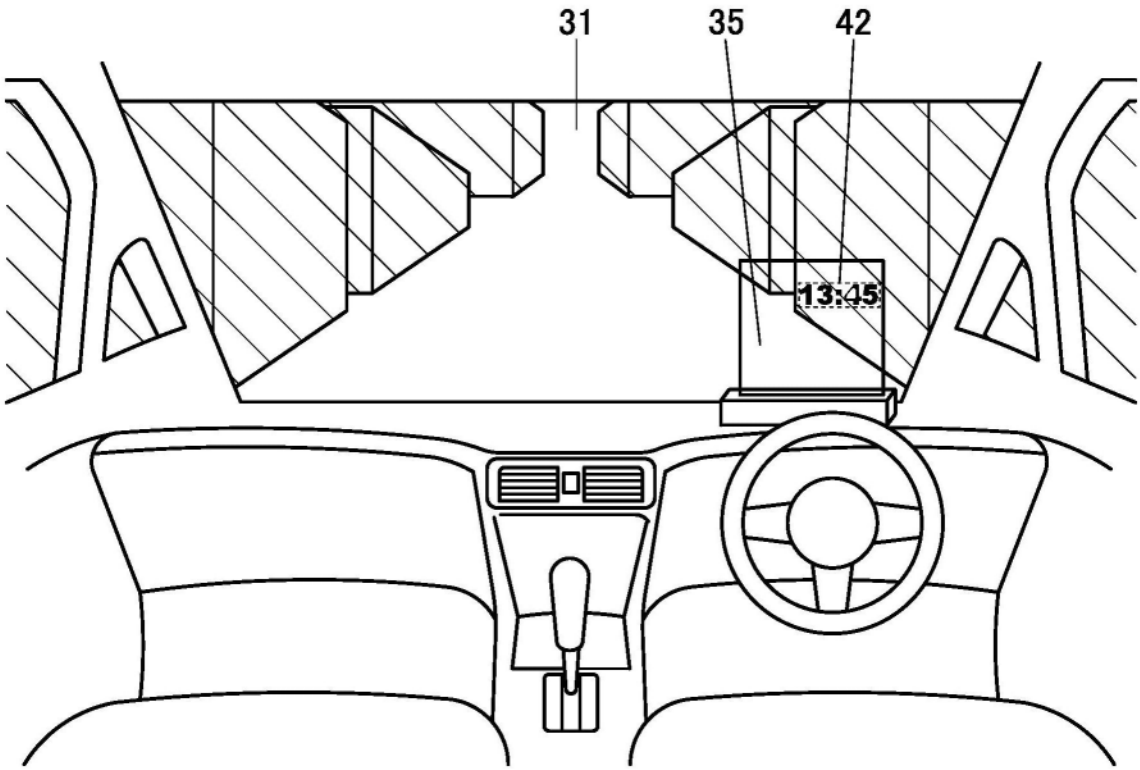



图2B

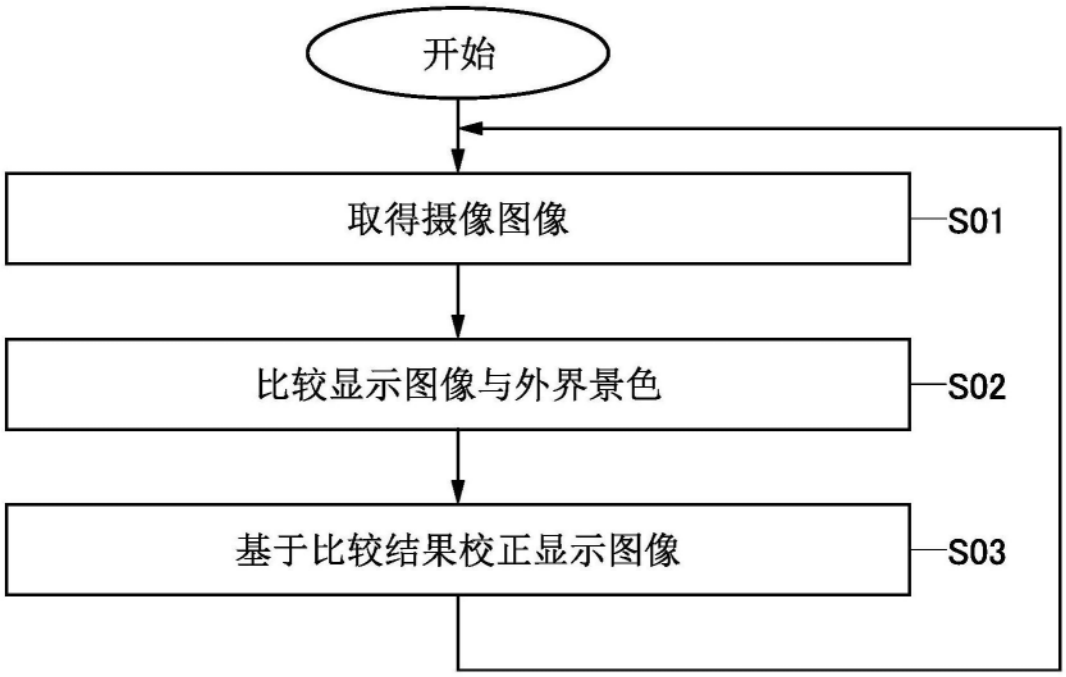

开始
取得摄像图像
S01
比较显示图像与外界景色
S02
基于比较结果校正显示图像
S03

图3A

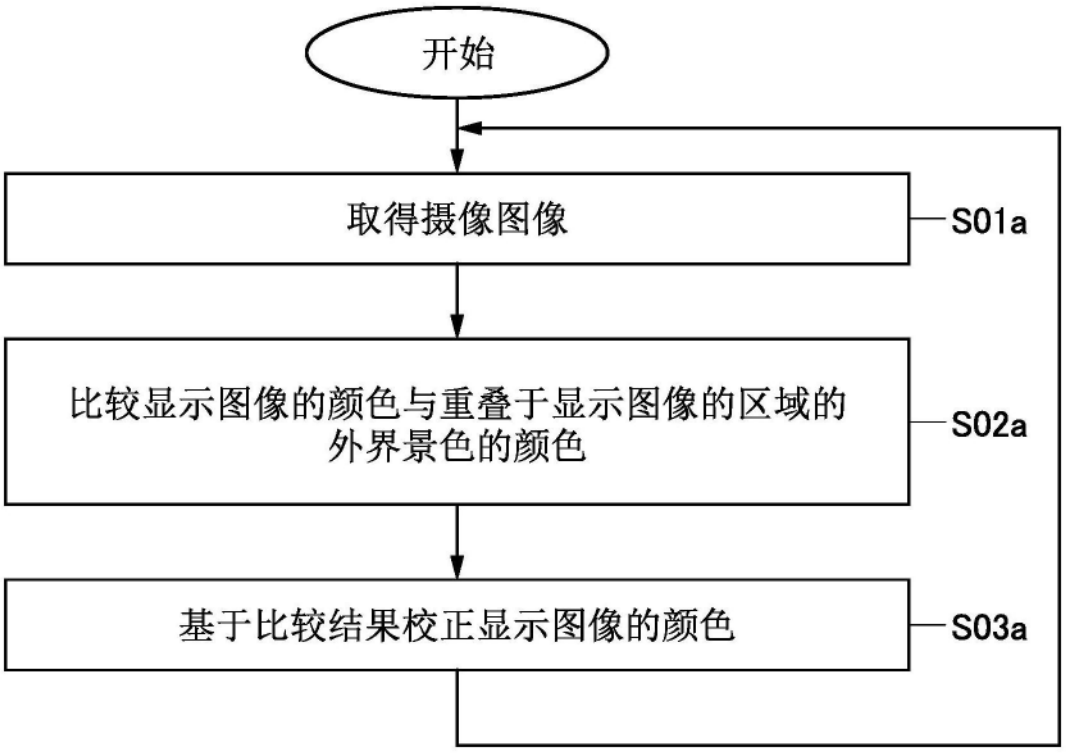

开始
取得摄像图像
S01a
比较显示图像的颜色与重叠于显示图像的区域的外界景色的颜色
S02a
基于比较结果校正显示图像的颜色
S03a

图3B

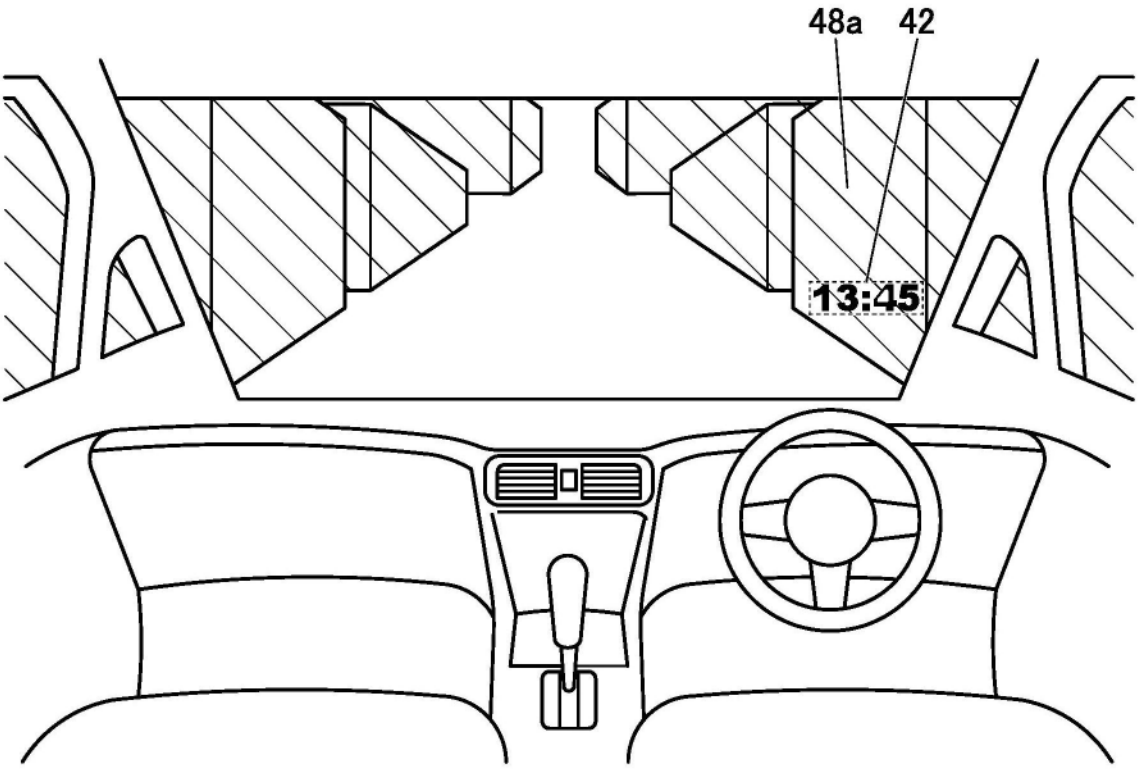



图4A

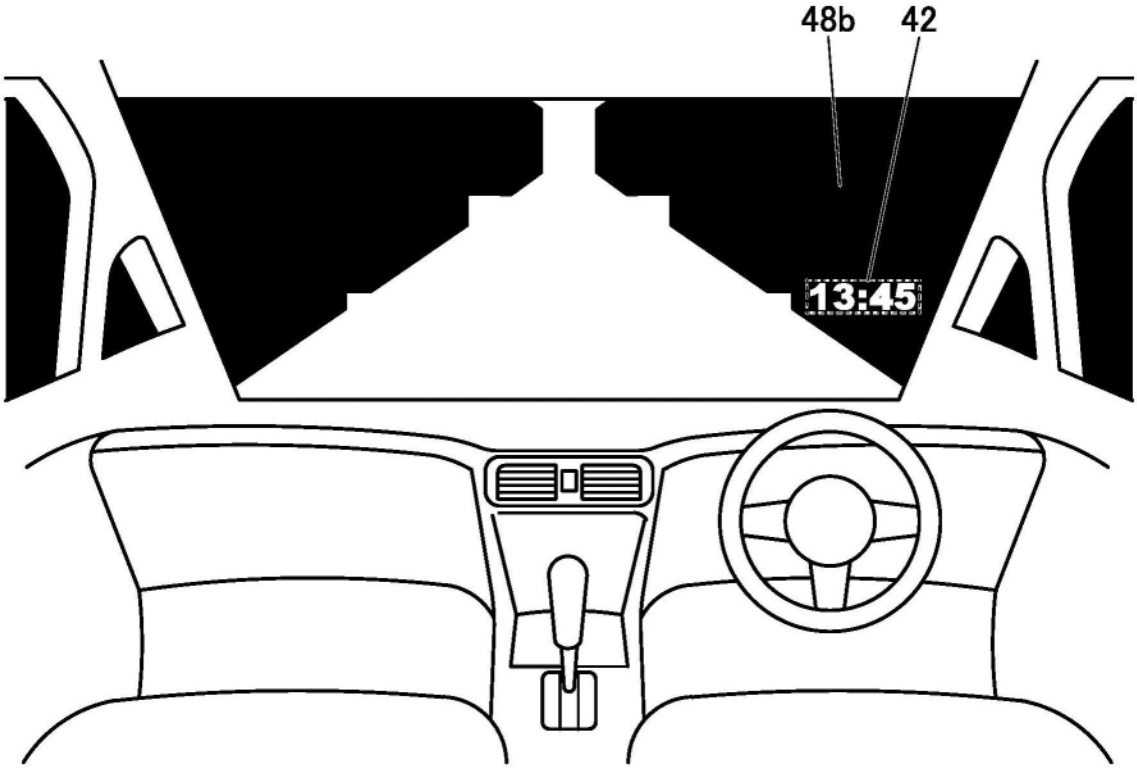



图4B

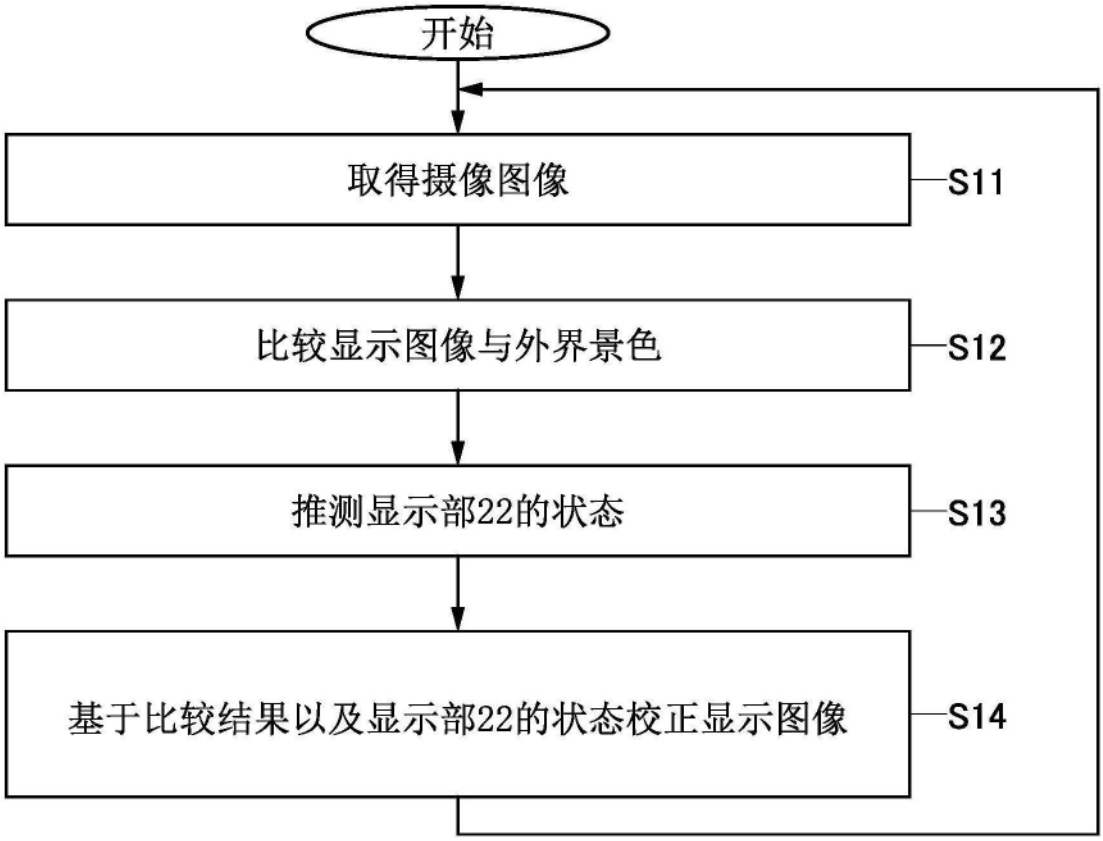

开始
取得摄像图像
S11
比较显示图像与外界景色
S12
推测显示部22的状态
S13
基于比较结果以及显示部22的状态校正显示图像
S14

图5A

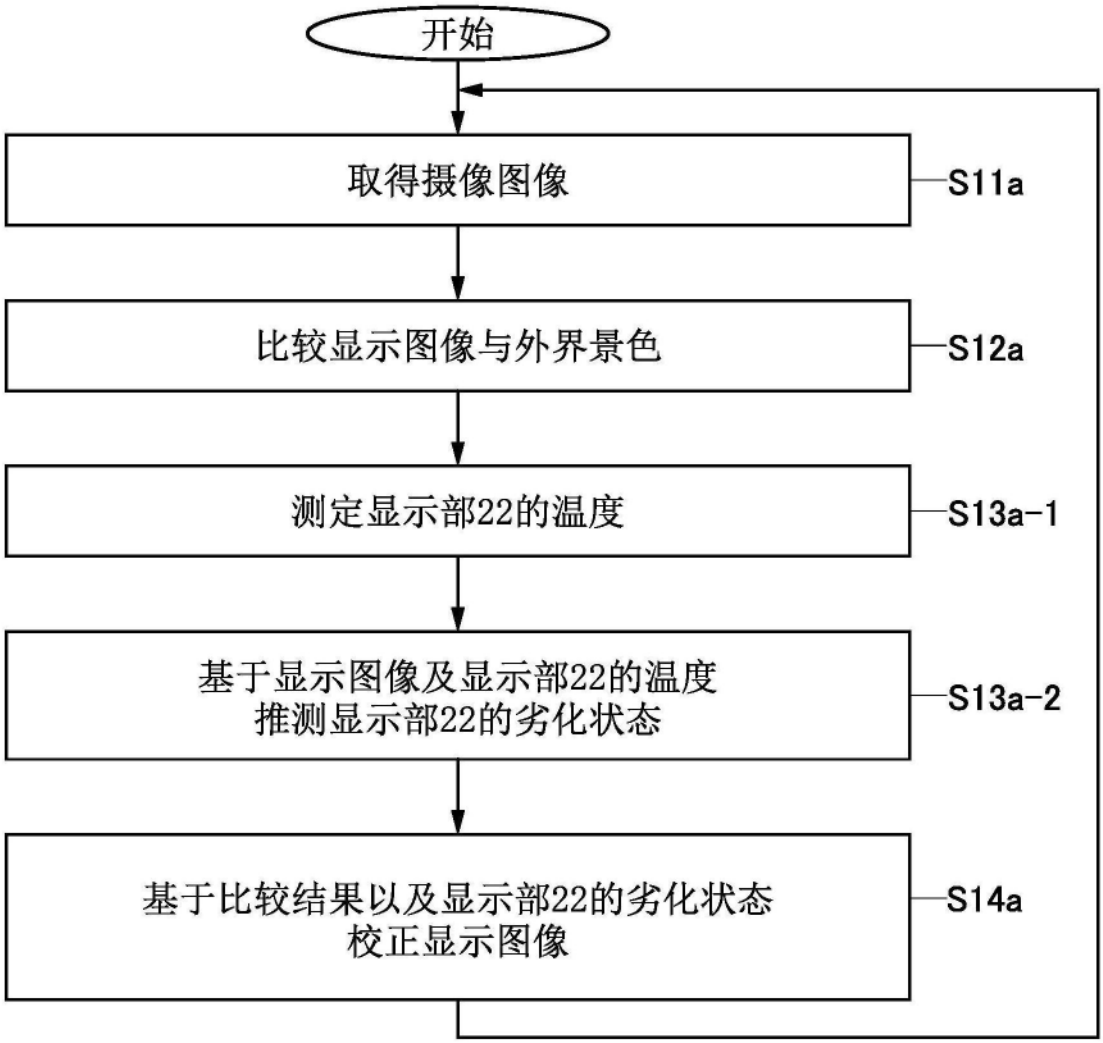

开始
取得摄像图像
S11a
比较显示图像与外界景色
S12a
测定显示部22的温度
S13a-1
基于显示图像及显示部22的温度
推测显示部22的劣化状态
S13a-2
基于比较结果以及显示部22的劣化状态
校正显示图像
S14a

图5B

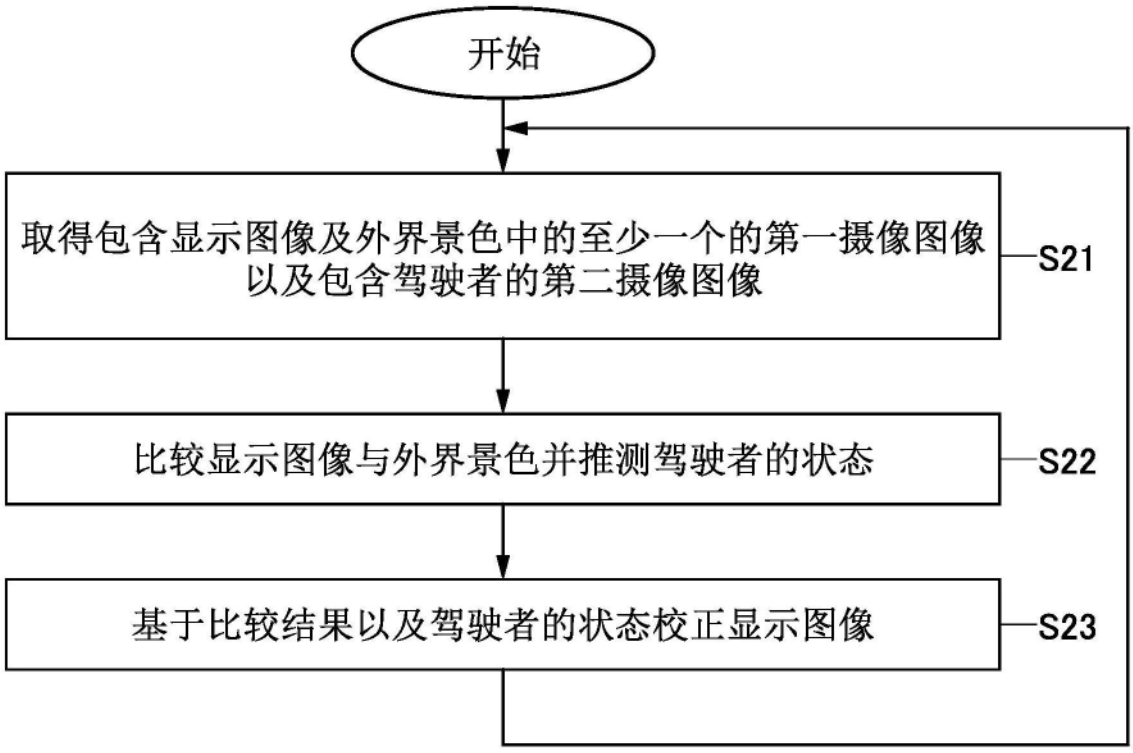

开始
取得包含显示图像及外界景色中的至少一个的第一摄像图像以及包含驾驶者的第二摄像图像
S21
比较显示图像与外界景色并推测驾驶者的状态
S22
基于比较结果以及驾驶者的状态校正显示图像
S23

图6A

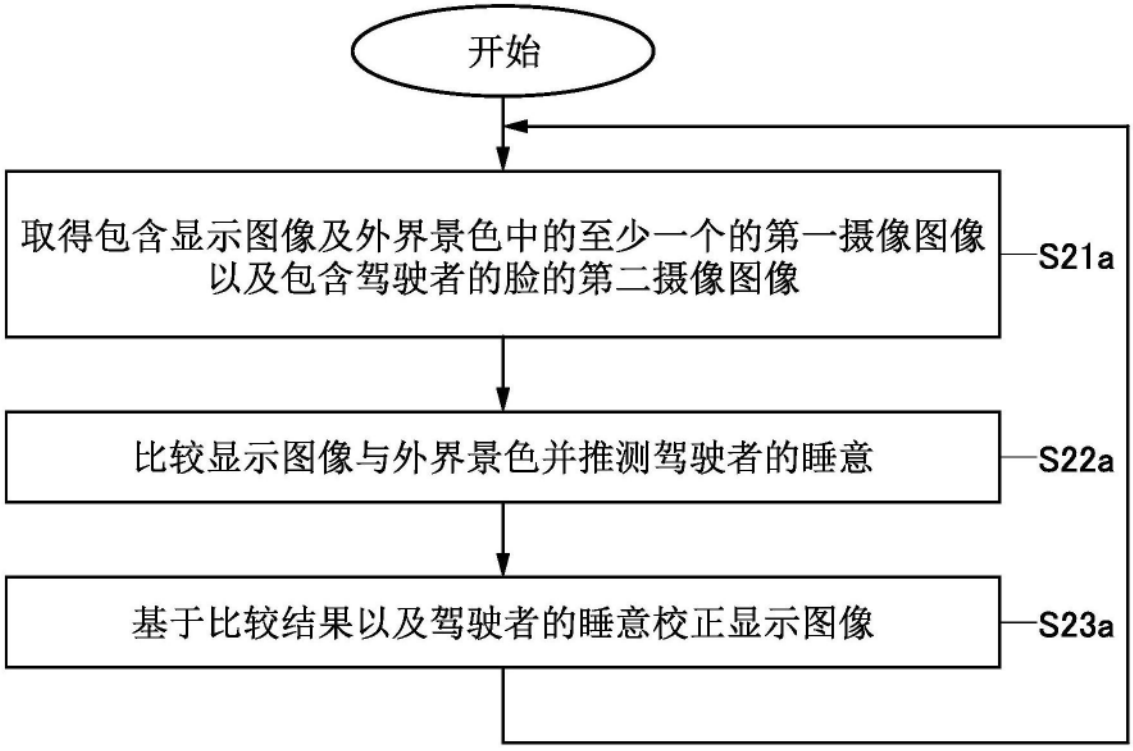

开始
取得包含显示图像及外界景色中的至少一个的第一摄像图像以及包含驾驶者的脸的第二摄像图像
S21a
比较显示图像与外界景色并推测驾驶者的睡意
S22a
基于比较结果以及驾驶者的睡意校正显示图像
S23a

图6B

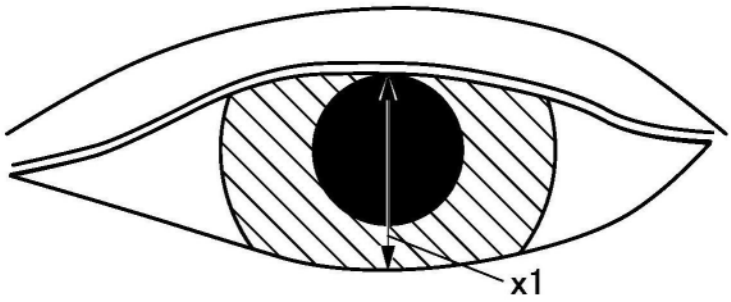



图7A

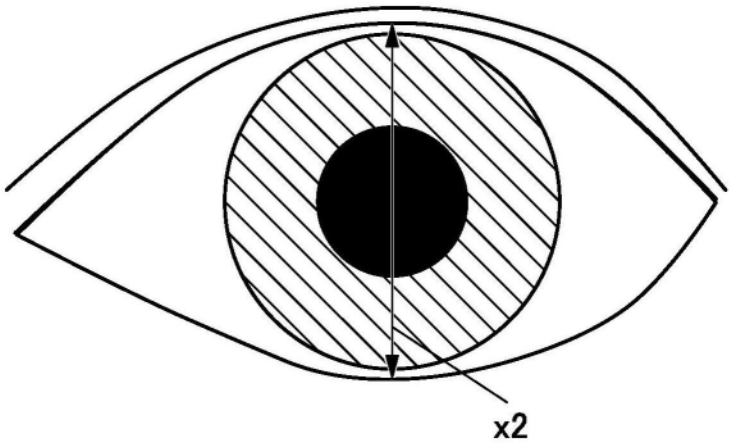



图7B

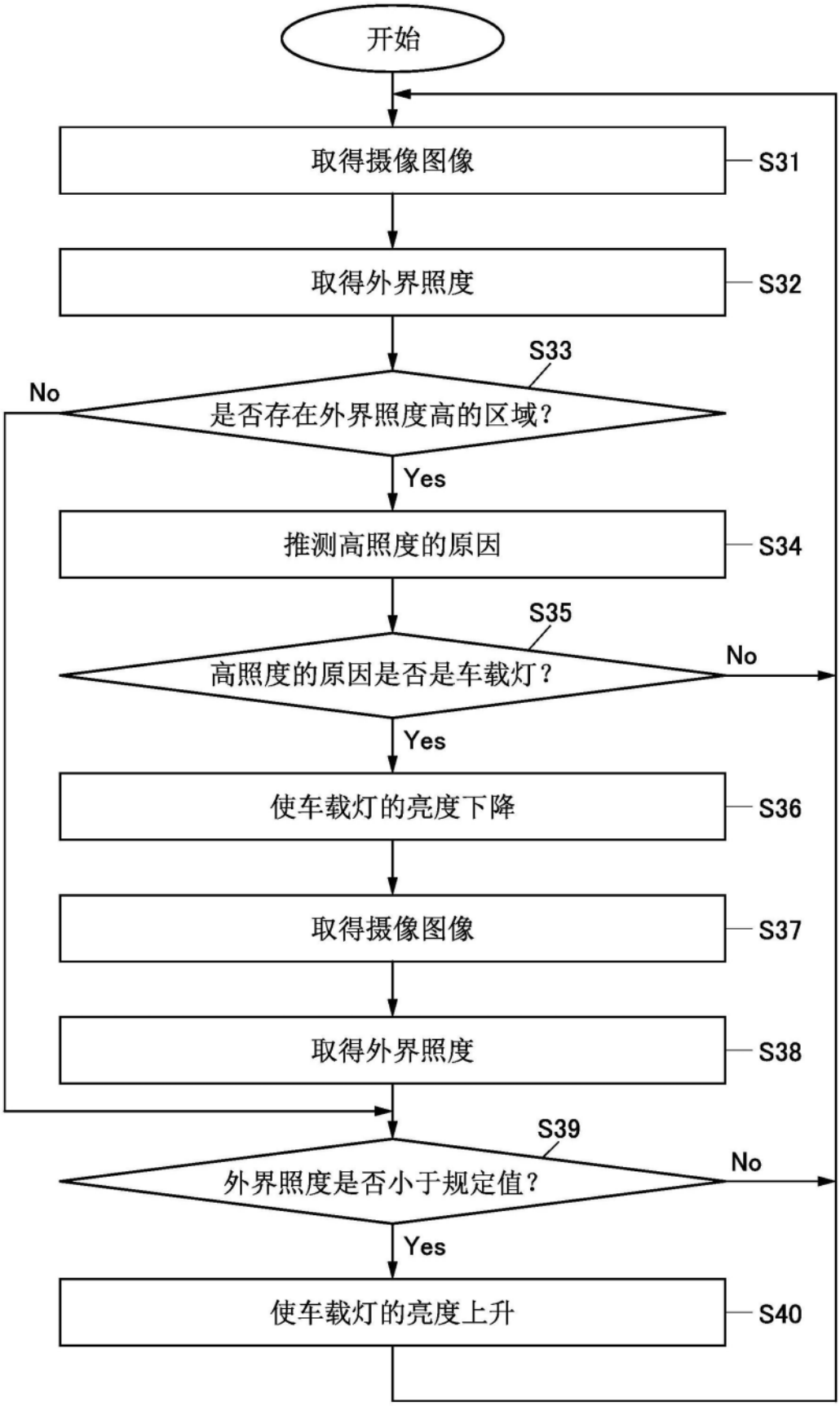

开始
取得摄像图像
S31
取得外界照度
S32
S33
No
是否存在外界照度高的区域？
Yes
推测高照度的原因
S34
S35
高照度的原因是否是车载灯？
No
Yes
使车载灯的亮度下降
S36
取得摄像图像
S37
取得外界照度
S38
S39
外界照度是否小于规定值？
No
Yes
使车载灯的亮度上升
S40

图8

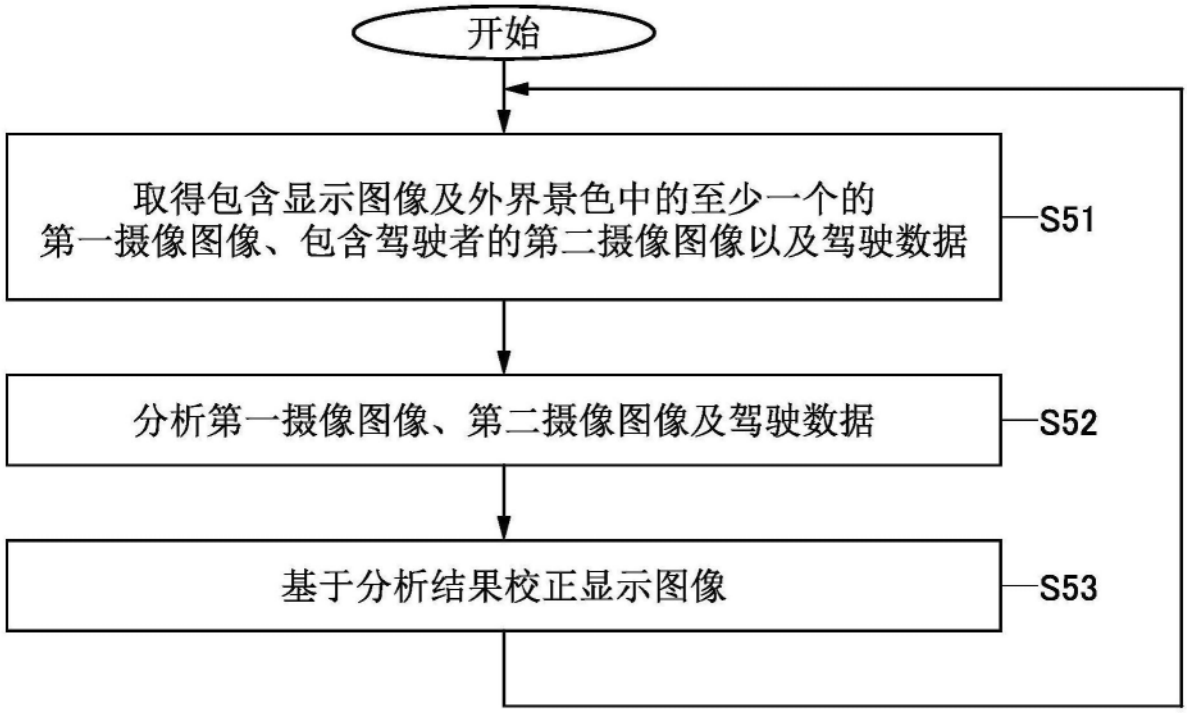

开始
取得包含显示图像及外界景色中的至少一个的
第一摄像图像、包含驾驶者的第二摄像图像以及驾驶数据
S51
分析第一摄像图像、第二摄像图像及驾驶数据
S52
基于分析结果校正显示图像
S53

图9A

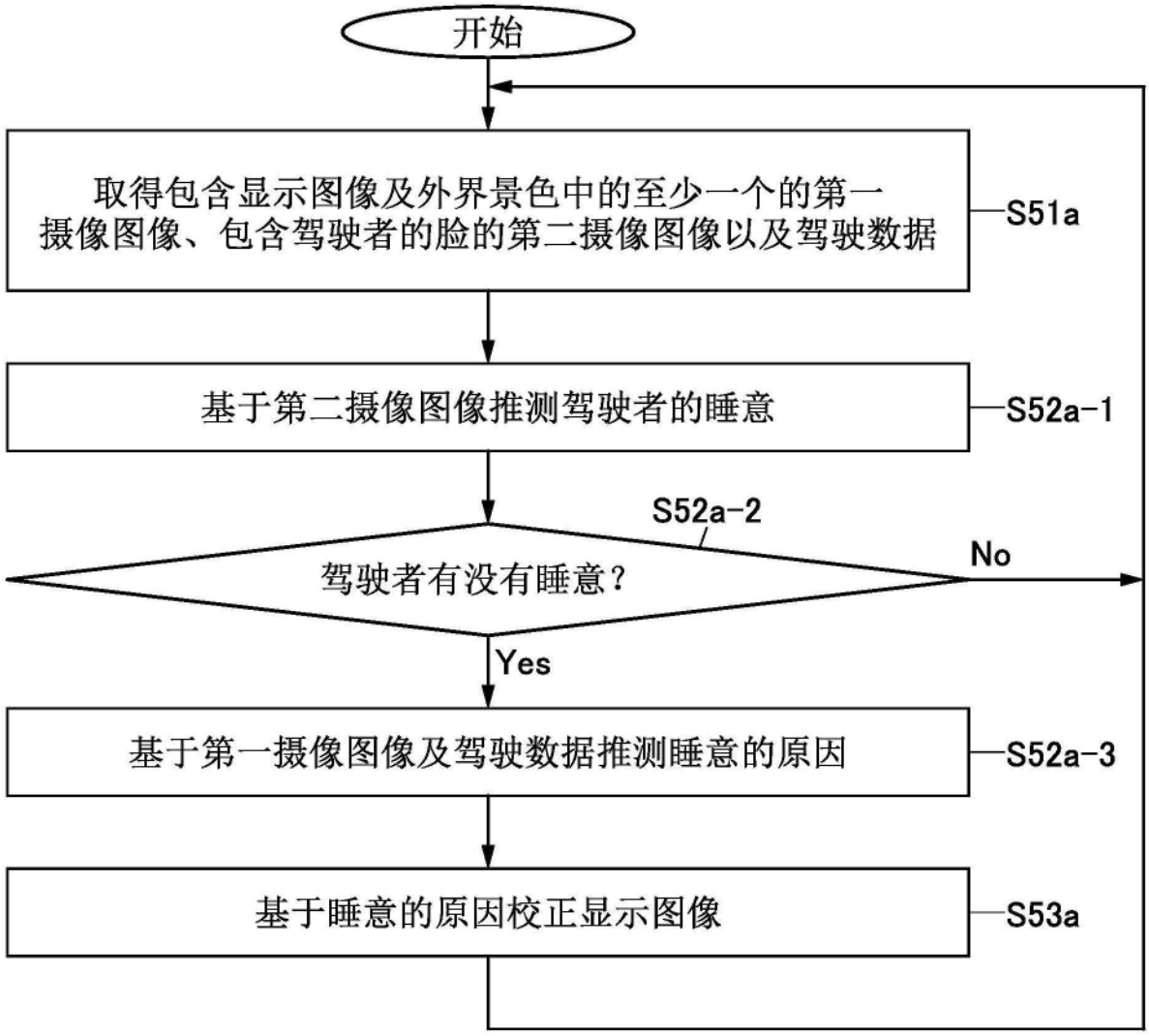

开始
取得包含显示图像及外界景色中的至少一个的第一摄像图像、包含驾驶者的脸的第二摄像图像以及驾驶数据
S51a
基于第二摄像图像推测驾驶者的睡意
S52a-1
S52a-2
驾驶者有没有睡意？
No
Yes
基于第一摄像图像及驾驶数据推测睡意的原因
S52a-3
基于睡意的原因校正显示图像
S53a

图9B

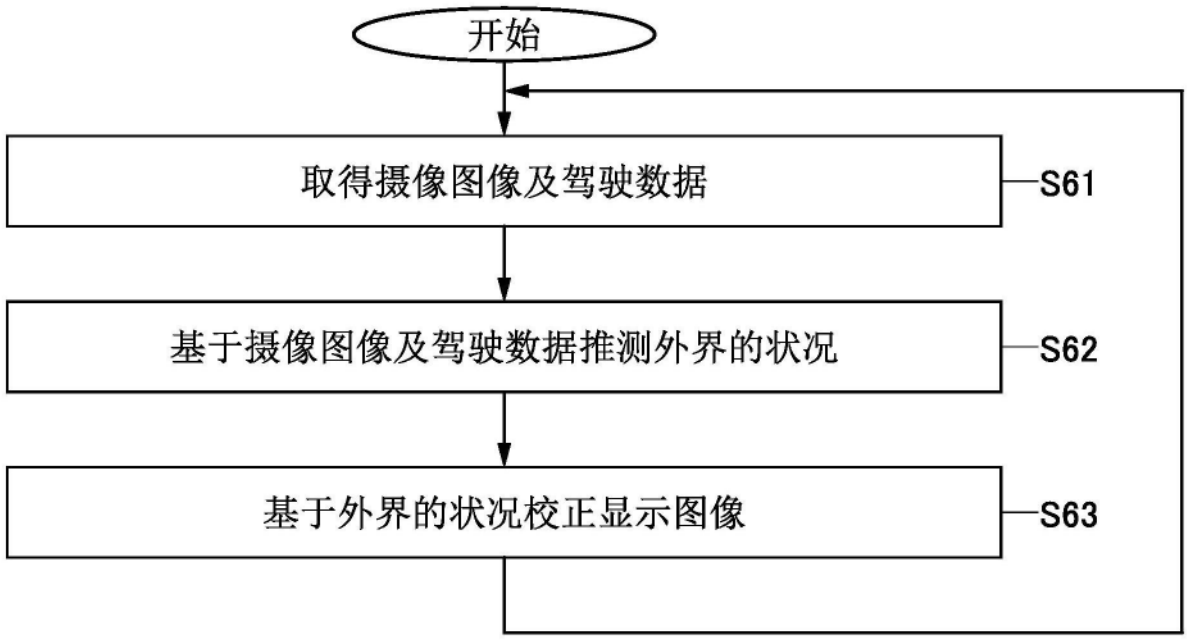

开始
取得摄像图像及驾驶数据
S61
基于摄像图像及驾驶数据推测外界的状况
S62
基于外界的状况校正显示图像
S63

图10A

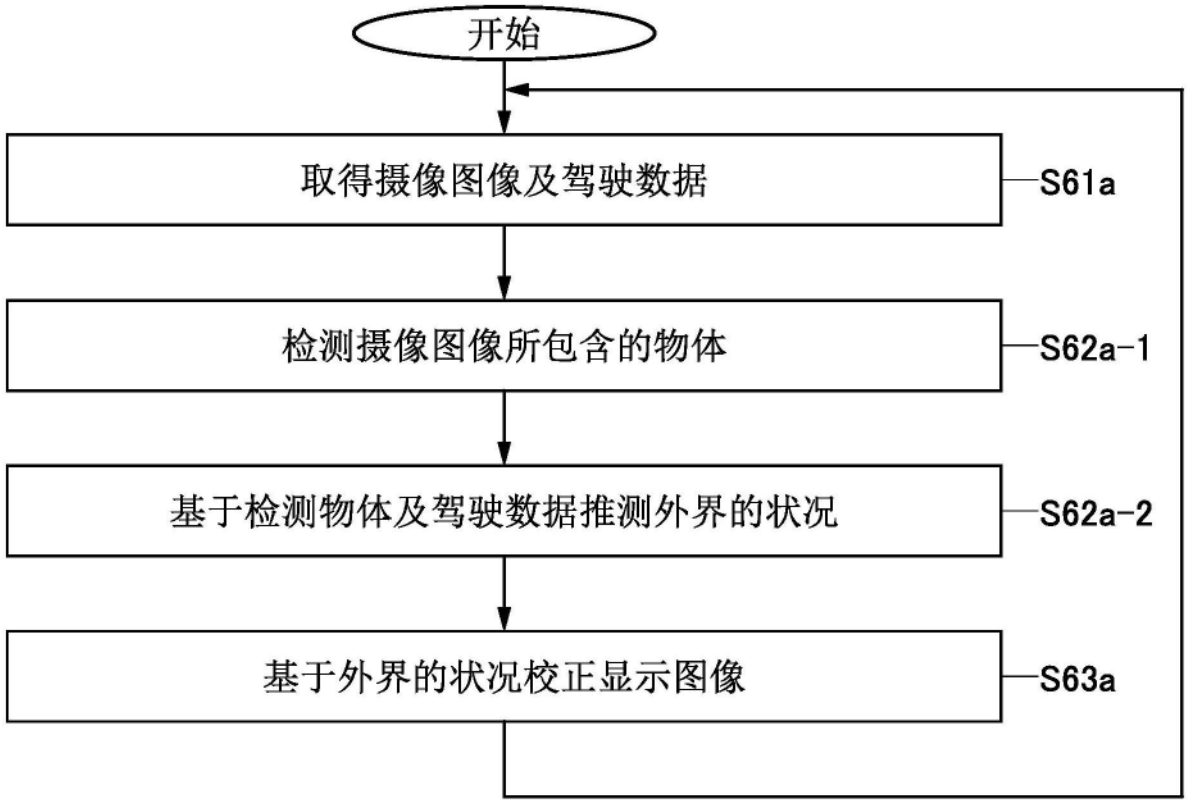

开始
取得摄像图像及驾驶数据
S61a
检测摄像图像所包含的物体
S62a-1
基于检测物体及驾驶数据推测外界的状况
S62a-2
基于外界的状况校正显示图像
S63a

图10B

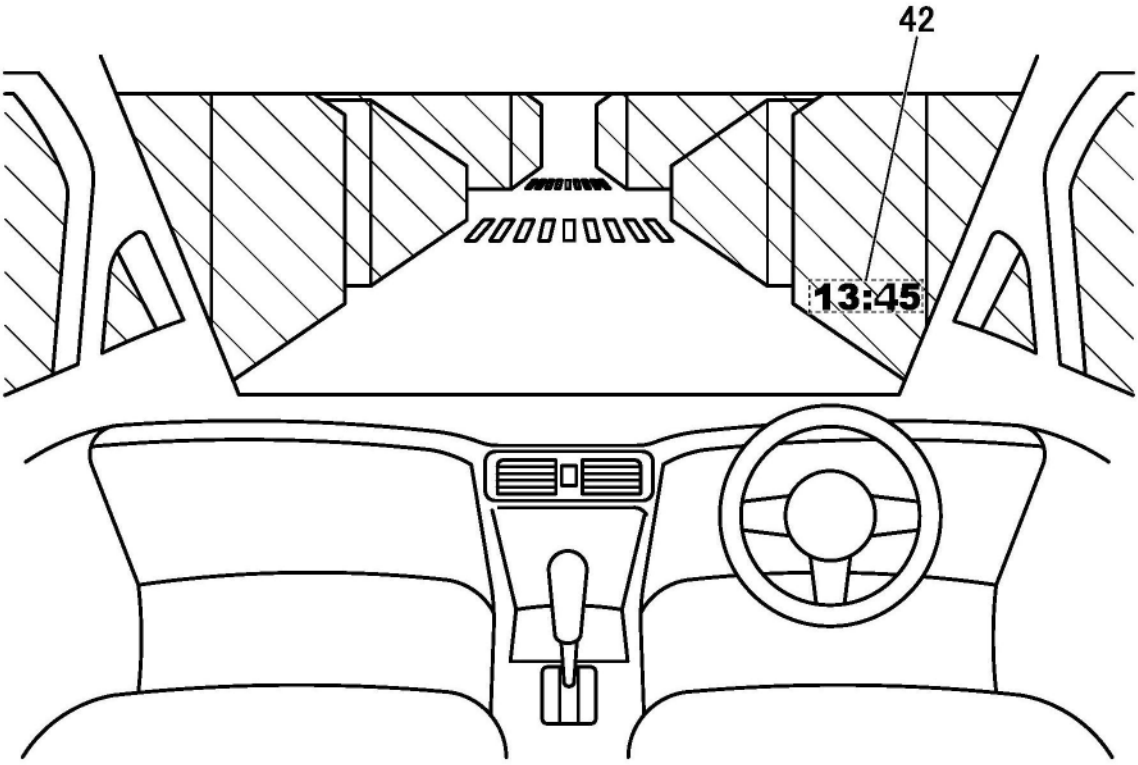



图11A

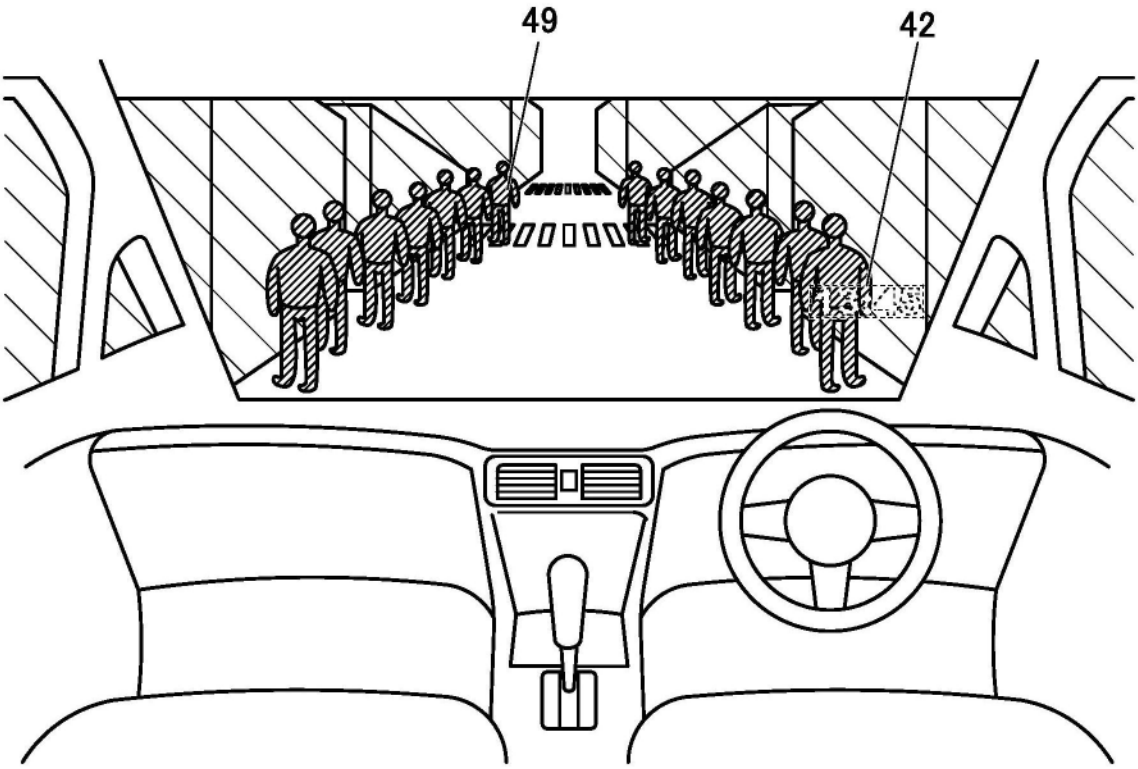



图11B

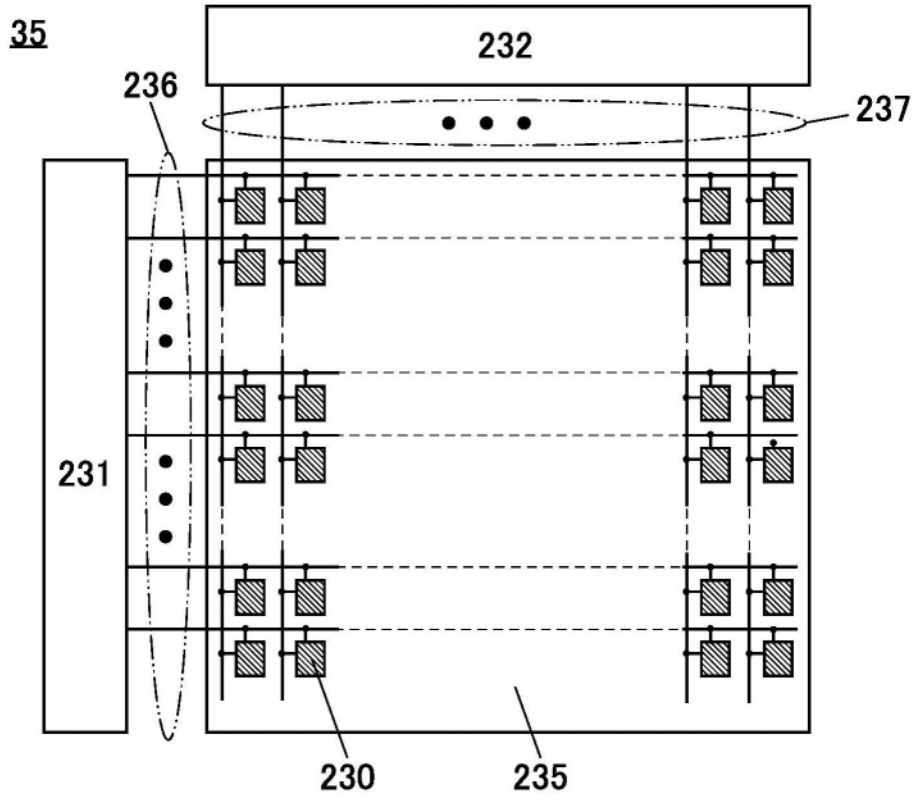



图12A

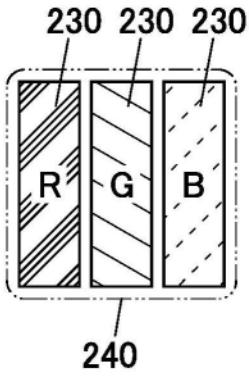



图12B1

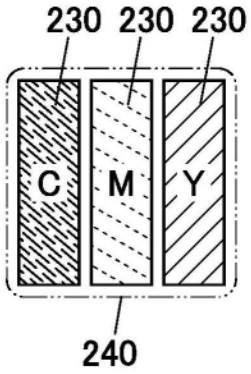



图12B2

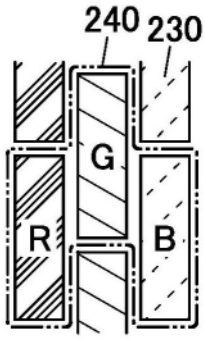



图12B3

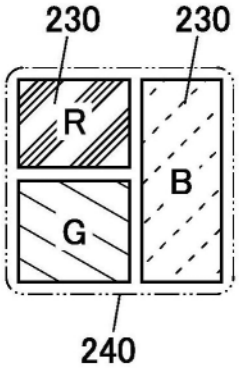



图12B4

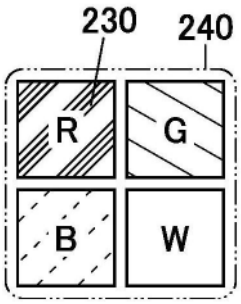



图12B5

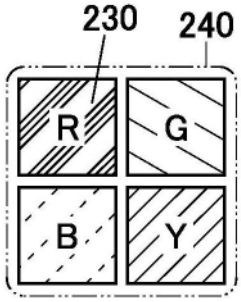



图12B6

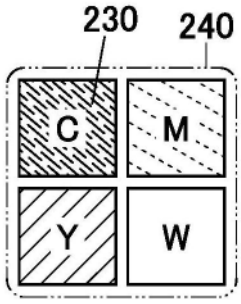



图12B7

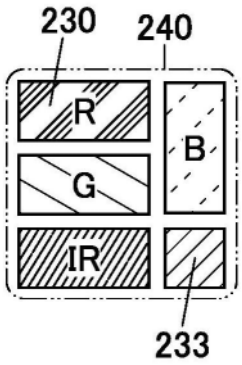



图12B8

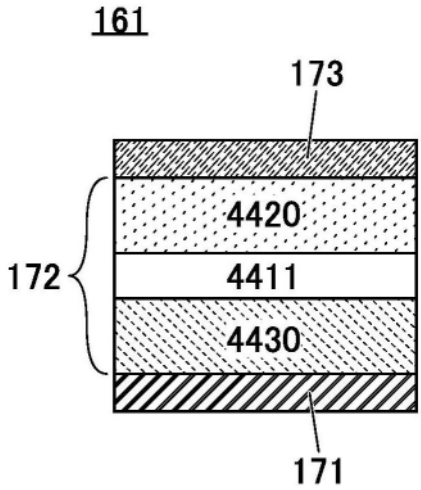



图13A

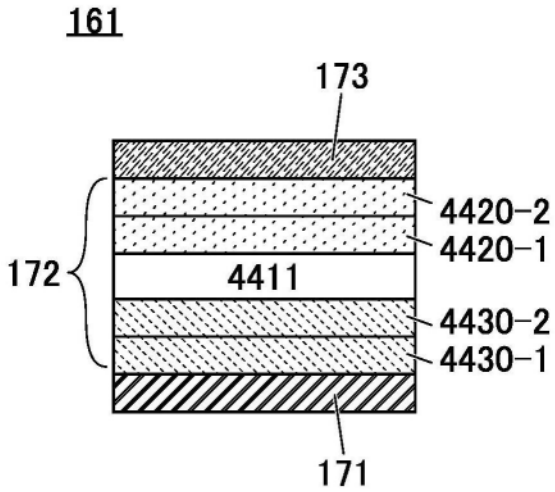



图13B

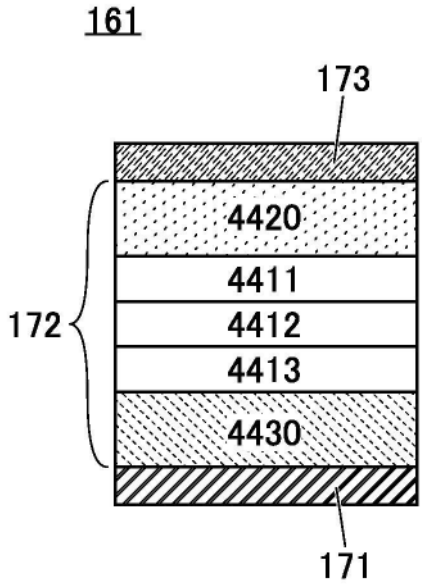

161
173
4420
4411
4412
4413
4430
172
171

图13C

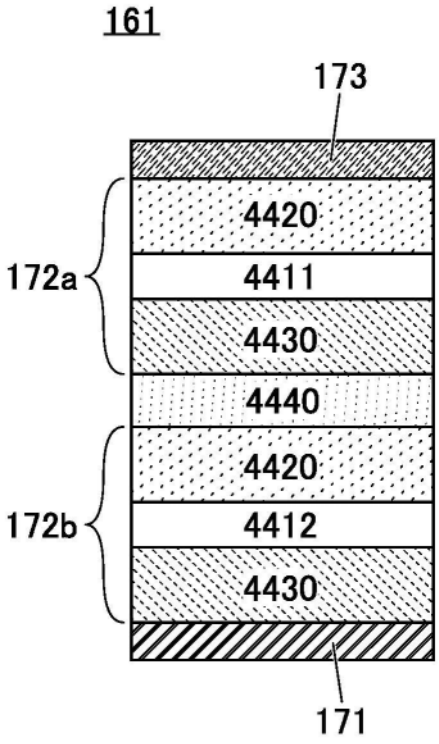

161
173
4420
4411
4430
4440
4420
4412
4430
172a
172b
171

图13D

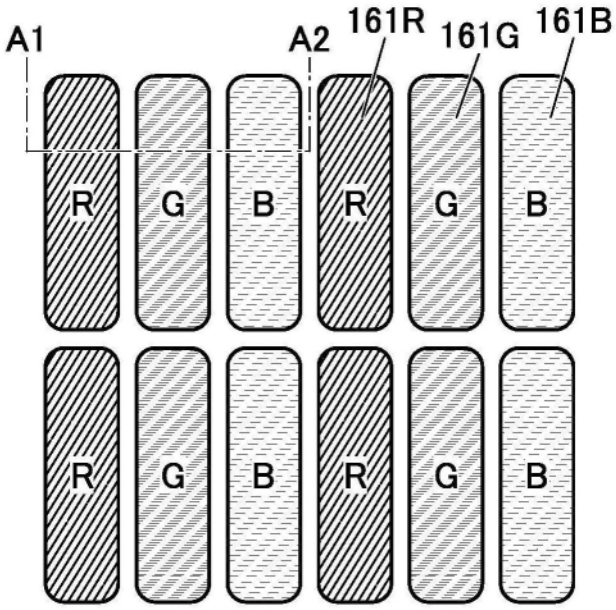



图14A

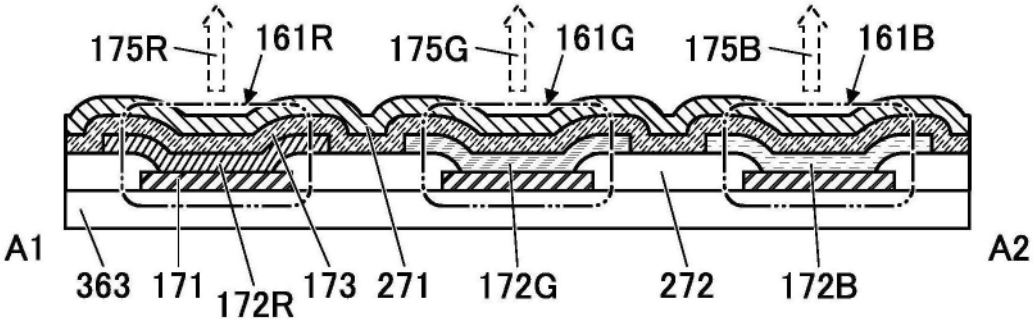



图14B

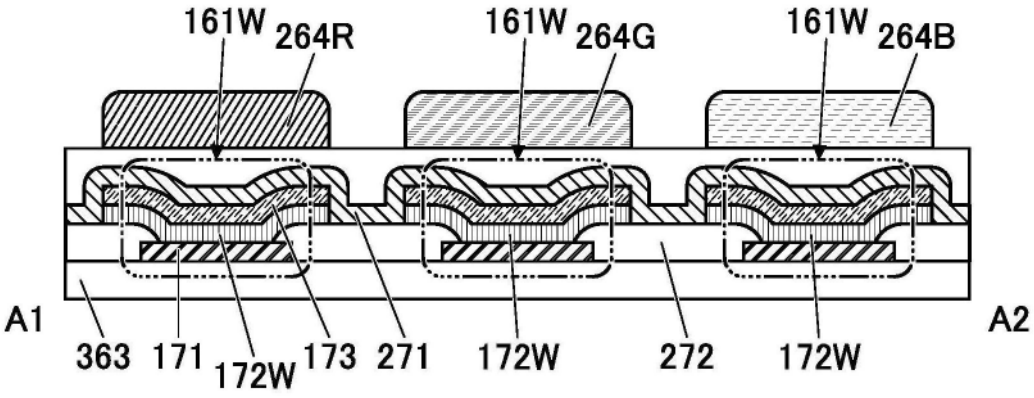



图14C

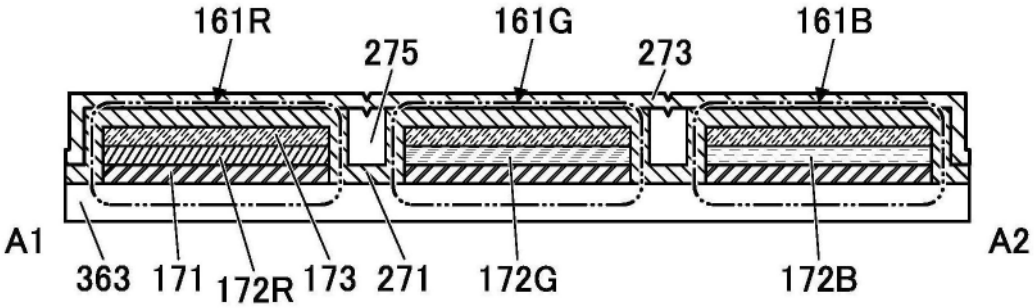



图14D

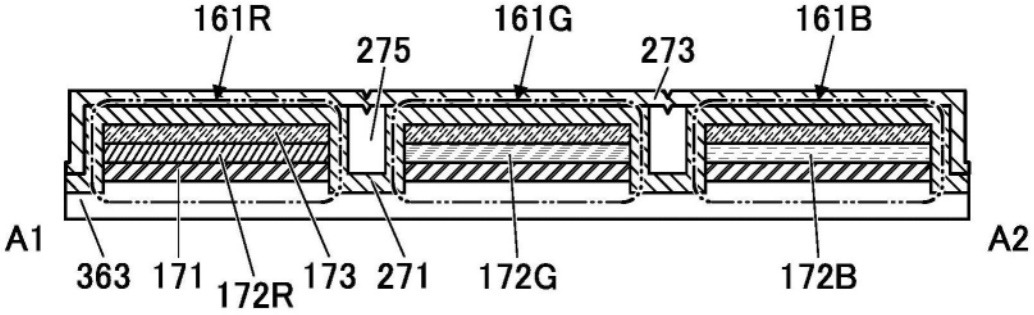



图15A

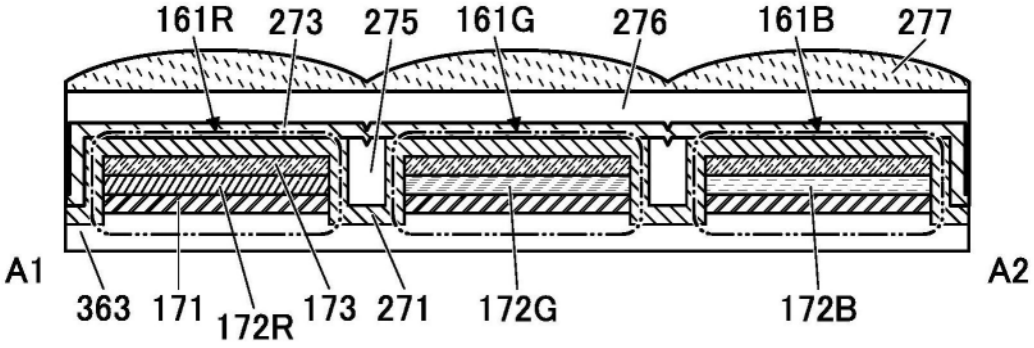



图15B

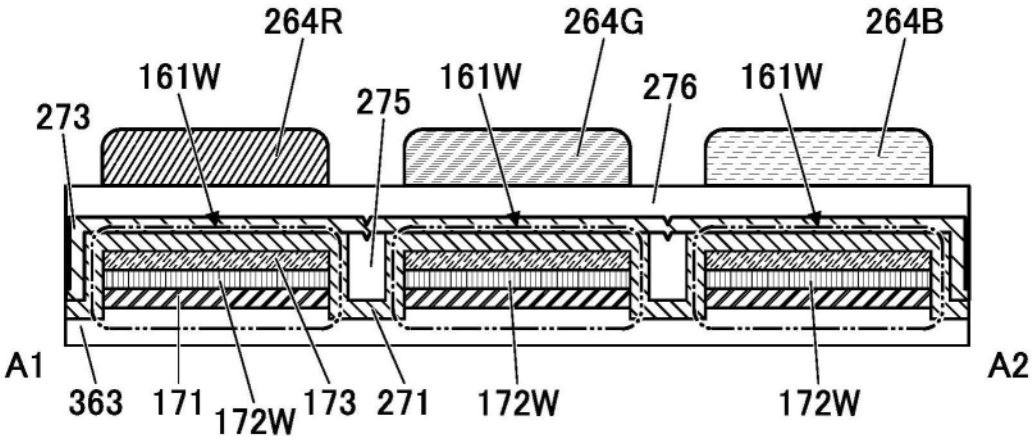



图15C

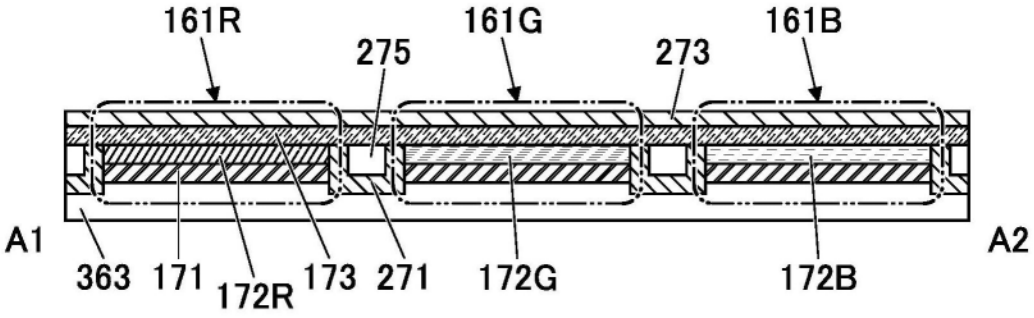



图15D

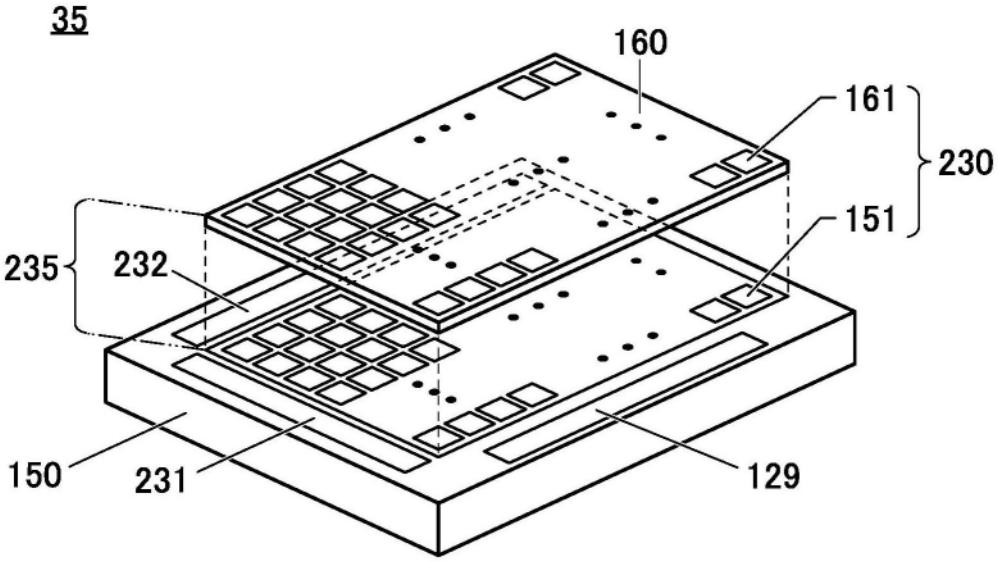



图16A

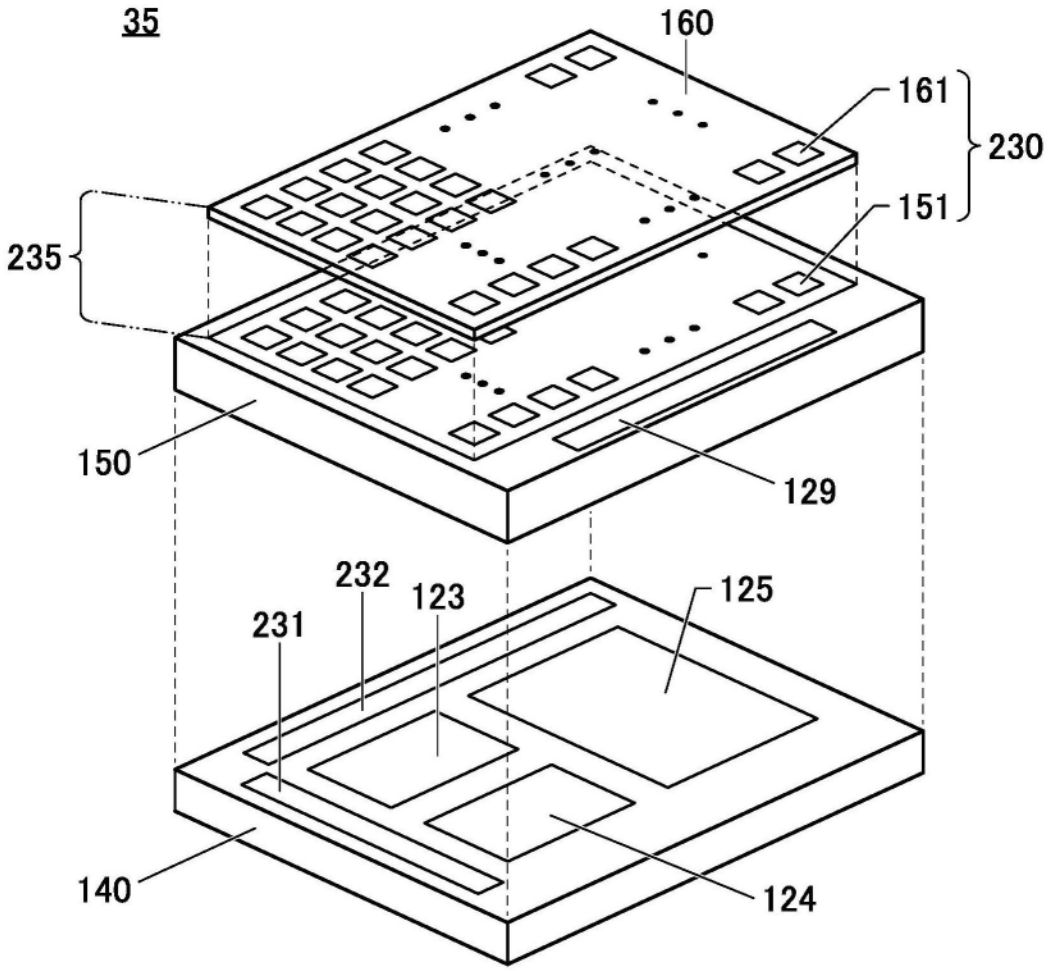



图16B

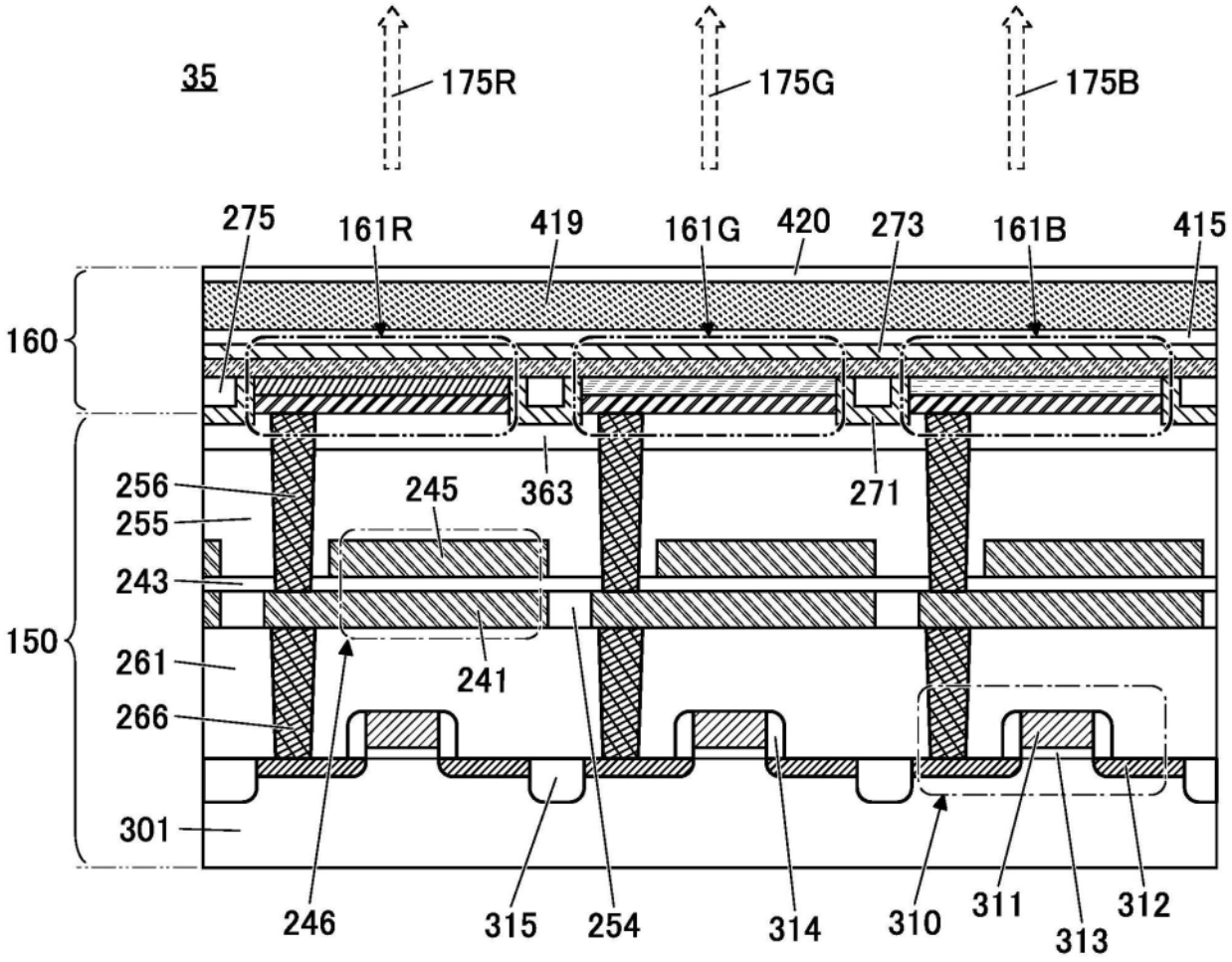

35
175R
175G
175B
275
161R
419
161G
420
273
161B
415
160
150
256
255
243
261
266
301
245
363
271
241
246
315
254
314
310
311
313
312

图17

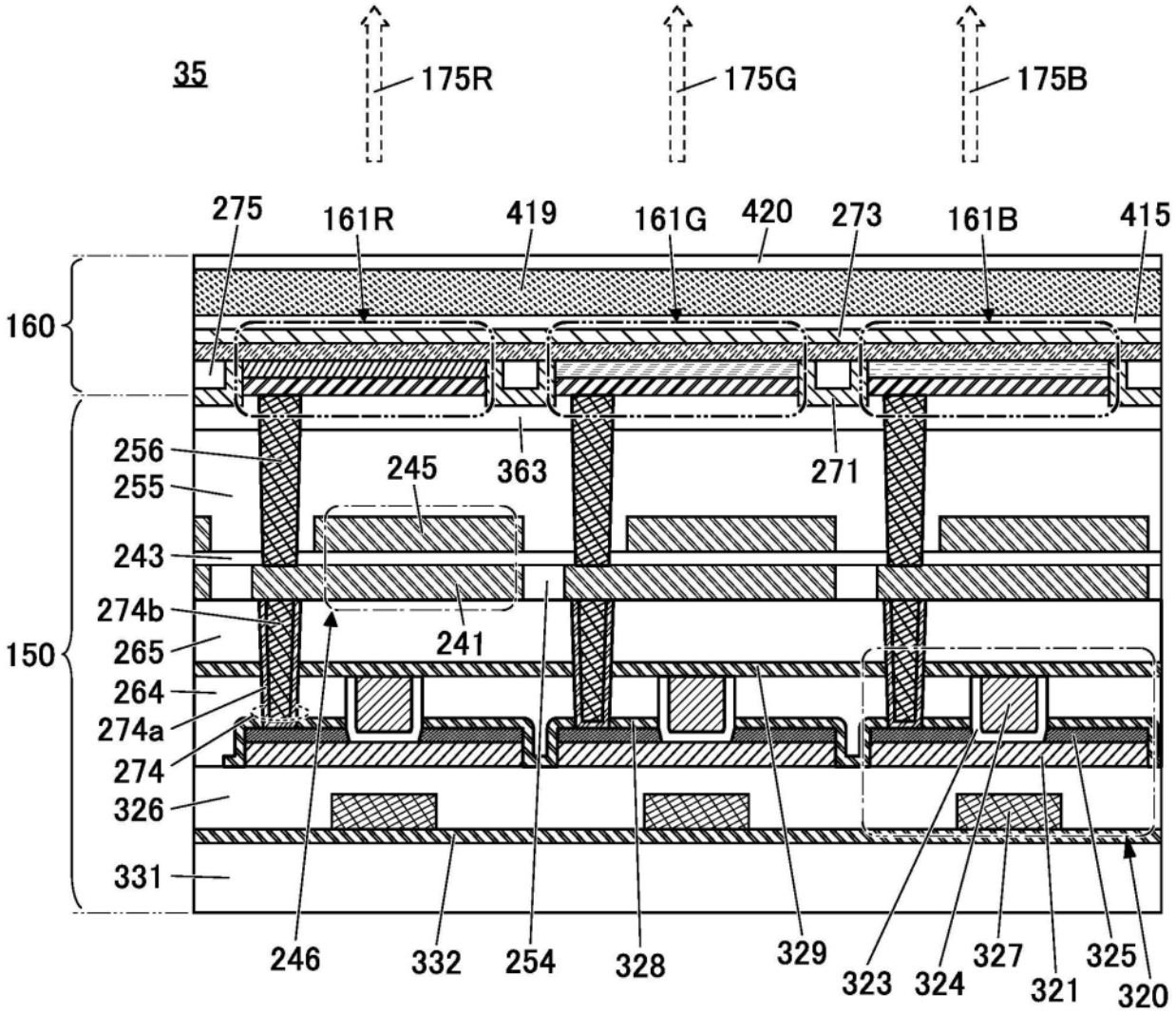

35
175R
175G
175B
275
161R
419
161G
420
273
161B
415
160
150
256
255
245
363
271
243
274b
241
265
264
274a
274
326
331
246
332
254
328
329
323
324
327
321
325
320

图18

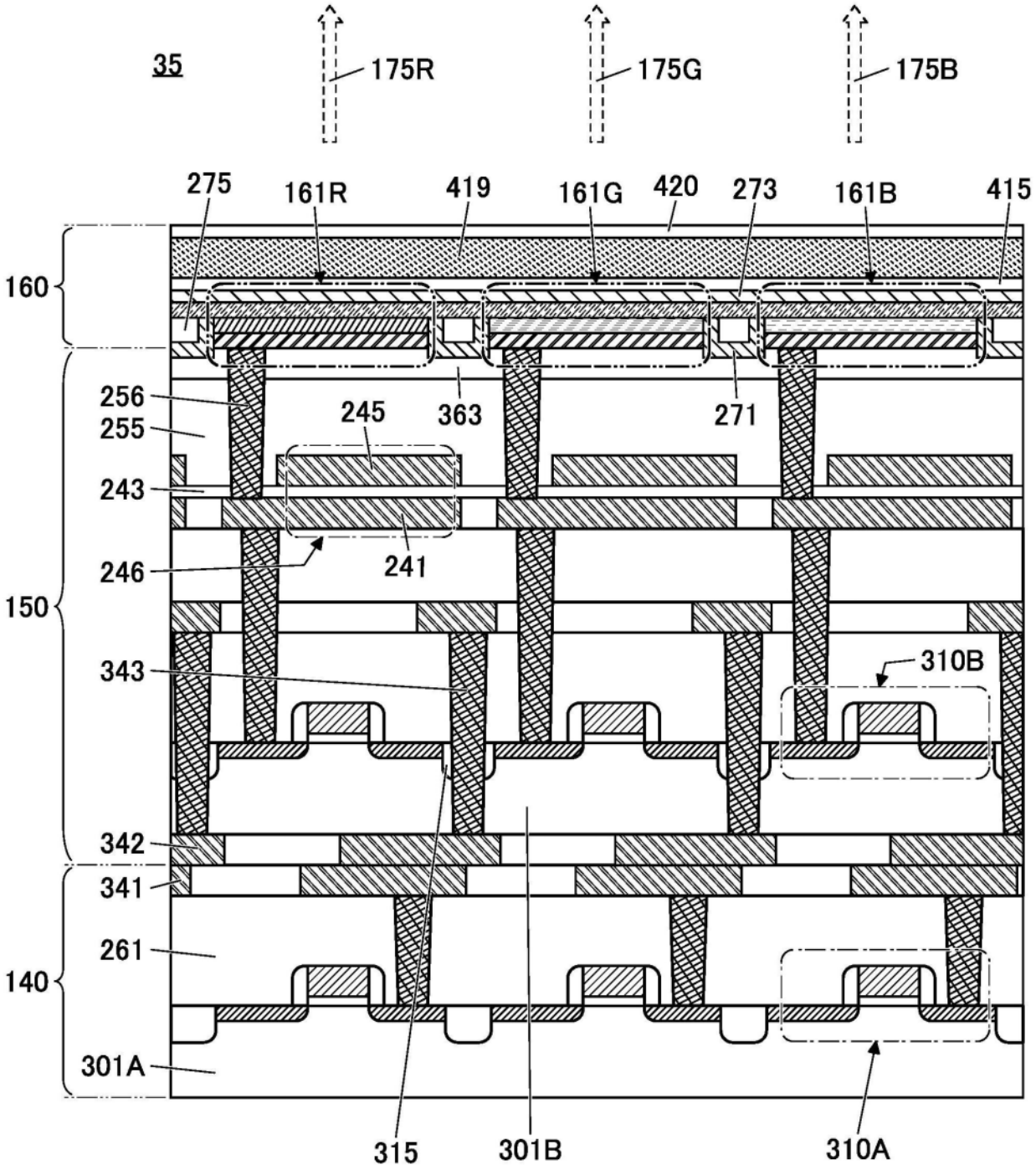

35
175R
175G
175B
275
161R
419
161G
420
273
161B
415
160
256
255
245
363
271
243
241
246
150
343
310B
342
341
261
140
301A
315
301B
310A

图19

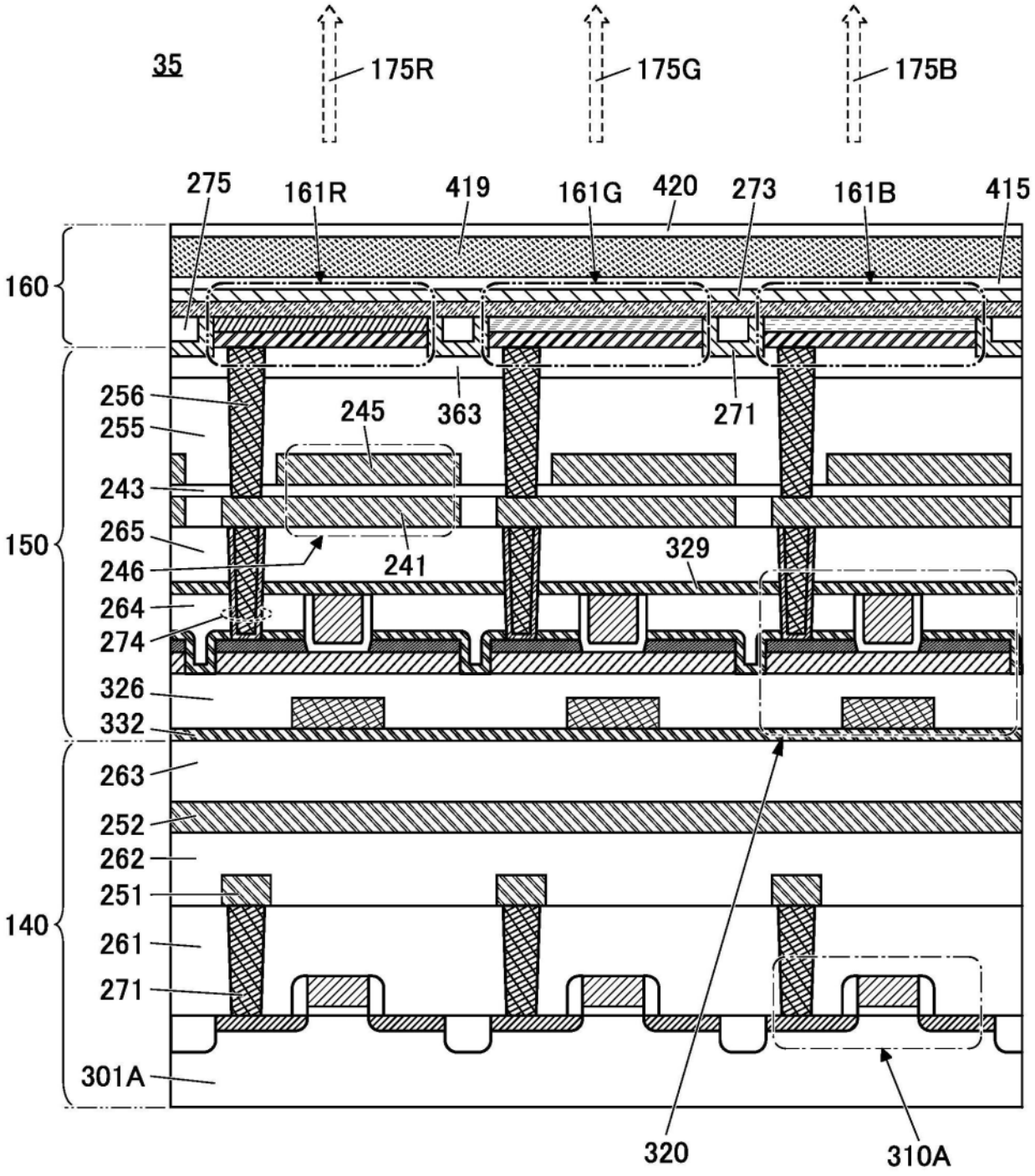

35
175R
175G
175B
275
161R
419
161G
420
273
161B
415
160
256
255
245
363
271
243
150
265
246
241
329
264
274
326
332
263
252
262
251
140
261
271
301A
320
310A

图20

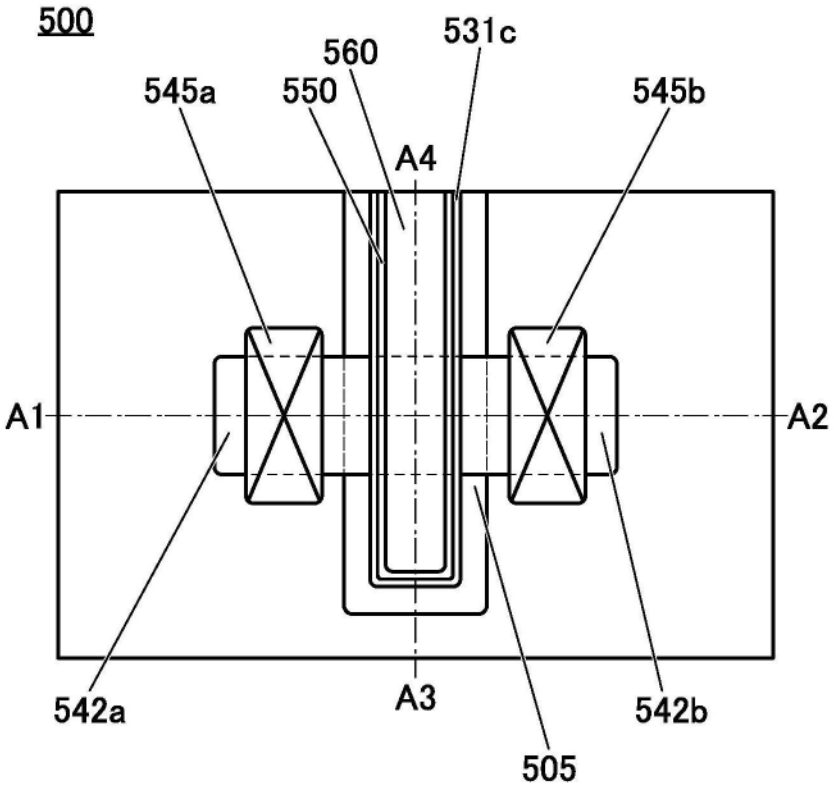

500
560
531c
545a
550
545b
A4
A1
A2
A3
542a
542b
505

图21A

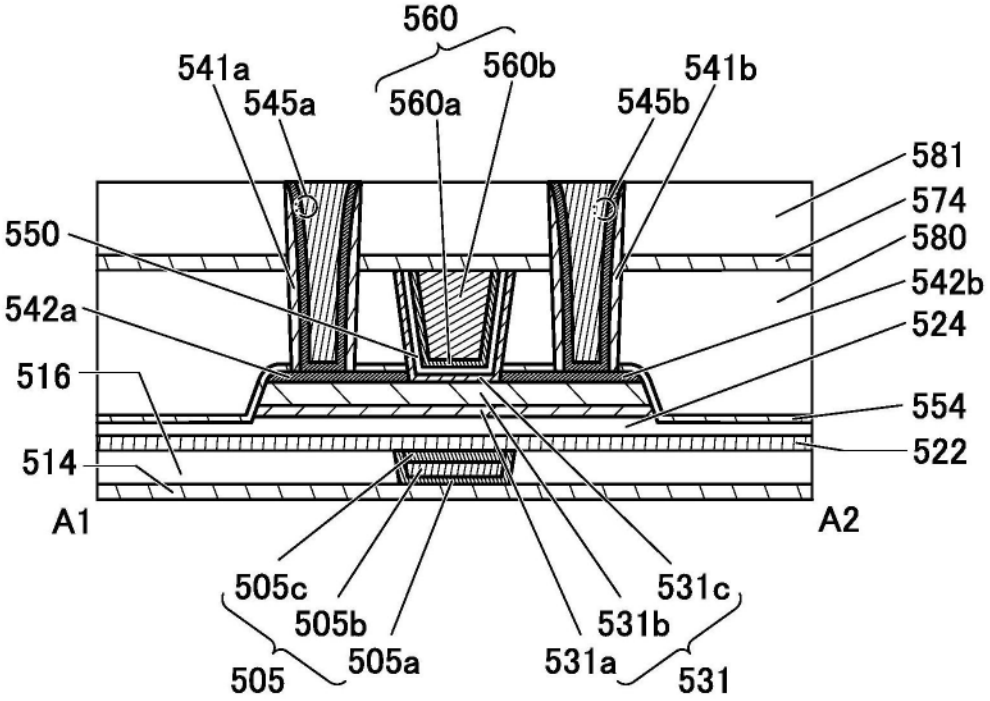

560
541a
560b
541b
545a
560a
545b
581
574
550
580
542b
542a
524
516
554
522
514
A1
A2
505c
531c
505b
531b
505a
531a
505
531

图21B

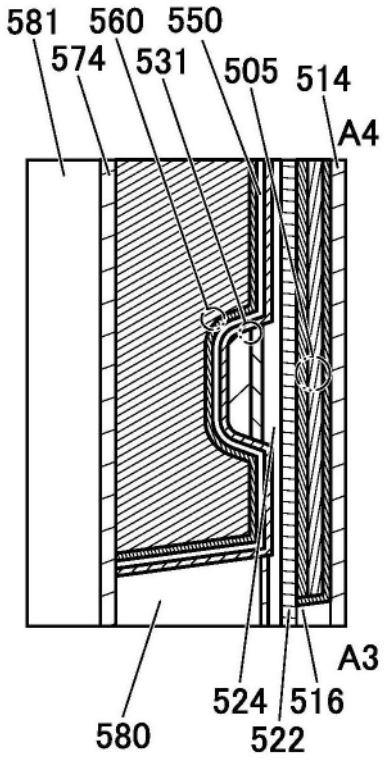



图21C

中间状态
新的边界区域

| 无定形<br>(Amorphous) | 结晶性<br>(Crystalline) | 结晶<br>(Crystal) |
|---|---|---|
| ·完全无定形<br>(completely amorphous) | ·CAAC<br>·nc<br>·CAC<br>排除单晶及多晶<br>(excluding single crystal and poly crystal) | ·单晶<br>(single crystal)<br>·多晶<br>(poly crystal) |

图22A

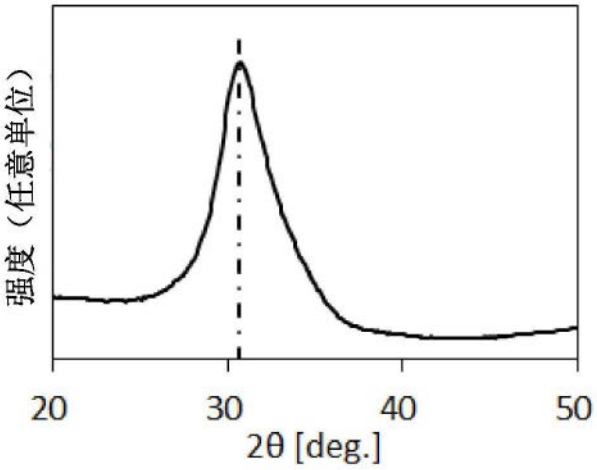



图22B

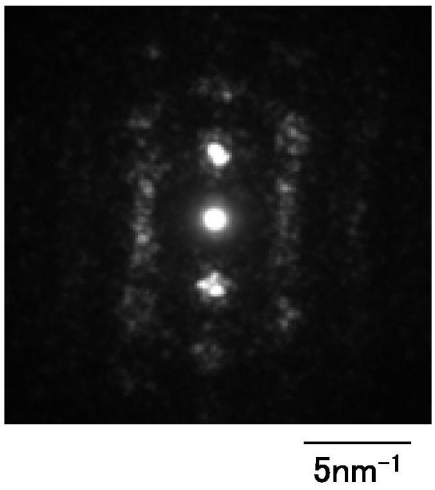



图22C

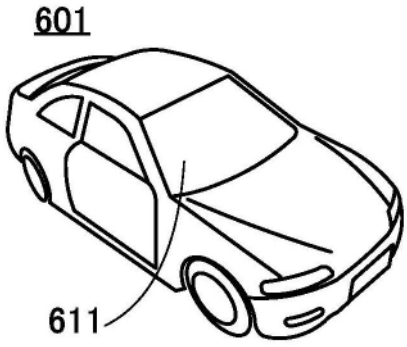



图23A

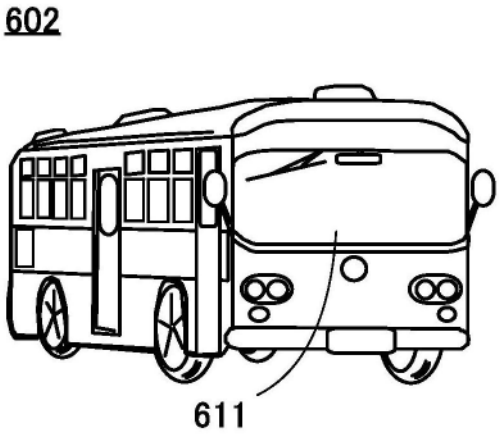



图23B

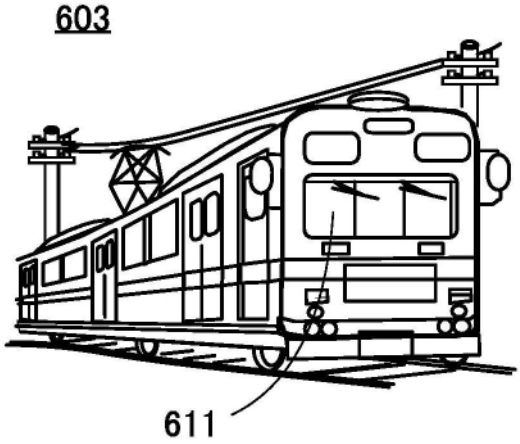



图23C

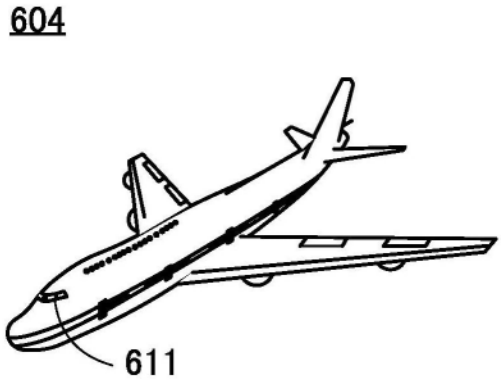



图23D

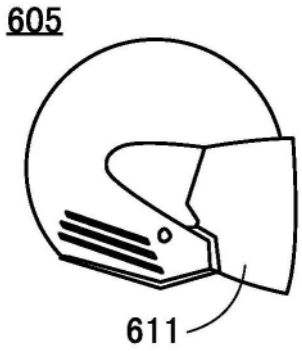



图23E

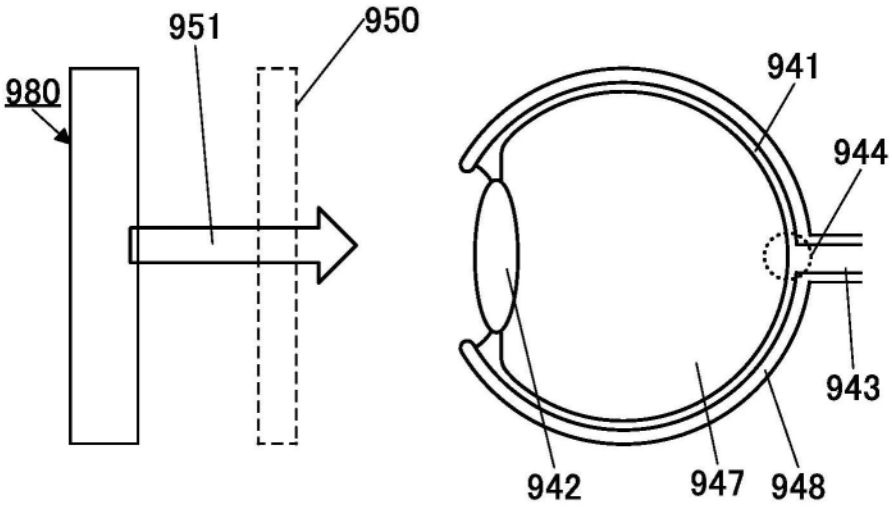



图24A

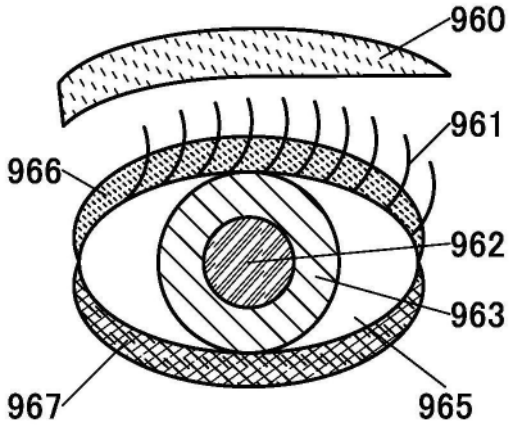



图24B

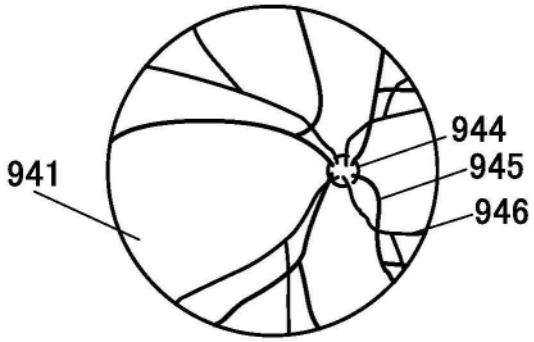



图24C