



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108389870 A

(43)申请公布日 2018.08.10

(21)申请号 201711457527.7

H04N 9/07(2006.01)

(22)申请日 2017.12.28

(30)优先权数据

2017-018776 2017.02.03 JP

(71)申请人 松下知识产权经营株式会社

地址 日本大阪府

(72)发明人 町田真一 村上雅史 德原健富

柳田真明 宍戸三四郎 中田学

井土真澄

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 吕文卓

(51)Int.Cl.

H01L 27/146(2006.01)

H04N 5/369(2011.01)

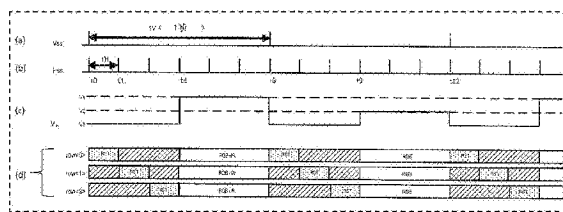
权利要求书2页 说明书17页 附图7页

(54)发明名称

摄像装置

(57)摘要

摄像装置具备:包含像素电极的单位像素单元;与像素电极对置的对置电极;配置在像素电极及对置电极之间的光电转换层;运算电路,通过在像素电极及对置电极之间的第1电压施加而取得相当于用可见光及红外光拍摄的图像的第1信号,通过在像素电极及对置电极之间的第2电压的施加而取得相当于用可见光拍摄的图像的第2信号,通过利用第1信号和第2信号进行规定的运算,生成相当于用红外光拍摄的图像的第3信号。



1. 一种摄像装置,其特征在于,
具备:

单位像素单元,包括像素电极、电连接于上述像素电极的电荷积蓄区域、以及电连接于上述电荷积蓄区域的信号检测电路;

对置电极,与上述像素电极对置;

光电转换层,配置在上述像素电极及上述对置电极之间,当第1电压被施加到上述像素电极及上述对置电极之间则将可见光及红外光转换为第1电信号,当与上述第1电压不同的第2电压被施加到上述像素电极及上述对置电极之间则将上述可见光转换为第2电信号;以及

运算电路,通过在上述像素电极及上述对置电极之间的上述第1电压的施加,从而基于上述第1电信号来取得相当于用上述可见光及上述红外光拍摄的图像的第1信号,通过在上述像素电极及上述对置电极之间的上述第2电压的施加,从而基于上述第2电信号来取得相当于用上述可见光拍摄的图像的第2信号,通过用上述第1信号和上述第2信号进行规定的运算,从而生成相当于用上述红外光拍摄的图像的第3信号。

2. 如权利要求1所述的摄像装置,其特征在于,

还具备能够在上述像素电极及上述对置电极之间选择性地供给上述第1电压或上述第2电压的电压供给电路。

3. 如权利要求1所述的摄像装置,其特征在于,

上述运算电路通过从上述第1信号中减去对上述第2信号乘以增益而得到的信号来生成上述第3信号。

4. 如权利要求3所述的摄像装置,其特征在于,

上述增益相当于,在上述像素电极及上述对置电极之间施加了上述第1电压的情况下的上述光电转换层的量子效率与在上述像素电极及上述对置电极之间施加了上述第2电压的情况下的上述光电转换层的量子效率之比。

5. 如权利要求3所述的摄像装置,其特征在于,

上述增益相当于,在上述像素电极及上述对置电极之间施加了上述第1电压的情况下的上述光电转换层的量子效率与在上述像素电极及上述对置电极之间施加了上述第2电压的情况下的上述光电转换层的量子效率之比、和在上述像素电极及上述对置电极之间施加有上述第1电压的时间即第1曝光时间与在上述像素电极及上述对置电极之间施加有上述第2电压的时间即第2曝光时间之比的积。

6. 如权利要求5所述的摄像装置,其特征在于,

上述第1曝光时间比上述第2曝光时间短。

7. 如权利要求1所述的摄像装置,其特征在于,

上述运算电路通过从对上述第1信号乘以第1增益而得到的第4信号中减去对上述第2信号乘以与上述第1增益不同的第2增益而得到的第5信号,来生成上述第3信号。

8. 如权利要求7所述的摄像装置,其特征在于,

上述第1增益与上述第2增益之比相当于,在上述像素电极及上述对置电极之间施加了上述第2电压的情况下的上述光电转换层的量子效率与在上述像素电极及上述对置电极之间施加了上述第1电压的情况下的上述光电转换层的量子效率之比。

9. 如权利要求7所述的摄像装置,其特征在于,
上述第1增益与上述第2增益之比相当于,

在上述像素电极及上述对置电极之间施加了上述第2电压的情况下的上述光电转换层的量子效率与在上述像素电极及上述对置电极之间施加了上述第1电压的情况下的上述光电转换层的量子效率之比、和在上述像素电极及上述对置电极之间施加有上述第2电压的时间即第2曝光时间与在上述像素电极及上述对置电极之间施加有上述第1电压的时间即第1曝光时间之比的积。

10. 如权利要求9所述的摄像装置,其特征在于,
上述第1曝光时间比上述第2曝光时间短。

11. 如权利要求1所述的摄像装置,其特征在于,
上述光电转换层包括多个光电转换膜。

12. 如权利要求11所述的摄像装置,其特征在于,
上述多个光电转换膜中的至少1个包含有机材料。

摄像装置

技术领域

[0001] 本发明涉及摄像装置。

背景技术

[0002] 以往,当用一个图像传感器取得基于可见光的彩色图像和基于红外光的单色图像时,在红外光多的环境下进行拍摄的情况下,由于红外光的影响而色彩再现受损。因此,可以考虑在拍摄彩色图像时在传感器前面设置将红外光截断的红外截止滤波器而实现良好的色彩再现(例如,参照日本特开2010-109875号公报)。此外,在夜间等能够通过将红外截止滤波器去除而拍摄单色图像。在环境光中包含红外光和可见光双方的情况下,还可以考虑通过设置将可见光截断的可见光截止滤波器,来取得仅基于红外光的图像。

发明内容

[0003] 本发明的一实施方式的摄像装置,具备:单位像素单元,包括像素电极、电连接于上述像素电极的电荷积蓄区域、以及电连接于上述电荷积蓄区域的信号检测电路;对置电极,与上述像素电极对置;光电转换层,配置在上述像素电极及上述对置电极之间;以及运算电路。

[0004] 上述光电转换层,当第1电压被施加到上述像素电极及上述对置电极之间则将可见光及红外光转换为第1电信号,当与上述第1电压不同的第2电压被施加到上述像素电极及上述对置电极之间则将上述可见光转换为第2电信号。

[0005] 上述运算电路,通过在上述像素电极及上述对置电极之间的上述第1电压的施加,从而基于上述第1电信号来取得与用上述可见光及上述红外光拍摄的图像相当的第1信号,通过在上述像素电极及上述对置电极之间的上述第2电压的施加,从而基于上述第2电信号来取得与用上述可见光拍摄的图像相当的第2信号,通过用上述第1信号和上述第2信号进行规定的运算,从而生成与用上述红外光拍摄的图像相当的第3信号。

附图说明

[0006] 图1是表示有关实施方式的摄像装置的例示性电路结构的示意图。

[0007] 图2是表示有关实施方式的单位像素单元的例示性器件构造的示意性剖视图。

[0008] 图3是表示有关实施方式的光电转换层的结构的一例的示意性剖视图。

[0009] 图4是用于说明有关实施方式的摄像装置的动作的一例的时序图。

[0010] 图5是表示在有关实施方式的摄像装置中、光电转换层具有的光谱灵敏度特性的电压依赖性的一例。

[0011] 图6A是表示有关实施方式的可见光及红外光的光谱灵敏度特性的一例的图。

[0012] 图6B是表示有关实施方式的可见光的光谱灵敏度特性的一例的图。

[0013] 图6C是表示有关实施方式的红外光的光谱灵敏度特性的一例的图。

[0014] 图6D是示意地表示有关实施方式的像素结构、以及在可见光及红外光的模式下得

到的信号的图。

[0015] 图6E是示意地表示有关实施方式的像素结构、以及在可见光的模式下得到的信号的图。

[0016] 图6F是示意地表示有关实施方式的像素结构、以及在红外光的模式下得到的信号的图。

[0017] 图7是表示有关实施方式的摄像装置的模式切换动作的一例的图。

[0018] 图8是表示有关实施方式的摄像装置的模式切换动作的其他例的图。

[0019] 符号说明

[0020] 10 单位像素单元

[0021] 11 像素电极

[0022] 12 对置电极

[0023] 13 光电转换部

[0024] 14 信号检测电路

[0025] 15 光电转换层

[0026] 15A 感光层

[0027] 15e 电子阻挡层

[0028] 15h 空穴阻挡层

[0029] 20 半导体衬底

[0030] 24 信号检测晶体管

[0031] 26 寻址晶体管

[0032] 32 电压供给电路

[0033] 41 电荷积蓄节点

[0034] 50 运算电路

[0035] 100 摄像装置

[0036] 150a 第一光电转换膜

[0037] 150b 第二光电转换膜

[0038] 200 像素阵列

具体实施方式

[0039] 上述的背景技术一栏记载的、通过将可动式的滤波器机械性插拔而对彩色摄像和红外摄像进行切换的方式中,在插拔所花费的期间中无法得到良好的摄像结果,所以对于如日夜用相机(day night camera)那样彩色摄像和红外单色摄像的切换频度低的用途而言是有用的。但是,在希望同时取得彩色图像和红外图像的情况下,若在插拔期间内被摄体运动则会引起动态物体晃动。此外,使可动部反复高速运动从装置的耐久性及耗电的观点来看也不是优选的。

[0040] 本发明的一实施方式的摄像装置,具备:单位像素单元,包括像素电极、电连接于上述像素电极的电荷积蓄区域、以及电连接于上述电荷积蓄区域的信号检测电路;对置电极,与上述像素电极对置;光电转换层,配置在上述像素电极及上述对置电极之间;以及运算电路。

[0041] 上述光电转换层,当第1电压被施加在上述像素电极及上述对置电极之间,则将可见光及红外光转换为第1电信号,当与上述第1电压不同的第2电压被施加在上述像素电极及上述对置电极之间,则将上述可见光转换为第2电信号。

[0042] 上述运算电路,通过在上述像素电极及上述对置电极之间的上述第1电压的施加,基于上述第1电信号,取得相当于用上述可见光及上述红外光拍摄的图像的第1信号,通过在上述像素电极及上述对置电极之间的上述第2电压的施加,基于上述第2电信号,取得相当于用上述可见光拍摄的图像的第2信号,通过用上述第1信号和上述第2信号进行规定的运算,生成相当于用上述红外光拍摄的图像的第3信号。

[0043] 通过该结构,该摄像装置能够通过变更向光电转换层的施加电压,对全部像素同时切换基于可见光的摄像和基于可见光及红外光的摄像。进而,该摄像装置能够利用拍摄可见光得到的图像和拍摄可见光及红外光得到的图像,生成拍摄红外光所得到的图像。这样,该摄像装置能够不设置可动式的滤波器地生成基于可见光的图像、基于可见光及红外光的图像、和基于红外光的图像。

[0044] 本发明的一实施方式的摄像装置,可以还具备能够在上述像素电极及上述对置电极之间选择性地供给上述第1电压或上述第2电压的电压供给电路。

[0045] 本发明的一实施方式的摄像装置,可以是,上述运算电路通过从上述第1信号中减去对上述第2信号乘以增益而得到的信号,来生成上述第3信号。

[0046] 本发明的一实施方式的摄像装置,可以是,上述增益相当于,在上述像素电极及上述对置电极之间施加了上述第1电压的情况下的上述光电转换层的量子效率与在上述像素电极及上述对置电极之间施加了上述第2电压的情况下的上述光电转换层的量子效率之比。

[0047] 本发明的一实施方式的摄像装置,可以是,上述增益相当于,在上述像素电极及上述对置电极之间施加了上述第1电压的情况下的上述光电转换层的量子效率与在上述像素电极及上述对置电极之间施加了上述第2电压的情况下的上述光电转换层的量子效率之比、和在上述像素电极及上述对置电极之间施加了上述第1电压的时间即第1曝光时间与在上述像素电极及上述对置电极之间施加了上述第2电压的时间即第2曝光时间之比的积。

[0048] 本发明的一实施方式的摄像装置,可以是,上述运算电路通过从对上述第1信号乘以第1增益而得到的第4信号中减去对上述第2信号乘以与上述第1增益不同的第2增益而得到的第5信号,来生成上述第3信号。

[0049] 本发明的一实施方式的摄像装置,可以是,上述第1增益与上述第2增益之比相当于,在上述像素电极及上述对置电极之间施加了上述第2电压的情况下的上述光电转换层的量子效率与在上述像素电极及上述对置电极之间施加了上述第1电压的情况下的上述光电转换层的量子效率之比。

[0050] 本发明的一实施方式的摄像装置,可以是,上述第1增益与上述第2增益之比相当于,在上述像素电极及上述对置电极之间施加了上述第2电压的情况下的上述光电转换层的量子效率与在上述像素电极及上述对置电极之间施加了上述第1电压的情况下的上述光电转换层的量子效率之比、和在上述像素电极及上述对置电极之间施加了上述第2电压的时间即第2曝光时间与在上述像素电极及上述对置电极之间施加了上述第1电压的时间即第1曝光时间之比的积。

[0051] 本发明的一实施方式的摄像装置,可以是,上述第1曝光时间比上述第2曝光时间短。

[0052] 本发明的一实施方式的摄像装置,可以是,上述光电转换层包含多个光电转换膜。

[0053] 本发明的一实施方式的摄像装置,可以是,上述多个光电转换膜中的至少1个包含有机材料。

[0054] 本发明中,电路、组件、装置、部件的全部或一部分、或者框图的功能块的全部或一部分可以通过半导体装置、半导体集成电路(IC)、或包括LSI (large scale integration) 的一个或多个电子电路来执行。LSI或IC可以集成于一个芯片,也可以将多个芯片组合而构成。例如,可以将存储元件以外的功能块集成于一个芯片。这里,称作LSI或IC,但可以根据集成的程度而改变称呼,称作系统LSI、VLSI (very large scale integration)、或者ULSI (ultra large scale integration)。在LSI的制造后被编程的现场可编程门阵列(FPGA)、或者能够进行LSI内部的结合关系的重构或LSI内部的电路划分的建立的可重构逻辑器件也能够以相同的目的使用。

[0055] 进而,电路、组件、装置、部件的全部或一部分的功能或操作能够通过软件处理来执行。该情况下,软件被记录在一个或多个ROM、光盘、硬盘驱动器等非暂时性记录介质中,当通过处理装置(processor)执行了软件时,由该软件确定的功能被处理装置及周边装置执行。系统或装置可以具备记录有软件的一个或多个非暂时性记录介质、处理装置、以及必要的硬件器件例如接口。

[0056] 以下,参照附图,详细说明本发明的实施方式。另外,以下说明的实施方式均表示总括性或具体性的例子。以下的实施方式所示的数值、形状、材料、构成要素、构成要素的配置、以及连接形态、步骤、步骤的顺序等作为一例而并不意欲限定本发明。本说明书中说明的各种形态只要不发生矛盾就能够相互组合。此外,以下的实施方式中的构成要素之中,对于表示最上位概念的独立权利要求中没有记载的构成要素,设为任意的构成要素来说明。以下的说明中,具有实质相同的功能的构成要素用共通的参照符号表示,有省略说明的情况。

[0057] (摄像装置的实施方式)

[0058] 图1表示有关本发明的实施方式的摄像装置的例示性电路结构。图1所示的摄像装置100具有包括二维排列的多个单位像素单元10的像素阵列200。图1示意地表示将单位像素单元10配置为2行2列的矩阵状的样子。摄像装置100中的单位像素单元10的数量及配置不限于图1所示的例子。

[0059] 各单位像素单元10具有光电转换部13及信号检测电路14。如后面参照附图说明的那样,光电转换部13具有在相互对置的2个电极之间夹着的光电转换层,接受入射的光而生成信号电荷。光电转换部13其整体不需要是按每个单位像素单元10而独立的元件,光电转换部13的例如一部分或全部可以设于多个单位像素单元10。本实施方式的情况下,关于光的入射侧的电极,也是光的入射侧的电极的一部分或全部设于多个单位像素单元10。

[0060] 信号检测电路14是检测由光电转换部13生成的信号的电路。该例中,信号检测电路14包含信号检测晶体管24及寻址晶体管26。信号检测晶体管24及寻址晶体管26典型地是场效应晶体管(FET),这里,作为信号检测晶体管24及寻址晶体管26,例示N沟道MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor)。

[0061] 如图1中示意性地示出的那样,信号检测晶体管24的控制端子(这里是栅极)与光电转换部13电连接。由光电转换部13生成的信号电荷(空穴或电子)被积蓄到信号检测晶体管24的栅极与光电转换部13之间的电荷积蓄节点(也称作“浮置扩散节点”)41。电荷积蓄节点41相当于电荷积蓄区域。光电转换部13的结构的情况后述。

[0062] 各单位像素单元10的光电转换部13还与灵敏度控制线42连接。在图1所例示的结构中,灵敏度控制线42与电压供给电路32连接。该电压供给电路32是能够将至少第一电压、第二电压以及第三电压这3个种类的电压中的某一种向光电转换部13选择性地供给的电路。电压供给电路32当摄像装置100动作时经由灵敏度控制线42向光电转换部13供给规定的电压。电压供给电路32不限于特定的电源电路,可以是生成规定的电压的电路,也可以是从其他电源供给的电压转换为规定的电压的电路。如后面详细说明的那样,通过将电压供给电路32向光电转换部13供给的电压在相互不同的多个电压之间切换,控制从光电转换部13向电荷积蓄节点41的信号电荷的积蓄的开始及结束。换言之,本发明的实施方式中,通过将电压供给电路32向光电转换部13供给的电压在第三电压与其他电压之间切换,执行电子快门动作。摄像装置100的动作的例子后述。

[0063] 各单位像素单元10与供给电源电压VDD的电源线40连接。如图示那样,在电源线40上,连接有信号检测晶体管24的输入端子(典型地是漏极)。电源线40作为源极跟随器电源发挥功能,从而信号检测晶体管24将由光电转换部13生成的信号电荷放大为与该信号电荷相应的电压而作为信号电压来输出。

[0064] 在信号检测晶体管24的输出端子(这里是源极)上,连接有寻址晶体管26的输入端子(这里是漏极)。寻址晶体管26的输出端子(这里是源极)与按像素阵列200的每列配置的多个垂直信号线47中的1个连接。寻址晶体管26的控制端子(这里是栅极)与地址控制线46连接,通过对地址控制线46的电位进行控制,能够将信号检测晶体管24的输出有选择地向对应的垂直信号线47读出。

[0065] 在图示的例子中,地址控制线46与垂直扫描电路(也称作“行扫描电路”)36连接。垂直扫描电路36通过向地址控制线46施加规定的电压,按行单位来选择在各行中配置的多个单位像素单元10。由此,执行被选择的单位像素单元10的信号读出。

[0066] 垂直信号线47是将来自像素阵列200的像素信号向周边电路进行传递的主信号线。在垂直信号线47上,连接有列信号处理电路(也称作“行信号积蓄电路”)37。列信号处理电路37进行以相关双采样为代表的噪音抑制信号处理以及模拟—数字转换(AD转换)等。如图所示,列信号处理电路37对应于像素阵列200中的单位像素单元10的各列而设置。在这些列信号处理电路37上,连接有水平信号读出电路(也称作“列扫描电路”)38。水平信号读出电路38从多个列信号处理电路37将信号向水平共通信号线49依次读出。

[0067] 在图1所例示的结构中,单位像素单元10具有复位晶体管28。复位晶体管28例如与信号检测晶体管24及寻址晶体管26同样地是场效应晶体管。以下,在没有特别说明的情况下,说明采用N沟道MOSFET作为复位晶体管28的例子。如图所示,该复位晶体管28连接在供给复位电压 V_r 的复位电压线44与电荷积蓄节点41之间。复位晶体管28的控制端子(这里是栅极)连接于复位控制线48,通过对复位控制线48的电位进行控制,能够将电荷积蓄节点41的电位复位为复位电压 V_r 。该例中,复位控制线48与垂直扫描电路36连接。因而,通过由垂直扫描电路36向复位控制线48施加规定的电压,能够按行单位将在各行中配置的多个单位

像素单元10复位。

[0068] 该例中,向复位晶体管28供给复位电压 V_r 的复位电压线44连接于复位电压源34。复位电压源34具有能够在摄像装置100动作时向复位电压线44供给规定的复位电压 V_r 的结构即可,与上述的电压供给电路32同样地,不限于特定的电源电路。电压供给电路32及复位电压源34分别可以是单一的电压供给电路的一部分,也可以是独立的分别的电压供给电路。另外,电压供给电路32及复位电压源34的一方或双方可以是垂直扫描电路36的一部分。或者,来自电压供给电路32的灵敏度控制电压及/或来自复位电压源34的复位电压 V_r 可以经由垂直扫描电路36而被供给到各单位像素单元10。

[0069] 作为复位电压 V_r ,还能够使用信号检测电路14的电源电压VDD。该情况下,能够将向各单位像素单元10供给电源电压的电压供给电路(图1中未图示)、和复位电压源34共通化。此外,由于能够将电源线40和复位电压线44共通化,所以能够使像素阵列200中的布线简单化。但是,对复位电压 V_r 和信号检测电路14的电源电压VDD使用相互不同的电压能够实现摄像装置100的更灵活的控制。

[0070] (单位像素单元的器件构造)

[0071] 图2示意地表示单位像素单元10的例示的器件结构。图2所例示的结构中,上述的信号检测晶体管24、寻址晶体管26以及复位晶体管28形成于半导体衬底20。半导体衬底20不限于其整体为半导体的衬底。半导体衬底20可以在形成感光区域的一侧的表面设有半导体层的绝缘性衬底等。这里,说明使用P型硅(Si)衬底作为半导体衬底20的例子。

[0072] 半导体衬底20具有杂质区域(这里是N型区域)26s、24s、24d、28d、28s、和用于单位像素单元10间的电气分离的元件分离区域20t。这里,元件分离区域20t还设在杂质区域24d与杂质区域28d之间。元件分离区域20t通过在例如规定的注入条件下对半导体衬底20进行受主的离子注入而形成。

[0073] 杂质区域26s、24s、24d、28d、28s典型地是形成在半导体衬底20内的扩散层。如图2示意所示那样,信号检测晶体管24包括杂质区域24s、24d和栅极电极24g(典型地是多晶硅电极)。杂质区域24s、24d分别作为信号检测晶体管24的例如源极区域及漏极区域发挥功能。在杂质区域24s与杂质区域24d之间,形成信号检测晶体管24的沟道区域。

[0074] 同样地,寻址晶体管26包括杂质区域26s、24s和与地址控制线46(参照图1)连接的栅极电极26g(典型地是多晶硅电极)。该例中,信号检测晶体管24及寻址晶体管26通过将杂质区域24s共享而相互电连接。杂质区域26s作为寻址晶体管26的例如源极区域发挥功能。杂质区域26s与图2中未图示的垂直信号线47(参照图1)连接。

[0075] 复位晶体管28包括杂质区域28d、28s和与复位控制线48(参照图1)连接的栅极电极28g(典型地是多晶硅电极)。杂质区域28s作为复位晶体管28的例如源极区域发挥功能。杂质区域28s与图2中未图示的复位电压线44(参照图1)连接。

[0076] 在半导体衬底20上,以将信号检测晶体管24、寻址晶体管26以及复位晶体管28覆盖的方式配置有层间绝缘层50(典型地是二氧化硅层)。如图所示,在层间绝缘层50中,能够配置布线层56。布线层56典型地由铜等金属形成,例如能够在其一部分中包含上述的垂直信号线47等布线。层间绝缘层50所包含的绝缘层的数量、以及在层间绝缘层50中配置的布线层56所包含的布线层的数量能够任意地设定,不限于图2所示的例子。

[0077] 在层间绝缘层50上,配置上述的光电转换部13。换言之,本发明的实施方式中,构

成像素阵列200(参照图1)的多个单位像素单元10形成在半导体衬底20上。在半导体衬底20上二维排列的多个单位像素单元10形成感光区域。相邻的2个单位像素单元10间的距离即像素间距例如是2 μm 左右。

[0078] 光电转换部13包括像素电极11、对置电极12、和在它们之间配置的光电转换层15。该例中,对置电极12及光电转换层15遍及多个单位像素单元10而形成。

[0079] 另一方面,像素电极11按每个单位像素单元10而设置,与相邻的其他单位像素单元10的像素电极11在空间上分离,从而与其他单位像素单元10的像素电极11电绝缘。

[0080] 对置电极12典型地是由透明导电性材料形成的透明电极。对置电极12配置于在光电转换层15中入射光的一侧。因而,透射过对置电极12的光向光电转换层15入射。另外,由摄像装置100检测的光不限于可见光的波长范围(例如,380nm以上780nm以下)内的光。本说明书中的“透明”是指,使想要检测的波长范围的光的至少一部分透射。本说明书中,将包含红外线及紫外线的电磁波全体方便地表现为“光”。对置电极12例如能够使用ITO(Indium doped Tin Oxide)、IZO(Indium Zinc Oxide)、AZO(Aluminium doped Zinc Oxide)、FTO(Fluorine doped Tin Oxide)、 SnO_2 、 TiO_2 、 ZnO_2 等的透明导电性氧化物(Transparent Conducting Oxide(TCO))。

[0081] 光电转换层15接受入射的光而产生空穴-电子对。光电转换层15在本实施方式的情况下由有机材料形成。构成光电转换层15的材料的具体例后述。

[0082] 如参照图1说明的那样,对置电极12与连接于电压供给电路32的灵敏度控制线42连接。此外,这里,对置电极12遍及多个单位像素单元10而形成。因而,能够经由灵敏度控制线42,从电压供给电路32将所希望的大小的灵敏度控制电压统一施加在多个单位像素单元10之间。另外,只要能够从电压供给电路32施加所希望的大小的灵敏度控制电压,则对置电极12也可以按每个单位像素单元10而分离设置。同样地,也可以将光电转换层15按每个单位像素单元10而分离设置。

[0083] 如后面详细说明的那样,电压供给电路32在曝光期间与非曝光期间之间向对置电极12供给相互不同的电压。本说明书中,“曝光期间”是指用于向电荷积蓄区域积蓄由光电转换生成的正电荷及负电荷的一方的期间,也可以称作“电荷积蓄期间”。此外,本说明书中,将摄像装置的动作中并且曝光期间以外的期间称作“非曝光期间”。另外,“非曝光期间”不限于向光电转换部13的光的入射被截断的期间,也可以包括没有向光电转换部13照射光的期间。

[0084] 通过控制相对于像素电极11的电位的对置电极12的电位,能够将通过光电转换而在光电转换层15内产生的空穴-电子对中的空穴及电子的某一方通过像素电极11来收集。例如在利用空穴作为信号电荷的情况下,通过使对置电极12的电位比像素电极11高,能够通过像素电极11选择性地收集空穴。以下,例示利用空穴作为信号电荷的情况。当然,也能够利用电子作为信号电荷。

[0085] 通过对置电极12与像素电极11之间施加适当的偏置电压,与对置电极12对置的像素电极11收集在光电转换层15中通过光电转换而产生的正电荷及负电荷中的一方。像素电极11由铝、铜等金属、金属氮化物、或者通过掺杂而被赋予了导电性的多晶硅等形成。

[0086] 可以使像素电极11为遮光性的电极。例如,作为像素电极11,通过形成厚度100nm的Ta₂N₅电极,能够实现充分的遮光性。通过使像素电极11为遮光性的电极,能够抑制穿过了

光电转换层15的光向形成于半导体衬底20的晶体管(该例中是信号检测晶体管24、寻址晶体管26以及复位晶体管28的至少某个)的沟道区域或杂质区域的入射。也可以利用上述的布线层56在层间绝缘层50内形成遮光膜。通过抑制光向形成于半导体衬底20的晶体管的沟道区域的入射,能够抑制晶体管的特性的偏移(例如阈值电压的变动)等。此外,通过抑制光向形成于半导体衬底20的杂质区域的入射,能够抑制杂质区域的由不希望的光电转换所带来的噪声的混入。这样,向半导体衬底20的光的入射的抑制有利于摄像装置100的可靠性的提高。

[0087] 如图2示意所示那样,像素电极11经由插塞52、布线53以及接触插塞54,与信号检测晶体管24的栅极电极24g连接。换言之,信号检测晶体管24的栅极与像素电极11电连接。插塞52、布线53由例如铜等金属形成。插塞52、布线53以及接触插塞54构成信号检测晶体管24与光电转换部13之间的电荷积蓄节点41(参照图1)的至少一部分。布线53可以是布线层56的一部分。此外,像素电极11经由插塞52、布线53以及接触插塞55,还与杂质区域28d连接。在图2例示的结构中,信号检测晶体管24的栅极电极24g、插塞52、布线53、接触插塞54、55、以及作为复位晶体管28的源极区域及漏极区域的一方的杂质区域28d作为将由像素电极11收集到的信号电荷进行积蓄的电荷积蓄区域发挥功能。

[0088] 通过由像素电极11收集信号电荷,与在电荷积蓄区域中积蓄的信号电荷的量相对应的电压被施加到信号检测晶体管24的栅极。信号检测晶体管24将该电压放大。被信号检测晶体管24放大的电压作为信号电压经由寻址晶体管26选择性地被读出。

[0089] (光电转换层的结构的例子)

[0090] 如上述那样,通过向光电转换层15照射光、并在像素电极11与对置电极12之间施加偏置电压,从而能够将通过光电转换而产生的正电荷及负电荷中的一方用像素电极11收集,并将收集到的电荷积蓄到电荷积蓄区域。在本实施方式中,将以下说明的那样的在一定条件下层叠了吸收光谱相互不同的光电转换膜的感光层15A用于光电转换部13。这样,通过像素电极11与对置电极12之间的电位差,能够切换光电转换层15的波长灵敏度特性、即摄像波长范围。此外,通过使像素电极11与对置电极12之间的电位差为规定的电位差以下,能够抑制在电荷积蓄区域中已经积蓄的信号电荷通过光电转换层15向对置电极12移动。此外,如果使像素电极11与对置电极12之间的电位差为规定的电位差以下,则能够抑制此后信号电荷向电荷积蓄区域进一步积蓄。这是本发明者新发现的见解之一。即,通过控制向光电转换层15施加的偏置电压的大小,不对多个像素分别另行设置传输晶体管等元件,就能够具有全局快门(global shutter)功能,此外实现摄像波长的电切换。摄像装置100的动作的典型例后述。

[0091] 以下,说明光电转换层15的结构例以及光电转换层15的波长灵敏度特性。

[0092] 图3是表示光电转换层15的结构的一例的示意性剖视图。在图3例示的结构中,光电转换层15具有空穴阻挡层15h、感光层15A以及电子阻挡层15e。空穴阻挡层15h配置在光电转换层15与对置电极12之间。电子阻挡层15e配置在光电转换层15与像素电极11之间。光电转换层15典型地含有半导体材料。这里,作为半导体材料,使用有机半导体材料。有机半导体材料是在摄像所需要的摄像波长中具有吸收峰值的材料即可,通常将电子提供性的有机半导体材料和电子接受性的有机半导体材料混合而得到光电转换膜。由此,能够使对于将在光电转换层15内产生的激子分离为电子和空穴而言所需要的电场强度缩小到作为半

导体元件而能够充分使用的程度。换言之，相同电压下的量子效率增大，光电转换特性提高。

[0093] 本实施方式的情况下，配置在对置电极12侧的第一光电转换膜150a具有仅在可见波段具有灵敏度的波长灵敏度特性，配置在像素电极11侧的第二光电转换膜150b具有在可见波段具有灵敏度并且在红外波段具有比可见波段强的灵敏度的波长灵敏度特性。另外，这里，不足峰值波长的十分之一的灵敏度记载为无灵敏度。

[0094] 由有机半导体材料构成的光电转换层15能够通过改变在对置电极12与像素电极11之间施加的电压的大小，来控制到达像素电极11的信号电荷的量。理由在于，有机半导体材料的载流子输送性能非常低，如果将光电转换层15内产生的电荷向像素电极11吸引的电场强度不强，则在光电转换层15之中移动的过程中由于复合等而电荷消失。

[0095] 本实施方式中，在设为用对置电极12和像素电极11将吸收光谱相互不同的第一光电转换膜150a和第二光电转换膜150b夹着的结构的情况下，仅在第一光电转换膜150a和第二光电转换膜150b满足规定的条件的情况下，能够根据在对置电极12与像素电极11之间施加的电压而控制信号电荷向像素电极11的输送。这也是本发明者新发现的见解之一。

[0096] 作为上述的规定的条件，例如是对第一光电转换膜150a和第二光电转换膜150b具有的膜电阻的值设置一定以上的差。在对置电极12与像素电极11间施加的电压按第一光电转换膜150a和第二光电转换膜150b的各自的光电转换膜具有的膜电阻之比而被分配。通过对第一光电转换膜150a和第二光电转换膜150b具有的膜电阻设置例如44倍以上的差，能够对膜电阻高的光电转换膜分配施加电压的大部分，使向另一方分配的电压为光电转换阈值以下。因而，在对置电极12与像素电极11间的施加电压低的情况下，仅向膜电阻高的光电转换膜施加光电转换阈值以上的电场，仅将由膜电阻高的光电转换膜产生的信号向像素电极11输送。另一方面，当使对置电极12与像素电极11间的施加电压较高，则在膜电阻低的光电转换膜上也作用光电转换阈值以上的电场，膜电阻低的光电转换膜也向能够将信号电荷向像素电极11输送的状态转变。膜电阻能够通过构成光电转换膜的电子提供性材料和电子接受性材料的能级、混合比、膜厚等来调整。

[0097] 此外，当向光电转换层15施加的电压（即，对置电极12与像素电极11间的施加电压）低于层叠的第一光电转换膜150a和第二光电转换膜150b的各自的光电转换阈值，则哪个光电转换层都无法将信号电荷向像素电极输送。结果，第一光电转换膜150a和第二光电转换膜150b的波长灵敏度实质上成为零，第一光电转换膜150a及第二光电转换膜150b不再具有灵敏度。因而，通过选择对置电极12与像素电极11之间的施加电压，能够切换对全部的波长没有光电转换灵敏度的状态、感光层15A的第一光电转换膜150a与第二光电转换膜150b的仅某一方具有光电转换灵敏度的状态、以及感光层15A的第一光电转换膜150a和第二光电转换膜150b双方具有光电转换灵敏度的状态。通过以上，通过像素电极11与对置电极12之间的电位差，能够切换光电转换层15的波长灵敏度特性、即摄像波长范围，并且实现电气性的快门动作。

[0098] 作为上述的第一光电转换膜150a和第二光电转换膜150b，例如能够使用DTDCTB (2-([7-(5-N,N-Ditolylaminothiophen-2-yl)-2,1,3-benzothiadiazol-4-yl]methylene)malononitrile) 与C₇₀富勒烯的共蒸镀膜、萘酞菁锡(tin naphthalocyanine)与C₇₀富勒烯的共蒸镀膜。更详细而言能够使用以下材料。典型地，第一

光电转换膜150a以及第二光电转换膜150b分别包含电子提供性(施主性,p型)的分子和电子接受性(受主性,n型)的分子。

[0099] 电子提供性的分子的典型例是有机p型半导体,主要以空穴输送性有机化合物为代表,具有容易提供电子的性质。有机p型半导体的例子是,DTDCCTB等的三芳香胺化合物、联苯胺化合物、吡唑啉化合物、苯乙烯胺化合物、脞化合物、三苯甲烷化合物、咪唑化合物、聚硅烷化合物、 α -六噻吩(以下称作“ α -6T”)、P3HT(聚3-己基噻吩)等噻吩化合物、酞菁化合物、花菁昔化合物、部花青化合物、菁化合物、聚胺化合物、吡啶化合物、吡咯化合物、吡唑化合物、聚芳化合物、缩合芳香族碳环化合物(萘衍生物、蒽衍生物、菲衍生物、红荧烯等并四苯衍生物、芘衍生物、茈衍生物、荧蒽衍生物)、作为配体而具有含氮杂环化合物的金属络合物等。酞菁化合物的例子是,铜酞菁(CuPc)、亚酞菁(SubPc)、氯化铝酞菁(ClAlPc)、 $\text{Si}(\text{OSiR}_3)_2\text{Nc}$ (R表示碳数从1到18的烷基、Nc表示萘酞菁。)、萘酞菁锌(SnNc)以及酞菁铅(PbPc)等。施主性有机半导体不限于这些,只要是与用作n型(受主性)化合物的有机化合物相比电离势小的有机化合物就能够用作施主性有机半导体。电离势是真空能级与最高占有分子轨道(HOMO)的能级之差。

[0100] 电子接受性的分子的典型例是有机n型半导体,主要以电子输送性有机化合物为代表,具有容易接受电子的性质。有机n型半导体的例子是, C_{60} 及 C_{70} 等的富勒烯、苯基 C_{61} 丁酸甲酯(PCBM)等的富勒烯衍生物、缩合芳香族碳环化合物(萘衍生物、蒽衍生物、菲衍生物、并四苯衍生物、芘衍生物、茈衍生物、荧蒽衍生物)、含有氮原子、氧原子、硫原子的5至7元的杂环化合物(例如吡啶、吡嗪、嘧啶、哒嗪、三嗪、喹啉、喹喔啉、喹唑啉、酞嗪、噌啉、异喹啉、蝶啶、吡啶、吩嗪、菲绕啉、四唑、吡唑、咪唑、噻唑、恶唑、吡唑、苯并咪唑、苯并三唑、苯并恶唑、苯并噻唑、咪唑、嘌呤、三唑并哒嗪、三唑并嘧啶、四氮杂茛、恶二唑、咪唑并吡啶、吡咯烷、吡咯并吡啶、噻二唑吡啶、二苯并吡啶、三苯并吡啶等)、亚酞菁(SubPc)、聚芳化合物、茈化合物、环戊二烯化合物、甲硅烷基化合物、茈四羧酸二酞亚胺化合物(PTCDI)、作为配体而具有含氮杂环化合物的金属络合物等。受主性有机半导体不限于这些,只要是与用作p型(施主性)有机化合物的有机化合物相比电子亲和能大的有机化合物就能够用作受主性有机半导体。电子亲和能是真空能级与最低未占分子轨道(LUMO)的能级之差。

[0101] 作为第一光电转换膜150a,例如能够使用在可见波段具有光电转换灵敏度的有机半导体材料,作为第二光电转换膜150b,例如能够使用在红外波段具有灵敏度的有机半导体材料。

[0102] 与上述同样的效果还能够通过在感光层15A的第一光电转换膜150a与第二光电转换膜150b的界面设置能垒来实现。例如可以是,在作为信号电荷而积蓄空穴的情况下,以在感光层15A的第一光电转换膜150a与第二光电转换膜150b的界面相对于空穴形成例如0.2eV以上的能垒的方式,选择第一光电转换膜150a和第二光电转换膜150b的电离势。

[0103] 在第一光电转换膜150a与第二光电转换膜150b的界面不设置能垒的情况下,波长灵敏度特性的电压依赖性受各个第一光电转换膜150a和第二光电转换膜150b的膜电阻支配,波长灵敏度特性的切换动作不依赖于层叠顺序。但是,在着眼于光电转换效率的情况下,存在更优选的层叠条件。如上述那样,通常,光电转换膜通过将电子提供性的有机半导体材料和电子接受性的有机半导体材料进行混合而得到。这里,作为电子接受性材料,可以使用 C_{60} 富勒烯、 C_{70} 富勒烯及其类似物。可以认为这是因为,由于富勒烯的LUMO轨道在球壳

上空间性扩展,所以从接触的电子提供性的有机半导体材料以高效率向富勒烯分子产生电子的移动。因而,在想要实现高效率的光电转换元件的情况下,可以将对所希望的波长具有吸收性的电子提供性有机半导体材料、和富勒烯及其类似物进行混合而得到光电转换膜。此外,已知富勒烯及其类似物通常在可见波段、特别是与蓝色相对应的波段具有强吸收性。因而,当使用在红外波段具有吸收性的电子提供性有机半导体材料设计红外光电转换膜,则成为不仅在红外波段而且在可见波段也具有吸收性的特性。该情况下,当以对第一光电转换膜150a使用红外光电转换膜、对第二光电转换膜150b使用在可见光区域具有灵敏度的可见光电转换膜的方式进行层叠,则可见光的一部分被配置在光的入射侧的第一光电转换膜吸收,向作为可见光电转换膜的第二光电转换膜入射的可见光域的光量衰减。因而,在这样的情况下,当将可见光电转换膜作为第一光电转换膜150a、将红外光电转换膜作为第二光电转换膜150b,则能够抑制向第二光电转换膜入射的可见光域的光的光量衰减。另一方面,使用对可见光具有吸收性的电子提供性有机半导体和富勒烯及其类似物构成可见光电转换膜的情况下,成为在红外波段不具有吸收性的特性。因此,即使将这样的可见光电转换膜配置在光的入射侧,也能够使红外光透射、使足够的光量的红外光向红外光电转换膜入射。这样,为了得到良好的摄像结果,可以决定多个光电转换膜的层叠顺序,以使向所希望的光电转换膜充分地入射所希望的波长的光。

[0104] (摄像装置100的动作用的例子)

[0105] 图4是说明有关本发明的实施方式的摄像装置的动作的一例的时序图。图4中,部分(a)、(b)表示同步信号的下降或上升的定时,部分(c)表示施加于光电转换层15的偏置电压的大小的时间性变化,部分(d)表示像素阵列200(参照图1)的各行的复位及曝光的定时。更具体而言,图4中,部分(a)表示垂直同步信号Vss的下降或上升的定时,部分(b)表示水平同步信号Hss的下降或上升的定时。部分(c)表示经由灵敏度控制线42从电压供给电路32向对置电极12施加的电压Vb的时间性变化。进而,部分(d)表示像素阵列200的各行的复位及曝光的定时。另外,经由灵敏度控制线42从电压供给电路32向对置电极12施加的电压Vb的时间性变化相当于以像素电极11的电位为基准时的对置电极12的电位的时间性变化。

[0106] 另外,图4中,为了使说明简单而示出了在像素阵列200中存在3行的单位像素单元10的情况,但像素阵列200也可以具备更多的行。

[0107] 以下,参照图1、图2以及图4,说明摄像装置100的动作的一例。为了简单,这里,说明像素阵列200中包含的像素的行数为row<0>行、row<1>行、row<2>行合计3行的情况下的动作用的例子。

[0108] 在图像的取得中,首先,执行像素阵列200中的各单位像素单元10的电荷积蓄区域的复位、和先前已曝光的情况下该像素信号的读出。例如,如图4所示,基于垂直同步信号Vss,开始属于row<0>行的多个像素的复位(时刻t0)。另外,图4中的影线的矩形示意地表示信号的读出期间。该读出期间的一部分中包括用于将单位像素单元10的电荷积蓄区域的电位复位的复位期间。

[0109] 在属于row<0>行的像素的复位中,通过row<0>行的地址控制线46的电位的控制,将栅极与该地址控制线46连接的寻址晶体管26设为ON(导通),进而,通过row<0>行的复位控制线48的电位的控制,将栅极与该复位控制线48连接的复位晶体管28设为ON。由此,电荷积蓄节点41与复位电压线44被连接,复位电压Vr被供给到作为电荷积蓄区域的电荷积

蓄节点41。即,信号检测晶体管24的栅极电极24g以及光电转换部13的像素电极11的电位被复位为复位电压 V_r 。然后,经由垂直信号线47,从 $\text{row} < 0 >$ 行的单位像素单元10将复位后的像素信号读出。此时得到的像素信号是与复位电压 V_r 的大小对应的像素信号。在像素信号的读出后,将复位晶体管28及寻址晶体管26设为OFF(截止)。

[0110] 该例中,如图4示意所示地那样,对应于水平同步信号 H_{ss} ,将属于 $\text{row} < 0 >$ 行、 $\text{row} < 1 >$ 行、 $\text{row} < 2 >$ 行的各行的像素的复位按行单位依次执行。以下,有时将水平同步信号 H_{ss} 的脉冲的间隔、换言之即从某行被选择开始到下一行被选择为止的期间称作“1H期间”。该例中,从时刻 t_0 到时刻 t_1 的期间相当于1H期间。

[0111] 如图4所示,至少在将像素阵列200的单位像素单元10分别具备的电荷积蓄区域的全部进行复位的期间即复位期间、从图像取得的开始到像素阵列200的全部行的复位及像素信号的读出结束的期间(时刻 t_0 到 t_3)中,规定的波长范围下的光电转换层15的灵敏度实质上成为0的第三电压 V_3 通过电压供给电路32被施加在像素电极11与对置电极12之间。这里,第三电压 V_3 例如是0V(伏特)。即,通过向光电转换部13的光电转换层15施加第三电压 V_3 的偏置电压,能够创造出从开始从像素阵列200取得图像信号的定时(时刻 t_0)到曝光期间的开始(时刻 t_3)为止的期间(非曝光期间)。

[0112] 在对光电转换层15施加了第三电压 V_3 的偏置电压的状态下,从光电转换层15向电荷积蓄区域的信号电荷的移动几乎不发生。可以推测这是因为,在对光电转换层15施加了第三电压 V_3 的偏置电压的状态下,通过光的照射产生的正电荷及负电荷的大部分迅速地复合,在被像素电极11收集前消失。因而,在对光电转换层15施加了第三电压 V_3 的偏置电压的状态下,即使光向光电转换层15入射,向电荷积蓄区域的信号电荷的积蓄也几乎不发生。因此,曝光期间以外的期间中的不希望灵敏度(以下有时称作“寄生灵敏度”)的发生得以抑制。

[0113] 在图4的部分(d)中,着眼于某行(例如 $\text{row} < 0 >$ 行)时,浓的影线的矩形及淡的影线的矩形所表示的期间表示非曝光期间。另外,第三电压 V_3 不限于0V。

[0114] 在像素阵列200的全部行的复位以及像素信号的读出结束后,基于水平同步信号 H_{ss} ,开始曝光(时刻 t_3)。在图4的部分(d)中,白的矩形示意地表示各行的曝光期间。另外,图4中有影线的矩形所表示的非曝光期间和白的矩形所表示的曝光期间被记载为相同的长度,但这是用来进行说明的,并不意欲限定为相同长度。曝光期间可以通过被摄体的暗度以及被摄体的运动的速度等任意调整。曝光期间通过由电压供给电路32将在像素电极11与对置电极12之间施加的电压切换为与第三电压 V_3 不同的第一电压 V_1 (或第二电压 V_2)而开始。第一电压 V_1 例如是感光层15A的哪一个都超过光电转换阈值而具有灵敏度那样的电压。通过向光电转换层15施加第一电压 V_1 ,光电转换层15中的信号电荷(该例中是空穴)被像素电极11收集,并被积蓄到电荷积蓄区域。图5是表示有关实施方式的摄像装置100中光电转换层15具有的波长灵敏度特性的电压依赖性的一例。本实施方式的情况下,在图5所示那样的波长灵敏度特性下,基于可见波段及红外波段的光而被光电转换后的信号电荷被积蓄到电荷积蓄区域。图4的部分(d)中,被记载为RGB+IR的白的矩形的期间表示基于可见波段及红外波段的光的信号电荷被向电荷积蓄区域积蓄的曝光期间。

[0115] 电压供给电路32将在像素电极11与对置电极12之间施加的电压再次切换为第三电压 V_3 ,从而曝光期间结束(时刻 t_6)。接着,基于水平同步信号 H_{ss} ,进行来自属于像素阵列

200的各行的像素的信号电荷的读出。该例中,从时刻 t_6 ,按行单位依次执行来自属于 $\text{row} < 0 >$ 行、 $\text{row} < 1 >$ 行、 $\text{row} < 2 >$ 行的各行的像素的信号电荷的读出。以下,有时将从属于某行的像素被选择开始到属于该行的像素再次被选择为止的期间称作“1V期间”。该例中,从时刻 t_0 到时刻 t_6 的期间相当于1V期间。1V期间相当于1帧。在对光电转换层15施加了第一电压 V_1 的1V期间的、下一个1V期间中的曝光期间,将向光电转换层15施加的电压切换为与第一电压 V_1 及第三电压 V_3 不同的第二电压 V_2 。第二电压 V_2 例如是感光层15A的仅某一方超过光电转换阈值那样的电压,例如,是与第一电压 V_1 和第三电压 V_3 的中间对应的电压。本实施方式的情况下,当向光电转换层15施加的电压是第二电压 V_2 时,如图5所示,仅基于可见波段的光而被光电转换后的信号电荷被积蓄到电荷积蓄区域。图4的部分(d)中,被记载为RGB的白的矩形的期间表示仅基于可见波段的光的信号电荷向电荷积蓄区域积蓄的曝光期间。

[0116] 通过将向光电转换层15施加的电压再次切换为第三电压 V_3 ,曝光期间结束(时刻 t_{12})。然后,基于水平同步信号 H_{ss} ,进行来自属于像素阵列200的各行的像素的信号电荷的读出。

[0117] 这样,根据本发明的实施方式,向像素电极11与对置电极12之间施加的电压在曝光期间中被选择为第一电压 V_1 及第二电压 V_2 的某一方,在从第一电压 V_1 向第二电压 V_2 、或从第二电压 V_2 向第一电压 V_1 切换向光电转换层15施加的供给电压的期间,即,在至少包括将电荷积蓄区域全部读出的期间的非曝光期间,选择第三电压 V_3 。由此,能够通过所谓的全局快门得到从波长灵敏度特性不同的光电转换层15得到的2个种类的图像。

[0118] 此外,通过在像素电极11与对置电极12之间交替地执行施加第一电压 V_1 的1V期间和施加第二电压 V_2 的1V期间,能够将波长灵敏度特性不同的光电转换层15得到的2个种类的动态图像几乎同时地用1个摄像装置100得到。此外,由于这2个种类的动态图像通过以电气的方式实现的全局快门得到,所以在哪个动态图像中都成为无失真地拍摄了高速运动的被摄体的动态图像。

[0119] 此外,在像素电极11与对置电极12之间,施加第一电压 V_1 的期间和施加第二电压 V_2 的期间也可以不是交替的,变更频度可以是任意的。此外,进行电压变更的处理的频度可以用帧数规定。此外,也可以不是定期地进行电压变更的处理,而是根据基于某种触发的定时进行电压变更的处理。例如,电压变更的处理可以在几十帧中实施1次。此外,为了在必要的定时检测红外光,例如可以是,1秒仅1次用基于可见光及红外光的摄像模式进行摄像而得到基于红外光的摄像信息,在通常用基于可见光的摄像模式取得彩色图像。

[0120] 本实施方式的情况下,采用如下那样的光电转换层15,即:通过施加第一电压 V_1 而成为在可见波段具有灵敏度并且在红外波段具有规定的第一阈值以上的灵敏度的波长灵敏度特性,通过施加比第一电压 V_1 低电压的第二电压 V_2 而成为仅在可见波段具有规定的第二阈值以上的灵敏度的波长灵敏度特性。因而,使用从可见波段到红外波段的波长的曝光期间、和仅使用可见波段的波长的曝光期间被切换。根据图4可知,该例中的曝光期间的开始(时刻 t_3 、时刻 t_9)及结束(时刻 t_6 、时刻 t_{12})在像素阵列200所包含的全部像素中是相同的定时。即,这里说明的动作是所谓的全局快门。

[0121] 另一方面,在将施加在像素电极11与对置电极12之间的电压在第一电压 V_1 与第二电压 V_2 之间切换的期间不设定为第三电压 V_3 的情况下,无法以电气的方式创造出非曝光状态。因此,图像的取得成为所谓的卷帘快门。此外,在是2个种类的波长灵敏度特性时生成的

信号电荷即仅基于可见波段的光的信号电荷、和基于包括可见波段及红外波段的光的信号电荷在混杂的状态下被积蓄到电荷积蓄区域。因而，难以得到正确的图像。

[0122] 本实施方式中，在曝光期间结束后的、从属于row<0>行的像素进行的信号电荷的读出中，将row<0>行的寻址晶体管26设为ON。由此，与曝光期间中积蓄到电荷积蓄区域中的电荷量相对应的像素信号被输出到垂直信号线47。可以是，接续于像素信号的读出，将复位晶体管28设为ON而进行像素的复位，将像素的复位电压作为该像素的基准信号来读出。在像素信号的读出后，将寻址晶体管26（以及复位晶体管28）设为OFF。在从像素阵列200的属于各行的像素将信号电荷读出后，在时刻t0与时刻t3之间，通过取得读出的像素信号与基准信号的差分，得到将固定噪声去除了的信号。

[0123] 此时，由于在像素电极11与对置电极12之间施加了第三电压V3，所以光电转换层15处于被施加了灵敏度实质上成为0的偏置电压的状态。因此，即使在光入射到光电转换层15中的状态下，信号电荷向电荷积蓄区域的进一步的积蓄也几乎不发生。因而，能够抑制因不希望的电荷的混入而引起的噪声的发生。

[0124] 另外，从抑制非曝光期间中的向电荷积蓄区域的信号电荷的进一步的积蓄的观点来看，也可以通过在像素电极11与对置电极12之间施加使上述的第三电压V3的极性反转后的电压，来使曝光期间结束。另外，当使在像素电极11与对置电极12之间施加的电压的极性单纯地反转，则有在电荷积蓄区域中已经积蓄的信号电荷经由光电转换层15向对置电极12移动的情况。该信号电荷的移动例如作为取得的图像中的黑点而被观察到。即，非曝光期间中的从电荷积蓄区域经由光电转换层15向对置电极12的信号电荷的移动会成为负的寄生灵敏度的主要原因。

[0125] 根据本实施方式，通过将施加于光电转换层15的电压变更为第三电压V3而使曝光期间结束，所以向电荷积蓄区域的信号电荷的积蓄结束后的光电转换层15处于被施加了灵敏度实质上成为0的偏置电压的状态。在施加了第三电压V3作为偏置电压的状态下，能够抑制在电荷积蓄区域中已经积蓄的信号电荷经由光电转换层15向对置电极12移动。换言之，通过向光电转换层15施加第三电压V3，能够将在曝光期间中积蓄的信号电荷保持在电荷积蓄区域。即，能够抑制由于从电荷积蓄区域损失信号电荷而引起的负的寄生灵敏度的发生。

[0126] 这样，根据本实施方式，通过在像素电极11与对置电极12之间施加的电压Vb，控制曝光期间的开始和结束、以及曝光期间的摄像波长。即，根据本实施方式，能够在全部像素中同时地将各单位像素单元10的摄像波长切换来进行拍摄。

[0127] 具备包括有机半导体材料的光电转换层的有机光电转换元件，与具有以往的光电二极管的无机光电转换元件相比，能够简化构造及制造工序。此外，有机半导体材料能够任意地设计对光电转换做出贡献的波长范围，能够实现具有所希望的波长灵敏度特性的光电转换元件。

[0128] 在将有机光电转换元件排列了多个的图像传感器中，通过变更对各光电转换元件施加的电压而能够按每个曝光期间来变更灵敏度，但无法变更摄像波长。为了变更摄像波长，可以考虑在图像传感器的前面配置仅使所希望的波长透射的可插拔的滤波器的方法。但是，该情况下，不仅装置结构变大，而且还有在滤波器的插拔期间中无法得到良好的摄像结果的课题。

[0129] （红外图像信号的提取方法）

[0130] 以下,对在有关本实施方式的摄像装置100中提取红外图像信号的方法进行说明。另外,以下,为了方便,将基于可见光的摄像记作RGB模式,将基于可见光及红外光的摄像记作RGB+IR模式。

[0131] 图6A至图6F是用于说明该红外图像信号的提取方法的图。图6A表示当施加了第一电压V1时的与可见光及红外光(图中记作RGB+IR)对应的图像传感器的光谱灵敏度曲线,图6B表示当施加了第二电压V2时的与可见光(图中记作RGB)对应的图像传感器的光谱灵敏度曲线,图6C表示红外光(图中记作IR)的光谱灵敏度曲线。图6A至图6C中,横轴表示光的波长,纵轴表示灵敏度。如图6D至图6F所示,各像素例如具有包含1个R像素、2个G像素以及1个B像素的拜耳排列。为了构成这样的拜耳排列的像素阵列,能够通过图像传感器上设置由染料或颜料等构成的滤色器以表现出与R、G、B分别对应的透射率来实现。即,各像素的信号具有由图像传感器的光谱灵敏度曲线与使用的滤色器的透射率曲线之积赋予的波长依赖性。此外,通常使用的染料型滤色器及颜料型滤色器不仅在所希望的波段而且在红外区域也表现出高透射率。R像素所使用的滤色器对红色(R)具有高透射率并且对红外光具有高透射率。同样地,G像素所使用的滤色器对绿色(G)具有高透射率并且对红外光具有高透射率,B像素所使用的滤色器对蓝色(B)具有高透射率并且还具对红外光的高透射率。因而,如图6E所示,在RGB模式下,通过R像素得到与红色(R)对应的信号,通过G像素得到与绿色(G)对应的信号,通过B像素得到与蓝色(B)对应的信号。如图6D所示,在RGB+IR模式下,通过R像素得到与红色及红外(即,R+IR)对应的信号,通过G像素得到与绿色及红外(即,G+IR)对应的信号,通过B像素得到与蓝色及红外(即,B+IR)对应的信号。

[0132] 通过RGB+IR模式得到的图像信号如图6A的光谱灵敏度曲线所示那样,在基于红外光的信号上,重叠有基于将R、G、B各自的滤色器透射的颜色信息的信号。因而,这样,无法仅将基于红外光的信号信息实现图像化。但是,如图6A及图6B所示,如果RGB+IR模式下的光谱灵敏度曲线和RGB模式下的光谱灵敏度曲线在可见波段具有相同的形状,则能够通过对在RGB模式下取得的图像信号乘以规定的增益 α 而再现在RGB+IR模式下取得的图像信号的RGB成分。另外,图6B中,用实线表示RGB模式下的光谱灵敏度曲线,用虚线表示对该光谱灵敏度曲线乘以系数 α 而得到的光谱灵敏度曲线。

[0133] 增益 α 包括增益 α_R 、 α_G 、 α_B 。在RGB模式下,对由R像素生成的R信号乘以增益 α_R ,对由G像素生成的G信号乘以增益 α_G ,对由B像素生成的B信号乘以增益 α_B 。由此,从在RGB模式下取得的图像信号,生成与在RGB+IR模式下取得的图像信号的RGB成分相对应的信号。

[0134] 接着,通过从在RGB+IR模式下得到的图像信号中减去对在RGB模式下得到的图像信号乘以增益 α 而得到的信号,如图6C及图6F所示那样,能够得到与红外光对应的图像信号。

[0135] 另外,上述处理通过图1所示的运算电路50进行。运算电路50例如包含在由DSP(Digital Signal Processor)等微处理器实现的信号处理电路中。另外,运算电路50也可以设置在包含单位像素单元10的图像传感器内。

[0136] 这样,运算电路50,在多个曝光期间的各个中,(i)通过在像素电极11及对置电极12之间的第1电压的施加,取得相当于用可见光及红外光拍摄到的图像的第1信号,(ii)通过在像素电极11及对置电极12之间的与第1电压不同的第2电压的施加,取得相当于用可见光拍摄到的图像的第2信号,(iii)通过用第1信号及第2信号进行规定的运算,生成相当于

用红外光拍摄到的图像的第3信号。

[0137] 由此,摄像装置100能够通过变更对光电转换层15的施加电压,对全部像素同时切换基于可见光的摄像和基于可见光及红外光的摄像。进而,摄像装置100能够利用在可见波段下拍摄的图像和在可见及红外波段下拍摄的图像,生成在红外波段下拍摄的图像。这样,摄像装置100能够不设置可动式的滤波器地生成基于可见光的图像、基于可见光及红外光的图像、和基于红外光的图像。

[0138] 以下,对增益 α 的计算方法进行说明。

[0139] 图5中,如果设光谱灵敏度曲线的R、G、B各波长区域中的、RGB+IR模式下的量子效率与RGB模式下的量子效率之比分别为 η_R 、 η_G 、 η_B ,则利用该 η_R 、 η_G 、 η_B ,能够从在RGB+IR模式下取得的各像素的信号量将R、G、B的颜色信息去除而仅提取红外信号信息。

[0140] 这里, η_R 、 η_G 、 η_B 用下述(式1)至(式3)表示。 Q_{1R} 、 Q_{1G} 、 Q_{1B} 是RGB+IR模式下的红色(R)、绿色(G)、蓝色(B)的量子效率, Q_{2R} 、 Q_{2G} 、 Q_{2B} 是RGB模式下的红色(R)、绿色(G)、蓝色(B)的量子效率。

$$[0141] \quad \alpha_R = \eta_R = Q_{1R}/Q_{2R} \cdot \cdot \cdot \text{(式1)}$$

$$[0142] \quad \alpha_G = \eta_G = Q_{1G}/Q_{2G} \cdot \cdot \cdot \text{(式2)}$$

$$[0143] \quad \alpha_B = \eta_B = Q_{1B}/Q_{2B} \cdot \cdot \cdot \text{(式3)}$$

[0144] 这样,满足 $\alpha = Q_1/Q_2$ 。这里, Q_1 包括 Q_{1R} 、 Q_{1G} 、 Q_{1B} , Q_2 包括 Q_{2R} 、 Q_{2G} 、 Q_{2B} 。

[0145] 另外,上述说明是如图7所示那样RGB+IR模式的曝光时间 t_1 和RGB模式的曝光时间 t_2 相等的情况的例子。在图8所示那样RGB+IR模式的曝光时间 t_1 和RGB模式的曝光时间 t_2 不同的情况下,使用以下的运算。图7及图8中,部分(a)表示垂直同步信号 V_{SS} 的下降或上升的定时,部分(b)表示施加于光电转换层15的偏置电压的大小的时间性变化,部分(c)表示像素阵列200的各行的复位及曝光的定时。

[0146] 信号电荷量由传感器的灵敏度与曝光时间之积决定。灵敏度也可以说是量子效率,所以基于RGB+IR模式下的曝光时间 t_1 和RGB模式下的曝光时间 t_2 ,通过将增益 α 设为由以下的(式4)至(式6)表示的值,能进行红外图像的提取。

$$[0147] \quad \alpha_R = \eta_R \times (t_1/t_2) \cdot \cdot \cdot \text{(式4)}$$

$$[0148] \quad \alpha_G = \eta_G \times (t_1/t_2) \cdot \cdot \cdot \text{(式5)}$$

$$[0149] \quad \alpha_B = \eta_B \times (t_1/t_2) \cdot \cdot \cdot \text{(式6)}$$

[0150] 这样,满足 $\alpha = (Q_1/Q_2) \times (t_1/t_2)$ 。

[0151] 另外,在上述说明中,描述了对在RGB模式下得到的信号乘以增益 α 的例子,但不限于此,与上述同样地,只要能够变更在RGB+IR模式下得到的信号和在RGB模式下得到的信号的比率就可以。例如,可以对在RGB+IR模式下得到的信号乘以增益,也可以对在RGB+IR模式下得到的信号和在RGB模式下得到的信号这双方乘以不同的增益。具体而言,设对在RGB+IR模式下得到的信号乘以的增益为 α_1 ,设对在RGB模式下得到的信号乘以的增益为 α_2 。该情况下,满足 $\alpha_1/\alpha_2 = Q_2/Q_1$ 即可。此外,在曝光时间不同的情况下,满足 $\alpha_1/\alpha_2 = (Q_2/Q_1) \times (t_2/t_1)$ 即可。

[0152] 此外,如果设定为,使曝光时间的比 t_1/t_2 为 $1/\eta$,则增益 α 为1,因此还能够不经由特别的放大器而直接进行差分运算。

[0153] 此外,通常,在RGB模式下施加于光电转换层的电压较低,相应地量子效率降低。因

而,如图8所示,如果使RGB模式的曝光时间 t_2 长于RGB+IR模式的曝光时间 t_1 则能够取得足够的信号量,因此能够提高RGB+IR模式下的像素的信号量和RGB模式下的像素的信号量之间的差分运算时的精度。

[0154] 此外,RGB+IR模式的曝光时间短从而光量不足的情况下,可以另行使来自高亮度的红外线投光器的照明光向光电转换层15照射。该照明光可以是连续光也可以是脉冲光。该照明光是与RGB+IR模式的曝光期间同步的脉冲光的情况下,能够降低红外线投光器的耗电。

[0155] 以上,对有关本实施方式的摄像装置进行了说明,但本发明不限于该实施方式。

[0156] 此外,有关上述实施方式的摄像装置中包含的各处理部典型地被实现为作为集成电路的LSI。它们可以单独地被做成1个芯片,也可以以包含部分或全部的方式做成1个芯片。

[0157] 此外,集成电路化不限于LSI,也可以用专用电路或通用处理器实现。也可以利用在LSI制造后可编程的FPGA(Field Programmable Gate Array)、或可重构LSI内部的电路单元的连接及设定的可重构处理器。

[0158] 以上,对于有关一个或多个形态的摄像装置,基于实施方式进行了说明,但本发明不限于该实施方式。只要不脱离本发明的主旨,对本实施方式实施了本领域技术人员想到的各种变形而得到的形态、以及将不同的实施方式中的构成要素组合而构筑的形态也可以包含在一个或多个形态的范围内。

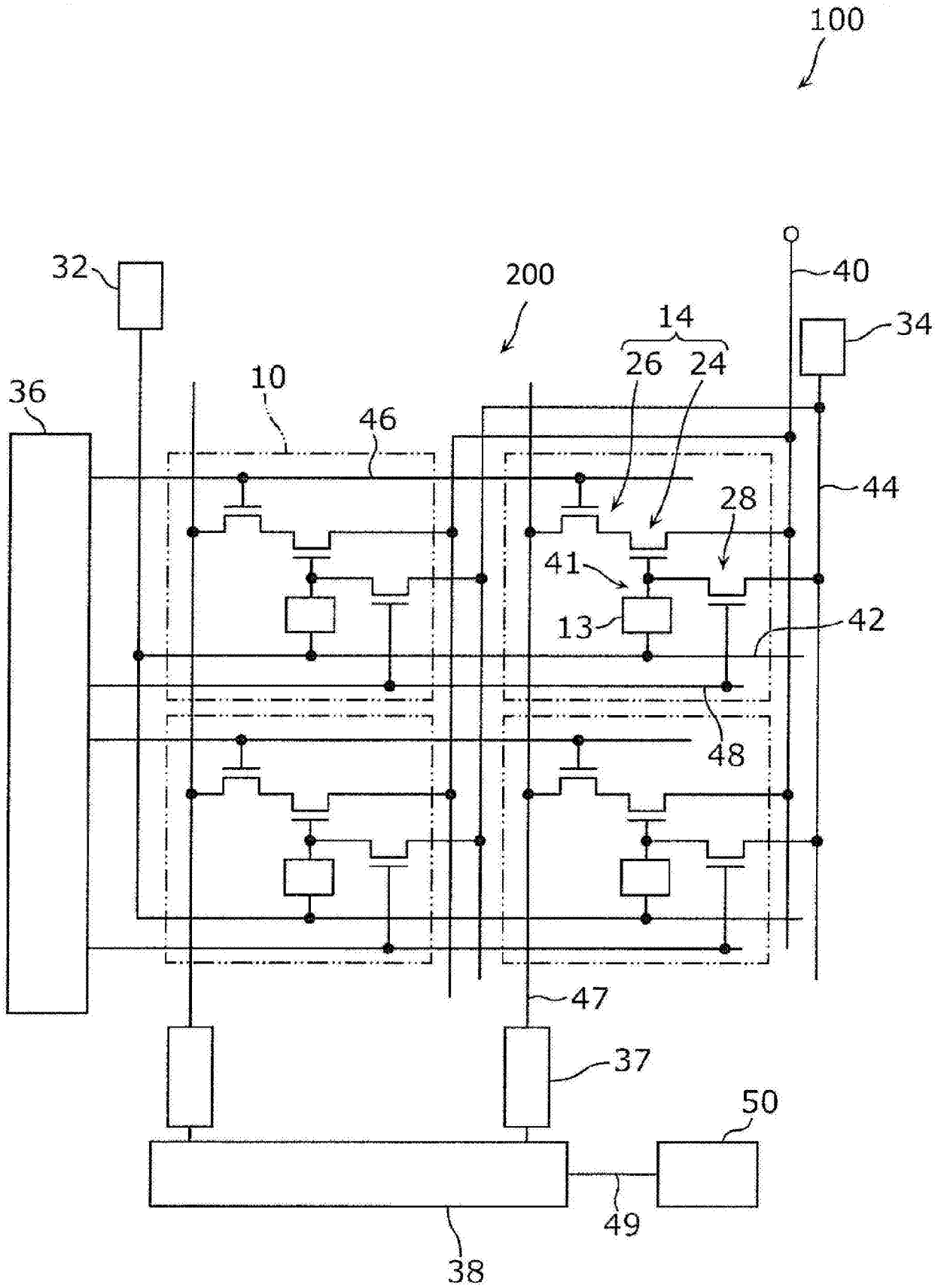


图1

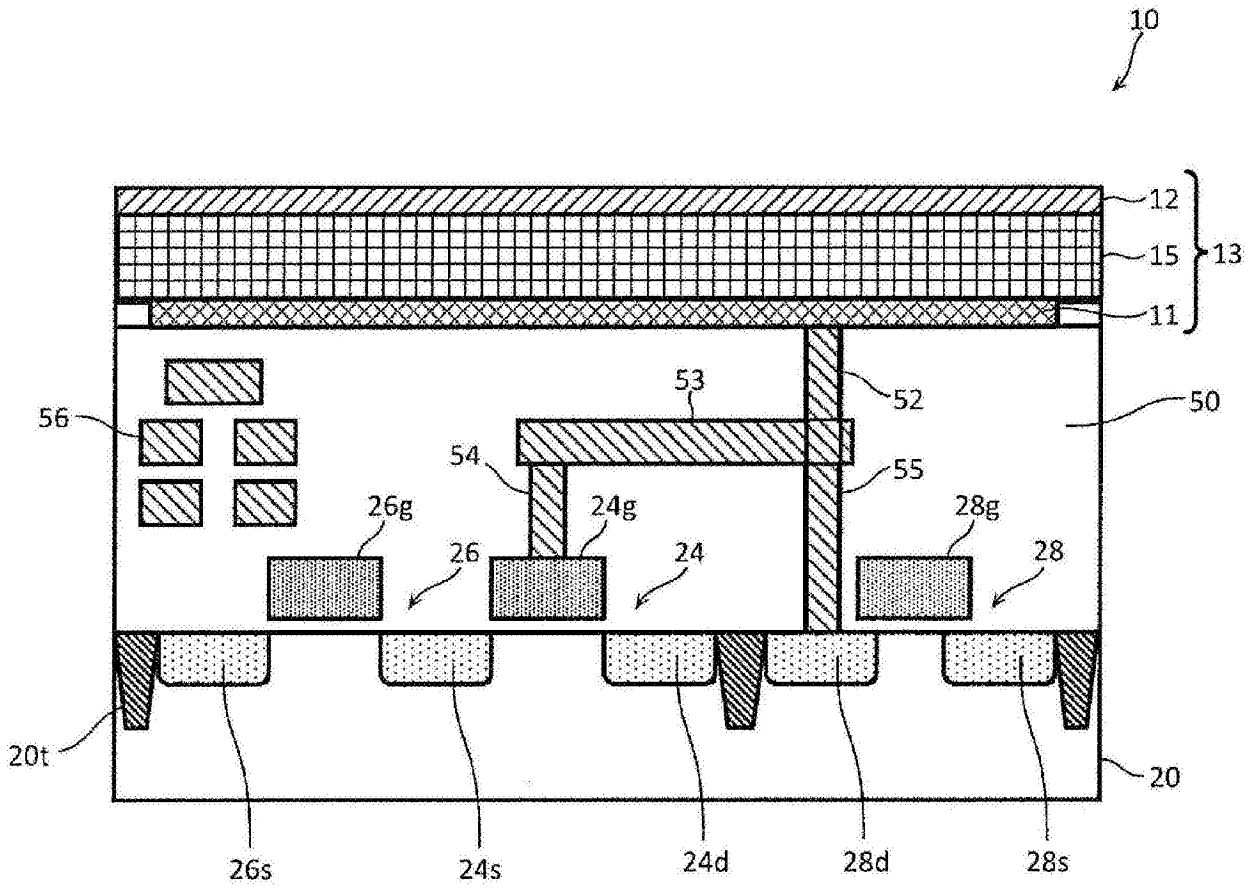


图2

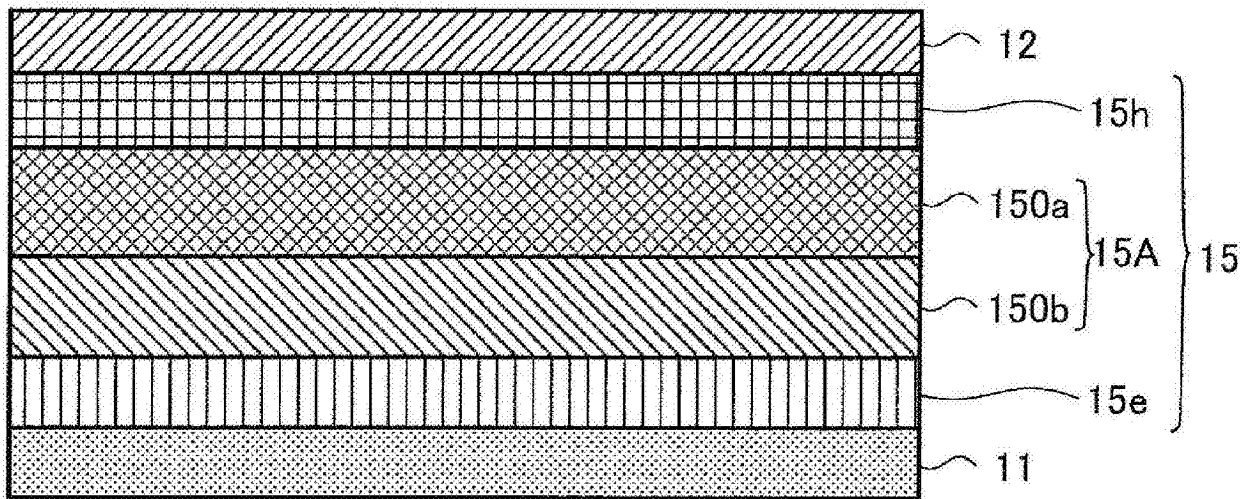


图3

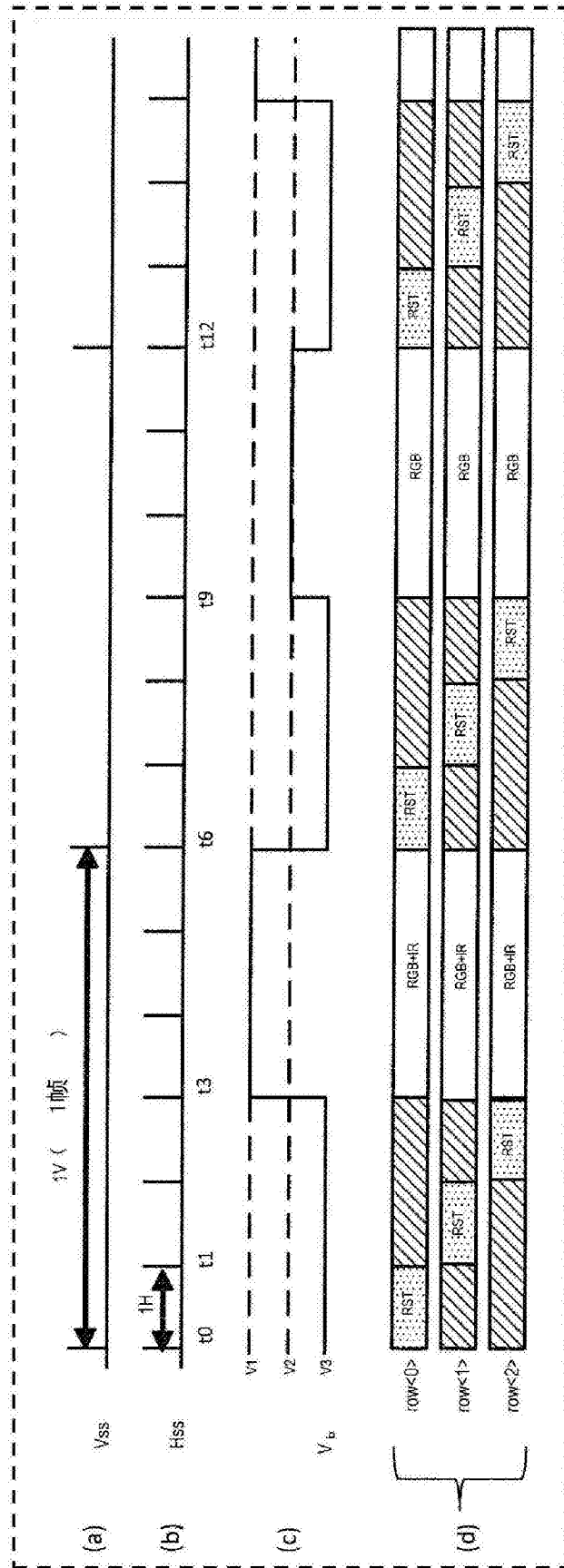


图4

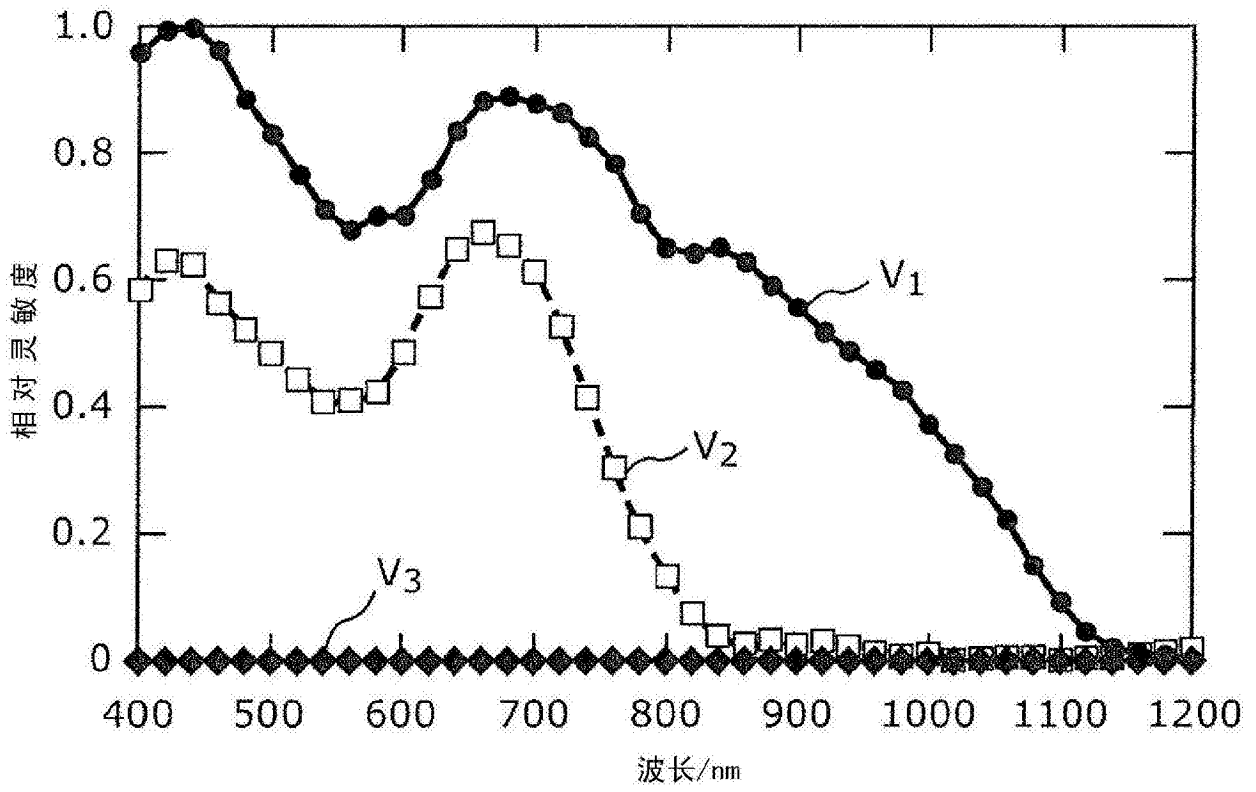


图5

RGB+IR

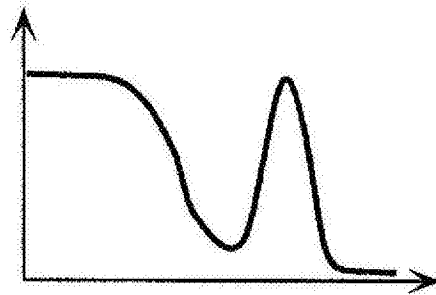


图6A

RGB

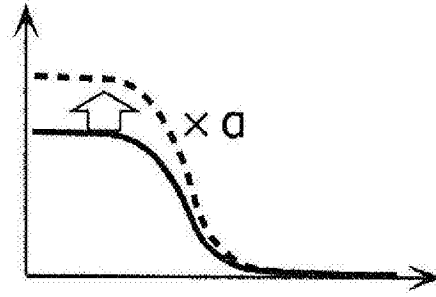


图6B

IR

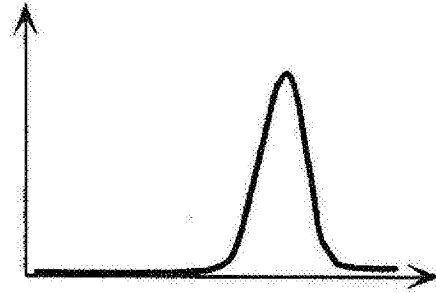


图6C

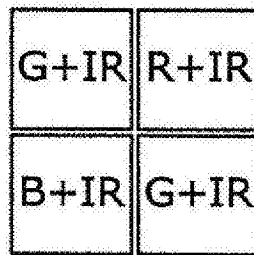


图6D

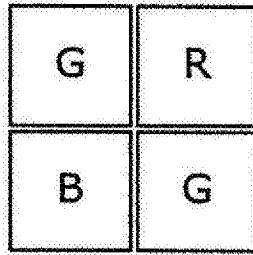


图6E

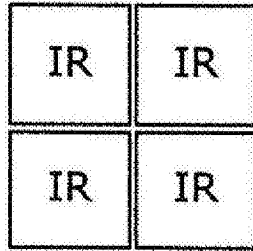


图6F

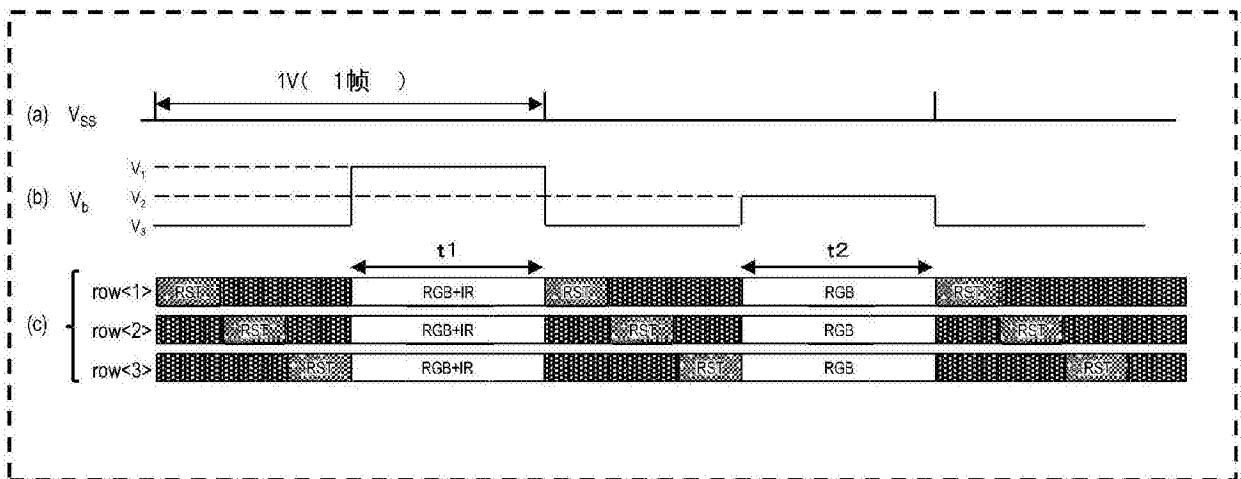


图7

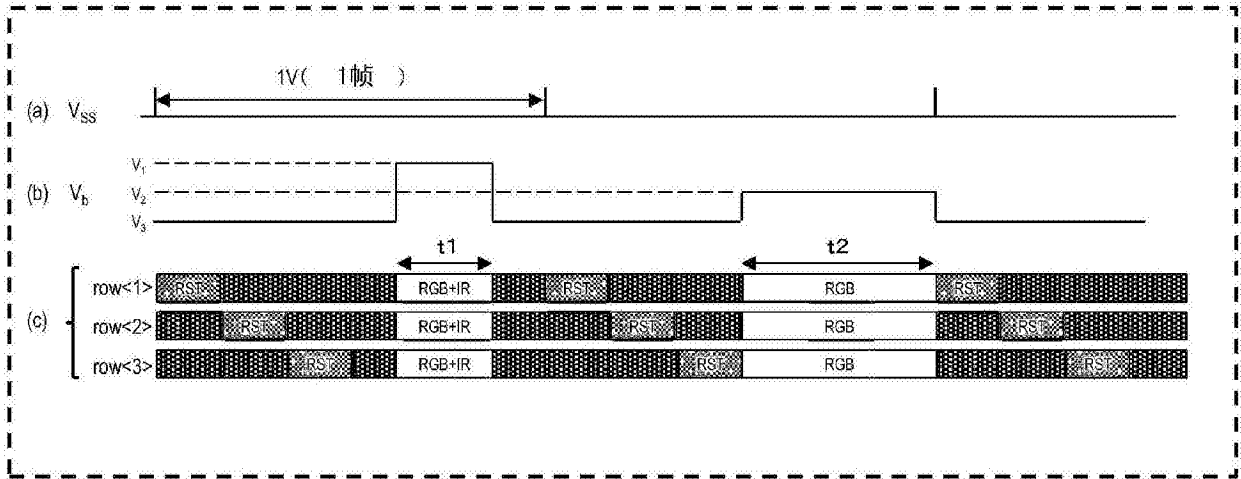


图8