



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104425530 B

(45)授权公告日 2019.02.15

(21)申请号 201410398317.5

(51)Int.CI.

(22)申请日 2014.08.13

H01L 27/146(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104425530 A

(56)对比文件

JP 特开2005-79283 A, 2005.03.24,

(43)申请公布日 2015.03.18

JP 特开2007-157986 A, 2007.06.21,

(30)优先权数据

CN 102196194 A, 2011.09.21,

2013-170332 2013.08.20 JP

CN 102820337 A, 2012.12.12,

(73)专利权人 索尼半导体解决方案公司

审查员 王鹏飞

地址 日本神奈川县

(72)发明人 山田泰弘

(74)专利代理机构 北京信慧永光知识产权代理

有限责任公司 11290

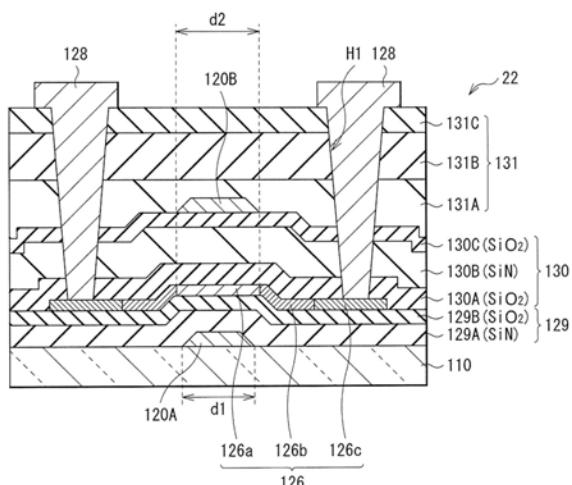
代理人 陈桂香 曹正建

(54)发明名称

放射线摄像装置和放射线摄像显示系统

(57)摘要

本发明提供了放射线摄像装置和设置有该放射线摄像装置的放射线摄像显示系统，它们能够抑制漏电流、提高元件的寿命且实现高的可靠性。该放射线摄像装置包括：多个像素，所述多个像素中的各者被构造成生成基于放射线的信号电荷；以及场效应晶体管，所述场效应晶体管用于从所述多个像素中的各者读取所述信号电荷。在该放射线摄像装置中，所述场效应晶体管包括：半导体层，所述半导体层包括活性层和被形成为毗邻所述活性层的低浓度杂质层；以及第一栅极电极和第二栅极电极，它们被设置成彼此面对，且所述活性层介于它们两者之间。而且，所述第一栅极电极和所述第二栅极电极中的至少一者被设置于不面对所述低浓度杂质层的区域中。



1. 一种放射线摄像装置,其包括:

多个像素,所述多个像素中的各者被构造成生成基于放射线的信号电荷;以及场效应晶体管,所述场效应晶体管用于从所述多个像素中的各者读取所述信号电荷,其中所述场效应晶体管包括:

半导体层,所述半导体层包括活性层和被形成为毗邻所述活性层的低浓度杂质层;以及

第一栅极电极和第二栅极电极,它们两者被设置成彼此面对,且所述活性层介于它们两者之间,并且

所述第一栅极电极和所述第二栅极电极二者都被设置于不面对所述低浓度杂质层的区域中。

2. 根据权利要求1所述的放射线摄像装置,其中

所述场效应晶体管还包括第一栅极绝缘膜和第二栅极绝缘膜,

所述第一栅极电极、所述第一栅极绝缘膜、所述半导体层、所述第二栅极绝缘膜和所述第二栅极电极从基板侧依次设置着,并且

所述第一栅极电极的宽度小于所述第二栅极电极的宽度。

3. 根据权利要求2所述的放射线摄像装置,其中所述第二栅极电极被设置成面对所述活性层,且所述第二栅极电极的宽度与所述活性层的宽度大体上相同。

4. 根据权利要求2所述的放射线摄像装置,其中所述第二栅极绝缘膜的厚度大于所述第一栅极绝缘膜的厚度。

5. 根据权利要求4所述的放射线摄像装置,其中所述第一栅极电极被设置于不面对所述低浓度杂质层的所述区域中。

6. 根据权利要求1所述的放射线摄像装置,其中所述第一栅极电极和所述第二栅极电极两者都被设置于不面对所述低浓度杂质层的所述区域中。

7. 根据权利要求1所述的放射线摄像装置,其中所述第一栅极电极和所述第二栅极电极被形成于像素部和周边电路部之中的所述像素部中,所述像素部具有所述多个像素,并且所述周边电路部处于所述像素部的周边。

8. 根据权利要求1所述的放射线摄像装置,其中所述低浓度杂质层在具有所述多个像素的像素部中的杂质浓度高于在处于所述像素部的周边的周边电路部中的杂质浓度。

9. 根据权利要求1所述的放射线摄像装置,其中

所述活性层的两个端部被构造成分别与源极电极和漏极电极电连接,并且

所述低浓度杂质层被形成为毗邻所述活性层的所述两个端部中的至少一者。

10. 根据权利要求1所述的放射线摄像装置,其中所述半导体层包括非晶硅、多晶硅和微晶硅中的任一者。

11. 根据权利要求10所述的放射线摄像装置,其中所述半导体层包括低温多晶硅。

12. 根据权利要求1至11中任一项所述的放射线摄像装置,其还包括波长转换层,所述波长转换层被设置于所述多个像素的光入射侧,

其中所述多个像素中的各者包括光电转换元件,并且

所述波长转换层被构造将所述放射线转换成在所述光电转换元件的敏感范围内的波长。

13. 根据权利要求1至11中任一项所述的放射线摄像装置，其中所述多个像素中的各者包括转换层，所述转换层被构造成通过吸收所述放射线来生成所述信号电荷。

14. 根据权利要求1至11中任一项至所述的放射线摄像装置，其中所述放射线包括X射线。

15. 一种放射线摄像显示系统，其包括：

权利要求1至14中任一项所述的放射线摄像装置；以及  
显示器，所述显示器被构造成执行基于由所述放射线摄像装置获得的摄像信号的图像显示。

## 放射线摄像装置和放射线摄像显示系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及适用于例如用于医学应用和非破坏性检查的X射线摄影的放射线摄像装置，并且涉及使用这样的放射线摄像装置的放射线摄像显示系统。

### 背景技术

[0002] 人们已经提出了一种例如基于诸如X射线等放射线来获取图像信号的放射线摄像装置(例如,参见日本未经审查的专利申请公开第2008-252074号和第2004-265935号)。

[0003] 在上述放射线摄像装置中,薄膜晶体管(TFT:thin film transistor)被用作如下的开关元件:该开关元件被设置成从各像素读取基于放射线的信号电荷。所期望的是,在这样的晶体管中实现针对于放射线而言极其可靠的元件结构。

### 发明内容

[0004] 目前期望提供一种能够提高可靠性的放射线摄像装置,以及一种包括这样的放射线摄像装置的放射线摄像显示系统。

[0005] 根据本发明的实施方案而提供了一种放射线摄像装置,所述放射线摄像装置包括:多个像素,所述多个像素中的各者被构造成生成基于放射线的信号电荷;以及场效应晶体管,所述场效应晶体管用于从所述多个像素中的各者读取所述信号电荷。这里,所述场效应晶体管包括:半导体层,所述半导体层包括活性层和被形成为毗邻所述活性层的低浓度杂质层;以及第一栅极电极和第二栅极电极,它们两者被设置成彼此面对,且所述活性层介于它们两者之间。而且,所述第一栅极电极和所述第二栅极电极中的至少一者被设置于不面对所述低浓度杂质层的区域中。

[0006] 根据本发明的实施方案而提供了一种放射线摄像显示系统,所述放射线摄像显示系统包括:放射线摄像装置;以及显示器,所述显示器被构造成执行基于由所述放射线摄像装置获得的摄像信号的图像显示。这里,所述放射线摄像装置包括:多个像素,所述多个像素中的各者被构造成生成基于放射线的信号电荷;以及场效应晶体管,所述场效应晶体管用于从所述多个像素中的各者读取所述信号电荷。此外,所述场效应晶体管包括:半导体层,所述半导体层包括活性层和被形成为毗邻所述活性层的低浓度杂质层;以及第一栅极电极和第二栅极电极,它们两者被设置成彼此面对,且所述活性层介于它们两者之间。而且,所述第一栅极电极和所述第二栅极电极中的至少一者被设置于不面对所述低浓度杂质层的区域中。

[0007] 在根据本发明上述各实施方案的放射线摄像装置和放射线摄像显示系统中,在用于从各像素读取信号电荷的场效应晶体管中,第一栅极电极和第二栅极电极被设置成彼此面对且活性层介于它们两者之间。而且,第一栅极电极和第二栅极电极中的至少一者被设置于不面对低浓度杂质层的区域中。因此,抑制了在所述晶体管的截止时间出现的漏电流,并且提高了元件的寿命。

[0008] 根据本发明上述各实施方案的放射线摄像装置和放射线摄像显示系统,在用于从

各像素读取信号电荷的场效应晶体管中,第一栅极电极和第二栅极电极被设置成彼此面对且活性层介于它们两者之间。而且,第一栅极电极和第二栅极电极中的至少一者被设置于不面对低浓度杂质层的区域中。因此,就使得能够提高元件的寿命。于是,就使得能够增加可靠性。

[0009] 需要理解的是,前面的一般说明和下面的详细说明都仅是示例性的,且旨在提供对本发明所要求保护的技术的进一步说明。

## 附图说明

[0010] 本发明包含附图以便提供对本发明的进一步理解,并且这些附图被并入本说明书中且构成本说明书的一部分。附图图示了各实施方案,且与本说明书一起用来解释本技术的原理。

- [0011] 图1是图示了根据本发明实施方案的放射线摄像装置的整体构造的框图。
- [0012] 图2A是图示了在间接转换型的情况下像素部的示意性构造的示意图。
- [0013] 图2B是图示了在直接转换型的情况下像素部的示意性构造的示意图。
- [0014] 图3是图示了图1中所示的包括像素的部件的详细构造示例的电路图。
- [0015] 图4是图示了图3中所示的晶体管的构造的截面图。
- [0016] 图5是图示了图1中所示的列选择部的详细构造示例的框图。
- [0017] 图6A是图示了根据比较例1的晶体管的构造示例的截面图。
- [0018] 图6B是图示了图6A中所示的晶体管在X射线照射时(0Gy至500Gy)的电流-电压特性的图。
- [0019] 图7A是图示了根据比较例2的晶体管的构造示例的截面图。
- [0020] 图7B是图示了根据比较例2的晶体管的另一构造示例的截面图。
- [0021] 图8是图示了图4中所示的晶体管的另一构造示例的截面图。
- [0022] 图9是用于解释重叠量的允许范围的示意图。
- [0023] 图10A是用于解释栅极(在底部侧)与轻掺杂漏极(LDD:lightly doped drain)之间的重叠量对晶体管特性的影响的特性图。
- [0024] 图10B是图10A中的截止区域的放大图。
- [0025] 图11是用于解释栅极(在顶部侧)与LDD之间的重叠量对晶体管特性的影响的特性图。
- [0026] 图12是图示了栅极电极(在顶部侧)的另一构造示例的截面图。
- [0027] 图13是图示了根据变形方案1的包括像素的部件的构造的电路图。
- [0028] 图14是图示了根据变形方案2的包括像素的部件的构造的电路图。
- [0029] 图15是图示了根据变形方案3的包括像素的部件的构造的电路图。
- [0030] 图16是图示了根据变形方案4的包括像素的部件的构造的电路图。
- [0031] 图17是图示了根据应用例的放射线摄像显示系统的示意性构造的示意图。

## 具体实施方式

[0032] 下面,将参照附图来详细地说明本发明的实施方案。需要注意的是,将按照以下顺序进行说明。

[0033] 1. 实施方案(使用如下TFT的放射线摄像装置的示例:该TFT中,两个栅极电极被设置于不面对LDD层的区域中)

[0034] 2. 变形方案1和2(无源像素电路的其他示例)

[0035] 3. 变形方案3和4(有源像素电路的示例)

[0036] 4. 应用例(放射线摄像显示系统的示例)

[0037] 实施方案

[0038] 构造

[0039] 图1图示了根据本发明实施方案的整个放射线摄像装置(放射线摄像装置1)的框图构造。放射线摄像装置1可以例如基于入射的放射线Rrad(诸如 $\alpha$ 射线、 $\beta$ 射线、 $\gamma$ 射线以及X射线)来读取对象的信息(摄取对象的图像)。放射线摄像装置1包括像素部11。放射线摄像装置1还包括行扫描部13、A/D(模拟-数字)转换部14、列扫描部15和系统控制部16,该行扫描部13、该A/D转换部14、该列扫描部15和该系统控制部16充当像素部11的驱动电路(周边电路部)。

[0040] 像素部11

[0041] 像素部11包括多个像素(摄像像素或者单位像素)20,这些像素20用于生成基于放射线的信号电荷。像素20以行和列的形式(以矩阵的形式)呈二维地布置着。需要注意的是,如图1所示,将会把像素部11中的水平方向(行方向)称为“H”方向且把垂直方向(列方向)称为“V”方向。假定稍后会予以说明的晶体管2被用作设置成从像素部11(像素20)读取信号电荷的开关元件,则放射线摄像装置1可以是所谓的间接转换型和所谓的直接转换型中的任一者。图2A图示了间接转换型的像素部11的构造,并且图2B图示了直接转换型的像素部11的构造。

[0042] 在间接转换型的情况下(图2A),像素部11包括位于光电转换层111A上的(受光表面侧的)波长转换层112。波长转换层112将放射线Rrad转换成在光电转换层111A的敏感范围内的波长(例如,可见光)。例如,波长转换层112可以由能够将X射线转换成可见光的荧光体(例如,诸如CsI(添加了Tl)、Gd<sub>2</sub>O<sub>2</sub>S、BaFX(X为Cl、Br或I等)、NaI和CaF<sub>2</sub>等闪烁体)构成。如上所述的波长转换层112被形成于光电转换层111A上,且在波长转换层112与光电转换层111A二者之间插入了平坦化膜。平坦化膜的材料的示例可以包括有机材料和旋涂玻璃材料(spin-on-glass material)。光电转换层111A包括诸如光电二极管等光电转换元件(稍后将会说明的光电转换元件21)。

[0043] 在直接转换型的情况下(图2B),像素部11包括通过吸收已经入射的放射线Rrad而生成电信号(空穴和电子)的转换层(直接转换层111B)。直接转换层111B例如可以由诸如非晶硒(a-Se)半导体和碲化镉(CdTe)半导体等材料构成。

[0044] 以这种方式,放射线摄像装置1可以是间接转换型或者直接转换型任一者。然而,将会通过主要将间接转换型的情况作为示例来说明以下的实施方案等。换言之,在像素部11中,如稍后将会详细说明的那样,放射线Rrad在波长转换层112中被转换成可见光,然后该可见光在光电转换层111A(光电转换元件21)中被转换成电信号以作为信号电荷而被读出。

[0045] 图3图示了像素20的电路构造(所谓的无源电路构造)的示例以及设置于A/D转换部14中的稍后将会说明的电荷放大电路171的电路构造。无源像素20可以包括例如一个光

电转换元件21和一个晶体管22。此外,沿H方向延伸的读出控制线Lread和沿V方向延伸的信号线Lsig被连接至像素20。

[0046] 光电转换元件21例如可以由正-本征-负(PIN:positive-intrinsic-negative)型光电二极管或者金属-绝缘体-半导体(MIS:metal-insulator-semiconductor)型传感器构成,且如上所述,可以生成与入射光量对应的电荷量的信号电荷。需要注意的是,这里,光电转换元件21的阴极与存储节点N连接。

[0047] 晶体管22是如下的晶体管(读出用晶体管):该晶体管通过响应于经由读出控制线Lread提供过来的行扫描信号而改变成接通状态,来将由光电转换元件21获取的信号电荷(输入电压Vin)输出至信号线Lsig。晶体管22可以使用例如N沟道型(N型)场效应晶体管(FET:field effect transistor)来构成。然而,晶体管22也可以使用诸如P沟道型(P型)FET等其他类型来构成。

[0048] 图4图示了晶体管22的截面构造。在本实施方案中,晶体管22具有所谓的双栅型(两侧栅极型或者双栅极型)薄膜晶体管的元件结构。晶体管22例如可以包括在基板110上按下列次序设置的栅极电极120A(第一栅极电极)、第一栅极绝缘膜129、半导体层126、第二栅极绝缘膜130、栅极电极120B(第二栅极电极)。在栅极电极120B上,形成有层间绝缘膜131。而且,形成了穿过层间绝缘膜131和第二栅极绝缘膜130的接触孔H1。在层间绝缘膜131上,源极及漏极电极128分别被形成为填充接触孔H1。需要注意的是,未图示的层间绝缘膜也被形成于源极及漏极电极128上。

[0049] 半导体层126可以包括例如沟道层126a(活性层)、LDD层126b(低浓度杂质层)和N+层126c。LDD层126b被设置用于减小漏电流,且被形成为毗邻沟道层126a(在沟道层126a与N+层126c之间)。具体来说,LDD层126b可以仅被形成为毗邻沟道层126a的源极侧端部和漏极侧端部中的至少一者,但是这里,LDD层126b被形成于沟道层126a的两侧。而且,关于LDD层126b的杂质浓度,像素部11中的该杂质浓度可以与周边电路部中的该杂质浓度相同或者不同。然而,优选地,像素部11中的该杂质浓度可以高于周边电路部中的该杂质浓度。这是因为,在这种情况下,有效地减小了漏电流。

[0050] 例如,半导体层126可以使用诸如非晶硅、微晶硅和多晶硅等硅系半导体来构成,并且优选地,可以使用低温多晶硅(LTPS:low temperature poly-silicon)。可替代地,半导体层126可以使用诸如铟镓锌氧化物(InGaZnO)和氧化锌(ZnO)等氧化物半导体来构成。

[0051] 源极及漏极电极128充当源极或者漏极。源极及漏极电极128可以是例如由包括钛(Ti)、铝(Al)、钼(Mo)、钨(W)和铬(Cr)的元素中的任一种元素制成的单层膜,或者可以是包括这些元素中的两种以上元素的层叠膜。

[0052] 栅极电极120A和120B均可以是例如由包括钼、钛、铝、钨和铬的元素中的任一种元素制成的单层膜,或者可以是包括这些元素中的两种以上元素的层叠膜。栅极电极120A和120B被设置成彼此面对,且半导体层126介于它们两者之间。例如,彼此相同的电压可以分别被施加给栅极电极120A和120B。

[0053] 在本实施方案中,栅极电极120A和120B被设置于不面对LDD层126b的区域中(即,不与LDD层126b重叠)。例如,栅极电极120A和120B被形成于宽度在活性层126a的宽度以下的区域中。需要注意的是,稍后将说明LDD层126b与栅极电极120A和120B各者之间的重叠量的允许范围。

[0054] 具体地，栅极电极120B被设置成面对沟道层126a，且可以具有例如与沟道层126a的宽度大体上相同的宽度(栅极长度)d2。这是因为沟道层126a、LDD层126b和N+层126c是在形成栅极电极120B之后通过自对准(self-alignment) (使用栅极电极120B作为掩模) 来执行杂质掺杂而形成的。另一方面，栅极电极120A被设置成面对沟道层126a，并且具有小于栅极电极120B的宽度d2的宽度d1。

[0055] 而且，充当开关元件的晶体管22不仅被形成于像素部11中，而且被形成于周边电路部(诸如行扫描部13)中。包括上述栅极电极120A和120B的元件结构可以仅选择性地被形成于像素部11中，并且周边电路部中的元件结构不限于上述元件结构。这是因为，在周边电路部中，诸如X射线等放射线Rrad通常被屏蔽，且放射线耐性的必要性比像素部11中的放射线耐性的必要性小。

[0056] 第一栅极绝缘膜129和第二栅极绝缘膜130各者可以包括例如由诸如氧化硅(SiO<sub>x</sub>) 和氮氧化硅(SiON) 等材料制成的硅氧化物膜(含氧的硅化合物膜)。具体地，例如，第一栅极绝缘膜129和第二栅极绝缘膜130各者可以是由诸如氧化硅和氮氧化硅等材料制成的单层膜，或者它们各者可以是包括这样的硅氧化物膜和由诸如氮化硅(SiN<sub>x</sub>) 等材料制成的硅氮化物膜的层叠膜。在第一栅极绝缘膜129和第二栅极绝缘膜130中的任何一者中，上述硅氧化物膜被设置于半导体层126侧(毗邻半导体层126)。当半导体层126由例如低温多晶硅制成时，因为制造工艺中的原因，可能会形成有毗邻半导体层126的硅氧化物膜。

[0057] 优选地，第一栅极绝缘膜129和第二栅极绝缘膜130各者可以是包括上述的硅氧化物膜和硅氮化物膜的层叠膜。具体地，第一栅极绝缘膜129例如可以是包括从基板110侧依次设置的硅氮化物膜129A和硅氧化物膜129B的层叠膜。第二栅极绝缘膜130例如可以是包括从半导体层126侧依次设置的硅氧化物膜130A、硅氮化物膜130B和硅氧化物膜130C的层叠膜。而且，第一栅极绝缘膜129和第二栅极绝缘膜130各者的厚度没有特别的限制。例如，第二栅极绝缘膜130的厚度可以大于第一栅极绝缘膜129的厚度。

[0058] 层间绝缘膜131可以是例如由氧化硅、氮氧化硅和氮化硅中的任一者制成的单层膜，或者是包括这些材料中的两种以上材料的层叠膜。例如，层间绝缘膜131可以是其中从栅极电极120B侧依次层叠有硅氧化物膜131A、硅氮化物膜131B和硅氧化物膜131C的层。需要注意的是，可以进一步形成有另一层间绝缘膜以覆盖层间绝缘膜131和源极及漏极电极128。

[0059] 行扫描部13

[0060] 行扫描部13包括稍后将会说明的移位寄存器电路、预定的逻辑电路等。行扫描部13是逐行地(以水平线为单位) 执行像素部11中的多个像素20的驱动(线序扫描) 的像素驱动部(行扫描电路)。具体地，行扫描部13可以通过例如线序扫描来执行各像素20的诸如读取操作和复位操作等摄像操作。需要注意的是，通过经由读出控制线Lread向各像素20提供上述的行扫描信号来执行该线序扫描。

[0061] A/D转换部14

[0062] A/D转换部14包括多个列选择部17，每个列选择部17分别都是针对多条(这里，4条) 信号线Lsig而设置的。A/D转换部14基于通过信号线Lsig而输入进来的信号电压(与信号电荷对应的电压) 来执行A/D转换(模拟-数字转换)。因此，生成了作为数字信号的输出数据Dout(摄像信号)，然后将其输出至外部。

[0063] 例如,如图5所示,每个列选择部17可以包括电荷放大器172、电容性元件(电容器、或反馈电容器等)C1、开关SW1、采样保持(S/H)电路173、含4个开关SW2的多路复用电路(选择电路)174、以及A/D转换器175。在这些部件之中,电荷放大器172、电容性元件C1、开关SW1、S/H电路173和开关SW2是针对各条信号线Lsig而设置的。多路复用电路174和A/D转换器175是针对各个列选择部17而设置的。需要注意的是,电荷放大器172、电容性元件C1和开关SW1形成图3中的电荷放大电路171。

[0064] 电荷放大器172是被设置成执行将从信号线Lsig读出的信号电荷转换成电压的转换(Q-V转换)的放大器。在电荷放大器172中,信号线Lsig的一端与负侧(-侧)的输入端子连接,且预定的复位电压Vrst被输入至正侧(+侧)的输入端子。在电荷放大器172的输出端子与负侧的输入端子之间,通过电容性元件C1与开关SW1的并联电路而建立了反馈连接。换言之,电容性元件C1的一个端子与电荷放大器172的负侧的输入端子连接,并且电容性元件C1的另一端子与电荷放大器172的输出端子连接。类似地,开关SW1的一个端子与电荷放大器172的负侧的输入端子连接,并且开关SW1的另一端子与电荷放大器172的输出端子连接。需要注意的是,开关SW1的接通/截止(ON/OFF)状态是由通过放大器复位控制线Lcarst从系统控制部16提供过来的控制信号(放大器复位控制信号)控制的。

[0065] S/H电路173被设置于电荷放大器172与多路复用电路174(开关SW2)之间,且是被设置成暂时保持来自电荷放大器172的输出电压Vca的电路。

[0066] 多路复用电路174是如下的电路:当四个开关SW2中的一者根据由列扫描部15执行的扫描驱动而依次进入接通状态时,该电路有选择地使各S/H电路173与A/D转换器175之间连接或断开连接。

[0067] A/D转换器175是如下的电路:该电路对经由开关SW2而输入过来的来自S/H电路173的输出电压执行A/D转换,从而生成上述输出数据Dout,然后输出所生成的输出数据Dout。

[0068] 列扫描部15

[0069] 列扫描部15可以包括例如移位寄存器、地址解码器等(它们均未被图示),并且在扫描列选择部17中的各开关SW2的同时依次驱动各个上述开关SW2。通过由列扫描部15执行的这样的选择性扫描,经由各条信号线Lsig而被读出的各像素20的信号(上述的输出数据Dout)依次被输出至外部。

[0070] 系统控制部16

[0071] 系统控制部16控制行扫描部13、A/D转换部14以及列扫描部15的各操作。具体地,系统控制部16包括用于生成上述各种类型的时序信号(控制信号)的时序发生器。基于由该时序发生器生成的这些各种类型的时序信号,系统控制部16执行对行扫描部13、A/D转换部14以及列扫描部15的驱动的控制。基于系统控制部16的这一控制,行扫描部13、A/D转换部14以及列扫描部15各者执行对像素部11中的多个像素20的摄像驱动(线序摄像驱动),因而从像素部11获得输出数据Dout。

[0072] 作用和效果

[0073] 在本实施方案的放射线摄像装置1中,例如,当诸如X射线等放射线Rrad入射至像素部11时,可以在每个像素20(这里,光电转换元件21)中生成基于入射光的信号电荷。此时,具体地,在如图3所示的存储节点N中,因所生成的信号电荷的蓄积而出现了对应于节点

电容的电压变化。因此,输入电压Vin(与信号电荷对应的电压)被提供给晶体管22的漏极。随后,当晶体管22响应于通过读出控制线Lread提供过来的行扫描信号而改变成接通状态时,上述信号电荷被读出至信号线Lsig。

[0074] 被读出的信号电荷经由信号线Lsig而被输入至A/D转换部14中的分别与多个(这里,4个)像素列对应的列选择部17。在列选择部17中,首先,针对通过各条信号线Lsig输入的各信号电荷,在包括电荷放大器172等的电荷放大电路171中执行Q-V转换(从信号电荷到信号电压的转换)。接着,针对经过Q-V转换后的各信号电压(来自电荷放大器172的输出电压Vca),通过S/H电路173和多路复用电路174而在A/D转换器175中执行A/D转换。因此,生成了作为数字信号的输出数据Dout(摄像信号)。以这种方式,输出数据Dout是从各个列选择部17依次被输出的,然后被传输到外部(或者被输入至未图示的内部存储器)。

#### [0075] 比较例

[0076] 这里,图6A和图7A分别图示了本实施方案的比较例(分别是比较例1和比较例2)的元件结构。需要注意的是,将用与本实施方案的附图标记相同的附图标记来表示与上述晶体管22的元件结构中的部件相同的部件。首先,在根据比较例1的元件结构中,以与本实施方案的方式类似的方式,两个栅极电极(栅极电极101A和101B)被设置成彼此面对,且半导体层126介于这两个栅极电极之间。第一栅极绝缘膜129、第二栅极绝缘膜130、源极及漏极电极128和层间绝缘膜131分别具有与本实施方案的构造类似的构造。然而,在比较例1中,与本实施方案不同的是,栅极电极101A和101B被设置成与半导体层126的LDD层126b重叠,并且栅极电极101A和101B分别具有彼此相等的宽度d100。这样的元件结构可以通过例如在形成第二栅极电极101B之前在半导体层126中执行杂质掺杂工艺(用于形成活性层126a、LDD层126b以及N+层126c的工艺)而形成。

[0077] 图6B图示了在比较例1的元件结构中当管电压是80kV且剂量率(dose rate)分别是0Gy、100Gy、300Gy和500Gy时的电流-电压特性(栅极电压Vg与漏极电流Ids之间的关系)。在比较例1的具有如上所述的与LDD层126b重叠的栅极电极101A和101B的元件结构中,电流-电压特性(栅极电压Vg与漏极电流Ids之间的关系)因为放射线(X射线)的照射而劣化。具体地,在截止时间会出现漏电流,这可能会引起漏极电流Ids中的局部上升的现象(例如,在0Gy的情况下在-3V附近)。此外,当对于晶体管22而言放射线的照射量增加时,阈值电压Vth转移到负侧(负号侧),或者S(subthreshold-swing:亚阈值摆幅)值劣化。因此,晶体管22的元件寿命变短。

[0078] 因此,有可能采用图7A所示的比较例2的元件结构。在比较例2中,栅极电极102A、活性层126a和栅极电极102B被设计成分别具有大体上彼此相等的宽度d200。在这样的元件结构中,例如,活性层126a、LDD层126b以及N+层126c可以在形成栅极电极102B后通过自对准(通过使用栅极电极102B作为掩模来执行杂质掺杂)而被形成。这使得可以减少栅极电极102B与LDD层126b之间的重叠区域。然而,事实上,当栅极电极102A与栅极电极102B之间出现不对准时,或者当栅极电极102A和102B的宽度偏离了设计值时,栅极电极102A与LDD层126b之间的重叠区域(d<sub>oL</sub>)就被形成(图7B)。

[0079] 相比之下,在本实施方案的晶体管22中,在其中栅极电极120A和120B被设置成彼此面对且半导体层126介于它们两者之间的结构中,栅极电极120A和120B被设置于不面对LDD层126b的区域中。这使得可以抑制因为漏电流而造成的上述局部上升。

[0080] 具体地,可以通过例如让栅极电极120A和活性层126a分别具有大体上彼此相同的宽度(d2)(即,在形成栅极电极120B后通过自对准来形成LDD层126b等)来减小栅极电极120B与LDD层126b之间的重叠区域。此外,在本实施方案中,栅极电极120A的宽度d1小于栅极电极120B的宽度d2(栅极电极120A的宽度被设计成比栅极电极120B的宽度的数值小的数值)。因此,即使当栅极电极120A和120B之间出现不对准时,或者即使当栅极电极120A的线宽大于设计值时,栅极电极120A与LDD层126b之间的重叠区域也不容易形成(图8)。

[0081] 这里,本实施方案的晶体管22被构造成使得第二栅极绝缘膜130的厚度大于第一栅极绝缘膜129的厚度。在这样的元件结构中,跟设置于半导体层126上方的栅极电极120B与LDD层126b之间的重叠相比,设置于半导体层126下方的栅极电极120A与LDD层126b之间的重叠更容易发挥对特性的影响。这是因为栅极电极120A与LDD层126b之间所生成的电场比栅极电极120B与LDD层126b之间所生成的电场强。因此,栅极电极120A的宽度d1被设计成小于宽度d2,且不引起栅极电极120A与LDD层126b之间的重叠。这使得能够有效地抑制上述的双栅型元件结构中的特性劣化。

#### [0082] 栅极电极120A的LDD重叠量

[0083] 栅极电极120A与LDD层126b之间的重叠量(重叠区域的宽度)理想上为0。然而,事实上,考虑到工艺中的误差等(诸如未对准),可以允许该重叠量例如在从约-0.2μm至约+0.1μm的范围内。

[0084] 需要注意的是,如图9中示意性地所示,当活性层126a与LDD层126b之间的边界(边界A)的位置与栅极电极120A的端部“e”的位置一致时,就认为重叠量为0。而且,附图标记“+”(加号)表示端部“e”相对于重叠量为0时的边界A的位置位于LDD层126b侧的情况,即,栅极电极120A与LDD层126b彼此重叠的情况。另一方面,附图标记“-”(减号)表示端部“e”相对于重叠量为0时的边界A的位置位于活性层126a侧的情况,即,栅极电极120A与LDD层126b彼此离开而不重叠的情况。

[0085] 图10A图示了当栅极电极120A与LDD层126b之间的重叠量变化时针对电流-电压特性的模拟结果。图10B图示了图10A中的放大后的截止区域。重叠量在从-0.4μm至+0.5μm的范围内(除了0μm以外)以0.1μm为单位变化。从该结果中发现了下列现象。当栅极电极120A与LDD层126b之间的重叠量是+0.1μm以下时,抑制了因为漏电流而造成的漏极电流中的局部上升,并且在从-2V至-8V的栅极电压Vg的范围内漏极电流Ids的值基本上保持相同。另一方面,当重叠量是-0.2μm以下时,S值具有劣化的趋势。根据这些结果,重叠量较佳地可以在从-0.2μm至+0.1μm的范围内。换言之,当重叠量在该范围内时,可以获得与当重叠量为0时所获得的效果大体相同的效果,并且可以认为栅极电极120A不与LDD层126b重叠(可以认为栅极电极120A被形成于不面对LDD层126b的区域中)。需要注意的是,在上述模拟中,栅极电极120A(Mo)的厚度是65nm,并且栅极电极120B(Mo)的厚度是90nm。栅极电极120A和120B各者的有效栅极L长度是2.5μm,它们的栅极W长度是2.0μm。而且,在第一栅极绝缘膜129中,硅氮化物膜129A的厚度是83nm,并且硅氧化物膜129B的厚度是14nm。在第二栅极绝缘膜130中,硅氧化物膜130A的厚度是29nm,硅氮化物膜130B的厚度是62nm,并且硅氧化物膜130C的厚度是14nm。此外,LDD长度(各LDD层126b的宽度)是1.85μm。

#### [0086] 栅极电极120B的LDD重叠量

[0087] 另一方面,当第二栅极绝缘膜130的厚度大于第一栅极绝缘膜129的厚度时,栅极

电极120B与LDD层126b之间的重叠量不太容易发挥对特性的影响。例如,如图11所示,当重叠量是 $0.21\mu\text{m}$ 时的特性与当重叠量是 $0.11\mu\text{m}$ 时的特性之间几乎没有差别。LDD层126b等是在形成栅极电极120B之后通过自对准而被形成的。因此,LDD层126b与栅极电极120B之间几乎不会出现大的重叠。即使出现了这样的大的重叠时,也允许该重叠量处于比上述栅极电极120A的范围宽的范围内。

[0088] 因为上述原因,根据本发明实施方案的措辞“不面对”除了包括栅极电极120A和120B各者与LDD层126b完全不重叠的状态(重叠量是0以下的状态)之外,还包括某个允许范围。而且,在本实施方案中,LDD层126b是在形成栅极电极120B后通过自对准而被形成的,且因此,栅极电极120B被设置成不面对LDD层126b(栅极电极120A和120B两者都不面对LDD层126b)。然而,该构造不是必定为限制性的。例如,如图12所示,当第二栅极绝缘膜130的厚度大于第一栅极绝缘膜129的厚度时,栅极电极120B可以与LDD层126b重叠。换言之,LDD层126b可以在形成栅极电极120B前被形成。然而,如本实施方案(图4)中的栅极电极120A和120B两者都不面对LDD层126b是更佳的。

[0089] 如上所述,在本实施方案中,在被设置成从各像素20读取信号电荷的晶体管22中,栅极电极120A和120B被设置成彼此面对且活性层126a介于它们两者之间,并且栅极电极120A和120B被设置于不面对LDD层126b的区域中。这使得可以抑制因为在晶体管22的截止时间的漏电流而造成的局部上升,且因此可以提高元件寿命。于是,可以提高可靠性。

[0090] 需要注意的是,在上述实施方案中,将其中LDD层126b被形成于半导体层126中的活性层126a的两侧(源极侧和漏极侧)的构造作为示例。然而,LDD层126b可以仅被设置于活性层126a的一侧(源极侧或者漏极侧)。当LDD层126b仅被设置于一侧时,LDD层126b较佳地可以被形成于活性层126a的漏极侧。

[0091] 接着,将说明上述实施方案的变形方案。与上述实施方案中的部件相同的部件将被赋予与上述实施方案中的附图标记相同的附图标记,并且将在适当的时候省略说明。

#### [0092] 变形方案1

[0093] 图13图示了变形方案1的像素(像素20A)的电路构造以及电荷放大电路171的电路构造示例。以与上述实施方案的像素20的方式相同的方式,像素20A具有无源像素电路,并且包括一个光电转换元件21和一个晶体管22。而且,读出控制线Lread(Lread1和Lread2)以及信号Lsig被连接至像素20A。

[0094] 然而在本变形方案的像素20A中,与上述实施方案的像素20不同的是,光电转换元件21的阳极与存储节点N连接并且光电转换元件21的阴极与地连接。以这种方式,在像素20A中,存储节点N可以与光电转换元件21的阳极连接。在这种情况下,同样可以获得与上述实施方案的放射线摄像装置1的效果相似的效果。

#### [0095] 变形方案2

[0096] 图14图示了变形方案2的像素(像素20B)的电路构造以及电荷放大电路171的电路构造示例。以与上述实施方案的像素20的方式类似的方式,像素20B具有无源电路构造,并且与读出控制线Lread(Lread1和Lread2)以及信号线Lsig连接。

[0097] 然而在本变形方案中,像素20B包括一个光电转换元件21和两个晶体管22。这两个晶体管22彼此串联地连接(这两个晶体管22中的一者的源极或者漏极被电连接至另一者的源极或者漏极)。而且,每个晶体管22的栅极与读出控制线Lread连接。

[0098] 以这种方式,串联连接的这两个晶体管22可以被设置于像素20B中。在这种情况下,同样可以获得与上述实施方案的效果相似的效果。

[0099] 变形方案3和4

[0100] 图15图示了变形方案3的像素(像素20C)的电路构造以及放大器电路171A的电路构造示例。图16图示了变形方案4的像素(像素20D)的电路构造以及放大器电路171A的电路构造示例。与上述的像素20、20A和20B不同的是,像素20C和20D各者具有所谓的有源像素电路。

[0101] 像素20C和20D各者包括一个光电转换元件21以及三个晶体管22、23和24。而且,除了读出控制线Lread和信号线Lsig被连接至像素20C和20D各者之外,复位控制线Lrst也被连接至像素20C和20D各者。

[0102] 在像素20C和20D各者中,晶体管22的两个栅极分别与读出控制线Lread1和Lread2连接,晶体管22的源极可以与例如信号线Lsig连接,并且晶体管22的漏极可以与例如形成源极跟随电路的晶体管23的漏极连接。晶体管23的源极可以与例如电源VDD连接。而且,晶体管23的栅极可以通过存储节点N而与例如光电转换元件21的阴极(在图15的示例中)或者阳极(在图16的示例中)以及充当复位晶体管的晶体管24的漏极连接。晶体管24的栅极与复位控制线Lrst连接,并且例如复位电压Vrst可以被施加给晶体管24的源极。在图15的变形方案3中,光电转换元件21的阳极被连接至地(是接地的),并且在图16的变形方案4中,光电转换元件21的阴极被连接至地。

[0103] 放大器电路171A包括恒定电流源177和放大器176以代替上述列选择部17中的电荷放大器172、电容器C1和开关SW1。在放大器176中,信号线Lsig与正侧的输入端子连接,并且输出端子和负侧的输入端子彼此连接,从而形成了电压跟随电路。需要注意的是,恒定电流源177的一个端子与信号线Lsig的一端侧连接,并且电源VSS与恒定电流源177的另一个端子连接。

[0104] 应用例

[0105] 上述实施方案和各变形方案中的任一者中的放射线摄像装置能够被应用于下面将要说明的放射线摄像显示系统中。

[0106] 图17示意性地图示了应用例的放射线摄像显示系统(放射线摄像显示系统5)的示意性构造示例。放射线摄像显示系统5包括上述的具有像素部11的放射线摄像装置1。放射线摄像显示系统5还包括图像处理部52和显示器4。

[0107] 图像处理部52通过对从放射线摄像装置1输出的输出数据Dout(摄像信号)执行预定的图像处理而生成图像数据D1。基于在图像处理部52中所生成的图像数据D1,显示器4在预定的监视屏40上显示图像。

[0108] 在放射线摄像显示系统5中,基于从光源51(这里,诸如X射线源等放射线源)向对象50发射的照射光(这里,放射线),放射线摄像装置1获取对象50的图像数据Dout,然后将所获取的图像数据Dout输出至图像处理部52。图像处理部52对输入进来的图像数据Dout执行上述预定的图像处理,然后将经过输出图像处理之后的图像数据(显示数据)D1输出至显示器4。显示器4基于输入进来的图像数据D1而在监视屏40上显示图像信息(所摄取的图像)。

[0109] 以这种方式,在本应用例的放射线摄像显示系统5中,放射线摄像装置1能够获取

对象50的图像以作为电信号。因此,可以通过将所获取的电信号传输至显示器4而显示该图像。换言之,不必使用典型的射线照相胶片就能够观察对象50的图像。此外,还能够支持运动图像的拍摄和运动图像的显示。

[0110] 上面已经说明了一些实施方案、变形方案和应用例,但是本发明的内容不局限于上述那些,且可以做出各种变形。例如,上述实施方案等各者的像素部中的像素的电路构造不局限于上述那些(像素20以及20A至20D各者的电路构造),并且可以是其他的电路构造。类似地,诸如行扫描部和列选择部等其他部件各者的电路构造不局限于上述实施方案等中的构造,并且可以是其他的电路构造。

[0111] 而且,上述实施方案等各者中的像素部、行扫描部、A/D转换部(列选择部)、列扫描部等可以被形成于例如同一基板上。具体地,例如,利用诸如低温多晶硅等多晶半导体,这些电路部中的开关等也可以被形成于该同一基板上。因此,例如,可以基于来自外部的系统控制部的控制信号而执行同一基板上的驱动操作,这使得能够实现窄边框(3个边是自由边的框架结构)和配线连接中的可靠性的提高。

[0112] 根据本发明的上述示例性实施方案,可以实现至少下列构造。

[0113] (1)一种放射线摄像装置,其包括:

[0114] 多个像素,所述多个像素中的各者被构造成生成基于放射线的信号电荷;以及

[0115] 场效应晶体管,它用于从所述多个像素中的各者读取所述信号电荷,其中所述场效应晶体管包括:

[0116] 半导体层,它包括活性层和被形成为毗邻所述活性层的低浓度杂质层;以及

[0117] 第一栅极电极和第二栅极电极,它们两者被设置成彼此面对,且所述活性层介于它们两者之间,并且

[0118] 所述第一栅极电极和所述第二栅极电极中的至少一者被设置于不面对所述低浓度杂质层的区域中。

[0119] (2)根据(1)所述的放射线摄像装置,其中

[0120] 所述场效应晶体管还包括第一栅极绝缘膜和第二栅极绝缘膜,

[0121] 所述第一栅极电极、所述第一栅极绝缘膜、所述半导体层、所述第二栅极绝缘膜以及所述第二栅极电极从基板侧依次设置着,并且

[0122] 所述第一栅极电极的宽度小于所述第二栅极电极的宽度。

[0123] (3)根据(2)所述的放射线摄像装置,其中所述第二栅极电极被设置成面对所述活性层,并且所述第二栅极电极的宽度与所述活性层的宽度大体上相同。

[0124] (4)根据(2)或(3)所述的放射线摄像装置,其中所述第二栅极绝缘膜的厚度大于所述第一栅极绝缘膜的厚度。

[0125] (5)根据(4)所述的放射线摄像装置,其中所述第一栅极电极被设置于不面对所述低浓度杂质层的所述区域中。

[0126] (6)根据(1)所述的放射线摄像装置,其中所述第一栅极电极和所述第二栅极电极两者都被设置于不面对所述低浓度杂质层的所述区域中。

[0127] (7)根据(1)至(6)中任一者所述的放射线摄像装置,其中所述第一栅极电极和所述第二栅极电极被形成于像素部和周边电路部之中的所述像素部中,所述像素部具有所述多个像素,并且所述周边电路部处于所述像素部的周边。

[0128] (8) 根据(1)至(7)中任一者所述的放射线摄像装置,其中所述低浓度杂质层在具有所述多个像素的像素部中的杂质浓度高于在处于所述像素部的周边的周边电路部中的杂质浓度。

[0129] (9) 根据(1)至(8)中任一者所述的放射线摄像装置,其中

[0130] 所述活性层的两个端部被构造成为分别与源极电极和漏极电极电连接,并且

[0131] 所述低浓度杂质层被形成为毗邻所述活性层的所述两个端部中的至少一者。

[0132] (10) 根据(1)至(9)中任一者所述的放射线摄像装置,其中所述半导体层包括非晶硅、多晶硅和微晶硅中的任一者。

[0133] (11) 根据(1)至(10)中任一者所述的放射线摄像装置,其中所述半导体层包括低温多晶硅。

[0134] (12) 根据(1)至(11)中任一者所述的放射线摄像装置,它还包括波长转换层,所述波长转换层被设置于所述多个像素的光入射侧,

[0135] 其中所述多个像素中的各者包括光电转换元件,并且

[0136] 所述波长转换层被构造成为将所述放射线转换成在所述光电转换元件的敏感范围内的波长。

[0137] (13) 根据(1)至(11)中任一者所述的放射线摄像装置,其中所述多个像素中的各者包括转换层,所述转换层被构造成为通过吸收所述放射线来生成所述信号电荷。

[0138] (14) 根据(1)至(13)中任一者所述的放射线摄像装置,其中所述放射线包括X射线。

[0139] (15) 一种放射线摄像显示系统,其包括:

[0140] 放射线摄像装置;以及

[0141] 显示器,它被构造成为执行基于由所述放射线摄像装置获得的摄像信号的图像显示,

[0142] 其中所述放射线摄像装置包括:

[0143] 多个像素,所述多个像素中的各者被构造成为生成基于放射线的信号电荷;以及

[0144] 场效应晶体管,它用于从所述多个像素中的各者读取所述信号电荷,并且

[0145] 所述场效应晶体管包括:

[0146] 半导体层,它包括活性层和被形成为毗邻所述活性层的低浓度杂质层;以及

[0147] 第一栅极电极和第二栅极电极,它们两者被设置成彼此面对,且所述活性层介于它们两者之间,并且

[0148] 所述第一栅极电极和所述第二栅极电极中的至少一者被设置于不面对所述低浓度杂质层的区域中。

[0149] 本领域技术人员应当理解,依据设计要求和其他因素,可以在本发明随附的权利要求或其等同物的范围内进行各种修改、组合、次组合以及改变。

[0150] 相关申请的交叉参考

[0151] 本申请要求2013年8月20日提交的日本优先权专利申请案JP2013-170332的权益,且将该优先权专利申请案的全部内容以引用的方式并入本文中。

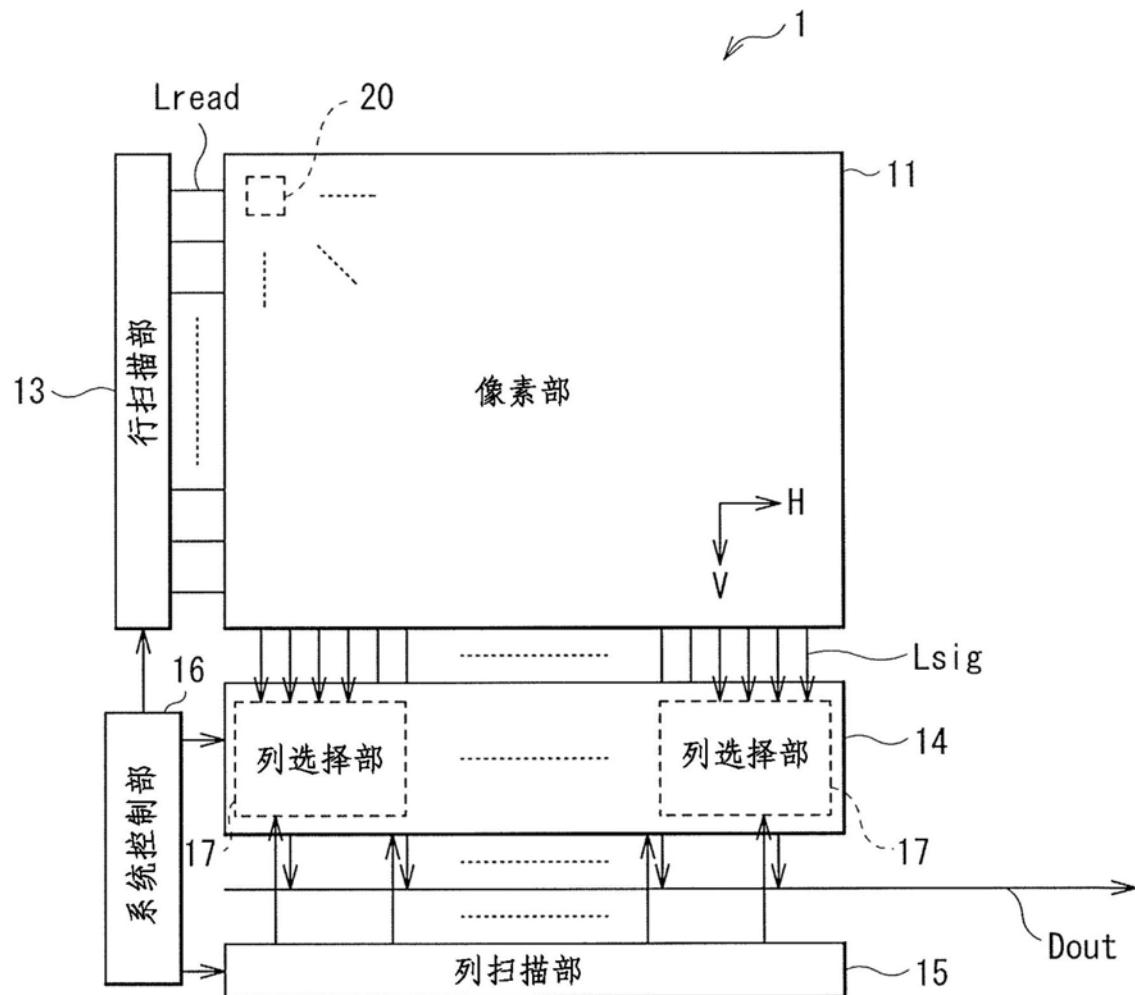


图1

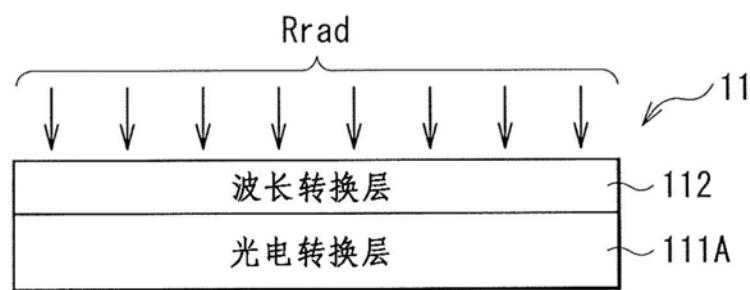


图2A

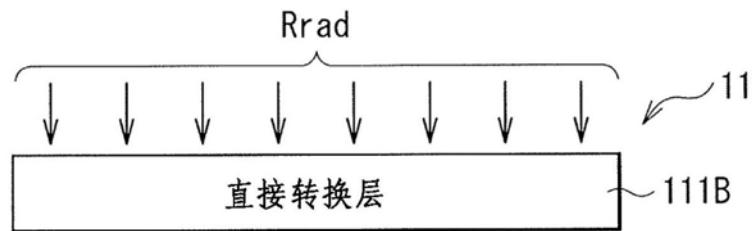


图2B

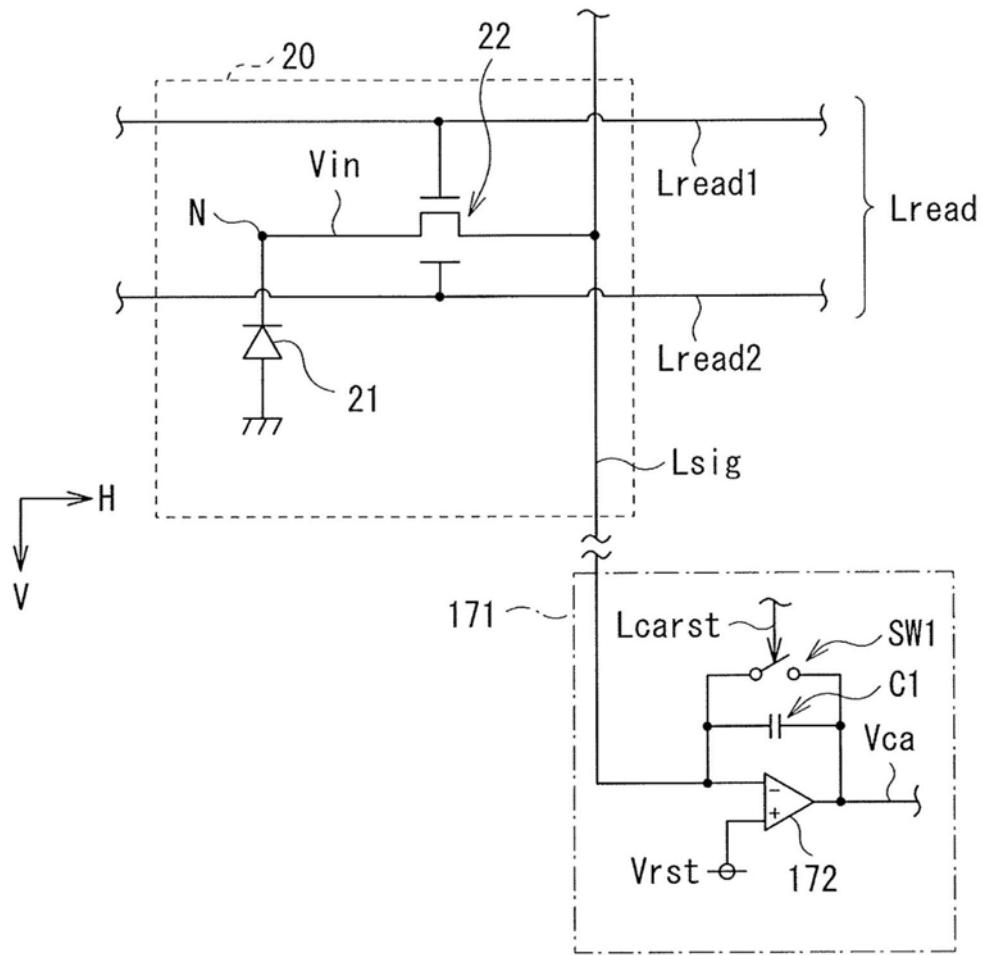


图3

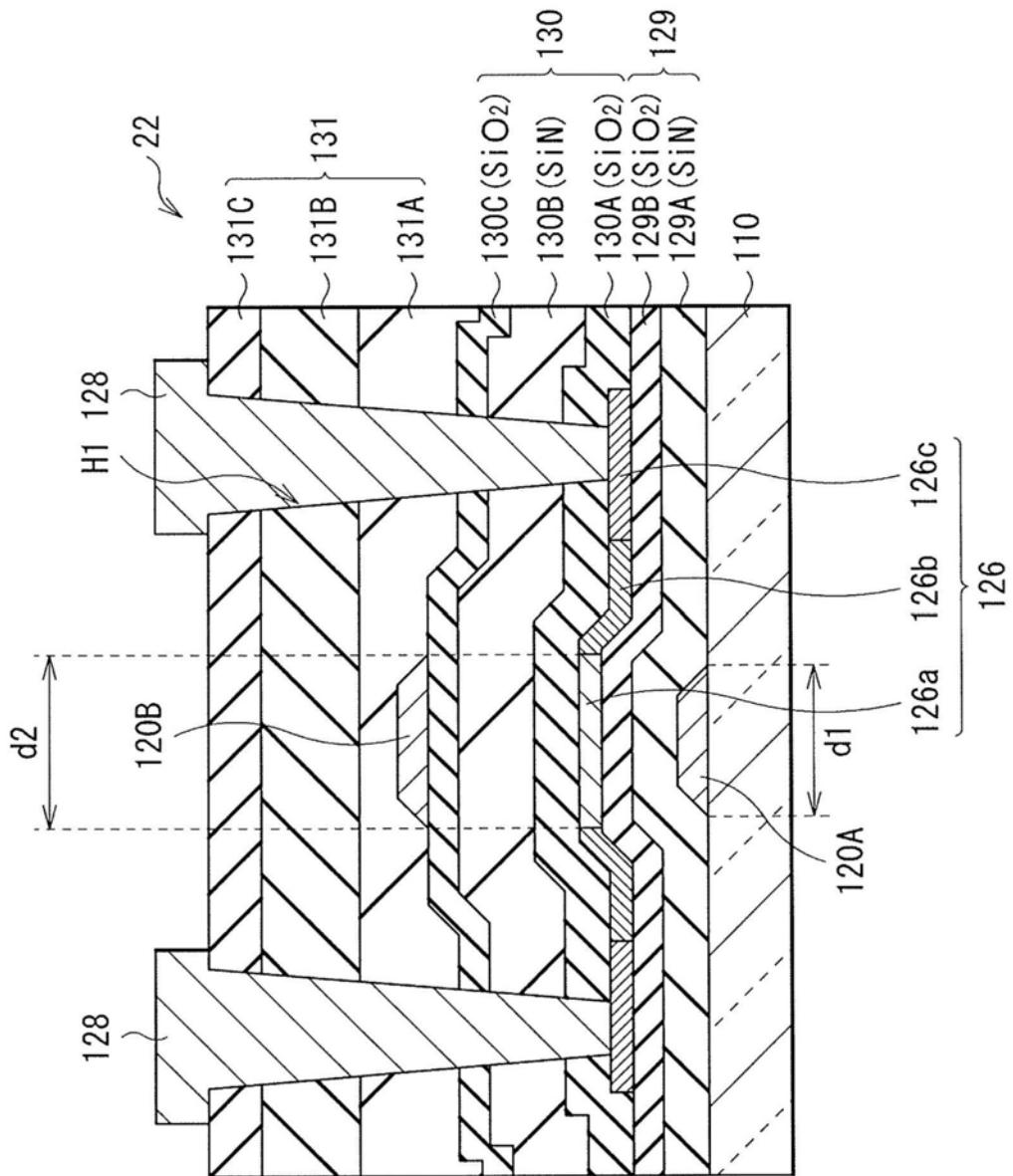


图4

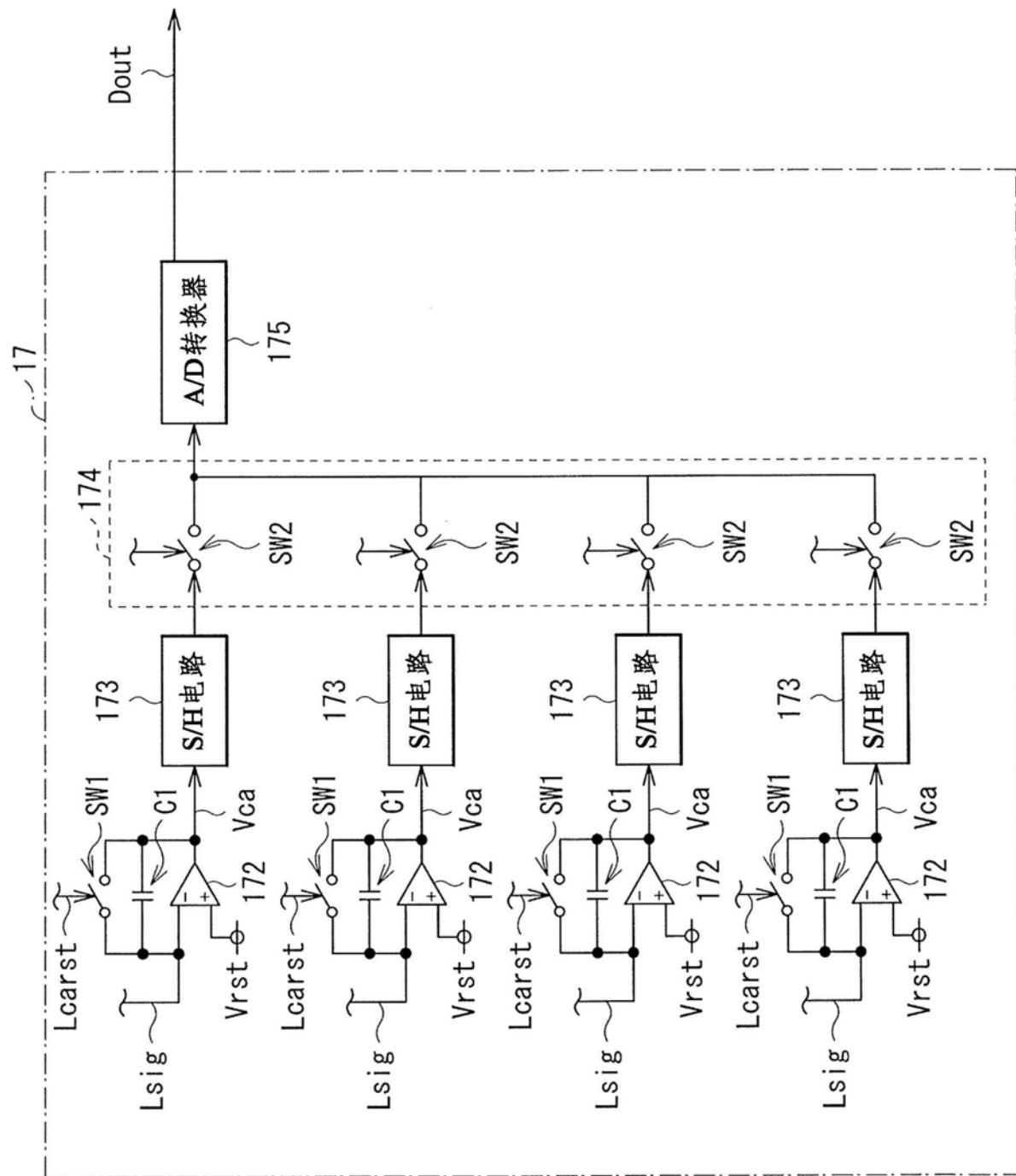


图5

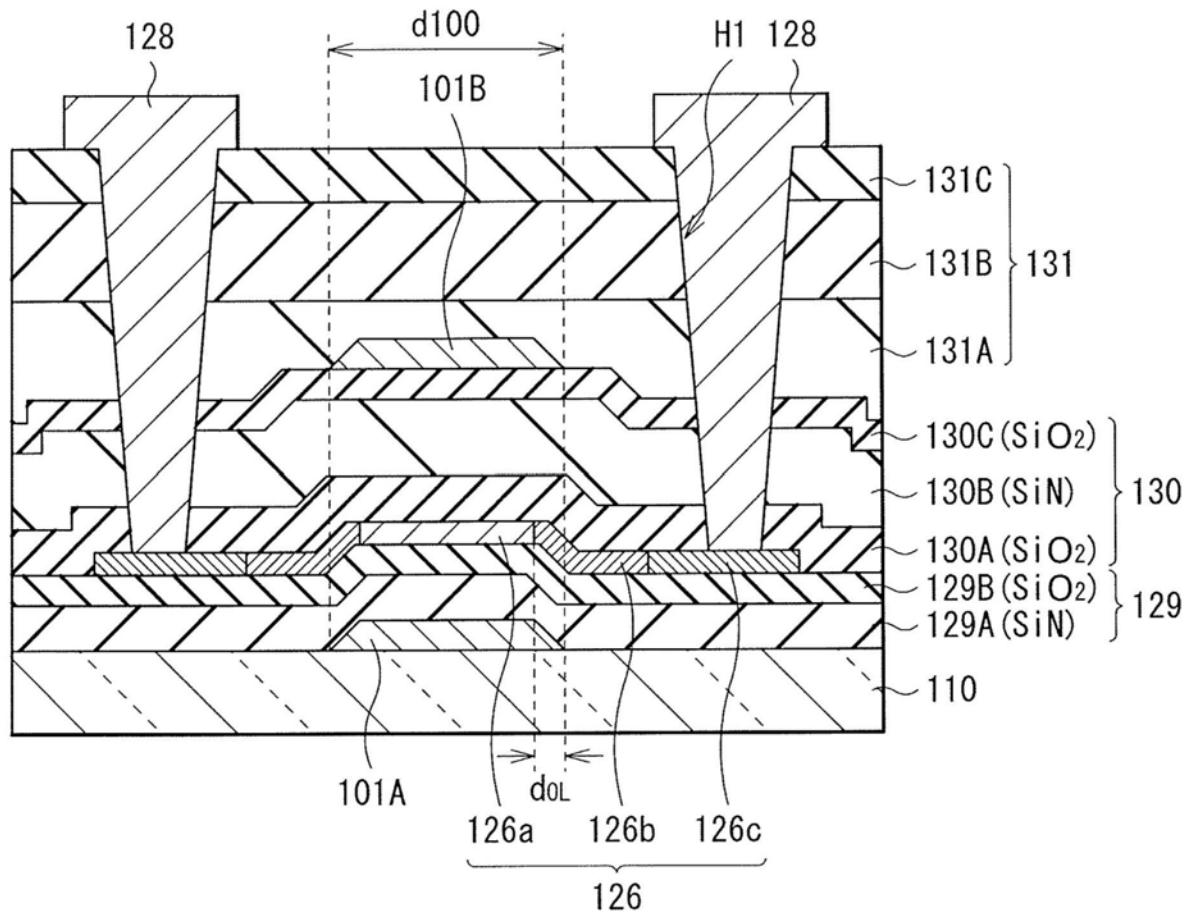


图6A

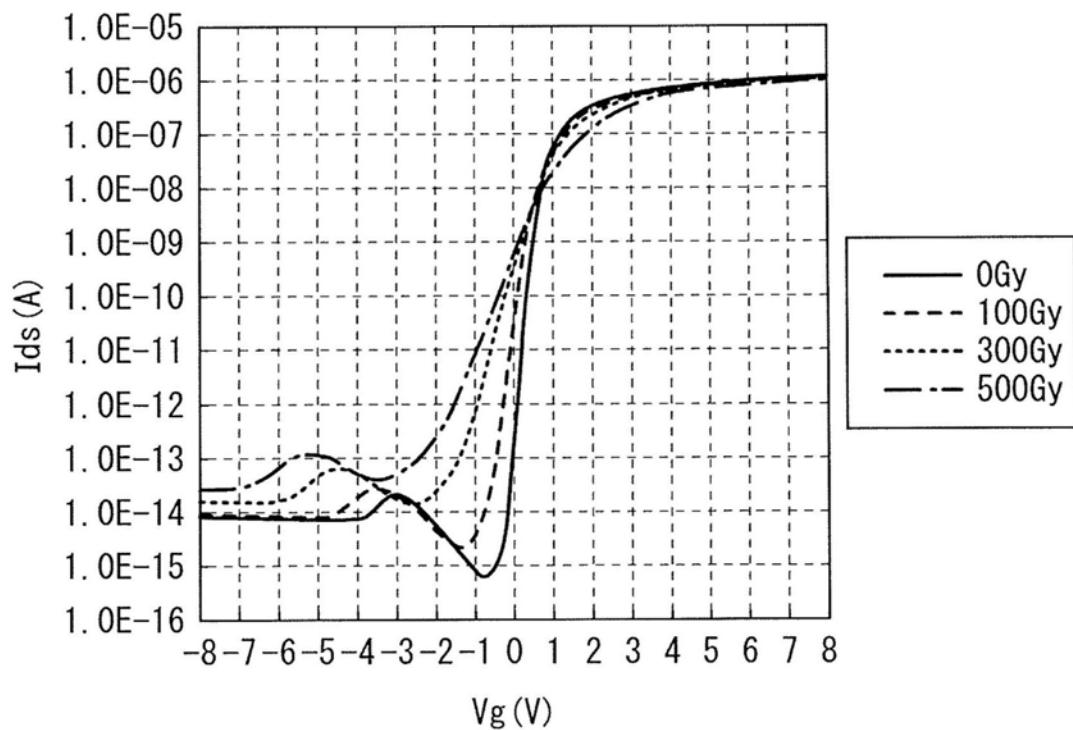


图6B

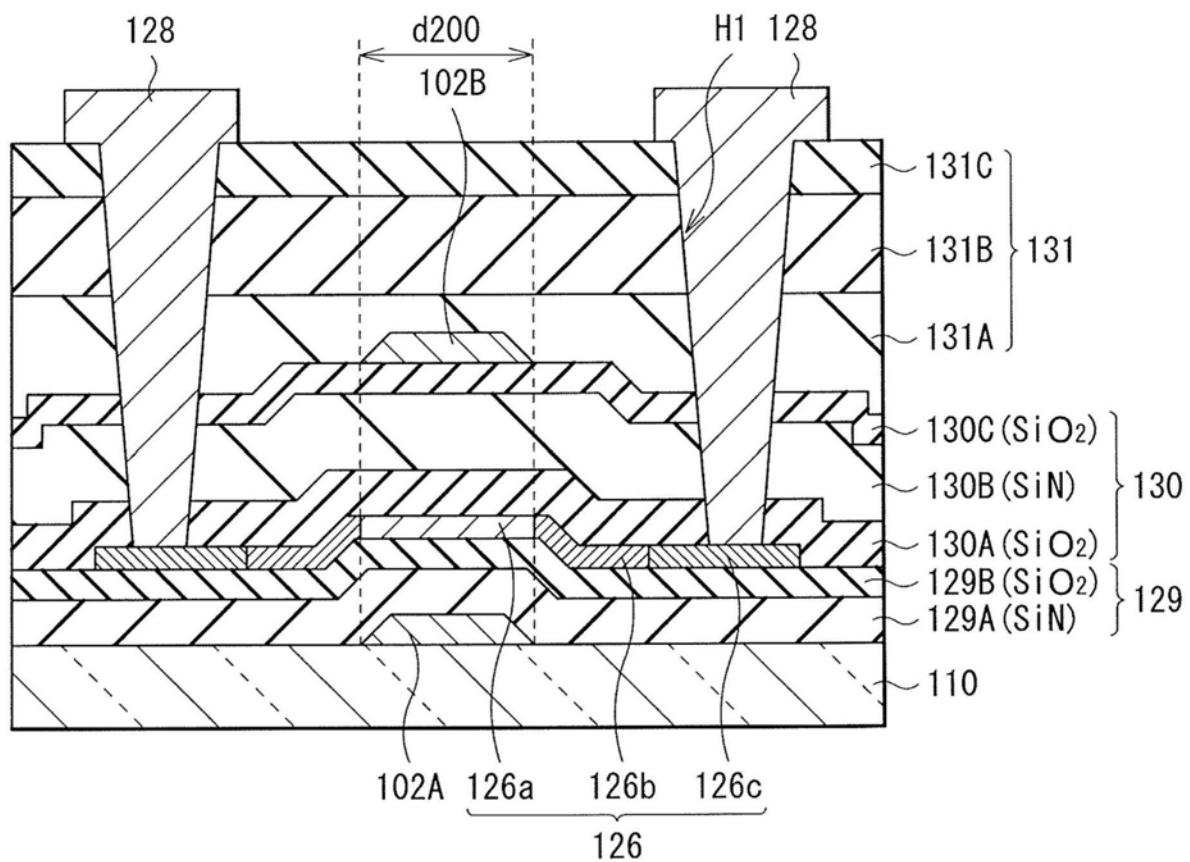


图7A

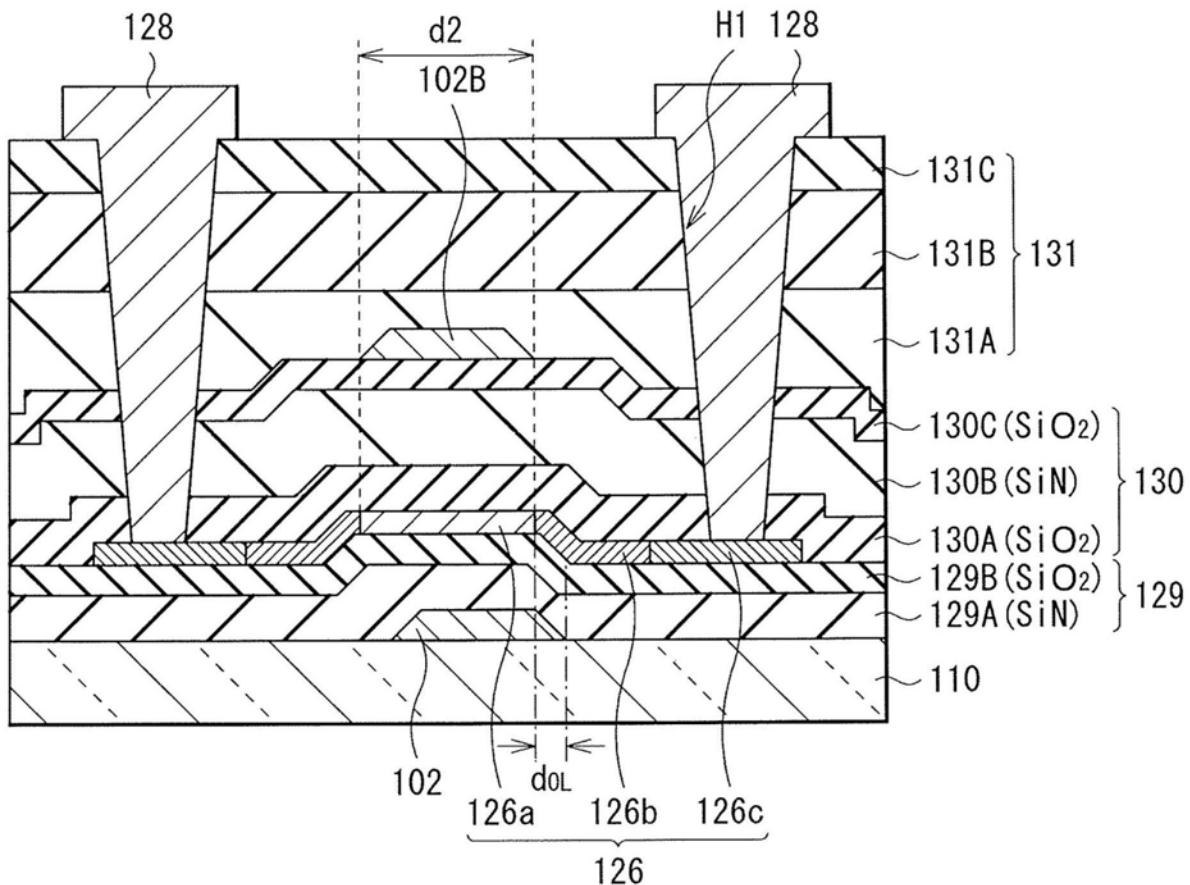


图7B

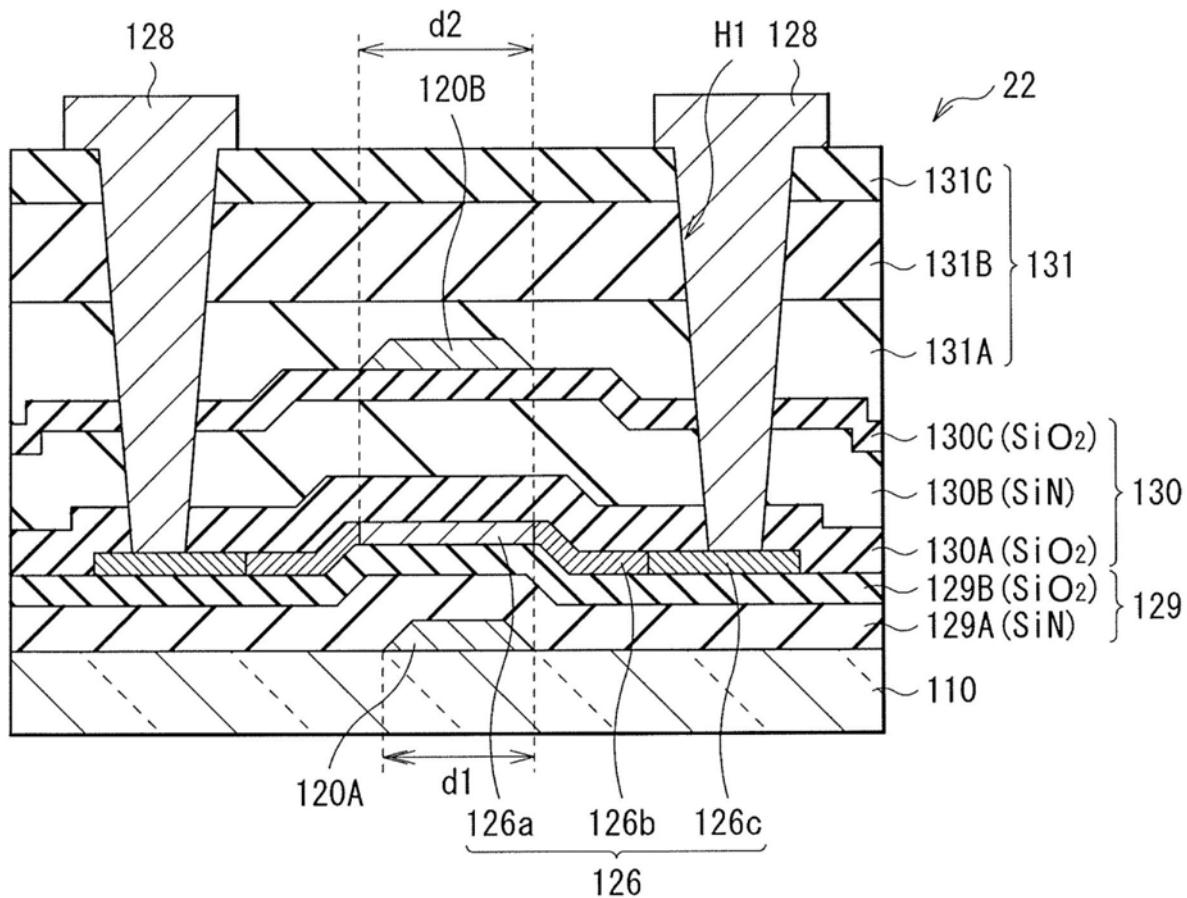


图8

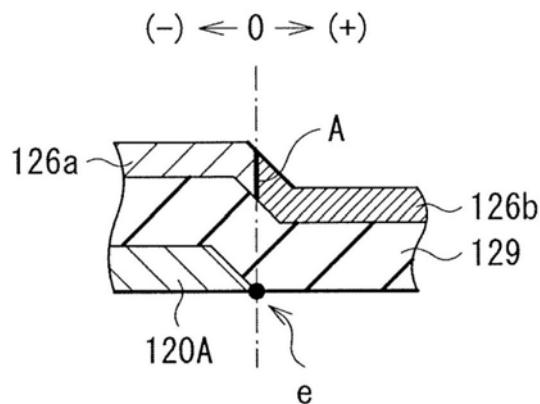


图9

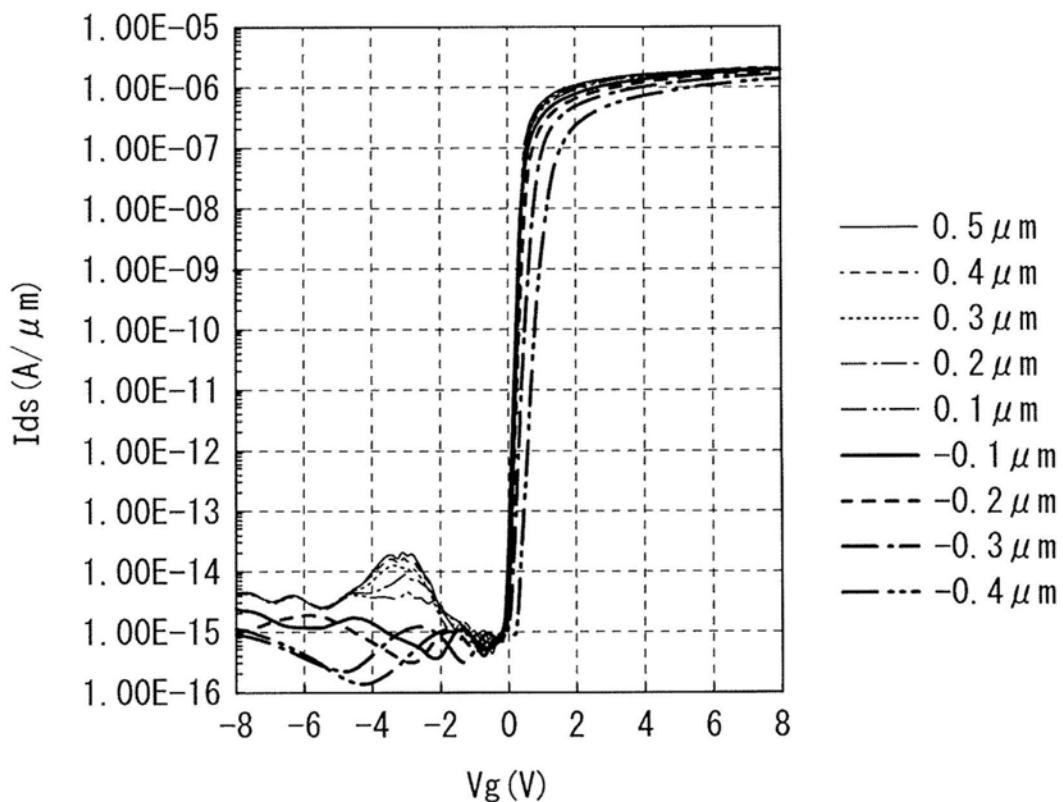


图10A

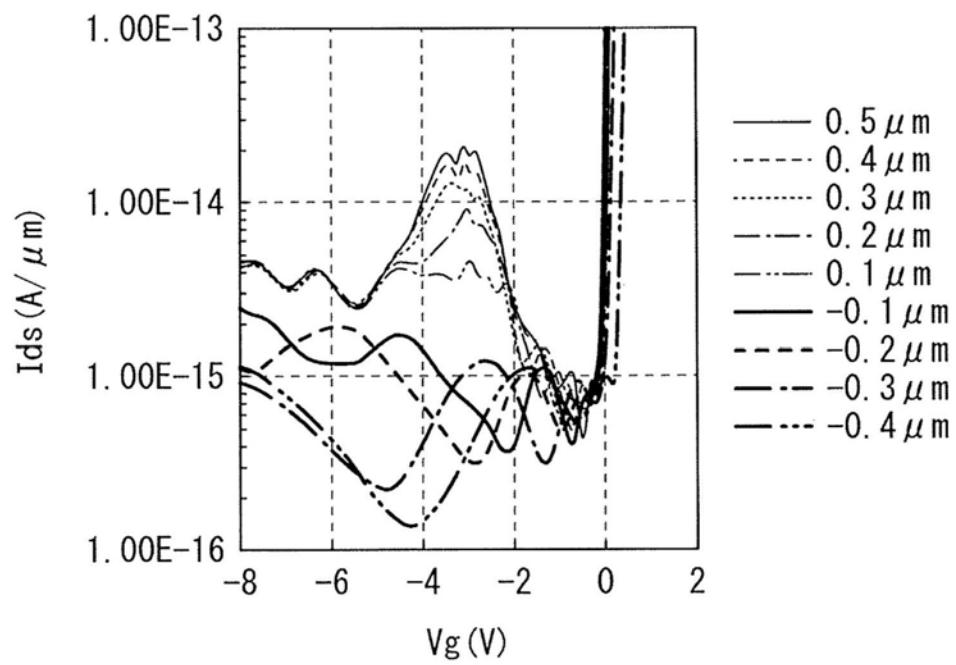


图10B

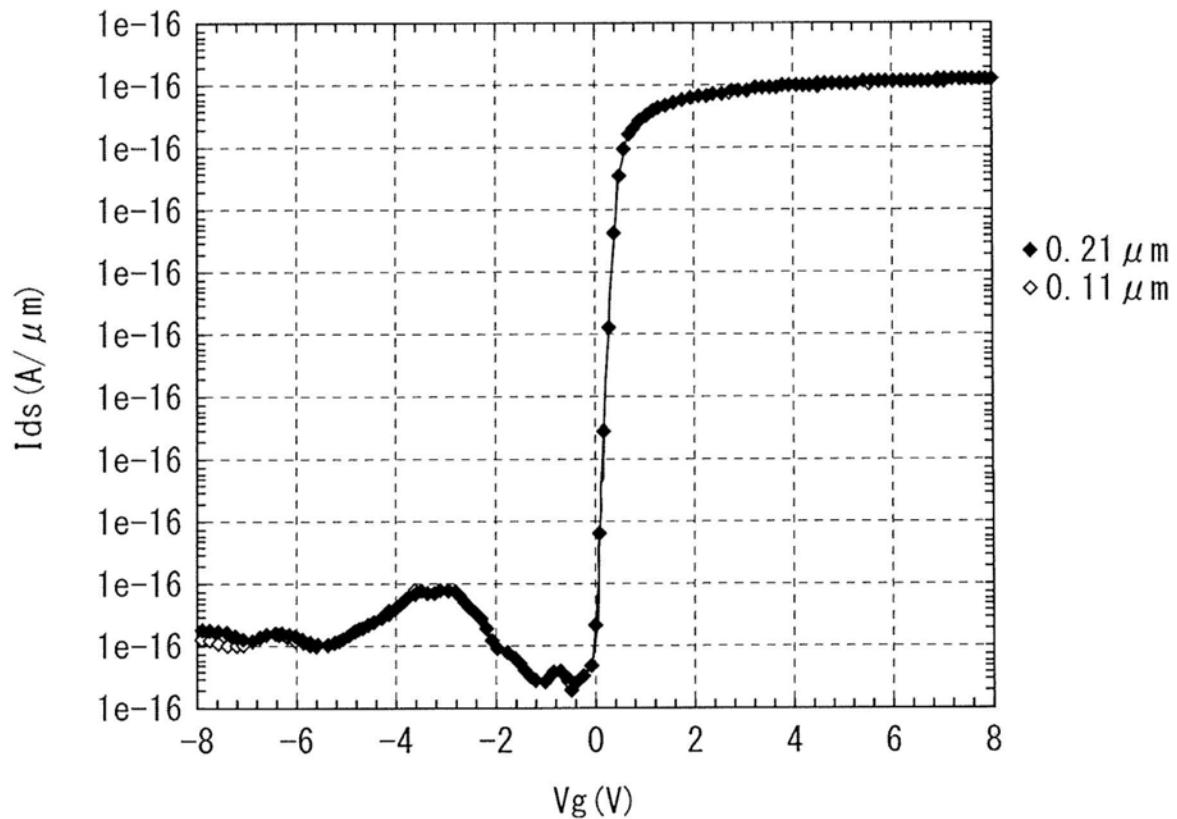


图11

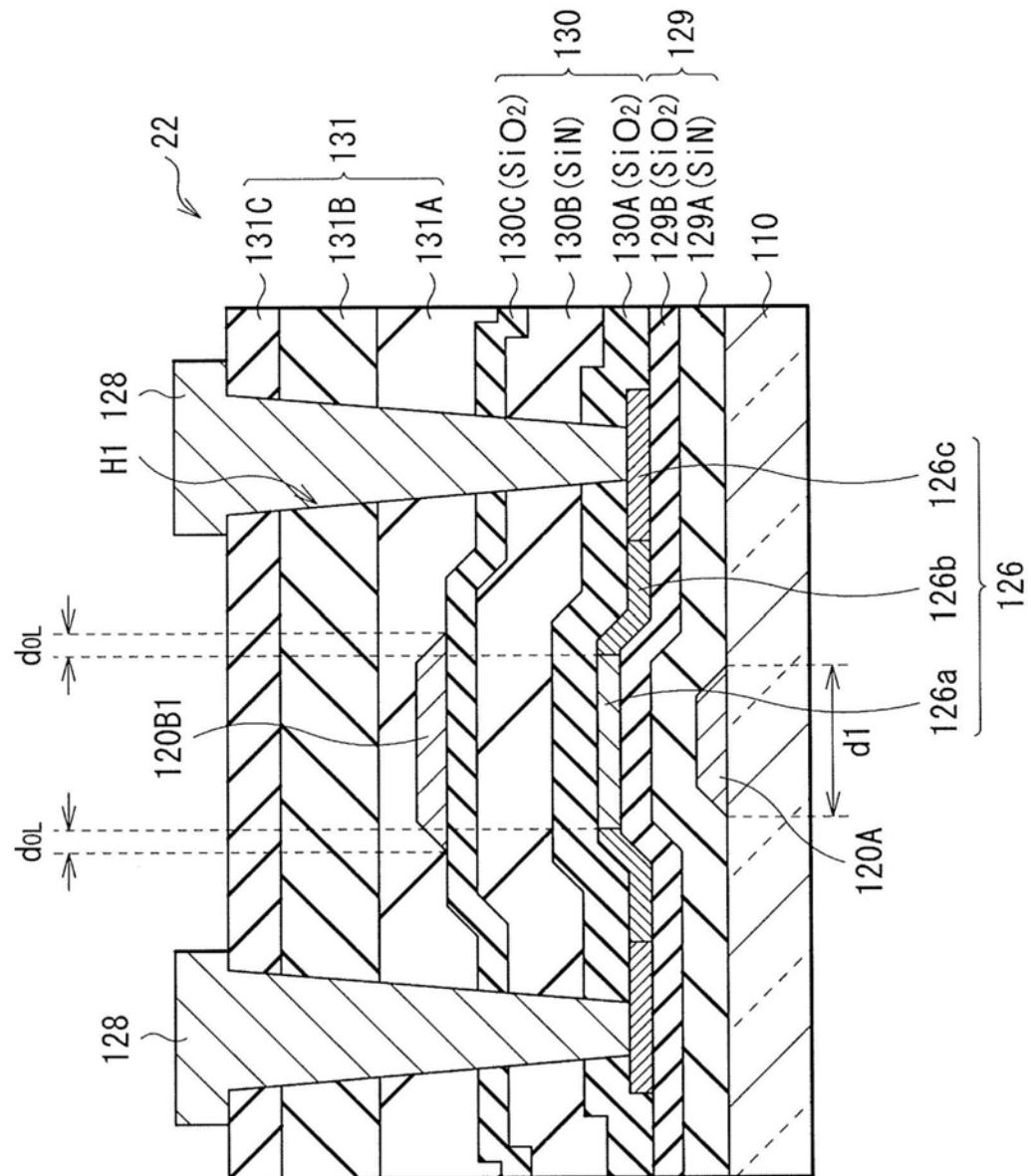


图12

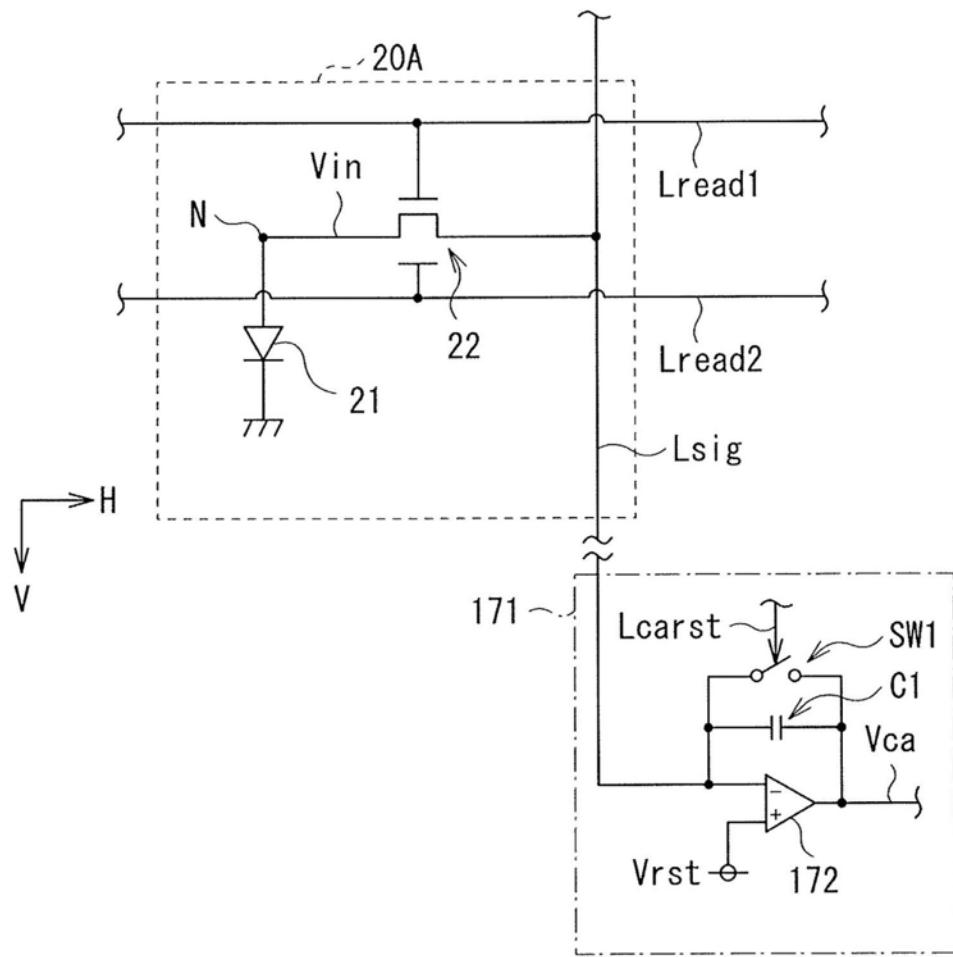


图13

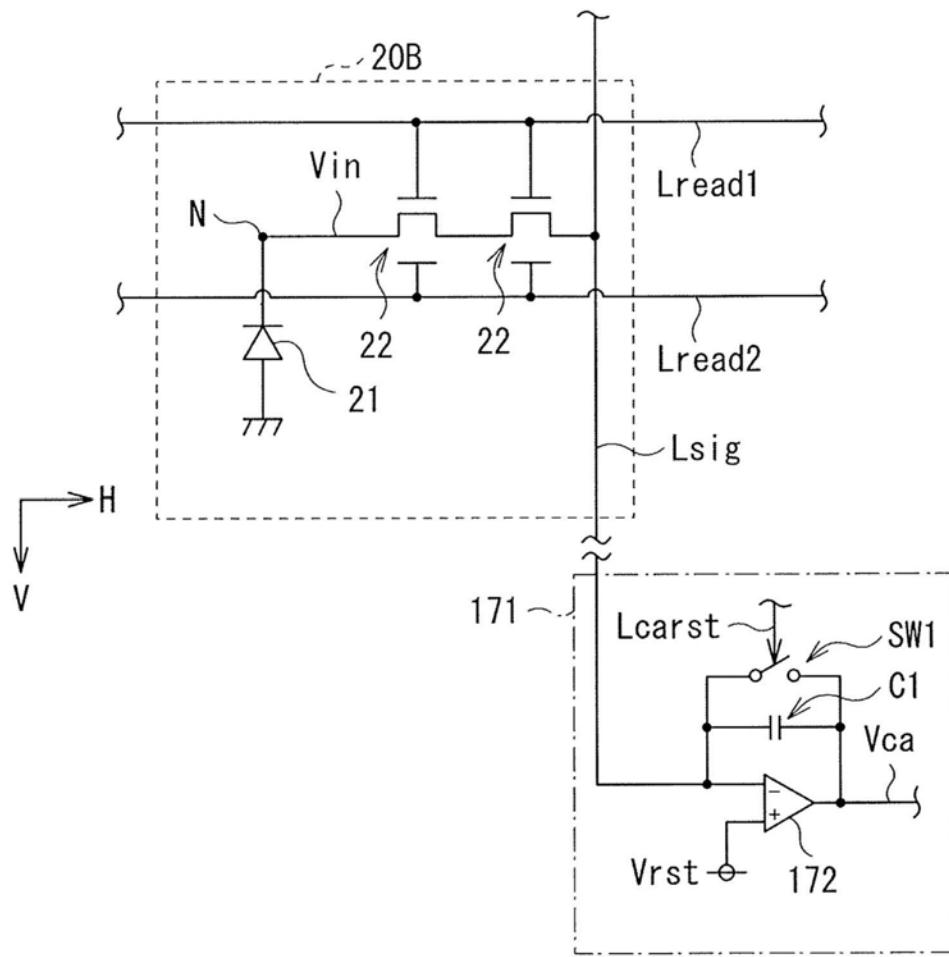


图14

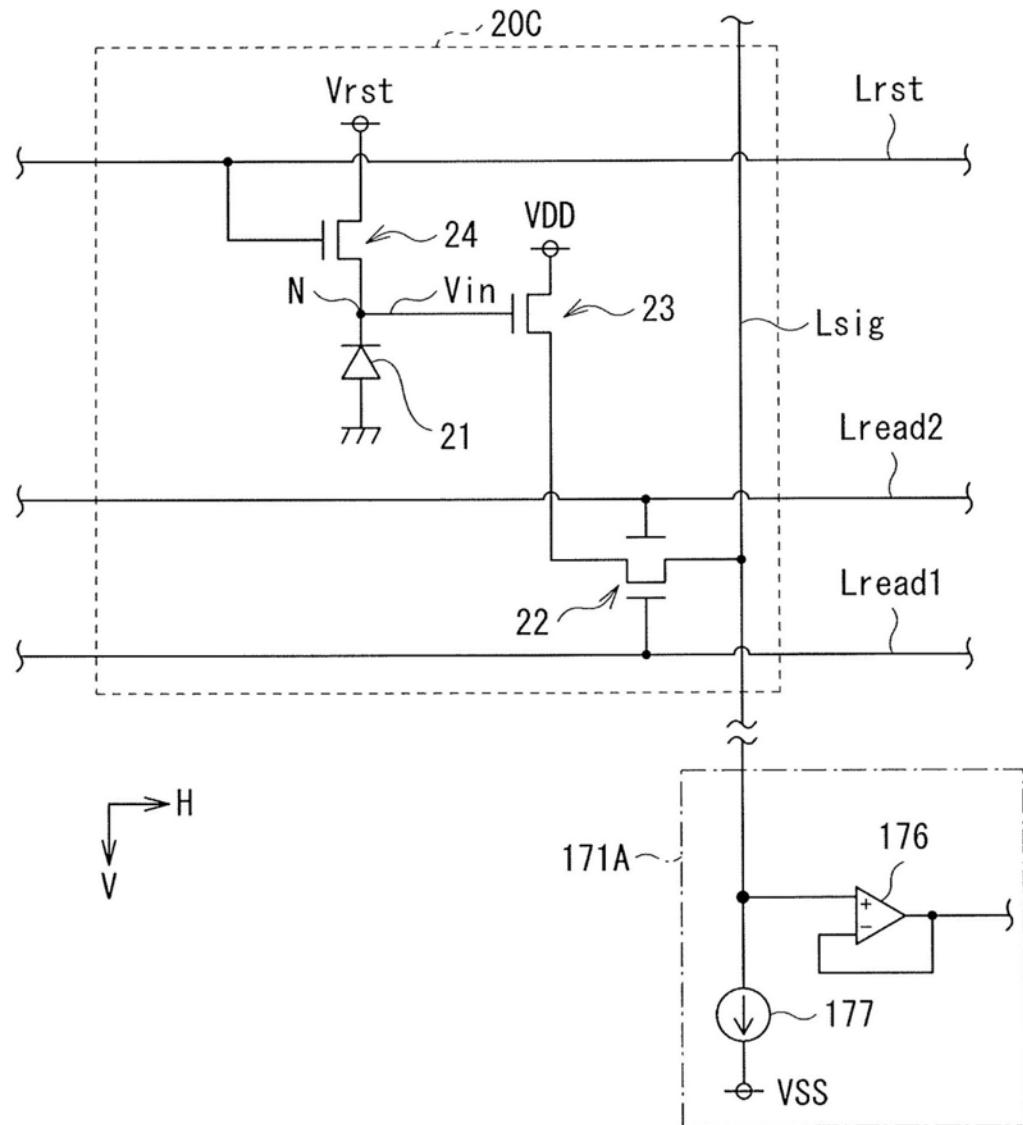


图15

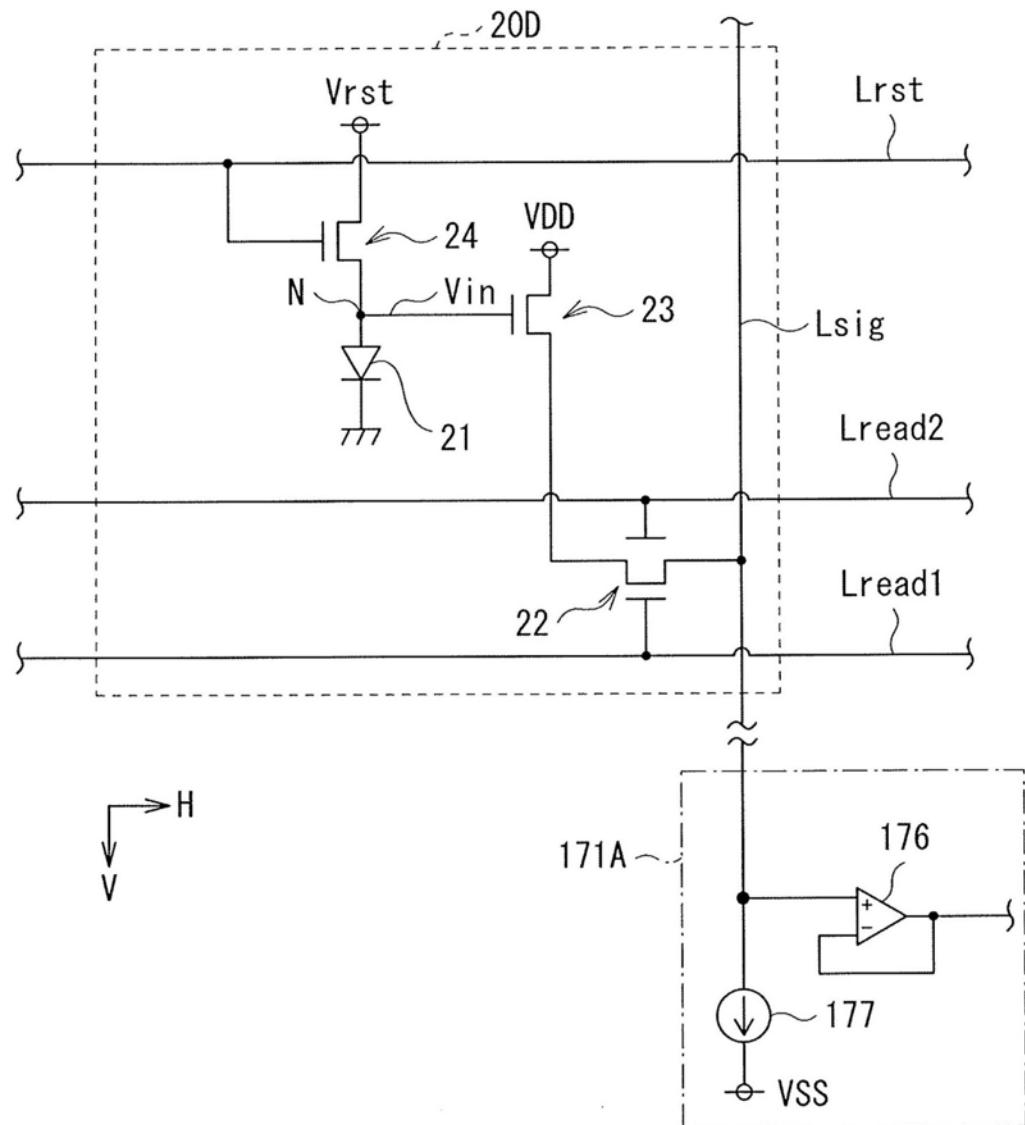


图16

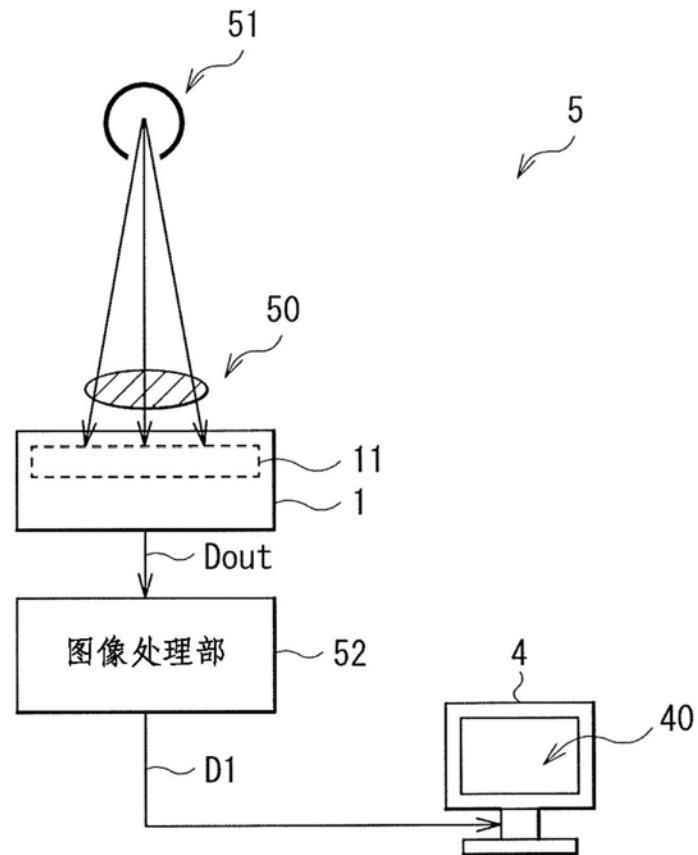


图17