



(45) 授权公告日 2014.01.29

权利要求书2页 说明书10页 附图12页

FIG. 1 is a cross-sectional view of a semiconductor device. The device features a central vertical channel (703) and a horizontal channel (704) intersecting at a central region (602). The central region is surrounded by a layer (603). The entire structure is enclosed in a substrate (601). A cross-section line A-A' is indicated. Labels 640, 641, 642, 602, 603, 703, 704, 601, 615, and 616 are used to identify various components.

1. 一种固态成像装置,所述固态成像装置包含多个像素以及遮光层,所述多个像素中的每一个包含光电转换元件,所述遮光层覆盖光电转换元件,其中

所述遮光层包含:

第一遮光部分,覆盖彼此相邻的光电转换元件之间的区域的至少一部分;和

第二遮光部分,用于部分地遮挡入射到所述多个像素中的每一个的光电转换元件上的光,

对于所述遮光层设置开口,入射的光的剩余分量通过所述开口,

所述开口的形状包含十字形部分,所述十字形部分包含沿第一方向延伸的部分和沿与
所述第一方向相交的第二方向延伸的部分,

所述多个像素中的每一个还包含像素内读出电路,所述像素内读出电路被配置为将与
由光电转换元件产生的电荷对应的信号输出到信号线,

光电转换元件包含:

第一导电类型的第一半导体区域;

第二半导体区域,位于所述第一半导体区域之上并且具有与第一导电类型不同的第二
导电类型;和

第二导电类型的第三半导体区域,位于所述第二半导体区域内侧并且具有比所述第二
半导体区域的杂质浓度高的杂质浓度;和

所述第三半导体区域包含与所述十字形部分的相交部分重叠的第一部分以及沿第一
方向和第二方向延伸以与所述开口重叠的多个第二部分。

2. 根据权利要求1的固态成像装置,其中

光电转换元件还包含:

第二导电类型的第四半导体区域,位于所述第三半导体区域内侧、与所述像素内读出
电路连接并且具有比所述第三半导体区域的杂质浓度高的杂质浓度,

所述第四半导体区域位于所述第三半导体区域的第一部分内侧,以及

所述第二遮光部分至少覆盖其中不设置光电转换元件的第三半导体区域的区域。

3. 根据权利要求2的固态成像装置,其中,所述多个第二部分中的每一个的宽度沿离
开所述第一部分的方向减小。

4. 根据权利要求2的固态成像装置,其中,连接所述第四半导体区域和所述像素内读
出电路的布线图案的一部分被布置为与所述开口重叠。

5. 根据权利要求1的固态成像装置,其中

所述多个像素中的每一个还包含像素内读出电路,所述像素内读出电路被配置为将与
由光电转换元件产生的电荷对应的信号输出到信号线,以及

使得连接光电转换元件和所述像素内读出电路的布线图案的一部分与开口重叠。

6. 根据权利要求1的固态成像装置,还包括:

设置在光电转换元件之上的闪烁体,

其中,由所述闪烁体转换的光在不通过用于将光会聚到光电转换元件中的微透镜的情
况下被照射到光电转换元件上。

7. 一种固态成像装置,所述固态成像装置包含多个像素以及遮光层,所述多个像素中
的每一个包含光电转换元件,所述遮光层覆盖光电转换元件,其中

所述遮光层覆盖彼此相邻的光电转换元件之间的区域的至少一部分，

所述遮光层包含遮光部分和开口部分，所述遮光部分用于部分地遮挡入射到所述多个像素中的每一个的光电转换元件上的光，入射的光的剩余分量通过所述开口部分，以及每个像素中的开口部分在光电转换元件上包含多个周期性地布置的开口。

8. 根据权利要求 7 的固态成像装置，还包括：

设置在光电转换元件之上的闪烁体，

其中，由所述闪烁体转换的光在不通过用于将光会聚到光电转换元件中的微透镜的情况下被照射到该光电转换元件上。

9. 一种成像系统，包括：

根据权利要求 1 ～ 8 中的任一项的固态成像装置；和

被配置为处理从所述固态成像装置输出的信号的处理器的。

固态成像装置和成像系统

技术领域

[0001] 本发明涉及固态成像装置和成像系统。

背景技术

[0002] 光电转换元件被遮光层部分地覆盖的布置被称为放射线成像装置。日本专利公开 No. 2002-51262 描述了对于光电转换单元遮光并且被设置为使得光电转换单元的重心等距地对准 (align) 的遮光部分。

发明内容

[0003] 在日本专利公开 No. 2002-51262 中描述的成像装置中,不在相邻的光电转换元件之间形成遮光部分,因此,由入射到相邻的光电转换元件之间的间隙的光产生的电荷产生噪声。本发明在一个方面中提供覆盖光电转换元件的遮光层的新颖的布局,并且,又提供具有较少噪声的固态成像装置。

[0004] 本发明的第一方面提供一种固态成像装置,所述固态成像装置包含多个像素以及遮光层,所述多个像素中的每一个包含光电转换元件,所述遮光层覆盖所述光电转换元件,其中,所述遮光层包含:第一遮光部分,所述第一遮光部分覆盖彼此相邻的光电转换元件之间的区域的至少一部分;和第二遮光部分,所述第二遮光部分用于部分地遮挡入射到所述多个像素中的每一个的光电转换元件上的光,对于所述遮光层设置开口,入射光的剩余分量通过所述开口,并且,所述开口的形状包括十字形 (cruciform) 部分,所述十字形部分包含沿第一方向延伸的部分和沿与所述第一方向相交的第二方向延伸的部分。

[0005] 本发明的第二方面提供一种固态成像装置,所述固态成像装置包含多个像素以及遮光层,所述多个像素中的每一个包含光电转换元件,所述遮光层覆盖所述光电转换元件,其中,所述遮光层覆盖彼此相邻的光电转换元件之间的区域的至少一部分,所述遮光层包含遮光部分和开口,所述遮光部分用于部分地遮挡入射到所述多个像素中的每一个的光电转换元件上的光,入射光的剩余分量通过所述开口,并且,每个开口包含多个周期性地 (cyclically) 布置的开口。

[0006] 参照附图阅读示例性实施例的以下描述,本发明的其它特征将变得清晰。

附图说明

[0007] 包含于说明书中并构成其一部分的附图示出本发明的实施例,并与描述一起用于解释本发明的原理。

[0008] 图 1A 和图 1B 解释根据本发明的实施例的固态成像装置的示意性布置的例子;

[0009] 图 2 解释根据本发明的实施例的成像块的布置的例子;

[0010] 图 3 解释根据本发明的实施例的像素的布置的例子;

[0011] 图 4A 和图 4B 解释根据本发明的实施例的移位寄存器的布置的例子;

[0012] 图 5 解释根据本发明的实施例的时序图的例子;

- [0013] 图 6 解释根据本发明的实施例的光电转换元件 202 的布置的例子；
- [0014] 图 7A 和图 7B 解释根据本发明的实施例的光电转换元件 202 的平面图；
- [0015] 图 8A 和图 8B 解释根据本发明的另一实施例的光电转换元件 800 的平面图；
- [0016] 图 9A ~ 9C 解释由与内部区域的形状相关的因素导致的电荷收集速度的差异；
- [0017] 图 10 解释根据本发明的又一实施例的光电转换元件 1000 的平面图；以及
- [0018] 图 11 示出根据本发明的实施例的放射线成像系统。

具体实施方式

[0019] 将参照图 1A 和图 1B 来描述根据本发明的实施例的固态成像装置 100 的示意性布置。可通过例如排列多个成像块 101 来形成固态成像装置 100。在这种情况下，多个成像块 101 的阵列可形成具有一个成像区域的传感器面板 SP。多个成像块 101 可被布置在支撑基板 102 上。当固态成像装置 100 使用单个成像块 101 时，该单个成像块 101 形成传感器面板 SP。可通过例如在半导体基板上形成电路元件、或者在例如玻璃基板上形成半导体层并且在该半导体层上形成电路元件来设置多个成像块 101 中的每一个。多个成像块 101 中的每一个具有其中多个像素被排列为形成多个行和列的像素阵列。

[0020] 固态成像装置 100 可用作捕获诸如 X 射线的放射线的图像的装置或捕获可见光的图像的装置。当固态成像装置 100 用作捕获放射线的图像的装置时，一般可在传感器面板 SP 上设置将放射线转换成可见光的闪烁体 (scintillator) 103。闪烁体 103 将放射线转换成可见光，该可见光照到 (strike) 传感器面板 SP 上并且被传感器面板 SP (成像块 101) 上的各光电转换元件进行光电转换。

[0021] 以下将参照图 2 来描述各成像块 101 的布置的例子。当固态成像装置 100 使用单个成像块 101 时，该单个成像块 101 可被视为固态成像装置。成像块 101 具有像素阵列 GA，在像素阵列 GA 中，多个像素 201 被排列为形成多个行和列，并且，布置多个列信号线 208a。多个像素 201 中的每一个包含光电转换元件 (例如，光电二极管) 202 和像素内读出电路 203，所述像素内读出电路 203 将与由光电转换元件 202 产生的电荷对应的信号 (光信号) 输出到列信号线 208a。在像素阵列 GA 中，可进一步布置多个列信号线 208b，并且，在这种情况下，像素内读出电路 203 可被配置为将由自身产生的噪声输出到列信号线 208b。在行方向上对准的两个相邻的像素 201 的像素内读出电路 203 可被轴对称地布置为将例如两个像素 201 之间的边界线作为它们的对称轴。

[0022] 成像块 101 包含垂直扫描电路 204 和水平扫描电路 205。虽然垂直扫描电路 204 可被放置在例如两个相邻列上的光电转换元件 202 之间，但是它可被放置在像素阵列 GA 中最外面的列上的光电转换元件 202 外侧。垂直扫描电路 204 包含例如根据第一时钟 CLK1 执行移位 (shift) 操作的垂直移位寄存器，并且垂直扫描电路 204 根据垂直移位寄存器的移位操作来扫描像素阵列 GA 中的多个行。通过串联地连接多个寄存器来形成垂直移位寄存器，并且由第一级 (stage) 中的寄存器所接收的脉冲根据第一时钟 CLK1 被依次传送到后续级中的寄存器。与保持脉冲的寄存器对应的行要被选择。

[0023] 虽然水平扫描电路 205 可被放置在例如两个相邻行上的光电转换元件 202 之间，但是它可被放置在像素阵列 GA 中最外面的行上的光电转换元件 202 外侧。水平扫描电路 205 包含例如根据第二时钟 CLK2 执行移位操作的水平移位寄存器，并且水平扫描电路 205

根据水平移位寄存器的移位操作来扫描像素阵列 GA 中的多个列。通过串联地连接多个寄存器来形成水平移位寄存器,并且由第一级中的寄存器所接收的脉冲根据第二时钟 CLK2 被依次传送到后续级中的寄存器。与保持脉冲的寄存器对应的列要被选择。

[0024] 可通过垂直地排列多个单位垂直扫描电路 VSR 来形成垂直扫描电路 204,所述多个单位垂直扫描电路 VSR 中的每一个包含构成垂直移位寄存器的一个寄存器。每个单位垂直扫描电路 VSR 可被放置在被属于给定列(图 2 中最左边的列(即,第一列))的像素的光电转换元件 202 和属于与所述给定列相邻的列(图 2 中从左边起第二列(即,第二列))的像素的光电转换元件 202 夹着的区域中。当经由垂直移位寄存器传送脉冲时,各单位垂直扫描电路 VSR 将行选择信号 VST 驱动到活动电平,使得该单位垂直扫描电路 VSR 所属于的行上的像素 201 被选择。来自所选择的行上的像素 201 的光信号和噪声分别被输出到列信号线 208a 和 208b。参照图 2,列信号线 208a 和 208b 用单个线表示。脉冲信号(开始脉冲) PULSE1 和 PULSE2 分别被供给到垂直扫描电路 204 和水平扫描电路 205 的输入端子(未示出)。

[0025] 可通过水平地排列多个单位水平扫描电路 HSR 来形成水平扫描电路 205,所述多个单位水平扫描电路 HSR 中的每一个包含构成水平移位寄存器的一个寄存器。各单位水平扫描电路 HSR 被放置在被属于一个行(图 2 中从上面起第四行(即,第四行))的每对两相邻像素(第一和第二列上的一对像素、第三和第四列上的一对像素...)中的两个光电转换元件 202 夹着的区域中。但是,各单位水平扫描电路 HSR 不被放置在被沿列方向对准的两个相邻像素中的两个光电转换元件 202 夹着的区域中。该布置对于减小沿列方向的光电转换元件 202 之间的间隙是有利的。当经由水平移位寄存器传送脉冲时,各单位水平扫描电路 HSR 控制开关 207,使得该单位水平扫描电路 HSR 所属于的列被选择,即,该列上的列信号线 208a 和 208b 分别与水平信号线 209a 和 209b 连接。即,来自所选择的行上的像素 201 的光信号和噪声分别被输出到列信号线 208a 和 208b,并且,来自所选择的列(即,所选择的列信号线 208a 和 208b)的信号被输出到水平信号线 209a 和 209b。这实现 X-Y 寻址。水平信号线 209a 和 209b 分别与输出放大器 210a 和 210b 的输入连接,并且,输出到水平信号线 209a 和 209b 的信号分别被输出放大器 210a 和 210b 放大,并且分别经由焊盘(pad) 211a 和 211b 被输出。

[0026] 像素阵列 GA 可被视为是通过排列分别包含像素 201 的多个单位单元 200 以形成多个行和列而获得的。单位单元 200 可包含几种类型。某个单位单元 200 包含单位垂直扫描电路 VSR 的至少一部分。虽然在图 2 所示的例子中,一个两单位单元 200 的组仅包含一个单位垂直扫描电路 VSR,但是,一个单位单元 200 可包含一个单位垂直扫描电路 VSR,或者一个三个或更多个单位单元 200 的组可包含一个单位垂直扫描电路 VSR。另一单位单元 200 包含单位水平扫描电路 HSR 的至少一部分。虽然在图 2 所示的例子中,一个单位单元 200 包含一个单位水平扫描电路 HSR,但是,一个多单位单元 200 的组可包含一个单位水平扫描电路 HSR。又一单位单元 200 既包含单位垂直扫描电路 VSR 的至少一部分又包含单位水平扫描电路 HSR 的至少一部分。再一单位单元 200 例如包含:包括输出放大器 210a 的至少一部分的单位单元、包括输出放大器 210b 的至少一部分的单位单元、和包括开关 207 的单位单元。

[0027] 将参照图 3 来描述各像素 201 的布置的例子。如上所述,像素 201 包含光电转换

元件 202 和像素内读出电路 203。光电转换元件 202 一般可以是光电二极管。像素内读出电路 203 可包含例如第一放大器电路 310、箝位电路 320、光信号采样和保持电路 340、和噪声采样和保持电路 360、以及第二放大器电路中的 NMOS 晶体管 343 和 363 与行选择开关 344 和 364。

[0028] 光电转换元件 202 包含电荷存储单元,所述电荷存储单元与第一放大器电路 310 的 PMOS 晶体管 303 的栅极连接。PMOS 晶体管 303 的源极经由 PMOS 晶体管 304 与电流源 305 连接。使用 PMOS 晶体管 303 和电流源 305 来形成第一源跟随器电路。使用 PMOS 晶体管 303 形成源跟随器电路对于减少 $1/f$ 噪声是有效的。PMOS 晶体管 304 用作启用开关,所述启用开关在供给到该启用开关的栅极的启用信号 EN 变为活动电平时被接通时启用第一源跟随器电路。第一放大器电路 310 将与电荷 / 电压转换单元 CVC 的电势对应的信号输出到中间节点 n1。

[0029] 在图 3 所示的例子中,光电转换元件 202 的电荷存储单元和 PMOS 晶体管 303 的栅极形成共用节点,该共用节点用作将存储于电荷存储单元中的电荷变为电压的电荷 / 电压转换单元 CVC。即,电荷 / 电压转换单元 CVC 具有由存储于电荷存储单元中的电荷 Q 和电荷 / 电压转换单元 CVC 的电容值 C 确定的电压 $V(=Q/C)$ 。电荷 / 电压转换单元 CVC 经由用作复位开关的 PMOS 晶体管 302 与复位电势 V_{res} 连接。当复位信号 PRES 变为活动电平时,PMOS 晶体管 302 被接通,因此,电荷 / 电压转换单元 CVC 的电势被复位为复位电势 V_{res} 。

[0030] 箝位电路 320 使用箝位电容 321,以根据电荷 / 电压转换单元 CVC 的复位电势对于由第一放大器电路 310 输出到中间节点 n1 的噪声进行箝位。换句话说,箝位电路 320 是用于根据由光电转换元件 202 产生的电荷而将从第一源跟随器电路输出到中间节点 n1 的信号中的所述噪声消除的电路。输出到中间节点 n1 的噪声包含在复位时产生的 kTC 噪声。通过将箝位信号 PCL 变为活动电平以接通 PMOS 晶体管 323 并且随即将箝位信号 PCL 变为不活动电平以关断 PMOS 晶体管 323,来完成箝位。箝位电容 321 的输出端子与 PMOS 晶体管 322 的栅极连接。PMOS 晶体管 322 的源极经由 PMOS 晶体管 324 与电流源 325 连接。使用 PMOS 晶体管 322 和电流源 325 来形成第二源跟随器电路。PMOS 晶体管 324 用作启用开关,所述启用开关在被供给到该启用开关的栅极的启用信号 EN0 变为活动电平时被接通时启用第二源跟随器电路。

[0031] 当光信号采样信号 TS 变为活动电平时,根据通过由光电转换元件 202 执行的光电转换所产生的电荷的从第二源跟随器电路输出的信号经由开关 341 作为光信号被写入电容 342 中。紧接在将电荷 / 电压转换单元 CVC 的电势复位之后从接通 PMOS 晶体管 323 时的第二源跟随器电路输出的信号是噪声。当噪声采样信号 TN 变为活动电平时,该噪声经由开关 361 被写入电容 362 中。该噪声包含第二源跟随器电路的偏移分量。

[0032] 当垂直扫描电路 204 的单位垂直扫描电路 VSR 将行选择信号 VST 驱动为活动电平时,保持在电容 342 中的信号(光信号)经由第二放大器电路中的 NMOS 晶体管 343 和行选择开关 344 被输出到列信号线 208a。同时,保持在电容 362 中的信号(噪声)经由第二放大器电路中的 NMOS 晶体管 363 和行选择开关 364 被输出到列信号线 208b。第二放大器电路中的 NMOS 晶体管 343 和设置在列信号线 208a 上的恒流源(未示出)形成源跟随器电路。类似地,第二放大器电路中的 NMOS 晶体管 363 和设置在列信号线 208b 上的恒流源(未示出)形成源跟随器电路。

[0033] 像素 201 可包括将来自多个相邻像素 201 的光信号相加的加法开关 346。在加法模式中,加法模式信号 ADD 变为活动电平,因此,加法开关 346 被接通。因此,加法开关 346 使相邻的像素 201 的电容 342 相互连接,由此将光信号平均化。类似地,像素 201 可包含将来自多个相邻的像素 201 的噪声信号相加的加法开关 366。当加法开关 366 被接通时,加法开关 366 将相邻的像素 201 的电容 362 相互连接,由此将噪声信号平均化。

[0034] 像素 201 可具有用于改变灵敏度的功能。像素 201 可包含例如第一灵敏度改变开关 380、第二灵敏度改变开关 382 和与它们相关的电路元件。当第一改变信号 WIDE1 变为活动电平时,第一灵敏度改变开关 380 被接通,因此,第一附加电容 381 的电容值被加到电荷/电压转换单元 CVC 的电容值上。这降低像素 201 的灵敏度。当第二改变信号 WIDE2 变为活动电平时,第二灵敏度改变开关 382 被接通,因此,第二附加电容 383 的电容值被加到电荷/电压转换单元 CVC 的电容值上。这进一步降低像素 201 的灵敏度。

[0035] 以这种方式,加入降低像素 201 的灵敏度的功能使得能够接收更多的光,由此加宽动态范围。当第一改变信号 WIDE1 变为活动电平时,除了将 PMOS 晶体管 303 启用以执行源跟随器操作以外,还可使启用信号 EN_w 变为活动电平以将 PMOS 晶体管 385 启用来执行源跟随器操作。

[0036] 虽然垂直扫描电路 204 可具有各种布置,但是,它可具有例如图 4A 所示的布置。在图 4A 所示的垂直扫描电路 204 中,各单位垂直扫描电路 VSR 包含一个 D 型触发器 401,并且,第一时钟 CLK1 被供给到 D 型触发器 401 的时钟输入。第一脉冲信号 PULSE1 被供给到第一级中的单位垂直扫描电路 VSR 的 D 型触发器 401 的 D 输入,并且响应于第一时钟 CLK1 被接收。第一级中的 D 型触发器 401 从其 Q 输出将具有与第一时钟 CLK1 的一个周期对应的持续时间的脉冲信号输出。各单位垂直扫描电路 VSR 的 D 型触发器 401 的 Q 输出被使用以选择该单位垂直扫描电路 VSR 所属于的行,并且经由例如缓冲器 402 作为行选择信号 VST 被输出。各单位垂直扫描电路 VSR 的 D 型触发器 401 的 Q 输出与下一级中的单位垂直扫描电路 VSR 的 D 型触发器 401 的 D 输入连接。

[0037] 虽然水平扫描电路 205 可具有各种布置,但是它可具有例如图 4B 所示的布置。在图 4B 所示的水平扫描电路 205 中,各单位水平扫描电路 HSR 包含一个 D 型触发器 411,并且,第二时钟 CLK2 被供给到 D 型触发器 411 的时钟输入。第二脉冲信号 PULSE2 被供给到第一级中的单位水平扫描电路 HSR 的 D 型触发器 411 的 D 输入,并且,响应于第二时钟 CLK2 被接收。第一级中的单位水平扫描电路 HSR 从其 Q 输出将具有与第二时钟 CLK2 的一个周期对应的持续时间的脉冲信号输出。各单位水平扫描电路 HSR 的 Q 输出被使用以选择该单位水平扫描电路 HSR 所属于的列,并且经由例如缓冲器 412 作为列选择信号 HST 被输出。各单位水平扫描电路 HSR 的 Q 输出与下一级中的单位水平扫描电路 HSR 的 D 型触发器 411 的 D 输入连接。注意,通过将水平扫描电路 205 的水平扫描时段乘以像素阵列 GA 中的行的数量,获得作为垂直扫描电路 204 的扫描时段的垂直扫描时段。水平扫描时段是扫描像素阵列 GA 中的所有列所需的时间段。由此,供给到产生用于选择列的列选择信号 HST 的水平扫描电路 205 的第二时钟 CLK2 的频率大大高于供给到产生用于选择行的行选择信号 VST 的垂直扫描电路 204 的第一时钟 CLK1 的频率。

[0038] 将参照图 5 来描述供给到各像素 201 的主要信号。复位信号 PRES、启用信号 EN、箝位信号 PCL、光信号采样信号 TS、以及噪声采样信号 TN 是低活动信号。虽然图 5 没有示

出,但是,启用信号 EN0 可以是与启用信号 EN 类似的信号。此外,虽然图 5 没有示出,但是,在第一改变信号 WIDE1 变为活动时,启用信号 EN_w 可以以与启用信号 EN 相同的方式进行转变 (transition)。

[0039] 首先,启用信号 EN 在像素阵列 GA 中的所有行上变得活动,并且,光信号采样信号 TS 以脉冲状 (in a pulsed pattern) 变为活动电平,因此,光信号被写入电容 342 中。然后,复位信号 PRES 以脉冲状变为活动电平,因此,电荷 / 电压转换单元 CVC 的电势被复位。箝位信号 PCL 以脉冲状变为活动电平。当箝位信号 PCL 处于活动电平时,噪声采样信号 TN 以脉冲状变为活动电平,因此,噪声被写入电容 362 中。

[0040] 与垂直扫描电路 204 的第一行对应的单位垂直扫描电路 VSR 将其行选择信号 VST (VST0) 变为活动电平。这意味着垂直扫描电路 204 选择像素阵列 GA 的第一行。在这种状态下,与水平扫描电路 205 的第一列到最后一列对应的单位水平扫描电路 HSR 将它们的列选择信号 HST (HST0 ~ HSTn) 变为活动电平。这意味着水平扫描电路 205 依次选择像素阵列 GA 的第一列到最后一列。因此,分别从输出放大器 210a 和 210b 输出像素阵列 GA 的第一行上的第一列到最后一列上的像素的光信号和噪声信号。然后,与垂直扫描电路 204 的第二行对应的单位垂直扫描电路 VSR 将其行选择信号 VST (VST1) 变为活动电平。与水平扫描电路 205 的第一列到最后一列对应的单位水平扫描电路 HSR 将它们的列选择信号 HST (HST0 ~ HSTn) 变为活动电平。通过对于第一行到最后一行执行这种操作,从像素阵列 GA 输出一个图像。

[0041] 将参照图 6 来描述光电转换元件 202 的布置的例子。可在基板上形成成像块 101,在所述基板上,例如,在第二导电类型的半导体部件 (未示出) 上外延生长第二导电类型的半导体层 620。各元件通过元件隔离部分 630 而相互隔离。各像素 201 的光电转换元件 202 包含例如在半导体层 620 中形成的第一导电类型的杂质区域 (阱) 601 (第一半导体区域) 以及在杂质区域 601 上形成的杂质区域 616 和内部区域 602。杂质区域 616 (第二半导体区域) 和内部区域 602 (第三半导体区域) 均是第二导电类型的杂质区域。内部区域 602 的第二导电类型的杂质浓度比杂质区域 616 的高,并且内部区域 602 被杂质区域 616 包围。即,在杂质区域 616 内侧形成内部区域 602。在内部区域 602 内侧形成作为第二导电类型的杂质区域的电极区域 603 (第四半导体区域)。电极区域 603 的第二导电类型的杂质浓度比内部区域 602 的高。在杂质区域 616 和内部区域 602 上形成第一导电类型的杂质区域 604 (第五半导体区域)。第二导电类型的杂质区域 602、616 和 603 以及第一导电类型的杂质区域 601 和 604 形成埋入型的光电二极管。在这种情况下,光电转换元件 202 可以是完全耗尽型的。当光电转换元件 202 为完全耗尽型时,第二导电类型的杂质区域 602 和 616 全部被耗尽。在本实施例中,光电转换元件 202 的电荷存储单元用作电荷 / 电压转换单元 CVC。光电转换元件 202 可在将电荷 / 电压转换单元 CVC 复位时被完全耗尽。此外,当光电转换元件 202 不是完全耗尽型的时,第二导电类型的杂质区域 602 和 616 中的大部分可被耗尽。

[0042] 第一导电类型的杂质区域 606 包围第一导电类型的杂质区域 601 的上侧部分。杂质区域 606 具有第一导电类型的接触区域 609。第二导电类型的杂质区域 611 包围杂质区域 606。在本实施例中,光电转换元件 202 使用光电二极管,并且,经由杂质区域 606 向用作光电二极管的一个端子的杂质区域 601 施加预定的电压。当光照到光电转换元件 202 上并

且经受光电转换时产生的电荷在内部区域 602 和杂质区域 616 中被收集并且进一步在电极区域 603 中被收集。用作光电转换元件 202 的另一电极的电极区域 603 经由插头 612、第一金属层 613、插头 614 和在第二金属层中形成的布线图案 615 与像素内读出电路 203 连接。在上述的例子中,第一导电类型可以为 P 型,并且,第二导电类型可以为 N 型,或者反之亦然。虽然杂质区域 616 和内部区域 602 在图 6 所示的例子中具有相同的结深 (junction depth),但是,结深可在杂质区域 616 中比在内部区域 602 中大,或者在内部区域 602 中比在杂质区域 616 中大。如果结深在杂质区域 616 中比在内部区域 602 中大,那么可在内部区域 602 下面形成杂质区域 616。

[0043] 在单位单元 200 之上作为第三金属层形成遮光层 640。遮光层 640 可在它覆盖光电转换元件 202 的位置处包含遮光部分 641 和开口 642。遮光部分 641 部分地遮挡入射到光电转换元件 202 上的光。另一方面,开口 642 在它在平面图上与光电转换元件 202 重叠的位置处形成,并且通过入射光的剩余分量。即,通过开口 642 的入射光可照到光电转换元件 202 上。可在相邻的光电转换元件之间的区域的至少一部分中形成遮光层 640。遮光层 640 可被形成覆盖相邻的光电转换元件之间的整个区域,或者,仅覆盖例如单位垂直扫描电路 VSR 或像素内读出电路 203。可以在同一层中或在不同的层中形成覆盖光电转换元件 202 的遮光层、覆盖单位垂直扫描电路 VSR 的遮光层、以及覆盖像素内读出电路 203 的遮光层。以这种方式,通过在相邻的光电转换元件之间的区域的至少一部分中形成遮光层,能够减少在光电转换元件以外的区域中产生的电荷的量。

[0044] 下面将参照图 7A 和图 7B 来解释光电转换元件 202 的平面图。图 7A 表示光电转换元件 202 的平面图,图 7B 仅关注该平面图中的内部区域 602。上面参照图 6 描述的光电转换元件 202 与沿图 7A 中的线 A-A' 切取的断面图对应。为了便于理解平面图上的杂质区域 616、内部区域 602 和电极区域 603 的形状,在图 7A 中没有示出杂质区域 604。在图 7B 中作为虚线加入等势线 (equipotential line)。在以下的描述中,除非另外规定,否则,用简化的表述“杂质区域的形状”表示“平面图上的杂质区域的形状”。如图 7A 所示,在平面图上,在杂质区域 616 内侧形成内部区域 602。如上所述,在根据本实施例的光电转换元件 202 中,杂质浓度以杂质区域 616、内部区域 602 和电极区域 603 的次序增大,由此形成向着电极区域 603 增大的电势梯度。杂质区域 616 具有例如 $1.0 \times 10^{15} \text{cm}^{-3} \sim 1.0 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ 的杂质浓度。内部区域 602 具有例如 $1.0 \times 10^{16} \text{cm}^{-3} \sim 1.2 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ 的杂质浓度。电极区域 603 具有例如 $1.0 \times 10^{19} \text{cm}^{-3} \sim 5.0 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ 的杂质浓度。遮光层 640 的遮光部分 641 在它覆盖光电转换元件 202 的四个角的位置处被形成,并且,作为结果,开口 642 的形状包含十字形部分。即,开口 642 的形状可包含沿第一方向 703 延伸的部分和沿第二方向 704 延伸的部分。第一方向 703 与第二方向 704 彼此相交。例如,第一方向 703 与第二方向 704 可彼此正交。以这种方式,光电转换元件 202 的动态范围可通过被遮光部分 641 部分地覆盖而被加宽。当放射线的光量被减少以加宽动态范围时,射入到各像素上的光子的平均数量可减少到一个或更少。因此,入射的光子的时间或空间波动会产生噪声 (散粒噪声),并且不利地影响输出图像。为了减少散粒噪声,通过具有部分地覆盖光电转换元件的遮光层的布置,可以在维持给定的放射线光量的同时减少入射到光电转换元件上的光的量。此外,由于开口 642 的形状包含十字形部分,因此,不管入射光在光电转换元件 202 的内侧是不均匀地分布还是照到光电转换元件 202 的整个表面上,光电转换元件 202 都可接收入射光。例如,如

果固态成像装置 100 不包含用于聚焦入射光的微透镜,并且由闪烁体 103 转换的可见光在不使用微透镜的情况下被引向光电转换元件 202,那么入射光可照到光电转换元件 202 的整个表面上。此外,如果固态成像装置 100 包含微透镜,并且由闪烁体 103 转换的可见光经由微透镜被聚焦并且被引向光电转换元件 202,那么入射光可在光电转换元件 202 的内侧不均匀分布。

[0045] 如图 7B 所示,内部区域 602 可包含被粗点线包围的第一部分 701 和从第一部分 701 延伸的多个第二部分 702。在平面图上,可在第一部分 701 中包含电极区域 603。为了便于描述内部区域 602 的形状而限定了第一部分 701 和第二部分 702,所以,内部区域 602 可被形成其中这些部分实际上是一体化的区域。在本实施例中,四个第二部分 702 从第一部分 701 沿十字线的走向延伸。例如,相邻的第二部分 702 可沿正交方向延伸。此外,第二部分 702 的宽度保持恒定。可通过在杂质离子注入中所用的光刻胶掩模的图案来限定内部区域 602 的形状。在本实施例中,通过以十字形形状形成内部区域 602,可以在沿第二部分 702 延伸的方向提高电荷收集速度的同时抑制内部区域 602 的面积的增加。由于杂质浓度在内部区域 602 中比在杂质区域 616 中高,因此,随着内部区域 602 的面积增加,光电转换元件 202 的耗尽电压上升。通过以十字形形状形成内部区域 602,光电转换元件 202 的耗尽电压可保持为低。此外,如后面将描述的那样,与以凸多边形形成内部区域 602 时相比,当以十字形形状形成内部区域 602 时,对于来自第二部分 702 延伸的方向的电荷的收集速度可更高。此外,可以在杂质区域 616 的中心处形成电极区域 603。因此,电极区域 603 可均匀地收集来自各方向的电荷。

[0046] 在本实施例中,开口 642 和内部区域 602 均包含十字形形状,所述十字形形状可相互重叠。即,开口 642 中的十字形部分的相交部分 710 和第一部分 701 在平面图上相互重叠,并且第二部分 702 延伸以与开口 642 重叠。虽然遮光部分 641 在图 7A 所示的例子中与内部区域 602 根本不重叠,但是,遮光部分 641 的一部分和内部区域 602 的一部分可相互重叠。以这种方式,通过将开口 642 和内部区域 602 形成为在平面图上相互重叠,可以在提高其中入射光照到光电转换元件 202 上的区域中的电荷收集速度的同时抑制内部区域 602 的面积的增加。此外,如图 7A 所示,布线图案 615 可以在它在平面图上与开口 642 重叠的位置处被形成。因此,遮光层 640 和布线图案 615 之间的寄生电容可被减小。由于遮光层 640 的表面有时没有成为完全均匀的,因此,会在各单个像素之间出现遮光层 640 和布线图案 615 之间的寄生电容的变化。可通过减小遮光层 640 和布线图案 615 之间的寄生电容来减小各单个像素之间的这种变化。

[0047] 以下将参照图 8A 和图 8B 来描述根据本发明的另一实施例的光电转换元件 800 的平面图。图 8A 表示光电转换元件 800 的平面图,图 8B 仅关注该平面图中的内部区域 802。光电转换元件 800 的内部区域 802 与已参照图 7 和图 7B 描述的光电转换元件 202 的内部区域 602 对应,并且,仅在形状上与光电转换元件 202 的内部区域 602 不同。由此,以下将仅描述光电转换元件 800 中的内部区域 802 的形状,并且,将不给出与光电转换元件 202 共同的部分的描述。虽然为了便于理解内部区域 802 的形状而在图 8A 中以透明的方式表示遮光层 640,但是,遮光层 640 实际上遮挡可见光。

[0048] 如图 8B 所示,内部区域 802 可包含由粗点线包围的第一部分 811 和从第一部分 811 延伸的多个第二部分 812。可在第一部分 811 中包含电极区域 603。为了便于描述内

部区域 802 的形状而限定了第一部分 811 和第二部分 812, 所以, 内部区域 802 可被形成为其中这些部分实际上是一体化的区域。在本实施例中, 同样地, 四个第二部分 812 从第一部分 811 沿十字线的走向延伸。与图 7A 和图 7B 所示的实施例不同, 第二部分 812 具有锥形形状。即, 第二部分 812 的宽度沿离开第一部分 811 的方向减小。作为结果, 第二部分 812 的末端可具有内锐角 813。在本实施例中, 同样地, 开口 642 和内部区域 802 可在平面图上相互重叠。此外, 如图 8A 所示, 遮光部分 641 的一部分和内部区域 802 的一部分可相互重叠, 或者, 它们的各部分可以不相互重叠。

[0049] 以下将参照图 9A ~ 9C 来描述由与杂质区域的形状相关的因素导致的电荷收集速度的差异。图 9A ~ 9C 是关注通过二维地分割各光电转换元件的平面图而获得的四个部分中的右上部分的平面图。图 9A 表示用作比较例的光电转换元件 900 的平面图。光电转换元件 900 包含杂质区域 616、内部区域 901 和电极区域 603, 并且, 杂质浓度以该次序增大。内部区域 901 的形状是凸多边形。图 9B 表示已参照图 7A 和图 7B 描述的光电转换元件 202, 并且, 图 9C 表示已参照图 8A 和图 8B 描述的光电转换元件 800。对于各光电转换元件执行与位于由箭头 910 指示的位置 (从电极区域 603 的中心向右 $40.0\ \mu\text{m}$ 的位置) 处的电子在预定的时间内漂移的距离相关的仿真 (simulation)。如图 9A 所示, 当内部区域 901 的形状是凸多边形时, 电子在预定的时间之后漂移到由箭头 911 指示的位置 (从电极区域 603 的中心向右约 $23\ \mu\text{m}$ 的位置)。如图 9B 所示, 当内部区域 602 具有十字形形状时, 电子在预定的时间之后漂移到由箭头 912 指示的位置 (从电极区域 603 的中心向右约 $13\ \mu\text{m}$ 的位置)。如图 9C 所示, 当内部区域 802 具有锥形的十字形形状时, 电子在预定的时间之后漂移到由箭头 913 指示的位置 (从电极区域 603 的中心向右约 $1\ \mu\text{m}$ 的位置)。以这种方式, 以十字形形状形成内部区域 602 使得能够在内部区域的第二部分延伸的方向上提高电荷收集速度。此外, 以锥形形状形成内部区域的第二部分使得能够进一步在第二部分逐渐变细的方向上提高电荷收集速度。

[0050] 下面将参照图 10 来描述本实施例的又一实施例。根据本实施例的光电转换元件 1000 仅在遮光层 1040 的形状上与已参照图 7A 和图 7B 描述的光电转换元件 202 不同。由此, 以下将仅描述遮光层 1040 的形状, 并且, 将不给出与上述的光电转换元件 202 共同的部分的描述。同样, 在图 10 中, 为了便于观察, 以透明的方式示出遮光层 1040。遮光层 1040 可在它覆盖光电转换元件 1000 的位置处包含遮光部分 1041 和开口 1042。遮光部分 1041 部分地遮挡入射到光电转换元件 1000 上的光。另一方面, 开口 1042 在它覆盖光电转换元件 1000 的位置处被形成, 并且通过入射光的剩余分量。即, 通过开口 1042 的入射光可照到光电转换元件 1000 上。可以在同一层中或在不同的层中形成覆盖光电转换元件 1000 的遮光层、覆盖单位垂直扫描电路 VSR 的遮光层、以及覆盖像素内读出电路 203 的遮光层。开口 1042 包含多个周期性地分布的开口。所述多个开口可具有相同的形状。在本实施例中, 光电转换元件 1000 的动态范围可通过部分地被遮光部分 1041 覆盖而被加宽。

[0051] 图 11 示出根据本发明的固态成像装置被应用于 X 射线诊断系统 (放射线成像系统) 的例子。放射线成像系统包含放射线成像装置 6040 和处理从放射线成像装置 6040 输出的信号的图像处理器 6070。放射线成像装置 6040 用作其中上述的固态成像装置 100 如图 1B 所示的那样被应用以捕获放射线的装置。通过 X 射线管 (放射线源) 6050 发射的 X 射线 6060 透射通过患者或被检查者 6061 的胸部 6062, 并且进入放射线成像装置 6040。入

射的 X 射线承载被检查者 6061 的体内的信息。图像处理器（处理器）6070 处理从放射线成像装置 6040 输出的信号（图像），并且可基于通过处理所获得的信号而在例如控制室内的显示器 6080 上显示图像。

[0052] 此外，图像处理器 6070 可将通过处理所获得的信号经由传送路径 6090 传送到远程地点。这使得能够在位于例如另一地点的诊室的显示器 6081 上显示图像，或者在诸如光盘的记录介质上记录图像。记录介质可以是胶片 6110，并且，在这种情况下，胶片处理器 6100 在胶片 6110 上记录图像。

[0053] 根据本发明的固态成像装置也适用于捕获可见光的图像的成像系统。这种成像系统可包含例如固态成像装置 100 和处理从固态成像装置 100 输出的信号的处理器。处理器的处理可包含例如转换图像格式的处理、压缩图像的处理、改变图像尺寸的处理、以及改变图像对比度的处理中的至少一种。

[0054] 虽然已参照示例性实施例描述了本发明，但应理解，本发明不限于所公开的示例性实施例。所附权利要求的范围应被赋予最宽的解释以包含所有这些变更方式以及等同的结构和功能。

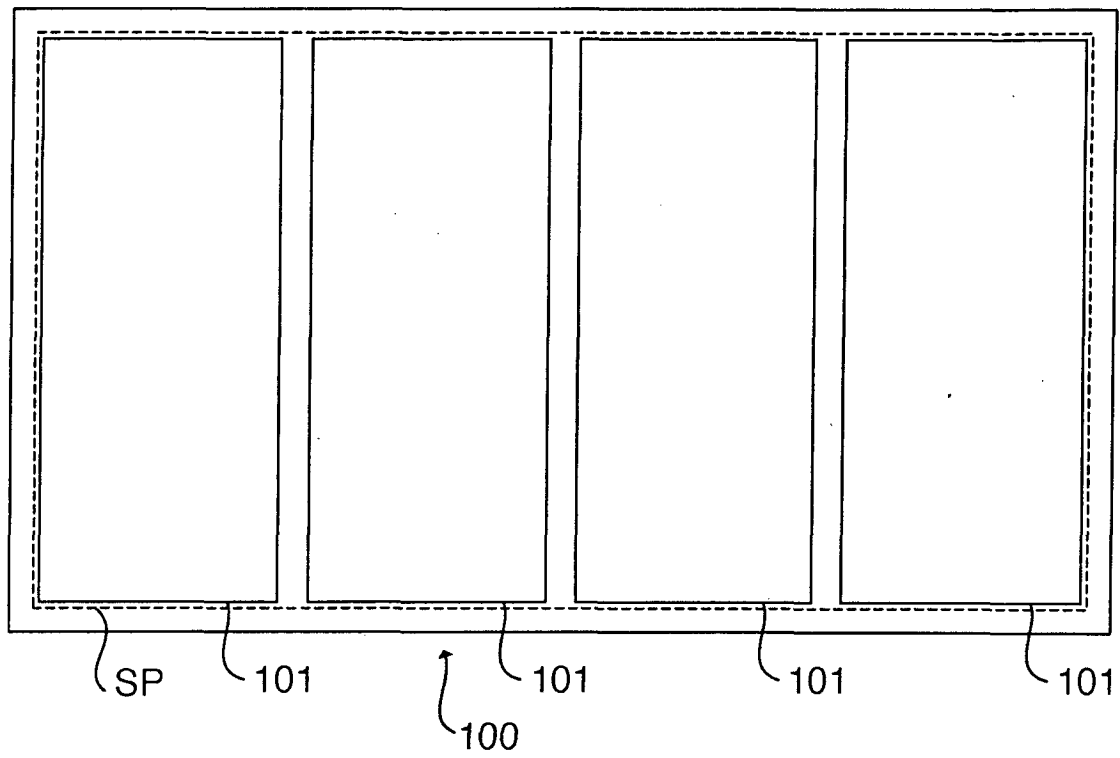


图 1A

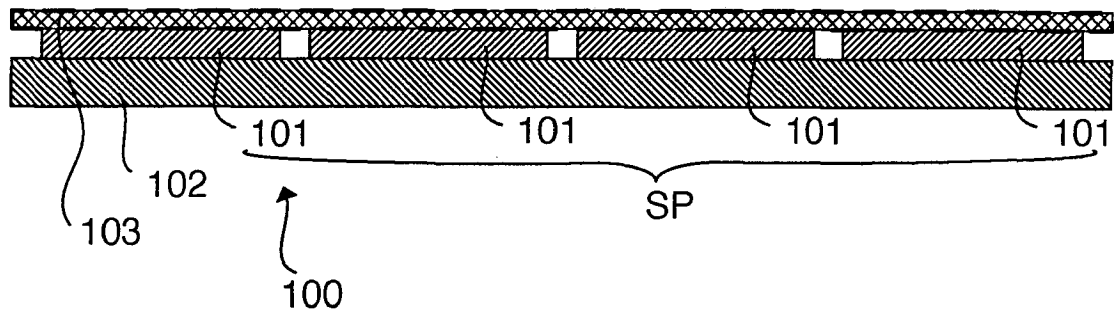


图 1B

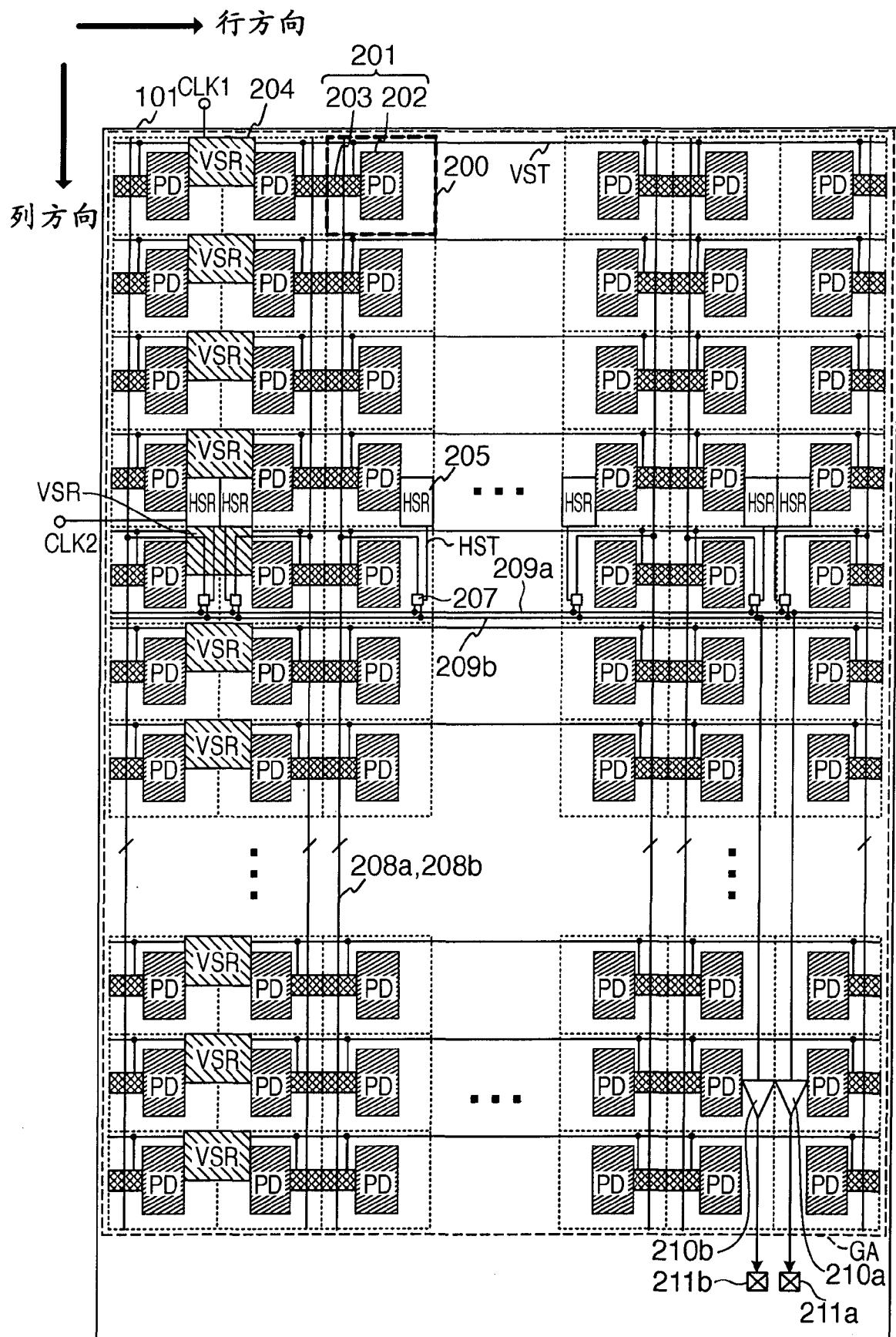


图 2

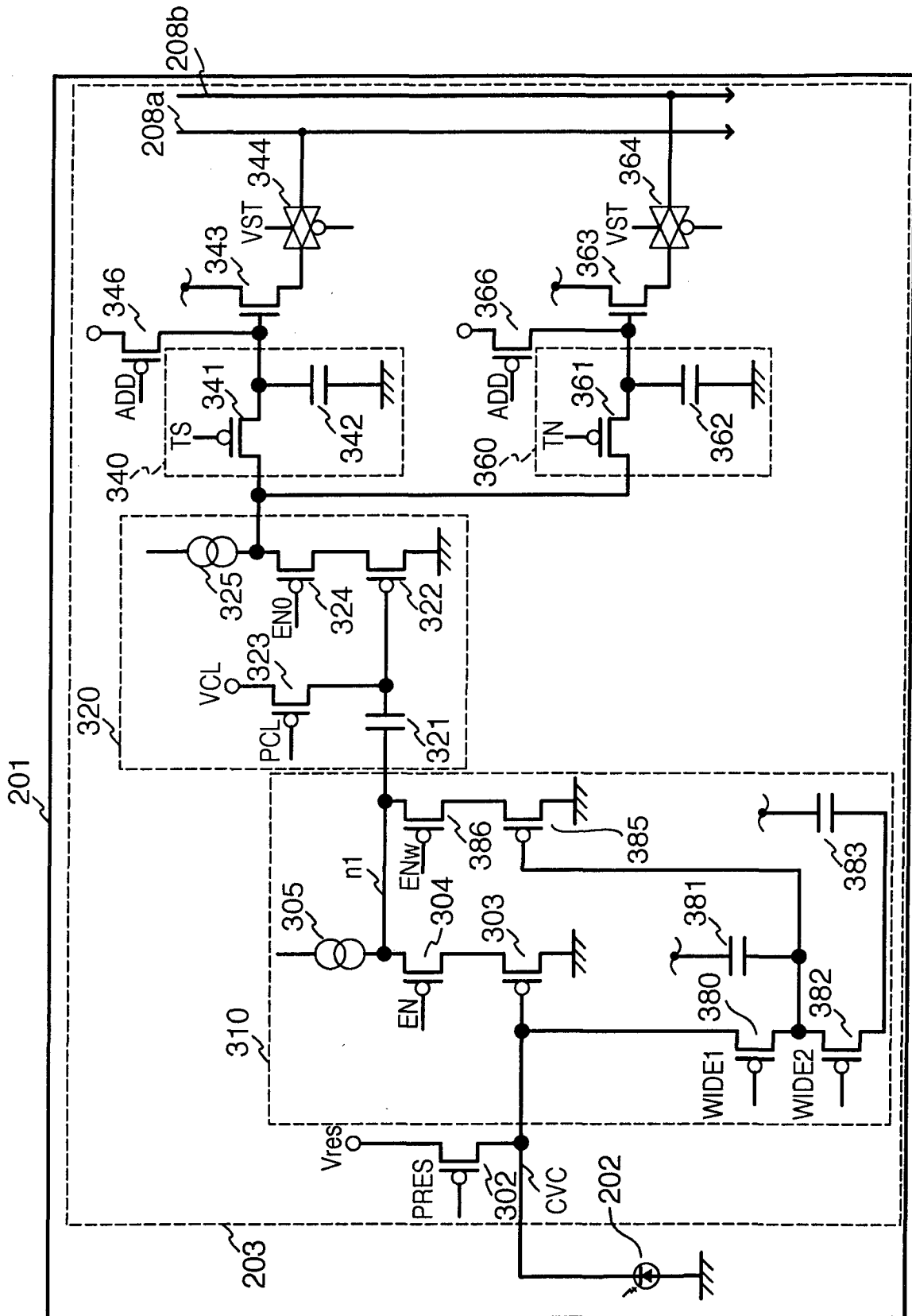


图 3

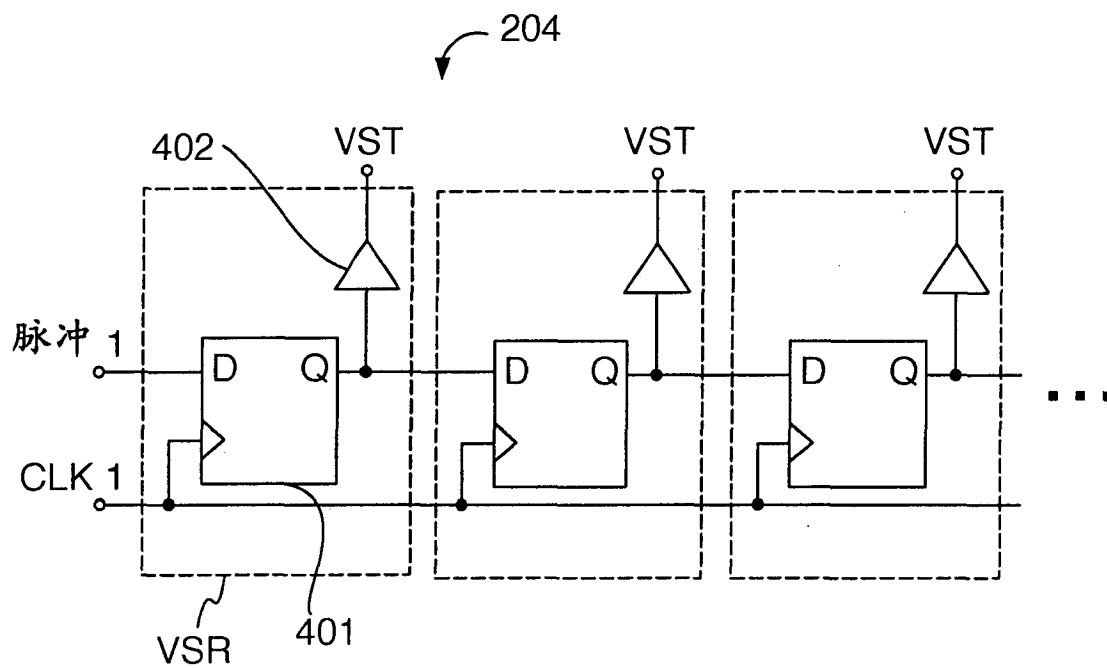


图 4A

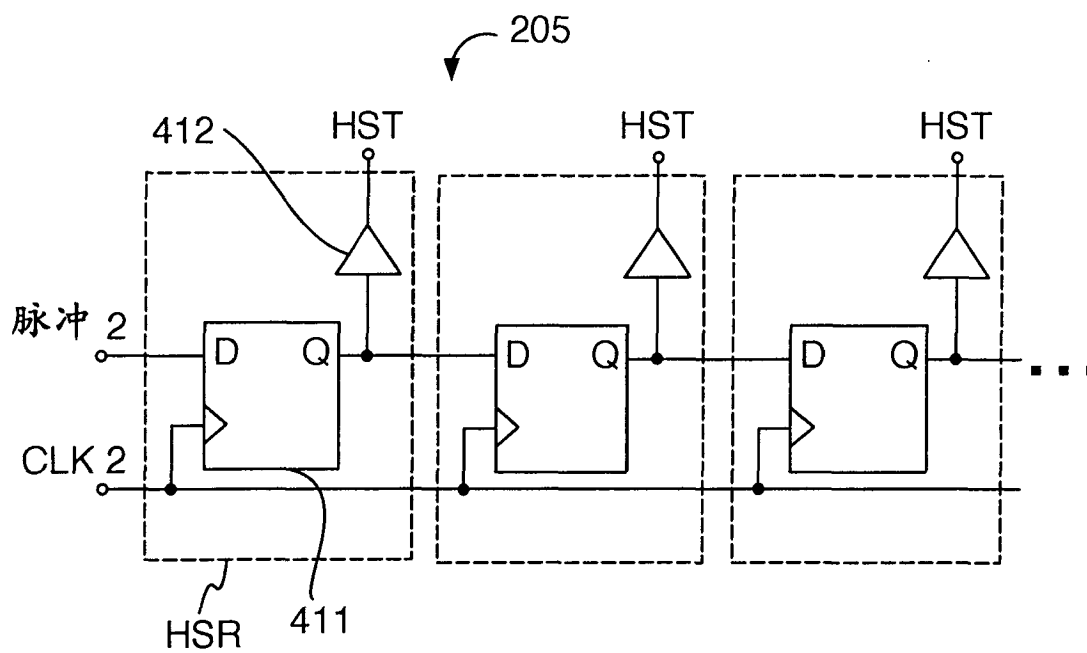


图 4B

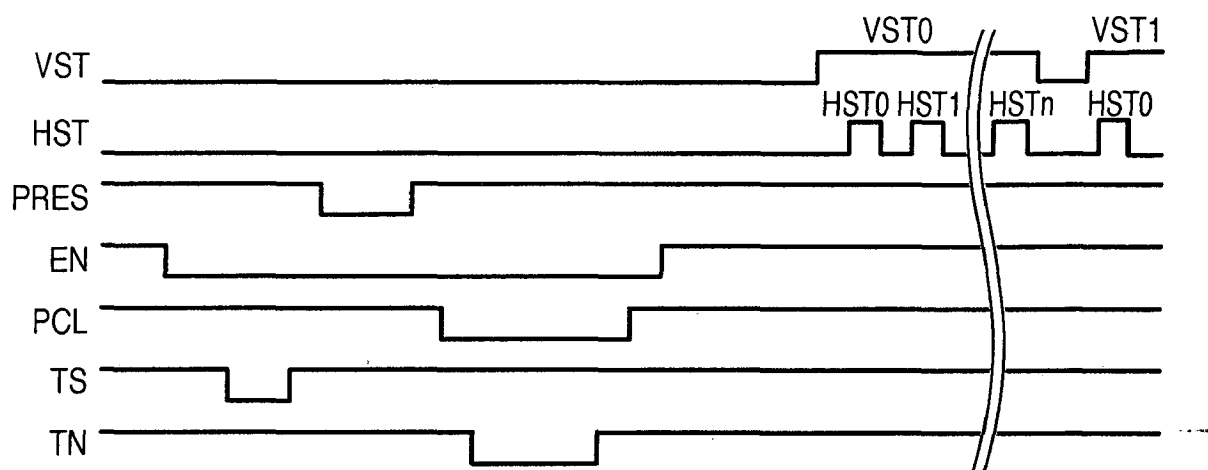


图 5

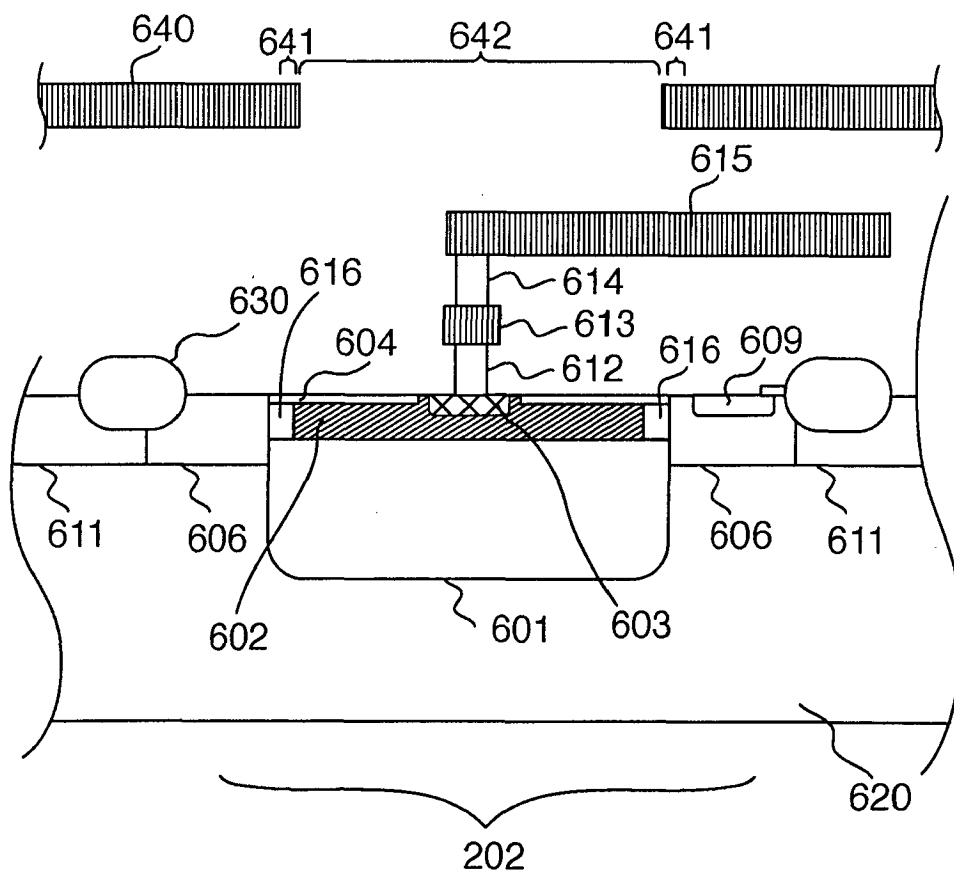


图 6

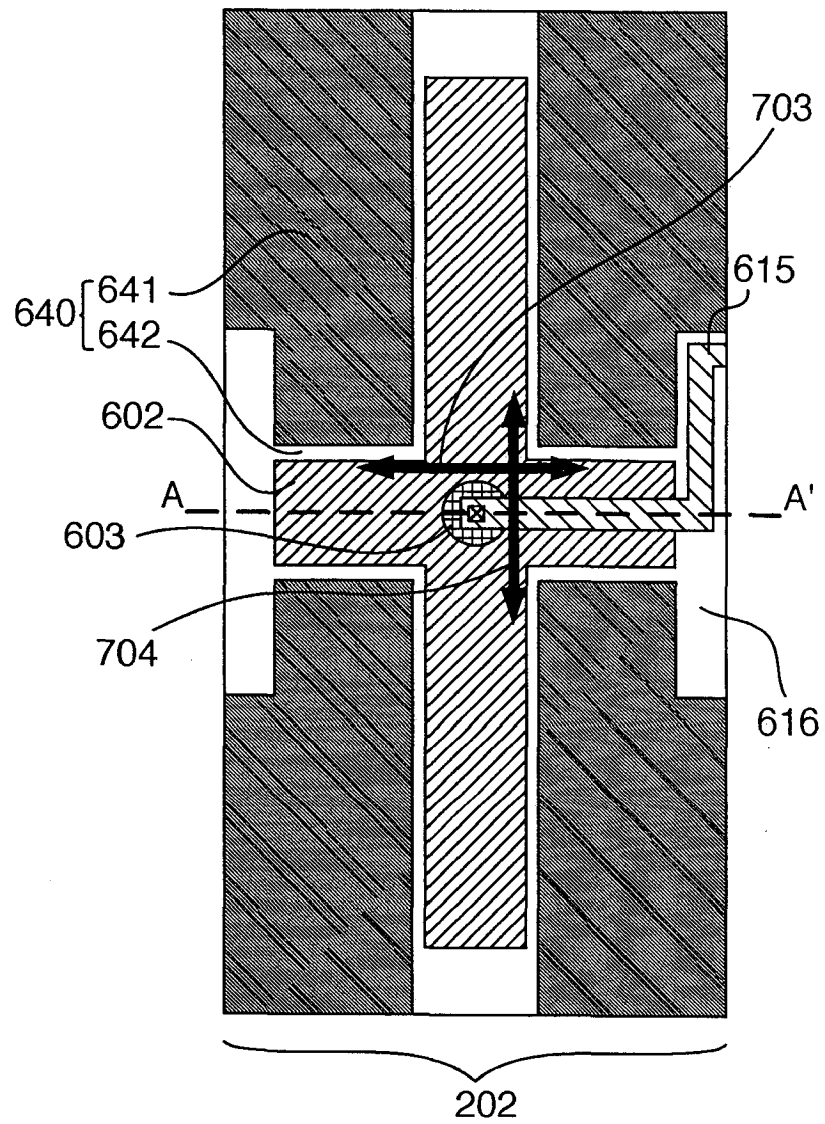


图 7A

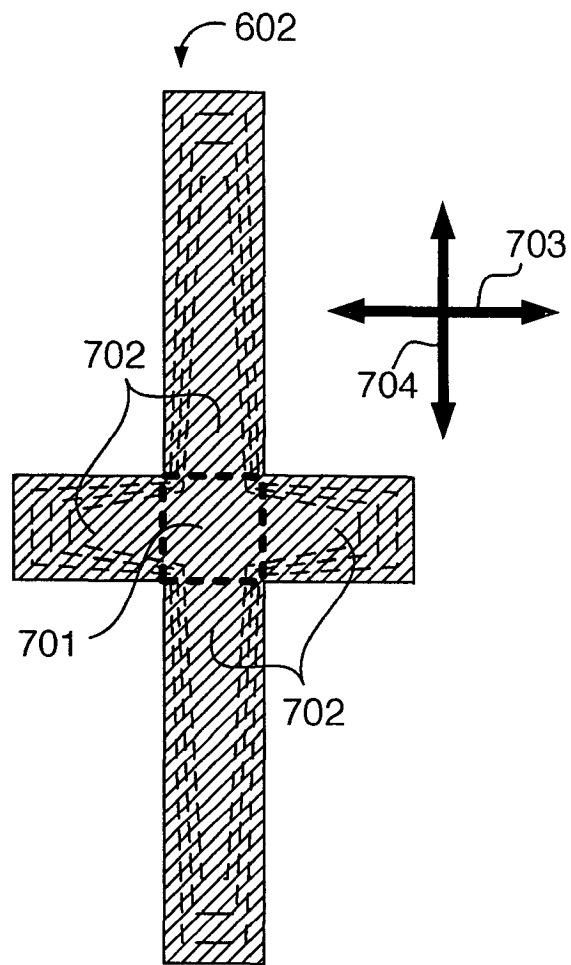


图 7B

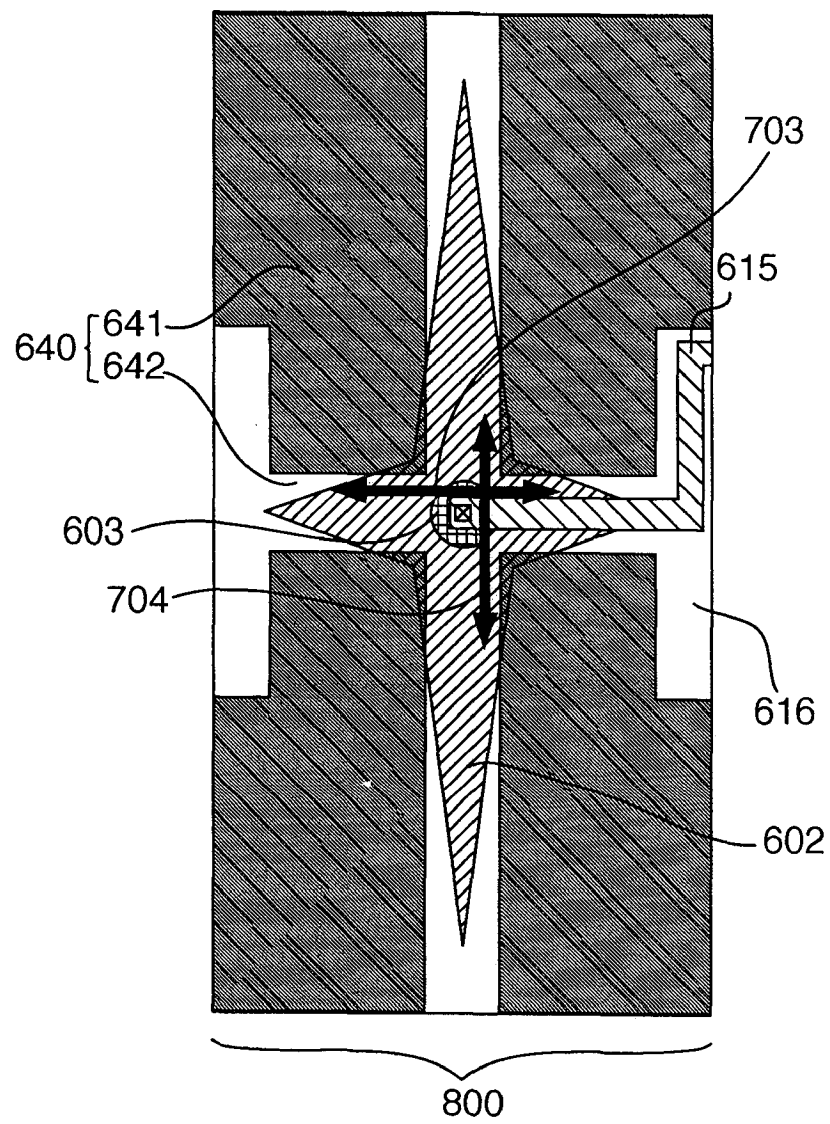


图 8A

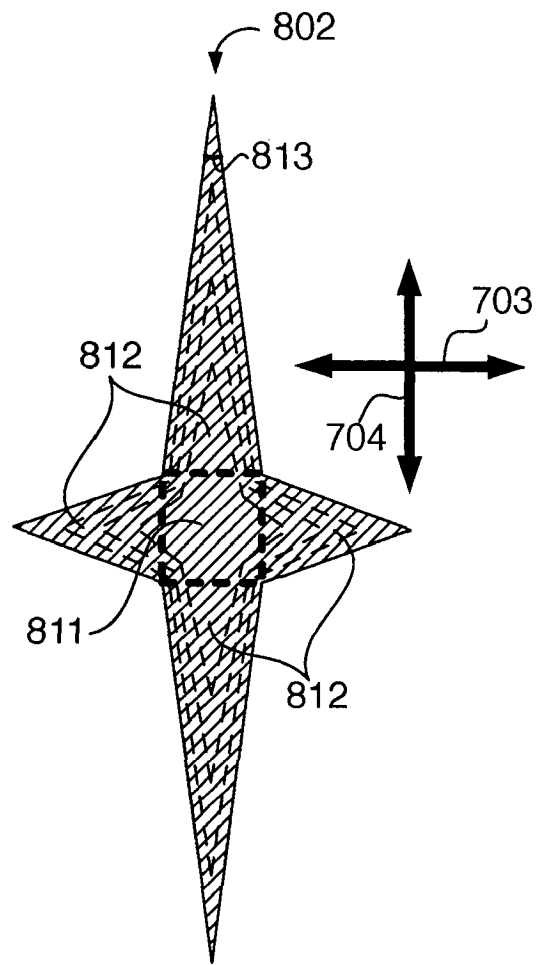


图 8B

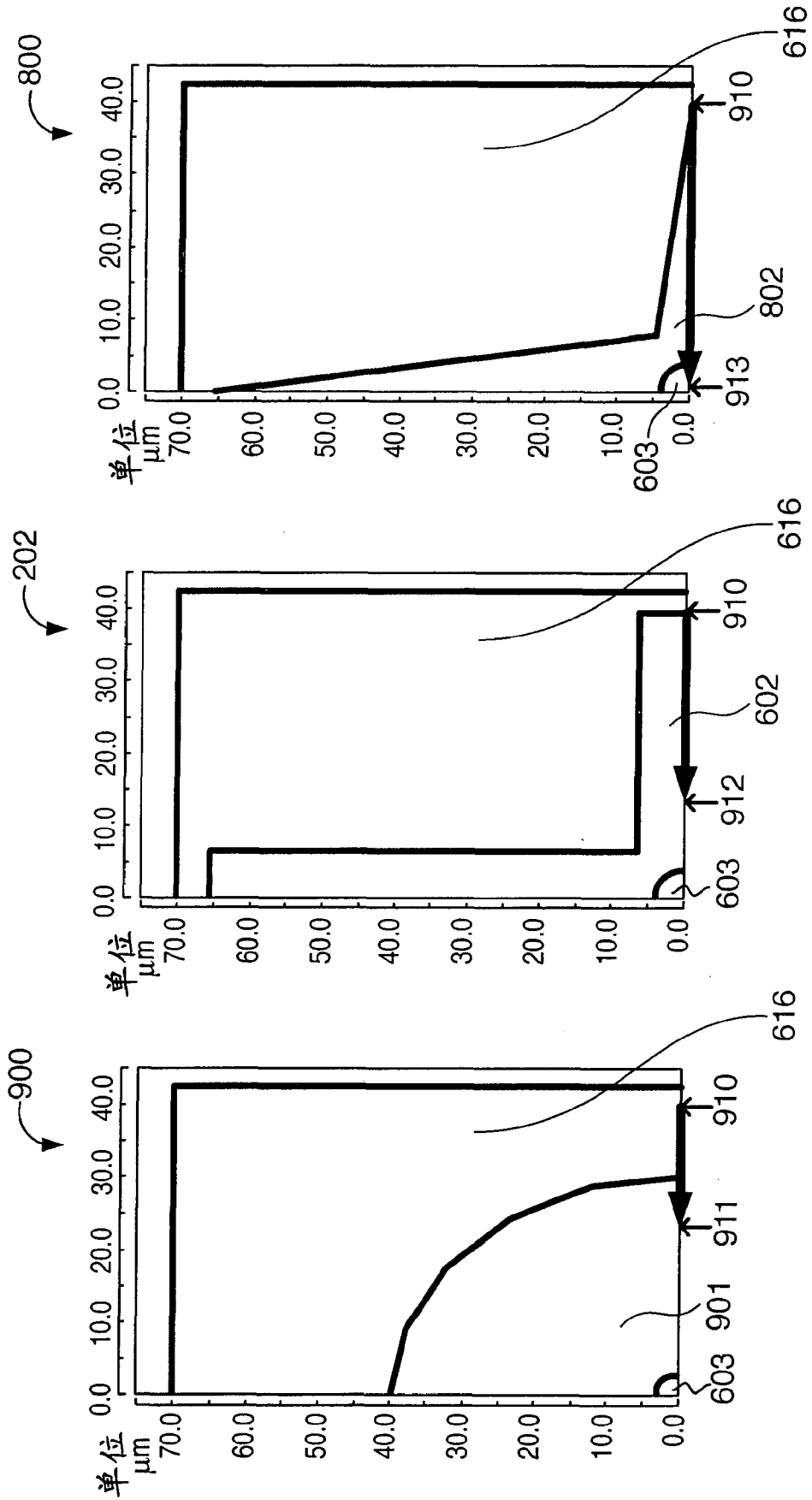


图9A

图9B

图9C

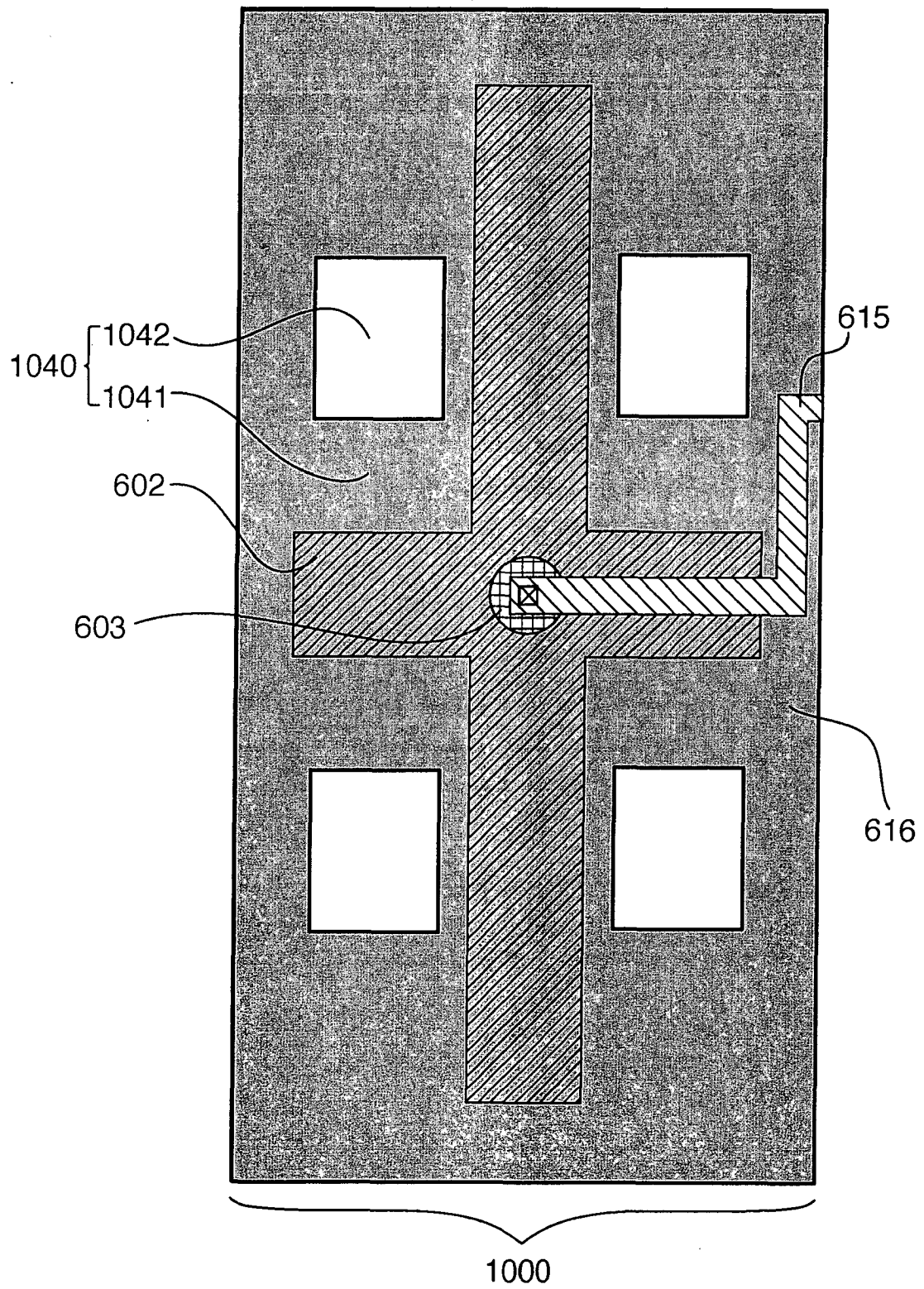


图 10

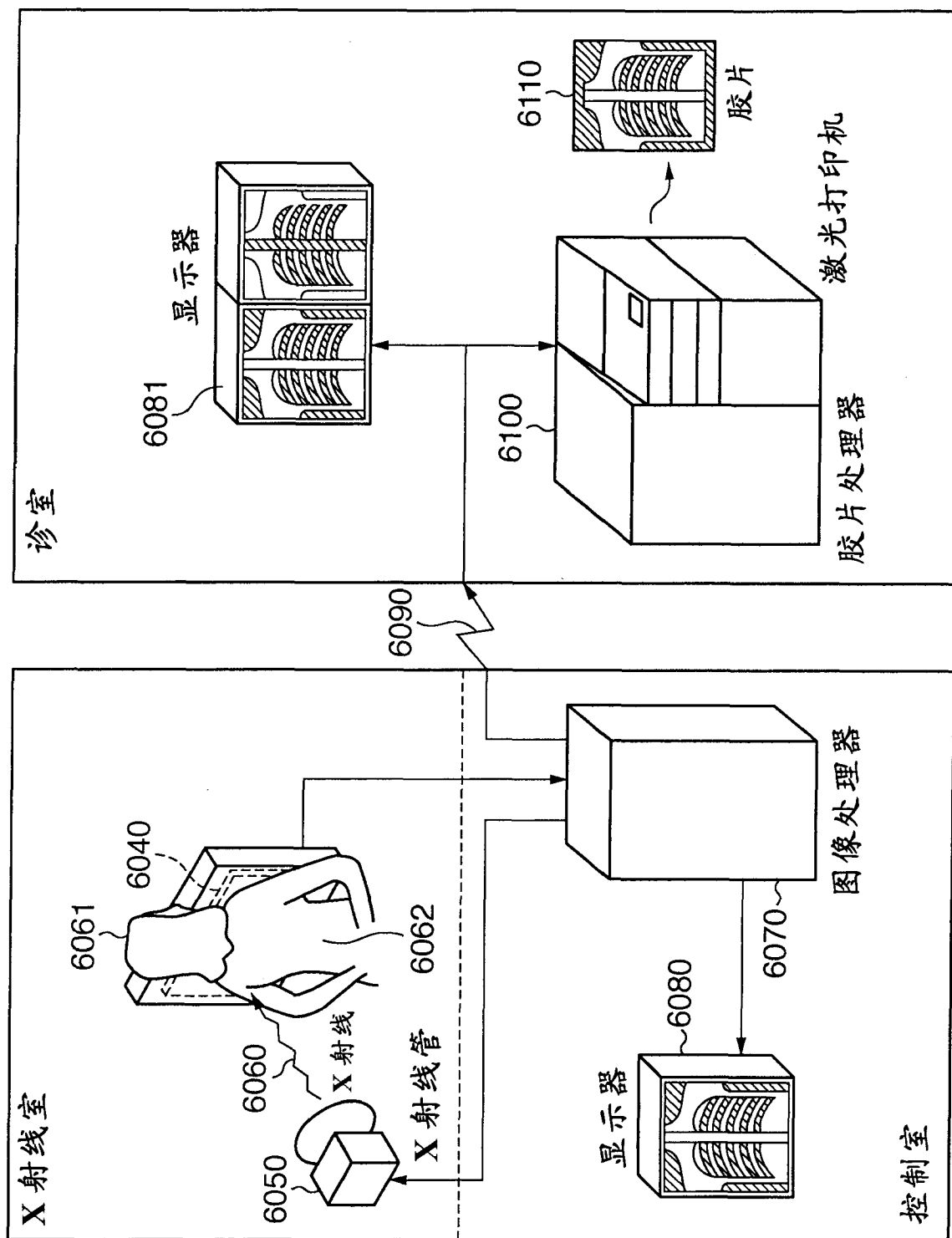


图 11