



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21)(22) Заявка: **2011127865/07, 06.07.2011**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
06.07.2011

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
07.07.2010 JP 2010-155256(45) Опубликовано: **20.02.2013 Бюл. № 5**(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: **US 2010134646 A1, 03.06.2010. US 7534982
B2, 19.05.2009. US 2002158294 A1, 31.10.2002.
KR 20100048904 A, 11.05.2010. EP 2180509 A1,
28.04.2010. RU 2008113452 A, 20.10.2009.**

Адрес для переписки:

**129090, Москва, ул.Б.Спасская, 25, стр.3,
ООО "Юридическая фирма Городиский и
Партнеры", пат.пов. А.В.Мишу, рег.№ 364**

(72) Автор(ы):

**КИКУТИ Син (JP),
ЯМАСИТА Юитиро (JP),
ФУДЗИМУРА Масару (JP),
КОНО Содзи (JP),
АРИСИМА Ю (JP),
СИМИЗУ Синитиро (JP)**

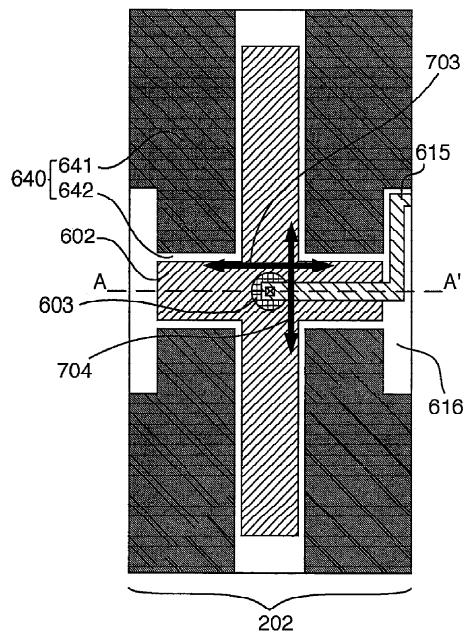
(73) Патентообладатель(и):

КЭНОН КАБУСИКИ КАЙСЯ (JP)**(54) ТВЕРДОТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ФОРМИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ И СИСТЕМА
ФОРМИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к твердотельным устройствам формирования изображения. Техническим результатом является уменьшение шума твердотельного устройства формирования изображения. Результат достигается тем, что твердотельное устройство формирования изображения содержит множество пикселей, каждый из которых включает в себя элемент фотоэлектрического преобразования, и светозакранирующий слой, который покрывает элемент фотоэлектрического преобразования. Светозакранирующий слой содержит первый светозакранирующий участок, который покрывает, по меньшей мере, часть области

между элементами фотоэлектрического преобразования, которые являются соседними друг с другом, и второй светозакранирующий участок для частичного экранирования света, падающего на элемент фотоэлектрического преобразования каждого из множества пикселей. Отверстие предоставлено для светозакранирующего слоя, причем остающаяся составляющая падающего света проходит сквозь отверстие. Форма отверстия включает в себя крестообразный участок, включающий в себя участок, продолжающийся в первом направлении, и участок, продолжающийся во втором направлении, которое пересекает первое направление. 3 н. и 6 з.п. ф-лы, 17 ил.



202
ФИГ.7А

RU 2 4 7 5 8 8 6 C 1

RU 2 4 7 5 8 8 6 C 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION(21)(22) Application: **2011127865/07, 06.07.2011**(24) Effective date for property rights:
06.07.2011

Priority:

(30) Convention priority:
07.07.2010 JP 2010-155256(45) Date of publication: **20.02.2013 Bull. 5**

Mail address:

**129090, Moskva, ul.B.Spaskaja, 25, str.3, OOO
"Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery",
pat.pov. A.V.Mitsu, reg.№ 364**

(72) Inventor(s):

**KIKUTI Sin (JP),
JaMASITA Juitiro (JP),
FUDZIMURA Masaru (JP),
KONO Sodzi (JP),
ARISIMA Ju (JP),
SIMIZU Sinitiro (JP)**

(73) Proprietor(s):

KEhNON KABUSIKI KAJSJ a (JP)

(54) SOLID-STATE IMAGING DEVICE AND IMAGING SYSTEM

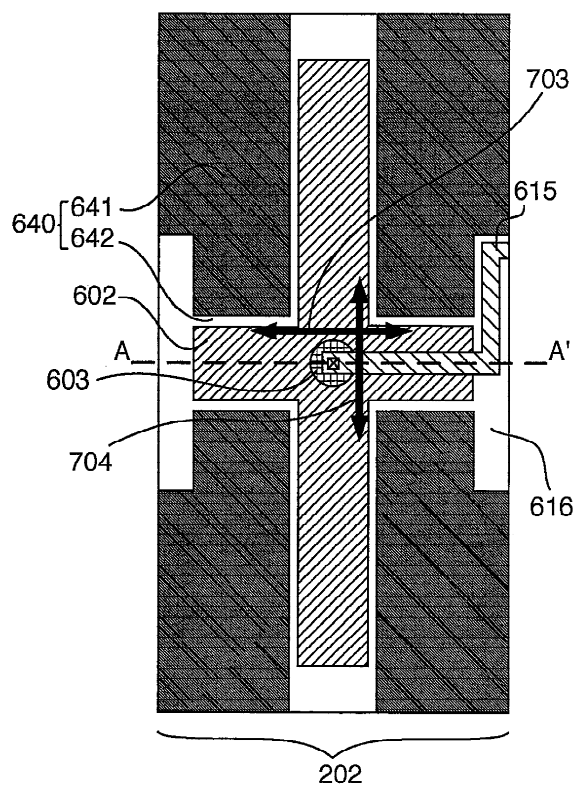
(57) Abstract:

FIELD: physics.

SUBSTANCE: solid-state imaging device has multiple pixels, each having a photoelectric conversion element, a light-shielding layer which covers the photoelectric conversion element. The light-shielding layer has a first light-shielding area which covers at least part of the region between neighbouring photoelectric conversion elements, and a second light-shielding area for partial shielding of light incident on the photoelectric conversion element of each of the multiple pixels. An opening is provided for the light-shielding layer, the remaining component of the incident light passing through said opening. The shape of the opening has a cross-shaped area which includes an area which continues in a first direction and an area which continues in a second direction which crosses the first direction.

EFFECT: reduced noise of the solid-state imaging device.

9 cl, 17 dwg



ФИГ.7А

Уровень техники, к которому относится изобретение**Область техники, к которой относится изобретение**

Настоящее изобретение относится к твердотельному устройству формирования изображения и к системе формирования изображения.

Описание предшествующего уровня техники

Компоновка, в которой элемент фотоэлектрического преобразования частично покрыт светозащитным слоем, известна как устройство радиационного формирования изображения. Опубликованная заявка на патент Японии № 2002-51262 описывает светозащитный участок, который экранирует блоки фотоэлектрического преобразования от света и предоставлен так, что их центры тяжести выровнены равноудаленно.

Сущность изобретения

В устройстве формирования изображения, описанном в опубликованной заявке на патент Японии № 2002-51262, никакого светозащитного участка не образовано между соседними элементами фотоэлектрического преобразования, поэтому заряд, сгенерированный светом, падающим на зазор между соседними элементами фотоэлектрического преобразования, производит шум. Настоящее изобретение в одном объекте предоставляет новое расположение светозащитного слоя, который покрывает элемент фотоэлектрического преобразования, и, в свою очередь, предоставляет твердотельное устройство формирования изображения с меньшим шумом.

Первый объект настоящего изобретения предоставляет твердотельное устройство формирования изображения, содержащее множество пикселей, каждый из которых включает в себя элемент фотоэлектрического преобразования, и светозащитный слой, который покрывает элемент фотоэлектрического преобразования, в котором светозащитный слой содержит первый светозащитный участок, который покрывает, по меньшей мере, часть области между элементами фотоэлектрического преобразования, которые являются соседними друг с другом, и второй светозащитный участок для частичного экранирования света, падающего на элемент фотоэлектрического преобразования каждого из множества пикселей, отверстие предоставлено для светозащитного слоя, причем остающаяся составляющая падающего света проходит сквозь отверстие, и форма отверстия включает в себя крестообразный участок, включающий в себя участок, продолжающийся в первом направлении, и участок, продолжающийся во втором направлении, которое пересекает первое направление.

Второй объект настоящего изобретения предоставляет твердотельное устройство формирования изображения, содержащее множество пикселей, каждый из которых включает в себя элемент фотоэлектрического преобразования, и светозащитный слой, который покрывает элемент фотоэлектрического преобразования, в котором светозащитный слой покрывает, по меньшей мере, часть области между элементами фотоэлектрического преобразования, которые являются соседними друг с другом, светозащитный слой содержит светозащитный участок для частичного экранирования света, падающего на элемент фотоэлектрического преобразования каждого из множества пикселей, и отверстие, сквозь которое проходит остающаяся составляющая падающего света, и каждое отверстие включает в себя множество циклически размещенных отверстий.

Дополнительные признаки настоящего изобретения станут очевидными из нижеследующего описания примерных вариантов осуществления со ссылкой на

прилагаемые чертежи.

Краткое описание чертежей

Сопроводительные чертежи, которые включены и составляют часть спецификации, иллюстрируют варианты осуществления изобретения и вместе с описанием служат

объяснением принципов изобретения.
 Фигуры 1А и 1В объясняют пример схематической компоновки твердотельного устройства формирования изображения согласно варианту осуществления настоящего изобретения;

Фиг.2 объясняет пример компоновки блока формирования изображения согласно варианту осуществления настоящего изобретения;

Фиг.3 объясняет пример компоновки пикселя согласно варианту осуществления настоящего изобретения;

Фигуры 4А и 4В объясняют пример компоновок сдвиговых регистров согласно варианту осуществления настоящего изобретения;

Фиг.5 объясняет пример временной диаграммы согласно варианту осуществления настоящего изобретения;

Фиг.6 объясняет пример компоновки элемента 202 фотоэлектрического преобразования согласно варианту осуществления настоящего изобретения;

Фигуры 7А и 7В объясняют виды в плане элемента 202 фотоэлектрического преобразования согласно варианту осуществления настоящего изобретения;

Фигуры 8А и 8В объясняют виды в плане элемента 800 фотоэлектрического преобразования согласно другому варианту осуществления настоящего изобретения;

Фигуры с 9А по 9С объясняют разницу в интенсивности сбора носителей заряда вследствие факторов, связанных с формой внутренней области;

Фиг.10 объясняет вид в плане элемента 1000 фотоэлектрического преобразования согласно еще одному варианту осуществления настоящего изобретения; и

Фиг.11 иллюстрирует систему радиационного формирования изображения согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

Описание вариантов осуществления

Схематическая компоновка твердотельного устройства 100 формирования изображения согласно варианту осуществления настоящего изобретения будет описана со ссылкой на фиг.1А и 1В. Твердотельное устройство 100 формирования изображения может быть образовано, например, выстраиванием множества блоков 101 формирования изображения. В этом случае матрица из множества блоков 101 формирования изображения может образовывать сенсорную панель SP, имеющую одну область формирования изображения. Множество блоков 101 формирования изображения может быть размещено на опорной подложке 102. Когда твердотельное устройство 100 формирования изображения использует единственный блок 101 формирования изображения, сенсорную панель SP образует единственный блок 101 формирования изображения. Каждый из множества блоков 101 формирования изображения может быть предоставлен, например, образованием элемента схемы на полупроводниковой подложке или образованием полупроводникового слоя, например, на стеклянной подложке и образованием элемента схемы на полупроводниковом слое. Каждый из множества блоков 101 формирования изображения имеет матрицу пикселей, в которой множество пикселей выстроено так, чтобы образовывать множества рядов и столбцов.

Твердотельное устройство 100 формирования изображения может служить в качестве устройства, которое фиксирует изображение радиоактивного излучения,

такого как рентгеновские лучи, или устройства, которое фиксирует изображение видимого света. Когда твердотельное устройство 100 формирования изображения служит в качестве устройства, которое фиксирует изображение радиоактивного излучения, сцинтиллятор 103, который преобразует радиоактивное излучение в

видимый свет, может типично быть предоставлен на сенсорной панели SP. Сцинтиллятор 103 преобразует радиоактивное излучение в видимый свет, который попадает на сенсорную панель SP и фотоэлектрически преобразуется каждым элементом фотоэлектрического преобразования на сенсорной панели SP (блоке 101 формирования изображения).

Пример компоновки каждого блока 101 формирования изображения будет описан далее со ссылкой на фиг.2. Когда твердотельное устройство 100 формирования изображения использует единственный блок 101 формирования изображения, единственный блок 101 формирования изображения можно считать твердотельным устройством формирования изображения. Блок 101 формирования изображения имеет матрицу GA пикселей, в которой множество пикселей 201 выстроено так, чтобы образовывать множества рядов и столбцов, и размещено множество столбцовых сигнальных линий 208a. Каждый из множества пикселей 201 включает в себя элемент 202 фотоэлектрического преобразования (например, фотодиод) и внутрипиксельную схему 203 считывания, которая выводит сигнал (световой сигнал), соответствующий заряду, сгенерированному элементом 202 фотоэлектрического преобразования, в столбцовую сигнальную линию 208a. В матрице GA пикселей может дополнительно быть размещено множество столбцовых сигнальных линий 208b, и в этом случае внутрипиксельная схема 203 считывания может быть выполнена с возможностью вывода шума, сгенерированного ей самой, в столбцовую сигнальную линию 208b. Внутрипиксельные схемы 203 считывания двух соседних пикселей 201, выровненных по направлению ряда, могут быть размещены осесимметрично, чтобы иметь, например, линию границы между двумя пикселями 201 в качестве их оси симметрии.

Блок 101 формирования изображения включает в себя схемы 204 вертикальной развертки и схемы 205 горизонтальной развертки. Несмотря на то что схема 204 вертикальной развертки может быть помещена, например, между элементами 202 фотоэлектрического преобразования в двух соседних столбцах, она может быть помещена за пределами элемента 202 фотоэлектрического преобразования в самом дальнем столбце в матрице GA пикселей. Схема 204 вертикальной развертки включает в себя, например, вертикальный сдвиговый регистр, который осуществляет действие сдвига в соответствии с первым тактовым сигналом CLK1, и сканирует множество рядов в матрице GA пикселей в соответствии с действием сдвига вертикальным сдвиговым регистром. Вертикальный сдвиговый регистр образован соединением множества регистров последовательно, и импульс, принятый регистром на первой стадии, последовательно переправляют в регистры на последующих стадиях в соответствии с первым тактовым сигналом CLK1. Должен быть выбран ряд, соответствующий регистру, который удерживает импульс.

Несмотря на то что схема 205 горизонтальной развертки может быть помещена, например, между элементами 202 фотоэлектрического преобразования в двух соседних рядах, она может быть помещена за пределами элемента 202 фотоэлектрического преобразования в самом дальнем ряду в матрице GA пикселей. Схема 205 горизонтальной развертки включает в себя, например, горизонтальный сдвиговый регистр, который осуществляет действие сдвига в соответствии со вторым

тактовым сигналом CLK2, и сканирует множество столбцов в матрице GA пикселей в соответствии с действием сдвига горизонтальным сдвиговым регистром.

Горизонтальный сдвиговый регистр образован соединением множества регистров последовательно, и импульс, принятый регистром на первой стадии, последовательно
5 переправляют в регистры на последующих стадиях в соответствии со вторым тактовым сигналом CLK2. Должен быть выбран столбец, соответствующий регистру, который удерживает импульс.

Схема 204 вертикальной развертки может быть образована вертикальным
10 выстраиванием множества схем VSR вертикальной развертки блока, каждая из которых включает в себя один регистр, который составляет вертикальный сдвиговый регистр. Каждая схема VSR вертикальной развертки блока может быть помещена в область, расположенную между элементом 202 фотоэлектрического преобразования пикселя, принадлежащего данному столбцу (самому левому столбцу (то есть первому
15 столбцу) на фиг.2), и элементом 202 фотоэлектрического преобразования пикселя, принадлежащего столбцу, соседнему с данным столбцом (второму столбцу слева (то есть второму столбцу) на фиг.2). Когда импульс переправляют через вертикальный сдвиговый регистр, каждая схема VSR вертикальной развертки блока доводит
20 сигнал VST выбора ряда до активного уровня так, что пиксели 201 в ряду, к которому она принадлежит, выбраны. Световой сигнал и шум из пикселя 201 в выбранном ряду выводят в столбцовые сигнальные линии 208a и 208b соответственно. Ссылаясь на фиг.2, столбцовые сигнальные линии 208a и 208b указаны единой линией. Импульсные сигналы (запускающие импульсы) PULSE1 и PULSE2 подают на входные контакты (не
25 показано) схемы 204 вертикальной развертки и схемы 205 горизонтальной развертки соответственно.

Схема 205 горизонтальной развертки может быть образована горизонтальным
выстраиванием множества схем HSR горизонтальной развертки блока, каждая из
30 которых включает в себя один регистр, который составляет горизонтальный сдвиговый регистр. Каждая схема HSR горизонтальной развертки блока помещена в область, расположенную между двумя элементами 202 фотоэлектрического преобразования, в каждой паре двух соседних пикселей (паре пикселей в первом и втором столбце, паре пикселей в третьем и четвертом столбце,...), принадлежащих
35 одному ряду (четвертому ряду сверху (то есть четвертому ряду) на фиг.2). Однако каждая схема HSR горизонтальной развертки блока не помещена в область, расположенную между двумя элементами 202 фотоэлектрического преобразования в двух соседних пикселях, выровненных по направлению столбца. Эта компоновка
40 является предпочтительной для уменьшения зазора между элементами 202 фотоэлектрического преобразования по направлению столбца. Когда импульс переправляют через горизонтальный сдвиговый регистр, каждая схема HSR горизонтальной развертки блока управляет переключателем 207 так, что столбец, к которому она принадлежит, выбран, то есть столбцовые сигнальные линии 208a и 208b
45 в этом столбце подсоединены к горизонтальным сигнальным линиям 209a и 209b соответственно. То есть световой сигнал и шум из пикселя 201 в выбранном ряду выводят в столбцовые сигнальные линии 208a и 208b соответственно, и сигналы из выбранных столбцов (то есть выбранных столбцовых сигнальных линий 208a и 208b)
50 выводят в горизонтальные сигнальные линии 209a и 209b. Это реализует X-Y адресацию. Горизонтальные сигнальные линии 209a и 209b подсоединены к входам выходных усилителей 210a и 210b соответственно, и сигналы, выходящие в горизонтальные сигнальные линии 209a и 209b, усиливают выходными

усилителями 210a и 210b соответственно и выводят через контактные площадки 211a и 211b соответственно.

Матрицу GA пикселей можно считать полученной выстраиванием множества ячеек 200 блоков, каждая из которых включает в себя пиксель 201, так, чтобы
 5 образовать множества рядов и столбцов. Ячейки 200 блоков могут включать в себя несколько типов. Некоторая ячейка 200 блока включает в себя, по меньшей мере, часть схемы VSR вертикальной развертки блока. Несмотря на то что набор из двух ячеек 200 блоков включает в себя только одну схему VSR вертикальной развертки
 10 блока в примере, показанном на фиг.2, одна ячейка 200 блока может включать в себя одну схему VSR вертикальной развертки блока или набор из трех или более ячеек 200 блоков может включать в себя одну схему VSR вертикальной развертки блока. Другая ячейка 200 блока включает в себя, по меньшей мере, часть схемы HSR горизонтальной развертки блока. Несмотря на то что одна ячейка 200 блока включает в себя одну
 15 схему HSR горизонтальной развертки блока в примере, показанном на фиг.2, набор из множества ячеек 200 блоков может включать в себя одну схему VSR вертикальной развертки блока. Еще одна ячейка 200 блока включает в себя как, по меньшей мере, часть схемы VSR вертикальной развертки блока, так и, по меньшей мере, часть
 20 схемы HSR горизонтальной развертки блока. Еще одна ячейка 200 блока включает в себя, например, ячейку блока, включающую в себя, по меньшей мере, часть выходного усилителя 210a, ячейку блока, включающую в себя, по меньшей мере, часть выходного усилителя 211b, и ячейку блока, включающую в себя переключатель 207.

Пример компоновки каждого пикселя 201 будет описан со ссылкой на фиг.3.

Пиксель 201 включает в себя элемент 202 фотоэлектрического преобразования и
 25 внутрипиксельную схему 203 считывания, как описано ранее. Элемент 202 фотоэлектрического преобразования может типично быть фотодиодом.

Внутрипиксельная схема 203 считывания может включать в себя, например, первую
 30 схему 310 усилителя, фиксирующую схему 320, схему 340 выборки и хранения светового сигнала и схему 360 выборки и хранения шума и n-канальные МОП транзисторы 343 и 363 и переключатели 344 и 364 выбора ряда во второй схеме усилителя.

Элемент 202 фотоэлектрического преобразования включает в себя блок накопления
 35 заряда, который подсоединен к затвору p-канального МОП транзистора 303 первой схемы 310 усилителя. Исток p-канального МОП транзистора 303 подсоединен к источнику 305 тока через p-канальный МОП транзистор 304. Первая схема истокового повторителя образована, используя p-канальный МОП транзистор 303 и
 40 источник 305 тока. Образование схемы истокового повторителя эффективно для снижения 1/f-шума. P-канальный МОП транзистор 304 служит в качестве разрешающего переключателя, который отпирает первую схему истокового повторителя при включении, когда разрешающий сигнал EN, поданный на его затвор, изменяется до активного уровня. Первая схема 310 усилителя выводит сигнал,
 45 соответствующий потенциалу блока CVC преобразования заряд/напряжение, к промежуточному узлу n1.

В примере, показанном на фиг.3, блок накопления заряда элемента 202 фотоэлектрического преобразования и затвор p-канального МОП транзистора 303
 50 образуют общий узел, который функционирует как блок CVC преобразования заряд/напряжение, который изменяет заряд, сохраненный в блоке накопления заряда, в напряжение. То есть блок CVC преобразования заряд/напряжение имеет напряжение $V (=Q/C)$, определенное зарядом Q, сохраненным в блоке накопления

заряда, и значением C емкости блока CVC преобразования заряд/напряжение.

Блок CVC преобразования заряд/напряжение подсоединен к потенциалу V_{res} сброса через р-канальный МОП транзистор 302, служащий в качестве переключателя сброса. Когда сигнал PRES сброса изменяется до активного уровня, включается р-канальный
 5 МОП транзистор 302, поэтому потенциал блока CVC преобразования заряд/напряжение сбрасывается до потенциала V_{res} сброса.

Фиксирующая схема 320 использует фиксирующую емкость 321, чтобы фиксировать шум, выходящий к промежуточному узлу n1 первой схемы 310 усилителя
 10 в соответствии с потенциалом сброса блока CVC преобразования заряд/напряжение. Другими словами, фиксирующая схема 320 является схемой для подавления этого шума от сигнала, выходящего из первой схемы истокового повторителя к промежуточному узлу n1 в соответствии с зарядом, сгенерированным элементом 202 фотоэлектрического преобразования. Шум, выходящий к промежуточному узлу n1,
 15 содержит КТС-шум, произведенный при сбросе. Фиксацию выполняют изменением фиксирующего сигнала PCL до активного уровня, чтобы включить р-канальный МОП транзистор 323, и вслед за этим изменением фиксирующего сигнала PCL до неактивного уровня, чтобы выключить р-канальный МОП транзистор 323. Выходной
 20 контакт фиксирующей емкости 321 подсоединен к затвору р-канального МОП транзистора 322. Исток р-канального МОП транзистора 322 подсоединен к источнику 325 тока через р-канальный МОП транзистор 324. Вторая схема истокового повторителя образована, используя р-канальный МОП транзистор 322 и источник 325
 25 тока. Р-канальный МОП транзистор 324 служит в качестве разрешающего переключателя, который отпирает вторую схему истокового повторителя при включении, когда разрешающий сигнал EN0, поданный на его затвор, изменяется до активного уровня.

Сигнал, выходящий из второй схемы истокового повторителя в соответствии с
 30 зарядом, сгенерированным фотоэлектрическим преобразованием элементом 202 фотоэлектрического преобразования, записывают в емкость 342 как световой сигнал через переключатель 341, когда сигнал TS развертки светового сигнала изменяется до активного уровня. Сигнал, выходящий из второй схемы истокового повторителя при
 35 включении р-канального МОП транзистора 323, сразу после того как сбрасывают потенциал блока CVC преобразования заряд/напряжение, является шумом. Этот шум записывают в емкость 362 через переключатель 361, когда сигнал TN развертки шума изменяется до активного уровня. Этот шум содержит составляющую смещения второй схемы истокового повторителя.

Когда схема VSR вертикальной развертки блока схемы 204 вертикальной развертки доводит сигнал VST выбора ряда до активного уровня, сигнал (световой сигнал),
 40 удерживаемый в емкости 342, выводят в столбцовую сигнальную линию 208a через п-канальный МОП транзистор 343 и переключатель 344 выбора ряда во второй схеме усилителя. В то же время сигнал (шум), удерживаемый в емкости 362, выводят в
 45 столбцовую сигнальную линию 208b через п-канальный МОП транзистор 363 и переключатель 364 выбора ряда во второй схеме усилителя. п-канальный МОП транзистор 343 во второй схеме усилителя и источник неизменного тока (не показано), предоставленный на столбцовой сигнальной линии 208a, образуют схему истокового
 50 повторителя. Аналогично этому п-канальный МОП транзистор 363 во второй схеме усилителя и источник неизменного тока (не показано), предоставленный на столбцовой сигнальной линии 208b, образуют схему истокового повторителя.

Пиксель 201 может включать в себя переключатель 346 сложения, который

складывает световые сигналы из множества соседних пикселей 201. В режиме сложения сигнал ADD режима сложения изменяется до активного уровня, поэтому включается переключатель 346 сложения. Таким образом, переключатель 346 сложения соединяет емкости 342 соседних пикселей 201 друг с другом, тем самым усредняя световые сигналы. Аналогично этому пиксель 201 может включать в себя переключатель 366 сложения, который складывает сигналы шума из множества соседних пикселей 201. Когда переключатель 366 сложения включен, переключатель 366 сложения соединяет емкости 362 соседних пикселей 201 друг с другом, тем самым усредняя сигналы шума.

Пиксель 201 может иметь функцию для изменения чувствительности. Пиксель 201 может включать в себя, например, первый переключатель 380 изменения чувствительности, второй переключатель 382 изменения чувствительности и элемент схемы, связанный с ними. Когда первый сигнал WIDE1 изменения изменяется до активного уровня, включается первый переключатель 380 изменения чувствительности, поэтому значение емкости первой дополнительной емкости 381 добавляется к емкости блока CVC преобразования заряд/напряжение. Это снижает чувствительность пикселя 201. Когда второй сигнал WIDE2 изменения изменяется до активного уровня, включается второй переключатель 382 изменения чувствительности, поэтому значение емкости второй дополнительной емкости 383 добавляется к емкости блока CVC преобразования заряд/напряжение. Это дополнительно снижает чувствительность пикселя 201.

Таким образом, добавление функции снижения чувствительности пикселя 201 делает возможным получение большего количества света, при этом расширяя динамический диапазон. Когда первый сигнал WIDE1 изменения изменяется до активного уровня, разрешающий сигнал EN_w может быть изменен до активного уровня, чтобы дать возможность р-канальному МОП транзистору 385 осуществлять действие истокового повторителя, кроме того, давая возможность р-канальному МОП транзистору 303 осуществлять действие истокового повторителя.

Несмотря на то что схема 204 вертикальной развертки может иметь различные компоновки, она может иметь компоновку, показанную, например, на фиг.4А. В схеме 204 вертикальной развертки, показанной на фиг.4А, каждая схема VSR вертикальной развертки блока включает в себя один D-триггер 401, и первый тактовый сигнал CLK1 подают на тактовый вход D-триггера 401. Первый импульсный сигнал PULSE1 подают на вход D D-триггера 401 схемы VSR вертикальной развертки блока на первой стадии и принимают в ответ на первый тактовый сигнал CLK1. D-триггер на первой стадии выводит импульсный сигнал, имеющий продолжительность, соответствующую одному циклу первого тактового сигнала CLK1, из своего выхода Q. Выход Q D-триггера 401 каждой схемы VSR вертикальной развертки блока используют, чтобы выбирать ряд, к которому принадлежит схема VSR вертикальной развертки блока, и выводят как сигнал VST выбора ряда через, например, буфер 402. Выход Q D-триггера 401 каждой схемы VSR вертикальной развертки блока подсоединен к входу D D-триггера 401 схемы VSR вертикальной развертки блока на следующей стадии.

Несмотря на то что схема 205 горизонтальной развертки может иметь различные компоновки, она может иметь компоновку, показанную, например, на фиг.4В. В схеме 205 горизонтальной развертки, показанной на фиг.4В, каждая схема HSR горизонтальной развертки блока включает в себя один D-триггер 411, и второй тактовый сигнал CLK2 подают на тактовый вход D-триггера 411. Второй импульсный

сигнал PULSE2 подают на вход D D-триггера 411 схемы HSR горизонтальной развертки блока на первой стадии и принимают в ответ на второй тактовый сигнал CLK2. Схема HSR горизонтальной развертки блока на первой стадии выводит импульсный сигнал, имеющий продолжительность, соответствующую одному циклу второго тактового сигнала CLK2, из своего выхода Q. Выход Q каждой схемы HSR горизонтальной развертки блока используют, чтобы выбирать столбец, к которому принадлежит схема HSR горизонтальной развертки блока, и выводят как сигнал HST выбора столбца через, например, буфер 412. Выход Q каждой схемы HSR горизонтальной развертки блока подсоединен к входу D D-триггера 411 схемы HSR горизонтальной развертки блока на следующей стадии. Обратите внимание, что период вертикальной развертки, который является периодом развертки схемы 204 вертикальной развертки, получают умножением периода горизонтальной развертки схемы 205 горизонтальной развертки на число рядов в матрице GA пикселей. Период горизонтальной развертки является периодом времени, требуемым для сканирования всех столбцов в матрице GA пикселей. Исходя из этого частота второго тактового сигнала CLK2, поданного на схему 205 горизонтальной развертки, которая генерирует сигнал HST выбора столбца, используемый для выбора столбца, намного выше, чем частота первого тактового сигнала CLK1, поданного на схему 204 вертикальной развертки, которая генерирует сигнал VST выбора ряда, используемый для выбора ряда.

Основные сигналы, поданные на каждый пиксель 201, будут описаны со ссылкой на фиг.5. Сигнал PRES сброса, разрешающий сигнал EN, фиксирующий сигнал PCL, сигнал TS развертки светового сигнала и сигнал TN развертки шума являются низкоактивными сигналами. Несмотря на то что не показано на фиг.5, разрешающий сигнал EN0 может быть сигналом, сходным с разрешающим сигналом EN. Кроме того, несмотря на то что не показано на фиг.5, разрешающий сигнал EN_w может выполнять переход таким же образом, как в разрешающем сигнале EN, когда первый сигнал WIDE1 изменения становится активным.

Сначала разрешающий сигнал EN становится активным на всех рядах в матрице GA пикселей, и сигнал TS развертки светового сигнала изменяется до активного уровня в импульсной последовательности, поэтому световой сигнал записывается в емкость 342. Далее, сигнал PRES сброса изменяется до активного уровня в импульсной последовательности, поэтому сбрасывается потенциал блока CVC преобразования заряд/напряжение. Фиксирующий сигнал PCL изменяется до активного уровня в импульсной последовательности. Когда фиксирующий сигнал PCL находится на активном уровне, сигнал TN развертки шума изменяется до активного уровня в импульсной последовательности, поэтому шум записывается в емкость 362.

Схема VSR вертикальной развертки блока, соответствующая первому ряду схемы 204 вертикальной развертки, изменяет свой сигнал VST (VST0) выбора ряда до активного уровня. Это означает, что схема 204 вертикальной развертки выбирает первый ряд матрицы GA пикселей. В этом состоянии схемы HSR горизонтальной развертки блока, соответствующие с первого по последний столбцам схемы 205 горизонтальной развертки, изменяют свои сигналы HST (HST0 - HSTn) выбора столбца до активного уровня. Это означает, что схема 205 горизонтальной развертки последовательно выбирает с первого по последний столбцы матрицы GA пикселей. Таким образом, световые сигналы и сигналы шума пикселей в первом по последний столбцах в первом ряду матрицы GA пикселей выводят из выходных усилителей 210a и 210b соответственно. После этого схема VSR вертикальной развертки блока,

соответствующая второму ряду схемы 204 вертикальной развертки, изменяет свой сигнал VST (VST1) выбора ряда до активного уровня. Схемы HSR горизонтальной развертки блока, соответствующие с первого по последний столбцам схемы 205 горизонтальной развертки, изменяют свои сигналы HST (HST0-HSTn) выбора столбца до активного уровня. Посредством осуществления такого действия для с первого по последний ряды выводят первое изображение из матрицы GA пикселей.

Пример компоновки элемента 202 фотоэлектрического преобразования будет описан со ссылкой на фиг.6. Блок 101 формирования изображения может быть образован на подложке, на которой, например, полупроводниковый слой 620 второго типа проводимости эпитаксиально выращен на полупроводниковом элементе (не показано) второго типа проводимости. Соответственные элементы изолированы друг от друга участком 630 изоляции элементов. Элемент 202 фотоэлектрического преобразования каждого пикселя 201 включает в себя, например, примесную область (карман) 601 (первую полупроводниковую область) первого типа проводимости, образованную в полупроводниковом слое 620, а также примесную область 616 и внутреннюю область 602, которые образованы в примесной области 601. Как примесная область 616 (вторая полупроводниковая область), так и внутренняя область 602 (третья полупроводниковая область) являются примесными областями второго типа проводимости. Внутренняя область 602 имеет более высокую концентрацию примеси для второго типа проводимости, чем концентрация примеси примесной области 616, и охвачена примесной областью 616. То есть внутренняя область 602 образована внутри примесной области 616. Электродная область 603 (четвертая полупроводниковая область), которая является примесной областью второго типа проводимости, образована внутри внутренней области 602. Электродная область 603 имеет более высокую концентрацию примеси для второго типа проводимости, чем концентрация примеси внутренней области 602. Примесная область 604 (пятая полупроводниковая область) первого типа проводимости образована в примесной области 616 и внутренней области 602. Примесные области 602, 616 и 603 второго типа проводимости и примесные области 601 и 604 первого типа проводимости образуют скрытый фотодиод. В этом случае элемент 202 фотоэлектрического преобразования может быть работающим в режиме полного обеднения. Когда элемент 202 фотоэлектрического преобразования является работающим в режиме полного обеднения, все примесные области 602 и 616 второго типа проводимости обедняются. В этом варианте осуществления блок накопления заряда элемента 202 фотоэлектрического преобразования функционирует как блок SVC преобразования заряд/напряжение. Элемент 202 фотоэлектрического преобразования может быть полностью обеднен при сбросе блока SVC преобразования заряд/напряжение. Кроме того, когда элемент 202 фотоэлектрического преобразования не является работающим в режиме полного обеднения, большинство примесных областей 602 и 616 второго типа проводимости могут быть обеднены.

Примесная область 606 первого типа проводимости охватывает примесную область 601 первого типа проводимости с верхней стороны. Примесная область 606 снабжена контактной областью 609 первого типа проводимости. Примесная область 611 второго типа проводимости охватывает примесную область 606. В этом варианте осуществления элемент 202 фотоэлектрического преобразования использует фотодиод и заданное напряжение прикладывают к примесной области 601, служащей в качестве одного контакта фотодиода, через примесную область 606. Заряд,

сгенерированный, когда свет падает на элемент 202 фотоэлектрического преобразования и подвергается фотоэлектрическому преобразованию, накапливают во внутренней области 602 и примесной области 616 и дополнительно в электродной области 603. Электродная область 603, служащая в качестве другого электрода

5 элемента 202 фотоэлектрического преобразования, подсоединена к внутрипиксельной схеме 203 считывания через контактный штырек 612, первый металлический слой 613, контактный штырек 614 и рисунок соединений 615, образованный во втором

10 металлическом слое. В вышеупомянутом примере первый тип проводимости может быть Р-типом, а второй тип проводимости может быть N-типом или наоборот. Несмотря на то что примесная область 616 и внутренняя область 602 имеют одинаковую глубину р-п перехода в примере, показанном на фиг.6, глубина р-п перехода может быть больше в примесной области 616, чем во внутренней

15 области 602, или больше во внутренней области 602, чем в примесной области 616. Если глубина р-п перехода больше в примесной области 616, чем во внутренней области 602, то примесная область 616 может быть образована под внутренней областью 602.

Светозранирующий слой 640 образован над ячейкой 200 блока как третий

20 металлический слой. Светозранирующий слой 640 может включать в себя светозранирующий участок 641 и отверстие 642 в позиции, в которой он покрывает элемент 202 фотоэлектрического преобразования. Светозранирующий участок 641 частично экранирует свет, падающий на элемент 202 фотоэлектрического

25 преобразования. С другой стороны, отверстие 642 образовано в позиции, в которой оно перекрывает элемент 202 фотоэлектрического преобразования на виде в плоскости, и пропускает остающуюся составляющую падающего света. То есть падающий свет, который проходит сквозь отверстие 642, может попасть на элемент 202 фотоэлектрического преобразования. Светозранирующий слой 640

30 может быть образован, по меньшей мере, в части области между соседними элементами фотоэлектрического преобразования. Светозранирующий слой 640 может быть образован, чтобы покрывать всю область между соседними элементами фотоэлектрического преобразования или покрывать, например, только схему VSR вертикальной развертки блока или внутрипиксельную схему 203 считывания.

35 Светозранирующий слой, который покрывает элемент 202 фотоэлектрического преобразования, светозранирующий слой, который покрывает схему VSR вертикальной развертки блока, и светозранирующий слой, который покрывает внутрипиксельную схему 203 считывания, могут быть образованы в одном и том же

40 слое или отдельных слоях. Таким образом, посредством образования светозранирующего слоя, по меньшей мере, в части области между соседними элементами фотоэлектрического преобразования возможно уменьшить величину заряда, сгенерированного в области помимо элементов фотоэлектрического преобразования.

45 Виды в плане элемента 202 фотоэлектрического преобразования будут объяснены далее со ссылкой на фиг.7А и 7В. Фиг.7А показывает вид в плане элемента 202 фотоэлектрического преобразования, а фиг.7В обращает внимание только на внутреннюю область 602 на этом виде в плане. Элемент 202 фотоэлектрического преобразования, описанный ранее со ссылкой на фиг.6, соответствует сечению,

50 взятому вдоль линии А-А' на фиг.7А. Примесная область 604 не показана на фиг.7А для простоты восприятия форм примесной области 616, внутренней области 602 и электродной области 603 на виде в плоскости. Эквипотенциальная линия добавлена

как прерывистая линия на фиг.7В. В нижеследующем описании простое выражение «форма примесной области» означает «форма примесной области на виде в плоскости», если не указано иное. Внутренняя область 602 образована внутри примесной области 616 на виде в плоскости, как показано на фиг.7А. Как описано ранее, в элементе 202 фотоэлектрического преобразования согласно этому варианту осуществления концентрация примеси увеличивается в последовательности: примесная область 616, внутренняя область 602 и электродная область 603, тем самым образуя градиент потенциала, который увеличивается по направлению к электродной области 603. Примесная область 616 имеет концентрацию примеси, например, от $1,0 \times 10^{15} \text{ см}^{-3}$ до $1,0 \times 10^{17} \text{ см}^{-3}$. Внутренняя область 602 имеет концентрацию примеси, например, от $1,0 \times 10^{16} \text{ см}^{-3}$ до $1,2 \times 10^{18} \text{ см}^{-3}$. Электродная область 603 имеет концентрацию примеси, например, от $1,0 \times 10^{19} \text{ см}^{-3}$ до $5,0 \times 10^{19} \text{ см}^{-3}$.

Светозранирующий участок 641 светозранирующего слоя 640 образован в позиции, в которой он покрывает четыре угла элемента 202 фотоэлектрического преобразования, и в результате этого форма отверстия 642 включает в себя крестообразный участок. То есть форма отверстия 642 может включать в себя участок, продолжающийся в первом направлении 703, и участок, продолжающийся во втором направлении 704. Первое направление 703 и второе направление 704 пересекаются друг с другом. Например, первое направление 703 и второе направление 704 могут быть ортогональны друг другу. Таким образом, динамический диапазон элемента 202 фотоэлектрического преобразования может быть расширен частичным покрытием его светозранирующим участком 641. Когда количество светового излучения уменьшают, чтобы расширить динамический диапазон, среднее число фотонов, падающих на каждый пиксель, может снижаться до одного или менее. Следовательно, временная или пространственная флуктуация падающих фотонов может производить шум (дробовой шум) и отрицательно влиять на выходное изображение. При компоновке, снабженной светозранирующим слоем, который частично покрывает элемент фотоэлектрического преобразования, количество света, падающего на элемент фотоэлектрического преобразования, может быть уменьшено при сохранении данного количества светового излучения для того, чтобы уменьшить дробовой шум. Кроме того, поскольку форма отверстия 642 включает в себя крестообразный участок, то элемент 202 фотоэлектрического преобразования может принимать падающий свет независимо от того, распределен ли падающий свет неравномерно по внутренней части элемента 202 фотоэлектрического преобразования или попадает на всю поверхность элемента 202 фотоэлектрического преобразования.

Например, если твердотельное устройство 100 формирования изображения не включает в себя никакой микролинзы для фокусирования падающего света и видимый свет, преобразованный сцинтиллятором 103, направлен к элементу 202 фотоэлектрического преобразования без использования микролинзы, то падающий свет может попасть на всю поверхность элемента 202 фотоэлектрического преобразования. Кроме того, если твердотельное устройство 100 формирования изображения включает в себя микролинзу и видимый свет, преобразованный сцинтиллятором 103, сфокусирован через микролинзу и направлен к элементу 202 фотоэлектрического преобразования, то падающий свет может быть неравномерно распределен по внутренней части элемента 202 фотоэлектрического преобразования.

Как показано на фиг.7В, внутренняя область 602 может включать в себя первый участок 701, охваченный пунктирной линией, и множество вторых участков 702, продолжающихся от первого участка 701. Электродная область 603 может быть

включена в первый участок 701 на виде в плоскости. Первый участок 701 и вторые участки 702 заданы для удобства описания формы внутренней области 602, поэтому внутренняя область 602 может быть образована как область, в которую эти участки встроены на практике. В этом варианте осуществления четыре вторых участка 702
 5 продолжают в направлениях, в которых перекрестные линии идут от первого участка 701. Например, соседние вторые участки 702 могут продолжаться в ортогональных направлениях. Кроме того, ширина второго участка 702 остается постоянной. Форма внутренней области 602 может быть задана рисунком
 10 фоторезистной маски, использованной в ионной имплантации примеси. В этом варианте осуществления посредством образования внутренней области 602 крестообразной формы увеличение площади внутренней области 602 может быть устранено при росте интенсивности сбора носителей заряда в направлениях, в которых продолжают вторые участки 702. Поскольку концентрация примеси выше
 15 во внутренней области 602, чем в примесной области 616, то напряжение обеднения элемента 202 фотоэлектрического преобразования растет, когда площадь внутренней области 602 увеличивается. Посредством образования внутренней области 602 крестообразной формы напряжение обеднения элемента 202 фотоэлектрического преобразования может быть сохранено низким. Более того, как будет описано позже, интенсивность сбора носителей заряда в зависимости от направлений, в которых
 20 продолжают вторые участки 702, может быть выше, когда внутренняя область 602 образована в крестообразной форме, чем когда внутренняя область 602 образована в виде выпуклого многоугольника. Кроме того, электродная область 603 может быть
 25 образована в центре примесной области 616. Таким образом, электродная область 603 может равномерно собирать заряды с соответственных направлений.

В этом варианте осуществления как отверстие 642, так и внутренняя область 602 включают в себя крестообразные формы, которые могут перекрывать друг друга. То
 30 есть участок 710 пересечения крестообразного участка в отверстии 642 и первый участок 701 перекрывают друг друга на виде в плоскости, а вторые участки 702 продолжают, чтобы перекрыть отверстие 642. Несмотря на то что светозащитный участок 641 не перекрывает внутреннюю область 602 полностью в примере, показанном на фиг.7А, часть светозащитного участка 641 и часть
 35 внутренней области 602 могут перекрывать друг друга. Таким образом, посредством образования отверстия 642 и внутренней области 602, которые перекрывают друг друга на виде в плоскости, увеличение площади внутренней области 602 может быть устранено при улучшении интенсивности сбора носителей заряда в области, в которой
 40 падающий свет попадает на элемент 202 фотоэлектрического преобразования. Более того, как показано на фиг.7А, рисунок соединений 615 может быть образован в положении, в котором он перекрывает отверстие 642 на виде в плоскости. Таким образом, паразитная емкость между светозащитным слоем 640 и рисунком соединений 615 может быть уменьшена. Поскольку поверхность светозащитного
 45 слоя 640 в некоторых случаях не становится полностью одинаковой, то между отдельными пикселями может произойти разброс паразитной емкости между светозащитным слоем 640 и рисунком соединений 615. Этот разброс между отдельными пикселями может быть уменьшен снижением паразитной емкости между
 50 светозащитным слоем 640 и рисунком соединений 615.

Вид в плане элемента 800 фотоэлектрического преобразования согласно другому варианту осуществления настоящего изобретения будет описан далее со ссылкой на фиг.8А и 8В. Фиг.8А показывает вид в плане элемента 800 фотоэлектрического

преобразования, а фиг.8В обращает внимание только на внутреннюю область 802 на этом виде в плане. Внутренняя область 802 элемента 800 фотоэлектрического преобразования соответствует внутренней области 602 элемента 202

фотоэлектрического преобразования, описанной со ссылкой на фиг.7А и 7В, и
 5 отличается только по форме от внутренней области 602. Исходя из этого ниже будет описана только форма внутренней области 802 в элементе 800 фотоэлектрического преобразования, а описание частей, общих с элементом 202 фотоэлектрического преобразования, не будет дано. Несмотря на то что светозащитный слой 640
 10 прозрачно показан на фиг.8А для простоты восприятия формы внутренней области 802, на практике видимый свет экранирован светозащитным слоем 640.

Как показано на фиг.8В, внутренняя область 802 может включать в себя первый участок 811, охваченный пунктирной линией, и множество вторых участков 812, продолжающихся от первого участка 811. Электродная область 603 может быть
 15 включена в первый участок 811. Первый участок 811 и вторые участки 812 заданы для удобства описания формы внутренней области 802, поэтому на практике внутренняя область 802 может быть образована как область, в которую эти участки встроены. В этом варианте осуществления также четыре вторых участка 812 продолжают в
 20 направлениях, в которых перекрестные линии идут от первого участка 811. Второй участок 812 имеет остроконечную форму в отличие от варианта осуществления, показанного на фиг.7А и 7В. То есть ширина второго участка 812 уменьшается в направлении от первого участка 811. В результате этого дальний конец второго участка 812 может иметь острый внутренний угол 813. В этом варианте осуществления
 25 также отверстие 642 и внутренняя область 802 могут перекрывать друг друга на виде в плоскости. Кроме того, часть светозащитного участка 641 и часть внутренней области 802 могут перекрывать друг друга, как показано на фиг.8А, или никакие их части, возможно, не перекрывают друг друга.

Разница в интенсивности сбора носителей заряда вследствие факторов, связанных с
 30 формой примесной области, будет описана далее со ссылкой на фиг. с 9А по 9С. Фиг. с 9А по 9С являются видами в плане, которые обращают внимание на верхнюю правую часть четырех частей, полученных двумерным делением вида в плане каждого элемента фотоэлектрического преобразования. Фиг.9А показывает вид в плане
 35 элемента 900 фотоэлектрического преобразования, использованного в качестве сравнительного примера. Элемент 900 фотоэлектрического преобразования включает в себя примесную область 616, внутреннюю область 901 и электродную область 603, и концентрация примеси увеличивается в этом порядке. Форма внутренней области 901
 40 является выпуклым многоугольником. Фиг.9В показывает элемент 202 фотоэлектрического преобразования, описанный со ссылкой на фиг.7А и 7В, а фиг.9С показывает элемент 800 фотоэлектрического преобразования, описанный со ссылкой на фиг.8А и 8В. Моделирование, связанное с расстоянием, на которое электрон, находящийся в позиции (позиции 40,0 мкм справа от центра электродной области 603),
 45 указанной стрелкой 910, дрейфует в пределах заданного времени, осуществлено для каждого элемента фотоэлектрического преобразования. Как показано на фиг.9А, когда форма внутренней области 901 является выпуклым многоугольником, электрон дрейфует к позиции (позиции около 23 мкм справа от центра электродной области 603),
 50 указанной стрелкой 911, после заданного времени. Как показано на фиг.9В, когда внутренняя область 602 имеет крестообразную форму, электрон дрейфует к позиции (позиции около 13 мкм справа от центра электродной области 603), указанной стрелкой 912, после заданного времени. Как показано на

фиг.9С, когда внутренняя область 802 имеет остrokонечную крестообразную форму, электрон дрейфует к позиции (позиции около 1 мкм справа от центра электродной области 603), указанной стрелкой 913, после заданного времени. Таким образом, образование внутренней области 602 в крестообразной форме делает возможным
 5 повысить интенсивность сбора носителей заряда в направлении, в котором продолжается второй участок внутренней области. Кроме того, образование второго участка внутренней области в остrokонечной форме делает возможным дополнительно повысить интенсивность сбора носителей заряда в направлении, в
 10 котором второй участок сужается.

Еще один вариант осуществления настоящего изобретения будет описан далее со ссылкой на фиг.10. Элемент 1000 фотоэлектрического преобразования согласно этому варианту осуществления отличается только формой светозакранивающего слоя 1040 от
 15 элемента 202 фотоэлектрического преобразования, описанного со ссылкой на фиг.7А и 7В. Исходя из этого ниже будет описана только форма светозакранивающего слоя 1040, а описание частей, общих с элементом 202 фотоэлектрического преобразования, не будет дано. Светозакранивающий слой 1040 также прозрачно
 20 показан для простоты просмотра на фиг.10. Светозакранивающий слой 1040 может включать в себя светозакранивающий участок 1041 и отверстие 1042 в позиции, в которой он покрывает элемент 1000 фотоэлектрического преобразования. Светозакранивающий участок 1041 частично экранирует свет, падающий на элемент 1000 фотоэлектрического преобразования. С другой стороны, отверстие 1042
 25 образовано в позиции, в которой оно покрывает элемент 1000 фотоэлектрического преобразования и пропускает остающуюся составляющую падающего света. То есть падающий свет, который проходит сквозь отверстие 1042 может попасть на элемент 1000 фотоэлектрического преобразования. Светозакранивающий слой, который покрывает элемент 1000 фотоэлектрического преобразования,
 30 светозакранивающий слой, который покрывает схему VSR вертикальной развертки блока, и светозакранивающий слой, который покрывает внутрипиксельную схему 203 считывания, могут быть образованы в одном и том же слое или отдельных слоях. Отверстие 1042 включает в себя множество циклически распределенных отверстий. Множество отверстий могут иметь одну и ту же форму. В этом варианте
 35 осуществления динамический диапазон элемента 1000 фотоэлектрического преобразования может быть расширен частичным покрытием его светозакранивающим участком 1041.

Фиг.11 иллюстрирует пример, в котором твердотельное устройство формирования
 40 изображения согласно настоящему изобретению применяют в системе рентгенодиагностики (системе радиационного формирования изображения). Система радиационного формирования изображения включает в себя устройство 6040 радиационного формирования изображения и процессор 6070 обработки изображений, который обрабатывает сигнал, выходящий из устройства 6040 радиационного
 45 формирования изображения. Устройство 6040 радиационного формирования изображения служит в качестве устройства, для которого применено твердотельное устройство 100 формирования изображения, упомянутое выше, так, чтобы фиксировать радиоактивное излучение, как иллюстрировано на фиг.1В. Рентгеновские
 50 лучи 6060, испущенные рентгеновской трубкой 6050 (источником радиоактивного излучения), передают сквозь грудную клетку 6062 пациента или объекта 6010 и вводят в устройство 6040 радиационного формирования изображения. Падающие рентгеновские лучи несут информацию о внутренней области тела объекта 6010.

Процессор 6070 обработки изображений (процессор) обрабатывает сигнал (изображение), выходящий из устройства 6040 радиационного формирования изображения, и может отобразить изображение, например, на дисплее 6080 в комнате управления на основе сигнала, полученного при обработке.

Кроме того, процессор 6070 обработки изображений может переправлять сигнал, полученный при обработке, в удаленное место через тракт 9060 передачи. Это делает возможным отображать изображение на дисплее 6081, помещенном, например, в кабинете врача в другом месте, или записывать изображение на носитель записи, такой как оптический диск. Носителем записи может быть фотопленка 6110, и в этом случае проявочная машина 6100 записывает изображение на фотопленку 6110.

Твердотельное устройство формирования изображения согласно настоящему изобретению также применимо в системе формирования изображения, которая фиксирует изображение видимого света. Такая система формирования изображения может включать в себя, например, твердотельное устройство 100 формирования изображения и процессор, который обрабатывает сигнал, выходящий из твердотельного устройства 100 формирования изображения. Обработка процессором может включать в себя, по меньшей мере, например, одно из: обработку преобразования формата изображения, обработку сжатия изображения, обработку изменения размера изображения и обработку изменения контрастности изображения.

Хотя настоящее изобретение было описано со ссылкой на примерные варианты осуществления, следует понимать, что изобретение не ограничено раскрытыми примерными вариантами осуществления. Объему нижеследующей формулы изобретения должно быть предоставлено самое широкое толкование так, чтобы охватить все такие модификации и равнозначные структуры и функции.

Формула изобретения

1. Твердотельное устройство формирования изображения, содержащее множество пикселей, каждый из которых включает в себя элемент фотоэлектрического преобразования, и светозэранирующий слой, который покрывает элемент фотоэлектрического преобразования, в котором светозэранирующий слой содержит первый светозэранирующий участок, который покрывает, по меньшей мере, часть области между элементами фотоэлектрического преобразования, которые являются соседними друг с другом, и второй светозэранирующий участок для частичного экранирования света, падающего на элемент фотоэлектрического преобразования каждого из множества пикселей, отверстие предоставлено для светозэранирующего слоя, причем остающаяся составляющая падающего света проходит сквозь отверстие, и форма отверстия включает в себя крестообразный участок, включающий в себя участок, продолжающийся в первом направлении, и участок, продолжающийся во втором направлении, которое пересекает первое направление.

2. Устройство по п.1, в котором каждый из множества пикселей дополнительно содержит внутрипиксельную схему считывания, выполненную с возможностью вывода сигнала, соответствующего заряду, сгенерированному элементом фотоэлектрического преобразования, в сигнальную линию, элемент фотоэлектрического преобразования включает в себя первую полупроводниковую область первого типа проводимости, вторую полупроводниковую область, которая находится над первой полупроводниковой областью и имеет второй тип проводимости, отличный от первого типа проводимости, третью полупроводниковую область второго типа проводимости, которая находится внутри второй

полупроводниковой области и имеет более высокую концентрацию примеси, чем концентрация примеси второй полупроводниковой области, и четвертую полупроводниковую область второго типа проводимости, которая находится внутри третьей полупроводниковой области, подсоединена к внутрипиксельной схеме считывания и имеет более высокую концентрацию примеси, чем концентрация примеси третьей полупроводниковой области, третья полупроводниковая область включает в себя первый участок, который перекрывает участок пересечения с крестообразным участком, и множество вторых участков, которые продолжаются, чтобы перекрыть отверстие как в первом направлении, так и во втором направлении, четвертая полупроводниковая область находится внутри первого участка третьей полупроводниковой области, и второй светозащищающий участок покрывает, по меньшей мере, область, в которой не предоставлена третья полупроводниковая область элемента фотоэлектрического преобразования.

3. Устройство по п.2, в котором ширина каждого из множества вторых участков уменьшается в направлении от первого участка.

4. Устройство по п.2, в котором часть рисунка соединений, которая соединяет четвертую полупроводниковую область и внутрипиксельную схему считывания, размещена так, чтобы перекрывать отверстие.

5. Устройство по п.1, в котором каждый из множества пикселей дополнительно содержит внутрипиксельную схему считывания, выполненную с возможностью вывода в сигнальную линию сигнала, соответствующего заряду, сгенерированному элементом фотоэлектрического преобразования, и часть рисунка соединений, которая соединяет элемент фотоэлектрического преобразования и внутрипиксельную схему считывания так, чтобы перекрывать отверстие.

6. Устройство по п.1, дополнительно содержащее сцинтиллятор, предоставленный над элементом фотоэлектрического преобразования, в котором свет, преобразованный сцинтиллятором, освещает элемент фотоэлектрического преобразования без прохождения сквозь микролинзу для концентрации света в элементе фотоэлектрического преобразования.

7. Твердотельное устройство формирования изображения, содержащее множество пикселей, каждый из которых включает в себя элемент фотоэлектрического преобразования, и светозащищающий слой, который покрывает элемент фотоэлектрического преобразования, в котором светозащищающий слой покрывает, по меньшей мере, часть области между элементами фотоэлектрического преобразования, которые являются соседними друг с другом, светозащищающий слой содержит светозащищающий участок для частичного экранирования света, падающего на элемент фотоэлектрического преобразования каждого из множества пикселей, и отверстие, сквозь которое проходит остающаяся составляющая падающего света, и каждое отверстие включает в себя множество циклически размещенных отверстий.

8. Устройство по п.7, дополнительно содержащее сцинтиллятор, предоставленный над элементом фотоэлектрического преобразования, в котором свет, преобразованный сцинтиллятором, освещает элемент фотоэлектрического преобразования без прохождения сквозь микролинзу для концентрации света в элементе фотоэлектрического преобразования.

9. Система формирования изображения, содержащая: твердотельное устройство формирования изображения по любому одному из пп.1-8; и процессор, выполненный с возможностью обработки сигнала, выходящего из твердотельного устройства

формирования изображения.

5

10

15

20

25

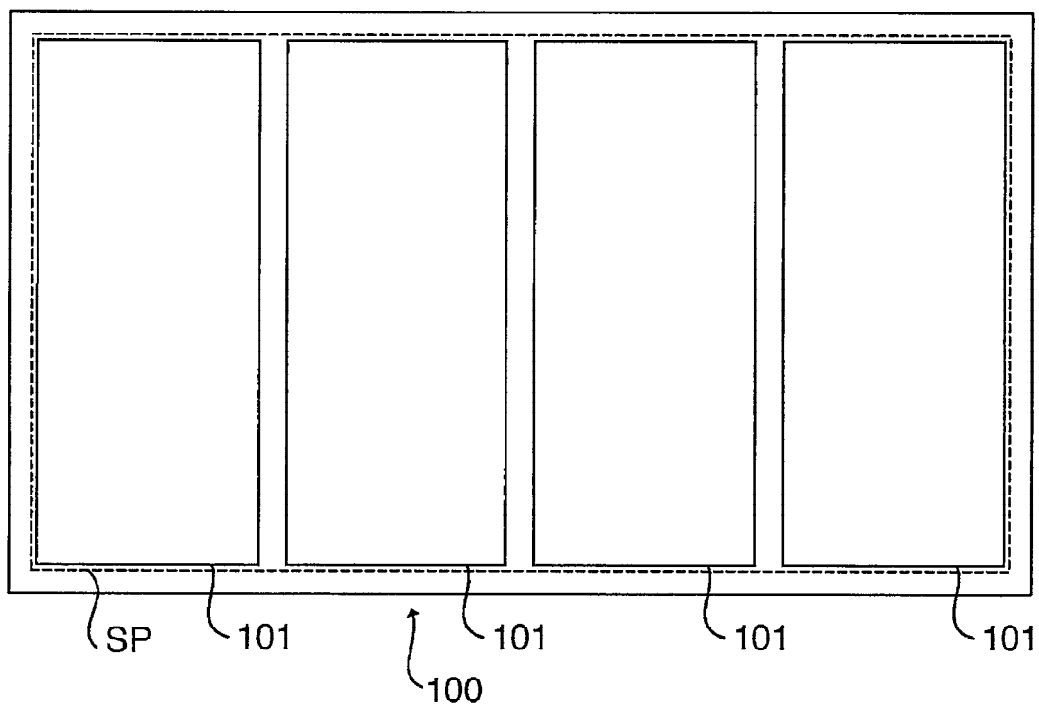
30

35

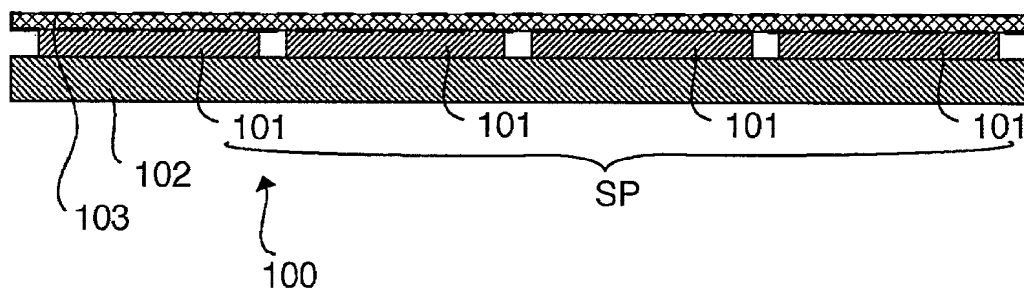
40

45

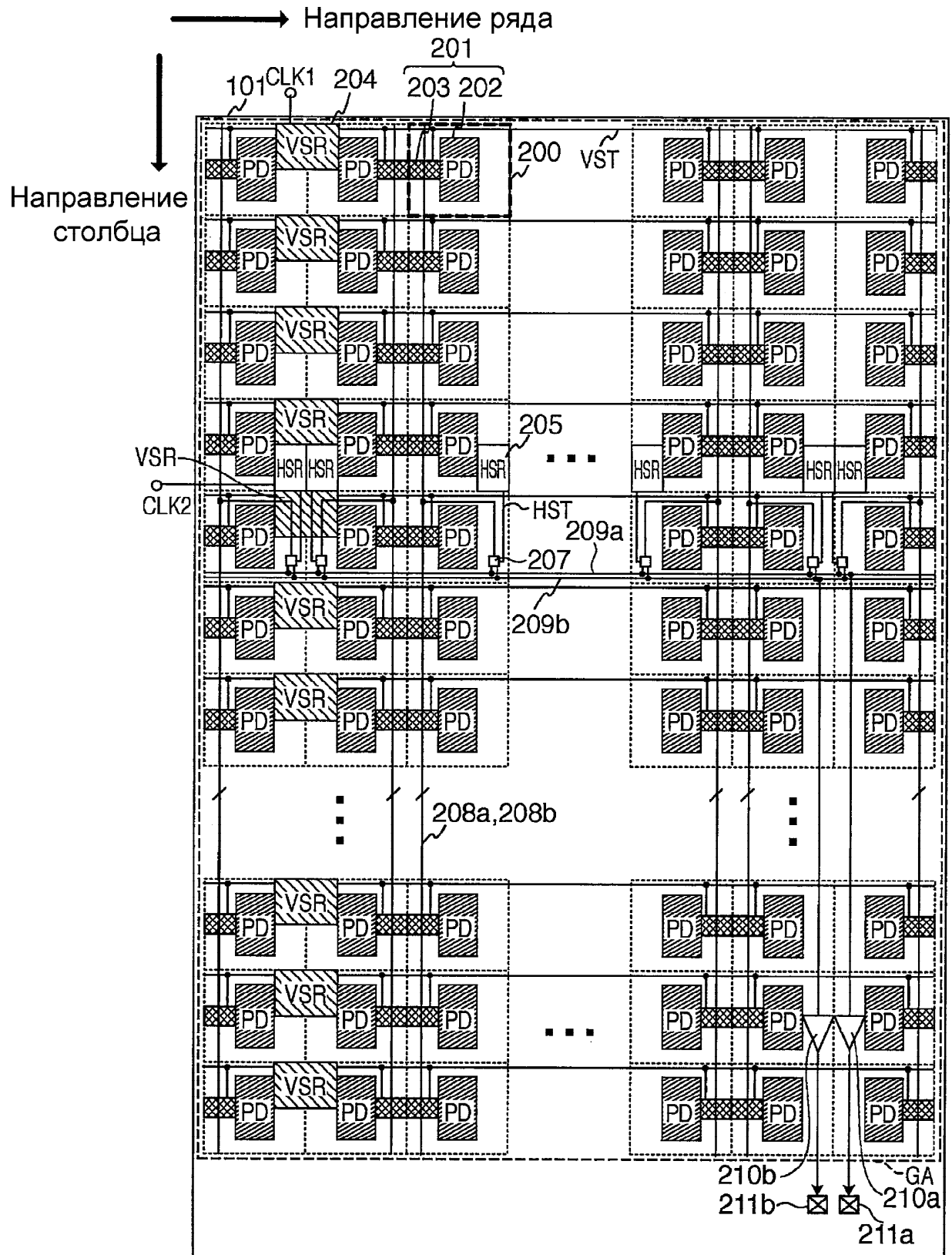
50



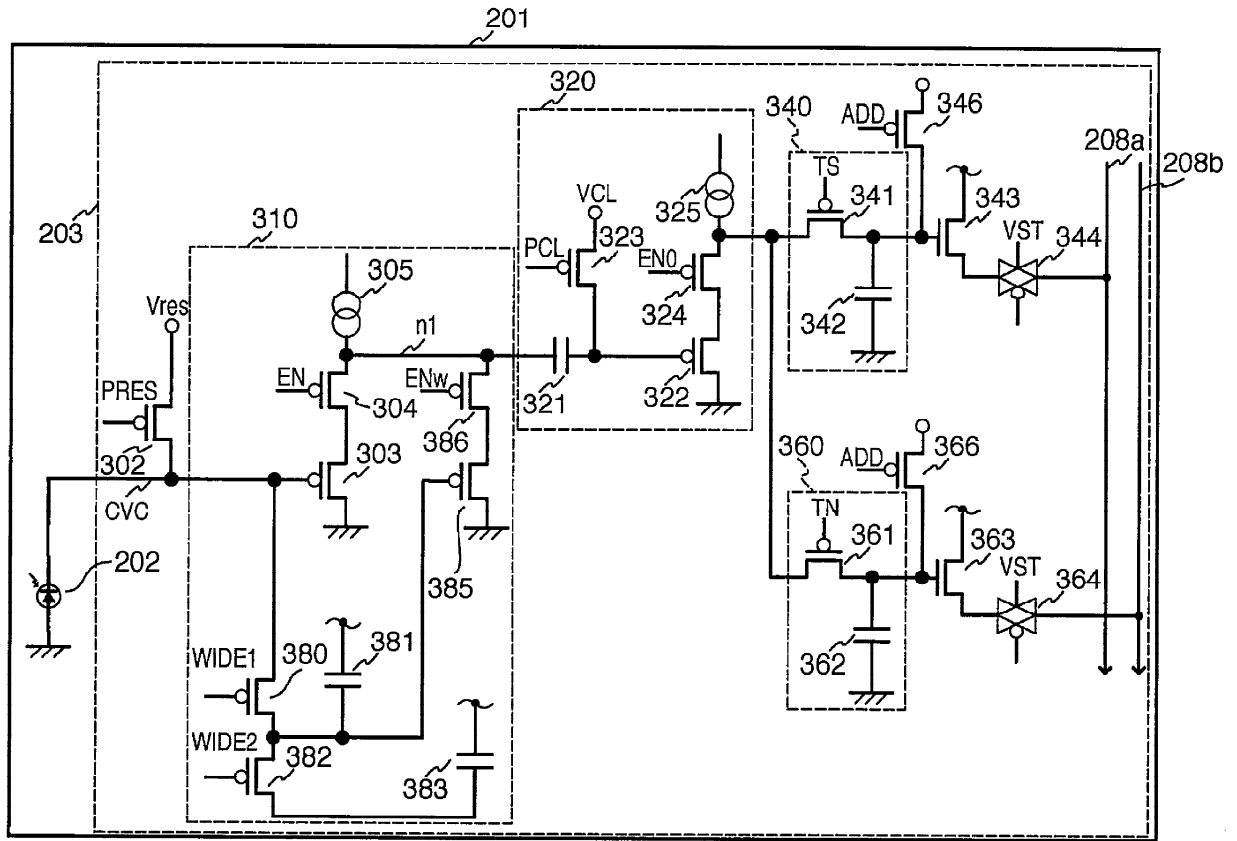
ФИГ.1А



ФИГ.1В

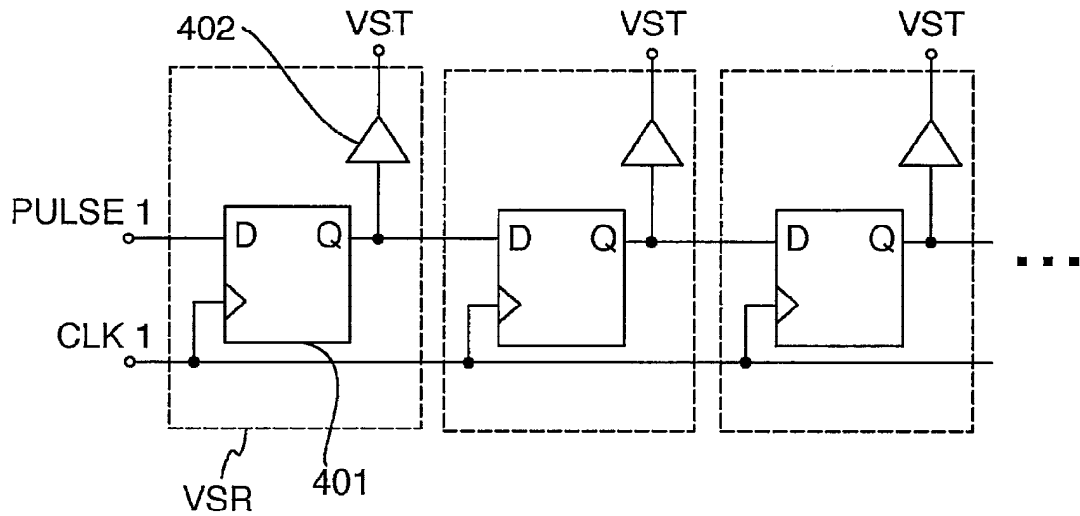


ФИГ.2

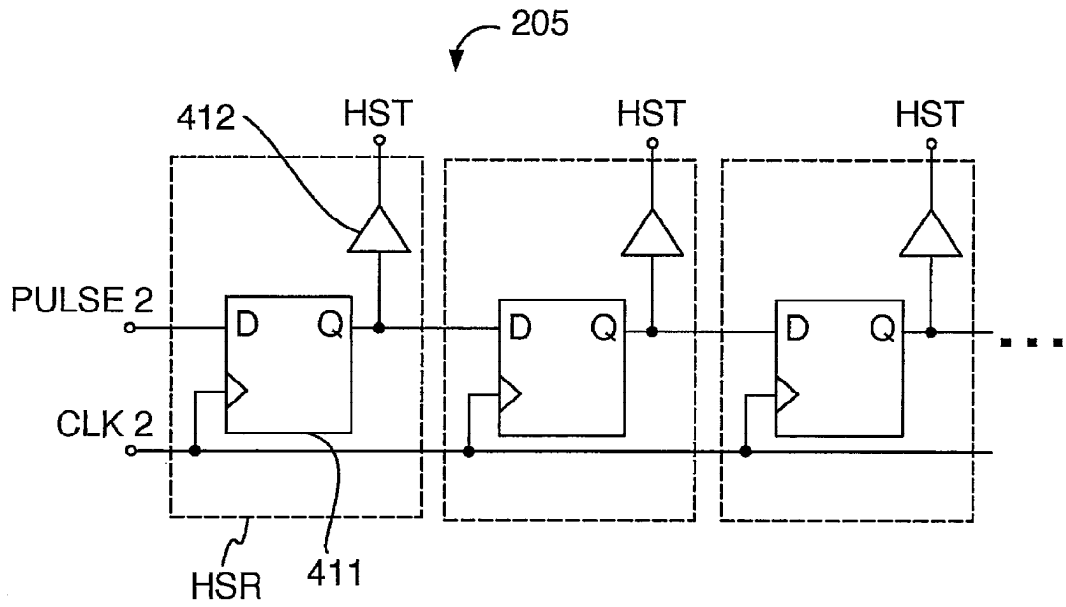


ФИГ.3

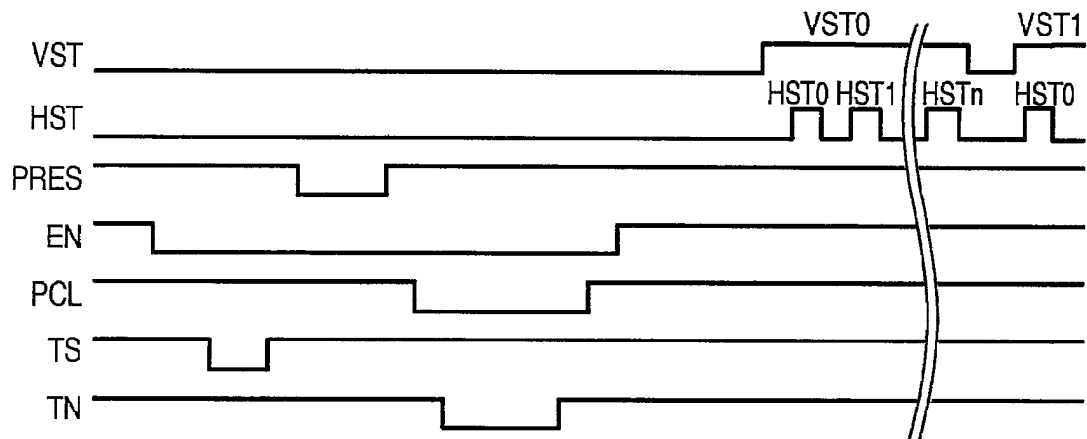
204



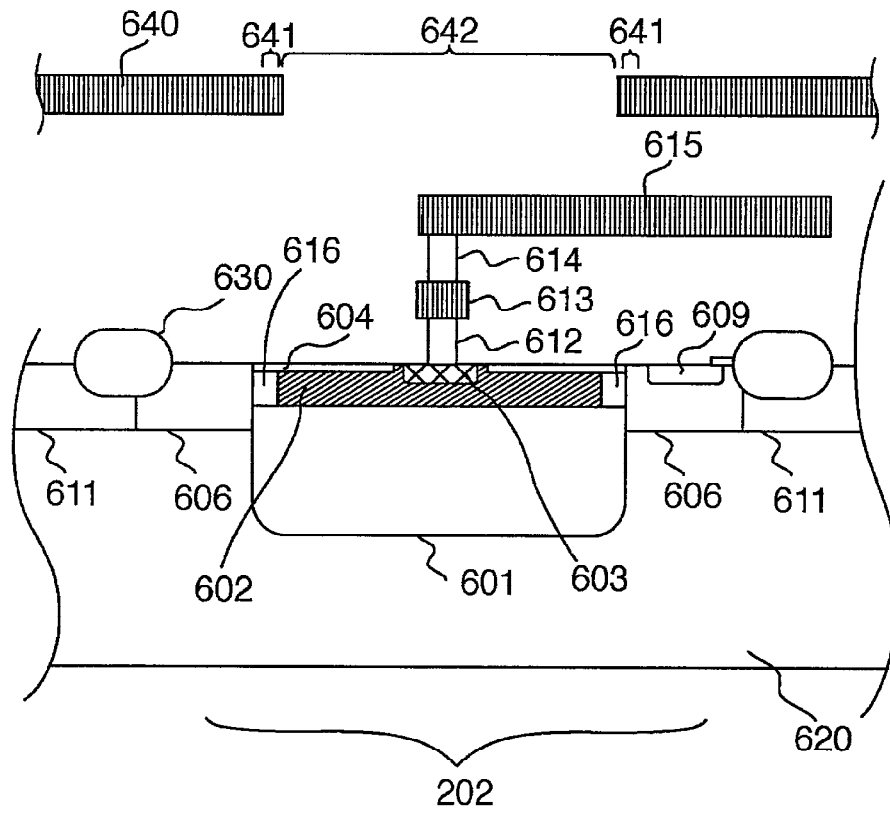
ФИГ.4А



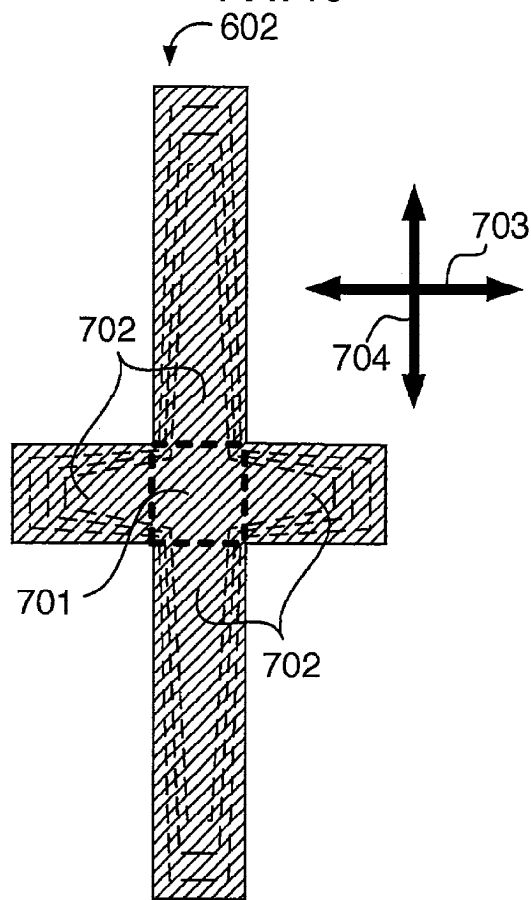
ФИГ.4В



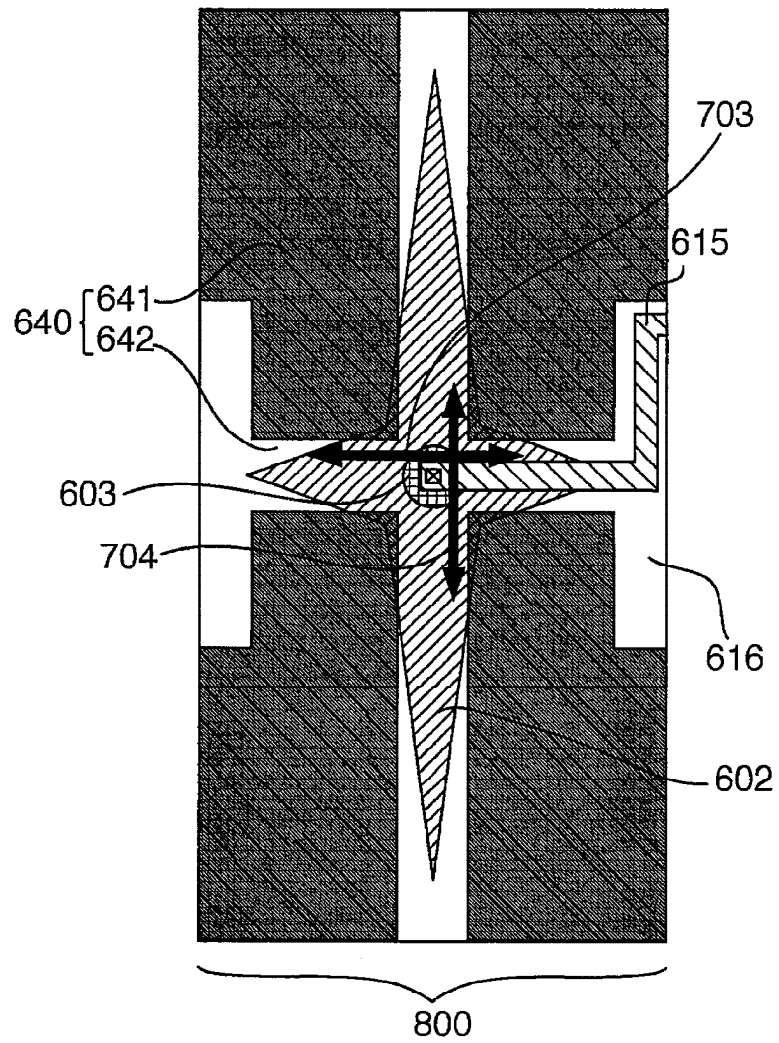
ФИГ.5



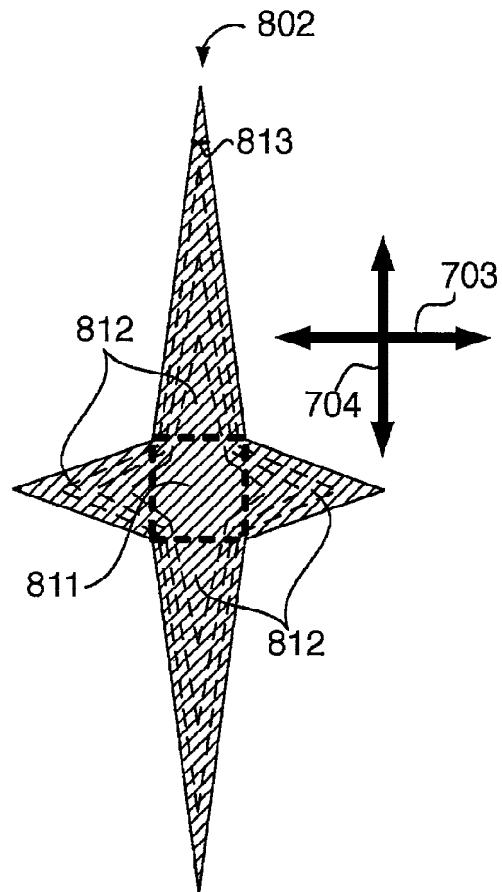
ФИГ.6



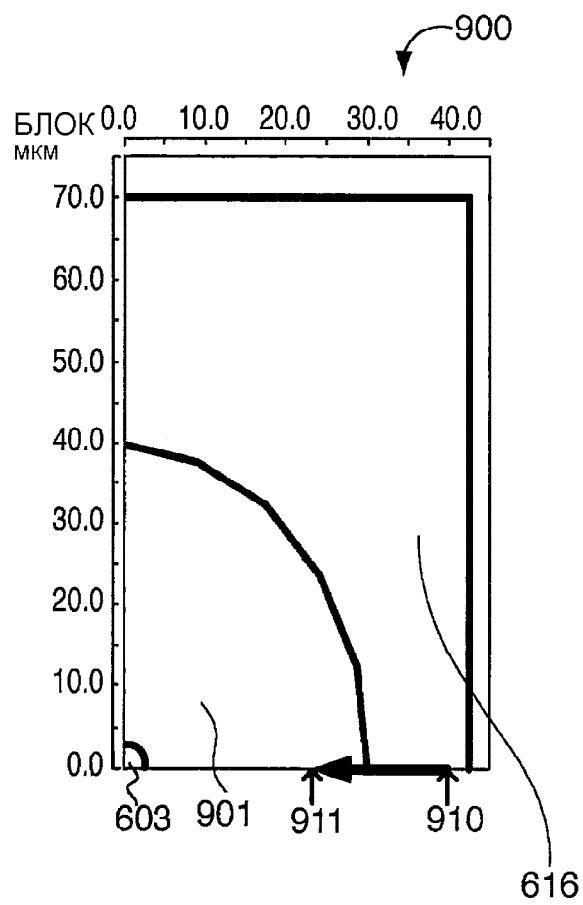
ФИГ.7В



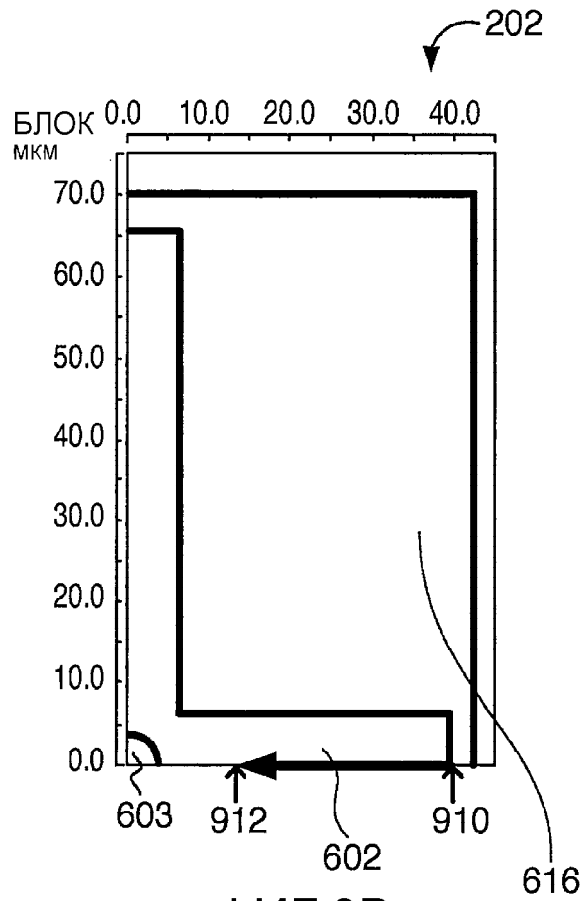
ФИГ.8А



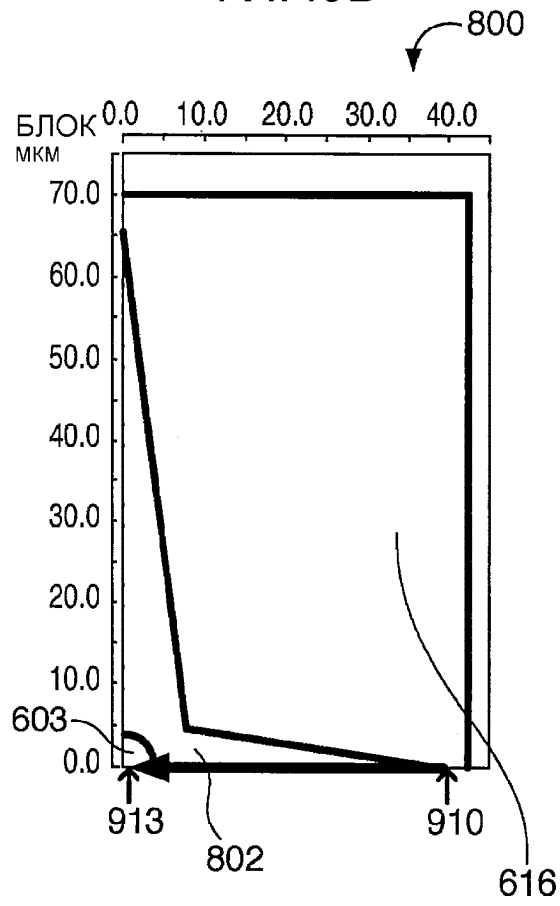
ФИГ.8В



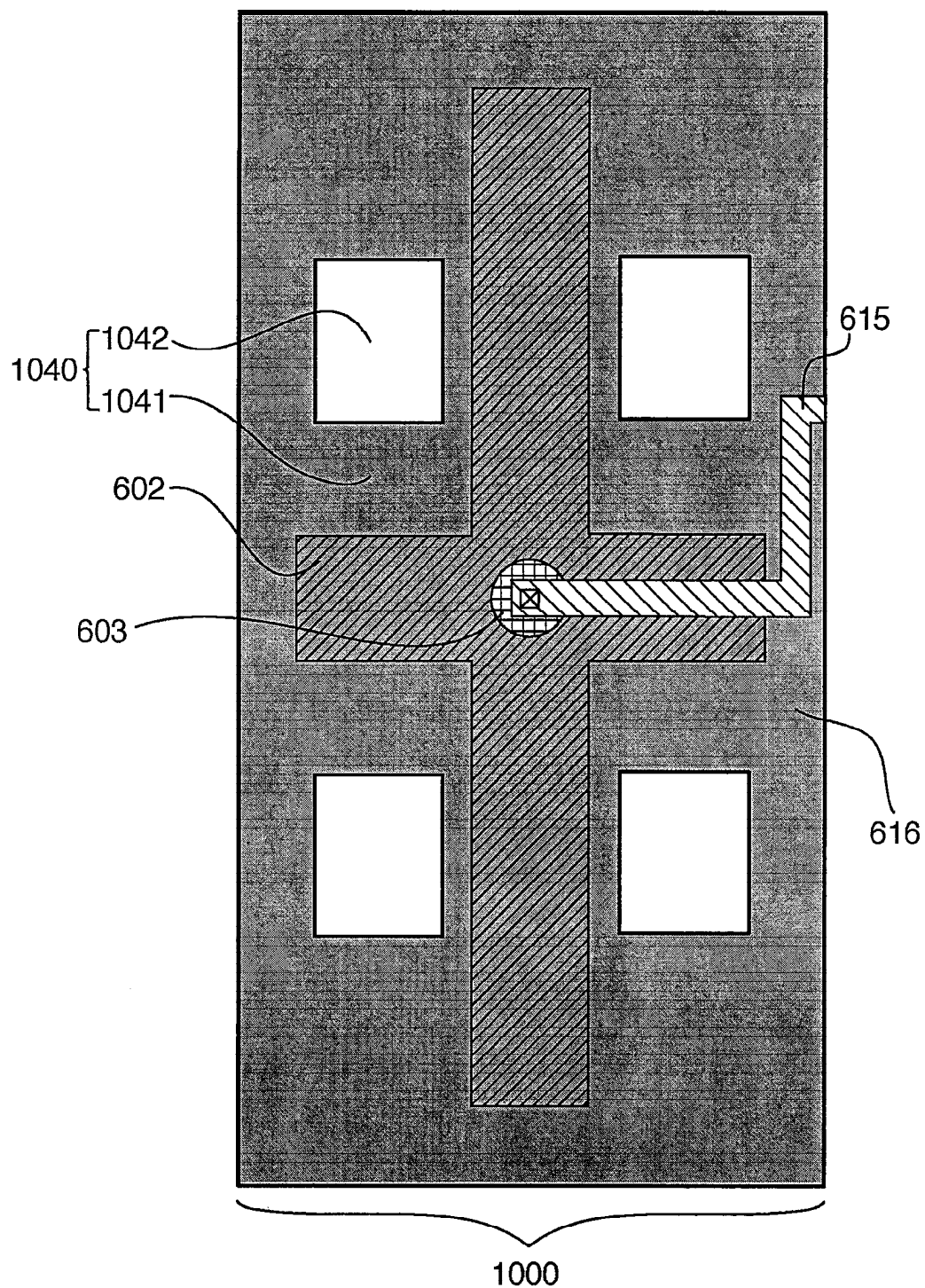
ФИГ.9А



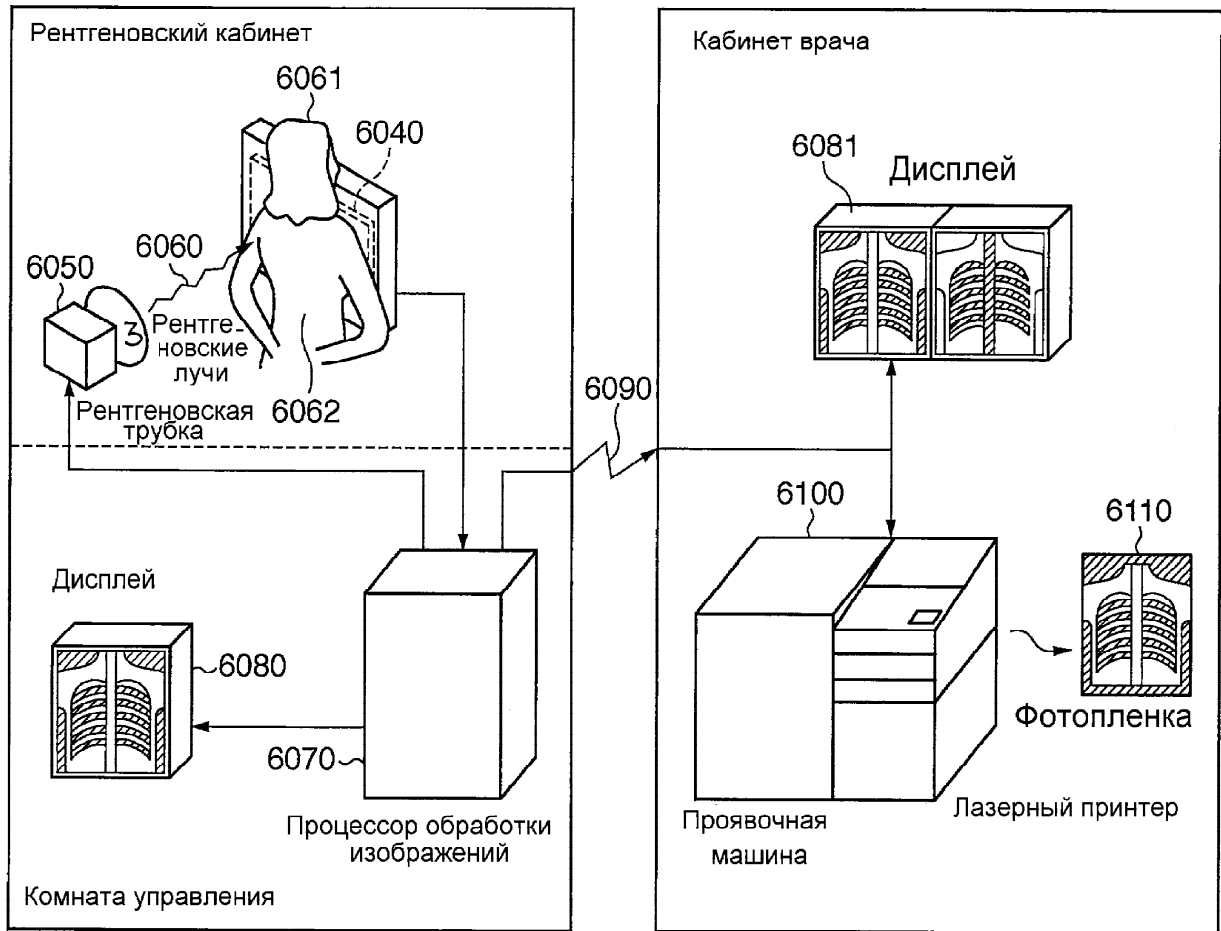
ФИГ.9В



ФИГ.9С



1000
ФИГ.10



ФИГ.11