



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21)(22) Заявка: **2010149333/12, 28.04.2009**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
28.04.2009

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
03.06.2008 JP 2008-146073(45) Опубликовано: **27.07.2012** Бюл. № 21(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **JP 2007304245 A, 22.11.2007. JP 2007094606 A, 12.04.2007. JP 2006079589 A, 23.03.2006. JP 2006003857 A, 05.01.2006. WO 2007145346 A1, 21.12.2007.**(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: **02.12.2010**(86) Заявка РСТ:
JP 2009/058319 (28.04.2009)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2009/147914 (10.12.2009)

Адрес для переписки:

**129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, стр.3,
ООО "Юридическая фирма Городиский и
Партнеры"**

(72) Автор(ы):

**БРАУН Кристофер (GB),
КАТОХ Хироми (JP)**

(73) Патентообладатель(и):

ШАРП КАБУСИКИ КАЙСЯ (JP)**(54) ДИСПЛЕЙНОЕ УСТРОЙСТВО**

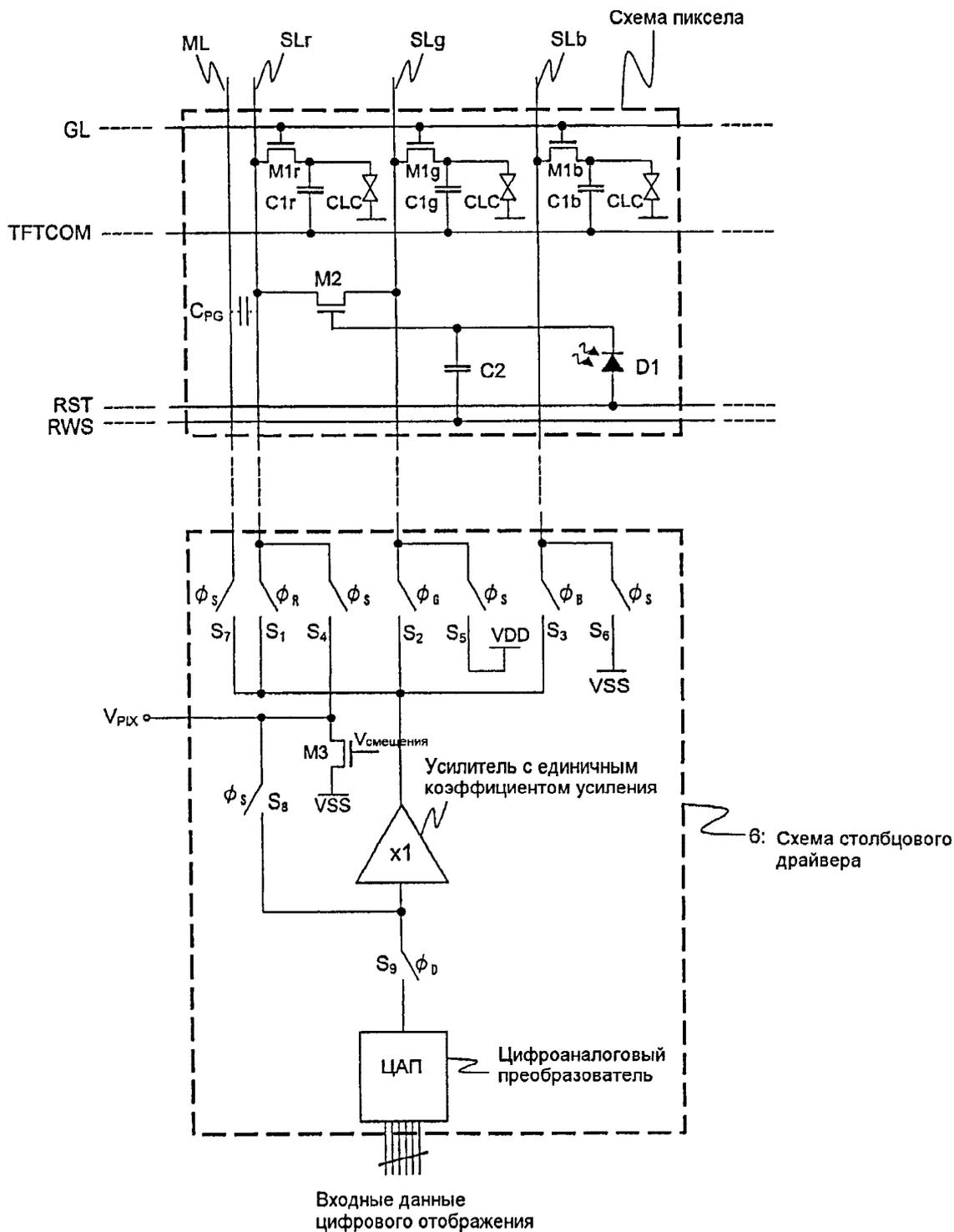
(57) Реферат:

Настоящее изобретение относится к дисплейному устройству с фотодатчиком, имеющим фотодетектирующий элемент, такой как фотодиод или фототранзистор, и в частности к дисплейному устройству, которое включает в себя фотодатчик в пиксельной области. Изобретение направлено на создание дисплейного устройства с фотодатчиком, в котором сокращено время, необходимое для считывания выходных сигналов с фотодатчиков. Дисплейное устройство включает в себя фотодатчик в пиксельной области (1) подложки (100) активной матрицы. Фотодатчик снабжен фотодетектирующим

элементом (D1), который принимает падающий свет; конденсатором (C2), один электрод которого соединен с фотодетектирующим элементом (D1), который накапливает выходной ток от фотодетектирующего элемента (D1); проводкой (RST) сигнала сброса, которая подводит сигнал сброса к фотодатчику; проводкой (RWS) сигнала считывания, которая подводит сигнал считывания к фотодатчику; и переключающим элементом (M2) датчика, который в соответствии с сигналом считывания считывает выходной ток, накопленный в конденсаторе (C2) с момента подачи сигнала сброса до подачи сигнала считывания.

Электропроводная проводка (ML) предусмотрена вдоль проводки (SLr) считывания, которая предназначена для считывания выходного тока, при этом электропроводная проводка (ML) не

подключена ни к фотодетектирующему элементу (D1) в пиксельной области, ни к переключающему элементу (M1) пикселя из пиксельной области. 9 з.п. ф-лы, 11 ил.



ФИГ. 2

RU 2457550 C1

RU 2457550 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2010149333/12, 28.04.2009**

(24) Effective date for property rights:
28.04.2009

Priority:

(30) Convention priority:
03.06.2008 JP 2008-146073

(45) Date of publication: **27.07.2012 Bull. 21**

(85) Commencement of national phase: **02.12.2010**

(86) PCT application:
JP 2009/058319 (28.04.2009)

(87) PCT publication:
WO 2009/147914 (10.12.2009)

Mail address:

**129090, Moskva, ul. B. Spasskaja, 25, str.3, OOO
"Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery"**

(72) Inventor(s):

**BRAUN Kristofer (GB),
KATOKh Khiromi (JP)**

(73) Proprietor(s):

ShARP KABUSIKI KAJJSJa (JP)

(54) **DISPLAY DEVICE**

(57) Abstract:

FIELD: physics.

SUBSTANCE: display device has a photosensor in a pixel region (1) of an active matrix substrate (100). The photosensor is provided with a photodetection element (D1) which receives incident light; a capacitor (C2), one electrode of which is connected to the photodetection element (D1), which accumulates output current from the photodetection element (D1); reset signal wiring (RST) which supplies a reset signal to the photosensor; readout signal wiring (RWS) which supplies a readout signal to the photosensor; and a sensor switching element (M2) which, in accordance with the readout signal, reads out the output current accumulated in the capacitor (C2) from when the reset signal is supplied until when the readout signal is supplied. Conductive wiring (ML) is provided along readout wiring (SLr) which is meant for reading out the output current, the conductive wiring (ML) being connected to neither the photodetection element (D1) in the pixel region nor a pixel switching element (M1) of the

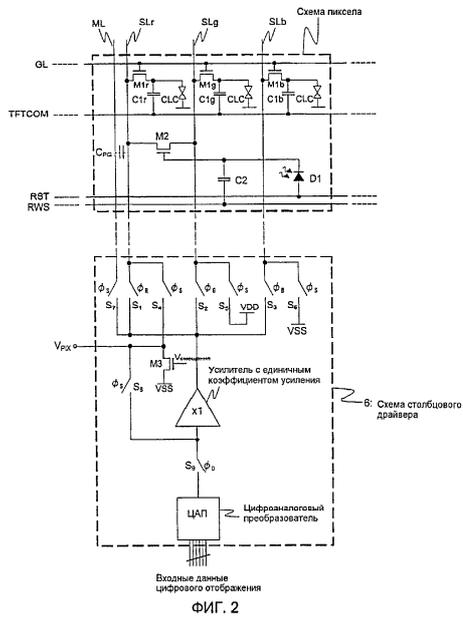
pixel region.

EFFECT: design of a display device with a photosensor in which the time required for reading out output signals from photosensors is reduced.

10 cl, 11 dwg

RU 2 4 5 7 5 5 0 C 1

RU 2 4 5 7 5 5 0 C 1



Область техники

Настоящее изобретение относится к дисплейному устройству с фотодатчиком, имеющим фотодетектирующий элемент, такой как фотодиод или фототранзистор, и в частности к дисплейному устройству, которое включает в себя фотодатчик в пиксельной области.

Уровень техники

Обычно дисплейное устройство предполагается имеющим фотодатчик, который благодаря включению в пиксел фотодетектирующего элемента, такого как фотодиод, может обнаруживать яркость внешнего света и воспринимать изображение объекта, который приближается к дисплею. Можно представить себе использование такого дисплейного устройства с фотодатчиком в качестве дисплейного устройства с двусторонней связью или дисплейного устройства с функцией сенсорной панели.

В обычном дисплейном устройстве с фотодатчиком, используя полупроводниковую технологию для формирования известных составляющих элементов, таких как сигнальные шины, шины сканирования, тонкопленочные транзисторы (ТПТ) и электроды пикселей на подложке активной матрицы, одновременно формируют на подложке активной матрицы фотодиод или что-либо аналогичное (см. JP 2006-3857 A и "A touch panel function integrated LCD including LTPS A/D converter", T. Nakamura et al., SID 05 DIGEST, pp.1054-1055, 2005).

На фиг.9 показан пример обычного фотодатчика, сформированного на подложке активной матрицы (см. WO 2007/145346 и WO 2007/145347). Обычный фотодатчик, показанный на фиг.9, образован фотодиодом D1, конденсатором C2 и транзистором M2. Анод фотодиода D1 подключен к проводке RST, которая предназначена для подвода сигнала сброса. Катод фотодиода D1 соединен с одним электродом конденсатора C2 и затвором транзистора M2. Сток транзистора M2 подключен к проводке VDD, а исток подключен к проводке OUT. Другой электрод конденсатора C2 подключен к проводке RWS, которая предназначена для подвода сигнала считывания.

В этой конфигурации в заданные моменты времени сигнал сброса и сигнал считывания подаются соответственно на проводку RST и проводку RWS, тем самым обеспечивается получение выходного сигнала V_{PIX} датчика, который находится в соответствии с количеством света, принимаемого фотодиодом D1. Теперь с обращением к фиг.10 будет дано описание работы обычного фотодатчика, показанного на фиг.9. Заметим, что сигнал сброса низкого уровня (например, -4 В) показан как $V_{RST.L}$, сигнал сброса высокого уровня (например, 0 В) показан как $V_{RST.H}$, сигнал считывания низкого уровня (например, 0 В) показан как $V_{RWS.L}$, а сигнал считывания высокого уровня (например, 8 В) показан как $V_{RWS.H}$.

Сначала, когда сигнал $V_{RST.H}$ сброса высокого уровня подается на проводку RST, фотодиод D1 смещается в прямом направлении, и потенциал V_{INT} затвора транзистора M2 определяется выражением (1), приведенным ниже.

$$V_{INT} = V_{RSP.H} - V_F \quad (1)$$

В выражении (1) V_F является прямым напряжением фотодиода D1, ΔV_{RST} является амплитудой ($V_{RST.H} - V_{RST.L}$) импульса сигнала сброса и C_{PD} является емкостью фотодиода D1. C_T представляет собой сумму емкости конденсатора C2, емкости C_{PD} фотодиода D1 и емкости C_{TFT} транзистора M2. Поскольку в это время V_{INT} ниже, чем пороговое напряжение транзистора M2, то в период сброса транзистор M2 находится в непроводящем состоянии.

Затем сигнал сброса возвращается к низкому уровню $V_{RST.L}$ (момент $t=RST$

времени на фиг.10) и поэтому начинается период интегрирования фототока (период T_{INT} , показанный на фиг.10). В течение периода интегрирования фототок, который пропорционален количеству падающего света, принимаемого фотодиодом D1, протекает к конденсатору C2 и вызывает разряд конденсатора C2. Соответственно, когда период интегрирования заканчивается, потенциал V_{INT} затвора транзистора M2 определяется выражением (2), приведенным ниже.

$$V_{INT} = V_{RST.H} - V_F - \Delta V_{RST} \cdot C_{PD} / C_T - I_{ФОТО} \cdot T_{INT} / C_T. \quad (2)$$

В выражении (2) $I_{ФОТО}$ является током фотодиода D1 и T_{INT} является продолжительностью периода интегрирования. Кроме того, в течение периода интегрирования V_{INT} ниже, чем пороговое напряжение транзистора M2, и поэтому транзистор M2 находится в непроводящем состоянии.

Когда период интегрирования заканчивается, сигнал RWS считывания возрастает в момент $t=RWS$ времени, показанный на фиг.10, и поэтому начинается период считывания. Заметим, что период считывания продолжается в то время, когда сигнал RWS считывания имеет высокий уровень. В данном случае происходит инжекция заряда в конденсатор C2. В результате потенциал V_{INT} затвора транзистора M2 определяется выражением (3), приведенным ниже.

$$V_{INT} = V_{RST.H} - V_F - \Delta V_{RST} \cdot C_{PD} / C_T - I_{ФОТО} \cdot T_{INT} / C_T + \Delta V_{RWS} \cdot C_{INT} / C_T. \quad (3)$$

ΔV_{RWS} является амплитудой ($V_{RWS.H} - V_{RWS.L}$) импульса сигнала считывания. В соответствии с этим, поскольку потенциал V_{INT} затвора транзистора M2 становится выше, чем пороговое напряжение, транзистор M2 входит в проводящее состояние и вместе с транзистором M3 смещения, расположенным в каждом столбце на конце проводки OUT, работает как истоковый повторитель. Иначе говоря, выходное напряжение V_{PIX} датчика со стороны транзистора M2 пропорционально значению интеграла от фототока фотодиода D1 за период интегрирования.

Заметим, что на фиг.10 пунктирной линией представлена форма сигнала, показывающая изменение потенциала V_{INT} в случае, когда на фотодиод D1 падает небольшое количество света, а сплошной линией представлена форма сигнала, показывающая изменение потенциала V_{INT} в случае, когда внешний свет падает на фотодиод D1. На фиг.10 ΔV является разностью потенциалов, пропорциональной количеству света, который падает на фотодиод D1.

Раскрытие изобретения

Проблема, решаемая изобретением

Однако в описанном выше обычном фотодатчике, показанном на фиг.9, в действительности существует показанный на фиг.9 паразитный конденсатор C_p между истоковой шиной (линией) и шинами различных видов, с которыми она пересекается. К тому же по этой причине фототоком, выводимым из транзистора M2, такие паразитные конденсаторы C_p заряжаются. Поэтому, как показано на фиг.11 сплошной линией, возрастание выходного напряжения V_{PIX} датчика не будет достаточно крутым. Соответственно, имеются случаи, когда выходное напряжение V_{PIX} датчика не доходит до нужного уровня напряжения (пунктирная линия на фиг.11), который обычно должен достигаться в течение периода считывания (в то время, когда сигнал RWS считывания имеет высокий уровень).

Эта проблема является особенно заметной в дисплейном устройстве, которое имеет большое количество пикселей. Причина этого заключается в том, что в дисплейном устройстве, которое имеет большое количество пикселей, продолжительность периода считывания в расчете на один пиксел является небольшой и, кроме того, количество шин истоков является большим, и поэтому суммарная емкость паразитных

конденсаторов C_p неминуемо является большой.

Как вариант в случае, когда транзистор M2 представляет собой элемент, который имеет низкую нагрузочную способность по току, такой как тонкопленочный транзистор из аморфного кремния, существует проблема, заключающаяся в том, что не может быть подведен ток, достаточный для заряда паразитных конденсаторов C_p истоковых шин.

С учетом описанных выше проблем задача настоящего изобретения заключается в создании дисплейного устройства с фотодатчиком, в котором сокращено время, необходимое для считывания выходных сигналов с фотодатчиков.

Способ решения проблемы

Для решения описанных выше проблем дисплейное устройство согласно настоящему изобретению представляет собой дисплейное устройство, включающее в себя фотодатчик в пиксельной области подложки активной матрицы, при этом фотодатчик снабжен: фотодетектирующим элементом, который принимает падающий свет; конденсатором, один электрод которого соединен с фотодетектирующим элементом, который накапливает выходной ток от фотодетектирующего элемента; проводкой сигнала сброса, которая подводит сигнал сброса к фотодатчику; проводкой сигнала считывания, которая подводит сигнал считывания к фотодатчику; и переключающим элементом датчика, который в соответствии с сигналом считывания считывает выходной ток, накопленный в конденсаторе с момента подачи сигнала сброса до тех пор, пока не подается сигнал считывания, в котором электропроводная проводка предусмотрена вдоль проводки считывания, которая предназначена для считывания выходного тока, при этом электропроводная проводка не подключена ни к фотодетектирующему элементу в пиксельной области, ни к переключающему элементу пиксела из пиксельной области.

Полезные результаты изобретения

Настоящее изобретение позволяет получать дисплейное устройство с фотодатчиком, в котором сокращено время, необходимое для считывания с фотодатчиков выходных сигналов датчиков.

Краткое описание чертежей

На чертежах:

фиг.1 - структурная схема, показывающая схематическую конфигурацию дисплейного устройства согласно осуществлению настоящего изобретения;

фиг.2 - эквивалентная схема, показывающая конфигурацию пиксела и конфигурацию схемы столбцового драйвера в дисплейном устройстве согласно первому осуществлению настоящего изобретения;

фиг.3 - временная диаграмма, показывающая сигналы различных видов, подаваемые на дисплейное устройство согласно первому осуществлению;

фиг.4 - эквивалентная схема, показывающая конфигурацию пиксела и конфигурацию схемы столбцового драйвера в дисплейном устройстве согласно второму осуществлению настоящего изобретения;

фиг.5 - временная диаграмма сигналов, показывающая зависимость между входными сигналами (RST и RWS) и V_{INT} в фотодатчике согласно второму осуществлению;

фиг.6 - эквивалентная схема, показывающая конфигурацию пиксела и конфигурацию схемы столбцового драйвера в дисплейном устройстве согласно третьему осуществлению настоящего изобретения; эта схема показывает внутреннюю конфигурацию схемы считывания пикселей датчика;

фиг.7 - временная диаграмма сигналов, показывающая зависимость между V_{INT} и сигналами различных видов, подаваемыми на фотодатчик согласно третьему осуществлению;

фиг.8 - временная диаграмма сигналов, показывающая для выполнения сравнения пример изменения V_{INT} в случае, когда падение потенциала сигнала RST сброса в конфигурации согласно второму осуществлению не было крутым;

фиг.9 - эквивалентная схема, показывающая пример конфигурации обычного фотодатчика;

фиг.10 - временная диаграмма сигналов, показывающая V_{INT} в случае, когда сигнал RST сброса и сигнал RWS считывания подавались на обычный фотодатчик; и

фиг.11 - временная диаграмма сигналов, показывающая состояние обычного фотодатчика, в котором вследствие паразитной емкости выходное напряжение фотодатчика является недостаточным в течение периода считывания.

Описание изобретения

Дисплейное устройство согласно осуществлению настоящего изобретения представляет собой дисплейное устройство, включающее в себя фотодатчик в пиксельной области подложки активной матрицы, при этом фотодатчик снабжен: фотодетектирующим элементом, который принимает падающий свет; конденсатором, один электрод которого соединен с фотодетектирующим элементом, который накапливает выходной ток от фотодетектирующего элемента; проводкой сигнала сброса, которая подводит сигнал сброса к фотодатчику; проводкой сигнала считывания, которая подводит сигнал считывания к фотодатчику; и переключающим элементом датчика, который в соответствии с сигналом считывания считывает выходной ток, накопленный в конденсаторе начиная с момента подачи сигнала сброса до тех пор, пока не подается сигнал считывания, при этом электропроводная проводка предусмотрена вдоль проводки считывания, которая предназначена для считывания выходного тока, электропроводная проводка не подключена ни к фотодетектирующему элементу в пиксельной области, ни к переключающему элементу пикселя из пиксельной области.

В соответствии с этой конфигурацией электропроводная проводка обладает функцией экранирования проводки считывания от действия паразитной емкости. Соответственно, можно уменьшить паразитную емкость в окрестности проводки считывания, вследствие чего сокращается время, необходимое для считывания с фотодатчика выходного сигнала датчика. Кроме того, поскольку для считывания выходного сигнала датчика требуется лишь небольшое время, можно реализовать дисплейное устройство с фотодатчиком, который имеет большое количество пикселей.

В описанном выше дисплейном устройстве предпочтительно, чтобы усилитель с единичным коэффициентом усиления, который делает потенциал электропроводной проводки таким же, как потенциал проводки считывания, был подключен к электропроводной проводке. Кроме того, вместо усилителя с единичным коэффициентом усиления можно использовать усилитель, имеющий коэффициент усиления больше 1. В соответствии с этими конфигурациями паразитная емкость между электропроводной проводкой и проводкой считывания может быть значительно снижена, что позволяет дополнительно сократить время, необходимое для считывания выходного сигнала датчика.

Предпочтительно, чтобы в описанном выше дисплейном устройстве проводка считывания также служила истоковой шиной, которая подводит сигнал изображения к переключающему элементу пикселя из пиксельной области. Уменьшение количества

проводок позволяет повесить формат изображения.

Кроме того, в описанном выше дисплейном устройстве переключающий элемент датчика может быть образован тонкопленочным транзистором из аморфного кремния или тонкопленочным транзистором из микрокристаллического кремния.

5 Иначе говоря, в описанном выше дисплейном устройстве не требуется, чтобы переключающий элемент датчика имел высокую нагрузочную способность, и поэтому он не ограничивается поликремниевым тонкопленочным транзистором, имеющим высокую подвижность носителей, а вместо него переключающий элемент датчика
10 можно образовать на основе тонкопленочного транзистора из аморфного кремния или тонкопленочного транзистора из микрокристаллического кремния. Это позволит при небольших затратах снабдить дисплейное устройство фотодатчиком.

В описанном выше дисплейном устройстве в качестве фотодетектирующего элемента помимо фотодиода можно использовать фототранзистор. Кроме того,
15 фототранзистор можно реализовать на основе тонкопленочного транзистора из аморфного кремния или тонкопленочного транзистора из микрокристаллического кремния. Кроме того, возможна конфигурация, в которой затвор и исток фототранзистора подключены к проводке сигнала сброса. Как вариант возможна
20 конфигурация, в которой затвор подключен к проводке сигнала сброса, а исток подключен к проводке второго сигнала сброса, который вызывает падение потенциала после того, как транзистор приводится в закрытое состояние. В соответствии с последней конфигурацией можно исключить падение потенциала затвора, которое происходит во время сброса вследствие двунаправленной
25 проводимости транзистора, что позволяет получать фотодатчик, который имеет широкий динамический диапазон.

Кроме того, описанное выше дисплейное устройство может быть реализовано, что предпочтительно, в виде жидкокристаллического дисплейного устройства,
30 дополнительно включающего в себя общую подложку, противоположную подложке активной матрицы, и жидкий кристалл, заключенный между подложкой активной матрицы и общей подложкой, но устройство не ограничено этим.

Ниже с обращением к чертежам представлено описание более конкретных осуществлений настоящего изобретения. Заметим, что хотя в нижеследующих
35 осуществлениях показаны примеры конфигураций, в которых дисплейное устройство согласно настоящему изобретению реализовано в виде жидкокристаллического дисплейного устройства, дисплейное устройство согласно настоящему изобретению не ограничено жидкокристаллическим дисплейным устройством и применимо к
40 произвольному дисплейному устройству, в котором используется подложка активной матрицы. Следует также заметить, что вследствие наличия фотодатчика дисплейное устройство согласно настоящему изобретению предполагается использовать, например, в качестве дисплейного устройства с сенсорной панелью, которая выполняет операции ввода при обнаружении объекта, который приближается к
45 экрану, или дисплейного устройства с двусторонней связью, которое наделено функцией отображения и функцией захвата изображения.

Кроме того, ради удобства при описании, на чертежах, к которым ниже производится обращение, даны упрощенные представления только имеющих значение
50 элементов из числа составляющих элементов в осуществлениях настоящего изобретения, которые являются необходимыми для описания настоящего изобретения. Соответственно, дисплейное устройство согласно настоящему изобретению может включать в себя произвольные составляющие элементы, которые не показаны на

чертежах, но которые упоминаются в этом описании. Кроме того, что касается размеров элементов на чертежах, то размеры фактических составляющих элементов, отношения размеров элементов и т.п. точно не показаны.

Осуществление 1

5 Сначала с обращением к фиг. 1 и 2 будет описана конфигурация подложки активной матрицы, включенной в состав жидкокристаллического дисплейного устройства согласно первому осуществлению настоящего изобретения.

10 На фиг.1 представлена структурная схема, показывающая схематическую конфигурацию подложки 100 активной матрицы, включенной в состав жидкокристаллического дисплейного устройства согласно первому осуществлению настоящего изобретения. Как показано на фиг.1, подложка 100 активной матрицы включает в себя по меньшей мере пиксельную область 1, дисплейный драйвер 2 затворов, дисплейный драйвер 3 истоков, схему 4 считывания сигналов датчиков и строчный 5 драйвер датчиков на стеклянной подложке. Схема 4 считывания сигналов датчиков и строчный драйвер 5 датчиков реализованы как схема 6 столбцового драйвера. Заметим, что, хотя это не показано на фиг.1, схема обработки сигналов, предназначенная для обработки сигналов изображения, получаемых с помощью фотодетектирующего элемента (описанного ниже) в пиксельной области 1, соединена с подложкой 100 активной матрицы через гибкую печатную плату или что-либо подобное.

25 Заметим, что упомянутые выше составляющие элементы на подложке 100 активной матрицы также можно формировать монолитно на стеклянной подложке в соответствии с полупроводниковой технологией. Как вариант возможна конфигурация, в которой усилитель и различные драйверы из числа упомянутых выше составляющих элементов установлены на стеклянной подложке в соответствии со способом монтажа кристаллов на стеклянной подложке или аналогичным. В качестве другого варианта на гибкой печатной плате можно выполнить монтаж по меньшей мере части из упомянутых выше составляющих элементов, показанных на фиг.1 на подложке 100 активной матрицы. Подложку 100 активной матрицы прикрепляют к общей подложке (непоказанной), которая имеет общий электрод, сформированный по всей передней поверхности ее, а жидкокристаллический материал помещают в промежутки между ними.

35 Пиксельная область 1 представляет собой область, в которой для воспроизведения изображения образовано множество пикселей. В настоящем осуществлении фотодатчик для восприятия изображения предусмотрен в каждом пикселе в пиксельной области 1. На фиг.2 представлена эквивалентная схема, показывающая расположение пикселей и фотодатчиков в пиксельной области 1 подложки 100 активной матрицы. В примере на фиг.2 каждый пиксел образован элементами изображения трех цветов, а именно R (красного), G (зеленого) и B (голубого), и один фотодатчик выполнен из фотодиода D1, конденсатора C2, а в каждом из пикселей, выполненном из этих трех элементов изображения, предусмотрен тонкопленочный транзистор M2. Пиксельная область 1 имеет пиксели, расположенные в матрице, имеющей M строк и N столбцов, и фотодатчики, которые аналогичным образом расположены в матрице, имеющей M строк и N столбцов. Заметим, что, как описывалось выше, количество элементов изображения составляет $M \times 3N$.

50 По этой причине, как показано на фиг.2, пиксельная область 1 имеет в качестве проводки для пикселей затворные шины GL и истоковые шины SL, которые расположены в матрице. Затворные шины GL соединены с дисплейным драйвером 2

затворов. Истоковые шины SL соединены с дисплейным драйвером 3 истоков. Заметим, что в пиксельной области 1 затворные шины GL расположены с образованием M рядов. В дальнейшем обозначение GL_i (i от 1 до M) используется в случаях, когда при описании необходимо провести различие между индивидуальными затворными шинами GL. Между тем три истоковые шины SL предусмотрены для каждого пиксела, чтобы, как описано выше, обеспечивать подачу данных изображения соответственно на три элемента изображения в каждом пикселе. Обозначения SL_{rj} , SL_{gj} и SL_{bj} (j от 1 до N) используются в случаях, когда при описании необходимо провести различие между индивидуальными истоковыми шинами SL.

Тонкопленочные транзисторы (ТПТ) $M1$ предусмотрены в качестве переключающих элементов для пикселов между затворными шинами GL и истоковыми шинами SL, на пересечении их. Заметим, что на фиг.2 тонкопленочные транзисторы $M1$, предусмотренные для красного, зеленого и голубого элементов изображения, обозначены соответственно как $M1r$, $M1g$ и $M1b$. В каждом тонкопленочном транзисторе $M1$ электрод затвора соединен с одной из затворных шин GL, электрод истока соединен с одной из истоковых шин SL и электрод стока соединен с электродом пиксела, который не показан. Соответственно, как показано на фиг.2, жидкокристаллический конденсатор CLC образован между электродом стока каждого тонкопленочного транзистора $M1$ и общим электродом VCOM. Кроме того, вспомогательный конденсатор C1 образован между электродом каждого стока и выводом TFTCOM.

На фиг.2 элемент изображения, возбуждаемый тонкопленочным транзистором $M1r$, который подключен к одной затворной шине GL_i и одной истоковой шине SL_{rj} на пересечении их, снабжен красным цветным фильтром, соответствующим этому элементу изображения, а данные красного изображения подаются с дисплейного драйвера 3 истоков на этот элемент изображения по истоковой шине SL_{rj} , и поэтому этот элемент изображения действует как красный элемент изображения. Кроме того, элемент изображения, возбуждаемый тонкопленочным транзистором $M1g$, который подключен к затворной шине GL_i и истоковой шине SL_{gj} на пересечении их, снабжен зеленым цветным фильтром, соответствующим этому элементу изображения, а данные зеленого изображения подаются с дисплейного драйвера 3 истоков на этот элемент изображения по истоковой шине SL_{gj} , и поэтому этот элемент изображения действует как зеленый элемент изображения. Кроме того, элемент изображения, возбуждаемый тонкопленочным транзистором $M1b$, который подключен к затворной шине GL_i и истоковой шине SL_{bj} на пересечении их, снабжен голубым цветным фильтром, соответствующим этому элементу изображения, а данные голубого изображения подаются с дисплейного драйвера 3 истоков на этот элемент изображения по истоковой шине SL_{bj} , и поэтому этот элемент изображения действует как голубой элемент изображения.

Заметим, что в примере на фиг.2 фотодатчики предусмотрены в соотношении один фотодатчик на пиксел (три элемента изображения) в пиксельной области 1. Однако диспозиционное соотношение между пикселями и фотодатчиками является произвольным и не ограничено лишь этим примером. Например, можно размещать один фотодатчик на каждый элемент изображения, и возможна конфигурация, в которой один фотодатчик размещен для множества пикселов.

Кроме того, как очевидно из сравнения с фиг.9, дисплейное устройство согласно настоящему осуществлению включает в себя электропроводную проводку (в

дальнейшем называемую защитной шиной) ML, образованную вдоль истоковой шины SLr в каждой пиксельной области. Заметим, что предпочтительно формировать защитную шину ML в виде электропроводного металлического слоя на верхнем слое истоковой шины. Следует отметить, что защитная шина ML может быть образована

5 прозрачным электродом (из оксида индия и олова), который часто используют в жидкокристаллических дисплейных устройствах. Как вариант защитную шину ML можно формировать используя такой же материал, как для истоковой шины, в той же самой плоскости, в которой находится истоковая шина (с тем, чтобы она была вблизи

10 истоковой шины), и одновременно с формированием истоковой шины. Как описывается ниже, эта защитная шина ML сокращает время, необходимое для считывания выходного сигнала датчика.

Ниже с обращением к фиг.2 описывается конфигурация схемы 6 столбцового драйвера. Как описывалось выше, схема 6 столбцового драйвера включает в себя

15 дисплейный драйвер 3 истоков, предназначенный для управления отображением пикселей, и схему 4 считывания сигналов датчиков, предназначенную для управления считыванием с фотодатчиков выходных сигналов датчиков. В нижеследующем описании составляющие элементы схемы 6 столбцового драйвера описываются без

20 разделения на дисплейный драйвер 3 истоков и схему 4 считывания сигналов датчиков.

Как показано на фиг.2, схема 6 столбцового драйвера включает в себя цифроаналоговый преобразователь (ЦАП), усилитель с единичным коэффициентом

25 усиления, переключатели S1, S2 и S3 выборки отсчетов изображения, столбцовые переключатели S4, S5 и S6 датчика, переключатель S7 защитной шины, переключатели S8 и S9 для управления подводом сигнала к усилителю с единичным коэффициентом усиления и столбцовый транзистор M3 смещения.

Цифроаналоговый преобразователь преобразует цифровой входной сигнал, предназначенный для отображения, в аналоговые напряжения, которые записываются

30 в пиксели. Усилитель с единичным коэффициентом усиления (а) выполняет согласование выходного сигнала цифроаналогового преобразователя для обеспечения возбуждения истоковых шин в течение периода записи пикселей и (b) возбуждает защитную шину ML так, что напряжение на ней имеет такой же потенциал, как на истоковой шине SLr в течение периода считывания сигнала датчика. Заметим, что в

35 течение периода считывания сигнала датчика истоковая шина SLr действует как проводка, предназначенная для считывания с транзистора M2 выходного сигнала датчика.

Переключатели S1, S2 и S3 выборки отсчетов изображения действуют так, что

40 соединяют выход усилителя с единичным коэффициентом усиления с красной, зеленой и голубой столбцовыми шинами в течение периодов φ_R , φ_G и φ_B (см. фиг.3, описанную ниже) соответственно.

Столбцовый переключатель S4 датчика действует так, что соединяет проводку (SLr) считывания выходного сигнала датчика с транзистором M2 в течение периода

45 считывания (φ_S на фиг.3). Столбцовый переключатель S5 датчика действует так, что соединяет истоковую шину SLg с VDD в течение периода считывания сигнала датчика. Столбцовый переключатель S6 датчика действует так, что соединяет истоковую шину SLb с VSS в течение периода считывания сигнала датчика.

Переключатель S7 защитной шины действует так, что соединяет выход усилителя с

50 единичным коэффициентом усиления с защитной шиной ML в течение периода считывания сигнала датчика. Переключатель S8 подключает вход усилителя с единичным коэффициентом усиления к выходному напряжению V_{PIX} датчика в

течение периода считывания сигнала датчика. Переключатель S9 соединяет вход усилителя с единичным коэффициентом усиления с выходом цифроаналогового преобразователя в период записи пикселей (φD на фиг.3).

5 Ниже с обращением к фиг.3 описывается работа схемы, показанной на фиг.2. В период (φD) записи пикселей входные данные для отображения, соответствующие красному, зеленому и голубому пикселям, последовательно подаются на вход цифроаналогового преобразователя в течение периодов φR , φG и φB соответственно. Поскольку переключатель S9 замкнут, в этот период записи цифроаналоговый преобразователь формирует аналоговые выходные напряжения, соответствующие цифровым данным, принимаемым в качестве входных данных. Усилитель с 10 единичным коэффициентом усиления принимает и согласовывает аналоговые выходные напряжения, формируемые цифроаналоговым преобразователем. Иначе говоря, усилитель с единичным коэффициентом усиления обладает функцией подачи на выходной вывод такого же напряжения, как напряжение, подводимое к его входному выводу. Это необходимо для возбуждения истоковых шин и паразитной емкости пикселя. Это позволяет прикладывать к пикселу заданное напряжение в то время, когда заданная истоковая шина соединена с выходом усилителя с единичным 20 усилением. Переключатели S1-S3 выборки отсчетов изображения переключаются в последовательности, задаваемой периодами, сначала φR , затем φG , затем φB , так что истоковые шины SLr, SLg и SLb последовательно подключаются к усилителю с единичным коэффициентом усиления для обеспечения отображения в соответствии с входными данными.

25 В период φS считывания сигнала датчика вход усилителя с единичным коэффициентом усиления подключен к выходному напряжению V_{PIX} датчика через переключатель S8. Затем столбцовые переключатели S4-S6 датчика замыкаются. В то время как сигнал RWS считывания имеет высокий уровень, транзистор M2 находится во включенном состоянии и вместе со столбцовым транзистором M3 смещения образует истоковый повторитель. В это время значения напряжения затвора транзистора M2 и выходного напряжения V_{PIX} датчика находятся в соответствии с количеством света, воспринимаемого фотодиодом D1.

35 В конфигурации настоящего осуществления защитная шина ML, предусмотренная вдоль истоковой шины SLr, экранирует истоковую шину SLr от влияния паразитной емкости. Заметим, что в этой конфигурации относительно большая паразитная емкость C_{PG} существует между истоковой шиной SLr и защитной шиной ML. Однако поскольку усилитель с единичным коэффициентом усиления возбуждает защитную шину ML так, что она имеет такой же потенциал, как и истоковая шина SLr, то нет необходимости подводить к транзистору M2 ток для заряда паразитного конденсатора C_{PG} . Это позволяет дополнительно сократить время, необходимое для считывания выходного сигнала датчика, а также получить преимущество вследствие отсутствия условия высокой нагрузочной способности транзистора M2.

45 Соответственно, выполнение транзистора M2 не ограничено поликремниевым тонкопленочным транзистором, имеющим высокую подвижность носителей, и он может быть выполнен на основе тонкопленочного транзистора из аморфного кремния или тонкопленочного транзистора из микрокристаллического кремния. Кроме того, поскольку для считывания выходного сигнала датчика требуется лишь 50 небольшое время, можно реализовать дисплейное устройство с фотодатчиком, который имеет большое количество пикселей.

Хотя в настоящем осуществлении в качестве примера была описана конфигурация,

включающая в себя усилитель с единичным коэффициентом усиления, но в зависимости от ситуации может быть предпочтительно вместо усилителя с единичным коэффициентом усиления использовать усилитель, коэффициент усиления которого больше 1.

5 Например, пусть C_p будет паразитной емкостью истоковой шины SL, C_g емкостью между истоковой шиной SL и защитной шиной ML, а C_s выборочной емкостью схемы считывания пикселей датчика, тогда величина заряда, необходимого для обнаружения в случае, когда защитная шина ML не предусмотрена, является такой, какая показана

10 ниже.

Математическое соотношение 1:

$$\int I dt = \Delta Q = \Delta V_{SL}(C_p + C_s)$$

(V_{SL} - потенциал выходного напряжения с истоковой шины SL)

15 В связи с этим когда результат расчета информационного табло такой, что C_s и C_g намного больше, чем C_p , то этого достаточно, чтобы коэффициент усиления был равен 1, и поэтому можно использовать усилитель с единичным коэффициентом усиления.

Заметим, что в этом случае справедливо следующее выражение.

20 Математическое соотношение 2:

$$\int I dt = \Delta Q \approx \Delta V_{SL} \cdot C_s$$

С другой стороны, даже если защитная шина ML предусмотрена, имеются случаи, когда в зависимости от условий размещения или чего-либо подобного значением C_p невозможно пренебречь. В таких случаях необходимо, чтобы коэффициент усиления

25 был больше 1.

Иначе говоря, справедливо следующее выражение.

Математическое соотношение 3:

$$\begin{aligned} 30 \int i dt &= \Delta Q = \Delta V_{SL}(C_p + C_s) + (1 - A)\Delta V_{SL} \cdot C_g = \\ &= \Delta V_{SL}(C_p + C_s + (1 - A) \cdot C_g) . \end{aligned}$$

В идеальном случае справедливы следующие выражения.

Математические соотношения 4:

$$35 C_p + (1 - A) \cdot C_g = 0 ,$$

$$A = \frac{C_p}{C_g} + 1$$

40 Например, если паразитная емкость C_p истоковой шины SL и паразитная емкость C_g между истоковой шиной SL и защитной шиной ML являются приблизительно одинаковыми, необходимо, чтобы коэффициент усиления был равен 2.

Осуществление 2

Ниже представлено описание дисплейного устройства согласно второму осуществлению настоящего изобретения. Заметим, что те же самые позиции

45 используются для составляющих элементов, которые имеют функции, аналогичные функциям составляющих элементов, описанных в первом осуществлении, и подробное описание этих элементов опускается.

50 Как показано на фиг.4, дисплейное устройство согласно второму осуществлению отличается от первого осуществления тем, что фототранзистор M4 включен в качестве фотодетектирующего элемента фотодатчика вместо фотодиода D1. Заметим, что затвор и исток фототранзистора M4 подключены к проводке RST сброса.

Фототранзистор M4 не ограничен поликремниевым тонкопленочным

транзистором, имеющим высокую подвижность носителей, и может быть тонкопленочным транзистором из аморфного кремния или тонкопленочным транзистором из микрокристаллического кремния. В этом случае при реализации транзистора M2 в виде тонкопленочного транзистора из аморфного кремния или тонкопленочного транзистора из микрокристаллического кремния, как описано в первом осуществлении, транзистор M2 и фототранзистор M4 можно формировать одновременно в соответствии с одной и той же полупроводниковой технологией.

Иначе говоря, нельзя одновременно выполнять легирование акцепторной (p^+) примесью и легирование донорной (n^+) примесью аморфного кремния и микрокристаллического кремния, и поэтому при попытке сформировать фотодиод в качестве фотодетектирующего элемента в фотодатчике количество процессов возрастает. Соответственно, использование фототранзистора M4 в качестве фотодетектирующего элемента позволяет формировать транзистор M2 и фототранзистор M4 по одной технологии, что обеспечивает преимущество, заключающееся в повышении эффективности технологического процесса.

На фиг.5 представлена временная диаграмма сигналов, отражающая работу фотодатчика согласно настоящему осуществлению. Заметим, что подаваемые сигналы RWS, RST и т.п. аналогичны сигналам, показанным на фиг.3 для первого осуществления. Когда в фотодатчике согласно настоящему изобретению сигнал RST сброса имеет высокий уровень, потенциал V_{INT} электрода затвора транзистора M2 определяется выражением (4), приведенным ниже.

$$V_{INT} = V_{RST.H} - V_{T,M2} - \Delta V_{RST} \cdot C_{датчика} / C_T \quad (4)$$

В выражении (4) $V_{T,M2}$ является пороговым напряжением транзистора M2, ΔV_{RST} является амплитудой ($V_{RST.H} - V_{RST.L}$) импульса сигнала сброса и $C_{датчика}$ является емкостью фототранзистора M4. C_T представляет собой сумму емкости конденсатора C2, емкости $C_{датчика}$ фототранзистора M4 и емкости C_{TFT} транзистора M2.

Поскольку в это время V_{INT} ниже, чем пороговое напряжение транзистора M2, то транзистор M2 в течение периода сброса находится в непроводящем состоянии.

Затем уровень сигнала сброса возвращается к низкому уровню $V_{RST.L}$, и поэтому начинается период интегрирования фототока. В течение периода интегрирования фототок, который пропорционален количеству падающего света, принимается фототранзистором M4, протекает к конденсатору C2 и вызывает разряд конденсатора C2. Соответственно, потенциал V_{INT} затвора транзистора M2 по окончании периода интегрирования определяется выражением (5), приведенным ниже.

$$V_{INT} = V_{RST.H} - V_{T,M2} - \Delta V_{RST} \cdot C_{датчика} / C_T - I_{фото} \cdot T_{INT} / C_T \quad (5)$$

В выражении (5) $I_{фото}$ является фототоком фототранзистора M4, а T_{INT} является продолжительностью периода интегрирования. К тому же в течение периода интегрирования V_{INT} ниже, чем пороговое напряжение транзистора M2, и поэтому транзистор M2 находится в непроводящем состоянии.

По окончании периода интегрирования сигнал RWS считывания возрастает и поэтому начинается период считывания. Заметим, что период считывания начинается в то время, когда сигнал RWS считывания имеет высокий уровень. В данном случае происходит инжекция заряда в конденсатор C2. В результате потенциал V_{INT} затвора транзистора M2 определяется выражением (6), приведенным ниже.

$$V_{INT} = V_{RST.H} - V_{T,M2} - \Delta V_{RST} \cdot C_{датчика} / C_T - I_{фото} \cdot T_{INT} / C_T + \Delta V_{RWS} \cdot C_{INT} / C_T \quad (6)$$

ΔV_{RWS} является амплитудой ($V_{RWS.H} - V_{RWS.L}$) импульса сигнала считывания. Соответственно, поскольку потенциал V_{INT} затвора транзистора M2 становится

выше, чем пороговое напряжение, транзистор M2 переходит в проводящее состояние и вместе с транзистором M3 смещения, предусмотренным на конце проводки OUT в каждом столбце, работает как истоковый повторитель. Иначе говоря, выходное напряжение V_{PIX} датчика с транзистора M2 является пропорциональным значению интеграла фототока фототранзистора M4 за период интегрирования.

Как описывалось выше, настоящее осуществление позволяет получать выходной сигнал фотодатчика аналогично первому осуществлению даже в случае, когда фототранзистор M4 используется вместо фотодиода в качестве фотодетектирующего элемента фотодатчика. Кроме того, в частности, выполнение транзистора M2 и фототранзистора M4 на основе тонкопленочного транзистора из аморфного кремния или тонкопленочного транзистора из микрокристаллического кремния имеет преимущество, заключающееся в повышении эффективности технологического процесса, и, кроме того, позволяет осуществлять изготовление с меньшими затратами, чем при использовании поликристаллического кремния.

Осуществление 3

Ниже описывается дисплейное устройство согласно третьему осуществлению настоящего изобретения. Заметим, что те же самые позиции используются для составляющих элементов, которые имеют функции, аналогичные функциям составляющих элементов, описанных в первом и втором осуществлениях, и подробное описание этих элементов опускается.

Как показано на фиг.6, дисплейное устройство согласно третьему осуществлению отличается от второго осуществления тем, что фототранзистор M5 включен в качестве фотодетектирующего элемента фотодатчика вместо фототранзистора M4, описанного во втором осуществлении. Фототранзистор M5 аналогичен фототранзистору M4 в том, что затвор подключен к проводке RST сброса, а отличается от фототранзистора M4 тем, что исток подключен к проводке, предназначенной для подвода второго сигнала VRST сброса, который отличается от первого сигнала RST сброса.

Теперь с обращением к фиг. 7 и 8 будет описана работа фотодатчика согласно настоящему осуществлению. На фиг.7 представлена временная диаграмма сигналов, показывающая зависимость между V_{INT} и сигналами различных видов, подаваемыми на фотодатчик согласно настоящему осуществлению. На фиг.8 в качестве примера для сравнения представлена временная диаграмма сигналов в конфигурации согласно второму осуществлению, показывающая изменение V_{INT} в случае, когда падение потенциала сигнала RST сброса не было крутым.

Как показано на фиг.8, в случае, когда падение потенциала сигнала RST сброса в конфигурации согласно второму осуществлению не было крутым, потенциал V_{INT} электрода затвора транзистора M2 понижался на значительную величину (показанную на фиг.8 как ΔV_{VACK}) во время падения потенциала сигнала RST сброса. Причина этого заключается в том, что в отличие от фотодиода фототранзистор M4 имеет двунаправленную проводимость. В этом случае динамический диапазон пикселей уменьшается на величину, соответствующую падению ΔV_{VACK} , что создает проблему насыщения при небольшом количестве света.

В конфигурации согласно настоящему осуществлению для решения этой проблемы отдельные сигналы RST и VRST сброса, описанные выше, подаются соответственно на затвор и исток фототранзистора M5. Как показано на фиг.7, падение потенциала второго сигнала VRST сброса, подаваемого на исток фототранзистора M5, начинается после того, как сигнал RST сброса полностью достигает низкого уровня,

то есть после того, как фототранзистор M5 переключается в выключенное состояние. Соответственно, как видно при сравнении фиг. 8 и 7, падение потенциала $V_{INT}(\Delta V_{BACK})$, заметное на фиг.8, не происходит в конфигурации настоящего осуществления, что показано на фиг.7, и это делает возможной реализацию фотодатчика, имеющего широкий динамический диапазон.

Хотя настоящее изобретение было описано на основе осуществлений с первого по третье, настоящее изобретение не ограничено только описанными выше осуществлениями, и в рамках объема изобретения можно делать различные изменения.

Например, в примерах конфигураций, данных в осуществлениях с первого по третье, проводки VDD, VSS и OUT, подключенные к фотодатчику, также используются в качестве истоковых проводок SL. Эта конфигурация имеет преимущество, заключающееся в том, что апертура пикселей является высокой. Однако возможна конфигурация, в которой проводки VDD, VSS и OUT для фотодатчика выполняются отдельно от истоковых проводок SL. В этом случае формирование защитной шины ML вдоль проводок OUT для выходного сигнала фотодатчика производится отдельно от истоковых проводок SL, что позволяет получать результаты, аналогичные результатам согласно осуществлениям с первого по третье, описанным выше.

Промышленная применимость

Настоящее изобретение может применяться в промышленных масштабах в качестве дисплейного устройства, имеющего фотодатчик в пиксельной области подложки активной матрицы.

Формула изобретения

1. Дисплейное устройство, содержащее фотодатчик в пиксельной области подложки активной матрицы,

при этом фотодатчик снабжен:
 фотодетектирующим элементом, который принимает падающий свет;
 конденсатором, один электрод которого соединен с фотодетектирующим элементом, который накапливает выходной ток от фотодетектирующего элемента;
 проводкой сигнала сброса, которая подводит сигнал сброса к фотодатчику;
 проводкой сигнала считывания, которая подводит сигнал считывания к фотодатчику; и

переключающим элементом датчика, который в соответствии с сигналом считывания считывает выходной ток, накопленный в конденсаторе с момента подачи сигнала сброса до подачи сигнала считывания,

в котором электропроводная проводка предусмотрена вдоль проводки считывания, которая предназначена для считывания выходного тока, при этом электропроводная проводка не подключена ни к фотодетектирующему элементу в пиксельной области, ни к переключающему элементу пикселя из пиксельной области.

2. Дисплейное устройство по п.1, в котором усилитель с единичным коэффициентом усиления, который побуждает потенциал электропроводной проводки быть таким же, как потенциал проводки считывания, подключен к электропроводной проводке.

3. Дисплейное устройство по п.1, в котором усилитель, имеющий коэффициент усиления больше чем 1 для того, чтобы побуждать потенциал электропроводной проводки быть таким же, как потенциал проводки считывания, подключен к электропроводной проводке.

4. Дисплейное устройство по любому одному из пп.1-3, в котором проводка

считывания также служит истоковой линией, которая подводит сигнал изображения к переключающему элементу пиксела из пиксельной области.

5 5. Дисплейное устройство по любому одному из пп.1-3, в котором переключающий элемент датчика представляет собой тонкопленочный транзистор из аморфного кремния или тонкопленочный транзистор из микрокристаллического кремния.

6. Дисплейное устройство по любому одному из пп.1-3, в котором фотодетектирующий элемент представляет собой фототранзистор.

10 7. Дисплейное устройство по п.6, в котором фотодетектирующий элемент представляет собой тонкопленочный транзистор из аморфного кремния или тонкопленочный транзистор из микрокристаллического кремния.

8. Дисплейное устройство по п.6, в котором затвор и исток фотодетектирующего элемента подключены к проводке сигнала сброса.

15 9. Дисплейное устройство по п.6, в котором проводка сигнала сброса подключена к затвору фотодетектирующего элемента, а проводка второго сигнала сброса, который вызывает падение потенциала после вхождения фотодетектирующего элемента в выключенное состояние, подключена к истоку фотодетектирующего элемента.

20 10. Дисплейное устройство по любому одному из пп.1-3, дополнительно содержащее:

общую подложку, противоположную подложке активной матрицы; и жидкий кристалл, заключенный между подложкой активной матрицы и общей подложкой.

25

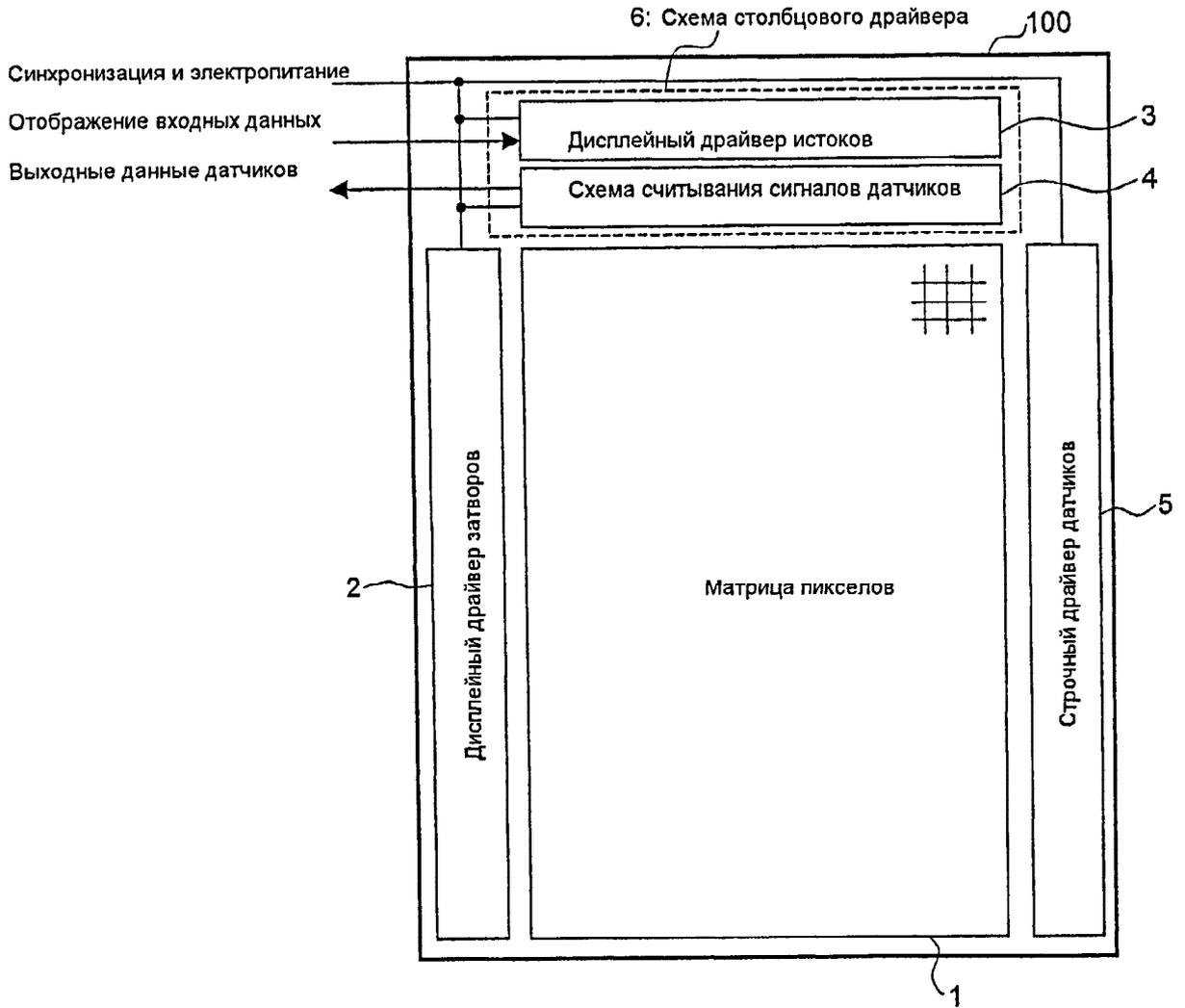
30

35

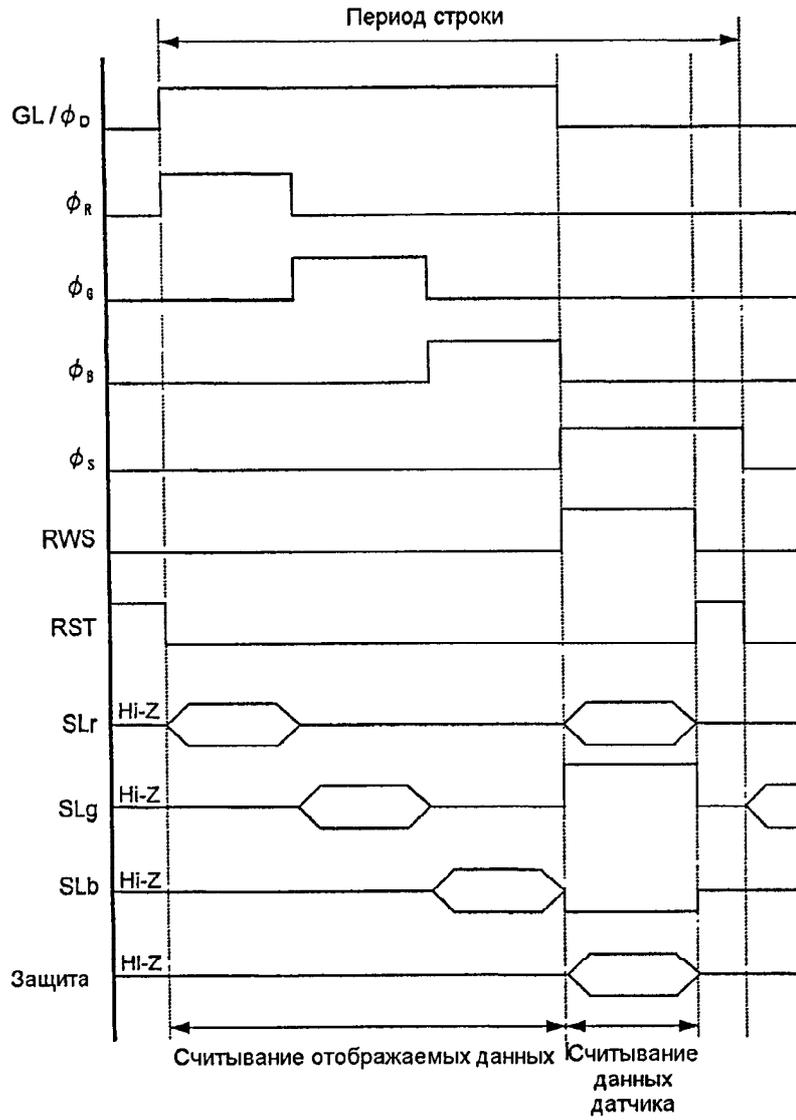
40

45

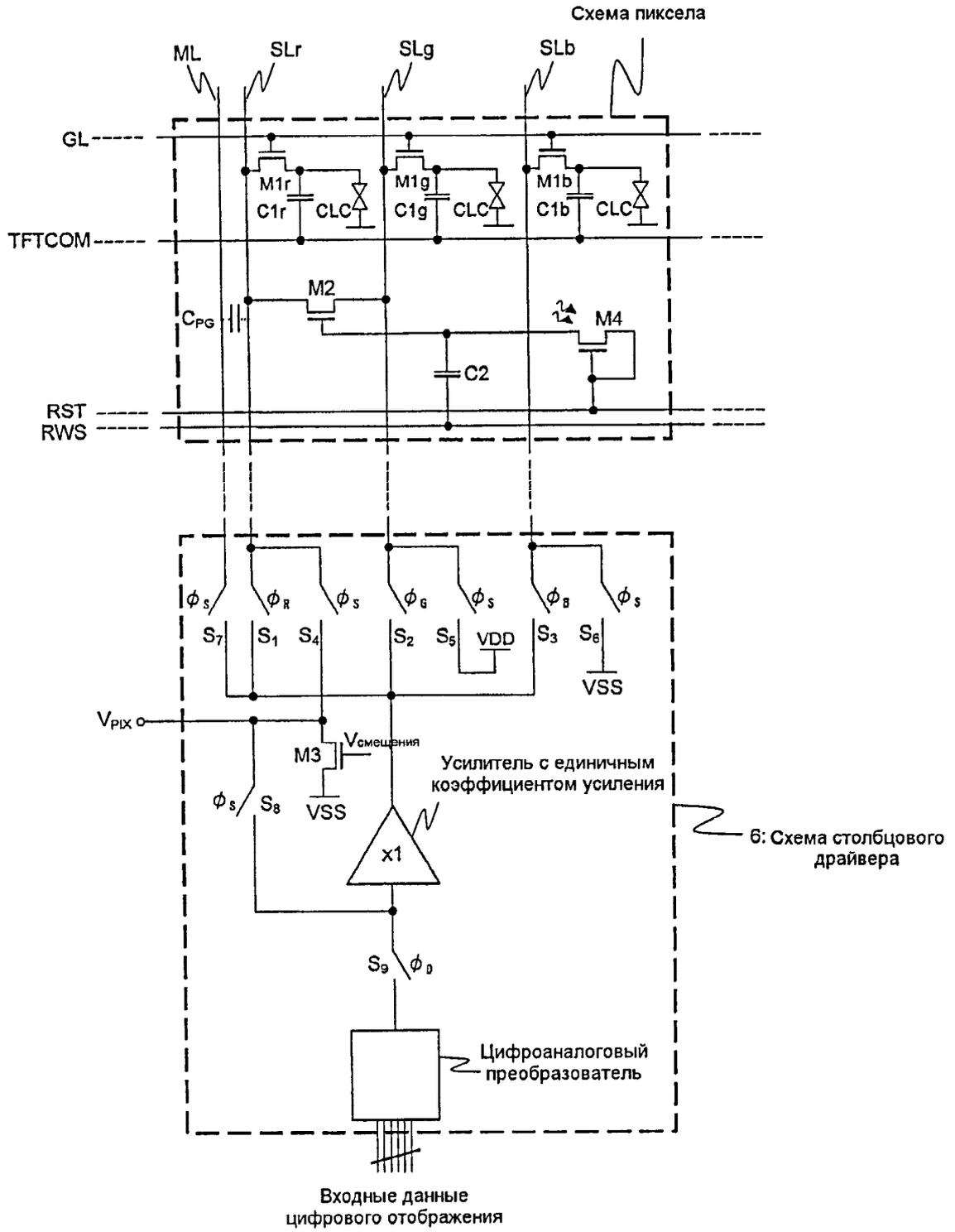
50

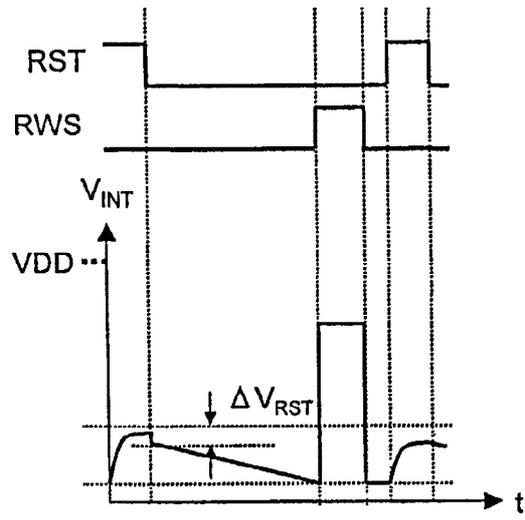


ФИГ. 1



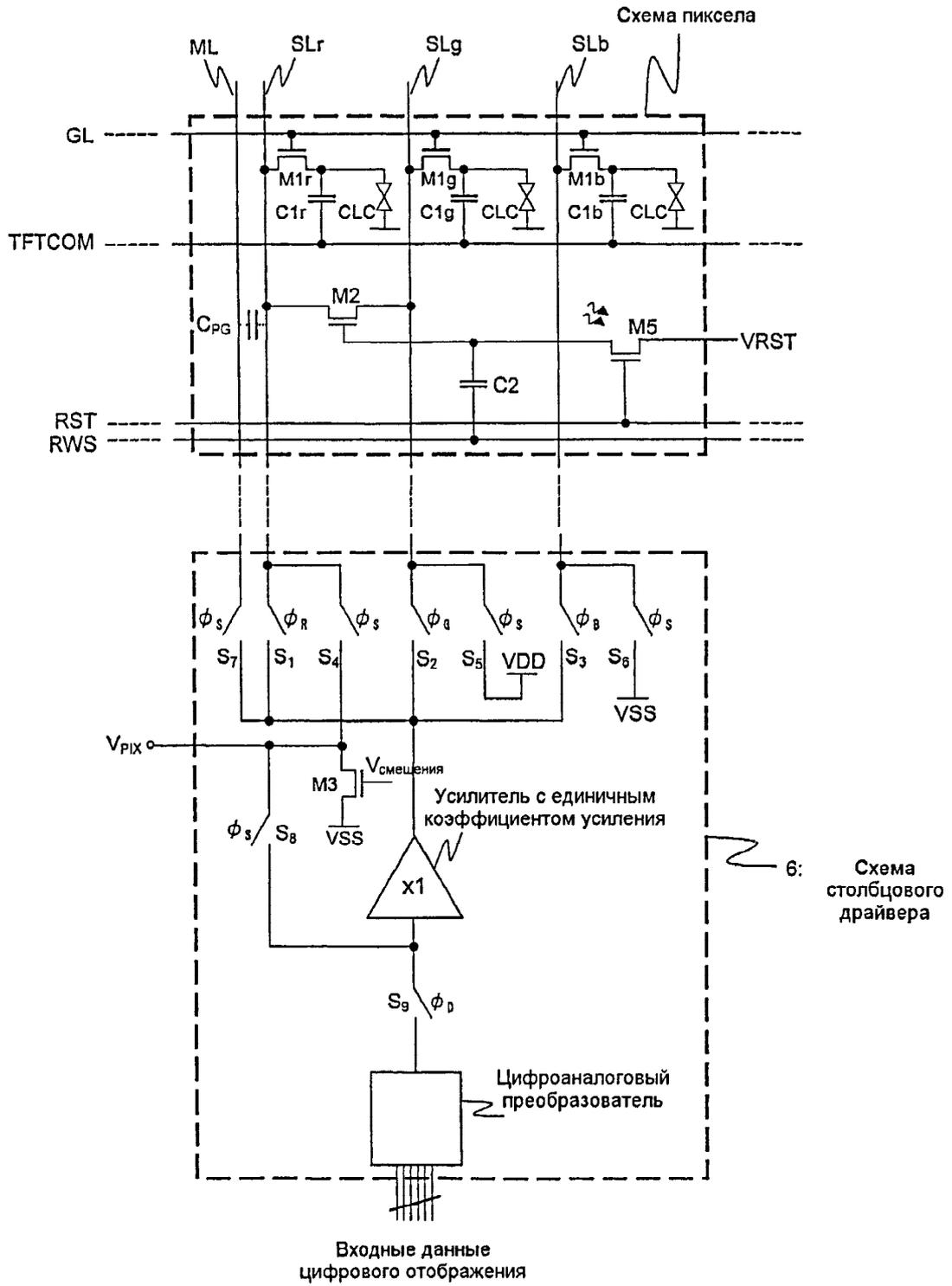
ФИГ. 3



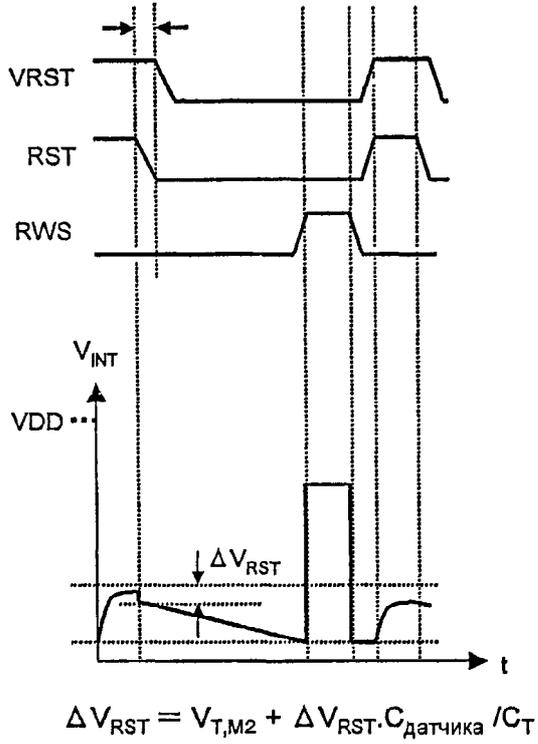


$$V_{RST} = V_{T,M2} + \Delta V_{RST} \cdot C_{\text{датчика}} / C_T \quad \perp$$

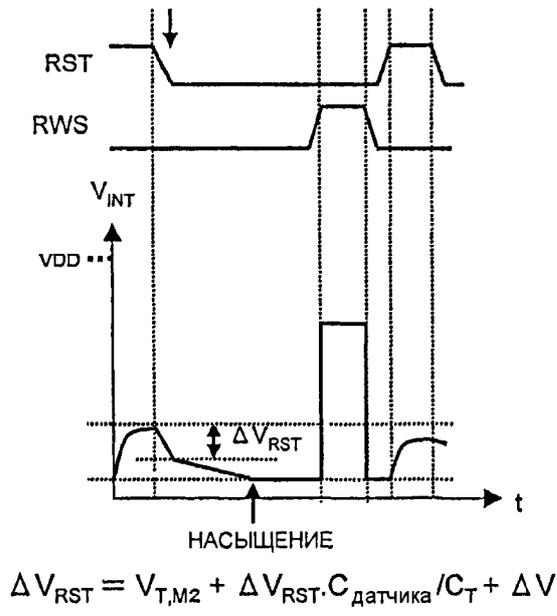
ФИГ. 5



ФИГ. 6

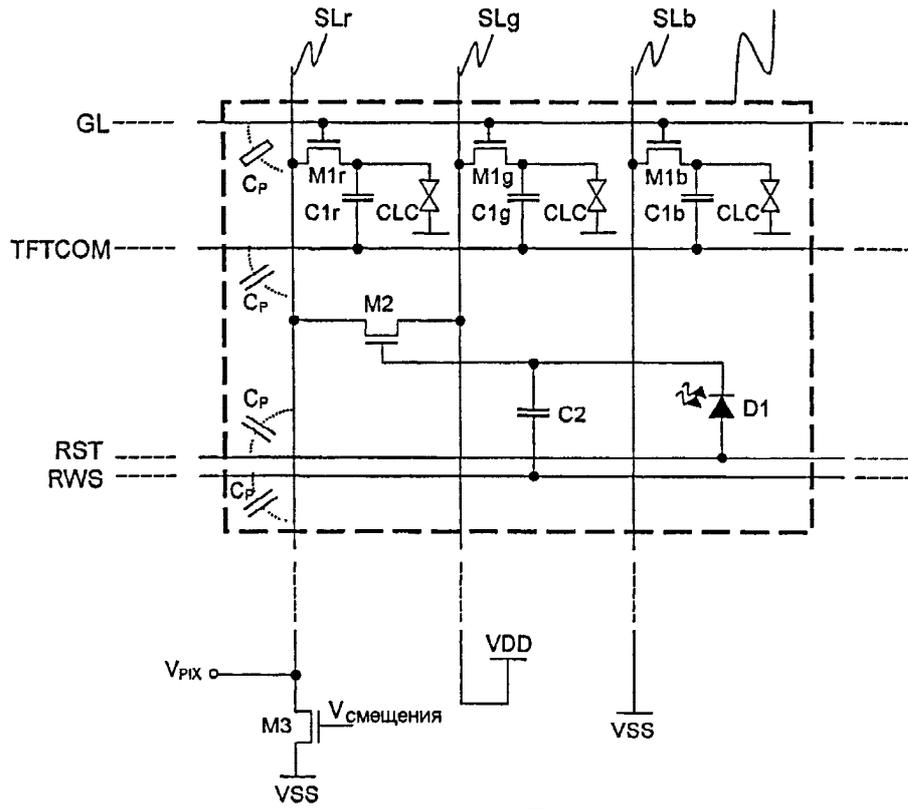


ФИГ. 7

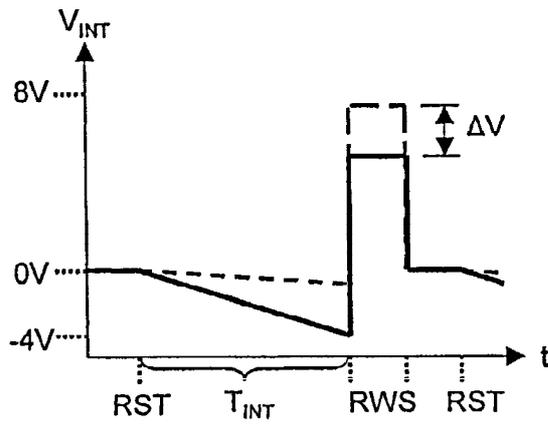


ФИГ. 8

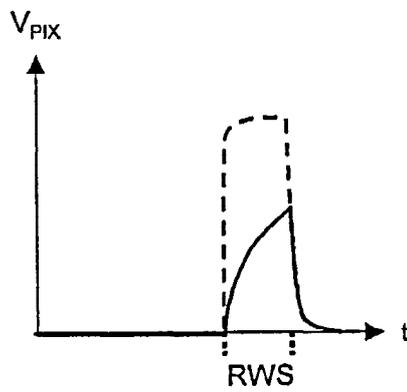
Схема пиксела



ФИГ. 9



ФИГ. 10



ФИГ. 11