



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21)(22) Заявка: **2010149334/28, 28.05.2009**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
28.05.2009

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
03.06.2008 JP 2008-146072(43) Дата публикации заявки: **10.06.2012** Бюл. № 16(45) Опубликовано: **27.01.2013** Бюл. № 3(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **JP 2007304245 A, 22.11.2007. JP 2006079589 A, 23.03.2006. JP 6011690 A, 21.01.1994. WO 2007145346 A1, 21.12.2007. JP 2006079589 A, 23.03.2006.**(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: **02.12.2010**(86) Заявка РСТ:
JP 2009/059769 (28.05.2009)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2009/147992 (10.12.2009)

Адрес для переписки:

**129090, Москва, ул.Б.Спасская, 25, стр.3,
ООО "Юридическая фирма Городисский и
Партнеры", пат.пов. Ю.Д.Кузнецову,
рег.№ 595**

(72) Автор(ы):

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

(73) Патентообладатель(и):

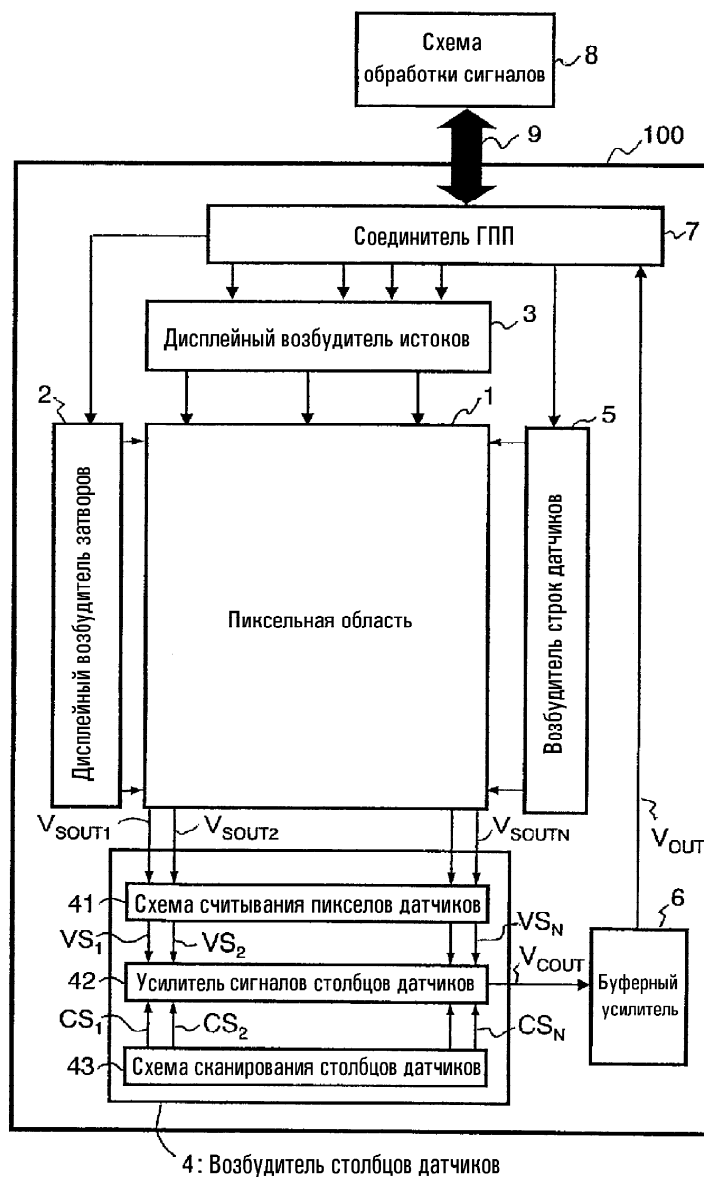
ШАРП КАБУСИКИ КАЙСЯ (JP)**(54) ДИСПЛЕЙНОЕ УСТРОЙСТВО**

(57) Реферат:

Группа изобретений относится к электронной технике, в частности к дисплейным устройствам с фотодатчиками.

Дисплейное устройство содержит фотодатчик, расположенный в пиксельной области подложки активной матрицы. Фотодатчик включает в себя фотодетектирующий элемент, который принимает падающий свет, конденсатор, один электрод которого соединен с фотодетектирующим элементом, который

накапливает выходной ток от фотодетектирующего элемента, проводку сигнала сброса, которая подводит сигнал сброса к фотодатчику, проводку сигнала считывания, которая подводит сигнал считывания к фотодатчику, и переключающий элемент 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 качестве фотодетектирующего элемента использован



ФИГ.1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION(21)(22) Application: **2010149334/28, 28.05.2009**(24) Effective date for property rights:
28.05.2009

Priority:

(30) Convention priority:
03.06.2008 JP 2008-146072(43) Application published: **10.06.2012 Bull. 16**(45) Date of publication: **27.01.2013 Bull. 3**(85) Commencement of national phase: **02.12.2010**(86) PCT application:
JP 2009/059769 (28.05.2009)(87) PCT publication:
WO 2009/147992 (10.12.2009)

Mail address:

**129090, Moskva, ul.B.Spaskaja, 25, str.3, OOO
"Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery",
pat.pov. Ju.D.Kuznetsovu, reg.№ 595**

(72) Inventor(s):

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

(73) Proprietor(s):

ShARP KABUSIKI KAJSJJa (JP)

(54) DISPLAY

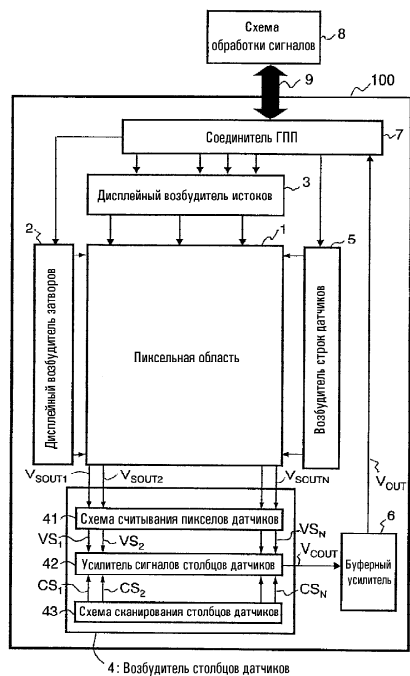
(57) Abstract:

FIELD: physics.

SUBSTANCE: display comprises photo sensor arranged in pixel area of active matrix substrate. Said photo sensor comprises photo detector to receive incident light, capacitor connected with photo detector to accumulate output current from photo detector, reset signal line to feed reset signal to photo sensor, read signal line to feed read signal to photo sensor, and switch to read output current accumulated in capacitor in response to read signal after reset signal feed unless read signal is not fed. Phototransistor makes said photo detector.

EFFECT: decreased spread of photo sensor parameters.

5 cl, 13 dwg



ФИГ.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

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 сенсорной панелью.

В случае обычного дисплейного устройства 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. патентную литературу 1 и непатентную литературу 1).

На фиг.12 показан пример обычного фотодатчика (патентная литература 2 и 3), сформированного на подложке активной матрицы. Обычный фотодатчик, показанный на фиг.12, 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, при этом обеспечивается получение выходного сигнала V_{PIX} датчика, который находится в соответствии с количеством света, принимаемого фотодиодом D1. Теперь с обращением к фиг.13 будет дано описание работы обычного фотодатчика, показанного на фиг.12. 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 (в момент $t=RST$ времени на фиг.13), 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 $V_{RST.L}$, и поэтому начинается

период интегрирования фототока (период T_{INT} , показанный на фиг.13). 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.

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

В выражении (2) I_{FOTO} 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.13, 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.

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

ΔV_{RWS} является амплитудой ($V_{RWS.H} - V_{RWS.L}$) импульса сигнала считывания. Соответственно, 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.13 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.13 ΔV является разностью потенциалов, пропорциональной количеству света, который падает на фотодиод D1.

Перечень ссылок

Патентная литература

Патентная литература 1: JP 2006-3857A

Патентная литература 2: WO 2007/145346

Патентная литература 3: WO 2007/145347

Непатентная литература

Непатентная литература 1: "A touch panel function integrated LCD including LTPS A/D converter", T. Nakamura et al., SID 05 DIGEST, pp.1054-1055, 2005.

Раскрытие изобретения

Проблема, решаемая изобретением

Заметим, что для фотодиода, используемого в качестве фотодетектирующего элемента в обычном фотодатчике, описанном выше, требуются два процесса для формирования канальной р-области (р+) и канальной n-области (n+). В частности ширина i-слоя, которая является важным параметром, влияющим на характеристики фотодиода, в случае формирования n-слоя и р-слоя определяется двумя этапами формирования слоев. По этой причине при формировании n-слоя и р-слоя на ширину i-слоя дважды влияет смещение на этапе фотолитографии.

Настоящее изобретение выполнено с учетом описанных выше проблем, а задача настоящего изобретения заключается в создании дисплейного устройства с фотодатчиком, в котором параметры датчиков имеют небольшой разброс за счет использования в качестве фотодетектирующего элемента фототранзистора, который

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 включает в себя: фотодетектирующий элемент, который принимает падающий свет; конденсатор, один электрод которого соединен с фотодетектирующим элементом, который накапливает выходной ток от фотодетектирующего элемента; проводку сигнала сброса, которая подводит сигнал сброса к фотодатчику; проводку сигнала считывания, которая подводит сигнал считывания к фотодатчику; и переключающий элемент 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, при этом фотодетектирующий элемент представляет собой фототранзистор.

Полезные результаты изобретения

Настоящее изобретение позволяет получать дисплейное устройство с фотодатчиком, в котором датчики имеют малый разброс за счет использования в качестве фотодетектирующего элемента фототранзистора, который имеет небольшое изменение характеристик на этапе литографии.

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 дисплейного устройства согласно первому осуществлению настоящего изобретения;

фиг.3 - временная диаграмма входных сигналов (RST и RWS) в фотодатчике согласно первому осуществлению;

фиг.4 - временная диаграмма сигналов, показывающая зависимость между входными сигналами (RST и RWS) и V_{INT} в фотодатчике согласно первому осуществлению.

фиг.5 - временная диаграмма, показывающая синхронизацию возбуждения датчиков в дисплейном устройстве согласно первому осуществлению;

фиг.6 - принципиальная электрическая схема, показывающая внутреннюю конфигурацию схемы считывания пикселей датчиков;

фиг.7 - временная диаграмма сигналов, показывающая зависимость между сигналом считывания, выходным сигналом датчика и выходным сигналом схемы считывания пикселей датчиков;

фиг.8 - принципиальная электрическая схема, показывающая пример конфигурации усилителя сигналов столбцов датчиков;

фиг.9 - эквивалентная схема, показывающая конфигурацию пиксела в дисплейном устройстве согласно второму осуществлению настоящего изобретения;

фиг.10 - временная диаграмма сигналов, показывающая зависимость между входными сигналами (RST и RWS) и V_{INT} в фотодатчике согласно первому

осуществлению;

фиг.11 - временная диаграмма сигналов, показывающая для выполнения сравнения пример изменения V_{INT} в случае, когда падение потенциала сигнала RST сброса в конфигурации согласно первому осуществлению не было крутым;

фиг.12 - эквивалентная схема, показывающая пример конфигурации обычного фотодатчика; и

фиг.13 - временная диаграмма сигналов, показывающая V_{INT} в случае, когда сигнал RST сброса и сигнал RWS считывания прикладываются к обычному фотодатчику.

Описание изобретения

Осуществление 1

Дисплейное устройство согласно осуществлению настоящего изобретения представляет собой дисплейное устройство, включающее в себя фотодатчик в пиксельной области подложки активной матрицы, при этом фотодатчик включает в себя: фотодетектирующий элемент, который принимает падающий свет; конденсатор, один электрод которого соединен с фотодетектирующим элементом, который накапливает выходной ток от фотодетектирующего элемента; проводку сигнала сброса, которая подводит сигнал сброса к фотодатчику; проводку сигнала считывания, которая подводит сигнал считывания к фотодатчику; и переключающий элемент 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 фотодетектирующий элемент представляет собой фототранзистор.

В описанном выше дисплейном устройстве фототранзистор может быть реализован на основе тонкопленочного транзистора из аморфного кремния или тонкопленочного транзистора из монокристаллического кремния. Кроме того, в описанном выше дисплейном устройстве переключающий элемент датчика может быть выполнен на основе тонкопленочного транзистора из аморфного кремния или тонкопленочного транзистора из монокристаллического кремния. Формирование таким способом фототранзистора и/или переключающего элемента датчика на основе тонкопленочного транзистора из аморфного кремния или тонкопленочного транзистора из монокристаллического кремния позволяет при небольших затратах снабжать дисплейное устройство фотодатчиком.

Кроме того, возможна конфигурация, в которой затвор и исток фототранзистора подключены к проводке сигнала сброса. Как вариант возможна 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 приведен в закрытое состояние. В соответствии с последней конфигурацией можно исключать падение потенциала затвора, которое происходит во время сброса вследствие двунаправленной 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, дополнительно включающего в себя общую подложку, находящуюся напротив подложки 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

осуществлениях показан пример конфигурации, в которой дисплейное устройство согласно настоящему изобретению реализовано в виде жидкокристаллического дисплейного устройства, дисплейное устройство согласно настоящему изобретению не ограничено жидкокристаллическим дисплейным устройством и применимо к произвольному дисплейному устройству, в котором используется подложка активной матрицы. Следует также отметить, 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 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 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.

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.

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 возбудитель 2 затворов, дисплейный возбудитель 3 истоков, возбудитель 4 столбцов датчиков, возбудитель 5 строк датчиков, буферный усилитель 6 и соединитель 7 гибкой печатной платы (ГПП) на стеклянной подложке. Кроме того, схема 8 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 соединитель 7 гибкой печатной платы и гибкую печатную плату 9.

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 возбудители 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 9 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 промежуток между ними.

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 двух фотодиодов D1 и D2, конденсатора C_{INT} , 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 $M \times 3N$.

По этой причине, как показано на фиг.2, пиксельная область 1 имеет в качестве проводок для пикселей затворные шины GL и истоковые шины COL, которые расположены в матрице. Затворные шины GL соединены с дисплейным возбудителем 2 затворов. Истоковые шины COL соединены с дисплейным возбудителем 3 истоков. Заметим, что в пиксельной области 1 затворные шины GL расположены с образованием M рядов. В дальнейшем обозначение GLi (i от 1 до M) используется в случаях, когда при описании необходимо провести различие между индивидуальными затворными шинами GL. Между тем три истоковые шины COL предусмотрены для каждого пикселя, чтобы, как описано выше, обеспечивать подачу данных изображения соответственно на три элемента изображения в каждом пикселе. Обозначения COLrj, COLgj и COLbj (j от 1 до N) используются в случаях, когда при описании необходимо провести различие между индивидуальными истоковыми шинами COL.

Тонкопленочные транзисторы (ТПТ) M1 предусмотрены в качестве переключающих элементов для пикселей между затворными шинами GL и истоковыми шинами COL, 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 COL и электрод стока соединен с электродом пикселя, который не показан. Соответственно, как показано на фиг.2, жидкокристаллический конденсатор LC образован между электродом стока каждого тонкопленочного транзистора M1 и общим электродом VCOM. Кроме того, вспомогательный конденсатор LS образован между электродом каждого стока и выводом TFTCOM.

На фиг.2 элемент изображения, возбуждаемый тонкопленочным транзистором M1r, который подключен к одной затворной шине GLi и одной истоковой шине COLrj на пересечении их, снабжен красным цветным фильтром, соответствующим этому элементу изображения, а данные красного изображения подаются с дисплейного возбудителя 3 истоков на этот элемент изображения по истоковой шине COLrj, и поэтому этот элемент изображения действует как красный элемент изображения. Кроме того, элемент изображения, возбуждаемый тонкопленочным транзистором M1g, который подключен к затворной шине GLi и истоковой шине COLgj на пересечении их, снабжен зеленым цветным фильтром, соответствующим этому элементу изображения, а данные зеленого изображения

подаются с дисплейного возбудителя 3 истоков на этот элемент изображения по истоковой шине COLg_j, и поэтому этот элемент изображения действует как зеленый элемент изображения. Кроме того, элемент изображения, возбуждаемый тонкопленочным транзистором M1b, который подключен к затворной шине GLi и истоковой шине COLb_j на пересечении их, снабжен голубым цветным фильтром, соответствующим этому элементу изображения, а данные голубого изображения подаются с дисплейного возбудителя 3 истоков на этот элемент изображения по истоковой шине COLb_j, и поэтому этот элемент изображения действует как голубой элемент изображения.

В примере на фиг.2 истоковая шина COLr также служит проводкой VDD, которая предназначена для подвода постоянного напряжения V_{DD} с возбудителя 4 столбцов датчиков к фотодатчику. Кроме того, истоковая шина COLg также служит проводкой OUT для выходного сигнала датчика.

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 пикселей.

Как показано на фиг.2, фотодатчик образован фототранзистором (тонкопленочным фототранзистором) M4 в качестве фотодетектирующего элемента, конденсатором C_{INT} и тонкопленочным транзистором M2 в качестве переключающего элемента датчика. Заметим, что фототранзистор M4 может иметь структуру с верхним затвором или структуру с нижним затвором. В случае структуры с нижним затвором электрод затвора действует как экранирующий свет слой, который блокирует падение света задней подсветки на фототранзистор M4, что является предпочтительным, поскольку процесс изготовления можно упростить.

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. Заметим, что транзистор M2 также можно реализовать в виде тонкопленочного транзистора из аморфного кремния или тонкопленочного транзистора из микрокристаллического кремния. Соответственно, транзистор M2 и фототранзистор M4 можно формировать одновременно, используя один и тот же материал.

Использование фототранзистора M4 в качестве фотодетектирующего элемента имеет следующие преимущества. В частности, в отличие от фотодиода, для получения которого требуется формировать р-слой и п-слой, в случае фототранзистора M4 достаточно формировать один полупроводниковый слой (например, п-канал). Кроме того, на ширину канала, которая является важным параметром, который определяет характеристики фототранзистора, влияет только точность процесса формирования полупроводникового слоя или степень точности ширины затвора. По этой причине по сравнению с фотодиодом фототранзистор имеет меньший разброс характеристик, обусловленный изменениями точности полупроводниковой технологии. Следовательно, это дает возможность реализовать высококачественное дисплейное устройство с фотодатчиками, при этом датчики имеют небольшой разброс характеристик.

Сток транзистора M2 подключен к проводке VDD, а исток подключен к проводке OUT. Проводки RST и RWS подключены к возбuditелю 5 строк датчиков. Поскольку проводки RST и RSW предусмотрены в каждой строке, обозначения RSTi и RWSi (i от 1 до M) используются ниже в случаях, когда проводки необходимо различать.

Возбудитель 5 строк датчиков последовательно выбирает каждую группу проводок RSTi и RWSi, показанных на фиг.2, на заданных временных интервалах ($t_{\text{строки}}$). В соответствии с этим последовательно выбирается каждая строка фотодатчиков в пиксельной области 1, из которой должен считываться сигнальный заряд.

Отметим, что, как показано на фиг.2, конец проводки OUT подключен к стоку полевого транзистора M3 с изолированным затвором. Кроме того, сток этого транзистора M3 подключен к выходной проводке SOUT, и потенциал V_{SOUT} стока транзистора M3 выводится к возбuditелю 4 столбцов датчиков в качестве выходного сигнала от фотодатчика. Исток транзистора M3 подключен к проводке VSS. Затвор транзистора M3 подключен к источнику опорного напряжения (непоказанному) через проводку VB опорного напряжения.

Теперь с обращением к фиг.3 и 4 будет дано описание работы фотодатчика согласно настоящему изобретению. На фиг.3 представлена временная диаграмма, показывающая формы сигнала сброса, поступающего с проводки RST к фотодатчику, и сигнала считывания, поступающего с проводки RWS к фотодатчику. На фиг.4 представлена временная диаграмма сигналов, показывающая зависимость между входными сигналами (RST и RWS) и V_{INT} в фотодатчике согласно первому осуществлению.

В примере, показанном на фиг.3, высокий уровень $V_{\text{RST.H}}$ сигнала сброса эквивалентен V_{SS} . Кроме того, высокий уровень $V_{\text{RWS.H}}$ сигнала считывания эквивалентен V_{DD} , а низкий уровень $V_{\text{RWS.L}}$ его эквивалентен V_{SS} .

Когда в фотодатчике согласно настоящему изобретению сигнал RST сброса имеет высокий уровень, потенциал V_{INT} электрода затвора транзистора M2 определяется выражением (4), приведенным ниже.

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

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

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

В выражении (5) $I_{\text{фото}}$ 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.

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

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 пропорционально значению интеграла фототока фототранзистора M4 за период интегрирования.

Как описывалось выше, периодическое выполнение инициализации импульсом сброса, интегрирование фототока в течение периода интегрирования и считывание выходного напряжения датчика в течение периода считывания позволяют получать выходной сигнал фотодатчика для каждого пикселя.

Как ранее описывалось, в настоящем осуществлении истоковые шины COLr, COLg и COLb также используются в качестве проводок VDD и OUT фотодатчика, и поэтому, как показано на фиг.5, необходимо проводить различие между моментами времени, в которые сигналы данных изображения вводятся для отображения по истоковым шинам COLr, COLg и COLb, и моментами времени, в которые выходной сигнал датчика считывается посредством истоковых шин COLr, COLg и COLb. В примере на фиг.5 после окончания ввода сигнала данных изображения для отображения в течение периода горизонтального сканирования выполняется считывание выходного сигнала датчика, при этом используется период гашения обратного хода строчной развертки или аналогичный.

Как показано на фиг.1, возбудитель 4 столбцов датчиков включает в себя схему 41 считывания пикселей датчиков, усилитель 42 сигналов столбцов датчиков (усилитель сигналов столбцов датчиков) и схему 43 сканирования столбцов датчиков. Схема 41 считывания пикселей датчиков подключена к проводкам SOUT (см. фиг.2), по которым выводятся выходные сигналы V_{SOUT} датчиков из пиксельной области 1. На фиг.1 выходные сигналы датчиков, которые выводятся по проводкам SOUTj (j от 1 до N), обозначены V_{SOUTj} . Со схемы 41 считывания пикселей датчиков выводятся пиковые напряжения V_{Sj} удержания выходных сигналов V_{SOUTj} датчиков к усилителю 42 сигналов столбцов датчиков. Усилитель 42 сигналов столбцов датчиков включает в себя N усилителей сигналов столбца, которые по порядку соответствуют фотодатчикам в N столбцах в пиксельной области 1, и усилители сигналов столбца по порядку усиливают пиковые напряжения V_{Sj} (j от 1 до N) удержания, и с них выводятся результирующие пиковые напряжения удержания на буферный усилитель 6 в виде V_{COUT} . Со схемы 43 сканирования столбцов датчиков выводятся сигналы CSj (j от 1 до N) выбора столбцов на усилитель 42 сигналов столбцов датчиков для последовательного подключения усилителей сигналов столбца усилителя 42 сигналов столбцов датчиков с обеспечением вывода на буферный усилитель 6.

Ниже с обращением к фиг.6 и 7 описывается работа возбудителя 4 столбцов датчиков и буферного усилителя 6 после выполнения считывания из пиксельной области 1 выходного сигнала V_{SOUT} датчика. На фиг.6 представлена принципиальная

электрическая схема, показывающая внутреннюю конфигурацию схемы 41 считывания пикселей датчиков. На фиг.7 представлена временная диаграмма сигналов, показывающая зависимость между сигналом V_{RWS} считывания, выходным сигналом V_{SOUT} датчика и выходным сигналом V_S схемы считывания пикселей датчиков. Как описывалось ранее, при возрастании сигнала считывания до высокого уровня $V_{RWS.H}$ транзистор M2 становится проводящим, и поэтому транзисторы M2 и M3 образуют истоковый повторитель, а выходное напряжение V_{SOUT} датчика накапливается на конденсаторе C_{SAM} выборки схемы 41 считывания пикселей датчиков. Соответственно, как показано на фиг.7, даже после падения сигнала считывания до низкого уровня $V_{RWS.L}$ во время ($t_{строки}$) выбора этой строки выходное напряжение V_S со схемы 41 считывания пикселей датчиков на усилитель 42 сигналов столбцов датчиков сохраняется на том же самом уровне, что и пиковое значение выходного напряжения V_{SOUT} датчика.

Далее с обращением к фиг.8 представлено описание работы усилителя 42 сигналов столбцов датчиков. Как показано на фиг.8, выходные напряжения V_{Sj} (j от 1 до N) столбцов вводятся со схемы 41 считывания пикселей датчиков в N усилителей сигналов столбца усилителя 42 сигналов столбцов датчиков. Как показано на фиг.8, каждый усилитель сигналов столбца выполнен на транзисторах M6 и M7. Сигналы C_{Sj} выбора столбца, формируемые схемой 43 сканирования столбцов датчиков, последовательно становятся включающими для каждого из N столбцов во время ($t_{строки}$) выбора одной строки, и поэтому транзистор M6 только одного из N усилителей сигналов столбца в усилителе 42 сигналов столбцов датчиков включается и только одно из выходных напряжений V_{Sj} (j от 1 до N) столбцов выводится в качестве выходного напряжения V_{COUT} из усилителя 42 сигналов столбцов датчиков через этот транзистор M6. Буферный усилитель 6 усиливает выходное напряжение V_{COUT} , которое выводится из усилителя 42 сигналов столбцов датчиков, и затем результирующее усиленное напряжение V_{COUT} выводится в схему 8 обработки сигналов в качестве выходного сигнала информационного табло (сигнала фотодатчика) V_{OUT} .

Заметим, что хотя, как описано выше, схема 43 сканирования столбцов датчиков в данный момент времени может сканировать один столбец из столбцов датчиков, но это не является ограничением, и возможна конфигурация, в которой столбцы датчиков сканируются через строку. Кроме того, схему 43 сканирования столбцов датчиков можно образовать как многофазную схему управления сканированием, которая имеет, например, четыре фазы.

В соответствии с описанной выше конфигурацией в дисплейном устройстве согласно настоящему осуществлению получается выходной сигнал V_{OUT} информационного табло, который находится в соответствии с количеством света, принимаемым фототранзистором M4, образованным в каждом пикселе в пиксельной области 1. Выходной сигнал V_{OUT} информационного табло передается в схему 8 обработки сигналов, где выполняется аналого-цифровое преобразование его, и он сохраняется в запоминающем устройстве (непоказанном) в качестве выходных данных информационного табло. В частности, в этом запоминающем устройстве накапливается такое же количество блоков выходных данных информационного табло, как количество пикселей (количество фотодатчиков) в пиксельной области 1. При использовании выходных данных информационного табло, накопленных в запоминающем устройстве, схема 8 обработки сигналов выполняет обработку

сигналов различных видов, например захват изображения и обнаружение области касания. Заметим, что хотя в настоящем осуществлении такое же количество блоков выходных данных информационного табло, как и количество пикселей (количество фотодатчиков) в пиксельной области 1, накапливается в запоминающем устройстве

5 схемы 8 обработки сигналов, но ввиду ограничений, таких как емкость запоминающего устройства, нет необходимости обязательно накапливать такое же количество блоков выходных данных информационного табло, как количество пикселей.

10 Как описывалось выше, дисплейное устройство согласно настоящему осуществлению дает возможность получать выходной сигнал фотодатчика даже в случае, когда фототранзистор М4 используется вместо обычного фотодиода в качестве фотодетектирующего элемента фотодатчика. Кроме того, в частности,

15 формирование транзистора М2 и фототранзистора М4 на основе тонкопленочного транзистора из аморфного кремния или тонкопленочного транзистора из микрокристаллического кремния является предпочтительным, обеспечивающим более дешевый процесс производства по сравнению с использованием поликристаллического кремния.

20 Осуществление 2

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

25 этих элементов опускается.

Как показано на фиг.9, дисплейное устройство согласно второму осуществлению отличается от первого осуществления тем, что фототранзистор М5 включен в качестве фотодетектирующего элемента фотодатчика вместо фототранзистора М4, описанного

30 в первом осуществлении. Фототранзистор М5 аналогичен фототранзистору М4 в том, что затвор подключен к проводке RST сброса, а отличается от фототранзистора М4 тем, что исток подключен к проводке, предназначенной для подвода второго сигнала VRST сброса, который отличается от первого сигнала RST сброса.

Ниже с обращением к фиг.10 и 11 будет описана работа фотодатчика согласно

35 настоящему осуществлению. На фиг.10 представлена временная диаграмма сигналов, показывающая зависимость между V_{INT} и различными сигналами, которые поступают на фотодатчик согласно настоящему осуществлению. На фиг.11 в качестве примера для сравнения представлена временная диаграмма сигналов в конфигурации согласно

40 первому осуществлению, показывающая изменение V_{INT} в случае, когда падение потенциала сигнала RST сброса не было крутым.

Как показано на фиг.11, в случае, когда падение потенциала сигнала RST сброса в конфигурации согласно первому осуществлению не было крутым, потенциал V_{INT} электрода затвора транзистора М2 понижался на значительную величину

45 (показанную на фиг.11 как ΔV_{BACK}) во время падения потенциала сигнала RST сброса. Причина этого заключается в том, что в отличие от фотодиода фототранзистор М4 имеет двунаправленную проводимость. В этом случае динамический диапазон пикселей уменьшается на величину, соответствующую падению ΔV_{BACK} , что создает проблему насыщения при небольшом количестве света.

50

В конфигурации согласно настоящему осуществлению для решения этой проблемы отдельные сигналы RST и VRST сброса, описанные выше, подаются соответственно на затвор и исток фототранзистора М5. Как показано на фиг.10, 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.10 и 11, падение потенциала $V_{INT}(\Delta V_{BACK})$, заметное на фиг.11, не происходит в конфигурации настоящего осуществления, что показано на фиг.10, и это делает возможной реализацию фотодатчика, имеющего широкий динамический диапазон.

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

Например, в примерах конфигураций, данных в первом и втором осуществлениях, проводки VDD и OUT, подключенные к фотодатчику, также используются в качестве истоковых проводок SL. Такая конфигурация имеет преимущество, заключающееся в том, что апертура пикселей является высокой. Однако возможна конфигурация, в которой проводки VDD и OUT для фотодатчика выполняются отдельно от истоковых проводок SL.

Промышленная применимость

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

Перечень позиций

- 1 - пиксельная область
- 2 - дисплейный возбудитель затворов
- 3 - дисплейный возбудитель истоков
- 4 - возбудитель столбцов датчиков
- 41 - схема считывания пикселей датчиков
- 42 - усилитель сигналов столбцов датчиков
- 43 - схема сканирования столбцов датчиков
- 5 - возбудитель строк датчиков
- 6 - буферный усилитель
- 7 - соединитель гибкой печатной платы
- 8 - схема обработки сигналов
- 9 - гибкая печатная плата
- 100 - подложка активной матрицы
- M2 - тонкопленочный транзистор (переключающий элемент датчика)
- M4 - фототранзистор (фотодетектирующий элемент).

Формула изобретения

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

при этом фотодатчик содержит:
 фотодетектирующий элемент, который принимает падающий свет;
 конденсатор, один электрод которого соединен с фотодетектирующим элементом, который накапливает выходной ток от фотодетектирующего элемента;
 проводку сигнала сброса, которая подводит сигнал сброса к фотодатчику;
 проводку сигнала считывания, которая подводит сигнал считывания к фотодатчику; и
 переключающий элемент датчика, который в соответствии с сигналом считывания

считывает выходной ток, накопленный в конденсаторе с момента подачи сигнала сброса до подачи сигнала считывания,

при этом фотодетектирующий элемент представляет собой фототранзистор, затвор и исток фототранзистора непосредственно подключены к проводке сигнала сброса без
5 других элементов между затвором и истоком фототранзистора и проводкой сигнала сброса.

2. Дисплейное устройство по п.1, в котором фотодетектирующий элемент представляет собой тонкопленочный транзистор из аморфного кремния или
10 тонкопленочный транзистор из микрокристаллического кремния.

3. Дисплейное устройство по п.1, в котором переключающий элемент датчика представляет собой тонкопленочный транзистор из аморфного кремния или тонкопленочный транзистор из микрокристаллического кремния.

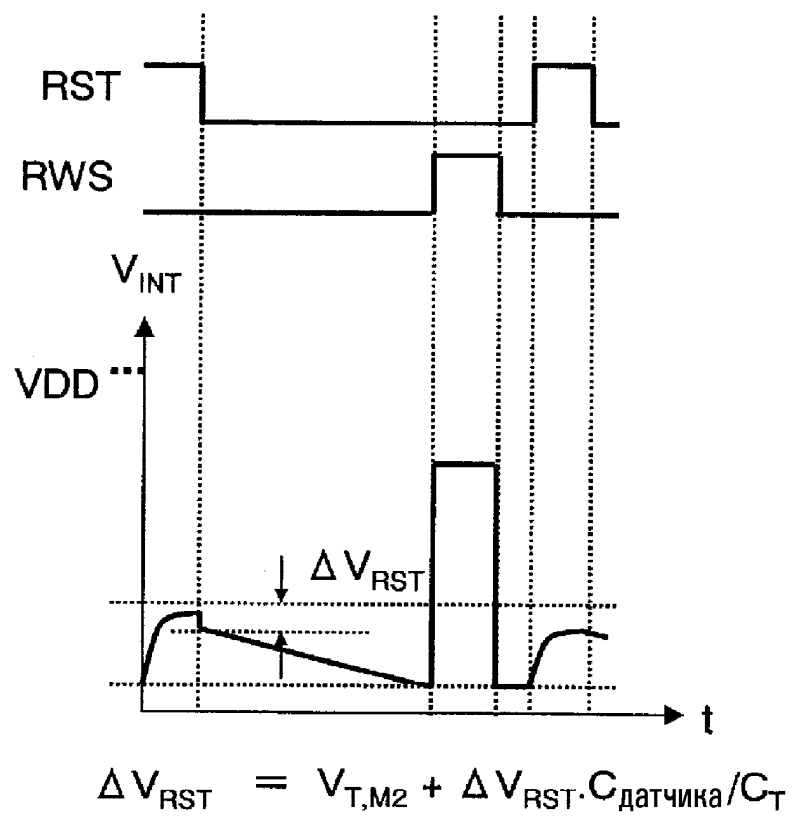
4. Дисплейное устройство по любому одному из пп.1-3, дополнительно содержащее
15 общую подложку, противоположную подложке активной матрицы; и жидкий кристалл, заключенный между подложкой активной матрицы и общей подложкой.

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

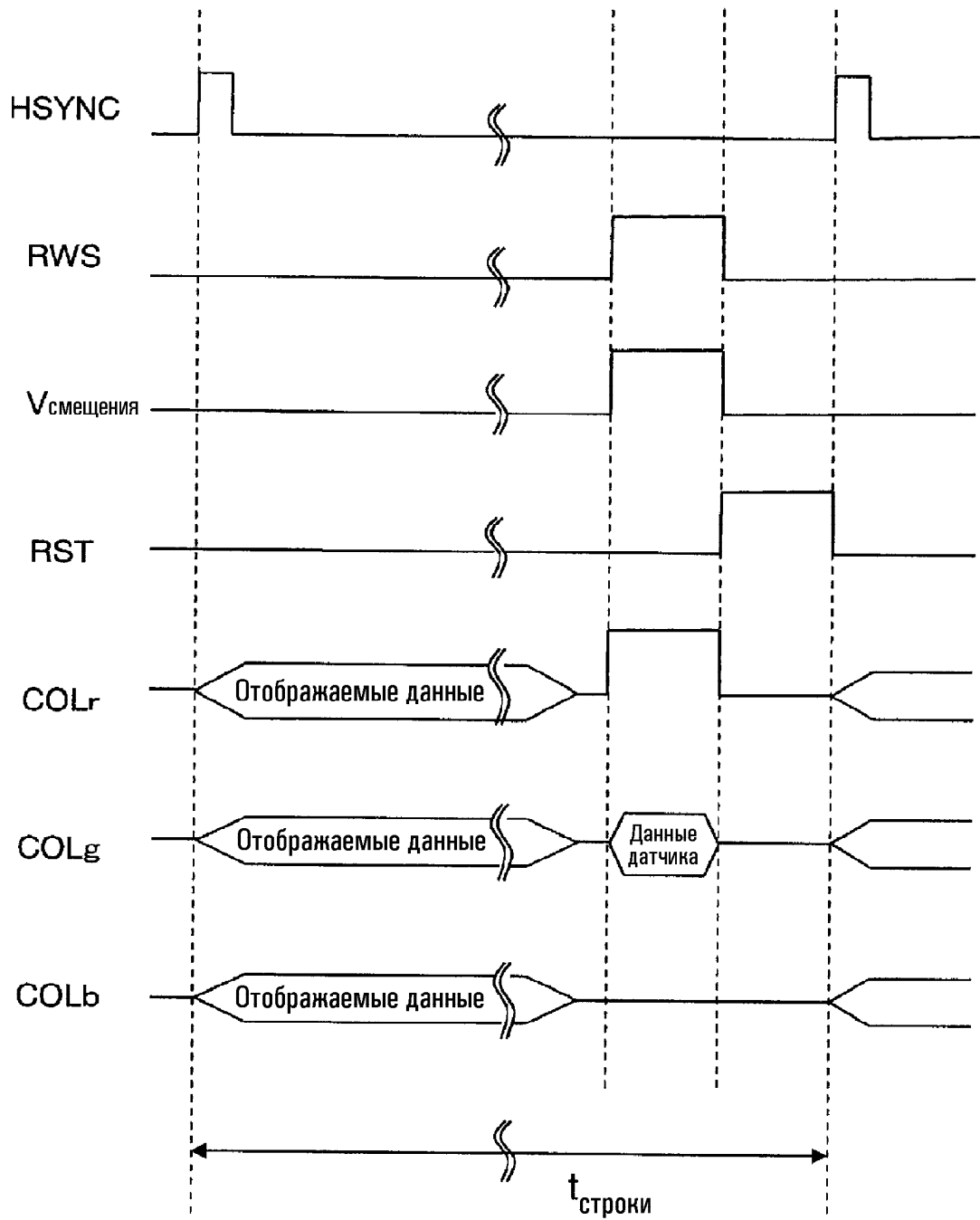
при этом фотодатчик содержит:
фотодетектирующий элемент, который принимает падающий свет;
конденсатор, один электрод которого соединен с фотодетектирующим элементом,
который накапливает выходной ток от фотодетектирующего элемента;
25 проводку сигнала сброса, которая подводит сигнал сброса к фотодатчику;
проводку сигнала считывания, которая подводит сигнал считывания к фотодатчику; и

переключающий элемент датчика, который в соответствии с сигналом считывания
30 считывает выходной ток, накопленный в конденсаторе с момента подачи сигнала сброса до подачи сигнала считывания,

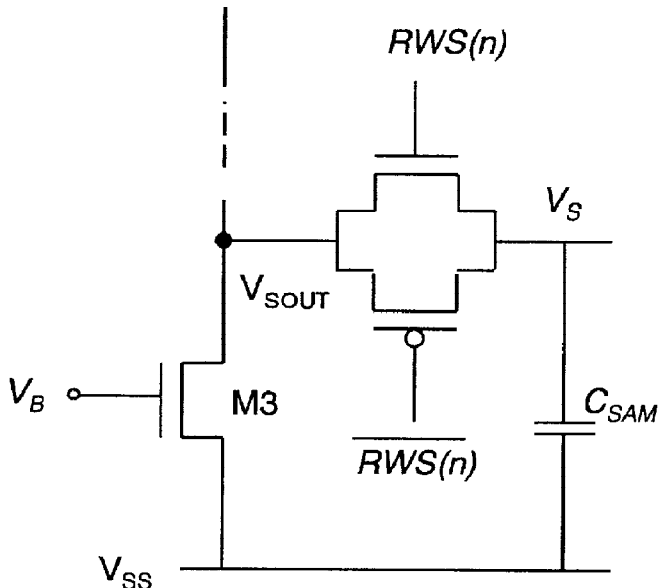
при этом фотодетектирующий элемент представляет собой фототранзистор, причем проводка сигнала сброса подключена к затвору фототранзистора, а проводка второго сигнала сброса, который вызывает падение потенциала после вхождения
35 фототранзистора в выключенное состояние, подключена к истоку фототранзистора.



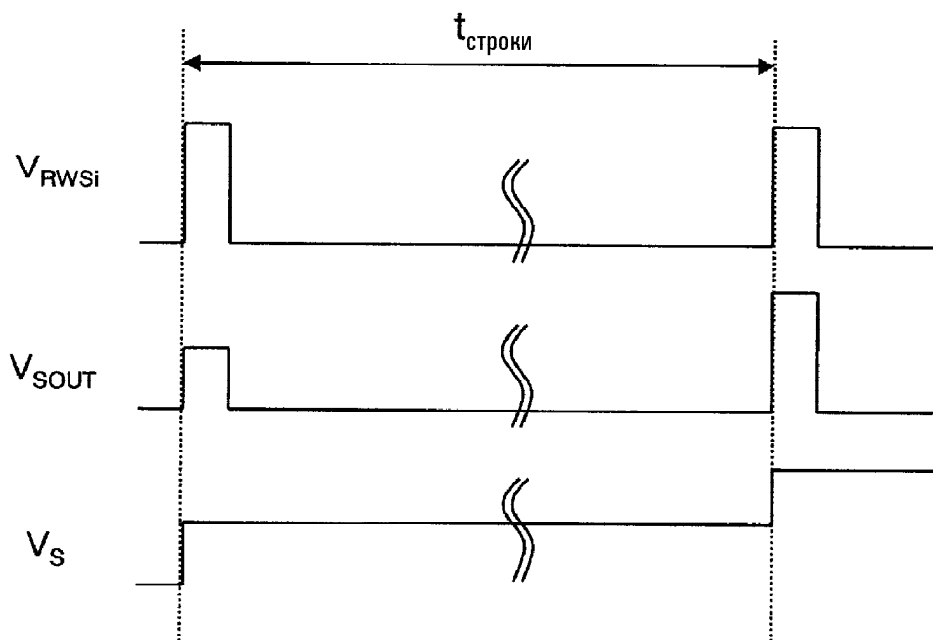
Фиг.4



ФИГ.5

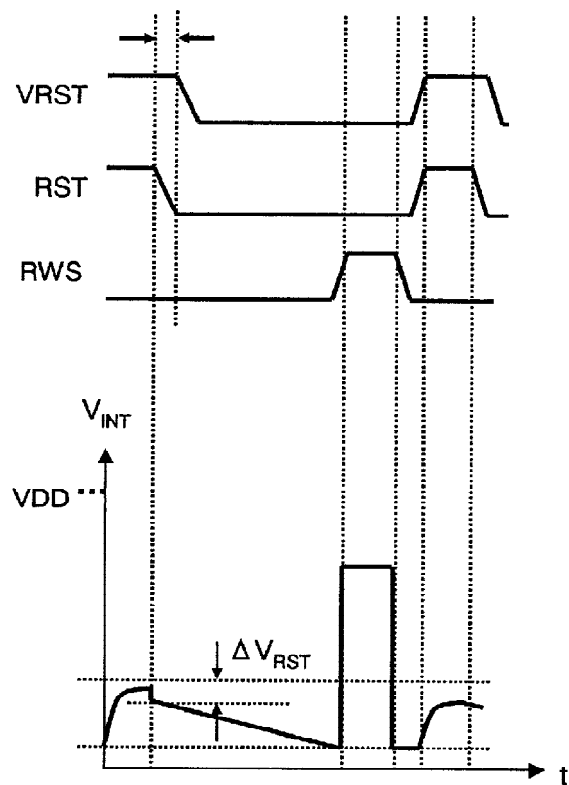


ФИГ.6



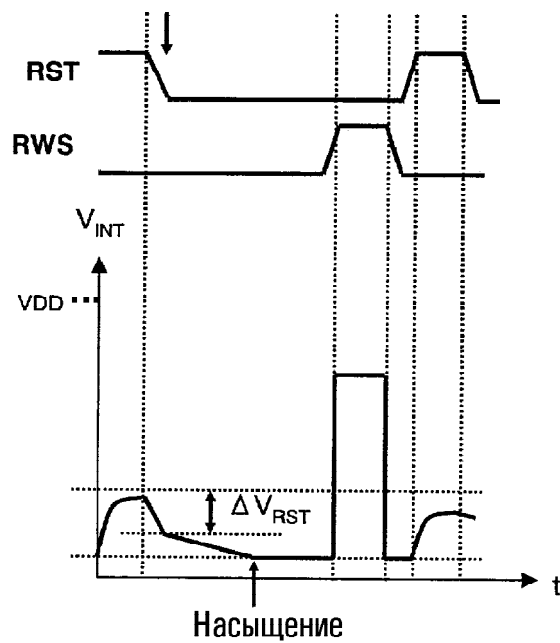
ФИГ.7





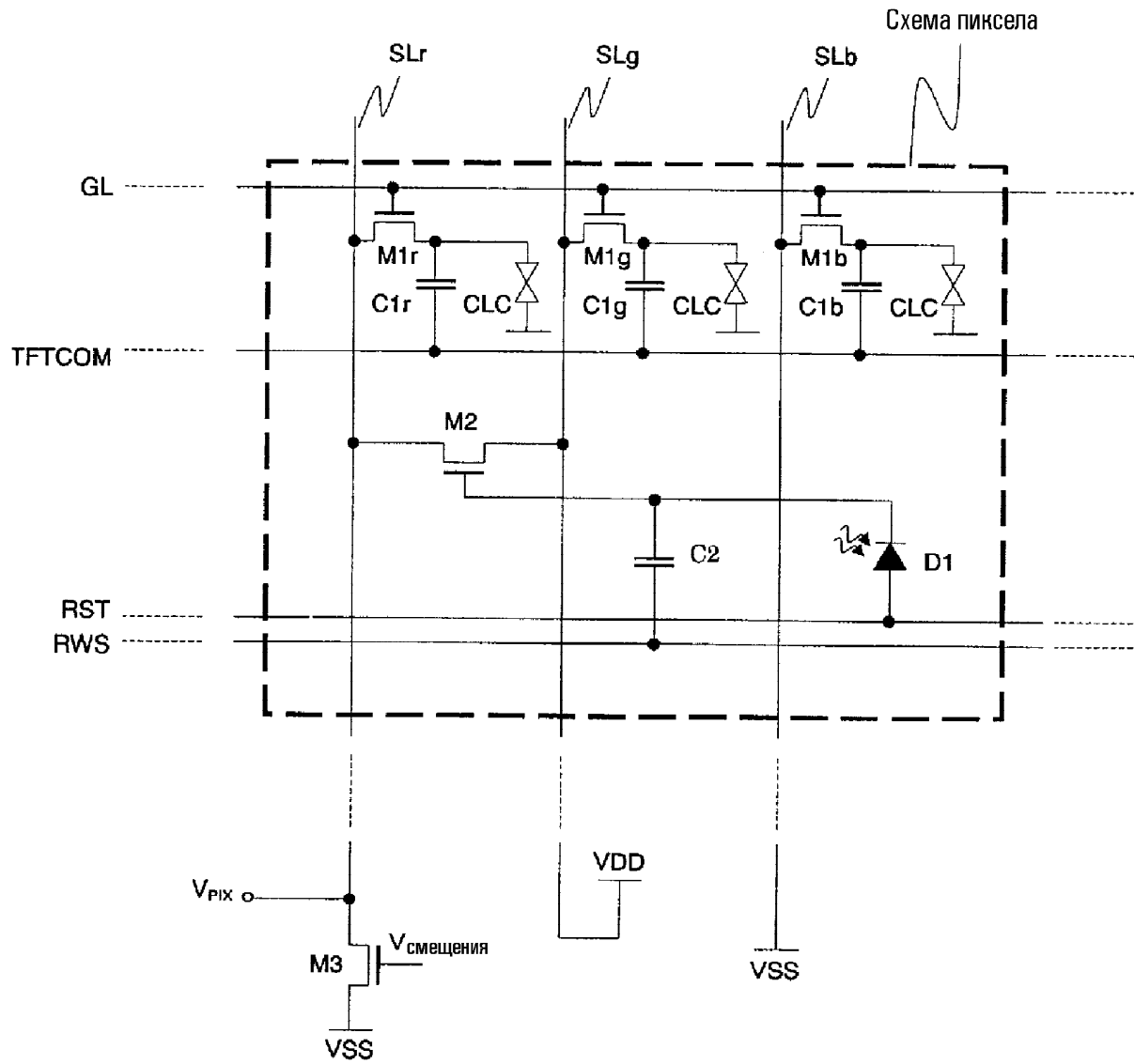
$$\Delta V_{RST} = V_{T,M2} + \Delta V_{RST} \cdot C_{\text{датчика}} / C_T$$

ФИГ.10

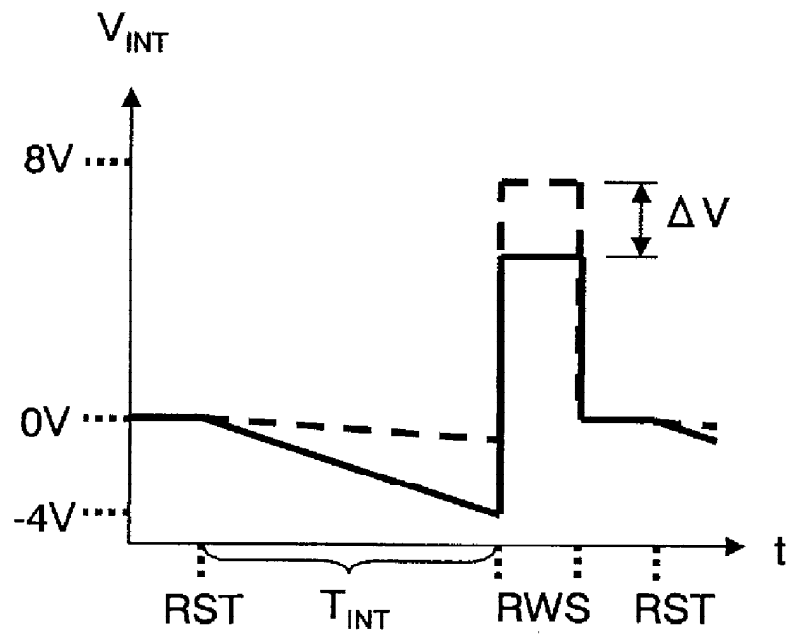


$$\Delta V_{RST} = V_{T,M2} + \Delta V_{RST} \cdot C_{\text{датчика}} / C_T + \Delta V_{\text{BACK}}$$

ФИГ.11



ФИГ.12



ФИГ.13