



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2010133954/08, 06.02.2009

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
06.02.2009

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
11.02.2008 US 61/027,727

(43) Дата публикации заявки: 20.03.2012 Бюл. № 8

(45) Опубликовано: 27.08.2014 Бюл. № 24

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: US 2007/0053652 A1, 08.03.2007. EP
1630781 A2, 01.03.2006. US 2006/0056000 A1,
16.03.2006. EP 1640769 A1, 29.03.2006

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 13.09.2010

(86) Заявка РСТ:
US 2009/033435 (06.02.2009)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2009/102639 (20.08.2009)

Адрес для переписки:

190000, Санкт-Петербург, ул. Малая Морская,
15, офис 5, ООО "ПАТЕНТИКА" ВОХ 1125,
М.А.Можайскому

(72) Автор(ы):

ГОВИЛЬ Алок (US)

(73) Патентообладатель(и):

КВАЛКОММ МЕМС ТЕКНОЛОДЖИС,
ИНК. (US)

(54) СПОСОБ И УСТРОЙСТВО СЧИТЫВАНИЯ, ИЗМЕРЕНИЯ ИЛИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ
ДИСПЛЕЙНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ, ОБЪЕДИНЕННЫХ СО СХЕМОЙ УПРАВЛЕНИЯ ДИСПЛЕЕМ, А
ТАКЖЕ СИСТЕМА, В КОТОРОЙ ПРИМЕНЕНЫ ТАКИЕ СПОСОБ И УСТРОЙСТВО

(57) Реферат:

Изобретение относится к микроэлектромеханическим системам дисплейных устройств. Техническим результатом является повышение эффективности определения рабочей характеристики дисплейного устройства за счет измерения электрического отклика этого устройства в ответ на сигнал, поданный через электроды этого устройства. Устройство содержит матрицу интерферометрических модуляторов, схему управления, подающую сигнал через первый и второй электроды одного из интерферометрических модуляторов,

изменяющий состояние указанного модулятора из первого состояния во второе состояние и обратно в первое состояние, схему обратной связи, измеряющую электрический отклик указанного модулятора в ответ на сигнал, процессор, управляющий схемой формирователя, получения данных, характеризующих измеренный отклик, и определения на основе отклика рабочей характеристики модулятора, запоминающее устройство, взаимодействующее с процессором. 4 н. и 23 з.п. ф-лы, 27 ил.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 526 708** (13) **C2**

(51) Int. Cl.

G09G 3/34 (2006.01)

G02F 1/21 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2010133954/08, 06.02.2009**

(24) Effective date for property rights:
06.02.2009

Priority:

(30) Convention priority:
11.02.2008 US 61/027,727

(43) Application published: **20.03.2012** Bull. № 8

(45) Date of publication: **27.08.2014** Bull. № 24

(85) Commencement of national phase: **13.09.2010**

(86) PCT application:
US 2009/033435 (06.02.2009)

(87) PCT publication:
WO 2009/102639 (20.08.2009)

Mail address:

**190000, Sankt-Peterburg, ul. Malaja Morskaja, 15,
ofis 5, OOO "PATENTIKA" VOKh 1125,
M.A.Mozhajskomu**

(72) Inventor(s):

GOVIL' Alok (US)

(73) Proprietor(s):

**KVALKOMM MEMS TEKNOLODZhIS, INK.
(US)**

(54) **METHOD AND APPARATUS FOR READING, MEASURING OR DETERMINING PARAMETERS OF DISPLAY ELEMENTS COMBINED WITH DISPLAY CONTROL CIRCUIT, AND SYSTEM USING SAID METHOD AND APPARATUS**

(57) Abstract:

FIELD: physics, computer engineering.

SUBSTANCE: invention relates to microelectromechanical systems of display devices. The apparatus comprises an array of interferometric modulators, a control circuit which transmits a signal through a first and a second electrode of one of the interferometric modulators, which changes the state of said modulator from a first state to a second state and back to the first state, a feedback circuit which measures electrical response of said modulator in response to the

signal, a processor which controls a driver circuit, obtaining data characterising the measured response, and determining performance of the modulator based on the response, a storage device which interacts with the processor.

EFFECT: high efficiency of determining performance of a display device by measuring electrical response of said device in response to a signal transmitted through electrodes of said device.

27 cl, 27 dwg

ПЕРЕКРЕСТНАЯ ССЫЛКА НА РОДСТВЕННЫЕ ЗАЯВКИ

[0001] Данной заявкой заявлен приоритет, устанавливаемый по предварительной заявке на патент США №61/027727, озаглавленной «Способ и устройство считывания, измерения или определения параметров дисплейных элементов, объединенных со схемой управления дисплеем, а также система, в которой применены такие способ и устройство», поданной 11 февраля 2008 года, ссылка на которую означает включение ее в настоящую заявку.

ПРЕДПОСЫЛКИ К СОЗДАНИЮ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Область техники, к которой относится изобретение

[0002] Настоящее изобретение относится к микроэлектромеханическим системам. В частности, изобретение относится к способам и устройствам для повышения эффективности использования микроэлектромеханических систем, таких как интерферометрические модуляторы.

Обзор известного уровня техники

[0003] Микроэлектромеханические системы (МЭМС) содержат микромеханические элементы, исполнительные механизмы-актюаторы и электронные схемы.

Микромеханические элементы могут быть созданы с использованием осаждения, травления и/или других процессов механической микрообработки, в которых части подложек и/или слои осажденного материала удаляют травлением или добавляют слои для формирования электрических и электромеханических устройств. Один из типов устройств на основе МЭМС представлен интерферометрическим модулятором.

Используемый в настоящем описании термин "интерферометрический модулятор" или "интерферометрический световой модулятор" относится к устройству, которое выборочно поглощает и/или отражает свет с использованием принципов оптической интерференции. В некоторых вариантах реализации интерферометрический модулятор может содержать пару проводящих пластин, одна или обе из которых могут быть прозрачными и/или отражающими полностью или частично и которые выполнены с возможностью относительного перемещения в ответ на приложение соответствующего электрического сигнала. В конкретном варианте реализации одна пластина может содержать зафиксированный слой, осажденный на подложке, а другая пластина может содержать металлическую перегородку, разделенную от зафиксированного слоя зазором. Как описано в настоящем описании более подробно, положение одной пластины относительно другой может влиять на оптическую интерференцию света, падающего на интерферометрический модулятор. Такие устройства имеют широкое применение, и может быть полезным использование и/или изменение характеристик устройств этого типа как в известных решениях, так и для усовершенствования существующих изделий и для создания новых еще не разработанных изделий.

[0004] Системы, способы и устройства, описанные в настоящем описании, имеют ряд собственных аспектов, причем ни один из аспектов в отдельности не обеспечивает требуемых свойств. Далее кратко рассмотрены характерные особенности настоящего изобретения без ограничения его объема. После этого рассмотрения и, в особенности, после прочтения раздела «Подробное описание конкретных вариантов реализации» станет понятно, как особенности настоящего изобретения обеспечивают преимущество перед другими дисплейными устройствами.

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0005] Согласно одному из аспектов предложен способ, согласно которому подают сигнал между первым и вторым электродами дисплейного элемента, причем сигнал меняет первое состояние дисплейного элемента на второе и обратно в первое по

существованию незаметно для человеческого зрения, измеряют электрический отклик дисплейного элемента в ответ на поданный сигнал, и на его основе определяют по меньшей мере одну рабочую характеристику дисплейного элемента.

[0006] Согласно другому аспекту предложен прибор, содержащий схему формирования, выполненную с возможностью подачи сигнала между первым и вторым электродами дисплейного элемента, причем сигнал меняет первое состояние дисплейного элемента на второе и обратно в первое по существованию незаметно для человеческого зрения, схему обратной связи, выполненную с возможностью измерения электрического отклика дисплейного элемента в ответ на поданный сигнал напряжения, и процессор, выполненный с возможностью управления схемой формирования, получения данных, характеризующих измеренный электрический отклик, и определения на основе этого измеренного отклика по меньшей мере одной рабочей характеристики дисплейного элемента.

[0007] По еще одному аспекту предложено дисплейное устройство, которое содержит средства подачи сигнала между первым и вторым электродами дисплейного элемента, причем сигнал меняет первое состояние дисплейного элемента на второе и обратно по существованию незаметно для человеческого зрения, средства измерения электрического отклика дисплейного элемента в ответ на поданный сигнал напряжения и определения на основе этого отклика по меньшей мере одной рабочей характеристики дисплейного элемента.

[0008] По еще одному аспекту предложено дисплейное устройство, которое содержит матрицу интерферометрических модуляторов, схему формирования, выполненную с возможностью подачи сигнала между первым и вторым электродами по меньшей мере одного из интерферометрических модуляторов, причем сигнал меняет первое состояние интерферометрического модулятора на второе и обратно по существованию незаметно для человеческого зрения, схему обратной связи, выполненную с возможностью измерения электрического отклика интерферометрического модулятора в ответ на поданный сигнал напряжения, процессор, выполненный с возможностью управления схемой формирования, получения данных, характеризующих измеренный электрический отклик, и определения на основе этого отклика по меньшей мере одной рабочей характеристики интерферометрического модулятора, и запоминающее устройство, выполненное с возможностью взаимодействия с процессором.

Техническим результатом настоящего изобретения является обеспечение возможности диагностики дисплейного элемента благодаря измерению электрического отклика дисплейного элемента в ответ на поданный сигнал и определения на основе этого отклика по меньшей мере одной рабочей характеристики дисплейного элемента.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

[0009] На фиг.1 показан изометрический вид, изображающий участок одного варианта реализации дисплея на основе интерферометрических модуляторов, в котором подвижный отражающий слой первого интерферометрического модулятора находится в релаксационном положении, и подвижный отражающий слой второго интерферометрического модулятора находится в активированном положении.

[0010] На фиг.2 представлена принципиальная схема реализации электронного устройства согласно одному из вариантов реализации, содержащего дисплей на основе интерферометрических модуляторов с конфигурацией 3×3.

[0011] На фиг.3 показан график зависимости положения подвижного зеркала от приложенного напряжения для варианта реализации интерферометрического модулятора, показанного на фиг.1.

[0012] На фиг.4 показаны значения напряжения группы строк и столбцов, которые могут быть использованы для управления дисплеем на основе интерферометрических модуляторов.

[0013] На фиг.5А проиллюстрирован пример кадра данных для отображения на дисплее на основе интерферометрических модуляторов с конфигурацией 3×3, представленном на фиг.2.

[0014] На фиг.5В проиллюстрирован пример временной диаграммы сигналов строк и столбцов, которые могут быть использованы для записи кадра, показанного на фиг.5А.

[0015] На фиг.6А и 6В показаны принципиальные схемы варианта реализации устройства отображения, содержащего интерферометрические модуляторы.

[0016] На фиг.7А показано сечение устройства, изображенного на фиг.1.

[0017] На фиг.7В показано сечение интерферометрического модулятора согласно еще одному варианту реализации.

[0018] На фиг.7С показано сечение интерферометрического модулятора согласно еще одному варианту реализации.

[0019] На фиг.7D показано сечение интерферометрического модулятора согласно еще одному варианту реализации.

[0020] На фиг.7Е показано сечение интерферометрического модулятора согласно еще одному варианту реализации.

[0021] На фиг.8 показана принципиальная схема, которая иллюстрирует пример системы, выполненной с возможностью управления дисплейной матрицей и измерения электрического отклика выбранных дисплейных элементов, например дисплея на основе интерферометрических модуляторов, изображенного на фиг.2.

[0022] На фиг.9 показана принципиальная схема, иллюстрирующая другой пример схемы, которая может быть использована для измерения электрического отклика выбранных дисплейных элементов с помощью той же схемы, используемой для подачи задающего сигнала на выбранные дисплейные элементы, таких как в дисплее на основе интерферометрических модуляторов, изображенном на фиг.2.

[0023] На фиг.10А показана блок-схема, которая иллюстрирует пример способа управления дисплейным элементом, например интерферометрическим модулятором, изображенным на фиг.1, с использованием пилообразного управляющего напряжения.

[0024] На фиг.10В показана блок-схема, которая иллюстрирует способ калибровки управляющих напряжений для дисплейных элементов, включающий определение управляющего напряжения на основе заданной рабочей характеристики дисплейного элемента.

[0025] На фиг.10С показана блок-схема, которая иллюстрирует другой способ калибровки управляющих напряжений для дисплейных элементов, включающий регулировку управляющего напряжения на основе определения состояния ошибки при управлении дисплейным элементом.

[0026] Фиг.11А иллюстрирует пример пилообразного сигнала напряжения для управления дисплейным элементом.

[0027] На фиг.11В показан считанный электрический отклик схемы формирователя, подключенной к дисплейному элементу, который может быть использован в способах, проиллюстрированных на фиг.10А и 10В.

[0028] Фиг.12 иллюстрирует пример сигнала управляющего напряжения для управления дисплейным элементом и соответствующий электрический отклик, считанный в схеме формирователя, соединенной с дисплейным элементом, которые могут быть

использованы в способах, проиллюстрированных на фиг.10А и 10В.

[0029] Фиг.13А иллюстрирует пример сигнала управляющего напряжения и соответствующий электрический отклик, указывающий на надлежащую активацию дисплейного элемента, которые могут быть использованы в способе,

5 проиллюстрированном на фиг.10С.

[0030] Фиг.13 В иллюстрирует пример сигнала управляющего напряжения и соответствующий электрический отклик, указывающий на пример ошибочной активации дисплейного элемента, которые могут быть использованы в способе,

проиллюстрированном на фиг.10С.

10 [0031] На фиг.14 представлена блок-схема, которая иллюстрирует способ управления дисплейным элементом и измерения электрического отклика дисплейного элемента для определения управляющего напряжения, обеспечивающего достижение заданной рабочей характеристики, при котором управляющее напряжение вызывает изменение состояния дисплея по существу не видимое для глаза человека.

15 [0032] Фиг.15 иллюстрирует пример формы кривой управляющего напряжения и соответствующий измеренный электрический отклик, которые могут быть использованы в способе, проиллюстрированном на фиг.15.

[0033] На фиг.16А показана принципиальная схема, которая иллюстрирует пример схемы для управления изолированным участком дисплейной матрицы и измерения

20 электрического отклика изолированного участка.

[0034] На фиг.16В представлена эквивалентная схема, которая показывает электрическую взаимосвязь емкости измеряемой области дисплея с емкостями других, не измеряемых областей.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ

25 [0035] Последующее подробное описание относится к некоторым конкретным вариантам реализации. Однако идея изобретения может быть реализована множеством других способом. В настоящем описании даются ссылки на чертежи, на которых одинаковые части обозначены одинаковыми позиционными номерами. Из последующего описания следует, что варианты реализации могут быть осуществлены в любом

30 устройстве, которое выполнено с возможностью отображения изображения, подвижного (например, видео) или неподвижного (например, статического изображения) и текстового или графического. Более конкретно, предполагается, что варианты реализации могут быть осуществлены в различных электронных устройствах или объединены с

35 различными электронными устройствами, такими как, помимо прочего, мобильные телефоны, беспроводные устройства, персональные электронные секретари (PDA), переносные или мобильные компьютеры, GPS-приемники/навигаторы, фотокамеры, МРЗ-плееры, видеокамеры, игровые приставки, наручные часы, обычные часы, калькуляторы, телевизионные мониторы, плоские панельные дисплеи, компьютерные мониторы, автомобильные дисплеи (например, дисплей одометра и т.д.), приборы

40 управления и/или дисплеи в кабине самолета, дисплеи обзорных камер (например, дисплей камеры заднего вида в транспортном средстве), электронные фотографии, электронные информационные или рекламные щиты или электронные знаки, проекторы, архитектурные конструкции, упаковка и художественные конструкции (например, вывод на дисплей изображений на ювелирном изделии). Устройства на основе МЭМС

45 со структурой, подобной описанным здесь, также могут быть использованы в применениях без дисплея, таких как электронные переключающие устройства.

[0036] Приведено описание способов и систем электрического считывания, измерения и определения параметров дисплейных элементов. Вариант реализации изобретения

включает в себя интегрирование электрического считывания, измерения и определения параметров со схемой управления дисплеем. Этот вариант реализации настоящего изобретения обеспечивает, например, полное интегрирование измерений постоянного

напряжения или рабочего напряжения гистерезиса и/или времен отклика
 5 интерферометрического модулятора устройств на основе МЭМС, с ИС драйвера дисплея и/или схемой управления дисплеем. Другой вариант реализации изобретения обеспечивает выполнение и использование этих измерений без появления артефактов дисплея, видимых человеческому глазу. Еще один вариант реализации изобретения позволяет объединить схему измерения с ИС драйвера дисплея и/или схемой управления
 10 дисплеем при повторном использовании компонентов существующей схемы и конструктивных особенностей, обеспечивая, таким образом, относительно простую интеграцию способа измерения и его использования.

[0037] Один вариант реализации дисплея на основе интерферометрических модуляторов, содержащий интерферометрический дисплейный элемент на основе
 15 МЭМС, изображен на фиг.1. В этих устройствах пикселы могут находиться в светлом или темном состоянии. В светлом («включенном» или «открытом») состоянии дисплейный элемент отражает пользователю значительную часть видимого падающего света. В темном («выключенном» или «закрытом») состоянии дисплейный элемент отражает пользователю незначительную часть видимого падающего света. В
 20 зависимости от варианта реализации изобретения отражающие свойства «включенного» и «выключенного» состояний могут быть изменены на противоположные. Пикселы на основе МЭМС могут быть выполнены с возможностью преимущественного отражения определенных цветов, благодаря чему возможно цветное отображение в дополнение к черно-белому.

[0038] На фиг.1 представлено трехмерное изображение двух смежных пикселов в
 25 последовательности пикселов дисплея, каждый из которых содержит интерферометрический модулятор на основе МЭМС. В некоторых вариантах реализации изобретения дисплей на основе интерферометрических модуляторов содержит матрицу из строк и столбцов указанных интерферометрических модуляторов. Каждый
 30 интерферометрический модулятор содержит два отражающих слоя, которые расположены на изменяемом и регулируемом расстоянии друг от друга, образуя полость оптического резонатора, выполненную с возможностью изменения по меньшей мере по одной координате. В одном из вариантов реализации изобретения один из отражающих слоев может быть перемещен в одно из двух положений. В первом
 35 положении, релаксационном, подвижный отражающий слой расположен на относительно большом расстоянии от зафиксированного частично отражающего слоя. Во втором положении, активированном, подвижный отражающий слой расположен ближе к частично отражающему слою и является смежным с ним. В зависимости от положения подвижного отражающего слоя падающий свет может подвергаться
 40 конструктивной или деструктивной интерференции, в результате чего каждый пиксел может быть в полностью отражающем состоянии или не отражающем состоянии.

[0039] Изображенная на фиг.1 часть матрицы пикселов содержит два смежных интерферометрических модулятора 12a и 12b. Подвижный отражающий слой 14a левого интерферометрического модулятора 12a находится в релаксационном положении и
 45 расположен на заданном расстоянии от оптической стопы 16a, которая содержит частично отражающий слой. Подвижный отражающий слой 14b правого интерферометрического модулятора 12b показан в активированном положении, смежным с оптической стопой 16b.

[0040] Стопы 16a и 16b (именуемые собирательно оптической стопой 16) по существу содержат несколько сплавленных слоев, в число которых могут входить электродный слой (состоящий, например, из смешанного оксида индия и олова (ИТО)), частично отражающий слой (состоящий, например, из хрома) и прозрачный диэлектрик. Таким образом, оптическая стопа 16 является электрически проводящей, частично прозрачной и частично отражающей и может быть выполнена посредством нанесения по меньшей мере одного из вышеуказанных слоев на прозрачную подложку 20. Частично отражающий слой может быть выполнен из частично отражающих материалов, таких как металлы, полупроводники и диэлектрики. Частично отражающий слой может быть выполнен по меньшей мере из одного материала, а каждый из слоев может быть сформирован из одного материала или их комбинации.

[0041] В некоторых вариантах реализации изобретения на слоях оптической стопы 16 сформирован рельеф в виде параллельных полос с образованием строковых электродов дисплейного устройства, как описано ниже. Подвижные отражающие слои 14a, 14b могут быть сформированы в виде ряда параллельных полос по меньшей мере одного металлического слоя (перпендикулярного строковым электродам 16a и 16b), осажденного на верхнюю часть опор 18, между которыми осажден промежуточный временный материал. После удаления травлением временного материала подвижные отражающие слои 14a, 14b могут быть отделены заданным зазором 19 от оптических стоп 16a, 16b. Для получения отражающих слоев 14 может быть использован материал, обладающий высокими проводящими и отражающими свойствами, например алюминий, а полученные полосы могут образовывать в дисплейном устройстве столбцовые электроды.

[0042] Когда электрическое напряжение не приложено, между подвижным отражающим слоем 14a и оптической стопой 16a остается полость 19, причем слой 14a находится в механически релаксационном положении, как показано на примере пиксела 12a (фиг.1). Однако когда к выбранной строке и столбцу приложена разность потенциалов, конденсатор, образующийся в соответствующем пикселе на пересечении электродов строки и столбца, становится заряженным, и электростатические силы сближают эти электроды. Если напряжение достаточно высоко, то подвижный отражающий слой 14 деформируется и прижимается к стопе 16. Диэлектрический слой (не показан), находящийся внутри стопы 16, может предотвращать закорачивание и контролировать зазор между слоями 14 и 16, как показано на примере правого активированного пиксела 12b (фиг.1). Описанный характер действий одинаков при любой полярности приложенной разности потенциалов. Таким образом, активация строки/столбца, с помощью которой можно переводить пикселы в отражающее и неотражающее состояние, во многом аналогична соответствующим процессам в жидкокристаллических и других дисплеях.

[0043] Фиг.2-5В иллюстрируют пример процесса и системы для использования матрицы интерферометрических модуляторов в дисплеях.

[0044] На фиг.2 представлена принципиальная схема одного варианта электронного устройства, который включает в себя аспекты настоящего изобретения. Предлагаемое электронное устройство содержит процессор 21, который может представлять собой одно- или многокристальный универсальный микропроцессор, такой как ARM, Pentium®, Pentium II®, Pentium III®, Pentium IV®, Pentium® Pro, 8051, MIPS®, Power PC®, ALPHA® или любой микропроцессор специального назначения, такой как цифровой сигнальный процессор, микроконтроллер или программируемая матрица логических элементов. Как и в известных решениях, процессор 21 может быть выполнен с возможностью

выполнения им по меньшей мере одного программного модуля. Помимо выполнения операционной системы процессор может быть выполнен с возможностью выполнения по меньшей мере одного программного приложения, включая веб-браузер, телефонное приложение, программу для работы с электронной почтой или любое другое программное приложение.

[0045] В одном из вариантов реализации изобретения процессор 21 также выполнен с возможностью взаимодействия с матричным формирователем 22. В другом варианте реализации изобретения матричный формирователь 22 содержит схему 24 формирования строк и схему 26 формирования столбцов, при этом эти схемы подают сигналы на дисплейную матрицу или панель 30. На фиг.2 линиями 1-1 обозначена линия разреза матрицы, показанной на фиг.1. Как показано на фиг.3, в протоколе активации строк и столбцов интерферометрических модуляторов на основе МЭМС могут быть использованы гистерезисные свойства указанных устройств. В этом случае для деформации подвижного слоя и перевода его из релаксационного состояния в активированное может потребоваться, например, разность потенциалов, равная 10 вольтам. Однако при падении напряжения ниже 10 В подвижный слой остается в своем состоянии. В примере реализации изобретения, изображенном на фиг.3, подвижный слой не подвергается релаксации полностью до тех пор, пока напряжение не упадет ниже 2 вольт. Таким образом, в примере, изображенном на фиг.3, имеется область поданного напряжения, приблизительно от 3 до 7 В, при котором устройство стабильно как в релаксационном, так и активированном состоянии. В настоящем описании этот диапазон называется «гистерезисной областью» или «областью стабильности». Для дисплейной матрицы, имеющей гистерезисные характеристики, показанные на фиг.3, протокол активации строк и столбцов может быть разработан таким образом, что во время стробирования строки к тем ее пикселям, которые необходимо активировать, подают разность напряжений приблизительно 10 вольт, а к тем пикселям, которые необходимо подвергнуть релаксации, - разность напряжений, близкую к нулю. После стробирования, к пикселям подают разность установившихся напряжений приблизительно 5 вольт, так что они остаются в том состоянии, в которое их привел строковый строб. После осуществления записи к каждому пикселу подают разность потенциалов, которая находится в «области стабильности» (в данном примере 3-7 вольт). Это позволяет придать пикселям (фиг.1) конструкционную стабильность при условии подачи одного и того же напряжения в существующем перед этим активированном или релаксационном состоянии. Поскольку каждый пиксел интерферометрического модулятора, в активированном или релаксационном состоянии, по существу представляет собой конденсатор, образованный зафиксированным и подвижным отражающими слоями, указанное стабильное состояние может быть сохранено при напряжении, значение которого находится в гистерезисной области, практически без рассеивания мощности. Если поданный потенциал имеет постоянное значение, то в пикселе нет тока.

[0046] Обычно дисплейный кадр может быть создан путем «задания» группы столбцовых электродов в соответствии с требуемой группой активированных пикселей в первой строке. После этого к электроду строки 1 подают строковый импульс, который активирует пиксели, соответствующие группе сигналов данных. Затем заданную группу столбцовых электродов изменяют так, что они соответствуют требуемой группе активированных пикселей во второй строке. Далее к электроду строки 2 подают импульс, который активирует соответствующие пиксели в строке 2 в соответствии с заданными столбцовыми электродами. Пиксели строки 1 не испытывают влияния

импульса строки 2 и остаются в том же состоянии, в которое они были переведены во время импульса строки 1. Для получения кадра описанные действия могут быть выполнены последовательно для всех рядов строк. Обновление и/или коррекцию кадров по существу выполняют новыми отображаемыми данными путем непрерывного повторения этого процесса с определенным количеством кадров в секунду. Кроме того, известно большое количество протоколов для управления строковыми и столбцовыми электродами пиксельных матриц с целью получения кадров изображения, которые могут быть использованы совместно с настоящим изобретением.

[0047] На фиг.4 и 5А и 5В изображен возможный вариант протокола активации для создания дисплейного кадра в матрице с конфигурацией 3×3, которая показана на фиг.2. На фиг.4 показаны возможные уровни столбцовых и строковых напряжений, которые могут быть использованы для пикселей, характеризующихся гистерезисными кривыми фиг.3. В варианте реализации изобретения, изображенном на фиг.4, для активации пиксела к соответствующему столбцу подают напряжение $-V_{bias}$, а к соответствующей строке напряжение $+\Delta V$, которые могут быть равны -5 вольт и $+5$ вольт, соответственно. Релаксация пиксела выполняется подачей к соответствующему столбцу напряжения $+V_{bias}$, а к соответствующей строке аналогичного напряжения $+\Delta V$, благодаря чему на концах пиксела создается нулевая разность потенциалов. В тех строках, где сохраняют нулевое напряжение, пиксели находятся в стабильном состоянии независимо от того, в каком состоянии они находились изначально, и независимо от того, какое напряжение подано на столбец: $+V_{bias}$ или $-V_{bias}$. Как показано на фиг.4, также могут быть использованы напряжения, полярность которых противоположна полярности напряжений, указанных выше, например, для активации пиксела к соответствующему столбцу может быть приложено напряжение $+V_{bias}$, а к соответствующей строке напряжение $-\Delta V$. В настоящем варианте реализации изобретения релаксация пиксела выполняется подачей к соответствующему столбцу напряжения $-V_{bias}$, а к соответствующей строке аналогичного напряжения $-\Delta V$, благодаря чему на концах пиксела создается нулевая разность потенциалов.

[0048] На фиг.5В изображена временная диаграмма, показывающая последовательность строковых и столбцовых сигналов, подаваемых на матрицу с конфигурацией 3×3 (фиг.2) для получения дисплейной конфигурации, показанной на фиг.5А, в которой активированные пиксели являются неотражающими. Перед записью кадра, показанного на фиг.5А, пиксели могут находиться в любом состоянии, в данном примере напряжение на всех строках равно нулю, а напряжение на всех столбцах составляет $+5$ вольт. При таких напряжениях все пиксели стабильны как в активированных, так и релаксационных состояниях.

[0049] В кадре, показанном на фиг.5А, пиксели (1,1), (1,2), (2,2), (3,2) и (3,3) активированы. Для этого в течение «времени передачи» для строки 1 на столбцы 1 и 2 подают напряжение -5 вольт, а на столбец 3 - напряжение $+5$ вольт. При этом состояние пикселей не изменяется, т.к. напряжение на всех пикселах остается в области стабильности 3-7 вольт. Далее выполняют стробирование строки 1 с помощью импульса, который увеличивается от 0 до 5 вольт, а затем снова падает до нуля. Это приводит к активации пикселей (1,1), (1,2) и релаксации пиксела (1,3). При этом другие пиксели в матрице не испытывают воздействия. Для приведения строки 2 в необходимое состояние на столбец 2 подают напряжение -5 вольт, а на столбцы - 1 и 3 напряжение $+5$ вольт. Посредством аналогичного стробирования строки 2 активируют пиксел (2,2) и приводят пиксели (2,1) и (2,3) в релаксационное состояние. Как и в прошлом случае, другие

пиксели в матрице не испытывают воздействия. Строку 3 обрабатывают аналогичным образом путем подачи на столбцы 2 и 3 напряжения -5 вольт, а на столбец 1 напряжения +5 вольт. Посредством стробирования строки 3 ее пиксели оказываются в состоянии, показанном на фиг.5А. После записи кадра потенциалы строк равны нулю, а потенциалы столбцов могут иметь значения +5 или -5 вольт, при этом изображение на дисплее (фиг.5А) остается стабильным. Аналогичный порядок действий может быть использован для матриц, которые состоят из десятков или сотен строк и столбцов. Распределение временных интервалов, последовательность действий и уровни напряжений, которые используют для активации строк и столбцов, могут быть любыми в рамках общих принципов, описанных выше, а указанные случаи являются лишь примерами, и в описываемых способах и системах могут быть использованы любые способы активации напряжением.

[0050] На фиг.6А и 6В изображены принципиальные схемы варианта реализации дисплейного устройства 40. Устройство 40 может представлять собой, например, сотовый или мобильный телефон. Однако аналогичные компоненты устройства 40 или их незначительно измененные варианты могут также служить примером при описании различных типов дисплейных устройств, таких, как телевизионные приемники и портативные медиа-плееры.

[0051] Дисплейное устройство 40 содержит корпус 41, дисплей 30, антенну 43, динамик 45, устройство 48 ввода данных и микрофон 46. Корпус 41 по существу сформирован по любой из известных технологий, в том числе с помощью литья под давлением и вакуумного формования. Кроме того, корпус 41 может быть выполнен из любого материала, в том числе, помимо прочего, пластмассы, металла, стекла, резины и керамики или их сочетаний. В одном из вариантов реализации изобретения корпус 41 содержит съемные части (не показаны), которые могут быть заменены другими съемными частями, имеющими другой цвет или содержащими другие логотипы, изображения или символы.

[0052] В рассматриваемом примере дисплей 30 устройства 40 может представлять собой любой из дисплеев, в том числе бистабильный дисплей, который описан в тексте настоящей заявки. В других вариантах реализации изобретения понятие дисплей 30 включает плоскостной дисплей, например плазменный, электролюминесцентный, светодиодный (OLED), жидкокристаллический дисплей с матрицей пассивных скрученных нематических элементов (STN LCD) или жидкокристаллический дисплей тонкопленочной технологии (TFT LCD), как описано выше, или неплоскостной дисплей, например, с электронно-лучевой или иной трубкой. Однако в целях описания настоящего варианта реализации дисплей 30 представляет собой дисплей на основе интерферометрических модуляторов, описанный в настоящем описании.

[0053] На фиг.6В схематически изображены компоненты одного варианта реализации устройства 40. Устройство 40 содержит корпус 41 и может содержать дополнительные компоненты, которые по меньшей мере частично заключены в корпус. Например, в одном из вариантов реализации изобретения устройство 40 содержит сетевой интерфейс 27, в состав которого входит антенна 43, соединенная с приемопередатчиком 47. Приемопередатчик 47 соединен с процессором 21, который в свою очередь соединен с модифицирующими аппаратными средствами 52. Средства 52 могут быть выполнены с возможностью модифицирования сигнала (например, его фильтрации). Средства 52 соединены с динамиком 45 и микрофоном 46. Процессор 21 также соединен с устройством 48 ввода и контроллером 29 формирователя. Контроллер 29 формирователя соединен с буфером 28 кадра и с формирователем 22 матрицы, который, в свою очередь,

соединен с дисплейной матрицей 30. Источник 50 питания обеспечивает необходимое питание всех компонентов устройства 40.

[0054] Сетевой интерфейс 27 содержит антенну 43 и приемопередатчик 47 так, что устройство 40 может взаимодействовать с по меньшей мере одним устройством по сети.

5 В одном варианте реализации сетевой интерфейс 27 также может быть выполнен с возможностью облегчения работы процессора 21. Антенна 43 может представлять собой любую известную антенну для передачи и приема сигналов. В одном варианте реализации антенна передает и принимает радиочастотные сигналы согласно стандарту IEEE 802.11, включая IEEE 802.11(a), (b) или (g). В другом варианте реализации антенна
10 передает и принимает радиочастотные сигналы согласно стандарту BLUETOOTH. В случае мобильного телефона антенна выполнена с возможностью приема сигналов стандартов множественного доступа с кодовым разделением (CDMA), глобальной системы мобильной связи (GSM), усовершенствованной службы мобильной телефонной связи (AMPS) или сигналы других известных стандартов, которые используются для
15 связи в беспроводных сотовых телефонных сетях. Приемопередатчик 47 предварительно обрабатывает сигналы, принимаемые антенной 43, так что они могут быть приняты и далее обработаны процессором 21. Приемопередатчик 47 также обрабатывает сигналы, принимаемые от процессора 21, после чего они могут быть переданы из устройства 40 через антенну 43.

20 [0055] В другом варианте реализации изобретения приемопередатчик 47 может быть заменен приемником. В другом варианте реализации изобретения интерфейс 27 может быть заменен видеоисточником, который может хранить или генерировать видеоданные, предназначенные для отправки процессору 21. В качестве видеоисточника, например, может быть выбран цифровой видеодиск (DVD) или накопитель на жестком диске,
25 который содержит видеоданные, или программный модуль, который генерирует видеоданные.

[0056] Процессор 21 по существу управляет работой всего устройства 40. Процессор 21 принимает данные, такие как сжатые видеоданные от интерфейса 27 или видеоисточника, и выполняет их обработку с получением из них исходных видеоданных
30 или преобразованием в формат, в котором их несложно обработать для получения исходных видеоданных. После этого процессор 21 отправляет обработанные данные на контроллер 29 или в буфер 28 для хранения. Исходные данные по существу содержат информацию, которая идентифицирует видеохарактеристики каждой области видеоизображения. К указанным характеристикам могут относиться, например,
35 цветность, насыщенность и полутоновая шкала.

[0057] В одном из вариантов реализации изобретения процессор 21 содержит микроконтроллер, центральный процессор или логическое устройство для управления работой устройства 40. Средства 52 по существу содержат усилители и фильтры для передачи сигналов на динамик 45 и для приема сигналов от микрофона 46. Средства
40 52 могут быть выполнены в форме отдельных компонентов в устройстве 40 или могут быть встроены в процессор 21 или другие компоненты.

[0058] Контроллер 29 принимает исходные видеоданные, генерируемые процессором 21, непосредственно от него или из буфера 28 и соответствующим образом переформатирует исходные видеоданные для их высокоскоростной передачи на
45 формирователь 22. В частности, контроллер 29 переформатирует исходные видеоданные в поток данных, формат которого подобен растровому, при этом скорость переформатирования пригодна для выполнения развертки на матрице 30. После этого контроллер 29 отправляет отформатированную информацию формирователю 22.

Несмотря на то, что контроллер 29, например контроллер жидкокристаллического дисплея, зачастую, бывает связан с процессором 21 как отдельная интегральная схема (ИС), такие контроллеры могут быть выполнены множеством способов. Они могут быть встроены в процессор 21 в форме аппаратных средств, программных средств или

могут быть полностью интегрированы в аппаратные средства с формирователем 22. [0059] Обычно формирователь 22 принимает отформатированную информацию от контроллера 29 и переформатирует видеоданные в параллельный ряд волновых сигналов, которые подаются много раз в секунду на сотни, а иногда и тысячи проводников, выходящих из матрицы x-y пикселей дисплея.

[0060] В одном из вариантов реализации изобретения контроллер 29, формирователь 22 и матрица 30 пригодны для любого типа дисплеев, описываемых в настоящей заявке. Например, контроллер 29 может представлять собой контроллер обычного или бистабильного дисплея (например, контроллер интерферометрического модулятора). В другом варианте реализации изобретения формирователь 22 представляет собой обычный драйвер или драйвер бистабильного дисплея (например, дисплея на основе интерферометрических модуляторов). В одном из вариантов реализации изобретения контроллер 29 объединен с формирователем 22. Такой вариант реализации изобретения является типовым для высокоинтегрированных систем, таких как сотовые телефоны, наручные часы и другие устройства с дисплеями небольших размеров. В другом варианте реализации изобретения матрица 30 представляет собой матрицу обычного или бистабильного дисплея (например, дисплея, содержащего матрицу интерферометрических модуляторов).

[0061] Устройство 48 позволяет пользователю управлять работой устройства 40. В одном из вариантов реализации изобретения устройство 48 содержит клавиатуру, такую как клавиатура QWERTY или телефонную клавиатуру, кнопку, переключатель, сенсорный экран, мембрану, чувствительную к воздействию давления или тепла. В одном из вариантов реализации изобретения устройством ввода данных устройства 40 является микрофон 46. При использовании микрофона 46 для ввода данных пользователь с помощью голосовых команд может управлять работой устройства 40.

[0062] Источник 50 может представлять собой различные известные устройства хранения энергии. Например, в одном из вариантов реализации изобретения источник 50 представляет собой перезаряжаемую батарею, такую как никель-кадмиевая батарея или ионная литиевая батарея. В другом варианте реализации изобретения источник 50 представляет собой возобновляемый источник энергии, конденсатор или солнечную батарею, в том числе пластмассовую солнечную батарею и светочувствительную краску. В другом варианте реализации изобретения источник 50 выполнен с возможностью получения энергии из сетевой розетки.

[0063] В некоторых вариантах реализации изобретения возможность изменять управляющую программу реализована, как указывалось выше, в контроллере формирователя, который может быть расположен в нескольких местах электронной дисплейной системы. В ряде случаев возможность изменять управляющую программу реализована в формирователе 22. Описанная выше оптимизация может быть реализована при любом количестве аппаратных и/или программных компонентов и при различных конфигурациях.

[0064] Элементы конструкции интерферометрических модуляторов, которые работают в соответствии с описанными выше принципами, могут быть различными. Например, на фиг.7А-7Е изображены пять различных вариантов реализации подвижного отражающего слоя 14 и поддерживающих его конструкций. На фиг.7А изображено

сечение варианта реализации, показанного на фиг.1, в котором полоса металлического материала 14 осаждена на перпендикулярно проходящие опоры 18. На фиг.7В показано, что подвижный отражающий слой 14 прикреплен к опорам лишь в углах с помощью соединительных элементов 32. Подвижный отражающий слой 14 (фиг.7С) подвешен к деформируемому слою 34, который может содержать гибкий металл. Слой 34 напрямую или косвенно соединен по периметру с подложкой 20. Указанные соединения в настоящем описании называются поддерживающими структурами. На фиг.7D, показаны опорные вставки 42, на которых лежит слой 34. Слой 14 оказывается подвешенным над полостью, как на фиг.7А-7С, однако в этом случае поддерживающие опоры образованы не за счет заполнения слоем 34 отверстий между слоем 34 и стопой 16. В этом случае опоры сформированы из выравнивающего материала, который используют для получения вставок 42. Устройство, изображенное на фиг.7Е, выполнено на основе устройства, представленного на фиг.7D, но может также быть адаптировано к работе с любым из вариантов, показанных на фиг.7А-7С. Дополнительный слой металла или другого проводящего материала может быть использован для получения шинной структуры 44, как показано на фиг.7Е. Такая структура дает возможность маршрутизации сигнала на задней стороне интерферометрических модуляторов, при этом исключается необходимость использования определенного числа электродов, которые в противном случае должны быть сформированы на подложке 20.

[0065] В вариантах реализации изобретения, таких как изображенные на фиг.7, интерферометрические модуляторы функционируют как устройства прямого видения, в которых визуальные объекты видны с лицевой стороны подложки 20, стороны, противоположной той, на которой размещен сам модулятор. В этих вариантах слой 14 оптически закрывает некоторые участки интерферометрического модулятора своей стороной, которая противоположна подложке 20, включая слой 34. Благодаря этому компоновка и функционирование закрытых областей не влияют отрицательно на качество изображения. Такое закрытие позволяет использовать шинную структуру 44 (фиг.7Е), обеспечивающую возможность разделения оптических и электромеханических характеристик модулятора, таких как адресное обращение и перемещения, им обусловленные. Такая разделенная архитектура позволяет осуществлять выбор конструкции и материалов, используемых для обеспечения необходимых электромеханических и оптических свойств модулятора, и осуществлять их функционирование независимо друг от друга. Кроме того, варианты реализации изобретения, изображенные на фиг.7С-7Е, имеют дополнительные преимущества, обусловленные тем, что оптические свойства слоя 14 не связаны с его механическими свойствами, причем механические функции выполняются слоем 34. Благодаря этому имеется возможность оптимизировать конструкцию и материалы слоя 14 в отношении оптических свойств и оптимизировать конструкцию и материалы слоя 34 в отношении требуемых механических свойств.

[0066] В приведенном ниже описании рассмотрены способы и устройства, используемые для подачи, измерения и адаптации управляющих напряжений в самых разнообразных элементах на основе МЭМС, например выключателях на основе МЭМС, и других элементах, снабженных согнутыми или деформированными электродами и/или зеркалами. Хотя в рассмотренных примерах в качестве элементов использованы интерферометрические модуляторы, обсужденные принципы могут быть также применены и к другим элементам на основе МЭМС.

[0067] Параметры дисплейных устройств, которые аналогичны устройствам, изготовленным на основе интерферометрических модуляторов, могут быть измерены

и определены с помощью электронных средств и/или механическим путем. В зависимости от технологии отображения эти измерения могут являться частью калибровки дисплейного модуля (в настоящем описании термин "дисплейный модуль" включает в себя дисплейную панель, драйвер дисплея, и связанные с ними элементы, например кабельные соединения и т.д.), а измеренные параметры могут быть сохранены в энергонезависимом запоминающем устройстве (например, NVRAM) дисплейного модуля для использования в будущем. Как было рассмотрено выше со ссылкой на фиг.3, работа интерферометрических модуляторов основана на использовании приложенной к ним разности потенциалов. Из фиг.3 видно, что в зависимости от величины приложенной разности потенциалов между их электродами, интерферометрические модуляторы могут находиться в релаксационном (или выключенном) или активированном состоянии. Переход от одного состояния к другому происходит согласно гистерезисной характеристике, в области стабильности (или удержания) которой устройство сохраняет свое текущее состояние, если величина приложенной разности потенциалов лежит в пределах области удержания. В настоящем описании термином "напряжение смещения" обозначена разность потенциалов, которая находится в пределах области удержания. Таким образом, как видно из фиг.3, в некоторых вариантах реализации имеется пять диапазонов разности входных напряжений. Каждый из этих пяти диапазонов имеет свое название, которое отражает его влияние на состояние интерферометрического модулятора. К ним относятся (см. фиг.3 слева направо): 1) отрицательный рабочий («Активированное») 2) отрицательный удержания («Область стабильности»), 3) выключения («Релаксационное») 4) положительный удержания («Область стабильности») и 5) положительный рабочий («Активированное»).

[0068] Приблизительные пороговые значения этих диапазонов разности входных напряжений известны исходя из теоретических сведений и полученных в прошлом экспериментальных результатов, однако для оптимального использования матрицы интерферометрических модуляторов, пороговые напряжения могут быть измерены более точно. Как будет рассмотрено ниже, пороговые величины могут варьироваться от устройства к устройству, от партии к партии, в зависимости от температуры и/или срока службы устройства. Пороговые величины могут быть измерены для каждого изготовленного устройства или группы устройств. Согласно одному из способов измерения пороговых напряжений в ходе контроля состояния интерферометрических модуляторов посредством измерения их оптических характеристик на входы подаются различные разности напряжений. Измерение может быть проведено посредством визуального наблюдения или с помощью оптического измерительного устройства. Кроме того, состояние интерферометрических модуляторов можно контролировать с помощью измерения на основе электронного отклика. В некоторых вариантах реализации изобретения вышеуказанный матричный формирователь 22 дисплейной матрицы 30 может быть выполнен с возможностью измерения электрических откликов дисплейных элементов для определения состояния и/или рабочих характеристик дисплейных элементов рассмотренными ниже способами.

[0069] Зачастую работа дисплея может меняться с его сроком службы, при колебаниях температуры дисплея, в зависимости от содержимого отображаемых изображений и т.д. Дисплейные устройства могут иметь по меньшей мере один электрический параметр, который может меняться в зависимости от оптического отклика или оптического состояния. Как было отмечено выше, интерферометрический модулятор в активированном состоянии, когда электростатическое притяжение между отражающим слоем и оптической стопой достаточно велико, чтобы преодолеть механические

восстанавливающие силы, действующие так, чтобы удержать отражающий слой в релаксационном состоянии. Поскольку отражающий слой, оптическая стопа и промежуток между ними формируют две проводящие пластины, отделенные диэлектриком, то такая структура имеет емкость. Кроме того, т.к. емкость структуры

5 варьируется в зависимости от расстояния между двумя пластинами, то она варьируется в зависимости от состояния интерферометрического модулятора. Таким образом, состояние интерферометрического модулятора может быть определено по значениям емкости.

[0070] Значения емкости могут быть получены, например, путем измерения тока или

10 заряда, меняющего напряжение, приложенное между отражающим слоем и оптической стопой. Относительно высокое значение тока или заряда свидетельствует об относительно большой емкости. Аналогично, относительно низкое значение тока или заряда свидетельствует об относительно малой емкости. Измерение тока или заряда может быть выполнено, например, путем аналогового или дискретного интегрирования

15 отображающего их сигнала.

[0071] Аналогичные свойства могут быть использованы и для жидкокристаллических дисплеев, где емкость устройства зависит от суммарной оптической яркости ячейки при определенной температуре. Помимо возможного изменения по мере увеличения срока службы дисплейного элемента, рабочие характеристики также могут изменяться

20 под действием температуры дисплейных элементов. Температура дисплейного элемента может зависеть от прошлых отображенных состояний оптического отклика, и, следовательно, рабочие характеристики могут меняться независимо для каждого дисплейного элемента дисплейной матрицы дисплейного устройства.

[0072] В одном из вариантов реализации изобретения соответствующие

25 характеристики дисплейного устройства, например напряжения гистерезиса и времена отклика интерферометрического модулятора устройств на основе МЭМС, а также зависимость яркости жидкокристаллических устройств от напряжения, измеряют непосредственно после изготовления, на заводе, во время процедуры калибровки. Затем эти данные сохраняют в запоминающем устройстве дисплейного модуля, который

30 управляет дисплейным устройством. Так как изменение температуры и срок службы влияют на характеристики дисплейного устройства, то их воздействие (например, температурный коэффициент) может быть изучено, измерено, а также сохранено в запоминающем устройстве дисплейного модуля. Однако несмотря на это постпроизводственное исследование, непредсказуемые изменения характеристик

35 дисплейного устройства не могут быть учтены системой калибровки, встроенной в дисплейное устройство. В отдельных случаях срок службы и качество дисплейного устройства можно увеличить путем повторной калибровки по прошествии некоторого времени использования (например, через год), через случайные промежутки времени, при изменении температуры и т.д. В других случаях надежность схемы управления

40 может быть достаточной для компенсации изменения характеристик дисплейного устройства без проведения такой повторной калибровки. Ниже будут рассмотрены примеры повторной калибровки и надежных схем управления.

[0073] На фиг.8 показана принципиальная схема устройства 100 управления дисплейной матрицей 102 и измерения электрического отклика выбранных дисплейных

45 элементов, например интерферометрических модуляторов 12a и 12b, изображенных на фиг.1. Дисплейная матрица содержит m столбцов на n строк N-компонентных пикселей (где N может представлять собой 3 дисплейных элемента, включая, например, красный, зеленый и синий). Устройство 100 далее состоит из формирователя столбцов,

содержащего по меньшей мере два цифроаналоговых преобразователя (DAC) 104, которые обеспечивают подачу по меньшей мере двух уровней управляющего напряжения, а также подсистему переключения столбцов 106, которая обеспечивает выбор столбцов, на которые должны быть поданы сигналы данных. Кроме того,

5 устройство 100 содержит схему формирователя строк, которая включает в себя по меньшей мере два DAC 108, обеспечивающих подачу по меньшей мере двух уровней управляющего напряжения, а также схему 110 переключения строк, которая осуществляет выбор стробируемой строки. В данной схеме формирователи строк и столбцов, которые непосредственно связаны с дисплейной матрицей, показаны
10 состоящими из переключателей, однако несколько рассмотренных ниже способов могут быть использованы и в других конструкциях формирователей, в т.ч. в аналоговом драйвере дисплея. Хотя в описании настоящего изобретения речь идет об управляющих напряжениях, могут быть использованы и другие управляющие сигналы, например управляющие токи или управляющие заряды.

15 [0074] Управление схемами формирователей строк и столбцов, в т.ч. DAC 104 и 108 и переключателями 106 и 110, осуществлено цифровыми логическими схемами матричного формирователя 112. Как было отмечено выше со ссылкой на фиг.2 и 3, протокол активации строк и столбцов, который содержится в цифровых логических схемах матричного формирователя 112, может использовать гистерезисное свойство
20 интерферометрического модулятора на основе МЭМС. Для дисплейной матрицы, которая содержит интерферометрические модуляторы, имеющие гистерезисные характеристики, показанные на фиг.3, протокол активации строк и столбцов может быть разработан таким образом, что во время стробирования строки к тем ее элементам изображения, которые необходимо активировать, подают разность напряжений
25 (приблизительно 10 вольт), а к тем элементам изображения, которые необходимо подвергнуть релаксации, разность напряжений, близкую к нулю (фиг.4 и 5). После стробирования к элементам изображения подают разность установившихся напряжений, называемую напряжением смещения (приблизительно 5 вольт), так что они остаются в том состоянии, в которое их привел строковый строб. После осуществления записи
30 к каждому элементу изображения подают разность потенциалов, которая находится в «области стабильности» 3-7 вольт в данном примере. Однако, как было отмечено выше, характеристики элементов изображения могут быть изменены во времени и/или при изменении температуры или могут быстрее или медленнее реагировать на различные уровни управляющего напряжения. По этой причине, в зависимости от варианта
35 реализации, матричный формирователь 112 и DAC 104 и 108 могут быть выполнены с возможностью подачи изменяемых уровней напряжения.

[0075] В дополнение к вышерассмотренной схеме формирователя (включая DAC 104 и 108 и переключатели 106 и 110, а также матричный формирователь 112) остальные
40 блоки устройства 100 выполнены с возможностью подачи дополнительных задающих сигналов к выбранным дисплейным элементам, а также измерения электрического отклика от выбранных дисплейных элементов в дисплейной матрице 102. В данном примере цифроаналоговые преобразователи (DAC) 114 и 116 подают дополнительные напряжения на дисплейную матрицу 102 посредством столбцовых и строчных переключателей 106 и 100, соответственно. В общем случае они представляют собой
45 внутренние или внешние подаваемые сигналы напряжения на схему формирователя столбцов и строк.

[0076] В данном примере блок 118 прямого цифрового синтеза (DDS1) используют для подачи задающего сигнала напряжения, который добавляется на верх уровня

напряжения, созданного DAC 114, связанным с переключателем 106 столбцов. Задающий сигнал, сформированный блоком DDS1 118, может быть сформирован некоторыми известными альтернативными средствами, например электрическим осциллятором, генератором пилообразного напряжения, и т.д. В различных вариантах реализации изобретения в качестве задающего сигнала может быть выбран ток или заряд, или даже регулируемое полное выходное сопротивление.

[0077] В примере, приведенном на фиг.8, электрический отклик дисплейной матрицы 102 измерен в виде электрического тока, который протекает через дисплейную матрицу 102, в результате приложения задающего сигнала электрического напряжения к электродам строк или столбцов через переключатели строк и/или столбцов 106 и 110, соответственно. К другим формам измеренного электрического отклика могут быть отнесены перепады напряжения и т.д. Для измерения электрического отклика может быть использован трансимпедансный усилитель 120 (который показан на фиг.8 в виде резистора 120А, за которым расположен 120В). Дисплейный(е) элемент(ы), которому соответствует измеренный электрический отклик, зависит (зависят) от положений переключателей столбцов и строк 106 и 110. В альтернативных вариантах реализации изобретения для измерения электрического отклика дисплейной матрицы 102 может быть использована аналоговая, цифровая или смешанная обработка сигналов.

[0078] В одном из вариантов реализации изобретения электрический отклик дисплейного элемента измеряют непосредственно путем измерения тока, который протекает через выводы трансимпедансного усилителя 120. В этом варианте реализации изобретения для определения некоторых рабочих характеристик дисплейного элемента могут быть использованы профильные и/или пиковые значения, а также другие известные характеристики.

[0079] В другом варианте реализации изобретения рабочие характеристики измеряемого дисплейного элемента могут характеризоваться дополнительной последующей обработкой выходного сигнала электрического отклика трансимпедансного усилителя 120. Ниже будет рассмотрен пример использования последующей обработки для получения характеристик емкостной и резистивной составляющих импеданса интерферометрического модулятора с помощью схемы, изображенной на фиг.8.

[0080] Так как интерферометрический модулятор можно рассматривать как конденсатор, то периодический задающий сигнал, аналогичный сигналу, который может быть подан с помощью DDS1 118, вызовет выходной периодический электрический отклик с отставанием по фазе на 90° . Например, DDS1 118 может подать на электрод столбца дисплейного элемента синусоидальный сигнал напряжения $\sin(\omega t)$. Для идеального конденсатора электрический отклик дисплейного элемента будет равен производной по времени приложенного задающего сигнала, или $\cos(\omega t)$. Таким образом, выходной сигнал трансимпедансного усилителя 120 также будет представлять собой косинусную функцию. Второй DDS, DDS2 122, подает косинусоидальный сигнал напряжения, который в умножителе 124 будет умножен на выходной сигнал трансимпедансного усилителя 120. В результате будет получен сигнал с постоянной и периодической составляющими. Постоянная составляющая выходного сигнала умножителя 124 пропорциональна емкости дисплейного элемента. Фильтр 126 используется для фильтрования периодической составляющей, в результате чего получают электрический сигнал, который используется для определения емкости, а следовательно, и активированного и неактивированного состояния элемента изображения.

[0081] Если, например, к дисплейному элементу, который представляет собой идеальный конденсатор, приложен задающий сигнал в виде синусоидальной функции, то выходной сигнал трансимпедансного усилителя 120 представляет собой чисто косинусоидальную функцию. Однако если дисплейный элемент представляет собой безземкостный импеданс, например в результате утечки, то выходной сигнал трансимпедансного усилителя 120 будет также содержать синусоидальную составляющую. Эта синусоидальная составляющая не влияет на измерение емкости, так как она будет отфильтрована фильтром 126. Ее можно использовать для определения активной части импеданса элемента изображения.

[0082] Сигнал периодического напряжения, например, подобный задающему сигналу $\sin(\omega t)$, поданному DDS1, будет умножен в умножителе 128 на выходной сигнал трансимпедансного усилителя 120. В результате будет получен сигнал, который содержит постоянную и периодическую составляющие. Постоянная составляющая пропорциональна активной части импеданса измеряемого дисплейного элемента. Фильтр 130 используют для устранения периодической составляющей, что способствует появлению сигнала, который может быть использован для определения активной части импеданса дисплейного элемента.

[0083] С помощью двухканального аналого-цифрового преобразователя (АЦП) 132 выходные сигналы фильтров могут быть преобразованы в цифровую область. Выходной сигнал двухканального АЦП 132 поступает на матричный формирователь 112 для использования при реализации рассматриваемых ниже способов.

[0084] В схеме, изображенной на фиг.8, определяющий задающий сигнал подают на электрод столбца и с помощью электрода строки измеряют электрический отклик. В других вариантах реализации изобретения электрический отклик может быть измерен с того же самого электрода, например строки или столбца, на который был подан задающий сигнал. На фиг.9 показана принципиальная схема 150, которая может быть использована для измерения электрического отклика выбранных дисплейных элементов с помощью той же схемы, которую используют для подачи задающего сигнала на выбранные дисплейные элементы, такие как в дисплее на основе интерферометрических модуляторов, изображенном на фиг.2. В схему 150 введены транзисторы N1 и P1, которые стабилизируют ток транзисторов источника N2 и P2, используемых для управления сигналом V_{out} , поданным на дисплейный элемент. Следовательно, ток I_{out} по существу равен току, используемому для управления сигналом V_{out} . Поэтому, измерение электрического отклика сигнала I_{out} может быть использовано для определения рабочих характеристик интерферометрических модуляторов, например определения какую они имеют емкость, большую или малую. Также могут быть использованы и другие схемы. Приведенная на фиг.9 схема 150 может быть использована в альтернативных конструкциях драйверов ИС или схем управления для подачи сигнала V_{out} . Схема 150 (фиг.9) может быть использована в схемах подачи тока и усилителях с обратной связью по току для подачи задающего сигнала напряжения на участок дисплейной матрицы и одновременной подачи тока (отклика) на другой вывод (I_{out}) для электрического считывания.

[0085] Существует ряд способов, в которых измеренные электрические отклики, например отклики, измеренные устройствами, изображенными на фиг.8 и 9, могут быть использованы в качестве сигналов обратной связи, влияющих на работу схемы драйвера дисплея. Данные измерений могут быть подвержены анализу в цифровой области, например, с помощью цифровых логических схем матричного формирователя 112 и/

или процессора, выполненного с возможностью управления матричным формирователем 112 (процессор 21 и матричный формирователь 22, изображенные на фиг.2), а затем использованы для адаптивного управления дисплейной матрицей 102. Измеренные электрические отклики также могут быть использованы для создания цепи обратной связи в аналоговой области (с применением выводов DAC 104, 114, 108 и/или 116, или вывода DDS1 118 (фиг.8)). Примеры способов управления дисплейными элементами на основе интерферометрических модуляторов с помощью измеренных электрических откликов, используемых в качестве обратной связи, проиллюстрированы на фиг.10А-10С.

[0086] На фиг.10А показана блок-схема, которая иллюстрирует способ 200А управления дисплейным элементом, например интерферометрическим модулятором, изображенным на фиг.1, с использованием пилообразного управляющего напряжения. В одном из вариантов реализации изобретения способ 200А может быть реализован (см. фиг.8) матричным формирователем 112, который управляет схемой воспроизведения изображений на дисплейной матрице 102 (например, DAC 104, 108 и 114, переключатели 106 и 110, и DDS1 118). В других вариантах реализации изобретения способ 200А может быть реализован с помощью процессора, например процессора 21 (фиг.2). Способ 200А включает в себя задание пределов управляющего напряжения путем подачи на дисплейный элемент сигналов напряжения, величина которых постепенно возрастает или убывает, и прерывание подачи этих сигналов при выявлении изменения состояния дисплейного элемента. Это позволяет сохранить энергию за счет изменения напряжения, в т.ч. управляющего, приложенного для активирования или раскрепления дисплейного элемента, только на необходимую величину.

[0087] Способ 200А начинается с блока 202, согласно которому матричный формирователь 112 подает управляющее напряжение между первым и вторым электродами дисплейного элемента. В качестве первого электрода может быть выбран один из подвижных отражающих слоев 14 (электродов столбца), а в качестве второго - один из электродов строки 16 интерферометрических модуляторов 12, изображенных на фиг.1. Управляющее напряжение, приложенное к блоку 202 может представлять собой напряжение смещения в пределах гистерезисной области (например, 3-7 В, как было отмечено выше) или может представлять собой уровень статического напряжения вне гистерезисной области. В настоящем описании под статическим напряжением понимается напряжение, которое не изменяется во времени, например в течение периода активации. Разность статических управляющих напряжений, приложенная к двум электродам в блоке 202, может быть подана по меньшей мере одним из DAC 104 или 108 (фиг.8) к столбцовым и/или строковым электродам, соответственно.

[0088] После подачи начального управляющего напряжения в блоке 202 способ 200А продолжается блоком 204, согласно которому матричный формирователь 112 обеспечивает изменение уровня управляющего напряжения с первого (например, уровня статического напряжения, приложенного к блоку 202) на второй по линейному закону, фиг.11А иллюстрирует пример пилообразного сигнала напряжения для управления дисплейным элементом, который может быть использован при реализации способа 200А. Начальное управляющее напряжение, приложенное к блоку 202 (фиг.11А), представляет собой напряжение смещения 302, величиной 5В (статическое напряжение, приложенное к блоку 202). Примерно через 2 мс согласно блоку 204 способа 200А может быть подан сигнал пилообразного напряжения 304. Сигнал пилообразного напряжения 304 будет возрастать до тех пор, пока электрический отклик, считанный схемой с обратной связью, например трансимпедансным усилителем 120 (фиг.8),

контролирует электрический отклик дисплейного элемента в блоке 206. Например, трансимпедансный усилитель 120 может определить изменение тока, протекающего в направлении дисплейного элемента или от него, что характеризует изменение состояния дисплейного элемента.

5 [0089] В данном примере измеряемый электрический отклик характеризует изменение состояния интерферометрических модуляторов 12, изображенных на фиг.1. На фиг.11В показан электрический отклик, измеренный электрической схемой считывания с обратной связью, которая подключена к схеме формирователя дисплейного элемента, способом 200А, проиллюстрированным на фиг.10А и 10В. Примерно через 4 мс,
10 измеренный электрический ток может резко возрасти (306) до уровня, приблизительно равного +5 мА. Чувствительность усилителя к измеренному электрическому току может зависеть от сопротивления схемы, используемой для считывания. Например, в варианте реализации изобретения (фиг.8) сопротивление резистора 120А может быть выбрано из условия простоты измерения амплитуды выходного сигнала, в зависимости от схемы
15 обратной связи. После выявления нарастания измеренного тока 306 в блоке 206, реализация способа 200А может быть продолжена в блоке 208, согласно которому сигнал пилообразного напряжения может быть прерван (308 на фиг.11А) и уменьшен до уровня (310) статического напряжения (напряжения смещения) 5 В, для сохранения активированного состояния интерферометрического модулятора. В примере,
20 приведенном на фиг.11 А, перевод дисплейного элемента в активированное положение может быть обеспечен пилообразным напряжением величиной 6 В. Этот уровень активации указан исключительно для примера, перевод в активированное положение может быть осуществлен и другими уровнями напряжения в зависимости от конструктивного исполнения дисплейного элемента.

25 [0090] Несмотря на то, что все сказанное выше относится к активирующему сигналу, матричным формирователем 112 согласно блоку 202 способа 200А может быть также выдан и раскрепляющий сигнал. Примерно через 6 мс может быть начат перевод в раскрепленное положение (фиг.11А) и подан сигнал пилообразного напряжения 312. Пилообразное напряжение 312, прикладываемое во время исполнения блока 204,
30 способа 200А, понижает управляющее напряжение от начального значения 5 В (приложенного во время исполнения блока 202) примерно до 4 В. При достижении сигналом пилообразного напряжения значения 4 В интерферометрический модулятор 12 переходит в раскрепленное положение, а электрическая схема считывания обнаруживает резкое снижение 314 измеряемого тока (считываемого при исполнении
35 блока 206) до уровня примерно 3 мА, которое характеризует раскрепление дисплейного элемента. После выявления снижения тока (314), вызванного изменением состояния интерферометрического модулятора (IMOD), реализация способа 200А продолжается блоком 208, согласно которому пилообразный сигнал управляющего напряжения может быть прерван, а управляющее напряжение понижено (см. 316) до уровня
40 напряжения смещения 5 В (318), так что дисплейный элемент остается в раскрепленном состоянии. Уровни напряжения и тока, приведенные на фиг.11, указаны только для примера; раскрепленное и активированное состояния дисплейного элемента могут характеризоваться и другими уровнями. Сигнал пилообразного напряжения может быть подан на блок 204 с помощью DDS1 118, изображенного на фиг.8.

45 [0091] В некоторых вариантах реализации изобретения сигнал пилообразного напряжения возрастает или понижается с заданной скоростью, которая мала относительно времени отклика дисплейного элемента при его переходе в активированное и/или раскрепленное положение. Таким образом, изменение уровней напряжений от

уровня смещения до уровней активации и/или раскрепления может быть сведено к минимуму. В другом варианте реализации изобретения скорость повышения и/или понижения сигнала пилообразного напряжения калибрована и выбрана из условия получения заданной рабочей характеристики дисплейного элемента, например времени

отклика.

[0092] На фиг.10В показана блок-схема, которая иллюстрирует способ 200В калибровки управляющих напряжений дисплейных элементов. В одном из вариантов реализации изобретения способ 200В может быть использован для определения рабочего порогового управляющего напряжения на основе заданной рабочей характеристики дисплейного элемента, например, времени отклика. Способ 200В включает в себя калибрование, выполнение операций, представленных блоками 220-234, которые в одном из вариантов реализации изобретения могут быть выполнены при изготовлении дисплейного элемента во время первоначального калибрования. В этом варианте способ 200В может быть реализован внешним процессором, связанным с дисплейной матрицей, например испытательным стендом.

[0093] В другом варианте реализации изобретения блоки калибрования 220-234 могут также быть включены в логические схемы, связанные с дисплейной матрицей с возможностью выполнения повторного калибрования дисплейного элемента в другое время. Повторное калибрование может быть проведено периодически, исходя из срока службы дисплейного элемента, в псевдопроизвольной последовательности, исходя из температуры и т.д. В этом варианте изобретения способ 200В может быть реализован с использованием матричного формирователя 112 для управления схемой (например, DAC 104, 108 и 114, переключатели 106 и 110 и DDS1 118), изображенной на фиг.8, с целью воспроизведения изображений на дисплейной матрице 102. В других вариантах изобретения способ 200А может быть реализован процессором, например процессором 21 (фиг.2). После калибрования матричный формирователь 112 может определить управляющее напряжение (например, начальный уровень управляющего напряжения, и/или скорость изменения пилообразного напряжения) для получения заданной рабочей характеристики.

[0094] При выполнении блока 220 операций матричный формирователь 112 прикладывает управляющее напряжение между первым и вторым электродами дисплейного элемента. В качестве первого электрода может быть выбран один из подвижных отражающих слоев 14 (электродов столбца) 14, а в качестве второго - один из электродов строки 16 интерферометрического модулятора, изображенного на фиг.1. Управляющее напряжение, поданное для выполнения блока 220, может представлять собой статическое напряжение на уровне напряжения смещения в пределах гистерезисной области (например, как было указано выше, 3-7В), или может, в качестве альтернативы, представлять собой статическое напряжение вне гистерезисной области. Рабочая характеристика дисплейного элемента может быть определена как ответ на статическое, т.е. не пилообразное управляющее напряжение, путем выбора различных уровней статических напряжений вне гистерезисной области. Рабочие характеристики, на которые можно воздействовать различными уровнями статических управляющих напряжений, приложенными при выполнении блока 220, включают в себя время отклика, максимальный замеренный уровень тока, количество прилипаний, уровень раскрепляющего напряжения, уровень активирующего напряжения и т.д. Разность статических управляющих напряжений, приложенная к двум электродам в блоке 220, может быть подана по меньшей мере одним из DAC 104 или 108 (фиг.8) к столбцовым и/или строковым электродам, соответственно.

[0095] При выполнении блока 222 матричный формирователь 112 линейно изменяет уровень управляющего напряжения с первого уровня, например уровня статического напряжения, поданного для выполнения блока 202, на второй. Скорость повышения или снижения уровней пилообразного напряжения (наклон пилообразного сигнала) может варьироваться при повторяющихся калибровочных испытаниях. Таким образом, рабочая характеристика или рабочие характеристики дисплейного элемента могут быть определены при различных скоростях изменения пилообразного напряжения. Рабочие характеристики, на которые можно воздействовать различными скоростями изменения пилообразного напряжения, приложенного при выполнении блока 222, включают в себя время отклика, максимальный измеренный уровень тока, количество прилипаний, уровень раскрепляющего напряжения, уровень активирующего напряжения, и т.д. Сигнал пилообразного напряжения, применяемый при выполнении блока 222, может быть подан с помощью DDS1 118, изображенного на фиг.8.

[0096] В некоторых вариантах реализации изобретения, где DDS1 118 обладает большим быстродействием, чем DAC 114, DDS1 118 используют для подачи переменной составляющей сигнала, а DAC 114 используют для подачи статической составляющей сигнала. Кроме того, в некоторых вариантах реализации изобретения DDS1 118 может быть выполнен с возможностью генерирования сигналов автономно. В других вариантах реализации изобретения DDS выполнен с возможностью генерирования статического напряжения, и по меньшей мере один DAC может быть использован для подачи переменной составляющей сигнала. В некоторых вариантах реализации изобретения по меньшей мере один DAC или блок DDS может быть использован для подачи переменной и статической составляющих сигнала, любой из них или обеих.

[0097] Реализация способа 200B может быть продолжена выполнением блока 224, согласно которому матричный формирователь 112 измеряет электрический отклик дисплейного элемента с помощью электрической схемы считывания с обратной связью (например, трансимпедансного усилителя 120). Измерения, выполненные на этапе 224 аналогичны рассмотренным выше в отношении блока 206 способа 200A. Например, трансимпедансный усилитель 120 может определить изменение тока, протекающего в направлении дисплейного элемента или от него, характеризующее изменение состояния дисплейного элемента. При выполнении блока 226 матричный формирователь 112, на который поступает измеряемый электрический отклик, определяет изменение состояния дисплейного элемента. Изменение состояния может представлять собой активацию или раскрепление дисплейного элемента. После выявления изменения состояния дисплейного элемента в блоке 226, матричный формирователь 112 прерывает линейное изменение управляющего напряжения (если было приложено пилообразное напряжение при выполнении блока 222) в блоке 228, и реализация способа 200B может быть продолжена выполнением блока 230, на котором запоминается информация об управляющем напряжении, например уровень статического напряжения, приложенного к блоку 220 и/или скорость линейного изменения напряжения, приложенного при выполнении блока 222. Кроме того, в блоке 230 матричный формирователь 112 сохраняет информацию об изменении состояния дисплейного элемента и при необходимости рабочие характеристики дисплейного элемента.

[0098] Остальные блоки (фиг.10B) будут рассмотрены со ссылкой на фиг.12. В одном из вариантов реализации изобретения измеряют время отклика дисплейного элемента, фиг.12 иллюстрирует пример сигнала напряжения, управляющего дисплейным элементом, и соответствующего электрического отклика, измеренного в схеме формирователя (например, электроды столбцов и/или строк в переключателях 110 и

106 строк или столбцов), связанной с дисплейным элементом, которые могут быть использованы в способах, примеры которых приведены на фиг.10А и 10В. Пример, который приведен на фиг.12, иллюстрирует переход управляющего напряжения от уровня напряжения смещения, где дисплейный элемент устойчив, например, в раскрепленном состоянии. В момент 320 времени подают статическое управляющее напряжение (например, при выполнении блока 220 при реализации способа 200А), которое переводит дисплейный элемент в активированное состояние. Измеренный электрический отклик, в настоящем примере ток, характеризуется первым пиком 322 тока, который указывает на резкое изменение напряжения на электродах, сопровождаемое "броском" 324 тока, указывающим на переход в активированное состояние. Время между пиком 322 тока и "броском" 324 тока характеризует время отклика (рабочую характеристику) дисплейного элемента на приложенное управляющее напряжение. После измерения броска 324 тока электрической схемой считывания управляющее напряжение может быть прервано на блоке 228 (фиг.10В) и возвращено на уровень напряжения смещения (326). При снижении управляющего напряжения до уровня напряжения смещения (326), измеренный электрический отклик обнаруживает другой пик 328, который характеризует резкое снижение разности напряжений между электродами дисплейного элемента.

[0099] Определение времени отклика дисплейного элемента является примером одного из типов рабочих характеристик, которые могут быть определены на блоке 226 (фиг.10В) и сохранены применительно к уровню напряжения (уровень статического напряжения и/или скорость линейного изменения напряжения), приложенному на блоку 230. В некоторых вариантах реализации дисплейной матрицы 202 время отклика уменьшено на более высоких или быстрее изменяющихся уровнях напряжения (например, если сильное электростатическое притяжение вызывает быстрое изменение состояния подвижного элемента, если при более высоких температурах динамическая жесткость восстанавливающего механического элемента уменьшена, и т.п.). К другим рабочим характеристикам, которые могут быть определены и сохранены в отношении поданных сигналов напряжения, относятся максимальный уровень измеренного тока, количество прилипания, уровень раскрепляющего напряжения, уровень активирующего напряжения, и т.д. На блоке 234 принятия решений матричный формирователь 112, управляющий способом 200В калибрования, определяет количество калибровок, которые еще осталось провести. При необходимости проведения дополнительных тестов блоки 220-234 многократно повторяют до окончания всех тестов, после чего способ 200В продолжается блоком 236.

[0100] Для получения заданной рабочей характеристики на блоке 236 матричный формирователь 112 определяет на основе данных, запомненных при выполнении блока 230, управляющее напряжение (уровень статического напряжения, приложенного при выполнении блока 220 и/или скорость линейного изменения напряжения, приложенного к при выполнении блока 222). Например, может возникнуть необходимость получения времени отклика ниже заданного порога времени для более быстрого воспроизведения изображения на дисплейной матрице, состоящей из дисплейных элементов, управляющие напряжения и характеристики которых были откалиброваны. В другом примере для поддержания значений температур ниже некоторого уровня может возникнуть необходимость сохранения уровня максимального тока ниже некоторого значения.

[0101] В некоторых вариантах реализации изобретения способы 200А и 200В могут быть выполнены в одинаковой манере. Например, функции выполняемые на блоке 236, могут быть использованы совместно со способом 200А для выполнения

активирующих и раскрепляющих функций дисплейного элемента до тех пор, пока позднее не будет выполнена другая операция калибровки (например, функции при выполнении блоков 220-234). Следует отметить, что некоторые блоки способов 200А и 200В могут быть пропущены, объединены, перегруппированы или использованы в сочетании.

[0102] Способы, рассмотренные на фиг.10А и 10В, представляют собой примеры способов, которые обеспечивают обратную связь путем считывания электрического отклика схемы формирователя, например, обратная связь может выявить, что дисплейный элемент активирован или раскреплён должным образом в ответ на поданное управляющее напряжение. Другой вариант реализации изобретения обеспечивает обратную связь, которая может быть использована для выявления того, что дисплейный элемент не активирован или не раскреплён должным образом. Такая обратная связь может быть использована при регулировке управляющих напряжений для коррекции ошибочно активированного и/или раскреплённого состояний.

[0103] На фиг.10С показана блок-схема, которая иллюстрирует другой способ 200С калибрования управляющих напряжений дисплейных элементов, согласно которому управляющее напряжение регулируют на основе установления состояния ошибки при управлении дисплейным элементом. В одном из вариантов реализации изобретения способ 200С может быть использован для калибрования управляющих напряжений некоторых дисплейных элементов в ходе первоначальной проверки или после изготовления дисплейной матрицы. Это может быть выполнено параллельно с реализуемым способом 200В. В этом варианте реализации настоящего изобретения способ 200С может быть выполнен внешним процессором, связанным с дисплейной матрицей, например, испытательным стендом. В другом варианте реализации изобретения способ 200С может быть использован для регулировки управляющего напряжения дисплейных элементов при выявлении отказа перевода дисплейного элемента в активированное состояние, в то время как матричный формирователь 112 управляет выводом изображения на дисплейную матрицу 102. Этот последний вариант реализации изобретения будет рассмотрен в примере, проиллюстрированном на фиг.10С.

[0104] Способ 200С начинается выполнением блока 250, согласно которому матричный формирователь 112 подает управляющее напряжение между первым и вторым электродами дисплейного элемента, причем управляющее напряжение имеет заранее заданный уровень, выбранный из условия, что дисплейный элемент находится в первом из нескольких состояний дисплея. В качестве первого электрода может быть выбран один из подвижных отражающих слоев 14 (электродов столбца), а в качестве второго один из электродов 16 строк интерферометрического модулятора 12, изображенного на фиг.1, или наоборот. Управляющее напряжение, подаваемое при выполнении блока 250, может находиться на заранее заданном уровне, выбранном из условия перевода дисплейного элемента из раскреплённого состояния в активированное (например, величина напряжения выше диапазона напряжения смещения), на заранее заданном уровне, выбранном из условия перевода дисплейного элемента (например, уровень напряжения ниже по величине диапазона напряжения смещения), или на заранее заданном уровне, выбранном из условия поддержания дисплейного элемента в текущем состоянии дисплея (например, величина напряжения в пределах гистерезисной области напряжения смещения).

[0105] Как было рассмотрено выше со ссылкой на фиг.12, раскреплённое или активированное состояние дисплейного элемента может быть выявлено путем считывания определенных характеристик электрического отклика, которые могут быть

измерены схемой обратной связи. На блоке 252 схема обратной связи использована для измерения электрического отклика дисплейного элемента в ответ на управляющее напряжение, поданное схемой формирователя на блоке 250. Схема обратной связи может содержать такие элементы, как трансимпедансный усилитель 120 (фиг.8). При выполнении блока 254 процессор получает информацию, которая характеризует электрический отклик, измеренный на блоке 252. Матричный формирователь 112 анализирует характеристики измеренного электрического отклика для выявления ошибки в работе дисплейного элемента.

[0106] Теперь рассмотрим пример правильной и неправильной активации дисплейных элементов. На фиг.13А показан пример сигнала управляющего напряжения и соответствующих электрических откликов, свидетельствующих о правильной активации дисплейного элемента, которые могут быть использованы при выполнении способа, пример которого приведен на фиг.10С. В этом примере управляют раскрепленным интерферометрическим модулятором 12 для его перевода из раскрепленного состояния в активированное. Начальная разность напряжений между двумя электродами находится на уровне 331, который ниже порогового уровня активирующего напряжения (например, в пределах уровня напряжения смещения) V_{act} (фиг.13А). В момент 330 времени управляющее напряжение возрастает до уровня 333 выше V_{act} . Начиная с момента 330 времени измерение схемы обратной связи, ток в данном примере демонстрирует первичный пик 332, сопровождаемый вторым броском 334. Второй бросок свидетельствует о правильной активации интерферометрического модулятора 12. В момент 336 времени управляющее напряжение снижается до уровня 331 ниже V_{act} (в пределах области напряжения смещения). В момент 336 времени ток в цепи обратной связи демонстрирует одиночный пик 338. Второй бросок, аналогичный броску 334 тока в цепи обратной связи, отсутствует, что свидетельствует о том, что после момента 336 времени дисплейный элемент находится в правильном активированном состоянии.

[0107] На фиг.13В показан пример сигнала управляющего напряжения и соответствующих электрических откликов, свидетельствующих о неправильной активации интерферометрического модулятора, которые могут быть использованы при выполнении способа, пример которого приведен на фиг.10С. В данном примере рассмотрен случай неправильного калибрования уровня напряжения смещения на уровне, находящемся вне области напряжения смещения. Интерферометрический модулятор 12 может быть неправильно калиброван из-за изменений характеристик дисплейного элемента, вызванных, например, сроком службы и/или температурой дисплейного элемента.

[0108] В данном примере начальное напряжение между электродами находится на уровне 340, который ниже "уровня напряжения смещения", т.е. уровня, необходимого для поддержания интерферометрического модулятора 12 в текущем состоянии. В момент 342 времени, напряжение между электродами возрастает до уровня 344, выше уровня активирующего напряжения V_{act} , для перевода интерферометрического модулятора 12 в активированное состояние. Ток в цепи обратной связи демонстрирует первый пик 346 сопровождаемый вторым броском 348, который свидетельствует о правильной активации интерферометрического модулятора 12.

[0109] Во второй момент 350 времени напряжение между электродами возвращается к начальному уровню 340 напряжения. Ток в цепи обратной связи демонстрирует первый пик 352, сопровождаемый вторым броском 354. Это свидетельствует об ошибочном раскреплении интерферометрического модулятора 12 в результате

понижения напряжения до уровня 340, который находится вне области напряжения смещения (между уровнями напряжений V_{rel} и V_{act}). За счет выявления броска тока матричный формирователь 112 может установить возникновение ошибки на блоке 254 при выполнении способа 200С. После обнаружения ошибки в работе

5 интерферометрического модулятора 12 матричный формирователь 112 может отрегулировать управляющее напряжение на блоке 256 до уровня выше V_{rel} и ниже V_{act} , в результате чего правильно отрегулированный интерферометрический модулятор 12 будет оставлен в активированном состоянии. Матричный формирователь 112 может

10 определить скорректированный уровень управляющего напряжения при использовании, например, способа, рассмотренного выше со ссылкой на фиг.10В.

[0110] Специалисты в данной области смогут легко использовать подобные способы определения соответствующих пороговых активирующих напряжений интерферометрического модулятора 12. Например, если интерферометрический

15 модулятор 12 находится в активированном состоянии, и приложение управляющего напряжения между электродами должно вызвать раскрепление интерферометрического модулятора 12, однако интерферометрический модулятор 12 не переходит в раскрепленное состояние, тогда матричный формирователь 112 может отрегулировать напряжение в блоке 256 до более низкого уровня, при котором интерферометрический

20 модулятор 12 будет должным образом раскреплён. В другом примере, если интерферометрический модулятор 12 находится в раскрепленном состоянии, и подача напряжения на блок 250 должна вызвать переход интерферометрического модулятора 12 в активированное состояние, однако это не происходит, тогда формирователь матрицы 1 может отрегулировать управляющее напряжение в блоке 256 до более

25 высокого уровня, при котором интерферометрический модулятор 12 будет должным образом активирован.

[0111] В одном из вариантов реализации изобретения способ 200С включает в себя выполнение дополнительного блока 258, согласно которому матричный формирователь 112 сохраняет информацию, характеризующую отрегулированное управляющее

30 напряжение для более позднего использования. Отрегулированное напряжение может храниться вместе с информацией, дающей перекрестные ссылки на заданном интерферометрический модулятор 12. Матричный формирователь 112 может использовать откорректированное значение позже, когда заданный интерферометрический модулятор 12 будет переведен в активированное состояние и/

35 или вновь в раскрепленное. В зависимости от варианта реализации изобретения уровни напряжения, сохраняемые при выполнении дополнительного блока 258, могут включать в себя уровни напряжения смещения, уровни раскрепляющего напряжения и/или уровни активирующего напряжения.

[0112] На фиг.14 представлена блок-схема, которая иллюстрирует способ 500

40 управления интерферометрическим модулятором 12 и измерения его электрического отклика для определения управляющего напряжения, обеспечивающего достижение заданной рабочей характеристики, при которой управляющее напряжение вызывает изменение состояния дисплея по существу не видимое для глаза человека. В одном из

45 вариантов реализации изобретения способ 500 характеризует уровни управляющего напряжения и/или скорости линейного изменения управляющего напряжения (как было рассмотрено выше со ссылкой на способы 200А и 200В, проиллюстрированных на фиг.10А и 10В) во время работы дисплейной матрицы 102 для адаптации к быстрым изменениям управляющих напряжений. Изменение уровней управляющего напряжения

может быть вызвано изменением состояний, например сроком службы и/или температурой интерферометрического модулятора 12. Способ 500 может быть реализован матричным формирователем 112 для управления схемой формирователя (например, DAC 1046 108 и 1146 переключатели 106 и 110 м DDS1 118), приведенной на 5 фиг.8, с целью вывода изображений на дисплейную матрицу 102. В других вариантах реализации способ 500 может быть реализован с помощью процессора, например, процессора 21 (фиг.2).

[0113] В блоке 502 матричный формирователь 112 (фиг.8) подает сигнал напряжения между первым и вторым электродами интерферометрического модулятора 12, где 10 сигнал напряжения изменяет состояние интерферометрического модулятора 12 из первого во второе и обратно в первое состояние. Сигнал напряжения, поданный на блок 502, вызывает изменение состояния интерферометрического модулятора 12 из раскрепленного в активированное и обратно в раскрепленное, или наоборот. Другими 15 словами, при измерении электрического отклика интерферометрического модулятора 12 оптические характеристики выбранного интерферометрического модулятора 12 (или интерферометрических модуляторов 12) мгновенно искажаются, но интерферометрический модулятор 12 быстро восстанавливает отображение первоначального оптического отклика, так что изменение состояния незаметно при визуальном наблюдении. Как отмечено выше, в некоторых вариантах реализации 20 изобретения интерферометрический модулятор 12 может переключать состояния при ~10 кГц намного быстрее, чем это может быть обнаружено зрением человека. Если новое изображение на дисплейной матрице "разорвано" (например, с помощью схемы построчного управления), то желательно, чтобы человек-пользователь не воспринимал процесс перезаписи одного изображения другим. Для этой цели может быть выбрана 25 соответствующая скорость быстрой развертки или разрыва. Так или иначе, при изменении содержимого изображения небольшие мгновенные помехи содержимого с целью измерения могут быть легко замаскированы от пользователя.

[0114] Фиг.15 иллюстрирует пример сигнала управляющего напряжения и соответствующего измеренного электрического отклика, которые могут быть 30 использованы на блоке 502 при выполнении способа 500 (фиг.15). В этом примере сигнал 520 пилообразного напряжения прикладывают между электродами дисплейного элемента. В одном из вариантов реализации изобретения длительность сигнала напряжения, поданного на блоке 502, составляет от начала до конца менее примерно 400 мкс. Однако в некоторых вариантах реализации изобретения могут быть 35 использованы сигналы напряжения, длительность которых от начала до конца составляет примерно от 400 до 4000 мкс или более. Запуск сигнала 520 начинается с дисплейного элемента в раскрепленном состоянии из-за нахождения уровня напряжения на уровне 522, ниже раскрепляющегося напряжения (V_{rel}) дисплейного элемента. Далее сигнал 520 линейно изменяется до уровня 524 выше уровня активирующего напряжения 40 (V_{act}), а затем линейно изменяется до уровня 526 ниже уровня V_{rel} . Таким образом, переходы дисплейного элемента из раскрепленного состояния в активированное и обратно в раскрепленное происходят быстрее, чем могут быть выявлены пользователем.

[0115] При выполнении способа 500 на блок 502 могут быть поданы и другие формы 45 сигнала, например квадратные и синусоидальные. Выбранные сигналы могут зависеть от выбранных способа и алгоритма. Механизм подачи сигналов может быть аналогичен рассмотренным выше со ссылкой на фиг.8.

[0116] При подаче сигнала напряжения на блоке 502 схема обратной связи (например, трансимпедансный усилитель 120) в блоке 504 измеряет электрический отклик

дисплейного элемента на поданный сигнал. Как рассмотрено выше со ссылкой на способы, иллюстрированные на фиг.10А, 10В и 10С, измерение электрического тока может быть отслежено для определения, перешел ли элемент в раскрепленное и/или активированное состояние в ответ на данный уровень напряжения и/или скорость линейного изменения напряжения, и когда произошел этот переход. Обычно измеренный ток (фиг.15) демонстрирует пик 528, когда уровень напряжения превышает V_{act} , и другой пик 530, когда напряжение снижено ниже V_{rel} . Пик 528 тока характеризует переход дисплейного элемента из раскрепленного состояния в активированное. Пик 530 тока характеризует переход дисплейного элемента обратно в раскрепленное состояние. На временной диаграмме измеренных пиков тока показаны различные характеристики в зависимости от времени активации и/или раскрепления дисплейного элемента в ответ на поданный сигнал напряжения.

[0117] Рассмотренная выше схема обратной связи (фиг.8) может быть использована для измерения электрического отклика при выполнении блока 204. Матричный формирователь 112 получает информацию, характеризующую электрический отклик, измеренный на блоке 504, и на основе этого отклика определяет на блоке 506 по меньшей мере одну рабочую характеристику дисплейного элемента. Также на блоке 506 может быть определено время отклика дисплейного элемента. Время отклика может варьироваться в зависимости от уровня приложенного максимального напряжения и/или скорости линейного изменения напряжения. Кроме того, рабочая характеристика может включать по меньшей мере один уровень раскрепляющего напряжения, уровень активирующего напряжения и уровни напряжения смещения. Эти уровни напряжения могут также варьироваться в зависимости от температуры дисплейного элемента, срока службы дисплейного элемента, и т.д.

[0118] В дополнительном блоке 508 матричный формирователь 112 может хранить информацию, характеризующую рабочую характеристику, определенную на блоке 506, а также хранить информацию, характеризующую уровни напряжения, подаваемые на блоке 502, которым соответствуют рабочие характеристики. Информация об уровнях напряжения, сохраняемая на блоке 508, может включать уровни максимального напряжения, скорость линейного изменения напряжения, форму сигнала напряжения, продолжительность времени сигнала напряжения, и др. Информация о рабочих характеристиках, хранящаяся в блоке 508, может включать время отклика для перевода дисплейного элемента в активированное или раскрепленное состояния, уровни активирующего напряжения, уровни раскрепляющего напряжения, уровни напряжения смещения, и т.д. Уровни раскрепляющего и активирующего напряжения могут также быть функцией скорости линейного изменения сигнала напряжения, и эта информация может также храниться в блоке 508.

[0119] После сохранения информации на блоке 508 способ 500 может быть дополнительно продолжен блоком 510, согласно которому матричный формирователь 112 может определить уровень и/или скорость линейного изменения управляющего напряжения, приложенного к дисплейному элементу, на основе информации, сохраняемой на блоке 508, и заданной рабочей характеристики. В одном из вариантов реализации изобретения в качестве рабочей характеристики могут быть просто выбраны активированное или раскрепленное состояния дисплейного элемента, для адаптации уровней этих напряжений к изменению условий окружающей среды или сроку службы интерферометрического модулятора 12. В этом варианте реализации изобретения процессор или формирователь матрицы могут определить минимальную амплитуду напряжения, при которой дисплейный элемент переходит в активированное состояние.

В другом варианте реализации изобретения, в качестве рабочей характеристики может быть выбрано заданное время отклика. В этом варианте реализации изобретения, при выполнении дополнительного блока 510 могут быть определены уровень напряжения и/или скорость его линейного изменения, которые наилучшим образом обеспечивают заданное время отклика.

[0120] Функции, реализуемые при выполнении блоков 502, 504, 506, и дополнительно при выполнении блока 508, могут быть выполнены периодически или в псевдопроизвольной последовательности, исходя из уровня температуры или изменения температуры дисплейного элемента или дисплея, а также из срока службы дисплейного элемента, и т.д.

[0121] Определение уровней управляющего напряжения на дополнительном блоке 510 может быть выполнено непосредственно перед подачей сигналов матричный формирователем 112 на дисплейные элементы для визуального воспроизведения видеоданных во время стандартной записи изображений. Определение уровней управляющего напряжения на дополнительном блоке 510 может быть выполнено периодически или в псевдопроизвольной последовательности, исходя из уровня или изменения температуры дисплейного элемента или дисплея, а также из срока службы дисплейного элемента и т.д.

[0122] Каждый из способов, рассмотренных выше со ссылкой на фиг.10А, 10В, 10С и 14, включает в себя измерение электрического отклика дисплейного элемента. Существуют различные методы считывания различных участков дисплейной матрицы дисплейных элементов. Например, во время одного из тестов может быть считана вся дисплейная матрица в целом. Другими словами, сигналы обратной связи от всех электродов строк (или электродов столбца) всегда электрически связаны с трансимпедансным усилителем 120, изображенным на фиг.8. В этом случае стробирование электродов столбцов и строк, на которые поданы сигналы, может быть выполнено одновременно формирователем матрицы, обеспечивая контроль в заданное время отдельных дисплейных элементов, пикселей или субпикселей (например, красных, зеленых и синих субпикселей). Также можно контролировать или измерять по меньшей мере один электрод столбцов или строк одновременно и дополнительно переключаться на контроль других электродов столбцов и строк в другое время, повторяя эти действия до полного контроля всей матрицы. Наконец, можно измерять отдельные дисплейные элементы и дополнительно контролировать или измерять другие дисплейные элементы, пока не будет измерена вся матрица.

[0123] В одном из вариантов реализации изобретения по меньшей мере один выбранный электрод столбцов или строк может быть постоянно связан с подающей задающий сигнал и/или считывающей схемой, в то время как остальные электроды столбцов или строк с ними не связаны. В некоторых вариантах реализации изобретения, для подачи задающего сигнала или считывания в площадь изображения введены дополнительные электроды. Эти дополнительные электроды могут быть или видимыми, или невидимыми для наблюдателя. Наконец, можно подключать и отключать схемы подачи управляющего воздействия или схемы считывания к различным группам, состоящим по меньшей мере из одного электрода столбцов или строк, через переключатели или другие электрические элементы.

[0124] Рассмотренные выше варианты реализации устройств и способов могут быть использованы в монохромных, бихромных или цветных дисплеях. В некоторых вариантах реализации изобретения группы пикселей различных цветов могут быть измерены соответствующим выбором электродов столбцов и строк. Например, если

дисплей использует стандарт RGB, где красные (R), зеленые (G), и синие (B) субпиксели расположены на различных линиях столбца, то области отдельных цветов могут быть измерены путем подачи задающего сигнала исключительно на 'красные' столбцы и считывания на строках. Кроме того, задающий сигнал может быть подан на строки, но считан только на 'красных' столбцах.

[0125] Во многих дисплеях подача управляющего импульса на данную строку или столбец может оказывать нежелательные воздействия на соседние строки или столбцы. Такое нежелательное воздействие обычно называют перекрестные помехи, которые оказывают влияние на многие дисплеи, в т.ч. дисплеи на основе интерферометрических модуляторов, жидкокристаллические и OLED-дисплеи. В одном из вариантов реализации изобретения предусмотрена схема считывания или обратной связи, которая выявляет наличие этих нежелательных эффектов и обеспечивает их компенсацию. Сигнал от представляющих интерес участков может быть различными способами изолирован от сигнала или помех от других участков дисплея.

[0126] На фиг.16А показана принципиальная схема, которая иллюстрирует пример схемы управления изолированным участком дисплейной матрицы и схемы измерения электрического отклика изолированного участка. Задающий сигнал V_{in} напряжения подают на выбранную группу столбцовых электродов 540, а сигнал тока измеряют с помощью трансимпедансного усилителя 542 с низким входным импедансом (Z) на выбранной группе строчных электродов 544. Таким образом, может быть измерена площадь 550 изображения. Площади 555 и 560 изображения представляют собой участки столбцовых электродов 540 и строчных электродов 544, соответственно, которые не считываются.

[0127] На фиг.16В представлена схема 580, которая иллюстрирует электрическую взаимосвязь емкости измеряемой области дисплея с емкостями других, не измеряемых областей 555 и 560. Конденсатор $C2$ представляет емкость области 555 дисплея, $C3$ представляет емкость области 560 дисплея, а $C1$ представляет емкость области 550 дисплея, которая изолирована и измерена. V_{in} подает ток, потребляемый $C2$, который течет непосредственно на землю. Ток через $C1$, который представляет собой измеряемый ток, также подается от V_{in} , но прежде чем он достигнет трансимпедансного усилителя 542, на него может оказать влияние емкость $C3$. Однако можно вынудить пройти ток через $C1$ почти полностью через трансимпедансный усилитель 542 за счет выбора низкого входного импеданса трансимпедансного усилителя 542 по сравнению с импедансом емкости $C3$. В этом случае ток через $C3$ по существу отсутствует. Таким образом, в цепи 580 усилитель измеряет только ток через $C1$ (область 555). Любая область дисплея может быть выбрана путем соответствующего выбора столбцовых и строчных электродов. В схеме примера, приведенного на фиг.16В, остальные электроды, не включенные в изолированную область 550, показаны как заземленные, однако они могут быть связаны с любым уровнем напряжения.

[0128] Несмотря на то, что приведенное выше подробное описание представляет, характеризует и выделяет новые признаки применительно к различным вариантам реализации изобретения, для специалистов очевидно, что в данной области могут быть сделаны разнообразные пропуски, замены и изменения формы и деталей устройства или способа, без выхода за пределы раскрытого объема изобретения. Настоящее изобретение может быть реализовано в виде, который не дает представление обо всех изложенных здесь признаках и преимуществах, поскольку некоторые признаки могут быть использованы или реализованы отдельно от других.

Формула изобретения

1. Способ управления дисплейным устройством, согласно которому подают через первый и второй электроды дисплейного устройства сигнал, который изменяет состояние этого устройства с первого состояния на второе состояние и обратно на первое состояние, при этом указанный переход из первого состояния во второе состояние и обратно в первое состояние имеет такую длительность, что этот переход по существу незаметен для наблюдателя, измеряют электрический отклик дисплейного устройства на поданный сигнал и определяют по меньшей мере одну рабочую характеристику дисплейного устройства на основе измеренного электрического отклика.

2. Способ по п.1, согласно которому переход из первого состояния во второе состояние и обратно в первое состояние завершается менее чем за 400 микросекунд.

3. Способ по п.1, согласно которому переход из первого состояния во второе состояние и обратно в первое состояние завершается более чем за примерно 400 микросекунд и менее чем за примерно 4000 микросекунд.

4. Способ по п.1, согласно которому дополнительно повторяют подачу, измерение и определение с временной периодичностью.

5. Способ по п.1, согласно которому дополнительно повторяют подачу, измерение и определение с псевдослучайной временной периодичностью.

6. Способ по п.1, согласно которому дополнительно повторяют подачу, измерение и определение во времени на основе изменения температуры.

7. Способ по п.1, согласно которому дополнительно выполняют подачу, измерение и определение на основе срока службы устройства.

8. Способ по любому из пп.1-7, согласно которому подачу указанного сигнала выполняют многократно при различных напряжениях, а рабочую характеристику определяют для каждого из различных напряжений, при этом дополнительно сохраняют данные, характеризующие рабочую характеристику и уровень каждого из различных напряжений, и определяют уровень управляющего напряжения на основе сохраненных данных и заданную рабочую характеристику.

9. Способ по п.1, согласно которому при определении по меньшей мере одной рабочей характеристики определяют по меньшей мере один из следующих параметров: активирующее напряжение, раскрепляющее напряжение и время отклика.

10. Способ по п.1, согласно которому сигнал содержит по меньшей мере один из следующих импульсов: синусоидальный, пилообразный и прямоугольный импульс.

11. Прибор для управления дисплейным устройством, содержащий схему формирователя, выполненную с возможностью подачи сигнала через первый и второй электроды дисплейного устройства, причем сигнал изменяет состояния дисплейного устройства из первого состояния во второе состояние и обратно в первое состояние, при этом указанный переход из первого состояния во второе состояние и обратно в первое состояние имеет такую длительность, что переход по существу незаметен для наблюдателя, схему обратной связи, выполненную с возможностью измерения электрического отклика дисплейного устройства в ответ на поданный сигнал напряжения, и процессор, выполненный с возможностью управления схемой формирователя, получения данных, характеризующих измеренный электрический отклик, и определения на основе этого отклика по меньшей мере одной рабочей характеристики дисплейного устройства.

12. Прибор по п.11, в котором переход из первого состояния во второе состояние и обратно в первое состояние может быть завершен менее чем за 400 микросекунд.

13. Прибор по п.11, в котором переход из первого состояния во второе состояние и обратно в первое состояние может быть завершён более чем за примерно 400 микросекунд и менее чем за примерно 4000 микросекунд.

14. Прибор по п.11, в котором процессор выполнен с возможностью управления схемой формирователя для подачи сигнала с временной периодичностью.

15. Прибор по п.11, в котором процессор выполнен с возможностью управления схемой формирователя для подачи сигнала с псевдослучайной временной периодичностью.

16. Прибор по п.11, в котором процессор выполнен с возможностью управления схемой формирователя для подачи сигнала во времени на основе изменения температуры.

17. Прибор по п.11, в котором процессор выполнен с возможностью управления схемой формирователя для подачи сигнала на основе срока службы устройства.

18. Прибор по п.11, в котором процессор выполнен с возможностью управления схемой формирователя для многократной подачи сигнала на различных уровнях, определения рабочей характеристики, связанной с каждым из многократных уровней, сохранения данных, характеризующих рабочие характеристики и указанные уровни, и определения управляющего уровня на основе сохранённых данных и заданной рабочей характеристики.

19. Прибор по п.18, в котором по меньшей мере одна рабочая характеристика содержит по меньшей мере один из следующих параметров: активирующее напряжение, раскрепляющее напряжение и время отклика.

20. Прибор по п.11, в котором сигнал содержит по меньшей мере один из следующих импульсов: синусоидальный, пилообразный и прямоугольный импульс.

21. Прибор по п.11, в котором процессор выполнен с возможностью управления схемой управления для подачи сигнала напряжения, обеспечивающего временное усреднение отображаемого цвета.

22. Дисплейное устройство, содержащее средства подачи сигнала через первый и второй электроды дисплейного устройства, причем сигнал изменяет состояние устройства из первого состояния во второе состояние и обратно в первое состояние, при этом указанный переход из первого состояния во второе состояние и обратно в первое состояние имеет такую длительность, что переход по существу незаметен для наблюдателя, средства измерения электрического отклика дисплейного устройства в ответ на приложенный сигнал и средства получения данных, характеризующих измеренный электрический отклик, и определения по меньшей мере одной рабочей характеристики дисплейного устройства на основе этого отклика.

23. Дисплейное устройство, содержащее матрицу интерферометрических модуляторов, схему управления, выполненную с возможностью подачи сигнала через первый и второй электроды по меньшей мере одного из интерферометрических модуляторов, причем сигнал изменяет состояние интерферометрического модулятора из первого состояния во второе состояние и обратно в первое состояние, при этом указанный переход из первого состояния во второе состояние и обратно в первое состояние имеет такую длительность, что переход по существу незаметен для наблюдателя, схему обратной связи, выполненную с возможностью измерения электрического отклика интерферометрического модулятора в ответ на приложенный сигнал напряжения, процессор, выполненный с возможностью управления схемой формирователя, получения данных, характеризующих измеренный электрический отклик, и определения на основе этого отклика по меньшей мере одной рабочей характеристики интерферометрического

модулятора, и запоминающее устройство, выполненное с возможностью взаимодействия с процессором.

24. Устройство по п.23, которое дополнительно содержит контроллер, выполненный с возможностью передачи по меньшей мере части видеоданных в схему формирователя.

5 25. Устройство по п.23, которое дополнительно содержит модуль источника изображений, выполненный с возможностью передачи указанных видеоданных на процессор.

26. Устройство по п.25, в котором модуль источника изображений содержит по меньшей мере один из следующих компонентов: приемник, приемопередатчик и
10 передатчик.

27. Устройство по п.23, которое дополнительно содержит устройство ввода, выполненное с возможностью приема входных данных и их передачи процессору.

15

20

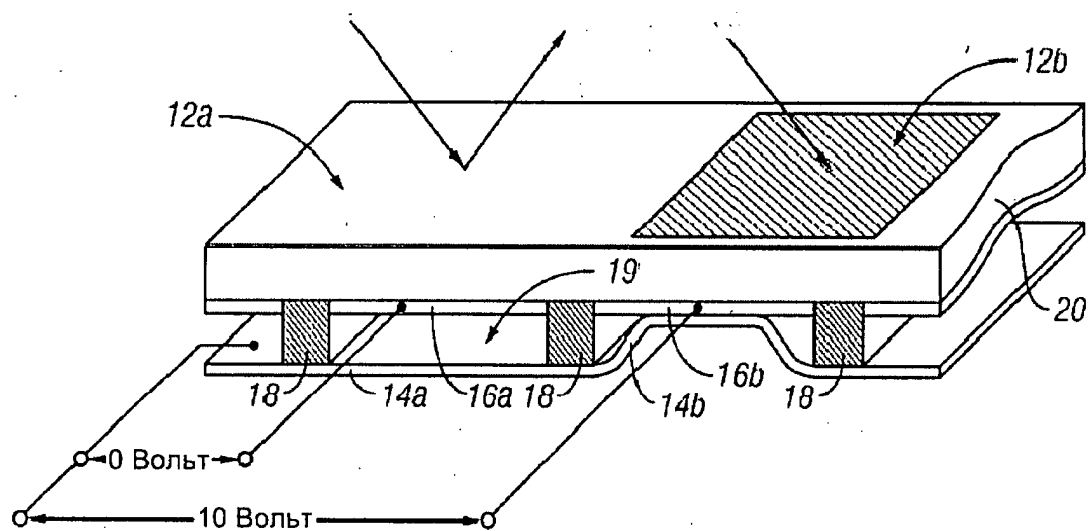
25

30

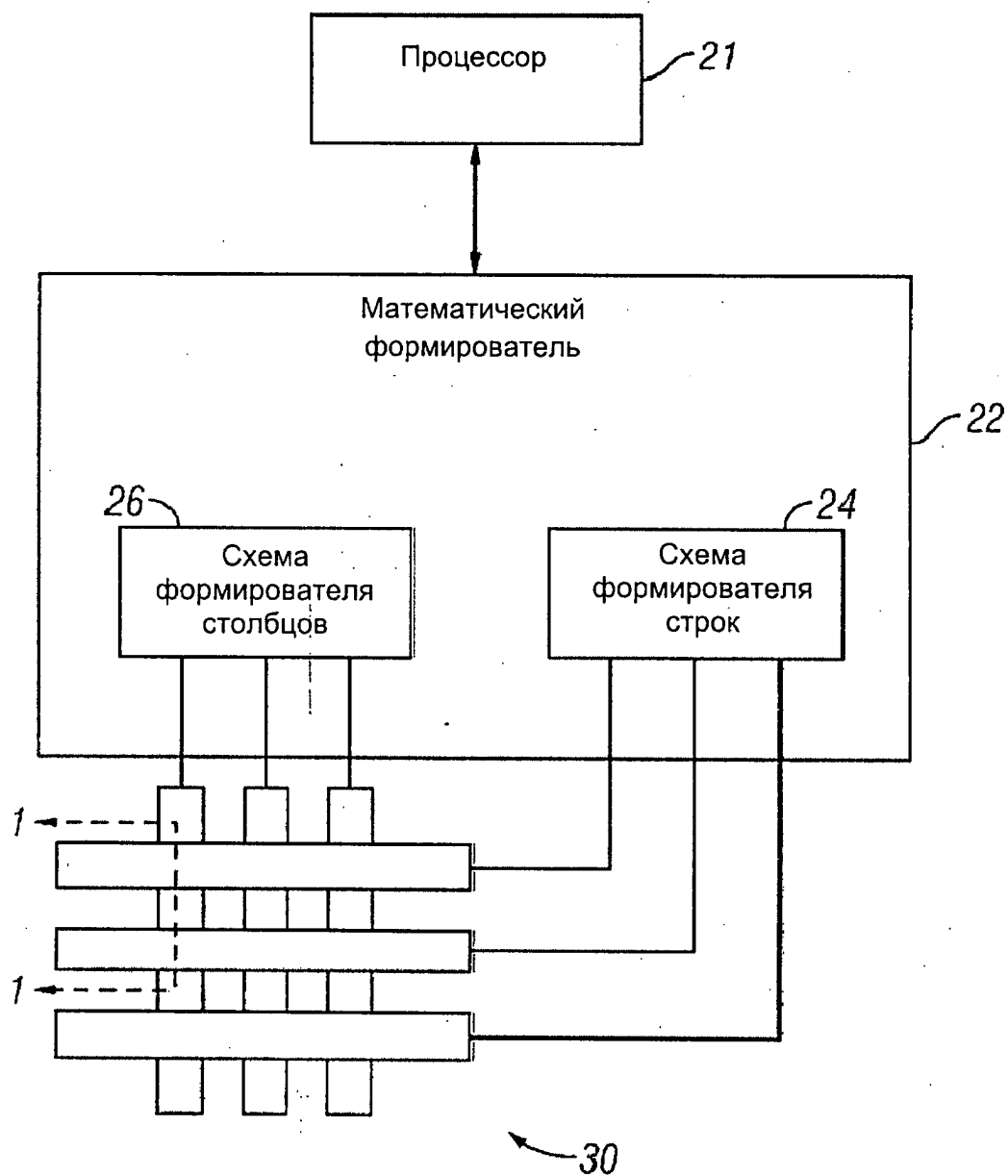
35

40

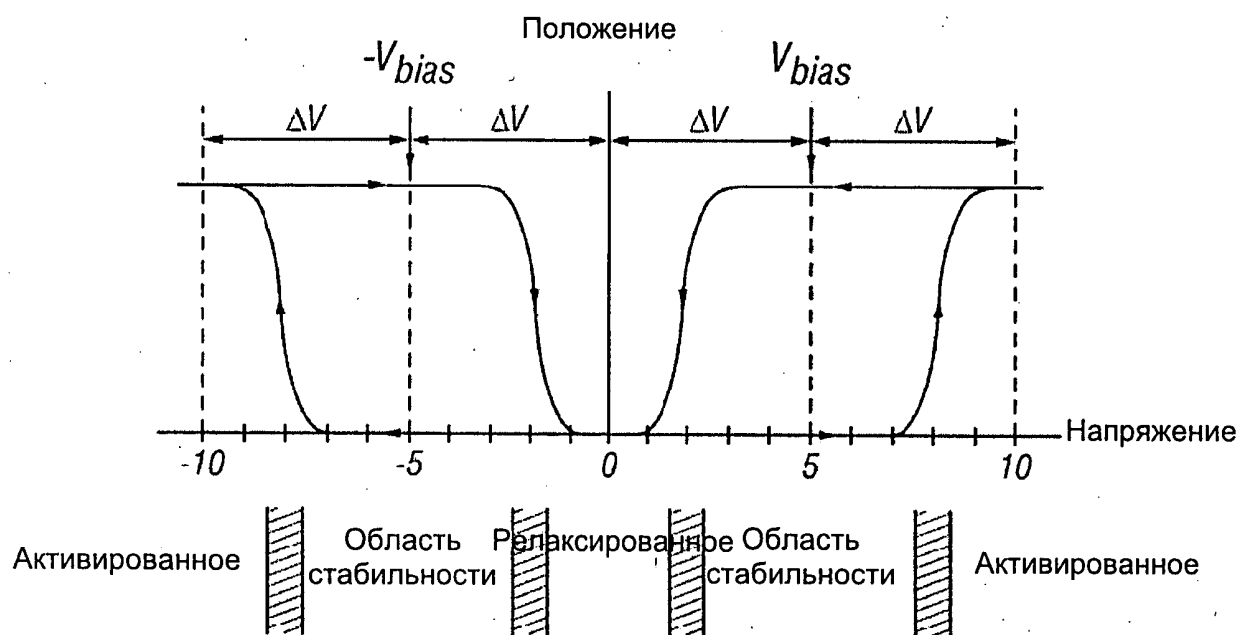
45



ФИГ. 1



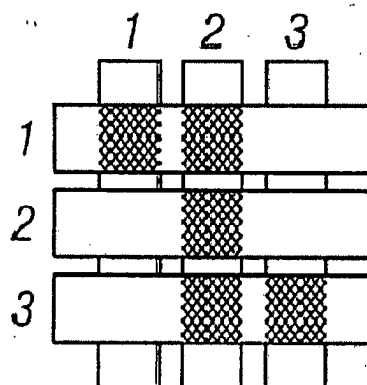
ФИГ. 2



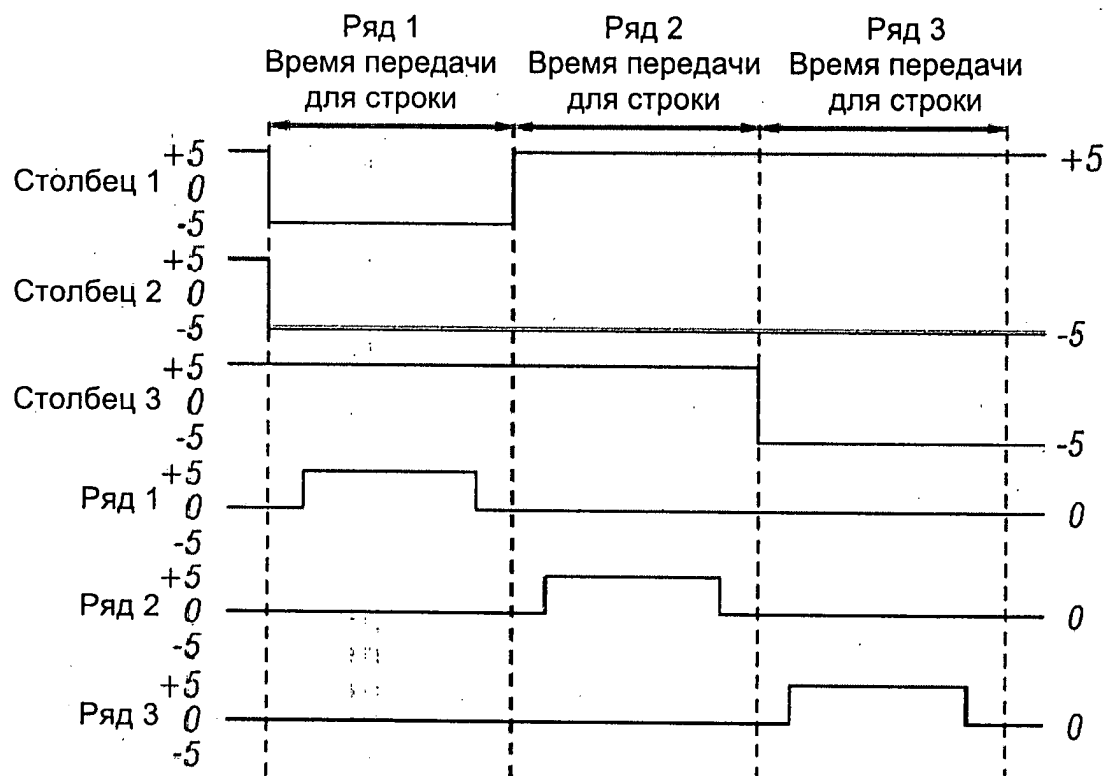
ФИГ. 3

		$+V_{bias}$	$-V_{bias}$
Строковые выходные сигналы	0	Стабильность	Стабильность
	$+\Delta V$	Релаксация	Активация
	$-\Delta V$	Активация	Релаксация

ФИГ. 4

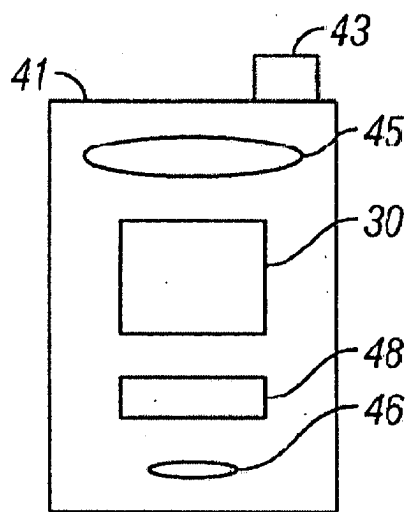


ФИГ. 5А

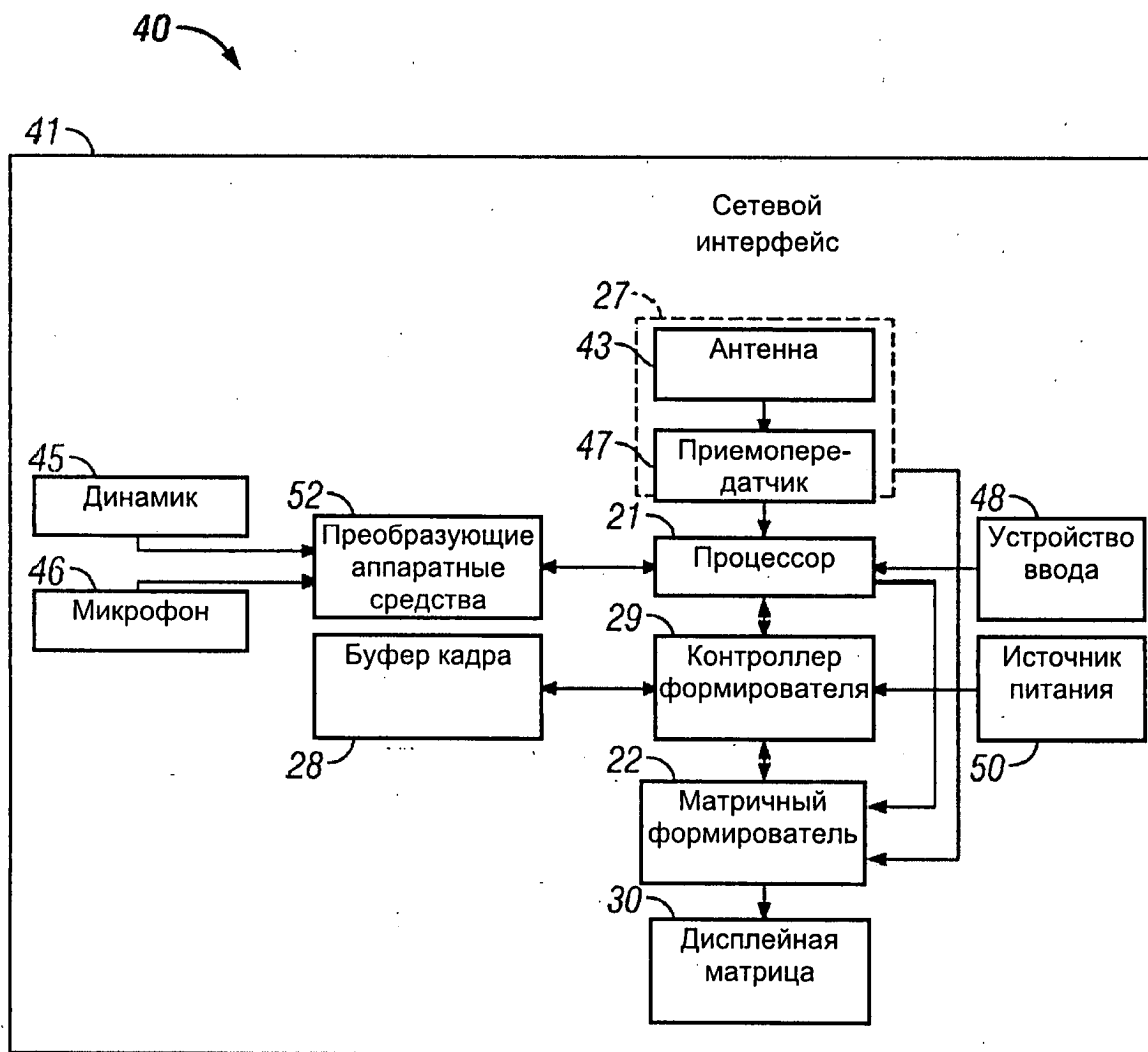


ФИГ. 5В

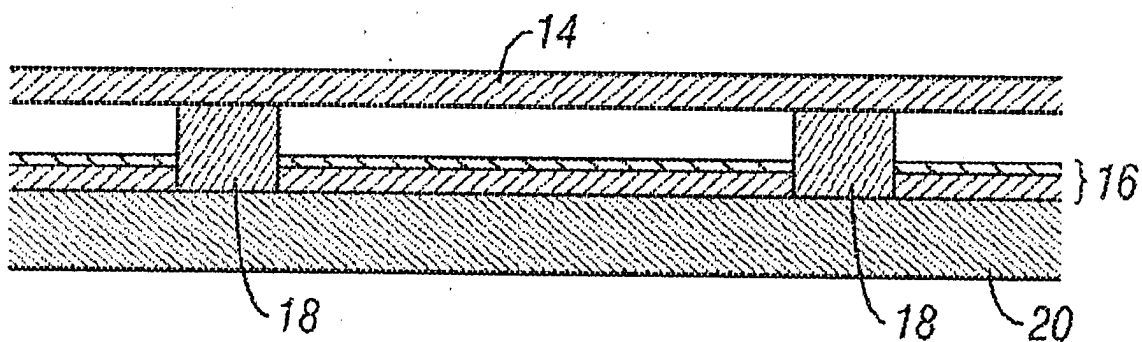
40



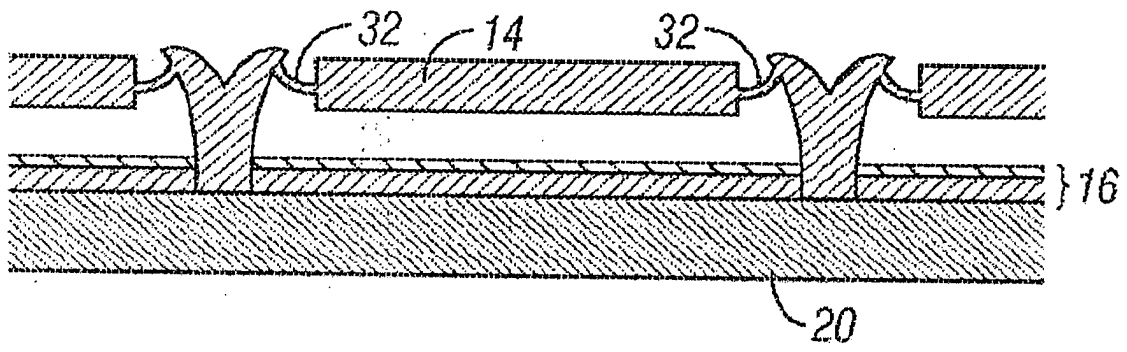
ФИГ. 6А



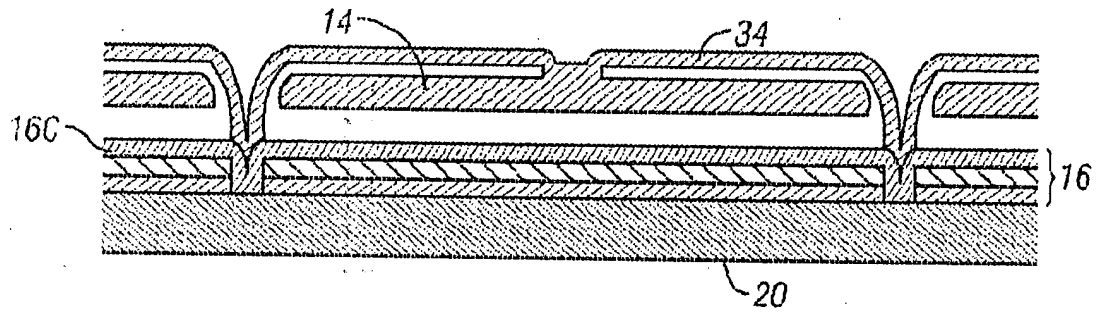
ФИГ. 6В



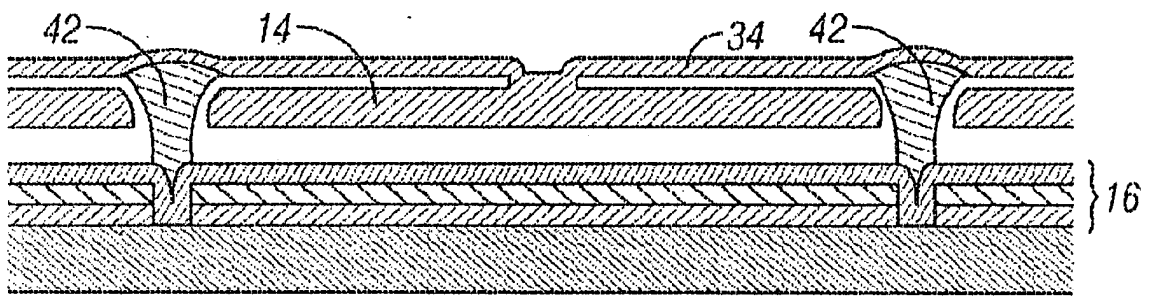
ФИГ. 7А



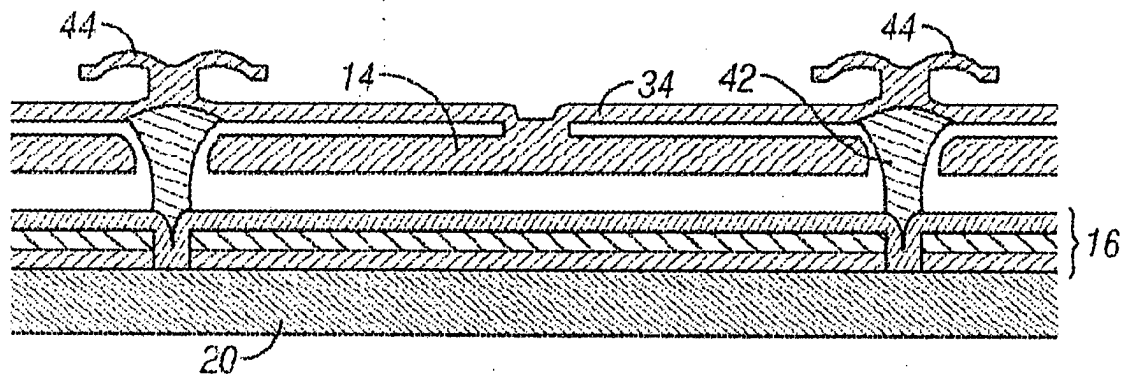
ФИГ. 7В



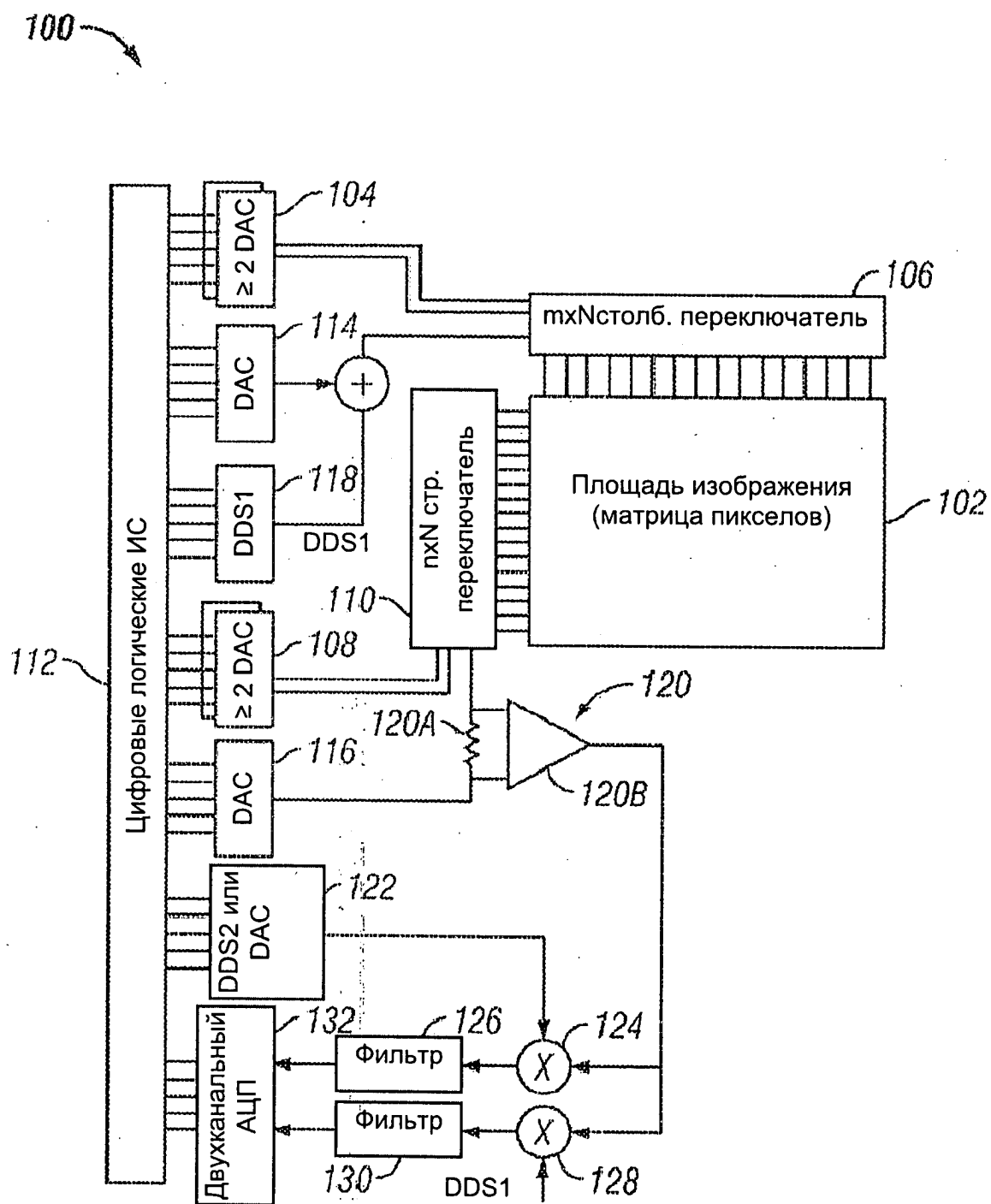
ФИГ. 7С



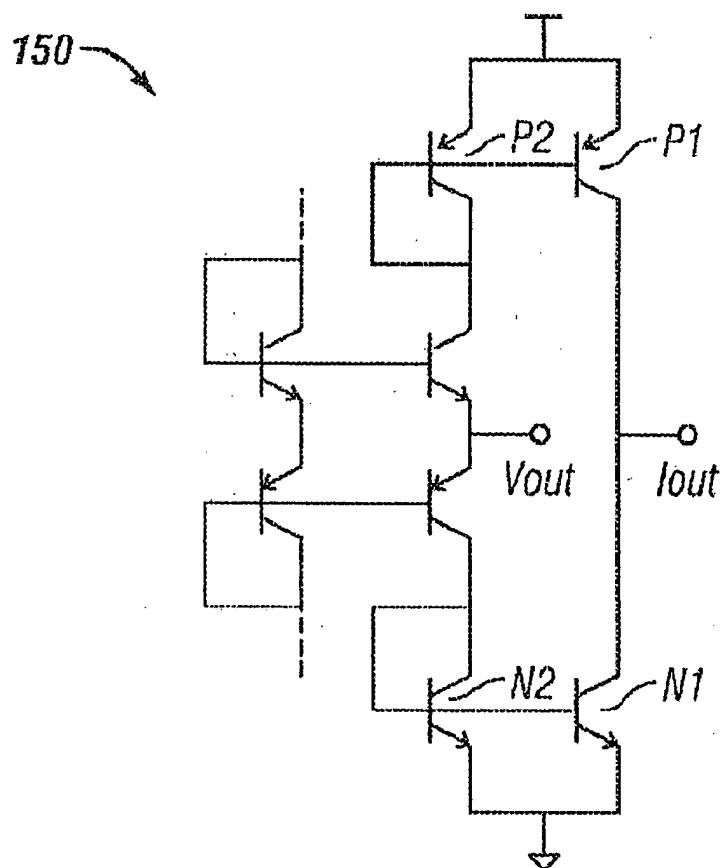
ФИГ. 7D



ФИГ. 7Е

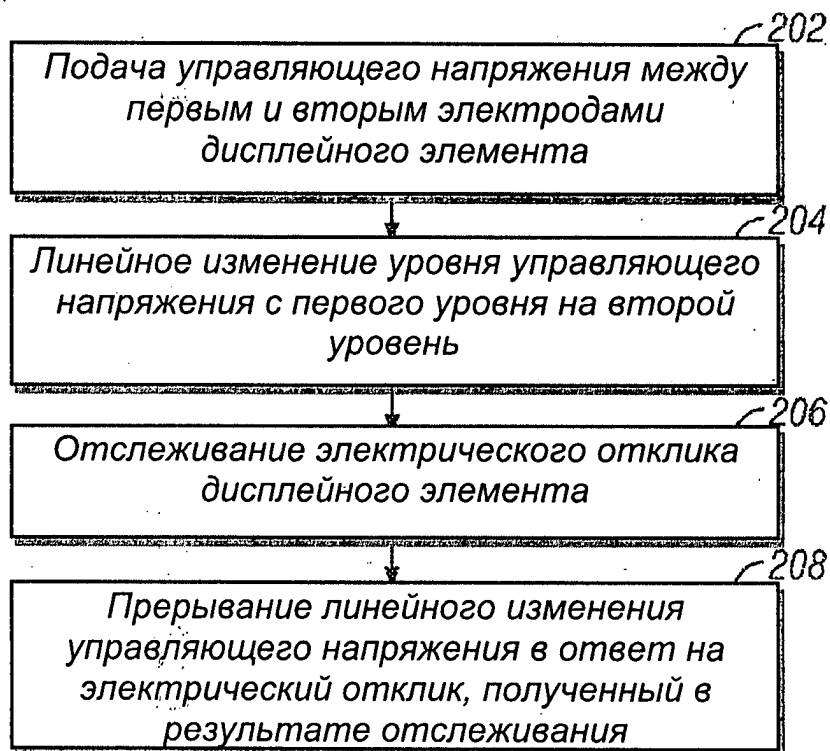


ФИГ. 8



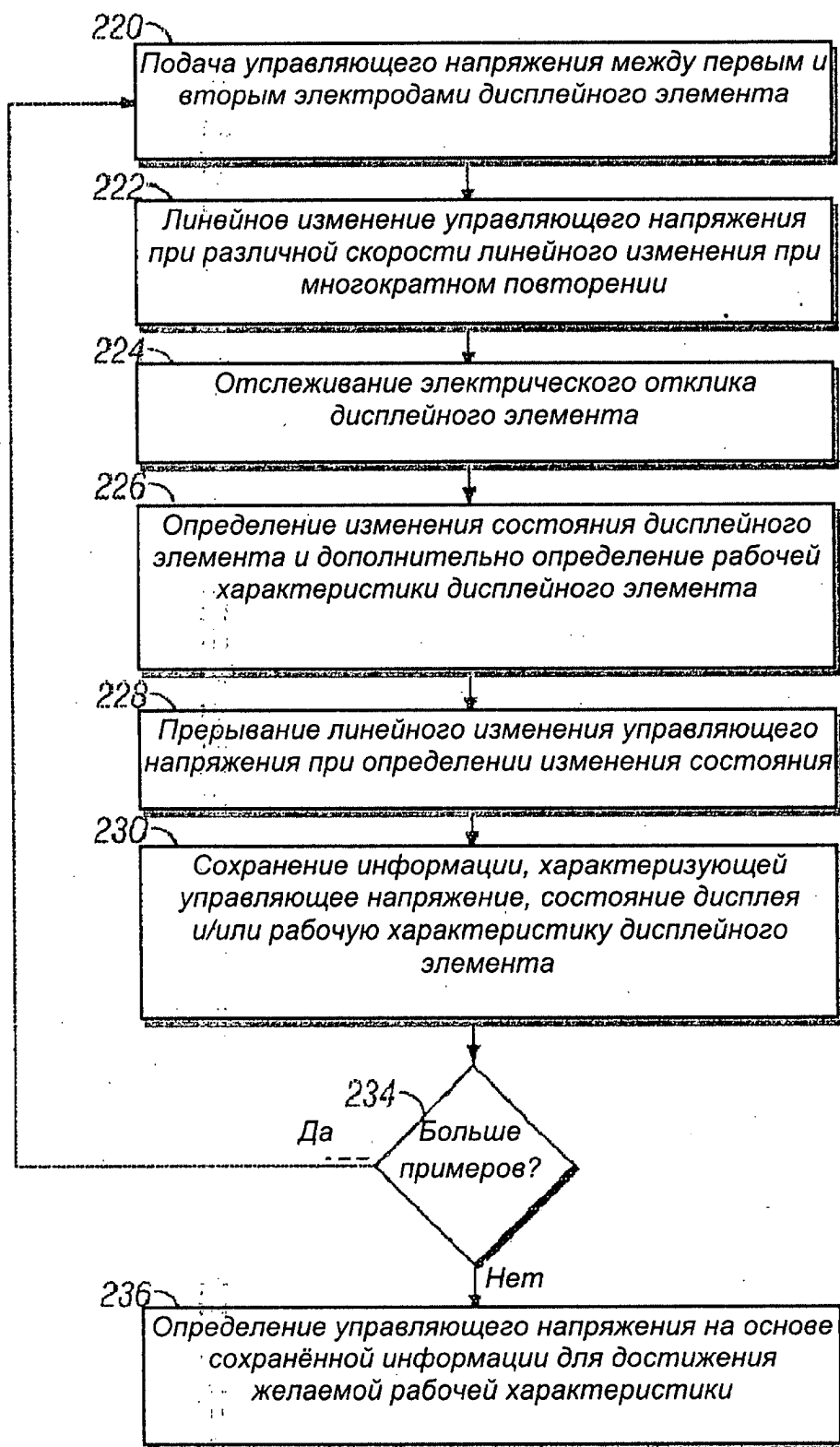
ФИГ. 9

200A



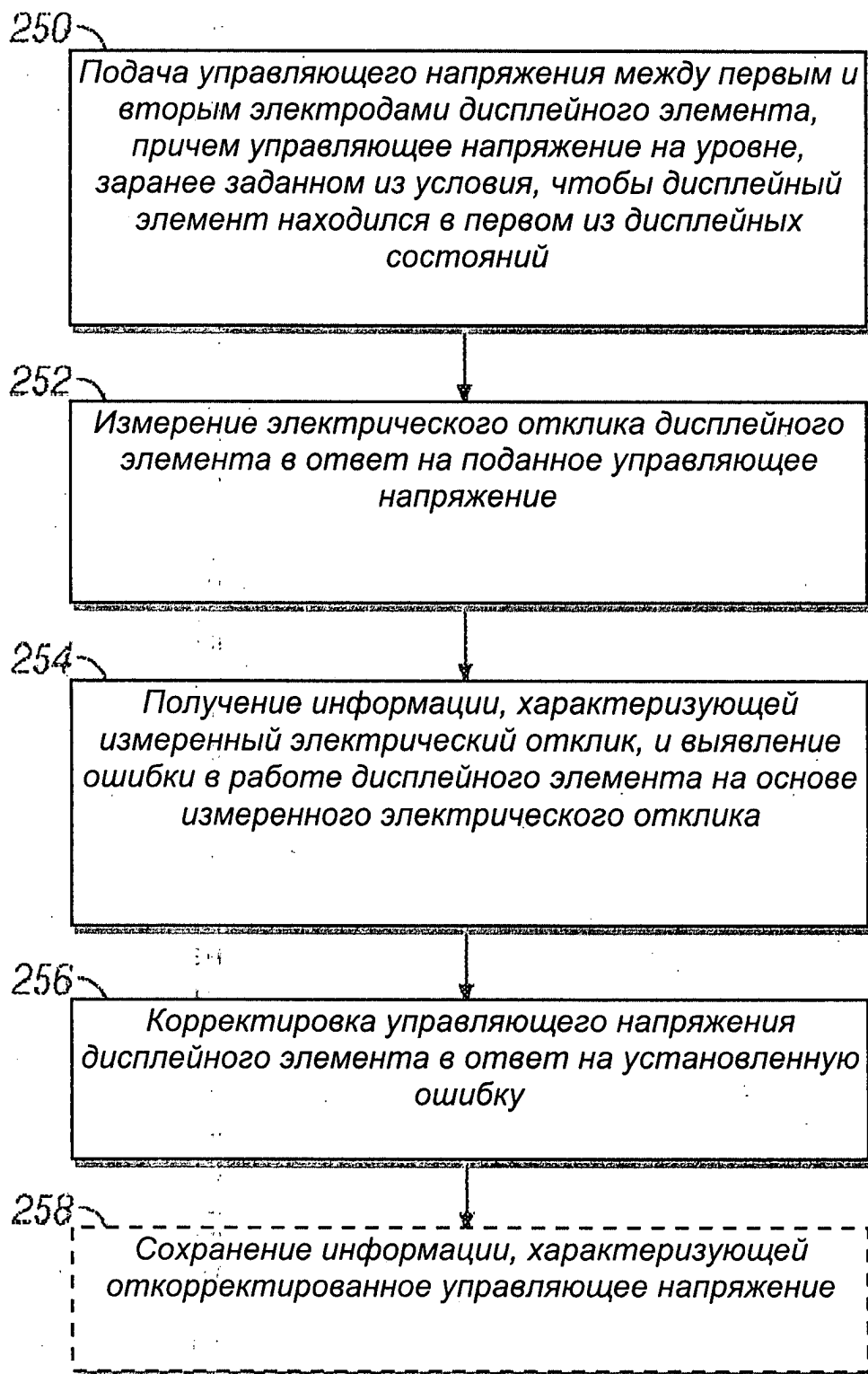
ФИГ. 10А

200B

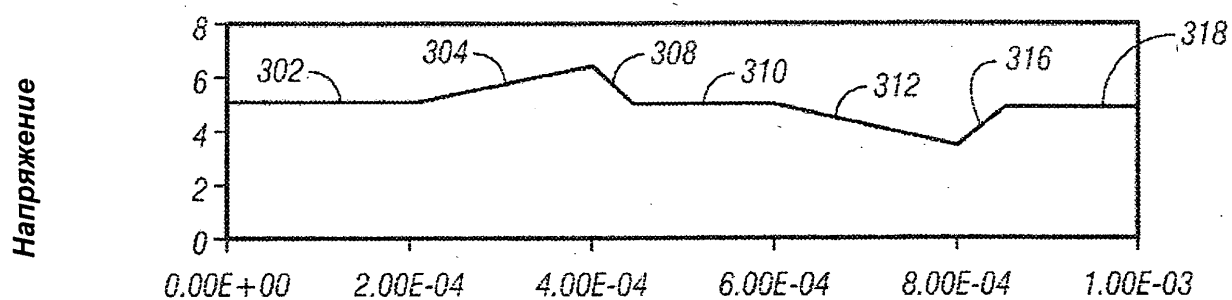


ФИГ. 10В

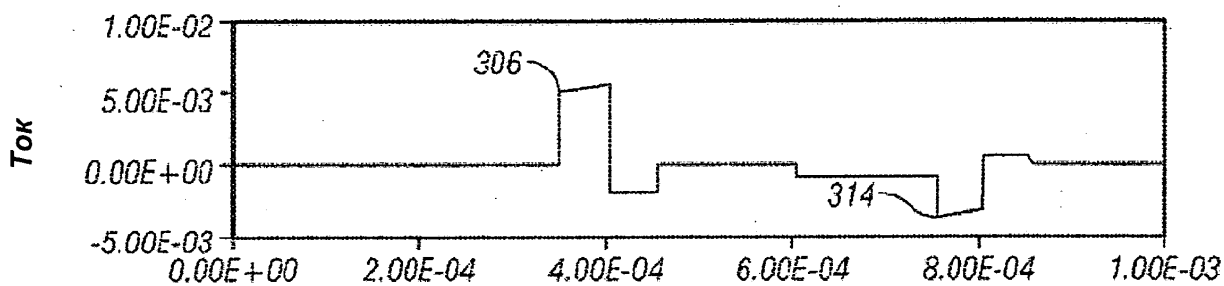
200С



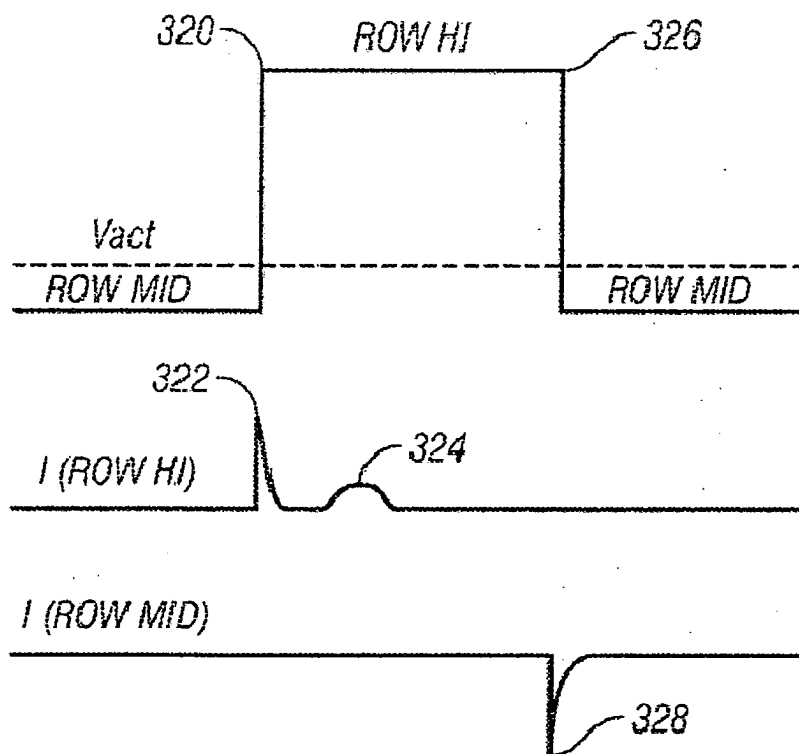
ФИГ. 10С



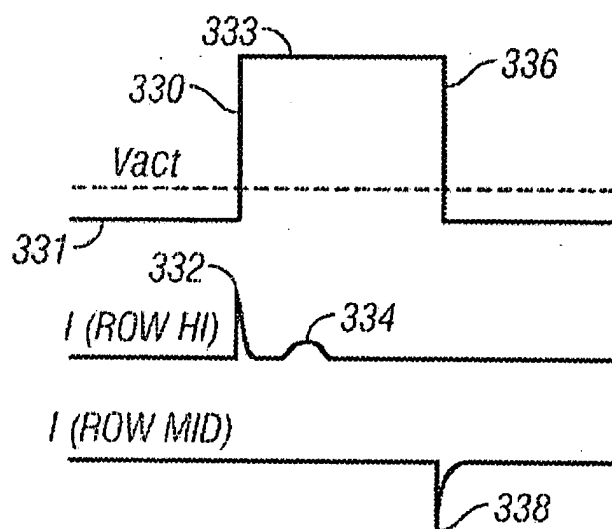
ФИГ. 11А



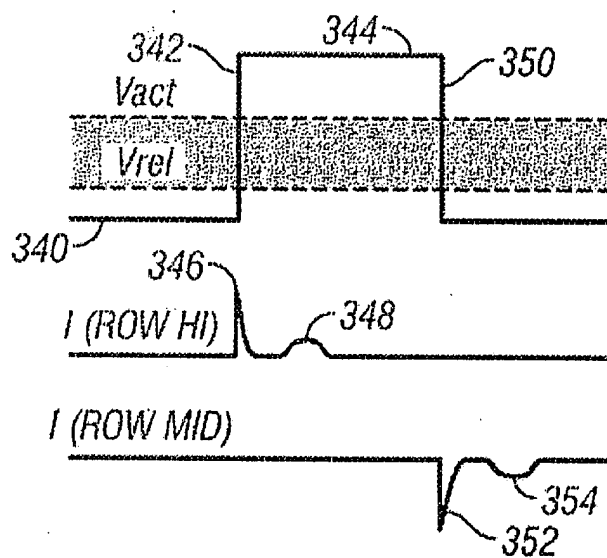
ФИГ. 11В



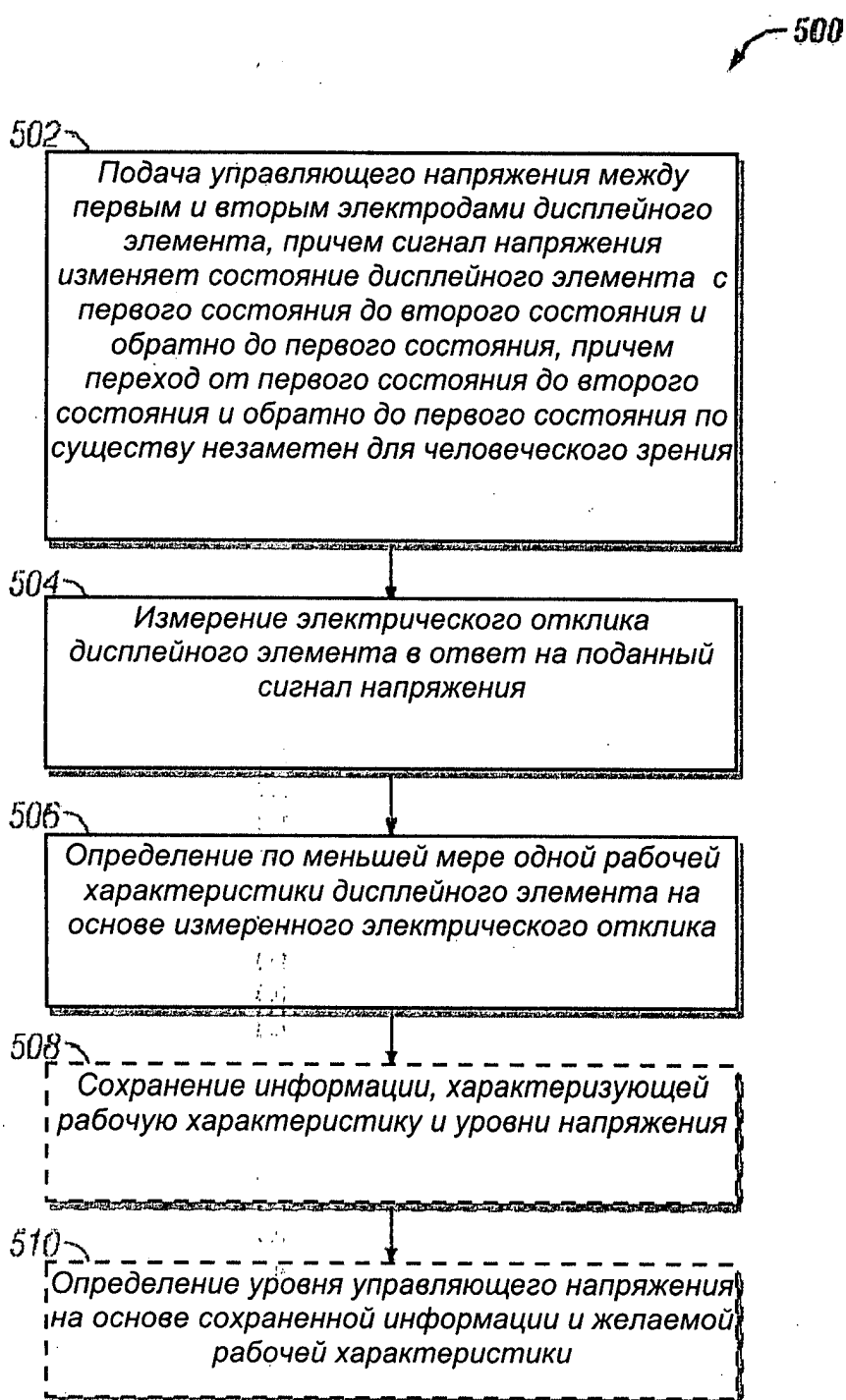
ФИГ. 12



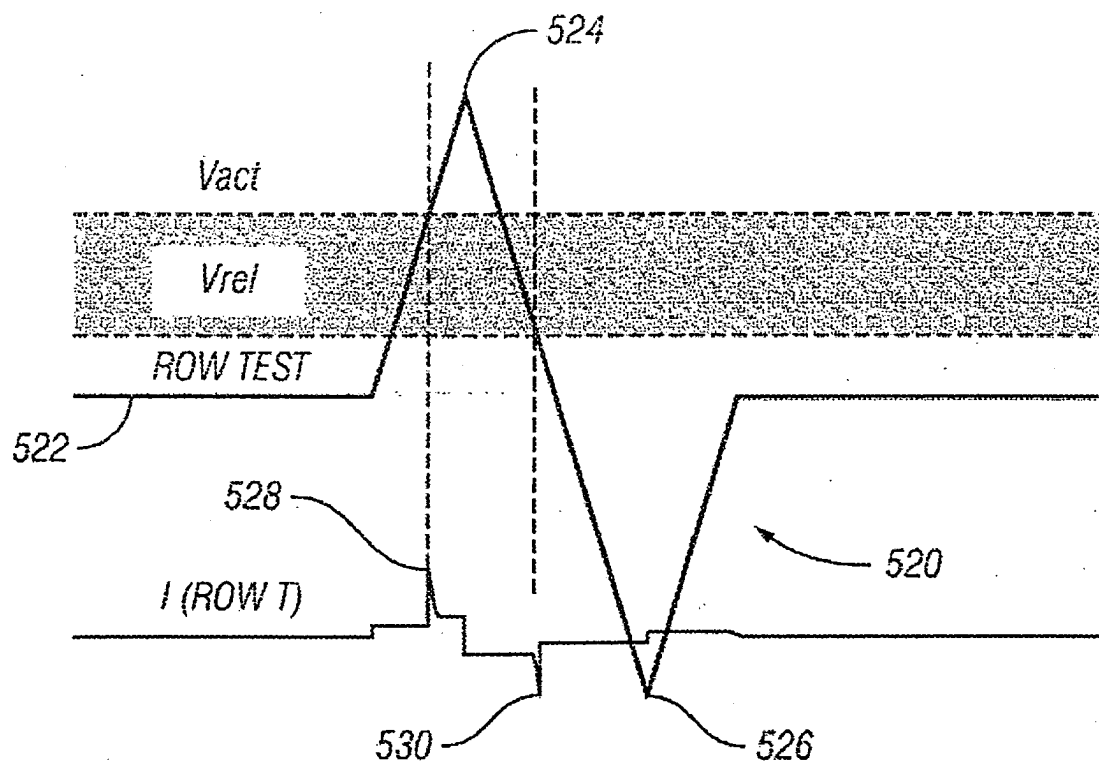
ФИГ. 13А



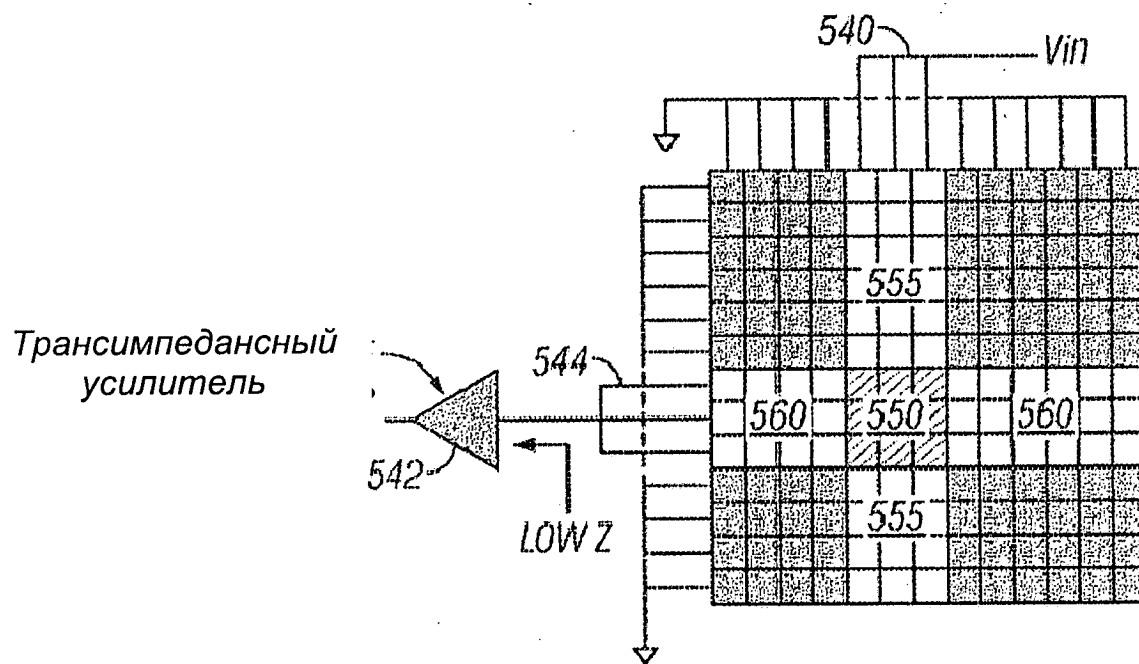
ФИГ. 13В



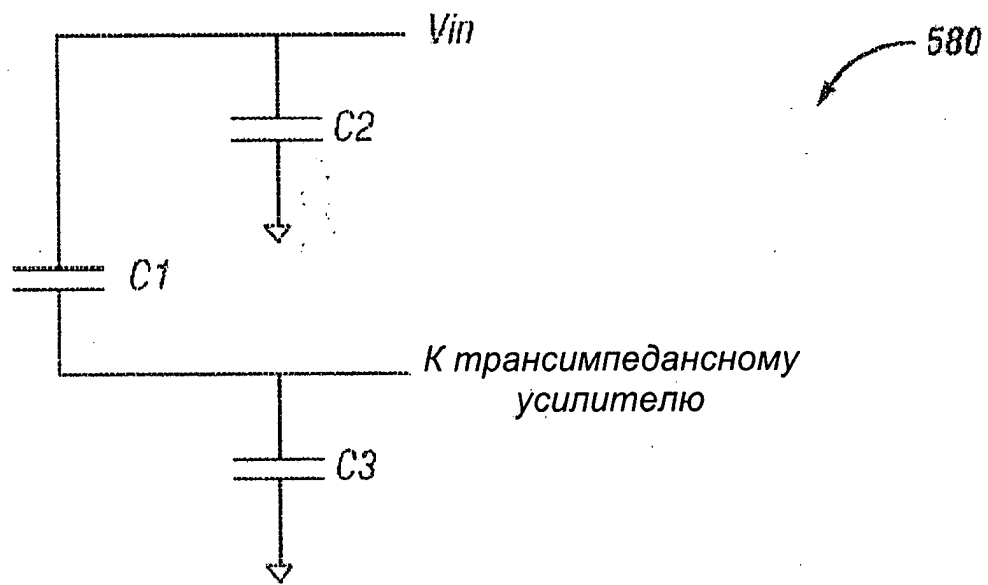
ФИГ. 14



ФИГ. 15



ФИГ. 16А



ФИГ. 16В