



(51) МПК
A61F 2/16 (2006.01)
G02C 11/00 (2006.01)
H03K 19/185 (2006.01)
G02C 7/04 (2006.01)

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2015147141, 02.11.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
 02.11.2015

Дата регистрации:
 05.12.2017

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
 05.11.2014 US 14/533,687

(43) Дата публикации заявки: 04.05.2017 Бюл. № 13

(45) Опубликовано: 05.12.2017 Бюл. № 34

Адрес для переписки:

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

(72) Автор(ы):

**ХАМФРИС Скотт Роберт (US),
 ШВАЙКЕРТ Роберт Карл (US),
 ХОГГАРТ Стивен Филип (US),
 ЗАДЕХ Сейед Али Горджи (CA),
 УИТНИ Дональд К. Мл. (US),
 ТОНЕР Адам (US)**

(73) Патентообладатель(и):

**ДЖОНСОН ЭНД ДЖОНСОН ВИЖН
 КЭА, ИНК. (US)**

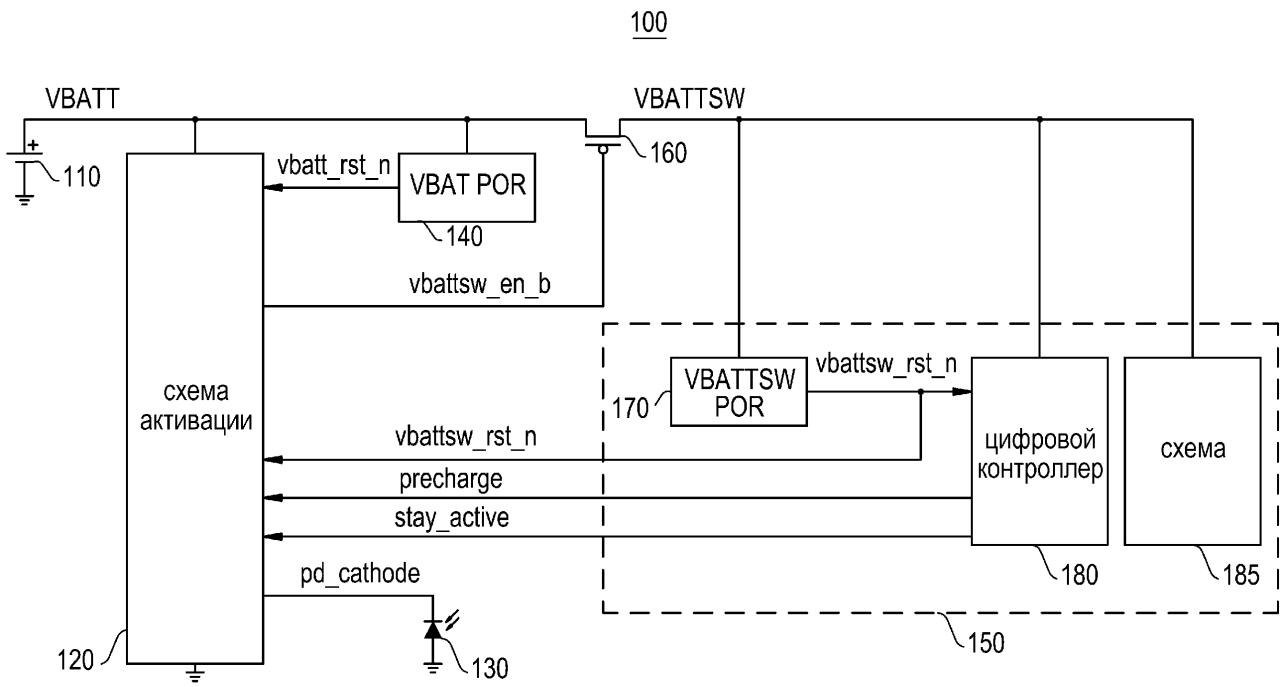
(56) Список документов, цитированных в отчете
 о поиске: US 20140148899 A1, 29.05.2014. RU
 2013114799 A, 10.10.2014. US 20100076553 A1,
 25.03.2010. US 20130261743 A1, 03.10.2013.

(54) СХЕМА АКТИВАЦИИ ДЛЯ ОФТАЛЬМОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНЗЫ С ЭЛЕКТРОПИТАНИЕМ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области медицины. Электронная система, включающая в себя схему активации, предназначенную для использования по меньшей мере одним из способов: на теле или внутри него. Электронная система содержит: функциональные электронные компоненты, включая цифровой контроллер и дополнительную схему; блок питания для подачи питания к функциональным электронным компонентам; логическую схему активации, имеющую состояние хранения и состояние активности и выполненную с возможностью отсоединения блока питания от функциональных электронных компонентов для минимизации тока утечки из блока питания в состоянии хранения; переключающий элемент, связанный с источником питания, логической схемой активации и функциональными электронными компонентами; первую схему сброса по включению питания, связанную с блоком питания и логической схемой активации и выполненную с возможностью обеспечения правильного исходного состояния логической

схемы активации при включении питания и удержания схемы активации в состоянии сброса в течение времени стабилизации питания логической схемы активации; вторую схему сброса по включению питания, связанную с переключающим элементом и функциональными электронными компонентами и выполненную с возможностью обеспечения правильного исходного состояния функциональных электронных компонентов при включении питания; датчик, связанный с логической схемой активации, причем датчик представляет собой фотодатчик. Логическая схема активации выполнена с возможностью переключения из состояния хранения в состояние активности при активации датчика в ответ на падающий на фотодатчик свет, интенсивность которого превышает заданный порог или в ответ на выходной сигнал второй схемы сброса по включению питания. Применение данного изобретения позволит минимизировать активное потребление тока устройства. 24 з.п. ф-лы, 6 ил.



ФИГ. 1

RU 2637611 C2

RU 2637611 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
A61F 2/16 (2006.01)
G02C 11/00 (2006.01)
H03K 19/185 (2006.01)
G02C 7/04 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2015147141, 02.11.2015**(24) Effective date for property rights:
02.11.2015Registration date:
05.12.2017

Priority:

(30) Convention priority:
05.11.2014 US 14/533,687(43) Application published: **04.05.2017** Bull. № 13(45) Date of publication: **05.12.2017** Bull. № 34

Mail address:

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

(72) Inventor(s):

**KHAMFRIS Skott Robert (US),
SHVAJKERT Robert Karl (US),
KHOGGART Stiven Phillip (US),
ZADEKH Sejed Ali Gordzhi (CA),
UITNI Donald K. Ml. (US),
TONER Adam (US)**

(73) Proprietor(s):

**DZHONSON END DZHONSON VIZHN KEA,
INK. (US)**(54) **ACTIVATION SCHEME FOR OPHTHALMOLOGICAL LENSE WITH ELECTRIC POWER**

(57) Abstract:

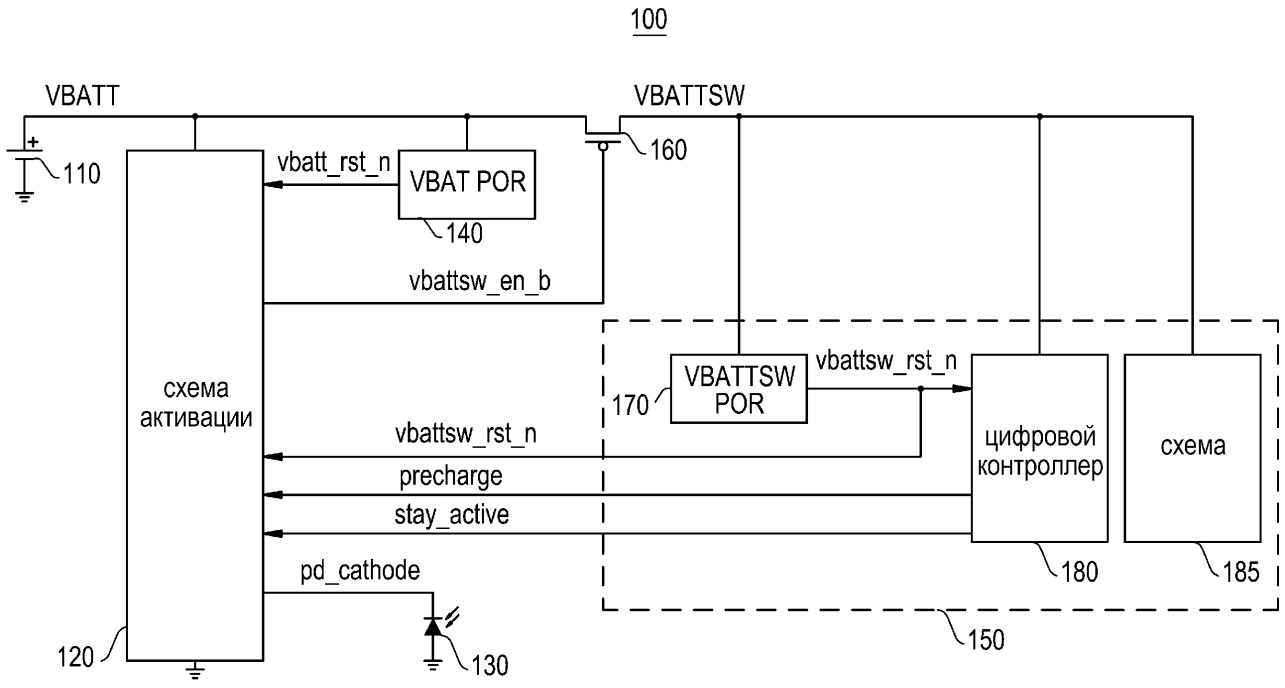
FIELD: medicine.

SUBSTANCE: electronic system that includes an activation scheme for application in at least one of the following ways: on or inside the body. The electronic system contains: functional electronic components, including a digital controller and an additional circuit; a power supply unit to supply power to the functional electronic components; an activation logic having a storage state and an activity state and configured to detach the power supply from the functional electronic components to minimize the leakage current from the power supply unit in the storage state; a switching element associated with a power source, a logic activation circuit, and functional electronic components; the first power-on reset circuit associated with the power supply unit and the activation logic and configured to provide the correct initial state of the activation logic

when the power is turned on and hold the activation scheme in the reset state during power stabilization time of the activation logic; the second power-on reset circuit associated with the switching element and functional electronic components, and configured to provide a correct initial state of the functional electronic components upon power-up; a sensor associated with the activation logic, the sensor being a photosensor. The activation logic is configured to switch from the storage state to the activity state when the sensor is activated in response to a light incident on the light sensor whose intensity exceeds the predetermined threshold or in response to the output signal of the second power-on reset circuit.

EFFECT: application of this invention will minimize active current consumption of the device.

25 cl, 6 dwg



ФИГ. 1

RU 2637611 C2

RU 2637611 C2

ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Область применения изобретения

Настоящее изобретение относится к схеме активации для офтальмологической линзы с электропитанием или электронной офтальмологической линзы или другого аналогичного устройства и, более конкретно, к схеме активации, которая может быть использована для отсоединения аккумулятора или иного источника энергии от компонентов электронной системы либо соединения аккумулятора или иного источника энергии с компонентами электронной системы для минимизации тока утечки, вытекающего из аккумулятора или иного источника энергии.

2. Описание смежных областей

Поскольку электронные устройства продолжают уменьшаться в размерах, все более вероятным становится создание микроэлектронных устройств, пригодных для ношения или выполненных с возможностью встраивания, для различных областей применения. Такие области применения могут включать в себя контроль биохимических процессов в организме, введение управляемых доз лекарственных средств или лекарственных агентов посредством различных механизмов, включая автоматические, в ответ на измерения или в ответ на внешние сигналы управления и усиление функциональных процессов в органах или тканях. Примеры таких устройств включают в себя инфузионные насосы для введения глюкозы, кардиостимуляторы, дефибрилляторы, вспомогательные желудочковые устройства и нейростимуляторы. Новой особенно подходящей областью применения являются пригодные для ношения офтальмологические линзы и контактные линзы. Например, в пригодную для ношения линзу может быть встроен узел линзы, имеющий фокус с возможностью электронного регулирования для увеличения или улучшения функции глаза. В другом примере в пригодную для ношения контактную линзу с фокусом с возможностью регулирования или без него могут быть встроены электронные датчики для определения концентраций отдельных химических веществ в прекорнеальной (слезной) пленке. Применение встроенных электронных компонентов в узле линзы представляет потенциальную потребность для связи с электронными компонентами, для способа питания и/или повторной подачи напряжения в электронные компоненты, включая управление мощностью или схему управления питанием, для взаимного соединения электронных компонентов, для внутренних и внешних сенсорных и/или контрольных устройств, а также для управления электронными компонентами и общими функциями линзы.

Человеческий глаз способен различать миллионы цветов, легко приспосабливается к изменению условий освещения и передавать сигналы или информацию в головной мозг со скоростью, превышающей высокоскоростную передачу данных через интернет. В настоящее время линзы, такие как контактные линзы и интраокулярные линзы, используют для коррекции таких дефектов зрения, как миопия (близорукость), гиперметропия (дальнозоркость), пресбиопия и астигматизм. Тем не менее правильно сконструированные линзы со встроенными дополнительными компонентами могут использоваться как для улучшения зрения, так и для коррекции дефектов зрения.

Контактные линзы можно использовать для коррекции миопии, гиперметропии, астигматизма, а также других дефектов остроты зрения. Контактные линзы также можно использовать для улучшения природного внешнего вида глаз пользователя линз. Контактные линзы - это просто линзы, которые размещают на передней поверхности глаза. Контактные линзы относятся к медицинским устройствам и могут применяться для коррекции зрения и/или из косметических или иных терапевтических соображений. Контактные линзы используют для продажи с целью улучшения зрения

с 1950-х гг. Первые контактные линзы получали или изготавливали из твердых материалов, и они были относительно дорогими и хрупкими. Кроме того, такие первые контактные линзы изготавливали из материалов, которые не обеспечивали достаточного проникновения кислорода через контактную линзу в конъюнктиву и роговицу, что могло потенциально повлечь за собой ряд неблагоприятных клинических эффектов. Хотя такие контактные линзы используются и в настоящее время, они подходят не всем пациентам из-за низкого уровня первоначального комфорта. Дальнейшие разработки в данной области привели к созданию мягких контактных линз на основе гидрогелей, которые сегодня чрезвычайно популярны и широко используются. В частности, силикон-гидрогелевые контактные линзы, доступные в настоящее время, сочетают преимущества силикона, отличающегося исключительно высокой кислородной проницаемостью, с признанным комфортом при ношении и клиническими показателями гидрогелей. Как правило, такие силикон-гидрогелевые контактные линзы обладают более высокой кислородной проницаемостью и, по существу, их удобней носить, чем контактные линзы, изготовленные из применявшихся в прошлом твердых материалов.

Стандартные контактные линзы являются полимерными структурами с установленными формами для коррекции различных проблем со зрением, которые были кратко упомянуты выше. Для достижения улучшенной функциональности в эти полимерные структуры встраивают различные схемы и компоненты. Например, схемы управления, микропроцессоры, устройства связи, блоки питания, датчики, исполнительные устройства, светодиоды и миниатюрные антенны могут быть встроены в контактные линзы посредством изготовленных на заказ оптоэлектронных компонентов, предназначенных не только для коррекции зрения, но и для его улучшения и обеспечения дополнительной функциональности, как объясняется в настоящем документе. Электронные контактные линзы и/или контактные линзы с электропитанием могут быть выполнены с возможностью улучшения зрения посредством увеличения или уменьшения фокусного расстояния или простого изменения рефракционных свойств линз. Электронные контактные линзы и/или контактные линзы с электропитанием могут быть выполнены с возможностью усиления цвета и разрешающей способности, для отображения информации о текстуре, преобразования речи в субтитры в режиме реального времени, передачи визуальных ориентиров от навигационной системы и для обеспечения обработки изображений и доступа к интернету. Линзы могут быть выполнены с возможностью обеспечения пользователю возможности видеть в условиях низкой освещенности. Надлежащим образом выполненные электронные компоненты и/или расположение электронных компонентов на линзах могут позволить проецировать изображение на сетчатку, например, без оптической линзы с переменным фокусом, что позволяет отображать новое изображение или даже обеспечивать предупреждающие уведомления. Альтернативно или в дополнение к любым из этих функций или схожим функциям в контактные линзы могут быть встроены компоненты неинвазивного контроля биомаркеров и показателей здоровья пользователя. Например, встроенные в линзы датчики могут позволять пациенту, страдающему сахарным диабетом, принимать таблетки в соответствии с уровнем сахара в крови путем анализа компонентов слезной пленки без необходимости забора крови. Кроме того, в соответствующим образом сконфигурированную линзу могут быть встроены датчики для контроля уровней холестерина, натрия и калия, а также других биологических маркеров. Это, в сочетании с беспроводным передатчиком данных, может позволить врачу иметь практически немедленный доступ к результатам биохимического анализа крови пациента без необходимости для пациента тратить время на посещение

лаборатории и проведение забора крови. Кроме того, датчики, встроенные в линзы, можно использовать для обнаружения света, попадающего в глаз, для компенсации условий естественного освещения или для применения при определении особенностей моргания.

5 Надлежащая комбинация устройств может обеспечить потенциально неограниченные функциональные возможности; однако существует ряд сложностей, связанных со
встраиванием дополнительных компонентов во фрагмент полимера оптического
качества. По существу производство таких компонентов непосредственно на линзе, а
также монтаж и взаимное соединение плоских устройств на неплоской поверхности
10 являются затруднительными по ряду причин. Также затруднительно изготовить их в
масштабе. Компоненты, предназначенные для размещения на линзе или в ней,
необходимо уменьшить в размере и встроить в прозрачный полимер размером всего
1,5 квадратного сантиметра, обеспечивая при этом защиту компонентов от жидкой
окружающей среды глаза. Также затруднительно изготовление контактной линзы с
15 увеличенной толщиной, необходимой для размещения дополнительных компонентов,
которая была бы комфортна и безопасна для пользователя.

Учитывая ограничения по площади и объему офтальмологического устройства,
такого как контактная линза, и окружающую среду, в которой оно должно
использоваться, для его физической реализации необходимо преодолеть ряд проблем,
20 включая установку и взаимное соединение множества электронных компонентов на
неплоской поверхности, большая часть которой состоит из оптического пластика.
Таким образом, существует потребность в создании надежной электронной контактной
линзы с механическими и электронными компонентами.

Поскольку эти линзы представляют собой линзы с электропитанием, существует
25 проблема потребления энергии или, более конкретно, тока, который приводит в действие
электронные компоненты, учитывая технологию аккумулятора в масштабе
офтальмологической линзы. В дополнение к обычному потреблению тока устройства
или системы с электропитанием данного типа по существу требуют накопления
резервного тока в режиме ожидания, точного управления напряжением и возможности
30 переключения для обеспечения эксплуатации в потенциально широком диапазоне
эксплуатационных параметров, а также при пиковом потреблении, например до 18
(восемнадцати) часов на одном заряде, после потенциального отсутствия активности
в течение нескольких лет после производства и перед первым применением.
Соответственно, существует потребность в системе, оптимизированной для
35 низкокзатратной, продолжительной и надежной работы, обеспечивающей безопасность
и размер, сохраняя при этом требуемую мощность.

Кроме того, учитывая сложную функциональность, связанную с линзой с
электропитанием, и высокий уровень взаимодействия между всеми компонентами,
содержащимися в линзе с электропитанием, существует потребность в координации и
40 управлении всей работой электронных и оптических компонентов, содержащихся в
офтальмологической линзе с электропитанием. Соответственно, существует потребность
в безопасной, низкокзатратной и надежной системе для управления работой всех
оставшихся компонентов, которая имеет низкий уровень энергопотребления и является
масштабируемой для встраивания в офтальмологическую линзу.

45 Для оптимизации размера и/или объема аккумулятора или другого источника питания
для линзы с электропитанием должны быть минимизированы как активное потребление
тока устройством, так и ток в неактивном состоянии или в режиме ожидания. На момент
производства устройство должно быть полностью готово к эксплуатации и должно

позволять выполнение проверки его функциональности и эксплуатационных характеристик. После сборки и проверки перед первым использованием линзу могут хранить на складе месяцы или годы. Для обеспечения максимально возможной емкости аккумулятора, которая будет доступна при первом использовании устройства пользователем, потребление тока в течение этого срока хранения должно быть минимизировано. Электронные компоненты, обеспечивающие необходимую функциональность линзы с электропитанием, такие как устройства на основе комплементарной структуры металл-оксид-полупроводник (КМОП), характеризуются наличием токов утечки, которые слишком велики, чтобы использовать такие компоненты для соединения с аккумулятором в течение срока хранения. Кроме того, линзы с электропитанием могут быть аналогичны другим контактными линзам, имеющим неразрывную гладкую полимерную поверхность вокруг внутренних компонентов без непосредственного механического или электрического контакта с внешними элементами. Таким образом, существует потребность в создании линзы с электропитанием, имеющей электронные компоненты, которые потребляют минимальный ток при хранении и могут быть переведены в режим активной эксплуатации без непосредственного механического или электрического контакта с внешним устройством. Дополнительно устройство должно обеспечивать возможность возврата его в состояние хранения с низким потреблением тока после сборки и проверки.

20 ИЗЛОЖЕНИЕ СУЩНОСТИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Схема активации для электронной офтальмологической линзы в соответствии с настоящим изобретением, как кратко описано выше, позволяет преодолеть ограничения, связанные с существующим уровнем техники.

В соответствии с одним аспектом настоящее изобретение относится к электронной системе, включающей в себя схему активации, предназначенную для использования по меньшей мере одним из способов: на теле или внутри него. Электронная система содержит функциональные электронные компоненты, включая цифровой контроллер и дополнительную схему, блок питания для подачи питания к функциональным электронным компонентам, логическую схему активации, имеющую состояние хранения и состояние активности и выполненную с возможностью отсоединения блока питания от функциональных электронных компонентов для минимизации тока утечки из блока питания в состоянии хранения, переключающий элемент, соединенный с источником питания, логической схемой активации и функциональными электронными компонентами, и датчик, соединенный с логической схемой активации, причем логическая схема активации выполнена с возможностью переключения из состояния хранения в состояние активности при активации датчика.

Настоящее изобретение относится к контактной линзе с электропитанием, содержащей электронную систему и/или электронные компоненты, выполняющие любое количество функций, включая приведение в действие оптики с переменным фокусом, если она включена. Электронная система включает в себя один или более аккумуляторов или других источников питания, схему управления питанием, один или более датчиков, схему тактового генератора, алгоритмы и схему управления, а также схему привода линзы при необходимости. Кроме того, электронная система в соответствии с настоящим изобретением дополнительно содержит схему активации, которая может быть использована для отсоединения или отключения аккумулятора или иного источника энергии от частей электронной системы, некоторые из которых описаны выше, для минимизации тока утечки, вытекающего из аккумулятора или иного блока/источника питания во время хранения, в результате чего срок хранения или

эксплуатации аккумулятора или иного источника питания увеличивается до максимума. Проще говоря, схема активации отсоединяет аккумулятор/источник питания от остальной схемы, когда питание не требуется, и восстанавливает соединение, когда питание требуется.

5 В одном примере осуществления электронная система содержит переключатель аккумулятора, который может быть реализован множеством способов, описанных в настоящем документе, фотодиод или иной подходящий датчик и логическую схему активации, имеющую состояние хранения и состояние активности. В состоянии активности переключатель аккумулятора или переключающий элемент замкнут, а в
10 состоянии хранения переключатель аккумулятора или переключающий элемент разомкнут. Схема активации выполнена с возможностью переключения из состояния хранения в состояние активности, когда на фотодиод в течение заданной продолжительности времени падает или направляется яркий свет. При применении датчика другого типа могут быть использованы иные сигналы, отличные от яркого
15 света. Схема управления в электронной системе может возвращать схему активации в состояние хранения в ответ на внешнее воздействие или сигнал датчика. Переключатель аккумулятора или переключающий элемент может быть реализован любыми подходящими способами, как подробно описано в настоящем документе.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

20 Вышеизложенные и прочие элементы и преимущества настоящего изобретения станут понятны после следующего более подробного описания предпочтительных вариантов осуществления настоящего изобретения, показанных на прилагаемых чертежах.

На Фиг. 1 представлена частично принципиальная и частично структурная схема первого примера осуществления электронной системы в соответствии с настоящим
25 изобретением.

На Фиг. 2 представлена частично принципиальная и частично структурная схема второго примера осуществления электронной системы в соответствии с настоящим изобретением.

30 На Фиг. 3 представлена электронная принципиальная схема примера осуществления схемы активации в соответствии с настоящим изобретением.

На Фиг. 4 представлен пример диаграммы переключения состояний схемы активации в соответствии с настоящим изобретением.

На Фиг. 5 представлен пример временной диаграммы линзы с электропитанием, содержащей схему активации, в соответствии с настоящим изобретением.

35 На Фиг. 6 схематически представлен пример электронной вставки, включающей в себя схему активации, для контактной линзы с электропитанием в соответствии с настоящим изобретением.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНЫХ ВАРИАНТОВ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

40 Стандартные контактные линзы являются полимерными структурами с установленными формами для коррекции различных проблем со зрением, которые были кратко упомянуты выше. Для достижения улучшенной функциональности в эти полимерные структуры можно встраивать различные схемы и компоненты. Например, схемы управления, микропроцессоры, устройства связи, блоки питания, схемы
45 управления питанием, датчики, исполнительные устройства, светодиоды и миниатюрные антенны могут быть встроены в контактные линзы посредством изготовленных на заказ оптоэлектронных компонентов, предназначенных не только для коррекции зрения, но и для его улучшения и обеспечения дополнительной функциональности, как

объясняется в настоящем документе. Электронные контактные линзы и/или контактные линзы с электропитанием могут быть выполнены с возможностью улучшения зрения посредством увеличения или уменьшения фокусного расстояния или простого изменения рефракционных свойств линз. Электронные контактные линзы и/или контактные линзы с электропитанием могут быть выполнены с возможностью усиления цвета и разрешающей способности, для отображения информации о текстуре, преобразования речи в субтитры в режиме реального времени, передачи визуальных ориентиров от навигационной системы и для обеспечения обработки изображений и доступа к интернету. Линзы могут быть выполнены с возможностью обеспечения пользователю возможности видеть в условиях низкой освещенности. Надлежащим образом выполненные электронные компоненты и/или расположение электронных компонентов на линзах могут позволить проецировать изображение на сетчатку, например, без оптической линзы с переменным фокусом, что позволяет отображать новое изображение или даже обеспечивать предупреждающие сообщения. Альтернативно или в дополнение к любым из этих функций или схожим функциям в контактные линзы могут быть встроены компоненты неинвазивного контроля биомаркеров и показателей здоровья пользователя. Например, встроенные в линзы датчики могут позволять пациенту, страдающему сахарным диабетом, принимать таблетки в соответствии с уровнем сахара в крови путем анализа компонентов слезной пленки без необходимости забора крови. Кроме того, в соответствующим образом сконфигурированную линзу могут быть встроены датчики для контроля уровней холестерина, натрия и калия, а также других биологических маркеров. Это, в сочетании с беспроводным передатчиком данных, может позволить врачу иметь практически немедленный доступ к результатам биохимического анализа крови пациента без необходимости для пациента тратить время на посещение лаборатории и проведение забора крови. Кроме того, датчики, встроенные в линзы, можно использовать для обнаружения света, попадающего в глаз, для компенсации условий естественного освещения или для применения при определении особенностей моргания.

Контактная линза с электропитанием или электронная контактная линза в соответствии с примером осуществления настоящего изобретения содержит элементы, которые необходимы для коррекции и/или улучшения зрения пациентов с одним или более из описанных выше дефектов зрения, или для выполнения полезной офтальмологической функции иным способом. Кроме того, электронную контактную линзу можно применять просто для улучшения нормального зрения или обеспечения широкого спектра функциональности, как описано выше. Электронная контактная линза может содержать оптическую линзу с переменным фокусом, переднее оптическое устройство в сборе, встроенное в контактную линзу, или электронные компоненты, встраиваемые напрямую без линзы для обеспечения любой подходящей функциональности. Электронная линза настоящего изобретения может быть встроена в любое количество контактных линз, как описано выше. Кроме того, в интраокулярные линзы могут быть также встроены различные компоненты и функциональность, описанные в настоящем документе. Однако для простоты объяснения описание будет сфокусировано на электронной контактной линзе для коррекции дефектов зрения, предназначенной для однократного ежедневного использования.

Управление электронной офтальмологической линзой или офтальмологической линзой с электропитанием может осуществляться с помощью ручного внешнего устройства, которое сообщается с линзой, такого как портативный блок дистанционного управления. Например, брелок может беспроводным образом сообщаться с линзой с

электропитанием на основе входного сигнала, вводимого вручную пользователем. Альтернативно управление офтальмологической линзой с электропитанием может осуществляться посредством сигналов обратной связи или управления, поступающих непосредственно от пользователя. Например, датчики, встроенные в линзу, могут обнаруживать моргание и/или особенности моргания. Основываясь на особенностях или последовательности морганий, офтальмологическая линза с электропитанием может изменить состояние, например может быть изменена ее оптическая сила для фокусировки на близко расположенном либо на удаленном объекте.

Схему активации настоящего изобретения можно использовать в офтальмологической линзе с электропитанием или в контактной линзе с электропитанием, содержащей электронную систему, которая может приводить в действие оптику с переменным фокусом или любое другое устройство или устройства, выполненные с возможностью воплощения любого количества многочисленных выполняемых функций. Электронная система включает в себя один или более аккумуляторов или других источников питания, схему управления питанием, один или более датчиков, схему тактового генератора, алгоритмы и схему управления, а также схему привода линзы. Сложность этих компонентов может варьироваться в зависимости от необходимой или желательной функциональности линзы. Схема активации настоящего изобретения может быть также использована в любой схеме или системе, требующей такого рода функциональности.

В соответствии с настоящим изобретением электронная система дополнительно содержит схему активации, которая может быть использована для отсоединения или отключения аккумулятора или иного устройства накопления энергии от по меньшей мере части электронной системы для минимизации тока утечки, вытекающего из аккумулятора во время хранения, в результате чего срок хранения или эксплуатации аккумулятора увеличивается до максимума. Схема активации также может быть выполнена с возможностью соединения или восстановления соединения аккумулятора или иного блока либо источника питания с остальной частью электронной системы при необходимости. В некоторых примерах осуществления электронная система содержит переключатель аккумулятора или переключающий элемент, фотодиод или другой датчик и логическую схему активации, имеющую режим или состояние хранения и режим или состояние активности. Для простоты объяснения и целостности изложения в описании вместо термина «режим» будут упоминаться только «состояние хранения» и «состояние активности». В состоянии активности переключатель аккумулятора замкнут, а в состоянии хранения переключатель аккумулятора разомкнут. Схема активации выполнена с возможностью переключения из состояния хранения в состояние активности, когда на фотодиод в течение заданной продолжительности времени падает или иным образом направляется яркий свет. Свет может поступать от конкретного источника или может быть просто естественным освещением в зависимости от конфигурации. При падении света на фотодиод последний может генерировать фототок. Схема управления в электронной системе может возвращать схему активации в состояние хранения в ответ на внешнее воздействие, такое как беспроводная передача данных или сигнал датчика, после заданной временной задержки или другие условия, требуемые для работы линзы с электропитанием или иного подходящего устройства.

На Фиг. 1 в виде структурной схемы представлена электронная система 100 в соответствии с первым примером осуществления настоящего изобретения. Электронная система 100 содержит аккумулятор 110, связанный с узлом VBATT для подачи питания на другие компоненты в системе, логическую схему 120 активации, фотодиод 130, схему сброса по включению питания (POR) VBAT или генератор 140, функциональные

электронные компоненты 150 и переключатель 160 аккумулятора. Следует отметить, что для ясности и простоты объяснения на Фиг. 1 приведена не вся цепь заземления. Как описано подробнее, функционирование переключателя 160 аккумулятора в дальнейшем заключается в электронном разъединении аккумулятора 110 с функциональными электронными компонентами 150. В настоящем документе под электронным разъединением, отключением, отсоединением и/или подключением и соединением подразумевается какое-либо непосредственное или опосредованное соединение или разъединение. Хотя показан и описан аккумулятор 110, важно отметить, что может быть использован любой подходящий источник питания. Например, могут быть использованы различные элементы хранения и/или катушки индуктивности, и может требоваться их отсоединение от остальных электронных компонентов по определенной причине. Кроме того, хотя показан и описан фотодиод 130, может быть использован любой подходящий датчик. Например, датчик может представлять собой детектор инфракрасного излучения, датчик Холла или герконовый датчик, пьезоэлектрический датчик давления, акселерометр или любой другой подходящий электромеханический или электрохимический преобразователь. Фотодиод 130 соединен с логической схемой 120 активации посредством сигнальной линии/устройства ввода `pd_cathode`. Переключатель 160 аккумулятора с управлением от логической схемы 120 активации выполнен с возможностью выборочного соединения узла `VBAT` с узлом `VBATTSW` подключенного аккумулятора или отсоединения узла `VBAT` от узла `VBATTSW` подключенного аккумулятора.

Как показано на Фиг. 1, переключатель 160 аккумулятора может содержать МОП-транзистор с каналом *p*-типа, действующий в качестве замкнутого ключа, когда напряжение на выводе затвора ниже напряжения на узле `VBAT`, соединенном с выводом истока МОП-транзистора, на значение, которое больше порогового напряжения, задаваемого устройством. Логическая схема 120 активации выполнена с возможностью обеспечения выходного сигнала `vbattsw_en_b` для управления напряжением на выводе затвора МОП-транзисторного переключателя 160 аккумулятора. Функциональные электронные компоненты 150 обеспечивают требуемые эксплуатационную функциональность и характеристики линзы с электропитанием и обеспечивают сигналы указания для логической схемы 120 активации. Функциональные электронные компоненты 150 содержат схему сброса по включению питания (POR) `VBATTSW` или генератор 170, цифровой контроллер 180 и стандартную схему 185, обеспечивающую заданную функциональность. Схема 170 `VBATTSW POR` выполнена с возможностью обеспечения сигнала `vbattsw_rst_n` для цифрового контроллера 180 и схемы 120 активации. Схемы 140 и 170 сброса по включению питания известны в данной области и используются для обеспечения нахождения схем в правильном исходном состоянии при включении питания. Однако важно отметить, что всегда имеет место заданное время или задержка, связанные со схемами сброса по включению питания, как объясняется далее. Схема 140 `VBAT POR` связана с узлом `VBAT` и выполнена с возможностью обеспечения выходного сигнала `vbatt_rst_n` для логической схемы 120 активации, который характеризуется высоким уровнем, когда напряжение на узле `VBAT` выше заданного порогового напряжения в течение заданного времени или заданной задержки, или низким уровнем в противном случае. Типичное значение порогового напряжения может лежать в диапазоне 1,0-2,0 вольт. Сигнал `vbatt_rst_n`, таким образом, может быть использован для обеспечения активного низкоуровневого сигнала сброса для сброса состояния элементов последовательной логики, таких как триггеры и бистабильные мультивибраторы, получающие питание от аккумулятора,

что является широко распространенной практикой в данной области. Схема 140 VBAT POR может быть выполнена с возможностью обеспечения задержки, более длительной, нежели время включения или установления состояния логической схемы 120 активации, для обеспечения отмены выходного сигнала vbatt_rst_n после стабилизации логической

5 схемы 120 активации в требуемом начальном состоянии. Схема 170 VBATSW POR связана с узлом VBATTSW переключенного питания и выполнена с возможностью обеспечения выходного сигнала vbattsw_rst_n, который характеризуется высоким уровнем, когда напряжение на узле VBATTSW выше заданного порогового напряжения в течение заданного времени или заданной задержки, или низким уровнем в противном

10 случае. Типичное значение порогового напряжения может лежать в диапазоне 1,0-2,0 вольт. Сигнал vbattsw_rst_n, таким образом, может быть использован для обеспечения активного низкоуровневого сигнала сброса для сброса состояния элементов последовательной логики, таких как триггеры и бистабильные мультивибраторы, получающие питание от узла VBATTSW питания, как в случае с цифровым контроллером

15 180. Цифровой контроллер 180 выполнен с возможностью обеспечения низкого уровня сигнала precharge и высокого уровня сигнала stay_active, являющихся входными для логической схемы 120 активации, при сбросе. Цифровой контроллер 180 выполнен с возможностью обеспечения высокого уровня сигнала precharge или низкого уровня сигнала stay_active в ответ на внешнее воздействие, такое как беспроводная передача

20 данных или сигнал датчика, после заданной временной задержки или других условий, требуемых для работы линзы с электропитанием, в результате чего система переводится в состояние хранения (STORAGE).

Электронная система 100 выполнена с возможностью минимального потребления в состоянии STORAGE тока от аккумулятора 110 вследствие отсоединения/отключения

25 функциональных электронных компонентов 150 от аккумулятора 110. Логическая схема 120 активации, схема 140 VBAT POR и переключатель 160 аккумулятора дополнительно выполнены с возможностью минимального потребления тока при любых условиях, так как они всегда соединены с аккумулятором 110 или связаны с ним. Эти схемы могут быть выполнены с возможностью минимального потребления

30 тока с помощью способов, известных в данной области, таких как использование длинных затворов и затворов с минимальной шириной, если эти схемы построены на основе устройств с комплементарной структурой металл-оксид-полупроводник (КМОП).

На Фиг. 2 в виде структурной схемы представлен второй пример осуществления электронной системы 200 в соответствии с настоящим изобретением. Электронная

35 система 200 содержит аккумулятор 210, связанный с узлом VBATT для подачи питания на другие компоненты в системе, логическую схему 220 активации, фотодиод 230, схему сброса по включению питания (POR) VBAT или генератор 240 и функциональные электронные компоненты 250. Схема 240 сброса по включению питания (POR) VBAT работает аналогично схеме 140 сброса по включению питания (POR) VBAT, описанной

40 выше со ссылкой на Фиг. 1. Функциональные электронные компоненты 250 обеспечивают требуемые эксплуатационную функциональность и характеристики линзы с электропитанием и обеспечивают сигналы указания для логической схемы 220 активации. Следует снова отметить, что для ясности и простоты объяснения на Фиг. 2 приведена не вся цепь заземления. Функциональные электронные компоненты 250

45 содержат регулятор 260 напряжения, выполненный с возможностью обеспечения регулируемого напряжения на узле VREG, схему 270 сброса по включению питания (POR) VREG, цифровой контроллер 280, стандартную схему 285, обеспечивающую заданную функциональность, и схему 290 сдвига уровня. Схема 270 VREG POR связана

с узлом VREG и выполнена с возможностью обеспечения выходного сигнала vreg_rst_n, который характеризуется высоким уровнем, когда напряжение на узле VREG выше заданного порога в течение заданного времени или заданной задержки, или низким уровнем в противном случае. Типичное значение порогового напряжения может лежать в диапазоне 0,5-1,0 вольт. Сигнал vreg_rst_n, таким образом, может быть использован для обеспечения активного низкоуровневого сигнала сброса для сброса состояния элементов последовательной логики, таких как триггеры и бистабильные мультивибраторы в цифровом контроллере 280. Цифровой контроллер 280 выполнен с возможностью обеспечения низкого уровня сигнала precharge и высокого уровня сигнала stay_active при сбросе. Цифровой контроллер 280 выполнен с возможностью обеспечения высокого уровня сигнала precharge или низкого уровня сигнала stay_active в ответ на внешние команды, показания датчика, истечение временной задержки или другие условия, требуемые для работы линзы с электропитанием.

Электронная система 200 выполнена с возможностью минимального потребления в состоянии STORAGE тока от аккумулятора 210 вследствие отсоединения/отключения функциональных электронных компонентов 250 от аккумулятора 210. Это достигается путем деактивации регулятора 260 напряжения. Как известно в данной области, регулятор 260 напряжения может содержать один транзистор для связи узла VBATT с узлом VREG в активном состоянии и может быть выполнен с возможностью регулирования напряжения на базе или затворе транзистора для удержания напряжения на узле VREG в требуемом диапазоне в активном состоянии и закрытия транзистора в неактивном состоянии, в результате чего остальные функциональные компоненты 250 отсоединяются от аккумулятора 210. Логическая схема 220 активации выполнена с возможностью обеспечения выходного сигнала vreg_en для регулятора 260 напряжения с целью активации или деактивации регулятора 260 напряжения в зависимости от состояния схемы 220 активации. Следует понимать, что регулятор 260 напряжения и сигнал vreg_en функционально соответствуют переключателю 160 аккумулятора и сигналу vbattsw_en_b, приведенным на Фиг. 1. Кроме того, логическая схема 220 активации, схема 240 VBAT POR и регулятор 260 напряжения выполнены с возможностью минимального потребления тока при любых условиях, так как они всегда соединены с аккумулятором 210. Эти схемы и транзистор в регуляторе 260 напряжения могут быть выполнены с возможностью минимального потребления тока с помощью способов, известных в данной области, таких как использование длинных затворов и затворов с минимальной шириной, если эти схемы построены на основе устройств с комплементарной структурой металл-оксид-полупроводник (КМОП). Схема 290 сдвига уровня может быть выполнена с возможностью доведения уровня напряжения выходных сигналов схемы 270 VREG POR и цифрового контроллера 280 до уровня напряжения VBATT с целью обеспечения сигналов с равной напряжению питания амплитудой или сигналов КМОП-уровня, передаваемых в логическую схему 220 активации, что является широко распространенной практикой в данной области. Например, схема 290 сдвига уровня выдает передаваемые в логическую схему 220 активации сигналы vreg_rst_n_vb, precharge_vb и stay_active_vb, которые соответствуют вариантам сигналов уровня VREG vreg_rst_n, precharge и stay_active соответственно со смещенным уровнем.

Как сказано выше в отношении Фиг. 1 и 2, аккумулятор и фотодатчик, а также другие схемы могут быть заменены на различные устройства. Например, переключатель 160 аккумулятора заменен на регулятор 260 напряжения. Очевидно, переключающие функции, обеспечиваемые регулятором 260 напряжения, реализованы иным образом

с обеспечением тех же или сходных характеристик и преимуществ, присущих переключателю 160 аккумулятора. Также важно заметить, что для упрощения объяснения были опущены различные соединения между компонентами, представленными как на Фиг. 1, так и на Фиг. 2, аналогично опущению различных соединений на землю, как описано выше.

Цифровые контроллеры 180 и 280, а также схемы 185 и 285, описанные в настоящем документе, являются частью электронных компонентов, используемых не только для коррекции зрения, но и улучшения зрения, а также обеспечения дополнительной функциональности, как описано выше.

На Фиг. 3 приведено схематическое представление логической схемы 300 активации в соответствии с примером осуществления настоящего изобретения. Логическая схема 300 активации содержит нагрузочный резистор 310, переключатель 320 фотодиода, триггер 330 Шмидта, триггер 340, логическую схему 350 активации питания, логическую схему 360 установки, логическую схему 370 сброса, логическую схему 380 обработки сигнала precharge и переключатель 390 сигнала precharge. Логическая схема 300 активации также характеризуется наличием логических входных сигналов precharge, vreg_rst_n, vbat_rst_n и stay_active, логического выходного сигнала vreg_en и вывода pd_cathode для соединения с фотодиодом. Состояние триггера 340 соответствует состоянию электронной системы. Когда триггер 340 установлен, система находится в состоянии активности (ACTIVE). Когда триггер 340 не установлен, система может находиться в состоянии хранения (STORAGE) или в промежуточном состоянии. Триггер 340 имеет выходной сигнал ACTIVE с высоким активным уровнем сигнала, когда триггер установлен, и выходной сигнал ACTIVE низкого уровня, когда триггер не установлен. Триггер 340 также имеет выходной сигнал ACTIVE_b, уровень которого равен инверсному выходному сигналу ACTIVE. Следует отметить, что окончание _b, используемое в названиях сигналов и логических величин, в настоящем документе обозначает инверсный вариант сигнала с таким же названием, но без этого окончания, что является широко распространенной практикой в данной области. Триггер 340 характеризуется наличием логического входа set_b и логического входа rst_b, которые предназначены для установки триггера и сброса (или очистки состояния) триггера соответственно при низком уровне сигнала. Первый вывод нагрузочного резистора 310 связан с узлом VBATT, соответствующим положительному выводу аккумулятора, как показано на Фиг. 1 и 2, а второй вывод нагрузочного резистора 310 связан с первым выводом переключателя 320 фотодиода и входом триггера 330 Шмидта. Выходной сигнал триггера 330 Шмидта связан с узлом photocurrent_b. Триггер 330 Шмидта выполнен с возможностью обеспечения сигнала высокого или низкого уровня напряжения на своем выходе, когда напряжение на его входе превышает заданный верхний порог или падает ниже заданного нижнего порога соответственно, что является широко распространенной практикой в данной области. Второй вывод переключателя 320 фотодиода связан с выводом катода фотодиода через вывод, обозначенный pd_cathode, как показано на Фиг. 1 и 2. Нагрузочный резистор 310 своим действием или функцией удерживает напряжение на своем втором выводе нагрузочного резистора 310 на уровне или близко к уровню напряжения на узле VBATT, когда через переключатель 320 фотодиода протекает малый ток. Когда переключатель 320 фотодиода замкнут, а переключатель 390 сигнала precharge разомкнут, ток, протекающий через фотодиод, связанный с выводом pd_cathode, подтягивает напряжение на втором выводе резистора 310 от напряжения VBATT к земле. В результате этого выходной сигнал триггера 330 Шмидта устанавливает на узле photocurrent_b низкое напряжение, тем самым указывая на наличие

тока, протекающего через фотодиод. Порог интенсивности света или порог фототока определяется чувствительностью фотодиода, номиналом нагрузочного резистора 310 и нижним порогом триггера 330 Шмидта. Аналогично, при использовании другого датчика вместо фотодиода соответствующий порог будет определяться этим конкретным датчиком, номиналом нагрузочного резистора 310 и нижним порогом триггера 330 Шмидта.

Порог интенсивности света может быть сделан регулируемым по нескольким причинам. Продукт может использоваться со светонепроницаемой упаковкой для хранения, с устройством, содержащим схему активации, заключенную в упаковку, и съемной крышкой для доступа к устройству. В этом примере схема активации может быть выполнена с наличием порога для активации при снятии крышки с последующим выставлением для воздействия естественного освещения, характерного для ванной комнаты, например с освещенностью 100-500 люкс. Альтернативная конфигурация продукта для превышения порога активации может требовать более высокого уровня освещенности, например 1000 люкс. Более высокий порог активации может подходить для одного или более из снижения потребления тока в режиме STORAGE, предотвращения активации в процессе изготовления или обеспечения нахождения электронной системы в режиме STORAGE до намеренного выставления для воздействия яркого света. Таким образом, номинал нагрузочного резистора 310 и нижний порог триггера Шмидта могут быть сделаны регулируемыми посредством аппаратных или программных модификаций, например посредством операции электронной подгонки или плавки перемычек, что является широко распространенной практикой в области изготовления полупроводниковых устройств, посредством передачи данных от внешнего устройства в цифровой контроллер 180 или 280 или в процессе изготовления компонентов или схем, содержащих электронную систему. Программные изменения порога интенсивности света будут сохранены в энергонезависимом запоминающем устройстве, таком как электронная плавкая перемычка, электрически стираемое программируемое постоянное запоминающее устройство (ЭСППЗУ), флэш-память или подходящих запоминающих устройствах иных типов для поддержания измененных значений после возврата электронной системы в режим STORAGE.

Логические схемы 350, 360, 370 и 380 выполнены с возможностью воплощения следующих функций. Логическая схема 350 активации питания выполнена с возможностью обеспечения высокого уровня выходного сигнала `vreg_en` при высоком уровне сигнала `vbat_rst_n` и при наличии фототока или состоянии активности триггера 340; в иных случаях выходной сигнал `vreg_en` характеризуется низким уровнем. Таким образом, выходной сигнал `vreg_en` может быть использован для замыкания переключателя аккумулятора или активации регулятора напряжения при высоком напряжении аккумулятора и при наличии фототока, или состоянии ACTIVE триггера 340. Логическая схема 360 установки выполнена с возможностью обеспечения низкого уровня сигнала `set_b` для установки триггера 340 при высоком уровне сигнала `vreg_rst_n` и высоком уровне сигнала `stay_active` при условии, что триггер 340 не находится в состоянии ACTIVE; в иных случаях сигнал `set_b` характеризуется высоким уровнем. Логическая схема 370 сброса выполнена с возможностью обеспечения низкого уровня сигнала `rst_b` для сброса (или очистки состояния) триггера 340 при неактивном (высоком) уровне сигнала `set_b` и при низком уровне сигнала `vbat_rst_n`, что указывает на изначальное соединение электронной системы с аккумулятором, или состоянии ACTIVE триггера 340 и низком уровне сигнала `stay_active`. Логическая схема 380 обработки сигнала `precharge` связана с переключателем 390 сигнала `precharge` и переключателем

320 фотодиода. Логическая схема 380 обработки сигнала precharge выполнена с возможностью замыкания переключателя 390 сигнала precharge при высоком уровне входного сигнала precharge. Логическая схема 380 обработки сигнала precharge также выполнена с возможностью замыкания переключателя 320 фотодиода при высоком уровне входного сигнала precharge или когда триггер 340 находится не в состоянии ACTIVE. Когда эти условия не соблюдаются, переключатель 390 сигнала precharge и переключатель 320 фотодиода разомкнуты.

На Фиг. 3 проиллюстрировано возможное воплощение логических схем 350, 360, 370 и 380, а также триггера 340 с помощью пропускающих сигналов булевой логики, что является широко распространенной практикой в данной области. Специалистам в данной области будет понятно, что логическая схема 360 установки и логическая схема 370 сброса выполнены с возможностью предотвращения одновременного обеспечения активных (низких) уровней сигналов установки и сброса set_b и rst_b, что может нарушить работу проиллюстрированного простейшего триггера с перекрестными связями. Следует понимать, что переключатель 320 фотодиода минимизирует ток, протекающий через узел VBATТ с помощью фотодиода в состоянии ACTIVE, и что фотодиод может быть использован для других целей в состоянии ACTIVE. Также следует понимать, что логическая схема 300 активации может быть применена с другими типами датчиков, выполненных с возможностью обеспечения втекания тока в ответ на воздействие или сконфигурированных соответствующей схемой сопряжения для обеспечения втекания тока в ответ на воздействие.

На Фиг. 4 представлена диаграмма 400 переключения состояний в соответствии с примером осуществления настоящего изобретения, которая по существу соответствует логической схеме 300 активации. Проиллюстрированные состояния соответствуют возможным состояниям системы, а также могут соответствовать состоянию триггера 340. Система характеризуется двумя первичными состояниями: состояние 410 STORAGE и состояние 440 ACTIVE. Состояние 410 STORAGE может рассматриваться как состояние, содержащее два подсостояния: состояние 420 STORAGE (регулятор не активен) и состояние 430 STORAGE (регулятор активен). При первой подаче питания на систему путем соединения с аккумулятором или другим источником питания система переходит в состояние 420 STORAGE (регулятор не активен). Схема VBATТ POR, такая как схема 140 VBATТ POR или схема 240 VBATТ POR, может обеспечивать сигнал vbatt_rst_n сброса для сброса триггера 340. В состоянии 420 STORAGE (регулятор не активен) выходной сигнал vreg_en характеризуется низким уровнем, а переключатель 320 фотодиода замкнут. При обнаружении фототока система переходит из состояния 420 STORAGE (регулятор не активен) в состояние 430 STORAGE (регулятор активен). В состоянии 430 STORAGE (регулятор активен) выходной сигнал vreg_en характеризуется высоким уровнем, в результате чего замыкается переключатель аккумулятора или активируется регулятор напряжения. При обнаружении фототока система переходит в состояние 440 ACTIVE, сигнал stay_active характеризуется высоким уровнем, а сигнал vreg_rst_n - низким уровнем. Эти условия соответствуют наличию фототока в фотодиоде, запросу цифрового контроллера 180 или 280 на переход в состояние ACTIVE и указанию схемой 170 VBATТSW POR или схемой 270 VREG POR на то, что напряжение питания для цифрового контроллера 180 или 280 достаточно высокое, чтобы обеспечить достоверное значение сигнала stay_active. Если перед появлением высокого уровня сигнала vreg_rst_n фототок уже не обнаруживается, система возвращается в состояние 420 STORAGE (регулятор не активен). В состоянии ACTIVE сигнал vreg_en характеризуется высоким уровнем, а логическая схема 300 активации управляет

размыканием переключателя 320 фотодиода и размыканием или замыканием переключателя 390 сигнала precharge, если сигнал precharge характеризуется низким или высоким уровнем соответственно. Когда сигнал stay_active характеризуется низким уровнем, система возвращается в состояние 420 STORAGE (регулятор не активен).

5 На Фиг. 5 представлена временная диаграмма 500 в соответствии с примером осуществления настоящего изобретения, которая по существу соответствует электронной системе 200, логической схеме 300 активации и диаграмме 400 переключения состояний.

До момента 510 времени и после связи аккумулятора или другого источника питания с узлом VBAT схема 240 VBATT POR изначально обеспечивает (или сохраняет) низкий уровень сигнала vbatt_rst_n. После короткой задержки, следующей за моментом 510
10 времени, схема 240 VBATT POR обеспечивает высокий уровень (или отмену) сигнала vbatt_rst_n. После отмены сигнала vbatt_rst_n посредством схемы 240 VBATT POR триггер 340 и электронная система 200 находятся в состоянии 410 STORAGE и, конкретно, в состоянии 420 STORAGE (регулятор не активен).

15 В момент 520 времени на фотодиод 230 падает свет, фототок «подтягивает» второй вывод нагрузочного резистора 310 к земле, и триггер 330 Шмидта обеспечивает на узле photocurrent_b низкий уровень сигнала. Логическая схема 350 обработки сигнала vreg_en обеспечивает высокий уровень сигнала vreg_en, в результате чего активируется регулятор 260 напряжения. Это соответствует состоянию 430 STORAGE (регулятор активен).

20 После короткой задержки в момент 530 времени схема 270 VREG POR обеспечивает высокий уровень сигнала vreg_rst_n, указывая на то, что напряжение VREG выше порога, заданного схемой 270 VREG POR, и что цифровой контроллер 280 обеспечивает высокий уровень сигнала stay_active. В этот момент 530 времени электронная система 200 переходит в состояние 440 ACTIVE, так как соблюдены все три необходимых условия:
25 наличие фототока, высокий уровень сигнала vreg_rst_n и высокий уровень сигнала stay_active. Следует понимать, что соблюдение этих трех условий не запускает переход электронной системы 200 в состояние 440 ACTIVE при попадании на фотодиод 230 кратковременных импульсов света, и переход в состояние 440 ACTIVE не осуществляется, пока не стабилизируется напряжение VREG питания.

30 Кроме того, в состоянии 440 ACTIVE переключатель 320 фотодиода разомкнут, а сигнал photocurrent_b возвращается к высокому уровню под действием подтягивания резистором 310.

В момент 540 времени на фотодиод 230 перестает падать свет. Электронная система 200 и триггер 340 остаются в состоянии 440 ACTIVE.

35 В момент 550 времени цифровой контроллер 280 получает команду «выключение», которая может соответствовать одному или более заданным условиям, таким как ответ на внешние команды, показания датчика, истечение временной задержки или прочих условий, требуемых для работы линзы с электропитанием, и обеспечивает высокий уровень сигнала precharge. В ответ логическая схема 380 обработки сигнала precharge
40 замыкает переключатель 390 сигнала precharge, при этом переключатель 320 фотодиода остается разомкнутым, в результате чего происходит предварительный заряд катода (и связанное с ним накопление заряда) фотодиода 230 до напряжения VBATT. После временной задержки в момент 570 времени цифровой контроллер 280 обеспечивает низкий уровень сигнала stay_active (или «отменяет» сигнал stay_active). Это приводит
45 к сбросу (или очистке состояния) триггера 340 посредством логической схемы 370 сброса, которая затем обеспечивает низкий уровень сигнала ACTIVE и возвращает электронную систему 200 в состояние 410 STORAGE. В ответ логическая схема 350 активации питания обеспечивает низкий уровень сигнала vreg_en, в результате чего

деактивируется регулятор 260 напряжения. Временная задержка, создаваемая цифровым контроллером 280, позволяет использовать фотодиод 230 для передачи данных об инфракрасном или видимом излучении, например, и обеспечивает прерывание соответствующего фототока при отмене сигнала stay_active, в результате чего
5 предотвращается ошибочный возврат в состояние 440 ACTIVE сразу после перехода в состояние 410 STORAGE. Временная задержка может быть обеспечена переходом состояния автомата после одного или более циклов задержки, схемой задержки RC или иными подходящими средствами, известными в данной области.

Таким образом, настоящим изобретением предлагается линза с электропитанием,
10 имеющая электронные компоненты, которые потребляют минимальный ток при хранении и могут быть переведены в режим активной эксплуатации без непосредственного механического или электрического контакта с внешним устройством. Дополнительно настоящее изобретение обеспечивает возможность возврата устройства в состояние хранения с низким потреблением тока после сборки и проверки.

Как сказано выше, схема активации в соответствии с настоящим изобретением может быть использована в офтальмологическом устройстве с электропитанием, таком как контактная линза, содержащая некоторое количество компонентов. Надлежащая комбинация компонентов может обеспечить потенциально неограниченные функциональные возможности, однако существует ряд сложностей, связанных со
20 встраиванием дополнительных компонентов во фрагмент полимера оптического качества, который образует контактную линзу. По существу производство таких компонентов непосредственно на линзе, а также монтаж и взаимное соединение плоских устройств на неплоской поверхности являются затруднительными по ряду причин. Также представляет трудности производство компонентов в масштабе и необходимой
25 формы. Компоненты, предназначенные для размещения на линзе или в ней, необходимо уменьшить в размере и встроить в прозрачный полимер размером всего 1,5 квадратного сантиметра или, более конкретно, 17 (семнадцать) квадратных миллиметров, обеспечивая при этом защиту компонентов от жидкой окружающей среды глаза. Также затруднительно изготовление контактной линзы с увеличенной толщиной, необходимой
30 для размещения дополнительных компонентов, которая была бы комфортна и безопасна для пользователя.

В дополнение к указанным выше требованиям к размерам компонентов встраиваемые в контактную линзу электронные устройства должны быть надежны и безопасны при применении в по существу водной окружающей среде. Слезная жидкость имеет рН
35 приблизительно 7,4 и содержит приблизительно 98,2 процента воды и 1,8 процента твердых веществ, включая электролиты, такие как натрий, калий, кальций, магний и хлориды. Это довольно жесткая окружающая среда для встраивания электронных компонентов. Кроме того, контактные линзы по существу выполнены с возможностью ношения в течение по меньшей мере четырех часов, предпочтительно более восьми
40 часов. Электронным компонентам необходима энергия. Эта энергия может поступать из ряда источников, включая встроенные аккумуляторы. Поскольку аккумуляторы и прочие потенциальные источники энергии при таких размерах имеют ограниченный потенциал, используют схему активации в соответствии с настоящим изобретением. Кроме того, все электронные компоненты предпочтительно выполнены с возможностью
45 минимального потребления энергии, чтобы контактные линзы можно было носить в течение заданного периода времени даже после заданного периода отсутствия активности (срока хранения). Наконец, все компоненты электронной контактной линзы должны быть биосовместимыми и безопасными. Соответственно, электронные

компоненты, встроенные в контактную линзу, должны удовлетворять всем вышеуказанным проектным параметрам; а именно: размеру, способности к безотказной работе в водном растворе, потреблению энергии и безопасности.

5 В одном из примеров осуществления электронные компоненты и электронные соединения выполнены в периферической зоне контактной линзы, а не в оптической зоне линзы. Обычно контактная линза характеризуется наличием оптической зоны с одной или более оптическими силами для коррекции и/или улучшения зрения и периферической зоны, окружающей оптическую зону, для обеспечения стойкости линзы к механическим воздействиям. В соответствии с альтернативным примером
10 осуществления важно отметить, что расположение электронных компонентов не должно ограничиваться периферической зоной контактной линзы. Все электронные компоненты, описанные в настоящем документе, могут изготавливаться с применением технологий тонких пленок и/или прозрачных материалов. Применяя эти технологии, электронные компоненты можно располагать в любом подходящем месте до тех пор, пока они
15 совместимы с оптикой.

Важно отметить, что описанная в настоящем документе схема может быть реализована аппаратно, программно или в виде комбинации аппаратных и программных средств. Кроме того, используемая в настоящем документе печатная плата может содержать любую подходящую подложку, включая медные дорожки на гибкой
20 полиимидной подложке с никель-золотым покрытием поверхности.

На Фиг. 6 представлен пример контактной линзы с электронной вставкой в соответствии с одним примером осуществления настоящего изобретения. Пример контактной линзы 600 содержит мягкую пластиковую часть 602, которая содержит электронную вставку 604. Эта электронная вставка 604 включает в себя линзу 606,
25 которая активируется или управляется описанными в настоящем документе электронными компонентами, например посредством фокусирования на близко расположенный или дальний объект в зависимости от активации. Схему 608 устанавливают на вставку 604 и соединяют с источником 610 питания, таким как аккумуляторы, посредством одной или более электрических соединительных дорожек
30 612. Дополнительная схема также может быть соединена посредством электрических соединительных дорожек 612. Схема 608 может включать в себя любые из описанных в настоящем документе компонентов, включая схему активации.

Хотя настоящее изобретение было показано и описано в форме вариантов осуществления, считающихся наиболее практически важными и предпочтительными,
35 должно быть понятно, что специалисты в данной области смогут предложить отклонения от конкретных описанных и показанных конфигураций и способов, которые могут быть использованы без отклонения от сущности и объема настоящего изобретения. Настоящее изобретение не ограничивается конкретными конструкциями, описанными и показанными в настоящем документе, но все образцы изобретения должны
40 согласовываться со всеми модификациями в пределах объема, определенного прилагаемой формулой изобретения.

(57) Формула изобретения

1. Электронная система, включающая в себя схему активации, предназначенную для
45 использования по меньшей мере одним из способов:
на теле или внутри него, причем электронная система содержит:
функциональные электронные компоненты, включая цифровой контроллер и дополнительную схему;

блок питания для подачи питания к функциональным электронным компонентам; логическую схему активации, имеющую состояние хранения и состояние активности и выполненную с возможностью отсоединения блока питания от функциональных электронных компонентов для минимизации тока утечки из блока питания в состоянии хранения;

переклю­чающий элемент, связанный с источником питания, логической схемой активации и функциональными электронными компонентами;

первую схему сброса по включению питания, связанную с блоком питания и логической схемой активации и выполненную с возможностью обеспечения правильного исходного состояния логической схемы активации при включении питания и удержания схемы активации в состоянии сброса в течение, по меньшей мере, времени стабилизации питания логической схемы активации;

вторую схему сброса по включению питания, связанную с переключающим элементом и функциональными электронными компонентами и выполненную с возможностью обеспечения правильного исходного состояния функциональных электронных компонентов при включении питания;

датчик, связанный с логической схемой активации, причем указанный датчик представляет собой фотодатчик, при этом логическая схема активации выполнена с возможностью переключения из состояния хранения в состояние активности при активации датчика в ответ на падающий на фотодатчик свет, интенсивность которого превышает заданный порог, или в ответ на выходной сигнал второй схемы сброса по включению питания.

2. Электронная система, включающая в себя схему активации по п. 1, в которой блок питания представляет собой аккумулятор.

3. Электронная система, включающая в себя схему активации по п. 1, в которой переключающий элемент содержит транзистор.

4. Электронная система, включающая в себя схему активации по п. 1, в которой переключающий элемент содержит регулятор напряжения.

5. Электронная система, включающая в себя схему активации по п. 1, в которой схема активации выполнена с возможностью использования по меньшей мере одним из способов: на теле или внутри него, где тело представляет собой глаз.

6. Электронная система, включающая в себя схему активации по п. 1, в которой фотодатчик содержит фотодиод.

7. Электронная система, включающая в себя схему активации по п. 1, в которой система встроена в офтальмологическое устройство.

8. Электронная система, включающая в себя схему активации по п. 7, в которой офтальмологическое устройство представляет собой контактную линзу.

9. Электронная система, включающая в себя схему активации по п. 7, в которой офтальмологическое устройство представляет собой интраокулярную линзу.

10. Электронная система, включающая в себя схему активации по п. 1, в которой часть функциональных электронных компонентов, логическая схема активации, переключающий элемент и датчик реализованы в виде интегральной схемы.

11. Электронная система, включающая в себя схему активации по п. 10, в которой интегральная схема представляет собой по меньшей мере одну схему из установленной на печатную плату или встроенной в печатную плату.

12. Электронная система, включающая в себя схему активации по п. 11, в которой печатная плата выполнена в виде проводящего кольца и сформирована в коническую часть для встраивания в контактную линзу.

13. Электронная система, включающая в себя схему активации по п. 11, в которой печатная плата выполнена в виде проводящего кольца и сформирована в коническую часть для встраивания в интраокулярную линзу.

14. Электронная система, включающая в себя схему активации по п. 11, в которой печатная плата содержит по меньшей мере одно из полимерной или пластиковой вставки с металлизированными дорожками.

15. Электронная система, включающая в себя схему активации, по п. 1, в которой заданный порог, по меньшей мере, частично определяется подгоночным значением, регулируемым во время изготовления электронной системы.

16. Электронная система, включающая в себя схему активации по п. 1, в которой заданный порог, по меньшей мере, частично определяется программируемым значением, регулируемым посредством передачи данных в электронную систему.

17. Электронная система, включающая в себя схему активации по п. 1, в которой функциональные электронные компоненты дополнительно содержат схему управления, выполненную с возможностью перевода логической схемы активации в состояние хранения.

18. Электронная система, включающая в себя схему активации по п. 17, в которой схема управления дополнительно выполнена с возможностью перевода логической схемы активации в состояние хранения в ответ на показания датчика.

19. Электронная система, включающая в себя схему активации по п. 17, в которой схема управления дополнительно выполнена с возможностью перевода логической схемы активации в состояние хранения в ответ на команду, полученную посредством беспроводной связи.

20. Электронная система, включающая в себя схему активации по п. 17, в которой схема управления дополнительно выполнена с возможностью перевода логической схемы активации в состояние хранения после заданной временной задержки.

21. Электронная система, включающая в себя схему активации по п. 1, в которой часть функциональных электронных компонентов, логическая схема активации, переключающий элемент и датчик реализованы в виде двух или более интегральных схем.

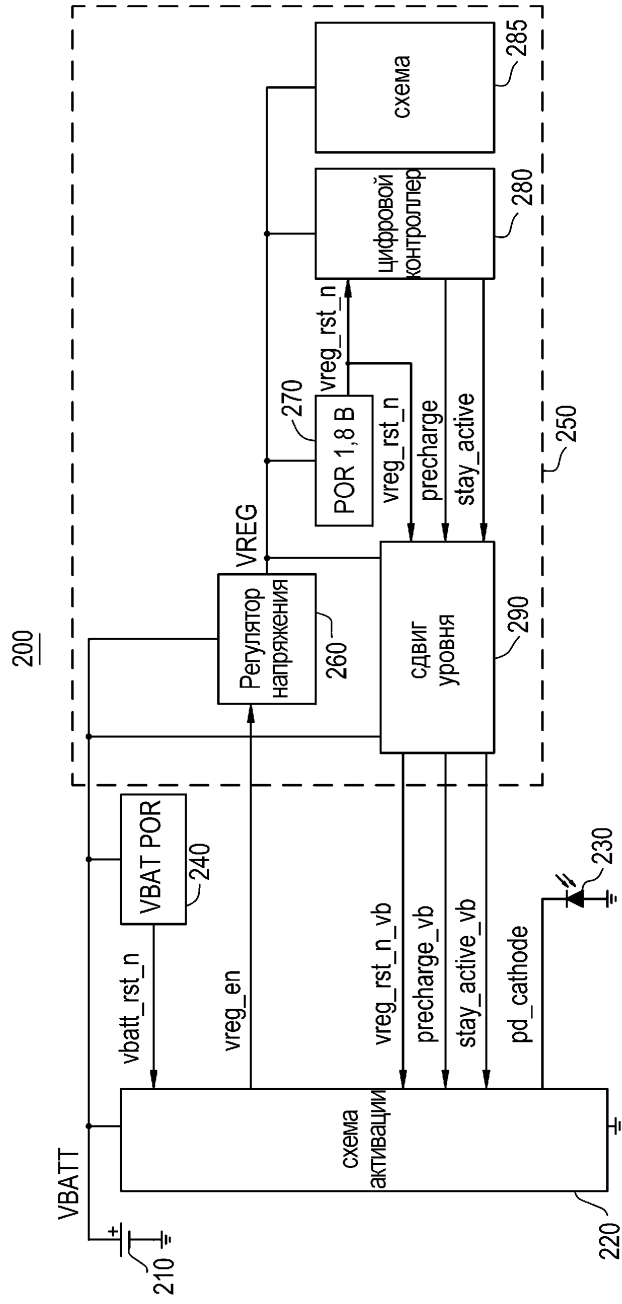
22. Электронная система, включающая в себя схему активации по п. 21, в которой две или более интегральные схемы представляют собой по меньшей мере одну схему из установленной на печатную плату или встроеной в печатную плату.

23. Электронная система, включающая в себя схему активации по п. 22, в которой печатная плата выполнена в виде проводящего кольца и сформирована в коническую часть для встраивания в контактную линзу.

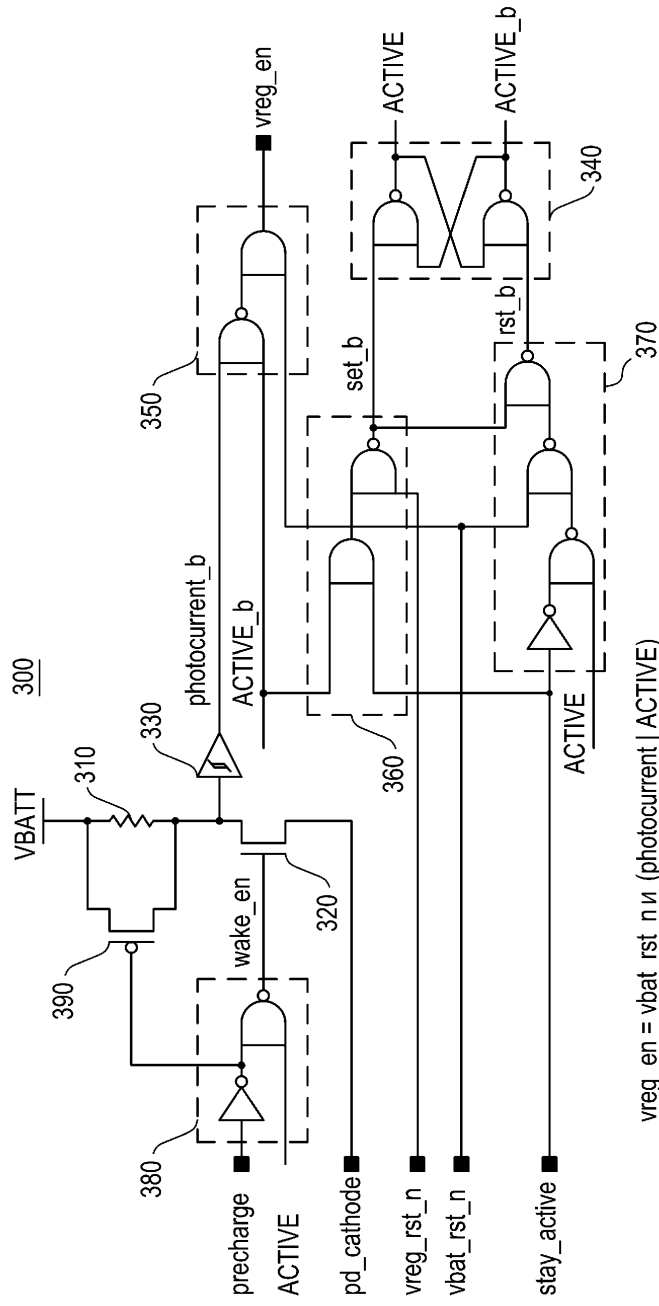
24. Электронная система, включающая в себя схему активации по п. 22, в которой печатная плата выполнена в виде проводящего кольца и сформирована в коническую часть для встраивания в интраокулярную линзу.

25. Электронная система, включающая в себя схему активации по п. 22, в которой печатная плата содержит по меньшей мере одно из полимерной или пластиковой вставки с металлизированными дорожками.

ФИГ. 2



ФИГ. 3

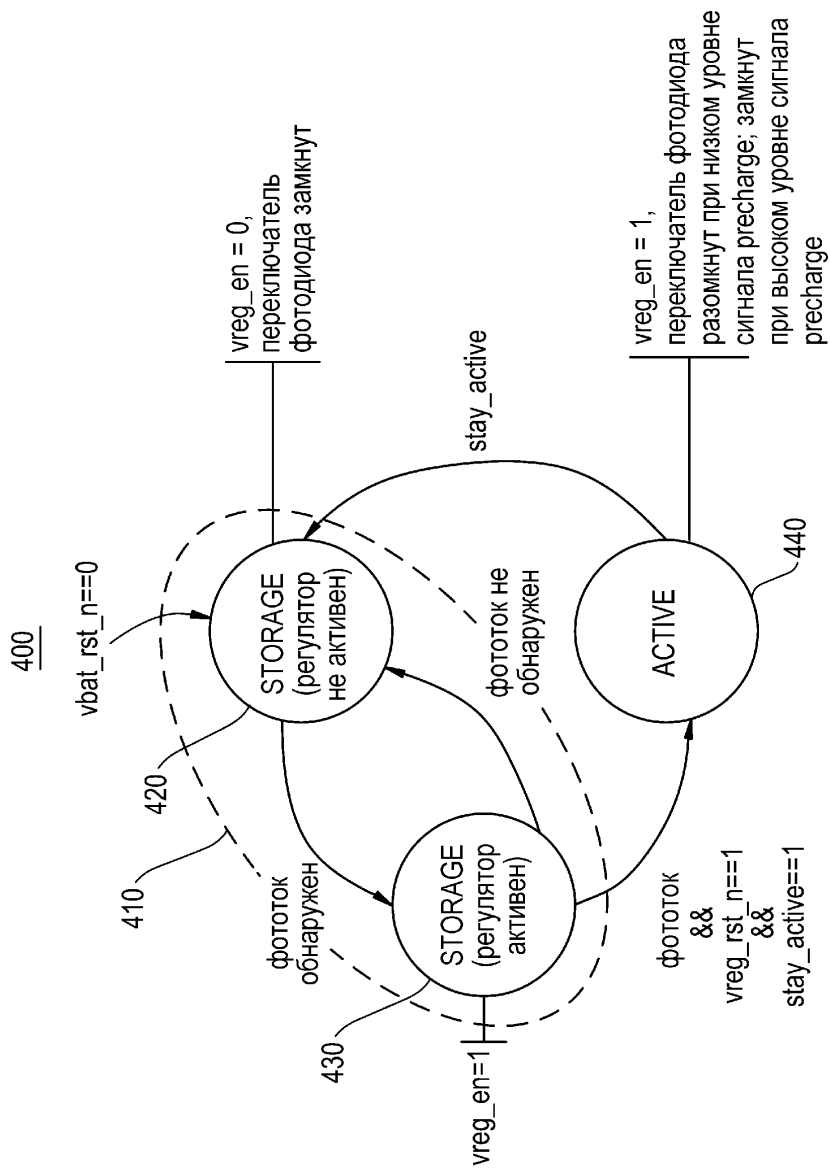


$$vreg_en = vbat_rst_n \text{ и } (photocurrent \mid ACTIVE)$$

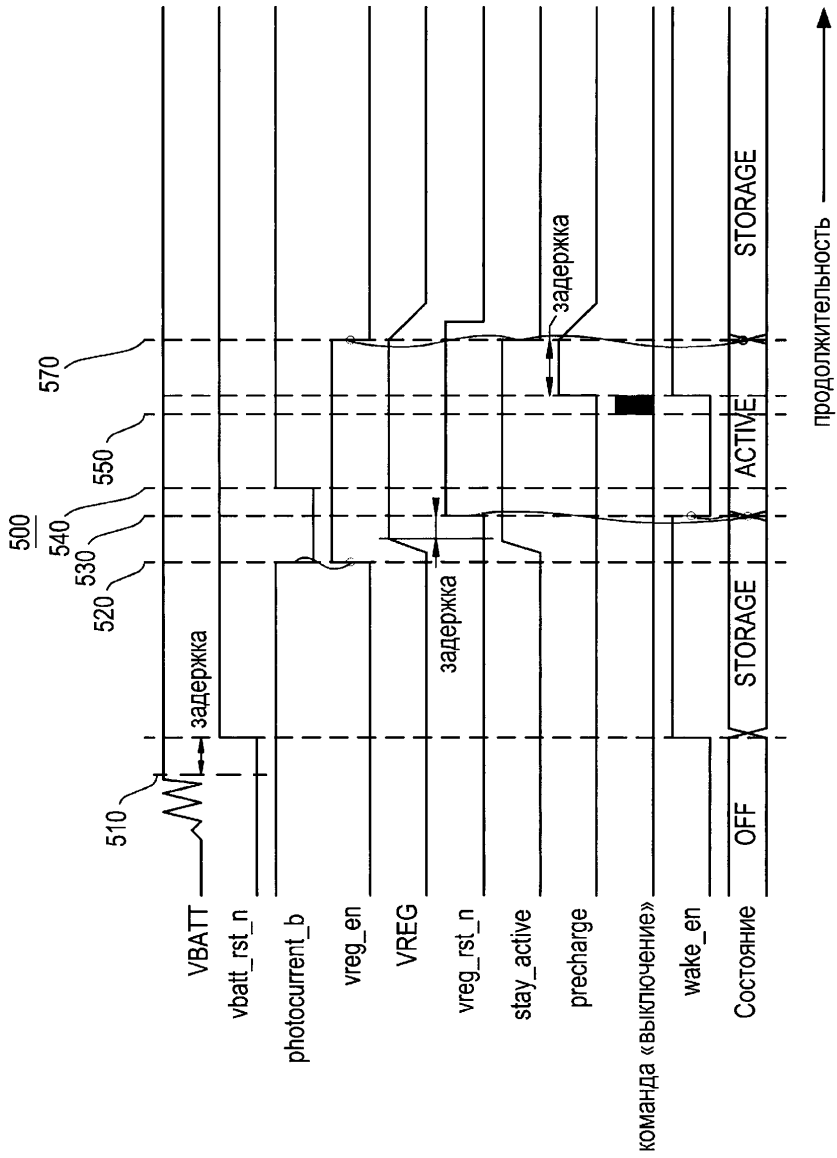
$$set_b = \sim(vreg_rst_n \text{ и } (stay_active \text{ и } \sim ACTIVE))$$

$$rst_b = \sim(set_b \text{ и } \sim(vbat_rst_n \text{ и } \sim(ACTIVE \text{ и } \sim stay_active)))) \\ = \sim(set_b \text{ и } (\sim vbat_rst_n \mid (ACTIVE \text{ и } \sim stay_active))))$$

ФИГ. 4



ФИГ. 5



6/6

ФИГ. 6

