



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2003121008/28, 08.07.2003

(24) Дата начала действия патента: 08.07.2003

(43) Дата публикации заявки: 10.01.2005

(45) Опубликовано: 27.11.2005 Бюл. № 33

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: ШРАЙБЕР Г. Инфракрасные лучи в электронике. - М.: ДМК Пресс, 2001, с.94-109, 121-129. RU 2155357 C1, 27.08.2000. RU 2140092 C1, 20.10.1999. SU 1825975 A1, 07.07.1993. FR 2535467 A, 04.05.1984.

Адрес для переписки:

603009, г.Нижний Новгород, пр-кт Гагарина,
176, ФГУП ННИПИ "Кварц"

(72) Автор(ы):

Толбузов Н.В. (RU),
Курицын И.П. (RU),
Грязнов Ю.М. (RU),
Лукьянова Т.И. (RU),
Мольков И.Н. (RU),
Гаврилов В.Н. (RU),
Частов А.А. (RU)

(73) Патентообладатель(ли):

Федеральное государственное унитарное
предприятие "Нижегородский научно-
исследовательский приборостроительный
институт "Кварц" (RU)

(54) ПАССИВНЫЙ СПОСОБ ОБНАРУЖЕНИЯ ОПТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ И ФОТОПРИЕМНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

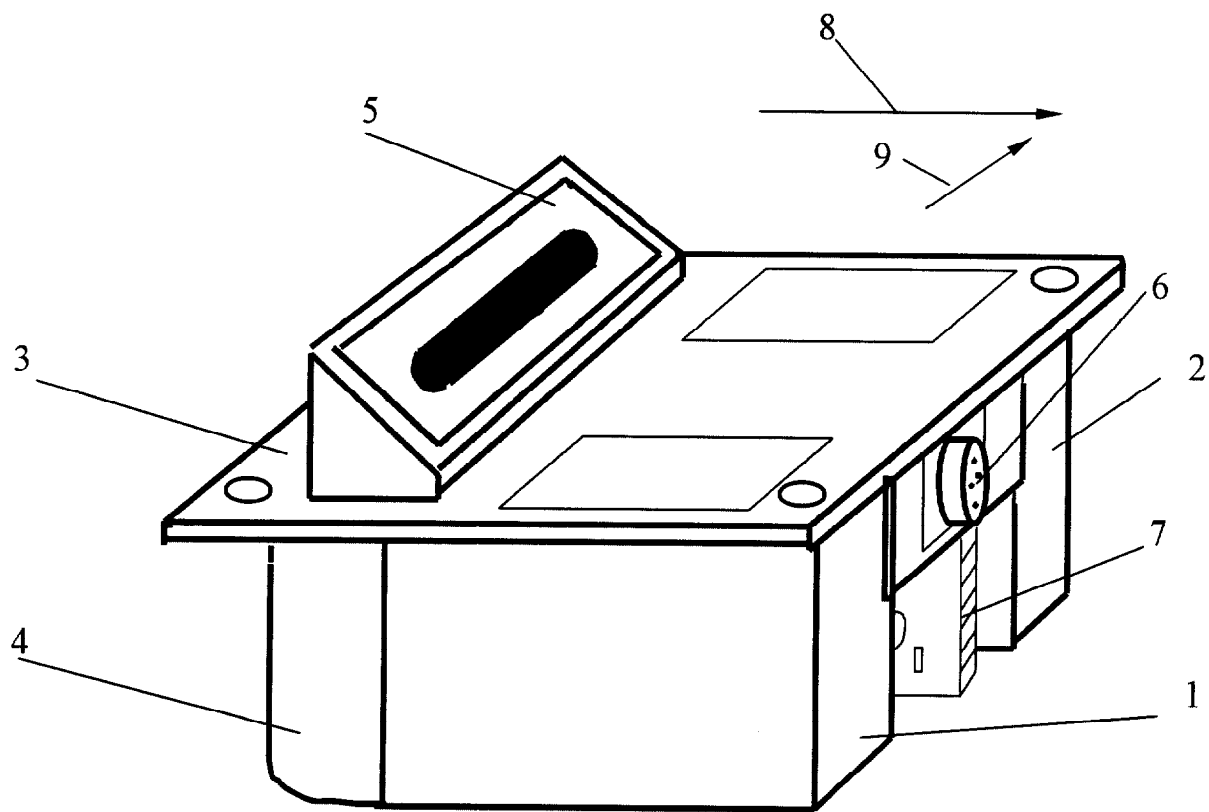
(57) Реферат:

Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано в измерительных системах, при регистрации оптических объектов в заданной точке, при исследовании их формы и характера оптического излучения в инфракрасном диапазоне длин волн. Заявляемые способ и фотоприемное устройство позволяют решать следующие задачи: обнаруживать оптические объекты без использования дополнительного осветителя с более высокой точностью; исключить влияние изменения уровня дневного освещения на точность измерений в широком динамическом диапазоне дневных освещенностей; обнаруживать пассивные, создающие тень, и активные, излучающие, оптические объекты; определять форму объектов и наличие сопровождающих его фрагментов; обнаруживать объекты с разными по величине оптическими сигналами; повысить надежность измерений; упростить настройку прибора перед измерениями; выполнить прибор в виде переносной конструкции; повысить мобильность, уменьшить время развертывания прибора в полевых условиях. Перед обнаружением оптического объекта определяют размеры и положение диаграммы направленности

фотоприемного устройства и заносят в память ЭВМ, задают зону оптической блокировки размерами и положением диаграммы направленности только фотоприемного устройства, используют фотоприемное устройство пассивного действия без осветителя, причем используют динамический диапазон световых потоков, попадающих в зону блокировки, 60 дБ, динамический диапазон уровней оптических сигналов фотодиода 26 дБ, регистрируют оптический объект по положению временных характеристик, сигнала фотодиода, определяют по расположению временных характеристик сигнала фотодиода в отрицательной или положительной областях значений сигнала характерный признак объекта, соответственно пассивный или активный. Фотоприемное устройство содержит оптический блок, включающий сферическую линзу и диафрагму, фотодиод, электронную плату фотоприемного устройства, включающую преобразователь для преобразования тока с фотодиода в напряжение, усилитель и компаратор, введены основание, с которым совмещено входное окно и на котором размещены оптический блок, электронная плата фотоприемного устройства, электронная плата формирователя сигналов и электронная плата управления шторкой, разъем

подключения для соединения с ЭВМ и индикатором. Техническим результатом является возможность обнаружения оптического объекта без

использования дополнительного осветителя и определение формы объектов. 2 с.п. ф-лы, 8 ил.



Фиг. 1

RU 2 2 6 5 2 2 7 С 2

RU 2 2 6 5 2 2 7 С 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2003121008/28, 08.07.2003**

(24) Effective date for property rights: **08.07.2003**

(43) Application published: **10.01.2005**

(45) Date of publication: **27.11.2005 Bull. 33**

Mail address:

**603009, g.Nizhnij Novgorod, pr-kt Gagarina,
176, FGUP NNPI "Kvarts"**

(72) Inventor(s):

**Tolbuzov N.V. (RU),
Kuritsyn I.P. (RU),
Grjaznov Ju.M. (RU),
Luk'janova T.I. (RU),
Mol'kov I.N. (RU),
Gavrilov V.N. (RU),
Chastov A.A. (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe unitarnoe
predpriyatje "Nizhegorodskij nauchno-
issledovatel'skij priborostroitel'nyj
institut "Kvarts" (RU)**

(54) **PASSIVE METHOD FOR DETECTING OPTICAL OBJECTS AND PHOTO-DETECTOR FOR REALIZATION OF SAID METHOD**

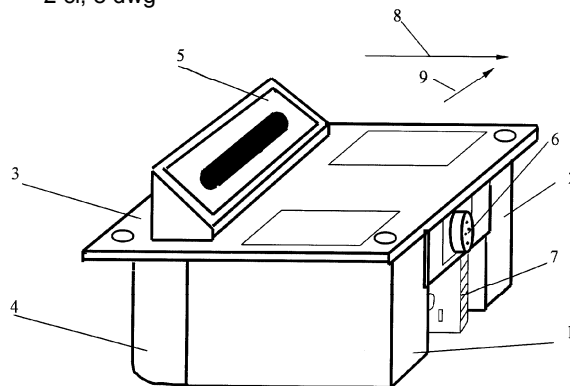
(57) Abstract:

FIELD: measuring equipment.

SUBSTANCE: prior to detection of optical object, dimensions and position of direction diagram of photo-detector are determined and recorded in computer memory, zone of optical blocking is set by dimensions and position of direction diagram of only the photo-detector, passive-action photo-detector without light source is used, while dynamic range of light flows in blocking zone is used, 60 dB, dynamic range of levels of optical signals of photo-diode 26 dB, optical object is registered by position of time characteristics, photo-diode signal, characteristic sign of object is determined on basis of position of time characteristics of photo-diode signal in negative or positive areas of signal values, appropriately passive or active. Photo-detector has optical block, including spherical lens and diaphragm, photo-diode, electronic board of photo-detector, including transformer for transformation of current from photo-diode to voltage, amplifier and comparator, also has base, on which input window is positioned and on which optical block, electronic board, electronic board of signals generator and electronic board of curtain control are positioned together with socket for connection to computer and indicator.

EFFECT: possible detection of optical objects without using an additionally light source with higher precision; excluded influence of daylight level changes on precision of measurements in broad dynamic range of daylight levels; possible detection of passive shadow-giving, and active, emitting, optical objects; possible determination of shape of objects and presence of accompanying fragments; possible detection of objects with optical signals of different value; higher reliability; simplified adjustment of device prior to measurements; possible portable variant of device; decreased deployment time under field conditions.

2 cl, 8 dwg



Фиг. 1

Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано в измерительных системах при регистрации оптических объектов в заданной точке, при исследовании их формы и характера оптического излучения в инфракрасном диапазоне длин волн.

5 Наиболее близким аналогом к заявляемому способу является способ обнаружения оптических объектов (1), который предусматривает дополнительно к фотоприемному устройству использование оптического излучателя (осветителя). Осветитель создает оптический барьер или зону оптической блокировки, расположенную между осветителем и фотоприемным устройством. При нахождении объекта обнаружения в зоне оптической
10 блокировки происходит прерывание оптического излучения между осветителем и фотоприемным устройством и осуществляется регистрация момента прерывания оптического излучения.

Недостатками известного способа являются использование дополнительного оптического излучения от осветителя, потеря информации о самом объекте обнаружения,
15 его особенностях, влияние изменения уровня дневной освещенности на точность измерений. В зоне оптической блокировки при увеличении уровня дневной освещенности от отраженного солнечного излучения для сохранения точности измерения необходимо увеличивать мощность осветителя, т.к. световой поток, попадая в зону блокировки, изменяет порог срабатывания компаратора уровня сигнала. Кроме того, к недостаткам
20 следует отнести сложность взаимной настройки оптических систем осветителя и фотоприемного устройства, неопределенность, вносимая помехами компараторов уровней сигналов в момент прерывания оптического излучения от осветителя.

Заявляемый способ позволяет:

- обнаруживать оптические объекты без использования дополнительного осветителя с
25 более высокой точностью регистрации за счет использования калиброванной диаграммы направленности самого фотоприемного устройства;

- обнаруживать объекты с разными по величине оптическими сигналами.

Заявляемый способ позволяет определять форму, тип оптического объекта, наличие у объекта сопровождающих его фрагментов.

30 Это достигается тем, что в заявляемом способе, включающем использование фотоприемного устройства на основе фотодиода с линейной световой характеристикой, электронно-вычислительной машины (ЭВМ) с индикатором, перед обнаружением оптического объекта определяют размеры и положение диаграмм направленности фотоприемного устройства и заносят в память ЭВМ, задают зону оптической блокировки
35 размерами и положением диаграмм направленности только фотоприемного устройства, используют фотоприемное устройство пассивного действия без осветителя, причем используют динамический диапазон световых потоков, попадающих в зону блокировки, 60 дБ, динамический диапазон уровней оптических сигналов 26 дБ, регистрируют оптический объект по положению временных характеристик сигнала фотодиода, определяют по
40 расположению сигнала фотодиода в отрицательной или положительной областях значений сигналов характерный признак объекта, соответственно пассивный или активный.

Наиболее близким аналогом к заявляемому устройству являются фотоприемные устройства (2), входящие в приборы ФЭБ-4СМ, ФЭБ-5, ФЭБ-6, ФЭБ-7 Нижнетагильского института испытаний металлов.

45 Недостатками приведенных выше фотоприемных устройств являются: обязательное наличие для их работы осветителей, сложность настройки двух оптических систем осветителя и фотоприемного устройства для создания зоны оптической блокировки, отрицательное влияние на измерения изменений уровней дневных освещенностей, стационарность базирования, низкая надежность и точность измерений из-за
50 неопределенности, вносимой помехами компараторов уровней сигналов в момент прерывания излучения от осветителя.

Заявляемое фотоприемное устройство позволяет решить следующие задачи:

- повысить точность регистрации оптических объектов;

- повысить надежность регистрации оптических объектов;
- упростить настройку устройства перед измерениями;
- выполнить устройство в виде переносной конструкции;
- повысить мобильность, уменьшить время развертывания устройства в полевых

5 условиях;

- обеспечить работу устройства в широком диапазоне дневных освещенностей.

Решение поставленных задач достигается тем, что в фотоприемное устройство, содержащее оптический блок, включающий сферическую линзу, диафрагму и фотодиод, электронную плату фотоприемного устройства, включающую преобразователь для

10 преобразования тока с фотодиода в напряжение, усилитель и компаратор, введены основание, с которым совмещено входное окно и на котором размещены оптический блок, электронные платы фотоприемного устройства, формирователя сигналов и платы управления шторкой, разъем подключения для соединения с ЭВМ и индикатором, а также усилитель постоянного тока и схема сопряжения уровней, на которые поступают

15 постоянные составляющие напряжения с выхода преобразователя, а напряжения с выхода усилителя постоянного тока поступают на компаратор, с выхода которого сигналы поступают на плату управления шторкой, предназначенную для ослабления светового потока, усилители с линейным изменением коэффициента передачи, на которые через элемент разделения сигналов поступают переменные составляющие напряжения с

20 преобразователя, на другой вход которых поступают напряжения с выхода схемы сопряжения уровней и с выхода которых сигналы поступают на вход усилителя с переключаемым коэффициентом передачи, фильтр для формирования полосы пропускания и оконечный усилитель.

На фиг.1 показана конструкция фотоприемного устройства, где обозначено:

- 25 1 - электронная плата фотоприемного устройства;
- 2 - электронная плата формирователя сигналов;
- 3 - основание;
- 4 - оптический блок;
- 5 - входное окно;
- 30 6 - разъем подключения;
- 7 - электронная плата управления шторкой;
- 8 - направление, параллельное траекториям движения объектов;
- 9 - направление, перпендикулярное траекториям движения объектов.

На фиг.2 показано расположение элементов оптического блока с фотодиодом, где

35 обозначено:

- 10 - шторка;
- 11 - диафрагма;
- 12 - сферическая линза;
- 13 - фотодиод;

40 14 - соединитель с электронной платой фотоприемного устройства.

На фиг.3 показаны диаграммы направленности фотоприемного устройства, где обозначено:

15 - диаграмма направленности устройства в плоскости, перпендикулярной траекториям движения объектов;

45 16 - ширина диаграммы направленности устройства;

17 - диаграмма направленности устройства в плоскости, параллельной траекториям движения объектов;

18 - высота диаграммы направленности устройства.

На фиг.4 показана структурная схема фотоприемного устройства, где обозначено:

50 1 - электронная плата фотоприемного устройства;

2 - электронная плата формирователя сигналов;

7 - электронная плата управления шторкой;

10 - шторка;

- 11 - диафрагма;
- 12 - сферическая линза;
- 13 - фотодиод;
- 19 - преобразователь;
- 5 20 - элемент разделения сигналов;
- 21 - схема сопряжения уровней;
- 22 - усилитель постоянного тока фотодиода;
- 23 - усилители с линейным изменением коэффициента передачи;
- 24 - усилитель переключаемый;
- 10 25 - фильтр;
- 26 - усилитель оконечный;
- 27 - компаратор.

На фиг.5 показаны графики, поясняющие работу автоматической регулировки усиления (АРУ) фотоприемного устройства, где обозначено:

- 15 28 - график зависимости напряжений сигналов u_n и u_c на входе усилителя с линейным изменением коэффициента передачи 23 от уровней постоянных составляющих напряжений u_n на выходе преобразователя;
- 29 - график зависимости коэффициентов усиления K_n фотоприемного устройства от уровней постоянных составляющих напряжений u_n на выходе преобразователя. В качестве
- 20 координат выбраны напряжения u_n , u_c - соответственно постоянная и переменная составляющие напряжений и на выходе преобразователя.

На фиг.6 показана структурная схема фотоприемного устройства с ЭВМ и индикатором, где обозначено:

- 30 - фотоприемное устройство;
- 25 31 - ЭВМ;
- 32 - индикатор.

На фиг.7 показаны временные характеристики сигналов фотодиода, где обозначено:

- 33 - напряжения сигналов фотодиода от пассивных объектов, расположенные в отрицательной области значений сигналов на выходе фотоприемного устройства;
- 30 34 - напряжения сигналов фотодиода от активных объектов, расположенные в положительной области значений сигналов на выходе фотоприемного устройства.

На фиг.8 показаны временные характеристики сигналов фотодиода при наличии сопровождающих объект фрагментов, где обозначено:

- 35 35 - напряжения сигналов фотодиода от сопровождающих объект фрагментов на выходе фотоприемного устройства.

Заявляемый способ обнаружения оптических объектов осуществляют следующим образом. Фотоприемное устройство 30 калибруют, т.е. определяют размеры 16, 18 и положение диаграмм направленности (перпендикулярно и параллельно движению объектов). Размеры и положение диаграмм направленности устройства заносят в память ЭВМ 31.

- 45 Фотоприемное устройство 30 располагают так, чтобы оптические объекты попадали в зону блокировки, а траектории движения объектов были бы перпендикулярны плоскости диаграммы 15. С помощью разъема подключения 6 фотоприемное устройство соединяют с ЭВМ 31 и индикатором 32 и подключают к сети. За счет дневного освещения в данный
 - 50 момент возникает постоянная составляющая напряжения сигнала фотодиода u_n на выходе преобразователя 19, которая в системе АРУ, включающей схему сопряжения уровней 21 и усилитель с линейным изменением коэффициента передачи сигнала фотодиода 23, автоматически управляет коэффициентом усиления фотоприемного устройства, обеспечивая заданный уровень сигнала фотодиода на выходе. Благодаря действию системы АРУ исключено влияние дневной освещенности на точность измерений. При
- движении оптические объекты, попадая в зону блокировки, модулируют световой поток по амплитуде, являясь причиной возникновения оптических сигналов. Динамический диапазон оптических сигналов зависит от размеров оптических объектов, величины и характера

излучения, степени их удаленности от фотоприемного устройства и составляет 26 дБ. Для обнаружения оптических объектов с разными по величине оптическими сигналами заранее выбирают напряжение управления переключаемого усилителя 24. Напряжение управления переключаемого усилителя 26 позволяет изменять в 20 раз усиление сигналов

5 фотоприемного устройства, что эквивалентно динамическому диапазону оптических сигналов 26 дБ. Для больших оптических сигналов усиление фотоприемного устройства с помощью напряжения управления уменьшают, а для малых оптических сигналов - увеличивают, поддерживая определенный уровень сигналов фотодиода на выходе во всем динамическом диапазоне существующих оптических сигналов.

10 При попадании оптических объектов в зону блокировки фотодиод 13 вырабатывает токи, отличные от уровня собственных шумов. Величина токов фотодиода зависит от величин оптических сигналов и от уровней световых потоков. Действие системы АРУ и управление коэффициентом передачи переключаемого усилителя 24 обеспечивают определенный уровень сигналов фотодиода на выходе фотоприемного устройства. Токи фотодиода 13,

15 преобразовываясь в напряжения u_c , на входе усилителя с линейным изменением коэффициента передачи усиливаются и поступают на выход фотоприемного устройства, затем на ЭВМ 31 и индикатор 32. Индикатором 32 служит экран монитора ЭВМ. Сигналы фотодиода с помощью программы ЭВМ преобразуют в цифровую форму и сохраняют для дальнейшей обработки в памяти ЭВМ с целью последующего отображения графиков этих

20 сигналов на экране монитора ЭВМ.

На экране индикатора 32 возникают временные характеристики сигналов фотодиода. Для активных излучающих объектов временные характеристики сигналов фотодиода расположены в положительной области значений сигналов 34, для пассивных объектов, создающих "тень", временные характеристики сигналов фотодиода расположены в области

25 отрицательных значений сигналов 33. Амплитуды отрицательных сигналов в текущий момент времени пропорциональны линейным размерам объекта в направлении, перпендикулярном движению. Определение типа объекта происходит путем визуального наблюдения формы отрицательных временных характеристик сигнала фотодиода в масштабе времени. При наличии сопровождающих объект фрагментов временные

30 характеристики сигналов фотодиода могут быть расположены как в положительной, так и в отрицательной областях значений сигналов 35. Длительность сигналов фотодиода зависит от скорости движения объекта: чем выше скорость оптического объекта, тем короче длительность сигнала фотодиода. Для получения неискаженной формы сигнала фотодиода используют широкую полосу пропускания усилителей, включая

35 преобразователь.

Конструкция фотоприемного устройства представляет собой следующее. Электронная плата фотоприемного устройства 1 с помощью кабеля соединена с электронной платой формирователя сигналов 2. Обе электронные платы и оптический блок 4 закреплены на основании 3. Разъем подключения 6 закреплен на том же основании 3 и кабелем соединен

40 с электронной платой формирователя сигналов 2. Входное окно 5 совмещено конструктивно с основанием 3 и составляет с ним единое целое. На электронной плате управления шторкой 7 расположены элементы, которые управляют шторкой 10. С помощью соединителя 14 фотодиод 13 соединяется с электронной платой фотоприемного устройства 1. Фокусное расстояние сферической линзы 12 совместно с диафрагмой 11 и

45 входным окном 5 формируют размеры диаграмм направленности фотоприемного устройства 15, 17.

Заявляемое фотоприемное устройство работает следующим образом. В соответствии с условиями дневной освещенности световые потоки, собираемые сферической линзой 12, модулированные по амплитуде оптическими объектами, попадающими в зону блокировки,

50 пройдя диафрагму 11, поступают на фотодиод 13 в виде оптических сигналов. Изменение условий дневной освещенности приводит к тому, что световые потоки, поступающие в зону блокировки, изменяются в динамическом диапазоне 60 дБ. Фотодиод 13 под действием оптических сигналов вырабатывает токи, которые в преобразователе 19 преобразуются в

напряжения u . Напряжения u с выхода преобразователя 19 поступают на элемент разделения сигналов 20. Постоянные составляющие напряжений u_n поступают на схему сопряжения уровней 21 и усилитель постоянного тока 22. Напряжение u_n используется в системе АРУ для управления усилением заявляемого устройства. Система АРУ состоит из

5 схемы сопряжения уровней 21 и усилителя с линейным изменением коэффициента передачи сигнала фотодиода 23. Переменные составляющие напряжений u_c поступают на вход усилителя с линейным изменением коэффициента передачи 23, который состоит из

10 трех широкополосных усилителей, соединенных последовательно, с линейной зависимостью коэффициентов передачи от управляющих напряжений, поступающих на него с выхода схемы сопряжения уровней 21.

График 28 показывает линейное возрастание напряжения u_c от увеличения напряжения u_n . График 29 показывает линейное падение коэффициента усиления K_n фотоприемного устройства с ростом напряжения u_n . Увеличение напряжения u_n связано с увеличением светового потока. Таким образом, увеличение сигналов фотодиода, вызванное

15 возрастанием светового потока, компенсируется уменьшением усиления K_n фотоприемного устройства за счет действия системы АРУ. Сигналы с выхода усилителя 23 поступают на вход усилителя с переключаемым коэффициентом передачи 24. На второй вход усилителя 24 поступает напряжение управления коэффициентом передачи, которое уменьшает или

20 увеличивает коэффициент передачи усилителя 24 при увеличении или уменьшении соответственно уровней оптических сигналов в динамическом диапазоне 26 дБ. Фильтр 25 формирует полосу пропускания фотоприемного устройства. Оконечный усилитель 26 обеспечивает необходимую мощность сигналов фотодиода на выходе фотоприемного

устройства. Напряжения с выхода усилителя постоянного тока 22 поступают на компаратор 27, с выхода которого напряжения управления поступают на электронную плату

25 управления шторкой 7. При попадании прямого солнечного света в зону блокировки автоматически срабатывает шторка 10, ослабляя световой поток. Возвращение шторки 10 в исходное состояние происходит автоматически.

Кроме регистрации сигналов от оптических объектов, заявляемое фотоприемное устройство позволяет дополнительно исследовать их форму, определять тип и

30 характерные признаки оптических объектов и их фрагментов. Эти свойства фотоприемного устройства получены впервые, они позволяют подробно изучать и анализировать оптические объекты.

Технические решения, положенные в основу построения фотоприемного устройства для осуществления заявляемого способа, выполнены на современном уровне развития

35 электроники с использованием отечественной элементной базы. Заявляемое устройство входит в состав и модификации системы измерителя начальной скорости ФЭБ 2И45 Нижегородского научно-исследовательского приборостроительного института.

Библиографические данные

1. Герман Шрайбер «Инфракрасные лучи в электронике», Москва, 2001, с.94.
- 40 2. Реклама НТИИМ СКБ измерительной аппаратуры, Фотоэлектронные измерители скорости, 622015, г.Нижний Тагил, ул.Гагарина, 29.

Формула изобретения

1. Пассивный способ обнаружения оптических объектов, включающий использование
- 45 фотоприемного устройства на основе фотодиода с линейной световой характеристикой, электронно-вычислительную машину с индикатором, отличающийся тем, что перед обнаружением оптического объекта определяют размеры и положение диаграмм направленности фотоприемного устройства и заносят в память ЭВМ, задают зону оптической блокировки размерами и положением диаграмм направленности только
- 50 фотоприемного устройства, используют фотоприемное устройство пассивного действия без осветителя, используют динамический диапазон световых потоков, попадающих в зону блокировки, 60 дБ, используют динамический диапазон оптических сигналов 26 дБ, регистрируют оптический объект по положению временных характеристик сигнала

фотодиода, определяют по расположению временных характеристик сигнала фотодиода в отрицательной или положительной областях значений сигнала характерный признак объекта, соответственно пассивный или активный.

2. Фотоприемное устройство для обнаружения оптических объектов, содержащее
5 оптический блок, включающий сферическую линзу и диафрагму, фотодиод, электронную плату, включающую преобразователь для преобразования тока с фотодиода в напряжение, усилитель и компаратор, отличающееся тем, что оно содержит основание, с которым совмещено входное окно и на котором размещены оптический блок, плата управления шторкой со схемой управления шторкой, предназначенной для ослабления светового
10 потока, электронная плата, разъем подключения для соединения с ЭВМ и индикатором, а также усилитель постоянного тока и схема сопряжения уровней, на которые поступают постоянные составляющие напряжения с выхода преобразователя, а напряжения с выхода усилителя постоянного тока поступают на компаратор, с выхода которого сигналы поступают на плату управления шторкой со схемой управления шторкой, усилители с
15 линейным изменением коэффициента передачи, на которые через элемент разделения сигналов поступают переменные составляющие напряжения с преобразователя, на другой вход которых поступают напряжения с выхода схемы сопряжения уровней и с выхода которых сигналы поступают на вход усилителя с переключаемым коэффициентом передачи, фильтр для формирования полосы пропускания и оконечный усилитель.

20

25

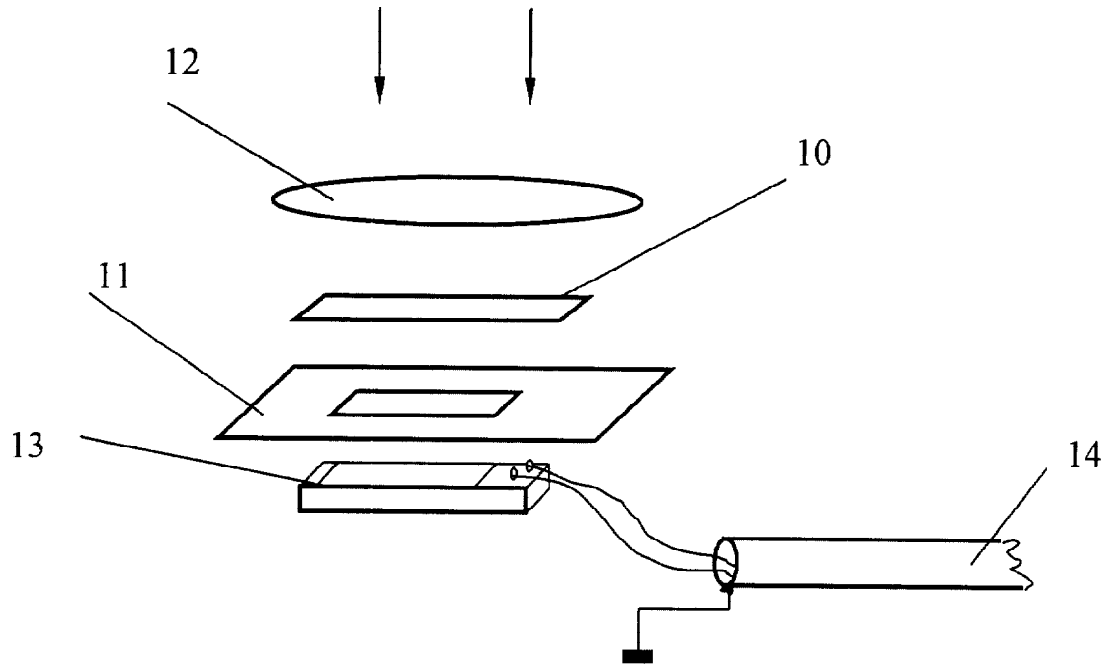
30

35

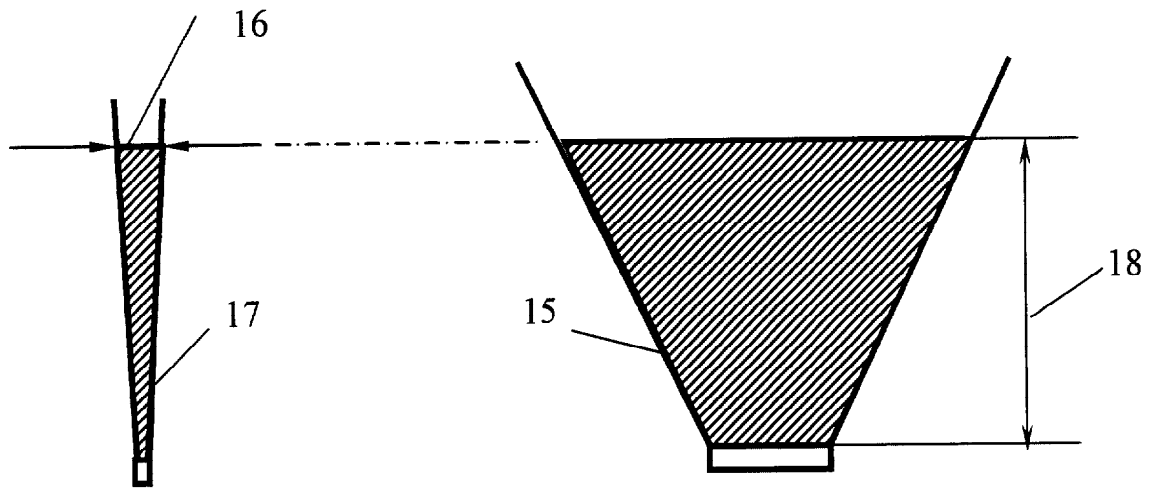
40

45

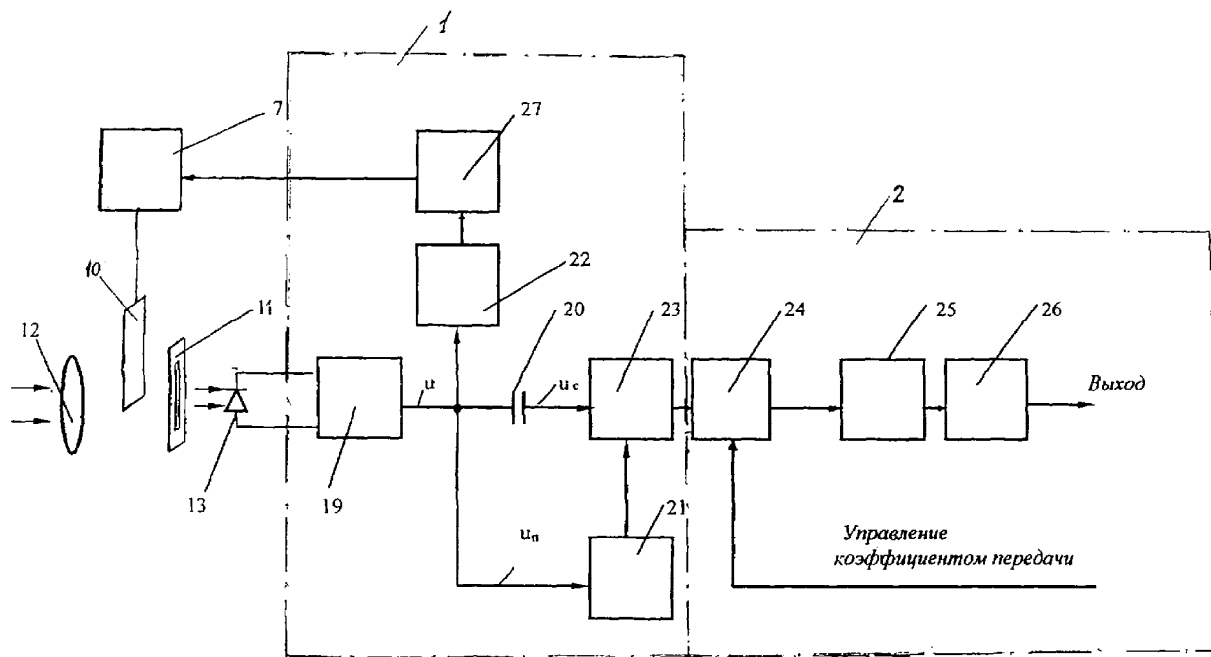
50



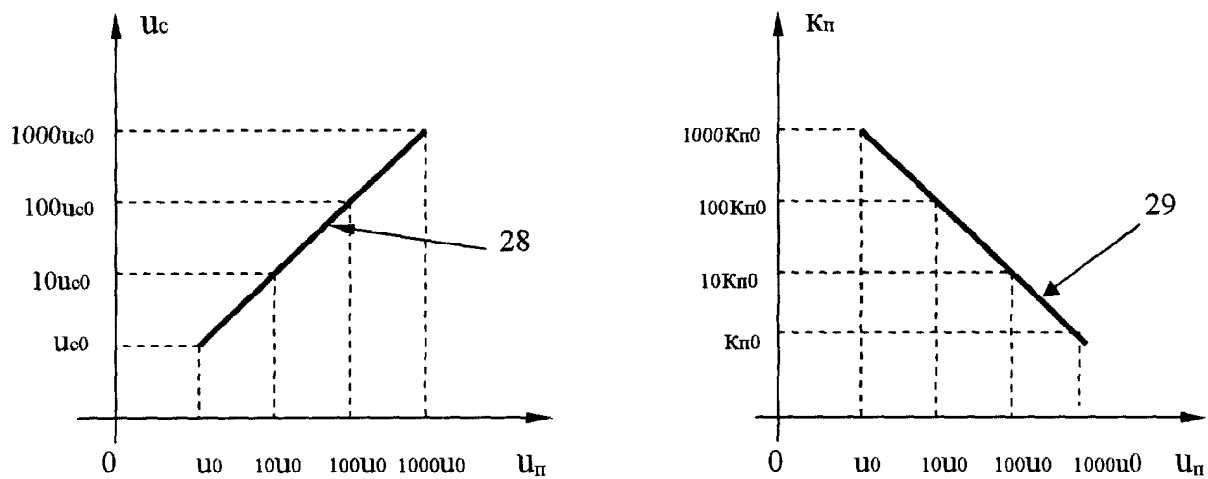
Фиг. 2



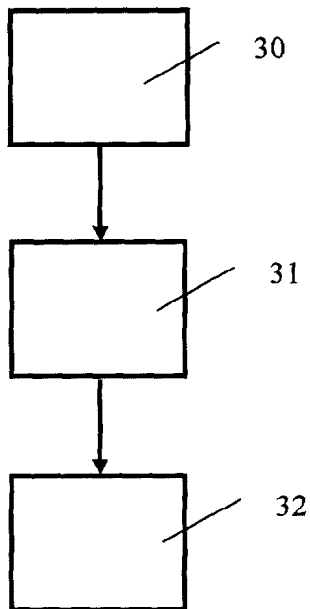
Фиг. 3



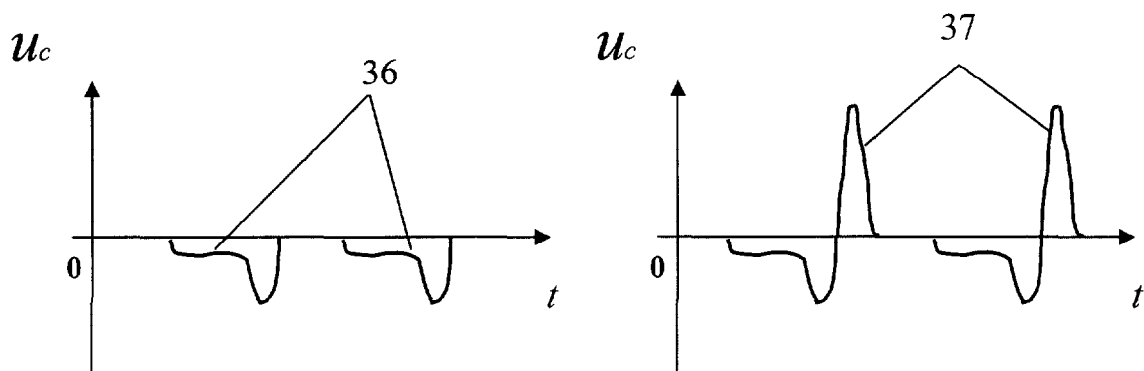
Фиг. 4



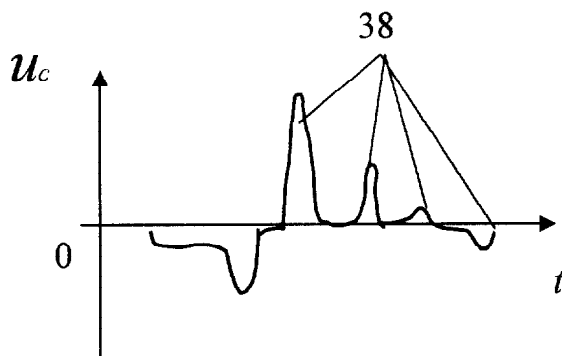
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8