



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2016138334, 27.09.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
27.09.2016Дата регистрации:  
24.01.2017

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 27.09.2016

(45) Опубликовано: 24.01.2017 Бюл. № 3

Адрес для переписки:  
410012, г. Саратов, ул. Астраханская, 83, СГУ,  
ЦПУ

(72) Автор(ы):

Сучков Сергей Германович (RU),  
Николаевцев Виктор Андреевич (RU),  
Сучков Дмитрий Сергеевич (RU),  
Комков Сергей Владимирович (RU),  
Пиловец Алексей Александрович (RU),  
Россошанский Андрей Владимирович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Саратовский национальный  
исследовательский государственный  
университет имени Н.Г. Чернышевского"  
(RU)(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: US 8907769 B2, 09.12.2014. RU  
2344437 C2, 20.01.2009. CN 102637259 A,  
15.08.2012. US 6827281 B2, 07.12.2004.

## (54) АНТИКОЛЛИЗИОННАЯ РАДИОЧАСТОТНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИОННАЯ МЕТКА НА ПОВЕРХНОСТНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛНАХ

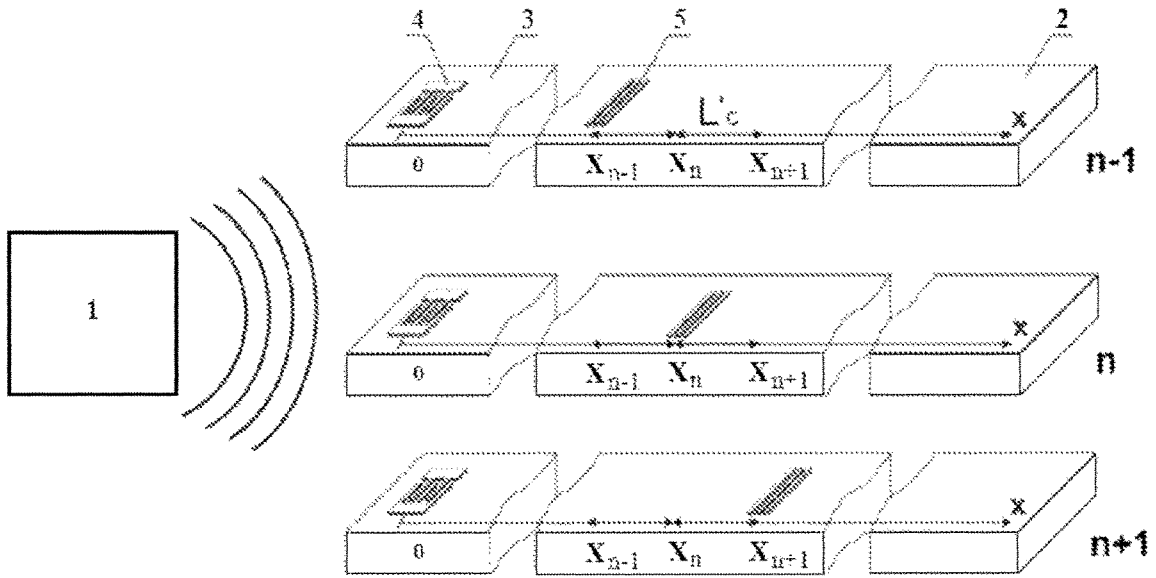
(57) Реферат:

Полезная модель относится к радиоэлектронике, в частности к пьезоэлектрическим устройствам, и может быть использована в радиочастотных идентификационных метках (РИМ) на поверхностных акустических волнах (ПАВ) для осуществления автоматического контроля передвижения одновременно многих объектов через зону радиочастотного контроля. Технический результат заявляемой полезной модели заключается в увеличении размера области расположения меток (идентифицируемых объектов)  $\Delta R$ , в которой ошибки в определении кодов исключаются. Указанный технический результат достигается тем, что антиколлизийная радиочастотная идентификационная метка на

поверхностных акустических волнах, предназначенная для размещения в пределах допустимого интервала расстояний  $\Delta R$  от антенны ридера в группе из  $k$  аналогичных идентифицируемых меток из набора  $N$  меток, включает приемно-передающий встречно-штыревой преобразователь и отражатель, расположенные на подложке, согласно решению расстояния  $L_n$  между приемно-передающим встречно-штыревым преобразователем и отражателем кода выбрано из условия:  $L_n = V_S/2(t_0 + n(\tau + 2\Delta R/c))$ , где  $V_S$  – скорость поверхностных акустических волн,  $t_0$  – начальная задержка кодового импульса,  $\tau$  – длительность радиоимпульса опроса ридера,  $c$  – скорость света,  $n \in [1; N]$  – номер метки в наборе. 3 ил.

RU 168220 U1

RU 168220 U1



Фиг. 2

## АНТИКОЛЛИЗИОННАЯ РАДИОЧАСТОТНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИОННАЯ МЕТКА НА ПОВЕРХНОСТНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛНАХ

Полезная модель относится к радиоэлектронике, в частности к пьезоэлектрическим устройствам, и может быть использована в радиочастотных идентификационных метках (РИМ) на поверхностных акустических волнах (ПАВ) для осуществления автоматического контроля передвижения одновременно многих объектов через зону радиочастотного контроля.

Системы радиочастотной идентификации с РИМ на ПАВ в последнее время получили широкое распространение благодаря своим многочисленным преимуществам перед РИМ на интегральных схемах, а именно устойчивостью к внешним воздействиям в виде интенсивных потоков ионизирующих излучений, мощных электромагнитных полей, невозможностью подделки или стирания кода, работоспособностью при высоких температурах (до 800К) при большой информационной емкости, высокой скорости чтения и больших расстояниях идентификации – до десятков метров для пассивных устройств.

Конструкция РИМ на ПАВ состоит из пьезоэлектрической подложки, встречно-штыревого преобразователя (ВШП), системы отражателей и антенны. Электромагнитный импульс запроса, принятый антенной метки, с помощью ВШП преобразуется в импульс ПАВ, который распространяется по пьезоэлектрической подложке до системы отражателей, находящихся на различном расстоянии от ВШП. Отраженные импульсы ПАВ возвращаются на ВШП в различные моменты времени. ВШП преобразует акустические импульсы в электромагнитные, которые излучаются антенной метки. Описанная конструкция является наиболее распространенной для используемых в настоящее время меток на ПАВ (S. Harma and V. P. Plessky. Surface Acoustic Wave RFID Tags. Development and Implementation of RFID Technology. I-Tech Education and Publishing, 2009, V. P. Plessky, L. M. Reindl. Review on SAW RFID Tags. IEEE Trans. Ultrason. Ferroelectr. Freq. Control, vol. 57, pp. 654–668, 2010; С. Багдасарян, Ю. Гуляев. Технологии ПАВ в радиочастотной идентификации//Chip news – 2005 - №3 (96)).

Метки данной конструкции работают на частотах от 800 МГц до 2450 МГц. Достоинствами таких меток, как уже отмечалось, является возможность их использования в широком интервале температур (от -100 °С до 500 °С), а также практически неограниченный срок службы.

Однако такие метки не могут применяться, когда в зоне облучения устройства считывания кодов (ридера) находится одновременно несколько меток. При ответе на импульс запроса ридера каждая метка излучает свою пачку кодовых импульсов и на входе приемника ридера образуется смесь кодовых импульсов, из которой выделить коды отдельных меток невозможно. Такое явление называют коллизией кодов.

В антиколлизии РИМ на ПАВ в настоящее время существует два способа устранения коллизии кодов – корреляционный способ (см. патент РФ на ИЗ № 2486665, МПК H03H9/145, G06K7/01, опубликован 27.06.2013 г.), и способ дискретно-временного кодирования (см. патент РФ на ИЗ № 2344437, МПК G01S13/00, опубликован 20.01.2009 г.).

Корреляционный способ состоит в использовании в качестве сигнала запроса не одного импульса, а кодовой пачки импульсов. Тогда метка, код которой совпадает с кодовой пачкой запроса, отвечает максимальным по амплитуде автокорреляционным сигналом, а если не совпадает, то отвечает кросскорреляционным сигналом значительно меньшей амплитуды. Количество одновременно распознаваемых меток определяется превышением автокорреляционного сигнала над кросскорреляционным и не превышает

40 меток (Brown, P. Asset Tracking on the International Space Station Using Global SAW Tag RFID Technology [Текст] / P. Brown, P. Hartmann, A. Schellhase, A. Powers, T. Brown, C. Hartmann, D. Gaines // in Proc. IEEE International Ultrasonics Symposium – 2007. – P. 72-75) при их близком расположении, но значительно сокращается при их удалении друг от друга на расстояния, превышающие 1-3 длин электромагнитной волны вследствие нарушения временного условия соответствия минимума кросскорреляционных сигналов моменту генерации автокорреляционного сигнала (Сучков, С.Г. К вопросу об антиколлизии защите пространственно удаленных радиочастотных идентификационных меток на поверхностных акустических волнах [Текст] / С.Г. Сучков, С.А. Никитов, С.С. Янкин, В.А. Николаевцев, С.В. Комков, А.А. Пиловец, Д.С. Сучков, Ю.А. Шатрова // Радиотехника и электроника — 2016. Т. 61, № 8. – С. 806-810).

Способ дискретно-временного кодирования заключается в определении кода по времени задержки единственного ответного импульса РИМ. Для этого устанавливается, например, 100 временных интервалов, начиная от  $t_0=1$  мкс с момента излучения радиоимпульса опроса (РИО) и кончая  $t_{100}=1+100 \times \Delta t$ , где  $\Delta t$  - временная кодовая позиция. Каждой временной кодовой позиции соответствует пространственная кодовая позиция на поверхности кристаллической подложки, по которой распространяется ПАВ. Кодовый отражатель ПАВ размещается в середине пространственной кодовой позиции. В такой конструкции возможно одновременное распознавание 100 РИМ, расположенных друг от друга на расстоянии не более 2-3 длин электромагнитной волны.

Наиболее близким к заявляемой полезной модели является метка на ПАВ, представляющая собой линию задержки (ЛЗ) с приемо-передающим встречно-штыревым преобразователем (ВШП) и только с одним отражающим ВШП. В разных ЛЗ идентифицируемой группы меток отражатели расположены на расстояниях от соответствующих приемо-передающих ВШП, отличающихся друг от друга на одну и ту же величину (длину кодовой позиции)  $L_c = V_s \tau$ , где  $V_s$  - скорость ПАВ,  $\tau$  - длительность радиоимпульса опроса (см. патент РФ на ИЗ № 2344437, МПК G01S13/00, опубликован 20.01.2009 г.). В этой конструкции реализован способ дискретно-временного кодирования, описанный выше. Временная кодовая позиция имеет длительность, равную двум длительностям импульса опроса, то есть  $\Delta t=2\tau$ , а пространственная кодовая позиция имеет длину  $L_c$ . Код, который вырабатывает метка, имеет номер  $n$ , соответствующий  $n$ -ой кодовой позиции, и определяется ридером по времени задержки ответного радиоимпульса, которое складывается из времени распространения электромагнитного сигнала от ридера до метки и обратно, и времени задержки в самой ЛЗ, определяемому расстоянием от ВШП до  $n$ -ого отражателя  $L_n$ . Обычно длительность РИО в разрешенных диапазонах частот 860-960 МГц и 2400-2483 МГц составляет около 40 нс и около 20 нс соответственно. Если метки находятся друг от друга на расстоянии, например, 3 м, то задержка по электромагнитному каналу составляет 20 нс, что сравнимо с величиной временной кодовой позиции. Это приводит к ошибке в определении кода.

Недостатком данного прототипа является то, что предложенную конструкцию меток можно использовать только для близко расположенных (не далее 1 м) меток и, соответственно, помечаемых ими объектов.

Технический результат заявляемой полезной модели заключается в увеличении размера области расположения меток (идентифицируемых объектов)  $\Delta R$ , в которой ошибки в определении кодов исключаются.

Указанный технический результат достигается тем, что антиколлизия

радиочастотная идентификационная метка на поверхностных акустических волнах, предназначенная для размещения в пределах допустимого интервала расстояний  $\Delta R$  от антенны ридера в группе из  $k$  аналогичных идентифицируемых меток из набора  $N$  меток, включает приемо-передающий встречно-штыревой преобразователь и отражатель, расположенные на подложке, согласно решению расстояние  $L_n$  между приемо-передающим встречно-штыревым преобразователем и отражателем кода выбрано из условия:  $L_n = V_S/2 (t_0 + n(\tau + 2\Delta R/c))$ , где  $V_S$  – скорость поверхностных акустических волн,  $t_0$  – начальная задержка кодового импульса,  $\tau$  – длительность радиоимпульса опроса ридера,  $c$  – скорость света,  $n \in [1; N]$  – номер метки в наборе.

Полезная модель поясняется чертежами, где на фиг. 1 представлена область расположения идентифицируемых объектов. На фиг. 2 приведены радиочастотные идентификационные метки с дискретно-временным кодированием с расширенной временной кодовой позицией для трех ближайших кодовых позиций. На фиг. 3 – расширенная временная кодовая позиция.

Позициями на чертежах обозначены:

1 – ридер;  
 2 – группа идентифицируемых меток;  
 3 – подложка;  
 4 – приемо-передающий ВШП ПАВ;  
 5 – отражатель ПАВ.

#### Описание устройства

Антиколлизийная радиочастотная идентификационная метка на поверхностных акустических волнах, предназначена для размещения в пределах допустимого интервала расстояний от ридера  $\Delta R = R_p - R_1$ , где  $R_1$  – минимальное расстояние,  $R_p$  – максимальное расстояние, в качестве одной из группы, содержащей  $k$  аналогичных идентифицируемых меток 2 (Фиг. 1). Группу из  $k$  меток выбирают произвольным образом из набора  $N$  меток, в котором максимальное количество меток  $N$  ограничено потерями сигнала в метке, зависящими от частотного диапазона меток ( $k$  и  $N$  – любое целое положительное число,  $k$  не больше  $N$ ). При этом вся группа из  $k$  меток идентифицируется одновременно. На Фиг. 2 изображена ЛЗ, состоящая из подложки 3, которая может быть выполнена из пьезоэлектрического кристалла, например, ниобата лития, с нанесенными на ее поверхность металлизированными структурами ВШП 4, и отражателя ПАВ 5, который может состоять из системы металлических полосок или канавок на поверхности подложки.

На Фиг.3 изображена временная диаграмма, на которой указаны время начала временной кодовой зоны  $T_d = t_0$  (минимальное время задержки в ЛЗ, обычно 1 мкс), время последней кодовой позиции временной кодовой зоны  $T_c$ , возможные предельные положения ответного кодового радиоимпульса (пунктир) и некоторое среднее его положение, соответствующее расстоянию от ридера  $R_n$  (сплошная заливка), в расширенной  $n$ -ой временной кодовой позиции, середина которой  $T_n = (t_n + t_{n+1})/2$ , где  $t_n$  – момент начала  $n$ -го временного интервала (временной кодовой позиции).

В конструкции заявляемой полезной модели используется расширенная кодовая позиция  $L'_c$ , определяемая из условия:

(У)

$V_S$  – скорость ПАВ,  $\Delta R$  – допустимый интервал расстояний от ридера,  $c$  – скорость света,  $\tau$  – длительность радиоимпульса опроса.

Расстояние  $L_n$  между приемо-передающим ВШП и отражателем кода в метке с номером  $n$ , учитывая условие расширенной кодовой позиции (У), определяется соотношением:

$$L_n = V_S/2 (t_0 + n(\tau + 2\Delta R/c)),$$

где  $t_0$  – начальная задержка кодового импульса.

Принцип работы

Радиочастотный импульс опроса, формируемый ридером 1, излучается антенной ридера на область расположения  $D$  группы  $k$  идентифицируемых меток 2. Все РИМ принимают РИО и отвечают каждая своим импульсом, время задержки которого не выходит за пределы своей кодовой позиции, если выполняется условие (У). При этом ридером одновременно определяются коды всех  $k$  меток, расположенных в области  $D$ , по наличию ответных импульсов в пределах расширенных временных кодовых позиций.

Пример конкретного выполнения

Так для метки на подложке из ниобата лития среза  $Y+128^\circ$ , работающей в диапазоне частот 860-960 МГц, имеющей номер кода  $n=1$ , расстояние между ВШП и отражателем составляет  $L_1=2$  мм, для метки с номером кода  $n=2$  –  $L_2=2.08$  мм, для метки с номером кода  $n=100$  –  $L_{100}=10$  мм и т.д. до номера  $N$ . Максимальное значение  $N$  для заданного диапазона частот составляет 1000 штук. Такие метки работают при максимальном размере области расположения объектов  $\Delta R=5$  метров и допускают одновременное определение кодов любых групп  $k$  меток, в том числе и при  $k=N$ .

Для диапазона частот 2400-2483 МГц значение  $N$  составляет 200 штук.

Для диапазона частот 5650-6425 МГц значение  $N$  составляет 50 штук.

#### (57) Формула полезной модели

Антиколлизийная радиочастотная идентификационная метка на поверхностных акустических волнах, предназначенная для размещения в пределах допустимого интервала расстояний  $\Delta R$  от антенны ридера в группе из  $k$  аналогичных идентифицируемых меток из набора  $N$  меток, включающая приемопередающий встречно-штыревой преобразователь и отражатель, расположенные на подложке, отличающаяся тем, что расстояние  $L_n$  между приемопередающим встречно-штыревым преобразователем и отражателем кода выбрано из условия

$$L_n = V_s / 2 (t_0 + n(\tau + 2\Delta R / c)),$$

где  $V_s$  – скорость поверхностных акустических волн,

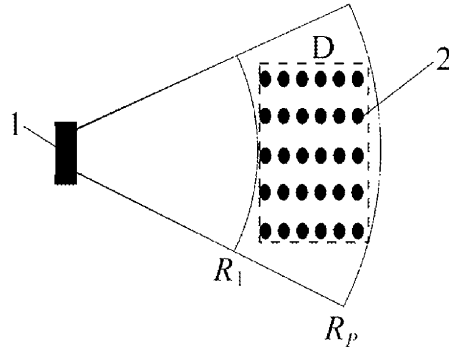
$t_0$  – начальная задержка кодового импульса,

$\tau$  – длительность радиоимпульса опроса ридера,

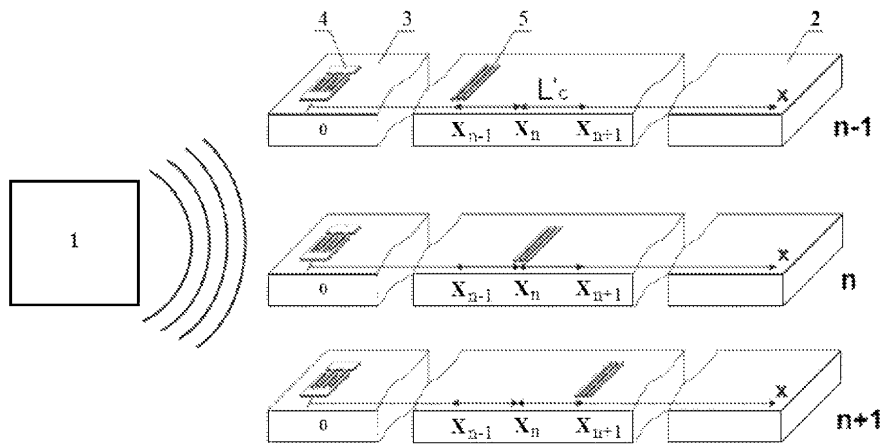
$c$  – скорость света,

$n \in [1; N]$  – номер метки в наборе.

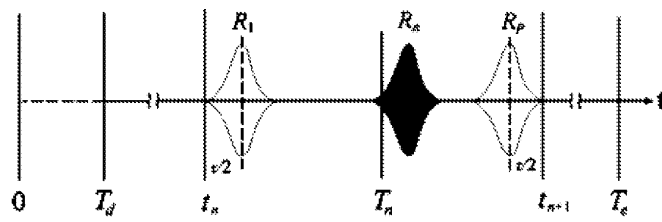
АНТИКОЛЛИЗИОННАЯ РАДИОЧАСТОТНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИОННАЯ МЕТКА НА ПОВЕРХНОСТНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛНАХ



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3