



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2015135484, 21.08.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
21.08.2015Дата регистрации:
30.01.2017

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 21.08.2015

(45) Опубликовано: 30.01.2017 Бюл. № 4

Адрес для переписки:

410012, г. Саратов, ул. Астраханская, 83, СГУ,
ЦПУ, пат.пов. Романовой Н.В.

(72) Автор(ы):

Сучков Сергей Германович (RU),
Сучков Дмитрий Сергеевич (RU),
Янкин Сергей Сергеевич (RU),
Николаевцев Виктор Андреевич (RU),
Шатрова Юлия Анатольевна (RU),
Никитов Сергей Аполлонович (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 2014043946 A1, 13.02.2014. RU
2534733 C1, 10.12.2014. RU 2344438 C2,
20.01.2009. RU 2344440 C2, 20.01.2009. JP
2005269038 A, 29.09.2005. US 20130181573 A1,
18.07.2013.

(54) Многодиапазонная радиочастотная идентификационная метка на поверхностных акустических волнах

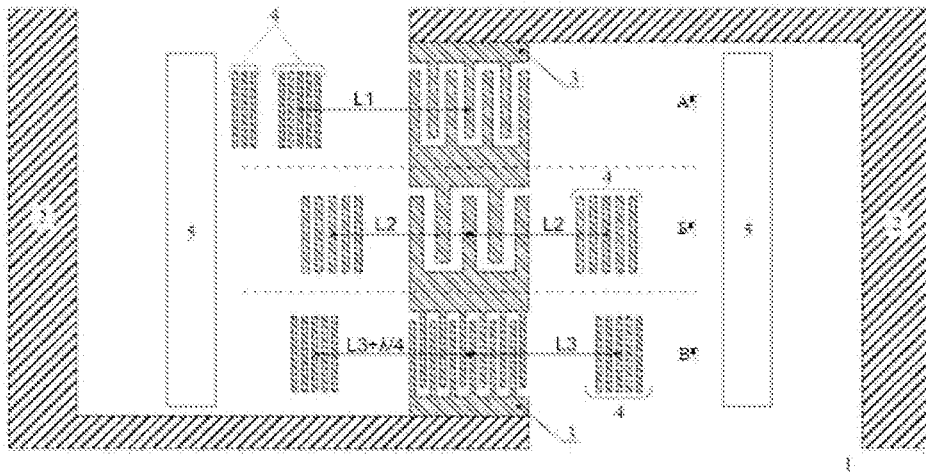
(57) Реферат:

Изобретение относится к пьезоэлектрическим приборам, в частности к пассивным меткам на поверхностных акустических волнах для систем радиочастотной идентификации. Технический результат: предотвращение искажения кодового сигнала, генерируемого меткой, и снижение потерь сигнала за счет последовательного соединения встречно-штыревых преобразователей (ВШП) различных акустических каналов и антенны в единую микрополосковую линию.

Сущность: устройство состоит из антенны, пьезоэлектрической подложки и не менее двух акустических каналов с различными диапазонами рабочих частот. Каждый акустический канал расположен на пьезоэлектрической подложке и состоит из ВШП и не менее одного отражателя. ВШП всех акустических каналов соединены между собой последовательно, образуя с антенной единую микрополосковую линию. 3 з.п. ф-лы, 4 ил.

RU 2 609 012 C1

RU 2 609 012 C1



Фиг. 1

RU 2609012 C1

RU 2609012 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
H01L 41/107 (2006.01)
H03H 9/25 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2015135484, 21.08.2015

(24) Effective date for property rights:
21.08.2015

Registration date:
30.01.2017

Priority:
(22) Date of filing: 21.08.2015

(45) Date of publication: 30.01.2017 Bull. № 4

Mail address:
410012, g. Saratov, ul. Astrakhanskaya, 83, SGU,
TSPU, pat.pov. Romanovoj N.V.

(72) Inventor(s):
Suchkov Sergej Germanovich (RU),
Suchkov Dmitrij Sergeevich (RU),
Yankin Sergej Sergeevich (RU),
Nikolaevtsev Viktor Andreevich (RU),
Shatrova Yuliya Anatolevna (RU),
Nikitov Sergej Apollonovich (RU),
Rossoshanskij Andrej Vladimirovich (RU)

(73) Proprietor(s):
Federalnoe gosudarstvennoe byudzhetnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Saratovskij natsionalnyj
issledovatel'skij gosudarstvennyj universitet
imeni N.G. Chernyshevskogo" (RU)

(54) **MULTIBAND RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION MARK ON SURFACE ACOUSTIC WAVES**

(57) Abstract:

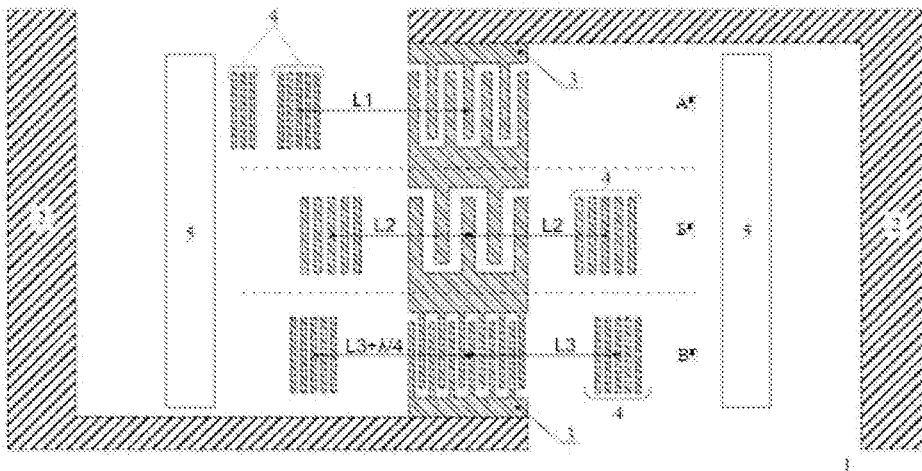
FIELD: electrical engineering.

SUBSTANCE: invention relates to piezoelectric devices, in particular to passive marks on surface acoustic waves for radio frequency identification systems. Core: the device consists of an antenna, a piezoelectric substrate and at least two acoustic channels with different ranges of working frequencies. Each acoustic channel is located onto the piezoelectric substrate and consists of an IDT and at least one

reflector. IDT of all acoustic channels are interconnected in series to form with the antenna a single microstrip line.

EFFECT: technical result is prevention of distortion of a code signal generated by the mark and reduced signal losses due to the series connection of interdigital transducers (IDT) of the different acoustic channels and the antenna into a single microstrip line.

4 cl, 4 dwg



Фиг. 1

RU 2609012 C1

RU 2609012 C1

Изобретение относится к пьезоэлектрическим приборам, в частности к пассивным меткам на поверхностных акустических волнах для систем радиочастотной идентификации.

В настоящее время широко применяются системы радиочастотной идентификации, использующие пассивные радиочастотные идентификационные метки (РИМ) на поверхностных акустических волнах (ПАВ). РИМ представляет собой расположенные на пьезоэлектрической подложке встречно-штыревой преобразователь (ВШП), соединенный с антенной, и отражатели, образующие с ВШП акустический канал [Акустоэлектронные устройства для обработки и генерации сигналов. Принципы работы, расчета и проектирования/ Под ред. Ю.В. Гуляева. М.: Радиотехника, 2012].
Опрашивающий импульсный сигнал, излучаемый внешним приемо-передатчиком (ридером), принимается антенной РИМ и преобразуется с помощью ВШП в ПАВ. Распространяющийся в акустическом канале сигнал ПАВ отражается последовательно от каждого отражателя, формируя кодовую последовательность сигналов, которая возвращается на ВШП и преобразуется в нем в последовательность электромагнитных сигналов, излучаемых через антенну в пространство, которые принимаются приемо-передатчиком (ридером).

Однако описанная выше «классическая» РИМ не обеспечивает возможность одновременной идентификации нескольких меток с различными кодовыми последовательностями. При приёме импульса опроса несколькими РИМ одновременно излучаемые ответные сигналы этих РИМ в виде кодовых последовательностей накладываются друг на друга на входе ридера, препятствуя распознаванию каждого кода в отдельности. Описанный недостаток в использовании таких РИМ в радиочастотных системах идентификации называется проблемой коллизии.

Существует несколько путей преодоления данной проблемы. Один из них заключается в использовании частотного разделения кодов.

Известна РИМ на ПАВ, описанная в патенте US № 6455979, содержащая пьезоэлектрическую подложку, на которой сформированы акустические каналы, выполненные для разных диапазонов рабочих частот. Каждый акустический канал представляет собой ПАВ-резонатор, состоящий из ВШП и отражателей. Благодаря использованию нескольких ПАВ-резонаторов на единой пьезоэлектрической подложке РИМ код в такой РИМ соответствует набору резонансных частот.

Однако общее количество кодов, обеспечиваемых вышеописанной РИМ, определяется только количеством резонансных частот использованных ПАВ резонаторов, не позволяя использовать кодирование с помощью временной задержки. При этом возникают значительные технические трудности при реализации устройства с более чем десятью акустическими каналами на различные частоты. Таким образом, такая РИМ не может обеспечить количество уникальных кодов больше 10 ед.

Наиболее близким аналогом к заявляемому изобретению является РИМ, описанная в патентной заявке US № 2014043946 и содержащая пьезоэлектрическую подложку, на которой сформированы акустические каналы для различных диапазонов рабочих частот. Каждый акустический канал состоит из ВШП и не менее одного отражателя. При этом ВШП различных акустических каналов соединены между собой параллельно.

Однако параллельное подключение требует разветвлённой системы соединения совокупности ВШП и антенны, которая реализуется посредством двух шин. При этом по крайней одна из шин расположена в пространстве между ВШП и отражателем, что искажает распространяющийся акустический сигнал. Кроме того, такая система соединения имеет значительное количество изгибов и углов, что приводит в СВЧ

диапазоне к возникновению отраженных сигналов в системе соединений и их нежелательной интерференции с полезным сигналом.

Задачей заявляемого изобретения является создание многодиапазонной РИМ на ПАВ для СВЧ диапазона.

5 Сущность заявляемого изобретения заключается в том, что в многодиапазонной радиочастотной идентификационной метке на поверхностных акустических волнах, содержащей антенну, пьезоэлектрическую подложку и расположенные на пьезоэлектрической подложке не менее двух акустических каналов, каждый из которых состоит из встречно-штыревого преобразователя и не менее одного отражателя, при
10 этом диапазоны рабочих частот различных акустических каналов различны, встречно-штыревые преобразователи акустических каналов соединены последовательно, образуя с антенной единую микрополосковую линию.

Кроме того, заявляется метка, в которой, по крайней мере, один акустический канал содержит два идентичных отражателя, расположенных по обеим сторонам от встречно-штыревого преобразователя симметрично относительно центра встречно-штыревого преобразователя.
15

Кроме того, заявляется также метка, в которой, по крайней мере, один акустический канал содержит два идентичных отражателя, расположенных по обеим сторонам от встречно-штыревого преобразователя асимметрично относительно центра встречно-штыревого преобразователя, причем один из отражателей смещён от симметричного положения на расстояние $l = \tau V_{\text{ПАВ}}/4$, где τ - длительность импульса опроса, $V_{\text{ПАВ}}$ - скорость ПАВ.
20

Кроме того, заявляется метка, в которой встречно-штыревой преобразователь, по крайней мере, в одном акустическом канале выполнен однонаправленным.
25

Технический результат заявляемого изобретения заключается в предотвращении искажения кодового сигнала, генерируемого многодиапазонной меткой СВЧ диапазона, и снижения потерь сигнала, приходящего от антенны на ВШП с соответствующим диапазоном рабочих частот, и обратно, от ВШП на антенну, что обеспечивается последовательным соединением ВШП различных акустических каналов и антенны в
30 единую микрополосковую линию.

Данная система соединения позволяет уменьшить количество изгибов и углов в контактных шинах, что снижает амплитуды отраженных сигналов в системе соединений и, соответственно, их нежелательную интерференцию с полезным сигналом в СВЧ диапазоне. Снижение потерь, в свою очередь, позволяет увеличить дальность
35 идентификации.

Предложенное последовательное соединение ВШП позволяет отказаться от использования контактных шин, которые проходят через акустические каналы, и тем самым избежать рассеяния ПАВ на контактных шинах и искажения распространяющегося акустического сигнала. При этом также снижаются потери
40 информационного сигнала РИМ.

Кроме того, заявляемая РИМ обладает высокой технологичностью производства вследствие отсутствия большого количества металлизированных участков, в частности, контактных шин сложной конфигурации.

45 Заявляемое изобретение поясняется с помощью фиг. 1-4, на которых изображены:
на фиг. 1 – общий вид электродной структуры заявляемой РИМ на ПАВ;
на фиг. 2 – импеданс ВШП - действительная $R(f)$ (а) и мнимая $X(f)$ (б) части - и нормированный спектр импульса ПАВ с частотой заполнения f_n (в) и f_{n+1} (г);

на фиг. 3 – амплитуда импульсного отклика $|S_{11}|$ для одного из акустических каналов, демонстрирующая серию отраженных сигналов;

на фиг. 4 – амплитуда импульсного отклика $|S_{11}|$ для акустического канала, в котором формируется «двугорбый» импульс.

На фиг. 1 позициями 1-5 обозначены:

1 – пьезоэлектрическая подложка;

2 – антенна;

3 – встречно-штыревой преобразователь (ВШП);

4 – отражатель;

5 – поглотитель.

Многодиапазонная радиочастотная идентификационная метка на поверхностных акустических волнах состоит из сформированных на пьезоэлектрической подложке 1 не менее двух акустических каналов и антенны 2. Каждый акустический канал содержит встречно-штыревой преобразователь (ВШП) 3 и не менее одного отражателя 4.

Подобная топология показана на фиг.1 в акустическом канале А. ВШП 3 состоит из металлических полосок-электродов, число, толщина, ширина и период следования которых определяют диапазон рабочих частот ВШП [Морган Д. Устройства обработки сигналов на ПАВ/ Д. Морган; пер. с англ. - М.: Радио и связь, 1990].

Отражатель 4 может состоять, по крайней мере, из одной металлической полоски или канавки, число, толщина, ширина и период следования которых определяют диапазон рабочих частот отражателя и коэффициент отражения [Морган Д. Устройства обработки сигналов на ПАВ/ Д. Морган; пер. с англ. - М.: Радио и связь, 1990].

Отражатель 4 может быть выполнен также в виде отражательной встречно-штыревой структуры (ВШС) [Акустоэлектронные устройства для обработки и генерации сигналов. Принципы работы, расчета и проектирования/ Под ред. Ю.В.Гуляева. М.: Радиотехника, 2012]. Каждый отражатель 4 расположен в одной из кодовых позиций, на которые условно разделён акустический канал. Минимальный размер кодовой позиции составляет $L_{кп} = \tau \times V_{ПАВ}$, где $\tau = 1/\Delta f$ – длительность импульса опроса, Δf – ширина частотного

диапазона акустического канала, $V_{ПАВ}$ – скорость ПАВ в пьезоэлектрической подложке. Число используемых в акустическом канале «i» кодовых позиций M_i однозначно определяет число различных кодов, которые могут быть закодированы с помощью данного канала.

За последним отражателем каждого акустического канала для устранения отражений могут быть размещены поглотители 5 ПАВ.

ВШП 3 каждого акустического канала электрически соединены последовательно друг с другом и с антенной 2, образуя единую микрополосковую линию передачи. Антенна 2 может быть выполнена, например, в виде S-образной ломаной линии и размещена на пьезоэлектрической подложке 1 по обеим сторонам относительно ряда последовательно соединенных ВШП 3.

В частном случае реализации изобретения, по крайней мере, один акустический канал может содержать два идентичных отражателя 4, расположенных по разные стороны от ВШП 3 и симметрично относительно центра последнего. Подобная топология показана на фиг.1 в акустическом канале Б.

Кроме того, для конкретной реализации изобретения, по крайней мере, один акустический канал может содержать два идентичных отражателя 4, расположенных по обеим сторонам от ВШП 3 асимметрично относительно центра последнего, причем один из отражателей 4 смещён от симметричного положения на расстояние $l = \tau V_{ПАВ}/4$.

Подобная топология показана на фиг.1 в акустическом канале В.

Также, по крайней мере, в одном акустическом канале ВШП 3 может быть выполнен однонаправленным.

Устройство работает следующим образом.

5 На антенну 2 поступает радиоимпульс опроса в виде импульса с частотой заполнения f_n ($n=1, 2, \dots, N$ – порядковый номер диапазона), соответствующей одному из используемых диапазонов рабочих частот. Возникший в антенне 2 СВЧ ток протекает через последовательно соединенные ВШП 3 всех используемых акустических каналов. В тех ВШП 3, у которых собственная резонансная частота возбуждения ПАВ не
10 совпадает с частотой заполнения f_n , вносимый в линию передачи импеданс является чисто ёмкостным и не вызывает потерь сигнала, и ПАВ при этом не возбуждается (фиг.2). При совпадении частоты f_n с резонансной частотой ВШП 3 возбуждается ПАВ, а импеданс ВШП 3 имеет активную составляющую порядка десятков Ом.

15 Сигнал ПАВ, распространяясь в акустическом канале, отражается от каждого отражателя 4 и порождает серию отраженных сигналов, возвращающихся на ВШП 3 (фиг.3). ВШП 3 преобразует эти сигналы в электромагнитные импульсы, которые излучаются антенной 2 в пространство и принимаются приемо-передатчиком (ридером). Таким образом, по результатам первого опроса в первом диапазоне рабочих частот
20 определяется первая часть кода, записанного в РИМ. Затем на антенну 2 посылают второй импульс опроса с частотой в следующем рабочем диапазоне частот, и аналогичным образом определяется следующая часть кода, и т.д.

В случае использования в устройстве поглотителей ПАВ, прошедшая все отражатели 4 в акустическом канале, поглощается поглотителем 5.

25 Для реализации устройства с акустическим каналом, содержащим два идентичных отражателя 4, расположенных по обеим сторонам от ВШП 3 симметрично относительно центра последнего, при приеме импульса опроса возбуждаются два импульса ПАВ, распространяющиеся в противоположные стороны от ВШП 3, отражающиеся от отражателей 4 и затем принимаемые ВШП 3. Так как отражатели 4
30 расположены симметрично, то сигналы отраженных импульсов ПАВ складываются, увеличивая почти в 2 раза амплитуду тока в ВШП 3, что снижает потери сигнала в метке при двукратном преобразовании на 6 дБ.

Если два идентичных отражателя 4 расположены несимметрично со сдвигом на $l = \tau V_{\text{ПАВ}}/4$, что соответствует сдвигу во времени на четверть длительности импульса
35 опроса, то на ВШП 3 формируется «двугорбый» импульс (фиг.4). Принятые ВШП 3 отраженные сигналы излучаются антенной 2. Ридер по форме импульсов может разделить простые импульсы, т.е. с формой импульса опроса, отраженные от окружающих предметов, и «двугорбые» импульсы, формируемые только РИМ и несущие информативный кодовый сигнал.

40 Этот прием необходим, когда требуется уменьшить начальную задержку сигнала в РИМ, например, на высоких частотах (более 3 ГГц), где сильно возрастают потери ПАВ на распространение.

В случае реализации устройства, в котором акустический канал содержит однонаправленный ВШП 3, излучающий ПАВ только в одну сторону, также достигается
45 дополнительное снижение потерь сигнала (не менее, чем на 6 дБ), и при этом уменьшаются габаритные размеры РИМ по сравнению с устройством с двумя идентичными симметрично расположенными отражателями.

В описанном устройстве за счет наличия в одной РИМ не менее двух акустических

каналов обеспечивается возможность получения общего количества кодов,

определяемого мультипликативным законом $Q_M = \prod_{i=1}^N M_i$, где N – число диапазонов,

5 M_i – число различных кодов, которые могут быть закодированы в i –м акустическом канале.

Пример одного из возможных вариантов реализации заявляемой РИМ.

РИМ содержит пять ($N=5$) акустических каналов, выполненных на пьезоэлектрическом кристалле из ниобата лития среза $Y+128^\circ$.

10 Каждый из каналов выполнен для следующих частотных диапазонов: 2,5-2,6 ГГц, 2,6-2,7 ГГц, 2,7-2,8 ГГц, 2,8-2,9 ГГц и 2,9-3,0 ГГц соответственно.

Каждый ВШП содержит по 33 электрода толщиной 100 нм с равными шириной электрода и зазором между электродами, принимающими значения 0,380 мкм, 0,358 мкм, 0,345 мкм, 0,333 мкм, 0,322 мкм соответственно.

15 Каждый акустический канал содержит по два идентичных отражателя, расположенных по обеим сторонам от ВШП симметрично относительно центра последнего и выполненных в виде пяти металлических полосок толщиной 100 нм с шириной электродов и зазором между электродами равными 0,380 мкм, 0,358 мкм, 0,345 мкм, 0,333 мкм, 0,322 мкм соответственно.

20 Антенна выполнена в виде S-образной ломаной линии с целью выравнивания в пространстве диаграммы направленности и размещена непосредственно на пьезоэлектрической подложке по обеим сторонам относительно соединенных ВШП.

Минимальная длительность импульса опроса для данной РИМ $\tau=10$ нс, а минимальная длина кодовой позиции (пространственной области для расположения отражателя) для пьезоэлектрической подложки из ниобата лития среза $Y+128^\circ$ составляет $L=\tau V_{ПДВ}/2=20$ мкм.

Таким образом, 100 кодовых позиций ($M=100$) имеют длину около 2 мм.

Начальная задержка кодового сигнала имеет обычно используемое значение 1 мкс, что соответствует длине в акустическом канале с учетом отражения 2 мм.

30 Тогда размер пьезоэлектрической подложки РИМ с расположением отражателей симметрично по разные стороны от ВШП в направлении акустических каналов составляет около 8 мм. Размер пьезоэлектрической подложки в направлении ряда последовательно соединенных ВШП определяется апертурой ВШП (от 150 до 160 мкм в зависимости от канала), расстояниями между ВШП (200 мкм) и размерами антенны и составляет около 10 мм.

Таким образом, общее количество кодов, которые могут кодировать такие РИМ, составляет $Q_M=100^5=10$ млрд шт.

(57) Формула изобретения

40 1. Многодиапазонная радиочастотная идентификационная метка на поверхностных акустических волнах, содержащая антенну, пьезоэлектрическую подложку и расположенные на пьезоэлектрической подложке не менее двух акустических каналов, каждый из которых состоит из встречно-штыревого преобразователя и не менее одного отражателя, при этом диапазоны рабочих частот различных акустических каналов
45 различны, отличающаяся тем, что встречно-штыревые преобразователи акустических каналов соединены последовательно, образуя с антенной единую микрополосковую линию.

2. Метка по п. 1, отличающаяся тем, что, по крайней мере, один акустический канал

содержит два идентичных отражателя, расположенных по обеим сторонам от встречно-штыревого преобразователя симметрично относительно центра встречно-штыревого преобразователя.

5 3. Метка по п. 1, отличающаяся тем, что, по крайней мере, один акустический канал содержит два идентичных отражателя, расположенных по обеим сторонам от встречно-штыревого преобразователя асимметрично относительно центра встречно-штыревого преобразователя, причем один из отражателей смещён от симметричного положения на расстояние $l = \tau V_{\text{ПАВ}}/4$, где τ - длительность импульса опроса, $V_{\text{ПАВ}}$ - скорость ПАВ.

10 4. Метка по п. 1, отличающаяся тем, что встречно-штыревой преобразователь, по крайней мере, в одном акустическом канале выполнен однонаправленным.

15

20

25

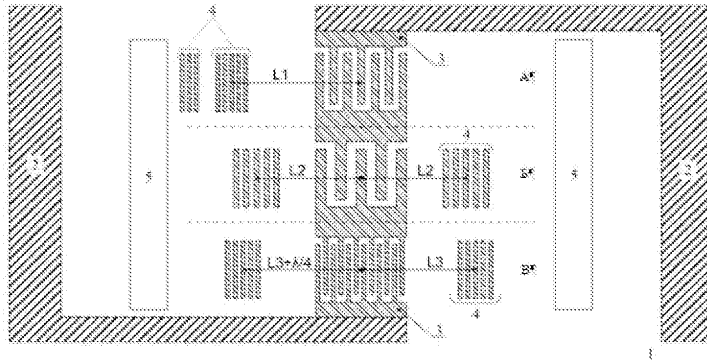
30

35

40

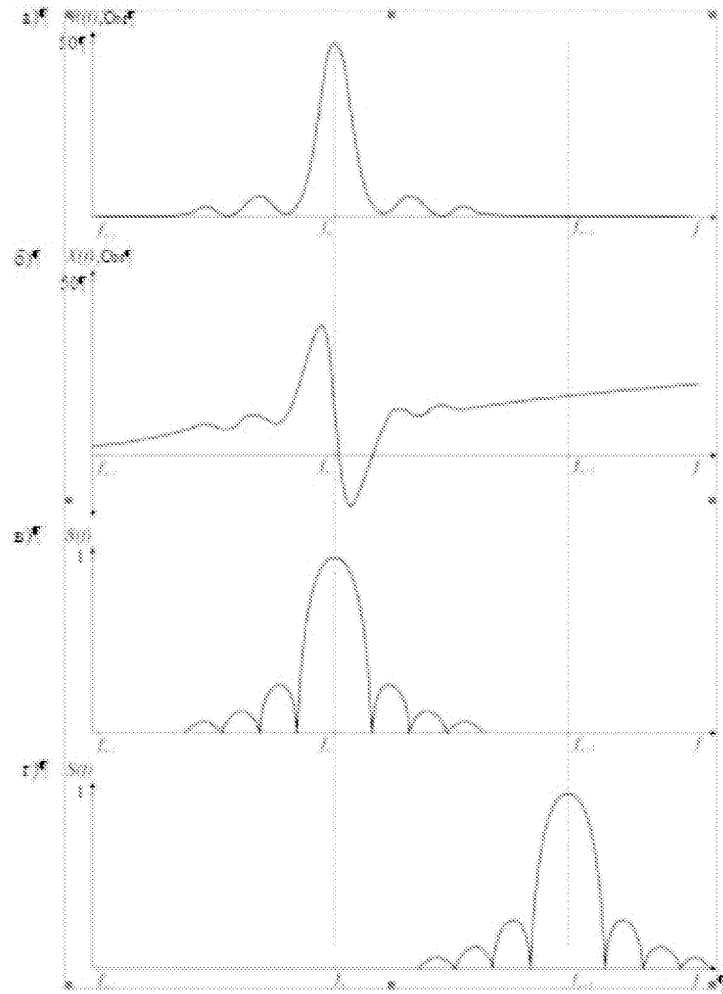
45

1

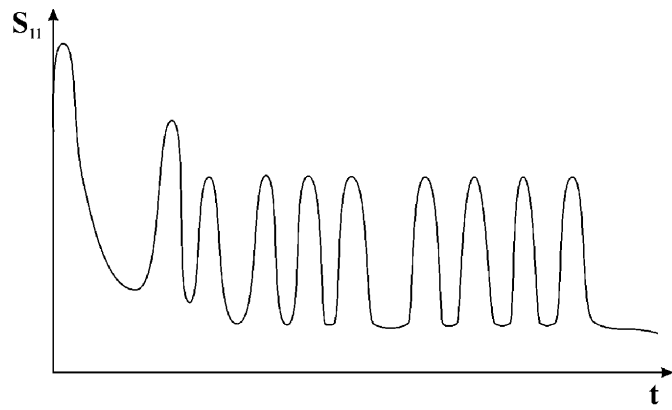


Фиг. 1

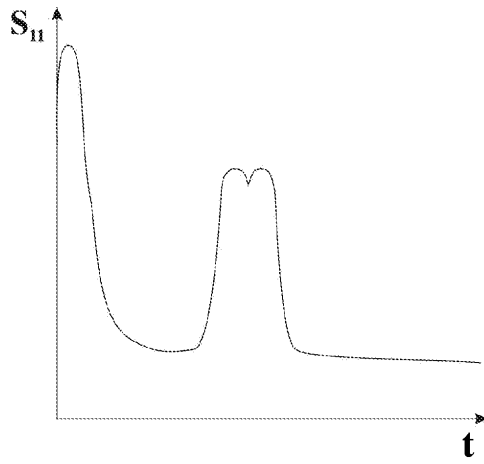
2



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4