



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013128455/28, 24.06.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
24.06.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 24.06.2013

(45) Опубликовано: 10.12.2014 Бюл. № 34

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU135451 U1, дата подачи 24.06.2013. RU2435228 C1, 27.11.2011. RU 2410716 C2, 27.01.2011. RU 2426148 C1, 10.08.2011. US2010073142 A1, 25.03.2010. В.Слюсар. Матералы в антенной технике: основные принципы и результаты. Первая миля, 3-4/2010, стр. 44-60

Адрес для переписки:

410012, г.Саратов, ул. Московская, 155, СГУ,  
ЦПУ, Н.В. Романовой

(72) Автор(ы):

Сучков Сергей Германович (RU),  
Николаевцев Виктор Андреевич (RU),  
Сучков Дмитрий Сергеевич (RU),  
Янкин Сергей Сергеевич (RU),  
Ермишин Владимир Владимирович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

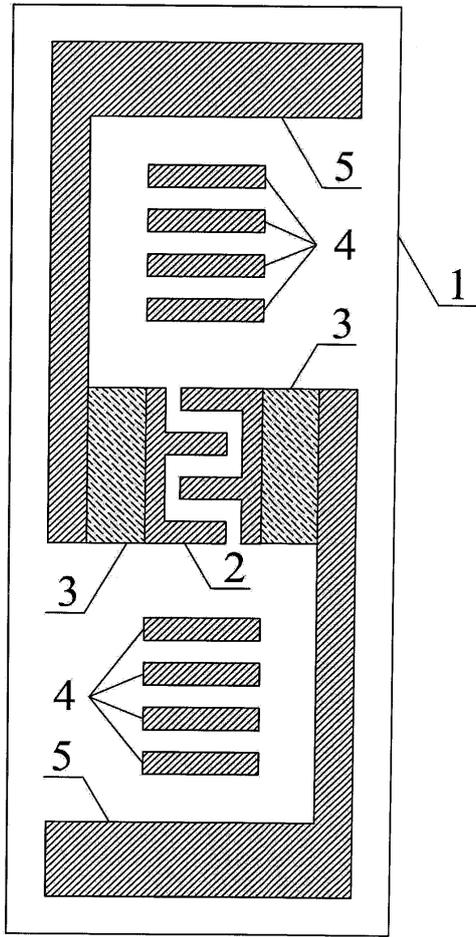
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
"Саратовский государственный университет  
имени Н.Г. Чернышевского" (RU)

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

(57) Реферат:

Изобретение относится к радиоэлектронике, в частности к пассивным устройствам радиочастотной идентификации на поверхностных акустических волнах (ПАВ). Технический результат заключается в улучшении идентификационных характеристик пассивной радиочастотной идентификационной метки на ПАВ. Устройство состоит из пьезоэлектрической

подложки, встречно-штыревого преобразователя (ВШП), системы отражателей и антенны. Последняя размещена наряду с ВШП и системой отражателей на пьезоэлектрической подложке и выполнена микрополосковой в виде ломаной линии по обеим сторонам относительно центра ВШП. 3 з.п. ф-лы, 3 ил.



Фиг. 2



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2013128455/28, 24.06.2013

(24) Effective date for property rights:  
24.06.2013

Priority:

(22) Date of filing: 24.06.2013

(45) Date of publication: 10.12.2014 Bull. № 34

Mail address:

410012, g.Saratov, ul. Moskovskaja, 155, SGU, TsPU,  
N.V. Romanovoj

(72) Inventor(s):

**Suchkov Sergej Germanovich (RU),  
Nikolaevtsev Viktor Andreevich (RU),  
Suchkov Dmitrij Sergeevich (RU),  
Jankin Sergej Sergeevich (RU),  
Ermishin Vladimir Vladimirovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe  
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego  
professional'nogo obrazovanija "Saratovskij  
gosudarstvennyj universitet imeni N.G.  
Chernyshevskogo" (RU)**

(54) **PASSIVE RADIO IDENTIFICATION LABEL ON SURFACE ACOUSTIC WAVES**

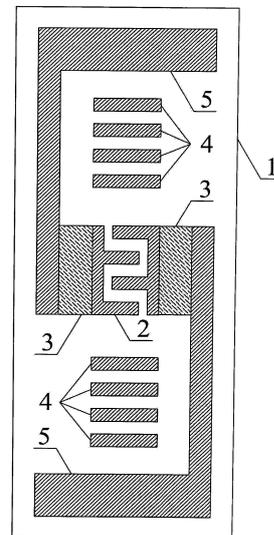
(57) Abstract:

FIELD: radio engineering, communication.

SUBSTANCE: device comprises a piezoelectric substrate, interdigitated converter, reflector system and antenna. The latter is placed onto the substrate as are interdigitated converter and reflector system. The antenna is in the shape of zigzag line on both sides from converter centre.

EFFECT: better identification performance of passive radio identification method on surface acoustic waves.

4 cl, 3 dwg



Фиг. 2

RU  
2 534 733  
C1

RU  
2 534 733  
C1

Изобретение относится к радиоэлектронике, в частности к пьезоэлектрическим устройствам, и может быть использовано в пассивных радиочастотных идентификационных (РЧИД) метках на поверхностных акустических волнах (ПАВ) для осуществления автоматического контроля передвижения объектов через зону радиочастотного контроля.

Известны идентификационные метки (см. патенты US: №6827281, МПК G06K 19/06; №6759789, МПК H01L 41/08; №5469170, МПК G01S 13/75, H01L 41/08), конструкция которых в настоящее время является наиболее распространенной (Фиг.1). Она состоит из пьезоэлектрической подложки 1, встречно-штыревого преобразователя (ВШП) 2, контактных шин 3 ВШП, системы отражателей 4 и антенны 5. Антенна 5 в такой метке расположена за пределами пьезоэлектрической подложки 1, представляет собой плоский контур и является магнитной антенной.

Работает такая метка следующим образом. Внешнее устройство - считыватель (или ридер) формирует радиочастотный импульс, принимаемый антенной 5, электроды которой посредством контактных шин 3 соединены с электродами ВШП 2. В последнем происходит преобразование электрического поля радиоимпульса в акустическое поле ПАВ, которая распространяется по пьезоэлектрической подложке 1 под прямым углом к электродам ВШП 2. На дальнейшее распространение ПАВ по поверхности пьезоэлектрического кристалла оказывают воздействие отражатели 4. Небольшая часть ПАВ отражается от каждого отражателя 4 и движется обратно по пьезоэлектрической подложке 1 в направлении ВШП 2. Оставшаяся часть ПАВ продолжает двигаться к краю пьезоэлектрической подложки 1 и там гасится. Последовательность импульсов, сформированная за счет отражения ПАВ от системы отражателей 4, приходит на ВШП 2, где преобразуется в высокочастотную последовательность электромагнитных импульсов. Закодированный последовательностью импульсов сигнал излучается магнитной антенной 5 и может быть принят ридером.

Однако магнитная антенна эффективно излучает перпендикулярно плоскости контура, но не излучает в направлениях вблизи плоскости и поэтому требует специальной ориентации при использовании, т.е. наилучшая связь между считывателем и меткой наблюдается, когда приемопередающая антенна считывателя и антенна метки находятся в параллельных плоскостях. В этом случае метка успешно идентифицируется считывателем. Если антенны расположены под углом, близким к 90°, одна относительно другой или ориентированы в одной плоскости, то метка идентифицирована не будет. Такая зависимость надежности считываемых идентификационных данных метки, использующих магнитную антенну, от ориентации ее по отношению к антенне считывателя является наиболее важным недостатком.

Кроме того, использование магнитной антенны препятствует миниатюризации метки, что особенно ощутимо при реализации меток с сигналом опроса порядка 6 ГГц, в которых при значительном уменьшении ПАВ-структуры размеры внешней антенны меняются незначительно.

Известна пассивная радиочастотная идентификационная метка из описания полезной модели CN №201583988, МПК G06K 19/077; H01Q 1/22; H01Q 13/08, содержащая микрополосковую антенну S-образной формы.

Однако данная метка рассчитана на использование полупроводникового чипа, что значительно снижает эксплуатационные характеристики, например, по ширине температурного интервала, по устойчивости к ионизирующим излучениям.

Известно устройство на ПАВ, являющееся пассивным гибридным сенсором в виде метки (патент US №8339219, МПК G08B 1/08; G08B 17/12; G08B 21/00; G08C 19/12; H03H

9/64). Устройство содержит фильтр на ПАВ, сенсор и электрическую антенну, нанесенную на гибкую подложку в виде микрополосковых линий.

Однако данное устройство имеет антенну размером порядка длины волны в вакууме  $\lambda_0$ , то есть десятки сантиметров.

5 Наиболее близким аналогом к заявляемому изобретению по совокупности существенных признаков является известная конструкция пассивной радиочастотной идентификационной метки на ПАВ, описанная выше [дополнительно: Victor P. Plessky, Leonard M. Reindl. Review on SAW RFID Tags. IEEE Trans. Ultrason. Ferroelectr. Freq. Control, vol.57, pp.654-668, 2010; О. Гуреева. Система радиочастотной идентификации на  
10 поверхностных акустических волнах // Компоненты и технологии, 2005, №6 и др.].

Задачей заявляемого изобретения является улучшение идентификационных характеристик пассивной радиочастотной идентификационной метки на ПАВ.

15 Сущность заявляемого изобретения заключается в том, что в пассивной радиочастотной идентификационной метке на поверхностных акустических волнах, содержащей антенну, пьезоэлектрическую подложку с расположенными на ней встречно-штыревым преобразователем и системой отражателей, антенна выполнена микрополосковой в виде ломаной линии и размещена на пьезоэлектрической подложке по обеим сторонам относительно центра встречно-штыревого преобразователя.

20 Кроме того, заявляется метка, в которой наряду с вышеназванными признаками антенна выполнена S-образной с центром, совпадающим с центром встречно-штыревого преобразователя.

Кроме того, заявляется метка, в которой наряду с вышеназванными признаками длина каждого антенного электрода лежит в диапазоне от  $0,2\lambda$  до  $0,4\lambda$ , где  $\lambda$  - длина замедленной электромагнитной волны.

25 Кроме того, заявляется метка, в которой наряду с вышеназванными признаками система отражателей состоит из двух групп отражателей, расположенных по обеим сторонам относительно центра встречно-штыревого преобразователя.

Технический результат заявляемого изобретения заключается в улучшении идентификационных характеристик РЧИД метки на ПАВ за счет приближения  
30 диаграммы направленности ее антенны к сферической. Данный технический результат достигается благодаря использованию электрической антенны, размещенной на пьезоэлектрической подложке по обеим сторонам относительно центра ВШП и выполненной в виде ломаной линии. Использование такой конструкции антенны обеспечивает близкую к сферической форму диаграммы направленности антенны.

35 Такая диаграмма направленности обеспечивает слабую зависимость от пространственной ориентации метки амплитуд, принятых считывателем кодовых сигналов, что расширяет область стабильной идентификации по сравнению с меткой, имеющей магнитную антенну, тем самым исключая «слепые» области, в которых метка не может быть идентифицирована ридером.

40 Кроме того, использование заявляемой конструкции метки позволяет обеспечить малые габариты готового изделия, особенно на высоких частотах, за счет одновременного размещения ПАВ-структуры и антенной структуры на единой подложке. Размеры антенны, расположенной на поверхности пьезоэлектрической подложки, составляют приблизительно половину длины замедленной электромагнитной  
45 волны в пьезоэлектрической подложке, рассчитываемой по формуле:

$$\lambda = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_{эфф}}},$$

где  $\lambda$  - длина замедленной волны,

$\lambda_0$  - длины волны в вакууме,

$\epsilon_{эфф}$  - эффективная диэлектрическая проницаемость.

Эффективная диэлектрическая проницаемость рассчитывается по формуле:

$$\epsilon_{эфф} = \frac{\epsilon_{подл} + 1}{2},$$

где  $\epsilon_{подл}$  - диэлектрическая проницаемость подложки.

Например, для значения диэлектрической проницаемости  $Y+128^\circ$  среза ниобата лития, часто используемого в качестве материала пьезоэлектрической подложки,  $\epsilon_{подл}=46$ , тогда эффективная диэлектрическая проницаемость составляет  $\epsilon_{эфф}=23,5$ . При этом значении коэффициент замедления электромагнитной волны в антенне, расположенной на пьезоэлектрической подложке, составляет:

$$n = \sqrt{\epsilon_{эфф}} = 4,85$$

В то время как для магнитной антенны в отсутствие магнетика в окружающей среде он равен приблизительно 1.

Таким образом, размеры антенны в заявляемой метке приблизительно в 5 раз меньше размеров внешней магнитной антенны, что позволяет значительно уменьшить размеры всего устройства.

Дополнительным техническим результатом использования заявляемого изобретения является упрощение технологии изготовления изделия за счет нанесения ВШП, системы отражателей и антенной структуры на единую пьезоэлектрическую подложку в одном технологическом цикле.

Заявляемое изобретение поясняется с помощью Фиг.1-3, на которых изображено:

на Фиг.1 - известная конструкция пассивной РЧИД метки на ПАВ;

на Фиг.2 - заявляемая конструкция пассивной РЧИД метки на ПАВ;

на Фиг.3 - диаграммы направленности.

На Фиг.1-2 позициями 1-5 обозначены:

1 - пьезоэлектрическая подложка;

2 - встречно-штыревой преобразователь (ВШП);

3 - контактная шина ВШП;

4 - отражатель;

5 - антенна.

На Фиг.3 позициями А, Б обозначены:

А - диаграмма направленности магнитной антенны в плоскости, перпендикулярной контуру;

Б - диаграмма направленности электрической антенны в плоскости подложки в заявляемой РЧИД метке на ПАВ.

Пассивная радиочастотная идентификационная метка на поверхностных акустических волнах содержит пьезоэлектрическую подложку 1, на которой размещены: ВШП 2, контактные шины 3 ВШП, отражатели 4 и антенна 5. Антенна 5, выполненная в виде ломаной линии, размещена симметрично по обеим сторонам относительно центра ВШП 2 и соединена с ним контактными шинами 3. В конкретном случае реализации метки антенна 5 может быть выполнена S-образной формы. Также в частном случае исполнения метки отражатели 4 могут быть разбиты на две группы и размещены по обеим сторонам относительно центра ВШП 2.

Пассивная радиочастотная идентификационная метка на поверхностных акустических

волнах работает следующим образом.

Радиочастотный импульс запроса, формируемый считывателем (или ридером), принимается антенной 5, которая может находиться в любом пространственном положении, в отличие от известных аналогов, вследствие сферически симметричной диаграммы направленности Б (Фиг.3). Для эффективного преобразования электромагнитного сигнала в акустический и обратно антенна 5 должна быть согласована с ВШП 2, то есть импеданс антенны 5 должен быть комплексно сопряжен импедансу ВШП 2. Поэтому электроды антенны 5 не обязательно должны быть равны наиболее эффективному размеру диполей электрической антенны, равному  $\lambda/4$ , где  $\lambda$  - длина замедленной волны. Их длина зависит от величины импеданса ВШП 2 и требований к изрезанности диаграммы направленности, что удовлетворяется изменением длины и формы ломаной линии, а также ширины и толщины антенных электродов, поэтому размеры антенных электродов могут быть как меньше  $0,25\lambda$ , так и больше. В частном случае воплощения заявляемого изобретения размер антенных электродов лежит в интервале  $(0,2 \div 0,4)\lambda$ . Дополнительно использование антенны S-образной формы обеспечивает излучение (или прием) в направлениях, близких к направлению основных диполей. Через контактные шины 3 ВШП радиочастотный сигнал поступает на электроды ВШП 2, в котором происходит преобразование электрического поля радиоимпульса в акустическое поле ПАВ. Частный случай реализации изобретения предполагает использование двух групп отражателей 4, расположенных по обеим сторонам относительно центра ВШП 2 (Фиг.2). В этом случае возбужденная ПАВ распространяется в обе стороны от ВШП 2 в виде акустических импульсов в направлении отражателей 4. От каждого отражателя 4 происходит отражение части энергии акустического импульса, в результате чего на ВШП 2 акустические импульсы приходят в разное время, преобразуются посредством ВШП 2 в радиоимпульсы и излучаются антенной 5 в пространство. Таким образом, РЧИД метка формирует кодовую последовательность импульсов, которую принимает считыватель и обрабатывает ее для идентификации объекта, несущего РЧИД метку.

В наиболее близком аналоге интенсивность излучения магнитной антенны в разных направлениях имеет различие до 7 дБ, и диаграмма направленности А такой антенны не является сферической (Фиг.3). Для электрической антенны значение на диаграмме Б  $0^\circ$  соответствует излучению в направлении, перпендикулярном отражателям 4. Интенсивность излучения электрической антенны в дальнем поле различается не более чем на 1 дБ, то есть практически одинакова во всех направлениях, и диаграмма направленности Б такой антенны близка к сферической.

Заявляемая конструкция РЧИД метки в диапазоне, например, 6 ГГц (замедленная длина волны  $\lambda \approx 10$  мм), может иметь размеры подложки  $6 \times 3 \times 1$  мм<sup>3</sup>, что на порядок меньше выпускаемых в настоящее время.

#### Формула изобретения

1. Пассивная радиочастотная идентификационная метка на поверхностных акустических волнах, содержащая антенну, пьезоэлектрическую подложку с расположенными на ней встречно-штыревым преобразователем и системой отражателей, отличающаяся тем, что антенна выполнена микрополосковой в виде ломаной линии и размещена на пьезоэлектрической подложке по обеим сторонам относительно центра встречно-штыревого преобразователя.

2. Метка по п.1, отличающаяся тем, что антенна выполнена S-образной с центром, совпадающим с центром встречно-штыревого преобразователя.

3. Метка по п.2, отличающаяся тем, что длина каждого антенного электрода лежит в диапазоне от  $0,2\lambda$  до  $0,4\lambda$ , где  $\lambda$  - длина замедленной электромагнитной волны.

4. Метка по п.1, отличающаяся тем, что система отражателей состоит из двух групп отражателей, расположенных по обеим сторонам относительно центра встречно-  
5 штыревого преобразователя.

10

15

20

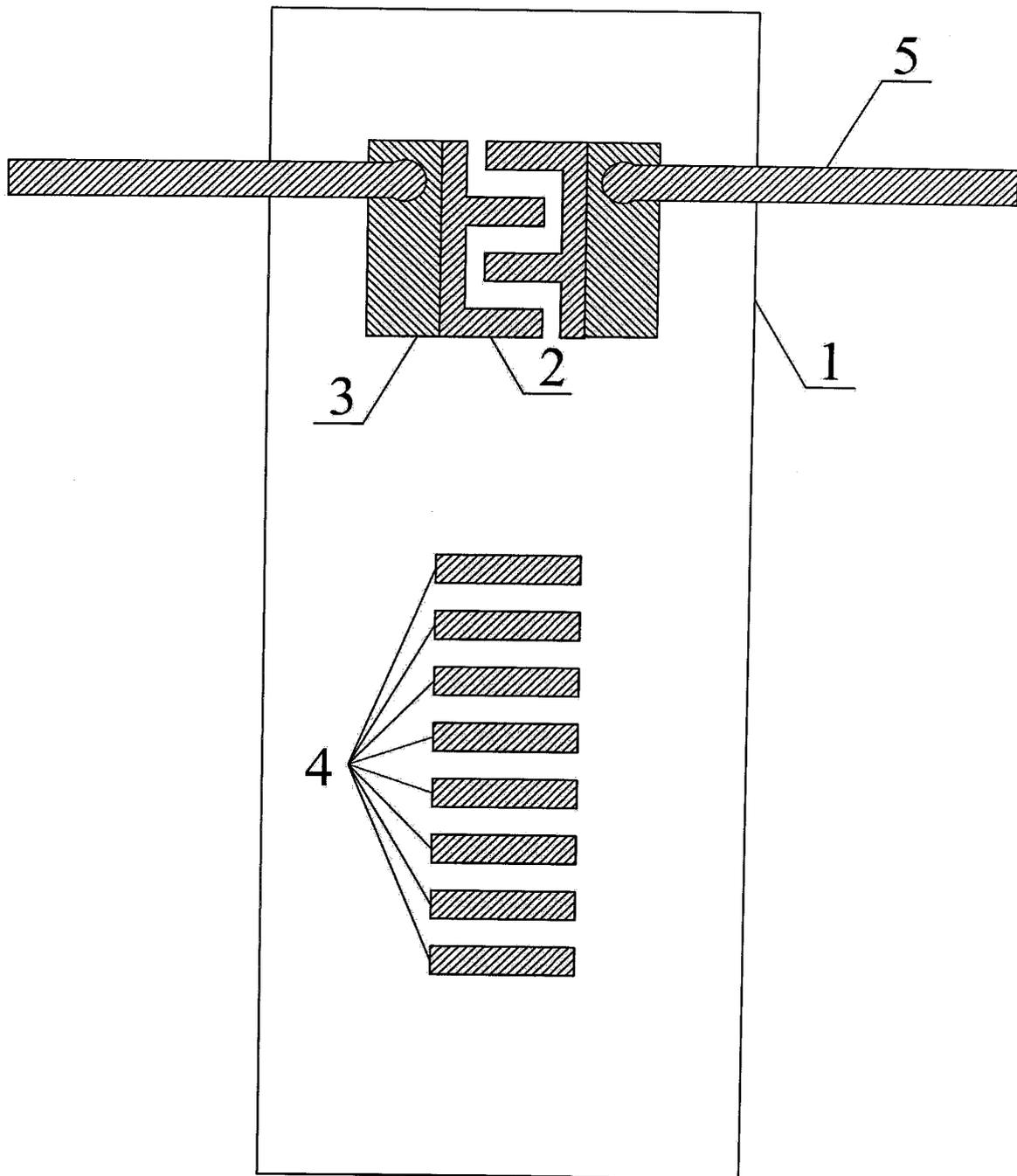
25

30

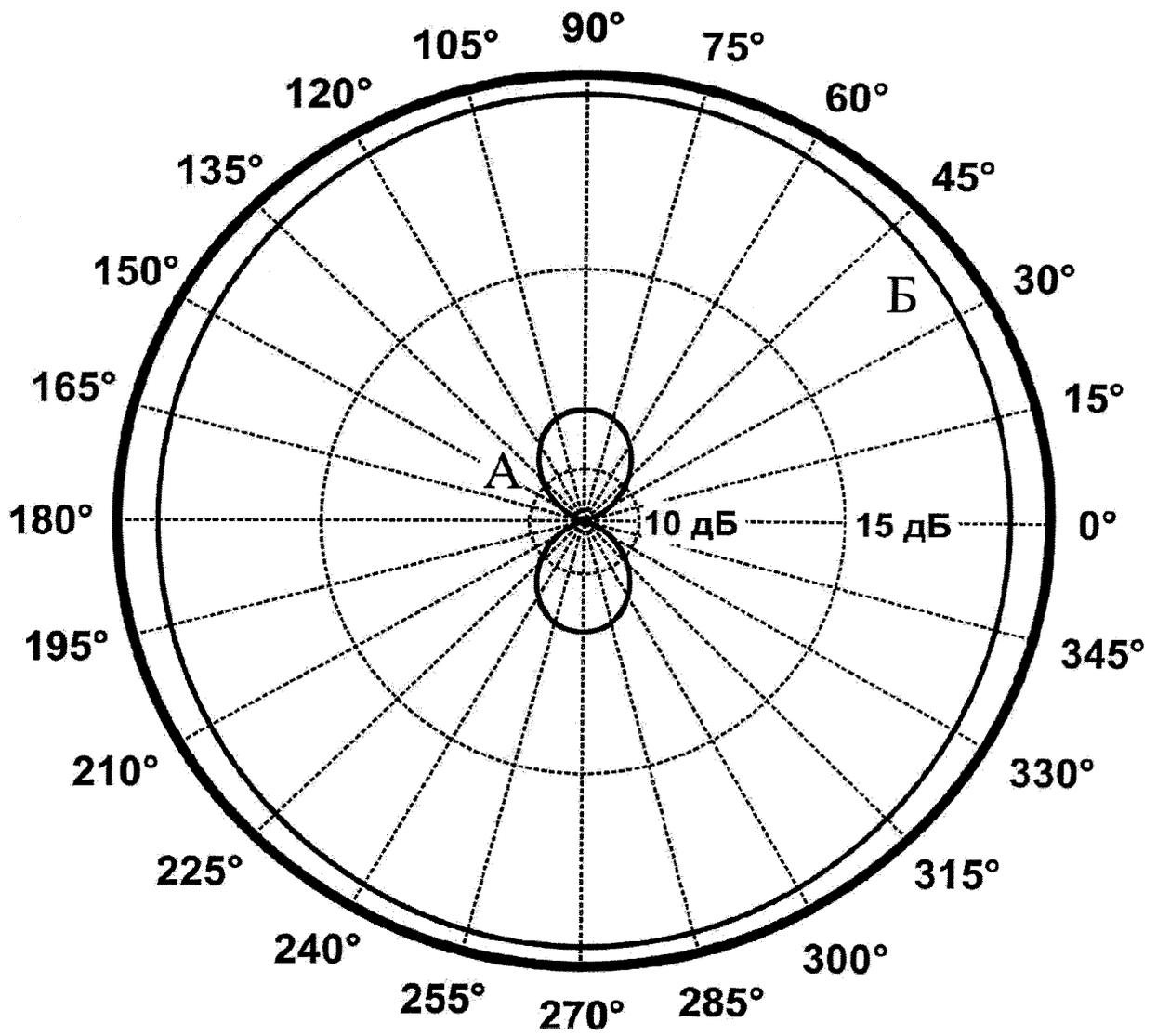
35

40

45



Фиг. 1



Фиг. 3