



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2007122090/28, 13.06.2007

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
13.06.2007

(45) Опубликовано: 10.12.2008 Бюл. № 34

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2171997 C2, 10.08.2001. SU 1642262
A1, 15.04.1991. RU 94028880 A1, 20.06.1996.
JP 2003224441 A, 08.08.2003. JP 60107531 A,
13.06.1985.

Адрес для переписки:

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

(72) Автор(ы):

Сучков Сергей Германович (RU),
Сучков Дмитрий Сергеевич (RU),
Сучкова Наталия Львовна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

ГОУ ВПО "Саратовский государственный
университет имени Н.Г. Чернышевского" (RU)

(54) АКУСТИЧЕСКИЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ ЧАСТОТЫ РАДИОСИГНАЛОВ

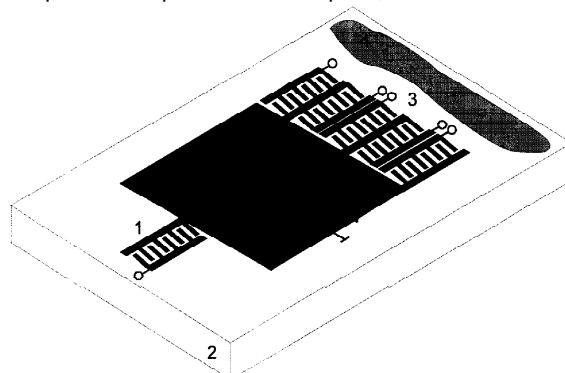
(57) Реферат:

Изобретение относится к радиоизмерительной технике и может быть использовано в качестве высокоточного измерителя мгновенной частоты радиосигналов в широкополосных системах связи, пеленгации и радиоразведке. Техническим результатом изобретения является уменьшение размеров, упрощение конструкции и повышение надежности. Акустический измеритель частоты радиосигналов содержит входной преобразователь поверхностной акустической волны, кристаллический звукопровод, блок выходных преобразователей, регистрирующую систему, подключенную к блоку выходных преобразователей. При этом поверхность кристаллического звукопровода между входным преобразователем поверхностной акустической волны и блоком выходных преобразователей поверхностной акустической волны покрыта пленкой материала, имеющего модуль сдвига меньше, чем у материала звукопровода, с толщиной не менее $\lambda/20$, где λ - длина поверхностной акустической волны, длина пленки L

и ширина блока выходных преобразователей W
выбраны из условия

$$L \geq \frac{W}{\operatorname{tg}(\Delta\theta)}$$

где $\Delta\theta = \theta_1 - \theta_n$, θ_1 , θ_n - углы отклонения групповой скорости от фазовой для крайних частот рабочего диапазона, при этом блок выходных преобразователей выполнен в виде набора преобразователей, расположенных в пределах сектора с углом $\Delta\theta$. Преобразователи выполнены встречно-штыревыми. 1 з.п. ф-лы, 3 ил.



Фиг.3



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21), (22) Application: **2007122090/28, 13.06.2007**(24) Effective date for property rights: **13.06.2007**(45) Date of publication: **10.12.2008 Bull. 34**

Mail address:

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

(72) Inventor(s):

**Suchkov Sergej Germanovich (RU),
Suchkov Dmitrij Sergeevich (RU),
Suchkova Natalija L'vovna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**GOU VPO "Saratovskij gosudarstvennyj
universitet imeni N.G. Chernyshevskogo" (RU)**

(54) **ACOUSTIC DEVICE FOR MEASURING FREQUENCY OF RADIO SIGNALS**

(57) Abstract:

FIELD: physics; radio.

SUBSTANCE: present invention pertains to radio-measuring techniques and can be used as a high-frequency device for measuring instantaneous frequency of radio signals in wideband communication systems, position finding and radio interception. The technical outcome of the invention is reduced dimensions, simplification of the structure and increased efficiency of the device. The acoustic device for measuring frequency of radio signals comprises an input acoustic surface wave converter, crystalline acoustic line, output converter unit and a recording system, connected to the output converter unit. The surface of the crystalline acoustic line between the input acoustic wave converter and the unit of output acoustic surface wave converters is covered by a film of material, with shearing modulus of elasticity less than that of the material of the acoustic line, with thickness of not less than $\lambda/20$, where λ is the wavelength of the acoustic surface waves. The length L of the film and width W of the output

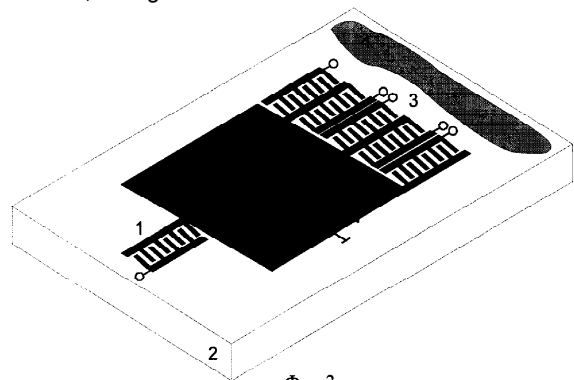
converters is chosen from the condition

$$L \geq \frac{W}{\text{tg}(\Delta\theta)},$$

where $\Delta\theta = \theta_1 - \theta_n$, θ_1 , θ_n are deviation angles of the group velocity from the phase velocity for the extreme frequencies of the operation range. The output converters' unit is in form of a set of converters, arranged at the boundaries of the sector with angle $\Delta\theta$. The converters are interdigital.

EFFECT: smaller dimensions, simpler structure and increased efficiency.

2 cl, 3 dwg



Фиг.3

Изобретение относится к радиоизмерительной технике и может быть использовано в качестве высокоточного измерителя мгновенной частоты радиосигналов в широкополосных системах связи, пеленгации и радиоразведке.

Известны акустооптические устройства для измерения частоты радиосигналов (акустооптические анализаторы спектра), в которых используется взаимодействие лазерного пучка света с упругой волной в кристалле (С.В.Кулаков. Оптическая обработка радиосигналов в реальном времени. Москва: Радио и связь, 1989. - 136 с.). В них падающий свет, проходя через дифракционную решетку, образованную объемной или поверхностной акустической волной, отклоняется от своего первоначального направления (дифрагирует) на угол, приблизительно пропорциональный частоте упругой волны. Это свойство акустооптического взаимодействия и дает возможность осуществлять спектральный анализ радиосигнала, который возбуждает упругую волну. Важнейшим преимуществом такого анализатора по сравнению с приборами, основанными на супергетеродинном приеме с генератором качающейся частоты, является практически мгновенное получение всего спектра анализируемого радиоимпульса. При этом прибор работает в реальном масштабе времени. В настоящее время акустооптические анализаторы спектра широко применяются в системах анализа радиосигналов.

Недостатком этих устройств является объемность (непланарность) их конструкции, обусловленная необходимостью использования разнородных по среде распространения волн элементов: лазера и оптической системы, с одной стороны, и пьезопреобразователей и звукопровода - с другой стороны. Объемность конструкции акустооптических устройств усложняет их применение в системах, подвергающихся сильным вибрациям или удару.

В качестве прототипа рассмотрен акустооптический измеритель параметров радиосигналов (см. патент на изобретение РФ №2171997, G01R 023/17). Акустооптический измеритель параметров радиосигналов состоит из последовательно расположенных по ходу светового луча лазера коллиматора, сигнального акустооптического дефлектора и интегрирующей линзы, первого вспомогательного акустооптического дефлектора, соединенного с первым фотоприемником, и измерителя временных интервалов, при этом на электрический вход сигнального акустооптического дефлектора подается измеряемый радиосигнал, устройство управления выполнено с возможностью формирования короткого импульса и подачи этого импульса на электрический вход первого вспомогательного акустооптического дефлектора. Один из входов измерителя временных интервалов соединен с устройством управления. Между интегрирующей линзой и измерителем временных интервалов введены последовательно расположенные по ходу светового луча световой делитель дифрагированного лазерного излучения, второй вспомогательный акустооптический дефлектор и второй фотоприемник. При этом делитель дифрагированного лазерного излучения выполнен с возможностью подачи лазерного излучения на первый вспомогательный акустооптический дефлектор, второй вспомогательный акустооптический дефлектор выполнен с возможностью распространения упомянутого короткого импульса встречно направлению распространения короткого импульса в первом вспомогательном акустооптическом дефлекторе, выходы первого и второго фотоприемников нагружены на входы селектора длительности импульсов, выход которого подключен ко входу измерителя временных интервалов.

Недостатком такого устройства, являющегося измерительным прибором с высокими техническими характеристиками, также является сложность конструкции, не позволяющая его использовать в системах с большим уровнем вибраций и акустических шумов.

Изобретение предназначено для уменьшения размеров, упрощения конструкции и повышения надежности акустического измерителя частоты радиосигналов, что позволит применять такие приборы в системах с высоким уровнем вибраций и акустических шумов, а также позволит выдерживать ударные нагрузки до 1500 г.

Поставленная задача решается тем, что в акустическом измерителе частоты радиосигналов, содержащем входной преобразователь поверхностной акустической волны, кристаллический звукопровод, блок выходных преобразователей, регистрирующую

систему, подключенную к блоку выходных преобразователей, согласно решению поверхность кристаллического звукопровода между входным преобразователем поверхностной акустической волны и блоком выходных преобразователей поверхностной акустической волны покрыта пленкой материала, имеющего модуль сдвига меньше, чем у материала звукопровода, с толщиной не менее $\lambda/20$, где λ - длина поверхностной акустической волны, длина пленки L и ширина блока выходных преобразователей W выбраны из условия

$$L \geq \frac{W}{\operatorname{tg}(\Delta\theta)}$$

где $\Delta\theta = \theta_1 - \theta_n$, θ_1 , θ_n - углы отклонения групповой скорости от фазовой для крайних частот рабочего диапазона, при этом блок выходных преобразователей выполнен в виде набора преобразователей, расположенных в пределах сектора с углом $\Delta\theta$.

Преобразователи выполнены встречно-штыревыми.

Изобретение поясняется чертежами, на фиг.1 приведена зависимость угла отклонения вектора групповой скорости ПАВ от вектора фазовой скорости в слоистой структуре, на фиг.2 показано расположение на плоскости пьезокристаллической подложки входного встречно-штыревого преобразователя (ВШП) и блока из n выходных ВШП, на фиг.3 - предлагаемое устройство, где 1 - входной ВШП, 2 - пьезокристаллическая подложка, 3 - блок выходных ВШП, 4 - поглотитель.

Сущность изобретения состоит в том, что для измерения частоты радиосигнала, возбужденного с помощью встречно-штыревого преобразователя (ВШП) поверхностную акустическую волну (ПАВ) на поверхности пьезокристаллической подложки, покрытой пленкой иного материала, используется эффект частотной зависимости угла отклонения вектора групповой скорости ПАВ от вектора фазовой скорости в слоистой структуре. На фиг.1 для примера приведена зависимость этого угла, обозначенного θ , от частоты ПАВ, распространяющейся по поверхности кристалла ниобата лития среза $Y+128^\circ$, покрытого пленкой алюминия толщиной 0,3 мкм, причем вектор фазовой скорости направлен под углом $\varphi = 72.9^\circ$ к кристаллофизической оси X, при котором в этом срезе для диапазона частот от $f_{\min} = 1200$ МГц до $f_{\max} = 1600$ МГц изменение угла отклонения потока энергии сигнала (вектора групповой скорости) θ от направления фазовой скорости, определяемого перпендикуляром к штыревым электродам ВШП, максимально и составляет $\Delta\theta = 8.74^\circ - 5.7^\circ = 3.04^\circ$.

Для того, чтобы пленка оказывала существенное влияние на угол отклонения потока энергии, необходимо, как показывают наши расчеты, чтобы скорость ПАВ на поверхности, покрытой пленкой, была меньше скорости ПАВ на свободной поверхности, а это возможно тогда, когда модуль сдвига пленки меньше такого же модуля упругости подложки. Кроме того, необходимо, чтобы толщина пленки была не менее $\lambda/20$, где λ - длина поверхностной акустической волны.

Таким образом, если на определенном удалении от возбуждающего (входного) ВШП расположить выходные ВШП под разными углами к направлению входного ВШП, можно определить частоту входного сигнала по номеру ВШП, с которого снимается максимальный сигнал. Для получения разделения частотных каналов необходимо обеспечить удаленность блока выходных ВШП от входного на расстояние

$$L \geq \frac{W}{2\operatorname{tg}\left(\frac{\Delta\theta}{2}\right)} \approx \frac{W}{\Delta\theta}$$

где $\Delta\theta = \theta(f_1) - \theta(f_n)$, W - ширина (апертура) блока ВШП. Так, например, для $f_1 - f_n = 409$ МГц из фиг.2 имеем $\Delta\theta = 3.04^\circ$, тогда при $W = 500\lambda = 0.75$ мм получим расстояние $L \geq 14.2$ мм, что позволяет уменьшить размеры акустического измерителя частоты по сравнению с существующими более чем на порядок.

Эта конфигурация преобразователей поясняется фиг.2, на которой схематично показано расположение на плоскости пьезокристаллической подложки входного ВШП и блока из n

выходных ВШП, между которыми находится, например, заземленная металлизированная область поверхности звукопровода. На фиг.2 также показаны направления фазовой V_{ϕ} (пунктир) и групповой V_{gp} (сплошная) скорости ПАВ для одной из средних частот из рабочего диапазона (f_1, f_n), а также штриховыми линиями показаны направления групповых скоростей для разных частот (масштаб по апертуре ВШП и углу отклонения групповой скорости от фазовой значительно увеличен)

Акустический измеритель частоты радиосигналов работает следующим образом (фиг.3): при подаче на входной ВШП 1 радиосигнала за счет пьезоэффекта на поверхности пьезокристаллической подложки 2 возникают радиочастотные механические напряжения, которые возбуждают на поверхности кристаллической подложки ПАВ, распространяющуюся к блоку выходных ВШП 3. В зависимости от частоты ПАВ поток энергии распространяется преимущественно к одному из выходных ВШП, в котором за счет пьезоэффекта часть мощности акустической волны преобразуется в электрическую мощность, которая снимается с подключенной к выходному ВШП электрической нагрузки в виде полезного сигнала, а другая часть мощности уносится прошедшей ПАВ к краю подложки, где поглощается поглотителем 4. Если поток энергии направлен между соседними выходными ВШП, то вследствие дифракционного расхождения акустического потока сигнал будет сниматься с соседних ВШП, и по соотношению амплитуд выходных сигналов частота также может быть определена с высокой точностью.

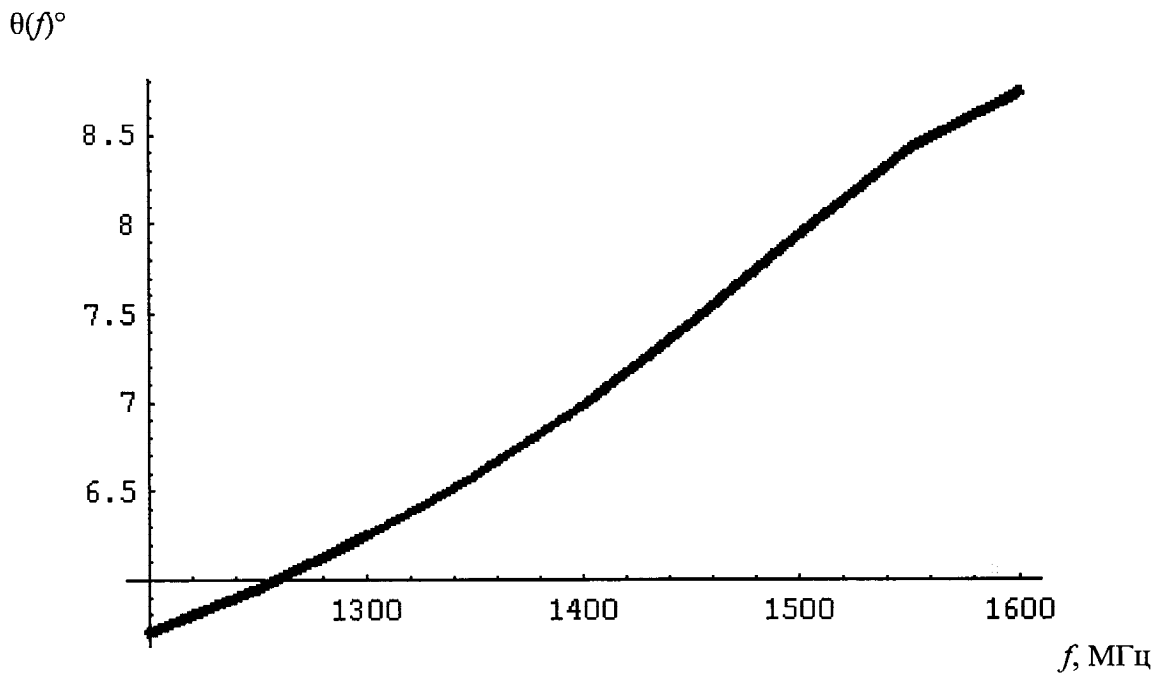
Формула изобретения

1. Акустический измеритель частоты радиосигналов, содержащий входной преобразователь поверхностной акустической волны, кристаллический звукопровод, блок выходных преобразователей, регистрирующую систему, подключенную к блоку выходных преобразователей, отличающийся тем, что поверхность кристаллического звукопровода между входным преобразователем поверхностной акустической волны и блоком выходных преобразователей поверхностной акустической волны покрыта пленкой материала, имеющего модуль сдвига меньше, чем у материала звукопровода, с толщиной не менее $\lambda/20$, где λ - длина поверхностной акустической волны, длина пленки L и ширина блока выходных преобразователей W выбраны из условия

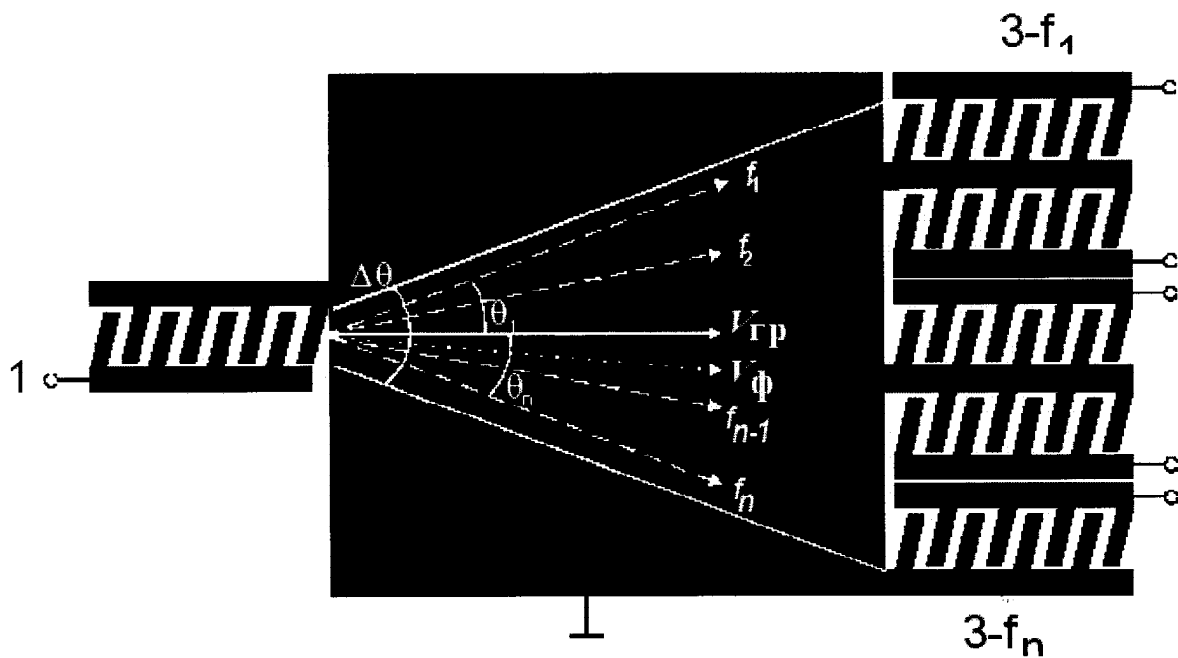
$$L \geq \frac{W}{\operatorname{tg}(\Delta\theta)}$$

где $\Delta\theta = \theta_1 - \theta_n$, θ_1, θ_n - углы отклонения групповой скорости от фазовой для крайних частот рабочего диапазона, при этом блок выходных преобразователей выполнен в виде набора преобразователей, расположенных в пределах сектора с углом $\Delta\theta$.

2. Акустический измеритель по п.1, отличающийся тем, что преобразователи выполнены встречно-штыревыми.



Фиг. 1



Фиг. 2