



(19) RU (11) 2171008 (13) C1
 (51) 7 H 03 H 9/145

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
 ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ**
 к патенту Российской Федерации

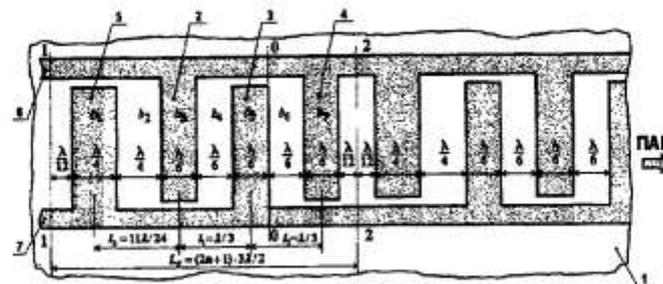
1

(21) 99125446/09 (22) 03.12.1999
 (24) 03.12.1999
 (46) 20.07.2001 Бюл. № 20
 (72) Швец В.Б., Орлов В.С.
 (71) (73) Швец Валерий Борисович, Орлов Виктор Семенович
 (56) Proc. 1977 IEEE Ultrasonics Symposium. - Toronto, Canada: 1977, p.69-72. RU 2117383 C1, 10.08.1998. SU 585589 A, 15.01.1978. EP 0840446 A2, 06.05.1998. WO 93/08641 29.04.1993. WO 95/14332 A1, 26.05.1995.

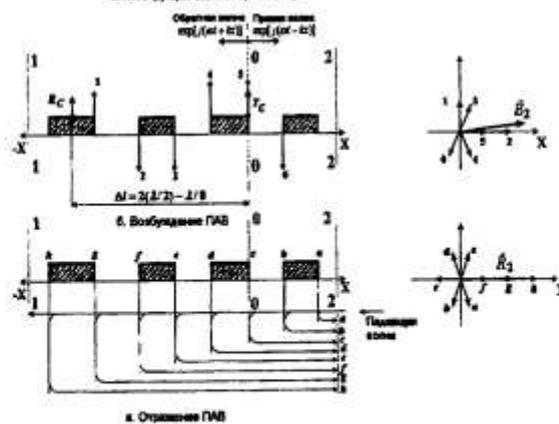
2

Адрес для переписки: 115569, Москва, Каширское ш., 80, корп.1, кв.135, В.С.Орлову

(54) **ВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ ОДНОНАПРАВЛЕННЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ПОВЕРХНОСТНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛН**
 (57) Изобретение относится к радиоэлектронике и может быть использовано в фильтрах промежуточных и несущих радиочастот для селекции сигналов в радиотелефонах, пейджерах, мобильных системах связи и т.д. Техническим результатом является уменьшение вносимых потерь устройства. При подаче электрического сигнала на однонаправленный



а. Конструкция элементарной секции



Фиг. 2

RU 2171008 C1

RU 2171008 C1

преобразователь, содержащий элементарные секции из трех противофазных возбуждающих электродов и отражающего электрода, в пьезоэлектрической подложке возбуждаются поверхностные акустические волны (ПАВ), распространяющиеся в прямом и обратном направлениях. Для обеспечения преимущественной направленности излучения ПАВ вдоль оси X в однонаправленном преобразователе выполняются следующие условия. В каждой элементарной секции ширины первого, второго и третьего возбуждающих электродов выбраны из приведенных

соотношений. При этом отражающий электрод соединен с потенциальной или "земляной" суммирующей шиной, а полярность соединения отражающего электрода - с указанными шинами и выбрана противоположной полярности соединения третьего возбуждающего электрода с этими же шинами. При этом соседние элементарные секции размещены с заданным периодом, а полярность соединения соседних элементарных секций с потенциальной и "земляной" суммирующими шинами выполнена чередующейся. 3 з.п. ф-лы, 4 ил.

Изобретение относится к радиоэлектронике и может быть использовано в фильтрах на поверхностных акустических волнах (ПАВ) для селекции сигналов на промежуточных 70-400 МГц и несущих частотах 800-2400 МГц систем мобильной связи: в радиотелефонах, радиоудлинителях, пейджерах и т.д.

Известно большое разнообразие однофазных однонаправленных преобразователей (ОНП) ПАВ, содержащих системы возбуждающих и отражающих электродов [1]. Эти ОНП с внутренними отражателями предназначены для уменьшения вносимых потерь и снижения искажающего влияния сигналов тройного прохождения в фильтрах на ПАВ.

Как показано в [1], в преобразователе, содержащем систему возбуждающих электродов и систему отражающих электродов, максимальное подавление ПАВ в обратном направлении (или максимальная направленность излучения ПАВ в прямом направлении) достигается в случае, когда фаза φ_k волны в центре отражения R_c , отличается от фазы φ_0 волны в центре возбуждения T_c на угол $\pi/4$, т.е.

$$\varphi_k = \varphi_0 \pm \pi/4 \pm \pi k, \quad (1)$$

т.е. когда центр возбуждения T_c и центр отражения R_c смещены относительно друг друга на расстояние

$$\Delta l = \pm \lambda/8 \pm k\lambda/2. \quad (2)$$

При смещении центров возбуждения и отражения относительно друг друга на расстояние $\Delta l \neq \pm \lambda/8$ направленность излучения ухудшается.

Знак (+) или (-) в уравнениях (1) и (2) выбирается в зависимости от электрических условий, реализуемых в системе отражающих электродов (используются электрические изолированные или электрические закороченные электроды) и выбранного направления преимущественного излучения ПАВ (вдоль оси X или вдоль оси -X).

В известных ОНП условия максимальной направленности (1) и (2) реализуются за счет выбора расстояний между возбуждающими и отражающими электродами.

Основными недостатками подавляющего большинства известных однофазных ОНП с внутренними отражателями является сложность их изготовления на высоких (более 800-1000 МГц) частотах из-за малых размеров используемых электродов. В большинстве известных ОНП минимальные ширины электродов и расстояний между ними составляют от $\lambda/24$ [2] до $\lambda/8$ [3] или от 0,11 до 0,4 мкм на частоте 1000 МГц.

Другими недостатками известных ОНП [1] является низкая эффективность возбуждения ПАВ из-за ограниченного количества источников ПАВ, образованных противофазными возбуждающими электродами, а также взаимодействие паразитных ПАВ, отраженных от возбуждающих электродов, с полезными ПАВ, отраженными от отражающих электродов. Это приводит к росту вносимых потерь и увеличению искажений амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) фильтра, где подобные ОНП используются.

Наиболее близким к предлагаемому является высокочастотный ОНП ПАВ [4], содержащий пьезоэлектрическую подложку 1, на рабочей поверхности которой размещены периодические элементарные секции, каждая из которых содержит группу из противофазных первого 2, второго 3 и третьего 4 возбуждающих электродов, соединенных с потенциальной 6 и "земляной" 7 суммирующими шинами, и изолированный отражающий электрод 5 (фиг. 1). При этом ширины первого 2, второго 3 и третьего 4 возбуждающих электродов выбраны равными $b_3 = b_5 = b_7 = \lambda/6$, расстояния между центрами первого 2 и второго 3, второго 3 и третьего 4 возбуждающих электродов выбраны равными $l_1 = l_2 = \lambda/3$, ширина отражающего электрода 5 выбрана равной $b_1 = \lambda/4$, а расстояние между центром среднего (второго) 3 возбуждающего электрода в группе из трех электродов 2-4 и центром отражающего электрода 5 выбрано равным $l_3 = 9\lambda/8$, где λ - длина ПАВ на средней частоте [4].

Период размещения элементарных секций выбран из соотношения $L_p = k\lambda/2$, где $k = 4, 5, 6, \dots$. Таким образом, минимальная протяженность, элементарной секции составляет $L_{p\min} = 2\lambda$ при $k = 4$.

Минимальный размер электродов или зазоров между ними в известном ОНП ПАВ составляет $b_1 = \lambda/6$, что позволяет упростить изготовление преобразователя для более высоких частот. Кроме того, при использовании в элементарных секциях групп из трех возбуждающих электродов с ширинами $b_3 = b_5 = b_7 = \lambda/6$ и зазорами $b_4 = b_6 = \lambda/6$ происходит взаимная компенсация паразитных ПАВ, отраженных от одноименных краев a, c, e и b, d, f возбуждающих электродов 2-4 (фиг. 1в).

Известный ОНП ПАВ имеет сравнительно низкую удельную (на длину волны) эффективность возбуждения E_1^R ПАВ. Действительно, элементарная секция известного ОНП ПАВ [4] с минимальной длиной L_p 2λ

содержит только четыре δ -источника 1-4, размещенных на краях противофазных возбуждающих электродов 2-4.

В результате эффективность возбуждения \vec{E}_1 известного ОНП ПАВ можно оценить путем векторного сложения комплексных амплитуд $\vec{K}_1 \delta$ -источников 1-4 (фиг. 16). В итоге получаем

$$|\vec{E}_1| \approx 1,73A_1,$$

а удельная эффективность возбуждения будет

$$E_1^R = |\vec{E}_1| / L_{P1} \approx 1,73A_1 / 2\lambda \approx 0,865A_1.$$

Коэффициент отражения ПАВ от изолированного электрода также сравнительно невелик [5, стр. 372]. Поэтому элементарная секция известного ОНП ПАВ обладает небольшой направленностью излучения. Низкие эффективности возбуждения и отражения ПАВ, слабая направленность излучения ПАВ обуславливают главный недостаток известного высокочастотного ОНП ПАВ: высокие вносимые потери.

Технической задачей изобретения является уменьшение вносимых потерь.

Решение поставленной задачи достигается тем, что высокочастотный однонаправленный преобразователь (ОНП) поверхностных акустических волн (ПАВ) содержит пьезоэлектрическую подложку, на рабочей поверхности которой размещены периодические элементарные секции. Каждая из элементарных секций содержит группу из противофазных первого, второго и третьего возбуждающих электродов, соединенных с потенциальной и "земляной" суммирующими шинами, и отражающий электрод. При этом расстояния между центрами первого и второго, второго и третьего возбуждающих электродов выбраны равными $l_1 = l_2 = \lambda/3$, а ширина отражающего электрода выбрана равной $b_1 = \lambda/4$, где λ - длина ПАВ на средней частоте. Для уменьшения вносимых потерь расстояние между центром первого возбуждающего электрода и центром отражающего электрода выбрано из соотношения

$$5\lambda/12 < l_3 < \lambda/2 \quad (3)$$

Ширины первого, второго и третьего возбуждающих электродов выбраны из соотношений

$$\begin{aligned} \lambda/6 < b_3 < 5\lambda/24, \\ \lambda/6 < b_5 < 5\lambda/24, \quad (4) \\ \lambda/6 < b_7 < 5\lambda/24. \end{aligned}$$

При этом отражающий электрод соединен с потенциальной или "земляной" суммирующей

щей шиной, а полярность соединения отражающего электрода с указанными шинами выбрана противоположной полярности соединения первого возбуждающего электрода с этими же шинами. Соседние элементарные секции размещены с периодом

$$L_p = (2n+1) \cdot \lambda/2, \quad (5)$$

где $n = 1, 2, 3, \dots$, а полярность соединения соседних элементарных секций с потенциальной и "земляной" суммирующими шинами выполнена чередующейся.

В соответствии с первым вариантом в высокочастотном однонаправленном преобразователе ПАВ возбуждающие и отражающий электроды в элементарных секциях выполнены параллельными оси Y , перпендикулярной направлению X распространения ПАВ, а ширины электродов и расстояния между их центрами выбраны постоянными вдоль оси Y .

В соответствии со вторым вариантом в высокочастотном однонаправленном преобразователе ПАВ возбуждающие и отражающий электроды в элементарных секциях выполнены наклонными влево и вправо относительно оси Y , а ширины электродов и расстояния между их центрами выбраны изменяющимися вдоль оси Y .

В соответствии с третьим вариантом в высокочастотном однонаправленном преобразователе ПАВ возбуждающие и отражающий электроды в элементарных секциях выполнены ступенчатыми вдоль оси Y , а ширины электродов и расстояния между их центрами в соседних ступенях и протяженности ступеней выполнены изменяющимися вдоль оси Y .

Минимальные вносимые потери в предложенном ОНП ПАВ достигаются при следующих оптимальных условиях:

$$\left. \begin{aligned} b_1 &= \lambda/4; \\ b_3 &= b_5 = b_7 = \lambda/6 \text{ или } b_3 = b_5 = b_7 = \lambda/4; \\ l_3 &= 11\lambda/24. \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Без утраты преимуществ перед прототипом в предлагаемом ОНП ПАВ ширина отражающего электрода может изменяться в пределах

$$\lambda/6 < b_1 < \lambda/3, \quad (7)$$

ширины возбуждающих электродов - в пределах

$$\lambda/12 < b_i < \lambda/4, \quad (8)$$

а расстояние между центром первого возбуждающего электрода 2 и центром отражающего электрода 5 может изменяться в пределах

$$5\lambda/24 < l_3 < \lambda/2. \quad (9)$$

На фиг. 1 представлен известный ОНП ПАВ [4] и векторные диаграммы для анализа

возбужденных (фиг. 1б) и отраженных (фиг. 1в) ПАВ.

На фиг. 2 представлен предлагаемый высокочастотный ОНП ПАВ и векторные диаграммы для анализа возбужденных (фиг. 2б) и отраженных (фиг. 2в) ПАВ в соответствии с первым вариантом конструкции и оптимальными условиями функционирования.

На фиг. 3 показаны варианты исполнения возбуждающих и отражающих электродов предлагаемого ОНП ПАВ с наклонными (фиг. 3а) и ступенчатыми (фиг. 3б) электродами.

На фиг. 4 приведена экспериментальная АЧХ фильтра, содержащего два предлагаемых ОНП ПАВ со ступенчатыми электродами.

Высокочастотный однонаправленный преобразователь (ОНП) поверхностных акустических волн (ПАВ) содержит пьезоэлектрическую подложку 1, на рабочей поверхности которой размещены периодические элементарные секции, каждая из которых содержит группу из противофазных первого 2, второго 3 и третьего 4 возбуждающих электродов, соединенных с потенциальной 6 и "земляной" 7 суммирующими шинами, и отражающий электрод 5. При этом расстояния между центрами первого 2 и второго 3, второго 3 и третьего 4 возбуждающих электродов выбраны равными $l_1 = l_2 = \lambda/3$, а ширина отражающего электрода 5 выбрана равной $b_1 = \lambda/4$, где λ - длина ПАВ на средней частоте. Расстояние между центром первого возбуждающего электрода 2 и центром отражающего электродом 5 выбрано из соотношения $5\lambda/12 < b_3 < \lambda/2$.

Ширины первого 2, второго 3 и третьего 4 возбуждающих электродов выбраны из соотношений

$$\lambda/6 < b_2 < 5\lambda/24, \quad \lambda/6 < b_3 < 5\lambda/24,$$

$$\lambda/6 < b_7 < 5\lambda/24.$$

При этом отражающий электрод 5 соединен с потенциальной 6 или "земляной" 7 суммирующей шиной, а полярность соединения отражающего электрода 5 с указанными шинами 6, 7 выбрана противоположной полярности соединения первого возбуждающего электрода 2 с этими же шинами 6 и 7. При этом соседние элементарные секции размещены с периодом, ограниченным осями 11 и 22 и равным $L_p = (2n+1) \cdot \lambda/2$, где $n=1, 2, 3, \dots$, а полярность соединения соседних элементарных секций с потенциальной 6 и "земляной" 7 суммирующими шинами выполнена чередующейся.

В соответствии с первым вариантом в высокочастотном однонаправленном преобразователе ПАВ возбуждающие 2 - 4 и отражающий 5 электроды в элементарных секциях выполнены параллельными оси Y, перпендикулярной направлению X распространения ПАВ и совпадающей по направлению с апертурой W_0 преобразователя, а ширины электродов и расстояния между их центрами выбраны постоянными вдоль оси Y.

В соответствии со вторым вариантом в высокочастотном однонаправленном преобразователе ПАВ возбуждающие 2-4 и отражающий 5 электроды в элементарных секциях выполнены наклонными влево и вправо относительно оси Y, а ширины электродов и расстояния между их центрами выбраны изменяющимися вдоль оси Y.

В соответствии с третьим вариантом в высокочастотном однонаправленном преобразователе ПАВ возбуждающие 2 - 4 и отражающий 5 электроды в элементарных секциях выполнены ступенчатыми вдоль оси Y, а ширины электродов и расстояния между их центрами в соседних ступенях, а также протяженности ступеней выполнены изменяющимися вдоль оси Y.

Предлагаемый высокочастотный ОНП ПАВ при оптимальных соотношениях (6) работает следующим образом. При подаче электрического сигнала от внешнего генератора (на фиг. 2 условно не показан) противофазными возбуждающими электродами 2 - 4 и отражающим электродом 5 (или разнофазными δ -источниками с амплитудами $|\vec{A}_1| = A_1, |\vec{A}_2| = A_2, |\vec{A}_3| = A_3, |\vec{A}_4| = A_4, |\vec{A}_5| = A_5, |\vec{A}_6| = A_6$)

генерируются ПАВ, которые распространяются в пьезоэлектрической подложке 1 в прямом X и обратном -X направлениях. При этом можно считать, что $A_2 = A_3 = A_4 = A_5 \approx A = 1.0$, а амплитуды крайних источников уменьшены за счет перераспределения зарядов, т.е. $A_1 \approx A_6 \approx 0.95 \cdot A$ [5]. Для удобства анализа шесть δ -источников $\vec{A}_1 - \vec{A}_6$ можно объединить в один эквивалентный источник, размещенный в условном центре T_c возбуждения (ось OO).

Тогда волна, распространяющаяся в прямом направлении X, будет $\vec{E}^{\rightarrow} = \exp(i(\omega t - kx))$, а волна, распространяющаяся в обратном направлении -X, будет $\vec{E}^{\leftarrow} = \exp(i(\omega t + kx))$, где k - волновое число, x - текущая координата вдоль оси X.

Эффективность излучения эквивалентного источника можно оценить как результат векторного сложения комплексных амплитуд δ -источников $\vec{K}_1 - \vec{K}_6$ (фиг. 2б)

$$|\vec{E}_2^{\delta}| \approx 2,8A.$$

Удельная эффективность возбуждения одной элементарной секции будет

$$E_2^R = |\vec{E}_2^{\delta}|/L_P = 2,8A/1,5\lambda \approx 1,87A/\lambda,$$

что в 2,2 раза выше, чем для прототипа [4].

Таким образом, в предложенном высокочастотном ОНП ПАВ достигается уменьшение вносимых потерь, связанных с эффективностью преобразования электрической энергии в акустическую и обратно.

При формировании отраженной ПАВ так же, как и в прототипе, волны, отраженные от одноименных (левых) краев f - первого 2, d - второго 3, b - третьего 4 возбуждающих электродов взаимно компенсируются (фиг. 2б). Волны, соответственно отраженные от других одноименных (правых) краев e - первого 2, c - второго 3, a - третьего 4 возбуждающих электродов также взаимно компенсируются (фиг. 2в). Эта компенсация происходит благодаря размещению возбуждающих электродов с шагом $l_1 = l_2 = \lambda/3$. Но волны, отраженные от краев h и g отражающего электрода 5, складываются между собой в фазе благодаря выбору ширины этого электрода $b_1 = \lambda/4$ (фиг. 2в).

Учитывая тот факт, что амплитуда коэффициента отражения r_5 ПАВ от края короткозамкнутого (соединенного с шинами 6 или 7) отражающего электрода 5 в предложенном ОНП выше, чем от края изолированного отражающего электрода r_1 [5, с. 372] в прототипе, можно утверждать, что эффективный коэффициент отражения элементарной секции предложенного высокочастотного ОНП ПАВ будет $R_2^R = 2r_5$.

Тогда удельный (на длину волны) коэффициент отражения предложенного высокочастотного ОНП ПАВ будет

$$R_2^R = |\vec{R}_2^R|/L_P = 2r_5/1,5\lambda \approx 1,33r_5, \quad (10)$$

что превышает удельный коэффициент отражения элементарной секции прототипа. При этом условный центр отражения R_c размещается в центре отражающего электрода 5.

Благодаря выбору расстояния между центром первого возбуждающего электрода 2 и центром отражающего электрода 5, равным $l_3 = 11\lambda/24$, в предлагаемом ОНП ПАВ центр возбуждения T_c и центр отражения R_c

смещены относительно друг друга на расстояние (фиг. 2б)

$$\Delta l = 3(\lambda/6) + \lambda/4 + \lambda/8 = 7/8\lambda = 2(\lambda/2) - \lambda/8.$$

Таким образом, в каждой элементарной секции предложенного ОНП ПАВ реализуется условие (2) для преимущественного излучения ПАВ в прямом направлении $+X$.

Для излучения ПАВ в обратном направлении $-X$ конструкцию элементарной секции и ОНП следует заменить на зеркальную.

Направленность излучения элементарной секции предлагаемого высокочастотного ОНП ПАВ

$$|\vec{D}_2^{\delta}(x)| = \frac{|S_{32}|^2}{|S_{31}|^2} \approx \frac{|\vec{R}_2^{\delta}(x)|}{|\vec{S}_2^{\delta}(x)|} = \frac{1+R_2^R}{1-R_2^R}, \quad (11)$$

что больше, чем $\vec{D}_1^{\delta}(x) = (1+R_1^R)/(1-R_1^R)$ у известного ОНП ПАВ [4].

В результате в предложенном высокочастотном ОНП ПАВ реализуются более высокие эффективность возбуждения, эффективность отражения и направленность излучения в прямом направлении $+X$ по сравнению с известным ОНП ПАВ.

Благодаря выбору периода размещения элементарных секций равным $L_P = 1,5\lambda$ и чередующейся полярности соединения возбуждающих электродов 2-4 в секциях волны, излученные соседними секциями, складываются между собой в фазе, что обеспечивает малые вносимые потери ОНП в целом.

Рассмотрим теперь работу предлагаемого ОНП ПАВ при неоптимальных условиях (3), (4), (7-9).

Благодаря выбору расстояний между центрами возбуждающих электродов 2-4 $l_1 = l_2 = \lambda/3$ волны, отраженные от одноименных краев трех электродов одинаковой ширины будут всегда сдвинуты друг относительно друга на 120° и, следовательно, компенсировать друг друга в результате их векторного сложения в пределах элементарной секции.

При увеличении ширин возбуждающих электродов до $b_3 = b_5 = b_7 = 5\lambda/24$, то есть до $b_1 = \lambda/6 + \lambda/12$, уменьшаются зазоры между этими электродами, что вызывает соответственно рост амплитуд δ -источников на краях противофазных электродов и увеличение эффективности возбуждения ПАВ [5]. При $b_1 = 5\lambda/24$ предлагаемый ОНП ПАВ еще сохраняет свои свойства как высокочастотный преобразователь.

Для реализации заданных вносимых потерь или заданной формы АЧХ фильтра на ПАВ не всегда требуется использовать условия (6) для максимальных эффективно-

сти возбуждения и направленности излучения ПАВ в каждом преобразователе.

Без утраты преимуществ перед прототипом по вносимым потерям в предлагаемом ОНП ПАВ ширины возбуждающих электродов 2-4 могут измениться в пределах $b_1 = \lambda/6 \pm \lambda/12$ или $\lambda/12 < b_1 < \lambda/4$, а ширина отражающего электрода 5 - в пределах $b_1 = \lambda/4 \pm \lambda/12$ или $\lambda/6 < b_1 < \lambda/3$. При этом для управления направленностью излучения ОНП ПАВ вблизи оптимального условия (2) расстояние между центром отражающего электрода 5 и центром ближайшего (первого) возбуждающего электрода 2 следует выбирать в пределах $l_3 = 11\lambda/24 \pm \lambda/24$ или $5\lambda/12 < l_3 < \lambda/2$.

С целью улучшения прямоуглоности АЧХ и подавления паразитного сигнала тройного прохождения в широкой полосе частот в предлагаемом ОНП ПАВ может быть использовано непрерывное фазочастотное взвешивание частотных характеристик вдоль апертуры W_0 (вариант 2 с наклонными или всерными электродами на фиг. 3а) или ступенчатое фазочастотное взвешивание частотных характеристик вдоль апертуры W_0 в комбинации с амплитудным взвешиванием (вариант 3 со ступенчатыми электродами на фиг. 3б).

Таким образом, в предложенном устройстве обеспечивается решение поставленной задачи - уменьшение вносимых потерь при любых указанных условиях (3-9) для трех вариантов конструкции.

Пример. На фиг. 4 показана экспериментальная зависимость модуля $|S_{21}|$ (или АЧХ) фильтра на ПАВ со средней частотой 374 МГц для бесшумовых радиотелефонов стандарта WLAN. Фильтр содержит два предложенных высокочастотных ОНП ПАВ с минимальным размером электродов $\lambda/6$ и изготовлен на подложке из ниобата лития LiNbO_3 среза YZ.

Оба однонаправленных преобразователя (прямой и обратный) выполнялись квазиверными со ступенчатыми электродами, которые имели ширину, изменяющуюся для каждой ступени вдоль апертуры (или вдоль оси Y). Протяженности ступеней вдоль оси Y также выполнялись переменными.

Фильтр обладает малыми вносимыми потерями $IL=9.4$ дБ, что обусловлено использованием предлагаемого высокочастотного ОНП ПАВ. Для сравнения следует указать, что вносимые потери аналогичного фильтра с использованием известных ОНП ПАВ [1, 2] составляли 13.2 дБ, что на 2.8 дБ хуже.

Это позволяет утверждать о перспективности использования предлагаемого высокочастотного ОНП в фильтрах на ПАВ с малыми вносимыми потерями для бесшумовых систем связи.

Список литературы

1. Hartmann C.S., Wright P.V. et al. An Analysis of SAW Interdigital Transducers with Internal Reflections and the Application to the Design of Single-Phase Unidirectional Transducers. Proc. 1982 IEEE Ultrasonics Symposium, p. 40-45, San Diego, USA.
2. Yamanouchi K., Furuyashiki N. New Low-Loss SAW Filter. Electronics Letters, 1984, vol. 20, N 24, p. 989-990.
3. T. Kodama et al. Design of Low-Loss SAW Filters Employing Distributed Acoustic Reflection Transducers, in Proc. IEEE Ultrasonics Symposium, 1986, p. 59-64, Williamsburg, USA.
4. Chvets V.B., Ivanov P.G., Makarov V.M., Orlov V.S. Low-Loss SAW Filters Using New SPUDT Structures, Proc. 1997 IEEE Ultrasonics Symposium, p. 69-72, Toronto, Canada.
5. Морган Д. Устройства обработки сигналов на ПАВ.- М.: Радио и связь, 1990.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Высокочастотный однонаправленный преобразователь поверхностных акустических волн (ПАВ), содержащий пьезоэлектрическую подложку, на рабочей поверхности которой размещены периодические элементарные секции, каждая из которых содержит группу из противофазных первого, второго и третьего возбуждающих электродов, соединенных с потенциальной и "земляной" суммирующими шинами, и отражающий электрод, при этом расстояния между центрами первого и второго, второго и

третьего возбуждающих электродов выбраны равными $l_1 = l_2 = \lambda/3$, а ширина отражающего электрода выбрана равной $b_1 = \lambda/4$, где λ - длина ПАВ на средней частоте, отличающийся тем, что расстояние между центром первого возбуждающего электрода и центром отражающего электрода выбрано из соотношения $5\lambda/12 < l_3 < \lambda/2$, а ширины первого, второго и третьего возбуждающих электродов выбраны из соотношений $\lambda/6 < b_3 < 5\lambda/24$, $\lambda/6 < b_5 < 5\lambda/24$, $\lambda/6 < b_7 < 5\lambda/24$,

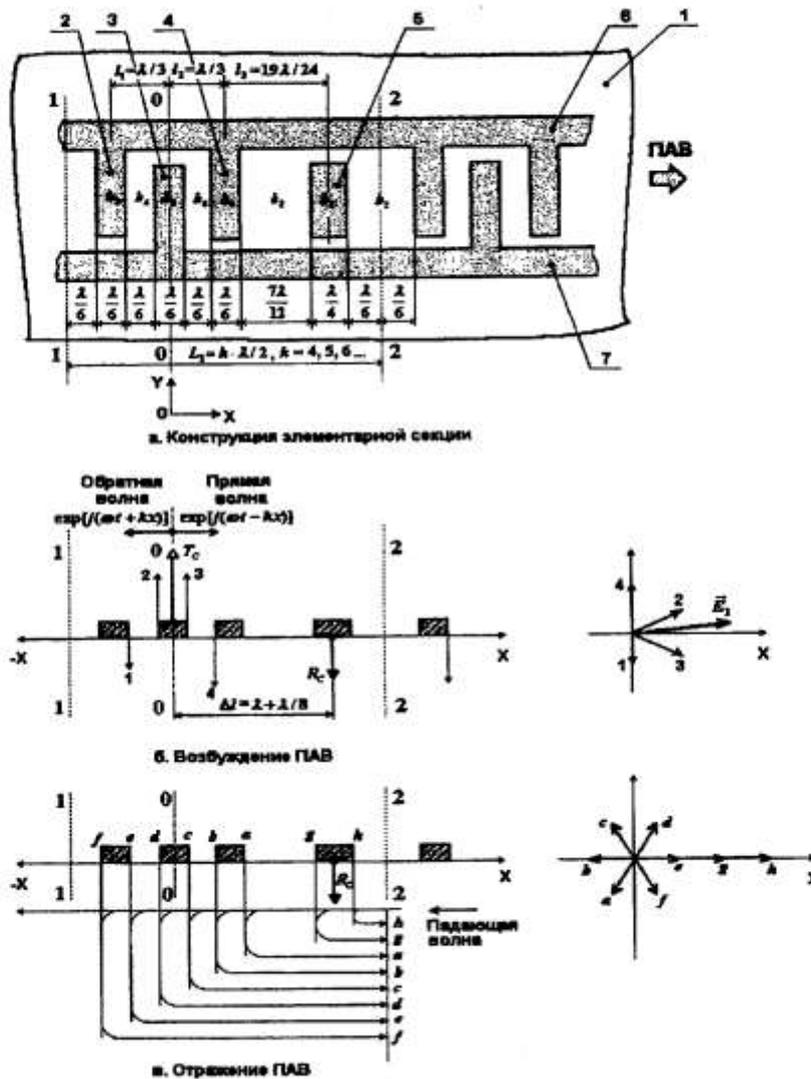
при этом от-

ражающий электрод соединен с потенциальной или "земляной" суммирующей шиной, а полярность соединения отражающего электрода с указанными шинами выбрана противоположной полярности соединения первого возбуждающего электрода с этими же шинами, при этом соседние элементарные секции размещены с периодом $L_p = (2n + 1) \cdot \lambda/2$, где $n = 1, 2, 3, \dots$, а полярность соединения соседних элементарных секций с потенциальной и "земляной" суммирующими шинами выполнена чередующейся.

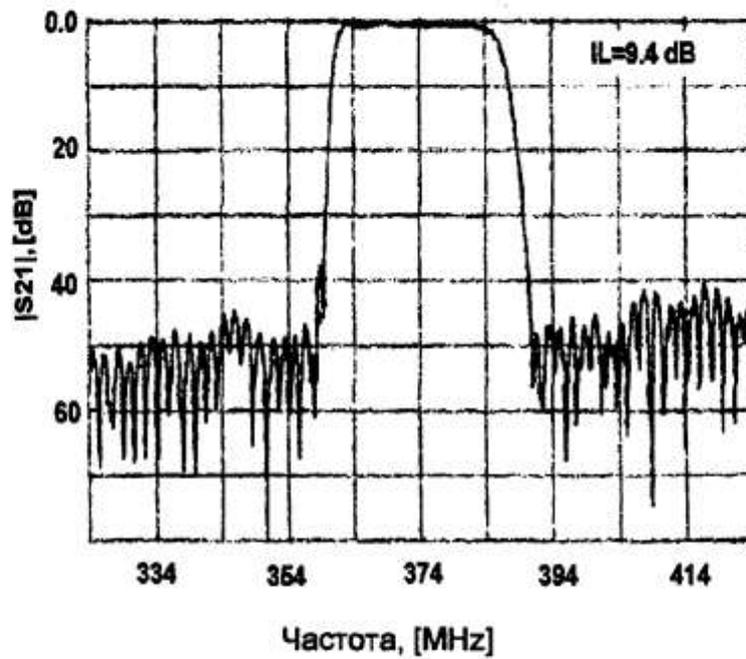
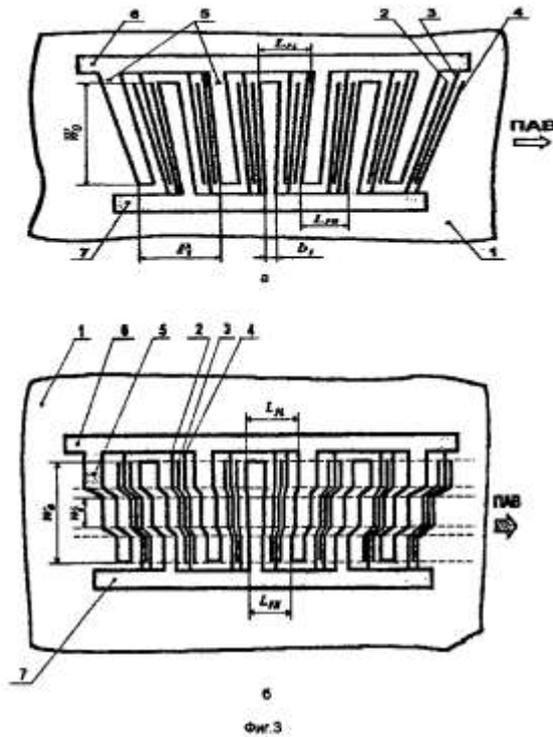
2. Высокочастотный однонаправленный преобразователь ПАВ по п.1, отличающийся тем, что возбуждающие и отражающий электроды в элементарных секциях выполнены параллельными оси Y, перпендикулярной направлению X распространения ПАВ, а ширины электродов и расстояния между их центрами выбраны постоянными вдоль оси Y.

3. Высокочастотный однонаправленный преобразователь ПАВ по п.1, отличающийся тем, что возбуждающие и отражающий электроды в элементарных секциях выполнены наклонными влево и вправо относительно оси Y, перпендикулярной направлению X распространения ПАВ, а ширины электродов и расстояния между их центрами выбраны изменяющимися вдоль оси Y.

4. Высокочастотный однонаправленный преобразователь ПАВ по п.1, отличающийся тем, что возбуждающие и отражающий электроды в элементарных секциях выполнены ступенчатыми вдоль оси Y, перпендикулярной направлению X распространения ПАВ, а ширины электродов, расстояния между их центрами в соседних ступенях и протяженности ступеней выполнены изменяющимися вдоль оси Y.



Фиг.1



Фиг.4

Заказ *201* Подписное
 ФИПС, Рег. ЛР № 040921
 Научно-исследовательское отделение по
 подготовке официальных изданий
 Федерального института промышленной собственности
 Бережковская наб., д.30, корп.1, Москва, Г-59, ГСП-5, 123995

Отпечатано на полиграфической базе ФИПС
 Отделение по выпуску официальных изданий