



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(19) SU (11) 1818680 A1

(51)5 Н 03 Н 9/145

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ  
ВЕДОМСТВО СССР  
(ГОСПАТЕНТ СССР)

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

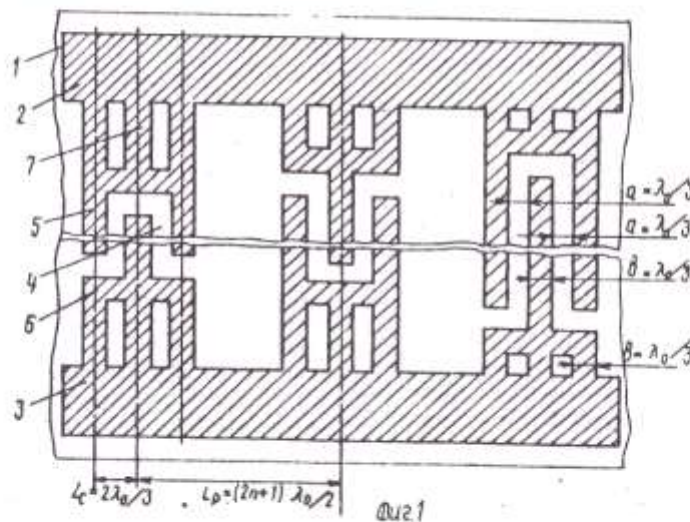
К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

- (21) 4844813/22  
(22) 28.06.90  
(46) 30.05.93. Бюл. № 20  
(71) Московский научно-исследовательский институт радиосвязи  
(72) П.Г.Иванов, В.М.Макаров, В.С.Орлов и В.Б.Швец  
(56) 1. Патент Франции № 2331991, кл. Н 03 Н 9/64, 1981.  
2. Патент США № 4143340, кл. 333/151, 1978.  
(54) **ВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ПОВЕРХНОСТНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛН**  
(57) Изобретение относится к радиэлектронике. Цель изобретения - повышение воспроизводимости амплитудно-частотной характеристики высокочастотного преобразо-

2

зователя поверхностных акустических волн (ПАВ) при расширении рабочего диапазона частот. В каждой трехэлектродной секции 4 пассивные участки 6 электродов выполнены из трех параллельных отрезков 7, продольные оси которых совпадают с продольными осями соответствующих активных участков 5 электродов. Ширина участков 5 и 6, расстояние между продольными осями соседних электродов в каждой секции 4 пространственный период размещения секций 4 выбран в зависимости от длины ПАВ. Это обеспечивает высокую эффективность возбуждения ПАВ, работу преобразователя на частотах выше частот акустического синхронизма секций 4 и компенсацию ПАВ, отраженных от краев участков 5 и 6 электродов. 4 ил.



(19) SU (11) 1818680 A1

Изобретение относится к области радиоэлектроники и может быть использовано в устройствах частотной селекции сигналов на поверхностных акустических волнах (ПАВ).

Цель изобретения – повышение воспроизводимости АЧХ при расширении рабочего диапазона частот.

Поставленная цель достигается тем, что в предлагаемом высокочастотном преобразователе ПАВ, содержащем пьезоэлектрический звукопровод, на рабочей грани которого размещена периодическая последовательность трехэлектродных секций с чередующейся полярностью активных участков электродов в каждой секции, первая и вторая суммирующие шины, объединяющие пассивные участки электродов одной полярности, согласно изобретению в каждой секции пассивные участки электродов выполнены из трех параллельных отрезков, продольные оси которых совпадают с продольными осями соответствующих активных участков электродов, при этом ширина активных и пассивных участков электродов выбраны из выражения

$$b = \lambda_0/3, \quad (1)$$

$b$  – ширина активных и пассивных участков электродов, м;

$\lambda_0$  – длина ПАВ на средней частоте преобразователя, м,

расстояние между продольными осями соседних противофазных электродов в каждой секции выбрано из выражения

$$L_c = 2 \cdot \lambda_0/3 = \lambda_c/2, \quad (2)$$

где  $L_c$  – расстояние между продольными осями соседних электродов, м;

$\lambda_c$  – длина ПАВ на частоте акустического синхронизма секций, м,

$a$  – пространственный период размещения секций выбран из выражения

$$L_p = n \cdot \lambda_0/2, \quad (3)$$

$n = 4, 5, 6 \dots$  – номер рабочей гармоники.

На фиг. 1 и 2 представлен процесс формирования АЧХ преобразователя; на фиг. 3 и 4 – соответственно схема появления отраженных ПАВ и векторная диаграмма их компенсации.

Высокочастотный преобразователь ПАВ содержит пьезоэлектрический звукопровод 1, первую 2 и вторую 3 противофазные суммирующие шины, секции 4 встречно-штыревых электродов (ВШЭ), чередующийся полярности с активными 5 с пассивными 6 участками, последние – из трех отрезков 7.

Преобразователь ПАВ работает следующим образом. При подаче электрического

сигнала каждая секция 4 противофазных электродов возбуждает ПАВ, распространяющиеся влево и вправо по поверхности пьезоэлектрического звукопровода 1 (фиг. 1).

Каждый электрод в секции 4 можно рассматривать как элементарный источник ПАВ, амплитуда которого пропорциональна взаимному перекрытию активных участков 5 соседних электродов, соединенных с суммирующими шинами 2 и 3. Спектральная же функция элементарного источника (или акустическая частотная характеристика электрода) описывается, например, для модифицированной модели  $\delta$ -источников

$$A_{эл}(f) = 2\sqrt{\Delta} \cos \left[ \frac{\pi d n}{2} (\Delta - 1) \right], \quad (4)$$

где  $\Delta = f/f_c$  – относительная частота;

$f_c$  – частота акустического ВШЭ в секции.

Поскольку расстояния между центрами соседних ВШЭ в секции 4 выбраны одинаковыми из выражения (2), т. е.  $L_c = 2 \lambda_0/3 = \lambda_c/2$ , то условие акустического синхронизма будет выполняться на частоте  $f_c = -U/2L_c = 2/3f_0$ ,

где  $f_0$  – средняя частота преобразователя,  $V$  – скорость ПАВ, и фазы соседних элементарных источников будут отличаться на  $\pi$ .

В свою очередь каждая секция 4 представляет собой ВШП, содержащий  $N = 1,5$  пар электродов и обладающий линейной фазой. В соответствии со свойствами такого рода ВШП при одинаковом перекрытии электродов АЧХ секции будет

$$A_d(f) = \sin [ (N - 0.5) \cdot 2\pi \cdot f \cdot T_c \cdot \frac{\sin(N \cdot 2\pi f \cdot T_c)}{\cos(2\pi f \cdot T_c/2)} ] = \sin(\pi \Delta) \cdot \frac{\sin(3\pi/2 \cdot \Delta)}{\cos(\pi/2 \cdot \Delta)}, \quad (5)$$

где  $T_c = \frac{1}{2f_c}$  – период дискретизации импульсной характеристики секции 4.

Поскольку секции 4 образуют периодическую последовательность с пространственным периодом  $L_p = n \cdot \lambda_0/2$ ,  $n = 5, 6, 7 \dots$ , а взаимное перекрытие электродов и полярность секций 4 определяются алгебраическими значениями весовых коэффициентов, соответствующих заданной АЧХ преобразователя, на частоте каждой ангармоники, удовлетворяющей условию (3), появляются частотные отклики, и АЧХ преобразователя, например, с постоянным перекрытием электродов внутри отдельной секции, описывается уравнением:

$$A(f) = A_{ан}(f) A_{сд}(f) \sum_{k=1}^N h_k \cdot e^{-ik \cdot T_p} \cdot \Lambda \quad (6)$$

где  $k = 1, 2, 3 \dots$

$k$  – текущий номер секции;

$h_k$  – весовой коэффициент секции;  $T_p = = L_p / U$  – период дискретизации импульсной характеристики преобразователя;

$L_p$  – пространственный период размещения секций 4;

$\Lambda = 2 \pi (f - f_0)$  – расстройка по частоте.

Формирование АЧХ преобразователя показано на фиг. 2.

Средняя частота  $f_0$  преобразователя может быть выбрана совпадающей любой из ангармоник. При этом преобразователи, работающие на ангармониках  $n = 1, 2, 3$ , физически не реализуются, т. к. соседние секции ВШЭ сливаются. Однако с точки зрения эффективности возбуждения ПАВ, и следовательно, с точки зрения обеспечения минимальных потерь при работе на высоких частотах, предпочтительной является работа на ангармонике  $n = 5$ , т. е. при  $f_0 = f_2$ . В этом случае эффективность возбуждения ПАВ на 20–25 % выше, чем в устройстве-прототипе ( $n = 3$ ,  $f_0 = f_1$ ) и на 30–35 % выше, чем на третьей ангармонике ( $n = 6$ ,  $f_0 = f_3$ ). Поскольку частоты нерабочих ангармоник  $f_1, f_4$  отстают достаточно далеко от средней частоты  $f_0 = f_2$ , то не представляет особого труда подавать эти паразитные ангармоники с помощью второго ВШП в устройстве или с помощью согласующих цепей.

Таким образом, выбор ширин электродов, расстояний между электродами и расстояний между секциями соответственно из соотношений (1–3) позволяет обеспечить работу преобразователя на частотах выше частот акустического синхронизма секций 4 с высокой точностью воспроизведения заданной АЧХ.

Выбор ширин активных 5 и пассивных 6 участков электродов, размещение их на одной продольной оси и выбор расстояния между их продольными осями из соотношения  $L_c = 2 \lambda_0 / 3$  позволяет обеспечить компенсацию ПАВ, не только отраженных от одноименных краев активных участков электродов, как это имеет место в прототипе, но и от краев пассивных участков электродов (фиг. 3), что обеспечивает повышение воспроизведения АЧХ.

Действительно, в преобразователе между ПАВ, отраженными от одноименных краев как активных 5, так и пассивных участков электродов внутри секции, фазовый сдвиг составляет  $240^\circ$  и, следовательно, суммарная амплитуда ПАВ, отраженной от

отдельной секции 4, равна нулю на средней частоте  $f_0 = f_2$  (см. фиг. 3, 4).

На частотах вблизи  $f_2$  достигается лишь частичная компенсация отраженных ПАВ. Однако, учитывая, что средняя частота  $f_2$  значительно (на 25 %) выше частоты акустического синхронизма  $f_c$  ВШЭ, на которой наблюдается максимальное отражение, можно считать, что из-за отражений искажений АЧХ преобразователя в полосе пропускания пренебрежимо малы.

Кроме того, выполнение пассивных 5 участков электродов в виде трех отрезков шириной  $\lambda_0 / 3$  каждый и размещение этих отрезков на одной продольной оси с активными участками 6 электродов позволяет обеспечить однородность металлизации вдоль апертуры и тем самым снизить искажения АЧХ вследствие неравномерности фазового фронта ПАВ.

Таким образом, использование предложенного преобразователя позволяет обеспечить достижение цели изобретения – повышение воспроизведения ФЧХ при расширении рабочего диапазона частот.

С целью формирования заданной АЧХ в предлагаемом преобразователе могут быть использованы различные методы взвешивания как электродов в секциях, так и секций путем изменения перекрытия активных и пассивных участков, селективного удаления секций и т. д.

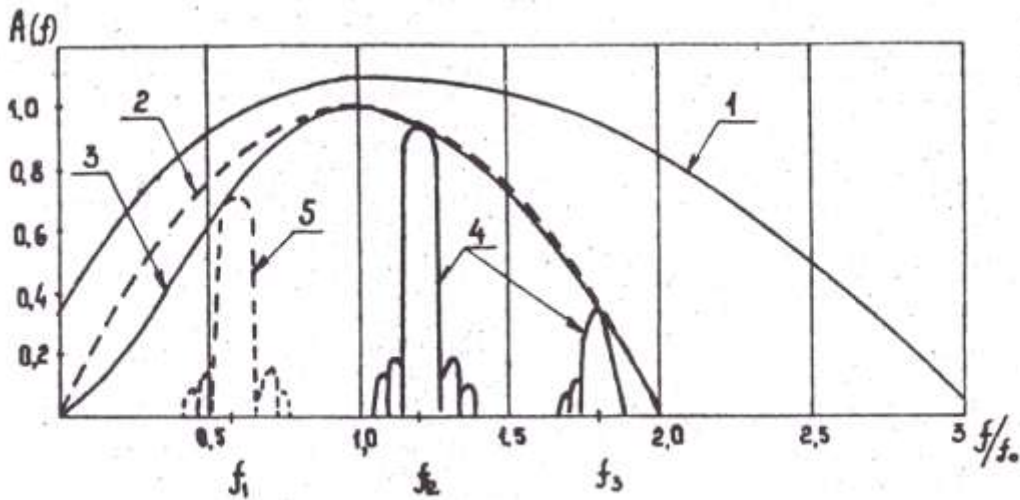
В качестве примера использования был изготовлен полосовой фильтр на ПАВ, содержащий звукопровод из кварца ST-среза размером  $15 \times 6 \times 1$  мм, на рабочей поверхности которого размещались два секционированных преобразователя ПАВ предлагаемой конструкции. Один из преобразователей выполнен с амплитудной аподизацией секций (со взвешиванием перекрытия) электродов), второй – со взвешиванием удалением электродов. Число секций в преобразователях 109 и 76 соответственно. Период секций составлял 11,8 мкм, ширина электродов и зазоров 1,6 мкм, апертура 0,55 мм.

Параметры фильтра следующие:  
 средняя частота 666,5 МГц, соответствующая  $n = 5$ ;  
 полоса пропускания по уровню 2 дБ – 2,5 МГц;  
 затухание в полосе заграждения более 40 дБ;  
 неравномерность АЧХ в полосе пропускания 0,3 дБ;  
 вносимые потери 17 дБ при согласовании последовательными катушками индуктивности с  $R_n = R_l = 50$  Ом.

## Формула изобретения

Высокочастотный преобразователь поверхностных акустических волн (ПАВ), содержащий пьезоэлектрический звукопровод, на рабочей грани которого размещена периодическая последовательность трехэлектродных секций с чередующейся полярностью активных участков электродов в каждой секции, первая и вторая суммирующие шины, объединяющие участки электродов одной полярности, отличающийся тем, что, с целью повышения воспроизводимости амплитудно-частотной характеристики при расширении рабочего диапазона частот, в каждой секции пассивные участки электродов выполнены из трех параллельных отрезков,

5 продольные оси которых совпадают с продольными осями соответствующих активных участков электродов, при этом ширина активных и пассивных участков электродов  
 10 выбраны из выражения  $b = \lambda_0/3$ , где  $b$  – ширина активных и пассивных участков электродов,  $\lambda_0$  – длина ПАВ на средней частоте преобразователя,  $m$ , расстояние между продольными осями соседних электродов в каждой секции выбрано из выражения  $L_c = 2 \lambda_0/3 = \lambda_c/2$ , где  $L_c$  – расстояние между продольными осями соседних электродов,  $m$ ;  $\lambda_c$  – длина ПАВ на частоте акустического синхронизма секций выбран из  
 15 выражения  $L_p = n \lambda_0/2$ , где  $n = 4, 5, 6 \dots$  – номер рабочей ангармоники.



1 -  $A_{эл}(f)$  - частотная акустическая функция электрода,

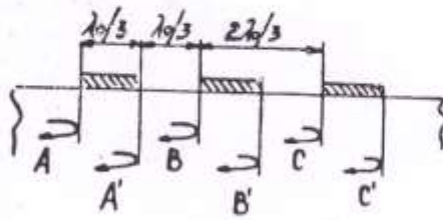
2 -  $A_i(f)$  - АЧХ секции без учёта  $A_{эл}(f)$ ,

3 -  $A_c(f)$  - АЧХ секции с учётом  $A_{эл}(f)$ ,

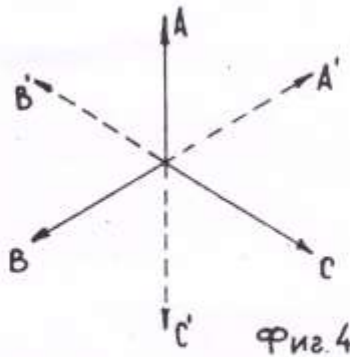
4 -  $A(f)$  - АЧХ преобразователя.

5 - АЧХ прототипа при  $v = \sqrt{6}$ ,  $L_p = 1.5 \lambda_c$

Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

Редактор	Составитель П.Иванов Техред М.Моргентал	Корректор А.Мотыль
Заказ 1941	Тираж	Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР  
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101