



(51)4 Н 03 Н 9/64

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 3921948/40-22

(22) 27.06.85

(72) В.Н.Банков, Г.Я.Карапетьян,
В.С.Орлов, В.Г.Днепровский,
Д.В.Карпеев и Л.В.Орлова

(53) 621.372.85 (088.8)

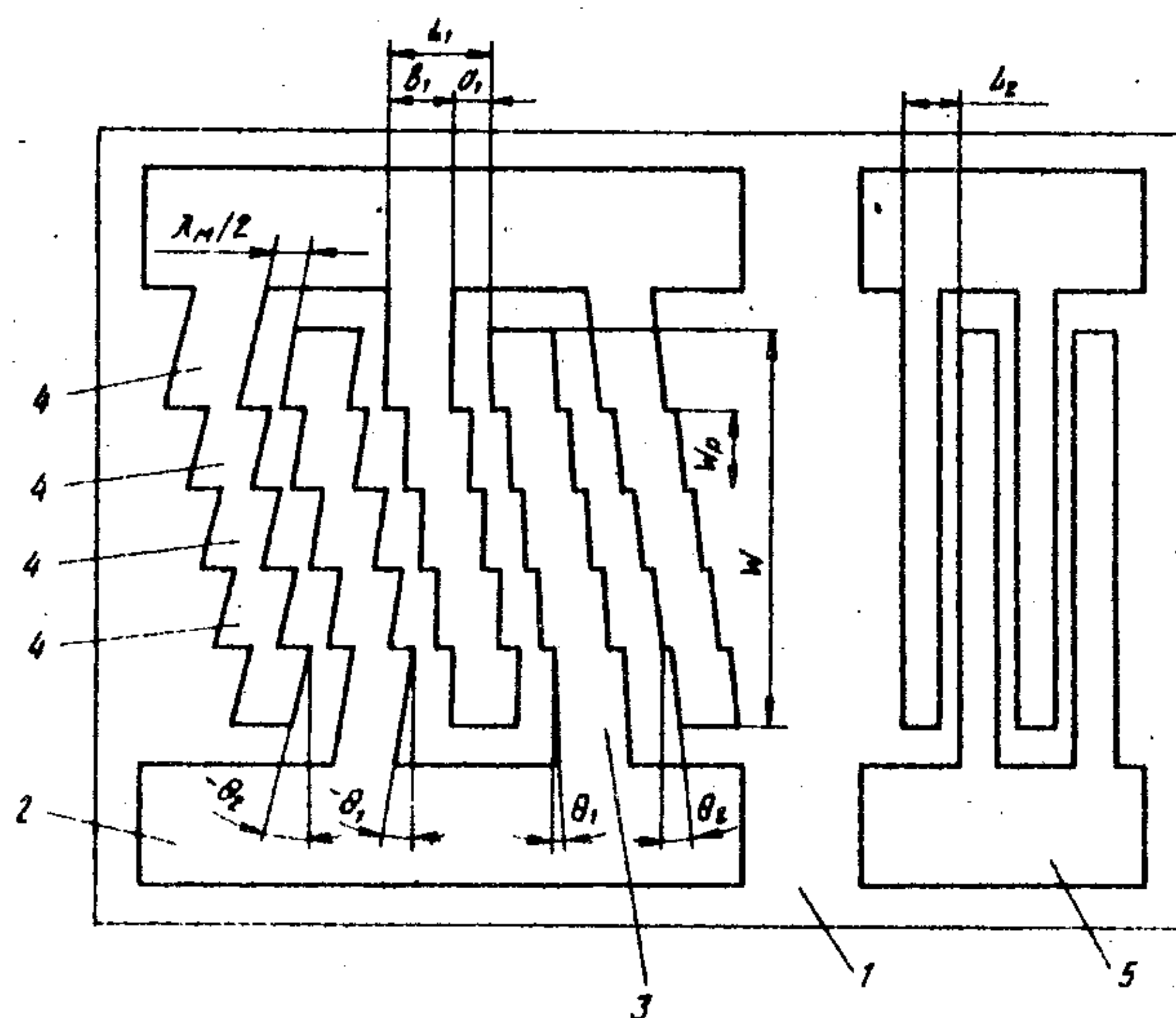
(56) Патент США № 3699364,
кл. Н 03 Н 9/64, 1976.

Ultrasomics Symposium, 1980,
р.322-325.

(54) ФИЛЬТР НА ПОВЕРХНОСТНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛНАХ

(57) Изобретение относится к радиотехнике и может быть использовано в частотно-избирательных устройствах на поверхностных акустических волнах (ПАВ). Целью изобретения является повышение точности воспроизведения заданной амплитудно-частотной характеристики на высших гармониках за счет обеспечения подавления боковых

лепестков. Фильтр на ПАВ содержит пьезоэлектрический звуковод 1, входной 2 и выходной 5 встречно-штыревые преобразователи, по крайней мере в одном из которых каждый электрод 3 выполнен ступенчатым из секций 4 равной протяженности, смещенных относительно друг друга вдоль направления распространения ПАВ, а величина суммарного смещения секций в каждом ступенчатом электроде выбрана равной длине λ_m ПАВ на средней частоте фильтра. При этом согласно изобретению секции ступенчатых электродов расположены под углом θ_n относительно нормали к направлению распространения ПАВ, причем величина угла θ_n выбрана изменяющейся от одного электрода 3 к другому, а центры разноименных краев в первой и последней секциях 4 расположены на одной оси, перпендикулярной направлению распространения ПАВ. 1 ил.



Изобретение относится к радиоэлектронике и может быть использовано в частотно-избирательных устройствах на поверхностных акустических волнах (ПАВ).

Целью изобретения является повышение точности воспроизведения заданной амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) на высших гармониках за счет обеспечения подавления боковых лепестков.

На чертеже представлен фильтр на ПАВ. Он содержит пьезоэлектрический звукопровод 1, входной встречно-штыревой преобразователь (ВШП) 2, ступенчатые электроды 3, выполненные из секций 4, выходной ВШП 5. Секции 4 ступенчатых электродов 3 смещены относительно друг друга вдоль направления ПАВ на величину λ_1/M и расположены под углом θ_n относительно нормали к этому направлению. Величина угла θ_n изменяется в пределах $\pm \theta_{\text{макс}}$ влево и вправо от центрального электрода.

Для увеличения эффективности возбуждения необходимой рабочей гармоники количество секций Z в каждом ступенчатом электроде выбрано равным номеру M рабочей гармоники, а значение коэффициента металлизации $\eta = b/L_1$, для каждой ступени составляет около 0,9.

Фильтр на ПАВ работает следующим образом.

При подведении электрического сигнала к входному ВШП 2 благодаря выбору коэффициента металлизации $\eta_1 = b_1/L_1 \approx 0,9$ в нем возбуждаются ПАВ на высших нечетных гармониках за номерами $M = 3, 5, 7, 9$ и т.д.

Каждая из секций 4 ступенчатых электродов 3 излучает ПАВ, сдвинутую по фазе относительно ПАВ от соседней ступени на 2π на частоте рабочей гармоники. В результате при работе вблизи частот высших гармоник АЧХ входного ВШП 2 со ступенчатыми электродами 3 имеет вид

$$A(f) = \frac{\sin [N \cdot \pi (f - f_M) / f_M]}{[N \cdot \pi (f - f_M) / f_M]} \times \frac{\sin [\pi (f - M \cdot f_1) / f_1]}{\sin [\pi (f - M \cdot f_1) / M \cdot f_1]}, \quad (1)$$

где N - число пар ступенчатых электродов в ВШП . ,

f_M - частота рабочей гармоники, равная средней частоте фильтра.

Вблизи рабочей гармоники АЧХ преобразователя в соответствии с уравнением (1) имеется уровень боковых лепестков около - 21 дБ, что явно недостаточно для большинства практических случаев.

При выполнении секций 4 ступенчатых электродов 3 под углом θ_n относительно нормали к направлению распространения ПАВ происходит дополнительная фазовая модуляция ПАВ, излучаемой каждой из секций 4. При изменении угла наклона θ_n от электрода к электроду в пределах $\pm \theta_{\text{макс}}$ влево и вправо от центрального электрода, секции которого выполнены без наклона, эта дополнительная фазовая модуляция аналогична модуляции в веерном ВШП и приводит на частотах $\omega = \omega_M$ к изменению амплитуды ПАВ излучаемых каждой секцией по закону

$$h(n) = \frac{\sin(\pi \theta_n \frac{W_p}{\lambda_1})}{(\pi \cdot \theta_n W_p / \lambda_1)}, \quad (2)$$

где $h(n)$ - дискретные отсчеты импульсной характеристики ВШП, соответствующие заданной АЧХ;

θ_n - угол наклона секций ступенчатых электродов ВШП, рад;

n - текущий номер ступенчатого электрода;

$W_p = W/M$ - протяженность секции ступенчатого электрода;

W - апертура ВШП, м;

M - номер рабочей гармоники;

λ_1 - длина ПАВ на частоте рабочей гармоники, м.

Кроме того, благодаря выбору ширины зазора между ступенчатыми электродами в соответствии со следующей зависимостью:

$$a_1 / L_1 = 1/2M,$$

где a_1 - ширина зазора между ступенчатыми электродами;

L_1 - пространственный полупериод ступенчатых электродов во входном ВШП,

происходит противофазное сложение ПАВ, отраженных от краев соседних электродов, что приводит к уменьшению искажений заданной АЧХ фильтра.

В качестве примера исполнения были изготовлены образцы фильтров на ПАВ. Фильтры имели звукопроводы из YZ-среза ниобата лития. Входной ВШП имел 11 ступенчатых электродов, каждый из которых был разбит на 9 секций, причем крайние секции ступенчатых электродов выполнены с наклоном относительно нормали к направлению распространения ПАВ под углом $\theta_{\text{макс}} = \pm 2,3^\circ$. Такой наклон был выполнен для подавления первого справа бокового лепестка АЧХ.

В этом случае амплитуды δ -источников, соответствующие краям секций, наклоненных под углом θ_n к направлению распространения ПАВ, равны нулю, и цикл импульсов отсутствует, т.е. импульсный отклик такого ВШП состоит из равномерной последовательности δ -импульсов. Но такая последовательность δ -импульсов может давать цикл только на частотах, кратных центральной ($3f_1$, $5f_1$ и т.д.). Поэтому ближайшие лепестки на АЧХ должны исчезнуть. По сравнению с прототипом, у которого уровень ближайшего высокочастотного лепестка был на 21 дБ ниже основного, в предлагаемом фильтре этот экспериментальный уровень был ниже, чем основной, на 36 дБ.

Выходной ВШП имел также 11 электродов, ширина которых равнялась ширине ступенчатых электродов во входном ВШП 2. Протяженность секций $W_p = 15 \lambda_1$, апертура всего ВШП $W = 180 \lambda_1$. Длина волны на рабочей гармонике $\lambda_2 = 32$ мкм, ширина электродов $9,5 \lambda_m$, что соответствует периоду ВШП, равному $\lambda_1 = 19 \lambda_m$ (т.е. ВШП работает по гармонике $M = 19$). Вносимые потери на ее частоте $f_m = 106$ МГц при частоте первой гармоники $f_1 = 5,58$ МГц составляет 20 дБ. Полоса пропускания составила 0,685 МГц (т.е. $\Delta f/f_m < 1\%$), а неравномерность АЧХ в полосе пропускания менее 1 дБ. Последнее говорит об отсутствии отражений ПАВ от штырей. Подавление боковых лепестков вблизи центрального отклика в АЧХ равнялось 36 дБ.

Таким образом, благодаря изменению угла наклона θ_n секций 4 от одного ступенчатого электрода 3 к другому и выбору ширины зазора $a_1/L_1 = 1/2M$ обеспечивается повышение точности воспроизведения заданной АЧХ.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Фильтр на поверхностных акустических волнах (ПАВ), содержащий пьезоэлектрический звукопровод и расположенные на его поверхности входной и выходной встречно-штыревые преобразователи (ВШП), по крайней мере в одном из которых каждый электрод выполнен ступенчатым из секций равной протяженности, смещенных относительно друг друга вдоль направления распространения ПАВ, а величина суммарного смещения секций в каждом ступенчатом электроде выбрана равной длине ПАВ на средней частоте фильтра, отсюда следует, что, с целью повышения точности воспроизведения заданной АЧХ на высших гармониках за счет обеспечения подавления боковых лепестков, секции ступенчатых электродов выполнены под углом относительно нормали к направлению распространения ПАВ, причем величина угла выбрана изменяющейся от одного ступенчатого электрода к другому в обе стороны относительно центрального ступенчатого электрода, секции которого выполнены без наклона в соответствии со следующей зависимостью:

$$h(n) = M \cdot \frac{\sin\left(\pi \theta_n \cdot \frac{W_p}{\lambda_1}\right)}{\left(\pi \theta_n \cdot \frac{W_p}{\lambda_1}\right)},$$

где $h(n)$ — дискретные отсчеты импульсной характеристики ВШП, соответствующие заданной АЧХ;

θ_n — угол наклона секций ступенчатых электродов ВШП, рад;

n — текущий номер ступенчатого электрода;

$W_p = W/M$ — протяженность секции ступенчатого электрода, м;

W — апертура ВШП, м;

M — номер рабочей гармоники;

λ_1 — длина ПАВ на частоте рабочей гармоники, м,

причем центры разноименных краев в первой и последней секциях каждого ступенчатого электрода расположены на одной оси, перпендикулярной направлению распространения ПАВ, при этом пространственный полупериод ступенчатых электродов входного ВШП равен половине длины волны на первой

гармонике, а пространственные полупериоды электродов во входном и выходном ВПП выполнены некратными, а соотношение ширины зазора между ступенчатыми электродами входного ВПП и их пространственным полупериодом выбрано в соответствии со следующей зависимостью:

$$a_1/L_1 = 1/2M,$$

где a_1 - ширина зазора между соседними ступенчатыми электродами, м;

L_1 - пространственный полупериод ступенчатых электродов во входном ВПП, м.

Редактор Л. Волкова Составитель Г. Сачкова Техред М. Дидык Корректор М. Васильева

Заказ 991/ДСП Тираж 476 Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР
по делам изобретений и открытий
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-полиграфическое предприятие, г. Ужгород, ул. Проектная, 4