



Государственный комитет
СССР
по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 807330

(61) Дополнительное к авт. свид-ву —

(22) Заявлено 18.08.78 (21) 2666104/18-24

(51) М. Кл.³

G 06 G 7/19

с присоединением заявки № —

(23) Приоритет —

Опубликовано 23.02.81 Бюллетень № 7

Дата опубликования описания 25.02.81

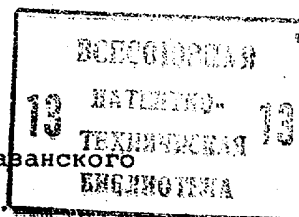
(53) УДК 681.
.333 (088.8.)

(72) Авторы
изобретения

В.М. Березов, В.С. Романов и В.И. Башков

(71) Заявитель

Казанский физико-технический институт Каванского
филиала АН СССР



(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СВЕРТКИ ОГИБАЮЩИХ
МОДУЛИРОВАННЫХ СИГНАЛОВ

1

Изобретение относится к специальным аналоговым устройствам для получения и оценок характеристик входных сигналов.

Известно устройство, содержащее сегнетоэлектрический кристалл с нанесенными на нем элементами для возбуждения звуковых колебаний и элементов снятия сигналов свертки (выполненные в виде конденсатора), смеситель Σ линию задержки для одного из сигналов. Работа этого устройства основана на нелинейных электроакустических взаимодействиях в пьезоэлектрических кристаллах [1].

Недостатком устройства является невысокая точность работы.

Наиболее близким по технической сущности к предлагаемому является устройство, которое состоит из пьезоэлектрического кристалла, на одном из торцов его установлен элемент для возбуждения звука, а в средней части кристалла — элемент выделения сигнала свертки. С помощью элемента для возбуждения звука в пластине возбуждают звуковые сигналы $F_1(t) \exp[i(\omega_1 t + K_1 Z)]$ и $F_2(t) \exp[i(\omega_2 t + K_2 Z)]$, где $F_1(t)$ и $F_2(t)$ — огибающие сигналов,

2

ω_1 и ω_2 — частоты сигналов; K_1 и K_2 — волновые векторы сигналов; Z — направление распространения сигналов.

5 Два сигнала $F_1(t)$ и $F_2(t)$ должны быть сдвинуты на время τ_1 относительно друг друга, так чтобы после отражения от выходного торца кристалла первый сигнал встречался со вторым примерно в середине кристалла. С этой целью один из сигналов задерживают на время τ_1 с помощью линии задержки, подключенной через смеситель к элементу возбуждения звука в образце. Когда звуковые сигналы распространяются в противоположных направлениях друг через друга в нелинейном кристалле, появляется третий сигнал на частоте $\omega_3 = \omega_1 + \omega_2$ с волновым вектором $K_3 = K_1 + K_2$, форма огибающей которого описывается выражением

$$10 \quad c(t) = B \int_{-L/2}^{L/2} F_2(t - Z/V_{3B}) \cdot F_1(t + Z/V_{3B}) dZ, \quad (1)$$

25 где L — длина центрального электрода, B — константа пропорциональности, учитывающая нелинейную электроупругую связь в кристалле, V_{3B} — скорость звука в кристалле. Так как

30

длительности огибающих сигналов $F_1(t)$ и $F_2(t)$ могут быть выбраны короче времени их распространения в области электрода для выделения свертки, пределы интегрирования могут быть взяты бесконечными, и, используя подстановку $\tau = t - Z/V_{3B}$ получают стандартное выражение интеграла свертки двух функций [2].

$$c(t) = -V_{3B} \int_{-\infty}^{\infty} F_2(\tau) \cdot F_1(2t - \tau) d\tau \quad (2)$$

Недостатком известного устройства является низкая точность определения интеграла свертки сигналов в силу неполного совпадения волновых фронтов встречных звуковых волн в области их взаимодействия даже в высококачественных акустически однородных кристаллах со специальной оптической обработкой поверхностей и высокой степенью параллельности торцов кристалла. Из выражений (1) и (2) следует, что условием высокой точности электроакустического устройства для определения интеграла свертки является идентичность скорости распространения (V_{3B}) обоих встречных звуковых волн в области их взаимодействия или, иначе говоря, совпадение волновых фронтов взаимодействующих в кристалле звуковых волн.

Целью предлагаемого изобретения является повышение точности работы электроакустического устройства для определения свертки сигналов путем обеспечения совпадения волновых фронтов взаимодействующих волн и снятие высоких требований к акустической однородности и качеству механической обработки поверхностей пьезоэлектрического кристалла. Достижение этих целей делает возможным использование кристаллов в области фазовых переходов, где они имеют экстремальные нелинейные свойства.

Поставленная цель достигается тем, что в устройстве содержащее сегнетоэлектрический кристалл, на который нанесены с противоположных торцов две токопроводящие пластины, первая из которых подключена к шине нулевого потенциала, а вторая соединена с выходом смесителя, первый вход которого соединен с выходом линии задержки, вход которой является первым входом устройства, второй вход смесителя является вторым входом устройства, введен генератор электромагнитного импульса и дополнительная линия задержки, выход которой соединен с третьим выходом смесителя, а вход подключен к выходу генератора электромагнитного импульса.

Согласно изобретению к одному из входов смесителя подключен генератор электромагнитных колебаний, фор-

мирующий дополнительный импульс накачки на частоте $\omega_3 = \omega_1 + \omega_2$ с новым вектором $K_3 = K_1 - K_2 \approx 0$ и огибающей $F_3(t)$, задержанный относительно первого звукового сигнала на время $\tau \approx \tau_1$ с помощью линии задержки,

при этом элемент, выполняющий функции выделения сигнала, свертки и возбуждения звука конструктивно, выполнен в виде обкладок конденсатора, в которые помещен сегнетоэлектрический кристалл (КДР, сегнетова соль и др.), ориентированный полярной осью перпендикулярно плоскостям обкладок конденсатора. При этом в кристалле возбуждаются поперечные звуковые волны, сильно связанные с электрическим полем вдоль полярной оси кристалла, что определяет высокую нелинейность.

При взаимодействии 1-го распространяющегося по кристаллу сигнала (ω_1, K_1, F_2) с дополнительным электромагнитным сигналом (ω_3, K_3, F_3) образуется новая звуковая волна ($\omega_2 - K_2, \bar{F}_2$). В частном случае, когда импульс накачки короче, чем длительность 1-го звукового импульса, огибающая новой звуковой волны идентична первоначальной огибающей, т.е. $\bar{F}_2(t) = F_2(t)$.

Проведенные эксперименты показали, что обратная звуковая волна ($\omega_2 - K_2, \bar{F}_2$) благодаря инвертированию волнового вектора испытывает обратную эволюцию волнового фронта по отношению к первоначальной волне (ω_1, K_1, F_2). Так, если первоначальная волна, возбужденная на границе кристалла, при распространении расходится относительно первоначального фронта в момент возбуждения, то обратная звуковая волна сходится при распространении, т.е. восстанавливает свой фронт до первоначального фронта в момент возбуждения первичной волны.

Вторая звуковая волна (ω_1, K_1, F_1), возбужденная на том же преобразователе что и первая (ω_1, K_1, F_2) должна встретиться в кристалле с обратной звуковой волной ($\omega_2 - K_2, \bar{F}_2$), имея при этом идентичные волновые фронты, поскольку волновой фронт звуковой волны (ω_1, K_1, F_1) к моменту встречи со звуковой волной ($\omega_2 - K_2, \bar{F}_2$) исказится как раз настолько, насколько не успеет восстановиться фронт волны ($\omega_1 - K_2, \bar{F}_2$). Следовательно, обе встречные волны должны эффективно взаимодействовать с образованием результирующего сигнала, пропорционального интегралу свертки двух функций $F_1(t)$ и $F_2(t)$. Действительно, этот сигнал обнаруживается на частоте $\omega_3 = \omega_1 + \omega_2$, имеет волновой вектор $K_3 = K_1 - K_2$ и сжат во времени в два раза по сравнению с входными сигналами, что является

характерным свойством свертки акустических входных сигналов. Сигнал свертки в момент встречи звуковых волн с идентичными волновыми фронтами наблюдается даже в условиях экстремального рассеяния и дисперсии звука в области фазовых переходов кристаллов, а также на некачественных кристаллах с необработанными гранями, трещинами и т.п. Характерно, что по условиям эксперимента встреча акустических сигналов осуществляется в кристалле многократно, однако сигнал свертки, заметно превышающий шум, появляется только в тот момент, когда встречные звуковые сигналы имели идентичные волновые фронты.

На чертеже изображено предлагаемое устройство.

Устройство содержит сегнетоэлектрический кристалл 1, токопроводящие пластины 2 (металлические обкладки) нанесенные на торцы кристалла 1 и выполняющие функции возбуждения звука и выделения сигнала свертки. К пластине 2 подключен смеситель 3, два входа которого соединены с источниками входных сигналов $w_1, F_1(t)$ и $w_2, F_2(t)$; один из источников сигналов соединен со смесителем через линию 4 задержки. К третьему входу смесителя через линию 5 задержки подключен генератор 6 электромагнитного импульса накачки.

Устройство работает следующим образом.

Сигналы $w_1, F_1(t)$ и $w_2, F_2(t)$, задержанные друг относительно друга с помощью линии 4 задержки на время t_1 , где $t_1 < t_2$, (t_2 - время необратимого затухания звука в образце) подают через смеситель 3 на обкладки конденсатора 2, электрическое поле которого возбуждает в образце звуковые сигналы (w_1, K_1, F_2) и (w_2, K_2, F_1) . Через время t_1 , обеспечиваемое линией 5 задержки, в смеситель 3 подают импульс накачки на частоте $w_3 = w_1 + w_2$ от генератора 6. Поскольку время t_1 выбирается приблизительно равным t_2 , то импульс электрического поля накачки, взаимодействуя с сигналом, незадержанным линией 4 задержки, вызывает звуковую волну

$(w_2, -K_2, F_2)$ с обратным волновым вектором $-K_2 = K_1$. Таким образом, в кристалле возбуждены две звуковые волны $(w_2, -K_2, F_2)$ с обратным волновым вектором и (w_1, K_1, F_1) взаимодействие которых приводит к возникновению сигнала свертки на частоте

$w_3 = w_1 + w_2$
с волновым вектором $K_3 = K_1 - K_2$, т.е. однородного по кристаллу электрического сигнала.

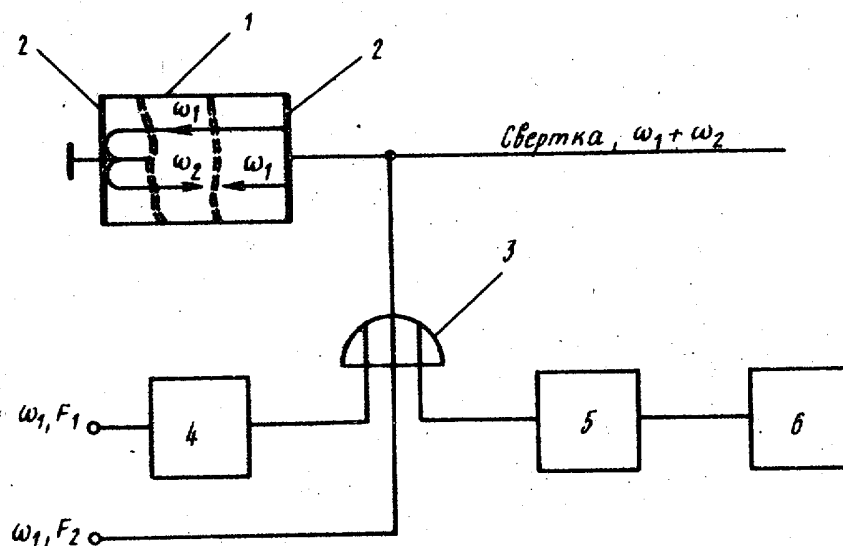
Таким образом, предлагаемое устройство позволяет повысить точность электроакустических конволюторов, снизить требования к акустической однородности и к точности механической обработки граней кристаллов, использовать пьезоэлектрические кристаллы в экстремально нелинейной области их фазовых переходов, в условиях дисперсии и рассеивания волн в нелинейной среде.

Формула изобретения

Устройство для определения свертки огибающих модулированных сигналов, содержащее сегнетоэлектрический кристалл, на который нанесены с противоположных торцов две токопроводящие пластины, первая из которых соединена с шиной нулевого потенциала, а вторая соединена с выходом смесителя, первый вход которого соединен с выходом линии задержки, вход которой является первым входом устройства, второй вход смесителя является вторым входом устройства, а также с целью повышения точности, в устройстве введен генератор электромагнитного импульса и дополнительная линия задержки, выход которой соединен с третьим входом смесителя, а вход подключен к выходу генератора электромагнитного импульса.

Источники информации, принятые во внимание при экспертизе

1. Авторское свидетельство СССР № 559392, кл. G 06 G 7/52, 1976.
2. I. Appl. Phys. № 42, 1971, p 908, (прототип).



Редактор В. Лазаренко Составитель В. Жовинский
 Заказ 295/76 Техред И. Асталаш Корректор В. Синицкая
 Тираж 756 Подписное
 ВНИИПИ Государственного комитета СССР
 по делам изобретений и открытий
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5
 Филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4