

возбуждаются во всей области значений h/λ : как после значения «отсечки», так и до него. При этом в области h/λ до «отсечки», когда скорость ПАВ превышает скорость объемной сдвиговой волны в подложке Si, начинается черенковское излучение энергии волны в объем и ПАВ Сезава приобретает «утекающий» характер. Скорость «утекающей» ПАВ Сезава примерно в 1,5 раза превышает скорость рэлеевской ПАВ на чистой поверхности Si и достигает величины ≈ 7300 м/с.

Коэффициент электромеханической связи K^2 определялся из измерений сопротивления излучения R_a преобразователей в последовательной эквивалентной схеме с помощью выражения: $K^2 = 2R_{af} \cdot C_T / N$, где f — частота синхронизма, C_T — статическая емкость, N — число пар преобразователей. Зависимость K^2 от отношения h/λ для кремния (111), (110) — ориентации представлена на фиг. 2. Для кремния (100), (110) — ориентации зависимость $K^2 = K^2(h/\lambda)$ была аналогична. Из фиг. 2 видно, что значения K^2 для «утекающих» ПАВ Сезава превышают таковые для рэлеевской ПАВ во всем диапазоне значений h/λ и достигает значений 0,7% при $h/\lambda = 0,1$. Скорость распространения этой ПАВ составляет ≈ 7000 м/с.

Высокая скорость «утекающих» ПАВ Сезава и достаточно большой коэффициент электромеханической связи открывают возможность создания на основе этих волн более высокочастотных ПАВ-устройств по сравнению с устройствами на рэлеевских волнах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Mitsuyu T., Yamazaki O., Wasa K. A 4.4 GHz SAW filter using a single-crystal ZnO film on sapphire // Proceedings 1981 Ultrason. Symp. IEEE. P. 74–77.
2. Takeda F., Shiosaki T., Kawabata A. High coupling and high velocity surface acoustic waves using a C-axis oriented ZnO film on translucent Al₂O₃ ceramics // Appl. Phys. Letters. 1983. V. 43. P. 51–53.
3. Shiosaki T., Mikamura Y., Takeda F., Kawabata A. High coupling and high velocity SAW using ZnO and AlN films on glass substrate // IEEE Trans. 1986. V. UFFC-33. P. 324–332.
4. Farnell G. W. A Review of propagation and electroacoustic coupling in layered structures // Proceedings 1977 Ultrason. Symp. IEEE. P. 803–813.
5. Shiosaki T., Yamamoto T., Kawabata A. Higher order mode Rayleigh waves propagating on ZnO/substrate structures // Proceedings 1977 Ultrason. Symp. IEEE. P. 814–817.

Институт радиотехники и
электроники
Академии наук СССР

Поступило в редакцию
3.VII.1986

УДК 548:539.3

ЗАТУХАНИЕ ПРОДОЛЬНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛН В X-СРЕЗЕ НИОБАТА ЛИТИЯ НА ЧАСТОТЕ 9,1 ГГц

Баженов С. А., Григорьев М. А., Петров В. В.

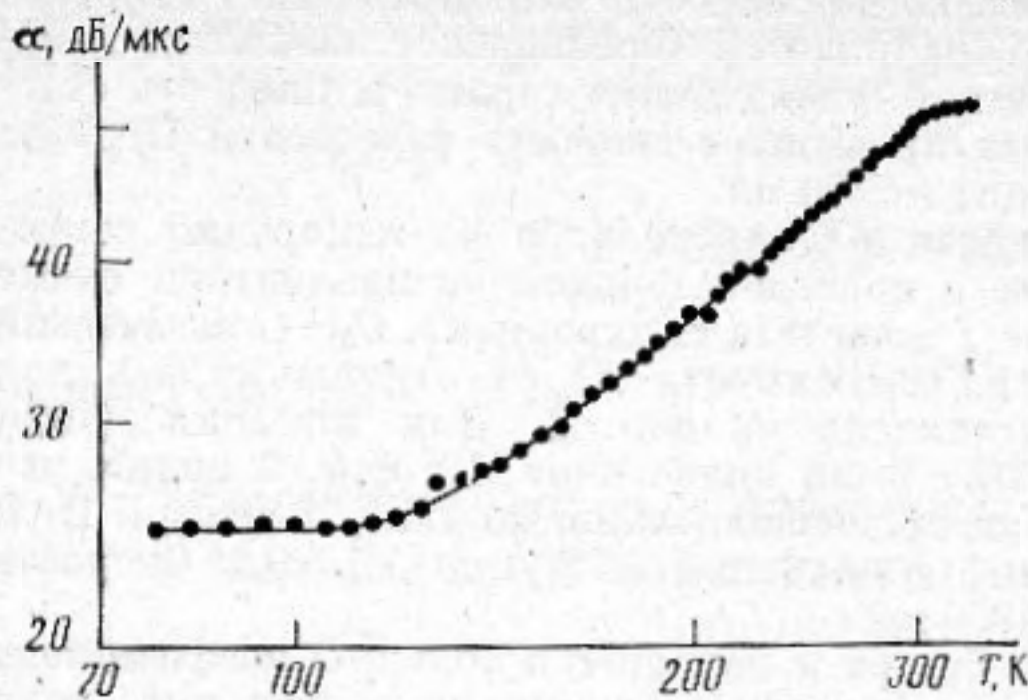
Литературные данные о затухании продольных акустических волн, распространяющихся в ниобате лития вдоль оси X, характеризуются большим разбросом величин (см. таблицу). Это послужило поводом для проведения настоящей работы, целью которой явилось измерение затухания продольных акустических волн в ниобате лития в указанном направлении на частоте 9,1 ГГц в интервале температур от 78 до 330 К.

Исследуемые кристаллы имели размеры $2,5 \times 3,5 \times 1,57$ мм³ и были ориентированы коротким ребром вдоль направления [100]. На одну из полированных широких граней ($2,5 \times 3,5$ мм²) сначала была напылена пленка Au (~ 2000 Å), а затем ионно-плазменным методом — пленка ZnO (~ 3000 Å). Образец помещался в емкост-

ной зазор тороидального резонатора, который перестраивался за счет перемещения исследуемого образца. Пьезопленка, ориентированная осью [001] перпендикулярно торцу кристалла, обеспечивала возбуждение только продольной акустической волны, поскольку металлический «подслой» шунтировал тангенциальную составляющую электрического поля в пленке и экранировал кристалл ниобата лития от высокочастотного поля, предотвращая возбуждение поперечных волн с его поверхности.

Затухание, дБ/мкс. ГГц ²	Источник
0,128	[1]
0,099	[2]
0,577	[3]

При измерениях использовалась эхо-импульсная методика, описанная в [4]. Полный цикл получения температурной зависимости повторялся 4 раза. Абсолютные значения затухания находились в каждом из четырех экспериментов только при температуре 78 К как среднее значение из трех отношений мощностей соседних эхо-импульсов. Таким образом, при 78 К было получено 12 значений отдельных измерений, усреднение которых дало 25 дБ/мкс при среднеквадратичной ошибке среднего арифметического 1,1 дБ/мкс. На фигуре показана зависимость измеренного затухания от температуры. Из нее следует, что при комнатной температуре искомое затухание равно 49 дБ/мкс при среднеквадратичной ошибке среднего арифметического 1,1 дБ/мкс. Приведение полученного результата к 1 ГГц, основанное



Температурная зависимость акустического затухания в X-срезе ниобата лития на частоте 9,1 ГГц

на квадратичной зависимости от частоты, дало величину $0,59 \pm 0,013$ дБ/мкс·ГГц². Полученное в настоящей работе значение затухания совпало в пределах ошибок измерений с результатом, приведенным в [3], отличаясь от результатов [1 и 2] соответственно в 4, 5 и 6 раз.

Авторы благодарят Б. М. Гурьева за изготовление тонкопленочных преобразователей из окиси цинка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Spencer E. G., Lenro P. V. Temperature dependence of microwave elastic losses in LiNbO_3 and LiTaO_3 // J. Appl. Phys. 1967, V. 38. № 1. P. 423–424.
2. Утида, Ниидзэка. Материалы и методы акустооптического отклонения // ТИИЭР. 1973. Т. 61. № 8. С. 21–43.
3. Bajak J. L., Mc. Nab. Attenuation of acoustic waves in Lithium Niobate // J. Acoust. Cos. Amer. 1981. V. 69. № 3. P. 689–695.
4. Григорьев М. А., Зюрюкин Ю. А., Наянов В. И., Полотнягин В. А., Шевчик В. Н. Экспериментальное исследование температурной зависимости затухания гиперзвуковых волн в рубине и ниобате лития в трехсантиметровом диапазоне радиоволн // Изв. АН СССР. Сер. Физическая. 1971. Т. 35. № 5. С. 948–951.

Саратовский государственный университет им. Н. Г. Чернышевского

Поступило в редакцию 26.1.1987

УДК 534.231.1

О ПРИМЕНЕНИИ ШИРОКОПОЛОСНЫХ ИМПУЛЬСОВ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ДИСПЕРГИРУЮЩИХ И НЕЛИНЕЙНЫХ СРЕД

Бутковский О. Я., Гиндлер И. В., Кравцов Ю. А.

Как правило, акустические исследования проводятся с использованием узкополосных сигналов, полоса частот которых $\Delta\omega$ мала по сравнению с несущей частотой ω_0 и с полосой прозрачности среды распространения (в этой полосе преобразование Фурье $G_\omega(\mathbf{r})$ от функции Грина среды $G(\mathbf{r}, t)$ существенно отличается от нуля).

Между тем использование достаточно широкополосных сигналов, в том числе сигналов, согласованных со средой распространения, может существенно расширить возможности акустических исследований. Укажем некоторые имеющиеся здесь перспективы.

Рассмотрим поле излучения широкополосного источника в линейной диспергирующей среде. Звуковое давление, удовлетворяющее волновому уравнению и определенным граничным условиям, записываем в виде

$$p(\mathbf{r}, t) = \int S(\omega) G_\omega(\mathbf{r}) e^{i\omega t} d\omega, \quad (1)$$

где $S(\omega)$ — спектр излученного сигнала $s(t)$. Выясним, для каких сигналов интенсивность $I = |p(\mathbf{r}, t)|^2$ максимальна для заданного канала распространения, т. е. какие сигналы в некоторой пространственно-временной точке (\mathbf{r}_f, t_f) обладают максимальной мощностью. Для нахождения оптимальных в указанном смысле сигналов