



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1753916 A1

(51) 5 И 03 И 9/00

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГННТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

(21) 4697704/22

(22) 29.05.89

(72) Н.Ф. Науменко и В.С. Орлов

(56) Поверхностные акустические волны./Под ред. А. Олинера. М.: Мир, 1981, с. 284-354.

Авторское свидетельство СССР № 1222170, кл. И 03 И 9/02, 1984.

(54) УСТРОЙСТВО ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ НА ПОВЕРХНОСТНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛНАХ СВЧ-ДИАПАЗОНА

(57) Изобретение относится к радиоэлектронике и может быть использовано в диапазоне сверхвысоких частот для частотной и временной обработки сиг-

2

налов в радиолокации, телевидении, системах связи. Цель изобретения - уменьшение вносимых потерь при сохранении термостабильности. При подаче электрического сигнала на передающий электроакустический преобразователь (ЭАП) 2 в пьезоэлектрическом звукопроводе 1 возбуждается поверхностная акустическая волна, распространяющаяся в направлении, составляющем угол с нормалью к электродам ЭАП 2. Рабочая поверхность звукопровода ориентирована относительно кристаллофизических осей с размещением нормали к ней внутри кругового конуса вне его сечения плоскостью X, Z. 6 ил.

Изобретение относится к радиоэлектронике и может быть использовано в диапазоне сверхвысоких частот (СВЧ) для частотной и временной обработки сигналов в радиолокации, телевидении, системах связи и т.д.

Известно устройство на поверхностных акустических волнах (ПАВ) СВЧ-диапазона, содержащее пьезоэлектрический звукопровод, на рабочей поверхности которого размещены входной и выходной электроакустические преобразователи (ЭАП). С целью повышения стабильности в качестве материала звукопровода используется кварц термостабильного среза, например ST-среза, для которого температурный коэффициент задержки (ТКЗ) составляет $0 \cdot 10^{-6} / ^\circ\text{C}$.

29-92

Недостатком известного устройства на ПАВ являются большие потери на распространение в области СВЧ (более 1 ГГц), которые составляют 3,1 дБ/мкс, что ведет к существенному росту вносимых потерь в устройстве и затрудняет их использование.

Наиболее близким по технической сущности к заявляемому является устройство на ПАВ для обработки сигналов в диапазоне СВЧ, содержащее пьезоэлектрический звукопровод из монокристалла силикогаллата лантана, на рабочей поверхности которого размещены передающий и приемный ЭАП ПАВ, например встречно-штыревые. С целью уменьшения потерь на распространение размещение нормали выполнено по отно-

(19) SU (11) 1753916 A1

шенило к кристаллографической оси X монокристалла, а продольная ось звукопровода размещена под углом от (-)40° до (+)40° градусов к кристаллографической оси Y монокристалла, что соответствует ориентации XYZ/B, где $B \leq +40^\circ$.

Недостатком известного СВЧ-устройства на ПАВ являются большие вносимые потери вследствие отклонения потока энергии ПАВ от продольной оси звукопровода, а также малого коэффициента электромеханической связи для термостабильных направлений, что приводит к слабому возбуждению ПАВ.

Целью изобретения является уменьшение вносимых потерь при сохранении термостабильности.

Поставленная цель достигается тем, что в устройстве обработки сигналов на ПАВ СВЧ-диапазона, содержащем пьезоэлектрический звукопровод из монокристаллического силикогаллата лантана, рабочая поверхность звукопровода ориентирована относительно кристаллофизических осей X, Y, Z с размещением нормали к ней внутри кругового конуса, вне его сечения плоскостью XZ, причем ось вращения этого конуса выбрана параллельно кристаллофизической оси X, а угол при вершине конуса составляет не более $\alpha = \pm 10^\circ$, причем угол между направлением распространения ПАВ и кристаллографической осью Y выбран в пределах $B = \pm 10+40^\circ$.

На фиг. 1 представлено устройство обработки сигналов на ПАВ СВЧ-диапазона; на фиг. 2 - зависимости скорости v ПАВ, угла отклонения потока энергии Φ , ТКЗ и квадрата коэффициента электромеханической связи K_s^2 от угла α при различных углах B для предлагаемого устройства с дважды повернутой кристаллографической ориентацией XYB S/ α /B, обеспечивающей минимальные потери; на фиг. 3-6 - аналогичные зависимости для устройства прототипа ($\alpha = 0^\circ$).

Устройство обработки сигналов на ПАВ содержит пьезоэлектрический звукопровод 1 из монокристаллического силикогаллата лантана с дважды повернутой ориентацией XYB S/ α /B при $\alpha \leq \pm 10^\circ$ и $B \approx 10+40^\circ$, передающий 2 и приемный 3 электроакустический преобразователи (ЭАП).

Устройство обработки сигналов на ПАВ СВЧ-диапазона работает следующим образом.

При подаче электрического сигнала на передающий ЭАП 2 в пьезоэлектрическом звукопроводе 1 возбуждается ПАВ, распространяющаяся в направлении, составляющем угол Φ с нормалью к электродам ЭАП 2. ПАВ достигает приемного ЭАП 3 с затуханием на распространение [1]:

$$Q_p \approx a \cdot f^2 + b \cdot f \text{ (дБ/мкс)}, \quad (1)$$

линейно зависящим от расстояния между передающим 2 и приемным 3 ЭАП. Здесь a и b - константы, зависящие от материала звукопровода 1; f - рабочая частота, ГГц.

При выборе угла между направлением распространения ПАВ и кристаллографической осью Y в плоскости X-реза в звукопроводе из силикогаллата лантана в пределах $B = 10-40^\circ$ и $\alpha = 0^\circ$ ТКЗ не превышает $20 \cdot 10^{-6}/^\circ\text{C}$, а минимальное значение составляет $4 \cdot 10^{-6}/^\circ\text{C}$, что в 7-8 раз лучше, чем у tantalата

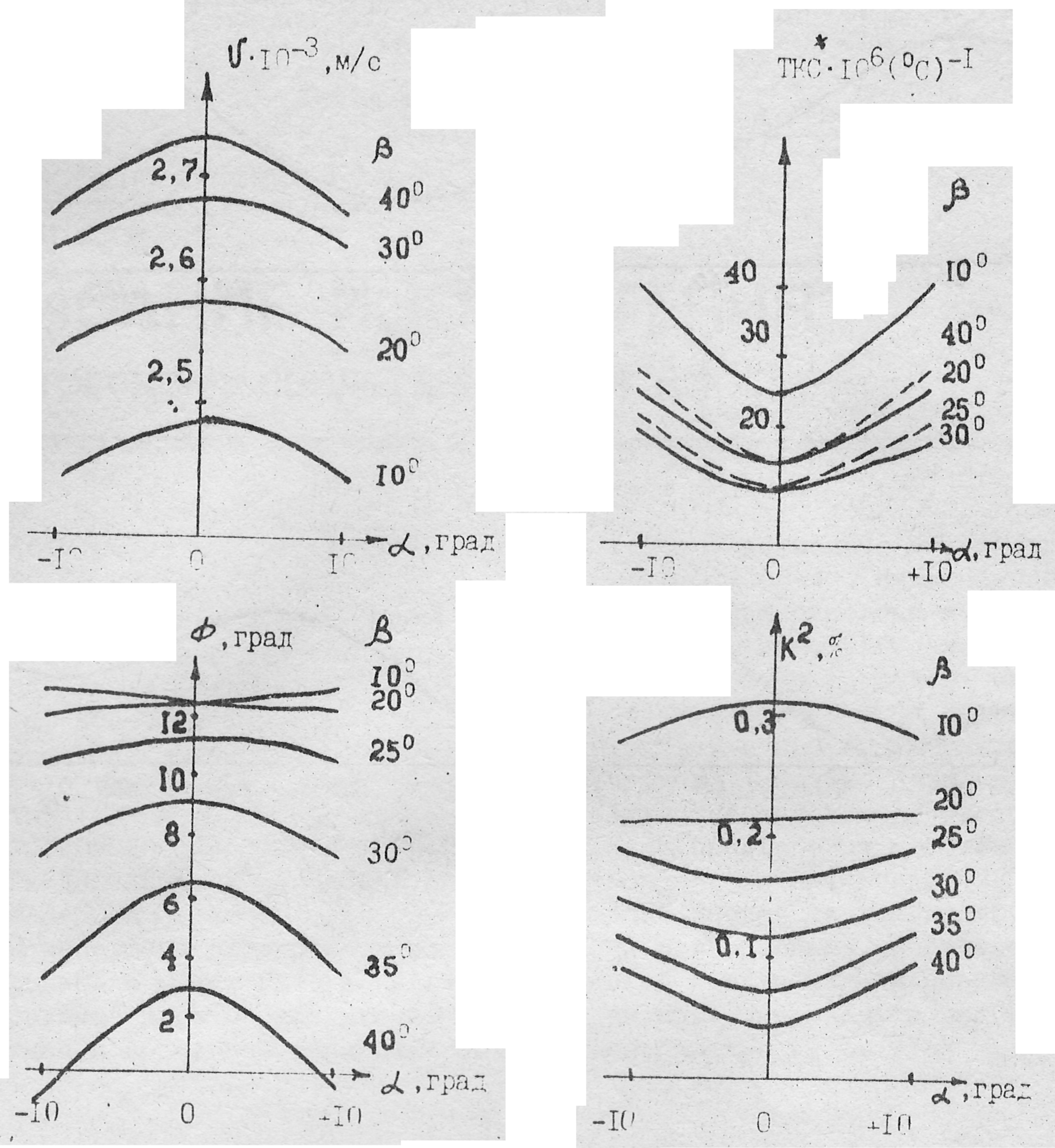
лития YZ-реза. Оптимальное значение ТКЗ при $\alpha = 0$ наблюдается для угла B , составляющего 30° . По международной классификации эта ориентация кристалла обозначается XYZ/30°. Коэффициент

электромеханической связи, определяющий эффективность возбуждения ПАВ, составляет для указанного направления 0,11%, что сравнимо с аналогичным значением для кварца термостабильного ST-реза. Скорость ПАВ при этом составляет 2687 м/с, а угол $\Phi = 9^\circ$. Для интервалов углов $B = (10-40)^\circ$ скорость ПАВ меняется в интервале $(2,4-2,7) \cdot 10^3$ м/с (фиг. 3), коэффициент электромеханической связи при этом принимает значения в интервале $(0,04-0,32)\%$ (фиг. 6), а угол Φ - в интервале $(3-12)^\circ$ (фиг. 4). Уменьшение скорости ПАВ в $(1,1-1,3)$ раза позволяет во столько же раз увеличить время задержки в устройстве без увеличения его габаритов.

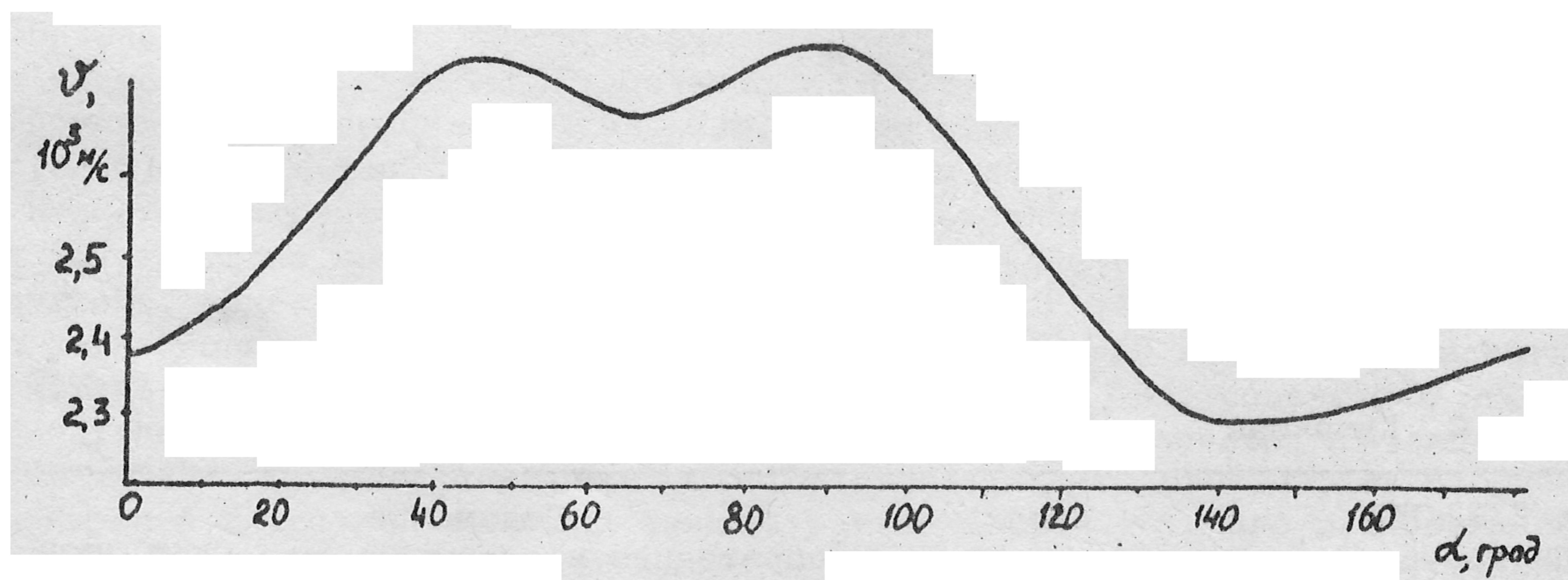
При выборе угла B менее 10° величина ТКЗ для звукопровода из силикогаллата лантана становится такой же, что и для устройства со звукопроводом из tantalата лития.

При увеличении B за пределы 40° коэффициент электромеханической свя-

1753916

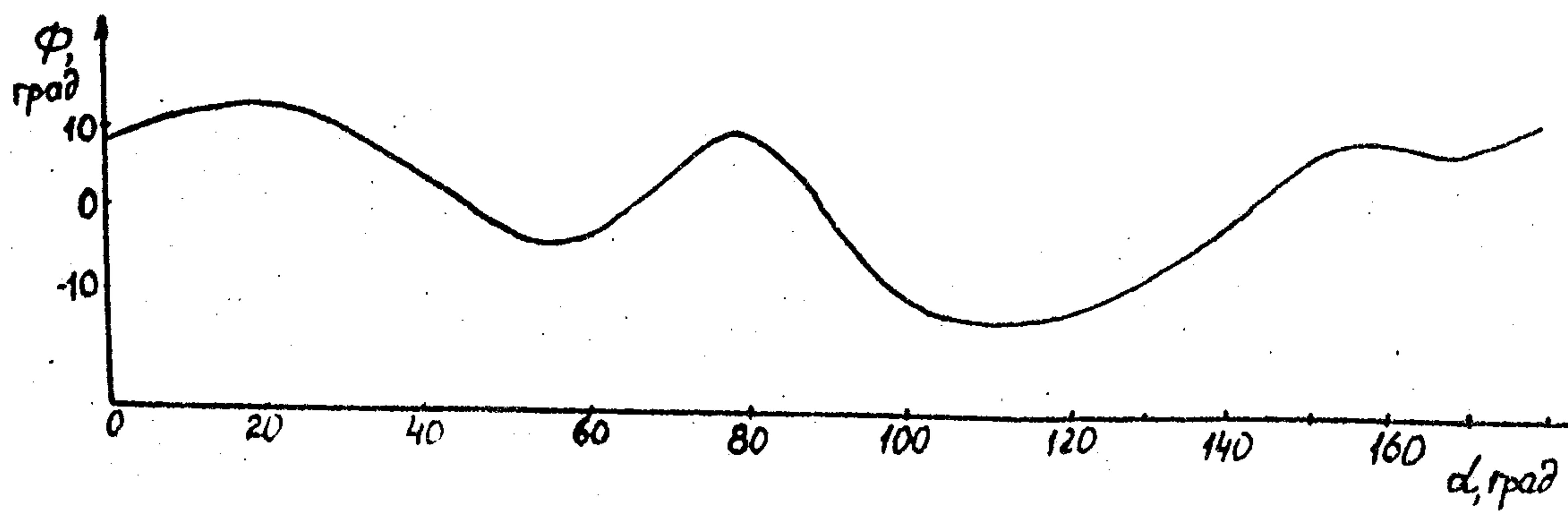
СРЕЗ $xy\beta s/\alpha/\beta$ 

Фиг.2

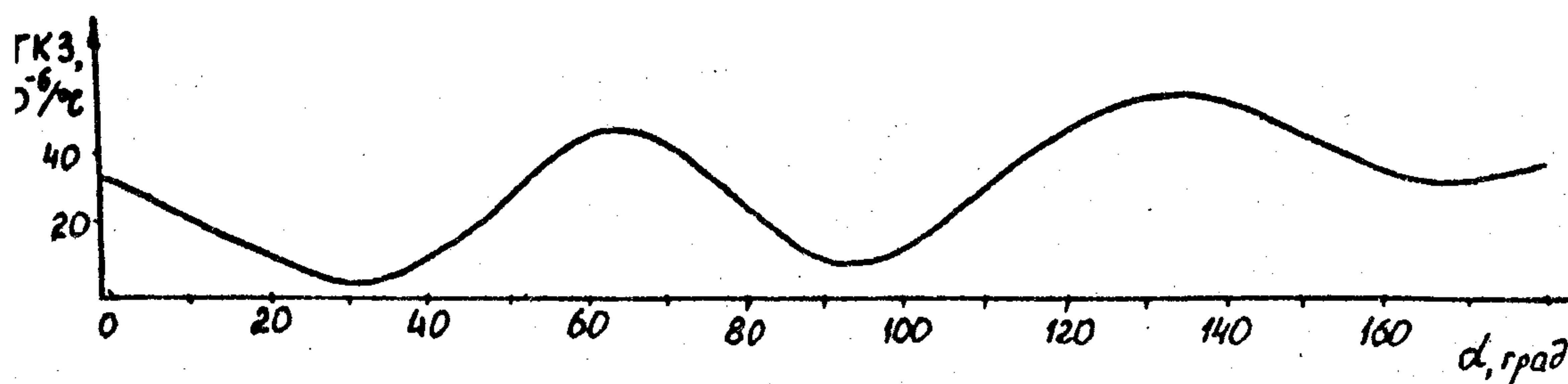


Фиг.3

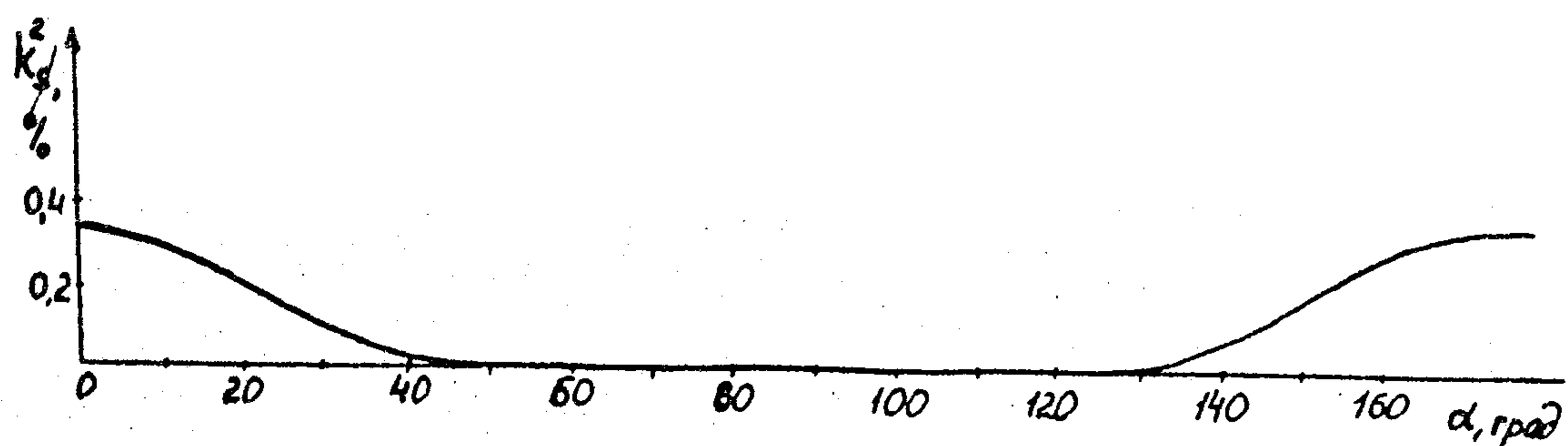
1753916



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6

Редактор С. Кулакова

Составитель Г. Муртазина

Техред М. Моргентал

Корректор С. Шекмар *а* Р

Заказ 2792/ДСП

Тираж

Подписьное

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

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

зи становится практически равным нулю (фиг. 6) и передающий ЭАП не возбуждает ПАВ, т.е. устройство теряет свою работоспособность.

Помимо потерь Q_p на распространение ПАВ в устройстве существуют дополнительные вносимые потери.

$$Q_{\text{вн}} \approx Q_{\text{виф}} + Q_{\text{вик}}, \quad (2)$$

где $Q_{\text{виф}} = -20 \lg(1 - B \cdot \tan \Phi)$ — (3)
потери вследствие отклонения потока энергии на угол Φ от продольной оси звукопровода, а

$$Q_{\text{вик}} = -20 \lg \frac{2 \cdot G_H/G_U}{(1-G_H/G_U)} \quad (4)$$

потери, определяемые коэффициентом электромеханической связи.

Здесь B — геометрический параметр, равный отношению расстояния l между преобразователями к их апертуре W , а $G_H \sim k$ и G_U — соответственно проводимости излучения ВШП и нагрузки.

В диапазоне СВЧ из-за сложности компенсации статической емкости ВШП обычно выбирают минимально возможную апертуру ВШП и поэтому выражение (4) преобразуется:

$$Q_{\text{вик}} \approx -20 \lg (2 \cdot G_U/G_H), \quad (5)$$

т.е. потери зависят от режима согласования. Пусть для заданной проводимости G_H потери из-за рассогласования составляют Q_0 . В остальных случаях вычисляется разность

$$\Delta Q_{\text{вик}} = Q_{\text{вик}} - Q_0.$$

При $\Delta Q_{\text{вик}} < 0$ имеет место выигрыш во вносимых потерях из-за рассогласования.

Для термостабильных ориентаций силикогаллата лантана известного решения ($\alpha = 0$) (ТКЗ не хуже, чем $1 \cdot 10^{-5} / ^\circ\text{C}$), минимальные суммарные потери наблюдаются для среза XY1S/0/40° (см. таблицу) и составляют $Q_0 + 2$ дБ, где 2 дБ обусловлены отклонением потока энергии.

Для термостабильной ориентации известного решения XY1S/0°/20° дополнительные потери $\Delta Q_{\text{вн}}$ также составили 2 дБ. Для всех остальных термостабильных ориентаций прототипа, имеющих

ТКЗ $\leq 1 \cdot 10^{-5} / ^\circ\text{C}$, дополнительные потери больше указанного значения.

В предложенном устройстве наименьшие вносимые потери вследствие отклонения потока энергии ПАВ и слабого ее возбуждения (малого К²) наблюдаются для тех поверхностей нормаль, к которым принадлежит кристаллофизической

плоскости YX и составляет угол $\alpha \leq 10^\circ$, с осью X, т.е. для направлений типа XYbS/ α/B , где $-10^\circ < \alpha < 10^\circ$, $+10^\circ < B < 40^\circ$. Это XY-срезы, повернутые вокруг оси Z, параллельной ширине b звукопровода. При этом направление распространения ПАВ составляет угол B с осью Y.

Значения параметров ПАВ предлагаемых ориентаций представлены на фиг. 2 в зависимости от углов α и B . В таблице приведены 3 направления из указанного семейства с ТКЗ не хуже, чем $1 \cdot 10^{-5} / ^\circ\text{C}$. Для всех предложенных направлений суммарные дополнительные потери вследствие отклонения потока энергии и слабого возбуждения ПАВ на 3-7 дБ меньше, чем для известного решения. Для направлений с худшей термостабильностью суммарные потери также всегда на 1-7 дБ меньше, чем для направлений известного решения с той же величиной ТКЗ. При этом в интервалах $-10^\circ < \alpha < +10^\circ$ и $+10^\circ < B < 40^\circ$ ТКЗ не превышает $30 \cdot 10^{-6} / ^\circ\text{C}$.

Таким образом, использование предлагаемого технического решения позволяет уменьшить величину вносимых потерь из-за отклонения потока энергии ПАВ и слабого ее возбуждения при сохранении температурной стабильности.

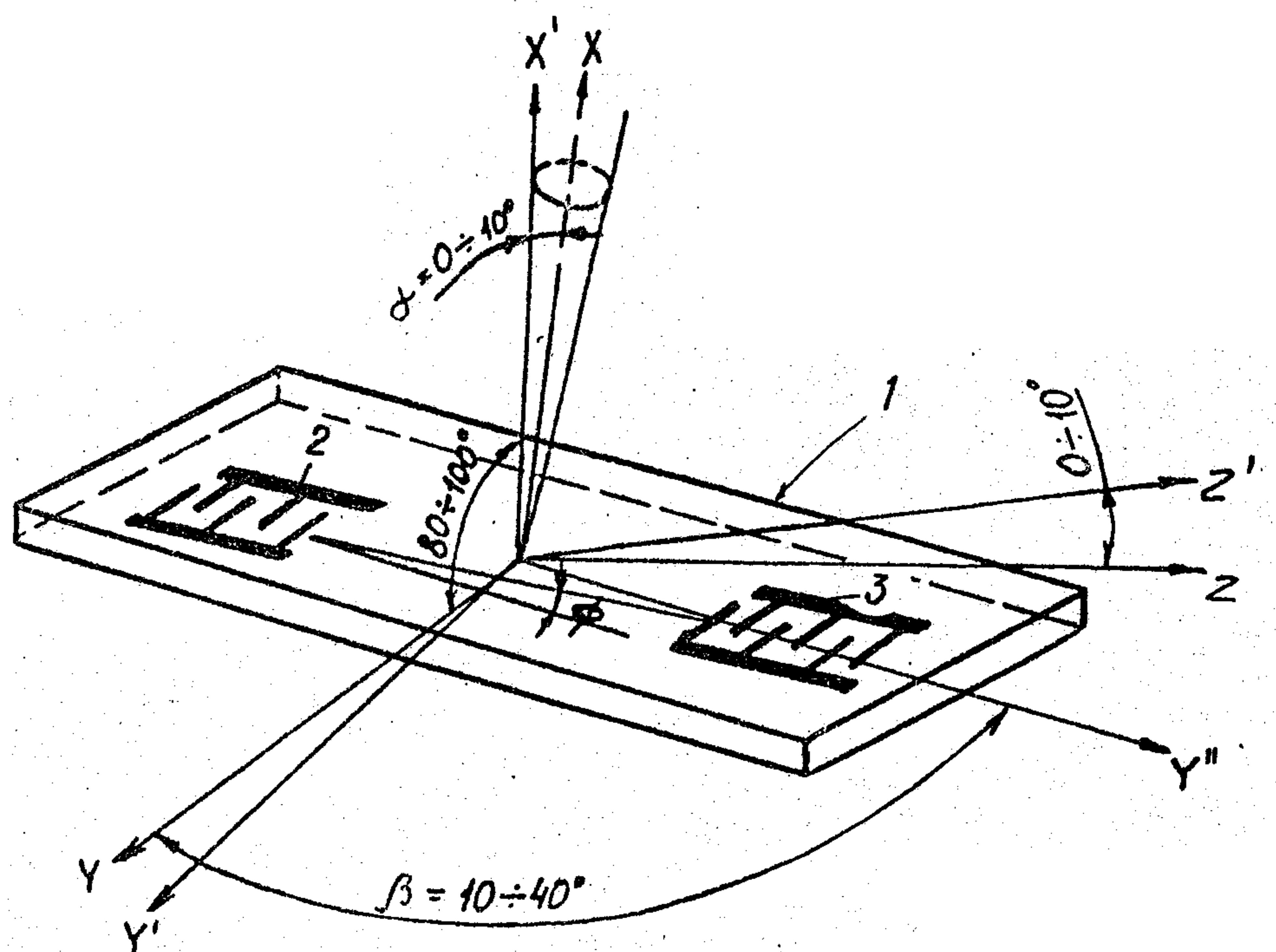
Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Устройство обработки сигналов на поверхностных акустических волнах (ПАВ) СВЧ-диапазона, содержащее пьезоэлектрический звукопровод из силикогаллата лантана, на рабочей поверхности которого размещены передающий и приемный электроакустические преобразователи ПАВ, отличающиеся тем, что, с целью уменьшения вносимых потерь при сохранении термостабильности, рабочая поверхность пьезоэлектрического звукопровода ориентирована относительно кристаллофизических осей X, Y, Z с размещением нормали к ней внутри кругового конуса

вне его сечения плоскостью X, Z , причем ось вращения этого конуса выбрана параллельно кристаллофизической оси X , а угол при вершине конуса сос-

тавляет не более $\pm 10^\circ$, причем угол между направлением распространения ПАВ и кристаллографической осью Y выбран в пределах $10-40^\circ$.

№ п/п	Ориентация	Φ , град	$\Delta Q_{\text{вн}} \Phi$, дБ	K^2 , %	$\Delta Q_{\text{вик}}$, дБ	$\Delta Q_{\text{вн}}$, дБ	Примечание
1	XY1S/0°/40°	3	2	0,04	0	2	Прототип
2	XY1S/0°/20°	12	16	0,22	-14	2	То же
3	XYbS/7°/30°	7	6	0,14	-11	-5	Предложенное решение
4	XYbS/6°/25°	11	13	0,17	-12	-1	
5	XYbS/4°/35°	5	5	0,09	-6	-1	



Фиг. 1