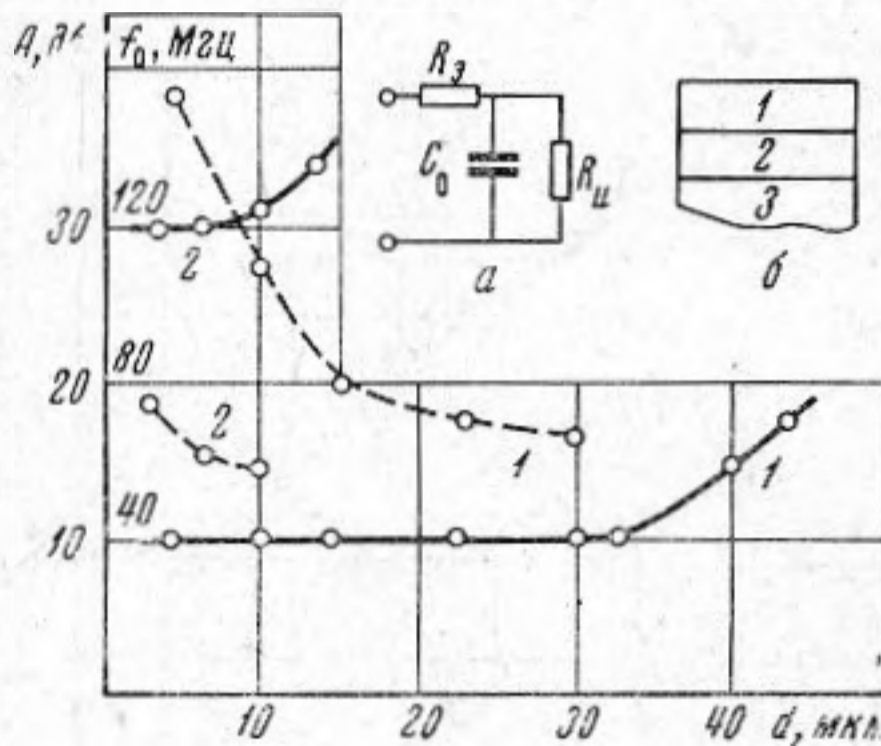


ОБ ОДНОМ ИСТОЧНИКЕ ПОТЕРЬ В ПЬЕЗОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯХ НА ДИФФУЗИОННОМ СЛОЕ

Я. А. Обуховский, Л. А. Сысоев, М. Ш. Файнер

Для анализа потерь в полупроводниковом пьезопреобразователе на диффузионном слое в работах [1, 2] использовалась эквивалентная электрическая схема, которая для пьезопреобразователя, работающего в режиме излучения вблизи резонансной частоты приведена на фигуре (а), где R_3 — эквивалентное сопротивление потерь,



R_n — сопротивление излучения, C_0 — статическая емкость высокоомного слоя. В работе [3] отмечалось, что потери в пьезопреобразователе будут близки к теоретическим при выполнении следующих условий: 1) сопротивление высокоомного слоя должно быть не менее $10^3 \div 10^4 \text{ ом}\cdot\text{см}$; 2) должна существовать резкая граница между высокоомным слоем и низкоомным основанием; 3) должен существовать омический контакт на нерабочей поверхности пьезопреобразователя. Предполагалось, что при выполнении этих условий выполнится соотношение

$$R_3 \ll R_n. \quad (1)$$

Существующие методы изготовления полупроводниковых пьезопреобразователей и способы нанесения контактов позволяют выпол-

нить эти условия, однако на практике потери в них существенно выше теоретических, т. е. соотношение (1) не выполняется.

Нами было установлено, что одной из причин больших потерь является наличие пьезоэлектрически неактивного слоя, образующегося на рабочей поверхности пьезопреобразователя в процессе диффузии акцепторных примесей. На фигуре (б), схематически показана структура высокоомного слоя преобразователя, где 1 — неактивная часть высокоомного слоя, 2 — пьезоактивная часть слоя, 3 — низкоомное основание. Резонансная частота определяется только толщиной слоя 2, в то время как емкость C_0 — суммарной толщиной слоев 1 и 2. На графике приведены экспериментальные зависимости резонансной частоты f_0 (сплошные линии) и потерь на двойное преобразование A (штриховые линии) от толщины снимаемого слоя d для двух пьезопреобразователей: 2 — пьезопреобразователи продольных колебаний с f_0 120 Мгц; 1 — пьезопреобразователи сдвиговых колебаний с f_0 40 Мгц. Измерение f_0 проводилось с помощью градуированного датчика [4], а величина A измерялась на частоте f_0 в режиме полного согласования. Слой снимался механической шлифовкой с размером зерна абразивного порошка 1 мкм. Изменение толщины (толщина снятого слоя) измерялось вертикальным оптиметром ИКВ-3 с точностью $\pm 0,2 \text{ мкм}$.

Как видно из графиков, снятие слоя определенной толщины приводит к существенному уменьшению потерь, не изменяя f_0 (C_0 при этом увеличивается). Это позволяет предполагать, что снятый слой является пьезоэлектрически неактивным. Образование такого слоя наблюдалось нами не только при диффузии акцепторов в низкоомные пластины CdS, но также при диффузии тех же акцепторов (Cu, Ag, Li) в высокоомные ($10^5 \div 10^6 \text{ ом}\cdot\text{см}$) пластины CdS, в которых оценку толщины неактивного слоя можно проводить с большой точностью по формуле $\delta = c/4(1/f_1 - 1/f_2)$, где δ — толщина пьезонеактивного слоя с одной стороны пластины, c — скорость звука в пластине, f_1 — частота последовательного резонанса полуволновой ориентированной пластины [5] до диффузии, f_2 — то же после диффузии. Точность формулы тем выше, чем лучше выполнено соотношение $\delta \ll l$, где l — толщина пластины. В наших экспериментах $l = 600\text{--}800 \text{ мкм}$, а δ , в зависимости от режима диффузии и качества механической обработки поверхности, изменялось в пределах $5 \div 100 \text{ мкм}$. Образование неактивного слоя происходит, по-видимому, в результате выпадения второй фазы в приповерхностном слое в процессе диффузии Ag, Cu или Li в CdS. Толщина неактивного слоя может быть сведена к минимуму рядом приемов: 1) выбором режимов диффузии, 2) выбором режимов механической обработки поверхности, 3) снятием неработающего слоя после изготовления пьезопреобразователя.

ЛИТЕРАТУРА

1. F. S. Hickernell. Diffusion layer transduction in piezoelectric semiconductors. Senday Sympos. on Acoustoelectronics (preprints), Senday, Japan, 1968, 1—10.
2. Е. К. Грищенко. Электрические потери пьезополупроводниковых преобразователей. Докл. на VI Всес. Акуст. конференции, секция ЕП—2, М., 1968.

3. Д. Уайт. Преобразователь с запирающим слоем и другие высокочастотные преобразователи, работающие на основной частоте. В кн. «Физическая акустика», т. I, ч. Б, М., «Мир», 1967, 303—338.
4. А. И. Морозов, В. В. Проклов. Об использовании акустоэлектрического эффекта для исследования ультразвуковых преобразователей. Радиотехн. и электрон., 1966, 11, 5, 952—954.
5. У. Мезон. Пьезоэлектрические кристаллы и их применение в ультраакустике. М., ИЛ, 1952, 62.

Всесоюзный н.-и. институт
монокристаллов
Харьков

Поступило в редакцию
30 марта 1970 г.

УДК 534.26

ВЛИЯНИЕ РЕАКЦИИ ЖИДКОСТИ НА ИЗЛУЧЕНИЕ T-ОБРАЗНОГО СОЕДИНЕНИЯ ПЛАСТИН

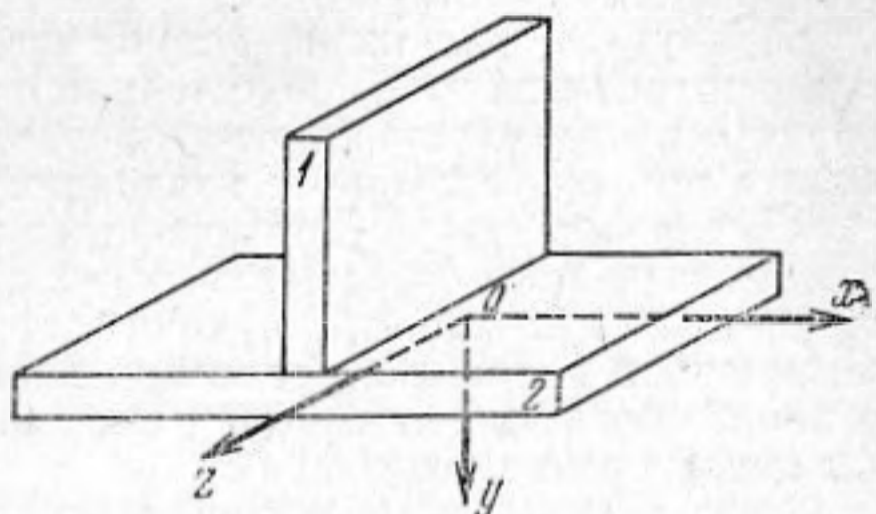
В. Н. Романов

В работе [1] были определены вклады изгибных и продольных волн в излучение T-образного соединения пластин, у которого пластина 2 была полностью погружена в жидкость (фиг. 1), в пластине 1 создавалось поле изгибных волн.

Рассмотрим теперь излучение этого же соединения пластин, у которого пластина 2 соприкасается с жидкостью лишь одной стороной. Отличие этих задач состоит в следующем. В первом случае звуковое давление в жидкости и смещение на границе жидкость — пластина можно было представить в виде четной и нечетной частей. Первая обусловлена излучением пластины 2 за счет наличия в ней продольных волн, а вторая — за счет изгибных. В этом случае в пластине 2 отсутствует какая-либо трансформация изгибных волн в продольные и наоборот за счет реакции жидкости. Во втором случае уже нельзя разбить общую задачу на две частные, в каждой из которых рассматривался бы лишь один из видов волн в пластине.

Теперь на границе жидкость — пластина 2 должно выполняться следующее условие непрерывности нормальных смещений, отличное по форме от условий работы [1]:

$$u_y^{\text{II}} + w_2 = \frac{1}{\omega^2 \rho} \frac{\partial p}{\partial y},$$



Фиг. 1

где ω — круговая частота, ρ — плотность жидкости, p — давление в жидкости, w_2 и u_y^{II} — изгибное смещение и поперечное смещение, обусловленное продольными волнами, соответственно. Остальные условия, которым должно удовлетворять искомое решение, одинаковы в обеих задачах и поэтому их здесь не приводим.

Решение задачи мы будем искать в виде интегралов Фурье:

$$p = \frac{1}{2\pi} \exp(ik_1 z \sin \varphi_1) \int_{-\infty}^{+\infty} p(\lambda) \exp(i\lambda x - y \sqrt{\lambda^2 - k^2 + k_1^2 \sin^2 \varphi_1}) d\lambda,$$

$$u_y^{\text{II}} = \frac{1}{2\pi} \exp(ik_1 z \sin \varphi_1) \int_{-\infty}^{+\infty} U_y^{\text{II}}(\lambda) \exp(i\lambda x) d\lambda,$$

$$w_2 = \frac{1}{2\pi} \exp(ik_1 z \sin \varphi_1) \int_{-\infty}^{+\infty} w_2(\lambda) \exp(i\lambda x) d\lambda.$$

Основные обозначения здесь сохранены такими же, как в работе [1], и поэтому не объясняются.

Следуя работе [1], накладываем на решения граничные и контактные условия и учитываем непрерывность решения. В результате получим при оговоренных в работе [1] допущениях выражение для звукового давления в жидкости, обусловленного