

АКУСТО-ЭЛЕКТРОННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ В CdS НА ЧИСТО СДВИГОВЫХ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОЛНАХ

А.И.Морозов, М.А.Земляничин

В недавних работах [1, 2] показано, что в кристаллах класса C_{6v} могут распространяться пьезоактивные волны нового типа – чисто сдвиговые поверхностные волны (СПВ), со смещением частиц только вдоль поверхности распространения. Сообщений об исследовании взаимодействия СПВ с электронами проводимости в литературе не имеется. В настоящей работе изучаются электронное поглощение и усиление СПВ, а также акусто-электрический (АЭ) эффект в монокристаллах CdS на поверхностных волнах.

Схема опыта представлена на рис. 1, а. На две боковые травленные поверхности фоточувствительного кристалла CdS с длиной, перпендикулярной оси C_6 , нанесены две системы электродов: на плоскость $\{10\bar{1}0\}$ для возбуждения и приема СПВ, на плоскость $\{0001\}$ – волн Рэлея (изучение в том же самом

кристалле волн Рэлея здесь проведено для сравнения)¹⁾. Перпендикулярно плоскостям $\{10\bar{1}0\}$ или $\{0001\}$ между электродами 1, 2 падает параллельный пучок света, остальные части кристалла затемнены. Для уменьшения влияния

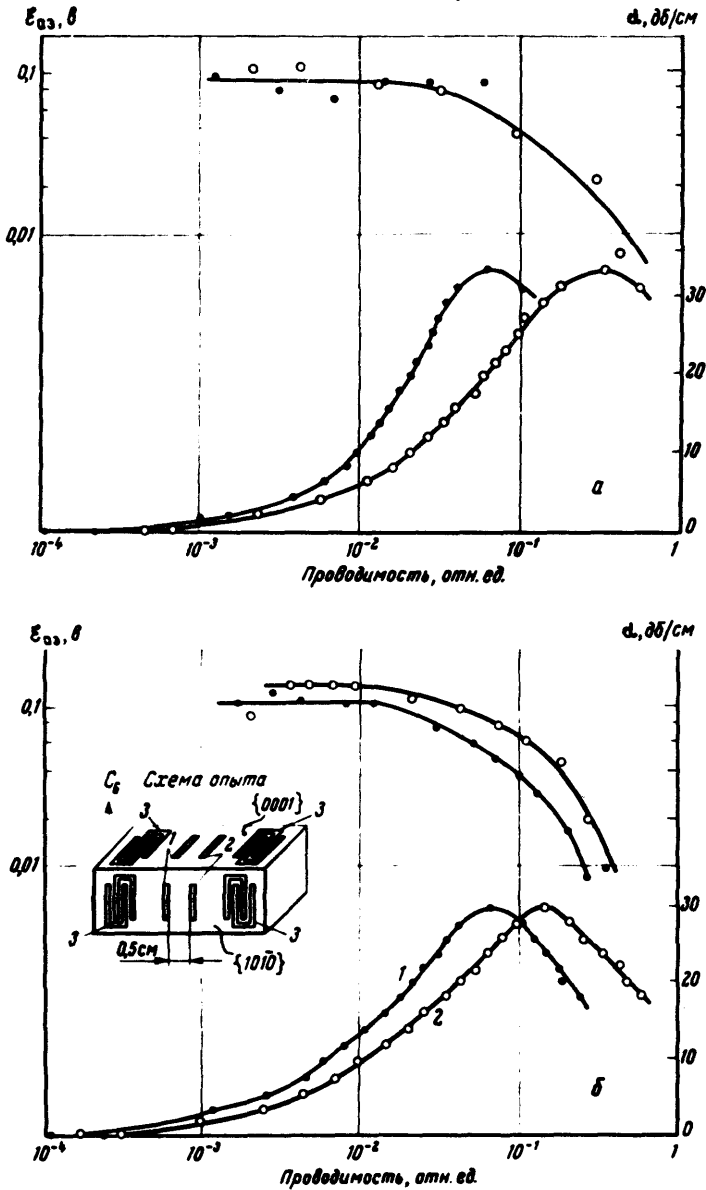


Рис. 1. Зависимость акусто-электрической ЭДС и поглощения ультразвука от проводимости. Фильтры: 1 - 1 см H_2O + 0,2 см CdS; 2 - 1 см H_2O + СЭС - 20; а - СПЕ, $f = 10,9 \text{ МГц}$, б - волны Рэлея, $f = 10,4 \text{ МГц}$. В верхнем углу схема опыта. 1, 2 - измерительные электроды, 3 - преобразователи встречно-штыревого типа

¹⁾ Исследования поглощения и усиления рэлеевских волн описаны в [3, 4].

рассеянного света на преобразователи использованы длинные кристаллы CdS ($L = 50 \text{ мм}$); большое расстояние между преобразователями обеспечивало также необходимую временную задержку проходящего импульса.

При освещении поверхности кристалла для обоих типов волн наблюдались значительный АЭ эффект и электронное поглощение. Особенности волн Рэлея и СПВ проявляются в характере изменения величины проходящего сигнала и АЭ ЭДС $\mathcal{E}_{\text{аэ}}$ при помешении капли жидкости между электродами 1, 2. Для волн Рэлея сигнал уменьшался на 10 – 15 дб, а $\mathcal{E}_{\text{аэ}}$ падало в 6 + 10 раз в зависимости от проводимости межэлектродного участка. Для СПВ, не имеющей продольной компоненты смещения частиц, напротив, изменений величины сигнала и $\mathcal{E}_{\text{аэ}}$ не наблюдалось. Однако нанесение сред, в которых возможна деформация сдвига (ЭД-5, индий, смола), приводило к падению сигнала на 3 + 4 дб. Так, салол в жидком состоянии не изменял затухания СПВ, а при затвердевании увеличивал его на 4 дб, тогда как для рэлеевских волн затухание в обоих случаях было больше и составляло 12 дб. Меньшая зависимость затухания СПВ от состояния поверхности связана с большей глубиной их проникновения [1, 2].

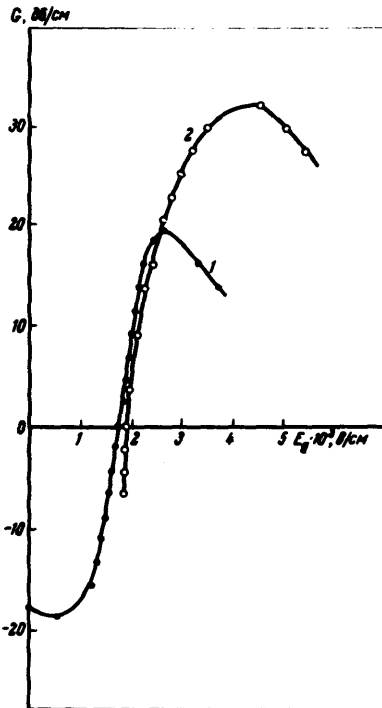


Рис. 2. Зависимость коэффициента усиления СПВ от величины дрейфового поля: 1 – $f = 10,9 \text{ МГц}$, 2 – $f = 19,5 \text{ МГц}$

На рис. 1 представлены зависимости $\mathcal{E}_{\text{аэ}}$ и электронного поглощения ультразвука α от проводимости. Видно, что для обоих типов волн общий характер зависимостей $\mathcal{E}_{\text{аэ}}$ (область плато, спад в области максимума поглощения) соответствует линейной теории и аналогичен наблюдаемым для объемных волн в CdS [5]. Величина $\mathcal{E}_{\text{аэ}}$, в соответствии с соотношением Вайнрайха, линейно зависела от интенсивности поверхностных волн и достигала 4 в ($E_{\text{аэ}} = 8 \text{ в/см}$).

По величинам α_{max} были определены эффективные константы электромеханической связи $K_{\text{эфф}}$. При расчете использовались значения скоростей поверхностных волн: $v_p = (1,72 \pm 0,02) \cdot 10^5 \text{ см/сек}$ и $v_{\text{СПВ}} = (1,80 \pm 0,02) \cdot 10^5 \text{ см/сек}$,

определенные из измерений частоты синхронизма и периода решетки. Для волн Рэлея $K_{эфф} = 0,19 = K_{15} = 0,188$ [6], для СПВ $K_{эфф} = 0,20$. Это находится в согласии с теоретической оценкой [1], показывающей, что $K_{эфф}$ для СПВ порядка K_{15} .

На рис. 2 представлена зависимость коэффициента усиления СПВ, G , от величины дрейфового поля E_0 . Полученное усиление достигало 32 дБ/см на частоте $19,5$ МГц и 24 дБ/см на частоте $10,9$ МГц и было на $5 + 6$ дБ/см больше, чем для рэлеевских волн.

Величина константы электромеханической связи, определенная из усиления СПВ составляла $K_{эфф} = 0,17$, что также близко к значению K_{15} .

Таким образом, исследование акусто-электронного взаимодействия для волн нового типа в CdS показало, что величина этого взаимодействия несколько больше, чем для волн Рэлея. Это, наряду с большей глубиной проникновения, делает перспективным применение таких волн в высокочастотных устройствах акусто-электроники.

Авторы признательны проф. С.Г.Калашникову за интерес к работе.

Институт радиотехники и электроники
Академии наук СССР

Поступила в редакцию
9 сентября 1970 г.

Литература

- [1] Ю.Б.Гуляев. Письма в ЖЭТФ, 9, 63, 1969.
- [2] J.L.Bleustein. Appl. Phys. Lett., 13, 412, 1968.
- [3] И.А.Бикторов. Акуст. ж., 12, 251, 1966; В.И.Баськова, И.А.Бикторов. Акуст. ж., 13, 292, 1967.
- [4] R.M.White, F.W.Voltmer. Appl. Phys. Lett., 8, 40, 1966.
- [5] А.И.Морозов. ФТТ, 7, 3070, 1965.
- [6] D.Berlincourt, H.Jaffe, L.R.Shiozawa. Phys. Rev., 129, 1009, 1963.