

О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ РЭЛЕЕВСКИХ ВОЛН С ЭЛЕКТРОНАМИ ПРОВОДИМОСТИ В КРИСТАЛЛЕ CdS

И. А. Викторов

Взаимодействие объемных (продольных и поперечных) ультразвуковых волн с электронами проводимости в полупроводниковых кристаллах изучено сравнительно хорошо (см., например, [1]). Этот эффект привел к открытию возможности прямого усиления таких волн в кристаллах. Взаимодействие же поверхностных рэлеевских волн с электронами проводимости в полупроводниковых кристаллах до сих пор не изучено. В настоящей заметке описываются результаты первых опытов по наблюдению такого взаимодействия в кристалле CdS.

Опыты проводились в импульсном режиме на установке, состоящей из генератора электрических импульсов прямоугольной формы с синусоидальным заполнением, резонансного усилителя и электронного осциллоскопа. Длительность импульсов составляла 6 мксек, частота заполнения — 30 мггц. Кристалл CdS, изготовленный во Всесоюзном н.-и. институте монокристаллов (г. Харьков) путем выращивания из расплава под давлением инертного газа [2], имел форму прямоугольного параллелепипеда размером $11 \times 11 \times 50$ мм. Гексагональная ось z кристалла была перпендикулярна грани 11×50 мм. Рэлеевские волны распространялись на этой грани, поверхность которой была полированной. Возбуждение и прием волн осуществлялись с помощью гребенчатых преобразователей [3], расположенных на расстоянии 15 мм. На дюралевых гребенках размерами $5 \times 5 \times 1,6$ мм располагались полуволновые кварцевые пластинки x -среза, размером 5×5 мм, рассчитанные на частоту 30 мггц. Акустический контакт пластинок с гребенками осуществлялся эпоксидной смолой, а гребенок с кристаллом — графитом.

Степень взаимодействия рэлеевской волны с электронами проводимости оценивалась по величине коэффициента α дополнительного затухания волны (по амплитуде), которое вносится электронами проводимости. Определялась зависимость коэффициента α от удельной проводимости σ кристалла. Для измерения проводимости на торцевые поверхности кристалла были нанесены индиевые электроды. Проводимость можно было изменять в широких пределах, освещая боковую поверхность кристалла 11×50 мм мощной ртутной лампой.

В таблице приведены результаты опытов. Коэффициент затухания α отсчитывался от уровня, соответствующего проводимости $\sigma \sim 10^{-8} \div 10^{-9}$ ом⁻¹см⁻¹ (при меньших σ затухание рэлеевских волн уже практически не зависело от проводимости).

σ , ом ⁻¹ см ⁻¹	$3,47 \times 10^{-9}$	$6,55 \times 10^{-7}$	$2,27 \times 10^{-6}$	$3,65 \times 10^{-6}$	$5,69 \times 10^{-6}$	$6,68 \times 10^{-6}$	$7,72 \times 10^{-6}$	$9,38 \times 10^{-6}$
α , см ⁻¹	0	0,02	0,152	0,256	0,486	0,600	0,774	0,948
σ , ом ⁻¹ см ⁻¹	$1,05 \times 10^{-5}$	$1,29 \times 10^{-5}$	$1,48 \times 10^{-5}$	$1,69 \times 10^{-5}$	$6,92 \times 10^{-4}$	$9,35 \times 10^{-4}$	$1,550 \times 10^{-3}$	$2,290 \times 10^{-3}$
α см ⁻¹	1,14	1,44	1,805	2,208	2,4	1,776	1,027	0,708

Как видно из таблицы, затухание рэлеевской волны (α , следовательно, и ее взаимодействие с электронами проводимости) очень сильно зависит от проводимости кристалла. Зависимость имеет релаксационный характер и напоминает аналогичную зависимость для объемных волн [4]. При $\sigma < 10^{-6}$ затухание очень мало. При $10^{-6} < \sigma < 1,7 \cdot 10^{-5}$ оно очень быстро растет с ростом проводимости. Область $6,9 \cdot 10^{-4} > \sigma > 1,7 \cdot 10^{-5}$ соответствует максимальному взаимодействию волны с электронами. В этой области рэлеевская волна затухала настолько сильно, что ее амплитуду невозможно было измерить. При $\sigma > 6,9 \cdot 10^{-4}$ затухание быстро уменьшается при увеличении проводимости.

В заключение автор выражает благодарность А. Ф. Дорохову за изготовление гребенок для возбуждения и приема рэлеевских волн, Л. Д. Розенбергу и А. А. Чабану за ценные дискуссии.

ЛИТЕРАТУРА

1. A. R. Hutson, D. L. White. Elastic wave propagation in piezoelectric semiconductors. J. Appl. Phys., 1962, 33, 1, 40—47.
2. Л. А. Сисоев, Н. И. Крайнюков. Получение фоточувствительных кристаллов сульфида кадмия из расплава под давлением инертного газа. Физ. тв. тела, 1962, 4, 3, 807—809.
3. И. А. Викторов. Исследование методов возбуждения рэлеевских волн. Акуст. ж., 1961, 7, 3, 295—306.

Акустический институт АН СССР
Москва

Поступило в редакцию
6 апреля 1966 г.