

электрич. полем, а УЗ-потоком. Если же в направлении распространения УЗ-потока образец разомкнут, то возникает акустоэлектрич. поле, к-рое компенсирует действие УЗ-волны на носители заряда так, что полный электрич. ток в направлении УЗ-потока будет равен нулю. Однако такая компенсация воздействия УЗ-потока акустоэлектрич. полем имеет место не для каждого электрона в отдельности, а лишь для нек-рого «среднего» электрона. Изменение распределения электронов по импульсам под действием УЗ-потока по своему виду существенно отличается от того, к-рое вызывается электрич. полем. Поэтому в зависимости от энергии для одних электронов преобладающим оказывается воздействие УЗ-потока, для других — воздействие компенсирующего акустоэлектрич. поля. В результате при равенстве нулю полного акустоэлектрич. (продольного) тока в образце будут существовать взаимно компенсирующиеся «парциальные» токи, создаваемые группами энергетически разл. электронов. Вследствие зависимости времени свободного пробега электронов от их энергии ср. подвижности электронов в этих «парциальных» токах будут в общем случае различны. Токи Холла, образуемые этими группами электронов, не будут компенсировать друг друга, и в направлении, перпендикулярном к магн. полю и УЗ-потоку, возникнут отличные от нуля акустомагнитоэлектрич. ток (если образец замкнут в этом направлении) или эдс (если образец разомкнут). Величина и даже знак А. э. в примесных полупроводниках зависят от механизма рассеяния носителей заряда.

Акустомагнитоэлектрич. поле по порядку величины равно:

$$E \sim \frac{\alpha W}{ens} \frac{\mu H/c}{1 + (\mu H/c)^2},$$

где  $e$  — заряд электрона,  $s$  — скорость звука,  $\alpha$  — коэфф. поглощения звука,  $W$  — плотность потока звуковой энергии,  $\mu$  — подвижность носителей тока,  $n$  — концентрация носителей тока,  $H$  — напряжённость магн. поля.

А. э. возможен также в планарной конфигурации, когда векторы звукового потока, магн. поля и акустомагнитоэлектрич. поля лежат в одной плоскости. В этом случае А. э. является эффектом, чётным по магн. полю.

Первоначально предсказанный теоретически, А. э. в дальнейшем был обнаружен экспериментально в (биполярных) полуметаллах (Bi, графит) и монополярных полупроводниках (InSb, Te). Подобно фотомагнитоэлектрич. эффекту, биполярный А. э. может быть использован для измерения скорости поверхностной рекомбинации и времени жизни носителей заряда в полупроводниках. Изучение А. э. в монополярных полупроводниках даёт информацию о механизмах рассеяния носителей.

Лит.: Гринберг А. А., Крамер Н. И., Акустомагнитный эффект в пьезоэлектрических полупроводниках, «ДАН СССР», 1964, т. 157, с. 79; Эпштейн Э. М., Гуляев Ю. В., Акустомагнитоэлектрический эффект в проводниках с монополярной проводимостью, «ФТТ», 1967, т. 9, с. 376; Королук А. П., Рой В. Ф., Акустомагнитоэлектрический эффект в теллуре, «ФТП», 1972, т. 6, с. 556; Гуляев Ю. В., Проклов В. В., Турсунов Ш. С., Наблюдение смены знака акустомагнитоэлектрического эффекта в n-InSb, «ФТТ», 1976, т. 18, с. 1788; Проклов В. В., Герус А. В., Акустомагнитоэлектрический эффект в вырожденном n-InSb, «ФТП», 1977, т. 11, с. 2187; Эпштейн Э. М., Планарный акустомагнитоэлектрический эффект в полупроводниках, «ФТТ», 1979, т. 21, с. 2853; Yamada T., Acoustomagnetolectric effect in bismuth, «J. Phys. Soc. Jap.», 1965, v. 20, p. 1424; Kogami M., Tanaka S., Acoustomagnetolectric and acoustoelectric effects in n-InSb at low temperature, там же, 1970, v. 30, p. 775. Э. М. Эпштейн.

**АКУСТООПТИКА** — пограничная область между физикой и техникой, в к-рой изучается взаимодействие эл.-магн. волн со звуковыми и разрабатываются основы применения этих явлений в технике. Взаимодействие света со звуком используется в совр. оптике, оптоэлектронике, лазерной технике для управления

когерентным световым излучением. Акустооптич. устройства позволяют управлять амплитудой, частотой, поляризацией, спектральным составом светового сигнала и направлением распространения светового луча. Важной областью практич. применения акустооптич. эффектов являются системы обработки информации, где акустооптич. устройства используются для обработки СВЧ-сигналов в реальном масштабе времени.

Под действием механич. деформаций, переносимых звуковой волной, возникает пространственная модуляция оптич. свойств среды, обусловленная упруго-оптическим, или фотоупругим, эффектом (см. *Фотоупругость*). Оптич. свойства среды меняются во времени с частотой звуковой волны, т. е. значительно медленнее и по сравнению с периодом эл.-магн. колебаний в световой волне, и по сравнению со временем прохождения светового луча через звуковой пучок. В зависимости от соотношения между поперечным размером падающего оптич. пучка  $d$  и длиной звуковой волны  $\Lambda$  распространение света в такой среде сопровождается явлениями либо акустооптич. рефракции, либо *дифракции света на ультразвуке*. Дифракция света происходит не только на вводимой извне звуковой волне, но и на коллективных возбуждениях среды — акустич. *фононах*, в результате чего возникает рассеяние света со сдвигом частоты вверх и вниз на величину частоты фонона (*Мандельштама — Бриллюэна рассеяние*). В спектре рассеянного излучения появляются пары сдвинутых по частоте компонент Мандельштама — Бриллюэна, отвечающих рассеянию света на продольных и поперечных акустич. фононах.

Акустооптич. взаимодействие сводится к эффектам оптич. рефракции и дифракции лишь при низких интенсивностях оптич. излучения. С повышением интенсивности света всё возрастающую роль начинают играть нелинейные эффекты воздействия света на среду. Из-за *электрострикции* и эффектов нагревания среды оптич. излучением в ней возникают переменные упругие напряжения и генерируются звуковые волны с частотами от слышимых до гиперзвуковых — т. н. оптоакустические или *фотоакустические явления*.

В поле мощного оптич. излучения в результате одновремен. протекания процессов дифракции света на УЗ и генерации УЗ-волн вследствие электрострикции происходит усиление светом УЗ-волны. В частности, при распространении в среде интенсивного лазерного излучения наблюдается т. н. вынужденное рассеяние Мандельштама — Бриллюэна, при к-ром происходит усиление лазерным излучением тепловых акустич. шумов, сопровождающееся нарастанием интенсивности рассеянного света. К оптоакустич. эффектам относится также генерация акустич. колебаний периодически повторяющимися световыми импульсами, к-рая обусловлена переменными механич. напряжениями, возникающими в результате теплового расширения при периодич. локальном нагревании среды светом.

Эффекты акустооптич. взаимодействия используются как при физ. исследованиях, так и в технике. Дифракция света на УЗ даёт возможность измерять локальные характеристики УЗ-полей. По угловым зависимостям дифрагированного света определяются диаграмма направленности и спектральный состав акустич. излучения. Анализ эффективности дифракции в разл. точках образца позволяет восстановить картину пространственного распределения интенсивности звука. В частности, на основе акустооптич. эффектов осуществляется *визуализация звуковых полей*. С помощью брэгговской дифракции удаётся получить информацию о спектральном, угловом и пространственном распределении акустич. фононов в ДВ-области фононного спектра. Этот метод представляет ценность для изучения неравновесных акустич. фононов, напр. в условиях фоновой (акустоэлектрической) неустойчивости в полупроводниках, обусловленной усилением