

зотропию коэф. диффузии носителей заряда. Последний механизм наиб. эффективен при деформациях *многообразных полупроводников*, приводящих к перераспределению носителей между долинами.

5) Высоковольтная (аномальная) эдс — возникает при неоднородном освещении и характеризуется тем, что электрич. поле направлено вдоль поверхности образца, её величина пропорц. длине освещённой области. В отличие от вентиляной и объёмной эдс, величины к-рых не превышают ширины запрещённой зоны, высоковольтная эдс может превышать 10^3 В. Одним из её механизмов является поперечный эффект Дембера в условиях, когда диффузионный ток имеет компоненту вдоль поверхности; другой механизм — образование структуры $p-n-p-n-p$, выходящей на поверхность. Высоковольтная эдс возникает вследствие суммирования эдс на каждой паре несимметричных $p-n$ - и $n-p$ -переходов.

Ф. э. второго типа обусловлены асимметрией элементарных процессов фотовозбуждения носителей, их рассеяния и рекомбинации. Эти Ф. э. не требуют образования пар свободных носителей и наблюдаются как при межзонных переходах, так и при возбуждении носителей с примесей и при поглощении света свободными носителями. К этим Ф. э. относятся: а) эффект *увлечения электронов фотонами*, связанный с асимметрией в распределении фотоэлектронов по импульсу, вызываемому передачей им импульса фотонов. В двумерных структурах при оптич. переходах между минизонами фототок увлечения вызван преимуществ. переходами электронов с определ. направлением импульса и может существенно превышать соответствующий ток в объёмных кристаллах.

б) *Линейный Ф. э.* — не связан с передачей импульса фотона электронам и поэтому не меняется при изменении направления распространения света на обратное (при фиксированной линейной поляризации). Он обусловлен асимметрией распределения фотоэлектронов, к-рая создаётся двумя механизмами: баллистическим, связанным с появлением направленного импульса при квантовых переходах, и сдвиговым, обусловленным смещением центра тяжести волнового пакета электрона при переходах. При этом вклад в ток дают как процессы поглощения света, так и рассеяния и рекомбинации (в состоянии теплового равновесия эти вклады компенсируются).

Фототок линейного Ф. э. описывается феноменологич. соотношением:

$$j_\alpha = \frac{1}{2} \chi_{\alpha\beta\gamma} (E_\beta E_\gamma^* + E_\beta^* E_\gamma)$$

где E_β, E_γ — проекции вектора поляризации световой волны; $\chi_{\alpha\beta\gamma}$ — тензор, определяемый симметрией кристалла. Он отличен от 0 только в *пьезоэлектриках* (хотя не связан с пьезоэлектрич. эффектом), поэтому линейный Ф. э. может наблюдаться только в пьезоэлектриках. В общем случае направление и величина тока j зависят от положения плоскости поляризации света. Напр., для кристалла GaAs при распространении света вдоль оси [110] ток вдоль [110] равен

$$j = (1/2) \chi |E|^2 \mathcal{P} \sin 2\varphi,$$

где \mathcal{P} — степень линейной поляризации света, φ — угол между плоскостью поляризации и осью [001] (рис. 2). В кристаллах с полярной осью, как правило, осн. компонента тока направлена вдоль этой оси и не зависит от поляризации излучения.

При нестационарном освещении пьезоэлектриков вклад в ток даёт не только линейный Ф. э., но и эффект оптич. выпрямления (d - c -эффект), т. е. квадратичная по E поляризация кристалла \mathcal{P} , возникающая при освещении. Соответствующий ток $j_{dc} = d\mathcal{P}/dt$ (см. *Детектирование света*).

в) *Циркулярный Ф. э.* — возникает в гиротропных кристаллах при освещении циркулярно (эллиптически) поляризованным светом и меняет знак при изменении знака

круговой поляризации \mathcal{P}_n . Описывается соотношением

$$j_\alpha = \gamma_{\alpha\beta} [EE^*]_\beta,$$

тензор $\gamma_{\alpha\beta}$ отличен от 0 в гиротропных кристаллах. В кубич. кристаллах классов T и O (см. *Симметрия кри-*

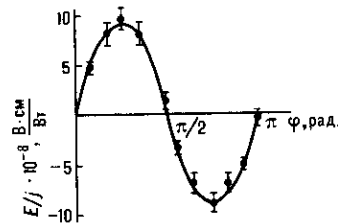


Рис. 2. Зависимость фотоздс, обусловленной линейным фотогальваническим эффектом в p -GaAs, от угла φ между плоскостью поляризации света и осью кристалла [001]; $T = 300$ К, $\lambda = 10,6$ мкм.

сталлов), а также в одноосных кристаллах при распространении света вдоль пл. осей 3-, 4- и 6-го порядков

$$j = \gamma |E|^2 \mathcal{P}_n$$

направление тока совпадает (или обратно ему) с направлением распространения света (рис. 3). Циркулярный Ф. э. создается баллистич. механизмом. Причина этого эффекта — корреляция между спином электрона и его импульсом в гиротропных кристаллах. При возбуждении электронов циркулярно поляризованным светом, приводящим к *оптической ориентации* спинов, они одновременно приобретают и направленный импульс. Наблюдался и обратный эффект — оптич. активность, индуцированная током:

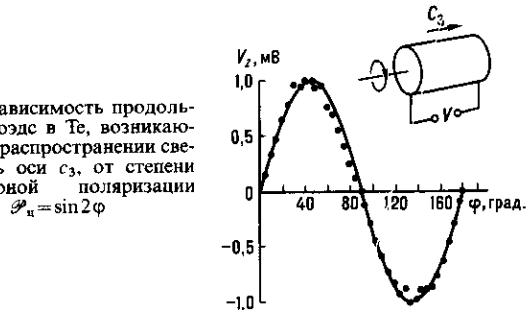


Рис. 3. Зависимость продольной фотоздс в Те, возникающей при распространении света вдоль оси c_3 , от степени циркулярной поляризации $\mathcal{P}_n = \sin^2 \varphi$

она вызывается ориентацией спинов в гиротропных кристаллах при пропускании тока.

Линейный и циркулярный Ф. э., как и эффект увлечения, используются для создания безынерционных приёмников интенсивного (лазерного) излучения. В диэлектриках линейный Ф. э. является осн. механизмом оптич. памяти, т. к. он приводит к изменению показателя преломления, сохраняющемуся после выключения света и зависящему от его интенсивности. Это изменение вызывается замороженными электрич. полями, возникающими в результате перезарядки ловушек фототоками.

г) *Поверхностный Ф. э.* — обусловлен рассеянием возбуждаемых светом носителей заряда на поверхности. При межзонном поглощении возникает в условиях, когда значит. часть возбуждаемых носителей может достичь её без рассеяния. В этом случае в результате отражения электронов от поверхности возникает баллистич. ток, нормальный к поверхности.

В тех случаях, когда при возбуждении носителей происходит их выстраивание по импульсу, т. е. их f -ция распределения является анизотропной, может появиться и ток, текущий вдоль поверхности. Для этого необходимо, чтобы ср. значения компоненты импульса вдоль поверхности для электронов, двигающихся к поверхности и от неё, не равнялись нулю и отличались знаком. Такое распределение