



ФОТОГАЛЬВАНИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ

ФОТОГАЛЬВАНИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ (фотовольтаический эффект), возникновение электрич. тока (фототока) при освещении образца (полупроводника или диэлектрика), включённого в замкнутую цепь, или возникновение эдс (фотоэдс) на освещаемом образце при разомкнутой внешней цепи. Различают 2 типа фотогальванич. эффектов.

Фотогальванические эффекты 1-го типа

Возникают только при генерации светом подвижных носителей заряда одновременно обоих знаков (электронов и дырок) и обусловлены разделением этих носителей в пространстве. Разделение вызывается либо неоднородностью образца (роль неоднородности может играть поверхность), либо неоднородностью освещения (освещение части образца или поглощение света у поверхности). Появление эдс при неоднородном освещении может быть также обусловлено «нагревом» электронов светом. К таким Ф. э. относятся эффект Дембера, [фотопьезоэлектрический эффект](#), вентильная фотоэдс, объёмная фотоэдс, высоковольтная фотоэдс.

Эффект Дембера

Эффект Дембера возникает при неоднородном освещении образца из-за различия коэф. диффузии электронов и дырок; может возникать и при однородном освещении вследствие различия скоростей поверхностной рекомбинации на противоположных гранях образца (см. [Поверхностные состояния](#)).

Вентильная (барьерная) фотоэдс

Вентильная (барьерная) фотоэдс возникает в результате разделения электронов и дырок электрич. полем приэлектродного [Шоттки барьера](#) на контакте металл – полупроводник, полем [p-n-перехода](#) или [гетероперехода](#). Вклад в ток дают носители

заряда как генерируемые непосредственно в области p - n -перехода, так и возбуждаемые в приэлектродных областях и достигающие области сильного поля путём диффузии. В результате разделения пар образуется направленный поток электронов в n -область и дырок в p -область. При разомкнутой цепи создаётся эдс в пропускном (прямом) направлении p - n -перехода, компенсирующая этот ток. Фотоэлементы на p - n -переходах или гетеропереходах используются как высокочувствительные малоинерционные приёмники излучения, а также для прямого преобразования световой энергии в электрическую (см. [Солнечная батарея](#)).

Объёмная фотоэдс

Объёмная фотоэдс вызывается разделением пар носителей заряда на неоднородностях в объёме образца, создаваемых изменением концентрации легирующей примеси или изменением химич. состава сложных полупроводников. Причиной разделения пар является т. н. встроенное электрич. поле. Оно создаётся в результате изменения положения ферми-уровня, зависящего от концентрации примеси, а в образцах с переменным химич. составом – также в результате изменения ширины запрещённой зоны.

Высоковольтная (аномальная) фотоэдс

Высоковольтная (аномальная) фотоэдс возникает при неоднородном освещении и характеризуется тем, что электрич. поле направлено вдоль поверхности образца. Её величина пропорциональна длине освещённой области и может превышать 10^3 В. Одним из её механизмов является поперечный эффект Дембера в условиях, когда диффузионный ток имеет компоненту вдоль поверхности; др. 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.

Фотогальванические эффекты 2-го типа

Обусловлены асимметрией элементарных процессов фотовозбуждения носителей заряда, их рассеяния и рекомбинации. Эти Ф. э. не требуют образования пар

свободных носителей заряда и наблюдаются как при межзонных переходах, так и при возбуждении носителей с примесей, а также при поглощении света свободными носителями. К таким Ф. э. относятся: эффект увлечения электронов фотонами, линейный, циркулярный и поверхностный фотогальванический эффект.

Линейный

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

Циркулярный

Циркулярный Ф. э. возникает в гиротропных кристаллах при освещении циркулярно или эллиптически поляризов. светом и меняет знак при изменении знака поляризации. Причина этого эффекта – корреляция между спином электрона и его импульсом в гиротропных кристаллах. При возбуждении электронов циркулярно поляризов. светом, приводящим к оптич. ориентации спинов, они одновременно приобретают и направленный импульс. Наблюдается и обратный эффект – оптич. активность, индуцированная током; она вызывается ориентацией спинов в гиротропных кристаллах при пропускании тока.

Линейный Ф. э., циркулярный Ф. э. 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.

Поверхностный

Поверхностный Ф. э. обусловлен рассеянием возбуждаемых светом носителей заряда на поверхности. При межзонном поглощении возникает в условиях, когда значительная часть возбуждаемых носителей может достичь её без рассеяния. В этом случае в результате отражения электронов от поверхности возникает баллистич. ток, перпендикулярный к поверхности. В случаях когда при возбуждении носителей происходит их выстраивание по импульсу, 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 возникает, напр., при возбуждении носителей заряда из вырожденной валентной зоны кубич. кристаллов в зону проводимости. При неупругом (диффузном) рассеянии на поверхности электроны, достигающие её, теряют направленный импульс вдоль поверхности, тогда как электроны, двигающиеся от поверхности, сохраняют его, что и приводит к возникновению тока вдоль поверхности.

При поглощении или отражении света свободными носителями заряда в полупроводниках и металлах поверхностный Ф. э. возникает при наклонном падении света, а также при нормальном падении, если нормаль к поверхности не совпадает с одной из гл. осей кристалла вследствие передачи импульса фотонов электронам.

Литература

Лит.: Ивченко Е. Л., Пикус Г. Е. Фотогальванические эффекты в полупроводниках // Проблемы современной физики. Л., 1980; Стурман Б. И., Фридкин В. М. Фотогальванический эффект в средах без центра симметрии и родственные явления. М., 1992.