

возникает, напр., при возбуждении носителей из вырожденной валентной зоны кубич. кристаллов в зону проводимости. При неупругом (диффузном) рассеянии на поверхности электроны, достигаящие 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 в полупроводниках (и металлах) поверхностный Ф. э. возникает при наклонном падении света, а также и при нормальном падении, если нормаль к поверхности не совпадает с одной из главных осей кристалла вследствие передачи импульса фотонами электронам.

Лит.: Тауц Я., Фото- и термоэлектрические явления в полупроводниках, пер. с чеш., М., 1962; Рывкин С. М., Фотоэлектрические явления в полупроводниках, М., 1963; Пикус Г. Е., Основы теории полупроводниковых приборов, М., 1965; Белиничер В. И., Стурман Б. И., Фотогальванический эффект в средах без центра симметрии, «УФН», 1980, т. 130, с. 415; Ивченко Е. Л., Пикус Г. Е., Фотогальванические эффекты в полупроводниках, в сб.: Проблемы современной физики. Сб. ст. к 100-летию со дня рождения А. Ф. Иоффе, Л., 1980; Альперович В. Л. [и др.], Поверхностный фотогальванический эффект в твердых телах, «ЖЭТФ», 1981, т. 80, с. 2298; Нормантас Э., Пикус Г. Е., Эффект увлечения при отражении света от поверхности, «ФТТ», 1985, т. 27, с. 3017; Стурман Б. И., Фридкин В. М., Фотогальванический эффект в средах без центра симметрии и родственные явления, М., 1992; Ivchenko E., Pikus G., Superlattices and other heterostructures. Symmetry and optical phenomena, В.— [а. о.], 1995.

Г. Е. Пикус.

**ФОТОГАЛЬВАНОМАГНИТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ** — явления, происходящие в твердых телах, помещённых в магн. поле, при поглощении падающего на них эл.-магн. излучения (см., напр., *Фотомангнетический эффект*).

**ФОТОГРАФИЯ** — совокупность методов получения стабильных во времени изображений предметов на светочувствит. слоях (СЧС) путём закрепления фотохим. или фотофиз. изменений, возникающих в СЧС под действием излучения, испускаемого или отражаемого объектом.

Независимо от выбора СЧС и процесса получения стабильного изображения на нём общая схема Ф. включает: формирование на поверхности СЧС изображения в виде распределения освещённости, к-рое вызывает в СЧС хим. или физ. изменения, различные по величине в разных участках СЧС и однозначно определяемые кол-вом освещения, сообщённым каждому участку; усиление физ. или хим. изменений, если они малы для непосредственного восприятия глазом или прибором; стабилизацию возникших изменений (непосредственных или усиленных), позволяющую сохранить полученные изображения для последующего рассматривания или анализа; извлечение информации из полученного изображения — рассматривание, считывание, измерение и т. д. Эта общая схема может быть дополнена печатью и размножением изображений и т. п., отдельные перечисленные стадии могут быть разделены на более дробные или совмещены, но в целом схема одинакова для всех процессов Ф.

Совр. Ф. является важнейшим средством документирования и сохранения информации, составляет основу кинематографии, входит в число осн. средств полиграфии, фотолитографии и фототелеграфной техники (включая фотофаксную связь), является одним из средств в научных исследованиях.

Независимо от области применения Ф. можно подразделить по ряду признаков: на статическую и динамическую (напр., кинематография) — по временному характеру изображения; на серебряную (строго — галогенидосеребряную) и несеребряную — по хим. составу СЧС; на чёрно-белую и цветную — по способности передавать только яркостные или также и цветовые различия в объекте; на амплитудную и фазовую — в зависимости от того, передаются ли свойства объекта различиями поглощения света в изображении или различиями оптич. длины пути света (а следовательно, фазы) в изображении; на плоскостную и объёмную — по пространственному характеру изображения. Особым видом объёмной Ф. можно считать и *голографию*, хотя

в ней способ записи оптич. информации об объекте принципиально иной, нежели в Ф., сходство состоит в использовании СЧС для записи изображения.

**Историческая справка.** Ф. как способ фиксации спроецированных на СЧС изображений возникла на основе открытия светочувствительности мн. веществ, но оформилась, когда появились приёмы использования и сохранения изменений в них. В числе первых светочувствит. веществ были открыты и исследованы соли Ag. Датой изобретения Ф. считают 1839, когда Л. Дажер (L. Dager) открыл способ, в к-ром получают сразу позитивное зеркальное изображение, что упрощает процесс, но делает невозможным копирование. В др. способе — калотипии, открытом в 1841 У. Толботом (W. Talbot), получают негатив, с к-рого можно сделать любое число отпечатков. В этом калотипии совпадает с совр. Ф., др. совпадение состоит в том, что проявление используют не только как средство визуализации скрытого изображения, но и как средство усиления. Ныне в качестве СЧС наиб. распространены сухие желатиновые слои с диспергированными в них микрокристаллами галогенидов серебра  $AgHal$  ( $Hal = Cl, Br, Cl + Br, Cl + I, Cl + Br + I, Br + I$ ) на плёночной или бумажной подложке.

Важнейшую роль в развитии Ф. на  $AgHal$ -СЧС сыграло открытие спектральной сенсibilизации (Фогель, 1873) — расширения спектральной области чувствительности СЧС введением в них красителей, поглощающих свет в ином участке спектра, нежели  $AgHal$ . Этим был преодолён недостаток имевшихся СЧС, чувствительность к-рых была ограничена областью поглощения  $AgHal$  (УФ-область и коротковолновый край видимой области — синей части спектра). Уже в 1880-х гг. большинство СЧС выпускалось ортохроматическими, чувствительными вплоть до жёлтой части, а с 1920-х гг. осн. часть составляли панхроматические, чувствительные к оранжево-красной части видимой области. В дальнейшем появились также  $AgHal$ -СЧС для научно-техн. целей, чувствительные к излучению ближней ИК-области до длин волн  $\sim 1,5$  мкм.

В коротковолновую сторону чувствительность  $AgHal$ -СЧС не ограничена: на них оказывают действие не только излучения видимой и близкой УФ-области, но и рентг. и гамма-излучения, а также ядерные частицы и электронные пучки. Поэтому  $AgHal$ -СЧС применяются для получения изображений в рентг. лучах и электронных пучках (см. *Электронная микроскопия*); они также используются для регистрации ионизирующих излучений и измерения их дозы (см. *Дозиметрия*). Нек-рые из этих излучений, как и ряд элементарных частиц, были открыты именно с помощью  $AgHal$ -СЧС.

**Технология изготовления фотоматериалов.** Изготовление  $AgHal$ -СЧС и формирование их свойств — результат сложной хим. технологии. Слои получают нанесением эмульсии — взвеси микрокристаллов  $AgHal$  в желатине — на подложку, движущуюся относительно поливного устройства. Наиб. важные характеристики СЧС, такие, как светочувствительность, вуаль, коэф. контрастности, спектральная чувствительность и структурные характеристики, связанные с размером микрокристаллов, формируются до полива, хотя зависят также от толщины наносимого слоя. Ниже рассмотрены осн. этапы изготовления  $AgHal$ -СЧС.

Эмульсификация и физическое созревание. На этом этапе формируют твёрдую фазу эмульсии, т. е. микрокристаллы, к-рые образуются при сливании в водный раствор желатины растворов  $AgNO_3$  и соответствующих галогенидов калия. При поочерёдном сливании образование отд. микрокристаллов не совпадает во времени, что ведёт к перекристаллизации и образованию микрокристаллов разл. размеров (полидисперсность), т. к. более крупные растут за счёт мелких. При одноврем. сливании растворов равными малыми порциями формирование микрокристаллов происходит одновременно, рост их при добавлении новых порций реагентов идёт за счёт добавляемых реагентов, а не за счёт друг друга, т. е. микрокристаллы почти однородны по размерам (монодисперсны). Форма микрокристаллов зависит от молярного соотноше-