

плазменную частоту электронов ω_p и k_0). П. о. в. могут также возбуждаться на поверхности полупроводников и диэлектриков в среднем ИК-диапазоне, в интервале между частотами продольного и поперечного оптич. фононов, где диэлектрич. проницаемость испытывает аномальную дисперсию. Соответствующие П. о. в. наз. также поверхностными фонон-поляритами. Существуют П. о. в. и в области экситонного поглощения на полупроводниках.

Разработано неск. эффективных методов возбуждения П. о. в. светом (рис. 3): призмный, решёточный и

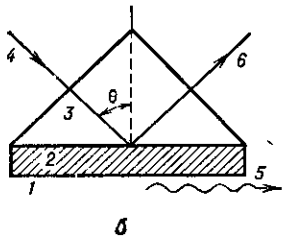
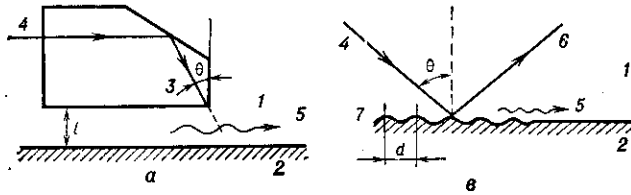


Рис. 3. Возбуждение поверхностных оптических волн светом: а — призмный метод, геометрия Отто; б — призмный метод, геометрия Кречманна; в — решёточный метод. 1 — диэлектрик (воздух); 2 — ПАС (металл); 3 — призма; 4 — падающее излучение; 5 — поверхностная оптическая волна; 6 — зеркально отражённое излучение; 7 — решётка; l — зазор размером $\sim \lambda$; d — период решётки.

с помощью краевых диафрагм. В призмном методе, существующем в двух модификациях (геометрия Отто, рис. 3, а и геометрия Кречманна, рис. 3, б), используется явление нарушенного полного внутреннего отражения при падении р-поляризованного излучения (поляризованного в плоскости падения) со стороны оптически более плотной среды под углом $\theta > \arcsin(\epsilon_2/\epsilon_1)^{1/2}$, где $\epsilon_2 > \epsilon_1$ — диэлектрич. проницаемость материала призмы. В этом случае П. о. в. возбуждаются на гладкой поверхности, где непосредственно это осуществить нельзя, т. е. волновой вектор П. о. в. больше волнового вектора света k_0 на той же частоте (рис. 2). При решёточном методе (рис. 3, в) П. о. в. возбуждаются в ± 1 -м порядке дифракции падающего р-поляризованного излучения на решётках с периодом $d = \lambda/(\eta \pm \sin\theta)$, где λ — длина волны излучения, $\eta = k_s/k_0$ — эфф. показатель преломления границы раздела для П. о. в. В большинстве случаев источниками падающего излучения при возбуждении П. о. в. являются лазеры. Эффективность преобразования падающего объёмного излучения в П. о. в. в ИК-области достигает десятых долей, а в геометрии Кречманна для видимого света практически до 1. Обратное преобразование П. о. в. в объёмное излучение также возможно с помощью призм и решёток.

Исследование и применение П. о. в. является перспективным и быстро развивающимся разделом оптики и спектроскопии твёрдого тела. Это обусловлено уникальными свойствами П. о. в., к-рые при распространении вдоль поверхности сосредоточены в ПАС в том же слое, что и объёмное излучение той же частоты (напр., в скин-слое металла толщиной $10^{-8} - 10^{-5}$ см). Длина пробега П. о. в. вдоль поверхности в ИК-области спектра может достигать неск. см и весьма чувствительна к процессам в поглощающем слое, к состоянию поверхности и её изменениям, наличию адсорбиров. слоёв, плёнок, шероховатости и др. Это позволяет использовать метод возбуждения П. о. в. для исследования поверхности и границ раздела, а также для оптич. измерений, напр. измерения поглощения металлич. зеркал на уровне 0,01 с точностью до 10%. Интерес к П. о. в. и др. поверхностным эл.-магн. возбуждениям связан

также с тем, что в процессе лазерных воздействий на ПАС обнаружены последствия их генерации. Среди них: гигантское комбинац. рассеяние адсорбиров. молекулами; усиленная генерация второй гармоники при отражении света от металлов; образование поверхностных периодич. структур и рост эффективного коэф. поглощения при нагреве металлов и полупроводников линейно поляризов. лазерным излучением; возбуждение ТЕ-поляритонов на границе линейной и нелинейной сред и др.

Лит.: Поверхностные поляритоны, под ред. В. М. Аграновича, Д. Л. Миллса, М., 1985. М. Н. Либенсон.

ПОВЕРХНОСТНЫЕ СОСТОЯНИЯ — электронные состояния, локализованные вблизи поверхности кристалла. Волновая ф-ция П. с. затухает в обе стороны от поверхности кристалла. Различают собств. П. с., обусловленные обрывом кристаллич. решётки на границе, и несобственные, локализованные на примесях или дефектах, находящихся на поверхности или в слое окисла, покрывающего поверхность. Собств. П. с. образуют разрешённые энергетич. зоны, разделённые запрещёнными зонами, и их волновые ф-ции характеризуются волновым вектором $k_{||}$, лежащим в плоскости, касательной к поверхности. Поверхностные разрешённые зоны могут располагаться в области энергий, соответствующих как запрещённым, так и разрешённым объёмным зонам (см. *Зонная теория*). При отсутствии в объёме состояний с ϵ и $k_{||}$, соответствующих П. с., эти П. с. наз. истинными, в обратном случае — поверхностными резонансами.

На возможность существования П. с. впервые указал И. Е. Тамм (1932), к-рый рассмотрел электронный спектр ограниченной одномерной решётки, состоящей из прямоугольных потенциальных ям, разделённых прямоугольными барьерами (см. *Кронига — Пенни модель*). Поэтому собств. П. с. наз. таммовскими состояниями. Их появление обусловлено отличием высот потенциальных барьеров у ям в объёме и у поверхности. Позже Шокли (W. Shockley) показал, что П. с. могут возникать и в том случае, когда высоты потенциальных барьеров одинаковы, но в каждой яме есть неск. уровней и зоны, происходящие от этих уровней, пересекаются. В реальных кристаллах таммовские состояния соответствуют оборванным (ненасыщенным) валентным связям поверхностных атомов. Обычно в результате обрыва этих связей происходит перестройка, наз. *реконструкцией поверхности*, т. е. смещение приповерхностных атомов как в плоскости, касательной к поверхности, так и по нормали к ней, в результате чего на поверхности образуются структуры с периодом, равным неск. периодам объёмной решётки или несоизмеримым с ними. Характер реконструкции зависит от кристаллографии, ориентации поверхности, метода её приготовления, в частности от темп-ры отжига, а также от типа и концентрации адсорбиров. примеси или наличия на ней слоя окисла. Напр., на поверхности (111) Si реализуются структуры с периодами (1×1) , (2×1) , (7×7) , на поверхности (100) — структуры (2×1) , (4×2) , (2×2) , а на той же поверхности с адсорбиров. водородом структуры (1×1) , (3×1) .

Спектр П. с. существенно зависит от типа реконструкции и от ориентации поверхности. Расчёт спектров П. с. проводится теми же методами, что и расчёт состояний в объёме. При самосогласов. расчётах одновременно определяются смещение поверхностных атомов (характер реконструкции поверхности) и распределение электронной плотности.

Для изучения собств. П. с. используют поверхности, получаемые сколом в высоком вакууме или жидком He; плёнки, получаемые методом молекулярной *эпитаксии*, а также поверхности, очищенные бомбардировкой ионами инертных газов с последующим отжигом в вакууме. Адсорбция чужеродных атомов или окисление поверхности изменяют спектр П. с. и, в частности, обычно приводят к исчезновению собств. П. с.