

Ф. и величина его чувствительности существенно зависят от технологии его изготовления.

Наиб. чувствительностью в видимой и ближней ИК-областях спектра обладают Ф. с отрицат. электронным сродством (ОЭС). Они представляют собой *сильнолегированные полупроводники p-типа*, работа выхода к-рых снижается так, что уровень вакуума оказывается ниже дна зоны проводимости в объёме полупроводника. Такие Ф. изготавливаются на основе полупроводниковых соединений GaP, GaAs, InP и их *твёрдых растворов*, а также на основе Si. В процессе изготовления Ф. поверхность полупроводника очищается прогревом в сверхвысоком вакууме, после чего работа выхода снижается адсорбцией цезия и кислорода. Наиб. высокую чувствительность имеют Ф. с ОЭС, изготовленные на основе совершенных полупроводниковых эпитаксиальных плёнок, обладающих большими диффузионными длинами (см. *Эпитаксия*). Длинноволновая граница Ф. с ОЭС определяется шириной запрещённой зоны используемого полупроводника (рис. 2); $\lambda_0 \approx 1,24/\varepsilon_g$,

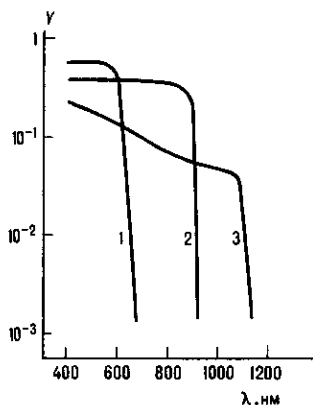
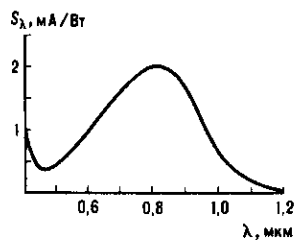


Рис. 2. Спектральные характеристики квантового выхода фотоэмиссии фотокатодов с ОЭС: 1 — GaAsP ($\varepsilon_g = 1,85$ эВ); 2 — GaAs ($\varepsilon_g = 1,43$ эВ); 3 — InGaAsP ($\varepsilon_g = 1,17$ эВ).

где λ_0 в мкм, а ε_g — в эВ. Ф. на основе GaAs с ОЭС имеет $\lambda_0 \approx 0,9$ мкм, а его интегральная чувствительность достигает 2000 мкА/лм. У Ф. на основе InGaAsP с ОЭС ($\varepsilon_g = 1,17$ эВ) наивысший квантовый выход (2—9%) при $\lambda = 1,06$ мкм (длина волны излучения неодимового лазера). Недостатками Ф. с ОЭС является их высокая стоимость и меньшая стабильность по сравнению с Ф. на основе антимоноидов щелочных металлов.

До разработки Ф. с ОЭС единственным фотокатодом, чувствительным в ИК-области $\lambda > 0,9$ мкм, был серебряно-кислородно-цезиевый Ф. (Ag—O—Cs). Хотя его чувствительность значительно ниже, чем у Ф. на основе InGaAsP с ОЭС, Ф. на основе Ag—O—Cs и сейчас широко применяется в фотоэлектронных приборах (спектральная характеристика приведена на рис. 3). Для этого Ф. $\lambda_0 \approx 1,2$ мкм, а квантовый выход при $\lambda = 0,8$ мкм составляет 0,003—0,005. Ф. на основе Ag—O—Cs изготавливается обработкой в парах Cs плёнки Ag, окисленной в тлеющем разряде в атмосфере кислорода. Ф. состоит из окиси цезия с примесями Ag и избыточного Cs и с вкраплением микрочастиц Ag. На поверхности этого Ф. находится плёнка адсорбированных атомов Cs. Механизм фотоэлектронной эмиссии из Ag—O—Cs до конца не ясен. Предполагается, что длинноволновая часть спектральной характеристики Ф. на основе Ag—O—Cs ($\lambda > 500$ нм) определяется возбуждением фотоэлектронов с *примесных уровней*, связанных с Ag и избыточным Cs, или из микрочастиц Ag в зону проводимости Cs₂O и оттуда в вакуум. Недостатком Ф. на основе Ag—O—Cs является большой темновой ток ($\sim 10^{-12}$ — 10^{-11} А/см² при $T = T_{ком.}$).

Рис. 3. Спектральная характеристика фотокатода на основе Ag—O—Cs.



Все Ф., чувствительные в видимой области спектра, чувствительны и к УФ-излучению. Однако в нек-рых при-

ёмниках УФ-излучения целесообразно использовать Ф., нечувствительные к видимому свету. В солнечно-слепых приёмниках излучения, чувствительных в ближней УФ-области спектра, соответствующей полосе поглощения озона в земной атмосфере ($\lambda < 300$ нм), и нечувствительных в видимой области спектра, в качестве Ф. используются плёнки теллуридов щелочных металлов (Cs₂Te и Rb₂Te). Эти Ф. представляют собой полупроводники с $\varepsilon_g \approx 3$ эВ. При $\lambda = 0,25$ мкм квантовый выход фотоэмиссии из них достигает 0,1—0,2 электрон/фотон. В более далёкой УФ-области спектра в качестве Ф. используются плёнки щёлочногаллоидных соединений, CuI и галлоидные соединения серебра.

Длинноволновая граница λ_0 всех рассмотренных Ф. определяется величиной их работы выхода и ограничена значением $\lambda_0^{max} \approx 1100$ нм. Фоточувствительностью в более длинноволновой области спектра обладают только Ф. на основе полупроводниковых структур с сильным внутр. или внеш. электрич. полем. Ф. с сильным внеш. электрич. полем представляют собой полупроводниковые автокатоды (см. *Автоэлектронная эмиссия*), изготовленные из полупроводников p-типа или высокоомных полупроводников n-типа, величина эмиссионного тока для к-рых резко увеличивается при освещении. Механизм фоточувствительности полупроводниковых автокатодов состоит в следующем. *Вольт-амперные характеристики* (ВАХ) автоэлектронной эмиссии из указанных полупроводников существенно нелинейны (особенно при низкой темп-ре) — в них имеется область насыщения, обусловленная рядом связанных процессов: проникновением электрич. поля в глубь полупроводника и возникновением p—n-перехода вблизи острия в полупроводниках p-типа, увеличением падения напряжения на эмиттере и возникшем p—n-переходе, изменением геометрии поля вблизи эмиттера и др. В области насыщения ВАХ автоэлектронный ток резко увеличивается при освещении полупроводника в области собственного и примесного поглощения за счёт дополнит. генерации носителей тока светом в эмиттере и частичного вытеснения электрич. поля из полупроводника.

Ф. с сильным внеш. электрич. полем изготавливаются в виде отд. острий или многоостриевых структур. Длинноволновая граница таких Ф. определяется шириной запрещённой зоны полупроводника или энергией ионизации примесного уровня. В случае Ф. на основе Ge, легированного Au и компенсированного Sb, $\lambda_0 \approx 6$ —7 мкм при $T = 77$ К, а эфф. квантовый выход достигает 1—2 электрон/фотон при $\lambda = 1,4$ мкм и $Y_{эфф} \approx 0,06$ электрон/фотон при $\lambda = 2$ мкм. Недостатками таких Ф. являются сравнительно большой темновой ток (10^{-9} — 10^{-8} А для Ф. на основе Ge при $T \approx 77$ К) и наличие пространственных неоднородностей фоточувствительности в многоостриевых структурах.

Ф. с сильным внутр. электрич. полем представляют собой полупроводниковые структуры с выпрямляющими контактами полупроводник—металл и *гетеропереходами* (см. также *Контактные явления в полупроводниках*). В таких Ф. свет возбуждает электроны в зону проводимости ниже уровня вакуума, а дополнительную энергию, необходимую для выхода в вакуум, фотоэлектроны приобретают в сильном электрич. поле внутри полупроводника. Длинноволновая граница таких Ф. определяется шириной запрещённой зоны полупроводника (λ_0 [мкм] $\approx 1,24/\varepsilon_g$ [эВ]). Ф. с выпрямляющим контактом полупроводник—металл изготавливаются на основе полупроводниковых соединений p-InGaAs и p-InGaAsP и представляют собой эпитаксиальные слои таких полупроводников, на поверхность к-рых наносится тонкая (~ 10 нм) плёнка Ag. Работа выхода Ag снижается адсорбцией цезия и кислорода до величины $\approx 1,1$ эВ. Такие Ф. работают при включении на контакт внеш. напряжения в обратном направлении (плюс на Ag) $V = 2$ —5 В. Фотоэлектроны, возбуждённые светом в зону проводимости, разогреваются в сильном электрич. поле контакта и выходят в вакуум сквозь плёнку Ag. Ф. на основе InGaAs с $\varepsilon_g \approx 0,75$ эВ имеют порог чувствительности $\lambda_0 \approx 1,7$ мкм, а квантовый выход достигает 10^{-3} — 10^{-2} электрон/фотон при $\lambda < 1,6$ мкм.