

(рис. 2). Полуширина σ распределения по полным энергиям при $T=0\text{K}$ определяется ф-лой

$$\sigma = 6,76 \cdot 10^{-9} E / \sqrt{\varphi} t(y). \quad (6)$$

При $\varphi=4,4$ эВ и $Ig j$ от 0 до 7σ варьируется от 0,08 до 0,2 эВ. Величина σ с повышением T возрастает, в частности при 300 К (в том же диапазоне j) σ изменяется от 0,17 до 0,3 эВ. Форма спектра определяется от теоретической (в модели свободных электронов) при сложной конфигурации *ферми-поверхности* или при наличии адсорбир. молекул и атомов на поверхности, особенно если они неметаллич. происхождения (напр., нек-рых органич. молекул, к-рые играют роль волноводов для электронных волн).

Отбор тока при низких темп-рах приводит к нагреванию эмиттера, т. к. уходящие электроны уносят энергию в ср. меньшую, чем энергия Ферми \mathcal{E}_F , тогда как вновь поступающие в металл через контакт электроны имеют энергию \mathcal{E}_F (Ноттингема эффект). С возрастанием T нагрев сменяется охлаждением — эффект меняет знак, проходя через т. н. темп-ру инверсии, соответствующую симметричному относительно уровня Ферми распределению вышедших электронов по полным энергиям. При больших T , когда эмиттер разогревается за счёт джоулевых потерь, инверсия эффекта Ноттингема в нек-рых пределах препятствует лавинному саморазогреву и стабилизирует А. э.

А. э. из полупроводников. Особенности А. э. из полупроводников связаны с неск. факторами: 1) электрич. поле глубоко проникает в полупроводник, что приводит к смещению энергетич. зон, к изменению вблизи поверхности концентрации носителей заряда и их энергетич. спектра; 2) концентрация электронов во много раз меньше, чем в металле, что ограничивает величину j , и она сильно зависит от внеш. воздействий (темп-ра, освещение и др.); 3) поверхностные состояния носителей заряда могут сказываться на характеристиках А. э.; 4) вольт-амперные характеристики и энергетич. спектры автоэлектронов отражают зонную структуру полупроводников; 5) протекающий через полупроводник ток может приводить к перераспределению потенциала на нём, а также влиять на энергетич. спектр электронов. Все эти особенности привлекаются для объяснения наблюдаемых вольт-амперных характеристик и энергетич. спектров автоэлектронов из полупроводников.

Автоэлектронные эмиттеры (катоды) делают в виде поверхностей с большой кривизной: острия, лезвия, шероховатые края фольг и плёнок, торцы нитей и т. п. Для отбора относительно больших токов используют многоострийные системы, многоэмиттерные системы на краях плёнок и фольг и т. п. В зависимости от размеров эмиттеров и расстояния до анода напряжение V , обеспечивающее величину электрич. поля E , достаточную для возникновения А. э., может составлять от сотен В до неск. десятков кВ.

Стабильность А. э. связана с постоянством распределения φ вдоль катода и т. н. полевого множителя $\alpha = E/V$. Оба эти фактора могут изменяться под влиянием адсорбции и миграции атомов или молекул как примесей, так и материала эмиттера. Напр., локальные значения α возрастают в результате миграции поверхностных атомов под действием сильного электрич. поля (перестройка в поле) или в результате «изъязвления» поверхности при ионной бомбардировке. Повышение стабильности А. э. достигается улучшением вакуума, очисткой эмиттера, использованием импульсного напряжения (для ослабления миграции атомов в электрич. поле и саморазогрева эмиттера), умеренным подогревом эмиттера (для защиты от адсорбции и для «заглаживания» дефектов в местах удара ионов), применением слабо адсорбирующих материалов (нек-рые карбиды, бориды, нитриды металлов, углерод). Исследование А. э. из монокри-

сталлов тугоплавких металлов, а также хим. соединений с металлич. проводимостью (LaB_6 , ZrC и др.) в сверхвысоком вакууме (поверхность эмиттера остаётся чистой в течение часов или суток) позволило уточнить параметры А. э. для этих веществ.

Применение. Металлич. автоэлектронные эмиттеры используются в тех случаях, когда требуется высокая плотность тока j , т. е. там, где необходимы большие токи либо концентрир. электронные пучки. Преимуществами автоэлектронных эмиттеров являются отсутствие энергетич. затрат на подогрев и безынерционность. Металлич. автоэлектронные эмиттеры (обычно многоострийные) применяются в мощных сильноточных устройствах. Нелинейность вольт-амперной характеристики используется в устройствах СВЧ (преобразователи частоты, усилители, детекторы сигналов). Автоэмиссионный эмиттер в качестве интенсивного точечного источника электронов применяется в растровых микроскопах. Он перспективен в рентгеновской и обычной *электронной микроскопии*, в рентгеновской дефектоскопии, в рентгеновских микроанализаторах и *электронно-лучевых приборах*. Автоэмиссионные эмиттеры могут также употребляться в микроэлектронных устройствах и в чувствит. индикаторах изменения напряжения.

Автоэлектронный катод в сочетании с анодом, совмещённым с люминесцирующим экраном, превращает такой автоэмиссионный диод в эмиссионный электронный микроскоп. На его экране можно наблюдать картину углового распределения тока А. э. с острия при высоких увеличениях и разрешающей способности (см. *Электронный проектор*).

Полупроводниковые автоэмиссионные эмиттеры перспективны как чувствит. приёмники ИК-излучения. Многоострийные системы эмиттеров служат основой для мозаичных систем в преобразователях ИК-изображений.

В высоковольтных вакуумных устройствах А. э. может играть и «вредную роль», способствуя утечкам тока, развитию вакуумного пробоя. Для подавления А. э. в этих случаях снижают поле у поверхности электродов (уменьшая их кривизну), подбирают расположение электродов и распределение потенциалов, а также повышают работу выхода из поверхности (подбором материала или покрытия).

Лит.: Елинсон М. И., Васильев Г. Ф., Автоэлектронная эмиссия, М., 1958; Фишер Р., Нойман Х., Автоэлектронная эмиссия полупроводников, пер. с нем., М., 1971; Ненакаливаемые катоды, М., 1974; Wood R. W., A new form of cathode discharge and the production of X-rays, together with some notes of diffraction, «Phys. Rev.», v. 5, № 1, p. 1; Millikan R. A., Lauritzen C. C., Temperature dependence of field currents, там же, 1929, v. 33, № 4, p. 598; Fowler R. H., Nordheim L., Electron emission in intense electric fields, «Proc. Roy. Soc.», 1928, ser. A, v. 119, № 781, p. 173; Good R. H., Müller E. W., Field emission, in: Handbuch der Physik, Bd 21, B.—Göttingen—Heidelberg, 1956.

АВТОЭЛЕКТРОННЫЙ МИКРОСКОП — то же, что *электронный микроскоп*.

АГРЕГАТНЫЕ СОСТОЯНИЯ вещества (от лат. aggrego — присоединяю) — состояния одного и того же вещества в разл. интервалах темп-р и давлений. Традиционно агрегатными считают газообразное, жидкое и твёрдое состояния, переходы между к-рыми сопровождаются скачкообразными изменениями свободной энергии вещества, энтропии, плотности и др. физ. характеристик. С увеличением темп-р газов при фиксир. давлении они переходят в состояние частично, а затем полностью ионизованной плазмы, к-рую также принято считать А. с. С увеличением давления (в звёздах) вещество переходит в состояние вырожденной плазмы, нейтронной жидкости и т. д.

Понятие А. с. не является точно определённым, более точным является понятие *фазы*.

АДАПТИВНАЯ АНТЕННА (от лат. adapto — приспособляю, прилагаю) — разновидность антенны с обработкой сигналов, предназначенная для макси-