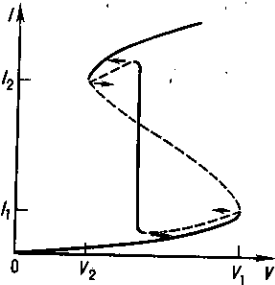


образца. Плотность тока в шнуре больше, чем в окружающем объёме. Несмотря на то что сечение токового шнура обычно во много раз меньше площади сечения образца, может оказаться, что практически весь ток протекает в шнуре. Ш. т. возникает, если вольт-амперная характеристика (ВАХ) проводника настолько сильно отклоняется от закона Ома, что принимает S-образную форму (см. *Отрицательное дифференциальное сопротивление*). Такая ВАХ характерна для веществ, уд. электропроводность к-рых быстро растёт с увеличением темп-ры (из-за увеличения концентрации носителей заряда или их подвижности); нагревание за счёт джоулева тепла приводит к увеличению проводимости и аномальному росту тока. Состояния с однородным по сечению распределением плотности тока j неустойчивы на падающем участке S-образной характеристики, когда заданный (сопротивлением нагрузки) ток I больше I_1 , но меньше I_2 (рис.). В этом интервале токов устойчивым является состояние с токовым шнуром. Толщина l переходного слоя от области высокой плотности тока в шнуре к окружающей его области с низкой плотностью тока определяется теплопроводностью, диффузией носителей заряда и т. п. При больших I , когда $R \gg l$, с ростом тока лишь увеличивается R , напряжение же V не меняется (рис.) и равно т. н. напряжению поддержания пробоя; соответствующий участок ВАХ — вертикальная прямая, что является характерным признаком Ш. т.



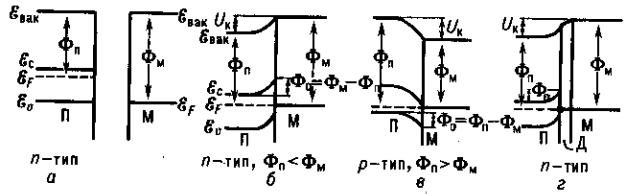
Зависимость тока I от напряжения V при шнуровании тока. Сплошные кривые — устойчивые участки ВАХ; нижний и верхний соответствуют однородному распределению плотности тока, средний — образованию токового шнура; пунктир — неустойчивые участки; стрелками показаны скачки напряжения, сопровождающие возникновение и исчезновение шнура при увеличении и уменьшении тока в проводнике (когда его сопротивление меньше сопротивления нагрузки в электрической цепи).

Ш. т. сопровождается пробой *полупроводников* и *диэлектриков*. При очень больших плотностях тока в шнуре джоулев нагрев в нём приводит к разрушению материала.

Лит.: Волков А. Ф., Коган Ш. М., Физические явления в полупроводниках с отрицательной дифференциальной проводимостью, «УФН», 1968, т. 96, в. 4, с. 633. Ш. М. Коган.

ШОТКИ БАРЬЕР — потенциальный барьер, образующийся в приконтактном слое *полупроводника*, граничащем с металлом; исследован В. Шоттки (W. Schottky) в 1939. Для возникновения Ш. б. необходимо, чтобы *работы выхода* электронов из металла Φ_m и полупроводника Φ_n были разными. При контакте полупроводника *n*-типа проводимости с металлом, имеющим $\Phi_m > \Phi_n$, металл заряжается отрицательно, а полупроводник — положительно, т. к. электронам легче перейти из полупроводника в металл, чем обратно (при контакте полупроводника *p*-типа проводимости с металлом, обладающим $\Phi_m < \Phi_n$, металл заряжается положительно, а полупроводник — отрицательно). Возникающая при установлении равновесия между металлом и полупроводником *контактная разность потенциалов* равна: $U_x = (\Phi_m - \Phi_n)/e$, где e — заряд электрона. Из-за большой электропроводности металла электрич. поле в него не проникает, и разность потенциалов U_x создается в приповерхностном слое полупроводника. Направление электрич. поля в этом слое таково, что энергия осн. носителей заряда в нём больше, чем в толще

полупроводника. Это означает, что в полупроводнике *n*-типа энергетич. зоны в приконтактной области изгибаются вверх, а в полупроводнике *p*-типа — вниз (рис.). В результате в полупроводнике вблизи контакта с металлом при $\Phi_m > \Phi_n$ для полупроводника *n*-типа или при $\Phi_m < \Phi_n$ для полупроводника *p*-типа возникает Ш. б. высотой Φ_0 .



Энергетическая схема контакта металл — полупроводник: a — полупроводник *n*-типа и металл до сближения; b и $в$ — идеальный контакт металла с полупроводником *n*- и *p*-типов; $г$ — реальный контакт металла с полупроводником *n*-типа; $М$ — металл; $П$ — полупроводник; $Д$ — диэлектрическая прослойка; δ_n , δ_c , $\delta_{\text{вак}}$ — уровни энергии электрона у потолка валентной зоны, у дна зоны проводимости и в вакууме; δ_F — энергия Ферми; Φ_n — работа выхода электрона из полупроводника, Φ_m — из металла; U_x — разность потенциалов в приповерхностном слое полупроводника.

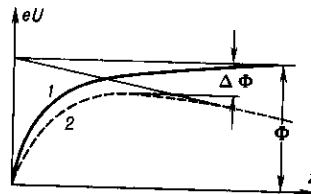
В реальных структурах металл — полупроводник это соотношение не выполняется, т. к. в поверхности полупроводника или в тонкой диэлектрич. прослойке, часто возникающей между металлом и полупроводником, обычно есть локальные электронные состояния; находящиеся в них электроны экранируют влияние металла так, что внутри поле в полупроводнике определяется этими поверхностными состояниями и высота Ш. б. зависит от Φ_m менее резко, чем это может быть получено из приведенной выше ф-лы. Как правило, наибольшей высотой обладают Ш. б., получаемые нанесением на полупроводник *n*-типа плёнки Au . На высоту Ш. б. оказывает также влияние сила «электрич. изображения» (см. *Шоттки эффект*).

Ш. б. обладает выпрямляющими свойствами. Ток через Ш. б. при наложении внеш. электрич. поля создается почти целиком осн. носителями заряда. Величина тока определяется скоростью прихода носителей из объёма к поверхности, в случае полупроводника с высокой подвижностью носителей — током термоэлектронной эмиссии.

Контакты металл — полупроводник с Ш. б. используются в СВЧ-детекторах и смесителях, транзисторах, фотодиодах и др. приборах.

Лит.: Стриха В. И., Бузанева Е. В., Радзиевский И. А., Полупроводниковые приборы с барьером Шоттки, М., 1974; Стриха В. И., Теоретические основы работы контакта металл — полупроводник, К., 1974; Миллс А., Фойхт Д., Гетеропереходы и переходы металл — полупроводник, пер. с англ., М., 1975. Т. М. Лифшиц.

ШОТКИ ЭФФЕКТ — рост электронного тока насыщения из твёрдого тела (катода) под действием внешнего ускоряющего электрич. поля вследствие уменьшения *работы выхода* электрона из твёрдого тела (рис.). При отсутствии электрич. поля распределение потенциала U у поверхности металла имеет форму гиперболы (кривая 1 на рис.), что связано с действием сил электрич. притяжения, называ-



Распределение потенциала у поверхности металла при отсутствии (1) и наличии (2) внешнего ускоряющего электрического поля; Φ — полная работа выхода; z — расстояние от имитирующей поверхности.