

ранаена возможность пробоя по поверхности, а полупроводниковый материал имеет повыш. однородность уд. сопротивления ρ . В области малых напряжений «ступенька» тока определяется в осн. генерац. процессами в базовой области на расстоянии диффузионной длины от $p^+ - n$ -перехода («ток насыщения»). При больших напряжениях определяющей становится генерация в области *пространственного заряда* (ОПЗ) $p - n$ -перехода, к-рая расширяется с ростом напряжения. В точке *A* напряжённость поля ОПЗ в области максимума достигает величины, при к-рой рост обратного тока уже определяется ударной либо туннельной ионизацией, а в точке *B* при $U = U_{пр}$ происходит пробой и наклон характеристики резко меняется. Этот наклон зависит от мн. факторов: от вида пробоя, его однородности, величины уд. сопротивления материала и т. д. Для кремниевых $p - n$ -переходов, напр., до напряжения $U_{пр} \lesssim 5$ В определяющим является туннельный, а при $U_{пр} \gtrsim 7$ В — лавинный пробой, дающий значительно более крутой наклон ВАХ. Однако лавинный пробой развивается, как правило, неоднородно по площади, а в локальных участках — в областях т. н. микроплазмы, где имеются значит. искажения поля в ОПЗ, происходящие из-за разл. рода дефектов, а также неоднородностей поля, связанных с неоднородностью легирования.

ВАХ *C*. после участка *AB* становится практически линейной, поскольку при большом напряжении практически все области микроплазмы находятся в стабильном проводящем состоянии и их линейные характеристики суммируются.

Осн. параметрами *C*. являются: динамич. сопротивление $R_d = dU/dI$ при $I = I_{ст}$; статич. сопротивление $R = U_{ст}/I_{ст}$; коэф. качества $Q = R_d/R$; температурный коэф. напряжения $TKH = dU_{ст}/dT$.

Напряжение стабилизации $U_{ст}$ связано с напряжением пробоя, но не равно ему, т. к. ВАХ имеет определ. крутизну. Для однозначного определения $U_{ст}$ задаются некой определ. величиной тока $I = I_{ст}$ так, чтобы эта точка была за участком *AB*. Отклонение тока от этой величины будет приводить к изменению напряжения на диоде; динамич. сопротивление $R_d = dU/dI$ характеризует степень стабилизации. Статич. сопротивление R характеризует потери в диоде в заданной рабочей точке. Коэф. качества

$$Q = (I_{ст}/U_{ст})dU/dI$$

представляет собой отношение относит. изменения напряжения на *C*. к относит. изменению тока. Качество *C*. тем выше, чем меньше Q . Очень важный параметр — температурный коэф. напряжения. В случае лавинного пробоя $U_{пр}$ с темп-рой возрастает; это происходит из-за уменьшения ср. длины свободного пробега носителей вследствие возрастания рассеяния на фононах решётки. Поскольку с увеличением длины свободного пробега носителей заряда энергия, достаточная для ионизации решётки, может быть набрана в более сильном поле, напряжение пробоя растёт с темп-рой, причём скорость роста довольно велика ($TKH \sim 0,1\%/K$). При туннельном пробое $U_{пр}$, наоборот, уменьшается с ростом темп-ры из-за уменьшения ширины запрещённой зоны; характерная величина $TKH \sim 0,03 \div 0,07\%/K$. Минимальный TKH имеют кремниевые *C*. с $U_{пр} = 5 \div 7$ В, когда туннельный и лавинный пробой развиваются одновременно.

У выпускаемых промышленностью *C*. напряжение стабилизации лежит в диапазоне 2,2—200 В, ток стабилизации — от долей миллиампера до единиц ампер. Осн. полупроводниковым материалом для *C*. является кремний, осн. технол. методы изготовления $p^+ - n - n^+$ -структуры — термодиффузия примесей, сплавление, *эпитаксия*.

Лит.: Федотов Я. А., Основы физики полупроводниковых приборов, 2 изд., М., 1970; Грехов И. В., Серенжк и Ю. Н., Лавинный пробой $p - n$ -перехода в полупроводниках, Л., 1980.

СТАБИЛЬНОСТЬ ЧАСТОТЫ — основная характеристика периодич. процессов, а также характеристика приборов и устройств, генерирующих периодич. колебания (см. *Автоколебания*). *C*. ч. характеризуется зависимостью частоты от времени. Измерение *C*. ч. сводится к сравнению частоты данного генератора с частотой более стабильного источника, напр. с образцовой мерой частоты или с эталоном частоты. Результат сравнения зависит от затраченного времени. Это значит, что *C*. ч. данного источника колебаний не является вполне определённой величиной. Различают кратковременную *C*. ч., отображающую влияние флуктуаций процессов, и долговременную *C*. ч., зависящую от изменений параметров генератора колебаний вследствие внеш. воздействий. Иногда говорят об абсолютной и относительной *C*. ч., имея в виду соответственно изменение значения частоты генератора при многократных включениях и выключениях и изменение значения частоты генератора при его непрерывной работе. Последняя может быть определена не только путём сравнения с эталоном, но и измерением автокорреляции частоты генерируемого колебания.

C. ч. называют естественной, если она ограничена флуктуациями, возникающими внутри источника колебаний, напр. вследствие тепловых движений или флуктуаций тока (см. *Дробовой шум*). *C*. ч., определяемому изменениями параметров генератора под влиянием внеш. воздействий, называют технической. Исследования *C*. ч. показывают, что естеств. *C*. ч. связана с шириной спектральной линии генератора, а технич. *C*. ч. — с медленными или скачкообразными изменениями его параметров. Напр., *C*. ч. водородного генератора ограничивается медленным старением защитной плёнки, уменьшающей влияние поверхности стенки на ударяющиеся о неё атомы водорода.

М. Е. Жоботинский.

СТАНДАРТНОЕ ОТКЛОНЕНИЕ — то же, что квадратичное отклонение.

СТАТИКА (от греч. *statiké* — учение о весе, равновесии) — раздел механики, посвящённый изучению условий равновесия материальных тел под воздействием сил.

В зависимости от положенных в основу принципов *C*. разделяют на аналитическую и геометрическую. В основе аналитической *C*. лежит *возможных перемещений принцип*, дающий общие условия равновесия любой механич. системы. Геометрическая *C*. основывается на т. н. аксиомах *C*., выражающих свойства сил, действующих на материальную частицу и абсолютно твёрдое тело, т. е. тело, расстояния между точками к-рого всегда остаются неизменными. Осн. аксиомы *C*.: 1) две силы, действующие на материальную частицу, имеют равнодействующую, определяемую по правилу параллелограмма сил; 2) две силы, действующие на материальную частицу (или абсолютно твёрдое тело), уравновешиваются только тогда, когда они одинаковы по величине и направлены вдоль одной прямой в противоположные стороны; 3) прибавление или вычитание уравновешенных сил не изменяет действия данной системы сил на твёрдое тело. При этом уравновешенными наз. силы, под действием к-рых свободное твёрдое тело может находиться в покое по отношению к инерциальной системе отсчёта.

Методами геометрической *C*. изучается *C*. твёрдого тела. При этом рассматриваются решения следующих двух типов задач: 1) приведение систем сил, действующих на твёрдое тело, к простейшему виду; 2) определение условий равновесия сил, действующих на твёрдое тело. Геометрическую *C*. можно также строить непосредственно исходя из *Ньютона законов механики* и вытекающих из этих законов общих теорем динамики.

Необходимые и достаточные условия равновесия упруго деформируемых тел, а также жидкостей и газов рассматриваются соответственно в *упругости теории*, *гидростатике* и *аэростатике*.