



ГАЗОРАЗРЯДНЫЕ ПРИБО́РЫ

Авторы: И. В. Лебедев

ГАЗОРАЗРЯДНЫЕ ПРИБО́РЫ (ионные приборы), класс электровакуумных приборов, действие которых основано на использовании разл. видов [электрических разрядов в газах](#).

Простейший Г. п. представляет собой диод (с накаливаемым или холодным катодом), электроды которого помещены в стеклянный или керамич. баллон, заполненный разреженным инертным газом или парами ртути. При подаче на электроды напряжения электроны, эмитируемые накаливаемым катодом, сталкиваясь на пути к аноду с атомами (молекулами) наполняющего Г. п. газа, передают им свою энергию. При некотором значении приложенного напряжения энергия электронов становится достаточной для возбуждения и ионизации атомов. Возникает электрич. разряд. Образовавшиеся положительные ионы газа компенсируют отрицательный пространственный заряд электронов, поэтому Г. п. по сравнению с вакуумным электронным прибором имеет малое внутр. сопротивление и способен пропускать токи до 10^4 А. Моментом возникновения разряда в Г. п. можно управлять с помощью дополнит. электродов (сеток или поджигающих электродов). Форма разряда и его свойства зависят от давления газа, типа катода, конструктивных особенностей прибора, силы пропускаемого тока и др. факторов. Осн. виды используемого разряда: дуговой, тлеющий, искровой и коронный.

Г. п. несамостоятельного дугового разряда (разряд гаснет при выключении внешнего источника) имеют накаливаемый катод и наполняются инертными газами или водородом при давлении порядка 10 Па. К таким Г. п. относятся [газотроны](#), [тиратроны](#) и др. Падение напряжения в них при прямом включении составляет 10–20 В (в импульсном режиме 100–200 В). При смене полярности падение напряжения резко возрастает и может достигать сотен киловольт. В Г. п. самостоятельного дугового разряда обычно используется жидкометаллич. катод ([ртутные вентили](#) и др.) либо (реже) самокалящийся катод (аркотроны). Приборы дугового разряда находят применение, напр., в качестве коммутаторов тока в импульсных схемах, в сварочных аппаратах, в качестве вентилях в выпрямителях тока.

Г. п. тлеющего разряда ([стабилитроны](#), тиратроны и др.) имеют холодный (чаще всего молибденовый или никелевый) катод и наполняются смесью инертных газов при давлении порядка 10^3 Па. Сила тока не превышает десятков миллиампер. В таких Г. п. эмиссия электронов с катода возникает в результате попадания на катод положительно заряженных частиц (ионов), фотонов и возбуждённых атомов газа-наполнителя. Действие приборов основано на использовании свойств тлеющего разряда (постоянства падения напряжения на электродах в широких пределах изменения тока и др.). Приборы тлеющего разряда применяются гл. обр. для стабилизации напряжения, коммутации в слаботочных цепях, а также в качестве индикаторов.

В Г. п. искрового разряда ([искровых разрядниках](#) и др.) используется кратковременный дуговой или тлеющий разряд (электрич. искра) – обычно в среде между однотипными ненакаливаемыми электродами. Электроды изготавливают из тугоплавкого металла (напр., W), иногда с добавлением щёлочноземельных металлов (напр., Ba) и радиоактивных элементов. Такие Г. п. наполняются инертными газами или смесью газов при давлении 10^2 Па и

более. При подаче на электроды прибора напряжения, достаточного для пробоя газового промежутка, в нём за очень короткое время (порядка 10^{-9} с) развивается электрич. разряд. При этом внутр. сопротивление уменьшается от сотен мегаом до долей ома. Приборы искрового разряда применяются гл. обр. для защиты разл. радиоустройств или линий связи от перенапряжений, вызванных, напр., грозowymi разрядами.

Г. п. коронного разряда (стабилитроны и др.) характеризуются сильной неоднородностью электрич. поля между двумя электродами (напр., при коаксиальной форме электродов напряжённость поля у анода обычно во много раз выше, чем у катода). В этих условиях разряд не перекрывает весь межэлектродный промежуток – ионизация возникает лишь в области, примыкающей к аноду. Приборы коронного разряда наполняются чаще всего водородом при давлении порядка 10^4 Па. Напряжение на электродах практически не зависит от силы тока в диапазоне от единиц до сотен микроампер.

Все виды газового разряда сопровождаются свечением. Широкое распространение получили разрядные источники света, характерной особенностью которых является строго определённый спектральный состав излучения. Возбуждённые во время разряда атомы (молекулы) газа через короткое время возвращаются в нормальное состояние, излучая при этом кванты света определённой энергии. Эти Г. п. могут применяться в качестве эталонов оптич. излучения с заданной длиной волны. Известны также разрядные источники света, дающие, напр., сильное УФ-излучение. Свечение газа тлеющего разряда используется в газоразрядных индикаторах. Широкое распространение ЭВМ привело к созданию такого вида Г. п., как газоразрядные индикаторные панели.

Особую группу составляют газоразрядные СВЧ-приборы (Г. СВЧ-п.), в которых плазма разряда постоянного тока или высокочастотного разряда используется в качестве элемента СВЧ-цепи. Газ, находящийся в рабочем пространстве Г. СВЧ-п., ионизируется под действием приложенного извне постоянного напряжения либо при поступлении СВЧ-сигнала, мощность которого превышает пороговую величину. Характерная особенность таких Г. п. – конструктивное объединение с СВЧ-трактом (волноводами, коаксиальными линиями, резонаторами). В зависимости от функционального назначения различают Г. СВЧ-п. управляющие (защитные, коммутирующие), генераторные (шумовые), светоизлучающие и др.

Действие большинства Г. СВЧ-п. основано на дисперсионных свойствах плазмы, определяющих прохождение электромагнитной волны по СВЧ-тракту. Относит. диэлектрич. проницаемость плазмы ϵ при неизменной рабочей частоте электромагнитных колебаний f уменьшается при повышении концентрации электронов n , что даёт возможность управлять фазовой скоростью волны в линии передачи, содержащей плазму. При больших концентрациях n и низких давлениях газа (для которых эффективная частота соударений электрона с молекулами газа $\gamma_{эф}$ мала по сравнению с рабочей частотой) величина ϵ становится отрицательной. В результате электромагнитное поле не проникает в пространство, занимаемое плазмой. Плазма ведёт себя подобно металлич. проводнику, отражая падающую волну (см. Скин-эффект).

Активная проводимость плазмы σ , обусловленная соударениями электронов с молекулами газа, имеет максимум при давлении газа p_0 , для которого $\gamma_{эф} = 2\pi f$. Обычно p_0 для сантиметрового диапазона волн составляет 1–10 гПа; с повышением рабочей частоты давление p_0 растёт примерно по линейному закону. При значит. мощностях и амплитудах СВЧ-поля проявляются нелинейные эффекты, связанные с ростом

концентрации и темп-ры плазмы. Дальнейшее повышение мощности приводит к зажиганию в Г. СВЧ-п. самостоятельного СВЧ-разряда. Зависимость проводимости плазмы от концентрации электронов позволяет управлять мощностью, поглощаемой в плазме, и ослаблением проходящего СВЧ-сигнала. Свечение и нагрев плазмы, происходящие в результате поглощения ею энергии СВЧ-излучения, используются в [плазмотронах](#), некоторых источниках света и др.

Среди Г. СВЧ-п. наибольшее распространение получили [СВЧ-разрядники](#), используемые гл. обр. в антенных переключателях РЛС. СВЧ-разряд, возникающий в разрядниках, создаёт условия для автоматич. переключения передатчика и приёмника РЛС при работе на общую антенну. Одновременно обеспечивается защита чувствительного элемента приёмника РЛС от воздействия сигналов собств. передатчика и сигналов соседних станций.

К Г. СВЧ-п., в которых плазма создаётся самостоятельным СВЧ-разрядом, относятся также индикаторы уровня мощности (протяжённость области свечения разряда и её проводимость по постоянному току в таких приборах однозначно связаны с величиной мощности, проходящей по тракту и ответвляемой в индикатор) и безэлектродные высокочастотные лампы, используемые для спектрального анализа.

К Г. СВЧ-п., использующим разряд постоянного тока, относятся, например, СВЧ-коммутаторы и СВЧ-фазовращатели, в которых управление мощностью или фазой СВЧ-сигнала достигается непрерывным или дискретным изменением диэлектрич. проницаемости или проводимости плазмы, заполняющей участок СВЧ-тракта. Широкое применение находят Г. СВЧ-п., играющие роль эталонных генераторов шумовых колебаний, спектр которых приближается к белому с шумовой темп-рой более 10^4 К.

В качестве газового наполнения Г. СВЧ-п. обычно используются инертные газы, водород, а для повышения быстродействия – также хлор, пары воды и др. Долговечность Г. СВЧ-п. ограничена изменением давления и состава газового наполнения и достигает нескольких тысяч часов. По возможностям миниатюризации и интеграции, а также по быстродействию Г. СВЧ-п., как правило, уступают [полупроводниковым приборам](#) (р–i–n-диодам, транзисторам и др.); по величине рабочей мощности Г. СВЧ-п. превосходят ПП аналоги приблизительно на три порядка.

Литература

Лит.: Каганов И. Л. Ионные приборы. М., 1972; Лебедев И. В. Техника и приборы СВЧ. 2-е изд. М., 1972. Т. 2; Резонансные разрядники антенных переключателей. М., 1976; Арефьев А. С. Физические основы газоразрядной техники. Рязань, 1988; Протасов Ю. С., Чувашев С. Н. Физическая электроника газоразрядных устройств: В 2 ч. М., 1993.