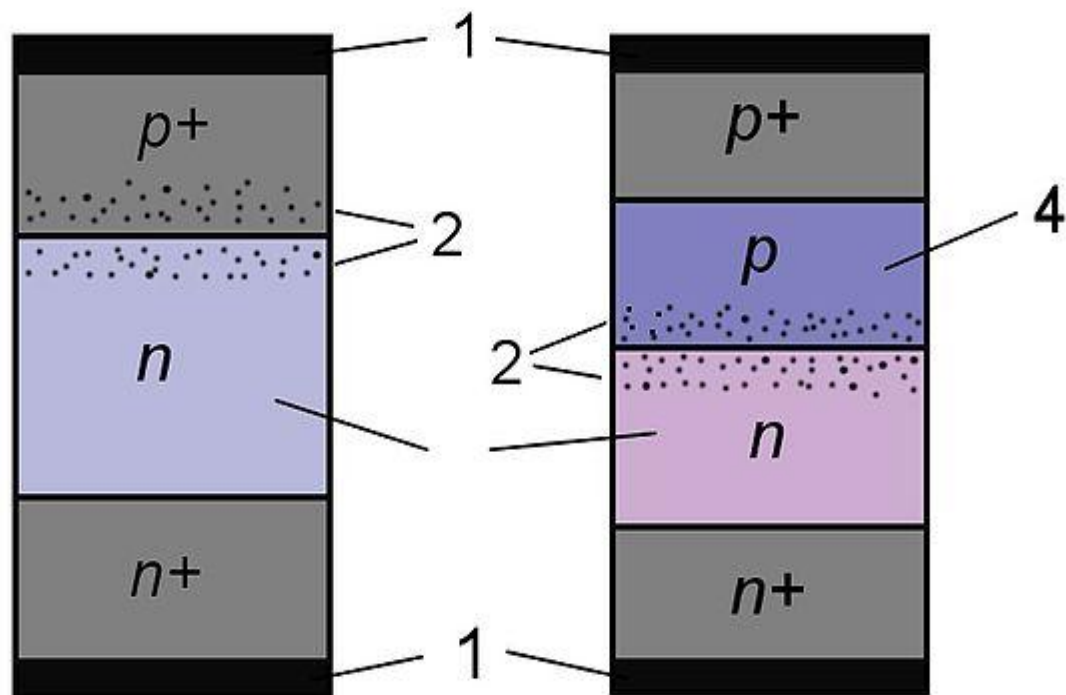


ЛАВИННО- ПРОЛЁТНЫЙ ДИОД



Лавинно-пролётный диод (ЛПД, IMPATT-диод) — диод, основанный на лавинном умножении носителей заряда. Лавинно-пролётные диоды применяются в основном для генерации колебаний в диапазоне СВЧ. Процессы, происходящие в полупроводниковой структуре диода, ведут к тому, что активная составляющая комплексного сопротивления на малом переменном сигнале в определенном диапазоне частот отрицательна. На вольт-амперной характеристике лавинно-пролётного диода, в отличие от туннельного диода отсутствует участок с отрицательным дифференциальным сопротивлением. Рабочей для лавинно-пролётного диода является область лавинного пробоя. Идея, лежащая в основе работы лавинно-пролётного диода, сформулирована в 1958 году У. Т. Ридом (*W. T. Read*). Эффект генерации колебаний при лавинном пробое обнаружен в 1959 году А. С. Тагером, А. И. Мельниковым и другими.

Структура лавинно-пролётного диода

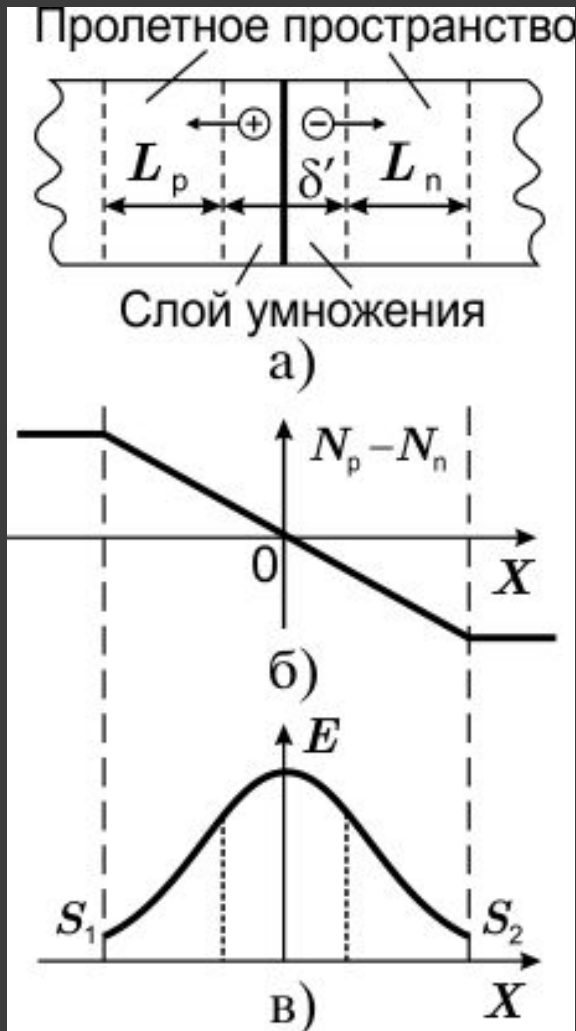


Однопролётный ЛПД

Двухпролётный ЛПД

1. Контактный слой
2. Область образования лавины (p-n-переходов)
3. Область дрейфа электронов
4. Область дрейфа дырок

принцип работы



Принцип действия ЛПД основан на явлении ударной ионизации и влиянии времени пролета носителей в p - n -переходе. В таком переходе за счет разности концентрации электронов (N_n) и дырок (N_p) на границе раздела образуется внутреннее электрическое поле, величина и форма которого зависит от структуры перехода и распределения примесей. Схематически механизм работы ЛПД можно представить следующим образом. Рассмотрим обратно смещенный p - n -перехода (рисунок 6.1). Напряженность электрического поля E максимальна в плоскости $x = 0$ (плоскость технологического перехода). По мере увеличения внешнего обратного напряжения p - n -переход расширяется, и напряжённость электрического поля возрастает. Когда поле в плоскости технологического перехода достигает некоторого критического значения $E = E_{кр}$, начинается интенсивный процесс ударной ионизации атомов кристалла, приводящий к нарастанию числа носителей, т.е. образованию новых электронно-дырочных пар. Ток через переход резко возрастает — происходит лавинный пробой. Описанный процесс объясняет поведение обратной ветви вольт-амперной характеристики диода

В пролетных и отражательных клистронах это достигается за счет группировки электронов из первоначально постоянного во времени потока в сгустки и соответствующего выбора момента посылки этих сгустков в область, где действует переменное поле. Это обеспечивается периодическим переходом диода в режим лавинного пробоя. Лавинный пробой возникает в р-п переходе при определенном значении напряжения обратного смещения. На рис.1, где показана типичная характеристика диода с р-п переходом, обратному смещению соответствует левая полуплоскость. При малых напряжениях обратного смещения ток через диод отсутствует (он составляет малую величину I_s), но при достижении определенного значения $U_{пр}$ начинает резко возрастать, что в принципе может привести к разрушению диода. На вольт-амперной характеристике лавинно-пролётного диода, в отличие от туннельного диода, отсутствует участок с отрицательным дифференциальным сопротивлением

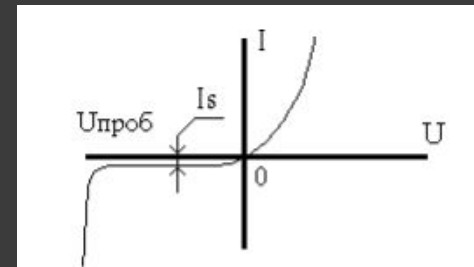


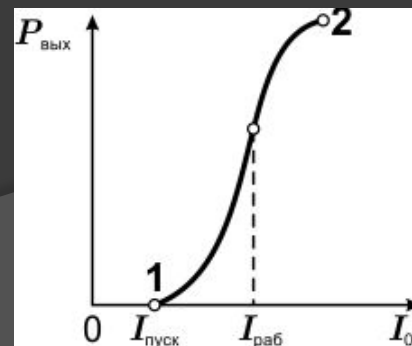
Рис.1 Вольт-амперная характеристика ЛПД

ПАРАМЕТРЫ И ХАРАКТЕРИСТИКИ

Под рабочим диапазоном частот генератора понимается тот интервал частот, в котором прибор обеспечивает выходную мощность и другие параметры не хуже величин, указанных в технической документации. В рабочем диапазоне частот перестройка частоты генератора может осуществляться за счёт совместного или отдельного действия механической или электрической перестройки частоты. Для генераторов с фиксированной частотой диапазон частот означает, что прибор данного типа при изготовлении может быть настроен на любую фиксированную частоту в указанном диапазоне. Под диапазоном частот для перестраиваемых генераторов понимается диапазон, в котором могут изготавливаться приборы этого типа с указанным диапазоном перестройки частоты (рабочим диапазоном).

Зависимость основных параметров ГЛПД от режима работы

Параметры ГЛПД сильно зависят от тока питания. В связи с этим каждый экземпляр генератора имеет (если нет встроенного источника питания) свой номинальный ток, который указывается в паспорте на прибор. Связано это с тем, что в СВЧ полупроводниковых приборах p - n -переход значительно тоньше, а тепловые нагрузки значительно выше, чем у низкочастотных приборов. Поэтому превышение паспортного электрического режима даже кратковременно (доли секунды) может привести к пробоем прибора. Характер зависимости выходной мощности ГЛПД от тока питания показан на рисунке [6.21](#). При малых значениях питающего тока генерация отсутствует, и лишь по достижении некоторого пускового значения $I_{\text{пуск}}$ (точка 1) начинается генерация. По мере дальнейшего роста тока питания выходная мощность увеличивается, вплоть до выхода из строя активного элемента (точка 2). От изменения тока частота генерируемых колебаний также заметно изменяется.



ПРИМЕНЕНИЕ ЛПД

Генераторы на ЛПД применяются в радиорелейных линиях связи, в системах доплеровской посадки самолётов и высотомерах, портативных и переносных РЛС, фазированных антенных решётках РЛС, системах сигнализации и другой аппаратуре. Они используются в качестве генераторов в передающих устройствах и гетеродинах приёмников, радиотехнической разведке и радиопротиводействия и источников колебаний в измерительной аппаратуре.