

ВИКИПЕДИЯ

Варикап

Материал из Википедии — свободной энциклопедии

Вари́кап (акроним от англ. *vari(able)* — «переменный», и cap(acitance) — «[электрическая] ёмкость») — электронный прибор, полупроводниковый диод, работа которого основана на зависимости барьерной ёмкости p-n-перехода от обратного напряжения.

Варикапы с большой рассеиваемой мощностью, предназначенные для умножения частоты в радиопередатчиках, принято называть **варакторами**.

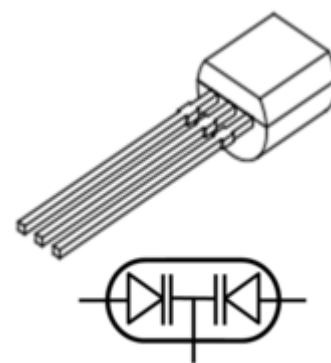
Варикапы применяются в качестве элементов с электрически управляемой ёмкостью в схемах перестройки частоты колебательного контура в частотно-избирательных цепях, деления и умножения частоты, частотной модуляции, управляемых фазовращателей и др.



Обозначение варикапа на принципиальных электрических схемах



Варикапы



Двойной варикап

Содержание

[Принцип работы варикапа](#)

[Конструкция](#)

[Основные электрические и эксплуатационные параметры](#)

[Модели варикапов](#)

[Применение](#)

[См. также](#)

[Примечания](#)

[Литература](#)

[Ссылки](#)

Принцип работы варикапа

При отсутствии внешнего приложенного к электродам напряжения в p-n-переходе существуют потенциальный барьер и внутреннее электрическое поле, возникновение которого обусловлено контактной разностью потенциалов между полупроводниками p-типа и n-типа. Нормальный режим работы варикапа — с обратным смещением. Если к диоду приложить обратное напряжение (то есть катод должен иметь положительный потенциал относительно анода), то высота этого потенциального барьера увеличится. Внешнее обратное напряжение отталкивает электроны в глубь n-области, в результате чего происходит расширение обеднённой области p-n-перехода, то есть слой полупроводника, лишенный носителей заряда и по сути

являющийся диэлектриком. При увеличении обратного напряжения толщина обеднённого слоя увеличивается. Это можно представить в виде плоского конденсатора, в котором обкладками служат обеднённые зоны полупроводника и с переменной толщиной слоя диэлектрика.

В соответствии с формулой для ёмкости плоского конденсатора, с ростом расстояния между обкладками (вызванной ростом значения обратного напряжения) ёмкость р-п-перехода будет уменьшаться. Это уменьшение ограничено толщиной базы, далее которой толщина обеднённого слоя увеличиваться не может, по достижении этого минимума ёмкости с ростом обратного напряжения ёмкость не изменяется. Другой ограничивающий фактор управляемого снижения ёмкости — электрический пробой обеднённого слоя.

Так как при изменении обратного напряжения толщина диэлектрика (обеднённого слоя) изменяется в широких пределах, для характеристики изменения ёмкости варикапа от приложенного напряжения применяют динамическую C_d или дифференциальную ёмкость — ёмкость для малого изменения напряжения на приборе (малосигнальный параметр). Динамическая ёмкость определяется как^[1]:

$$C_d(U) = dQ/dU,$$

где dQ — приращение электрического заряда конденсатора;
 dU — приращение напряжения.

Дифференциальная ёмкость согласно ГОСТ Р 52002-2003 — это динамическая ёмкость для очень медленного изменения напряжения.

Зависимость динамической ёмкости от напряжения называется вольт-фарадной характеристикой и для варикапа приближённо описывается функцией:

$$C_d(U) = \frac{C_0}{(1 + U/U_0)^n},$$

где C_0 — динамическая ёмкость прибора при нулевом напряжении;

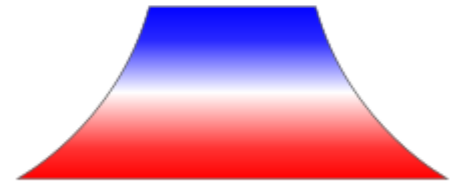
U — приложенное обратное напряжение;

U_0 — некоторая константа, имеющая размерность напряжения и приближённо равная прямому напряжению р-п-перехода, при небольших прямых токах, для кремниевого прибора около 0,55 В;

n — показатель, характеризующий величину градиента концентрации легирующей примеси в р-п-переходе, для переходов с плавным, например, линейным изменением

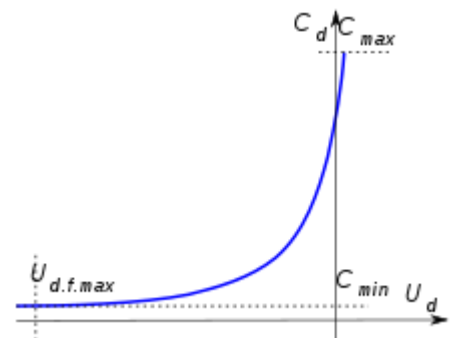


При низком напряжении на р-п переходе толщина обеднённого слоя мала, ёмкость высока



При высоком напряжении на р-п переходе толщина обеднённого слоя больше, ёмкость ниже

Изменение толщины барьерного обеднённого слоя вблизи р-п-перехода при изменении обратного напряжения, приложенного к структуре

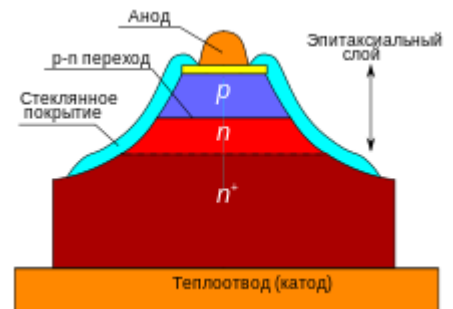


Типичная вольт-фарадная характеристика варикапа

концентрации $n \approx 0,33$, для резких переходов $n \approx 0,5$, для переходов со ступенчатым легированием n может достигать $2^{[2]}$.

Конструкция

Обычно варикапы изготавливаются по планарно-эпитаксиальной технологии, позволяющей оптимизировать электрические параметры прибора. На пластине сильнолегированного низкоомного полупроводника (обычно с n-типом проводимости, обозначается n^+) выращивается высокоомная плёнка низколегированного полупроводника n-типа. С помощью диффузии акцепторной примеси на поверхности эпитаксиального слоя формируется низкоомный анодный слой p-типа.



Внутренняя структура варикапа

Боковая поверхность структуры для защиты выходящего на поверхность p-n-перехода и увеличения обратного пробойного напряжения покрывается легкоплавким стеклом.

Основные электрические и эксплуатационные параметры

- Общая ёмкость — ёмкость, измеренная между выводами варикапа при заданном обратном напряжении.
- Коэффициент перекрытия по ёмкости — отношение ёмкостей при двух заданных значениях обратного напряжения на варикапе.
- Добротность — отношение реактивного сопротивления варикапа на заданной частоте к сопротивлению потерь при заданном значении ёмкости или обратного напряжения.
- Постоянный обратный ток — постоянный ток, ток утечки, протекающий через варикап при заданном обратном напряжении.
- Максимально допустимое постоянное обратное напряжение.
- Максимально допустимая рассеиваемая мощность.
- Температурные коэффициенты ёмкости и добротности — отношение относительного изменения ёмкости (добротности) варикапа к вызвавшему его абсолютному изменению температуры. В общем случае сами эти коэффициенты зависят от значения обратного напряжения, приложенного к варикапу.
- Предельная частота варикапа — значение частоты, на которой реактивная составляющая проводимости варикапа становится равной активной составляющей. Измерение предельной частоты производится при конкретных заданных обратном напряжении и температуре, которые, в свою очередь, зависят от типа варикапа.

Модели варикапов

Промышленностью выпускаются варикапы как в виде дискретных компонентов (например, варикапы производства СССР и России, KB105, KB109, KB110, KB114, BB148, BB149), так и в виде варикапных сборок (например, KBC111).

Применение

Варикапы применяются для перестройки частоты генераторов, управляемых напряжением в синтезаторах частоты и генераторах качающейся частоты, настройки частотноизбирательных цепей с управлением напряжением, в системах автоматической подстройки частоты различных радиоприёмных устройств, в параметрических усилителях, для умножения частоты в умножителях частоты, управляемых напряжением фазовращателях и других.

См. также

- Варактор
- Вариконд

Примечания

- ↑ ГОСТ Р 52002-2003 Электротехника. Термины и определения основных понятий (<http://docs.cntd.ru/document/1200031279>). Дата обращения: 30 марта 2018. Архивировано (<https://web.archive.org/web/20180316182908/http://docs.cntd.ru/document/1200031279>) 16 марта 2018 года.
- ↑ Varactors (<http://mysite.du.edu/~etuttle/electron/elect40.htm>). Дата обращения: 30 марта 2018. Архивировано (<https://web.archive.org/web/20171009032851/http://mysite.du.edu/~etuttle/electron/elect40.htm>) 9 октября 2017 года.

Литература

- Пасынков В. В., Чиркин Л. К.* Полупроводниковые приборы: Учебник для вузов. — 4-е перераб. и доп. изд. — М.: Высшая школа, 1987. — С. 184—188. — 479 с. — 50 000 экз.
- Чернышев А. А., Иванов В. И., Галахов В. Д. и др.* Диоды и тиристоры / Под общ. ред. А. А. Чернышева. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Энергия, 1980. — 176 с. — (Массовая радиобиблиотека. Выпуск 1005). — 190 000 экз.

Ссылки

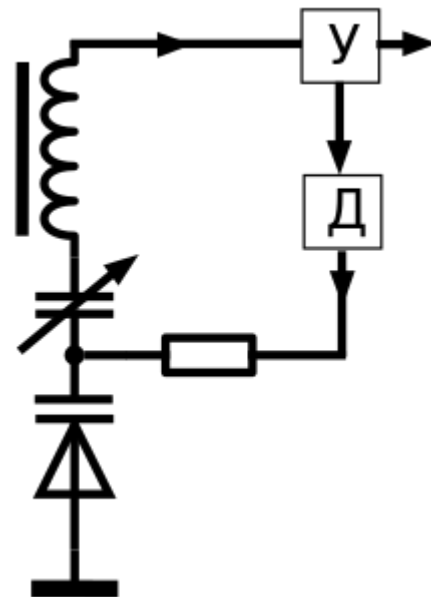
- Варикап* — статья из *Большой советской энциклопедии*.

Источник — <https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Варикап&oldid=131297213>

Эта страница в последний раз была отредактирована 26 июня 2023 в 16:30.

Текст доступен по лицензии Creative Commons «С указанием авторства — С сохранением условий» (CC BY-SA); в отдельных случаях могут действовать дополнительные условия.

Wikipedia® — зарегистрированный товарный знак некоммерческой организации Фонд Викимедиа (Wikimedia Foundation, Inc.)



Пример схемы автоматической подстройки частоты гетеродина радиоприёмника с использованием варикапа. У — усилительные каскады, Д — частотный дискриминатор.