

Полупроводниковые резисторы

Определение

- **Полупроводниковым резистором** называется полупроводниковый прибор, имеющий **два вывода**, в котором применяется **способность изменять электрическое сопротивление этого прибора в зависимости от приращения (изменения) напряжения, освещенности, температуры и других факторов.**

Чтобы получить полупроводниковые резисторы, полупроводники равномерно легируют специальными примесями. Благодаря применению разных типов примесей и видов конструкций резисторов, получают различные типы зависимости от внешних факторов.

- 1) **Линейные и нелинейные (варисторы), у которых электрические характеристики почти не зависят от таких факторов, как окружающая температура, влажность, вибрация, освещенность и т. д.**

- 2) **типична значительная связанность электрических характеристик от этих факторов, и потому их широко применяют как первичные преобразователи неэлектрических параметров в электрические. Под действием температуры сильно изменяются электрические характеристики терморезисторов, а на освещенность «реагируют» фоторезисторы, от механического давления меняется сопротивление тензорезистора.**

Линейные резисторы

- В линейном резисторе используется **слаболегированные примеси**, например, кремний, арсенид галлия. Плотность электрического тока и напряженность электрического поля существенно не влияют на удельное электрическое сопротивление этого полупроводника. Вследствие этого **сопротивление линейных полупроводниковых резисторов практически постоянно в больших пределах изменений токов и напряжений**. Эти резисторы широко используют в интегральных микросхемах.

Нелинейные резисторы

- **У варистора** вольт-амперная характеристика выглядит **нелинейной** потому, что у него **сопротивление зависит от напряжения, поданного на этот варистор**. Варисторы изготавливают из карбида кремния. Причиной нелинейной характеристики варистора служит местный разогрев контактов среди множества кристаллов карбида кремния. При этом сопротивление контактов сильно уменьшается, что в итоге и приводит к снижению единого сопротивления варистора. **Основная величина варистора – коэффициент нелинейности**. Коэффициент нелинейности у разных типов

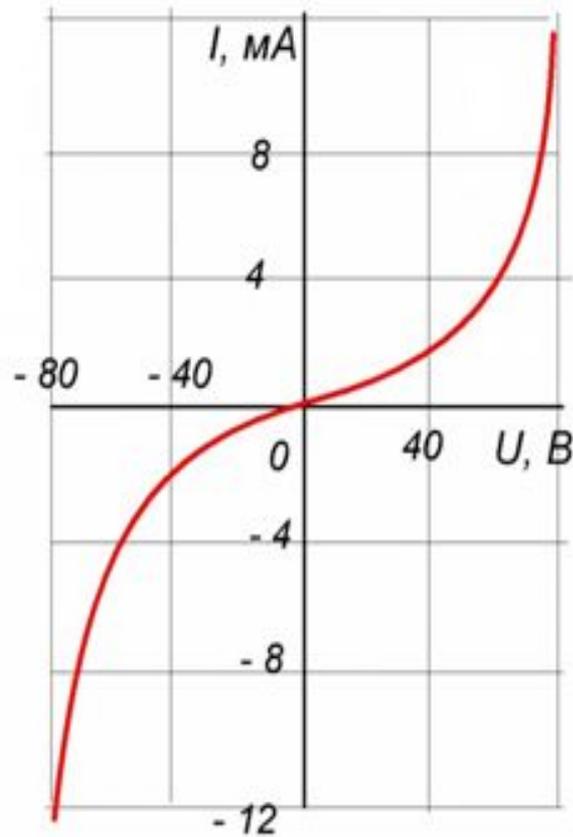


Рис. 2. Вольт-амперная характеристика варистора

Терморезисторы (термисторы)

- Определение:

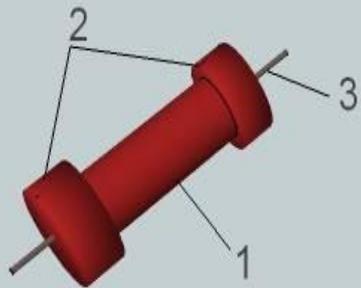
Полупроводниковый прибор, где применяется связанность сопротивления проводника от внешней температуры, называется терморезистором.

- Классификация:

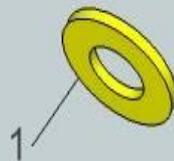
Существуют два типа терморезисторов:

1. Термистор, у которого, чем выше температура, то тем ниже его сопротивление;
2. Позистор, сопротивление которого растет с повышением температуры.

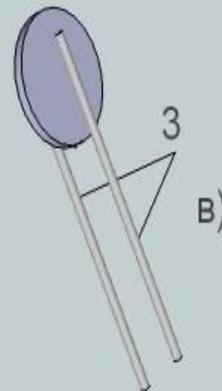
Конструкции термисторов



а)



б)



в)

Рис. 3. Конструкции термисторов:

- а) цилиндрическая;
 - б) кольцевая;
 - в) дисковая
- (1 - полупроводник,
2 - контакты,
3 - выводы)

Параметры термисторов

- Температурная характеристика показывает как от температуры зависит сопротивление терморезистора. Для многих полупроводников в широком спектре температур **сопротивление резистора** выражается экспоненциальным законом

$$R_T = K e^{\beta/T},$$

где K – коэффициент, который зависит от размеров терморезистора;
 β – коэффициент, величина которого зависит от насыщенности примесей в полупроводнике;
 T – абсолютная температура.

Основной параметр терморезистора – это **температурный коэффициент сопротивления**

$$\alpha = (1/R_T)(dR_T/dT)100\%,$$

который показывает процентную переменную сопротивления терморезистора при варьировании температуры.

Промышленность выпускает

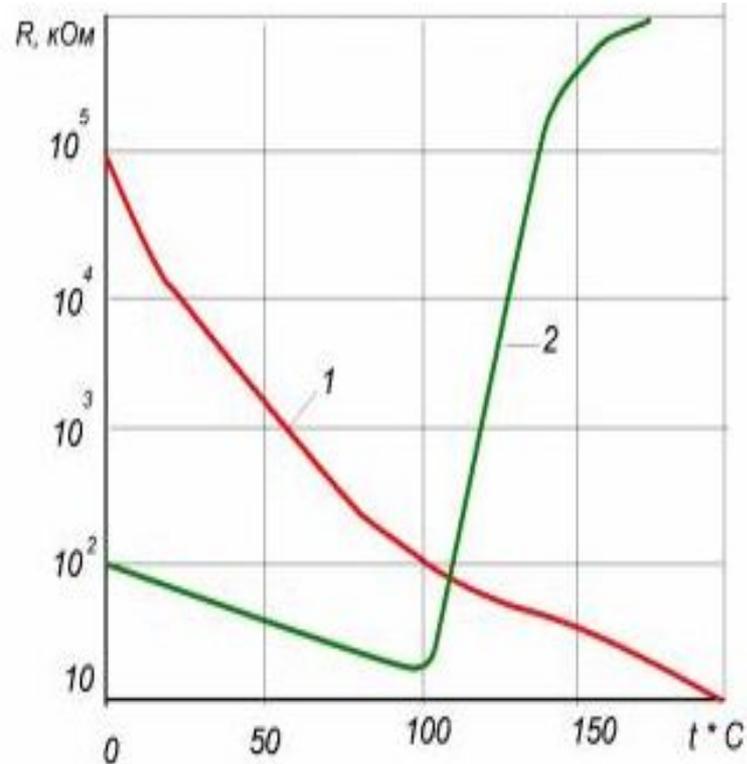


Рис. 4. Температурные характеристики терморезисторов:

1 - термистора;

2 - позистора

Использование термисторов

- терморезисторы в электрических цепях используются в качестве **обычных резисторов**, электрическое сопротивление которых связано с окружающей температурой и действующим током, вдобавок до высоких частот (в пределах 100 – 500 МГц), индуктивность и паразитная емкость терморезисторов не оказывает существенного влияния. Эту особенность применяют **для измерения токов в цепях высокой частоты**.
- Терморезисторы находят применение в системах тепловой защиты, регулировки температуры, противопожарной сигнализации. Термисторы также можно применять для измерения температуры в широких пределах, позисторы же – в узких температурных пределах.

Позисторы

- Если у терморезистора отрицательный коэффициент сопротивления (ТКС), то у **позистора** (потому он так и называется) ТКС положительный. Его изготавливают из титанат-бариевой керамики с добавлением редкоземельных элементов. Этому материалу свойственна неестественная температурная зависимость: если повысить температуру выше точки Кюри, то его сопротивление увеличивается на ряд порядков. Визуально позисторы схожи термисторам.

Другие ТИПЫ

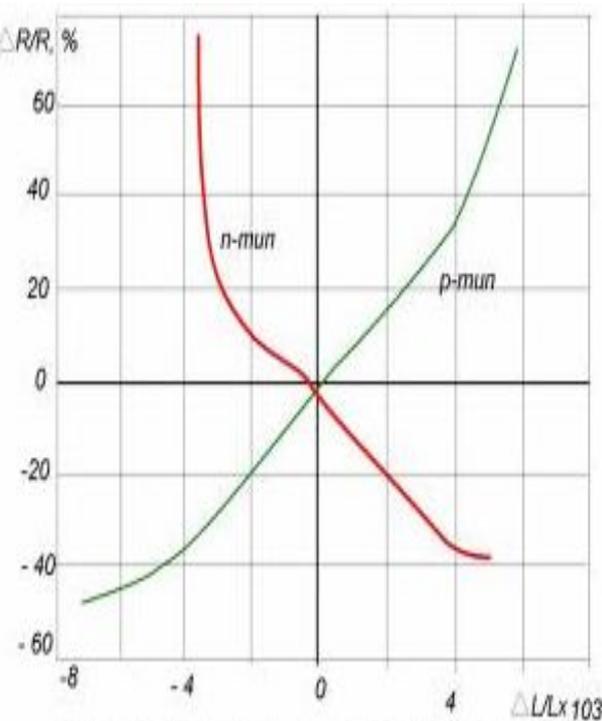


Рис. 5. Деформационная характеристика тензорезистора

Если сопротивление полупроводникового прибора зависит от степени освещенности, то такой прибор называется **фоторезистором**.

Если сопротивление полупроводникового прибора зависит от механических деформаций, то такой прибор называется **тензорезистором**.

Тензорезисторы получают из кремния с различной полупроводимостью.

Важная особенность тензорезистора — это его **деформационная характеристика**, в ней характеризуется

зависимость $\Delta R/R$ от $\Delta l/l$ (l — длина рабочего тела тензорезистора)

Параметры тензорезистора — его номинальное сопротивление

$R_{ном} = 100 \div 500$ Ом, а также коэффициент

тензочувствительности

$K = (\Delta R/R)/(\Delta l/l) = -150 \div 150$