

ВИКИПЕДИЯ

Динистор

Материал из Википедии — свободной энциклопедии

Дини́стор (другие названия: **дио́дный тири́стор**, **дио́д Шо́кли**) — полупроводниковый прибор с двумя выводами, представляющий собой полупроводниковую p-n-p-n-структуру и обладающий S-образной вольт-амперной характеристикой при приложении рабочей полярности внешнего напряжения.

Функционирует как **тиристор**, но не имеет управляющего электрода, включение в проводящее состояние происходит при превышении прямого напряжения на приборе свыше напряжения отпирания.

Широко используется в силовой полупроводниковой электронике в роли **ключа**; продолжают создаваться новые конструкции динисторов.



Динисторы типа 2N102Г производства СССР на плате

Содержание

Принцип действия

Применение

Мощные динисторы

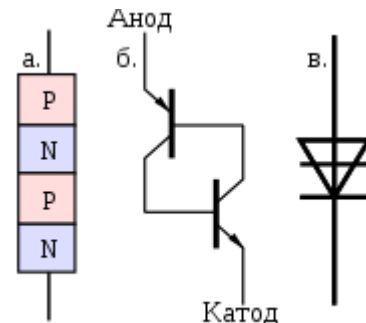
Схемотехнические символы

Примечания

Принцип действия

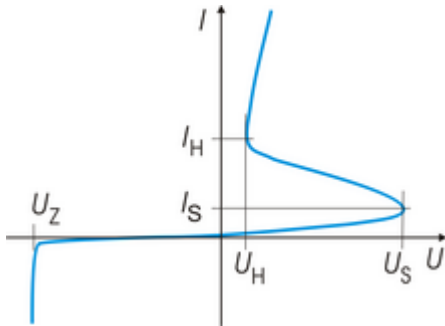
В динисторе имеются четыре полупроводниковых слоя и три p-n-перехода^[2]. Крайние области именуются **эмиттерами**, внутренние — базами, крайние p-n-переходы носят название эмиттерных, а внутренний — коллекторного. Прибор имеет два электрода: катод (со стороны n-эмиттера) и анод (со стороны p-эмиттера).

Вольт-амперная характеристика (ВАХ) динистора, как и ВАХ тиристора, S-образна. Динистор обладает бистабильностью по току в интервале напряжений от напряжения удержания *U_н* до напряжения включения *U_с*. В этом интервале одному и тому же значению напряжения отвечают два состояния прибора с разными значениями тока: запёртое и проводящее. В запёртом состоянии напряжение в основном приложено к обратно смещённому коллекторному p-n-переходу, концентрация неосновных носителей в базах незначительна. В проводящем состоянии все три p-n-перехода имеют прямое смещение, в базы инжектируются неосновные носители.



Структура (а.), схема замещения (б.) и условное графическое обозначение^[1] (в.) динистора

При достаточно высокой плотности тока прибор работает подобно диоду с длинной базой при прямом смещении: базовые области заполнены электронно-дырочной плазмой с высокой концентрацией носителей заряда, инжектируемой из эмиттеров. Падение напряжения на базовых областях в этом режиме может существенно превосходить смещение на р-n-переходах.



Типичная вольт-амперная характеристика динистора.

U_S , I_S — напряжение и ток включения;

U_H , I_H — напряжение и ток удержания;

U_Z — максимально допустимое напряжение при обратной (нерабочей) полярности.

Механизм бистабильности динистора такой же, как у тиристора. Этот механизм определяется нелинейным взаимодействием трёх р-n-переходов р-n-p-n-структуры. Переход к проводящему состоянию связан с изменением полярности смещения коллекторного перехода с обратного на прямое при увеличении плотности тока. Механизм взаимодействия трёх р-n-переходов поясняет двухтранзисторная модель^[2] (см. рисунок и также в статье Тиристор), в этой модели р-n-p-n-структура представлена как два «составных» р-n-p и n-p-n транзистора в соответствии с показанной на рисунке эквивалентной схемой динистора. Двухтранзисторная модель связывает напряжение включения U_S с коэффициентами передачи по току «составных» транзисторов.

Для включения динистора, как и тиристора, в базы р-n-p-n-структуры необходимо внести избыточные неосновные носители — так называемый «запускающий», или «управляющий», заряд. Величина этого заряда должна превосходить критический заряд Q_S , характеризующий конкретную р-n-p-n-структуру. Критический заряд Q_S имеет характерную поверхностную плотность порядка 10^{-6} Кл/см². В отличие от тиристора, динистор не имеет управляющего электрода, позволяющего ввести управляющий заряд с помощью тока управляющего электрода. Поэтому для переключения динистора на практике применяются другие методы. К ним относится, в частности, повышение напряжения на коллекторном переходе.

С S-образной ВАХ связано явление гистерезиса: при увеличении напряжения прибор находится в запертом состоянии до достижения напряжения включения U_S , при уменьшении тока через прибор остается в открытом состоянии до достижения напряжения удержания U_H , причём $U_H < U_S$.

Для экспериментального наблюдения этого явления ток через динистор необходимо ограничивать последовательно включённым омическим сопротивлением. Два состояния прибора заданы пересечением ВАХ и нагрузочной прямой.

Для динистора, как и других приборов с S-образной ВАХ, характерно нежелательное явление шнурования тока^[3].

Применение

В 1950-е годы динистор явился одним из первых полупроводниковых приборов использующих кремний (не германий)^{[4][5]}, в Калифорнии установлен «памятник» этому прибору в связи с его исторической значимостью.

Много лет широко использовался в схемотехнике в качестве ключа, например, для создания импульса отпираания тиристора в схемах управления тиристорами. Благодаря простоте конструкции и дешевизне считался идеальным элементом в схеме тиристорного регулятора мощности или импульсного генератора.

С 1990-х годов был вытеснен для слаботочных применений такими элементами как диак.

Ныне динисторы используются преимущественно в силовой полупроводниковой электронике: для этого разрабатываются новые конструкции динисторов, а также принципы подачи напряжения.

Мощные динисторы

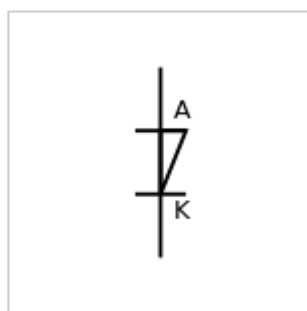
Специфика мощных динисторов состоит в ряде конструктивных особенностей и выборе параметров полупроводниковых слоёв, в том числе слабом легировании баз для повышения напряжения включения и большой площади переходов приборов. При этом должен использоваться особый способ перевода прибора в открытое состояние.

Так, в реверсивно включаемом динисторе (РВД)^[6] — силовом импульсном приборе — сначала подаётся слабый импульс тока с обратной (то есть нерабочей) полярностью, когда базы, в первую очередь n-база, заполняются электронно-дырочной плазмой через прямосмещённый коллекторный переход. После этого, уже при рабочей полярности, включение динистора происходит легче, чем без предварительной подачи импульса с обратной полярностью, механизм открытия подобен управлению тиристора по управляющему электроду. Преимуществом является одновременность включения сразу по всей площади полупроводниковой структуры.

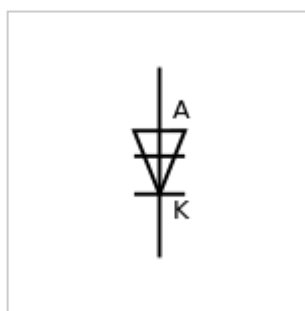
Такие приборы в настоящее время изготавливаются из кремния; также обсуждается возможность использования карбида кремния (SiC) для применения при высокой температуре.

Схемотехнические символы

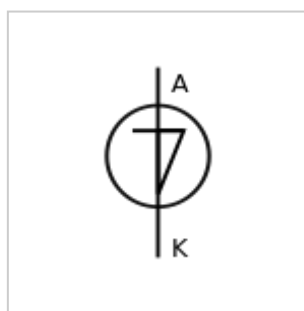
Для динистора на принципиальных электрических схемах в иностранной литературе нет единого общепринятого обозначения. По ГОСТ 2.730-73 условное графическое обозначение динистора — перечёркнутый символ диода^[1]. Некоторые варианты символов представлены ниже:



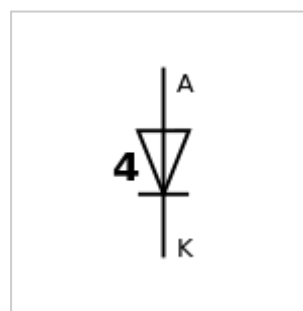
[7]



ГОСТ 2.730-73, [8][4]
Klaus Beuth:
Bauelemente^[8]



[9]



«Скульптура»-динистор, США

Некоторые из условных графических обозначений динистора образованы начертанием цифры 4, — по количеству слоёв в структуре^[4]. Это видно, если повернуть третий слева рисунок на 180° (см. также фото «памятника» динистору).

Примечания

1. ГОСТ 2.730-73 ЕСКД Обозначения условные графические в схемах. Приборы полупроводниковые. (<https://docs.cntd.ru/document/1200006618>) Дата обращения: 13 июня 2021. Архивировано (<https://web.archive.org/web/20210613224601/https://docs.cntd.ru/document/1200006618>) 13 июня 2021 года.
2. *Зи С.* Физика полупроводниковых приборов. Книга 1. (<https://studizba.com/files/show/djvu/726-1-zi--fizika-poluprovodnikovyh-priborov.html>) М.:Мир (1984). — см. гл. 4, разд. «Диодный и триодный тиристоры», с. 221. Дата обращения: 18 мая 2020. Архивировано (<https://web.archive.org/web/20220327215323/https://studizba.com/files/show/djvu/726-1-zi--fizika-poluprovodnikovyh-priborov.html>) 27 марта 2022 года.
3. *Варламов И. В., Осипов В. В.* // Шнурование тока в р-п-р-п-структурах // *ФТП*, т. 3, вып. 7, с. 950—958 (1969).
4. *Photo Essay — Shockley 4 Layer Diodes* (http://semiconductormuseum.com/PhotoGallery/PhotoGallery_Shockley4E30_Page3.htm) *Архивная копия* (https://web.archive.org/web/20181011123521/http://semiconductormuseum.com/PhotoGallery/PhotoGallery_Shockley4E30_Page3.htm) от 11 октября 2018 на *Wayback Machine*. Transistor Museum (англ.).
5. *Джентри Ф., Гутцвиллер Ф., Голоньяк Н., Застров, фон Э.* // Управляемые полупроводниковые вентили: Принципы действия и области применения р-п-р-п-устройств // М.: «Мир», пер. с англ. 1967, 456 с.
6. *Тучкевич В. М., Грехов И. В.* // Новые принципы коммутации больших мощностей полупроводниковыми приборами // Л.: Наука : Ленингр. отделение АН СССР, ISBN 5-02-024559-3 (1988).
7. *Elektrotechnik – Elektronik – Grundlagen und Begriffe*. VEB Fachbuchverlag, 1984. (нем.)
8. Klaus Beuth: Bauelemente (= Elektronik. Band 2). 17. Auflage. Vogel Fachbuch, Waldkirch 2003, ISBN 3-8023-1957-5
9. Hans-Joachim Fischer: amateurreihe electronica: Einführung in die Dioden und Transistortechnik Teil 1: Diodentechnik. Deutscher Militärverlag, Berlin 1970, S. 117. (нем.)

Источник — <https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Динистор&oldid=132057491>

Эта страница в последний раз была отредактирована 31 июля 2023 в 12:28.

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.)