**БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**ФАКУЛЬТЕТ РАДИОФИЗИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ**

**ТЕХНОЛОГИЙ**

РЕФЕРАТ

на тему

«Полевой транзистор»

Выполнил:

2 курс 6 группа КБ

Антанович Александр

Преподаватель: Раткевич С. В.

Минск 2023

Содержание

[1. Введение 3](#_Toc148876931)

[2. Классификация полевых транзисторов 3](#_Toc148876932)

[2.1. Транзисторы с управляющим p-n-переходом 4](#_Toc148876933)

[2.2. Транзисторы с изолированным затвором (МДП-транзисторы) 5](#_Toc148876934)

[2.3. Типы полевых транзисторов и их условные графические обозначения 7](#_Toc148876935)

[3. Применение полевых транзисторов 7](#_Toc148876936)

[Список литературы 9](#_Toc148876937)

# 1. Введение

Полупроводниковые устройства, такие как диоды, транзисторы и интегральные схемы используются весьма широко в различных устройствах специальной и бытовой техники, таких, как плееры, телевизоры, автомобили, стиральные машины и компьютеры. Полупроводниковые приборы прочно вошли в нашу жизнь, их характеристики продолжают совершенствоваться, а цена – снижаться. Особенно характерно это на примере компьютеров, когда сложность и характеристики современного компьютера значительно превышают возможности персональных компьютеров пятилетней давности.

Полевые транзисторы – это усилительные и переключательные полупроводниковые приборы, ток в которых управляется электрическим полем и обусловлен дрейфовым движением основных носителей. В зависимости от способа управления различают полевые транзисторы с управляющим p-n-переходом и с управляющим переходом металлполупроводник (барьером Шоттки), а также полевые транзисторы с изолированным затвором. [1]

# 2. Классификация полевых транзисторов

Полевые транзисторы классифицируют на приборы с управляющим p-n-переходом и с изолированным затвором, так называемые МДП («металл-диэлектрик-полупроводник»)-транзисторы, которые также называют МОП («металл-оксид-полупроводник»)-транзисторами, причём последние подразделяют на транзисторы со встроенным каналом и приборы с индуцированным каналом.

К основным параметрам полевых транзисторов причисляют: входное сопротивление, внутреннее сопротивление транзистора, также называемое выходным, крутизну стокозатворной характеристики, напряжение отсечки и некоторые другие.

|  |
| --- |
| https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/6d/Field_effect_transistors_%28ru%29.svg/450px-Field_effect_transistors_%28ru%29.svg.png |
| Рис. 1. Классификация полевых транзисторов |

## 2.1. Транзисторы с управляющим p-n-переходом

Полевой транзистор с управляющим p-n-переходом – это полевой транзистор, в котором пластина из полупроводника, например, n-типа, имеет на противоположных концах электроды (исток и сток), с помощью которых она включена в управляемую цепь. Управляющая цепь подключается к третьему электроду (затвору) и образуется областью с другим типом проводимости, в примере на рисунке – p-типом.

|  |
| --- |
|  |
| Рис. 2. Конструкция полевого транзистора с управляющим p-n-переходом и каналом n-типа [2] |

Источник постоянного смещения, включенный во входную цепь, создаёт на единственном p-n-переходе обратное (запирающее) напряжение. Во входную цепь также включается и источник усиливаемого сигнала. При изменении входного напряжения изменяется обратное напряжение на p-n-переходе, в связи с чем меняется толщина обедненного слоя, то есть изменяется площадь поперечного сечения области в кристалле, через которую проходит поток основных носителей заряда. Эта область называется каналом.

Электроды полевого транзистора называются:

* Исток – электрод, из которого в канал входят основные носители заряда;
* Сток – электрод, через который из канала уходят основные носители заряда;
* Затвор – электрод, служащий для регулирования поперечного сечения канала.

Тип полупроводниковой проводимости канала может быть как n-, так и p-типа. По типу проводимости канала различают полевые транзисторы с n-каналом и р-каналом. Полярности напряжений смещения, подаваемых на электроды транзисторов с n- и с p-каналом, противоположны.

Управление током и напряжением на нагрузке, включённой последовательно к каналу полевого транзистора и источнику питания, осуществляется изменением входного напряжения, вследствие чего изменяется обратное напряжение на p-n-переходе, что ведёт к изменению толщины запирающего (обеднённого) слоя. При некотором запирающем напряжении площадь поперечного сечения канала станет равной нулю и ток через канал транзистора станет весьма малым. [2]

## 2.2. Транзисторы с изолированным затвором (МДП-транзисторы)

Полевой транзистор с изолированным затвором (англ. metal-oxide-semiconductor field-effect transistor, MOSFET) – это полевой транзистор, затвор которого электрически изолирован от канала слоем диэлектрика.

В кристалле полупроводника с относительно высоким удельным сопротивлением, который называют подложкой, созданы две области с противоположным относительно подложки типом проводимости. На эти области нанесены металлические электроды – исток и сток. Расстояние между областями истока и стока может быть меньше микрона. Поверхность кристалла полупроводника между истоком и стоком покрыта тонким слоем диэлектрика. Так как исходным полупроводником для полевых транзисторов обычно является кремний, то в качестве диэлектрика используется слой диоксида кремния SiO2, выращенный на поверхности кристалла кремния путём высокотемпературного окисления. На слой диэлектрика нанесён металлический электрод – затвор. Получается структура, состоящая из металла, диэлектрика и полупроводника. Поэтому полевые транзисторы с изолированным затвором часто называют МДП-транзисторами.

Входное сопротивление МДП-транзисторов может достигать Ом (у полевых транзисторов с управляющим p-n-переходом ), что является преимуществом при построении высокоточных устройств.

|  |
| --- |
|  |
| Рис. 3. Устройство полевого транзистора с изолированным затвором [2] |

Существуют две разновидности МДП-транзисторов: с индуцированным каналом и со встроенным каналом.

В МДП-транзисторах с индуцированным каналом (рис. 3, а) проводящий канал между областями истока и стока отсутствует и, следовательно, заметный ток стока появляется только при определённой полярности и при определённом значении напряжения на затворе относительно истока, которое называют пороговым напряжением ().

В МДП-транзисторах со встроенным каналом (рис. 3, б) у поверхности полупроводника под затвором при нулевом напряжении на затворе относительно истока существует канал, который соединяет исток со стоком. [2]

|  |
| --- |
|  |
| Рис. 4. Выходные статические характеристики (a) и сток-затворная характеристика (b) МДП-транзистора со встроенным каналом [2] |

## 2.3. Типы полевых транзисторов и их условные графические обозначения

|  |
| --- |
|  |
| Рис. 5. Типы полевых транзисторов и их условные графические обозначения [3] |

# 3. Применение полевых транзисторов

Полевые транзисторы нашли широкое применение в радиоэлектронике. МДП-транзисторы имеют очень высокое входное сопротивление. Параметры МДП-транзисторов меньше зависят от температуры, чем биполярных. Полевые транзисторы могут работать при низких температурах. Их параметры весьма стабильны во времени даже при негативных внешних воздействиях, включая радиацию, поэтому они могут быть использованы в бортовой аппаратуре космических аппаратов. Технология изготовления полевых транзисторов весьма проста, поэтому при их изготовлении процент брака существенно меньше, чем при изготовлении биполярных транзисторов. При изготовлении интегральных схем на основе полевых транзисторов можно добиться высокой плотности расположения элементов, значительно выше (примерно на порядок), чем для биполярных транзисторов. На основе МДП-транзисторов могут быть изготовлены резисторы для монолитных интегральных микросхем. Они также могут использоваться в логических схемах, их применяют в вычислительной технике. При всех своих достоинствах полевые транзисторы обладают такими недостатками, как малый коэффициент усиления и меньший, чем у биполярных частотный диапазон, поэтому их используют в устройствах с частотами до нескольких мегагерц. Создание гибридных микросхем с улучшенными характеристиками возможно при совместном применении полевых и биполярных транзисторов. Полевые транзисторы применяют в схемах усилителей, генераторов, переключателей.

# Список литературы

1. Полевые транзисторы [Электронный ресурс] / Гнучев Н. М. – Режим доступа: <https://phys-el.ru/media/files/eldevices/Гнучев%20Н.М.%20Полевые%20транзисторы.pdf>
2. Википедия [Электронный ресурс] : энциклопедия – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Полевой_транзистор>
3. Конспект лекций Электроника [Электронный ресурс] / Самарский Государственный Университет Путей Сообщения – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/2892279/page:28/>