

Полевые транзисторы



Полевым транзистором

- называется полупроводниковый прибор, в котором ток создаётся только основными носителями зарядов под действием продольного электрического поля, а управление этим током осуществляется поперечным электрическим полем, которое создаётся напряжением, приложенным к управляющему электроду.

Полевые, или униполярные, транзисторы

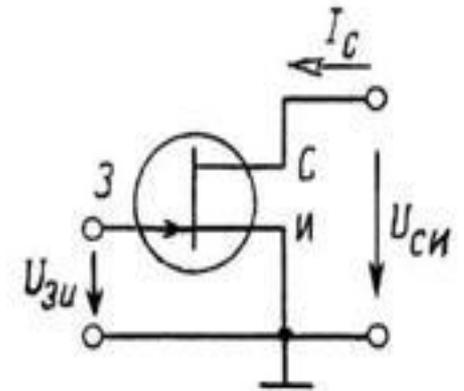
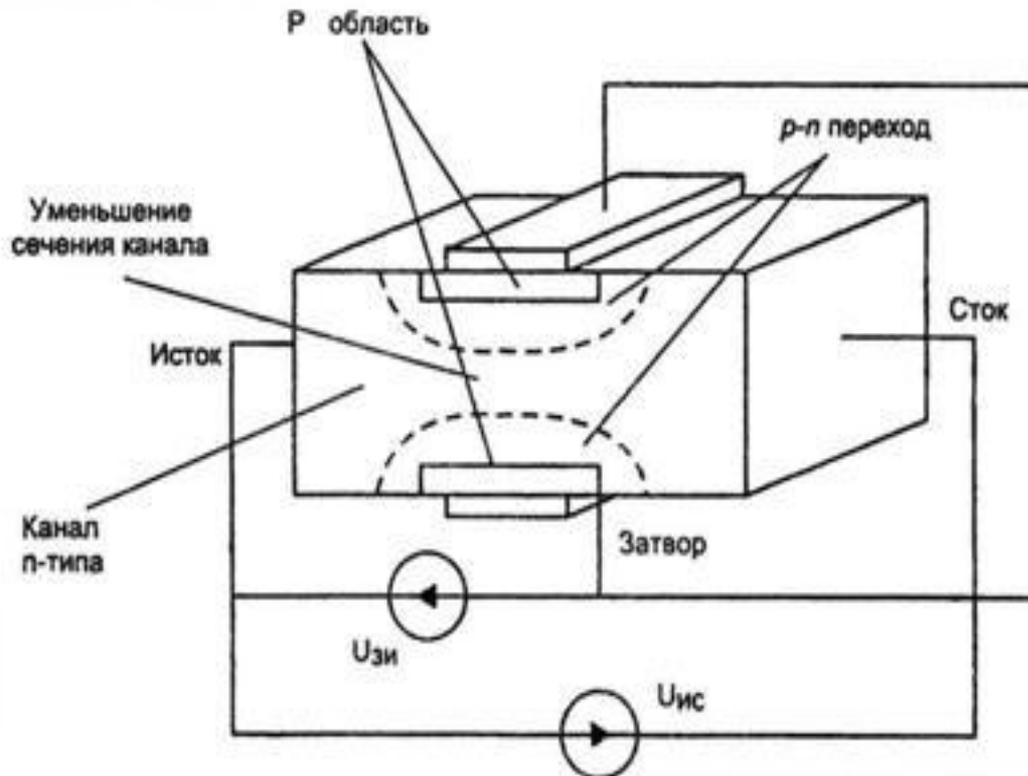
- в качестве основного физического принципа используют эффект поля.
- в полевых транзисторах для реализации транзисторного эффекта применяется только один тип носителей.

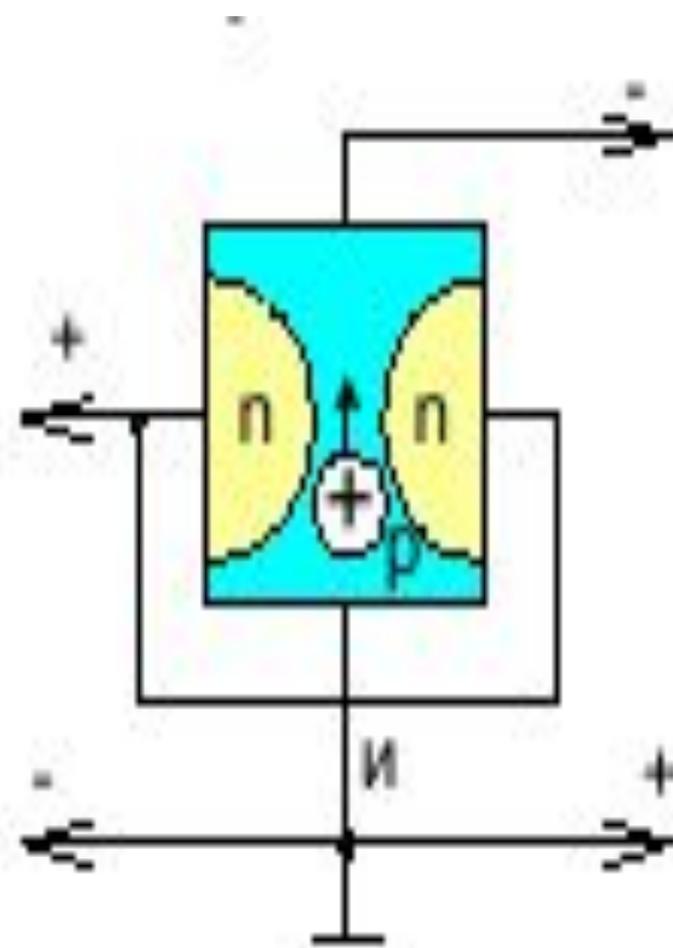
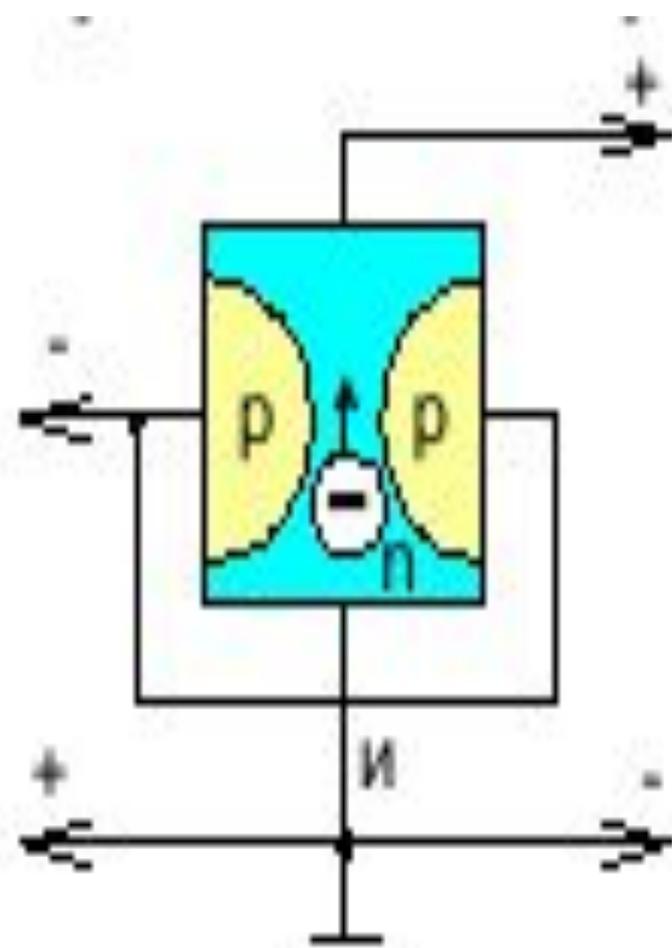
Несколько определений:

- Вывод полевого транзистора, от которого истекают основные носители зарядов, называется **ИСТОКОМ**.
- Вывод полевого транзистора, к которому стекают основные носители зарядов, называется **СТОКОМ**.
- Вывод полевого транзистора, к которому прикладывается управляющее напряжение, создающее поперечное электрическое поле называется **затвором**.

-
- Участок полупроводника, по которому движутся основные носители зарядов, между р-п переходом, называется каналом полевого транзистора.
 - Поэтому полевые транзисторы подразделяются на транзисторы с каналом р-типа или п-типа.

Полевые транзисторы с управляющим р-п переходом





-
- На затвор всегда подаётся такое напряжение, чтобы переходы закрывались.
 - Напряжение между стоком и истоком создаёт продольное электрическое поле, за счёт которого через канал движутся основные носители зарядов, создавая ток стока.

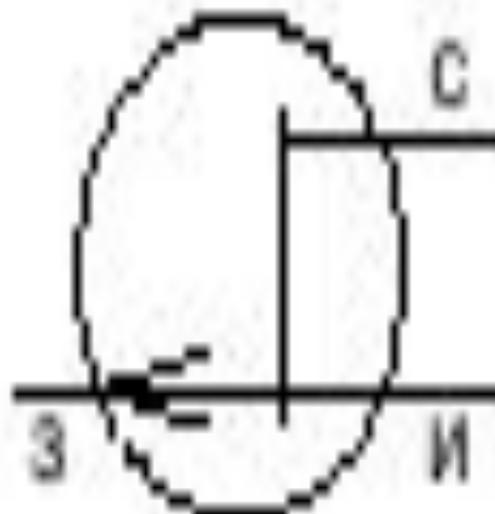
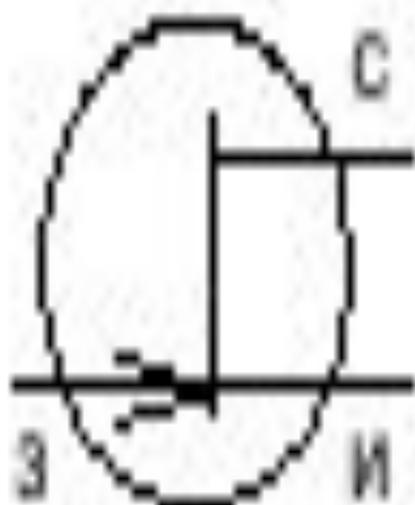
-
- 1) При отсутствии напряжения на затворе р-n переходы закрыты собственным внутренним полем, ширина их минимальна, а ширина канала максимальна и ток стока будет максимальным.

-
- 2) При увеличении запирающего напряжения на затворе ширина р-п переходов увеличивается, а ширина канала и ток стока уменьшаются.

-
- 3) При достаточно больших напряжениях на затворе ширина р-п переходов может увеличиться настолько, что они сольются, ток стока станет равным нулю.
 - Напряжение на затворе, при котором ток стока равен нулю, называется напряжением отсечки.

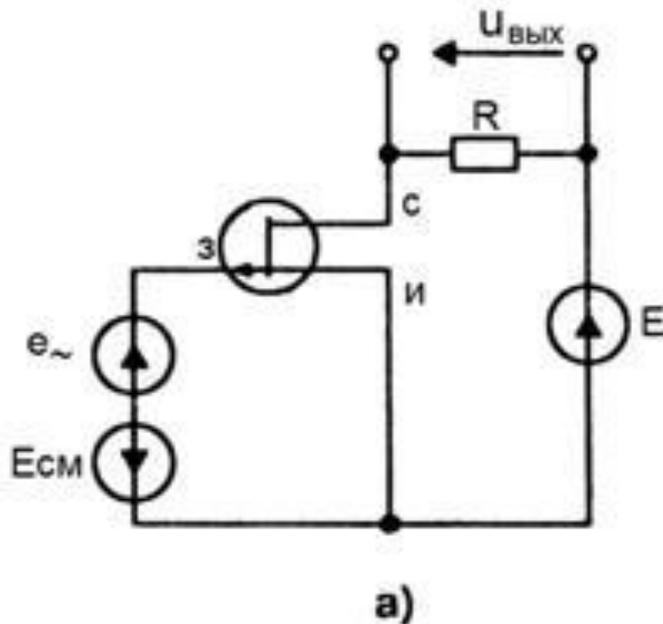
-
- Вывод: полевой транзистор представляет собой управляемый полупроводниковый прибор,
 - так как, изменяя напряжение на затворе, можно уменьшать ток стока и поэтому принято говорить, что полевые транзисторы с управляющими р-п переходами работают только в режиме обеднения канала.

УГО каналом n-типа и с каналом p-типа

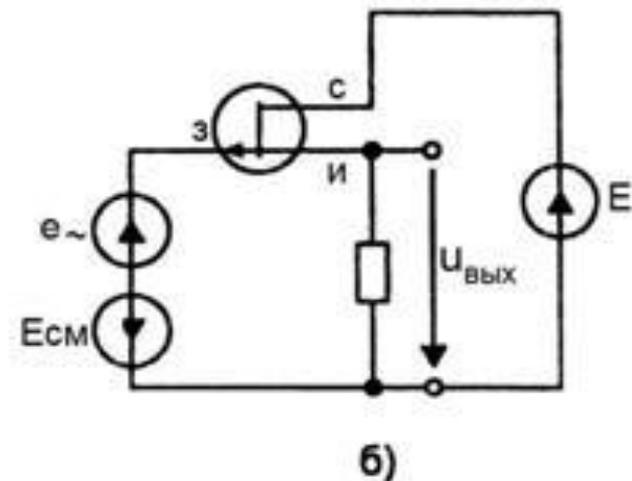


Практическое применение имеют две ОСНОВНЫЕ СХЕМЫ ВКЛЮЧЕНИЯ.

□ Схема с общим
истокom:



□ Схема с общим
стокom:

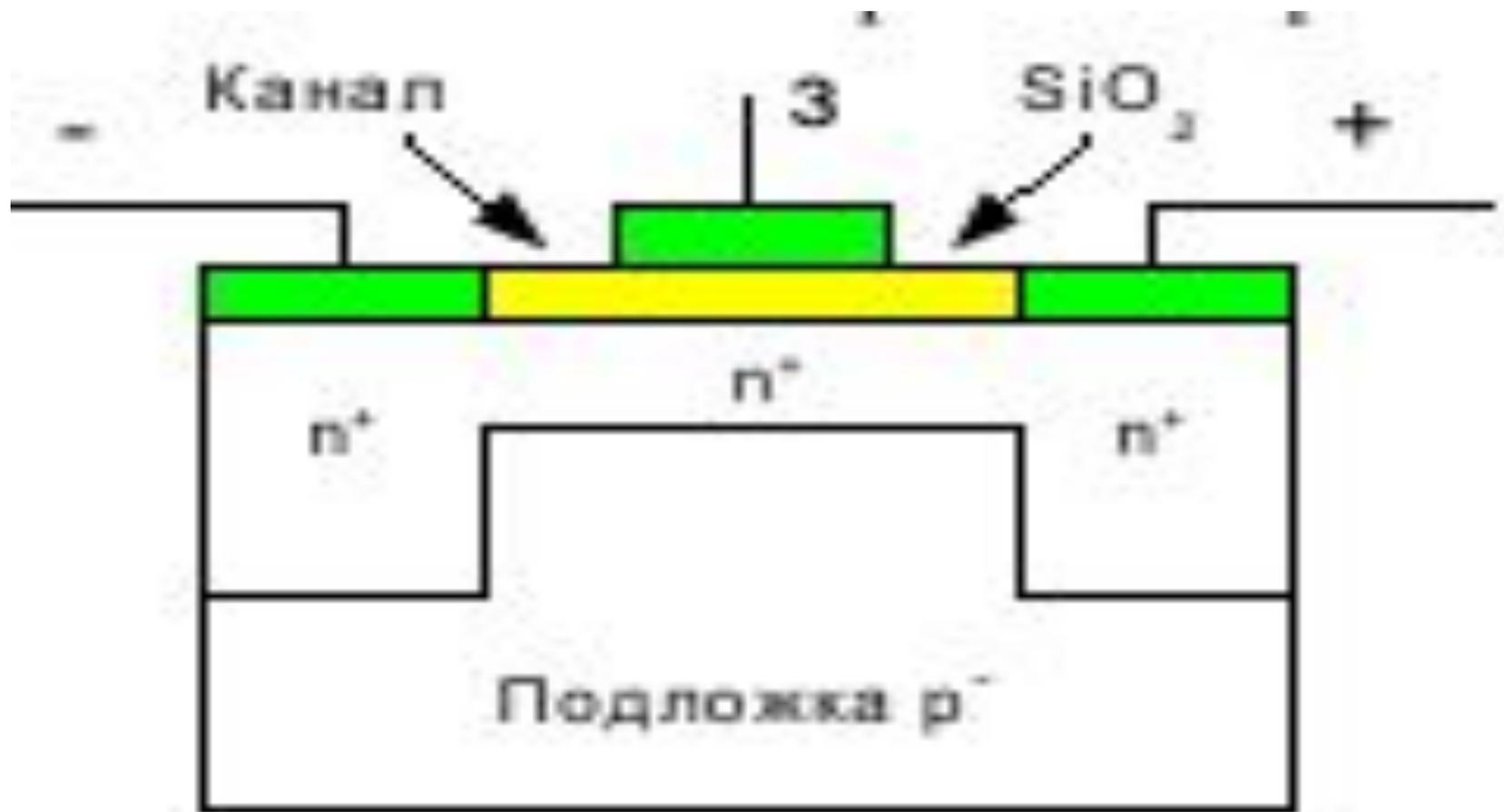


Полевые транзисторы с изолированным затвором

- Данные приборы имеют затвор в виде металлической плёнки, которая изолирована от полупроводника слоем диэлектрика, в виде которого применяется окись кремния. Поэтому полевые транзисторы с изолированным затвором называют МОП и МДП.
- МОП - металл, окись, полупроводник.
- МДП - металл, диэлектрик, полупроводник.

-
- МОП – транзисторы могут быть двух видов:
 - Транзисторы со встроенным каналом
 - Транзисторы с индуцированным каналом.

Технология МДП-транзистора с встроенным затвором



-
- Под действием электрического поля между стоком и истоком через канал будут протекать основные носители зарядов, т. е. будет существовать ток стока.
 - При подаче на затвор положительного напряжения электроны как неосновные носители подложки будут притягиваться в канал. Канал обогатится носителями заряда, и ток стока увеличится.

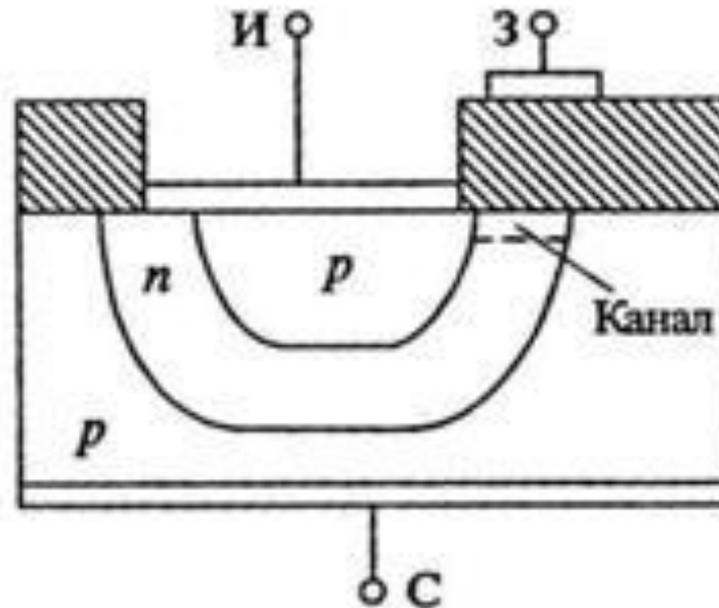
-
- При подаче на затвор отрицательного напряжения электроны из канала будут уходить в подложку, канал обеднится носителями зарядов, и ток стока уменьшится.
 - При достаточно больших напряжениях на затворе все носители заряда могут из канала уходить в подложку, и ток стока станет равным нулю.
 - Вывод: МОП – транзисторы со встроенным каналом могут работать как в режиме обогащения, так и в режиме обеднения зарядов.

Силовые полевые транзисторы

- В настоящее время полевой транзистор является одним из наиболее перспективных силовых приборов.
- Для уменьшения сопротивления канала уменьшают его длину.
- Для увеличения тока стока в транзисторе выполняют сотни и тысячи каналов, причем каналы соединяют параллельно.
- Вероятность саморазогрева полевого транзистора мала, т.к. сопротивление канала увеличивается при увеличении температуры.

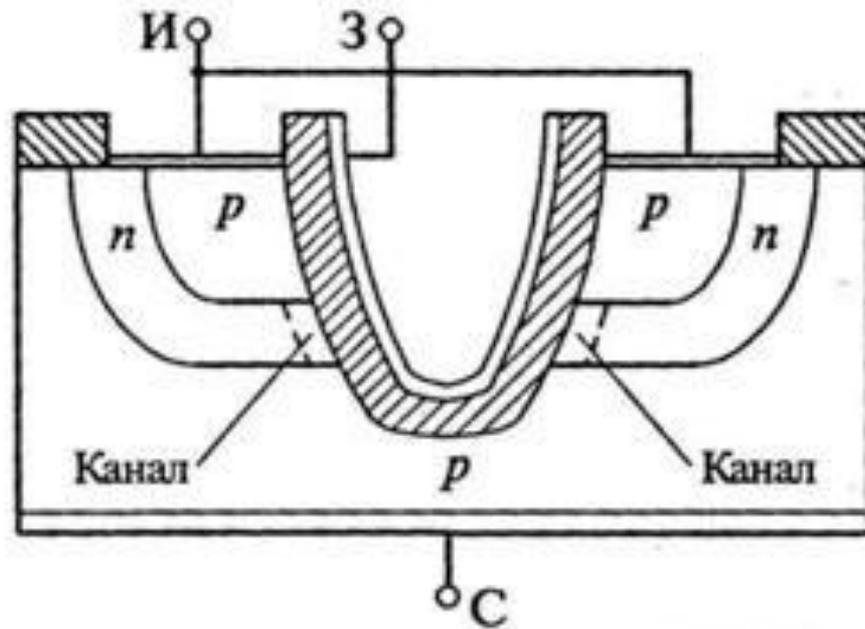
ДМДП-транзистор

- Этот транзистор МДП-типа, изготовленный методом двойной диффузии, имеет горизонтальный канал.



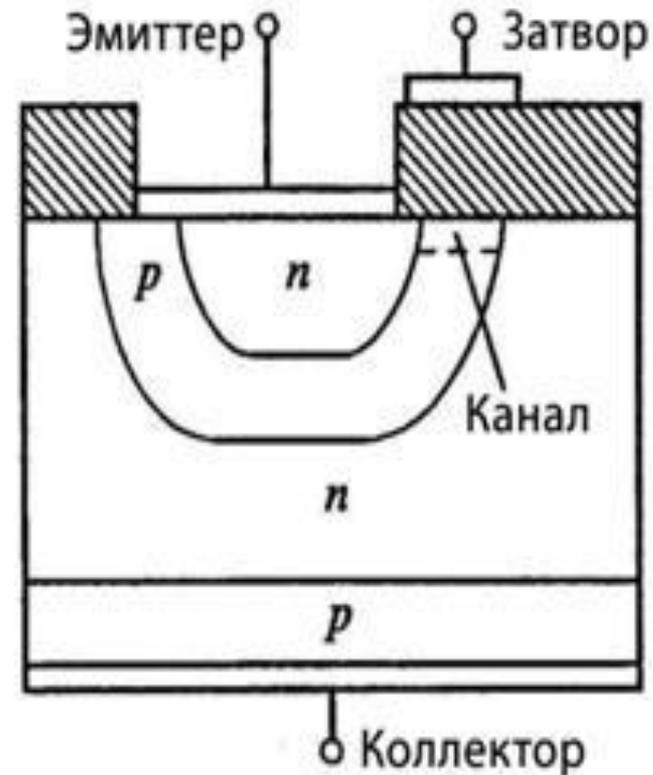
VMDП-транзистор

- Этот V-образный МДП-транзистор имеет вертикальный канал

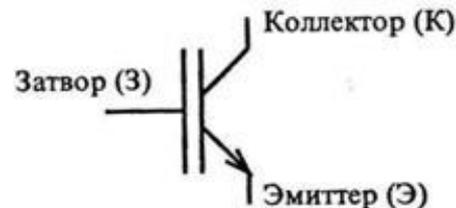


IGBT-транзистор

- IGBT – гибридный полупроводниковый прибор. В нем совмещены два способа управления электрическим током, один из которых характерен для полевых транзисторов (управление электрическим полем), а второй – для биполярных (управление инжекцией носителей электричества).
- Структура этого транзистора отличается от структуры ДМДП-транзистора дополнительным слоем полупроводника *p*-типа.

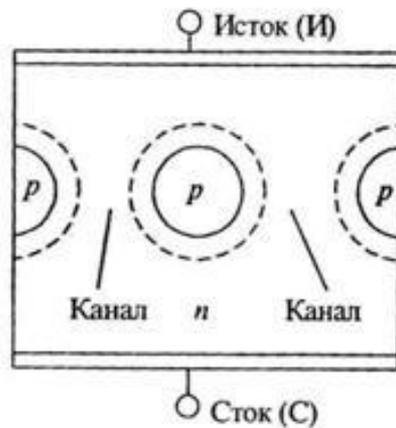


- Добавления слоя р-типа приводит к образованию второй структуры биполярного транзистора (типа р-п-р). Таким образом, в IGBT имеется две биполярные структуры – типа п-р-п и типа р-п-р

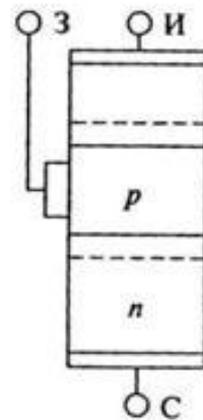


SIT-транзистор

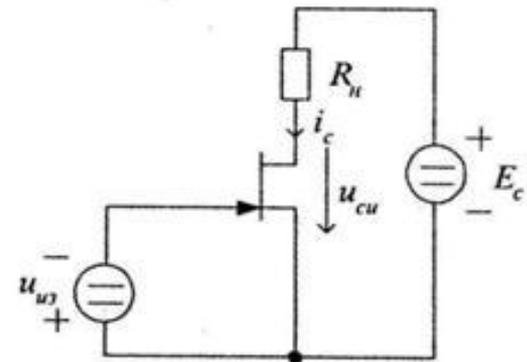
- SIT – полевой транзистор с управляющим р-п переходом со статической индукцией. Является многоканальным и имеет вертикальную структуру.



а) Вид спереди



б) Вид сбоку



-
- Области полупроводника р-типа имеют форму цилиндров, диаметр которых составляет единицы микрометров и более. Эта система цилиндров играет роль затвора. Каждый цилиндр подсоединен к электроду затвора (на рисунке "а" электрод затвора условно не показан).
 - Пунктиром обозначены области р-п-переходов. Реальное число каналов может составлять тысячи. Обычно SIT используется в схемах с общим истоком.

Полевые транзисторы (MOSFET)

применяются

- в качестве электронных ключей для коммутации низковольтных высокочастотных устройств.
- Оптимальные значения коммутируемых напряжений не превышают 200 В (максимальное значение до 1000 В), при этом частота коммутации может находиться в пределах от единиц кГц до 10⁵ кГц. Диапазон коммутируемых токов составляет 1,5-100 А.
- Положительным свойством этого прибора является управляемость напряжением, а не током, и меньшая зависимость от температуры по сравнению с другими приборами.