

# Презентация на Тему: «технология электронных схем»

# Полупроводники

- ▶ **Полупроводник** — материал, по удельной проводимости занимающий промежуточное место между проводниками и диэлектриками, и отличающийся от проводников сильной зависимостью удельной проводимости от концентрации примесей, температуры и воздействия различных видов излучения. Основным свойством полупроводников является увеличение электрической проводимости с ростом температуры.
- ▶ Полупроводниками являются кристаллические вещества, ширина запрещённой зоны которых составляет порядка электрон-вольта (эВ). Например, алмаз можно отнести к широкозонным полупроводникам (около 7 эВ), а арсенид индия — к узкозонным (0,35 эВ). К числу полупроводников относятся многие химические элементы (германий, кремний, селен, теллур, мышьяк и другие), огромное количество сплавов и химических соединений (арсенид галлия и др.).

# Примеры Полупроводников

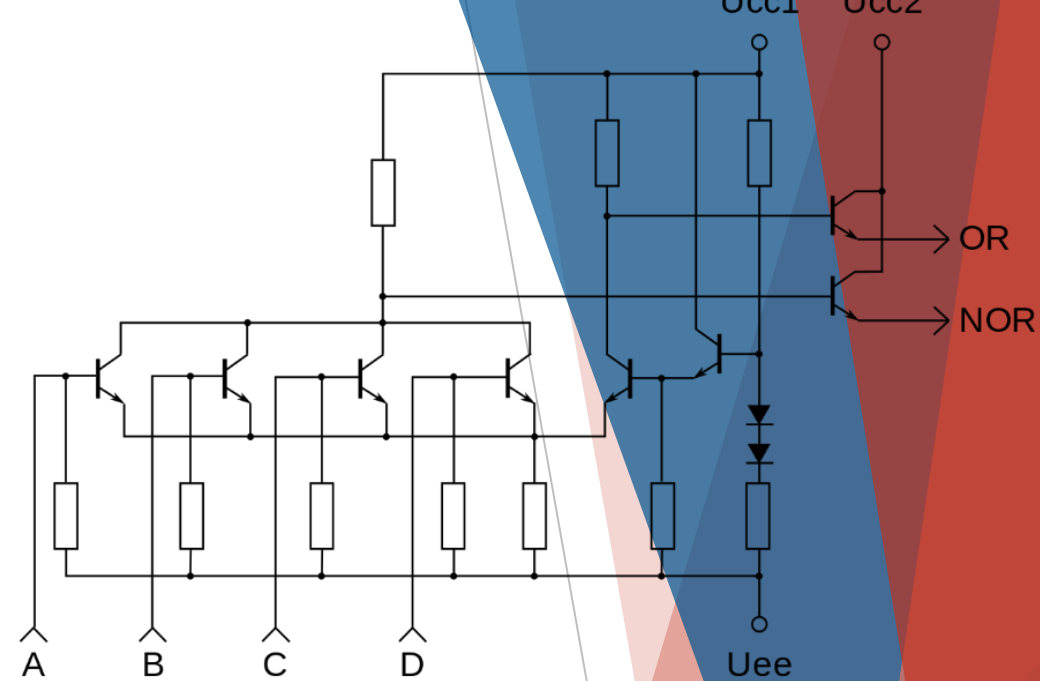
- ▶ Монокристаллический кремний — полупроводниковый материал, наиболее широко используемый в промышленности сегодня.



# Эмиттерно-связанная логика

- ▶ Эмиттерно-связанная логика (ЭСЛ, ECL) — способ построения логических элементов на основе дифференциальных транзисторных каскадов. ЭСЛ является самой быстродействующей из всех типов логики, построенной на биполярных транзисторах. Это объясняется тем, что транзисторы в ЭСЛ работают в линейном режиме, не переходя в режим насыщения, выход из которого замедлен. Низкие значения логических перепадов в ЭСЛ-логике способствуют снижению влияния на быстродействие паразитных ёмкостей.

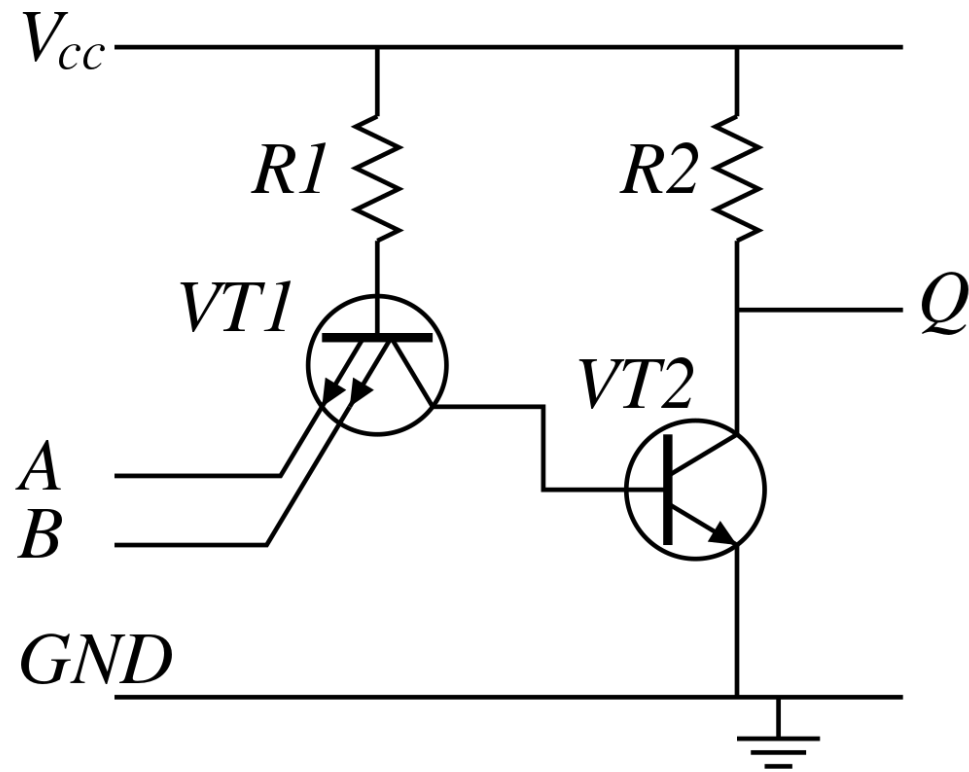
- ▶ Основная деталь ЭСЛ-логики — схема потенциального сравнения, собранная не на диодах (как в ДТЛ), а на транзисторах. Схема представляет собой транзисторы, соединённые эмиттерами и подключенные к корпусу (или питанию) через резистор. При этом транзистор, у которого напряжение на базе выше, пропускает через себя основной ток. Как правило, один транзистор в схеме сравнения подключен к опорному уровню, равному напряжению логического порога, а остальные транзисторы являются входами. Выходные цепи схемы сравнения поступают на усилительные транзисторы, а с них — на выходные эмиттерные повторители. Типичная схема (4ИЛИ/ИЛИ-НЕ) □



# Транзисторно-транзисторная логика

- ▶ разновидность цифровых логических микросхем, построенных на основе биполярных транзисторов и резисторов. Название *транзисторно-транзисторный* возникло из-за того, что транзисторы используются как для выполнения логических функций (например, **И**, **ИЛИ**), так и для усиления выходного сигнала (в отличие от резисторно-транзисторной и диодно-транзисторной логики).
- ▶ Простейший базовый элемент ТТЛ выполняет логическую операцию **И-НЕ**, в принципе повторяет структуру ДТЛ-микросхем и в то же время за счёт использования многоэмиттерного транзистора объединяет свойства диода и транзисторного усилителя, что позволяет увеличить быстродействие, снизить потребляемую мощность и усовершенствовать технологию изготовления микросхемы.

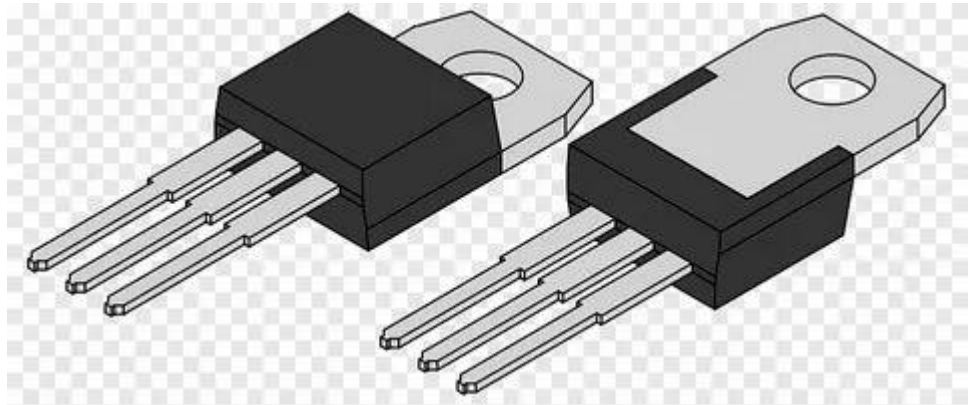
# Упрощённая схема элемента 2И-НЕ.



# Технология комплементарные транзисторы с изолированным затвором

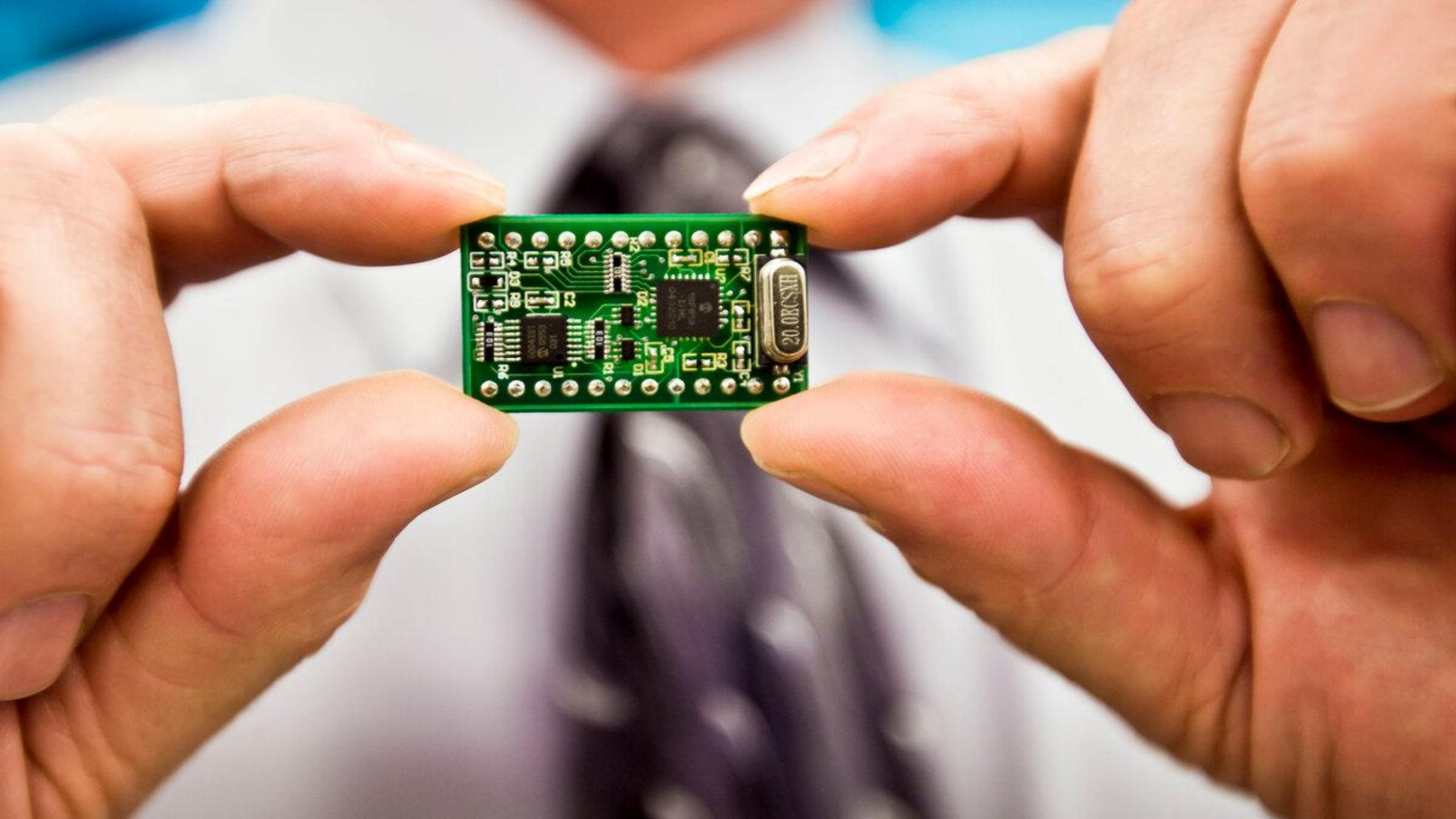
- ▶ Биполярный транзистор с изолированным затвором (БТИЗ, англ Insulated-gate bipolar transistor, IGBT) – трехэлектродный силовой полупроводниковый прибор, сочетающий два транзистора в одной полупроводниковой структуре: биполярный (образующий силовой канал) и полевой (образующий канал управления). Используется, в основном, как мощный электронный ключ в импульсных источниках питания, инверторах, в системах управления электрическими проводами
- ▶ Каскадное включение транзисторов двух типов позволяет сочетать их достоинства в одном приборе: выходные характеристики биполярного (большое допустимое рабочее напряжение и сопротивление открытого канала, пропорциональное току, а не квадрату тока, как у полевых) и входные характеристики полевого (минимальные затраты на управление). Управляющий электрод называется затвором, как у полевого транзистора, два других электрода – эмиттером и коллектором, как у биполярного.





# Микропроцессор

- ▶ **Микропроцессор** — процессор (устройство, отвечающее за выполнение арифметических, логических операций и операций управления, записанных в машинном коде), реализованный в виде одной микросхемы или комплекта из нескольких специализированных микросхем (в отличие от реализации процессора в виде электрической схемы на элементной базе общего назначения или в виде программной модели).
- ▶ В состав микропроцессора входят: арифметико-логическое устройство, блок управления и синхронизации, запоминающее устройство, регистры, шины передачи данных и команд.
- ▶ Некоторые авторы относят к микропроцессорам только устройства, реализованные строго на одной микросхеме. Такое определение расходится как с академическими источниками<sup>[6]</sup>, так и с коммерческой практикой (например, варианты микропроцессоров Intel и AMD в корпусах типа SECC и подобных, такие, как Pentium II, были реализованы на нескольких микросхемах).
- ▶ В настоящее время, в связи с очень незначительным распространением процессоров, не являющихся микропроцессорами, в бытовой лексике термины «микропроцессор» и «процессор» практически равнозначны.
- ▶ В то же время, микропроцессор обычно не имеет интегрированных в микросхему устройств ввода-вывода, таймеров и других периферийных устройств, чем отличается от микроконтроллера.



# Обязательные этапы производства микропроцессоров

- ▶ Производство микропроцессоров состоит из двух важных этапов. Первый заключается в производстве подложки, что AMD и Intel осуществляют на своих заводах. Сюда входит и придание подложке проводящих свойств. Второй этап - тест подложек, сборка и упаковка процессора. Последнюю операцию обычно производят в менее дорогих странах. Если вы посмотрите на процессоры Intel, то найдёте надпись, что упаковка была осуществлена в Коста-Рике, Малайзии, на Филиппинах и т.д.
- ▶ AMD и Intel сегодня пытаются выпускать продукты для максимального числа сегментов рынка, причём, на основе минимально возможного ассортимента кристаллов. Прекрасный пример - линейка процессоров Intel Core 2 Duo. Здесь есть три процессора с кодовыми названиями для разных рынков: Merom для мобильных приложений, Conroe - настольная версия, Woodcrest - серверная версия. Все три процессора построены на одной технологической основе, что позволяет производителю принимать решения на последних этапах производства..

Можно включать или отключать функции, а текущий уровень тактовых частот даёт Intel прекрасный процент выхода годных кристаллов. Если на рынке повисился спрос на мобильные процессоры, Intel может сфокусироваться на выпуске моделей Socket 479. Если возрос спрос на настольные модели, то компания будет тестировать, валидировать и упаковывать кристаллы для Socket 775, в то время как серверные процессоры упаковываются под Socket 771. Так создаются даже четырёхядерные процессоры: два двоядерных кристалла устанавливаются в одну упаковку, вот мы и получаем четыре ядра

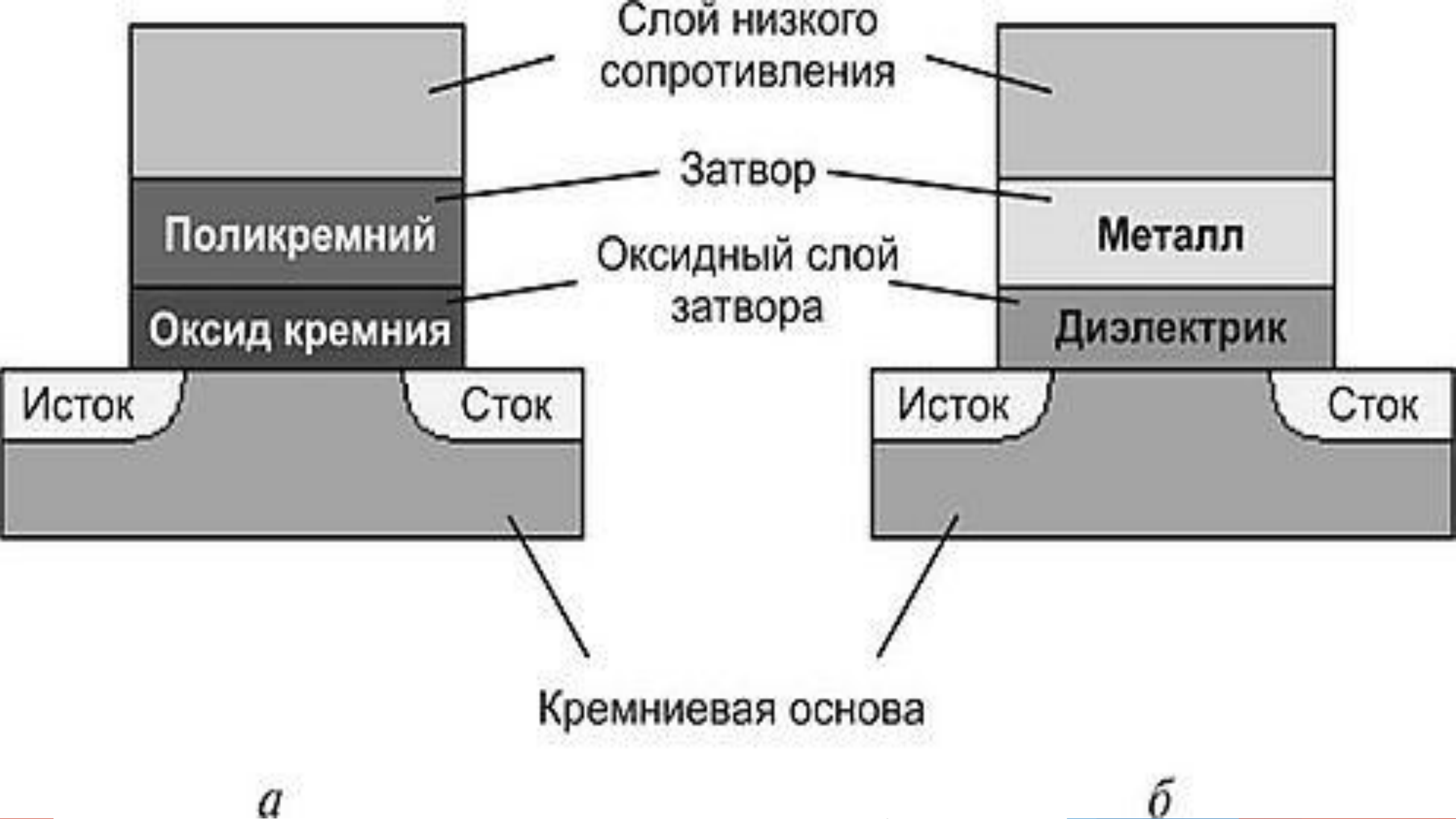
# Диэлектрико-металлические затворы транзисторов

Использование затвора из диэлектриков с высокой диэлектрической постоянной (High-k Gate Dielectrics) и металлических электродов затворов транзисторов (Metal Gate Electrodes) было впервые представлено в процессоре Intel Penryn (технология 45 нм) и позволило уменьшить размеры транзисторов и снизить энергопотребление.

В обычном транзисторе снижение толщины слоя двуоксида кремния необходимо для уменьшения размера и увеличения плотности размещения транзисторов на кристалле. Однако при достижении определенного предела возникает утечка тока под воздействием «туннельного эффекта» — когда электроны покидают транзистор и рассеиваются, что понижает надежность и увеличивает рассеяние мощности. Поэтому уменьшение размеров ниже данного предела становится нецелесообразным (рис. 1.38, а).

Диэлектрик (high-k dielectric или материал с высокой диэлектрической постоянной) в новой технологии замещает слой двуоксида кремния в транзисторе и позволяет снизить токи утечки в технологии 45 нм в 5 раз по сравнению с технологией 65 нм.

- ▶ Рис. 1.38. Обычный транзистор (а); транзистор с диэлектрическим затвором (б)
- ▶ Относительная легкость использования оксидов кремния в транзисторах ограничивала в течение многих лет применение других материалов при производстве микропроцессоров. Аналогично, традиционная технология использования поликремния для затвора существенно проще, чем внедрение других, возможно, более эффективных веществ в процесс производства. Использование металлического затвора в процессорах Репгуп «сломало» эту традицию; эта технология позволяет улучшить эффективность и снизить токи неконтролируемой утечки, поскольку проводимость металлического затвора существенно выше (рис. 1.38, б).





# Диэлектрик

**Диэлектрик** (изолятор) (от др.-греч. διά «через; отдельно», и др.-греч. ἤλεκτρον — «янтарь») — материал, относительно плохо проводящий электрический ток. Электрические свойства диэлектриков определяются их способностью к поляризации во внешнем электрическом поле. Термин введён в науку английским физиком Майклом Фарадеем<sup>[1]</sup>.

Концентрация свободных носителей заряда в диэлектрике не превышает  $10^8 \text{ см}^{-3}$ . В электродинамике диэлектрик — среда с малым на рассматриваемой частоте значением тангенса угла диэлектрических потерь ( $\text{tg } \delta \ll 1$ )<sup>[2]</sup>, в такой среде сила тока проводимости<sup>[3]</sup> намного меньше силы тока смещения.

Под идеальным диэлектриком понимают среду со значением  $\text{tg } \delta = 0$ , прочие диэлектрики называют реальными или диэлектриками с потерями. С точки зрения зонной теории твёрдого тела диэлектрик — вещество с шириной запрещённой зоны больше 3 эВ.

Исследование диэлектрических свойств касается хранения и рассеивания электрической и магнитной энергии в материалах<sup>[4][5]</sup>. Понятие диэлектрики важны для объяснения различных явлений в электронике, оптике, физике твёрдого тела и клеточной биофизике.

# Диэлектрики



Резина, стекло



Газы  
(воздух)



Многие  
жидкости  
(керосин)

вещества, не  
проводящие  
электрический заряд

Сухое  
дерево



Дистиллированная  
вода

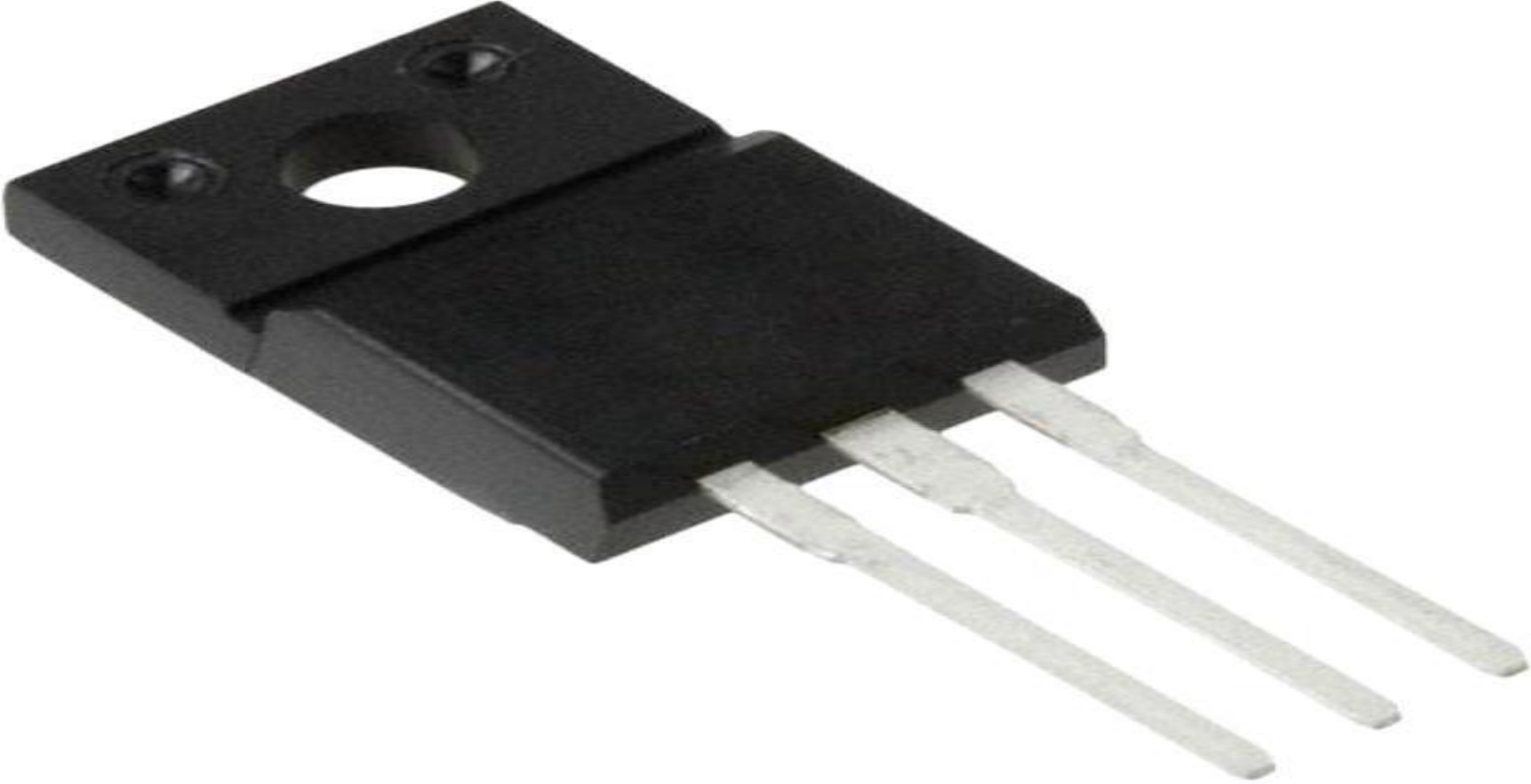


# Транзистор

- ▶ **Транзистор** (англ. *transistor*), **полупроводниковый триод** — радиоэлектронный компонент из полупроводникового материала, обычно с тремя выводами  $\square$ , способный от небольшого входного сигнала управлять значительным током в выходной цепи, что позволяет использовать его для усиления, генерирования, коммутации и преобразования электрических сигналов. В настоящее время транзистор является основой схемотехники подавляющего большинства электронных устройств и интегральных микросхем.
- ▶ Транзисторами также называются дискретные электронные приборы, которые, выполняя функцию одиночного транзистора, имеют в своём составе несколько элементов, конструктивно являясь интегральной схемой, например, составной транзистор или многие транзисторы большой мощности.

Транзисторы по структуре, принципу действия и параметрам делятся на два класса — биполярные и полевые (униполярные). В биполярном транзисторе используются полупроводники с обоими типами проводимости, он работает за счет взаимодействия двух близко расположенных на кристалле p-n переходов и управляется изменением тока через база-эмиттерный переход, при этом вывод эмиттера в схеме «с общим эмиттером» является общим для управляющего и выходного токов. Существуют также схемы «с общим коллектором (эмиттерный повторитель)» и «с общей базой».

▶ В полевом транзисторе используется полупроводник только одного типа проводимости, расположенный в виде тонкого канала, на который воздействует электрическое поле изолированного от канала затвора<sup>[3]</sup>, управление осуществляется изменением напряжения между затвором и истоком. Полевой транзистор, в отличие от биполярного, управляется напряжением, а не током. В настоящее время в аналоговой технике доминируют биполярные транзисторы (БТ) (международный термин — ВЈТ, bipolar junction transistor). В цифровой технике, в составе микросхем (логика, память, процессоры, компьютеры, цифровая связь и т. п.), напротив, биполярные транзисторы почти полностью вытеснены полевыми. В 1990-е годы был разработан новый тип гибридных биполярно-полевых транзисторов — IGBT, которые сейчас широко применяются в силовой электронике.



# Технология медных проводников

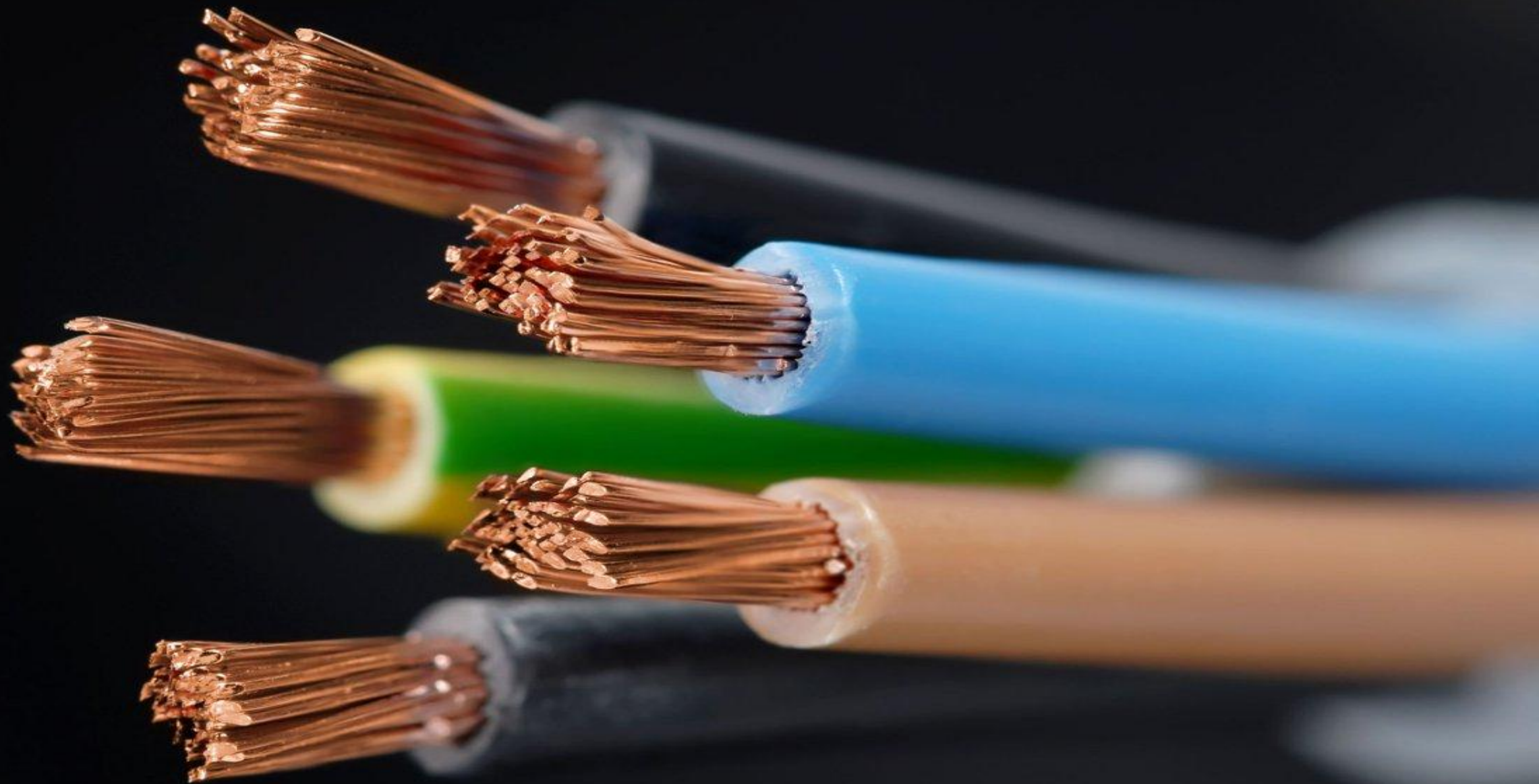
Для установления соединений длительное время использовался алюминий, однако к середине 1990-х гг. стало очевидным, что скоро будут достигнуты технологические и физические пределы существующей технологии.

Относительно высокое удельное сопротивление алюминия при уменьшении диаметра проводников приводит к потерям и перегреву схем.

Ученые видели эту проблему и стремились найти способ заменить алюминий одним из трех металлов, которые проводят электричество лучше, — медью, серебром или золотом. Однако длительное время никому не удавалось создать конкурентоспособный чип с медными проводниками.

Все это изменилось в сентябре 1998 г., когда фирма IBM объявила о разработке нового технологического процесса, включающего создание медных проводников на чипе (Damascene процесс — 0,18 мкм CMOS 7SF).

Медные соединения позволяют уменьшить размеры кристалла и потребляемую мощность при сохранении параметров изделия.





# Преимущества меди

Основное преимущество медных соединений в данном случае заключается в том, что медь обладает меньшей удельной проводимостью по сравнению с алюминием. При уменьшении площади сечения проводников (с уменьшением размера транзисторов) увеличивается и сопротивление проводников.

**Медные провода** более гибкие и прочные. **Медь** способна пережить в несколько раз больше перегибов, чем алюминий. Но, возможно, это **достоинство** актуально не для всех случаев — **провода**, замурованные в стены, как правило, не подвергаются никаким систематическим сгибам.