

ТРАНЗИСТОРЫ СЕГОДНЯ И ВОЗМОЖНОЕ РАЗВИТИЕ В БУДУЩЕМ

Кот. П.И.

Научный руководитель – старший преподаватель Жуковская Т.Е.

Если последние 50 лет в электронике использовались исключительно планарные структуры, то отныне в массовом производстве применяемая структура станет трехмерной. Технология, позволившая и дальше следовать закону Мура, получила название Tri-Gate. По значимости этот шаг сопоставим, разве что, с изобретением интегральной схемы транзисторов.

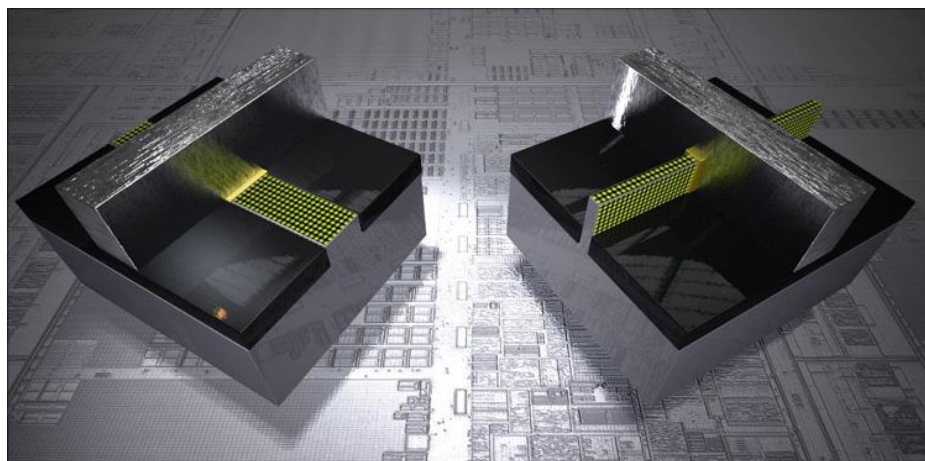
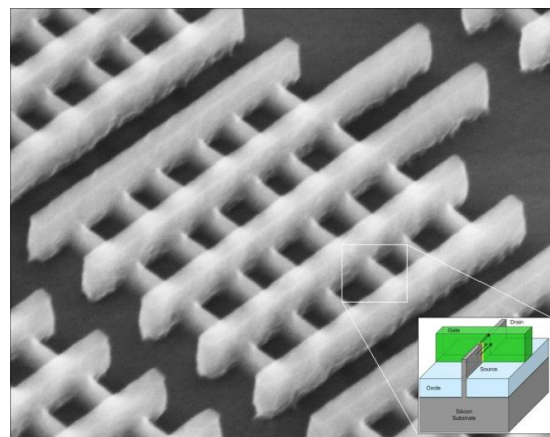
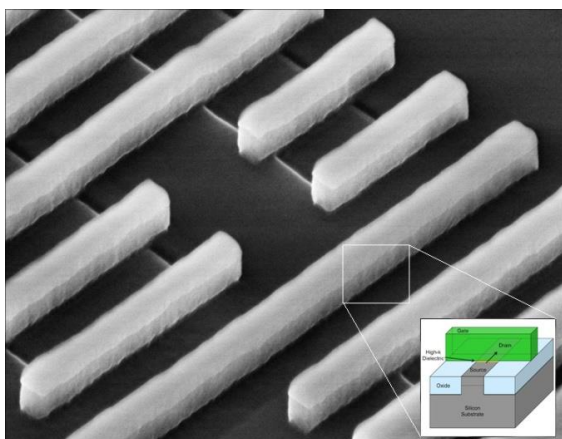


Рисунок 1 Транзисторы

Еще совсем недавно процессор можно было представить в виде листа бумаги, производительность которого зависела от количества ячеек-транзисторов, уместившихся на его площади. Чем больше транзисторов-ячеек на таком листе умещалось, тем выше была производительность. Понятное дело, что бесконечно уменьшать размеры транзисторов нельзя.

Однако в ближайшие годы полупроводниковая промышленность может вздохнуть спокойно и продолжить развитие прежними темпами — сейчас ячейки «можно» располагать в несколько рядов, то есть производительность процессоров будет расти вглубь (ну или ввысь, как в случае с небоскрёбами) и, честно сказать, я даже теряюсь в догадках, почему до этого додумались только сейчас. Впрочем, додумались-то до этого еще в далеком 2002, но именно сегодня речь пошла о массовом воплощении технологии в жизнь.

Ученые давно признают преимущества 3D-структур — в случае с транзисторами, такой подход позволит следовать закону Мура еще достаточно долгое время. Суть новой технологии очевидна (глаз вооружен):



32-нм и Транзистор Tri-Gate,

22-нм

Рисунок 2 Структурная схема транзистора

В традиционной планарной структуре транзистора электрический ток может протекать только по узкой поверхности проводника под затвором. В то время как в трёхмерных транзисторах ток распространяется в толще кремниевого выступа, «прорезающего» затвор.

Результатом такого конструкторского решения является снижение сопротивления транзистора в открытом состоянии, увеличение сопротивления в закрытом и более быстрое переключение между этими состояниями. Вместе с этим стало возможным снижение рабочего напряжения и уменьшение токов утечки. Как следствие — новый уровень энергоэффективности и солидный прирост производительности в сравнении с существующими аналогами. Транзисторы Tri-Gate (изготовленные по технологии 22-нм) демонстрируют почти 40-процентный прирост быстродействия в сравнении с обычными (изготовленными по технологии 32-нм). Это при том, что новые чипы будут потреблять почти вдвое меньше энергии (с той же производительностью), чем их 32-нанометровые братья с двухмерной структурой.

А ведь можно сделать, например, вот так:

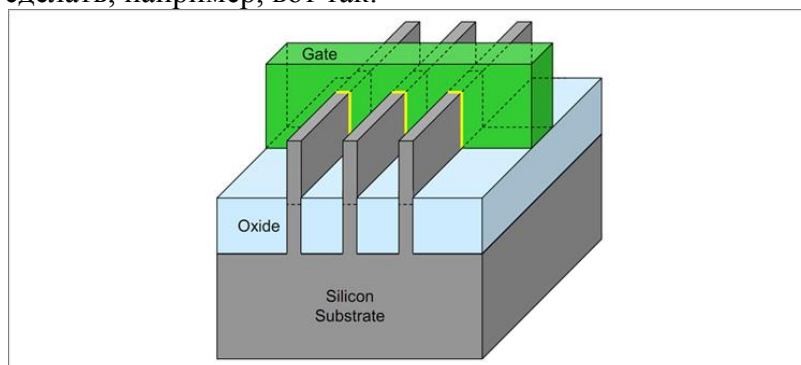


Рисунок 3 Структура Tri-Gate транзистора

Как сказал президент компании Intel Пол Отеллини, В сочетании с материалами, обладающими особой диэлектрической проницаемостью, элементами с металлическими затворами, 3D-транзисторы помогут Intel значительно снизить потребление энергии, стоимость чипа в расчете на один транзистор и существенно поднять производительность. Intel продолжит создавать лучшие в мире продукты во всех областях — от мобильных телефонов до суперкомпьютеров»

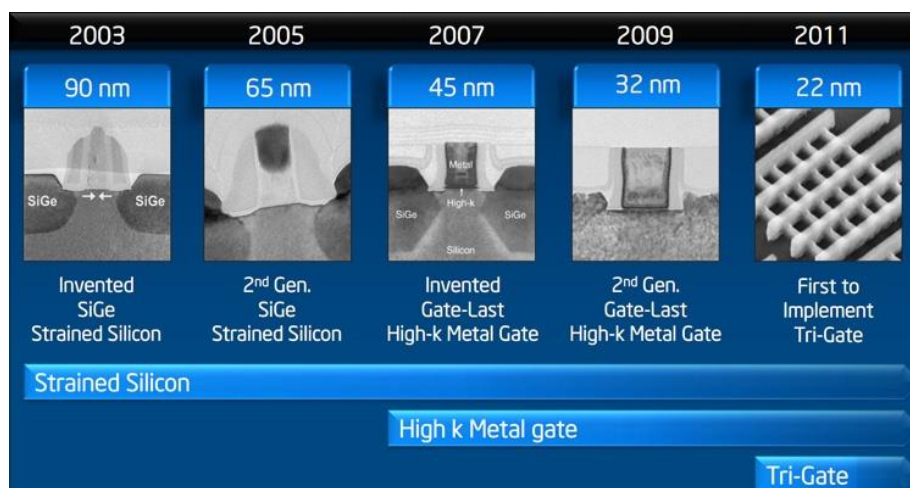


Рисунок 4 История развития транзисторов

Марк Бор, старший почетный исследователь компании:— Новое изобретение не только позволяет впредь следовать закону Мура. Это больше, чем просто переход с одного технологического процесса на другой — новое открытие позволяет конструировать совершенно новые устройства.

Переход на новые трёхмерные транзисторы будет осуществлен вместе с переходом на новую 22-нанометровую технологическую норму, отражающую размер структур интегральных схем. Первым в мире микропроцессором, изготовленным по этой норме, стал чип под кодовым названием Ivy Bridge, предназначенный в первую очередь для настольных компьютеров. Соответственно, процессоры Intel Core под этим кодовым названием станут первыми массовыми чипами с транзисторами Tri-Gate – их массовое серийное производство планируется начать в конце 2011 года. По крайней мере, в плане технического оснащения к этому почти все готово – ведь чипы могут изготавливаться на обычном литографическом оборудовании.

Учёные из университета Пердью пошли дальше, представив 4D транзистор. Исследователи из университета Пердью заявили об успешной замене кремния в транзисторах и открытии пути создания намного меньших структур микросхем, чем позволяют кремниевые полупроводники.

Команда учёных применила арсенид индия-галлия, который в будущем станет важнейшим материалом для производства полупроводников с размерами элементов меньше 10 нм. Изготовленный в университете прототип был сделан по 20 нм техпроцессу.

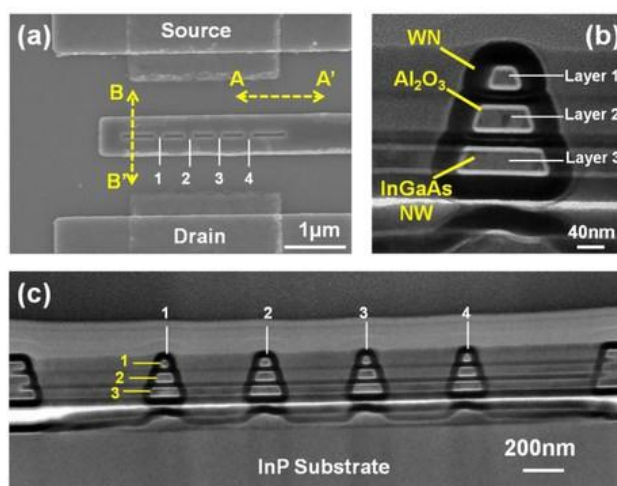


Рисунок 5 Предполагаемая структура 4D транзистора

Согласно объяснению Педэ Е (Peide Ye), профессора по электрике и компьютерному инжинирингу, три проводника арсенида индия-галлия размещаются друг над другом, при этом прогрессивно укорачиваясь кверху. Полученное сужающееся пересечение имеет вид ёлки. А значит, почему бы не назвать получившуюся структуру 4D транзистором? Вот его пояснение:

«Один дом может вмещать множество людей, но чем больше этажей, тем больше и людей, то же самое и с транзисторами. Увеличение их слоёв приводит к большему току и более быстрым операциям для высокоскоростных вычислений. Эта разработка добавляет полностью новое измерение, которое я назвал 4D». Но попридержите коней. Ещё слишком рано радоваться.

Хотя арсенид индия-галлия, на самом деле, довольно интересный материал для уменьшения элементов чипов, как и отметил Е, эта технология покажет себя лишь когда транзисторы дойдут до 10 нм. В любом случае, будет ли подобный подход применим в будущем, мы знаем, что Закон Мура получил право на дальнейшее существование.

Литература

1. <http://nvworld.ru/news/forget-about-trigate-invire-4d/>
2. <http://www.dailytechinfo.org/infotech/2374-novye-22-nm-3d-tranzistory-kompanii-intel-obespechat-vypolnenie-zakona-gordona-mura.html>