

Уфимский колледж радиоэлектроники,
телекоммуникаций и безопасности

Производство процессоров

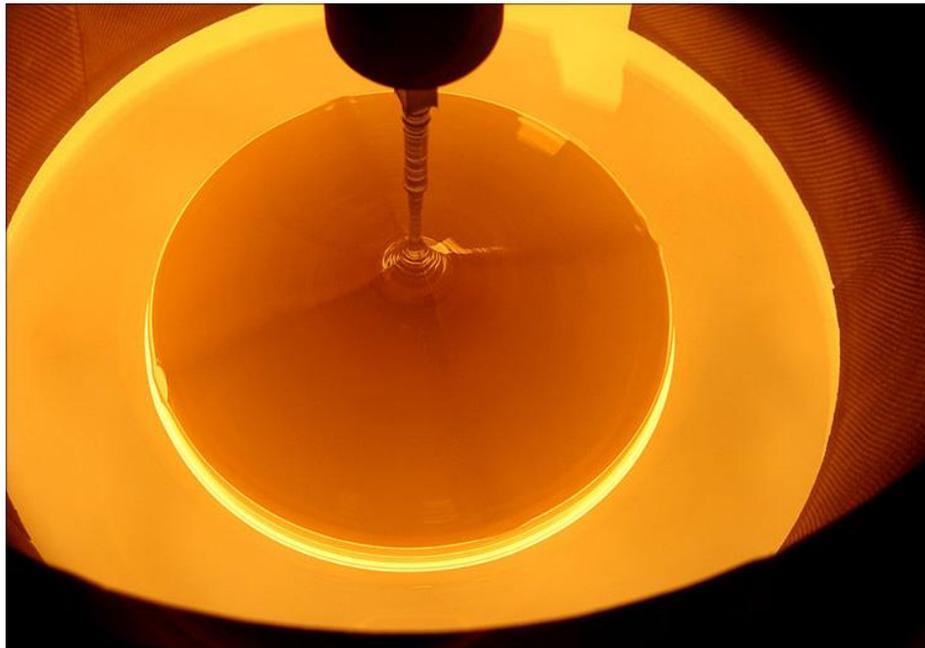
Выполнил студент
группы 9КСК-30УП-15:
Ермилов И.С.

Уфа, 2017

Производство процессоров, которые являются самыми сложными готовыми продуктами на Земле, весьма трудоемко. Впервые мир услышал о процессорах в пятидесятых годах прошлого столетия. Они функционировали на механическом реле. Впоследствии стали появляться модели, которые работали при помощи электронных ламп и транзисторов.

Процесс изготовления современных процессоров выглядит так: из расплавленного кремния на специальном оборудовании выращивают монокристалл цилиндрической формы. Получившийся слиток охлаждают и режут на «блины», поверхность которых тщательно выравнивают и полируют до зеркального блеска. Затем в «чистых комнатах» полупроводниковых заводов на кремниевых пластинах методами фотолитографии и травления создаются интегральные схемы.

Самое главное то, что был получен «электронный» кремний, чистый-пречистый (99,9999999%). Чуть позже в расплав такого кремния опускается затравка («точка роста»), которая постепенно вытягивается из тигля. В результате образуется так называемая «буля»



Слиток полируют и режут алмазной пилой. На выходе – пластины толщиной около 1 мм и диаметром 300 мм (~12 дюймов; именно такие используются для техпроцесса в 32нм с технологией HKMG, High-K/Metal Gate). Каждую пластину полируют, делают идеально ровной, доводя ее поверхность до зеркального блеска.

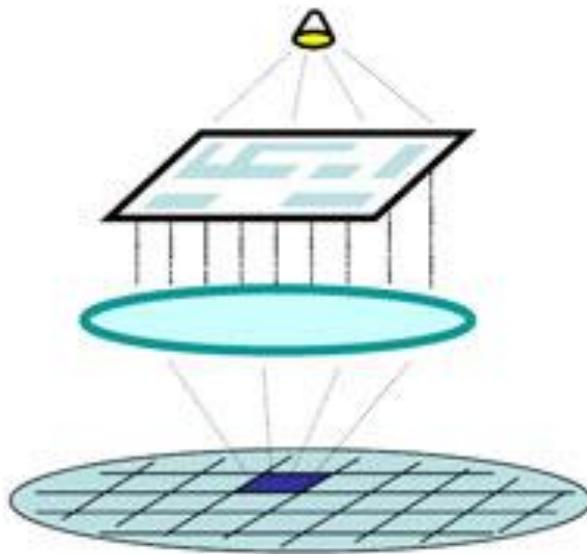


В отшлифованные кремниевые пластины необходимо перенести структуру будущего процессора, то есть внедрить в определенные участки кремниевой пластины примеси, которые в итоге и образуют транзисторы. Это реализуется с помощью технологии фотолитографии — процесса избирательного травления поверхностного слоя с использованием защитного фотошаблона. Технология построена по принципу «свет-шаблон-фоторезист» и проходит следующим образом:

— На кремниевую подложку наносят слой материала, из которого нужно сформировать рисунок. На него наносится **фоторезист** — слой полимерного светочувствительного материала, меняющего свои физико-химические свойства при облучении светом.

— Производится **экспонирование** (освещение фотослоя в течение точно установленного промежутка времени) через фотошаблон

— Удаление отработанного фоторезиста.



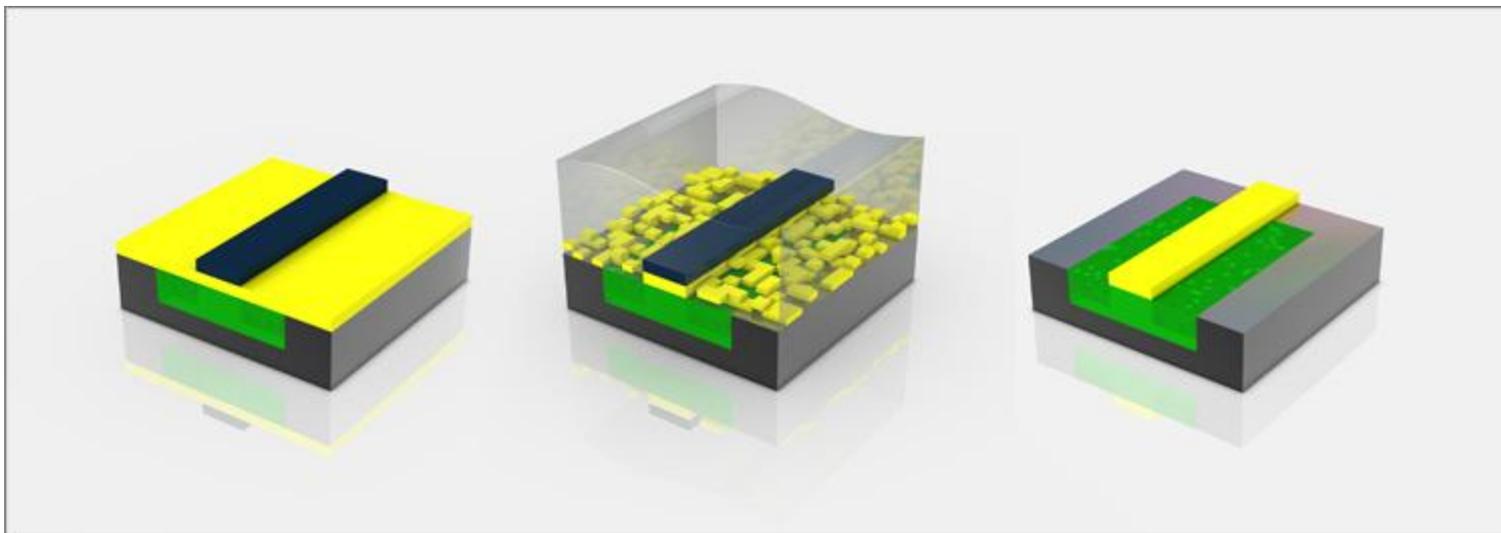
Light source

Mask

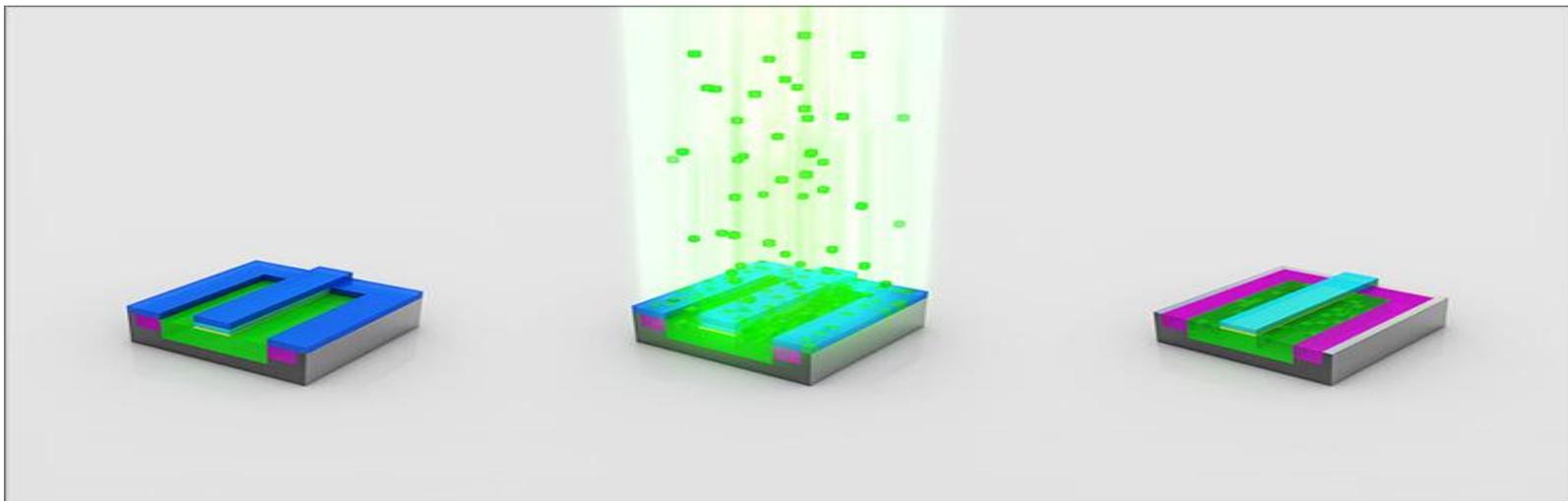
Lens to reduce image

Die being exposed on wafer

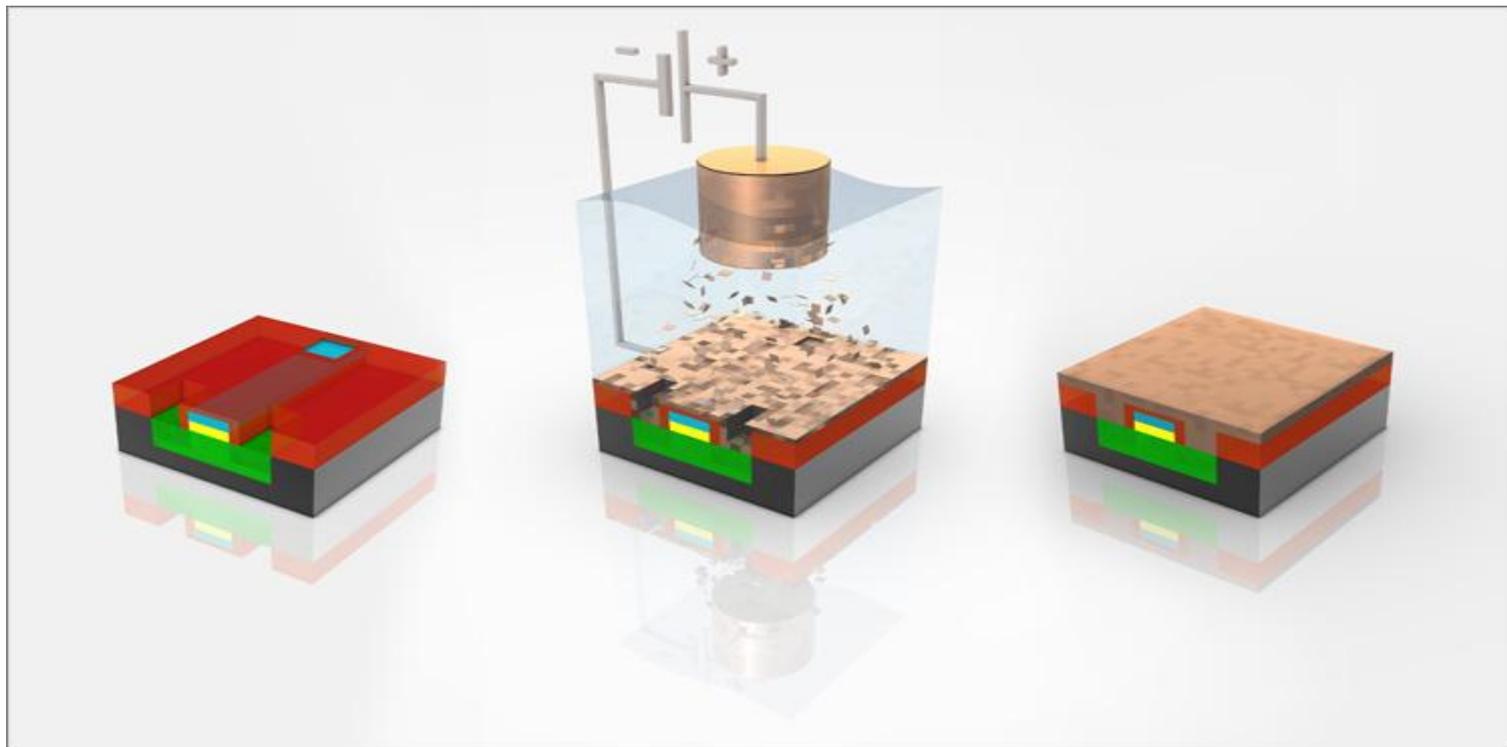
Весь отработанный фоторезист (изменивший свою растворимость под действием облучения) удаляется специальным химическим раствором – вместе с ним растворяется и часть подложки под засвеченным фоторезистом. Часть подложки, которая была закрыта от света маской, не растворится. Она образует проводник или будущий активный элемент – результатом такого подхода становятся различные картины замыканий на каждом слое микропроцессора.



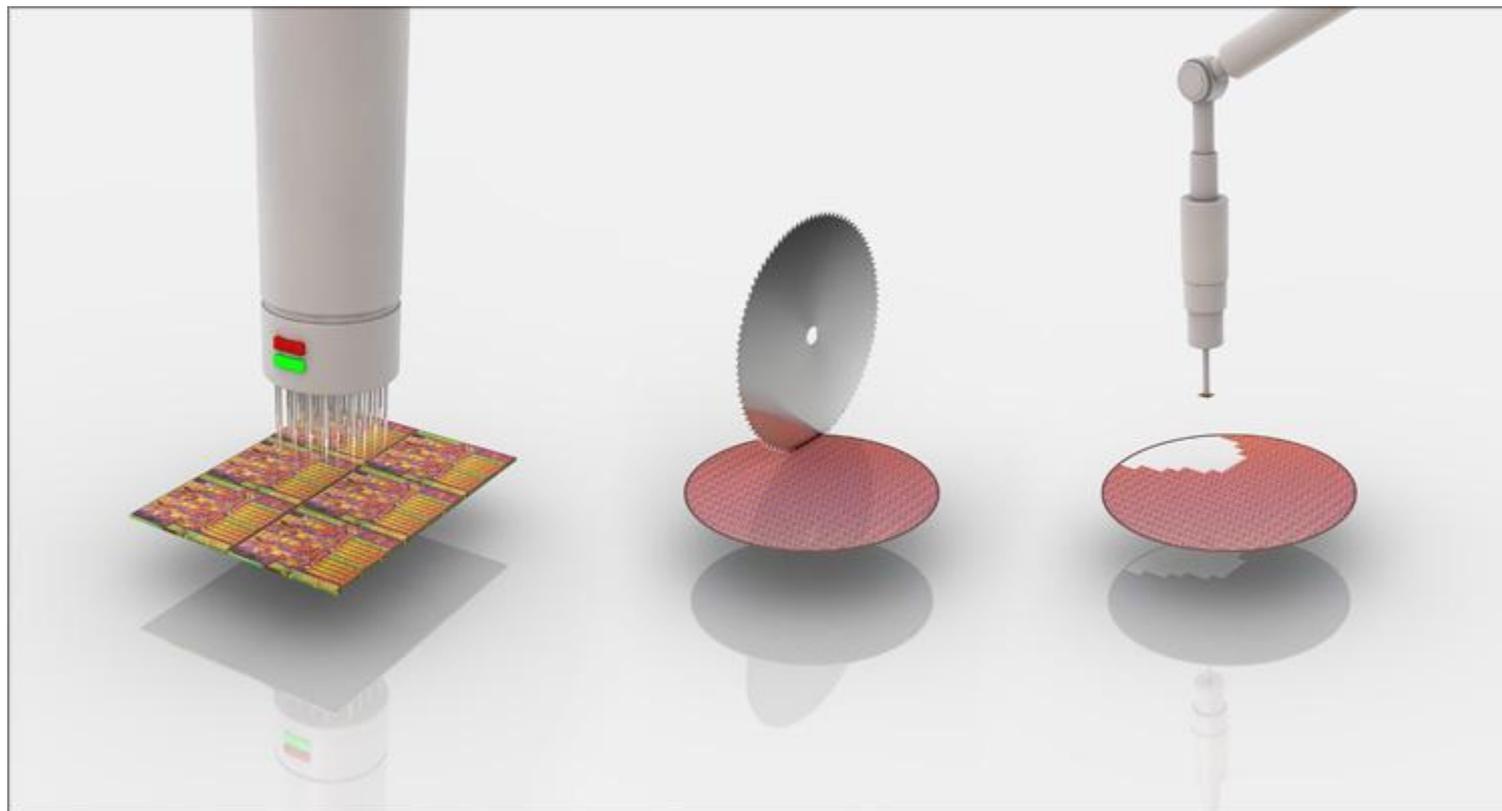
Собственно говоря, все предыдущие шаги были нужны для того, чтобы создать в необходимых местах полупроводниковые структуры путем внедрения донорной (n-типа) или акцепторной (p-типа) примеси. Допустим, нам нужно сделать в кремнии область концентрации носителей p-типа, то есть зону дырочной проводимости. Для этого пластину обрабатывают с помощью устройства, которое называется **имплантер** — ионы бора с огромной энергией выстреливаются из высоковольтного ускорителя и равномерно распределяются в незащищенных зонах, образованных при фотолитографии.



Логические элементы, которые образовались в процессе фотолитографии, должны быть соединены друг с другом. Для этого пластины помещают в раствор сульфата меди, в котором под действием электрического тока атомы металла «оседают» в оставшихся «проходах» — в результате этого гальванического процесса образуются проводящие области, создающие соединения между отдельными частями процессорной «логики». Излишки проводящего покрытия убираются полировкой.



Когда обработка пластин завершена, пластины передаются из производства в монтажно-испытательный цех. Там кристаллы проходят первые испытания, и те, которые проходят тест (а это подавляющее большинство), вырезаются из подложки специальным устройством и упаковываются в керамическую или пластиковую упаковку, что позволяет предотвратить повреждение. Современные процессоры оснащаются так называемым распределителем тепла, который обеспечивает дополнительную защиту кристалла, а также большую контактную поверхность с кулером.



Спасибо за внимание