

ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ



РЕШЕНИЯ ДЛЯ ТЕРМОСТАТИРОВАНИЯ В ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Сегодня в каждом смартфоне содержится в миллион раз больше вычислительной мощности, чем было у НАСА при реализации миссии Аполлон. Благодарить за это мы должны полупроводниковую промышленность, которая вкладывает все больше мощности во все меньшее пространство, тем самым пересекая границы технически и физически осуществимого. Применяются высокоточные методы, с помощью которых создаются сложные микросхемы, которые вообще можно увидеть только при большом увеличении. В полупроводниковой промышленности есть очень мало места для ошибок в прямом смысле этого слова. Многочисленные технологические этапы связаны с абсолютно точным термостатированием.

Пластина - костяк современного мира

В сегодняшней повседневной жизни практически ничего уже нет, что не требовало бы сложной электронике управления. Элементы на основе полупроводников являются основой этого современного мира. Они построены на тонких дисках, называемых пластинами, которые сделаны из моно- или поликристаллических полупроводниковых заготовок (слитков). Для производства микросхем, которые используются, среди прочего, в процессорах, флэш-памяти и оперативной памяти, технологические компании используют в качестве базовой платы в основном кремниевые пластины диаметром 300 мм и толщиной 0,9 мм. На них параллельно производятся не-сколько сотен процессоров, и они разделяются только в конце производства. В со-временных процессорах около миллиарда транзисторов умещаются на площади ногтя. Поэтому классические методы соединения проводами и пайки уже давно не применяются в производстве. Вместо этого используются высокоточные микрохимические процессы, с помощью которых микросхемы встраиваются в тончайшие моно-слои.

ПРОТЕКАНИЕ ПРОЦЕССА В ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ПРИМЕРЕ МИКРОЧИ-ПОВ

Если очень упрощенно, то можно сказать, что многие идентичные интегральные схемы наносятся на пластину с помощью различных процессов покрытия, облучения, диффузии, легирования и травления. Проводящие слои наносятся и маскируются светочувствительным лаком. Под воздействием света краска претерпевает химические изменения. Таким образом, освещенные участки могут быть выборочно удалены с помощью метода жидкостного химического травления. Оставшуюся маску фоторезиста затем переносят в нижележащие слои, например, посредством метода сухого травления. Получающиеся в результате канавки в материале в конце заполняются непроводящими материалами (обычно оксидами).

Оксидные выступы затем нужно удалить очень точно, чтобы контактные поверхности освободились для дальнейшей обработки. Затем следует следующий слой. Но как уже сказано: очень упрощено. Поскольку на самом деле, например, еще наносятся бесчисленные промежуточные слои, которые служат только для того, чтобы защищать нижележащие слои при не-которых процессах – как своего рода щит. Как только они выполнили свою задачу, их остатки можно удалять. Самый нижний слой микрочипа также состоит из тонких пластин из полупроводникового материала, которым придают различную проводимость (дырочный и электронный материал) с помощью целенаправленного нанесения примесей (легирование), что позволяет контролировать ток путем подачи питающего напряжения. С помощью этого процесса наложения слоев примерно за три месяца и около 1500 рабочих этапов (включая проверку на дефекты и процедуру испытаний) на пластине диаметром 300 мм создается более 10 км токопроводов, некоторые из которых имеют высоту и ширину всего в несколько атомных слоев.

Точность обработки поверхности находится в диапазоне менее нанометра, что соответствует буквально нескольким атомным слоям. Это может быть достигнуто только с помощью абсолютно точных и полностью воспроизводимых процессов, в которых все факторы точно регулируются. Около четверти основных процессов относятся к жидкостным химическим методам.

ТЕРМОСТАТИРОВАНИЕ ВАНН ЖИДКОСТНОГО ХИМИЧЕСКОГО ТРАВЛЕНИЯ В ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

При жидкостном травлении твердый материал разжижается химическим раствором. Используемые растворы соответствуют материалу слоя, который необходимо удалить, поэтому они высокоселективны. Чтобы достичь точности в нанометровом диапазоне, скорость травления (удаление материала за время) должна быть известна до мельчайших значений и оставаться постоянной в течение как можно большего времени. Кроме того, продукты реакции должны немедленно растворяться, чтобы не загрязнять травильный раствор. Однако в результате растворения реагентов в травильном растворе их концентрация с увеличением количества обработанных пластин уменьшается, поэтому их необходимо регулярно обновлять. В дополнение к концентрации, температура ванны травления, в частности, оказывает прямое влияние на скорость травления, поскольку химические растворы имеют тенденцию становиться более реакционноспособными при повышении температуры. Кроме того, температура влияет на то, как быстро продукты реакции становятся частью раствора.

Температура ванн травления, таким образом, играет центральную роль в полупроводниковой промышленности. Минимальные колебания температуры в ванне травления уже могут привести к катастрофическим последствиям и к невозможности использования всей пластины. Поэтому для жидкостной химической обработки используются только высокоточные и надежные системы термостатирования. Вы должны быть в состоянии поддерживать температуру с абсолютной точностью и быстро реагировать на изменения температуры. Кроме того, вы должны быстро настроить правильную температуру ванны травления при замене травильного раствора, чтобы обеспечить постоянный поток продукции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Производство токопроводов, размер которых в разы меньше человеческого волоса, требует абсолютной точности в диапазоне нанометра. Множество процессов в рамках производства полупроводников требуют точного термостатирования. За бесконечное число отдельных этапов наносятся тонкие слои, частично закрываются, а незакрытые части снова удаляются с абсолютной точностью. Чтобы поддерживать скорость травления постоянной и предсказуемой во жидкостных химических процессах, ванны для травления должны поддерживаться в оптимальном диапазоне температур. Это требует использования абсолютно точных и надежных решений для контроля температуры, которые бы были идеально выверены для соответствующей области применения.

Идеально сбалансированная система термостатирования не только улучшает результаты производства, но и повышает надежность процесса, а также сокращает время производства, затраты, в том числе на техническое обслуживание. Наша опытная и сработанная команда специалистов в области термостатирования процессов в полупроводниковой промышленности с удовольствием ответит на ваши вопросы. Разумеется, мы адаптируем наши решения для термостатирования к вашим индивидуальным потребностям по мере необходимости.