Хылинский А.Д., Бобков С.Ю.

Очистка кремниевых пластин с применением современных технологических решений в конструкции оборудования

*Национальный исследовательский университет «Московский институт
электронной техники»
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/sr-10-06-2021-25

Аннотация

Данная статья является обзором на методы очистки кремниевых пластин, а в частности на установки, которые используются для этого. Целью является выявление наиболее автоматизированных линий или узлов оборудования для более эффективного достижения конечного результата.

Ключевые слова: полупроводниковые пластины, очистка, оборудование, автоматизация, транспортная система

Abstract

This article is an overview of the methods for cleaning silicon wafers, and in particular the installations that are used for this. The goal is to identify the most automated lines or equipment assemblies to more effectively achieve the end result.

Keywords: semiconductor wafers, cleaning, equipment, automation, transport system.

Целью процесса очистки кремниевых пластин является удаление химических примесей и частиц без изменения или повреждения поверхности, или подложки. Поверхность пластины должна быть сохранена незатронутой, чтобы шероховатость, коррозия или изъязвление не отрицали результатов процесса очистки.

Выход годных кремниевых пластин связан с плотностью дефектов (чистотой и количеством частиц) в результате обработки, выполненной на изделии. Одним из способов снижения плотности дефектов и повышения “урожайности” является использование эффективных процессов очистки пластин, которые эффективно удаляют частицы загрязняющих веществ. С меньшими полупроводниковыми приборами и геометрией удаление более мелких частиц из кремниевых пластин стало более критичным. Мелкие частицы могут быть трудно удалены, так как между частицами и пластинчатой подложкой существуют сильные электростатические силы.

Необходимо добиться удаления загрязнений и частиц, которые могут осесть на поверхности пластин или, возможно, остаться после выполнения операций с пластинами. Это необходимо сделать, чтобы уменьшить вероятность появления дефектов в конечных продуктах, которые должны быть получены. Нежелательные частицы или примеси могут блокировать поверхности, где в процессе травления должно происходить травление, и нежелательные результаты неизбежны. Кроме того, поскольку размер текущей микроструктуры кремниевых пластин невелик, эффект, если загрязняющие вещества или осажденные частицы также будут влиять на процесс диффузии. В дополнение к изложенным причинам очистка пластин способствует уменьшению размеров элементов интегральных схем. Ожидается, что конечный продукт, подвергшийся воздействию указанных ингибиторов, будет иметь пониженную надежность, стабильность и качество [1].

Задача очистки – это одна из наиболее многократно выполняемых процедур, которая предпринимается при изготовлении пластин. С постоянно меняющимися технологиями и свойствами усадки устройств процессы очистки действительно усложняются с каждым разом. Процесс очистки должен выполняться не только с пластинами каждый раз, так как используемые машины и оборудование также должны быть очищены. Загрязняющие вещества пластин варьируются от частиц диаметром от

0,1 до 20 мкм, органических и неорганических загрязнений, а также примесей. Методы очистки можно разделить на влажные и сухие. Влажная чистка включает в себя растворители, кислоты или воду. С другой стороны, в химчистке используются лазеры, аэрозоли или озонированная химия. Метод влажной очистки кремниевых пластин является наиболее часто используемым способом очистки пластин. Сухие методы наиболее подходят для металлизированных поверхностей [2]. Очистка должна производиться без внесения каких-либо дополнительных примесей или загрязнений на конечную поверхность (рис1.).

Рисунок 1. Способы обработки кремниевых пластин

В современном мире на этапе разработки технологического оборудования необходимо учитывать множество тонкостей для достижения более высококачественного оборудования. По сравнению с зарубежными странами, отечественное производство несколько отстает по некоторым параметрам из-за более старых методов разработки оборудования. Наши высококвалифицированные работники стараются использовать старую технологию, которая проверена временем и работает с большей гарантией, чем что-то новое и не до конца изученное. В течении долгого времени практикуется ручная работа, что занимает более долгий процесс производства какого-либо изделия. Поэтому для достижения большей скорости производства все больше используют автоматические методы работы и регулировки установок [3].

Для реализации перехода от ручного перемещения пластин в установках химической обработки кремниевых пластин до автоматического используют несколько вариантов транспортных систем, которые схожи между собой, но есть некоторые отличия, которые отличают их друг от друга.

Из каталога популярной в производстве автоматизированных систем фирмы «Festo» был выбран в качестве примера линейный порталый манипулятор (рис. 2).

Движение осуществляется за счет двух приводов и серводвигателя, устанавливаемого отдельно от него самого. Равномерное перемещение проводится вверх-вниз и влево-вправо.

Рисунок 2. Линейный порталный манипулятор

Несколько другое устройство (рис. 3) производится компанией JET TRACK. Перемещение по горизонтальной оси происходит за счет серводвигателя, а вертикальное за счет робота. У такой конструкции есть возможность перемещать предметы не только вверх-вниз, а также и под любым углом в заданном направлении. Пожалуй, единственным минусом данного механизма перемещения является его сверхдороговизна из-за сложности конструкции.

Рисунок 3. Робототехническая система KR 30 JET

Самое простое исполнение транспортной системы являются рельсовые салазки (рис. 4). Кассеты устанавливаются на платформы. Цепляются друг с другом за счет жесткой сцепки друг за друга и начальную платформу тянет ремень, накручивающийся на барабан [4].

Рисунок 4. Рельсовые салазки

В конце данного обзора мы можем подытожить весь изложенный выше материал, и сформировать несколько суждений. Обработка полупроводниковых пластин сложный технологический процесс, который требует современного оборудования. В нынешнее время большинство крупных машиностроительных предприятий получают заказы на линии автоматической обработки без вмешательства человека. Поэтому важность замены составляющих установок для автоматизации процесса выросла за последние 20 лет.

1. Курносов А. И. Технология производства полупроводниковых приборов и интегральных микросхем, учебное пособие для вузов, издание третье, переработанное и дополненное / Курносов А. И., Юдин В.В., — Москва, Высшая школа, 2007. -368 с.
2. Reinhardt K., Kern W. Handbook of silicon wafer cleaning technology. – Elsevier. – 2018. – 794 p.
3. Тупикин В.Ф., Герасименко Ю.В., Ермакова А.С. Технологические особенности технохимической обработки МЭМС и микросборок и перспективные конструктивные решения для их реализации // Наноиндустрия. 2019. С. 539 - 542.
4. Степыгин В.И., Чертов Е.Д., Елфимов С.А. Проектирование подъёмно-транспортных установок: Учебное пособие. – М.: Машиностроение, 2005. – 288с.