

Установка вакуумного реактивного ионного травления алюминиевой металлизации Плазма ТМ 8

В.М. Долгополов, П.А. Иракин, В.В. Одинокоев, В.В. Панин, А.В. Шубников
ОАО «НИИ точного машиностроения» (ОАО НИИТМ)
Российская федерация, 124460, Москва, Зеленоград, Панфиловский проспект 10
+7 (495) 229-7501, yodinokov@niitm.ru, <http://www.niitm.ru>

Представлена новая разработка ОАО «НИИ точного машиностроения» – установка реактивного ионного травления алюминиевой металлизации в плазме хлорсодержащих газов «Плазма ТМ 8». Рассмотрено ее устройство и принцип работы. На установке проводились процессы сухого травления алюминия в вакууме на кремниевых пластинах диаметром 100 и 150мм при различных технологических режимах.

“Plasma TM 8” plant for reactive ion etching of aluminum layers. V.M. Dolgoplov, P.A. Irakin, V.V.Odinokov, V.V. Panin, A.V. Shubnikov. The new vacuum plant “Plasma TM 8” developed at JSC “Research Institute of Precision machine manufacturing” is described. Its assembly and working conditions are considered. This plant was used for reactive ion etching of aluminum layers on silicon wafers 100 and 150 mm diameter.

Алюминий остается основным материалом при производстве интегральных схем. Возможность реактивного ионного травления алюминия в плазме хлорсодержащих газов дает ему огромное преимущество по сравнению с другими материалами, такими как, например, медь. При травлении чистого алюминия в плазме Cl_2 алюминиевая пленка покрывается слоем естественного оксида, что приводит к снижению скорости процесса, поэтому травление производят в смеси газов Cl_2 и BCl_3 .

Важной задачей является создание отечественного надежного специального технологического оборудования (СТО), которое могло бы удовлетворить основным требованиям процесса вакуумного травления алюминиевой металлизации, работать в автоматическом режиме с контролем всех параметров технологического процесса на всех стадиях.

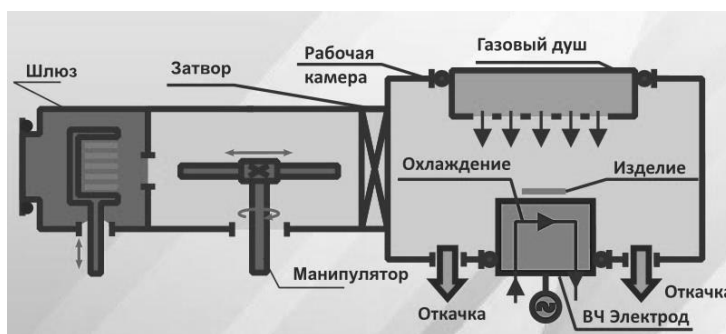
В настоящей статье приведены основные сведения о конструкции и технологических возможностях новой отечественной установки «Плазма ТМ 8», предназначенной для проведения процессов реактивного ионного травления алюминиевой металлизации в хлорсодержащей плазме. Также установка может быть использована для процессов сухого травления тонких металлических слоев (Au, Pt, Ti, и др.), диэлектрических слоев (SiO_2 , SiN и др.), кремниевых слоев (Si, a-Si, поли-Si), материалов группы АЗВ5 (GaAs, InP, GaN, и др.). Важно отметить, что процессы травления алюминия и кремния необходимо проводить в отдельных реакторах, либо между этими процессами реактор надо чистить.

На рис. 1 представлены (а) внешний вид установки «Плазма ТМ 8», (б) принципиальная схема. В состав установки входит технологический модуль, а также стойка питания и управления.

Рабочая камера, расположенная в технологическом модуле, представляет собой реактор с параллельно расположенными электродами. Внутренний диаметр камеры 300 мм, диаметр электрода 180мм, расстояние между электродами 75 мм. Для работы в хлорсодержащей плазме внутренние стенки реактора анодированы, а на нижнем электроде установлена керамическая накладка. Для создания ВЧ разряда пониженного давления на подложкодержатель подается мощность от ВЧ генератора в диапазоне 100 – 600Вт при давлении 10-25Па. Для защиты реактора от загрязнений его стенки прогреваются до 50-70°С.



а

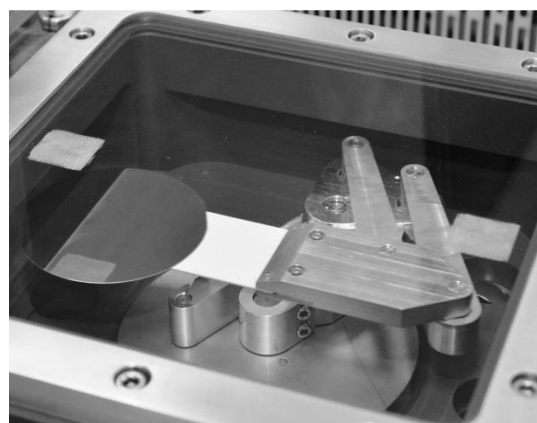


б

Рис.1. Внешний вид установки «Плазма ТМ 8» (а) и ее принципиальная схем (б).



а



б

Рис.2. Шлюзовая камера (а) и распределительный модуль (б) установки «Плазма ТМ 8».

Транспортная система (рис.2), состоящая из шлюзовой камеры (а) и распределительного модуля (б), предусматривает шлюзование кассеты и поштучную загрузку/выгрузку пластин из кассеты в рабочую камеру с использованием манипулятора. Ложемент манипулятора, на котором непосредственно находится пластина, выполнен из керамики.

Вакуумная система выполнена из сухого химически стойкого форвакуумного насоса для работы с хлором, дроссельной заслонки и вакуумных клапанов. Для контроля давления при откачке в рабочей камере применяется термопарный датчик, отсекаемый во время процесса, а для контроля рабочего давления - мембранный. Давление в шлюзовой камере и распределительном модуле измеряется отдельным термопарным датчиком. Для создания рабочего давления во время процесса травления применяется дроссельная заслонка.

Система подачи сжатого воздуха представлена в виде пневмопанели и имеет блок подготовки воздуха или осушитель, манометр для контроля входного давления, а также распределительное электронное устройство для подачи сжатого воздуха на исполнительные элементы.

Система подачи хладагента представлена гидрпанелью, в состав которой входят датчик для контроля входного давления и электронное устройство для контроля расхода воды и ее температуры на выходе каждого канала.

Газовая система установки снабжена четырьмя газовыми каналами с регуляторами расхода на каждом из них. Два канала выполнены для работы с хлором. Для контроля утечки хлора газовая система снабжена газоанализатором. Продувка газовых каналов происходит азотом с помощью дополнительного канала.

Стойка управления и питания включает в себя контроллер, ВЧ генератор, блок управления нагревом и источник бесперебойного питания, а так же различные коммутационные элементы. Управление установкой осуществляется через программный интерфейс, который позволяет проводить процесс как в автоматическом, там и в наладочном режимах. Наладочный режим позволяет подобрать необходимые параметры технологического процесса, автоматический режим провести процесс по заранее подобранным параметрам для указанной партии пластин в кассете. Так же возможна запись новых и чтение параметров процесса в библиотеку параметров.

На установке проводились процессы реактивного ионного травления слоя алюминия толщиной 1 мкм на кремниевой пластине диаметром 100 и 150мм. Режимы травления представлены в таблице 1.

Таблица 1. Режимы реактивного ионного травления

Расход Cl ₂ , л/ч	0,6
Расход BCl ₃ , л/ч	1,8
Рабочее давление, Па	24
Подаваемая ВЧ мощность, Вт	200

Скорость травления алюминиевого слоя составила 0,5мкм/мин, равномерность по пластине диаметром 100 мм составила $\pm 3,5\%$, а по пластине диаметром 150 мм $\pm 5\%$.

Рассмотренная установка позволяет проводить процессы сухого травления алюминия в вакууме, необходимые при производстве интегральных схем. Загрузка/выгрузка пластин из кассеты в кассету повышает производительность установки травления, а ее конструкция разработана с возможностью встраивания в «чистую» комнату, что обеспечивает использование установки как при мелкосерийном, так и серийном производстве в полупроводниковой промышленности. Автоматизированная система управления контролирует все параметры процесса и поддерживает их стабильность согласно установленным значениям, обеспечивая хорошую воспроизводимость процесса травления.

Литература

1. Гуцин О.П., Валеев А.С., Чамов А.А., Мицын Н.Г., Долгополов В.М., Одинокое В.В., Немировский В.Э., Иракин П.А. Разработка оборудования и исследование технологии глубокого травления кремния / Электронная техника. Серия 3. Микроэлектроника. 2015. Вып.3 (159). с. 50 – 54.
2. Данила А.В., Долгополов В.М., Иракин П.А., Немировский В.Э., Одинокое В.В., Павлов Г.Я. / Электронная техника. Серия 2. Полупроводниковые приборы. 2015. Вып. 5 (239). с. 42– 48.
3. Одинокое В.В., Панфилов Ю.В. Выбор типа вакуумного нанотехнологического оборудования по критерию заданной производительности / Наноинженерия. 2011. №11. с. 7 – 18.