

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОЙ РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ АЛЮМИНИЕВЫХ МЕЖСОЕДИНЕНИЙ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь

Микулич Е.Л.

Кирвель И.И. – д. г. н., профессор, зав. каф. экологии

Современное развитие интегральных микросхем (ИМС) связано с освоением нанометрового диапазона размеров элементов. Несмотря на значительный прогресс в большинстве областей производства ИМС, технология многоуровневой металлизации в значительной степени сдерживает эффективное развитие ИМС. Система многоуровневой металлизации позволяет значительно улучшить основные показатели ИМС: площадь кристалла, быстродействие, надежность. Однако уменьшение шага металлизации приводит к уменьшению ширины проводников и, следовательно, к уменьшению их поперечного сечения, что влечет за собой два важных следствия: во-первых, увеличивается удельное сопротивление проводников при практически неизменной удельной емкости, что требует использования новых технологических приемов и химических реактивов; во-вторых, увеличиваются плотности токов, что влечет за собой использование различных сплавов и новых материалов, которые требуют использования нового оборудования, изменения технологического процесса и правил его эксплуатации. Чем технологичнее и прецизионнее становится оборудование, тем сложнее становится предугадать последствия его поведения в нестандартных ситуациях. В данной работе проведена сравнительная характеристика безопасности оборудования для производства интегральных микросхем, а именно оборудования для осаждения тонких пленок в вакууме [1].

Основными характеристиками магнетронных распылительных систем являются напряжение на электродах, ток разряда, плотность тока на мишени и удельная мощность. Величина индукции магнитного поля и рабочее давление во многом зависят от конструкции устройства. Перечисленные параметры взаимосвязаны между собой, и влияют на стабильность разряда, а также на воспроизводимость процесса нанесения тонких пленок. Важным параметром, во многом определяющим характер разряда в магнетронной распылительной системе, является геометрическая конфигурация и величина магнитного поля [2].

Существует несколько типов магнетронных распылителей в установках вакуумного напыления:

1) Стандартный классический магнетрон. Включает в себя магнитную систему, размещенную в охлаждаемом корпусе, над которой крепится мишень из распыляемого материала.

2) Бипланарный магнетрон с двумя мишенями (бипланарный магнетрон отличается от классического наличием двух противоположащих мишеней). Плюс такого расположения – возможность одновременной обработки двух поверхностей, минус – нельзя рационализировать реактивное напыление.

3) Дуальный магнетрон (два классических магнетрона, расположенные по дуальной схеме, т.е. имеющие общий разрядный промежуток).

Важным фактором, влияющим на надёжность и безопасность всей системы, является выбор блока питания магнетрона. Блоки питания магнетронов могут применяться следующих типов:

1) Блок питания постоянного тока с дугогашением и стабилизацией выходных параметров, который обязательно должен иметь дугогашение, защиту от короткого замыкания, регулировку выходной мощности и стабилизацию выходных параметров. Напряжение холостого хода – около 1000 В, рабочее – около 500В. Очень важно то, что магнетрон не является постоянной нагрузкой, а работает как стабилитрон. Учитывая все возможные дуги и пробои, необходимо иметь высокий класс защиты выпрямителя.

2) Импульсный блок питания, который отличается тем, что выходной ток прерывается с частотой 20-70 кГц. т.е. время цикла соизмеримо со временем возникновения и развития микродуги.

3) Дуальный импульсный блок питания, который применяется для дуального магнетрона [3].

Не менее важна система напуска газов в вакуумных установка напыления. Она должна обеспечивать самую главную операцию при реактивном напылении – поддержание парциального давления реакционно-способного газа, а так же герметичность всей системы. Вакуумная схема включает в себя не только подбор и согласование комплектующих, но и выбор трубопроводов и арматуры.

В результате данной работы была проведена сравнительная характеристика надёжности магнетронных распылительных систем, а так выявлены определяющие факторы, которые оказывают влияние на безопасность технологического процесса.

Список использованных источников:

1. Валетов, В.А. Основы производства радиоэлектронной аппаратуры / В.А. Валетов // Учебное пособие. – Санкт - Петербург, 2007.

2. Гольдштейн, Р.В. Моделирование надежности и механизмов разрушения металлизации и межсоединений в микро- и наноструктурах электроники / Р.В. Гольдштейн, Т.М. Махвиладзе, М.Е. Сарычев – М.: Физико-технологический институт РАН.

3. Кузьмичёв, А.И. Магнетронные распылительные системы / А.И. Кузьмичев – Киев: Аверс, 2008.