

ОСАЖДЕНИЕ МЕТОДОМ МАГНЕТРОННОГО РАСПЫЛЕНИЯ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ПОКРЫТИЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МИШЕНЕЙ

*Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Латушкина С. Д.

Магнетронное распыление – технология нанесения тонких плёнок на подложку с помощью катодного распыления мишени в плазме магнетронного разряда – диодного разряда в скрещённых полях. Технологические устройства, предназначенные для реализации этой технологии, называются магнетронными распылительными системами или, сокращённо, магнетронами (не путать с вакуумными магнетронами – устройствами, предназначенными для генерации СВЧ колебаний) [1].

Технологическое значение магнетронного распыления заключается в том, что бомбардирующие поверхность катода (мишени) ионы распыляют её. На этом эффекте основаны технологии магнетронного травления, а благодаря тому, что распылённое вещество мишени, осаждаясь на подложку, может формировать плотную плёнку. Налетающие тяжёлые частицы (чаще всего ионы) с кинетической энергией, большей некоторой пороговой, соударяясь с поверхностью, могут вызывать эмиссию атомов и молекул мишени. При энергиях в несколько сотен электронвольт падающий ион передаёт энергию одновременно многим атомам мишени, которые, в свою очередь, сталкиваются с другими атомами вещества. В конце нескольких столкновений наступает равновесное распределение по энергии атомов со средней энергией, равной или превышающей работу выхода атома с поверхности. Большая часть атомов, принявших участие в каскаде столкновений, остаются связанными в твёрдом теле, но один или несколько могут покинуть поверхность. Покидающие поверхность мишени частицы осаждаются в виде плёнки на подложке, а также частично рассеиваются на молекулах остаточных газов или осаждаются на стенках рабочей вакуумной камеры.

Для эмиссии атома с поверхности необходимо, чтобы он, во-первых, имел энергию не меньше, а, во-вторых, вектор скорости,

направленный наружу от поверхности. Чтобы эти условия могли быть выполнены, падающая частица должна передать свой импульс как минимум нескольким атомам мишени (не менее трёх). В связи с этим, минимальная пороговая энергия налетающей частицы для распыления превышает работу выхода приблизительно на порядок.

При увеличении угла падения относительно нормали к поверхности уменьшается глубина проникновения падающих частиц в материал. Каскад столкновений происходит ближе к поверхности, её атомы получают большую долю энергии. Направление скорости, передаваемого смещающимся атомам более благоприятно для распыления. Однако при слишком больших углах падения возрастает вероятность отражения падающей частицы электрическим полем на поверхности без существенной передачи энергии атомам мишени. Таким образом, зависимость коэффициента распыления от угла падения имеет максимум. Напыление металлов и сплавов производят в среде инертного газа, как правило, аргона. В отличие от технологии термического испарения, при магнетронном распылении не происходит фракционирования мишеней сложного состава (сплавов). Для напыления сложных соединений, например оксидов и нитридов, применяется так называемое реактивное магнетронное напыление. К плазмообразующему газу (аргону) добавляют реактивный газ (например, кислород или азот). В плазме магнетронного разряда реактивный газ диссоциирует, высвобождая активные свободные радикалы, которые взаимодействуют с осаждёнными на подложку распылёнными атомами, формируя химическое соединение.

Предложен новый материал для мишеней, сплав кремния и алюминия с содержанием алюминия от 1 % до 25 %, который позволяет решить многие проблемы присущие мишеням из кремния при сохранении параметров получаемых плёнок, а по отдельным показателям и превышающие параметры пленок, полученных из кремния [2]. Обычно кремниевые мишени сделаны из нескольких поликристаллических пластин, припаянных к основанию и зафиксированных на катоде. Несмотря на то, что такая технология давно применяется и отработана, основные проблемы так и не решены. Это хрупкость, предрасположенность к растрескиванию материала мишени, малые скорости распыления.

Основное преимущество мишеней из сплава кремний-алюминий является возможность использовать DC магнетроны, выдерживать

термические напряжения, что позволяет использовать высокие мощности при распылении и даже отказаться от напайки пластин на водоохлаждаемое основание.

Таким образом, новые кремний-алюминиевые мишени для магнетронного распыления являются высокотехнологическими и более экономически выгодными по сравнению со стандартными мишенями. Преимущество становится особенно очевидным при массовом производстве с высоким расходными параметрами: производство архитектурного стекла, автомобильных покрытий, дисплеев.

УДК 621.793

Бельтюков А. В.

ПРИМЕНЕНИЕ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО СМЕЩЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ ФОРМИРОВАНИЯ ПОКРЫТИЙ

Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. техн. наук,

доцент Комаровская В. М.

Высокочастотное смещение напряжения создается между обрабатываемой деталью и стенками вакуумной камеры либо специальным экраном. Причем на детали подается напряжение амплитудой, примерно (для разных покрытий по-разному) от 0 до – 300 В.

При подаче отрицательного потенциала на детали, возникает гарантированный поток ионов к их поверхностям [1]. Периодическое изменение потенциала деталей повышает «подвижность» плазмы, траектория движения однозарядных частиц плазмы усложняется. В таком случае распространение энергии в плазме становится более хаотичным, что благоприятно сказывается на развитии и горении плазмы: объем ее горения увеличивается, а заряд для зажигания и поддержания уменьшается.

Использовать ВЧ-смещение напряжения можно на двух этапах: предварительный этап (этап очистки); этап формирования покрытия. В работе [2] проводилось осаждение кремний-углеродных покрытий из плазмы несамостоятельного дугового разряда. Генерация плазмы производилась за счет ионизации рабочего газа посред-