

Метод магнетронного распыления позволяет получать тонкие пленки высокого качества с рекордными физическими характеристиками (толщина, пористость, адгезия и пр.), а также проводить послойный синтез новых структур (структурный дизайн), создавая пленку буквально на уровне атомных плоскостей.

УДК 621.793

Получение тонких пленок методом вакуумного лазерного испарения

Студент гр. 104611 Лазарчик М.В.
Научный руководитель – Жук А.Е.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Одним из наиболее технологичных методов создания тонких пленок карбида кремния является метод вакуумного лазерного испарения. Лазерное излучение обеспечивает самую высокую плотность энергии на распыляемой поверхности, что делает данный метод практически безальтернативным при получении сложных систем, в состав которых входят элементы с различными коэффициентами распыления. Например, получение омических контактов к карбиду кремния и материалам на основе соединений $A^{III}B^V$ желательнее проводить с нанесением всех слоев в едином технологическом вакуумном цикле, что возможно только при использовании лазерного испарителя, причем одного типа. Модификация поверхности лазерным излучением позволяет существенно повысить качество получаемых контактов.

Дополнительным преимуществом метода лазерного распыления в случае карбида кремния является то, что состав реагирующих элементов ограничивается кремнием и углеродом, благодаря чему достигается высокая чистота получаемых пленочных структур.

В физической литературе термином «абляция» (от лат. «ablation» — отнятие, устранение) обозначают совокупность сложных физико-химических процессов, результатом которых является удаление (унос) вещества с поверхности или из объема твердого тела. Следуя значению латинского корня, абляцией можно назвать любую потерю. Поэтому иногда термин «лазерная абляция» толкуют расширительно, обозначая им любой процесс лазерно-стимулированного удаления вещества, включая удаление летучих продуктов химического травления и даже эмиссию электронов.

На протяжении последних двух десятилетий метод импульсной лазерной абляции стал предметом возрастающего интереса исследователей благодаря расширяющемуся кругу применений (среди них нанесение тонких пленок различных соединений, обработка и травление поверхности, производство кластеров и нанокластеров, и т.д.).

Типичная установка ИЛО, состоит из вакуумной системы, системы лазерного испарения и системы нагрева подложек. В качестве источника лазерного излучения могут использоваться различные типы мощных лазеров, например 1) твердотельный лазер $YAG:Nd^{3+}$ (1064 нм) и его гармоники 532 нм, 354.7 нм, 266 нм, 213 нм; и 2) эксимерные лазеры $XeCl$ (308 нм), KrF (248 нм), ArF (193 нм), F_2 (157 нм). Распыляемая мишень устанавливается в вакуумной камере под углом 45° относительно падающего на ее поверхность лазерного излучения. Подложки располагаются параллельно мишени, на расстоянии от 4 до 10 см. В начале лазерного импульса происходят разогрев мишени и испарение небольшой дозы вещества. Степень ионизации газа увеличивается с ростом температуры, при этом растет и коэффициент поглощения проходящего через него излучения. В некоторый момент наступает тепловой пробой, пар полностью ионизируется, и поглощение в нем резко возрастает. В дальнейшем только малая часть излучения будет доходить до мишени, а основная энергия импульса пойдет на разогрев плазменного облака. К концу лазерного импульса испаренным оказывается приповерхностный слой мишени, а над облученной областью формируется плазменный факел.

Затем плазма разлетается в вакуум. Ее температура, то есть энергия хаотического движения, падает, в то же время вследствие газодинамического и электростатического разгона растет кинетическая энергия ионов. На некотором расстоянии от мишени плотность плазмы уменьшается настолько, что столкновения частиц практически прекращаются, и наступает стадия инерциального разлета. К этому времени формируется диаграмма разлета испаренного вещества, максимум которой совпадает с нормалью к поверхности мишени. Впереди летят самые быстрые ионы, а замыкают движение наиболее медленные частицы — в основном нейтральные атомы. Взаимодействие этого потока с подложкой определяет свойства слоя, сформированного за один лазерный импульс. Так как этот процесс периодически повторяется, на поверхность подложки осаждается тонкая пленка.

Свойства тонких пленок карбида кремния определяются технологическими условиями их получения. В случае лазерной абляции основными технологическими факторами являются: 1 – параметры лазерного излучения (длина волны излучения, длительность импульса излучения, частота следования импульсов и т.д.), 2 – материал используемой подложки и способ ее очистки перед началом процесса осаждения, 3 – характеристики материала мишени (химический состав, политип, плотность), 4 – температура подложки, 5 – уровень вакуума, 6 – геометрический фактор (расстояние мишень – подложка, угол падения лазерного луча на поверхность мишени).

В экспериментальных данных по измерению количества вещества, испаренного лазерным импульсом, имеется значительный разброс. Это характерно даже для результатов, полученных при номинально тех же самых условиях опыта. При сравнении результатов, полученных разными авторами, становится ясно, что количество испаренного вещества в значительной мере зависит от детальных условий проведения эксперимента. Одна из самых значительных неопределенностей, возникающих при сравнении данных различных работ, связана с измерением площади лазерного пучка, а также с различной плотностью материала мишени.

УДК 621.793

Алмазоподобные покрытия: получение, свойства и области применения

Студент гр. 10406112 Мухля А.Д.

Научный руководитель – Жук А.Е.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Эффективность, долговечность, надёжность деталей, узлов машин и приборов в значительной степени определяется не объёмными, а поверхностными свойствами используемых материалов. Нанесение тонкоплёночных покрытий даёт большие возможности по получению необходимых поверхностных свойств изделий. Тонкоплёночное покрытие позволяет изменить химический состав и структуру поверхности, её физические и химические свойства, степень чистоты обработки поверхности и её микрогеометрию. Применение алмазоподобных покрытий, очень эффективно для инструментов, применяемых в обработке алюминия. Практически устраняется проблема прилипания алюминия к инструменту, как следствие, инструмент работает без замены в разы, а то и в десятки раз дольше. Также, применение в пластиковой промышленности, даёт эффект отсутствия прилипания пластика к инструменту покрытого алмазоподобным покрытием. Алмазоподобные пленки можно использовать в автомобилестроении для снижения трения некоторых деталей и в деревообработке, так как многие технологические процессы в этой отрасли связаны с налипанием смол, а данная технология помогает избежать этого.

Области применения покрытий:

- Металлизация углеродных волокон и тканей для композиционных материалов.