

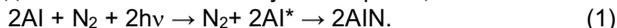
МЕТОД ФОТОАКТИВАЦИИ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОЛУЧЕНИЯ АЛЛОТРОПНЫХ ФОРМ УГЛЕРОДА

Костановский А.В., Жиликов Л.А., Кириллин А.В.,
Костановская М.Е.*

ИТЭС ОИВТ РАН, Москва

**lai@iht.mpei.ac.ru*

Ранее на базе наших работ [1–3] по вакуумному осаждению тонких пленок (ТП) нитрида алюминия (AlN) и нитрида кремния (Si₃N₄) была показана определяющая роль процесса фотоактивации адатомов одного из компонентов осаждаемой пленки. Кратко, на примере AlN, напомним физику, которая сводится к следующему: при нагревании конденсированного AlN в тигле и его диссоциации образуются молекулярный азот и атомарный алюминий. Алюминий находится в возбужденном состоянии Al*. За время ~ 10⁻⁸ с, т.е. практически в момент диссоциации, Al* переходит в основное состояние, и при этом происходит испускание фотонов. На подложке в соответствии с теорией роста пленок атомы Al адсорбируются, мигрируют по ее поверхности и сталкиваются с также адсорбированными молекулами азота. На подложке адатомы Al поглощают фотоны, переходят в возбужденное состояние и вступают в реакцию



Реакция протекает именно на поверхности подложки, где более вероятно образование комплексов: адатомы алюминия – молекулы азота. Связанные силами Ван-дер-Ваальса, они поглощают фотоны, переходят в состояние активного комплекса с последующим образованием химических связей AlN.

Было решено попытаться получить ТП аллотропных форм углерода, используя метод фотоактивации. Основными элементами эксперимента являются:

- диск из графита (марка МПГ-6) диаметром 100 мм, который служит распыляемой мишенью;
- пластинка из технического стекла, которая является подложкой для осаждаемой ТП;
- магнетрон постоянного тока (ток ≤ 1 А, напряжение ~ 400–500 В);
- проволока из молибдена, которую нагревали пропусканием электрического тока, и которая служит источником активирующего излучения (температура ~ 1400–1500 К).

Расстояние от испарителя до подложки L выбирали из предположения, что длина свободного пробега фотонов l_1 должна быть больше или равна L (~ 60 мм). Величину l_1 рассчитывали с учетом доплеровского уширения линии при определении сечения поглощения резонансного излучения. Конечную толщину пленки, которая оказалась равной 2000 Å, измеряли интерференционным микроскопом МИИ-4. Оценки полученных ТП показали, что средняя скорость осаждения материала составила 150–200 Å/мин.

Следует отметить, что в одном эксперименте были получены пленки двух видов: не прозрачная, черного цвета с низким электросопротивлением, а также оптически прозрачная, которая имела интерференционные полосы, не электропроводная. Образование пленок двух видов связано, по-видимому, с разной величиной отношения: скорости поступления атомов углерода и плотности активирующего излучения в локальной области осаждения. Подробнее о физике процесса будет изложено в полной статье.

Метод комбинационного рассеяния (КРС) идентифицировал, что пленки первого и второго вида имеют мелкокристаллическую алмазоподобную структуру. При переходе из темной области в прозрачную размеры кристаллитов уменьшаются.

Предложенный метод получения АПС является принципиально новым. Его достоинством, безусловно, является относительная простота и экологическая чистота. Влияние потока фотонов на процесс образования аллотропных форм углерода и, в частности, АПС открывает возможность управлять свойствами получаемых пленок.

1. Жилияков Л.А., Костановский А.В., Кириллин А.В. Способ получения бинарного химического соединения на твердой поверхности. Патент РФ №2057817. 1993.
2. Жилияков Л.А., Костановский А.В., Кириллин А.В. // ДАН. 1994. Т.335. №5. С.606.
3. Жилияков Л.А., Костановский А.В., Кириллин А.В. // ТВТ. 1998. Т.33. №1. С.33.