

ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 1980

(13) U

(46) 2005.06.30

(51)⁷ C 23C 14/28

(54) УСТАНОВКА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ АЛМАЗОПОДОБНЫХ ПЛЕНОК

(21) Номер заявки: u 20040528

(22) 2004.11.19

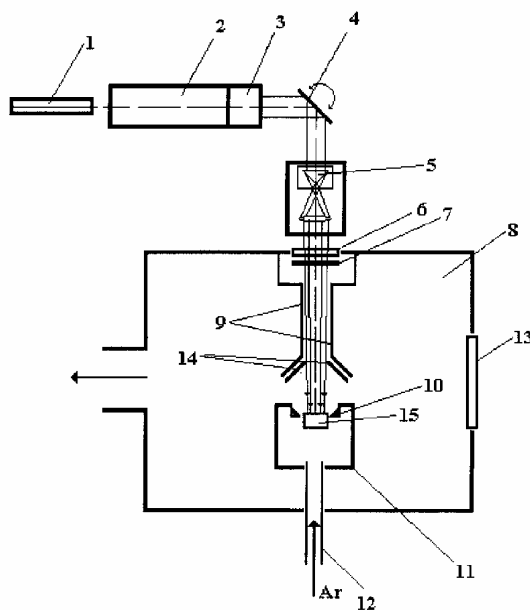
(71) Заявитель: Учреждение образования "Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины" (ВУ)

(72) Авторы: Шалушаев Сергей Викентьевич; Никитюк Юрий Валерьевич; Морозов Владимир Петрович; Шершнеф Алексей Евгеньевич (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение образования "Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины" (ВУ)

(57)

Установка для получения алмазоподобных пленок, содержащая вспомогательный и рабочий лазеры, формирующий объектив, вакуумную камеру с расположенными внутри нее ионно-лучевым источником, держателем подложек и держателем мишени, отличающаяся тем, что дополнительно содержит устройство для формирования лазерного излучения в цуг сверхкоротких импульсов и устройство сканирования лазерного пучка, расположенные на оптической оси с рабочим лазером вне вакуумной камеры, при этом формирующий объектив выполнен в виде оптической фокусирующей системы для формирования лазерного пучка кольцевого сечения.



ВУ 1980 U 2005.06.30

(56)

1. Заявка ЕПВ 0406871, 1991.

2. Патент РБ 323, МПК С 23С 14/28, 2001 (прототип).

Полезная модель относится к оборудованию для получения тонких алмазоподобных пленок лазерным импульсным осаждением в высоком вакууме и может быть использована для получения однородных покрытий, обладающих высокой механической твердостью, антифрикционными свойствами и износостойкостью на подложках больших диаметров.

Известна установка для лазерного осаждения алмазоподобных пленок, содержащая лазер, формирующий объектив, вакуумную камеру и расположенные внутри нее держатель подложек и держатель мишени [1]. Кроме того, известная установка содержит устройство для ограничения пучка испаренного материала в пределах заданного угла. В результате на поверхности подложки возникают лишь локальные участки осаждаемого материала, что ограничивает возможность получения пленок в едином технологическом цикле на подложках больших диаметров. Использование цилиндрического лазерного пучка приводит к неравномерному снятию вещества мишени и, как следствие, к ухудшению качества получаемых пленок.

Неравномерное испарение вещества мишени связано с выжиганием в ней кратера. Это является причиной увеличения неоднородности получаемых пленок и неравномерности распределения покрытия на поверхности подложки. Кроме того, это также препятствует получению покрытия на деталях больших диаметров.

Наиболее близкой по технической сущности и достигаемому результату к заявляемой полезной модели является установка для получения алмазоподобных пленок, содержащая вспомогательный и рабочий лазеры, формирующий объектив, вакуумную камеру с расположенными внутри нее ионно-лучевым источником, держателем подложек и держателем мишени [2].

Известная установка обеспечивает возможность получения тонких алмазоподобных пленок, обладающих высокой адгезионной прочностью соединения пленки с материалом подложки и высокой механической твердостью.

В известной установке плотность мощности лазерного излучения на поверхности испаряемой мишени достигает больших значений. Это обуславливает необходимость малых диаметров сечения цилиндрического лазерного пучка, фокусируемого на поверхности мишени. Вследствие косинусного характера диаграммы разлета продуктов эрозии лазерного факела, образованного таким точечным источником, получаемые покрытия характеризуются значительными неоднородностями даже при осаждении на подложки больших типоразмеров, что существенно сужает область применения таких покрытий.

Использование лазерного излучения с нерегулярной во времени структурой импульсов может приводить к "брызговому эффекту", т.е. к попаданию крупных осколков материала мишени на подложку, что также приводит к неоднородности формируемого покрытия.

Кроме того, использование в составе известной установки устройства для сканирования мишени, хотя и обеспечивает равномерность съема вещества под воздействием лазерного пучка, однако вследствие необходимости применения специальной смазки, сложности связи силовой установки и исполнительного механизма, находящегося в вакууме, использование такого устройства приводит к большим техническим трудностям.

Заявляемая полезная модель решает задачу создания установки, обеспечивающей получение однородных алмазоподобных пленок, характеризующихся высокой механической твердостью и стойкостью при износе, на подложках больших диаметров.

Технический результат, достигаемый при осуществлении заявляемой полезной модели:
увеличение диаграммы разлета продуктов испарения;
равномерное снятие вещества мишени;

повышение подвижности имплантированных атомов углерода.

Следствиями указанного технического результата являются повышение качества получаемых покрытий и расширение области применимости алмазоподобных пленок.

Достижение указанного технического результата обеспечивается тем, что установка для получения алмазоподобных пленок, содержащая вспомогательный и рабочий лазеры, формирующий объектив, вакуумную камеру с расположенными внутри нее ионно-лучевым источником, держателем подложек и держателем мишени, дополнительно содержит устройство для формирования лазерного излучения в цуг сверхкоротких импульсов и устройство сканирования лазерного пучка, расположенные на оптической оси с рабочим лазером вне вакуумной камеры, при этом формирующий объектив выполнен в виде оптической фокусирующей системы для формирования лазерного пучка кольцевого сечения.

В отличие от прототипа использование устройства для формирования лазерного излучения в цуг сверхкоротких импульсов обеспечивает регулярное временное распределение интенсивности в пичках импульсов, что способствует повышению однородности состава плазмы эрозионного факела и приводит к значительному уменьшению попадания крупных осколков материала мишени на подложку. Выполнение формирующего объектива в виде оптической системы для формирования лазерного пучка в пучок кольцевого сечения приводит к существенному увеличению как телесного угла разлета продуктов испарения, так и высокой однородности эрозионного факела. Следствием этого является возможность получения алмазоподобных пленок высокой однородности как по фазовому составу, так и по толщине и размерам напыленного участка на изделиях как малых, так и больших диаметров. При испарении лазерным пучком кольцевого сечения мишень менее подвержена образованию кратерообразных участков эрозии и, как следствие, сохраняется высокая однородность пленки при более длительном испарении мишени.

Совместное действие устройства для формирования лазерного излучения в цуг сверхкоротких импульсов, оптической фокусирующей системы для формирования лазерного пучка кольцевого сечения и устройства сканирования лазерного пучка обеспечивает существенное увеличение диаметра области пленки с заданным диапазоном колебаний толщины и фазового состава по сравнению с прототипом.

Размещение устройства сканирования лазерного пучка вне объема вакуумной камеры исключает необходимость применения сложных технических устройств, сопрягающих силовые установки, расположенные вне вакуумной камеры, с исполнительными элементами, расположенными внутри вакуумной камеры, что имеет место при использовании устройства сканирования мишени в прототипе.

На фигуре изображена схема заявляемой установки.

Установка для получения алмазоподобных пленок (см. фигуру) состоит из вспомогательного лазера 1, рабочего лазера 2, устройства 3 для формирования лазерного излучения в цуг сверхкоротких импульсов, устройства 4 сканирования лазерного пучка, формирующего объектива 5, оптического ввода 6, защитного стекла 7, вакуумной камеры 8, держателя 9 подложки, держателя 10 мишени, ионно-лучевого источника 11, натекателя 12, смотрового окна 13. Позицией 14 отмечена подложка, позицией 15 - мишень.

Длина волны вспомогательного лазера 1 соответствует видимому диапазону спектра. Длина волны рабочего лазера 2 соответствует инфракрасной области спектра, причем его активный элемент и резонаторные зеркала оптически прозрачны для излучения лазера 1. В качестве вспомогательного лазера 1 может быть использован маломощный гелий-неоновый лазер, а в качестве рабочего 2 - импульсный твердотельный YAG-лазер высокой мощности.

В качестве устройства 3 для формирования лазерного излучения в цуг сверхкоротких импульсов может быть использован акустооптический модулятор добротности лазерного излучения.

Устройство 4 сканирования лазерного пучка представляет из себя поворотное зеркало с двумя степенями свободы, изменение углов поворота которого осуществляется с помо-

BY 1980 U 2005.06.30

шью микрошаговых двигателей, управляемых программно. Диапазон и скорость сканирования выбирают в зависимости от параметров напыления.

Ионно-лучевой источник 11, помещенный в вакуумную камеру 9, позволяет формировать ассистирующий пучок ионов аргона с энергией 20-150 эВ и ионным током порядка 5 А, при этом его апертура составляет порядка 40°.

Защитное стекло 7 предохраняет оптический ввод 6 от загрязнения продуктами испарения. Смотровое окно 13 позволяет визуально контролировать технологический процесс.

Установка работает следующим образом. Включают вспомогательный лазер 1. Юстировкой устройства 4 сканирования лазерного пучка и формирующего объектива 5 для фокусировки лазерного пучка в пучок кольцевого сечения устанавливают требуемое положение, размеры и форму сечения лазерного пучка в плоскости поверхности мишени 15. Закрепляют подложку 14 в держателе 9. Вакуумную камеру 8 откачивают до рабочего давления $(6,6-6,3) \cdot 10^{-5}$ мм рт. ст. Производят напуск аргона в ионно-лучевой источник 11 с помощью натекателя 12 до парциального давления $(3,33-6,0) \cdot 10^{-4}$ мм рт. ст. с последующим запуском ионно-лучевого источника 11. После запуска ионно-лучевого источника 11 и получения устойчивой аргоновой плазмы осуществляют ионно-лучевую очистку подложки 14. Далее с помощью излучения рабочего лазера 2, сформированного устройством 3 в цуг сверхкоротких импульсов - пичков с регулярным распределением интенсивности в пичках, осуществляют испарение графитовой мишени 15 и осаждение испаряемого материала на подложке 14.

При этом ионно-лучевой источник 11 бомбардирует поверхность получаемых пленок ионами аргона, воздействие которых приводит к росту подвижности адсорбированных атомов углерода и возникновению анизотропного диффузного потока атомов конденсата по поверхности, что приводит к упорядочению структуры пленки. Ионная бомбардировка растущей углеродной пленки эффективно разрушает и подавляет формирование кристаллической структуры графитных доменов, вызывая разориентацию исходных и образование новых sp^3 -связей. Это приводит к улучшению механических свойств, проявляющемуся в повышении твердости и стойкости покрытий при износе.

Устройство 4 сканирования лазерного пучка осуществляет перемещение кольца испарения по поверхности мишени 15 и обеспечивает равномерность снятия ее материала. Периодическое включение вспомогательного лазера 1 позволяет своевременно обнаружить при помощи смотрового окна 13 отклонения в работе установки и вносить необходимые коррективы.

Таким образом, использование ионно-лучевого источника в сочетании с устройством сканирования лазерного пучка и оптической фокусирующей системы для формирования лазерного пучка кольцевого сечения обеспечивает равномерное распределение и однородность алмазоподобного покрытия, характеризующегося высокой механической твердостью и износостойкостью на большой площади поверхности подложки.