

# ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 2326

(13) U

(46) 2005.12.30

(51)<sup>7</sup> C 23C 14/28

## (54) УСТАНОВКА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ АЛМАЗОПОДОБНЫХ ПЛЕНОК

(21) Номер заявки: u 20050212

(22) 2005.04.13

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

(72) Авторы: Шалушаев Сергей Викентьевич; Морозов Владимир Петрович; Шершнев Алексей Евгеньевич (ВУ)

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

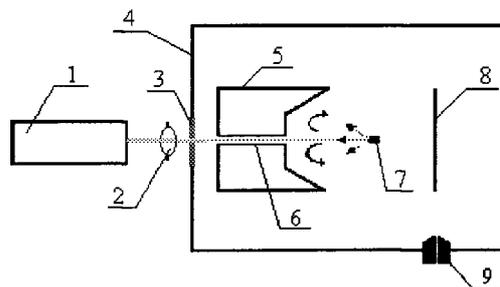
(57)

Установка для получения алмазоподобных пленок, содержащая лазер, формирующий объектив, вакуумную камеру и расположенные внутри нее ионно-лучевой источник, держатель мишени и держатель подложки, на которую осаждается испаряемый материал мишени, отличающаяся тем, что ионно-лучевой источник и держатель мишени последовательно установлены на оптической оси установки по одну сторону от держателя подложки, при этом в ионно-лучевом источнике выполнен сквозной канал со стороны лазера.

(56)

1. Заявка ЕПВ 0406871, 1992.

2. Патент РБ 323, МПК C23 C 14/28, 2001 (прототип).



Полезная модель относится к оборудованию для получения тонких алмазоподобных пленок путем лазерного распыления графита в высоком вакууме и может быть использована для получения однородных по фазовому составу покрытий, обладающих высокой адгезионной прочностью, механической твердостью, антифрикционными свойствами и износостойкостью.

Известна установка для получения алмазоподобных пленок, содержащая рабочий лазер, формирующий объектив, вакуумную камеру и расположенные внутри нее держатели

## BY 2326 U 2005.12.30

с мишенью и подложкой, на которую осаждается испаряемый материал мишени, а также расположенное на пути между мишенью и подложкой устройство для ограничения пучка испаренного материала в пределах заданного угла [1].

Известная установка обеспечивает возможность получения тонких алмазоподобных пленок. Использование в ее составе устройства для ограничения пучка испаренного материала в пределах заданного угла, выполненного в виде защитной пластины, позволяет проводить сепарацию ионов лазерного эрозионного факела по энергиям и обеспечивает выделение моноэнергетического пучка ионов, необходимое для образования алмазоподобной пленки. Однако, вследствие использования этого устройства, на поверхности подложки возникают лишь локальные участки осаждаемого материала, что сужает область применения установки, так как не позволяет наносить покрытия на детали больших типоразмеров в едином технологическом цикле.

Неравномерное снятие вещества мишени в известной установке приводит к увеличению неоднородности получаемых пленок и неравномерности распределения покрытия на поверхности подложки, что также не позволяет наносить покрытия на детали больших типоразмеров.

Наиболее близкой по технической сущности и достигаемому результату к заявляемой полезной модели является установка для получения алмазоподобных пленок, содержащая лазер, формирующий объектив, вакуумную камеру и расположенные внутри нее ионно-лучевой источник, держатель мишени и держатель подложки, на которую осаждается испаряемый материал мишени [2].

Кроме того, известная установка дополнительно содержит вспомогательный лазер с длиной волны видимого диапазона и устройство сканирования, причем вспомогательный и рабочий лазеры последовательно расположены на одной оптической оси установки.

Установка обеспечивает высокую скорость осаждения алмазоподобных пленок (до  $40 \text{ \AA}/\text{с}$ ). Сочетание лазерного испарения графитовой мишени с ионно-лучевым ассистированием позволяет сузить энергетический спектр осаждаемых частиц и повысить содержание ионизированной компоненты в лазерном эрозионном факеле. Однако известная установка не обеспечивает формирование однородной по фазовому составу углеродной алмазоподобной пленки, так как в формируемом лазерным излучением потоке частиц присутствует как нейтральная компонента, содержащая отдельные нейтральные атомы и кластеры материала мишени, так и высокоэнергетические ионы. Кроме того, ввод лазерного излучения со стороны подложек налагает ограничения на их геометрические параметры, так как такая схема построения установки требует свободного канала в зоне подложек для хода лазерного излучения.

Заявляемая полезная модель решает задачу создания установки, обеспечивающей равномерное распределение алмазоподобной пленки с неизменным фазовым составом на большой площади поверхности подложки.

Технический результат, достигаемый при осуществлении заявляемой полезной модели:

осаждение алмазоподобной углеродной пленки из ионного потока с узким регулируемым энергетическим распределением;

осаждение геометрически равномерных алмазоподобных пленок на подложках больших диаметров;

формирование однородных по фазовому составу углеродных алмазоподобных пленок;

формирование алмазоподобных покрытий, характеризующихся высокой прочностью адгезионного соединения;

высокая (до  $40 \text{ \AA}/\text{с}$ ) скорость осаждения алмазоподобного покрытия.

Следствиями указанного технического эффекта являются повышение качества получаемых покрытий и значительное расширение области их применимости.

Достижение указанного технического результата обеспечивается тем, что в установке для нанесения алмазоподобных пленок, содержащей лазер, формирующий объектив, ва-

## BY 2326 U 2005.12.30

куумную камеру и расположенные внутри нее ионно-лучевой источник, держатель мишени и держатель подложки, на которую осаждается испаряемый материал мишени, ионно-лучевой источник и держатель мишени последовательно установлены на оптической оси установки по одну сторону от держателя подложки, при этом в ионно-лучевом источнике выполнен сквозной канал со стороны лазера.

На фигуре изображена схема заявляемой установки.

Заявляемая установка для нанесения алмазоподобных пленок содержит лазер 1, формирующий объектив 2, оптический ввод 3 с защитным стеклом, вакуумную камеру 4 и расположенные внутри нее на оптической оси установки ионно-лучевой источник 5 со сквозным каналом 6 для пропускания излучения лазера 1, держатель 7 мишени и держатель 8 подложки, натекатель аргона 9.

Установка работает следующим образом: помещают графитовую мишень в держатель 7 мишени и подложку в держатель 8 подложки. Вакуумную камеру 4 откачивают до рабочего давления  $(2-6) \cdot 10^{-3}$  Па и с помощью натекателя 9 производят напуск аргона в ионно-лучевой источник 5 до парциального давления в камере  $(2-6) \cdot 10^{-1}$  Па. Включают ионно-лучевой источник 5 и получают устойчивую аргоновую плазму. Воздействием аргоновой плазмы проводят предварительную обработку поверхности подложки, что позволяет очистить поверхность подложки от остаточных загрязнений и активировать ее поверхность. Включают лазер 1, формирующий объектив 2 направляет луч лазера 1 через оптический ввод 3 в канал 6 ионно-лучевого источника 5 на графитовую мишень. Луч лазера 1 распыляет графитовую мишень, которая находится между источником 5 и держателем 8 подложки. Продукты испарения графитовой мишени (лазерный эрозионный факел) распространяются перпендикулярно поверхности мишени в сторону ионно-лучевого источника. Причем в лазерном эрозионном факеле присутствуют как ионизированная, так и нейтральная компоненты. Плотность мощности лазерного излучения на поверхности графитовой мишени выбирают такой, что основная масса испаренного материала имеет низкую энергию (30÷40 эВ). Ионно-лучевой источник 5 выполнен по схеме торцевого холмовского ускорителя с открытым анодным слоем и позволяет формировать пучок ионов с энергией 40-200 эВ при угле разлета ионов 140-160°. Низкоэнергетическая компонента лазерного эрозионного факела будет находиться под воздействием поля ионно-лучевого источника 5. Нейтральная компонента лазерного эрозионного факела будет ионизироваться, а ионы углерода будут ускоряться в ионно-лучевом источнике 5 в направлении подложки. Графитовая мишень практически не затеняет подложку, так как имеет размеры порядка нескольких миллиметров, и в зоне подложки, находящейся непосредственно за графитовой мишенью, происходит осаждение материала за счет расширения плазмы при движении от источника 5 к подложке. Высокоэнергетическая компонента лазерного эрозионного факела, а также неионизированные атомы и кластеры графитовой мишени распространяются в направлении источника 5 и не участвуют в формировании алмазоподобной пленки на подложке, а углеродная алмазоподобная пленка на подложке формируется исключительно из потока ионов углерода, причем энергия ионов, образующих покрытие, строго ограничена сверху и может варьироваться выбором режима работы лазера и ионно-лучевого источника 5. Нижний предел энергии ионов не ограничен, однако распределение ионов, формирующих покрытие по энергиям, поддается регулировке за счет выбора параметров работы лазера 1 и ионно-лучевого источника 5. Кроме того, использование ионно-лучевого источника 5 обеспечивает возможность бомбардировки поверхности 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. Кроме того, применение ионно-лучевого источника 5 для предварительной ионной очистки поверхности подложки позволяет повысить адгезионную прочность соединения пленки с материалом подложки. Лазерное испарение материала мишени позволяет существенно повысить производительность процесса осаждения алмазоподобных пленок по сравнению с ионно-лучевыми методами и достичь скоростей осаждения до 40 Å/с.

## **ВУ 2326 U 2005.12.30**

Таким образом, выполнение в установке для получения алмазоподобных пленок оптического канала для пропускания лазерного излучения в ионно-лучевом источнике в совокупности с расположением лазера, ионно-лучевого источника и графитовой мишени по одну сторону от держателя подложки позволяет получать алмазоподобные пленки осаждением ионов углерода, исключает возможность осаждения нейтральной компоненты лазерного эрозионного факела и бомбардировку осаждаемого покрытия высокоэнергетическими ионами, что, в свою очередь, обеспечивает получение однородных по структуре алмазоподобных покрытий. Лазерное распыление графитовой мишени позволяет достичь высокой скорости формирования покрытия, а ионно-лучевой источник, за счет большого угла разлета плазмы, обеспечивает геометрическую однородность алмазоподобных пленок.