

СИНТЕЗ ПОКРЫТИЙ ИЗ АЛМАЗОПОДОБНОГО УГЛЕРОДА ДЛЯ ПРОСВЕТЛЕНИЯ ГЕРМАНИЕВОЙ ОПТИКИ

Е.В. ТЕЛЕШ

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
ул. П. Бровки, 6, г. Минск, 220013, Республика Беларусь
etelesh@mail.ru*

Исследованы процессы синтеза алмазоподобных покрытий путем осаждения из вторичного ионного пучка, сформированного в модернизированном ускорителе с анодным слоем. Исследована энергия и состав пучков из метана и пропана. Измерены электрофизические, трибологические и оптические характеристики алмазоподобных покрытий на различных подложках.

Ключевые слова: алмазоподобный углерод, ионный пучок, просветляющие покрытия, германий, ИК оптика

Алмазные и алмазоподобные покрытия (АПП) широко применяются для защиты поверхности окон лазеров, просветления инфракрасной оптики и т.п. Существующие методы формирования таких покрытий основаны на ионном распылении графита или деструкции углеводородов. В данной работе для получения покрытий использовался метод прямого осаждения углерода из вторичного ионного пучка, сформированного в ускорителе с анодным слоем (УАС). Внешний вид пучка приведен на рис. 1, а.

Экспериментальные исследования проводили на установке вакуумного напыления ВУ-1А, оснащенной модернизированным ионным источником на основе УАС, зондовым контролем и системой эмиссионного спектрального анализа состава ионного пучка. Измерение энергии ионов проводилось с использованием многосеточного зонда. Анализ эмиссионных спектров излучения показал наличие линий атомарного углерода, ионов углерода, азота и OH^+ . Установлено, что для всех применяемых газов интенсивность пиков атомарного углерода значительно ниже интенсивности пиков от ионов углерода, что свидетельствует об эффективных процессах деструкции и ионизации рабочего газа.

Измерение энергии ионов показало, что она зависит от напряжения на диафрагме U_d . Диафрагма из графита применялась для предотвращения воздействия на подложку первичного ионного пучка. При ускоряющем напряжении первичного ионного пучка 3 кВ и токе разряда 100 мА, энергия ионов вторичного ионного пучка составила около 50 эВ. При этом напряжение на диафрагме изменялось от 0 до 20 В. Повышение U_d приводило к соответственному увеличению энергии. Для формирования качественных АПП энергия конденсирующихся частиц должна находиться в диапазоне 20–60 эВ.

Формирование покрытий осуществляли осаждением из ионных пучков метана и пропана. Температура подложек не превышала 40°C. С ростом мощности первичного разряда происходило увеличение скорости нанесения, которая находилась в диапазоне 0,15–0,40 нм/с. Было установлено, что увеличение U_d от 30 до 200 В привело к снижению скорости с 0,4 до 0,16 нм/с.

Для исследования оптических параметров пленки алмазоподобного углерода наносились на подложки из стекла К8. Покрытия имели окраску от желтоватого до коричневого цвета, толщина покрытий составляла 0,17–0,37 мкм. На рис. 1, б приведена спектральная зависимость коэффициента пропускания. По спектральной зависимости

отражения был определен коэффициент преломления покрытий, который находился в диапазоне 2,2...2,4.

Были также сняты ЭПР–спектры, измеренные на спектрометре Radiopan-SE/x на частоте 9,3 ГГц. Они показали наличие ярко выраженного сигнала с $g=2,00286$, что свидетельствует об образовании структуры α -C (рис.2, а). Это подтверждается также измерением электрической прочности покрытия, которая составила $1,1 \cdot 10^6$ В/см, а удельное объемное сопротивление – $1,4 \cdot 10^8$ Ом·см. Полученные результаты свидетельствуют о высоком проценте содержания алмазной фазы в покрытиях.

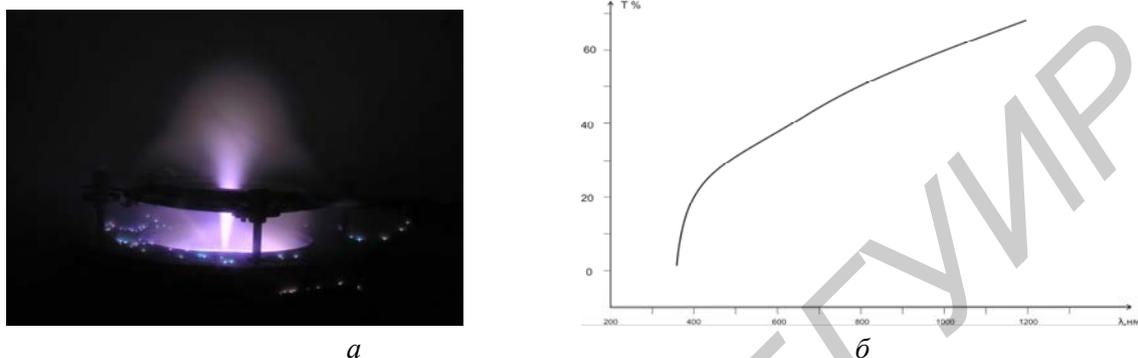


Рис. 1. Внешний вид пучка (а) и спектральная зависимость коэффициента пропускания (б)

Покрытия из АПП толщиной $\sim 1,1$ мкм были нанесены на поверхность германиевой подложки. На рис. 2, б приведена спектральная зависимость пропускания системы АПП/германий.

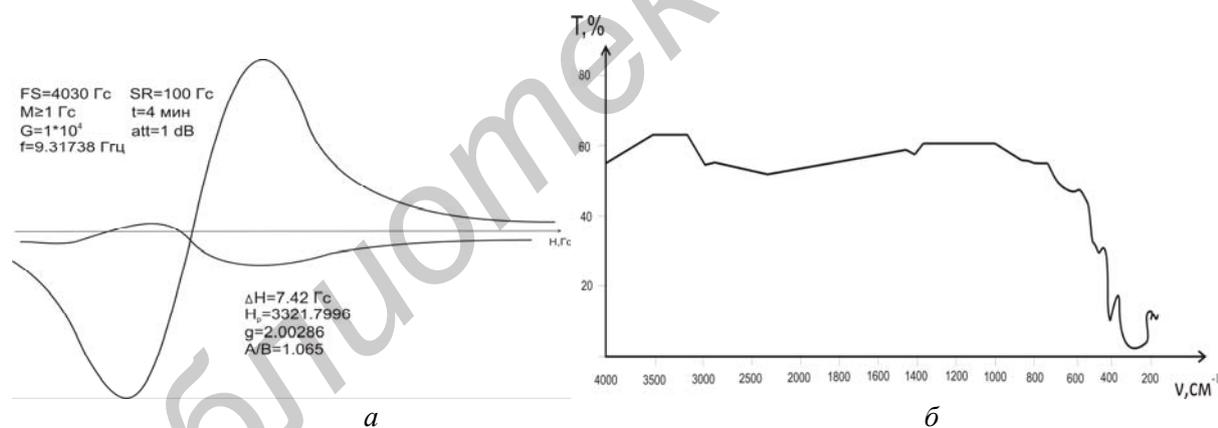


Рис. 2. ЭПР–спектр (а) и спектральная зависимость пропускания системы АПП/германий (б)

Анализ этой зависимости позволяет сделать вывод о перспективности использования полученных покрытий для просветления германиевой оптики ИК диапазона.

Для измерения трибологических характеристик покрытия толщиной $\sim 0,3$ мкм наносились на подложки из кремния. Измеренная на трибометре ТАУ-1Н износостойкость составила 1240 циклов истирания. Измерение микротвердости покрытий дало результаты от 1145 до 2155HV. Исследование адгезии покрытий методом отрыва липкой ленты показало, что покрытия имели отличное сцепление со всеми использованными в экспериментах подложками.