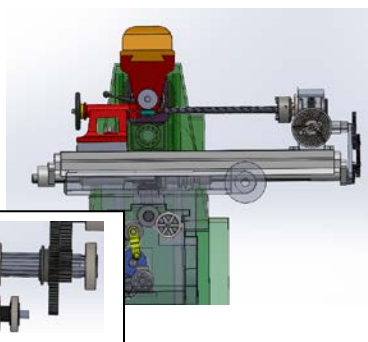
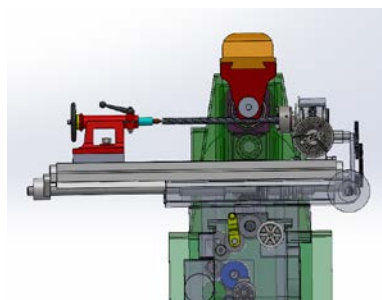


Рисунок 3 – Схема настройки скорости коробки скоростей



а



б

Рисунок 4 – Виртуальная настройка станка с УДГ на нарезание винтовой канавки:
а – левое положение стола, б – правое положение стола

УДК 539.23

ТЕХНОЛОГИЯ НАНЕСЕНИЯ АЛМАЗОПОДОБНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ПОДЛОЖКИ ИЗ ГЕРМАНИЯ

Андреев И. С., Фёдорцев Р. В.

Белорусский национальный технический университет

e-mail: samuroi013@gmail.com

Summary. This paper describes the PECVD method for depositing diamond-like coatings on germanium substrates and monitoring its transmittance.

DLC (Diamond like carbon) – метастабильная форма аморфного углерода с большим количеством sp^3 связей. Благодаря наличию этих связей некоторые физические свойства наносимой пленки (твердость, плотность, электрические свойства) близки к свойствам алмаза. Алмазоподобные покрытия имеют низкий коэффициент трения, высокую твердость, износостойкость и оптическую прозрачность, низкую электропроводность [1]. Благодаря сочетаниям уникальных свойств, DLC-покрытия находят широкое применение во многих областях науки и техники.

Детали с рассматриваемым покрытием входят в состав наблюдательного тепловизионного монокуляра TV/M 75R. Данный прибор предназначен для наблюдения, обнаружения и распознавания различных объектов в ночное и дневное время суток. Оптические детали данного прибора выполнены из германия и предназначены для работы в ближней инфракрасной области спектра, для повышения чувствительности на внешние рабочие сферические поверхности наносятся просветляющие алмазоподобные покрытия. Исходя из условий эксплуатации прибора, DLC покрытие должно уменьшать потери света на отражение, а также сохранять свои оптические свойства при вредных воздействиях окружающей среды.

Различные процессы осаждения, которые могут быть использованы для производства DLC-плёнок, отличаются рабочей температурой, энерги-

ей электронов или ионов, составом газов-предшественников или целевых материалов. Поэтому пленки могут быть получены с широким спектром свойств от мягких и смазывающих пленок а:С-Н до та-С пленок со свойствами, близкими к свойствам алмаза [2].

Схема установки для нанесения DLC покрытия PECVD методом показана на рисунке 1. Она состоит из системы откачки воздуха из рабочей камеры, системы подачи газов и системы осаждения плёнок. Система осаждения состоит из вакуумной камеры (1), столика для подложек (2) и источника напряжения IPS (3). Газовая система включает следующие газы: метан (CH₄, 4), водород (H₂, 5), аргон (Ar, 6), кислород (O₂, 7) и азот (N₂, 8). Они выполняют функции обработки, осаждения и напуска. В систему откачки входят механический (9) и турбомолекулярный (10) насосы, предназначенные для получения высокого вакуума ($\sim 10^{-3}$ Па) в камере.

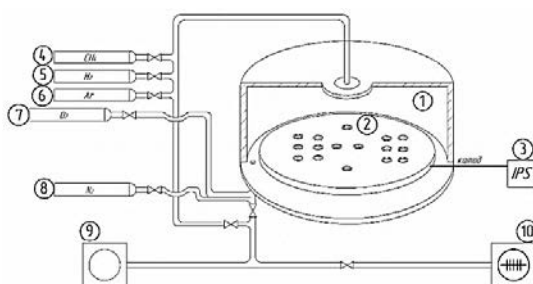


Рисунок 1 – Схема вакуумной установки для нанесения DLC покрытий PECVD методом

В программном пакете TFCalc проведены численные расчёты и определена оптимальная толщина углеродного слоя для максимального просветляющего действия, которая должна составлять примерно $t = 1380$ нм.

Процесс нанесения DLC покрытия состоит из трех этапов. На первом этапе из камеры откачивается воздух при помощи механического насоса. При подаче обратного напряжения и водорода, столик очищается от остаточных жировых плёнок и влаги. Затем, на столик устанавливаются оправы с деталями и свидетелем, после чего из камеры откачиваются остаточные газы совместным действием обоих насосов. Столик с деталями снова обрабатывается водородом. На последнем этапе при подаче отрицательного напряжения и метана, выполняющего функции газа-предшественника, в результате адсорбции свободных углеродных радикалов и образования химических связей, на германиевых подложках формируется алмазоподобное покрытие H-DLC. Давление в камере повышается подачей в неё азота. Пропускание детали с нанесенным покрытием было измерено на спектрометре BRUKER. Спектральная кривая зависимости пропускания от длины волны итоговой детали показана на рисунке 2.

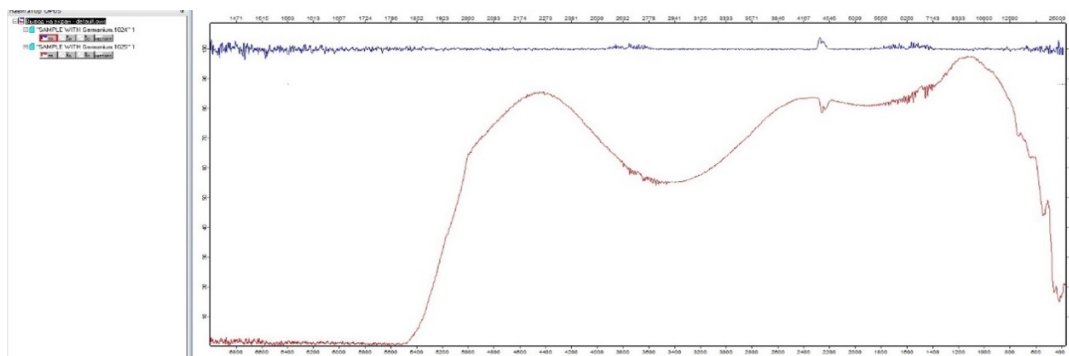


Рисунок 2 – Спектральная кривая зависимости пропускания от длины волны детали с DLC покрытием

Список использованных источников

1. Кривобоков, В.П. Плазменные покрытия (свойства и применение): учебное пособие / В.П. Кривобоков, Н.С. Сочугов, А.А. Соловьев; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. –136 с.
2. Hainsworth, S. V.; Uhure, N. J. Diamond-Like Carbon coatings for tribology: production techniques, characterization methods and applications. – International Materials Reviews, 2013. v. 52, n.3. – P. 49–50.

УДК 548.736.442.6

ВЛИЯНИЕ ПЕРЕОСАЖДЕНИЯ ПРИ ПОМОЩИ ДИМЕТИЛФОРМАМИДА НА МОРФОЛОГИЮ И СВЕТОПОГЛОЩЕНИЕ МЕТАЛЛОРГАНИЧЕСКИХ ПЕРОВСКИТОВ

Будник В. С., Лабунов В. А.

Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники
e-mail: valeria.budnik@mail.ru

Summary. *This article presents the results of studies of organometallic monochloride-substituted perovskites before and after reprecipitation on a glass substrate. Recrystallization using DMF leads to transformations of optical properties, which are expressed in changes in the absorption indices of light after adding a solvent, as well as in the structure of the films.*

Внимание учёных уже давно привлечено к разработке эффективных средств преобразования солнечной энергии в электроэнергию. Повышенный интерес к фотоэлектрическому методу обусловлен реальной возможностью создания относительно стабильных, недорогих и простых в изготовлении солнечных элементов с относительно высоким коэффициентом преобразования энергии. По этим причинам в фотовольтаике востребованы гибридные металлорганические перовскитные элементы [1].

В данной работе изучалось воздействие переосаждения металлорганического перовскита при помощи диметилформаида (ДМФА) на морфологию и светопоглощение перовскитов. Плёнки толщиной 0,5–0,8 мкм по-