

2. Коротеев, А. О. Особенности формирования микроструктуры при аддитивной дуговой наплавке материалов системы легирования Al–Si / А. О. Коротеев // *Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии: материалы Междунар. науч.-техн. конф. / Белорусско-Российский университет. – Могилев, 2022. – С. 182.*

ФОРМИРОВАНИЕ ФТОРУГЛЕРОДНЫХ ПОКРЫТИЙ ПРЯМЫМ ОСАЖДЕНИЕМ ИЗ ИОННЫХ ПУЧКОВ

Шевчик Е.В. (магистрант гр. 315601)

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Минск,
Беларусь*

Научный руководитель – **Телеш Е.В.**

*(Старший преподаватель кафедры электронной техники и технологии Белорусского
государственного университета информатики и радиоэлектроники)*

Аннотация: Обосновано применение торцевого холловского ускорителя для синтеза фторуглеродных покрытий. Установлено, что скорость нанесения покрытий увеличивается с ростом тока разряда и напряжения на аноде. Максимальная скорость нанесения составила $1,3 \text{ нм}\cdot\text{с}^{-1}$.

Ключевые слова: фторуглеродные покрытия, прямое осаждение, скорость нанесения.

Введение

Фторуглеродные тонкопленочные покрытия широко применяются в качестве low-k диэлектриков, оптических покрытий с низким коэффициентом преломления, гидрофобных, антифрикционных, биосовместимых, антимикробных, защитных, химически стойких покрытий и т.п. [1]. Для их синтеза наиболее часто применяются ВЧ плазмохимическое осаждение, индуктивно-связанная плазма, импульсная плазма высокой плотности, которые требуют сложных блоков питания и согласования ВЧ мощности [2]. Методы, основанные на нанесении тонкопленочных покрытий из ионных пучков, позволяют изменять свойства пленок посредством регулирования энергии ионов, плотности ионного потока и его состава [3]. При прямом ионном осаждении используется ионный источник, который способен выдавать широкий пучок ионов и направлять химически активные частицы на подложку для последующего осаждения. В качестве генераторов ионных потоков используются в основном источники Кауфмана – торцевой холловский ускоритель (ТХУ) и сеточный ионный источник.

Результаты и обсуждение

В качестве ионного источника целесообразно использовать торцевой холловский ускоритель. Потенциал зажигания разряда ТХУ составляет 35 – 60 В. Такие ионные источники позволяют формировать широкие пучки ионов любых газов. Они могут быть как цилиндрические, так и протяженные, что обеспечивает высокую равномерность покрытий по толщине. ТХУ имеет простую конструкцию, надежен в эксплуатации. Для функционирования таких устройств не нужно применения высоковольтного питания, что также упрощает их конструкцию и эксплуатацию. При увеличении анодного напряжения происходит значительный рост разрядного тока, вплоть до 10 А, что позволяет получить более высокие скорости осаждения. Скорость осаждения V_n существенно зависит от природы и состава ионного пучка, энергии ионов, плотности ионного тока, температуры подложки. На рис. 1, а приведена схема прямого осаждения: 1 – ионный источник; 2 – ионный пучок; 3 – подложка. Внешний вид ионного пучка, формируемого ТХУ, приведен на рис. 1, б.

Формирование фторуглеродных покрытий проводили на модернизированной установке вакуумного напыления ВУ-1А, оснащенной ионным источником на основе ТХУ. Рабочее давление было в диапазоне $(0,37 – 2,33) \times 10^{-1}$ Па. Напряжение анода было 60 – 150 В, ток разряда при этом составлял 0,5 – 4 А. Ток эмиттера электронов варьировался в пределах 13 – 15 А. Расстояние «ионный источник – подложкодержатель» составляло 125

мм. Покрyтия наносились на подложки из кремния. Температура подложки составляла 450 – 460 К. При нанесении на холодную подложку происходило отслоение покpытия.

Соотношение $\text{CH}_4:\text{C}_3\text{F}_8$ в рабочем газе составляло ~ 3:1. Напряжение на аноде ТХУ составляло 75 – 95 В. Увеличение тока разряда осуществлялось за счет варьирования анодного напряжения и тока эмиттера электронов. Установлено, что скорость нанесения V_n практически линейно росла с увеличением тока разряда, как показано на рис. 2, а. Это можно объяснить ростом количества ионов углерода и фтора, которые конденсировались на подложке, из-за увеличения степени ионизации атомов рабочего газа.

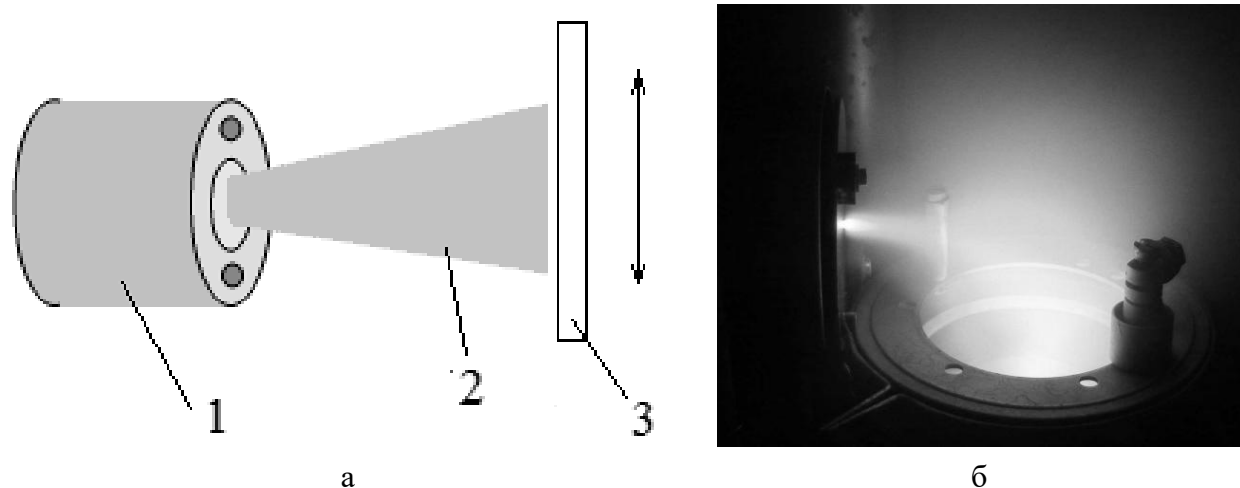


Рис. 1. Схема прямого осаждения (а), внешний вид ионного пучка, формируемого ТХУ (б)

Повышение напряжения с 80 до 150 В на аноде ТХУ привело к резкому росту V_n (рис. 2, а). Ток разряда при этом составлял 2 А. Это также может быть обусловлено увеличением количества ионов в пучке за счет повышения энергии электронов.

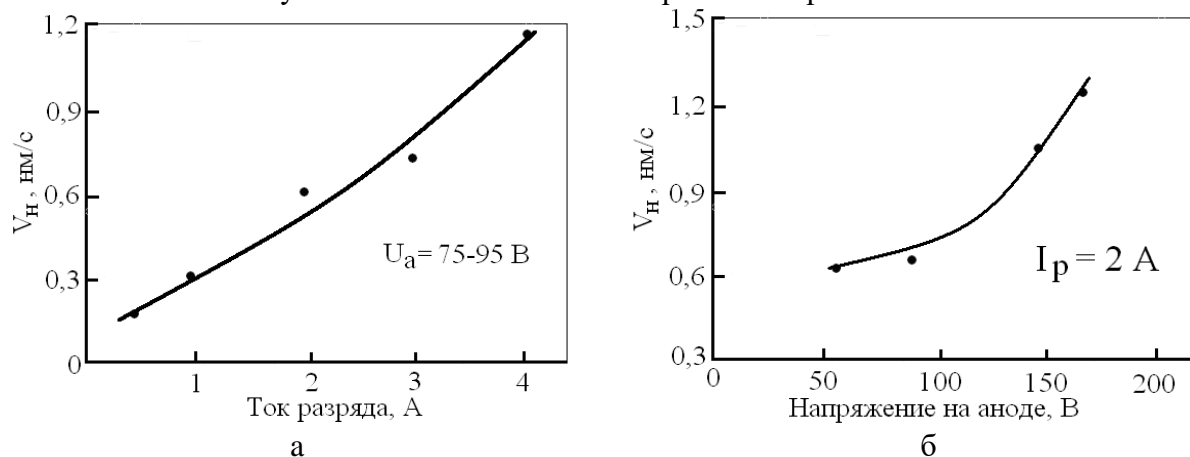


Рис 2. Зависимость скорости нанесения от тока разряда (а) и напряжения на аноде (б)

Таким образом, были достигнуты скорости синтеза покpытий более 1,3 нм/с, что превышает показатели ранее применяемых плазменных методов (0,16 – 0,9 нм/с).

Заклyчение

Полученные результаты свидетельствуют об эффективности применения ТХУ для формирования фторуглеродных покpытий. Скорость нанесения составила 0,2 – 1,3 нм/с и может контролируемо изменяться за счет варьирования тока разряда и анодного напряжения.

Литература

1. Лучников А.П. Микроструктура и электрофизические свойства фторполимерных пленок для МЭМС и наноэлектроники // Нано- и микросистемная техника. – 2007. – №12(89). – с. 34–40.
2. Lee J. Characterization of fluorocarbon thin films deposited by ICP and PP // Journal of Surface Analysis. – 2011. – v.17. – No.3. – p. 269 – 273.

3. Телеш Е.В., Касинский Н.К. Формирование оптических покрытий прямым осаждением из ионных пучков. *Контенант.* – 2014. – т.1.– №2. С. 27–30.

ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ОКСИДА МАГНИЯ СОДЕРЖАЩИХ НАНОЧАСТИЦЫ МЕТАЛЛОВ

Эльшербини С. М. Э. (аспирант)

Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого, Республика Беларусь

Научный руководитель – **Бойко Андрей Андреевич**
(*д.т.н., профессор ГГТУ им. П.О. Сухого, г. Гомель, Беларусь*)

Аннотация: Проведены исследования, направленные на изучение особенностей процесса получения композитов на основе оксида магния, а также их практического применения. В работе представлены данные о структуре и морфологии полученных композитов, которые могут быть использованы для фильтрации воды, загрязненной нефтепродуктами.

Ключевые слова: ксерогель; наночастиц; золь-гель; таблетки; оксид магния, оксид цинк.

Введение

В современных исследованиях актуальным направлением является поиск керамических материалов, обладающих способностью эффективно фильтровать воду, загрязненную нефтепродуктами. Одним из ключевых показателей, используемых для оценки фильтрационных свойств, является объем дисперсионной среды, который фильтруется за определенный промежуток времени при пропускании водного раствора с примесью нефти через керамический фильтр ограниченной поверхности. Для достижения этой цели исследователи стремятся разработать керамические материалы с оптимальной пористой структурой и поверхностью, способные эффективно задерживать и удалять нефтепродукты из воды. Они также уделяют внимание оптимизации геометрии и размеров фильтра, чтобы обеспечить максимальную площадь фильтрации при заданном ограниченном пространстве. Дополнительные исследования в области химического и физического взаимодействия между керамическим материалом и загрязненной водой позволяют более точно определить показатель фильтрации и оптимизировать процесс удаления нефтепродуктов из водных растворов.

Целью данного исследования было разработать технологические этапы процесса получения керамических композиционных матриц на основе оксида магния содержащих наночастицы оксидов металлов для с целью оценки их способности к сорбции нефтепродуктов [1].

Результаты и обсуждение

В рамках данного исследования были синтезированы таблетки с диаметром 12,5 мм и толщиной 5 мм (с варьированием толщины от 3 мм до 10 мм). Формирование золь на основе оксида магния осуществляли следующим образом: 1 моль оксида магния растворяли в 440 мл дистиллированной воды. Затем в полученный золь на основе оксида магния вводились добавки в виде водорастворимых солей заданной концентрации (в данном исследовании использовались нитрат цинк). Гелирование золь (как чистого, так и содержащего цинк) осуществляли в открытых пластиковых формах на воздухе. Сформировавшиеся гели подвергали сушке в вентилируемом термошкафу при температуре 80 °С. После этого гели подвергались термообработке на воздухе при 600°С. Таким образом, были синтезированы композиционные материалы MgO: ZnO в виде ксерогельных заготовок, которые в дальнейшем размалывались до состояния высокодисперсных микропорошков. Из полученных микропорошков, методом прессования, формировали образцы в виде таблеток. Изучение сорбционных свойств синтезированных материалов в отношении нефтепродуктов осуществляли по методике описанной в работах [1-3].