|  |
| --- |
| **Результаты 2018 г.** |
| В 2018 году разработаны методики синтеза пяти новых, ранее не описанных производных бензоциклобутена. На их основе созданы фото- и термоотверждаемые композиционные составы, исследованы их свойства и параметры полимеризации. На основе полученных данных разработаны способы формирования пленок заданной толщины. Исследована возможность сополимеризации производных парациклофана и бензоциклобутена для изготовления плёнок. Изготовлены экспериментальные образцы пленок, в том числе, на основе поли-п-ксилилена и хлор-замещенного поли-п-ксилилена, и изучены их диэлектрические, спектральные, механические, термические и химические свойства. Разработана технологическая документация на синтез наиболее перспективных соединений. Проведены дополнительные патентные исследования.  АО «ЦНИТИ «Техномаш», как индустриальный партнер проекта, в 2018 году завершило работы по изготовлению установки для получения бензоциклобутена и отработки на ней технологических режимов получения исходного бензоциклобутена. Разработана технологическая документация на синтез бензоциклобутена. Осуществлена наработка бензоциклобутена в количестве 100 гр.  Выполнены работы второго этапа ПНИЭР «Экспериментальные исследования поставленных перед ПНИЭР задач».  Основные характеристики полученных в целом и отдельных элементов созданного научного продукта. Оценка элементов новизны научных, технологических решений, применяемых методик и решений.  По разработанным методикам были синтезированы пять ранее не описанных производных бензоциклобутена, подтверждено их строение. На основе синтезированных производных были созданы фото- и термоотверждаемые композиционные составы, обладающие высокой адгезией к поверхности оксида кремния, арсенида галлия, кремния, фосфида индия, температурой отверждения должна быть не выше 150°С, и температурой удаления растворителей не выше  150 °С.  Создан экспериментальный образец установки для получения бензоциклобутена должен, соответствующий следующим требованиям: возможность регулирования температуры от 20 до 900 °С, возможность регулировки давления в системе от 0.01 до 760 мм рт.ст., сохранность и герметичность функционирующей системы в случае резких перепадов температур и давлений на отдельных его элементах, возможность регулирования скорости подачи реагент(ов)а в пиролитическую зону от 1 до 50 мл/час, материал рабочей ячейки – кварцевое стекло.  Пленки на основе разработанных составов на модельных подложках удовлетворяют требованиям Технического задания.  Все задачи этапа проекта выполнены в полном объеме. Достигнуты соответствующие требованиям Соглашения о субсидии значения программных индикаторов за отчетный период.  Полученные на данном этапе работ результаты полностью соответствуют или превосходят ожидаемые результаты, что позволяет с уверенностью говорить о перспективности продолжения работ по проекту. Полученные результаты позволят создать продукцию, аналогичную или превосходящую по характеристикам существующую продукцию, что подтверждает соответствие проводимых работ мировому уровню.  **Публикации по теме проекта в индексируемых изданиях:**  A.A. Nesmelov, L.N. Oveshnikov, S.A. Ozerin, S.A. Zav’yalov, Ya.V. Zubavichus, A.S. Orekhov, D.R. Streltsov, Yu.I. Kirukhin and S.N. Chvalun **«Effect of thermal annealing on structure and optical properties of poly(p-xylylene)-PbS thin films»** // The Journal of Physical Chemistry, принята в печать;  К.С. Левченко, К.А. Чудов, Д.Ю. Демин, Г.Е. Адамов, Н.О. Порошин, П.С. Шмелин, Е.П. Гребенников, С.Н. Чвалун, В.П. Зубов **«Синтез фото и термоотверждаемых мономеров и полимеров на основе бензоциклобутена»** // Известия Академии наук. Серия химическая, принята в печать;  K.S. Levchenko, K.A. Chudov, G.E. Adamov, N.O. Poroshin, P.S. Shmelin, E.P. Grebennikov and Yu. G. Parshikov **«Photocurable and Thermosetting Polymer Materials on the Basis of Benzocyclobutene and Its Derivatives for Electronics»** // ISSN 1070-3632, Russian Journal of General Chemistry, 2018, Vol. 88, No. 12, pp. ###–###. © Pleiades Publishing, Ltd., 2018;  K.S. Levchenko, K.A. Chudov, N.O. Poroshin, P.S. Shmelin **«New pyrolytic method of benzocyclobutene synthesis»** // International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET), Volume 9, Issue 13, (December 2018);  P.A. Chicheva, K.S. Levchenko, K.A. Chudov, P.S. Shmelin **«New method of benzocyclobutene synthesis for materials with low dielectric permeability for microelectronics»** // International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET), Volume 9, Issue 12, (December 2018).  **Охраноспособные результаты интеллектуальной деятельности (РИД), полученные в рамках прикладного научного исследования и экспериментальной разработки:**  Полезная модель заявка №2018144254 дата подачи: 13.12.2018 «Устройство для смешивания во встречных потоках», РФ, авторы: Зубов В.П., Порошин Н.О., Левченко К.С.  Полезная модель заявка №2018146364 дата подачи: 25.12.2018 «Оптоэлектронное устройство», РФ авторы: Зубов В.П., Порошин Н.О., Левченко К.С., Чудов К.А.  Назначение и область применения результатов проекта  Новые фото- и термоотверждаемые материалы на основе производных бензоциклобутена и циклофана, которые планируется создать в результате проекта, в электронике и микроэлектронике могут играть исключительно важную роль для создания:   * Изоляционных структур в кремниевых, арсенид-галлиевых и керамических устройствах, в том числе СВЧ диапазона; * Изоляции мезоструктур (вместо окиси кремния) с низкотемпературным (не более 300ºC-400º C) нанесением; * Изоляции лазерных структур в квантовых каскадных лазерах; * Изоляционных слоев в многофункциональных высокоплотных электронных модулях, созданных по технологии 3D-микросистем ; * Полимерных изоляторов для оптронов (в т.ч. с возможностью фотоотверждения), обеспечивающих высокие напряжения пробоя (не менее 3кВ при толщине 0.5 мм); * Изоляторов в устройствах микромоторов и микрогенераторов; * Многослойных волноводных структур, обеспечивающих сопряжение с оптоэлектронным интерфейсом для оптических входов-выходов «системы на кристалле»; * Покрытий высокочастотных печатных плат для телекоммуникаций; * Фоторезистов для плазмохимического и ионного травления при получении прецизионных элементов топологии микросхем и коммутационных плат.   **Эффекты от внедрения результатов проекта**  Заинтересованность во внедрении разрабатываемых материалов на основе бензоциклобутена выражают АО «Концерн Радиостроения «Вега», АО «ОПТРОН», АО «Государственный Завод «ПУЛЬСАР», ОАО РТИ имени академика А.Л. Минца, Корпорация «Российские Космические Системы» и др. организации.  Прогноз потребностей в разрабатываемых материалах составляет около 300 л/год. Разработанные материалы позволят перейти к производству новой продукции с характеристиками, значительно превосходящими существующие аналоги, улучшить технические характеристики и надежность уже выпускаемых изделий, что может повысить их экспортный потенциал, уменьшить зависимость российских производителей от поставок комплектующих иностранного производства. |