

Резюме проекта, выполненного

в рамках ФЦП

«Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы»

по этапу № 4/итоговый

Номер Соглашения о предоставлении субсидии: 14.616.21.0037

Тема: «Разработка новых оптических сенсоров: от хемосенсорных полупроводниковых гибридов до оптических устройств»

Приоритетное направление: Индустрия наносистем (ИН)

Критическая технология: Технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, предотвращения и ликвидации ее загрязнения

Период выполнения: 21.08.2015 - 31.12.2017

Плановое финансирование проекта: 14.515 млн. руб.

Бюджетные средства 5.97 млн. руб.,

Внебюджетные средства 8.545 млн. руб.

Получатель: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт элементоорганических соединений им. А.Н.Несмеянова Российской академии наук

Иностранный партнер: Университет Бордо

Иностранный партнер: Университет Зиген

Ключевые слова: Гибридные материалы, полупроводники, газовые сенсоры, селективность, чувствительность, олиготиофен, флуорофор, макроциклический рецептор, металлоорганические комплексы, оптоды, газовые детекторы

1. Цель проекта

В настоящем проекте предполагается разработка гибридных наноразмерных сенсорных элементов путем химической или физической модификации поверхности полупроводникового оксида металла органической или металлоорганической компонентой, способной к координации либо молекул газа, либо катионов металлов, небольших органических/биоорганических молекул, а также к поглощению света. Чувствительность и селективность сенсорного материала будет существенно повышена путем направленной химической/физической модификации его поверхности с использованием пришивки синтетических органических рецепторов, настроенных на молекулярное распознавание опасных газов. Облучение видимым светом будет использовано для сенсбилизации электронной проводимости при комнатной температуре, что будет способствовать снижению рабочей температуры газового детектора с 200 - 500 °С до комнатной температуры.

2. Основные результаты проекта

В рамках проекта были предложены направления модификации наночастиц полупроводниковых оксидов с целью получения гибридных материалов, демонстрирующих селективность к определенным видам аналитов.

Разработаны новые функциональные органические модификаторы на основе тетратиафульвалена, комплексов рутения, металлоорганических комплексов меди, производных нафталимидов, проведен комплекс физико-химических работ по структурному анализу полученных новых соединений, подобраны условия проведения модификации поверхности наноразмерных частиц оксида олова и цинка, изучены структура образующихся гибридных частиц, а также изучены характеристики органических соединений на поверхности оксида олова.

Обнаружена фотосенсибилизация сенсорных элементов на основе полупроводниковых оксидов олова и цинка, модифицированных тетратиафульваленом, при облучении УФ-светом, позволяющая проводить газовые анализы при комнатной температуре.

Обнаружено, что модификация поверхности сенсора красителями, содержащими фрагменты тиофенов и тетратиафульваленов, позволяет не только проводить анализы при комнатной температуре при облучении видимым светом, но и сохранять высокий уровень чувствительности сенсорного сигнала по отношению к молекулам газа NO₂.

Разработаны методики получения наночастиц оксида олова, поверхность которых модифицирована фотоактивными производными нафталимида. На основе нафталимидов получены полимерные композиты, содержащих флуоресцентные

сенсоры на катионы металлов. Разработаны новые гибридные частицы путем физической мобилизации оксида олова органометаллическими комплексами меди (II), которые при испытаниях в газовых детекторах продемонстрировали высокую селективность по отношению к сероводороду. Разработаны новые гибридные частицы путем физической мобилизации оксида олова органометаллическими комплексами меди (II), которые при испытаниях в газовых детекторах продемонстрировали высокую селективность по отношению к сероводороду.

Основными достижениями данного этапа являются :

- получены сенсорные элементы, которые при испытаниях в газовых детекторах продемонстрировали высокую селективность по отношению к газообразному сероводороду;
- получены модифицированные тетрагидрофураном сенсорные полупроводниковые элементы, обеспечивающие работу газового анализатора при комнатной температуре при световом облучении;
- получены полимерные сенсорные мембраны, демонстрирующие флуоресцентный отклик при связывании с определенным катионом металла.

3. Охраноспособные результаты интеллектуальной деятельности (РИД), полученные в рамках прикладного научного исследования и экспериментальной разработки

Оформлен и подан патент на оптические сенсоры на катионы металлов на основе производных нафталимидов.

4. Назначение и область применения результатов проекта

Разрабатываемые материалы имеют перспективы применения при

- создании селективных газовых сенсоров с низким энергопотреблением, обеспечивающих измерение электрического отклика при комнатной температуре в условиях светового облучения маломощным диодом;
- создании линейки сенсоров для анализа солей металлов для использования в оптоволоконных анализаторах;
- создании флуоресцентных сенсоров для детекции ДНК при проведении биохимических анализов.

5. Эффекты от внедрения результатов проекта

Методы получения химически модифицированных нанокристаллических полупроводниковых материалов для селективных газовых и катионных сенсоров и рекомендации по использованию результатов проведенных НИР могут быть использованы при постановке ОКР в организациях МЧС и ФМБА РФ.

6. Формы и объемы коммерциализации результатов проекта

К разработкам данного проекта проявили интерес для внедрения компания МедЭкоТест (фотометрический анализ солей металлов, Россия) и эксперт в газовом анализе компания Airmotec (Chromatotec group, France).

7. Наличие соисполнителей

Партнер 1 - Laboratoire Ondes et Matière d'Aquitaine, Bordeaux 1 University, UMR CNRS 5798, France; партнер 2 - Organic Chemistry II, University of Siegen, Germany Основной вид деятельности Партнер 1 - физические исследования; партнер 2 - органический синтез, биохимические исследования. Роль в проекте Партнер 1 - фотофизические исследования фотоактивных органических модификаторов, получение наночастиц; партнер 2 - разработка синтеза органических флуоресцентных модификаторов с высокой аффинностью к ДНК.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт элементоорганических соединений им. А.Н.Несмеянова
Российской академии наук

ВРИО директора ИНЭОС РАН

(должность)

(подпись)

Трифонов А. А.

(фамилия, имя, отчество)

Руководитель работ по проекту

заведующая лабораторией

(должность)

(подпись)

Федорова О.А.

(фамилия, имя, отчество)

М.П.