

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники

УДК 621.382.323

Рабецкий  
Дмитрий Александрович

**РАЗРАБОТКА ДЕТЕКТОРОВ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В  
СТРУКТУРАХ ПЕРОВСКИТ/КРЕМНИЙ**

**АВТОРЕФЕРАТ**

на соискание степени магистра технических наук  
по специальности 1-41 81 03 «Нанотехнологии и наноматериалы»

---

Научный руководитель  
доктор физико-математических  
наук, профессор Гапоненко Н.В.

---

Минск 2021

## КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ

Золь-гель технология получила свое развитие в конце XX века и в настоящее время является областью научных исследований, привлекающей быстрорастущие ряды исследователей. В настоящее время золь-гель технология активно развивается и исследуется для реализации ряда технических решений, связанных с формированием диэлектрических и полупроводниковых пленок и многослойных покрытий в области оптики, фотоники и микроэлектроники. Формирование пленок из пленкообразующих коллоидных растворов осуществляется посредством золь-гель перехода или гелеобразования. Золи представляют собой дисперсию коллоидных частиц размером от 1 до 100 нм в жидкости. Гелеобразование лишает систему текучести и придает ей свойства твердого тела: прочность, хрупкость и др. Гель представляет собой промежуточное состояние вещества между твердым и жидким, так называемое жидкообразное твердое состояние. При удалении жидкости из геля происходит его усадка и формируется твердотельный материал – ксерогель. При дальнейшей термообработке пористый ксерогель превращается в стекло, керамику или пористое твердое тело. Первоначальная структура геля значительно влияет на формирование его последующей структуры при сушке. Золь-гель метод позволяет получать достаточно однородные пленки ксерогелей, наносимые погружением (*dip-coating*) или центрифугированием (*spin-on films*). Опалесцирующие золи дают возможность формировать прозрачные гели и пленки с малым диффузным рассеянием.

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

### **Актуальность темы магистерской диссертации**

Актуальность работы обусловлена потребностью в приборных структурах низкой себестоимостью, которые позволяют детектировать ИК-излучение.

### **Цель и задачи магистерской диссертации**

Цель работы – исследовать возможности золь-гель метода для синтеза материалов для преобразования инфракрасного излучения в видимое и фоточувствительных структур для кремниевой микроэлектроники. Измерить фототок в исследуемых структурах. Привести примеры разработанных экземпляров.

### **Объект и предмет исследования**

Объект исследования: плёнки титаната бария и стронция, фоточувствительные структуры кремний/перовскит, формируемые золь-гель методом, с фотонной запрещенной зоной в видимом и ИК-диапазоне.

Предмет исследования: вольт-амперные характеристики гетероструктур на кремнии с плёнками неорганических перовскитов.

### **Связь работы с приоритетными направлениями научных исследований и запросами реального сектора экономики**

Работа проводилась в рамках обеспечения выполнения задач задания от НИЛ 4.5 «Нанопотоника» на 2020 гг.

### **Основные положения, выносимые на защиту**

Измерить фототок в исследуемых структурах. Исследовать возможности золь-гель метода для синтеза материалов для преобразования инфракрасного излучения в видимое и фоточувствительных структур для кремниевой микроэлектроники. Произвести измерение вольт-амперных характеристик в исследуемых структурах.

### **Личный вклад соискателя**

Личный вклад автора состоит в непосредственном участии в проведении расчетов, участии в обсуждении полученных результатов, подготовке публикаций по тематике диссертационной работы. Совместно с научным руководителем определены структура, цели и задачи исследования, обобщены основные научные результаты.

### **Структура и объем диссертации**

Диссертационная работа состоит из введения, общей характеристики работы, восьми глав, заключения и списка использованных источников, включающего 39 наименований. Общий объем диссертации составляет 53 страницы.

Библиотека БГУИР

## КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В **первой главе** рассматриваются физико-химические основы золь-гель синтеза. Во **второй главе** рассматривается синтез тонких пленок золь-гель методом. В **третьей главе** рассматриваются Характеристики перовскитов. В **четвёртой главе** рассматриваются виды детекторов ИК-излучения. В **пятой главе** рассматриваются способы применения пленок, полученных золь-гель методом. В **шестой главе** рассматриваются результаты измерения фототока в структуре титаната стронция. В **седьмой главе** рассматриваются результаты измерения фототока в структуре титаната бария. В **восьмой главе** рассматриваются разработанные структуры.

Библиотека БГУИР

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Генерация фототока порядка 140 мкА в гетероструктуре Si/BaTiO<sub>3</sub>/Ni представляет практический интерес для разработки приемников излучения и многокаскадных солнечных элементов на кремнии.

Полученные пористые наноструктурированные пленки титаната стронция и титаната бария могут быть использованы в качестве фоточувствительных структур микро- и оптоэлектроники. Уточненные значения ширины запрещенной зоны пленок ксерогелей титаната бария (4.52 эВ для температуры термообработки 450 °С и 4.48 эВ для температур обработки 600 и 700 °С) подтверждают возможность поглощения за счет межзонных переходов ультрафиолетового излучения с длиной волны 270 нм и ниже, что может обеспечить эффективную генерацию фототока в гетероструктурах титаната бария/ стронция за счет снижения эффекта термализации электронов в кремнии и повышения эффективности многокаскадных солнечных элементов с использованием пленок титаната бария и стронция на кремнии.