

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Базовая кафедра компьютерной
физики и метаматериалов
в Саратовском филиале
Института радиотехники и электроники
им. В.А.Котельникова РАН

**КИНЕТИКА ЗАХВАТА ФОТОИНДУЦИРОВАННЫХ НОСИТЕЛЕЙ
ЗАРЯДА В СТЕКЛООБРАЗНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКАХ**

**АВТОРЕФЕРАТ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ
БАКАЛАВРА**

Студента 4 курса 431 группы

по направлению 03.03.02 «Физика» физического факультета

Евсейко Семена Анатольевича

Научный руководитель

Профессор, д.ф.-м.н. _____ Е.А. Романова

Зав. кафедрой

Профессор, д.ф.-м.н. _____ В.М. Аникин

Саратов 2016

Введение

Изучение нелинейных оптических процессов, протекающих в веществе, предоставляет новые возможности для решения различных имеющихся в области физики задач, а также открывает перспективы для постановки новых. В частности, нелинейные оптические свойства, которые проявляются при фотовозбуждении вещества сверхкороткими лазерными импульсами большой интенсивности, находят свое применение при создании волноводов. Модификации оптических свойств материала, которые происходят при воздействии лазерными импульсами, носят другой характер, нежели изменения, происходящие при использовании метода фотолитографии.

В последнее время халькогенидные стёкла рассматриваются в качестве перспективного прозрачного материала для среднего инфракрасного диапазона длин волн (3 - 25 мкм). Халькогенидные стеклообразные полупроводники, отличаются рядом уникальных свойств: феноменальная радиационная стойкость, обратимое электрическое переключение и память, фотоиндуцированные структурные превращения, простота технологий. Нелинейные оптические свойства халькогенидных стекол еще мало изучены по следующим причинам. В настоящее время не имеется теории нелинейного оптического отклика аморфных полупроводников, имеющих специфические электронные свойства, недостаточно результатов измерений нелинейных оптических коэффициентов стекол.

Цель выпускной квалификационной работы состоит в том, чтобы охарактеризовать фотоиндуцированные процессы в халькогенидном стекле состава $As_{40}Se_{30}S_{30}$ по результатам измерений нелинейного оптического отклика методом «накачка-зондирование».

Задачи работы:

1. сравнительный анализ структурных и электронных свойств кристаллических и стеклообразных полупроводников,

2. исследование характера нелинейного оптического отклика в образце стекла состава $As_{40}Se_{30}S_{30}$ при различных энергиях импульса накачки и определение типа кинетики фотоиндуцированных носителей заряда,
3. оценка времени перехода фотоиндуцированных носителей заряда в связанные состояния в запрещенной зоне,
4. компьютерное моделирование кинетики фотоиндуцированных носителей заряда, оценка изменения показателя преломления в образце и сдвига фазы пробного импульса при установленной кинетике носителей заряда.

Основное содержание работы

В 1-й главе ВКР рассматриваются химические, электронные и оптические свойства халькогенидных стекол. Халькогенидные стекла, так же, как и другие аморфные полупроводники, характеризуются наличием «хвостов» локализованных электронных состояний в запрещенной зоне вследствие нарушения трансляционной инвариантности. Локализованные электронные состояния в запрещенной зоне приводят к появлению области экспоненциального спада в спектральной зависимости коэффициента однофотонного поглощения. Во 2-й главе приводится краткое описание нелинейных оптических свойств некристаллических диэлектриков. В главе 3 основное внимание уделено описанию кинетики фотоиндуцированных носителей заряда в диэлектриках, представлено детальное описание видов рекомбинации. В главе 4 приводится описание экситонов в полупроводниках. Глава 5 посвящена исследованию нелинейного оптического отклика в исследуемых стеклах методом «накачка-зондирование». Краткое описание метода и экспериментальной установки содержится в начале главы. Далее приводятся результаты измерений для образца стекла состава $As_{40}Se_{30}S_{30}$ при различной энергии импульса накачки и производится обработка результатов: устанавливается характер кинетики носителей заряда, определяется время их

рекомбинации. В конце главы приводится методика компьютерного моделирования кинетики носителей заряда. Исследуется кинетика при различном времени перехода электронов в экситонные состояния. Рассчитывается сдвиг фазы пробного импульса и изменение показателя преломления вблизи поверхности образца.

Основные выводы

Поскольку в полученных результатах не было обнаружено уменьшения плотности связанных состояний со временем, постоянный положительный сдвиг фазы означает, что в облученной области увеличился показатель преломления, причем, это изменение является постоянным. Это позволяет создавать в образце стекла оптические волноводы и более сложные структуры.

В компьютерной модели рассматривался случай падения на образец плоской волны, при котором наибольшие структурные изменения происходили вблизи передней поверхности образца, что соответствует условиям эксперимента, т.к. для фокусировки лазерного пучка использовалась длиннофокусная линза. При использовании остро сфокусированного пучка модификации можно делать в объеме образца.

Таким образом, использование созданной компьютерной модели позволяет эффективно исследовать характер фотоиндуцированных процессов в образцах халькогенидных стекол и управлять процессами лазерной записи волноводов.