**Кузьмин Евгений Викторович Разработка физической методики исследования сверхбыстрых электронных процессов при фемтосекундной лазерной модификации поверхности кремния для применения в устройствах квантовой электроники**

ОГЛАВЛЕНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

кандидат наук Кузьмин Евгений Викторович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

THESIS OVERVIEW

ВВЕДЕНИЕ

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Микро- и наноструктурирование поверхности кремния лазерными импульсами и свойства

ЛАЗЕРНО-ИНДУЦИРОВАННЫХ СТРУКТУР

1.2 Получение и применение сдвоенных фемтосекундных лазерных импульсов

1.2.1 Применение сдвоенных фемтосекундных импульсов для лазерной обработки

1.2.2 Метод сдвоенных фемтосекундных лазерных импульсов в исследовании лазерной модификации поверхности кремния

1.2.3 Возможность получения дополнительной информации о сверхбыстрых процессах методом сдвоенных фемтосекундных лазерных импульсов

1.3 Механизмы лазерной модификации поверхности кремния

1.3.1 Наносекундный диапазон т > Tei. Плазмонная (тепловая) модель

1.3.2 Фемтосекундный диапазон т < Tei. Плазмонная (плазменная) модель

1.4 ЛАЗЕРНАЯ МОДИФИКАЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ И ПОВЕРХНОСТНЫЙ ПЛАЗМОННЫЙ РЕЗОНАНС

1.4.1 Поверхностные электромагнитные волны, поверхностные поляритоны, поверхностные плазмон-поляритоны

1.4.2 Поверхностные плазмоны и поверхностный плазмонный резонанс

1.4.3 Условия и методы возбуждения поверхностных плазмонов

1.4.4 Возбуждение ПЭВ при лазерной модификации поверхности

1.4.5 Сенсор по конфигурации Кречманна

1.4.5.1 Сенсор поверхностного плазмонного резонанса

1.4.5.2 Сенсор резонанса волноводных мод

1.5 ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВОЛНЫ

1.6 Особенности моделирования динамических процессов взаимодействия фемтосекундных

ЛАЗЕРНЫХ ИМПУЛЬСОВ С КРЕМНИЕМ

1.7 Примеры статического моделирования лазерных процессов

1.7.1 Пример моделирования процесса лазерного окисления металлов

1.7.2 Пример статического моделирования динамичных многослойных оптических структур

ВЫВОДЫ

ГЛАВА 2. ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФЕМТОСЕКУНДНОГО ФОТОВОЗБУЖДЕНИЯ И НАГРЕВА КРЕМНИЯ

2.1 ДВУХФОТОННАЯ МОДЕЛЬ ФОТОВОЗБУЖДЕНИЯ И НАГРЕВА КРЕМНИЯ ПРИ МНОГОИМПУЛЬСНОМ ОБЛУЧЕНИИ ФЕМТОСЕКУНДНЫМИ ЛАЗЕРНЫМИ ИМПУЛЬСАМИ

2.2 ФОТОВОЗБУЖДЕНИЕ КРЕМНИЯ ОДНИМ СДВОЕННЫМ ФЕМТОСЕКУНДНЫМ ЛАЗЕРНЫМ ИМПУЛЬСОМ

2.3 Результаты численного моделирования

2.4 Модельное представление неоднородной оптической среды

Выводы

ГЛАВА 3. СЕНСОРНЫЕ УСТРОЙСТВА РЕГИСТРАЦИИ РЕЗОНАНСА ПОВЕРХНОСТНЫХ ПЛАЗМОНОВ И ВОЛНОВОДНЫХ МОД НА ОСНОВЕ ГЕОМЕТРИИ КРЕЧМАННА

ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ЗАДАЧАМ ФИЗИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

3. 1 Сенсорная установка по конфигурации Кречманна в параллельном лазерном пучке

3.2 Сенсорная установка по конфигурации Кречманна в сходящемся лазерном пучке

3.3 СРАВНЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК СЕНСОРНЫХ УСТАНОВОК

3.4. Теоретический расчет резонансной кривой

3.5 Модельные образцы и сенсорные измерения

3.5.1 Трехслойные модельные образцы, измерение ППР

3.5.2 Четырехслойные модельные образцы, измерение ППР

3.5.3 Четырехслойные модельные образцы с островковой структурой, измерение ППР

3.5.4 Четырехслойные модельные образцы. Измерение резонанса волноводных мод

ВЫВОДЫ

ГЛАВА 4. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ МЕТОД СДВОЕННОГО ИМПУЛЬСА В ИССЛЕДОВАНИИ ФЕМТОСЕКУНДНОЙ ЛАЗЕРНОЙ МОДИФИКАЦИИ ПОВЕРХНОСТИ КРЕМНИЯ

4.1 Экспериментальная лазерная установка

4.1.1 Распределение интенсивности излучения фемтосекундного лазера в области фокуса

4.2 Экспериментальные результаты облучения поверхности кремния одним сдвоенным

ФЕМТОСЕКУНДНЫМ ЛАЗЕРНЫМ ИМПУЛЬСОМ С ПЛОТНОСТЬЮ ЭНЕРГИИ ВБЛИЗИ ПОРОГА АБЛЯЦИИ

4.3 Экспериментальные результаты облучения поверхности кремния одним сдвоенным

ФЕМТОСЕКУНДНЫМ ЛАЗЕРНЫМ ИМПУЛЬСОМ С ПЛОТНОСТЬЮ ЭНЕРГИИ ЗНАЧИТЕЛЬНО ВЫШЕ ПОРОГА

АБЛЯЦИИ

ВЫВОДЫ

ГЛАВА 5. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ПРОЦЕССОВ ФЕМТОСЕКУНДНОЙ ЛАЗЕРНОЙ МОДИФИКАЦИИ ПОВЕРХНОСТИ КРЕМНИЯ НА ОСНОВЕ ПРЕДЛОЖЕННОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ МЕТОДИКИ

5.1 Модель формирования фемтосекундными лазерными импульсами двумерного

ПЕРИОДИЧЕСКОГО МИКРОРЕЛЬЕФА НА ПОВЕРХНОСТИ КРЕМНИЯ

5.2 Лазерная модификация поверхности кремния при воздействии одним сдвоенным

ФЕМТОСЕКУНДНЫМ ИМПУЛЬСОМ

ВЫВОДЫ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СПИСОК ЦИТИРУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

БЛАГОДАРНОСТИ

СТИСОК РИСУНКОВ

СПИСОК ТАБЛИЦ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1 (ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ)