

Министерство образования и науки Российской Федерации • Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)» Институт электроники и приборостроения Кафедра наноинженерии

#### Изготовление и исследование амплитудной цилиндрической дифракционной линзы

Выпускная квалификационная работа бакалавра

Выполнил: Кузнецов М.В., группа 5407 Руководитель работы: к.т.н. Козлова И.Н.

Самара 2015

## ДОЭ и область применения



λ – рабочая длина волны
 n – показатель преломления



ДОЭ в лазерной резке металлов



ДОЭ в объективах

# Цели и задачи ВКР

Цели: Расчет, изготовление с помощью фотолитографии и жидкостного травления и исследование амплитудной цилиндрической дифракционной линзы.

#### Задачи:

- Расчет амплитудной цилиндрической дифракционной линзы
- Изготовление амплитудной цилиндрической дифракционной линзы
- Исследование свойств линз методами численного и оптического эксперимента

#### Расчет ДОЭ



#### Линза №1.

- Длина: 3,2мм;
- Ширина: 3,2мм;
- Фокусное расстояние: 300мм;
- Длина волны: 633нм;
- Шаг дискретизации: 25мкм.



#### Линза №2.

- Длина: 3,2мм;
- Ширина: 3,2мм;
- Фокусное расстояние: 200мм;
- Длина волны: 633нм;
- Шаг дискретизации: 25мкм.



Линза №3.

- Длина: 3,2мм;
- Ширина: 3,2мм;
- Фокусное расстояние: 50мм;
- Длина волны: 633нм;
- Шаг дискретизации: 25мкм.

Компьютерная оптика, выпуск 14-15 ч.2,1995 год.

## Моделирование распределения интенсивности в фокальной





Распределение интенсивности в фокальной плоскости Линзы с фокусным расстоянием 300мм Распределение интенсивности в фокальной плоскости Линзы с фокусным расстоянием 200мм

Распределение интенсивности в фокальной плоскости Линзы с фокусным расстоянием 50мм

Компьютерная оптика, выпуск 14-15 ч.2,1995 год.

### Этапы изготовления амплитудной цилиндрической дифракционной линзы

Этапы изготовления ДОЭ
•Очистка подложки от загрязнений
•Напыление защитной маски
•Формирование резистивной маски методом литографии

• Жидкостное травление металлического слоя

## Нанесение защитной маски





Процесс напыления алюминия

Слайд

Установка магнетронного распыления ЭТНА100-МТ В НОЦ НТ СГАУ( НТ-МДТ, г. Зеленоград)

#### Фотолитография



Основные этапы фотолитографии



Центрифуга Laurell WS-400B-6NPP-LITE SPINNER



Сушка фоторезиста на плитке SD160 Stuart



Фотошаблоны цилиндрических дифракционных линз

# Жидкостное травление металлического слоя

- Погружение подложки в раствор NaOH и H<sub>2</sub>O смешанный в пропорции 1/3.
- Промывка подложки в проточной деионизированной водой, для исключения подтравливания.
- Погружение в раствор ацетона для удаления непроявленного фоторезиста
- Промывка деионизированной водой методом вытеснения
- Сушка потоком очищенного воздуха.

Слайд

9



Изготовленные цилиндрические дифракционные линзы

### Результаты исследования фотошаблона методом оптической микроскопии



Поверхность шаблона линзы с фокусным расстоянием 300мм Поверхность шаблона линзы с фокусным расстоянием 200мм Поверхность шаблона линзы с фокусным расстоянием 50мм

### Результаты исследования амплитудной цилиндрической дифракционной линзы



Поверхность амплитудной цилиндрической дифракционной линзы с фокусным расстоянием 50мм

Поверхность амплитудной цилиндрической дифракционной линзы с фокусным расстоянием 200мм

Поверхность амплитудной цилиндрической дифракционной линзы с фокусным расстоянием 300мм

#### Экспериментальный стенд



Параметры экспериментального стенда:

- •длина волны 633 нм,
- •диаметр освещающего пучка 3-15мм,
- фокусное расстояние линзы (перед видеокамерой) от 40мм до 400мм
  размер ПЗС-матрицы видеокамеры 4,8×6,4 мм.

- а видеокамера,
- б держатель образца,
- в ирисовая диафрагма,
- г нейтральный фильтр,
- д расширитель пучка,
- е красный лазер (λ=633нм).

# Результаты эксперимента линзы с фокусным расстоянием зоомм



- а f=150мм,
- б f=175мм,
- в f=200мм,
- г f=225мм,
- д f=250мм,
- е f=275мм,
- ж f=300мм,
- з f=325мм

# Результаты эксперимента линзы с фокусным расстоянием 200мм

a		B	T	д
e	ж	3	И	K

- а f=50мм,
- б f=75мм,
- в f=100мм,
- г f=125мм,
- д f=150мм,
- е f=175мм,
- ж f=200мм,
- з f=225мм,

# Результаты эксперимента линзы с фокусным расстоянием 50мм



- а f=40мм,
- б f=50мм,
- в f=75мм,
- г f=100мм,
- д f=125мм.

#### Заключение

В ходе работы были изготовлены и исследованы три амплитудные цилиндрические дифракционные линзы с разными значениями фокусных расстояний с шагом дискретизации 25мкм.

- I.В программном обеспечении "QUICK-DOE" были рассчитаны и смоделированны распределения интенсивности трех амплитудных цилиндрических дифракционных линз с фокусными расстояниями f=50, 200, 300мм.
- 2.Были изготовлены три амплитудные цилиндрические дифракционные линзы, с использованием технологий фотолитографии и жидкостного травления.
- 3.Проведены исследования изготовленных амплитудных цилиндрических дифракционных линз методом численного и оптического эксперимента. Можно отметить хорошее согласование численных и оптических экспериментов линзы с фокусным расстоянием f=300мм и линзы с фокусным расстоянием f=200мм и некорректную работу линзы с фокусным расстоянием f=50мм.

Экспериментальное исследование линзы с фокусным расстоянием f=50мм выявило, что шаг дискретизации в 25 мкм, выбранный для изготовления этой амплитудной цилиндрической дифракционной линзы, недостаточен для реализации линз с фокусным расстоянием в 50мм.

Слайд

16

# Благодарю за внимание!