

Система записи и контроля микрорельефа низкочастотных многоуровневых рельефно-фазовых элементов

Р.В. Шиманский¹, В.П. Корольков¹, Д.А. Белоусов¹, В.Н. Хомутов¹, В.К. Шиманский¹

¹Институт автоматизации и электрометрии Сибирского отделения РАН, проспект Академика Коптюга, 1, Новосибирск, Россия, 630090

Аннотация

В данной работе изложены результаты разработки экспериментальной установки, реализующей функции прямой лазерной записи структуры низкочастотных многоуровневых рельефно-фазовых элементов, а также промежуточного и финишного контроля их микрорельефа. Установка ориентирована на задачи синтеза рельефно-фазовых оптических элементов с низкими пространственными частотами.

Ключевые слова

Дифракционный оптический элемент, конформальный корректор, прямая лазерная запись на фоторезисте, контроль микрорельефа

1. Введение

Изготовление низкочастотных многоуровневых конформальных [1] и дифракционных элементов с использованием прямой лазерной записи на фоторезисте в настоящее время является перспективным и востребованным направлением. Данные оптические элементы используются как в научных, так и в производственных целях. В лаборатории дифракционной оптики ИАиЭ СО РАН имеется большой опыт разработки оборудования и методов изготовления таких элементов [2], а также методов контроля процесса их изготовления [3]. Процесс изготовления состоит из нескольких этапов, каждый из которых на данный момент производится на отдельном специализированном оборудовании, что не всегда удобно и эффективно. Для задачи синтеза рельефно-фазовых оптических элементов с низкими пространственными частотами, используемых для коррекции волнового фронта и распределения интенсивности мощного лазерного излучения нами была разработана экспериментальная оптическая установка, объединяющая в себе функции записи структуры низкочастотных многоуровневых элементов и контроля их микрорельефа на каждом этапе изготовления. Система контроля микрорельефа позволяет производить измерения как рельефа в фоторезисте, так и на поверхности кварцевой подложки после реактивного ионного травления.

2. Экспериментальная установка для записи и контроля низкочастотных многоуровневых конформальных и дифракционных оптических элементов

Разработанная экспериментальная установка позволяет: выполнять запись на фоторезисте многоуровневых структур с пространственными частотами рельефа не более 10 лин/мм, производить измерение профиля микрорельефа в фоторезисте после жидкостного проявления записанной структуры, осуществлять бесконтактное измерение формы микрорельефа на поверхности кварцевой подложки после реактивного ионного травления. На рисунке 1 представлен общий вид экспериментальной установки. В состав данной системы входят:

- Прецизионный двухкоординатный столик с контроллером управления для обеспечения позиционирования заготовки в декартовой системе координат;

- USB микроскоп для визуального контроля сформированной топологии;
- Оптический канал записи, фокусирующий излучение полупроводникового лазера с длиной волны 405 нм в пятно диаметром 40 мкм. Выходная мощность управляется контроллером на базе процессора Xilinx Zynq SoC во время записи многоуровневой структуры по расчетной фазовой карте в соответствии с текущим положением двухкоординатного позиционера;
- Волоконный спектрометр AvaSpec (спектральный диапазон 150-1100 нм.) с источником света AvaLight. Сфокусированное световое пятно составляет 50 мкм, что позволяет определять по модуляции спектра отражения локальную толщину фоторезиста после проявления;
- Конфокальный датчик CHR150 (STIL SA) для бесконтактного измерения профиля микроструктуры на поверхности кварцевой подложки после реактивного ионного травления;
- Программное обеспечение для управления блоками установки в процессе записи элементов и измерением микропрофилей, основанное на разработках программно-аппаратного комплекса для нанолитографических систем, созданных по проекту РНФ № 17-19-01721-П.



Рисунок 1. Общий вид разработанной экспериментальной установки

Разработана экспериментальная установка, реализующая функции прямой лазерной записи структуры низкочастотных многоуровневых рельефно-фазовых элементов, промежуточного и финишного контроля их микрорельефа. Установка ориентирована на задачи синтеза рельефно-фазовых оптических элементов с низкими пространственными частотами, используемых для коррекции волнового фронта и распределения интенсивности мощного лазерного излучения.

3. Литература

- [1] Корольков, В.П. Конформальные оптические элементы для коррекции искажений волнового фронта в активных элементах YAG: Nd³⁺ / В.П. Корольков, Р.К. Насыров, А.Г. Полещук, Ю.Д. Арапов, А.Ф. Иванов // Квантовая электроника. – 2013. – Т. 43, № 2. – С. 117-121.
- [2] Poleshchuk, A.G. Laser writing systems and technologies for fabrication of binary and continuous relief diffractive optical elements / A.G. Poleshchuk, V.P. Korolkov // Proc. SPIE – International Conference on Lasers, Applications, and Technologies. – 2007. – Vol. 6732. – P. 67320X.
- [3] Полещук, А.Г. Методы оперативного контроля характеристик дифракционных и конформальных оптических элементов в процессе изготовления / А.Г. Полещук, В.П. Корольков, Р.К. Насыров, В.Н. Хомутов, А.С. Конченко / Компьютерная оптика. – 2016. – Т. 40, № 6. – С. 818-829. DOI: 10.18287/2412-6179-2016-40-6-818-829.