

Методика изготовления волоконных брэгговских решеток с введением пошагового изменения периода интерференционной картины

Мамулевич Н.В. (ИТМО) Коробкова У.Р. (ИТМО)

Научный руководитель – кандидат технических наук, Дмитриев А.А. (ИТМО)

Введение. Волоконные брэгговские решётки (ВБР), с изменяющимся по длине периодом называются chirпированными волоконными брэгговскими решётками (ЧВБР). Они находят широкое применение в датчиках для измерения температуры, деформации, а также других физических величин [2]. Однако традиционные методики изготовления таких решёток с использованием фазовых масок с изменяющимся по длине периодом [3] ограничены возможностью создания решёток только с фиксированным значением chirпа, определяемым характеристиками самой маски, что не позволяет гибко варьировать их параметры исходя из конкретной задачи. Помимо применений в области сенсорики, ЧВБР используются в системах компенсации дисперсии в телекоммуникационных линиях связи, в качестве спектральных фильтров, таких как узкополосные перестраиваемые оптические фильтры, и отражающих компонентов резонаторов волоконных лазеров. Таким образом, разработка методики изготовления ЧВБР с пошаговым chirпингом на базе интерферометра Тальбота является актуальной задачей, позволяющей преодолеть указанные ограничения и повысить гибкость настройки спектральных характеристик решёток для ряда приложений.

Основная часть. В работе была произведена модификация схемы записи ВБР на основе интерферометра Тальбота [1]. Основное усовершенствование заключалось в замене неподвижной апертурной диафрагмы на диафрагму, установленную на микрометрическую подвижку. Это позволило реализовать пошаговое изменение периода интерференционной картины за счет комбинации двух процессов: перемещения диафрагмы и изменения угла наклона зеркал интерферометра. Процедура записи решёток осуществлялась следующим образом. Сначала производилась запись первого сегмента дифракционной структуры. Затем диафрагма перемещалась на заданный шаг и одновременно с этим изменялся угол наклона нижнего зеркала интерферометра. Это приводило к модификации интерференционной картины и, как следствие, к изменению периода ЧВБР. Данный процесс повторялся для каждого последующего шага, что позволяло формировать решетку с настраиваемым переменным периодом. В рамках эксперимента были исследованы различные параметры, влияющие на процесс записи. В частности, варьировались следующие характеристики:

1. Размер апертурной диафрагмы.
2. Шаг перемещения диафрагмы.
3. Угол наклона нижнего зеркала, определяющий величину изменения периода решетки.
4. Время экспозиции каждого шага.

Такая модификация схемы обеспечивает гибкость в управлении параметрами записи ЧВБР и позволяет создавать дифракционные структуры с заданными характеристиками chirпа.

Выводы. В результате проведенного исследования была успешно разработана и экспериментально подтверждена работоспособность новой методики изготовления chirпированных волоконных брэгговских решеток с пошаговым изменением периода интерференционной картины на базе интерферометра Тальбота, что позволило преодолеть ограничения традиционных методов записи с фиксированным chirпом и создать гибкую систему управления спектральными характеристиками решеток. При применении такой методики удалось добиться chirпирования структуры до ширины на уровне 3 дБ в её спектре отражения не менее 1,68 нм при физической длине решётки 5 мм. Полученные результаты

создают основу для дальнейшего развития данного метода с использованием чирпированных фазовых масок в интерферометрической схеме.

Список использованных источников:

1. А.И. Грибаев, С.В. Варжель, А.В. Куликов, Интерферометрические методы записи волоконных решеток Брэгга // Университет ИТМО, 2018. – 43 с.
2. Tosi D. Review of Chirped Fiber Bragg Grating (CFBG) Fiber-Optic Sensors and Their Applications // Sensors (Basel). 2018 Jul 4;18(7):2147. doi: 10.3390/s18072147. PMID: 29973516; PMCID: PMC6068677.
3. Kashyap, R., P.F. McKee, R.J. Campbell, and D.L. Williams. 1994. Novel method of producing all fibre photoinduced chirped gratings // Electronics Letters 30: 996–998. doi:10.1049/el:19940669.