

УДК 681.786.3, 535.312.3, 004.94

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ЭНКОДЕРА ОТКРЫТОГО ТИПА НА ЭФФЕКТЕ ТАЛЬБОТА

Виссарионова Е.С., Кузнецов В.Н. (федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»)

Научные руководители к.т.н Мухтубаев А.Б., к.т.н Васильев А.С. (федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»)

Исследование направлено на выявление оптимальных параметров оптической схемы на основе компьютерной модели оптической схемы энкодера линейного перемещения в рамках выполнения проекта № 324000 "Разработка оптических преобразователей линейных и угловых перемещений нанометрового, субмикронного и микронного разрешения и технологии их производства". Моделируемая оптическая схема энкодера осуществляет преобразование излучения, отраженного от кодирующей структуры. Для увеличения точности детектирования перемещения кодирующей структуры относительно считывающего устройства используется анализирующая структура, обеспечивающая совместно с периодической кодирующей структурой эффект Тальбота.

Введение. На сегодняшний день параметры оптических датчиков линейного перемещения зарубежной компании Renishaw типа VIONiC и QUANTiC превосходят остальные мировые аналоги в части погрешности определения величины смещения и положения и максимальной скорости перемещения. Анализирующая структура у таких датчиков располагается непосредственно на микросхеме, что сложно реализовать технологически. Увеличить технологичность конструкции энкодера возможно с помощью использования в конструкции отдельнорасположенной анализирующей структуры. Целью работы является моделирование оптической системы разрабатываемого высокоточного энкодера на эффекте Тальбота с использованием анализирующей структуры.

Основная часть. В рамках моделирования оптической схемы энкодера исследуется интерференционная картина, образованная анализирующей и кодирующей структурами. Расчет модели проводится с использованием программного обеспечения COMSOL Multiphysics с использованием модуля Wave Optics. В модели задавался профиль кодирующей структуры в виде металлической ленты с периодической штриховой структурой в 2D измерении. Ширина штриха кодирующей структуры составляет 10 мкм, период структуры - 20 мкм. На кодирующей структуре присутствуют реперные метки шириной 200 мкм через каждые 600 мкм. Длина волны источника излучения составляет 880 нм. Свет, проходя через оптическую схему, частично отражается или поглощается кодирующей структурой. Сформированное изображение кодирующей структуры, проходя через анализирующую структуру, формирует интерференционную картину, которая регистрируется матрицей светочувствительных элементов. Согласно теории эффекта Тальбота, итоговое изображение может оставаться стабильным только при соблюдении определенного расстояния между кодирующей структурой и фотодетектором. В расчетах также требуется учесть необходимость технологического зазора, позволяющего осуществить монтаж энкодера в целевое оборудование, а также контроль измерений.

С помощью перебора параметров модели (угол падения на кодирующую структуру, порядок расстояния Тальбота), рассмотрена зависимость параметров от итогового изображения интерференционной картины на фотоприемнике.

Выводы. В рамках работы была создана компьютерная модель оптической схемы энкодера открытого типа на основе эффекта Тальбота. По результатам компьютерного моделирования для разрабатываемого энкодера рассчитаны параметры оптической системы. Оптимальное расстояние от кодирующей структуры до фотоприемника составляет 1,5 расстояния Тальбота. Расстояние является оптимальным при монтаже энкодера и интенсивности интерференционной картины.

В дальнейшем предполагается использовать реализованную компьютерную модель для проектирования относительного оптического энкодера открытого типа. Выполненное исследование позволяет провести оценку применимости эффекта Тальбота при заданных технических требованиях.

Автор: _____ Виссарионова Е.С.

Научный руководитель: _____ Мухтубаев А.Б.