

ОСОБЕННОСТИ ЗАПИСИ ДИНАМИЧЕСКИХ РЕШЕТОК В ФОТОРЕФРАКТИВНЫХ МОНОКРИСТАЛЛАХ СИЛИКАТА И ТИТАНАТА ВИСМУТА В ИМПУЛЬСНОМ И НЕПРЕРЫВНОМ РЕЖИМАХ

И.Н. Агишев, Т.А. Корниенко, Ю.И. Миксюк, К.А. Саечников,
А.Л. Толстик

Белорусский государственный университет, Минск
E-mail: agishev@bsu.by

Периодические микро- и наноструктуры в настоящее время нашли широкое распространение при создании оптических элементов для спектральных приборов высокого разрешения, интерферометров, элементов интегральной и волоконной оптики, волоконных лазеров и лазеров с распределенной обратной связью. Такого рода оптические элементы обладают оптическими свойствами, позволяющими формировать световые поля с заданными фазовыми и поляризационными характеристиками. Среди возможных сред для записи дифракционных структур интерес представляют фоторефрактивные кристаллы, позволяющие работать как с непрерывным излучением на уровне микроватт, так и с нано- и пикосекундными импульсами. Параллельно с исследованием стационарных режимов взаимодействия большое внимание уделяется изучению динамики формирования фоторефрактивных решеток.

В настоящей работе представлены результаты исследования процессов записи и релаксации динамических решеток в монокристаллах силиката и титаната висмута в импульсном и непрерывном режимах.

Для регистрации динамики формирования дифракционной решетки была собрана экспериментальная установка, в которой в качестве источника лазерного излучения использовалась вторая гармоника лазеров на иттрий-алюминиевом гранате, работающих в импульсном (длительность импульса 20 нс) и непрерывном (средняя мощность 20 мВт) режимах генерации. Система зеркал с диэлектрическим напылением формировала близкие по интенсивности сигнальные и опорные волны, которые записывали решетку в выбранном фоторефрактивном кристалле (силикат или титанат висмута).

Считывание дифракционной решетки проводилось непрерывным излучением гелий-неонового лазера (длина волны генерации 632,8 нм), которое направлялось на кристалл под углом Брегга. Система регистрации на основе кремниевого *p-i-n*-фотодиода и цифрового осциллографа позволяла отслеживать изменения интенсивности дифрагированного пучка и, следовательно, процессы релаксации динамической решетки.

Анализ полученных экспериментальных результатов показал, что запись динамических решеток в фоторефрактивных кристаллах реализуется по двум механизмам. В первом случае, который наиболее четко проявляется при записи фоторефрактивных решеток мощными наносекундными импульсами, имеет место фотоиндуцированное изменение коэффициента поглощения, связанное с заселением короткоживущих ловушек в запрещенной зоне кристалла. Дифрагированный пучок имеет максимальную интенсивность сразу после прекращения записи голограммы. Затем интенсивность дифрагированного пучка спадает до нуля. Показано, что динамика процесса релаксации фоторефрактивной решетки хорошо описывается двухэкспоненциальной функцией, при этом времена жизни динамической решетки составили порядка единиц и десятков миллисекунд. Такие результаты находятся в хорошем согласовании с экспериментальными данными по динамике фотоиндуцированного поглощения, что позволяет сделать вывод о локальном механизме записи дифракционных решеток за счет изменения коэффициента поглощения и показателя преломления вследствие увеличения числа носителей заряда в зоне проводимости и дальнейшей их релаксации по дефектным центрам. Этот вывод подтверждает и сравнение зависимостей, полученных для допированных и недопированных кристаллов. Установлено, что допирование кристалла и связанное с этим увеличение числа дефектных центров, существенно (на порядок) увеличивает эффективность дифракции. На амплитуду дифрагированного сигнала также влияет и предыстория засветки, определяющая начальное заселение ловушечных уровней.

Второй механизм записи динамических решеток в фоторефрактивных монокристаллах силиката и титаната висмута являлся классическим и основывался на появлении поля пространственного заряда при диффузионном распределении носителей заряда под действием света. Пространственно модулированное электрическое поле приводило к модуляции показателя преломления за счет проявления электрооптической нелинейности (эффект Поккельса). Такой механизм записи фоторефрактивных решеток осуществлялся при использовании как непрерывного лазерного излучения, так и маломощных световых импульсов с частотой повторения 10 Гц. Динамические решетки в данном случае оказываются долгоживущими с временами релаксации на уровне 100 – 1000 с, а эффективность дифракции существенно зависит от ориентации кристалла и поляризации записывающих дифракционную решетку волн.