

УДК 535.015

Т. А. Корниенко¹, И.Н. Агишев¹, Ю. И. Миксюк², К. А. Саечников², А. Л. Толстик¹

ИМПУЛЬСНАЯ ГОЛОГРАФИЧЕСКАЯ ЗАПИСЬ КОРОТКО- И ДОЛГОЖИВУЩИХ ДИНАМИЧЕСКИХ РЕШЕТОК В КРИСТАЛЛАХ СИЛИКАТА И ТИТАНАТА ВИСМУТА

¹ *Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4, 220030 Минск,
Беларусь*

tolstikal@gmail.com

² *Белорусский государственный педагогический университет, ул. Советская, 18, 220050
Минск, Беларусь*

ska-bspu@tut.by

Как известно, фоторефрактивным эффектом обладают многие электрооптические кристаллы. Так например, к ним относятся такие кристаллы как LiNbO_3 , BaTiO_3 , KNbO_3 и $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$. Для изучения фоторефрактивных эффектов при импульсной голографической записи наиболее часто используют следующие кристаллы: $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$ (BSO) или KNbO_3 . В экспериментах по изучению четырехволнового взаимодействия из двух возможных типов голографических решеток (отражательная и пропускающая) как правило применяется пропускающая решетка.

Данная работа посвящена экспериментальному исследованию свойств динамических голограмм в фоторефрактивных кристаллах семейства силленитов в условиях импульсной записи.

Анализ литературных данных показал, что период создаваемой голографической решетки в аналогичных экспериментах для различных типов кристаллов находится в пределах от 0.4 мкм до 93 мкм. При этом в случае использования в экспериментальной установке кристаллов BSO период решетки составляет величину от 5 мкм до 93 мкм. Если при проведении эксперимента применяются кристаллы KNbO_3 , то период решетки лежит в пределах от 0.4 мкм до 11 мкм. При этом, получаемая дифракционная эффективность зависит от кристалла и условий импульсной голографической записи и лежит в диапазоне от 10^{-4} до 10 %. В том случае когда используются кристаллы BSO достигают дифракционную эффективность 0.001 – 10 %. В то же время применение кристаллов KNbO_3 позволяет получать дифракционную эффективность в диапазоне от 10^{-4} до 1 %.

Проанализировано и время релаксации дифрагированной волны. Так для разных кристаллов выходной сигнал имеет время релаксации, находящееся в диапазоне от 5 нс до 60 мкс. При этом в случае применения в экспериментах кристаллов KNbO_3 время релаксации имеет значение в пределах от 5 до 10 наносекунд. Тогда как для кристаллов силиката висмута величина времени релаксации равна 60 микросекундам.

Для регистрации динамики формирования и релаксации пропускающей дифракционной решетки была собрана экспериментальная установка в которой в качестве источника лазерного излучения использовалась вторая гармоника лазера на иттрий-алюминиевом гранате, работающего в режиме генерации одиночных импульсов (длительность импульса 20 нс, длина волны генерации 532 нм). Система зеркал с диэлектрическим напылением формировала близкие по интенсивности сигнальные и опорные волны, которые записывали решетку в выбранном фоторефрактивном кристалле.

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 р-і-п-фотодиода и цифрового осциллографа позволяла отслеживать изменения интенсивности дифрагированного пучка и, следовательно, процессы релаксации динамической решетки в кристалле.

В работе проводилась запись и сравнение динамик процессов записи и релаксации дифракционных решеток от их периода в фоторефрактивном кристалле $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}$, допированного CdO . При этом выявлено, что эффективность записанной решетки оказывалась максимальной при периоде 5 мкм, что нашло хорошее согласование с теорией. Так же установлено, что сильное влияние на эффективность решетки оказывает время между последовательными записями и предыстория засветки кристалла.

Эксперимент показал, что максимальной эффективностью при фиксированном периоде обладают те решетки, которые были записаны в кристалле не ранее, чем через 15-20 минут после предыдущих. При последовательных записях решеток друг за другом со временем между записями менее 5 минут каждая последующая решетка обладает меньшей эффективностью. Динамики стирания динамических голограмм хорошо описываются двухэкспоненциальной функцией вида:

$$U = U_1 e^{-(t-t_0)/\tau_1} + U_2 e^{-(t-t_0)/\tau_2}$$

и не зависят от их периодов.

Таким образом, на примере допированного кристалла титаната висмута установлено влияние на дифракционную эффективность голограммы предыстории засветки кристалла и показано, что времена формирования решетки и ее релаксации практически не зависят от периода решетки, при этом динамика стирания хорошо описывается двухэкспоненциальной функцией с характерными временами порядка 10 и 100 мс.