

УДК 535.343, 535.42

И. Г. Даденков¹, А. Л. Толстик¹, И. П. Урбанович¹, Ю. И. Миксюк², К. А. Саечников²

СПЕКТРАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОТОИНДУЦИРОВАННОГО ПОГЛОЩЕНИЯ И ЗАПИСИ ДИНАМИЧЕСКИХ РЕШЕТОК В КРИСТАЛЛАХ СИЛИКАТА ВИСМУТА

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

dadenkov.ivan@gmail.com; tolstik@bsu.by

² *Белорусский государственный педагогический университет, ул. Советская, 18, 220030 Минск, Беларусь*

Фотоиндуцированные эффекты в фоторефрактивных кристаллах семейства силленитов (силикат, титанат и германиат висмута) вызывают интерес вследствие их высокой чувствительности к излучению видимой области спектра. Достигнутый в последние два десятилетия прогресс в разработке интерференционных и голографических систем на основе фоторефрактивных кристаллов указывает на перспективность их использования в устройствах оптической памяти, системах оптической обработки световых полей в реальном времени, системах хранения и передачи информации, при создании управляемых элементов адаптивной и волноводной оптики, а также в голографической интерферометрии, включая измерения амплитуд колебаний в субнанометровом диапазоне [1, 2].

Одной из характерных особенностей фоторефрактивных кристаллов является существование многочисленных примесных и дефектных центров, имеющих различную природу возникновения и активно участвующих в процессах перераспределения носителей заряда. Исследуемый в данной работе кристалл силиката висмута относится к семейству силленитов и является широкозонным полупроводником с многочисленными донорными и акцепторными энергетическими уровнями в запрещенной зоне. При освещении кристаллов семейства силленитов в них происходит перераспределение носителей заряда по долгоживущим (секунды, часы) и короткоживущим ловушечным уровням (микро – и миллисекунды), характеристики и механизм проявления которых определяются интенсивностью и длиной волны падающего излучения [3].

Для исследования зависимости амплитудных и временных характеристик динамических голограмм и фотоиндуцированного поглощения в кристалле силиката висмута в качестве источника лазерного излучения использовался параметрический генератор, возбуждаемый третьей гармоникой Nd:YAG лазера. Параметрический генератор позволил плавно изменять длину волны генерации в диапазоне от 400 нм до 2 мкм. Зондирование записанной голографической решетки проводилось излучением гелий-неонового лазера на длине волны 632,8 нм. Была разработана оригинальная схема записи и восстановления голограмм, основанная на использовании дифракционной решетки с известным периодом и телескопической системы, фокусирующей первые порядки дифракции на исследуемый кристалл. Отличительной особенностью данной схемы является то, что при изменении длины волны менялся и угол между первыми порядками дифракции, что приводило к сохранению периода формируемой

голографической решетки в исследуемом кристалле независимо от длины волны падающего излучения. Регистрация кинетики релаксации записанной голографической решетки и фотоиндуцированного изменения коэффициента поглощения проводилась при помощи двух PIN фотодиодов и цифрового осциллографа. В качестве рабочих длин волн был выбран спектральный диапазон 450 - 600 нм. Коротковолновая граница обусловлена высоким поглощением излучения в кристалле силиката висмута при приближении к длине волны, отвечающей прямым межзонным переходам. Верхняя граница выбранного диапазона обусловлена снижением дифракционной эффективности при записи голограмм в красной области спектра.

Установлены два механизма записи голографических решеток, связанных с заселением короткоживущих и долгоживущих ловушек. Показано, что вклад каждого механизма существенно зависит от длины волны лазерного излучения. В синей – зеленой области спектра (450 – 500 нм) эффективно записываются короткоживущие решетки с временем жизни порядка 100 мкс. В то же время, в красной области (550 – 600 нм) преимущественно записываются долгоживущие решетки с временем жизни порядка сотен миллисекунд – секунд. В качестве примера на рис.1 приведены характерные осциллограммы, полученные на длине волны 460 нм. Видно, что времена релаксации наведенного поглощения (фотохромный эффект) существенно превышают времена релаксации короткоживущих динамических решеток, формируемых в фоторефрактивных кристаллах силиката висмута, и существенно меньше времени релаксации долгоживущих решеток. Сказанное позволяет говорить о локальном механизме записи короткоживущих решеток и диффузионном механизме записи долгоживущих решеток.

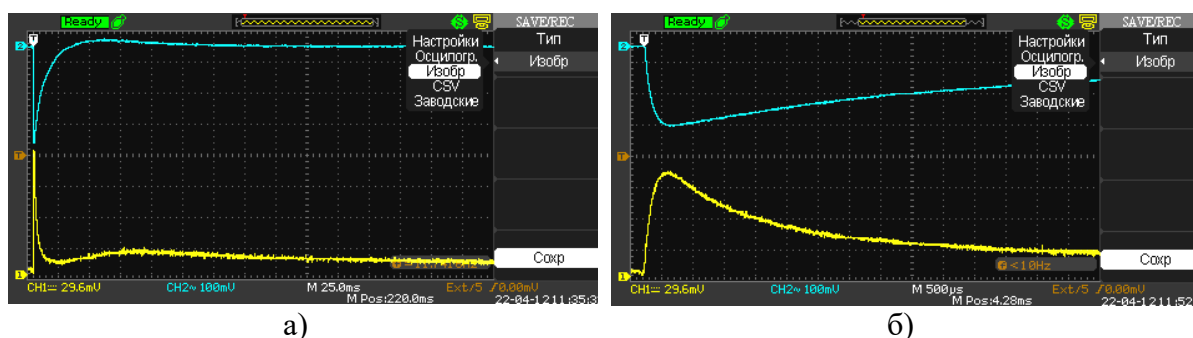


Рисунок 1. Осциллограммы дифрагированного сигнала (снизу) и прошедшего (испытывавшего наведенное поглощение) сигнала (сверху) при временных разрешениях 25 мс (а) и 500 мкс (б)

- [1] Петров М., Степанов С., Хоменко А. Фоторефрактивные кристаллы в когерентной оптике. // СПб.: Наука, 1992. 317с.
- [2] Ромашко Р. В. Адаптивная голографическая интерферометрия: техника, прогресс и приложения. // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук, 2021, № 4, С. 40–47.
- [3] I.G. Dadenkov, A.L. Tolstik, Yu.I. Miksyuk, K.A. Saechnikov. Photoinduced Absorption and Pulsed Recording of Dynamic Holograms in Bismuth Silicate Crystals // Optics and Spectroscopy. 2020. Vol. 128, No. 9. P. 1401–1406.