

Динамика наведенного поглощения и запись динамических голограмм в фоторефрактивных кристаллах семейства силленитов при импульсном возбуждении

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

¹Белорусский государственный университет, Минск

²Белорусский государственный педагогический университет, Минск

E-mail: fiz.dadenkov@bsu.by, tolstik@bsu.by

Качественно важным свойством кубических фоторефрактивных кристаллов семейства силленитов ($\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$, $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}$, $\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20}$) является изменение коэффициента экстинкции и показателя преломления под действием лазерного излучения, причем изменения могут быть вызваны, как микроваттными световыми полями, так и мегаваттными лазерными импульсами [1, 2]. Это открывает возможности оптического управления световыми пучками и позволяют использовать кристаллы силленитов для оптической записи, хранения и обработки информации, усиления оптических изображений и др.

В работе приведены результаты исследования фотоиндуцированных процессов, приводящих к наведенному поглощению и записи динамических голограмм в кристаллах семейства силленитов со сложной структурой дефектных центров.

Исследования динамики наведенного поглощения, формирования и релаксации голографических решеток проводились с использованием излучения лазера на иттрий-алюминиевом гранате (вторая гармоника) на длине волны $\lambda = 532$ нм с длительностью импульса 20 нс при интенсивностях лазерного излучения от 1 до 20 МВт/см². В качестве зондирующего пучка использовалось излучение гелий-неонового лазера на длине волны $\lambda = 632,8$ нм, которое при считывании объемных голографических решеток направлялось на кристалл под углом Брегга. Система регистрации на основе кремниевого *p-i-n*-фотодиода и цифрового осциллографа позволяла отслеживать изменения интенсивности прошедшего и дифрагированного световых пучков.

Проведенные экспериментальные исследования позволили определить степень затемнения фоторефрактивного кристалла, динамику изменения коэффициента поглощения, а также времена формирования и релаксации динамических решеток в зависимости от интенсивности возбуждающего излучения. При анализе эффекта оптического затемнения (увеличение коэффициента поглощения с увеличением интенсивности) видна тенденция выхода на насыщение при больших значениях интенсивности (~ 10 МВт/см²). Для описания процесса релаксации наведенного поглощения предложена модель коротко- и долгоживущих ло-

ловушечных уровней. Установлено, что времена релаксации ловушек зависят от интенсивности. При изменении интенсивности от 1 до 5 МВт/см² время релаксации может уменьшиться на порядок. Так для кристаллов силиката висмута одно время релаксации изменяется в диапазоне от десятков до единиц миллисекунд, второе от одной секунды до 50 мс. Для кристаллов титаната висмута релаксационные процессы более медленные и времена релаксации составляют 70 мс (быстрое) и 1–3 с (медленное).

Анализ динамика формирования и релаксации голографических решеток в условиях возбуждения наносекундными лазерными импульсами позволил определить основные закономерности импульсной записи динамических голограмм в фоторефрактивных кристаллах семейства силленитов. Выделены три механизма записи динамических решеток:

- 1) переход электронов в зону проводимости с последующей релаксацией на короткоживущие ловушечные уровни (времена ~ 100 мкс).
- 2) релаксация ловушечных уровней, сопровождаемая релаксацией наведенного поглощения; и записью амплитудно-фазовых решеток с времена жизни ~ 10 мс.
- 3) формирование фоторефрактивных решеток с временами жизни ~ 1 с.

При этом вклад каждого механизма существенно зависит от интенсивности лазерного импульса, а также от дефектной структуры кристалла. Так при сравнительно небольших интенсивностях, меньших либо порядка МВт/см², фоторефрактивный отклик среды определяется долгоживущими ловушками с временами релаксации на уровне секунд. При интенсивностях, превышающих 10 МВт/см² определяющую роль играют короткоживущие ловушки с временем жизни порядка 100 мкс для кристаллов силиката висмута и 10 мс для титаната висмута.

Таким образом, в работе были экспериментально установлены времена релаксации электронов с ловушечных уровней в процессах наведенного поглощения и записи голографических решеток в фоторефрактивных кристаллах силиката и титаната висмута, установлена динамика изменения коэффициента экстинкции и дифракционная эффективность голографических решеток.

1. *Murillo J.G.* // *Optics Communications*. 1999. Vol. 159. P. 293–300.
2. *Stankevich A.V., Tolstik A.L., Haider H.K.* // *Technical Physics Letters*. Vol. 37. P. 746–749, (2011).