

А.Л. ТОЛСТИК, И.Г. ДАДЕНКОВ, Ю.И. МИКСЮК¹,
К.А. САЕЧНИКОВ¹

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

¹Белорусский государственный педагогический университет, Минск, Беларусь

МУЛЬТИПЛЕКСНАЯ ЗАПИСЬ ДИНАМИЧЕСКИХ ГОЛОГРАММ В ФОТОРЕФРАКТИВНЫХ КРИСТАЛЛАХ СЕМЕЙСТВА СИЛЛЕНИТОВ

Рассмотрены схемы мультиплексной записи динамических голограмм в фоторефрактивных кристаллах силиката и титаната висмута. Проведено сравнение динамики наведенного поглощения и релаксации решеток в зависимости от интенсивности импульсного лазерного излучения. Выделены механизмы записи голографических решеток, обусловленные переходом электронов в зону проводимости, заселением коротко- и долгоживущих ловушечных уровней и формированием решетки электрического заряда.

A.L. TOLSTIK, I.G. DADENKOV, Yu.I. MIKSIUK¹,
K.A. SAECHNIKOV¹

Belarusian State University, Minsk, Belarus

¹Belarusian State Pedagogical University, Minsk, Belarus

MULTIPLEX RECORDING OF DYNAMIC HOLOGRAMS IN SILLENTE-S-FAMILY PHOTOREFRACTIVE CRYSTALS

Schemes of multiplex recording of dynamic holograms in bismuth silicate and titanate photorefractive crystals are considered. The dynamics of induced absorption and gratings relaxation depending on the intensity of pulsed laser radiation is compared. The mechanisms of recording holographic gratings are singled out, which are conditioned by the transition of electrons to the conductivity zone, population of short- and long-lived trap levels and formation of the electric charge grating.

Одним из существенных преимуществ кубических фоторефрактивных кристаллов семейства силленитов ($\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$, $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}$, $\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20}$) является формирование в них светоиндуцированных структур при использовании как непрерывного, так и импульсного лазерного излучения [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. Физические процессы записи голограмм определяются

как изменением коэффициента поглощения и показателя преломления при заселении примесных или дефектных центров, так и изменением показателя преломления за счет диффузии электронов и формирования электрического поля. При этом времена жизни ловушечных уровней находятся в весьма широком диапазоне от микросекунд до часов [3, 4].

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

Анализ динамики фотоиндуцированного поглощения показал, что времена релаксации ловушечных центров зависят от интенсивности, при этом можно выделить два характерных времени, одно из которых находится в миллисекундном диапазоне, а второе – порядка секунд. Для описания процесса релаксации наведенного поглощения предложена модель коротко- и долгоживущих ловушечных уровней [5]. Сопоставление динамики релаксации динамических решеток и наведенного поглощения позволило определить основные закономерности импульсной записи динамических голограмм. Выделены следующие механизмы записи динамических решеток: а) переход электронов в зону проводимости с последующей релаксацией на короткоживущие ловушечные уровни (времена ~ 100 мкс), б) релаксация ловушечных уровней, сопровождаемая релаксацией наведенного поглощения; и записью амплитудно-фазовых решеток с временами жизни ~ 10 мс, в) формирование фоторефрактивных решеток с временами жизни ~ 1 с. При этом вклад каждого механизма зависит от интенсивности лазерного импульса, а также дефектной структуры кристалла. Так, например, при интенсивностях, меньших либо порядка МВт/см^2 , фоторефрактивный отклик среды имеет времена релаксации на уровне секунд. При интенсивностях, превышающих 10 МВт/см^2 определяющую роль играют короткоживущие ловушки с временем жизни порядка 100 мкс для кристаллов силиката висмута и 10 мс для титаната висмута.

Список литературы

1. Murillo J.G. // Optics Communications. 1999. V. 159. P. 293-300.
2. Stankevich A.V., Tolstik A.L., Haider H.K. // Technical Physics Letters. 2011. V. 37. P.746-749.
3. Matushevich A., Tolstik A., Kisteneva M., Shandarov S., Matushevich V., Kiessling A., Kowarschik R. // Applied Physics B. 2008. V. 92. P.219-224.
4. Kornienko T., Kisteneva M., Shandarov S., Tolstik A. // Physics Procedia. 2017. V. 86. P. 105-112.
5. Толстик А.Л., Ханон Х.К. // Вестник Белорусского государственного университета. Серия 1. Физика. Математика. Информатика. 2012. № 2. С. 3-7.