

ДИНАМИКА ФОТОИНДУЦИРОВАННОГО ПОГЛОЩЕНИЯ И ФОТОПРОВОДИМОСТИ В КРИСТАЛЛАХ СИЛИКАТА И ТИТАНАТА ВИСМУТА

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

Белорусский государственный университет, Минск

E-mail: tankorni@mail.ru

Кристаллы силленитов относятся к фоторефрактивным средам и, как известно, обладают большим количеством светочувствительных центров, расположенных в запрещенной зоне. Ряд работ посвящен построению феноменологических моделей, описывающих положение уровней в запрещенной зоне кристаллов [1], и поискам повышения фоторефрактивной чувствительности материалов [2, 3]. Однако до сих пор квалификация светочувствительных центров представляется непростой задачей и является активным объектом исследований.

В данной работе представлены экспериментальные результаты исследования динамики фотоиндуцированного поглощения и фотопроводимости кристаллов семейства силленитов, которые позволили определить характерные времена релаксационных переходов, используемых при построении различных теоретических моделей.

В экспериментах исследовались кинетические характеристики фотопроводимости и фотохромных процессов в кристаллах $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$ (BSO) и $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}$ (BTO) при облучении наносекундными импульсами с длиной волны $\lambda = 532$ нм. Образец засвечивался лазерным импульсом, длительностью 15 нс и пиковой интенсивностью на грани образца в пределах от 10 кВт/см^2 до 170 МВт/см^2 . Для анализа динамики фотоиндуцированного поглощения на засвечиваемую область кристалла направлялось зондирующее излучение маломощного гелий-неонового лазера ($\lambda=632,8$ нм) и второй гармоники лазера на иттрий-алюминиевом гранате ($\lambda=532$ нм). Прошедшее через кристалл зондирующее излучение регистрировалось с помощью фотодиода, в то время как для изучения фотопроводимости кристалл был включен в электрическую цепь последовательно с сопротивлением нагрузки, с которого снимался сигнал. Полученные сигналы изменения напряжения от времени фиксировались с помощью цифрового осциллографа.

В работе показано, что отклики кристаллов состоят из двух компонент, одна из которых быстрая, а другая – медленная. Из численной аппроксимации экспериментальных зависимостей при прямом измерении фотопроводимости в условиях одноимпульсного возбуждения следует, что времена переходов в фоторефрактивных кристаллах имеют следую-

щие значения: для кристалла ВТО – $\tau_{1 \text{ ВТО}} = 20$ нс, $\tau_{2 \text{ ВТО}} = 0,5$ мкс, для кристалла BSO – $\tau_{1 \text{ BSO}} = 120$ нс, $\tau_{2 \text{ BSO}} = 13$ мкс. Приведенные результаты практически не зависят от мощности лазерной засветки и от поляризации лазерного излучения и характеризуют времена переходов из зоны проводимости на ловушечные уровни, расположенные в запрещенной зоне.

При изучении динамики фотоиндуцированного поглощения показано, что кинетические зависимости также можно описать, привлекая модель с двумя типами ловушек. Однако времена релаксационных переходов на более низкие ловушечные уровни и в валентную зону оказываются на три – четыре порядка медленнее. Рекомбинация электронов с таких уровней происходит с характерными временами, лежащими для кристаллов ВТО и BSO соответственно в микро- и миллисекундных диапазонах. Типичные времена релаксаций представлены в таблице 1.

Таблица 1

Характерные времена жизни ловушечных уровней кристаллов ВТО и BSO

Длина волны зондирующего лазера	$\lambda = 532$ нм		$\lambda = 632,8$ нм	
	τ_1	τ_2	τ_1	τ_2
ВТО	8 мкс	300 мкс	14 мкс	300 мкс
BSO	3,5 мс	60 мс	5 мс	50 мс

При воздействии большого (несколько тысяч) числа импульсов можно проследить динамику заселения и релаксации существенно более долгоживущих уровней с характерными временами жизни порядка нескольких часов и даже десятков часов.

Таким образом, в ходе проведенной работы определены характерные времена релаксационных переходов в наиболее популярных фоторефрактивных кристаллах семейства силленитов и исследованы кинетические зависимости для фотопроводимости и фотохромных эффектов при импульсном лазерном возбуждении. Показано, что для адекватного описания кинетических зависимостей требуется привлечение коротко- и долгоживущих ловушечных центров. Полученные результаты могут быть использованы для анализа процесса записи изображений и построения систем оптической обработки информации.

1. Frejlich J., Montenegro R., Inocente-Junior N. R. et. al. // J. Appl. Phys., 2007. Vol. 101, P. 101–112.
2. Толстик А. Л., Матусевич А. Ю., Кистенева М. Г. и др. // Квантовая электроника. 2007. Т. 37, № 11. С. 1027–1032.
3. Станкевич А. В., Толстик А. Л., Хайдер Х. К. // Письма в ЖТФ. 2011. Т. 36, вып. 16. С. 7–14.