

Katranji, A.N. Khilo // Seventh International conference on Laser and Laser-Information technologies: Proceedings of SPIE, Suzdal, Russia, 22-26 June 2001. / Ed. by V. Ya. Panchenko, V. S. Golubev. – Suzdal, Russia, 2001. – Vol. 4644. – P. 520–529.

3. Способ формирования переменного градиентного светового поля: пат. на изобр 10393 Респ. Беларусь, МПК G 02F 1/01 / А.А. Рыжевич, Ю.А. Куприянова; заявитель ГНУ «Институт физики Б.И. Степанова НАН Беларуси». – № а 20050993; заявл. 17.10.2005; опубл. 28.02.2008 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2008. – № 1 (60). – Ч. 1. – С. 146-147.

Исследование фотохромного эффекта в кристаллах силленитов, индуцированного лазерными импульсами на разных длинах волн

И. Г. Даденков

Белорусский государственный университет, 220030 Минск, Беларусь

E-mail: dadenkov.ivan@gmail.com

Введение. Кристаллы семейства силленитов, к которым относятся силикат висмута $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$ (BSO), титанат висмута $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}$ (BTO) и германат висмута $\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20}$ (BGO), являются фоторефрактивными кристаллами с широкой запрещенной зоной, что позволяет отнести их к диэлектрическим материалам. Ввиду существования в силленитах многочисленных примесных и дефектных центров, имеющих различную природу возникновения и активно участвующих в процессах перераспределения носителей заряда [1] данные кристаллы, имеют высокую чувствительность к излучению видимой области спектра. Эта особенность позволяет использовать их в устройствах оптической памяти, системах 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 [2, 3].

Наличие в запрещенной зоне кристаллов силленитов донорных и акцепторных энергетических уровней [1] приводит к тому, что вследствие поглощения света происходит рекомбинация электронов между этими уровнями и зоной проводимости, что приводит к проявлению фотохромного эффекта, заключающегося во временном изменении коэффициента поглощения кристалла. К основным характеристикам фотохромных материалов можно отнести высокую разрешающую способность, возможность перезаписи и коррекции изображения с помощью теплового или светового воздействия, а также изменение в широких пределах времени хранения записанной информации (от микросекунд до нескольких месяцев и даже лет) [4, 5].

Методика эксперимента и результаты. Для исследования зависимости амплитудных и временных характеристик фотоиндуцированного поглощения в кристаллах BSO и BTO в качестве источника лазерного излучения использовался параметрический генератор, возбуждаемый третьей гармоникой Nd:YAG лазера. Данный параметрический генератор позволяет плавно изменять длину волны генерации в диапазоне от 400 нм до 2 мкм с шириной спектральной линии на уровне 0,1 нм в видимой области спектра. Зондирование освещаемой лазерными импульсами области кристалла проводилось маломощным излучением непрерывного гелий-неонового лазера на длине волны 632,8 нм. Регистрация динамики фотоиндуцированного изменения коэффициента поглощения (фотохромного эффекта) проводилась с помощью PIN фотодиода и цифрового осциллографа. В качестве рабочих длин волн был выбран спектральный диапазон 450 - 580 нм. Коротковолновая граница обусловлена высоким поглощением излучения в кристаллах силленитов при приближении к длине волны,

отвечающей прямым межзонным переходам. Верхняя граница выбранного диапазона обусловлена снижением поглощения.

На Рис. 1 представлены несколько осциллограмм, полученных в результате эксперимента, причем все осциллограммы имеют одинаковый масштаб по времени (5 мс/клетка). При освещении кристалла мощным лазерным импульсом происходит резкое локальное затемнение с последующим просветлением до уровня, который предшествовал освещению. Проводя сравнение осциллограмм, можно сделать вывод о том, что с увеличением длины волны индуцирующего излучения амплитуда фотоиндуцированного изменения коэффициента поглощения уменьшается, причем для кристалла BSO уменьшение значительнее, чем для ВТО, потому как амплитудное разрешение осциллограмм на Рис. 1,а и Рис. 1,б одинаковое, а на Рис. 1,в и Рис. 1,г – отличается в два раза (3 и 6 мВ/клетка, соответственно). Также стоит отметить разную крутизну экспериментальных зависимостей, что позволяет сделать вывод о разных временах релаксации фотоиндуцированного поглощения для кристаллов и общую тенденцию к увеличению этого времени с увеличением длины волны падающего излучения.

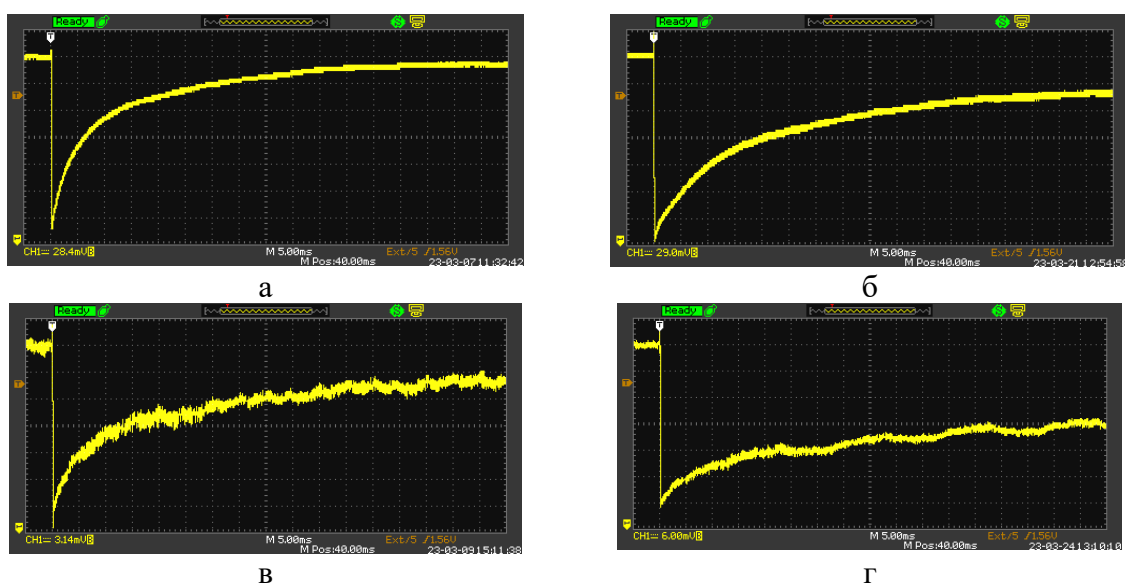


Рис. 1. Осциллограммы зондирующего сигнала после освещения кристалла BSO (а, в) и ВТО (б, г) лазерным импульсом интенсивностью 1 МВт/см^2 и длиной волны 480 нм (а, б) и 550 нм (в, г).

Заключение. Были определены амплитудные и временные характеристики проявления фотохромного эффекта в кристаллах силиката и титаната висмута в условиях воздействия лазерными импульсами в спектральном диапазоне 450÷580 нм с одновременным зондированием непрерывным излучением. Установлено, что кристалл титаната висмута более чувствителен к излучению в красной области спектра, чем кристалл силиката висмута. Также было определено, что кристалл ВТО имеет большее время релаксации фотоиндуцированного изменения коэффициента, чем BSO.

Литература.

1. Каргин Ю.Ф., Бурков В.И., Марьин А.А., Егорышев А.В. / Кристаллы $\text{Bi}_{12}\text{Si}_x\text{O}_{20-8}$ со структурой силленита. Синтез, строение, свойства. - Москва, 2004. – 312 с.
2. Ромашко Р. В. / Адаптивная голографическая интерферометрия: техника, прогресс и приложения. - Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук, 2021, № 4, - с. 40–47.
3. Nazhestkina N.I., Kamsyilin A.A., Kobozev O.V., Prokofiev V.V. / Detection of small phase modulation using two-wave mixing in photorefractive crystals // Appl. Phys. B. 2001. V. 72. № 6. - P. 767–773.

4. Барачевский В. А., Лашков Г. И., Цехомский В. А. / Фотохромизм и его применение - Москва: Химия, 1977. - 278 с.
5. Ханон Х.К., Толстик А.Л / Динамика фотоиндуцированного поглощения в кристаллах титаната висмута / - Вестник БГУ. Серия 1, Физика. Математика. Информатика, 2012, №2. - С. 3-7.

Экспериментальное определение порогов графитизации монокристалла синтетического алмаза под воздействием импульсного лазерного излучения

Е.А. Ерёменко

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь
E-mail: egor.eremenko.03@mail.ru*

Введение. Воздействие лазерного излучения выделяется как один из наиболее эффективных методов модификации материалов. С его помощью можно осуществлять микропрофилирование алмазной поверхности, создавая алмазные дифракционные оптические элементы (сферические, цилиндрические линзы Френеля, фокусаторы пучка и др.), проводящие графитовые дорожки и локально повышать концентрацию кристаллических дефектов.

Согласно наиболее авторитетной теории взаимодействия лазерного излучения с алмазом [1] ключевым аспектом является графитизация его поверхности. Есть два важных параметра: одноимпульсный и многоимпульсный порог графитизации. Если плотность энергий ниже многоимпульсного порога, то происходит наноабляция (графитизированный слой тут же подвергается фотоокислению), при плотностях энергии между двумя порогами наблюдается аккумулятивная графитизация (постепенный рост графитовой капли, которая при большом количестве импульсов достигает критического размера, начинает поглощать и нагреваться, вызывая дальнейшую графитизацию), при плотностях энергии больше одноимпульсного порога сразу происходит достаточная графитизация и начинается абляция графитоподобного слоя. Эти два пороговых значения графитизации зависят от длины волны и длительности импульса лазерного излучения, а также от спектральных характеристик используемого алмаза. К настоящему моменту имеется ограниченное количество работ, посвященных определению порогов графитизации алмаза под воздействием лазерного излучения [2,3], причем большинство исследований выполнено для природных алмазов и синтетических алмазных пленок, выращенных методом осаждения из газовой фазы (CVD-метод). Целью настоящей работы является исследование процессов графитизации под воздействием импульсного лазерного излучения монокристаллов синтетического алмаза, выращенных методом температурного градиента (НРНТ-метод).

1 Исследуемый материал. В качестве экспериментального материала использованы пластины из синтетического НРНТ алмаза типа Ib с ориентацией (111) и (100), выращенные в системе Ni-Fe-C. Пластины имеют размеры ~ 2x3 мм и толщину в диапазоне 0.36 ÷ 1.23 мм, массу прядка нескольких десятков миллиграмм, прозрачны. Особенность этого кристалла – большое содержание примеси азота и металлов. Наличие атомов азота в решетке алмаза приводит к возникновению края примесного поглощения вблизи 500 нм, и, соответственно, к окрашиванию кристаллов в желтый цвет. Предварительно образцы были очищены от поверхностных загрязнений путем обработки в хромпике при T=80 °C в течение 5 часов с последующей многократной промывкой деионизованной водой в ультразвуковой ванне.

2 Методы исследования. Для характеристики образцов были сняты спектры поглощения в ИК диапазоне с помощью Фурье-спектрометра Vertex-70 (Германия) и в видимом диапазоне с помощью спектрометра Solar PV 1251 (Беларусь). Примесный состав