

## ОПТИКА И СПЕКТРОСКОПИЯ

УДК 51-72

*Е.С. СИМ, М.Г. КИСТЕНЕВА, Т.А. ЖУРИН, С.М. ШАНДАРОВ***АНАЛИЗ ОПТИЧЕСКОГО ПРОПУСКАНИЯ КРИСТАЛЛА СИЛИКАТА ВИСМУТА ПРИ ВРЕМЕННОЙ МОДУЛЯЦИИ ЗОНДИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ ПО ДЛИНЕ ВОЛНЫ\***

Представлены результаты моделирования временных зависимостей коэффициента пропускания в кристалле  $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$  при гармонической модуляции возбуждающего излучения по длине волны. Рассмотрена возможность оценки спектрального положения гауссовых кривых, описывающих вероятности внутрицентровых переходов, как одного из типов вкладов в примесное поглощение кристаллов силленитов. Показано, что амплитуда второй фурье-гармоники в разложении временной зависимости коэффициента пропускания исследуемого образца максимальна вблизи центральных длин волн для внутрицентровых переходов.

**Ключевые слова:** оптическое пропускание, силикат висмута,  $\lambda$ -модуляционная спектроскопия, численное моделирование.

**Введение**

Наличие дефектных центров различной природы в широкозонных кристаллах обеспечивает реализацию в них фотоиндуцированных явлений, широко используемых в спектроскопии и в устройствах оптической записи и обработки информации, таких, как примесная фотопроводимость, фотохромный и фоторефрактивный эффекты [1–9]. Изменения спектров оптического поглощения в фотохромных кристаллах могут быть связаны как с фотопереносом заряда между дефектными центрами, так и с оптическими и термооптическими фазовыми переходами [2]. В centrosymmetric щелочно-галоидных и щелочно-земельно-галоидных кристаллах с центрами окраски, обратимо изменяющих спектр поглощения под действием света, могут формироваться объемные фотохромные голограммы, имеющие преимущественно амплитудную составляющую, что ограничивает достигаемую для них дифракционную эффективность, не превышающую нескольких процентов [2]. Фоторефрактивные эффекты, которые реализуются в неcentrosymmetric кристаллах, где основной вклад в фотоиндуцированные возмущения показателя преломления обусловлены линейным электрооптическим эффектом, обычно связываются только с пространственным перераспределением зарядов по дефектным центрам вследствие фотопереноса [4, 5, 8, 9].

Хорошими фоторефрактивными свойствами, позволяющими формировать в образцах на их основе объемные динамические фазовые голограммы высокого качества, обладают кислородно-октаэдрические сегнетоэлектрики  $\text{BaTiO}_3$ ,  $\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x\text{TiO}_3$ ,  $\text{Ba}_{1-x}\text{Ca}_x\text{TiO}_3$ ,  $\text{LiNbO}_3$ ,  $\text{LiTaO}_3$ ,  $\text{KNbO}_3$ ,  $\text{KTa}_{1-x}\text{Nb}_x\text{O}_3$ ,  $\text{Ba}_2\text{NaNb}_5\text{O}_{15}$ ,  $\text{Sr}_x\text{Ba}_{1-x}\text{Nb}_2\text{O}_6$ ; кристаллы класса силленитов  $\text{Bi}_{12}\text{MO}_{20}$  ( $M = \text{Si, Ge, Ti}$ ) [4, 5, 8, 9] и высокоомные полупроводниковые кристаллы  $\text{InP:Fe}$ ,  $\text{GaAs:Cr}$  и  $\text{CdTe:In}$  [4, 9]. При этом формирование фоторефрактивных фазовых голограмм лазерным излучением из видимой области спектра в кристаллах  $\text{BaTiO}_3$ ,  $\text{Ba}_{1-x}\text{Ca}_x\text{TiO}_3$ ,  $\text{KNbO}_3$ ,  $\text{KTa}_{1-x}\text{Nb}_x\text{O}_3\text{:Fe}$ ,  $\text{Bi}_{12}\text{MO}_{20}$  [5, 8, 9] и в ближнем ИК-диапазоне в  $\text{GaAs:Cr}$  [10] сопровождается фотохромными изменениями оптического поглощения, обеспечивающими для них дополнительную амплитудную составляющую. Привлекательными средами для реализации устройств и приборов видимого диапазона на основе фоторефрактивных эффектов являются кубические гиротропные кристаллы силленитов, характеризующихся сравнительно быстрым нелинейным откликом и стойкостью к воздействию внешних факторов, таких, как температура, влажность, вибрации и др. Среди них предпочтение обычно отдается кристаллам  $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$  и  $\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20}$ , вследствие их доступности и возможности использования образцов с высокой оптической однородностью при значительных поперечных размерах ( $30 \times 30 \text{ мм}^2$  и более) [11].

При использовании кристаллов со структурой силленита в качестве светочувствительной среды, в частности в устройствах динамической голографии [4, 9, 11], необходимо принимать во внимание наличие у них фотохромных свойств, связанных с дефектными центрами, энергетиче-

\* Работа выполнена при поддержке Минобрнауки Российской Федерации в рамках базовой части госзадания на 2017–2019 гг. (№ 3.8898.2017/8.9) и РФФИ (проект № 16-29-14046-офи\_м).

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала  
**«Известия высших учебных заведений. Физика»**  
осуществляется на платформе  
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU  
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>