

ФОТОИНДУЦИРОВАННАЯ НЕУСТОЙЧИВОСТЬ ЛОКАЛЬНОЙ ОПТИЧЕСКОЙ АНИЗОТРОПИИ В КРИСТАЛЛАХ СИЛИКАТА ВИСМУТА

А. А. Бережной, Е. Н. Платоник

Локальная оптическая анизотропия, созданная полем фотозаряда в объеме кристалла, широко используется в устройствах записи и преобразования оптических сигналов. В данной работе приводятся результаты исследований такой анизотропии, но имеющей неустойчивый характер. Экспериментально было установлено, что созданная внешним электрическим полем оптическая анизотропия в кристаллах силиката висмута может иметь пульсирующий характер, проявляющийся в резком самопроизвольном нарастании и последующем спаде величины индуцированного преломления.

Неустойчивость оптической анизотропии проявляется в условиях изолированного электрода и наблюдается в сложной слоистой структуре, представляющей собой металл—диэлектрик—металл—фоторефрактивный кристалл—металл. Такая структура изготавливалась следующим образом: на одну из поверхностей кристалла силиката висмута продольного среза наносился прозрачный электрод, а на другую—система локальных изолированных электродов, которые одновременно играют роль оптических зеркал. Со стороны локальных электродов пластина кристалла приклеивалась к плоскопараллельной металлической пластине таким образом, чтобы локальные электроды, нанесенные на кристалл, были изолированы от этой пластины слоем клея, являющегося хорошим диэлектриком. Постоянное электрическое поле прикладывалось к внешним электродам, а со стороны прозрачного электрода кристалл освещался фотоактивным светом. Возникающее в структуре дупреломление наблюдалось поляризационным методом путем организации двойного прохождения через кристалл нефотоактивного излучения лазера с $\lambda = 0.63$ мкм. При напряженности электрического поля $E \geq 10^4$ В/см в кристалле $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$ с вышеописанной структурой возникают пульсации оптической анизотропии. Пульсации не имеют строгой периодичности и имеют одну полярность. Частота пульсаций увеличивается при увеличении интенсивности фотоактивного света и величины внешнего электрического поля. Внешний вид пластины $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$ со стороны прозрачного электрода при приложенном постоянном электрическом поле $E = 3 \times 10^4$ В/см представлен на рис. 1. Неравномерность диэлектрического слоя клея приводит к различной частоте пульсаций по полю пластины, чем объясняется разница в яркости ячеек. Важно отметить, что частота пульсаций определялась энергией фотоактивного света в пределах площади локального электрода, причем пространственная локализация фотоиндуцированного дупреломления ограничивалась также площадью электрода. Поэтому пространственному распределению фотоактивного света в плоскости кристалла соответствовали различные частоты пульсаций. При фиксированном значении интенсивности фотоактивного света частота пульсаций возрастает с увеличением поля, но максимальная величина оптической анизотропии и форма пульсаций остаются неизменными. Вид пульсаций зависит от площади электродов и соотношения толщины кристалла и диэлектрика. При толщинах кристалла и диэлектрика соответственно $d_k = 700$ мкм и $d_0 = 10$ мкм, диаметре локального электрода $D = 1$ мм длительность переднего фронта пульсации составляла $\tau = 10$ мкс, а задний фронт подчинялся экспоненциальному закону с постоянной времени релаксации $\Theta = 10$ мс. На рис. 2, а представлена осциллограмма относительного пропуска-

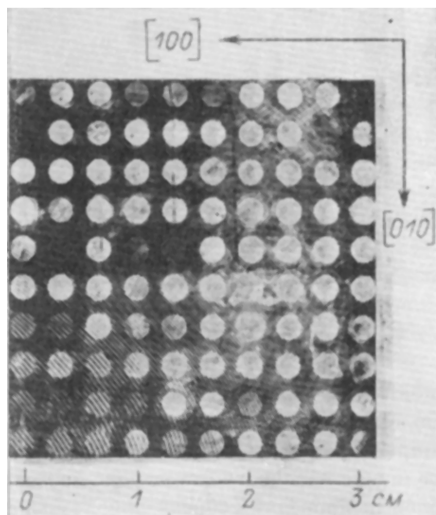


Рис. 1.

ния нефотоактивного света поляризационно-оптической системой при двойном его проходе через кристалл, характеризующая фотоиндуцированную неустойчивость локальной оптической анизотропии (общий вид). На рис. 2, б — вид одной из типичных пульсаций. Осциллограммы сняты при различных длительностях развертки луча осциллографа.

Следует отметить, что пульсации оптической анизотропии в аналогичной структуре пространственно-временных модуляторов света (ПВМС) не наблюдаются. Они возникают при дискретизации структуры электродов.

Известны аналогичные по характеру проявления токовые неустойчивости, обнаруженные в $\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20}$, описанные в [1] и подробно исследованные в монокристаллах $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$ в [2].

В основе физической модели наблюдаемого эффекта лежит явление захвата и рекомбинации фотовозбужденных носителей в предположении упрощенной трехуровневой зон-

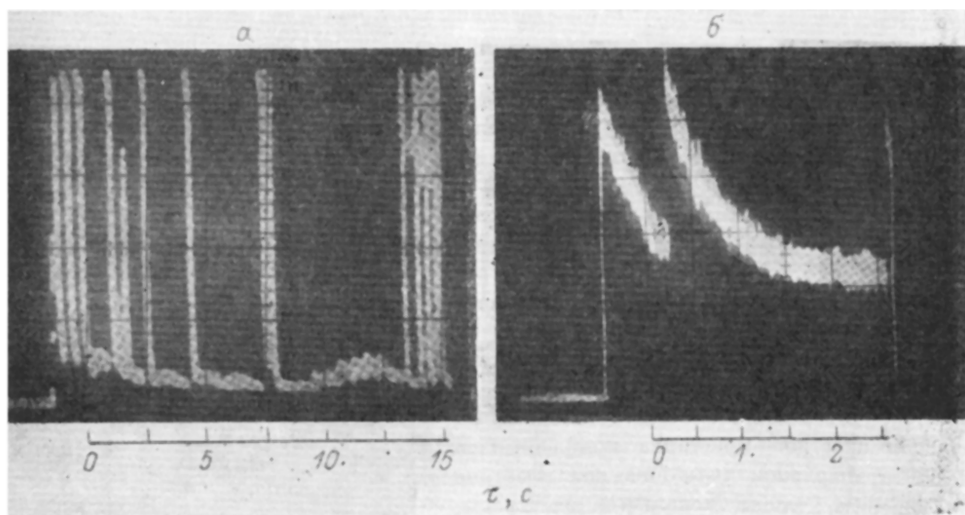


Рис. 2.

ной структуры кристалла силиката висмута. Благодаря дрейфу фотоэлектронов во внешнем поле процессы генерации и локализации разделены в пространстве, что приводит к формированию неоднородного распределения заряда на примесных уровнях. При определенной величине объемного фотозаряда происходит индуцированный примесный пробой, что в свою очередь приводит к сбросу локализованных на уровнях электронов в зону проводимости, и пробой прекращается. В условиях фотогенерации и приложения поля процесс становится периодическим.

Таким образом, в сложной слоистой структуре в условиях изолированного электрода с использованием монокристалла $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$ при одновременном воздействии сильного электрического поля и фотоактивного освещения наблюдаются низкочастотные пульсации оптической анизотропии. Исследование неустойчивости оптической анизотропии представляет интерес не только с физической точки зрения, но и с точки зрения возможности реализации модуляции вида интенсивность фотоактивного света — частота пульсаций, что может найти применение в оптической обработке информации.

Список литературы

- [1] Zenzo P. V. // J. Appl. Phys. 1972. Vol. 43. N 3. P. 1107—1109.
 [2] Волосов А. Я., Костюк В. Х., Кудзин А. Ю., Соколянский Г. Х. // Кристаллы активных диэлектриков. Сб. науч. тр. Днепропетровск, 1982. С. 89—96.

Поступило в Редакцию
 9 января 1989 г.
 В окончательной редакции
 5 апреля 1989 г.