

света выше порога происходит переключение переходного слоя в более приводящее состояние и распределение полей по кристаллу становится однородным. Так как кристаллы германата висмута обладают линейным электрооптическим эффектом, то перераспределение полей можно наблюдать непосредственно. На рис. 5 приведено распределение поля в кристалле в темноте (1, 4), при освещении ниже порога переключения (2, 5) и при освещении выше порога переключения (3, 6) для двух величин приложенных напряжений. Поведение полей в объеме кристалла соответствует предложенной модели.

Заключение. 1. Для кристаллов $\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20}$ обнаружена ЛАХ с переключением в сине-зеленой области спектра. Показано, что этот эффект связан с наличием переходного слоя на границе электрод — кристалл, обладающего существенно меньшей фоточувствительностью в области плеча спектра поглощения. Переходная характеристика переключения обусловлена процессом перераспределения заряда в кристалле при освещении.

2. ЛАХ кристаллов $\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20}$ в красной области спектра имеет участок суперлинейного нарастания тока с ростом интенсивности света в области малых интенсивностей. Данный эффект связан с перераспределением пространственного заряда обедненного слоя, приводящим к модуляции его глубины под действием света. С увеличением падающей мощности высота барьера понижается.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пространственные модуляторы света. Под ред. С. Б. Гуревича. Л., Наука, 1977.
2. Гудаев О. А., Косцов Э. Г., Малиновский В. К. Инжектирующий контакт к широкозонным диэлектрикам. — Автометрия, 1978, № 1.
3. Бонч-Бруевич В. Л., Калашников С. Г. Физика полупроводников. М., Наука, 1977.
4. Детиненко В. А. и др. Получение пленок силиката висмута и их диффузное взаимодействие с электродами. — Автометрия, 1976, № 4.
5. Hou S. L., Lauer R. B., Aldrich R. E. Transport processes of photoinduced carriers in $\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20}$. — J. Appl. Phys., 1973, vol. 44, p. 2652.
6. Peltier M., Micheron F. Volume hologram recording and charge transfer process in $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$ and $\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20}$. — J. Appl. Phys., 1977, vol. 48, № 9, p. 3683—3690.

Поступило в редакцию
11 июня 1979 г.

УДК 539.216 : 537.311.33

В. Ф. КАМЫШЛОВ, Э. Г. КОСЦОВ, Л. Д. ПОКРОВСКИЙ
(Новосибирск)

ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЛЕНОК СИЛИКАТА ВИСМУТА

1. Сочетание высокой фоточувствительности в ближней УФ-области с электрооптическими свойствами обуславливает возрастающий интерес к таким материалам, как германат и силикат висмута. К настоящему времени соответствующие кристаллы уже нашли практическое применение в пространственно-временных модуляторах света, в оптических записывающих средах [1] и т. д. Представляет несомненный интерес использование тонких слоев этих материалов в элементах интегральной оптоэлектроники. В первых работах, посвященных пленкам силиката и германата висмута, рассмотрены некоторые особенности их изготовления, взаимодействия с материалом электрода, электрофизические характеристики [2—4]. Цель настоящей работы — исследование фотоэлектрических свойств пленок силиката висмута в плане практического их применения.

2. Изготовление образцов так же, как и в [2—4], производилось методом ВЧ-распыления (отличительным моментом являлось использование только атмосферы кислорода). Исследовались пленки с толщинами 1—5 мкм. Прозрачный электрод (93% $\text{In}_2\text{O}_3 + 7\%$ Sn_2O) наносился на поверхность кварцевой подложки также ВЧ-методом при температуре 700—800°C. Столь высокая температура обеспечивала высокую взаимодиффузию слоев в процессе роста фотопроводника, пленка $\text{In}_2\text{O}_3 + \text{SnO}_2$ обладала текстурой и имела $\rho \sim 50\text{—}100$ Ом/см², коэффициент пропускания в видимой области $\sim 95\%$. Противоположный электрод изготовлялся из таких материалов, как Pt, W, Mo.

3. Установлено, что фотоэлектрические характеристики образцов наиболее чувствительны к давлению кислорода P_{O} в процессе формирования слоя: низкое давление кислорода способствует более низкой фоточувствительности (рис. 1, кривая 7).

Изменение температуры подложки ($T_{\text{п}}$) в процессе выращивания слоя дало возможность исследования аморфных пленок ($T_{\text{п}} \sim 70\text{—}80^\circ\text{C}$), поликристаллических

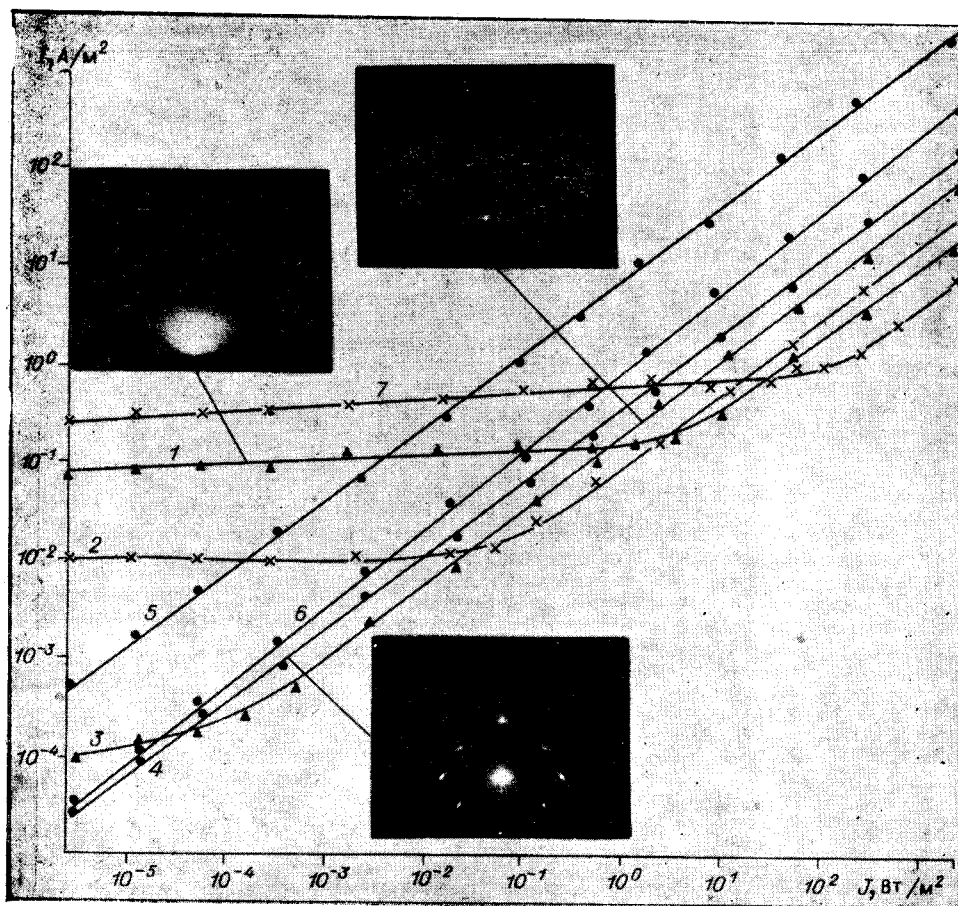


Рис. 1. Люкс-амперные характеристики:

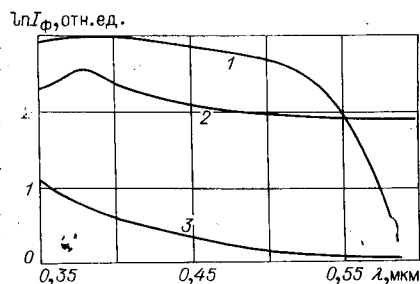
1 — $T_{\text{п}}=70^{\circ}\text{C}$; 2 — $T_{\text{п}}=200^{\circ}\text{C}$; 3 — $T_{\text{п}}=400$; 4 — $T_{\text{п}}=550^{\circ}\text{C}$, $V=1$ В; 5 — $T_{\text{п}}=550^{\circ}\text{C}$, $V=10$ В; 6 — кристалл $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$; 7 — $T_{\text{п}}=550^{\circ}\text{C}$ (изготовлена при пониженном давлении кислорода $8 \cdot 10^{-3}$ мм рт. ст.); $d=2$ мм, 1-6 — $\rho_0=2-3 \cdot 10^{-2}$ мм рт. ст.

с гранецентрированной ($T_{\text{п}} \sim 100-350^{\circ}\text{C}$) и объемно-центрированной кубической решетками ($T_{\text{п}} \sim 400-450^{\circ}\text{C}$), а также пленок, обладающих достаточно совершенной текстурой ($T_{\text{п}} > 500^{\circ}\text{C}$) (см. рис. 1). Наибольшая чувствительность, близкая к фоточувствительности кристаллов, характерна для текстурированных слоев (см. рис. 1). (В качестве источника света в видимой части спектра использовалась лампа КГМ-150-24, температура нити накала 2800 К, градуировка интенсивности производилась при помощи ИМО-1.) Можно отметить, что при больших уровнях освещенности величина тока и наклон люкс-амперной характеристики практически не зависят от фазового состава и структуры пленок.

4. Спектральная кривая фотопроводимости поликристаллических текстурированных пленок близка к кривой, характерной для кристалла [5], отличаясь более высокой чувствительностью в длинноволновой области (рис. 2). Аморфным образцам свойственно монотонное увеличение проводимости в коротковолновой области, включая область, соответствующую краю собственного поглощения в кристаллических образцах.

5. При исследовании импульсного фототока установлено, что постоянная времени спада τ неравновесной проводимости после прекращения освещения не превышает 10^{-6} с; это значительно меньше соответствующего времени, характерного для промышленных фотодатчиков подобного класса [6]. Величина τ определялась исходя из анализа изменения тока во времени после прекращения действия одиночного светового импульса длительностью 10^{-8} с (использовался импульсный лазер ЛГИ-24, широкополосный усилитель УЗ-29 и запоминающий осциллограф С8-2). При последовательном воздействии на образец световых импульсов величина фототока уменьшается, достигая насыщения через 5-10 импульсов.

Рис. 2. Спектральная фотопроводимость:
 1 — кристаллы $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$ [5]; 2 — поликристаллическая пленка ($T_{\text{п}}=550^\circ\text{C}$); 3 — аморфная пленка ($T_{\text{п}}=70^\circ\text{C}$); $d=2$ мкм.



6. Обнаружен эффект запоминания, заключающийся в том, что при воздействии на короткозамкнутый образец импульсного освещения (импульса считывания) в цепи возникает импульс фототока. Последний импульс имеет место только тогда, когда на образец, находящийся под напряжением, предварительно воздействовал световой поток (импульс записи) с длиной волны, достаточной для индуцирования межзонных переходов. Полярность импульсов фототока при записи и считывании противоположная, время хранения информации при $T=300$ К более 10^2 с.

ЛИТЕРАТУРА

1. Hou S. L., Oliver D. S. Pockels readout optical memory using $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$.— Appl. Phys. Lett., 1971, vol. 18, p. 325.
2. Mitsyn T., Wasa K., Hayakawa S. Structures and optical properties of RF-sputtered $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$ films.—J. Electrochem. Soc.: Solid State Science and Technology, 1976, p. 94—96.
3. Детиненко В. А., Жбанов О. В., Клишко А. Т., Покровский Л. Д. Получение пленок силиката висмута и их диффузионное взаимодействие с электродами.— Автометрия, 1976, № 4, с. 53—54.
4. Багинский И. Л., Косцов Э. Г., Стерелюхина Л. Н. Исследование центров прилипания в пленках силиката висмута.— Автометрия, 1976, № 4, с. 55—57.
5. Aldrich R. E., Hou S. L., Harvill M. L. Electrical and optical properties of $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$.— J. Appl. Phys., 1974, vol. 42, № 1, p. 493—494.
6. Аксененко М. Д., Красовский Е. А. Фоторезисторы. М., Сов. радио, 1973.

Поступило в редакцию
 19 июня 1979 г.

УДК 621.315

А. Д. БЖЕЗИНСКИЙ, И. Б. ТРОФИМОВ, Л. А. ШУВАЛОВ
 (Москва)

ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРООПТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, ИНДУЦИРОВАННЫХ ПРОДОЛЬНЫМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ПОЛЕМ, В КРУПНОЗЕРНИСТЫХ ТВЕРДЫХ РАСТВОРАХ СИСТЕМЫ ЦТСЛ

В Советском Союзе и за рубежом в последние несколько лет довольно большое внимание уделяется изучению эффектов управляемого рассеяния света (УРС) и деполяризации рассеянного света (ДРС) в крупнозернистых (размер зерна более 2 мкм) твердых растворах системы ЦТСЛ.

Первые модели УРС были описаны в работах [1—5] и использовали в своей основе механизм доменного упорядочения. По мере дальнейшего изучения УРС в твердых растворах ЦТСЛ $X/65/35^*$ ($6 \leq X \leq 8$) светопропускание исследовалось в отдельности для различных состояний: термически деполяризованного (ТД), электрически поляризованного (ЭП) и электрически деполяризованного (ЭД). Затем появилась теория полиморфного состояния Мейтцлера — О'Брайена [5], а также модель так называемой «второй» фазы Смита — Лэнда [6]. Кеве и Эннис описали свою «двухфазную» модель [7, 8], в которой при переходе из ТД- в ЭП-состояние индуцируется двуупреломляющая β -фаза из неупреломляющей α -фазы. Интересные исследования в области аномального рассеяния света в твердых растворах ЦТСЛ проведены советскими учеными [9—14]. Даже такой неполный перечень работ, посвященных исследованию электрооптических свойств крупнозернистых твердых растворов системы ЦТСЛ, показывает, насколько популярны эти материалы. Несмотря на это, как в упомянутых выше, так и в целом ряде других работ, не уделено должного внимания изучению поведения крупнозернистых твердых растворов ЦТСЛ $X/65/35$ в продольном электрическом поле.

* ЦТСЛ — цирконат — титанат свинца лантана; X — содержание La в атомарных процентах; 65/35 — соотношение PbZrO_3 и PbTiO_3 в процентах соответственно.