

клонна к нестехиометрии, так что всегда существует часть ионов  $Mn^{2+}$ , связанная с остальными ионами матрицы ослабленными обменными взаимодействиями или вообще не связанная с ними. Таким образом, ширина линии магнитного резонанса, обусловленного основной частью матрицы ионов марганца и имеющего большую интенсивность, уширяется при понижении температуры и исчезает при  $T = T_N$ . При этом становится наблюдаемым сигнал магнитного резонанса малой интенсивности, обусловленный малой частью ионов марганца, остающихся парамагнитными ниже температуры Нееля. Таким образом, кривая 2 на рис. 1 обусловлена малой частью ионов марганца, остающихся парамагнитными при температуре жидкого азота, и не имеет максимума, описанного для кривой 1.

Выражаем благодарность Г.М.Мукоед за полезные обсуждения при выполнении работы.

### Список литературы

- [1] Лосева Г.В., Овчинников С.Г., Петраковский Г.А. Переход металл-диэлектрик в сульфидах 3d-металлов. Новосибирск (1983). 143 с.
- [2] Petrakovskii G.A., Loseva G.A., Ryabinkina L.I., Aplesnin S.S. J. of Magnetic Materials. In print (1995).
- [3] Петраковский Г.А., Аплеснин С.С., Лосева Г.В., Рябинкина Л.И. ФТТ 31, 4, 172 (1989).
- [4] Петраковский Г.А., Лосева Г.В., Мукоед Г.М. ФТТ 36, 1, 112 (1994).
- [5] Петраковский Г.А., Аплеснин С.С., Лосева Г.В., Рябинкина Л.И., Янушкевич К.И., Баранов А.В. ФТТ 35, 8, 2225 (1993).

Физика твердого тела, том 38, № 3, 1996  
Solid State Physics, vol. 38, N 3, 1996

## АКУСТООПТИЧЕСКИЕ И УПРУГИЕ ПАРАМЕТРЫ ТЕЛЛУРИТА ВИСМУТА

© А.М.Антоненко, В.М.Горбенко, Л.Я.Садовская, С.Ю.Ермаков

Днепропетровский государственный университет,  
320000 Днепропетровск, Украина  
(Поступило в Редакцию 8 июля 1995 г.)

При создании различного рода акустооптических (АО) устройств важную роль играет выбор материала светозвукопровода. Расширение функционального использования эффекта АО-взаимодействия обуславливает необходимость поиска новых сред с оптимальным набором параметров. Получение и исследование физических свойств материалов на основе парателлурита в значительной мере обусловлены уникальными АО-свойствами  $TeO_2$  и широким использованием этого материала при конструировании устройств акустоэлектроники. Имеющиеся в литературе сведения позволяют рассматривать теллуриды как перспективные АО-среды и определяют интерес к синтезу этих материалов. Одним из наиболее изученных в настоящее время является теллурид висмута  $Bi_2TeO_5$ . Такой интерес к  $Bi_2TeO_5$  связан с его сегнетоэлектрическими и фоторефрактивными свойствами [1,2]. Оценоч-

ные расчеты показывают, что он может обладать весьма интересными АО-свойствами [3].

В данной работе представлены результаты исследования АО- и упругих свойств монокристаллов  $\text{Bi}_2\text{TeO}_5$ , выращенных нами по методу Чохральского. Экспериментальный образец представлял собой куб размером  $10 \times 10 \times 10$  см. АО-параметры  $\text{Bi}_2\text{TeO}_5$  измерены при комнатной температуре по методу Диксона-Коэна, где в качестве эталона использован плавленый кварц. Затухание звука  $B$  определялось по величине сигнала в разных точках образца.

Изучение упругих свойств проводилось по методике Шеффера-Бергмана на установке, основные особенности которой описаны в [4]. Эта установка позволяет измерять параметры с относительной погрешностью до 1%. Частота звуковой волны составляет 9 МГц, длина волны оптического излучения —  $0.63 \mu\text{m}$ . Получены экспериментальные эластограммы монокристалла  $\text{Bi}_2\text{TeO}_5$  при распространении исходного оптического пучка вдоль направлений [100] и [001]. Здесь установка осей соответствует [5]. Компоненты тензора упругости  $C_{ij}$  были рассчитаны на основании решения уравнений Кристоффеля для ромбического кристалла с использованием значений фазовой скорости звуковой волны для различных направлений, полученных из эластограмм. Значения компонент тензора упругости кристалла  $\text{Bi}_2\text{TeO}_5$  приведены ниже

$$C_{11} = 1.03 \cdot 10^{11}, \quad C_{22} = 8.14 \cdot 10^{10}, \quad C_{33} = 8.78 \cdot 10^{10}, \quad C_{55} = 2.95 \cdot 10^{10},$$

$$C_{12} = 5.01 \cdot 10^9, \quad C_{23} = 2.71 \cdot 10^{10}, \quad C_{44} = 2.61 \cdot 10^{10}, \quad C_{66} = 3.28 \cdot 10^{10}.$$

Упругую постоянную  $C_{13}$  получить не удалось из-за отсутствия дифракционной картины для направления света, перпендикулярного плоскости (001).

В таблице показаны результаты исследований АО-свойств монокристаллов  $\text{Bi}_2\text{TeO}_5$ . Все параметры в этой таблице соответствуют длине волны  $0.63 \mu\text{m}$ .

Как видно из приведенных данных, АО-эффективность  $M_2$  кристалла  $\text{Bi}_2\text{TeO}_5$  для исследованной геометрии существенно ниже ряда используемых в настоящее время АО-материалов. Обращает на себя внимание также высокое значение коэффициента затухания акустической волны, что, вероятно, связано со слоистостью кристаллической структуры кристалла. Если предположить, что для  $\text{Bi}_2\text{TeO}_5$ , как и для большинства твердых материалов, частотная зависимость коэффициента затухания звука определяется соотношением  $B = B_0 \nu^2$ , где  $B_0$  — частотно-независимый коэффициент затухания акустической волны, то при  $\nu = 100$  МГц  $B \sim 2.2$  дБ/см. Хотя эта величина существенно меньше, чем у  $\text{TeO}_2$  (6 дБ/см [6]), однако сравнительно низкое значение  $M_2$ , сложность механической обработки элемента, связанная с расслоением материала, ограничивают возможности использования кристалла  $\text{Bi}_2\text{TeO}_5$  как АО-материала.

АО-характеристики теллурида висмута

Тип колебаний, N <sub>s</sub> , u <sub>s</sub>		Акустическая волна				Оптическая волна		M <sub>1</sub> , 10 <sup>-7</sup> см <sup>2</sup> ·с/г	M <sub>2</sub> , 10 <sup>-18</sup> с <sup>3</sup> /г	M <sub>3</sub> , 10 <sup>-12</sup> см·с <sup>2</sup> /г	M <sub>4</sub> , 10 <sup>5</sup> см <sup>4</sup> /г·с
		f, MHz	v, 10 <sup>5</sup> см/с	α, dB/cm	N <sub>i</sub>	E	p (p <sub>13</sub> )				
L, [001] [001]		496	3.42	14.6	[010]	[100]	44.47	14.12	11.76	13.53	
L, [100] [100]		496	2.61	22.3			-	-	-	-	
L, [100] [100]		400		15.9			-	-	-	-	

П р и м е ч а н и е. N — единичный вектор направления распространения волны, E — вектор поляризации напряженности электрического поля, u — вектор смещения в волне, p — упругооптический коэффициент, M<sub>i</sub> — индексация эффективностей АО-взаимодействия (соответствует общепринятым обозначениям [6]).

- [1] Долгих В.А., Демина Л.А., Стефанович С.Ю. Изв. АН СССР. Неорган. материалы 21, 3, 469 (1985).
- [2] Foldvari I., Scripsick M.P., Halliburton L.E., Peter A. J. Appl. Phys. 71, 11, 5465 (1992).
- [3] Долгих В.А., Поповкин Б.А. Изв. АН СССР. Неорган. материалы 14, 4, 748 (1978).
- [4] Акимов С.В., Горбенко В.М., Гржегоржевский О.А. Сб. Активные диэлектрики. ДГУ (1984). С. 113–125.
- [5] Куча В.В., Хомич А.В., Кравченко В.Б. Изв. АН СССР. Неорган. материалы 20, 2, 314 (1984).
- [6] Акустические кристаллы. Справочник / Под ред. М.П. Шаскольской. М. (1982). 630 с.

Физика твердого тела, том 38, № 3, 1996  
Solid State Physics, vol. 38, N 3, 1996

## ОБ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ УПРОЧНЕНИИ И ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДАХ В КРИСТАЛЛАХ $\text{PbZrO}_3$ , УТОНЬШЕННЫХ ХИМИЧЕСКИМ ТРАВЛЕНИЕМ

© О.Е.Фесенко

Научно-исследовательский институт физики,  
344090 Ростов-на-Дону, Россия  
(Поступило в Редакцию 14 августа 1995 г.)

Ранее [1,2] нами было показано, что фазовые переходы в  $\text{PbZrO}_3$ , индуцированные сильным электрическим полем, возможны только в тонких кристаллах, так как только такие кристаллы обладают высокой электрической прочностью. Это обстоятельство, а также трудности извлечения тонких кристаллов из застывшего после выращивания расплава препятствуют исследованию фазовых переходов в очень сильных полях.

В связи с этим методически важно показать, что утоньшение химическим травлением придает кристаллу высокую электрическую прочность. Научной целью работы являются поиск размерных эффектов в кристаллах толщиной 1–2  $\mu\text{m}$  и проверка возможности существования в  $\text{PbZrO}_3$  сегнетоэлектрической (СЭ) тетрагональной фазы с пр. гр.  $P4mm$ , наблюдаемой в цирконате-титанате свинца (ЦТС).

Кристаллы  $\text{PbZrO}_3$  были выращены из системы  $\text{PbO}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{PbZrO}_3$  методом спонтанной кристаллизации. Для травления подбирались образцы толщиной 40  $\mu\text{m}$ , электрическая прочность которых не превышала 250 kV/cm, что недостаточно для индуцирования СЭ-фаз  $R3m$  и  $R3c$ . Травление производилось в 50% растворе  $\text{H}_3\text{PO}_4$  при 60 °С. Толщина травленных кристаллов определялась по оптической разности хода. Полученные образцы имели грани с зеркальным качеством поверхности и толщину 1–2  $\mu\text{m}$ . Избирательного травления на гранях, перпендикулярных ромбической оси  $C$  (предполагаемого в [3] направления спонтанной поляризации) не наблюдалось, что подтверждает правильность выбора пр. гр.  $Pbma$  для низкотемпературной фазы  $\text{PbZrO}_3$  в согласии с [4], а не  $Pba2$ , как это считалось ранее [3].